

## ロボット・新機械イノベーションプログラム基本計画

### 1. 目的

我が国の製造業を支えてきたロボット技術・機械技術を基盤とし、IT技術・知能化技術など先端的要素技術との融合を促進することにより、家庭、医療・福祉、災害対応など幅広い分野で活躍する次世代ロボットや新機械技術の開発・実用化を促進し、生産性の向上と人間生活の質の向上を実現するとともに、我が国経済社会の基盤である製造業の競争力の維持・強化を目指す。

### 2. 政策的位置付け

○科学技術基本計画（2006年3月閣議決定）

ロボット・新機械技術は、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）の一つである情報通信分野や、推進分野であるものづくり技術分野、社会基盤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。2007年6月改定版を経済財政諮問会議に報告）

産学官連携による世界をリードする新産業群の一つとして位置付けられ、次世代ロボット市場の拡大に向けて、サービスロボット市場の整備、ロボットの認識技術の開発等必要な取組を継続することとしている。

またITによる生産性向上と市場創出のためのIT革新を支える産業・基盤の強化技術として、新機械技術の重要分野であるMEMS技術の重要性が位置付けられている。

○「新産業創造戦略」（2005年6月経済産業省取りまとめ）

先端的新産業分野として、「ロボット」を戦略7分野の一つとして掲げ、2010（平成22年）までの市場規模、その成長に向けたアクションプログラムを盛り込んでいる。当該アクションプログラムには、ユーザ（施設、地域）を巻き込んだ実証試験を中心としたモデル開発事業による先行用途開発、モデル事業と連携した重要な要素技術や共通インフラ技術の開発支援、及び人間とロボットの共存に必要な安全性の確保と、保険制度等の制度基盤の整備が提示されている。

新機械技術の重要分野であるMEMS技術について、当該新産業群の創出を支える重点四分野（「科学技術基本計画」による）の分野間の融合による推進が指摘されている。

○「イノベーション25」（2007年6月閣議決定）

ロボット・新機械技術は、生涯健康な社会や多様な人生を送れる社会の実現に向けて、中長期的に取り組むべき課題として、新たな走行車等の普及促進のための環境整

備、高度みまもり技術導入のためのルール作りなどの安全・安心な社会形成、また、ユビキタスネットワークや民生用ロボットの本格普及に向けた環境整備、低侵襲診断・治療技術の実現、安全・安心な社会のための将来デバイスの実現、さらに世界的課題解決に貢献する社会のための新しいものづくり技術など、今後の研究開発の進展等によって、その成果を社会に適用していく上で取組が必要であるとともに、随時見直しをし、その取組を加速・拡充していくことが必要とされている。

○「ロボット政策研究会」（２００６年５月経済産業省取りまとめ）

ロボットを実際に市場に導入するための政策の強化、ロボットが現実に使われることを想定した安全性の確保、及び具体的な用途を想定したロボット技術の開発の推進を検討の視点として、これら課題への対応の方向性をまとめた。

### 3. 達成目標

- (1) 我が国製造業の高度化に必要な不可欠な基盤技術である機械分野においては、パイオ技術やIT技術等の異分野技術を活用した従来の機械の概念を超えた新しい機械の創造及びその計測技術の確立を図ることを目標とする。例えば、２０１５年頃に革新的MEMSの本格普及を目指すことにより、安全・安心な社会の構築に貢献する。
- (2) 安全・安心な社会、便利でゆとりある生活の実現のために不可欠なロボットは、信頼性技術、高機能化・知能化技術、システム化技術が特に重要であり、これら技術を開発することで、２０１５年頃には、自律的に多様な作業を行うロボットの実用化を目指す。

### 4. 研究開発内容

#### [プロジェクト]

#### I. ロボット技術開発

- (1) 基盤ロボット技術活用型オープンイノベーション促進プロジェクト（運営費交付金）

##### ①概要

これまでの研究開発プロジェクトの成果を活用し、生活環境やロボットで使用される各種要素部品をRT(Robot Technology)システムで利用しやすい共通の接続方式、制御方式の下で利用可能な形で提供(RTコンポーネント化)するための基盤を開発する。これにより既存の生活環境を簡単にRTシステム化し、それらを活用することにより様々な生活支援機能の提供、基盤ロボット技術の普及と標準化を推進する。

##### ②技術目標及び達成時期

２０１０年度までに、共通の通信インタフェースとRTミドルウェアで動作させる基盤通信モジュール、既存の要素部品をRTコンポーネント化したRT要素部品、それらを用いたRTシステムを開発する。

##### ③研究開発期間

２００８年度～２０１０年度

- (2) 次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト（運営費交付金）

#### ①概要

生活空間や多品種少量生産の製造現場など状況が変わりやすい環境下では、ロボットの使用条件や用途は大きく限定されている。これを克服するため、ロボットが確実性（ロバスト性）をもって稼動し、ロボットの環境・状況認識能力等の向上とともに、ロボットの知能要素をモジュール化し、その蓄積管理及び組合せ等を可能とする技術を開発する。

#### ②技術目標及び達成時期

2011年度までに、次世代ロボットが高度な作業（タスク）を行う上で必要な効率的で実用的な知能化技術を開発する。具体的には、魅力的でニーズが高いタスクを設定し、知能化技術モジュールを開発し、高機能なロボットシステムの構築を実証する。

#### ③研究開発期間

2007年度～2011年度

### (3) 戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト（運営費交付金）

#### ①概要

市場ニーズ及び技術戦略マップに基づき、約10年後にロボット技術の活用により達成するミッションを設定した上で、これを達成するために必要なロボットシステム及び要素技術開発を、関係府省の連携の下で実施する。

#### ②技術目標及び達成時期

市場ニーズ及び技術戦略マップに基づき、約10年後にロボットを活用して達成するミッションを設定した上で、これを達成するために必要なロボットシステム及び要素技術の開発を実施する。具体的かつ先端的なR T開発を支援することで、我が国のR T競争力の維持・発展を図るとともに、研究開発成果の他分野（自動車、情報家電等）への波及を図る。

#### ③研究開発期間

2006年度～2010年度

## II. MEMSの技術開発・新機械産業の領域開拓

### (1) 高集積・複合MEMS製造技術開発プロジェクト（運営費交付金）

#### ①概要

従来個別に開発されてきた各種センサならびに通信用デバイスについて、MEMS（Micro Electro Mechanical Systems）製造技術を用いて一体形成、高集積化、ナノ機能付加することで、小型・省電力・高性能・高信頼性のMEMSデバイスを製造する技術を開発する。

#### ②技術目標及び達成時期

2008年度までに、以下の開発を行う。

- ・MEMS／半導体の一体形成技術の開発
- ・MEMS／MEMSの高集積化技術の開発
- ・MEMS／ナノテク機能の複合技術の開発

#### ③研究開発期間

2006年度～2008年度

## (2) 異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト

### ①概要

高信頼性が必要な医療分野や特殊環境等で活用され、医療や安全・安心等の社会的課題を解決する、小型・高性能・省エネルギーな次世代デバイスの基盤プロセス技術を、MEMS製造技術とナノ・バイオ等の異分野技術の融合により開発する。

### ②技術目標及び達成時期

2012年度までに、次世代デバイス製造に必要な不可欠な基盤プロセス技術群である、バイオ・有機材料融合プロセス技術、3次元ナノ構造形成プロセス技術、マイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術を開発すると共に、得られた知見を系統的に蓄積しデータベース化し、従来の技術情報と統合的に取り扱える知識データベースシステム整備を行う。

### ③研究開発期間

2008年度～2012年度

## Ⅲ. 分析機器産業の技術開発支援

### (1) 高度分析機器開発実用化プロジェクト

#### ①概要

燃料電池・情報家電・ナノテクといった先端新産業において、材料解析・性能評価・品質管理等で必要とされる超微量・超低濃度試料の分析技術や機器の開発を行う。これら産業化の各フェーズに適した分析技術を開発することにより、先端新産業の事業化や製品の高付加価値化を図る。

#### ②技術目標及び達成時期

2010年度までに希ガスイオン源を搭載した集束イオンビームの開発、低加速・高分解能・高感度の元素分析用顕微鏡の開発、超微量試料用分離・分析技術の開発を行う。

#### ③研究開発期間

2006年度～2008年度

## 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）

### 〔実用化・導入普及促進〕

ロボットやその関連部品等の見本市の開催等を支援することによって、システム開発者、要素部品の開発者、ロボットユーザ等とのマッチングを図り、中小・ベンチャーや異業種企業のロボット産業への参入を促進する。

また、市場創出に貢献するロボットを表彰し、ロボットユーザ、メーカーから一般の方まで広くPRする表彰制度「今年のロボット」大賞を共催機関と協力して実施している。

開発したソフトウェア等の成果については、広く一般に提供するなど積極的な普及を図ることにより、より多くの開発主体がロボット技術開発に参加できる環境を創出し、ロボット技術開発の裾野の拡大を図る。

将来のロボットは人に接する場面が多くなるであろう。したがって、ロボットの導入・普及を促進するためには、安全に対する考え方を整理し、周知することが重要で

ある。平成19年7月には人間と共存する次世代ロボットの安全性を確保するための基本的な考え方をまとめた「次世代ロボット安全性確保ガイドライン」をとりまとめた。今後は、普及や具体化に向けた取組みが求められており、技術開発と並行して安全に係るルールなどの整備を推進することで普及をより現実化させることが必要である。

MEMSの一層の実用化促進を図るため、異分野や製造設備を有していない企業でも容易にMEMSビジネスに参入できるように、MEMS用設計・解析支援システムを開発した。その成果を活用しつつ、実習を中心とした人材育成及び試作環境の充実、製造拠点（ファンドリー）強化などMEMS産業全体の競争力の維持・強化を図る。

#### 〔標準化〕

各プロジェクトで得られた成果のうち、標準化すべきものについては適切な標準化活動（国際規格（ISO/IEC）、日本工業規格（JIS）、その他国際的に認知された標準団体（OMG等）への提案等）を実施する。

特に、ロボットの安全基準や性能の評価基準については、過去に実施した研究開発プロジェクト等による実証データや「次世代ロボット安全性確保ガイドライン」の活用を図りつつ我が国発の国際標準としての提案について検討し、拡大するロボット市場における国際競争力の確保を目指す。

なお、これまでの研究施策の成果である、ロボット部分品の接続の共通化を目指したRTM（ロボット・テクノロジー・ミドルウェア）が、OMG（ソフトウェア技術の国際標準化団体）において、平成19年12月に標準仕様として採択されている。

MEMS技術・製品を世界市場に広く普及するために技術戦略マップに基づくMEMS標準化戦略の策定、国際規格案の開発、提案、推進等の標準化活動に継続的に取り組む。

#### 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。

#### 7. 改訂履歴

- (1) 平成14年2月28日付け、21世紀ロボットチャレンジプログラム基本計画制定。
- (2) 平成15年3月10日付け制定。21世紀ロボットチャレンジプログラム基本計画（平成14・02・25産局第3号）は、廃止。
- (3) 平成16年2月3日付け制定。21世紀ロボットチャレンジプログラム基本計画（平成15・03・07産局第11号）は、廃止。
- (4) 平成17年3月31日付け制定。21世紀ロボットチャレンジプログラム基本計画（平成16・02・03産局第16号）は、廃止。
- (5) 平成18年3月31日付け制定。21世紀ロボットチャレンジプログラム基本計画（平成17・03・25産局第18号）は、廃止。
- (6) 平成19年4月2日付け制定。21世紀ロボットチャレンジプログラム基本計画

- (平成18・03・31産局第7号)は、廃止。
- (7) 平成14年2月28日付け、新製造技術プログラム基本計画制定。
  - (8) 平成15年3月10日付け制定。新製造技術プログラム基本計画(平成14・02・25産局第6号)は、廃止。
  - (9) 平成16年2月3日付け制定。新製造技術プログラム基本計画(平成15・03・07産局第9号)は、廃止。
  - (10) 平成17年3月31日付け制定。新製造技術プログラム基本計画(平成16・02・03産局第11号)は廃止。
  - (11) 平成18年3月31日付け制定。新製造技術プログラム基本計画(平成17・03・25産局第5号)は、廃止。
  - (12) 平成19年4月2日付け制定。新製造技術プログラム基本計画(平成18・03・31産局第6号)は、廃止。
  - (13) 平成20年4月1日付け、ロボット・新機械イノベーションプログラム基本計画制定。21世紀ロボットチャレンジプログラム基本計画(平成19・03・15産局第2号)及び新製造技術プログラム基本計画(平成19・03・19産局第3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。

(ロボット・新機械イノベーションプログラム)  
「高集積・複合MEMS製造技術開発プロジェクト」基本計画

機械システム技術開発部

## 1. 研究開発の目的、目標及び内容

### (1) 研究開発の目的

我が国には、材料産業や機能性部品産業といったものづくり産業を基盤とした「高度部材産業集積」があり、これが、我が国の製造業の国際競争力を支えてきた。新産業創造戦略にも指摘があるように、我が国がこうした高度部材産業集積を形成していることが、ものづくりに不可欠な要素技術（精密微細加工や特殊素材合成等）のネットワーク化を通じた、迅速かつ高度な摺り合わせを実現してきたといえる。また、川下（最終製品）、川中（材料・部品・装置）、川上（素材、原材料）の分厚い産業集積に育まれた摺り合わせのネットワークが、新技術の素地となり、次のイノベーションにつながってきたのである。他方、近年、韓国、中国、台湾を初めとする東アジア諸国の技術力向上を背景として、製造技術における国際競争が、ますます激化している。

こうした中、経済面では、我が国の景気は、一部に弱い動きが見られるものの、総じて見れば、緩やかに回復しつつあり、一部の製造業は生産を伸ばしてきている。特に自動車や輸送機械、一般機械、電子部品・デバイスなどの産業が好調に推移している。しかしながら、製造業の中核の一つである電子部品・デバイス産業は、その業績が半導体や液晶の景気サイクルに左右されがちであるとともに、先端技術であるが故に国際的開発競争が熾烈であり、先行きが不透明等、予断ならない状況にある。また、電子部品・デバイス産業は高性能機械の重要な構成要素であることから、同産業の業績が、我が国製造業の今後の業況に大きな影響を及ぼしうると考えられる。

近年の電子部品・デバイスの小型化・高性能化に大きく寄与している技術が、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems : 微小電気機械システム) である。MEMSとは、微細な電気要素と機械要素を一つの基板上に組み込んだ部品をいい、半導体製造技術やレーザー加工技術等各種の微細加工技術を用いて製造される。情報通信、医療・バイオ、自動車など多様な分野における小型・高精度で省エネルギー性に優れた高性能のキーデバイスとして期待されている。このため、「技術戦略マップ」においても、MEMSは、我が国製造業の「川中」の一角をなす基幹部品の国際競争力強化等の観点から、重要な分野と位置づけられている。

現在、MEMSが既に実用化されている自動車用のセンサやインクジェットプリンタヘッドでは日本企業が健闘しているものの、光MEMSやバイオMEMSの分野では欧米企業が一部先行しており、今後成長が期待されるMEMS産業の国際競争力を確保するためには、製造技術の一層の高度化（高集積化・複合化）によりMEMSの更なる小

型化・高性能化を図ることが必要である。実際、欧米の一部では、既に、従来型のMEMSにLSI演算処理回路を集積したり、MEMS間を結合する高集積・複合MEMSの開発が着手されており、研究開発促進の時期を逸すると、MEMS関係市場（2010年で国内市場1.35兆円）を海外メーカーに席卷されるおそれがある。

このため、MEMSの「技術戦略マップ」を踏まえ、ロボット・新機械イノベーションプログラムの一環として、次世代の基幹部品を支える高集積・複合MEMSを開発すべく、重要な技術課題に対して、選択的・集中的に取り組むべく、本事業を行う。さらに、本事業の成果に基づき、新たな産業化を促進するための環境整備を行う。

## **(2) 研究開発の目標**

今後成長が期待される市場である自動車、情報通信、安全・安心、環境、医療等において必要不可欠となる、小型・省電力・高性能・高信頼性の高集積・複合MEMSデバイスを製造する技術を開発する。また、上記技術開発を通じて得られた製造技術に関わる知識を集約し、データベースを整備し公開する。

具体的な目標としては、プロジェクト終了時において（別紙）研究開発計画の研究開発項目①～⑤の達成目標を達成することとする。

## **(3) 研究開発の内容**

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。詳細は、別紙の研究開発計画に基づく。

### 1) 助成事業

以下の研究開発項目のうち、実用化技術開発については助成率1/2以下の助成事業とする。

- ①MEMS／ナノ機能の複合技術の開発
- ②MEMS／半導体の一体形成技術の開発
- ③MEMS／MEMSの高集積結合技術の開発

### 2) 委託事業

本プロジェクトは、助成事業を基本とするが、広くMEMS産業に普及することが望ましい基盤技術については委託事業として実施する。詳細は、別紙の研究開発計画に基づく。

- ①MEMS／ナノ機能の複合技術の開発
- ②MEMS／半導体の一体形成技術の開発
- ③MEMS／MEMSの高集積結合技術の開発
- ④高集積・複合MEMS知識データベースの整備
- ⑤高集積・複合MEMSシステム化設計プラットフォームの開発

## **2. プロジェクトの実施方式**

### **(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。

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2)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1)の事業は助成（助成率1／2）により実施する。

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研究開発責任者（プロジェクトリーダー等）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。

## **（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N E D O技術開発機構は、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、プログラムの目的及び目標、並びに本研究開発の目的及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20年度までの3年間とする。

## **4. 評価に関する事項**

N E D O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21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**

#### **①成果の普及**

得られた研究開発の成果については、特に委託事業分を重点的にデータベース化するとともに、MEMS用設計・解析支援システム開発プロジェクトで開発が行われている

MEMS用設計解析支援システムに付加して、MEMS産業界に公開し広く普及する。

#### ②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提供、標準情報（TR）制度への提案等を積極的に行う。

#### ③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、すべて受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3号に基づき実施する。

## 6. 基本計画の改訂履歴

- （1）平成18年3月、制定。
- （2）平成19年5月、研究開発項目「高集積・複合MEMSシステム化設計プラットフォームの開発」を追加。
- （3）平成20年7月、イノベーションプログラム基本計画制定により改訂。

(別紙) 研究開発計画

研究開発項目①「MEMS／ナノ機能の複合技術の開発」

1. 研究開発の必要性

- (1) MEMSデバイスの高度化に係わる開発の進展の中で、従来の高機能化では限界に直面し、実用のレベルに達しないという問題が生じているケースが見られている。また、デバイスの小型化に際してデバイスに付与すべきセンシング機能や機械的接点の高信頼性化機能などに著しい性能向上が必要となっている。
- (2) 昨今のナノテクノロジーの研究成果は主に材料分野に見られてきた。その中で、カーボンナノチューブ（CNT）やバイオ系材料の基本特性の解明に伴うデバイスへの適用に萌芽が見られてきている。また、MEMSデバイスに関する新たな製造方法の研究からナノ機械構造体やナノ材料の選択的形成による機能の獲得の可能性が増大している。
- (3) 本研究開発項目は上記を踏まえ、選択的ナノ機械構造体形成技術、バイオ材料の選択的修飾技術、ナノ材料の選択的形成技術、ナノ機能を組み込んだMEMSデバイスの製造技術を開発することにある。

2. 研究開発の具体的内容

(1) 選択的ナノ機械構造体形成技術 【委託事業】

リソグラフィー、エッチングや表面修飾などによってできる、波長オーダー以下のナノ機械構造体やその動きが、MEMSの光学的な特性を大きく変える可能性があるため、センサや表示デバイスとしての利用が期待されている。機能を発揮するに十分な加工精度と低加工損傷性をもつナノ機械構造体を所定の領域に選択的に形成する技術、ナノ機械構造体の解析および発現した特性を評価する技術を研究開発するとともに、MEMSデバイスへの適用の可能性を示す。

(2) バイオ材料（タンパク質など）の選択的修飾技術 【委託事業】

MEMS基板上において、生体を利用、または模倣したセンシング技術の実現を目指し、改変されたタンパク質などのバイオ材料を所定の領域に選択的に修飾する技術および微細加工プロセスとの融合技術を研究開発するとともに、MEMSセンシングデバイスへの適用の可能性を示す。

(3) ナノ材料（CNTなど）の選択的形成技術 【委託事業】

CNTに代表されるナノ材料の持つ柔軟性、導電性、耐摩耗性、耐食性、低摩擦係数、強靱性などの優れた機能をMEMSデバイスに応用することを目的に、構造制御されたナノ材料（CNTなど）の形成技術、それを所定の領域に選択的に形成する技術および欠陥制御技術を研究開発するとともに、MEMSデバイスへの適用

の可能性を示す。

(4) ナノ機能を組み込んだMEMSデバイスの製造技術 【助成事業】

従来よりも優れた機能を発揮するRF-MEMS等のMEMSデバイスを実現するために、上記(1)、(2)または(3)の選択的にナノ機能を発現する修飾、形成プロセスも含めたMEMSデバイス製造の一貫プロセスを開発する。

3. 達成目標

(1) 選択的ナノ機械構造体形成技術

L/S: 50 nm以下、縦方向: 80 nm以上、可動部を擁する場合は150 nm以下のギャップを保持するナノ機械構造体を所定の領域(位置精度:  $\pm 1 \mu\text{m}$ 以下)に選択的に形成できる技術を確立するとともに、それがナノ機能を発現することを示す。さらに、構造体の形状・寸法やその動きと発現するナノ機能の関係も明確にする。

(2) バイオ材料(タンパク質など)の選択的修飾技術

2種類以上のバイオ材料(改変されたタンパク質など)を、その配向性が制御された状態で、複雑構造体の所定の領域に選択的に形成する技術を確立するとともに、そのバイオ材料が生体機能を模倣したメカニズムで疾患関連などの生体物質を認識できることを示す。

(3) ナノ材料(CNTなど)の選択的形成技術

サイズ直径:  $1 \mu\text{m}$ 以下或いは厚み精度:  $0.1 \mu\text{m}$ 以内のナノ材料を所定の領域(位置精度:  $\pm 1 \mu\text{m}$ 以下)に選択的に形成する技術を確立するとともに、それがナノ機能を発現することを示す。

特に、CNTの選択的形狀制御においては、高アスペクト比(1:10以上)、高密度充填(充填率: 50%以上)の数 $\mu\text{m}$ から数百 $\mu\text{m}$ スケールのMEMS向け配向CNT構造体を製造するCNT成長技術を開発する。直線形状で架橋させた場合には、架橋率: 70%以上を目指す。また、その機械的、化学的特性を評価、改善し、具体的デバイスへの適応を目指す。

(4) ナノ機能を組み込んだMEMSデバイスの製造技術

少なくとも、プロセス温度が400°C以下で、ナノ機能を所定の領域に選択的にウェハレベルで形成し、かつナノ機能形成プロセスによりMEMSが損傷を受けることなく、逆にMEMS形成プロセスによりナノ機能が劣化することがないMEMS一貫プロセスを確立するとともに、MEMS一貫プロセスにより試作されたナノ機能付加MEMSデバイスが、従来よりも優れた性能を発揮することを示す。

## 研究開発項目②「MEMS／半導体の一体形成技術の開発」

### 1. 研究開発の必要性

- 1) MEMS－半導体の集積化技術は、設計の煩雑さ、製造設備の重複化など集積度が上がるにつれて複雑さ・困難さが増大するものの、デバイスの小型化、高機能化、高信頼性化の実現にとって重要な技術として期待が大きい。特に、自動車用センサや無線通信端末などの今後の高度化に不可欠な研究開発課題となっている。
- 2) MEMS－半導体の集積化技術の研究は、CMOS互換プロセス上でのMEMS加工技術、MEMSと異なった機能要素（電子回路、受動素子など）の多層・モノリシック集積技術、新たな配線結合技術など、従来技術から一步踏み込んだ領域に成果が見られるようになり、内外での取り組みが活発化しつつある。
- 3) 本研究開発項目は上記を踏まえ、MEMS－半導体プロセス統合モノリシック製造技術、MEMS－半導体縦方向配線技術、MEMS－半導体横方向配線技術を開発することにある。

### 2. 研究開発の具体的内容

#### (1) MEMS－半導体プロセス統合モノリシック製造技術 【助成事業、委託事業】

CMOS・LSI材料互換プロセスを用いて、先端CMOS・LSIとセンサを始めとした様々なMEMSデバイスをモノリシックに集積化可能なMEMS製造プロセスを開発する。先端LSIとの混載メリットを最大限活かした高感度化・低電圧化・小型化を実現するため、最小加工寸法（ギャップ）サブ $\mu\text{m}$ ～nmレベル＋高アスペクト比の低損傷エッチング技術、低ストレス成膜技術、大面積のオンチップ空洞形成封止技術、MEMSと異なった機能要素（電子回路、受動素子など）の多層・モノリシック集積技術および外部との電気接続技術などが含まれる。さらに、集積化センサ試作、オンチップ機械特性広範囲制御により、本手法の有効性の実証なども行う。

