

「超フレキシブルディスプレイ部材技術開発」  
事後評価報告書

平成22年11月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
研究評価委員会

平成22年11月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
理事長 村田 成二 殿

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
研究評価委員会 委員長 西村 吉雄

NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条の規定に基づき、別添のとおり  
評価結果について報告します。

## 目次

はじめに	1
分科会委員名簿	2
審議経過	3
評価概要	4
研究評価委員会におけるコメント	8
研究評価委員会委員名簿	9
第1章 評価	
1. プロジェクト全体に関する評価結果	1-1
1. 1 総論	
1. 2 各論	
2. 個別テーマに関する評価結果	1-19
2. 1 共通基盤技術	
①有機 TFT アレイ化技術の開発	
②マイクロコンタクトプリント技術の開発	
2. 2 実用化技術	
③高度集積部材の開発	
④ロール部材パネル化要素技術の開発	
3. 評点結果	1-39
第2章 評価対象プロジェクト	
1. 事業原簿	2-1
2. 分科会における説明資料	2-2
参考資料1 評価の実施方法	参考資料 1-1
参考資料2 評価に係る被評価者意見	参考資料 2-1

## はじめに

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構においては、被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される研究評価分科会を研究評価委員会によって設置し、同分科会にて被評価対象プロジェクトの研究評価を行い、評価報告書案を策定の上、研究評価委員会において確定している。

本書は、「超フレキシブルディスプレイ部材技術開発」の事後評価報告書であり、第25回研究評価委員会において設置された「超フレキシブルディスプレイ部材技術開発」（事後評価）研究評価分科会において評価報告書案を策定し、第26回研究評価委員会（平成22年11月11日）に諮り、確定されたものである。

平成22年11月  
独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
研究評価委員会

「超フレキシブルディスプレイ部材技術開発」

事後評価分科会委員名簿

(平成22年7月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	つつい てつお 筒井 哲夫	九州大学 名誉教授
分科会長 代理	うちだ たつお 内田 龍男	仙台高等専門学校 校長 東北大学 名誉教授
委員	さかもと まさのり 坂本 正典	東京理科大学大学院 総合科学技術経営研究科 技術経営専攻 教授
	しもだ たつや 下田 達也	北陸先端科学技術大学院大学 マテリアルサイエンス研究科 教授
	なかお まさゆき 中尾 政之	東京大学大学院 工学系研究科 機械工学専攻 教授
	ふじかけ ひでお 藤掛 英夫	NHK 放送技術研究所 表示・機能素子研究部 主任研究員
	やました よしろう 山下 敬郎	東京工業大学大学院 総合理工学研究科 物質電子化学専攻 教授

敬称略、五十音順

## 審議経過

- 第1回 分科会（平成22年7月28日）
  - 公開セッション
    - 1. 開会、分科会の設置、資料の確認
    - 2. 分科会の公開について
    - 3. 評価の実施方法について
    - 4. 評価報告書の構成について
    - 5. プロジェクトの概要説明
  - 非公開セッション
    - 6. プロジェクトの詳細説明
    - 7. 全体を通しての質疑
  - 公開セッション
    - 8. まとめ・講評
    - 9. 今後の予定、その他、閉会
  
- 現地調査会（平成22年7月27日）
  - 次世代モバイル用表示材料技術研究組合
  - （東京農工大学構内 東京都小金井市中町 2-24-16）
  
- 第26回研究評価委員会（平成22年11月11日）

## 評価概要

### 1. 総論

#### 1) 総合評価

現在の電子ペーパーを代表とするフレキシブルディスプレイへの高い期待を先取りする企画がなされ、実行されたことは、国の政策としてまさに時宜を得たものであった。フレキシブルディスプレイを実現するためには多くの要素技術を必要とするが、日本が得意な材料とプロセス開発が係わっており、適切な目標を設定し、一定の成果を上げたことは高く評価できる。また、材料や部材あるいはプロセス技術の幾つかは、十分に実用化レベルにあり、特に部材の技術開発としては成果が認められる。プロセス開発として、LCDにおいては基板サイズの拡大による生産性向上も、限界間近と考えられる中、次世代プロセス開発の見通し、問題点の所在確認が得られた点では評価できる。

しかしながら、フレキシブルディスプレイ全体から眺めると、従来からの課題である低温プロセスによる TFT のプラスチック基板上の直接形成、大判微細アライメント化、基板の最適化などの技術課題がほとんど解決できていない。また現状では、本技術を直接生かせるフレキシブルディスプレイの実用化の道筋が見えてこない。達成された各要素技術の成果について、これらの長所や短所を配慮した最適な表示方式を適用したディスプレイに仕上げ、またそれに適した応用システムに発展させることを期待する。

#### 2) 今後に対する提言

フレキシブルディスプレイを現実のものとするためには、本プロジェクトで、開発した技術の実用化とともに、残った未解決課題、あるいは当初予想しなかった新たな課題をしっかりと拾い上げて、後に続く開発活動へのガイドラインとして残していただきたい。特に、技術的隘路である低温プロセス TFT の解決が必須であり、応用イメージや採算性も含めて、メーカーの開発方針やスケジュールをより明確にしていく必要がある。

本プロジェクトの成果を生かすためには、特長あるディスプレイとして仕上げ、応用システムまで展開するのが最も望ましい。この川下部分までは本プロジェクトには含まれていなかったが、これに引き続くプロジェクトを立ち上げるなどの方策が必要であろう。今後プロジェクトを立ち上げる際には、バランスの取れたコンカレントエンジニアリングにより、製品化、工業化に即つながらるプロセス開発を目指すプロジェクトと、難度の高い要素技術開発を目指すプロジェクトを分離して実施するべきである。

バックライトや位相差部材等の開発部材は、既に一部実用化の目処が立っているものもあるが、さらにできるものから実用化をめざし、有機 TFT アレイなどの本プロジェクトで開発した技術についてもフレキシブル有機エレクトロニクスへの応用、展開をはかるなど、この事業から一つでも多くの実用例や、応用展開の実例が出ることを期待する。

FPD における国際的な激しい競争の中で、関連部材メーカーはまだ優位性を保ってはいるが激しい追撃にあっている。このような情勢の下では、技術鎖国政策では対応できないのは自明であり、国内の企業連携を越えて、思い切った技術公開を含めた国際連携までを視野に置いて、積極的な攻めの姿勢の企画を実施すべきではないか。例えば、日本と韓国の連合で世界トップを目指す施策があってもよいのではないだろうか。

## 2. 各論

### 1) 事業の位置付け・必要性について

今後エレクトロニクスで画像は中心的役割を担っていくはずである。その内の一つの動向はユビキタスあるいはモバイルシステムであるが、薄型、軽量、割れないフレキシブルディスプレイはそのキーデバイスになる。電子ペーパーへの高い注目とその延長線上でのフレキシブルディスプレイへの高い期待という今日の情勢を見ると、液晶パネルに限定しているとは言え、4年前からロール to ロールで作製するプラスチック基板を用いた液晶パネルをターゲットとしたことの意義は大きく、本プロジェクトの先見性は際だっている。現在、フレキシブルディスプレイの開発は欧米ではベンチャー企業、韓国、台湾では大企業が活発に行っており、世界における FPD の技術開発競争に対する措置としても本プロジェクトの価値は高い。また、本事業では、フレキシブルディスプレイの要素技術開発を多岐にわたり本格的に実施しているので、ナノテク・部材イノベーションプログラム、エネルギーイノベーションプログラムの双方の目的達成に寄与している。フレキシブルディスプレイを実現するには、使用部材の開発とプロセス装置の開発を同時にかつ相互に影響させながら進める必要がある。このためには、民間メーカー間の密接な協力が必要であり、NEDO の関与が必要である。

しかしながら、プロジェクトのテーマが「部材技術開発」ということで要素技術の開発に重点が置かれており、フレキシブルディスプレイの事業化のシナリオが十分に描き切れていない点は、今回の開発を有効に社会還元する上で極めて残念である。待ち受ける部材開発という趣旨であれば、ディスプレイが軽く曲がれば役立つという抽象的コンセプトだけでなく、今後の社会の進展の中で、開発された技術がどのように生かされていくのか、より具体的に提示す



べきであるし、各要素技術が連携してそれらの成果を集大成した突出したディスプレイの実現も視野に入れることができればさらに良かった。

## 2) 研究開発マネジメントについて

プロジェクトリーダーの下での素材メーカーからデバイスメーカーまで多岐にわたる参加企業を統合したマネジメントにより、日本ディスプレイ産業及び材料・部材産業の国際競争力を向上させるという目標へ向けての取り組みがなされている。要素技術をそれぞれ得意とする関連企業が分担しているために、自社の将来技術として自己資産を惜しみなく提供して熱心に取り組んだ様子が見られ、極めて効果的なプロジェクトであった。特に **TRADIM13** 社では、意見交換や成果報告を毎月 1 回行い、製品や文化が異なる状況において技術融合をはかったマネジメントは見事であった。各テーマとも概ね妥当な目標を設定して実施されており、研究開発目標、計画は妥当である。

ただし、本プロジェクトでは、具体的な開発対象製品を予め特定して技術開発を行うことは不可能であったため、信頼性・安定性などの実用化に向けた目標を定められず、成果の実用化、事業化につなげる戦略が明確になっていない。結果として、個別の要素技術開発に留まっている。また、用途が同一で種々の方式を検討した課題があり、研究過程でそれらを効率的に絞り込んで人や予算のリソースを集中すれば、さらに実用的な技術を提案できた可能性がある。

研究開発実施の事業体制では、産総研+JCII グループと **TRADIM** グループの共同化が無く、別な事業のように感じられる。技術分野は多少異なっても技術交流は必須であり、そこから画期的な技術が生まれ、また視野の広い人材が育成されることが期待される。

## 3) 研究開発成果について

各テーマにおいて、設定された開発目標を着実に達成できている。得られた成果は現在重要度を増しているフレキシブルディスプレイの研究開発のための基盤技術として有用であり、世界的に見てレベルは高く、汎用性も十分ある。

未来型ディスプレイであるフレキシブルディスプレイの多岐にわたる技術をここまで仕上げたことは、日本のディスプレイ関連産業のレベルアップに大いに貢献したと評価できる。特に **TRADIM** が実施している実用化技術の開発は、以前の成果を受け継いでおり完成度は高い。しかしながら、ディスプレイは多くの要素技術の集大成として実現されるものであるが、特に、新しい要素技術では一部の性能が不十分な場合もあり、それに見合ったディスプレイ技術のすりあわせが必要であるなど、まだ集大成という形には至っていない。

また、共通基盤技術開発については、成果を普及させる見通しが明確でない。

成果を全面公開はせず技術開発を継続して実用化につなげるのであれば、積極的に公開して広く活用する方向性を示すべきではないか。実用化技術開発においても、継続的な取り組みがなされない成果については、技術を公開して普及させるか、参加企業の新開発部材として活用するかの方針が必要である。

#### 4) 実用化、事業化の見通しについて

成果は、フレキシブル液晶パネルという限られた技術分野だけでなく、今後フレキシブルディスプレイの技術開発の中で広く活用されると期待する。今後のデバイスはフレキシブル化してゆく傾向に有り、しかもそのプロセスはロール to ロールが有力であり、太陽電池やリチウム電池、また照明用途にも展開可能と考えられる。

しかしながら、プロジェクトに参加しているデバイスメーカーの実用化、事業化へのイニシアティブがほとんど見えず、目標が達成されたにも拘わらず、フレキシブルディスプレイの実用化計画が具体化しないのは、本プロジェクトのような「部材技術」に関する研究開発の課題を示している。全体的には実用化のシナリオは不明確であり、実用化の課題がしっかりと抽出されていない。今後のプロジェクトにおいては、具体的なデバイスのイメージを持つ対象製品を可能な限り明確にして、進めることが望まれる。

競争の激しい技術領域だけに開発成果を速やかに事業化しないと、本プロジェクトで開発された要素技術は、死蔵化し、出番を失ったり、海外競合メーカーに拡散しかねない。貴重な成果を生かすには、継続的な企業間の協働関係が必要である。アジアにおける FPD 開発・事業競争に勝ち抜くための国の政策として、現時点ではリスクを伴い企業単独では踏み出せない、フレキシブル液晶ディスプレイの生産技術開発(パイロット生産を含む)を支援することも検討に値するのではないだろうか。

## 研究評価委員会におけるコメント

第26回研究評価委員会（平成22年11月11日開催）に諮り、了承された。研究評価委員会からのコメントは特になし。

## 研究評価委員会

委員名簿（敬称略、五十音順）

職 位	氏 名	所 属、役 職
委員長	西村 吉雄	学校法人早稲田大学大学院 政治学研究科 (科学技術ジャーナリスト養成プログラム) 客員教授
委員長 代理	吉原 一紘	オミクロンナノテクノロジージャパン株式会社 最高顧問
委員	安宅 龍明	オリンパスビジネスクリエイツ株式会社 事業企画本部 戦略探索部 探索2グループ シニアマネージャー
	伊東 弘一	学校法人早稲田大学 理工学術院総合研究所 客員教授（専任）
	稲葉 陽二	日本大学 法学部 教授
	大西 優	株式会社カネカ 顧問
	尾形 仁士	三菱電機エンジニアリング株式会社 相談役
	小林 直人	学校法人早稲田大学 研究戦略センター 教授
	小柳 光正	東北大学未来科学技術共同研究センター 教授
	佐久間一郎	国立大学法人東京大学大学院 工学系研究科 精密機械工学専攻 教授
	菅野 純夫	国立大学法人東京大学大学院 新領域創成科学研究科 メディカルゲノム専攻 教授
	架谷 昌信	愛知工業大学 工学部機械学科 教授・総合技術研究所所長
宮島 篤	国立大学法人東京大学 分子細胞生物学研究所 教授	

## 第1章 評価

この章では、分科会の総意である評価結果を枠内に掲載している。なお、枠の下の「○」「●」「・」が付された箇条書きは、評価委員のコメントを原文のまま、参考として掲載したものである。

## 1. プロジェクト全体に関する評価結果

### 1. 1 総論

#### 1) 総合評価

現在の電子ペーパーを代表とするフレキシブルディスプレイへの高い期待を先取りする企画がなされ、実行されたことは、国の政策としてまさに時宜を得たものであった。フレキシブルディスプレイを実現するためには多くの要素技術を必要とするが、日本が得意な材料とプロセス開発が係わっており、適切な目標を設定し、一定の成果を上げたことは高く評価できる。また、材料や部材あるいはプロセス技術の幾つかは、十分に実用化レベルにあり、特に部材の技術開発としては成果が認められる。プロセス開発として、LCDにおいては基板サイズの拡大による生産性向上も、限界間近と考えられる中、次世代プロセス開発の見通し、問題点の所在確認が得られた点では評価できる。

しかしながら、フレキシブルディスプレイ全体から眺めると、従来からの課題である低温プロセスによる TFT のプラスチック基板上の直接形成、大判微細アライメント化、基板の最適化などの技術課題がほとんど解決できていない。また現状では、本技術を直接生かせるフレキシブルディスプレイの実用化の道筋が見えてこない。達成された各要素技術の成果について、これらの長所や短所を配慮した最適な表示方式を適用したディスプレイに仕上げ、またそれに適した応用システムに発展させることを期待する。

#### 〈肯定的意見〉

- FPD 特に LCD においては基板サイズの拡大による生産性向上も、限界間近と考えられる中、次世代プロセス開発の見通し、ないし、問題点の所在確認が得られた点では評価できよう。
- 次世代ディスプレイとして期待されるフレキシブルディスプレイの実現・実用化に向けて、単独の研究機関やメーカーでは到達できない数々の革新的・先導的な材料・デバイス・作製技術が創出されたと考える。
- 画像は膨大な情報量を要するために高度な技術やインフラを必要とするが、次世代のエレクトロニクスや通信ではいよいよ画像が中心的役割を演じるものと考えられる。中でもユビキタスあるいはモバイルディスプレイをキーデバイスとするシステムが大きく進化するものと予想される。これに対して、本プロジェクトは時宜を得たものであり、重要なテーマである。一方、これを実現するためには多くの要素技術を必要とするが、日本が得意な材料とプロセス開発が係わっており、極めて適切なプロジェクトであった。
- 4 年前の時点でフレキシブルディスプレイをロール to ロールで生産するための基盤技術開発と部材開発とを目標として研究開発を開始し、4 年間で開発目標を達成したことは高く評価できる。現在の電子ペーパーを代表

とするフレキシブルディスプレイへの高い期待を先取りする企画がなされ、実行されたことは、国の政策としてまさに時宜を得たものであったというべきであろう。

- 時代を先取りした挑戦的なテーマを取り上げ、適切な目標を設定し、多くのメーカーを組織して正面から課題に取り組んで一定の成果を上げたことは高く評価できる。また、材料や部材あるいはプロセス技術の幾つかは、十分に実用化レベルにあり、評価できる。したがって、部材の技術開発としては成果が認められる。
- フレキシブルディスプレイの実現に向けて、部材、要素の技術では顕著な成果を挙げている。特に、印刷法でフレキシブル有機 TFT アレイを開発し、液晶パネルの駆動に成功したことは、評価される。また、ロール to ロールプロセスの開発もすばらしい成果である。
- エンジニアのやりたいこと一式を、フレキシブル・ディスプレイを“旗頭”にして、むりやりに“ごった煮”を作っているような感じである。つまり、それらはフレキシブル・ディスプレイ必須の構成要素ではないが、類似関係技術として一本のプロジェクトにしている。しかし、それら一式の個々の技術を見ると有意義で光っており、いくつかは既存の商品に対して即効的な新技術である。

#### 〈問題点・改善すべき点〉

- TFT 基板はガラス製であり、エッチングにより薄板化して過撓性を持たせ、プラスチック基板に貼り付けてロール to ロールのセル工程を開発したものであるため、より本質的な低温プロセスによる TFT のプラスチック基板上の直接形成は、いまだ棚上げ状態である。この点から、従来から困難な問題とされてきた有機 TFT や酸化物半導体 TFT の問題はなんら解決されていない。公的資金を利用したプロジェクトでは、民間では着手しがたい困難な本質的問題に重点的に開発を集中させて欲しい。
- 共通基盤技術については、個々の技術確立を達成した後は、その技術を普遍化し、公開して活用できるようにすることが必要である。計画目標の達成を急ぐ余り、この視点が若干弱かったように思われる。
- 各要素技術の達成度は高く、十分な成果が得られたとすることができる。しかし、これらの長所や短所を配慮した最適な表示方式を適用したディスプレイに仕上げ、またそれに適した応用システムに発展させる必要があるが、それを担う企業が国内にほとんど無いのが残念である。
- フレキシブルディスプレイ全体から眺めると、従来から課題であった点がそのまま課題として残っている点が問題であり、今後の改善点である。それらには、有機 TFT(性能、信頼性、突抜電圧、等)、大判微細アライメント、最適基板、具体的製品イメージ、フレキシブル実用化シナリオ、など

が含まれる。

- 評価のための非公開資料には、信頼性やコストに関して実状や本音をいれて欲しい。せめて、報告会では教えてもらいたい。なぜ実用化できないのか、さっぱりわからない。
- 個別技術の連携が若干不足しており、開発過程で横の繋がりがもっと強ければ、トータルでの最適化を含め、さらに実用に近い成果が得られたのではないかと思う。また現状では、本技術を直接生かせるプラスチックディスプレイの実用化の道筋が見えてこない。
- 実用化技術については、次の段階の生産プロセス技術につなぐ視点が不可欠であるが、部材開発が目標であったこともあってか、若干取り組みが弱かったように思われ、出口イメージの具体化が進んでいない。
- 寿命などの耐久性、信頼性が十分に検討されていない。移動度等、有機 TFT の性能の向上をはかることが必要であり、P3HT に拘る必要は無い。

#### 〈その他の意見〉

- ・ 昨今、フレキシブルディスプレイの研究開発は加速しており、国際的な先導性・リーダーシップを確保する上でも、取り組むべき課題だったと認識している。
- ・ フレキシブルの対象を LCD にして部材開発を行ったので、開発すべき技術課題が多くなった。対象を EPD にすればより現実的な成果が得られたと考えられる。
- ・ 異分野の企業がプロジェクトに参加し、連携体制を築けたことは評価されるが、材料メーカーの影がうすい印象を持つ。
- ・ 素材メーカーからエレクトロニクスメーカーまで数多くの企業が参加して開発研究に取り組んだ成果として、関連分野の将来を担う人材育成の面で大きな成果があった。このことはプロジェクトの成果としてもっと強調されてよいと思われる。



## 2) 今後に対する提言

フレキシブルディスプレイを現実のものとするためには、本プロジェクトで、開発した技術の実用化とともに、残った未解決課題、あるいは当初予想しなかった新たな課題をしっかりと拾い上げて、後に続く開発活動へのガイドラインとして残していただきたい。特に、技術的隘路である低温プロセス TFT の解決が必須であり、応用イメージや採算性も含めて、メーカーの開発方針やスケジュールをより明確にしていく必要がある。

本プロジェクトの成果を生かすためには、特長あるディスプレイとして仕上げ、応用システムまで展開するのが最も望ましい。この川下部分までは本プロジェクトには含まれていなかったが、これに引き続くプロジェクトを立ち上げるなどの方策が必要であろう。今後プロジェクトを立ち上げる際には、バランスの取れたコンカレントエンジニアリングにより、製品化、工業化に即つながらるプロセス開発を目指すプロジェクトと、難度の高い要素技術開発を目指すプロジェクトを分離して実施するべきである。

バックライトや位相差部材等の開発部材は、既に一部実用化の目処が立っているものもあるが、さらにできるものから実用化をめざし、有機 TFT アレイなどの本プロジェクトで開発した技術についてもフレキシブル有機エレクトロニクスへの応用、展開をはかるなど、この事業から一つでも多くの実用例や、応用展開の実例が出ることを期待する。

FPD における国際的な激しい競争の中で、関連部材メーカーはまだ優位性を保ってはいるが激しい追撃にあっている。このような情勢の下では、技術鎖国政策では対応できないのは自明であり、国内の企業連携を越えて、思い切った技術公開を含めた国際連携までを視野にいれて、積極的な攻めの姿勢の企画を実施すべきではないか。例えば、日本と韓国の連合で世界トップを目指す施策があってもよいのではないだろうか。

### 〈今後に対する提言〉

- ・ 今回の超フレキシブルディスプレイでは、技術的隘路である低温プロセス TFT が解決されていないため、本来コンカレントを狙った技術開発が充分にかみ合っていない。したがって、工業化、製品化へのシナリオも立てられていない。今後は、難易度をそろえたすり合わせ開発とバランスの取れたコンカレントエンジニアリングにより、製品化、工業化に即つながらるプロセス開発を目指すプロジェクトと、難度の高い要素技術開発を目指すプロジェクトを分離して実施するべきであろう。
- ・ フレキシブルでよりメリットのある有機 EL への展開や、バックライトとして有機 EL の利用を進めるべきである。
- ・ フレキシブル・ディスプレイや有機半導体は、次の 3 年間の実用化はホープレスだろうが、その他のバックライトや位相差部材は有用であり、でき

るものから実用化して欲しい。

- ・ フレキシブル有機デバイスの研究開発分野はまだ未成熟であるので、長期的な視野での研究開発が不可欠である。国内の企業連携を越えて国際連携までを視野に入れて、世界トップレベルの技術確立をめざすべきではないだろうか。たとえば、韓国と EU の連携に技術先行を許すよりは、日本と韓国の連合で世界トップを目指す施策があってもよいのではないだろうか。
- ・ 今後、開発された技術をどのように生かして実用化に発展させるのか、人材確保と組織作りが重要な課題である。
- ・ 本プロジェクトを特長あるディスプレイとして仕上げ、応用システムまで展開するのが最も望ましい。この川下部分までは本プロジェクトには含まれていなかったが、この成果を生かすためには今後その検討が是非必要である。これに引き続くプロジェクトを立ち上げるなどの方策が必要であろう。
- ・ アジアの FPD の技術開発と事業展開における激しい競争の中で、日本のエレクトロニクスメーカーは劣勢にあること、関連部材メーカーはまだ優位性を保ってはいるが激しい追撃にあっていることは周知の事実である。このような情勢の下では、単に国産技術を守るという技術鎖国政策では対応できないのは自明であり、国際的な技術提携、思い切った技術公開を含めた積極的な攻めの姿勢の企画を実施すべきである。
- ・ この事業から一つでも多くの実用例が出ることを期待する。今後、完成度の高い成果の実用化を着実に実行してほしい。
- ・ 今後、フレキシブルディスプレイを現実のものとするためには、開発技術の実用化とともに、残った未解決課題、あるいは当初予想しなかった新たな課題、をしっかりと拾い上げて、後に続く開発活動へのガイドラインとして残していただきたい。

#### 〈その他の意見〉

- ・ 日本の税金を使ったのだから、技術を公開しろというのもごもつともである。しかし本プロジェクトのように、韓国や台湾へ技術流出するのをなるべく遅らせるために、論文や特許を出さない状況になっても、許されるべきであろう。
- ・ 有機 TFT アレイなど本プロジェクトで開発した技術を、ディスプレイに限定せずにフレキシブル有機エレクトロニクスに応用、展開するべきである。
- ・ フレキシブル部材やディスプレイの実用化に向けて、応用イメージや採算性も含めて、メーカーの開発方針やスケジュールをより明確にしていく必要がある。

## 1. 2 各論

### 1) 事業の位置付け・必要性について

今後エレクトロニクスで画像は中心的役割を担っていくはずである。その内の一つの動向はユビキタスあるいはモバイルシステムであるが、薄型、軽量、割れないフレキシブルディスプレイはそのキーデバイスになる。電子ペーパーへの高い注目とその延長線上でのフレキシブルディスプレイへの高い期待という今日の情勢を見ると、液晶パネルに限定しているとは言え、4年前からロール to ロールで作製するプラスチック基板を用いた液晶パネルをターゲットとしたことの意義は大きく、本プロジェクトの先見性は際だっている。現在、フレキシブルディスプレイの開発は欧米ではベンチャー企業、韓国、台湾では大企業が活発に行っており、世界における FPD の技術開発競争に対する措置としても本プロジェクトの価値は高い。また、本事業では、フレキシブルディスプレイの要素技術開発を多岐にわたり本格的に実施しているので、ナノテク・部材イノベーションプログラム、エネルギーイノベーションプログラムの双方の目的達成に寄与している。フレキシブルディスプレイを実現するには、使用部材の開発とプロセス装置の開発を同時にかつ相互に影響させながら進める必要がある。このためには、民間メーカー間の密接な協力が必要であり、NEDO の関与が必要である。

しかしながら、プロジェクトのテーマが「部材技術開発」ということで要素技術の開発に重点が置かれており、フレキシブルディスプレイの事業化のシナリオが十分に描き切れていない点は、今回の開発を有効に社会還元する上で極めて残念である。待ち受け的な部材開発という趣旨であれば、ディスプレイが軽く曲がれば役立つという抽象的コンセプトだけでなく、今後の社会の進展の中で、開発された技術がどのように生かされていくのか、より具体的に提示すべきであるし、各要素技術が連携してそれらの成果を集大成した突出したディスプレイの実現も視野に入れることができればさらに良かった。

#### 〈肯定的意見〉

- 使用部材の開発とプロセス装置の開発が同時にかつ相互に影響しながら進むプロジェクトであるので、民間メーカー間の密接な協力が必要である。このため一企業に限定しがちな民間活動の中では実現困難で NEDO の関与が必要である。次世代ディスプレイの開発は、ディスプレイメーカーの財政状態が逼迫しており積極的な技術開発が困難になってきている。このため、公共性の高い本プロジェクトで基本開発を行うことは有効であろう。
- この事業の開始時、フレキシブルディスプレイの重要性は認識されていたが、具体的な出口(応用デバイス)は見えない状況にあった。また、この技術の実現には多岐にわたる開発が必要である。したがって、個々の企業で本格的な開発を行い難く、NEDO のような国家プロジェクトの支援で扱

うにふさわしいテーマであると考えられる。

- 本事業ではフレキシブルディスプレイの要素技術開発を多岐にわたり本格的に実施しているため、ナノテク・部材イノベーションプログラム、エネルギーイノベーションプログラムの双方の目的達成に寄与していると判断される。
- 電子ペーパーへの高い注目とその延長線上でのフレキシブルディスプレイへの高い期待という今日の情勢を見ると、本プロジェクトの先見性は際だっている。液晶パネルに限定しているとは言え、4年前からロール to ロールで作製するプラスチック基板を用いた液晶パネルをターゲットとしたことの意義は大きい。アジアにおける FPD の技術開発競争に対する措置としても本プロジェクトの価値は高い。
- ナノテク・部材イノベーションプログラムの目標達成に寄与している。省エネルギーや太陽電池への応用でエネルギーイノベーションにつながる。企業連携のため NEDO の関与が必要である。フレキシブルディスプレイで日本の優位をはかるために、NEDO の事業として妥当である。
- 欧米、韓国、台湾ではフレキシブルディスプレイの重要性の認識は高く、幾多の国家プロジェクトが存在する。欧米ではベンチャー企業、韓国、台湾では大企業が活発に開発を行っている。これに対して、日本の企業の動きは鈍い。したがって、国家プロジェクト主導で企業を組織した開発事業を行うことは、国際的な競争力を維持するために極めて重要であり、事業目的は妥当である。
- フレキシブル・ディスプレイ自体は、日本の社会が要求している製品とは思えない。しかし、ロール to ロールプロセスやマイクロコンタクトプリントのような個々の開発技術は、各種の製品に応用できるポテンシャルを有し、ナノテク全体の学術的・工学的な進歩のために非常に有意義であった。
- フレキシブルディスプレイの部材開発は、先が見えにくくリスクの多い研究テーマであるが、次世代ディスプレイの基盤技術をいち早く構築して、国内の研究開発を活性化した役割は大きい。
- 今後エレクトロニクスで画像は中心的役割を担っていくはずである。その内の一つの動向はユビキタスあるいはモバイルシステムであるが、薄型、軽量、割れないディスプレイはそのキーデバイスになるものと考えられる。しかし、それを実現するためには多岐にわたる要素技術の開発が必要であり、多くの企業が係わる必要がある。これを可能にするには NEDO などの中核機関の関与が不可欠と考えられる。

〈問題点・改善すべき点〉

- 具体的な工業化、事業化のシナリオが描かれていない点は、今回の開発を

有効に社会還元する上で極めて残念である。超フレキシブルディスプレイ部材技術開発においては仮に全体が完成せず、部分完成の状態である結果においても、二次電池形成工程、ソーラーセル形成工程など別デバイスのプロセスに援用できるような事業化シナリオを用意すべきであろう。

- 液晶パネルをフレキシブル化することは、電子ペーパーや有機 EL パネルをフレキシブル化することと比べて難易度は決して低くないが、商品価値としてのフレキシブル液晶パネルの価値が本当に高いかにはいささか疑問もある。
- 当該事業を実施することによりもたらされる工業的な効果は今後の実用化努力にかかっている。発表を聞いた限りでは、明確な応用デバイスのイメージが無いのが大変懸念される。
- 幾つかの部材、プロセス技術は完成度が高く、参加企業において工業化は達成できると予想される。しかし、ユーザが外国企業になる可能性が高く、この点も懸念される。
- 本プロジェクトはモバイル用ディスプレイを目標として掲げることによって、多くの企業の参画を促し、明確な目標に向かってベクトルをそろえるには極めて効果的であったとすることができる。しかし、各グループや企業は、モバイルディスプレイに係わる要素技術の開発に重点が置かれており、このため最終成果はかなり個別的で、グループ間あるいは企業間の連携は強かったとは言えない。プロジェクトのテーマが「部材技術開発」ということで、その集大成として所期の目的には沿っていると言っているが、できることならば、各要素技術が連携してそれらの成果を集大成した突出したディスプレイの実現も視野に入れることができればさらに良かった。
- 待ち受け的な部材開発という趣旨であれば、ディスプレイが軽く曲がれば役立つという抽象的コンセプトだけでなく、今後の社会はどのように進展して、その中で開発された技術がどのように生かされていくのか、より具体的に提示すべきである。
- ディスプレイとして液晶に限定してはいけない。
- フレキシブル・ディスプレイという 4 年前の目標が、今となっては製品として意味がなくなってしまった。またフレキシブルを軽いと同義であると拡大解釈しても、ガラスのバックサイドエッチングだけで達成されるので、本プロジェクトで列記されている必須技術が不要となる。つまり、事業の位置付けがこの報告を見聞きする限り希薄である。本音を聞きたかった。

#### 〈その他の意見〉

- ・ ディスプレイ分野の研究開発における日本の競争力を確保するという観点からも、必要性が高いプロジェクトと考える。さらに、国内メーカーの

経営環境や競争力を鑑みながら、国民の生活・経済に及ぼすメリットも議論すべきと考える。

- 報告会のデバイスメーカーの話聞く限り、フレキシブル・ディスプレイは適用商品が無く、魅力の薄いことがよくわかった。他の研究者に聞くと、有機半導体も顧客が求める信頼性に問題があり、銀のナノ粒子もコストに問題があり、実用化は難しいらしい。このような社会との関係をきちんと説明すべきである。事業目的を判断できない。
- 本事業で得られた成果を次世代のフレキシブルディスプレイの実現に向けて活用すべきである。
- 「超フレキシブルディスプレイ部材技術開発」のプロジェクト名称には、超が何を意味するか不明で、また部材技術開発の表現にも曖昧さがあつたのではないだろうか。

## 2) 研究開発マネジメントについて

プロジェクトリーダーの下での素材メーカーからデバイスメーカーまで多岐にわたる参加企業を統合したマネジメントにより、日本ディスプレイ産業及び材料・部材産業の国際競争力を向上させるという目標へ向けての取り組みがなされている。要素技術をそれぞれ得意とする関連企業が分担しているために、自社の将来技術として自己資産を惜しみなく提供して熱心に取り組んだ様子が見られ、極めて効果的なプロジェクトであった。特に **TRADIM13** 社では、意見交換や成果報告を毎月 1 回行い、製品や文化が異なる状況において技術融合をはかったマネジメントは見事であった。各テーマとも概ね妥当な目標を設定して実施されており、研究開発目標、計画は妥当である。

ただし、本プロジェクトでは、具体的な開発対象製品を予め特定して技術開発を行うことは不可能であったため、信頼性・安定性などの実用化に向けた目標を定められず、成果の実用化、事業化につなげる戦略が明確になっていない。結果として、個別の要素技術開発に留まっている。また、用途が同一で種々の方式を検討した課題があり、研究過程でそれらを効率的に絞り込んで人や予算のリソースを集中すれば、さらに実用的な技術を提案できた可能性がある。

研究開発実施の事業体制では、産総研+JCII グループと **TRADIM** グループの共同化が無く、別な事業のように感じられる。技術分野は多少異なっても技術交流は必須であり、そこから画期的な技術が生まれ、また視野の広い人材が育成されることが期待される。

### 〈肯定的意見〉

- 目標設定は定量的で明確であり、また挑戦的な内容であって妥当と考える。さらに、所期の目標は十分に達成されており、プロジェクトの計画・運営・推進はおおむね良好であったと考える。
- 多岐にわたる要素技術の開発のために沢山の異業種企業が加わって一つ一つの目標に向けたチームを構成し、連携できたことは高く評価される。また要素技術をそれぞれ得意とする関連企業が分担しているために、自社の将来技術として自己資産を惜しみなく提供して熱心に取り組んだ様子が見られ、極めて効果的なプロジェクトであった。
- フレキシブル・ディスプレイという仮想目標を目指して、13社の技術を集約したマネジメントは見事であった。意見交換や成果報告を、担当者同士またはその上長を含めて、毎月1回は行ったと発表で報告していたが、13社の製品や文化が異なる状況において融合はなかなかできるものではない。
- フレキシブルディスプレイのロール to ロールプロセスによる形成コンセプトは、生産性向上の観点で、これが完成すると従来もっぱら行われてきた基板ガラスサイズの拡大の方向を抜本的に変えうる、革新的な方法で

あり、各技術について明確な数値目標を設定して実施されており、研究開発目標、計画は妥当であろう。研究開発の実施体制は集中研究拠点と分散研究拠点を適切に活用した効率よい開発となっており、実施者間の必要な連携も確保されている。

- プロジェクトリーダーの下での素材メーカーからデバイスメーカーまで多岐にわたる参加企業を統合したマネジメントにより、日本ディスプレイ産業及び材料・部材産業の国際競争力を向上させるという目標へ向けての取り組みがなされ、概ね目標が達成されていることは高く評価できる。
- 本プロジェクトの実現には異分野の企業連携は必要不可欠であった。
- 各テーマとも概ね妥当な目標設定がなされている。個別部材、プロセスでは高度な目標が設定されているものもあり評価できるが、具体的なデバイスのイメージが無いのが残念である。研究開発計画はよく計画され過ぎている。研究開発実施の事業体制については、産総研、JCII への委託と TRADIM への助成は適切であると認められるが、両者の技術融合を積極的に図る仕組みが無かった。研究開発成果の実用化、事業化に向けたマネジメントについては、個別の部材においては、魅力的な成果がいくつも達成できており、評価できる。これから、実用化までの間をどのようにフォローするかが課題である。情勢変化への対応等については、報告書からは適切かどうか判断できない。

#### 〈問題点・改善すべき点〉

- もともと計画自体が、フレキシブル・ディスプレイという目標に対して、有機 TFT アレイをはじめに、高度集積部材、ロール to ロールプロセス、 $\mu$ CP 法までの、エンジニアが開発したかった技術を、とりあえずすべてぶらさげたような感じである。しかし、それぞれの技術は単体でも有用であり、フレキシブル・ディスプレイ以外の目標でも十分有効に使える。つまり、プロジェクト名がマネジメントのゴールではない。この名前は、4年間で当初の影がすっかり薄くなったというような感じである。
- 成果の実用化、事業化につなげる戦略が明確になっておらず、開発技術が死蔵される懸念がある。これは、フレキシブルディスプレイの基本的要素技術である低温プロセス TFT 技術が未完のままであることにも起因しており、開始当初から市場イメージを明確にした開発が必要であったと考えられる。2007 年度の当プロジェクトの発足時以降、i-Pad、Kindle など中小型の表示装置へのニーズは大きく変化してきているが、本プロジェクトではそれらを含んだ社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に必ずしも機敏かつ適切に対応できていないように見える。
- 材料メーカーが十分に本プロジェクトに貢献できたか、連携が充分であったかどうか明らかでない点が見える。成果の実用化の戦略が明確でない。



- 各要素技術の成果は高く評価できるが、個別の要素技術の開発に留まっているように見られる。これらの技術の連携が進められるとさらに良かった。さらに望ましくは、各成果を集大成して圧倒的に優れたフレキシブルディスプレイの実現にまで至ると素晴らしいが、プロジェクト自体が「部材技術開発」と言うことで、それに至らなかったことはやむを得ない。今後これをどのように活用するか大きな視点の検討も必要であろう。
- 信頼性・安定性などの実用化に向けた目標が不足している。また、用途が同一で種々の方式を検討した課題があり、研究過程でそれらを効率的に絞り込んで人や予算のリソースを集中すれば、さらに実用的な技術を提案できた可能性がある。
- 共通基盤技術開発を担当した産総研+化学技術戦略推進機構と、実用化研究を担当した TRADIM との間での技術交流に不十分さがあつたのではないかと思われる。技術分野は多少異なっても技術交流は必須であり、そこから画期的な技術が生まれ、また視野の広い人材が育成されると期待される。
- 研究開発目標については、対象製品(製品)を決めずに技術開発を行っているので、及第点の技術になっているが、合格点まで高められていない点が、全体的に見受けられる。研究開発計画は、4年間の中で当初の計画を大きく変更すべきものがあつたと思われるが、その点に関する明確な報告がなかった。研究開発実施の事業体制では、産総研グループと TRADIM グループの共同化が無く、別な事業のように感じられる。情報交換のみでなく、両者の技術融合を図る仕組みが欲しかった。研究開発成果の実用化、事業化に向けたマネジメントについては、幾つかの部材やプロセスの実用化は期待できる。しかし、それらを集大成したフレキシブルディスプレイの実用化に関しては、出口イメージが希薄であり、大きな問題点として残る。

#### 〈その他の意見〉

- ・ 研究遂行にあたっては、集中研が効率よく機能して核となり、メーカーや組合員間の情報交換が促進されたと考えている。
- ・ プロジェクト開始時点から、社会・経済情勢や技術動向は刻々と変化しており、特にディスプレイ関連分野は急激な変動期にある。明確な目標に向かって進む姿勢を保つことは研究開発には極めて重要であるが、同時に一定の新情勢対応の柔軟な姿勢も必要である。
- ・ 材料の組成等公開されない部分が多い。

### 3) 研究開発成果について

各テーマにおいて、設定された開発目標を着実に達成できている。得られた成果は現在重要度を増しているフレキシブルディスプレイの研究開発のための基盤技術として有用であり、世界的に見てレベルは高く、汎用性も十分ある。

未来型ディスプレイであるフレキシブルディスプレイの多岐にわたる技術をここまで仕上げたことは、日本のディスプレイ関連産業のレベルアップに大いに貢献したと評価できる。特に **TRADIM** が実施している実用化技術の開発は、以前の成果を受け継いでおり完成度は高い。しかしながら、ディスプレイは多くの要素技術の集大成として実現されるものであるが、特に、新しい要素技術では一部の性能が不十分な場合もあり、それに見合ったディスプレイ技術のすりあわせが必要であるなど、まだ集大成という形には至っていない。

また、共通基盤技術開発については、成果を普及させる見通しが明確でない。成果を全面公開はせず技術開発を継続して実用化につなげるのであれば、積極的に公開して広く活用する方向性を示すべきではないか。実用化技術開発においても、継続的な取り組みがなされない成果については、技術を公開して普及させるか、参加企業の新開発部材として活用するかの明確な方針が必要である。

#### 〈肯定的意見〉

- 目標が全体的に達成された上に、期待以上の成果も得られた課題も少くないことから、研究開発の達成レベルとアクティビティは十分に高いと思われる。それらは、今後、新たな事業創出に繋がる可能性がある。
- 各要素技術の基本部分は目標を十分に達成していると考えられる。
- 各テーマにおいて、設定された開発目標を着実に達成できていることは高く評価できる。得られた成果は現在重要度を増しているフレキシブルディスプレイの研究開発のための基盤技術として有用である。知財権は確保されているが、論文や学会発表による成果の公開は得られた成果に比して少ないように見受けられ、日本の技術力強化の観点でより積極的な公開が望まれる。
- 印刷プロセスで作製した有機 **TFT** で液晶パネルを駆動する目標は達成された。既に有機 **TFT** で液晶パネルを駆動することは実現されていたが、ロール to ロールでデバイス作製が出来たことが技術的に特に優れている点である。この技術は汎用性があると考えられる。特許の取得や新聞等への掲載で成果の一般への発信もなされている。
- フレキシブル・ディスプレイからそれを作るための製造技術まで、当初の目標は達成された。あとは信頼性やコストダウンをすすめて、商品につなげないと税金を使った国家プロジェクトとしては物足りない。
- 全体として目標はほぼ達成されている。特に **TRADIM** の場合、以前の成

果を受け継いでおり、完成度は高く感じられる。成果は世界的に見てレベルは高く、汎用性も十分ある。未来型ディスプレイであるフレキシブルディスプレイの多岐にわたる技術をここまで仕上げたことは、日本のディスプレイ関連産業のレベルアップに大いに貢献したと評価できる。特許出願及び研究成果の発表は適切であり、成果の普及に関しては、今後の活動に期待する。

- 目標成果は夫々クリアしている。

#### 〈問題点・改善すべき点〉

- 待ち受け技術とはいえ、外部を巻き込みながら発展すべき技術のため、特許出願や学会発表などの社会還元や情報発信をさらに積極的に展開すべきである。
- フレキシブルディスプレイの市場は拡大しているが、本プロジェクトの成果は直接、製品につながらない。競合品に対しての優位性は特に高いと言えない。
- 事業の目標が達成されたにも拘わらず、フレキシブルディスプレイの実用化計画が具体化しないのは、事業の本質的な問題点を表している。現在達成された成果と実用化までの間にどれくらいのギャップがあるのかが不明である。実用化までの課題の抽出が不十分なので、成果の意義が薄れる心配がある。また、成果の普及のシナリオ不十分である。
- 商品に使ったという明確な成果があればよいが、製造技術が成果なので、全体が秘密になりやすい。リサーチといっても論文がないので、技術の情報発信がなされていないと言われかねない。しかし、情報発信すれば、韓国や台湾メーカーにタダで成果を教えるようなもので、そこは非常に難しい。また特許も、韓国や台湾のメーカーが模倣してもロイヤルティを素直に払うとは思えず、ノウハウを含めた公開は危険である。
- 夫々に目標をクリアした要素技術を夫々最高性能を維持して、最終的なフレキシブルディスプレイに集積化するところは未だ必ずしも十分でない見える。
- 共通基盤技術開発の成果を普及させる見通しが明確でない。成果を全面公開はせずに技術開発を継続して実用化につなげるのでなければ、積極的に公開して広く活用する方向性を示すべきではないか。実用化技術開発においても、重要な成果が蓄積されたが、ロール to ロールプロセスで液晶パネルを生産する技術開発について継続的な取り組みがなされないのであれば、技術を公開して普及させるか、参加企業の新開発部材として活用するかの明確な方針が必要である。
- ディ스플레이は多くの要素技術の集大成として実現されるものであるが、まだ集大成という形には至っていないように思われる。特に、新しい要素

技術では一部の性能が不十分な場合もあり、それに見合ったディスプレイ技術のすりあわせが必要であるが、液晶の表示方式などについてもう少し研究資源が投入されても良かったのではないかと考えられる。

〈その他の意見〉

- 材料の組成等が明らかにされない。透明電極材料等のような種類のものであるかぐらいは明らかにしてもよいのでは。
- 個別課題の数値目標で最高値を目指すだけでなく、実用化に向けてはトータルの特性を改善する取り組みも重要である。
- 要素技術として高い成果を得ているが、それをディスプレイとしてまとめ上げるところにまで至っていないために、実用化にあたっては他国のディスプレイメーカーに要素技術を提供する形にならざるを得ないことが危惧される。将来の新ディスプレイの根幹を握ると言う形になると望ましいのだが。

#### 4) 実用化、事業化の見通しについて

成果は、フレキシブル液晶パネルという限られた技術分野だけでなく、今後フレキシブルディスプレイの技術開発の中で広く活用されると期待する。今後のデバイスはフレキシブル化してゆく傾向に有り、しかもそのプロセスはロール to ロールが有力であり、太陽電池やリチウム電池、また照明用途にも展開可能と考えられる。

しかしながら、プロジェクトに参加しているデバイスメーカーの実用化、事業化へのイニシアティブがほとんど見えず、目標が達成されたにも拘わらず、フレキシブルディスプレイの実用化計画が具体化しないのは、本プロジェクトのような「部材技術」に関する研究開発の課題を示している。全体的には実用化のシナリオは不明確であり、実用化の課題がしっかりと抽出されていない。今後のプロジェクトにおいては、具体的なデバイスのイメージを持つ対象製品を可能な限り明確にして、進めることが望まれる。

競争の激しい技術領域だけに開発成果を速やかに事業化しないと、本プロジェクトで開発された要素技術は、死蔵化し、出番を失ったり、海外競合メーカーに拡散しかねない。貴重な成果を生かすには、継続的な企業間の協働関係が必要である。アジアにおける FPD 開発・事業競争に勝ち抜くための国の政策として、現時点ではリスクを伴い企業単独では踏み出せない、フレキシブル液晶ディスプレイの生産技術開発(パイロット生産を含む)を支援することも検討に値するのではないだろうか。

##### 〈肯定的意見〉

- 部材には実用化できるものがあると思われる。
- 各基盤技術については技術的達成度が高く、産業化の見通しは十分であろうと考えられる。
- ロール to ロール法やマイクロコンタクトプリントの製造技術の開発は、それぞれ現在の枚葉式、フォトリソグラフィ法に比べて革新的・先導的な取り組みである。実用化には時間はかかるものの、将来の大きなイノベーションに役立つものと期待している。
- モバイルディスプレイの市場は顕著な伸びが期待される。それに伴って通信システムや新たな応用製品の開発につながり、新しい技術の発展と大きな分野や市場に発展する可能性がある。
- 部材とプロセスの幾つかは実用化に近い。波及効果については、今後のデバイスはフレキシブル化してゆく傾向に有り、しかもそのプロセスはロール to ロールが有力であろうから、本事業で達成した成果は他の分野においても今後のものづくりのベースとなりうる。
- フレキシブル・ディスプレイは今の顧客の欲求から考えると、日の目をみない可能性が高い。しかし、そのまわりの周辺技術が特定の製品以外にも

流用可能であり、実用化されると思う。

- 本プロジェクトで得られた成果は、フレキシブル液晶パネルという限られた技術分野だけでなく、今後フレキシブルディスプレイの技術開発の中で広く活用されると期待する。ここで育成された人材はこのような意味で活用されるものと期待する。
- ロール to ロールプロセス自体は、太陽電池やリチウム電池、また照明用途にも展開可能と考えられる。また、プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進し、研究者間の交流を活性化した点では、これまでに無い成果が得られたものとする。

#### 〈問題点・改善すべき点〉

- プロジェクトに参加しているデバイスメーカーの実用化、事業化へのイニシアティブがほとんど見えない。このため、プロジェクト終了後の事業までの道筋が全く見えない。状況変化の速い、競争の激しい技術領域だけに開発成果を速やかに事業化しないと、死蔵化されて出番を失ったり、海外競合メーカーに技術が拡散しかねない。
- フレキシブル有機エレクトロニクスに向けて、ここで得られた成果を発展・活用する必要がある。
- モバイルディスプレイの最終形は、フレキシブルディスプレイと思われるが、その前段階としてまず要求されるのが薄型、軽量、割れにくいディスプレイであろう。これにはいくつかの方式があるので、フレキシブルディスプレイがそれらに対してどのような優位性をもつか十分戦略を練る必要がある。
- フレキシブルディスプレイが現行のディスプレイと同じ表示品位とコストにまで達成できれば直ちにフレキシブルディスプレイに移行すると思われるが、それにはまだかなり時間がかかりそうである。
- 本プロジェクトの成果である周辺技術を製品に用いるデバイスメーカーは韓国・台湾メーカーであろう。日本の部材メーカーは利益が出るだろうが、デバイスメーカーはますます元気を失うことになろう。
- 全体的には実用化のシナリオは不明確であり、実用化の課題がしっかりと抽出されていない。これは具体的な応用例を明確にしていない点に大きな原因がある。事業化までのシナリオについては、事業化までの道筋が明確になっていない。したがって信頼性のある経済効果は見積もれない。
- プロジェクト終了後の各参画企業における、プロジェクト成果の活用スキームが必ずしも明確でなく、各企業内での既存の研究開発計画の中に取り込むだけの姿勢が見受けられた。多くの企業間の共同研究で生み出された貴重な成果を生かすには、継続的な企業間の協働関係が必要であろう。
- 個別の部材技術を現状のディスプレイに生かすことは可能と思われる。し

かし、フレキシブルディスプレイの実用化目標やスケジュールが明確でないため、本技術を直接生かせる道筋が見えてこない。

〈その他の意見〉

- ・ 次世代のモバイルディスプレイの重要な要素技術を抑えたことは確かであるが、今後、フレキシブルディスプレイの最終形として集大成してまとめ上げる必要がある。さらにはそれを応用した新たなシステムや応用分野を拓くことが重要であろう。
- ・ 独創的な技術開発とそれらの継続・発展には、広い視野と深い専門性を有する中核的な人材が不可欠である。技術成果の今後の活用施策については、人材育成・確保の観点から強いマネジメントが望まれる。
- ・ 国内のエレクトロニクスメーカーに今すぐフレキシブル液晶パネルを事業化する意欲を示すところはないであろう。アジアにおける FPD 開発・事業競争に勝ち抜くための国の政策として、現時点ではリスクを伴い企業単独では踏み出せない、フレキシブル液晶ディスプレイの生産技術開発(パイロット生産を含む)を支援することも検討に値するのではないだろうか。
- ・ フレキシブルディスプレイとして液晶の優位性が定かでない。

## 2. 個別テーマに関する評価結果

### 2. 1. 共通基盤技術

#### 1) 研究開発成果についての評価

##### ①有機 TFT アレイ化技術の開発

印刷法でフレキシブル有機 FET を開発するための要素技術を開発するという目標は着実に達成されている。有機半導体部材、絶縁部材、電極部材をインク部材として開発し、A4 サイズ、200ppi の大面積印刷法によりフレキシブル有機 TFT を作製する基盤技術を確立し、印刷法での TFT 形成に一定の可能性が検証されたことは高く評価でき、その成果は世界の最高水準にあると言って良い。特にマイクロコンタクトプリント用の版材の開発には独自性が大きく、フレキシブル有機エレクトロニクスの基盤技術として重要である。関連する知財権も確保されており、論文発表、学会発表などの外部発信も十分に実施されている。

ただし、アレイ化した TFT では移動度が低下するため、 $10^{-2}\text{cm}^2/\text{Vs}$  程度の平凡な値のため、ディスプレイ用の他の TFT と比べて、性能は劣っており、このままの TFT 特性では実用にならない。有機 TFT の優位性を明確に打ち出すためには、TFT の材料・特性、アライメント精度においてさらに向上が必要である。さらに、塗布型有機半導体を用いた TFT の信頼性・安定性の向上及びコストの検証も課題である。今後、ここで確立された技術を基盤として、知財権、ノウハウ、育成された人材までを含めて、全体として次の開発ステップにつなげることが重要である。

この分野は、基礎研究の範疇にあるため、特許出願や学会発表を積極的に行って、戦略的な先導性確保と情報発信に努めるとともに、独自性が高い基盤技術を育てあげて、世界に向けてそのプレゼンスを示すべきである。

#### 〈肯定的意見〉

- 目標どおりに有機半導体を開発し、 $\mu\text{CP}$  で塗布し、ディスプレイとして作動できた。個々の開発ノウハウは非常に有意義であった。この技術は、無機半導体とシリコンやガラス基板をもとに構築された従来技術を根本からひっくり返す、エポックメイキング的な技術である。
- 有機 TFT としてディスプレイに必要な性能を実現しており、新たなディスプレイの分野を構築し得る高い可能性を示している。その成果は世界の最高水準にあると言って良い。
- 印刷法で大面積高精細なフレキシブル有機 FET を開発するための要素技術を開発するという目標は着実に達成されている。有機半導体部材、絶縁部材、電極部材をインク部材として開発し、A4 サイズ、200ppi の大面積印刷法によりフレキシブル有機 TFT を作製する基盤技術を確立したことは高く評価できる。特にマイクロコンタクトプリント用の版材の開発には



独自性が大きい。関連する知財権も確保されている。

- TFT 用有機半導体を含めた画素形成部材のインク化、および高精度・高解像度アレイ化技術については、オリジナリティと達成レベルが高い。また、単一素子の移動度は評価できる数値である。
- 目標は達成されており、Ag インク材料と配線技術、A4 版 200ppi の印刷は優れた成果である。また、A4 版 200ppi の TFT 印刷は世界初あるいは世界最高水準である。特許出願は十分なされている。
- 印刷法でフレキシブル有機 TFT アレイを開発するなど目標は達成している。A4 サイズの PDMS 版の作製は特に評価できる。本成果はフレキシブル有機エレクトロニクスの基盤技術として重要である。
- 有機半導体材料の regioregularity を向上させることによる特性が向上することを実証。μ CP 法で 200ppi の画素形成を実証できた。これにより印刷法での TFT 形成に一定の可能性が検証された。論文発表、学会発表、特許提出など外部発信も十分に実施されている。

#### 〈問題点・改善すべき点〉

- 信頼性とコストについて何も述べられていなかったもので、他の研究者に聞いてみると、社会の求めるレベルには達していないらしい。社会の要求レベルと、現状の達成度を説明してもらいたかった。
- ディスプレイ用途には十分な性能が得られているが、他にも単結晶シリコンによる回路を薄くエッチングしてプラスチック基板に転写する方式、プラスチック基板にアモルファスシリコン薄膜を形成する方式などがある。これらに対する有機 TFT の優位性を明確に打ち出せるか否かなどが今後の課題であろう。
- 有機半導体の移動度改善は P3HT で  $0.47\text{cm}^2/\text{Vs}$  を達成したものの、配向処理を施した試料であり、TFT への適用性には、今後解決を要する問題が残る。なお配向による特性向上は斯界では良く知られた技術であり、新規性は乏しい。印刷 TFT ではパターンゲート・ソース重なりが非常に大きく電気特性にかなりの制約が懸念される。またゲート絶縁膜の材質も印刷パターン形成は達成したものの、総合して TFT の性能は移動度  $10^{-2}\text{cm}^2/\text{Vs}$  程度に留まっており特性的には平凡な値に留まっている。また、上記特性を向上させるための、デバイス物理に基づいた設計・プロセス施策がつかめていないため今後の特性向上への見通しが見えない。
- アレイでは移動度が低下する。高性能の有機 TFT の開発が必要である。有機 TFT の安定性の定量的な測定が必要である。
- TFT 特性は平凡な値である。TFT の材料・特性、アライメント精度においてさらに向上が必要である。実用化にはゲートとソース・ドレイン部の重なりをなくすことが必要である。本事業で開発した TFT はディスプレ

イ用の他の TFT と比べて、性能は劣っており、このままの TFT 特性では実用にならないので、市場の創造につながることや普及は望めない。

- 使用された有機半導体は P3HT に限られているが、計画立案時と現在では利用できる有機半導体の種類も増え、性能の向上も著しいので、ここで確立された技術が必ずしも汎用性がある基盤技術であるとまでは言えない。ここで確立された技術を基盤として、知財権、ノウハウ、育成された人材までを含めて、全体として次の開発ステップにつなげることが重要である。
- 塗布型有機半導体を用いた TFT の信頼性・安定性を向上させないと、実用化に至ることができない。作製法と安定動作を絡めて、総合的に改善すべきである。また、アレイ化した場合の TFT 特性の劣化は大きな課題である。

#### 〈その他の意見〉

- ・ フレキシブル有機デバイスに関連する技術は、世界的に熾烈な競争がなされている。その中で日本の技術が生き残る方策の一つは独自性が高い基盤技術を育てあげて、世界に向けてそのプレゼンスを示すことにあると思われる。この観点からはもっと論文等での発表があってよい。
- ・ 有機半導体ポリマーとして P3HT を用いているが、移動度の高い他の半導体を検討してもよいのでは。また、ポリマーにこだわる必要があるか。
- ・ この分野は、基礎研究の範疇にあるため、特許出願や学会発表を積極的に行って、戦略的な先導性確保と情報発信に努めるべきである。

## ②マイクロコンタクトプリント技術の開発

印刷法で大面積・高精細なフレキシブル有機 FET を開発するための要素技術としての、パターン化技術、コンタクトプリンター技術、バックプレーン化技術の開発目標は着実に達成されており、世界水準で見て一級の成果である。本成果はプリンタブルエレクトロニクスの汎用技術として種々の応用に展開可能であり、その意味で新たな市場を拓くことが期待される。特に 2 段加圧式マイクロコンタクトプリント方式、ロール式マイクロコンタクト平板印刷方式には技術的な独自性がある。A4 サイズのマイクロコンタクトプリンターを開発し、有機 TFT アレイの試作に成功していることも高く評価できる。高解像度の大型ディスプレイの作製に向けて、印刷製法の技術課題が抽出されたことは、今後の応用・進展のための第一歩となる。また、特許の取得や成果の公表は適切に行われている。

ただし、新しいプリント技術として、電子デバイスなどの製造プロセスに応用した場合にどのような性能が要求されるかをさらに突っ込んで検討する必要がある。版の耐久性、信頼性および再現性、サイクルタイムを踏まえて、従来のフォトエッチング工程とのコストメリットを精査すべきである。実用化に向けて今後さらなる開発の継続と発展を大いに期待したい。

### 〈肯定的意見〉

- $\mu$  CP の技術も、ハンコのように配線パターンを写したい、というエンジニアの要求を満たした技術として、見事であった。ハンコとインク of 材料開発も進み、これも、ニッケルスタンプと射出成形という光ディスク技術で使われているような従来技術を根本からくつがえすような新技術になった。
- 目標を十分に達成しており、ディスプレイ応用に限らず汎用性のある新技術として今後の発展が大いに期待される。
- 印刷プロセスで作製した有機 TFT で 200ppi の液晶パネルの駆動に成功した点は、高く評価できる。特許の取得や成果の公表は適切に行われている。
- 目標は十分達成されており、世界水準で見て一級の成果である。本成果はプリンタブルエレクトロニクスの汎用技術として種々の応用に展開可能であり、その意味で新たな市場を拓くことが期待される。種々のデバイスの作製に横展開も可能であり、特許出願も適切になされている。
- $\mu$  CP の版材料を選ぶことで線幅 5 ミクロンのパターンニングに成功し、ディスプレイ以外にもプリンテッド・エレクトロニクス分野での応用展開が期待できる。
- マイクロコンタクトプリントにより、他に例を見ない A4 サイズ有機 TFT バックプレーン (200ppi) を試作したことは大いに評価できる。実際にパネルが作製できることが実証されたことにより、今後の関連研究機関の動

向が注目される。

- 印刷法で大面積・高精細なフレキシブル有機 FET を開発するための要素技術としての、パターン化技術、コンタクトプリンター技術、バックプレーン化技術の開発目標は着実に達成されている。2 段加圧式マイクロコンタクトプリント方式、ロール式マイクロコンタクト平板印刷方式には技術的な独自性がある。A4 サイズのマイクロコンタクトプリンターを開発し、有機 TFT アレイの試作に成功していることも高く評価できる。

#### 〈問題点・改善すべき点〉

- 耐久性、信頼性および再現性の向上が必要である。
- 版の耐久性、経済性の観点で、再度従来のフォトエッチング工程とのコストメリットを再度精査されたい。
- A4 サイズに適用できる技術開発を目指したために、独自性が高い要素技術の発掘より、汎用性が高い技術の組み合わせを選んで開発が進められたように見られる。
- PDMS 型に関しては、耐久性が問題でありその解決が今後の課題である。
- コンタクトのハンコ技術の問題点は、ゴミのかみこみである。試作開発では 1 回押せば大成功だったが、3 秒に 1 回押すような短いサイクルタイムでも十分やっていけるのだろうか。報告会では、離型で 20 分待つという説明もあったが、そうだとすると並列に工程を並べるので高くつく。
- A4 サイズの TFT 基板で一定の均一性が確保されたのであれば、A4 サイズのディスプレイを試作するべきである。それにより、フレキシブルディスプレイのメリットが実感できるようになり、大きな外部アピールになった可能性がある。
- 特に問題というわけではないが、新しいプリント技術として、電子デバイスなどの製造プロセスに応用した場合にどのような性能が要求されるかをさらに突っ込んで検討する必要があるだろう。実用化に向けて今後さらなる開発の継続と発展を大いに期待したいところである。

#### 〈その他の意見〉

- ・ 高解像度の大型ディスプレイの作製に向けて、印刷製法の技術課題が抽出されたことは、今後の応用・進展のための第一歩となる。
- ・ 近年、有機デバイスを印刷法で作製する技術開発は世界的に激しい競争の下にある。ここでの技術達成に満足せず、次のステップの世界競争に勝ち抜く卓越した技術開発へ向けて挑戦してもらいたい。

## 2) 実用化の見通しに関する評価

### ①有機 TFT アレイ化技術の開発

### ②マイクロコンタクトプリント技術の開発

有機半導体を使った TFT アレイ化技術開発での印刷形成の実力確認、先端技術力の確認は、有機 TFT アレイの出口イメージを固める意味で意義深いものであり、IC タグなどの分野へは広い波及効果が見込まれる。マイクロコンタクトプリント技術については、出口イメージが必ずしも明確になっていないが、リソグラフィを中心とした従来の技術体系を変え、ディスプレイならびに種々のデバイスの作製に利用できる汎用技術になりうる。この分野の技術開発の現状から判断して、ここで開発された技術がすぐに実用化技術へ直結するとは考えられないので、長期的な観点での基盤技術確立、関連人材の育成、周辺分野への波及効果などをより高く評価すべきと考える。

ただし、有機 TFT アレイ化技術の開発では、パターンニングはできたものの、パターンの重なりでの低減化、有機半導体の高性能化など先の見え難いものが多く、今後の進展が予測しがたい課題が残ってしまった。マイクロコンタクトプリント技術の開発では、解決の方向や方針は今後の課題として残されている。更に、本格的な実用化に当たっては、信頼性、再現性、コストなどが重要となる。基礎フェーズの研究であり、実用化の見通しはまだ不鮮明であるものの、今回積み残した課題を明確にすることにより、実用化を見据えた取り組みが進展することを期待する。

#### 〈肯定的意見〉

- 実用化や出口イメージを明確に意識して必要な特性を達成している。
- 実用化イメージは明確であり、フレキシブル有機エレクトロニクスの基盤技術として重要な成果である。
- 技術的に難易度の高い、有機 TFT アレイ化技術、マイクロコンタクトプリント技術に挑戦し、実用化技術への見通しをつけることができたことは評価できる。しかし、この分野の技術開発の現状から判断して、ここで開発された技術がすぐに実用化技術へ直結するとは考えられないので、長期的な観点での基盤技術確立、関連人材の育成、周辺分野への波及効果などをより高く評価すべきと考える。
- 有機半導体も  $\mu$  CP も多くの製品に適用でき、リソグラフィを中心転写技術においた従来技術の体系を変えることができる。
- マイクロコンタクトプリント技術の開発は、ディスプレイならびに種々のデバイスの作製に利用できる汎用技術になりうる。現在、出口イメージが必ずしも明確になっていないが、今後の検討で明確にすることを期待する。
- 印刷法により大面積化が可能な高解像度パターン化技術を開発できたことは、ディスプレイ分野に限らず将来のプリンティングエレクトロニクス

分野にもインパクトを与える成果と考える。

- 有機半導体を使った TFT アレイは待ち伏せした技術開発であり、印刷形成の実力確認、先端技術力の確認は、有機 TFT アレイの出口イメージを固める意味で意義深いものである。また IC タグなどの分野へは広い波及効果が見込まれる。

#### 〈問題点・改善すべき点〉

- 実用化には耐久性等の信頼性が必要である。
- 有機 TFT アレイ化技術の開発では、パターンニングはできたものの、パターンの重なりでの低減化、有機半導体の高性能化など先の見え難いものが多く、今後の進展が予測しがたい課題が残ってしまった。マイクロコンタクトプリント技術の開発では、有機 TFT アレイ化技術同様に実用化までの問題が多いことはわかるものの、解決の方向や方針は今後の課題として残されている。
- 有機 TFT アレイ化技術の開発は、このままの性能では実用化の可能性は低いので、材料を換えて再度トライすることを薦める。マイクロコンタクトプリント技術の開発については、具体的な応用を特定した開発を開始すべき段階にある。
- 問題は信頼性である。やる前からわかっていたことで、信頼性に対して実績を示さないと、誰も使ってみようとは思わないだろう。
- この分野の技術開発を支える「フレキシブル工学」とでも呼ぶべき学問分野はまだ未成熟であるといわざるを得ない。従って、実用化イメージを探ると同時に、基盤となる科学技術を育て、展開することで、国として総合的な技術力を育てるという方向性も考えるべきである。
- 基礎フェーズの研究であり、実用化の見通しはまだ不鮮明であるものの、今回積み残した課題を明確にすることにより、マイクロコンタクトプリントの実用化を見据えた取り組みが進展することを期待している。
- 本格的な実用化に当たっては、信頼性、再現性、コストなどが重要となるので、今後の研究の継続と発展が期待される場所である。

#### 〈その他の意見〉

- ・ 知財権確保の観点からの秘密保持の重要性は理解するが、未完成度が高い技術分野においては、技術の公開性を保持することの方が優れた技術を育てる源泉であることも留意したい。
- ・ 単素子の TFT 特性も必要だが、パネルの実用化には印刷法で作製した有機 TFT アレイの移動度を向上させることが重要である。

### 3) 今後に対する提言

#### ①有機 TFT アレイ化技術の開発

#### ②マイクロコンタクトプリント技術の開発

電子ペーパーに象徴されるように、有機フレキシブルエレクトロニクスには世界的に大きな期待がある。この技術分野を日本の得意分野にするためには、直近の実用化の可否を議論するのではなく、有機フレキシブルエレクトロニクスの研究開発の流れの中で、今回の技術開発がどのように位置づけられ、今後の技術開発に適用されるかに注目したい。基本的な特性としては極めて有望な性能を達成しており、基盤技術となり得る十分な可能性を示し、今後の発展につながる貴重な成果が得られたと考える。ただし、本格的実用化のためには、まだ信頼性、再現性、コストなどの問題が残されている。この分野への継続的な支援と投資が必要である。近い将来「リジッドデバイス」から「フレキシブルデバイス」へのパラダイムシフトが起こることは確実である。その時に備えて、フレキシブルエレクトロニクスの基盤技術を育成強化しておくことは日本の科学技術と産業基盤にとって重要である。

有機 TFT アレイ化技術の開発については、P3HT 以外の高移動度の有機半導体の検討、半導体材料とゲート絶縁膜との組み合わせ、寄生容量の少ないデバイス構造を実現するプロセス技術の開発、アライメントの精度を高めて、突抜電圧を低減する技術開発が必要である。マイクロコンタクトプリント技術の開発については、版の耐久性、実用的な版サイズ、パターンを形成する工程での版耐久性評価基準の確立、パターンの欠陥評価方法・評価装置の開発、及び、さらなる大判化とアライメントの精度の向上を同時に満足する技術開発を期待する。

#### 〈今後に対する提言〉

- ・ 有機 TFT アレイ化技術の開発には、低温プロセスに於いてディスプレイデバイスの駆動を可能にする実用性能を実現できる半導体材料とゲート絶縁膜の組み合わせ、また配向や高温アニールなどが不要な高移動度を実現する有機半導体材料の開発とデバイス物理の深耕、またゲート・ソース寄生容量の少ないデバイス構造を実現するプロセス技術の開発が必要である。
- ・ 電子ペーパーに象徴されるように、有機フレキシブルエレクトロニクスには世界的に大きな期待がある。この技術分野を日本の得意分野にするためには、直近の実用化の可否を議論するのではなく、有機フレキシブルエレクトロニクスの研究開発の流れの中で、今回の技術開発がどのように位置づけられ、今後の技術開発に適用されるかに注目したい。この意味では今後の発展につながる貴重な成果が得られたと考える。この分野への継続的な支援と投資が必要である。

- ・ マイクロコンタクトプリント技術の開発には、従来のフォトエッチング工程にコスト面で対抗できるために必要な版の耐久性、実用的な版サイズ、パターンを形成する工程での版の耐久性評価基準の確立、また当該方法で形成されたパターンの欠陥評価方法と欠陥評価装置の開発が必要である。
- ・ マイクロコンタクトプリント技術の開発については、さらなる大判化とアライメントの精度の向上を同時に満足する技術開発を期待する。
- ・ 基本的な特性としては極めて有望な性能を達成しており、基盤技術となり得る十分な可能性を示している。ただし、本格的実用化のためには、まだ信頼性、再現性、コストなどの問題が残されていると考えられるので、さらなる研究開発の継続と発展が望まれる。
- ・ 今のままだと、確実に消えていく技術になる。試しでいいから、簡単な商品に適用し、実績を持つべきである。商品としてウェアラブルなセンサーでもいいから、何か良いものがないだろうか。
- ・ TFT 部材のインク化・アレイ化とマイクロコンタクトプリント製法の開発は、双方とも基礎研究の域にあると認識するが、独立した取り組みでなく相互のリンクや連携を強められれば、より実用に近い技術成果が得られたのではないかと考えている。
- ・ 有機 TFT アレイ化技術の開発については、材料を換えて再度トライすることを薦める。アライメントの精度を高めて、突抜電圧を低減する技術開発を期待する。
- ・ TFT では高性能化（高い移動度）と高い安定性が求められる。P3HT 以外の高移動度の有機半導体の検討が必要である。

#### 〈その他の意見〉

- ・ 印刷法による有機 TFT アレイの高精細・大面積形成は、競争の激しい研究分野であり、マイクロコンタクトプリント法のメリットを生かせるパネルプロセスが必要になると思われる。
- ・ フレキシブルエレクトロニクスは魅力的なデバイスではあるが、現行の「ノンフレキシブルエレクトロニクス」と個々の性能や付加価値で比べると、特に経済的優位性があるわけではない。しかし、近い将来「リジッドデバイス」から「フレキシブルデバイス」へのパラダイムシフトが起こることは確実である。その時に備えて、フレキシブルエレクトロニクスの基盤技術を育成強化しておくことは日本の科学技術と産業基盤にとって重要である。



## 2. 2. 実用化技術

### 1) 研究開発成果についての評価

#### ③高度集積部材の開発

高度集積化部材としてフロントプレーン部材、バックライト部材、バックプレーン部材の 3 つのロール部材が開発されており、計画目標を明確に達成している。ロール to ロールで作製される大面積・低コストのフレキシブルディスプレイの実現に向けて、重要な基盤技術が構築されたことになる。今後のフレキシブルエレクトロニクスのベースとなる成果であり、汎用性が高い。特に、偏光/位相差板とカラーフィルター部材、及び偏光/位相差板とバックライトの集積化は TFT 基板がガラス基板のままでも、軽量で搬送容易な部材としての価値を持ち、インパクトの大きい技術である。このような、従来型のガラス基板を用いた現状の液晶ディスプレイにも有用な部材・積層技術が数多く見受けられ、直近の応用もさらに推進すべきである。特許出願は適切に行われているが、本課題は実用化研究であるため、より積極的・戦略的な特許戦略が重要となる。

ただし、実用デバイスに搭載したときの信頼性問題までを含めると実用化までには解決すべき課題は多々ある。予備的な加速試験などを実施し、これらの課題を十分把握して、今後の開発に結びつけることが必要である。また、必ずしも高度集積部材とすることで画期的な低コスト化は実現していない。実用化のために特定の応用を決めて、コストが算出できるまで技術を先鋭化する必要がある。

#### 〈肯定的意見〉

- 液晶ディスプレイの“十二単”と揶揄されている部材を 3 枚の多層パネルに集積できた。ひとつひとつのパネルの中に新しい設計技術が盛り込まれ、とても有意義である。特に、バックライト部分の導光・出射角制御・偏光・位相差まで 1 枚のシートでやれるのには驚いた。
- 偏光/位相差板とカラーフィルター部材、及び偏光/位相差板とバックライトの集積化は TFT 基板がガラス基板のままでも、軽量で搬送容易な部材としての価値を持ち、インパクトの大きい技術であると考えられる。
- 表示部材のロール化は斬新な取り組みであり、またその目標も十分に達成されたと考えている。ロール to ロールで作製される大面積・低コストのフレキシブルディスプレイの実現に向けて、重要な基盤技術が構築されたことになる。
- 開発目標は十分達成されており、世界的なレベルの成果である。LCD のみならず今後のフレキシブルエレクトロニクスのベースとなる成果でもあり、汎用性が高い。特許出願も適切になされている。
- 高度集積化部材として、3 つのロール部材が開発されており、計画目標を明確に達成している。フロントプレーン部材、バックライト部材、バック

プレーン部材はすべて世界初の挑戦に成功している。この成果はプラスチック基板を用いない従来型の液晶ディスプレイ技術の高度化にも大きな貢献をするものと期待できる。

- いくつかの方式を並行して試行しているようである。これらは、実用化を強く意図した着実な方法を組み合わせたものと、新たな基盤的要素技術としてチャレンジしているものに大別される。そのうち、前者は従来の延長線上の素材や方法を集積するものであり、概ね目標を達成している。一方、後者は新しい技術や方法に挑戦しておりまだ基礎的段階ではあるが有望な可能性を見せている。
- 3つのロール部材を開発し、所期の目的を達成している。また、開発した薄型フレキシブル部材の光学特性も優れている。

#### 〈問題点・改善すべき点〉

- 本研究には、ガラス基板を用いた現状の液晶ディスプレイにも有用な部材・積層技術が数多く見受けられ、将来のフレキシブルディスプレイだけでなく、直近の応用も推進すべきである。
- 資金や人材を効率的に用いるためには目標に向かってテーマを絞ることが一般には求められる。この点で同一の機能を持つ素材や方法をいくつか並行して試行しているやり方は是非を論じる必要があるとも言える。しかし、プロジェクト全体が新しい分野へのチャレンジを目指しており、安易で確実な方法にのみテーマを絞るのではなく、将来のより高度な可能性を求めて挑戦的なテーマを並行して行うのはむしろ評価すべきものと考えられる。
- 実用デバイスに搭載したときの信頼性問題が重要となる。予備的な加速試験などは当該プロジェクトの中で実施しておくべきと考える。(坂本委員)
- 開発目標は十分達成されているが、信頼性(静的、動的)まで含めると実用化までには解決すべき課題は多々ある。その課題を十分把握して、今後の開発に結びつけることが必要である。また、実用化のために特定の応用を決めて、コストが算出できるまで技術を先鋭化する必要がある。
- 世界初の技術への挑戦であるので、コストの観点は当面考えなくてよいとは言え、必ずしも高度集積部材とすることで画期的な低コスト化が実現しているようには思えない。
- 幅を 30cm から 1m に広げようとしたら、新たなトラブルがでてこないのだろうか。

#### 〈その他の意見〉

- ・ 材料メーカー、加工メーカー、パネルメーカーの連携でロール化技術が開発されているが、TRADIM の組合員会社(分散研)の間の情報開示が十

分ではないのではないかとこの危惧を事後評価委員会の発表から持った。思い切った情報開示なしには、改良技術は生まれても、画期的なブレークスルーは生まれにくいのではないだろうか。

- 本課題は実用化研究であるため、より積極的・戦略的な特許戦略が重要である。

#### ④ ロール部材パネル化要素技術の開発

ロール部材を用いたパネル化の要素技術開発を行い、設備開発、素材開発、プロセス開発において、技術目標を達成している。小型パネルとはいえ、ロール to ロールプロセスにより、液晶パネルを連続作製できることを実証したことは世界初の技術として高く評価できる。プラスチック基板を用いて、ロール to ロールプロセスで複雑な構成を精密に貼り合わせる技術は、LCD のみならず今後のフレキシブルエレクトロニクスのベースとなる成果でもあり、特許出願も適切になされている。特に、液晶のセル工程について、配向膜塗布乾燥、配向処理、液晶滴下注入、封止までをロール to ロールの連続工程にしたことは、大型基板化を考える上で即適用可能な技術である。

ただし、全部の要素を一連のロールプロセスの中に組み込むと、一つがトラブルと全部のプロセスが止まってしまうため、どこでプロセスを切るかの基本設計が重要であろう。ロール工程によるプラスチック液晶パネルの低コスト化の効果をより具体的に示すべきである。基本性能は問題ないが、中間調を含めて高品位な性能が要求される場合には、液晶ディスプレイの高度なギャップの均一制御など、さらなる高性能化が要求されることになり、現状の性能評価を含めて今後の課題である。実際どのようなデバイスに向けて実用化するかが明確ではなく、信頼性問題への言及がほとんど無い点は、今後の事業化までのシナリオで行き詰ることが懸念される。参加しているデバイスメーカーには製品化へ向けてより強力なリーダーシップが欲しい。計画自体が「ロール部材パネル化要素技術の開発」であって、フレキシブル液晶パネルの量産技術の開発ではなかったことが暗示するように、4年前の時点でも現在でも、ロール to ロールで液晶パネルを生産することの企業的な見通しはない。

#### 〈肯定的意見〉

- ロール to ロールのプロセス技術は特筆すべき成果である。
- 開発目標は達成されており、世界的なレベルの成果で、LCD のみならず今後のフレキシブルエレクトロニクスのベースとなる成果でもあり、汎用性が高い。特許出願も適切になされている。
- ロール部材を用いたパネル化の要素技術開発を行い、設備開発、素材開発、プロセス開発において、技術目標を達成している。ロール to ロールプロセスにより、液晶パネルを連続作製できることを実証したことは世界初の技術として高く評価できる。プラスチック基板を用いて、ロール to ロールで複雑な構成を精密に貼り合わせる技術は、たとえこの方式で液晶パネルを量産する技術がすぐには立ち上がらないにしても、大きな成果であることは間違いない。
- ロール to ロールプロセスは、電池の分野では一般的である。リソグラフィで作った部材をそこに貼り付ける“ハイブリッド”なプロセスとしてひ

とつの方向性を示した。ロールのプラスチックシートの洗浄から開発を進め、生産技術としてバランスもとれている。

- 成果は目標を十分に達成しており、世界最高水準にあると言って良い。成果の受取手となる企業が係わっているためにその活用も十分に期待できる。
- 小型パネルとはいえ、ロール to ロール法を用いて初めて高画質の液晶ディスプレイを試作したことは称賛に値する。さらに、大型パネル化に向けて技術課題を明確にできたことにより、今後の発展・応用にも期待が持てる。
- 液晶のいわゆるセル工程のロール to ロール化を実証した点で、インパクトは大きい。特に配向膜塗布乾燥、配向処理、液晶滴下注入、封止までを連続工程にしたことは、大型基板化を考える上で即適用可能な技術であろう。

#### 〈問題点・改善すべき点〉

- 開発目標は十分達成されているが、実際どのようなデバイスに向けて実用化するかが明確ではない。
- 基本的な性能としては十分な成果が得られているが、中間調を含めて高品位な性能が要求される場合には、液晶ディスプレイの高度なギャップの均一制御など、さらなる高性能化が要求されることになるだろう。これについては現状の性能評価も含めて今後の課題であろう。
- 信頼性問題への言及がほとんど無い点は、今後の事業化までのシナリオで行き詰る可能性も懸念されるところである。また参加しているデバイスメーカーには製品化へ向けてより強力なリーダーシップが欲しい。
- ロール工程によるプラスチック液晶パネルの低コスト化の効果をより具体的に示すべきである。さらに今後、フレキシブルディスプレイで最も大きなボトルネックになっている TFT においても、ロール工程をベースにした直接形成技術が必要になると考える。
- 全部の要素を一連のロールプロセスの中に組み込むと、一つがトラブルると全部のプロセスが止まってしまう。どこでプロセスを切るか、基本設計が重要であろう。
- 計画自体が「ロール部材パネル化要素技術の開発」であって、フレキシブル液晶パネルの量産技術の開発ではなかったことが暗示するように、4年前の時点でも現在でも、ロール to ロールで液晶パネルを生産することの企業的な見通しはない。もう一桁、投資金額をあげて、要素技術の開発ではなく生産プロセスの開発と試作品のテスト販売までを視野に入れた研究開発プロジェクトを早急に立ち上げないと、アジアの過酷なディスプレイ技術競争に勝利する道筋は描けないのではなかろうか。

〈その他の意見〉

- 学会発表や論文の形で成果をもっと公開すべきである。実用化が目の前でない限り、築き上げた技術を企業内に秘密に保持していても、日本の技術基盤の強化策とはならない。積極的に世界に開示することで、技術レベルの高さを誇示でき、日本の技術基盤を強化することにつながる。
- 液晶パネルのロール to ロール作製は、待ち受け技術にふさわしく、今後のディスプレイ基板のプラスチック化の進展に伴って重要度が増していくと予想される。

## 2) 実用化、事業化の見通しについての評価

### ③高度集積部材の開発

### ④ロール部材パネル化要素技術の開発

いろいろな技術が並行して進められているが、その内のかなりのものは実用性、競合技術に対する優位性などの点で有望と見られる。さらに、その内のいくつかのここで開発された部材やプロセスは、既存の液晶パネルの技術に取り入れられていくと想定されるので、日本の液晶関連部材メーカー及びパネルメーカーにとっての波及効果は大きい。例えば、高度集積部材の開発については、枚葉式工程においても軽量化に有効な技術であるので、ガラス基板 TFT の相手側パネルとして活用することも可能ではないかと考えられる。

ただし、部材やプロセス技術ができてフレキシブル LCD ディスプレイの実用化が見えてこないため、フレキシブル LCD 用途の開発技術が活かさないことが問題である。したがって、フレキシブル LCD ディスプレイが価値を持つような用途の探索、要求される性能とコストを実現するために高度集積部材技術と、ロール部材パネル化技術の先鋭化の活動を今後行うことが必要である。実用に近い技術検証であるから信頼性についても適用製品相応の信頼性試験を実施し検証すべきであったと考える。

#### 〈肯定的意見〉

- とともに LCD 用に開発した技術であり、実用化するためには、フレキシブル LCD ディスプレイが価値を持つような用途を見つけ出すことと、本事業で得られた成果を用いてそのデバイスに向けて高度集積部材技術とロール部材パネル化要素技術を先鋭化し、要求される性能とコストを実現することが必要である。
- ここで開発された部材やプロセスは、既存の液晶パネルの技術に取り入れられていくと想定されるので、日本の液晶関連部材メーカー及びパネルメーカーにとっての波及効果は大きい。
- いろいろな技術が並行して進められているが、その内のかなりのものは実用性、競合技術に対する優位性などの点で有望と見られる。さらにその内のいくつかは関連分野への波及効果も期待できる。
- 高度集積部材の開発については、現在プロジェクト終了後の実用化シナリオが見えないようであるが、枚葉式工程においても軽量化に有効な技術であるので、ガラス基板 TFT の相手側パネルとして活用することも可能ではないかと考える。
- 工程の削減等で省エネルギー効果がある。
- 世界に類がない技術を開発したことは、たとえ実用化に直結しなくとも、貴重な技術成果であり、技術の伝達、公開をすすめ、育成された人材を活用できれば波及効果は大きい。

- 集積部材の技術は、ガラスを用いた現状のディスプレイとの整合性も高く、実用のしきいが低いと思われる。今後、個別技術の積極的な応用展開が期待される。
- ロール部材パネル化要素技術の開発については、可撓性 TFT 基板の実用化を待たなくても、片側は従来型のガラス基板 TFT として対抗基板側のみをプラスチック基板とする半ロール to ロール工程もコスト低下等に寄与する可能性があるのではなかろうか。

#### 〈問題点・改善すべき点〉

- 並行して進められているテーマのいくつかについては、新しい挑戦的なものであるためにまだ実用化までには距離がある。しかし、将来的には有望な可能性が示されているので、研究開発が継続されることが望ましい。
- ディ스플레이メーカーでの部材点数を減らせる反面、部材を作る素材メーカーでは工数が増える。それらをこれからどう克服していくのか課題は少なくない。
- 高度集積部材の開発については、軽量部材として現状でも価値のある技術であるので、コスト、信頼性問題、実用特性を明確にして、応用用途を見込んだ開発を是非推進していただきたい。
- 率直に言えば、ロール to ロールでプラスチック基板を用いた液晶パネルを量産することを企画する企業は国内にあるとは思えない。だからと言って、ここまで進めてきたロール to ロールプロセス技術をストップさせるべきではない。何らかの形で技術の保持発展と人材資源の継続確保の方策が必要である。
- 技術ができて実用化が見えてこないことが問題である。したがって、フレキシブル LCD ディ스플레이が価値を持つような用途の探索、要求される性能とコストを実現するために高度集積部材技術と、ロール部材パネル化技術の先鋭化の活動を今後行うことが必要である。
- ロール部材パネル化要素技術の開発については、ロール部材の樹脂の低価格化が実用化の鍵のひとつであり、より低廉な材料での開発やコスト低下シナリオの描き出しを望みたい。
- 開発技術を他社に知られぬように静かに商品展開できるが、本プロジェクトの成果としてどのように算出すべきだろうか。
- 今回の成果をどのように実用化に向けていくか。

#### 〈その他の意見〉

- ・ 単なる積層部材・ロール作製技術にとどまらず、応用も含めて波及効果を高めるためには、さらに今後、部材の材料物性・耐性・信頼性の分析などの科学的なアプローチが重要になる。



- ロール to ロールプロセスで液晶パネルを製作した実績は世界に向けて是非とも公開すべきである。アジアの企業で追随してくる企業があれば、共同事業を行う、技術移転を行うなども視野に入れた積極的な展開を考えるべきである。

### 3) 今後に対する提言

#### ③高度集積部材の開発

#### ④ロール部材パネル化要素技術の開発

最終のディスプレイにまとめ上げるためには、得られた基盤技術に適したディスプレイ方式と組み合わせて特長を最大限に引き出すと共に、ディスプレイ関連企業がこれを積極的に使って新しいデバイスとして実用化し、新たな用途に展開していく必要がある。また、素材・部材メーカーとデバイスメーカーを含む13社が共通の場で研究開発を実施したことは、技術の相互交流、人材の育成という意味で目に見えない多くの成果をあげたものと確信する。今回、開発・集約された技術が雲散霧消することだけは避けるべきであり、本プロジェクトの成果を継承し、部材・パネルメーカー内に蓄積したノウハウを活用できる次の枠組みの構築を是非工夫してほしい。

高度集積部材の開発については、軽量部材として現状でも価値のある技術であるので、コスト、信頼性問題、実用特性を明確にして、応用用途を見込んだ開発を是非推進していただきたい。ロール部材パネル化要素技術の開発については、ロール部材の樹脂の低価格化が実用化の鍵のひとつであり、より低廉な材料での開発やコスト低下シナリオの描き出しを望みたい。

プロジェクトとして、もう一桁、投資金額をあげて、要素技術の開発ではなく生産プロセスの開発と試作品のテスト販売までを視野に入れた研究開発プロジェクトを早急に立ち上げないと、アジアの過酷なディスプレイ技術競争に勝利する道筋は描けない。一方、継続的な取り組みがなされないのであれば、プロジェクト成果を死蔵させないためにも、ロール to ロールプロセスで液晶パネルを製作した実績は世界に向けて是非とも公開すべきである。アジアの企業で追随してくる企業があれば、共同事業を行う、技術移転を行うなども視野に入れた積極的な展開を考えるべきである。

#### 〈今後に対する提言〉

- ・ 技術ができていても実用化が見えてこないことが問題である。したがって、フレキシブル LCD ディスプレイが価値を持つような用途の探索、要求される性能とコストを実現するために高度集積部材技術と、ロール部材パネル化技術の先鋭化の活動を今後行うことが必要である。
- ・ 基盤技術として十分に評価できるものであるが、最終のディスプレイにまとめ上げるためには、これに適したディスプレイ方式と組み合わせて特長を最大限に引き出すと共に、ディスプレイ関連企業がこれらを積極的に使って新しいデバイスとして実用化し、新たな用途に展開していく必要がある。現状ではまだその姿が見通せていない。
- ・ 素材・部材メーカーとデバイスメーカーを含む13社がプロジェクトという共通の場で研究開発が実施できたことは、技術の相互交流、人材の育成

という意味で目に見えない多くの成果をあげたものと確信する。技術交流から生まれた貴重な技術と人材を各企業で生かす工夫が必要であるように思われる。本プロジェクトの成果を継承し、技術交流を継続する共同組合のような枠組みを是非工夫してほしい。

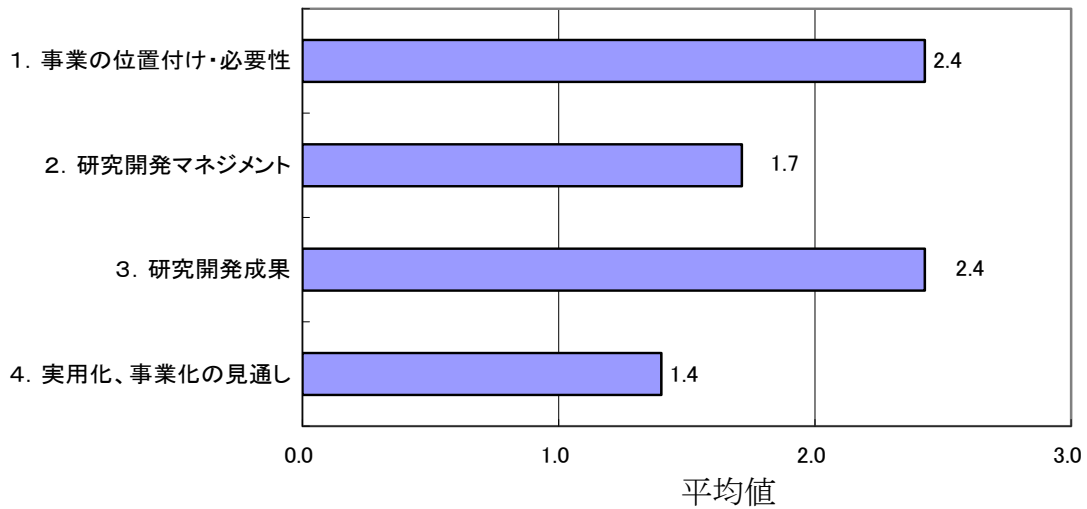
- 実用化への課題は、具体的なアプリケーションを選定し、最適化して行くことが挙げられ、量産技術の確立も必要である。
- 後半の2つの技術は“十二単”解消策として有効である。これらは、前半の有機半導体や $\mu$ CPのような“ホームラン技術”に比べると小つぶで小改良だが、できる限り商品に組み込んで、単打でいいからヒットをとばしてもらいたい。
- フレキシブル部材とロール to ロール製法を活用した世界初のパネル化技術のため、プロジェクト終了後もその技術レベルを保持できる人材確保を期待する。
- 高度集積部材の開発及びロール部材パネル化要素技術の開発はどちらかという既存技術を上手に組み合わせる力技に近い性格の開発であるので、直近に明確な実用利用ニーズや計画があるべきだと考える。印刷可能なTFTの開発が、有機半導体やゲート絶縁材料への依存性が高く見通しも困難なことに比べると、難度の違う開発をひとつのプロジェクトに共存させることには、いささか疑問を感じる。実際、印刷形成されたTFTは従来の特性を大きく上回ることも無く、単にデバイスの形を作る方向で研究勢力を費やしてしまった観がある。また、実用に近い技術検証であるから信頼性についても適用製品相応の信頼性試験を実施し検証すべきであったと思う。

#### 〈その他の意見〉

- 知財権の観点から秘密保持が必須であることは確かであるが、企業の秘密主義からは優秀な人材は育たないこともまた確実である。如何にしてこのバランスをとり、優秀な技術者を育成し、卓越した技術を生み出す土壌を作るかが参加企業に問われている。
- フレキシブルディスプレイのロール作製法は、今後のディスプレイ研究の大きな潮流になる可能性があり、部材・パネルメーカー内に蓄積したノウハウを活用できる次の枠組みの構築が必要と考える。今回、開発・集約された技術が雲散霧消することだけは避けるべきである。

### 3. 評点結果

#### 3. 1 プロジェクト全体



評価項目	平均値	素点 (注)							
		A	A	A	A	C	B	B	
1. 事業の位置付け・必要性について	2.4	A	A	A	A	C	B	B	
2. 研究開発マネジメントについて	1.7	B	B	B	B	B	C	C	
3. 研究開発成果について	2.4	A	A	A	B	A	B	C	
4. 実用化、事業化の見通しについて	1.4	A	B	B	C	C	C	D	

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

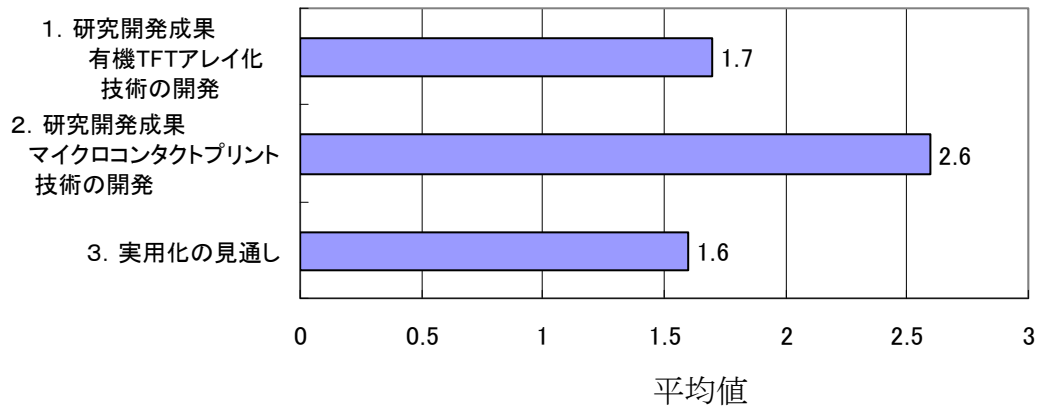
#### 〈判定基準〉

1. 事業の位置付け・必要性について	3. 研究開発成果について
・非常に重要 →A	・非常によい →A
・重要 →B	・よい →B
・概ね妥当 →C	・概ね妥当 →C
・妥当性がない、又は失われた →D	・妥当とはいえない →D
2. 研究開発マネジメントについて	4. 実用化、事業化の見通しについて
・非常によい →A	・明確 →A
・よい →B	・妥当 →B
・概ね適切 →C	・概ね妥当であるが、課題あり →C
・適切とはいえない →D	・見通しが不明 →D

### 3. 2 個別テーマ

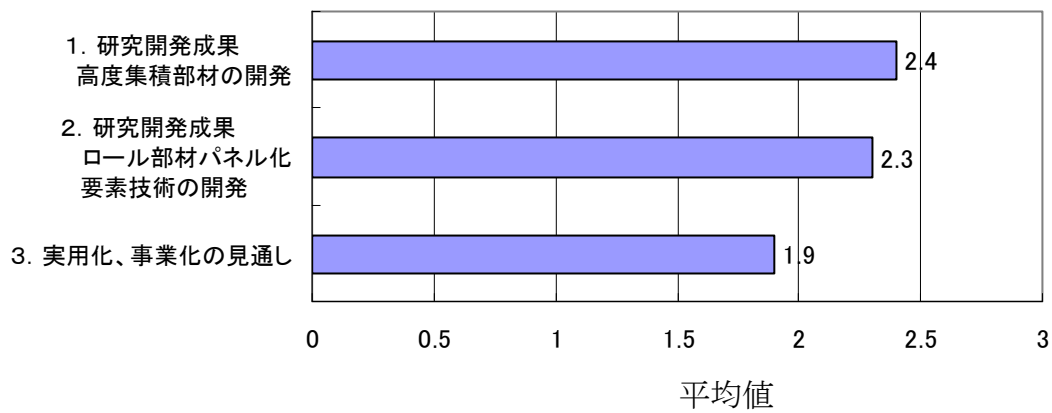
#### 3. 2. 1 共通基盤技術

- ・有機 TFT アレイ化技術の開発
- ・マイクロコンタクトプリント技術の開発



#### 3. 2. 2 実用化技術

- ・高度集積部材の開発
- ・ロール部材パネル化要素技術の開発



個別テーマ名と評価項目	平均値	素点（注）						
3. 2. 1 共通基盤技術 ・有機 TFT アレイ化技術の開発 ・マイクロコンタクトプリント技術の開発								
1. 研究開発成果について 有機 TFT アレイ化技術の開発	1.7	A	B	B	C	B	C	C
2. 研究開発成果について マイクロコンタクトプリント技術の開発	2.6	A	A	A	A	B	B	B
3. 実用化の見通しについて※	1.6	A	B	B	B	D	C	C
3. 2. 2 実用化技術 ・高度集積部材の開発 ・ロール部材パネル化要素技術の開発								
1. 研究開発成果について 高度集積部材の開発	2.4	A	B	A	A	B	B	B
2. 研究開発成果について ロール部材パネル化要素技術の開発	2.3	A	A	A	B	B	B	C
2. 実用化、事業化の見通しについて	1.9	B	A	B	B	B	C	C

（注） A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

1. 研究開発成果について	2. 実用化、事業化の見通しについて※
・ 非常によい →A	・ 明確 →A
・ よい →B	・ 妥当 →B
・ 概ね適切 →C	・ 概ね妥当であるが、課題あり →C
・ 適切とはいえない →D	・ 見通しが不明 →D

※ただし、個別テーマの共通基盤技術については、「実用化の見通し」の指標で評価した。

## 第2章 評価対象プロジェクト

1. 事業原簿

次ページより、当該事業の事業原簿を示す。



# 「超フレキシブルディスプレイ部材技術開発プロジェクト」

## 事業原簿 【公開】

担当部	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 電子・材料・ナノテクノロジー部
-----	--

# 目次

## 概要

### プロジェクト用語集

#### I. 事業の位置付け・必要性について

- 1. NEDO の関与の必要性・制度への適合性 . . . . . I - 1
  - 1. 1 NEDO が関与することの意義
  - 1. 2 実施の効果（費用対効果）
- 2. 事業の背景・目的・位置づけ . . . . . I - 5
  - 2. 1 事業の背景
  - 2. 2 事業の目的及び意義
  - 2. 3 事業の位置付け

#### II. 研究開発マネジメントについて

- 1. 事業の目標 . . . . . II - 1
- 2. 事業の計画内容 . . . . . II - 2
  - 2. 1 研究開発の内容及び全体スケジュールと予算
  - 2. 2 研究開発の実施体制
  - 2. 3 研究の運営管理
  - 2. 4 研究開発成果の実用化・事業化に向けたマネジメントの妥当性
- 3. 情勢変化への対応 . . . . . II - 1 7
- 4. 中間評価結果への対応 . . . . . II - 1 8
- 5. 評価に関する事項 . . . . . II - 1 8

#### III. 研究開発成果について

- 1. 事業全体の成果 . . . . . III - 1 - 1
- 2. 研究開発項目毎の成果（実施者担当）
  - 2. 1 共通基盤技術の概要 . . . . . III - 2. 1 - 1
  - 2. 2 ①有機 TFT アレイ化技術開発 . . . . . III - 2. 2 - 1
  - 2. 3 ②マイクロコンタクトプリント技術の開発 . . . . . III - 2. 3 - 1
  - 2. 4 実用化技術の概要 . . . . . III - 2. 4 - 1
  - 2. 5 ③高度集積部材開発 . . . . . III - 2. 5 - 1
  - 2. 6 ④ロール部材パネル化要素技術の開発 . . . . . III - 2. 6 - 1

#### IV. 実用化・事業化の見通しについて

- 1. 共通基盤技術における実用化の見通し
  - 1. 1 共通基盤技術における実用化の概要・・・・・・・・・・・・・・・・ IV-1.1-1
- 2. 実用化技術における事業化の見通し
  - 2. 1 実用化技術における事業化の概要・・・・・・・・・・・・・・・・ IV-2.1-1

V. 成果資料

- 1. 各種展示会での成果の発表・・・・・・・・・・・・・・・・ V-1
- 2. 新聞、雑誌記事・・・・・・・・・・・・・・・・ V-4
- 3. 論文リスト・・・・・・・・・・・・・・・・ V-6
- 4. 口頭発表リスト・・・・・・・・・・・・・・・・ V-13
- 5. 特許・・・・・・・・・・・・・・・・ V-27
- 6. 受賞・・・・・・・・・・・・・・・・ V-37

VI. 参考文献・・・・・・・・・・・・・・・・ VI-1

(添付資料)

- ナノテク・部材イノベーションプログラム基本計画
- エネルギーイノベーションプログラム基本計画
- プロジェクト基本計画
- 事前評価書
- パブリックコメント

概要

最終更新日

平成22年6月25日

<p>プログラム(又は施策)名</p>	<p>ナノテク・部材イノベーションプログラム/エネルギーイノベーションプログラム</p>		
<p>プロジェクト名</p>	<p>超フレキシブルディスプレイ部材技術開発</p>	<p>プロジェクト番号</p>	<p>P06031</p>
<p>担当推進部/担当者</p>	<p>ナノテクノロジー・材料技術開発部 担当者氏名 田谷昌人 (平成21年4月~平成22年3月)                  ナノテクノロジー・材料技術開発部 担当者氏名 小林和仁 (平成19年4月~平成21年3月)                  ナノテクノロジー・材料技術開発部 担当者氏名 中村英博 (平成18年4月~平成19年3月)</p>		
<p>0. 事業の概要</p>	<p>近年、我々を取り巻く環境は、ITやユビキタスなど高度情報化技術により大きく変化している。その中でディスプレイは各種情報のやり取りを行うヒューマンインターフェースとして重要な役割を担っている。持ち歩ける軽量ディスプレイ、読む時には広げることが出来るフレキシブルディスプレイなど超フレキシブルディスプレイの登場が期待されている。超フレキシブルディスプレイとは、目標として「リジッドなガラス基板を有しないプラスチックフィルムベースのカラー動画対応アクティブマトリクスディスプレイで、厚さ1mm以下であり、曲率半径150mm以下まで曲面にできるもの。」を掲げるものである。そこで、これらを出ロイメージの一つとしてとらえ、全ての基材を積層し、連続的に生産していくロール to ロール技術と大面積フレキシブル有機TFTを形成するのに適しているマイクロコンタクトプリント法を確立することを通じてディスプレイ用オールプラスチック部材の実用化を目指す。</p>		
<p>I. 事業の位置付け・必要性について</p>	<p><b>事業自体の必要性</b>                  従来のデバイス製造技術、すなわち、フォトリソグラフィを中心とする薄膜作製・パターニングの繰り返しによる製造工程の延長で、高機能化を図ると、エネルギーコストの増大を惹起する。そこで、低負荷で連続的に効率良く生産できるロール to ロール製造技術やマイクロコンタクトプリント法、およびこれらに対応する部材を開発することにより、超フレキシブルディスプレイの基盤技術から実用化技術までを確立し、新規事業の礎として国民の利益に供する。</p> <p><b>位置づけ</b>                  経済産業省がまとめた情報通信分野（ユーザビリティ）、ナノテク分野（ディスプレイ）、部材分野、MEMS分野の各技術マップにおいて、デバイス、デバイス機器類、フレキシブルディスプレイ、ディスプレイ部材、形成技術の要素技術として、上記技術の位置づけがなされている。</p>		
<p>II. 研究開発マネジメントについて</p>			
<p>事業の目標</p>	<p><b>研究開発項目①「有機TFTアレイ化技術の開発」</b>                  平成21年度までに、来るべきユビキタス時代に対応できる、軽量・可搬性に優れ、どこでも使えるディスプレイの必須条件とされている、A4サイズ、準動画、白黒200ppi、超フレキシブルディスプレイを開発するため、プラスチック基板上に高移動度のトランジスタ性能を有する有機TFT用の新規部材およびソース・ドレイン間隔および駆動用配線の線幅としてサブ<math>\mu\text{m}</math>オーダーの精度の大面積印刷を可能とする新規の<math>\mu\text{C/P}</math>法を開発する。このために、有機TFT用の半導体、絶縁体、電極、配線および保護膜材料のインク化および版材料の設計、開発、並びに、それらを印刷法により大面積・一括成膜するための<math>\mu\text{C/P}</math>法の要素技術の開発を行う。                  上記のインクおよび<math>\mu\text{C/P}</math>法により、A4サイズの200ppiのディスプレイ用バックプレーンを作製する。そして、素材、印刷材料を改良することで完成度を高め、超フレキシブルディスプレイ用部材開発の要素技術を確立する。</p> <p><b>研究開発項目②「マイクロコンタクトプリント技術の開発」</b>                  平成21年度末までに、来るべきユビキタス時代に対応できる、軽量・可搬性に優れ、どこでも使えるディスプレイの必須条件とされている（A4サイズ、準動画、白黒200ppi）超フレキシブルディスプレイを開発するため、プラスチック基板上に移動度で0.1cm<sup>2</sup>/Vs以上のトランジスタ性能を有する有機TFT用の新規部材およびトランジスタのソース・ドレイン間隔および駆動用配線の線幅として<math>\mu\text{m}</math>オーダーの精度の大面積印刷を可能とする新規の<math>\mu\text{C/P}</math>法を開発する。                  このために、有機TFT用の半導体、絶縁体、導電体の開発ならびにインク化を行い、同時に大面積・一括成膜に対応するため、<math>\mu\text{C/P}</math>装置の設計・試作を行う。また、上記のインクおよび<math>\mu\text{C/P}</math>装置により、A4サイズの200ppi（画素サイズ：127<math>\mu\text{m}</math>、チャネル長および配線幅：5<math>\mu\text{m}</math>）のディスプレイ用バックプレーンを作製することで、材料、プロセス、装置すべてに亘りフレキシブルディスプレイ用部材開発の要素技術および上述した世界初の大型<math>\mu\text{C/P}</math>装置を開発する。</p> <p><b>研究開発項目③「高度集積部材の開発」</b>                  平成21年度末までに、超薄型軽量フィルム基板液晶ディスプレイや超フレキシブルディスプレイを実現する新部材のため、以下の実用化技術を開発する。                  新部材は、フロントプレーン高度集積部材、バックライト高度集積部材、バックプレーン高度集積部材を開発する。フロントプレーン高度集積部材およびバックライト高度集積部材は、設備の設計・製作を行った上で、ロール部材化を図る。</p>		

事業の目標

フロントプレーン高度集積部材の目標値は、外観寸法としては300mm 幅以上かつ10m以上のロール状とすることで、幅広の連続加工性を立証する。偏光/位相差フィルム部分の機能は、半透過型や反射型の液晶ディスプレイで重要な円偏光板とし、その特性値は、位相差層の面内光軸がフィルム長手方向に対して任意に設定でき、位相差層膜厚10 $\mu$ m 以下であって、円偏光板の可視光域楕円率92%以上、位相差の面内分布5%以内を目標として設定する。またカラーフィルタとしての精細度は、モバイル用として必要な150ppi（RGB各色のサブピクセルで450ppi）以上とする。

バックライト高度集積部材の目標値は、ロール部材を用い、偏光度99.9%以上で厚さ0.4mm 以下の部材を10m以上連続加工できることを目指す。

バックプレーン高度集積部材については、まず、枚葉フィルム上へのTFTアレイ形成を達成する。次に、ロールフィルム上にTFTアレイを搭載し、ロール部材化する。ロール部材の目標値は、外観寸法として300mm 幅以上かつ10m以上で、曲率半径150mm 以下とする。想定製品は多面取りし、対応する個々のTFTアレイは、対角2~4 インチ、精細度120ppi レベルとする。

#### 研究開発項目④「ロール部材パネル化要素技術の開発」

平成21 年度末までに、超薄型軽量フィルム基板液晶ディスプレイや超フレキシブルディスプレイを実現する新部材の実用化を促進するため、以下のパネル化要素技術を立証する。

まず、プロトタイプ設備を設計・製作する。次に、新部材およびそのダミーフィルム等を用いてプロセス技術の研究を行い、各要素における連続加工を立証する。

ロールto ロールによる配向膜形成技術では、無発塵で、かつロールto ロールプロセスに好適な光配向について検討する。目標値は感度500mJ/cm<sup>2</sup> 以上の配向膜材料を連続加工可能なこととする。シール形成技術では、配向膜を形成した、フロントプレーン高度集積部材、カラーフィルタフィルム基板部材、バックプレーン高度集積部材のいずれかの上の所定の部分に、連続的にシール剤を形成可能とする。その際のシール剤形成の位置精度は0.1mm以内を目標とする。

液晶層形成技術では、（フロントプレーン高度集積部材またはカラーフィルタフィルム基板部材）とバックプレーン高度集積部材の上のシールの内側となる所定の部分に、貼合後のセルの体積容量に対し、+0~10%の精度で液晶を配置する要素技術を開発する。

上下貼合技術では、位置精度の10 $\mu$ m 以内の高精度設備を試作し、（フロントプレーン高度集積部材またはカラーフィルタフィルム基板部材）と対向するバックプレーン高度集積部材の位置決めを行い、貼合を行う。感度1000mJ/cm<sup>2</sup> 以上のシール剤を連続硬化可能なこととする。

パネル切断技術では、上下貼合後に、割れおよび異物の大量発生が起こらないように切断すること、リードをボンディングするための部分を露出させるため（フロントプレーン高度集積部材またはカラーフィルタフィルム基板部材）のみを切断可能とすることを目標とする。

ロール部材洗浄技術では、洗浄後のコーティング性が良好であること（異物付着によるハジキ欠陥等が抑制されること）を目標とする。

配向膜インライン検査装置の開発では、光学フィルムの光学異方性を評価する方法を構築し、小型試験機により配向膜の微小な異方性を感知可能とする原理検証を行い、次にロール部材の連続測定を可能とする。

事業の計画内容	主な実施事項	H 1 8	H 1 9	H 2 0	H 2 1	総額
	①有機TFTアレイ化技術の開発	87	145	90	98	420
	②マイクロコンタクトプリント技術の開発	138	238	198	122	696
	③高度集積部材の開発	178	185	138	129	631
	④ロール部材パネル化要素技術の開発	122	115	162	149	547
	その他					
開発予算 (会計・勘定別に事業費の実績額を記載) (単位：百万円)	会計・勘定	H 1 8	H 1 9	H 2 0	H 2 1	総額
	一般会計	0	0	0	0	0
	特別会計 (一般・電源・需給の別)	525	683	588	498	2,294
	加速予算 (成果普及費を含む)	69	50	15	0	134
	総予算額	594	733	603	498	2,428
	(委託)	294	433	303	220	1,250
	(助成) ：助成率1/2	300	300	300	278	1,178
	(共同研究) ：負担率	0	0	0	0	0
開発体制	経産省担当原課	産業製造局化学課				
	プロジェクトリーダー	次世代モバイル用表示材料技術研究組合 理事長 山岡 重徳				
	委託先(*委託先が管理法人の場合は参加企業数および参加企業名も記載)	委託先(担当 研究開発項目①、②) (独)産業技術総合研究所、(財)化学技術戦略推進機構、旭化成(株)、(株)ADEKA、コニカミノルタ(株)、信越化学工業(株)、セイコーエプソン(株)、DIC(株)、大日本印刷(株)、凸版印刷(株)、(株)リコー 助成先(担当 研究開発項目③、④) 次世代モバイル用表示材料技術研究組合、(株)クラレ、コニカミノルタ(株)、JSR(株)、シャープ(株)、住友化学(株)、住友ベークライト(株)、DIC(株)、大日本印刷(株)、東亜合成(株)、凸版印刷(株)、日本電気(株)、日立化成工業(株)、(株)日立ディスプレイズ				
情勢変化への対応	進捗状況や技術推進委員会の結果をふまえ、当該技術分野における国際競争上の優位性が確立できることが期待されるテーマに関して、研究加速財源の配分を行った。					
評価に関する事項	事前評価	17年度 実施 担当 ナノテクノロジー・材料技術開発部				
	中間評価	なし				
	事後評価	22年度 事後評価実施				

		研究開発項目①有機TFTアレイ化技術の開発		
		目 標	研究開発成果	達成度
III. 研究開発成果について	<p>■全体目標 面積：A4 サイズ 解像度：200ppi 白黒 準動画 曲率（屈曲）半径：20mm ■研究開発項目①目標 μCP法で大面積一括成膜することにより上記目標値達成を目指し、下記の要素技術を開発</p>	<p>■全体成果 面積：A4 サイズ 解像度：200ppi 白黒 準動画 曲率（屈曲）半径：17mm ■研究開発項目①目標</p>		達成
	<p>(1)有機半導体部材の開発 ・ポリチオフェンやその誘導体を基本的材料として、高移動度材料を開発</p>	<p>・コンタクトキャスト法を開発し、P3HTでは世界最高レベルの移動度 0.47cm<sup>2</sup>/Vs を達成。</p>		達成
	<p>(2)絶縁部材の開発、(6)層間絶縁部材の開発 ・200℃以下での成膜性と表面平滑性に優れた絶縁性高分子材料を開発</p>	<p>・PI系、PVPh架橋系の材料において、成膜温度180℃以下を達成。比抵抗10<sup>15</sup>Ωcm台を達成。表面平滑性良好。</p>		達成
	<p>(3)ソース、ドレイン電極部材の開発、(4)配線部材の開発、(5)画素電極部材の開発 ・200℃以下で電極形成を可能とする材料を開発</p>	<p>・ナノ銀インクにおいて、焼成温度150℃を達成。比抵抗10<sup>-5</sup>台を達成。</p>		達成
	<p>(7)保護膜部材の開発 ・酸素および水の遮蔽性に優れた材料を開発</p>	<p>・2層構造とし、10ヶ月での素子特性保持を確認。</p>		達成
	<p>(8)版材の開発 ・μCP用の版として微細かつ大面積なマスター基板の製造技術を開発 ・表面構造の転写性、再現性向上のための機械的性質、版材自体の膨潤性を制御し、印刷版を開発</p>	<p>・フォトレジストを用いて、世界初の300×400mmサイズ、最小パターン寸法2μmのマスター版を作製に成功。 ・PDMS系材料において、世界初のA4サイズ、200ppiの版の製作に成功し、印刷に適用。</p>		達成
	<p>(9)有機TFTアレイ化技術の開発 ・μCP法を用いてA4、200ppiの有機TFTアレイ化技術を開発 ・ディップペン法等、他の印刷法も検討</p>	<p>・積層印刷で200ppiの有機TFTアレイをA4フィルム全面に印刷することに成功。その駆動も確認。 ・ディップペン法でのパターンニング補修が可能であることを確認。</p>		達成
	<p>(10)フロントパネルの検討 ・既存の表示材料を検討し、本開発成果を実証する材料を選定</p>	<p>・応答速度、駆動IC（電圧）入手性の観点から、コレステリック液晶（PN液晶）を選定。</p>		達成

研究開発項目②マイクロコンタクトプリント技術の開発

目 標	研究開発成果	達成度
<p>■全体目標 面積：A4 サイズ 解像度：200ppi 白黒 準動画 曲率（屈曲）半径：20mm</p> <p>■研究開発項目②目標 μCP法で大面積・一括成膜することにより上記目標値達成を目指し、下記の要素技術を開発</p> <p>(1)パターニング技術の開発 ・μCP 検証用の印刷装置を設計・作製</p> <p>・表面・界面制御技術開発、印刷技術開発、焼成技術開発を行い、高精細化、大面積化、高信頼性化を実現</p> <p>(2)コンタクトプリンターの開発 ・高精度印刷が可能な A4 サイズ μ コンタクトプリンターを設計・作製する</p> <p>(3)バックプレーンパネル化技術の開発 ・各部分材のパターニング技術を融合させ、印刷プロセスによる高精細（200ppi）のパネル作製を実現</p>	<p>■全体成果 面積：A4 サイズ 解像度：200ppi 白黒 準動画 曲率（屈曲）半径：20mm</p> <p>■研究開発項目②成果</p> <p>・球面座構造、アライメント機構、Z 軸分解能 0.1 μm を持つ平行平板方式の 6 インチ小型プリンターを設計・作製し動作実証及び高精度印刷を可能とした。</p> <p>・インク材料、版材料、印刷装置の相互最適を図り、A4サイズ、200ppiのパターニングが可能であることを確認。</p> <p>・球面座構造、アライメント機構分解能 1 μm、Z 軸分解能 10 nm、ステージ精度 10 nm を持つ平行平板方式の A4 プリンターを設計・作製し、世界初の A4 サイズ、200ppi の有機 TFT 印刷に成功。</p> <p>・A4 サイズ、200 ppi、屈曲半径 20 mm、準動画表示の全印刷有機 TFT バックプレーン試作技術を確立。</p>	<p>達成</p> <p>達成</p> <p>達成</p> <p>達成</p>

研究開発項目③高度集積部材の開発

Ⅲ. 研究開発成果について

目 標	研究開発成果	達成度
<p>(I) フロントプレーン高度集積部材</p> <p>(i) 偏光/位相差フィルム一体化部材</p> <p>・位相差層の面内光軸がフィルム長手方向に任意に設定できるプロセスを用いた広帯域円偏光板ロール部材を開発する。</p> <p>・外観寸法幅 300mm、長さ 10m 以上</p> <p>・位相差層膜厚 10 μm 以下</p> <p>・円偏光板の楕円率 面内最小値 92%以上 面内分布 5%以内</p>	<p>位相差層の面内光軸がフィルム長手方向に任意に設定できるプロセスを用いた広帯域円偏光板ロール部材を開発した。</p> <p>・外観寸法幅 300mm、長さ 10m</p> <p>・位相差層膜厚 3 μm</p> <p>・円偏光板の楕円率 面内最小値 92% 面内分布 1.7%</p>	<p>達成</p> <p>達成</p> <p>達成</p> <p>達成 達成</p>



目標	研究開発成果	達成度
<p>(ii) カラーフィルタフィルム基板部材</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・フィルム基板上に精細度120ppi以上のカラーフィルタを形成。 更に150ppi以上(RGB各色サブピクセルで450ppi)を目指した検討を行う。</li> <li>・湿式法で透明導電膜を形成する。</li> <li>・透明導電膜:シート抵抗100Ω/□以下とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・300mm幅フィルム基板上に精細度150ppiのカラーフィルタを形成できた。</li> <li>・湿式法で透明導電膜を形成できた。</li> <li>・シート抵抗100Ω/□以下を達成した。</li> </ul>	<p>達成</p> <p>達成</p> <p>達成</p>
<p>(iii) フロントプレーン高度集積部材</p> <p>偏光/位相差フィルム一体化部材とカラーフィルタフィルム基板部材とをロール to ロールで一体化するフロントプレーン高度集積部材の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・外観寸法:幅300mm、長さ10m以上のロール状</li> <li>・部材厚さ:350μm以下 更に250μm以下を目指した超薄型化の検討を行う。</li> </ul>	<p>偏光/位相差フィルム一体化部材とカラーフィルタフィルム基板部材とをロール to ロールで一体化したフロントプレーン高度集積部材を開発した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・外観寸法:幅300mm、長さ10mのロール状を達成した。</li> <li>・部材厚さ:250μm以下(上位目標)を達成した。</li> </ul>	<p>達成</p> <p>達成</p>

Ⅲ. 研究開発成果について

目標	研究開発成果	達成度
<p>(iv) 評価技術の確立</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・フロントプレーン高度集積部材の評価技術の確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フロントプレーン高度集積部材の評価技術を確立した。</li> </ul>	<p>達成</p>
<p>(Ⅱ) バックライト高度集積部材</p> <p>(i) バックライト部材</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・有機EL素子に必要な透明導電膜をプラスチックフィルム基板上に成膜する。 シート抵抗20Ω/□以下、光線透過率80%以上、更にシート抵抗10Ω/□以下、光線透過率85%以上を目指した研究を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・有機EL素子用透明導電膜をプラスチックフィルム基板上に成膜した。 シート抵抗10Ω/□以下、光線透過率85%以上(上位目標)を達成した。</li> </ul>	<p>達成</p>
<p>(ii) バックライト高度集積部材</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・導光~出射角制御一体化バックライトと偏光/位相差一体化フィルムをロール to ロールにより一体化するバックライト高度集積部材。厚さ0.6mm以下。 更にロール部材を用い、偏光度99.9%以上で0.4mm以下の部材を10m連続加工できることを目指した超薄型化の検討を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・導光~出射角制御一体化バックライトと偏光/位相差一体化フィルムをロール to ロールにより一体化した。 偏光度99.9%以上で厚さ0.4mm以下(の部材を長さ10m連続加工することができた。</li> </ul>	<p>達成</p>
<p>(iii) 評価技術の確立</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・バックライト高度集積部材の評価技術の確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バックライト高度集積部材の評価技術を確立した。</li> </ul>	<p>達成</p>

目 標	研究開発成果	達成度
(Ⅲ) バックプレーン高度集積部材 ロール状プラスチックフィルム基板上の TFT アレイ開発。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロール幅 300mm</li> <li>・ロール長さ 10m 以上</li> <li>・曲率半径 150mm</li> <li>・想定製品対角 2~4 インチ</li> <li>・想定製品精細度 120ppi 以上</li> </ul>	ロール状プラスチックフィルム基板上の TFT アレイを得ることができた。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロール幅 300mm</li> <li>・ロール長さ 10m 以上</li> <li>・曲率半径 150mm</li> <li>・対角 3.5 および 4 インチ</li> <li>・精細度 120ppi 以上</li> </ul>	達成 達成 達成 達成 達成

研究開発項目④ロール部材パネル化要素技術の開発

目 標	研究開発成果	達成度
(Ⅰ) 配向膜形成技術の開発 <ul style="list-style-type: none"> <li>・光配向方式の配向膜を、ロール部材上のパネル部分にのみ形成し、続いて配向処理を可能とする加工方法・設備を開発する。</li> <li>・感度 500mJ/cm<sup>2</sup> 以上の配向膜材料を連続加工可能なこと。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・光配向方式の配向膜を、ロール部材上のパネル部分にのみ形成し、続いて配向処理を可能とする加工方法・設備を開発した。</li> <li>・感度 500mJ/cm<sup>2</sup> 以上の配向膜材料を連続加工可能。</li> </ul>	達成 達成
(Ⅱ) シール技術の開発 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロール状で供給される配向膜を形成したフロントプレーン、またはバックプレーン上の所定の部分に、連続的にシール剤を形成可能とする。</li> <li>・その際の設備の位置精度は 0.1mm 以内とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ロール状で供給される配向膜を形成したフロントプレーンまたはバックプレーン上の所定の部分に、連続的にシール剤を形成できた。</li> <li>・その際の設備の位置精度は 0.1mm 以内であった。</li> </ul>	達成 達成
(Ⅲ) 液晶層形成技術の開発 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロール状で供給されるフロントプレーン、またはバックプレーンの部材上のシールの内側となる所定の部分に液晶を配置する機構を開発する。</li> <li>・貼合後のセルの体積容量の 100+10-0%の精度で液晶を配置することで気泡なくセルができること。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ロール状で供給されるフロントプレーンの部材上のシールの内側となる所定の部分に液晶を配置する機構を開発した。</li> <li>・貼合後のセルの体積容量の 100+10-0%の精度で液晶を配置することで気泡なくセルができた。</li> </ul>	達成 達成

