

## 「省エネエレクトロニクスの製造基盤強化に向けた技術開発事業」

## 基本計画

IoT 推進部

## 1. 研究開発の目的・目標・内容

## (1) 研究開発の目的

近年、産業の IoT 化や電動化が進展し、それら機器の更なる省エネルギー化の重要性が高まる中、省エネルギー化の鍵になるエレクトロニクス技術（以下、「省エネエレクトロニクス技術」）に対して注目が集まっている。

上記技術の代表例としては、電子機器に搭載されて電力の制御を担うパワー半導体や、あらゆる半導体の製造で不可欠な半導体製造装置が挙げられる。これらの製品は、日本企業が競争力を保有してきた。

しかしながら、近年、下記に示す状況に変化が生じている。

## ① パワー半導体

- ・海外企業が、M&A を通じて市場シェアを拡大するとともに、ウェハ口径 300mm のシリコンパワー半導体の量産を開始。日本企業は未だ量産に着手出来ていない状況。
- ・最先端の半導体製造装置が無くとも製造可能なパワー半導体に対して各国が注目。今後の産業の IoT 化や電動化を牽引する市場としてパワー半導体の開発を強化。
- ・半導体受託製造企業（ファウンドリ）によるパワー半導体の生産量が急速に拡大。

## ②半導体製造装置

- ・数量が出るメモリ半導体やロジック半導体を製造する半導体企業が日本にほとんどいなくなり、半導体製造装置メーカーの主要顧客が海外の半導体企業へと大きく変化。顧客とのコミュニケーション・共同開発に障壁が生じ、結果的にシェアも低下。
- ・特に、一部の国において、製造装置開発が本格化。

このような状況が続けば、今後産業の IoT 化や電動化がますます進展する中で、省エネルギー化の鍵となる前述のような製品について、国内で安定的な供給を確保することが困難になる可能性が出てくる。また、データ社会を支えるエレクトロニクス分野において、我が国の強みが失われることにより、他国への依存度が上昇するとともに、経済安全保障上の問題に繋がる可能性もある。

以上のように、これらの課題に対して積極的な取組を行うことは、省エネルギー化や我が国の産業競争力強化にとって極めて重要な意味を持つものである。

本事業の目的は、製品の性能向上による飛躍的な省エネルギー化及び脱炭素社会の実現に加えて、我が国が強みを持ち、省エネルギー化の鍵となる製品について、安定的な供

給を可能とするサプライチェーンを確保し、省エネエレクトロニクス製品の製造基盤を強化することである。

## (2) 研究開発の目標

本事業の目標は、省エネエレクトロニクス製品の開発や製造基盤強化に必要となる新世代パワー半導体の開発及び半導体製造装置の高度化に向けた開発並びに安定的な供給を可能とするサプライチェーンの確保である。

本事業は、以下の研究開発項目により構成する。

### 研究開発項目① 新世代パワー半導体の開発

既に実用化が実現している次世代パワー半導体材料と比較して、優れた材料特性を持ち、製造コストを抑えられる可能性がある酸化ガリウムパワー半導体及び自動最適化や故障予知など、高度な自己制御機能を持った大口径インテリジェント・シリコンパワー半導体の開発と必要に応じて関連する応用技術の開発を行う。

### 研究開発項目② 半導体製造装置の高度化に向けた開発

市場規模及び市場成長率が大きく、かつ、我が国企業の競争力の維持・強化において重要な半導体製造装置の高度化に係る技術の開発を行う。

#### ① アウトプット目標

研究開発項目①においては、別紙の研究開発計画に基づき、新世代パワー半導体の実用化可能であることを実証する。

研究開発項目②においては別紙の研究開発計画に基づき、特定用途向け半導体製造装置が実用化可能なレベルであることを実証する。

また、本事業で開発する技術の実用化に向けて、事業期間中に特許出願につながった成果の件数（国内特許出願件数）：16件以上を目指す。

#### ② アウトカム目標

2030年までに本事業で開発した技術の実用化率:30%以上（累計）を目指す。

また、本事業により高度化したパワー半導体や半導体製造装置を、輸送機器、産業機器、データセンターなどの主要産業分野や半導体工場に適用することにより、電力変換損失を削減し、2035年までにCO<sub>2</sub>排出量を1,440万トン削減する。

