

「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」
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」

に係る委託先の公募について
(公募要領)

平成 22 年 1 月
N E D O 機械システム技術開発部

【ご注意】

本事業への申請は、府省共通研究開発管理システム (e-Rad) による申請と、N E D O への申請書類 (提出書類一式及び電子ファイル) の提出が必要です。当該システムの使用にあたっては、事前に研究機関及び研究者の登録が必要です。

※e-Rad による申請手続きを行わないと本事業への申請ができませんので、充分留意ください。

「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」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」に係る委託先の公募について

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。）では、「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、「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」（事業期間：平成21年度～平成24年度）を実施しております。

この度、当該プロジェクトの一部の研究開発項目について、企業・研究機関等の参加を一般に広く募ることといたしましたので、参加を希望する方は下記に基づきご応募下さい。

記

1. 件名

「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」
（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」）

2. プロジェクトの概要

(1) 事業内容

MEMS技術が今後、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す。

例えば、人体に与える負荷を極小化させる医療診断システムなどの「医療・福祉」分野や、「安全・安心」分野、「環境・エネルギー」分野で使えるような革新的デバイスの創出が望まれています。この革新的デバイスを創出するために、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しています。

今回は、『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』として、低炭素社会づくりに貢献する高機能MEMSセンサおよ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公募を行います。

[研究開発の内容]

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) 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します。

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します。

また、ウェハ・ツリー・ウェハとチップ・ツリー・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します。

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します。

(2) 公募する研究開発項目の研究実施期間及び事業規模

[1] 研究開発期間

平成21年度から平成22年度までとします。

[2] 事業規模

約2,200百万円

なお、本事業は平成21年度補正予算(第2号)の成立を前提としており、予算の成立状況によっては変更があり得ますので、御留意ください。

3. 応募資格

次の(1)から(7)までの条件並びに「基本計画」及び「平成21年度実施方針」に記載された計画を遂行する能力を有する、単独ないし複数で受託を希望する企業、大学、独立行政法人、研究組合、公益法人等の研究機関が応募資格のある法人となります。なお、本研究開発は「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」で得られた成果の知的財産権等の事業化を目的としていることから、応募者は当該知的財産権者と協議の上、事業を推進することになります。

- (1) 当該技術又は関連技術についての研究開発の実績を有し、かつ、研究開発目標の達成及び研究計画の遂行に必要な組織、人員等を有していること。
- (2) 当該委託業務を円滑に遂行するために必要な経営基盤を有し、かつ、資金、設備等について十分な管理能力を有していること。
- (3) NEDOが研究開発事業を推進する上で必要とする措置を、適切に遂行できる体制を有していること。また、本研究開発は、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」の記載する全てを原則一つの研究実施場所で行い、またそこで使用する研究設備は、「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」の実施者の使用を可能とすること。
- (4) 企業等が単独で当該研究開発委託事業に応募する場合、当該研究開発委託事業から得られた研究開発成果の実用化を図る計画及びその実現について十分な能力を有していること。
- (5) 研究組合、公益法人等が代表して応募する場合、参画する各企業等が当該委託業務から得られた研究開発成果の実用化を図る計画及びその実現について十分な能力を有しており、各企業等及び組合等それぞれの明確な責任と役割が示されていること。
- (6) 当該委託業務の全部又は一部を複数の企業等が共同して実施する場合、各企業等が当該委託業務から得られた研究開発成果の実用化を図る計画及びその実現について十分な能力を有しており、各企業等間の明確な責任と役割が示されていること。
- (7) 原則、本邦の企業等で日本国内に研究開発拠点を有していること。ただし、国外企業の特別な研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点からの国外企業との連携が必要な部分はこの限りではない。

4. 提出期限及び提出先

応募は、本公募要領に従い提案書3部(正1部、副2部)を作成し、応募期間内(平成22年1月8日(金)～平成22年2月8日(月)17:00迄)に郵送又は持参にてご提出下さい。提案書は日本語にて記載されていることといたします。

なお、FAX及び電子メールによる提出は受け付けられません。また、書類は返却いたしません。

- ・提出期限：平成22年2月8日(月)17:00必着(郵送含む)
- ・提出先：独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

機械システム技術開発部 渡辺、金山、松下
〒212-8554 川崎市幸区大宮町 1310
ミューザ川崎セントラルタワー 19階

※封筒に「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」に係る提案書在中と朱書きの上、ご提出下さい。

※持参の場合は、16階「総合案内」で受付を行い受付の指示に従って下さい。

5. 応募方法

(1) 提案書の作成にあたって

- ・提案書の記載様式については別添1を参照してください。また、別添2に従って主要研究者候補研究経歴書を作成してください。

なお、提案書は日本語で作成して下さい。(主要研究者候補とは、提案する事業の各研究開発項目の責任者及び統括責任者となる登録研究員のことを指します。)

- ・提案書の提出部数は、3部(正1部、副2部)とします。

(2) 提案書に添付する書類

提案書には、次の資料又はこれに準ずるものを添付して下さい。

- ・会社経歴書1部(提出先のNEDO部課と過去1年以内に契約がある場合は不要)
- ・最近の営業報告書(1年分)1部
- ・NEDOから提示された契約書(案)に合意することが委託先選定の要件となりますが、契約書(案)について疑義がある場合は、その内容を示す文書3部(正1部、副2部)を添付して下さい。

(3) 提案書の受理及び提案書に不備があった場合

- ・応募資格を有しない者の提案書、又は不備がある提案書は受理できません。
- ・提出された提案書を受理した場合は、提案書類受理票を提案者に通知いたします。
- ・提案書に不備があり、提出期限までに整備できない場合は、提案を無効とさせていただきます。なお、この場合は、書類を返却いたします。

