

「次世代半導体微細加工・評価基盤技術の開発」

事後評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
評価概要（案）	2
評点結果	8

はじめに

本書は、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条に基づき研究評価委員会において設置された「次世代半導体微細加工・評価基盤技術の開発」（事後評価）の研究評価委員会分科会（平成28年6月21日）において策定した評価報告書（案）の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第33条の規定に基づき、第49回研究評価委員会（平成28年12月5日）にて、その評価結果について報告するものである。

平成28年12月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会「次世代半導体微細加工・評価基盤技術の開発」分科会
（事後評価）

分科会長 宮本 岩男

「次世代半導体微細加工・評価基盤技術の開発」(事後評価)

分科会委員名簿

(平成28年6月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	みやもと いわお 宮本 岩男*	東京理科大学 基礎工学部電子応用工学科 嘱託教授
分科 会長 代理	いしはら すなお 石原 直	東京大学大学院 工学系研究科 学術戦略室 上席研究員
委員	いずみや わたる 泉谷 渉	株式会社産業タイムズ社 代表取締役社長
	うえの たくみ 上野 巧	信州大学 ファイバーイノベーション・インキュベータ 施設 特任教授
	かわい あきら 河合 晃	長岡技術科学大学 大学院 教授 電気電子情報工学専攻 電子デバイス・フォトニクス工学講座
	ささご まさる 笹子 勝	パナソニック株式会社 オートモティブ&インダストリアル システムズ社 直轄 技術本部 デバイスインキュベーション推進室 室長
	しぶや まさと 渋谷 真人	東京工芸大学 工学部メディア画像学科 教授

敬称略、五十音順

注*: 実施者の一部と同一組織であるが、所属部署が異なるため(実施者: 東京理科大学 理工学部 工業化学科)「NEDO 技術委員・技術委員会等規程(平成28年5月27日改正)」第35条(評価における利害関係者の排除)により、利害関係はないとする。

「次世代半導体微細加工・評価基盤技術の開発」(事後評価)

評価概要(案)

1. 総合評価

EUV (Extreme Ultraviolet : 極端紫外線) 露光技術は、多層膜反射光学系を用いること、真空中露光であること、極限的な精度が要求されること等の極めて難しい課題を抱えた技術体系であり、その実現には世界の技術開発の力を結集する必要があったことから本技術の開発は国際的な棲み分けの下に推進されてきた。国内半導体製造企業がかなり減少する中で当該プロジェクトが、技術と市場シェアのいずれにおいても我が国が強い競争力を有する「マスク」と「レジスト」に開発対象を絞ったことは至極適切な選択であったと思われる。また、次世代半導体の微細加工プロセスにおけるダブルパターンング (ArF (フッ化アルゴン) 液浸多重露光) が限界を迎えている現状にあって、10nm 以下のプロセスを実現する EUV 技術の実用化に目途をつけたことの意義は非常に大きい。大学、公的研究機関との委託研究等による開発の加速も実現されており、さらに関連大学との関係も拡大することにより日本発の技術を発展させていくことを期待する。

一方、学会論文発表の実績の多さに比べて、特許出願 (特に国際出願) が少ない。事業の進展とともに、特許出願を確実に行う仕組み作りが必要である。さらに、事業終了後も、各参画企業において出願された関連特許について、関係者においてフォローしていく必要がある。

なお、本開発の前提として、IT (Information Technology : 情報技術) 産業の増大をうたっているが、パソコン、スマートフォン等の IT 機器は全て成熟しつつある。今後の検討課題としては、これからの技術革命である IoT (Internet of Things : モノのインターネット) 対応のセンサモジュールなどを前面に出し、ロボット、車載、メディカルなども意識した開発方向を探って欲しい。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

先端産業の競争力強化のため、また情報量の爆発的増加、IT 機器の低消費電力化などに対応するため、更なる電子デバイス微細化技術の開発が不可欠である。EUV 露光技術は、半導体 LSI (Large Scale Integration : 大規模集積回路) の製造において、回路パターンの極微細化とリソグラフィ工程のコスト削減に大きな効果が期待できることから、その基盤技術開発は国の施策のもとで実施する事業として妥当と考えられる。

また、IMEC (Interuniversity Micro Electronics Center : ベルギーにある、半導体関係の研究開発を行うコンソーシアム)、SEMATECH (Semiconductor Manufacturing Technology : アメリカにある、半導体関係の研究開発を行うコンソーシアム)、ASML (オランダに本社を構える、露光機メーカー) などとの国際連携は、民間活動のみでは困難なこと

から、NEDO が本プロジェクトを推進したことは、妥当であったと考えられる。事業は、具体的な重要課題の抽出と根本的な解決に向けて推進された。技術的には、実用化に必須なマスク欠陥検査技術およびレジスト技術を中心に戦略的な取り組みがなされていた。

2. 2 研究開発マネジメントについて

国際的市場・競争力に配慮した研究開発目標を設定し、我が国の強い領域であるマスク技術と材料レジスト技術分野にテーマを絞った点は優れたポイントである。スケジュール、予算配分も成果結果をみると適切に配分されたと判断される。研究・開発体制も EIDEC (EUVL Infrastructure Development Center : 株式会社 EUVL 基盤開発センター) に委託し、産学官連携の実施体制は妥当である。世界 3 極 (日米欧) での綿密な情報交換に基づく進捗管理がなされ、万全な体制でマスク欠陥検査装置、レジストを開発できたことは十分に評価できる。特に、レジストの開発に関しては企業のニーズを取り入れて材料評価がなされ、中間評価での指摘に充分応えたと判断される。

一方、投入された研究開発費は 100 億円、そのことによる経済効果 1 兆円と試算されているが、70 年代後半の超 LSI プロジェクトと同様に、EUV の今後の開発について、もっと大きな予算を組むべきだったと考える。

また、技術の目標値が達成されたとしても事業化がうまくいくとは限らないので、マーケティングにも力を注ぎ、マスクやレジスト、露光装置、他の露光技術の発展を十分に把握し、必要に応じて議論し、開発は臨機応変に進めて頂きたい。また、国際競争力を確保するためには、国際特許出願の位置づけを明確化するとともにノルマ化を行い、組織的に取り組む仕組みが必要である。

2. 3 研究開発成果について

ほとんどの研究開発項目で最終目標を達成している。今回のデバイスプロセス微細化により消費電力 1/4 が実現できる可能性が強まったことは大いに評価できる。特に、EUV マスクブランク欠陥検査、EUV マスクパターン欠陥検査については、既の実証されているコンセプトを実用化するための機能検証・装置設計・試作・性能検証を通して当初設定した最終目標をクリアしており、現時点では最高水準の機能・性能を実現している。レジスト材料技術においては、EUV だけでなく DSA (Directed Self-assembly : 誘導型自己組織化) 技術開発に取り組んだことも、今後のデバイス開発において非常に大きな波及効果を生むと評価する。また、論文等の対外的な発表も実用化・事業化の戦略に沿って適切に行われた。

一方、知的財産権の出願が事業年度の終盤に集中している。常に学会発表時期との整合性を考慮した、計画的な出願体制が望まれる。また、実用化の担い手であるユーザに向けて、成果を普及させる取り組みを計画的に行い、技術成果の他の分野への応用の可能性も検討頂きたい。

2. 4 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しについて

今回のプロジェクトの特徴は、試作ではなく量産を意識した実機および実材料の開発が一

気に進んだことにある。このため、計画に関わった各社がビジネス計画、投資のロードマップまで詳細に検討できたわけであり、これは大きな成果であったといえる。多くの企業の参画があり、今後も参画企業において実用化が加速すると考えられる。特に、マスクブランク欠陥検査装置およびマスクパターン欠陥検査装置の実用化企業は既に定まっており、今後の実用化開発が大きく期待できる。また、レジスト材料の実用化企業も複数ありこの領域も大いに期待できる。

一方、実用化・事業化に向けた研究開発期間が長いと感じられる。IoT時代は急加速する見通しであり、もっと人員を投入して開発期間の劇的な短縮を試みるべきであった。さらに、この EUV 技術成果を刈り取れる国内の半導体企業が減少している点は、広く我が国の産業全般に貢献すべき国プロジェクトとしては、若干残念である。次期プロジェクトには他メーカーにも参加して頂くことが望まれる。

なお、今後は、検査装置・レジスト材料のメーカーとマスクブランクメーカー・マスクメーカー・半導体メーカーが連携して、プロジェクトで開発された装置・材料の使用・課題抽出と解決およびさらなる高性能化などを進め、円滑な実用化を推進してもらいたい。

3. 個別テーマに関する評価

3. 1 EUV マスクブランク欠陥検査技術開発

○「研究開発成果」、「実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み」について

本プロジェクトでは、ABI (Actinic Blank Inspection) 装置を世界に先駆けて設計・開発し、多層膜マスクブランク欠陥検出技術で優位に立ったと判断される。位置検出に向けた光学系改善により、欠陥位置読み取り精度の向上も可能となった。また、MIRAI (Millennium Research for Advanced Information Technology) プロジェクト発の技術を実用可能な装置として仕立てたことは高く評価される。本装置は、多層膜内部の転写性位相欠陥を検出できる世界唯一の欠陥検査装置であるので、表層の欠陥しか検出出来ない DUV (Deep Ultra Violet : 遠紫外線) (193 nm) と比較しても優位性があり、ブランクメカやマスクメカなどでの需要が多いと考えられる。参画企業における今後の実用化と拡売が大いに期待できる。