#### ③ アウトカム目標達成に向けての取組

研究開発と並行して、必要に応じて(i)最新の技術動向・産業動向を調査し、プロジェクト実施者に定期的にフィードバックすることにより、適切な目標の修正を行うなどプロジェクトを適切に運営、(ii) NEDO 内の他の予算事業との連携、成果発信等を行い、事業成果の最大化のための取組を推進する。また、研究開発の最終目標を達成した場合の成果の事業化について、提案審査および実施段階で事業化目標や進展状況の提出を求めなどのマネジメント方法を検討する。

### (3) 研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、別紙1の研究開発計画及び別紙2の研究開発スケジュールに基づき研究開発を実施するとともに、国内外の関連情報の収集及び調査等を行う。

研究開発項目は以下の通り設定する。

#### 研究開発項目① 新世代パワー半導体の開発 [委託事業]

①-1 酸化ガリウムパワー半導体の開発に関しては、必要な基盤技術を確立し、特定用途向けの新世代パワー半導体の開発及びモジュールの試作・評価を行い、新世代パワー半導体が実用化可能なレベルであることを実証する。

①-2 大口径のシリコンパワー半導体に、AI等の機能を持たせることにより、自動最適化や故障予知など、極めて高度な自己制御機能を持ったパワー半導体(インテリジェント・シリコンパワー半導体)を開発する。

#### 研究開発項目② 半導体製造装置の高度化に向けた技術開発 [委託事業]

半導体製造装置市場の中でも、特に市場規模が大きく、かつ我が国企業の競争力の維持・強化において、重要なドライエッチング装置や露光装置、成膜装置(CVD装置等)の性能や生産性の向上に必要となる半導体製造装置の革新的技術を開発する。また、ポストムーア時代において必要となる次世代製造装置として後工程における貼り合わせ技術をはじめとする三次元積層関連装置等の革新的技術を開発する。

上記に加えて、研究開発項目①や②に関連する内容で、2030年度まででは実用化に至らない可能性があるものの、2030年代にかけて有望と考えられる技術課題のうち、産業化の見通しが得られる技術について、先導的な研究開発(以下、「先導研究」)を実施する可能性がある。また、技術動向や市場動向等の変化等を踏まえ、必要に応じて、研究開発内容①や②に関連する内容を柔軟に追加・変更する。

## 2. 研究開発の実施方式

## (1) 研究開発の実施体制

プロジェクトマネージャー（以下「PM」という。）に NEDO IoT 推進部 野村 重夫を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理し、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

NEDO は公募により研究開発実施者を選定する。必要に応じて、実施期間中に複数回公募を行う。研究開発実施者の選定においては、課題解決への道筋やビジネス化へのストーリーを設定できていることを重視する。

研究開発実施者は、企業や大学等の研究機関等（以下「団体」という。）のうち、原則として日本国内に研究開発拠点を有するものを対象とし、単独又は複数で研究開発に参加するものとする。ただし、国外の団体の特別の研究開発能力や研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から必要な場合は、当該の研究開発等に限り国外の団体と連携して実施することができるものとする。

また、研究開発に参加する各実施者の有する研究開発ポテンシャルの最大限の活用により効率的な研究開発の推進を図る観点から、NEDO は国立大学法人東京工業大学 工学院 准教授 角嶋 邦之をプロジェクトリーダー（以下「PL」という。）として選定し、各実施者は PL の下で研究開発を実施する。

## (2) 研究開発の運営管理

NEDO は、研究開発全体の管理、執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時に把握し、必要な措置を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

