

(ロボット・新機械イノベーションプログラム)

「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」基本計画

技術開発推進部

1. 研究開発の目的、目標及び内容

(1) 研究開発の目的

我が国産業は、強力な競争力を有する製造業を柱に成長してきたが、情報ネットワーク技術の進展や経済のグローバル化によって、激しい国際競争にさらされており、更に少子高齢化による技術伝承の困難さ、地球環境問題への対応等、様々な課題に直面している。このような中で、製造業が我が国の産業競争力を支えていくためには、新たな製造技術の開発により、新しい産業を創出し、製造業での高付加価値化を更に進めることが必要である。そのためには、これまでの縦割りの技術の深耕ではなく、様々な分野の技術、科学的知見を融合した新しい製造技術を創り上げていくことが必要である。

代表的な新しい製造技術であるMEMS (Micro Electro Mechanical Systems : 微小電気機械システム) 技術は、90年代に世界に先駆け我が国では産学官での挑戦が始まり、2000年以降自動車、各種製造機器、情報機器、通信機器等の小型・高性能化をもたらし、我が国の産業競争力強化に貢献してきた。

MEMS 技術は、直近の産学官の取り組みである「高集積・複合MEMS 製造技術開発プロジェクト」において、MEMS 技術と半導体技術、ナノ技術とを融合し、高集積化・複合化による多機能デバイスの創出を狙う新たな製造技術を実現したが、今後、2015年以降2025年に向けて革新的イノベーションを起こし、更なる市場の拡大を図るには、従来電子・機械製造技術と完全に異分野とされてきた技術とを融合させる等により、これまでの製造技術の概念・常識を打ち破った技術を創出することが肝要である。

MEMS 技術戦略マップ2007年版では、「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させたマイクロ・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デバイスとして広く浸透する。」と記載されている。例えば、「医療・福祉」分野では、人体に与える負荷を極小化させる医療診断システムや、「安全・安心」分野として、広くセンサネットワークを構築し、災害監視や地球観測に適用可能な宇宙で使えるような革新的デバイスの創出が望まれている。この革新的デバイスを創出するためには、その基盤技術であるプロセス技術の確立が必須である。

また、全世界的課題として環境エネルギー問題への対応が国や産業毎に強く求められており、革新的次世代デバイスの実用化においては製造プロセス自体の省資源や高効率

な製造プロセスの実現による低環境負荷化が期待されている。

このため、本プロジェクトは、サイエンスとエンジニアリングを融合させ、将来の革新的次世代デバイスの創出に必要な新しいコンセプトに基づき、基盤的プロセス技術群を開発し、かつ、そのプラットフォームを確立することを目的とする。

さらに、低炭素社会づくりに貢献する高機能MEMSセンサ及びそれを活かしたネットワークシステムの構築と、革新的次世代デバイスの実用化における低環境負荷型製造プロセス技術を確立することを目的とする。そのため、我が国のものづくりを支える中核デバイスの国際競争力強化を目的とした「ロボット・新機械イノベーションプログラム」の一環として行う。

(2) 研究開発の目標

MEMS技術戦略マップ2007のロードマップによる2025年以降の技術等を見越し、研究開発の目的に即した革新的製造プロセス技術を抽出し、その技術を確立することを目標とする。更に、本技術開発を通じて得られた共通基盤製造技術に関わる知識を集約し、データベースを整備する。

具体的な目標としては、プロジェクト3年経過時点において別紙の研究開発計画の研究開発項目①から④の中間目標を、プロジェクト終了時において別紙の研究開発計画項目の①から④の最終目標を達成することとする。

さらに成果の早期実用化に向け、平成21年度より別紙の研究開発項目⑤を実施し、平成22年度末において当該研究開発項目の最終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、各項目間の連携にも配慮しながら、別紙の研究開発計画に基づき研究開発を実施する。

本研究開発は、実用化まで長期間を要するハイリスクな「基盤的技術」に対して、産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ちより協調して実施する事業であり、委託事業として実施する。

[委託事業]

- ① バイオ・有機材料融合プロセス技術の開発
- ② 3次元ナノ構造形成プロセス技術の開発
- ③ マイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術の開発
- ④ 異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースの整備
- ⑤ 高機能センサネットシステムと低環境負荷型プロセスの開発

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、経済産業省により、企業、民間研究機関、独立行政法人、大学等から

公募によって研究開発実施者が選定され、大学や公的研究機関を中心に企業等が参画する集中研方式で平成20年度より委託により実施している。平成21年度より、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下「NEDO」という。）が本研究開発を運営・管理するに当たっては、平成20年度の進捗状況を踏まえた研究開発内容・計画及び実施体制の妥当性について、外部有識者による審議を含めた評価を行った上で最適な研究開発体制を構築し、委託して実施する。

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、NEDOが指名する研究開発責任者（プロジェクトリーダー）技術研究組合BEANS研究所 所長 遊佐 厚氏を置き、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。研究開発責任者は、本研究目的が革新的基盤プロセス技術の開発ではあるが、一方で我が国の競争力のある産業を創るという基本を踏まえて、出口を明確に意識した研究マネジメント体制を構築し研究を進める責務を持つ。

（2）研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDO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、研究体にプロジェクトの総合調整を行うNEDO職員を配置すること、NEDOに設置する委員会及び技術検討会等の外部有識者の意見を運営管理に反映させる他、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

本研究開発の実施期間は、平成21年度から平成24年度までの4年間とする。平成20年度から経済産業省により「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」として実施された研究開発項目①～④については、平成21年度よりNEDOの事業として平成24年度まで実施する。研究開発項目⑤については、平成21年度よりNEDOの事業として平成22年度まで実施する。

4. 評価に関する事項

NEDO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、研究開発項目①～④については、外部有識者による研究開発の中間評価を平成22年度に、事後評価を平成25年度に実施し、中間評価結果を踏まえ、必要に応じその結果を後年度の研究開発に反映することとする。ただし、研究開発項目②（3）宇宙適用3次元ナノ構造形成技術については、平成22年度に事後評価として、最終目標の評価を実施する。研究開発項目⑤については、中間評価は行わず、事後評価を平成23年度に実施する。なお、平成24年度までの各年度末に推進委員会等で各研究開発内容を内部評価し、必要に応じ、プロジェクト

の加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。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

実施者は、得られた研究成果の普及について、可能な限り、保有する特許等の活用も含め、最善の努力をするものとする。NEDOは、実施者との緊密なる連携の下、標準化活動を含め必要とされる環境整備等について十分な配慮をするものとする。

更に得られた知見を逐次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や高集積・複合MEMS製造技術開発プロジェクトによる知識データベースと連動しつつ公開する仕組みを構築し、産業界等に広く普及させる。

同時に委託研究成果の普及による産業化促進の観点から知的財産を広くライセンスングする等の仕組みを構築する。

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、異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースの整備等のデータベースへのデータ提供、標準案の検討や提案等を積極的に行う。

なお、先端分野での国際標準化活動を重要視するという観点から、研究開発成果の国際標準化を戦略的に推進する仕組みを構築する。

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、すべて委託先に帰属させることとする。

同時に委託研究成果の普及による産業化促進の観点から知的財産を広くライセンスングする等の仕組みを構築する。そして、国内外の研究開発動向を踏まえた、知財戦略及び知財マネジメントを適切に行う。

④人材の育成

将来の研究開発リーダーの育成を図るため、若手研究者等の研究参加を促進する環境を整備する。

⑤成果の有効性検証

プロジェクト終了後の更なる発展・展開を見据え、開発したプロセス技術の有効性について検証する。

(2) 基本計画の変更

NEDO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号に基づき実施する。

(4) 成果の産業化

本プロジェクトは、将来の革新的次世代デバイスの創出に必要な新たな基盤的プロセス技術を開発することを目指すものであるが、そこに至る途中段階でも実用化が可能な研究成果については、円滑で迅速な実用化を促進する。

6. 基本計画の改訂履歴

- (1) 平成21年3月、制定。
- (2) 平成21年12月、研究開発項目⑤「高機能センサネットシステムと低環境負荷型プロセスの開発」を追加
- (3) 平成22年3月、研究開発項目②「3次元ナノ構造形成プロセス技術の開発 (3) 宇宙適用3次元ナノ構造形成技術」の研究開発の目標を産業化の進展を踏まえ、改訂
- (4) 平成23年3月、中間評価結果を踏まえ改訂
- (5) 平成24年3月、所管部署の変更による改訂
- (6) 平成24年9月、成果の有効性検証の追加による改訂

(別紙) 研究開発計画

研究開発項目①「バイオ・有機材料融合プロセス技術の開発」

1. 研究開発の必要性

(1) 健康・医療・環境分野で、将来必要とされている次世代デバイスとして、常時健康管理のための体内埋め込みデバイス、超高感度オンサイト予防・診断デバイス、環境改善及び保全のためのオンサイト環境制御デバイス、環境エネルギー有効活用のためのエネルギーハーベスティングデバイス等が挙げられている。

(2) これらのデバイス開発には、高感度、高効率、生体・環境適合などの機能や機構を実現する必要がある。このためには、従来のシリコンを中心とする無機材料に加え、生体分子、細胞、組織、微生物や合成有機分子等のバイオ・有機材料の持つ特異的な機能を活かす融合プロセスの研究開発が不可欠である。具体的には、各種材料の融合の際に、各々の優れた機能を発揮させるため、界面及びナノ間隙における制御プロセス技術が必要である。またデバイスとして機能するためには、バイオ・有機材料を体内等の使用環境において長期間安定させるためのプロセス開発が必要である。さらに、人工細胞・組織や高効率エネルギーハーベスティングを実現するために、同種または異種のバイオ・有機材料を高次構造化させるプロセスの開発が不可欠である。これには、微小器官や細胞の3次元ヘテロ組織化、有機材料のナノピラー構造やナノポーラス構造を形成するプロセス等が含まれる。

(3) 本研究開発項目は上記を踏まえ、ナノ界面融合プロセス技術、及びバイオ・有機高次構造形成プロセス技術を開発することにある。

2. 研究開発の具体的内容

(1) ナノ界面融合プロセス技術

バイオ・有機材料特有の生体適合性、特異的分子認識能、高効率多段階反応能、高効率エネルギーハーベスティングなどの機能を最大限に活用するために、材料の配向や選択的配置、固定化、高密度被覆を実現する界面制御プロセス、及びナノ間隙への材料の高密度充填プロセスと充填後の平坦化プロセスを研究開発する。また、生体組織内、体表面、体外でのハイドロゲルや人工脂質二重膜などのバイオ・有機材料の長期間安定形成プロセスを研究開発する。さらに、上記のプロセスをモデル化し、界面構造の最適化に向けた解析を実施する。

(2) バイオ・有機高次構造形成プロセス技術

人工細胞や人工組織、高性能有機半導体など、バイオ・有機材料を構造化することで高度な機能を発現させるために、材料の相互作用を利用した3次元構造の組立プロセス、微小器官・細胞の3次元ヘテロ組織化プロセス、材料の自己組織化能を利用した3次元ナノピラー構造やナノポーラス構造などのナノ構造形成プロセスの研究開発を行う。さ

らに、上記バイオ・有機材料を高次構造化するプロセスを評価し、モデル化する。

3. 研究開発の目標

(1) 最終目標

① ナノ界面融合プロセス技術

ナノ構造体表面で、生体分子、細胞、組織や合成有機分子の生体適合性、特異的分子認識能を発現させる。

機能性分子を脂質二重膜に導入したセンシングモジュールを試作し、24時間以上の生化学的な機能発現を電流計測等により実証する。

有機半導体のキャリア拡散距離である 200nm 以下の間隔を有するナノ構造体表面に低分子有機材料の配向・高分子材料の被覆プロセスを開発する。プロセスの有効性確認のため、まず有機薄膜の分子配向制御プロセスを開発し、光電変換デバイスの変換効率が 20%向上することを示す。また、陽極（透明導電膜）上へのナノ構造形成プロセスを開発し、光電変換デバイスの変換効率が 20%向上することを示す。さらに陰極（金属電極）上にナノ構造形成プロセスを開発し、発光デバイスの光取り出し効率が 20%向上することを確認する。有機薄膜の損傷によるデバイス特性の低下を 10%以下に抑える中性粒子ビームエッチングプロセスを開発する。

② バイオ・有機高次構造形成プロセス技術

バイオ・有機異種材料による 3次元組立プロセス技術を開発する。

ハイドロゲルの高次構造形成プロセスを開発し、血糖値観察が可能な埋め込み型デバイスへ適用し、生体内において 3カ月の機能確認を実証する。

毛細胆管構造などの微細組織構造を再構成するプロセスを開発し、少なくとも 1つの典型基質由来代謝物を蛍光光度等を用いて測定し、定量可能な代謝物量を抽出できる細胞の配置や添加物、培養日数を決定する。

また、径 50 nm 以下の有機分子ナノピラー構造、100 nm 以下の均一ポアを有する有機分子ナノポーラス構造、ライン・アンド・スペース (L/S) = 100 nm 以下の網目や直線構造などのナノ構造を自己組織的に形成するプロセスを開発する。開発されたナノ構造を熱電変換デバイスおよび光電変換デバイスに適用し、熱電特性（パワーファクター） $P = 10 \mu \text{Wm}^{-1}\text{K}^2$ 以上、および光電変換効率従来比 20%向上することを示す。

(2) 中間目標

① ナノ界面融合プロセス技術

最終目標に示されている生体適合性、特異的分子認識能、高効率多段階反応能を発現させるための、材料及び手法を選定する。配向や被覆プロセス、材料充填プロセス、表面平坦化プロセスを実現するための材料や手法を確定する。体内で機能するハイドロゲルなどのバイオ・有機材料及び人工脂質二重膜を安定形成する基本技術を確立し、最終

目標値を達成するための手法を決定する。ナノ界面融合プロセスモデル構築のための、基本パラメータ群を導出する。

②バイオ・有機高次構造形成プロセス技術

バイオ・有機異種材料の組立プロセス技術を開発し、最終目標を達成するための手法を決定する。有機分子ナノピラー構造、有機分子ナノポーラス構造、直線及び網目構造などのナノ構造形成のための手法を選定する。バイオ・有機高次構造形成プロセスモデル構築のための、基本パラメータ群を導出する。

研究開発項目②「3次元ナノ構造形成プロセス技術の開発」

1. 研究開発の必要性

(1) 安全・安心・健康な社会を実現するためには、効果的なセンサネットワークを構築する必要があり、そのためには、センサの感度向上、省電力化、自立電源化、高い耐環境性が重要となる。さらに、効率的に広域を観測するためには、センサネットワークを拡大し、宇宙空間から観測網を実現することが重要である。そのための基盤技術として、シリコン等の3次元構造にナノ構造材料を集積し、シリコンのみでは得られない機能を発現させる必要がある。これら3次元ナノ構造そのものや、ナノ構造によって実現できる超高感度センシング、高密度エネルギー貯蔵・変換、複雑な3次元アクチュエーションなどの機能をMEMSに付与し革新的次世代デバイスを創出できる。

(2) 上記のデバイスを製造するためには、高アスペクト比・高密度の複雑な3次元ナノ構造を形成する革新的構造形成技術、及びトップダウン手法により形成された構造にナノ粒子等のナノ材料の自己組織化を利用したボトムアップ手法により形成された構造を組み合わせた集積構造の形成が必要となる。さらに、これらナノ構造が革新的機能をデバイスに付与するためには、構造の表面物理・化学が重要である。例えば、原子層レベルでの表面平滑性は、電子移動度や励起子輸送特性の向上、あるいは光学散乱の低減に寄与する。また、ナノ領域における表面修飾やトライボロジーの制御はナノオーダーのギャップを利用した電気・機械特性の向上に、複数の構造パターンを有する3次元ナノ構造は宇宙空間からのマルチバンド観測に必要なフィルタにおける複数の光に対する透過性向上にそれぞれ寄与する。

一方、上述した複雑な構造形成や革新的機能・諸特性の付与のためには、高アスペクト比・高密度3次元ナノ構造を超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、さらにこれらのプロセスを理論的に設計・制御する技術の確立が必要である。

(3) 本研究開発項目は上記を踏まえ、超低損傷・高密度3次元ナノ構造形成技術、異種機能集積3次元ナノ構造形成技術、宇宙適用3次元ナノ構造形成技術を開発することにある。

2. 研究開発の具体的内容

(1) 超低損傷・高密度3次元ナノ構造形成技術

原子層レベルで平坦かつダメージフリーな被エッチング面を有し、従来のMEMS技術では不可能であった複雑な3次元ナノ構造を形成できる技術を開発する。材料はシリコンに限定せず化合物半導体や誘電材料・光学材料等への展開を図る。あわせてこれらの新規プロセスを設計・制御するためのシミュレーション技術を開発する。さらに、大規模3次元構造のウェハレベルでの作製が可能なまでに高速化、かつウェハ面内の均一

性を確保する。

(2) 異種機能集積 3次元ナノ構造形成技術

超低損傷シリコン 3次元構造表面に機能性ナノ構造を形成するために、ナノトライボロジー、改質など表面の物理・化学的性質を評価・制御してナノ粒子を規則的に配列する技術を開発する。また、同様な機能性ナノ構造を成膜プロセスにおいて自己組織化的に形成する技術を併せて開発する。

高アスペクト比 3次元ナノ構造に機能性材料層を形成するために、3次元ナノ構造深部まで原料を供給し、かつ界面張力による微細構造のスティッキングを防止するコーティング技術、成膜技術を開発する。さらに、スループットやウェハ面内均一性の向上を図る。

このように形成した異種機能集積 3次元ナノ構造を解析し、機能のモデル化・予測を可能にする。

(3) 宇宙適用 3次元ナノ構造形成技術

宇宙空間からのマルチバンド観測に必要なフィルタに、複数の波長の光を選択的に透過させることのできる複数の構造パターンを有する 3次元ナノ構造を形成するために、トップダウンにより形成された 3次元構造に均一にナノ構造を転写形成する技術を開発する。

さらに、3次元ナノ構造を形成したフィルタにより宇宙空間において複数の波長の光が選択的に検出できることを検証する手法を確立する

3. 研究開発の目標

(1) 最終目標

①超低損傷・高密度 3次元ナノ構造形成技術

超低損傷エッチングにおいて±10%の精度で予測・設計できるシミュレーション技術を活用して、被エッチング面の粗さが原子層レベルの超低損傷シリコン 3次元ナノ構造(ナノサイズの開口でアスペクト比が 100 以上) をエッチング速度 0.3um/min 以上により形成するプロセスを開発する。

超低損傷エッチング技術を活用し、300MHz 帯での動作可能な高周波デバイスを試作し、超低損傷エッチングの有効性を確認する。

シリコン以外の材料の検討としては、バイオチップ等に用いられる石英、ホウ珪酸ガラス等に対して、フェムト秒レーザーアシストエッチングにより、水平方向、垂直方向のアスペクト比がそれぞれ 10000、100 を実現するプロセスを開発する。

②異種機能集積 3次元ナノ構造形成技術

3次元構造表面の特定箇所に対し、100 nm 以下の径のナノ粒子・自己組織化ドット等

を配置し、粒子間隔・密度をデバイス構造に対応して高精度に制御する。

プローブ先端におけるナノトライポロジーモデルを構築するとともに、先端電極部を100nm以下まで微細化した耐摩耗マルチプローブを試作し、摺動距離1mを経たプローブの接触抵抗値を1M Ω 以下に抑えられることを実証する。

3次元構造へのナノ粒子配列プロセス技術を開発し、ガスセンサに適用し、エタノールを対象に濃度500ppmのガス存在下の抵抗変化比5を実現する。また、検出対象ガス種を拡大し、VOC、SOX、NOX等の検出が可能であることを確認する。

各種金属・半導体表面とナノマテリアルとの2重認識バイнда分子を構築し、MEMS構造上への自己組織的ナノ配列プロセス技術を開発し、3次元形状表面のナノチューブ修飾による潤滑化を検討し、無修飾時に比べ摩擦抵抗を1/10を実現する。また、直径100nm以下のナノチューブバンドルを均一性10%以上でプローブ尖塔に修飾するプロセスを開発する。

また、3次元ナノ構造の微細溝や孔（ナノサイズの開口でアスペクト比が100以上）に、金属あるいは酸化膜を空隙なく埋め込む技術を確認する。

③宇宙適用3次元ナノ構造形成技術

宇宙空間でのマルチバンド観測を実現する3次元ナノ構造形成技術として、トップダウンにより形成された3次元構造に均一に100nmレベルのナノ構造を転写形成する技術を構築する。

さらに、3次元ナノ構造を形成したフィルタにより宇宙空間において複数の波長の光が選択的に検出できることを検証する手法を確認する。

(2) 中間目標

①超低損傷・高密度3次元ナノ構造形成技術

被エッチング面の粗さが原子層レベルの超低損傷シリコン3次元ナノ構造（ナノサイズの開口でアスペクト比が30以上）をエッチングにより形成し、側壁の傾斜角や等方性・異方性を制御する。また、超低損傷3次元ナノ構造の形状を予測・設計できるシミュレーションモデルを構築する。

②異種機能集積3次元ナノ構造形成技術

3次元構造表面の特定箇所に対し、100nm以下の径のナノ粒子・自己組織化ドット等を配置するための表面制御技術を構築する。その際必要となるナノ構造の接触物間作用力を実用的な精度で測定する技術を開発する。また、3次元ナノ構造の微細溝や孔（ナノサイズの開口でアスペクト比が30以上）に、金属あるいは酸化膜を埋め込む。

研究開発項目③「マイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術の開発」

1. 研究開発の必要性

- (1) 環境・エネルギー、健康・医療分野では、メートル級大面積エネルギーハーベスティングデバイスの大幅な低コスト化とともにマイクロ・ナノ構造搭載による高機能化が期待されている。また、ウェアラブル発電、安全安心ジャケット、シート型健康管理デバイス等の3次元自由曲面に装着可能な新形態のフレキシブルシートデバイスの実現が望まれている。これらの製造に際し、従来の半導体製造装置をベースとした製造技術の延長では、真空プロセス装置の大型化の限界、基板の大面積化の限界などの問題が顕在化してきている。将来のメートル級大面積デバイスの高機能化、低コスト化のためには、マイクロ・ナノ構造を有する高品位機能膜をメートル級の基板に真空プロセス装置を用いずに形成する製造技術の創出が必要となる。また、基板の大面積化を伴うことなく、メートル級のフレキシブルシートデバイスを実現する、製織技術などを活用した新たな製造技術の創出が重要である。
- (2) メートル級の面積基板にマイクロ・ナノ構造を有する高品位機能膜を高速直接形成する技術として、ナノ粒子など機能材料の塗布プロセスをベースに雰囲気ガスや温度などの局所環境制御によりナノ機能材料を活性化する技術、ナノ機能材料の密度や配列を制御する技術などを融合した革新的次世代非真空プロセスが必要である。さらに、基板の大面積化を伴うことなくメートル級のフレキシブルシートデバイスを実現するため、繊維状基材に上記非真空プロセスによる高品位機能膜を高速に連続形成する技術、ならびにこの繊維状基材を新たな製織集積化プロセスにより機能化・大面積化する技術が必要である。
- (3) 本研究開発項目は上記を踏まえ、非真空高品位ナノ機能膜大面積形成プロセス技術、繊維状基材連続微細加工・集積化プロセス技術を開発することにある。

2. 研究開発の具体的内容

(1) 非真空高品位ナノ機能膜大面積形成プロセス技術

局所雰囲気制御下でのナノ材料の塗布プロセスや自己組織化プロセスなどの非真空薄膜堆積プロセスにより、電子的、機械的、光学的な機能を発現する機能膜、すなわち、MEMSのみならず電子デバイス全般に適用可能なマイクロ・ナノ構造の高品位機能膜を形成するプロセスを開発するとともに、その高速化に関する研究開発を行う。

また、この高品位機能膜形成プロセスをスケラブルにメートル級の面積基板に拡張するために、面積基板の全面に亘り、局所雰囲気を維持したまま高品位機能膜形成装置を相対移動させるスキヤニング技術、高品位機能膜をむら無く形成させる均質塗布技術、及びその装置化要素技術を開発する。さらに、高品位機能膜形成プロセスとメートルレベルのスキヤニングとのナノ・マクロ連成解析モデルを構築し、上記プロセスの最適化に向けた解析を実施する。

(2) 繊維状基材連続微細加工・集積化プロセス技術

上記非真空高品位ナノ機能膜形成プロセスなどを用いて、繊維状基材上に連続的に均質な高品位機能膜を被覆することが可能なプロセスを開発する。

また、高品位機能膜が被覆された繊維状基材に3次元ナノ構造を高速連続形成する加工技術と、それら多数の異種繊維状基材を製織によって機能化・集積化する技術とを開発することにより、メートル級のフレキシブルシートデバイスを実現する一連の新規製造プロセスを開発する。

3. 研究開発の目標

(1) 最終目標

①非真空高品位ナノ機能膜大面積形成プロセス技術

局所雰囲気制御下で非真空薄膜堆積プロセスにより電子移動度 $1 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ 以上の電子的機能膜やマイクロ・ナノ構造を構成する機械的機能膜を形成可能とする塗布ヘッドを開発し、メートル級の面積基板にスキヤニングして、膜厚均一性 $\pm 10\%$ 以下及び現行真空装置以上の成膜速度 $60\text{nm}/\text{分}$ で面積基板に形成可能とするプロセスを確立する。さらに、それを実現する装置仕様を決定する。

②繊維状基材連続微細加工・集積化プロセス技術

繊維状基材上に、電子的機能膜としての有機薄膜、マイクロ・ナノ構造を構成する機械的機能膜としての圧電薄膜、電極薄膜、絶縁薄膜を、各々連続的に $50\text{m}/\text{min}$ 以上の線速にて形成するプロセスを開発する。

また、繊維状基材に3次元ナノ構造を加工速度 $20 \text{ m}/\text{min}$ 以上で形成するプロセスを開発する。

さらに、タッチセンサ、超音波アレイや発電シートなどさまざまなデバイスに対応する汎用的な素子実装技術と製織技術を開発し、デバイス面積 $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ 以上で3種類以上の素子が密度 $400 \text{ 個}/\text{m}^2$ で集積されたメートル級布状デバイスを実現する。

(2) 中間目標

①非真空高品位ナノ機能膜大面積形成プロセス技術

最終目標に示される電子的機能膜、機械的機能膜を形成する基本プロセスを開発する。また、面積化に関しては、最終目標の膜厚均一性、パターンニング分解能 ($200 \mu\text{m}$ 以下)、及び成膜速度を達成する手法を決定する。

②繊維状基材連続微細加工・集積化プロセス技術

繊維状基材上に、上記非真空薄膜堆積プロセスにより、最終目標に示される電子的機能膜、機械的機能膜、及び光学的機能膜を形成する基本プロセスを開発する。また、ナノ機能膜が被覆された繊維状基材に3次元ナノ構造を形成するプロセスを構築する。さ

らに、シート型デバイスを実現する製織集積化基本プロセスを開発する。

研究開発項目④「異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースの整備」

1. 研究開発の必要性

- (1) 現状において異分野融合型次世代デバイス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・整理が強く望まれている。
- (2) 異分野融合型次世代デバイス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、これら革新的次世代デバイスの開発を目指す企業研究者・技術者が容易に利用できるようにすることにより、新製品開発・実用化や新たな産業の創造に資することが期待される。
- (3) 本研究開発項目は上記を踏まえ、異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースの整備を行うことにある。