なお、今後の実用化に向けた活動においては、ブランクメカ、マスクメカ、LSI メーカーの間で、部品 (ブランク、マスク) の提供とそれを用いた結果データのフィードバックが活発に行われることがキーポイントと思われる。さらに、顧客からのヒアリング、コストを含めた競争力の分析、周辺技術ボトルネックがないかなど、性能仕様に関する調査も必要であろう。

3. 2 EUV マスクパターン欠陥検査技術開発

○「研究開発成果」、「実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み」について

現在広く使用されている DUV 検査では不十分であった検出分解能の向上、EUV 検査では限界のある検査の高速化を狙いとして EB (Electron Beam : 電子線) 検査法を取り上げ、EB 走査、EB 光学系、EB 像検知など幾つかの新技术を導入して電子ビーム写像投影方式欠陥検査装置を開発したことは高く評価される。模擬欠陥パターンによる検出評価などについて幅広く取り組んでおり、量産へ向けた一定の成果が得られている。また、本装置を高速化するバージョンアップが実施されるなど、実用化へ向けて大きな進展が見られる。

一方、理想的な EUV 光による検出と比較して、EB による検出に不足がないか検討する必要がある。欠陥パターンについても、さらに幅広く複雑な形状を考慮した評価を行うことが望ましい。さらに、マスク自体の電子線に対する照射耐性および劣化に関する要因も取り込みながら、実際に現場で生じる問題を推定した対応策の検討が必要である。

なお、この分野の検査装置はほぼ前人未踏の領域であるので、7nm 世代のパターン検査で先行すれば世界で優位に立てるであろう。プロジェクト終了後も、装置開発側と装置利用側の共同開発体制を十分に維持していただきたい。

3. 3 EUV レジスト材料技術開発

○「研究開発成果」、「実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み」について

EUV 標準レジスト選定、レジストプロセス開発、化学増幅系レジストの解像限界検討、高 NA (Numerical Aperture : 開口数) の SFET (Small Field Exposure Tool : 小面積露

光装置) 開発とレジスト分解能評価への適用など、評価できる研究成果である。なお、hp (half pitch) 11nm 以細のレジスト材料の開発に必要な、NA が 0.5 クラスの HSFET (High NA Small Field Exposure Tool : 高解像度微小面積露光装置) の開発では、投影光学系の総合収差 0.29nm RMS (Roughness of Root Mean Square : 自乗平均粗さ) を達成し、EUV 光源、照明光学系、投影光学系および機構系の総合調整を行い、露光強度が SFET の 10 倍の露光装置を開発した。これはレジストの開発に寄与するところが非常に大きく、評価できる。また、複数の企業における今後の実用化と拡売に大いに期待できる。

一方、パターン形状の精度改善を進め、実用化に寄与できるレベルの完成度とすることが必要である。また、10nm 以下の線幅になるとパターン形状が崩れるため、今後更なる改善が望まれる。

なお、メタル系レジストを超高分解能レジストとして使えるようにするためには、まだ多くの基礎的な研究が必要と思われるので、継続して検討してもらいたい。また、実用化に向けたコスト面も含めた継続的性能改良を望む。

3. 4 アウトガス測定方法

○「研究開発成果」、「実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み」について

電子線照射方式の妥当性を示した後、400 種類以上の化学増幅型レジストを評価し、化学増幅型レジストのアウトガス評価が不要であることを明らかにしたことで、材料設計の自由度を増し、レジスト材料の開発に貢献したことは評価出来る。中でも多くの評価実験を重ねて、「化学増幅型レジストのアウトガスによるミラー汚染は極めて軽微」との結論を得たことは大きな成果である。

一方、メタル系レジストのアウトガス測定の基本評価方法の構築はほぼできているが、さらに進んだ評価手法を作って欲しい。また、単分子有機汚染などは、Si 基板やガラス表面でのウルトラクリーン化技術として、従来盛んに研究が行われている分野であり、今後はこれらの領域との連携も必要であると思われる。

3. 5 DSA 技術開発

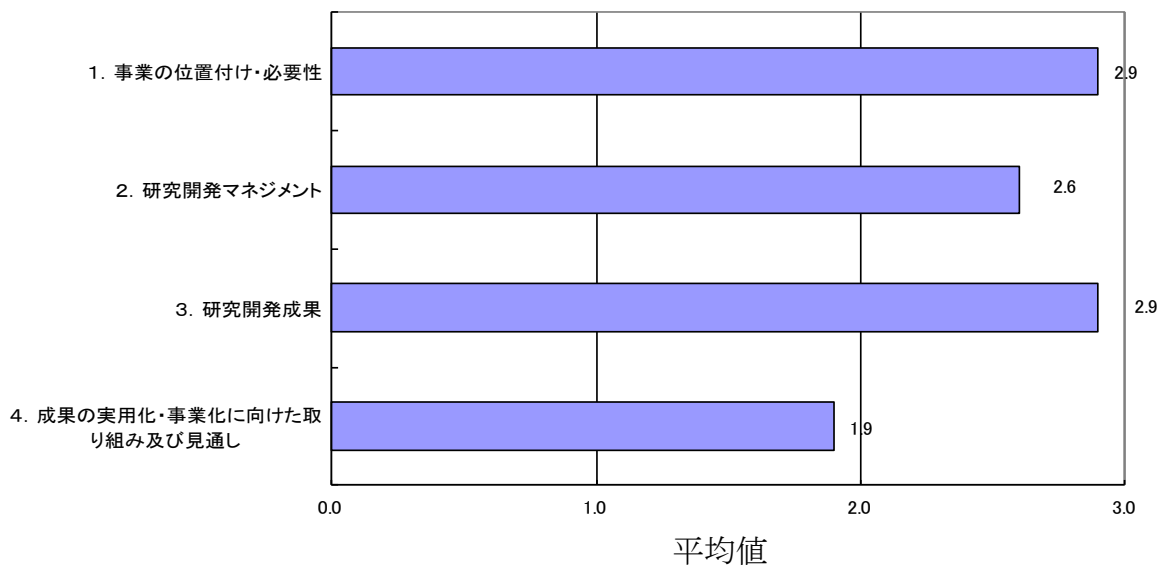
○「研究開発成果」、「実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み」について

DSA による hp10nm 以細の実用化の検証を行ったことは評価できる。また、化学ガイド方式と物理ガイド方式の両方の利点を備えたハイブリッド方式で 15nm DSA プロセスを開発し、金属配線層へ適用して電気特性まで評価できたことは実用性を考慮するうえで大きな成果である。シングルナノレベルのパターン形成についても実験的に推進されており、実用化に向けた有効性が確認できている。

DSA の最大の課題は欠陥低減であるが、ショート欠陥発生メカニズムのシミュレーションにより、DSA 特有の欠陥は、ガイドパターンの精度やブロック共重合ポリマーと中性化膜界面の自由エネルギー差などに起因することが判ったので、今後はこれらの点を踏まえて欠陥密度低減に注力してほしい。また、線幅精度や LWR (Line Width Roughness : ライン幅の凹凸) の向上も今後の重要な課題である。

DSA 技術について基礎的な検討が出来たので、今後は各企業等において個別に、EUV リソグラフィと併用することによる形成パターンの極微細化への適用を検討していくことが必要である。また、hp サブ 10nm 以細のパターン形成可能な DSA 材料・プロセスの開発をさらに進めて 8nm 以下に持っていく手法を追及して欲しい。

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)							
1. 事業の位置付け・必要性について	2.9	A	A	A	A	B	A	A	
2. 研究開発マネジメントについて	2.6	B	A	A	A	B	A	B	
3. 研究開発成果について	2.9	A	A	A	A	A	A	B	
4. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しについて	1.9	C	B	B	B	A	B	C	

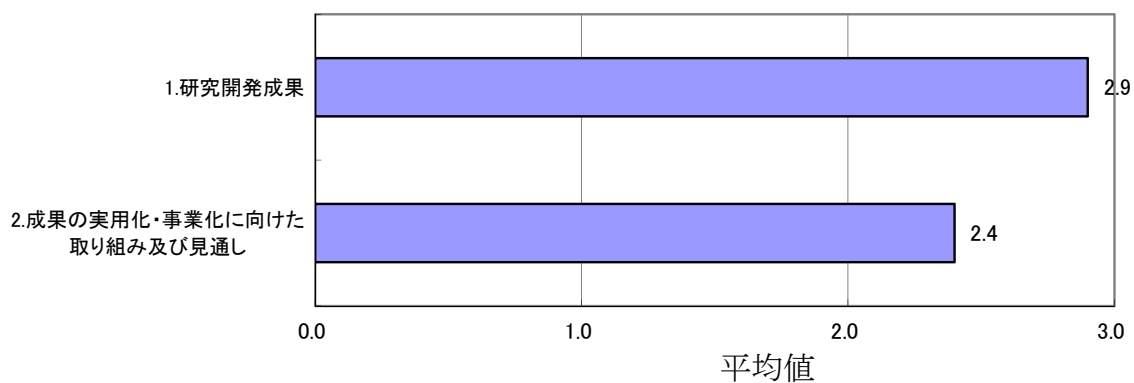
(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出。

