

小型で高性能な“どこでもパワーエレ機器” ——豊かな省エネ社会の実現のために

私たちが望む未来像の一つに「自然環境と、快適で便利な生活が共存する社会」があるだろう。家電製品から電車まで、さまざまな電子機器の省エネ化を実現してきたパワーエレクトロニクスは、そのような未来をつくるキーテクノロジーだ。

今後も世界のパワーエレクトロニクス市場は大きく成長する。世界に先駆けて次世代パワーエレクトロニクスの技術開発を行うことで、日本の産業競争力を高め、豊かな省エネ社会の実現に貢献していく。

次世代パワー
エレクトロニクス

どこでもパワーエレ機器で
豊かな省エネ社会

プログラムディレクター

大森 達夫

三菱電機株式会社
開発本部 役員技監

Profile

1980年東京大学工学系研究科修士課程修了。同年三菱電機株式会社中央研究所に入社。2003年同社、先端技術総合研究所、先進デバイス技術部長、05年SiCデバイス開発プロジェクト長、10年パワーデバイス製作所副所長、13年開発本部役員技監。

Tatsuo
Oomori

省エネ社会を支える パワーエレクトロニクス

エアコンや冷蔵庫を最新型に買い替えるだけで省エネになる。よく聞く話だが、実際、最新型の家電は以前の商品に比べて大幅に低消費電力化されている。それを支えるキーテクノロジーがパワーエレクトロニクスである。

パワーエレクトロニクスとは、電力の直流・交流を変換したり、電圧や周波数を調整したりなど、電気を適切に使えるように制御する技術だ。製品の外から見えなためあまり知られてはいないが、エアコンの「インバーター」もそれだといえ、十分に身近な技術であるとわかるだろう。パワーエレクトロニクスはこれまで数十年にわたって、さまざまな電子機器の高性能化、高効率化に貢献してきた「縁の下の力持ち」なのだ。

世界の電子化は急速に進み、パワーエレクトロニクスの世界市場は今後も大きく成長すると見込まれている。日本は現在、この分野では世界のトップを走っている。しかし、SIP「次世代パワーエレクトロニクス」のプログラムディレクターを務める大森達夫氏は言う。

「日本が今後も優位を保っていくには、次世代材料を中心にパワーエレクトロニクスをさらに高性能化し、用途や普及を拡大していくためのブレークスルーが必要です」

これまでのSi(シリコン)に代わる、SiC(炭化ケイ素)やGaN(窒化ガリウム)などの次世代材料の開発では欧米が先行している分野があるうえ、アジア諸国の追い上げも激しい。そこで本プログラムでは、いっそうの省エネルギー化の推進と日本の産業競争力の強化を図るため、次世代材料を中心に共通基盤技術を開発し、性能向上と用途と普及を拡大していくことを目指している。

シリコンに代わる 新材料技術を開発する

パワーエレクトロニクスの現在の用途は、家電製品からエレベーター、電車、ハイブリッド自動車まで、多岐にわたる。電気を使うところならどこにでもその役目があり、今後、活用範囲は確実に広がっていく。

「既存材料の性能向上と新材料の開拓、そして使いこなしの技術を開発して、次世代パワーエレクトロニクスを早期に実用化することで、人々の生活をよりよくしていけると考えています」と大森氏。

現在は、従来のSiより物質特性に優れたSiCの実用化が進みつつある。本プログラムでは、まず、SiCの高耐圧化や小型化、電力損失量の低減、信頼性の向上を図るため、産学官連携による研究開発ネットワークを構築して基盤研究を強化していく。

もう一つ、期待されている材料がGaNだ。2014年、青色発光ダイオードの材料として有名になったGaNは、パワーデバイスの分野でも注目されてきた。しかし、現在のGaNウエハの品質はパワーデバイスとしての実用化レベ