2. 研究開発の具体的内容

異分野融合型次世代デバイス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. 研究開発の目標

(1) 最終目標

異分野融合型次世代デバイス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、及び研究成果を含めて）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や高集積・複合MEMS製造技術開発プロジェクトなどでこれまで蓄積した技術情報を統合的に取り扱える知識データベースシステムを開発する。また、蓄積するデータ数は1,500件以上とし、この知識情報をMEMS用設計・解析支援システムで活用できるようにする。

(2) 中間目標

異分野融合型次世代デバイス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、及び研究成果を含めて）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や高集積・複合MEMS製造技術開発プロジェクトなどでこれまで蓄積した技術情報を統合的に取り扱える知識データベースシステムを開発する。また、蓄積するデータ数は500件以上とし、この知識情報をMEMS用設計・解析支援システムで活用できるようにする。

研究開発項目⑤「高機能センサネットワークシステムと低環境負荷型プロセスの開発」

1. 研究開発の必要性

(1) 工場等の製造現場において、原材料や使用資源のきめ細かい状況モニタリングと制御を行う微細・極小、高機能なセンサの実用化により、製造プロセスの省資源化、高効率化の実現が期待されている。

(2) 小型で低コスト、かつ信頼性の高いワイヤレスセンサとすることで、設置にあたっての大がかりな工事を必要とせず、既存施設にも低コストでの導入が可能となる。合わせて、センサの製造において低環境負荷型の製造プロセス技術の開発を行うことで、生産システムの低炭素化にも貢献が可能となる。

(3) そこで、本プロジェクトの研究開発項目①から③で開発したプロセス技術等を活用し、高機能センサネットワークシステム・センサモジュールの事業化と、低環境負荷型製造プロセスの確立に向けた開発・実証研究を行う。

2. 研究開発の具体的内容

① 高機能センサネットワークシステム開発

大口径MEMS用クリーンルームにおける各製造・評価装置や空調、純水製造等の周辺装置の消費エネルギー、温度、圧力、風量、異物粒子、ガスなどをセンシングすることにより、省資源、高効率に最も適した集積化センサチップ及びセンサネットワークシステムを検証し、省エネルギー、低炭素化などに関する効果を分析するための、センサネットワークシステムを試作する。

また、低環境負荷型及び異分野融合型次世代デバイス製造技術で開発したプロセス技術を活用した高機能集積化センサチップの開発に向け、ワイヤレス通信、エネルギーのワイヤレス自立、小型・薄型化と、エネルギー、温度、圧力、風量、異物粒子、ガスなどの高感度センシング機能、新たなセンシング原理を開発し、これらの数値を収集する。

② 低環境負荷型プロセス技術開発

シリコン貫通深掘り加工において、温室効果ガス排出量削減に向けて、温暖化係数の高いSF₆から代替ガスへの切り替えと、エッチレート高速化によるガスの消費量低減およびエネルギー消費効率の向上など環境負荷の小さい高効率なエッチングプロセスの開発をする。

また、ウェハ・ツー・ウェハとチップ・ツー・ウェハ技術を組み合わせて、ウェハサイズ、チップサイズ、チップ厚さに関わらず、様々な異種デバイスをウェハレベルで一括集積化する技術も開発する。さらに、従来のシリコンに比べ高い機械特性を有するポリマー材料を使ったMEMSを開発するとともに、従来のシリコンMEMSと異種材料MEMSとの多層集積化技術を開発し、環境負荷低減プロセスを提示する。

さらに本プロジェクト成果のデバイス機能検証のためのTEG (Test Element Group) ウ

ェハを設計開発及び試作すると共に、大口径TEGのデバイス・プロセス設計及び試作を行う。

3次元構造かつ可動部から構成される高機能センサ製造に不可欠となる設計―検査間の情報共有化フレームワークを構築し、そのフレームワーク上でマスク、3次元構造、及び機械的・電気的特性に関する設計情報を製造・検査に利用するだけでなく、非破壊検査装置の計測データを設計にフィードバックし、歩留まり・品質、スループットの向上を図るとともに、製造設備の電力使用量や温室効果・有害ガスの排出量などのデータを活用し、デバイス設計時から環境負荷を考慮した情報共有化技術を開発する。

3. 研究開発の目標

(1) 最終目標

① 高機能センサネットシステム開発

検証用のクリーンルームにおいて、従来比（1990年比）CO₂削減60%のセンサネット制御システムを開発する。また、一辺30mm、厚み10mm以内に複数のMEMSセンサと処理回路、無線回路、エネルギーデバイスとの融合を想定したセンサモジュールプラットフォームを作製する。

② 低環境負荷型プロセス技術開発

現状のSF₆ガスに対し、複数の代替候補ガスを調査・検討し、温暖化ガス排出量を90%以上削減可能とする最適代替ガスの選定指針を得る。また高機能デバイス薄膜の集積化に関し、250℃以下で大気圧付近から真空中で封止できる接合方式を決定する。さらに生体適合性ポリマーを用いたMEMS製造プロセスにおいて、シミュレーションを用いて機械特性などの機能数値を具体的に示す。

大口径MEMS用試作ラインにて、センサ用途等TEGの設計および試作を複数種類行い、歩留まり、生産性、効率性のデータとデバイスの動作を妨げる製造装置、製造プロセス、デバイス構造起因の欠陥・ばらつき等の課題を抽出する。研究開発項目②「3次元ナノ構造形成プロセス技術開発」の成果である中性粒子ビームエッチングをセンサTEGに適用し、デバイス性能への効果を検証する。

設計・計測・ファブ環境情報において共有化する情報を類型化し、データ共有化のためのデータフォーマット、それに付随する基本ソフトウェアの開発を行い、MEMS-TEGを用いてデータ交換および設計手法の検証を行う。また、クリーンルームおよび製造・検査装置に関わる消費エネルギー、二酸化炭素排出量など環境情報の収集管理の方法を決定する。

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センサやアクチュエータなどのデバイス・システムのことであり、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 の最大の特徴は、様々な機能を持ったデバイスの小型化や集積化を実現している点にある。例えば、MEMS の代表格であるセンサは小さい方が望ましく、微小化することで、軽量化、省スペース、高速化は当然ながら、物理量や化学量を測る際、小さいほど測定対象に影響を与えにくく、ピンポイントで測定点の正確な情報を感度良く得ることができる。また、MEMS は半導体製造技術を使って大量生産するため、部品が小さくなるほど、同じ材料や手間でより多くのデバイスを製造することができ、資源や消費エネルギーの節約につながり単位当たり製造コストが低減されるとともに、シリコン単結晶などの機械的特性に優れた材料を使用するため、製品の信頼性が向上する。さらに、異種のセンサや電子回路を集積化することで、単体では得られない機能や性能を高いレベルで得ることができ、新しいシステムの創製につながる等、数々のメリットがある。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

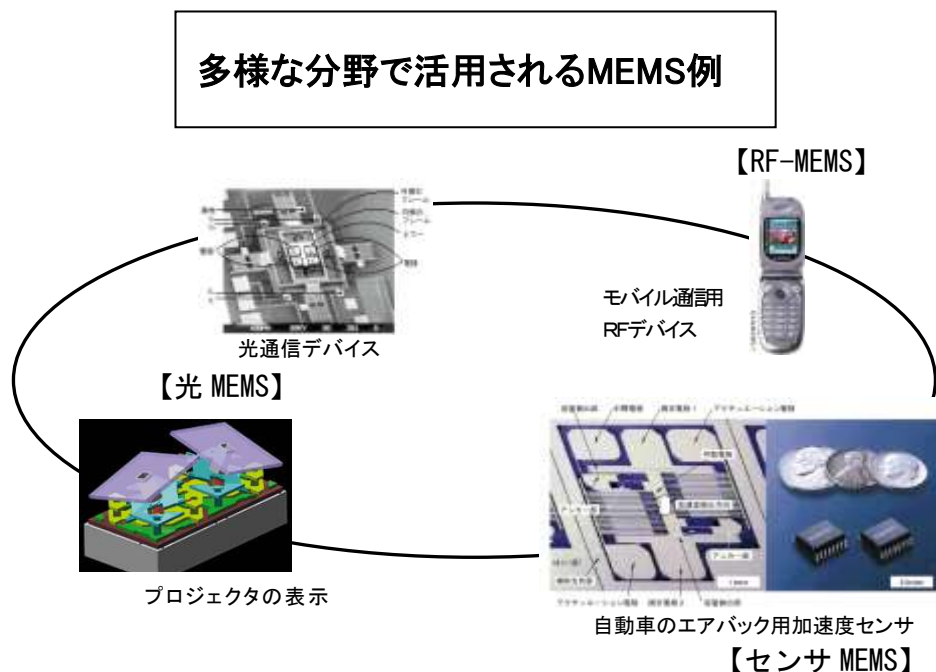
I. 導入シナリオ

(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使われる光 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度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ュ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※1-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、健常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。

[基準・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

今回は改訂を行っていない。

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

- エッチング技術 低環境負荷プロセス、成型技術 低環境負荷成型技術等の要素技術を追加した。

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

- エッチング技術 低環境負荷プロセス、成型技術 低環境負荷成型技術等の各要素技術のスペックについて、詳細に見直しを行った。

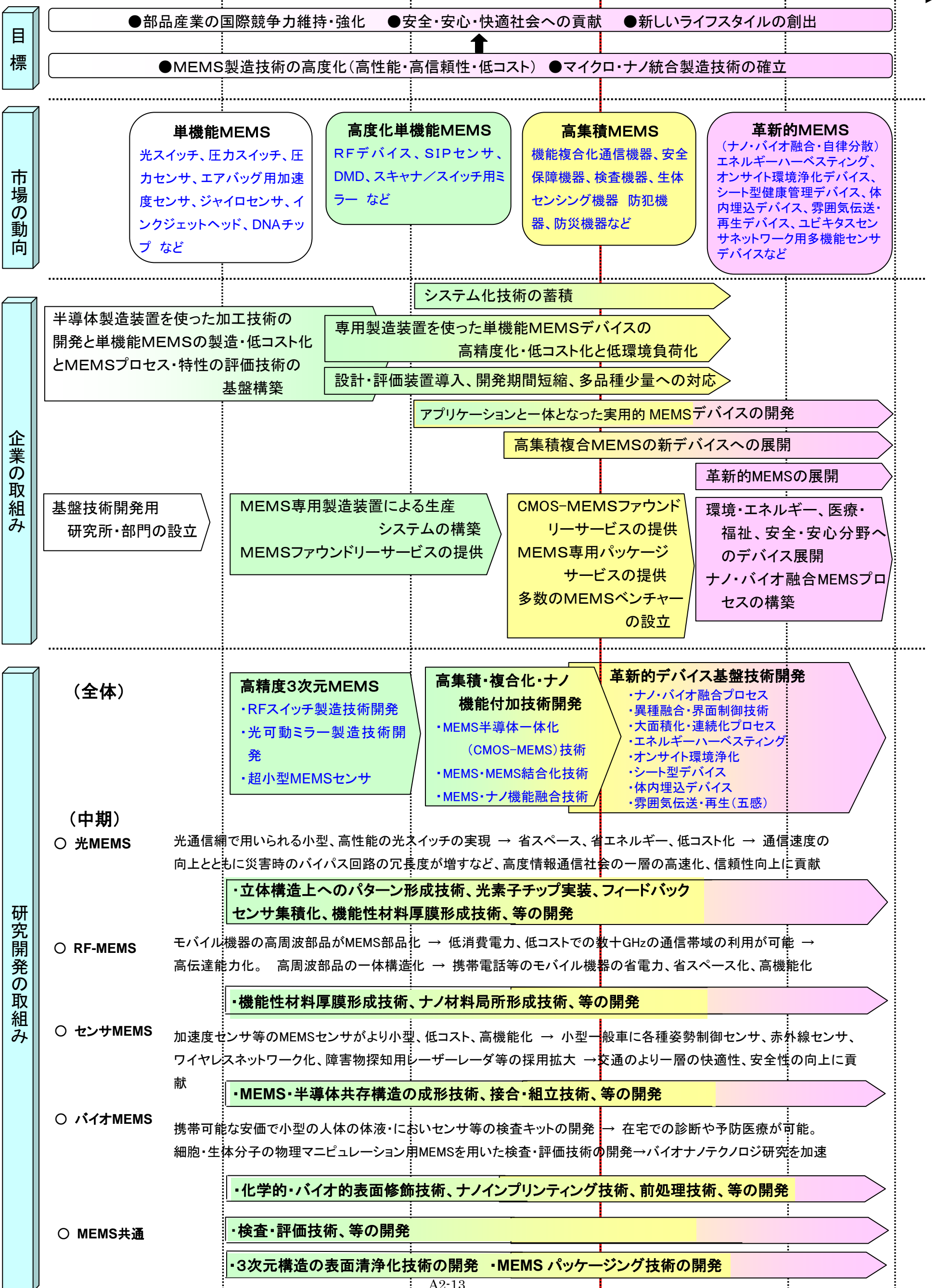
Ⅳ. その他の改訂ポイント

○応用事例の追加

- MEMS 製品等デバイスの将来像をイメージし易くするため、センサネットワークに焦点をあて、CO2 削減目標の達成や少子高齢化に対応した安全・安心の確保等の社会課題を解決する具体的なシステムを対象として、6分野の課題解決型 MEMS デバイス技術について応用事例を取りまとめた。【参考資料：応用事例～課題解決型 MEMS デバイス技術～】

MEMS分野の導入シナリオ(1/3)

(~2000) 2000 2005 2010 2015 2025



MEMS分野の導入シナリオ(2/3)

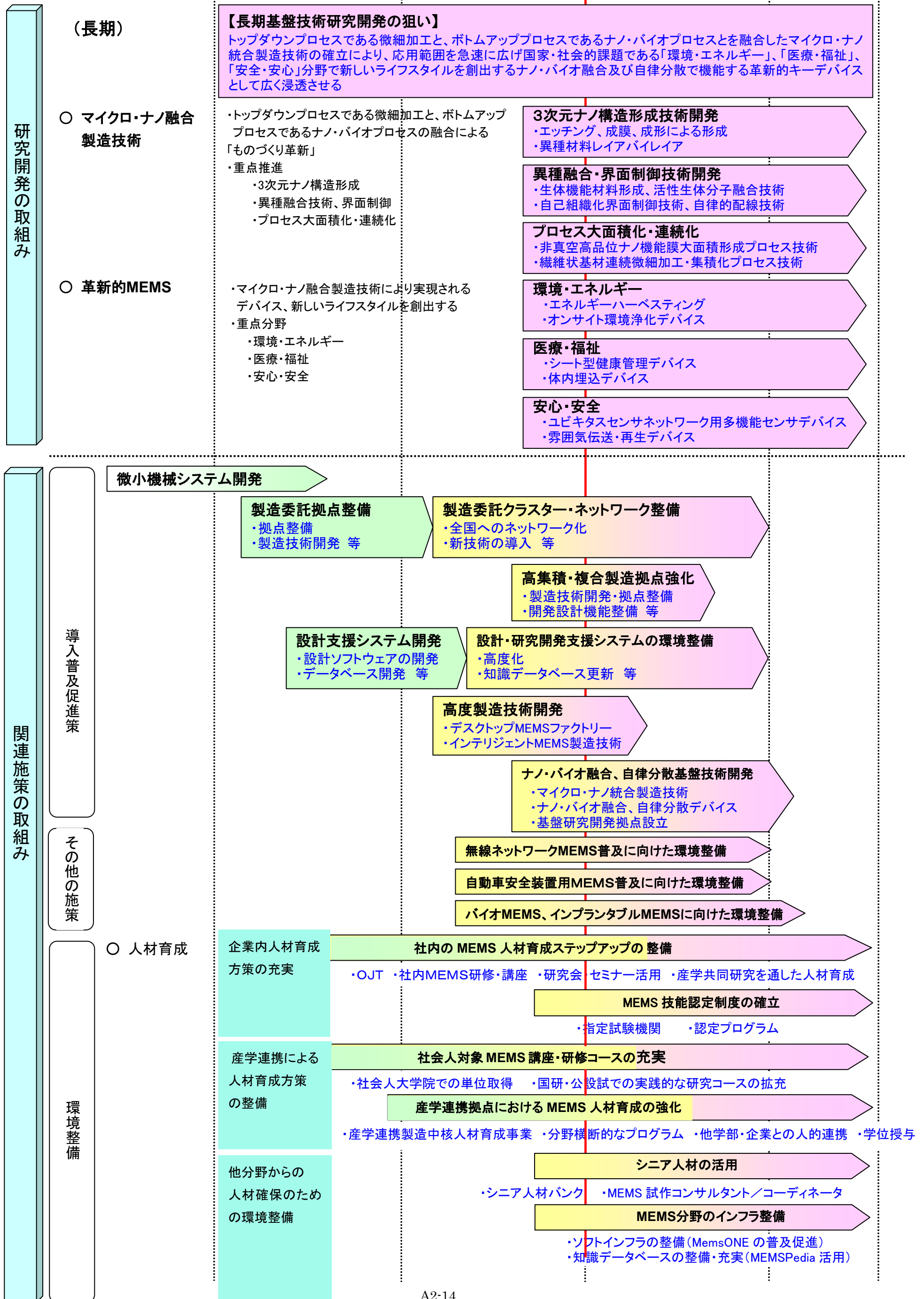
2000

2005

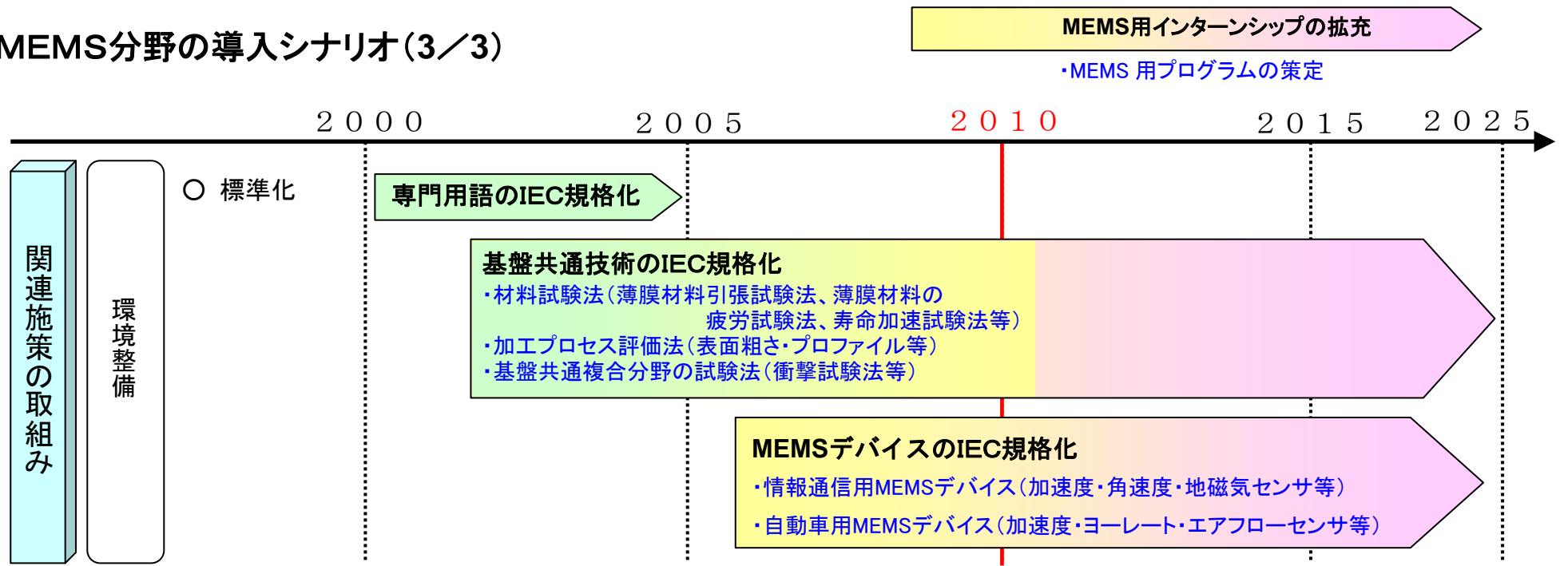
2010

2015

2025



MEMS分野の導入シナリオ(3/3)



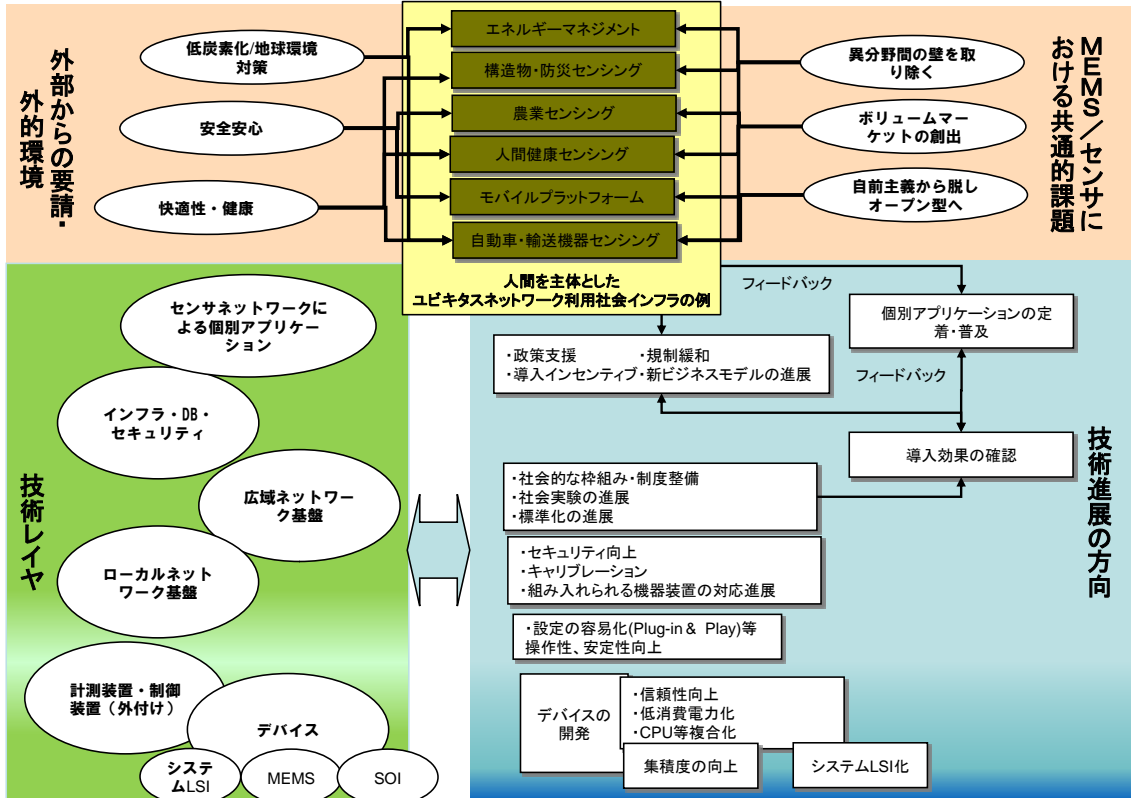
応用事例

～課題解決型MEMSデバイス技術～

これまでの技術開発は技術の発明や改良が重視され、先行してきたが、今後は人が主体となり人のために働く技術や、社会課題解決に資するという視点から技術が展開されることを考慮すべきである。MEMS技術についてもその応用範囲は、10年後には現状の機械・電子分野以外へもさらに拡大する見込みであり、ネットワークやITシステムあるいは機器・装置に組み入れられることによって、利便性の高い、社会的課題解決に資する“課題解決型MEMSデバイス技術”を活用したセンサーネットワークシステムが創出されることとなる。例えば、海外での事例として、需要側消費電力を消費機器毎にリアルタイムに計測し、供給側に通知することで供給側の制御や利用側の省エネにつなげる（「スマート・グリッド」）システムと電力・環境センサデバイス、農地にセンサを配置し気象状態モニタリングによって給水や肥料を調節するシステムとその気象・土壌センサデバイス、などが知られている。また、モバイル機器の心臓部（CPU・周辺部）もオープン化され、プラットフォーム化しMEMSセンサ等異メーカーのデバイスがソフトウェア共々実装され多様な価値を生み出している。

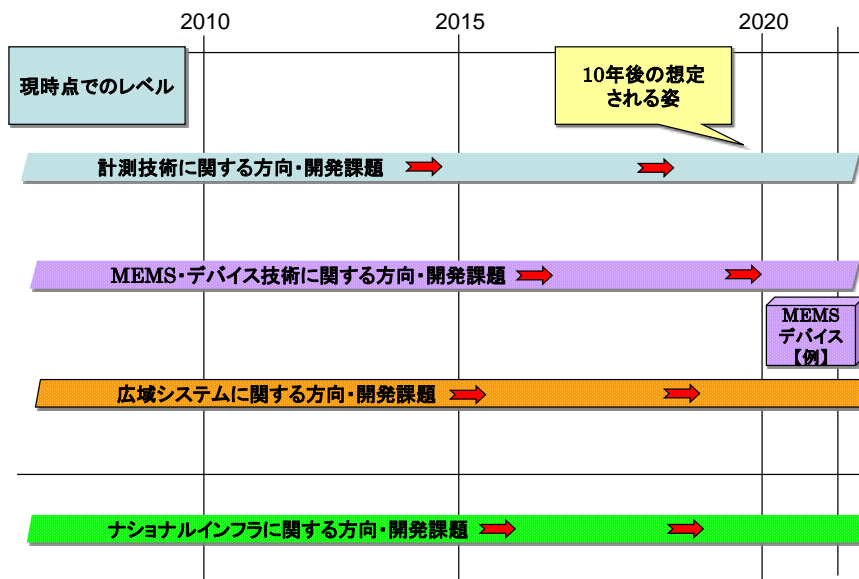
本応用事例ではセンサネットワークに焦点をあて、CO2削減目標の達成や少子高齢化に対応した安全・安心の確保等の社会課題を解決する具体的なシステムを対象として、MEMS・センサ等デバイスの将来像をイメージし易くするため、(1) エネルギー・マネジメント・システム、(2) 構造物・防災センシング技術、(3) 農業センシング技術、(4) 人間の健康に資するセンシング技術、(5) MEMSによるモバイルプラットフォーム技術、(6) 自動車・輸送機器センシング技術、の各分野において横断的見地から整理し、代表的な技術、課題及び方向性をとりまとめ、全体システムのイメージを掲示するとともにマップに展開した。（応用事例Ⅰ～Ⅵ）

10年後のセンサネットワーク全体システムのイメージ



分野によっては、デバイスとしての技術課題以上に、計測技術、システム技術、データベースインフラ、ネットワーク、社会システムといった周辺環境に問題点や大きな研究開発要素があることも考慮しつつ、上記事例のような利用システムがどのように展開していくかを技術ロードマップに描くことで、開発課題や実現のためのネックを明らかにすることを目指した。

技術ロードマップの凡例



応用事例 I (エネルギー・マネジメントに資するセンサ技術)技術マップ

～10年後のエネルギー・マネジメント・システムの姿～

CO2削減

省エネ向上

快適性との両立

フレキシブルな
マネジメント

トレンド

① 産業用に加え民生用、小規模オフィス等のCO2削減進展、② きめが細かく大きな省エネの実現、③ 柔軟性・広域性の拡大

現状

概要

- 個別機器について、センサを活用して省エネを行うものが登場。
- 環境については体感程度、システムも機器メーカー単位。

センシング・制御

- 器具や室内にセンサ機能が付与、入退室の感知、判断。
- 入退室の感知等によるOn/Off。
- 洗濯機や冷蔵庫等の家電製品でセンシングによる制御機能が実現。
- 広域に及ぶシステムは未実現。

デバイス・ネットワーク

- 一般利用できるセンサデバイス未。
- ネットワーク仕様未確立、未標準化。
- 一部商用化されているものの、メーカー独自仕様でコンパティブルでない。
- 一部商用化されているデバイスもあるが、消費電力大、信頼性未確立。
- ネットワークもメーカー独自。

