

21世紀の産業・生活インフラを構築するパワーデバイス Power Semiconductor Devices Creating Industrial and Social Infrastructure for the 21st Century



東 実
Makoto Azuma

世界のエネルギー需要は3%から4%の割合で増加し続けていますが、今後アジアにおける消費の増大によって、一段と増加しそうです。この地球規模の課題に対して、エネルギー原料の非化石燃料化や環境保全などさまざまな分野で本格的な取組みが始まっています。その一つに電力エネルギーの効率的運用と省エネルギーにかかわる技術開発があります。

パワーエレクトロニクスと呼ばれるこの技術分野の目指すところは、電力の送配電の高効率化や、産業プラント、交通、家電におけるインバータ化による省エネルギーを実現することです。これらを達成するには、システムや機器のキー部品として、低損失で高速動作が可能な高性能パワーデバイスが必要です。まず、これまで当社がパワーデバイスの開発にどう取り組んできたかについて概観します。

当社が本格的に開発を始めた1970年代以来、大容量パワーデバイスの領域では、4.5kVから8kVまでの直流送電用光サイリスタを開発しました。これによって日本中の電力系統が一つにつながり、電力の安定供給が進展しました。また、2.5kVから6kVのモータ制御用大電力GTO (Gate Turn-Off thyristor) を世界に先駆けて開発しました。従来のサイリスタで必要であった転流回路を除去できるため、装置の小型・軽量化、省エネルギー化、低騒音化を実現し、鉄道車両への普及とともに産業用インバータへの応用が進み、社会的省エネルギーを加速しました。

2.5kV以下の中容量パワーデバイスの領域では、パワー

MOSFET (MOS型電界効果トランジスタ) と IGBT (絶縁ゲートバイポーラトランジスタ) を開発し、広い範囲の電源やモータ制御に使われて省エネルギー化を達成しています。さらに、小容量の領域については、パワーデバイスと制御回路がLSIのように集積化され、装置の小型・軽量化に貢献しています。

今回の特集では、21世紀の初頭までのパワーエレクトロニクス装置を担うパワーデバイスの一部を紹介します。大容量デバイスでは、光サイリスタ、GTOの超大容量化について、またポストGTOとも言うべき高耐圧MOSゲート素子であるIEGT (電子注入促進型トランジスタ) を、中容量デバイスでは、トレンチゲート構造を用いたIGBT、パワーMOSFETを紹介します。また小容量領域では、次世代の技術であるSOI (Silicon On Insulator) パワーIC技術について紹介します。

今後、環境問題対応や電気自動車の大衆化など、クリーンなエネルギーへの要求はますます増大することは明らかです。このため、より高度な制御に対応可能で、より低損失なパワーデバイスの開発が不可欠です。現在のデバイスはシリコンで作られていますが、材料物性値から予測すると10数年後にはデバイスの特性限界に到達してしまいます。ダイヤモンドやGaN (窒化ガリウム) をエミッタに用いた真空マイクロ素子やSiC (炭化ケイ素) を中心とする新材料の研究がすでに始まっており、21世紀のパワーデバイスとして大いに期待しています。