

# 巻頭言

## 環境・エネルギー課題を背景に拡大する パワーデバイスへの期待

Expectations for Power Devices Expanding Due to Environmental and Energy Issues

ゴラブ マジュムダール (鈴木ごうらぶ)

Gourab Majumdar (Gourab Suzuki)

半導体・デバイス事業本部 主席技監(工博)

Senior Fellow, Semiconductor & Device Group



世界規模で対処すべき問題である、エネルギー消費の増加と二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の大量排出が緊急事態に突入しています。増加する電力需要に対応しながらエネルギーを節約するには、発電から電力消費までの全ての段階で、エネルギー変換・貯蔵・利用に適用されているあらゆる機器やシステムのエネルギー効率を改善することが重要となっています。世界中で毎年消費される一次エネルギーの約40%は発電用であり、この数字は今後25年間で50%以上に増加すると予測されています。

また、これらの電力供給チェーン全体で何らかの形のエネルギー変換装置を介して処理される電気の割合は、2030年までに80%に達する可能性があり、現在の割合の約2倍になると推定されています。そのため、エネルギー変換・貯蔵・利用での課題に対処する機能を持つ、パワーエレクトロニクス(以下“パワエレ”という。)、マイクロエレクトロニクス、及びデバイスの役割が大変重要で注目を浴びています。パワーグリッドを利用した電力供給チェーンの各段階での電力制御・変換で、エネルギー効率を高める役割を発揮できるパワエレ技術の普及が望まれています。また、代替エネルギーや新エネルギー用途、及び家電や自動運転を含む電気自動車、電動航空機などの新分野では、パワエレ技術の適用が急増しており、従来の電鉄や産業用途での普及を含め、今後も持続的にその規模が拡大すると予想されています。

これによって、パワエレ適用機器や装置と、そのキーコンポーネントであるパワーデバイスの更なる技術的な革新や進化が重要とされています。パワーデバイスは1W(ワット)レベルの小容量領域から数百MW(メガワット)領域のパワエレ適用のシステムに対応できるよう、長期にわたり様々な種類に分かれて発展し続けてきました。中でも、近年特に注目を浴びているのが中・大容量のパワエレシステムに採用されているIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)モジュールやIPM(Intelligent Power Module)であり、これらのデバイスファミリーは様々な改良を通してシステムの高効率化、高性能化、小型・軽量化、高信頼性化などに大きく寄与してきました。現在、IGBTモジュールやIPMはパワエレ技術が適用されている産業用回転機器制御装置や電源設備、インバータ家電や他の民生用途、EV(Electric Vehicle)やHEV(Hybrid EV)を含む自動車用途や関連インフラ設備、及び電鉄用途などの様々な分野で採用されています。これらの応用分野では、パワーデバイスに対する共通的な要求である動作損失低減、

小型・軽量化や、高耐久性・高信頼性に加え、高短絡破壊耐量や幅広い安全動作領域を維持した使いやすさとパワー密度向上のニーズが挙げられ、要求レベルが年々高まっています。

三菱電機では、これらの要求に的確なソリューションを適用できるように主役のIGBTモジュールやIPMの性能向上や、新半導体材料として期待されているSiC(シリコンカーバイド)などワイドバンドギャップ(WBG)材料採用の最先端パワーデバイスの研究開発及び実用化を積極的に進めており、業界を牽引(けんいん)し続けられるよう取り組んでいます。

半導体材料としてSi(シリコン)を採用しているIGBTチップ技術はプレーナゲートのセル構造から始まり、トレンチセル構造、“CSTBT(注1)”を経て、極限薄ウェーハ技術適用によって高性能化を進めた第7世代CSTBTまでの実用化に至り、次の世代へ突入しようとしています。一方、極限薄ウェーハ技術と裏面パターンニング技術を複合化した新コンセプトの逆導通型IGBTであるRC-IGBT(Reverse Conducting IGBT)、又は優れた性能を持つRFC(Relaxed Field of Cathode)原理を生かした新ダイオードの開発実用化でパワエレ装置の高効率化、小型化など高性能化に大きく寄与しています。

新WBG半導体材料ファミリーの中では、特に、SiCが、その物性の優れた特徴から得られるデバイスの高温・高耐圧化でかつ高速スイッチング動作といったメリットを用いることでハイパワーデバイスの最も適切なポストシリコン材料として注目を浴びており、当社はこの分野では業界のパイオニアとして様々な用途向けの最先端SiCデバイスやモジュールの実用化に成功し、更なる発展を進めています。これら新デバイスの応用によって電力変換損失の大幅な低減や応用システムの飛躍的な小型・軽量化が実現可能になり、パワエレ適用システムの普及やエネルギー変換・貯蔵・利用での課題解決に大幅に寄与し、Siデバイスの適用が困難な用途を新たに創生する可能性を持っています。

このように、パワーデバイスの進化は今後も継続され、SiCやGaN(窒化ガリウム)などのWBG材料を使用して、高度なパッケージングソリューション、及びIPMをプラットフォームとしてIoT(Internet of Things)やAI(Artificial Intelligence)トレンドとの調和を図る新しい機能、及び新しいデバイステクノロジーをもたらすと期待されています。

(注1) キャリア蓄積層を形成したIGBT