#### 【助成事業】

この他、ナノ半導体セラミックセンサ、ナノワイヤ圧電体等、半導体センサの微細化により発現する新たなMEMSセンシング原理の探索を行う。 【委託事業】

#### (2) MEMS－半導体縦方向配線技術 【助成事業】

上記CMOS互換プロセス統合技術に加え、MEMSの搭載自由度を上げることも重要である。これに対応する製造技術として、別々に製造されたCMOS・LSIとMEMSをウェハレベルで多層に接合する技術が必要となる。そのために、将来の65nmルールまでのCMOS・LSIウェハやバルク型も含めたMEMSウェハに対して、小径で、高アスペクトな貫通孔配線を形成し、多層にCMOS・LSIとMEMSを電氣的に接続する技術を開発する。

また、配線の自由度を飛躍的に向上できる3次元配線構造を持つ高信頼性インター

ポーザル技術の開発も縦方向への集積化に重要な要素として開発する。

(3) MEMS－半導体横方向配線技術 【助成事業、委託事業】

上記と同様の目的で、以下のMEMS－半導体横方向配線技術を開発する。別々のウェハ上に製造されたMEMSデバイスとCMOS・LSIを検査選別した後、それらをチップレベルで隣接して配置し、ウェハ状に再配列する。このMEMS－CMOS・LSI一体疑似ウェハに対して、集積化したいチップ間を、半導体プロセスにより微細配線で電氣的に接続する。この横方向配線技術により、従来技術のSIP (System In Package) では達成できない小型化と、従来技術のSOC (System On Chip) では達成できない高性能化とを実現できる。 【助成事業】

この他、フレキシブルな樹脂部材や低コストな金属部材上とチップの3次元的表面上に高密度な配線や膜状受動部品を積層一体化できる高速実装プロセスの開発も必要となる。そのため、絶縁層と導電層、バンプおよび高誘電体層や抵抗層を、低温で高速に直接微細描画することにより、チップの垂直段差への配線等の3次元表面上への高密度配線、高精度フリップチップ接続やコンデンサ、抵抗などの受動部品の高密度な低温積層一体化実装技術を確立する。 【委託事業】

3. 達成目標

(1) MEMS - 半導体プロセス統合モノリシック製造技術

MEMS製造プロセスとして、180nm技術ノードCMOS・LSI材料プロセス互換を目指す。MEMS製造技術ロードマップに基づく統合プロセスによるMEMSの加工目標として、最小加工寸法：0.5μm以下、アスペクト比：20以上、残留応力：0.1GPa以下（膜厚：0.1～10μm）、MEMSと複数種類の異なった機能要素（電子回路、受動素子など）の多層・モノリシック集積化を目指す。

半導体センサの微細化により発現する新たなMEMSセンシング原理の探索については、製造プロセスは問わないが、1つ以上の新たなMEMSセンシング原理を見出すことを目指す。

(2) MEMS - 半導体縦方向配線技術

将来の65nmルールまでのCMOS・LSIとMEMS（バルク型も含む）を多層に集積するために、穴径：5μm以下、アスペクト比：50以上の貫通孔配線を形成するとともに、CMOS・LSIとMEMSを3層以上に渡って接合し、確実な電氣的接続を実現する。

インターポーザルについては、インターポーザル内の貫通配線構造に従来にない分岐構造を導入し、インターポーザル内部での三次元インターコネクションを実現する。そのサイズとしては、インターポーザル厚：300μm以下で、貫通配線（穴径：

100  $\mu\text{m}$ 以下)の横方向へのシフト量: 500  $\mu\text{m}$ 以上を達成する製造技術を目指す。

(3) MEMS - 半導体横方向配線技術

L/S : 1  $\mu\text{m}$  / 1  $\mu\text{m}$ 以下の微細配線を形成し、CMOS・LSIとMEMSの間の確実な電氣的接続を実現する。さらに、横方向集積型MEMSパッケージの薄型化(厚さ: 100  $\mu\text{m}$ 程度)を目指す。

この他、三次元表面上への高密度配線パターンの低温で高速な直接微細描画技術と受動部品の高密度な低温積層一体化実装技術を確立する。高密度配線パターンとして、垂直乗り越え段差: 100  $\mu\text{m}$ 以上、パターン寸法: 5 ~ 10  $\mu\text{m}$ 、成膜温度: 400  $^{\circ}\text{C}$ 以下、成膜速度: 10  $\mu\text{m}/\text{min}$ 以上および描画速度: 1  $\text{cm}/\text{min}$ 以上を目指す。

## 研究開発項目③「MEMS/MEMSの高集積結合技術の開発」

### 1. 研究開発の必要性

- 1) MEMSデバイスを構築する場合に、その扱う物理量により従来の平面的な実装ではなく縦方向の組立が効率的な場合がありうる。しかしながら、これまでは縦方向の組立精度やプロセス技術上の障害などにより達成できていなかった。今後、特に医療用小型センサの小型、高精度、無線化や住宅やセキュリティなどの小型、低コスト化が求められるデバイスには不可欠な課題となってくる。
- 2) 表面活性化による低温接合技術や非Si系の微細加工技術が発展し、従来技術から一歩踏み込んだ領域に成果が見られるようになり、内外での取り組みが活発化しつつある。
- 3) 本研究開発項目は上記の課題を踏まえ、多層MEMS集積化技術、ビルドアップ型多層MEMS集積化技術、多層ウェハレベル接合体の低ストレスダイシング技術を開発することにある。

### 2. 研究開発の具体的内容

#### (1) 異種材料多層MEMS集積化技術 【助成事業】

MEMS - MEMSの高集積結合技術においては、多層の異種材料ウェハレベル接合技術が基本となる。具体的には、異種材料（シリコン、ガラス、樹脂など）のウェハを、平面方向に高精度に位置決めするばかりでなく、垂直（Z）方向にも高精度に組立ができる技術を開発するとともに、機能を損なうことのない、例えば低温、低応力の接合技術を開発する。

#### (2) ビルドアップ型多層MEMS集積化技術 【助成事業】

上記のようにさまざまな異種材料ウェハ上にMEMSを形成した後、それらを順次または一括でウェハレベル接合するだけでなく、エッチング、機能部位形成・異種材料形成、実装など各種加工を施したMEMSウェハを、別のMEMSウェハと接合し、さらにこれらの工程を繰り返すことで、さらに高密度な多層MEMSを実現できる。そのために、接合するウェハ状態にあわせた機能損傷がない各種ウェハレベル接合手法と接合されたウェハ状態にあわせた各種加工方法を開発する。

なお、発光素子等の高価な化合物半導体素子を実装する場合は、チップレベルで接合する必要があり、さらに、発光素子においては所望の光軸方向を保持した接合が求められるため、チップレベルの高精度接合技術も必要に応じて開発する。

#### (3) 多層ウェハレベル接合体の低ストレスダイシング技術 【委託事業】

多層ウェハレベル接合体には、Siのみならず、酸化物、金属、化合物、樹脂、等、種々の材料が混在し、かつ積層界面はウェハ母材より低強度である場合が多い。また



チップサイズに対してチップ厚さ比が大きくなり、ダイシング時のチップング等損傷の影響がより大きくなる。したがって、できるだけ低ストレスで多層ウェハレベル接合体を切断できるダイシング技術を開発する。

### 3. 達成目標

#### (1) 異種材料多層MEMS集積化技術

ウェハサイズ：直径100mm以上、3層以上、異種材料（シリコン、ガラス、樹脂など）をウェハレベルで接合し、面方向： $\pm 1 \mu\text{m}$ 以下の位置決め精度、垂直（z）方向： $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 以下の組立精度で、複数回の接合に耐えられることを目指す。

#### (2) ビルドアップ型多層MEMS集積化技術

各ウェハ（直径100mm以上）の接合精度および加工精度は、面方向： $\pm 1 \mu\text{m}$ を目指すとともに、各ウェハ接合工程の間に加工工程（エッチング、実装、機能部材・異種材料形成、など）を設けながら、ダメージを与えることなくウェハ3層以上を順次接合できることを目指す。

化合物半導体チップの高精度位置決め接合技術については、位置決め精度： $\pm 1 \mu\text{m}$ 以下、傾き精度： $0.05 \text{ deg}$ 以下を目指す。

#### (3) 多層ウェハレベル接合体の低ストレスダイシング技術

多層ウェハレベル接合体の低ストレスダイシングについては、異種材料で構成される3層以上のウェハレベル接合体（直径100mm以上）に対して、チップング、層間剥離およびMEMS可動部破損などの破損率について、トータルで1%以下を目指す。

## 研究開発項目④「高集積・複合MEMS知識データベースの整備」

### 1. 研究開発の必要性

- 1) 現状において高集積・複合MEMS製造技術に関しては未知の分野であり、科学技術的知見の蓄積・整理がほとんど進んでいない。
- 2) 高集積・複合MEMS製造技術の開発の成果あるいはこれに関連する新たな知見については、これら高度MEMSの開発を目指す企業研究者・技術者の新製品開発・実用化に寄与することにより、新たな産業の創造に資するものである。

### 2. 研究開発の具体的内容 【委託事業】

高集積・複合MEMS製造技術の研究開発項目①～③にかかわる新たな知見を系統的に収集・蓄積し、データベース化する。

### 3. 達成目標

高集積・複合MEMS製造技術の研究開発項目①～③にかかわる新たな知見(文献情報、特許情報及び特に委託事業を中心としたプロジェクトの研究成果も含めて)を系統的に蓄積してデータベース化するとともに、MEMS用設計・解析支援システム開発プロジェクトで開発が行われているMEMS用設計解析支援システムに付加する。

## 研究開発項目⑤「高集積・複合MEMSシステム化設計プラットフォームの開発」

### 1. 研究開発の必要性

- 1) 近年、米国を中心として設計プラットフォームを用いた表面集積化の動きが活発化し、高集積 MEMS に関わる製造技術、設計技術の両面を備えたトータルな研究開発により、高集積 MEMS 製品の成功事例が増加してきている。
- 2) しかしながら、高集積・複合MEMS製造技術の研究開発項目であるMEMS／ナノ機能の複合、MEMS／半導体の一体形成技術、MEMS／MEMSの高集積結合技術に共通する統一的な設計手法の開発はほとんど行われていない。
- 3) 本研究開発項目は上記を踏まえ、MEMS構造体と異種材料との複合化や集積化に対応する高集積・複合MEMSシステム化設計プラットフォームに関する開発を行い、実用化までの期間を大幅に短縮し、国内市場の更なる活性化と国際的な優位性の確保することにある。

### 2. 研究開発の具体的内容 【委託事業】

高集積・複合 MEMS 製造技術開発の研究開発項目①～③及びその周辺に関わる高集積・複合 MEMS に適した設計プラットフォームとしての等価回路モデルに関する情報を整理し、Web 閲覧システムとして構築する。さらに、CAD モデルと等価回路モデル間の相互生成技術に関して調査を行う。

### 3. 達成目標

研究開発項目①～③及びその周辺に関わる高集積化MEMS設計プラットフォームとしての等価回路モデルに関する情報を整理し、Web 閲覧システムとして構築する。また、MEMS 用設計解析支援システムの回路シミュレーション・モデルを高集積・複合 MEMS に適用される等価回路モデルに拡張し、その内容を Web 閲覧システムに掲載する。

## MEMS 分野

MEMS (Micro Electro Mechanical Systems: 微小電気機械システム) とは、電気回路 (制御部) と微細な機械構造 (駆動部) を一つの基板上に集積させた部品 (デバイス) のことであり、我が国の強みである半導体製造技術やレーザー加工技術等の微細加工技術に代表されるナノテクノロジーや各種材料技術等を駆使して製造される。MEMS は情報通信、医療・バイオ、自動車、ロボット、航空・宇宙、福祉など多様な分野における小型・高精度で省エネルギー性に優れた高性能のキーデバイスとして期待されている。このため、基幹部品の高付加価値化による我が国製造業の国際競争力の強化のみならず、新しい価値を生み出す革新的な MEMS の開発を通して新産業の創出を支える観点からも重要な技術分野である。

以上の点から、今後 20 年程度を見据えて、日本の MEMS 産業の国際競争力維持・強化及び革新的な MEMS デバイスの創出に必要とされる、高機能化、小型化、低コスト化、異分野融合等の MEMS 製造技術を俯瞰し、要素技術を抽出するとともに、今後の技術の発展をロードマップとして描いた。

## MEMS 分野の技術戦略マップ

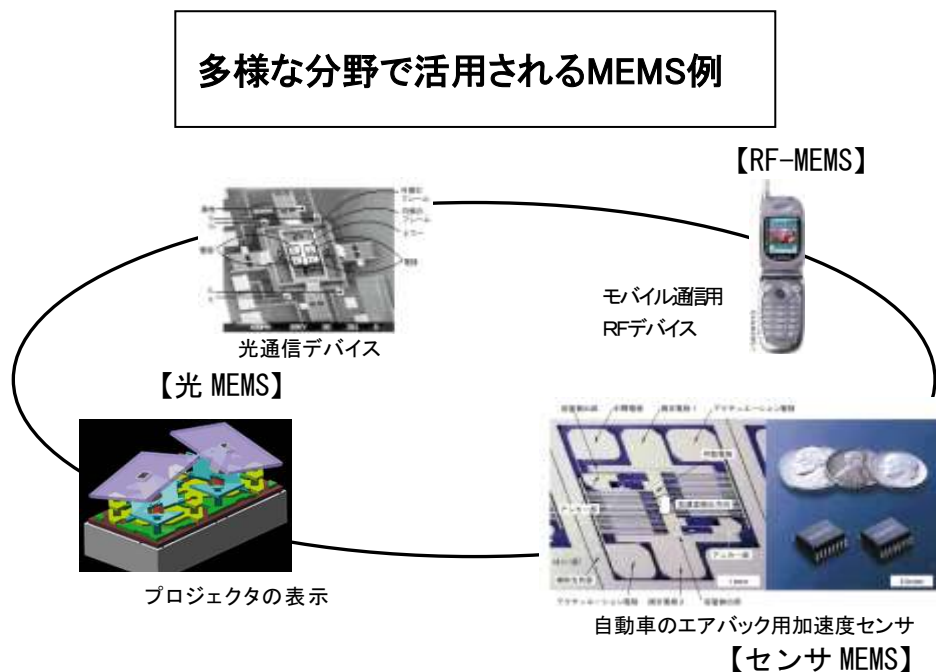
### I. 導入シナリオ

#### (1) MEMS 分野の目標と将来実現する社会像

既に実用化されている単機能 MEMS については、自動車用センサやインクジェットプリンタヘッド等の分野で日本企業も健闘しているが、通信やプロジェクタ等に用いられる光 MEMS や、今後の実用化が期待されるバイオ MEMS の分野では欧米諸国が一部先行している。我が国製造業の国際競争力を確保するためには、製造業の基盤を支えるキーテクノロジーの1つとなる MEMS の製造技術を一層高度化する必要がある。

一方、MEMS 産業の裾野を拡大し、多様な分野において多様な主体が MEMS 製品の開発・実用化に取り組むことが同分野の基盤強化のために重要である。特に、製造設備を有する大手企業のみならず、MEMS を活用した製品アイデアを有する異業種のベンチャー企業等が容易に MEMS 開発に取り組める環境を整備することが必要である。

以上の点から、①IT 技術、各種異分野技術等の先端的要素技術との融合を促進することにより MEMS の製造技術の一層の高度化をはかること、②MEMS デバイスの開発・実用化を促進するための環境整備を通して MEMS 産業の裾野拡大をはかり、人間生活の質の向上を実現するとともに、我が国経済社会の基盤である製造業の競争力の維持・強化を図ることを目的とする。これにより、後述するような環境・エネルギー分野、医療・福祉分野、安全・安心分野を実現する革新的な MEMS 製品群を生み出すプロセス技術を開発する。



## 10年後のMEMS製品の具体的なイメージ

(参考)

### 【光 MEMS】

MEMS 技術を用いることにより、光通信網で用いられる小型、高性能の光スイッチが実現し、従来の光電変換型のスイッチに比べ、省スペース、省エネルギー、低コスト化の効果が得られる。これにより、通信速度の向上とともに災害時のバイパス回路の冗長が増すなど高度情報通信社会の一層の高速化、信頼性向上に貢献することが期待される。さらに、AO(Adaptive Optics)やイメージング装置等の光の計測の高分解能・高機能およびマイクロ波フォトニック分野での応用が期待される。このような光 MEMS の実現には、立体構造上へのパターン形成技術、機能性材料の開発とその厚膜形成技術、制御用素子との集積化技術などが重要と考えられる。

### 【RF-MEMS】

携帯電話等のモバイル機器に用いられている高周波部品の多くが MEMS 部品に置き換わることにより、低消費電力、低コストでの数十 GHz の通信帯域が利用可能になり、有線 LAN 並みの情報伝達能力が実現される。また同時に高周波部品の一体化製造が可能となり、携帯電話の省電力、省スペース化、高機能化が図られる。このような RF (Radio Frequency) -MEMS の実現には、機能性材料の開発とその厚膜形成技術とナノ材料局所形成技術などが重要と考えられる。

### 【センサ MEMS】

自動車のエアバッグ作動スイッチとして既に用いられている加速度センサ等の MEMS が、より小型化、低コスト化、高機能化することで、現状では高級車にしか採用されていないようなセンサ(各種姿勢制御用センサ、赤外線センサアレイ、障害物探知用のレーザーレーダ等)を小型の一般車に採用することができ、交通のより一層の快適性、安全性の向上に資する。また、携帯電話をはじめとする通信分野、アミューズメント分野、セキュリティ分野、宇宙分野等幅広い分野で小型・高機能センサが使用される。このようなセンサ MEMS の実現には、MEMS・半導体共存構造の成形技術と MEMS・半導体共存の接合・組立技術などが重要と考えられる。

### 【バイオ MEMS】

携帯可能な安価で小型の生体成分検査キット・バイオセンサを用いたウェアラブル MEMS デバイスが開発され、病院外(在宅や屋外)での診断や予防医療が広く行われるようになる。携帯電話やインターネットに接続した情報端末との組み合わせによりその効果は更に大きくなる。各種バイオ MEMS の実現には、化学的・バイオ的表面修飾技術とナノインプリンティング技術、MEMS をプラットフォームとした細胞・生体高分子の研究用デバイスおよび細胞・組織両方を対象とする再生医療用プラットフォームの実用化が重要と考えられる。この実現には、分子・細胞と融合した計測方法技術および MEMS 構造の構築やマニピレーション技術等と生体適合性材料の技術が重要と考えられる。

上記に加え、それぞれの MEMS が他の MEMS や CMOS<sub>※1</sub>-LSI などの半導体回路と一体集積化され、一層の小型・高機能化、及びトータルとしてのコストパフォーマンスの向上が図られることにより、自動車分野での用途拡大や情報・通信分野、医療・福祉分野、食品分野でのコンシューマ用途への展開などを主として、広範囲なアプリケーションの拡大が予想される。

※1 CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor)：相補型金属酸化膜半導体

## 20 年後の MEMS 製品の具体的イメージ

(参考)

MEMS はトップダウンプロセスである微細加工と、ボトムアッププロセスであるナノ・バイオプロセスとを融合したマイクロ・ナノ統合製造技術の確立により、その応用範囲を急速に広げ国家・社会的課題である「環境・エネルギー」、「医療・福祉」、「安全・安心」分野で新しいライフスタイルを創出する革新的キーデバイスとして広く浸透している。

### ◆環境・エネルギー分野

#### 【エネルギー・ハーベスティングデバイス】

光・熱・振動・生体物質等周辺環境からエネルギーを吸収し、蓄電する小型デバイスが、マイクロ加工とナノ・バイオ融合によるエネルギー変換効率の向上と、実効表面積の向上の両立によって実現する。このデバイスは未利用エネルギーを有効に利用できる優れた環境性を有するが、さらに省電力・高効率化が進んだ各種センサ、アクチュエータと組み合わせられ、大きな波及効果を生む。例えば、ワイヤレスセンサネットワークを構築する際に、本デバイスを各ノードに組み込むことで、電池交換等のメンテナンスフリーとなり、社会全体に広がり快適・安全・安心な社会が実現される。また、体内埋込機器のエネルギー自給が可能となり、健康・医療分野での QOL (生活の質) 革新に寄与する。このデバイスの実現には、3 次元ナノ構造形成技術と、新規の有機機能材料、バイオ材料に加え、それら材料とナノ構造表面との界面制御技術が必要となる。また、実用化に際し、十分な電力供給を可能とするため cm オーダーの面積が必要となるが、ナノ構造を広い面積全体に実現していく大面積化もポイントとなる。

#### 【オンサイト環境浄化デバイス】

大気、及び水質の浄化は人口の急速な増加が現実のものとなる 21 世紀半ばにおける世界規模の課題である。大気浄化に関しては自動車、湯沸かし器、メタノール使用小型燃料電池などから排出される二酸化炭素、窒素酸化物、硫黄酸化物などの大気汚染物質を、発生源に極めて近い場所、すなわちオンサイトで固定し、大気中への排出を防ぐ小型デバイスが実現される。一方水質浄化は水の有効利用ニーズの高まりに対応し、使用後の上水を浄化した中水を利用する小型オンサイト水浄化システムが一般家庭に普及する。これらデバイス、システムはマイクロ加工と、ナノ構

造製作技術、微生物を利用するナノ・バイオ融合、により実現する。これらの汚染物質は、いったん排出されれば極めて低濃度となり回収が不可能となる。しかし、高濃度である排出源近傍において高効率に汚染物質を固定することができる本デバイスは、大きな優位性を有する。例えば二酸化炭素においては、これまで排出量のほぼ半数を占めておりながら、回収が全く不可能であった分散排出源からの二酸化炭素を回収することで、地球温暖化防止に対し極めて大きな貢献となる。このデバイスの実現には、汚染物質を分離するフィルタ製作のためのナノ構造作製技術、汚染物質を吸収・固定するナノ構造をもつ新規材料及びその加工技術、また有害物質固定を実現する微生物や生体物質をナノ構造表面上で機能させるためのナノ・バイオ界面制御技術が重要となる。実用化に際しては、汚染物質排出量に応じ、cm オーダーにまで大面積化する技術、およびパッケージング技術がポイントとなる

#### 【超高感度環境物質検出デバイス】

極微量の環境物質を、高感度に、かつオンサイトで検出する小型デバイスが実現される。金属ナノ構造による表面電場増強の利用、自己組織単分子膜（SAM）の選択的成膜などによる表面機能付加による検体の選択的吸着、マススペクトロメータや THz 分光分析装置のような高性能であるが大型、高価な装置をダウンサイズしてコモディティ化するような技術開発により実現する。本デバイスは特にマイクロ加工により小型化された流路、反応チャンバなどの化学分析システムと組み合わせることによりオンサイト計測が可能となり大きな波及効果をもつ。例えばセンサネットワークのセンサとして機能し、各地の環境汚染物質をリアルタイムで高感度に検出することで、安全・安心な社会へとつながる。実用化に際しては、再現性が高く、また使い捨てが可能な安価な製作プロセスの開発が不可欠である。

#### ◆医療・福祉分野

#### 【超小型体内留置デバイス】

体内局所に長期間留置可能な超小型デバイスが実現される。腹腔や皮下、消化器官内・血管内などに滞在し長期間の物理センシングおよび生体成分センシングを可能にする。一定の場所に位置する他、受動的な移動、自ら能動的に移動することでがんなどの病変部を高い確率で発見し、必要に応じて病変部を治療することもできる。このため早期発見率、治癒率が向上する。バッテリーにより電氣的に駆動されるデバイスの他、高周波給電によるワイヤレス駆動や、電源を必要としない原理の超小型型デバイスも考えられる。例えば微粒子型デバイスとして体外からの X 線や超音波、磁気などの働きかけによって周囲の環境によって造影状態が変化する造影剤のように機能し、デバイス周辺の血糖値や温度、圧力などの情報を 24 時間モニタリングできる。血液循環において肝臓の門脈などに小型のデバイスを長期間滞在させることが可能であり、糖尿病患者の血糖管理などに役立つ。これらの体内留置デバイスの実現には、異種材料により構成される 3 次元構造形成と、長期間の体内留置を



可能とするナノ界面制御技術が不可欠である。

#### 【生体機械ハイブリッドデバイス】

生体分子や細胞などが融合したハイブリッドなデバイスが実現される。生体材料や機能的な高分子材料を用いることで生体情報や環境情報を、従来のセンサに比べ、高速・高感度にセンシングすることができる。これらは、生体に馴染む材料や機構から成り立っているため、生体と機械とのインタフェース(BMI (Brain Machine Interface) など)の強力なツールとなる。たとえば、生体分子として膜タンパク質などが活性を維持したまま人工膜上に再構成され、匂いセンサや味センサなどの超高感度化学量センサとして機能する。また、フレキシブル基板上に神経細胞が3次元培養され、これらを脳表面に当てることで、神経細胞が脳内に軸索を伸ばし、所望の細胞とシナプス結合できるようになる。人工デバイスで制御可能な細胞を通じて、フレキシブル基板から電気・化学的な信号を計測したり、刺激が行なえるようなインタフェースが実現する。これらのデバイスの実現には、生体材料の活性を維持したまま組み込むナノ界面制御技術が必要となる。