環境と消費エネルギー量の把握とそれによる制御

- ✓ 消費エネルギーのきめ細かい把握技術
- ✓ 快適性のモニタリング技術

広域にわたるセンシングデータの活用

- ✓ 中央集中型配電システムにローカルな発電システムが付加・管理技術進展
- ✓ 複数サイトにまたがる省エネルギーマネジメントシステムの進展

デバイス・ネットワークの普及と標準化によるユーザー選択向上

- ✓ 安価で高信頼性デバイス普及
- ✓ 安定的で導入の容易なネットワーク体系の普及
- ✓ 普及に資する設定やメンテナンス技術の確立
- ✓ 長寿命化技術、メンテナンスレスシステム

将来

概要

- 器具・装置や空間単位での消費エネルギーのリアルタイム、時系列把握と制御が実現。
- 環境についてのきめ細かい把握や快適性計測がエネルギーマネジメントに取り入れ。

センシング・制御

- 器具や部屋で必要とされる機能に応じてエネルギーが投与されるシステム。
- 個人の快適性に配慮したエネルギーの調節。
- 単独の製品や住戸単位でなく複数の製品や住戸間でセンシングによる制御機能が実現(ピークシフトやピークカットなど)。
- 新エネルギー・ローカルエネルギーの利用のシステムへの取り入れ。

デバイス・ネットワーク

- 外付け型、内蔵型種々のタイプのセンサデバイスが普及。
- ネットワーク仕様が標準化され、ユーザーはプラグアンドプレイ式で操作可。
- ネットワークの広域への接続が進む。
- デバイスの消費電力小、自己給電、信頼性向上、メンテナンスフリー化。

応用事例Ⅱ(構造物・防災センシング技術)技術マップ

～10年後の構造物・防災センシング技術の姿～

社会資本ストックの
合理的管理

メンテナンス性向上

安全な構造物

構造物寿命延伸

トレンド

- ① 構造物損傷・劣化の程度、耐震性、変位等のセンシング技術が進展、
- ② 保守の効率化、予防保全の進展、
- ③ トータルとして安全性と快適性の向上

現状

概要

- 構造物のメンテナンスについては、現状は目視、非破壊検査など、一部地震計、ストレインゲージ、加速度センサなどが利用。
- 計測データと構造の因果関係解明は不十分。
- 防災上滞り位置ずれセンサネットワーク実験。

センシング

- 非破壊検査(超音波、X線等)は内部の組成等を分析。
- ストレインゲージによる応力歪み計測、動き観測に加速度センサ活用、変位の計測にはポテンシオメータ等が利用されている。
- 以上を目的によって組合せているがデータと現象との相関未解明。

デバイス・ネットワーク

- デバイスは一般の機械計測用がそのまま使用されている。MEMS応用は未。
- ネットワークは特定小電力、ZigBee、Mote(米国仕様)等が実験レベルで利用されている。
- 線状、面状構造物には既成デバイスを工夫して応用、eテキスト研究開発中。

センシング活用によるメンテナンスの高度化

- ✓ センシングデータと損傷・劣化度、耐震性能、部品交換・補強等との相関性明瞭化
- ✓ センシング技術や対象物の拡大によるモニタリング能力の向上
- ✓ モニタリングによる予防保全ないし耐用年数の延長

デバイスとネットワーク進展による構造物センシング技術の向上

- ✓ 安価で高信頼性デバイス普及
- ✓ 安定的で導入の容易なネットワーク体系の普及、無線通信の普及。
- ✓ 長寿命化技術、メンテナンスレス、キャリブレーション組み入れ型計測システム

概要

将来

- 国内では新規投資よりメンテ投資が主となる。
- 目的別のセンサ技術が明らかとなり、標準的な計測システムが確立、実用化される。
- 計測デバイスの精度、校正方法についても標準が確立。

センシング・制御

- 変位、加速度、応力、等の標準的センシング技術が確立。
- 構造物の組成や組織変化の標準的モニタリング技術が確立。
- 地震・災害対応へのセンシング応用が進展。
- 接合部や部材・部品など構造以外部のチェック・モニタリングシステムが導入。

デバイス・ネットワーク

- メモリやCPU内蔵複合型センサデバイスが普及し、構造物の履歴把握等に活用される。
- デバイスへのMEMS採用が進展。
- 無線ネットワーク仕様が標準化。
- ネットワークの広域への接続が進む。
- デバイスの消費電力小、自己給電、信頼性向上、メンテナンス・キャリブレーションフリー化。

応用事例（農業センシング）技術マップ ～10年後の農業センシング技術の姿～

生産性向上

安全安心・省エネ

品質向上・コスト削減

トレンド

① 農業へのセンシング技術取り入れが進展、② それを実現するデバイスの開発と通信機能取り入れ、③ 耐環境、使い捨て等周辺アプリケーションの取り込み進展

現状

概要

- 土壌分析に基づく給肥、給水（バッチ式、ノウハウ主体）。
- pH、ECセンサの試作と実験。
- 海外でワインぶどう畑への実システム稼働（気象観測と給水等制御が主）。

センサ

- 温度、雨量、照度等の気象環境センサはまだ大型で高価。
- pH、ECセンサが半導体プロセスで試作されている。
- 土壌粒度、土壌組成等はディスクリートレベル。

デバイス・ネットワーク

- 海外で、ネットワーク（ZigBee等適用）化が進展。
- わが国では、中継装置の仕様とセンサ電源供給に課題、ネットワーク化は給水管理程度。
- センサデバイスは研究開発途上。

農業生産性向上のために計測すべきデータの明確化

- ✓ 計測技術とデバイスの進展により農業関連の自然データと生産性との関係が解明される
- ✓ データの蓄積（気象、土壌、その他環境、収穫物の性格）
- ✓ 化学量や粒度のようなデータ計測のための高集積回路が開発

センサネットワークの実農場への適用・活用

- ✓ 厳しい周囲環境に対応したセンサの開発
- ✓ ロバストなセンサネットワーク仕様の確立
- ✓ 自律分散型センサ管理技術の研究開発
- ✓ 電力供給課題解決

（注）pH: potential Hydrogen、水素イオン濃度指数、酸性アルカリ性の度合いを示す
EC: Electric Conductivity、電気伝導度又は導電率

概要

- 気象と土壌の状態に関するセンサが実用化され農業への適用が進む。
- 気象、施肥、給水、成育度間のデータ蓄積。

センサ

- 土壌の、水分、pH、EC、粒度、リン、窒素、カリ等センサが実用化され農業に用いられる。
- 温度、湿度、圧力、照度、雨量、風力センサ等の利用が一般化。
- それらセンサデータと植物、動物の態様が徐々に明らかとなる。
- 気象データと植物、動物（細菌等）の因果関係が次第に明らかとなる。

デバイス・ネットワーク

- ネットワーク化が進み普及、ただし用途次第でバッチ式センシングシステムも普及。
- 省電力型、自己発電型、使い捨て型のチップが市場化。
- 自律分散型デバイスの管理技術が進展、標準化。
- MEMSデバイスの消費電力小、自己給電、信頼性向上等。

将来

応用事例Ⅳ(人間の健康に資するセンシング技術)技術マップ

～10年後の人間健康センシング・システムの姿～

24Hモニタによる
医療レベル向上
生活習慣病対策進展
予防型医療の進展
センシングデータ
で病の因果関係示

トレンド

① ネットワーク型センサデバイスにより24時間型のモニタリングが進展、② 対応する遠隔医療への抵抗減、予防型医療が緒につく、③ 未解明の病気等の因果関係が次第に明らかに

現状

概要

- いくつかの器具について通信機能付モデルが製品化、しかし普及はこれから。
- Bluetooth、Zigbee、小電力などがローカルに利用、広域はインターネットが主。

センシング・制御

- 血圧計や体重計にBluetooth等の通信機能が付与。
- 計測機器には情報処理能力がないため、PC等を組み入れたシステム構築が必要。
- センシングに関する医学的なオーソライズはなされていない。

デバイス・ネットワーク

- 非侵襲、ポータブルなデバイスとしては心電計程度(但し非オーソライズ)、他は既存製品に通信機能を織り込んだレベル。
- ローカルネットワーク仕様にはまだ不安定さ大、操作性も低レベル。
- 計測と広域通信とを(同時に)行うにはプロトコルが確立したとは言い難い。

予防医療の進展とそのためセンサネットワークが進展

- ✓ 予防型医療の進展により総医療費の節約が進む
- ✓ そのためのセンサモニタリングが進展

安定信頼性あるセンシング技術の活用

- ✓ センシング機器が医療機器として承認
- ✓ 価格や精度による複数レベルの計測デバイスが標準化
- ✓ LSI/MEMS化が進む

デバイス、ネットワークの技術向上とユーザー利便性の向上

- ✓ 医療用アンプ、A/D変換部の高集積化
- ✓ ローカルセンサネットワークの安定性、操作性の向上
- ✓ 広域ネットワーク上でのデータ連携技術の向上
- ✓ デバイス長寿命化技術、メンテナンスレスシステム開発

概要

- 通信付センサが普及し、24Hデータ収集が普及→医療高度化、通院頻度減。
- センサデータ活用による病気因果関係把握高度化と予防医療の進展。

センシング・制御

- 非侵襲/侵襲、ポータブルなデバイス(心電計、血圧計、血糖値計、脳波計)が普及。医療器具として承認、精度複数レベルで標準化。
- デバイスが小型化(MEMS化)し取り込んだ機器装置が登場(携帯電話、パソコン等)。
- センシングデータと病理との因果関係抽出が進む。

デバイス・ネットワーク

- 現在大型の計測装置が小型化、MEMS化。
- ローカルネットワーク仕様が向上(混信防止、無設定、ユーザーはプラグアンドプレイ式で操作可)。
- ネットワークの広域への接続が進み、計測操作と一体化(広域データ連携が進展)。
- デバイスの消費電力小、自己給電、信頼性向上、メンテナンスフリー化。

将来

応用事例 V (MEMSによるモバイルプラットフォーム技術) 技術マップ

～10年後のモバイルプラットフォームの姿～

- よりポータブル
- 安全安心への貢献
- 予防型医療への貢献
- 周辺機器との機能コンパチ進展

トレンド

① 複数のモバイル通信方式搭載が進展、② それを実現するデバイスの高集積化、③ センサ等周辺機能の取り込み進展

現状

概要

- ▶ LTEで始めて世界的に方式統一。
- ▶ 端末実装で半導体での高集積化は進んでいるが、基本はディスクリート回路の置き換え、回路部品点数は多い、方式毎に基本的に機種は別。

センサ

- ▶ GPS(の一部)、電子コンパス、加速度センサ、歩数計程度が取り入れられている。
- ▶ 医療計測装置、エネルギーモニタ機器等を中継する装置としての実験が進展。
- ▶ (ソフト)ブラウザ等との連携が一部実装。

デバイス・ネットワーク

- ▶ 一部無線LAN、Bluetooth、ZigBee等のセンサネットワークデバイスを搭載。
- ▶ ただし、部品としては個別でそれぞれに対応するチップにより実装。
- ▶ マルチ方式の実装も個別のチップによる。
- ▶ プラットフォームでは日本は海外の後塵。

回路簡素化を実現する LSI・MEMS技術進展

- ✓ LSIの高集積化とMEMS取り入れによりRF回路の簡素化が進展
- ✓ マルチRF(広域とローカル)回路が実現、進展
- ✓ アナログ回路にCPUやメモリ等を取り入れた高集積回路実装が進展

センサや情報処理機能の取り込みとセンシングデータの予防医療・省エネ等への活用

- ✓ センサのMEMS化による小型化、モバイル機器への実装可能に
- ✓ センサデータ(アナログ信号)取得と処理機能のLSI/MEMS化によりモバイル機器への実装が可能に
- ✓ PC等との情報処理機能のコンパチ化が進展

将来

概要

- ▶ 各国別の複数RF処理技術が一般化。
- ▶ 計測系デバイスを取り込んだシステムLSI。
- ▶ 種々の回路へMEMSの取り入れ。

センサ

- ▶ 心電計などとの連携が進み予防医療等に用いられる。
- ▶ プロジェクター、HD/3Dビデオ、位置センサ等の実装。
- ▶ 家庭等の機器のエネルギー監視機能の実装(ローカルネットワーク利用)。
- ▶ 転倒予知、救急医療向け基盤、等としての利用進展。

デバイス・ネットワーク

- ▶ 種々のタイプの無線通信方式対応のデバイスが普及。
- ▶ ローカル無線もチップ内に取り入れられる。
- ▶ センサネットワークと広域ネットワーク接続標準化。
- ▶ MEMSデバイスの消費電力小、自己給電、信頼性向上等。

応用事例VI(自動車・輸送機器センシング技術)技術マップ

～10年後の自動車・輸送機器センシング技術の姿～

CO2削減

省エネ向上

快適性との両立

安全な輸送

トレンド

- ① 内燃機関車、HEVそれぞれで燃費改善とCO2削減進展、EVの進展、
- ② 高度ITS進展などによる渋滞の減や快適性向上、
- ③ 鉄道でのセンサ利用進展、
- ④ 安全性の向上

現状

概要

- 内燃機関車については、エンジン燃焼制御、エアバッグ、ナビ、タイヤ空気圧等多数センサが搭載。
- HEVが伸長中、EVへの期待高。
- 鉄道では構造物・土木への応用研究中、車両に導入(振り子式)。

センシング・制御

- 圧力、流量、酸素やNOx計測、加速度や角(加)速度、位置等の計測装置やセンサが搭載されている。
- 燃料噴射、エアバッグについてはセンサ+制御機能。一部操舵制御機能も。
- トンネル、土堤の位置センシング。

デバイス・ネットワーク

- 耐久性、信頼性の高いセンサデバイスが中心、MEMS応用は未。
- ネットワークは車内有線が主(CAN等)、外部とは高速料金徴収でDSRC、ナビ関係でモバイルネットワーク。
- タイヤ空気圧計測には無線が応用(外付けが主)。
- 鉄道では既成のNW(有線)利用が主。

自動車全般に燃費の向上と安全性の向上が進む

- ✓ 内燃機関車、HEV燃費がさらに向上
- ✓ HEV、EVが伸長、経験積み重ねにより性能と安全性の向上

センシングデータの活用による安全性向上

- ✓ 車外物件や障害物検知システムが普及、管理技術進展
- ✓ 車内人体センシングによる安全な運転管理や駐車管理システムの進展
- ✓ 足回りのセンシング・モニタリングを取り入れた燃費の向上技術

ITS進展によるCO2削減と快適性の向上

- ✓ 安価、高信頼性、長寿命、堅牢、メンテナンスレスデバイス普及
- ✓ 自動車、道路、鉄道に適するネットワーク体系の普及、無線通信の普及

概要

- 内燃機関車はまだ相当利用されているが、燃費が圧倒的に向上。EVも徐々に普及。
- HEVの普及は大きく進み、燃費も大幅改善。

センシング・制御

- エンジン・モーター系のセンサネットワークがさらに進展、タイヤ等駆動系を取り込んだセンシングと制御機能進化。
- MEMSによる高度エンジン室モニタ・制御。
- 保守系業務へのセンシング機能応用が進展。
- 高度で安価な安全モニタリングシステム(人の自動検知、交差点での障害物検知等)。
- 車内人のモニタリングによる安全面高度化。
- ITSの高度化(渋滞ゼロ)。

デバイス・ネットワーク

- 堅牢、長寿命なMEMS含む種々のセンサデバイスが普及。
- 無線ネットワーク仕様が標準化され、タイヤ-車両間、人-車両間、障害物-車両間等に適用進む。
- システムの複雑化により大容量の車内ネットワーク標準化(自動車、車両)。
- ネットワークの広域への接続が進む。

将来

事前評価書

	作成日	平成19年10月01日
1. 事業名称 (コード番号)	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	
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：</p> <p>MEMS 市場は、今後大幅拡大が見込まれ、2010 年には 1.2 兆円、2015 年には 2.4 兆円規模の産業に成長するものと予測されている。現在の自動車、情報通信分野への応用が中心であるが、将来は医療・安全・環境分野の市場拡大が見込まれている。</p> <p>MEMS にナノ・バイオという異分野の研究成果を融合・インテグレーションすることにより、医療・安全・環境分野をターゲットにした革新的次世代デバイスの創出が実現可能となりつつある。</p> <p>本プロジェクトでは、将来の革新的次世代デバイスの創出に必要な、新たな基盤的プロセス技術群を開発することを狙いとし、以下のプロセス技術群のプラットフォーム化を確立することを通じて、わが国産業の国際競争力の強化を目指す。</p> <p>1) バイオ融合プロセス分野 生体分子、細胞、合成有機材料などのウェット材料の機能を活かすプロセス技術を確立する。</p> <p>2) 3次元ナノ構造形成プロセス分野 トップダウンとボトムアップの融合による機能性 3D ナノ構造形成技術と 3D ナノ構造の解析・評価技術を創出する。</p> <p>3) 大面積・連続プロセス ナノ・マイクロ構造を大面積に高速・低コストで連続形成するプロセス技術を創出する。</p> <p>(2) 事業規模：総事業費（国費分）（平成20年度 十数億円）</p> <p>(3) 事業期間：平成20年度～24年度（5年間）</p>	
4. 評価の検討状況		

(1) 事業の位置付け・必要性

MEMS技術は高付加価値デバイスの創生に大きく寄与するものであり、自動車、各種製造機器、情報機器、通信機器を中心に広範囲な分野において普及している。現在の小型・高性能単機能デバイスが既存部品を置き換えた第1世代とすれば、2010年を目指し高集積化・複合化による多機能デバイスの創出を狙う第2世代MEMSの研究開発へと移行している。そして2015年以降2025年に向けて、革新的イノベーションを起こし、更なる市場の拡大を図るには第3世代MEMSの実現が不可欠である。この第3世代MEMSの創出にはナノ・バイオとの融合がキーであり、応用分野も自動車・情報通信から安心安全、環境、エネルギー、医療福祉、特殊環境といった分野への応用拡大も期待できる。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]

2015年以降2025年に向けて、革新的イノベーションを起こし、日本の産業競争力を強化する基盤プロセス技術の開発を行う。つまり、上述の分野に関連し、将来的に新たな産業創出につながるデバイス製造の下記の共通基盤技術を開発する。

1) バイオ融合プロセス分野

生体分子、細胞、合成有機材料などのウェット材料の機能を活かすプロセス技術を確立する。

2) 3次元ナノ構造形成プロセス分野

トップダウンとボトムアップの融合による機能性3Dナノ構造形成技術と3Dナノ構造の解析・評価技術を開発する。

3) 大面積・連続プロセス

ナノ・マイクロ構造を大面積に高速・低コストで連続形成するプロセス技術を開発する。

[妥当性]

高付加価値化、差別化のためのキーデバイスの製造技術の開発であり、多様な産業分野に適用できる。さらにナノレベルの界面制御はリバースエンジニアリング困難で強固な国際競争力を実現できる。プロセスのプラットフォーム化を進めることにより、装置産業を含む日本の産業構造の革新が期待される。

(3) 研究開発マネジメント

産学が参加する集中研により、シーズプッシュとデマンドプルの方両方向の研究開発を推進する。基盤技術開発によるプロセスのプラットフォーム化を目指し、プロセスの先進性・汎用性をコンセプトモデルにより評価する。またプロジェクト後半には種々のデバイスへの適用可能性を検討する。

<p>(4) 研究開発成果</p> <p>需要が急増すると予想される安心安全、環境、エネルギー、医療福祉と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>
<p>(5) 実用化・事業化の見通し</p> <p>2015年以降</p>
<p>(6) その他特記事項</p> <p>特になし。</p>
<p>5. 総合評価</p> <p>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、今後さらなる精査が必要である。</p>

(注) 事業の全体像がわかる図表を添付すること。

「異分野融合型次世代デバイス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21年3月2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21年2月9日～平成21年2月23日

2. パブリックコメント投稿数<有効のもの>

計1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]（1件） 微細加工技術によって、ナノ・バイオ分野の新しい革新的MEAMSデバイスで、新しいライフスタイルを作り上げることは、人々の生活を豊かにし、世界に先駆けてこのような技術開発をすることで、技術立国として、存在感を示すために重要と考えます。 この革新的デバイスを創出するために、基盤技術となるプロセス技術確立を実現してほしい。	[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

以上

特許論文リスト

1. 特許出願リスト

1.1. 研究開発項目①-A : バイオ融合プロセス技術の開発

1.1.1. 平成 20 年度

<国内出願>

出願日	受付番号
2008.12.12	特願 2008-317519

<外国出願 (PCT 含む) >

出願日 ¹	受付番号
2009.12.14	PCT/JP2009/071087

1.1.2. 平成 21 年度

<国内出願>

出願日	受付番号
2009.06.18	特願 2009-145640
2009.06.18	特願 2009-145648
2009.06.19	特願 2009-146988
2009.08.26	特願 2009-195869
2009.12.14	特願 2010-542148
2010.03.16	特願 2010-059730
2010.03.26	特願 2010-073486

<外国出願 (PCT 含む) >

出願日	受付番号
2010.07.28	PCT/JP2010/062707

¹ 外国出願の実績年度は、基礎となる国内特許の出願年度でカウントしている。

1.1.3. 平成 22 年度

<国内出願>

出願日	受付番号
2010.05.21	特願 2010-117489
2010.07.28	特願 2011-528714
2010.09.30	特願 2010-222363
2011.01.21	特願 2011-011425
2011.03.29	特願 2011-073312
2011.03.29	特願 2011-073313

<外国出願 (PCT 含む) >

出願日	受付番号
2011.09.07	PCT/JP2011/070389
2012.01.06	PCT/JP2012/050196

1.1.4. 平成 23 年度

<国内出願>

出願日	受付番号
2011.07.12	特願 2011-154079
2011.09.29	特願 2011-214500
2012.03.27	特願 2012-072142

1.1.5. 平成 24 年度

<国内出願>

出願日	受付番号
2012.07.10	特願 2012-155082
2012.08.03	特願 2012-172995
2012.08.20	特願 2012-181653
2012.07.10	特願 2012-154368

他、5 件の特許出願を予定。

1.2. 研究開発項目①-B：有機材料融合プロセス技術の開発

1.2.1. 平成 20 年度

<国内出願>

出願日	受付番号
2009.03.27	特願 2009-079320
2009.03.27	特願 2009-079321
2009.03.27	特願 2009-080209
2009.03.27	特願 2009-080247

1.2.2. 平成 21 年度

<国内出願>

出願日	受付番号
2009.10.05	特願 2009-231793
2009.11.12	特願 2009-258950
2009.11.27	特願 2009-275813
2009.11.27	特願 2009-270116

1.2.3. 平成 22 年度

<国内出願>

出願日	受付番号
2010.05.07	特願 2010-107644
2010.09.16	特願 2010-208567
2011.02.18	特願 2011-033980
2011.03.10	特願 2011-053021
2011.03.30	特願 2011-074431

<外国出願（PCT 含む）>

出願日 ²	受付番号
2012.03.05	PCT/JP2012/055513
2012.03.13	PCT/JP2012/056451

² 外国出願の実績年度は、基礎となる国内特許の出願年度でカウントしている。

1.2.4. 平成 23 年度

<国内出願>

出願日	受付番号
2011.08.15	特願 2011-177777
2011.11.02	特願 2011-241393
2012.03.02	特願 2012-046838

1.2.5. 平成 24 年度

<国内出願>

出願日	受付番号
2012.08.31	特願 2012-190965

他、3 件の特許出願を予定

1.3. 研究開発項目②：3次元ナノ構造形成プロセス技術の開発

1.3.1. 平成 20 年度

<国内出願>

出願日	受付番号
2009.03.27	特願 2009-080081
2009.06.12	特願 2009-141031

1.3.2. 平成 21 年度

<国内出願>

出願日	受付番号
2009.06.17	特願 2009-144048
2009.09.10	特願 2009-209244
2009.11.30	特願 2009-272122
2010.01.29	特願 2010-019674
2010.02.05	特願 2010-024776
2010.02.05	特願 2010-024775
2010.03.08	特願 2010-049985
2010.03.11	特願 2010-054035

<外国出願（PCT 含む）>

出願日 ³	受付番号
2010.09.07	米国：12/876333
2011.01.28	米国：13/016,464
2011.01.31	PCT/JP2011/051900
2011.01.31	PCT/JP2011/051891

³ 外国出願の実績年度は、基礎となる国内特許の出願年度でカウントしている。

1.3.3. 平成 22 年度

<国内出願>

出願日	受付番号
2010.07.16	特願 2010-161870
2010.09.10	特願 2010-203659
2010.09.30	特願 2010-221440
2010.09.30	特願 2010-222225
2010.11.24	特願 2010-261702
2011.01.07	特願 2011-002468
2011.01.31	特願 2011-552765
2011.01.31	特願 2011-552763
2011.02.08	特願 2011-024998

<外国出願 (PCT 含む) >

出願日	受付番号
2011.07.15	PCT/JP2011/066237
2011.09.29	PCT/JP2011/072392
2011.11.18	PCT/JP2011/076668
2012.02.01	PCT/JP2012/052255

1.3.4. 平成 23 年度

<国内出願>

出願日	受付番号
2011.05.25	特願 2011-117153
2011.06.28	特願 2011-142946
2011.07.12	特願 2011-153657
2011.07.15	特願 2012-524608
2011.08.30	特願 2011-187510
2012.01.19	特願 2012-009103
2012.01.19	特願 2012-009104
2012.01.19	特願 2012-009105
2012.01.19	特願 2012-009106
2012.03.14	特願 2012-057676

<外国出願（PCT 含む）>

出願日	受付番号
2012.05.25	PCT/JP2012/063500
2012.06.28	PCT/JP2012/066574
2012.08.30	PCT/JP2012/072051

1.3.5. 平成 24 年度

<国内出願>

出願日	受付番号
2012.04.04	特願 2012-085331
2012.04.06	特願 2012-087970
2012.04.06	特願 2012-087971
2012.04.06	特願 2012-087969
2012.09.06	特願 2012-196104
2012.09.06	特願 2012-196105
2012.9.6	特願 2012-195998
2012.9.6	特願 2012-195999
2013.1.15	特願 2013-004744

他、5 件の特許出願を予定。

1.4. 研究開発項目③：マイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術の開発

1.4.1. 平成 20 年度

出願なし。

1.4.2. 平成 21 年度

<国内出願>

出願日	受付番号
2009.06.22	特願 2009-147519
2009.07.03	特願 2009-158767
2009.07.17	特願 2009-168496
2009.09.15	特願 2009-212965
2009.09.28	特願 2009-222757
2009.09.30	特願 2009-227403
2009.09.30	特願 2009-226455
2009.11.30	特願 2009-271595
2010.03.26	特願 2010-072577

<外国出願（PCT 含む）>

出願日 ⁴	受付番号
2010.07.15	PCT/JP2010/061979

1.4.3. 平成 22 年度

<国内出願>

出願日	受付番号
2010.07.07	特願 2010-154873
2010.07.15	特願 2011-531837
2010.07.27	特願 2010-168284
2010.09.17	特願 2010-209760
2011.01.25	特願 2011-013347

⁴ 外国出願の実績年度は、基礎となる国内特許の出願年度でカウントしている。

<外国出願（PCT 含む）>

出願日	受付番号
2011.11.21	PCT/JP2011/076775

1.4.4. 平成 23 年度

<国内出願>

出願日	受付番号
2011.05.19	特願 2011-112588
2011.12.02	特願 2011-264796
2012.01.19	特願 2012-009054