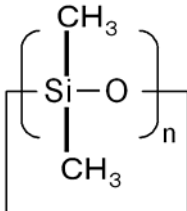
Ⅲ. 研究開発成果について

	目 標	研究開発成果	達成度
	<p>(IV) 上下貼合技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロール状で供給されるフロントプレーンとバックプレーンとを貼合する技術を開発する。</li> <li>・位置精度の 10<math>\mu</math>m 以内の位置決めを行い、貼合を行う。</li> <li>・上下基板の接着は光硬化により行うことを目標とし、装置は感度 1000mJ/cm<sup>2</sup> 以上のシール剤を連続硬化可能なものとする。</li> </ul> <p>(V) パネル切断技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・上下貼合後に、割れおよび異物の大量発生が起こらないように切断すること。</li> <li>・リードをボンディングするための部分を露出させるためフロントプレーンのみを切断可能とすること。</li> </ul> <p>(VI) ロール部材洗浄技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロール部材を精密洗浄するプロトタイプ設備を開発する。</li> <li>・洗浄後のコーティング性が良好であること（異物付着によるハジキ欠陥等が抑制されること）。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ロール状で供給されるフロントプレーンとバックプレーンとを貼合する技術を開発した。</li> <li>・位置精度の 10<math>\mu</math>m 以内の位置決めを行い、貼合を行うことができた。</li> <li>・上下基板の接着は光硬化により行い、装置は感度 1000mJ/cm<sup>2</sup> 以上のシール剤を連続硬化可能とした。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・上下貼合後に、割れおよび異物の大量発生を起こさず切断する技術を開発した。</li> <li>・フロントプレーンのみを切断可能とした。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロール部材を精密洗浄するプロトタイプ設備を開発した。</li> <li>・洗浄後のコーティング性を良好にすること（異物付着によるハジキ欠陥等が抑制されること）ができた。</li> </ul>	<p>達成</p> <p>達成</p> <p>達成</p> <p>達成</p> <p>達成</p> <p>達成</p>
III. 研究開発成果について	目 標	研究開発成果	達成度
	<p>(VII) 配向膜インライン検査装置の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・配向膜形成技術において配向膜の成膜および配向処理をロール to ロールで実施する際に用いるインライン検査装置の開発を行う。</li> </ul> <p>(VIII) パネル組立・評価技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・偏光/位相差フィルム一体化部材、カラーフィルタフィルム基板部材、フロントプレーン高度集積部材、バックライト部材、バックライト高度集積部材、バックプレーン高度集積部材、配向膜剤、シール剤および液晶を用いて組み立てられたパネルの評価技術の確立を目標とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・配向膜形成技術において配向膜の成膜および配向処理をロール to ロールで実施する際に用いるインライン検査装置を開発した。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・偏光/位相差フィルム一体化部材、カラーフィルタフィルム基板部材、フロントプレーン高度集積部材、バックライト部材、バックライト高度集積部材、バックプレーン高度集積部材、配向膜剤、シール剤および液晶を用いて組み立てられたパネルの評価技術を確立した。</li> </ul>	<p>達成</p> <p>達成</p>

	投稿論文	「査読付き」25件
	特許	「出願済」98件、「登録」0件（うち国際出願11件）
	その他の外部発表 （プレス発表等）	「新聞発表、雑誌等」44件、「学会発表」87件
IV. 実用化見通しについて	<p>出口として、フレキシブルディスプレイ、電子ペーパーなどで2020年で約2兆円の市場が見込まれる。本プロジェクトで開発した材料・部材については従来のディスプレイ市場に適用可能であり、参画企業が5年を目途に実用化・事業化を進めていく。</p>	
V. 基本計画に関する事項	作成時期	平成18年3月 NEDO制定
	変更履歴	<p>(1) 平成18年6月、研究開発責任者（プロジェクトリーダー）決定に伴い改訂。  (2) 平成20年7月、イノベーションプログラム基本計画の制定により、「(1) 研究開発の目的」の記載を改訂。</p>

プロジェクト用語集（研究開発項目①TFT アレイ化技術、②マイクロコンタクトプリント技術）

用語(日本語)	English	用語の説明
位置規則性	Regioregularity	分子構造のなかで、置換基の付加位置が一定である度合い。
UXGA	Ultra Extended Graphics Array	表示装置などの画素数構成の一つ。縦横の画素数は 1600×1200 個であり、アスペクト比は 4:3 になる。
永久レジスト	Permanently Resist	耐溶剤性に優れた樹脂材料であり、耐熱性、耐加工性、耐溶剤性に強い樹脂。
可使時間	Working time	2 液タイプの液状シリコーンゴムを所定量混合してから 23℃で流動しうる時間（作業可能時間）
CAD	Computer Aided Design	コンピュータを用いて設計をすること。
蛍光顕微鏡	Fluorescence Microscope	生体または非生体試料からの蛍光・燐光現象を観察することによって、対象を観察する顕微鏡である。
球面座構造	Spherical Chuck Stage System	曲率が等しい、おわん型のくぼみとボール型凸部で構成される、球面の中心点を軸とした回転自由度をもつステージ構造。下面と上面が平行でない基板に対して、対向するマスター版のパターン面を平行にする場合に有効である。
ケルビンプローブフォース顕微鏡	Kelvin probe force microscope	原子間力顕微鏡 (AFM) を元に開発された顕微鏡の一種で、プローブ針先端と試料表面の間の仕事関数の差を読み取りながら表面を走査し、表面形状とポテンシャル像を同時に得ることができる顕微鏡のことを言う。
高圧水銀灯	High pressure mercury [vapor] lamp	点灯中、約 100k - 1,000kPa の水銀蒸気中のアーク放電によって放射される光を利用する放電ランプ。UV から可視域の線スペクトルを有し、UV キュアリングや光化学反応、照明など、さまざまな分野で使用されている。今回はフォトポリマー版材の硬化に紫外域（365.0nm 等）のスペクトルを活用した。
自己組織化単分子膜	Self-assembled monolayer (SAM)	同じ種類の分子が自発的に集合し、規則正しく配列してできた単分子膜。物体の表面の性質の改質などにも利用される。
重量平均分子量	Weight-average molecular weight	分子 1 個あたりの平均の分子量（数平均分子量）ではなく、分子の重量に重みをつけて計算した平均分子量

ショア	Shore	硬さを表す一つの指標。規格で決められた先端形状を持つ圧子を定められた荷重で、弾性体へ押し付けたときの変形量を数値化したもの。ショア（Shore）とはこのタイプの硬さ計（デュロメーター）を初めて製造した米国メーカーの社名で、慣用的に使用されている。ここでは JIS 規格 K6253 デュロメータタイプ A にて測定した値を『ショア A〇〇』としている。A は一般ゴム、エラストマー、軟質プラスチックに用いられる。
シリコンウエハ	Silicon Wafer	珪素のインゴットを厚さ 1mm程度に切断したものであり、主に半導体デバイス用に鏡面加工したもの。
スリットコーター	Slit-coater	塗布ヘッド上にもうけられた高精度のスリット（開口部）から一定量の塗布液を基材上吐出し、精密塗布を行う装置。
低分子シロキサン	low molecular weight cyclo-siloxane	 <p style="text-align: center;">n=3~20</p> <p>上図の化学式で表される反応性が無い環状ジメチルポリシロキサンのこと</p>
TFT	Thin Film Transistor	薄膜トランジスタ
TEG	Test element group	電子素子（TFT、コンデンサ、配線等）の設計、材料、プロセスが電気的特性に与える影響を評価するためのテスト素子
電荷移動型錯体	Charge transfer complex	電子供与性（ドナー）分子と電子受容性（アクセプター）分子からなる分子化合物材料のことを言う。構成分子間の電子移動により、狭ギャップ半導体、金属、超電導体などの多彩な機能性有機材料が得られることが知られている。
電荷トラップ	Charge trap	半導体中で原子や分子が規則正しく並んでいるとキャリアーは動きやすく、規則性を乱す欠陥や不純物があるとキャリアーが捕えられ動きが妨げられる。このような欠陥や不純物をキャリアートラップと言う。

ドットアレイ	Dot Array	パターン部が凸形状に配列した凸配列パターン。
ドライエッチング	Dry Etching	反応性の気体（エッチングガス）やイオン、ラジカルによって材料をエッチングする方法である。主に化学的な反応によるエッチングを指し、反応による生成物は気体である場合が多い。
バイアスストレス効果	Bias stress effect	ゲート電圧を印加（バイアス）することにより、トランジスタ特性が時間とともに変化する現象のことを言う。
バックプレーン	Back plane	電子デバイスを動作させるための回路基板。当プロジェクトでは、液晶表示素子を動かすための、TFT アレイ、画素電極、接続端子等を形成したフレキシブル基板を指す。
半導体パラメータアナライザ	Semiconductor parameter analyzer	様々な電子デバイスの電気的特性を、精密に測定するシステム。
表面自由エネルギー	Surface free energy	ある物質の分子相互の間に引力が働いている場合、物質内部にあり同種分子に四方を囲まれている分子は等方的に引力を受けるが、表面（＝空気との界面）にある分子は物質内に引き込まれる力のみを受ける。この分が表面張力であり、単位面積あたりの表面自由エネルギーである。互いに接している2つの物体を引き剥がす（新しい表面が発生する）ためのエネルギーということもできる。
PDMS	Polydimethylsiloxane	シロキサン結合（-Si-O-Si-O-）を主骨格とし、側鎖に有機基を有するオルガノポリシロキサンのこと
フォトポリマー	Photo polymer	ここでいうフォトポリマーとは、感光性樹脂のことを指し、UV 光照射で、容易に化学構造が変化する光官能基を持ち、これにより固化するものを言う。
フレキソ印刷	Flexographic printing	凸版印刷方式の一種で、版の素材に合成樹脂を使用し、液状インキ（水性インキやUV インキ）を用いる印刷方式。

プロキシミティ露光	Proximity Exposure	露光装置で、マスクとワークを接触させて重ね合わせて露光する方式をコンタクト露光（接触露光）と言い、ワークとマスクの間を数 $\mu\text{m}$ ～数十 $\mu\text{m}$ 程度離して重ね合わせて露光する方式をプロキシミティ露光と言う。コンタクト・プロキシミティ露光方式は、マスクとワークの間隔が接触～数十 $\mu\text{m}$ 程度で重ね合わせて、平行光を照射することで精度を高めている。
分子量分散	Polydispersity	一般に高分子は分子量の異なった分子（繰り返し単位の数の異なった分子）の混合物であるが、その分子量のばらつきの度合いを分子量分散という。
ポリマーネットワーク液晶	Polymer Network Liquid Crystal Display (PNLCD)	ポリマーのネットワーク中に不規則に並んだ液晶（PN液晶）を使用する、散乱型液晶ディスプレイの一種である。電圧を印加しない状態では表示は不透明であるが、電圧を印加すると液晶分子が表示面に対して垂直に配向し、表示が透明となる。偏光版が不要であり、光の利用効率が低い。
ホールアレイ	Hole Array	パターン部が凹形状に配列した凹配列パターン。
マスター版	Master	加工を行う前のオリジナルの事。母型となる出発構造体。
ローダミン	Rhodamine	アミノフェノール類と無水フタル酸を縮合して得られる鮮紅色の塩基性染料。ローダミンBは緑色結晶で、水に溶けて赤色を示す。



プロジェクト用語集（研究開発項目③高度集積部材、④ロール部材パネル化要素技術）

用語（日本語）	English	用語の説明
アクティブパネル	Active matrix panel	画面X、Yの2方向からの導線の交点に、液晶駆動用のトランジスタ（アクティブ素子）を有する形式。
アライメントマーク	Alignment mark	複数の部材の間、あるいは装置と部材の間など、複数間の位置合わせを必要とする工程において、基準となる位置決めを行うためのマーク。
位相差フィルム	Retardation film	一軸または二軸延伸等の加工を施された光学用フィルムであり、三次元屈折率の大小関係（屈折率楕円体）を使用条件に合わせて制御したもの
位相差フィルムの遅相軸	Slow-axis of retardation film	延伸フィルムに直線偏光が入射して、その透過光を、直交する2つの直線偏光に分解して考えたとき、複屈折により位相差が生じる。その直交する2つの軸のうち、位相差が遅れる（光の進む速度が遅い）光軸の方を遅相軸という（直交する他方の光軸を進相軸（光の進む速度が速い）という）。
エキシマレーザーアニール（ELA）	Excimer Laser Annealing	希ガスやハロゲンなどの混合ガスで発振するエキシマレーザーによりアニール法。パルスレーザーのため、熱ダメージが比較的少なく、ディスプレイ用大面積にはビームを長軸成型して順次照射する手法が用いられる。
液晶ディスプレイ	Liquid crystal display	電圧による液晶材料の偏光性の変化を利用して画素毎の光透過率を制御することにより画像を表示する装置
エッチング	Etching	対象材料を化学薬品の腐食作用で除去する工程。ガラス基板に対しては酸が用いられることが多い。基板表面全体をエッチングすると基板を薄くする効果がある。
エリプソメトリー	Ellipsometry	偏光した光を物質に照射し、偏光による反射光の違いから、物質の光学定数（誘電率、屈折率）を求める偏光解析法。
オンオフ比	On-Off ratio	トランジスタのオン状態とオフ状態の電流比。オン状態電流が大きいほど駆動力が高まり、オフ状態電流が小さいほど消費電力低減や信頼性向上するので、オンオフ比は一般に大きいほど良いとさ

		れる。
解像度 (精細度)	Resolution (Definition)	画像を構成する画素の密度で1インチあたりの画素数を示す。印刷では単位としてドットパーインチ(dpi)を用いるが、ディスプレイは1画素(ピクセル)が1ドットに対応するのでピクセルパーインチppiも用いられる。
カラーフィルタ	Color filter	液晶素子でカラー表示を行うために用いる着色層及びそれがついた基板
カラムスペーサー	Column spacer	セルギャップを保持するために、TFT 基板あるいは CF 基板上に形成された主に感光性樹脂からなる柱状スペーサー
球状スペーサー	Bead spacer	セルギャップを保持するために、TFT 基板あるいは CF 基板上に配置された球状ビーズ
クロスニコル	Crossed nicols	入射側と射出側の2枚で1対をなす偏光板の配置で、入射側と射出側の偏光板の透過軸方向が互いに直交する配置をいう。
高温高湿試験	High temperature High humidity test	高温・高湿の環境下での検体の変化、反応を観察・評価する試験
広帯域円偏光板	achromatic circular polarizer	可視光の全波長域に亘ってほぼ円偏光特性を有する円偏光板。
シート抵抗	Sheet resistance	単位面積当たりの電気抵抗。表面抵抗率に同じ。
重合性液晶	UV-curable liquid crystals	液晶性を示す重合性モノマー。
シール剤	Sealing agent	2枚の基板(例えば TFT と CF)を接着する際に使用する、紫外線または熱硬化性の樹脂
スペーサー	Spacer	液晶ディスプレイの、液晶層を挟んで対向している上下基板間の間隔(セルギャップ)を一定に保つための部材。
接着強度	Bond strength	接着された一对の基板を裂く、引き剥がすために必要な応力(引張荷重を接着面積で割った値)
セルギャップ	Cell gap	液晶ディスプレイの、液晶層を挟んで対向している上下基板間の間隔。
ダイサー切断	Dicer cutting	ブレードを高速回転させながらの切断方式
楕円率	Ellipticity	楕円偏光の短軸 a と長軸 b の比 a/b(%)をいう
ツイスト角	Twist angle	ツイステッドネマティック(TN)液晶のねじれ角度。
電界効果移動度	Field effect mobility	ゲート電極に電圧をかけることでできたチャンネルを通過するキャリア(電子または正孔)の移動度。

		トランジスタの動作速度や駆動力を決める重要要素のひとつ。
貼合精度	Laminating accuracy	TFT 基板と CF 基板にそれぞれ挿入されているアライメントマークを基に両者を重ね合わせる際の位置精度
トータルピッチ	Total pitch	フィルムに挿入された各種マーク間の距離のこと、主には設計値と実測値との差を表す
ネガティブ C プレート	Negative C-plate	液晶パネルに用いられる視野角拡大フィルムのひとつ。フィルム面内 x、y 方向の屈折率を $n_x$ 、 $n_y$ とし、厚み方向の屈折率を $n_z$ とする時、 $n_x = n_y > n_z$ という特性を持つ。
配向膜	Alignment layer	液晶層の表裏にそれぞれ形成される膜で、電圧をかけない場合に液晶分子に特定方向の配向性を与えるための薄膜。
パッシブパネル	Passive matrix panel	2 方向からの導線の交点に、特に駆動用アクティブ素子を有さず、導線電圧で直接駆動する形式。
パラレルニコル	Paralleled nicols	入射側と射出側の2枚で1対をなす偏光板の配置で、入射側と射出側の偏光板の透過軸方向が互いに平行である配置をいう。
バリア膜	Barrier layer	特定の材料に対する耐透過性などが優れた膜。プラスチック基板など水や酸素を透過しやすい基板の場合、これらを透過しにくい材料をバリア膜として基板表面に形成することが多い。
パルスレーザー	Pulse laser	希ガスとハロゲンガスの混合ガスを用いるレーザー。短い時間幅の中にエネルギーを集中させることが出来るため、高いピーク出力が得られる。
光配向膜	Photo-alignment layer	偏光紫外線などの照射により、液晶への配向性を与える膜。
(フォト)リソグラフィ	Photolithography	感光性材料を塗布した表面に選択的に光照射することで、所定位置の感光性材料の溶解性を変化させ、化学処理によって微細パターンを形成する技術。
フォトレジスト	Photoresist	フォトリソグラフィで用いられる感光性材料。照射される光により溶解性が増加して露光部が除去されるものと、減少して露光部が残るタイプがある。
ブラックマトリクス	Black matrix	カラーフィルタの光を透過させない部分。画素の輪郭や TFT を覆う部分に合わせてパターンを形成

		され、視認性や信頼性を向上させる役割を持つ。
フーリエ変換	Fourier transform	関数を波動関数和に展開し、特定周波数成分のスペクトルを求める変換。
プレチルト角	Pretilt angle	液晶分子を並べる際に、基板に対しあらかじめ傾けて揃える角度。
ヘイズ	Haze	透明フィルム物性のひとつで、不透明になる曇りの現象あるいはその度合いをいう。
偏光板	Polarizing film	あらゆる方向に振動している光から、透過軸と同一方向に振動している光だけを取り出す光学用フィルム。
ポジティブ A プレート	Positive A-plate	液晶パネルに用いられる視野角拡大フィルムのひとつ。フィルム面内 x、y 方向の屈折率を $n_x$ 、 $n_y$ とし、厚み方向の屈折率を $n_z$ とする時、 $n_x > n_y = n_z$ という特性を持つ。
メニスカス	Meniscus	界面張力によって細管内の液体の表面がつくる凸状または凹状の曲面。
有機 EL	Organic electroluminescence	陽極と陰極に挟まれた有機物に電界を印加して電流を流すと有機物が発光する素子。
リターデーション	Retardation	複屈折率を有する物質を通過した光の位相差をいい、複屈折光の屈折率差と物質の厚みとの積で求められる。
ロール to ロール	Roll to roll	一方からロール状の長尺フィルムを巻出し、塗布や貼り合せなどの加工を行い、他方でロール状に巻き取る連続的な生産プロセス
ACF	Anisotropic Conductive Film	異方性導電フィルム。微細金属粒子を樹脂に混ぜ合わせたものが一般的で、圧着により特定方向のみ導電性を得る材料。
FPC	Flexible Printed Circuits	柔軟性のある樹脂などの上に電子回路配線が設けられたケーブル。
ODF	One drop fill	必要な液晶量をディスペンスノズルから TFT 基板あるいは CF 基板表面の所定の位置に滴下するプロセス。
ppi	Pixel per inch	ディスプレイ画面の 1 インチあたりのピクセルの数。1 ピクセルは三原色（赤、青、緑）を制御する部分を 1 つにまとめた画像の最小単位である。
QVGA	Quarter Video Graphics Array	ディスプレイの画素数表記のひとつで、縦横の画素数が $320 \times 240$ 個に対応する。
S 値	Subthreshold swing	トランジスタの S 値。Vg-Id の Id 立ち上がり易さ

		の指標。
TFT(薄膜トランジスタ)	Thin Film Transistor	電界効果トランジスタの一種で、ガラス基板など絶縁体基板上に薄膜で形成され、反転層を形成せず蓄積層のみを形成する半導体素子。
TFT 基板	TFT array substrate	液晶を動かすための電圧を ON/OFF する薄膜トランジスタを形成した基板
Vg-Id 特性	Vg-Id property	トランジスタの、ドレイン電流のゲート電圧依存性。
VHR	Voltage holding ratio	電圧保持率という。電極間に保持される初期電圧とフレームタイム後の電圧の割合であり、高い方が望ましい。
VT	Voltage transmittance	液晶パネル（セル）に電圧を印加したときのパネル透過率
Vt	Threshold voltage	トランジスタの閾値。
1/4 波長板、 1/2 波長板	1/4-wave plate、 1/2-wave plate	入射光線に1/4波長の位相差（波長板の射出面において速いほうの成分に比べて遅いほうの成分が遅延する）を生じさせる機能を持った位相差板を1/4波長板という。1/2波長の位相差を生じる機能を持つ場合は1/2波長板という。

# I. 事業の位置付け・必要性について

## 1. NEDOが関与することの必要性・制度への適合性

### 1. 1 NEDOが関与することの意義

我が国の材料産業は、国際的に高い技術力と競争力を有し、我が国の経済社会の発展を支えているが、川下産業との取引のオープン化に伴いユーザーとの連携の希薄化が進行する一方で、汎用的な材料技術はアジア諸国の技術向上によるキャッチアップが進行している。そのため我が国において産学官を含む連携の強化（川上川下の垂直連携、材料創成と加工の水平連携など）を図ることで、次世代の部材分野での我が国のイノベーションを促進することが喫緊の課題となっている。

図1. 1-1に1例として情報家電産業のシェアを示した。川上～川中の部材、部品産産業においては、我が国のシェアは高いが、川下の最終製品では海外勢、韓国、台湾に押されシェアが低いのが現状である。

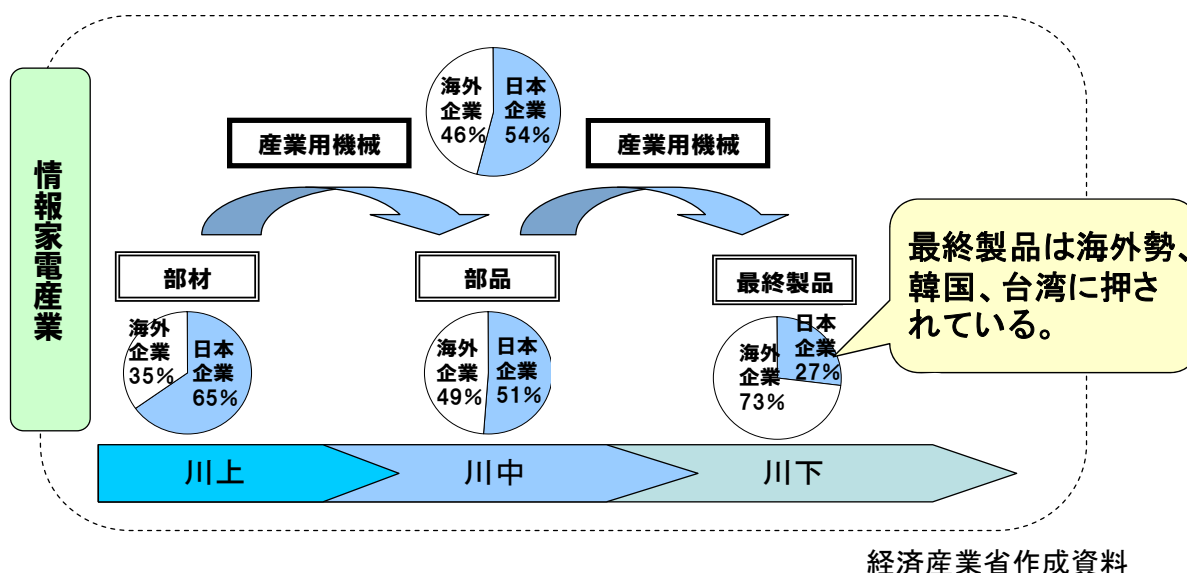


図1. 1-1 情報家電産業における我が国のシェア

そこで、競争力の高い材料・部材分野かデバイス分野（最終製品分野）の川上～川下までの垂直・水平連携での国家的研究開発体制で川上～川下までの高度な摺り合わせ技術開発により、川下産業のみならず、川上、川中産業のさらなる国際競争力向上は最重要課題である。

一方、近年、我々を取り巻く環境は、ITやユビキタスなど高度情報化技術により大きく変化している。（図1. 1-2）

その中でディスプレイは各種情報のやり取りを行うヒューマンインターフェースとして重要な役割を担っている。持ち歩ける軽量ディスプレイ、読む時には広げることが出来るフレキシブルディスプレイなど超フレキシブルディスプレイの登場が期待されている。人々の関心は軽量で可搬性に優れ、フレキシブルであり、かつ、高画質を

も期待できる低消費電力型ディスプレイへと移ってきている。

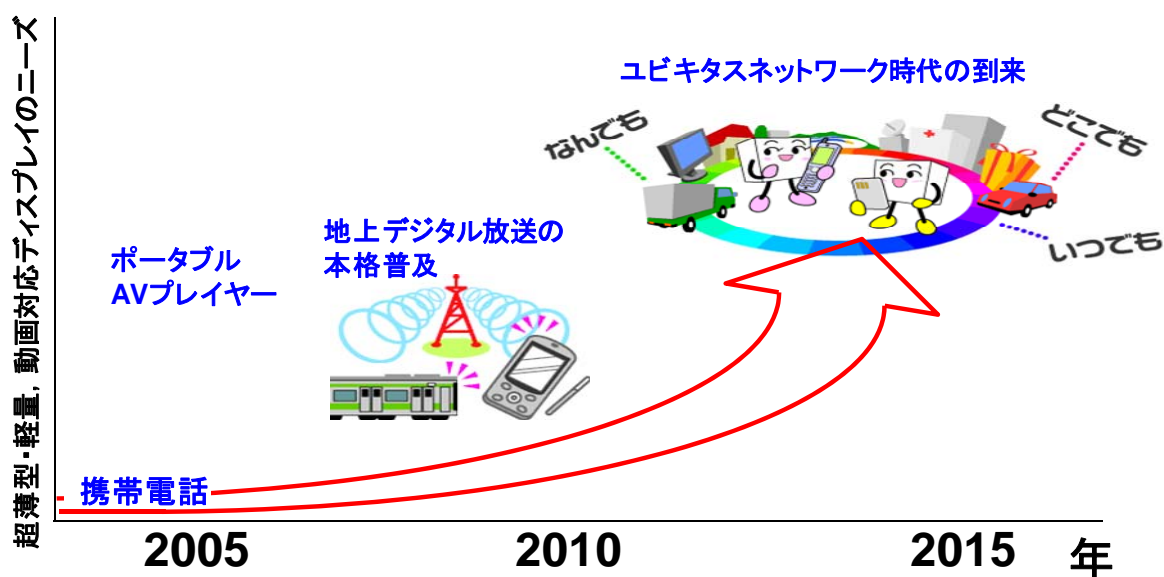


図1. 1-2 超薄型軽量ディスプレイのニーズ

そこで本プロジェクトは、『部材分野の技術戦略マップを活用し、将来の部材の基盤技術の方向性を見定めるとともに、材料関係者だけでなく多様な連携（川上川下の垂直連携、材料創成と加工の水平連携等）による基盤技術開発を支援することで、部材分野の技術革新を促進すること』を目的とした「ナノテク・部材イノベーションプログラム」の中で、特に『川上から川下の各段階における[擦り合わせ]の連鎖こそが我が国高度部材産業の強みとなっていることから、この擦り合わせ力の向上に資するようなプロジェクト体制（垂直連携）で実施することで、川下産業の競争力向上に貢献すること』を目的として実施するものである。また同時に、我が国エネルギー供給の効率化に資する「エネルギーイノベーションプログラム」の一環としても本プロジェクトを行う。

ディスプレイは、市場規模が大きく、大幅な性能向上が期待され、新規製品・サービスを創造するものであると考えられる。これらの成長を見越し、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、「NEDO技術開発機構」という。）では、高分子有機EL（エレクトロルミネッセンス）発光材料PJ、リライタブルペーパーディスプレイPJを推進してきたが、この成果を次世代に繋げるためにも、先駆的ディスプレイ開発として、ユビキタス社会の到来に備える超フレキシブルディスプレイの開発も推進すべきである。NEDO技術開発機構は、超フレキシブルディスプレイの目標として、「リジッドなガラス基板を有しないプラスチックフィルムベースのカラー動画対応アクティブマトリクスディスプレイで、厚さ1mm以下であり、曲率半径150mm以下まで曲面にできるもの。」を掲げる。この分野について、産学の科学的知見を結集して、共通基盤技術を開発するとともに、超フレキシブルディスプレイの前段階で実用化が可能な要素技術についても、その延長線上で、基盤技術の成長促進に

より、超フレキシブルディスプレイにつながる実用化技術を開発する。

超フレキシブルディスプレイの目標として、「リジッドなガラス基板を有しないプラスチックフィルムベースのカラー動画対応アクティブマトリクスディスプレイで、厚さ1mm以下であり、曲率半径150mm以下まで曲面にできるもの。」を掲げる。この分野について、産学の科学的知見を結集して、共通基盤技術を開発するとともに、超フレキシブルディスプレイの前段階で実用化が可能な要素技術についても、その延長線上で、基盤技術の成長促進により、超フレキシブルディスプレイにつながる実用化技術を開発すべきである。

#### 超フレキシブルディスプレイ部材技術開発

- フレキシブルを実現するフィルムベースの高度な材料・部材・装置のすり合わせ技術の開発
- 環境、省エネ問題を解決する低コスト材料・部材・製造技術の開発
- 川上・川下メーカーの垂直・水平連携が必要
- 研究開発の難易度が高く、長期間、投資規模大→開発リスク大

#### <我が国のディスプレイ産業>

アジア勢のキャッチアップ進行

低コスト競争

省エネ・グリーンプロセスは必須

課題：次世代のディスプレイ分野での部材・エネルギーイノベーションを促進

**NEDOによる国家的、集中的実施が必要**

図1. 1-3 NEDOが関与することの意義

超フレキシブル部材技術を開発するためには、フレキシブルを実現するため、材料、部材、装置の高度なすり合わせ技術と環境、省エネ問題を解決する低コスト材料、部材製造技術の開発が必須である。この開発を効率良く推進するためには、川上～川下産業までの垂直、水平連携が必要であること、さらに、研究開発の難易度が高く、開発期間も長期にわたること、研究開発投資規模が大きいことが予想されるため民間企業だけの開発ではリスクが非常に大きい。以上の理由により民間投資のみに任せるのではなく、産官の科学的知見、研究開発力を結集して、NEDOによる国家的、集中的な研究開発プロジェクトにより、超フレキシブルディスプレイ部材技術の開発を加速して実施する必要がある（図1. 1-3）。

### 1. 2 実施の効果（費用対効果）

- (1) 研究開発費用（実績）：4年間で約24億円（平成18年度～平成21年度）
- (2) 効果：フレキシブルディスプレイ、曲面動画ディスプレイ、電子ペーパーなどが適用可能な市場であり最終製品として2020年で約2兆円の市場が見込まれる。



(3) 省エネ効果：19万k1/年以上 [2030年]

富士キメラ総研が出版した『2008年液晶関連市場の現状と将来展望 Vol3』によるフレキシブルディスプレイの市場予測を図1. 2-1に示す。

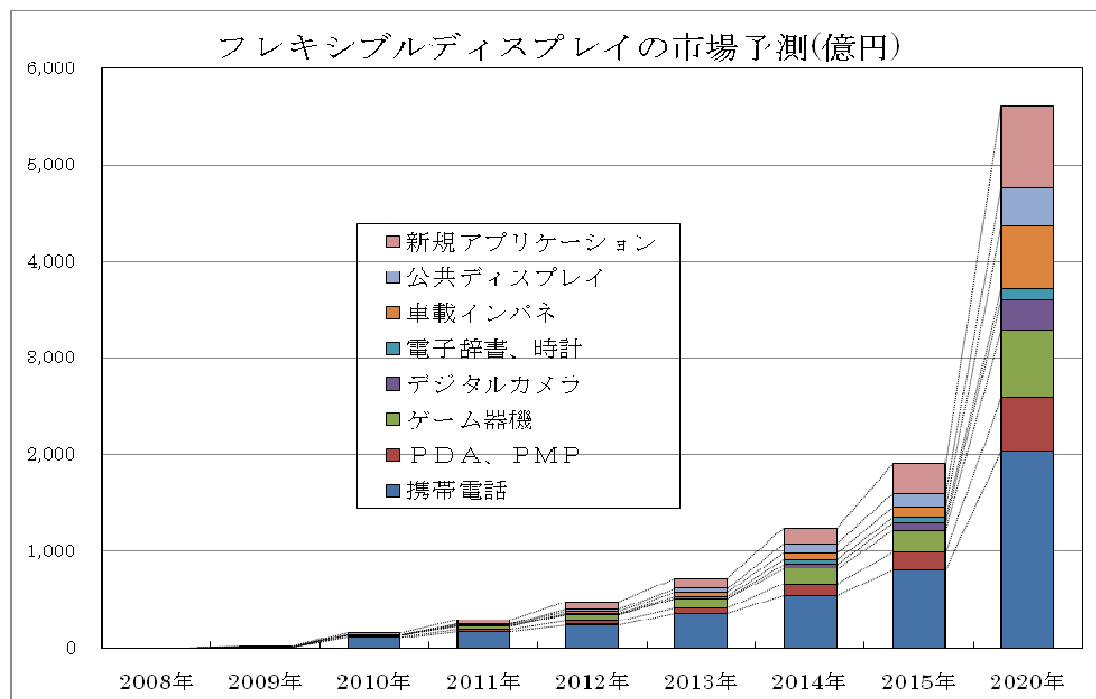


図1. 2-1 フレキシブルディスプレイの市場予測

2010年より立ち上がり2020年で約5600億円の市場規模になると予測されている。一方、電子ペーパーについては2020年で1兆4500億円の市場規模と予測されており（NEDO調査事業：プリンテッドエレクトロニクス技術に関わる調査報告書（平成22年2月））合計で約2兆円の市場規模となる。この予測はあくまで、最終製品であるディスプレイとしての市場規模であり、本プロジェクトで開発される材料、部材は現状のディスプレイ市場に適用可能なものである。

省エネ効果算出の根拠は以下のとおりである。

比較する前提条件は以下の通り。

(現行の工程) ガラス工程 (枚葉) . . . . . 720 \* 950 mm

(開発する工程) フィルム基板工程 (ロール) . . . . . 300 mm 幅 \* ロール

1枚あたりの製作エネルギー

(現行の工程) ガラス (枚葉) 工程 . . . . . 約6456 Wh / 枚 (図1. 2-2)

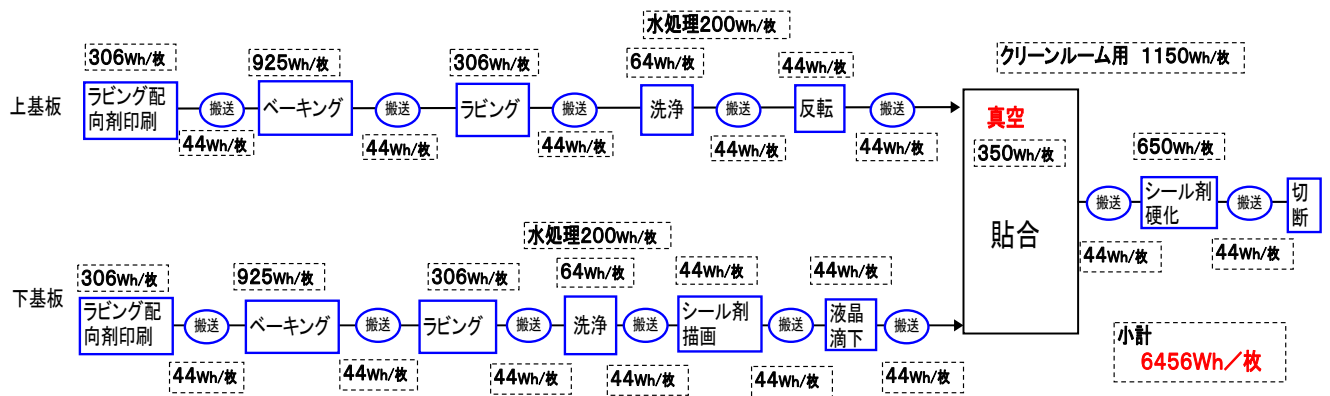


図 1. 2-2 (現行の工程) ガラス (枚葉) 工程

(開発する工程) ロール工程・・・約 1380Wh/枚 ((図 1. 2-3))

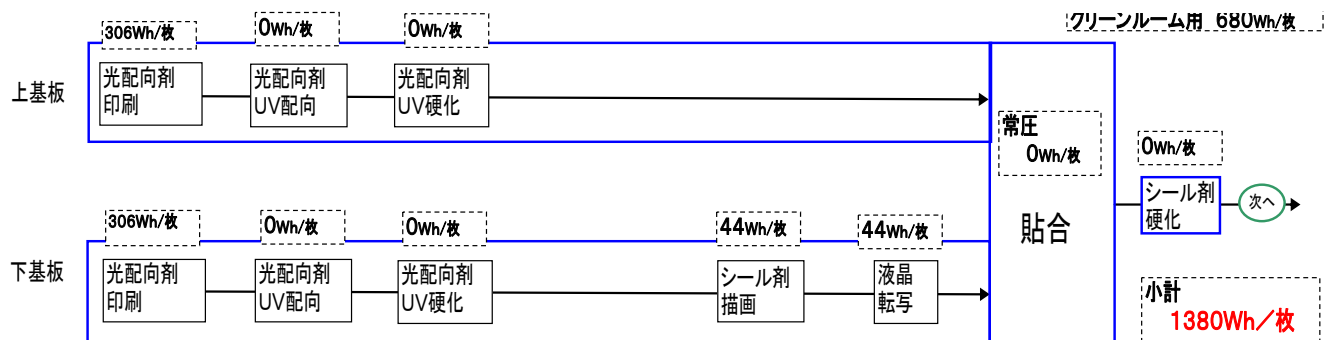


図 1. 2-3 ロール工程

液晶テレビ、ノートパソコン、液晶ディスプレイモニタを対象とし、全数量は野村総合研究所 (NRI) によるディスプレイ市場予測値から増加率を推定し、使用比率は 2015 年は 10%、2020 年は 30%、2030 年は 70% 使用とすると、2030 年の使用数量予測は

全数量 430M 枚 × 使用比率 70% = 301M 枚/年  
となる。

省エネルギーセンター資料を参照し原油換算すると、

使用数量予測 301M 枚 × エネルギー削減量 (6456 - 1380) × 0.254 (係数) = 38.8 万 KL

成功率 50% を乗じると 19 万 KL となる。

## 2. 事業の背景・目的・位置付け

### 2.1 事業の背景

近年、我々を取り巻く環境は、IT やユビキタスなど高度情報化技術により大きく

変化している。その中でディスプレイは各種情報のやり取りを行うヒューマンインターフェースとして重要な役割を担っている。持ち歩ける軽量ディスプレイ、読む時には広げることが出来るフレキシブルディスプレイなど超フレキシブルディスプレイの登場が期待されている。超フレキシブルディスプレイとは、目標として「リジッドなガラス基板を有しないプラスチックフィルムベースのカラー動画対応アクティブマトリクスディスプレイで、厚さ 1mm 以下であり、曲率半径 150mm 以下まで曲面にできるもの。」を掲げる。

図 2. 1-1 に従来のリジッドなディスプレイの断面図とフレキシブル化に必要な技術を示す。

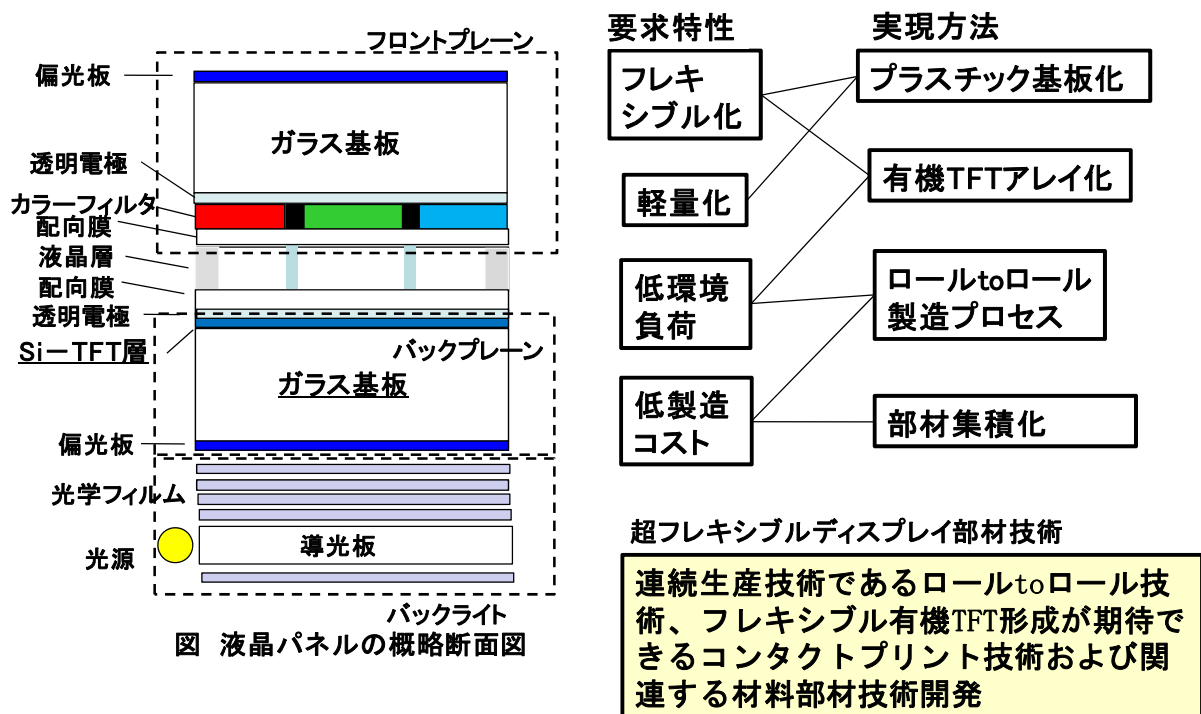


図 2. 1-1 従来液晶パネルの断面図と超フレキシブル化の要求特性と実現方法

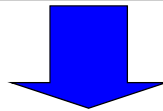
超フレキシブルディスプレイを実現するためには、フレキシブル化、軽量化、低環境負荷、低製造コストがキーとなる。そこで、フレキシブル化については、ガラス基板をフレキシブルなプラスチック基板へ、シリコン製の TFT から有機 TFT への置き換えが必要である。また、低環境負荷としては、製造プロセスで低温プロセスで形成可能な有機 TFT の採用、高効率生産方式であるロール to ロール製造プロセスが重要となる。さらに、低コスト化についてはロール to ロールプロセスに加えて、従来のディスプレイにおける部品点数を低減する方法として部材集積化がポイントとなる。

そこで、全ての基材を積層し、連続的に生産していくロール to ロール技術と大面積フレキシブル有機 TFT を形成するのに適しているマイクロコンタクトプリント法を確立することを通じてディスプレイ用オールプラスチック部材の実用化を目指す。

## 2. 2 事業の目的及び意義

ユビキタス時代を見据えたフレキシブルディスプレイ分野で将来のための待ち受け技術開発及び材料・部材産業のさらなる国際競争力強化を目的に本事業を実施する。  
(図2. 2-1)

- ・我が国ディスプレイ産業は韓国・台湾メーカーの押され苦戦。
- ・巻き返しを図るため、ユビキタス時代を見据えたフレキシブルディスプレイ分野で将来のための待ち受け技術を開発する。
  - ①フィルム基板上にデバイスを形成する材料、部材、装置、プロセスの摺り合わせ技術
  - ②低負荷で連続的に効率良く生産できるロールtoロール製造技術や有機TFTアレイ、コンタクトプリント技術、およびこれらに対応する部材
- ・太陽電池、有機EL、プリントドエレクトロニクスなどへの波及効果の大きい要素技術開発する。



**日本ディスプレイ産業及び材料・部材産業の国際競争力を向上**

図2. 2-1 事業の目的及び意義

### 2. 3 事業の位置付け

本プロジェクトは、経済産業省が推進する7つの「イノベーションプログラム」(図2. 3-1)の内、『情報通信、ライフサイエンス、環境、エネルギーなどあらゆる分野に対して高度化あるいは不連続な革新(ジャンプアップ)をもたらすナノテクノロジー及び革新的部材技術を確立するとともに、その実用化や市場化を促進することで、我が国産業の国際競争力の維持・強化や解決困難な社会的課題の克服等を可能にすること』を目的とした「ナノテク・部材イノベーションプログラム」、エネルギー資源のやく8割を海外に依存する我が国にとって、これを効率良く利用すること即ち省エネを図ることはエネルギー政策上の重要課題とした「エネルギーイノベーションプログラム」の一環として取り組むものである。(図2. 3-2、図2. 3-3)

また、経済産業省技術戦略マップの情報通信分野(ユーザビリティ)ーディスプレイー低消費電力化、低コストプロセス技術及びフレキシブル化に位置付けられる。本プロジェクトのキーであるプラスチック基板、有機TFT、ロールtoロールは2015年~2017年に記載されており、本研究開発は将来の待ち受け技術開発と位置付けられる。(図2. 3-4) さらに、ナノテクノロジー分野ナノエレクトロニクスーディスプレイ(図2. 3-5)、部材分野ディスプレイ部材ー回路部材、ガラス代替パネル、基板(図2. 3-6)、MEMS分野形成技術ー分子の自己組織化現象応用界面制御技術、プロセス連続化・大面積化技術、マイクロナノ印刷技術、大面積印刷の重ね合わせ技術、連続形成技術(図2. 3-7)に位置付けられる。

1. 「イノベーションプログラム」の中での体系的推進 (Inside Management & Accountability)
- 経済産業省の全ての研究開発プロジェクトは、政策目標毎に7つの「イノベーションプログラム」の下で体系的に推進。
  - 各プログラムの中で、政策目標に向けたプロジェクトの位置付けと目標の明確化、市場化に必要な関連施策(規制改革、標準化等)との一体化を図り、イノベーション実現に向け各プロジェクトを効果的に推進。
2. 「技術戦略マップ」に基づく戦略的企画立案 (Outside Communication & Networking)
- 先端産業技術動向を把握し、国が取り組むべき技術課題とイノベーションの道筋を明確化するため、産学官で協働するロードマッピング手法を導入(『技術戦略マップ 2005/2006/2007/2008』)。
  - 研究開発プロジェクトの選定に当たっては、イノベーションプログラムにおける政策目標を基に技術戦略マップに位置付けられた重要技術課題を抽出し戦略的に企画立案。

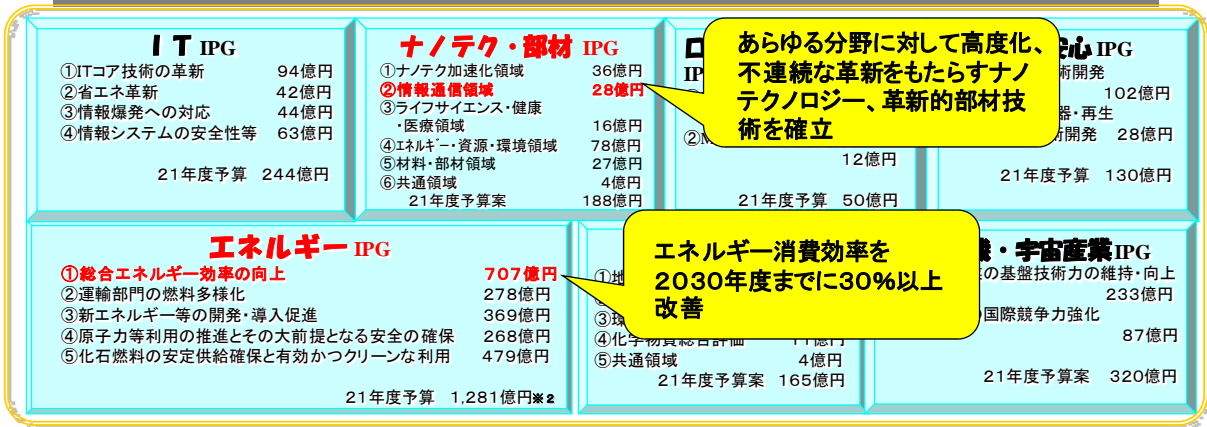


図 2. 3-1 イノベーションプログラムにおける本プロジェクトの位置付け

**ナノテク・部材イノベーションプログラム** 【平成21年度予算額：188億円】

- あらゆる分野に対して高度化・不連続な革新をもたらすナノテクノロジー・革新的部材技術を確立する。
- 我が国産業の国際競争力の維持・強化や解決困難な社会的課題の克服を可能とする。



図 2. 3-2 ナノテク・部材イノベーションプログラムにおける本プロジェクトの位置付け

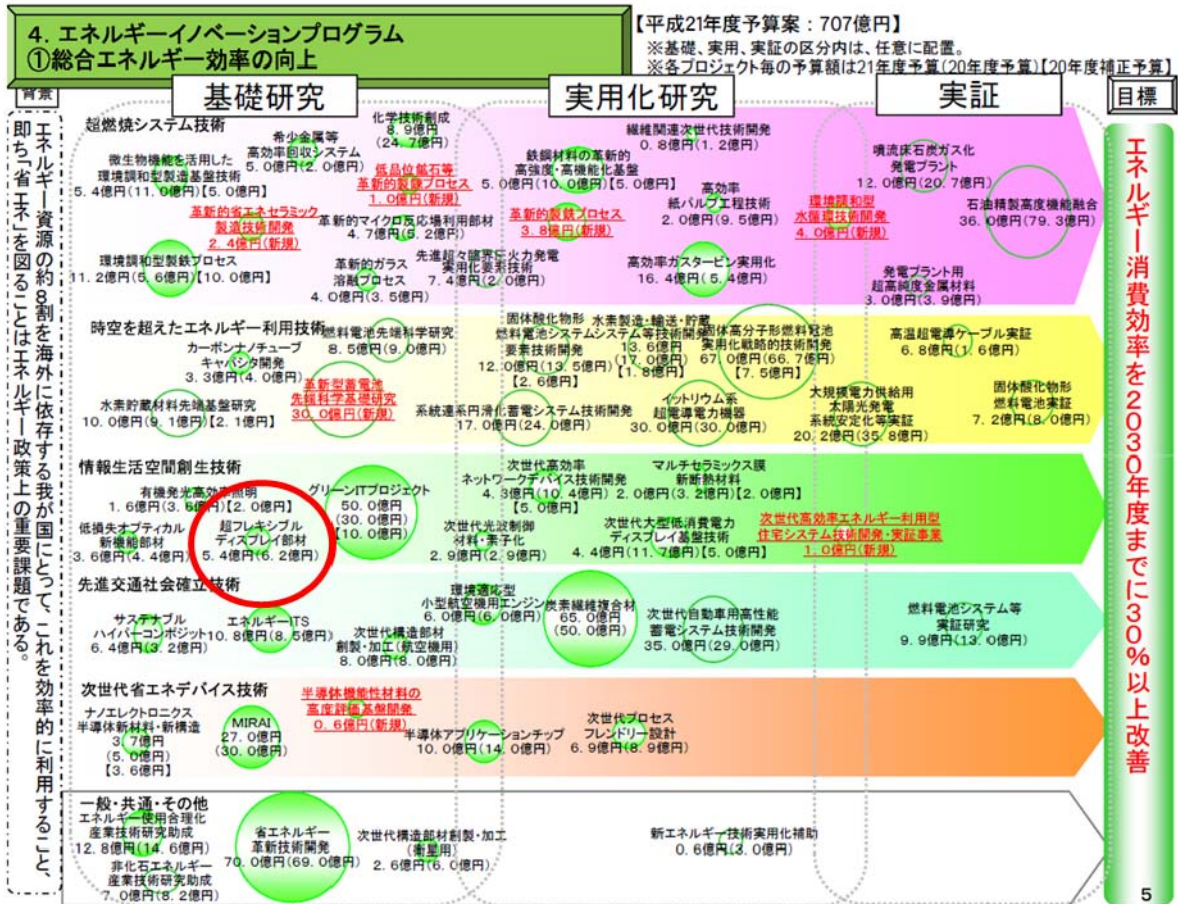


図2. 3-3 エネルギーイノベーションプログラムにおける本プロジェクトの位置付け

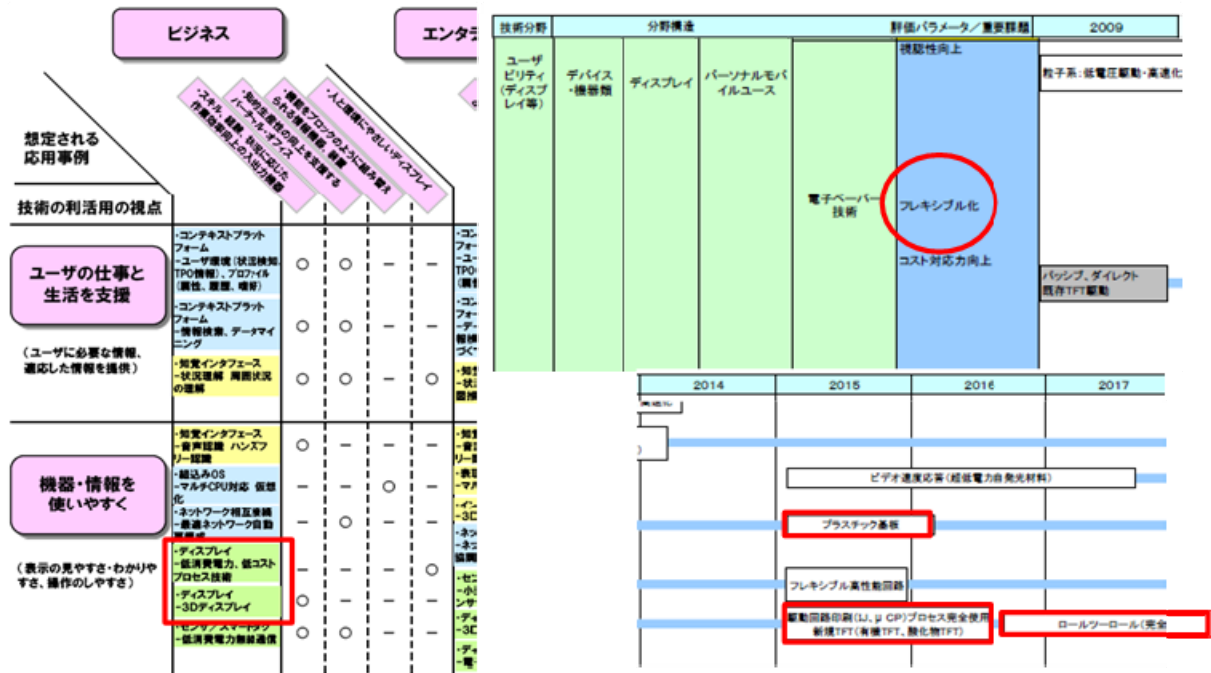


図2. 3-4 技術戦略マップ情報通信分野における本プロジェクトの位置付け

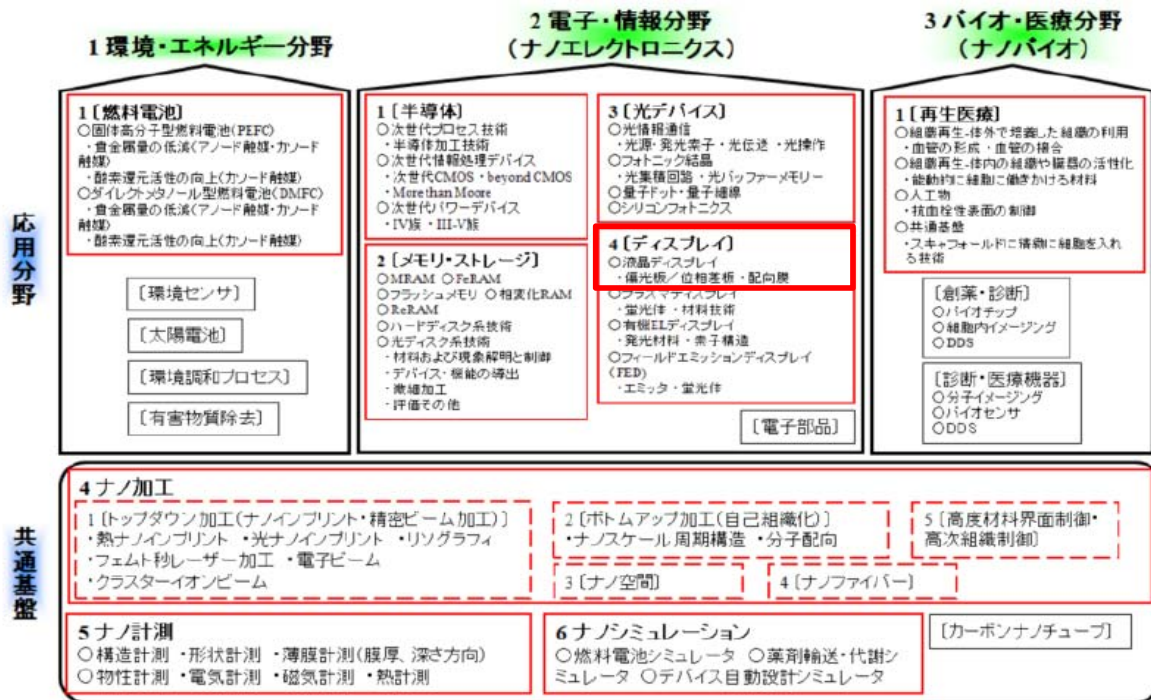


図 2. 3-5 技術戦略マップナノテクノロジー分野における本プロジェクトの位置付け

2-05-01		駆動用半導体	AmSi並の移動度、高オンオフ比	CNT分散有機半導体
2-05-02		回路部材	導電性、透明性、柔軟性、耐熱性、低価格化	印刷による回路形成用導電性高分子(ペースト)、分子導線、CNTピア配線材料
2-05-03		ガラス代替パネル	軽量化、低価格化、可とう性、透明・軽量	プラスチックパネル・膜(透明高分子)
2-05-04		基板	可撓性、低膨張係数	有機材料、有機無機複合材料
2-05-05	ディスプレイ部材	透明多機能膜	超低透水率、ガスバリア性、光位相制御、柔軟性、防汚性、表面反射抑制、光利用効率、耐熱性、耐候性、紫外透過	有機膜材料、機能ガラス、ナノ加工・アトリソグラフィによる微小光学部材(ナノファイバー)、有機-無機ハイブリッド材料、偏光子
2-05-06		ブラックマトリクス	遮光性、光反応性	高分子、有機材料
2-05-07		発光材料(光源)	高輝度、高効率、長寿命、低エネルギー	有機、蛍光発光材料(有機)、有機LED、有機EL(高分子、低分子、 dendritic)、高効率低遅延電子励起発光材料(有機)
2-05-08		絶縁膜材料	表面化学特性制御、機械特性、均一薄膜形成	ケイ素系基板適合低誘電率材料
2-05-09		FED電子源	高導電性、易電子放出特性、低価格、均一性	スーパーローコストCNT

図 2. 3-6 技術戦略マップ部材分野における本プロジェクトの位置付け

MEMS要素技術		分野
形成技術 (機能化・ 表面改質)	ナノ機能材料選択的 形成技術	0401 ナノ材料局所形成技術 無線通信、ハイ オ
		0402 ナノ材料ウエハレベル形成 技術 共通
		0403 ナノ材料ビルドアップ技術 共通
	生体機能材料 形成技術	0404 生体分子配向技術 エネルギー、環 境、医療・福祉
		0405 細胞配置・カプセル化技術 エネルギー、環 境、医療・福祉
		0406 細胞の組織化技術 医療・福祉
	機能性表面形成 技術 (界面制御・表 面修飾技術、加 工損傷回復技 術)	0407 化学的・バイオ的 表面修飾技術 エネルギー、環 境、医療・福祉
		0408 分子の自己組織化現象応 用界面制御技術 安心・安全
		0409 ナノ粒子自己整列技術 共通
		0410 脂質二重層形成技術 共通
		0411 金属・有機半導体の界面制 御技術 共通
		0412 有機・絶縁膜の界面制御技 術 共通
		0413 印刷方式表面修飾技術 共通
		0414 加工損傷回復技術 共通

MEMS要素技術		分野
プロセス 連続化・ 大面積化 技術	非真空プロセス による成膜技術	0601 高品位ナノ機能膜形成技術 (塗布型) 共通
		0602 マイクロナノ印刷技術 共通
	プロセス大面積 化技術	0603 高品位機能膜のメータ級大 面積形成技術 共通
		0604 経維状基材の製維集積化 技術 共通
		0605 メータ級大面積アライメント 技術 共通
	プロセス連続化 技術	0606 経維状基材連続微細加工 技術 共通
		0607 大面積印刷のレジストレー ション(重ね合わせ)技術 共通
		0608 ナノインプリント連続成形技 術(含むローラー式転写技 術) 共通
		0609 連続EBプロセス技術 共通
		0610 連続FIBプロセス技術 共通
前・後処 理技術	表面清浄化技 術	0701 構造表面洗浄技術 共通

図 2. 3-7 技術戦略マップ MEMS 分野における本プロジェクトの位置付け



## II. 研究開発マネジメントについて

### 1. 事業の目標

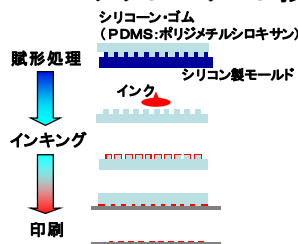
共通基盤技術として①有機 TFT アレイ化技術②マイクロコンタクトプリント技術、実用化技術として③高度集積部材④ロール部材パネル化要素技術の4技術(図1-1)を確立し、これまでにないフレキシブルで軽量な超フレキシブルディスプレイ部材を開発し、ディスプレイ産業及び材料、部材産業の国際競争力強化に貢献する。

#### 【共通基盤技術】

#### ① 有機TFTアレイ化技術の開発

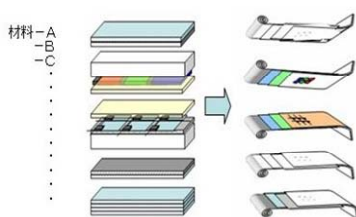


#### ② マイクロコンタクトプリント技術の開発



#### 【実用化技術】

#### ③ 高度集積部材の開発



#### ④ ロール部材パネル化要素技術の開発

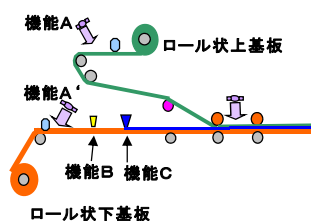


図1-1 研究開発項目

以下最終目標（21年度末）の概略を示す。

#### 【共通基盤技術】

平成21年度末までに、バックパネルに必要なインク化材料を開発するとともに、TFT (Thin Film Transistor: 薄膜トランジスタ) 基本構造の特性、評価および回路設計技術を確立する。さらに、実用化に向けた実証のため、有機TFTアレイの開発状況に従い、表示原理と性能を選択してプロトタイプを試作する。表示原理として、各種の電気泳動表示法や液晶表示法などを候補としてとりあげる。表示性能としては、白黒/カラー、静止画/準動画などの選択がある。これにより、準動画、モノクロ、画素サイズ200ppi (画素サイズ: 127 $\mu$ m)、曲率半径20mmのフレキシブルディスプレイのプロトタイプを試作し、超フレキシブルディスプレイの携行性を向上させる基盤技術を確立する。

#### 【実用化技術】

平成21年度末までに、液晶ディスプレイ向け技術: 対角4インチ(多面取り)、動画、高精細カラー、曲率半径150mmのディスプレイに適用可能となる部材を開発し、これらをパネル化するための実用化技術を確立する。

## 2. 事業の計画内容

### 2. 1 研究開発の内容及び全体スケジュールと予算

#### 2. 1. 1 研究開発の内容

以下研究開発項目ごと記載する。

#### 研究開発項目①「有機TFTアレイ化技術の開発」

##### ・研究開発の必要性

現在、平面型ディスプレイのバックプレーンでは、非晶質シリコンまたは低温ポリシリコン(LTPS)を用い、工程数の多いフォトリソグラフィを主要技術として、TFTが生産されている。また、真空や高温での処理工程も必要である。このため、製造コストやエネルギー消費の増大を惹起している。さらには、大面積化においてもバッチ処理の限界が議論されている。一方、フレキシブルディスプレイでは、プラスチック基板へのLTPS適用が注目されている。しかし、プロセス温度が200℃を超えるため、直接、基板上へのパターン化ができない。現状では、シリコンやガラス基板上にLTPS-TFTを作製した後、プラスチック基板へ転写する方法が試みられているものの、製造コストの課題がある。

この背景を踏まえ、巻き取り可能な超フレキシブルディスプレイとして期待される200ppi(画素サイズ:127 $\mu$ m)のバックプレーン開発を目指す。このために、マイクロコンタクトプリント( $\mu$ CP)法などをとりあげ、まず、パターンングに必要な有機半導体、絶縁、電極、保護、および配線材料のインク化を検討し、各種有機TFT部材を開発する。なかでも、希少金属インジウムの代替として期待される酸化亜鉛のインク化も取り上げ、省資源化にも配慮して進める。並行して、転写性能に優れ、位置合わせ精度の高い版材料を開発する。これにより、A4、200ppiの有機TFTアレイ化技術を開発する。これらの応用展開として、各種フロントパネルへの適用性も検討する。

##### ・研究開発の具体的内容

#### (1) 有機半導体部材の開発

世界的にも開発が進んでいるポリチオフェンやその誘導体を基本的材料として、表面・界面制御または、バルク改質などにより高移動度かつ歩留まりの高い有機TFTアレイのための新規材料の分子設計および合成を行う。また、電子特性と成膜特性の安定化を検討する。このために、例えば、自己組織化単分子膜(SAM)などで基板表面の化学修飾・加工技術に適した材料を開発する。一方、高移動度の有機半導体を用いた駆動用TFTの新規素子構造について、プロセスに適合した回路設計を行う。また、有機半導体の電荷生成・移動機構を含めた基本的な光電子特性および半導体層中の分子配列の評価技術として、分光、X線、電子線などを用いた解析手法の高度化を行う。同時に、評価技術の標準化と、現状の厚膜を用いたタイムオブフライト(TOF)法等の改良により、電荷注入および取り出し機構を解析し、高性能化のための指

針を明らかにする。

#### (2) 絶縁部材の開発

200℃以下の低温での成膜性と表面平滑性に優れた絶縁性高分子材料の設計、合成を行う。比抵抗、誘電率、かつ表面平滑性などを評価しつつ、材料の開発を行う。さらに、有機半導体層との界面の構造と電子物性の解析を行うことで、より高性能のTFETのための構造形成機構を明らかにする。

#### (3) ソース、ドレイン電極部材の開発

現状の有機TFETにおいては、金やアルミニウムなどの金属蒸着膜をTFET用電極として利用しているが、印刷法により成膜が可能な導電性高分子と金属インクを開発するとともに、プラスチック基板および他のTFET材料の融点以下の200℃以下で電極形成を可能とする製造技術を開発する。フォトリソグラフィ技術を用いずに再現性よくパターンニングできる方式として $\mu$ CP法をとりあげ、必要に応じディップペン法、インクジェット法や反転印刷法に代表される転写法、或いはこれらを融合させた方法を検討する。

#### (4) 配線部材の開発

金属インクまたは可溶性の導電性高分子を用いて配線パターンニングする。パターンニングにおいてフォトリソ・プロセスからの脱却を念頭に、例えば、基板の表面特性を制御する界面活性機能を有する単分子膜材料なども開発する。A4、200ppiを可能とする回路設計を行い、再現性よくパターンニング出来る効率的な印刷プロセスとして、 $\mu$ CP法、インクジェット法、ディップペン法や反転印刷法に代表される転写法、或いはこれらを融合させた方法を開発する。配線ルール、開口率、比抵抗を評価しつつ、材料開発を行う。また、ディスプレイの曲率半径が20 mmで、配線がひび割れしない金属インクを開発する。

#### (5) 画素電極部材の開発

透明性または鏡面性に優れた電極材料を選定し、大面積で一括成膜するための材料とパターンニング技術を開発する。稀少金属としてのインジウムの代替材料の開発も視野に入れ、インジウムを含まない材料のゾル・ゲル化または超微粒子化した分散材料も開発し、これらを用いて、 $\mu$ CP法、スクリーン印刷などの印刷法によりA4サイズを一括成膜する技術を開発する。

#### (6) 層間絶縁部材の開発

ディスプレイのデータ電極用およびゲート電極用配線間の絶縁を保持するため導電性材料上に成膜が可能な絶縁性に優れた可溶性高分子材料の開発を行う。具体的には、塗布可能な高分子材料を用いたインクの開発と、その上に形成される配線部材の熱処理に耐えるように耐熱性の向上を行う。(7) 保護膜部材の開発印刷法で作製された有機TFETアレイの安定性と長寿命化などを達成するため、酸素および水の遮蔽性に優れた材料の開発を行う。具体的には、塗布可能な高分子材料へのガスバリアー性などの付与とインクの開発を行う。比抵抗、誘電率、表面平滑性、水蒸気透過率、熱膨張率などを評価しつつ、材料の開発を行う。

#### (8) 版材の開発

$\mu$ CP用の版材として最適な材料を探索し、微細加工されたマスター基板の製造技術の開発および

その表面加工技術を開発する。表面構造の転写性、再現性向上のための機械的性質を制御する要因を

明らかにする。版材自体の膨潤性や、使用されるインク材の転写性の制御などを目的に、版材について、例えば分子構造まで遡る検討や、版表面の特性制御用の界面活性剤処理などを検討する。また、平圧転写に加え、大面積化に必要な円圧も視野に入れて、製版方式の検討も行う。一方、転写機構の分子レベルでの解析のため、たとえばプローブ顕微鏡や各種分光学的手法などの分析方法を高度化し、転写されたパターンにおける電気特性の評価と評価手法を確立する。さらに、版材料開発、大判転写方式と並行して、版のパターニングルールを確立する。

#### (9) 有機TFTEレイ化技術の開発

インク化された各種有機TFTE部材を用いてA4、200ppiの画素(127 $\mu$ mピッチ)でのパターニングを行うため、 $\mu$ CP法を主としつつ、インクジェット法、反転印刷やディップペン法による成膜を行う。また、 $\mu$ CP法に適した有機TFTEの素子構造を検討し、A4、200ppiの有機TFTEレイ化技術を開発する。

#### (10) フロントパネルの検討

既存の電気泳動型マイクロカプセル方式、ポリマーネットワーク液晶、コレステリック液晶などの表示材料につき、NEDO技術開発機構のプロジェクトである「ナノ粒子の合成と機能化技術」および「機能性カプセル活用フルカラーライタブルペーパープロジェクト」や「高分子有機EL発光材料プロジェクト」の成果も視野に入れて検討を加え、開発するバックプレーンとの整合性を取る。

### 【達成目標】

平成21年度までに、来るべきユビキタス時代に対応できる、軽量・可搬性に優れ、どこでも使えるディスプレイの必須条件とされている、A4サイズ、準動画、白黒200ppi、超フレキシブルディスプレイを開発するため、プラスチック基板上に高移動度のトランジスタ性能を有する有機TFTE用の新規部材およびソース・ドレイン間隔および駆動用配線の線幅としてサブ $\mu$ mオーダーの精度の大面積印刷を可能とする新規の $\mu$ CP法を開発する。このために、有機TFTE用の半導体、絶縁体、電極、配線および保護膜材料のインク化および版材料の設計、開発、並びに、それらを印刷法により大面積・一括成膜するための $\mu$ CP法の要素技術の開発を行う。

上記のインクおよび $\mu$ CP法により、A4サイズの200ppiのディスプレイ用バックプレーンを作製する。そして、素材、印刷材料を改良することで完成度を高め、超フレキシブルディスプレイ用部材開発の要素技術を確立する。

### 【目標設定の根拠】

サイズについてはプロジェクト立案時の一般的レベルが数センチ角程度であること、モバイルサイズへの適用を考慮し、A4サイズとした。解像度については通常の紙印刷

物の解像度と同レベル 2 ppi とした。印刷精度についてはチャンネル幅  $5\ \mu\text{m}$  程度を想定していることからサブ  $\mu\text{m}$  オーダーとした。

## 研究開発項目②「マイクロコンタクトプリント技術の開発」

### ・研究開発の必要性

超フレキシブルディスプレイとして期待される 200ppi (画素サイズ:  $127\ \mu\text{m}$ ) のバックプレーンを開発するためには、TFT のソース・ドレイン電極間隔 (チャンネル長) および配線幅を  $5\ \mu\text{m}$  以下とする必要がある。これは、現状のスクリーン印刷やインクジェット法の限界 ( $10\ \mu\text{m}$ ) を超えている。さらに移動度のマージン等を見込むと、チャンネル長  $2\ \mu\text{m}$  以下を達成できる技術が望まれる。この課題を解決するため、本研究開発項目では、マイクロコンタクトプリント ( $\mu\text{C P}$ ) 法をとりあげ、新規  $\mu\text{C P}$  法の開発とその大面積印刷技術の開発を行う。

### ・研究開発の具体的内容

#### (1) パターニング技術の開発

$\mu\text{m}$  オーダーで A4 以上の大面積・一括成膜技術に対応した  $\mu\text{C P}$  法を新たに開発するために、印刷装置を設計・作製し基本原理を確立する。 $\mu\text{C P}$  法には平面法、ロール法、曲面法などあるが、目的・インク材料・被転写材料に合わせた手法の選択と限界を評価する。また、平圧印刷から円圧印刷、そしてロール to ロール化のための版材、転写材料および表面・界面制御技術の開発を行う。

配線のパターニングにおいては、自己組織化膜 (SAM) 等を利用した表面・界面制御技術開発、印刷技術を駆使した微細化技術開発、マイグレーションの少ない低抵抗配線構造及び焼成技術開発を行い、高精細化、大面積化、高信頼性化を実現する。

画素電極のパターニングにおいては、高透過率、高平坦性を実現するための印刷技術の開発、低抵抗化のための焼成技術の開発、経時変化のない高信頼性の画素電極を開発する。

層間絶縁膜のパターニングにおいては、平坦化、低誘電率化を実現するための印刷技術開発、焼成技術開発を行う。

また、短チャンネルを実現するためのソース・ドレイン電極のパターニング技術を開発する。

#### (2) コンタクトプリンターの開発

パターニング技術等からのフィードバックにより、インク化された有機半導体材料、電極材料、絶縁材料、保護膜材料等とのマッチングを考慮して開発された版材料の可塑性、弾性率等による、印刷時の変形を最小限に抑え、パターンの精細度を失うことなく印刷を行うことができる試作機を作製する。版サイズは  $10\ \text{cm}$  角サイズ以上とし、配線幅  $5\ \mu\text{m}$  のパターンを再現性よく印刷可能とする。この試作機で、平面法、ロール法、曲面法などの  $\mu\text{C P}$  法の検証ができるようにする。スタンパーは、装置理論誤差ゼロの高精度スタンパー賦形技術を開発する。さらに、大面積 (A4) 用の装置開発にお

いては、版材のコンフォーマル・コンタクト特性を最大限に活用した高精度の制御が可能な革新的プリンターを開発する。

### （３）バックプレーンパネル化技術の開発

各部材のパターニング技術を融合させ、印刷プロセスによる高精細（200ppi）のパネル作製を実現する。各部材とパターニング技術に適した素子構成やパターン寸法を決定するためにTEG（Test Element Group）を開発し評価を行う。この評価結果をもとに各部材、プロセス、製造装置へのフィードバックを行い目標とする印刷プロセスによる有機TFTの実現に繋げる。さらに、実用化に向けた実証のため、有機TFT移動度とチャンネル長の開発状況に従い、表示方式を選択してプロトタイプを試作する。また、最終目標である有機TFTパネルの機能の実効性を確認するためのA4サイズ、フレキシブルパネルの試作は、フレキシブルになる可能性のある表示方式の中から選別して試作を行う。選定した表示方式（例えば、電気泳動素子やポリマーネットワーク型液晶素子など）の駆動特性を達成するためのTFT仕様を決定し、開発された各部材やプロセス技術に適合した有機TFTアレイ設計技術を開発することで印刷プロセス有機TFTのパネル化技術を実証する。

### 【達成目標】

平成21年度末までに、来るべきユビキタス時代に対応できる、軽量・可搬性に優れ、どこでも使えるディスプレイの必須条件とされている（A4サイズ、準動画、白黒200ppi）超フレキシブルディスプレイを開発するため、プラスチック基板上に移動度で $0.1\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上のトランジスタ性能を有する有機TFT用の新規部材およびトランジスタのソース・ドレイン間隔および駆動用配線の線幅として $\mu\text{m}$ オーダーの精度の大面積印刷を可能とする新規の $\mu\text{CIP}$ 法を開発する。

このために、有機TFT用の半導体、絶縁体、導電体の開発ならびにインク化を行い、同時に大面積・一括成膜に対応するため、 $\mu\text{CIP}$ 装置の設計・試作を行う。また、上記のインクおよび $\mu\text{CIP}$ 装置により、A4サイズの200ppi（画素サイズ： $127\mu\text{m}$ 、チャンネル長および配線幅： $5\mu\text{m}$ ）のディスプレイ用バックプレーンを作製することで、材料、プロセス、装置すべてに亘りフレキシブルディスプレイ用部材開発の要素技術および上述した世界初の大型 $\mu\text{CIP}$ 装置を開発する。

### 【目標設定の根拠】

TFTのチャンネル幅 $5\mu\text{m}$ で10Hz駆動（準動画）を想定した場合 $0.01\text{cm}^2/\text{Vs}$ の移動度が必要であるが、さらなる高性能化を目指して10倍の $0.1\text{cm}^2/\text{Vs}$ に設定した。サイズについてはプロジェクト立案時の一般的レベルが数センチ角程度であること、モバイルサイズへの適用を考慮し、A4サイズとした。解像度については通常の紙印刷物の解像度と同レベル2ppiとした。印刷精度についてはチャンネル幅 $5\mu\text{m}$ 程度を想定していることからサブ $\mu\text{m}$ オーダーとした。

## 研究開発項目③「高度集積部材の開発」

### ・研究開発の必要性

来るべきユビキタス時代においては、超薄型・軽量で割れにくいフレキシブルなモバイル用ディスプレイが期待されている。しかしながら、従来の液晶ディスプレイの製法では、環境および省エネルギーに課題が多く、新材料および新製法の開発が必要である。これらの課題を解決するために、プラスチックフィルム基板をベースとしたロール部材（各種部材、高度集積部材）およびロールtoロールプロセスの開発が必要である。

当該開発は、超フレキシブルディスプレイの前段階で実用化が可能な要素技術としても重要なものである。

### ・研究開発の具体的内容

#### （１）フロントプレーン高度集積部材の開発

偏光フィルムをはじめとする各種フィルム・素材を出発材料とし、偏光/位相差一体化フィルムやカラーフィルタフィルム基板をロール状部材とするための最適化を検討し、これらをロールtoロールで一体化したフロントプレーン高度集積部材を開発する。ロールtoロールによる偏光/位相差一体化フィルム部材の検討においては、フィルム方式や塗布方式などを検討し、性能と実用化性を両立する部材の最適化を検討する。そのために必要な各方式に対応した設備の試作を行う。カラーフィルタフィルム基板部材の形成プロセスについては、効率良い製造のため、たとえばインクジェット方式などの設備を開発しロールtoロール化を行うとともに、モバイルディスプレイに必要な高精細度のパターンニングを行う。またカラーフィルタ基板部材としては、フィルム基板に適した透明導電膜の成膜と設備の試作も実施する。透明導電膜は、薄膜を真空成膜する方法に加えて、湿式成膜によるロールtoロールプロセスについて検討を行う。湿式透明導電膜材料は、成膜プロセスの開発と材料の評価を行う。ロールtoロールによる偏光/位相差一体化フィルム部材とカラーフィルタフィルム基板部材の貼合は、これに用いる高精度貼合設備の試作と貼合用粘接着材の評価も実施する。素材である貼合用粘接着材は、部材化後の信頼性（耐熱、耐湿熱等）を評価する。

#### （２）バックライト高度集積部材の開発

バックライト用光学フィルムをはじめとする各種フィルム・素材を出発材料とし、超薄型のバックライト部材の最適化を検討し、偏光/位相差一体化フィルム部材と一体化するバックライト高度集積部材を開発する。本部材についても、高精度貼合設備の試作および貼合用粘接着材の評価を併せて実施することで目標の達成を目指す。また、部品点数削減と薄型化が期待されるバックライト部材として、フィルム基板有機ELバックライトの適用性を検討する。このため、真空成膜装置を導入し、フィルム基板上での透明導電膜について、シート抵抗 $10\Omega/\square$ 以下の低抵抗と光線透過率85%以上を両立する高性能膜を開発する。

#### （３）バックプレーン高度集積部材の開発

ロール状のプラスチックフィルム基板に、アモルファスシリコン、ポリシリコン、またはその他の無機半導体材料から作製したTFTを搭載するバックプレーン高度集積部材を開発する。システムオンパネルによる高付加価値パネルの製造が可能なポリシリコンTFTの転写用部材の最適化を検討し、TFTを転写してバックプレーン高度集積部材を開発する。一方、低プロセスコストが期待されるプラスチックフィルム上へ無機半導体材料を用いTFTを直接形成するアプローチも成膜装置を導入し検討する。転写法については、ロール状ベースフィルム上への転写・貼合設備を検討する。

#### 【達成目標】

平成21年度末までに、超薄型軽量フィルム基板液晶ディスプレイや超フレキシブルディスプレイを実現する新部材のため、以下の実用化技術を開発する。

新部材は、フロントプレーン高度集積部材、バックライト高度集積部材、バックプレーン高度集積部材を開発する。フロントプレーン高度集積部材およびバックライト高度集積部材は、設備の設計・製作を行った上で、ロール部材化を図る。

フロントプレーン高度集積部材の目標値は、外観寸法としては300mm幅以上かつ10m以上のロール状とすることで、幅広の連続加工性を立証する。偏光/位相差フィルム部分の機能は、半透過型や反射型の液晶ディスプレイで重要な円偏光板とし、その特性値は、位相差層の面内光軸がフィルム長手方向に対して任意に設定でき、位相差層膜厚10 $\mu$ m以下であって、円偏光板の可視光域楕円率92%以上、位相差の面内分布5%以内を目標として設定する。またカラーフィルタとしての精細度は、モバイル用として必要な150ppi（RGB各色のサブピクセルで450ppi）以上とする。

バックライト高度集積部材の目標値は、ロール部材を用い、偏光度99.9%以上で厚さ0.4mm以下の部材を10m以上連続加工できることを目指す。バックプレーン高度集積部材については、まず、枚葉フィルム上へのTFTアレイ形成を達成する。次に、ロールフィルム上にTFTアレイを搭載し、ロール部材化する。ロール部材の目標値は、外観寸法として300mm幅以上かつ10m以上で、曲率半径150mm以下とする。想定製品は多面取りし、対応する個々のTFTアレイは、対角2~4インチ、精細度120ppiレベルとする。

#### 【目標設定の根拠】

集積化についてはロールtoロールプロセスに部材を適用するには必須技術である。また、ロール部材の幅と長さについては、2~4インチ多面取りを想定したこと、500~600mm幅へのスケールアップが用意なレベルとして300mm幅、長尺化可能であることを判断できる長さとして10m以上とした。またロール部材の曲率半径については、基材ベースフィルムの屈曲性が半径5mm以下であることから、パネル化後の値を推定し150mm以下とした。他の特性については現行品の特性と同等以上となる数値目標とした。

研究開発項目④「ロール部材パネル化要素技術」の開発



・ 研究開発の必要性

来るべきユビキタス時代においては、超薄型・軽量で割れにくいフレキシブルなモバイル用ディスプレイが期待されている。しかしながら、従来の液晶ディスプレイの製法では、環境および省エネルギーに課題が多く、新材料および新製法の開発が必要である。これらの課題を解決するために、プラスチックフィルム基板をベースとしたロール部材（各種部材、高度集積部材）およびロールtoロールプロセスの開発が必要である。研究開発項目③に示す各種高度集積部材を、液晶ディスプレイパネルとして実用化するためには、高精度に貼り合わせるパネル化の一連の工程に関連した要素技術開発が必要である。当該開発は、超フレキシブルディスプレイの前段階で実用化が可能な要素技術としても重要なものである。

## 2. 研究開発の具体的内容

### (1) ロールto ロールによる配向膜形成技術の開発

カラーフィルタ部材とバックプレーン高度集積部材上の所定の位置に、液晶配向膜を連続的に成膜し光配向処理する技術を開発する。たとえば、光配向膜材料とプロセスの仕様・条件などを摺り合わせるための設備を試作し、ロールto ロールによる形成を行う。これにより、光配向膜材料の最適化を図る。

### (2) シール形成技術の開発

配向膜が形成されたフロントプレーン高度集積部材またはカラーフィルタフィルム基板部材と、対向するバックプレーン高度集積部材上の所定の部分に、両者を貼り合わせるためのシール剤を形成する要素技術を開発する。光シール剤硬化のプロセス条件としては、照射強度100mW/cm<sup>2</sup> で10 秒以内を目標とする。

### (3) 液晶層形成技術の開発

フロントプレーン高度集積部材またはカラーフィルタフィルム基板部材と、対向するバックプレーン高度集積部材上のシールの内側となる所定の部分に、液晶を配置する要素技術を開発する。

### (4) 上下貼合技術の開発

フロントプレーン高度集積部材またはカラーフィルタフィルム基板部材と、対向するバックプレーン高度集積部材の位置決めを行い、液晶層に気泡を混入することなく貼合することを連続的に行う要素技術を開発する。貼合後のシール剤の硬化は、連続加工するために光硬化で行う。このために必要な光硬化型シール剤や各種液晶材料の適用性を検討する。

これらの技術（特に（2）から（4））は、独立に実施可能とするだけでなく、上下貼合まで連続的に加工できることが必要であるので、連続加工できるプロセスと設備を開発するとともに、部材、配向膜、シール剤、液晶とのマッチングを図る。各部材、素材については、単独での評価だけでなく、パネル化による評価を実施する。これに必要な評価装置を導入する。そして、素材-部材、部材相互、素材-部材-プロセス間で、最終仕様を満足することのできる材料・部材・装置における特性や仕様の摺り

合わせを行う。これにより、フィルム基板液晶ディスプレイの必要特性に合致した材料・部材およびプロセスを効率よく開発する。

#### (5) パネル切断技術の開発

ロール部材を上下貼合して連続的に作製されるパネルを個別に切断するための技術を開発する。各種材料特性を踏まえ、独創技術を開発し設備を試作する。

#### (6) ロール部材洗浄技術の開発

液晶ディスプレイの製造工程においては、各種塗布工程の前を中心に精密洗浄が行われており、ロールto ロールプロセス化のためにはロール部材を精密洗浄する技術の開発が必要である。そこで、ロール部材洗浄プロセスを検討し、プロトタイプ設備を開発する。

#### (7) 配向膜インライン検査装置の開発

(1)の配向膜形成技術においては液晶配向膜の成膜および配向処理をロールto ロールで実施するが、同時にインライン検査装置の開発が重要である。連続加工を行うことから、上下貼合が完了し液晶が充填された状態まで工程が進んでから配向不良が発見された場合にはロール部材1巻分の不良が発生してしまうため、配向膜の良/不良のインラインでの検査は、実用化に向けた重要な技術となる。光学フィルムの光学異方性を測定する技術を取りあげ、これに基づく高度化と配向膜の微小な異方性を感知可能な配向膜インライン検査装置を開発する。

### 【達成目標】

平成21年度末までに、超薄型軽量フィルム基板液晶ディスプレイや超フレキシブルディスプレイを実現する新部材の実用化を促進するため、以下のパネル化要素技術を立証する。

まず、プロトタイプ設備を設計・製作する。次に、新部材およびそのダミーフィルム等を用いてプロセス技術の研究を行い、各要素における連続加工を立証する。

ロールto ロールによる配向膜形成技術では、無発塵で、かつロールto ロールプロセスに好適な光配向について検討する。目標値は感度500mJ/cm<sup>2</sup>以上の配向膜材料を連続加工可能なこととする。

シール形成技術では、配向膜を形成した、フロントプレーン高度集積部材、カラーフィルタフィルム基板部材、バックプレーン高度集積部材のいずれかの上の所定の部分に、連続的にシール剤を形成可能とする。その際のシール剤形成の位置精度は0.1mm以内を目標とする。

液晶層形成技術では、(フロントプレーン高度集積部材またはカラーフィルタフィルム基板部材)とバックプレーン高度集積部材の上のシールの内側となる所定の部分に、貼合後のセルの体積容量に対し、+0~10%の精度で液晶を配置する要素技術を開発する。

上下貼合技術では、位置精度の10μm以内の高精度設備を試作し、(フロントプレーン高度集積部材またはカラーフィルタフィルム基板部材)と対向するバックプレーン高度集積部材の位置決めを行い、貼合を行う。感度1000mJ/cm<sup>2</sup>以上のシール剤を連

続硬化可能なこととする。

パネル切断技術では、上下貼合後に、割れおよび異物の大量発生が起こらないように切断すること、リードをボンディングするための部分を露出させるため（フロントプレーン高度集積部材またはカラーフィルタフィルム基板部材）のみを切断可能とすることを目標とする。

ロール部材洗浄技術では、洗浄後のコーティング性が良好であること（異物付着によるハジキ欠陥等が抑制されること）を目標とする。

配向膜インライン検査装置の開発では、光学フィルムの光学異方性を評価する方法を構築し、小型試験機により配向膜の微小な異方性を感知可能とする原理検証を行い、次にロール部材の連続測定を可能とする。

【目標設定の根拠】

ロールtoロールプロセスで現行パネルと同等以上の性能に必要な数値目標とした。

2. 1. 2 全体スケジュールと予算

表2. 1. 2-1に全体スケジュールを表2. 1, 2-2に予算を示す。

表2. 1. 2-1 全体スケジュール

項目		H18	H19	H20	H21
共通 基盤 技術	①「有機TFTアレイ化技術の開発」	材料開発(有機半導体、絶縁材料、電極材、版材、界面制御材) TFT設計	TFTアレイ化(6インチ)	材料改良・最適化(プロセスとの折り合わせ) TFTアレイ化(A4サイズ)	
	②「マイクロコンタクトプリント技術の開発」	コンタクトプリンタ(6インチ)製作	コンタクトプリンタ(A4サイズ)製作	パターンニング技術	A4バックプレーン評価、1インチパネル化
実用 化 技術	③「高度集積部材の開発」	設備設計製作(フロントプレーン、バックライト) 枚葉式(バックプレーン)		ロール部材開発(フロントプレーン、バックライト) ロールtoロール式(バックプレーン)	
	④「ロール部材パネル化要素技術の開発」		設備設計製作改造(配向膜、シール、液晶層形成、上下貼合) 連続プロセス化(パターン化、描画、形成、貼合技術)		その他技術(切断、洗浄、インライン検査)

表 2. 1, 2-2 予算

研究開発項目	単位:百万円				合計
	H18	H19	H20	H21	
①有機TFTアレイ化技術の開発	87	145	90	98	420
②マイクロコンタクトプリント技術の開発	138	238	198	122	696
③高度集積部材の開発	178	185	138	129	631
④ロール部材パネル化要素技術の開発	122	115	162	149	547
合計	525	682	588	498	2,294

加速:①②  
69百万円

加速:①②  
50百万円

加速:①  
15百万円

## 2. 2 研究開発の実施体制

本研究開発は、NEDO技術開発機構が、単独ないし複数の原則、本邦の企業、研究組合、公益法人等の研究機関（原則、国内に研究開発拠点を有していること。ただし、国外企業の特別な研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点からの国外企業との連携が必要な場合はこの限りではない。）から公募によって研究開発実施者を選定し実施した。

共同研究開発に参加する各研究開発グループの有する研究開発ポテンシャルの最大限の活用により効率的な研究開発の推進を図る観点から、研究体にはNEDO技術開発機構が委託先決定後に指名するプロジェクトリーダー（研究開発責任者）次世代モバイル用表示材料技術研究組合 理事長 山岡 重徳を置き、その下に研究者を可能な限り結集して効果的な研究開発を実施した。

本研究開発において、NEDO技術開発機構が主体となっていくべき基礎的・基盤的研究開発であると判断される研究開発内容に示した①②の事業は（独）産業技術総合研究所と（財）化学技術戦略推進機構への委託により実施し、市場化に向けた産業界の具体的な取り組みが示されるべき実用化研究開発であると判断される研究開発内容に示した③④の事業は次世代モバイル用表示材料技術研究組合への助成（助成率1/2）により実施する。図2. 2-1にプロジェクトの実施体制を示す。（財）化学技術戦略推進機構への参画企業と次世代モバイル用表示材料技術研究組合の組合員企業は、材料・部材メーカーからデバイスメーカーと幅が広く、垂直・水平連携体制を採っている。また、共通基盤技術開発を担当する（独）産業技術総合研究所と（財）化学技術戦略推進機構及び実用化技術開発を担当する次世代モバイル用表示材料技術研究組合の間で定期的に情報交換を実施した。

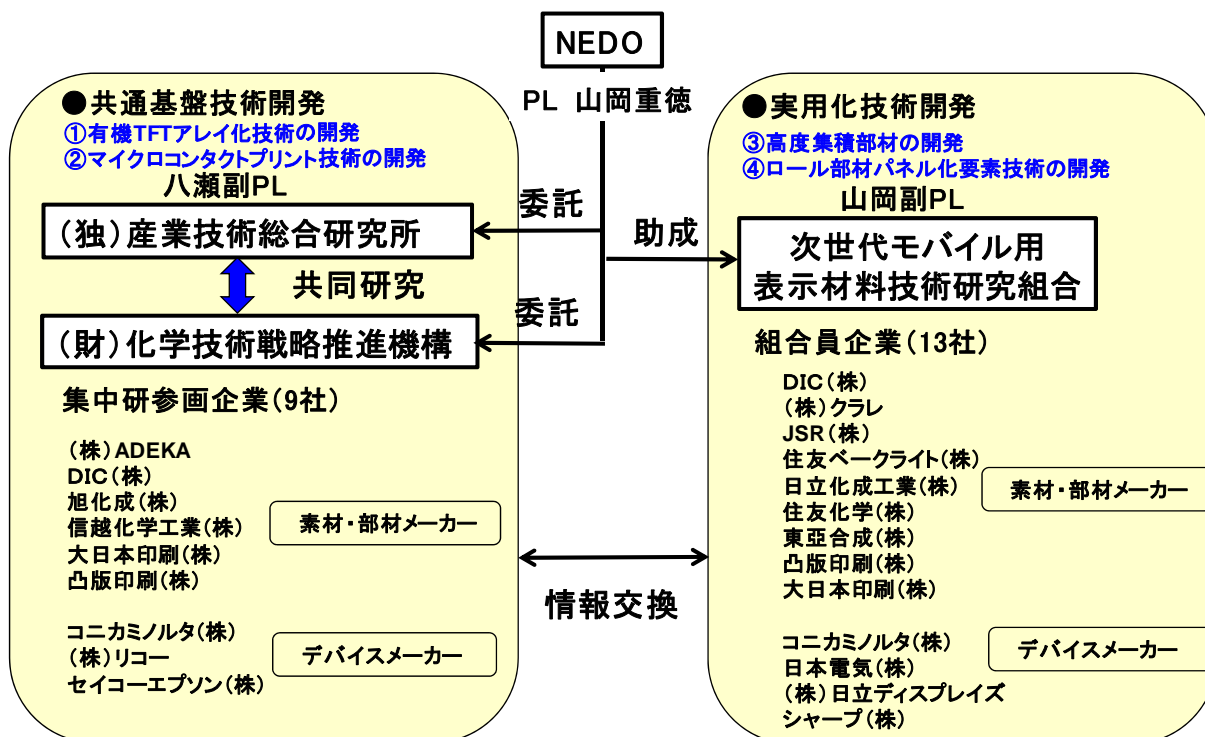


図 2. 2 - 1 プロジェクトの実施体制

### 2. 3 研究の運営管理

研究開発全体の管理・執行に決定権を有する NEDO は、経済産業省及び研究開発責任者と密接な関係を維持しつつ、本プログラムの目的、及び目標に照らして適切な運営管理を実施した。また、必要に応じて、外部有識者の意見を運営管理に反映させた。

#### ・プロジェクトリーダー

NEDO が実施・管理を行う当該プロジェクトの、より効率的な開発の推進を図るため、研究開発の現場において指示、指導、調整の任にあたり、研究開発計画原案の策定、研究成果のとりまとめ等の役割をプロジェクトリーダー（PL）として次世代モバイル用表示材料技術研究組合 理事長 山岡 重徳のもと、本プロジェクトを推進した。PL の役割を表 2. 3 - 1 に示す。

表 2. 3 - 1 プロジェクトリーダー（PL）の役割

組織関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究体の研究室の設置、廃止等の組織構成の決定</li> <li>研究体のサブ研究リーダーの選任と解任</li> </ul>
研究体所属研究者関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>大学、産総研、企業が提出する研究者候補リストの中からの研究体所属研究者の選任</li> <li>研究体所属研究者の任期の設定および変更に関する調整</li> <li>研究体所属研究者の担当研究項目の決定</li> <li>その他研究体所属研究者の総合的な統括</li> </ul>
予算、研究場所、研究設備および装置等	<ul style="list-style-type: none"> <li>実施時における予算の配分の調整</li> <li>研究体の活動に割り当てられた研究場所の配分、模様</li> </ul>

	替え等の調整 ・研究設備および装置等の使用範囲等の調整
研究計画および報告	・年度毎の概算要求案（年間研究計画書案、実施計画書案の策定） ・研究計画の変更（実施計画書変更申請案の策定） ・軽微な研究計画の変更（実施計画書変更届出書の策定） ・研究経過の報告（成果報告書案、その他必要に応じた研究報告書案の策定） ・研究終了報告（研究終了報告書案の策定）
研究評価	・研究内容の研究体内での評価 ・研究者の研究体内での評価
研究成果	・別途定める研究体知的財産権取扱規程の施行およびその遵守に関する指導管理 ・論文発表等による公開を、知的所有権による保護に優先させるか否かの判断
第三者との共同研究、研究者等の招聘	・第三者との共同研究の実施と管理（①共同研究および共同研究契約に対する要望事項の取り纏め、②共同研究契約書案の策定、③各種報告書案の策定） ・外部研究者（産総研、大学、企業等）の調整および選任
その他	・研究体の研究活動推進のための総合調整 ・経済産業省、NEDO、大学、企業に置かれた各種関係会議への対応、総括 ・ワークショップ、シンポジウム等、事業計画の策定および実施

・技術推進委員会

技術推進委員会は平成20年度に開催され、その開催内容を下記に示した。

第一回技術推進委員会

・評価の実施時期

平成21年3月3日

・評価手法

外部有識者による評価

・評価事務局

NEDO ナノテクノロジー・材料技術開発部

・評価項目・基準

評価項目を以下に示す。

- (1) 研究成果の達成度
- (2) 連携による研究開発の実施状況
- (3) 実用化、事業化の見通し
- (4) テーマ継続の妥当性

表2. 3-2 技術推進委員会外部有識者委員

	氏名（敬称略）	所属
委員長	藤枝 一郎	立命館大学理工学部 電子光情報工学科
委員	香山 高寛	CSK ベンチャーキャピタル株式会社 投資開発部
委員	樋口 俊郎	東京大学大学院工学系研究科 精密機械工学専攻
委員	藤平 正道	東京工業大学大学院生命理工学研究科

（敬称略・順不同）

・研究会

共通基盤技術開発を担当する（独）産業技術総合研究所と（財）化学技術戦略推進機構が研究開発進捗状況の報告会として開催。進捗状況、問題点把握、対応策検討のためNEDOも出席した。表2. 3-3に研究会の開催実績を示す。

表2. 3-3 研究会開催実績

年度	開催日		開催場所
H18年度 (2006年度)	第1回	8/02	産総研つくば
	第2回	8/22	産総研つくば
	第3回	9/04	産総研つくば
	第4回	9/15	産総研つくば
	第5回	10/06	産総研つくば
	第6回	11/08	産総研つくば
	第7回	12/11	産総研つくば
	第8回	01/15	産総研つくば
	第9回	02/14	産総研つくば
H19年度 (2007年度)	第1回	04/06	産総研つくば
	第2回	05/14	産総研つくば
	第3回	06/07	産総研つくば
	第4回	07/05	産総研つくば
	第5回	08/24	信越化学(群馬)
	第6回	09/18	産総研つくば
	第7回	11/21	産総研つくば
	第8回	12/26	産総研つくば
	第9回	01/22	産総研つくば
	第10回	03/17	産総研つくば
H20年度 (2008年度)	第1回	04/17	産総研つくば
	第2回	05/27	産総研つくば
	第3回	07/02	産総研つくば
	第4回	08/22	ラフォーレ那須
	第5回	09/26	産総研つくば
	第6回	10/20	産総研つくば
	第7回	12/11	産総研つくば
	第8回	01/26	産総研つくば
H21年度 (2009年度)	第1回	04/13	産総研つくば
	第2回	05/15	JCII神保町
	第3回	06/17	産総研つくば
	第4回	07/15	産総研つくば
	第5回	08/28	産総研つくば
	第6回	12/14	産総研つくば
	第7回	02/12	産総研つくば

・総合調査委員会

プロジェクトでの包括的な研究内容に関する討議とその進捗状況の把握、問題点の検討を目的に、（独）産業技術総合研究所と（財）化学技術戦略推進機構が主催す

る総合調査研究委員会の開催実績を表2. 3-4に示す。

表2. 3-4 総合調査委員会開催実績

年度	開催日		開催場所
H18年度 (2006年度)	第1回	08/01	産総研つくば
	第2回	03/05	産総研つくば
H19年度 (2007年度)	第3回	10/23	産総研つくば
	第4回	02/20	産総研つくば
H20年度 (2008年度)	第5回	11/10	産総研つくば
	第6回	03/03	神保町東京堂書店
H21年度 (2009年度)	第7回	10/20	産総研つくば
	第8回	03/12	ラフォーレ修善寺

・運営委員会

次世代モバイル用表示材料技術研究組合の組合運営状況、プロジェクト運営状況等を討議するための委員会に、NEDO、経済産業省化学課とともに出席し、状況、問題点等の把握に努めプロジェクト運営に反映させた。開催実績を表2. 3-5に示す。

表2. 3-5 運営委員会開催実績

	開催日
運営・技術合同委員会	2006.7.3
運営委員会第2分科会	2006.7.14
運営委員会第2分科会	2006.8.11
運営委員会第2分科会	2006.9.5
運営委員会第2分科会	2006.11.9
運営委員会第2分科会	2006.12.22
運営委員会第2分科会	2007.2.9
運営委員会第2分科会	2007.3.9
運営委員会	2007.4.23
運営委員会	2007.6.8
臨時運営委員会	2007.6.21
運営委員会	2007.8.6
運営委員会	2007.10.12
運営委員会	2008.2.8
運営委員会	2008.4.18
臨時運営委員会	2008.7.7
運営委員会	2008.8.8
臨時運営委員会	2008.11.14
臨時運営委員会	2008.12.12
運営委員会	2009.1.23
臨時運営委員会	2009.2.17
運営委員会	2009.3.6
運営委員会	2009.4.23
運営委員会	2009.6.11
臨時運営委員会	2009.7.2
運営委員会	2009.8.7
臨時運営委員会	2009.9.3
臨時運営委員会	2009.9.17
運営委員会	2009.10.14
運営委員会	2009.10.27
運営委員会	2009.12.11
運営委員会	2010.1.15
運営委員会	2010.3.4
運営・技術合同委員会	2010.3.26



・トップ懇談会

次世代モバイル用表示材料技術研究組合の組合及びプロジェクトの運営、研究開発成果に関する総合的報告会。平成18年度に1回、平成19年度に2回、平成20年度に3回、平成21年度に1回、合計8回開催された。開催実績を表2. 3-6に示す。

表2. 3-5 トップ懇談会開催実績

年度	開催日
平成18年度	平成19年1月25日
平成19年度	平成19年11月5日
平成20年度	平成20年5月28日
	平成20年9月23日
	平成20年12月16日
平成21年度	平成21年11月4日

・助成委託情報交換会

共通基盤技術開発を担当する（独）産業技術総合研究所と（財）化学技術戦略推進機構及び実用化技術開発を担当する次世代モバイル用表示材料技術研究組合の間で相互の進捗状況や最新技術動向などについて定期的に情報交換を実施した。表2. 3-7に開催実績を示す。

表2. 3-7 助成委託情報交換会の開催実績

年度	開催日		開催場所
H18年度 (2006年度)	第1回	07/19	産総研
H19年度 (2007年度)	第2回	04/02	次世代モバイル用表示材料研究組合
	第3回	11/07	化学技術戦略推進機構
H20年度 (2008年度)	第4回	04/01	次世代モバイル用表示材料研究組合
	第5回	12/10	化学技術戦略推進機構
H21年度 (2009年度)	第6回	04/15	化学技術戦略推進機構
	第7回	11/24	産総研
H22年度 (2010年度)	第8回	04/05	次世代モバイル用表示材料研究組合

## 2. 4 研究開発成果の実用化に向けたマネジメントの妥当性

・実用化、事業化に向けた戦略方針

実用化、事業化に向けた戦略方針を下記の示す。

- (1) 将来を見据えた待ち受け技術開発
- (2) 簡単にマネできない材料・部材・装置の摺り合わせ技術開発
- (3) 実用化・事業化時サプライチェーンを考慮した垂直・水平連携
- (4) 既存ディスプレイや有機EL照明等に適用可能な技術については、プロジェクト終了後に随時実用化展開を開始
- (5) ・プロジェクトでの開発成果は、各社の研究開発にフィードバックさせ、既存技術をブラッシュアップ

- ・知財マネジメント

多岐にわたる技術の中でキーとなる要素技術の優先出願することにした。

プロジェクト期間中の出願件数は共通基盤技術に関して45件、実用化技術に関して51件、合計96件出願した。

### 3. 情勢変化への対応

- ・加速予算

プロジェクトの運営管理として、進捗状況や技術推進委員会の結果をふまえ、目覚ましい技術的成果を上げ、年度内に更なる追加配分を行い、加速的に研究を進捗させることにより、当該技術分野における国際競争上の優位性が確立できることが期待されるテーマに関して、研究加速財源の配分を行った。具体的には、有機TFTアレイ化技術とその製造法であるマイクロコンタクトプリント技術開発の(1)インク材料の精密調整と最適化、(2)印刷法の高精度化、(3)パターンニングの高精細化、(4)有機TFTの信頼性向上に関する研究開発を加速して実施するために、下記(表3-1)の加速予算を投入して研究開発の促進を行った。

表3-1 研究加速財源の配分実績

<b>&lt;H18年度加速案件(69百万円)&gt;</b>		
研究開発項目	項目	金額
①②	・デ IPPペンリソグラフィー装置	28百万円
①②	・特殊印刷装置	15百万円
①②	・プラズマアッシャー	10百万円
①	・真空グローブボックス	5百万円
①	・分子間相互作用定量測定装置	11百万円
<b>&lt;H19年度加速案件(50百万円)&gt;</b>		
研究開発項目	項目	金額
①②	・印刷装置	25百万円
①②	・基板洗浄装置	12百万円
①	・酸素透過率測定装置	13百万円
<b>&lt;H20年度加速案件(15百万円)&gt;</b>		
研究開発項目	項目	金額
①	・高速度カメラ及び解析ソフト	6百万円
①	・UV照射装置	5百万円
①	・ディスペンサー	2百万円
①	・真空オープン	2百万円

### 4. 中間評価結果への対応

本プロジェクトの実施期間は平成18年度～21年度の4年間であるので実施しない。

### 5. 評価に関する事項

NEDO技術開発機構は、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義ならびに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の事後評価を平成22年度に実施する。なお、評価の時期については、当

該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

### Ⅲ. 研究開発成果について

#### 1. 事業全体の成果

##### 研究開発項目① 有機TFTアレイ化技術開発

目 標	研究開発成果	達成度
<p>■全体目標</p> <p>面積：A4 サイズ 解像度：200ppi 白黒 準動画 曲率（屈曲）半径：20mm</p> <p>■研究開発項目①目標</p> <p>μ CP法で大面積・一括成膜することにより上記目標値達成を目指し、下記の要素技術を開発</p>	<p>■全体成果</p> <p>面積：A4 サイズ 解像度：200ppi 白黒 準動画 曲率（屈曲）半径：17mm</p> <p>■研究開発項目①目標</p>	○
<p>(1)有機半導体部材の開発</p> <p>・ポリチオフェンやその誘導体を基本的材料として、高移動度材料を開発</p>	<p>・コンタクトキャスト法を開発し、P3HTでは世界最高レベルの移動度 0.47cm<sup>2</sup>/Vs を達成。</p>	○
<p>(2)絶縁部材の開発、(6)層間絶縁部材の開発</p> <p>・200℃以下での成膜性と表面平滑性に優れた絶縁性高分子材料を開発</p>	<p>・PI系、PVPh架橋系の材料において、成膜温度180℃以下を達成。比抵抗10<sup>15</sup>Ωcm台を達成。表面平滑性良好。</p>	○
<p>(3)ソース、ドレイン電極部材の開発、(4)配線部材の開発、(5)画素電極部材の開発</p> <p>・200℃以下で電極形成を可能とする材料を開発</p>	<p>・ナノ銀インクにおいて、焼成温度150℃を達成。比抵抗10<sup>-5</sup>台を達成。</p>	○
<p>(7)保護膜部材の開発</p> <p>・酸素および水の遮蔽性に優れた材料を開発</p>	<p>・2層構造とし、10ヶ月での素子特性保持を確認。</p>	○

<p>(8)版材の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <math>\mu</math> CP 用の版として微細かつ大面積なマスター基板の製造技術を開発</li> <li>・ 表面構造の転写性、再現性向上のための機械的性質、版材自体の膨潤性を制御し、印刷版を開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ フォトレジストを用いて、世界初の 300 × 400 mm サイズ、最小パターン寸法 2 <math>\mu</math>m のマスター版を作製に成功。</li> <li>・ PDMS 系材料において、世界初の A4 サイズ、200ppi の版の製作に成功し、印刷に適用。</li> </ul>	<p>○</p> <p>○</p>
<p>(9)有機 TFT アレイ化技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <math>\mu</math> CP 法を用いて A4、200 ppi、の有機 TFT アレイ化技術を開発</li> <li>・ ディップペン法等、他の印刷法も検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 積層印刷で 200 ppi の有機 TFT アレイを A4 フィルム全面に印刷することに成功。その駆動も確認。</li> <li>・ ディップペン法でのパターンニング補修が可能であることを確認。</li> </ul>	<p>○</p> <p>○</p>
<p>(10)フロントパネルの検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既存の表示材料を検討し、本開発成果を実証する材料を選定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 応答速度、駆動 IC（電圧）入手性の観点から、コレステリック液晶（PN 液晶）を選定。</li> </ul>	<p>○</p>

達成度：○達成、×未達

研究開発項目② マイクロコンタクトプリント技術の開発

目 標	研究開発成果	達成度
<p>■全体目標</p> <p>面積：A4 サイズ</p> <p>解像度：200ppi</p> <p>白黒</p> <p>準動画</p> <p>曲率（屈曲）半径：20mm</p>	<p>■全体成果</p> <p>面積：A4 サイズ</p> <p>解像度：200ppi</p> <p>白黒</p> <p>準動画</p> <p>曲率（屈曲）半径：20mm</p>	<p>○</p>
<p>■研究開発項目②目標</p> <p><math>\mu</math> CP法で大面積・一括成膜</p>	<p>■研究開発項目②成果</p>	

<p>することにより上記目標値達成を目指し、下記の要素技術を開発</p> <p>(1)パターニング技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <math>\mu</math> CP 検証用の印刷装置を設計・作製</li> <li>・ 表面・界面制御技術開発、印刷技術開発、焼成技術開発を行い、高精細化、大面積化、高信頼性化を実現</li> </ul> <p>(2)コンタクトプリンターの開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高精度印刷が可能な A4 サイズ <math>\mu</math> コンタクトプリンターを設計・作製する</li> </ul> <p>(3)バックプレーンパネル化技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 各部材のパターニング技術を融合させ、印刷プロセスによる高精細 (200ppi) のパネル作製を実現</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 球面座構造、アライメント機構、Z 軸分解能 0.1 <math>\mu</math>m を持つ平行平板方式の 6 インチ小型プリンターを設計・作製し動作実証及び高精度印刷を可能とした。</li> <li>・ インク材料、版材料、印刷装置の相互最適を図り、A4サイズ、200ppiのパターニングが可能であることを確認。</li> <li>・ 球面座構造、アライメント機構分解能 1 <math>\mu</math>m、Z 軸分解能 10 nm、ステージ精度 10 nm を持つ平行平板方式の A4 プリンターを設計・作製し、世界初の A4 サイズ、200ppi の有機 TFT 印刷に成功。</li> <li>・ A4 サイズ、200 ppi、屈曲半径 20 mm、準動画表示の全印刷有機 TFT バックプレーン試作技術を確立。</li> </ul>	<p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p>
--	---	-------------------------------------

達成度：○達成、×未達

研究開発項目③ 高度集積部材の開発

目標	研究開発成果	達成度
<p>(I) フロントプレーン 高度集積部材</p> <p>(i) 偏光/位相差フィルム一体化部材</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・位相差層の面内光軸がフィルム長手方向に任意に設定できるプロセスを用いた広帯域円偏光板ロール部材を開発する。</li> <li>・外観寸法幅 300mm、長さ 10m 以上</li> <li>・位相差層膜厚 10<math>\mu</math>m 以下</li> <li>・円偏光板の楕円率 面内最小値 92%以上 面内分布 5%以内</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1パスで光配向剤塗布～配向処理～重合性液晶塗布～重合処理を連続加工できる新規塗工装置と、光軸をフィルム長手方向に任意設定を用いた精密塗工プロセスを開発し、広帯域円偏光板ロール部材を開発した。</li> <li>・外観寸法幅 300mm、長さ 10m</li> <li>・位相差層膜厚 3<math>\mu</math>m</li> <li>・円偏光板の楕円率 面内最小値 92% 面内分布 1.7%</li> </ul>	<p style="text-align: center;">○</p> <p style="text-align: center;">○</p> <p style="text-align: center;">○</p> <p style="text-align: center;">○</p>

達成度：◎上位目標達成、○達成、×未達

目標	研究開発成果	達成度
<p>(ii) カラーフィルタ フィルム基板部材</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・300mm 幅フィルム基板上に精細度 120ppi 以上のカラーフィルタを形成する。 更に 150ppi 以上 (RGB 各色サブピクセルで 450ppi) を目指した検討を行う。</li> <li>・湿式法で透明導電膜を形成する。</li> <li>・透明導電膜：シート抵抗 100Ω/□以下とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・300mm 幅フィルム基板上に精細度 150ppi のカラーフィルタを形成できた。</li> <li>・湿式透明導電膜をインクジェットでパターンニングする技術を開発し、透明導電膜付きロール状カラーフィルタフィルム基板 10m を作製した。</li> <li>・シート抵抗 85Ω/□ (光線透過率 70%)</li> </ul>	<p style="text-align: center;">◎</p> <p style="text-align: center;">○</p> <p style="text-align: center;">○</p>

達成度：◎上位目標達成、○達成、×未達



目標	研究開発成果	達成度
<p>(iii) フロントプレーン高度集積部材</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 偏光／位相差フィルム一体化部材とカラーフィルタフィルム基板部材とをロール to ロールで一体化するフロントプレーン高度集積部材を開発する。</li> <li>・ 外観寸法：幅 300mm、長さ 10m 以上のロール状</li> <li>・ 部材厚さ：350 <math>\mu</math> m 以下更に 250 <math>\mu</math> m 以下を目指した超薄型化の検討を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 偏光／位相差フィルム一体化部材とカラーフィルタフィルム基板部材とをロール to ロールで一体化したフロントプレーン高度集積部材を開発した。</li> <li>・ 外観寸法：幅 300mm、長さ 10m のロール状</li> <li>・ 部材厚さ：234<math>\mu</math>m</li> </ul>	<p style="text-align: center;">○</p> <p style="text-align: center;">○</p> <p style="text-align: center;">◎</p>

達成度：◎上位目標達成、○達成、×未達

目標	研究開発成果	達成度
<p>(Ⅱ) バックライト 高度集積部材</p> <p>(i) バックライト部材</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・有機EL素子に必要な透明導電膜をプラスチックフィルム基板上に成膜する。 シート抵抗 <math>20\Omega/\square</math> 以下、光線透過率 80%以上、更にシート抵抗 <math>10\Omega/\square</math> 以下、光線透過率 85%以上を目指した研究を行う。</li> </ul> <p>(ii) バックライト高度集積部材</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・導光～出射角制御一体化バックライトと偏光/位相差一体化フィルムをロール to ロールにより一体化したバックライト高度集積部材。で厚さ <math>0.6\text{mm}</math> 以下とする。 更にロール部材を用い、偏光度 99.9%以上で <math>0.4\text{mm}</math> 以下の部材を 10m 連続加工できることを目指した超薄型化の検討を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・有機 EL 素子用透明導電膜をプラスチックフィルム基板上に成膜した。 シート抵抗 <math>8.5\Omega/\square</math>、光線透過率 87.2%</li> <li>・導光～出射角制御一体化バックライトと偏光/位相差一体化フィルムをロール to ロールにより一体化した。長さ 10m 連続加工を行った。厚さは <math>0.398\text{mm}</math> を得た。</li> </ul>	<p>◎</p> <p>◎</p>

達成度：◎上位目標達成、○達成、×未達

目標	研究開発成果	達成度
<p>(iii) バックライト高度集積部材の評価技術</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・バックライト高度集積部材の評価技術を確立する。</li> </ul> <p>(III) バックプレーン高度集積部材</p> <p>ロール状プラスチックフィルム基板上の TFT アレイを開発する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロール幅 300mm</li> <li>・ロール長さ 10m 以上</li> <li>・曲率半径 150mm</li> <li>・想定製品対角 2~4 インチ</li> <li>・想定製品精細度 120ppi 以上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バックライト高度集積部材の評価標準として、バックライト機能、円偏光板機能、形状および信頼性を評価する項目と測定技術を確立した。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロール幅 300mm</li> <li>・ロール長さ 10m 以上</li> <li>・曲率半径 150mm</li> <li>・対角 3.5 インチおよび 4 インチ</li> <li>・精細度 114ppi および 200ppi</li> </ul>	<p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p>

達成度：◎上位目標達成、○達成、×未達

研究開発項目④ ロール部材パネル化要素技術の開発

目 標	研究開発成果	達成度
<p>(I) 配向膜形成技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・光配向方式の配向膜を、ロール部材上のパネル部分にのみ形成し、続いて配向処理を可能とする加工方法・設備を開発する。</li> <li>・感度 500mJ/cm<sup>2</sup> 以上の光配向膜を連続加工可能なこと</li> </ul> <p>(II) シール技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロール状で供給される配向膜を形成したフロントプレーン、またはバックプレーン上の所定の部分に、連続的にシール剤を形成可能とする。</li> <li>・その際の設備の位置精度は 0.1mm 以内とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・位置検出機構付きインクジェット印刷部、乾燥炉、偏光UV照射装置を備えたロール to ロール方式の設備を開発した。インクジェット位置精度±0.5mm 以内。</li> <li>・感度 500mJ/cm<sup>2</sup> 以上の光配向膜を連続加工可能な装置を開発した。</li> <li>・連続形成：シール幅 1～2mm で長尺 10m 連続形成した。</li> <li>・位置精度：±26 μ m 以内。</li> </ul>	<p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p>

達成度：◎上位目標達成、○達成、×未達

目 標	研究開発成果	達成度
<p>(Ⅲ) 液晶層形成技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロール状で供給されるフロントプレーン、またはバックプレーンの部材上のシールの内側となる所定の部分に液晶を配置する機構を開発する。</li> <li>・貼合後のセルの体積容量の100+10-0%の精度で液晶を配置することで気泡なくセルができること。</li> </ul> <p>(Ⅳ) 上下貼合技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロール状で供給されるフロントプレーンとバックプレーンとを貼合する技術を開発する。</li> <li>・位置精度の10<math>\mu</math>m以内の位置決めを行い、貼合を行う。</li> <li>・上下基板の接着は光硬化により行うことを目標とし、装置は感度1000mJ/cm<sup>2</sup>以上のシール剤を連続硬化可能なものとする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・液晶を所定部分に所定量配置する機構を開発した。</li> <li>・<math>\pm 1\%</math>の精度の要領で液晶を配置し、気泡なしのセルが作製できた。</li> <li>・連続的にロール状 CF と TFT とを貼合する技術を確立した。</li> <li>・CF と TFT の嵌合精度<math>\pm 5\mu</math>m以内を達成した。</li> <li>・上下貼合装置に UV 照射ユニットを搭載し、貼合後に光硬化で固定することを可能にした。</li> <li>・(Ⅱ) ~ (Ⅳ) のプロセスを連続して行う新規な設備を開発した。</li> </ul>	<p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p> <p>○</p>

達成度：◎上位目標達成、○達成、×未達

目標	研究開発成果	達成度
<p>(V) パネル切断技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・上下貼合後に、割れおよび異物の大量発生が起こらないように切断すること。</li> <li>・リードをボンディングするための部分を露出させるためフロントプレーンのみを切断可能とすること。</li> </ul> <p>(VI) ロール部材洗浄技術の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロール部材を精密洗浄するプロトタイプ設備を開発する。</li> <li>・洗浄後のコーティング性が良好であること(異物付着によるハジキ欠陥等が抑制されること)。</li> </ul> <p>(VII) 配向膜インライン検査装置の開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・配向膜形成技術において配向膜の成膜および配向処理をロール to ロールで実施する際に用いるインライン検査装置の開発を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・レーザーを用いたスキップ加工法で確立した。</li> <li>・レーザーSTOPPER層挿入法とダイサー切断法の2方式で確立した。</li> <li>・常圧プラズマ超音波洗浄方法に決定した。</li> <li>・水接触角 5° 以下となりハジキ欠陥なしとする技術を開発した。</li> <li>・市販装置をベースに、エリプソメトリーを応用した改良を加え、ロール部材の測定を可能にした。</li> </ul>	<p style="text-align: center;">○</p> <p style="text-align: center;">○</p> <p style="text-align: center;">○</p> <p style="text-align: center;">○</p> <p style="text-align: center;">○</p> <p style="text-align: center;">○</p>

達成度：◎上位目標達成、○達成、×未達

目 標	研究開発成果	達成度
<p>(Ⅷ) パネル組立・評価技術の開発</p> <p>・偏光／位相差フィルム一体化部材、カラーフィルタフィルム基板部材、フロントプレーン高度集積部材、バックライト部材、バックライト高度集積部材、バックプレーン高度集積部材、配向膜剤、シール剤および液晶を用いて組み立てられたパネルの評価技術の確立を目標とする。</p>	<p>・ロール to ロール プロセス向け材料、部材に適した評価技術を確立し、標準を作成した</p>	<p>○</p>

達成度：◎上位目標達成、○達成、×未達

## 2. 研究開発項目毎の成果

### 2. 1 共通基盤技術の概要

#### 2. 1. 1 事業の目的

本研究開発は、先駆的ディスプレイとして、ユビキタス社会の到来に備える超フレキシブルディスプレイ開発に必要な材料・部材および製造技術を開発し、新規ディスプレイ・デバイスの市場創出を目指す。具体的には、リジッドなガラス基板を有しないプラスチックフィルムベースの A4 サイズ、解像度 200 ppi の準動画対応のアクティブマトリクスディスプレイで、曲率半径 20 mm 以下まで曲面にできる超フレキシブルディスプレイを目標とし、バックプレーン技術として、有機 TFT アレイ化技術、マイクロコンタクトプリント技術を開発する。

#### 2. 1. 2 研究開発目標

平成21年度末までに、バックプレーンに必要なインク化材料を開発するとともに、TFT 基本構造の特性、評価および回路設計技術を確立する。さらに、実用化に向けた実証のため、有機TFTアレイの開発状況に従い、表示原理と性能を選択して、A4サイズ、解像度200 ppi（画素サイズ：127 μm）、モノクロ、準動画、曲率半径20 mmのフレキシブルディスプレイのプロトタイプを試作し、超フレキシブルディスプレイの携行性を向上させる基盤技術を確立する。

尚、開発方針（図2. 2. 2-1）として、ボトムアップ方式の開発項目として「有機 TFT アレイ化技術の開発」を、トップダウン方式の開発項目として「マイクロコンタクトプリント技術の開発」を設定した。

以下に開発項目毎の目標を記す。

#### 研究開発項目①有機 TFT アレイ化技術の開発

本研究開発では、A4サイズ、解像度200 ppiの有機TFTアレイを、プラスチック基板上にマイクロコンタクトプリント法を主な印刷手法として作製するための部材開発を目指す。

#### 研究開発項目②マイクロコンタクトプリント技術の開発

本研究開発では、A4サイズ、解像度200 ppiの有機TFTアレイを、プラスチック基板上に高精度且つ大面積で印刷が可能なマイクロコンタクトプリント技術開発及びその装置開発を目指す。

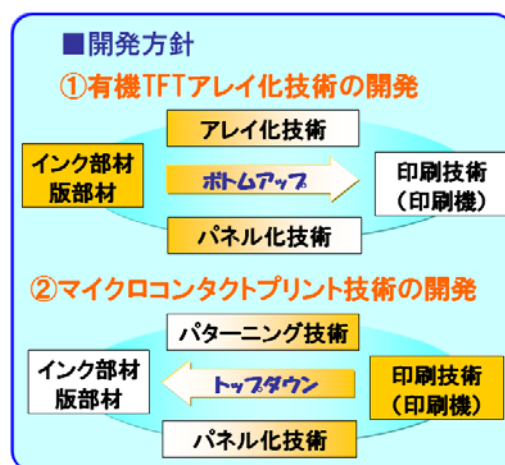


図2. 1. 2-1 開発方針



### 2. 1. 3 研究開発計画

本研究開発の期間は平成 18 年度から平成 21 年度までの 4 年間である。平成 18 年度と平成 19 年度は、部材、素子構造、印刷方式の指針を得るために研究開発を実施する。平成 20 年度は、大面積化のための課題抽出と最適化を進め、平成 21 年度は、目標に向けた更なる最適化と表示パネル試作による有機 TFT 駆動実証を進める。