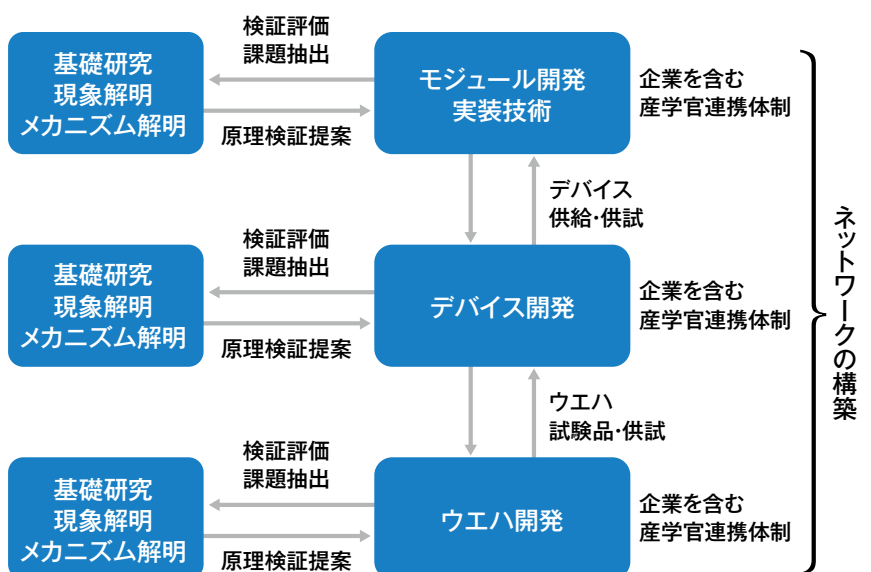
ルに達していない。欧米ではGaN関連の国家プロジェクトが始まっており、日本のパワーエレクトロニクス技術が今後も世界を牽引していくためにも、産学官連携の体制でGaNウエハとデバイスの高品質化に取り組む必要がある。

世界に先駆けて 使いこなしの技術開発を

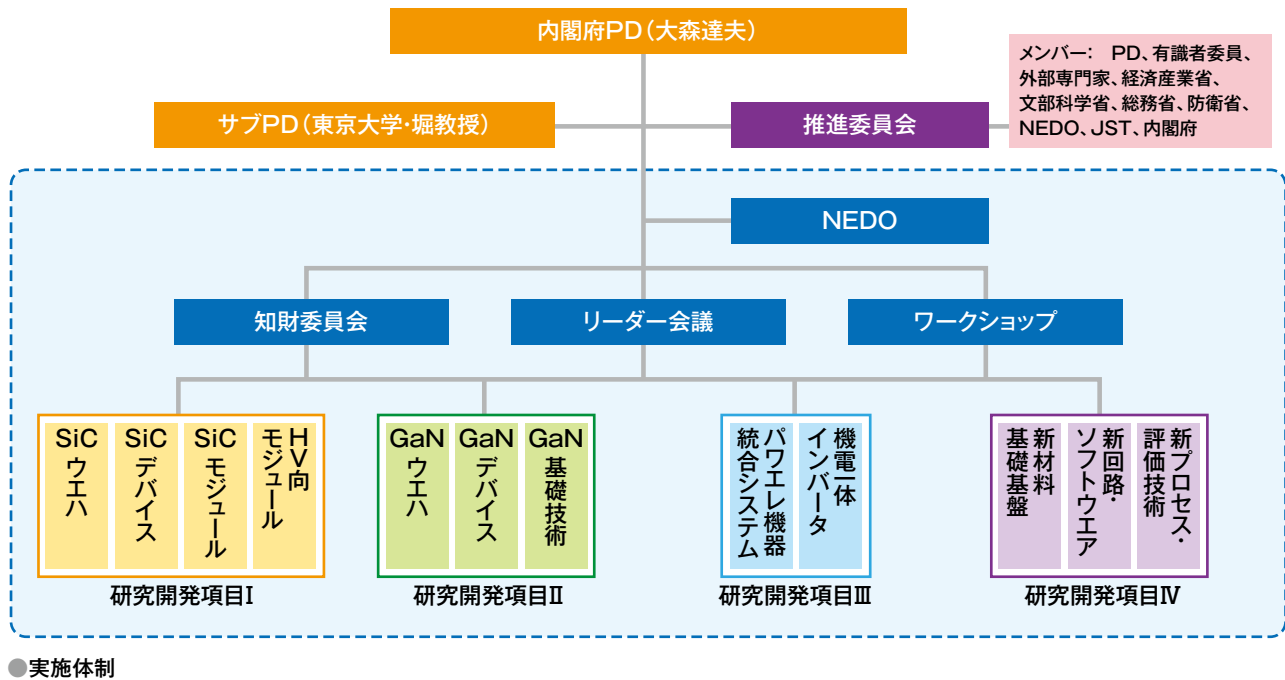
「さらに肝となるのが、使いこなしの技術の開発です」と大森氏。使いこなしの技術とは、例えば、複数のダイヤルを備えたアナログラジオを思い浮かべてほしい。ラジオを聴くときはダイヤルを回して周波数を合わせ、さらに音量等も調整して、最もよく聞こえるバランスを探っていく。同じラジオでも調整の仕方で、聞こえ方は全く違ったはずだ。

「それと同じように、そのパワーデバイスの性能を100%引き出すために調整していく技術が、使いこなしの技術です。感性がかかわる繊細な技術は、日本人に向いているところでしょう」と大森氏は語る。