(4) 府省共通研究開発管理システム(e-Rad)への登録

応募に際し、あらかじめe-Radへ応募基本情報を申請することが必要です。連名の場合には、それぞれの機関での登録が必要です。詳細は、e-Radポータルサイトをご確認ください。

e-Radポータルサイト<<http://www.e-rad.go.jp/>>

概略の手続きを以下のa～eに示します。

a. 所属研究機関の登録とログインIDの取得

申請に当たっては、まず応募時までに研究代表者(=主要研究員)の所属する研究機関(所属研究機関)がe-Radに登録されていることが必要となります。所属研究機関で1名、e-Radに関する事務代表者を決めていただき、事務代表者はe-Radポータルサイトより研究機関登録様式をダウンロードして、登録申請を(事務分担者を設ける場合は、事務分担者申請も併せて)行ってください。登録手続きに2週間以上かかる場合がありますので、余裕をもって行ってください。登録されると、ログイン用ID(11桁)、所属研究機関用ID(10桁)、パスワード及び電子証明が発行されます。詳細はe-Radポータルサイトの「システム利用に当たっての事前準備」を参照してください。

e-Rad研究者向けページ システム利用に当たっての事前準備

<<http://www.e-Rad.go.jp/kenkyu/system/index.html>>

b. 研究代表者(=主要研究員)のログイン用ID(11桁)、申請用は研究者番号(8桁)の取得

前記a.で登録した所属研究機関の事務代表者が、電子証明の格納されたPCを用いてログインし、

研究代表者を e-Rad に登録して、ログイン用 ID (11 桁) 及び申請用研究者番号 (8 桁) とパスワードを取得します。詳細は e-Rad の所属研究機関向け操作マニュアルを参照してください。

所属研究機関用マニュアル(共通) 第 1.20 版

<<http://www.e-rad.go.jp/shozoku/manual/index.html>>

c. 公募要領ならびに申請様式のダウンロードと申請書の作成

e-Rad 上で、受付中の公募の一覧を確認して、公募要領と申請様式をダウンロードします。(NEDO の公募ホームページからダウンロードが可能です。) 申請書類等を作成・準備します。

d. 応募基本情報の入力と申請

e-Rad の研究者向けページ<<http://www.e-rad.go.jp/kenkyu/index.html>>

研究者用マニュアル (共通) 第 1.20 版

<<http://www.e-rad.go.jp/kenkyu/manual/index.htm>>

e. 応募方法

i. 郵送又は持参による応募

前記 d. で作成した e-Rad 応募基本情報は PDF ファイルでダウンロードできますので、該当ファイルを全ページプリントアウトし、申請書 (正) とともに NEDO へ提出してください。詳細は、e-Rad 研究者向けページ及び操作マニュアルを参照してください。

ii. e-Rad を利用した電子応募

前記 d. で作成した e-Rad 応募基本情報に加えて、提案書及び添付書類を PDF ファイルとして登録申請してください。詳細は、e-Rad 研究者向けページ及び操作マニュアルを参照してください。

6. 秘密の保持

提案書は本研究開発の委託先選定のためにのみ用い、NEDO 内で厳重に管理いたします。

取得した個人情報については、研究開発等実施体制の審査のために利用いたしますが、特定の個人を識別しない状態に加工した統計資料等に利用することがあります。ご提供いただいた個人情報は、上記の目的以外で利用することはありません。(ただし、法令等により提供を求められた場合を除きます。)

なお、e-Rad に登録された各情報 (プロジェクト名、応募件名、研究者名、所属研究機関名、予算額及び実施期間) 及びこれらを集約した情報は、「独立行政法人等の保有する情報の公開に関する法律」(平成 13 年法律第 140 号) 第 5 条第 1 号イに定める「公にすることが予定されている情報」として取り扱われます。

7. 委託先の選定について

(1) 審査の方法について

審査については、外部の有識者からなる事前審査と NEDO 内に設置される契約・助成審査委員会において行われます。契約・助成審査委員会では、事前審査の結果を踏まえ、NEDO が定める基準等により審査を行い、最終的に決定されます。必要に応じて資料の追加等をお願いする場合があります。

なお、委託先の選定は非公開で行われ、審査の経過等、審査に関する問い合わせには応じないことと致しますので予め御了承ください。

(2) 審査基準

<事前審査の基準>

以下の[1]から[7]を総合的に勘案して審査いたします。

[1] プロジェクトの基本計画に合致しているか。

[2] 提案された方法は、新市場創出を含む社会的・経済的ニーズに対応する技術として優れているか。

- [3] 社内（組織内）の研究体制は妥当か。また、共同提案や再委託等を含むコンソーシアムの場合は、各社（各実施者）の役割が明確で相互補完的であるか。予算の執行管理体制は整っているか。
- [4] 事業化を前提にした提案内容・研究計画となっているか（技術的可能性、計画、目標の妥当性等）。また、予算規模及び予算計画は適切か。
- [5] 事業化の際の担い手は明確化されコミットされているか（社内事業部門、連携企業、ベンチャー計画等）。成果の実用化の期待度がどの程度高いか（プロジェクト期間中及び終了後における成果の実用化のための関連取り組みの実施見通し、ビジネスモデルの考慮等を含む）。
- [6] 提案内容は、実施者自ら若しくは連携企業等の事業化に限らず、その成果が広く国民生活や経済社会への寄与が期待できるか（企業の場合、成果の実用化が見込まれるか）。
- [7] 本研究開発を遂行するための高い能力を有するか（関連分野の開発等の実績、再委託予定先・共同研究相手先等を含めた実施体制、優秀な研究者等の参加等）。

<契約・助成審査委員会における選考基準>

委託予定先は、次の基準により選考するものとします。

- [1] 委託業務に関する提案書の内容が次の各号に適合していること。
 - 1) 開発等の目標がNEDOの意図と合致していること。
 - 2) 開発等の方法、内容等が優れていること。
 - 3) 開発等の経済性が優れていること。
- [2] 当該開発等における委託予定先の遂行能力が次の各号に適合していること。
 - 1) 関連分野の開発等に関する実績を有すること。
 - 2) 当該開発等を行う体制が整っていること。（再委託予定先、共同研究相手先等を含む。）
 - 3) 当該開発等に必要な設備を有していること。
 - 4) 経営基盤が確立していること。
 - 5) 当該開発等に必要な研究者等を有していること。
 - 6) 委託業務管理上NEDOの必要とする措置を適切に遂行できる体制を有していること。
- [3] 委託予定先の選考にあたって考慮すべき事項
 - 1) 各開発等の開発等分担及び委託金額の適正化に関すること。
 - 2) 競争的な開発等体制の整備に関すること。
 - 3) 公益法人、技術研究組合等を活用する場合における役割の明確化に関すること。
 - 4) その他主管部長が重要と判断すること。