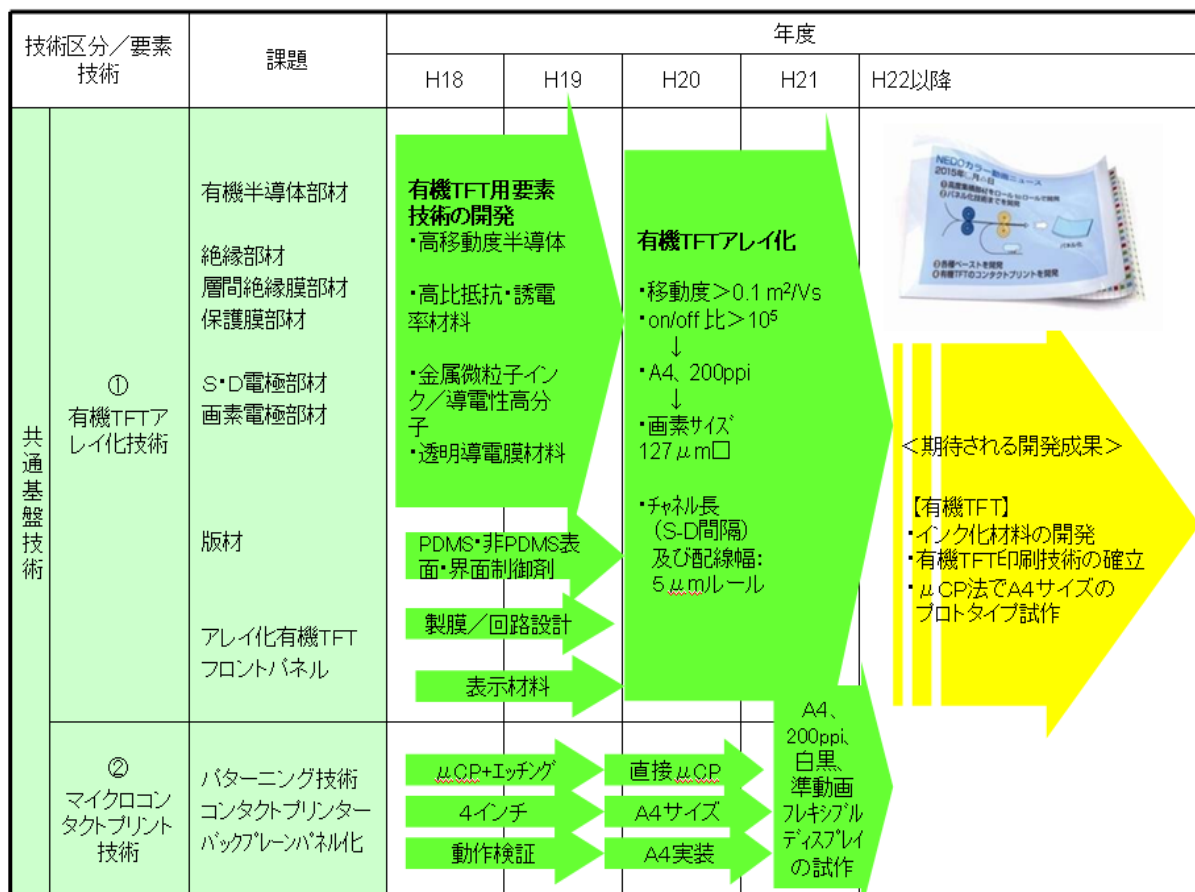


図 2. 1. 3 - 1 研究開発計画

### 2. 1. 4 研究開発体制

独立行政法人産業技術総合研究所つくばに集中研究所をおき、財団法人化学技術戦略推進機構（参加企業 9 社：大日本印刷、凸版印刷、DIC、セイコーエプソン、コニカミノルタテクノロジーセンター、リコー、旭化成、信越化学工業、ADEKA）と独立行政法人産業技術総合研究所が共同研究を行う。図 2. 1. 4 - 1 に研究スキームを、図 2. 1. 4 - 2 に主な役割担当を、図 2. 1. 4 - 3 に役割担当詳細を示す。

独立行政法人産業技術総合研究所・光技術研究部門・副部門長の八瀬清志を研究責任者として、材料、インク、デバイス（回路設計）、印刷メーカーが垂直連携してプロジェクトを実施する。

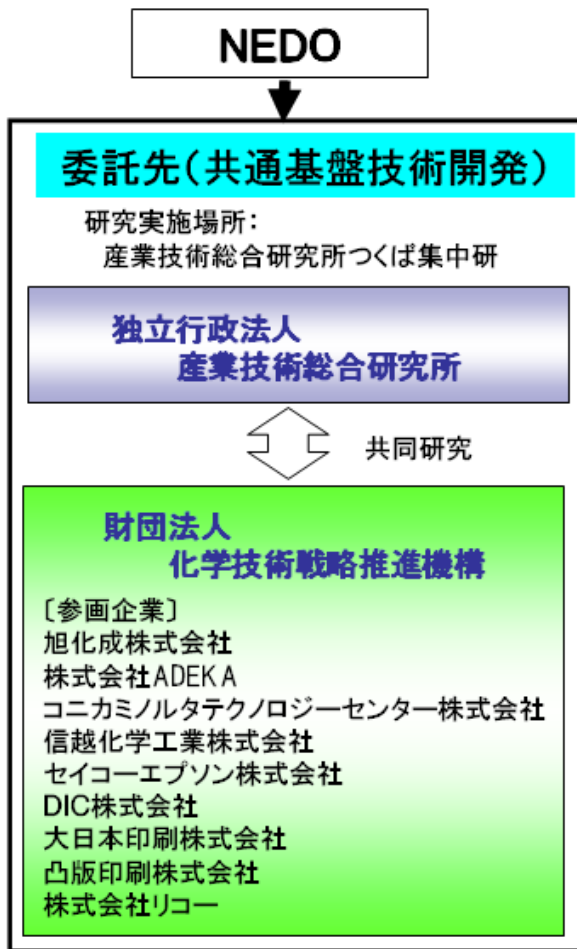


図2. 1. 4-1 研究スキーム

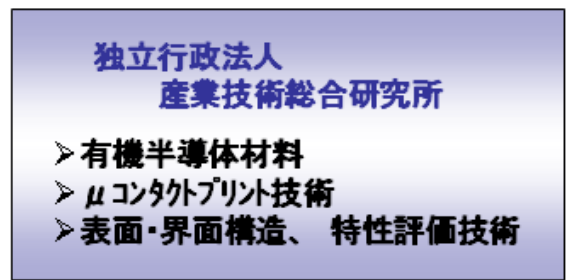


図2. 1. 4-2 主な役割担当

①有機TFTアレイ化技術の開発

	開発項目	担当
1	有機半導体部材の開発	産業技術総合研究所、コニカミノルタテクノロジーセンター、大日本印刷
2 6	絶縁部材の開発 層間絶縁部材の開発	ADEKA、DIC
3 4 5	SD電極部材の開発 配線電極部材の開発 画素電極部材の開発	産業技術総合研究所、セイコーエプソン、DIC、
7	保護膜部材の開発	ADEKA、DIC
8	版材の開発	旭化成、信越化学工業、大日本印刷
9	有機TFTアレイ化技術の開発	産業技術総合研究所、セイコーエプソン、DIC、大日本印刷、凸版印刷、リコー
10	フロントパネルの検討	コニカミノルタテクノロジーセンター

②マイクロコンタクトプリント技術

	開発項目	担当
1	パターンニング技術の開発	産業技術総合研究所 ADEKA セイコーエプソン DIC 大日本印刷 凸版印刷 リコー
2	コンタクトプリンターの開発	産業技術研究所 大日本印刷
3	バックプレーンパネル化技術の開発	コニカミノルタテクノロジーセンター

図2. 1. 4-3 役割担当詳細

## 2. 1. 5 研究開発成果

本研究開発は、A4 サイズ、解像度 200 ppi、準動画対応の超フレキシブルディスプレイの有機 TFT バックプレーン開発を目標とした。

結果、マイクロコンタクトプリント技術により全印刷有機 TFT を製作し、前記目標を達成した。また、PN 液晶をフロントプレーンとした表示パネル試作を行い、その駆動を行うことで、目標達成を実証した。

次項において、開発項目毎に詳細を報告する。

## 2. 2 ①有機TFTアレイ化技術の開発

### 2. 2. 1 概要

本研究開発では、ボトムアップ開発(図2. 2. 1-1)として、A4サイズ、解像度200 ppiの有機TFTアレイを、プラスチック基板上にマイクロコンタクトプリント法を主な印刷手法として作製するための部材開発を実施した。

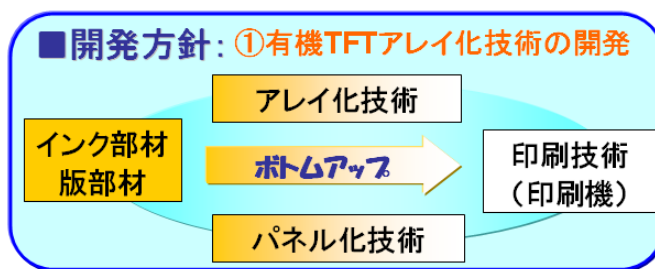


図2. 2. 1-1 開発方針

有機半導体部材の開発において、

P3HT の分子量分画精製とコンタ

クトキャスト法の開発により、P3HT としては世界最高レベルの移動度を達成した。絶縁部材において、エポキシ架橋系 PVPh および PI 系の2種類のインク化材料を開発した。電極部材において、ナノ銀のインク化材料を開発した。保護膜部材において、CYTOP+BM の二層構造を開発し、素子特性が長期で劣化しないことを確認した。

版材の開発において、PDMS 系版材では、粘度、硬化性、硬度をパラメータとした多種の版材を開発すると共に、A4 サイズの版作製に成功した。非 PDMS 系版材については、フォトポリマー系材料を検討し、各種製版方法の可能性を確認した。

以上のように、インク材料、および版材料の開発を行い、有機 TFT のマイクロコンタクト印刷を行なうための部材開発に成功した。

### 2. 2. 2 有機半導体部材の開発

#### 2. 2. 2. 1 有機半導体、界面制御材料の開発

##### a. 分子構造制御

当プロジェクトでは、有機半導体材料として、主に poly(3-alkylthiophene) (P3HT) を用いた(図2. 2. 2. 1-1)。高分子であるので、分子量および分子量分散が試料により異なる。また、P3HT にはアルキル基の付加位置による構造異性体が存在するが、付加位置が常に同じ部分にある繰り返し単位の割合を regioregularity とよび、合成時の条件によりある程度制御可能である。

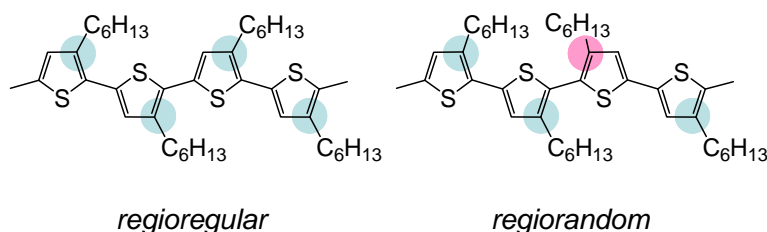


図2. 2. 2. 1-1. P3HT の分子構造

P3HT 薄膜の FET 移動度や薄膜太陽電池の特性は、P3HT の regioregularity、重合度(分子量)などにも依存することが知られている。当プロジェクトでは、さまざまな P3HT 試料を用い、分子構造と薄膜の構造、および TFT 特性の関係を詳細に調べ、デバイス試

作時に用いる P3HT 材料の種類を決定した。

まず、市販の P3HT 試料 (Merck, Aldrich, Lumitec) を種々購入して製膜し、TFT 特性を測定した。このなかで比較的特性の高かった Merck 社製のもの (重量平均分子量=26,000) を以後主に使用する材料と定めた。次に、この市販材料をソックスレー抽出して低分子量の成分を除去した。方法は文献を参考にし、抽出溶媒として、アセトン、ジクロロメタン等を用いた。最終的には、重量平均分子量=33,000 の P3HT 試料を得た。この試料を用いて TFT を作製し電荷移動度を測定したところ、未精製のものよりよい特性を得たため、プロジェクト前半ではこの試料を試作に用いた。

さらに、より分子量の高い P3HT 試料 (重量平均分子量 50,000-100,000) を 4 種類入手し、TFT 特性を検討したところ、重量平均分子量 50,000 の試料が最も高い TFT 特性を示した。H20 年度第 4 四半期ごろからのデバイス試作には、この重量平均分子量 50,000 の P3HT 試料を Soxhlet 抽出して低分子量成分を除いたものを用いた。クロロホルム溶液からのスピコートで、単素子で  $0.18 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  なる電荷移動度を確認し、プロジェクト開始当初の同様の条件で作製したデバイスの平均的な電荷移動度と比較して 10 倍以上の向上をみた。また、後述のように製膜方法の改善により、最高で  $0.47 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  という、P3HT としては世界最高レベルの移動度を達成した。

#### b. 高分子半導体の配列制御

多くの有機半導体材料と同じく、P3HT も、分子構造の異方性のため、膜 (電極) に対して分子を特定の方向に配列させると、電気特性の向上や異方性が期待できる。プロジェクトでは、独自に開発したスライドコート法により、P3HT 配列制御を行い、電気特性が向上することを明らかにした。

2 枚の基板 (片方は電極つき基板でもよい) の間に P3HT の溶液を挟み、一方の基板を他方に対して徐々にスライドさせることによって、基板の端から大気中に露出した溶液が逐次乾固させることができる (図 2. 2. 2. 1-2)。この方法によって、P3HT の薄膜を非常にゆっくりと作製することができ、さらに、スピコート法では通常製膜が困難な低表面エネルギーの基板上にも製膜できた。また、スライドコート法で作製した P3HT 薄膜の偏光紫外/可視吸収スペクトルや電子線回折の結果から、P3HT の主鎖が基板のスライド方向に優先的に配向しており、また、チオフェン環平面が基板に対して垂直に配向したものと平行に配向したものが混在していることが明らかになった。

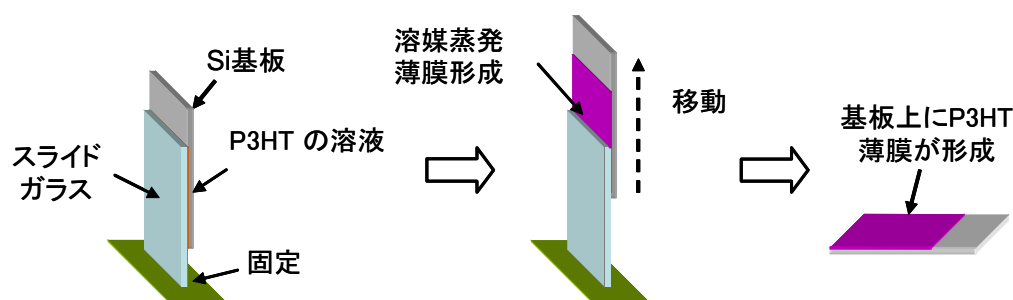


図 2. 2. 2. 1-2 スライドコートの概念図

さらに、撥水性の表面上への効率的な薄膜形成の方法として、基板上に滴下した溶液を PDMS などのゴム状の板で挟んで乾固させる方法を開発し、コンタクトキャスト法と名づけた。一般的に撥水性の表面上では溶液がぬれ広がりにくいため、溶媒の表面張力などを注意深く検討する必要があるが、この方法によれば溶媒の選択範囲が広がる。また、ゆっくり乾燥させることが可能であるため、材料の結晶化を容易にし、電気特性を最大限発揮させることができると考えられる。この方法を用いて製膜した P3HT の TFT は最高で  $0.47 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  という、P3HT としては世界最高レベルの移動度を達成した。

### c. 界面制御

有機 TFT の電荷輸送特性は絶縁体-半導体界面構造に大きく影響される。TFT 特性は自己組織化単分子膜 (SAM) によって絶縁膜表面を疎水化することによって改善されることが知られている。当プロジェクトでは、有機半導体層の電気特性を高く保つために要求されるゲート絶縁膜の性質を検討するため、P3HT を有機半導体として用い、絶縁膜の SAM 修飾による表面エネルギーの変化、P3HT 薄膜の構造、および TFT 特性の相関性について検討した。特に、通常よく使用される SAM 材料であるオクタデシルトリクロロシラン (OTS-18) よりも長いアルキル鎖長を持つ SAM 処理材料であるドコシルトリクロロシラン (DCTS) に着目し、スピコートによる P3HT 薄膜を用いた塗布型有機 TFT 性能への SAM 処理材料アルキル鎖長効果の検討を行った。図 2. 2. 1. 1-3 に用いた SAM 材料の分子構造を示す。

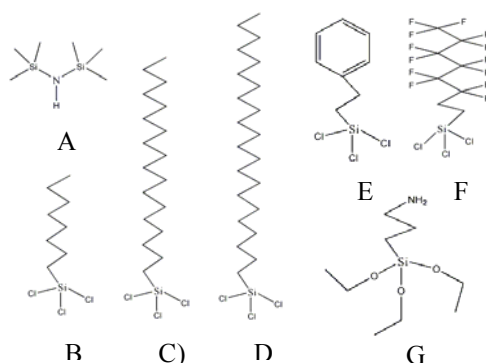


図 2. 2. 2. 1-3 SAM 材料の分子構造

オン時のドレイン電流 (オン電流) 最大値は、DCTS > PFOTS > OTS-18 > HMDS > OTS-8 >  $\beta$ -Phe > APTES となった。ここで、一般的に SAM 処理に用いられる OTS-18 よりも長いアルキル基を持つ DCTS 処理において、オン電流と電界効果移動度の改善が見られた。DCTS 処理デバイスでは、電界効果移動度  $1.5 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、オン/オフ比  $10^5$  以上が得られた。

### 2. 2. 2. 2 有機 TFT の素子構造の選択

本研究開発項目の実施目標は、ディスプレイの TFT バックプレーンに適用可能な、有機 TFT 単素子構造の開発である。有機 TFT の素子構造としては、表 2. 2. 1. 2-1 に記載する 4 種類の構造検討を行う。チャンネル長  $5 \mu\text{m}$ 、配線幅  $5 \mu\text{m}$  の有機 TFT 単素子を作製し、移動度  $0.1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、ON/OFF 比 5 桁を達成することを目標とする。

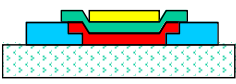
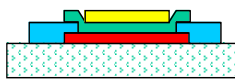

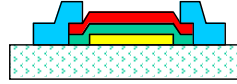
素子構成	トップゲート		ボトムゲート	
	ボトムコンタクト	トップコンタクト	ボトムコンタクト	トップコンタクト
素子構成	 TGBC	 TGTC	 BGBC	 BGTC
利点	ゲート絶縁膜、ゲート電極が保護膜を兼ねる		半導体がプロセスによるダメージを受けないので、最も作りやすく、材料やプロセスの選択肢が広い	平坦な絶縁膜上に半導体を成膜できるので、FET 特性は良くなる可能性が高い
欠点	プロセス中の半導体劣化が課題。ゲート絶縁膜には、高性能な保護膜としての機能が不可欠。		SD電極印刷による絶縁膜表面の汚染	SD電極材料による半導体劣化

表 2. 2. 2. 2-1 TFT 素子構造

有機 TFT 素子の作製については、a.コンベンショナルな作製方法（熱酸化膜付きシリコンウエハーに、フォトリソグラフィー法によって金の電極を作製し、スピコート法で有機半導体薄膜を形成）、b.当プロジェクトで開発した印刷法の両方により試作を行った。

有機 TFT は、上層の材料の接触や、試作プロセスによって特性が劣化する恐れがあるので、できるだけ後の工程で半導体を形成する BGBC 構造が望ましい。

実際に、ボトムコンタクトとトップコンタクトの素子を作製して比較したところ、多くの場合はボトムコンタクトの方が高い特性が得られた。従って、TFT 素子構造は、BGBC を選定した。

作製した TFT の特性は、シリコン熱酸化膜上の素子では  $0.47 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、フレキシブル基板上に全印刷で形成した素子では  $0.03 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  を達成した。ON/OFF 比は、いずれについて 5 桁以上を達成した。

### 2. 2. 2. 3 構造・物性評価技術

光・電子特性および分子配列の評価技術として、光・電子特性および薄膜構造（分子配列を含む）を測定可能な装置の導入、および既存装置への機能追加を行った。

フレキシブル 3 端子法として、マイクロコンタクト法で版として使用するシリコーン樹脂の上にソース・ドレイン電極を作製する方法に関して検討を行った。その結果、金などの金属電極を作製する場合、シリコーン樹脂の表面イトロ処理を行うことにより表面密着性を向上できることが明らかになった。

電気特性の評価として、電荷移動度や on/off 比の見積もり方法が各人それぞれであったものをプロジェクト内で標準化し、さらに評価指標とするパラメータの統一（電荷移動度、on/off 値、閾値電圧、S 値）を行った。

### 2. 2. 3 絶縁部材の開発、層間絶縁部材の開発

本研究では、印刷 TFT 形成プロセスで、溶媒による絶縁膜の再溶解または膨潤等による半導体特性の劣化を抑制できる架橋系の材料を主に検討した。

材料の初期選定は、架橋性ポリマーもしくは架橋性ポリマーから調整したインク化材料を用いた薄膜の絶縁特性を評価することにより行った。ハイブリットシリコン (HS) 樹脂、ポリ

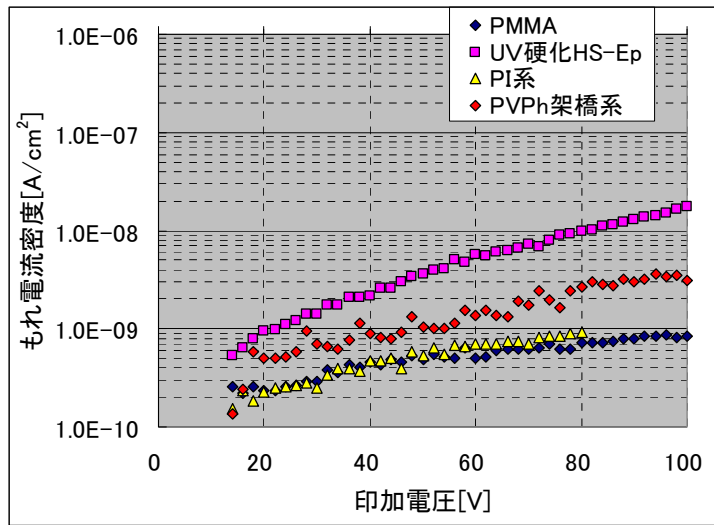


図 2. 2. 3-1  
インク化絶縁材料の薄膜絶縁特性

ビニルフェノール (PVPh) 架橋系樹脂、ポリイミド (PI) 系材料等が優れた薄膜絶縁を示した。特に PI 系材料において比抵抗  $> 1 \times 10^{15} \Omega \text{cm}$  の優れた絶縁性を確認した (図 2. 2. 3-1 および表 2. 2. 3-1)。

表 2. 2. 3-1 インク化絶縁材料の薄膜電気特性

材料 膜厚(0.6~1.0 μm)	PMMA	光硬化性HS-Ep	PI系	PVPh架橋系
比抵抗(Ωcm)	$2.2 \times 10^{15}$	$1.6 \times 10^{14}$	$4.6 \times 10^{15}$	$4.1 \times 10^{14}$
比誘電率	4.5	4.9	3.5	4.0

これらの架橋系材料を用いて作製した膜の表面特性を AFM で評価した結果、架橋 PVPh、PI 系膜共に  $R_a = 0.4 \text{ nm}$  を示し、表面平滑性が良好な膜が形成されていることを確認した。

絶縁膜材料の OTFT への適応性評価は印刷 OTFT バックプレーン作成と同様プロセスにより作成した印刷 TEG (BGBC 型) を用いて行った (図 2. 2. 3-2)。結果を以下に述べる。

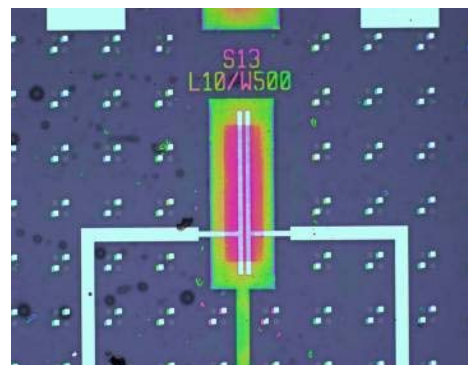


図 2. 2. 3-2  
評価 TEG

#### a. ポリビニルフェノール (PVPh) 架橋系樹脂

PVPh 系樹脂は優れた絶縁性および有機半導体材料との相性の良さから OTFT のゲート絶縁材料として広く検討されている<sup>9, 10)</sup>。しかしながら、従来の PVPh 系絶縁膜はメラミン架橋系であり 200 °C 以上の加熱が必要であった。

本研究では 150 °C 以下の低温で強靱な架橋構造を形成する新規な架橋材料を探索し、そのインク化材料開発を行った。インク化は、樹脂組成、溶剤組成の検討と併せ、塗膜



の表面平滑性、下地段差に影響されない塗膜レベリング性向上を目的として最適な界面活性剤の添加も検討した。本絶縁膜インクを用いた OTFT は電荷移動度約  $3.0 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、 $I_{\text{ON}}/I_{\text{OFF}} > 1 \times 10^8$  という印刷 OTFT としては優れた特性を示すことを確認した (図 2. 2. 3-3 表 2. 2. 3-2)。

#### b. ポリイミド (PI) 系の材料

PI 系材料は絶縁性が比較的高い材料であることから、ゲート絶縁膜の薄膜化により OTFT 性能の向上が期待される材料であり、近年では  $180^\circ\text{C}$  の加熱で製膜が可能な材料も開発され実用化されている。そこでこの  $180^\circ\text{C}$  で硬化する PI 材料をベースに、印刷方法で製膜が可能な PI インク化材料を開発した。本絶縁膜インクを用いた OTFT は電荷移動度が約  $1 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、 $I_{\text{ON}}/I_{\text{OFF}} > 1 \times 10^8$  という印刷 OTFT としては優れた特性を示すことを確認した (図 2. 2. 3-3 表 2. 2. 3-2)。

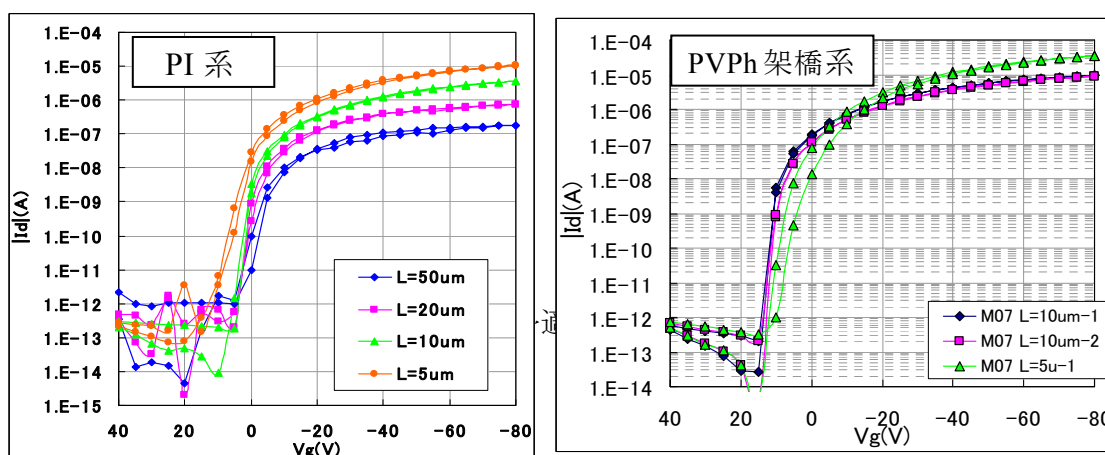


図 2. 2. 3-3

インク化材料 (PI 系、PVPh 架橋系) 適用印刷 OTFT の輸送特性

	ポリイミド系	PVPh架橋系
電荷移動度 ( $\text{cm}^2/\text{Vs}$ )	0.010	0.031
閾値電圧 (V)	2.7	1.4
$I_{\text{ON}}/I_{\text{OFF}}$	$2.2 \times 10^8$	$3.0 \times 10^8$
S値 (V)	1.3	1.3

表 2. 2. 3-2 インク化材料適用印刷 OTFT の特性値一覧

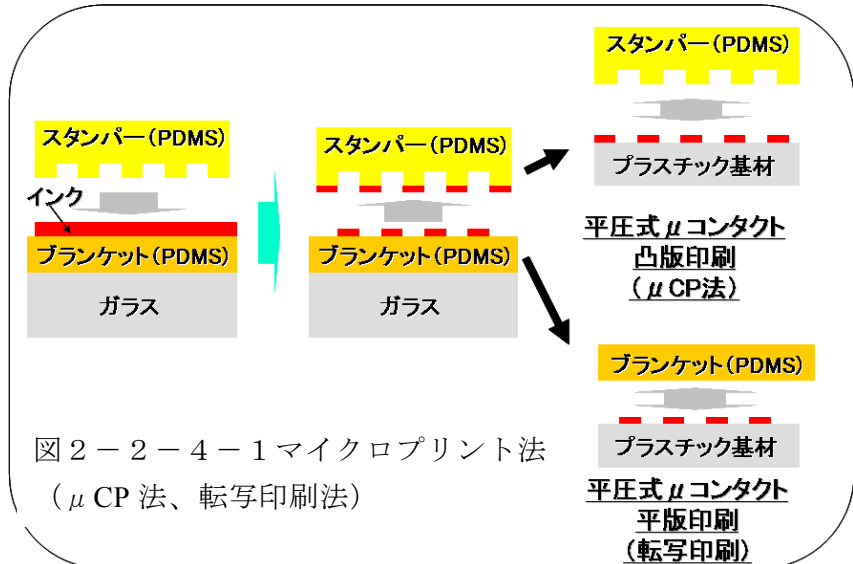
本研究では、印刷 OTFT 作成のためのゲート絶縁膜形成用材料として様々な材料について評価および検討を行い、本プロジェクトの印刷プロセスに適合し、良好な物性と優れた TFT トランジスタ特性を発揮する材料として主にエポキシ架橋系 PVPh および PI 系の 2 種類のインク化材料を開発した。

## 2. 2. 4 ソース、ドレイン電極部材の開発、配線部材の開発

### a. インク要求性能および設計指針

マイクロコンタクトプリント法（図 2. 2. 4-1）により A4 サイズ、200 ppi のフレキシブル有機 TFT をプラスチックフィルム上に形成するための導電インクには、180°C以下の熱処理での高い導電性の発現と、ライン幅 $\leq 5 \mu\text{m}$ の微細パターンを形成できる優れた印刷特性が要求される。特にゲートバス配線には配線幅 5~10  $\mu\text{m}$  で比抵抗  $10^{-5} \Omega\text{cm}$  オーダーの電気特性が要求される。

導電パターンの印刷技術として本研究では、PDMS S 凸版をスタンブとして用いる  $\mu\text{CP}$  法と、平滑な PDMS 版上にインキングし、ネガ版を用いて不要なインク部分を除去した残ったパターンを基板に転写し TFT パターンを形成する転写印刷法を検討した。これら印刷方法に適用する導電



インクには、撥液性の高い PDMS 版上に均一なインキングができ、かつ、PDMS 版上に形成されたパターンが極めて弱い圧力（キスタッチ）で完全に基板側に転写することが要求される。インクの完全転写の実現には、インクと PDMS 版の密着性 $<$ インクの凝集力 $\leq$ インクと基材（被転写側）密着性の関係が成り立つ必要がある。また、転写印刷法では、優れた離形成に加えてインクパターンの切れ性が要求される。インク焼成後の導電塗膜には優れた電気導電性に加え、被印刷材料となる各種 TFT 構成部材に対し十分な密着性が要求される。また、有機半導体層と接触し電荷注入を行うソース、ドレインを形成する導電部材には有機半導体との相性に優れ、良好なトランジスタ特性を発現できることが要求される。

本研究においては、優れた導電特性およびインク特性を発現する銀のナノ粒子を用いたインクの適用を主に検討した。

### b. ナノ銀インク化部材の開発適用検討

ナノ銀インクは版材料となる PDMS を十分濡らすことができるよう、表面エネルギーが調整されており、また、印刷プロセス許容性を高めるため、数種の溶剤が混合されている。インク焼成膜の導電性を図 2. 2. 4-2 に示す。基材となるポリカーボネートフィルム上および、ゲート絶縁膜となるポリビニルフェノール系樹脂塗膜上での優れた導電性の発現を確認した。検討した全ての基材において、空气中、150°C、30 分の焼成条件で、比抵抗が  $10^{-5} \Omega\text{cm}$  オーダーに達することを確認した。

次いで、転写印刷法によりインクのパターン形成性を検証した。光干渉膜厚計による転写パターン形状の観察により、線幅約  $10\ \mu\text{m}$  で膜厚約  $40\ \text{nm}$  薄膜から、約  $1.2\ \mu\text{m}$  の厚膜まで良好な格子パターンの形成を確認した。また、テストパターンを用いた印刷性検証では  $L/D=5\ \mu\text{m}/5\ \mu\text{m}$  のパターン、直径  $5\ \mu\text{m}$  のポジ、ネガパターンが良好に形成できることを確認した (図 1. 1. 2. 1. 3-3)。さらに、AFM で観測した焼成銀表面粗は  $R_a$  が約  $8\ \text{nm}$  であり、平滑性を要求されるゲート電極にも対応できることを確認した。

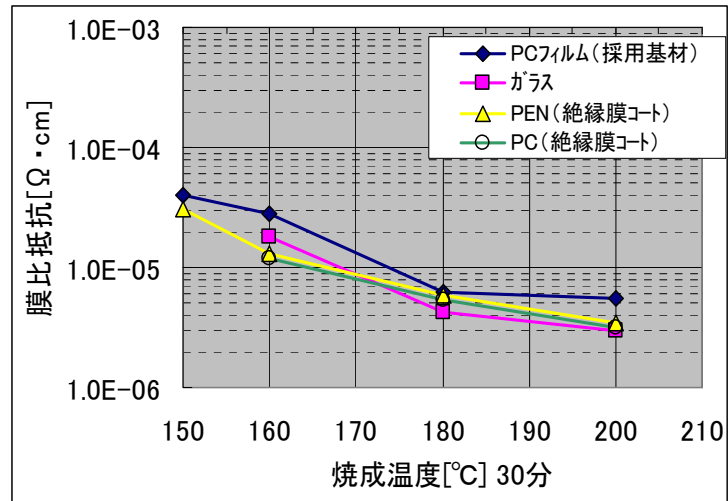


図 2. 2. 4-2 インク焼成膜導電性 (膜厚：約  $150\ \text{nm}$ )

次に、PDMS 凸版を用いてパターン形成を行う  $\mu\text{CP}$  法用インク組成の最適化を実施した結果を述べる。200 ppi の TFT 構成要素であるソース、ドレイン、配線を形成する  $\mu\text{CP}$  法用の PDMS 版には、微細凸版 (線幅 $\sim 10\ \mu\text{m}$ ) が形成されておりこれら微細凸部に必要量のインキ膜厚が確保されなくてはならない。導電インクの膜厚として焼成膜厚ベースで少なくとも  $100\ \text{nm}$  以上確保する必要がある。これら要求を満足するために  $\mu\text{CP}$  用インクはインク粘度および、界面活性剤成分の最適化を行った。

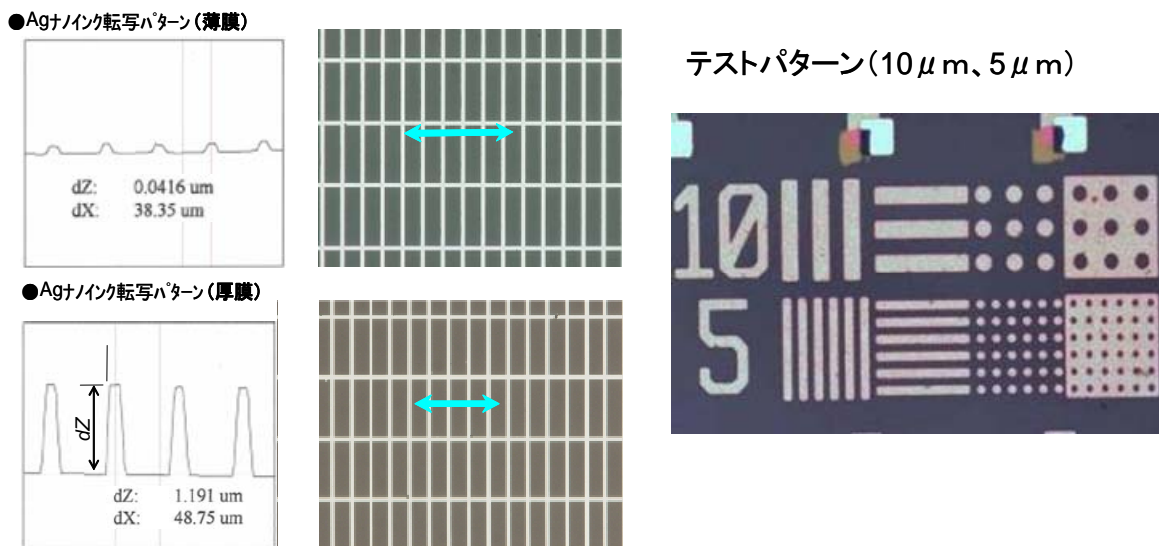


図 2. 2. 4-3  $\mu\text{CP}$  用インクインキング特性

本研究において、高精細 200 ppi-TFT バックプレーン用の導電インク部材として主にナノ銀のインクの開発・適応を検討し、その優れた導電特性および印刷特性を検証した。尚、本プロジェクトでは TFT バックプレーン性能検証用のパネル構造として PN-LCD を表示原理として用いた反射型のパネルを採用した。このため、TFT を形成する導電部

材（ゲート電極／配線、ソース／ドレイン／配線、画素、反射電極）形成には全て本ナノ銀インクを適用した。

## 2. 2. 5 画素電極部材の開発

透明性または鏡面性に優れた電極材料を選定し、大面積で一括製膜するための材料とパターニング技術を開発する。本研究開発では、ゾル・ゲル化または超微粒子化した分散材料を選択し、これらを用いて、マイクロコンタクトプリント（ $\mu$ CP）法、スクリーン印刷などの印刷法によりA4サイズを一括成膜する技術を開発する。具体的には、微粒子分散ITO、IZOや酸化亜鉛（ZnO）等の無機透明導電膜材料やPEDOT/PSS、PANIに代表される導電性高分子を検討する。平成21年度末目標として、透過率 $\geq 85\%$ 、比抵抗 $\leq 1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 、焼成温度 $< 200^\circ \text{C}$ を設定し、開発を行う。上記目標を達成するために、TFEを構成する他の材料に不溶で、かつ、 $\mu$ CP法に適したインク化技術の開発とともに、高透過率、高平坦性を実現するための印刷技術開発、低抵抗化のための焼成技術開発を行う。

実施内容と結果を以下に記載する。

透明画素電極としての酸化物材料（ITO）、導電性高分子（PEDOT/PSS、PANI）の基本特性を評価するとともに、パターニングの適正を評価した。特に、PEDOT/PSSが画素電極部材の最終目標である透過率 $\geq 85\%$ 、比抵抗 $\leq 1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 、焼成温度 $< 200^\circ \text{C}$ を満たすことを確認した。（表2. 2. 5-1、図2. 2. 5-1）

表2. 2. 5-1 基本特性評価結果（青字：目標達成、赤字：目標未達成）

	膜厚(nm)	透過率(%)	比抵抗( $\Omega \cdot \text{cm}$ )	焼成温度( $^\circ \text{C}$ )	総合評価
<b>最終目標</b>	<b>100~200</b>	<b><math>\geq 85\%</math></b>	<b><math>\leq 10^{-2}</math></b>	<b><math>&lt; 200</math></b>	
<b>PEDOT</b>	<b>174</b>	<b>95</b>	<b><math>8 \times 10^{-3}</math></b>	<b>150</b>	<b>○</b>
<b>ポリアニリン</b>	<b>200</b>	<b>79</b>	<b><math>2 \times 10^{-2}</math></b>	<b>100</b>	<b>△</b>
<b>ITO</b>	<b>184</b>	<b>80</b>	<b>2.5</b>	<b>230</b>	<b>△</b>

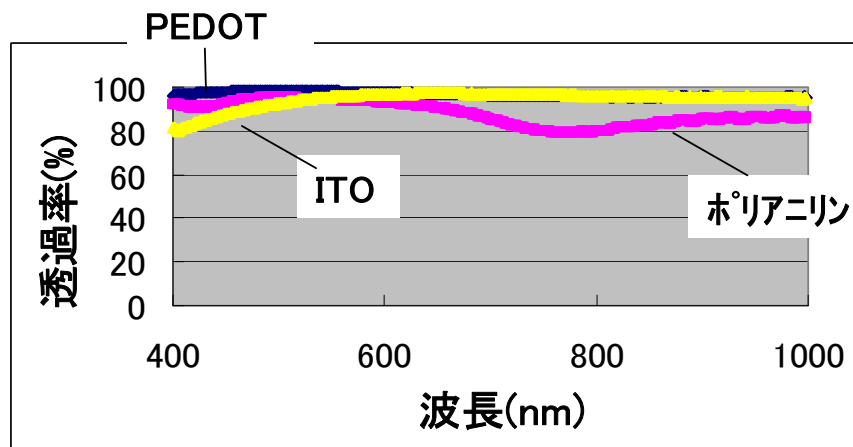


図2. 2. 5-1 透過率の波長依存性

また、以下に示すように、マイクロコンタクトプリント ( $\mu$ CP) 法による各電極材料のパターニングを確認した。本プロジェクトにおいては、透明性は要求されなくなったため、配線部材として検討している Ag を適用することにより、プロジェクト全体の最終目標である A4 スタンパーを用いて 200 ppi の TFT アレイを試作することにも成功した。

#### ・PEDOT/PSS のパターニング

図 2. 2. 5-2 に作製した PEDOT/PSS のパターンの光学顕微鏡像を示す。5  $\mu$ m 幅のパターンが形成できることを確認した。PDMS 版の表面処理を行うことにより、PDMS に対する親和性の低い水性インクでもパターニングが可能である。水性インクが利用できれば、環境負荷の少ないプロセスにすることができるため、メリットは大きい。

#### ・Ag のパターニング

図 2. 2. 5-3 に作製した Ag のパターンの光学顕微鏡像を示す。PDMS に対するインクの濡れ性、基板への転写性は良好であった。インク溶媒のエタノールは PDMS に対してわずかではあるが吸収するため、 $\mu$ CP 法への適性が良好な溶媒と言える。

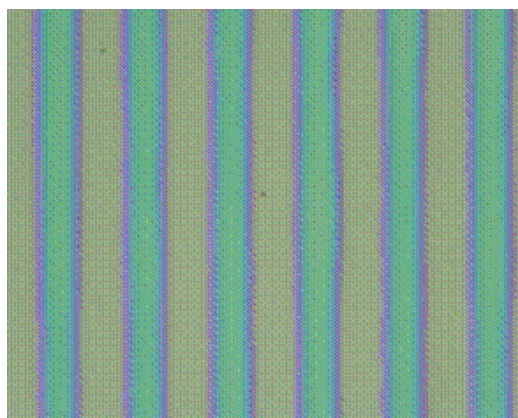


図 2. 2. 5-2

PEDOT/PSS の 5  $\mu$ m 幅の LINE パターン

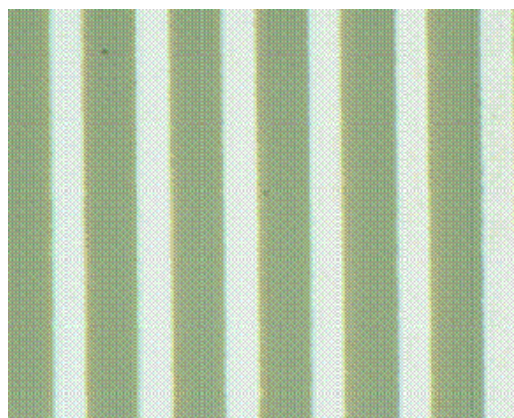


図 2. 2. 5-3

Ag の 5  $\mu$ m 幅の LINE パターン

以上のように、いずれの材料においてもパターニングが可能であることを確認できた。

### 2. 2. 6 保護膜部材の開発

印刷法で作製された有機 TFT アレイの安定性と長寿命化を達成するため、酸素および水蒸気の遮蔽性に優れた保護膜としての材料の開発を行う。具体的には、塗布可能な高分子材料へのガスバリア性の付与とインクの開発を行う。印刷プロセスにおいて、インク化された材料が、配線部材、電極部材等へダメージを与えないことが要求される。実施内容と結果を以下に記載する。

保護膜材料を開発するにあたり、材料による素子特性への影響について調査した結果、CYTOP (旭硝子社製) が、比較的劣化が少ない材料であった (図 2. 2. 6-1)。

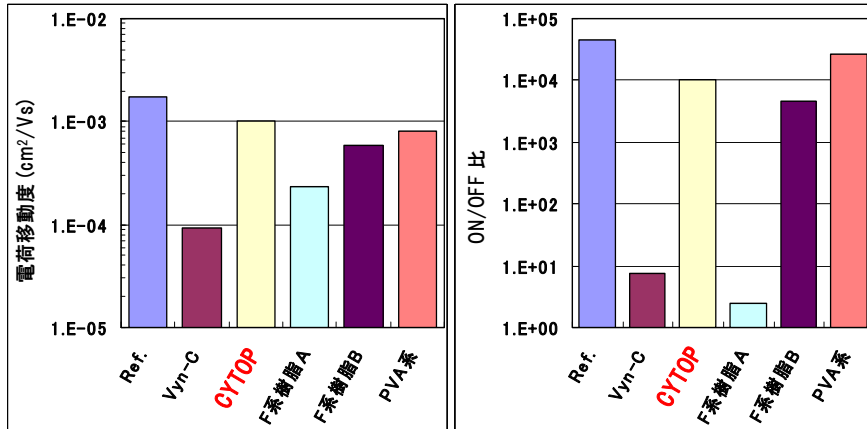


図 2. 2. 6-1 各ポリマー保護膜を付けた素子の特性値 (Ref.は保護膜を付ける前の特性)

また、パターニングによりソース・ドレイン電極近傍にのみ半導体を印刷した素子に、保護膜として CYTOP 膜を付与した素子は、保護膜付与前と比較して閾値電圧と ON/OFF 比が向上した (図 2. 2. 6-2)。

この素子を大気中にさらすと、素子が劣化することが確認された。(図 2. 2. 6-3)

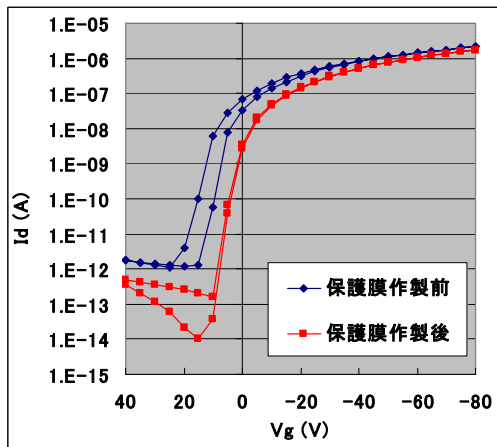


図 2. 2. 6-2 CYTOP 製膜による素子特性の変化

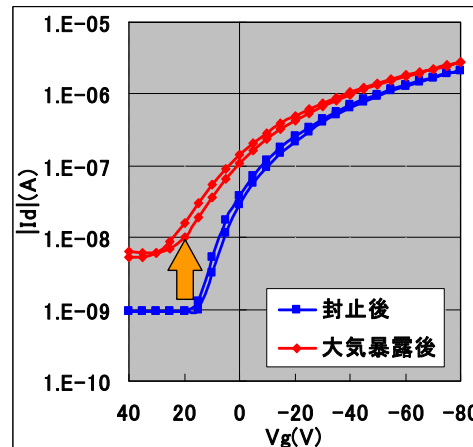


図 2. 2. 6-3 CYTOP 膜付き素子の大気暴露 (屋内) 変化

この劣化は、光を照射することにより誘起されるため、遮光性を付与する BM (Black Membrane) を CYTOP 上に作製した結果、劣化を抑えることができた。これにより、保護膜を構成する部材には素子特性を保持する CYTOP と、露光による劣化を抑制する BM の二層構造が、最も良好な状態の保護膜となることが示され、今後のパネル化評価には、この二層構造の保護膜を用いることとなった。

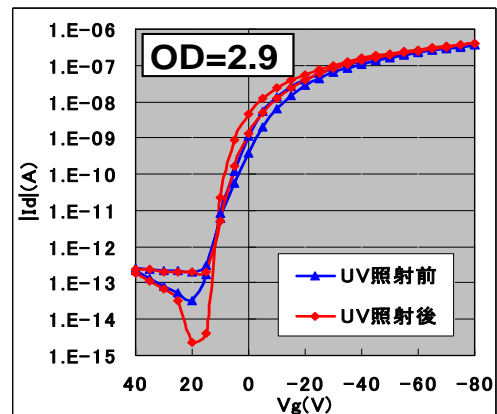


図 2. 2. 6-4 CYTOP 膜+BM 膜をつけた素子の UV 照射の影響

また、酸素が存在するデシケータ中の保管で、特性の劣化が全く見られなかったことから、酸素存在下での劣化は光照射時に起こることが示され、保護膜の機能としては、酸素遮蔽性よりも遮光性が重要であることが示された。

次に、これら保護膜のガスバリア性を評価したところ、1  $\mu\text{m}$ 厚では十分なガスバリア性を得ることができなかった。そこで、パネル作製の際のシール剤によるガスバリア効果を検証した。結果、水蒸気透過率で、目標値である 5  $\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$  から求めた値よりも、2桁も低い透過量が示され、本パネル化に用いるシール剤により、水蒸気バリア性が得られることが判明した。

また、実際にパネルを作製したものを用い、パネル中の TFT アレイの特性が、大気中（遮光）保管 10 ヶ月間で、どの程度変化するかを調べたところ、ほとんど変化が見られず、パネル化中の素子特性が保持されることが示され、シール剤による水蒸気バリア性の効果が寄与されたことが示唆された（図 2. 2. 6-5）。

屈曲性についての評価では、試作で作成したパネルを用いて評価を行った結果、屈曲半径 17 mm の状態においても、パネルの表示特性が得られ、材料にもその特性が十分にあることが示された。

以上の結果をまとめると、保護膜部材として、CYTOP+BM の二層構造の保護膜は印刷法による製膜が可能で、素子特性が長期で劣化しないことを示した。パネル化でのシール剤により水蒸気遮蔽効果が得られ、パネル化中の素子特性が、10 ヶ月経過しても変化しなかったことが確認された。

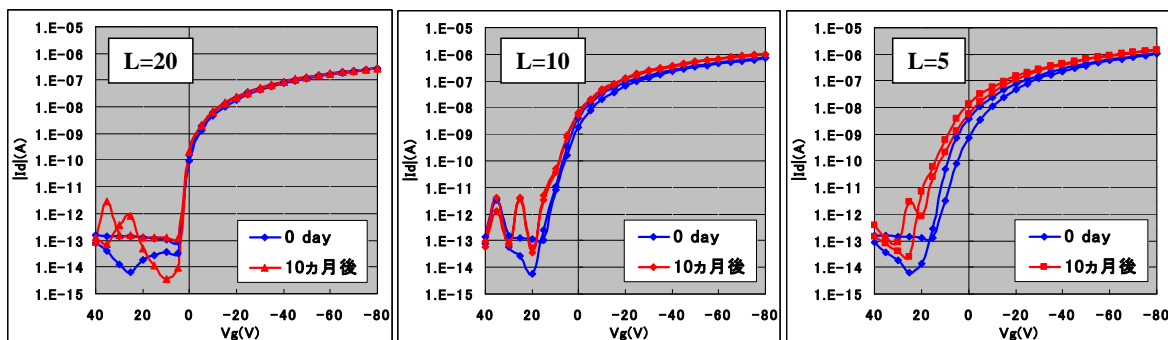


図 2. 2. 6-5 パネル化中の TFT 素子の経時変化（チャンネル長の単位は  $\mu\text{m}$ ）

## 2. 2. 7 版材の開発

### 2. 2. 7. 1 PDMS系版材

マイクロコンタクトプリント法 ( $\mu$ CP 法) は A.Kumar, G.M.Whitesides<sup>11)</sup> によって報告されたソフトリソグラフィーと呼ばれるナノ構造作製法の一つである。これはマスターから型をとったシリコンゴム (PDMS) によって版を作り、これにインクを塗布し、パターンを転写する方法であり、有機 TFT 作製などへの応用が期待されている。

本研究開発ではこの  $\mu$ CP 法に適した PDMS 系版材の開発を目的に種々検討を行った。

本研究開発では以下の a.~e. を実施目標とした。

#### a. $\mu$ CP 法に適した PDMS 系版材の開発

付加硬化型材料 (信越化学製 KE-106/CAT-RG) を基本材料とし、 $\mu$ CP 法に適した機械的特性 (粘度、硬化性、硬度など) を確認、これに基づいた改良 (シロキサンポリマー鎖長、架橋材、反応制御剤などの検討) を行い、転写性、再現性 (寸法精度) を向上させた PDMS 系版材を開発する。(目標物性; 粘度: 10~100,000 mPa·s、硬度 (TypeA): 0~70)

#### b. 膨潤性の改良 (制御法の確立)

版材自体の膨潤性や、使用されるインク材の転写性の制御などを目的に、PDMS 系版材の分子構造まで遡った検討し制御法を確立する。(目標物性; 膨潤率: <10 %)

#### c. 低分子シロキサンの影響確認・対策

出発原料の高純度化処理により、低分子シロキサンカットを施した PDMS 系版材を開発する。(目標物性; 低分子シロキサン量 ( $\Sigma$ D20): <500 ppm)

#### d. 表面処理方法の検討

各種インク材に対応させるため、酸素プラズマ、UV/オゾン処理、シランカップリング剤による表面処理などによる親水化処理法について検討、その手法を確立する。

#### e. 大面積印刷化への対応

A4 サイズ基板への  $\mu$ CP 法に適した PDMS 系版材技術、製版技術を確立する。

本研究開発で得られた成果を以下に詳細に示す。

a.  $\mu$ CP 法に適した PDMS 系版材として、機械的特性 (粘度・硬化性・硬度など) の確認および溶剤膨潤率測定を実施し、粘度としては低粘度品 ( $\approx$ 900 mPa·s) ~高粘度品 ( $\approx$ 50,000 mPa·s)、硬化性としては速硬化性品 (可使時間: 40 min) ~ロングポットライフ品 (>24 Hrs)、硬度としては低硬度品 (タイプ A 硬度計: 9) ~高硬度品 (75) の合計 18 種の版材を開発した。版材一覧表を表 2. 2. 7. 1-1 に示す。



表 2.2.7.1-1 開発した PDMS 系版材一覧表

主剤品名	硬化剤品名	配合比	可使時間	硬度(タイプA)	特長
KE-106	CAT-RG	10/1	>24[Hrs]	58	ブランク
TEST-1	CAT-TEST-1	10/1	40[min]	60	速硬化タイプ
TEST-2	CAT-TEST-2	10/1	110[min]	60	速硬化タイプ
TEST-3	CAT-TETS-3	10/1	200[min]	60	速硬化タイプ
TEST-4	CAT-TEST-4	10/1	>24[Hrs]	75	高硬度タイプ
TEST-5A	TEST-5B	1/1	>24[Hrs]	59	低分子シロキサンカットタイプ
TEST-6	CAT-TEST-6	10/1	>24[Hrs]	58	帯電防止タイプ
TEST-7A	TEST-7B	1/1	>24[Hrs]	59	低分子シロキサンカット・帯電防止タイプ
TEST-8	CAT-TEST-8	10/1	110[min]	58	速硬化・帯電防止タイプ
TEST-9	CAT-TEST-9	10/1	>24[Hrs]	39	低硬度タイプ
TEST-10	CAT-TEST-10	10/1	110[min]	40	低硬度・速硬化・帯電防止タイプ
T-011	CAT-T-011	10/0.5	180[min]	27	低粘度タイプ(<1000[mPa・s])
T-012	CAT-T-012	10/1	>24[Hrs]	30	低硬度タイプ
T-013	CAT-T-013	10/1	7[Hrs]	20	低硬度タイプ
T-014	CAT-T-014	10/1	8~24[Hrs]	9	低硬度タイプ
T-015	CAT-T-015	10/1.5	>10[Hrs]	28	フロロシリコーンタイプ
T-016	CAT-T-016	10/1	110min	58	TEST-2の低分子シロキサンカットタイプ
T-017	CAT-T-017	10/1	4[Hrs]	58	T-016の硬化性調整品
T-018	CAT-T-018	10/1	6[Hrs]	58	T-016の硬化性調整品

本研究開発にて開発した 18 種の PDMS 系版材において、各印刷法にて以下の版材が採用された。

◆ マイクロコンタクトプリント法 ; T-016/CAT-T-016

◆ ロール転写印刷法 ; TEST-7A/B

◆ 転写印刷法 ; KE-106/CAT-RG

その一般物性を表 2.2.7.1-2 に示す。

表 2.2.7.1-2 プロジェクト使用 PDMS 系版材

適用した印刷法	転写印刷	ロール転写印刷	マイクロコンタクトプリント
材料番号	KE-106/CAT-RG	TEST-7A/7B	T-016/CAT-T-016
粘度[mPa・s]	3,500	A:8,000 B:5,000	7,000
配合比	10/1	1/1	10/1
可使時間(23°C:指触法)	>24Hrs	>24Hrs	110min
硬化条件	150°C×30min	150°C×30min	150°C×30min
硬度(タイプA)	58	59	58
引っ張り強度[MPa]	7.8	7.1	7.7
伸び[%]	100	170	150
密度[g/cm <sup>3</sup> ]	1.02	1.02	1.02
Σ D3~D20[ppm]	≒7,000	<200	<200

b. インキに使用されている有機溶剤による版材の膨潤性抑制の検討を実施した。  
 有機溶剤による膨潤抑制手法として、PDMS 版表面へのフッ素エラストマー (SHIN-ETSU SIFEL®) の積層一体化を検討した。

SHIN-ETSU SIFEL®は図 2. 2. 7. 1-1 に示す様なフッ素化ポリエーテル骨格を有し、末端にはシリコン架橋反応基を有する極めて優れた特性を持つ全く新しい液状フッ素エラストマーであるが、特に耐溶剤性に優れた材料である。

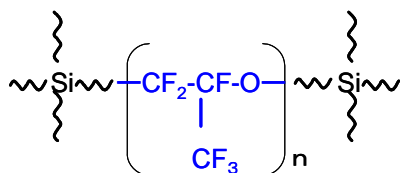


図 2. 2. 7. 1-1 SIFEL 分子構造

しかしながら、一般物性（特に機械的強度）が低値であるため単独使用には不適であるため、機械的強度を有している PDMS 材との積層一体化の検討を実施した。図 2. 2. 7. 1-2 に積層一体化の工程を示す。

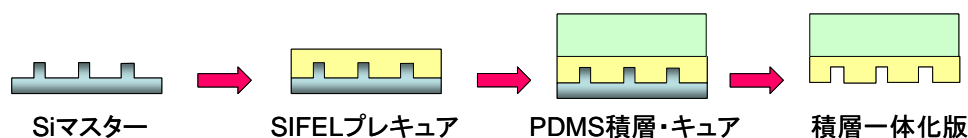


図 2. 2. 7. 1-2 SIFEL 積層一体化の工程

これにより得られた積層一体化品の光顕像および SEM 像を図 2. 2. 7. 1-3 に示す。

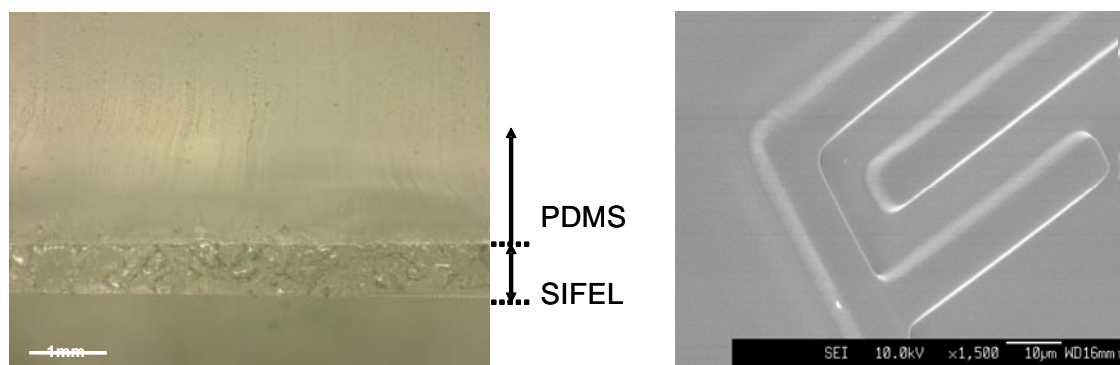


図 2. 2. 7. 1-3 SIFEL 積層一体化品

この SIFEL 積層一体化品の溶剤膨潤抑制効果の確認を実施した。PDMS 版材および SIFEL 積層一体化版の表面にキシレンを滴下 (NEXIV 測定品は 1 滴滴下) し、その前後での挙動を確認した。その測定結果画像を図 2. 2. 7. 1-4 に示す。

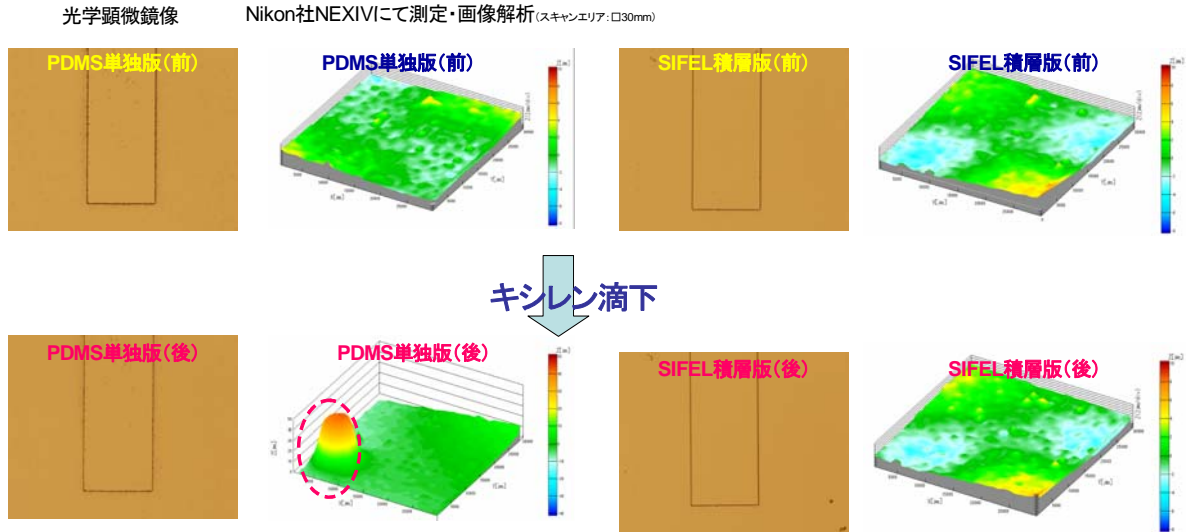


図 2.2.7.1-4 キシレン膨潤

この結果、光顕像では凸パターン部の横方向の膨潤は観察出来ないものの NEXIV の測定結果より、PDMS 版では高さ方向に  $\approx 50 \mu\text{m}$  の膨潤が発生しているのに対し、SIFEL 積層一体化版では全く膨潤が発生していないことが確認された。

この得られた SIFEL 積層一体化版を用いて  $\mu\text{CP}$  法にて作製した素子の FET 特性を測定した。この結果を図 2. 2. 7. 1-5 として示す。

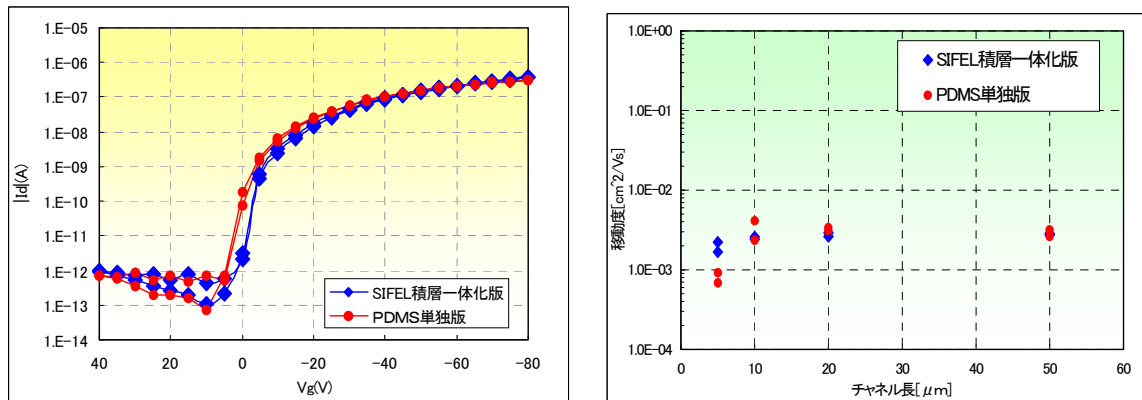


図 2.2.7.1-5 FET 特性

この結果、従来の PDMS 版を用いた場合と同等であることが確認された。

c. 転写性を向上させるべく、低分子シロキサン低減品 ( $\Sigma\text{D3} \sim \text{D20}$ ;  $< 200 \text{ ppm}$ ) を開発した。また更に転写性を向上させるために帯電防止品を開発した。この開発品 (TEST-5A/B) の一般物性を表 2. 2. 7. 1-3 として示す。

この開発した PDMS 版を用いて、Si 製マスターから反転した版表面の SEM 像と、この版を用いてナノ Ag インキを  $\mu\text{CP}$  した光顕像を図 2. 2. 7. 1-6 として示す。

表 2.2.7.1-3 低分子シロキサンカット品 (TEST-5A/B) 一般物性

	TEST-5 A/B	KE-106/CAT-RG
粘度 [mPa·s]	A: 8,000 B:5,000	3,500
配合比	1/1	10/1
可使用時間 (23°C:指触法)	>24Hrs	>24Hrs
硬化条件	150°C × 30min	150°C × 30min
硬度(タイプA)	59	58
引っ張り強度[MPa]	7.1	7.8
伸び[%]	170	100
密度[g/cm <sup>3</sup> ]	1.02	1.02
Σ D3~D20[ppm]	<200	≒7,000

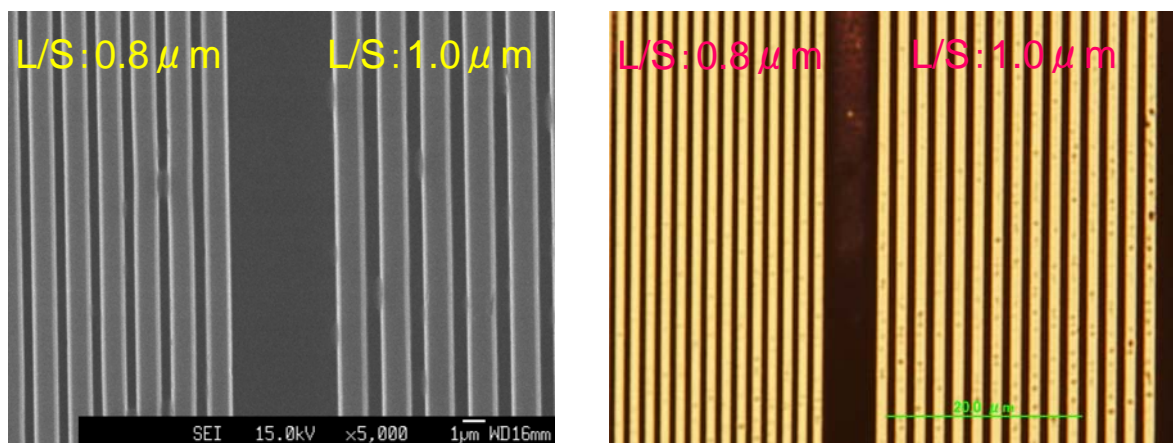


図 2.2.7.1-6 PDMS 版表面 SEM 像とナノ Ag インキ μCP 光顕像

d. 表面処理法の検討の結果、Ar プラズマによる RIE 処理により、効率良く、PDMS 版材の表面自由エネルギーをコントロール出来ることを確認した。

PDMS 版表面の RIE 処理による水の接触角の挙動について図 2.2.7.1-7 に示す。また各種プローブ液体を変え、接触角を測定した結果を表 2.2.7.1-4 に示す。

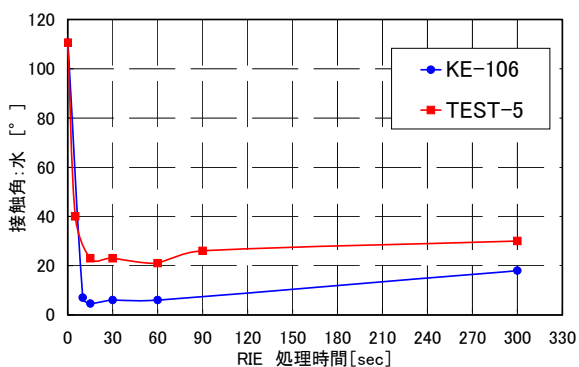


図 2.2.7.1-7 RIE 処理時間と水の接触角

表 2.2.7.1-4 各種プローブ液体での接触角

プローブ液体	RIE <sup>*)</sup> 処理時間[sec]	KE-106	TEST-5	TEST-6	TEST-7	T-015
水	0	110.6	110.6	111.0	110.4	111.5
	15	4.6	23.0	6.0	7.8	9.0
ジヨードメタン	0	86.9	85.0	91.4	86.0	89.1
	15	38.5	50.4	36.8	61.0	61.9
エチレングリコール	0	96.0	91.0	91.2	94.8	95.6
	15	11.4	11.4	9.9	16.7	11.1
ホルムアミド	0	79.5	101.9	102.6	101.6	102.1
	15	5.7	4.1	5.6	9.5	10.4
1-プロモナフタレン	0	72.9	91.7	83.3	72.2	83.1
	15	22.3	33.0	16.3	53.1	36.8

\*) Ar50cc-RF300W

- ◆ TEST-5: 低分子シロキサン対策品
- ◆ TEST-6: 帯電防止性付与品
- ◆ TEST-7: 低分子シロキサン対策+帯電防止性付与品
- ◆ T-015: フロロシリコーンタイプ

RIE 処理の有無による PDMS 版の表面自由エネルギーを測定し、3 理論にて解析を行った。

- \* ) d : 分散力, p : 配向力, h : 水素結合力
- \* ) Kaelble-Uy 理論では幾何平均
- \* ) Wu 理論では調和平均で近似

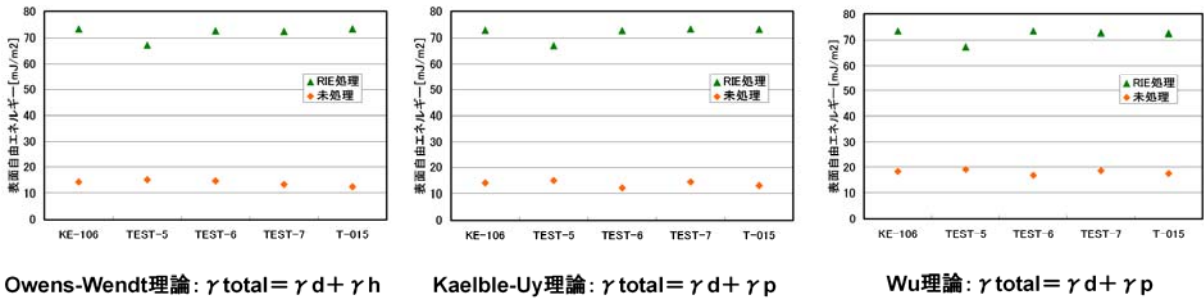


図 2. 2. 7. 1-8 表面自由エネルギー

これらの結果、版材の表面処理を行うことで、表面自由エネルギーをコントロール出来ることを確認した。

e. 大面積化への対応として、A4 サイズ対応の PDMS 版材の作製に成功した。以下に A4 サイズの PDMS 版の外観を図 2. 2. 7. 1-9 として示す。

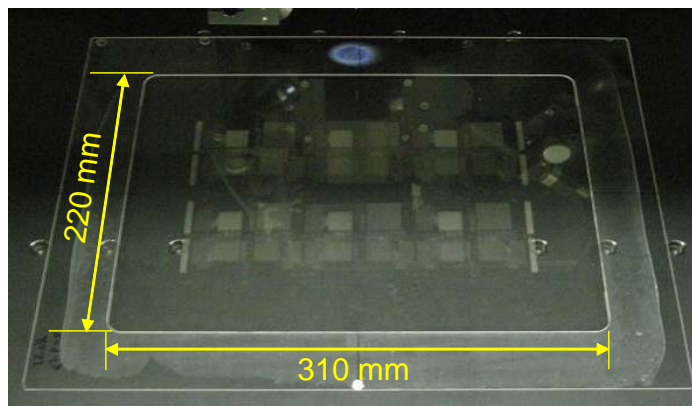


図 2. 2. 7. 1-9 A4 サイズ PDMS 版

## 2. 2. 7. 2 非 PDMS 系版材

非 PDMS 系版材としては表面賦形の容易性、フレキシ印刷版としての使用実績の観点から、UV インプリント法が適用可能なフォトポリマー版材を取り上げ、 $\mu$ CP 用版並びに転写印刷法除去版に必要な特性を備えた材料開発、表面賦形の為の製版方法の検討を行った。

### 2. 2. 7. 2. 1 フォトポリマー版材の開発

本プロジェクトでは  $\mu$ CP の分野で広く研究され実績で先行している PDMS 版の検討も同時に行われたが、特定の溶剤に対し PDMS 系版材が適合しない場合もあり得ると想定し、その溶剤耐性を有する非 PDMS 系版材開

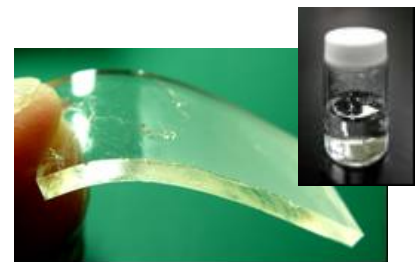


図 2.2.7.2.1-1 新規開発版材料イメージ

発を目標とした。具体的には目標溶剤は PDMS で膨潤率の大きい炭化水素系溶剤に対し膨潤率で 10%以下、版の硬度は印刷性の観点からショア A80 以下とし、版材の開発を行った。その結果、目標を満足する材料の開発に成功し、 $\mu$ CP 法、除去印刷法除去版としての評価を行った。

### 2. 2. 7. 2. 2 $\mu$ CP 法印刷評価

新たに開発したフォトポリマー系版材料を用い、 $\mu$ CP 法印刷評価を実施した。硬度をショア A40 に調整した材料を用い、UV インプリント法により版を作成した。インクにはナノ銀分散インクを使用し印刷評価を行った。その結果、本プロジェクトで目標とする 5  $\mu$ m ライン、更には 2  $\mu$ m ラインも形成できることを確認した。フォトポリマー版を使用した  $\mu$ CP 法でも、 $\mu$ m レベルのパターン形成が可能であることを示すことができた。

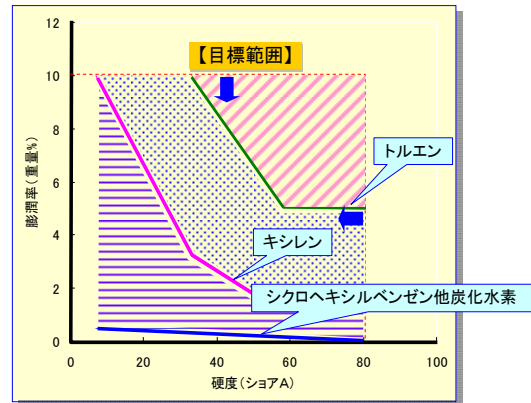


図 2.2.7.2.2-1 硬度と膨潤率

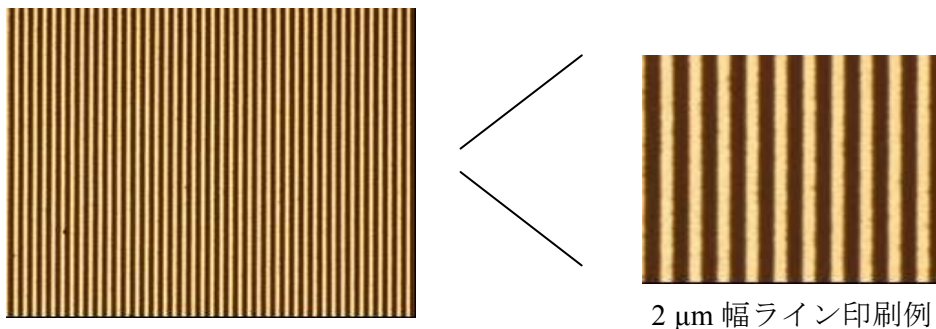


図 2. 2. 7. 2. 2-2  $\mu$ CP 法印刷結果

### 2. 2. 7. 2. 3 転写印刷法評価

本プロジェクトでは  $\mu$ CP 法と同時に転写印刷方式の検討も行われた。この方法は PDMS ブランケット上へインク皮膜を形成し、不要部分を除去版で取り除きブランケット上へパターンを形成し、これを基板へ転写し印刷する方法である。この除去版へのフォトポリマー系版材の適用を試みた。版は UV インプリント法を用いステンレスシート上へ形成した。インクは  $\mu$ CP と同様ナノ銀分散インクを使用した。版材料の硬度とステンレスシートの厚みを最適化することにより、本プロジェクトで目標とする 5  $\mu$ m 幅のラインの配線を形成できることを確認した。

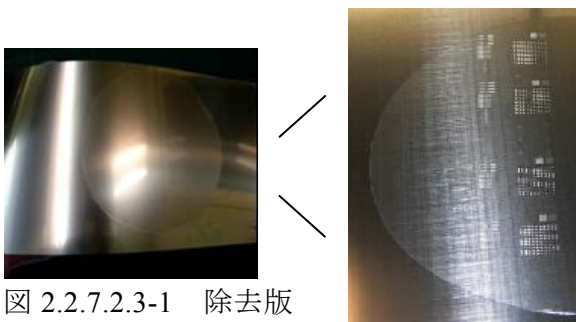


図 2.2.7.2.3-1 除去版

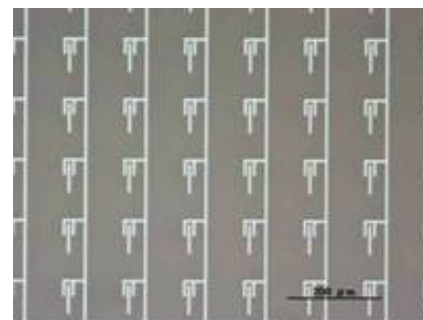


図 2.2.7.2.3-2 転写印刷結果例

## 2. 2. 7. 2. 4 フォトポリマー系版材の製版方法

新たに開発した材料では製版実績が無い為、製版方法の検討を行った。通常フォトポリマー系材料で微細パターンの版を作成する場合、モールドを用いた UV インプリント法が用いられるが、今回これと共に、モールドを使用せずにマスクから製版する方法も試みた。その結果いずれの方法でも製版が可能であることを確認した。

### (1) UV インプリント法

モールドは Si、石英、PDMS、ポジレジストより作成した 4 種類で確認した。これらには各々製作可能なサイズ、パターンの線幅/深さ、精度、離型性、製作の容易性などに特徴があり、必要な版のサイズ、パターンサイズや精度など要求される版の仕様により選択できることが好ましい。今回これらのモールドとフォトポリマー版材の製版可否を確認した。製版はこれらモールドにフォトポリマー版材料を流し込み UV 光を照射し硬化後、モールドより離型し版を作成する方法で行った。その結果いずれのモールドでも製版可能であることを確認した。



図 2.2.7.2.4-1  
φ 6in サイズ Si モールド製版例

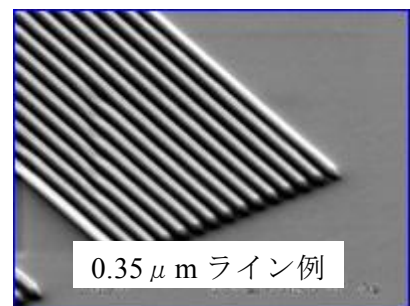


図 2.2.7.2.4-2  
石英モールド製版例

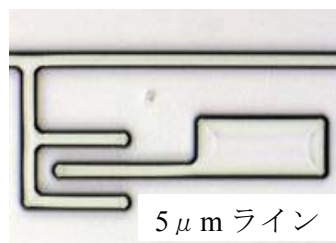


図 2.2.7.2.4-3  
PDMS モールド製版例

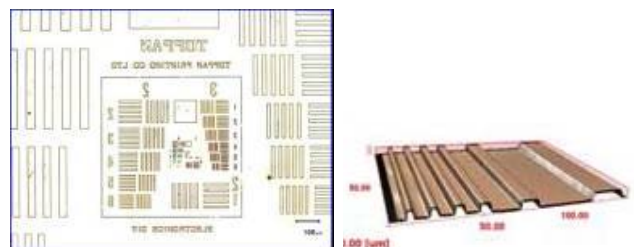


図 2.2.7.2.4-4  
レジストモールド製版例

### (2) マスク法

マスクと基板の間にフォトポリマー版材料を挟み、マスクを介し UV 光を照射しパターン部分を硬化形成後、未硬化部分を除去する方式で版を作成した。これはフォトポリマー材料を用いたフレキシソ版の製版方法と基本的には同等であるが、版材料の感光特性、平行光 UV 光源の採用、基板の UV 光反射量制御、未硬化材料の洗浄条件を調整することで、従来線幅数十  $\mu\text{m}$  が一般的な実績の下限であったがその解像性を向上することができた。その結果、目標

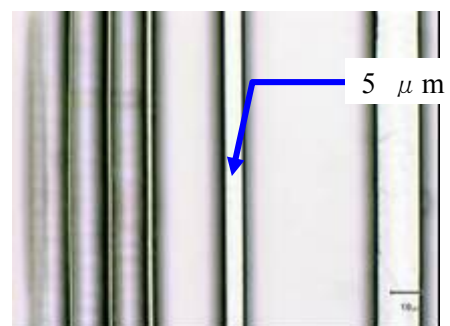


図 2.2.7.2.4-5 マスク法製版例

とする 5  $\mu\text{m}$  線幅のパターンを形成することが可能となった。この方法はモールドを使用する必要が無いため、モールド作成や離型の問題が回避できるというメリットがあり、今回その可能性を示すことができた。

### 2. 2. 7. 3 マスター版の作製

本プロジェクトでは、第一段階として 6 インチサイズ用マイクロコンタクトプリンター（小型（6 インチ）プリンター）を設計導入し、その環境で各種材料やプロセス設計を行った。そこで必要になるのがマイクロコンタクトプリントの版材料開発、版作製プロセス開発に用いる微細パターン加工小型（6 インチ）プリンター用マスター版である。スタンプ材料として PDMS 及び非 PDMS（光硬化型樹脂）材料を想定したことにより、それぞれ材料に合わせてスタンプを賦形するマスター版の材質を選定のうえマスターを作製し、版材の検討を行った。

#### a. 石英マスター版

非 PDMS の材料は光硬化型樹脂であることから、紫外線を透過する合成石英ガラスを基材とするマスター版を、フォトリソ法とドライエッチング技術を用いて作製した。検討を重ねた結果、石英の微細エッチング加工ではナノメートルオーダーの加工が困難であることからミクロンレベルのマスター版作製に特化した。作製したマスター版は 1 枚の石英基板内にライン&スペース 1  $\mu\text{m}$ 、2  $\mu\text{m}$ 、4  $\mu\text{m}$ 、8  $\mu\text{m}$  を配置した。エッチング深さは 1  $\mu\text{m}$  及び 2  $\mu\text{m}$  の 2 段階の小型（6 インチ）プリンター用石英マスター版を作製した。評価の結果、非 PDMS 系の光硬化型樹脂では数ミクロンのパターン形成が可能であることが確認された。

#### b. シリコンウェハマスター版

PDMS 材料の樹脂は二液硬化型であり、常温でも一定時間経過すると反応が進み硬化し紫外線照射が不要である。従って半導体製造技術のドライエッチング法が適用出来て、微細パターン加工に有利なシリコンウェハをマスター版用の基材に選定した。

今回はマスター版のパターン設計を標準チャートとなる用にワイドレンジで設定した。1 枚のシリコンウェハ内に寸法振りを 50 nm、100 nm、500 nm、1  $\mu\text{m}$ 、100  $\mu\text{m}$ 、1 mm の 6 段階とし、X、Y 寸法をそれぞれ振った 1 mm 角のテストパターンアレイブロックを 21 種設定し、21 種 1 組の基本チャートをウェハ面内に 5 箇所十字配置した。このチャートを持つ 6 インチシリコンウェハをエッチング深さは 50 nm、100 nm、200 nm、1  $\mu\text{m}$  の 4 段階作製し、小型（6 インチ）プリンターでの材料評価に用いた。

なお、ここで作製したシリコンマスター版には、PDMS スタンプ作製時の離型工程での耐久性を考慮し考案した、シリコン/ガラス/シリコンの 3 層貼合せ構造を適用した。

このマスター版セットを用いた、材料評価の結果、PDMS スタンプは 50 nm レベルのパターン賦型が可能であり、スタンプによるパターン転写の機能としても 500 nm のパターンは転写が可能であることが確認された。

#### c. A4 サイズマスター版の製作

小型（6 インチ）プリンターを用いた材料評価の結果、A4 サイズ試作におけるスタンプ版材料として PDMS を選定することに決定した。理由はパターン賦型の解像性、プロセス設計の容易さによる。



A4 サイズ (297 mm × 210 mm) の有効領域を確保出来、200 ppi 相当の TFT アレイパターンを形成し、マスターパターンの凹部が 5 μm を加工可能な方法を検討した。結果、パターン形成ツールは、その露光領域の広さから液晶ディスプレイ等のパターン露光機しか選択の余地が無いこと、基板凹部の形成方法としては、その基板サイズの大きさから、小型 (6 インチ) プリンター用マスター加工で使ったドライエッチング法は、装置が存在しないことが判明した。

従って、A4 サイズ PDMS スタンプ作製用のマスター版の製造方法を検討した結果、マスターの微細寸法対応と平坦性向上を目指し大型マスク基板上に直接永久レジストでパターン形成することとした。実際に作製した結果、最小パターン寸法は 2 μm のスペースパターン (TFT のチャンネル部) まで解像可能であった。長寸法精度は、最大エラーで 0.75 μm と十分小さな値を示した。A4 サイズの UXGA (1600x1200 ピクセル)、解像度 200 ppi の TFT アレイ試作は上記構成の A4 サイズマスターを 3 層作製して行った。

## 2. 2. 8 有機 TFT アレイ化技術の開発

### 2. 2. 8. 1 μC P

マイクロコンタクトプリント法の原理を利用して有機半導体素子を形成することを目標に有機 TFT アレイ化技術の開発の一環としてマイクロコンタクトプリント法を開発を行った。ここでは 6 インチサイズの有機 TFT を作製することを目標とした。マイクロコンタクトプリント法は画線部が凸形状をしたスタンプにインキを載せ、凸部のみのインキを基材に印刷することで所望のパターンを得るという印刷方法である。この印刷方法を用いて有機 TFT アレイを作製するには段階的に装置開発、スタンプ作製技術開発、単一レイヤー印刷、アライメント積層印刷などの技術開発が必要となる。これらの技術開発を行い最適化を図ることで次に示すような結果を得ることが可能であった。

ゲート電極層、ソース・ドレイン電極層、有機半導体層をマイクロコンタクトプリントで行い、アライメント積層印刷はソース・ドレイン電極層、有機半導体層で行った。このようにして作製した有機 TFT の外観及び TEG 部の光学顕微鏡像を図 2. 2. 8. 1-1 に示す。

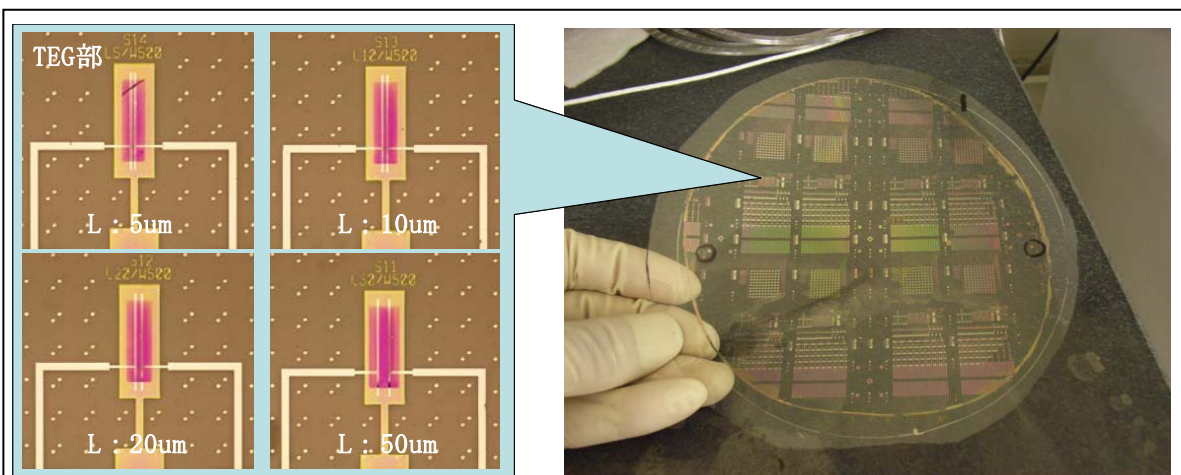
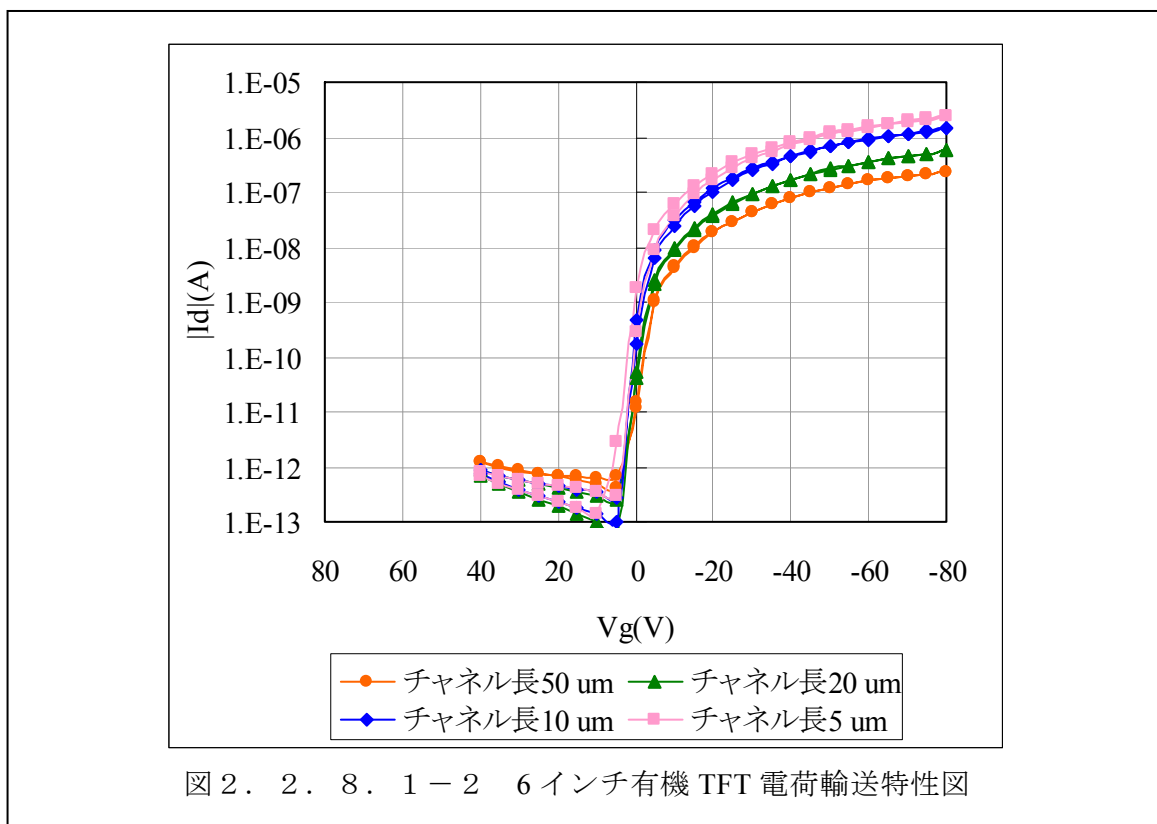


図 2. 2. 8. 1-1 小型プリンターで作製した 6 インチサイズの有機 TFT

上図の様に、6 インチサイズ全面でゲート電極層、ゲート絶縁層、ソース・ドレイン電極層、有機半導体層を積層した有機 TFT の作製が可能であった。また、TEG 部の光学顕微鏡像からチャンネル長 5  $\mu\text{m}$ 、10  $\mu\text{m}$ 、20  $\mu\text{m}$ 、50  $\mu\text{m}$  の有機 TFT が作製できていることを確認し、6 インチ全領域で微細領域でのパターニングも可能である事を実証した。また全ての層の重ね合わせ精度は 6 インチ内で約 10~15  $\mu\text{m}$  であった。上述のプロセスにて作製した 6 インチ有機 TFT を窒素雰囲気中で電荷輸送特性を測定した。測定条件は  $V_g$  +40 V~-80 V で 5 Vstep、 $V_d$  -40 V で行った。またチャンネル長は 5  $\mu\text{m}$ 、10  $\mu\text{m}$ 、20  $\mu\text{m}$ 、50  $\mu\text{m}$ 、チャンネル幅は 500  $\mu\text{m}$  である。測定して得られた有機 TFT の電荷輸送特性を図 2. 2. 8. 1-2 に示す。ON/OFF 比は 5~7、移動度の平均値は  $2\text{E}-3 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、閾値電圧 ( $V_{th}$ ) は 0~6 V であった。特に閾値電圧のバラツキが少なく有機 TFT としては良好な結果を得る事ができた。



以上のようにして、マイクロコンタクトプリント法を用いてパターニング形成からアライメント積層印刷が可能であることを実証するとともに、マイクロコンタクトプリント法で作製した有機 TFT が良好に動作する原理的な証明が可能であった。なお、アレイ化技術に関しては 6 インチサイズではなく大面積サイズ (A4) にて実証を行った。

## 2. 2. 8. 2 インクジェット

超フレキシブルディスプレイを構成する有機 TFT アレイを実現するための新規プロセスにおいて、二つのインクジェット・ヘッドを用いて機能性電極薄膜を構築するダブルショット・インクジェット印刷法の技術開発について報告する。ここでは特に、電荷移動型錯体・TTF-TCNQ を構成部材とする機能

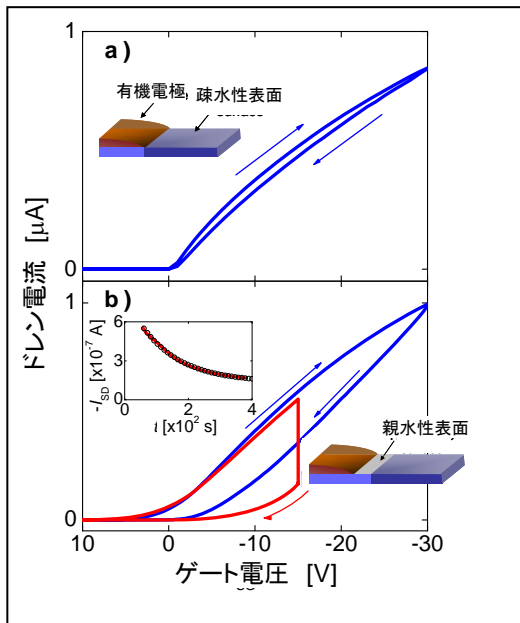


図 2.2.8.2-2 (a)低温（基板 25 °C）、(b)高温（35 °C）で作製した TTF-TCNQ 電極を有するペンタセン TFT の特性。

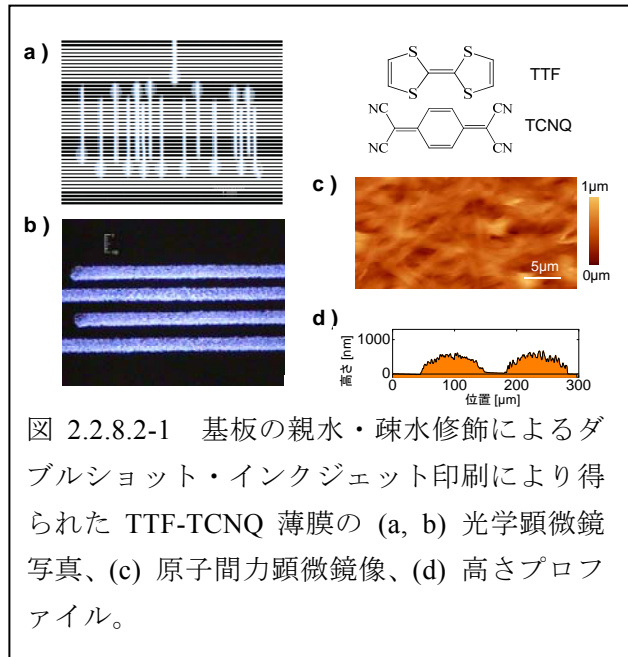


図 2.2.8.2-1 基板の親水・疎水修飾によるダブルショット・インクジェット印刷により得られた TTF-TCNQ 薄膜の (a, b) 光学顕微鏡写真、(c) 原子間力顕微鏡像、(d) 高さプロファイル。

性電極について、親水／疎水パターンニングとの組み合わせによるチャネル幅の高精細化と、これにより得られた電極薄膜のデバイス機能について報告する。

図 2. 2. 8. 2-1 に、得られた TTF-TCNQ パターン薄膜の光学顕微鏡像を示す。得られた薄膜は、薄膜 X 線回折より、基板上に形成された多結晶薄膜内の各微結晶が基板に対して c 軸を垂直に立てた向きに強く配向していることが分かった。さらに図 2. 2. 8. 2-1 (d) の薄膜の厚み分布から、膜の断面形状は半円状であり、析出時の液滴の形状によく類似していることが分かった。

一般的なインクジェットプロセスでは、材料の自己凝集能などで、周縁部のみ分厚い不均一な膜厚分布のものしか得られないが、本実験により均質性の高い膜厚分布を有する薄膜が得られることが明らかになった。結果として、チャネル幅 35  $\mu\text{m}$  の高精細化と、きわめて均一性の高い膜厚分布を有する多結晶性薄膜を得ることに成功した。

さらに上記により得られた TTF-TCNQ 薄膜を電極として用いたペンタセン薄膜トランジスタの特性を検討した結果、親水／疎水界面処理とデバイス安定性との関係が明らかになった。図 2. 2. 8. 2-2 に、異なる基板温度（25 °C、及び 35 °C）でダブルショット・インクジェット印刷法により作製した TTF-TCNQ 薄膜電極を有するペンタセン薄膜トランジスタの伝達特性を示す。TTF-TCNQ 電極を用いることにより、低いスイッチング電圧で薄膜トランジスタが動作している様子が分かる。また、低温（基板温度 25 °C）で作製したデバイスは、伝達特性に現れる履歴（ヒステリシス）がきわめて小さ

いが、高温 (35 °C) で作製したデバイスは、非常に大きなバイアスストレス効果を示すことが分かった。

このようなデバイス特性の相違をもたらす原因を詳しく調べたところ、有機電極の端面の位置がこれらのデバイスで異なっていることが明らかになった。すなわち、高温で作製したデバイスでは電極端面が親水/疎水境界からずれており、これが顕著なバイアスストレス効果の原因となっている。特に、ドレイン電極 | チャネル | ソース電極に沿った電位ポテンシャルのプロファイルをケルビンプローブ顕微鏡 (KPM) 法によって測定した結果 (図 2. 2. 8. 2-3)、ゲートバイアスを印加後しばらく経過 ( $T > 0s$ ) 後の電位ポテンシャルが、親水/疎水境界 ( $x = 52 \mu m$ ) 付近で鋭い落ち込みを示し始めることが分かった。またポテンシャルの落ち込みの深さは、ゲートバイアス印加のもとで徐々に増加し、その際の時定数は数分間で、ドレイン電流の減衰速度とよく一致していた。またこの落ち込みは、ドレイン電極 | チャネル | ソース電極のソース電極側の親水/疎水境界にのみ現れることが分かった。

これより、ゲートバイアスストレスの原因は、親水/疎水境界付近に電荷トラップが高密度に蓄積し、これによって生じた高い局所電気抵抗に由来すると考えられる<sup>13)</sup>。これは親水基板上で移動が可能な極性分子等を実体とする電荷トラップに起因しており、ゲートバイアス印加とソース電極からドレイン電極への正孔の流れに伴って、数分間のオーダーで徐々に親水/疎水境界付近に蓄積されるため生じたものと考えられる。すなわちトラップは正孔を担体とする電流とともに親水表面上で正孔の流れとともに動くが、疎水表面上では動けないため、境界に電荷トラップ担体が高密度に蓄積されたと考えられる。

以上から、このような可動性を持ったトラップ担体がプリントドエレクトロニクスデバイスの動作を不安定化させる要因となっており、基板表面処理を均質性高く行うとともに、チャネル内に親水/疎水界面を残留させないことがデバイス動作を安定化させる上できわめて重要であることが明らかになった。

### 2. 2. 8. 3 ディップペン

原子間力顕微鏡の探針をペン先に見立てて、インク或いはインク分子を被描画表面に直接パターンニングをおこなうディップペンナノリソグラフィ等のペントイプ・リソグラフィ技術は、極めて微細なパターンニングをおこなう技術として注目されている。当開

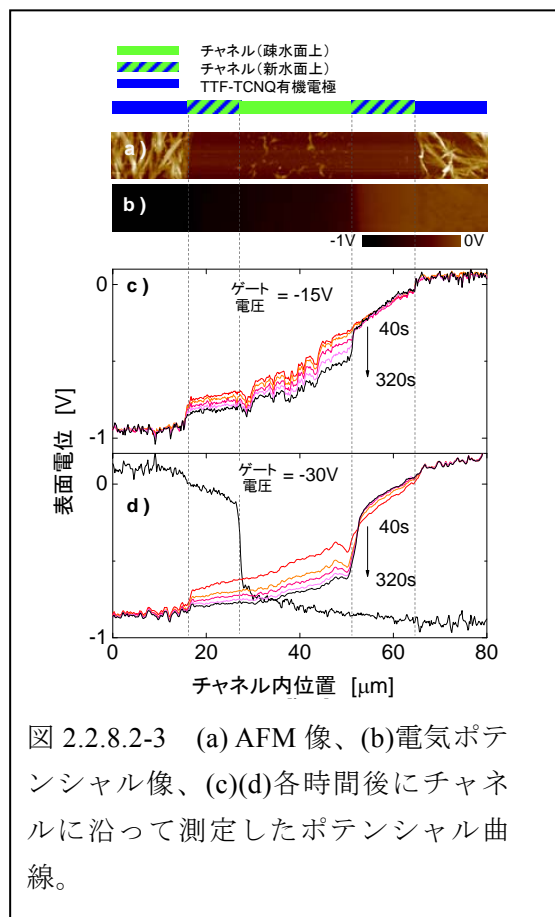


図 2.2.8.2-3 (a) AFM 像、(b)電気ポテンシャル像、(c)(d)各時間後にチャネルに沿って測定したポテンシャル曲線。

発研究におけるマイクロコンタクトプリントではすでにインクジェット法による描画の分解能を越えた精細度でパターンニングを実現しており、極微細かつ高精度な補修法の開発も必要となることが想像に難くない。そこで、マイクロコンタクトプリント法によるパターンニングに対する補修をこれらの方法によっておこなうことを検討することとした。

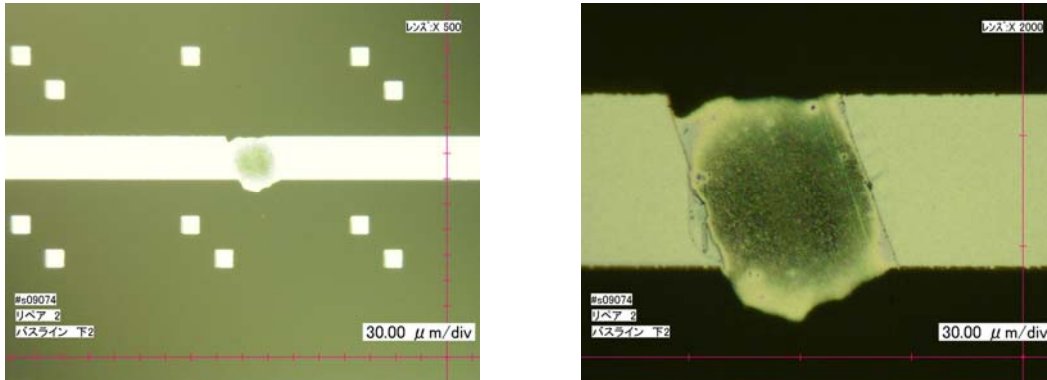


図 2. 2. 8. 3-1 マイクロコンタクトプリント法により作製した銀配線の補修

50  $\mu\text{m}$  の線幅で印刷された配線の一部を剥ぎ取り、ファウンテンペン・ナノリソグラフィにより補修したところ、印刷されたパターンと同様の厚みは得られなかったが、十分に導通することが確認され、マイクロコンタクトプリント法によるパターンニングの補修が可能であることが確認された。

極微細なパターンニングを可能としたマイクロコンタクトプリント技術に対応するパターン補修技術として、ディップペンおよびファウンテンペンによるペンタイプ・リソグラフィが有用であることが検証されたことは、印刷法によるデバイスの作製を現実のものとする、大きな一歩である。

## 2. 2. 8. 4 その他の方法

### 2. 2. 8. 4. 1 転写印刷法

アレイ化技術の一つとして、版上の非画線部を凸版で除去後、残った画線部を基材に転写する転写印刷法において、 $\mu\text{CP}$  法の平板平圧式の印加方法とロールによる線圧式の印加方法を組み合わせた転写印刷法を開発した。開発した転写印刷法を用いて 6 インチサイズのプラスチック基板に解像度 3  $\mu\text{m}$  のナノ銀電極パターンを形成した。また、同様に有機半導体 (P3HT) のパターンも形成した。上記方法で 150 mm 角サイズのプラスチック基板に BGBC タイプ、ソース・ドレイン電極のチャンネル長 5  $\mu\text{m}$  の有機トランジスタアレイを作製し電氣的動作を確認した。

具体的な印刷法の開発と印刷有機トランジスタの開発の成果を以下に述べる。

当プロジェクトでは、 $\mu\text{CP}$  法を基に平圧式の印加を行った後に線圧式の印加を行う 2 段加圧式転写印刷法を開発した。本印刷法では  $\mu\text{CP}$  法と同様に、PDMS 上にインキングされたインクを乾燥させた後に 2 つのステップを経て基材へ転写し印刷物を得る (図 2. 2. 8. 4. 1-1)。

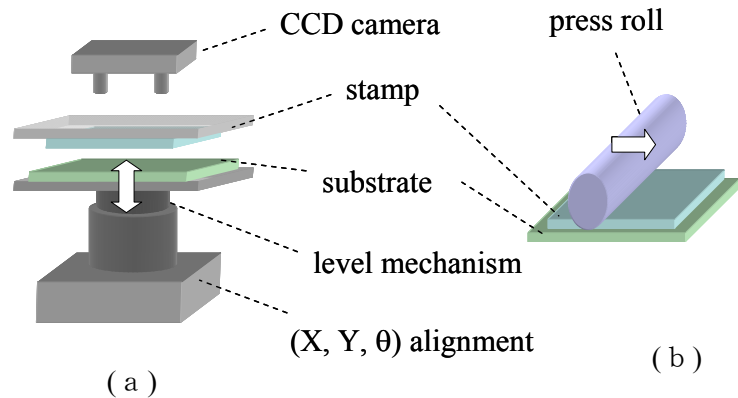


図 2. 2. 8. 4. 1-1

ステップ 1 ではマイクロコンタクトプリンターPA600（株式会社ナノテック製）のアライメント機構を用いて位置決めを行い、基板とPDMS転写版上のインクを接触させた（図 2. 2. 8. 4. 1-1 (a)）。その際の印加荷重は約  $7 \text{ gf/cm}^2$  であった。ステップ 2 ではPDMS転写版と基板は印加ロールで約  $200 \text{ gf/cm}^2$  の荷重を印加し、PDMS転写版を剥離することで基板上に画像が得られた（図 2. 2. 8. 4. 1-1 (b)）。

2段加圧式転写印刷法でナノ銀インクのパターンニングを行った例を図 2. 2. 8. 4. 1-2 (a)に示す。ライン/スペースで  $3 \mu\text{m}/3 \mu\text{m}$  と目標値を超える解像度を達成した。 $180^\circ\text{C}/30 \text{ min}$  のアニーリングを行った後のナノ銀パターンは  $5 \mu\Omega\text{cm}$  の抵抗が得られた。この抵抗値はディスプレイの配線用途としては十分に低い値である。図 2. 2. 8. 4. 1-2 (c)はナノ銀パターンの断面像である。画像からナノ銀パターンは非常に明瞭な画線であり、 $\mu\text{CP}$  法を用いる利点が示された。

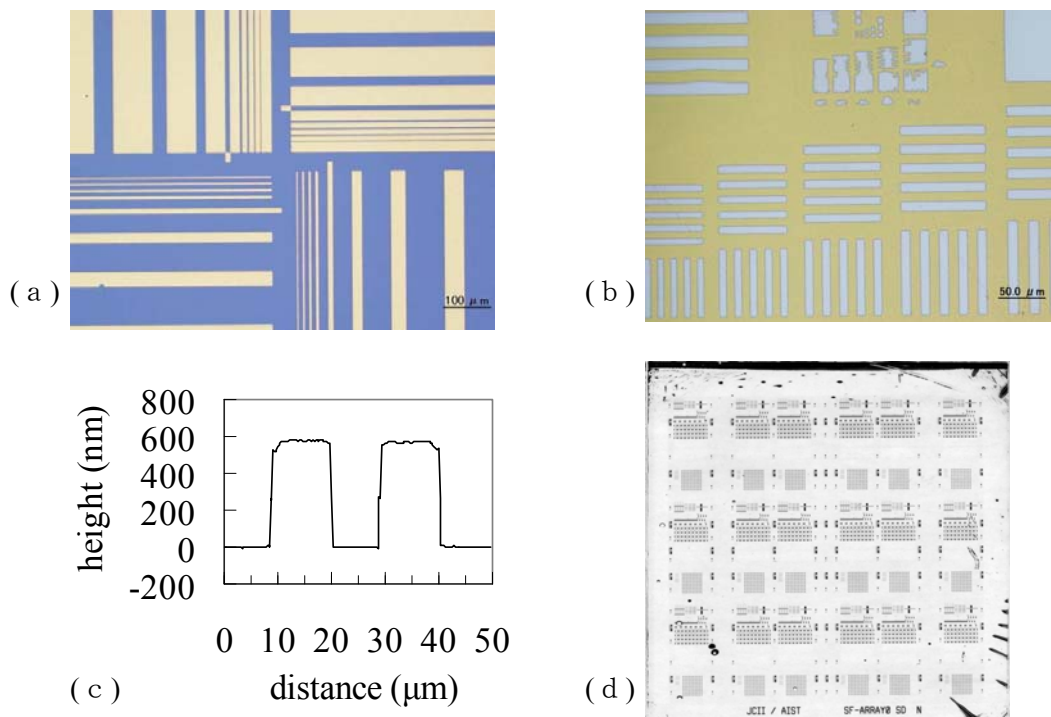


図 2. 2. 8. 4. 1-2

図 2. 2. 8. 4. 1-2 (b)は P3HT のテストパターンである。P3HT パターンの解像度は 10  $\mu\text{m}$  で FET の半導体層用途として十分な解像度である。大面積で明瞭な画線、任意のパターン形状を満たす印刷された有機半導体層として、この P3HT は世界最高レベルの解像度のパターンである。

2 段加圧式転写印刷による印刷によりポリカーボネートフィルム上の 150 mm 角の領域に優れたインクの転写が得られた (図 2. 2. 8. 4. 1-2 (d))。2 段加圧式転写印刷の線圧による印加 (ステップ 2) はインクと基材間の優れた接触・転写に有効である。

2 段加圧式転写印刷をパターンニング方法として用いて有機トランジスタの作製を行った。用いた材料と作製方法を表 2. 2. 8. 4. 1-1 にまとめた。有機半導体層の後工程から有機半導体層への化学的もしくは機械的、熱的なダメージを最小限にするために、一般的なボトムゲート・ボトムコンタクト構造を選択した。

表 2. 2. 8. 4. 1-1

Step	Layer	Process	Ink	Annealing temperature (°C)
(1)	Gate electrode	TSP- $\mu\text{CP}$	silver nanoparticle ink (DIC)	180
(2)	Gate insulator	Spin coat	cross-linkable PVP ink (DIC)	180
(3)	Source/drain electrode	TSP- $\mu\text{CP}$	silver nanoparticle ink (DIC)	180
(4)	Semiconductor	TSP- $\mu\text{CP}$	P3HT ink (DIC)	150
(5)	Passivation	Spin coat	fluorinated polymer Cytop	150

作製した素子について説明を行う。様々なチャンネル長とチャンネル幅の TFT を 150 mm 角の領域のポリカーボネートフィルム上に作製した (図 2. 2. 8. 4. 1-3)。

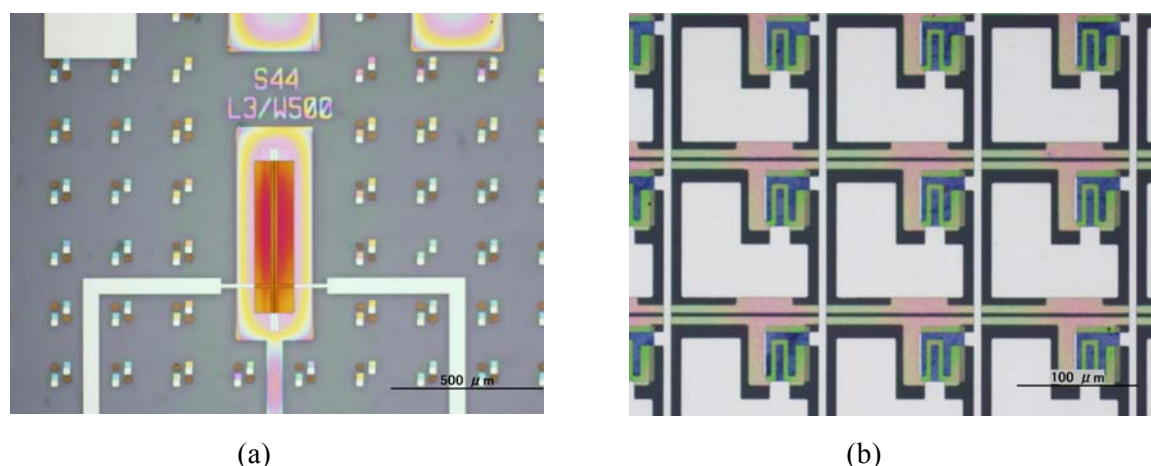


図 2. 2. 8. 4. 1-3

ゲート電極とゲート絶縁膜、ソース・ドレイン電極、有機半導体層、封止層の膜厚はそれぞれ 100、900、100、50、1000 nm である。TFT のチャンネル長は最も解像度の高い箇所では 3  $\mu\text{m}$  である (図 2. 2. 8. 4-3 (a))。図 2. 2. 8. 4. 1-3 (b)は 200 ppi

解像度の TFT アレイを示している。この結果より、開発した 2 段加圧式転写印刷法は高解像・大面積が可能な上、正確なアライメントも可能である。ゲート電極層とソース・ドレイン電極層の層間のアライメント精度は 150 mm 角の領域で 30  $\mu\text{m}$  以下である。10  $\mu\text{m}$  のチャンネル長と電極幅で約 50 % の画素開口率が得られた。TFT デバイスのサイズに依存するところはあるが、アライメント精度と歪はディスプレイ用途の 100 ppi 有機 TFT アレイの必要特性に対応しているといえる。

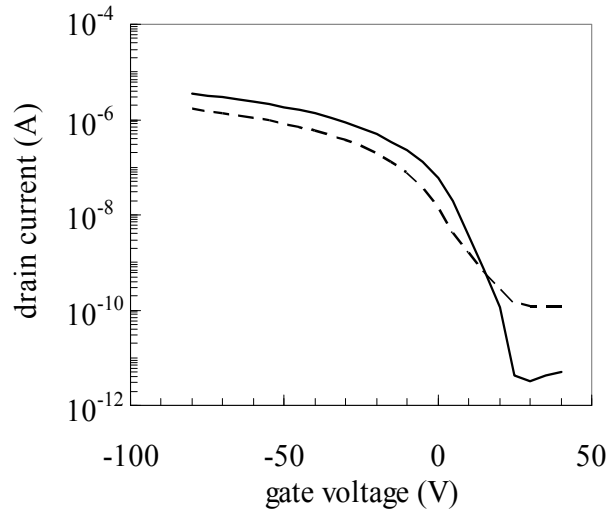


図 2. 2. 8. 4. 1 - 4

有機半導体層をスピコート法で作製した TFT(アイソレーション無し：破線)と 2 段加圧式転写印刷法で作製した TFT(アイソレーション有り：実線)の特性の比較を行った (図 2. 2. 8. 4. 1 - 4)。両素子の比較により、オフ電流は半導体層をアイソレーションすることで減少したことが示された<sup>33)</sup>。TFT (アイソレーション有り) は移動度が  $3.3 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、オン/オフ比が  $1.1 \times 10^6$ 、閾値が 11.2 V の値を示した。以上により印刷法で作製した有機トランジスタの電気的動作を確認し、開発した全塗布・印刷の作製技術は有機トランジスタの作製に適合していることを実証した。



## 2. 2. 8. 4. 2 ロール転写印刷法

高精細 TFT 形成の  $\mu$ CP 手法の応用としてロール転写印刷原理の有効性の検討を行った。ロール転写印刷法は、インクを印刷胴に貼り付けられた PDMS 版上に均一に塗布し、ガラスエッチング版等からなるネガ版で不要部分を取り除いた後、残ったインクを被印刷物に 100% 転写する印刷法である (図 2. 2. 8. 4. 2-1)。高精細パターンニング性、印刷表面平滑性、優れた位置精度、高い生産性 (高スループット) が期待できる印刷方法である。

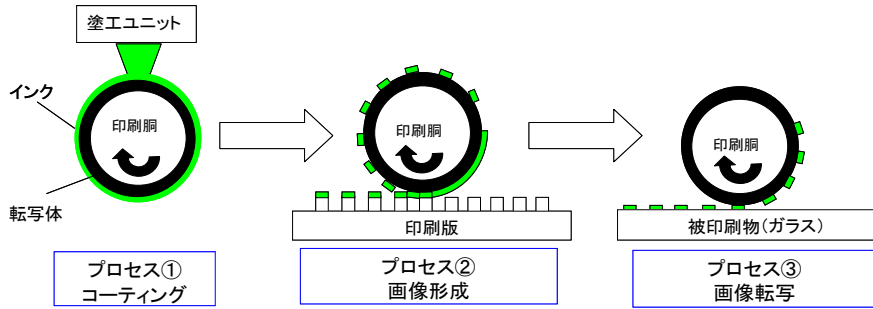


図 2. 2. 8. 4. 2-1 ロール転写印刷プロセス

印刷原理の有効性検証を目的として導入した原理機は、不要パターン除去用ネガ版設置用のステージと印刷ステージを有する。ネガ版台と印刷台が固定されたステージと印刷胴をクラッチ機構により連動する。印刷範囲は約 4×4 インチである。パターン積層アライメントは印刷ステージ上に設置された CCD モニターにより行う。本装置によるパターン形成例を図 2. 2. 8. 4. 2-2 に示す。ナノ銀インクを用いた  $L/S=5/4 \mu\text{m}$  のパターン形成例、絶縁膜用インクを用いた線幅約  $20 \mu\text{m}$ 、膜厚約  $1 \mu\text{m}$  程度の格子状パターン形成例および遮光インクを用いた解像度約  $150 \mu\text{m}$  のパターン形成例を示している。ロール転写印刷方式の優れた微細パターン形成能力が確認できる。

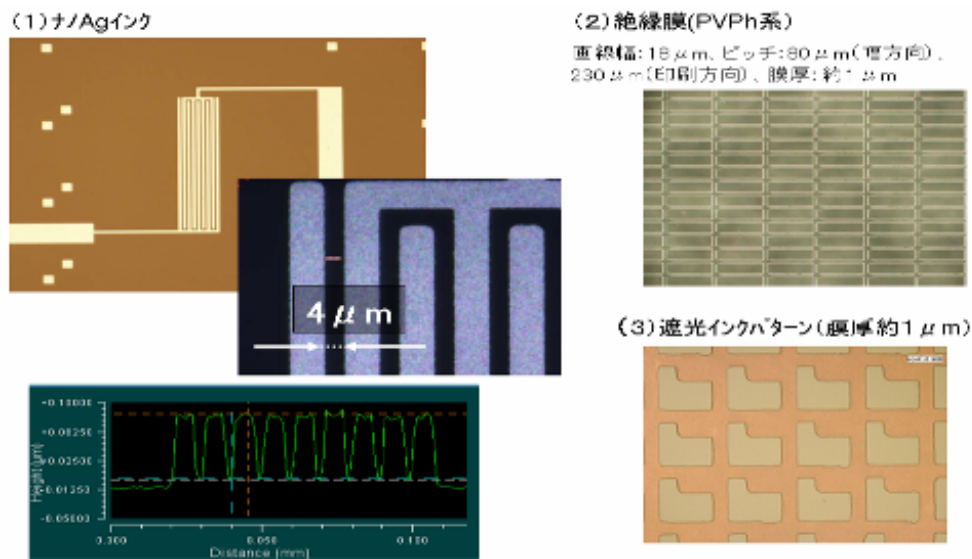


図 2. 2. 8. 4. 2-2 ロール転写印刷機印刷パターン

本装置の積層アライメント機械精度は印方向に約  $30\ \mu\text{m}$ 、印刷直方向に約  $10\ \mu\text{m}$  であった。 $200\ \text{ppi}$ -TFT を安定して形成するには能力不足である。

歩留りは低いものの、本原理機を用い遮光層まで印刷形成した BGBC 形  $200\ \text{ppi}$ -TFT を図 2. 2. 8. 4. 2-3 に示す。半導体層上に遮光層がパターンニングされた BGBC 形 TFT 構造が精度良く形成されている。

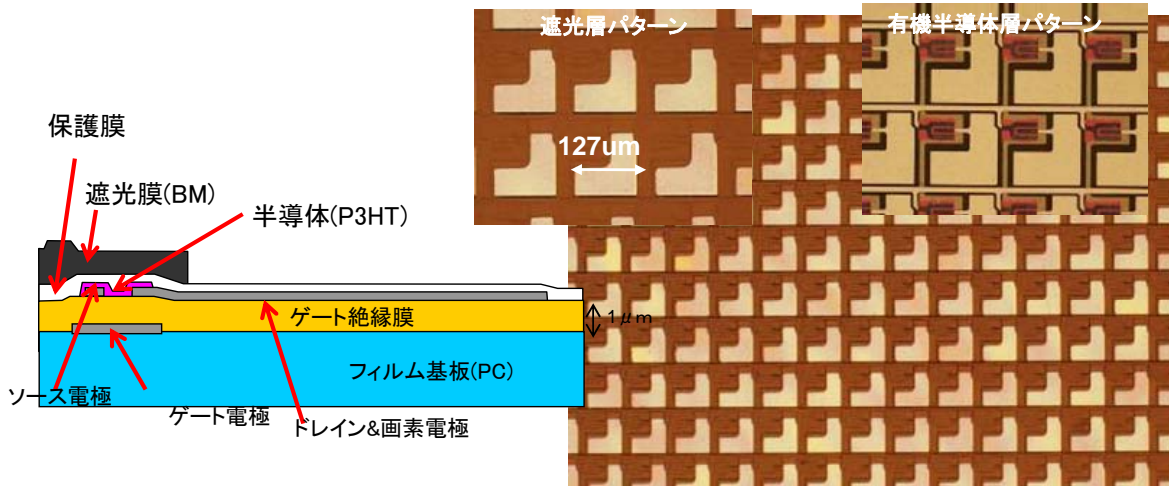


図 2. 2. 8. 4. 2-3 TFT 積層パターン ( $200\ \text{ppi}$ )

図 2. 2. 8. 4. 2-4 に TFT アレイ積層と同時に作成したチャネル長  $L=5\ \mu\text{m}$  /  $10\ \mu\text{m}$  /  $20\ \mu\text{m}$ 、チャネル幅  $W=500\ \mu\text{m}$  の BGBC 構造 TEG のトランジスタ特性を示す。 $L=5\ \mu\text{m}$  において電界効果移動度  $>0.03\ \text{cm}^2/\text{Vs}$ 、 $I_{\text{ON}}/I_{\text{OFF}} > 1 \times 10^8$  を示した。