#### 【シート型健康管理デバイス】

体表面に湿布のように貼り付けることによって、健康を管理するウェアラブルデバイスが実現される。フレキシブルな多層構造の中に無数のセンサやアクチュエータが分布し、貼った部分の組織表層ばかりでなく内部の情報をセンシングし、裏面ディスプレイに可視化表示したり、貼った部分からのセンシングに基づいた、きめ細かい体内への投薬操作や傷口の治癒促進など簡単な作用を施すことができる。このようなウェアラブルデバイスは携帯電話やインターネットに接続した情報端末との組み合わせにより情報の集積分析、リアルタイムな診断が可能となりその効果は更に大きくなる。たとえば画像診断においては、シート表面に薄型超音波センサアレイが集積化され裏面には平面フレキシブルディスプレイがあるデバイスでは、取得した超音波エコー画像を素人でも2次元の大面积で観察できる。侵襲なく貼り付けることができるため、健康者でも血流や心臓の様子などを判断でき、健康管理に利用できる。また、手術時に医師が容易に体内を観察できるツールにもなる。このようなデバイスの実現には、伸縮性のある配線やデバイス技術、大面积集積化技術が重要となる。

### ◆安全・安心分野

#### 【ユビキタスセンサネットワーク用多機能センサデバイス】

多数で多様なセンサが分散配置され、センサ同士がアドホックネットワークを形成して、ネットワークを通じて様々な状況や情報の入手が可能となり、防犯・セキュリティ、環境リスクへの対応、農産物のトレーサビリティの向上が図れ、安全・安心な社会を実現するユビキタスセンサネットワークを構成する多機能センサデバイスが実現される。さらに、効率的に広域を観測するために、センサネットワーク

を拡大し、宇宙空間からの災害監視や地球観測が可能な革新的なセンサデバイスが実現される。これらデバイスの実現には、高アスペクト比・高密度 3 次元ナノ構造を低損傷かつ十分なスループットで製造する技術、必要とされる部位に選択的にナノ材料を自己組織化させる技術、3次元ナノ構造表面を局所的に修飾する技術、3次元構造表面に均一にナノ構造を転写形成する技術等が必要となる。

#### 【雰囲気伝送・再生デバイス】

人と人とのコミュニケーションをよりやさしく容易にする未来デバイスが実現される。例えば人間の五感のうち、20 世紀よりすでに実用化されている聴覚、視覚伝送デバイスに加え、臨場感の元になるにおいや触覚のセンシングと伝送を可能とするデバイスが出現する。本デバイスは化学物質や触感などを検知するセンサと、再生のためのアクチュエータを基礎部品とし、それらを携帯端末に実装した「集積化タイプ」と、壁紙並みに薄くて軽量大面積シート中にちりばめられた「壁紙タイプ」として実装され、視覚や聴覚素子と組み合わせて超臨場感を手軽に、いつでも、どこでも得ることができるようになる。

#### 【壁紙型アンビエントインテリジェンスデバイス】

壁紙のように軽量かつ大面積を覆うシートエレクトロニクスデバイスが、視覚、聴覚、触覚、嗅覚などの雰囲気伝送に重要な役割を果たすとともに、安全・安心・豊かな生活に貢献する。たとえば、シール状のデバイスを張り合わせるだけで作製可能なインタラクティブ掲示板により、見る人に合わせた情報をリアルタイムで提供するとともに、ネットワーク検索機能や翻訳機能により人と人とのコミュニケーションをより自然に行う手助けをしてくれる。また、壁紙デバイスが環境の異常を検知し、携帯端末と連動して安全・安心な暮らしをサポートする。

このようなデバイスの実現には、大面積シートの加工技術や機能素子のシートへの埋め込み技術、量販店で購入した部品をシール貼りの要領で重ねるだけで配線が自動的に形成される自己組織的配線技術、その場で柔軟に状況認識を行うことのできる集積回路システム技術、などが必要となる。

#### 【万能携帯】

壁紙型デバイスと連携して、視覚、聴覚、触覚、嗅覚などの雰囲気伝送に重要な役割を果たすとともに、安全・安心・豊かな生活に貢献する。顔と名前の一致しない人の記憶を呼び覚ましてくれたり、翻訳機能により言葉や習慣の違う人々の交流を容易にしたりと、人と人とのコミュニケーションをより自然に行う手助けをしてくれる。また、携帯端末に実装可能に小型化されたレーダー、環境センシングデバイス、ヘルスケアデバイスがすべて「万能携帯」に実装されることにより、暴漢・自動車などの接近、危険な化学物質濃度の上昇などの危険な状態を避けることを可能にし、急病や急な事故などを自動的に検知し救助を求めることができるようになる。これらにより、安全・安心・豊かな生活に貢献する。デバイスの実現のために

は、マクスペクトロメータや THz 分光分析装置のような、高性能であるが大型、高価な装置をダウンサイズしてコモディティ化するための技術開発、特に深掘り3次元構造と、3次元構造上への成膜技術、その場で柔軟に状況認識を行うことのできる集積回路システム技術、などが必要となる。

## (2) 研究開発の取り組み

研究開発の推進については、MEMS の一層の高度化に資する技術開発が重要である。例えば、高集積化・複合化・ナノ機能付加を図るとともに、次世代キーデバイスを生み出すための革新的デバイス基盤技術を確立するため、産学官連携のもと、従来異分野とされてきたバイオテクノロジー等との融合を図りながら研究開発を促進することが必要である。

このため、MEMS の一層の高度化に資する技術開発(高集積・複合化・ナノ機能付加技術、革新的デバイス基盤技術、等)を実施する。

## (3) 関連施策の取り組み

MEMS 技術・製品を世界市場に広く普及するために技術戦略マップに基づく MEMS 標準化戦略の策定、国際規格案の開発、提案、推進等の標準化活動に継続的に取り組むことが重要である。

MEMS の一層の実用化促進を図るため、他産業の企業や製造設備を有していない企業でも容易に MEMS ビジネスに参入できるように、MEMS 用設計・解析支援システムを開発した。その成果を活用しつつ、実習を中心とした人材育成及び試作環境の充実、製造拠点(ファンドリー)強化など MEMS 産業全体の競争力の維持・強化を図ることが重要である。

これらの取り組みは、MEMS の新たな製造技術開発の進捗に合わせていち早く実行することが重要である。

### [導入補助・支援]

- ・研究開発施策の成果を活用した MEMS 用設計解析ソフト(MemsONE Ver. 1.0)の商用展開や、MEMS ファンドリーサービス(MEMS 設計・試作・製造の受託サービス)のネットワーク展開が図られている。
- ・MEMS 関連産業の活性化を目指し、特に産業強化と裾野拡大のため、MEMS 開発を容易にしファンドリー産業などへスムーズに繋ぐ DD センターの設立。

### [国際標準化]

- ・IEC/TC47(半導体デバイス)において、MEMS 構成材料の試験方法、加工プロセスの評価法、基盤共通複合分野の試験法等が検討されている。

### [知的基盤整備]

- ・研究開発プロジェクトにおいて、研究開発の成果を MEMS 知識情報データベースとして整備する取り組みが進展している。

例 1)高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト(事業期間:2006 年度~2008 年度)

では、成果として得た知識データの収集・整理を実施している。

例 2) 異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト(2008 年度より実施)では、開発によって得られる新たな知見について、系統的に収集・蓄積してデータベース化することが研究開発計画に位置付けられている。

〔広報・啓発〕

- ・世界最大規模の MEMS 等に関する国際展示会である、マイクロマシン/MEMS 展の開催を支援。

〔人材育成〕

- ・産学連携製造中核人材育成事業(経済産業省委託事業)において、以下の人材育成が実施されている。

例)「MEMS 人材育成実証講座」、「次世代産業基盤技術となる MEMS 関連産業人材育成システム」や「マイクロ・ナノ量産技術と応用デバイス製造に関する新事業開拓イノベーション人材育成」などのプロジェクトを通して MEMS 開発の中核をなす人材の育成が試みられている。

〔産学官連携〕

- ・一つの研究開発拠点に大学、複数企業が集まる集中研方式にて、平成 20 年度より異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクトが実施されている。

#### (4) 海外での取り組み

- ・海外での大学等の MEMS 関連研究開発機関の代表例として以下が挙げられる。

◆欧州

ドイツ： フラウンフォーファー研究所(Fraunhofer-Gesellschaft) IZM(Institute for Reliability and Microintegration)、IMS(Institute for Molecular Science)、IIS(Institute for Integrated Circuits)、IPMS(Institute for Photonic Microsystems)

フランス： 原子力電子情報技術研究所(Leti、Laboratoire d'Electronique de Technologie de l'Information)

国立科学研究センター(CNRS、Centre de la National Recherche Scientifique)

スイス： ニューシャテル大学マイクロ・テクノロジー研究所  
CSEM(Swiss Center for Electronics and Microtechnology, Inc.)  
スイス連邦工科大学(EPFL、Ecole Polytechnique Federal de Lausanne:  
Federal Institute of Technology)

ベルギー： IMEC(Interuniversity MicroElectronics Center)

フィンランド:技術開発研究センター(VTT(Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus)、  
Technical Research Centre)

◆北米

米国： カリフォルニア大学 BSAC(Berkeley Sensor and Actuator Center)  
スタンフォード大学 CIS(Center for Integrated Systems)  
ミシガン大学集積化ワイヤレスマイクロシステム研究センター(WIMS、  
Center for Wireless Integrated Microsystems)  
マサチューセッツ工科大学 MEMS@MIT(Massachusetts Institute of  
Technology)  
ジョージア工科大学 CMMT(Center for MEMS and Microsystems  
Technologies)  
サンディア国立研究所(SNL, Sandia National Laboratories)

◆アジア

シンガポール： IME(Institute of Microelectronics)  
シンガポール製造技術研究所(SIMTech, Singapore Institute of  
Manufacturing Technology)  
台湾： ITRI(Industrial Technology Research Institute)  
中国： 清華大学  
北京大学  
上海交通大学  
上海マイクロシステム・情報技術研究所(SIMIT, Shanghai Institute of  
Microsystem and Information Technology)  
韓国： 韓国科学技術院(KAIST, Korea Advanced Institute of Science and  
Technology)  
KIMM(Korea Institute of Machinery and Materials)

- ・ MEMS 関連の欧州、米国、中国における国家レベルのプロジェクトの状況は以下の通りである。

◆欧州

欧州の大規模プロジェクトである「FP7(EU 第7次研究枠組み計画)」は2007年にスタート、2013年までの7年間に8兆5,000億円を投じて広範囲の研究開発を進める。この中でマイクロ・ナノデバイス関連テーマである「ナノサイエンス・ナノテク・材料・新生産手法」には3,960億円が投じられる。テーマのキーワードは「コンバージェンス(融合)」であり、さまざまな機能を1つのデバイスに集約することを目的としている。

◆米国

DARPA(国防総省高等研究計画局)が「Nano-MEMS Program」プロジェクトを推進。2006~2009年に128億円を投じる。ハイリスクハイリターンである74テーマを推進している。バイオを含む多様な機能とLSIなどとの融合を進める研究テーマが多数ある。

#### ◆中国

中国では 2005~2010 年の 6 年間で 45 億円を投じ、MEMS/NEMS (Nano Electro Mechanical Systems: ナノ電気機械システム) 関連研究を加速させる。これは年間 10 億円弱の規模となる。

#### (5) 改訂のポイント

- 現在の経済産業省の研究開発とその関連施策を示すイノベーションプログラム基本計画の内容を反映させた。

## II. 技術マップ

### (1) 技術マップ

MEMS は、小型で省エネルギー性に優れた高性能の部品を作ることが出来るため、通信、自動車等の既存の産業分野における部品の小型化・高機能化・省エネルギー化のための代替部品やバイオ分野における部品の小型化による新規部品としてのニーズが高まると見込まれている。

また、MEMS は、トップダウンプロセスである微細加工と、ボトムアッププロセスであるナノ・バイオプロセスとを融合したマイクロ・ナノ統合製造技術の確立により、その応用範囲を急速に広げ国家・社会的課題である「環境・エネルギー」、「医療・福祉」、「安全・安心」分野で新しいライフスタイルを創出する革新的キーデバイスとして広く浸透すると予測される。(上記の参考:10 年後および 20 年後の MEMS 製品の具体的イメージ)

このようなニーズに対応するためには、MEMS 製品の高機能化（高速スイッチング、小型化等）及び MEMS 製造プロセスにおける低コスト化と、設計・解析技術等の基盤技術の確立が喫緊の課題であり、技術マップにおいて、技術課題をエッチング技術、成膜技術、成形技術、形成技術、異種融合技術、プロセス連続化・大面積化技術、前・後処理技術、実装技術、検査・評価技術、設計・解析技術、製造システム技術等に大別した上で、それぞれについて詳細に示した。個々の技術の「出口」については、MEMS 製品が非常に広範囲に応用されうるものであることを踏まえ、主として想定される応用分野を技術ごとに示した。

### (2) 重要技術の考え方

上記 I、II を踏まえれば、

- ① MEMS の高機能化、または低コスト化に大きく貢献する技術
- ② MEMS 全般に広く貢献する基盤技術

が重要技術の評価の視点として挙げられる。

また、2025 年までを考えると、その技術が中期的な視点で重要なものか、長期的な視点で重要なものかを評価しておくことが必要である。そこでこれらの視点から技術を評価し、色分けして示した。

### (3) 改訂のポイント

- 中・長期的な視点での重要技術について、見直しを行った。

## Ⅲ. 技術ロードマップ

### (1) 技術ロードマップ

技術マップに示した重要技術課題ごとに、研究開発により達成されるべきスペックを示した。

### (2) 改訂のポイント

- 各要素技術のスペックについて、詳細に見直しを行った。
- 技術マップに対応して、中期的な視点での重要技術と長期的な視点での重要技術を、色分けして区別した。

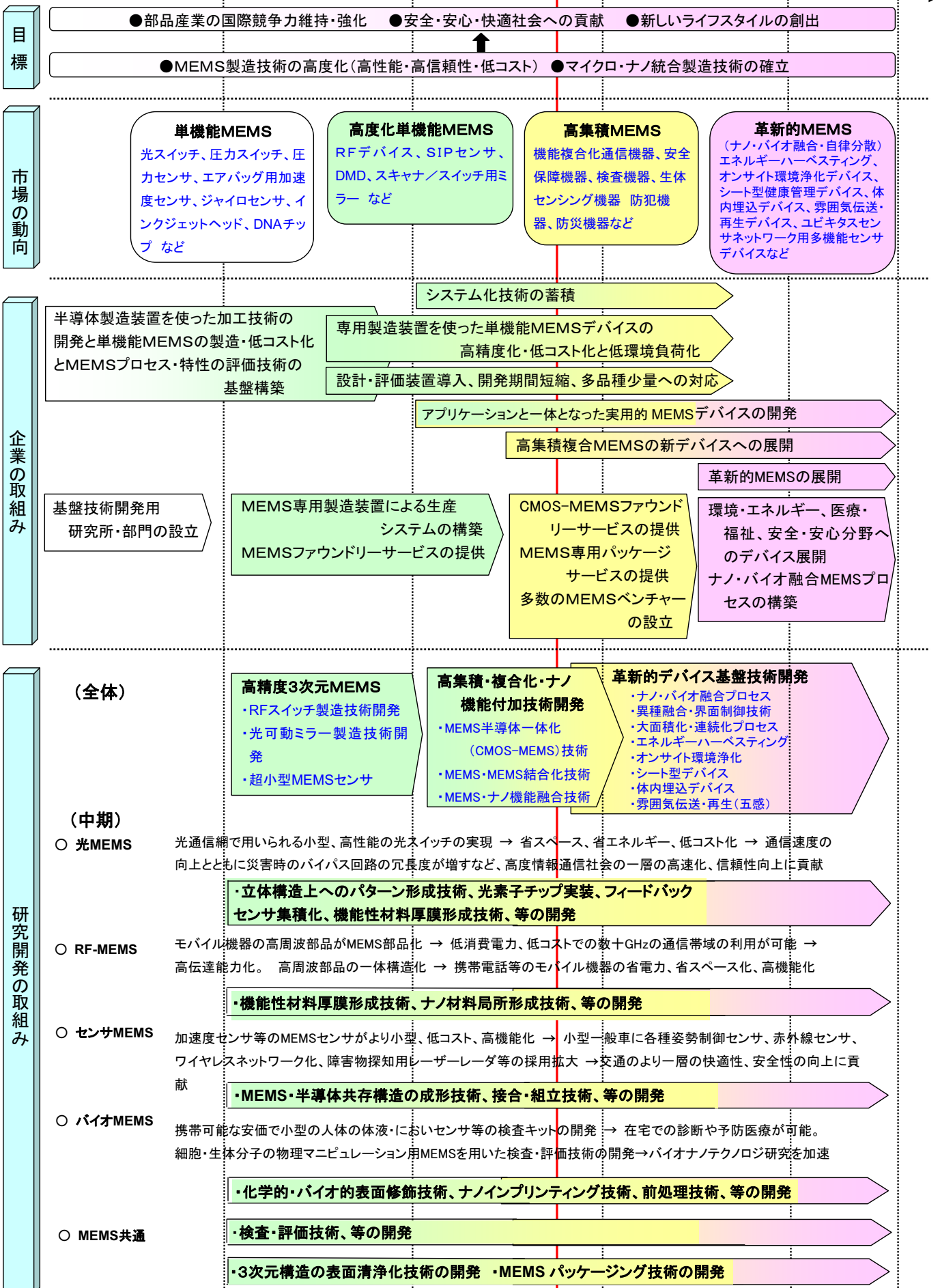
## Ⅳ. その他の改訂ポイント

### ○ベンチマーキングの改訂

- 我が国の MEMS 分野の競争力比較のうち、論文発表の動向について、2008 年のデータを含めた。【MEMS 分野の国際競争ポジション】

# MEMS分野の導入シナリオ(1/3)

(~2000)      2000      2005      2009      2010      2015      2025





# MEMS分野の導入シナリオ(2/3)

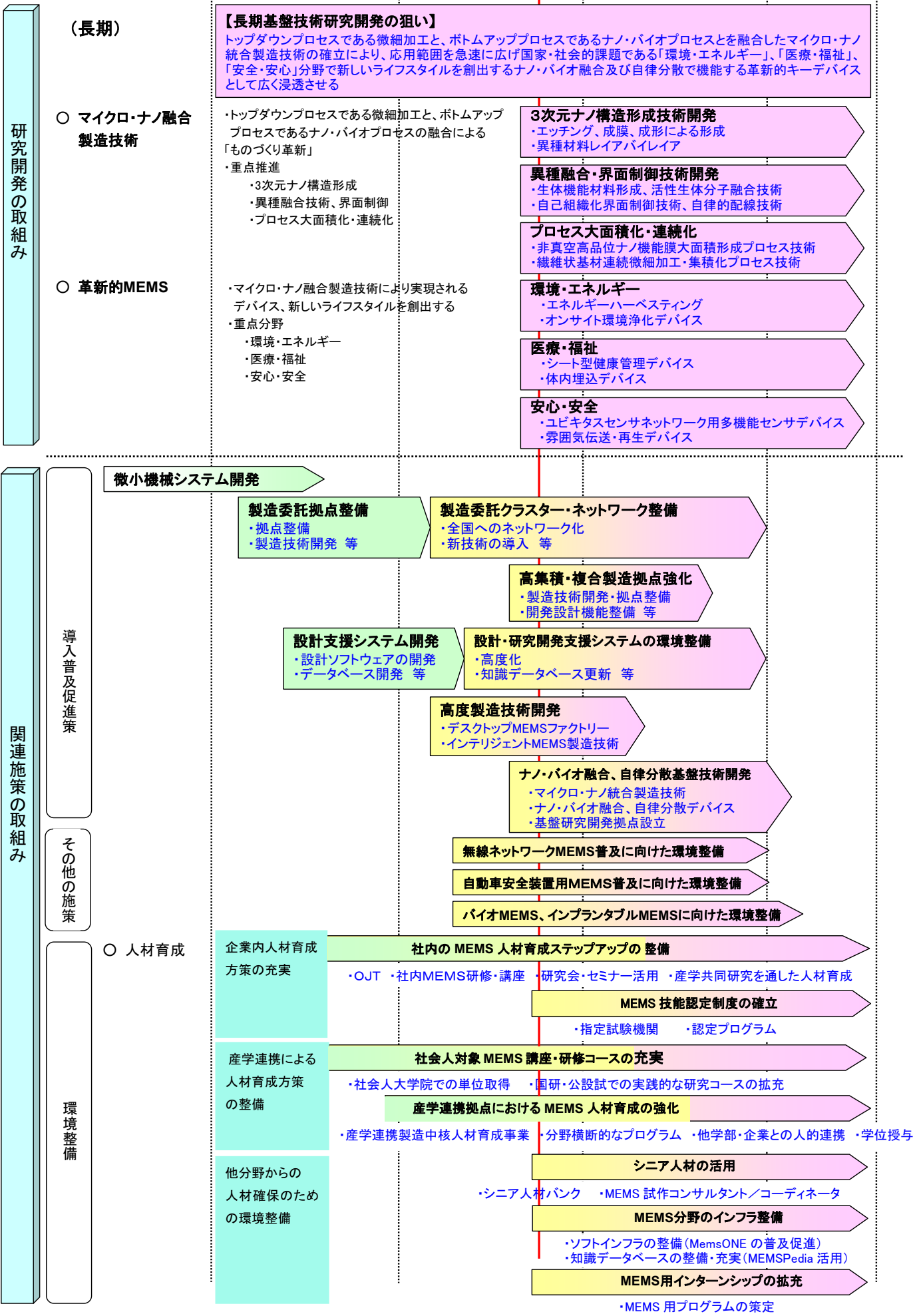
2000

2005

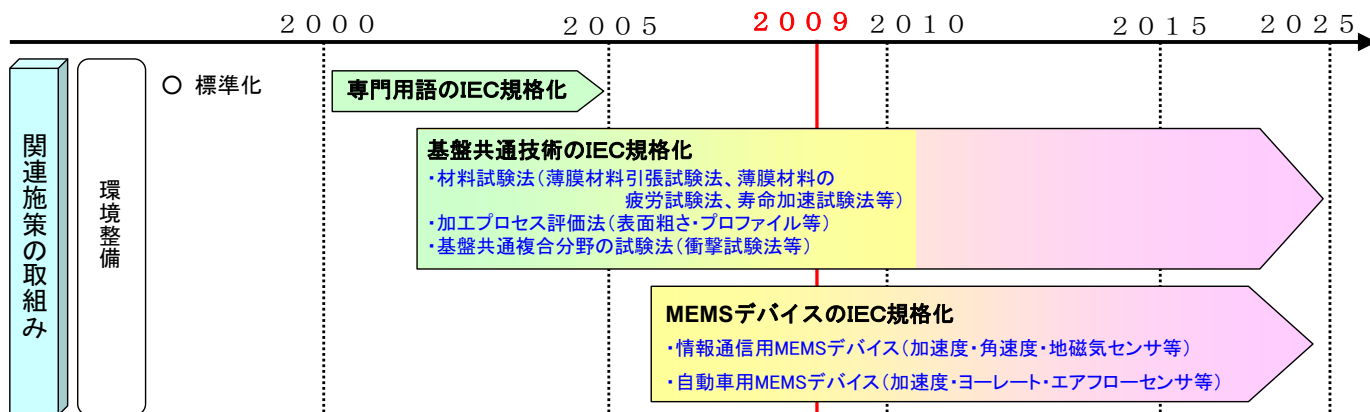
2009 2010

2015

2025



# MEMS分野の導入シナリオ(3/3)



# MEMS分野の技術マップ(1/2)

MEMS要素技術			分野
エッチング技術	高精度・微細エッチング技術	0101 高アスペクト比貫通孔形成技術	共通
		0102 高アスペクト比ナノレンチ加工技術	共通
		0103 ディープドライエッチング技術	共通
		0104 高精度微細エッチング技術	共通
		0105 ウエハレベル均一エッチング技術	無線通信、バイオ、共通
		0106 非シリコン材料加工技術	共通
		0107 無損傷加工技術	共通
	3次元ナノ構造形成技術	0108 3次元表面加工技術	無線通信
		0109 自由曲面加工技術	エネルギー
		0110 立体構造上へのパターン形成技術	共通
		0111 シングルポイントプロセス技術	共通
		0112 ナノピラー形成技術	共通
		0113 ナノポラス形成技術	共通
		0114 ナノプローブ・エッチング加工技術	バイオ、情報通信、共通
0115 MEMS・半導体共存構造の低損傷エッチング技術	共通		
成膜技術	高品位厚・薄膜成膜技術	0201 機能性材料厚膜形成技術	共通、無線通信
		0202 非真空薄膜形成技術	安心・安全、環境、エネルギー
		0203 機能性材料ナノ薄膜多層形成技術	安心・安全、環境、エネルギー
		0204 平滑・低残留応力薄膜形成技術-3次元低温成膜技術	光、無線通信、共通
	3次元ナノ構造形成技術	0205 3次元形状表面上成膜技術	光、共通
		0206 シングルポイントプロセス技術	共通
		0207 ナノポラス膜形成技術	共通
		0208 ナノピラー/ドット形成技術	共通
0209 MEMS・半導体共存構造の低ストレス・高耐久性薄膜形成技術	共通		
成形成技術	マイクロプレス成形成技術	0300 ナノインプリンティング技術-低損傷/パターンニング技術	共通、バイオ
		0301 ナノフォーミング技術	共通
		0302 ナノ転写・形成複合プロセス技術	共通
		0303 マイクロエンボス加工技術	光
	0304 ナノ粉体成形加工技術	共通、バイオ	
	0305 貫通孔埋め戻し技術	共通	
	3次元ナノ構造形成技術	0306 3次元マイクロ立体型成形技術	共通
		0307 3次元表面ナノ加工技術	共通
		0308 3次元自由曲面エンボス加工技術	共通
		0309 3次元表面修飾技術	共通
0310 3次元形状めっき成形技術		共通	