1.4.5. 平成 24 年度

<国内出願>

出願日	受付番号
2012.04.02	特願 2012-084119
2012.04.02	特願 2012-084118
2012.05.09	特願 2012-107662
2012.05.10	特願 2012-108726
2012.05.25	特願 2012-119895
2012.09.21	特願 2012-208015
2012.12.13	特願 2012-272415
2012.9.6	特願 2012-196152

他、3 件の特許出願を予定。

1.5. 研究開発項目④：異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースの開発、その他

1.5.1. 平成 20 年度

出願なし。

1.5.2. 平成 21 年度

出願なし

1.5.3. 平成 22 年度

<国内出願>

出願日	受付番号
2011.03.01	特願 2011-044058
2011.03.07	特願 2011-049680
2011.03.11	特願 2011-054223
2011.03.11	特願 2011-054224
2011.03.11	特願 2011-054222

1.5.4. 平成 23 年度

<国内出願>

出願日	受付番号
2011.04.21	特願 2011-095426
2011.09.06	特願 2011-194422
2011.12.06	特願 2011-267166

1.5.5. 平成 24 年度

<国内出願>

出願日	受付番号
2012.06.26	特願 2012-142921

2. 学会発表その他の成果、普及活動リスト

2.1. 研究開発項目①-A : バイオ・有機材料融合プロセス技術の開発

2.1.1. 論文投稿リスト

i) 平成 22 年度

- 1 竹内昌治, 「マイクロ流体デバイス技術を利用した体内埋め込み型連続血糖値センサの開発」, *Diabetes Journal : 糖尿病と代謝*, Vol.38, No.2, 2010
- 2 Kaori Kuribayashi, Yukiko Tsuda, Hajime Nakamura and Shoji Takeuchi, "Micro-patterning of Phosphorylcholine-based Polymers in a Microfluidic Channel", *Sensors and Actuators B*, vol. 149(1), pp. 177-183, (2010).
- 3 Midori Kato-Neigishi, Yukiko Tsuda, Hiroaki Onoe, and Shoji Takeuchi, "A neurospheroid network-stamping method for neural transplantation to the brain", *Biomaterials*, vol. 31, pp. 8939-8945, 2010.
- 4 N. Misawa, H. Mitsuno, R. Kanzaki and S. Takeuchi, "A Highly Sensitive and Selective Odorant Sensor using Living Cells Expressing Insect Olfactory Receptors", *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, vol. 107(35), pp. 15340-15344, 2010.
- 5 Hitoshi Matsui, Tomoharu Osada, Yasuyuki Morishita, Masaru Sekijima, Teruo Fujii, Shoji Takeuchi and Yasuyuki Sakai, "Rapid and Enhanced Repolarization in Sandwich-cultured Hepatocytes on an Oxygen-permeable Membrane", *Biochemical Engineering Journal*, 52 (2-3), p.255, Nov 2010.
- 6 Nobuhiko Kojima, Ken Miura, Tomoki Matsuo, Hidenari Nakayama, Kikuo Komori, Shoji Takeuchi and Yasuyuki Sakai, "Rapid and Direct Cell-to-Cell Adherence Using Avidin-Biotin Binding System", *Journal of Robotics and Mechatronics* Vol.22 No.5, 2010.
- 7 Hideaki Shibata, Yun Jung Heo, Teru Okitsu, Yukiko Matsunaga, Tetsuro Kawanishi and Shoji Takeuchi, "Injectable hydrogel microbeads for fluorescence-based continuous glucose monitoring", *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, vol. 107, no. 42, pp. 17894-17898, 2010.
- 8 YT.Matsunaga, Y.Morimoto and S.Takeuchi, "Molding Cell Beads for Rapid Construction of Macroscopic 3D Tissue Architecture", *Advanced Materials*, Volume 23, Issue 12, March 25, 2011, Pages: H90-H94.

ii) 平成 23 年度

- 1 Yamamoto N, Komori K, Montagne K, Matsui H, Nakayama and H, Takeuchi S, Sakai Y., "Cytotoxicity evaluation of reactive metabolites using rat liver homogenate microsome-encapsulated alginate gel microbeads", *Journal of*

Bioscience and Bioengineering, Vol.111, No4, 454-458, 2011

- 2 松井等, エベノウ・ファニーモーガン・ハマン, 藤井輝夫, 竹内昌治, 酒井康行, “Cytotoxicity evaluation of reactive metabolites using rat liver homogenate microsome-encapsulated alginate gel microbeads”, Biotechnol, Prog.
- 3 Osaki, T. Watanabe, Y. Kawano, R. Sasaki, H. and Takeuchi, S, Electrical “Access to Lipid Bilayer Membrane Microchambers for Transmembrane Analysis“, Journal of Microelectromechanical Systems
- 4 Yun Jung Heoa, Hideaki Shibatab, Teru Okitsua, Tetsuro Kawanishi, and Shoji Takeuchia, ”Long-term in vivo glucose monitoring using fluorescent hydrogel fibers”, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America
- 5 Nobuhiko Kojimaa, Shoji Takeuchia, and Yasuyuki Sakaia, , “Establishment of self-organization system in rapidly formed multicellular heterospheroids“, BIOMATERIALS, Volume 32, Issue 26, September 2011, Pages 6059–6067
- 6 渡辺吉彦, 大崎寿久, 竹内昌治, 「細胞サイズの脂質二重膜マイクロチェンバーにおける電流シグナル計測と経時安定性向上」, 電気学会論文誌E (センサマイクロマシン部門誌) Vol.131 No.12 pp.414-418
- 7 Hitoshi Matsui, Tomoharu Osada, Shoji Takeuch, Teruo Fujii and Yasuyuki Sakai, Enhanced bile canaliculi formation enabling direct recovery of biliary metabolites of hepatocytes in 3D collagen gel microcavitie, Lab on a chip

iii) 平成 24 年度

- 1 小島伸彦, 竹内昌治, 酒井康行, "Rapid aggregation of heterogeneous cells and multiple-sized microspheres in methylcellulose medium", Biomaterials 誌
- 2 高橋正幸, 許允禎, 興津輝, 竹内昌治, 「完全埋め込み型糖応答性蛍光ゲルセンサの研究に関するレビュー」, 電気学会論文誌 E, Vol.132, No. 12/sec E
- 3 高橋正幸, 竹内昌治, 「完全埋め込み型血糖センサの開発 --新たな血糖測定システムへの展開--」, 未来材料 第 12 巻 第 12 号 (12 月 10 日発行)
- 4 高橋正幸, 竹内昌治, 「完全埋め込み型血糖センサ」, 人工臓器 42 巻 1 号 (投稿中)

2.1.2. 学会発表リスト

i) 平成 22 年度

- 1 松永行子, 竹内昌治, 「創薬診断および再生医療のための均一直径細胞ビーズ」, 第 17 回 HAB 研究機構学術年会
- 2 桑原陽太, 横山憲二, "Assembling vascular endothelial growth factor receptor in lipid membrane for Bio-MEMS device", Biosensors 2010
- 3 津田行子, 森本雄矢, 竹内昌治, 「均一直径細胞ビーズによる三次元組織構築」, 第

21 回化学とマイクロ・ナノシステム研究会

- 4 柴田秀彬, 許允禎, 興津輝, 津田行子, 川西徹朗, 竹内昌治, 「蛍光ゲルビーズの作製方法、蛍光特性、生体への埋め込み実験結果の報告」, 平成 22 年度電気学会 E 部門総合研究会
- 5 渡辺吉彦, 大崎寿久, 竹内昌治, 「マイクロ流路デバイスを応用したナノポアタンパク質の電流計測」, 平成 22 年度電気学会 E 部門総合研究会
- 6 桑原陽太, 横山憲二, 「サイトカイン受容体をモデルにした脂質膜組み込みプロセスの開発」, 第 10 回日本蛋白質科学会年会
- 7 小島伸彦, 竹内昌治, 酒井康行, 「ヘテロスフェロイドの迅速作製とその自己組織化」, 第 17 回肝細胞研究会 (2010).Kaori Kuribayashi, Yukiko Tsuda, Hajime Nakamura and Shoji Takeuchi, "Micro-patterning of Phosphorylcholine-based Polymers in a Microfluidic Channel", Sensors and Actuators B, vol. 149(1), pp. 177-183, 2010
- 8 Nobuhiko Kojima, Shoji Takeuchi, 「アビジン・ビオチン結合や亜鉛フタロシアニンを用いたミニチュア臓器作製プロセスの開発について」, 6th World Congress on Biomechanics
- 9 Hiroaki Onoe, Midori-Kato Negishi, Yukiko Tsuda and Shoji Takeuchi, "FABRICATION OF TRANSPLANTABLE 3D-NEURONAL NETWORK", MicroTAS2010
- 10 Yukiko Tsuda, Hiroaki Onoe and Shoji Takeuchi, "BEAD-BASED RAPID CONSTRUCTION OF HETEROGENEOUS 3D TISSUE ARCHITECTURE", MicroTAS2010.
- 11 Hitoshi Matsui, Hiroshi Kimura, Tomoharu Osada, Masaru Sekijima and Teruo Fujii, "Fine Regulation of Polarity in a Hepatocyte Culture Utilizing Oxygen-permeable Membranes and Micropatterned Collagen Gel", MicroTAS2010.
- 12 Kaori Kuribayashi-Shigetomi, Yukiko Tsuda, Hajime Nakamura and Shoji Takeuchi, "HIGH RESOLUTION PATTERNING OF CELLS WITH A PHOSPHORYLCHOLINE-BASED POLYMER IN A MICROFLUIDIC CHANNEL USING A PARYLENE DRY FILM MASK", MicroTAS2010.
- 13 Y. Watanabe and S. Takeuchi, "Glass Microfluidic Chips for Long-Term Lipid Bilayer Formation", MicroTAS2010.
- 14 Nobuhiko Kojima, Ken Miura, Hidenari Nakayama, Shoji Takeuchi and Yasuyuki Sakai, "PRECISE ASSEMBLY OF MICRO-TISSUES IN A MICROFLUIDIC DEVICE USING AN AVIDIN-BIOTIN BINDING SYSTEM AND OPTICAL TWEEZERS", MicroTAS2010.
- 15 N. Misawa, H. Mitsuno, R. Kanzaki and S. Takeuchi, "BIOLOGICAL NOSES

- FOR A ROBOT", MicroTAS2010.
- 16 松井等, 長田智治, 関島勝, 藤井輝夫, 竹内昌治, 酒井康行, 「酸素透過膜培養基材上でサンドイッチ培養した肝細胞のトランスポーター活性解析」, 日本薬物動態学会第 25 回年会
 - 17 Y. J. Heo, S. Shibata, T. Okitsu, Y. Tsuda, T. Kawanishi and S. Takeuchi, "IN VIVO GLUCOSE MONITORING WITH POLYETHYLENE GLYCOL(PEG)BONDED HYDROGEL FIBERS", Biomedical Engineering Society (BMES)2010 Annual Meeting.
 - 18 加野智慎, Gu Ye, 三木則尚, 「マイクロゲルビーズを用いた微生物固定化利用に関する研究」, 電気学会第 27 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム
 - 19 水頭英一, Gu Ye, 三木則尚, 「微生物を用いたマイクロ発電デバイスの開発」, 電気学会第 27 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム (2010).
 - 20 ホ ヨンジュン, 柴田秀彬, 興津輝, 松永行子, 川西徹朗, 竹内昌治, "IN VIVO GLUCOSE MONITORING WITH HYDROGEL FIBERS", 電気学会第 27 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム
 - 21 青柳星見, 松永行子, 松井等, 大久保有希, 竹内昌治, 「「肝臓」をつくる」, 細胞を創る研究会 3.0
 - 22 松永行子, 竹内昌治, 「コラーゲン細胞ビーズによる高速三次元組織構」, 第 32 回日本バイオマテリアル学会
 - 23 松井等, 木村啓志, 長田智治, 関島勝, 藤井輝夫, 竹内昌治, 酒井康行, 「肝細胞の迅速な極性形成と毛細胆管位置を制御できる細胞培養基材」, 日本動物実験代替法学会第 23 回大会
 - 24 小島伸彦, 竹内昌治, 酒井康行, 「リモデリングする細胞凝集体の作製」, 第 33 回日本分子生物学会年会第 83 回日本化学会大会合同大会
 - 25 H. Shibata, Y.J. Heo and S. Takeuchi, "Simple Molding Fabrication for Polyacrylamide Hydrogel", IEEE MEMS2011.
 - 26 小島伸彦, 竹内昌治, 酒井康行, 「細胞社会における自発的な秩序の形成」, 第 10 回日本再生医療学会総会
- ii) 平成 23 年度
- 1 許允禎, 柴田秀彬, 興津輝, 川西徹朗, 竹内昌治, "Fluorescence-based Glucose-responsive Hydrogel Fibers for in Vivo Glucose Monitoring", The Korean MEMS Conference, Jeju KAL Hotel, Jeju, Republic of Korea, 2011 年 4 月
 - 2 小島伸彦, 竹内昌治, 酒井康行, 「リモデリングする細胞凝集体の迅速作製」, 第 11 回東京大学生命科学シンポジウム, 東京大学, 2011 年 6 月

- 3 Heo, Y.J. , Shibata, H. , Okitsu, T. , Kawanishi, T. and Takeuchi, S. , “Fluorescent Hydrogel Fibers for Long-term in Vivo Glucose Monitoring“, Transducers 2011, 中国, 北京, 2011年6月
- 4 小島伸彦, 竹内昌治, 酒井康行, 「メチルセルロースの膨潤現象を利用したスフェロイド作製法」, 第18回肝細胞研究会, 東京ガーデンパレス, 2011年6月
- 5 Hitoshi Matsui , Shoji Takeuchi , Teruo Fujii and Yasuyuki Sakai, “Enhanced and Geometrically Controlled Formation of Functional Bile Canaliculi by Micropatterning Hepatocytes in Collagen Gel“, 8th World congress on Alternatives and Animal Use in the Life Science (第8回国際動物実験代替法学会), FAIRMONT THE QUEEN ELIZABETH, Montréal, Québec, Canada, 2011年8月
- 6 谷村直樹, 山崎昇, 竹内昌治, 「マイクロ液滴形成シミュレーション」, 第28回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, タワーホール船堀, 東京都江戸川区, 2011年9月
- 7 Hitoshi Matsui, Masaru Sekijima, Teruo Fujii, Shoji Takeuchi and Yasuyuki Sakai, “Polarized Hepatocyte Culture Using 3D Patterned Collagen Gel for Analysis of Biliary Metabolites“, MicroTAS2011, USA, Seattle, 2011年10月
- 8 Y. J. Heo, M. Takahashi, H. Shibata, T. Okitsu, T. Kawanishi and S. Takeuchi, “PEG BONDED FLUORESCENT-HYDROGEL FIBERS WITH LESS INFLAMMATION FOR LONG-TERM SUBCUTANEOUS GLUCOSE MONITORING“, MicroTAS2011, Washington State Convention Center, Seattle, USA, 2011年10月
- 9 小島伸彦, 竹内昌治, 酒井康行, “Fabrication of multicellular heterospheroids by a dispenser robot system“, Biofabrication 2011, 富山国際会議場, 富山, 2011年10月
- 10 金子健一, 内山綾子, 角野由美, 中埜貴文, 松井等, 石塚啓仁, 藤井輝夫, 竹内昌治, 酒井康行, 長田智治, 横山博之, 岩田宏, “Estimate of vitro hepatobiliary excretion using sandwich-cultured human hepatocytes on gas-permeable membrane culture plate“, 日本薬物動態学会第26回年会, 広島, 2011年11月
- 11 小島伸彦, 竹内昌治, 酒井康行, ヘテロな細胞集団を用いた「組織リモデリングアッセイ」の確立, Biofabrication 2011, 富山国際会議場, 富山, 2011年12月
- 12 Masayuki Takahashi, Yun Jung Heo, Hideaki Shibata, Hideaki Satou, Tetsuro Kawanishi, Teru Okitsu, Shoji Takeuchi, “NANO-PATTERNED HYDROGEL REDUCED INFLAMMATORY EFFECTS IN SUBCUTANEOUS TISSUE“, MEMS2012, Marriott Paris Rive Gauche Hotel, Paris, France, 2012年1月
- 13 Masayuki Takahashi, Yun Jung Heo, Hideaki Shibata, Hideaki Satou, Tetsuro

Kawanishi, Teru Okitsu, Shoji Takeuchi, "FLUORESCENT HYDROGEL FIBER FOR HIGHLY-ACCURATE GLUCOSE MONITORING", "MEMS2012, Marriott Paris Rive Gauche Hotel, Paris, France", 2012年3月

iii) 平成24年度

- 1 小島伸彦, 竹内昌治, 酒井康行, 「シノソイド様構造を有する肝細胞スフェロイドの構築」, 第11回日本再生医療学会総会, パシフィコ横浜, 神奈川県横浜市, 2012年6月
- 2 松井 等, 竹内 昌治, 酒井 康行, 「代替補完医療のためのコラーゲンゲル3次元パターンを用いた肝細胞配列制御培養」, 第12回日本抗加齢医学会, パシフィコ横浜会議センター, 神奈川県横浜市, 2012年6月
- 3 松井等, 竹内昌治, 長田智治, 藤井輝夫, 酒井康行, 「ガス透過性膜と3次元パターンコラーゲンゲルを利用した肝細胞培養とその創薬利用可能性」, 第19回肝細胞研究会, 札幌医科大学, 北海道札幌市, 2012年6月
- 4 小島伸彦, 竹内昌治, 酒井康行, 「構造的微小環境を有する肝細胞スフェロイドの作製法」, 第19回肝細胞研究会, 札幌医科大学, 北海道札幌市, 2012年6月
- 5 渡辺吉彦, 竹内昌治, "CURRENT MEASUREMENT OF MEMBRANE PROTEINS IN THE GLASS MICROFLUIDIC DEVICE", NANO2012, Rhodes, Greece, ギリシャ ロードス島, 2012年8月
- 6 小島伸彦, 竹内昌治, 酒井康行, "A method for multicellular spheroid engineering", TERMIS2012, ホーフブルグ宮殿, ウィーン, オーストリア, 2012年9月
- 7 松井等, 竹内昌, 長田智治, 藤井輝夫, 酒井康行, "PREDICTION OF HEPATIC CONJUGATION AND DISPOSITION IN VIVO USING HEPATOCYTE CULTURE EMBEDDED IN 3D COLLAGEN GEL MICROCAVITY", 18th North American Regional ISSX meeting, 米国テキサス州ダラス, 2012年10月
- 8 松井等, 竹内昌治, 長田智治, 藤井輝夫, 酒井康行, 「ガス透過性膜と3次元パターンコラーゲンゲルを利用した薬物代謝分析細胞チップ」, 電気学会 第29回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 北九州国際会議場および西日本総合展示場 福岡県北九州市, 2012年10月
- 9 高橋正幸, 許允禎, 川西徹朗, 興津輝, 竹内昌治, 「完全埋め込み型血糖センサの血糖測定精度評価」, 電気学会 第29回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 北九州国際会議場および西日本総合展示場 福岡県北九州市, 2012年10月
- 10 渡辺吉彦, 竹内昌治, 「ガラスマイクロ流路による脂質膜の形成～創薬における膜タンパク質の解析に向けて～」, 電気学会 第29回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 北九州国際会議場および西日本総合展示場 福岡県北九州市, 2012年10月

- 11 高橋正幸, 許允禎, 川西徹朗, 興津輝, 竹内昌治, "A TRANSDERMAL CONTINUOUS GLUCOSE MONITORING SYSTEM WITH AN IMPLANTABLE FLUORESCENT HYDROGEL FIBER AND A WEARABLE PHOTO-DETECTOR", MicroTAS2012, 沖縄コンベンションセンター, 沖縄県宜野湾市, 2012年10月
- 12 渡辺吉彦, 竹内昌治, "Continuous exchange of buffers over a lipid bilayer membrane formed in a glass microfluidic device", MicroTAS2012, 沖縄コンベンションセンター, 沖縄県宜野湾市, 2012年10月
- 13 小島伸彦, 竹内昌治, 酒井康行, "Fabrication of Microchannel Network in Liver Tissue Spheroids" (「マイクロチャンネル構造を持つ肝細胞スフェロイドの構築法」), MicroTAS2012, 沖縄コンベンションセンター, 沖縄県宜野湾市, 2012年10月
- 14 松井等, 竹内昌治, 長田智治, 笠神威雄, 向後克哉, 藤井輝夫, 酒井康行, "PREDICTION OF HEPATIC CONJUGATION AND DISPOSITION IN VIVO USING HEPATOCYTE CULTURE EMBEDDED IN 3D COLLAGEN GEL MICROCAVITY", 日本薬物動態学会 第27回年会, タワーホール船堀, 東京都江戸川区, 2012年11月
- 15 松井等, 竹内昌治, 長田智治, 藤井輝夫, 酒井康行, 「ガス透過性膜と3次元マイクロパターンを利用した肝細胞培養系の胆管代謝物と薬物代謝関連遺伝子の解析」, 日本動物実験代替法学会, 東京都港区, 2012年12月
- 16 松井等, 竹内昌治, 長田智治, 藤井輝夫, 酒井康行, 「ガス透過性膜と3次元マイクロパターンを利用した肝細胞培養系の薬物動態試験への応用可能性」, シンポジウム「細胞アッセイ技術の現状と将来」, 東京都文京区, 2012年12月
- 17 小島伸彦, 竹内昌治, 酒井康行, "Establishment of rapid cell aggregation method to study cell behavior in cellular society", 第35回日本分子生物学会年会, 福岡国際会議場・マリンメッセ福岡, 福岡県福岡市, 2012年12月
- 18 松井等, 竹内昌治, 長田智治, 藤井輝夫, 酒井康行, "EFFICIENT ENGINEERING OF HEPATIC CORD USING MICROPATTERNED POLYDIMETHYLSILOXANE MEMBRANES", IEEE MEMS2013, 台北, 台湾, 2013年1月
- 19 高橋正幸, Yun Jung Heo, 川西徹朗, 興津輝, 竹内昌治, "PORTABLE CONTINUOUS GLUCOSE MONITORING SYSTEMS WITH IMPLANTABLE FLUORESCENT HYDROGEL MICROFIBERS", IEEE MEMS2013, 台北, 台湾, 2013年1月
- 20 小島伸彦, 竹内昌治, 酒井康行, 「細胞の自己組織化現象を利用した膵島様組織の構築法」, 第12回日本再生医療学会, パシフィコ横浜, 神奈川県横浜市, 2013年2月
- 21 高橋正幸, Yun Jung Heo, 川西徹朗, 興津輝, 竹内昌治, "Transdermal continuous glucose monitoring system with implantable fluorescent-hydrogel microfibers", ATTD2013, フランス, パリ, 2013年2月

2.1.3. セミナ・講演会展示会

i) 平成 22 年度

- 1 松井等, 長田智治, 関島勝, 藤井輝夫, 竹内昌治, 酒井康行,, 「酸素透過性膜プレート
の肝薬物代謝・肝毒性試験への活用可能性」,, 細胞アッセイ研究会第二回討論会, 東レ
総合研修センター, 静岡県三島市, 2011 年 1 月
- 2 柴田秀彬, 「グルコース応答性蛍光ゲルビーズ」, テルモ(株)内展示ルーム, 2011 年 2 月

ii) 平成 23 年度

- 1 Masayuki Takahashi, Yun Jung Heo, Hideaki Shibata, Hideki Satou, Tetsuro
Kawanishi, , Teru Okitsu, Shoji Takeuchi, "NANO-PATTERNED HYDROGEL
REDUCED INFLAMMATORY EFFECTS IN SUBCUTANEOUS TISSUE", 超微細
リソグラフィー・ナノ計測拠点終了シンポジウム, 2012 年 3 月

iii) 平成 24 年度

なし

2.1.4. 刊行物・専門誌掲載

i) 平成 22 年度

- 1 竹内昌治, "Oocytes as sensors", Nature Materials 誌, Proc.NatlAcad.Sci.USA 107,
15340-15344(2010), 2010/9/24
- 2 竹内昌治, 「マイクロ流体デバイス技術を利用した体内埋め込み型連続血糖値センサの
開発」, Diabetes Journal Vol.38, No.2 (2010)
- 3 竹内昌治, 「ナノ、バイオ、高機能化の先にあるもの」, PHARM TECH JAPAN, Vol.
26, No. 9 (2010),

ii) 平成 23 年度

- 1 竹内昌治, KEYENCE 研究・開発サポートサイト, 「第 16 回工学的アプローチで人工
細胞の開発に挑む」, 2011 年 4 月
- 2 三澤宣雄, 光野秀文, 神崎亮平, 竹内昌治, アロマリサーチ (フレグランスジャーナル
社刊), 「細胞による匂いセンシングと駆動体の融合」, 2011 年 5 月
- 3 竹内昌治, The Japan Journal JUNE2011, "A Robot's Nose for Danger", 2011 年 6
月
- 4 竹内昌治, 東京大学ホームページに掲載, 「耳が光って血糖値をお知らせ～4 か月以上
長期埋め込み計測に成功～」, 2011 年 8 月
- 5 竹内昌治, 月刊へるすあつぷ 21 12 月号 (株)法研 新潮流インタビュー, 「血糖値を光セ
ンサーでお知らせ」

- 6 竹内昌治, 化学と工業 Vol.65 2012. 3月号 p.173-177, 「OVERVIEW: 血糖値コントロールが治療の鍵 進歩する糖尿病治療と新たな課題」

iii) 平成 24 年度

なし

2.1.5. マスメディア

i) 平成 22 年度

- 1 竹内昌治, 「人間は生物を創れるのか? 試験管の中の人工細胞」, 東京 MX テレビ「ガリレオチャンネル」2010 年 4 月 17 日
- 2 竹内昌治, 「細胞ビーズでセンチメートルオーダーの厚さの 3 次元組織(指)を形成することができた(人類の最先端の挑戦)」, 日本テレビ「世界一受けたい授業」2010 年 7 月 17 日
- 3 竹内昌治, 「第 21 回マイクロマシン/MEMS 展 ”体内埋め込み型血糖値センサー”」, Diginfo TV 動画ニュース 2010 年 8 月 6 日
- 4 竹内昌治, 「高血糖で光るセンサーを開発」, NHK/TV 「おはよう日本」, 2010 年 8 月 24 日
- 5 竹内昌治, 「匂いに反応するロボット開発」, NHK ニュース, 2010 年 8 月 24 日
- 6 竹内昌治, 「生きた細胞をセンサーに」, TV 東京ワールドビジネス・サテライト “商機を感知せよ センサー大国 ニッポン” , 2010 年 8 月 24 日
- 7 竹内昌治, 「匂いかぎわけるロボット」, 日本経済新聞 2010 年 8 月 24 日 39 面
- 8 竹内昌治, 「においかぎ分けセンサー」, 日経産業新聞 2010 年 8 月 24 日朝刊 9 面
- 9 竹内昌治, 「細胞で匂い検出」, 日刊工業新聞 2010 年 8 月 24 日朝刊 22 面
- 10 竹内昌治, 「特定フェロモンかぎわけるロボット」, 東京新聞 2010 年 8 月 24 日朝刊 3 面
- 11 竹内昌治, 「生きた細胞で嗅覚再現」, 読売新聞 2010 年 8 月 24 日夕刊 2 面
- 12 竹内昌治, 「虫の仕組みで匂いをキャッチ」, 毎日新聞 2010 年 8 月 24 日夕刊 9 面
- 13 竹内昌治, 「フェロモン検知ロボット開発」, 化学工業日報 2010 年 8 月 24 日 9 面
- 14 竹内昌治, 「匂い検出可能ロボット開発」, 医療設計 & 製造技術 Canon Communications, 2010 年 8/月
- 15 竹内昌治, Tech News Daily, Reuters, New Scientist, Folha de S. Paulo 2010 年 8 月
- 16 竹内昌治, 「細胞の立体組織, 思い通りの形に 東大が注射型の装置」, 日本経済新聞 2011 年 3 月 2 日
- 17 竹内昌治, 「匂い区別するロボット製作」, 朝日新聞 2010 年 9 月 3 日 19 面)
- 18 竹内昌治, NHK 国際放送 Radio Japan「JAPAN & World Update」, 2010 年 9 月