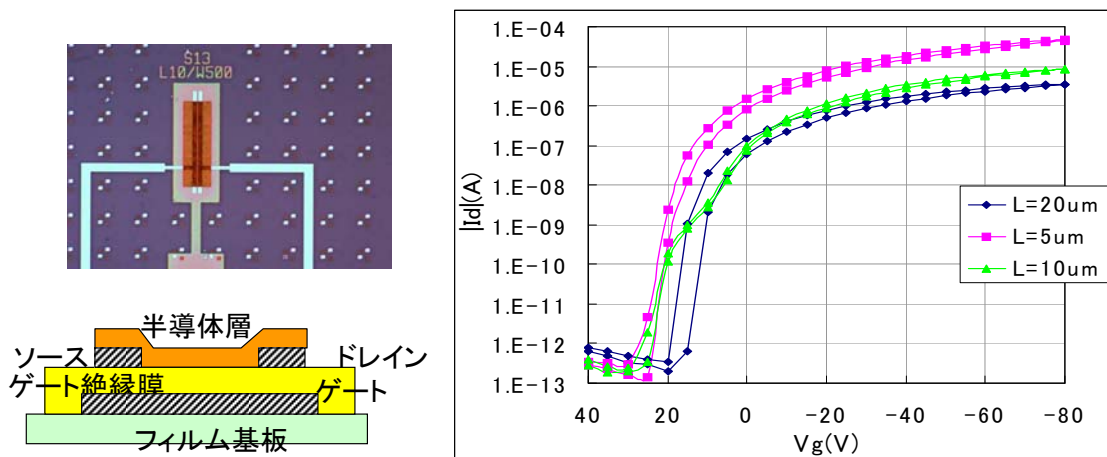


図 2. 2. 8. 4. 2-4 印刷 TEG-TR. 伝達特性

本研究により、ロール方式転写印刷原理機による優れた微細パターン形成性を検証した。また、本原理機を用いて遮光層までアライメント形成した  $200\ \text{ppi}$ -TFT アレイを作製し、これを用いて PN 液晶パネルを作製、その駆動を確認した。これら一連の研究により、ロール方式転写印刷方式が、高精細 TFT 形成の印刷手法として有望な方法であることを実証した。

## 2. 1. 9 フロントパネルの検討

当プロジェクトで作製した有機 TFT バックプレーンが、アクティブマトリックスディスプレイに適用できることを実証するために、フロントパネルの検討を行った。表 2. 2. 9-1 の通り、候補として挙げた 3 種類の表示方式を比較し、開発するバックプレーンとの整合性を検討した。

その結果、全ての条件を満たす表示方式として、ポリマーネットワーク液晶を選択した。ディスプレイの試作は、フィルム基板を用いた大面積液晶パネルの製造技術を持つメーカーである(株)正興電機製作所にて行った。

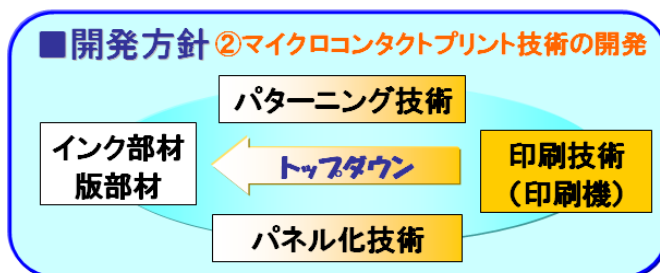
方式		PN液晶	コレステリック液晶	電気泳動
メーカー		正興電機 DIC	コニカミノルタ	E Ink
仕様	画面寸法	A4可	A4可	A4可
	画素数	A4可	A4可	A4可
	最小画素サイズ	BPに依存(200ppi可)	BPに依存(200ppi可)	BPに依存(200ppi可)
	応答速度	10ms以下 動画可	1秒程度 動画困難	150ms 準動画可
	反射率%	35%(セル厚30 $\mu$ m)	32%	37%
	コントラスト	16:1	5:1	10:1
	駆動IC	液晶用を転用可	カスタムIC 入手は困難	カスタムIC 入手は困難
	フレキシブル性	可	可	可
試作の可否		可	困難	困難

表 2. 2. 9-1 フロントパネルの比較

## 2. 3 ②マイクロコンタクトプリント技術の開発

### 2. 3. 1 概要

本研究開発では、トップダウン開発として、A4 サイズ、解像度 200ppi の有機 TFT アレイを、プラスチック基板上に高精度且つ大面積で印刷が可能なマイクロコンタクトプリント技術開発及びその装置開発を実施した。



パターニング技術の開発において、インクおよびプロセス条件を最適化することにより、ポリカーボネート基板上にボトムゲート・ボトムコンタクト構造の解像度 200 ppi の有機 TFT を作製し、良好な TFT 特性を確認した。

コンタクトプリンターの開発において、大面積印刷用装置開発、大面積マスター版作製技術開発、寸法制御、アライメント制御、等を行い、A4 サイズ、解像度 200ppi の有機 TFT アレイの全面印刷に成功した。

バックプレーンパネル化技術の開発において、各構成部材とパターニング技術、およびフロントプレーンに選定した PN 液晶を組み合わせることにより、TFT パネル試作を行い、その駆動に成功した。また、曲率半径 20mm 以下でデバイスを曲げた状態でも駆動することを確認した。

### 2. 3. 2 パターニング技術の開発

#### 2. 3. 2. 1 $\mu$ CP 既存装置改造

パターニングプロセスの検討を開始するために、平成 18 年度に既存のマイクロコンタクトプリンターを改造した 6 インチ対応の  $\mu$ CP 既存装置（株式会社ナノテック製、マイクロコンタクトプリンター PA600）を導入した（図 1. 1. 2. 2. 1. 1-1）。パターニングプロセスの検討を通じて装置の課題を抽出し、以下の改造を行った。

- a. マスクホルダーと、マスクホルダー退避機構の追加
- b. アライメント機構の改造
- c. 多孔質吸着プレートと器械式基板固定冶具を併用したステージの追加

また、パターニング技術開発の担当各社の検討を通じて装置の課題を抽出し、A4 プリンターの装置設計へフィードバックを行った。



図 2. 3. 3. 1-1

### 2. 3. 2. 2 新規プリンターシステム設計

マイクロコンタクトプリンターの基本設計指針としては、スタンプと被印刷基板の平行性を確保しつつ、かつ印刷時にはスタンプにかかる圧力をゼロ、いわゆるキスタッチでの印刷が可能となる装置を設計することを目標とした。さらに装置内でPDMS版の作製から印刷までを一貫してできるように装置設計を行った。これらをまず小型（6 インチ）プリンターで検証し、課題点を抽出した後 A4 サイズへ拡大することとした。小型（6 インチ）プリンターに関しては 2. 3. 3. 1 で、A4 プリンターに関しては 2. 3. 3. 2 で詳細を記載した。

### 2. 3. 2. 3 配線のパターニング

版及び基板の表面、あるいは、インクを含めた界面の制御技術開発を中心に配線のパターニングの開発を行う。表面処理としては、平成 18 年度に導入する低コストで効率的に表面の濡れ性が制御可能な表面処理装置（エキシマ光照射装置）や自己組織化膜（SAM）等の表面制御層、あるいは、表面の構造制御を検討する。手法としては、 $\mu$ CP法を中心としたダイレクトパターニング可能な印刷法を検討する。平成 21 年度末目標として、 $5 \mu\text{m}$ 、200 ppi（開口率 $\geq 70\%$ ）、比抵抗 $\leq 1 \times 10^{-5} \Omega\text{cm}$ 、焼成温度 $< 150 \text{ }^\circ\text{C}$ を設定し、開発を行う。開発された要素技術を基に、大面積化の検討、装置開発へのフィードバックを行い、A4 サイズのアレイ試作へと結び付ける。

実施内容と結果を以下に記載する。

・ $\mu$  CP 法による導電性高分子 (PEDOT/PSS) のパターンニング

配線部材としては、主として、PEDOT/PSS と Ag を検討した。ここでは、 $\mu$  CP 法による PEDOT/PSS のパターンニングについての研究結果を述べる。Ag のパターンニングについての研究結果は、2. 3. 2. 4 で述べる。 $\mu$  CP 法におけるインクの溶媒としては、通常、エタノール、ジエチルエーテル、ヘキサンのような有機溶媒を用いる。有機溶媒を用いているのは、版として用いる PDMS と上記の有機溶媒との接触角が小さいため、インキングが容易というのが一つの大きな理由である。ところが、PEDOT/PSS に用いる溶媒は水であるため、インキングが困難である。ここでは、水のような表面張力の大きいインクにも対応可能なインキング技術の開発結果を述べる。近年、PEDOT/PSS は、有機 TFT に用いる電極材料の有力な候補として注目されている<sup>4, 5)</sup>。

PEDOT/PSS 水分散液のマイクロパターンニングを実現するためのキーとなる技術は、PDMS 版の表面自由エネルギーの制御である。図 2. 3. 2. 3-1 に、様々な電極用インクの PDMS、ガラス基板に対する接触角の測定結果を示す。また、評価したインクの種類、溶媒を表 2. 3. 2. 3-1 に示す。

表 2. 3. 2. 3-1 評価したインクの種類、溶媒

NO	インク	溶媒	備考
1	PEDOT/PSS	水	
2	ポリアニリン	水	
3	Ag	エタノール	
4	P3HT	クロロホルム	
5	ITO	デカリン	
6	PEDOT/PSS 改良品	水	界面活性剤を添加

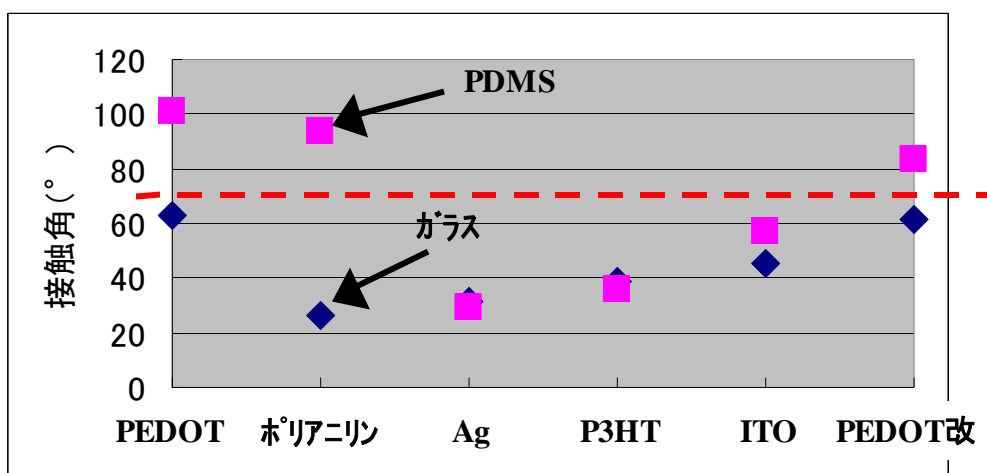


図 2. 3. 2. 3-1 各インクの PDMS、ガラス基板に対する接触角の測定結果

図 2. 3. 2. 3-1 より、用いるインクにより接触角が大きく異なることがわかる。特に、PEDOT/PSS とポリアニリンの PDMS に対する接触角が大きいことがわかる。この違いは、インクに含まれる溶媒が影響しており、溶媒として水を用いた場合、PDMS

に対する接触角が大きくなる。PDMS の表面張力が 13.5 mN/m と非常に小さいのに対して、水の表面張力が 72mN/m と非常に大きいためである。PEDOT/PSS の水分散液に、界面活性剤を添加して、インクの表面張力を小さくすれば接触角も小さくできるが、十分ではない上に、薄膜特性、電気特性に悪影響を及ぼす。実験結果から、PDMS へのインキングを可能とするためには、少なくとも接触角を 70°（図 2. 3. 2. 3-1 中の点線に相当）以下にする必要がある。したがって、PDMS 版の表面自由エネルギーの制御を試みた。

表面自由エネルギーの制御を行うために、VUV 光を用いた処理、DUV 光を用いた処理を試みた。図 2. 3. 2. 3-2 に、各 UV 光による表面処理時間に対する PDMS 表面の水の接触角の変化を示す。

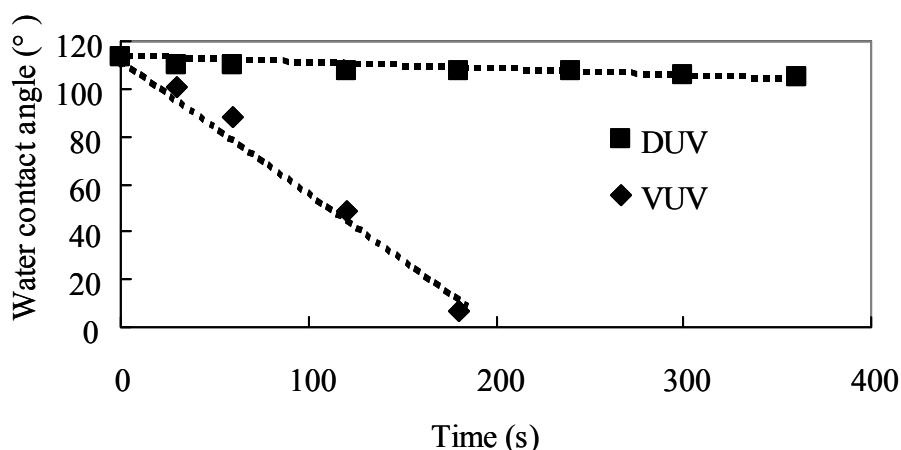


図 2. 3. 2. 3-2 表面処理時間に対する PDMS 表面の水の接触角の変化

表面処理なしの場合、PDMS 表面の水に対する接触角は 113°で、非常に高い撥水性を示す。したがって、水のような表面張力の高い溶媒を含むインクを PDMS に塗布することは難しい。図 2 より、VUV 光による表面処理が、親水性の表面に改質することに非常に効果的であることを確認できる。VUV 光を 180sec 照射後、水に対する接触角は 10°以下に減少した。一方、DUV 光を用いた表面処理の場合、接触角の減少はわずかであった。VUV 光の光子エネルギー (7.2 eV) と分子の結合エネルギー (Si-C : 6.6 eV) から、VUV 光の照射により、PDMS の表面が図 2. 3. 2. 3-3 のように改質されると考えられる。PDMS 中の Si-C 結合を解離させるには、185nm 以下の波長の光子エネルギーが必要であるため、DUV 光では、改質効果が不十分であることがわかる。

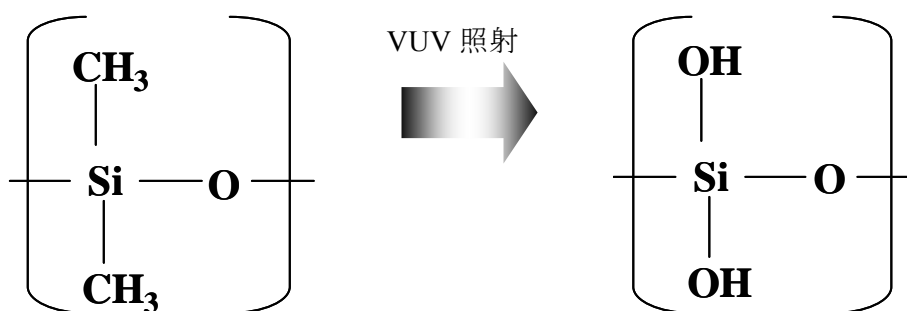


図 2. 3. 2. 3-3 VUV 光の照射による PDMS の親水化

我々は、AFM により PDMS 表面へのダメージについても調査した。PDMS 表面の RMS は約 1nm で、VUV 光の照射による変化はほとんどなかった。また、VUV 光を照射した PDMS 版に PEDOT/PSS 水分散液をスピコートした。その結果、PEDOT/PSS 水分散液を均一に塗布できることを確認した。

上記のように、VUV 光による表面処理が、PDMS 版の表面エネルギー制御に極めて有効であることを見出した。

次に、 $\mu$ CP 法を用いて基板上に PEDOT/PSS 薄膜のパターンを形成することを試みた。図 2. 3. 2. 3-4 (a) に作製したパターンの光学顕微鏡像を示す。線幅 1  $\mu$ m の明瞭な PEDOT/PSS 薄膜のパターンが形成できていることを確認した。図 2. 3. 2. 3-4 (b) には、PEDOT/PSS 薄膜パターンの AFM による断面像を示す。PEDOT/PSS 薄膜の膜厚は約 40nm で、膜厚はスピコートの条件によってコントロールした。膜厚の均一性も良好であった。塗布した PEDOT/PSS 水分散液と PDMS 版の間の親和性が低いので、パターンの転写性が良好である。その理由は、PEDOT/PSS 水分散液に含まれる水はスピコートの際にほとんど蒸発するとともに、残った PEDOT/PSS は PDMS と化学反応を起こさないためである。したがって、PEDOT/PSS 薄膜を基板上に転写することに成功した。

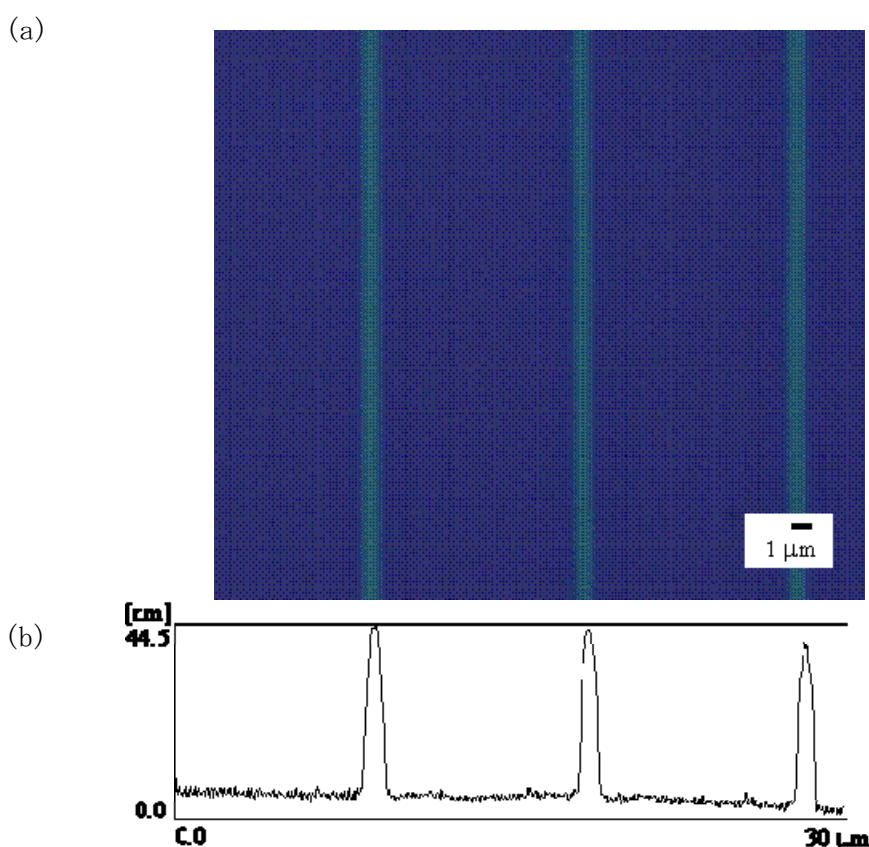


図 2. 3. 2. 3-4

(a) PEDOT/PSS 薄膜パターンの光学顕微鏡像

(b) PEDOT/PSS 薄膜パターンの AFM による断面像



## ・まとめ

上記の結果を以下にまとめる。Agのパターニング、大面積化については、開発項目が共通するため、2.3.2.4 画素電極のパターニングの項目で述べる。

1) 水のような表面張力の大きいインクに対応可能で、かつ、簡便な版の表面自由エネルギー制御技術を開発した。

2)  $\mu$ CP法を導電性高分子 (PEDOT/PSS) のパターニングに適用することに成功した。 $\mu$ CP法によって、最終目標を上回る線幅 1  $\mu$ m の高精細配線パターン形成技術を確立した。

### 2.3.2.4 画素電極のパターニング

配線のパターニング技術と同様に、版及び基板の表面、あるいは、インクを含めた界面の制御技術開発を中心に開発を行う。表面処理としては、平成18年度に導入する表面処理装置 (エキシマ光照射装置) や自己組織化膜 (SAM) 等の表面制御層、あるいは、表面の構造制御を検討する。手法としては、 $\mu$ CP法を中心としたダイレクトパターニング可能な印刷法を検討する。平成21年度末目標として、透過率 $\geq 85\%$ 、比抵抗 $\leq 1 \times 10^{-2} \Omega\text{cm}$ 、焼成温度 $< 200^\circ\text{C}$ を設定し、開発を行う。開発された要素技術を基に、大面積化の検討、装置開発へのフィードバックを行い、A4サイズのアレイ試作へと結び付ける。

実施内容と結果を以下に記載する。

ここでは、A4サイズのアレイ試作で用いた Ag のパターニング技術の開発、特に、大面積化の検討結果を中心に述べる。

$\mu$ CP法を実用化する上でのキーとなる技術は、大面積基板へのパターニング技術を確立することである。しかし、一般に用いられている Si、もしくは、ガラス基板から成るマスター版は、曲げに対して弱いため、PDMS版を作製する際の剥離工程中に割れやすいという課題を有する。特に、基板サイズが大きくなると剥離に要する力も大きくなるため、PDMS版の作製が困難となる。そこで、マスター版として、曲げに対して強い耐性を有する Ni を用いることとした。



表 2.3.2.4-1  
PDMS版の表面粗さ

Mold Material	Ra (nm)	RMS (nm)
Ni	1.14	1.43
Glass	1.21	1.52

図 2.3.2.4-1

A4サイズ (210 mm $\times$ 297 mm) の PDMS 版

図2.3.2.4-1に作製したA4サイズ(210 mm×297 mm)のPDMS版の写真を示す。Niは、ガラスやSiより柔らかいため、PDMS版から容易に剥離することができた。また、繰り返し使用しても劣化はなかった。表1にAFMを用いて測定したPDMS版表面のRaとRMSを示す。比較としてガラスマスターより作製したPDMS版の結果も示す。マスターの違いによる差はなく、非常に平滑な表面が得られていることが確認できた。

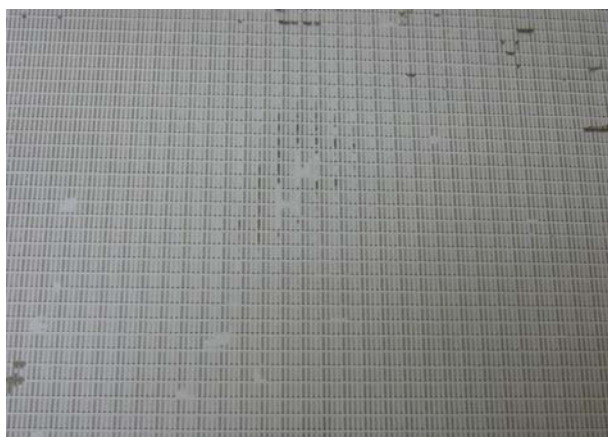


図2.3.2.4-2  
A4基板(210 mm×297 mm)への  
Agのパターニング

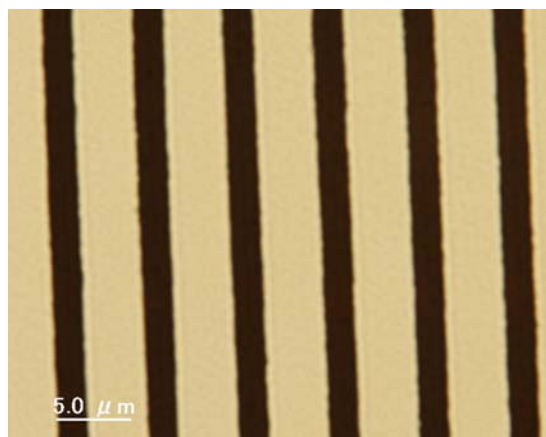


図2.3.2.4-3  
2 μm幅のAgのパターン

図2.3.2.4-2には、A4基板(210 mm×297 mm)へAgのパターニングを行った結果を示す。A4基板全域へパターンの形成を確認した。図2.3.2.4-3には、図2.3.2.4-2で作製したパターンの一部を示す。2 μm幅のパターンが形成できている事が確認できる。

以上の結果より、画素電極として検討を行ったAgのパターニング技術を開発するとともに、大面積化の検討を行い、A4基板へのパターニングにも成功した。

## 2.3.2.5 絶縁膜のパターニング

絶縁膜パターニングのための要素技術として、マイクロコンタクトプリント法(μCP法)による絶縁膜印刷を検討した。

### a. 膜厚制御

μCP法による絶縁膜印刷時の膜厚制御方法を検討し、ウェット膜厚とインク濃度の調整による膜厚制御を可能とした(最小膜厚360 nm)。印刷性の面からはウェット膜厚を小さく、インク濃度を大きくする必要がある。膜表面の粗さは、版表面性とインクのレベリング特性に依存するが、それらを最適化することによりRa=5 nmを達成した。

### b. パターニング

絶縁膜のμCP法によるパターニングを実施した。絶縁膜材料に関しては、主に本報1.1.2.1有機半導体アレイ化技術開発において検討された絶縁材料から、目標の材料

特性を満たす素材を選択し、 $\mu$ CP法によるパターニングを検討した。前記絶縁膜材料としてはポリビニルフェノール(PVPh)架橋系樹脂、添加剤により転写性を向上させたリビニルフェノール(PVPh-t)架橋系樹脂、旭硝子社製CYTOP、ポリメチルメタクリレート(PMMA)、ハイブリットシリコーン樹脂、ポリイミド系材料、を検討し、それぞれの材料特性に応じて、希釈溶媒・濃度・インキング条件・インク乾燥状態(ウェット or セミドライ)・コンタクト時の圧力・PDMS版表面改質等を検討することによりパターニングを行った。結果を表2.3.2.5-1に示す。ハイブリットシリコーン樹脂、ポリイミド系材料に関しては、インキング性に問題があり、版の表面処理等によっても版上での十分な製膜性が得られなかった。パターニングが可能であった絶縁膜材料の中で、特にPVPh-t架橋系を用いて200 ppiに対応する $10\ \mu\text{m}$ の解像度が得られた。(図2.3.2.5-1)

GI	材料	PVPh 架橋系	PVPh-t 架橋系	CYTOP	PMMA
印刷性	インキング	○	○	○	○(*)
	版離れ	○	○	△	△
	膜厚制御性	○( $0.2\sim 1.2\ \mu\text{m}$ )	○( $0.2\sim 1.2\ \mu\text{m}$ )	○( $0.2\sim 1.0\ \mu\text{m}$ )	○( $0.4\sim 1.6\ \mu\text{m}$ )
	解像度	○( $20\ \mu\text{m}$ )	◎( $10\ \mu\text{m}$ )	△( $50\ \mu\text{m}$ )	○( $20\ \mu\text{m}$ )

表2.3.2.5-1

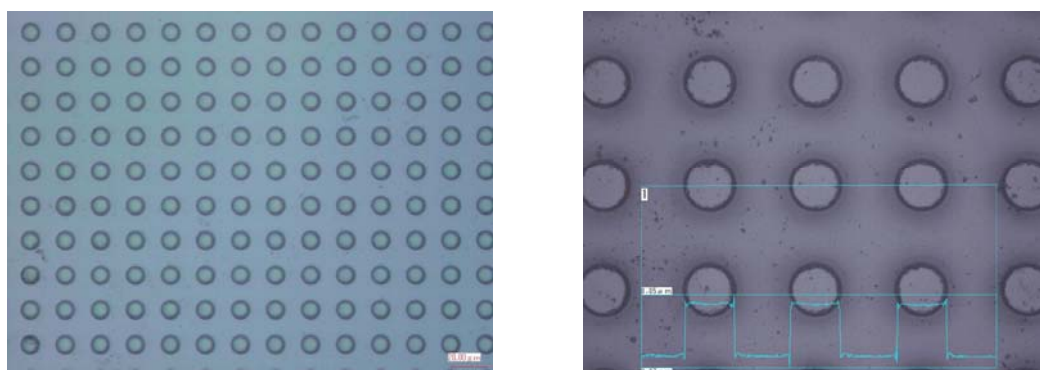


図2.3.2.5-1

### 2.3.2.6 ソース・ドレイン電極のパターニング

A4サイズ200 ppiのソース・ドレイン電極アレイ形成を目的とし、マイクロコンタクトプリント法( $\mu$ CP法)を用いてナノ銀電極のパターニングを行った。

#### a. インキング(塗布方法検討)

大面積の $\mu$ CP用PDMS版上に均一にインクを塗布するため、広幅のヘッドを持つスリットコーターを導入した。ガラス基板上へのインキングにおいては、

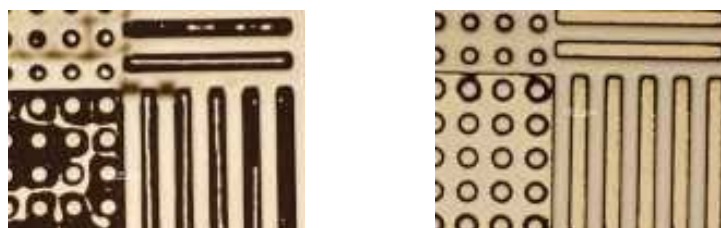


図2.3.2.6-1

(PDMS上へのインキング状態を版上部から撮影、明部がナノ銀)

コーターヘッド／基板上面のギャップ・ステージの駆動速度・インク供給量を最適に制御することにより、A4 サイズ全域において膜厚誤差 10 %以内のナノ銀薄膜作製条件を得た。

#### b. PDMS 上へのインキング

PDMS 凸版を用いる  $\mu$ CP プロセスでは、その形状に起因して凸部のエッジからのインクハジキが起こる。特に細線部においては、相対的にエッジからのインクハジキによる線幅の減少が大きく電極断線の要因となり、特に  $20\mu\text{m}$  以下の電極配線形成において顕著な断線が見られる。

(図 2. 3. 2. 6-1 : 左) この問題に対して、PDMS 版への濡れ性を向上させたナノ銀インクを用いてパターンニング条件を再検討することによりインキングの改善を行い、 $10\mu\text{m}$  までの電極パターンの印刷を可能とした。(図 2. 3. 2. 6-1 : 右)

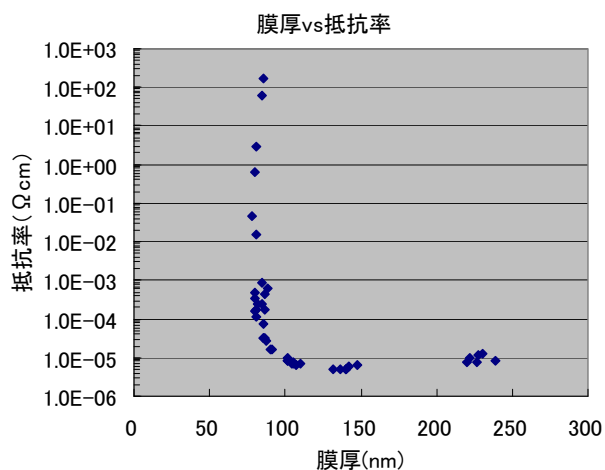


図 2. 3. 2. 6-2  
電極抵抗の膜厚依存

#### c. 電極パターン形成

本検討で用いたナノ銀インクにより形成される電極抵抗の膜厚依存性を評価したところ、膜厚  $100\text{nm}$  以下の領域で抵抗が急激に上昇することが明らかとなった(図 2. 3. 2. 6-2)。この結果から、電極として必要なナノ銀パターンの最低膜厚を  $100\text{nm}$  と決定したが、実際に  $\mu$ CP 法で形成した電極においては高精細なパターン部で最低膜厚を下回り、高抵抗化が発生した。(表 2. 3. 2. 6-1)

測定電極	電極幅 ( $\mu\text{m}$ )	膜厚 (nm)	抵抗率 $\rho$ ( $\Omega\text{cm}$ )
電極 1	300	300	$1.6 \times 10^{-6}$
電極 2	50	160	$1.0 \times 10^{-4}$
電極 3	20	90	$4.2 \times 10^{-5}$
電極 4	10	70	高抵抗化のため測定不能

表 2. 3. 2. 6-1

$\mu$ CP 法により形成した電極の線幅・膜厚および抵抗率

膜厚  $100\text{nm}$  以下の領域での電極抵抗上昇の原因については、以下のように解析を行った。ナノ銀電極パターンを  $\mu$ CP 法によりシリコン基板上に形成し、SEM による形状観察を行った結果、ナノ銀電極は十分な膜厚であれば粒子が 3 次元的なネットワークを形成していることが確認できる(図 2. 3. 2. 6-3 : 左)が、薄膜化するにつれナノ銀粒子の結合が 2 次元方向にのみ形成され(図 2. 3. 2. 6-3 : 中)、さらに薄膜化するとナノ銀粒子(あるいはその凝集体)が島状構造になってしまっている(図 2. 3. 2. 6-3 : 右)ことが確認された。そのためこれらの薄膜では十分な導電パスが得られていないと考えられる。

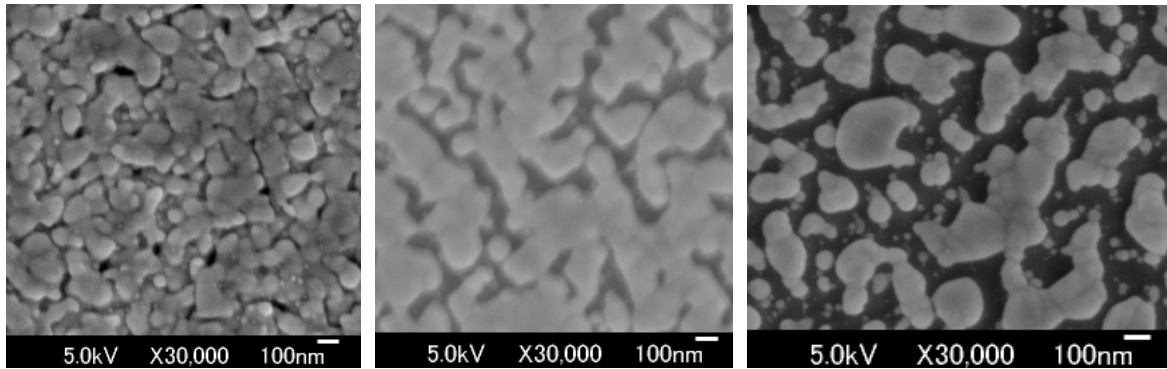


図 2. 3. 2. 6 - 3

SEM 画像 左-電極幅 300  $\mu\text{m}$  (膜厚 300nm)、中-電極幅 20  $\mu\text{m}$  (膜厚 90 nm)、  
右-電極幅 10  $\mu\text{m}$  (膜厚 70 nm)

電極薄膜化の問題は、インク粘度および界面活性剤成分が最適化された改良インクを用い、凸部からのインク流出を抑制することにより改善した。改良インクを用い十分な膜厚を形成することにより抵抗率を改善した結果を表 2. 3. 2. 6 - 2 に示す。以上の成果により電極幅 5  $\mu\text{m}$ 、チャンネル長 5  $\mu\text{m}$  の電極形成を達成した。

	従来インク	改良インク
電極幅 ( $\mu\text{m}$ )	10	5
膜厚 (nm)	70	200
抵抗率 ( $\Omega\text{cm}$ )	高抵抗化のため測定不能	$5.0 \times 10^{-5}$

表 2. 3. 2. 6 - 2

改善された  $\mu\text{CP}$  プロセスにより形成した電極パターンの電極幅・膜厚・抵抗率

上記で用いた改良インクを用いて、再度スリットコーターを用いたインキング条件および電極パターンの影響を軽減する乾燥プロセスを検討し最終的な大面積の電極インキング条件を決定、A4 サイズ 200ppi の電極印刷を達成した。(図 2. 3. 2. 6 - 4)

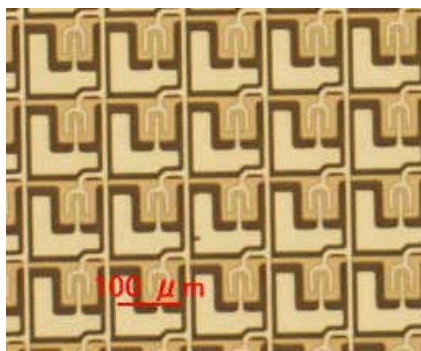


図 2. 3. 2. 6 - 4

$\mu\text{CP}$  プロセスにより A4 サイズで形成した  
ソース・ドレイン電極アレイ (拡大写真)

### 2. 3. 3 コンタクトプリンターの開発

### 2. 3. 3. 1 小型 (6 インチ) プリンター

マイクロコンタクトプリント法は従来の凸版印刷とは異なり高精細かつ高精度の精密パターン印刷ができることにある。これらを実現する為にはスタンプと被印刷基板との平行性の確保、スタンプにかかる圧力をゼロにできる重力バランスの確保、スタンプ材料の減圧による賦形前の脱泡機構、高精度なアライメント機構など装置に求められる要求は少なくない。しかしながらこれらを全て実現するマイクロコンタクトプリント装置は世の中に無く、これを満たす装置開発が必要となる。そこで、A4 サイズ 200 ppi 有機 TFT アレイ作製に向け、検証用として 6 インチサイズの新規マイクロコンタクトプリンターの設計及び開発を目標とした。

高精度印刷を実現する為にはまずスタンプと被印刷基板との平行性の確保が重要となる。これらの観点からプリンターはロール方式ではなく平行平板方式を採用した。まず平行性の確保については吸着する基材、マスター版、PDMS スタンプ等の厚みムラを吸収するために球面座構造とした。この際、下部ヘッドのみに球面座機構を設け、下部ヘッドをフリーにした状態で上部ヘッドを接触させる事で上下ヘッドの平行性を確保する機構とした。また、スタンプにかかる圧力をゼロにする、いわゆるキスタッチでの印刷を実現する為に光学センサー及び近接センサー (静電容量) での高精度 Z 軸位置観察が可能な機構を持たせた。また、Z 軸の分解能は 0.1  $\mu\text{m}$  とし高分解能で上部ヘッドが接触できる機構とした。装置内でスタンプを作製できるように脱泡機構、及びスタンプにインキを付与する機構も合わせて設けた。さらに高精度なアライメント機構については以下のような装置設計とした。まずステージ分解能 2  $\mu\text{m}$  を有するミラーユニットなる直角プリズムを用い上下基板像を映し、左右の顕微鏡ユニットで直角プリズムの像をモニターに映し出す機構とした。顕微鏡ユニットの X ステージ分解能は 0.5  $\mu\text{m}$ 、Z ステージ分解能は 0.25  $\mu\text{m}$  とし、観察用カメラには対物 10 倍レンズを採用した。以上のような機構を持つプリンターを設計し具現化した。

### 2. 3. 3. 2 A4 プリンター

6 インチサイズでの有機 TFT 作製技術は上述 2. 2. 8. 1 で記載したとおりである。ここでは大面積有機 TFT 作製技術に関して報告する。具体的には A4 サイズ、200ppi 相当の高精細有機 TFT アレイをマイクロコンタクトプリントで作製する事を目標とし、それらを達成する為に必要な技術開発に関して検討を行った。検討項目は大面積印刷用装置開発、大面積マスター版作製技術開発、単一レイヤー印刷、寸法制御、アライメント積層印刷である。これらの技術開発を行い最終的に以下の様な素子構造を持つ有機 TFT アレイを作製した。有機 TFT の素子構造はチャンネル長 5  $\mu\text{m}$ 、電極幅 10  $\mu\text{m}$  であり解像度 200 ppi (127  $\mu\text{m}$  ピッチ) とした。この素子を横方向に 1600 ライン、縦方向に 1200 ライン配置させ引き出し電極を含めた全体の ARRAY 部は 22.5 cm $\times$ 17.5 cm の UXGA (Ultra eXtended Graphics Array) とした。さらにこれらの ARRAY 部を囲うように最外郭に TEG 部を配置させた。

開発を行い最適化を図ることで以下のような成果を得ることができた。

ゲート電極、ソース・ドレイン電極および有機半導体層形成にマイクロコンタクトプリント法を用いて有機半導体層まで形成した UXGA 有機 TFT アレイの結果を図 2. 3. 3. 2-1 に示す。図に示すとおり、200 ppi アレイ内部での位置精度も 10  $\mu\text{m}$  以内で作製できており、マイクロコンタクトプリント法を用いて大面積かつ高精細な有機 TFT アレイが作製可能であった。また、図 2. 3. 3. 2-2 に示すとおりアレイ部の周囲に配置した TEG 部の電荷輸送特性から大面積アレイの最外郭部でも良好なトランジスタ特性を得る事が可能であった。チャンネル長 5  $\mu\text{m}$  部での特性は ON/OFF 比は 7 桁、移動度の平均値は  $3\text{E-}3 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、閾値電圧 ( $V_{\text{th}}$ ) は  $0\pm 10 \text{ V}$  であった。

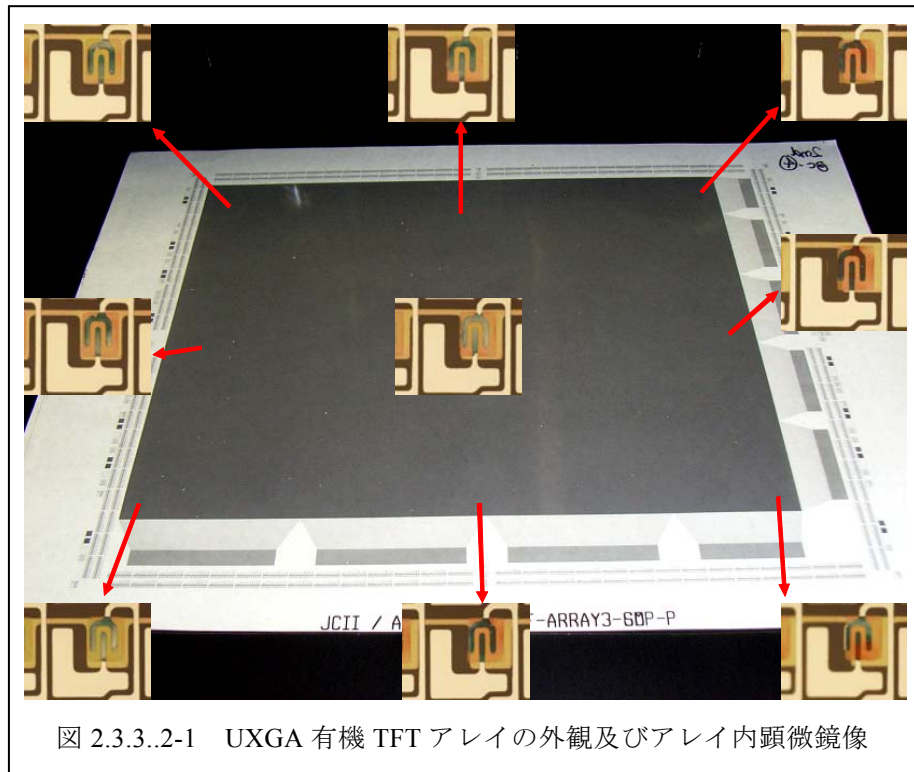


図 2.3.3.2-1 UXGA 有機 TFT アレイの外観及びアレイ内顕微鏡像

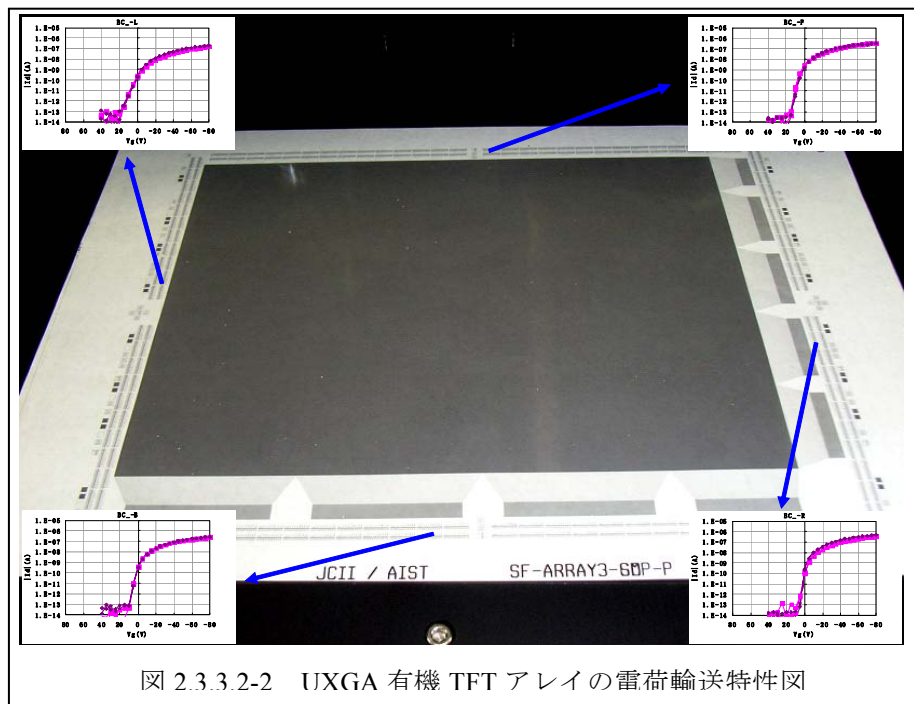


図 2.3.3.2-2 UXGA 有機 TFT アレイの電荷輸送特性図

以上のようにしてマイクロコンタクトプリント法を用いて大面積かつ高精細なバックプレーンの作製が可能となり、A4 エリア内で特性のバラツキのない有機 TFT の作製に成功した。

### 2. 3. 4 バックプレーンパネル化技術の開発

本開発項目の目的は、当プロジェクトで開発した材料技術、印刷技術と、フロントパネルを組み合わせて、実際に動作する TFT ディスプレイを試作することである。バックプレーンパネル化は、単素子検討ステージと、アレイ検討ステージに分けて開発を進めた。

単素子検討ステージでは、以下の通り、順次試作を行った。

TEG0.....リファレンスとなる素子作製、評価技術確立のための TFT 素子。半導体は、ペンタセン蒸着膜や P3HT スピンコート膜をベースとし、シリコン熱酸化膜や金電極等の無機系の材料を用いて、素子を作製する。

TEG1.....微細な TFT 構造や印刷電極パターン評価のための TFT 素子。半導体のパターンニングを行い、OFF 電流の低減による ON/OFF 比の向上を図る。また、各部材とプロセスの組み合わせ評価を行う。

TEG2.....保護膜までの全構成要素を組み合わせた TFT 素子。有機 TFT の化学的劣化を防ぐ保護膜と、光劣化を防ぐ遮光膜を備えた構成を検討する。

各段階の素子構造を、図 2. 3. 4-1 に示す。材料とプロセスの最適化を行った結果、半導体形成後の単素子として、移動度  $0.03 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、ON/OFF 比 7 桁以上を達成した。

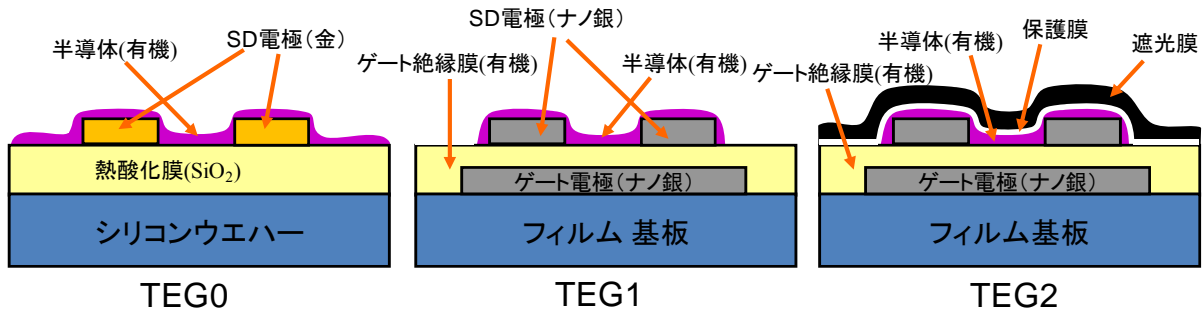
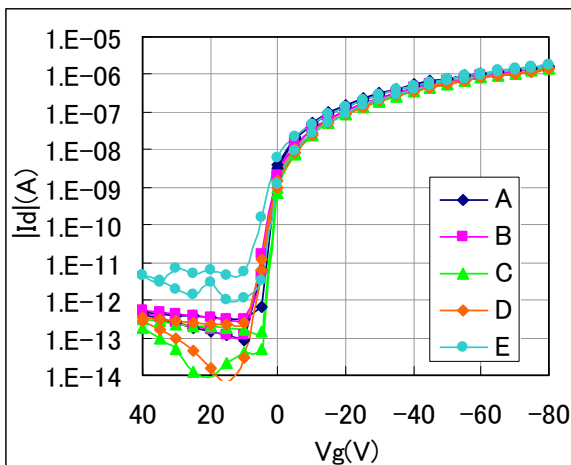


図 2. 3. 4-1 各ステージの単素子設計(断面図)

有機半導体 P3HT は、大気中で可視光に暴露すると OFF 電流の上昇が生じてしまう。そこで、図 2. 3. 4-1 の TEG2 のように、TFT の上に保護層と遮光層を形成するこ



	プロセス	電気測定環境
A	半導体印刷後	N <sub>2</sub> 雰囲気
B	サイトップ印刷後	N <sub>2</sub> 雰囲気
C	遮光膜印刷後	N <sub>2</sub> 雰囲気
D	反射電極印刷後	N <sub>2</sub> 雰囲気
E	PNパネル化後	大気中

#### FET特性(C)

電界効果移動度( $\text{cm}^2/\text{Vs}$ )	$2.1 \times 10^{-3}$
閾値電圧(V)	-0.3
ON/OFF比_30V幅	$8.8 \times 10^5$
S値(V/dec)	1.2

図 2. 3. 4-2 試作の各プロセス後の FET 電気特性  
III-2. 3-13



とにより、大気中においても動作し、パネル化プロセスにも耐えられる TFT バックプレーンを試作することができた。各プロセス後に測定した FET 特性を図 2. 3. 4-2 に示す。

アレイ検討ステージでは、単素子検討ステージの結果を踏まえ、ARRAY0 から ARRAY 3 まで、徐々に大面積化、高精細化を進めながら試作を行った。ARRAY2 設計では 1 インチ角、200×200 画素、200 ppi の TFT アレイを試作し、ディスプレイ駆動まで実施した。ARRAY3 設計では、1600×1200 画素、200ppi の TFT アレイの試作まで行った。ARRAY3 は、プロセスの制約上、半導体の形成までしか実施できなかったが、A4 全面での 200 ppiTFT アレイ形成と、TFT の電気特性動作が確認できた。

#### a. TFT バックプレーンの試作プロセス

TFT バックプレーンの各レイヤーの材料、印刷プロセスを、表 2. 3. 4-1 に示す。パターニングが必要な、ゲート電極、SD 電極、半導体、反射電極は、全て印刷によって形成している。

レイヤー	材料	プロセス	パターン	目標膜厚	焼成温度
基板	耐熱PC			110 $\mu$ m	180 $^{\circ}$ C
下地層	PVP系(DIC)	スピコート	無	500nm	170 $^{\circ}$ C
ゲート電極	ナノ銀 AGF-02a	転写印刷 マイクロコンタクトプリント	有	200nm	180 $^{\circ}$ C
ゲート絶縁膜	PVP系(DIC)	スピコート	無	1 $\mu$ m	170 $^{\circ}$ C
	PI系(DIC)	スピコート	無	1 $\mu$ m	170 $^{\circ}$ C
	PI系(ADEKA)	スピコート	無	1 $\mu$ m	180 $^{\circ}$ C
SD、画素電極	ナノ銀 AGF-02a	転写印刷 マイクロコンタクトプリント	有	200nm	180 $^{\circ}$ C
半導体	インキ化P3HT	転写印刷 マイクロコンタクトプリント	有	30nm	150 $^{\circ}$ C
保護膜	CYTOP	ベタ転写	無	1 $\mu$ m	150 $^{\circ}$ C
遮光膜	BM-07a	ベタ転写	無	1 $\mu$ m	150 $^{\circ}$ C
反射電極	ナノ銀 AGF-02a	転写印刷	有	200nm	150 $^{\circ}$ C

表 2. 3. 4-1 TFT バックプレーンの層構成と作製プロセス

ゲート絶縁膜は、上記 3 種類の材料いずれにおいても TFT 特性、パネル駆動共に問題なく動作し、顕著な差は見られなかった。また、転写印刷、マイクロコンタクトプリントのいずれの方法でも、PN 液晶パネルが駆動できた。ロール方式転写印刷機では、遮光層のパターニングにも成功し、反射電極を省いた構成で PN 液晶パネルを駆動することができた。

#### b. PN 液晶パネルの試作

ポリマーネットワーク液晶の駆動特性や、部材の相互作用を考慮して、表示パネルの構成は図 2. 3. 4-3 の通りとした。フローティング反射電極の形成までは、つくば集中研で試作し、その後、外注先にて液晶パネル化を行った。

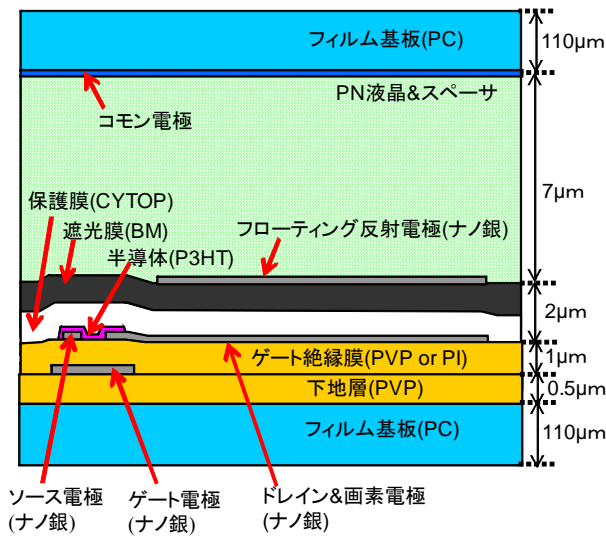


図 2. 3. 4-3

PN 液晶パネルの断面構成

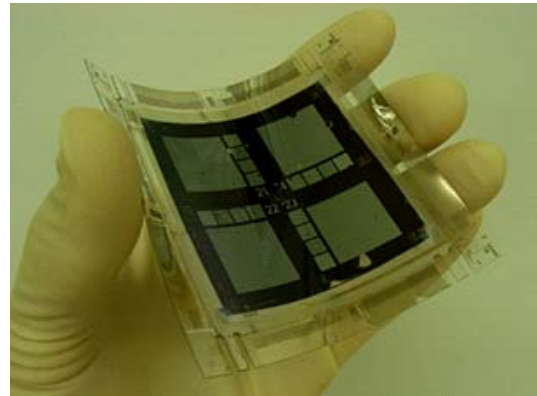
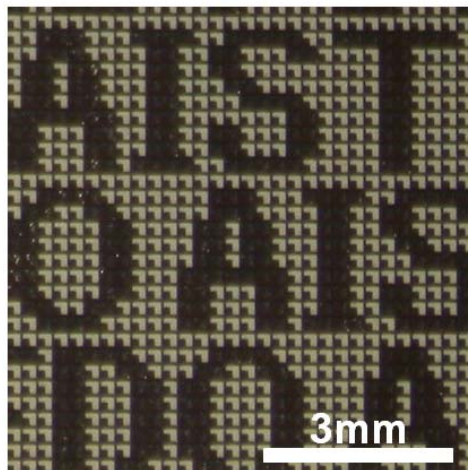


図 2. 3. 4-4

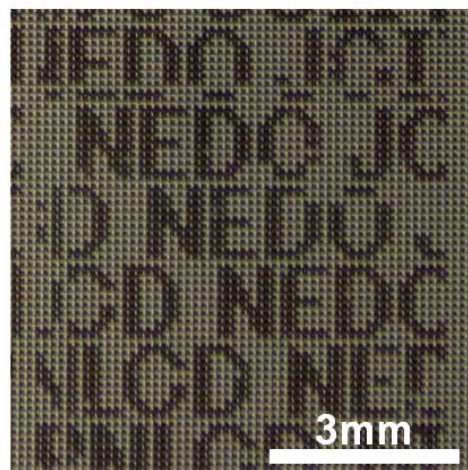
完成した PN 液晶パネル

c. 試作した PN 液晶パネルの駆動

作製した PN 液晶パネルと駆動回路を接続し、画像表示試験を行った。駆動信号の垂直周波数は 100ppi : 46.3Hz、200 ppi : 32.7 Hz であり、フルモーションの動画(60 Hz)に近い条件で TFT 駆動することができている。ARRAY2 設計パネルの表示画像を図 2. 3.



a. 100ppi L=10 µm



b. 200ppi L=5 µm

図 2. 3. 4-5 ARRAY2 駆動結果

4-5 に示す。

d. 表示パネルの大面積化検討

当プロジェクトの TFT 試作プロセスでは、ARRAY2 設計(1 インチ角)においても多数の欠陥が発生し、これ以上の大面積化を行うのは困難であった。しかし、小さなパネル

であっても、信号波形を変えて駆動実験を行うことにより、高精細、大面積駆動の検証を行うことが可能である。実験の結果、書込時間  $40\mu$  秒、保持時間  $55\text{m}$  秒においても、明瞭な表示画像を得た。すなわち、 $55/0.04=1345$  ラインであっても、画像表示が可能である。

以上の検討結果より、試作した PN 液晶パネルは、ARRAY3 設計の A4、200ppi PN 液晶パネルを、垂直周波数  $18.2\text{ Hz}(=1000\text{ m 秒}/55\text{m 秒})$  の準動画駆動が可能であることが実証できた。

#### e. 試作した PN 液晶パネルの屈曲性

作製した PN 液晶パネルは、等しい厚みのポリカーボネート基板( $110\mu\text{m}$ )に、薄い表示素子が挟まれた構造をしている。これにより、屈曲させても、中央の TFT アレイや PN 液晶に応力がかかりにくくすることができる。その結果、図 2. 3. 4-6 の通り屈曲半径  $20\text{ mm}$  に曲げた状態で、平面状態と同様に駆動できることが確認できた。

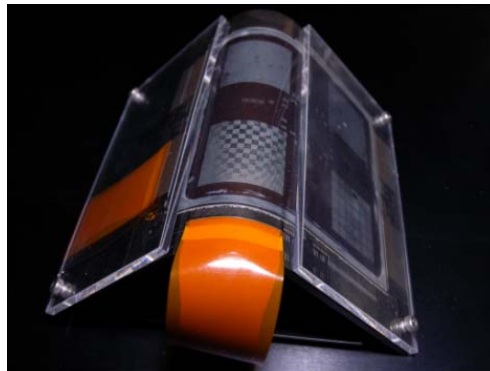


図 2. 3. 4-6 曲率半径  $20\text{mm}$  で走査駆動

以上により、A4 サイズ、200 ppi、屈曲半径  $20\text{ mm}$ 、準動画表示の全印刷有機 TFT バックプレーン試作技術を確立することができた。今後、欠陥低減、面内均一性向上、生産性向上が実現されれば、実用的な表示パネルの製造が可能となる見込みである。

## 2. 4 実用化技術の概要

実用化技術研究の目的は、ロール to ロールプロセスによるフィルム基板液晶ディスプレイの高効率製造のための高度集積化部材の実用化課題技術を開発するとともに、これらを用いるパネル化の要素技術を開発し、フィルム基板ディスプレイ用部材の実用化を促進させることである。前者が「研究開発項目③高度集積部材の開発」であり、後者が「研究開発項目④ロール部材パネル化要素技術の開発」である。これらの全体的な研究内容の概要を図 2. 4. 1 に示す。

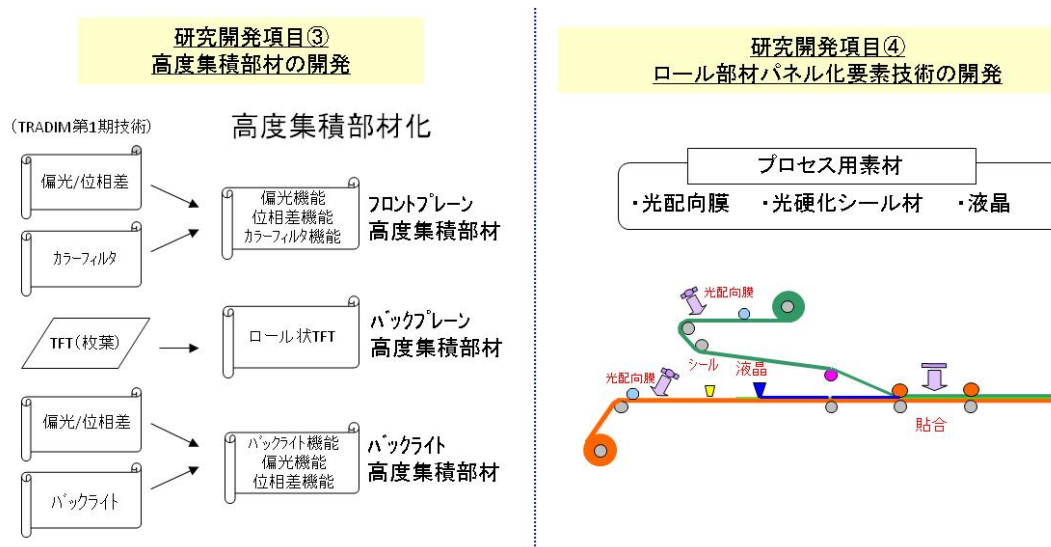


図 2. 4. 1 研究内容の概要

研究開発項目③高度集積部材の開発では、3つのロール部材を開発した。その第一が、偏光機能と位相差機能を一体化したロール部材と、フィルム基板カラーフィルタのロール部材をロール to ロールで集積化した「フロントプレーン高度集積部材」であり、第二が前記の偏光/位相差部材とバックライトを集積化した「バックライト高度集積部材」である。さらに第三として、TFT基板をロール状で作製した「バックプレーン高度集積部材」である。

さらに、これらのテーマをブレイクダウンし、高度集積部材を得るための個別の部材やプロセスの研究テーマを実施した。各個別部材と高度集積部材の関係を図 2. 4. 2 に示す。

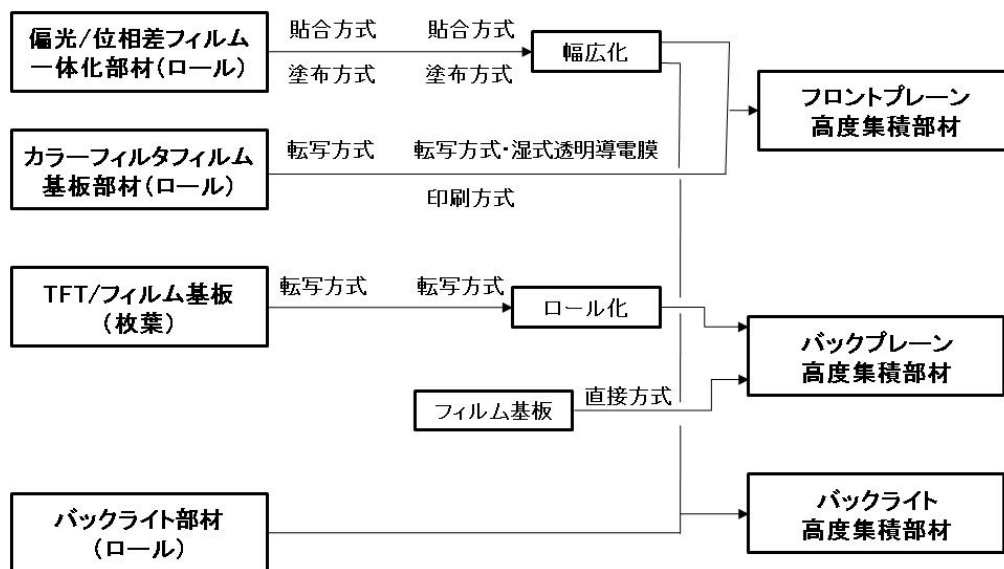


図 2. 4. 2 個別部材と高度集積部材の関係

偏光/位相差一体化フィルム部材については、本研究事業開始前に得られていた狭幅試作品での研究結果をベースに、新規設備を開発し、幅広化と性能向上及び面内均一性向上のための技術を開発した。カラーフィルタフィルム基板部材では、印刷方式によりフォトリソグラフィーを用いずにスパーサー付の部材を作製するプロセスを開発した。また透明導電膜を塗布で形成する湿式透明導電膜の研究も実施し、プロセスを開発した。2. 5 項に詳細を記すが、これらの各部材について、外観形状および特性の目標を達成することができた。さらに、これらのロール部材と、ロール部材を集積化する新規設備を開発することにより、フロントプレーン高度集積部材を開発した。

バックライト部材については、LED を光源として用いるバックライト部材のロールと前述の偏光/位相差フィルム一体化部材をロール to ロールで集積化し、バックライト高度集積部材を開発した。更に、フィルム基板を用いた有機 EL 素子をバックライトとして用いることを想定し、フィルム基板上に、有機 EL 素子で求められる平滑性が良好で、シート抵抗が低く、かつ光線透過率が高い透明導電膜を形成する方法を研究し、目標の平滑性、シート抵抗、光線透過率を達成した。

TFT については、ガラス基板上で作製した TFT アレイをフィルム基板上に転写する「転写方式」と、フィルム基板上に半導体層他の薄膜を成膜して TFT を形成する直接法について研究を行った。転写法によりロール部材を作成し、研究開発課題④ロール部材パネル化要素技術の開発に使い、液晶ディスプレイの動作を確認することができた。また、直接法では、フィルム基板上に、液晶ディスプレイのスイッチング用として十分な移動度と ON/OFF 比を持つ TFT を形成することができた。

また、フロントプレーン高度集積部材およびバックライト高度集積部材については、その評価方法についても開発した。

研究開発項目④ロール部材パネル化要素技術の開発では、ロール状のカラーフィルタと TFT を用いてロール to ロールで液晶パネルを作製する技術の研究を行った。プロセスを（Ⅰ）配向膜形成技術、（Ⅱ）シール技術、（Ⅲ）液晶層形成技術、（Ⅳ）上下貼合技術、（Ⅴ）パネル切断技術、（Ⅵ）ロール部材洗浄技術に分けて研究を実施した。これらのうち、（Ⅱ）から（Ⅳ）の工程は、いわゆる液晶滴下プロセスをロール to ロールで行う新規設備を開発して一貫して実施する技術を開発した。また、（Ⅰ）に関連する評価技術として（Ⅶ）配向膜インライン検査装置の開発を行った。さらに、部材やプロセス条件の検討およびプロセスを通して試作した液晶パネルの評価を行うために（Ⅷ）パネル組立・評価の研究を行った。これらの研究の結果、個々の課題の目標を達成し、良好に点灯可能な液晶パネルを作製することができ、ロール to ロールでパネル化が可能である技術を実証することができた。

以下、次の 2. 5 項および 2. 6 項に、これらの研究成果の詳細を記す。

## 2. 5 ③高度集積部材開発

### 2. 5. 1 フロントプレーン高度集積部材

#### 2. 5. 1. 1 偏光／位相差フィルム一体化部材

##### 2. 5. 1. 1. 1 背景

偏光／位相差フィルムを一体化した部材として、位相差の遅相軸が偏光板の吸収軸と同軸の場合、ネガティブCプレートの位相差層と偏光板の貼合はすでにロール to ロール化が検討されている。これは、位相差の遅相軸と偏光板の吸収軸がいずれもロールの長手方向である場合と、位相差が面内ではゼロ（法線方向に発生）である場合で、両フィルムを同一方向で単純にラミネートしているものである。これらは主としてTVモニター向けの、視野角による位相差変化の補償用部材であり、モバイル機器向けの半透過型や反射型LCDで必要とされる円偏光板では、偏光板の吸収軸に対して斜め方向に遅相軸を有する位相差層が必要となる。そこで、本事業では、位相差層の遅相軸を任意に設定できるプロセスおよび材料を研究し、超薄型軽量フレキシブルの特徴が活きるモバイルディスプレイに有用な円偏光板をロール to ロールで製作する技術を開発する。

##### 2. 5. 1. 1. 2 開発目標と達成状況

表 2.5.1.1.2-1 に本研究開発の目標と成果および達成度を示す。いずれの目標に対しても達成することができた。

表 2.5.1.1.2-1 偏光／位相差フィルム一体化部材の目標と成果および達成度

目標	研究開発成果	達成度
<ul style="list-style-type: none"> <li>位相差層の面内光軸がフィルム長手方向に任意に設定できるプロセスを用いた広帯域円偏光板ロール部材を開発する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1パスで光配向剤塗布～配向処理～重合性液晶塗布～重合処理を連続加工できる新規塗工装置と、光軸をフィルム長手方向に任意設定を用いた精密塗工プロセスを開発し、広帯域円偏光板ロール部材を開発した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>広帯域円偏光板ロール部材 ○</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>外観寸法幅 300mm、長さ 10m 以上</li> <li>位相差層膜厚 10 μm 以下</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>外観寸法幅 300mm、長さ 10m</li> <li>位相差層膜厚 3 μm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>外観寸法 ○</li> <li>位相差膜厚 ○</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>円偏光板の楕円率 面内最小値 92%以上 面内分布 5%以内</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>円偏光板の楕円率 面内最小値 92% 面内分布 1.7%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>楕円率 ○</li> </ul>

達成度：◎大幅達成、○達成、△やや未達、×未達

##### 2. 5. 1. 1. 3 検討内容

研究開発の計画としては、平成 18 年度は設備の導入、平成 19 年度は設備の導入と枚葉品での部材評価、平成 20 年度はロール化プロセス条件出し、平成 21 年度は目標ロール化

部材の試作のフィードバックを行い、ロール化プロセス条件の確立と完成度を向上させるとして行った。

直線偏光板の吸収軸に対して $\pm 45^\circ$  方向に遅相軸をもつ  $1/4$  波長板 ( $\lambda/4$  位相差板とも言われる) を積層することで、透過光は右あるいは左円偏光になる。ただし、これは任意の一波長について成立することを指しているのであって、全ての波長で円偏光になるわけではない。円偏光を広帯域化する手法として、図 2.51.1.3-1 に示すように、直線偏光板の吸収軸に対して、例えば遅相軸が $\pm 15^\circ$  方向の  $1/2$  波長板 ( $\lambda/2$  位相差板とも言われる) と、その上に $\pm 75^\circ$  の  $1/4$  波長板を積層することが知られている<sup>1)</sup>。

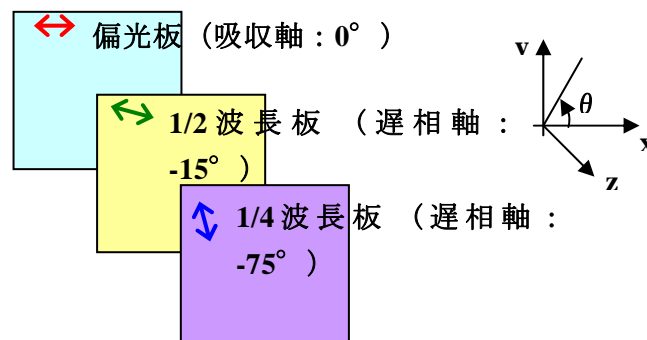


図 2.51.1.3-1 円偏光板 (広帯域  $1/4$  波長板) の構成

本研究開発では、 $1/2$  波長板と  $1/4$  波長板とを、シート状の位相差フィルムを貼合したのち偏光板と一体化する貼合方式と、長尺なフィルム上に塗布方式で位相差層を形成して偏光板と一体化する塗布方式の二通りのアプローチで行った。

まず、貼合方式による研究成果を述べる。

#### a. 偏光/位相差フィルム一体化部材 (貼合方式)

広帯域円偏光板の構成部材である偏光板、 $1/2$  波長板、 $1/4$  波長板は分散研より供給して頂いた。各部材の性能、ならびにそれらを用いて作製した広帯域円偏光板の性能を評価した結果、楕円率は可視光領域でも最小 95%、楕円率の面内分布 $\pm 2\%$ が得られた。

#### b. 偏光/位相差フィルム一体化部材 (貼合方式) のロール化プロセス

次に貼合方式でロール状円偏光板を作製するプロセスについて述べる。

貼合方式での円偏光板の作製には、光学フィルム打ち抜き装置を導入した。光学フィルム打ち抜き装置は、偏光板並びに位相差フィルムをロール形態から連続で打ち抜く装置である。この装置は、打ち抜き型のみを回転することでロールの搬送方向を変える事無く任意の光軸を有する光学フィルムを作製できる点、下敷きとなるPETフィルムを同時に搬送することで打ち抜いたフィルムを自動でストックできる点が特徴である。

ロール to ロールプロセスを検討するにあたり以下の目標スペックをたてて検討を開始した。プロセス目標としては、目標スペックである  $300\text{ mm} \times 10\text{ m}$  ロール品を達成するためには、33 枚の  $300\text{ mm} \times 250\text{ mm}$  シート状広帯域円偏光板が必要である。よって、偏光板、 $1/2$  波長板、 $1/4$  波長板それぞれが 33 Shot 以上安定して連続打ち抜きできることを目標とした。性能目標としては、楕円率 98%以上を満たすために、どの程度の打ち抜き角度精度が必要かをシミュレーションした結果、 $0.3^\circ$  以内であることが分かった。



フィルム打ち抜き部の繰り返し角度設定精度を確認した。N = 68 の実験の結果、枚葉では測定誤差を含めて  $0^\circ$  を中心に  $\pm 0.2^\circ$  の精度で打ち抜ける事を確認した。

次に、実際に偏光板ロールを図 2.51.1.3-2 に示すように通紙して、N = 33 × 2 set の連続打ち抜き検査を実施した。

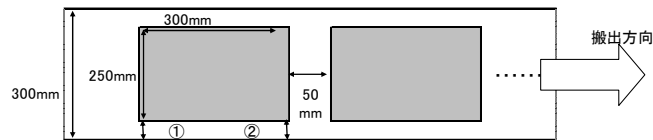


図 2.51.1.3-2 偏光板連続打ち抜き模式図

その結果、最大で  $0.6^\circ$  の角度ズレが発生し、バラツキも大きく、安定した連続運転ができていないことがわかった。そこで装置改造を実施し、連続運転時のフィルム搬送状態の安定化を試みた。このようにして、連続打ち抜きを実施した際の設定値からの角度ズレは、 $-0.3$  度から  $+0.1$  度の範囲に収めることができた。計 47 shot の連続打ち抜き試験を実施し、いずれも  $\pm 0.3^\circ$  以内で打ち抜く事ができた。

偏光板、粘着剤付き 1/2 波長板、粘着剤付き 1/4 波長板をフィルム打ち抜き装置で打ち抜き、偏光板、1/2 波長板、1/4 波長板いずれも良好な寸法精度の枚葉フィルムが連続かつ安定して得られた。

得られた各枚葉フィルムを貼合機で貼り合わせて楕円率を測定した。その結果、円偏光板の楕円率は、目標とする 92%以上、面内分布 5%以内であること確認した。

### c. 円偏光板ロール化プロセス検討—下基板形成装置

下基板形成装置は、広帯域円偏光板とロール状カラーフィルタあるいはロール状バックライトとをロール to ロールで連続的に貼り合わせるために、枚葉の円偏光板シートをロール化する装置である。

上記装置を用いて、円偏光板の精密配列ロール化プロセスの実証試験を実施した。

まず、枚葉の偏光板を用いて、約 5 m を試作し、図 2.5.1.1.3-3 の要領で、貼合ズレ ( $\Delta L$ ) と配列ピッチ間隔 (W) を測定した。

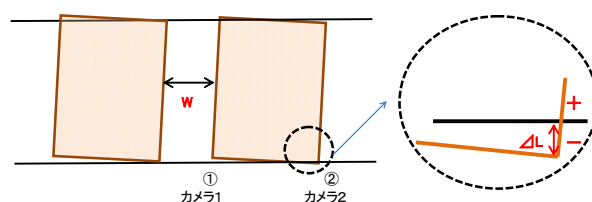


図 2.5.1.1.3-3 精密配列ロール測定方法

#### ①貼合精度について

CCD カメラのコントラスト設定、ステージの位置を正確に校正することで、貼合ズレ ( $\Delta L$ )  $100 \mu\text{m}$  以内で貼合することができた。枚葉フィルムの短辺の長さは 250 mm であるため、計算すると角度ズレは  $\pm 0.03^\circ$  以内、即ちほぼ  $0^\circ$  であることがわかる (縦軸最大値の  $500 \mu\text{m}$  で約  $0.11^\circ$  の角度ズレ)。

#### ②配列ピッチ精度について

検討開始当初、配列ピッチ間隔 (W) は 5 mm 程度のバラツキが発生した。検討の結果、ベースフィルムが吸着ステージに貼り付いて、吸着ステージ原点移動の際に、搬送方向と逆方向に引っ張られることが原因であることがわかった。そこで、吸着

ステージの移動とフィルムの搬送動作を分割するような機構に動作調整したところ、配列ピッチは±1 mm 以内に改善することができた。

d. 偏光/位相差フィルム一体化部材（貼合方式）300 mm×10 m ロールの作製

最後に、これらの検討結果をふまえて、作製した広帯域円偏光板計 33 枚を用いて設定間隔 50 mm で精密配列し、10 m レベルのロール化実証試験を実施した。試験の結果、写真 2.5.1.1.3-1 に示すように幅 300 mm×長さ 10 m の精密配列ロールを安定的に作成することができ、本プロセスによる円偏光板ロール作製が可能であることを実証することができた。

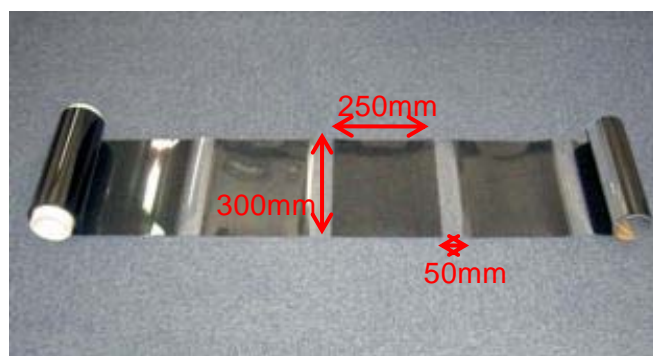


写真 2.5.1.1.3-1 偏光/位相差フィルム一体化部材（貼合方式）  
ロール 10 m 品

次に、塗布方式による位相差板の開発について述べる。

e. 偏光/位相差フィルム一体化部材（塗布方式）

塗布方式による位相差板では、図 2.5.1.1.3-4 に示すように、光配向分子からなる光配向剤を塗布・乾燥した後、偏光 UV 光を照射する。十分な光照射の後、偏光 UV 方向と垂直に光配向分子が一軸配向する<sup>2)</sup>。その上に塗布した液晶分子は光配向膜に誘起された異方性に従って一軸配向する。同図で、一軸配向した重合性液晶膜へ UV 光を照射することで硬化し、正の一軸位相差板（ポジティブ A プレート）として扱える。屈折率異方性は $\Delta n=0.156$ （@590.0nm）であるから、1/2 波長板では厚さ  $1.7\mu\text{m}$ 、1/4 波長板では厚さ  $0.85\mu\text{m}$  で作製できる。光配向膜上へ塗布する際は、有機溶媒に溶かした状態である。Wet 膜から溶媒を蒸発させると室温でネマティック相を発現する。

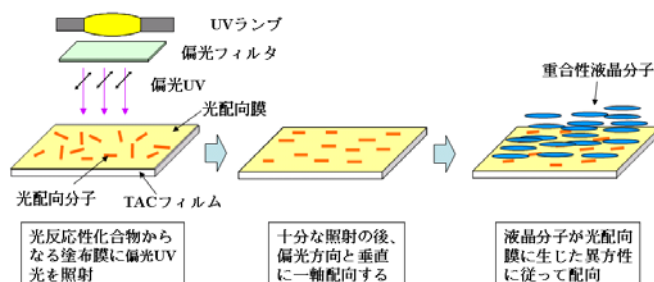


図 2.5.1.1.3-4 塗布方式位相差板での光配向処理の概略図

f. 偏光/位相差フィルム一体化部材—重合性液晶

重合性液晶は波長分散性を持っているため、装置の測定波長により位相差値が異なる。目標特性達成のために必要な位相差フィルム作製精度を、楕円率のシミュレーション計算で求めた。その結果、位相差値（塗工膜の厚さ）±3%、配向角度±2°、貼合角度±2°の

誤差よりもさらに狭いものとなった。

#### g. 偏光／位相差フィルム一体化部材—位相差フィルムの塗工プロセス

本研究における偏光／位相差フィルム（塗布方式）部材の高品質化には、以下 3 項目を改善した塗工プロセスを用意する必要がある。

##### ① 光配向処理時はフィルムを平坦に保って搬送

光配向処理時、フィルムが撓んだ状態であると重合性液晶の配向方向は面内では一様とはならない。フィルムを平坦なまま光配向処理することで、配向方向を一様にできる。

##### ② 光配向膜表面と TAC 裏面は非接触にする

光配向処理後に一旦フィルムを巻き取ると、再度巻き出して重合性液晶を塗布する際、配向欠陥が生じる。一回のフィルム搬送（1 パス）で光配向層と重合性液晶層を形成可能なら、光配向膜表面の接触による配向欠陥の発生は避けられる。

##### ③ 重合性液晶は非接触なコーターで塗布する

重合性液晶の性状を安定に維持するために、塗液が密閉系でかつ非接触として位相差値を安定化させる。

#### h. 偏光／位相差フィルム一体化部材—光学フィルム精密塗工装置

先述の 3 項目を加味した 1 パス・2 コーターの塗工機である光学フィルム精密塗工装置を新規設備として導入した。本研究で目指す広帯域 1/4 波長板部材は、2 パスで作製できる。続いて分散研で片 TAC 偏光板ロールと貼合することで円偏光板部材が完成する。

#### i. 偏光／位相差フィルム一体化部材—作製した位相差フィルムの特性

前記塗工条件を用い、光学フィルム精密塗工装置で作製した位相差フィルムの特性について記述する。

##### ① 配向観察

配向状態を偏光顕微鏡で確認した結果、1/2 波長板、1/4 波長板共に配向欠陥は確認されず、良好な配向状態であった。

##### ② 位相差フィルムの TD と MD プロファイル

10m 離れた 2 点の位置における 1/2 波長板の TD（フィルムの幅方向）位相差分布を測定評価した。その結果、有効幅において変動係数は 3%未満を達成した。長さ方向については、1.0m と 11.0m での平均位相差と標準偏差の平均値をそれぞれ使い、変動係数を算出した結果 2.7%であった。以上の結果より、有効幅 230mm における位相差分布は TD、MD とともに目標を達成した。

##### ③ 配向角度

波長板の配向角度は、新たに偏光ユニットを考案、導入した結果、 $\pm 0.3^\circ$  以内に配向角度を収めることが出来た。

#### j. 偏光／位相差フィルム一体化部材—製作した部材の構成

光配向膜と重合性液晶からなる正の一軸位相差板を積層することで、図 2.5.1.1.3-5 の (a) のような断面構成の円偏光板を実現できた。光配向層は数十 nm オーダーなので無視すると、図 2.5.1.1.3-5 の (b) に示す貼合方式の断面構成に比べ、厚さは約半分の  $103\mu\text{m}$  になる。

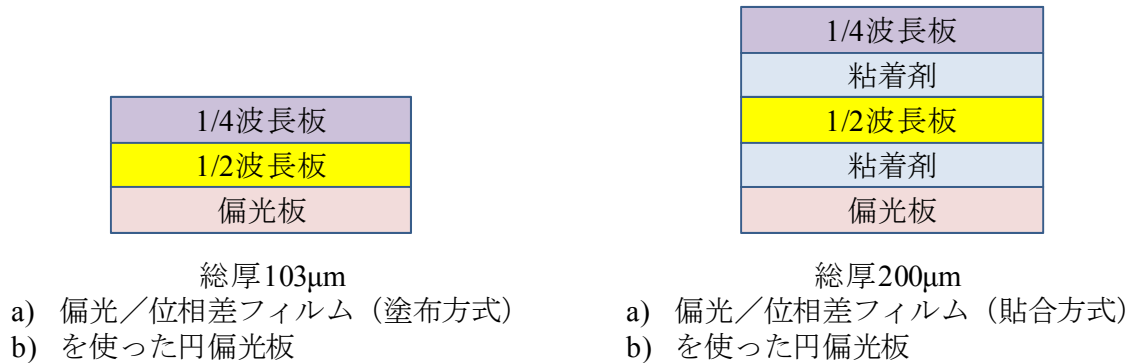


図 2.5.1.1.3-5 円偏光板の断面図と総厚

k. 偏光／位相差フィルム一体化部材—製作した部材の性能の評価結果

作製した円偏光板部材の性能について、評価結果を以下に述べる。

① 構成と形状

円偏光板部材を作製するにあたり、基材となる TAC フィルムは幅  $300\text{mm}$  のものを使用し、長さ  $10\text{m}$  以上塗工した。広帯域 1/4 波長板の位相差層の厚みは  $3\mu\text{m}$  であり目標を達成した。

② 円偏光板の初期性能

新方式の偏光ユニットを用いて作製した  $30\text{m}$  円偏光板ロールの途中  $10\text{m}$  分における楕円率の幅方向分布を測定評価した結果、配向角度精度が  $\pm 0.3^\circ$  以下へと向上したため全幅において楕円率は  $92\%$  以上を確保した。TD、MD どちらの方向でも変動係数が  $5\%$  未満、平均  $1.7\%$  であり、目標を達成した。

製作した円偏光板ロールの楕円率波長依存性を測定評価した結果、可視光域において、ほぼ円偏光とみなせる高い楕円率を示し、広帯域化していることが明らかになった。写真 2.5.1.1.3-2 に製作した塗布方式円偏光板ロールの外観写真を示す。



写真 2.5.1.1.3-2 偏光／位相差フィルム一体化部材（塗布方式）ロールの外観

以上の結果から、円偏光板の初期性能は、目標を達成した。

#### 2. 5. 1. 1. 4 まとめと今後の課題

偏光／位相差フィルム一体化部材の貼合方式については、偏光板及び位相差フィルムを軸精度よく連続で打ち抜き、連続貼合するプロセスを最適化することによって、いずれの目標値も達成することができた。また、塗布方式では、主な課題であった各項目を最適化することで、いずれの目標も達成した。

本研究開発の結果、貼合方式および塗布方式による円偏光板は、ディスプレイの薄型化を実現し、フレキシブルディスプレイに適した部材が得られ、実用化の可能性は十分にあるものとする。

今後の課題としては、塗布方式の位相差フィルムの膜厚精度即ち塗工精度を更に向上する必要がある。本研究開発で製作に用いた塗工装置のダイの形状設計や表面仕上げ精度などで更に向上できる余地はあると考える。

#### 2. 5. 1. 2 カラーフィルタフィルム基板部材

##### 2. 5. 1. 2. 1 背景

これまでに我々は、着色フォトリソストを用いたフォトリソグラフィー方式のロール to ロールプロセスによるカラーフィルタフィルム基板の試作に成功している。また近年、プロセスコスト削減のため、インクジェット方式等新方式によるカラーフィルタの作製が、ガラス基板を用いたカラーフィルタで実施されつつある。しかし、このインクジェット方式によるカラーフィルタは主として大型TV用のパターンニングのため、その精細度は 85ppi 程度である。一方、モバイルディスプレイは、機器を手に持ち至近距離から見るため、100ppi 以上の精細度が市場で要求されている。そこで、本事業では、更なる省エネルギー化とプロセスコスト削減が期待される分散研で連携しながら開発される印刷方式によりパターン化されたカラーフィルタフィルム基板部材にスペーサーを描画するインクジェット方式等新方式のロール to ロール対応プロセスにより、精細度 120ppi 以上であるフィルム基板カラーフィルタ部材の開発を行う。

また、従来のカラーフィルタ基板の透明導電膜は、ITO等の無機薄膜をスパッタリング等の真空成膜を行い得ている。一方、これについて常圧で湿式により必要部分にのみ塗布成膜することができれば、プロセスコストの大きな削減が期待できることから、湿式法の検討を行った。

##### 2. 5. 1. 2. 2 開発目標と達成状況

表 2.5.1.2.2-1 にカラーフィルタフィルム部材の開発目標と成果および達成度を示す。所期の目標の通り、300mm 幅のフィルム基板上に透明導電膜付きカラーフィルタを形成した。特に、カラーフィルタのパターン精細度は上位目標を達成した。また、湿式透明導電膜をインクジェットでパターンニングする技術を開発し、透明導電化膜付きロール状カラーフィルタフィルム基板 10m を作製した。また、湿式透明導電膜のシート抵抗も  $85\Omega/\square$  と目標を達成した。

表 2.5.1.2.2-1 カラーフィルタフィルム部材の目標と成果および達成度

目標	研究開発成果	達成度
<ul style="list-style-type: none"> <li>・300mm 幅フィルム基板上に精細度 120ppi 以上のカラーフィルタを形成。</li> <li>・更に 150ppi 以上 (RGB 各色サブピクセルで 450ppi) を目指した検討を行う。</li> <li>・湿式法で透明導電膜を形成する。</li> <li>・透明導電膜：シート抵抗 100 <math>\Omega</math>/□以下とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・300mm 幅フィルム基板上精細度 120ppi</li> <li>・精細度(上位)150ppi</li> <li>・湿式透明導電膜をインクジェットでパターンニングする技術を開発し、透明導電膜付きロール状カラーフィルタフィルム基板 10m を作製した。</li> <li>・シート抵抗 85 <math>\Omega</math>/□ (光線透過率 70%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・精細度○</li> <li>・精細度(上位)◎</li> <li>・湿式透明導電膜◎</li> <li>・シート抵抗○</li> </ul>

### 2.5.1.2.3 検討内容

研究開発の計画として、ロール状カラーフィルタについては、平成 18、19 年度は装置の選定・設計、および導入、平成 20 年度は材料選定と原理実験、平成 21 年度はカラーフィルタロール部材への転写形成技術の確立、および後工程（パネル化工程）検証として進めた。

また、湿式法の透明導電膜については、平成 18 年度に設備の導入、平成 19 年度に枚葉インクジェット塗工機での基本試験、および透明導電膜評価方法の確立、平成 20 年度にカラーフィルタ上へのパターン描画（枚葉）、および乾燥工程などのプロセス条件設定、平成 21 年度は 300mm 幅ロール状カラーフィルタ上へのパターン連続塗工（長さ 10m レベル）として進めた。

本研究開発の検討内容について、先ずフィルム基板カラーフィルタ部材について述べ、次に湿式透明導電膜について述べる。検討内容の詳細については非公開版事業原簿に記載した。

先ず、フィルム基板カラーフィルタ部材へのスペーサー配置技術について述べる。

#### a. インクジェット印刷工程の概要

この工程は、カラーフィルタのブラックマトリクスに対応するパターンを形成したガラス凹版にスペーサー粒子を分散溶媒中に分散したインクをインクジェット印刷方式で凹部パターンへ選択的に配置する工程、インクを仮乾燥し凹版パターン部へスペーサー粒子を集合させると共に揮発成分も残存させる工程、からなる。

## b. 転写工程の概要

ロール部材として供給される透明導電膜付カラーフィルタ基板および前記ガラス凹版のアライメントマークにより双方の位置合わせを行い、カラーフィルタ上の所定パターン位置にスペーサー粒子と残存する揮発成分を転写する工程、熱処理によりスペーサー粒子を基板に固着させると共に、揮発成分を乾燥除去させる工程、からなるロールtoロールプロセスである。

## c. 使用部材

本研究で使用するフィルム基板は分散研において開発したフィルムに、集中研においてバリア膜を成膜したものである。また、カラーフィルタ基板ロールは分散研において上記基板上に印刷方式により連続形成し、表面に透明導電膜を成膜したものである。

## d. インクジェット印刷工程

スペーサーインクとしては、分散研において幾つかの条件を変えたものを調製した。いずれのインクにおいても液滴1ドット中のスペーサー粒子の平均含有量が一定で、想定通りのインクが調整出来た。インクに合った吐出条件に調整した上で、観察システムにより各ノズルからの吐出性、飛行精度を確認した。インクジェット適性は問題なく、飛行精度も直進性に優れ良好な状態であった。

半乾燥状態評価のため、版としては、パターンのないガラス平版をフッ素系材料で表面処理を施したものを使用、それぞれの処方インクで所定のエリアに液滴をインクジェット印刷で形成し、インク各々について半乾燥処理条件の最適化を図った。揮発性を制御することにより乾燥状態をほぼ均一に制御することを可能にした。

固着性の評価は、基板としては透明導電膜を成膜したフィルムを使用し、それぞれの処方インクで基板中心エリアに液滴をインクジェット印刷で形成したものをを用いた。エアブローやエアブラシ条件下ではどの処方でも問題ないものの、ロールtoロールプロセスを想定した微粘着シート剥離やウエスラビングでは、初期の処方は厳しい状態であった。しかし、固着成分を改良した処方においてはどの条件でも欠落ないことが確認された。以上の結果からこの処方を標準インクとし、以降の転写工程検討に使用した。

ガラス凹版は決まった位置にパターンを有するためインクジェット印刷時の位置精度が極めて重要となる。また、スペーサーインクは粒子サイズが大きいこともあり、インクの分散安定性や吐出安定性に乏しい傾向がある。そこで本来は不要な領域に予備印刷をすることで、対象領域の印刷性の安定化を達成した。

## e. 転写工程

ロールtoロール対応のスペーサー形成装置（転写装置）を使用し、転写工程の検討を実施した。初期評価として、いくつかの基板を用いた検討をおこない、転写状態が問題ないことを確認した後、カラーフィルタ基板への転写評価を行った。転写位置に関しては、転写ローラーの進行方向へのズレが認められたものの、概ねブラックマトリクス上に配置されることが確認された。転写率に関しては、画面全体について詳細な観察を実施した。概ね良好な転写率であるが、低転写部も部分的に存在した。これらはガラス凹版上、もしくは

はカラーフィルタ基板上に存在する異物の影響が大きく、工程の改善で解消が見込める。この結果、カラーフィルタ面（透明導電膜面）への転写性能は表面状態の影響も特に認められず、初期評価結果と差異はない良好な状態であることが確認された。

#### f. ロールtoロールプロセス検証

前項までのインクジェット印刷工程、転写工程の検討結果を元に解像度120ppiおよび150ppiカラーフィルタ基板ロールへのスペーサー連続転写検証を実施した。

##### f. 1 120ppiパターン転写検証

共通パネル仕様に対応したパターンを形成し、表面処理をしたガラス凹版上でインクジェット印刷をした。半乾燥した状態のガラス凹版とカラーフィルタ基板ロールの双方のアライメントマーク位置を合わせた上で転写処理を実施した。転写率に関してはこれまでの検討結果と差異はなく安定した状態で、スペーサー密度による転写率の差は認められなかった。また、巻取によるスペーサー欠落はほとんど認められず、完全に近い固着率であることが確認出来た。

##### f. 2 150ppiパターン転写検証

2.6”-QVGAに対応したパターンを形成し、フッ素系材料で表面処理をしたガラス凹版上でインクジェット印刷をした。半乾燥した状態のガラス凹版とカラーフィルタ基板ロールの双方のアライメントマーク位置を合わせた上で転写処理を実施した。転写率に関しては安定した状態であり、スペーサー密度による転写率の差も認められなかった。また、巻取によるスペーサー欠落はほとんど認められず、完全に近い固着率であることが確認出来た。しかし、前述のアライメント評価時の原因による画素上への位置ズレも認められる。120ppi時に比べると解像度が高くなる分、若干増加する傾向であるが、120ppi同様、装置体系の改善で解消可能と考えられる。

#### g. 後工程（パネル化）検証

共通パネル仕様のカラーフィルタ基板にスペーサーを転写形成したものにより、後工程（パネル化）検証を実施し、写真2.5.1.2.3-1に示すパネルを得た。色調等の問題もなく、良好な表示状態であり、転写によるスペーサー形成工程でも問題ないことが確認された。





写真2.5.1.2.3-1 パネル表示状態

次に、湿式透明導電膜の検討内容を述べる。

h. 湿式透明導電膜の透過率－波長特性

連続塗工を検討するにあたり、まず枚葉で導電化膜を成膜し、基本性能を測定した。前述のインクを用い、PETフィルムへ塗工を行った結果を写真2.5.1.2.3-2に示す。

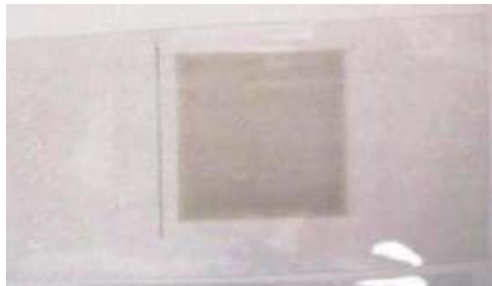


写真2.5.1.2.3-2 PETフィルムへの塗工例

i. 湿式透明導電膜のヘイズ

ガラス塗工時のヘイズを評価した。その結果、ヘイズを大きく高めるような影響は及ぼさないことが分かった。

j. 湿式透明導電膜の透過率－導電性特性

得られる導電化膜の性能の指標として透過率－シート抵抗値特性を調べた。その結果、目標である  $100\ \Omega/\square$  (透過率75%) が得られた。

k. IJヘッド吐出条件の最適化

まず、透明導電膜のインクを、インクジェットヘッドを用いて安定して塗工するための検討を行った。その結果、インクジェットヘッドの駆動条件を最適化することで本インクはIJ吐出可能であることが確認できた。

1. 基材への塗工試験

本研究開発で目標としているのはロール状カラーフィルタ基板へのIJによる導電化膜

の形成であり、インクを吸収しない素材（非吸収面素材）が被着体となる。よって、インク塗工後の乾燥挙動や、塗布対象への定着性などが問題となる。

そこで、まずはロール状カラーフィルタ基板と同じ非吸着面素材であるガラスへの塗工試験を実施した。

ガラスに 3cm 角の正方形（面内塗りつぶし）のパターンを IJ にて描画したところ、インク乾燥前にインクが基材上で流動し、凝集したのちに固着された。そこで、塗工時の凝集欠陥解消のため一般的に用いられるレベリング剤の添加による解決を試みた。レベリング剤としてはシリコン系やアクリル系などが知られているが、いずれも乾燥後に基材中に残留し、導電性能に悪影響を及ぼすと考えられる。したがって塗工後に洗浄などの手段で除去が可能であり、インクと同じ水溶性、かつ少量添加で効果の高いものが適していると考えられる。そこで、分散研推奨の材料（Type A）を添加し、同条件で塗工試験を再度実施したところ、乾燥時の凝集を防ぎ、面状の導電化膜を得ることができた。

また、このとき推奨レベリング剤の添加量を振り、効果を得るための最小添加量を確認した。異なるタイプのレベリング剤（Type B）についても評価を行ったが、Type A の 5 倍量の添加においても十分な効果が得られなかった。今回選定した Type A のレベリング剤は、PET、ARTON、新規ベースフィルムなどでも十分な効果が得られることを確認しており、レベリング剤 Type A を添加した処方標準インクとした。

#### m. 導電性能の評価

レベリング剤入りインクを用い、導電性能（シート抵抗値－透過率特性）を調べたところ、増粘剤添加時と同様に導電性能の低下が見られた。そこで、レベリング剤入りのインクを塗工し一旦基材に材料を定着させ、その後に洗浄することでレベリング剤が除去できるか確認を行った。種々洗浄条件を検討した結果、水洗浄後に低級アルコール（イソプロパノールなど）で洗浄する 2 段法で実施すると効果が高いことがわかり、未添加時のシート抵抗を示すことを確認した。

#### n. 塗工条件の検討

導電化膜の性能として、シート抵抗  $100 \Omega/\square$  以下を目指すことを目標とした。そこで、それらの性能を得るための塗工条件検討を行った。

IJ 法では基材に対しマトリックス状の必要な個所（ドット）にインクを必要量滴下することでパターンが形成できる。1 滴あたりの液量はピエゾ素子の駆動電圧を変更することで微調節することができるし、1 ドットあたりの液滴量を 2 滴、3 滴と増やすことにより、多くのインクを基材に滴下することができる。本検討に用いているインクをどの程度用いれば、目標とする性能が得られるか把握することを目的とし、塗布量と得られる導電性能の相関を調べた。その結果、 $100 \Omega/\square$  では 24 滴以上必要と分かった。

#### o. 耐屈曲性試験

導電化膜のフレキシブルデバイスへの適合性を確認する目的で、導電化膜付フィルムの耐屈曲性試験を行った。

PET フィルム基板上に湿式透明導電化膜を形成し、8mm φ ステンレス棒に対して、導電化膜が内側と外側、交互に 10 往復巻きつけ、処理前後の導電性能変化を調べた。その結果、配向膜付の導電化膜は試験後も全く導電性能の劣化は見られず、フレキシブル素材としての適性が非常に高いことが確認できた。一方、ITO は 10 往復の巻き取りにおいて  $250 \rightarrow 2500 \Omega/\square$  に低下した。フィルムを顕微鏡観察するとクラックが無数入っており、結晶の破壊が進行していることがわかる。本湿式透明導電化膜は、屈曲性に優れていることが分かった。

#### p. カラーフィルタ基板上への連続塗工

これまでの枚葉での検討にて、カラーフィルタ基板上へ 10m の連続パターン塗工試験を実施した。この試験には、機能膜パターン形成装置を用いた。

カラーフィルタ基板のパターン有効幅 210mm であるので、ロール to ロールでパターン形成するために描画幅 3.6cm の IJ ヘッドを 6 個並べたユニットを用いた。

図 2.5.1.2.3-1 に示すとおり、対角 3.5 インチ LCD 用カラーフィルタが 4 面付けされているパターンを 1 単位 (1 ショットと呼ぶこととする) としてなるロールを塗布対象とし、10m 相当 (約 30 ショット) 導電化膜を連続パターン形成することを目標とした。

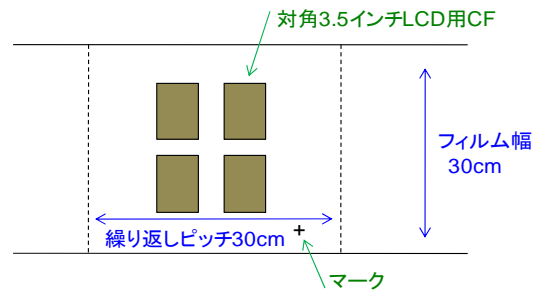


図 2.5.1.2.3-1 塗布パターン

以上の検討を受け、バリア付き新規ベースフィルム上に形成したカラーフィルタフィルム基板に対して連続塗布試験を 150Hz 駆動にて実施し、長さ 10m の透明導電膜付きカラーフィルタロールを形成することができた。写真 2.5.1.2.3-3 にその外観写真を示す。

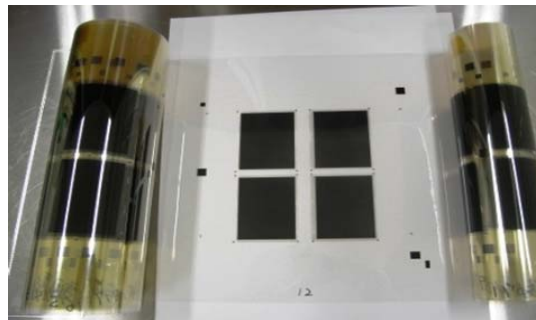


写真 2.5.1.2.3-3 透明導電膜付きカラーフィルタフィルム基板 (ロール状)

## 2.5.1.2.4 まとめと今後の課題

インクジェット印刷により凹版上に一旦配置したスパーサー粒子をカラーフィルタ基板に転写形成する技術における部材、および形成工程を確立した。この技術は、インクジェット印刷による直接形成と比較して、位置精度に優れていた。解像度が高くなるとその差はより明確になる傾向である。本研究では、基板幅 300mm 上においてカラーフィルタパターン精細度 120ppi、さらには 150ppi の形成にも成功したため、目標を上回って達成することができた。

今後の課題としては、転写形成時の位置精度向上のため、装置を含めた転写工程全体を見直す必要がある。併せて基板の寸法精度向上、カラーフィルタ形成工程の改善も必要である。

湿式透明導電膜については、IJ 吐出に関する適正条件の選定、特性発現のためのインク使用量の最適化によって、いずれの目標値も達成した。

今後の課題としては、導電化膜のムラの存在、配向膜など各部材との最適化などが未対応であることなど、実用化には大幅な改良が必要と考えられるが、最大の課題は光線透過率の向上であると考ええる。

## 2. 5. 1. 3 フロントプレーン高度集積部材

### 2. 5. 1. 3. 1 背景

本研究開発では厚さ 350  $\mu\text{m}$  以下を目標とし、更に 250  $\mu\text{m}$  以下を目指した超薄型化の検討を行う。この集積部材に相当する現在の部材の構成は、円偏光板；250  $\mu\text{m}$  から 350  $\mu\text{m}$ 、ガラス基板カラーフィルタ；500  $\mu\text{m}$  から 700  $\mu\text{m}$ 、粘着剤；20  $\mu\text{m}$  から 30  $\mu\text{m}$  で、合計では約 770  $\mu\text{m}$  から 1080  $\mu\text{m}$  であり、液晶ディスプレイの更なる薄型化が図れるものとなる。また、機能の集積化により、部品点数の削減が図れるものである。

### 2. 5. 1. 3. 2 開発目標と達成状況

表 2.5.1.3.2-1 にフロントプレーン高度集積部材の開発目標と成果および達成度を示す。所期の目標をいずれも達成し、特に厚さに関しては上位目標を達成した。

表 2.5.1.3.2-1 フロントプレーン高度集積部材の開発目標と成果および達成度

目標	研究開発成果	達成度
・偏光/位相差フィルム一体化部材とカラーフィルタフィルム基板部材とをロール to ロールで一体化するフロントプレーン高度集積部材の開発	・偏光/位相差フィルム一体化部材とカラーフィルタフィルム基板部材とをロール to ロールで一体化したフロントプレーン高度集積部材を開発した。	・フロントプレーン高度集積部材○
・外観寸法：幅 300mm、長さ 10m 以上のロール状	・外観寸法：幅 300mm、長さ 10m のロール状	・外観寸法○
・部材厚さ：350 $\mu\text{m}$ 以下 更に 250 $\mu\text{m}$ 以下を目指した超薄型化の検討を行う。	・部材厚さ：234 $\mu\text{m}$	・部材厚さ◎

### 2. 5. 1. 3. 3 検討内容

研究開発の計画としては、平成 18 年度には、集積化に用いる素材と集積化方法を検討し、ロール to ロール設備の仕様を決定して製作を開始、平成 19 年度には、設備を製作する一方、分散研より提供される素材の評価を行いロール to ロール化する材料の選定、平成 20 年度からはロール to ロールによる一体化のプロセスの検討を行い、平成 21 年度までに完成を目指す事とした。

フロントプレーン高度集積部材は、偏光/位相差一体化フィルムである円偏光板、カラーフィルタ及び粘着剤の3種類の部材から構成される。

本研究開発では、貼合方式と塗布方式の2方式の円偏光板を用いて検討を行った。（両方式の円偏光板については、前述の「偏光/位相差フィルム一体化部材」の項を参照。）

a. カラーフィルタ

モバイルディスプレイは機器を手に持ち至近距離から見るため、100ppi 以上の精細度が市場で要求されている。そこで、本研究では精細度 120ppi の印刷方式カラーフィルタ部材(分散研開発品)を用いて検討を行った(写真 2.5.1.3.2-1 参照)。

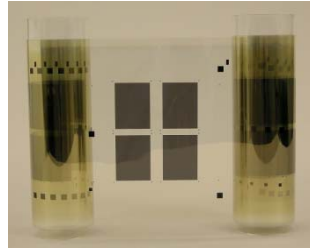


写真 2.5.1.3.2-1 印刷方式カラーフィルタ部材の外観

b. 粘着剤

本研究では、フィルム基板カラーフィルタ部材に適した粘着剤の開発がキーポイントとなる。LCD は各種フィルム部材が積層されてなる積層体であり、それらの層間には粘着剤が多く用いられている。LCD用粘着剤の中でも、偏光板、位相差フィルム用粘着剤と、液晶セル貼合用粘着剤には、以下のような特性が主に要求される<sup>3-5)</sup>。①透明性、②光学的等方性、③耐熱性、④耐湿熱性、⑤薄膜化

これらの要求特性を満たすため、アクリルポリマーのモノマー組成や分子量・分子量分布、架橋剤の種類・量などを調整し、粘着物性を適切にコントロールする必要がある。

本研究では、「粘着剤 A」(市場流通品)、「粘着剤 I」、「粘着剤 K2」、「粘着剤 Q」、「粘着剤 R」(以上、分散研新規開発品)を用いて、検討を実施した。いずれも「粘着剤 A」よりも応力緩和性の高いものである。

c. 粘着剤の選定—フロントプレーン高度集積部材(貼合方式)集積化用

本研究対象の円偏光板は、偏光板はポリビニルアルコールフィルムを高延伸したものをを用いているため、粘着剤の選定にあたっては、「プラスチック液晶セルの信頼性試験後のカールをいかに抑制するか」という点に重点を置いて開発した。

貼合方式円偏光板を用いた構成のフロントプレーン高度集積部材では、粘着剤第 1 層/第 2 層/第 3 層 = K2 / K2 / K2 とした広帯域円偏光板(図 2.5.1.3.2-2)は、偏光板直下の粘着剤のみを厚膜とした事で、円偏光板総厚み $\leq 170\mu\text{m}$ という薄膜でも、プラスチック液晶セルにおいて耐熱/耐湿熱試験後のカールを抑制できる事が分かっている。

偏光板
第1層 粘着剤K2
1/2波長板
第2層 粘着剤K2
1/4波長板
第3層 粘着剤K2

図 2.5.1.3.2-2 貼合方式円偏光板の層構成図

従って、本方式のロール化プロセスの検討では、貼合方式の円偏光板を用い、カラーフ

フィルタとのロール to ロール集積化用粘着剤としては粘着剤 K2 とした。

d. 粘着剤の選定ーフロントプレーン高度集積部材（塗布方式）集積化用

塗布方式の円偏光板では、貼合方式よりも粘着層が2層少なくカールが大きいいため、「粘着剤K2」は使用できない事が分かった。従って、わずか1層でカールを抑制するために、「粘着剤K2」よりも高い応力緩和性を有しつつ、「粘着剤I」のような面内発泡を引き起こさない粘着剤を開発する事とした。その結果、新たに開発された「粘着剤R」は、「粘着剤I」よりも応力緩和性が高いにも関わらず、前述の面内発泡も観察されなかった。

従って、本方式のロール化プロセスの検討では、塗布方式の円偏光板を用い、カラーフィルタとのロール to ロール集積化用粘着剤としては粘着剤 R とした。

e. フロントプレーン高度集積部材のロール化技術

部材集積化装置は、ロール状円偏光板とロール状カラーフィルタあるいはロール状バックライトのロール to ロール貼合するために開発した装置である。第一貼合部と第二貼合部を有しており、粘着剤を介したロール状の2部材のラミネートが一度の製造で可能である。

なお、本装置は、加熱ロールでの前処理や UV 照射装置・乾燥炉による後処理が可能な設計となっている。

この装置の概略図を図 2.5.1.3.2-3 に示す。

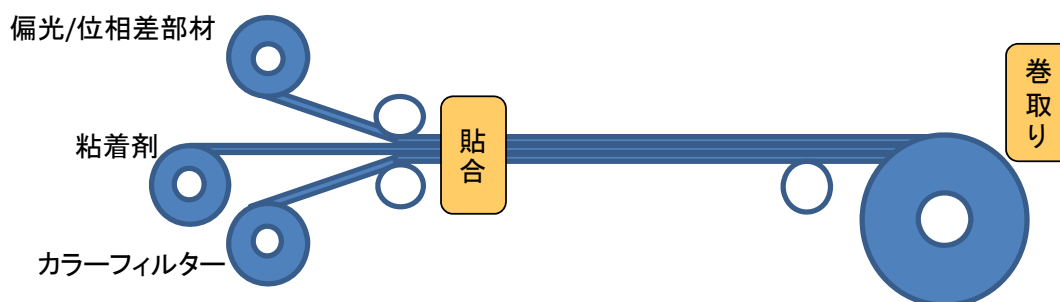


図 2.5.1.3.2-3 部材集積化装置の概略図

本装置でプロセスを検討するにあたり、以下の目標スペックを立てて検証を開始した。プロセス目標としては、目標スペックである 300 mm 幅×10m レベルのロール状フロントプレーン高度集積部材を、傷/クラック/剥がれ/気泡がないように連続作製する。

性能目標としては貼合精度が重要であり、角度ズレが生じるとセル化した際のコントラストに影響を及ぼすため、貼合角度ズレ 0.1° 以下を目標に設定した。

f. ロール化プロセス条件の検討

上記試験装置を用いて、新規ベースフィルム(カラーフィルタ想定)と偏光板(円偏光板想定)の貼合実験を種々検討し、安定して連続貼合できる条件を見出した。

g. フロントプレーン高度集積部材（貼合方式）の作製

部材集積化装置を用いて貼合方式円偏光板とカラーフィルタを集積化する条件を種々検討した結果、安定して集積化できる条件を見出した。特に留意すべき点は、各ロール部材間が平行となるようにセッティングすることとカラーフィルタピッチと円偏光板ピッチのを合わせることである。

以上のプロセス条件で検討を行った結果、カラーフィルタ・9 ショット分(3.5inch×4 面/1 ショット)の 2.7m を安定に貼合できた。厚さは 276 μm であり、目標を達成した。図 2.5.1.3.2-4 に、貼合方式円偏光板集積フロントプレーン部材の層構成を示す。また、写

真 2.5.1.3.2-1 にその外観を示す。

偏光板
第1層 粘着剤K2
1/2波長板
第2層 粘着剤K2
1/4波長板
第3層 粘着剤K2
カラーフィルタ

図 2.5.1.3.2-4 フロントプレーン高度集積部材（貼合方式）の層構成図



写真 2.5.1.3.2-1 フロントプレーン高度集積部材（貼合方式）の外観写真

#### h. フロントプレーン高度集積部材（塗布方式）の作製

部材集積化装置を用いて塗布方式円偏光板とカラーフィルタを集積化する条件を種々検討した結果、安定して集積化できる条件を見出した。特に留意すべき点は、各ロール部材間が平行となるようにセッティングこととである。塗布方式の円偏光板は、塗布方式のそれと異なり、シームレスで境目がないので、カラーフィルタのパターンと合わせる操作は不要である。

以上のプロセス条件で検討を行った結果、新規ベースフィルム特有のスジ状クラックは発生せず、カラーフィルタ・33 ショット分(3.5inch×4 面/1 ショット)の10mを安定に貼合でき、貼合品のカールも大幅に抑制できた。厚さは234 $\mu$ mであり、上位目標を達成した。図 2.5.1.3.2-5 に、塗布方式円偏光板集積フロントプレーン部材の層構成を示す。また、写真 2.5.1.3.2-2 にその外観を示す。

1/4波長板
1/2波長板
偏光板
粘着剤R
カラーフィルタ

図 2.5.1.3.2-5 フロントプレーン高度集積部材（塗布方式）の層構成図

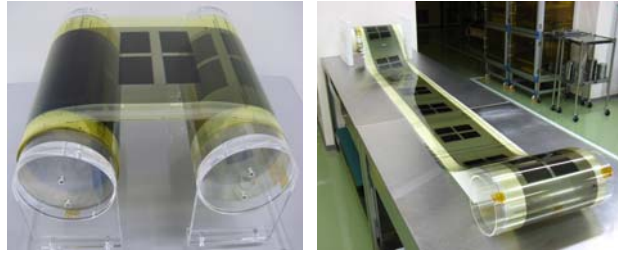


写真 2.5.1.3.2-2 フロントプレーン高度集積部材（塗布方式）の外観写真

#### 2.5.1.3.4 まとめと今後の課題

粘着剤の最適化、部材集積化装置の開発及びロール化プロセス条件の最適化によって、いずれの目標値も達成することができた。特に厚さは上位目標も達成した。

本研究開発で開発した薄型のフロントプレーン高度集積部材は、ディスプレイの薄型化並びにフレキシブル化に大いに有用であると考ええる。

今後の課題としては、光硬化シール剤を用いて液晶パネルに用いる場合にフロントプレーン高度集積部材はUV光をほとんど通さないため、UV照射をTFT基板側から行う等のプロセス変更を検討する必要がある。また、駆動用のドライバーICなどを実装するために、パネル化した後、フロントプレーン高度集積部材のみをハーフカットする技術の検討も必要である。

#### 2.5.1.4 評価技術

##### 2.5.1.4.1 背景

フロントプレーン高度集積部材は、現在製品化されておらず、評価技術そのものが存在しない。そこで、開発品の良否を評価し、作り込んで行くためには、新たな評価技術が必要となる。

##### 2.5.1.4.2 開発目標と達成状況

表 2.52.1.4.2-1 に評価技術の目標と成果および達成度を示す。所期の目標を達成した。

表 2.52.1.4.2-1 評価技術の目標と成果および達成度

目標	研究開発成果	達成度
・フロントプレーン高度集積部材の評価技術の確立	・フロントプレーン高度集積部材について評価項目および評価方法を定め、標準を作成した。	・評価技術○

##### 2.5.1.4.3 検討内容

フロントプレーン高度集積部材は現市場にはない新規な部材である。

そこで、新たにフロントプレーン高度集積部材の評価標準を検討した。その結果、外観、寸法、楕円率、信頼性について評価項目および評価方法を定め標準を作成した。

##### 2.5.1.4.4 まとめと今後の課題

フロントプレーン高度集積部材について評価項目および評価方法を定め、標準を作成し、



目標を達成した。

本研究開発では、部材の楕円率を評価するためにロール状の高度集積部材から個片のサンプルを切り出して測定評価する手法であったが、ロールの状態のままインラインで測定評価できる技術の開発が今後の課題である。

## 2. 5. 2 バックライト高度集積部材

### 2. 5. 2. 1 バックライト部材

#### 2. 5. 2. 1. 1 背景

有機EL素子を高い効率で均一に発光させるためには、TFT-LCD用より更にシート抵抗が低い透明導電膜が必要である。一般に、透明導電膜は、スパッタリング等の真空成膜で形成される。真空成膜では基板温度を高温に制御したほうが緻密な膜が得られやすく、透明導電膜においては低抵抗の膜が得られる。しかし、ガラス基板に比べて耐熱性の低いプラスチックフィルム上に低抵抗の透明導電膜を成膜するためには、基板温度を上げる方法以外にも研究が必要となる。そこで、本研究開発では、成膜方法および薄膜材料の研究を行い、プラスチックフィルム上に低抵抗の透明導電膜を成膜する。これまで、プラスチック基板上にシート抵抗  $40\Omega/\square$  から  $60\Omega/\square$  の透明導電膜が得られているが、本研究開発では、 $20\Omega/\square$  以下、光線透過率 80%以上を目標とし、更に上位目標として  $10\Omega/\square$  以下、光線透過率 85%以上とした。

#### 2. 5. 2. 1. 2 開発目標と達成状況

本研究開発の目標、成果および達成度を表 2.5.2.1.2-1 に示す。所期の目標の通り、その上に有機EL素子を形成できるプラスチックフィルム基板状に透明導電膜を形成できた。更に、シート抵抗と光線透過率については、上位目標を達成した。

表 2.5.2.1.2-1 有機EL用透明導電膜の目標と成果および達成状況

目標	研究開発成果	達成度
・有機EL素子に必要な透明導電膜をプラスチックフィルム基板上に成膜する。 シート抵抗 $20\Omega/\square$ 以下、 光線透過率 80%以上、更にシート抵抗 $10\Omega/\square$ 以下、光線透過率 85%以上を目指した研究を行う。	・有機EL素子用透明導電膜をプラスチックフィルム基板上に成膜した。 シート抵抗 $8.5\Omega/\square$ 、光線透過率 87.2%	・透明導電膜◎

#### 2. 5. 2. 1. 3 検討内容

研究開発の計画としては、平成 18 年度は設備の導入、平成 19 年度は設備の基本特性把握とガラス基板上を主とした膜性能向上検討、評価基準フィルムの決定、評価項目および

評価条件の決定、平成 20 年度はフィルム基板上的膜性能向上検討、膜密着性を主眼としたフィルム基板上成膜検討、平成 21 年度は必達目標性能の安定性確保の条件検討と上位目標の検討を行うとした。

本研究開発で検討する、フィルム上に形成される有機EL用透明導電膜は基本性能、即ち導電性、光線透過率および表面平滑性が優れたものである必要がある。

透明導電膜における低抵抗、平滑化を進める上で課題は材料の選定と成膜装置の選定にある。

#### a. 材料の選定

透明導電性の材料は、様々な材料が存在するが金属酸化物にドーパント材料を使用した透明導電性材料が一般的である。このうち代表的な材料がZnO系、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 系、 $\text{SnO}_2$ 系の3種である。ドーパント材を加えた代表的な材料を以下に示す。

ZnO系：AZO、GZO

$\text{In}_2\text{O}_3$ 系：ITO(Indium Tin Oxide)、IZO(酸化インジウムスズ、Indium Tin Oxide)

$\text{SnO}_2$ 系：FTO、TTO、ATO

ITOは他の材料と比較して高い光透過性と低抵抗性を兼ね備え、かつ透明電極の微細パターンの形成が容易であることが特徴である。 $\text{In}_2\text{O}_3$ 系での材料でITOとIZOを比較すると、IZOは加熱成膜しても非晶質でITOより平滑性が高いと推察されるが、抵抗値(比抵抗)はITOよりポテンシャルが低い。本研究開発の目的の主眼は、低温成膜での低抵抗の実現にあり、その実現性の可能性の観点から、実用化実績と低抵抗の可能性が高い材料であるITOを主体に検討を実施した。

#### b. 成膜装置の選定

成膜装置選定における判断基準を以下に示す。

- 1) 既存の材料を用い低抵抗で平滑な膜が作製できるポテンシャルを有する装置で有ること。
- 2) フィルム基板に成膜することが前提であり、低温で上記性質の膜が形成できるポテンシャルを有するもの。
- 3) 将来的にロールtoロールを見据える為、成膜レートが速く、スケールUPが可能なもので有ること。

以上を念頭におき装置選定を行った。

まず、透明導電膜の製法は大きくPVD法(Physical Vapor Deposition)、CVD法(Chemical Vapor Deposition)、液相形成法に分かれる。現在、工業的に主流な製法はPVD法であり、中でもスパッタ法の利用が多く、形態としてはDCマグネトロンスパッタが主流である。有機EL用としてはスパッタ成膜品の透明導電膜を研磨する方法が主に用いられている<sup>6)</sup>。CVD法で工業化されているものとして、a-Si太陽電池用の $\text{SnO}_2$ 系の膜などが挙げられる。導電性はさほど良くないが、還元耐性とテクスチャの形成の観点で利用されている<sup>7)</sup>。液相形成法で工業化されているものはPEDOT/PSSの高分子材料をコーティングしたものが上市されている<sup>8)</sup>。また、ITO代替技術としてGZOを用いたイオンプレーティングの研究も行われ

ている<sup>8)9)</sup>。液相形成法ではウエットコート出来る材料として金属微粒子やCNTが現在注目されている<sup>8)10)</sup>。

本研究での膜材料はITOを用いることにした為、成膜方法として最も用いられているPVD法での成膜装置選定を行った。PVD法において一般的にはスパッタが工業的にも多く使用されているが、本研究においては選定基準に該当するイオンプレーティング法の1種である圧力勾配型プラズマガンを用いた活性化蒸着法を選定した。この方式では、イオン化された原子が低温でも緻密な膜を形成するので、配向性に優れ、単一配向を取るため面方位も整っているため、平滑性の高い膜が作成可能な方式であると言われている。また、本方式は一般的なスパッタに比べ反跳Arや負イオンによるダメージが無いので低抵抗化が図りやすいのも特徴である。

さらに、材料を蒸発させるため一般的なスパッタと比較して原理上、高レートでの成膜が可能である。この為、ロールtoロール化した場合の生産性を高くできることが可能な方式である。図2.5.2.1.3-1に活性化蒸着法の概略図を示す。

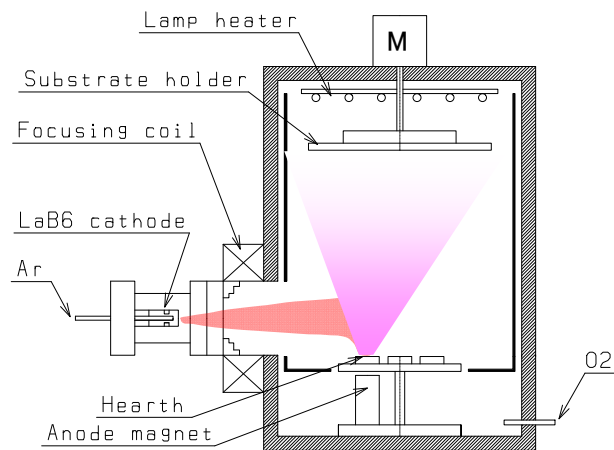


図2.5.2.1.3-1 活性化蒸着法の外観図

#### c. フィルム基板状成膜検討

フィルム基板上への成膜検討としては、評価するためのフィルム基板の選定と透明導電膜と基板の密着性の向上検討について述べる。

PES基板（UC付）が最も平滑性が高い(Ra=0.6以下)為、評価用の基準基板として選定した。以下、ITO単体の膜性能の記載に関してはPES基板を用いた。

#### d. 膜性能向上（低抵抗化平滑化、透過率最適化）の検討

ITOの導電性の発現機構は以下の2種類による。

$\text{In}_2\text{O}_3$ の結晶中の $\text{In}^{3+}$ が $\text{Sn}^{4+}$ のイオンで置換され1個のキャリアが生成される。また、 $\text{In}_2\text{O}_3$ がわずかに還元され化学量論組成からずれることで酸素空孔が形成され、2個の電子が生成される。これらの電子がキャリアとなることで導電性が発現する。

一般にITOは成膜時の温度と酸素導入量により、膜性能が大きく変化することが知られている。以下にITOの特性を決める主要因を中心に本成膜装置での基本特性の傾向に関し