注:   は、中期的な視点での重要技術  
  は、長期的な視点での重要技術

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的形成技術	0401 ナノ材料局所形成技術	無線通信、バイオ	
		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	
		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	
	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)	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	
		0415 MEMS・半導体共存構造の成形成技術	共通	
	0416 可動ナノ構造形成技術	共通		
異種融合技術	ナノ・バイオ融合技術	0501 界面制御技術	環境、医療・福祉	
		0502 活性細胞融合技術	環境、医療・福祉	
		0503 活性生体分子融合技術	環境、医療・福祉	
	ナノ・有機材料融合技術	0504 有機ナノピラー形成技術	エネルギー、環境、医療・福祉	
		0505 有機ナノポラス形成技術	エネルギー、環境、医療・福祉	
		0506 ナノ間隙への有機充填技術	エネルギー、環境、医療・福祉	
	3次元構造形成技術	0507 異種材料レイアバイレイア積層技術	共通	
		0508 異種材料の厚膜積層技術	共通	
		0509 パターン付き成膜および多層化技術	共通	
		0510 メカノバイオ/半導体ハイブリッド積層技術	共通	
自己組織化技術	0511 3次元ナノ構造移植・積層技術	共通		
	0512 セルフアライメントによる位置決め技術	共通		
	0513 マルチCNTプローブ製造技術	共通		
配線技術	配線技術	0514 ナノホール選択金属成長技術	共通	
		0515 ナノワイヤ選択配線技術	共通	
		0516 CNT成長用触媒粒子の自己組織化配列技術	共通	
		0517 CNT配線技術	共通	
		0518 自律的配線形成技術	共通	
		0519 伸縮性導体形成技術	共通	
		組立技術	0520 界面制御を利用した自律組立技術	共通
			0521 界面物理化学評価技術	共通
		界面物性評価技術	0522 ナノ領域におけるトライボロジー評価技術	共通

## MEMS分野の技術マップ(2/2)

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
実装技術	組立技術	0801	高精度位置決め技術	共通
		0802	MEMS・半導体共存の接合・組立技術	共通
	接合技術	0803	低温・低応力接合技術	光、無線通信、バイオ、共通
	パッケージ技術	0804	封止技術	光、エネルギー、センサ、
		0805	高度実装技術	共通
		0806	トリミング技術	センサ
		0807	カッティング技術	共通
検査・評価技術	各種検査・評価技術	0901	形状測定技術	共通
		0902	強度等デバイス特性評価技術	共通
		0903	システム信頼性評価技術	無線通信
		0904	生体情報評価技術	バイオ、医療・福祉
		0905	微小領域における物理量計測技術	共通
		0906	検査評価用解析技術	共通
設計・解析技術	MEMSシミュレーション技術	1001	機構解析技術	共通
		1002	プロセス解析技術	共通
		1003	システム化解析技術	共通
	マルチスケールシミュレーション技術	1004	ナノ/マイクロ/マクロ解析モデリング技術	共通
	マルチフィジクスシミュレーション技術	1005	電場・磁場・構造・熱・流体の連成解析技術	共通
	データベース構築	1006	材料・界面・プロセス	共通
		1007	知識	共通
製造システム技術		1101	多品種少量・省エネ・フレキシブル加工システム技術	共通

## MEMS分野の技術ロードマップ(1/12)

MEMS要素技術 分類-1 エッチング技術	MEMS要素技術 分類-2 エッチング技術	重要技術課題	分野	指標	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2025年	製品 (MEMS技術の適用品)	
MEMS要素技術 分類-1 エッチング技術	MEMS要素技術 分類-2 エッチング技術	高アスペクト比貫通孔形成技術	共通	貫通孔形成の狭ビッチ化 加工精度 加工誤差 アスペクト比 (深さ/孔径) 孔径 ピッチ 加工速度 シフト量 分岐数	100 200/2 5 20 0.2 μm	5 μm 150 200/1.5 5 μm 3 μm 3 μm 500 μm 1本~2本	150 200/1.5 5 μm 3 μm 3 μm 500 μm 1本~2本	200/1.5 200/1.5 3 μm 3 μm 3 μm 25 μm/min 1000 μm 1本~4本	5 μm 5 μm 3 μm 3 μm 3 μm 30 μm/min 1000 μm 1本~4本	200 200/1 200 200/1 200 30 μm/min 1000 μm 1本~4本	1 μm 200 200/1 2 μm 2 μm 30 μm/min 1000 μm 1本~4本	1 μm 200 200/1 2 μm 2 μm 30 μm/min 1000 μm 1本~4本	1 μm 200 200/1 2 μm 2 μm 30 μm/min 1000 μm 1本~4本	0.1 μm 誤差低減 500 200/0.25 0.2 μm 0.2 μm 50 μm/min	物理量センサ等ICによる番号処理を有するMEMS製品 ウエハレベルパッケージング構成での共通基盤技術。光分野のエピキタスマイクログラフ技術。高精度流量分布センサ、マイクロフロー計測センサ、マイクロミラー応用デバイスも共通に含まれた。	
		高アスペクト比ナノレンチ加工技術	共通	斜め方向への貫通孔形成 微小ギャップ梁掘り	5 20 0.2 μm	5 20 0.2 μm	5 20 0.2 μm	5 20 0.2 μm	5 20 0.2 μm	5 20 0.2 μm	5 20 0.2 μm	5 20 0.2 μm	5 20 0.2 μm	5 20 0.2 μm	5 20 0.2 μm	縦型静電容量センサ 高性能細アークチュエータ
		ティーフドライエッチング技術	共通	側壁面の粗さ・平面度向上	λ=例えば680nmと想定 rms= λ/20											
MEMS要素技術 分類-1 エッチング技術	MEMS要素技術 分類-2 エッチング技術	高精度微細エッチング技術	共通	側壁面形状評価 (PVA値・曲率半径など) Line and space アスペクト比 表面平坦性	100nm 10 2-3nm	100nm 10 2-3nm	100nm 10 2-3nm	100nm 10 2-3nm	100nm 10 2-3nm	100nm 10 2-3nm	100nm 10 2-3nm	100nm 10 2-3nm	100nm 10 2-3nm	50nm 100	多機能情報携帯端末モバイル端末	
		ウエハレベル均一エッチング技術	無線通信	深掘り加工の底面平滑化 ウエハ面内のエッチングの均一化	8 5%	8 5%	8 5%	8 5%	8 5%	8 5%	8 5%	8 5%	8 5%	20 1%	多機能情報携帯端末モバイル端末	
		ハイオ	大面積化、ナノ構造エッチング (ガラス)	大面積化、ナノ構造エッチング (ガラス)	8 段差=50 μm	8 段差=50 μm	8 段差=50 μm	8 段差=50 μm	8 段差=50 μm	8 段差=50 μm	8 段差=50 μm	8 段差=50 μm	8 段差=50 μm	8 段差=50 μm	20 1%	ハイオ分析
MEMS要素技術 分類-1 エッチング技術	MEMS要素技術 分類-2 エッチング技術	非シリコン系材料加工技術	共通	加工速度 加工選択比	200nm 100:1	200nm 100:1	200nm 100:1	200nm 100:1	200nm 100:1	200nm 100:1	200nm 100:1	200nm 100:1	200nm 100:1	5nm 1000:1	MEMS全般 (光、RF、パワー、ファイブ)	
		MEMS要素技術 分類-1 エッチング技術	共通	加工速度 加工選択比	0.1-0.6 μm/min 100:1	0.1-0.6 μm/min 100:1	0.1-0.6 μm/min 100:1	0.1-0.6 μm/min 100:1	0.1-0.6 μm/min 100:1	0.1-0.6 μm/min 100:1	0.1-0.6 μm/min 100:1	0.1-0.6 μm/min 100:1	0.1-0.6 μm/min 100:1	0.1-0.6 μm/min 100:1	10 μm/min 1000:1	MEMS光スキャナ (1次元~3次元)、セラミックス表面の3次元加工は直ぐ下に含まれる
MEMS要素技術 分類-1 エッチング技術	MEMS要素技術 分類-2 エッチング技術	無損加工技術	共通	無損加工技術 無損加工技術 無損加工技術 無損加工技術 無損加工技術	2-3nm <10E15 <10E15 <10E15 <10E15	2-3nm <10E15 <10E15 <10E15 <10E15	2-3nm <10E15 <10E15 <10E15 <10E15	2-3nm <10E15 <10E15 <10E15 <10E15	2-3nm <10E15 <10E15 <10E15 <10E15	2-3nm <10E15 <10E15 <10E15 <10E15	2-3nm <10E15 <10E15 <10E15 <10E15	2-3nm <10E15 <10E15 <10E15 <10E15	2-3nm <10E15 <10E15 <10E15 <10E15	0.1nm <10E11 <10E11 <10E11 <10E11		
		MEMS要素技術 分類-1 エッチング技術	共通	無損加工技術 無損加工技術 無損加工技術 無損加工技術 無損加工技術	2-3nm <10E15 <10E15 <10E15 <10E15	2-3nm <10E15 <10E15 <10E15 <10E15	2-3nm <10E15 <10E15 <10E15 <10E15	2-3nm <10E15 <10E15 <10E15 <10E15	2-3nm <10E15 <10E15 <10E15 <10E15	2-3nm <10E15 <10E15 <10E15 <10E15	2-3nm <10E15 <10E15 <10E15 <10E15	2-3nm <10E15 <10E15 <10E15 <10E15	2-3nm <10E15 <10E15 <10E15 <10E15	2-3nm <10E15 <10E15 <10E15 <10E15	0.1nm <10E11 <10E11 <10E11 <10E11	

## MEMS分野の技術ロードマップ(2/12)

MEMS要素技術 分類-1	MEMS要素技術 分類-2	No.	重要技術課題	分野	指標	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2025年	製品 (MEMS技術の適用品)		
						スキンドープスの1/2以下	スキンドープスの1/2以下	スキンドープスの1/2以下	スキンドープスの1/2以下	スキンドープスの1/3以下	スキンドープスの1/3以下	スキンドープスの1/3以下	スキンドープスの1/3以下	スキンドープスの1/3以下	スキンドープスの1/3以下		スキンドープスの1/3以下	スキンドープスの1/3以下
MEMS要素技術 分類-1	MEMS要素技術 分類-2	0108	3次元表面加工技術	無線通信	3次元表面加工 表面精度 (nm) 周波数60GHz 表面精度 (nm) 周波数60GHz 面精度 加工可能な方向 (面) 立体形状表面への パターン形成 メカニカルリソグラ フィー 3次元光リソグラ フィー技術	スキンドープスの1/2以下	1軸周りに 方位	5μm	5μm	垂直面に wet等方・ dry等方性 エッチング	軸周りに正 面 立体の上 平面部	1μm	全方位	0.1μm	マイクローターピン、流体デバイス MEMS全般(光、RF、パワー、 ファイバー) 特殊プリズムなど立体的な光 素子 実装部品			
		0109	自由曲面加工技術	エネルギー	自由曲面加工	曲面精度 (nm) 周波数60GHz	スキンドープスの1/2以下											
		0110	立体構造上へのパ ターン形成技術	共通	立体形状表面への パターン形成 メカニカルリソグラ フィー 3次元光リソグラ フィー技術	立体形状表面への パターン形成 メカニカルリソグラ フィー 3次元光リソグラ フィー技術	スキンドープスの1/2以下	1軸周りに 方位	5μm	5μm	垂直面に wet等方・ dry等方性 エッチング	軸周りに正 面 立体の上 平面部	1μm	全方位	0.1μm	マイクローターピン、流体デバイス MEMS全般(光、RF、パワー、 ファイバー) 特殊プリズムなど立体的な光 素子 実装部品		
		0111	シングルポイントプロ セス技術	共通	マスクレジスタイレーク ト リソグラフィ	最小線幅ノ ズ	スキンドープスの1/2以下										LSIパターンニング	
		0112	ナノビラー形成技術	共通	局所(エッチング)除 去加工 2次元表面分子膜技 術 サイズの制御性	無欠陥、もしくは 欠陥制御	スキンドープスの1/2以下	形状の統 計的評価	3μm角	3μm角	斜面にdry風方性 エッチング	無損傷Si 直径 100nm、ア スペクト100	10μm角			50μm角 深さ、直径、周期の ばらつき原子レベル	分子認識チップ、ナノ潤滑膜	
		0113	ナノポーラス形成技 術	共通	材料選択の幅		ウエットによるSiなど の知られた材料											
		0114	ナノプロープエッチ ング加工技術	バイオ、情報通 信	ナノプロープエッチ ング形成における高密 度化・均一化 磨耗	先端部加工精度 (面内均一性) 同時加工数(プ ロープ数) 寿命(時間) 密度 面積	±10nm 1E 6本/cm2 5000秒 20μmピッチ 4インチ											プローブメモリ、走査型マルチ プローブ顕微鏡
		0115	MEMS・半導体共存 構造の低損傷エッチ ング技術	共通	被加工領域の損傷 の低減	MEMS加工部の最 大アスペクト比 MEMS部の最小加 工寸法 搭載LSIの加工寸 法	10nm 2.5 2μm 350nm											ユビキタスセンサーチップ、モ バイル機器用センサーチップ 及びRF MEMS、車載用センサー、 医療介護用ハイタルセンサー
		0201	高品位 厚・薄膜 成膜技術	共通	機能性材料厚膜化と 高速化・高品質化	成膜速度 アスペクト比 多層化 残留応力低減(影 響) 高配向化	100μm /min 5 2層 500nm 1mm/single material	材料によって異なるので何とも 言えないが、1mm角程度までハ ル材で可能という前提で... 500μm /min 100μm /min 5 4層 1000nm 3μm/single material										人工超格子、メモリ、センサ

## MEMS分野の技術ロードマップ(3/12)

MEMS要素技術 分類-1	MEMS要素技術 分類-2	重要技術課題	分野	指標	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2025年	製品 (MEMS技術の適用品)	
		非真空薄膜形成技術	無線通信	磁性材料の高品質化	ハルク材に対し 30% 曲率半径 500mm	70% 曲率半径 1000mm		(曲率半径は複数の膜の総合的な内部応力で決定されると仮定)	100%							
				配線材料の高品質化 電気接点の耐久性向上 機能(電子材料) 機能(機械、光学)	残留磁束密度 低応力化と高再帰性 閉回路(高耐久) 移動度 堆積面積 均一度											
0202		機能性材料ナノ薄膜多層形成技術	安心・安全、環境、エネルギー	基材	シート、プレート											
				半導体超格子の構造制御	膜厚ゆらぎ 面積	<0.1nm 数10 cm角	<0.1nm 数10 cm角									
0203		平滑・低残留応力薄膜形成技術-3次元低温成膜技術	光	ナノキャパシタの多層化 誘電体多層膜による高反射率、低応力成膜	層数・誘電率 平均分光反射率 膜の内部応力(基板の反りに置き換えて曲率半径で判断)	単層・100 90% 曲率半径 1000mm	3層・300	95% 曲率半径 1000mm								受動素子内蔵基板 蓄電素子 MEMSによる波面変調素子、 チューナブル分光素子
				膜の表面粗さと応力の制御(犠牲層含む)	表面粗さ(Ra) 膜厚制御 ギャップ量	10nm 1%以下 1μm	5nm 0.1%以下 0.3μm									
0204		3次元形状表面上成膜技術	共通	圧電薄膜形成	膜厚/ひずみ量(d31)	5μm/0.001% (-100ppm/V)										
				高分子圧電薄膜形成	微細化/発電力	1mm角/0.1MPa 50μm 20/20μm	100μm角/1MPa									
0205		シングルボイントプロセス技術	共通	ナノ細孔内壁への薄膜形成	段差 最小線幅/スペース	100μm 20/20μm										
				アスペクト比(柱径/深さ)	アスペクト比(柱径/深さ)	10 (1μm/ 10μm)	10/10μm									
0206		ナノボラーラス成膜技術	共通	2次元表面分子膜技術	無欠陥、もしくは欠陥制御	1μm角										
				細孔径制御技術	孔径	400nm	100nm									
0207		ナノボラー/ドット形成技術	共通	サイズの制御性	形状の統計的評価	200nm										
				深さ、直径、周期のばらつき原子レベル	自己組織化手法による50nm以下のナノボ	自己組織化手法による100nm以下の均一ナノピラー	自己組織化手法による10nm以下の均一ナノドット	1nm	0.1nm							
0208		MEMS・半導体共存構造の低ストレス、高耐久性薄膜形成技術	共通	形成膜厚	形成膜厚	0.2~ 5μm	0.1~ 10μm									
				残留応力	残留応力	0.2GPa	0.1GPa									
LSIプロセス融合成膜技術				耐久性薄膜形成	耐疲労・吸湿・透湿性(特性変化率/10年)	1%	0.50%									
				混重LSIの加工寸	混重LSIの加工寸	0.10%	0.20%									



## MEMS分野の技術ロードマップ(4/12)

MEMS要素技術 分類-1 形成技術	MEMS要素技術 分類-2 形成技術	No.	重要技術課題	分野	指標	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2025年	製品(MEMS技術の適用品)				
形成技術 (機能化・ 表面改質)	ナノ機能 材料選択 的的形成技 術	0301	ナノインプリント 技術-低損傷パ ターンニング技術	共通	光学無織レンズ、バ イナリレンズエンボス リング	0.8 μm		0.6 μm			0.3 μm				50nm	マイクロオプティクス、マイクロミラー-応用デバイス、液晶セル、液晶ディスプレイ、液晶センサー				
				ハイオ	レンズ形態	凹 凸形状レンズ	ハイナリ レンズ													
				面積	2インチ	4インチ												20インチ		
				ナノサイズのナノイン プリント	ナノサイズ構造 サブミクロン凹凸構造	100nm	3次元立体構造 形成技術	3次元立体構造 形成	適応材料拡張:樹脂→ガラス・金属→セラミックス							20nm			在宅診断のためのモバイルヘルスケアシステム、分散型ネットワークによる広域環境モニタリングシステム、超小型モバイル分析システム、超高速スクリーニングシステム、早上型化学合成システム	
				共通	マイクロ打抜き加工	最小加工サイズ	50 μm		30 μm								10 μm		メタルベースMEMS、低コスト指向(ディスプレイ-サブセル)分析チップ	
				共通	マイクロ鋳造	最小加工サイズ	50 μm		30 μm								10 μm		受動素子内蔵基板	
				共通	ナノ転写・形成複合 プロセス技術	転写面積・回数	1mm角・ 1回		5mm角・ 5回								10mm角・ 10回			
				光	アレイレンズエンボ リングの表面積化	面積														マイクロオプティクス、液晶ディスプレイ、液晶センサー
				共通、ハイオ	ナノ粉体成形加工技 術	ナノ粉体サイズ	2インチ		4インチ									12インチ		
				共通	貫通孔理め直し技術	ウエハレベル貫通電 極形成	50													ウエハレベルパッケージング構 造での共通基盤技術
3次元ナ ノ構造形 成技術	3次元ナ ノ構造形 成技術	0307	3次元マイクロロ立体 型成形技術	共通	孔径	5 μm					2.5 μm				0.5 μm					
				共通	ピッチ	10 μm							5 μm				1 μm			
				共通	加工温度	100°C														
				共通	シフト量															
				共通	分岐数															
				共通	加工寸法	高難型(微細化・高 アスペクト比)														
				共通	高難型(微細化・高 アスペクト比)	孔径	2 μm											0.5 μm		
				共通	3次元マイクロ型表 面のナノ構造形成	加工寸法	10 μm								200 μm			1mm		
				共通	3次元自由曲面エ ンボス加工技術	加工寸法	100 μm											10nm		
				共通	3次元自由曲面エ ンボス加工技術	加工寸法	10 μm											500nm		
形成技術 (機能化・ 表面改質)	ナノ機能 材料選択 的的形成技 術	0311	3次元形状めつき成 形技術	共通	曲率半径	∞									500 μm					
				共通	3次元の立体型の難 溶性向上やホットエ ンボスされた蓋分子 材料の3次元表面を 選択的に修飾	ハターン位置合 せ精度	5 μm													
				共通	選択的に3次元形状 をマスキ	ハターン寸法	1 μm													
				共通	ナノ材料の選択的形 成(位置制御)	位置精度	±2 μm											±0.5 μm		
				共通	ナノ材料の選択的形 成(厚み制御)	厚み精度	<0.2 μm											<0.08 μm		
				共通	ナノ材料の選択的形 成(形成領域)	最小領域	φ2 μm											φ0.8 μm		
				共通	選択的ナノインテグ レーション	微細化	10nm											φ10nm		
				共通	ナノ材料の選択的形 成(位置制御)	位置精度	±1 μm											±0.2 μm		
				共通	ナノ材料の選択的形 成(厚み制御)	厚み精度	<0.1 μm											<0.05 μm		
				共通	ナノ材料の選択的形 成(形成領域)	最小領域	φ1 μm											φ0.3 μm		
共通	選択的ナノインテグ レーション	微細化	10nm											φ10nm						





## MEMS分野の技術ロードマップ(6/12)

MEMS要素技術 分類-1	MEMS要素技術 分類-2	No.	重要技術課題	分野	指標	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2025年	製品 (MEMS技術の適用品)			
MEMS要素技術	分類-1	0408	分子の自己組織化現象応用表面制御技術	安心・安全	SAMアンカー膜形成・最薄技術	配向制御精度 最大面積 収率 安定性 同時計測チャンネル数 付加分子	80% 50 × 50nm 60% 30分程度 4チャンネル		200 × 200nm 2時間 4チャンネル							研究用心臓ペーストデバイス チップカラム、微量分離 微量精製			
		0409	ナノ粒子自己整列技術	共通	再構成膜	再構成膜	60% 30分程度			80% 2時間		半日					90% 一日	チップカラム、微量分離 微量精製	
		0410	脂質二重層形成技術	共通	膜タンパク質チップ形成	膜タンパク質チップ形成	同時計測チャンネル数 付加分子	1チャンネル ペプチド			4チャンネル							超並列同時計測	
		0411	金属・有機半導体の表面制御技術	共通	界面制御による配向・配向	界面制御による配向・配向	位置精度 分解能(位置精度) 選択比				200 nm 1 μm		50 nm						高機能タンパク質 高機能センサー材料
		0412	有機・絶縁膜の表面制御技術	共通	細胞親和性の制御	細胞親和性の制御	機能発現制御可能な生体	細胞			10 細菌								単一細胞解析 再生医療
		0413	印刷方式表面修飾技術	共通	生体親和性の制御	生体親和性の制御	機能発現制御可能な生体	細胞			細菌								高機能バイオ実験ツール
		0414	加工・納納回復技術	共通	ナノ化学修飾・ダイレクタリングラファイア	ナノ化学修飾・ダイレクタリングラファイア	同時処理種類数 位置決め精度 修飾量 微細化/発生力	100nm 2種類 ±50nm 150aL 一般的な高分子圧電体(PVDF)の圧電定数は31 30pC/N			50nm 10種類 ±10nm 20aL 35pC/N								フレキシブル構造のMEMS ウェアラブルMEMS ウェアラブルMEMS
		0415	MEMS・半導体共存構造の形成技術	共通	シリコン/金属3次元構造形成の平坦化加工	シリコン/金属3次元構造形成の平坦化加工	回復解像度 成形膜厚 平坦性	100nm 5 μm 100nm			10 nm 10 μm 50nm								原子レベル 膜厚増大 平坦性向上
		0416	可動ナノ構造の形成技術	共通	立体ナノ構造と駆動	立体ナノ構造と駆動	Q値 駆動周波数	350nm 80000(真空中) 125MHz(真空中)			180nm 100000(真空中) 500MHz(真空中)								MEMS発振器 ピエゾレータAFM
		異種融合技術	ナノバイオ融合技術	0501	界面制御技術	環境・医療・福祉	細胞親和性の制御	分解能 選択比 機能発現制御可能な生体	50 μm 1 細胞			1 μm 10 細菌							
0502	活性細胞融合技術			環境・医療・福祉	生体親和性の制御	活性寿命 種類 細胞個数	1時間 1種類 多細胞											人工臓器	
0503	活性生体分子融合技術			環境・医療・福祉	生体親和性の制御	寿命 個数・種類・配向	1時間 多分子											創薬分野の研究用装置	