〈判定基準〉

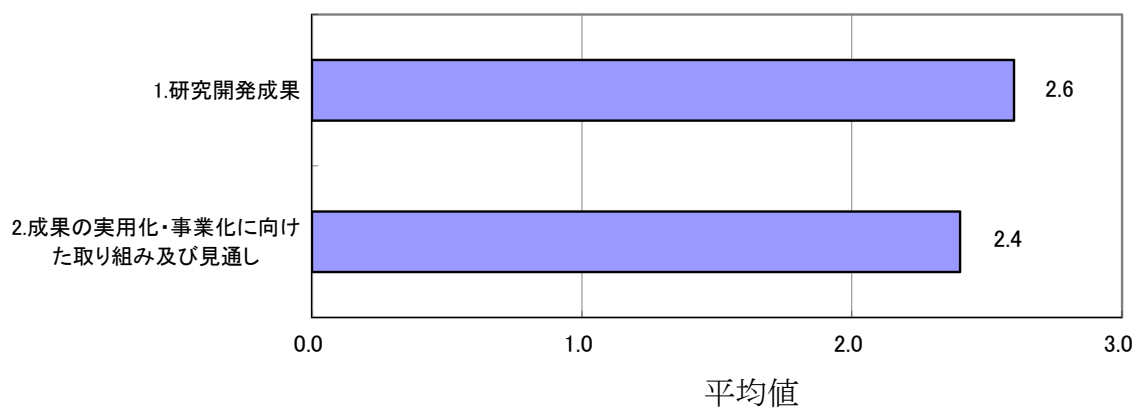
- | | |
|--------------------|--------------------------------|
| 1. 事業の位置付け・必要性について | 3. 研究開発成果について |
| ・非常に重要 →A | ・非常によい →A |
| ・重要 →B | ・よい →B |
| ・概ね妥当 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・妥当性がない、又は失われた →D | ・妥当とはいえない →D |
| 2. 研究開発マネジメントについて | 4. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しについて |
| ・非常によい →A | ・明確 →A |
| ・よい →B | ・妥当 →B |
| ・概ね適切 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・適切とはいえない →D | ・見通しが不明 →D |

評点結果〔個別テーマ〕

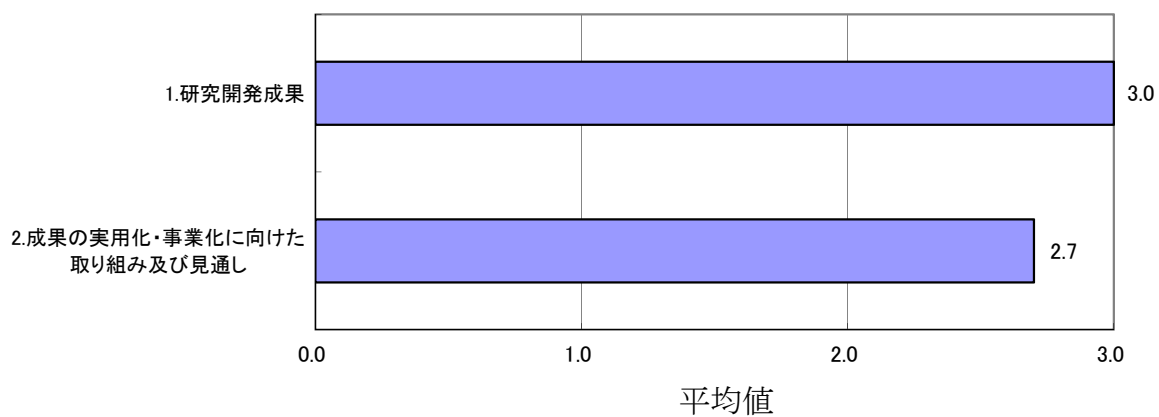
EUV マスクブランク欠陥検査技術開発



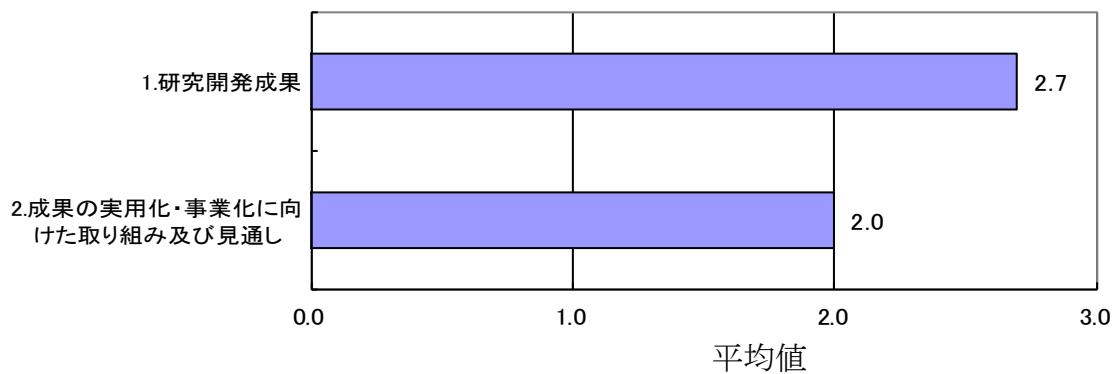
EUV マスクパターン欠陥検査技術開発



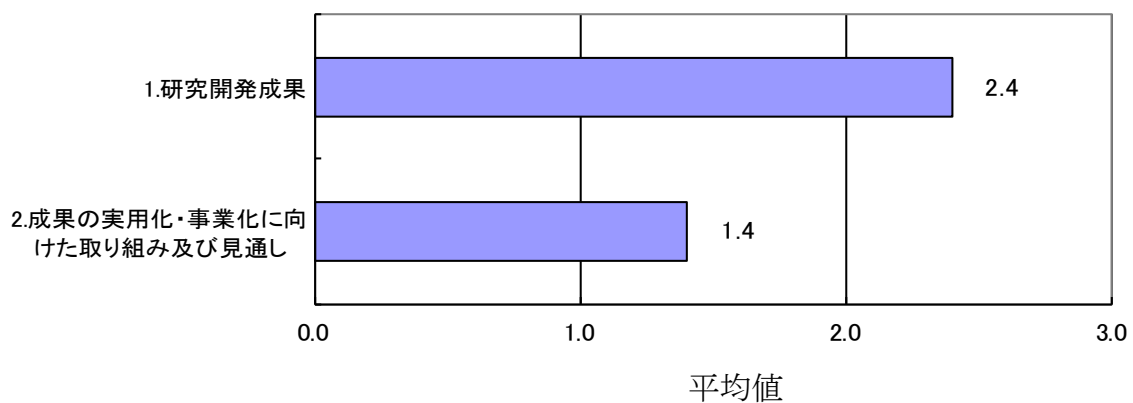
EUV レジスト材料技術開発



アウトガス測定方法



DSA 技術開発



個別テーマ名と評価項目	平均値	素点 (注)							
EUV マスクブランク欠陥検査技術開発									
1. 研究開発成果について	2.9	A	A	A	A	A	A	A	B
2. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しについて	2.4	C	A	A	A	A	A	A	C
EUV マスクパターン欠陥検査技術開発									
1. 研究開発成果について	2.6	B	B	A	A	A	A	A	B
2. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しについて	2.4	B	B	A	A	A	B	B	B
EUV レジスト材料技術開発									
1. 研究開発成果について	3.0	A	A	A	A	A	A	A	A
2. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しについて	2.7	B	B	A	A	A	A	A	A
アウトガス測定方法									
1. 研究開発成果について	2.7	B	A	A	A	B	A	A	A
2. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しについて	2.0	B	B	B	B	B	B	B	B
DSA 技術開発									
1. 研究開発成果について	2.4	B	A	A	B	B	A	B	B
2. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しについて	1.4	C	C	B	C	B	B	C	C

(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出。

〈判定基準〉

1. 研究開発成果について

・非常によい

→A

・よい

→B

・概ね適切

→C

・適切とはいえない

→D

2. 成果の実用化・事業化に向けた
取り組み及び見通しについて

・明確

→A

・妥当

→B

・概ね妥当

→C

・見通しが不明

→D

研究評価委員会

「次世代半導体微細加工・評価基盤技術の開発」(事後評価) 分科会

日 時 : 平成28年6月21日(火) 9:30~18:00

場 所 : 大手町サンスカイルームA室 (朝日生命大手町ビル27階)