検討を行い目標性能の実現を図った。

#### d. 1 酸素と基板温度の性能影響

ITO は一般にその酸素導入量以外に、基板の温度影響による抵抗値変化も大きくなる。温度に関しては基板温度が高くなるほど全体的に抵抗値が良化し、最適酸素導入量に最良点が存在する。本装置においても基板温度を上げることで大きく抵抗値が向上していることが示された。

表 2.5.2.1.3-1 に室温成膜と加熱成膜における ITO 性能の比較を示す。加熱成膜の温度は、プラスチック基板の耐熱温度以下である。室温成膜品を X 線回折で解析すると、結晶ピークが観察されずアモルファス膜であるがこと分かる。加熱成膜においては結晶ピークが観察された。更に、ホール効果解析を行った結果、室温成膜では移動度が高く、逆に加熱成膜ではキャリア濃度が高くなる傾向を有する。本結果では低温加熱にも関わらず結晶化が進んでいるため、キャリア濃度は可視光長波長側において透過限界に近い所まで高められている。よって結果的に抵抗値の大幅な向上が図られているのが特徴である。以上のように室温成膜では結晶化が起こらない為、平滑性が高い膜ができるが、抵抗値は高くなる。一方、加熱成膜では  $20\ \Omega/\square$  以下の低抵抗が得られることが分かった。本成膜装置においては、結晶成長が促進され低抵抗が得られる分、表面平滑性が劣化し、このデータでは目標性能が得られていない。このため、低抵抗を維持しつつ、いかに平滑性を高めるかが重要な課題となる。

表 2.5.2.1.3-1 室温成膜と加熱成膜における性能比較

	室温成膜	加熱成膜
膜厚 nm	155nm	146nm
シート抵抗値	$26.4\ \Omega/\square$	$12.7\ \Omega/\square$
比抵抗 $\Omega\ \text{cm}$	$4.1\text{E-}4\ \Omega\ \text{cm}$	$1.9\text{E-}4\ \Omega\ \text{cm}$
表面粗さ Ra	0.54nm	2.1nm
透過率@550nm	89.2%	91%

次に、酸素導入量と加熱温度が表面性と透過率に及ぼす影響に関し検討した。まず、酸素導入量における抵抗値、表面平滑性、透過率の関係では、酸素量により抵抗値の極値と相反して表面性は劣化する傾向が見られる。透過率に関しては良化傾向にあることが分かった。

次に、低温加熱域での温度変化による抵抗値、表面平滑性、透過率の関係を検討した。結晶化の温度域では温度上昇に伴い表面粗さが劣化する傾向が見られ、透過率に関しては変化が見られないことが分かった。

#### d. 2 膜厚の性能影響

膜厚の影響としては、抵抗値、表面平滑性、透過率すべてに影響を及ぼす。

表面性は膜の構造状態により変化し前述のように、温度による結晶構造によって表面性が変わるが、更に膜厚によっても表面状態に変化を及ぼす。室温成膜と加熱成膜における表面粗さと抵抗値の膜厚を調べた結果、当然であるが、膜厚が増えることにより抵抗値は良くなるが、表面粗さの傾向は室温成膜と加熱成膜では異なる。室温成膜の場合は、表面性はあまり変化しない。一方、加熱成膜においては膜厚の増加と共に表面性が劣化していくことが分かった。

加熱成膜時の膜厚による ITO 膜の表面を観察した結果、加熱成膜時は結晶構造を有する膜質となる為、成膜厚みが増えるに従い、結晶粒塊が大きくなる傾向を有することが分かった。

#### d. 3 膜厚の透過率に及ぼす影響

透過率も理論的には膜質および導電性能により変化することが知られている。よって室温成膜および加熱成膜における膜厚違いでの透過率に関し調査を実施した。室温成膜と加熱成膜においては若干傾向が異なり、室温成膜では、バンドギャップの違いで全体的に低波長域での吸収が発生するために透過率が落ちてくる。双方に共通する点として膜厚により、透過率スペクトルの変化が見られた。これは、薄膜の表面と基板面の界面反射での光干渉による影響である。このため、基準となる波長 550nm での透過率を高める為には成膜時の膜厚を考慮する必要がある。

主要因子傾向を念頭におき、他因子の検討もあわせて行い目標の性能が得られる条件に関し最適化を行った。

選定条件は目標に関し、3 条件 (A、B、C) を選定した。各候補条件の目標を達成する為の成膜条件の考え方を表 3.4 に示す。A 条件のみ室温成膜で、他は加熱成膜となる。表 2.5.2.1.3-2 に各候補条件の膜性能特徴を示す。

表 2.5.2.1.3-2 候補条件の膜性能特徴

水準	膜厚nm	比抵抗	抵抗値	表面粗さ	透過率	成膜再現	材料コスト	エッチング
A	300	×	◎	◎	△	◎	×	◎
B	120	○	○	△~○	◎	○	◎	○
C	150	○	◎	○	○	◎~○	○	○

A から C の条件で成膜を検討した結果、いずれの条件においても目標をクリアする結果が得られた。

次に、表面性が懸念される加熱条件である B、C 条件の ITO 膜の表面状態観察した結果、選定条件では結晶粒の微細化が図られ結晶粒塊も連続的に形成されるようになり肥大化が抑えられている。

以上より目標を達成する 3 候補を選定したが、最終的には全体バランスの点で C 条件を第一候補とした。なお、後述する試作においても C 条件を選定している。

#### e. 上位目標を目指して

上位目標は、表面性を優先にして結晶化層の膜厚を決定し、更に抵抗値を下げる為の層

を形成し抵抗値と表面性の両立を図るアプローチ（D条件）を考えた。

表 2.5.2.1.3-3 に、その検討結果を示す。検討の結果、上位目標を達成する結果が得られた。

表 2.5.2.1.3-3 上位目標検討結果

成膜条件	抵抗値	表面粗さ	透過率
D条件	8.54 Ω/□ 2.57E-4 Ω cm t=299nm	Ra=0.97	87.2%@550nm

次にD条件における1層目（単層）と積層後のITO膜の表面状態の比較を図 2.5.2.1.3-2 に示す。想定通り、1層目の結晶化膜を維持しながら2層目が形成される為、表面劣化がおこらないことが確認されている。写真 2.5.2.1.3-1 に製作した有機ELバックライト部材の点灯状態を示す。

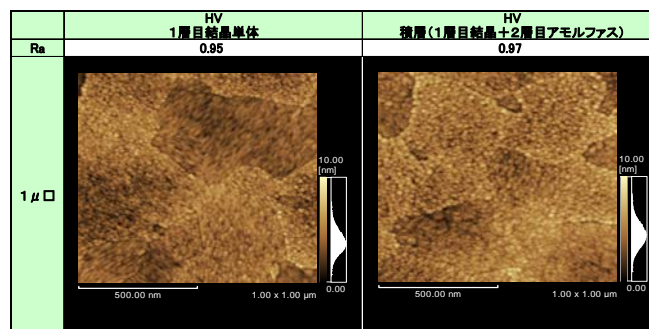


図 2.5.2.1.3-2 D条件の単層 積層での表面状態観察



写真 2.5.2.1.3-1 発光状態

以上より、本テーマで検討したフィルム基板上の低抵抗透明導電膜を使用し画面对角 3.5 インチサイズの有機ELバックライトを試作することができた。

#### 2.5.2.1.4 まとめと今後の課題

プラスチックフィルム基板における透明導電膜の検討を行い、成膜条件の最適化を図ることで目標のシート抵抗と光線透過率を達成することができた。特にシート抵抗および光線透過率では上位目標を達成した。

本研究開発の成果のように、フィルム基板に結晶成長させた低抵抗な透明導電膜での

有機 EL 作製例は未だ報告例をまだ見聞しておらず、恐らく本成果は世界初であろうと思う。本成果は、今後、有機 EL ディスプレイあるいは有機 EL 照明におけるプラスチック基板化において、必ずや有用な技術となると考える。

今後の課題としては、量産化のために本成果をロール to ロール化する装置の開発が待たれることである。

## 2. 5. 2. 2 バックライト高度集積部材

### 2. 5. 2. 2. 1 背景

本研究開発では、厚さ 0.6mm 以下を目標とし、更に 0.4mm 以下を目指した超薄型集積部材の開発を行う。この集積部材に相当する現在の部材の構成は、導光板、反射板、拡散板、出射角制御(プリズムシート)での合計で 1.0 mm から 1.5mm, 円偏光板;0.25 mm から 0.35mm で、合計では約 1.25 mm から 1.85mm であり、液晶ディスプレイの大幅な薄型化が図れるものとなる。また導光～出射角制御～偏光/位相差一体化した構成とすることで、光源からの光は空気界面を通過することなく液晶パネルに導入され、従来の一般的な構成で発生するプリズムシート～偏光板間等の空気界面による反射ロスの発生が無いため、光の利用効率が上がりバックライトを省電力化できることが期待できる。

### 2. 5. 2. 2. 2 開発目標と達成状況

本研究開発の目標、成果および達成度を表 2.5.2.2.2-1 に示す。所期の目標の通り、導光～出射角制御一体化バックライトと偏光/位相差一体化フィルムをロール to ロールにより一体化できた。更に、上位目標とした長さ 10m の連続加工および厚さ目標 0.4mm 以下も達成した。

表 2.5.2.2.2-1 バックライト高度集積部材の目標と成果および達成状況

目標	研究開発成果	達成度
<ul style="list-style-type: none"> <li>導光～出射角制御一体化バックライトと偏光/位相差一体化フィルムをロール to ロールにより一体化するバックライト高度集積部材。厚さ 0.6mm 以下。</li> <li>更にロール部材を用い、偏光度 99.9% 以上で 0.4mm 以下の部材を 10m 連続加工できることを目指した超薄型化の検討を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>導光～出射角制御一体化バックライトと偏光/位相差一体化フィルムをロール to ロールにより一体化した。長さ 10m 連続加工を行った。厚さは 0.398mm を得た。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>バックライト高度集積部材◎</li> </ul>

### 2. 5. 2. 2. 3 検討内容

研究開発の計画としては、平成 18 年度には、集積化に用いる素材と集積化方法を検討し、ロール to ロール設備の仕様を決定して製作を開始、平成 19 年度には、設備を製作する一方、分散研より提供される素材の評価を行いロール to ロール化する材料の選定、平成 20 年度からはロール to ロールによる一体化のプロセスの検討を行い、最終年度までに完成を目指した。

バックライト高度集積部材は、偏光／位相差一体化フィルムである円偏光板、バックライト及び粘着剤の3種類の部材から構成される。

本研究開発では、貼合方式と塗布方式の2方式の円偏光板を用いて検討を行った。(両方式の円偏光板の詳細については前述の「偏光／位相差フィルム一体化部材」の項を参照。)

#### a. バックライト

これまでに TRADIM で開発したバックライトは、図 2.5.2.2.3-1 に示すとおり、導光板と光学パターン付きフィルムを一体化した構成であり、

- ① 導光板中での光の伝搬は全反射のみを利用しているため裏面への出射光は存在しない(反射シートレス)
- ② 導光板と光学パターンの接点のみから光を取出し、なおかつ光学パターンの傾斜角度で出射光の角度分布を制御している(プリズムシートレス)
- ③ 光学パターンを形成する光硬化性樹脂に拡散材を添加することにより光学パターン付きフィルムに拡散機能を付与できる(拡散シートレス)

などの特長を有する。

従って、単一のシート部材からなる本方式のバックライトは、図 2.5.2.2.3-1 の光源から出射した光は空気層を経由することなく、光学パターン付きフィルムから出射させることができるのが特長である<sup>11-16)</sup>。

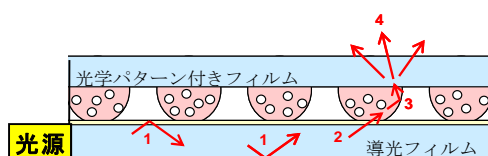


図 2.5.2.2.3-1 バックライトの層構成図及び原理

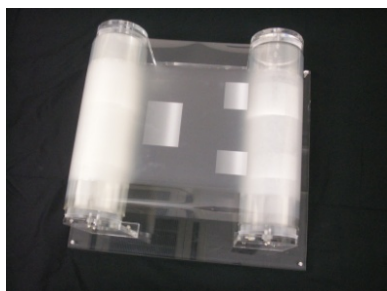


写真 2.5.2.2.3-1 ロール状のバックライト部材の外観写真



## b. 粘着剤

粘着剤は、その化学構造から、アクリル系、ゴム系、シリコン系などに分類されるが、LCD用途には高い耐熱性や耐湿熱性、透明性、低コストなどが要求されるため、これらに優れたアクリル系粘着剤が多く用いられている<sup>14)</sup>。

LCD用粘着剤の中でも、偏光板、位相差フィルム用粘着剤と、液晶セル貼合用粘着剤には、以下のような特性が主に要求される<sup>17-19)</sup>。

①透明性、②光学的等方性、③耐熱性、④耐湿熱性、⑤薄膜化

これらの要求特性を満たすため、アクリルポリマーのモノマー組成や分子量・分子量分布、架橋剤の種類・量などを調整し、粘着物性を適切にコントロールする必要がある。

本研究では、「粘着剤 A」(市場流通品)、「粘着剤 K2」、「粘着剤 R」(以上、分散研新規開発品)を用いて、検討を実施した。いずれも「粘着剤 A」よりも応力緩和性の高いものである。

## c. バックライト高度集積部材

一般的なバックライト部材は、プリズムシートなどを積層するため空気界面を持たなければならず、円偏光板と一体化するのは原理的に不可能である。

一方、我々が開発したバックライトは、空気界面無しに光を出射できるため、円偏光板とバックライトとを粘着剤を介して一体化できる(図 2.5.2.2.3-2)。



図 2.5.2.2.3-2 バックライト高度集積部材の層構成図

この一体化により、①部材点数減少による低コスト化だけでなく、②空気界面の除外による光利用効率の向上が見込まれる。

特に、②の光利用効率については以下のように見積もられる。部材表面の屈折率を  $n_1$ 、空気の屈折率を  $n_0$  と仮定すると、部材/空気界面での光の反射率  $R$  は  $R = (n_1 - n_0)^2 / (n_1 + n_0)^2$  で定義され、 $n_1$  を 1.5、 $n_0$  を 1 とした場合、反射率  $R$  は 4% となる(厳密には多重反射の影響があるため、多少の誤差は出る)。したがって、バックライト部材と円偏光板部材の間に空気層を有する一般的な構成では、2つの空気界面が存在することになり、約 8% の反射ロスが発生する。

これに対して、我々の提案するバックライト高度集積部材は空気界面が存在しないため、約 8% の光利用効率の向上が見込まれる。このような光利用効率の向上は、低消費電力での LCD の駆動を可能とし、ひいては省エネルギー化にも繋がる技術である。

## d. バックライトのロール化技術

バックライトは、以下のプロセスで作製した。

まず、連続光重合成形によって光学パターン付きフィルムを作製する。光学パターン付きフィルム用の透明プラスチック基板上に、拡散材が添加された光硬化性樹脂をコーティングする。この透明プラスチック基板は搬送され、光学パターンのネガ形状が形成されたロール状金型に接触される。このとき UV 照射により光硬化性樹脂は固化され、金型からの剥離および巻取り工程を経て、ロール状の光学パターン付きフィルムを作製することができる。

次に、連続光重合成形で得られた光学パターン付きフィルムは、UV 接着剤を介して、透明材料からなる導光フィルムとロール to ロールで連続貼合される。

e. 粘着剤の選定ーバックライト高度集積部材（貼合方式）集積化用

本研究対象の円偏光板は、偏光板はポリビニルアルコールフィルムを高延伸したものをを用いているため、粘着剤の選定にあたっては、「信頼性試験後の集積部材の剥がれをいかに抑制するか」という点に重点を置いて開発した。

貼合方式円偏光板を用いた構成のバックライト高度集積部材では、粘着剤の構成は第 1 層/第 2 層/第 3 層 = K2 / K2 / K2 とした。

本方式のロール化プロセスの検討では、貼合方式の円偏光板を用い、バックライトとのロール to ロール集積化用粘着剤の選定を行った。なお、本実験では、基板貼合用粘着剤としては、フロントプレーン高度集積部材と同等の層構成となるように「粘着剤 K2」を用いた。

バックライト高度集積部材（貼合方式）の層構成を図 2.5.2.2.3-3 に示す。その結果、偏光板と  $\lambda/2$  波長板接着用と共通の「粘着剤 K2」を用いて検討を行った結果、耐熱/耐湿熱試験後のパターン剥がれを抑制できる事が分かった。

1/4波長板
粘着剤K2
1/2波長板
粘着剤K2
偏光板
粘着剤
バックライト

図 2.5.2.2.3-3 バックライト高度集積部材（貼合方式）の層構成図

従って、ロール to ロール集積化用粘着剤としては粘着剤 K2 とした。

f. 粘着剤の選定ーバックライト高度集積部材（塗布方式）集積化用

塗布方式の円偏光板は、貼合方式のそれよりも粘着層が2層少ないため(図2.5.2.2.3-3 及び図2.5.2.2.3-4参照)、「粘着剤K2」よりも高い応力緩和性を有する粘着剤を開発する事とした。本検討では、粘着剤としてはフロントプレーン高度集積部材で塗布方式円偏光板用として選定した「粘着剤R」を用いて検討を実施した。その結果、応力緩和性の高い「粘着剤R」を用いる事で、耐熱/耐湿熱試験後のパターン剥がれを抑制できる事が分かった。



図 2.5.2.2.3-4 バックライト高度集積部材（塗布方式）の層構成図

従って、本方式のロール化プロセスの検討では、バックライトとのロール to ロール集積化用粘着剤としては粘着剤 R とした。

g. バックライト部材／円偏光板一体化前後の輝度について

バックライト高度集積部材は空気界面が存在しないため、原理的に約 8%の光利用効率の向上が見込まれる(図 2.5.2.2.3-5 参照)。円偏光板一体化前後の輝度測定を実施した結果、粘着剤を介して円偏光板とバックライトを貼合した場合、円偏光板を貼合せず載せた場合と比べて、輝度は平均で 9.3%上昇し、原理を確認する事ができた。

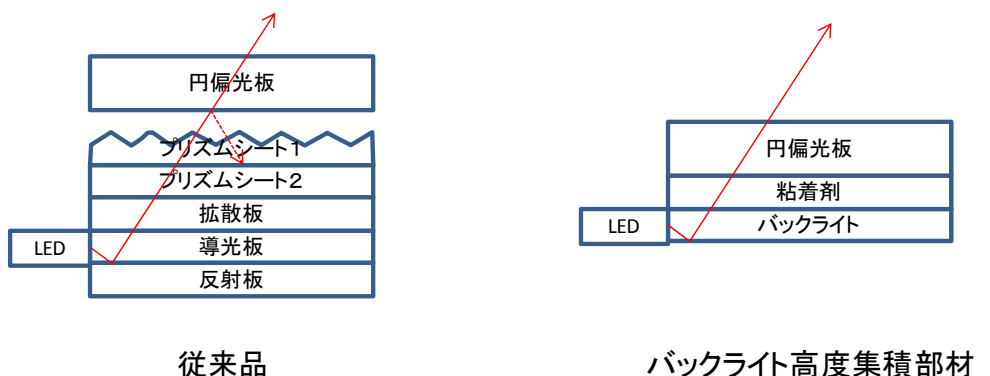


図 2.5.2.2.3-5 バックライト高度集積部材と従来品の比較

h. バックライト高度集積部材のロール化技術

ロール状円偏光板部材とロール状バックライト部材とを粘着剤を介して、ロール to ロールで一体化するプロセスの開発するために、新たに部材集積化装置を設計・製作し、この装置を用いてプロセス条件の検討を行った。

部材集積化装置は、ロール状円偏光板とロール状カラーフィルタあるいはロール状バックライトのロール to ロール貼合するために開発した装置である。第一貼合部と第二貼合部を有しており、粘着剤を介したロール状の 2 部材のラミネートが一度の製造で可能である。

なお、本装置は、加熱ロールでの前処理や UV 照射装置・乾燥炉による後処理が可能な設計となっており、UV 照射装置はバックライトの製造に用いた。

この装置の概略図を図 2.5.2.2.3-6 に示す。

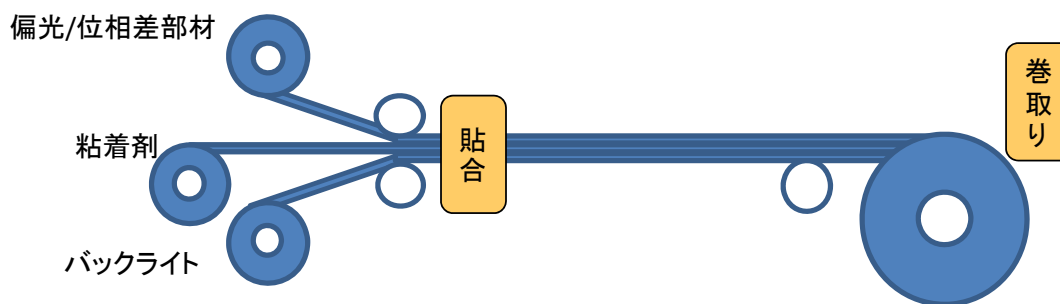


図 2.5.2.2.3-6 部材集積化装置の概略図

本プロセスを検討するにあたり、以下の目標スペックを立てて検証を開始した。

プロセス目標としては、上位目標である 300 mm 幅×10m レベルのロール状バックライト高度集積部材を欠陥なく安定して連続作製できることとした。

性能目標としては貼合精度が重要であり、角度ズレが生じるとセル化した際のコントラストに影響を及ぼすため、貼合角度ズレ  $0.1^\circ$  以下を目標に設定した。

#### i. ロール化プロセス条件の検討

上記試験装置を用いて、貼合方式円偏光板とバックライトを集積化する条件を種々検討した結果、安定して集積化できる条件を見出した。

#### j. バックライト高度集積部材（貼合方式）の作製

部材集積化装置を用いて貼合方式円偏光板とバックライトを集積化する試験を行った。特に留意すべき点は、各ロール部材間が平行となるようにセッティングこととバックライトのパターンのピッチと円偏光板のピッチを合わせることである。

以上のプロセス条件で検討を行った結果、部材の剥がれは発生せず、バックライト・33 ショット分(4inch×4面/1ショット)の10mを安定に貼合できた。厚さは0.464mmであり、目標を達成した。写真2.5.2.2.3-2にその外観を示す。



写真 2.5.2.2.3-2 貼合方式円偏光板集積バックライト部材の外観写真

#### k. バックライト高度集積部材（塗布方式）の作製

部材集積化装置を用いて塗布方式円偏光板とバックライトを集積化する試験を行った。特に留意すべき点は、各ロール部材間が平行となるようにセッティングすることである。塗布方式円偏光板は、貼合方式のそれと異なり、シームレスで境目がないので、バックライトのパターンピッチを気にする必要がない。

以上のプロセス条件で検討を行った結果、部材の剥がれは発生せず、バックライト・33 ショット分(4inch×4面/1ショット)の10mを安定に貼合できた。厚さは0.398mmであり上位目標を達成した。写真2.5.2.2.3-3にその外観を示す。

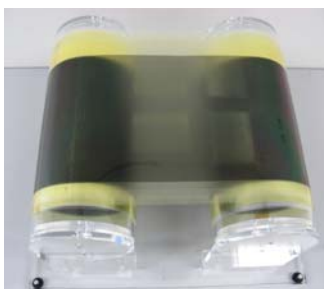


写真 2.5.2.2.3-3 塗布方式円偏光板集積バックライト部材の外観写真

貼合角度ズレ $0.1^{\circ}$  以内と目標性能をクリアしており、部材集積化装置によるロール状バックライト高度集積部材の連続加工性を立証する事ができた。

#### 2.5.2.2.4 まとめと今後の課題

バックライトの最適化、粘着剤の最適化、部材集積化装置の開発及びロール化プロセス条件の最適化によって、いずれの目標値も達成することができた。

本研究開発で開発した薄型のバックライト高度集積部材は、ディスプレイの薄型化並びにフレキシブル化に大いに有用であると考えられる。

今後の課題としては、本研究開発で達成したバックライト部分の厚さに対応できる薄型のLEDが現市場にないため、光源としてライトガイドが必須となっている。そのため、今後厚さが $0.1\text{mm}\sim 0.2\text{mm}$ の超薄型LEDが開発されることを期待する。

#### 2.5.2.3 バックライト高度集積部材の評価技術

##### 2.5.2.3.1 背景

バックライト高度集積部材は、現在製品化されておらず、評価技術そのものが存在しない。そこで、開発品の良否を評価し、作り込んで行くためには、新たな評価技術が必要となる。更に、標準化を行うことで、フレキシブル部材のグローバルスタンダード化を図る。

##### 2.5.2.3.2 開発目標と達成状況

表 2.5.2.3.2-1 にバックライト高度集積部材の評価技術の目標と成果および達成度を示す。バックライト高度集積部材の評価標準として、バックライト機能、円偏光板機能、形状および信頼性を評価する項目と測定技術を定め、所期の目標を達成した。

表 2.5.2.3.2-1 バックライト高度集積部材の目標と成果および達成度

目標	研究開発成果	達成度
・バックライト高度集積部材の評価技術の確立	・バックライト高度集積部材の評価標準として、バックライト機能、円偏光板機能、形状および信頼性を評価する項目と測定技術を確立した。	・評価技術○

##### 2.5.2.3.3 検討内容

バックライト高度集積部材の構成は、用いる円偏光板の種類により、貼合方式と塗布方式の2種類を開発した。

貼合方式のバックライト高度集積部材では、円偏光板の位相差板にシート状光学フィルムを用いており、その構成を図 2.5.2.3.3-1 に示す。光学パターン付きフィルムと導光フィルムからなる LED 方式バックライトと、1/4 波長板/第 2 層粘着剤/1/2 波長板/第 1 層粘着剤/偏光板からなる貼合方式の円偏光板とを粘着剤により貼合した構成である。

一方、塗布方式のバックライト高度集積部材では、TAC フィルム上に塗布方式で形成した位相差板を用いており、その構成を図 2.5.2.3.3-2 に示す。光学パターン付きフィルムと導光フィルムからなる LED 方式バックライトと 1/4 波長板/1/2 波長板/TAC フィルム/偏光板からなる塗布方式の円偏光板とを粘着剤により貼合した構成である。

バックライト高度集積部材は、バックライト部材と円偏光板とをロール to ロールで一体化した部材である。従って、その評価項目には、バックライト機能と円偏光板機能を評価する事及び形状と信頼性を評価する事が必要である。

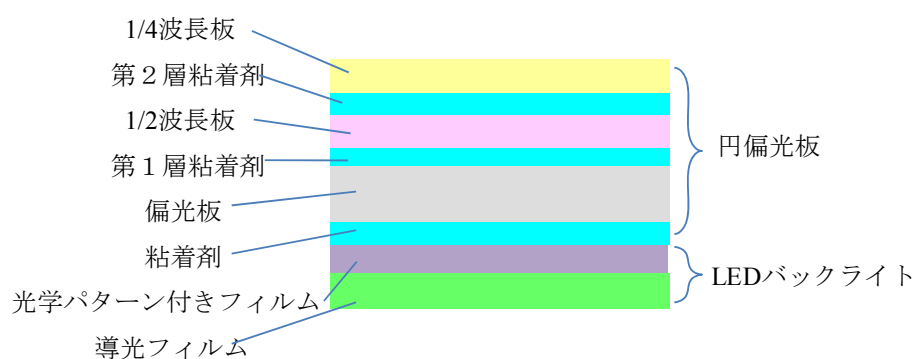


図 2.5.2.3.3-1 バックライト高度集積部材 貼合方式の断面構成図

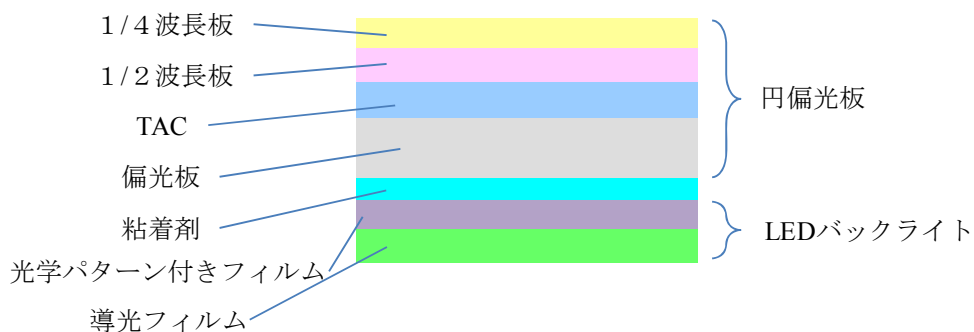


図 2.5.2.3.3-2 バックライト高度集積部材 塗布方式の断面構成図

a) バックライト機能を評価する項目：

- ・ 正面輝度

正面輝度とは、発光体の正面から見た明るさの度合いを示す値である。バックライト機能の基本的品質を表す指標と言える。

- ・ 輝度均斉度

輝度均斉度とは、発光体の正面輝度のばらつきを示す値である。

バックライト機能の面内ばらつき品質を表す指標と言える。

b) 円偏光板機能を評価する項目：

- ・ 楕円率

一般的に、直線偏光が位相差板に入射したとき、透過光は楕円偏光になる。  
楕円率とは、楕円偏光の短軸  $a$  と長軸  $b$  の比  $a/b$  (%) をいう (図 2.5.2.3.3-3 参照)。

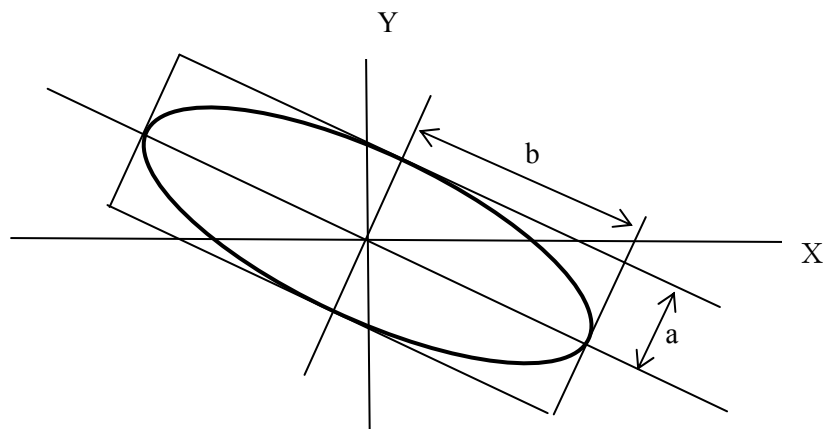


図 2.5.2.3.3-3 楕円偏光の説明図

c) 形状に関する項目：

・ 厚さ

バックライト高度集積部材の厚さを評価する。

d) 信頼性を評価する項目

・ 耐熱性

バックライト高度集積部材の剥離耐熱性を評価する。

・ 耐湿熱性

バックライト高度集積部材の剥離耐湿熱性を評価する。

・ 耐屈曲性

バックライト高度集積部材の剥離耐屈曲性を評価する。

ロール状のバックライト高度集積部材から評価用のサンプルを作製するには、通常の手サミあるいはカッターを用いるだけでは出来ない。何故ならば、この高度集積部材は、前述した如く、多層の積層構造をしており、バックライト機能进行评估するためには、バックライト部分の導光フィルムのみを露出させ、その端部から導光フィルムに LED 光源から光を入射してバックライトを点灯させる必要があるからである。即ち、塗布方式のバックライト高度集積部材を例にとると、図 2.5.2.3.3-4 に破線で示す部分を除去しなければならない。検討の結果、炭酸ガスレーザーを用いて導光フィルム以外の積層部をハーフカットする技術を開発し、バックライト高度集積部材を点灯して評価する事ができた。作製した評価用サンプルを写真 2.5.2.3.3-1 に示す。

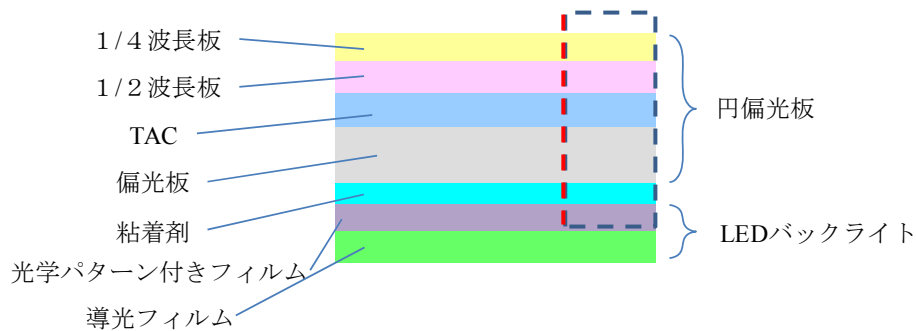


図 2.5.2.3.3-4 ハーフカット部（赤色破線）と除去する部分（青色破線で囲んだ部分）

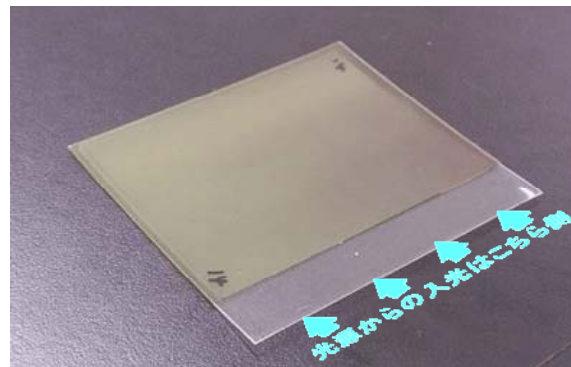


写真 2.5.2.3.3-1 バックライト高度集積部材の評価用サンプル

以上の評価項目の内、正面輝度と輝度均斉度の測定については、SEMI スタダード「SEMI D33-0703 バックライトユニットの光学特性」<sup>20)</sup>に定める方法があるのでそれに準ずることとした。また、楕円率については、従来の円偏光板の楕円率を測定する測定装置で測定できた。厚さ、耐熱性、耐湿熱性についても、従来の測定器及び評価機器で評価することができた。

耐屈曲性については、評価するための装置を開発する必要があった。部材としての屈曲性は曲率半径 R150mm 以下を目標としたので、R=135mm と R=80mm の 2 種の曲率で評価用サンプルを曲げてられる装置を設計、製作した。評価対象は多層の積層部材であるので、ある程度の時間曲げたままで保持して評価することが必要と考え、サンプルを曲げた背面から部材を吸着する機構と正面から押さえる機構とを持たせた。

#### 2.5.2.3.4 まとめと今後の課題

バックライト高度集積部材の評価標準として、バックライト機能、円偏光板機能、形状および信頼性を評価する項目と測定技術を定め、所期の目標を達成した。

本研究開発では、部材の性能、品質を評価するためにロール状の高度集積部材から個片のサンプルを切り出して測定評価する手法であったが、ロールの状態のままインラインで測定評価できる技術の開発が今後の課題である。



## 2. 5. 3 バックプレーン高度集積部材

### 2. 5. 3. 1 背景

従来、ロール状のプラスチックフィルム基板の上に TFT を搭載した樹脂基板 TFT アレイを開発するために、ガラス基板上で形成した TFT アレイをいわゆる転写法によってプラスチックシート上に搭載した例や、硬い”キャリアプレート”上にプラスチックシートを固定することにより TFT アレイを直接形成した例が発表されている。しかし、これらはいずれも枚葉シートのバックプレーンであった。今後、フレキシブルディスプレイが普及していく上での生産の合理化を考えると、TFT アレイがロール to ロールプロセスで形成されることが考えられる。そこで、本事業では、TFT を搭載したロール状にできるバックプレーン高度集積部材を開発し、これとカラーフィルタ部材あるいはフロントプレーン高度集積部材を用いて、連続的に TFT-LCD のパネル化を行うことを立証し、フィルム基板 TFT-LCD の実用化推進につなげる。

### 2. 5. 3. 2 開発目標と達成状況

表 2.5.3.2-1 バックプレーン高度集積部材の開発目標と達成状況

目 標	研究開発成果	達成度
ロール状プラスチックフィルム基板 上の TFT アレイ開発。 ・ロール幅 300mm ・ロール長さ 10m 以上 ・曲率半径 150mm ・想定製品対角 2~4 インチ ・想定製品精細度 120ppi 以上	(以下 GET 法を標準とする) ・ロール幅 300mm ・ロール長さ 10m 以上 ・曲率半径 150mm ・移動度変動率 ≤9% ・オンオフ比 6 桁以上 ・対角 3.5~4 インチ* ・精細度 114~200ppi* (*一部、他方式を含む)	・ロール幅○ ・ロール長さ○ ・曲率半径○ ・移動度○ ・オンオフ比○ ・対角サイズ○ ・精細度○

### 2. 5. 3. 3 検討内容

本研究は、プラスチックフィルム基板の上に TFT を形成するために、従来のガラス基板 TFT の裏面（ガラス面）をエッチングにより薄くしプラスチックフィルム基板へ転写する GET (Glass Etching Transfer) 法<sup>21-23)</sup>、および従来のガラス基板と TFT 層の間にエッチングストップ層を設けて、ストップ層までのガラスを完全にエッチング除去してからプラスチックフィルム基板へ転写する EST (Etching Stopper Transfer) 法、さらに基板上に直接形成できる InGaZnOx 系の酸化物 TFT を検討した。

研究開発の計画としては、平成18年度はエッチングプロセスの検討、平成19年度は転写技術の検討、平成20年度はプロセス条件の確立、平成21年度はプラスチックフィルム基板上での試作・評価として進めた。検討内容の詳細については非公開版事業原簿に記載した。

#### a. ガラスエッチングプロセス

エッチングプロセスは GET 法と EST 法で共通である。ガラス基板 TFT の TFT が形成され

た面に耐酸性を有する保護フィルムを貼り合わせる。貼合時に TFT アレイ表面そのものにこの粘着剤が付着しないように、TFT アレイ表面上のみに選択的にクリーン紙を挿入した。このような貼合部材をフッ酸と塩酸の混合溶液に浸漬させ、ガラス基板の裏面側から化学的にエッチングすることで薄型化を実現する。

#### b. エッチング停止層およびエッチング制御法

EST 法の場合は、ガラス基板と TFT 層の間にエッチング停止層を有する。このエッチング停止層は、HF 系のガラスエッチング液に溶解しない透明の絶縁膜であること、もしくは不透明の絶縁膜または金属ならば、ガラスエッチング後に、別のエッチング液を使用して、選択エッチングで除去できることが条件である。今回、エッチング停止層は、TFT プロセスで一般的に用いられる材料を選択した。エッチング停止層とその上の TFT 層の形成は分散研に依頼した。

エッチングの制御では、停止層のエッチング速度とガラスのエッチング速度の比、すなわち選択比や、ガラスエッチング速度の面内均一性が問題になる。停止層も成膜条件によって性質が変わるため、分散研のエッチング速度や透明度などを、実際に測定した結果から、選択の可否を判断した。

#### c. 下基板形成装置を用いたロールプロセス

ロールプロセスも GET 法と EST 法で共通である。以下 GET 法を念頭に述べる。ガラスエッチングプロセスにて作製した TFT を、下基板形成装置を用いてロール状のベースフィルムに連続的に転写してロール状 TFT 基板を形成する。機能の観点から、セパレータフィルム剥離部、位置合わせ貼合部、オープン、及び切断又は巻取り部の 4 つの部分に大きく分けられる。

#### d. ロールプロセスで形成した TFT

上記のようなロール to ロールプロセスで TFT 基板を連続貼合し、ロール長およそ 11m のロール状 TFT 基板を得た。外見的には TFT 基板の割れや著しい気泡・反りなどは見られず、良好なロール状 TFT 基板を作製することができた。

ロールプロセスに起因する TFT 特性劣化が見られるかどうかを確認するために、巻き始めの 1 枚目の TFT 基板内の TFT 素子と、11m 程度巻いた巻き終わりの TFT 基板内の TFT 素子を測定して比較した。巻き始めの 1 枚目の TFT 基板面は、その上面に巻き取られるロールフィルム下面が接することになる。このようにロールフィルムが接することによる静電気の影響などを調べるのが本比較の趣旨である。基準データの TFT の電界効果移動度を 1.0 とした場合の巻き始め及び巻き終わりの相対的な TFT 移動度は以下の通りであった。

- ・巻き始め : 0.91
- ・巻き終わり : 0.92

また、いずれの TFT のオンオフ比も 6 桁以上であり実用的な値であった。このように、ロール転写後も良好なオン特性、スイッチング特性を維持していることを確認した。

以上のことより、本ロール転写プロセスが TFT 電気特性に与える影響は小さく、実用的な特性を有するロール状 TFT 基板を実現することができた。このようにして作製した TFT

基板を用いて実際に LCD を試作したところ、良好な初期表示特性が得られていることから、本ロール転写プロセスの有効性が確認された。

#### e. TFT の曲げ評価と表示パネル作製

TFT の曲げ評価とパネル作成を行い (EST 法の例)、曲率半径 150mm のアクリル板に TFT 層を上にして曲げた状態で、亀裂などの損傷がないことを確認した。曲げ前後の TFT 特性に変化がないことも確認した。

本研究では、さらに上下基板貼合装置を用いてパネル試作も行った。ロール状転写 TFT 基板の作製後は、シート状に切断し、そのシート状 TFT 基板を上下基板貼合装置に投入した。上下基板貼合装置において、シール材塗布、液晶滴下、カラーフィルタの貼合、シール硬化の工程を経て、パネルを試作した。図 2.5.3.3-1 は、試作したパネルに画像を表示させたものである。本研究では、これまで述べてきた転写法の課題を解決することによって、動画の表示までも可能とした。



図 2.5.3.3-1 試作パネルの画像表示

#### f. 直接形成酸化物 TFT の検討

上述の GET 法や EST 法といった転写型 TFT と異なり、フィルム基板上に直接形成できる TFT も検討した。低温プロセスで TFT 作製を実現できる半導体材料として非晶質 In-Ga-Zn-O (IGZO)<sup>24-28)</sup>を用いることにした。この材料は、良好な特性を得るために 300 °C 以上の熱アニールが必要のため、本研究ではフィルム基板の温度上昇を抑制しながら酸化物半導体 TFT を選択的にアニールできるエキシマレーザアニール (ELA)<sup>29-31)</sup>を行った。

ELA 処理したフィルム基板上 IGZO-TFT に、フィルム基板の変形や変色、TFT を形成している膜が剥がれるといった損傷は確認されなかった。ELA 処理したフィルム基板上 IGZO-TFT の V<sub>g</sub>-I<sub>d</sub> 特性は、照射強度上昇に伴い、ON 電流、電界効果移動度が向上した。照射強度 170 mJ/cm<sup>2</sup>において、ON 電流が un-annealed と比較して 1 桁以上向上し、15.6 cm<sup>2</sup>/Vs と高い電界効果移動度が得られた。ON/OFF 比は 8 桁、V<sub>t</sub> は 0.5 V、S 値は 0.13 V/decade であった。フィルム基板上 IGZO-TFT において、ELA によってフィルム基板を損傷することなく特性改善効果が得られることがわかった。

#### 2. 5. 3. 4 まとめと今後の課題

ガラスエッチングプロセスと下基板形成装置を用いたロール to ロールプロセスを用いることにより、長さ 10m 以上、幅 300mm の実用的な初期特性を有するロール状 TFT 基板を作製することができた。さらに、表示用のパネル試作も行い、対角 4 インチで精細度 200ppi のパネルを点灯させることができた。これにより、ロール to ロール TFT バックプレーン形成技術の基本的な検証確認ができた。また、基板に直接形成できる TFT の検討も行い、酸化物材料を活性層に用いた TFT をレーザーアニール処理することにより、電界効果移動度  $15.6\text{cm}^2/\text{Vs}$ 、オンオフ比 6 桁以上の良好な性能を実現した。

今後の課題としては、ロール状転写 TFT の信頼性などの TFT 特性の長期安定性を詳しく調査する必要がある。

## 2. 6 ④ロール部材パネル化要素技術

### 2. 6. 1 ロール to ロールによる配向膜形成技術の開発

#### 2. 6. 1. 1 背景

ロール to ロールで配向膜を連続的に形成し配向処理する設備は新規なものであり現在は存在しないため、この設備を検討し試作する。光配向方式の配向膜は、無発塵でかつ連続処理が可能と考えられロール to ロールプロセスに好適な方式と判断されるので、本方式で配向膜形成技術を開発することを目標とする。

#### 2. 6. 1. 2 開発目標と達成状況

表 2.6.1.2-1 配向膜形成技術の開発目標と達成状況

目 標	研究開発成果	達成度
<ul style="list-style-type: none"><li>光配向方式の配向膜を、ロール部材上のパネル部分にのみ形成し、続いて配向処理を可能とする加工方法・設備を開発する。</li><li>光配向については感度 500mJ/cm<sup>2</sup>以上で連続加工可能なこと。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>位置検出機構付きインクジェット印刷部、乾燥炉、偏光UV照射装置を備えたロール to ロール方式の設備を開発。</li><li>光配向の感度 500mJ/cm<sup>2</sup>で連続加工可能</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>加工方法と設備○</li><li>感度○</li></ul>

#### 2. 6. 1. 3 検討内容

研究開発の計画としては、平成 18 年度は設備の導入、平成 19 年度は枚葉品での塗布試験と部材評価、平成 20 年度は材料改良とロール to ロールでの工程条件出し、平成 21 年度は材料改良とフレキシブルCF上へのインクジェット塗布工程条件確立、として進めた。検討内容の詳細については非公開版事業原簿に記載した。

##### a. 光配向処理

光配向は、非接触配向処理法であり、ラビング法と異なり粉塵の発生がなく、配向後の洗浄が不要であることから、ロールtoロールプロセスに適している<sup>1-5)</sup>。本研究の光配向処理は、偏光UVの照射角と偏光角を制御することで、ロールtoロールプロセスにおける上記加工法を実現した。

##### b. 光配向膜材料開発

はじめに光分解型の評価を行った。配向性の評価方法としては、駆動させずに偏光板クロスニコル下で目視にて行った。目標値である500mJ/cm<sup>2</sup>では、面内にムラが観測され、注入口付近から流動配向が見られた。これは配向膜の配向規制力が弱いために発生する現象である。照射量を増やしていくと、逆にムラが大きくなり配向性が悪化した。これは照射量増大により、光配向膜分子の分解が過剰に進行し、液晶との相互作用が悪化し、配向性が低下したものと考えられる。以上の結果から、配向性とプレチルト角がトレードオフの関係であり、材料の変更により更なる改良を行った。

次に光架橋型の評価を実施した。照射量が比較的小さくても良好な配向性を示し、照射量の増大でさらに良化し、光分解型と同等の性能を示した。しかし、照射量を変えるなど

の工程変更を試みたが、プレチルト角が発現せず、材料の変更により更なる改良を行ったところ、良好なプレチルト角が得られた。

#### c. 光配向膜を使用したアクティブパネル作成

本検討における最良サンプルを使用してアクティブパネルを作成した。図2.6.1.3-1に作成したパネルの駆動画像を示す。良好なカラー静止画及び動画の表示が可能であることを確認した。パネル内に表示不良は存在せず良好なテストセル評価がアクティブパネルパネルでも再現できた。

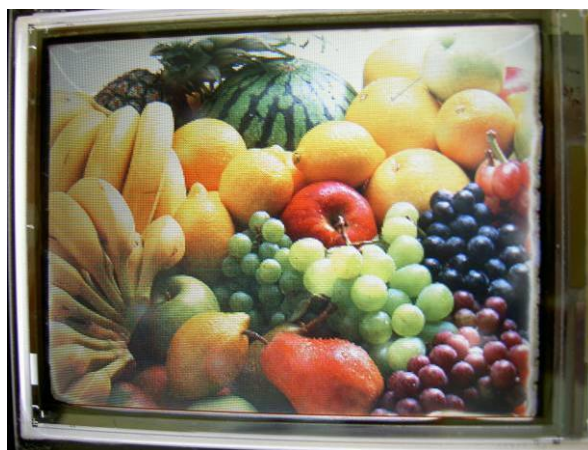


図2.6.1.3-1 光配向膜を使用したアクティブパネル

#### d. 機能膜パターン形成装置の開発

本研究において、フレキシブルカラーフィルタ上に光配向膜パターンを形成することができる機能膜パターン形成装置を新規に開発し導入した。この装置は、ロールtoロールプロセスにて光配向膜パターンをインクジェット塗布方式で形成し、さらに形成された光配向膜の光配向処理を可能とするものである。機能膜パターン形成装置は、巻き出し部から順に、インクジェット塗布部→乾燥部→偏光UV照射部の構成となっており、パターン形成されたロール状フィルムは巻き取り部にて巻き取られる（ロールtoロールプロセス）。

#### e. 配向膜パターン形成技術

まず小型のインクジェット実験機にてヘッドの工程条件の検討を行うことでプロセスを最適化し、次に機能膜パターン形成装置により、光配向膜パターンの連続形成及び、形成された配向膜パターンの膜厚と位置精度について検討を行った。フレキシブルカラーフィルタ基板上に光配向膜を10m連続パターン形成した結果、作製したサンプルの膜厚、位置補正、パターン位置精度について良好な結果を得た。

#### f. インクジェット塗布ロール to ロールプロセスによるパネル作成

以上のプロセス条件を基に機能膜形成パターン装置により光配向膜を塗布し、上下貼合装置を使用して、全行程ロール to ロールプロセスによるパネル作成を行った。いくつかの改良を加えることで、良好な表示性能を示すパネルを作成できた。

## 2. 6. 1. 4 まとめと今後の課題

機能膜形成装置を開発し、本装置を用いてロール to ロールプロセスでインクジェット塗布さらに光配向処理も連続的に行うことができた。今回決定した機能膜パターン形成装置の工程条件は特定材料に依存するパラメーターであり、配向膜材料を変えた場合に再度設定値を検討する必要がある。今後の課題としては、材料依存性が少ない工程条件を確立することである。

## 2. 6. 2 シール技術の開発

### 2. 6. 2. 1 背景

シール技術の開発においては、曲率半径 150mm のディスプレイに適用可能なフレキシビリティを有するフロントプレーンおよびバックプレーンをパネル化するため、ロール状で設備に供給される部材にシール剤を形成する要素技術を開発することが求められる。

そのためには、ロール状基板の上に液晶用シール剤を連続的に形成する設備についても新規なものが存在しないため、設備を検討し、試作することが必要である。

また LCD のシール幅は、設計により 1mm から 2mm 程度となるので、設備の位置精度は 0.1mm 以内が要求される。

### 2. 6. 2. 2 開発目標と達成状況

研究の具体的な内容は、ロール状で供給される配向膜を形成したフロントプレーンまたはバックプレーン上の所定の部分に、両者を貼り合わせるためのシール剤を形成する要素技術を開発する。連続加工を可能とするため、シール剤には UV 硬化タイプのものを用いることを検討し、設備もそれに対応可能なものを試作する。UV 硬化型シール剤は、分散研より供給を受けて評価を行い、必要によりフィードバックを行う。シール剤の硬化条件は、照射強度 100mW/cm<sup>2</sup>、10 秒以内を目標とする。

表 2. 6. 2. 2-1 シール形成技術の開発の目標と成果及び達成度

目標	研究開発成果	達成度
・ロール状で供給される配向膜を形成したフロントプレーン、またはバックプレーン上の所定の部分に、連続的にシール剤を形成可能とする。	・連続形成を可能とした。	○
・その際の設備の位置精度は 0.1mm 以内とする。	・位置精度目標を達成した。	○

達成度：○達成、×未達

### 2. 6. 2. 3 検討内容

研究開発の計画としては、初年度（平成 18 年度）はシール剤の素材開発とパネル化装置の設計を行った。第 2 年度（平成 19 年度）はパネル化設備の導入と暫定シール剤を用いたプロセス検討を行った。第 3 年度（平成 20 年度）は要求シール剤の完成とこれを用いた ODF プロセスの検討を行った。最終年度（平成 21 年度）はパネル試作とロール to ロールプロセス条件の確立を行った。

前記開発目標を達成するために、シール剤の素材開発、シール形成プロセス開発及び設備開発改良にそれぞれブレークダウンした目標を設定して研究を進めた。

#### a. シール剤の素材開発

シール剤の素材開発項目としては、電気特性信頼性（VHR）と接着力が挙げられる。本開発項目については、これまでに開発したシール剤に分散研で更なる改良を続けた結果、電気特性信頼性と接着力を両立したシール剤を開発することができた。

電気特性信頼性については、高温高湿試験（温度 60℃、湿度 90%）に伴う電圧保持率（VHR）変化を評価し、1000h 後の VHR 比較において、改良前シール剤より格段に向上し、目標とするガラス基板用 ODF シール剤と遜色ないレベルまで達した。

接着力については、剥離試験後の剥離箇所がシール剤とフィルム基板界面ではなくフィルム基板内部であることから、シール剤の接着強度は十分確保できていることが判明した。

#### b. シール形成プロセス開発

シール形成プロセス開発項目としては、シール剤が描画しやすいこと、連続描画性、及びシール性の確保（シール起因の液晶漏れがないこと）が挙げられる。

シール描画性及び連続描画性については、プラスチックフィルム上に連続描画し、描画始めから描画終了までほぼ安定したシール断面積で描画が可能であることを確認した。

シール性確保については、図 2. 6. 2. 3-1 にシール性不足による液晶漏れ不具合が発生した場合を示す。ODF プロセス方式では硬化前のシール剤と液晶が接触する現象が起きる。そのためシール剤が液晶中に溶け出すと描画したシールパターンが破られて液晶漏れという不具合が生じることになる。

そこで、本研究では液晶との相溶性の低いシール剤素材を選定すること及び液晶の広がり圧力に対抗するために物性等を適切に調整した結果、図 2. 6. 2. 3-1 に示すような液晶漏れが発生せず良好なシール性が得られていることが確認できた。



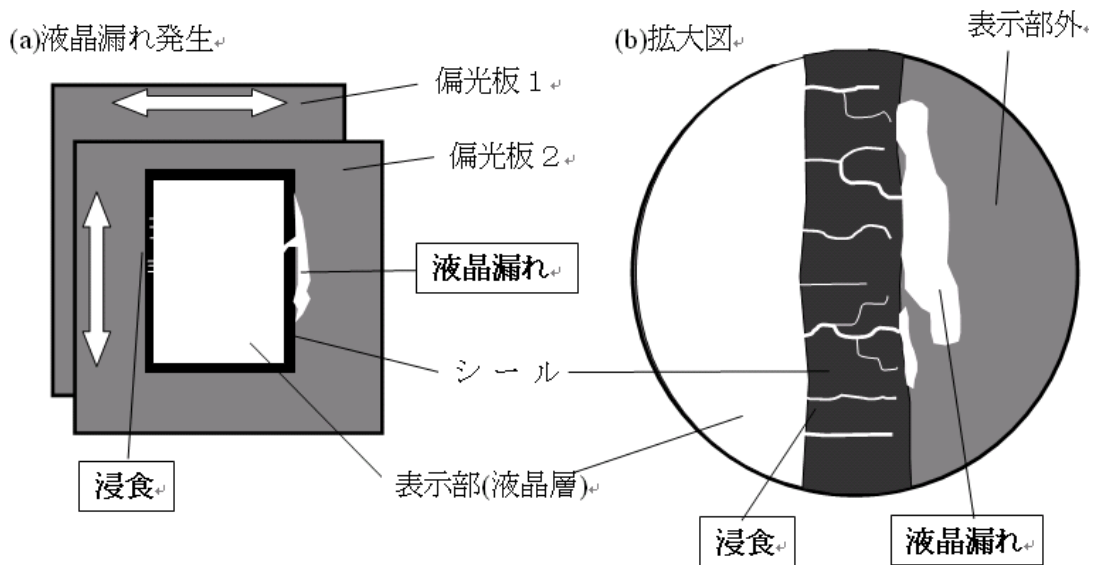


図 2.6.2.3-1 シール性確保不足による液晶漏れ発生図

### c. 設備開発改良

設備面からの主な開発項目としては、シール剤描画ステージとディスペンスノズル間のクリアランスが常に適切に保持される装置であることが挙げられる。ここでは、プラスチックフィルム基板のステージ吸着状態を適切に制御したことで安定したシール線幅が描画できることを確認した。その結果、本設備のシールディスペンス位置精度は X 軸 Y 軸 Z 軸及び繰り返し位置精度においていずれも目標値とする 0.1mm 以内を十分達成した。

### 2.6.2.4 まとめと今後の課題

目標である、『(1) ロール状で供給される配向膜を形成したフロントプレーン、またはバックプレーン上の所定の部分に、連続的にシール剤を形成可能とする。(2) その際の設備の位置精度は 0.1mm 以内とする。』については、上述した通り達成することができた。

今後の課題としては、プラスチックフィルム基板 LCD パネルを実際に曲面で表示させた状態での接着強度信頼性、電気特性信頼性の検証が必要と考える。

### 2.6.3 液晶層形成技術の開発

#### 2.6.3.1 背景

液晶層形成技術の開発においては、動画対応可能な TFT 用液晶を、フィルム基板上のシール内側となる所定の部分に配置する要素技術を開発し、ロール状で供給されるフロントプレーンとバックプレーンをパネル化できるようにすることが求められる。

そのためには、シール技術の開発と同様に本テーマも既存設備は存在しないので、ロール状で供給されるフロントプレーンまたはバックプレーン部材上のシールの内側となる所定の部分に液晶を配置する機構を開発することが必要である。また、貼合後に気泡が残存

しないためにセル容積比 10%の精度で液晶を配置することが要求される。

### 2. 6. 3. 2 開発目標と達成状況

研究の具体的な内容は、ロール状で供給されるフロントプレーンまたはバックプレーン上のシールの内側となる所定の部分に液晶を配置する設備を検討し、試作する。この設備を用いて気泡なくセル作製が出来るようにする。

表 2. 6. 3. 2-1 液晶層形成技術の開発の目標と成果及び達成度

目標	研究開発成果	達成度
・ロール状で供給されるフロントプレーン、またはバックプレーンの部材上のシールの内側となる所定の部分に液晶を配置する機構を開発すること。	・液晶配置機構を開発した。	○
・貼合後のセルの体積容量比 10%の精度で液晶を配置することで気泡なくセルができること。	・気泡なきセルを作製した。	○

達成度：○達成、×未達

### 2. 6. 3. 3 検討内容

研究開発の計画としては、初年度（平成 18 年度）は装置設計および TEG パターン設計・製作を行った。第 2 年度（平成 19 年度）は装置導入し基礎検討と課題抽出に着手した。第 3 年度（平成 20 年度）はロール部材上への ODF 条件を確立した。最終年度（平成 21 年度）は各種バックプレーンを用いたパネル化技術検証を行った。

前記開発目標を達成するために、セルギャップを規定する要素の検証及び液晶層形成プロセス開発のそれぞれについてブレイクダウンした目標を設定して研究を進めた。

#### a. セルギャップを規定する要素の検証

セル内に液晶を充填する上で、まず液晶量は設計されたセル容積を基準に設定される。このセル容積に必要な液晶量を供給することによりセルギャップが決定される。セル容積の構成要素はセル内のカラムスペーサー高さ、径、密度及び基板表面の段差や表面形状などからなり、これらを把握することによりセルギャップを制御することが可能となる。

#### b. 液晶層形成プロセス開発

前記で明確にしたセルギャップを規定する要素を踏まえて、目標とする気泡がないセルが得られるプロセス条件を導出した。液晶量を変えたときに発生する気泡の面積を計測すると、図 2. 6. 3. 3-1 に示すように、セル設計容積に対して 92%以上の液晶量で気泡が消滅することが分かった。

次に、気泡の出ない 92%以上の領域でセルギャップばらつきの許容範囲（液晶量の上限）

を求め液晶滴下量のプロセスマージンを求めた。その結果、気泡レスとセルギャップ均一性の両立は、セル容積比 92～100%の液晶量範囲で実現可能であることが判明した。

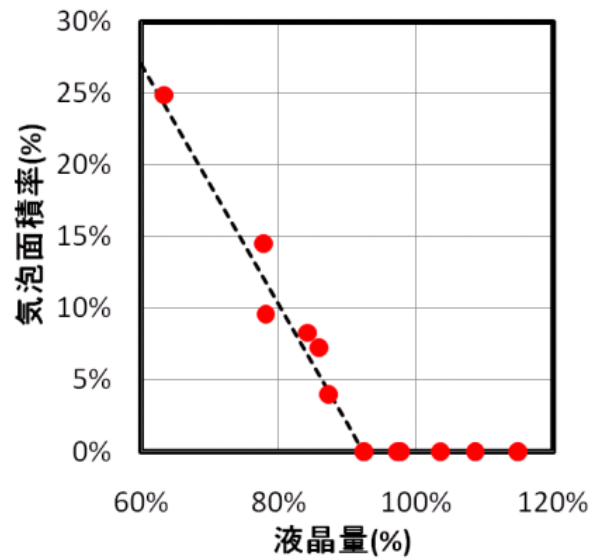


図 2.6.3.3-1 気泡発生と液晶量の関係

#### 2. 6. 3. 4 まとめと今後の課題

目標である、『(1) ロール状で供給されるフロントプレーン、またはバックプレーンの部材上のシールの内側となる所定の部分に液晶を配置する機構を開発すること。(2) 貼合後のセルの体積容量比 10%の精度で液晶を配置することで気泡なくセルができること。』については、上述した通り達成することができた。

今後の課題としては、更なるフレキシブル性を求めるならばフィルム基板厚を薄くすることが第一に考えられる。この場合基板の自立性はより低下し、シール硬化による体積収縮や貼合時のギャップムラなどの影響を敏感に受ける可能性も考えられるため、シール形成～液晶層形成～貼合工程まで含めた総合的な検討が改めて必要になると考える。

#### 2. 6. 4 上下貼合技術の開発

##### 2. 6. 4. 1 背景

上下貼合技術の開発においては、ロール状で供給されるフロントプレーンおよびバックプレーンの位置決めを行い、貼合し、シール剤の硬化を UV 照射により行うこと、また連続的に行う装置を検討し、試作することにより、動画、高精細カラーに対応する液晶パネルを作製できるようにすることが求められる。

そのためには、ロール状で供給されるフロントプレーンとバックプレーンを貼合する既存設備も存在しないため、位置決めを行い貼合する設備を検討し、試作することが必要である。また、上下基板の接着は連続加工を行うために光硬化により行うことが要求される。

## 2. 6. 4. 2 開発目標と達成状況

研究の具体的な内容は、ロール状で供給されるバックプレーンの位置決めを行い、液晶層に気泡を混入することなく貼合し、更に貼合後のシール剤の硬化をUV照射により行う。これらを連続的に行える装置を検討し、試作する。

シール技術、液晶層形成技術、上下貼合技術は連続的に加工できることが必要であるので、それらを一体化した設備を設計し、試作を行う。これによりプロセスの検討を行うとともに、ロール部材、配向膜、シール剤、液晶とのマッチングを図りロール部材のパネル化要素技術の確立を目指す。各部材、素材については単独での評価だけでなくパネル化しての評価を実施する。これにより、素材一部材、部材相互、素材一部材ープロセスのすり合わせを行い、フィルム基板液晶ディスプレイの必要特性に合致した材料およびプロセスを効果的に開発する。

表 2. 6. 4. 2-1 上下貼合技術の開発の目標と成果及び達成度

目標	研究開発成果	達成度
・ロール状で供給されるフロントプレーンとバックプレーンとを貼合する技術を開発する。	・貼合技術を開発した。	○
・位置精度の 10 $\mu$ m 以内の位置決めを行い、貼合を行う。	・位置精度目標を達成した。	○
・上下基板の接着は光硬化により行うことを目標とし、装置は感度 1000mJ/cm <sup>2</sup> 以上のシール剤を連続硬化可能なものとする。	・連続貼合を可能とした。	○

達成度：○達成、×未達

## 2. 6. 4. 3 検討内容

研究開発の計画としては、初年度（平成 18 年度）は貼合仕様検討及び装置設計を行った。第 2 年度（平成 19 年度）は装置導入とダミー基板による貼合プロセスの基礎評価を行った。第 3 年度（平成 20 年度）はダミー基板による貼合プロセスの基礎評価及びロールプロセスにおける位置ずれ要因切り分けを行った。最終年度（平成 21 年度）はロールプロセスにおける位置精度検討及びプロセス検討（連続での貼合確認）を行った。

前記開発目標を達成するために、設備開発改良と貼合プロセス検討にそれぞれブレークダウンした目標を設定して研究を進めた。

### a. 設備開発改良

ロールプロセスによる CF（カラーフィルタ<sup>6-8</sup>）基板と TFT 基板のパネル化技術<sup>9-13</sup>は、既存の技術や装置がないため本研究において新規に開発したものである。開発した装置で

はシール塗布、液晶滴下、貼合、UVによるシール硬化をインラインで連続的に処理することを可能とした。

#### b. 貼合プロセス検討

上下貼合プロセスについて、位置ずれ要因の切り分け、位置精度、連続貼合について以下の検討を行った。

位置精度とは図2.6.4.3-1に示すように画素レベルでのCFパターンとTFT配線の相対的な位置精度を表すものであり、CFのブラックマトリクス（BM）領域にTFT配線が収まっている状態が要求される。

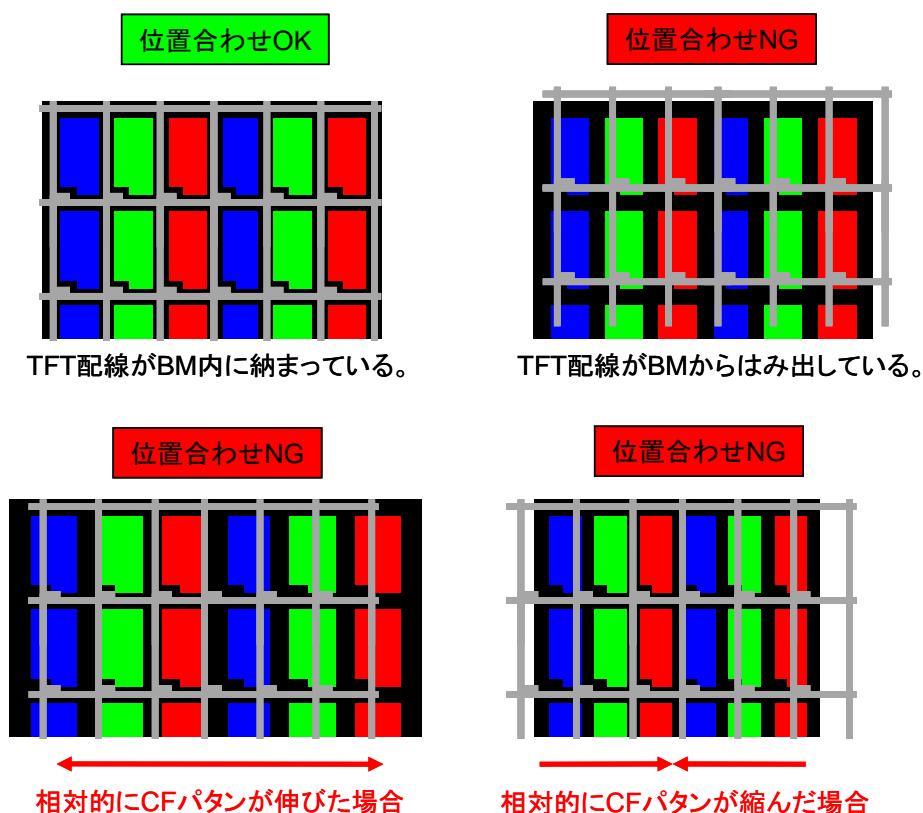


図 2.6.4.3-1 位置精度の合否イメージ

位置ずれ要因切り分けのために、使用する部材、プロセス、装置条件について各種水準実験を行い、それぞれ対策を行った結果、目標とする位置精度 $\pm 10 \mu\text{m}$ 以内を達成した<sup>14)</sup>。実際のサンプルの画素レベルの貼合状態を写真2.6.4.3-1に示す。

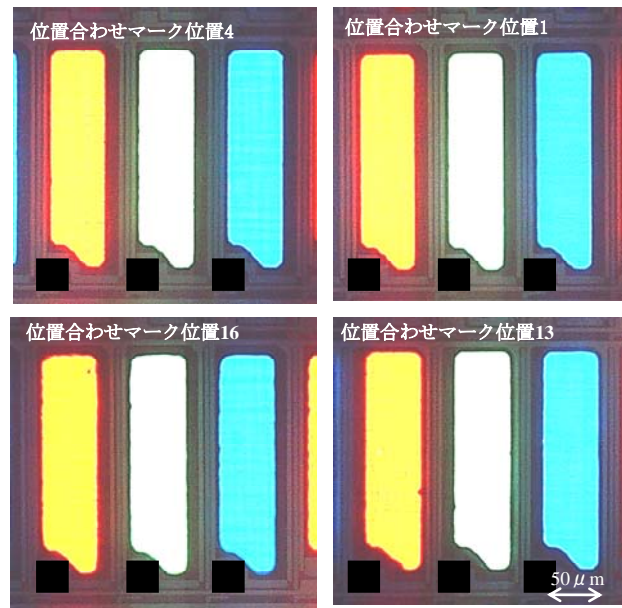


写真 2. 6. 4. 3-1 位置合わせ状態

連続貼合については、貼合開始から終了まで安定的に貼合できることを確認する必要がある。そこでロール状 CF 基板 10m 以上の連続貼合実験を行った。その結果、貼合スタートとエンドでともに安定した貼合精度が得られていることを確認した。

#### 2. 6. 4. 4 まとめと今後の課題

目標である、『(1) ロール状で供給されるフロントプレーンとバックプレーンとを貼合する技術を開発する。(2) 位置精度の  $10\mu\text{m}$  以内の位置決めを行い、貼合を行う。(3) 上下基板の接着は光硬化により行うことを目標とし、装置は感度  $1000\text{mJ}/\text{cm}^2$  以上のシール剤を連続硬化可能なものとする。』については、上述した通り達成することができた。

今後の課題として、さらなる位置精度向上のためにはロール状プラスチックフィルム基板の寸法安定性改善、及び上下基板貼合装置の搬送テンション制御などが挙げられる。

### 2. 6. 5 パネル切断技術

#### 2. 6. 5. 1 背景

パネル切断技術の開発においては、貼合したパネルを個別に切断するフルカット、外部回路を接続するための端子部分を露出させるハーフカットを行えるようにすることが求められる。

そのためには、フレキシブルなパネルを作製する上では従来のガラス基板の液晶ディスプレイのようにスクライブして割るという方法を水平展開できないため、フィルム基板に適した新たな方法を開発することが要求される。

#### 2. 6. 5. 2 開発目標と達成状況

研究の具体的な内容は、ロール状フロントプレーンとバックプレーンを貼合した後、個別のパネルに切り分ける方法およびパネル端子部の一方の基板のみを切断する方法を検討し、設備を試作する。切断方式としては刃物による方式、レーザーによる方式等について検討し、選定する。

表 2.6.5.2-1 パネル切断技術の開発の目標と成果及び達成度

目標	研究開発成果	達成度
・上下貼合後に、割れおよび異物の大量発生が起らないように切断すること。	・フルカット切断技術を開発した。	○
・リードをボンディングするための部分を露出させるためフロントプレーンのみを切断可能とすること。	・ハーフカット切断を可能とした。	○

達成度：○達成、×未達

### 2.6.5.3 検討内容

研究開発の計画としては、平成 19 年度は設備の選定、導入を行った。平成 20 年度はプロセス条件出しを行った。平成 21 年度はプロセス条件を確立し、実パネルの切断を行った。

前記開発目標を達成するために、フルカット切断の検討とハーフカット切断の検討にそれぞれブレークダウンした目標を設定して研究を進めた。

#### a. フルカット切断の検討

従来のガラス基板の液晶パネルにおける切断は、スクライブアンドブレイクという方法が一般的であるが、最近ではレーザースクライブという方法も行われるようになってきた<sup>15)</sup>。しかしながらレーザースクライブ法では基材が 200 $\mu$ m 以下になると剛性がなくなり外力によって撓むようになるため安定的に切断することは難しい。

まず、レーザー種としては切断速度を考慮して、エネルギー密度が高いパルス CO2 レーザーを選択した<sup>16-17)</sup>。CO2 選定理由は、基材成分が CO2 レーザーの波長 9.4 $\mu$ m をよく吸収し、エネルギー効率が高いためである。パルスレーザー選定理由は、ノーマルレーザーで低密度長時間照射するよりパルスレーザーで高密度短時間照射する方が基材切断面へのダメージが現れにくいからである。

ここではパルス CO2 レーザーを用いたスキップ加工法を新たに開発した。写真 2.6.5.3-1 は開発前の方法でレーザー切断した断面形状であり、加工速度を極めて遅くしなければクラック発生を抑制できていない。一方、写真 2.6.5.3-2 は新開発のスキップ加工で実際に切断した断面形状である。クラック発生がなく良好な出来栄であることと加工速度が両立していることが分かる。

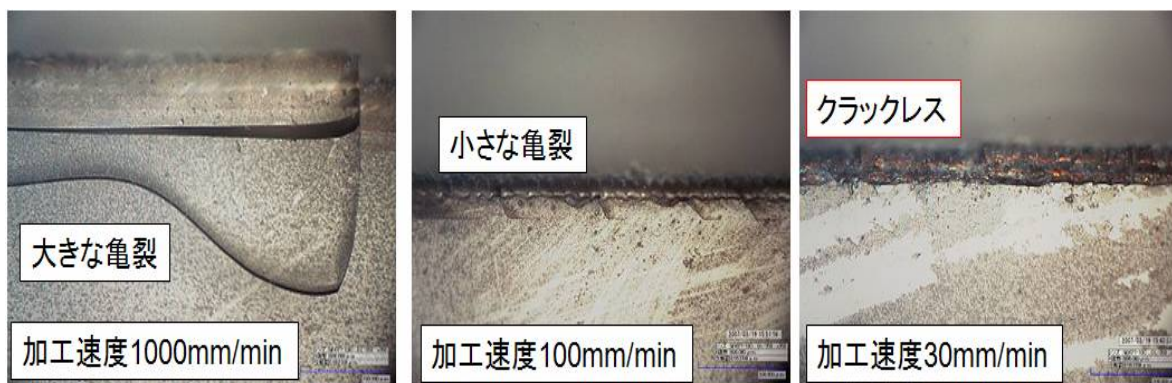


写真 2. 6. 5. 3-1 開発前の方法（連続加工法）によるレーザー切断断面形状

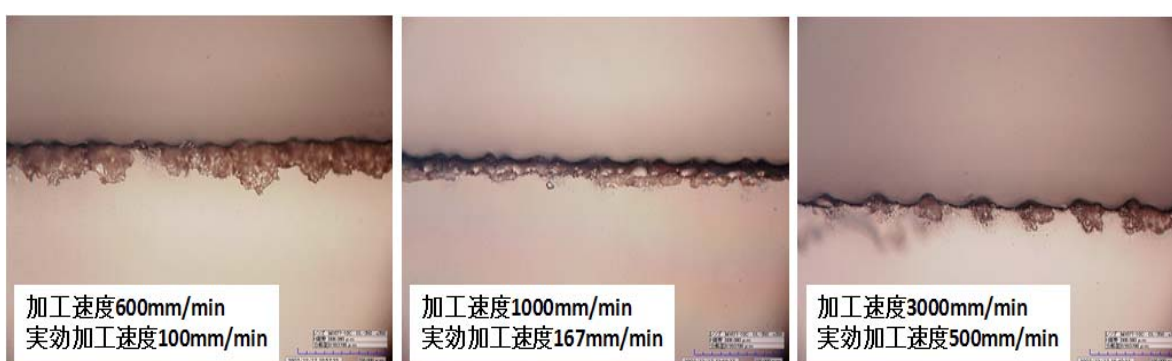


写真 2. 6. 5. 3-2 新開発スキップ加工法によるレーザー切断断面形状

#### b. ハーフカット切断の検討

ハーフカット切断では、CF 基板と TFT 基板が貼合された液晶パネルにおいて端子部を露出させるために CF 基板の一部を選択的に切断し、その際 TFT 基板表面にダメージを与えない加工法が必要となる。そこで、下基板（TFT 基板）側をレーザーのダメージから保護する目的で、レーザーSTOPPER層を挿入し保護層の役割とした<sup>18)</sup>。その結果、良好にハーフカットされることを確認した。

#### 2. 6. 5. 4 まとめと今後の課題

目標である、『(1) 上下貼合後に、割れおよび異物の大量発生が起こらないように切断すること。(2) リードをボンディングするための部分を露出させるためフロントプレーンのみを切断可能とすること。』については、上述した通り達成することができた。

今後の課題としては、レーザースミアをできるだけ発生させないように切断する工夫と、付着したスミアを如何に完全に除去するか、またハーフカット時にレーザーSTOPPER層をあらかじめ基板にパターニングしておくあるいはSTOPPER層を自動的に挿入することによる作業効率の向上が挙げられる。



## 2. 6. 6 ロール部材洗浄技術

### 2. 6. 6. 1 背景

ロール部材洗浄技術においては、異物等による表示欠陥を防止し、動画、高精細カラーの液晶パネルを再現性よく試作することが求められる。

そのためには、コーティング不良等による表示欠陥を防止するための精密洗浄が必要である。ガラス基板やシリコンウェハ等の枚葉処理では方法が確立されているが、ロール部材を切断せずに精密洗浄する技術については不十分であるため開発を行う。

### 2. 6. 6. 2 開発目標と達成状況

研究の具体的な内容は、ロール部材巻出し部、洗浄部、巻取り部を備えたロール部材洗浄設備（フィルム洗浄装置）を試作し、フィルム基板部材に適した洗浄方法を検討する。

表 2. 6. 6. 2-1 ロール部材洗浄技術の開発の目標と成果及び達成度

目標	研究開発成果	達成度
・ロール部材を精密洗浄するプロトタイプ設備を開発する。	・プロトタイプ設備を開発した。	○
・洗浄後のコーティング性が良好であること（異物付着によるハジキ欠陥等が抑制されること）。	・良好なコーティング性を達成した。	○

達成度：○達成、×未達

### 2. 6. 6. 3 検討内容

研究開発の計画としては、初年度（平成 18 年度）はロール部材洗浄設備の設計、製作、導入を行った。第 2 年度（平成 19 年度）は洗浄実験を開始し洗浄課題抽出と洗浄評価方法の検討を行った。第 3 年度（平成 20 年度）はパーティクル現状把握と洗浄プロセスフローの設定を行った。最終年度（平成 21 年度）は決定したプロセス条件にてパネル試作を実施した。

前記開発目標を達成するために、パーティクル除去技術開発と濡れ性向上技術開発にそれぞれブレークダウンした目標を設定して研究を進めた。

#### a. パーティクル除去技術開発

プラスチックフィルム上の埃、繊維、フィルム粕などのパーティクルを除去する洗浄方法として、超音波洗浄方法<sup>19)</sup>及びドライアイス洗浄方法<sup>20)</sup>を選択し、ロール to ロール洗浄プロセスの検討を行った。

本研究で開発したロール to ロール洗浄装置は、巻出し部から繰り出されたプラスチックフィルムが超音波洗浄ユニット及びドライアイス洗浄ユニットを通過した後に、インライン検査機にてパーティクル検査し、巻取り部で再度巻き取られる構成となっている。

この装置を用いた超音波洗浄方法について検討した結果、内部目標としていた除去率を達成できた。

一方、ドライアイス洗浄方法を検討した結果、除去率の低下とプラスチックフィルム表面への傷の発生が課題として顕在化した。

また、プラスチックフィルム基板にガラス基板並みのバリア性を求めるには、フィルム表面に無機膜あるいは／及び有機膜のガスバリア膜を形成することが必要である<sup>21)</sup>。その際ガスバリア膜を形成する前に前記ロール部材洗浄を実施することでガスバリア性が向上し、例えば水蒸気透過率が大幅に低減することが確認された。

#### b. 濡れ性向上技術開発

プラスチックフィルムの濡れ性を向上させる洗浄方法として、ドライ洗浄技術の中から常圧プラズマ超音波洗浄方法<sup>22)</sup>を選択した。

本研究で開発したロール to ロール常圧プラズマ洗浄装置は、巻出し部から繰り出されたプラスチックフィルムがプラズマユニットにて表面改質された後、巻取り部で再度巻き取られる構成になっている。さらに、フィルム片面のみが搬送ロールに当たる構造としたことから、洗浄面をロール反対側にすることにより洗浄面に何も触れずに巻き取ることができる。

この常圧プラズマ洗浄を行うことで水接触角の内部目標値 $5^{\circ}$ 以下を達成した。

#### 2. 6. 6. 4 まとめと今後の課題

目標である、『(1) ロール部材を精密洗浄するプロトタイプ設備を開発する。(2) 洗浄後のコーティング性が良好であること(異物付着によるハジキ欠陥等が抑制されること)。』については、上述した通り達成することができた。

今後の課題としては、ロールフィルム巻取りによる裏移りの問題(洗浄面と洗浄裏面との接触)、洗浄済みロールフィルムへのパーティクル付着防止(例えば静電気管理)などが挙げられる。

## 2. 6. 7 配向膜インライン検査装置の開発

### 2. 6. 7. 1 背景

配向膜形成技術において、配向膜の成膜および配向処理をロール to ロールで実施する。実用化を進める際はインラインでの検査が重要となることから装置の開発を行う。配向膜は、自身の異方性により液晶を配向させるものであるもので、その異方性を感知可能とする方法を用いてロール部材の測定を可能とすることを目標とする。

### 2. 6. 7. 2 開発目標と達成状況

表 2.6.7.2-1 配向膜インライン検査装置の開発目標と達成度

目 標	研究開発成果	達成度
・配向膜形成技術において配向膜の成膜および配向処理をロール to ロールで実施する際に用いるインライン検査装置の開発を行う。	・市販装置をベースに、エリプソメトリーを応用した改良を加え、ロール部材の測定を可能にした。更に配向膜の異方性評価を実施。	○

### 2. 6. 7. 3 検討内容

研究開発の計画としては、関連テーマ「ロール to ロールによる配向膜形成技術の開発」の一環として進めた。検討内容の詳細については非公開版事業原簿に記載した。

#### a. 配向膜インライン検査装置の開発

本研究において、ロール to ロールプロセス中に、インラインで配向膜の配向性を評価する装置を開発、導入し、ロール部材で配向膜の微小な異方性を感知可能とした。本装置は、市販装置をベースに、ロール部材に対応するために、ロール to ロール機構を設置した。本装置を使用して、配向膜を塗布したロール部材の配向性評価を実施した。基板としてガラス基板とロール部材を使用し、同じ条件で配向処理を施した。ガラス基板、ロール部材ともにほぼ同等の異方性、配向方向を示した。ロール部材でもガラス基板と同様に配向膜の微小な異方性を感知可能であることがわかった。

以上の結果から、配向膜の微小な異方性を検知する方法を用いてロール部材の測定を可能にすることを達成した。

### 2. 6. 7. 4 まとめと今後の課題

市販装置をベースに改良を加え、ロール部材の測定を可能にした。更に配向膜の異方性評価を実施した。

## 2. 6. 8 パネル組立・評価技術

### 2. 6. 8. 1 背景

これまでにプラスチックフィルムをベースにした部材を用いて、パッシブ駆動の評価用液晶パネルを枚葉で組み立て評価する技術を開発した。しかし、本事業で開発する偏光／位相差フィルム一体化部材、カラーフィルタフィルム基板部材、フロントプレーン高度集積部材、バックライト部材、バックライト高度集積部材およびバックプレーン高度集積部材を用いて組み立てたアクティブ駆動の液晶パネルは、現在製品化されておらず、その評価技術はまだ開発されていない。更に、ロール状で供給されるフロントプレーンとバックプレーンに、(Ⅰ) ロール to ロールによる配向膜形成技術の開発、(Ⅱ) シール技術の開発、(Ⅲ) 液晶層形成技術の開発、(Ⅳ) 上下貼合技術の開発、(Ⅴ) パネル切断技術および(Ⅵ) ロール部材洗浄技術で開発されるロール部材パネル化要素技術を用いて作製されるパネルの評価技術もまだ開発されていない。そこで、開発する部材およびパネル化要素技術の良否を評価し改良して行くためには、新たにアクティブ駆動の液晶パネルの評価技術が必要になる。

### 2. 6. 8. 2 開発目標と達成状況

表 2.6.8.2-1 パネル組立・評価技術の開発目標と達成状況

目 標	研究開発成果	達成度
・偏光／位相差フィルム一体化部材、カラーフィルタフィルム基板部材、フロントプレーン高度集積部材、バックライト部材、バックライト高度集積部材、バックプレーン高度集積部材、配向膜剤、シール剤および液晶を用いて組み立てられたパネルの評価技術の確立を目標とする。	・ロール to ロール プロセス向け材料、部材に適した評価技術を確認し、標準を作成した。	○

### 2. 6. 8. 3 検討内容

研究開発の計画としては、平成 19 年度は評価方法の開発、平成 20 年度は評価方法の確立と評価装置の開発、平成 21 年度はパネル表示特性評価、として進めた。

確立した評価技術は大別して、パネル構成要素が電圧－透過率特性に与える影響、フィルム基板と液晶パネル表示特性、アクティブ駆動セルの組立技術と特性評価、である。以下にその概要を述べる。検討内容の詳細については非公開版事業原簿に記載した。

#### a. パネル構成要素が電圧－透過率特性に与える影響の検討

ロール to ロールプロセス向け材料で作られた液晶パネル（パッシブセル）に適した新しい評価法を確立することを目的に、液晶パネルの見た目に最も影響する電圧－透過率特性（VT カーブ）の測定手段と解析方法について検討を行なった。その結果、VT カーブの面内分布および時間的変化を捉えることができる技術を開発した。

#### b. フィルム基板と液晶パネル表示特性

フィルム基板をベース基板として用いた液晶パネルに適した新規の表示性評価方法を確立することを目的として検討を進め、人の視覚特性を考慮した、定量的な表示性評価技術を開発した。

#### c. アクティブ駆動セルの組立技術と特性評価

アクティブ駆動セルを組立てるため、TFT 基板のモジュール化プロセスの確立を目指した。モジュール組立用圧接装置を導入して実装条件の最適化を行った。次に、実装工程の不良解析に基づく対策を実施することでモジュール化の歩留を向上させた。組立てたパネルについて信頼性を評価して現状の実力を把握した。また、パネルの表示特性評価を行い、パネル化プロセス技術の有用性を確認した。

### 2. 6. 8. 4 まとめと今後の課題

ロール to ロール プロセス向けの材料及び部材である、偏光／位相差フィルム一体化部材、カラーフィルタフィルム基板部材、フロントプレーン高度集積部材、バックライト部材、バックライト高度集積部材、バックプレーン高度集積部材、配向膜剤、シール剤および液晶を用いて組み立てられたパネルに適した評価技術を確立し標準の作成を行ったことにより、目標を達成することができた。

今後の課題としては、本研究で開発した上記評価法を多くのパネルに適用し、本研究の完成度を高めることである。

#### IV. 実用化・事業化の見通しについて

##### 1. 共通基盤技術における実用化の見通し

##### 1. 1 共通基盤技術における実用化の概要

本研究開発では、A4サイズ、準動画、モノクロ、解像度 200ppi のフレキシブルディスプレイを目標にし、有機 TFT 素子構造をプラスチック基板上に印刷で形成するバックプレーンの開発を進め、目標を達成した。

本研究成果は、今後拡大が予測されるフレキシブルディスプレイ市場(図 1. 1-1)、ユビキタス社会において近年進展が著しい電子ペーパー市場(図 1. 1-2)等におけるデバイスが、軽量化、フレキシブル化、低コスト化を指向する中で、重要な技術的ポテンシャルを提供するものである。

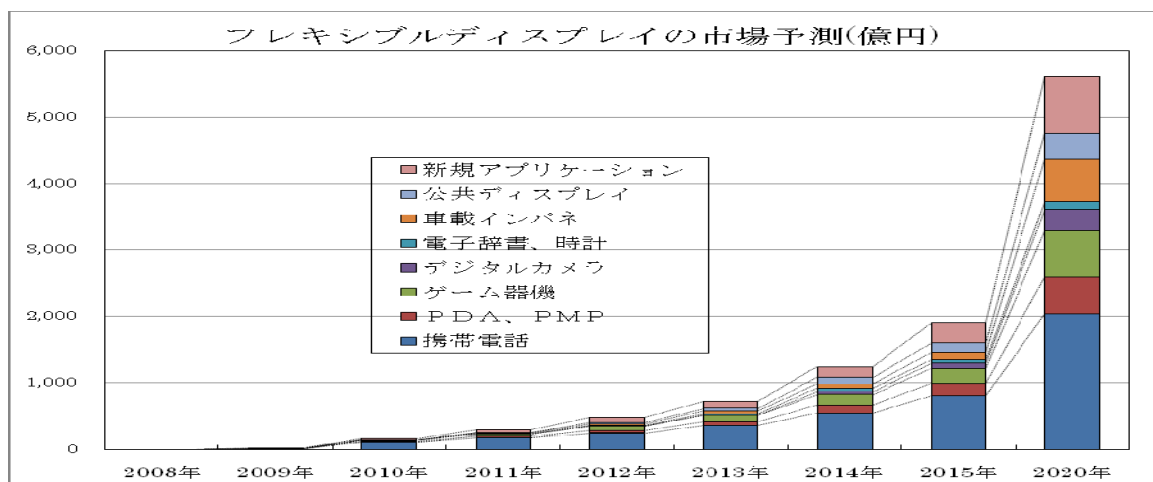


図 1. 1-1 フレキシブルディスプレイの市場予測

(出展：(株)富士キメラ「2008 液晶関連市場の現状と将来展望」)

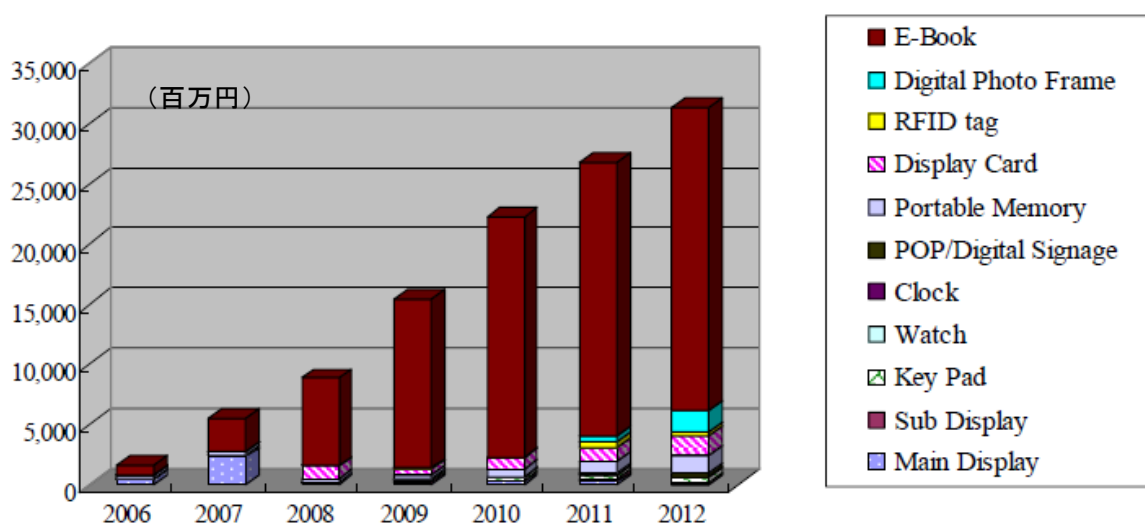


図 1. 1-2 電子ペーパー (パネル) 市場予測

(出典：テクノシステムリサーチ)

また、本技術の波及効果として、ディスプレイ分野用途だけではなく、今後進展が期待される有機エレクトロニクス分野やプリントド・エレクトロニクス分野への応用も期待できる。製品としては、電子ペーパー、電子ブック、RFID、センサー等への展開（図1. 1-3）が期待できる。



T. Someya, et al., PNAS 101, 9966 (2004).

図1. 1-3 成果の波及

今後、実用化を進めるにあたっては、更なる高精度のパターニングと材料特性の最大限の発揮が重要であり、素子設計や各層の界面・表面制御、電気特性向上などの基礎的なデバイス物理を確立する必要がある。さらには、再現性があり、スループットが高く、歩留まりのよい印刷プロセスを開発する必要がある。尚、実用化に向けたマイルストーンは図1. 1-4の様になると推測する。

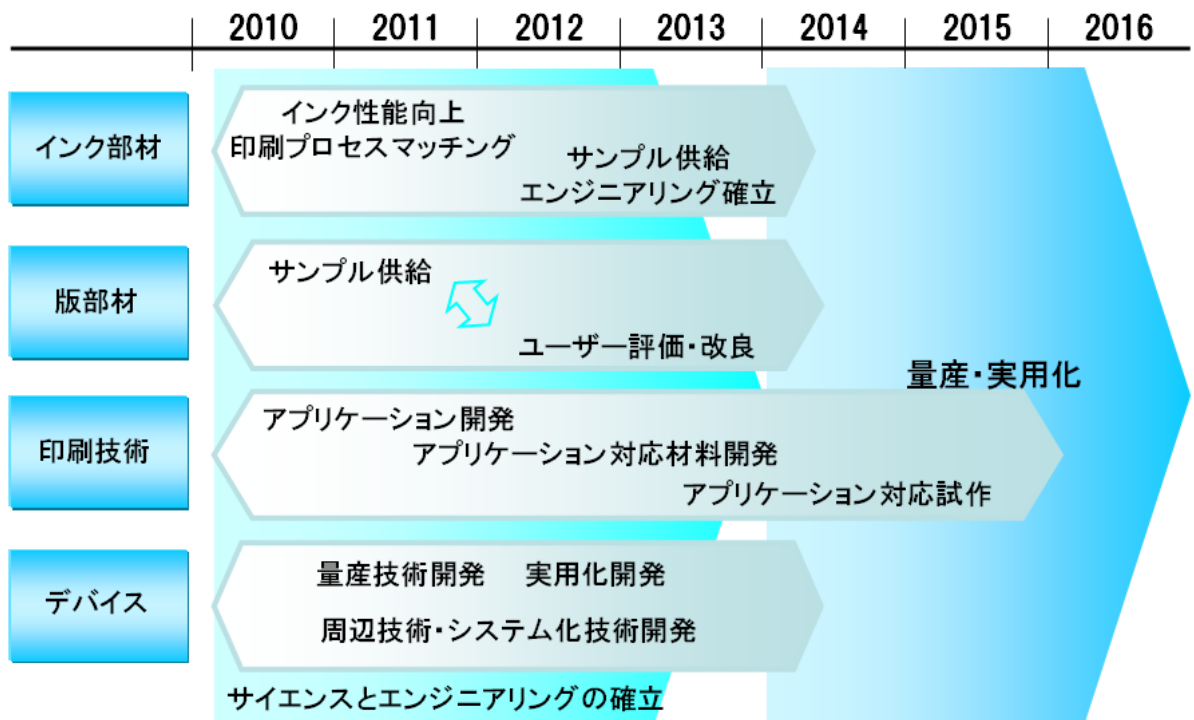


図1. 1-4 実用化のマイルストーン

これらの課題を解決し、実用化を達成するためには、本プロジェクトで材料メーカーからデバイスメーカーまで関連する企業が合同で研究を実施したように、今後も業界の壁を越えた連携体制を構築して技術の完成度を高めて行くことが重要と思われる。

また、これらは装置の開発と連携して進める必要があり、TRADIMで開発されたロール to ロールの製造技術の知見を活用することも必要と考える。

具体的には、本プロジェクトに参画した各会社独自の取り組みは無論だが、本プロジェクトのネットワークを継続的に活用した検討会を行い、実用化への推進を図って行く。



## 2. 実用化技術における事業化の見通し

### 2. 1 実用化技術における事業化の概要

#### 2. 1. 1 成果の事業化の可能性

##### 2. 1. 1. 1 適用可能性の明確化

来たるべきユビキタスネットワーク時代においては、すべての人が持ち歩くことができ、いつでもどこでもネットワーク接続できる次世代モバイル機器用のディスプレイとして、超薄型軽量で割れにくいフレキシブルなディスプレイが期待されている。

現在発表されている多くのフレキシブルディスプレイの表示品位はモノクロ・文字情報程度であり、今後はカラー・動画対応のディスプレイが要求され、これに対応できるディスプレイの必要性が高まると考えられる。このようなディスプレイとして、基板にプラスチックフィルムを用いたアクティブマトリクス方式の液晶ディスプレイが最有力と考えられる。一方、フレキシブルディスプレイの事業化を促進するための技術ニーズとして、高生産性が期待でき、かつ、省エネルギー・低環境負荷への対応が期待できる連続生産技術であるロール to ロール技術および関連する材料技術が求められている。フレキシブルディスプレイ用部材は、それぞれ薄くフレキシブルであるため、ロール to ロールプロセスによる部材の製造および連続パネル化技術を適用することにより、従来のガラス基板をベースとした枚葉プロセス（バッチプロセス）に比し工程数とそれに対応した装置数が大幅に低減され、省エネルギーと環境負荷低減の効果が期待できる。

本プロジェクトでは、このようなニーズに対し、アクティブマトリクス方式に対応したプラスチックフィルム基板液晶ディスプレイ用部材およびそのロール to ロール加工技術を世界に先駆けて開発することができた。

本プロジェクトで得られたプラスチックフィルム基板液晶ディスプレイ用部材およびそのロール to ロール加工技術の事業化の可能性は高いと考えられる。

##### 2. 1. 1. 2 事業化に向けた課題の明確化と解決手段

本プロジェクトの研究成果を事業化するために残された課題は、具体的なアプリケーションを選定してゆくことと、生産技術の確立及び設備投資であると考えられる。

これらの課題に対する研究主体は今後各パネルメーカーになるが、各パネルメーカーのそれぞれの課題に対し、本プロジェクトで得られた知見をもとに、素材・部材関係の組合員企業が協力して事業化を目指してゆくことになる。

#### 2. 1. 2 事業化のシナリオ

##### 2. 1. 2. 1 業界全体の市場動向

##### 2. 1. 2. 1. 1 世界のディスプレイ市場

図4-1に示す様に、本プロジェクトが発足した2006年当時は世界のディスプレイ市場は液晶ディスプレイの伸びに支えられて順調な伸びを示していたが、2008年に発生したリーマンショックによる世界的な景気減退の影響で市場縮小を余儀なくされ、2009年には2004年実績の8兆円規模まで市場が縮小するという大きな市場の変化があった。この中であって、液晶ディスプレイの世界需要も2009年には2005年実績の7兆円規模まで縮小した。

2010年以降の世界のディスプレイ市場は、液晶ディスプレイの好調な伸びに支えられ年率105～106%で成長、この中において液晶ディスプレイはTV需要の拡大が牽引となり年率107%で成長するものと予測されている。但し、ピーク時の11兆円規模に達するのは2015年以降になると推測される。

また、プラズマや有機EL等の競合素材がある中において、液晶は9割近いシェアで推移するものとみられている。

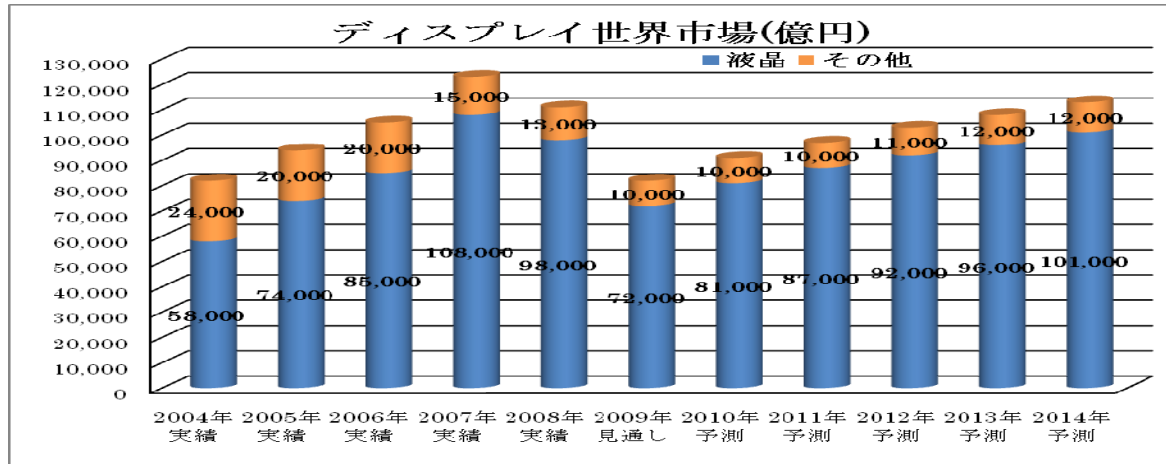


図4-1 ディスプレイ世界市場  
(出展：(株)富士キメラ総研「2005年～2009年液晶関連市場の現状と将来展望」)

## 2. 1. 2. 1. 2 フレキシブルディスプレイの市場

図4-2に、フレキシブルディスプレイの市場予測を示す。2008年度の市場が冷え込む時点での予測であるが、2010年頃よりプラスチックを基板としたフレキシブルディスプレイが上市され始め、2020年には6000億円規模に成長すると予測されている。上市当初は、軽い、薄い、割れない等の特長を活かして携帯電話等に採用され始めるとの予測である。

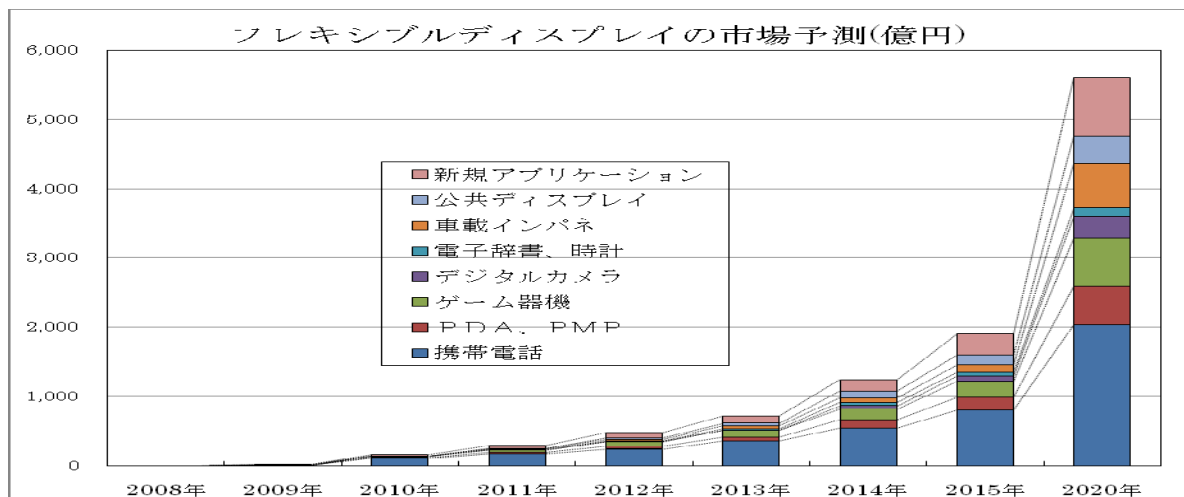


図4-2 フレキシブルディスプレイの市場予測  
(出展：(株)富士キメラ「2008 液晶関連市場の現状と将来展望 Vol.3」)

## 2. 1. 2. 2 事業化の対象製品群

事業化対象製品群は下記の通りである。これらの事業化については、各組合員企業の営業機密に属する内容であるため、非公開部分に委ねる。

尚、本プロジェクトで開発されたバックプレーンロール部材は組合員企業がパネル生産時に内製化を行うため、ここでは液晶ディスプレイの中に繰り込むものとする。

- (1) フロントプレーン高度集積部材
  - ・偏向／位相差フィルム一体化部材
  - ・カラーフィルタフィルム基板部材
  - ・フロントプレーン高度集積部材
- (2) バックライト高度集積部材
  - ・バックライト部材
  - ・バックライト高度集積部材
- (3) 液晶ディスプレイ

## 2. 1. 2. 3 事業化のマイルストーン

本プロジェクトで開発した各製品群の事業化は各組合員企業の経営戦略となるため非公開部分に委ねる。ここでは、前述1. 2. 項で述べた事業化に向けた課題を勘案して事業化のマイルストーンは図4-3の様になると推測する。

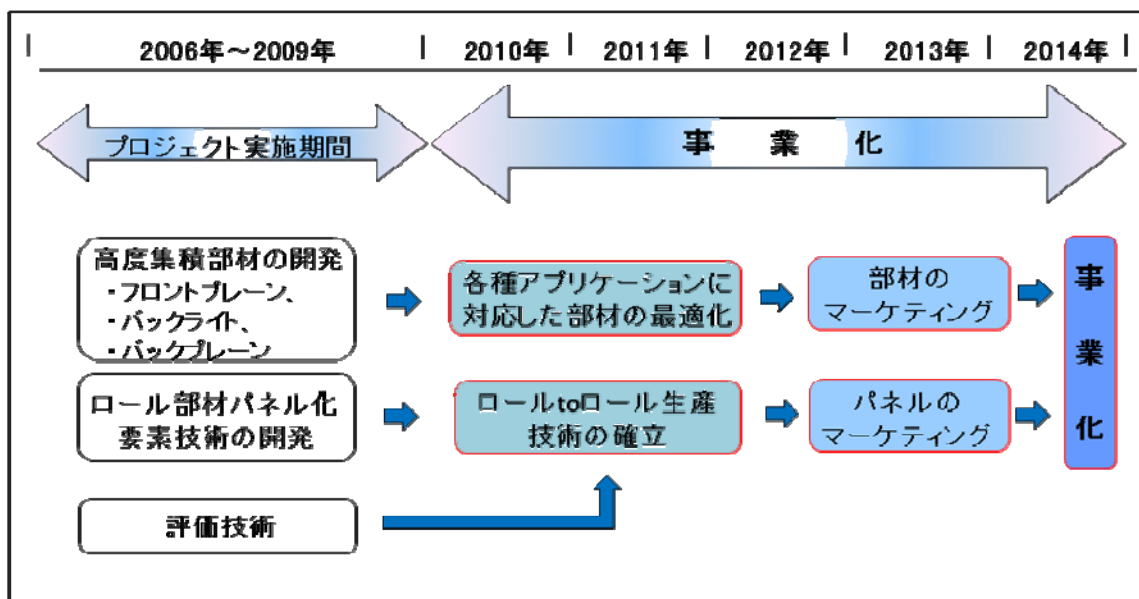


図4-3 事業化のマイルストーン

## 2. 1. 2. 4 コストダウン、競合技術との比較、経済効果等

本プロジェクトの研究成果であるロール to ロールプロセスによる部材の製造および連続パネル化技術の適用で、従来のガラス基板を用いた枚葉パネル化プロセス（バッチプロセス）に比べエネルギー消費量を大幅に低減したコンパクトな生産プロセスが可能となり、その経済効果は大きいと考えられる。この効果予測を図4-4に示す。

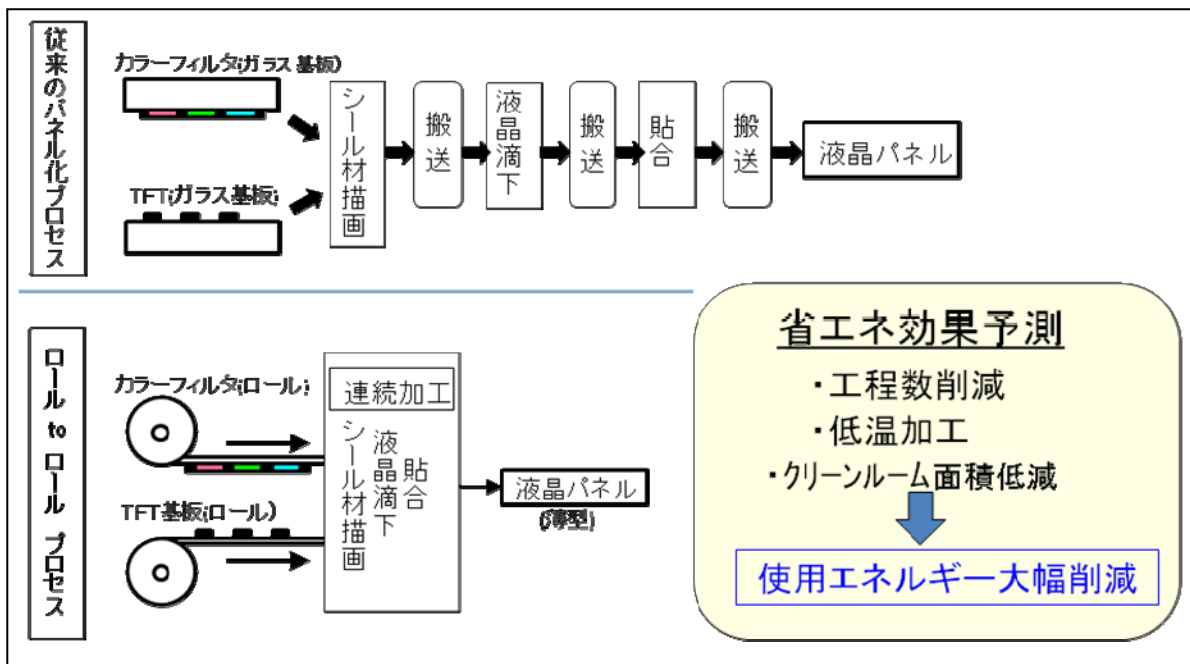


図 4-4 省エネ効果予測

## 2. 1. 3 波及効果

### 2. 1. 3. 1 技術的・社会経済的波及効果

本プロジェクトではモバイル用中・小型ディスプレイをターゲットとして技術開発を進めてきたが、その波及効果として大型ディスプレイへの展開が期待される。

また、ロール to ロールパネル化プロセスは、有機ELや太陽電池の分野への応用展開が可能と考えられる。

### 2. 1. 3. 2 研究開発の促進、人材育成の促進

本プロジェクトでは素材メーカー、部材メーカー、パネルメーカーが一同に会し垂直連携することで、プラスチック基板液晶ディスプレイと関連部材・素材の研究開発を効率的に行うことができた。

また、集中研における個々のテーマの議論を深めることで、各組合員企業から出向してきている研究員の人材育成に貢献できたと考える。

## V. 成果資料

### 1. 各種展示会での成果の発表

研究開発項目①TFTアレイ化技術②マイクロコンタクトプリント技術

大学・法人・企業名	展示内容
(独) 産業技術総合研究所	2007年07月11日～13日 (幕張メッセ) Inter Opto 2007 ナノプリント法による有機TFT作製技術
(独) 産業技術総合研究所	2007年7月18日～20日 (東京ビッグサイト) 有機テクノロジー展 (オルガテクノ2007) フレキシブル・プリンタブル有機デバイス ～マイクロコンタクトプリント法による大面積・高精細パターンニング技術の開発
(独) 産業技術総合研究所	2007年12月5日～7日 (幕張メッセ) SEMICON Japan 2007 有機デバイスを印刷する ～マイクロ・ナノパターンニング技術の展開と応用～
(独) 産業技術総合研究所	2008年10月08日～10日 (北九州国際会議場) 北九州産学連携フェア フレキシブル基板へ有機薄膜トランジスタアレイを印刷
(独) 産業技術総合研究所	2008年10月28日～29日 (東京ビッグサイト) 有機テクノロジー展 (オルガテクノ2008) 導電性有機薄膜のダブルショット・インクジェット印刷 ～有機デバイス用高効率電極の印刷/パターンニング技術を開発～
(独) 産業技術総合研究所	2008年10月28日～29日 (東京ビッグサイト) 有機テクノロジー展 (オルガテクノ2008) ペンタイプ・リソグラフィーによる超微細パターンニング技術
(独) 産業技術総合研究所 (財) 化学技術戦略推進機構	2009年02月18日～20日 (東京ビッグサイト) nano tech 2009 超フレキシブルディスプレイ部材技術開発
(独) 産業技術総合研究所	2009年6月3日～5日 (東京ビッグサイト) JPCA Show 2009 全印刷法による有機TFTアレイの作製技術
(独) 産業技術総合研究所	2009年6月3日～5日 (東京ビッグサイト) JPCA Show 2009 ペンタイプ・リソグラフィー技術 ～ミクロのペンでデバイスを描く～
(独) 産業技術総合研究所	2009年11月10日～11日 (ベルサール八重洲) オルガテクノ2009 全印刷法による有機TFTアレイの作製技術
(独) 産業技術総合研究所 (財) 化学技術戦略推進機構	2010年02月17日～19日 (東京ビッグサイト) nano tech 2010 超フレキシブルディスプレイ部材技術開発

研究開発項目③高度集積部材④ロール部材パネル化要素技術

ナノテク展 2009 超フレキシブルディスプレイ部材技術開発

**超フレキシブルディスプレイ部材技術開発**

次世代モバイル用表示材料技術研究組合

**研究概要**

現在使われている液晶ディスプレイは、基板としてガラスを使用しています。ガラス基板をフレキシブルなプラスチック基板に置き換え、使われている多くの部材の種類を多層化した部材(ロール部材)を開発しています。さらに集積化した部材を作るロール技術を開発しています。

**ナノテクで環境への貢献**

この部材は、集積化手法で作られることから従来ガラス基板パネルの部材に比較し接着層の大幅削減が可能で材料節約型の部材であり、また連続的な生産が可能であることから、材料の利得率が高く、廃棄物が少ない環境にも優しい部材です。

**超フレキシブルディスプレイ部材技術開発**

次世代モバイル用表示材料技術研究組合

**開発内容2. ロール部材パネル化要素技術**

**研究概要**

従来のガラス基板を用いた液晶パネルの製造に代わる新しい製造について、ロール-to-ロールでパネル化する革新的な製造法の研究をしています。高度集積部材(ロール部材)をパネル化する一連の工程について高度集積化及びパネル化に必要な設備を開発しています。

- ① 配向制御技術
- ② レール形成技術
- ③ 液晶塗布技術
- ④ 上下贴合技術

更に上記①-④を連続的に加工できるプロセスを開発しています。更にパネルを組立て評価する技術を開発しています。

**ナノテクで環境への貢献**

従来ガラス基板を1枚ずつ切り分けていた工程を、連続一貫工程に置き換えるパネル化の技術であり、カラー部材対応の超集積ディスプレイを省エネルギー・省スペースで効率的に作製できる環境負荷の少ない技術です。

I About TRADIM and Objectives of Research

**Technology Research Association for Advanced Display Materials (TRADIM)**

**About TRADIM**

TRADIM was established as the strategic R&D base to make innovation of the productivity for display process and to lead the world display industry on the materials and the technology.

Tokyo University of Agriculture and Technology, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) and Technology and Research Association for Advanced Display Materials (TRADIM) were founded by 12 companies of display materials as the business consortium propose the integrated solution, collaborate here.

- Date of Establishment : July 11, 2002
- Term of Collaboration : From 2002 to March of 2007 (phase I)
- From 2006 to March of 2010 (phase II)

**TRADIM**

Participant: 13 Companies  
7 Material Suppliers  
3 Component Suppliers  
3 Display manufacturers

**Objective of Research (1)**

Present: Glass based LCD → Plastic film based LCD

① Polarizer/Retarder  
② Color filter  
③ TFT  
④ Back light

**Developed components**

① Polarizer/Retarder ② Color filter ③ TFT ④ Back light

**Objective of Research (2)**

Roll-to-Roll LC panel assembly process

**Samples**

**Technology of Panel Assembly**

Plastic Film-based LCD by Roll-to-Roll Process

**Outline of Roll-to-Roll Technology**

The sealing agent is dispensed on the CF. And then, LC is dropped on it. The CF and the TFT are aligned and assembled by Roll-to-Roll.

**Drawing of Sealing agent**

The sealing agent is dispensed on CF.

**Assembled Panel (photo)**

**LED prepared with Panel**

You can see the LC display prepared from the panel assembled by using the roll of plastic film-based TFT and CF.

**Feature of Display**

- Thin 0.49mm (1/2)
- Light 7g (1/3)
- Not fragile
- Possible to display color moving image

Figure 10 shows the state of the display. It is 6.3 inch (160mm) glass substrate display.