- 19 竹内昌治, 三澤, 光野, "Odorant Sensor" (同誌の Security Category において Best of What' s New に選出), Popular Science Best of What' s New 2010, 2010 年 10 月
- 20 竹内昌治, 「血糖値を 24 時間監視、東大など、光るセンサー、急な変動、素早く把握」,, 日本経済新聞 2010 年 10 月 5 日朝刊 42 面
- 21 竹内昌治, 「体内埋め込み型連続血糖値センサ開発」, ウェブサイト「医療設計&製造技術」, 2010 年 10 月
- 22 酒井康行, 藤井輝夫, 「胆管作製技術を開発。ばらばらの肝細胞から薬の安全評価に利用」, 日経産業新聞 2010 年 12 月 6 日 11 面
- 23 竹内昌治, 「細胞の 3 D 形成に成功=高速かつ正確、再生医療にも一東大」, 時事ドットコム 2011 年 3 月
- 24 竹内昌治, 「細胞の立体組織思い通りの形に、東大が注射器型の装置 再生医療に応用期待」, 日経産業新聞 2011 年 3 月 2 日
- 25 竹内昌治, 「細胞を自在に作る技術開発」, NHK ニュース 2011 年 3 月 2 日
- 26 竹内昌治, "Molding Cell Beads for Rapid Construction of Macroscopic 3D Tissue Architecture", Advanced Material Online 2011 年 3 月 2 日
- 27 竹内昌治, 「細胞を自在に作る技術開発」, NHK ニュース 2011 年 3 月 2 日
- 28 竹内昌治, 「産業用ロボット改良の装置で 3 次元の細胞組織を自動形成」, 産経新聞 2011 年 3 月 7 日
- 29 竹内昌治, "Glowing Glucose tracker goes skin deep", Royal Society of Chemistry 2010, 2010 年 10 月
- 30 竹内昌治, 「血糖値ビーズ」, 米国 ABC ニュース, 2010 年 10 月
- 31 竹内昌治, 「嗅覚ロボット 生体の機能を使ったセンサーで特定の匂い (フェロモン) に反応して動作」, DIME No.21

ii) 平成 23 年度

- 1 竹内昌治, 日本経済新聞/朝刊 2011 年 8 月 2 日 34 面, 「血糖値、続けて計測 東大など、センサー使い 4 カ月糖尿病の治療に活用へ」
- 2 竹内昌治, 日本経済新聞/電子版, 「血糖値、続けて計測 東大など、センサー使い 4 カ月」, 2011 年 8 月 2 日
- 3 竹内昌治, 日経産業新聞 2011 年 8 月 2 日 10 面, 「東大・テルモ 血糖値に応じ光る 繊維状センサー 4 ヶ月後も正確」
- 4 竹内昌治, 毎日新聞/朝刊 2011 年 8 月 2 日 6 面, 「管の光で血糖値を測定 東大が開発 耳に埋め採血不要」
- 5 竹内昌治, 毎日新聞/電子版, 「血糖値:管が光って測定 マウスの耳に埋め採血不要 東大」, 2011 年 8 月 2 日

- 6 竹内昌治, NHK/TV 【おはよう日本】、「高血糖で光るセンサーを開発」, 2011年8月2日
- 7 竹内昌治, NHK/NEWS WEB, 「高血糖で光るセンサーを開発」, 2011年8月2日
- 8 竹内昌治, 共同通信, 「光るマウスの耳で血糖値分かる 糖尿病患者に朗報か 【米科学アカデミー紀要電子版PNASに発表】」, 2011年8月2日
- 9 竹内昌治, CNNニュース, 「マウスの光る耳、血糖値センサー 4か月連続測定可能」,, 2011年8月2日
- 10 竹内昌治, 日経 TECH-ON, 「耳が光って血糖値の変化が分かる、東大生産研などがマウスでのセンサ長期埋め込みに成功」, 2011年8月3日
- 11 竹内昌治, ワールドビジネスサテライト, 「マウスの光る耳、血糖値センサー 4か月連続測定可能」, 2011年8月11日
- 12 竹内昌治, 産経新聞 2011年8月.12日 朝刊 12版, 「光る耳で血糖値を測定」
- 13 竹内昌治, 読売新聞 2011年10月2日朝刊 12版 暮らし 教育, 「高血糖を光ってお知らせ 耳に埋め込み可能な繊維」

iii) 平成 24 年度

なし

2.1.6. 受賞実績

i) 平成 22 年度

- 1 popular Science 誌 Best of What's new 2010 Security 部門, "University of Tokyo Olfactory Sensor, The sharpest sniffer"
- 2 電気学会センサ・マイクロマシン部門主催「第 27 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム」若手研究者優秀発表賞, "In Vivo Glucose Monitoring with Hydrogel Fibers", 許 允禎研究員

ii) 平成 23 年度

- 1 読売テクノフォーラム 21 ゴールド・メダル賞 (竹内昌治)
- 2 第 13 回韓国 MEMS 学会 優秀論文賞 Fluorescence-based Glucose-responsive Hydrogel Fibers for in Vivo Glucose Monitoring」(許 允禎)
- 3 第 2 回国際バイオフィアブリケーション学会 若手研究者賞・銀賞 Fabrication of multicellular heterospheroids by a dispenser robot system」(小島 伸彦)

iii) 平成 24 年度

なし

2.2. 研究開発項目①-B : 有機材料融合プロセス技術の開発

2.2.1. 論文投稿リスト

i) 平成 22 年度

- 1 Kentaro Harada, Mao Sumino, Chihaya Adachi, Koji Miyazaki and Saburo Tanaka, "Improved thermoelectric performance of organic thin-film elements utilizing a bilayer structure of pentacene and 2, 3, 5, 6-tetrafluoro-7, 7, 8, 8-tetracyanoquinodimethane(F4-TCNQ)", Applied Physics Letters 96, 253304.
- 2 Masaya Hirade, Hajime Nakanotani, Masayuki Yahiro and Chihaya Adachi, "Formation of Organic Crystalline Nanopillar Arrays and Their Application to Organic Photovoltaic Cells", ACS Appl. Mater. Interfaces, 2011, 3 (1), pp 80–83.
- 3 Yanqiong Zheng, Koji Miyazaki, Yuki Kubowaki and Makoto Kashiwagi, "Process optimization of preparing honeycomb-patterned polystyrene films by breath figure method", Journal of Mechanical Science and Technology 25(1)(2011).
- 4 Makoto Kashiwagi, Shuzo Hirata, Kentaro Harada, Yanqiong Zheng, Koji Miyazaki, Masayuki Yahiro and Chihaya Adachi, "Enhanced figure of merit of a porous thin film of bismuth antimony telluride", Appl. Phys. Lett. 98, 023114 (2011).
- 5 Kentaro Harada, Tomohiko Edura, and Chihaya Adachi, "Nanocrystal Growth and Improved Performance of Small Molecule Bulk Heterojunction Solar Cells Composed of a Blend of Chloroaluminum Phthalocyanine and C70", Applied Physics Express 3 (2010) 121602.

ii) 平成 23 年度

- 1 Taneda Masatsugu, Yasuda Takuma, and Adachi Chihaya, "Horizontal Orientation of a Linear-Shaped Platinum(II) Complex in Organic Light Emitting Diodes with a High Light Out-Coupling Efficiency", Applied Physics Express, Volume 4, Issue 7, pp. 071602-071602-3 (2011).
- 2 Mao Sumino, Kentaro Harada, Masaaki Ikeda, Saburo Tanaka, Koji Miyazaki, and Chihaya Adachi, "Thermoelectric Properties of n-type C60 Thin Films and their Application in Organic Thermovoltic Devices", Appl. Phys. Lett. 99, 093308 (2011)

iii) 平成 24 年度

- 1 中田学. 河野謙司. 安松真麻. 八尋正幸. 安達千波矢, "Formation of nanostructured donor/acceptor interfaces and their application to organic photovoltaic cells", Thin Solid Films Volume 522, 1 November 2012, Pages 357-360

2.2.2. 学会発表リスト

i) 平成 22 年度

- 1 加藤邦久, 中田安一, 武藤豪志, 樫尾幹広, 安達千波矢, 「液晶性有機半導体部位を有するブロックコポリマーの合成とマイクロ相分離構造」, 第 59 回高分子学会年次大会
- 2 Mao Sumino, Kentaro Harada and Chihaya Adachi, "Thermoelectric Properties of n-doped C60 and p-doped Pentacene Films for Application in Organic Thermovoltaic Devices", The 37th International Symposium on Compound Semiconductor
- 3 隅野真央, 原田健太郎, 安達千波矢, "Thermoelectric Properties of p-type Pentacene and n-type C60 Films for Application in Organic Thermovoltaic Devices", 2010 年合成金属の科学と技術に関する国際会議(ICSM2010)
- 4 原田健太郎, 隅野真央, 宮崎康次, 安達千波矢, 田中三郎, 「ナノ膜厚制御による新規有機熱電素子構造の検討と熱電特性の評価について」, 第 7 回日本熱電学会学術講演会(TSJ2010)
- 5 柏木誠, 平田修造, 原田健太郎, Zheng Yanquiong, 宮崎康次, 八尋正幸, 安達千波矢, 「ナノポーラス Bi_{0.4}Te₃Sb_{1.6} の熱電特性」, 第 7 回日本熱電学会学術講演会(TSJ2010).
- 6 Junji Adachi, Tomohiro Kubota, Masayuki Yahiro, Seiji Samukawa and Chihaya Adachi, "Formation of cylindrical Shaped Organic Light Emitting Diode Etched by Damage Free Neutral Beam", KJF2010, Korea Japan Joint Forum 2010 on Organic Materials for Electronics and Photonics
- 7 隅野真央, 原田健太郎, 安達千波矢, 「ペンタセンおよびフラーレン薄膜積層構造による熱電素子の検討 ナノ膜厚制御による新規有機熱電素子構造の検討と熱電特性の評価について」, 2010 年秋季第 71 回応用物理学会学術講演会
- 8 宮崎康次, Yanqiong Zheng, 久保脇勇貴, 池町希, 中野僚太, 「マイクロ周期構造の生成観察によるメカニズムの考察と生成された薄膜の評価「自己組織化周期構造生成の観察と構造評価」」, 可視化情報学会全国講演会
- 9 柏木誠, 平田修造, 原田健太郎, Zheng Yanquiong, 宮崎康次, 八尋正幸, 安達千波矢, 「陽極酸化アルミナを用いたナノポーラス熱電半導体の生成」, 日本機械学会第二回マイクロ・ナノ工学シンポジウム
- 10 Zheng Yanqiong, 久保脇勇貴, 柏木誠, 宮崎康次, 「水の凝縮を利用したポーラス有機薄膜生成」, 日本機械学会熱工学コンファレンス 2010.
- 11 Mao Sumino, Kentaro Harada and Chihaya Adachi, "Investigation of organic thermovoltaic devices by utilizing a layered structure of pentacene and fullerene

- thin films", Asian Conference on Organic Electronics 2010 年 11 月
- 12 Junji Adachi, Tomohiro Kubota, Masayuki Yahiro, Seiji Samukawa and Chihaya Adachi, "Fabrication of Organic Devices using Almost Damage Free Neutral Beam Etching", 2010 MRS Fall Meeting.
 - 13 Mao Sumino, Kentaro Harada, Koji Miyazaki and Chihaya Adachi, "Improved Thermoelectric Performance of Organic Thin-film Elements Utilizing a Bilayer Structure of Pentacene and 2, 3, 5, 6-tetrafluoro-7, 7, 8, 8-tetracyanoquinodimethane.", 2010 MRS Fall Meeting.
 - 14 Koji Miyazaki, Saburo Tanaka, Daisuke Nagai, "Thermal conductivity of nano-porous materials", e-Therm2010 2nd International Symposium on Thermal Design and Thermophysical Property for Electronics and Energy
 - 15 Manabu Nakata, Kenji Kawano, Mao Yasumatsu, Masayuki Yahiro and Chihaya Adachi, "Formation of organic nanostructure by vacuum deposition and their application to organic solar cells", SPIE Photonics West 2011.
 - 16 中田学, 「ナノマーキング及び分子配向制御によるナノ構造体形成と有機薄膜太陽電池への応用」, 第 9 回超分子・超構造化学国際フォーラムおよび第 9 回有機薄膜研究会ジョイントシンポジウム
 - 17 宮崎康次, 「ナノポーラス構造を利用した熱伝導率の低減」, 2011 年春季第 58 回応用物理学関係連合講演会
 - 18 種田将嗣, 安田琢磨, 安達千波矢, 松波成行, 「直線状に π 共役系を拡張した 2-フェニルピリジル配位子を持つアセチルアセトナト白金錯体のりん光発光と分子配向」, 日本化学会第 91 春季大会
 - 19 久保脇勇貴, Yanqiong Zheng, 中馬俊, 宮崎康次, 「自己組織化ポーラス有機薄膜」, 日本機械学会 (JSME)九州支部第 64 期講演会
 - 20 中田学, 八尋正幸, 安達千波矢, 安松真央, 河野謙司, 「有機半導体ナノドット形成と有機薄膜太陽電池への応用」, 第 1 回最先端有機光エレクトロニクスシンポジウム
 - 21 Yanqiong Zheng, 原田健太郎, 安達千波矢, "Fabrication of bulk heterojunction Photovoltaic device and efficiency optimization", 第 1 回最先端有機光エレクトロニクスシンポジウム
 - 22 種田将嗣, 中田学, 中田安一, 安田琢磨, 安達千波矢, 松波成行, 「直線状白金錯体のりん光発光と分子配向」, 第 1 回最先端有機光エレクトロニクスシンポジウム
- ii) 平成 23 年度
- 1 Junji Adachi, Tomohiro Kubota, Masayuki Yahiro, Seiji Samukawa, and Chihaya Adachi, "Minimizing etching damages of organic semiconductor layers by neutral beams", ICEP2011 International Conference on Electronics Packaging, 奈

- 良県新公会堂, 奈良県奈良市, 2011 年 4 月
- 2 Hirade M, Nakanotani H, Yahiro M, Adachi C, "Formation of Organic Crystalline Nanopillar Arrays and Their Application to Organic Photovoltaic Cells", ICEP2011 International Conference on Electronics Packaging, 奈良県新公会堂, 奈良県奈良市, 2011 年 4 月
 - 3 Yanqiong Zheng, Yuki Kubowaki., Koji Miyazaki, and Chihaya Adachi, "Preparation of Porous Film at Micro-scale and Nano-scale by Modified Breath Figure Method", ICEP2011 International Conference on Electronics Packaging, 奈良県新公会堂, 奈良県奈良市, 2011 年 4 月
 - 4 中田学, 安松真麻, 河野謙司, 八尋正幸, 安達千波矢, "Formation of organic semiconducting nano-dots by using vacuum deposition process and application for organic solar cells", ICEP2011 International Conference on Electronics Packaging, 奈良県新公会堂, 奈良県奈良市, 2011 年 4 月
 - 5 八尋正幸, 平出雅哉, 中田学, 小簗剛, 安達千波矢, 自己組織性を利用した有機半導体ナノ構造の構築とデバイスへの応用, 第 6 回九州大学未来化学創造センターシンポジウム、九州大学稲森財団記念館 (稲森ホール), 2011 年 5 月
 - 6 柏木誠, 宮崎康次, 安達千波矢, 武末晋治, 石川佳寿子, 「ナノポーラス構造を利用した熱電特性の向上」 ("Enhanced Figure of Merit of a nano-porous thermoelectric semiconductor"), 第 48 回日本伝熱シンポジウム講演論文集, 2011 年 6 月
 - 7 宮崎康次, "Heat Conduction in a Nano-Porous Material and its Application, ASME2011 9th International Conference on NANOCHANNELS", MICROCHANNELS, and MINICHANNELS, Univ.of Alberta Conference Center, カナダ, アルバータ州エドモントン市, 2011 年 6 月
 - 8 宮崎康次, 柏木誠, 安達千波矢, 武末晋治, 石川佳寿子, "Enhanced figure of merit of a nano-porous thin film", ICT2011, Grand Traverse Resort and Spa, 米国, ミシガン州, トラバースシティ, 2011 年 7 月
 - 9 種田将嗣, 安田琢磨, 安達千波矢, 「直線状白金 (II) 錯体の分子配向と有機 EL 特性」, 第 72 回応用物理学会学術講演会, 山形大学小白川キャンパス, 山形県山形市, 2011/8/16
 - 10 種田将嗣, 安田琢磨, 安達千波矢, 「直線状に π 共役系を拡張した 2-フェニルピリジル配位子を持つりん光発光性白金錯体の分子配向と有機 EL 特性」, 2011 年光化学討論会, 2011 年 9 月
 - 11 宮崎康次, 「ポーラス体を用いた熱電変換の高効率化」, 第 22 回新構造・機能制御と傾斜機能材料シンポジウム, 北九州国際会議場, 福岡県北九州市, 2011 年 9 月
 - 12 種田将嗣, 安田琢磨, 安達千波矢, "Electroluminescence and Horizontal Orientation of Linear-Shaped Pt (II) Complexes", 九州大学「最先端有機光エレクトロニクス研究棟」開所記念 OPERA 国際シンポジウム, 九州大学伊都キャンパス, 2011 年 10 月

- 13 種田将嗣, 安田琢磨, 安達千波矢, “Horizontal Orientation of a Linear-Shaped Platinum(II) Complexes and a High Light Out-Coupling Efficiency in Organic Light-Emitting Diodes“, International Symposium on Functional π Electron Systems(fpi10), Beijing Friendship Hotel, 中国 北京市, 2011 年 10 月
- 14 Chihaya Adachi, “Research Topics in OPERA and BEANS projects“, The Asian Conference on Organic Electronics(A-COE2011), 国立台湾大学, 台湾 台北市, 2011 年 11 月
- 15 Junji Adachi, Tomohiro Kubota, Masayuki Yahiro, Seiji Samukawa, and Chihaya Adachi, “Minimizing etching damages of organic semiconductor layers by neutral beams“, The Asian Conference on Organic Electronics(A-COE2011), 国立台湾大学, 台湾 台北市, 2011 年 11 月
- 16 Masaya Hirade and Chihaya Adachi, “Small Molecular Organic Photovoltaic Cells with Exciton Blocking Layer at Anode Interface for Improved Device Performance“, The Asian Conference on Organic Electronics(A-COE2011), 国立台湾大学, 台湾 台北市, 2011 年 11 月
- 17 Mao Sumino and Chihaya Adachi, “Investigation of organic thermovoltaic devices by utilizing a hole induced self-assembly monolayer“, The Asian Conference on Organic Electronics(A-COE2011), 国立台湾大学, 台湾台北市, 2011 年 11 月
- 18 Zheng Yanqiong, “Improved performance of small molecular solar cells by controlling nanocrystal growth“, The Asian Conference on Organic Electronics(A-COE2011), 国立台湾大学, 台湾 台北市, 2011 年 11 月
- 19 種田将嗣, 安田琢磨, 安達千波矢, 「OLED 中における直線状白金 (II) 錯体の水平配向と光取り出し効率」, 有機EL討論会第 13 回例会、大阪大学吹田キャンパス, 銀杏会館, 大阪府吹田市, 2011 年 11 月
- 20 Masashi Taneda, Takuma Yasuda and Chihaya Adachi, "Horizontal Orientation of Linear-Shaped Phosphorescent Platinum(II) Complexes Aimed for High Light Out-Coupling Efficiency in Organic Light-Emitting Diodes", The 2011 Global COE International Symposium on Future Molecular Systems, 九州大学伊都キャンパス, 福岡市西区, 2011 年 11 月
- 21 Masaya Hirade and Chihaya Adachi, “Small Molecular Organic Photovoltaic Cells with Exciton Blocking Layer at Anode Interface for Improved Device Performance“, France-Japan workshop on The nanotech revolution from science to society a time for passion and a time for reason, フランス共和国パリ市(ENS-Cachan), 2011 年 12 月
- 22 Kunihisa Kato, Yasukazu Nakata, Koji Miyazaki, Chihay Adach, Yoshika Hatasako, Yoshinori Suzuki, Teruaki Hayakawa, “Thermal conductivity of bismuth antimony

telluride thin films formed on porous films prepared from block copolymer“, The 8th KSME-JSME Thermal and Fluids Engineering Conference (第8回日韓熱流体工学会議), 韓民, 仁川広域市, 2012年3月

iii) 平成24年度

- 1 種田将嗣, 安達千波矢, 「自己配向性有機小分子の水平配向と光取り出し効率の向上」, (独)日本学術振興会 第142委員会, 東京理科大学森戸記念館第一フォーラム, 2012年5月
- 2 萩野春俊, "Effects of Micro-Structure on In-Plane Thermal Conductivity and Electrical Conductivity of Silicon Thin Film", 18th Symposium on Thermophysical Properties, 札幌医科大学, 北海道札幌市, 2012年6月
- 3 加藤邦久, 中田安一, 安達千波矢, 宮崎康次, 畑迫芳佳, 内野道隆, 鈴木吉則, 早川晃鏡, 「マイクロ相分離テンプレートフィルムを利用したナノ構造 Bi_{0.4}Te_{2.0}Sb_{1.6} の作製」, 第9回日本熱電学会学術講演会, 東京工業大学, 東京都目黒区, 2012年8月
- 4 種田将嗣, 安達千波矢, "Horizontal Orientation of Terphenylene Bridged Molecules with Intermolecular Interaction", ICEL2012, The Luigans, 福岡市東区, 2012年9月
- 5 森永秀一, 種田将嗣, 安達千波矢, 安田琢磨, "Horizontal Orientation of Linear-Shaped Phosphorescent Platinum(II) Complexes Aimed for High External Electroluminescence Quantum Efficiency of Organic Light-Emitting Diodes", ICEL2012, The Luigans, 福岡市東区, 2012年9月
- 6 Zheng Yanqiong, 安達千波矢, "A simple and efficient bulk heterojunction photovoltaic cell based on small molecules", ICEL2012, The Luigans, 福岡市東区, 2012年9月
- 7 中道亮介, 安達千波矢, 安田琢磨, "High thermo-electric property of poly(3-hexylthiophene) film doped by dipping technique", ICEL2012, The Luigans, 福岡市東区, 2012年9月
- 8 Yanqiong Zheng, Chihaya Adachi, "Highly efficient bulk heterojunction photovoltaic cells based on C70/donor molecule", 2012年秋季第73回応用物理学会学術講演会, 愛媛大学城北地区, 松山大学文京キャンパス, 2012年9月
- 9 川原庸資, 萩野春俊, 宮崎康次, "THERMAL AND ELECTRICAL TRANSPORT PROPERTY OF POROUS SI THIN FILM" (「多孔Si薄膜の熱・電気輸送特性」), 第33回熱物性シンポジウム, 大阪市立大学杉本キャンパス, 大阪市住吉区, 2012年10月
- 10 萩野春俊, 宮崎康次, "MEASUREMENT OF THERMOELECTRIC PROPERTIES OF THIN FILM BY HARMAN METHOD" (「ハーマン法による熱電薄膜の熱電特性評

- 価)], 第 33 回熱物性シンポジウム, 大阪市立大学杉本キャンパス, 大阪市住吉区, 2012 年 10 月
- 11 谷村直樹, 入江康郎, 宮崎康次, 「シミュレーションによる熱電薄膜へのハーマン法適用の検討」, 電気学会 第 29 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 北九州国際会議場および西日本総合展示場 福岡県北九州市, 2012 年 10 月
 - 12 川原庸資, 萩野春俊, 宮崎康次, 岩田尚, "Measurement of thermal conductivity and electrical conductivity of porous Si thin film", IFHT2012, 長崎ブリックホール, 2012 年 11 月
 - 13 加藤邦久, 中田安一, 安達千波矢, 宮崎康次, 畑迫芳佳, 内野道隆, 鈴木吉則, 早川晃鏡, "Fabrication of porous bismuth telluride thin films using micro-phase separation of block copolymer", IFHT2012, 長崎ブリックホール, 2012 年 11 月
 - 14 加藤邦久, 中田安一, 安達千波矢, 宮崎康次, 畑迫芳佳, 内野道隆, 鈴木吉則, 早川晃鏡, 「耐熱性ユニットを有するブロックコポリマーを用いたナノ構造体の作製と熱電材料の高性能化」, 日本機械学会熱工学コンファレンス 2012, 2012 年 11 月
 - 15 森永秀一, 種田将嗣, 安達千波矢, 安田琢磨, "Synthesis of Linear-Shaped Phosphorescent Platinum(II) Complexes to Obtain High External Electroluminescence Quantum Efficiency of Organic Light-Emitting Diodes with Horizontal Orientation", IPC2012, 神戸国際会議場, 兵庫県神戸市, 2012 年 12 月
 - 16 Zheng Yanqiong, 安達千波矢, "Efficient and stable bulk heterojunction photovoltaic cells based on small molecules", A-COE2012, 山形大学米沢キャンパス, 2012 年 12 月
 - 17 森永秀一, 種田将嗣, 安田琢磨, 安達千波矢, "Electroluminescence and Orientation Characteristics of Linear Shaped Acetylacetonato Pt(II) Complexes", A-COE2012, 山形大学米沢キャンパス, 2012 年 12 月

2.2.3. セミナ・講演会展示会

i) 平成 22 年度

- 1 安達淳治, 武田宗久, 竹井裕, 遊佐厚, 「BEANS プロジェクト紹介」, Hannover Messe Microtechnology 展, ドイツ、ハノーバー, 2010 年 4 月
- 2 原田健太郎, 「高次有機ナノ構造作製の取り組みとナノ構造の有機太陽電池への応用について」, Hannover Messe Microtechnology 展, ドイツ、ハノーバー, 2010 年 4 月
- 3 安達淳治, 「異分野融合が進むナノバイオ・有機エレクトロニクスと微細加工技術〜 BEANS プロジェクト/最先端有機光エレクトロニクス〜」, 「微細加工と表面機能」専門委員会第 10 回(通算), 首都大学東京秋葉原サテライトキャンパス, 2010 年 7 月
- 4 隅野真央, 原田健太郎, 宮崎康次, 安達千波矢, 「低分子有機熱電材料を用いた高性能有機熱電デバイス」, nano tech2011 第 10 回国際ナノテクノロジー総合展・技術会議,