## MEMS分野の技術ロードマップ(7/12)

MEMS要素技術 分類-1	MEMS要素技術 分類-2	No.	重要技術課題	分野	指標	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2025年	製品(MEMS技術の適用品)		
ナノ/有機材料融合技術	有機ナノボラー形成技術	0504	有機ナノボラー形成技術	エネルギー、環境、医療・福祉	サイズの制御性	直径の制御		直径50nm以下							直径50nm	エネルギーハーベスティング環境物質センシング		
		0505	有機ナノボラー形成技術	エネルギー、環境、医療・福祉	サイズの制御性	直径の制御	均一性	直径1000nm	均一性制御なし							均一性20%以内	エネルギーハーベスティング環境物質センシング	
		0506	ナノ間隙への有機充填技術	エネルギー、環境、医療・福祉 共通	間隙サイズ	間隙径	均一性	均一性制御なし								均一性20%以内	エネルギーハーベスティング環境物質センシング	
		0507	3次元有機材料融合技術	共通	分解能	分解能	種類	数100μm								分子レベル		
		0508	異種材料の厚膜積層技術	共通	種類	種類	温度・実用強度を確保	4種類有機材料 300℃								10種類ハイオ材料 100℃		
		0509	パターン付き成膜および多層化技術	共通	積分解能	材料組合せ・性質	膜厚	50μm	無機/有機							2mm		
		0510	メカノバイオ/半導体ハイブリッド積層技術	共通	積分解能	層間アライメント	膜厚	5μm	無機/有機							100nm		
		0511	3次元ナノ構造移植・精製技術	共通	層間アライメント精度	膜厚	膜厚	10μm	無機/有機							50層		
		0512	セルフトライメントによる位置決め技術	共通	膜厚	膜厚	膜厚	2μm								200nm		
		0513	マルチCNT/フロッピー製造技術	共通	膜厚	膜厚	膜厚	2μm								1mm		
配線技術	自己組織化技術	0514	ナノホール選択金属成膜技術	共通	モールド/移植材料間の密着力制御	層間アライメント	10μm								10μm		異種材料積層デバイス、フोटニック結晶、ハイオフィルター、立体配線	
		0515	ナノワイヤ選択配線技術	共通	新機能材料の微細パターンニングと制御	層間アライメント	50μm								10μm			
		0516	CNT成長用触媒粒子の自己組織化配線技術	共通	界面結合の形成、パターンニング寸法、大量合成技術、長さの制御	アライメント精度	膜厚	1mm								500nm		
		0517	CNT配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm		
		0518	自律的配線形成技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm		
		0519	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm		
		0520	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm		
		0521	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm		
		0522	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm		
		0523	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm		
0524	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0525	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0526	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0527	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0528	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0529	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0530	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0531	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0532	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0533	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0534	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0535	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0536	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0537	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0538	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0539	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0540	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0541	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0542	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0543	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0544	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0545	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0546	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0547	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0548	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0549	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0550	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0551	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0552	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0553	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0554	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0555	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0556	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0557	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0558	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0559	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0560	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0561	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0562	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0563	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0564	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0565	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0566	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0567	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0568	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0569	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0570	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0571	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0572	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0573	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0574	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0575	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0576	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0577	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0578	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0579	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0580	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0581	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0582	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0583	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0584	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0585	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0586	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0587	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0588	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0589	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0590	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0591	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0592	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0593	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm								100nm				
0594	ナノワイヤ選択配線技術	共通	選択成長可能寸法	アライメント精度	膜厚	100nm												

## MEMS分野の技術ロードマップ(8/12)

MEMS要素技術 分類-1	MEMS要素技術 分類-2	No.	重要技術課題	分野	指標	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2025年	製品 (MEMS技術の適用品)		
																	加工精度	2015年 1μmオー ダ
MEMS要素技術 分類-1	MEMS要素技術 分類-2	0519	伸縮性誘体形成技術	共通					10μmオー ダ					100nmオー ダ	2025年			
		0520	異面制御を利用した 自律組立技術	共通		2種類				5種類								
		0521	異面物理化学評価 技術	共通		収率	60%				60%					90%		
		0522	ナノ領域におけるトラ イボロジー評価技術	共通		評価対象	電子・正孔				モルフナロ ジー欠陥							
		0601	高品位ナノ機能膜形 成技術(塗布型)	共通		評価対象	単一Sプロローブ	GNTプロ ブ	アレイ化S プロローブ		アレイ化 DLCプロ ブ		高信頼、長 寿命マルチ プロローブ 製作 製指針確 立					マルチストレーンデバイス への応用
MEMS要素技術 分類-1	MEMS要素技術 分類-2	0602	マイクロナノ印刷技 術	共通		接触物間作用力					±5 nN以 下							
		0603	プロセス 連続化、 大面積化 技術	共通		電子的機能膜形成 (Si系)	電子移動度	0.5 cm <sup>2</sup> /Vs	0.3 cm <sup>2</sup> /Vs	1.0 cm <sup>2</sup> /Vs	1.0 cm <sup>2</sup> /Vs	0.2 mm					Si、酸化物、有機、無機、金属 ナノ粒子を含む塗布型ナノコ ンポジット高機能膜	
		0604	高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	共通		有機半導体	電子移動度	0.1 cm <sup>2</sup> /Vs	0.1 cm <sup>2</sup> /Vs	0.1 cm <sup>2</sup> /Vs	0.1 cm <sup>2</sup> /Vs	0.1 mm						
		0605	繊維状基材の連続 集積化技術	共通		有機圧電薄膜形成	ハターン寸法	1 g	5 g	1 mm	1 mm	7 g						
		0606	メータ大面積アラ イメント技術	共通		グラビア露光写印刷 技術(微細化・高選 別速度)	ハターン寸法	1mm	0.3mm		100nm/ 10m/min	0.2 mm						大型ディスプレイ、テレビ
MEMS要素技術 分類-1	MEMS要素技術 分類-2	0607	高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	共通		インクジェット印刷技 術	ハターン寸法			1μm								
		0608	高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	共通		高精度ロールロー ル印刷	印刷スピード	5μm		500 mm/s								
		0609	高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	共通		高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	ハターン寸法(イ ンクジェット)	5μm		1μm								
		0610	高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	共通		高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	ハターン寸法(オフ セット)	1μm		0.2μm								
		0611	高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	共通		高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	位置決め精度	0.2μm		5μm								
MEMS要素技術 分類-1	MEMS要素技術 分類-2	0612	高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	共通		局所環境制御+ス キャニング塗布	基板サイズ	G10: ±0.65mm	2.16m x 2.46m									
		0613	高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	共通		膜厚均一性	膜厚均一性	±15%										
		0614	高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	共通		面積	面積	0.3 mm	(10本 x 10 本)									
		0615	高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	共通		柔軟性	柔軟性											
		0616	高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	共通		ストローク×位置 決め精度	ストローク×位置 決め精度											
MEMS要素技術 分類-1	MEMS要素技術 分類-2	0617	高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	共通		被覆	被覆	10 m/min	5 m/min	5 μm								
		0618	高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	共通		パターン加工	パターン加工	5 m/min	5 μm									
		0619	高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	共通		位置精度	位置精度	1 μm										
		0620	高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	共通		ハターン寸法	ハターン寸法	5 μm										
		0621	高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	共通		ハターン寸法による 高速ステッピング ピート成形	ハターン寸法	10 μm										
MEMS要素技術 分類-1	MEMS要素技術 分類-2	0622	高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	共通		適用装置	適用装置	5 μm	500nm	200nm角								
		0623	高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	共通		適用装置	適用装置	100nm角										
		0624	高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	共通		適用装置	適用装置	100nm角										
		0625	高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	共通		適用装置	適用装置	100nm角										
		0626	高品位機能膜のメー タ大面積形成技術	共通		適用装置	適用装置	100nm角										



MEMS分野の技術ロードマップ(10/12)

MEMS要素技術 分類-1	MEMS要素技術 分類-2	No.	重要技術課題	分野	指標	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2025年	製品 (MEMS技術の適用品)					
パッケージ技術	封止技術	0804	3次元低温成膜	光	3次元低温成膜	100°C	100°C									室温	ハイオ向けMEMS製品				
					ハイオ以外成膜													室温	ハイオ以外のMEMS製品		
					気密(真空、耐湿)封止	100°C	80°C												10年(常温接合)	MEMS偏向ミラー、ミラーアレイ、MEMSによる波面変調素子、チューナブル分光素子	
					耐高温、高圧接合	3年	10年												10年(常温接合)	高温、高圧対応MEMS製品(マイクロエンジン、マイクロガスタービン、マイクロバルブ、マイクロポンプ)	
					使用限度又は規格の温度/圧力	パワーMEMS 300°C、 30atm													800°C、 100atm	電子回路集積or光学的に影響を受けるデバイス	
					遮光性														99.9%	多機能情報モバイル端末に搭載するMEMS製品	
					遮光性vs波長														99.9%	マイクロ化学システム共通技術	
					素子最高温度	80°C	50°C														
					機能数×集積個数	2機能×2個	3機能×3個													8機能×8個	
					ハターン形成の自由度	単種部品のセルフアセンブリによる複雑パターン形成	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション													更に、高速、高密度化、3次元化が加速	
高度集積技術		0805	ナノスケール部品のMEMS基板上へのアセンブル	共通	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション				
					CNTの物理的マニピュレーションによるアセンブル	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	
					ナノ材料・部品の精密組立・操作	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	
					分子機能を維持・制御する集積システムの実装	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション
					自己発電&蓄電素子集積化	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション
					分子機能を維持・制御する集積システムの実装	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション
					自己発電&蓄電素子集積化	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション
					分子機能を維持・制御する集積システムの実装	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション
					自己発電&蓄電素子集積化	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション
					分子機能を維持・制御する集積システムの実装	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション	MEMSによるCNT1本のマニピュレーション
トリミング技術	トリミング技術	0806	高精度・高速化	センサ	高精度・高速化	0.1μW	0.1μW	0.1mW	0.1mW	0.1mW	0.1mW	0.1mW	0.1mW	0.1mW	0.1mW	10mW	MEMS/タッチ マイクロコスモビークル				
					加工精度	1μm	0.5μm														
					処理時間/チップ	10秒															
カッピング技術	カッピング技術	0807	MEMS部品のウエハダイニング	共通	MEMS部品のウエハダイニング												ファイナハイオMEMSデバイス				
					破壊確率																
					アスペクト比	10(深さ100μm、溝幅10μm)	50(深さ500μm、溝幅10μm)														
形状測定技術	形状測定技術	0901	非接触3次元形状計測・評価	共通	非接触3次元形状計測・評価	10(深さ100μm、溝幅10μm)	50(深さ500μm、溝幅10μm)										ファイナハイオMEMSデバイス				
					側壁膜厚測定精度	1mm幅、1mm深さ、0.1μm膜厚	100μm幅、100μm深さ、0.1μm膜厚														
					側壁粗さ測定精度	できていない															
検査・評価技術	検査・評価技術	0901	非接触3次元形状計測・評価	共通	非接触3次元形状計測・評価	10(深さ100μm、溝幅10μm)	50(深さ500μm、溝幅10μm)										ファイナハイオMEMSデバイス				
					側壁膜厚測定精度	1mm幅、1mm深さ、0.1μm膜厚	100μm幅、100μm深さ、0.1μm膜厚														
					側壁粗さ測定精度	できていない															

MEMS分野の技術ロードマップ(11/12)

MEMS要素技術 分類-1	MEMS要素技術 分類-2	No.	重要技術課題 評価技術	分野	指標	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2025年	製品 (MEMS技術の適用品)			
		0902	強度等デバイス特性 評価技術	共通	気密封止評価 ウエハレベル ウエハレベル接合評価 ウエハレベル接合精度 ウエハレベル接合歪力分布評価	でていない ボイドサイズ 0.5 μm			デバイス寸法 1cm <sup>3</sup> 0.2 μm	1 μmキヤブ が±0.5%で				ウエハレベル 8インチ 0.1 μm 1 μmキヤブ 1 μmキヤブが± 0.03%で	ウエハレベル 12インチ				
		0903	システム信頼性評価 技術	無線通信	試験法策定	引張り試験法策定 (S)			規格化開始	曲げ試験法策定 (S)									
		0904	生体情報評価技術	バイオ、医療・福祉	高周波対応システムの信頼性評価 生体情報その場観察装置と計測操作	計測可能細胞、分子寸法、計測時間 計測温度制御 電気的計測分解能 化学的計測分解能 細胞操作	0.5℃ 複数チャネル 単一細胞				複数セブタ								
		0905	微小領域における物理量計測技術	共通	分子レベルでの温度計測 温度・圧力等の分布	分子レベルでの温度計測 走査型顕微鏡	マクロの平均値 温度センサ付AFM (SThM) プロローブの先鋭化	薄膜レベル 種細光ファイバによる集光 サブミリメートル領域の平均値				IS 50nm			IS 10nm 0.01℃	IS 1S 1mm			
		0906	検査評価用解析技術	共通	検査評価用解析技術のシステム化	対象材料/プロセス													
		1001	MEMSシミュレーション技術	共通	運成解析のシステム化、高度化	対応可能な解析対象	ハブゲージレベル運成解析 信頼性試験解析(疲労、破壊、耐環境)												
		1002	プロセス解析技術	共通	MEMS材料加工多スケールマルチスケールの解析 プロセス解析の高度化	対応可能なプロセス種 装置出力データとの連携	MEMS・電磁気回路統合解析 シリコンプロセス解析												



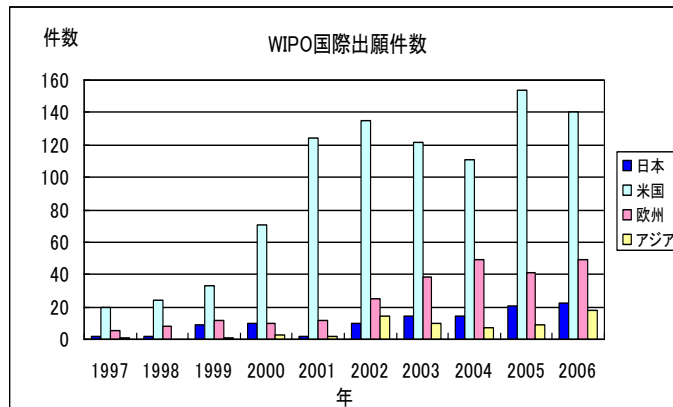
## MEMS分野の技術ロードマップ(12/12)

MEMS要素技術 分類-1		MEMS要素技術 分類-2		No.	重要技術課題	分野	指標	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2025年	製品(MEMS技術の適用品)	
		1003	システム化解析技術 共通	共通	システム化技術の高度化	対象可能な素子	種数MEMS/IC				ナノ材料/ MEMS素子						ハイオ材料/ MEMS素子		
	マルチスケールシミュレーション技術	1004	ナノ/マイクロ/マクロ解析モデリング技術	共通	各スケールおよび各スケール間のモデル化技術	解析対象	単一分子・格子レベル		無機材料と有機材料とのモデリング				有機材料を含むモデリング			ハイオ材料を含むモデリング			
	マルチフィジクスシミュレーション	1005	電場・磁場・構造・熱・流体の連成解析技術	共通	強連成・弱連成を含めたモデル化および解析手法の確立	計算精度と計算時間	微小領域におけるシステムレベルでの解析		マイクロ/マクロ連成			ナノ/マイクロ連成					ナノ/マイクロ/マクロ連成		
	データベース構築	1006	材料・界面・プロセス	共通	MEMS材料の試験評価法と材料特性データベース	対応可能なDB対象	シリコン系材料DB		高分子系材料DB			ナノ材料DB				ハイオ材料DB	DB充実		MEMS製品全般
		1007	知識	共通	MEMS製造・評価技術に関わる知識DB	対応可能なDB対象	高精度3D MEMS製造技術知識DB		高集積複合MEMS製造技術知識DB		ナノ機能付加製造技術知識DB					ナノハイオ融合製造技術知識DB	DB充実		MEMS製品全般
製造システム技術		1101	多品種少量・省エネ・フレキシブル加工システム	共通	MEMS製造技術の小型化・省エネ化・フレキシブル化	装置寸法	(1800x1800以上に4ユニット運動)プロトタイプ				1800x900に6ユニット(精度も同等)					1800x900で通常MEMSシステム同等(精度も同等)	小型化		製造システム 医療用等現場製造・単品製造 品目
					消費電力		15kW以下				5kW以下					2kW以下	1kW以下		
					生産スループット		10min/デバイス				5min/デバイス						0.1min/デバイス		



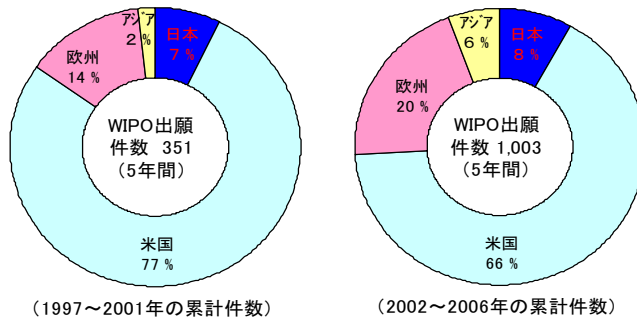
# MEMS分野の国際競争ポジション

## 1. MEMSに関する特許動向



出典:平成19年度MEMSの技術戦略マップのローリングに関する調査「学術動向調査」

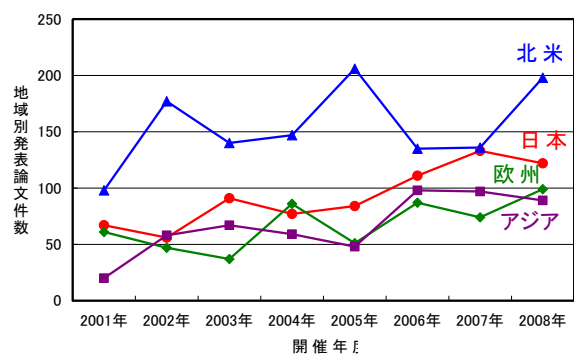
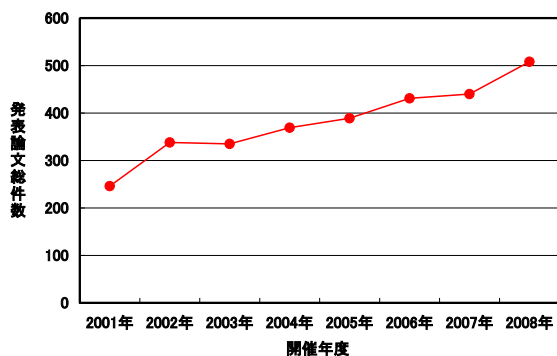
◆WIPO国際特許出願件数をみると、1997～2001年の5年間の累計件数に対し、近年(2002～2006年)の5年間の累計件数が3倍程度となり、大きな伸びを示している。



出典:平成19年度MEMSの技術戦略マップのローリングに関する調査「学術動向調査」

◆WIPO国際特許出願件数の地域別割合をみると、近年(2002～2006年)では、日本で若干の伸びがあるほか、アジアでは3倍となっている。また欧州の伸びも大きく、その分、米国がその割合を落としている。

## 2. MEMSに関する論文発表動向

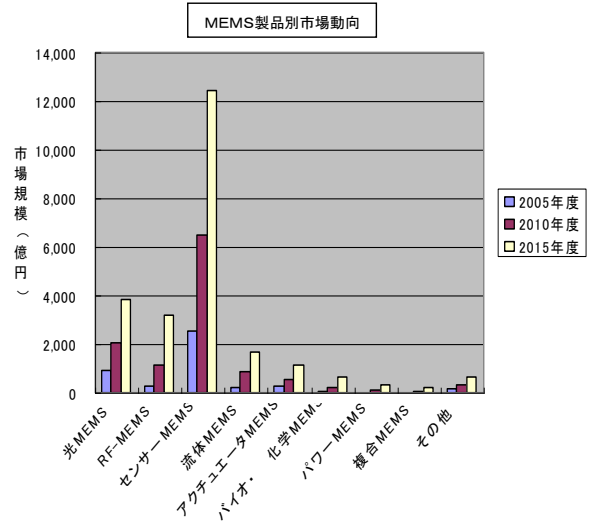
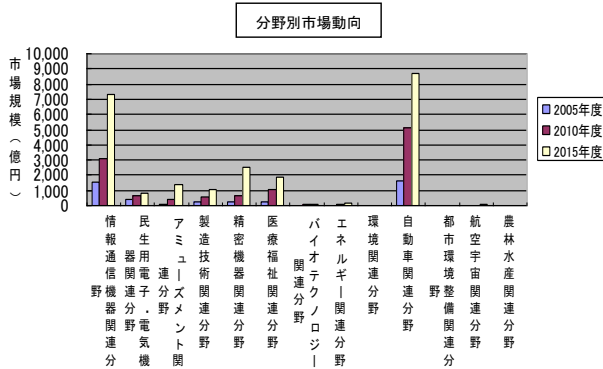
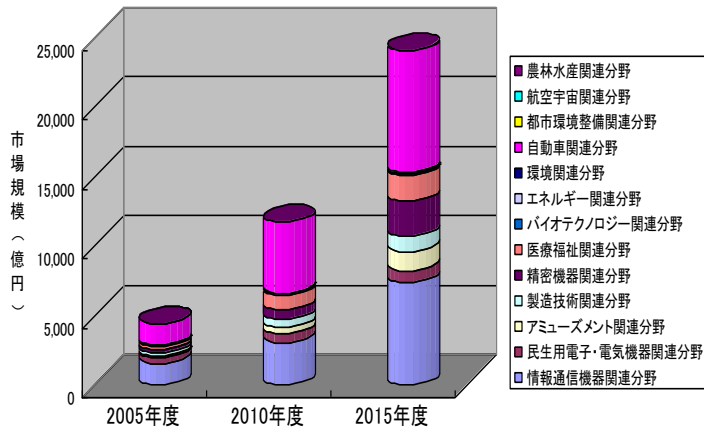


出典:平成19年度MEMSの技術戦略マップのローリングに関する調査「学術動向調査」

◆代表的なMEMSの国際会議であるIEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systemsにおける発表論文数は、7年間で倍増した。地域別に見ると、これまで日本がトップの北米を急速に追いついてきたが、2008年に北米と欧州が巻き返しを見せた。

### 3. MEMSの市場動向

現在市場規模(2005年度) 4,397.3億円  
 2010年度予想 1兆1,743.4億円  
 2015年度予想 2兆4,074.3億円



出典:平成18年度MEMSの技術戦略マップのローリングに関する調査「市場動向調査」

◆MEMSの市場は順調に拡大しており、2010年度には1兆円を超えると予想されている。市場としては自動車関連分野と情報通信機器関連分野で大きく伸び、今後ともセンサー・光・RF-MEMS等を中心に市場を形成していく。

## 事前評価書

	作成日	平成17年11月07日
1. 事業名称 (コード番号)	高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト	
2. 推進部署名	機械システム技術開発部	
3. 事業概要	<p>(1) 概要：日本のMEMS産業は、微小三次元構造的加工による単機能 MEMS デバイスを中心として発展しており、今後世界のトップレベルにある日本のナノ機能研究の成果を MEMS に適用する期待が高まっている。一方、米国では、LSI などの半導体集積化をベースとした MEMS の集積化が発展、欧州ではハイブリッド主体とした MEMS 集積化に注力している。今後、需要が急増すると予想される情報通信分野や国際競争力を持つ自動車分野などで強く求められている主要部品の小型化、高・多機能化、低コスト化を実現するために、微小三次元構造加工の高度化とナノ部材などの異種材料の活用による機能の集積化を図るための基盤製造技術を開発し、製造分野全般における産業競争力の強化に資することを目的とする。</p> <p>本事業では、今後5年～10年後の実用化をめざして、以下の3つの研究課題に取り組む。</p> <p>①MEMS/ナノ機能の複合：MEMS の上にナノ構造やナノ修飾を施す製造技術開発することにより、優れた機能を発揮するデバイスを実現できる。</p> <p>②MEMS/半導体の一体形成：MEMS デバイスと半導体集積回路を一体で形成する集積化製造技術を開発することにより、機能体積比の飛躍的向上が可能となる。</p> <p>③MEMS/MEMS の高集積結合：レンズ、ミラーなどの複数の MEMS と、発光素子、受光素子などの異種機能材料に関し、それぞれの機能材料をウェハレベルで一括複合する製造技術を開発することにより、高度なデバイスを実現できる。</p> <p>(2) 事業規模：総事業費（国費分）（平成18年度 11億円程度）</p> <p>(3) 事業期間：平成18年度～20年度（3年間）</p>	
4. 評価の検討状況		