薄くて軽く、曲げても割れない ディスプレイを目指して  
～超フレキシブルディスプレイ部材技術開発～

プロジェクト総括機関：次世代モバイル用表示材料技術研究組合 (TRADIM)

**高度集積部材  
ロールtoロールでカラーフィルタ  
と円偏光板の一体化に成功！**

○プラスチック基板のロール状カラーフィルタとロール状円偏光板をロールtoロールで一体化したフロントプレーン高度集積部材ができました。

○フレキシブル基板上に薄型で柔軟な材料を用い、結露層厚(14μm)と12波長帯は、塗布方式で製作し、総厚250μm以下の薄型にできました。

円偏光板  
カラーフィルタ  
フロントプレーン高度集積部材

プロジェクト総括機関：次世代モバイル用表示材料技術研究組合 (TRADIM)

**高度集積部材  
ロールtoロールでバックライト  
と円偏光板の一体化に成功！**

○プラスチック基板のロール状バックライトとロール状円偏光板をロールtoロールで一体化したバックライト高度集積部材ができました。

○バックライトは、原料(導光板)集光の各機能を集約して一部材化とし、位相遅延(12波長帯と14波長帯)は塗布方式で製作し、総厚400μm以下の薄型にできました。

円偏光板  
バックライト  
バックライト高度集積部材

プロジェクト総括機関：次世代モバイル用表示材料技術研究組合 (TRADIM)

**高度集積部材  
ロールフィルム上への  
TFT層の連続形成に成功！**

○TFT層はガラス基板上に成膜で形成しています。

○高速・均一ガラスエッチング技術と、フィルムランジョンやTFT取り残りの小さい部材・プロセス開発に成功しました。

○ロールtoロールプロセスで連続形式で巻き取り可能なバックプレーン高度集積部材ができました。

TFT層を連続形成したロールフィルム

プロジェクト総括機関：次世代モバイル用表示材料技術研究組合 (TRADIM)

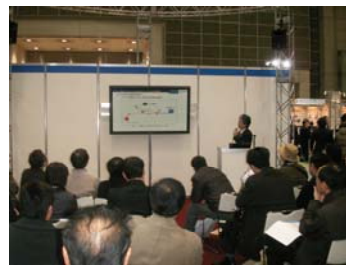
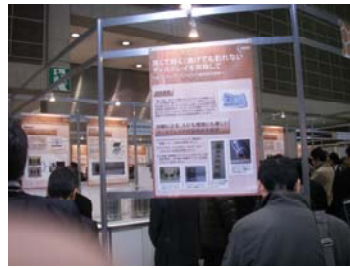
**パネル化技術  
液晶パネルの連続作製  
～ロールtoロールプロセス～**

○ロール状カラーフィルタとTFTとの連続結合を実現しました。

○位置精度10μm以内の高精度結合技術を開発しました。

○連続作製した液晶パネルは巻き取り可能です。

液晶パネル連続作製装置  
液晶パネル連続作製装置  
液晶パネル連続作製装置



## 2. 新聞、雑誌記事

### 研究開発項目① TFT アレイ化技術②マイコンタクトプリント技術

No	掲載紙	年月日	内容
1	化学工業日報	2008/02/29	フレキシブルディスプレイに向けたナノ銀粒子分散体の開発
2	日本産業新聞	2008/06/10	プラスチックフィルム上に印刷技術で多数のトランジスタを作製
3	化学工業日報	2008/06/10	プラスチック基板上に有機TFTアレイを高精細形成
4	日経産業新聞	2008/07/03	マイクロコンタクトプリント用PDMS材料の開発
5	日刊工業新聞	2008/07/03	マイクロコンタクトプリント用PDMS材料の開発
6	化学工業日報	2008/07/03	マイクロコンタクトプリント用PDMS材料の開発

### 研究開発項目③高度集積部材④ロール部材パネル化要素技術

No	掲載紙	年月日	内容
1	プレスリリース		TRADIMの第2研究事業(TRADIM2)がNEDOの助成を受けてスタートオールプラスチック液晶ディスプレイの実現に向けてー
(1)	日本経済新聞	2006/7/13	厚さ1ミリ、折り曲げ可能 パネル・素材14社 09年度メド開発
(2)	化学工業日報	2006/7/14	3部材に集約化へ プラ液晶 RtR法でパネル化も
(3)	フジサンケイビジネスアイ	2006/7/15	モバイル用表示材料技研組合 オールプラ製開発へ
(4)	日刊工業新聞	2006/7/17	TRADIM第2研究事業を開始 モバイル用表示材 3部材に機能集積化
(5)	半導体産業新聞	2006/10/4	プラスチックフィルムLCDで第2期研究 ロールトゥロール工法で 部材を3種へ集約
(6)	日経マイクロデバイス News	2006/7/14	TFT基板のフィルム化と液晶パネルのロール・ツー・ロール製造を実証へ TRADIMが第2期プロジェクトを開始
(7)	E Express	2006/8/1	TRADIMの研究事業が早くも第2ステージへ 超薄型フレキシブルTFT-LCDの開発をさらに前進 オールプラスチック & オール Roll to Roll の確立を目指す
(8)	O plus E NEWS	2006/9	TRADIMが第2研究事業をスタートする
(9)	総合報道新聞	2006/9/5	TRADIM次世代用表示材を開発 省エネ、環境に優しいディスプレイ
2	プレスリリース	2008/7/31	プラスチック基板上に連続的にTFTを搭載して



			ロール状にした新規液晶用部材の開発
(1)	Electronic Journal Daily News	2008/8/1	TRADIM ロール状プラスチックに連続形成した TFT 基板を公開
(2)	TechOn!	2008/8/1	ロール・ツー・ロール製造向けの TFT フィルム基板、TRADIMが開発
(3)	化学工業日報	2008/8/1	TRADIM ロール状 TFT 開発 プラ基板に連続搭載 RtR プロセスに道
(4)	日経マイクロデバイス NEWS	2008/8/4	ロール・ツー・ロール製造向けの TFT フィルム基板、TRADIMが開発
(5)	日経 BP 知財	2008/8/4	TRADIM、モバイル機器向けにプラスチック上に TFT を搭載したロール状を試作
(6)	日経産業新聞	2008/8/4	液晶 折り曲げ可能に 樹脂基板に TFT 量産技術を開発
(7)	化学工業日報	2008/8/4	いよいよ RtR プロセス試験へ 主要部材 ロール状で揃える
(8)	半導体産業新聞	2008/8/27	TRADIM ロール状液晶部材開発に成功 TFT をロール状に連続搭載
(9)	日経産業新聞	2008/8/29	フィルム上に電子デバイス 印刷で安く・軽く 太陽電池など用途拡大期待
(10)	NIKKEI MICRODEVICES	2008/8/29	ロール・ツー・ロール 高生産性、高歩留まりが導入の前提に
(11)	Electronic Journal	2008/8	フレキシブル LCD の実現まであと一歩 ロール to ロールで TFT を連続形成
(12)	Polyfile	2008/9	TRADIM プラスチック基板上に連続的に TFT を 搭載してロール状にした新規液晶用部材の開発
3	NIKKEI MICRODEVICES	2008/9	フィルム上デバイス製造ケタ違いの低コストで実現
4	プレスリリース	2008/12/5	世界初 TFT 液晶パネルをロール部材より連続製造する技術を開発
(1)	TechOn!	2008/12/5	TFT 液晶パネルをロール・ツー・ロールで組み立てました
(2)	YAHOO ニュース	2008/12/5	ロール部材を使って液晶パネルを連続製造する 技術開発
(3)	NHK ニュース	2008/12/8	技術研究組合 実用化を可能に
(4)	化学工業日報	2008/12/8	NEDO-TRADIM RtR で液晶パネル 高精度貼り合わせ技術開発
(5)	日経産業新聞	2008/12/8	液晶パネル 製造時間 4 割短く TRADIM 11 年にも実用化
(6)	Displaybank	2008/12/8	NEDO/TRADIM、Roll-to-Roll でフレキシブル LCD の 一貫生産技術を開発
(7)	電波新聞	2008/12/22	液晶パネルの連続製造に成功

			ロール状のフレキシブルなカラーフィルターと TFT基板を使い
(8)	日刊工業新聞	2009/1/13	NEDOなど TFT基板連続合成 液晶パネル作製に成功
(9)	コンバーテック	2009/1/13	TFT液晶パネルをロール部材から連続製造する 技術を開発 材料開発とR2R搬送がポイント
(10)	化学工業日報	2009/1/30	RtR実用化へ開発加速 部材 CFの高精細化など プロセス 貼り合わせ精度向上
(11)	Electronic Journal	2009/1/30	塗布型TFTの早期実現の期待高まる 材料・プロセスの向上で性能が安定化
5	NHK おはよう日本	2008/12/6	技術研究組合 新技術実用化可能に
6	化学工業日報	2009/2/17	RtoRプロセス 世界に先駆け実用化を
7	NIKKEI MICRODEVICES	2009/7	搬送を省略して低コストで製造連続的に液晶 パネルを組立
8	プレスリリース	2010/1/27	フィルム基板ディスプレイ用の技術開発 ー 部材及びプロセス技術ー
(1)	日本経済新聞	2010/1/28	液晶、折り曲げ可能に シャープなど 樹脂フィルム使用
(2)	TechOn!	2010/1/27	TRADIMが液晶パネル部材を3枚のフィルム 基板に集約してロール・ツー・ロールで製造 4月以降も活動を継続
(3)	化学工業日報	2010/1/28	RtR法さらに進化 高度集積部材を開発 フィルム基板液晶 実用化に道 製造工程を大幅削減
(4)	日経産業新聞	2010/1/28	液晶作製、75%省エネ シャープなど13社開 発 ガラス基板代替にプラ
(5)	電波新聞	2010/1/28	フィルム状のモバイル液晶 ディスプレイ用高度集積部材 NEDOとTRADIMが開発
(6)	日刊工業新聞	2010/1/28	折り曲げ可能ディスプレイ 連続作製に成功 NEDOなど

### 3. 論文リスト

研究開発項目①TFTアレイ化技術②マイクロコンタクトプリント技術

No	発表日	著者	所属	題名	雑誌等の 名称	巻・号・ ページ	査読
1	2007/09/07	Atsushi TAKAKU WA, Mitsuhiro	JCII、 AIST、セ イコーエプ ソン	Micropatterning of Electrodes by Microcontact Printing Method	Japanese Journal of Applied Physics	Vol.46, No.9A, pp.5960- 5963	有

		IKAWA, Mariko FUJITA, Kiyoshi YASE		and Application to Thin Film Transistor Devices			
2	2008/02/15	Atsushi TAKAKU WA, Reiko AZUMI	JCII、 AIST、セ イコーエプ ソン	Influence of Solvents in Micropatterning of Semiconductors by Microcontact Printing Method and Application to Thin Film Transistor Devices	Japanese Journal of Applied Physics	Vol.47, No.2A, pp.1115- 1118	有
3	2008/06	Makoto KARAKA WA, Masayuki CHIKAMA TSU, Yuji YOSHIDA, Makoto OISHI, Reiko AZUMI, Kiyoshi YASE	AIST	High-Performance Poly(3-hexylthioph ene) Field-Effect Transistors Fabricated by a Slide-Coating Method	Applied Physics Express (APEX)	Vol. 1, No. 6, pp. 061802- 1 - 061802-3	有
4	2008/06	八瀬清志	AIST	プリントド有機 エレクトロニク ス：超フレキシブ ルディスプレイの 開発に向けて	工業技術	2008年 6月号	
5	2008/07/31	森健彦、長 谷川達生 監修	AIST	有機トランジスタ 材料の評価と応用 II	シーエム シー出版	単行本	無
6	2008/09	八瀬清志、 牛島洋史	AIST	フレキシブルプラ スチック基板上へ の有機薄膜トラン ジスタの印刷技術	ポリファ イル Polyfile	2008年 9月号	
7	2008/10	八瀬清志	AIST	有機デバイス最前 線：全印刷法によ る有機TFTアレ イ化技術	プレスジ ャーナル Semicon ductor FPD World	2008年 10月号	
8	2008/10	八瀬清志	AIST	大面積・高精細有 機TFTアレ イの作製技術：マイ クロコンタクトプリ	映像情報 メディア 学会誌	2008年 10月号	

				ント法			
9	2008/12	Ken MATSUOKA, Osamu KINA, Masayoshi KOUTAKE, Kazuyuki NODA, Hisatomo YONEHARA, Kazuhiro NAKANISHI, Kiyoshi YASE,	AIST JCII、コニカミノルタテクノロジーセンター、凸版印刷、DIC、ADEKA、	Printed OTFTs on Plastic Substrate toward the Realization of Flexible Display	IDW'08,	Proceedings of IDW'08, pp.69	
10	2009/01	Miki Onoue, Mariko Fujita, and Hirobumi Ushijima	AIST	Wide Area Patterning of Organic Silane Molecules by Fountain-Pen Nanolithography	<i>Mol. Cryst. Liq. Cryst.</i>	505, pp. 118-123	有
11	2009/01	八瀬清志	AIST	マイクロコンタクトプリント法によるディスプレイバックプレーンの印刷	月刊コンバーテック	2009年1月号	
12	2009/01	八瀬清志	AIST	新たな有機エレクトロニクスの展開ーフレキシブル・プリンタブル・エレクトロニクス (FPE)の幕開け	日本結晶成長学会誌	2009年1月号	
13	2009/01	八瀬清志, 阿澄玲子, 牛島洋史	AIST	超フレキシブルディスプレイ部材	工業材料	2009年1月号	
14	2009/02	八瀬清志	AIST	プリンタブルエレクトロニクスー有機材料、印刷プロセスの革新による新世代エレクトロニクスー	日本印刷学会誌	2009年2月号	
15	2009/03	八瀬清志	AIST	フレキシブル・プリンタブル有機エレクトロニクス	未来材料	2009年3月号	
16	2009/04	堀井美徳、井川光弘、	AIST、信越化学、鳥	塗布型有機薄膜トランジスタにおける	信学技報	vol.109, pp.9-14	無

		坂口幸一、 近松真之、 吉田郵司、 阿澄玲子、 茂木弘、北 川雅彦、小 西久俊、八 瀬清志	取大	る絶縁膜表面 SAM 処理の検討			
17	2009/05/30	高桑敦司	JCII、セイ コーエプソ ン	μCP法による高精 細パターンニング技 術の開発と有機 TFTへの応用	M & BE 分科会誌	Vol.20, No.2, p.111-114	無
18	2009/09/01	長谷川達生	AIST	インクジェット技 術の有機TFT用電 極への応用	月刊ディ スプレイ	15巻9号 49ページ	無
19	2009/11	Yoshinori HORII, Mitsuhiro IKAWA, Koichi SAKAGUC HI, Masayuki CHIKAMA TSU, Yuji YOSHIDA, Reiko AZUMI, Hiroshi MOGI, Masahiko KITAGAW A, Hisatoshi KONISHI, Kiyoshi YASE	AIST、 JCII、信越 化学、鳥取 大学	Investigation of Self-assembled Monolayer Treatment on SiO <sub>2</sub> Gate Insulator of Poly(3-hexylthioph ene) Thin-film Transistors	Thin Solid Films	vol. 518, pp.642-6 46.	有
20	2009/11/30	Atsushi TAKAKU WA, Masahiro MISAKI, Yuji YOSHIDA, Kiyoshi YASE	JCII、 AIST、セ イコーエプ ソン	Micropatterning of Emitting Layers by Microcontact Printing and Application to Organic Light-Emitting Diodes	Thin Solid Films	vol. 518, pp.555-5 58	有
21	2009/12	Ken MATSUOK A, Osamu KINA, Masayoshi	JCII、 AIST、コ ニカミノル タテクノロ	High Resolution 200ppi LCD Driven by Entirely Printed Organic TFT	IDW'09,	Proceedi ngs of IDW'09, pp.717	

		KOUTAKE, Kazuyuki NODA, Hisatomo YONEHARA, Kazuhiro NAKANISHI, Kiyoshi YASE	ジーセンター、凸版印刷、DIC、ADEKA				
22	2009/12/03	Maki Hiraoka , Toshikazu Yamada, and Tatsuo Hasegawa	AIST	Bias stress and condensation of mobile trap agents in printed organic transistors	Applied Physics Letters	95巻22号 記事番号 223304	有
23	2010/01	Makoto KARAKAWA, Masayuki CHIKAMATSU, Yuji YOSHIDA, Makoto OISHI, Reiko AZUMI, Kiyoshi YASE	AIST	Investigation of Slide-Coating Method for Poly(3-hexylthiophene) Field-Effect Transistors	Japanese Journal of Applied Physics	Vol. 49, pp. 01AE12-1 - 01AE12-5.	有
24	2010/05	Miki Onoue and Hirobumi Ushijima	AIST	Repairing for Metal Photomask Pattern by Using Fountain-Pen Nanolithography	<i>Microelectron. Eng.</i>	87, pp.910-913	有
25	2010/ 発行作業中	Miki Onoue, Shintaro Ogura, and Hirobumi Ushijima	AIST	Repairing of Pattern Defects on OTFT by Fountain Pen Nano-lithography	<i>Mol. Cryst. Liq. Cryst.</i>	520, pp.261-265	有
26	2010/05/26 印刷中	Atsushi Takakuwa, Takeshi Shibuya, Kiyoshi Yase	JCII、AIST、セイコーエプソン、リコー	Electrode Micropatterning by Microcontact Printing Method to Large Area Substrates Using Nickel Mold	Proceedings of SPIE Photonics West 2010	印刷中	無
27	2010/01/20	Osamu Kina, Masayoshi Koutake,	JCII、AIST、凸版印刷、DIC、コニ	Organic Thin-Film Transistors Fabricated by Microcontact	Japanese Journal of Applied Physics	49 (2010) 01AB07	有

		Ken Matsuoka, and Kiyoshi Yase	カミノルタテクノロジーセンター	Printing			
--	--	--------------------------------	-----------------	----------	--	--	--

研究開発項目③高度集積部材④ロール部材パネル化要素技術

No	発表日	著者	所属	題名	雑誌等の名称	巻・号・ページ	査読
1		竹知和重 中田 充 江口敏正 山口弘高 金子節夫	TRADIM 日本電気 (株) NEC液晶テクノロジーセンター (株)	Effect of Zinc Oxide Film Deposition Position on the Characteristics of Zinc Oxide Thin Film Transistors Fabricated by Low-Temperature Magnetron Sputtering	Japanese Journal of Applied Physics	Vol.47 (2008) p7122	有
2		竹知和重 中田 充 江口敏正 山口弘高 金子節夫	TRADIM 日本電気 (株) NEC液晶テクノロジーセンター (株)	Temperature-dependent transfer characteristics for amorphous InGaZnO4 Thin-film transistors	Japanese Journal of Applied Physics	Vol.48 (2009) p011301	有
3		竹知和重 中田 充 江口敏正 山口弘高 金子節夫	TRADIM 日本電気 (株) NEC液晶テクノロジーセンター (株)	Comparison of Ultraviolet Photo-Field Effects between Hydrogenated Amorphous Silicon and Amorphous InGaZnO4 Thin-Film Transistors	Japanese Journal of Applied Physics	Vol.48 (2009) p010203	有
4		中田 充 竹知和重 東 和文 徳光光輔 山口弘高 金子節夫	TRADIM 日本電気 (株) NEC液晶テクノロジーセンター (株)	Improvement of InGaZnO4 TFTs Characteristics Utilizing Excimer Laser Annealing	Applied Physics Express	Vol.2(2009) p021102	有
5		中田 充 竹知和重 東 和文 山口弘高 金子節夫	TRADIM 日本電気 (株) NEC液晶テクノロジーセンター (株)	Dual-Gate Characteristics of Amorphous InGaZnO4 Thin-Film Transistors as Compared to	IEEE T-ED	Vol.2(2009) p2027	有

				Those of Hydrogenated Amorphous Silicon Thin-Film Transistors			
6		中田 充 竹知和重 徳永光輔 山口弘高 金子節夫	TRADIM 日本電気 (株) NEC液晶テ クノロシ - (株) 東工大	Flexible high-performance amorphous InGaZnO4-TFTs utilizing excimer laser annealing	Japanese Journal of Applied Physics	Vol.48 (2009) p0816 07	有
7		竹知和重 中田 充 山口弘高 金子節夫	TRADIM 日本電気 (株) NEC液晶テ クノロシ - (株)	Investigations on the output characteristics of amorphous InGaZnO4 thin-film transistors having different active-layer thickness	Japanese Journal of Applied Physics	Vol.48 (2009) p0816 06	有
8		竹知和重 中田 充 山口弘高 金子節夫	TRADIM 日本電気 (株) NEC液晶テ クノロシ - (株)	Application of Exponential Tail-State Distribution Model to the Above-Threshold Characteristics of Zn-Based Oxide Thin-Film Transistors	IEEE T-ED	Vol.56 (2009) p2165	有
9		竹知和重 中田 充 江口敏正 山口弘高 金子節夫	TRADIM 日本電気 (株) NEC液晶テ クノロシ - (株)	Application of the Meyer-Neldel rule to the Sub-Threshold Characteristics of Amorphous InGaZnO4 Thin-Film Transistors	Japanese Journal of Applied Physics	Vol.48 (2009) p0780 01	有
10		中田 充 竹知和重 江口敏正 徳永光輔 山口弘高 金子節夫	TRADIM 日本電気 (株) NEC 液晶テ クノロシ - (株)	Effects of thermal annealing on ZnO-TFT characteristics and the application of	Japanese Journal of Applied Physics	Vol. 4 8 (200 9) p0816 08	有



				excimer laser annealing to plastic-based ZnO-TFTs			
--	--	--	--	---	--	--	--

#### 4. 口頭発表リスト

研究開発項目①TFTアレイ化技術②マイクロコンタクトプリント技術

No	発表日	著者	所属	題名	学会等の名称	巻・号・ページ	備考 (開催場所)
1	2007/03/21	佐藤史亘、辛川誠、福田伸子、牛島洋史、八瀬清志	AIST	新しいインキング方式を用いたポリチオフェン薄膜のマイクロコンタクトプリンティング	第54回応用物理学関係連合講演会	27aSH-9	東京
2	2007/03/27	辛川誠、近松真之、吉田郵司、阿澄玲子、八瀬清志	AIST	新規な溶液塗布法により作製したポリチオフェンFETの特性	第54回応用物理学関係連合講演会	27aW-27	東京
3	2007/07/20	八瀬清志	AIST	超フレキシブルディスプレイ部材開発プロジェクトの紹介	有機テクノロジー展（オルガテクノ2007）		東京
4	2007/09/04	茂木弘、柳沼篤、牛島洋史、八瀬清志	JCII、AIST、信越化学工業	マイクロコンタクトプリント用PDMS版材の開発	第68回応用物理学会学術講演会	4a-D-12	札幌
5	2007/11/28	半田晋一、高橋達見、茂木弘、柳沼篤、牛島洋史、佐藤史亘	JCII、AIST、大日本印刷、信越化学工業	An Approach to Six Inches Wafer Size of Microcontact Printing	MRS 2007 Fall Meeting		ボストン（アメリカ）
6	2008/04/18	八瀬清志	AIST	有機TFTとフレキシブルディスプレイ	ファインテック・ジャパン		東京

				プレイ	セミナー		
7	2008/06/25	八瀬清志	AIST	Large area organic TFT array prepared by nano-printing method	1 <sup>st</sup> Asian Symposium on Plastic Electronics		ソウル (韓国)
8	2008/07/04	八瀬清志	AIST	プリントドエレクトロニクス：フレキシブルディスプレイの実現に向けて	第73回有機デバイス研究会「プリンタブルエレクトロニクス」		福岡
9	2008/07/13-07/17	喜納修、高武正義、松岡頭、高桑敦司、八瀬清志	AIST、JCI、凸版印刷、DIC、コニカミノルタテクノロジーセンター、セイコーエプソン	Flexible organic thin film transistors fabricated by all wet and printing process	11th International Conference on Electrical and Related Properties of Organic Solids (ERPOS-11)		ポーランド
10	2008/07/24	阿澄玲子、井川光弘、菅沼直俊、吉田郵司、近松真之、八瀬清志、宮越亮、横山明弘、横澤勉	AIST	Thin-Film Transistors Based on Poly(3-hexylthiophene) with Well-defined Molecular Structure	The 8th International Symposium on Functional $\pi$ -Electron Systems		グラーツ (オーストリア)
11	2008/08/23	Tatsuo Hasegawa, Maki Hiraoka, Yukihiro Takahashi, Hiroyuki Matsui, and Toshikazu Yama	AIST	Printable Organic Metal Electrodes for Controlled Carrier Injections in Organic Transistors	International Symposium on Organic Transistors and Functional Interfaces (Invited Talk)		

		da					
12	2008/08/29	八瀬清志	AIST	有機エレクトロニクスの現状と展望	エレクトロニクス実装研究会		東京
13	2008/09/04	喜納修、高武正義、松岡顕、高桑敦司、八瀬清志	JCII、AIST 凸版印刷、DIC、コニカミノルタテクノロジーセンター、セイコーエプソン	全溶液印刷プロセスにより形成した有機TFT	第69回応用物理学会学術講演会	4p-X-8	名古屋
14	2008/09/02	井川光弘、菅沼直俊、近松真之、吉田郵司、阿澄玲子、八瀬清志、宮越亮、横山明弘、横澤勉、高桑敦司	AIST JCII	Poly(3-hexylthiophene)の構造制御とTFT特性	第69回応用物理学会学術講演会	2a-CG-23	名古屋
15	2008/09/02	藤田真理子、尾上美紀、牛島洋史	AIST	マイクロコンタクトプリント法におけるモールドに対する離型処理：附形性と再現性の向上	第69回応用物理学会学術講演会	2a-CG-22	名古屋
16	2008/09/03	高桑敦司	JCII、セイコーエプソン	MCP法による高精細パターンニング技術の開発と有機TFTへの応用	第69回応用物理学会学術講演会	3p-X-6	名古屋
17	2008/09/05	菅沼直俊、井川光弘、近松真之、	AIST	Poly(3-hexylthiophene)/poly(3,3''-didodecylquaterthiophene)ブ	第69回応用物理学会学術講演会	5a-X-4	名古屋

		吉田郵司、阿澄玲子、八瀬清志		レンド膜の大気安定 TFT 特性			
18	2008/09/05	堀井美德、井川光弘、坂口幸一、近松真之、吉田郵司、阿澄玲子、茂木弘、八瀬清志	AIST、信越化学工業	Poly(3-hexylthiophene) TFT における絶縁膜表面 SAM 処理の検討	第69回応用物理学会学術講演会	5p-X-4	名古屋
19	2008/09/17	牛島洋史	AIST	ソフトリソグラフィによる有機デバイス作製技術	高分子学会高分子同友会(東京)		東京
20	2008/10/01	八瀬清志、尾上美紀、牛島洋史	AIST	Pen-type nanolithography: Nano patterning of conducting polymer and metal nano particles	Organic Semiconductor Conference 2008 (OSC2008)		フランクフルト(ドイツ)
21	2008/10/06	八瀬清志	AIST	プリンタブルエレクトロニクスの現状: プリントブル、プリンティングからプリントドへ	第4回プリンタブルエレクトロニクス(印刷学会技術委員会・P&I研究会)(東京)		東京
22	2008/10/10	牛島洋史	AIST	大面積マイクロコンタクトプリント技術の開発	光加工技術(産総研 in 京都)		京都
23	2008/10/14-10/15	藤田浩、永江充孝、高橋達見、茂木弘、牛島洋史、八瀬清志	JCII、AIST、大日本印刷、信越化学工業	Development of a microcontact printer for an A4-sized sheet	The 7th International Conference on Nano-imprint and Nano print Technology		京都
24	2008/10/22	八瀬清志	AIST	Printed Organic TFT Array for Flexible Display	International Symposium on Control of Super-Hierar		淡路島

					chical Structures and Innovative Functions of Next-Generation Conjugated Polymers		
25	2008/10/23	長谷川達生	AIST	分子性導体薄膜のインクジェット印刷と機能性電極技術への応用	新化学発展協会 新素材技術部会 講演会		東京
26	2008/10/30	八瀬清志	AIST	印刷エレクトロニクスの現状と展望	FPD International 2008(A-23: フレキシブル・ディスプレイの潜在能力を引き出す)		横浜
27	2008/11/07	八瀬清志	AIST	フレキシブル・プリンタブル有機エレクトロニクス: ユビキタス社会を支える有機デバイスの現状と展望	F P D 講演会		八戸
28	2008/11/01	八瀬清志、松岡顕	AIST、JCII、コニカミノルタテクノロジーセンター	Entirely Printed Organic TFT Array for Flexible Display	International Symposium on Flexible Electronics and Display (ISFED 2008)		台湾
29	2008/11/21	八瀬清志	AIST	フレキシブル・プリンタブル・プラスチック有機エレクトロニクス	高分子コロキウム (高分子学会東北支部)		米沢
30	2008/12/03	松岡顕、喜納修、高武正義、野田和幸、八瀬清志	JCII、AIST、凸版印刷、DIC、ADEKA	Printed OTFTs on Plastic Substrate toward the Realization of Flexible Display	The 15th International Display Workshops		新潟

31	2008/ 12/04	長谷川達 生	AIST	導電性電荷移動 錯体のインクジ ェット印刷と有 機トランジスタ への応用	高分子学会、 印刷・情報記 録・表示研究 会		東京
32	2008/ 12/16	高桑敦 司、三崎 雅裕、吉 田郵司、 八瀬清志	JCII、 AIST、 セイコー エプソン	Micropatterning of Emitting Lay ers by Microcon tact Printing an d Application t o Organic Light -Emitting Diodes	ICNME(Inter national Conf erence on Na no-Molecular Electronics)20 08		神戸
33	2008/ 12/16	堀井美 徳、井川 光弘、坂 口幸一、 近松真 之、吉田 郵司、阿 澄玲子、 茂木弘、 北川雅 彦、小西 久俊、八 瀬清志	AIST、 信越化学 工業	Investigation of Self-assembled Monolayer Tr eatment on SiO 2 Gate Insulato r of Poly(3-hex ylthiophene) Thi n-film Transisto rs	ICNME(Inter national Conf erence on Na no-Molecular Electronics)20 08		神戸
34	2008/ 12/17	八瀬清志	AIST	フレキシブルエ レクトロニクス と印刷技術	電子情報通信 学会第1回フ レキシブルデ ィスプレィシ ンポジウム 『フレキシブ ルディスプレ ィへの挑戦』		東京
35	2009/ 01/15	八瀬清志	AIST	Entirely Printed Organic TFT Array for Flexib le Display	The 1st Intern ational Foru m of Printed Active Displ ays		ソウル (韓 国)
36	2009/ 01/21	長谷川達 生	AIST	分子性導体薄膜 のインクジェッ ト印刷と Organ ic TFTコンタク ト技術への応用	ナノテクノロ ジービジネス 推進協議会 エレクトロニ クス分科会 講演会		東京
37	2009/ 02/04	牛島洋史	AIST	有機デバイス作 製技術としての ソフトリソグラ	新化学発展協 会 新素材技 術部会 講演		東京

				ファイ	会		
38	2009/02/12	牛島洋史	AIST	ソフトリソグラフィ：マイクロコンタクトプリント法	高分子学会印刷・情報記録・表示研究会講座		東京
39	2009/02/13	八瀬清志	AIST	大面積・高精細印刷技術としてのマイクロコンタクトプリント法による有機TFT アレイ化技術	高分子学会印刷・情報記録・表示研究会講座		東京
40	2009/03/15-03/18	辛川誠、近松真之、吉田郵司、大石誠、阿澄玲子、八瀬清志	AIST	Investigation of Slide-Coating Method for Poly(3-hexylthiophene) Field-Effect Transistors	Fifth International Conference on Molecular Electronics and Bioelectronics		宮崎
41	2009/03/15-03/18	喜納修、高武正義、松岡顕、八瀬清志	JCII、AIST、凸版印刷、DIC、ユニカミノルタテクノロジーセンター	Organic thin-film transistors fabricated by printing process	Fifth International Conference on Molecular Electronics and Bioelectronics (依頼講演)		宮崎
42	2009/04/24	堀井美德、井川光弘、坂口幸一、近松真之、吉田郵司、阿澄玲子、茂木弘、北川雅彦、小西久俊、八瀬清志	AIST、JCII、信越化学工業	塗布型有機薄膜トランジスタにおける絶縁膜表面SAM処理の検討	電子情報通信学会研究会		鳥栖
43	2009/05/31-06/05	八瀬清志、松岡	AIST、JCII、コ	Polymer Network LCD Driven by Printed OTF	Display Week 2009 (The Society for		サン・アント

		頭、喜納修、高武正義、野田和幸、米原祥友	ニカミノルタテクノロジーセンター、凸版印刷、DIC、ADEKA	Ts on a Plastic Substrate	Information Display)		ニオ (アメリカ)
44	2009/05/26-05/29	藤田浩、永江充孝、高橋達見、渋谷毅、高武正義、茂木弘、牛島洋史、八瀬清志	JCII、AIST、大日本印刷、リコー、DIC、信越化学工業	Fabrication Of Organic TFT Arrays On A Flexible Sheet By Microcontact Printing	THE 53 <sup>rd</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRON, ION, and PHOTON BEAM TECHNOLOGY & NANOFABRICATION		(アメリカ)
45	2009/06/03	牛島洋史	AIST	印刷法によりプラスチックフィルム上に作製した有機TFTアレイ	最先端実装技術シンポジウム		東京
46	2009/06/05	長谷川達生	AIST	ダブルショット・インクジェット技術 ～印刷電極を簡便に形成する～	第40回国際電子回路産業展		東京
47	2009/06/05	尾上美紀	AIST	ペンタイプ・リソグラフィ技術 ～ミクロのペンでデバイスを描く～	第40回国際電子回路産業展		東京
48	2009/06/13	高桑敦司	AIST	μCP法による高精細パターンニング技術の開発と有機TFTへの応用	M&BE研究会「進化し続ける有機分子・バイオエレクトロニクス」		石川
49	2009/08/24	尾上美紀、小倉晋太郎、牛島洋史	AIST	Repairing of Pattern Defects on OTFT by Fountain Pen Nan	Korea-Japan Joint Forum 2009 on Organic Materials f		済州・韓国



				o-lithography	or Electronic s and Photoni cs		
50	2009/ 09/09	高桑敦 司、三崎 雅裕、吉 田郵司、 八瀬清志	JCII、 AIST、 セイコー エプソン	μCP法による発 光層のパターニ ング技術の開発 と有機 EL への 応用	第70回応用物 理学会学術講 演会	9a-ZA-9	富山
51	2009/ 09/10	茂木弘、 柳沼篤、 塩野巳 喜、永江 充孝、洪 谷毅、高 武正義、 牛島洋 史、八瀬 清志	JCII、 AIST、 信越化学 工業、大 日本印 刷、リコ ー、DIC	マイクロコンタ クトプリント用 PDMS 版材料の 開発 II	第70回応用物 理学会学術講 演会	10a-K-5	富山
52	2009/ 09/10	尾上美 紀、小倉 晋太郎、 牛島洋史	AIST	ペンタイプリン グラフィによる 銀ナノ粒子イン クの描画とパタ ーニング補修ツ ールとしての可 能性	第70回応用物 理学会学術講 演会	10a-K-7	富山
53	2009/ 09/10	野田和 幸、坪井 哲夫、石 田尚之	JCII、 AIST、 ADEKA	アクリル系光硬 化性シリコーン 樹脂をゲート絶 縁膜に用いた有 機薄膜トランジ スタ	第70回応用物 理学会学術講 演会	10a-K-14	富山
54	2009/ 09/30	尾上美 紀、牛島 洋史	AIST	Repairing for Metal Photoma sk Pattern by Using Fountain -Pen Nanolithog raphy	35 <sup>th</sup> Internatio nal Conferen ce on Micro and Nano E ngineering		ゲント (ベル ギー)
55	2009/ 11/10	八瀬清志	AIST	印刷エレクトロ ニクスの現状と 展望	オルガテクノ 2009セミナー		東京
56	2009/ 11/10	牛島洋史	AIST	マイクロコンタ クトプリント法 による大面積フ レキシブル有機 TFTの作製技術 ～FPD(Flexible	オルガテクノ 2009セミナー		東京

				Printable Devices) の実現に向けて～			
57	2009/11/11-11/13	藤田浩、永江充孝、高橋達見、渋谷毅、高武正義、茂木弘、牛島洋史、八瀬清志	JCII、AIST、大日本印刷、リコー、DIC、信越化学工業	Fabrication of organic TFT arrays on an A4-sized flexible sheet using microcontact printing	NNT'09 The International Conference on Nanoimprint and Nanoprint Technology		サン・ホセ (アメリカ)
58	2009/11/18	尾上美紀、牛島洋史	AIST	Fabrication of Micro Contact Offset Plate by Using Fountainpen Nanolithography	22 <sup>nd</sup> International Microprocesses and Nanotechnology Conference		札幌
59	2009/12/01	茂木弘、柳沼篤、塩野巳喜、藤田浩、永江充孝、渋谷毅、高武正義、牛島洋史、八瀬清志	JCII、AIST、信越化学工業、大日本印刷、リコー、DIC、	Development of poly(dimethylsiloxane) stamps for microcontact printing	MRS 2009 Fall Meeting		ボストン (アメリカ)
60	2009/12/10	松岡顕、喜納修、高武正義、野田和幸、米原祥友、中西和裕、八瀬清志	JCII、AIST、コニカミノルタテクノロジーセンター、凸版印刷、DIC、ADEKA	High Resolution, 200ppi LCD Driven by Entirely Printed Organic TFT	The 16th International Display Workshops		宮崎
61	2010/01/26	Atsushi Takakuwa, Takeshi Shibuya, Kiyo	JCII、AIST、セイコーエプソン	Electrode Micro patterning by Microcontact Printing Method to Large Area S	SPIE Photonics West 2010		アメリカ

		shi Yase		ubstrates Using Nickel Mold			
62	2010/03/19	菅沼直俊、井川光弘、近松真之、阿澄玲子、八瀬清志、宮越亮、横山明弘、横澤勉	AIST	Poly(3-hexylthiophene)の構造制御とTFT特性(2)	第57回応用物理学関係連合講演会	19a-ZM-13	平塚
63	2010/03/19	井川光弘、堀井美徳、菅沼直俊、近松真之、阿澄玲子、八瀬清志、茂木弘	AIST、JCI、信越化学工業	新規な溶液プロセスによる有機TFTの特性向上	第57回応用物理学関係連合講演会	19a-ZM-11	平塚

研究開発項目③高度集積部材④ロール部材パネル化要素技術

N o	発 表 日	著 者	所 属	題 名	学 会 等 の 名 称	巻・号・ ページ	備 考 (開 催 場 所)
1	2007/9/6	中田 充 竹知和重 大槻重義 山口弘高 金子節夫	TRADIM 日本電気 (株) N EC 液晶 テクノロ ジィー (株)	室温スパッタ成膜により作製したZnO-TFTの電気特性	第68回 応用物理学 会 学術講演会	第68回 応用物理 学会 講演予稿 集 6a-ZL- 20 (2007)	北海道 工業大 学
2	2007/9/6	竹知和重 大槻重義 金子節夫	TRADIM 日本電気 (株)	TFT転写プロセス及び極薄SO G-TDT LCD	第68回 応用物理学 会 学術講演会	第68回 応用物理 学会 講演予稿 集 No.0 5p-K-9	北海道 工業大 学

3	200 8/3/ 27- 3/30	竹知和重 中田 充 江口敏正 大槻重義 山口弘高 金子節夫	TRADIM 日本電気 (株) N EC 液晶 テクノロジー シゝー (株)	ZnO室温スパッタ成膜時の基板バイアスがTFT特性に与える影響	第55回 応用物理学 関係連合講 演会	2008年春 季応用物 理学会 講演予稿 集No.2 28a-ZJ-3	日本大 学 理工学 部
4	200 8/3/ 27- 3/30	竹知和重 中田 充 江口敏正 大槻重義 山口弘高 金子節夫	TRADIM 日本電気 (株) N EC 液晶 テクノロジー シゝー (株)	室温スパッタ成膜時の成膜位置がZnO-TFT特性に与える影響	第55回 応用物理学 関係連合講 演会	2008年春 季応用物 理学会 講演予稿 集No.2 28a-ZJ-2	日本大 学 理工学 部
5	200 8/3/ 27- 3/30	竹知和重 中田 充 江口敏正 大槻重義 山口弘高 金子節夫	TRADIM 日本電気 (株) N EC 液晶 テクノロジー シゝー (株)	室温スパッタ成膜により作製したZnO-TFTの電気特性 (2)	第55回 応用物理学 関係連合講 演会	第55回春 季応用物 理学会講 演予稿集 28a-ZJ-1 (2008)	日本大 学 理工学 部
6	200 8/9/ 2- 9/5	竹知和重 中田 充 江口敏正 山口弘高 金子節夫	TRADIM 日本電気 (株) N EC 液晶 テクノロジー シゝー (株)	a-InGaZnO TFT伝達特性の温度依存症からの欠陥生成エネルギー見積	第69回 応用物理学 会 学術講演会	第 69 回 応用物理 学会学術 講演会 2008. 9. 2-5	中部大 学
7	200 8/9/ 2- 9/5	中田 充 竹知和重 江口敏正 山口弘高 金子節夫	TRADIM 日本電気 (株) N EC 液晶 テクノロジー シゝー (株)	スパッタ成膜により作製した酸化半導体TFTにおけるアニール効果	第69回 応用物理学 会 学術講演会	第69回秋 季応用物 理学会講 演予稿集 5p-J-2	中部大 学

8	200 8/10 /30- 11/1	竹知和重 中田 充 東 和文 山口弘高 金子節夫	TRADIM 日本電気 (株) N EC 液晶 テクノロジー シスター (株)	a-InGaZnO4 TF T 特性の温度及 び紫外光照射強 度依存症	薄膜材料デ バイス研究 会	第 5 回 研究会 アブスト ラクト集 P. 57	
9	200 9/3/ 30- 4/2	中田 充 竹知和重 東 和文 徳永光輔 山口弘高 金子節夫	TRADIM 東工大 日本電気 (株) N EC 液晶 テクノロジー シスター (株)	エキシマレーザ を用いたプラス ティック基板上 a-InGaZnO4 TF T 特性の改善	第56回春季 応用物理学 関係連合講 演会	第56回春 季応用物 理学会講 演予稿集 31p-ZK -7	筑波大 学
10	200 9/3/ 30- 4/2	中田 充 竹知和重 東 和文 徳永光輔 山口弘高 金子節夫	TRADIM 東工大 日本電気 (株) N EC 液晶 テクノロジー シスター (株)	エキシマレーザ を用いたプラス ティック基板上 ZnO TFT特性の 改善	第56回春季 応用物理学 関係連合講 演会	第56回春 季応用物 理学会講 演予稿集 31p-ZK -8	筑波大 学
11	200 9/3/ 30- 4/2	中田 充 竹知和重 東 和文 山口弘高 金子節夫	TRADIM 日本電気 (株) N EC 液晶 テクノロジー シスター (株)	デュアルゲート a-InGaZnO4 TF T 特性の解析	第56回春季 応用物理学 関係連合講 演会	第56回春 季応用物 理学会講 演予稿集 No. 2 31-p-Z K-9	筑波大 学
12	200 9/3/ 19	江口敏正	TRADIM	ロール・ツー・ ロールで形成し た TFT 液晶パネ ル	日経 BP 社 「システ ム・オン・ フィルム」 講演会	—	
13	200 9/1/ 21	大槻重義	TRADIM	ロール・ツー・ ロール技術	FOPE 研究 会	—	TKP 虎 ノ門 ビジネ スセン

							ター
14	200 9/2/ 16	大槻重義	TRADIM	ロール・ツー・ ロール技術	FOPE 準備 委員会	—	東京堂 書店
15	200 9/11 /26- 11/ 27	谷内健太 郎 大槻重義 大房一樹 橘 美樹	TRADIM  東亜合成 (株)	光学フィルム用 シート状光硬化 型粘接着剤の開 発	第18回ポリ マー材料フ ォーラム	—	タワー ホール 船堀
16	200 9/9/ 12	江口敏正	TRADIM	フィルム基板デ ィスプレイ用ロ ール部材及び関 連技術について	2009年日本 液晶学会講 演会	2009 年 日本液晶 学会講演 会講演要 旨集 p.1 ~ 6	
17	200 9/9/8	竹知和重 中田 充 山口伸也 山口弘高 金子節夫	TRADIM 日本電気 (株) NEC液晶 テクノロ ジィー (株)	指数関数型 tail state モデルを 用いたa-InGaZn O4 TFT 特性の 解析	2009年秋季 応用物理学 会	2009年春 季応用物 理学会講 演予稿集 No. 2 31p-ZK -9	富山大 学
18	200 9/9/ 12	秋山英也 幡中伸行 小野善之	TRADIM 住友化学 DIC(株)	光配向を利用し たロールツーロ ール方式広帯域 円偏光板の作製 技術	2009年日本 液晶学会講 演会	2009 年 日本液晶 学会講演 会講演要 旨集 p.7 ~ 12	東京農 工大学
19	200 9/9/ 16	岡本 守	TRADIM	フレキシブル表 示材料の開発	2009年秋 第58回高分 子討論会化 学技術戦略 推進機構フ ォーカスセ ッション	—	熊本大 学

20	200 9/10 /28	江口敏正	TRADIM	ロール部材を用いたフィルムLCDの連続作製	第2回 フレキシブルディスプレイシンポジウム	—	
21	201 0/1/ 25- 26	中田 充	TRADIM 日本電気(株) NEC液晶テクノロジー シム(株) 東工大	Low-Temperature Fabrication of Amorphous InGaZnO4 Thin-Film Transistors Utilizing Excimer Laser	International Symposium on Transparent Amorphous Oxide Semiconductor	—	東京工業大学
22	201 0/2/ 15	江口敏正	TRADIM	ロール部材およびそれを用いたフィルムLCDの連続作製	高分子学会 印刷・情報記録・表示研究会	—	東京大学

## 5. 特許リスト

研究開発項目①TFTアレイ化技術②マイクロコンタクトプリント技術

No	出願者	出願番号	国内 外国 PCT	出願日	状態	名称	発明者
1	セイコーエフソン(株)	特願 2007-058380	国内	2007/03/08	公開	電子装置の製造方法	高桑敦史
2	セイコーエフソン(株)	特願 2007-058381	国内	2007/03/08	公開	電子装置の製造方法	高桑敦史
3	セイコーエフソン(株)	特願 2007-063119	国内	2007/03/13	公開	電子装置の製造方法	高桑敦史
4	セイコーエフソン(株)	特願 2007-193161	国内	2007/07/25	公開	電子装置の製造方法	高桑敦史
5	セイコーエフソン(株)	特願 2007-193162	国内	2007/07/25	公開	マイクロコンタクトプリント用版および電子装置の製造方法	高桑敦史
6	凸版印刷	特願	国内	2007/08/30	公開	印刷用版、その形	喜納修

	(株)	2007-223915				成方法、及び印刷物の形成方法	
7	凸版印刷(株)	特願 2007-223916	国内	2007/08/30	公開	平版印刷版及びその製造方法、並びにそれを用いた印刷物	喜納修
8	凸版印刷(株)	特願 2007-225603	国内	2007/08/31	公開	反転オフセット印刷、凸版印刷及び凹版印刷に用いる版及び版の形成方法並びに印刷物の形成方法	喜納修
9	凸版印刷(株)	特願 2007-225604	国内	2007/08/31	公開	反転オフセット印刷、凸版印刷、凹版印刷及び平版印刷に用いる版及び版の形成方法並びに印刷物の形成方法	喜納修
10	信越化学工業(株)	特願 2007-227336	国内	2007/09/03	公開	帯電防止性マイクロコンタクトプリント用版材	茂木弘
11	信越化学工業(株)	特願 2007-227338	国内	2007/09/03	公開	マイクロコンタクトプリント用版材	茂木弘
12	凸版印刷(株)	特願 2007-231271	国内	2007/09/06	公開	版及び印刷物の生産方法	喜納修
13	凸版印刷(株)	特願 2007-231272	国内	2007/09/06	公開	印刷用版、その版の形成方法、および印刷物の形成方法	喜納修
14	凸版印刷(株)	特願 2007-233742	国内	2007/09/10	公開	印刷用版およびその製造方法および印刷物の製造方法	喜納修
15	凸版印刷(株)	特願 2007-239054	国内	2007/09/14	公開	印刷用版およびその製造方法および印刷物の製造方法	喜納修
16	凸版印刷(株)	特願 2007-248832	国内	2007/09/26	公開	印刷用版およびその製造方法および印刷物の製造方法	喜納修
17	凸版印刷(株)	特願 2007-248833	国内	2007/09/26	公開	印刷用版およびその製造方法および印刷物の製造方法	喜納修
18	セイコーエフソン(株)	特願 2007-290512	国内	2007/11/08	公開	電子装置の製造方法	高桑敦史
19	セイコーエフソ	特願 2007-316751	国内	2007/12/07	公開	導電体およびその製造方法	高桑敦史



	ン (株)						
20	コニカミ ノルタホ ールテ ィンク ス (株)	特願 2008-022610	国内	2008/02/01	公開	電子部材の形成方法および電子部材	松岡顕
21	コニカミ ノルタホ ールテ ィンク ス (株)	特願 2008-022611	国内	2008/02/01	公開	有機薄膜トランジスタの製造方法および有機薄膜トランジスタ	松岡顕
22	大日本イ ンキ (株)	特願 2008-069264	国内	2008/03/18	公開	電子部品の製造方法および該方法で製造された電子部品	高武正義
23	D I C (株)	特願 2008-155238	国内	2008/06/13	取下	絶縁膜形成用インキ組成物、該インキ組成物から形成された絶縁膜	高武正義 他
24	大日本印 刷 (株)	特願 2008-167446	国内	2008/06/26	公開	成型型	藤田浩 他
25	D I C (株)	特願 2008-188403	国内	2008/07/22	取下	有機トランジスタおよびその製造方法	高武正義 他
26	大日本印 刷 (株)	特願 2008-250448	国内	2008/09/29	出願	マイクロコンタクトプリンティング ( $\mu$ CP) 用スタンプの製造方法	永江充孝 他
27	セイコー エフ・ソ ン (株)	特願 2008-252947	国内	2008/09/30	出願	薄膜パターン形成方法、並びに、圧電素子および表示素子の製造方法	高桑敦史
28	コニカミ ノルタホ ールテ ィンク ス (株)	特願 2008-289622	国内	2008/11/12	出願	表示素子	松岡顕
29	信越化学 工業 (株)	特願 2008-293001	国内	2008/11/17	出願	マイクロコンタクトプリント用版材	茂木弘
30	コニカミ ノルタホ ールテ ィンク ス (株)	JP2009/50537	PCT	2009/01/16	出願	電子部材の形成方法および電子部材	松岡顕
31	凸版印刷 (株)	特願 2009-067051	国内	2009/03/18	出願	有機トランジスタ用インク、有機トランジスタの電極	喜納修

						及びその形成方法並びに有機トランジスタ	
32	大日本印刷(株)	特願 2009-081088	国内	2009/03/30	出願	マイクロコンタクトプリンティング用スタンプ作製用マスター版の製造方法、マイクロコンタクトプリンティング用スタンプ作製用マスター版、およびマイクロコンタクトプリンティング用スタンプの製造方法	永江充孝 他
33	D I C (株)	特願 2009-085501	国内	2009/03/31	出願	有機半導体インキ組成物及びこれを用いた有機半導体パターン形成方法	高武正義 他
34	(株)リコー	特願 2009-122902	国内	2009.05.21	出願	電界効果型トランジスタの製造方法および電界効果型トランジスタ	渋谷毅
35	D I C (株)	JP2009/0601 29	PCT	2009/06/03	出願	絶縁膜形成用インキ組成物、該インキ組成物から形成された絶縁膜	高武正義 他
36	大日本印刷(株)	特願 2009-152283	国内	2009/06/26	出願	マイクロコンタクトプリント用スタンプの製造に用いるマスター版とその製造方法、マイクロコンタクトプリント用スタンプとその製造方法、および、マイクロコンタクトプリント用スタンプを用いたパターン形成方法	藤田浩 他
37	D I C (株)	JP2009/0618 37	PCT	2009/06/29	出願	有機トランジスタおよびその製造方法	高武正義 他
38	D I C (株)	JP2009/0618 97	PCT	2009/06/30	出願	電子部品の製造方法および該方法で製造された電子部品	高武正義
39	コニカミ	特願	国内	2009/08/28	出願	薄膜トランジスタ	松岡頭

	ノルタホールテックインクス(株)	2009-197899				アレイの製造方法	他
40	コニカミノルタホールテックインクス(株)	特願 2009-204568	国内	2009/09/04	出願	薄膜トランジスタアレイの製造方法	山田潤
41	D I C(株)	特願 2010-501307	国内	2010/01/08	出願	絶縁膜形成用インキ組成物、該インキ組成物から形成された絶縁膜	高武正義 他
42	(株) A D E K A	特願 2010-009523	国内	2010/01/19	出願	ゲート絶縁膜形成用塗布液	野田和幸
43	大日本印刷(株)	特願 2010-010007	国内	2010/01/20	出願	シートチャックおよびそれを用いたマイクロコンタクトプリント法	藤田浩 他
44	産総研	特願 2010-045128	国内	2010/03/02	出願	有機薄膜の製造方法及びそれを用いた有機デバイス	井川光弘 他
45	(株) リコー	特願 2010-047546	国内	2010/03/04	出願	電界効果型トランジスタの製造方法および電界効果型トランジスタ	渋谷毅
46	(株) A D E K A	特願 2010-049436	国内	2010/03/05	出願	有機薄膜トランジスタ	野田和幸
47	D I C(株)	特願 2010-510014	国内	2010/03/10	出願	有機トランジスタおよびその製造方法	高武正義 他
48	大日本印刷(株)	特願 2010-088679	国内	2010/04/07	出願	シート基材計測用の固定治具とその製造方法およびシート基材の計測方法とマイクロコンタクトプリントによるパターン形成方法	藤田浩 他

研究開発項目③高度集積部材④ロール部材パネル化要素技術

No	出願人	出願番号	国内 外国 PCT	出願日	状態	名称	発明者
----	-----	------	-----------------	-----	----	----	-----

1	(株)日立ディスプレイズ / 住友ベークライト(株)	特願 2007-285654	国内	2007/11/2	公開	液晶表示装置	宗吉恭彦 杉崎 敦
2	凸版印刷(株)	特願 2007-220719	国内	2007/8/28	公開	スペーサ付カラーフィルタ基板の製造方法およびスペーサ形成用インク	松本雄一
3	DIC(株)	特願 2008-27505	国内	2008/2/7	公開	光学異方体及びその製造方法	小野善之 丸山和則 河村丞治 秋山英也
4	TRADIM/日本電気(株) / (株)日立ディスプレイズ	特願 2008-191137	国内	2008/7/24	公開	薄膜半導体基板とその製造装置	中 正俊 大槻重義 江口敏正 竹知和重 大内 潔
		PCT/JP2009/056283	PCT	2009/3/27	出願		
5	住友ベークライト(株) / TRADIM	特願 2008-092062	国内	2008/3/31	公開	レーザ切断方法および被切断物	杉崎 敦 桑田 恒
6	東亜合成(株) / 住友化学(株)	特願 2008-089560	国内	2008/3/31	公開	位相差一体型複合偏光板及びそれを用いた画像表示装置	谷内健太郎 幡中伸行
7	凸版印刷(株)	特願 2008-086328	国内	2008/3/28	公開	スペーサー付カラーフィルタ基板の製造方法	松本雄一 山田英幸
8	DIC(株)	特願 2008-154093	国内	2008/6/12	公開	シート状体搬送装置及びシート状体搬送方法	小野善之
9	住友化学(株) / DIC(株)	特願 2008-176007	国内	2008/7/4	公開	楕円偏光板ロールおよびその製造方法、ならびに楕円偏光板付き液晶基板ロールおよび表示装置	幡中伸行 秋山英也 河村丞治 小野善之

10	住友ベークライト(株)	特願 2008-224295	国内	2008/9/2	公開	フィルム表面形状測定用治具および測定方法	杉崎敦 川崎律也
11	TRADIM	特願 2008-269323	国内	2008/10/20	公開	液晶表示装置用基板の製造方法及び液晶表示装置用基板並びに液晶表示装置	江口敏正 柊川正也
		PCT/JP2008/069005	PCT	2008/10/21	出願		
12	大日本印刷(株)	特願 2008-145555	国内	2008/6/3	公開	フィルム洗浄装置	中津川雄二 高橋達見
13	大日本印刷(株)	特願 2008-081251	国内	2008/3/26	公開	パターン形成装置	中津川雄二 高橋達見
14	大日本印刷(株)	特願 2008-112892	国内	2008/4/23	公開	チャンバ装置及びこれを用いたアライメント貼合装置	中津川雄二 高橋達見
15	大日本印刷(株)	特願 2008-083978	国内	2008/3/27	公開	シート受渡し機構及びシート受渡し方法	中津川雄二 高橋達見
16	大日本印刷(株)	特願 2008-084027	国内	2008/3/27	公開	アライメント貼合装置及びアライメント貼合方法	中津川雄二 高橋達見
17	大日本印刷(株)	特願 2008-112897	国内	2008/4/23	公開	貼合装置及び貼合方法	中津川雄二 高橋達見
18	大日本印刷(株)	特願 2008-119688	国内	2008/5/1	公開	フィルム洗浄方法及びフィルム洗浄装置	中津川雄二 高橋達見
19	DIC(株)	特願 2008-245731	国内	2008/9/25	公開	位相差膜の製造方法	小野善之 秋山英也 河村丞治
20	日本電気(株)	特願 2008-296068	国内	2008/11/19	出願	薄膜デバイス及びその製造方法	中田 充 竹知和重
21	(株)日立ディスプレイズ	特願 2009-074058	国内	2009/3/25	出願	表示装置およびその製造方法	宗吉恭彦
22	(株)日立ディスプレイズ	特願 2009-074083	国内	2009/3/25	出願	表示装置	大内 潔

23	DIC (株) /TRADI M	特願 2009-077242	国内	2009/3/26	出願	表示装置の製造 方法	江口敏正 河村丞治
		PCT/JP2009/5 7275	PCT	2009/4/9	出願		
24	凸版印刷 (株)	特願 2009-144079	国内	2009/5/13	出願	スペーサー付カ ラーフィルタ基 板の製造方法	松本雄一 山田英幸
25	東亜合成 (株)	特願 2009-126989	国内	2009/5/26	出願	光学フィルム又 はシート用活性 エネルギー線硬 化型組成物及び 活性エネルギー 線硬化型粘接着 フィルム又はシ ート	谷内健太 郎 橘 美樹
26	凸版印刷 (株)	特願 2009-144080	国内	2009/5/15	出願	スペーサー付カ ラーフィルタ基 板の製造方法	松本雄一 高島優一 郎
27	TRADIM	特願 2009-147169	国内	2009/6/22	出願	光学部材及びそ の製造方法	江口敏正 大槻重義
		PCT/JP2009/6 1617	PCT	2009/6/25	出願		
28	TRADIM	特願 2009-150425	国内	2009/6/25	出願	ウェブ加工装置 およびそれを用 いた電子装置の 製造方法	江口敏正
		PCT/JP2009/6 1869	PCT	2009/6/29	出願		
29	(株)日 立ディス プレイズ	特願 2009-171017	国内	2009/7/22	出願	フレキシブル表 示装置	大内 潔
30	TRADIM	特願 2009-181169	国内	2009/8/4	出願	面光源部材及び 面光源部材の製 造方法	大槻重義 江口敏正
		PCT/JP2009/6 3876	PCT	2009/8/5	出願		
31	東亜合成 (株)	特願 2009-201751	国内	2009/9/1	出願	光学フィルム又 はシート用活性 エネルギー線硬 化型粘接着剤組 成物及び活性エ ネルギー線硬化 型粘接着フィル ム又はシート	谷内健太 郎 大房一樹

32	住友ベークライト(株)/TRADIM	特願 2009-264622	国内	2009/11/20	出願	表示装置の製造方法及び表示装置	杉崎 敦 江口敏正 岡本 守 桑田 恒
33	TRADIM	特願 2009-227345	国内	2009/9/30	出願	液晶ディスプレイ製造装置及び液晶ディスプレイの製造方法	岡本 守
		PCT/JP2009/68063	PCT	2009/10/20			
34	(株)日立ディスプレイズ	特願 2009-261980	国内	2009/11/17	出願	表示装置	宗吉恭彦
35	住友ベークライト(株)/TRADIM	特願 2009-284394	国内	2009/12/2	出願	表示装置の製造方法及び表示装置	杉崎 敦 江口敏正 岡本 守
36	コニカミノルタテクノロジーセンター(株)	特願 2009-234989	国内	2009/12/11	出願	透明導電性フィルム、有機エレクトロルミネッセンス素子及びそれを用いた発光デバイス	高嶋伸彦
37	日本電気(株)	特願 2010-020528	国内	2010/2/1	出願	薄膜デバイスおよびその製造方法	竹知和重 中田 充
38	DIC(株)	特願 2010-009988	国内	2010/1/6	出願	塗工用ダイ及び塗工方法	秋山英也 浦上 操
39	クラレ	特願 2010-070414	国内	2010/3/25	出願	インク塗布方法および塗膜	徳安 仁
40	TRADIM	特願 2010-42390	国内	2010/2/26	出願	有機 EL ディスプレイおよび有機 EL ディスプレイの製造方法	大槻重義 江口敏正 山口伸也 岡本 守
		PCT/JP2010/53510	PCT	2010/3/4	出願		
41	TRADIM	特願 2010-42399	国内	2010/2/26	出願	薄膜半導体装置、薄膜半導体製造装置及び薄膜半導体製造方法	山口伸也 江口敏正 大槻重義 岡本 守
		PCT/JP2010/53511	PCT	2010/3/4	出願		

42	TRADIM	特願 2010-42414	国内	2010/2/26	出願	アクティブマトリクス表示装置及びアクティブマトリクス表示装置の製造方法	大槻重義 江口敏正 山口伸也 岡本 守
		PCT/JP2010/5 3513	PCT	2010/3/4	出願		
43	TRADIM	特願 2010-42420	国内	2010/2/26	出願	液晶表示装置、液晶表示装置の製造方法及び液晶表示装置の製造装置	岡本 守 江口敏正 大槻重義 山口伸也
		PCT/JP2010/5 3516	PCT	2010/3/4	出願		
44	シャープ DIC	特願 2010-048268	国内	2010/3/4	出願	液晶表示素子及びその製造方法	河村 丞 治 浦山 雅 夫
45	住友ベーク ライト	特願 2010-049396	国内	2010/3/5	出願	むらの視認性判定装置、むらの視認性判定方法およびプログラム	杉崎 敦 片山 敏 彦
46	住友ベーク ライト	特願 2010-062781	国内	2010/3/18	出願	画像表示装置、画像表示装置のためのコンピュータプログラムおよび画像表示方法	杉崎 敦 片山 敏 彦
47	日立化成	特願 2010-077487	国内	2010/3/30	出願	積層板および表示用装置	阿波野康 彦
48	DIC	特願 2010-077587	国内	2010/3/30	出願	光学素子及びそれを用いた液晶パネル	秋山 英 也
49	シャープ、 大日本印刷 日立 DP	特願 2010-083745	国内	2010/3/31	出願	液晶表示素子	浦山 雅 夫 梅谷 雅 規宗吉 恭彦
50	シャープ 大日本印刷 住友ベーク ライト	特願 2010-083710	国内	2010/3/31	出願	液晶表示素子	浦山 雅 夫 梅谷 雅 規杉崎 敦
51	シャープ、 DIC	特願 2010-083717	国内	2010/3/31	出願	液晶表示素子	浦山 雅 夫 河村 丞 治



## 6. 受賞

- ①11th International Conference on Electrical and Related Properties of Organic Solids  
Award for Best Young Scientist Presentation 喜納修

## VI. 参考文献

### III 2. 2 (有機 TFT アレイ化技術の開発)

- 1) "Regiocontrolled Synthesis of Poly(3-alkylthiophenes) Mediated by Rieke Zinc: Their Characterization and Solid-State Properties" T.-A. Chen, X. Wu, and R. D. Rieke, *J. Am. Chem. Soc.* 117, 233 (1995).
- 2) "Two-Dimensional Charge Transport in Self-Organized, High-Mobility Conjugated Polymers" H. Sirringhaus, P. J. Brown, R. H. Friend, M. M. Nielsen, K. Bechgaard, B. M. W. Langeveld-Voss, A. J. H. Spiering, R. A. J. Janssen, E. W. Meijer, P. Herwig, and D. M. de Leeuw, *Nature* 401, 685 (1999).
- 3) "A Simple Method to Prepare Head-to-Tail Coupled, Regioregular Poly(3-alkylthiophenes) Using Grignard Metathesis" R. S. Loewe, S. M. Khersonsky, and R. D. McCullough, *Adv. Mater.* 11, 250 (1999).
- 4) "Regioregular, Head-to-Tail Coupled Poly(3-alkylthiophenes) Made Easy by the GRIM Method: Investigation of the Reaction and the Origin of Regioselectivity" R. S. Loewe, P. C. Ewbank, J. Liu, L. Zhai, and R. D. McCullough, *Macromolecules* 34, 4324 (2001).
- 5) "Chain Growth Mechanism for Regioregular Nickel-Initiated Cross-Coupling Polymerizations" E. E. Sheina, J. Liu, M. C. Iovu, D. W. Laird, and R. D. McCullough, *Macromolecules* 37, 3526 (2004).
- 6) "Experimental Evidence for the Quasi-“Living” Nature of the Grignard Metathesis Method for the Synthesis of Regioregular Poly(3-alkylthiophenes)" M. C. Iovu, E. E. Sheina, R. R. Gil, and R. D. McCullough, *Macromolecules* 38, 8649 (2005).
- 7) "Synthesis of Poly(3-hexylthiophene) with a Narrower Polydispersity" R. Miyakoshi, A. Yokoyama, and T. Yokozawa, *Macromol. Rapid Commun.* 25, 1663 (2004).
- 8) "Catalyst-Transfer Polycondensation. Mechanism of Ni-Catalyzed Chain-Growth Polymerization Leading to Well-Defined Poly(3-hexylthiophene)" R. Miyakoshi, A. Yokoyama, and T. Yokozawa, *J. Am. Chem. Soc.* 127, 17542 (2005).
- 9) Antonio Facchetti, Myung-Han Yoon and Tobin J. Marks : *Adv. Mater.* **17** (2005) 1705
- 10) Fang-Chung Chen *et al* : *Appl. Phys. Lett.*, **85**, 15 (2004) 3295
- 11) "Features of gold having micrometer to centimeter dimensions can be formed through a combination of stamping with an elastomeric stamp and an alkanethiol “ink” followed by chemical etching "A. Kumar and G.M. Whitesides, *Appl.Phys.Lett.*, 63(14) 2002-2004 (1993)
- 12) M.Hiraoka, T.Yamada and T.Hasegawa, "Bias stress and condensation of mobile trap agents in printed organic transistors", *Appl. Phys. Lett.* **95**, 223304 (2009).
- 13) M. Egginger, S. Bauer, R. Schwodiauer, H. Neugebauer, and N. S. Sariciftci, *Monatsch. Chem.* 140, 735 (2009).
- 14) T. N. Ng, J. A. Marohn, and M. L. Chabynyc, *J. Appl. Phys.* 100, 084505 (2006).
- 15) W. L. Kalb, T. Mathis, S. Haas, A. F. Stassen, and B. Batlogg, *Appl. Phys. Lett.* 90, 092104 (2007).

- 16) E. J. Brandon, W. West, and E. Wesseling: Appl. Phys. Lett. 83 (2003) 3945.
- 17) H. Maeda, M. Matsuoka, M. Nagae, H. Honda, T. Suzuki, K. Ogawa, and H. Kobayashi: SID Int. Symp. Dig. Tech. Pap., 2008, 314.
- 18) Z. Bao, Y. Feng, A. Dodabalapur, V. R. Raju, and A. J. Lovinger: Chem. Mater. 9 (1997) 1299.
- 19) H. Sirringhaus, T. Kawase, R. H. Friend, T. Shimoda, M. Inbasekaran, W. Wu, and E. P. Woo: Science 290 (2000) 2123.
- 20) M. Ando, M. Kawasaki, and S. Imazeki: Appl. Phys. Lett. 85 (2004) 1849.
- 21) K. Suzuki, K. Yutani, A. Onodera, T. Tano, H. Tomono, A. Murakami, M. Yanagisawa, K. Kameyama, and I. Kawashima: Proc. 15th Int. Display Workshops (IDW'08), 2008, 1477 (FLX2 - 3L).
- 22) T. Minari, M. Kano, T. Miyadera, S. Wang, Y. Aoyagi, and K. Tsukagoshi: Appl. Phys. Lett. 94 (2009) 093307.
- 23) T. Okubo, Y. Kokubo, K. Hatta, R. Matsubara, M. Ishizaki, Y. Ugajin, N. Sekine, N. Kawashima, T. Fukuda, A. Nomoto, T. Ohe, N. Kobayashi, K. Nomoto, and J. Kasahara: Proc. 14th Int. Display Workshops (IDW'07), 2007, 463 (AMD5 - 4L).
- 24) A. Kumar, H. A. Biebuyck, and G. M. Whitesides: Langmuir 10 (1994) 1498.
- 25) H. H. Lee, J. J. Brondjik, N. G. Tassi, S. Mohapatra, M. Grigas, P. Jenkins, K. J. Dimmler, and G. B. Blanchet: Appl. Phys. Lett. 90 (2007) 233509.
- 26) A. L. Briseno, S. C. B. Mannsfeld, M. M. Ling, S. Liu, R. J. Tseng, C. Reese, M. E. Roberts, Y. Yang, F. Wudl, and Z. Bao: Nature 444 (2006) 913.
- 27) J. A. Rogers, Z. Bao, K. Baldwin, A. Dodabalapur, B. Crone, V. R. Raju, V. Kuck, H. Katz, K. Amundson, J. Ewing, and P. Drzaic: Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 98 (2001) 4835.
- 28) J. A. Rogers, K. E. Paul, and G. M. Whitesides: J. Vac. Sci. Technol. B 16 (1998) 88.
- 29) P. Cosseddu and A. Bonfiglio: Appl. Phys. Lett. 88 (2006) 023506.
- 30) D. Li and L. J. Guo: Appl. Phys. Lett. 88 (2006) 063513.
- 31) A. Takakuwa, M. Ikawa, M. Fujita, and K. Yase: Jpn. J. Appl. Phys. 46 (2007) 5960.
- 32) A. Takakuwa and R. Azumi: Jpn. J. Appl. Phys. 47 (2007) 1115.
- 33) K. C. Dickey, S. Subramanian, J. E. Anthony, L. Han, S. Chen, and Y. L. Loo: Appl. Phys. Lett. 90 (2007) 244103.

### III 2. 3 (マイクロコンタクトプリント技術の開発)

- 1) Kumar and G. M. Whitesides: Appl. Phys. Lett. **63** (1993) 2002.
- 2) N. L. Jeon and R. G. Nuzzo: Langmuir **11** (1995) 3024.
- 3) P. C. Hidber, W. Helbig, E. Kim, and G. M. Whitesides: Langmuir **12** (1996) 1375.
- 4) D. A. Pardo, G. E. Jabbour, and N. Peyghambarian: Adv. Mater. **12** (2000) 1249.
- 5) H. Sirringhaus, T. Kawase, R. H. Friend, T. Shimoda, M. Inbasekaran, W. Wu, and E. P. Woo: Science **290** (2000) 2123.

### III 2. 5 (高度集積部材の開発)

- 1) 特開平10-68816 位相差板及び円偏光板
- 2) 秋山ほか：2002年日本液晶学会討論会予稿集PA12, p. 303, (2002).
- 3) 液晶ディスプレイ部材開発の最前線、株式会社東レリサーチセンター (2006)
- 4) [http://www.jagat.or.jp/story\\_memo\\_view.asp?StoryID=8591](http://www.jagat.or.jp/story_memo_view.asp?StoryID=8591)
- 5) 山岡尚志、大泉新一、佐竹正之、藤村保夫、日東技報、Vol. 33、No. 2 (1995)
- 6) 佐竹正之、接着、Vol. 50 No. 2 (2006) p58-63
- 7) 佐竹正之、接着の技術、Vol. 25 No. 1 (2005) p25-30
- 8) 月刊ディスプレイ 08, 3月号
- 9) 最新透明導電膜動向 情報機構 (2005. 05)
- 10) 月刊ディスプレイ 08, 5月号
- 11) 南内嗣 宮田俊弘 アークプラズマ蒸着法による ZnO 系透明導電膜の作製  
J. Vac. Soc. Jpn Vol147 No10, 2004 P734 ~P741
- 12) 月刊ディスプレイ 09, 5月号
- 13) A. Nagasawa and K. Fujisawa: SID Int. Symp. Dig. Tech. Pap. 36 (2005) p. 570.
- 14) A. Nagasawa and K. Fujisawa: Proc. 6th Int. Conf. Intelligent Materials and Systems ICIM'05, Tokyo, (2005) p. 193.
- 15) A. Nagasawa, T. Eguchi, Y. Sanai, and K. Fujisawa: Proc. 12th Int. Display Workshops in conjunction with Asia Display 2005, Takamatsu, (2005) p. 1285.
- 16) Y. Sanai, C. Sakakibara, A. Nagasawa, and K. Fujisawa: SID Int. Symp. Dig. Tech. Pap. 37 (2006) p. 458.
- 17) A. Nagasawa, T. Eguchi, Y. Sanai, and K. Fujisawa: Proc. 13th Int. Display Workshops, Otsu, (2006) p. 945.
- 18) A. Nagasawa, T. Eguchi, Y. Sanai, and K. Fujisawa: Optical Review 15 (2008) p. 38.
- 19) ラジカルとカチオン硬化に触れたUV接着剤の総論
- 20) 木村馨、砂川誠、高機能接着剤・粘着剤、共立出版
- 21) 富田幸二、接着の技術、Vol. 25 No. 1 (2005)
- 22) SEMI D34-0703 FPD 偏光板の測定方法、SEMIジャパン (2003. 07)
- 23) K. Takechi et al., IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing 18, p.384 (2005)
- 24) K. Takechi et al., Japanese Journal of Applied Physics 45, p.6008 (2006)
- 25) K. Takechi et al., IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing 20, p.20 (2007)
- 26) K. Nomura, H. Ohta, A. Takagi, T. Kamiya, M. Hirano, and H. Hosono: Nature 432 (2004) 488.
- 27) M. Ito, M. Kon, T. Okubo, M. Ishizaki, and N. Sekine: Proc. 12th Int. Display Workshops in conjunction with Asia Display, 2005, p. 845.
- 28) K. Nomura, T. Kamiya, H. Ohta, M. Hirano, and H. Hosono: Appl. Phys. Lett. 93 (2008) 192107.
- 29) H. H. Hsieh, T. Kamiya, K. Nomura, H. Hosono, and C. C. Wu: Appl. Phys. Lett. 92 (2008) 133503.
- 30) M. Kimura, T. Nakanishi, K. Nomura, T. Kamiya, and H. Hosono: Appl. Phys. Lett. 92 (2008) 133512.
- 31) K. Sera, F. Okumura, H. Uchida, S. Itoh, S. Kaneko, and K. Hotta: IEEE Trans. Electron Devices 36 (1989) 2868.
- 32) T. Sameshima, S. Usui, and M. Sekiya: IEEE Electron Device Letters, EDL-7 (1986) 276.
- 33) 松村正清：表面科学 vol. 23, No. 5 (2000) 278.

### III 2. 6 (ロール部材パネル化要素技術の開発)

- 1) W. Gibbons, P. S. Shannnon, S. Sun and B. J. Swetlin: *Nature* 351 (1991) 49.
- 2) M. Schadt, K. Scmitt, V. Jozinkov and V. G. Chigrinov: *Jpn. J.appl. Phys.*31 (1992) 2155
- 3) M. Hasegawa and Y. Taira: *J.Photopolym. Sci. Technol.* 8 (1995) 241.
- 4) Y. Makita, T. Natsui, S. Kimura, M. Kimura, K. Kuriyama, S. Nakata, Y. Matsuki, N. Bessho

- and Y. Takeuchi: *J. Photopolymer Sci. Tech.* 11 (1998) 187.
- 5) M. Kimura, S. Nakata, Y. Makita, Y. Matsuki, A. Kumano, Y. Takeuchi, and H. Yokoyama: *Jpn. J. Appl. Phys.* 40 (2001) L352.
  - 6) A. Sonehara, T. Eguchi, A. Sugizaki, T. Ito, A. Kumano and T. Takahashi, "Properties of Column-Spacers on a flexible Color Filter using a Roll-to-Roll Process," Proc. IDW'05, 347(2005)
  - 7) A. Sonehara, T. Eguchi, A. Sugizaki, A. Kumano, T. Ito and T. Takahashi, "Properties of Column-Spacers on a flexible Color Filter using a Roll-to-Roll Process," Journal of the SID 14, 673(2006)
  - 8) A. Sonehara, K. Maruyama, Y. Ono, A. Sugizaki, T. Eguchi, Y. Suzuki, T. Ito, A. Kumano and T. Takahashi, "Continuous Coating of Photo-Alignment Layer on a Flexible Color Filter for LCDs Using a Roll-to-Roll Manufacturing Process," SID'06 DIGEST, 37, 1579(2006)
  - 9) 対馬修一, 藤村浩, "フィルム基板を用いた液晶ディスプレイ", 光学第24巻第10号, 628(1995)
  - 10) 藤村浩, "フィルム LCD の最新技術動向", 月刊 LCD Intelligence, 4, 77(1997)
  - 11) 特許文献 特許第 2642355 号
  - 12) 特許文献 特開 2000-180862 号
  - 13) 特許文献 特開 2001-133796 号
  - 14) NIKKEI MICRODEVICES, 32, July, 2009
  - 15) 鈴木八十二, "液晶ディスプレイのできるまで", 150, 2005
  - 16) 実用レーザー加工応用ハンドブック
  - 17) 陳軍, 山本将史, "光とレーザー", 112, 2006
  - 18) 三菱重工技報, 344, Vol. 39, No. 6, 2002
  - 19) 東京超音波技研株式会社 HP <http://www.tocho.com/>
  - 20) 月刊ディスプレイ, 2004年, 11月号
  - 21) 特許文献 特開 2004-333127 号
  - 22) 月刊ディスプレイ, 2007年, 5月号 大気圧プラズマ洗浄技術
  - 23) 日本電子機械工業規格 EIAJ ED-2522 マトリクス形液晶表示モジュール測定方法 p18-19 (1995)
  - 24) Michael J. Flynn, "Visual Requirements for High-Fidelity Display", Advances in Digital Radiography: RSNA Categorical Course in Diagnostic Radiology Physics 2003, pp103-107 (2003)
  - 25) D.H.Kelly, "Visual contrast sensitivity" OPTICA ACTA, Vol.24, No.2, pp107-129(1977)
  - 26) 塚越、異方導電フィルム アニソルムの開発小史、日立化成テクニカルレポート No. 41、2003年
  - 27) 後藤、異方導電フィルム、日立評論Vol. 89、No. 5、2007年
  - 28) 椎木 他 3 名、ディスプレイの「ものづくり」を支える部材技術、日立評論 Vol. 87、No. 4、2005年

# ナノテク・部材イノベーションプログラム基本計画

## 1. 目的

このプログラムは、情報通信、ライフサイエンス、環境、エネルギーなど、あらゆる分野に対して高度化あるいは不連続な革新（ジャンプアップ）をもたらすナノテクノロジー及び革新的部材技術を確立するとともに、その実用化や市場化を促進することで、我が国産業の国際競争力の維持・強化や解決困難な社会的課題の克服等を可能とすることを目的とする。

## 2. 政策的位置付け

### ○第3期科学技術基本計画（2006年3月閣議決定）

- ・「ナノテクノロジー・材料分野」は、特に重点的に研究開発を推進すべき分野（重点推進4分野）の一つに指定、優先的に資源配分することとされている。
- ・我が国の材料技術は、基礎研究から応用研究、素材、部材の実用化に至るまでの全ての段階において世界のトップレベルを堅持しており、我が国製造業の国際競争力の源泉となっている。

### ○「イノベーション25」（2007年6月閣議決定）

- ・「ナノテクノロジー・材料分野」は、中長期的に取り組むべき課題として、「1. 生涯健康な社会形成」、「2. 安全・安心な社会形成」、「4. 世界的課題解決に貢献する社会形成」、及び「5. 世界に開かれた社会形成」の分野に位置付けられている。
- ・所要の措置を講じていくことが必要である事項として以下の点が指摘されている。
  - ・学際領域・融合領域における教育等人材育成、拠点形成
  - ・社会受容を促すための積極的な取り組み
  - ・知的財産確保のための戦略的な取り組み

### ○「経済成長戦略大綱」（2006年7月財政・経済一体改革会議）

- ・「我が国の国際競争力の強化」の取り組みとして、高度な部品・材料産業やモノ作り中小企業の強化が掲げられている。
- ・「技術戦略マップ」の活用等により、ユーザー企業との垂直連携による研究開発を推進することを通して、我が国経済発展の基盤である高品質、高性能な部品・材料産業の強化を図ることが今後の取組として記載されている。

### ○「新産業創造戦略2005」（2005年6月経済産業省）

- ・部材分野は、新産業群の創出を支える共通基盤技術として位置づけられている。
- ・「高度部材・基盤産業」の集積を形成していることが、「ものづくり」に不可欠な基盤技術のネットワーク化を通じた現場レベルでの迅速かつ高度な摺り合わせを可能としており、我が国「ものづくり」の強みの源泉となっていると記載されている。

## 3. 達成目標

- ・世界に先駆けて、ナノテクノロジーを活用した不連続な技術革新を実現する。
- ・我が国部材産業の強みを更に強化することで、他国の追随を許さない競争優位を確保す

るとともに部材産業の付加価値の増大を図る。

- ・ ナノテクノロジーや高機能部材の革新を先導することで、これら部材を活用した情報通信、ライフサイエンス、環境、エネルギーなどの幅広い産業の付加価値の増大を図る。
- ・ 希少金属などの資源制約の打破、圧倒的な省エネルギー社会の実現など、解決困難な社会的課題の克服を目指す。

#### 4. 研究開発内容

[プロジェクト]

##### I. ナノテクノロジーの加速化領域

ナノテクノロジーを活用した不連続な技術革新を加速・促進する。

###### (1) 異分野異業種ナノテクチャレンジ（運営費交付金）

###### ①概要

革新的なナノテクノロジーの研究開発を促進し、キーデバイスの早期実現を目指すため、大学や研究機関などの川上と企業などの川下の連携、異業種異分野の連携による提案公募によって、ナノテク実用化に向けたチャレンジを支援する。

###### ②技術目標及び達成時期

マテリアル・プロセス研究、加工・計測技術研究、昨今の環境意識向上に対応した研究、社会課題を解決するための基盤技術研究に加え、異分野等の融合研究を推進することにより、2011年度までにナノテクノロジーの産業化のための基盤的技術を確立し、実用化を図る。

###### ③研究開発期間

2005年度～2011年度

##### II. 情報通信領域

ナノテクノロジーや革新的部材開発技術を駆使して既存技術の微細化の壁を突破し、電子デバイス・光デバイスで世界をリードするとともに、高度化された製造技術の開発を行う。

###### (1) ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発—うち新材料・新構造ナノ電子デバイス（運営費交付金）

###### ①概要

従来の半導体は、性能の向上（高速化、低消費電力化、高集積化）を確保するために微細化が進められてきたが、絶縁性、誘電率等の物理的限界、微細化に伴う製造コストの増大など、集積度向上によるメリットが十分達成されなくなっている。

本研究開発では、シリコンで培った微細化技術やデバイス原理を活用しながら、シリコン材料の物理的限界を突破するための“新材料”および“新（デバイス）構造”の開発を行い、次世代の電子デバイス技術を確立する。

###### ②技術目標及び達成時期

2011年度までに、産業界が10年後を見据えた将来の電子デバイスを開発する際に、産業技術として活用できるかどうかの実現可能性を見極め、また技術シーズを確立する。

### ③研究開発期間

2007年度～2011年度

## (2) スピントロニクス不揮発性機能技術プロジェクト（運営費交付金）

### ①概要

将来のエレクトロニクスにおいて中核的な基盤技術となり得るスピントロニクス技術（電子の電荷ではなく、電子の自転＝「スピン」を利用する全く新しいエレクトロニクス技術）を確立するため、強磁性体ナノ構造体におけるスピンの制御・利用基盤技術を開発し、我が国が世界に誇るシーズ技術を核として、産学官の共同研究体制を構築し、将来の中核的エレクトロニクス技術における我が国の優位性の確保を図る。

### ②技術目標及び達成時期

2010年度までに、超高集積で高速な不揮発性メモリとして期待されるスピンメモリのための基盤技術を確立する。また、新ストレージ・メモリデバイス、不揮発性スピン光機能素子、スピン能動素子等の新しい動作原理によるスピン新機能素子の実現のための基盤技術を確立する。

### ③研究開発期間

2006年度～2010年度

## (3) ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発—うち窒化物系化合物半導体基板・エピタキシャル成長技術の開発（運営費交付金）（再掲）

### ①概要

窒化物系化合物半導体は、パワーデバイス、高周波デバイス、発光デバイス等、重要なデバイスの飛躍的な性能向上と消費電力削減への貢献を期待されている。このため、従来の半導体材料では実現出来ない領域で動作可能なハイパワー・超高効率の電子素子、超高速電子素子等の作成に必要な窒化物系化合物半導体先進技術の国際競争力を強化すべく、高品質かつ大口径単結晶基板、高品質かつ大口径エピタキシャル成長技術等の開発を行う。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

### ②技術目標及び達成時期

2011年度までに、次世代窒化物系半導体デバイスを実現する以下結晶作製技術を開発する。

#### 1) 基板技術（GaN、AlNバルク結晶作製技術）

・口径2～4インチで高品質エピ成膜を可能とする低コストの単結晶基板作製技術の確立。

#### 2) エピ技術（エピタキシャル成膜及び計測評価技術）

・低欠陥高品質エピ層を実現する成膜技術及び膜成長過程を計測評価する技術の確立。  
・高出力かつ高安定動作可能なエピ層の実現  
・高耐压超高速な新しいデバイス構造の開発

### ③研究開発期間

2007年度～2011年度



#### (4) 三次元光デバイス高効率製造技術（運営費交付金）

##### ①概要

波面制御素子による空間光変調技術を確立し、ガラス中に三次元造形を高精度に一括形成できるプロセス技術を開発する。この技術を用いて、具体的な光デバイスを作製し、当該技術の有効性の確認と市場への早期参入のための基盤技術を確立する。

##### ②技術目標及び達成時期

2010年度までに波面制御素子による空間光変調技術を用いたフェムト秒レーザー照射技術等を確立し、高精度の光デバイスを高速に作製できるプロセス技術を開発する。

##### ③研究開発期間

2006年度～2010年度

#### (5) 低損失オプティカル新機能部材技術開発（運営費交付金）（再掲）

##### ①概要

近接場光の原理・効果を応用した低損失オプティカル新機能部材技術を開発し、実用化の目処を得ることを目的とする。動作原理に近接場光を用いるオプティカル新機能部材は、従来の材料特性のみに依存した光学部品では不可能な機能・性能を発揮し、液晶プロジェクター・液晶ディスプレイなど情報家電の省エネルギー、高性能・高信頼化を図る上でのキーデバイスとなることが期待できる。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

##### ②技術目標及び達成時期

2010年度までに、共通基盤技術として、ナノ構造部材の設計・作製・評価技術を開発するとともに、ナノ構造部材に発現する近接場光の機能を動作原理とする低損失オプティカル新機能部材を検討し機能を確認する。

##### ③研究開発期間

2006年度～2010年度

#### (6) 超フレキシブルディスプレイ部材技術開発\*（運営費交付金）（再掲）

##### ①概要

製造工程等の省エネルギー化を実現するために行う。従来、表示デバイスの製造には、真空蒸着と高温下での焼成と、それに伴う排ガス排水処理が必須であった。これを、ロールtoロール方式に代替することで常圧、常温下での製造を実現し、フレキシブルな薄型ディスプレイを製造する。そのために、有機TFT材料およびコンタクトプリント技術等を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

##### ②技術的目標及び達成時期

2009年度までに、実用化に向けた実証のための巻き取り方式ディスプレイのプロトタイプを試作する。またフレキシブルデバイス材料開発に貢献する部材ならびに薄膜複合化技術を開発し、これらをパネル化するための実用化技術を確立する。

##### ③研究開発期間

2006年度～2009年度

(7) 半導体機能性材料の高度評価基盤開発（運営費交付金）（再掲）

①概要

情報通信機器の高機能化や低消費電力化等の要求を満たす半導体集積回路を実現するため、新たな機能性材料開発に貢献する評価基盤技術を開発し、さらに開発した機能性材料を半導体及び半導体集積回路に適用できる統合的なソリューション技術を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術的目標及び達成時期

2011年度までに、半導体デバイス性能に直結する接合素子の性能性及び信頼性等、半導体製造プロセス全体を俯瞰しつつ、機能性材料開発が可能となる評価基盤技術を開発し、開発した機能性材料を用いた統合的なソリューションが提案できる材料評価基盤を構築する。

③研究開発期間

2009年度～2011年度

Ⅲ. ライフサイエンス・健康・医療領域

ナノテクノロジーを駆使して初めて可能となる診断・治療により革新的な医療を実現する。

(1) 次世代DDS型悪性腫瘍治療システムの研究開発事業（運営費交付金）

①概要

DDSのさらなる裾野の拡大、及び早期実用化を目指し、様々な外部エネルギー（機器技術）と薬剤技術を組み合わせることにより、比較的人体の深部にある臓器（肺、消化器）等のがんを対象としたDDS型治療システムの開発を行う。

②技術目標及び達成時期

光線力学治療システムの前臨床試験の開始及び治療効果・安全性の検証と、超音波診断・治療システムの前臨床試験を可能とする薬剤及び装置の完成に関する開発を難治性がんの治療に向けて行う。

③研究開発期間

2006年度～2009年度

(2) 個別化医療実現のための技術融合バイオ診断技術開発（運営費交付金）（再掲）

①概要

我が国が有する微細加工技術・表面処理技術といったナノテク等の強みを活かし、染色体異常を高感度、高精度かつ迅速、安価で非コード領域までを検出するゲノムアレイや解析基盤技術開発を行うとともに、全自動解析システムの開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、BAC（染色体の断片）を用いた非コード領域を含むゲノム全領域を検出できる高精度ゲノムアレイを開発する。さらに、臨床現場において、微量サンプル（数ナノグラム）から、12時間以内に染色体異常（増幅、欠失、コピー数多型等）を、低コストかつ定量性・再現性を確保して検出ができる自動染色体異常解析シス

テムのプロトタイプを開発する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(3) 分子イメージング機器研究開発プロジェクト（運営費交付金）

i) 生活習慣病超早期診断眼底イメージング機器研究開発プロジェクト

①概要

細小血管の分子レベルでの代謝機能を非侵襲で可視化する細胞代謝イメージングを実現し、代謝異常を細胞レベルで観察することにより、生活習慣病に起因する血管病変等合併症の早期の診断・治療を図る。

②技術目標及び達成時期

2009年度までに、ナノテクノロジーを活用した光学基盤技術等を確立することにより、細胞やタンパク質レベルの組織診断を可能とする機器を開発する。

③研究開発期間

2005年度～2009年度

ii) 悪性腫瘍等治療支援分子イメージング機器研究開発プロジェクト

①概要

良性・悪性の区別も含めた腫瘍の超早期診断を実現するため、悪性腫瘍に特異的に反応する標的物質を利用することにより生体細胞の分子レベルの機能変化を抽出・検出できる機器の開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2009年度までに、全身で3mm、局所で1mmの分解能を有する分子イメージング機器を開発する。

③研究開発期間

2005年度～2009年度

iii) 新規悪性腫瘍分子プローブの基盤技術開発

①概要

分子イメージングにおいて、病変を可視化する分子プローブの開発を一層強化・促進するため、分子プローブの基盤要素技術と評価システムの開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2009年度までに、新規の近赤外蛍光分子プローブ及び小動物用近赤外蛍光イメージングシステムを試作し、同システムを用いて分子プローブのがん特異性を定量的に評価するための条件等を明らかにする。

③研究開発期間

2008年度～2009年度

#### IV. エネルギー・資源・環境領域

ナノテクノロジーや革新的部材開発技術を駆使して、エネルギー・資源・環境等の社会的制約を克服すると同時に我が国の強みであるナノテク関連産業・部材産業の競争力を強化する。

## (i) エネルギー制約の克服

### (1) サステナブルハイパーコンポジット技術の開発（運営費交付金）（再掲）

#### ①概要

炭素繊維複合材料は、軽量、高強度等の優れた特性を有している。従来の熱硬化性樹脂を用いた炭素繊維複合材料では成形性・加工性に乏しくリサイクルが困難であったため、熱可塑性樹脂を用いた炭素繊維複合材料（CFRTP）の開発を行う。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

#### ②技術目標及び達成時期

2012年度までに、炭素繊維と熱可塑性樹脂との中間基材を開発し、高速成形技術、接合技術及びリサイクル技術を開発する。

#### ③研究開発期間

2008年度～2012年度

### (2) マルチセラミックス膜新断熱材料の開発（運営費交付金）（再掲）

#### ①概要

住宅やビルなどの冷暖房における大幅な省エネを実現する画期的な断熱性能を持つ壁および窓材料を、セラミックスのナノ多孔体構造やポリマー複合化構造などからなるマルチセラミックス膜アセンブリ技術によって開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

#### ②技術目標及び達成時期

2011年度までに、熱貫流率（熱の伝わりやすさ）が $0.3\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 以下、壁厚さ10mm程度の超断熱壁材料および熱貫流率が $0.4\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 以下、光（可視光）透過率が65%以上（Low-Eガラス使用）、ヘイズ率が1%以下の超断熱窓材料を実現する。

#### ③研究開発期間

2007年度～2011年度

### (3) カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクト（運営費交付金）（再掲）

#### ①概要

高純度、高密度に配向した長尺の単層カーボンナノチューブの大量合成技術を開発するとともに、これを用いた従来よりも格段にパワー（電力）と蓄電量が大きなキャパシタを開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

#### ②技術目標及び達成時期

2010年度までに、単層カーボンナノチューブの高度配向技術及び大量生産技術を確立するとともに、キャパシタ製造技術を確立することで、 $20\text{Wh}/\text{Kg}$ の高エネルギー密度と耐久性を有する電気二重層キャパシタを開発する。

#### ③研究開発期間

2006年度～2010年度

#### (4) 革新的省エネセラミックス製造技術開発（運営費交付金）（再掲）

##### ①概要

小型炉設備で生産可能な小型セラミック中空ユニットを複数組みあわせることで、これまでその製造が難しかった複雑形状かつ大型セラミックス部材を省エネで製作することができる革新的なセラミック部材製造技術を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

##### ②技術目標及び達成時期

2013年度までに、高機能化された小さな精密ブロックを立体的に組み上げ、高効率で接合、一体化をし、複雑形状や大型の部材を製造可能とする革新的なプロセス技術の基盤を確立し、高耐性部材、高温断熱部材及び高比剛性部材の試作を行う。

##### ③研究開発期間

2009年度～2013年度

#### (5) 革新的ガラス溶融プロセス技術開発（運営費交付金）（再掲）

##### ①概要

プラズマ等による高温を利用し瞬時にガラス原料をガラス化することにより、極めて効率的にガラスを気中で溶融（インフライトメルティング法）し省エネに資する革新的ガラス溶融プロセス技術を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

##### ②技術目標及び達成時期

2012年度までに、インフライトメルティング法により原料を溶解する技術、カレットをガラス原料として利用するため高効率で加熱する技術、カレット融液とインフライトメルティング法による原料融液とを高速で混合する技術を開発する。

##### ③研究開発期間

2008年度～2012年度

#### (6) 高温超電導電力ケーブル実証プロジェクト（運営費交付金）（再掲）

##### ①概要

革新的な高効率送電技術を確立して高温超電導ケーブルの実用化を促進するため、工業生産プロセスで実用化レベルに達している高温超電導線材（DIBSCCO等）を活用し、首都圏の系統に接続する実証試験及び評価を行う。

なお、本事業は、発電用施設による電気の供給の円滑化を図る観点から行うものである。

##### ②技術目標及び達成時期

2012年度までに、200MVA級の中間接続部を有した三心一括型高温超電導ケーブルを、冷却装置や保護装置などの付帯設備とともに66KV実系統に接続して、12ヶ月以上の長期連系試験を行うことによって総合的な安全性や信頼性を実証する。

##### ③研究開発期間

2007年度～2012年度

## (7) 発電プラント用超高純度金属材料の開発（運営費交付金）（再掲）

### ①概要

超高純度金属材料を発電設備の蒸気配管等に実用化することを目指し、高純度金属材料の高度化に向けた低コスト・量産化製造技術を開発し、実使用環境における超高純度金属材料の耐久性試験等を行う。

なお、本事業は、発電用施設における電気の供給の円滑化を図る観点から行うものである。

### ②技術目標及び達成時期

2010年までに、不純物総量100ppm未満、溶解量数100kg以上の低コスト・量産化技術製造技術を開発するとともに、製造された超高純度材料が発電プラントの各種機器に適用でき、本材料の持つ優れた特性を長期に亘って発揮できることを確認する。

### ③研究開発期間

2005年度～2010年度

## (8) セラミックリアクター開発（運営費交付金）（再掲）

### ①概要

低温域かつ高効率なエネルギー変換を可能とする次世代型セラミックリアクターの実現のため、世界最高効率の燃料電池マイクロセルの集積構造技術等の開発を行う。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

### ②技術目標及び達成時期

2009年度までに、新電解質材料の適用や電極反応の高効率化等による、低温作動時（650℃以下）での出力性能を向上させる材料技術と共に、マイクロセルの集積構造化や精緻なインターフェース構築のための製造プロセス技術を開発。そして、これらの技術を統合することにより、次世代型セラミックリアクターとしてのプロトタイプモジュール実証（出力性能2kW/L等）を行う。

### ③研究開発期間

2005年度～2009年度

## (ii) 資源制約の克服

### (1) 希少金属代替材料開発プロジェクト（運営費交付金）

#### ①概要

ハイテク製品の製造に不可欠であり世界的な需給逼迫が懸念されるレアメタル（タンガステン、インジウム、ディスプロシウム）について、ナノテクノロジー等の最先端技術を活用して、代替材料開発・使用量削減を行う。なお、平成21年度からは、これまでの対象3鉱種に加えて、白金、セリウム、テルビウム等も研究開発の対象とする。

#### ②技術目標及び達成時期

タンガステン、インジウム、ディスプロシウムについては2011年度までに、白金、セリウム、テルビウム等については2013年度までに、使用原単位について現状と比較して削減ができる製造技術を開発し、ユーザー企業、大学等の外部機関に対して機能

評価のためにラボレベルで提供（試料提供）できる水準に至るまでの技術を確立することを目標とする。また、製品の機能や製造コストは現状と同等であることを少なくとも維持することを前提とする。

〔対象元素〕

- ・超硬工具向けタングステン（W）
- ・透明電極向けインジウム（In）
- ・希土類磁石向けディスプロシウム（Dy）
- ・排ガス浄化向け白金族（Pt）
- ・精密研磨向けセリウム（Ce）
- ・蛍光体向けテルビウム、ユーロピウム（Tb、Eu）

③研究開発期間

2007年度～2013年度

(iii) 環境制約の克服

(1) グリーン・サステイナブルケミカルプロセス基盤技術開発

①概要

化学品等の製造プロセスにおけるシンプル化、クリーン化、原材料・資源の多様化・有効利用、更に、廃棄物の減容化、容易なりサイクル等を実現し、産業競争力強化、国際規制の先取りを図って、将来にわたっても持続的に化学品等を製造するための必要なGSC（グリーン・サステイナブルケミカル）プロセスを開発する。

②技術的目標及び達成時期

2015年度までに、有害な化学物質を削減できる又は使わない革新的な製造プロセス、廃棄物、副生成物を削減できる革新的な製造プロセス、資源生産性を向上できる革新的な製造プロセスの開発を行う。

③研究開発期間

2008年度～2015年度

(2) 革新的マイクロ反応場利用部材技術開発\*（運営費交付金）（再掲）

①概要

マイクロリアクター、ナノ空孔などの精密反応場を利用し、反応分子の自由な運動を活性種レベルで制御した革新的な化学反応プロセスと新機能材料創成技術の確立を目指す。さらに、マイクロリアクターとナノ空孔反応場の組み合わせ、各反応場とマイクロ波等のエネルギー供給手段との組み合わせにより協奏的反応場を構成し、さらなる高効率生産等を可能にする基盤技術を開発する。これらの技術の確立により、反応システムの小型化、多段プロセスの簡略化等を通じた化学産業の製造工程等の省エネルギー化を図る。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術的目標及び達成時期

2010年度までに、マイクロリアクター技術、ナノ空孔技術を軸とし、これらに更にマイクロ波、超臨界流体等のエネルギー供給手段を組み合わせた協奏的反応場を構成

することにより、これまでにない革新的な化学反応プロセスを確立し、新機能材料創成技術を実現する。さらに、これらの技術を用いて高性能・高機能電子材料、医薬中間体などの部材を開発する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(3) 循環社会構築型光触媒産業創成プロジェクト（運営費交付金）

①概要

我が国で発見された光触媒技術の新産業分野開拓を目指し、サイエンスにさかのぼることにより、紫外光のみならず、可視光レベルでの性能・機能の飛躍的な向上のための技術基盤を構築する。これにより、従来では困難とされてきた医療関連分野や住宅建材分野、環境関連分野等に光触媒技術を導入し、光触媒の最大のメリットである自然エネルギーを利用した安心・安全な環境を提供できる技術を開発する。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、材料レベルで紫外光応答型2倍、可視光応答型10倍の感度向上を達成し、その高感度光触媒を適用した薄膜プロセス技術の基盤技術を確立する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(4) 高感度環境センサ部材開発\*

①概要

ダイオキシンをはじめとする極微量有害有機物質を超高感度で安価かつ簡易に計測するために、高感度セラミックセンシング材料を用いた環境センサーを開発する。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、ダイオキシン類、エストラジオール及びビスフェノールAについて、0.001ng・mlの濃度において有意な電気信号として検出し得る小型・携帯型計測器に挿入可能な寸法のセンサ部材の開発を目標とする。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(5) 次世代高信頼性ガスセンサー技術開発（運営費交付金）（再掲）

①概要

一酸化炭素中毒やガス漏れなどのガス事故を限りなくゼロに近づけるため、センサ素子のナノレベルでのメカニズム解析及び開発設計を行い、コードレスで高信頼性を有する次世代高信頼性ガスセンサー（COセンサー・メタンセンサー）を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、最先端のナノテクノロジー及びMEMS技術を導入し、電池駆動で5年以上の長寿命、高信頼性（数百ppm以下の故障率）、低コストなCOとメタンのセンサーを開発する。



### ③研究開発期間

2008年度～2011年度

## V. 材料・部材領域

極めて広範囲な産業領域に波及する材料・部材領域について、ユーザー製造業等との連携（川上・川下連携）を促進し、高度な部材産業群の「すり合わせ力」を一層強化する。

### (1) 鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発（運営費交付金）（再掲）

#### ①概要

プラント、構造物や自動車等の革新的な高効率化、省エネルギー化、長寿命化、安全・安心化を図るため、最新の科学的知見を導入し、鉄鋼材料及び鋼構造体を超高機能化する基盤的研究開発を行う。具体的には、高強度鋼、高機能鋼の実用化拡大の基盤となる(1)高級鋼厚板(高強度鋼、極低温用鋼、耐熱鋼)溶接部の信頼性・寿命を大幅に向上する溶接施工技術(高密度・清浄熱源溶接技術)、及び金属組織制御技術を基本とする材料技術(クリープ破壊及び水素破壊の機構説明等を踏まえた)の開発、(2)部材の軽量化を図るために強度、加工性等の最適機能傾斜を付与する機械部品鍛造技術(駆動部材の信頼性確保のための耐疲労破壊特性の向上を踏まえた)の開発を行う。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

#### ②技術目標及び達成時期

2011年度までに、高級鋼厚板(高強度鋼・極低温用鋼・耐熱鋼)の溶接を予熱・後熱なしに可能とする溶接技術と材料技術を開発するとともに、傾斜機能部材の鍛造技術を開発する。

#### ③研究開発期間

2007年度～2011年度

### (2) 超ハイブリッド材料技術開発（運営費交付金）

#### ①概要

従来実現が不可能と考えられていた相反する複数機能(トレードオフ機能)を両立できる材料を、異種素材の組合せ(ハイブリッド化)により実現するための技術を開発する。要素技術として、異種材料間の界面挙動をシミュレーション技術等により解明し、ナノレベルよりもさらに微小な原子・分子レベルでのハイブリッド化構造・配列制御のための合成技術を開発する。従来の単一材料では実現困難であったトレードオフの性能を引き出すことで、自動車用構造材料、パワーデバイス用材料、光学材料等を出口イメージとした、高機能革新部材製造に必要な技術基盤を開発する。

#### ②技術目標及び達成時期

2011年度までに、電気・電子材料、光学材料、その他工業材料について従来材料では実現できなかった相反機能を解消するとともに、市場評価が可能な成果物を供試し、市場(ユーザー)から、客観的な実用化研究開発課題を抽出する。また、単なる相反機能の解消ではなく、相反機能を制御・実現する技術を開発する。

#### ③研究開発期間

2007年度～2011年度

(3) 先端機能発現型新構造繊維部材基盤技術の開発\* (運営費交付金)

①概要

電界紡糸や溶融紡糸等により創製される極微細な繊維状材料に対してナノオーダーの成形加工や微細な界面加工ならびに複合化することで材料を高機能化した革新的部材を創出する。高機能新材料を求めるユーザーの要望を満たす繊維の極微細加工と高次複合化を解決する基盤技術開発を行う。

②技術的目標及び達成時期

2010年度までに、電界紡糸法による繊維高機能化、大型装置化技術およびナノ溶融分散紡糸法による超極細炭素繊維製造技術を開発し、これら基盤技術を活用して、高性能・高機能電池用部材、高性能・高機能フィルター用部材、高性能・高機能医療衛生用・産業用部材を開発する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(4) 次世代光波制御材料・素子化技術\* (運営費交付金) (再掲)

①概要

ガラス材料に関する精密モールド技術を確立し、機能性の高い光波制御素子を低コストで生産できるプロセス技術を開発することで部材の小型化・高機能化を図りつつ、省エネを実現する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2010年度までにサブ波長レベルの微細構造をガラス表面にモールド成形する技術を実現し、実装可能な具体的なデバイスを作製する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(5) 高機能複合化金属ガラスを用いた革新的部材技術開発 (運営費交付金)

①概要

複合化金属ガラス(金属ガラスマトリックス中に第二相として微結晶や微粒子または微小空隙等を分散させたもの)を創製して、次世代高密度記録媒体、超微小モータ用部材および高強度・高導電性電気接点部材を開発する。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、複合化金属ガラス合金を創製し、従来の金属ガラス単層合金の持つ優れた特徴に加えて、塑性加工性、硬磁気特性、高電気伝導性等を付与する。この複合化金属ガラスの新規特性を用いて、従来の金属ガラス単層合金では為しえなかった革新的部材の開発を行い、さらに多様な工業製品に応用することで、我が国産業の優位性を確保する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(6) マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト\* (運営費交付金)

①概要

マグネシウム合金部材について、製品歩留まりが高く、高耐疲労性を付与する鍛造技術の開発を行う。また、循環型素材としてのマグネシウム合金部材の特性を活かし、リサイクル材の鍛造用ビレット化に係る課題抽出を行う。当該技術開発により、マグネシウム鍛造部材製造技術の基盤を構築し、我が国の家電、自動車等の川下産業の競争力の強化に不可欠な高度部材を供給する。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに高強度・高耐疲労・加工性に優れたマグネシウム鍛造技術を確立する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

VI. 共通基盤領域

ナノテクノロジー、部材分野の研究開発に必要な加工・計測・解析技術等の共通基盤の確立とともに、リスク不安に対処したリスク管理手法を開発し、社会に貢献する産業化の支援を相互的に推進する。

(1) ナノ粒子の特性評価手法開発 (運営費交付金)

①概要

ナノ粒子のキャラクタリゼーション、計測技術の確立とともに、生体影響等評価手法、暴露評価手法及びナノテクノロジーによるリスク不安に対処したリスク管理手法を開発する。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、生体影響等評価手法、暴露評価手法及びリスク評価手法を開発し、ナノ粒子のリスク評価及び管理の考え方の提言を行う。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

注：\*印のある研究開発プロジェクトは、2006年度より開始された新産業創造高度部材基盤技術開発の一環として実施しているもの。

## 5. 政策目標の実現に向けた環境整備（関連施策）

ナノテクノロジーは、情報通信、ライフサイエンス、環境、エネルギーなどの分野における科学技術の進歩や課題解決に貢献する重要な技術シーズである。そのため、ナノテクノロジーの研究開発と一体となった関連施策を実施することで、その成果を市場に出していくことが重要である。主な関連施策を、以下に示す。

### 〔技術戦略マップ〕

- ・NEDO及び経済産業省では、技術戦略マップを策定、毎年改訂し、ナノテクノロジー・部材分野の将来の方向性を見定めながら、合理的かつ効果的な研究開発プロジェクトを推進している。また、技術戦略マップを活用して、多様な連携（川上川下の垂直連携、異業種間の水平連携など）による研究開発を促進、支援し、当該分野の技術革新を促進している。

### 〔サンプル提供・実用化促進〕

- ・NEDOでは、実施するナノテクノロジー関連の研究開発プロジェクト成果のサンプルを対象として、それらを活用した用途の開発、実用化ないし製品化提案を有する企業とのマッチングを図ることで、プロジェクトの事業化を促進する取組みを実施してい

### 〔基準・標準化〕

- ・経済産業省では、ナノテクノロジー関連の研究開発成果を社会及び市場等に普及するための環境整備として、ナノテクノロジーの標準化活動（ISO/IEC、JIS）を推進している。

### 〔広報〕

- ・ナノテクノロジーに関する先端技術及び製品等の世界最大の展示会である「nano tech」が毎年日本で開催されている。

### 〔社会受容〕

- ・ナノテクノロジーの産業化の推進とともに、ナノ粒子のキャラクタリゼーション技術や人の健康や環境に及ぼす影響等の潜在的な課題に関する知見を蓄積する等のナノテクノロジーの社会受容に対する取組みを推進している。
- ・経済産業省では、2006年度から「ナノ粒子の特性評価手法開発」を開始し、工業ナノ粒子の有害性評価手法、また、そのリスク評価手法の確立を目標としたプロジェクトを開始しているところ。
- ・OECDでは、2006年9月、化学品委員会に工業ナノ材料作業部会（WPMN）が設置され、代表的な14種の工業ナノ材料について、試験計画の合意と試験実施を目的とする「スポンサーシッププログラム」が実施されている。スポンサーシッププログラム対象物質のうち、カーボンナノチューブ（単層、多層）、フラーレンの3物質については日本が中心となって担当し、「ナノ粒子の特性評価手法開発」等の成果で貢献している。

### 〔人材育成〕

- ・経済産業省では、「製造中核人材育成事業」を実施しており、産学連携による波及効果の高い人材育成プログラムを開発、実践している。ナノテクノロジー関連の人材育成プログラムも複数実施している。

（例）ナノテク製造中核人材の養成プログラム

概要：情報家電、燃料電池、ロボット、医療機器、バイオ等の応用分野において、その産業の基盤と創出を支える中堅企業を対象として、「基礎加工技能・技術、特殊な要素技能・技術に習熟し、製造技術の高度化を図る人材」及び「豊富なナノ加工プロセスの知識や先端機器を使いこなすノウハウ等を習熟し、製造現場の技能・技術を統括できず人材」を育成するもの。

- ・ N E D Oでは、我が国の産業技術の発展のため、先端分野や融合分野の技術を支える人材の育成と、人的交流の面から産学連携を促進するための「場」の形成を促進する取組みを実施している（N E D O特別講座）。具体的には、優れた成果を生み出しつつあり、大学が技術の中核となっている研究開発プロジェクトをコアプロジェクトとし、そのプロジェクトリーダーの所属大学に拠点を設置し、関連技術の人材育成、人的交流の拡大、周辺研究の実施を行うもの。ナノテクノロジー関連の研究開発プロジェクトも複数実施している。

#### 〔関係機関との連携〕

- ・ ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発—うち新材料・新構造ナノ電子デバイスプロジェクト、希少金属代替材料開発プロジェクトにおいては、文部科学省との合会議を設置するなど、連携しつつプロジェクトを推進している。

#### 〔他省庁との連携〕

- ・ 総合科学技術会議／連携施策群において、「ナノバイオテクノロジー」「ナノテク研究推進と社会受容」等が設置され、関係省庁と連携して実施している

## 6. 研究開発の実施に当たっての留意事項

事業の全部又は一部について独立行政法人の運営費交付金により実施されるもの（事業に（運営費交付金）と記載したもの）は、中期目標、中期計画等に基づき、運営費交付金の総額の範囲内で、当該独立行政法人の裁量によって実施されるものである。

## 7. 改訂履歴

- (1) 平成12年12月28日付け制定。
- (2) 平成14年2月28日付け制定。材料ナノテクノロジープログラム基本計画（平成12・12・27工総第16号）は、廃止。
- (3) 平成15年3月10日付け制定。ナノテクノロジープログラム基本計画（平成14・02・25産局第8号）は、廃止。
- (4) 平成16年2月3日付け制定。ナノテクノロジープログラム基本計画（平成15・03・07産局第1号）は、廃止。
- (5) 平成17年3月31日付け制定。ナノテクノロジープログラム基本計画（平成16・02・03産局第7号）は、廃止。
- (6) 平成18年3月31日付け制定。ナノテクノロジープログラム基本計画（平成17・03・25産局第4号）は、廃止。
- (7) 平成19年4月2日付け制定。ナノテクノロジープログラム基本計画（平成18・03・31産局第13号）は、廃止。
- (8) 平成14年2月28日付け制定。
- (9) 平成15年3月10日付け制定。革新的部材産業創出プログラム基本計画（平成14・02・25産局第9号）は、廃止。
- (10) 平成16年3月7日付け制定。革新的部材産業創出プログラム基本計画（平成15・03・07産局第5号）は、廃止。
- (11) 平成17年3月31日付け制定。革新的部材産業創出プログラム基本計画（平成16・03・07産局第5号）は、廃止。
- (12) 平成18年3月31日付け制定。革新的部材産業創出プログラム基本計画（平成17・03・25産局第3号）は、廃止。
- (13) 平成19年4月2日付け制定。革新的部材産業創出プログラム基本計画（平成18・03・31産局第14号）は、廃止。
- (14) 平成20年4月1日付け、ナノテク・部材イノベーションプログラム基本計画制定。ナノテクノロジープログラム基本計画（平成19・03・20産局第1号）および革新的部材プログラム基本計画（平成19・03・19産局第4号）は、本イノベーションプログラム基本計画に統合することとし、廃止。
- (15) 平成21年4月1日付け制定。ナノテク・部材イノベーションプログラム基本計画（平成20・03・24産局第1号）は、廃止。

# エネルギーイノベーションプログラム基本計画

## 1. 目的

資源に乏しい我が国が、将来にわたり持続的発展を達成するためには、革新的なエネルギー技術の開発、導入・普及によって、各国に先んじて次世代型のエネルギー利用社会の構築に取り組んでいくことが不可欠である。他方、エネルギー技術開発は、長期間を要するとともに大規模投資を伴う一方で将来の不確実性が大きいことから、民間企業が持続的な取組を行うことは必ずしも容易ではない。このため、政府が長期を見据えた将来の技術進展の方向性を示し、官民双方がこの方向性を共有することで、長期にわたり軸のぶれない取組の実施が可能となる。

エネルギー安全保障の確立や、世界全体の温室効果ガスを2050年までに半減するという長期目標を達成するため、以下に政策の柱毎に目的を示す。

### 1-I. 総合エネルギー効率の向上

1970年代以来、官民をあげて省エネルギーに取り組み、産業構造の転換や新たな製造技術の導入、民生機器の効率改善等により世界最高水準の省エネルギーを達成している。今後、「新・国家エネルギー戦略」に掲げる、2030年までにGDPあたりのエネルギー利用効率を約30%向上を実現していくためには、産業部門はもとより、全部門において、総合エネルギー効率の向上に資する技術開発とその成果の導入を促進する。

### 1-II. 運輸部門の燃料多様化

ほぼ100%を石油に依存する運輸部門は、我が国エネルギー需給構造上、最も脆弱性が高く、その需給構造の次世代化は、将来に向けた早急な対策が不可欠な課題となっている。

「新・国家エネルギー戦略」に掲げる目標（2030年に向け、運輸部門の石油依存度が80%程度となることを目指す）の実現のためにも、官民が中長期的な展望・方向性を共有しつつ、技術開発と関連施策を推進する。

### 1-III. 新エネルギー等の開発・導入促進

太陽光、風力、バイオマスなどの新エネルギーは、エネルギー源の多様化や地球温暖化対策の観点から重要である。しかし、現時点では経済性や出力安定性といった普及へ向けての課題が存在する。

そのため、これらの課題解決に向けた技術開発の推進及び新エネルギーの導入促進のための関連施策の実施により、更なる新エネルギーの普及を推進する。

### 1-IV. 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保

原子力発電は供給安定性に優れ、運用時にCO<sub>2</sub>を排出しないクリーンなエネルギー源である。安全確保を大前提に核燃料サイクルを含む原子力発電を着実に推進する。

### 1-V. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

化石燃料資源の大宗を輸入に依存する我が国にとって、その安定供給の確保は国家安全保障に直結する課題である。このため、石油・天然ガス等の安定供給確保を目指し、我が国企業による資源国における資源開発等に対する支援等の施策を進めるとともに、その有効かつクリーンな利用を図る。

## 2. 政策的位置付け

### ○ 低炭素社会づくり行動計画（2008年7月閣議決定）

2008年6月の福田総理（当時）のスピーチ「福田ビジョン」等を受け、我が国が低炭素社会へ移行していくための具体的な道筋を示すため、国全体を低炭素化へ動かす仕組みや革新的な技術開発、国民一人ひとりの行動を促すための取組について策定。

「環境エネルギー技術革新計画」や「Cool Earth－エネルギー革新技術計画」等に示された革新的技術の開発に5年間で300億ドル程度を投入するという具体的な目標が示された。

### ○ 環境エネルギー技術革新計画（2008年5月）

温室効果ガスの大幅な削減を目指すだけでなく、エネルギー安全保障、環境と経済の両立、開発途上国への貢献等を考慮し、以下の戦略等を策定。

1. 低炭素社会実現に向けた我が国の技術戦略
2. 国際的な温室効果ガス削減策への貢献策
3. 革新的環境エネルギー技術開発の推進方策

### ○ Cool Earth－エネルギー革新技術計画（2008年3月）

2007年5月の総理イニシアティブ「クールアース50」を受け、世界全体の温室効果ガスの排出量を現状に比して2050年までに半減するという長期目標を達成するため、エネルギー分野における革新的な技術開発について検討をおこない、21の技術を選定。

### ○ エネルギー基本計画（2007年3月閣議決定）

重点的に研究開発のための施策を講ずべきエネルギーに関する技術及びその施策として、

1. 総合エネルギー効率の向上に資する技術
2. 原子力利用の推進とその大前提となる安全の確保に資する技術
3. 運輸部門のエネルギー多様化に資する技術
4. 新エネルギーに関する技術
5. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用に資する技術

以上が位置づけられている。

### ○ 新・国家エネルギー戦略（2006年5月）

世界最先端のエネルギー需給構造の実現を図るため

1. 省エネルギーフロントランナー計画
2. 運輸エネルギーの次世代化計画
3. 新エネルギーイノベーション計画
4. 原子力立国計画

以上の計画が位置づけられている。また、資源外交、エネルギー環境協力の総合的な強化を図るため、「総合資源確保戦略」が位置づけられている。

### ○ 第3期科学技術基本計画（2006年3月閣議決定）

国の存立にとって基盤的であり国として取り組むことが不可欠な研究開発課題を重視して研究開発を推進する「推進4分野」であるエネルギー分野、分野別推進戦略（2006年3月総合科学技術会議）における「推進4分野」であるエネルギー分野に位置付けられている。



- 経済成長戦略大綱（２００６年７月財政・経済一体改革会議）  
資源・エネルギー政策の戦略的展開として
  - １．省エネルギーフロントランナー計画
  - ２．次世代自動車・燃料イニシアティブ等による運輸エネルギー次世代化
  - ３．新エネルギーイノベーション計画
  - ４．原子力立国計画
  - ５．資源外交、環境・エネルギー協力等の総合的な強化以上が位置づけられている
- 京都議定書目標達成計画（２００５年４月閣議決定）  
「京都議定書の約束を達成するとともに、更に「脱温暖化社会」に向けて長期的・継続的な排出削減を進めるには、究極的には化石燃料への依存を減らすことが必要である。環境と経済の両立を図りつつ、これらの目標を達成するため、省エネルギー、未利用エネルギーの利用等の技術革新を加速し、効率的な機器や先進的なシステムの普及を図り、世界をリードする環境立国を目指す。」とされている。

### 3. 達成目標

#### 3-I. 総合エネルギー効率の向上

転換部門における「エネルギー転換効率向上」、産業部門における「製造プロセス効率向上」、民生・運輸部門における「省エネルギー」などにより、GDP当たりのエネルギー消費指数を2030年度までに少なくとも30%改善することを目指す。

#### 3-II. 運輸部門の燃料多様化

バイオマス由来燃料、GTL、BTL、CTLなどの新燃料、電気自動車や燃料電池自動車などの導入により、現在ほぼ100%の運輸部門の石油依存度を2030年までに80%程度とすることを目指す。

#### 3-III. 新エネルギー等の開発・導入促進

太陽光、風力、バイオマスなどの新エネルギーの技術開発や燃料電池など革新的なエネルギー高度利用を促進することにより、新エネルギー等の自立的な普及を目指すことで、エネルギー源の多様化及び地球温暖化対策に貢献する。

#### 3-IV. 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保

2030年以降においても、発電電力量に占める比率を30~40%程度以上とすることを目指すため、高速増殖炉サイクルの早期実用化、既設軽水炉代替へ対応する次世代軽水炉の開発、軽水炉技術を前提とした核燃料サイクルの確立、放射性廃棄物対策などの技術開発を推進する。

#### 3-V. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

石油・天然ガスの化石燃料の安定供給確保を目指し、資源獲得能力の強化に資する先端的な技術開発を推進するとともに、環境負荷低減のために化石燃料の効率的かつクリーンな利用を促進するための技術開発・導入を目指す。

## 4. 研究開発内容

### 4-I. 総合エネルギー効率の向上

#### 4-I-i. 共通

##### (1) 省エネルギー革新技術開発事業（運営費交付金）

###### ①概要

テーマ公募型事業として、「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」に基づき、「先導研究」、「実用化開発」及び「実証研究」の3つの技術開発フェーズに加え、「挑戦研究」フェーズを追加し、革新的な省エネルギー技術の開発を行う。

###### ②技術目標及び達成時期

世界全体の温室効果ガス排出量を現状に比べて2050年までに半減するという長期目標を実現するための「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」の主旨に基づき、大幅な省エネルギー効果を発揮する革新的なエネルギー使用合理化技術について研究開発・実用化を推進する。

###### ③研究開発時期

2003年度～2013年度

##### (2) エネルギー使用合理化産業技術研究助成事業（運営費交付金）

###### ①概要

産業界や社会のニーズに応える省エネルギー技術のシーズの発掘とその育成、並びに、省エネルギー技術に関する次世代の研究リーダーの育成を図る。この目的のため、産業界からの期待が高い技術領域・課題を提示した上で、大学や独立行政法人の研究者等から研究開発テーマを募集する。厳正な外部評価によって省エネルギー効果があり且つ独創的・革新的なテーマを選定し、研究者代表者個人を特定して助成金を交付する。

###### ②技術的目標及び達成時期

独創性のある研究者等を助成すると共に、中間評価ゲート方式が醸成する競争的環境の下で企業との連携を強化させることにより、10～15年後の実用化が有望な革新的省エネルギー技術の研究開発を促進する。本事業では革新的省エネルギー技術の実用化への第1歩となる特許について、助成期間終了後の出願比率を100%とすることを目標とするとともに、省エネルギー技術に関する次世代の研究リーダーの育成を図る。

###### ③研究開発期間

2000年度～

##### (3) 新エネルギー技術実用化補助事業（運営費交付金）（4-III-i 参照）

##### (4) 非化石エネルギー産業技術研究助成事業（運営費交付金）（4-III-i 参照）

#### 4-I-ii. 超燃焼システム技術

##### (1) 環境調和型製鉄プロセス技術開発（運営費交付金）（再掲）

###### ①概要

高炉ガスからの効率的な二酸化炭素分離と中低温排熱の有効活用及び水素を炭素（コークス）の一部代替として鉄鉱石を還元する革新的製鉄プロセスの開発を行う。

###### ②技術的目標及び達成時期

最終的な技術開発目標として製鉄プロセスにおけるCO<sub>2</sub>排出量を30%削減することを目指し、2050年までに実用化する。

###### ③研究開発期間

2008年度～2017年度

##### (2) 資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発（運営費交付金）

###### ①概要

高品位な製鉄材料（鉄鉱石・石炭等）の入手が困難になってきていることから、原料使用量の低減及び、比較的入手が容易な低品位原料の使用拡大を図ることが喫緊の課題となっている。本技術開発では、還元剤として低品位な石炭と鉄鉱石の塊成物を開発し、炉内反応の高速化・低温化を実現することにより、省エネルギーで高効率な革新的製鉄プロセスを開発する。

###### ②技術的目標及び達成時期

2011年度までに、①革新的塊成物の組成・構造条件の探索、②革新的塊成物の製造プロセス、③革新的塊成物による高炉操業プロセスを開発する。これらによる効果は、年産400万トン規模の中型高炉に適用した場合の炭材使用量のうち高品位炭使用量が約80%から60%程度に削減可能となるとともに、革新的塊成物を高炉に使用する操業技術の改良による還元材比の低減により、新開発のプロセスを含めた製鉄プロセスでの投入エネルギーは約10%削減される。

###### ③研究開発期間

2009年度～2011年度

##### (3) 革新的ガラス溶融プロセス技術開発（運営費交付金）

###### ①概要

プラズマ等による高温を利用し瞬時にガラス原料をガラス化することにより、極めて効率的にガラスを気中で溶融（インフライトメルティング法）し省エネに資する革新的ガラス溶融プロセス技術を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

###### ②技術的目標及び達成時期

2012年度までに、インフライトメルティング法により原料を溶解する技術、カレットをガラス原料として利用するため高効率で加熱する技術、カレット融液とインフライトメルティング法による原料融液とを高速で混合する技術を開発する。

### ③研究開発期間

2008年度～2012年度

## (4) 革新的マイクロ反応場利用部材技術開発（運営費交付金）

### ①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、マイクロリアクター、ナノ空孔などの精密反応場を利用し、反応分子の自由な運動を活性種レベルで制御した革新的な化学反応プロセスと新機能材料創成技術の確立を目指す。さらに、マイクロリアクターとナノ空孔反応場の組み合わせ、各反応場とマイクロ波等のエネルギー供給手段との組み合わせにより協奏的反応場を構成し、さらなる高効率生産等を可能にする基盤技術を開発する。これらの技術の確立により、反応システムの小型化、多段プロセスの簡略化等を通じた化学産業の製造工程等の省エネルギー化を図る。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

### ②技術的目標及び達成時期

2010年度までに、マイクロリアクター技術、ナノ空孔技術を軸とし、これらに更にマイクロ波、超臨界流体等のエネルギー供給手段を組み合わせた協奏的反応場を構成することにより、これまでにない革新的な化学反応プロセスを確立し、新機能材料創成技術を実現する。さらに、これらの技術を用いて高性能・高機能電子材料、医薬中間体などの部材を開発する。

### ③研究開発期間

2006年度～2010年度

## (5) 鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発（運営費交付金）

### ①概要

プラント、構造物や自動車等の革新的な高効率化、省エネルギー化、長寿命化、安全・安心化を図るため、最新の科学的知見を導入し、鉄鋼材料及び鋼構造物を超高機能化する基盤的研究開発を行う。具体的には、高強度鋼、高機能鋼の実用化拡大の基盤となる(1)高級鋼厚板(高強度鋼、極低温用鋼、耐熱鋼)溶接部の信頼性・寿命を大幅に向上する溶接施工技術(高密度・清浄熱源溶接技術)、及びクリープ破壊、金属組織制御技術を基本とする溶接材料技術(クリープ破壊及び水素破壊の機構解明等を踏まえた)の開発、(2)部材の軽量化を図るために強度、加工性等の最適機能傾斜を付与する機械部品鍛造技術(駆動部材の信頼性確保のための耐疲労破壊特性の向上を踏まえた)の開発を行う。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

### ②技術目標及び達成時期

2011年度までに、高級鋼厚板(高強度鋼・極低温用鋼・耐熱鋼)の溶接を予熱・後熱なしに可能とする溶接技術と材料技術を開発するとともに、傾斜機能部材の鍛造技術を開発する。

### ③研究開発期間

2007年度～2011年度

## (6) 希少金属等高効率回収システム開発

### ①概要

小型電子・電気機器にはベースメタルや、金、銀等の貴金属の他、インジウム、ニッケル等の希少金属等を含有している。現状では、これらの機器が廃棄された後は、非常に高温で処理する乾式製錬技術を用いてリサイクル・処理されているため、多大なエネルギーを消費するばかりか、回収可能な金属が銅、金、銀等に限定されており、その他の希少金属等は回収できずに廃棄処分されている。このため、湿式製錬技術を活用した高効率な最適技術の開発等を通じて、回収工程の省エネルギー及び希少金属等の回収率向上を図る。

### ②技術目標及び達成時期

- ・ 従来方法（乾式製錬）で処理する場合に比べて、大幅な省エネルギーの実現（省エネルギー効果：原油換算で約78万kl/年削減）
- ・ 廃小型電子・電気機器、廃超硬工具等中に含まれる希少金属等の回収率の向上（インジウム0%→90%、ニッケル50%→95%、コバルト0%→95%、タンタル0%→80%、タングステン90%→95%、レアアース 0%→80%）

### ③研究開発期間

2007年度～2010年度

## (7) 低品位鉱石・難処理鉱石に対応した革新的製錬プロセス技術の研究開発

### ①概要

世界的な鉱石品位の低下、不要元素等の不純物の増加に対応するため、我が国非鉄金属業においては、低品位鉱石の利用拡大による我が国の鉱物資源の安定供給確保の強化が喫緊の課題となっているため、低品位・難処理鉱石の革新的な省エネルギー型の製錬プロセスを開発する。

### ②技術目標及び達成時期

低品位鉱石及び難処理鉱石から効率的に銅等有用な非鉄金属を回収するため、低品位鉱石・難処理鉱石に対応した省エネルギー型プロセスによる新たな選鉱技術、製錬技術及び不純物対策技術の研究開発を行う。

#### (1) 高品位精鉱回収技術

低品位鉱石・難処理鉱石から高品位の精鉱を得る選鉱技術の開発。

ハンドリングが難しい極微細鉱等難処理鉱を処理する製錬技術の開発。

#### (2) 有用金属の抽出等回収技術

低品位精鉱から含有金属を高効率に回収する製錬技術の開発。

#### (3) 高濃度不純物の除去等対策技術

不要な元素（ヒ素、ビスマス、アンチモン等）等を多く含む精鉱からの不純物除去、分離、安定化等技術の開発。

上記要素技術を開発し、将来的にエネルギー消費原単位の悪化が予測される非鉄金属製錬について、省エネルギー見込み量、原油換算約2.6万KLを達成。

### ③研究開発期間

2009年度～2012年度

## (8) 環境調和型水循環技術開発

### ①概要

我が国が強みを持つ、膜技術を始めとする水処理技術を強化し、省水型・環境調和型の水循環システムの開発に資する省エネ・省水型の要素技術を開発する。

### ②技術目標及び達成時期

2013年度までに、以下の技術を開発する。

#### ● 革新的膜分離技術の開発：

従来法に比べ膜透過加圧エネルギー等を50%以上削減。

#### ● 省エネ型膜分離活性汚泥法（MBR）技術の開発：

従来法に比べ膜洗浄の曝気（空気気泡）エネルギー等を30%以上削減。

#### ● 有用金属・有害物質の分離・回収技術の開発：

従来法に比べ汚泥の削減により汚泥処理・処分エネルギーを80%以上削減。

#### ● 高効率難分解性物質分解技術の開発：

従来法に比べ窒素処理に係るエネルギーを50%以上削減。

オゾン酸化法等のエネルギーを50%以上削減。

### ③研究開発期間

2009年度～2013年度

## (9) 微生物機能を活用した環境調和型製造基盤技術開発

### i) 微生物機能を活用した高度製造基盤技術開発（運営費交付金）

#### ①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、省エネルギーかつ環境負荷が少ないといった特徴を有する微生物機能を活用した有用物質の革新的な生産プロセス（モノ作り）の技術を構築するため、産業用途に必要な機能既知遺伝子で構成されたゲノムを持ち、物質生産性向上につながる性能を備えた高性能宿主細胞の創製や、微生物反応の多様化・高機能化技術を開発するとともに、バイオマスを原料として有用物質を体系的かつ効率的に生産する（バイオリファイナリー）ための基盤技術を開発する。

#### ②技術目標及び達成時期

2010年度までに、物質生産性向上につながる性能を備えた高性能宿主細胞を創製するとともに、バイオプロセスの実用化適用範囲の拡大のための微生物反応の多様化・高機能化技術の開発を行う。バイオリファイナリー技術については、バイオマスを高効率で糖化し、糖から高効率で各種化成品の基幹物質を生産するバイオプロセス体系を構築する。

#### ③研究開発期間

2006年度～2010年度

ii) 微生物群のデザイン化による高効率型環境バイオ処理技術開発（運営費交付金）

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、従来エネルギー多消費・廃棄物多排出型であった廃水・廃棄物処理において、微生物群の構成及び配置等を人為的に制御（デザイン化）することで、その処理効率を大幅に向上させ、省エネルギーで廃棄物も少ない高効率型廃水・廃棄物処理の基盤技術を確立する。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、特定有用微生物群を人為的に安定導入・維持もしくは人為的に空間配置・優先化させる等のデザイン化技術を開発し、従来の廃水、廃棄物処理に比べより高効率で省エネルギーな処理技術を開発するとともに、実用化に資するための実証可能なテストプラント規模にて評価する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(10) 省エネルギー型化学技術創成研究開発補助事業

①概要

化学企業が有する技術シーズの中で、省エネルギーのポテンシャルが大きいにもかかわらず民間だけで事業を進めるには開発リスクが大きいこと等がネックになって十分な研究開発費が投じられていない技術に対して、戦略的な研究開発支援を実施することにより、化学産業のみならず、各種最終製品や他産業において抜本的なエネルギー効率の改善を促進するものである。

②技術的目標及び達成時期

2010年度までに、将来の発展が有望な技術に関する研究開発の実施とその実用化と普及を通し、化学産業のみならず他分野も含めた我が国省エネルギー対策への一層の寄与を目標とする。

③研究開発期間

2004年度～2010年度

(11) エネルギー使用合理化繊維関連次世代技術開発

①概要

製造エネルギーの低減を図ることができる革新的な繊維製品製造技術の開発や、使用することでエネルギー消費の低減が可能となる新たな繊維製品を開発。

②技術的目標及び達成時期

2010年度までに、以下の開発を行う。

①次世代資材用繊維の開発

②ポリエチレンテレフタレート製造エネルギー低減技術の開発

③研究開発期間

2005年度～2009年度

## (12) 高効率ガスタービン実用化技術開発

### ①概要

省エネルギー及びCO<sub>2</sub>削減の観点から電力産業用高効率ガスタービンの実用化を目指し、大容量機（25万kW程度（コンバインド出力40万kW））の高効率化（52%→56%）のために1700℃級ガスタービンの実用化に必要な先端要素技術を適用した各要素モジュールの検証等を実施する。また、小中容量機（10万kW程度）の高効率化（45%→51%）のために有望とされている高温分空気利用ガスタービンの実用化に必要な多段軸流圧縮機、多缶燃焼器等の開発を行うとともにシステムの信頼性等の検証を行う。