東京ビッグサイト，東京都江東区，2011年2月

- 5 中田学，河野謙司，平出雅哉，「有機薄膜太陽電池 ～次世代太陽電池に向けて～」，nano tech2011 第10回国際ナノテクノロジー総合展・技術会議，東京ビッグサイト，東京都江東区，2011年2月
- 6 中田学，八尋正幸，安達千波矢，安松真央，河野謙司，「有機半導体ナノドット形成と有機薄膜太陽電池への応用」，第1回最先端有機光エレクトロニクスシンポジウム，コクヨホール，東京都港区，2011年3月
- 7 Yanqiong Zheng, 原田健太郎, 安達千波矢, Ye Zou, "Fabrication of bulk heterojunction Photovoltaic device and efficiency optimization", 第1回最先端有機光エレクトロニクスシンポジウム，コクヨホール，東京都港区，2011年3月
- 8 種田将嗣，中田学，中田安一，安田琢磨，安達千波矢，松波成行，「直線状白金錯体のりん光発光と分子配向」，第1回最先端有機光エレクトロニクスシンポジウム，コクヨホール，東京都港区，2011年3月

ii) 平成23年度

- 1 Chihaya Adachi, Junji Adachi, Takuma Yasuda and Kenichi Goushi, "Control of organic nanostructures and their application for OLEDs and organic solar cells", 17th World Micromachine Summit, 2011年4月
- 2 Chihaya Adachi, "Control of organic nanostructures and their application for Organic Solar Cells", International Krutyn Summer School (IKSS2011), 2011/6/15
- 3 Junji Adachi, , "Control of organic nanostructures and their application for Organic Solar Cells", The 6th Yeungnam University-Kyushu University Joint Symposium, 2011年11月
- 4 種田将嗣，安達千波矢，「りん光発光性白金錯体がデバイス中で基板に対して水平に配向することで OLED の光取り出し効率が向上」，nano tech2012 第11回国際ナノテクノロジー総合展・技術会議，2012年2月
- 5 平出雅哉，安達千波矢，「有機半導体ナノ構造形成とデバイスへの応用～低コスト・大面積化による工業化が可能な有機半導体層製造プロセス開発～」 「自己配向性発光材料を用いた光取り出し効率の向上」，nano tech2012 第11回国際ナノテクノロジー総合展・技術会議，2012年2月
- 6 種田将嗣，「有機薄膜太陽電池 ～次世代太陽電池へ向けて～ ナノテクで廃熱をエコ利用～有機無機ハイブリッド～」，MEMS ENGINEER FORUM 2012，2012年3月

iii) 平成24年度

なし

2.2.4. 刊行物・専門誌掲載

i) 平成 22 年度

なし

ii) 平成 23 年度

なし

iii) 平成 24 年度

- 1 宮崎康次, 加藤邦久, Yanqiong Zheng, 「ナノポーラスによる従来の熱電変換材料の効率改善」, 月刊マテリアルステージ Vol.12, No6

2.2.5. マスメディア

i) 平成 22 年度

- 1 宮崎康次, "「熱電変換材料 わずかな温度差で発電。九工大など衣服家電に応用へ」, 日経産業新聞 2010 年 8 月 27 日
- 2 「たためる薄膜太陽電池「シリコン並み」発電効率にメド」, 日本経済新聞 2011 年 1 月 24 日夕刊 1 面

ii) 平成 23 年度

なし

iii) 平成 24 年度

なし

2.2.6. 受賞実績

i) 平成 22 年度

なし

ii) 平成 23 年度

- 1 Appl. Phys. Lett., ダウンロード TOP20 (October 2011) 「Small molecular organic photovoltaic cells with exciton blocking layer at anode interface for improved device performance」(平出雅哉研究員、安達千波矢)
- 2 A-COE ベストポスター賞「Investigation of organic thermovoltaic devices by utilizing a hole induced self-assembly monolayer」(隅野真央研究員)
- 3 Top 10 Most Read Articles for Q1 2011 for ACS Applied Materials & Interfaces 「Formation of Organic Crystalline Nanopillar Arrays and Their Application to

Organic Photovoltaic Cells」 Applied Materials & Interfaces. 3, 80-83, (2011) (平
出雅哉研究員、八尋正幸研究員、安達千波矢)

iii) 平成 24 年度
なし

2.3. 研究開発項目②：3次元ナノ構造形成プロセス技術の開発

2.3.1. 論文投稿リスト

i) 平成 22 年度

- 1 Tomohiro Kubota, Osamu Nukaga, Shinji Ueki, Masakazu Sugiyama, Yoshimasa Inamoto, Hiroto Ohtake and Seiji Samukawa, "200-mm-diameter neutral beam source based on inductively coupled plasma etcher and silicon etching", J. Vac. Sci. Technol. A 28, 1169 (2010).
- 2 Shinji Ueki, Yuki Nishimori, Hiroshi Imamoto, Tomohiro Kubota, Masakazu Sugiyama, Hideki Kawakatsu, Seiji Samukawa, and Gen Hashiguchi, "Method to evaluate the influence of etching damage on microcantilever surface on its mechanical properties", JJAP Japanese Journal of Applied Physics 50 (2011) 026503.
- 3 T. Kubota, N. Watanabe, S. Ohtsuka, T. Iwasaki, K. Ono, Y. Iriye and S. Samukawa, "Numerical simulation and mechanism of neutral beam generation by collision of positive and negative chlorine ions with graphite surface", Journal of Physics D: Applied Physics, vol. 44, pp. 125203-1-125203-5 (2011).

ii) 平成 23 年度

- 1 Takuya Mino, Hideki Hirayama, Takayoshi Takano, Kenji Tsubaki, Masakazu Sugiyama, Realization of 256 – 278nm AlGaIn – Based Deep – “Ultraviolet Light-Emitting Diodes on Si Substrates Using Epitaxial Lateral Overgrowth AlN Templates“, Applied Physics Express 4 (2011) 092104, 2011/9/1
- 2 富澤泰, 安藤泰久, 藤田博之, 「ナノスケールプローブ先端の電気的コンタクト特性」, 日本機械学会論文集 (C 編) 78 巻 786 号 (2012-2)

iii) 平成 24 年度

- 1 梅津光央, 熊谷泉, 「ボトムアップな粒子アセンブリツールとしてのバイオ分子」, "日本セラミックス協会 学術誌「セラミックス」8 月号特集「ナノ粒子の分散とアセンブリ」
- 2 富澤泰, 李永芳, 古賀章浩, 安藤泰久, 橋口原, 藤田博之, "Electric Contact Stability of Anti-Wear Probes", 電子情報通信学会 Electronics Express
- 3 富澤泰, 安藤泰久, 藤田博之, "Influence of Material Properties on Major Tribological Factors at a Nanoscale Sliding Electric Contact of Probe Devices", 日本機械学会 Journal of Advanced Mechanical Design, System and Manufacturing (国際学会 MIPE2012 特集号)
- 4 富澤泰, 李永芳, 古賀章浩, 安藤泰久, 藤田博之, 「ナノスケール摺動電気接点におけ

る接触抵抗安定性と耐摩耗性」, 電気学会論文誌 E (センサ・マイクロマシン部門誌)

- 5 李永芳, 杉山正和, 藤田博之, "Patterning Ability of a Mass-production-ready Anti-wear Probe", APEX, 投稿中
- 6 李永芳, 杉山正和, 藤田博之, "Sidewall Micro-probe with Low Wear and Long-term Stable Performances for AFM Nano-lithography", IEEE/ASME, Journal of Microelectromechanical Systems(JMEMS), 投稿中

2.3.2. 学会発表リスト

i) 平成 22 年度

- 1 久保田智広, 「BEANS プロジェクトにおけるナノ立体構造加工関連の最近の成果」, 次世代センサ協議会第 58 回研究会
- 2 梅津光央, 服部峰充, 熊谷泉, 嶋田友一郎, 鈴木瑞明, 杉山正和, 「材料結合性ペプチド・抗体を用いたナノ世界での異種材料接合技術」, 平成 22 年度電気学会 E 部門総合研究会
- 3 額賀理, 山本敏, 久保田智広, 寒川誠二, 杉山正和, 「合成石英のフェムト秒レーザーアシスト・ドライエッチング=ナノ周期構造の選択的エッチング=」, 平成 22 年度電気学会 E 部門総合研究会
- 4 阿波寄実, 相馬伸一, 諸貫信行, 杉山正和, 「高アスペクトトレンチへの選択的自己組織化微粒子配列」, 平成 22 年度電気学会 E 部門総合研究会
- 5 山田英雄, 百瀬健, 北村康宏, 服部有, 杉山正和, 「超臨界流体を用いた SiO₂ 成膜における酸化剤効果」, 霜垣幸浩, 平成 22 年度電気学会 E 部門総合研究会
- 6 百瀬健, 上嶋健嗣, 山田英雄, 霜垣幸浩, 杉山正和, 「MEMS 応用に向けた超臨界流体を用いた金属薄膜形成技術の開発」, 平成 22 年度電気学会 E 部門総合研究会
- 7 美濃卓哉, 高野隆好, 椿健治, 平山秀樹, 杉山正和, 「Si 基板上高品質 AlN テンプレートの開発」, 平成 22 年度電気学会 E 部門総合研究会
- 8 李永芳, 富澤泰, 古賀章浩, 杉山正和, 橋口原, 藤田博之, 「SPM リソグラフィ用耐摩耗マイクロプローブ」, 平成 22 年度電気学会 E 部門総合研究会
- 9 鈴木瑞明, 杉山正和, 「多点型電極を用いたカーボンナノチューブの誘電泳動」, 平成 22 年度電気学会 E 部門総合研究会
- 10 久保田智広, 額賀理, 植木真治, 杉山正和, 大竹浩人, 寒川誠二, 「大口径中性粒子ビーム装置の開発とシリコンエッチング」, 平成 22 年度電気学会 E 部門総合研究会
- 11 富澤泰, 李永芳, 古賀章浩, 橋口原, 安藤泰久, 藤田博之, 「ナノプローブ先端の力学的挙動と接触抵抗値の関係」, 平成 22 年度電気学会 E 部門総合研究会
- 12 植木真治, 西森勇貴, 今本浩史, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二, 橋口原, 「海面準位を考慮した櫛歯アクチュエータの特性解析」, 平成 22 年度電気学会 E 部門総合研究会

- 13 Tomohiro Kubota, Hiroto Ohtake and Seiji Samukawa, "Large-diameter Neutral Beam Source for Practical Low-damage Etching Processes", 18th International Vacuum Congress
- 14 山田英雄, 百瀬健, 北村康宏, 服部有, 杉山正和, 霜垣幸浩, 「超臨界流体を用いた SiO₂ 成膜における埋め込み特性評価」, 化学工学会第 42 回秋季大会 (2010).
- 15 百瀬健, 山田英雄, 杉山正和, 「超臨界流体を用いた絶縁性下地上への金属膜形成と埋め込み特性評価」, 霜垣幸浩, 化学工学会第 42 回秋季大会
- 16 久保田智広, 額賀理, 植木真治, 杉山正和, 大竹浩人, 寒川誠二, 「フッ素中性粒子ビームによるシリコンエッチング (2)」, 2010 年秋季第 71 回応用物理学会学術講演会
- 17 O. Nukaga, S. Yamamoto, KV. Tabata, T. Kubota and S. Samukawa, "Patch-Cramp with Lateral Nano-Pipets in Fused Silica Flow Channel Fabricated by Femtosecond Laser Irradiation and Etching", MicroTAS2010.
- 18 富澤泰, 李永芳, 古賀章浩, 橋口原, 安藤泰久, 藤田博之, 「二物質同時接触型耐摩耗プローブのトライボロジ特性評価」, 日本機械学会第二回マイクロ・ナノ工学シンポジウム
- 19 植木真治, 西森勇貴, 今本浩史, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二, 橋口原, 「ゲート・チャンネル間の電気機械相互作用を考慮した VB-FET のモデリング」, 日本機械学会第二回マイクロ・ナノ工学シンポジウム
- 20 T. Kubota, S. Ueki, O. Nukaga, M. Sugiyama, H. Ohtake and S.Samukawa, "Silicon etching using large diameter neutral beam source", American Vacuum Society 57th International Symposium & Exhibition
- 21 N. Watanabe, S. Ohtsuka, T. Iwasaki, K. Ono, Y. Iriye, O.Nukaga, S. Ueki, T. Kubota, M. Sugiyama and S.Samukawa, "Numerical Simulation of Neutral Beam Generation", American Vacuum Society 57th International Symposium & Exhibition
- 22 Y. Tomizawa, Y. Li, A. Koga, Y. Ando, G. Hashiguchi and H. Fijita, "Tribological Evaluation of a Trench Type Wear-Resistant Probe", AsiaTrib2010.
- 23 嶋田友一郎, 梅津光央, 鈴木瑞明, 熊谷泉, 杉山正和, 「無機材料認識ペプチドを用いたシリコン基板へのナノ粒子の選択的配列」, 第 33 回日本分子生物学会年会第 83 回日本化学会大会合同大会
- 24 久保田智広, 渡辺尚貴, 大塚晋吾, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 寒川誠二, 「実験と計算の融合による中性粒子ビーム中性化機構の解明」, インテリジェントナノプロセス研究会
- 25 M. Abasaki, S. Souma, M. Takeda, N. Moronuki and M. Sugiyama, "SELECTIVE SELF-ASSEMBLY OF NANOPARTICLES ON TRENCH SIDEWALLS AND ITS

- RELATIONSHIP WITH SCALLOP NANOSTRUCTURE", IEEE MEMS2011.
- 26 T. Momose, H. Yamada, Y. Kitamura, Y. Hattori, Y. Shimogaki and M. Sugiyama, "MEMS-COMPATIBLE HIGH-DENSITY TRENCH CAPACITOR WITH ULTRA-CONFORMAL CU/SiO₂ LAYERS BY SUPERCRITICAL FLUID DEPOSITION", IEEE MEMS2011.
- 27 H. Yamada, T. Momose, Y. Kitamura, Y. Hattori, Y. Shimogaki and M. Sugiyama, "LOW TEMPERATURE CONFORMAL SILICON DIOXIDE DEPOSITION USING SUPERCRITICAL FLUID FOR POLYMER-BASED MEMS", IEEE MEMS2011.
- 28 Y.F. Li, Y. Tomizawa, A. Koga, G. Hashiguchi, M. Sugiyama and H. Fujita, "A TRENCH-TYPE ANTI-WEAR MICROPROBE WITH NANO-SCALE ELECTRIC CONTACTS FOR AFM LAO LITHOGRAPHY", IEEE MEMS2011.
- 29 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 額賀理, 植木真治, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二, 「中性粒子ビーム生成メカニズムの解析」, みずほ情報総研技報 Vol.3
- 30 山田英雄, 百瀬健, 北村康宏, 服部有, 霜垣幸浩, 杉山正和, 「超臨界流体を用いた SiO₂ 成膜における O₃ 添加効果」, 化学工学会 第 76 年会
- 31 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 山田英雄, 百瀬健, 浅海一志, 内田博久, 霜垣幸浩, 杉山正和, 「基板加熱型超臨界製膜装置の数値流体シミュレーション (II)」, 化学工学会 第 76 年会
- 32 植木真治, 西森勇貴, 今本浩史, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二, 橋口原, 「Coupled Vibrating-Body Field Effect Transistor の特性解析」, IIP2011 情報・知能・精密機器部門 (IIP 部門) 講演会.
- 33 植木真治, 西森勇貴, 今本浩史, 久保田智広, 杉山正和, 川勝英樹, 寒川誠二, 橋口原, 「カンチレバー表面のエッチングダメージが及ぼす機械特性への影響評価手法の提案」, IIP2011 情報・知能・精密機器部門 (IIP 部門) 講演会.
- 34 久保田智広, 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 杉山正和, 大竹浩人, 寒川誠二, 「中性粒子ビームによるシリコンエッチング(3)」, 2011 年春季第 58 回応用物理学関係連合講演会.
- 35 百瀬健, 山田英雄, 北村康宏, 浅海一志, 杉山正和, 霜垣幸浩, 「高アスペクト比トレンチ構造を用いた超臨界流体製膜法による高密度 3 次元キャパシタの作製」, 2011 年春季第 58 回応用物理学関係連合講演会.
- ii) 平成 23 年度
- 1 Tomohiro Kubota, Shinji Ueki, Yuki Nishimori, Gen Hashiguchi, Masakazu Sugiyama, and Seiji Samukawa, "Damage-free silicon etching using large diameter neutral beam source", ICEP2011 International Conference on Electronics

- Packaging, 奈良県新公会堂, 奈良県奈良市, 2011年4月
- 2 Y. Shimada, M. Suzuki, M. Sugiyama, I. Kumagaya and M. Umezu, "Site-selective binding of nanoparticles onto a silicon chip by peptides with an affinity for inorganic materials", ICEP2011 International Conference on Electronics Packaging, 奈良県新公会堂, 奈良県奈良市, 2011年4月
 - 3 額賀理, 山本敏, 田端和仁, 久保田智広, 寒川誠二, "Embedded Nano-channel Fabricated in Fused Silica by Femtosecond Laser, Irradiation and Wet Etching for Nano-scale Fluid Devices", ICEP2011 International Conference on Electronics Packaging, 奈良県新公会堂, 奈良県奈良市, 2011年4月
 - 4 阿波寄実, 山田啓太, 相馬伸一, 諸貫信行, 杉山正和, "BIOASSISTED SELECTIVE-CAPTURE AND RELEASE OF NANOPARTICLES TOWARD APPLICATION ON MICROFLUIDIC DEVICES", Transducers 2011, 中国, 北京, 2011年6月
 - 5 Y. Shimada, M. Suzuki, M. Sugiyama, I. Kumagaya and M. Umezu, "BIOASSISTED SELECTIVE-CAPTURE AND RELEASE OF NANOPARTICLES TOWARD APPLICATION ON MICROFLUIDIC DEVICES", Transducers 2011, 中国, 北京, 2011年6月
 - 6 Tomohiro Kubota and Seiji Samukawa, Silicon etching using large-diameter neutral beam source, "The 3rd International Conference on Microelectronics and Plasma Technology", 中国, 大連, 2011年7月
 - 7 久保田智広, 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 杉山正和, 大竹浩人, 寒川誠二, 「中性粒子ビームによるシリコンエッチング(4)」, 2011年秋季第72回応用物理学会 学術講演会, 山形大学小白川キャンパス, 2011年8月
 - 8 渡辺尚貴, 大塚晋吾, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 植木真治, 額賀理, 杉山正和, 久保田智広, 寒川誠二, 「第一原理電子状態計算による中性粒子ビーム生成メカニズムの解析V」, 第72回応用物理学会学術講演会, 山形大学小白川キャンパス, 山形県山形市, 2011年8月
 - 9 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 植木真治, 額賀理, 杉山正和, 久保田智広, 寒川誠二, 「中性粒子ビーム生成におけるアパーチャ構造とエッチング特性解析」, 第72回応用物理学会学術講演会, 山形大学小白川キャンパス, 山形県山形市, 2011年8月
 - 10 望月俊輔, 渡辺尚貴, 大塚晋吾, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二, 「中性粒子ビームエッチングの加工形状シミュレーション」, 第72回応用物理学会学術講演会, 山形大学小白川キャンパス, 山形県山形市, 2011年8月
 - 11 嶋田友一郎, 杉山正和, 鈴木瑞明, 梅津光央, 「カーボンナノチューブ結合性ペプチド分子を用いた機能性ナノ材料固定技術の開発」, 第5回バイオ関連化学シンポジウム,

つくば国際会議場, 2011年9月

- 12 渡辺尚貴, 大塚晋吾, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 額賀理, 植木真治, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二, 「第一原理電子状態計算による中性粒子ビーム生成メカニズムの解析」, 第 28 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, タワーホール船堀, 東京都江戸川区, 2011年9月
- 13 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 額賀理, 植木真治, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二, 「中性粒子ビーム生成におけるアパーチャ構造とエッチング特性解析」, 第 28 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, タワーホール船堀, 東京都江戸川区, 2011年9月
- 14 岩崎拓也, 小野耕平, 山田英雄, 百瀬健, 内田博久, 霜垣幸浩, 杉山正和, 「基板加熱型超臨界製膜装置における自然対流シミュレーション」, 第 28 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, タワーホール船堀, 東京都江戸川区, 2011/9/26
- 15 脇岡寛之, 額賀理, 山本敏, 久保田智広, 寒川誠二, 田端和仁, 杉山正和, 「フェムト秒レーザアシストエッチングによるナノ流路形成技術とバクテリア培養デバイスへの応用」, 第 28 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, タワーホール船堀, 東京都江戸川区, 2011年9月
- 16 嶋田友一郎, 杉山正和, 鈴木瑞明, 梅津光央, 「材料結合性ペプチド分子をインターフェースとしたナノカーボン表面への機能性ナノ粒子の固定化」, 第 28 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, タワーホール船堀, 東京都江戸川区, 2011/9/26
- 17 植木真治, 西森勇貴, 今本浩史, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二, 橋口原, 「リング型振動子にトランジスタを集積化した VB-FET の特性解析」, 第 28 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, タワーホール船堀, 東京都江戸川区, 2011年9月
- 18 近本拓馬, 鈴木瑞明, 嶋田友一郎, 梅津光央, 杉山正和, 「誘電泳動法による CNT バンドルの選択的修飾」, 第 28 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, タワーホール船堀, 東京都江戸川区, 2011年9月
- 19 Tomohiro Kubota, Akira Wada, Shingo Ohtsuka, Kohei Ono, Hiroto Ohtake, Shinji Ueki, Yuki Nishimori, Gen Hashiguchi, and Seiji Samukawa, “High-Aspect-Ratio Silicon Etching using Large-Diameter Neutral Beam Source“, American Vacuum Society 58th International Symposium & Exhibition, 米国, Nashville, 2011年10月
- 20 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 額賀理, 植木真治, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二, “Energy & Angular Distribution Analysis for Neutral Beam and Application for Etching Simulation“, 2011 AVS 58th International Symposium & Exhibition, ナッシュビル, U S A, 2011年11月

- 21 渡辺尚貴, 大塚晋吾, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 額賀理, 植木真治, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二, “Numerical Simulation of Neutral beam Generation by First-Principles Quantum Mechanics“, 2011 AVS 58th International Symposium & Exhibition, ナッシュビル、USA, 2011年11月
- 22 Y. Nishimori, S. Ueki, T. Kubota, M. Sugiyama, G. Hashiguchi, “Quantitative Research on Low-Damage Neutral Beam Etching Effect of Mechanical Properties“, 2011 AVS 58th International Symposium & Exhibition, ナッシュビル、USA, 2011年11月
- 23 李永芳, 富澤泰, 古賀章浩, 橋口原, 杉山正和, 藤田博之, 「耐摩耗構造プローブを用いたプローブリソグラフィー」, マイクロ・ナノ工学国際ワークショップ, 京都大学桂キャンパス, 京都市西京区, 2011年12月
- 24 西森勇貴, 植木真治, 久保田智広, 杉山正和, 橋口原, "Selectively-Method to Evaluate the Influence of Surface Loss on Micro Cantilever", マイクロ・ナノ工学国際ワークショップ, 京都大学桂キャンパス, 京都市西京区, 2011年12月
- 25 植木真治, 西森勇貴, 今本浩史, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二, 橋口原, “Analysis of VB-FET using RC Ladder Circuit“, マイクロ・ナノ工学国際ワークショップ, 京都大学桂キャンパス, 京都市西京区, 2011年12月
- 26 阿波寄実, 相馬伸一, 諸貫信行, 杉山正和, “ARGE-SURFACE-AREA 3D SELF-ASSEMBLED NANO-POROUS STRUCTURE FOR HIGH CONCENTRATION GAS SENSING“, マイクロ・ナノ工学国際ワークショップ, 京都大学桂キャンパス ローム記念館, 京都市西京区, 2011年12月
- 27 N. Watanabe, T. Kubota and M. Samukawa, “Numerical study on electron transfer mechanism by collision of ions at graphite surface in highly-efficient neutral beam generation“, The 8th EU-Japan Joint Symposium on Plasma Processing(JSPP2012), 2012年1月
- 28 Y. Nishimori, Y. S. Ueki, K. Miwa, T. Kubota., S. Samukawa, G. Hashiguchi and M. Sugiyama, “Recovery of Plasma-Induced Mechanical Damage in Resonators Using Neutral Beam Etching:Wafer-Scale Validation by Arrayed Cantilevers“, "MEMS2012, Marriott Paris Rive Gauche Hotel, Paris, France", 2012年1月
- 29 久保田智広, 三輪和弘, 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 杉山正和, 寒川誠二, 「中性粒子ビームによるシリコンエッチング (5)」, 2012年春季第59回応用物理学関係連合講演会, 早稲田大学, 2012年2月
- 30 Y. F. Li, Y. Tomizawa, A. Koga, G. Hashiguchi, M. Sugiyama and H. Fujita, “Patterning Property of a Novel Anti-wear Probe for SPM LAO Lithography“, MEMS2012, Marriott Paris Rive Gauche Hotel, Paris, France, 2012年3月

- 31 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 望月俊輔, 杉山正和, 久保田智広, 寒川誠二, 「中性粒子ビームエッチングモデルと加工形状解析」, 2012 年春季第 59 回応用物理学関係連合講演会, 早稲田大学, 2012 年 3 月
- 32 近本拓馬, 嶋田友一郎, 梅津光央, 杉山正和, 「誘電泳動法による SW-CNTバンドルの選択的修飾」, 2012 年春季第 59 回応用物理学関係連合講演会, 早稲田大学, 2012 年 3 月
- 33 嶋田友一郎, 梅津光央, 近本拓馬, 杉山正和, 「材料結合性ペプチドを利用した異種材料接合技術の開発」, 2012 年春季第 59 回応用物理学関係連合講演会, 早稲田大学, 2012 年 3 月
- 34 三輪和弘, 西森勇貴, 植木真治, 杉山正和, 久保田智広, 寒川誠二, 「中性粒子ビームエッチングによる MEMS 側壁の平坦化」, 2012 年春季第 59 回応用物理学関係連合講演会, 早稲田大学, 2012 年 3 月
- 35 望月俊輔, 渡辺尚貴, 大塚晋吾, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二, 「中性粒子ビームエッチングの加工形状シミュレーション (2)」, 2012 年春季第 59 回応用物理学関係連合講演会, 早稲田大学, 2012 年 3 月

iii) 平成 24 年度

- 1 脇岡寛之, 額賀理, 山本敏, 田端和仁, 杉山正和, 「フェムト秒レーザ加工で作製したナノ流路の加工技術」, 2012MRS Spring Meeting, Moscone West Convention Center San Francisco, 2012 年 4 月
- 2 嶋田友一郎, 梅津光央, 近本拓馬, 鈴木瑞明, 杉山正和, 藤田博之, "Immobilization of Nanoparticles onto Carbon Nanotubes Based on Affinity Binding Peptides", 2012MRS Spring Meeting, Moscone West Convention Center San Francisco, 2012 年 4 月
- 3 近本拓馬, 嶋田友一郎, 梅津光央, 杉山正和, "Selectively Controlled Alignment of Single Carbon Nanotube Bundle by Dielectrophoresis", 2012MRS Spring Meeting, Moscone West Convention Center San Francisco, 2012 年 4 月
- 4 阿波寄実, 相馬伸一, 諸貫信行, 杉山正和, "HiGH -SENSITIVITY GAS SENSOR WITH INVERSE-OPAL NANO-FRACTAL STRUCTURE IN TRENCHES FABRICATED BY HYBRID-PARTICLES SUSPENSION COATING", 2012MRS Spring Meeting, Moscone West Convention Center San Francisco, 2012 年 4 月
- 5 近本拓馬, 嶋田友一郎, 梅津光央, 杉山正和, "Selectively Controlled Alignment of Single Carbon Nanotube Bundle by Dielectrophoresis", ICEP-IAAC2012, 東京ビッグサイト東京都江東区, 2012 年 4 月
- 6 西森勇貴, 橋口原, 植木真治, 「カンチレバーの Q 値による表面ダメージ評価手法」, ロボティクス・メカトロニクス 2012, アクトシティ浜松, 静岡県浜松市, 2012/5/29