### (1) 事業の位置付け・必要性

我が国の日本のMEMS産業は、微小三次元構造的加工による単機能MEMSデバイスを中心として発展しており、今後、需要が急増すると予想される情報通信分野や国際競争力を持つ自動車分野などで強く求められている主要部品の小型化、高・多機能化、低コスト化を実現するためには、微小三次元化構造加工の高度化とナノ部材などの異種材料の活用による高機能、多機能MEMSの製造技術開発が重要である。また、またこれらのMEMSが実現されれば、安心安全、環境、エネルギー、医療福祉といった社会的ニーズへの波及効果も期待できる。しかしながら、実用化、事業化のためには多大な時間と費用を要し、またリスクも高いため、民間のみによる取り組みを期待することは難しい。従って、国が中心となって産学官連携による集中的な取り組みを実施することにより、技術開発の加速化や研究成果を生かした製品の早期実用化が可能となる。よって、本事業は、産業の技術競争力強化に大きく貢献する分野であり、その成果が産業全体に寄与するため、国の事業として行う必要性が高い事業である。

### (2) 研究開発目標の妥当性

#### [目標]

今後5～10年後に必要とされるMEMS製品を想定し、この達成に必要な要素技術を開発する。想定されるMEMS製品の例は以下のとおりである。

- ・携帯電話用RF-MEMS
- ・計測装置用光MEMS
- ・通信機能付き超小型多機能センサ

#### [妥当性]

今後5～10年後に必要とされる商品として魅力的なMEMS製品を設定する必要がある。また、MEMS製品を実現するために必要なスペック（技術仕様）への落とし込みについては、ユーザーおよびメーカーの両者の知見を反映させる必要がある。

### (3) 研究開発マネジメント

①MEMS/ナノ機能の複合、②MEMS/半導体の一体形成および③MEMS/MEMSの高集積結合といった3つの研究課題に対して、過不足のない重要研究テーマを設定するとともに、全体的には助成事業であるが、基盤技術については委託事業で実施して、基盤技術の情報共有化により技術開発の加速を行う。

### (4) 研究開発成果

需要が急増すると予想される情報通信分野や国際競争力を持つ自動車分野のみならず、産業全体にも広く波及効果が期待できる。

<p>(5) 実用化・事業化の見通し 2010年以降</p>
<p>(6) その他特記事項 特になし。</p>
<p>5. 総合評価 以上、4. の評価結果により、NEDOの事業として実施するには、研究テーマの選定、目標等について、今後さらに、委員会やNEDOPOSTにより、詳細を詰めていく必要がある。</p>

「高集積・複合 MEMS 製造技術開発基本計画（案）」に対するパブリックコメント募集の結果について

平成18年2月24日  
NEDO技術開発機構  
機械システム技術開発部

NEDO POST 3において標記基本計画（案）に対するパブリックコメントの募集を行いました結果をご報告いたします。  
お寄せいただきましたご意見を検討し、別添の基本計画に反映させていただきました。  
みなさまからのご協力を頂き、ありがとうございました。

1. パブリックコメント募集期間

平成18年2月6日～平成18年2月16日

2. パブリックコメント投稿数<有効のもの>

計8件

3. パブリックコメントの内容とそれに対する考え方

ご意見の概要	ご意見に対する考え方	基本計画への反映
全体について		
[意見1]（8件） ICメーカーの考える次のMEMS、今、MEMSを中心に展開しているMEMSメーカーの次のMEMS、さらにナノテク等の他分野技術との取り込みが課題として盛り込まれており、期待が大きいプロジェクトである。	[考え方と対応] ご意見、拝承しました。	[反映の有無と反映内容] 特になし
1. 研究開発の目的		
(1) 研究開発の目的		
(2) 研究開発の目標		
[意見1]（1件） 基本計画案の目標は非常に高いと感じますが、計画実行によって得られるメリットは非常に大きく、国の支援の下進めるプロジェクトとして魅力あるものと考えます。	[考え方と対応] ご意見、拝承しました。	[反映の有無と反映内容] 特になし

<b>(3) 研究開発の内容</b>		
<b>2. 研究開発の実施方式</b>		
<b>(1) 研究開発の実施体制</b>		
<p><b>[意見 1] (1 件)</b> 産学連携をどう効果的に進めるかが重要であり、その点で、委託事業と助成事業の配置構成がそれを示すものと考えておりますが、それらお互いがどう有機的に係わっていくかについて、大学や国研、企業の提案として、どう取り組みを引き出すかが重要になると思われる。</p> <p><b>[意見 1] (1 件)</b> 但し、企業に対しては 1/2 補助であるため、チャレンジな提案ができないため、欧米との差が付くのを危惧致します。願わくば、企業に対しても 100%補助にして、企業がチャレンジあるテーマを提案できるような国の支援をお願いしたいと思います。</p>	<p><b>[考え方と対応]</b> 本プロジェクトは、産学連携の下で進めることとしており、その効果的な推進は、非常に重要であると考えています。今後、この点にも留意して、採択やプロジェクト運営を行っていく予定です。</p> <p><b>[考え方と対応]</b> 欧米との差を縮め、追い抜くために、本プロジェクトを立ち上げました。研究開発項目の中で製品化に近いところは、企業もお金を出して、積極的に取り組んでいただくため、1 / 2 助成がよいと考えています。ただし、基礎的・基盤的技術については委託とし、その成果を開示し、実用化開発の主体や広く MEMS 産業への普及・活用に役立たせることが望まれるため、大学等の公的機関で実施します。</p>	<p><b>[反映の有無と反映内容]</b> 特になし</p> <p><b>[反映の有無と反映内容]</b> 特になし</p>
<b>(2) 研究開発の運営管理</b>		
<b>3. 研究開発の実施期間</b>		
<b>4. 評価に関する事項</b>		
<b>5. その他重要事項</b>		
<b>その他</b>		

以上

添付資料5

5-1. 特許出願リスト

研究開発項目① MEMS／ナノ機能の複合技術の開発

(1) 選択的ナノ機械構造体形成技術(東京大学)

国内出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2007.1.19	特願 2007-010867	微小構造体の製造方法, 微小構造体 およびマイクロデバイス	国立大学法人東京大 学
2	2007.1.19	特願 2007-010869	微小構造体の集積方法, 微小構造体 およびマイクロデバイス	国立大学法人東京大 学
3	2008.1.10	特願 2008-003695	SPR センサチップ及びこれを用いた SPR センサ	国立大学法人東京大 学

海外出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2008.1.21	国際出願番号 PCT/JP2008/050729	微小構造体の集積方法, 微小構 造体およびマイクロデバイス	国立大学法人東京大 学
2	2008.1.21	国際出願番号 PCT/JP2008/050728	微小構造体の製造方法, 微小構 造体およびマイクロデバイス	国立大学法人東京大 学

(2) バイオ材料(タンパク質など)の選択的修飾技術(産業技術総合研究所)

国内出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2008/2/7	2008-027552	タンパク質分析用試薬	鈴木祥夫、横山憲二
2	2008/6/12	2008-153991	ポロンジピロロメタン誘導体及びそ れを用いた過酸化脂質測定試薬	井上直子、鈴木祥 夫、横山憲二、軽部 征夫



(3) ナノ材料(CNT など)の選択的形成技術(産業技術総合研究所)

国内出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2007/02/20	2007-039481	カーボンナノチューブを用いた機能性素子 基板及びその製造方法	産総研
2	2007/02/20	2007-039531	カーボンナノチューブ・ビーム及びその製造 方法	産総研
3	2008/02/19	2008-038029	カーボンナノチューブ膜構造体及びその製 造方法	産総研
4	2008/02/29	2008-051319	カーボンナノチューブ膜構造体及びその製 造方法	産総研
5	2008/02/29	2008-051320	カーボンナノチューブ構造体及びその製造 方法	産総研
6	2008/05/01	2008-119820	カーボンナノチューブ膜構造体及びその製 造方法	産総研

海外出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2008/02/20	PCT/JP2008/0528 75	カーボンナノチューブからなる梁状体 及びその製造方法	産総研
2	2009/01/14	200910003609 (CN)	カーボンナノチューブ構造体及びその 製造方法	産総研
3	2009/03/02	PCT/JP2009/0539 07	カーボンナノチューブ膜構造体及びそ の製造方法	産総研
4	2009/03/02	12/379801(US)	カーボンナノチューブ構造体及びその 製造方法	産総研

(4) ナノ機能を組み込んだMEMS デバイスの製造技術(三菱電機株式会社)

国内出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2007/6/29	2007-171755	MEMS スイッチ及びその製造方法	吉田 幸久
2	2008/1/29	2008-017801	メッキ方法およびその方法により製造されたメッキ皮膜を備えたメッキ品およびメッキ液	出尾 晋一

研究開発項目② MEMS/半導体の一体形成技術の開発

(1) MEMS-半導体プロセス統合モノリシック製造技術

(1)-1. 新たなセンシング原理の探索- (立命館大学)

国内出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2009//	出願準備中	ピエゾ抵抗素子の製法と構造	杉山進他
2	2009//	出願準備中	WSiを可動構造とする慣性センサ	杉山進他

(1)-2. 半導体モノリシック集積化基盤技術開発(株式会社 日立製作所)

国内出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2006/11/30	2006-323865	MEMSセンサが混載された半導体装置	藤森司、花岡裕子、福田宏
2	2007/07/12	2007-183159	微小電気機械システム素子の製造方法	鄭希元、後藤康、花岡裕子、藤森司
3	2007/11/16	2007-297854	半導体装置およびその製造方法	後藤康、藤森司、鄭希元、山中聖子
4	2008/02/21	2008-040030	半導体装置	後藤康、藤森司
5	2008/06/19	2008-160342	集積化マイクロエレクトロメカニカルシステムおよびその製造方法	花岡裕子、鷹野秀明、藤森司

海外出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2007/04/05	11/697202 (US)	SEMICONDUCTOR DEVICE CARRYING MICRO ELECTRO MECHANICAL SYSTEM	Tsukasa Fujimori, Yuko Hanaoka, Hiroshi Fukuda
2	2007/04/25	07008443.9 (EP)	SEMICONDUCTOR DEVICE CARRYING MICRO ELECTRO MECHANICAL SYSTEM	Tsukasa Fujimori, Yuko Hanaoka, Hiroshi Fukuda
3	2008/06/20	12/143372 (US)	METHOD OF MANUFACTURING MICRO ELECTRO MECHANICAL SYSTEMS DEVICE	Heewon JEONG, Yasushi Goto, Yuko Hanaoka, Tsukasa Fujimori
4	2008/06/25	08011540.5 (EP)	METHOD OF MANUFACTURING MICRO ELECTRO MECHANICAL SYSTEMS DEVICE	Heewon JEONG, Yasushi Goto, Yuko Hanaoka, Tsukasa Fujimori
5	2008/11/13	12/270463 (US)	Semiconductor device and method of manufacturing the same	Yasushi GOTO, Tsukasa Fujimori, Heewon Jeong, Kiyoko Yamanaka
6	2008/11/13	08019868.2 (EP)	Semiconductor device and method of manufacturing the same	Yasushi GOTO, Tsukasa Fujimori, Heewon Jeong, Kiyoko Yamanaka

(2)MEMS-半導体縦方向配線技術

(2)-1. 縦方向集積MEMS デバイス製造技術の開発(オムロン株式会社)

国内出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2006/5/24	2006-144689	積層デバイス、およびその製造方法	佐々木昌、他
2	2008/07/14	2008-182577	基板接合方法および電子部品	塩崎真良、他

海外出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2009/7/10	200910159812.x	基板接合方法および電子部品 (CN)	塩崎真良、他
2	2009/7/10	9165177.8	基板接合方法および電子部品 (EP)	塩崎真良、他
3	2009/7/14	12/502,735	基板接合方法および電子部品 (US)	塩崎真良、他

(2)-2. 配線の自由度を向上できる3次元配線構造を持つ

高信頼性インタポーザル技術の開発(株式会社 フジクラ)

国内出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2007/2/16	2007-36670	光電気複合実装基板の製造方法及び実装基板	山本敏
2	2007/11/9	2007-292193	半導体パッケージの製造方法	三谷尚吾
3	2007/12/25	2007-331695	半導体装置及びその製造方法	山本敏
4	2008/1/24	2008-13676	貫通配線基板及びその製造方法	山本敏
5	2008/4/16	2008-106768	基板の処理方法、貫通配線基板及びその製造方法、並びに電子部品	額賀理
6	2008/7/9	2008-179174	貫通配線基板及びその製造方法	脇岡寛之
7	2008/8/7	2008-204214	半導体装置の製造方法	額賀理

海外出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2008/12/1 2	PCT/JP2008/072636	半導体装置及びその製造方法	山本敏
2	2008/11/7	12/267224(US)	Fabrication method of semiconductor package	Shogo Mitani
3	2008/11/1 0	200810175267.9(CN)	Fabrication method of semiconductor package	Shogo Mitani
4	2008/11/7	08168556.2(EPC)	Fabrication method of semiconductor package	Shogo Mitani

(3)MEMS-半導体横方向配線技術

(3)-1 高集積MEMS擬似SOC製造技術の研究開発(株式会社 東芝)

国内出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2007/09/06	P2007-231394	半導体装置およびその製造方法	山田 浩,鈴木 和拓,小野塚 豊,舟木 英之,板谷 和彦
2	2008/01/11	P2008-4100	半導体装置およびその製造方法	飯田 敦子,小野塚 豊,板谷 和彦
3	2008/02/14	P2008-32594	集積半導体装置	山田 浩,板谷 和彦,小野塚 豊,舟木 英之
4	2008/02/22	P2008-40878	集積半導体装置	山田 浩,板谷 和彦,小野塚 豊,舟木 英之
5	2008/05/30	P2008-143323	半導体装置およびその製造方法	飯田 敦子,小野塚 豊,板谷 和彦,西垣

				亨彦
6	2008/12/12	P2008-316727	半導体装置およびその製造方法	飯田 敦子,小野塚 豊,板谷 和彦
7	2008/03/28	P2008-085552	集積半導体装置及び集積3次元半導体装置	山田 浩,小野塚 豊,板谷 和彦,舟木 英之
8	2009/02/05	P2009-024644	半導体装置およびその製造方法	板谷 和彦,舟木 英之,小野塚 豊,山田 浩,飯田 敦子

#### 海外出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2009/02/13	091007167.X	集積半導体装置	山田 浩,板谷 和彦,小野塚 豊,舟木 英之
2	2009/02/13	12370927	集積半導体装置	山田 浩,板谷 和彦,小野塚 豊,舟木 英之
3	2009/01/08	12350727	半導体装置およびその製造方法	飯田 敦子,小野塚 豊,板谷 和彦

(3) - 2. MEMS-半導体横方向配線技術の研究開発(東北大学)

国内出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2009/3/23	特願 2009-070769	集積回路の製造方法及び装置	小柳光正、福島誉史、杉山雅彦
2	2009/4/9	特願 2009-095241	一括保持トレイ及び三次元集積回路製造装置	小柳光正、福島誉史、杉山雅彦

(3) - 3. MEMS/半導体の一体形成技術の開発 —MEMS-半導体横方向配線技術—  
(産業技術総合研究所)

国内出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2007/7/24	2007-192641	ダイレクトライティング用コロイドゲル材料微細パターン描画方法および装置,	明渡純、阿部博也
2	2007/12/06	2008-316154	微細パターン描画方法および装置	明渡純、遠藤聡人
3	2008/0729	2008-195512	微細パターン描画方法および装置	明渡純、遠藤聡人
4	2008/12/19	2008-324335	微細金属バンプの形成装置及び形成方法	居村史人、仲川博、青柳昌宏、山地泰弘、菊地克弥、横島時彦、明渡純、馬場創

海外出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2007/07/06	PCT/JP2007/063550	半導体チップの電極接続構造および導電部材、並びに半導体装置およびその製造方法	山地泰弘、横島時彦、青柳昌宏、仲川博、菊地克弥
2	2008/12/05	PCT/JP2008/072151	パターン描画方法および装置	明渡純、遠藤聡人

研究開発項目③ MEMS/MEMSの高集積結合技術の開発

(1)異種材料多層MEMS集積化技術(オリンパス株式会社)

国内出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2008/4/21	2008-110592	表面プラズモン共鳴測定装置	巢山拓郎
2	2008/10/2	2008-257381	把持装置	本原寛幸
3	2008/10/2	2008-257406	把持装置	本原寛幸
4	2009/7/16	2009-168182	非接触加熱装置	本原寛幸他1名
5	2009/7/16	2009-168183	温度測定装置	本原寛幸他1名
6	2009/8/19	2009-190266	実装装置	本原寛幸
7	2009/8/19	2009-190270	実装装置	関戸孝典
8	2009/8/19	2009-190275	実装装置	本原寛幸

(2)-1. 機能集積化MEMS デバイスを実現するビルドアップ型

ウエハレベルパッケージング技術の開発(パナソニック電気株式会社)

国内出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2007/6/26	特願 2007-168191	発光装置	吉田 和司
2	2007/12/25	特願 2007-331445	発光装置およびその製造方法	鎌倉 將有
3	2007/12/25	特願 2007-331449	発光装置	桐原 昌男
4	2008/1/28	特願 2008-016877	発光装置	佐名川佳治
5	2008/1/28	特願 2008-016878	発光装置	田中健一郎
6	2008/1/28	特願 2008-016883	発光装置	田中健一郎
7	2008/1/28	特願 2008-016916	紫外光発光装置	佐名川佳治
8	2008/1/28	特願 2008-016918	発光装置	桐原 昌男
9	2008/1/28	特願 2008-016919	発光装置	田中健一郎
10	2008/1/28	特願 2008-016920	発光装置の製造方法	吉田 和司
11	2008/2/26	特願 2008-044858	実装方法および吸着コレット	酒井 孝昌
12	2008/2/26	特願 2008-044861	発光装置	田中健一郎
13	2008/2/26	特願 2008-044862	発光装置	田中健一郎



14	2008/2/26	特願 2008-044863	発光装置およびその製造方法	桐原 昌男
15	2008/2/26	特願 2008-045285	発光装置の製造方法	田浦 巧
16	2008/2/26	特願 2008-045286	発光装置	中筋 威
17	2008/2/26	特願 2008-045300	発光装置の製造方法	田浦 巧
18	2008/4/24	特願 2008-114596	LEDモジュールおよびそれを用いた照明器具	桐原 昌男
19	2008/5/27	特願 2008-138633	構造体の製造方法、発光装置の製造方法	中筋 威
20	2008/5/27	特願 2008-138673	構造体の製造方法、発光装置の製造方法	中筋 威
21	2009/2/25	特願 2009-042768	実装方法および吸着コレット	酒井 孝昌
22	2009/5/26	特願 2009-127018	実装方法	酒井 孝昌

#### 海外出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2009/4/24	PCT/JP2009/5816 5	LEDモジュールおよびそれを用いた照明器具	桐原 昌男

#### (2) - 2. 光化合物半導体の高精度接合技術(横河電機株式会社)

#### 国内出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2009/01/09	2009-003160	外部共振器型面発光レーザ	大山将也, 平田隆昭, 蒲原敦彦
2	2008/12/19	2008-323632	波長可変レーザー装置	渡辺哲也, 手塚信一郎
3	2008/05/22	2008-133999	波長可変レーザー装置	平田隆昭 他
4	2008/04/17	2008-108040	波長可変光源	平田隆昭
5	2008/04/04	2008-098312	波長可変レーザ	平田隆昭 他
6	2008/01/25	2008-014337	面発光レーザ	手塚信一郎, 渡辺哲也
7	2008/01/18	2008-008595	面発光レーザおよびその波長制御方法	手塚信一郎, 渡辺哲也

(3) 多層ウェハレベル接合体の低ストレスダイシング技術

(レーザー技術総合研究所／東北大学)

国内出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2007/7/19	2007-188511	積層体の割断方法	吉田和司、久保雅男、藤田雅之、田中秀治、江刺正喜
2	2008/1/28	2009-016612	ダイシング方法及びエキスパンド装置	藤田雅之、田中秀治、江刺正喜、富井和志、吉田和司
3	2008/1/28	2009-016613	積層体の割断方法	藤田雅之、田中秀治、江刺正喜、富井和志、吉田和司

⑤ 高集積・複合 MEMS システム化設計プラットフォームの開発(マイクロマシンセンター)

国内出願

番号	出願日	出願番号	名称	発明者
1	2008/10/17	2008-268616	解析支援システム、解析支援方法及び解析支援プログラム	橋口原(静岡大学)、藤原信代、浅海和雄(みずほ情報総研)

添付資料2. 学会発表その他の成果普及活動

研究開発項目① MEMS／ナノ機能の複合技術の開発

(1) 選択的ナノ機械構造体形成技術(東京大学)

学会発表

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2009/05/05-08	The 15th World MicroMachine Summit, Edmonton, Canada	TOWARD THE NEXT GENERATION MICRO-NANOSYSTEMS, Technology and Industry Development in Japan	Isao Shimoyama
2	2009/04/14-16	The International Conference on Electronics Packaging (ICEP2009), Kyoto (Japan)	Nano-Mechanical Structure Fabrication Technology for Highly Integrated, Complex MEMS	Tetsuo Kan
3	2009/02/19	Silicon Sea Belt Summit, Fukuoka (Japan)	New Applications Brought by LSI/MEMS	Isao Shimoyama
4	2008/12/8	JASVA「MEMSの製造技術」研究成果発表・研究会, 川崎市(神奈川県)	ファインMEMSプロジェクトの成果	下山 勲
5	2008/08/03-07	日本機械学会 2008 年度年次大会, 横浜市(神奈川県)	Si プリズムと回折格子を備えた MEMS 近赤外用 SPR センサ	菅 哲朗
6	2008/7/31	ファイン MEMS プロジェクト中間成	選択的ナノ機械構造体形成技術	下山 勲

		果発表会, 江東区 (東京)		
7	2008/04/30-0 5/3	The 14th World MicroMachine Summit, Daejeon (Korea)	MEMS Commercialization in Japan, Industry-Academia-Government, Tri Helix Industry Development Efforts	Isao Shimoyama
8	2008/01/13-1 7	The 21st IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS' 08), Tucson (Arizona, USA)	Fabrication Method of Sub-Micrometer Size Planar Gap for the Micro Fabry-Perot Interferometer	Tetsuji Dohi
9	2008/01/13-1 7	The 21st IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS' 08), Tucson (Arizona, USA)	Tunable SPR Coupler by Flexible Polymer Grating	Tetsuo Kan
10	2007/10/16-1 7	第 24 回「センサ・ マイクロマシンと応 用システム」シンポ ジウム, 江戸川区 (東京)	長方形開口マスクによるシリコン 3 次元形状の製作 (Fabrication of Three Dimensional Silicon Structures Using Mask with Rectangle Openings)	大堀 敬広
11	2007/07/27	ファイン MEMS プロ	選択的ナノ機械構造体形成技術	下山 勲

		プロジェクト中間成果発表会, 江東区(東京)		
12	2007/04/25-26	The 13th World MicroMachine Summit, Venice (Italy)	Fine MEMS –The Highly Integrated, Complex MEMS Project-	Isao Shimoyama
13	2007/01/21-25	The 20th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems, Kobe (Japan)	3D Integration of Heterogeneous MEMS Structures by Stamping Transfer	Hiroaki Onoe
14	2007/01/21-25	The 20th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems, Kobe (Japan)	Nano-pattern Replication Using Parylene Thin Film for Optical Applications	Tetsuo Kan
15	2006/11/30	東大ー産総研連携 ナノテク・製造技術分野講演会「健康科学を開くナノテク製造技術」 東京大学(東京)	MEMS の集積化	下山 勲
16	2006/11/09	MEMS 用設計・解析支援システム開発プロジェクト 成果発表会, 東京国	ファイン MEMS からの MemsONE への期待	下山 勲

		際フォーラム(東京)		
17	2006/11/08	第12回国際マイクロマシン・ナノテクシンポジウム, 東京国際フォーラム(東京)	日本における MEMS 開発の方向性と高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト	下山 勲

#### 論文

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2007	Journal of Micromechanics and Microengineering, vol. 17, no. 9, pp. 1818-1827, 2007	Three-Dimensional Integration of Heterogeneous Silicon Micro-Structures by Liftoff and Stamping Transfer	Hiroaki Onoe
2	2009	Journal of Micromechanics and Microengineering	Temperature-Controlled Transfer and Self-Wiring for Multi-Color LED Arrays	Hiroaki Onoe
3	Accepted	Sensors and Actuators B	Planar near-infrared surface plasmon resonance sensor with Si prism and grating coupler	Tetsuo Kan

#### プレス発表など

番号	発表日	発表媒体	発表タイトル	発表者
1	2006/11/14	日経産業新聞	MEMS 技術開発(上)未来プロジェクト動く	

#### 展示会など

番号	発表日	展示会	展示タイトル	会場
1	2009/7/29-31	第20回マイクロマシン/MEMS 展示	高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト成果展示	東京ビックサイト