(3) 委託先の決定及び通知について

[1] 採択結果の公表等について

採択された案件名についてはNEDOのホームページ等で公表します。不採択となった案件については、当該提案者に対し、不採択理由とともに不採択となった旨を通知します。

[2] 事前審査員の氏名の公表について

事前審査員の氏名については、上記採択結果の公表時に併せて公表するものとします。

[3] 付帯条件

採択に当たって付帯条件がある場合（例：応募者が提案した再委託は認めない、他の機関との共同研究、再委託研究としての参加、研究者の派遣、契約形態等）は通知文に明記することがあります。

(4) スケジュール

平成22年	1月8日・・・	公募開始
	1月18日・・・	公募説明会（川崎）
	2月8日・・・	公募〆切
	2月下旬（予定）・・・	事前審査（採択審査委員会）
	3月中旬（予定）・・・	契約・助成審査委員会附議

3月下旬（予定）・・・ 採択決定

- ・応募者はNEDOより提示された委託契約書（案）及び業務委託契約約款に合意することが委託先として選定されることの要件となります。
- ・NEDOと選定された企業等との間での契約にあたっては、当該研究開発成果の事業化に関する計画（事業化計画書）を提出していただく場合があります。その際、業務委託契約約款第27条第2項又は共同研究契約約款第29条第2項に該当する事象が生じた場合には、速やかにNEDOに変更内容を提出していただくこととなります。
- ・研究開発終了後、追跡調査・評価に御協力頂く場合がございますので宜しくお願い申し上げます。追跡調査・評価については、添付の参考資料「追跡調査・評価の概要」をご覧ください。また、特許等の取得状況及び事業化状況調査（バイドールフォローアップ調査）についても、御協力を頂く場合がございます。

8. その他留意事項

(1) 公的研究費の不正な使用及び不正な受給への対応

公的研究費の不正な使用及び不正な受給（以下「不正使用等」という。）については、「公的研究費の不正な使用等の対応に関する指針」（平成20年12月3日経済産業省策定。以下「不正使用等指針」という。 ※1）及び「補助金交付等の停止及び契約に係る指名停止等の措置に関する機構達」（平成16年4月1日16年度機構達第1号。NEDO策定。以下「補助金停止等機構達」という。 ※2）に基づき、当機構は資金配分機関として必要な措置を講じることとします。あわせて本事業の事業実施者も研究機関として必要な対応を行ってください。

本事業及び府省等の事業を含む他の研究資金において、公的研究費の不正使用等があると認められた場合、以下の措置を講じます。

※1. 「不正使用等指針」についてはこちらをご参照ください：経済産業省ホームページ

<<http://www.meti.go.jp/press/20081203006/20081203006.html>>

※2. 「補助金停止等機構達」についてはこちらをご覧ください：NEDO ホームページ

<<http://www.nedo.go.jp/itaku-gyomu/kokuhatu/index.html>>

a. 本事業において公的研究費の不正使用等があると認められた場合

- i. 当該研究費について、不正の重大性などを考慮しつつ、全部又は一部を返還していただくことがあります。
- ii. 「不正な使用」を行った研究者及びそれに共謀した研究者に対し、当機構の事業への応募を制限します。
(不正使用等指針に基づき、不正の程度などにより、原則、当該研究費を返還した年度の翌年度以降2～5年間の応募を制限します。また、補助金停止等機構達に基づき、不正があったと認定した日から最大6年間の補助金交付等の停止の措置を行います。)
- iii. 「不正な受給」を行った研究者及びそれに共謀した研究者に対し、当機構の事業への応募を制限します。
(不正使用等指針に基づき、原則、当該研究費を返還した年度の翌年度以降5年間の応募を制限します。また、補助金停止等機構達に基づき、不正があったと認定した日から最大6年間の補助金交付等の停止の措置を行います。) 府省等他の資金配分機関に対し、当該不正使用等に関する措置及び措置の対象者等について情報提供します。このことにより、不正使用等を行った者及びそれに共謀した研究者に対し、府省等他の資金配分機関の研究資金への応募が制限される場合があります。また、府省等他の資金配分機関からNEDOに情報提供があった場合も同様の措置を講じることがあります。
- iv. 府省等他の資金配分機関に対し、当該不正使用等に関する措置及び措置の対象者等について情報提供します。このことにより、不正使用等を行った者及びそれに共謀した研究者に対し、府省等

他の資金配分機関の研究資金への応募が制限される場合があります。また、府省等他の資金配分機関からNEDOに情報提供があった場合も同様の措置を講じることがあります。

- v. 他府省の研究資金において不正使用等があった場合にも i～iii の措置を講じることがあります。

- b. 「公的研究費の不正な使用等の対応に関する指針」（平成 20 年 12 月 3 日経済産業省策定）に基づく体制整備等の実施状況報告等について
本事業の契約に当たり、各研究機関では標記指針に基づく研究費の管理・監査体制の整備が必要です。
体制整備等の実施状況については、報告を求める場合がありますので、求めた場合、直ちに報告するようにしてください。なお、当該年度において、既に、府省等を含め別途の研究資金への応募等に際して同旨の報告書を提出している場合は、この報告書の写しの提出をもって代えることができます。
また、当機構では、標記指針に基づく体制整備等の実施状況について、現地調査を行う場合があります。