- 7 "安藤泰久, 富澤泰, 福田めぐみ", "Material Characterization of Nanostripe Surface Using Scanning Probe Microscope", MIPE2012, サンタクララ, 米国, 2012年6月
- 8 富澤泰, 李永芳, 安藤泰久, 藤田博之", "INVESTIGATION ON THE THREE TRIBOLOGICAL FACTORS AT A NANO-SCALE CONTACT AREA OF PROBE DEVICES", MIPE2012, サンタクララ, 米国, 2012年6月
- 9 Yuki Nishimori, Shinji Ueki, Masakazu Sugiyama, Seiji Samukawa, Gen Hashiguchi, "A NEW EXPERIMENTAL APPROACH TO EVALUATE PLASMA-INDUCED DAMAGE IN MICROCANTILEVER", MIPE2012, サンタクララ, 米国, 2012年6月
- 10 三輪和弘, 西森勇貴, 植木真治, 杉山正和, 久保田智広, 寒川誠二, "NOVEL DRY PROCESS for PLANARIZATION of MEMS SIDEWALL using NEUTRAL BEAM ETCHING", MIPE2012, サンタクララ, 米国, 2012年6月
- 11 Shinji Ueki, Yuki Nishimori, Hiroshi Imamoto, Masakazu Sugiyama, Gen Hashiguchi, "EVALUATION OF RESONANCE FREQUENCY SHIFT OF VB-FET CAUSED BY JOULE HEATING AT THE CHANNEL", MIPE2012, サンタクララ, 米国, 2012年6月
- 12 李永芳, "A SIMPLE MASS-PRODUCTION-READY ANTI-WEAR PROBE FOR NANO-LITHOGRAPHY", IEEE APCOT2012, 2012年7月
- 13 Yuki Nishimori, Shinji Ueki, Masakazu Sugiyama, Seiji Samukawa, Gen Hashiguchi, "A NEW EXPERIMENTAL APPROACH TO EVALUATE PLASMA-INDUCED DAMAGE IN MICROCANTILEVER", ICNERE 2012, The Magane Hotel Bali, INDONESIA, 2012年7月
- 14 李永芳, 富澤泰, 古賀章浩, 杉山正和, 藤田博之, "MULTIPLE PROBES FOR PARALLEL SPM LAO NANO-LITHOGRAPHY", NANO2012, Rhodes, Greece, ギリシャ ロードス島, 2012年8月
- 15 Shinji Ueki, Yuki Nishimori, Hiroshi Imamoto, Masakazu Sugiyama, Gen Hashiguchi, "VERTICAL VIBRATING-BODY FIELD-EFFECT TRANSISTOR FOR IMPROVED DYNAMIC PROPERTIES", NANO2012, Rhodes, Greece, ギリシャ ロードス島, 2012年8月
- 16 嶋田友一郎, 梅津光央, 近本拓馬, 杉山正和, 藤田博之, "PEPTIDE-ASSISTED IMMOBILIZATION AND SURFACE FUNCTIONALIZATION FOR CARBON NANOTUBE BASED NANO-ASSEMBLING DEVICES", NANO2012, Rhodes, Greece, ギリシャ ロードス島, 2012年8月
- 17 植木真治, 西森勇貴, 今本浩史, 杉山正和, 橋口原, 「熱等価回路によるVB-FETチャネルのジュール熱評価」, 日本機械学会 2012年度年次大会, 2012年9月
- 18 脇岡寛之, 額賀理, 山本敏, 杉山正和, 「フェムト秒レーザーアシストエッチングによる

- ナノ流路形成技術」, 機械学会 2012 年度年次総会, 2012 年 9 月
- 19 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 望月俊輔, 杉山正和, 久保田智広, 寒川誠二, 「中性粒子ビームエッチングモデルと加工形状解析(2)」, 2012 年秋季第 73 回応用物理学会学術講演会, 愛媛大学城北地区, 松山大学文京キャンパス, 2012 年 9 月
 - 20 近本拓馬, 嶋田友一郎, 梅津光央, 杉山正和, 「誘電泳動法による SW-CNT の選択的修飾」, 日本機械学会 2012 年度年次大会, 金沢大学, 2012 年 9 月
 - 21 望月俊輔, 渡辺尚貴, 大塚晋吾, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 三輪和弘, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二, 「中性粒子ビームエッチングの加工形状シミュレーション(3)」, 2012 年秋季第 73 回応用物理学会学術講演会, 愛媛大学城北地区, 松山大学文京キャンパス, 2012 年 9 月
 - 22 渡辺尚貴, 大塚晋吾, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 植木真治, 額賀理, 杉山正和, 久保田智広, 寒川誠二, 「第一原理電子状態計算による中性粒子ビーム生成メカニズムの解析 VI」, 2012 年秋季第 73 回応用物理学会学術講演会, 愛媛大学城北地区, 松山大学文京キャンパス, 2012 年 9 月
 - 23 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 望月俊輔, 杉山正和, 久保田智広, 寒川誠二, 「中性粒子ビームエッチングモデルと加工形状解析」, 電気学会 第 29 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 北九州国際会議場および西日本総合展示場 福岡県北九州市, 2012 年 9 月
 - 24 富澤泰, 李永芳, 古賀章浩, 安藤泰久, 藤田博之, 「ナノスケール摺動電気接点における 接触抵抗安定性と耐摩耗性の二律背反」, 電気学会 第 29 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 北九州国際会議場および西日本総合展示場 福岡県北九州市, 2012 年 10 月
 - 25 李永芳, 富澤泰, 古賀章浩, 杉山正和, 藤田博之, 「マルチ耐摩耗プローブによるナノパターンの並列描画」, 電気学会 第 29 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 北九州国際会議場および西日本総合展示場 福岡県北九州市, 2012 年 10 月
 - 26 嶋田友一郎, 梅津光央, 近本拓馬, 杉山正和, 藤田博之, 「ペプチドアプタマーを利用したカーボンナノチューブデバイス構築プロセスの検討」, 電気学会 第 29 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 北九州国際会議場および西日本総合展示場 福岡県北九州市, 2012 年 10 月
 - 27 植木真治, 西森勇貴, 三輪和弘, 今本浩史, 久保田智広, 杉山正和, 寒川誠二, 橋口原, 「高い電流利得を有する Vibrating-Body Field-Effect Transistor の提案」, 電気学会 第 29 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 北九州国際会議場および西日本総合展示場 福岡県北九州市, 2012 年 10 月
 - 28 望月俊輔, 渡辺尚貴, 大塚晋吾, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 三輪和弘, 久保田智

- 広, 杉山正和, 寒川誠二, "Shape Simulation of Chlorine Neutral Beam Etching", 電気学会 第 29 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 北九州国際会議場および西日本総合展示場 福岡県北九州市, 2012 年 10 月
- 29 西森勇貴, 植木真治, 三輪和弘, 杉山正和, 寒川誠二, 橋口原, 「プラズマダメージを抑制した中性粒子ビームエッチングの MEMS における効果検証と各種シリコン表面との比較」, 電気学会 第 29 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 北九州国際会議場および西日本総合展示場 福岡県北九州市, 2012 年 10 月
- 30 阿波寄実, 相馬伸一, 諸貫信行, 杉山正和, 「ディップコーティング法により作製した細孔形成逆オパール構造ガスセンサ」, 電気学会 第 29 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 北九州国際会議場および西日本総合展示場 福岡県北九州市, 2012 年 10 月
- 31 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 岩崎拓也, 小野耕平, 入江康郎, 久保田智広, 寒川誠二, "Theoretical calculation of neutralization efficiency of positive and negative chlorine ions with consideration of excited states", AVS 59th International Symposium & Exhibition 2012, Tampa, FLORIDA USA, 2012 年 11 月
- 32 嶋田友一郎, 梅津光央, 近本拓馬, 杉山正和, 藤田博之, "PEPTIDE-ASSISTED FUNCTIONALIZATION FOR CARBON NANOTUBE BASED SENSOR DEVICES", NanoMedicine 2012, Shenzhen, China, 2012 年 11 月
- 33 嶋田友一郎, 梅津光央, 近本拓馬, 杉山正和, 藤田博之, 「ペプチドアダプターを利用した異種ナノ材料間選択的結合プロセスの構築と特性評価」, 第 85 回日本生化学大会, 福岡国際会議場, 福岡県福岡市, 2012 年 12 月
- 34 脇岡寛之, 山本敏, 田端和仁, 杉山正和, "ATTOLITER ORDER DROPLET FORMATION USING NANOCANNELS AND ENZYME REACTION INSIDE A DROPLET", IEEE MEMS2013, 台北, 台湾, 2013 年 1 月
- 35 阿波寄実, 相馬伸一, 諸貫信行, 杉山正和, "NANO-FRACTAL GAS SENSOR INTEGRATED ON MICRO HEATER FABRICATED WITH SUSPENSION COATING", IEEE MEMS2013, 台北, 台湾, 2013 年 1 月
- 36 近本拓馬, 嶋田友一郎, 梅津光央, 杉山正和, "INTEGRATION OF SINGLE-WALLED CARBON NANOTUBE BUNDLE ON CANTILEVER BY DIELECTROPHORESIS", IEEE MEMS2013, 台北, 台湾, 2013 年 1 月
- 37 嶋田友一郎, 梅津光央, 近本拓馬, 富澤泰, 杉山正和, 藤田博之, 「材料結合性ペプチドを用いたカーボンナノチューブ薄層形成とその特性評価」, 電気学会 E 部門 バイオ・マイクロシステム研究会「先端バイオ MEMS」, 東京大学 生産技術研究所, 東京都目黒区, 2013 年 3 月
- 38 脇岡寛之, 山本敏, 田端和仁, 杉山正和, 「ナノ流路を用いて作製したアトリットロードロプレットとドロプレット内部での酵素反応」, 電気学会 E 部門 バイオ・マイク

ロシステム研究会「先端バイオ MEMS」, 東京大学 生産技術研究所, 東京都目黒区,
2013 年 3 月

- 39 李 永 芳 , "ARRAYED ANTI WEAR-PROBES FOR STABLE AND HIGH-THROUGHPUT SPM NANOLITHOGRAPHY" , Transducers 2013 ,
Barcelona, Spain, 2013 年 6 月 (予定)

2.3.3. セミナ・講演会・展示会

i) 平成 22 年度

- 1 百瀬健, 「MEMS 技術によるスーパーキャパシタの 3 次元化と高効率化について」,
Hannover Messe Microtechnology 展, ドイツ、ハノーバー, 2010 年 4 月
- 2 久保田智広, 『BEANS プロジェクト「バイオ・有機材料融合プロセスと 3 次元ナノ構造形成プロセス」』, 東大生研公開 2010, 東大駒場 RC, 2010 年 6 月
- 3 久保田智広, 「次世代 MEMS デバイスのための低損傷加工」, 東大生研公開 2010, 東大駒場 RC, 2010 年 6 月
- 4 小川新平, 「マイクロ・ナノ加工技術の宇宙適用」, RSOFT 社応用事例紹介セミナー,
2010 年 10 月
- 5 百瀬健, 原田健太郎, 安達淳治, BEANS プロジェクト紹介、及び"3-dimensional Super Capacitor using Supercritical Fluid Deposition" 他 , Hannover Messe Microtechnology 展, ドイツ、ハノーバー, 2010 年 4 月

ii) 平成 23 年度

- 1 李永芳, 富澤泰, 「耐摩耗構造プローブを用いたプローブリソグラフィ実験の成果」,
東芝主催 社外顧客向け展示会, 2011 年 12 月
- 2 三輪和弘, 西森勇貴, 植木真治, 杉山正和, 久保田智広, 寒川誠二, 橋口原, "Recovery of plasma-induced mechanical damage in resonators using neutral beam etching; wafer-scale validation arrayed cantilevers", 超微細リソグラフィ・ナノ計測拠点終了シンポジウム, 2012 年 3 月

iii) 平成 24 年度

- 1 大塚晋吾, 渡辺尚貴, 「プラズマ・プロセス形状シミュレータ FabMeister-PE」, 第 23 回マイクロマシン/MEMS 展, 東京ビッグサイト, 東京都江東区, 2012 年 7 月
- 2 富澤泰, 李永芳, 「微細パターンニングと高耐久性を両立 NEMS プローブデバイス」,
東芝主催の社外顧客向け展示会, 2012 年 7 月

2.3.4. 刊行物・専門誌掲載

i) 平成 22 年度

なし

ii) 平成 23 年度

- 1 美濃卓哉, "Deep ultraviolet goes deeper on silicon", semiconductorTODAY, UK News 13 September 2011, 2011 年 9 月

iii) 平成 24 年度

- 1 李永芳, 「プローブリソグラフィ向け N/MEMS プローブ技術」, 東芝レビュー 2013 年 3 月 68 巻 3 号

2.3.5. マスメディア

i) 平成 22 年度

- 1 杉山正和, 梅津光央, 「ナノ粒子、自在に貼り付けペプチドで接着。顕微鏡部品に応用へ」, 日経産業新聞 2011 年 1 月 7 日 10 面
- 2 杉山正和, 霜垣幸浩, 「シリコン基板上に微小な蓄電部品」, 日本経済新聞 2011 年 1 月 17 日 朝刊 11 面
- 3 , 「次世代半導体向け微細回路、繰り返し描く」, 日経産業新聞 2011 年 1 月 26 日 9 面
- 4 , 「プローブリソグラフィ新構造で耐久性向上 半導体の描画装置向け」, 日刊工業新聞 2011/1/26 29 面
- 5 , 「プローブ式の半導体向け描画技術 16 ナノ世代以降 耐久性 25 倍に」, 電波新聞 2011/1/27 4 面

ii) 平成 23 年度

なし

iii) 平成 24 年度

- 1 李永芳, 「次世代以降向けマスク描画・修正技術を開発～50nm 線幅プローブリソで数百倍の描画耐久性向上を実現～」, セミコンポータル, 2012 年 7 月
- 2 李永芳, 「次世代以降向けマスク描画・修正技術を開発～50nm 線幅プローブリソで数百倍の描画耐久性向上を実現～」, Electronics Weekly, 2012 年 7 月
- 3 李永芳, 「次世代以降向けマスク描画・修正技術を開発～50nm 線幅プローブリソで数百倍の描画耐久性向上を実現～」, 日刊工業新聞 z2012 年 7 月 10 日 23 面

2.3.6. 受賞実績

i) 平成 22 年度

なし

ii) 平成 23 年度

なし

iii) 平成 24 年度

- 1 日本機械学会賞（論文），富澤 泰，安藤 泰久，藤田 博之，「ナノスケールプローブ先端の電氣的コンタクト特性」，日本機械学会論文集（C 編），78 卷 786 号（2012-2）

2.4. 研究開発項目③：マイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術の開発

2.4.1. 論文投稿リスト

i) 平成 22 年度

- 1 村上隆昭, 吉田幸久, 横山吉典, 伊藤寿浩, "Structural properties of Si films deposited by plasma enhanced chemical transport" (「プラズマ化学輸送法により作製したシリコン膜特性評価」), 電気学会論文誌E 平成 22 年 6 月号
- 2 銘苅春隆, 高橋正春, "Imprinting of fluid structure to weave nylon fibers", Journal of Vacuum Science and Technology A28(4), Jul/Aug 2010
- 3 横山吉典, 村上隆昭, 徳永隆志, 伊藤寿浩, 「異方性エッチングによる Si ノズルを用いた Si 微粒子のミスト吐出」, 第 25 回エレクトロニクス実装学会講演大会、CD-ROM 予稿集
- 4 松本壮平, 高田尚樹, 松本純一, 「中空繊維状基材内微細セル状構造作成プロセス」, 日本機械学会論文集 C 2 編マイクロ・ナノ光学シンポノート小特集
- 5 Yao Lu, Yi Zhang, Jian Lu, Akiko Miura, Sohei Matsumoto, Toshihiro Ito, "Three-Dimensional Photolithography Technology for Fiber Substrate by Using Microfabricated Exposure Module" , Journal of Micromechanics and Microengineering

ii) 平成 23 年度

- 1 Yoshinori Yokoyama, Takaaki Murakami, Yukihisa Yoshida and Toshihiro Ito, "Mist Ejection of Silicon Microparticle Using a Silicon Nozzle", 電気学会論文誌 E (センサマイクロマシン部門誌) 6 月号
- 2 大友明宏, 銘苅春隆, 高木秀樹, 小久保光典, 後藤博史, 「スライドプレス型リールツリーリール熱インプリントシステムの開発」, 電気学会論文誌 E, Vol.131, No.7, pp.240-245
- 3 Yoshinori Yokoyama, Takaaki Murakami, Takashi Tokunaga and Toshihiro Ito, "Silicon Microparticle Ejection Using Mist-jet Technology", 電気学会論文誌 E (センサマイクロマシン部門誌) 8 月号
- 4 S Khumpuang, A Ohtomo, K Miyake and T Ito, "Fabrication and evaluation of a microspring contact array using a reel-to-reel continuous fiber process", Journal of Micromechanics and Microengineering, Vol.21, No.10, pp.105019 (2011)
- 5 Mekaru, Harutaka, Takagi, Hideki, Ohtomo, Akihiro, Kokubo, Mitsunori, and Goto, Hiroshi, "Soft Patterning on Cylindrical Surface of Plastic Optical Fiber", Journal of Vacuum Science & Technology B: Microelectronics and Nanometer Structures, Volume: 29, Issue: 6, 2011, 06FC07 - 06FC07-7
- 6 Yoshinori Yokoyama, Takaaki Murakami, Takashi Tokunaga and Toshihiro Ito,

Silicon Microparticle Ejection Using Mist-jet Technology, Transactions of The Japan Institute of Electronics Packaging“ Vol.4 No.1, 2011 December

- 7 大友明宏, 銘苺春隆, 高木秀樹, 小久保光典, 後藤博史, リールツーリール熱ローラーインプリントによる製織ガイド連続成形, 電気学会論文誌 E, Vol. 132 (2012) No. 2 P 37-41
- 8 Yoshinori Yokoyama, Takaaki Murakami, Shinichi Izuo, Yukihiisa Yoshida and Toshihiro Itoh, , “Application of silane-free atmospheric-plasma silicon deposition to MEMS devices“, Sensors and Actuators A:Physical, Volume 177, April 2012, Pages 105–109

iii) 平成 24 年度

- 1 山下崇博, Khumpuang Sommawan, 三宅晃司, 伊藤寿浩, 「マイクロカンチレバーアレイを用いたフレキシブルデバイス用接点構造の特性評価」, 電気学会論文誌 E, Vol.132, No.4
- 2 銘苺春隆, 大友明宏, 高木秀樹, "Effect of buffer materials on thermal imprint on plastic optical fiber", Microsystem Technologies
- 3 銘苺春隆, 大友明宏, 高木秀樹, 小久保光典, 後藤博史, "Reel-to-reel imprint system to form weaving guides on fibers“, Microelectronics Engineering
- 4 大友明宏, 銘苺春隆, 高木秀樹, 小久保光典, 後藤博史, "Fast and Continuous Patterning on the Surface of Plastic Fiber by Using Thermal Roller Imprint", Journal of Vacuum Science and Technology B, Vol.30, issue 6
- 5 山下崇博, 高松誠一, 小林健, 伊藤寿浩, 「シリコンエラストマーを用いた製織シートデバイス用接点構造の開発とその特性評価」, エレクトロニクス実装学会誌 Vol.15, No.6, pp1-7 (2012)
- 6 張毅, 伊藤寿浩, 内山勝語, 早瀬仁則, "Spray coating deposition of thin resist film on fiber substrate", Japanese Journal of Applied Physics Vol.51, No.11
- 7 高木秀樹, 銘苺春隆, 大友明宏, 小久保光典, 後藤博史, "High-speed Continuous Micro Pattern Fabrication on Fibers for Large-area Devices", 電気学会論文誌 E (センサ・マイクロマシン部門誌)
- 8 銘苺春隆, 「アモルファス材料の熱インプリント用モールドへの適用とその加工方法」, 精密工学会誌
- 9 内藤皓貴, 紺野伸顕, 徳永隆志, 伊藤寿浩, 「開放系でのプラズマプロセス実現に向けた雰囲気制御技術開発」, "電気学会 センサ・マイクロマシン(E)部門誌 Vol.133/No.5
- 10 山下崇博, 高松誠一, 三宅晃司, 伊藤寿浩, 「シリコンエラストマーを用いた製織シートデバイス用接点構造の開発とその特性評価」, 表面実装技術 (韓国, 尖端社), 投稿中

- 11 内藤 皓貴, 紺野 伸顕, 徳永 隆志, 伊藤 寿浩, "Development of Local Ambient Gas Control Technologies for Atmospheric MEMS Process", *Microsystem Technologies*, 投稿中
- 12 内藤 皓貴, 紺野 伸顕, 徳永 隆志. 伊藤 寿浩, "Doping characteristics of polycrystalline silicon deposited by chemical transport at atmospheric pressure and its application to MEMS sensor", *IEEE Sensors Journal*, Special Issue of Best Papers from IEEE SENSORS 2012, 投稿中

2.4.2. 学会発表リスト

i) 平成 22 年度

- 1 伊藤寿浩, 高松誠一, 小林健, 柴山学久, 三宅浩司, "Continuous nano/micro-machining and weaving integration process for fiber substrates", *SYMPOSIUM on Design Test, Integration & Packaging of MEMS/MOEMS(DTIP2010)*, Sevilie, Spain, 2010 年 5 月
- 2 "松本純一, 高田尚樹, 松本壮平", 「陰的混合有限要素法を用いた気液二相流解析法の開発」, 第 15 回計算工学講演会, 九州大学医学部百年講堂, 2010 年 5 月
- 3 "銘苺春隆, 大友明宏, 高木秀樹", "Hot Press on Plastic Fibers using Plane Mold", *The 3rd Asian Symposium on Nano Imprint Lithography, ASNIL2010*, つくば国際会議場, 茨城県つくば市, 2010 年 7 月
- 4 A. Ohtomo, H. Mekaru, H. Takagi, M.Kokubo, H. Goto, "A Reel-to-Reel Thermal Imprint System for Fiber Substrate", *The 3rd Asian Symposium on Nano Imprint Lithography ASNIL2010*, つくば国際会議場, 2010 年 7 月
- 5 吉田幸久, 村上隆昭, 須田和美, 横山吉典, 伊藤寿浩, 「シランフリー大気圧プラズマによる Si 成膜およびその膜特性について」, *The 1st Japan-China-Korea joint seminar on MEMS/NEMS*, 札幌", 2010 年 8 月
- 6 Sommawan Khumpuang, Koji Miyake, Toshihiro Ito, "Electrical Contact Behavior of Organic Conductive Polymer Coated Fiber with Metal Wire in the Application of Electronic Textile", *The 1st Japan-China-Korea joint seminar on MEMS/NEMS*, 札幌, 2010 年 8 月
- 7 S. Takamatsu, T. Kobayashi, N. Shibayama, K. Miyake, H. Tanaka, T. Itoh, , "Large-Area and Hemispherical-Surface-Implementable Touch Sensors Fabricated by Weaving of Die-Coated Yarns", *The 1st Japan-China-Korea joint seminar on MEMS/NEMS*, 札幌, 2010 年 8 月
- 8 銘苺春隆, 小林健, 伊藤寿浩, 「熱インプリントによる製織ガイド構造の形成」, 2010 年秋季第 71 回応用物理学学術講演会, 長崎大学文教キャンパス, 2010 年 9 月
- 9 銘苺春隆, 大友明宏, 高木秀樹, 小久保光典, 後藤博史, "Development of reel-to-reel

- process system for roller-imprint on plastic fibers", 36th International Conference on Micro and Nano Engineering2010, 旧コトーネ倉庫, イタリア、ジェノバ市, 2010年9月
- 10 高田尚樹, 松本純一, 松本壮平, 「フェーズフィールドモデルアプローチによるマイクロ二相流数値シミュレーション」, 第23回計算力学講演会, 北見工業大学, 2010年9月
 - 11 銘苺春隆, 小林健, 伊藤寿浩, 「ナイロンファイバー表面への製織ガイド構造成形」, 2010年度精密工学会秋季大会、名古屋大学東山キャンパス, 2010年9月
 - 12 銘苺春隆, 大友明宏, 高木秀樹, 小久保光典, 後藤博史, "Roller Imprint System Combined With Reel-To-Reel Feeding Device", The 9th International Nanoimprint and Nanoprint Technology Conference, デンマーク, コペンハーゲン, 2010年10月
 - 13 横山吉典, 村上隆昭, 吉田幸久, 伊藤寿浩, 「Si ノズルを用いた Si 微粒子のミスト吐出」, 第27回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 島根県立産業交流会館、松江市, 2010年10月
 - 14 Yao Lu, Yi Zhang , Jian Lu, Akiko Miura, Sohei Matsumoto, Toshihiro Ito, "Spray Coating of Thin and Uniform Photoresist Layer on Fiber Substrate", 第27回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 島根県立産業交流会館、松江市, 2010年10月
 - 15 大友明宏, 銘苺春高, 高木秀樹, 小久保光典, 後藤博史, 「スライドプレス型リールツーリール熱インプリントシステムの開発」, 第27回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 島根県立産業交流会館、松江市, 2010年10月
 - 16 村上隆昭, 吉田幸久, 横山吉典, 伊藤寿浩, "Si Films deposited by plasma enhanced chemical transport method at 700Torr" (「プラズマ化学輸送法を用いた 700Torr でのシリコン成膜」), 第27回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 島根県立産業交流会館、松江市, 2010年10月
 - 17 クンプアン ソマワン, 三宅晃司, 伊藤寿浩, 「エレクトロニクステキスタイルによる、ファイバー基材 (PEDOT:PSS/SWNT) のカンチレバー接点の電気的特性評価について」, 第27回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 島根県立産業交流会館、松江市, 2010年10月
 - 18 高松誠一, 小林健, 柴山学久, 三宅晃司, 伊藤寿浩, 「繊維状基板上への有機電子膜形成と製織技術を用いた大面積タッチセンサ」, 第27回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 島根県立産業交流会館、松江市, 2010年10月
 - 19 柴山学久, 伊藤寿浩, 「ダイコーティング法による繊維状基材への連続的高速ナノ薄膜形成技術」, 第27回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 島根県立産業交流会館、松江市, 2010年10月
 - 20 Yao Lu, Yi Zhang , Jian Lu, Akiko Miura, Sohei Matsumoto, Toshihiro Ito, "Micro