議事次第

【公開セッション】

- | | |
|---------------------------------------|-------------------|
| 1. 開会、資料の確認 | 9:30~9:35 (5分) |
| 2. 分科会の設置について | 9:35~9:40 (5分) |
| 3. 分科会の公開について | 9:40~9:45 (5分) |
| 4. 評価の実施方法について | 9:45~9:55 (10分) |
| 5. プロジェクトの概要説明 | |
| 5.1 「事業の位置付け・必要性」「研究開発マネジメント」 | 9:55~10:10 (15分) |
| NEDO IoT推進部 主査 片岡 茂 | |
| 5.2 「研究開発成果」「成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通し」 | |
| プロジェクトリーダー (株)EUVL基盤開発センター顧問 森 一朗 | |
| | 10:10~10:30 (20分) |
| 5.3 質疑応答 | 10:30~11:00 (30分) |

一般傍聴者退室・休憩 (5分)

【非公開セッション】

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| 6. プロジェクトの詳細説明 | ※ 株式会社EUVL基盤開発センター 各担当部長が説明 |
| 6.1 EUVマスクブランク欠陥検査技術開発 | 11:05~11:35 (30分) |
| | (説明15分、質疑応答15分) |
| 6.2 EUVマスクパターン欠陥検査技術開発 | 11:35~12:05 (30分) |
| | (説明15分、質疑応答15分) |

昼食・休憩 (60分)

- | | |
|---------------------|---------------------|
| 6.3 EUVレジスト材料技術開発 | (説明各10~15分、質疑応答30分) |
| 6.3-① EUVレジスト材料技術開発 | 13:05~13:20 (15分) |
| 6.3-② アウトガス測定方法 | 13:20~13:30 (10分) |
| 6.3-③ DSA技術開発 | 13:30~13:40 (10分) |
| 質疑応答 | 13:40~14:10 (30分) |

実施者入替・休憩（5分）

7. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しについて

- 7.1 EUVマスクブランク欠陥検査装置事業計画 14:15～14:40（25分）
レーザーテック株式会社（説明10分、質疑応答10分、入替5分）
- 7.2 EUVマスクパターン欠陥検査装置事業計画 14:40～15:00（20分）
株式会社荏原製作所（説明10分、質疑応答10分）

実施者入替・休憩（15分）

- 7.3 EUVブランク事業計画 15:15～15:40（25分）
HOYA株式会社（説明10分、質疑応答10分、入替5分）
- 7.4 EUVマスク事業計画 15:40～16:05（25分）
大日本印刷株式会社（説明10分、質疑応答10分、入替5分）
- 7.5 EUVレジスト事業計画（2社） 16:05～16:55（50分）
JSR株式会社（説明10分、質疑応答10分、入替5分）
富士フイルム株式会社（説明10分、質疑応答10分、入替5分）
- 7.6 メモリ事業へのEUVL技術適用計画 16:55～17:15（20分）
株式会社東芝（説明10分、質疑応答10分）

実施者入室・休憩（5分）

8. 全体を通しての質疑応答 17:20～17:30（10分）

一般傍聴者入室（5分）

【公開セッション】

9. まとめ・講評 17:35～17:55（20分）
10. 今後の予定、その他 17:55～18:00（5分）
11. 閉会

概要

		最終更新日	平成 28 年 6 月 6 日
プログラム名	IT イノベーションプログラム		
プロジェクト名	次世代半導体微細加工・評価基盤技術の開発（超低電力デバイスプロジェクト）	プロジェクト番号	P10025
担当推進部/担当者	電子・材料・ナノテクノロジー部 小野英輝（2011年 3月～2011年 10月） 電子・材料・ナノテクノロジー部 青山敬幸（2011年 10月～2013年 8月） 電子・材料・ナノテクノロジー部 明日徹（2013年 6月～2013年 8月） 電子・材料・ナノテクノロジー部 井上博文（2013年 8月～2015年 10月） 電子・材料・ナノテクノロジー部 片岡茂（2015年 10月～2016年 3月）		
0. 事業の概要	次世代の半導体露光方式として最有力視されている極端紫外線（Extreme Ultra Violet、以下、「EUV」という。）リソグラフィにおいて、hp11nm以細に対応可能な EUVマスク検査関連技術並びにレジスト材料基盤技術開発として、EUVマスクブランクやマスクパターンの欠陥検査・評価・同定技術、およびレジスト材料の露光性能やアウトガスを含めた材料開発や評価技術など、hp11nm以細に対応可能な技術の基盤を確立する。		
I. 事業の位置付け必要性について	我が国経済を支える先端産業である、情報家電、コンピュータ、通信装置、自動車、医療機器などの競争力強化に不可欠な基盤技術は、半導体 LSI の微細化技術である。これまで、微細化技術の進展による半導体 LSI の集積度は、3 年で 4 倍という急速な速度で推移してきており、2010 年には、技術世代 hp45nm の製品が量産され始めている。今後も情報家電やロボットなどのシステムに求められる高集積化・低コスト化および低電力化を同時に実現するためには、更なる微細化が必要であり、引き続き重要な技術課題である。 海外では産学官連携の下で、これらの技術課題の解決に向け、欧州の imec や米国の SEMATECH といった様々なコンソーシアムやアライアンスを中心に、精力的な取り組みがなされ、世界の関連企業を取り込んだグローバルな開発が行われている。一方、日本では世界的な半導体ビジネス・技術開発のパラダイム変化に伴い、最先端プロセスを指向するデバイス企業は減少しているものの、装置・材料等の関連産業においては未だ強みを維持しており、日本の強みを活かすことにより世界に先駆けて半導体 LSI のさらなる更なる微細化という重要な技術課題を克服できると期待される。 以上のように、本プロジェクトは、我が国の半導体関連産業（デバイス、マスク、装置及び材料）の国際競争力強化に貢献すると期待されるため、本プロジェクト推進の必要性は高い。		
II. 研究開発マネジメントについて			
事業の目標	EUV マスクブランク（多層膜を積層したマスク基板）やマスクパターン（ブランク表面上の EUV 光の吸収層パターン）の欠陥検査・評価・同定技術、およびレジスト材料の露光性能やアウトガスを含めた材料開発や評価技術など、hp11nm 以細に対応可能な技術の基盤を確立する。NEDO ロードマップ上の半導体 LSI 微細化に資する。本プロジェクトでは、波長 13.5nm の EUV を用いる EUV リソグラフィにかかるマスク技術と関連検査技術、レジスト材料等の課題に取り組む。EUV リソグラフィはマスクパターンの光学的縮小投影方式であり、露光波長がエキシマレーザーの 1/10 以下であるため hp22nm 以細の技術領域に適用可能であること等から、次世代リソグラフィの最有力候補と位置づけられている。 【共同研究】研究開発項目①「EUV マスク検査・レジスト材料技術開発」 EUV マスク検査・レジスト材料技術開発では、EUV マスクブランク欠陥検査技術、EUV マスクパターン欠陥検査技術、レジスト材料評価技術に関する基盤技術開発目標として以下を提示する。 【中間目標】 2013 度末までに以下の目標を達成する。 （1）EUV マスクブランク欠陥検査技術開発 hp16nm 微細加工技術に対応する EUV マスクブランクの許容欠陥の指標、および、EUV マスクブランク欠陥検査装置において 6 インチブランク全域にわたり位相欠陥を検出する際の欠陥検出感度や検出確率などの指標を明確化し、これらの指標に対応可能な EUV マスクブランク欠陥検査基盤技術を確立する。また、hp11nm に対応するマスクブランク欠陥検査技術における課題を明確にする。		

(2) EUV マスクパターン欠陥検査技術開発

hp16nm 微細加工技術に対応する EUV マスクパターンの許容欠陥の指標、および、EUV マスクパターン欠陥検査装置において 6 インチブランク全域にわたりパターン欠陥を検出する際の欠陥検出感度や検出確率などの指標を明確化し、これらの指標に対応可能な EUV マスクパターン欠陥検査基盤技術を確立する。また、hp11nm に対応するマスクパターン欠陥検査技術における課題を明確にする。

(3) EUV レジスト材料技術開発

解像度 hp16nm のレジストについて、LWR (Line Width Roughness)、感度、アウトガスの合否基準を策定し、それらの基準を満足するレジスト材料を開発する。また、hp11nm に対応するレジスト材料における課題を明確にする。

【最終目標】

2015 年度末までに以下の目標を達成する。

(1) EUV マスクブランク欠陥検査技術開発

hp11nm 以細の微細加工技術に対応する EUV マスクブランクの許容欠陥の指標、および、EUV マスクブランク欠陥検査装置において 6 インチブランク全域にわたり位相欠陥を検出する際の欠陥検出感度や検出確率などの指標を明確化し、これらの指標に対応可能な EUV マスクブランク欠陥検査装置基盤技術を確立する。

(2) EUV マスクパターン欠陥検査技術開発

hp11nm 以細の微細加工技術に対応する EUV マスクパターンの許容欠陥の指標、および、EUV マスクパターン欠陥検査装置において 6 インチブランク全域にわたりパターン欠陥を検出する際の欠陥検出感度や検出確率などの指標を明確化し、これらの指標に対応可能な EUV マスクパターン欠陥検査装置基盤技術を確立する。