(2) 研究活動の不正行為への対応

研究活動の不正行為（ねつ造、改ざん、盗用）については「研究活動の不正行為への対応に関する指針」（平成 19 年 12 月 26 日経済産業省策定。以下「研究不正指針」という。※3）及び「研究活動の不正行為への対応に関する機構達」（平成 20 年 2 月 1 日 19 年度機構達第 17 号。NEDO 策定。以下「研究不正機構達」という。※4）に基づき、当機構は資金配分機関として、本事業の事業実施者は研究機関として必要な措置を講じることとします。そのため、告発窓口の設置や本事業及び府省等他の研究事業による研究活動に係る研究論文等において、研究活動の不正行為があると認められた場合、以下の措置を講じます。

※3. 研究不正指針についてはこちらをご参照ください： 経済産業省ホームページ
<<http://www.meti.go.jp/press/20071226002/20071226002.html>>

※4. 研究不正機構達についてはこちらをご参照ください： NEDO ホームページ
<<http://www.nedo.go.jp/itaku-gyomu/kokuhatu/index.html>>

- a. 本事業において不正行為があると認められた場合
 - i. 当該研究費について、不正行為の重大性などを考慮しつつ、全部又は一部を返還していただくことがあります。
 - ii. 不正行為に関与した者に対し、当機構の事業への翌年度以降の応募を制限します。
(応募制限期間：不正行為の程度などにより、原則、不正があったと認定された年度の翌年度以降 2～10 年間)
 - iii. 不正行為に関与したとまでは認定されなかったものの、当該論文等の責任者としての注意義務を怠ったことなどにより、一定の責任があるとされた者に対し、当機構の事業への翌年度以降の応募を制限します。
(応募制限期間：責任の程度等により、原則、不正行為があったと認定された年度の翌年度以降 1～3 年間)
 - iv. 府省等他の資金配分機関に当該不正行為に関する措置及び措置の対象者等について情報提供します。このことにより、不正行為に関与した者及び上記 iii により一定の責任があるとされた者に対し、府省等他の資金配分機関の研究資金による事業への応募が制限される場合があります。また、府省等他の資金配分機関から NEDO に情報提供があった場合も同様の措置を講じることがあります。
 - v. NEDO は不正行為に対する措置を決定したときは、原則として、措置の対象となった者の氏名・所属、措置の内容、不正行為が行われた研究資金の名称、当該研究費の金額、研究内容、不正行為の内容及び不正の認定に係る調査結果報告書などについて公表します。

b. 過去に国の研究資金において不正行為があったと認められた場合

国の研究資金において、研究活動における不正行為があったと認定された者（当該不正行為があったと認定された研究の論文等の内容について責任を負う者として認定された場合を含む。）については、研究不正指針に基づき、本事業への参加が制限されることがあります。

なお、本事業の事業実施者は、研究不正指針に基づき研究機関として規定の整備や受付窓口の設置に努めてください。

(3) NEDOにおける研究不正等の告発受付窓口

NEDOにおける公的研究費の不正使用等及び研究活動の不正行為に関する告発・相談及び通知先の窓口は以下のとおりです。

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 検査・業務管理部

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町 1310

電話番号： 044-520-5131

FAX 番号： 044-520-5133

電子メール： helpdesk-2@nedo.go.jp

ホームページ： 研究活動の不正行為及び研究資金の不正使用等に関する告発受付窓口

<<http://www.nedo.go.jp/itaku-gyomu/kokuhatu/index.html> へリンク>

(電話による受付時間は、平日：9時30分～12時00分、13時00分～18時00分)

9. 説明会の開催

下記のとおり説明会を開催し、当該委託業務及び提案公募に係る内容、契約に係る手続き、提案書類等について説明しますので、応募を予定される方は可能な限り出席して下さい。なお、説明会は日本語で行います。出席希望の企業等は、社名、出席者氏名、出席者の連絡先（TEL および FAX 番号、電子メールアドレス）を平成22年1月15日（金）17時00分までに FAX にてNEDO事務局まで連絡して下さい。（様式は問いません）

[説明会の日時及び場所]

<川崎>

・日時：平成22年1月18日（月）13:30～15:00

・場所：〒212-8554

神奈川県川崎市幸区大宮町 1310 番

ミューザ川崎セントラルタワー 23階(総合案内16階) 2303会議室

10. 問い合わせ先

本事業の内容及び契約に関する質問等に関しては、記録として残しておくために平成22年1月8日から平成22年2月8日の間に限り下記宛に FAX にて受け付けます。但し、審査の経過等に関するお問い合わせには応じられません。

お問い合わせ先：

・NEDO機械システム技術開発部 担当：渡辺、金山、松下 FAX：044-520-5243

以上

平成21年度実施方針

機械システム技術開発部

1. 件名 : プログラム名 ロボット・新機械イノベーションプログラム
(大項目) 「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. 根拠法 : 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

3. 背景及び目的・目標

(1) 研究開発の背景及び目的

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、わ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センサおよ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の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

[委託事業] 研究開発目標①～④

(最終目標 平成24年度)

本プロジェクトでは、次の①～④の4項目を最終目標とし、各項目間の連携にも配慮しながら、異分野融合型次世代デバイス製造に必要な基盤技術を確立する。

① バイオ・有機材料融合プロセス技術の開発

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、微生物や合成有機分子の生体適合性、特異的分子認識能、高効率多段階反応能を発現させる。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、そのナノ間隙への材料充填及び表面平坦化プロセスを開発する。体内で連続3ヶ月以上機能するハイドロゲルなどのバイオ・有機材料、及び一日以上安定して高感度に生体分子計測を行う人工脂質二重膜の形成プロセスを開発する。界面構造最適化に向けたナノ界面融合プロセスのモデル化と解析を実施する。

2) バイオ・有機高次構造形成プロセス技術

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。また、径50nm以下の有機分子ナノピラー構造、100nm以下の均一ポアを有する有機分子ナノポラス構造、ライン・アンド・スペース(L/S) = 100nm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実現する。さらに、バイオ・有機高次構造形成プロセスのモデルを構築する。

② 3次元ナノ構造形成プロセス技術の開発

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100以上)を実用的なエッチング速度により形成し、側壁の傾斜角や等方性・異方性をデバイス構造に対応して高精度に制御する。さらに化合物半導体や誘電材料、光学材料等に本技術を適用する指針を得る。