		会		
2	2008/7/30-8/1	第19回マイクロマシン/MEMS 展示会	高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト成果展示	東京ビックサイト
3	2008/4/21-25	Hannover messe 2008	高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト成果展示	ドイツ、ハノーバー
4	2008/2/13-15	国際ナノテクノロジー総合展 2008	高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト成果展示	東京ビックサイト
5	2007/7/25-27	第18回マイクロマシン/MEMS 展示会	高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト成果展示	東京ビックサイト
6	2007/4/19-20	Hannover messe 2007	高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト成果展示	ドイツ、ハノーバー
7	2007/2/21-23	国際ナノテクノロジー総合展 2007	高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト成果展示	東京ビックサイト
8	2006/11/7-9	第17回マイクロマシン/MEMS 展示会	高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト成果展示	東京国際フォーラム

(2) バイオ材料(タンパク質など)の選択的修飾技術(産業技術総合研究所)

学会発表

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2008/3/28	日本化学会 第88春季年会	血管内皮細胞増殖因子(VEGF)を検出するための機能性ペプチドの創製	鈴木祥夫
2	2008/9/12	日本分析化学会第57年会	血管内皮細胞増殖因子(VEGF)を検出するための機能性ペプチドの創製	鈴木祥夫
3	2008/9/10	日本分析化学会第57年	BODIPY を蛍光団として用いた新規過酸化脂質測定試薬の設計・合成	井上直子

		会		
4	2008/9/18	第3回バイオ関連化学合同シンポジウム	血管内皮細胞増殖因子(VEGF)を検出するための蛍光ペプチドの創製	鈴木祥夫
5	2008/9/18	第3回バイオ関連化学合同シンポジウム	ボロンジピロロメタンを蛍光団として用いた新規過酸化脂質測定試薬の開発	井上直子
6	2009/3/9	Pittcon 2009	Novel Fluorescent Peptides for Detection of Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF)	鈴木祥夫

#### 論文

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2009/5/23	BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY AND BIOCHEMISTRY	Novel fluorescent probe for analysis of hydroperoxides based on boron dipyrromethane fluorophore	井上直子
2	2009/7/20	ChemBioChem	Development of a Fluorescent Peptide for the Detection of Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF)	鈴木祥夫

#### プレス発表など

番号	発表日	発表媒体	発表タイトル	発表者
1	2008/8/8	日本経済新聞社	血管内皮細胞増殖因子(VEGF)を検出するための材料の開発	軽部征夫
2	2008/9/2	化学工業日報社	血管内皮細胞増殖因子を検出するための機能性材料の開発	鈴木祥夫

#### 展示会など



番号	発表日	展示会	展示タイトル	会場
1	2009/7/29-31	第 20 回マイクロマ シン/MEMS 展示会	高集積・複合 MEMS 製造技術開 発プロジェクト成果展示	東京ビックサ イト
2	2008/7/30-8/1	第 19 回マイクロマ シン/MEMS 展示	バイオ材料 (タンパク質など)の 選択的修飾技術	東京ビックサ イト
3	2008/2/13-15	nano tech 2008	MEMS応用のためのバイオ材料 (タンパク質など)形成技術	東京ビックサ イト
4	2007/7/25-27	第 18 回マイクロマ シン/MEMS 展示	バイオ材料(タンパク質など)の選 択的修飾技術	東京ビックサ イト

(3)ナノ材料(CNT など)の選択的形成技術(産業技術総合研究所)

学会発表

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2008/3/ 4	IWEPNM2008	Integrated 3-Demensional Microelectromechanical Devices from Processable Carbon Nanotube Wafers	早水裕平
2	2008/3/ 23	日本物理学会第 63 回年次大会	配向カーボンナノチューブ基板 を用いた集積 3 次元 MEMS デ バイスの創製 II～集積化 3 次元 カーボンナノチューブ・リレー～	早水裕平
3	2008/3/ 23	日本物理学会第 63 回年次大会	配向カーボンナノチューブ基板 を用いた集積 3 次元 MEMS デ バイスの創製 I～配向カーボン ナノチューブ基盤の作成と形状 加工～	山田健郎
4	208/3/3 0	応用物理学会 関係連合講演会	配向カーボンナノチューブ基板 を用いた集積 3 次元 MEMS デ バイスの創製	早水裕平
5	2008/8/ 10	SPIE Optics +Photonics2008	Integrated 3D microelectromechanical devices from processable carbon nanotube wafers	早水裕平

6	2008/8/ 28	第35回記念 フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム	カーボンナノチューブ基板を用いた集積3次元MEMSデバイスの創製	早水裕平
7	2008/9/ 4	第24回 応用物理学会講演奨励賞 受賞記念講演	配向カーボンナノチューブ基板を用いた集積3次元MEMSデバイスの創製	早水裕平

#### 論文

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2006/11 /26	Nature Material. 5,987-994	Shape Engineerable and Highly Densely Packed Single Walled Carbon Nanotubes and their Application as Super-Capacitors Electrodes	FUTABA DON
2	2008/5/ 4	Nature Nanotechnology.3 ,289-294	Integrated three-dimensional microelectromechanical devices from processable carbon nanotube wafers	早水 裕平

#### プレス発表など

番号	発表日	発表媒体	発表タイトル	発表者
1	2008/5/5	新聞	自由自在に設計したカーボンナノチューブ3次元デバイスを実現	産総研

展示会など

番号	発表日	展示会	展示タイトル	会場
1	2007/7/2 5-27	第 18 回マイクロマシン /MEMS 展示会	高集積・複合 MEMS 製造技術開発 プロジェクト成果展示	東京ビック サイト
2	2008/2/1 3-15	国際ナノテクノロジー総 合展・技術会議	高集積・複合 MEMS 製造技術開発 プロジェクト成果展示	東京ビック サイト
3	2008/7/3 0-8/1	第 19 回マイクロマシン /MEMS 展示会	高集積・複合 MEMS 製造技術開発 プロジェクト成果展示	東京ビック サイト
4	2008/10/ 20-21	産総研オープンラボ	スーパーグロースカーボンナノチュ ーブの量産・用途・素子開発	産総研
5	2009/7/2 9-31	第 20 回マイクロマシン /MEMS 展示会	高集積・複合 MEMS 製造技術開発 プロジェクト成果展示	東京ビック サイト

(4)ナノ機能を組み込んだMEMS デバイスの製造技術(三菱電機株式会社)

学会発表

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2008/9/2	第 69 回応用物理学 会学術講演会	溶融はんだ吐出法を用いた基板貫 通配線を有する RF-MEMS スイッ チ	小川 新平
2	2009/7/31	高集積・複合 MEMS プロジェクト成果発表 会	カーボンナノチューブを適用した RF-MEMS スイッチ	福本 宏

展示会など

番号	発表日	展示会	展示タイトル	会場
1	2009/7/29-31	第 20 回マイクロマ シン/MEMS 展示会	高集積・複合 MEMS 製造技術開発 プロジェクト成果展示	東京ビックサ イト

研究開発項目② MEMS／半導体の一体形成技術の開発

(1)MEMS-半導体プロセス統合モノリシック製造技術

(1)－1. 新たなセンシング原理の探索－（立命館大学）

学会発表

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2007/10/25	日本機械学会 M&M2007 材料力学カンファレンス	シリコンナノワイヤーのピ エゾ抵抗効果に関する第 一原理計算	中村康一
2	2007/11/06	20th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC2007)	First-Principles Study on Piezoresistance Effect in Silicon Nanowires	Koichi Nakamura
3	2008/03/25	Materials Research Society (MRS) 2008 Spring Meeting	Evaluation of Low-dimensional Band Structure in Silicon Nanowires for Ultra Small Piezoresistive Sensors by First-Principle Calculation	Koichi. Nakamura
4	2008/03/30	2008 年春季応用物理学 会学術講演会	第一原理計算による単結 晶シリコンナノワイヤーの ピエゾ抵抗係数予測	中村康一
5	2008/08/05	日本機械学会 2008 年 次大会	単結晶シリコン材料のピ エゾ抵抗物性シミュレーシ ョン	中村康一
6	2008/09/18	日本機械学会 M&M2008 材料力学カンファレンス	応力印加によるバルクシ リコンのバンドひずみとピ エゾ抵抗物性への効果	中村康一
7	2008/09/24	第 2 回分子科学討論会	バルクシリコンおよびシリ	中村康一

			コンナノワイヤーのピエゾ抵抗物性シミュレーション	
8	2008/10/23	25th Sensor Symposium, 2008	Electronic States in Silicon Nanowires and Prospects of Their Piezoresistivity	Koichi. Nakamura
9	2008/10/29	21st International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC2008)	First-Principles Simulation on Orientation Dependence of Piezoresistance Properties in Silicon Nanowires	Koichi. Nakamura
10	2008/11/6	IEEE International Symposium on Micromechatronics and Human Science (MHS2008)	Design and Simulation of Piezoresistive Micro Accelerometers for Wearable Sensing Applications	Ranjith Amarasinghe
11	2008/12/18	2008 International Symposium on Micro/Nano Systems Technology (ISMST2008)	First-Principle Simulation on Piezoresistive Properties in Low-Dimensional Silicon Materials	Koichi Nakamura
12	2009/03/31	2009 年春季応用物理学会学術講演会	n 型バルクシリコンにおけるピエゾ抵抗係数のキャリア濃度・温度依存シミュレーション	中村康一
13	2009/05/22	第 14 回分子動力学シンポジウム	ドーパ半導体のピエゾ抵抗物性理論とシミュレーション	中村康一
14	2009/06/23	15 <sup>th</sup> International Conference on	Sensitivity Enhancement of Piezoresistive Micro	Ranjith Amarasinghe

		Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems (Transducers 2009)	Acceleration Sensors with Nanometer Stress Concentration Regions on Sensing Elements	
15	2009/09/08	2009 年秋季応用物理学会学術講演会	p 型バルクシリコンのピエゾ抵抗係数シミュレーション	中村 康一
16	2009/09/22	第 3 回分子科学討論会	シリコンのピエゾ抵抗効果におけるスピン-軌道相互作用の影響	中村 康一
17	2009/10/15	第 26 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム	シリコンナノシートの電子状態とピエゾ抵抗物性予測	中村 康一
18	2009/10/15	第 26 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム	Evaluation of Properties of Sputtered Tungsten Silicide Thinfilm for MEMS Applications	Dzung Viet Dao
19	2009/10/26	IEEE Sensors 2009	Evaluation of the Piezoresistive Effect in Single Crystalline Silicon Nanowires	Dzung Viet Dao
20	2009/10/27	IEEE Sensors 2009	Design and Fabrication of Ultra Miniature Novel Three-Axis Micro Accelerometer	Dzung Viet Dao
21	2009/10/27	IEEE Sensors 2009	Piezoresistive and Thermoelectric Effects of CNT Thin Film Patterned by EB Lithography	Dzung Viet Dao
22	2009/11/9	2009 International Symposium on	Characterization of the Piezoresistive Effect and	Dzung Viet Dao

		Micro-NanoMechatronics and Human Science (MHS2009)	Temperature Coefficient of Resistance in Single Crystalline Silicon Nanowires	
23	2009/11/9	2009 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (MHS2009)	Piezoresistive Effect in Silicon Nanowires – A Comprehensive Analysis Based on First-Principles Calculations	Koichi Nakamura
24	2009/11/12	2nd International Workshop on Nanotechnology and Application (IWNA 2009)	Development of Highly Integrated and Complex MEMS “Fine MEMS” Technology	Susumu Sugiyama
25	2009/11/12	2nd International Workshop on Nanotechnology and Application (IWNA 2009)	Micro and Nano Integrated Devices Based on MEMS Technology	Dzung Viet Dao
26	2009/11/18	22nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC2009)	First-Principles Simulation on Thickness Dependence of Piezoresistance Effect in Silicon Nanosheets	Koichi Nakamura

論文

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2008/06/20	Jpn. J. Appl. Phys. 47, 5132–5138 (2008).	First-Principles Study on Piezoresistance Effect in Silicon Nanowires	Koichi Nakamura
2	2009/06/22	Jpn. J. Appl. Phys. 48, 06FG09(5pp) (2009).	First-Principles Simulation on Orientation Dependence of	Koichi Nakamura

			Piezoresistance Properties in Silicon Nanowires	
3	2009/07/13	Phys. Rev. B	Simulation of Piezoresistivity in <i>n</i> -type Single-Crystal Silicon on the Basis of First-Principles Band Structure	Koichi Nakamura
4	(accepted)	IEEJ Trans. Electr. Electron. Eng.	First-Principles Simulation on Piezoresistive Properties in Doped Silicon Nanosheets	Koichi Nakamura

#### 展示会など

番号	発表日	展示会	展示タイトル	会場
1	2007/7/25-27	第 18 回マイクロマ シン/MEMS 展示会	高集積・複合 MEMS 製造技術開 発プロジェクト成果展示	東京ビックサ イト
2	2008/7/30-8/1	第 19 回マイクロマ シン/MEMS 展示会	高集積・複合 MEMS 製造技術開 発プロジェクト成果展示	東京ビックサ イト
3	2009/7/29~ 7/31	第 20 回マイクロマ シン/MEMS 展示会	高集積・複合 MEMS 製造技術開 発プロジェクト成果展示	東京ビックサ イト

#### (1) - 2. 半導体モノリシック集積化基盤技術開発(株式会社 日立製作所)

#### 学会発表

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2007/1/22	IEEE 20th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS2007)	Above-IC integration of capacitive pressure sensor fabricated with CMOS interconnect	T. Fujimori, Y. Hanaoka H. Fukuda



			processes	
2	2009/6/21	The 15th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems (Transducers 2009)	TINY (0.72 mm <sup>2</sup> ) PRESSURE SENSOR INTEGRATING MEMS AND CMOS LSI	T. Fujimori, H. Takano, S. Machida, Y. Goto
3	2009/6/21	The 15th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems (Transducers 2009)	One-dimensional-motion and pressure hybrid sensor fabricated and process-level-packaged with CMOS back-end-of-line processes	Y. Hanaoka, T. Fujimori, K. Yamanaka, H. Takano, Y. Goto, H. Fukuda
4	2007/06/05	第76回 VLSI フォーラム	LSI プロセス互換 集積 MEMS 技術	後藤康 藤森司 花岡裕子 福田宏
5	2008/10/23	第25回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム	LSIとMEMSセンサを積層集積化した際の回路が受ける影響の評価	藤森司 後藤康 鷹野秀明
6	2008/11/11	次世代センサ協議会 第29回センサ&アクチュエータ技術シンポジウム	MEMSとLSIの集積化を実現するLSI配線互換 MEMSプロセス技術	藤森司
7	2009/03/04	センシング技術応用研究会 第165回研究例会	MEMSとLSIの集積化を実現するLSI配線互換 MEMSプロセス技術	藤森司

論文

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2007/1/22	IEEE 20th International Conference on Micro Electro Mechanical	Above-IC integration of capacitive pressure sensor fabricated with	T. Fujimori, Y. Hanaoka, H. Fukuda

		Systems (MEMS2007)	CMOS interconnect processes	
2	2009/6/21	The 15th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems (Transducers 2009)	TINY (0.72 mm <sup>2</sup> ) PRESSURE SENSOR INTEGRATING MEMS AND CMOS LSI	T. Fujimori, H. Takano, S. Machida, Y. Goto
3	2009/6/21	The 15th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems (Transducers 2009)	One-dimensional-motion and pressure hybrid sensor fabricated and process-level-packaged with CMOS back-end-of-line processes	Y. Hanaoka, T. Fujimori, K. Yamanaka, H. Takano, Y. Goto, H. Fukuda

プレス発表など

番号	発表日	発表媒体	発表タイトル	発表者
1	2007/1/19	日経新聞 日経産業新聞	CMOS 回路の配線層に MEMS を積層した 小型・低消費電力の圧力センサ LSI の 試作に成功	藤森司、後藤康

展示会など

番号	発表日	展示会	展示タイトル	会場
1	2007/7/25～ 7/27	第 18 回 マイクロ マシン/MEMS 展	微細 MEMS と CMOS 回路混載の ための MEMS/半導体モノリシック 集積化基盤技術	東京ビッグサ イト
2	2008/7/30～ 8/1	第 19 回 マイクロ マシン/MEMS 展	微細 MEMS と CMOS 回路混載の ための MEMS/半導体モノリシック 集積化基盤技術	東京ビッグサ イト
3	2009/2/18～ 2/20	nano tech 2009(国 際ナノテクノロジー 総合展・技術会議)	IC集積化MEMSセンサ	東京ビッグサ イト
4	2009/7/29～ 7/31	第 20 回 マイクロマ シン/MEMS 展示会	高集積・複合 MEMS 製造技術開発 プロジェクト成果展示	東京ビッグサ イト

(2)MEMS-半導体縦方向配線技術

(2)-1. 縦方向集積MEMS デバイス製造技術の開発(オムロン株式会社)

学会発表

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2007/9/ 7	2007 年秋季応 用物理学学会	MEMS デバイスにおける超臨界システム	森口誠
2	2008/10 /2	PRiME2008 ECS	High Aspect Through-Hole Interconnection by electro-deposition for vertical integrated MEMS device	李相烈
3	2008/10 /2	PRiME2008 ECS	Smart Bumpless Bonding for MEMS-IC vertical Integration	塩崎真良
4	2008/10 /2	PRiME2008 ECS	Bump-less Wafer level bonding experiment for vertical integration MEMS device <b>(Best Poster Award 受賞)</b>	森口誠
5	2008/10 /22	第 25 回「セン サ・マイクロマ シンと応用シ ステム」シンポ ジウム	O3-TEOS CVD による貫通孔側壁絶縁膜の 形成	金井聡庸
6	2009/4/ 16	ICEP2009	Mass production technology for vertical integrated MEMS	李相烈
7	2009/7/ 31	高集積・複合 MEMS 成果発 表会	MEMS パッケージ技術の革新	佐々木昌
8	2009/09 /17	電子ジャーナ ル技術 세미나	縦方向集積 MEMS デバイス製造技術と今後 の展望	李相烈
9	2008/10 /15	第 26 回「セン サ・マイクロマ シンと応用シ ステム」シンポ ジウム	赤外線アレイセンサ用マイクロミラーアレイ の作製と評価	大平真琴

10	2009/10 /16	第 26 回「セン サ・マイクロマ シンと応用シ ステム」シンポ ジウム	常温接合法を用いた貫通配線を持つ接合ウ エハの真空封止性評価	小山雄高
----	----------------	--	-----------------------------------	------

#### 論文

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	投稿中	電気学会 E 部門	Technological Feasibility demonstration of Smart Bumpless Bonding for MEMS-IC Vertical Integration	塩崎真良
2	査読完了	2009 年電子 情報通信学 会論文誌	O3-TEOS 膜による MEMS 貫通配線絶縁 膜の特性	金井聡庸

#### プレス発表など

番号	発表日	発表媒体	発表タイトル	発表者
1	2008/12/13	日刊工業新 聞	『センサなど発電機能などをモジュール 化』 センサと発電、蓄電、無線通信などの機 能をモジュール化し、センサネットワー クの構築を可能とする。センサ部の MEMS と信号処理 IC を積層するための一要素 技術として紹介。	オムロン株式会 社

#### 展示会など

番号	発表日	展示会	展示タイトル	会場
1	2008/7/30-8/ 1	第 19 回マイクロマ シン/MEMS 展示会	・高集積・複合 MEMS 製造技術 開発プロジェクト成果展示 ・弊社ブースにて同時展示	東京ビックサ イト
2	2008/9/30-10	CEATEC	・弊社ブースにて技術展示	幕張メッセ

	/4	JAPAN2008		
3	2009/7/29-31	第 20 回マイクロマ シン/MEMS 展示会	・高集積・複合 MEMS 製造技術 開発プロジェクト成果展示	東京ビックサ イト

## (2)-2. 配線の自由度を向上できる 3 次元配線構造を持つ

## 高信頼性インタポーザル技術の開発(株式会社フジクラ)

## 学会発表

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2008/5/22	エレクトロニクス 実装学会超高速 高周波エレクトロ ニクス実装研究 会	Au-Sn 充填貫通配線の作製と評価	山本敏
2	2008/6/12	International Conference on Electronics Packaging (ICEP2008)	Through-Hole Interconnections Formed by Femtosecond Laser Irradiation/Wet Etching and Molten Metal Suction Method for MEMS Package	Osamu Nukaga
3	2008/9/18	マイクロエレクトロ ニクスシンポジウ ム (MES2008)	基板内で分岐・屈曲した3次元貫通 配線の作製と評価 ※研究奨励賞受賞	脇岡寛之
4	2008/10/2 4	エレクトロニクス 実装学会ワーク ショップ	ウェハレベル MEMS パッケージ	山本敏
5	2008/11/5	International Symposium on Microelectronics (IMAPS2008)	True 3D Through Hole Interconnection Formed by Femtosecond Laser Irradiation/Wet Etching and Molten Metal Suction Method	Osamu Nukaga
6	2009/1/30	Mate2009	基板内で分岐・屈曲した3次元貫通 配線の作製と評価	脇岡寛之
7	2009/3/13	エレクトロニクス 実装学術講演大 会	トゥルー3次元貫通配線	脇岡寛之

8	2009/4/15	ICEP2009	“True” 3D through hole interconnections	Hiroyuki Wakioka
9	2009/7/10	エレクトロニクス実装学会関西ワークショップ 2009	True3 次元貫通配線	脇岡寛之
10	2009/7/31	高集積・複合MEMS 成果発表会	3次元貫通配線の開発とインターポージャーへの応用	山本敏
11	2009/9/17	Electronic Journal Technical Seminar	MEMS/半導体縦方向配線技術の現状と今後の展望	末益龍夫

#### 論文

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2009/1	電気学会論文誌 E	基板内部で屈曲, 分岐した構造を持つ Au-Sn 充填貫通配線	山本敏

#### プレス発表など

番号	発表日	発表媒体	発表タイトル	発表者
1	2007/9	NIKKEI MICRODEVICES	異分野の融合を加速する MEMS 技術が続出 「マイクロマシン/MEMS 展」に見る	
2	2009/3	電子材料	ネブコンワールド 「3次元実装とウエハ薄型化技術」	

#### 展示会など

番号	発表日	展示会	展示タイトル	会場
1	2007/7/26-28	第 18 回マイクロマシン/MEMS 展示会	配線の自由度を向上できる 3次元インターポージャー技術の開発	東京ビックサイト
2	2008/1/16-18	第 9 回半導体パ	配線の自由度を向上できる 3次元イ	東京ビックサ



		パッケージング展	インターポーザル技術の開発	イト
3	2008/2/13-15	国際ナノテクノロジー展 2008	配線の自由度を向上できる3次元インターポーザル技術の開発	東京ビックサイト
4	2008/7/30-8/1	第19回マイクロマシン/MEMS展示会	配線の自由度を向上できる3次元インターポーザル技術の開発	東京ビックサイト
5	2009/1/28-30	第10回半導体パッケージング展	3次元貫通配線	東京ビックサイト
6	2009/7/29-30	第20回マイクロマシン/MEMS展示会	高集積・複合MEMS製造技術開発プロジェクト成果展示	東京ビックサイト

(3)MEMS－半導体横方向配線技術

(3)－1 高集積MEMS擬似SOC製造技術の研究開発（株式会社 東芝）

学会発表

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2007/3/22	電気学会	MEMSとLSIの横方向配線技術	舟木英之
2	2007/3/16	MAT-LCD 研究会	薄膜素子の分散転写技術	小野塚豊
3	2007/11/14	IMAPS' 07	Wafer-level integration technology with heterogeneous chip redistribution and inter-chip layer process	Yutaka Onozuka
4	2008/1/18	電子情報通信学会	擬似 SOC 集積化における応力解析 - 有機樹脂チップ間応力の低減-	小野塚豊
5	2008/6/10	ICEP' 08	Pseudo-SOC Technology Its basic structure and stress analysis	Yutaka Onozuka
6	2008/11/5	IMAPS' 08	Optimization of Redistributed Layers between Heterogeneous Devices for Wafer-Level Integration	Yutaka Onozuka
7	2009/1/30	MATE' 09	ウエハレベル再構築技術を用いた MEMS-LSI 高集積擬似 SOC	小野塚豊
8	2009/4/16	ICEP' 09 (招待講演)	Highly Integrated MEMS-Pseudo-SOC Technology - A Wafer-Level System Integration Technology for MEMS-LSI Heterogeneous Devices -	Hiroshi Yamada
9	2009/5/18	INC5 (招待講演)	MEMS-LSI Heterogeneous Device Integration Technology for System-on-Chip Applications	Hiroshi Yamada
10	2009/7/31	高集積・複合MEMS 成果発表会	擬似 SOC による高集積 MEMS の実現	舟木英之

論文

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2008/11	エレクトロニクス実装学会誌	半導体デバイスと MEMS の融合における新たな展開	山田浩
2	2009/2/1	東芝レビュー	異種デバイスを高密度集積化できる擬似 SOC 技術	小野塚豊

展示会など

番号	発表日	展示会	展示タイトル	会場
1	2009/7/29-31	第 20 回マイクロマシン/MEMS 展示会	高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト成果展示	東京ビックサイト

(3) - 2. MEMS - 半導体横方向配線技術の研究開発 (東北大学)