### ②技術的目標及び達成時期

1700℃級ガスタービン実用化技術開発：先端要素技術を活用した燃焼器、タービン、圧縮機等各モジュールの検証等を行い、送電端熱効率56%以上の達成が可能なことを確認する。

高温分空気利用ガスタービン実用化技術開発：2011年までに軸流圧縮機の3.5%（空気重量比）吸気噴霧冷却技術、低NO<sub>x</sub>燃焼技術（運用負荷帯で10ppm以下）等を開発すると共に、実機に近い条件での要素機器の信頼性・耐久性を確認する。

### ③研究開発期間

2008年度～2011年度

## (13) エネルギー使用合理化高効率紙パルプ工程技术開発（運営費交付金）

### ①概要

紙パルプ産業では、環境に関する自主行動計画に基づき、2010年度までに製品当たり化石エネルギー原単位を1990年度比13%削減し、CO<sub>2</sub>排出原単位を10%削減することを目指し、紙パルプ工程における省エネルギー対策を着実に進めているものの、より一層の省エネルギー対策を進めるためには、技術開発によるブレークスルーが必要となっている。紙パルプ産業は、エネルギー多消費型産業のひとつであり、紙パルプ工程での省エネルギー対策は波及効果が大いことから、紙パルプ工程におけるエネルギー使用合理化に資する技術開発を提案公募により実施する。

### ②技術的目標及び達成時期

京都議定書の第1約束期間中、又は、第2約束期間中を目途として実用化に至るような技術開発を行うことで、京都議定書の第1約束期間の目標を着実に達成するとともに、現在、検討が行われている第2約束期間に向けた省エネルギー対策の更なる深化を進めていく。

### ③研究開発期間

2005年度～2010年度

## (14) 革新的省エネセラミックス製造技術開発（運営費交付金）

### ①概要

小型炉設備で生産可能な小型セラミック中空ユニットを複数組みあわせること



で、これまでその製造が難しかった複雑な形状を持つ大型セラミックス部材を省エネで製作することができる革新的なセラミック部材製造技術を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

#### ②技術目標及び達成時期

2013年度までに、高機能化された小さな精密ブロックを立体的に組み上げ、高効率で接合、一体化をし、複雑な形状の部材や大型の部材を製造可能とする革新的なプロセス技術の基盤を確立し、高耐性部材、高温断熱部材及び高比剛性部材の試作を行う。

#### ③研究開発期間

2009年度～2013年度

(15) 発電プラント用超高純度金属材料開発 (運営費交付金) (4-IV-v 参照)

(16) 先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発 (4-V-iv 参照)

(17) 噴流床石炭ガス化発電プラント開発 (4-V-iv 参照)

(18) 石油精製高度機能融合技術開発 (4-V-ii 参照)

### 4-I-iii. 時空を超えたエネルギー利用技術

(1) カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクト (運営費交付金)

#### ①概要

高純度、高密度に配向した長尺の単層カーボンナノチューブの大量合成技術を開発するとともに、これを用いた従来よりも格段にパワー (電力) と蓄電量が大きなキャパシタを開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

#### ②技術目標及び達成時期

2010年度までに、単層カーボンナノチューブの高度配向技術及び大量生産技術を確立するとともに、キャパシタ製造技術を確立することで、20Wh/Kgの高エネルギー密度と耐久性を有する電気二重層キャパシタを開発する。

#### ③研究開発期間

2006年度～2010年度

(2) イットリウム系超電導電力機器技術開発 (運営費交付金) (4-IV-iv 参照)

(3) 高温超電導電力ケーブル実証プロジェクト (運営費交付金) (4-IV-iv 参照)

(4) 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発 (運営費交付金) (4-III-v 参照)

(5) 燃料電池先端科学研究 (運営費交付金) (4-III-v 参照)

(6) 固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発 (運営費交付金) (4-III-v 参照)

(7) 水素貯蔵材料先端基礎研究事業 (運営費交付金) (4-III-v 参照)

(8) 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発 (運営費交付金) (4-III-v 参照)

(9) 固体酸化物形燃料電池実証研究 (運営費交付金) (4-III-v 参照)

(10) 大規模電力供給用太陽光発電システム安定化等実証事業 (運営費交付金) (4-IV-v 参照)

(11) 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発 (運営費交付金) (4-IV-v 参照)

(12) 革新型蓄電池先端科学基礎研究 (運営費交付金) (4-III-iii 参照)

#### 4-I-iv. 省エネ型情報生活空間創生技術

##### (1) グリーンITプロジェクト（運営費交付金）

###### ①概要

情報化社会の進展に伴うIT機器の消費電力の大幅な増大に対応し、抜本的な省エネを実現するため、サーバ、ネットワーク機器等の各装置の省エネに加え、省エネ型の巨大コンピューティング技術（グリーン・クラウドコンピューティング技術）、パワーエレクトロニクス技術を開発する。

###### ②技術目標及び達成時期

2012年度までに、IT機器・システムのエネルギー消費効率を2倍に向上させる基盤技術を開発する。

###### ③研究開発期間

2008年度～2012年度

##### (2) 次世代高効率ネットワークデバイス技術開発（運営費交付金）

###### ①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、ネットワークで伝送されるデータ量の爆発的増加に伴い、関連機器の消費エネルギーが増大している中で、ネットワーク全体の消費電力量を抑制することが喫緊の課題であり、消費エネルギーの低減に大きく貢献するルータ・スイッチの高速化のための研究開発を実施するとともに、機器そのものの消費エネルギーを低減するための研究開発を実施する。

###### ②技術的目標及び達成時期

2011年度までに、1チャンネルあたり40Gbps超の通信速度に対応するトラフィック計測・分析・管理技術や40Gbpsのインターフェース、さらなる通信速度向上（100Gbps超）を実現するハードウェア技術、SFQ（単一磁束量子）スイッチに関する実現を可能とするための基盤技術を開発する。

###### ③研究開発期間

2007年度～2011年度

##### (3) 次世代大型低消費電力ディスプレイ基盤技術開発（運営費交付金）

###### ①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、次世代の大型液晶及び大型プラズマディスプレイに関する低消費電力ディスプレイを実現するための研究開発を行う。

###### ②技術的目標及び達成時期

2011年度までに、液晶に関しては、高効率バックライト、革新的なTFTアレイプロセス技術・製造装置及び低消費電力型の画像処理エンジン等に係る技術を確立する。また、プラズマディスプレイに関しては、超低電圧駆動等に係る技術を確立する。

###### ③研究開発期間

2007年度～2011年度

(4) 有機発光機構を用いた高効率照明の開発 (運営費交付金)

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、蛍光灯に代わる高効率照明として有機EL発光機構を用いるための技術開発課題(発光効率、演色性、面均一性、生産コスト)等を明らかにし、それをブレークスルーしうる技術シーズを抽出する。

②技術目標及び達成時期

2009年までに現在一般に普及している蛍光灯照明に代わる高効率照明としての必要スペックを達成するとともに、次世代照明として同じく期待されているLEDとの差別化要素を技術的に達成し、大面積/高スルーput/低コストで量産するプロセス技術を開発する。また、現在蛍光灯の間接・拡散照明が用いられている照明機器を代替する有機EL照明を実用的なコストで製造できる技術を確立する。

③研究開発期間

2007年度～2009年度

(5) マルチセラミックス膜新断熱材料の開発 (運営費交付金)

①概要

住宅やビルなどの冷暖房における大幅な省エネを実現する画期的な断熱性能を持つ壁および窓材料を、セラミックスのナノ多孔体構造やポリマー複合化構造などからなるマルチセラミックス膜アセンブリ技術によって開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、熱貫流率(熱の伝わりやすさ)が $0.3\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 以下、壁厚さ10mm程度の超断熱壁材料および熱貫流率が $0.4\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 以下、光(可視光)透過率が65%以上(Low-Eガラス使用)、ヘイズ率が1%以下の超断熱窓材料を実現する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(6) 超フレキシブルディスプレイ部材技術開発 (運営費交付金)

①概要

製造工程等の省エネルギー化を実現するために行う。従来、表示デバイスの製造には、真空蒸着と高温下での焼成と、それに伴う排ガス排水処理が必須であった。これを、ロールtoロール方式に代替することで常圧、常温下での製造を実現し、フレキシブルな薄型ディスプレイを製造する。そのために、有機TFT材料およびコンタクトプリント技術等を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2009年度までに、実用化に向けた実証のための巻き取り方式ディスプレイのプロトタイプを試作する。またフレキシブルデバイス材料開発に貢献する部材ならびに薄膜複合化技術を開発し、これらをパネル化するための実用化技術を確立する。

③研究開発期間

2006年度～2009年度

(7) 低損失オプティカル新機能部材技術開発 (運営費交付金)

①概要

近接場光の原理・効果を応用した低損失オプティカル新機能部材技術を開発し、実用化の目処を得ることを目的とする。動作原理に近接場光を用いるオプティカル新機能部材は、従来の材料特性のみに依存した光学部品では不可能な機能・性能を発揮し、液晶プロジェクター・液晶ディスプレイなど情報家電の省エネルギー、高性能・高信頼化を図る上でのキーデバイスとなることが期待できる。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、共通基盤技術として、ナノ構造部材の設計・作製・評価技術を開発するとともに、ナノ構造部材に発現する近接場光の機能を動作原理とする低損失オプティカル新機能部材を検討し機能を確認する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(6) 次世代光波制御材料・素子化技術 (運営費交付金)

①概要

ガラス材料に関する精密モールド技術を確立し、機能性の高い光波制御素子を低コストで生産できるプロセス技術を開発することで部材の小型化・高機能化を図りつつ、省エネを実現する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2010年度までにサブ波長レベルの微細構造をガラス表面にモールド成形する技術を実現し、実装可能な具体的なデバイスを作製する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(7) 次世代高効率エネルギー利用型住宅システム技術開発・実証事業

(運営費交付金)

①概要

ゼロ・エミッションハウスによる生活の大幅な省エネの実現に向け、家屋内直流配電システムや、電力需給の状態に応じた太陽電池等の分散型電源の制御、電力ネットワークを活用した家電の制御等、住宅全体としてエネルギーの最適制御

を行うシステムの開発・実証を行う。

②技術的目標及び達成時期

2011年度までに、直流給電・配電に関する規格の標準化、直流配電の電流・電圧の規格化、蓄電池設置に係る安全規制の改正に対する提案が可能となる技術を確立する。

③研究開発期間

2009年度～2011年度

4-I-v. 先進交通社会確立技術

(1) エネルギーITS (運営費交付金)

①概要

平成19年5月の「次世代自動車・燃料イニシアティブ」に基づき、運輸部門のエネルギー消費効率改善のため、自動運転・隊列走行技術、高度交通流制御技術等の省エネルギーに資するITS技術の開発を行う。

②技術的目標及び達成時期

2012年度までにCO2削減効果評価方法の確立を図るとともに、2020年代に実用化が見通せる運転制御、隊列走行の基盤技術の確立を目指す。

③研究開発期間

2008年度～2012年度

(2) サステナブルハイパーコンポジット技術の開発 (運営費交付金)

①概要

炭素繊維複合材料は、軽量、高強度等の優れた特性を有している。従来の熱硬化性樹脂を用いた炭素繊維複合材料では成形性・加工性に乏しくリサイクルが困難であったため、熱可塑性樹脂を用いた炭素繊維複合材料(CFRTP)の開発を行う。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2012年度までに、炭素繊維と熱可塑性樹脂との中間基材を開発し、高速成形技術、接合技術及びリサイクル技術を開発する。

③研究開発期間

2008年度～2012年度

(3) 次世代構造部材創製・加工技術開発 (次世代航空機用)

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、航空機、高速車両等の輸送機器への先進材料の本格導入を加速させるため、先進複合材料及び先進金属材料について部材開発、設計試作及び評価を実施することで、軽量化によりエネルギー使用効率を大幅に向上させる革新的な構造部材の創製・加工技術の開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2012年度までに、複合材の構造健全性診断技術、チタン合金の創製・加工技術を確立するとともに、航空機用エンジンへの適用を目指し、耐熱・耐衝撃性に優れた複合材料を開発する。

③研究開発期間

2003年度～2012年度

(4) 環境適応型小型航空機用エンジン研究開発 (運営費交付金)

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、エネルギー使用効率を大幅に向上し、環境対策にも優れた次世代の小型航空機用エンジンの開発にとって重要な要素技術の研究開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、エネルギー使用効率を大幅に向上する構造設計技術、騒音、NO<sub>x</sub>等の環境負荷対応に優れた環境対策技術、インテグレーション技術、高バイパス比化等の高性能化技術といった要素技術の研究開発・実証を行う。

③研究開発期間

2003年度～2010年度

(5) 省エネ用炭素繊維複合材技術開発

①概要

航空機、自動車、鉄道、船舶等の輸送機械等における炭素繊維複合材の適用範囲を拡大し、省エネルギーの促進を図るため、先進的な炭素繊維複合材成形技術や、耐雷対策の容易化技術等の研究開発・実証を行う。

②技術目標及び達成時期

2013年度までに、従来の方法に比べ、曲率の大きな部位の成形も行うことができるVaRTM (バータム) 法等の炭素繊維複合材成形技術や、炭素繊維複合材を用いた製品の耐雷性能を容易に確保する技術の研究開発・実証を行う。

③研究開発期間

2008年度～2013年度

(6) 燃料電池システム等実証研究 (運営費交付金) (4-III-v 参照)

(7) 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発 (運営費交付金) (4-IV-v 参照)

4-I-vi. 次世代省エネデバイス技術

(1) ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発 ーうち窒化物系化合物半導体基板・エピタキシャル成長技術の開発 (運営費交付金)

①概要

窒化物系化合物半導体は、パワーデバイス、高周波デバイス、発光デバイス等、重要なデバイスの飛躍的な性能向上と消費電力削減への貢献を期待されている。このため、従来の半導体材料では実現出来ない領域で動作可能なハイパワー・超

高効率の電子素子、超高速電子素子等の作成に必要な窒化物系化合物半導体先進技術の国際競争力を強化すべく、高品質かつ大口径単結晶基板、高品質かつ大口径エピタキシャル成長技術等の開発を行う。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

#### ②技術目標及び達成時期

2011年度までに、次世代窒化物系半導体デバイスを実現する以下結晶作製技術を開発する。

##### 1) 基板技術 (GaN、AlNバルク結晶作製技術)

- ・口径2～4インチで高品質エピ成膜を可能とする低コストの単結晶基板作製技術の確立。

##### 2) エピ技術 (エピタキシャル成膜及び計測評価技術)

- ・低欠陥高品質エピ層を実現する成膜技術及び膜成長過程を計測評価する技術の確立。
- ・高出力かつ高安定動作可能なエピ層の実現
- ・高耐圧超高速な新しいデバイス構造の開発

#### ③研究開発期間

2007年度～2011年度

### (2) 次世代低消費電力半導体基盤技術開発 (MIRAI) (運営費交付金)

#### ①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、IT化の進展、IT利活用の高度化を支え、あらゆる機器に組み込まれている半導体の低消費電力化を図るため、テクノロジーノード(微細化レベル)45nm以細の次世代低消費電力半導体を実現するため、微細加工の基盤技術やマスク(半導体素子製造過程で用いる原板)の低コスト化・製造時間短縮に必要な基盤技術の開発等を行う。

#### ②技術目標及び達成時期

2010年度までに、マスク設計・描画・検査の各工程に共通的なマスクデータ処理技術、繰り返しパターンやパターン重要度を利用した描画・検査高速化技術等の基本的な開発及びEUVLマスク基盤技術として、許容欠陥の指標明確化、ブランクスの位相欠陥検査技術の確立等を完了する。

#### ③研究開発期間

2001年度～2010年度

### (3) 半導体アプリケーションチッププロジェクト (運営費交付金)

#### ①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、情報通信機器、特に、情報家電(車載を含む)の低消費電力化を実現できる半導体アプリケーションチップ技術の開発を行う。

#### ②技術目標及び達成時期

2009年度までに情報家電の低消費電力化を実現できるアプリケーションチ

ップ技術を開発する。

③研究開発期間

2003年度～2009年度

(4) 次世代プロセスフレンドリー設計技術開発 (運営費交付金)

①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、あらゆる機器に組み込まれている半導体の低消費電力化を図るため、テクノロジーノード45nm以細の半導体に対応するSoC (System on Chip) 設計技術を開発する。具体的には、テクノロジーノード45nm以細の半導体の共通設計基盤技術開発として、DFM (Design For Manufacturing) 基盤技術の中核とした設計及び製造の全体最適を確保する全く新しいSoC製造フローを開発する。

②技術目標及び達成時期

テクノロジーノード45nm以細のSoC開発において製造性を考慮した共通設計基盤技術を確立し、システムLSIデバイスの省エネルギーを実現するとともに、設計生産性を従来予想に比べ2倍にすることを目標とする。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(4) 半導体機能性材料の高度評価基盤開発 (運営費交付金)

①概要

情報通信機器の高機能化や低消費電力化等の要求を満たす半導体集積回路を実現するため、新たな機能性材料開発に貢献する評価基盤技術を開発し、さらに開発した機能性材料の半導体及び半導体集積回路への適用を可能とする統合的なソリューション技術を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術的目標及び達成時期

2011年度までに、半導体デバイス性能に直結する接合素子の性能性及び信頼性等、半導体製造プロセス全体を俯瞰しつつ、機能性材料開発が可能となる評価基盤技術を開発し、開発した機能性材料を用いた統合的なソリューションが提案できる材料評価基盤を構築する。

③研究開発期間

2009年度～2011年度

4-I-vii. その他

(1) 次世代構造部材創製・加工技術開発 (次世代衛星基盤)

①概要

国際商業市場における我が国衛星メーカーの競争力を強化するべく、準天頂衛星システム※ (利用者に対し、米国が運用するGPSとの補完による高精度な位置情報等の提供を可能にするシステム) の構築に不可欠な基盤技術 (産業競争力強



化にも直結する衛星の軽量化、長寿命化に関する技術等)の開発を行う。本プロジェクトの一部については、他部門と比較して需要増加の割合が高い運輸部門のエネルギー消費を抑制すべく、自動車、高速車両等の輸送機器の軽量化・効率化にも資する複合材料製造設計等の基盤技術を確立するためのものであり、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

※ 静止軌道と一定の角度をなす傾斜軌道に複数の衛星を配置し、見かけ上、常に天頂付近に最低1つの衛星を位置させるシステム。

#### ②技術的目標及び達成時期

2010年度までに、準天頂衛星システムの構築に不可欠な基盤技術(産業競争力強化にも直結する衛星の軽量化、長寿命化に関する技術等)の開発を実施し、宇宙空間での技術実証を行う。

#### ③研究開発期間

2003年度～2010年度

### 4-II. 運輸部門の燃料多様化

#### 4-II-i. 共通

- (1) 新エネルギー技術実用化補助事業(運営費交付金)(4-III-i 参照)
- (2) 非化石エネルギー産業技術研究助成事業(運営費交付金)(4-III-i 参照)

#### 4-II-ii. バイオマス由来燃料

- (1) 新エネルギー技術研究開発(運営費交付金)(4-III-iv 参照)
- (2) E3地域流通スタンダードモデル(運営費交付金)(4-III-iv 参照)
- (3) バイオマス等未活用エネルギー実証事業(運営費交付金)(4-III-iv 参照)
- (4) バイオマスエネルギー地域システム化実験事業(運営費交付金)(4-III-iv 参照)
- (5) セルロース系エタノール革新的生産システム開発(運営費交付金)(4-III-iv 参照)

#### 4-II-iii. GTL等の合成液体燃料

- (1) 天然ガスの液体燃料化(GTL)技術実証研究(運営費交付金)(4-V-ii 参照)

#### 4-II-iv. 燃料電池自動車および水素関連技術

- (1) 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発(運営費交付金)(4-III-v 参照)
- (2) 燃料電池先端科学研究(運営費交付金)(4-III-v 参照)
- (3) 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発(運営費交付金)(4-III-v 参照)
- (4) 水素貯蔵材料先端基盤研究事業(運営費交付金)(4-III-v 参照)
- (5) 水素社会構築共通基盤整備事業(運営費交付金)(4-III-v 参照)
- (6) 燃料電池システム等実証研究(運営費交付金)(4-III-v 参照)

#### 4-II-v. 電気自動車

- (1) 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発(運営費交付金)(4-IV-v 参照)
- (2) 革新型蓄電池先端科学基礎研究(運営費交付金)(4-III-iii 参照)

## 4-III. 新エネルギー等の開発・導入促進

### 4-III-i. 共通

#### (1) 新エネルギー技術研究開発（運営費交付金）

##### ① 概要

新エネルギーの自立的普及に向けて、太陽光、風力、バイオマスなど新エネルギー分野でのイノベーションを促進すべく、高効率かつ低コストを目指した先進的技術開発を実施する。具体的には以下の研究開発を実施する。

- A. 革新的な太陽電池の開発を実施する研究拠点を形成し、海外との研究協力等を行いながら、超長期の視野に立って、飛躍的な性能向上を目指した太陽光発電技術の開発を推進する。（革新型太陽電池国際研究拠点整備事業）
- B. 中長期的に、より一層の高効率化と低コスト化を目指して、革新的な材料、構造等を採用した太陽光発電技術の開発を推進する。（太陽光発電システム未来技術研究開発）
- C. 2020年の目標発電コスト14円/kWhおよび太陽光発電システムの大幅な効率向上を実現すべく、未来技術研究開発などで得られた要素技術開発の成果の内、実用化が期待できる太陽電池作製に係る技術について課題を設定し早期実用化を助成する。（太陽光発電システム実用化促進技術開発）
- D. 電力供給源としての太陽光発電の信頼性を確立し、今後の太陽光発電システムの円滑な普及促進を図るため、太陽光発電システムの大量普及時に不可欠な性能評価技術やリサイクル・リユース技術等システムの共通基盤技術に係る研究等を実施する。（太陽光発電システム共通基盤技術研究開発）
- E. PVシステムの普及拡大のため、「集中連系型太陽光発電システム実証研究」の設備を有効利用しながら、認証制度にも資する複数台連系に係わる試験方法を確立する。（単独運転検出装置の複数台連系試験技術開発研究）
- F. 風力発電技術の国際的な動向を把握しつつ、我が国の複雑地形における風力発電利用上の各種課題を克服するための基礎から応用までの技術について研究開発を行う。具体的には我が国の厳しい風特性を反映した風特性モデルの確立及び高々度風況観測を簡便に行うためのリモートセンシング技術の精度検証・評価を行う。

また、全国規模での落雷電流計測、落雷様相観測による雷特性の把握、落雷特性・落雷保護対策と被害実態との相関把握、上記を踏まえた効果的な落雷保護対策の検討及び実機規模での実雷による保護対策検証等を実施し、高精度落雷リスクマップを作成するとともに、風力発電設備へのより効果的な落雷等に対する対策を策定する。（次世代風力発電技術研究開発事業）
- G. 我が国特有の海上特性や気象・海象条件を把握し、これらの自然条件に適した洋上風況観測法や風力発電システムに関する技術開発とその実証を行なうと共に、環境影響評価システム手法を確立する。（洋上風力発電技術研究開発）
- H. バイオマスのエネルギー利用の促進を図るためには、発生地域が分散し、形状・性状が多種多様にわたるバイオマス資源を利用しやすい形態の有用エネルギーへ効率的に転換できる技術を開発する。（バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発）

I. 世界的にもベンチャー企業による太陽光発電、新型風力発電、燃料電池、バイオ燃料分野におけるイノベーション活動が活発化していることを踏まえ、詳細目標設定・多段階選抜形の米国S B I R制度を参考に特定のキーテクノロジーに対するベンチャーのチャレンジを強力に支援する。(新エネルギーベンチャー技術革新事業)

② 技術目標及び達成時期

- A. 2050年までに「変換効率が40%超」かつ「発電コストが汎用電力料金並み(7円/kWh)」の太陽電池を実用化することを目指した研究開発の中で、変換効率40%超の実現に向けた技術の基礎・探索研究段階と位置づけて研究開発を実施する。
- B. 2020年頃に業務用電力料金並の発電コスト(14円/kWh、モジュール製造原価として75円/W程度)、2030年頃に火力発電の発電コスト(7円/kWh、モジュール製造原価として50円/W程度)の実現に向けた中・長期的な技術開発を行う。
- C. 2015年に向けて市場競争力を備えた本格生産・商用化を目指す。  
また、2012年度までに、高精度落雷リスクマップを作成するとともに、風力発電設備へのより効果的な落雷等に対する対策を策定する。
- D. 2020年度の技術開発目標である発電コスト14円/kWhを目指し、中期的な視点での太陽光発電の普及拡大に資する。
- E. 2009年度末までに、電力系統側が受け入れ可能な、導入台数の制限のない能動型単独運転検出装置の試験方法を確立する。
- F. 2012年度までに、風力発電の基礎から応用までの技術について、国際的な動向を把握しつつ、我が国特有の気象・地形に起因する各種問題(風車耐久性等)を克服するための研究開発を行って、我が国の風車産業の振興に資するとともに、IEA RD&D WINDなどの最先端の国際的風力発電共同研究に研究成果を反映させる。  
また、2012年度までに、高精度落雷リスクマップを作成するとともに、風力発電設備へのより効果的な落雷等に対する対策を策定する。
- G. 2013年度までに、我が国の海象・気象条件に適した、洋上風況観測システム、洋上風力発電システム及び環境影響評価の手法等の技術を確立する。
- H. 2004年度より、バイオマスエネルギー転換プロセスにおける各工程のボトルネックを抽出し、2008年度までに開発が完了するよう、それぞれのボトルネックをブレークスルーする要素技術開発を提案公募方式により実施する。更に、2005年度より2009年度まで、バイオマスのエネルギー転換・利用技術等の分野において2030年の普及を目指した新規な革新的技術を発掘するための先導技術研究開発を提案公募方式により実施する。
- I. 潜在的なオプションの顕在化や関連産業分野の技術開発による技術革新により、新エネルギー導入促進技術オプションの多様化と経済性の向上に寄与する。

③ 研究開発期間

2007年度～2011年度

## (2) 新エネルギー技術フィールドテスト事業（運営費交付金）

### ① 概要

2010年度の新エネルギー導入目標達成に向け、新技術を活用した太陽光発電及び太陽熱利用システムの有効性の検証、バイオマス熱利用システムの性能・経済性等の検証、風車立地に必要な高所の風況データの収集・解析など総合的な新エネルギーフィールドテストを実施する。具体的には以下のフィールドテストを実施する。

- A. 新技術を活用した太陽光発電システム等を設置し、出力特性等の情報収集及び分析を行うことで、その有効性を確認するとともに、ガイドラインの策定等により広く情報発信を行う。（太陽光発電新技術等フィールドテスト事業）
- B. 新利用形態の太陽熱利用システムや未利用分野においてシステムを設置し、出力特性等の情報収集及び分析を行うことで、その有効性を確認するとともに、ガイドラインの策定等により広く情報発信を行う。（太陽熱高度利用システムフィールドテスト事業）
- C. 広く薄く賦存するバイオマスを、民間企業や研究機関等において研究開発が終了段階をむかえた高効率に熱利用できるシステムを設置し、設置場所の熱需要に合わせたフィールドテストを実施することにより、実運転におけるバイオマス熱利用転換システムとしての課題抽出、解決を行い、早期実用化を図り、バイオマスエネルギーの導入促進を行う。（地域バイオマス熱利用フィールドテスト事業）
- D. 風力発電の導入目標（2010年度300万kW）を達成するため、共同研究事業者と大型風車の導入普及に必要な高所の風況データの収集・解析・評価を行い、公開する。（風力発電フィールドテスト事業）

### ② 技術目標及び達成時期

- A. 設置システムについて、2007年度に策定したガイドラインを2009年度、2012年度及び2015年度に見直し改訂する。
- B. 設置システムについて、2007年度に策定したガイドラインを2009年度に改訂する。また、2012年度及び2015年度に見直し改訂する。
- C. 一定レベルまで確立されたバイオマス熱利用技術について、性能や経済性等の状況・データを収集・分析し、熱利用システムの有効性を実証するとともに、これらの結果を公表することで汎用性の高い熱利用システムの確立し、2010年度のバイオマス熱利用の導入目標（308万KL）達成を目指す。
- D. 2010年度までに、高所の風況データの解析・評価を行い、導入普及に有用な資料の取りまとめを行い、これらの結果を風力発電事業者、研究機関や風力発電事業を計画している各種団体等に公開することにより、風力発電導入の素地を形成し、風力発電の導入を拡大する。

### ③ 研究開発期間

2007年度～2011年度

(3) 新エネルギー技術実用化補助金（運営費交付金）

① 概要

科学技術基本計画における戦略的技術領域・課題にかかる技術課題等で石油代替エネルギーの製造・生成・利用に資する実用化開発を行う民間企業に対し助成支援する。

② 技術目標及び達成時期

助成事業終了後3年以上を経過した時点で25%の実用化達成率。加えて、知的資産経営の方針に対する審査時の評価を通じて、「技術等の知的資産を活かす経営の下で収益拡大を図る（技術を経営、収益につなげる）」意識を普及させる。

③ 研究開発期間

2000年度～

(4) 非化石エネルギー産業技術研究助成事業（運営費交付金）

① 概要

産業界や社会のニーズに応える石油代替技術のシーズの発掘とその育成、並びに、石油代替技術に関する次世代の研究リーダーの育成を図る。この目的のため、産業界からの期待が高い技術領域・課題を提示した上で、大学や独立行政法人の若手研究者等から研究開発テーマを募集する。厳正な外部評価によって石油代替効果があり且つ独創的・革新的なテーマを選定し、研究者代表者個人を特定して助成金を交付する。

② 技術目標及び達成時期

独創性のある若手研究者等を助成すると共に、中間評価ゲート方式が醸成する競争的環境の下で企業との連携を強化させることにより、10～15年後の実用化が有望な革新的石油代替技術の研究開発を促進する。本事業では革新的石油代替技術の実用化への第1歩となる特許について、助成期間終了後の出願比率を100%とすることを目標とするとともに、石油代替技術に関する次世代の研究リーダーの育成を図る。

③ 研究開発期間

2000年度～

4-III-ii. 太陽・風力

(1) 太陽光発電無線送受電技術の研究開発

① 概要

将来の新エネルギーシステムとして期待される宇宙太陽光発電システム（SSPS）の中核的技術として応用可能なマイクロ波による太陽光発電無線送受電技術の確立に向け、安全性や効率性等の確保に不可欠な精密ビーム制御技術の研究開発を行う。

② 技術目標及び達成時期

2012年度までに複数のフェーズドアレイパネル間の位相同期を行い、パイロット信号の方向にマイクロ波を電送するレトロディレクティブ技術を活用した精密ビーム制御技術の確立を目指す。

③ 研究開発期間

2008年度～2012年度

4-Ⅲ-iii. 電力系統制御・電力貯蔵

(1) 革新型蓄電池先端科学基礎研究 (運営費交付金)

① 概要

電池の基礎的な反応原理・反応メカニズムを解明することで、既存の蓄電池の性能向上及び革新型蓄電池の実現に向けた基礎技術の確立を目指す。

② 技術目標及び達成時期

世界最高レベルの放射光施設を用いた評価装置により、蓄電池の反応メカニズムを解明するとともに、2030年に電気自動車の航続距離500km、コスト1/40を実現すべく、新材料の開発を行う。

③ 研究開発期間

2009年度～2015年度

(2) 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発 (運営費交付金) (4-Ⅳ-v 参照)

(3) 大規模電力供給用太陽光発電システム安定化等実証事業 (運営費交付金) (4-Ⅳ-v 参照)

4-Ⅲ-iv. バイオマス・廃棄物・地熱等

(1) E3地域流通スタンダードモデル創成事業 (運営費交付金)

① 概要

離島(全域)におけるエタノール3%混合ガソリン(E3)の製造から給油までの大規模なフィールドテストを通じ、E3利用に関する社会システムモデルの構築と一般社会へ適用する際の技術課題の抽出を行う。

② 技術目標及び達成時期

2010年の「京都議定書目標達成計画」の導入目標(50万kl)に資するため、2009年度にE3利用の社会モデルを構築し、2011年度までにその検証を行う。

③ 研究開発期間

2007年度～2011年度

(2) バイオマス等未活用エネルギー実証事業 (運営費交付金)

① 概要

地域に賦存する未活用な資源であるバイオマスをエネルギーとして有効活用するため、熔融ガス化等熱化学的変換技術による燃料化システムやメタンガス等生物化学的変換技術による燃料化システム等の実証試験事業、事業可能性調査等を実施し、利用ノウハウ等を蓄積、本格的なバイオマス等エネルギーの導入を推進する。

② 技術目標及び達成時期

2009年度までに、バイオマス等の種別やエネルギー変換手法、更には地域

特性を加味した一連のエネルギー転換システム毎のフィージビリティスタディや試験設備の設置により、バイオマス等の運搬・収集、エネルギー転換及びエネルギー利用に係るデータの収集、分析、評価を実施し、その結果をフィードバックすることによって本格的なバイオマス等エネルギーの導入を目指す。

③ 研究開発期間

2001年度～2009年度

(3) バイオマスエネルギー地域システム化実験事業（運営費交付金）

① 概要

バイオマスエネルギーの資源収集・運搬、転換、残渣処理、利用までの一連の利活用システムについての、各要素の連携の最適化を図るための実証を実施することによって、地域特性に適合した地域主導によるバイオマスの地産地消・地域循環型の先導的モデルシステムを構築することによりバイオマスエネルギーの導入を促進する。

② 技術目標及び達成時期

2009年度までに、国内バイオマス資源の安定的かつ経済的な供給システム、最適なエネルギー転換技術、エネルギー転換後に発生する残渣の処理等の一連の地産地消型エネルギー転換システムについて、ノウハウ蓄積、課題抽出及びその対策方法の策定、技術確立を行う。また、ここで確立されたバイオマスエネルギーシステムは他地域への波及を先導する事例となることを目標とする。

③ 研究開発期間

2005年度～2009年度

(4) セルロース系エタノール革新的生産システム開発事業（運営費交付金）

① 概要

大規模安定供給が可能で、かつ食料と競合しない、草本系、木質系のセルロース系バイオマス原料の栽培からバイオエタノール製造までの一貫生産システムを構築し、環境負荷、経済性等を評価する。加えて、大規模生産に当たり危惧されている、生態系破壊、森林破壊、ライフサイクルでの環境負荷増大等の負の影響についての適切な評価、認証等、持続可能なバイオ燃料の生産拡大を担保する社会システム整備のあり方についても調査研究を行う。

② 技術目標及び達成時期

2015年までに、製造コスト40円/L以下、エネルギー回収率35%以上を達成するための技術開発を行う。

③ 研究開発期間

2009年度～2013年度

#### 4-Ⅲ-v. 燃料電池

##### (1) 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発（運営費交付金）

###### ① 概要

自動車用、家庭・業務用等に利用される固体高分子形燃料電池（PEFC）の実用化・普及に向け、要素技術、システム化技術及び次世代技術等の開発を行うとともに、共通的な課題解決に向けた研究開発の体制の構築を図る。

###### ② 技術目標及び達成時期

2009年度までに、固体高分子形燃料電池の経済性・耐久性の向上や高性能化のための技術開発を行い、燃料電池の普及段階へ向けて必要な基本的技術を確立する。

###### ③ 研究開発期間

2005年度～2009年度

##### (2) 燃料電池先端科学研究（運営費交付金）

###### ① 概要

燃料電池の基本的反応メカニズムについての根本的な理解を深めるために、高度な科学的知見を要する現象解析及びそのための研究体制の整備を行い、現状の技術開発における壁を打破するための知見を蓄積する。

###### ② 技術目標及び達成時期

2009年度までに、燃料電池内における反応機構を電気化学（電極触媒反応、イオン移動、分子移動等）及び材料化学（溶解・腐食反応、錯形成反応、ラジカル反応、固相内拡散等）の観点から解明する。また、燃料電池新技術の性能を適切に評価・実証するための基本システムを構築する。

###### ③ 研究開発期間

2005年度～2009年度

##### (3) 固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発（運営費交付金）

###### ① 概要

固体酸化物形燃料電池（SOFC）は発電効率が高く、分散型電源として期待されるが、実用化・普及のためには耐久性・信頼性向上、低コスト化等の課題を解決することが必要であり、材料開発や劣化要因解明など基盤的な要素技術の研究を行う。

###### ② 技術目標及び達成時期

2012年度までに、①耐久性・信頼性の向上のための劣化要因解明等の基礎研究、②低コスト化のための材料等や高出力セルスタックの開発、③起動停止対応等の実用性向上のための技術開発を実施する。

###### ③ 研究開発期間

2008年度～2012年度



#### (4) セラミックリアクター開発（運営費交付金）

##### ① 概要

低温域かつ高効率なエネルギー変換を可能とする次世代型セラミックリアクターの実現のため、世界最高効率の燃料電池マイクロセルの集積構造技術等の開発を行う。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

##### ② 技術目標及び達成時期

2009年度までに、新電解質材料の適用や電極反応の高効率化等による、低温作動時(650℃以下)での出力性能を向上させる材料技術と共に、マイクロセルの集積構造化や精緻なインターフェース構築のための製造プロセス技術を開発。そして、これらの技術を統合することにより、次世代型セラミックリアクターとしてのプロトタイプモジュール実証（出力性能2kW/L等）を行う。

##### ③ 研究開発期間

2005年度～2009年度

#### (5) 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発（運営費交付金）

##### ① 概要

水素の製造・輸送・貯蔵等に係る機器やシステムについて、性能・信頼性・耐久性の向上や低コスト化を目指す水素利用技術の研究開発を行い、水素社会の実現に必要な基盤技術の確立を図る。

##### ② 技術目標及び達成時期

2012年度までに、水素製造・貯蔵・輸送・充填に関する機器やシステムの信頼性・耐久性向上、低コスト化、性能向上等実用化検証や要素技術開発、及び当該技術を飛躍的に進展させることができる革新的技術開発や調査研究などを行い、その成果を産業界に提供することにより、水素エネルギー初期導入間近の関連機器製造・普及技術として完成させ、水素社会の真の実現に必要な基盤技術の確立を図る。

##### ③ 研究開発期間

2008年度～2012年度

#### (6) 水素貯蔵材料先端基盤研究事業（運営費交付金）

##### ① 概要

世界トップ水準の優れた研究者を中核に、国内外の研究機関・企業のバーチャルな連携の下、高圧水素貯蔵に比べよりコンパクトかつ効率的な水素貯蔵を可能とする水素貯蔵材料の性能向上に必要な条件等を明らかにすることにより、燃料電池自動車の航続距離の飛躍的向上を図る。

##### ② 技術目標及び達成時期

2011年度までに、水素貯蔵材料の基本原則、さらには水素貯蔵能力の革新的向上に必要な条件を明らかにすることにより、水素をより安全・簡便・効率的かつ低コストに輸送・貯蔵するための技術基盤を確立する。

③ 研究開発期間

2007年度～2011年度

(7) 水素先端科学基礎研究事業（運営費交付金）

① 概要

水素の輸送や貯蔵に必須な材料に関し、水素脆化等の基本原理の解明及び対策の検討を中心とした高度な科学的知見を要する先端的研究を、国内外の研究者を結集し行うことにより、水素をより安全・簡便に利用するための技術基盤を確立する。

② 技術目標及び達成時期

2012年度までに、水素脆化、水素トライボロジーの基本原理の解明及び対策の検討等を行い、水素をより安全・簡便に利用するための技術指針を産業界に提供する。

③ 研究開発期間

2006年度～2012年度

(8) 水素社会構築共通基盤整備事業（運営費交付金）

① 概要

燃料電池の導入・普及に資する基盤整備のため、製品性能の試験・評価手法及び国内外の基準・標準の確立を図る。

② 技術目標及び達成時期

2009年度を目途に、安全性等に係るデータを取得し、そのデータを基に試験・評価手法の確立、国際標準の確立、規制の再点検を三位一体で進める。

③ 研究開発期間

2005年度～2009年度

(9) 固体酸化物形燃料電池実証研究（運営費交付金）

① 概要

発電効率が高く、分散型電源として期待される固体酸化物形燃料電池（SOFC）の研究開発・実用化の促進のため、耐久性を始めとしたデータの取得・課題抽出等のための実証を実施する。

② 技術目標及び達成時期

2010年度までに、SOFCシステムの実証試験を数十～数百台規模で実施し、蓄積が不足している耐久性を始めとした実証データの取得・課題抽出等を行い、固体酸化物形システム要素技術開発へのフィードバックを行う。

③ 研究開発期間

2007年度～2010年度

(10) 燃料電池システム等実証研究 (運営費交付金)

① 概要

実条件に近い中での燃料電池自動車等の実証走行や、高圧水素貯蔵システム、多角的な燃料供給システムの検証を進め、水素エネルギー社会における水素利用の課題等を抽出するとともに、燃料電池・水素に対する国民的理解の醸成を図る。

② 技術目標及び達成時期

2010年度までに、実使用条件下における技術的課題を抽出するとともに、環境特性、エネルギー総合効率、安全性、耐久性等に関する基準・標準に資するデータを取得し、燃料電池自動車、水素ステーションの研究開発等へのフィードバックを行う。

③ 研究開発期間

2006年度～2010年度

(11) 将来型燃料高度利用技術開発 (4-V-ii 参照)

4-IV. 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保

4-IV-i. 軽水炉・軽水炉核燃料サイクル

<新型軽水炉>

(1) 次世代軽水炉等技術開発

① 概要

2030年前後に見込まれる大規模な代替炉建設需要に対応するため、安全性・経済性、信頼性等に優れ、世界標準を獲得し得る次世代軽水炉の技術開発を行う。

② 技術目標及び達成時期

2010年度までに、次世代軽水炉の実現に必要な要素技術開発等及びプラント概念の成立性について見通しを得るための概念設計検討を行う。

③ 研究開発期間

2008年度～2010年度 (見直し)

<軽水炉使用済燃料再処理技術の高度化>

(2) 使用済燃料再処理事業高度化

① 概要

再処理施設で用いられるガラス固化技術について、より多くの白金族元素等を含む高レベル廃液を溶融可能な新しい性状のガラスを開発するとともに、これに対応しうる新型の溶融炉を開発することにより、我が国の使用済燃料再処理技術の高度化を図る。新型ガラス溶融炉の開発に際しては、六ヶ所再処理工場の運転経験を反映する研究もあわせ行う。

② 技術目標及び達成時期

より多くの白金族元素等を含む高レベル廃液を溶融可能なガラス及び溶融炉の開発等によって、より高品質のガラス固化体を製造可能なガラス固化技術を開発する。

また、本事業によって開発されたガラス固化技術を、5年程度で更新が計画されている日本原燃株式会社六ヶ所再処理工場のガラス溶融炉及び同工場のガラス固化施設の運転に反映させる。

③研究開発期間

2009年度～2011年度

<プルサーマルの推進>

(3) 全炉心混合酸化物燃料原子炉施設技術開発

①概要

プルサーマルが当面のプルトニウム利用策として期待されていることを踏まえ、既存の軽水炉に比べ約3倍のプルトニウムを装荷することができる全炉心混合酸化物燃料原子炉に必要な技術開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、原子炉の開発に必要な設計、解析、試験等を行い、全炉心混合酸化物燃料原子炉技術を確立する。

③研究開発期間

1996年度～2011年度

<軽水炉サイクルから高速増殖炉サイクルへの円滑な移行のための技術開発>

(4) 高速炉再処理回収ウラン等除染技術開発

①概要

FBR実証炉及び関連サイクル施設の早期実現を図るため、文部科学省と連携し、「高速増殖炉サイクル実用化研究開発」を推進する。そのなかで、次世代再処理工場から発生する高線量回収ウラン等を既存軽水炉燃料製造施設で取扱可能とする、次世代再処理工場と調和可能な回収ウラン等の除染技術について、調査・基礎試験等を行い、商業的に利用可能な除染技術候補の検討等を実施する。選定された技術については、プロセス試験等を実施する。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、回収ウラン等の除染プロセスの候補技術の洗い出し及び候補プロセス技術の基礎試験を終了し、次世代再処理技術との適合性の検証を行い、プロセス試験を実施すべき除染プロセス技術を選定する。

また、2015年までに、選定した除染プロセス技術について工学化規模でのプロセス試験を行い、商業的に利用可能な転換前高除染技術としての実効性を検証する。

③研究開発期間

2007年度～2015年度

<ウラン濃縮技術の高度化>

(5) 遠心法ウラン濃縮技術開発

①概要

我が国におけるウラン濃縮技術や生産能力の維持・向上のため、世界最高水準

の性能を有するなど国際的に比肩し得る経済性と性能を有する新型遠心分離機を開発する。

②技術目標及び達成時期

2009年度までに、国際役務価格\$100/kg SWU相当を目指して、現在実用化している金属胍遠心分離機の約5倍という高い分離性能や同遠心分離器を上回る寿命など国際的に比肩し得る技術レベルを有する新型遠心分離機の開発を目指すとともに、最終仕様の新型遠心分離機を多数台用いたカスケード試験の実施により商用プラントとしての信頼性を確立し、運転要領の策定を行う。

③研究開発期間

2002年度～2009年度

<回収ウラン>

(6) 回収ウラン利用技術開発

①概要

六ヶ所再処理工場で回収される回収ウランを再濃縮し、再び軽水炉で利用するため、濃縮施設等既存施設への影響等を把握し、転換プロセスを中心とした回収ウラン利用技術を開発する。併せて劣化ウラン酸化固形化についても検討を行う。

②技術目標及び達成時期

2012年頃までに、劣化ウランの取扱・管理の容易さや貯蔵効率を向上させるための劣化ウラン酸化固形化（再転換を含む）技術の研究開発を行い、同技術に係る基礎プロセスを確立する。2015年度頃までに、再処理により回収される回収ウランの濃縮が可能な商用遠心分離機的设计を確定する。

③研究開発期間

2008年度～2015年度

<共通基盤技術開発>

(7) 革新的実用原子力技術開発

①概要

第4世代原子力システムに関する国際フォーラム（GIF）や国際原子力エネルギー・パートナーシップ（GNEP）等の国際協力枠組みにおいて国際連携による研究開発が提案されている技術分野や、近年希薄化が懸念される原子力を支える基盤技術分野について、産業界の参画やニーズ提示のもと、大学等が実施する研究活動への支援や将来の原子力人材の育成を実施しており、各分野の目的に沿った革新的な技術開発を行う。

②技術目標及び達成時期

2011年度まで、基盤技術分野、国際協力技術分野において個別テーマ毎に研究開発を実施する。

③研究開発期間

2000年度～2011年度（見直し）

#### 4-IV-ii. 高速増殖炉（FBR）サイクル

##### (1) 発電用新型炉等技術開発

###### ①概要

FBR実証炉及び関連サイクル施設の早期実現を図るため、文部科学省と連携し、「高速増殖炉サイクル実用化研究開発」を推進する。具体的には、実証炉に必要な要素技術のうち、設計・建設段階において必要となる実プラント技術として、格納容器設計技術、耐震性評価技術、高温材料設計技術、保守・補修技術、大型構造物製作技術の試験等を実施する。

###### ②技術目標及び達成時期

2010年度までに、実証炉の概念設計へ反映しうる設計基準データ等の技術的根拠を得る。

###### ③研究開発期間

2007年度～2010年度

##### (2) 高速炉再処理回収ウラン等除染技術開発（4-IV-i 参照）

#### 4-IV-iii. 放射性廃棄物処理処分

##### (1) 地層処分技術調査等

###### ①概要

###### i) 地層処分共通技術開発

高レベル放射性廃棄物等の地層処分における共通技術として、今後段階的に進められる処分地選定の際に重要となる地質等調査技術の高度化開発を行う。

###### ii) 高レベル放射性廃棄物関連処分技術開発

高レベル放射性廃棄物処分に係る基盤技術として、人工バリア等の長期性能評価技術、処分場操業の際のオーバーパック溶接や搬送・定置等の遠隔操作技術の開発を行う。

###### iii) TRU廃棄物処分関連技術開発

TRU廃棄物の地層処分に係る基盤技術として、高レベル放射性廃棄物との併置処分の可能性も念頭に、TRU廃棄物に固有に含まれる核種の閉じ込め技術や人工バリア等の長期性能評価技術の開発を行う。

###### ②技術目標及び達成時期

###### i) 地層処分共通技術開発

2011年度までに、処分地選定の初期段階で必要となる地上からの調査技術のうち、特に沿岸域の環境や高精度での地下水評価等に係る調査評価技術の高度化・確証を行う。

###### ii) 高レベル放射性廃棄物関連処分技術開発

2011年度までに、人工バリア等の長期性能評価技術や遠隔操作等の工学技術について高度化を図り、幅広い地質環境に対応可能な技術選択肢と成立性を提示する。

###### iii) TRU廃棄物処分関連技術開発

2011年度までに、TRU廃棄物に固有に含まれるヨウ素129や炭素1

4の閉じ込め、高アルカリ環境下での人工バリアの性能評価等に関し、幅広い地質環境に対応可能なデータ・モデルの整備と技術選択肢の提示を行う。

③研究開発期間

1998年度～2011年度

(2) 管理型処分技術調査等

i) 地下空洞型処分施設性能確認試験

①概要

TRU廃棄物や発電所廃棄物等の余裕深度処分において検討されている「地下空洞型処分施設」の成立性確認のため、実規模大の空洞を利用した総合的な確認試験を行う。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、実規模大の空洞内にコンクリートピット等からなる地下空洞型処分施設を構築し、施工性や初期性能の総合的な確認を行う。

③研究開発期間

2006年度～2011年

(3) 放射性廃棄物共通技術調査等

①概要

i) 放射性廃棄物重要基礎技術研究調査

放射性廃棄物処分に係る国内外の最新知見の収集・分析、重要かつ基礎的な課題の抽出並びに研究を実施し、長期に及ぶ処分事業等を支える技術基盤の拡充を図る。

ii) 放射性核種生物圏移行評価高度化調査

放射性廃棄物処分の安全評価に共通的な基盤情報として、生物圏における核種移行プロセスを評価するため、日本の風土を反映した核種移行パラメータ・モデルを整備する。

②技術目標及び達成時期

i) 放射性廃棄物重要基礎技術研究調査

2011年度までに、放射性廃棄物処分に共通的な重要基礎技術として、地質環境の長期安定性評価、人工バリアや岩盤の長期挙動評価等に係る知見を整備する。

ii) 放射性核種生物圏移行評価高度化調査

2011年度までに、沿岸域の環境も含めたわが国表層環境への適用とTRU廃棄物に固有の核種等を考慮した、生物圏核種移行のモデルとデータベースを構築する。

③研究開発期間

2001年度～2011年度

#### 4-IV-iv. 原子力利用推進に資する電力系統技術

##### (1) イットリウム系超電導電力機器技術開発(運営費交付金)

###### ①概要

世界的にも我が国が最先端の技術力を有する次世代高温超電導線材を活用し、経済社会の基盤となる電力の安定的かつ効率的な供給システムを実現するため、系統を適正に制御し、電力供給を安定化させるための技術及び発電電力を無駄なく輸送するための高効率な送電技術の確立を目指す。

###### ②技術目標及び達成時期

2012年度までに、イットリウム系超電導線材を用いたSMES、電力ケーブル、変圧器実現のための重要な技術開発を行い、各機器の成立性を実証する。

###### ③研究開発期間

2008年度～2012年度

##### (2) 高温超電導ケーブル実証プロジェクト(運営費交付金)

###### ①概要

革新的な高効率送電技術を確立して高温超電導ケーブルの実用化を促進するため、工業生産プロセスで実用化レベルに達している高温超電導線材(DI-BSCCO等)を活用し、首都圏の系統に接続する実証試験及び評価を行う。

なお、本事業は、発電用施設による電気の供給の円滑化を図る観点から行うものである。

###### ②技術目標及び達成時期

2012年度までに、200MVA級の中間接続部を有した三心一括型高温超電導ケーブルを、冷却装置や保護装置などの付帯設備とともに66KV実系統に接続して、12ヶ月以上の長期連系試験を行うことによって総合的な安全性や信頼性を実証する。

###### ③研究開発期間

2007年度～2012年度

#### 4-IV-v. その他電力供給安定化技術

##### (1) 大規模電力供給用太陽光発電系統安定化等実証研究(運営費交付金)

###### ①概要

大規模太陽光発電を電力系統に連系した場合に課題となる系統安定化対策やピーク対策のための技術等を開発するとともに、その有効性を実証する。

また、国内外の先進的な次世代技術の価格性能を比較することを通じて技術開発を加速する。

###### ②技術目標及び達成時期

2010年度までに、下記の実証研究を行い、その有効性を確認する。

(イ) 蓄電池等を組み合わせた出力変動抑制システムの有効性。

(ロ) 発電出力のピーク制御(午後のピーク帯へのシフト)の有効性。

(ハ) 大型インバータによる高調波抑制システムの有効性。

(ニ) 国内外メーカーの太陽電池モジュールの特性比較を行い、性能、経済性等



を比較・検証。

### ③研究開発期間

2006年度～2010年度

## (4) 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発(運営費交付金)

### ①概要

蓄電池技術は、新エネルギーの出力安定化や燃料電池自動車(FCV)・ハイブリッド自動車(HEV)・電気自動車(EV)等の高効率次世代自動車に共通する重要なコア技術である。そこで、高性能蓄電システムに係る要素技術開発、新材料開発及び基盤技術の開発を行う。

A. 系統連系円滑化蓄電システム技術開発

B. 次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発

### ②技術目標及び達成時期

A. 2010年度末において、寿命10年、コスト4万円/kWh、1MW規模のシステムおよび要素技術の確立と2030年において寿命20年、コスト1.5万円/kWh、20～30MW規模の蓄電システムを見通せる技術開発。また、新エネルギー対応の充放電パターン等、基礎データの整備、大型化に伴う安全性や寿命等の評価手法の確立。

B. 2011年度末において、電池開発では、0.3kWhモジュールを作製し、重量エネルギー密度100Wh/kg、出力密度2000W/kg、寿命10年、コスト4万円/kWhを達成すること(条件:3kWhの組電池、100万台生産ベース)。電池構成材料及び電池反応制御技術の開発では重量エネルギー密度200Wh/kg、出力密度2500W/kg、コスト3万円/kWhを小型単電池で達成すること(上記と同条件)。また、電池周辺機器開発では、格段の高性能化、コンパクト化、低コスト化を達成すること。さらに、重量エネルギー密度500Wh/kgを見通せる新規概念・構造の蓄電池基礎開発の他、劣化・寿命診断法、安全性評価などの各種試験法等の開発およびそれら共通基盤技術の基準・標準化。

### ③研究開発期間

2007年度～2011年度

## (5) 発電プラント用超高純度金属材料の開発(運営費交付金)

### ①概要

超高純度金属材料を発電設備の蒸気配管等に実用化することを目指し、高純度金属材料の高度化に向けた低コスト・量産化製造技術を開発し、実使用環境における超高純度金属材料の耐久性試験等を行う。

なお、本事業は、発電用施設における電気の供給の円滑化を図る観点から行うものである。

### ②技術目標及び達成時期

2009年までに、不純物総量100ppm未満、溶解量数100kg以上の低コスト・量産化技術製造技術を開発するとともに、製造された超高純度材料

が発電プラントの各種機器に適用でき、本材料の持つ優れた特性を長期に亘って発揮できることを確認する。

③研究開発期間

2005年度～2009年度

4-V. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

4-V-i. 石油・天然ガス・石炭の探鉱・開発・生産技術

(1) 石油・天然ガス開発・利用促進型大型／特別研究（運営費交付金）

①概要

石油及び可燃性天然ガス資源の開発に係る技術の振興を図る観点から、大水深、複雑な地層といった悪条件化が進む石油・天然ガスの探鉱・開発技術、利用拡大が見込まれる天然ガス田の開発促進に資する天然ガス有効利用技術等について、短期間で実用化が期待され、民間ニーズに直結した研究開発を提案公募により実施する。

②技術目標及び達成時期

2012年度までに、我が国の石油・天然ガスの探鉱・開発技術力の向上、及び天然ガスの利用の促進に向けた天然ガスの有効利用技術の開発を行う。

③研究開発期間

2001年度～2012年度

(2) 石炭生産技術開発

①概要

石油代替エネルギーである石炭の安定供給を図るため、発熱量が低いものの低灰分、低硫黄といった特徴を有する低品位炭の有効利用を目的として、低品位炭の発熱量を高め、自然発火性を抑制する低品位炭改質技術を開発する。

②技術目標及び達成時期

2009年度までに、3500～5000kcal/kg の発熱量の低品位炭を瀝青炭並みの6000kcal/kg 以上に改質する低品位炭改質技術を開発し、600t/d 大型実証プラントでの製造技術を確立する。

③研究開発期間

2006年度～2009年度

(3) 石油精製物質等簡易有害性評価手法開発（運営費交付金）

①概要

石油の生産及び流通の合理化を図る観点から、石油製品等に含まれる化学物質によるリスクを把握し、必要な対策を適切に行うことを可能とするため、*in vitro* 培養系技術等の活用により遺伝子組換え細胞等を用いた *in vitro* 系簡易有害性予測手法、また、トキシコゲノミクスを活用した短期動物試験結果と相関する遺伝子発現データセットを開発する。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、遺伝子導入技術、幹細胞分化誘導技術、生物発光技術等

を適用した培養細胞を用いて、試験期間1ヶ月程度、発がん性、催奇形性及び免疫毒性を予測評価できる試験手法を開発し、また、遺伝子発現解析技術を短期動物試験に適用し、28日間反復投与試験結果と相関する遺伝子発現データセットを完成させる。また、標準的な試験プロトコルを策定する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(4) 石油資源遠隔探知技術の研究開発

①概要

我が国が開発・運用する多様な地球観測センサ（ASTER、PALSAR等）の地球観測データを用いて、石油・天然ガス等の安定供給確保のため、資源開発・探査、環境観測等に有効なデータの処理解析手法の研究開発を行う。また、地球観測データのような大容量のデータを容易に扱えるシステムの研究開発を実施することで資源開発・探査、環境観測を含む多様な分野でのリモートセンシングの利用拡大を図る。

②技術目標及び達成時期

2014年度までに、資源開発・探査、環境観測等の分野における地球観測データ処理・解析技術の向上及び地球観測データの利用の拡大を図る。

③研究開発期間

1981年度～2010年度

(5) ハイパースペクトルセンサ等の研究開発（運営費交付金）

①概要

資源開発に有効な岩石・鉱物や地質構造解析の高次元解析を可能とするハイパースペクトルセンサの開発を行うとともに、軌道上におけるデータ取得の実証を行い、センサ技術の確立を行う。

②技術目標及び達成時期

2013年度までにスペクトル分解能200バンド前後のハイパースペクトルセンサを開発し、地表面のスペクトル情報を取得して資源開発に有効なセンサ技術の実証を行う。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(6) 次世代合成開口レーダ等の研究開発

①概要

石油の生産及び流通の合理化を図る観点から行うものであり、石油及び可燃性天然ガス資源等の開発に資するため、資源探査能力を格段に向上した合成開口レーダである次世代合成開口レーダ（PALSAR）の健全性評価やセンサを維持することにより、取得される画像データを用いた石油・天然ガス資源の遠隔探知を行う技術を確立する。

②技術目標及び達成時期

PALSARの開発、健全性の評価・維持を実施することにより、2010年度までに、レーダ技術の高度化（アンテナ指向の電子制御化、分解能の向上、多偏波観測等）を図る。

③研究開発期間

1993年度～2010年度

(7) 極軌道プラットフォーム搭載用資源探査観測システムの研究開発

①概要

石油の生産及び流通の合理化を図る観点から行うものであり、石油及び可燃性天然ガス資源等の開発に資するため、資源探査能力を格段に向上した光学センサである資源探査用将来型センサ（ASTER）の健全性評価やセンサを維持することにより、取得される画像データを用いた石油・天然ガス資源の遠隔探知を行う技術を確立する。

②技術目標及び達成時期

ASTERの開発、健全性の評価・維持を実施することにより、2010年度までに、センサ技術の高度化（ポインティング機能の追加、分解能の向上、熱センサの搭載等）を図る。

③研究開発期間

1987年度～2010年度

4-V-ii. 石油・天然ガスの有効利用技術

(1) 石油燃料次世代環境対策技術開発

①概要

バイオマス燃料から製造した石油製品が自動車排出ガスに及ぼす影響、新たな自動車燃焼技術（自着火燃焼（着火までに燃料と空気を十分に混合し、その混合気体を点火プラグの使用なしで圧縮することにより着火させる燃焼法でNOx排出低減、熱効率が高等の利点がある））に適応した燃料に関する技術開発を実施する。

また、建設機械、発電機等のオフロードエンジンの排ガスによる環境負荷低減や石油燃焼機器の効率的な利用を進めるための技術開発を実施する。

②技術目標及び達成時期

バイオマス燃料の利用時における、燃料と自動車エンジン技術の両面の影響評価を進め、技術的課題を解決し、運輸部門における燃料多様化を目指す。

また、オフロードエンジンの規制は欧米が先行していることから、2012年頃、欧米において規制強化が予定されている排ガス規制に対応した技術を確立し、我が国における規制強化に対応可能な燃焼技術を実現することを目指す。

③研究開発期間

2002年度～2011年度

## (2) 石油精製高度機能融合技術開発

### ①概要

石油精製業を中心とする石油コンビナート全体の横断的かつ高度な運営機能の融合を図り、単独企業のみでは達成困難なコンビナート域内の省資源、省エネルギーの向上を進めるため、異業種異企業間における限りある貴重なエネルギー資源の利用効率の高い生産技術に関し技術の開発・実証を行う。

### ②技術目標及び達成時期

2009年度までに、我が国における他のコンビナートへの波及効果を含め、CO2排出量を63万トン/年削減可能とする技術を確立する。

### ③研究開発期間

2006年度～2009年度

## (3) 将来型燃料高度利用技術開発

### ①概要

省エネ、二酸化炭素削減効果が見込まれる燃料電池自動車の燃料である高純度(99.99%以上)水素を安定的かつ経済的に供給することは重要である。石油は、その長所として豊富な水素供給余力と安価な水素製造技術及び全国に展開した災害に強いガソリンスタンドを保有している。これら石油の長所を活かした水素供給システムの確立により、水素社会の早期実現に貢献するものである。本事業では、製油所からの高純度水素供給技術開発とガソリンスタンドを拠点とする高純度水素製造技術開発を行う。

### ②技術目標及び達成時期

コスト低減のため製油所におけるナフサから高効率(80%以上)な高純度水素製造を可能とする新たな技術を開発する。また、供給地のガソリンスタンドにおいて有機ハイドライドから高純度の水素を高効率(80%)に取り出すための水素発生装置を開発する。また、脱硫後の灯油硫黄分を検出限界以下の10ppb以下とする脱硫剤の開発を行うとともに、貴金属使用量を2-3wt%から0.5wt%以下まで低減しても、従来と同等の高い性能が維持できる改質触媒を開発する。さらに、膜分離型反応器を用いた99.99%高純度水素の製造効率を80%、4万時間の耐久性が期待できる水素製造システムを開発する。

### ③研究開発期間

2008年度～2010年度

## (3) 革新的次世代石油精製等技術開発

### ①概要

原油価格の高騰・高止まりや原油の重質化と製品需要構造変化等の石油を巡る大きな環境変化のなか、連産品である石油製品を今後とも長期的に安定化かつ効率的に供給するためには、製油所の更なる高度化に向けた技術の開発実用化が必要である。このため、非在来型原油を含めた重質油を原料として、製油所におけるボトムレス化、余剰となる分解留分の高付加価値等のためのプロセスや触媒技術等の開発を行う。また、次世代の技術シーズ創出のため、これまでの技術とは

異なる発想により我が国唯一の革新的な新規触媒研究、新規膜分技術研究、新規製造プロセス研究等を産官学の連携等により実施する。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに重質油対応型高過酷度接触流動分解技術（HS-FCC）については、3千BD規模（商業レベルの1/10規模）の実証研究を通じ、プロピレン収率20%以上（既存技術4%程度）、将来不足が予想される高オクタン価ガソリン基材（RON98（既存技術92程度））の製造を可能とする技術を確立する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(5) 次世代高信頼性ガスセンサー技術開発

①概要

一酸化炭素中毒やガス漏れなどのガス事故を限りなくゼロに近づけるため、センサー素子のナノレベルでのメカニズム解析及び開発設計を行い、コードレスで高信頼性を有する次世代高信頼性ガスセンサー（COセンサー・メタンセンサー）を開発する。

なお、本事業は、エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものである。

②技術目標及び達成時期

2011年度までに、最先端のナノテクノロジー及びMEMS技術を導入し、電池駆動で5年以上の長寿命、高信頼性（数百ppm以下の故障率）、低コストなCOとメタンのセンサーを開発する。

③研究開発期間

2008年度～2011年度

(6) 天然ガスの液体燃料化（GTL）技術実証研究（運営費交付金）

①概要

硫黄等を含まず排出ガスがクリーン、着火性が高いという特徴を有することから石油系燃料代替として期待されるGTLについて、天然ガス中に含まれるCO<sub>2</sub>を除去せず、原料として積極的に活用することから、従来利用が困難であったCO<sub>2</sub>を多く含むガス田からの天然ガスが利用可能、CO<sub>2</sub>除去装置が不要であることによる生産設備コストの低減が可能、といった強みを有する我が国独自のGTL製造技術の確立を図る。

②技術目標及び達成時期

2010年度までに、実証プラントによる運転研究（500バレル/日）を行い、商業規模でのGTL製造技術を確立する。

③研究開発期間

2006年度～2010年度

(7) 石油・天然ガス開発・利用促進型大型/特別研究（運営費交付金）（4-V-i 参照）

(8) 高効率ガスタービン実用化技術開発（4-I-ii 参照）

#### 4-V-iii. メタンハイドレート等非在来化石資源の利用技術

##### (1) メタンハイドレート開発促進委託費

###### ①概要

日本周辺海域に相当量の賦存が見込まれ、国産のクリーンなエネルギー資源として有望なメタンハイドレートを利用可能とするため、資源量評価手法、生産手法及び環境影響評価手法等の確立のための技術開発を行う。

###### ②技術目標及び達成時期

2016年度までに、商業的産出のための技術を整備することを目指し、日本周辺海域におけるメタンハイドレートの賦存状況と特性の明確化、有望賦存海域からのメタンハイドレート資源フィールドの選択及び現場産出試験等による生産手法の確立等を推進する。

###### ③研究開発期間

2001年度～2016年度

##### (2) 革新的次世代石油精製等技術開発（4-V-ii 参照）

#### 4-V-iv. 石炭クリーン利用技術

##### (1) 革新的ゼロエミッション石炭火力発電プロジェクト

###### ①概要

石炭の高効率な利用を図るために、

- i. 酸素吹きによる石炭ガス化発電の開発実証及び化学吸収法によるCO<sub>2</sub>の分離・回収技術の実証
- ii. 石炭ガス化発電からCCSまで一貫したトータルシステムの設計等
- iii. 次世代IGCC（石炭ガス化複合発電）など革新的な石炭ガス化技術にかかる先進基盤研究を行う。

###### ②技術目標及び達成時期

2009年度までに、パイロットプラントにおいて、高圧の石炭ガスからCO<sub>2</sub>の分離・回収技術の確立及びガス化炉の信頼性向上へ向けて、3炭種以上の適応炭種拡大試験を実施する。

###### ③研究開発期間

2007年度～2012年度

##### (2) 国際革新的ゼロエミッション石炭火力発電プロジェクト補助金

###### ①概要

石炭火力発電から排出されるCO<sub>2</sub>の削減技術について諸外国との実証事業等を実施し、当該技術の普及基盤を整備することにより、エネルギー供給に対する環境上の制約を取り除き、もって我が国エネルギー需給構造の安定化を図る。

###### ②技術目標及び達成時期

石炭ガス化技術等実証普及事業では、海外において取り組みが進められているゼロエミッション型石炭火力発電の石炭ガス化・発電技術、CO<sub>2</sub>分離回収技術、

CO<sub>2</sub>輸送貯留技術等に関する情報収集や関連する技術調査の実施等により、我が国におけるゼロエミッション型石炭火力発電の実用化開発に資する技術・知見を得る。

酸素燃焼国際共同実証事業では、既存の微粉炭火力発電の改造による酸素燃焼方式のゼロエミッション型石炭火力発電プラントの実用化を目標とするものであり、既存のプラントの改造により対応可能であること、酸素燃焼を行うことにより、燃焼ガスからCO<sub>2</sub>を分離する装置が不要であることから、比較的 low コストで極めて大きなCO<sub>2</sub>削減効果が期待できる。

石炭火力発電原油増進回収国際共同事業では、2008年5月の日中首脳会談で合意された「日中間でのCCS-EOR（二酸化炭素の回収・貯留、石油増進回収法）協力」に係る日中共同事業として、中国における石炭火力発電CCS-EOR事業の事前調査としてCCS-EORの有効性確認、CCS-EORの経済性・事業実現性等を検討する。これらにより、多量のCO<sub>2</sub>排出削減を実現するモデルの構築、世界のCO<sub>2</sub>排出削減への貢献が期待出来る。

### ③研究開発期間

2007年度～2016年度

## (3) 先進超々臨界圧火力発電実用化要素技術開発費補助金

### ①概要

従来の超々臨界圧火力発電（USC）は、蒸気温度の最高温度は630℃程度が限界で、送電端熱効率も42～43%が原理的限界といわれてきた。しかしながら、近年の材料技術の進歩により、700℃以上の蒸気温度を達成できる可能性が見えてきたことから、これらの材料を活用した先進超々臨界圧火力発電技術（A-USC）の開発を行うものである。A-USCは、蒸気温度700℃級で46%、750℃級で48%の高い送電端熱効率の達成が可能な技術であり、2020年以降増大する経年石炭火力発電のリプレース需要に対応するため、早急に技術開発を進める必要がある。そのため、ボイラーメーカー、タービンメーカー及び材料メーカーが共同でA-USCの技術開発に取り組む。

### ②技術目標及び達成時期

平成22年度までにシステム基本設計を完了し、シミュレーションにより送電端熱効率46%～48%の達成が可能なことを確認する。平成24年度までにボイラー、タービン部材等が700℃以上の蒸気温度に耐えられるかどうかを試作、評価し、経済性を含めたシステム成立性への見通しを得る。平成27年～平成28年度に実缶試験、回転試験を実施し、蒸気温度700℃以上の条件下でボイラー、タービンの信頼性を確認する。また、ボイラー、タービン部材について3万～7万時間の長期信頼性試験を実施し材料特性を検証する。

### ③研究開発期間

2008年度～2016年度



#### (4) 石炭利用技術開発（一部、運営費交付金）

##### ①概要

環境適合的な石炭利用の拡大を図るため、石炭利用プロセスにおける環境影響を低減させる手法の開発等、クリーン・コール・テクノロジーの開発を行う。

##### ②技術目標及び達成時期

2009年度までに、

- ・ 化学原料等に利用可能な合成用ガスを石炭乾留ガスから無触媒で製造する技術をパイロットプラントで確立する（無触媒石炭乾留ガス改質技術開発）。

2011年度までに、

- ・ 石炭利用プロセスにおいて、環境分析技術の高精度化、環境影響成分の挙動解析のためのモデルの構築等により、環境への影響低減手法を開発する（戦略的の石炭ガス化・燃焼技術開発）。

##### ③研究開発期間

1995年度～2011年度

- ・ 戦略的の石炭ガス化・燃焼技術開発2007年度～2011年度
- ・ 無触媒石炭乾留ガス改質技術開発2006年度～2009年度

#### (5) 噴流床石炭ガス化発電プラント開発費補助金

##### ①概要

供給安定性に優れた石炭の高効率かつ低環境負荷での利用を図るため、石炭をガス化して燃料とし、コンバインドサイクル（ガスタービンと蒸気タービンの組合せ）を駆動する高効率発電技術（石炭ガス化複合発電技術（IGCC：Integrated coal Gasification Combined Cycle）の実証試験を行う。

##### ②技術目標及び達成時期

2009年度までに、25万kWの実証機を用いた実証試験により、熱効率40.5%（送電端、高位発熱量ベース）を目指す。この目標は50万kWの商用機における熱効率46～48%に相当する。本技術は実証試験終了後の2010年度より商用化が可能である。

##### ③研究開発期間

1999年度～2009年度

#### (6) 資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発（運営費交付金）（4-I-ii 参照）

#### 4-V-v. その他・共通

- (1) 新エネルギー技術実用化補助事業（運営費交付金）（4-III-i 参照）
- (2) 非化石エネルギー産業技術研究助成事業（運営費交付金）（4-III-i 参照）
- (3) 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発（運営費交付金）（4-III-v 参照）
- (4) 燃料電池先端科学研究（運営費交付金）（4-III-v 参照）
- (5) 固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発（運営費交付金）（4-III-v 参照）
- (6) 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発（運営費交付金）（4-III-v 参照）
- (7) 水素貯蔵材料先端基盤研究（運営費交付金）（4-III-v 参照）
- (8) 水素社会構築共通基盤整備事業（運営費交付金）（4-III-v 参照）
- (9) 水素先端科学基礎研究事業（運営費交付金）（4-III-v 参照）
- (10) 固体酸化物形燃料電池実証研究（運営費交付金）（4-III-v 参照）
- (11) 燃料電池システム等実証研究（運営費交付金）（4-III-v 参照）

## 5. 政策目標の実現に向けた環境整備（成果の実用化、導入普及に向けた取組）

### 5-I. 総合エネルギー効率の向上

- 事業者単位の規制体系の導入
- 住宅・建築物に係る省エネルギー対策の強化
- セクター別ベンチマークの導入と初期需要創出（高効率機器の導入補助等）
- トップランナー基準の対象機器の拡充等
- アジアにおける省エネルギー対策の推進を通じた我が国の国際競争力の向上
- 国民の省エネルギー意識の高まりに向けた取組

### 5-II. 運輸部門の燃料多様化

- 公共的車両への積極的導入
- 燃費基準の策定・改定
- アジアにおける新エネルギー協力
- 国際標準化による国際競争力向上

### 5-III. 新エネルギー等の開発・導入促進

- 補助金等による導入支援
- 新エネルギーベンチャービジネスに対する支援の拡大
- 新エネルギー産業構造の形成
- 電気事業制度・ガス事業制度の在り方の検討

### 5-IV. 原子力利用の推進とその大前提となる安全の確保

- 電力自由化環境下での原子力発電の新・増設の実現
- 資源確保戦略の展開
- 次世代を支える人材育成
- 中小型炉の海外市場への展開、我が国原子力産業の国際展開支援
- 原子力発電拡大と核不拡散の両立に向けた国際的枠組み作りへの積極的関与
- 国と地域の信頼強化

### 5-V. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

- 資源国等との総合的な関係強化（研究開発の推進・協力、人材育成・技術移転、経済関係強化など）
- 化石燃料のクリーンな利用の開拓

## 6. 研究開発の実施に当たっての留意事項

事業の全部又は一部について独立行政法人の運営費交付金による実施されるもの（事業名に（運営費交付金）と記載したもの）は、中期目標、中期計画等に基づき、運営費交付金の総額の範囲内で当該独立行政法人の裁量によって実施されるものである。

また、事業名に（採択テーマ）と記載された事業は、提案公募事業により採択されたテーマを記載したものであり、その採択や評価等は、提案公募事業の実施機関の責任の下、実施されるものである。

## 7. 改訂履歴

- (1) 平成16年7月7日付け、省エネルギー技術開発プログラム基本計画、新エネルギー技術開発プログラム基本計画、燃料技術開発プログラム基本計画、電力技術開発プログラム基本計画、原子力技術開発プログラム基本計画制定。固体高分子形燃料電池／水素エネルギー利用プログラム基本計画（平成16・02・03産局第6号）は、新エネルギー技術開発プログラム基本計画に統合することとし、廃止。
- (2) 平成17年3月31日付け制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成16・06・04産局第8号）、新エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成16・06・04産局第10号）、燃料技術開発プログラム基本計画（平成16・06・04産局第12号）、電力技術開発プログラム基本計画（平成16・06・04産局第11号）、原子力技術開発プログラム基本計画（平成16・06・04産局第13号）は、廃止。
- (3) 平成18年3月31日付け制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成17・03・25産局第14号）、新エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成17・03・25産局第9号）、燃料技術開発プログラム基本計画（平成17・03・25産局第17号）、電力技術開発プログラム基本計画（平成17・03・25産局第12号）、原子力技術開発プログラム基本計画（平成17・03・25産局第13号）は、廃止。また、次世代低公害車技術開発プログラム基本計画（平成17・03・29産局第2号）は、省エネルギー技術開発プログラム基本計画及び燃料技術開発プログラム基本計画に統合することとし、廃止。
- (4) 平成19年4月2日付け制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成17・03・31産局第19号）、新エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成18・03・31産局第15号）、燃料技術開発プログラム基本計画（平成18・03・31産局第18号）、電力技術開発プログラム基本計画（平成18・03・31産局第17号）、原子力技術開発プログラム基本計画（平成18・03・31産局第16号）は、廃止。
- (5) 平成20年4月1日付け、エネルギーイノベーションプログラム基本計画制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成19・03・26産局第1号）、新エネルギー技術開発プログラム基本計画（平成19・03・20産局第4号）、燃料技術開発プログラム基本計画（平成19・03・19産局第7号）、電力技術開発プログラム基本計画（平成19・03・16産局第3号）、原子力技術開発プログラム基本計画（平成19・03・23産局第2号）は、本プログラム基本計画に統合することとし、廃止。
- (6) 平成21年4月1日付け制定。エネルギーイノベーションプログラム基本計画（平成20・03・25産局第5号）は廃止。

(ナノテク・部材イノベーションプログラム・エネルギーイノベーションプログラム)

「超フレキシブルディスプレイ部材技術開発」基本計画

ナノテクノロジー・材料技術開発部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

我が国の材料産業は、国際的に高い技術力と競争力を有し、我が国の経済社会の発展を支えているが、川下産業との取引のオープン化に伴いユーザーとの連携の希薄化が進行する一方で、汎用的な材料技術はアジア諸国の技術向上によるキャッチアップが進行している。そのため我が国において産学官を含む連携の強化(川上川下の垂直連携、材料創成と加工の水平連携など)を図ることで、次世代の部材分野での我が国のイノベーションを促進することが喫緊の課題となっている。

そこで本プロジェクトは、『部材分野の技術戦略マップを活用し、将来の部材の基盤技術の方向性を見定めるとともに、材料関係者だけでなく多様な連携(川上川下の垂直連携、材料創成と加工の水平連携等)による基盤技術開発を支援することで、部材分野の技術革新を促進すること』を目的とした「ナノテク・部材イノベーションプログラム」の中で、特に『川上から川下の各段階における[擦り合わせ]の連鎖こそが我が国高度部材産業の強みとなっていることから、この擦り合わせ力の向上に資するようなプロジェクト体制(垂直連携)で実施することで、川下産業の競争力向上に貢献すること』を目的として実施するものである。また同時に、我が国エネルギー供給の効率化に資する「エネルギーイノベーションプログラム」の一環としても本プロジェクトを行う

今後、我が国産業が世界に先駆けてイノベーションを創出し、それが持続的・自律的に達成されるようにするためには、事業化を見据えた研究開発・導入シナリオに基づき、戦略分野への重点化を図ることが必要である。このため、産学官の知見を結集し、我が国初となる「技術戦略マップ」が2005年3月に20分野にわたり策定された。ディスプレイは、その中で、情報通信分野に位置づけられるユーザビリティ分野(分野構造:モバイル型ディスプレイ、フレキシブルディスプレイ、電子ペーパーメディア)および、製造産業分野に位置づけられるナノテク分野(技術領域:フレキシブルディスプレイ)で取り上げられている。この理由として、ディスプレイは、市場規模が大きく、大幅な性能向上が期待され、新規製品・サービスを創造するものであると考えられる。これらの成長を見越し、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下、「NEDO技術開発機構」という。)では、高分子有機EL(エレクトロルミネッセンス)発光材料PJ、リライタブルペーパーディスプレイPJを推進してきたが、この成果を次世代に繋げるためにも、先駆的ディスプレイ開発として、ユビキタス社会の到来に備える超フレキシブルディスプレイの開発も推進すべきである。NEDO技術開発機構は、超フレキシブルディスプレイの目標として、「リジッドなガラス基板を有しないプラスチックフィルムベースのカラー動画対応アクティブマトリクスディスプレイで、厚さ1mm以下であり、曲率半径150mm以下まで曲面にできるもの。」を掲げる。この分野について、産学の科学的知見を結集して、共通基盤技術を開発するとともに、超フレキシブルディスプレイの前段階で実用化が可能な要素技術についても、その延長線上で、基盤技術の成長促進により、超フレキシブルディスプレイにつながる実用化技術を開発すべきである。

本プロジェクトでは、技術戦略マップで示されているユーザビリティ分野およびナノテク分野の技術開発ロードマップの目標値を標榜し、将来の超フレキシブルディスプレイ部材開発に必要と

なる共通基盤技術、実用化技術開発を行うことを目的とする。

## (2) 研究開発の目標

### 【共通基盤技術】

平成21年度末までに、バックパネルに必要なインク化材料を開発するとともに、T F T (Thin Film Transistor：薄膜トランジスタ) 基本構造の特性、評価および回路設計技術を確立する。さらに、実用化に向けた実証のため、有機T F Tアレイの開発状況に従い、表示原理と性能を選択してプロトタイプを試作する。表示原理として、各種の電気泳動表示法や液晶表示法などを候補としてとりあげる。表示性能としては、白黒／カラー、静止画／準動画などの選択がある。これにより、A4サイズ、準動画、モノクロ、画素サイズ200ppi (画素サイズ：127 $\mu$ m)、曲率半径20mmのフレキシブルディスプレイのプロトタイプを試作し、超フレキシブルディスプレイの携行性を向上させる基盤技術を確立する。

### 【実用化技術】

平成 21 年度末までに、液晶ディスプレイ向け技術：対角 4 インチ (多面取り)、動画、高精細カラー、曲率半径 150 mm のディスプレイに適用可能となる部材を開発し、これらをパネル化するための実用化技術を確立する。

## (3) 研究開発内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、別紙の研究開発計画に基づき研究開発を実施する。

### 【共通基盤技術】

- ①有機T F Tアレイ化技術の開発
- ②マイクロコンタクトプリント技術の開発

### 【実用化技術】

- ③高度集積部材の開発
- ④ロール部材パネル化要素技術の開発

## 2. 研究開発の実施方式

### (1) 研究開発の実施体制

本研究開発は、N E D O 技術開発機構が、単独ないし複数の原則、本邦の企業、研究組合、公益法人等の研究機関 (原則、国内に研究開発拠点を有していること。ただし、国外企業の特別な研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点からの国外企業との連携が必要な場合はこの限りではない。) から公募によって研究開発実施者を選定し実施する。

共同研究開発に参加する各研究開発グループの有する研究開発ポテンシャルの最大限の活用により効率的な研究開発の推進を図る観点から、研究体にはN E D O 技術開発機構が委託先決定後に指名するプロジェクトリーダー (研究開発責任者) 次世代モバイル用表示材料技術研究組合 理事長 山岡 重徳を置き、その下に研究者を可能な限り結集して効果的な研究開発を実施する。

本研究開発において、N E D O 技術開発機構が主体となって行うべき基礎的・基盤的研究開発で

あると判断される研究開発内容に示した①②の事業は委託により実施し、市場化に向けた産業界の具体的な取り組みが示されるべき実用化研究開発であると判断される研究開発内容に示した③④の事業は助成（助成率 1/2）により実施する。

## （2）研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有する NEDO 技術開発機構は、経済産業省および研究開発責任者と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的および目標、並びに、本研究開発の目的および目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて設置される技術検討委員会等における外部有識者の意見を運営管理に反映させる他、四半期に一回程度プロジェクトリーダー等を通じてプロジェクトの進捗について報告を受けること等を行う。

## 3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は、平成 18 年度から平成 21 年度までの 4 年間とする。

## 4. 評価に関する事項

NEDO 技術開発機構は、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義ならびに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の事後評価を平成 22 年度に実施する。なお、評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

## 5. その他の重要事項

### （1）研究開発成果の取扱い

#### ・成果の普及

研究開発成果については、NEDO 技術開発機構、実施者とも普及に努めるものとする。

#### ・知的基盤整備事業又は標準化等との連携

得られた研究開発の成果については、知的基盤整備または標準化等との連携を図るため、データベースへのデータの提供、標準情報（TR）制度への提案等を積極的に行う。

#### ・知的財産権の帰属

委託研究開発の成果に関わる知的財産権については、「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第 26 条の規定等に基づき、原則として、すべて委託先に帰属させることとする。

### （2）基本計画の変更

NEDO 技術開発機構は、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、内外の研究開発動向、政策動向、プログラム基本計画の変更、第三者の視点からの評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

(3) 根拠法

本プロジェクトは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第2号及び3号に基づき実施する。

(4) その他

本研究によって得られたあらゆる知的財産、また本研究の過程または成果に基づき開発したプログラム、サンプルもしくは装置などの成果物について、本プロジェクト外（国内外）への供試・開示については、事前にプロジェクトリーダーとNEDO技術開発機構に連絡する。その際に、NEDO技術開発機構が申請書の提出を求めた場合は、これに応じ速やかに提出する。

6. 基本計画の改訂履歴

(1) 平成18年3月、制定。

(2) 平成18年6月、研究開発責任者（プロジェクトリーダー）決定に伴い改訂。

(3) 平成20年7月、イノベーションプログラム基本計画の制定により、「(1) 研究開発の目的」の記載を改訂。



## 研究開発項目①「有機TFTアレイ化技術の開発」

### 1. 研究開発の必要性

現在、平面型ディスプレイのバックプレーンでは、非晶質シリコンまたは低温ポリシリコン(LTPS)を用い、工程数の多いフォトリソグラフィを主要技術として、TFTが生産されている。また、真空や高温での処理工程も必要である。このため、製造コストやエネルギー消費の増大を惹起している。さらには、大面積化においてもバッチ処理の限界が議論されている。一方、フレキシブルディスプレイでは、プラスチック基板へのLTPS適用が注目されている。しかし、プロセス温度が200°Cを超えるため、直接、基板上へのパターン化ができない。現状では、シリコンやガラス基板上にLTPS-TFTを作製した後、プラスチック基板へ転写する方法が試みられているものの、製造コストの課題がある。

この背景を踏まえ、巻き取り可能な超フレキシブルディスプレイとして期待される200ppi(画素サイズ:127 $\mu$ m)のバックプレーン開発を目指す。このために、マイクロコンタクトプリント( $\mu$ CP)法などをとりあげ、まず、パターンングに必要な有機半導体、絶縁、電極、保護、および配線材料のインク化を検討し、各種有機TFT部材を開発する。なかでも、希少金属インジウムの代替として期待される酸化亜鉛のインク化も取り上げ、省資源化にも配慮して進める。並行して、転写性能に優れ、位置合わせ精度の高い版材料を開発する。これにより、A4、200ppiの有機TFTアレイ化技術を開発する。これらの応用展開として、各種フロントパネルへの適用性も検討する。

### 2. 研究開発の具体的内容

#### (1) 有機半導体部材の開発

世界的にも開発が進んでいるポリチオフェンやその誘導体を基本的材料として、表面・界面制御または、バルク改質などにより高移動度かつ歩留まりの高い有機TFTアレイのための新規材料の分子設計および合成を行う。また、電子特性と成膜特性の安定化を検討する。このために、例えば、自己組織化単分子膜(SAM)などで基板表面の化学修飾・加工技術に適した材料を開発する。一方、高移動度の有機半導体を用いた駆動用TFTの新規素子構造について、プロセスに適合した回路設計を行う。また、有機半導体の電荷生成・移動機構を含めた基本的な光電子特性および半導体層中の分子配列の評価技術として、分光、X線、電子線などを用いた解析手法の高度化を行う。同時に、評価技術の標準化と、現状の厚膜を用いたタイムオブフライト(TOF)法等の改良により、電荷注入および取り出し機構を解析し、高性能化のための指針を明らかにする。

#### (2) 絶縁部材の開発

200°C以下の低温での成膜性と表面平滑性に優れた絶縁性高分子材料の設計、合成を行う。比抵抗、誘電率、かつ表面平滑性などを評価しつつ、材料の開発を行う。さらに、有機半導体層との界面の構造と電子物性の解析を行うことで、より高性能のTFTのための構造形成機構を明らかにする。

#### (3) ソース、ドレイン電極部材の開発

現状の有機TFTにおいては、金やアルミニウムなどの金属蒸着膜をTFT用電極として利用しているが、印刷法により成膜が可能な導電性高分子と金属インクを開発するとともに、プラスチック基板および他のTFT材料の融点以下の200°C以下で電極形成を可能とする製造技術を開発する。フォトリソグラフィ技術を用いずに再現性よくパターンングできる方式として $\mu$ CP法をとりあげ、必

要に応じディップペン法、インクジェット法や反転印刷法に代表される転写法、或いはこれらを融合させた方法を検討する。

#### (4) 配線部材の開発

金属インクまたは可溶性の導電性高分子を用いて配線パターンニングする。パターンニングにおいてフォトリソ・プロセスからの脱却を念頭に、例えば、基板の表面特性を制御する界面活性機能を有する単分子膜材料なども開発する。A4、200ppi を可能とする回路設計を行い、再現性よくパターンニング出来る効率的な印刷プロセスとして、 $\mu$ CP法、インクジェット法、ディップペン法や反転印刷法に代表される転写法、或いはこれらを融合させた方法を開発する。配線ルール、開口率、比抵抗を評価しつつ、材料開発を行う。また、ディスプレイの曲率半径が 20 mmで、配線がひび割れしない金属インクを開発する。

#### (5) 画素電極部材の開発

透明性または鏡面性に優れた電極材料を選定し、大面積で一括成膜するための材料とパターンニング技術を開発する。稀少金属としてのインジウムの代替材料の開発も視野に入れ、インジウムを含まない材料のゾル・ゲル化または超微粒子化した分散材料も開発し、これらを用いて、 $\mu$ CP法、スクリーン印刷などの印刷法により A4 サイズを一括成膜する技術を開発する。

#### (6) 層間絶縁部材の開発

ディスプレイのデータ電極用およびゲート電極用配線間の絶縁を保持するため導電性材料上に成膜が可能な絶縁性に優れた可溶性高分子材料の開発を行う。具体的には、塗布可能な高分子材料を用いたインクの開発と、その上に形成される配線部材の熱処理に耐えるように耐熱性の向上を行う。

#### (7) 保護膜部材の開発

印刷法で作製された有機 TFTアレイの安定性と長寿命化などを達成するため、酸素および水の遮蔽性に優れた材料の開発を行う。具体的には、塗布可能な高分子材料へのガスバリアー性などの付与とインクの開発を行う。比抵抗、誘電率、表面平滑性、水蒸気透過率、熱膨張率などを評価しつつ、材料の開発を行う。

#### (8) 版材の開発

$\mu$ CP用の版材として最適な材料を探索し、微細加工されたマスター基板の製造技術の開発およびその表面加工技術を開発する。表面構造の転写性、再現性向上のための機械的性質を制御する要因を明らかにする。版材自体の膨潤性や、使用されるインク材の転写性の制御などを目的に、版材について、例えば分子構造まで遡る検討や、版表面の特性制御用の界面活性剤処理などを検討する。また、平圧転写に加え、大面積化に必要な円圧も視野に入れて、製版方式の検討も行う。一方、転写機構の分子レベルでの解析のため、たとえばプローブ顕微鏡や各種分光学的手法などの分析方法を高度化し、転写されたパターンにおける電気特性の評価と評価手法を確立する。さらに、版材料開発、大判転写方式と並行して、版のパターンニングルールを確立する。

#### (9) 有機 TFTアレイ化技術の開発

インク化された各種有機 TFT部材を用いて A4、200ppi の画素 ( $127\mu\text{m}$  ピッチ) でのパターンニングを行うため、 $\mu$ CP法を主としつつ、インクジェット法、反転印刷やディップペン法による成膜を行う。また、 $\mu$ CP法に適した有機 TFTの素子構造を検討し、A4、200ppi の有機 TFTアレイ化技術を開発する。

#### (10) フロントパネルの検討

既存の電気泳動型マイクロカプセル方式、ポリマーネットワーク液晶、コレステリック液晶などの

表示材料につき、NEDO技術開発機構のプロジェクトである「ナノ粒子の合成と機能化技術」および「機能性カプセル活用フルカラーリライタブルペーパープロジェクト」や「高分子有機EL発光材料プロジェクト」の成果も視野にいて検討を加え、開発するバックプレーンとの整合性を取る。

### 3. 達成目標

平成 21 年度までに、来るべきユビキタス時代に対応できる、軽量・可搬性に優れ、どこでも使えるディスプレイの必須条件とされている、A4 サイズ、準動画、白黒 200ppi、超フレキシブルディスプレイを開発するため、プラスチック基板上に高移動度のトランジスタ性能を有する有機 TFT 用の新規部材およびソース・ドレイン間隔および駆動用配線の線幅としてサブ  $\mu\text{m}$  オーダーの精度の大面积印刷を可能とする新規の  $\mu\text{CIP}$  法を開発する。このために、有機 TFT 用の半導体、絶縁体、電極、配線および保護膜材料のインク化および版材料の設計、開発、並びに、それらを印刷法により大面积一括成膜するための  $\mu\text{CIP}$  法の要素技術の開発を行う。

上記のインクおよび  $\mu\text{CIP}$  法により、A4 サイズの 200ppi のディスプレイ用バックプレーンを作製する。そして、素材、印刷材料を改良することで完成度を高め、超フレキシブルディスプレイ用部材開発の要素技術を確立する。

## 研究開発項目②「マイクロコンタクトプリント技術の開発」

### 1. 研究開発の必要性

超フレキシブルディスプレイとして期待される 200ppi（画素サイズ：127 $\mu$ m）のバックプレーンを開発するためには、TFTのソース・ドレイン電極間隔（チャンネル長）および配線幅を5 $\mu$ m以下とする必要がある。これは、現状のスクリーン印刷やインクジェット法の限界（10 $\mu$ m）を超えている。さらに移動度のマージン等を見込むと、チャンネル長2 $\mu$ m以下を達成できる技術が望まれる。この課題を解決するため、本研究開発項目では、マイクロコンタクトプリント（ $\mu$ CP）法をとりあげ、新規 $\mu$ CP法の開発とその大面積印刷技術の開発を行う。

### 2. 研究開発の具体的内容

#### (1) パターニング技術の開発

$\mu$ m オーダーで A4 以上の大面積一括成膜技術に対応した $\mu$ CP法を新たに開発するために、印刷装置を設計・作製し基本原理を確立する。 $\mu$ CP法には平面法、ロール法、曲面法などあるが、目的・インク材料・被転写材料に合わせた手法の選択と限界を評価する。また、平圧印刷から円圧印刷、そしてロール to ロール化のための版材、転写材料および表面・界面制御技術の開発を行う。

配線のパターニングにおいては、自己組織化膜（SAM）等を利用した表面・界面制御技術開発、印刷技術を駆使した微細化技術開発、マイグレーションの少ない低抵抗配線構造及び焼成技術開発を行い、高精細化、大面積化、高信頼性化を実現する。

画素電極のパターニングにおいては、高透過率、高平坦性を実現するための印刷技術の開発、低抵抗化のための焼成技術の開発、経時変化のない高信頼性の画素電極を開発する。

層間絶縁膜のパターニングにおいては、平坦化、低誘電率化を実現するための印刷技術開発、焼成技術開発を行う。

また、短チャンネルを実現するためのソース・ドレイン電極のパターニング技術を開発する。

#### (2) コンタクトプリンターの開発

パターニング技術等からのフィードバックにより、インク化された有機半導体材料、電極材料、絶縁材料、保護膜材料等とのマッチングを考慮して開発された版材料の可塑性、弾性率等による、印刷時の変形を最小限に抑え、パターンの精細度を失うことなく印刷を行うことができる試作機を作製する。版サイズは10cm角サイズ以上とし、配線幅5 $\mu$ mのパターンを再現性よく印刷可能とする。この試作機で、平面法、ロール法、曲面法などの $\mu$ CP法の検証ができるようにする。スタンパーは、装置理論誤差ゼロの高精度スタンパー賦形技術を開発する。さらに、大面積(A4)用の装置開発においては、版材のコンフォーマル・コンタクト特性を最大限に活用した高精度の制御が可能な革新的プリンターを開発する。

#### (3) バックプレーンパネル化技術の開発

各部材のパターニング技術を融合させ、印刷プロセスによる高精細（200ppi）のパネル作製を実現する。各部材とパターニング技術に適した素子構成やパターン寸法を決定するためにTEG（Test Element Group）を開発し評価を行う。この評価結果をもとに各部材、プロセス、製造装置へのフィードバックを行い目標とする印刷プロセスによる有機TFTの実現に繋げる。さらに、実用化に向けた実証のため、有機TFT移動度とチャンネル長の開発状況に従い、表示方式を選択してプロトタイプを試作する。また、最終目標である有機TFTパネルの機能の実効性を確認するためのA4サイズフレキ

シブルパネルの試作は、フレキシブルになる可能性のある表示方式の中から選別して試作を行う。選定した表示方式（例えば、電気泳動素子やポリマーネットワーク型液晶素子など）の駆動特性を達成するためのTFT仕様を決定し、開発された各部材やプロセス技術に適合した有機TFTアレイ設計技術を開発することで印刷プロセス有機TFTのパネル化技術を実証する。

### 3. 達成目標

平成 21 年度末までに、来るべきユビキタス時代に対応できる、軽量・可搬性に優れ、どこでも使えるディスプレイの必須条件とされている（A4 サイズ、準動画、白黒 200ppi）超フレキシブルディスプレイを開発するため、プラスチック基板上に移動度で  $0.1\text{cm}^2/\text{Vs}$  以上のトランジスタ性能を有する有機TFT用の新規部材およびトランジスタのソース・ドレイン間隔および駆動用配線の線幅として  $\mu\text{m}$  オーダーの精度の大面积印刷を可能とする新規の  $\mu\text{C P}$  法を開発する。

このために、有機TFT用の半導体、絶縁体、導電体の開発ならびにインク化を行い、同時に大面积・一括成膜に対応するため、 $\mu\text{C P}$  装置の設計・試作を行う。また、上記のインクおよび  $\mu\text{C P}$  装置により、A4 サイズの 200ppi（画素サイズ： $127\mu\text{m}$ 、チャンネル長および配線幅： $5\mu\text{m}$ ）のディスプレイ用バックプレーンを作製することで、材料、プロセス、装置すべてに亘りフレキシブルディスプレイ用部材開発の要素技術および上述した世界初の大型  $\mu\text{C P}$  装置を開発する。

### 研究開発項目③ 「高度集積部材の開発」

#### 1. 研究開発の必要性

来るべきユビキタス時代においては、超薄型・軽量で割れにくいフレキシブルなモバイル用ディスプレイが期待されている。しかしながら、従来の液晶ディスプレイの製法では、環境および省エネルギーに課題が多く、新材料および新製法の開発が必要である。これらの課題を解決するために、プラスチックフィルム基板をベースとしたロール部材（各種部材、高度集積部材）およびロール to ロールプロセスの開発が必要である。

当該開発は、超フレキシブルディスプレイの前段階で実用化が可能な要素技術としても重要なものである。

#### 2. 研究開発の具体的内容

##### (1) フロントプレーン高度集積部材の開発

偏光フィルムをはじめとする各種フィルム・素材を出発材料とし、偏光/位相差一体化フィルムやカラーフィルタフィルム基板をロール状部材とするための最適化を検討し、これらをロール to ロールで一体化したフロントプレーン高度集積部材を開発する。ロール to ロールによる偏光/位相差一体化フィルム部材の検討においては、フィルム方式や塗布方式などを検討し、性能と実用性を両立する部材の最適化を検討する。そのために必要な各方式に対応した設備の試作を行う。カラーフィルタフィルム基板部材の形成プロセスについては、効率良い製造のため、たとえばインクジェット方式などの設備を開発しロール to ロール化を行うとともに、モバイルディスプレイに必要な高精細度のパターンニングを行う。またカラーフィルタ基板部材としては、フィルム基板に適した透明導電膜の成膜と設備の試作も実施する。透明導電膜は、薄膜を真空成膜する方法に加えて、湿式成膜によるロール to ロールプロセスについて検討を行う。湿式透明導電膜材料は、成膜プロセスの開発と材料の評価を行う。ロール to ロールによる偏光/位相差一体化フィルム部材とカラーフィルタフィルム基板部材の貼合は、これに用いる高精度貼合設備の試作と貼合用粘接着材の評価も実施する。素材である貼合用粘接着材は、部材化後の信頼性（耐熱、耐湿熱等）を評価する。

##### (2) バックライト高度集積部材の開発

バックライト用光学フィルムをはじめとする各種フィルム・素材を出発材料とし、超薄型のバックライト部材の最適化を検討し、偏光/位相差一体化フィルム部材と一体化するバックライト高度集積部材を開発する。本部材についても、高精度貼合設備の試作および貼合用粘接着材の評価を併せて実施することで目標の達成を目指す。また、部品点数削減と薄型化が期待されるバックライト部材として、フィルム基板有機ELバックライトの適用性を検討する。このため、真空成膜装置を導入し、フィルム基板上での透明導電膜について、シート抵抗 $10\Omega/\square$ 以下の低抵抗と光線透過率85%以上を両立する高性能膜を開発する。

##### (3) バックプレーン高度集積部材の開発

ロール状のプラスチックフィルム基板上に、アモルファスシリコン、ポリシリコン、またはその他の無機半導体材料から作製したTFTを搭載するバックプレーン高度集積部材を開発する。システムオンパネルによる高付加価値パネルの製造が可能なポリシリコンTFTの転写用部材の最適化を検討し、TFTを転写してバックプレーン高度集積部材を開発する。一方、低プロセスコスト

が期待されるプラスチックフィルム上へ無機半導体材料を用いTFTを直接形成するアプローチも成膜装置を導入し検討する。転写法については、ロール状ベースフィルム上への転写・貼合設備を検討する。

### 3. 達成目標

平成 21 年度末までに、超薄型軽量フィルム基板液晶ディスプレイや超フレキシブルディスプレイを実現する新部材のため、以下の実用化技術を開発する。

新部材は、フロントプレーン高度集積部材、バックライト高度集積部材、バックプレーン高度集積部材を開発する。フロントプレーン高度集積部材およびバックライト高度集積部材は、設備の設計・製作を行った上で、ロール部材化を図る。

フロントプレーン高度集積部材の目標値は、外観寸法としては 300mm 幅以上かつ 10m 以上のロール状とすることで、幅広の連続加工性を立証する。偏光/位相差フィルム部分の機能は、半透過型や反射型の液晶ディスプレイで重要な円偏光板とし、その特性値は、位相差層の面内光軸がフィルム長手方向に対して任意に設定でき、位相差層膜厚  $10\mu\text{m}$  以下であって、円偏光板の可視光域楕円率 92%以上、位相差の面内分布 5%以内を目標として設定する。またカラーフィルタとしての精細度は、モバイル用として必要な 150ppi (RGB 各色のサブピクセルで 450ppi) 以上とする。

バックライト高度集積部材の目標値は、ロール部材を用い、偏光度 99.9%以上で厚さ 0.4mm 以下の部材を 10m 以上連続加工できることを目指す。バックプレーン高度集積部材については、まず、枚葉フィルム上への TFT アレイ形成を達成する。次に、ロールフィルム上に TFT アレイを搭載し、ロール部材化する。ロール部材の目標値は、外観寸法として 300mm 幅以上かつ 10m 以上で、曲率半径 150mm 以下とする。想定製品は多面取りし、対応する個々の TFT アレイは、対角 2~4 インチ、精細度 120ppi レベルとする。

## 研究開発項目④ 「ロール部材パネル化要素技術」の開発

### 1. 研究開発の必要性

来るべきユビキタス時代においては、超薄型・軽量で割れにくいフレキシブルなモバイル用ディスプレイが期待されている。しかしながら、従来の液晶ディスプレイの製法では、環境および省エネルギーに課題が多く、新材料および新製法の開発が必要である。これらの課題を解決するために、プラスチックフィルム基板をベースとしたロール部材（各種部材、高度集積部材）およびロール to ロールプロセスの開発が必要である。研究開発項目③に示す各種高度集積部材を、液晶ディスプレイパネルとして実用化するためには、高精度に貼り合わせるパネル化の一連の工程に関連した要素技術開発が必要である。当該開発は、超フレキシブルディスプレイの前段階で実用化が可能な要素技術としても重要なものである。

### 2. 研究開発の具体的内容

#### (1) ロール to ロールによる配向膜形成技術の開発

カラーフィルタ部材とバックプレーン高度集積部材上の所定の位置に、液晶配向膜を連続的に成膜し光配向処理する技術を開発する。たとえば、光配向膜材料とプロセスの仕様・条件などを摺り合わせるための設備を試作し、ロール to ロールによる形成を行う。これにより、光配向膜材料の最適化を図る。

#### (2) シール形成技術の開発

配向膜が形成されたフロントプレーン高度集積部材またはカラーフィルタフィルム基板部材と、対向するバックプレーン高度集積部材の上の所定の部分に、両者を貼り合わせるためのシール剤を形成する要素技術を開発する。光シール剤硬化のプロセス条件としては、照射強度  $100\text{mW}/\text{cm}^2$  で 10 秒以内を目標とする。

#### (3) 液晶層形成技術の開発

フロントプレーン高度集積部材またはカラーフィルタフィルム基板部材と、対向するバックプレーン高度集積部材の上のシールの内側となる所定の部分に、液晶を配置する要素技術を開発する。

#### (4) 上下貼合技術の開発

フロントプレーン高度集積部材またはカラーフィルタフィルム基板部材と、対向するバックプレーン高度集積部材の位置決めを行い、液晶層に気泡を混入することなく貼合することを連続的に行う要素技術を開発する。貼合後のシール剤の硬化は、連続加工するために光硬化で行う。このために必要な光硬化型シール剤や各種液晶材料の適用性を検討する。

これらの技術（特に（2）から（4））は、独立に実施可能とするだけでなく、上下貼合まで連続的に加工できることが必要であるので、連続加工できるプロセスと設備を開発するとともに、部材、配向膜、シール剤、液晶とのマッチングを図る。各部材、素材については、単独での評価だけでなく、パネル化による評価を実施する。これに必要な評価装置を導入する。そして、素材-部材、部材相互、素材-部材-プロセス間で、最終仕様を満足することのできる材料・部材・装置における特性や仕様の摺り合わせを行う。これにより、フィルム基板液晶ディスプレイの必要特性に合致した材料・部材およびプロセスを効率よく開発する。



### (5) パネル切断技術の開発

ロール部材を上下貼合して連続的に作製されるパネルを個別に切断するための技術を開発する。各種材料特性を踏まえ、独創技術を開発し設備を試作する。

### (6) ロール部材洗浄技術の開発

液晶ディスプレイの製造工程においては、各種塗布工程の前を中心に精密洗浄が行われており、ロール to ロールプロセス化のためにはロール部材を精密洗浄する技術の開発が必要である。そこで、ロール部材洗浄プロセスを検討し、プロトタイプ設備を開発する。

### (7) 配向膜インライン検査装置の開発

(1) の配向膜形成技術においては液晶配向膜の成膜および配向処理をロール to ロールで実施するが、同時にインライン検査装置の開発が重要である。連続加工を行うことから、上下貼合が完了し液晶が充填された状態まで工程が進んでから配向不良が発見された場合にはロール部材 1 巻分の不良が発生してしまうため、配向膜の良/不良のインラインでの検査は、実用化に向けた重要な技術となる。光学フィルムの光学異方性を測定する技術を取りあげ、これに基づく高度化と配向膜の微小な異方性を感知可能な配向膜インライン検査装置を開発する。

## 3. 達成目標

平成 21 年度末までに、超薄型軽量フィルム基板液晶ディスプレイや超フレキシブルディスプレイを実現する新部材の実用化を促進するため、以下のパネル化要素技術を立証する。

まず、プロトタイプ設備を設計・製作する。次に、新部材およびそのダミーフィルム等を用いてプロセス技術の研究を行い、各要素における連続加工を立証する。

ロール to ロールによる配向膜形成技術では、無発塵で、かつロール to ロールプロセスに好適な光配向について検討する。目標値は感度  $500\text{mJ}/\text{cm}^2$  以上の配向膜材料を連続加工可能なこととする。シール形成技術では、配向膜を形成した、フロントプレーン高度集積部材、カラーフィルタフィルム基板部材、バックプレーン高度集積部材のいずれかの上の所定の部分に、連続的にシール剤を形成可能とする。その際のシール剤形成の位置精度は  $0.1\text{mm}$  以内を目標とする。

液晶層形成技術では、(フロントプレーン高度集積部材またはカラーフィルタフィルム基板部材) とバックプレーン高度集積部材の上のシールの内側となる所定の部分に、貼合後のセルの体積容量に対し、 $+0\sim 10\%$  の精度で液晶を配置する要素技術を開発する。

上下貼合技術では、位置精度の  $10\mu\text{m}$  以内の高精度設備を試作し、(フロントプレーン高度集積部材またはカラーフィルタフィルム基板部材) と対向するバックプレーン高度集積部材の位置決めを行い、貼合を行う。感度  $1000\text{mJ}/\text{cm}^2$  以上のシール剤を連続硬化可能なこととする。

パネル切断技術では、上下貼合後に、割れおよび異物の大量発生が起こらないように切断すること、リードをボンディングするための部分を露出させるため(フロントプレーン高度集積部材またはカラーフィルタフィルム基板部材) のみを切断可能とすることを目標とする。

ロール部材洗浄技術では、洗浄後のコーティング性が良好であること(異物付着によるハジキ欠陥等が抑制されること) を目標とする。

配向膜インライン検査装置の開発では、光学フィルムの光学異方性を評価する方法を構築し、小

型試験機により配向膜の微小な異方性を感知可能とする原理検証を行い、次にロール部材の連続測定を可能とする。



#### 4. 評価の検討状況

##### (1) 事業の位置付け・必要性

###### ① 事業自体の必要性

従来のデバイス製造技術、すなわち、フォトリソグラフィを中心とする薄膜作製・パターンニングの繰り返しによる製造工程の延長で、高機能化を図ると、エネルギーコストの増大を惹起する。そこで、低負荷で連続的に効率良く生産できるロール to ロール製造技術やマイクロコンタクトプリント法、およびこれらに対応する部材を開発することにより、超フレキシブルディスプレイの基盤技術から実用化技術までを確立し、新規事業の礎として国民の利益に供する。

###### ② 位置づけ

経済産業省がまとめた情報通信分野（ユーザビリティ）、ナノテク分野（ディスプレイ）、部材分野、MEMS 分野の各技術マップにおいて、デバイス、デバイス機器類、フレキシブルディスプレイ、ディスプレイ部材、形成技術の要素技術として、上記技術の位置づけがなされている。

##### (2) 研究開発目標の妥当性

###### <目標>

来るべきユビキタス時代に対応できる、軽量・可搬性に優れ、どこでも使えるディスプレイの必須条件とされている。

対角4インチ（多面取り）、動画、カラー200ppi、液晶ディスプレイ

A4サイズ、準動画、白黒200ppi、フレキシブルディスプレイ

###### <妥当性>

目標設定は基盤技術および実用化技術の端緒を得る段階では、充分であるが、本事業では多様な部材形態が期待されることから、個々の部材で目標設定を得るため、今後も有識者ヒアリングを実施し妥当性検討の必要がある。

##### (3) 研究開発マネジメント

インターネットWEBを用いたNEDO POSTにより、広く一般からいただいたご意見を反映して、基本計画を作成する。基本計画作成に当たっては、欧米での各種方式による電子ペーパーの開発や、国内市場・技術開発動向についても深掘り調査を実施し、有識者の提言も合わせて議論していく。これに基づき、基盤技術から実用化技術までを確立するために、公募により、最適な研究開発体制を構築する。その際には、ユーザーを垂直連携に参加させ、実用化までの加速を図る。

##### (4) 研究開発成果

エネルギー消費が少ない、低環境負荷で連続に効率よく生産できるロール to ロール製造技術やマイクロコンタクトプリント法およびこれらに対応する部材を同時に開発し、超フレキシブルディスプレイの基盤技術から実用化技術までを確立する。これにより、我が国の強みである高度部材技術の集積を強化し、世界をリードすることができる。

(5) 実用化・事業化の見通し

本事業の成果により、電子ペーパー、曲面動画ディスプレイ、超フレキシブルディスプレイ、IC タグの分野に関連して、約6兆円の経済効果が見込まれる。また、製造工程効率が向上し、2030年で19万kl/年（原油換算）のエネルギー消費量削減が期待される。

(6) その他特記事項

5. 総合評価

NEDOの実施する事業として適切であると判断する。

**<超フレキシブルディスプレイ部材技術開発>**

投稿No.3

2005/11/02 (水) 17:12

フラットパネルディスプレイ産業は、液晶ディスプレイ市場を中心に拡大している。また、次世代ディスプレイとして、有機EL素子、SED、電子ペーパー等の研究開発が活発化しており、一部有機EL素子では製品化が進んでいる。

ここで、次世代ディスプレイ実現上の課題としては、数メートルを超える大面積化、超薄型化、超軽量化等の要求性能が考えられる。それらを満たす解として、今回の「超フレキシブルディスプレイ部材技術開発」は、一つの有力なプロジェクトとして期待したいと考える。しかしながら、以下の課題設定、キーテクノロジー等について、特に公平性の立場から問題と感じた点を述べる。

第1に、課題を実現するための一つ的手段としてロールtoロール法が挙げられている。しかしながら、プロジェクト概要および事前評価書述べられているロールtoロール法は「TRADIM」にて対象としている液晶製造のロールtoロールプロセスに限られており、「超フレキシブルディスプレイ」として有望視されている有機ELディスプレイを対象に加えないのは適切ではない。別法であっても、高生産性・連続・高精度積層、ないしは同等の諸条件を満たす作製技術が有れば、選択肢として除外すべきでは無いと考える。

また有機TFT作製においてはコンタクトプリント技術のみを挙げているが、インクジェット技術との併用も有効であり、最終目的物自体の諸性能を上げるためには、一つのプロセス技術に限定することが最適とは言えない。

第2に、研究内容で挙げられているキーテクノロジー、ブレークスルーのポイント、オリジナリティについて、過去、種々の研究機関からも同様の提案があったと思われるが、意見者らが平成13年度以降に提出してきた各種提案書に酷似する要素も有る。それら総合した流れとして、本提案プロジェクトが挙げられているものとする。本過程に於いて、個々の提案で有った要素技術の長所を吸い上げ、反面、課題内容を限定することで新規研究開発プロジェクトへの参入を妨げることが有ってはならないと考える。個々の技術に対する各申請者の優位性を尊重すべきであり、公平性を保つ募集内容が必要と言える。

最後に、本プロジェクト審査について期待したい点であるが、ディスプレイに関する研究開発と優位性の多くは、各種ディスプレイの競合により実現される。

そのため、実現可能性が有る限り、複数のディスプレイを候補として選定頂きたく考える。

投稿No.2

2005/10/28 (金) 18:25



ロール to ロール技術や有機TFT、コンタクトプリント技術など興味深い開発課題が色々と含まれており、多くの研究者に関心をもたれる研究テーマであると思われます。

しかし、表示素子として何を採用するかが大きな選択肢であり、開発の成否を大きく左右すると考えられますが、この点がほとんどふれられていません。

さらっと液晶光学部材という表現がされていますが、これはコレステリック液晶を表示材料に使うということでしょうか？そのための光学部材を開発しようということなののでしょうか？

フレキシブルディスプレイの表示素子として、果たして液晶がもっともふさわしいのかどうかについてはもう少し慎重に調査・検討して決めるべきではないでしょうか？液晶のほかに、有機ELや電気泳動式などが候補にあげられると思います。また、用途によって、それぞれ優位点があるように思われます。表示素子として何をを使うかという点をあいまいにすると、せっかくの国プロであるこの研究開発の成果が問われることになることも懸念されるように思われますので、是非この点について慎重に調査し、検討してください。

投稿No.1

2005/10/13 (木) 13:33

ROLE TO ROLE 技術ができれば大変有効であり、世界競争力もあることは確かと存じます。

一方で、欧州では POLYMER VISION や SiPix 社が ROLE TO ROLE 技術でフレキシブルな電子ペーパーを開発しています。

すでに調査済みかとは存じますが、これら国外メーカーの動向も再度お調べになってはいかがでしょうか。

機能性カプセル型ライタブルペーパープロジェクトも、既に E-INK や NOK(現在はセイコーエプソンが技術保有)が採用したマイクロカプセル型電気泳動素子を後追いでやっている感があり、日本オリジナルということではないと思います。

まだ産業として成立していない分野を開拓し、国民の生活に資するという点では異議を唱えるものではありませんが、オリジナリティを出すという点では、若干の疑問を持たざるを得ません。

勝手なことを書きまして恐れ入りますが、一国民からの意見としてご査収くださいませ。

## 2. 分科会における説明資料

次ページより、プロジェクト推進・実施者が、分科会においてプロジェクトを説明する際に使用した資料を示す。



## ナノテク・部材イノベーションプログラム/ エネルギーイノベーションプログラム

### 「超フレキシブルディスプレイ部材技術開発」

#### 5. プロジェクト全体概要説明

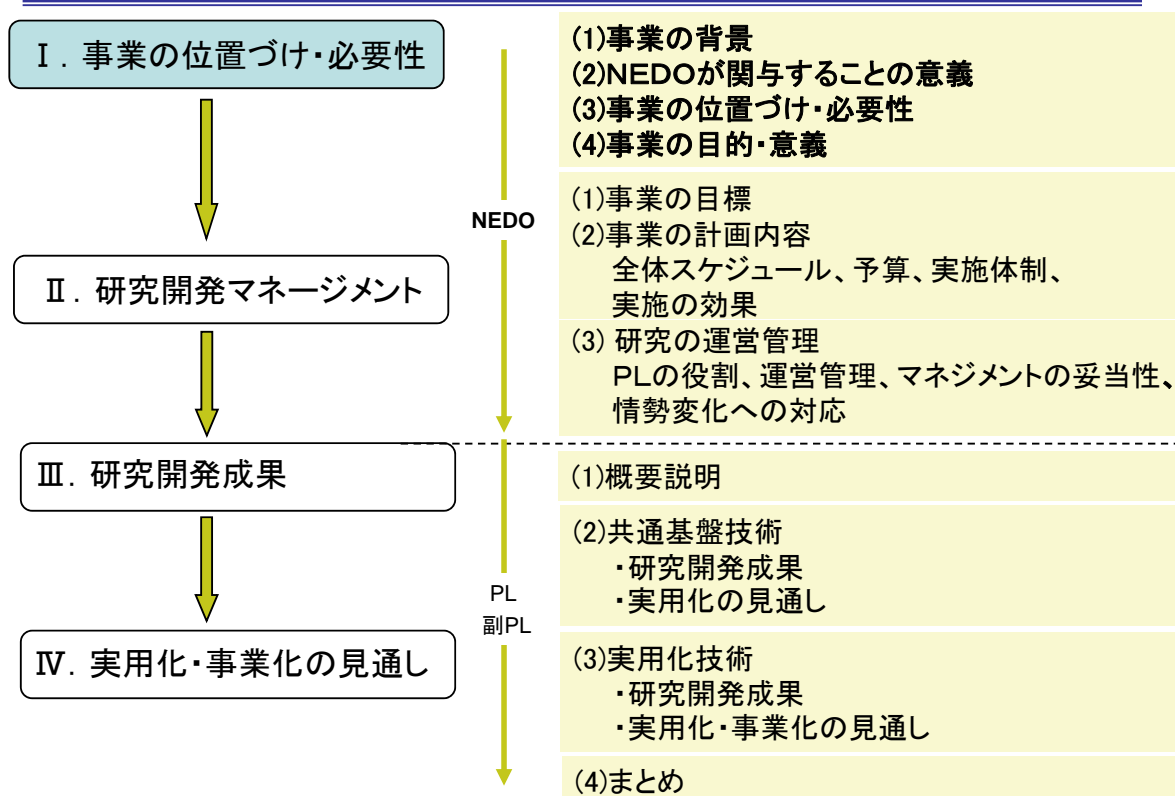
##### 5. 1 事業の位置づけ・必要性、研究開発マネジメント

平成22年7月28日

新エネルギー・産業技術総合開発機構  
電子・材料・ナノテクノロジー部

超フレキシブルディスプレイ部材技術開発  
(事後評価)分科会  
資料6-1

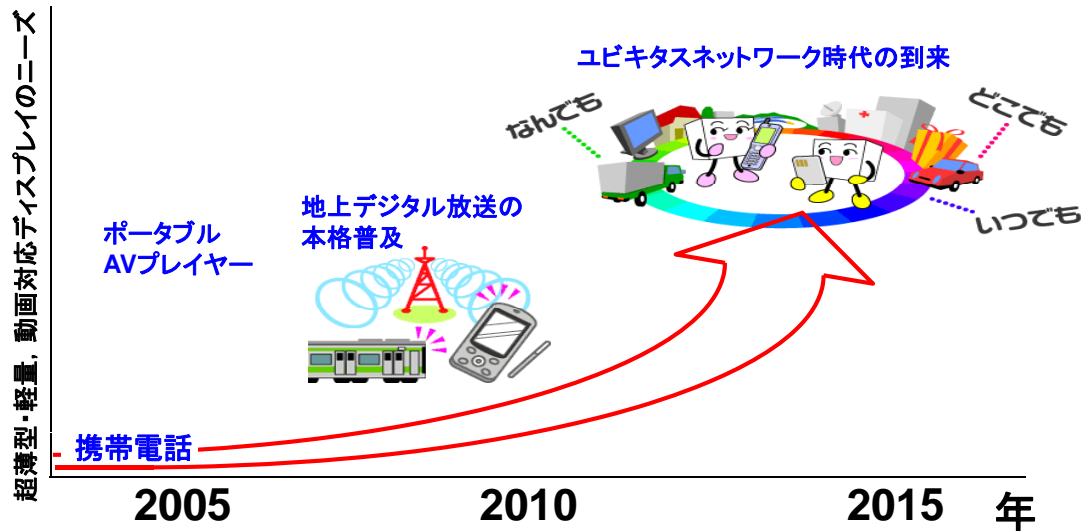
### 超フレキシブルディスプレイ部材技術開発プロジェクト 概要説明 報告の流れ



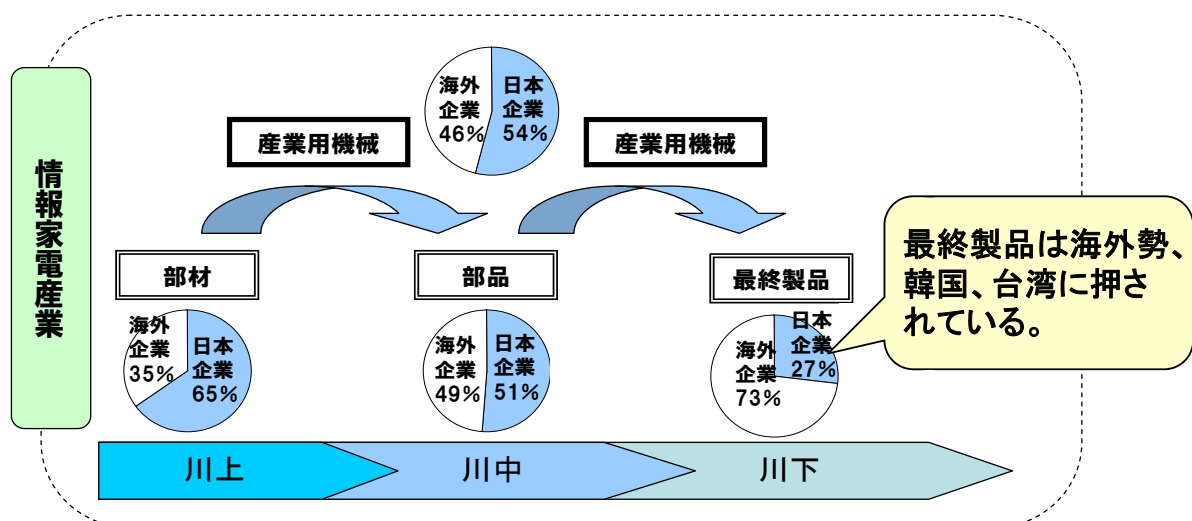
## 事業の背景(1)トレンド

ユビキタス時代においては、すべての人が持ち歩ける**フレキシブルディスプレイ**が期待されている。

人々の関心は**軽量**で可搬性に優れ、**フレキシブル**であり、かつ、**高画質**をも期待できる**低消費電力型**ディスプレイへと移ってきている。



## 事業の背景(2)日本企業のシェア

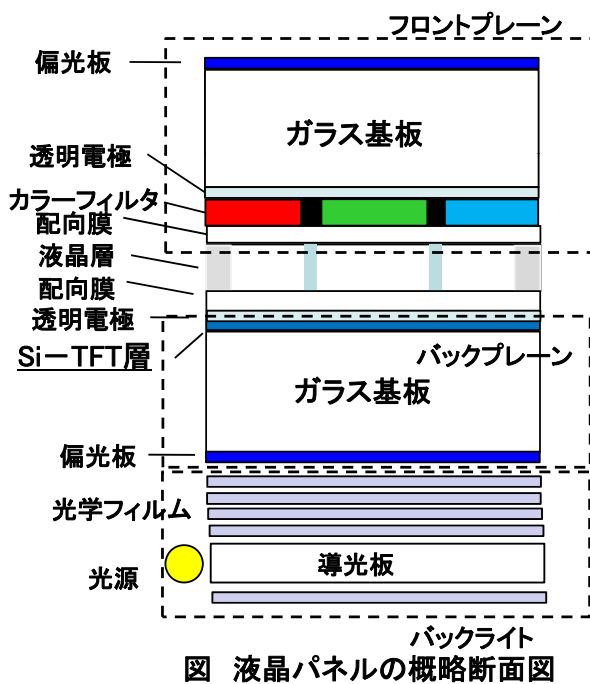


経済産業省作成資料

・ユビキタス時代を見据えたフレキシブルディスプレイ分野で将来のための待ち受け技術開発必要

・川上～川中産業の国際競争力維持・強化必要

## 事業の背景(3) 超フレキシブルディスプレイ部材技術の概要



### 要求特性

フレキシブル化

軽量化

低環境負荷

低製造コスト

### 実現方法

プラスチック基板化

有機TFTアレイ化

ロールtoロール製造プロセス

部材集積化

### 超フレキシブルディスプレイ部材技術

連続生産技術であるロールtoロール技術、フレキシブル有機TFT形成が期待できるコンタクトプリント技術および関連する材料部材技術開発

## NEDOが関与することの意義

### 超フレキシブルディスプレイ部材技術開発

- フレキシブルを実現するフィルムベースの高度な材料・部材・装置のすり合わせ技術の開発
- 環境、省エネ問題を解決する低コスト材料・部材・製造技術の開発
- 川上・川下メーカーの垂直・水平連携が必要
- 研究開発の難易度が高く、長期間、投資規模大→開発リスク大