### ① 研究開発の進捗把握・管理

PM は、PL や研究開発実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、必要に応じ、外部有識者で構成する技術推進委員会を組織し、定期的に技術的評価を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努める。各テーマの進捗、成果の事業化の見通し等を踏まえ、必要に応じ、加速、縮小、実施体制の再構築を行う。

### ② 技術分野における動向の把握・分析

PM は、プロジェクトで取り組む技術分野について、内外の技術開発動向、政策動向、及び市場動向等について調査し、技術の普及方策を分析、検討する。

なお、調査の効率化の観点から、本プロジェクトにおいて委託事業として実施する。

## 3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は、2021 年度から 2025 年度までの 5 年間とする。

## 4. 評価に関する事項

NEDO は、技術評価実施規程に基づき、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について、プロジェクト評価を実施する。

評価の時期は、中間評価を 2023 年度、事後評価を 2026 年度とし、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。

また、中間評価結果を踏まえ必要に応じて研究開発の加速・縮小・中止等の見直しを迅速に行う。

## 5. その他の重要事項

### (1) 研究開発成果の取扱い

#### ① 成果の普及

得られた研究開発成果のうち、共通基盤技術に係るものについては、プロジェクト内で速やかに共有した後、NEDO 及び実施者が協力して普及に努めるものとする。

#### ② 知的財産権の帰属、管理等取扱い

委託研究開発の成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・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、すべて委託先及び共同研究先に帰属させることとする。

なお、プロジェクト初期の段階から、事業化を見据えた知財戦略を構築し、適切な知財管理を実施する。

#### ③ 知財マネジメントに係る運用

本プロジェクトは、「NEDO プロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」を適用する。

#### ④ データマネジメントに係る運用

本プロジェクトは、「NEDO プロジェクトにおけるデータマネジメントに係る基本方針（委託者指定データを指定しない場合）」を適用する。

### (2) 基本計画の変更

PM は、研究開発内容の妥当性を確保するために、社会・経済的状況、国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、必要に応じて達成目標、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

本研究開発は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第 15 条第 1 号ニ及び第 9 号に基づき実施する。

(4) その他

受託者は、本研究開発から得られる成果の産業面での着実な活用を図るため、事業化への計画を立案する。事業の進捗等を考慮して計画の必要な見直しを行うとともに、研究開発期間中であっても、実用化が可能な成果については、迅速な事業化に努めるものとする。

6. 基本計画の改訂履歴

(1) 2021年2月制定

(2) 2022年2月改訂 PL名の記載、後工程における開発する技術範囲の明確化、誤植修正

## (別紙1) 研究開発計画

### 研究開発項目①「新世代パワー半導体の開発」

#### ①-1「酸化ガリウムパワー半導体の開発」

##### 1. 研究開発の必要性

酸化ガリウムパワー半導体は、日本発の技術で優位性があるが、海外の注目度が増しており、パワー分野の研究開発の取組が海外で増えつつあることから、早期に量産レベルの製品開発を実現し、市場投入と産業競争力強化を目指す。

##### 2. 研究開発の具体的内容

順方向抵抗が従来 SiC 製品比 80%以上減かつ実用化可能である特定用途向けの SBD デバイス・モジュール開発として、高品質のエピ層開発から、SBD デバイス、モジュールに至る技術を総合的に開発する。

##### 3. 達成目標

#### 【最終目標（研究開発の開始3年後）】

2023年度までに、特定用途向け酸化ガリウムパワー半導体を用いたデバイス・モジュールが実用化可能であることを実証する。

## ①・2「大口径インテリジェント・シリコンパワー半導体の開発」

### 1. 研究開発の必要性

脱炭素社会に向けて、世界的に電気エネルギー需要の急増が見込まれており、電力有効利用に向けたシリコン半導体の大幅拡大を見据えて、低コストでパワー半導体の増産を可能とする大口径（300mm）化を検討する必要がある。一方、e-モビリティや再生可能エネルギーの大量導入を円滑に実現するためにはパワーエレクトロニクスと Society5.0（IoT、AI、ネットワークコネクタ社会）を融合して、インテリジェント制御を行うことが重要であり、その結果、更なる省エネの実現が見込まれる。