超低損傷3次元ナノ構造の形状をプロセス変数から予測・設計できるシミュレーション技術を構築し、工業化に対応した大面積基板において均一性を達成する技術指針と装置の基本設計を提供する。

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。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し、ナノトライボロジーモデルを構築する。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立する。

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確立する。

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し実証する。

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) 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移動度 $1 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ 以上の電子的機能膜、マイクロ・ナノ構造を構成する機械的機能膜を、実用的な成膜レートで形成可能とするプロセスを確立する。また、この高品位機能膜形成装置をメーター級の大面積基板上にスキヤニングして、上記高品位機能膜を膜厚均一性 $\pm 10\%$ 以下、パターンニング分解能 $200 \mu\text{m}$ 以下、及び現行真空装置による製造時間以下で大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、上記非真空薄膜堆積プロセスにより、電子的機能膜、マイクロ・ナノ構造を構成する機械的機能膜、及び発光、反射・屈折率などを制御する光学的機能膜を、実用的な速度で形成するプロセスを確立する。また、ナノ機能膜が被覆された繊維状基材に3次元ナノ構造を加工速度 $20 \text{ m}/\text{min}$ 以上で形成するプロセスを実現する。さらに、3次的に変形させても機能するシート型デバイスを実現する製織集積化プロセスを確立する。

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

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1500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。

[委託事業] 研究開発目標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
(最終目標 平成22年度)

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。

[委託事業]

(中間目標 平成22年度)

① バイオ・有機材料融合プロセス技術の開発

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。

② 3次元ナノ構造形成プロセス技術の開発

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。

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基本プロセスを構築する。

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基本手法を確立する。

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) 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、大面積化に関しては、最終目標の膜厚均一性、パターンニング分解能、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。

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

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。

4. 実施内容及び進捗（達成）状況

本研究開発は平成20年度に経済産業省が実施した「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」事業について、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。）の事業として実施するものである。平成20年度に財団法人 マイクロマシンセンター 遊佐 厚 氏をプロジェクトリーダーとして、経済産業省で実施された研究開発の進捗状況を以下に示す。

4. 1 平成20年度（委託）事業内容

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) ナノ界面融合プロセス技術

多チャンネル脂質二重膜形成に成功し電気測定できる目処を立て、*in vitro*ゲルフィルム製造法の設定し、評価によるゲル候補成分を絞り込んでいる。電子線重合法によるハイドロゲル表面のパターンニング条件を設定。基板上での膜タンパク質の機能・活性の確認し、蛍光色素モノマーの電子線重合の条件検討を行った。ペプチドを用いた無機・有機材料表面へ自発的かつ選択的に蛋白質を配向固定化できている。微生物担体の微細構造化プロセス確立と、モデル微生物を用いた評価実験系を構築。1種類の新規固定化方法の有用性を1種類のCYP酵素活性の半減期で評価し、現在2つめの固定化方法を検討中である。

また、有機半導体デバイスの飛躍的なデバイス性能の向上を実現するために有機半導体ナノ構造体の創製が期待されている。本研究では、SAM膜を下地基板として積極的に利用することで、簡便な低分子真空蒸着膜において100nm以下の有機ナノ構造体の創製に成功した。さらに、中性粒子ビームを有機薄膜に照射することにより、50nm程度の有機ナノ構造体の形成に成功した。従来のプラズマ法に比べ、有機薄膜へのダメージが著しく小さいことを見いだした。将来の微細加工法として有用な手法であると期待される。

2) バイオ・有機高次構造形成プロセス技術

蛍光ゲル充填型セル素材の選定し、細孔形成加工法の条件出しを実施している。肝細胞由来の細胞株の組立技術を開発し、そのプロセスを構造と生存率で評価した。さらに動物由来の初代肝細胞などを用いて比較となるべきCYPとTP活性のデータを収集中である。また、細胞表面特異的接着ペプチド・蛋白質を見だし、異種細胞間接合プロセスに展開している。

また、有機分子の配向制御、すなわち比較的分子長を長くし高い置換基を導入することによってアモルファス性の有機半導体分子を基板に対して平行配向させることに成功した。この基礎技術は、今後、ナノ構造体への配向制御に繋がる基礎技術である。さらに、ナノインプリント法によって形成した数100nmピッチのナノ有機構造体へ異なる有機半導体を充填することによって有機ナノヘテロ構造が形成でき、光電変換特性の向上が観測された。

（委託先：財団法人マイクロマシンセンター、国立大学法人東京大学、国立大学法人九州大学 再委託先：みずほ情報総研株式会社）

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) 超低損傷・高密度3次元ナノ構造形成技術

8インチ対応中性粒子ビームエッチング装置仕様を決定し、平成21年2月に導入した。それまでの間、東北大学の装置を活用し、ビーム特性の面内評価により、8インチウエハ面内均一性達成に向けた課題を検討した。また有機半導体薄膜への照射によるナノドット形成を確認した。

3次元形状シミュレータ開発のための要件定義を明らかにし、開発設計書の作成を完了した。中性粒子ビー

ム解析によるアパチャー設計法を開発した。

2) 異種機能集積3次元ナノ構造形成技術

マルチプローブアレイへの各種ナノ粒子修飾方法の調査比較し、バイオとの融合による新規手法の応用を検討中である。基板上へのナノ粒子修飾実験による、ナノ粒子修飾方法の課題を抽出し、空間分解能 $5\mu\text{m}$ で、直径 $100\text{nm}\sim 5\mu\text{m}$ の粒子を配列する技術を開発した。電気泳動によるナノチューブマニピュレーションの基礎データを得、今後の展開としてペプチドを組み合わせた新規のプローブ先端への配置技術を検討した。同じくペプチドを応用した超低損傷3次元構造上への感応素子を修飾可能な官能基の選択とその修飾方法を検討した。また、サファイア基板上へのドット成長条件を検討し、ドット形状のプロセス制御因子を抽出した。あわせて、シリコン基板への高品質テンプレート形成プロセスの予備検討を実施し、アプローチの妥当性を検討した。