学会発表

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2007/9/4	第68回応用物理学会学術講演会	チップ乗り越え配線形成技術の開発	紀世陽
2	2007/11/9	International IEEE Workshop on Low Temperature Bonding for 3D Integration	Chip-to-Wafer Stacking for 3D Integration with TSV	Takafumi Fukushima
3	2008/2/8	応用物理学会シリコンテクノロジー分科会多層配線システム研究委員会	自己組織化ウエーハ張り合わせによる三次元集積化技術	福島誉史
4	2008/3/6	The 5th International Conference on Mechanical	<i>Microbump Formation on Flexible Substrate using Imprint Technology for Integrated Nano-System</i>	Yusuke Yamada,

		Science based on Nanotechnology	<i>with 3D-LSIs</i>	
5	2008/3/17	第22回エレクトロニクス実装学会講演大会	シリコンチップ乗り越えCu配線形成技術の開発	紀世陽
6	2008/3/27	第55回応用物理学関係連合講演会	MEMS-半導体横方向配線技術II: 配線板へのMEMSチップのセルフアセンブリ	今野隆行
7	2008/3/27	第55回応用物理学関係連合講演会	MEMS-半導体横方向配線技術IV: インプリント技術を用いたマイクロバンプ形成	菊池宏和
8	2008/3/28	第55回応用物理学関係連合講演会	MEMS-半導体横方向配線技術I: フレキシブル基板へのLSIチップのセルフアセンブリ	福島誉史
9	2008/3/28	第55回応用物理学関係連合講演会	MEMS-半導体横方向配線技術III: チップ乗り越え配線の形成と基本特性	紀世陽
10	2008/3/28	第55回応用物理学関係連合講演会	MEMS-半導体横方向配線技術V: 高透磁率膜上に形成したインダクタの基本特性	木野久志
11	2008/5/30	The 59th Electronic Components and Technology Conference (ECTC)	Multichip Self-Assembly Technique on Flexible Polymeric Substrate	Takafumi Fukushima,
12	2008/9/2	第69回応用物理学学会学術講演会	キャビティ構造を有するMEMSチップのセルフアセンブリ	今野隆行
13	2008/9/25	International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM)	Self-Assembly for Heterogeneous Integration with Lateral Interconnections Extending over MEMS and LSI Chips	Takayuki Konno
14	2008/9/25	International Conference on Solid State	The Formation of Lateral Interconnections Extending over	Mariappan Murugesan

		Devices and Materials (SSDM)	100-micron Thick Chips	
15	2008/9/26	International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM)	Characteristics of Magnetic Film Inductors with FePt Nano-Dots	Woocheol Jeong
16	2008/12/16	IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM)	New Heterogeneous Multi-Chip Module Integration Technology Using Self-Assembly Method	Takafumi Fukushima
17	2009/2/9	IEEE The International Solid-State Circuits Conference (ISSCC)	New Heterogeneous Multi-Chip Module Integration Technology Using Self-Assembly Method	Takafumi Fukushima
18	2009/3/31	MEMS Engineer Forum 2009	スーパー・ヘテロインテグレーションの実現	小柳光正
19	2009/3/31	第56回応用物理学会学術講演会	The Formation Technology of High-aspect-Ratio Cu Sidewall Interconnections over Chip Edges with Large Step Height	Jichel Bea
20	2009/4/2	第56回応用物理学会学術講演会	Synthesis and characterization of magnetic nano-dots for on-chip inductors	Mariappan Murugesan

論文

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2008/10/9	Journal of Applied Physics, vol.104, pp.074316-1-074316-5	Investigation of the effect of in situ annealing of FePt nanodots under high vacuum on the chemical states of Fe and Pt by x-ray photoelectron	Mariappan Murugesan

			spectroscopy	
2	2009/1 /	Proceedings of The IEEE, Vol.97, No.1, pp.49-59,	High-Density Through Silicon Vias for 3-D LSIs	Mitsumasa Koyanagi
3	2009/4 /20	Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 48, No.4, 2009, pp.C157-1 - C157-4.	Characteristics of copper spiral inductors utilizing FePt nano-dots film	W.-C. Jeong

プレス発表など

番号	発表日	発表媒体	発表タイトル	発表者
1	2009/1/14	日刊工業新聞	半導体ウエハ 異種デバイス一括搭載 製造時間短縮 東北大が技術	東北大学 小柳光正
2	2009/1/14	河北新報	異種部品一括し基板に 製造コスト大幅減	東北大学 小柳光正
3	2009/1/15	日経産業新聞	異種チップ基板に集積 東北大 水の表面張力利用	東北大学 小柳光正
4	2009/1/23	科学新聞	異種デバイスを一括搭載 独自のシステム集積化技術開発	東北大学 小柳光正
5	2009/2/9	日経エレクトロ ニクス	セルフ・アSEMBル技術の適用 東北大が成果示す	東北大学 小柳光正
6	2009/3/4	半導体産業新 聞	東北大 新システム集積化技術を開 発 自己組織化で一括作製	東北大学 小柳光正

展示会など

番号	発表日	展示会	展示タイトル	会場
1	2009/7/29-31	第 20 回マイクロマ シン/MEMS 展示会	セルフアSEMBリーを用いた MEMS/半導体一体化実装	東京ビックサ イト
2	2008/7/30-8/1	第 19 回マイクロマ シン/MEMS 展示会	「MEMS-半導体横方向配線技 術の研究開発」(低温積層高密度 一体化実装技術の研究開発)	東京ビックサ イト
3	2008/9/30	東北大学イノベー ションフェア 2008in 仙台	生体融和型医用マイクロ・ナノシ ステム(MEMS/半導体一体化実 装)	仙台国際セ ンター
4	2007/7/25-27	第 18 回マイクロマ シン/MEMS 展示会	「MEMS-半導体横方向配線技 術の研究開発」(低温積層高密度 一体化実装技術の研究開発)	東京ビックサ イト

## (3)-3. MEMS/半導体の一体形成技術の開発 -MEMS-半導体横方向配線技術-

(産業技術総合研究所)

## 学会発表

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2007/03/07	表面技術協会 第115回講演大会, 東京,	無電解 NiB めっきを用いた3次元接続方法の開発,”	横島時彦, 大里啓孝, 山地泰弘, 田村祐一郎, 菊地克弥, 仲川博, 青柳昌宏,
2	2007/05/29	The 57th Electronic Components and Technology Conference (ECTC), Reno, U.S.A.,	“Novel Flip-Chip Bonding Technology using Chemical Process,”	山地泰弘, 横島時彦, 大里啓孝, 井川登, 田村祐一郎, 菊地克弥, 仲川博, 青柳昌宏
3	2007/10/07	The 212th Electrochemical Society Meeting, Washington, U.S.A.,	“Interconnection of Multi-Pad Electrodes by “Controlled Anisotropic Extraneous (CAEx) Deposition” of Electroless NiB Film,”	横島時彦, 山地泰弘, 大里啓孝, 田村祐一郎, 菊地克弥, 仲川博, 青柳昌宏
4	2007/11/21	the 24th international Japan-Korea Seminar on Ceramics,	Fundamental Study on Material Direct Writing Technology with Inkjet Printing,	遠藤 聡人、長妻良枝、明渡 純
5	2007/11/28	The second Internaitonal Symposium on Smart processing Technology,	FUNDAMENTAL STUDY ON MATERIAL DIRECT WRITING TECHNOLOGY WITH INKJET PRINTING	遠藤 聡人、長妻良枝、明渡 純
6	2008/03/14	表面技術協会第117回講演大会,	“無電解 NiB めっきを用いた微細電極接続における成膜条件の影響,”	横島時彦, 山地泰弘, 井川登, 田村祐一郎, 菊地克弥, 仲川博, 青柳昌宏,
7	2008/04/24	4th International Conference and Exhibition on <i>CICMT</i>	Laser Assisted Inkjet Printing for Metal Wiring on Glass Substrate,	遠藤 聡人、明渡 純,
8	2008/05/25	10th International Conference on Ceramic Processing Science,	Novel Inkjet Printing on High Density Interconnect for Advanced LTCC by Laser Assist	遠藤 聡人、明渡 純,



9	2008/09/19	第 21 回日本セラミックス協会秋季シンポジウム, 北九州国際会議場	レーザ援用インクジェット法によるマテリアル・ダイレクト・ライティング (MDW) 技術	明渡 純、津田 弘樹、遠藤 聡人、
10	2009/10/12	The 212th Electrochemical Society Meeting, Hawaii, U.S.A.	Maskless Fabrication for Micropad Interconnection using Electroless NiB Deposition and Application to “Chemical” Flip-Chip Bonding	横島時彦, 山地泰弘, 井川登, 菊地克弥, 仲川博, 青柳昌宏
11	2008/12/	International Union of Material Research Societies International Conference in Asia(IUMRS-ICA),	“Laser Assisted Inkjet Printing for Metal Wiring on Glass Substrate”, Nagoya, Japan,	Akito Endo, Youngkyu Park and Jun Akedo,

#### 論文

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2007/06/27	Electrochemical and Solid-State Letters, 10(9), pp.D92-D94,	“Interconnection of Micropad Electrodes by Controlled “Extraneous” Deposition of Electroless NiB Film,”	Tokihiko Yokoshima, Yasuhiro Yamaji, Hirotaka Oosato, Yuichiro Tamura, Katsuya Kikuchi, Hiroshi Nakagawa, and Masahiro Aoyagi,
2	2008/09/25	IEICE Electronics Express, Vol.5, No.18 pp.732-737,	Yasuhiro Yamaji, Tokihiko Yokoshima, Katsuya Kikuchi, Hiroshi Nakagawa, and Masahiro Aoyagi, “Chemical flip-chip bonding method for fabricating 10- $\mu$ m-pad-pitch interconnect,”	Yasuhiro Yamaji, Tokihiko Yokoshima, Katsuya Kikuchi, Hiroshi Nakagawa, and Masahiro Aoyagi,
3	2008/11/01	電子情報通信学会誌 C, vol.J91, No.11 pp.595-602,	“無電解めっき法による無加圧フリップチップ接続技術,”	山地泰弘, 横島時彦, 井川登, 田村祐一郎, 菊地克弥, 仲川博, 青柳昌宏,

#### プレス発表など

番号	発表日	発表媒体	発表タイトル	発表者
----	-----	------	--------	-----

1	2009/1/22	EE-TIMES JAPAN	めっき不良の積極活用で電極間を接続、 LSI チップの3次元高密度実装に道	横島時彦
2	2009/6/29	産総研プレ スリリース	レーザー援用インクジェット法で微細な配 線の高速描画に成功	明渡純
3	2009/7/02	日経 Techon	微細かつ厚膜の配線パターンの高速描画 に成功	明渡純

#### 展示会など

番号	発表日	展示会	展示タイトル	会場
1	2009/7/29-31	第20回マイクロマ シン/MEMS展	高集積・複合MEMS製造技術開発 プロジェクト成果展示	東京ビックサ イト
2	2008/7/30-01	第19回マイクロマ シン/MEMS展	高集積・複合MEMS製造技術開発 プロジェクト成果展示	東京ビックサ イト
3	2008/2/13-15	Nano tech 2008	高集積・複合MEMS製造技術開発 プロジェクト成果展示	東京ビックサ イト
4	2007/7/25-27	第18回マイクロマ シン/MEMS展	高集積・複合MEMS製造技術開発 プロジェクト成果展示	東京ビックサ イト

番号	受賞日	受賞名	受賞タイトル	受賞者
1	2009/09/10	エレクトロニクス 実装学会 MES2 08ベストペーパ ー賞	ガスデポジション法による円錐バ ンプの作製	居村史人、仲川 博、菊地克弥、山 地泰弘、横島時 彦、馬場創、明渡 純、青柳昌宏

研究開発項目③ MEMS/MEMSの高集積結合技術の開発

(1)異種材料多層MEMS集積化技術(オリンパス株式会社)

学会発表

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2008/6/12	エレクトロニクス実装国際会議 (ICEP2008)	”Development of High-precision Bonding Technology of Micro-components Using Manipulator and Laser Spot Heating for High-performance MEMS ”	本原寛幸
2	2009/4/16	エレクトロニクス実装国際会議 (ICEP2009)	”Development of Wafer-Level Bonding Technology for “MEMS on MEMS” High Performance Device”	清水悦朗
3	2009/7/29	MEMS 実装・パッケージングフォーラム	異種材料多層 MEMS 集積化技術開発	清水悦朗
4	2009/7/31	高集積・複合 MEMS 成果発表会	異種機能を積層集積した MEMS デバイスの開発	清水悦朗

展示会など

番号	発表日	展示会	展示タイトル	会場
1	2008/7/30-8/1	第 19 回マイクロマシン/MEMS 展示会	高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト成果展示	東京ビックサイト
2	2009/7/29-31	第 20 回マイクロマシン/MEMS 展示会	高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト成果展示	東京ビックサイト

2) - 1. 機能集積化MEMS デバイスを実現するビルドアップ型

ウエハレベルパッケージング技術の開発(パナソニック電工株式会社)

学会発表など

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2009/7/31	ファイン MEMS プロジェクト成果発表会	ビルドアップ型ウエハレベルパッケージングによる多機能3次元集積MEMSデバイスの開発	富井和志
2	2008/7/29	MEMS 実装・パッケージングフォーラム	ウエハレベルパッケージングによる機能集積MEMSの創出	久保雅男
3	2008/11/12	システムインテグレーション技術研究会	MEMSの実装・パッケージング技術	佐名川佳治
4	2007/12/5	IDW' 07	3D Wafer-Level Packaging of MEMS Using Surface Activated Bonding and TSV	竹川宜志
5	2007/5/31	最先端実装技術シンポジウム	MEMSウエハレベルパッケージングを実現する革新プロセス技術	西條隆司

論文

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2008/9/19	パナソニック電工技報	ウエハレベルパッケージングによるMEMSの超小型・低背化	奥戸崇史

展示会など

番号	発表日	展示会	展示タイトル	会場
1	2009/7/29-31	第 20 回マイクロマシン/MEMS 展示会	高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト成果展示	東京ビックサイト
2	2008/2/13-15	国際ナノテクノロジー総合展 (nano tech2008)	高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト成果展示	東京ビックサイト

## (2)-2. 光化合物半導体の高精度接合技術(横河電機株式会社)

## 学会発表

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2006/8/21	2006 IEEE/LEOS International Conference on Optical MEMS and their Applications	MEMS tunable VCSEL with Concave Mirror using the Selective Polishing Method	蒲原敦彦
2	2007/12/18	International Symposium on VCSELs and Integrated Photonics	50nm tuning of micromechanically tunable 1.55um InP-based VCSELs with Si-MEMS technology	蒲原敦彦
3	2008/9/18	The 21st IEEE International Semiconductor Laser Conference	Wavelength Modulation over 500 kHz of Micromechanically Tunable InP-Based VCSELs with Si-MEMS Technology	矢野哲夫
4	2008/12/12	電子情報通信学会レーザ・量子エレクトロニクス研究会	50nm 位相連続波長掃引可能な Si-MEMS 可動ミラーを用いた InP 系波長可変面発光レーザ	平田隆昭
5	2009/4/1	第56回応用物理学関連連合講演会	金属スリットを用いた MEMS-VCSEL の偏波制御	大山将也
6	2009/7/31	高集積・複合 MEMS 成果発表会	高精度接合技術を用いた波長可変面発光レーザーの開発	渡辺哲也

## 論文

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	MAY/JUNE 2009	IEEE Journal of Selected Topics in Quantum	Wavelength Modulation Over 500 kHz of Micromechanically	矢野哲夫

		Electronics (vol. 15, no. 3, pp. 528-534, 2009)	Tunable InP-Based VCSELs With Si-MEMS Technology	
--	--	---	---	--

#### 展示会など

番号	発表日	展示会	展示タイトル	会場
1	2009/7/29-31	第 20 回マイクロマ シン/MEMS 展示会	高集積・複合 MEMS 製造技術開発 プロジェクト成果展示	東京ビックサ イト
2	2007/7/25-27	第 18 回マイクロマ シン/MEMS 展示会	高集積・複合 MEMS 製造技術開発 プロジェクト成果展示	東京ビックサ イト

#### (3) 多層ウェハレベル接合体の低ストレスダイシング技術

(レーザー技術総合研究所／東北大学)

#### 学会発表(国内)

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2007/9/5	第 68 回応用物 理学会学術講演 会	積層 MEMS のための超短パルスレ ーザ支援低ストレスダイシング技 術の開発	井澤友策, 宮永 憲明, 田中秀 治, 藤田雅之 他
2	2007/10/16	第 24 回センサ・ マイクロマシンと 応用システムシ ンポジウム	積層MEMSのための低ストレスレ ーザ支援ダイシング: ガラス層の割 断法	井澤友策, 宮永 憲明, 田中秀 治, 藤田雅之 他
3	2007/12/17	レーザー学会第 369 回研究会	積層 MEMS のためのパルスレーザ ー支援デブリフリー低ストレスダイ シング技術の開発	鶴見洋輔, 宮永 憲明, 田中秀 治, 藤田雅之 他
4	2008/2/1	レーザー学会第 28 回年次大会	積層 MEMS のためのパルスレーザ ー支援デブリフリー低ストレスダイ	鶴見洋輔, 田中 秀治, 宮永憲

			シング技術の開発	明, 藤田雅之 他
5	2008/3/7	電気学会 光・量子デバイス研究会	積層 MEMS のためのパルスレーザー支援デブリフリー低ストレスダイシング技術の開発(招待講演)	藤田雅之、宮永憲明、田中秀治 他
6	2008/3/21	電気学会全国大会	積層 MEMS のためのパルスレーザー支援デブリフリー低ストレスダイシング技術の開発	藤田雅之、宮永憲明、田中秀治 他
7	2008/3/29	第 55 回応用物理学関係連合講演会	積層 MEMS のための高繰り返し短パルスレーザー支援低ストレス高速ダイシング技術の開発	井澤友策、宮永憲明、田中秀治、藤田雅之 他
8	2008/10/22	第 25 回センサ・マイクロマシンと応用システムシンポジウム	積層MEMSのためのデブリフリー高速レーザー支援ダイシング	井澤友策、宮永憲明、田中秀治、藤田雅之 他
9	2009/1/10	レーザー学会第 29 回年次大会	積層 MEMS のためのパルスレーザー支援低ストレスダイシング技術の開発	鶴見洋輔、田中秀治、宮永憲明、藤田雅之 他
10	2009/1/30	Mate2009	積層 MEMS のためのパルスレーザー支援低ストレスダイシング技術の開発	井澤友策、田中秀治、宮永憲明、藤田雅之 他
11	2009/3/6	センシング技術応用研究会第 165 回研究例会	多層ウエハレベル接合体の低ストレスダイシング技術	藤田雅之
12	2009/3/19	平成 21 年電気学会全国大会	積層 MEMS のためのパルスレーザー支援デブリフリー低ストレスダイシング技術開発-2	藤田雅之、宮永憲明、田中秀治 他
13	2009/9/9	第 70 回応用物	積層 MEMS のためのパルスレーザー	藤田雅之、宮永

		理学会学術講演 会	一支援デブリフリー低ストレスダイ シング技術の開発	憲明、田中秀治 他
--	--	--------------	------------------------------	--------------

学会発表(国際会議)

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2008/1/15	MEMS2008	Debris-Free In-Air Laser Dicing for Multi-Layer MEMS by Perforated Internal Transformation and Thermally-Induced Crack Propagation	Y. Izawa, S. Tanaka, N. Miyanaga, M. Fujita, et al
2	2008/10/2 0	ICALEO 2008	DEBRIS-FREE LASER DICING FOR MULTI LAYERED MEMS	M. Fujita, S. Tanaka, N. Miyanaga, et al
3	2008/12/4	IDW' 08	DEBRIS-FREE LASER DICING FOR MULTI LAYERED MEMS	M. Fujita, S. Tanaka, N. Miyanaga, et al
4	2009/1/29	LASE' 09/Photonics West	Low-stress dicing assisted by pulsed laser for multilayer MEMS	M. Fujita, S. Tanaka, N. Miyanaga, et al
5	2009/6/29	LAMP2009	Debris-Free Laser Dicing for Multi-Layered MEMS	M. Fujita, S. Tanaka, N. Miyanaga, et al

論文など

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2008/3/	IEEE J. Trans.	Debris-Free Laser-Assisted	Y. Izawa,



		SM, Vol.128, No.3, (2008) pp. 91-96.	Low-Stress Dicing for Multi-Layered MEMS	Y. Tsurumi, S. Tanaka, H. Kikuchi, K. Sueda, Y. Nakata, M. Esashi, N. Miyanaga, M. Fujita
2	2008/9/	SEMI News, Vol.24, No.5, pp.22-23(2008)	多層 MEMS ウェーハのレーザーダイ シング	藤田雅之 田中秀治
3	2009/3/	IEEE J. Trans. SM, Vol.129, No.3, (2009) pp. 63-68.	Debris-Free Laser-Assisted Low-Stress Dicing for Multi-Layered MEMS	Y. Izawa, Y. Tsurumi, S. Tanaka, H. Kikuchi, K. Sueda, Y. Nakata, M. Esashi, N. Miyanaga, M. Fujita
4	2009/4/	マテリアル イ ンテグレーション 2009年4月 号	ガラスのレーザーダイシング レーザー技術総合研究所	藤田雅之
5	2009/5/	レーザー研 究、37巻、5 号、 pp.384-388 (2009).	積層 MEMS のためのパルスレーザー 支援デブリフリー低ストレスダイシン グ技術	鶴見洋輔、井澤 友策、菊地秀幸、 末田敬一、中田 芳樹、江刺正喜、 宮永憲明、田中 秀治、藤田雅之

受賞など

番号	受賞日	受賞名	受賞タイトル	受賞者
1	2009/5/27	電気学会第 65 回 電気学術振興賞 (論文賞)	Debris-Free Laser-Assisted Low-Stress Dicing for Multi-Layered MEMS	Y. Izawa, Y. Tsurumi, S. Tanaka, H. Kikuchi, K. Sueda, Y. Nakata, M. Esashi, N. Miyanaga, M. Fujita
2	2009/5/29	レーザー学会第 33 回業績賞(進 歩賞)	積層 MEMS のためのパルスレ ーザー支援デブリフリー低スト レスダイシング技術の開発	藤田雅之, 末田敬 一, 中田芳樹, 宮永 憲明, 福士秀幸, 江 刺正喜, 田中秀治

セミナー講演など

番号	発表日	発表媒体	発表タイトル	発表者
1	2008/2/29	東京都立産業技術研究 センター、技術セミナー MEMS(マイクロマシン) 技術 2008	レーザー加工技術の MEMS へ の応用	藤田雅之
2	2008/9/30	技術情報協会講習会 「半導体ダイシング工程 における歩留まり向上・ 低ストレス化技術 ～ MEMS 加工への応用へ 向けた～」.	多層 MEMS ウェハのレーザー ダイシング技術開発	藤田雅之
3	2009/1/15	電子ジャーナル第 281 回技術セミナー「新レー ザダイシング技術★徹 底検証」	多層 MEMS ウェーハのレーザ ダイシング技術	藤田雅之

展示会など

番号	発表日	展示会	展示タイトル	会場
1	2009/7/29-31	第 20 回マイクロマシン/MEMS 展示会	高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト成果展示	東京ビックサイト
2	2008/7/30-8/1	第 19 回マイクロマシン/MEMS 展示会	高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト成果展示	東京ビックサイト
3	2007/7/25-27	第 18 回マイクロマシン/MEMS 展示会	高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト成果展示	東京ビックサイト

⑤高集積・複合 MEMS システム化設計プラットフォームの開発(マイクロマシンセンター)

学会発表

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2007/10/22	電気学会 The 24th Sensor Symposium	Fine MEMS System Design Platform Project	橋口 原
2	2008/7/31	高集積・複合 MEMS 中間成果発表会	ファイン MEMS システム化設計プラットフォーム研究開発	橋口 原
3	2009/7/31	高集積・複合 MEMS 成果発表会	MEMS 等価回路ジェネレータの開発	橋口 原

論文

番号	発表日	発表先	発表タイトル	発表代表者
1	2009/7/23	電気学会 (E)部門総合研究会	MEMS 等価回路ジェネレータの開発	浅海和雄、他
2	2009/5	電気学会 共通英文論文誌	Development and Experimental Validation of Automatic Conversion Procedure from Mechanical to Electrical Connection for MEMS Equivalent Circuit	藤原信代、他
3	2008/10	Sensor Symposium 電気学会	SPICE Model for a Comb-Drive Actuator	橋口原、他

4	2008/10	The 25th Sensor Symposium	MEMS デバイス等価回路モデルにおける機械的結合の自動生成	藤原信代、他
5	2008/10		垂直駆動櫛型電極の半解析的な容量式とその適用	望月俊輔、他
6	2008/3	精密機械学会 Intelligence and Precision Equipment	A Measurement of displacement using comb drive actuator	橋口原、他
7	2008/3		Operation of comb-drive actuator with an AC bridge circuit and its sensing application	橋口原、他
8	2007/9	機械学会年次大会	櫛歯アクチュエータの電子素子表現と自励発振回路への応用	橋口原、他