(3) EUV レジスト材料技術開発

解像度 hp11nm 以細のレジストについて、LWR、感度、アウトガスの合否基準を策定し、それらの基準を満足するレジスト材料を開発する。

NAND フラッシュメモリの微細化に関する国内企業の開発動向に合わせるため、「(3)EUV レジスト材料技術開発」の最終目標を下記のように変更した。(基本計画の変更(2013 年 2 月))

解像度 hp11nm 以細のレジストについて、LWR、感度、アウトガスの合否基準を策定し、それらの基準を満足するレジスト材料を開発する。また、開発した EUV レジストをベースに他のレジスト材料を組み合わせることで、hp11nm 以細のレジスト技術を実現する。

【委託】 研究開発項目②「EUV マスク検査装置・レジスト材料基盤技術開発」

EUV マスク検査装置・レジスト材料基盤技術開発では、EUV マスクブランク欠陥検査装置開発、EUV マスクパターン欠陥検査装置開発、EUV レジスト材料基礎研究に関する目標として以下を提示する。

【最終目標】

(1) EUV マスクブランク欠陥検査装置開発

hp11nm 以細に対応する BI 装置の設計を完了させると共に、装置構成において核となる要素技術の有効性を明確化する。

(2) EUV マスクパターン欠陥検査装置開発

hp11nm 以細に対応する PI 装置の設計を完了させると共に、装置構成において核となる要素技術の有効性を明確化する。

(3) EUV レジスト材料基礎研究

得られた知見や新規技術に関する研究成果が、hp11nm 以細へのレジスト材料開発にとって有効であることを示す。

(4) EUV レジスト材料設計及び評価基盤技術開発

高解像度微小面積露光機を活用すること等により、hp11nm 以細対応 EUV レジスト材料における材料設計手法及び評価の基盤技術を開発する。

事業の計画内容	主な実施事項	H22fy	H23fy	H24fy	H25fy	H26fy	H27fy	
	NEDO 技術開発 研究開発項目① [共同研究]		→					
	NEDO 技術開発 研究開発項目② [委託]		→			→		
開発予算 (単位：百万円) 契約種類： 委託 共同研究(負担率 1/2)	会計・勘定	H22fy	H23fy	H24fy	H25fy	H26fy	H27fy	総額
	一般会計	0	2,999	1,432	0	0	0	4,431
	特別会計 (需給)	0	0	0	1,643	2,307	1,642	5,592
	総予算額	0	2,999	1,432	1,643	2,307	1,642	10,023
	(共同研究) 負担率 1/2	0	864	1,432	1,643	1,602	1,000	6,541
	(委託)	0	2,135	0	0	705	642	3,482
開発体制	経産省担当原課	商務情報政策局 情報通信機器課						
	プロジェクト リーダー	渡邊久恒 株式会社 EUVL 基盤開発センター 代表取締役社長 (2011年3月～2014年3月) 森一朗 株式会社 EUVL 基盤開発センター 代表取締役社長 (2014年4月～)						
	委託先	<p>[共同研究] 研究開発項目①「EUV マスク検査・レジスト材料技術開発」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・共同研究先： 株式会社 EUVL 基盤開発センター (EIDEC) ※EIDEC 参加企業： 旭硝子株式会社 大日本印刷株式会社 富士フイルム株式会社 HOYA 株式会社 JSR 株式会社 株式会社ニコン 日産化学工業株式会社 ルネサスエレクトロニクス株式会社 信越化学工業株式会社 東京エレクトロン株式会社 東京応化工業株式会社 凸版印刷株式会社 株式会社東芝 国立大学法人北海道大学 ・共同実施先： レーザーテック株式会社 株式会社荏原製作所 東京エレクトロン株式会社 国立研究開発法人産業技術総合研究所 ・再委託先： 国立大学法人大阪大学 公立大学法人兵庫県立大学 国立大学法人東北大学 国立大学法人東京工業大学 国立大学法人京都大学 						

		<ul style="list-style-type: none"> • 共同開発（民間PJ） <ul style="list-style-type: none"> インテルコーポレーション（米国） サムスン電子（韓国） サンディスクコーポレーション（米国） SKハイニックス（韓国） 台湾セミコンダクター・マニュファクチャリング・カンパニー（台湾） [委託] 研究開発項目②「EUVマスク検査装置・レジスト材料基盤技術開発」 • 委託先： <ul style="list-style-type: none"> 株式会社 EUVL 基盤開発センター（EIDEC） ※EIDEC 参加企業： <ul style="list-style-type: none"> 旭硝子株式会社 大日本印刷株式会社 富士フイルム株式会社 HOYA 株式会社 JSR 株式会社 日産化学工業株式会社 ルネサスエレクトロニクス株式会社 信越化学工業株式会社 東京応化工業株式会社 凸版印刷株式会社 株式会社東芝 • 共同実施先： <ul style="list-style-type: none"> レーザーテック株式会社 株式会社荏原製作所 • 再委託先： <ul style="list-style-type: none"> 公立大学法人兵庫県立大学 国立大学法人大阪大学 学校法人東京理科大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 • 共同開発（民間PJ） <ul style="list-style-type: none"> インテルコーポレーション（米国） サムスン電子（韓国） サンディスクコーポレーション（米国） SKハイニックス（韓国） 台湾セミコンダクター・マニュファクチャリング・カンパニー（台湾）
--	--	--

情勢変化への対応	<p>(1) 東日本大震災 2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震による東日本大震災により損傷した産業技術総合研究所のスーパークリーンルームにある機器の修理のため、研究開発項目②の委託費用を2011年6月に2.2億円増額した。</p> <p>(2) 他のレジスト開発 NANDフラッシュメモリの微細化に関する国内企業の開発動向に合わせるため、開発したEUVレジストをベースに他のレジスト材料を組み合わせるによりhp11nm以細のレジスト技術を実現する開発を2013年度から開始した。</p> <p>(3) フルフィールド露光評価 2012年度までのEUVレジスト材料技術開発において、中間目標であるhp16nmを上回る解像度hp15nmのEUVレジスト材料の開発に成功した。これらの成果を受けて、実用化を見据え基本性能が実証されたEUVレジスト材料のフルフィールド露光機による評価を実施する。</p> <p>(4) レジストhp11nm対応露光装置 hp11nmのレジスト材料開発に対しては、新たにNA=0.5のHSFETを製作する。</p> <p>(5) 技術推進委員会 (5)-1 第1回技術推進委員会(2012年2月8日実施) 2012年2月8日に、研究開発項目②「EUVマスク検査装置・レジスト材料基盤技術開発」の評価を兼ねて第1回技術推進委員会を実施した。 事業の必要性、重要性を認めて頂き、達成された成果も妥当との意見を頂いた。これを基に、研究開発項目②「EUVマスク検査装置・レジスト材料基盤技術開発」は研究開発項目①「EUVマスク検査・レジスト材料技術開発」と統合して共同研究事業を実施することが了承された。</p> <p>(5)-2 第2回技術推進委員会(2012年11月13日実施) 設定目標に対する進捗の達成度を確認したうえで、委員の専門性を活かした中間目標達成のためのコメントを頂いた。</p> <p>(6) 中間評価(2013年8月実施)における評価コメント/提言に対する対応 ※詳細は「中間評価結果への対応」欄に記載。</p> <p>(7) EUV光源の高出力化、高信頼性化の遅れへの対応 EUV光源の高性能化に頼る開発を改め、現在の低出力(~100W)のEUV光源でも事業目標であるhp11nm以細に対応したEUV露光技術の基盤技術を確立するため、高感度/高解像度EUVレジスト開発を加速することとした。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平成26年度基本計画を改定し、研究開発項目②(4)EUVレジスト設計及び評価基盤技術開発」を追加。その計画に基づいて新たに委託事業を公募。 ・上記、委託事業に対して、hp11nm以細対応レジストの評価環境の整備の前倒しを図るため、さらに加速資金を投入して、新レジスト材料の研究開発を促進 ・高感度化と低LWR化を両立する設計手法を確立し、hp11nm以細に対応する、高解像、低LWR(Line Width Roughness)、高感度なレジスト材料の開発、及び、低アウトガスを満たすレジスト材料を開発した。 ・高NA化(NA=0.3 → 0.5)したHSFETの開発により、国内設備のみでhp11nm以細レジストの実験・評価を実施することが可能になり開発を加速した。 投影光学系の総合収差0.29nm RMSを達成した。EUV光源、照明光学系、投影光学系および機構系の総合調整を行い、従来の10倍以上のウェハ面上照度、ならびにhp11nmL&Sパターンおよびhp15nmの1:1ホールパターンの解像を確認し、hp11nm以細対応のレジスト材料評価基盤技術を確立させた。 ・フルフィールド露光評価により、EUVレジストの基盤的評価に続けて実用化評価をいち早く行う体制を構築し、国際競争上の優位性を確立した。 ・EUVマスクブランク欠陥検査装置向けの高輝度光源の仕様明確化、性能評価、及びインターフェイスの構想設計を実施し、EUVマスクブランク欠陥検査の安定性、メンテナンス性を大幅に向上させ、欠陥検査装置実用化への基盤技術を確立させた。
----------	---