二酸化炭素の超臨界流体を用いて酸化物（特に SiO_2 ）成膜技術を開発に取り組み、開口 $1\mu\text{m}$ 以下でアスペクト比10の細孔へ SiO_2 を空隙なく埋め込む指針を得た。

ナノトライボロジー評価系の立ち上げと課題を抽出し、次年度計画に反映させており、ナノ粒子修飾テーマと連携した、ナノトライボロジー評価用プローブの1次試作検討を行った。

3) 宇宙適用3次元ナノ構造形成技術

自己組織化アルミナ細孔をマスクとしてシリコンをエッチングする手法を検討、短波長域フィルタ試作中。i線ステップ露光を用いた手法により、マイクロ・ナノ構造を試作。また、シリコン素材の基本光学特性を評価し、試作されたフィルタの光学特性を実測。マイクロ・ナノ構造の光学シミュレーションを実施し比較。さらに、小規模画素構造を有する非冷却赤外センサを適用して、フィルタの基本評価の検討、及び宇宙適用3次元ナノ構造の適用性評価指標を作成した。

(委託先：財団法人マイクロマシンセンター、国立大学法人東京大学、財団法人無人宇宙実験システム研究開発機構 再委託先：みずほ情報総研株式会社、学校法人立命館大学、三菱電機株式会社、財団法人資源探査用観測システム・宇宙環境利用研究開発機構)

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) 非真空高品位ナノ機能膜大面積形成プロセス技術

密閉型大気圧プラズマ実験機を設計・導入し、大気圧プラズマの生成を確認した。ミストジェット基礎実験用ヘッドによる基礎実験により制約事項を明確化し、平成21年度に作製するミストジェットヘッドの仕様を検討中である。エレクトロスプレー法を用いた酸化チタンのナノ構造実験を実施中である（厚さ 100nm 、2センチ角基板）。また、シランカップリング剤のSAMの高速形成法（2センチ角基板に10分）を検討中である。ナノ加工プロセスシミュレーションの解析モデルの要件定義し、ミストジェットシミュレーション、大気圧プラズマ雰囲気制御シミュレーションを実施した。

2) 繊維状基材連続微細加工・集積化プロセス技術

機能性繊維状基材の高速連続製造プロセスとして、圧電薄膜等の基本被覆プロセス開発と $50\text{m}/\text{min}$ 動作の連続塗布装置の設計開発とを実施した。また、3次元ナノ構造高速連続加工プロセスとして繊維状基材上へのAgパターン塗布形成を実施するとともに、リールツーリールインプリントシステムの設計を行った。さらに、ウィービング技術の開発に向け、可動接点評価装置の構築と同種基材製織基本プロセス条件の探索を実施した。

(委託先：財団法人マイクロマシンセンター 再委託先：みずほ情報総研株式会社、独立行政法人産業技術総合研究所)

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

異分野融合型次世代デバイス製造技術に関する知識データベースの概念設計し、詳細設計の検討を実施、プロジェクト研究開発の成果、及び関連研究成果の知識データの収集を開始した。知識データの詳細分類について知識データベース編纂委員会にて情報分類カテゴリーの分類を決定し、詳細設計に活用した。本年度の知識DB登録件

数は190件以上を予定している。

(委託先：財団法人マイクロマシンセンター 再委託先：国立大学法人東京農工大学、国立大学法人東京大学、国立大学法人東北大学、学校法人慶應義塾、学校法人東京理科大学、公立大学法人首都大学東京)

4. 2 実績推移

20年度
経済産業省直轄

実績額推移

①一般会計(百万円)	1150
特許出願件数(件)	10
論文発表数(報)	2
フォーラム等(件)	38

5. 事業内容

財団法人 マイクロマシンセンター 遊佐 厚 氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。実施体制については、別紙を参照のこと。

5. 1 平成21年度(委託)事業内容

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) ナノ界面融合プロセス技術

将来の埋め込みデバイスや超高感度分子計測デバイスの研究基盤を創出するために、脂質膜やハイドロゲルなどがデバイス内で長期間安定して機能し、生体計測を続けられる界面の形成プロセス技術を開発する。

4チャンネル同時に電氣的に独立して計測できる脂質二重膜を形成する方法を開発する。

ハイドロゲルを長期安定に形成させるため、電子線照射法を開発する。

微生物担体の微細構造化プロセスの確立と、モデル微生物を用いた評価実験系を構築する。

分子配向制御、充填技術等によって得た基板表面のナノ構造の高次構造解析方法と光・電子物性評価法を検討する。

2) バイオ・有機高次構造形成プロセス技術

将来の薬物動態検出や人工臓器研究の基盤を創出するために、一細胞レベルで制御された3次元ヘテロ組織の構築プロセス技術を開発する。

肝細胞由来の細胞株の組立て技術を開発し、そのプロセスを構造と生存率で評価する。

細胞表面特異的接着ペプチド・蛋白質を用いた異種細胞間接合プロセスを開発する。

動物由来の初代肝細胞などを用いて比較となるべきCYPとTP活性のデータを得る。

ナノ構造の高次構造解析方法と熱・電子物性評価法を検討する。

バイオ・有機高次構造形成プロセスについて開発するモデルの適用範囲を検討し、開発要件を決定する。

(委託先：BEANS技術研究組合、国立大学法人東京大学、国立大学法人九州大学)

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) 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・異方性を制御できる条件を抽出する。また、有機半導体薄膜への中性粒子ビーム照射によるナノドット形成法を、バイオ・有機高次構造形成プロセス技術研究チームと共同して推開発する。さらに、

超低損傷3次元ナノ構造の形状を予測・設計できる簡易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

電気泳動によるナノチューブマニピュレーションの動作原理を構築するとともに、空間分解能5ミクロンで、直径100nm～5μmの粒子を配列する技術を確立する。

超低損傷3次元構造上への感応素子を修飾可能な官能基を選択し、その修飾方法の条件を求める。

さらにサファイア基板上へのドット成長条件を検討し、ドット形状のプロセス制御因子を抽出する。あわせて、シリコン基板への高品質テンプレート形成プロセスの予備検討を実施し、アプローチの妥当性を検討する。