### 2. 研究開発の具体的内容

シリコンパワー半導体の大幅増産に向けて、大口径（300mm）化とそれをベースにしたパワー半導体のインテリジェント制御に関する研究開発を行う。

### 3. 達成目標

#### 【中間目標】

2023年度までに、大口径（300mm）シリコンパワー半導体に、AI等の機能を持たせることにより、自動最適化や故障予知など、極めて高度な自己制御機能を持ったパワー半導体（大口径インテリジェント・シリコンパワー半導体）を開発する。

#### 【最終目標】

2025年度までに、大口径インテリジェント・シリコンパワー半導体の実用化可能であることを実証する。

## 研究開発項目②「半導体製造装置の高度化に向けた技術開発」

### 1. 研究開発の必要性

半導体製造装置分野においては、描画装置（マスクの描画）、コータ（レジストの塗布等）、塗布装置等の技術分野で日本企業は世界をリードしている。

国内半導体製造装置産業の国際競争力とシェアを確保し続けるためには半導体製造装置の中でも特に市場規模が大きく、かつ国内企業にも参画拡大の余地があるエッチング装置や露光装置、CVD装置の関連技術の開発に着目し、既存技術の延長線上にない半導体製造装置の早期開発が不可欠となっている。

### 2. 研究開発の具体的内容

半導体製造装置市場は、特に（i）ドライエッチング装置、（ii）露光装置、（iii）成膜装置の市場規模が大きく、今後の市場拡大が期待されている。また、ポストムーア時代において必要となる次世代製造装置として、後工程における（iv）貼り合わせ技術をはじめとする三次元積層関連装置が期待されている。本事業では、この（i）～（iv）の技術開発に取り組み、我が国の企業の国際競争力を維持・強化する

（i）ドライエッチング装置の市場は今後も拡大傾向である。これは、半導体の微細化によるパターンニングのマルチ化やメモリの3次元構造化に伴い、ドライエッチングの需要が加速度的に増加しているためである。本事業でドライエッチングの性能や生産性を引き上げる研究開発に取り組む。

（ii）露光装置の市場は海外勢が圧倒的な市場シェアを占めるが、検査装置やアライメント精度向上装置などの周辺装置においては我が国企業の競争力は依然として高い。そこで当該周辺装置における我が国の優位性を確保するため、次世代の露光プロセスにおいて求められる周辺装置の研究開発に取り組む。

（iii）成膜装置の市場は、海外勢が大きな市場シェアを占めるが、今後、半導体デバイスにおいて新構造や新材料の導入を機にシェアや売上高のゲームチェンジが起きる可能性がある。そこで、新材料や新構造の成膜装置の研究開発に取り組む。

（iv）ムーアの法則の終焉が叫ばれ、半導体デバイスの微細化に大きな進展が見込めない中、半導体構造を三次元化することで性能向上を図る動きが出てきている。そこで、後工程における三次元構造作製を可能とする、ウェハ同士やチップ同士の貼り合わせ技術をはじめとする三次元積層関連の技術や装置の研究開発に取り組む。

### 3. 達成目標

#### 【中間目標】

2022～23年度までに半導体製造装置の高度化に必要な基盤技術を確立する。

#### 【最終目標】

上記の確立した基盤技術を活用して、2023～25年度までに半導体製造装置を試作・評価し、実用化可能であることを実証する。

(別紙2) 研究開発スケジュール

	2021	2022	2023	2024	2025	2026
研究開発項目 ①	新世代パワー半導体の開発					事後評価
			中間評価			
研究開発項目 ②	半導体製造装置の高度化に向けた技術開発					