- Patterning Technology for Fiber Substrate", MNC2010, 第 23 回マイクロプロセス・ナノテクノロジー国際会議, 2010 年 11 月
- 21 横山吉典, 村上隆昭, 吉田幸久, 伊藤寿浩, 出尾晋一, "SILEN-FREE ATMOSPHERIC-PLASMA SILICON DEPOSITION FOR MEMS DEVICES", MEMS2011, メキシコ、カンクン, 2011 年 1 月
 - 22 クンプアン ソマワン, 大友明宏, 柴山学久, 三宅晃司, 伊藤寿浩, "Novel Conductive Polymer Micro-Spring Contact Array for Large Area Woven Electronic Textile", MEMS2011, メキシコ、カンクン, 2011 年 1 月
 - 23 松本純一, 高田尚樹, 松本壮平, 「Phase-Field モデルを用いた一億自由度気液二相流有限要素解析」, 第 60 回理論応用力学講演会, 東京工業大学大岡山キャンパス, 2011 年 3 月
 - 24 村上隆昭, 「大気圧プラズマを用いた大面積対応 Si 成膜技術～BEANS プロジェクトにおける取組み～」, 化学工学会 反応工学部会 CVD 分科会シンポジウム, 東京大学山上会館, 東京都文京区, 2010 年 12 月
 - 25 Yukihiisa Yoshida, Takaaki Murakami, Kazumi Suda, Yoshinori Yokoyama and Toshihiro Itoh, "Silicon Films Deposited by Plasma Enhanced Chemical Transport under Atmospheric Pressure and Their Structural Properties", The 1st Japan-China-Korea joint seminar on MEMS/NEMS, 札幌, 2010 年 8 月
 - 26 内山勝語, 早瀬仁則, 張毅, 高木秀樹, 伊藤寿浩, 「繊維状基材への直接リソグラフィのための均一なレジスト薄膜形成プロセス」, 平成 23 年電気学会全国大会シンポジウム
- ii) 平成 23 年度
- 1 Yoshinori Yokoyama, Takaaki Murakami, Takashi Tokunaga and Toshihiro Itoh, MNC2010 Silicon Microparticle Ejection Using Mist-jet Technology MNC2010, ICEP2011 International Conference on Electronics Packaging, 奈良県新公会堂, 奈良県奈良市, 2011 年 4 月
 - 2 高松誠一, 小林健, 柴山学久, 三宅晃司, 伊藤寿浩, MNC2010 Meter-scale surface capacitive type of touch sensors fabricated by weaving conductive-polymer-coated fibers MNC2010, DTIP2011 Symposium on Design, Test, Integration & Packaging of MEMS/MOEMS, Aix-en-Provence, France, 2011 年 4 月
 - 3 高松誠一, 小林健, 柴山学久, 三宅晃司, 増田敦士, 村上哲彦, 伊藤寿浩, 「繊維状基材への有機導電膜と紫外線硬化樹脂連続形成とその製織技術を用いたプロジェクションキャパシティブ型タッチセンサ」, 日本繊維機械学会第 54 大会、大阪, 2011/5/27
 - 4 銘苺春隆, 高木秀樹, 大友明宏, 小久保光典, 後藤博史, "Soft Patterning on Cylindrical Surface of Plastic Optical Fiber by Sliding Roller-Imprinting", EIPBN2011, 米国ネ

バダ州, ラスベガス, 2011年5月

- 5 Zhang, Y, Lu, J., Ohtomo, A., Mekar, H., and Itoh, T., "Continuous Photolithography System and Technology for Fiber Substrate", Transducers 2011, 中国, 北京, 2011年6月
- 6 銘苺春隆, 大友明宏, 高木秀樹, "Effect of Buffer Materials on Thermal Imprint on Plastic Optical Fiber", HARMS T 2011, 台湾, 新竹市, 2011年6月
- 7 張毅, 大友明宏, 銘苺春隆, 高木秀樹, 松本壮平, 伊藤寿浩, "Three-Dimensional Lithography Technology of Fiber Substrate, International" Conference on Materials for Advanced Technologies, 4th Asian Nanoimprint, シンガポール, 2011年6月
- 8 大友明宏, 銘苺春隆, 高木秀樹, 小久保光典, 後藤博史, "A Process Optimization of "Sliding Roller Imprint" system Equipped with a Reel-to-Reel Mechanism", International Conference on Materials for Advanced Technologies, 4th Asian Nanoimprint, シンガポール, 2011年6月
- 9 高田尚樹, 松本純一, 松本壮平, 「拡散界面モデルに基づく二相・三相流体数値シミュレーション」, 日本混相流学会年会講演会 2011, 京都工芸繊維大学, 松が崎キャンパス, 2011年8月
- 10 内藤皓貴, 須田和美, 紺野伸顕, 徳永隆志, 伊藤寿浩, "Local Ambient Gas Control Technology for Atmospheric Pressure Plasma Applications", JCK NEMS/MEMS 2011, 韓国, チェジュ島, 2011年9月
- 11 須田和美, 内藤皓貴, 紺野伸顕, 徳永隆志, 伊藤寿浩, "Characteristics of Silicon Films Deposited by Atmospheric Pressure Plasma Enhanced Chemical Transport", JCK NEMS/MEMS 2011, 韓国, チェジュ島, 2011年9月
- 12 S. Takamatsu, T. Kobayashi, T. Imaia, T. Yamashita and T. Itoh, All polymer piezoelectric film for the application to low resonance frequency energy harvester, Eurosensors2011, ギリシャ、アテネ, 2011年9月
- 13 田中寛子, 高松誠一, 小林健, 今井孝彦, 山下崇博, 三宅晃司, 伊藤寿浩, "Meter-scale fabric touch sensors fabricated by die-coating and weaving techniques", JCK NEMS/MEMS 2011, 韓国, チェジュ島, 2011年9月
- 14 銘苺春隆, 大友明宏, 高木秀樹, 小久保光典, 後藤博史, "Reel-to reel imprint system to form weaving guides on fibers", MNE 2011, ドイツ連邦共和国, ベルリン市, 2011年9月
- 15 新田仁, 浅海和雄, 入江康郎, 横山吉典, 徳永隆志, 「大気圧プラズマシミュレーションによる安定放電条件の検討」, 第28回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, タワーホール船堀, 東京都江戸川区, 2011年9月
- 16 内藤皓貴, 横山吉典, 紺野伸顕, 徳永隆志, 伊藤寿浩, 「大気圧プラズマ化学輸送法を用いたシリコン膜の特性評価」, 第28回「センサ・マイクロマシンと応用システム」

- シンポジウム, タワーホール船堀, 東京都江戸川区, 2011年9月
- 17 大友明宏, 銘苺春隆, 高木秀樹, 小久保光典, 後藤博史, 「リールツーリール熱ローラーインプリントによる製織ガイド連続成形」, 第28回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, タワーホール船堀, 東京都江戸川区, 2011年9月
 - 18 今井孝彦, 柴山学久, 伊藤寿浩, 「ダイコーティング法による繊維状基材へのナノ薄膜形成」, 第28回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, タワーホール船堀, 東京都江戸川区, 2011年9月
 - 19 山下崇博, Khumpuang Sommawan, 三宅晃司, 伊藤寿浩, 「マイクロカンチレバーアレイを用いたフレキシブルデバイス用接点構造の開発」, 第28回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, タワーホール船堀, 東京都江戸川区, 2011年9月
 - 20 張毅, 内山勝語, 早瀬仁則, Jian Lu, 大友明宏, 高木秀樹, 伊藤寿浩, 「繊維状基材の直接リソグラフィー技術と装置」, 第28回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, タワーホール船堀, 東京都江戸川区, 2011年9月
 - 21 高田尚樹, 松本純一, 松本壮平, 「フェーズフィールドモデルアプローチによる二相・三相流界面追跡シミュレーション」, 日本機械学会第24回計算力学講演会, 岡山大学津島キャンパス, 2011年10月
 - 22 三宅晃司, 山下崇博, 伊藤寿浩, 「フレキシブルデバイス用接点評価技術の開発」, 第二回五感プレスタディ分科会, 社団法人研究産業・産業技術振興協会, 東京都文京区, 2011年10月
 - 23 高松誠一, 小林健, 今井孝彦, 山下崇博, 三宅晃司, 伊藤寿浩, “Flexible fabric keyboard with conductive polymer coated fibers“, SENSORS 2011, アイルランド、リメリック, 2011年10月
 - 24 T. Yamashita, K. Miyake and T. Itoh, “CONDUCTIVE POLYMER COATED ELASTOMER CONTACT STRUCTURE FOR WOVEN ELECTRONIC TEXTILE“, MEMS2012, Marriott Paris Rive Gauche Hotel, Paris, France, 2012年1月
 - 25 S. Takamatsu, K. Kurihara, T. Imai, T. Yamashita and T. Itoh, “HIGH CONDUCTIVE ORGANIC CONJUGATED POLYMER PATTERNING WITH UV-NANOIMPRINT-BASED SURFACE MODIFICATION AND SECOND DOPING“, "MEMS2012, Marriott Paris Rive Gauche Hotel, Paris, France", 2012年1月
 - 26 高田尚樹, 松本壮平, 松本純一, 「マイクロ流路内二相流に対する一次元数値解析モデルの適用」, 第61回理論応用力学講演会 (日本学術会議 合同 IUTAM 分科会), 東京大学生産技術研究所, 2012年3月
 - 27 山下崇博, 三宅晃司, 伊藤寿浩, 「シリコーンエラストマーを用いたフレキシブルデバイス用接点構造」, 第26回エレクトロニクス実装学会講演大会, 中央大学後楽園キャ

ンパス, 2012年3月

- 28 銘苺春隆, 大友明宏, 高木秀樹, 小久保光典, 後藤博史, 「熱インプリントによる繊維状基材のパターニング」, 2012年春季第59回応用物理学関係連合講演会, 早稲田大学, 2012年3月

iii) 平成24年度

- 1 高松誠一, 今井孝彦, 山下崇博, 伊藤寿浩, "Human position sensing device with high conductive polymer-coated fibers", ICEP-IAAC2012, 東京ビッグサイト東京都江東区, 2012年4月
- 2 内藤皓貴, 紺野伸顕, 徳永隆志, 伊藤寿浩, "Development of Local Ambient Gas Control Technologies for Atmospheric MEMS Process", DTIP2012, Cannes, France, 2012年4月
- 3 山下崇博, 三宅晃司, 伊藤寿浩, "Characterization of Conductive Polymer Coated Silicone Elastomer Contact Structure for Woven Electronic Textile", DTIP2012, Cannes, France, 2012年4月
- 4 高田尚樹, 松本純一, 松本壮平, 「Phase-field モデルを援用した混相流の CFD シミュレーション」, 第7回ホットな話題の講習会「様々なプロセス技術を考える CFD シミュレーション」, 東京理科大学森戸記念館第一フォーラム, 2012年5月
- 5 大友明宏, 銘苺春隆, 高木秀樹, 小久保光典, 後藤博史, "Fast and Continuous Patterning on the Surface of Plastic Fiber by Using Thermal Roller Imprint", EIPBN2012, ハワイ、米国, 2012年5月
- 6 伊藤寿浩, "Continuous Process for Large-area Flexible MEMS", CIMTEC2012, モンテカティニーニテルメ, イタリア, 2012年6月
- 7 高田尚樹, 松本壮平, 松本純一, 「マイクロ中空繊維基材内二相流に対する一次元二流体モデルの適用」, 日本混相流学会年会講演会 2012, 東京大学柏キャンパス, 2012年8月
- 8 今井孝彦, 高松誠一, 白石賢二, 丸本一弘, 伊藤寿浩, "Photovoltaic Textiles Manufactured with Precision Die Coating", EUROSENSORS2012, 2012年9月
- 9 山下崇博, 高松誠一, 三宅晃司, 伊藤寿浩, "Fabrication of conductive polymer coated elastomer contact structures using a reel-to-reel continuous fiber process", IEICE Electronics Express Vol. 9, No. 17, pp.1442-1447, 2012年9月
- 10 銘苺春隆, 大友明宏, 高木秀樹, 小久保光典, 後藤博史, "High-speed imprinting on POF using cylindrical mold with hybrid microstructures", MNE2012, トゥールーズ、フランス, 2012年9月
- 11 内藤皓貴, 須田和美, 徳永隆志, 伊藤寿浩, "DOPING AND ELECTRONIC PROPERTIES OF SILICON FILMS DEPOSITED BY ATMOSPHERIC PRESSURE

- PLASMA ENHANCED CHEMICAL TRANSPORT", JCK MEMS/NEMS2012, 上海、中国, 2012年9月
- 12 田中寛子, 高松誠一, 小林健, 今井孝彦, 山下崇博, 伊藤寿浩, "HUMAN POSITION SENSING WITH METER-SCALE FABRIC TOUCH SENSORS", JCK MEMS/NEMS2012, 上海、中国, 2012年9月
 - 13 今井孝彦, 柴山学久, 高松誠一, 白石賢二, 丸本一弘, 伊藤寿浩, "Precision Die Coating Process for Textile Integration", IUMRS-ICEM2012, パシフィコ横浜, 神奈川県横浜市, 2012年9月
 - 14 内藤皓貴, 紺野伸顕, 徳永隆志, 伊藤寿浩, "Conductivity Control of Polycrystalline-Silicon Deposited by Atmospheric Pressure Plasma Enhanced Chemical Transport", IUMRS-ICEM2012, パシフィコ横浜, 神奈川県横浜市, 2012年9月
 - 15 高松誠一, 今井孝彦, 山下崇博, 伊藤寿浩, "Flexibility evaluation of conductive polymer-based large-area touch sensors" (「メートル級タッチセンサの曲げ特性の評価」), IUMRS-ICEM2012, パシフィコ横浜, 神奈川県横浜市, 2012年9月
 - 16 山下崇博, 高松誠一, 三宅晃司, 伊藤寿浩, "Evaluation of Conductive Polymer Coated Elastomer Contact Structures Using Large Area Woven Sheets", IUMRS-ICEM2012, パシフィコ横浜, 神奈川県横浜市, 2012年9月
 - 17 高田尚樹, 松本純一, 松本壮平, 「濡れ性が不均一な固体表面上のマイクロデバイス二相流体問題への拡散界面追跡計算法の適用」, 第25回計算力学講演会日本機械学会計算力学部門, 計算科学振興財団, 兵庫県神戸市, 2012年10月
 - 18 高木秀樹, 大友明宏, 銘苺春隆, 小久保光典, 後藤博史, 「大面積デバイスのための繊維状基材への連続微細パターン高速成型」, 電気学会 第29回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 北九州国際会議場および西日本総合展示場 福岡県北九州市, 2012年10月
 - 19 山下崇博, 高松誠一, 小林健, 伊藤寿浩, 「環境発電アプリケーションのための低共振周波数圧電ポリマーシートの開発」, 電気学会 第29回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 北九州国際会議場および西日本総合展示場 福岡県北九州市, 2012年10月
 - 20 内藤皓貴, 紺野伸顕, 徳永隆志, 伊藤寿浩, 「開放系でのプラズマプロセス実現に向けた雰囲気制御技術開発」, 電気学会 第29回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 北九州国際会議場および西日本総合展示場, 福岡県北九州市, 2012年10月
 - 21 銘苺春隆, 大友明宏, 高木秀樹, 小久保光典, 後藤博史, "Manufacturing of Smart Fibers by High-Speed Reel-To-Reel Thermal Imprint Using Cylindrical Mold", The 11th International Conference on Nanoimprint and Nanoprint Technology, NAPA, CA,

USA, 2012 年 10 月

- 22 松本壮平, 高田尚樹, 松本純一, 「繊維状表示素子のための細管内均一セル状構造形成プロセス」, 日本機械学会第 4 回マイクロ・ナノ工学シンポジウム, 北九州国際会議場および西日本総合展示場, 福岡県北九州市, 2012 年 10 月
- 23 張毅, Yang Zhuoqing, 伊藤寿浩, "Development of an Imprintable Micro Temperature Sensor Fabricated on the Capillary for Biomedical and Microfluidic Monitoring", IEEE Sensors 2012, 台北、台湾, 2012 年 10 月
- 24 内藤皓貴, 紺野伸顕, 徳永隆志, 伊藤寿浩, "Low temperature deposition of doped polycrystalline silicon at atmospheric pressure and its application to a strain gauge", IEEE Sensors 2012, 台北、台湾, 2012 年 10 月
- 25 田中寛子, 高松誠一, 小林健, 今井孝彦, 山下崇博, 伊藤寿浩, "HUMAN POSITION SENSING WITH METER-SCALE FABRIC TOUCH SENSORS", Bio4Apps2012, 2012 年 11 月
- 26 高松誠一, 今井孝彦, 山下崇博, 伊藤寿浩, 「メートル級タッチセンサを用いた人の位置検出デバイスについて」, MRS2012, Boston USA, 2012 年 11 月
- 27 銘苺春隆, 廣島洋, スマートウェアラブル講演会, 地場産業振興センター, 石川県金沢市, 2012 年 12 月
- 28 張毅, Yang Zhuoqing, 伊藤寿浩, "A FLEXIBLE IMPLANTABLE MICRO TEMPERATURE SENSOR ON POLYMER CAPILLARY FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS", IEEE MEMS2013, 台北, 台湾, 2013 年 1 月
- 29 松本純一, 高田尚樹, 松本壮平, "Two-Phase Flow Analysis based on a Phase-Field Model using Implicit Finite Element Method", FEF2013, San Diego, California, USA, 2013 年 2 月
- 30 松本純一, 高田尚樹, 松本壮平, 「Phase-field モデルを用いた二相流有限要素解析における体積補正法の検討」, 第 62 回理論応用力学講演会, 東京工業大学大岡山キャンパス, 2013 年 3 月
- 31 高田尚樹, 松本純一, 松本壮平, 「二相流体流れシミュレーションのための保存形拡散界面移流方程式の数値解法」, 第 62 回理論応用力学講演会, 東京工業大学大岡山キャンパス, 2013 年 3 月
- 32 銘苺春隆, 大友明宏, 高木秀樹, 小久保光典, 後藤博史, 「シームレス円筒モールドによる繊維状基材の高速成形」, 2013 年第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川県工科大学, 2013 年 3 月
- 33 山下崇博, 高松誠一, 小林健, 伊藤寿浩, 「リールツーリールによる環境発電用基材形成プロセスの開発」, 第 27 回エレクトロニクス実装学会講演大会, 東北大学 川内北キャンパス, 2013 年 3 月
- 34 銘苺春隆, 「繊維状基材表面への立体インプリント技術開発」, 電気学会 A 部門第 9 回

リソグラフィ次世代技術調査専門委員会, 2013 年 3 月

- 35 山下崇博, 高松誠一, 小林健, 伊藤寿浩, "Characterization of an all polymer piezoelectric film using a reel-to-reel continuous fiber process ", Design, Test, Integration & Packaging of MEMS/MOEMS (DTIP) 2013, スペイン・バルセロナ, 2013 年 4 月(予定)
- 36 山下崇博, 高松誠一, 小林健, 伊藤寿浩, "Development of a fabrication process for a piezoelectric energy harvesting film using a reel-to-reel continuous fiber process" , Transducers 2013, Barcelona, Spain, 2013 年 6 月(予定)

2.4.3. セミナ・講演会展示会

i) 平成 22 年度

- 1 高松誠一, 「ダイコーティング法と製織を用いた布状タッチセンサ」, AIST/LETI Workshop 2010, フランス大使館, 2010 年 10 月
- 2 クンプアン ソマワン, 三宅晃司, 伊藤寿浩, 「エレクトロニクステキスタイルによるファイバー基材 (PEDOTPSS/SWNT) の電気的特性評価及び接点構造の開発」, AIST/LETI Workshop 2010, フランス大使館, 2010 年 10 月
- 3 伊藤寿浩, 「Macro BEANS センターでの活動内容の紹介」, 平成 22 年度第 4 回「フレキシブルデバイス技術分科会」, (社)電子情報技術産業協会, 東京都千代田区, 2010 年 10 月
- 4 高松誠一, 「大面積タッチセンサの展示とその製作方法に関するポスター展示」, nano tech2011 第 10 回国際ナノテクノロジー総合展・技術会議, 東京ビッグサイト, 東京都江東区, 2011 年 2 月

ii) 平成 23 年度

- 1 張毅, 伊藤寿浩, 前田龍太郎, "Development of Fiber MEMS Technology", 仙台マイクロナノ国際フォーラム 2011, 2011 年 2 月

iii) 平成 24 年度

- 1 山下崇博, 「フレキシブル接点構造による製織型シートデバイスの信頼性向上技術」, 一般社団法人エレクトロニクス実装学会 マイクロメカトロニクス実装技術委員会 e-テキスタイル研究会, 2012 年 2 月

2.4.4. 刊行物・専門誌掲載

i) 平成 22 年度

- 1 銘苺春隆, 「石英ガラスファイバーへの微細パターン転写=次世代 MEMS デバイス開発に向けた熱インプリント加工=」, 光アライアンス 2010 年 10 月号, 21 (10) 2010

ii) 平成 23 年度

- 1 内藤皓貴, 「JCK MEMS/NEMS2011(The 2nd Japan-China-Korea Joint Conference on MEMS/NEMS for Green & Life Innovation and Industrial Convergence)報告」, 電気学会論文誌E (センサ・マイクロマシン部門誌)

iii) 平成 24 年度

なし

2.4.5. マスメディア

i) 平成 22 年度

- 1 伊藤寿浩, 「大気中で製造、コスト 10 分の 1 太陽電池用シリコン薄膜」, 日経産業新聞 2010 年 12 月 27 日 10 面
- 2 伊藤寿浩, 高松誠一, 「ハンカチが太陽電池に。 電気通す布。」, 日経産業新聞 2011 年 1 月 7 日夕刊 1 面
- 3 伊藤寿浩, 高松誠一, 「静電を検知する布、産技研らが開発成功。介護シートなどに応用」, 寝具新聞 2011 年 1 月 15 日 3 面

ii) 平成 23 年度

なし

iii) 平成 24 年度

なし

2.4.6. 受賞実績

i) 平成 22 年度

なし

ii) 平成 23 年度

なし

iii) 平成 24 年度

- 1 ICEP2011 Award (ICEP2011 Outstanding Technical Paper Award), Yoshinori Yokoyama, Takaaki Murakami, Takashi Tokunaga, Toshihiro Itoh, “Silicon Microparticle Ejection Using Mist-jet Technology“

2.5. 研究開発項目④：異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースの開発，その他、技術研究組合 BEANS 研究所関連

2.5.1. 論文投稿リスト

i) 平成 22 年度

なし

ii) 平成 23 年度

なし

iii) 平成 24 年度

なし

2.5.2. 学会発表リスト

i) 平成 22 年度

なし

ii) 平成 23 年度

- 1 Naoki TANIMURA, Nobuyo FUJIWARA, Tomohiko SATO, Hitoshi NITTA, Kazuo ASAUMI, Atsushi SATO, Katsuyori SUZUKI, Dong F. WANG, Toshihiro ITOH, and Ryutaro MAEDA, "An Approach to Evaluate Greenhouse Gas Emissions in Wafer Fabrication Processes", AEC/APC Symposium Asia 2011, アルカディア市ヶ谷 (私学会館), 2011 年 5 月
- 2 Yamashita, K. Honzumi, M. Hagiwara, K. ; Iguchi, Y. ; Suzuki, Y. , "Vibration-driven MEMS Energy Harvester with Vacuum UV-Charged Vertical Electrets", Transducers 2011, 中国, 北京, 2011 年 6 月
- 3 Isozaki, A. Kuwana, K. ; Tomimatsu, Y. ; Itoh, T. , "Photodiode with Micro Texture for Improving Sensitivity at Large Angle of Incidence for Particle Sensors", Transducers 2011, 中国, 北京, 2011 年 6 月
- 4 Naoki TANIMURA, Nobuyo FUJIWARA, Tomohiko SATO, Hitoshi NITTA, Kazuo ASAUMI, Atsushi SATO, Katsuyori SUZUKI, Dong F. WANG, Toshihiro ITOH, and Ryutaro MAEDA, "An Approach to Evaluate Greenhouse Gas Emissions in Wafer Fabrication Processes", AEC/APC Symposium Asia 2011, 学術総合センター 東京, 2011 年 11 月

iii) 平成 24 年度

- 1 藤原信代, 浅海和雄, 鈴木勝順, 西森勇貴, 橋口原, 「MEMS 等価回路モデルパラメー

タ抽出とその応用」, 応用物理学会シリコンテクノロジー分科会研究集会, 機械振興会館, 東京都港区, 2012年7月

2.5.3. セミナ・講演会展示会

i) 平成22年度

- 1 「第4回 BEANS プロジェクトセミナー」, 東京ビッグサイト東5ホール特設会場 B, 2010年7月29
- 2 「BEANS 展示ブース」第21回マイクロマシン/MEMS展 2010年7月
- 3 小野寺徳郎, 「BEANS プロジェクトにおける知財プロデューサーの取り組み」, nano tech2011 第10回国際ナノテクノロジー総合展・技術会議, 東京ビッグサイト, 東京都江東区, 2011年1月
- 4 「BEANS プロジェクトの研究活動の広報普及」, 第27回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 島根県立産業交流会館, 松江市, 2010年10月

ii) 平成23年度

- 1 武田宗久, 遊佐厚, 藤田博之, 「BEANS プロジェクトの研究概要」, ICEP2011 International Conference on Electronics Packaging, 2011年4月
- 2 「BEANS プロジェクトセミナー」, 第5回 BEANS プロジェクトセミナー, 2011年7月
- 3 「BEANS 展示ブース」, 第22回マイクロマシン/MEMS展, 2011年7月
- 4 「技術研究組合 BEANS 研究所の活動紹介」, 技術研究組合 50周年シンポジウム, 2012年3月
- 5 『「BEANS プロジェクトの研究概要」, 体制、期待される成果』, 第28回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 2011年9月

iii) 平成24年度

- 1 「BEANS プロジェクトセミナー」, 第23回マイクロマシン/MEMS展, 東京ビッグサイト東2ホール特設会場A, 東京都江東区, 2012年7月
- 2 「技術研究組合 BEANS 研究所の紹介」, 産総研「日本を元気にする産業技術会議」「日本の競争力を創造する化学産業の将来展望」シンポジウム, 日経カンファレンスルーム, 東京都千代田区, 2012年7月
- 3 「BEANS プロジェクト活動紹介」, 電気学会 第29回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 北九州国際会議場および西日本総合展示場 福岡県北九州市, 2012年10月
- 4 竹井裕 「BEANS プロジェクト 研究開発体制および知財マネジメントの仕組み」, INPIT シンポジウム「日本産業を元気にするための産学官連携プロジェクト ～課題と

将来展望～」, ホテルグランドアーク半蔵門, 東京都千代田区, 2012年12月

2.5.4. 刊行物・専門誌掲載

i) 平成22年度

なし

ii) 平成23年度

- 1 遊佐厚, 福本宏, 竹井裕, 「BEANS プロジェクトは4年目に突入」, *Electronic Journal* 2011年6月号, pp.83-84

iii) 平成24年度

- 1 遊佐厚, 福本宏, 「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 (BEANS プロジェクト) の現状と今後の展開」, 未来材料第12巻第10号 (10月10日発行)
- 2 福本宏, 「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 (BEANS プロジェクト) の概要と大面積フレキシブルデバイス開発に向けた取り組み」, *エレクトロニクス実装学会誌 Vol.16 No.2 pp1-6* (2013)
- 3 遊佐厚, 新田仁, 三輪和宏, 大塚晋吾, 「実験屋と計算屋の融合, 相互刺激に基づく人材育成」企画主旨、他3タイトル, *計算工学会学会誌「計算工学」 Vol.18, No.2* (投稿中)

2.5.5. マスメディア

i) 平成22年度

- 1 「電子産業の”豆” MEMS が拓く新規産業 先進の製造技術」, *電波新聞* 2011年1月5日 20面
- 2 「低炭素社会に貢献する多機能 MEMS センサーモジュール」, *電波新聞* 2011年1月7日 31面
- 3 「MEMS2011に7件の論文が採択、BEANS プロジェクトが成果発表」, *日経 BP 社日経エレクトロニクス Tech-On 半導体製造*, 2011年1月
- 4 「BEANS プロの成果 国際学会で7件採択」, *日刊工業新聞* 2011年1月28日 30面
- 5 「異分野融合型次世代デバイス製造プロジェクト、知的財産ポリシーを公表」, *日経 BP 日経エレクトロニクス Tech-On 半導体製造*, 2011年2月
- 6 「BEANS プロジェクト高水準の MEMS 研究 国際会議で論文7件採択」, *電波新聞* 2011年2月7日 5面
- 7 竹内昌治, 安達淳治, 遊佐厚, 武田宗久, 杉山正和, 「フロンティア 知恵を絞る 上: MEMS を「産業の豆」に」, 「フロンティア 知恵を絞る 下: 進捗管理で企業流の開発」, *日経産業新聞* 2011年1月4日 10面 (上)、2011年1月5日 7面 (下)

ii) 平成 23 年度
なし

iii) 平成 24 年度
なし

2.5.6. 受賞実績

i) 平成 22 年度
なし

ii) 平成 23 年度
なし

iii) 平成 24 年度
なし

以上