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の最適構造を設計し、要素プロセス技術のプロセス条件を導く。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両赤外帯域の波長の光が選択的に検出できることを検証する評価手法や評価指標を確立する。

(委託先：BEANS技術研究組合、国立大学法人東京大学、学校法人立命館大学)

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) 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プラズマ制御技術、ナノ材料塗布技術、自己組織化技術などを活用した、非真空薄膜堆積プロセスにより、電子デバイス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し、大型基板への展開を図る。

大気圧プラズマ成膜では、スキヤニングによる大面積化に向けて、開放型の大気圧プラズマ装置にて、機能膜形成の検証、データ取得を行う。

また、機能材料塗布の検討においては、有力候補のミストジェット技術の適用検証のため、スキヤニング制御された装置にて、塗布実験、データ取得を行う。

2) 繊維状基材連続微細加工・集積化プロセス技術

フレキシブルシートデバイスの実現に必須な、機能性繊維状基材の高速連続製造プロセス、同基材への3次元ナノ構造高速連続加工プロセス、及び繊維状基材を製織によって大面積集積化するウィービング技術を開発する。

3次元ナノ構造形成においては、ファイバーの全表面に電気配線や液体流路を形成できるように円筒型モールドをファイバーに対して水平に配置し、ファイバー中心を回転軸にモールドを360°回転させる。また複数のモールドを同期回転させることにより、多層プレスによる立体パターンニングの高速化を図る。

(委託先：財団法人マイクロマシンセンター、独立行政法人産業技術総合研究所)

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

異分野融合型次世代デバイス製造技術に関する知識データベースの詳細設計を完了する。

本研究開発事業の各研究開発センターにおける研究開発の成果、及び関連研究成果の知識データを収集する。

(委託先：BEANS技術研究組合)

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

異分野融合型次世代デバイス製造技術を活用し、高機能センサネットシステムの実用化と、低環境負荷型製造プロセスの確立に向けた開発・実証を公募して行う。

また、異分野融合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の具体的ニーズ情報を収集する。

5.2 平成21年度事業規模

一般会計 4,402百万円(新規)

(注) 事業規模については、変動があり得る。

6. 事業の実施方式

6.1 公募

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」については、平成21年度、実施者の公募を実施する。

(1) 掲載する媒体

「NEDO技術開発機構ホームページ」及び「e-Radポータルサイト」で行う。

(2) 公募開始前の事前周知

公募開始前にNEDO技術開発機構ホームページで行う。本事業はe-Rad対象事業であり、e-Rad参加の案内も併せて行う。

(3) 公募時期・公募回数

平成22年1月に実施する。(1回)

(4) 公募期間

公募開始から1ヶ月以上とする。

(5) 公募説明会

公募期間中に1回以上実施する。

6.2 採択方法

(1) 審査方法

- ・e-Radシステムへの応募基本情報の登録は必須とする。
- ・事業者の選定・審査は、公募要領に合致する応募を対象にNEDO技術開発機構が設置する審査委員会(外部有識者で構成)で行う。審査委員会(非公開)は、提案書の内容について外部専門家(学識経験者、産業界の経験者等)を活用して行う評価(技術評価及び事業化評価)の結果を参考とし、本事業の目的の達成に有効と認められる事業者を選定した後、NEDO技術開発機構はその結果を踏まえて事業者を決定する。
- ・申請者に対して、必要に応じてヒアリング等を実施する。
- ・審査委員会は非公開のため、審査経過に対する問合せには応じない。

(2) 公募締切りから採択決定までの審査等の期間

公募締切日から45日以内とする。

(3) 採択結果の通知

採択結果については、NEDO技術開発機構から申請者に通知する。なお不採択の場合は、その明確な理由を添えて通知する。通知の時期は平成22年3月を予定する。

(4) 採択結果の公表

採択案件については、申請者の名称、研究開発テーマの名称・概要をNEDO技術開発機構ホームページで公

表する。公表の時期は平成22年3月を予定する。

7. その他重要事項

(1) 評価

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、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等の観点から、推進委員会等で各研究開発内容について内部評価を実施する。

(2) 運営・管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDOは、経済産業省及びプロジェクトリーダー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、外部有識者の意見を運営管理に反映させるほか、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) 複数年度契約の実施

研究開発項目①～④については、平成21～22年度の複数年度契約とする。

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」については、平成22年度末までの契約とする。

8. スケジュール

研究開発項目①～④

平成21年	3月5日	部長会		
	3月10日	契約助成審査委員会		
	6月	第1回推進委員会	9月	第2回推進委員会
平成22年	1月	第3回推進委員会	3月	第4回推進委員会