このような新材料デバイスの使いこなしを進め、次世代パワーデバイスの



● SiCに関する拠点型共通基盤技術開発研究体制概念図



活用の幅を広げるために、9大学2企業が連携し、高効率・高性能電力変換システム等を実現する各種の回路技術やシステム実装技術を開発していく。

そして、さらに将来を見据えて取り組むのが、SiC、GaNの次を担う材料の開拓だ。ダイヤモンドやGa₂O₃(酸化ガリウム)という新材料に関する国内のトップ研究者を結集させ、新構造のウエハやデバイス、モジュールを作製し、革新的な性能の向上につながる基礎研究を行っていく。同時に制御回路やソフトウェア等も開発し、それらを組み合わせて高性能化を進めていく予定だ。

また、本プログラムでは評価技術の開発や、将来、この分野を担っていく次世代の人材育成にも力を入れていく。

日本の産業を強くして 元気で幸せな社会をつくる

現在国内で使われているパワーデバイスが、本プログラムが取り組む次世代のパワーデバイスにすべて置き換

わったら、省エネ効果はどれぐらいになるのだろうか。

「一つひとつの家電の省エネ量は小さいですが、“塵も積もれば”で相当な効果があるはず。ラフな計算ですが、東京の街全体の電力使用量に匹敵するほどの量を削減できると考えられます」と大森氏。

将来、より高性能なデバイスができ、低コスト化も実現できれば、鉄道や自動車など消費電力の大きい製品にも現在以上に導入されていく。さらに先の話になるが、再生可能エネルギーの送電時などの制御にも活用される時代が来るだろう。次世代パワーエレクトロニクスが普及すればするほど、当然、省エネ効果はより大きくなる。

そのような20年後、30年後、40年後、社会はいったいどのようになっているのだろうか。人々が期待するのは、どのような未来なのだろうか。現在、大森氏は次世代パワーエレクトロニクスのロードマップを作成するため、まずは目指すべき魅力的な未来の像を描こうと、国内外の有識者にヒアリングを重

ねている。

「人々の望む未来をつくるにはどのような技術を実現すべきか、どのようなデバイスや性能が必要なのか。未来社会の像からバックキャストで開発戦略を立てて開発を進めれば、日本の産業を強くしていけるはずだと考えています」と大森氏は語る。

電機メーカーや素材メーカーが高い競争力を持ち、その結果、日本全体が元気になり、人々にも幸せになってほしい。技術の力によって、自然環境と、便利で快適な生活が共存できる社会になってほしい。あらゆる電子機器の高性能化・省エネ化に役立つパワーエレクトロニクスの技術で、そのような社会を実現するのが、大森氏の夢である。

研究開発テーマ

1. SiCに関する拠点型共通基盤技術開発

SiC(炭化ケイ素)パワーエレクトロニクスの基盤技術を強化するため、中心となる研究機関のもと、産学官の関係機関がネットワークを構築する等により、効率的に研究開発を推進する研究開発拠点を構築し、SiCウエハ、デバイス、モジュールの高性能化、高機能化、高耐圧化を図るとともに、若手研究者の人材育成を行う。

2. GaNに関する拠点型共通基盤技術開発

GaN(窒化ガリウム)パワーエレクトロニクスの基盤技術を強化するため、産学官連携の研究開発拠点を構築し、革新的GaNウエハ製造技術、GaN縦型パワーデバイスのプロセス技術開発を行う。

3. 次世代パワーモジュールの応用に関する基盤研究開発

次世代パワーエレクトロニクス技術の活用を推進するため、性能を最大限に引き出すための回路や制御などの使いこなし技術と、応用技術、システム技術等の開発による高付加価値化を図る。

4. 将来のパワーエレクトロニクスを支える基盤研究開発

SiCやGaNを超える高性能なパワーデバイスの実現のため、 Ga_2O_3 (酸化ガリウム)やダイヤモンド等の新材料の開拓、新構造、新回路の開発等、革新的な性能向上につながる研究を行う。

出口戦略

✓ 戦略の検討・策定

目指すべき社会や、技術の新たな用途拡大や社会実装に向けた活動等の戦略を検討・策定し、パワーエレクトロニクスによる新たな産業・市場の創出を行う。

✓ 試作機による要求性能の実証

バックキャストした性能・仕様を満足できる技術が開発できたことを、機器の試作により、性能・品質・生産性での優位性を具体的に示して産業界での製品化開発を推進する。

✓ 成果普及に向けた活動

標準化をはじめとした成果普及に向けた活動を行う。また、構成部材の性能評価に最適な標準的試験方法等を検討し、標準化を推進する。各部品・材料の性能認証制度の検討を進める。

世の中に広く使われている電気機器の大幅な省エネ化・高性能化の技術を実現し、日本の産業力の強化や人材育成につなげていきます。

目指すべき社会を実現する パワーエレクトロニクスの技術開発と標準化を