<p>中間評価結果への対応</p>	<p>中間評価（2013年8月27日実施）における評価コメント／提言に対して以下の対応を行った。</p> <p>（１） 情報収集とベンチマークの実施</p> <ul style="list-style-type: none"> ・調査事業（公募）を実施し、EUV その他の微細化露光技術に関する情報収集をしてロードマップ（2015年～2020年）を作成。 ・製品品種によって微細化露光技術の取り込み方と時期が異なることを踏まえ、製品品種毎にEUV 露光技術の具体的な実用化／事業化の方向性を再確認した。 ・EUV 露光技術を単独で使用するだけでなく、他の露光技術（ArF 液浸露光やダブルパターニングなど）や新規技術（DSA 技術など）との組み合わせなどの可能性があることを確認した。 ・平成26年度の基本計画を変更し、新規の委託事業として研究開発テーマを追加。hp11nm 以細対応への基盤技術を確立した。 <p>（２） マスクパターン欠陥検査技術開発の再検討</p> <ul style="list-style-type: none"> ・他方式と比較した電子線写像投影（PEM）方式による欠陥検査の利点を明確化した。 <p>＜差別化ポイント＞</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 面照射によるTDIセンサーでの2D化 ② 高スループット化 ③ DUV欠陥検査技術との親和性大 <p>この点をマスクパターン欠陥検査技術を実用化の上での差別化ポイントとして優位性ある製品仕様を再設定し、重点的に研究開発を進めた。</p> <p>これにより EUV マスクパターン欠陥検査装置の実用化・事業化が明確になった。</p> <p>（３） レジスト開発の加速</p> <p>EUV 光源の高出力化だけに頼らず、hp11nm 以細に対応するためレジスト材料の高感度化・高解像度化やプロセス最適化、そのための実験環境・体制の拡充を図った。</p> <p>＜具体的な対応内容＞</p> <ol style="list-style-type: none"> ①新規レジスト材料及び新規プロセス手法に関する研究開発テーマ（下記）を追加 <ul style="list-style-type: none"> ・ポリマー型酸増殖型レジスト ・メタル系レジスト ②加速資金投入によるレジスト材料の評価環境の整備の前倒し <ul style="list-style-type: none"> ・高NA（0.3→0.5）化したHSFETの製作 ③研究体制の拡充化 <ul style="list-style-type: none"> ・研究開発体制の強化を図り、リンス液のプロセス最適化等、プロセス技術に係る基盤技術を構築した。 <p>以上の対応により、hp11nm 以細対応のレジスト材料開発の基盤を確立した。</p> <p>（４） 実用化に向けた取り組み明確化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・調査事業（公募）による情報収集の結果や、状況変化等を踏まえ、マスクブランク／マスクパターン欠陥検査装置及びレジスト材料の実用化・事業化について、本プロジェクトに参画する企業16社各社と「実用化推進会議」の開催し検討した。 ・EUV マスクブランク欠陥検査装置について、量産装置に不可欠な稼働率及びメンテナンス性を向上させるべく、EUV 光源の運転条件の最適化、及び光源インターフェースの改良を行い、実用化への基盤技術を確立させた。 	
<p>評価に関する事項</p>	<p>事前評価</p> <p>研究開発項目②の評価</p> <p>中間評価</p> <p>事後評価</p>	<p>2010年度実施 担当部 電子・材料・ナノテクノロジー部</p> <p>2011年度（2012年2月8日）技術推進委員会において研究開発項目②の評価を実施</p> <p>2013年度 中間評価実施（2013年8月27日）</p> <p>2016年度 事後評価実施（2016年6月21日）</p>

<p>Ⅲ. 研究開発成果について</p>	<p>本研究開発の成果は、世界最高水準の EUV マスク BI 装置、EUV マスク PI 装置、EUV レジスト材料の実現にあたりとともに、最先端半導体デバイスプロセス市場における日本企業の競争力強化が可能となる。つまり、EUV リソグラフィに関する技術開発においては、製造装置開発・材料開発・プロセス開発など広い範囲の連携が必要と想定される。それぞれが幅広く、かつ有機的に関係するため、製造装置開発に直接かかわる事業者だけでなく、材料メーカー、デバイスメーカーをはじめとする種々の関連産業においても、技術の底上げと雇用の促進が期待され、同時に、EUV リソグラフィの専門性を備えた人材の育成が期待できる。</p>
	<p>[共同研究] 研究開発項目①「EUV マスク検査・レジスト材料技術開発」</p> <p>(1) EUV マスクブランク欠陥検査技術開発 BI 装置を組上げて完成させ、プログラム欠陥を用いた画像データから、基本機能が達成されていることを確認した。BI 装置の欠陥検出効率向上のための基本検討を行って基本仕様をまとめ、マスクブランク欠陥のウェハへの転写性を高精度で評価して欠陥検出感度の要求値を明確にした。</p> <p>(2) EUV マスクパターン欠陥検査技術開発 PI 装置を高感度化、及び高スループット化するためのコア技術を開発する。EUV マスクの電子線像の確認と、照明光学系と結像光学系の電子透過率に注目しその性能を精密に評価する手法を確立した。</p> <p>(3) EUV レジスト材料技術開発 EUV レジスト材料開発を進め、解像度、LWR、感度、アウトガスの観点で優れた特性を持つレジスト材料・プロセスを開発する。さらに、hp11nm に対する開発目標とマイルストーンを設定する。EB 照射方式によるレジストアウト評価手法を確立し、EUV 光照射方式（兵庫県立大学への再委託）との相関を取得した。そのレジストアウトガス評価手法の妥当性の検証をする。EUV レジスト技術をベースに他のレジスト材料を用いて、EUV による転写パターンのサイズの縮小を可能にするレジストプロセス技術を開発し、hp11nm 以細のパターンが形成できる材料・プロセス技術を実現した。</p>
	<p>[委託] 研究開発項目②「EUV マスク検査装置・レジスト材料基盤技術開発」</p> <p>(1) EUV ブランク欠陥検査装置開発 EUV 光を用いた量産のための BI 装置を実現するための装置の基本設計をおこない、より高効率化を目指し、光源、光学系等の最適設計を実施した。照明強度を高輝度化させることにより、45 分程度で欠陥検査できることを達成した。</p> <p>(2) EUV マスクパターン欠陥検査装置開発 電子ビームを用いた写像投影方式による欠陥検査技術を確認する為の高分解能写像投影光学系を開発した。hp11nm に対応した高分解能写像投影方式電子ビーム光学系に対する要求仕様を明確にした。上記にて明確化される高分解能写像投影方式電子ビーム光学系の要求仕様に基づいて、EUV マスク欠陥検査装置の核となる新たに開発する高分解能写像投影方式電子ビーム光学系を製作した。</p> <p>(3) EUV レジスト材料基礎研究 これまでのレジストモデルの拡張を行うとともに逆解析アルゴリズムの高精度化を行い、HSFET (High NA Small Field Exposure Tool) によるレジスト露光に適用し、hp11nm に向けたレジスト設計指針を得た。hp11nm レジストパターン作成に重要な工程である現像・リンス工程に対して行い、該パターン形成に向けての材料、現像（液）プロセス、リンス（液）プロセス方針を明確にした。 ・アウトガスとコンタミ膜厚評価の基礎手法を習得したうえで、レジスト材料の量産プロセスの使用条件を考慮したアウトガスとコンタミ膜厚評価用サンプル作成技術を構築し評価技術の標準化に向けた提案を行った。</p> <p>(4) EUV レジスト材料設計及び評価基盤技術開発 HSFET の総合収差を 0.6nmRMS 以内を実現し、hp11nm 以細対応の EUV レジスト材料における材料設計手法及び評価の基盤技術を確立した。</p>