### <我が国のディスプレイ産業>

アジア勢のキャッチアップ進行

低コスト競争

省エネ・グリーンプロセスは必須

課題: 次世代のディスプレイ分野での部材・エネルギーイノベーションを促進

NEDOによる国家的、集中的実施が必要

# 事業の位置づけ・必要性(1)

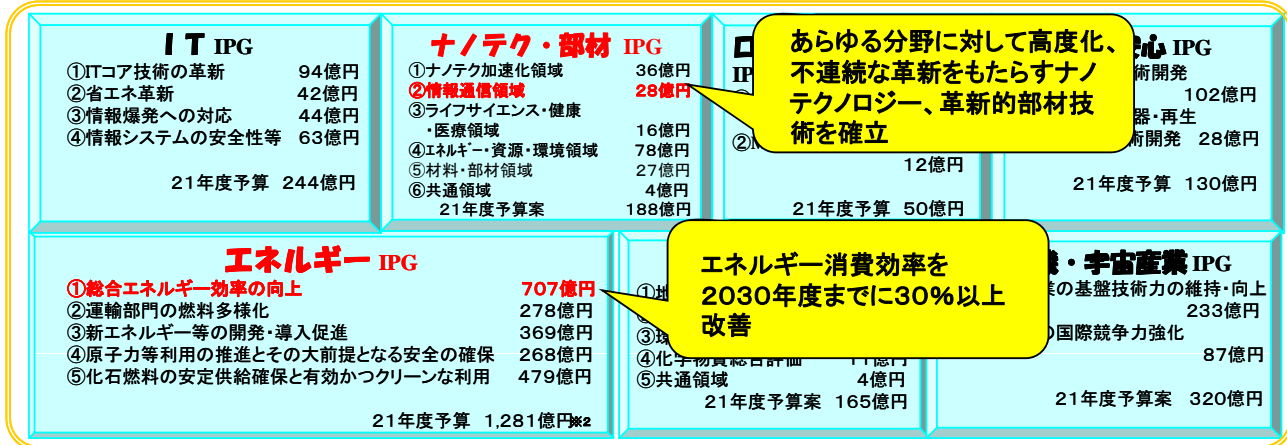
## イノベーションプログラムの中で実施

### 1. 「イノベーションプログラム」の中での体系的推進 (Inside Management & Accountability)

- 経済産業省の全ての研究開発プロジェクトは、政策目標毎に7つの「イノベーションプログラム」の下で体系的に推進。
- 各プログラムの中で、政策目標に向けたプロジェクトの位置付けと目標の明確化、市場化に必要な関連施策(規制改革、標準化等)との一体化を図り、イノベーション実現に向け各プロジェクトを効果的に推進。

### 2. 「技術戦略マップ」に基づく戦略的企画立案 (Outside Communication & Networking)

- 先端産業技術動向を把握し、国が取り組むべき技術課題とイノベーションの道筋を明確化するため、産学官で協働するロードマッピング手法を導入(『技術戦略マップ 2005/2006/2007/2008』)。
- 研究開発プロジェクトの選定に当たっては、イノベーションプログラムにおける政策目標を基に技術戦略マップに位置付けられた重要技術課題を抽出し戦略的に企画立案。

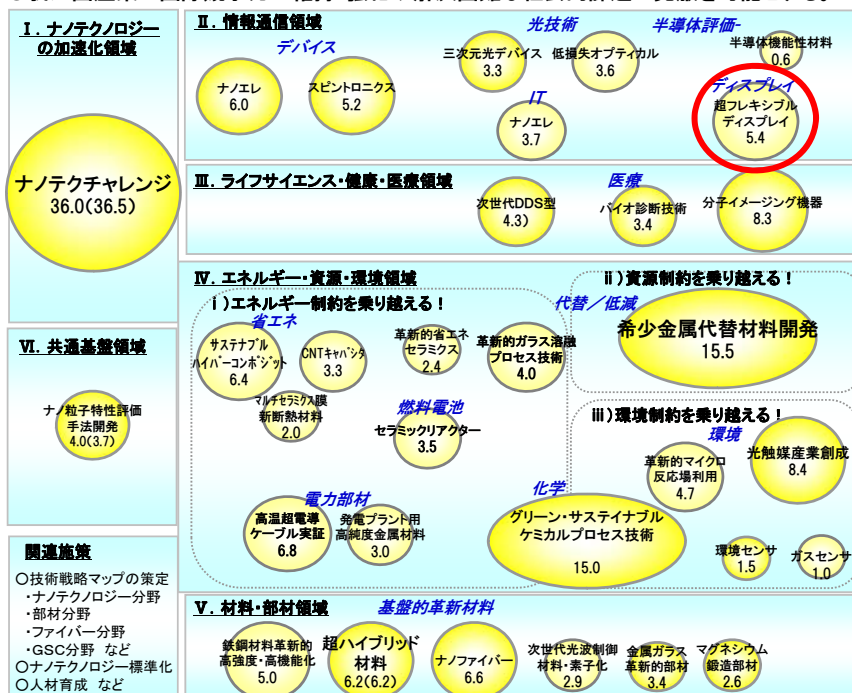


# 事業の位置づけ・必要性(2)

## ナノテク・部材イノベーションプログラム

【平成21年度予算額：188億円】

- あらゆる分野に対して高度化・不連続な革新をもたらすナノテクノロジー・革新的部材技術を確立する。
- 我が国産業の国際競争力の維持・強化や解決困難な社会的課題の克服を可能とする。



### IPGの目標

-ナノテクによる非連続技術革新-  
世界に先駆けてナノテクノロジーを活用した不連続な技術革新を実現する。

-世界最強部材産業による価値創出-  
我が国部材産業の強みを更に強化することで、他国の追従を許さない競争優位を確保するとともに、部材産業の付加価値の増大を図る。

-広範な産業分野での付加価値増大-  
ナノテクノロジーや高機能部材の革新を先導することで、これら部材を活用した情報通信、ライフサイエンス、環境、エネルギーなどの幅広い産業の付加価値の増大を図る。

-エネルギー制約・資源制約などの課題解決-

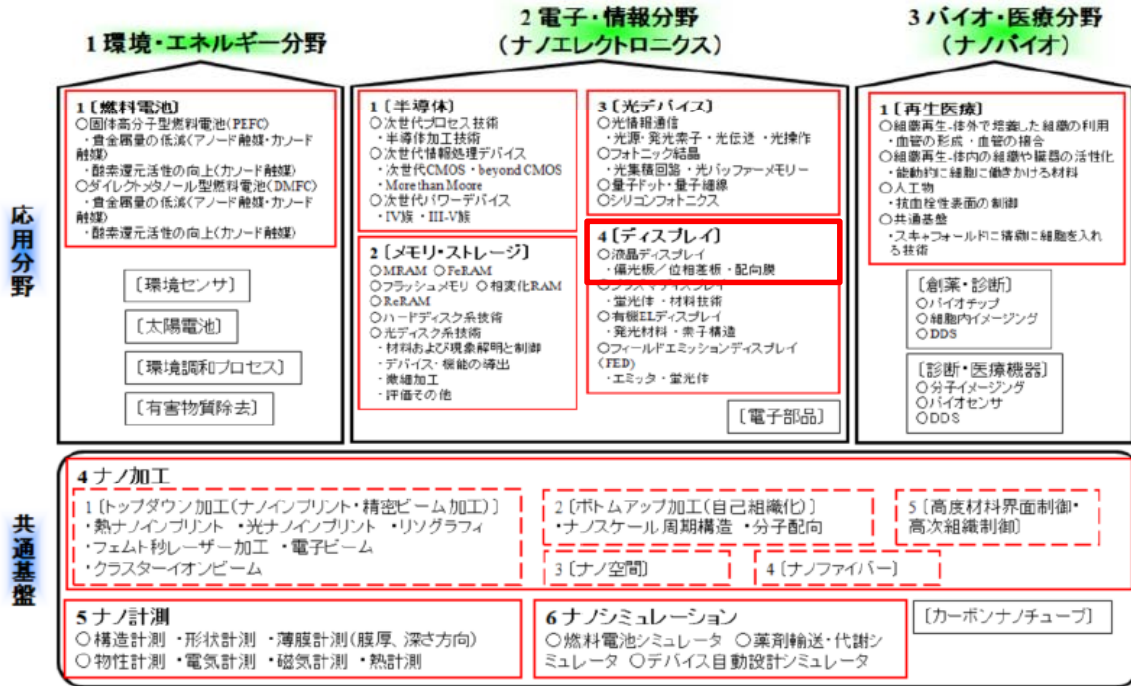
希少金属などの資源制約の打破、圧倒的な省エネルギー社会の実現など、解決困難な社会的課題の克服を目指す。



# 事業の位置づけ・必要性(5)

経産省技術戦略マップ

ナノテクノロジー分野 ナノエレクトロニクス ディスプレイ



# 事業の位置づけ・必要性(6)

経産省技術戦略マップ

部材分野 ディスプレイ部材 回路部材、ガラス代替パネル、基板

2-05-01	駆動用半導体	AmSi並の移動度、高オンオフ比	CNT分散有機半導体
2-05-02	回路部材	導電性、透明性、柔軟性、耐熱性、低価格化	印刷による回路形成用導電性高分子(ペースト)、分子導細線、CNTビア配線材料
2-05-03	ガラス代替パネル	軽量化、低価格化、可とう性、透明・軽量	プラスチックパネル・膜(透明高分子)
2-05-04	基板	可換性、低膨張係数	有機材料、有機無機複合材料
2-05-05	透明多機能膜	超低透水性、ガスバリア性、光位相制御、柔軟性、防汚性、表面反射抑制、光利用効率、耐熱性、耐候性、紫外透過	有機膜材料、機能ガラス、ナノ加工・アトリソグラフィによる微小光学部材(ナノファイバー)、有機-無機ハイブリッド材料、偏光子
2-05-06	ブラックマトリクス	遮光性、光反応性	高分子、有機材料
2-05-07	発光材料(光源)	高輝度、高効率、長寿命、低エネルギー	燐光、蛍光発光材料(有機)、無機LED、有機EL(高分子、低分子、 dendrimer)、高効率低電圧励起蛍光材料(無機)
2-05-08	絶縁膜材料	表面化学特性制御、機械特性、均一薄膜形成	ケイ素系基板適合低誘電率材料
2-05-09	FED電子源	高導電性、易電子放出特性、低価格、均一性	スーパーグロスCNT

## 事業の位置づけ・必要性(7)

経産省技術戦略マップ

MEMS分野 形成技術 分子の自己組織化現象応用界面制御技術

プロセス連続化・大面積化技術

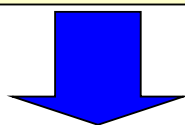
マイクロナノ印刷技術、大面積印刷の重ね合わせ技術 連続成形技術

MEMS要素技術		分野
形成技術 (機能化・ 表面改質)	0401 ナノ材料局所形成技術	無線通信、ハイオ
	0402 ナノ材料ウエハレベル形成技術	共通
	0403 ナノ材料ビルドアップ技術	共通
生体機能材料 形成技術	0404 生体分子配向技術	エネルギー、環境、医療・福祉
	0405 細胞配置・カプセル化技術	エネルギー、環境、医療・福祉
	0406 細胞の組織化技術	医療・福祉
機能性表面形成技術 (界面制御・表面修飾技術、加工損傷回復技術)	0407 化学的・バイオ的の表面修飾技術	エネルギー、環境、医療・福祉
	0408 分子の自己組織化現象応用界面制御技術	安心・安全
	0409 ナノ粒子自己整列技術	共通
	0410 指貫二重層形成技術	共通
	0411 金属・有機半導体の界面制御技術	共通
	0412 有機・絶縁膜の界面制御技術	共通
	0413 印刷方式表面修飾技術	共通
	0414 加工損傷回復技術	共通

MEMS要素技術		分野	
プロセス連続化・ 大面積化技術	非真空プロセスによる成膜技術	0601 高品位ナノ機能膜形成技術(塗布型)	共通
		0602 マイクロナノ印刷技術	共通
	プロセス大面積化技術	0603 高品位機能膜のメータ級大面積形成技術	共通
		0604 繊維状基材の製織集積化技術	共通
		0605 メータ級大面積アライメント技術	共通
	プロセス連続化技術	0606 繊維状基材連続微細加工技術	共通
		0607 大面積印刷のレンストレーション(重ね合わせ)技術	共通
		0608 ナノインプリント連続成形技術(含むローラー式転写技術)	共通
		0609 連続EBプロセス技術	共通
		0610 連続PBプロセス技術	共通
前・後処理技術	表面清浄化技術	0701 構造表面洗浄技術	共通

## 事業の目的・意義

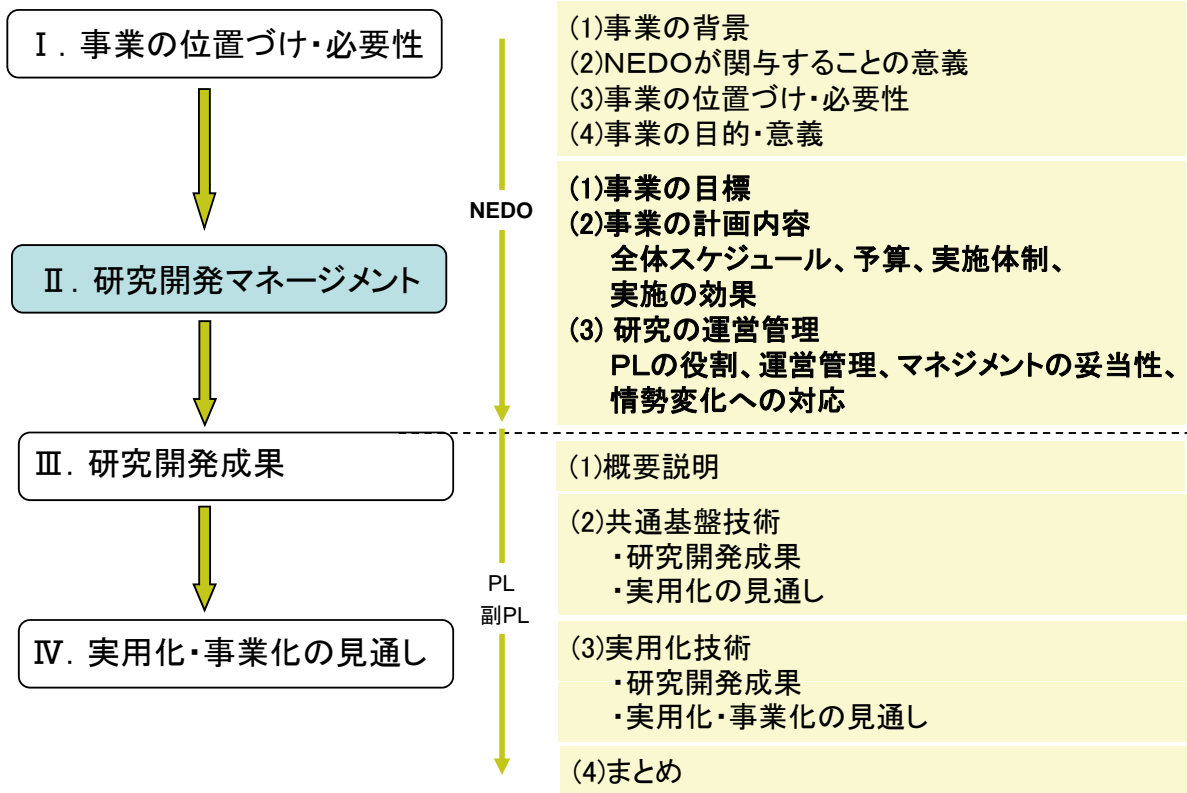
- ・我が国ディスプレイ産業は韓国・台湾メーカーの押され苦戦。
- ・巻き返しを図るため、ユビキタス時代を見据えたフレキシブルディスプレイ分野で将来のための待ち受け技術を開発する。
  - ①フィルム基板上にデバイスを形成する材料、部材、装置、プロセスの摺り合わせ技術
  - ②低負荷で連続的に効率良く生産できるロールtoロール製造技術や有機TFTアレイ、コンタクトプリント技術、およびこれらに対応する部材
- ・太陽電池、有機EL、プリントドエレクトロニクスなどへの波及効果の大きい要素技術開発



日本ディスプレイ産業及び材料・部材産業の国際競争力を向上

超フレキシブルディスプレイ部材技術開発プロジェクト

概要説明 報告の流れ



事業の目標 研究開発項目

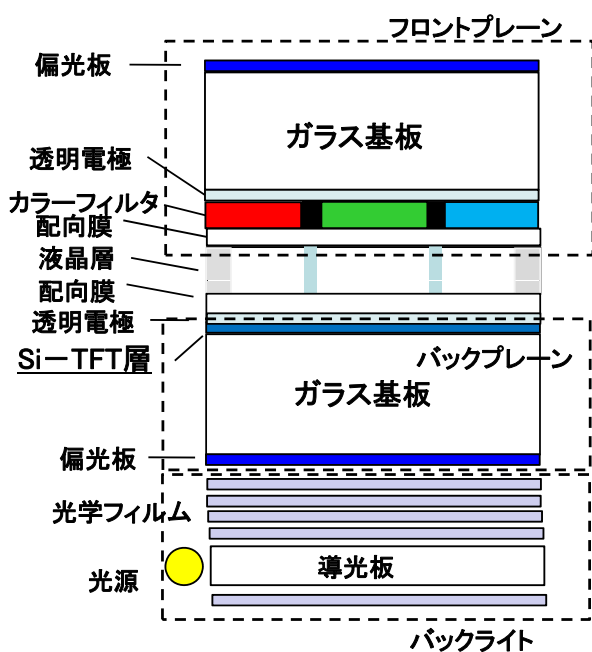
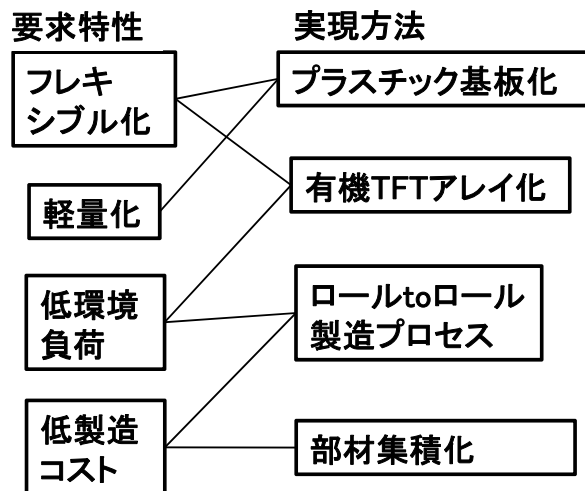


図 液晶パネルの概略断面図



超フレキシブルディスプレイ部材技術

- ①有機TFTアレイ化技術の開発
- ②マイクロコンタクトプリント技術の開発
- ③高度集積部材の開発
- ④ロール部材パネル化要素技術の開発

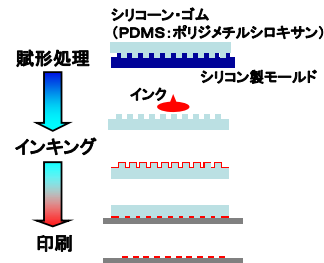
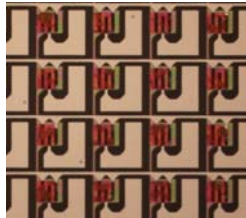


## 事業の目標

### 超フレキシブルディスプレイ部材開発の研究開発テーマ

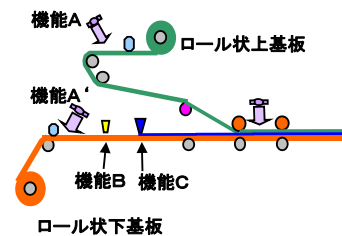
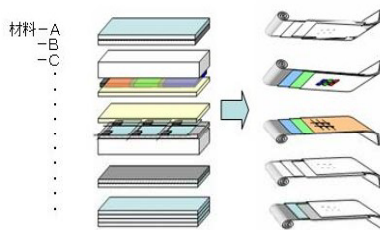
#### 【委託】

- ① 有機TFTアレイ化技術の開発      ② マイクロコンタクトプリント技術の開発



#### 【助成】

- ③ 高度集積部材の開発      ④ ロール部材パネル化要素技術の開発



## 事業の目標

### 研究開発項目①「有機TFTアレイ化技術の開発」

項目	最終目標
材料・部材	有機TFT用の半導体、絶縁体、電極、配線および保護膜材料のインク化および版材料の設計、開発
マイクロコンタクトプリント ( $\mu$ CP) 法	・ソース・ドレイン間隔、駆動用配線の線幅に関してサブ $\mu$ mオーダーの精度の大面积印刷を可能
アレイ化技術	・A4サイズの200ppiのディスプレイ用バックプレーンを作製 ・要素技術確立

#### 目標設定の根拠

200ppi: 通常の紙印刷物の解像度

A4サイズ: 一般的に数センチ角レベル(プロジェクト開始前)

サブ  $\mu$ mオーダーの精度: チャンネル幅5  $\mu$ m程度

## 事業の目標

### 研究開発項目②「マイクロコンタクトプリント技術の開発」

項目	最終目標
有機TFT用部材	プラスチック基板上に移動度で $0.1\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上のトランジスタ性能を有する有機TFT用の新規部材
マイクロコンタクトプリント( $\mu\text{CP}$ )法	・ソース・ドレイン間隔、駆動用配線の線幅に関してサブ $\mu\text{m}$ オーダーの精度の大面积印刷を可能
マイクロコンタクトプリント( $\mu\text{CP}$ )装置	・大型 $\mu\text{CP}$ 装置の開発 (A4サイズの200ppi(画素サイズ: $127\mu\text{m}$ 、チャンネル長および配線幅: $5\mu\text{m}$ )のディスプレイ用バックプレーン)

#### 目標設定の根拠

移動度 $0.1\text{cm}^2/\text{Vs}$ : チャンネル幅 $5\mu\text{m}$ で10Hz駆動(準動画)で $0.01\text{cm}^2/\text{Vs}$ 必要

200ppi: 通常の紙印刷物の解像度

A4サイズ: 一般的に数センチ角レベル(プロジェクト開始前)

サブ $\mu\text{m}$ オーダーの精度: チャンネル幅 $5\mu\text{m}$ 程度

## 事業の目標

### 研究開発項目③「高度集積部材の開発」

項目	最終目標
フロントプレーン 高度集積部材	・設備の設計・製作を行った上で、ロール部材化 ・外観寸法300mm幅以上、10m以上のロール状 ・偏光/位相差フィルム 位相差層面内光軸: フィルム長手方向に対して任意に設定可能、位相差層膜厚: $10\mu\text{m}$ 以下、円偏光板の可視光域楕円率9:2%以上、位相差の面内分布: 5%以内 ・カラーフィルタ 精細度: 150ppi(RGB各色のサブピクセルで450ppi)以上
バックライト 高度集積部材	・設備の設計・製作を行った上で、ロール部材化 ・偏光度: 99.9%以上、厚さ: $0.4\text{mm}$ 以下部材 ・10m以上連続加工できること
バックプレーン 高度集積部材	・枚葉フィルム上へのTFTアレイ形成 ・ロールフィルム上にTFTアレイを搭載し、ロール部材化 ・外観寸法: 300mm幅以上かつ10m以上、曲率半径: $150\text{mm}$ 以下 ・想定製品 多面取り、対角2~4インチ、精細度120ppiレベル以上

#### 目標設定の根拠

集積化: ロールtoロールプロセスには必須

300mm幅、10m以上: 2~4インチ多取り、10m以上実証で長尺化可能

曲率半径 $150\text{mm}$ 以下: 基材ベースフィルムの屈曲性が半径 $5\text{mm}$ 以下から推定

他特性は現行品同等以上

## 事業の目標

### 研究開発項目④「ロール部材パネル化要素技術の開発」

項目	最終目標
配向膜形成技術 (光配向)	・プロトタイプ設備設計・製作 ・感度500mJ/cm <sup>2</sup> 以上の配向膜材料を連続加工可能なこと
シール形成技術	・プロトタイプ設備を設計・製作 ・連続的にシール剤を形成可能、位置精度:0.1mm以内
液晶層形成技術	・プロトタイプ設備設計・製作 ・貼合後のセルの体積容量に対し、+0~10%の精度で液晶を配置できること
上下貼合技術	・位置精度10μm以内の高精度設備試作 ・感度1000mJ/cm <sup>2</sup> 以上のシール剤を連続硬化可能なこと
パネル切断技術	・割れおよび異物の大量発生がなきこと ・(フロントプレーン高度集積部材またはカラーフィルタフィルム基板部材)のみを切断可能とすること
ロール部材洗浄技術	・洗浄後のコーティング性が良好であること(異物付着によるハジキ欠陥等が抑制されること)
配向膜インライン検査装置の開発	・光学異方性を評価する方法を構築し、小型試験機により配向膜の微小な異方性を感知可能とする原理検証し、さらにロール部材の連続測定を可能なこと

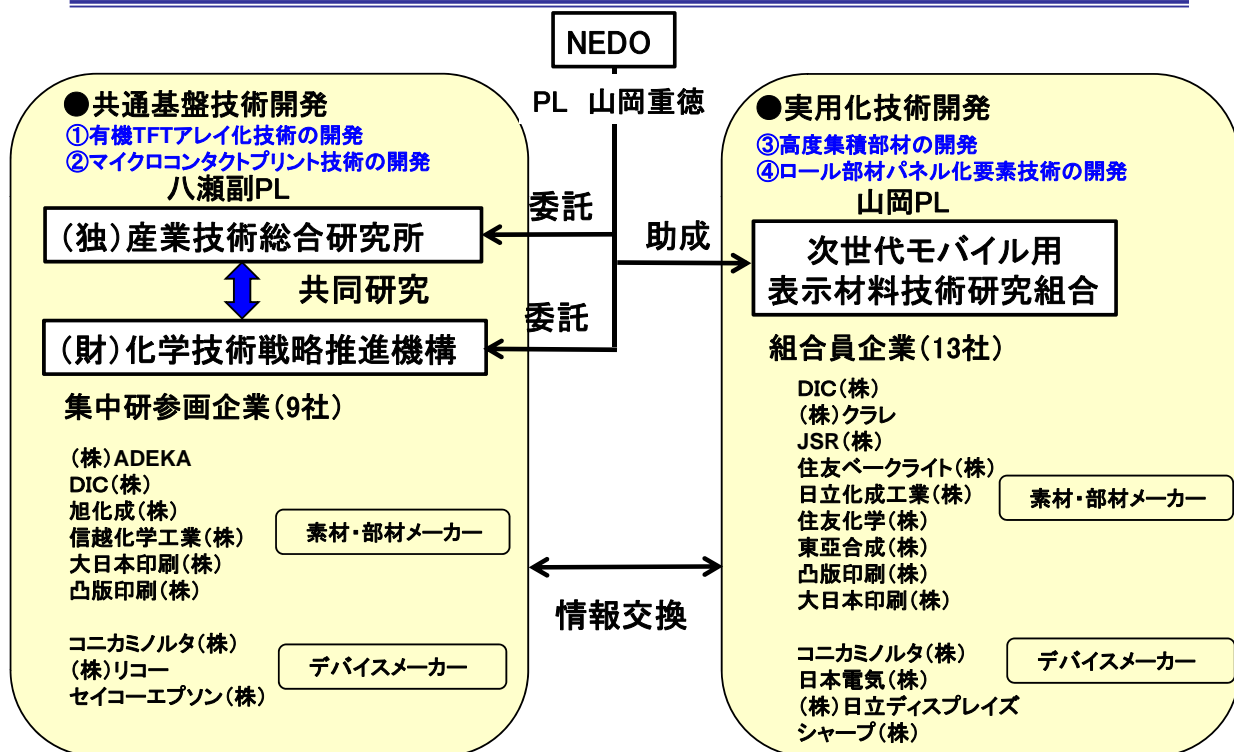
目標設定の根拠

ロールtoロールプロセスで現行パネルと同等以上の性能に必要な数値目標

## 事業の計画内容 全体スケジュール

項目		H18	H19	H20	H21
共通 基盤 技術	①「有機TFTアレイ化技術の開発」	材料開発(有機半導体、絶縁材料、電極材、版材、界面制御材) TFT設計	TFTアレイ化(6インチ)	材料改良・最適化(プロセスとの摺り合わせ) TFTアレイ化(A4サイズ)	
	②「マイクロコンタクトプリント技術の開発」	コンタクトプリンタ(6インチ)製作	コンタクトプリンタ(A4サイズ)製作	パターンニング技術	
		バックプレーンパネル化技術		A4バックプレーン評価、1インチパネル化	
実用 化 技術	③「高度集積部材の開発」	設備設計製作(フロントプレーン、バックライト) 枚葉式(バックプレーン)		ロール部材開発(フロントプレーン、バックライト) ロールtoロール式(バックプレーン)	
	④「ロール部材パネル化要素技術の開発」	設備設計製作改造	配向膜、シール、液晶層形成、上下貼合) 連続プロセス化(パターン化、描画、形成、貼合技術)		その他技術(切断、洗浄、インライン検査)

## 研究開発の実施体制



## 研究開発成果の実用化、事業化に向けたマネジメントの妥当性

### ○実用化、事業化に向けた戦略方針

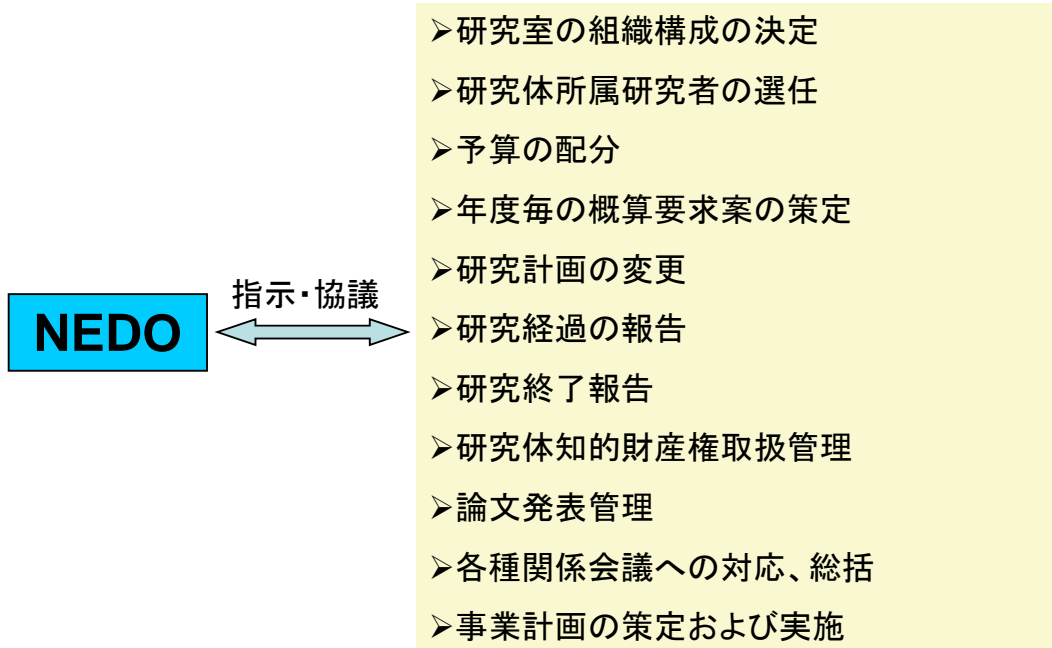
- ・将来市場を見据えた**待ち受け技術**の開発
- ・簡単にマネできない材料・部材・装置の**摺り合わせ技術**開発
- ・実用化・事業化時のサプライチェーンを考慮した**垂直・水平連携**
- ・既存ディスプレイや有機EL照明等に適用可能な技術については、プロジェクト終了後に**随時実用化展開を開始**
- ・プロジェクトでの開発成果は、**各社の研究開発にフィードバック**させ、既存技術をブラッシュアップ。

### ○知財マネジメント

- ・多岐にわたる技術の中で**キーとなる要素技術**を優先的に出願する。

有機TFTアレイ、マイクロコンタクトプリント	47件
高度集積部材	23件
ロール部材パネル化技術	28件
合計	98件

## PLの役割



## 事業の計画内容 開発予算

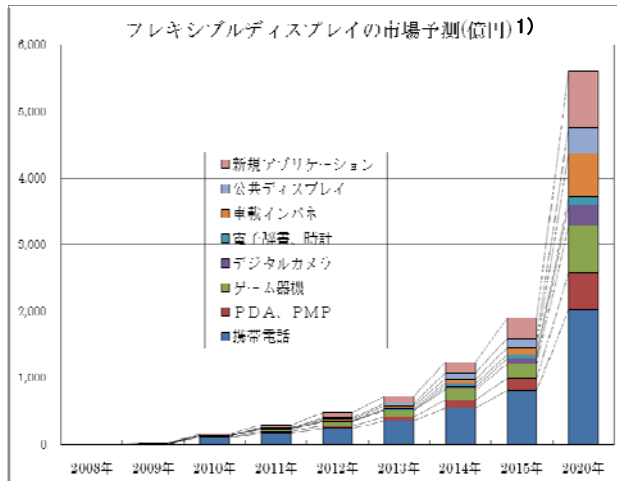
研究開発項目	単位:百万円				合計
	H18	H19	H20	H21	
①有機TFTアレイ化技術の開発	87	145	90	98	420
②マイクロコンタクトプリント技術の開発	138	238	198	122	696
③高度集積部材の開発	178	185	138	129	631
④ロール部材パネル化要素技術の開発	122	115	162	149	547
合計	525	682	588	498	2,294

加速:①② 69百万円 (H18, H19)  
 加速:①② 50百万円 (H19, H20)  
 加速:① 15百万円 (H20)

## 実施の効果(費用対効果)

### 効果

研究開発費用	4年間で約23億円(H18~H21)
期待される市場	フレキシブルディスプレイ、電子ペーパーなど
適用できる市場	約2兆円 [2020年]*)
省エネ効果	19万kl/年以上 [2030年]



\*) デバイスのみに市場、材料・部材は従来のディスプレイ市場に適用可能

フレキシブルディスプレイ: 5600億円<sup>1)</sup>  
 電子ペーパー: 1兆4500億円<sup>2)</sup>  
 合計: 約2兆円

1) 出展: 富士キメラ総研2008液晶関連市場の現状と将来展望 Vol3

2) 出展: プリンテッドエレクトロニクス技術に関わる調査報告書(平成22年2月)

## 運営管理

### ★基盤技術(JCII、産総研)

研究会 34回実施(2006年度:9回、2007年度:10回、2008年度:8回、2009年度7回)  
 総合調査研究委員会 8回実施(2回/年)

### ★実用化技術(TRADIM)

運営委員会 34回実施(2006年度:8回、2007年度:6回、2008年度:8回、2009年度12回)  
 トップ懇談会 7回実施(2006年度:1回、2007年度:2回、2008年度:3回、2009年度1回)

### ★基盤-実用化技術(JCII、産総研、TRADIM)

助成・委託情報交換会 8回実施(2回/年)

### ★技術推進委員会(2008年3月3日開催:NEDO主催)

2006、2007年度の進捗状況、達成度等を外部有識者が評価  
 → プロジェクト後半の運営に反映

	氏名(敬称略)	所属
委員長	藤枝 一郎	立命館大学工学部 電子光情報工学科
委員	香山 高寛	CSKベンチャーキャピタル株式会社 投資開発部
委員	樋口 俊郎	東京大学大学院工学系研究科 精密機械工学専攻
委員	藤平 正道	東京工業大学大学院生命理工学研究科

(敬称略・順不同)

有機TFTの実用化を早期に進め、将来 Roll to Roll 技術への適用を図る等融合が必要。

## 情勢変化への対応

- 重要度が高いまたは成果の期待できるテーマに関しては、研究加速財源を配分

### <H18年度加速案件(69百万円)>

研究開発項目	項目	金額
①②	・ディップペンリソグラフィー装置	28百万円
①②	・特殊印刷装置	15百万円
①②	・プラズマアッシャー	10百万円
①	・真空グローブボックス	5百万円
①	・分子間相互作用定量測定装置	11百万円

### <H19年度加速案件(50百万円)>

研究開発項目	項目	金額
①②	・印刷装置	25百万円
①②	・基板洗浄装置	12百万円
①	・酸素透過率測定装置	13百万円

### <H20年度加速案件(15百万円)>

研究開発項目	項目	金額
①	・高速度カメラ及び解析ソフト	6百万円
①	・UV照射装置	5百万円
①	・ディスペンサー	2百万円
①	・真空オープン	2百万円

A4サイズ、解像度200ppi対応有機TFTアレイ製作に成功

ナノテク・部材イノベーションプログラム／エネルギーイノベーションプログラム

## 「超フレキシブルディスプレイ部材技術開発」

### プロジェクト全体概要説明

#### 5. 2研究開発成果、及び実用化・事業化の見通しについて

平成22年7月28日

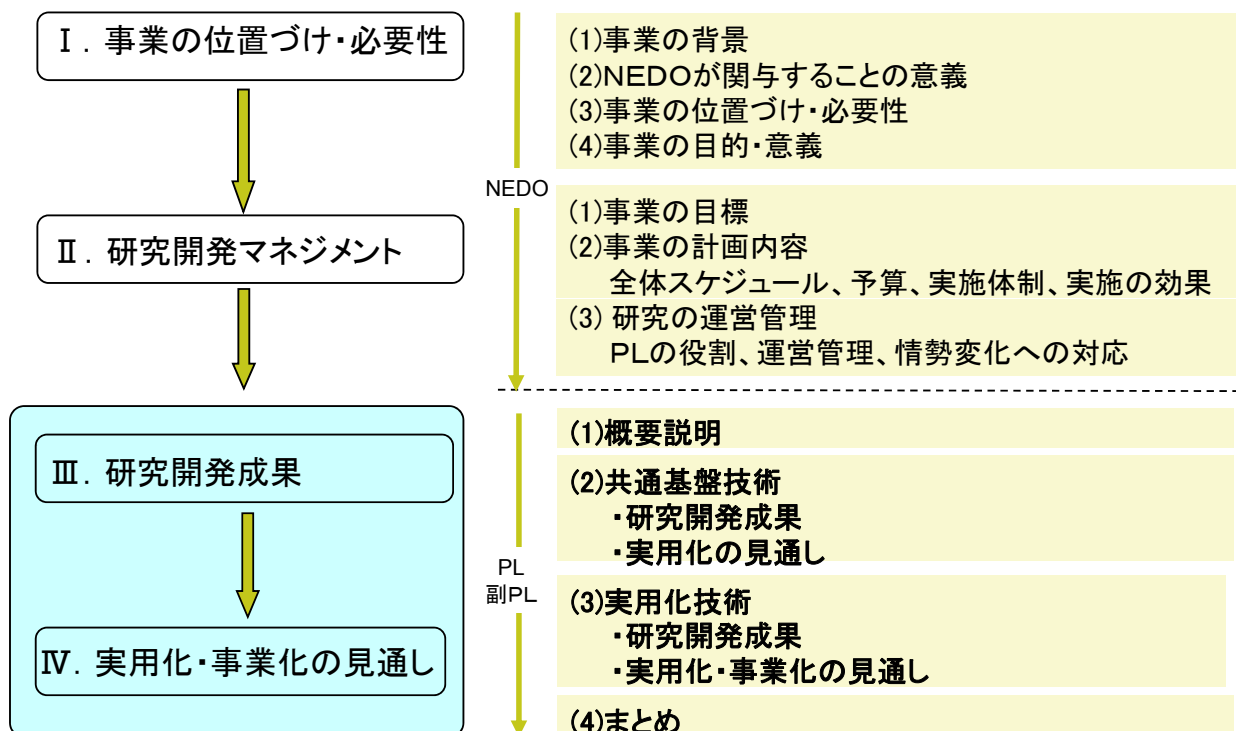
次世代モバイル表示材料技術研究組合  
(独)産業技術総合研究所

山岡重徳PL  
八瀬清志副PL

超フレキシブルディスプレイ部材技術開発  
(事後評価)分科会  
資料6-2

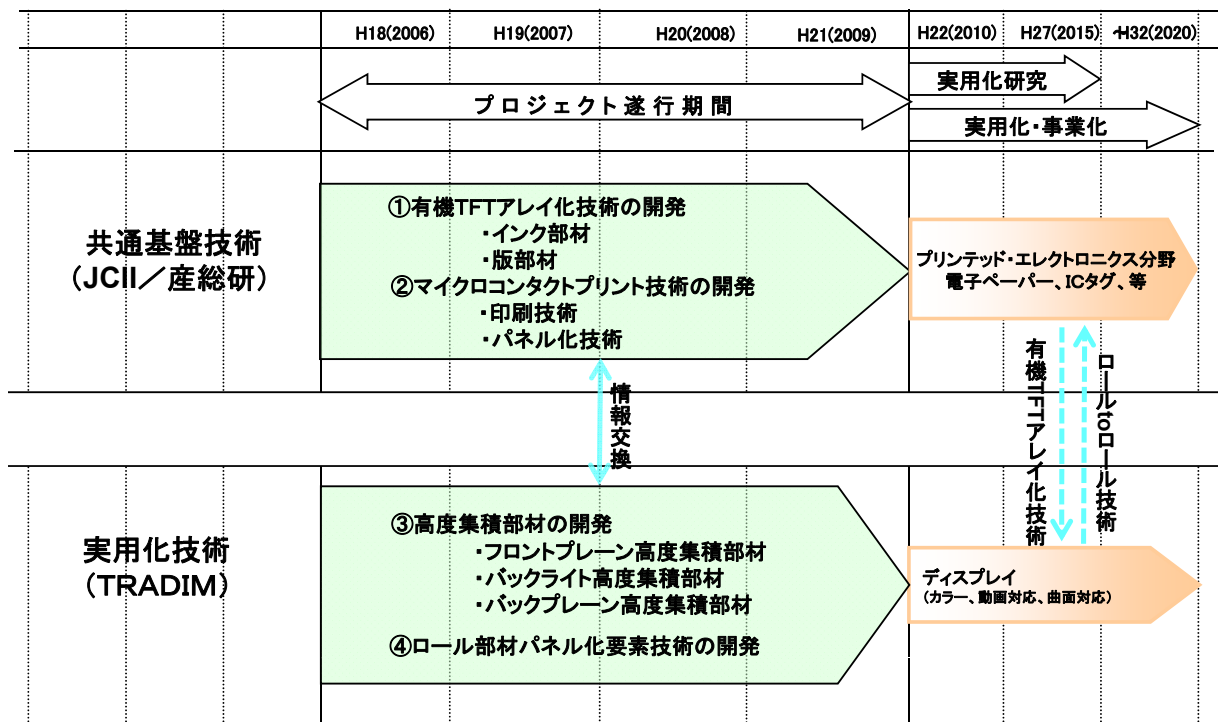
超フレキシブルディスプレイ部材技術開発プロジェクト

### 概要説明 報告の流れ





## (1) 概要



## (2) 共通基盤技術： 研究開発成果

### 内容

1. 研究の背景
2. 開発目標と達成状況
3. 検討内容
4. 知的財産権・成果の普及
5. 公的ペーパーの記事掲載
6. まとめと今後の課題

## 1-1. 研究の背景

- ・ 2010年春、iPad、電子書籍の一般普及
- ・ 紙に代わる情報媒体

### 【現状】

- ・ 非晶質シリコンまたは低温ポリシリコンによる駆動  
(ガラス基板上へのフォトリソグラフィープロセス)

### 【将来】

- ・ より薄く、軽く、落としても壊れない  
→プラスチック基板上へのバック・プレーンの作製技術
- ・ より低消費電力での製造技術  
→印刷技術の利用(省資源、室温、加算的プロセス)

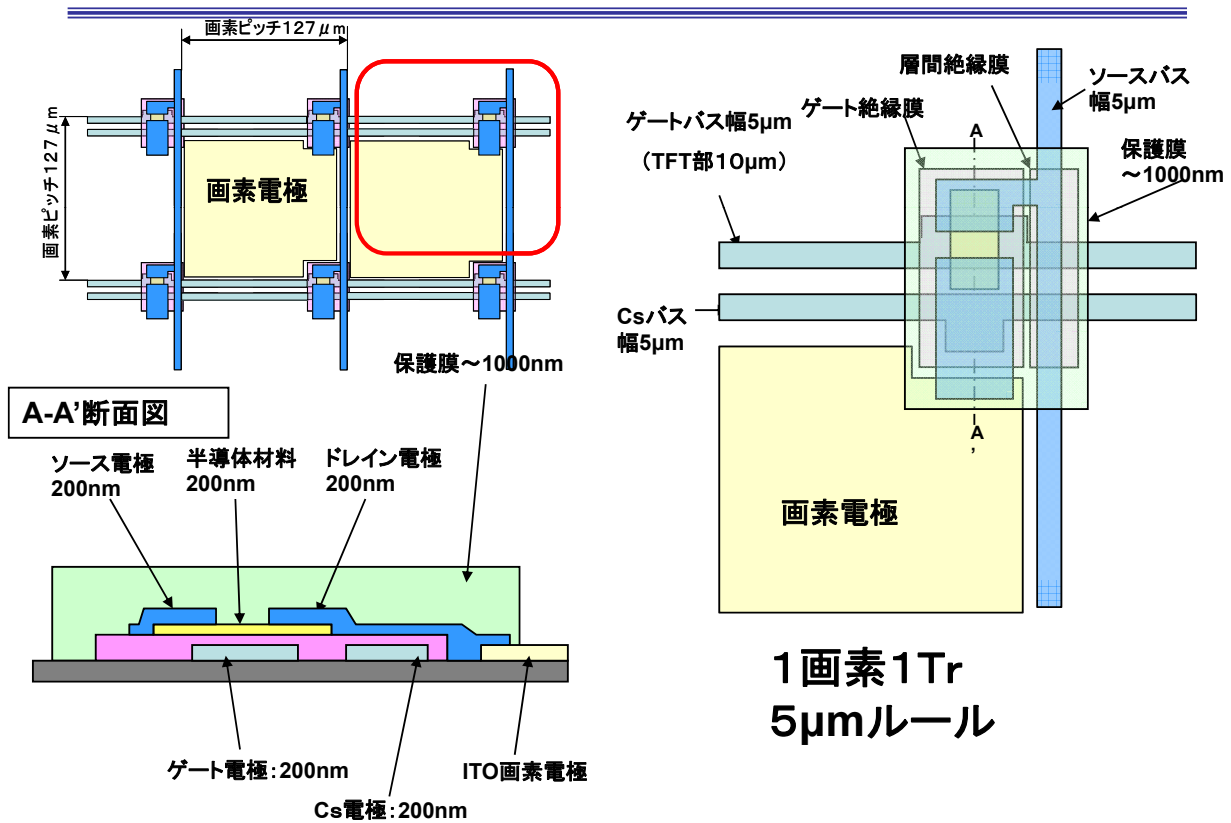
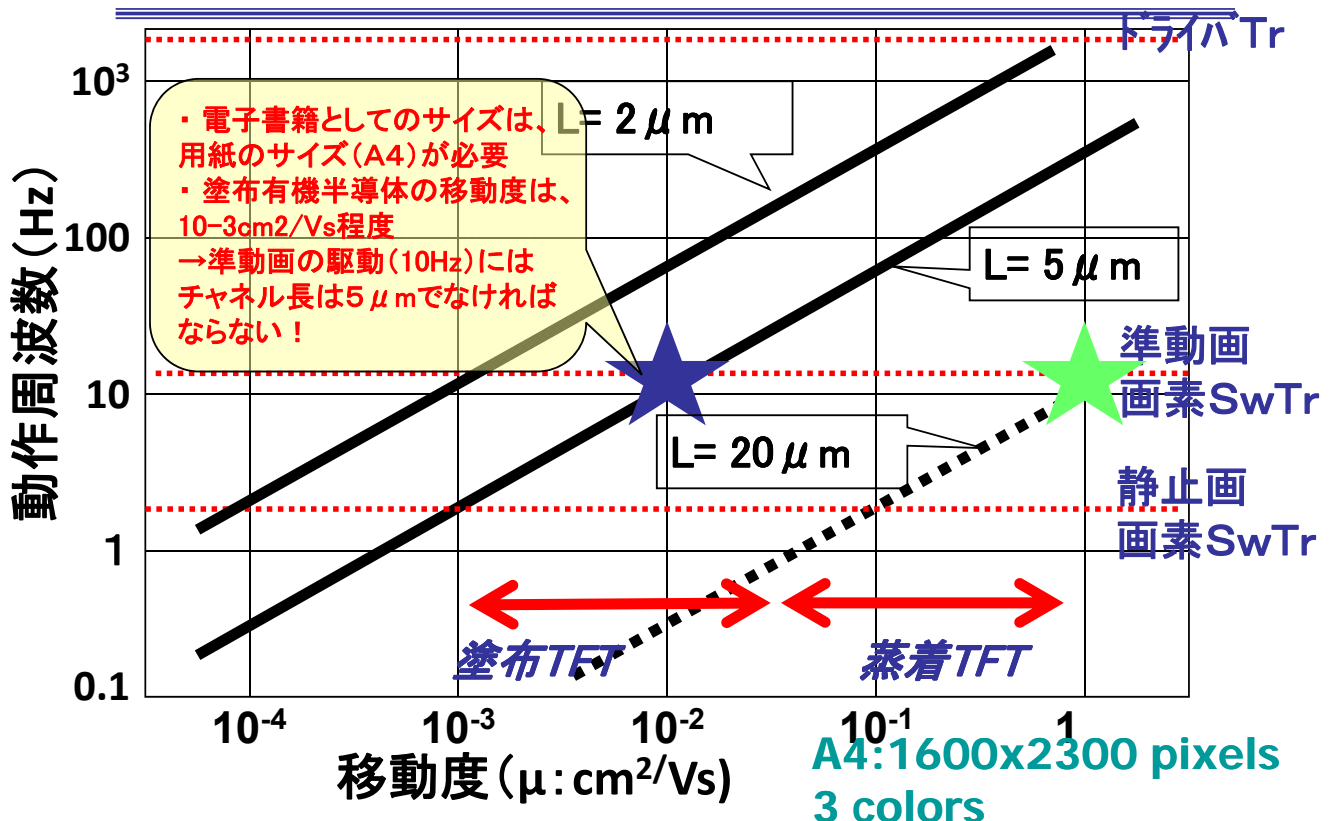
Kindle:  
B6サイズ

## 1-2. 電子ペーパーの開発状況

	Plastic Logic (英)	Polymer Vision (蘭)	ソニー リコー (日)	Philips(蘭)、 Samsung、LG(韓)、 EPSON(日)、PARC (米)	E INK (米) 09/6 PVI (台湾)	Sipix (蘭) 09/6AUO (台湾)	KENT Display (米)	プリヂストン (日本)	
表示部	電気泳動型マイクロカプセル					マイクロカップ	コレステリック液晶	QR-LPD(電子粉流体)	
TFT	有機			シリコン					
プロセス	インクジェット(P3HT、PEDOT/PSS)+フォトリソ	塗布(ペントセン誘導体)+フォトリソ	アントラセン誘導体(perixanthoxant hene)+IJ	フォトリソ(レーザーを用いた転写:エプソン、フィリップス)		R2R		セルのR2R化	
基板	PET	プラスチック	プラスチック	プラスチックまたはステンレススチール		プラスチック	PET	プラスチック、布	
備考	A4 150ppi	B6 150 ppi Bendable	4.8"VGA, 169-200 ppi	・高精細: 397ppi(エプソン、フィリップス) ・大画面: A4(サムソン、LG)		・RGBWカラーフィルター ・凸版: 有機TFT駆動(10.5", 76 dpi) ・Amazon Kindle	100ppi 値札他 (台湾、中国)	・試作品レベル ・6", 150 dpi ・書き込み対応	・黒・白、赤・黄の粉体 ・A3カラー ・DNP: 有機TFT駆動(10", 150 dpi)

A4,200ppiを目標とする  
ものはない

## 1-3. TFTの設計図

1-4. 何故、5 $\mu\text{m}$ 分解能に拘るのか？

## 2-1. 開発目標と開発方針

### ■開発目標

印刷法で  
大面積・高精細な  
フレキシブル  
有機TFTを開発

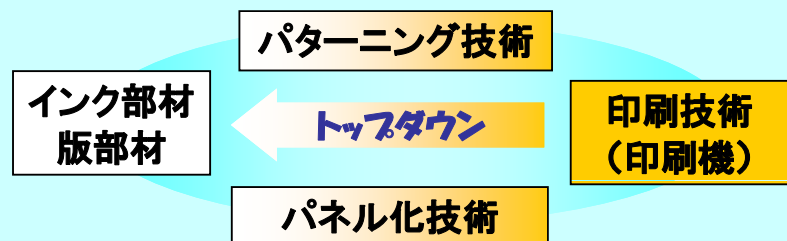
A4サイズ  
解像度200ppi  
屈曲半径<20mm  
モノクロ  
準動画

### ■開発方針

#### ①有機TFTアレイ化技術の開発



#### ②マイクロコンタクトプリント技術の開発



## 2-2. 開発目標と達成状況

### ①有機TFTアレイ化技術の開発

達成度: ○達成、×未達成

目標	研究開発項目	担当	成果	達成度
印刷法で大面積・高精細なフレキシブル有機TFTを開発するために、右記要素技術を開発する	1 有機半導体部材	産総研、コニカミノルタ、大日本印刷	・コンタクトキャスト法を開発し、P3HTでは世界最高レベルの移動度 $0.47\text{cm}^2/\text{Vs}$ を達成。	○
	2 絶縁部材 6 層間絶縁部材	ADEKA DIC	・PI系、PVPh架橋系の材料において、成膜温度 $180^\circ\text{C}$ 以下を達成。比抵抗 $10^{15}\Omega\text{cm}$ を達成。表面平滑性良好。	○
	3 SD電極部材 4 配線電極部材 5 画素電極部材	産総研 セイコーエプソン DIC	・ナノ銀インクにおいて、焼成温度 $150^\circ\text{C}$ を達成。比抵抗 $10^{-5}\Omega\text{cm}$ を達成。	○
	7 保護膜部材	ADEKA DIC	・2層構造とし、10ヶ月での素子特性保持を確認。	○
	8 版材	信越化学 旭化成 大日本印刷	・フォトレジストで、世界初の $300\times 400\text{mm}$ サイズ、最小パターン $2\mu\text{m}$ のマスター版を作製に成功。 ・PDMS系材料において、世界初のA4サイズ、200ppiの版の製作に成功し、印刷に適用。	○
	9 アレイ化技術	産総研、セイコーエプソン、DIC、大日本印刷、凸版印刷、リコー	・積層印刷で200ppiの有機TFTアレイをA4フィルム全面に印刷することに成功。その駆動も確認。 ・ディップペン法でのパターニング補修が可能であることを確認。	○

## 2-3. 開発目標と達成状況

### ②マイクロコンタクトプリント技術の開発

達成度: ○達成、×未達成

目標	研究開発項目	担当	成果	達成度
印刷法で大面積・高精細なフレキシブル有機TFTを開発するために、右記要素技術を開発する	1 パターニング技術	産総研 大日本印刷 凸版印刷	・6インチプリンターを設計・製作し、動作実証による課題抽出を行い、A4プリンターへのフィードバックを実施。	○
		ADEKA、DIC セイコーエプソン リコー	・各構成部材(配線、画素電極、絶縁膜、SD電極)をA4サイズ、解像度200ppiでパターニングが可能であることを確認。	○
	2 コンタクトプリンター	大日本印刷 産総研	・A4プリンターを設計・製作し、世界初のA4サイズ、200ppiの有機TFT印刷に成功。	○
	3 バックプレーンパネル化	コニカミノルタ	・A4サイズ、200ppi、曲率(屈曲)半径20mm、準動画面表示の全面有機TFTバックプレーン試作技術を確立し、その駆動を実証した。	○

### 研究開発項目①有機TFTアレイ化技術の開発

## 3. 検討内容

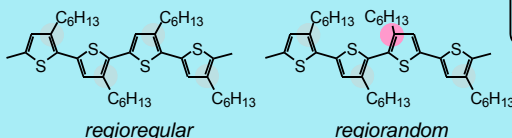
### (1) インク部材の開発

#### P3HTの分子構造制御

分子量分画精製(ソックスレー法)

移動度 $0.18 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ on/off比 $>10^7$ 

アレイ化試作に適用



#### 1. 有機半導体部材

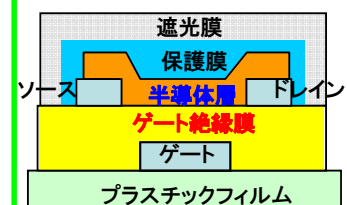
特許出願: 5件

#### P3HTの分子配列制御

コンタクトキャスト法を開発

移動度 $0.47 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ を実現

開発目標達成  
P3HTでは世界最高レベル



有機TFT構造

#### 2. 絶縁部材

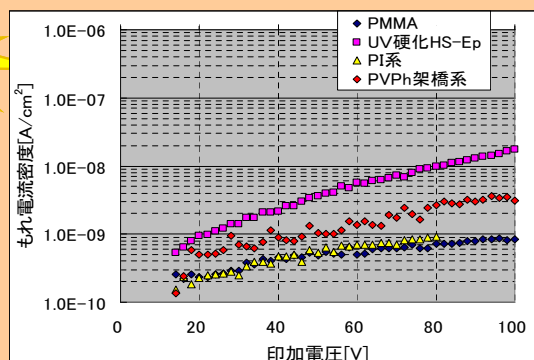
特許出願: 4件

開発目標達成

PI系材料及びPVPh架橋系材料にて、目標特性及び印刷適正を達成

インク化絶縁材料の薄膜電気特性

	目標	PI系	PVPh架橋系
比抵抗: $\Omega \text{ cm}$	$\geq 10^{15}$	$4.6 \times 10^{15}$	$4.1 \times 10^{14}$
比誘電率	$\geq 2.5$	3.5	4.0



研究開発項目①有機TFTアレイ化技術の開発

公開

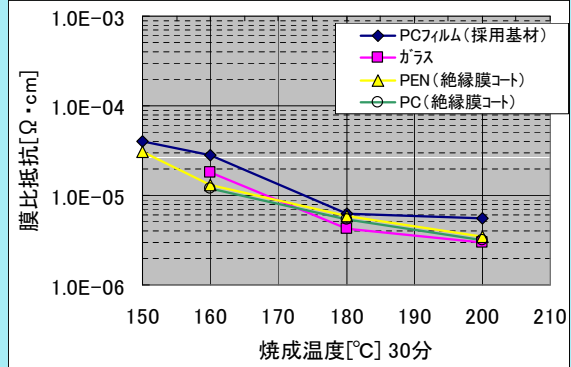
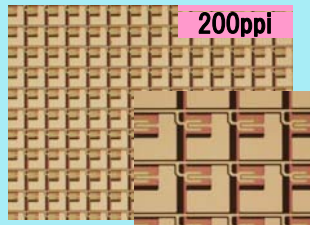
3. 検討内容

(1) インク部材の開発

3. 電極部材

インク導電特性検証

インク印刷性検証



4. 保護膜部材

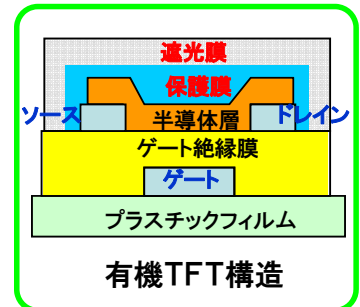
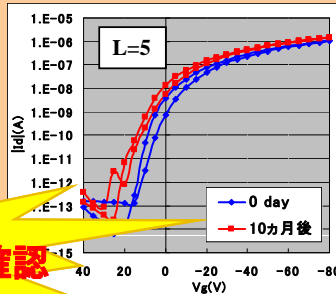
特許出願: 1件

2層構造

第1層: 素子特性保護層

第2層: 遮光層

10ヶ月での素子特性保持を確認



研究開発項目②マイクロコンタクトプリント技術の開発

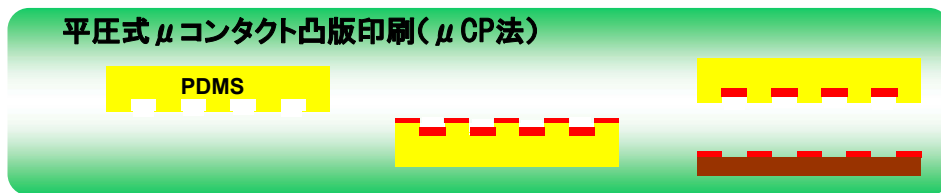
公開

3. 検討内容

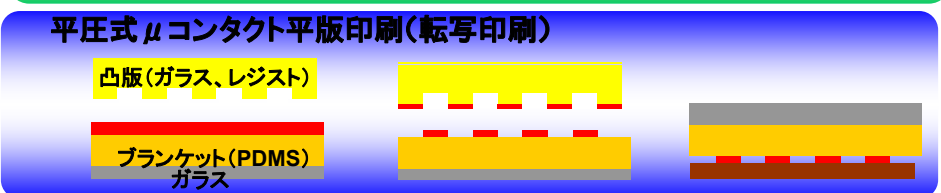
(2) マイクロコンタクトプリント技術の開発

1. マイクロコンタクトプリント(μCP)法

平圧式μコンタクト凸版印刷(μCP法)



平圧式μコンタクト平版印刷(転写印刷)

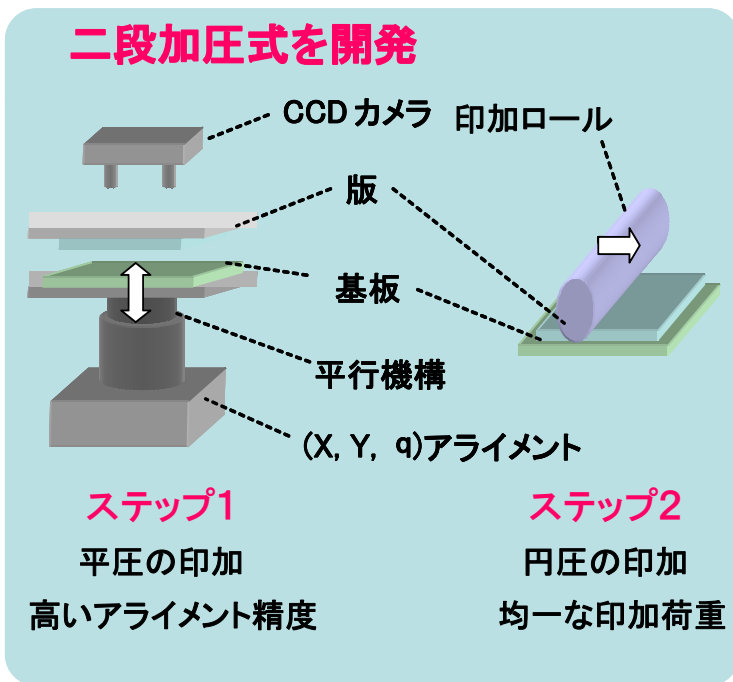


ロール式μコンタクト平版印刷(ロール転写印刷)

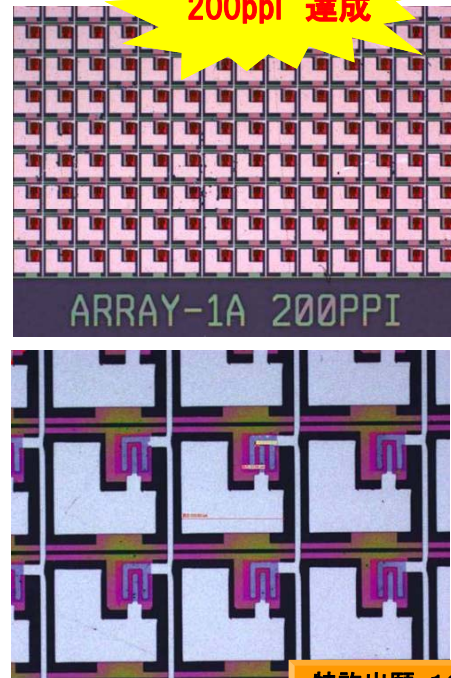


### 3. 検討内容 (2) マイクロコンタクトプリント技術の開発

#### 2. 平圧式 $\mu$ コンタクト平版印刷(転写印刷)



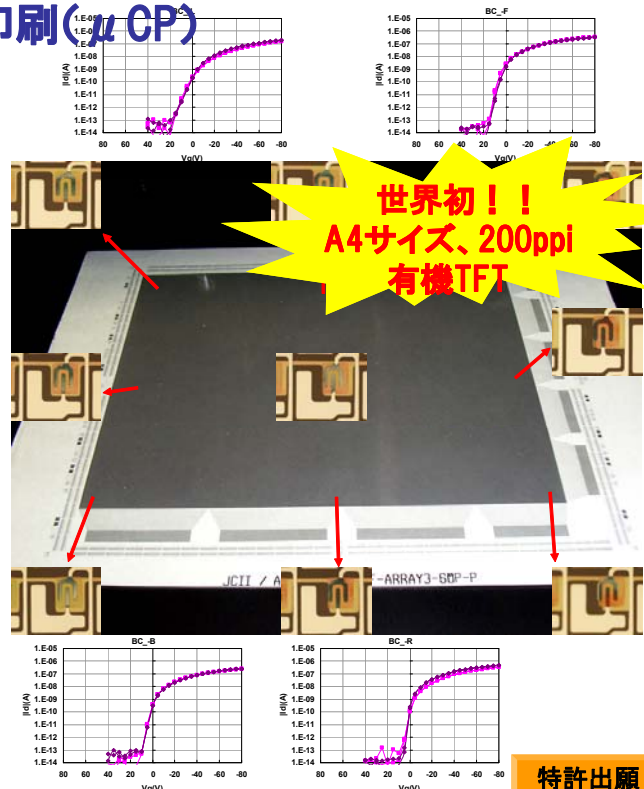
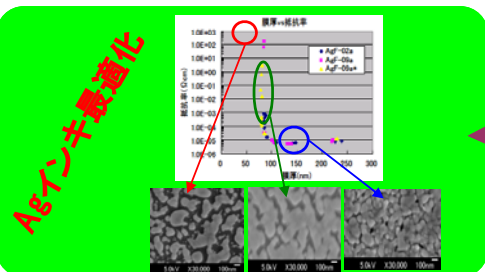
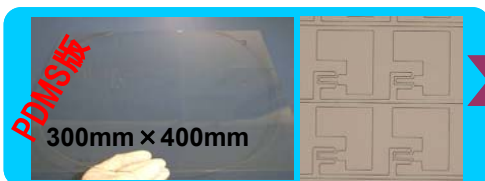
**200ppi 達成**



特許出願: 10件

### 3. 検討内容 (2) マイクロコンタクトプリント技術の開発

#### 4. 平圧式 $\mu$ コンタクト凸版印刷( $\mu$ CP)



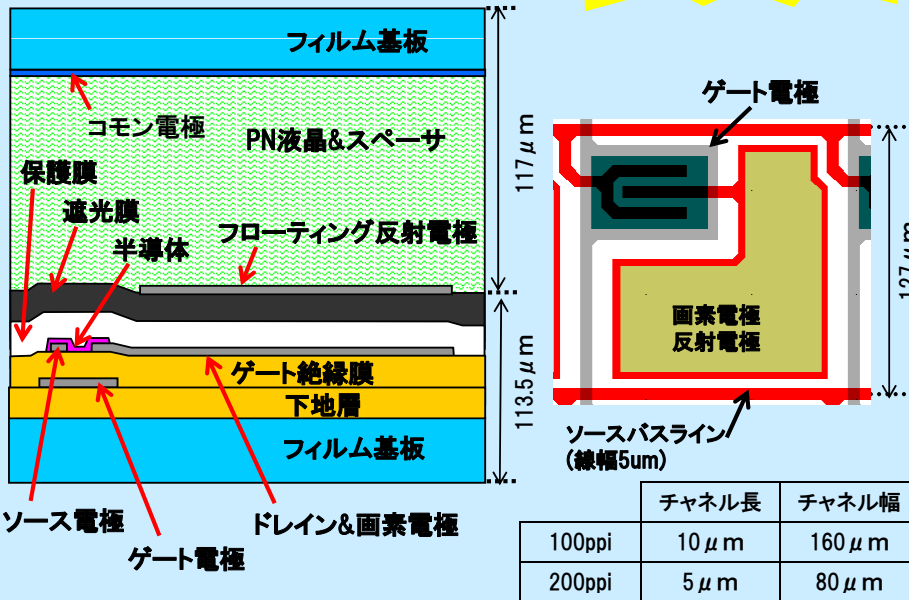
特許出願: 2件

## 3. 検討内容

## (3) パネル化技術の開発

## TFTアレイ設計(画素)

全印刷の有機TFTで、200ppiの  
PN液晶パネル駆動に成功！！



特許出願: 1件

## 4. 知的財産権・成果の普及

	H18	H19	H20	H21	計
特許出願	3	19	11	14	47件
論文(査読付き)	0	2	2	7	11件
研究発表・講演	2	3	36	22	63件
受賞実績	0	0	1	0	1件
新聞・雑誌等への掲載	0	0	16	5	21件
展示会への出展	0	3	4	4	11件



## 5. 公的ペーパーの記事掲載

### プレスリリース

発表年月日	発表タイトル	発表者
2008/02/29	フレキシブルディスプレイに向けたナノ銀粒子分散体の開発について	DIC(株)
2008/06/09	フレキシブル基板へ有機薄膜トランジスタアレイを印刷	(独)産業技術総合研究所 (財)化学技術戦略推進機構
2008/07/02	フレキシブルディスプレイ用途に適合/信越化学マイクロコンタクトプリントの版用シリコーンゴムを開発	信越化学工業株式会社

### 新聞記事

掲載紙	年月日	内容
化学工業日報	2008/02/29	高効率製法にめど、DIC/均一粒径でインキ化/有機TFT用電極など応用
化学工業日報	2008/06/10	有機TFT/プラ上に高精細形成/産総研など、電極なども印刷法で
日本経済産業新聞	2008/06/10	トランジスタ/フィルムに多数製作/産総研など、印刷技術活用
化学工業日報	2008/07/03	電子ペーパー用版材開発/信越化学がシリコーンゴム
日本経済産業新聞	2008/07/03	回路形成シリコーンゴム/信越化学、曲がる画面向け開発

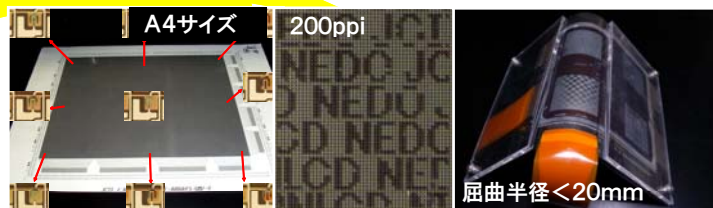
## 6. まとめと今後の課題

### ■開発目標

**共通基盤技術を確立**

印刷法で  
大面積・高精細な  
フレキシブル  
有機TFTを開発

A4サイズ  
解像度200ppi  
屈曲半径<20mm  
モノクロ  
準動画



### ■今後の課題

- デバイス物理の確立
- 信頼性の検証
- 再現性の向上
- スループットの向上

## (2) 共通基盤技術： 実用化の見通し

### 内容

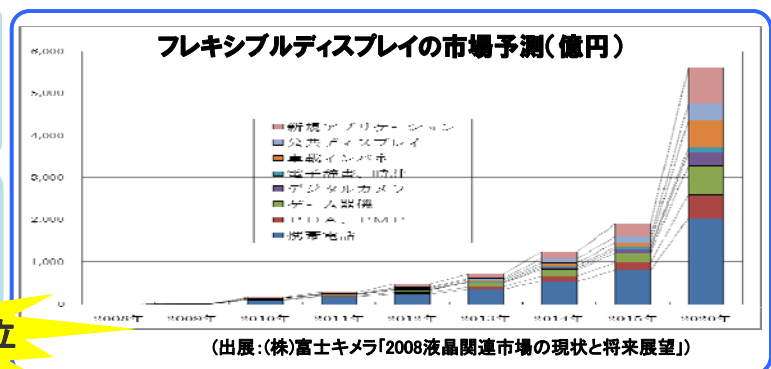
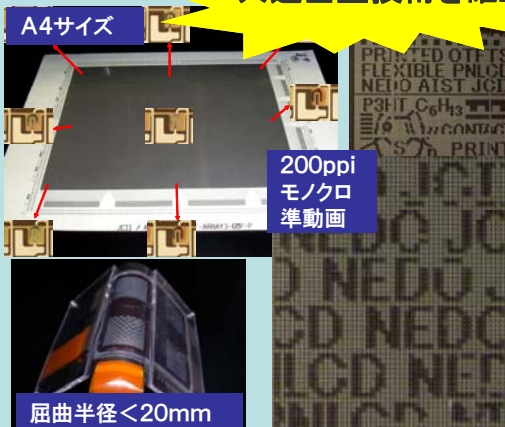
1. 成果の実用化可能性(出口イメージ)
2. 実用化・事業化のシナリオ
3. 波及効果

## 1. 成果の実用化可能性

■課題: Si-TFT・有機TFTでの真空・フォトリソグラフィー工程からの脱却による生産性向上

■開発目標達成: 印刷法で大面積・高精細なフレキシブル有機TFTを開発

共通基盤技術を確立



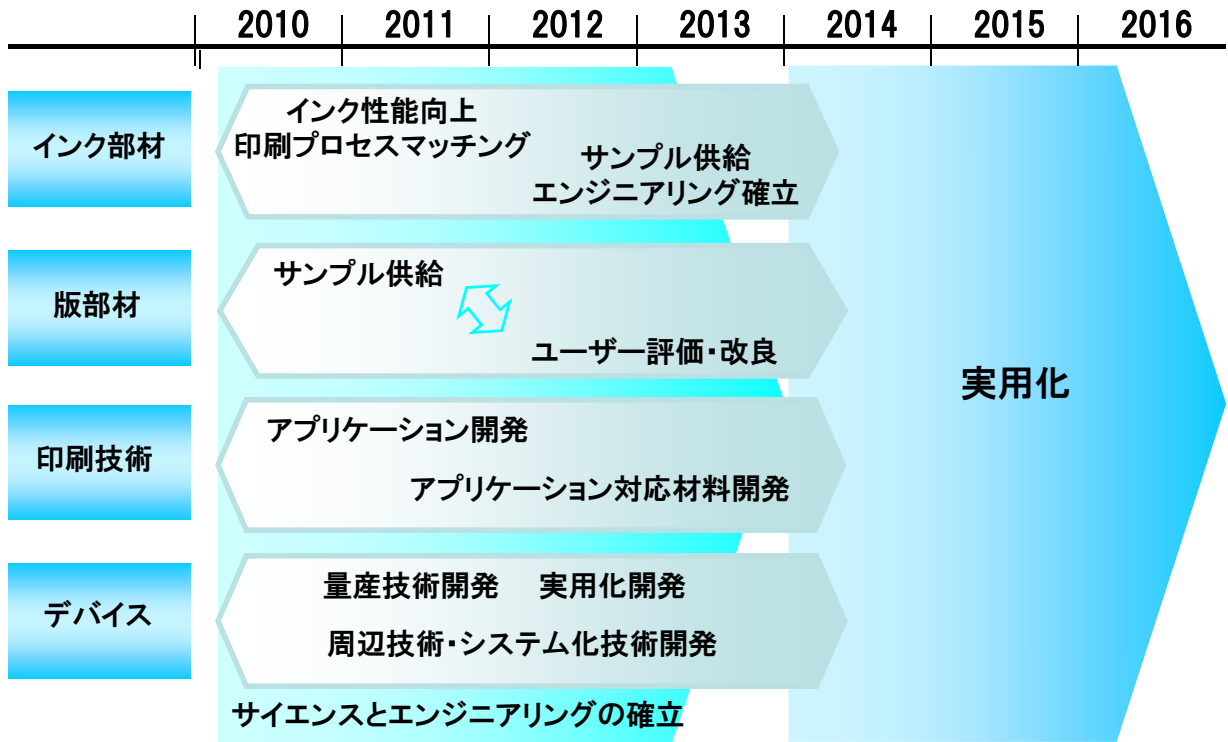
### ■今後の課題:

- デバイス物理の確立
- 信頼性の検証
- 再現性の向上
- スループットの向上

### ■出口イメージ

- IT・エレクトロニクス分野
- ライフサイエンス分野
- 環境・エネルギー分野
- アンビエント・エレクトロニクス分野

## 2. 実用化までのシナリオ



## 3. 波及効果



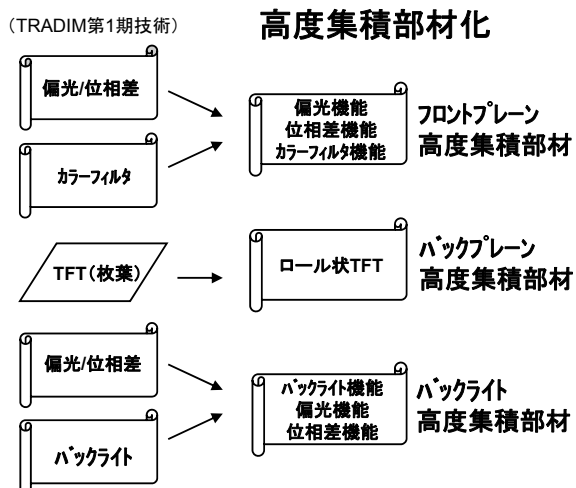
## (3) 実用化技術 : 研究開発成果

### 内容

1. 研究開発の概要
2. ③高度集積部材の開発  
目標と結果
3. ④ロール部材パネル化要素技術  
目標と結果
4. 実用化技術の研究成果のまとめ
5. 知的財産権
6. 成果の外部発表

### 1. 研究開発の概要

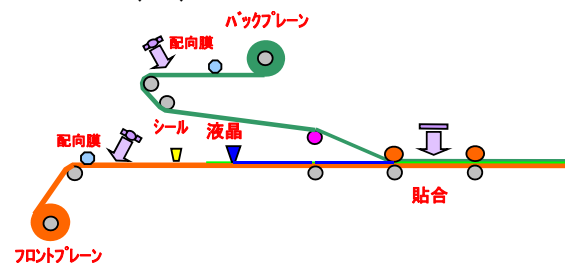
#### ③高度集積部材の開発



- ・3つの高度集積部材を開発する。
- ・いずれも、ロールtoロールプロセスによるロール部材とする。

#### ④ロール部材パネル化要素技術の開発

##### プロセス(I)

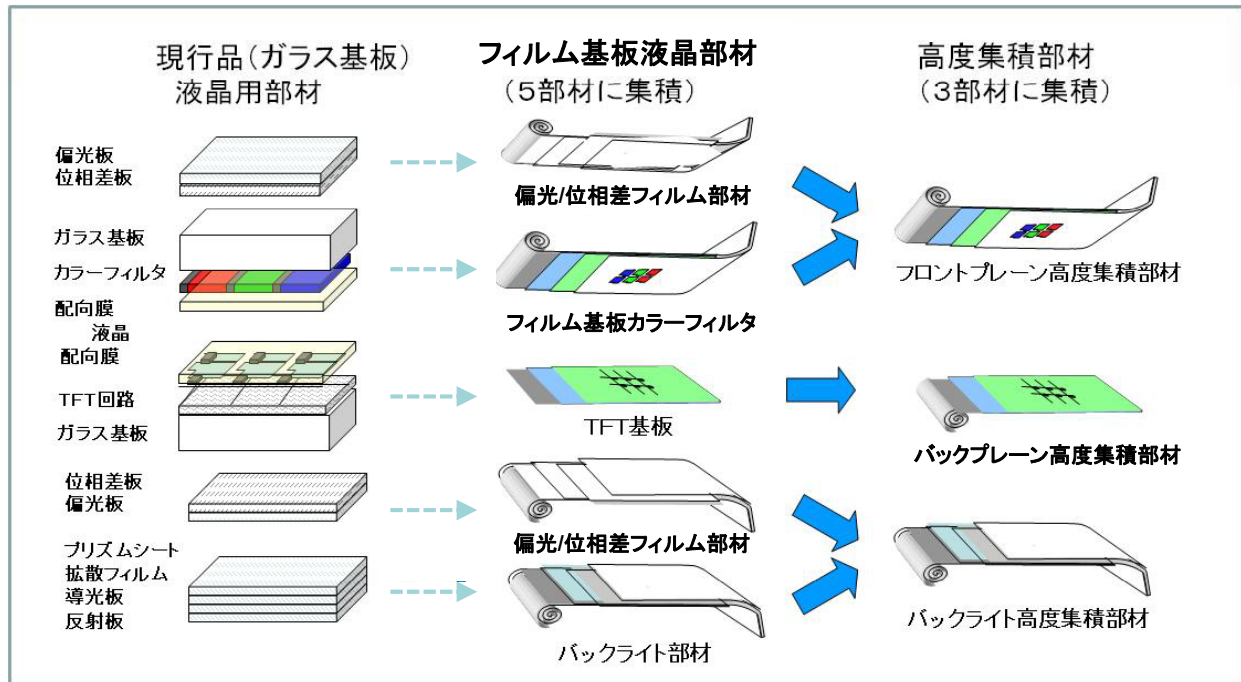


##### プロセス(II)

- ・パネル切断
- ・ロール部材洗浄
- ・パネル組立・評価技術

## 2. ③高度集積部材の開発

### 開発の背景

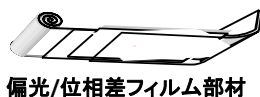


## 目標と結果(1)

### 偏光／位相差フィルム部材

目標	研究開発成果	達成度
・位相差層の面内光軸がフィルム長手方向に任意に設定できるプロセスを用いた広帯域円偏光板ロール部材を開発する。	・位相差層の面内光軸がフィルム長手方向に任意に設定できるプロセスを用いた広帯域円偏光板ロール部材を開発した。	○
・外観寸法幅300mm、長さ10m以上	・外観寸法幅300mm、長さ10m	○
・位相差層膜厚10μm以下	・位相差層膜厚3μm	○
・円偏光板の楕円率 面内最小値92%以上 面内分布5%以内	・円偏光板の楕円率 面内最小値92% 面内分布1.7%	○

達成度：◎上位目標達成、○達成、×未達

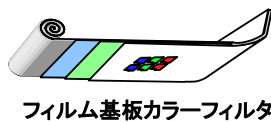


## 目標と結果(2)

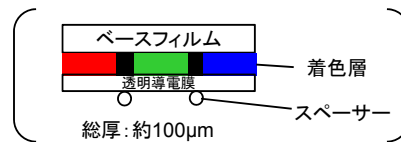
### フィルム基板カラーフィルタ

目標	研究開発成果	達成度
・300mm幅フィルム基板上に精細度120ppi以上のカラーフィルタを形成。	・300mm幅フィルム基板上に精細度120ppi以上のカラーフィルタを形成できた。	○
・更に150ppi以上(RGB各色サブピクセルで450ppi)を目指した検討を行う。	・精細度(上位目標)150ppiを達成できた。	◎
・湿式法で透明導電膜を形成する。	・湿式法で透明導電膜を形成できた。	○
・透明導電膜:シート抵抗100Ω/□以下とする。	・シート抵抗100Ω/□以下を達成した。	○

達成度:◎上位目標達成、○達成、×未達



フィルム基板カラーフィルタ

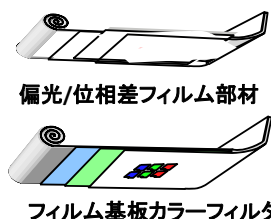


## 目標と結果(3)

### フロントプレーン高度集積部材

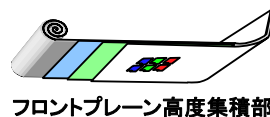
目標	研究開発成果	達成度
・偏光/位相差フィルム一体化部材とカラーフィルタフィルム基板部材とをロールtoロールで一体化するフロントプレーン高度集積部材の開発	・偏光/位相差フィルム一体化部材とカラーフィルタフィルム基板部材とをロールtoロールで一体化したフロントプレーン高度集積部材を開発した。	○
・外観寸法:幅300mm、長さ10m以上のロール状	・外観寸法:幅300mm、長さ10mのロール状を達成した。	○
・部材厚さ:350μm以下 更に250μm以下を目指した超薄型化の検討を行う。	・部材厚さ:250μm以下(上位目標)を達成した。	◎
・フロントプレーン高度集積部材の評価技術の確立	・フロントプレーン高度集積部材の評価技術を確立した。	○

達成度:◎上位目標達成、○達成、×未達



偏光/位相差フィルム部材

フィルム基板カラーフィルタ



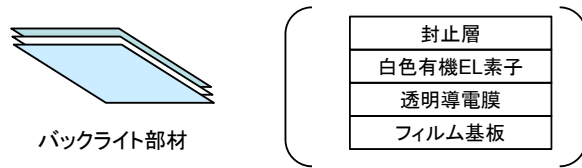
フロントプレーン高度集積部材

## 目標と結果(4)

### バックライト部材

目標	研究開発成果	達成度
<ul style="list-style-type: none"> <li>有機EL素子に必要な透明導電膜をプラスチックフィルム基板上に成膜する。シート抵抗<math>20\Omega/\square</math>以下、光線透過率80%以上、更にシート抵抗<math>10\Omega/\square</math>以下、光線透過率85%以上を目指した研究を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>有機EL素子用透明導電膜をプラスチックフィルム基板上に成膜した。シート抵抗<math>10\Omega/\square</math>以下、光線透過率85%以上(上位目標)を達成した。</li> </ul>	◎

達成度: ◎上位目標達成、○達成、×未達

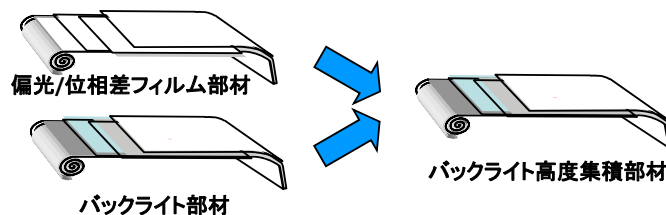


## 目標と結果(5)

### バックライト高度集積部材

目標	研究開発成果	達成度
<ul style="list-style-type: none"> <li>導光～出射角制御一体化バックライトと偏光/位相差一体化フィルムをロールtoロールにより一体化するバックライト高度集積部材。厚さ0.6mm以下。更にロール部材を用い、偏光度99.9%以上で0.4mm以下の部材を10m連続加工できることを目指した超薄型化の検討を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>導光～出射角制御一体化バックライトと偏光/位相差一体化フィルムをロールtoロールにより一体化した。偏光度99.9%以上で厚さ0.4mm以下(の部材を長さ10m連続加工することができた。</li> </ul>	◎
<ul style="list-style-type: none"> <li>バックライト高度集積部材の評価技術の確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>バックライト高度集積部材の評価技術を確立した。</li> </ul>	○

達成度: ◎上位目標達成、○達成、×未達

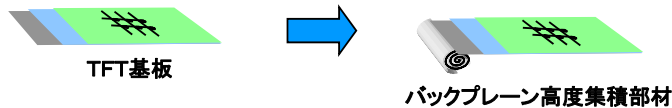


## 目標と結果(6)

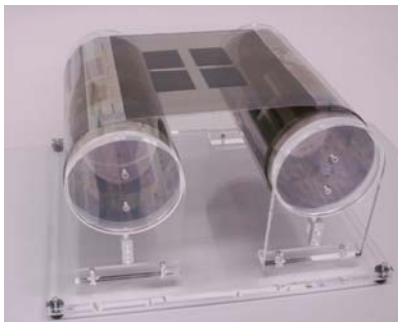
### バックプレーン高度集積部材

目標	研究開発成果	達成度
ロール状プラスチックフィルム基板上的TFTアレイ開発。 ・ロール幅300mm ・ロール長さ10m以上 ・曲率半径150mm ・想定製品対角2～4インチ ・想定製品精細度120ppi以上	ロール状プラスチックフィルム基板上的TFTアレイを得ることができた。 ・ロール幅300mm ・ロール長さ10m以上 ・曲率半径150mm ・対角3.5および4インチ ・精細度120ppi以上	○ ○ ○ ○ ○

達成度: ◎上位目標達成、○達成、×未達



## 開発した部材の写真



フロントプレーン高度集積部材

特許出願(2件)



バックライト高度集積部材

特許出願(2件)



バックプレーン高度集積部材

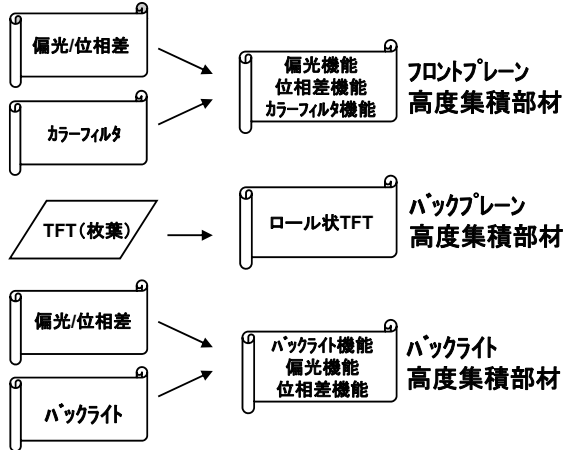
特許出願(1件)



## 研究開発の概要

### ③高度集積部材の開発

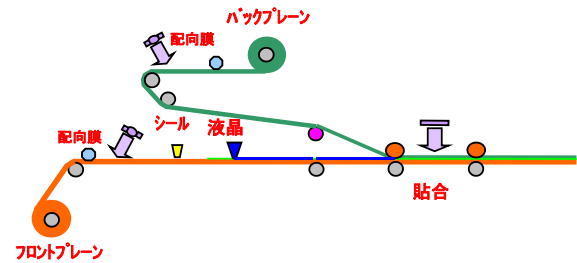
(TRADIM第1期技術)



- ・3つの高度集積部材を開発する。
- ・いずれも、ロールtoロールプロセスによるロール部材とする。

### ④ロール部材パネル化要素技術の開発

プロセス(I)



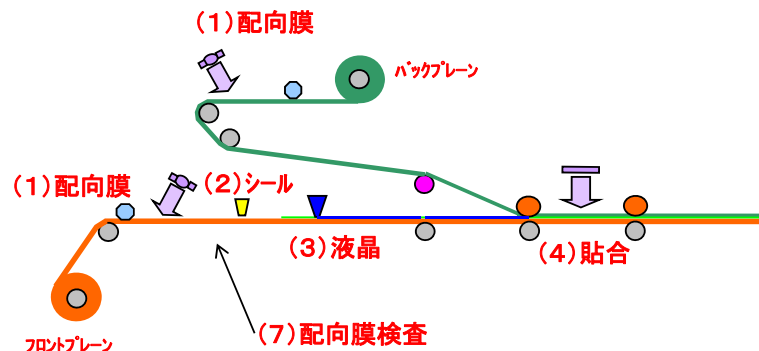
プロセス(II)

- ・パネル切断
- ・ロール部材洗浄
- ・パネル組立・評価技術

## 3. ④ロール部材パネル化要素技術の開発

### 開発の概要

プロセス(I)



プロセス(II)

- (5) パネル切断
- (6) ロール部材洗浄
- (8) パネル組立・評価技術

## 目標と結果(1)

目標	研究開発成果	達成度
<b>(1)配向膜形成技術の開発</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・光配向方式の配向膜を、ロール部材上のパネル部分にのみ形成し、続いて配向処理を可能とする加工方法・設備を開発する。</li> <li>・感度500mJ/cm<sup>2</sup>以上の配向膜材料を連続加工可能なこと。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・光配向方式の配向膜を、ロール部材上のパネル部分にのみ形成し、続いて配向処理を可能とする加工方法・設備を開発した。</li> <li>・感度500mJ/cm<sup>2</sup>以上の配向膜材料を連続加工可能。</li> </ul>	○ ○
<b>(2)シール技術の開発</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロール状で供給される配向膜を形成したフロントプレーン、またはバックプレーン上の所定の部分に、連続的にシール剤を形成可能とする。</li> <li>・その際の設備の位置精度は0.1mm以内とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ロール状で供給される配向膜を形成したフロントプレーンまたはバックプレーン上の所定の部分に、連続的にシール剤を形成できた。</li> <li>・その際の設備の位置精度は0.1mm以内であった。</li> </ul>	○ ○
<b>(3)液晶層形成技術の開発</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロール状で供給されるフロントプレーン、またはバックプレーンの部材上のシールの内側となる所定の部分に液晶を配置する機構を開発する。</li> <li>・貼合後のセルの体積容量の100+10-0%の精度で液晶を配置することで気泡なくセルができること。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ロール状で供給されるフロントプレーンの部材上のシールの内側となる所定の部分に液晶を配置する機構を開発した。</li> <li>・貼合後のセルの体積容量の100+10-0%の精度で液晶を配置することで気泡なくセルができること。</li> </ul>	○ ○

達成度:◎上位目標達成、○達成、×未達

## 目標と結果(2)

目標	研究開発成果	達成度
<b>(4)上下貼合技術の開発</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロール状で供給されるフロントプレーンとバックプレーンとを貼合する技術を開発する。</li> <li>・位置精度の10μm以内の位置決めを行い、貼合を行う。</li> <li>・上下基板の接着は光硬化により行うことを目標とし、装置は感度1000mJ/cm<sup>2</sup>以上のシール剤を連続硬化可能なものとする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ロール状で供給されるフロントプレーンとバックプレーンとを貼合する技術を開発した。</li> <li>・位置精度の10μm以内の位置決めを行い貼合を行うことができた。</li> <li>・上下基板の接着は光硬化により行い、装置は感度1000mJ/cm<sup>2</sup>以上のシール剤を連続硬化可能とした。</li> </ul>	○ ○ ○
<b>(5)パネル切断技術の開発</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・上下貼合後に、割れおよび異物の大量発生が起らないように切断すること。</li> <li>・リードをボンディングするための部分を露出させるためフロントプレーンのみを切断可能とすること。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・上下貼合後に、割れおよび異物の大量発生を起さず切断する技術を開発した。</li> <li>・フロントプレーンのみを切断可能とした。</li> </ul>	○ ○

達成度:◎上位目標達成、○達成、×未達

## 目標と結果(3)

目 標	研究開発成果	達成度
<b>(6) ロール部材洗浄技術の開発</b> ・ロール部材を精密洗浄するプロトタイプ設備を開発する。 ・洗浄後のコーティング性が良好であること(異物付着によるハジキ欠陥等が抑制されること)。	・ロール部材を精密洗浄するプロトタイプ設備を開発した。 ・洗浄後のコーティング性を良好にすること(異物付着によるハジキ欠陥等が抑制されること)ができた。	○ ○
<b>(7) 配向膜インライン検査装置の開発</b> ・配向膜形成技術において配向膜の成膜および配向処理をロールtoロールで実施する際に用いるインライン検査装置の開発を行う。	・配向膜形成技術において配向膜の成膜および配向処理をロールtoロールで実施する際に用いるインライン検査装置を開発した。	○
<b>(8) パネル組立・評価技術の開発</b> ・偏光/位相差フィルム一体化部材、カラーフィルタフィルム基板部材、フロントプレーン高度集積部材、バックライト部材、バックライト高度集積部材、バックプレーン高度集積部材、配向膜剤、シール剤および液晶を用いて組み立てられたパネルの評価技術の確立を目標とする。	・偏光/位相差フィルム一体化部材、カラーフィルタフィルム基板部材、フロントプレーン高度集積部材、バックライト部材、バックライト高度集積部材、バックプレーン高度集積部材、配向膜剤、シール剤および液晶を用いて組み立てられたパネルの評価技術を確立した。	○

達成度: ◎上位目標達成、○達成、×未達

## パネル化プロセスの概要

ロールtoロール法による  
パネル化プロセスの動画

## 得られた成果



連続パネル化プロセスで作製したTFT液晶パネルの写真(世界初)

特許出願(6件)

## 4. 実用化技術の研究成果のまとめ

### 1. ③高度集積部材の開発

所期の目的を達成し、3つのロール部材(高度集積部材)を開発した。独自の設備とプロセスを開発し、薄くてフレキシブルな部材を得ることができた。

### 2. ④ロール部材パネル化要素技術の開発

液晶パネルをロールtoロールで製作する要素技術を開発した。薄型TFT液晶パネルを、連続的に作製することができた。

## 5. 知的財産権

年度		H18	H19	H20	H21	計
出願件数	国内	0	9	14	28	51
	PCT	0	0	2	9	11

### 課題別(国内)

- ・高度集積部材 23件
- ・ロール部材パネル化技術 28件  
(含評価技術)

## 6. 成果の外部発表

形 式	H18	H19	H20	H21	計
論文(査読付き)	0	0	1	13 投稿中1	14件
研究発表・講演	0	5	9	7	21件
新聞・雑誌等への掲載	9	0	27	7	43件
展示会への出展	0	0	1	2	3件
テレビ放映(NHK)	0	0	1	0	1件

## 新聞等の記事

### 全43件

直近の記事を下記に示す。

No	掲載紙	年月日	内容
1	プレスリリース	2010/1/27	高度集積部材と連続パネル化の高精度化
(1)	日本経済新聞	2010/1/28	液晶 折り曲げ可能に
(2)	化学工業日報	2010/1/28	RtoR法さらに進化 高度集積部材を開発
(3)	日経産業新聞	2010/1/28	ガラス基板代替えにプラ 液晶作製、75%省エネ シャープなど13社開発
(4)	日刊工業新聞	2010/1/28	折り曲げ可能ディスプレイ 連続作製に成功 NEDOなど
(5)	電波新聞	2010/1/28	フィルム状のモバイル液晶ディスプレイ用高度集積部材 NEDOとTRADIMが開発
(6)	TecOn(日経BP Webニュース)	2010/1/27	TRADIMが液晶パネル部材を3枚のフィルム基板に 集約してロール・ツー・ロールで製造 4月以降も活動を継続

## (3) 実用化技術 : 事業化の見通し

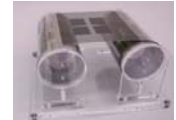
### 内容

1. 成果の事業化の見通し
2. 事業化のシナリオ
3. 波及効果

## 1. 成果の事業化の見通し

### 1) 高度集積部材

TRADIMで開発した部材を基にして、組合員が各種の用途に対応した部材に最適化して行く。そして市場への事業化に繋げて行く。



フロントプレーン高度集積部材



バックプレーン高度集積部材

### 2) ロール部材パネル化技術

TRADIMで開発したロールtoロールの要素技術を基にして、組合員が量産技術の確立を図って行く。そしてディスプレイとして事業化へ繋げて行く。

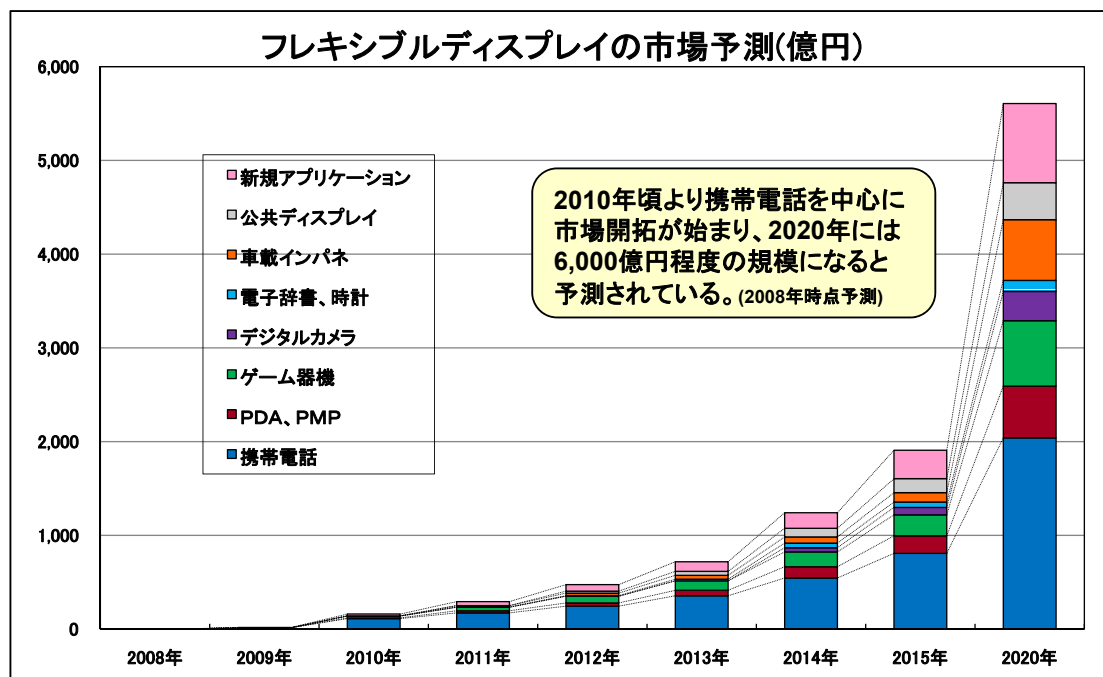


連続貼合液晶パネル

### 3) 評価技術

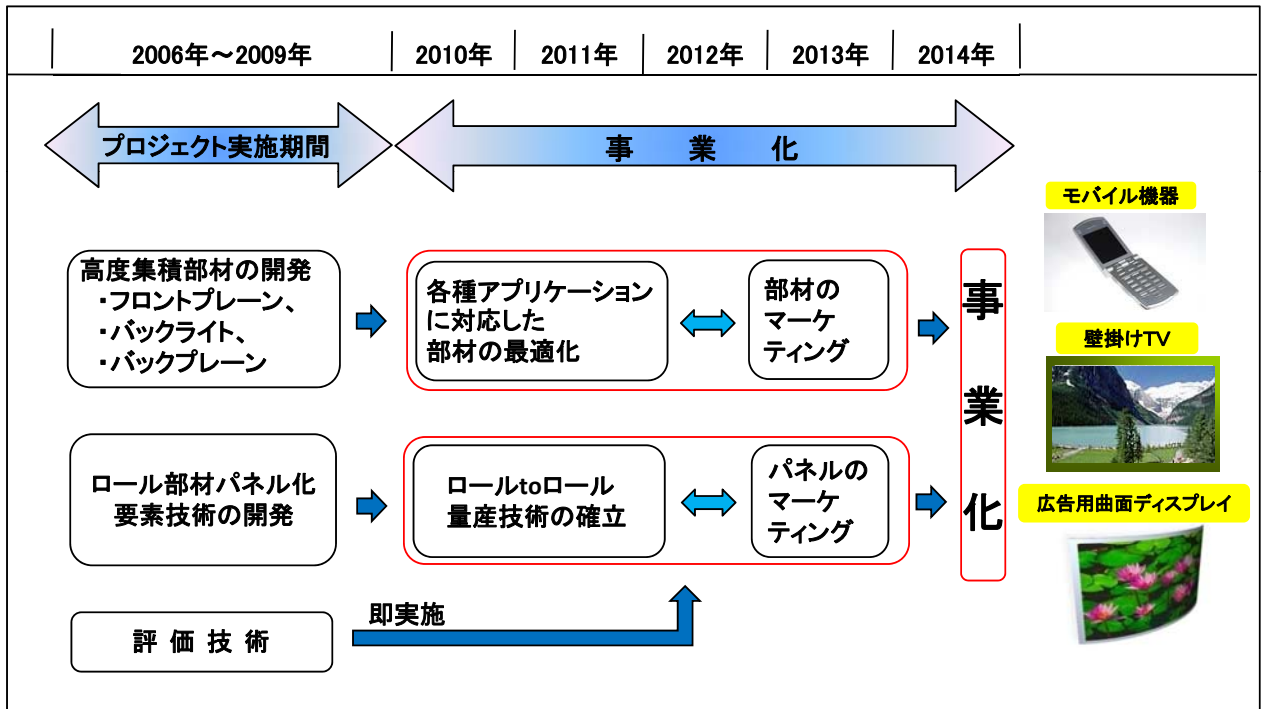
TRADIMで開発した種々の評価技術は、組合員が事業化に繋げる研究に即時使用できるものである。

## 市場予測



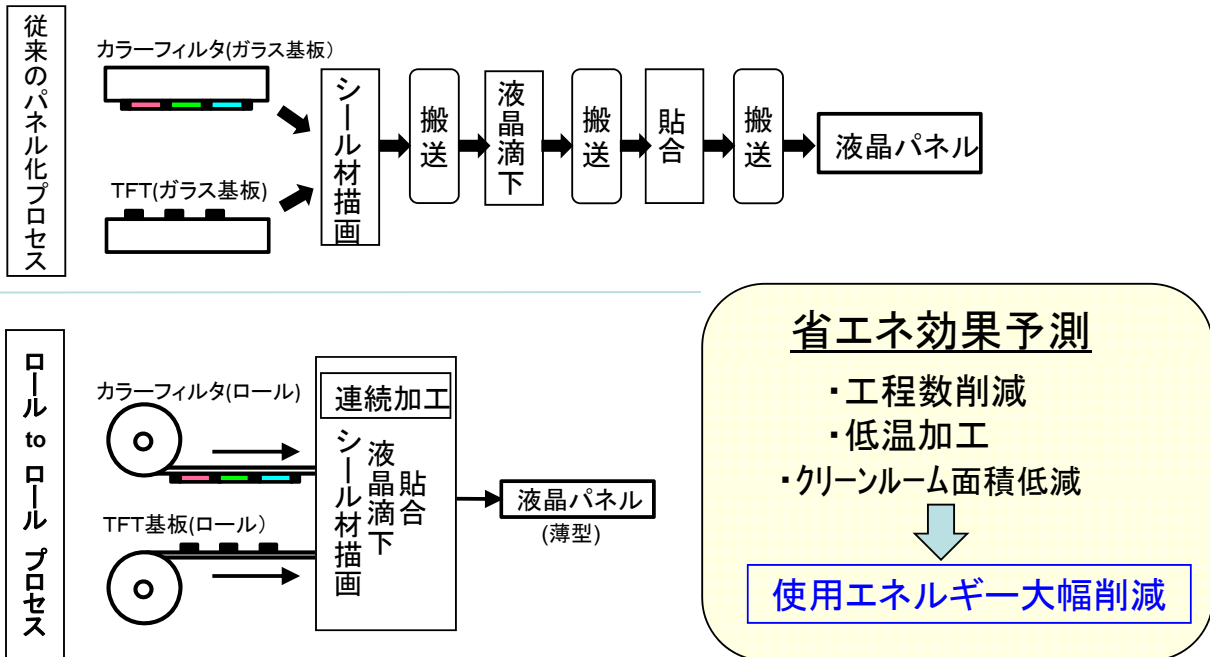
(出展: (株)富士キメラ「2008液晶関連市場の現状と将来展望Vol.3」)

## 2. 事業化のシナリオ



## 3. 波及効果 (I)

### ロールtoロールプロセスが実用化された時の効果の予測





## 3. 波及効果(Ⅱ)

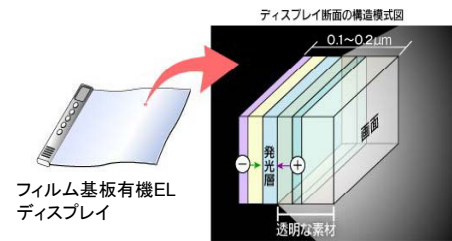
### 1) 液晶ディスプレイ

今回の開発目標は中小型ディスプレイ用であるが、この技術は大型ディスプレイ用にも展開が可能である。



### 2) 他用途への展開

ロールtoロール精密貼合技術は、ディスプレイ以外の用途として「有機EL」や「太陽電池」等へも展開が期待できる。



## (4) まとめ(研究成果)

「超フレキシブルディスプレイ部材技術開発」の4つの研究課題について、諸技術を確立し所期の目標を達成した。

#### 共通基盤技術

- ①有機TFTアレイ化技術の開発
- ②マイクロコンタクトプリント技術の開発

#### 実用化技術

- ③高度集積部材の開発
- ④ロール部材パネル化要素技術の開発

## (4)まとめ(実用化、事業化の見通し)

---

### 共通基盤技術

- ①「有機TFTアレイ化技術」、②「マイクロコンタクトプリント技術」については、  
今後各社が個別に研究を継続して実用化を目指す。

### 実用化技術

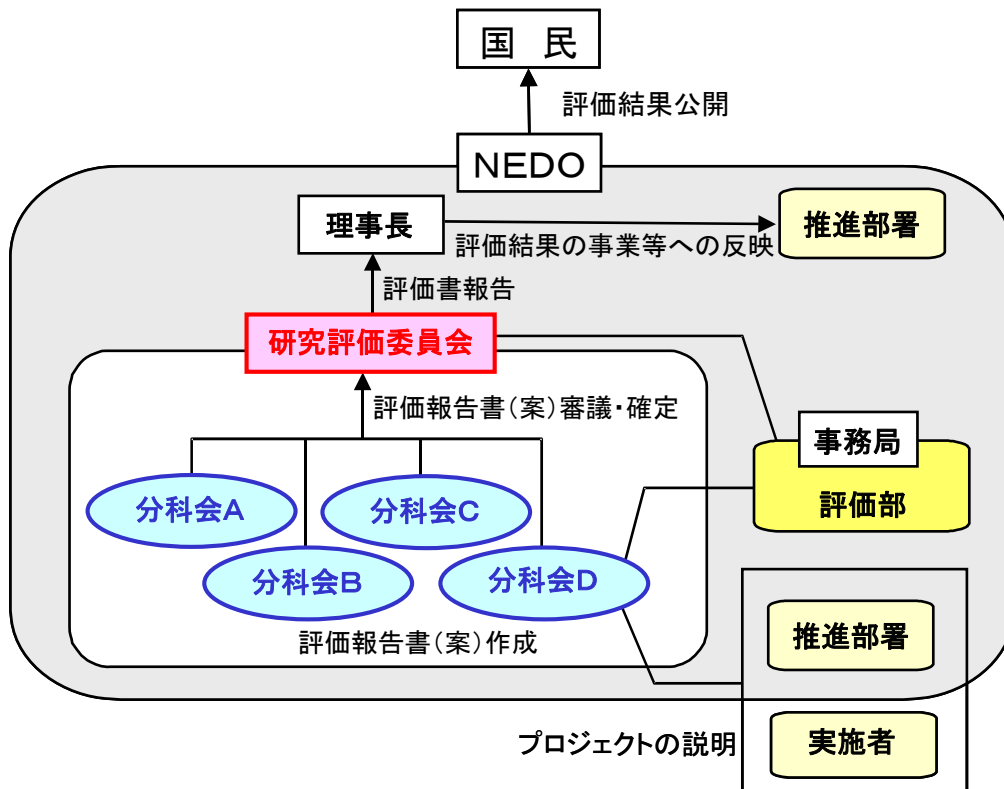
- ③「高度集積部材」、④「ロール部材パネル化要素技術」については、  
今後組合員が個別に研究を行い事業化を目指す。  
また研究組合は、今後更に2年間研究を継続し、  
用途の拡大を図る。

## 参考資料 1 評価の実施方法

本評価は、「技術評価実施規程」（平成 15 年 10 月制定）に基づいて研究評価を実施する。

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）における研究評価の手順は、以下のように被評価プロジェクトごとに分科会を設置し、同分科会にて研究評価を行い、評価報告書（案）を策定の上、研究評価委員会において確定している。

- 「NEDO 技術委員・技術委員会等規程」に基づき研究評価委員会を設置
- 研究評価委員会はその下に分科会を設置



## 1. 評価の目的

評価の目的は「技術評価実施規程」において。

- 業務の高度化等の自己改革を促進する
- 社会に対する説明責任を履行するとともに、  
経済・社会ニーズを取り込む
- 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を  
促進する

としている。

本評価においては、この趣旨を踏まえ、本事業の意義、研究開発目標・計画の妥当性、計画を比較した達成度、成果の意義、成果の実用化の可能性等について検討・評価した。

## 2. 評価者

技術評価実施規程に基づき、事業の目的や態様に即した外部の専門家、有識者からなる委員会方式により評価を行う。分科会委員選定に当たっては以下の事項に配慮して行う。

- 科学技術全般に知見のある専門家、有識者
- 当該研究開発の分野の知見を有する専門家
- 研究開発マネジメントの専門家、経済学、環境問題、国際標準、その他社会的ニーズ関連の専門家、有識者
- 産業界の専門家、有識者
- ジャーナリスト

また、評価に対する中立性確保の観点から事業の推進側関係者を選任対象から除外し、また、事前評価の妥当性を判断するとの側面にかんがみ、事前評価に関与していない者を主体とする。

これらに基づき、分科会委員名簿にある7名を選任した。

なお、本分科会の事務局については、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構評価部が担当した。

## 3. 評価対象

平成18年度に開始された「超フレキシブルディスプレイ部材技術開発」プロジェクトを評価対象とした。

なお、分科会においては、当該事業の推進部署から提出された事業原簿、プ

プロジェクトの内容、成果に関する資料をもって評価した。

#### 4. 評価方法

分科会においては、当該事業の推進部署及び研究実施者からのヒアリングと、それを踏まえた分科会委員による評価コメント作成、評点法による評価及び実施者側等との議論等により評価作業を進めた。

なお、評価の透明性確保の観点から、知的財産保護の上で支障が生じると認められる場合等を除き、原則として分科会は公開とし、研究実施者と意見を交換する形で審議を行うこととした。

#### 5. 評価項目・評価基準

分科会においては、次に掲げる「評価項目・評価基準」で評価を行った。これは、研究評価委員会による『各分科会における評価項目・評価基準は、被評価プロジェクトの性格、中間・事後評価の別等に応じて、各分科会において判断すべき者である。』との考え方に従い、第1回分科会において、事務局が、研究評価委員会により示された「標準的評価項目・評価基準」（参考資料 1-10 頁参照）をもとに改定案を提示し、承認されたものである。

プロジェクト全体に係わる評価においては、主に事業の目的、計画、運営、達成度、成果の意義や実用化への見通し等について評価した。各個別テーマに係る評価については、主にその目標に対する達成度等について評価した。

## 評価項目・評価基準

### 1. 事業の位置付け・必要性について

#### (1)NEDOの事業としての妥当性

- ・ ナノテク・部材イノベーションプログラム、エネルギーイノベーションプログラムの目標達成のために寄与しているか。
- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされる効果が、投じた予算との比較において十分であるか。

#### (2)事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術開発動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献の可能性等から見て、事業の目的は妥当か。

### 2. 研究開発マネジメントについて

#### (1)研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・ 具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しているか。
- ・ 目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

#### (2)研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・ 研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・ 継続プロジェクトや長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

#### (3)研究開発実施の事業体制の妥当性

- ・ 適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか。
- ・ 真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。
- ・ 研究管理法人を経由する場合、研究管理法人が真に必要な役割を担っているか。

るか。

- ・ 全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の連携が十分に行われる体制となっているか。
- ・ 実用化シナリオに基づき、成果の受け取り手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、関与を求める体制を整えているか。

(4) 研究開発成果の実用化、事業化に向けたマネジメントの妥当性

- ・ 成果の実用化、事業化につなげる戦略が明確になっているか。
- ・ 成果の実用化、事業化につなげる知財マネジメントの方針が明確に示され、かつ妥当なものか。

(5) 情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応しているか。
- ・ 計画見直しの方針は一貫しているか（中途半端な計画見直しが研究方針の揺らぎとなっていないか）。計画見直しを適切に実施しているか。

### 3. 研究開発成果について

(1) 目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2) 成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることで期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3) 知的財産権等の取得



- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。

#### (4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

### 4. 実用化、事業化の見通しについて

#### (1)成果の実用化可能性

- ・ 産業技術としての見極め（適用可能性の明確化）ができているか。
- ・ 実用化に向けて課題が明確になっているか。課題解決の方針が明確になっているか。

#### (2)事業化までのシナリオ

- ・ NEDO後継プロジェクト、NEDO実用化助成、企業内研究等、プロジェクト終了後の事業化までの道筋は明確か。
- ・ 市場の規模や成長性、コストダウン、競合技術との比較、導入普及、事業化までの期間、事業化とそれに伴う経済効果等の見通しは立っているか。

#### (3)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

- ※ 共通基盤技術である個別テーマの①有機 TFT アレイ化技術の開発、②マイクロコンタクトプリント技術の開発は、以下の評価項目・評価基準による。

### 3. 研究開発成果について

#### (1)目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

#### (2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながる事が期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

#### (3)知的財産権等の取得

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。

#### (4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

### 4. 実用化の見通しについて

#### (1)成果の実用化可能性

- ・ 実用化イメージ・出口イメージが明確になっているか。
- ・ 実用化イメージ・出口イメージに基づき、開発の各段階でマイルストーンを明確にしているか。それを踏まえ、引き続き研究開発が行われる見通し

は立っているか。

## (2)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

※ 実用化技術である個別テーマの③高度集積部材の開発、④ロール部材パネル化要素技術の開発は、以下の評価項目・評価基準による。

## 3. 研究開発成果について

### (1)目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

### (2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることを期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

### (3)知的財産権等の取得

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。

### (4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。

- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

#### 4. 実用化、事業化の見通しについて

##### (1) 成果の実用化可能性

- ・ 産業技術としての見極め（適用可能性の明確化）ができているか。
- ・ 実用化に向けて課題が明確になっているか。課題解決の方針が明確になっているか。

##### (2) 事業化までのシナリオ

- ・ NEDO後継プロジェクト、NEDO実用化助成、企業内研究等、プロジェクト終了後の事業化までの道筋は明確か。
- ・ 市場の規模や成長性、コストダウン、競合技術との比較、導入普及、事業化までの期間、事業化とそれに伴う経済効果等の見通しは立っているか。

##### (3) 波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

## 標準的評価項目・評価基準（事後評価）

2010. 3. 26

### 【事後評価 標準的評価項目・評価基準の位置付け（基本的考え方）】

標準的評価項目・評価基準は、第25回研究評価委員会（平成22年3月26日付）において以下のとおり定められている。（本文中の記載例による1…、2…、3…、4…が標準的評価項目、それぞれの項目中の(1)…、(2)…が標準的評価基準、それぞれの基準中の…が視点）

ただし、これらの標準的評価項目・評価基準は、研究開発プロジェクトの事後評価における標準的な評価の視点であり、各分科会における評価項目・評価基準は、被評価プロジェクトの性格等に応じて、各分科会において判断すべきものである。

#### 1. 事業の位置付け・必要性について

##### (1) NEDOの事業としての妥当性

- ・ 特定の施策（プログラム）、制度の下で実施する事業の場合、当該施策・制度の目標達成のために寄与しているか。
- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされる効果が、投じた予算との比較において十分であるか。

##### (2) 事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術開発動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献の可能性等から見て、事業の目的は妥当か。

#### 2. 研究開発マネジメントについて

##### (1) 研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・ 具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しているか。
- ・ 目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

## (2)研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・ 研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・ 継続プロジェクトや長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

## (3)研究開発実施の事業体制の妥当性

- ・ 適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか。
- ・ 真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。
- ・ 研究管理法人を経由する場合、研究管理法人が真に必要な役割を担っているか。
- ・ 全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の連携 and/or 競争が十分に行われる体制となっているか。
- ・ 実用化シナリオに基づき、成果の受け取り手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、関与を求める体制を整えているか。

## (4) 研究開発成果の実用化、事業化に向けたマネジメントの妥当性

- ・ 成果の実用化、事業化につなげる戦略が明確になっているか。
- ・ 成果の実用化、事業化につなげる知財マネジメントの方針が明確に示され、かつ妥当なものか。

## (5)情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応しているか。
- ・ 計画見直しの方針は一貫しているか（中途半端な計画見直しが研究方針の揺らぎとなっていないか）。計画見直しを適切に実施しているか。

## 3. 研究開発成果について

### (1)目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。（※）

（※事後評価前倒し実施の場合は、「成果は目標値をクリアする見込みか。」）

- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

## (2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながる事が期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓する事が期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

## (3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

## (4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

## 4. 実用化、事業化の見通しについて

### (1)成果の実用化可能性

- ・ 産業技術としての見極め（適用可能性の明確化）ができているか。
- ・ 実用化に向けて課題が明確になっているか。課題解決の方針が明確になっているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。

### (2)事業化までのシナリオ

- ・ N E D O 後継プロジェクト、N E D O 実用化助成、企業内研究等、プロジェクト終了後の事業化までの道筋は明確か。
- ・ 市場の規模や成長性、コストダウン、競合技術との比較、導入普及、事業化までの期間、事業化とそれに伴う経済効果等の見通しは立っているか。

### (3)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。



※基礎的・基盤的研究及び知的基盤・標準整備等の研究開発の場合は、以下の項目・基準による。

\*基礎的・基盤的研究開発の場合

## 2. 研究開発マネジメントについて

### (1)研究開発目標の妥当性

- ・内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しているか。
- ・目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

### (2)研究開発計画の妥当性

- ・目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・継続プロジェクトや長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

### (3)研究開発実施の事業体制の妥当性

- ・適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか。
- ・真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。
- ・研究管理法人を経由する場合、研究管理法人が真に必要な役割を担っているか。
- ・全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されているか。
- ・目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の連携 and/or 競争が十分に行われる体制となっているか。
- ・実用化シナリオに基づき、成果の受け取り手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、関与を求める体制を整えているか。

### (4) 研究開発成果の実用化に向けたマネジメントの妥当性

- ・成果の実用化につなげる戦略が明確になっているか。
- ・成果の実用化につなげる知財マネジメントの方針が明確に示され、かつ妥当なものか。

#### (5)情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応しているか。
- ・ 計画見直しの方針は一貫しているか（中途半端な計画見直しが研究方針の揺らぎとなっていないか）。計画見直しを適切に実施しているか。

### 3. 研究開発成果について

#### (1)目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。（※）  
（※事後評価前倒し実施の場合は、「成果は目標値をクリアする見込みか。」）
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

#### (2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることを期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

#### (3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

#### (4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

#### 4. 実用化の見通しについて

##### (1)成果の実用化可能性

- ・ 実用化イメージ・出口イメージが明確になっているか。
- ・ 実用化イメージ・出口イメージに基づき、開発の各段階でマイルストーンを明確にしているか。それを踏まえ、引き続き研究開発が行われる見通しは立っているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。

##### (2)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

\* 知的基盤・標準整備等の研究開発の場合

#### 2. 研究開発マネジメントについて

##### (1)研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・ 具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しているか。
- ・ 目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

##### (2)研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・ 研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・ 継続プロジェクトや長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

##### (3)研究開発実施の事業体制の妥当性

- ・ 適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか。
- ・ 真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。
- ・ 研究管理法人を経由する場合、研究管理法人が真に必要な役割を担っているか。

るか。

- ・ 全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の連携 and/or 競争が十分に行われる体制となっているか。
- ・ 実用化シナリオに基づき、成果の受け取り手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、関与を求める体制を整えているか。

#### (4) 研究開発成果の実用化に向けたマネジメントの妥当性

- ・ 成果の実用化につなげる戦略が明確になっているか。
- ・ 成果の実用化につなげる知財マネジメントの方針が明確に示され、かつ妥当なものか。

#### (5) 情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応しているか。
- ・ 計画見直しの方針は一貫しているか（中途半端な計画見直しが研究方針の揺らぎとなっていないか）。計画見直しを適切に実施しているか。

### 3. 研究開発成果について

#### (1) 目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアしているか。（※）  
（※事後評価前倒し実施の場合は、「成果は目標値をクリアする見込みか。」）
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

#### (2) 成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることが期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は公開性が確保されているか。

### (3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 研究内容に新規性がある場合、知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

### (4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

## 4. 実用化の見通しについて

### (1)成果の実用化可能性

- ・ 整備した知的基盤についての利用は実際にあるか、その見通しが得られているか。
- ・ 公共財として知的基盤を供給、維持するための体制は整備されているか、その見込みはあるか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。
- ・ J I S化、標準整備に向けた見通しが得られているか。注）国内標準に限る
- ・ 一般向け広報は積極的になされているか。

### (2)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

## 参考資料 2 評価に係る被評価者意見

研究評価委員会（分科会）は、評価結果を確定するにあたり、あらかじめ当該実施者に対して評価結果を示し、その内容が、事実関係から正確性を欠くなどの意見がある場合に、補足説明、反論などの意見を求めた。研究評価委員会（分科会）では、意見があったものに対し、必要に応じて評価結果を修正の上、最終的な評価結果を確定した。

評価結果に対する被評価者意見は全て反映された。

本研究評価委員会報告は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）評価部が委員会の事務局として編集しています。

平成22年11月

NEDO 評価部

部長 竹下 満

主幹 寺門 守

担当 花房 幸司

\* 研究評価委員会に関する情報は NEDO のホームページに掲載しています。

(<http://www.nedo.go.jp/iinkai/kenkyuu/index.html>)

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地

ミュージア川崎セントラルタワー20F

TEL 044-520-5161 FAX 044-520-5162