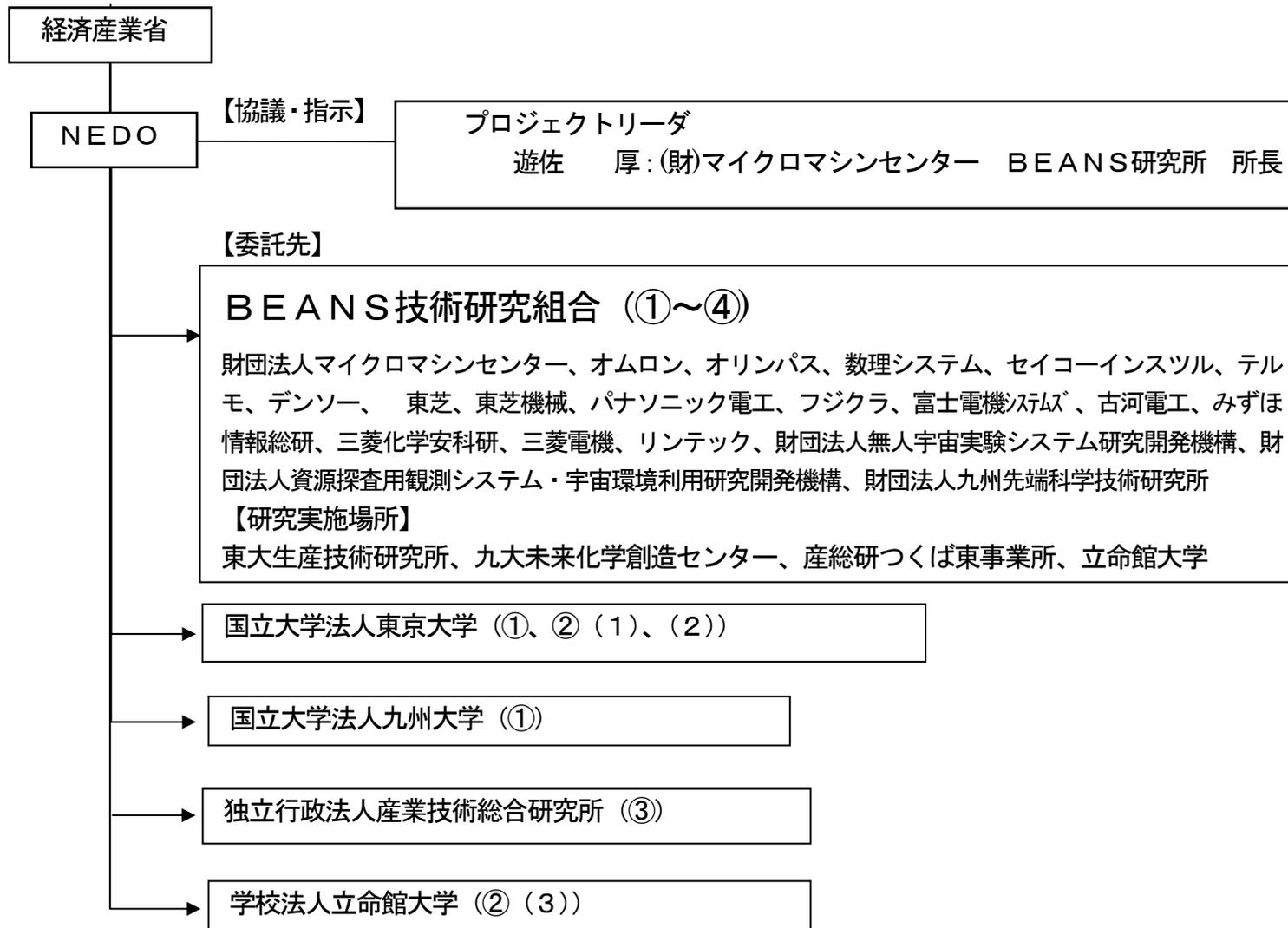
研究開発項目⑤「高機能センサネットシステムと低環境負荷型プロセスの開発」

平成21年12月	・・・	部長会
平成22年1月初旬	・・・	公募開始
平成22年1月中旬	・・・	公募説明会
平成22年2月中旬	・・・	公募締切
平成22年2月中旬から3月中旬	・・・	技術審査、NEDO内手続き
平成22年3月中旬	・・・	委託先発表

9. 実施方針の改訂履歴

(1) 平成21年3月、制定。

(2) 平成21年12月、「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」を行うため、改訂。



(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

機械システム技術開発部

1. 研究開発の目的、目標及び内容

(1) 研究開発の目的

我が国産業は、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、わ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センサおよ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。

- 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）財団法人マイクロマシンセンター 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。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、データベースへのデータ提供、標準案の提案等を積極的に行う。

また、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25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。

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。

-

(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

平成21年3月、制定。

平成21年12月、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」を追加

(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などが挙げられている。

(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などのバイオ・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・有機材料を体内など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などが含まれる。

(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、微生物や合成有機分子の生体適合性、特異的分子認識能、高効率多段階反応能を発現させる。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、そのナノ間隙への材料充填及び表面平坦化プロセスを開発する。体内で連続3ヶ月以上機能するハイドロゲルなどのバイオ・有機材料、及び一日以上安定して高感度に生体分子計測を行う人工脂質二重膜の形成プロセスを開発する。界面構造最適化に向けたナノ界面融合プロセスのモデル化と解析を実施する。

② バイオ・有機高次構造形成プロセス技術

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。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実現する。さらに、バイオ・有機高次構造形成プロセスのモデルを構築する。

(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し実証する

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

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）を実用的なエッチング速度により形成し、側壁の傾斜角や等方性・異方性をデバイス構造に対応して高精度に制御する。さらに化合物半導体や誘電材料、光学材料等に本技術を適用する指針を得る。

超低損傷 3次元ナノ構造の形状をプロセス変数から予測・設計できるシミュレーション技術を構築し、工業化に対応した大面積基板において均一性を達成する技術指針と装置の基本設計を提供する。

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。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し、ナノトライボロジーモデルを

構築する。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立する。

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確立する。

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し実証する。

(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、100 nm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。

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基本プロセスを構築する。

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基本手法を確立する。

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、メーター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。将来のメーター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ター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、メーター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) メーター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ター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ター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ター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の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移動度 $1 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ 以上の電子的機能膜、マイクロ・ナノ構造を構成する機械的機能膜を、実用的な成膜レートで形成可能とするプロセスを確立する。また、この高品位機能膜形成装置をメートル級の面積基板にスキヤニングして、上記高品位機能膜を膜厚均一性 $\pm 10\%$ 以下、パターニング分解能 $200 \mu\text{m}$ 以下、及び現行真空装置による製造時間以下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、上記非真空薄膜堆積プロセスにより、電子的機能膜、マイクロ・ナノ構造を構成する機械的機能膜、及び発光、反射・屈折率などを制御する光学的機能膜を、実用的な速度で形成するプロセスを確立する。また、ナノ機能膜が被覆された繊維状基材に3次元ナノ構造を加工速度 20 m/min 以上で形成するプロセスを実現する。さらに、3次元的に変形させても機能するシート型デバイスを実現する製織集積化プロセスを確立する。

(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、パターニング分解能、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・ツリー・ウェハとチップ・ツリー・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。