	投稿論文	「査読付き」219件、「その他」189件
	特許	「出願済」81件（うち国際出願21件）、「登録」9件、「実施」0件 特記事項：なし
	その他の外部発表（プレス発表等）	<ul style="list-style-type: none"> ・「ルネサス、共同開発に参加，次世代半導体の企業連合始動材料含め競争力を確保」 （日本経済新聞 9面2011年6月10日） ・「超低電力デバイス実現へ開発着手，次世代半導体微細加工・評価基盤技術 NEDO など」 （化学工業日報朝刊 5面 2011年6月13日） ・「EUV露光」実用化へ光」 （日経産業新聞 朝刊 1面 2015年6月13日） ・シンポジウム/成果報告会開催 EIDEC シンポジウム 2011 （2011年6月17日 品川プリンスホテル 170名） EIDEC シンポジウム 2012 （2012年5月11日 コクヨホール（品川） 200名） EIDEC シンポジウム 2013 （2013年5月21日 コクヨホール（品川） 230名） EIDEC シンポジウム 2014 （2014年5月20日 コクヨホール（品川） 243名） EIDEC シンポジウム 2015 （2015年6月3日 コクヨホール（品川） 246名） EIDEC 成果報告会 （2016年3月24日 つくば国際会議場 126名）
IV. 実用化・事業化に向けての見通し及び取り組みについて	<p>本プロジェクトは2015年度で終了するが、その後、マスク検査装置開発、EUVレジスト材料開発を企業において本格化し、hp16nm 対応は2015年から、hp11nm 以細対応は2017年からプロトタイプの検証を開始し、2~3年の量産化開発を経て量産製品出荷を見込む。これによりITRS^(*)ロードマップに対応するので、検査装置市場、材料市場の広がりが予想できる。これらより、成果の実用化可能性、波及効果および事業化までのシナリオは十分に見込まれると考える。(*)最新のITRSは2009年版</p> <p>調査事業（公募）による情報収集の結果や、状況変化等を踏まえ、マスクブランク/マスクパターン欠陥検査装置及びレジスト材料の実用化・事業化について、本プロジェクトに参画する企業16社各社と「実用化推進会議」の開催し具体的に検討した。</p> <p>マスクブランク/マスクパターン欠陥検査装置については、実用化・事業化の可能性が高いと判断したが、本研究開発事業が終了する2015年度以降も、デバイスメーカー、部材メーカー等との協力体制を維持して、製品化するための実証研究を行うため継続研究（1年間）を行うこととし、2018年~2019年に向けて確実な実用化・事業化を目指した。</p> <p>レジスト材料については、hp11nm 以細に対応するためにはナノディフェクトマネジメント的な考え方が必要であり、次期プロジェクト等でさらに研究開発を進めていくことを検討する。</p>	
V. 基本計画に関する事項	作成時期	2010年12月 作成
	変更履歴	2013年3月 改訂（レジスト材料技術開発における最終目標の追加修正） 2014年4月 改訂（研究開発項目②(4)の追加修正） 2015年3月 改訂（研究開発項目②(4)の追加修正）

背景と事業の目的（2）

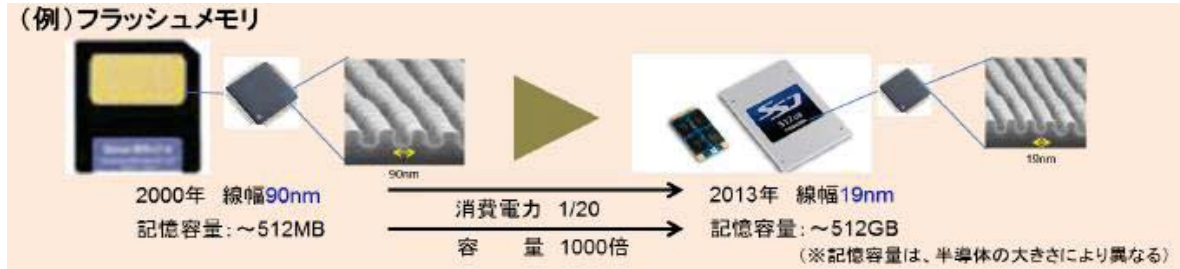
半導体デバイスの低消費電力化へのアプローチ

デバイスプロセスの微細化

回路線幅
(素子寸法) 1/2倍



消費電力1/4倍
速度2倍
容量4倍



線幅90nm→11nm 消費電力1/100
が期待できる

次世代EUV(極端紫外線)露光技術を開発実用化して
世界最小(hp11nm以細)の微細化プロセス技術を確立

事業目標

事業目標

次世代EUV(Extreme Ultraviolet:極端紫外線)露光技術に関わるEUVマスクブランク(多層膜を積層したマスク基板)やマスクパターン(ブランク表面上のEUV光の吸収層パターン)の欠陥検査・評価・同定技術、及びレジスト材料の露光性能やアウトガスを含めた材料開発や評価技術など、hp11nm以細に対応可能な技術の基盤を確立する。

研究開発テーマ

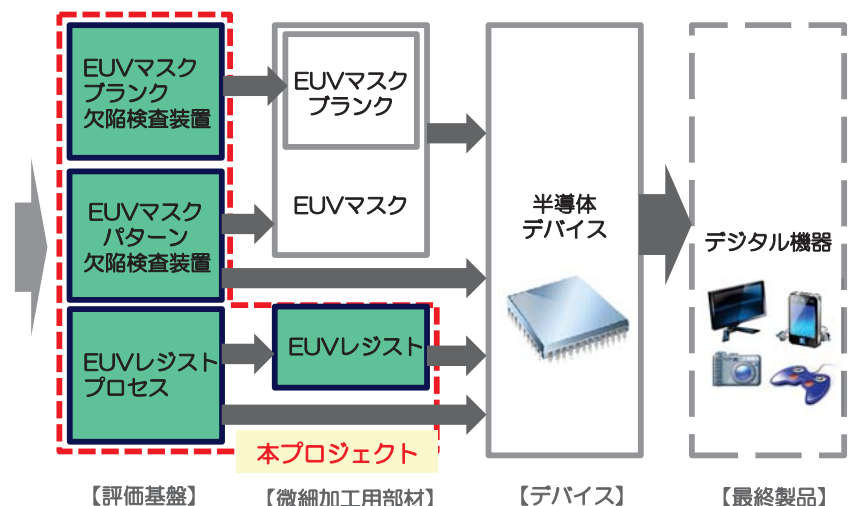
研究開発項目① (共同研究) EUVマスク検査・レジスト材料技術開発

- (1) EUVマスクブランク欠陥検査技術開発
- (2) EUVマスクパターン欠陥検査技術開発
- (3) EUVレジスト材料技術開発

研究開発項目② (委託) EUVマスク検査装置・レジスト材料基盤技術開発

- (1) EUVマスクブランク欠陥検査装置開発
- (2) EUVマスクパターン欠陥検査装置開発
- (3) EUVレジスト材料基盤研究
- (4) EUVレジスト材料設計及び評価基盤技術開発

想定する出口イメージ



各研究開発項目の目標(1)

共同研究 研究開発項目①「EUVマスク検査・レジスト材料技術開発」

研究開発項目	中間目標(～2013年度)	最終目標(～2015年度)
(1) EUVマスク ブランク欠陥 検査技術開発	hp16nm微細加工技術に対応するEUVマスクブランクの許容欠陥の指標、および、EUVマスクBI装置において6インチブランク全域にわたり位相欠陥を検出する際の欠陥検出感度や検出確率などの指標を明確化し、これらの指標に対応可能なEUVマスクBI基盤技術を確立する。また、hp11nm以細に対応するBI技術における課題を明確にする。	hp11nm以細の微細加工技術に対応するEUVマスクブランクの許容欠陥の指標、および、EUVマスクBI装置において6インチブランク全域にわたり位相欠陥を検出する際の欠陥検出感度や検出確率などの指標を明確化し、これらの指標に対応可能なEUVマスクBI装置基盤技術を確立する。
(2) EUVマスク パターン欠陥 検査技術開発	hp16nm微細加工技術に対応するEUVマスクパターンの許容欠陥の指標、および、EUVマスクPI装置において6インチブランク全域にわたりパターン欠陥を検出する際の欠陥検出感度や検出確率などの指標を明確化し、これらの指標に対応可能なEUVマスクPI基盤技術を確立する。また、hp11nm以細に対応するPI技術における課題を明確にする。	hp11nm以細の微細加工技術に対応するEUVマスクパターンの許容欠陥の指標、および、EUVマスクPI装置において6インチブランク全域にわたりパターン欠陥を検出する際の欠陥検出感度や検出確率などの指標を明確化し、これらの指標に対応可能なEUVマスクPI装置基盤技術を確立する。
(3) EUVレジスト 材料技術開発	解像度hp16nmのレジストについて、LWR(Line Width Roughness)、感度、アウトガスの合否基準を策定し、それらの基準を満足するレジスト材料を開発する。また、hp11nm以細に対応するレジスト材料における課題を明確にする。	解像度hp11nm以細のレジストについて、LWR、感度、アウトガスの合否基準を策定し、それらの基準を満足するレジスト材料を開発する。また、開発したEUVレジストをベースに他のレジスト材料を組み合わせることにより、hp11nm以細のレジスト技術を実現する。

BI : Blank Inspection PI : Pattern Inspection

各研究開発項目の目標(2)

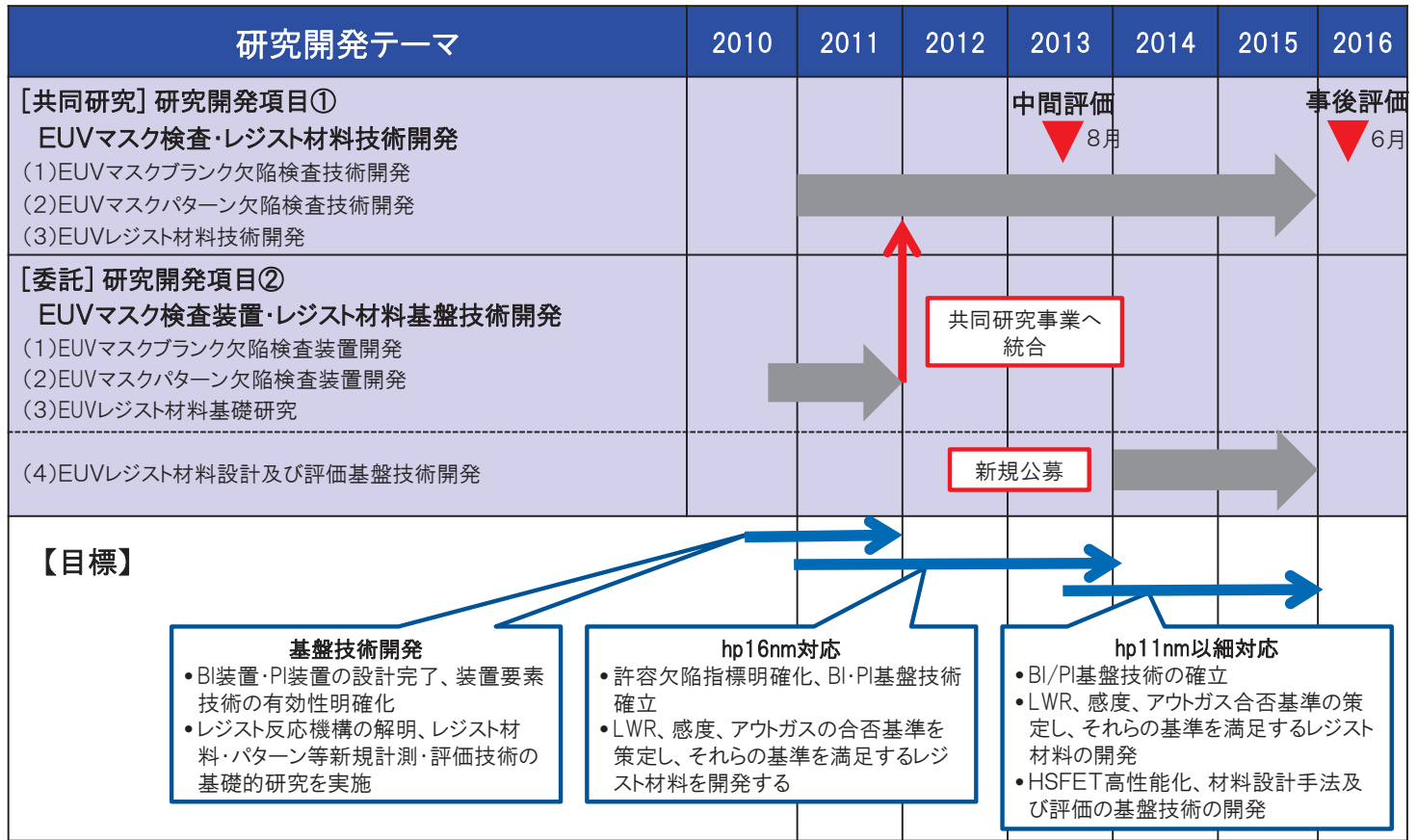
委託 研究開発項目②「EUVマスク検査装置・レジスト材料基盤技術開発」

研究開発項目	最終目標	事業期間
(1) EUVマスク ブランク欠陥 検査装置開発	hp16nm以細に対応するBI装置の設計を完了させると共に、装置構成において核となる要素技術の有効性を明確化する。	2010年度 ～ 2011年度 ※2012年度以降、 共同研究に統合
(2) EUVマスク パターン欠陥 検査装置開発	hp16nm以細に対応するPI装置の設計を完了させると共に、装置構成において核となる要素技術の有効性を明確化する。	
(3) EUVレジスト 材料基盤開発	得られた知見や新規技術に関する研究成果が、hp16nm以細へのレジスト材料開発にとって有効であることを示す。	
(4) EUVレジスト 材料設計及び 評価基盤技術 開発	高解像度微小面積露光機(HSFET:High NA Small Field Exposure Tool)の総合収差を、0.6nmRMS(Root Mean Square)以内(現在:0.7nmRMS)とすることを目標とし、hp11nm以細対応のEUVレジスト材料における材料設計手法及び評価の基盤技術を開発する。	2014年度 ～ 2015年度

II. 研究開発マネジメント

(2) 研究開発計画の妥当性

研究開発スケジュール

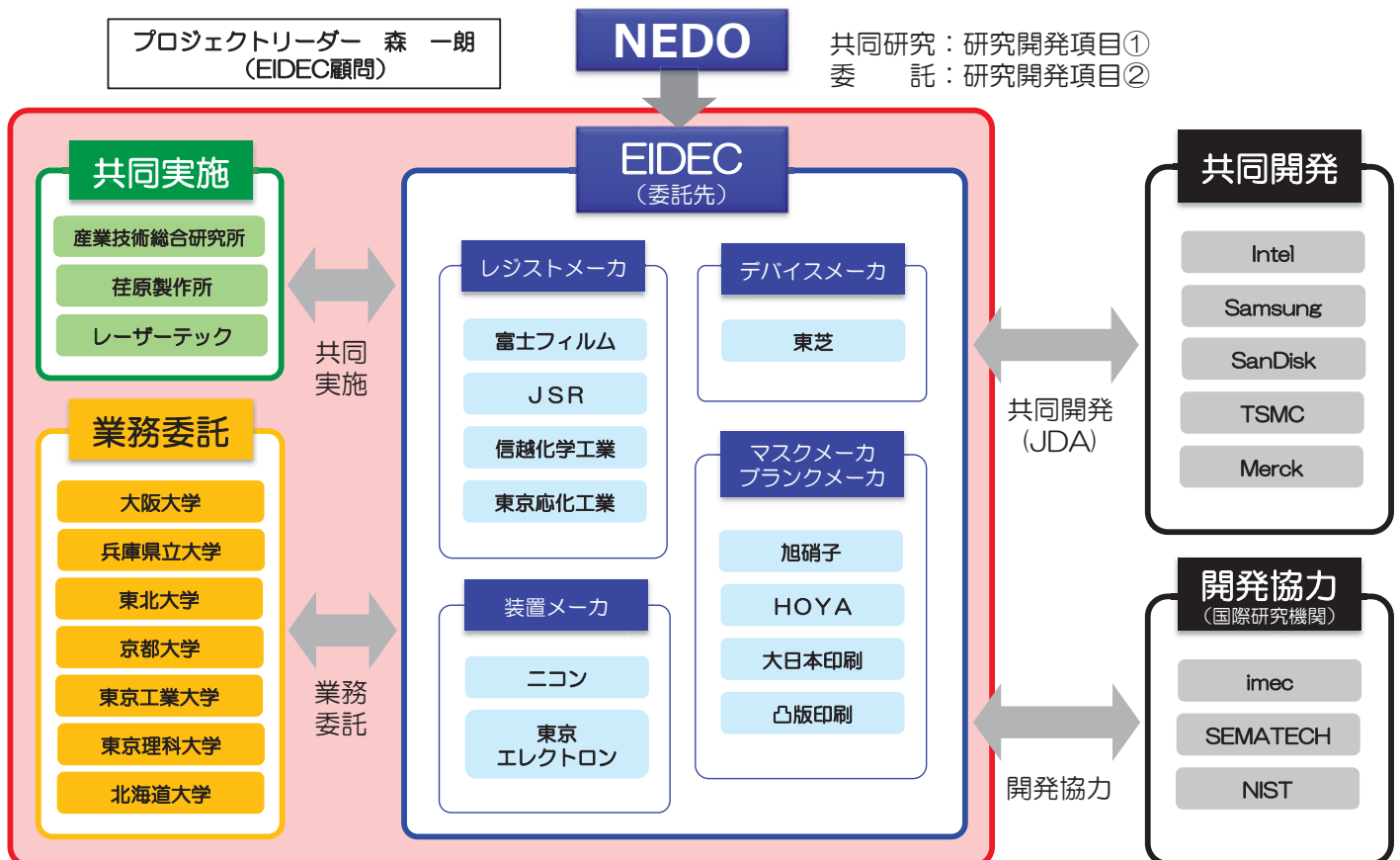


BI : Blank Inspection PI : Pattern Inspection

II. 研究開発マネジメント

(3) 研究開発の実施体制の妥当性

研究開発の実施体制



開発予算の推移

※ NEDO負担額表示 (単位：百万円)

研究開発テーマ	2010	2011	2012	2013	2014	2015	合計
[共同研究] 研究開発項目① EUVマスク検査・ レジスト材料技術開発 (1) EUVマスクブランク欠陥検査技術開発 (2) EUVマスクパターン欠陥検査技術開発 (3) EUVレジスト材料技術開発		864	1,432	1,643	1,602	1,000	6,541
		← (一般会計)		第1回 加速 +128	第2回 加速 +162	→ (特別会計)	
[委託] 研究開発項目② EUVマスク検査装置・ レジスト材料基盤技術開発 (1) EUVマスクブランク欠陥検査装置開発 (2) EUVマスクパターン欠陥検査装置開発 (3) EUVレジスト材料基礎研究 (4) EUVレジスト材料設計及び評価基盤技術 開発		2,135			705	642	3,482
		← (1)～(3)の開発 (一般会計)			(4)の開発	→ (特別会計)	
合計	0	2,999	1,432	1,643	2,307	1,642	10,023