

パワーエレクトロニクスの進歩と パワーデバイス



由宇義珍*

Advanced Power Electronics and Power Semiconductor Devices

Yoshiharu Yu

要 旨

パワーエレクトロニクスという言葉が使われるようになったのは今から約40年前で、現在では、特に省電力、エネルギーの平準化、クリーン電力エネルギー発生等の新しいエネルギーシステムへの貢献には目を見張るものがある。

パワーエレクトロニクスを分かりやすく言い換えれば、電力エネルギーを効率良く利用するための変換及び制御技術であり、その核となる技術は、パワーデバイスと信号系の制御をつかさどるハードウェア(マイコン、DSP(Digital Signal Processor)等)とソフトウェアである。

このようなパワーエレクトロニクスは電力系統の発電・送变电応用に始まり、工場やオフィスの各種産業用電気機器、及び家庭用電気製品へと非常に広い応用分野に浸透している。電力の変換・制御を効率良く行うには、高電圧、大電流を高速で開閉できる電力用スイッチが必要である。この要求にこたえて登場した最初のパワーデバイスがサイリスタである。その後、電力用スイッチとしてのパワートランジスタが現れ、これらパワーデバイスは、サイリスタに代表されるラッチング動作のデバイスと、パワートランジスタに属する非ラッチングデバイスに進むことになる。

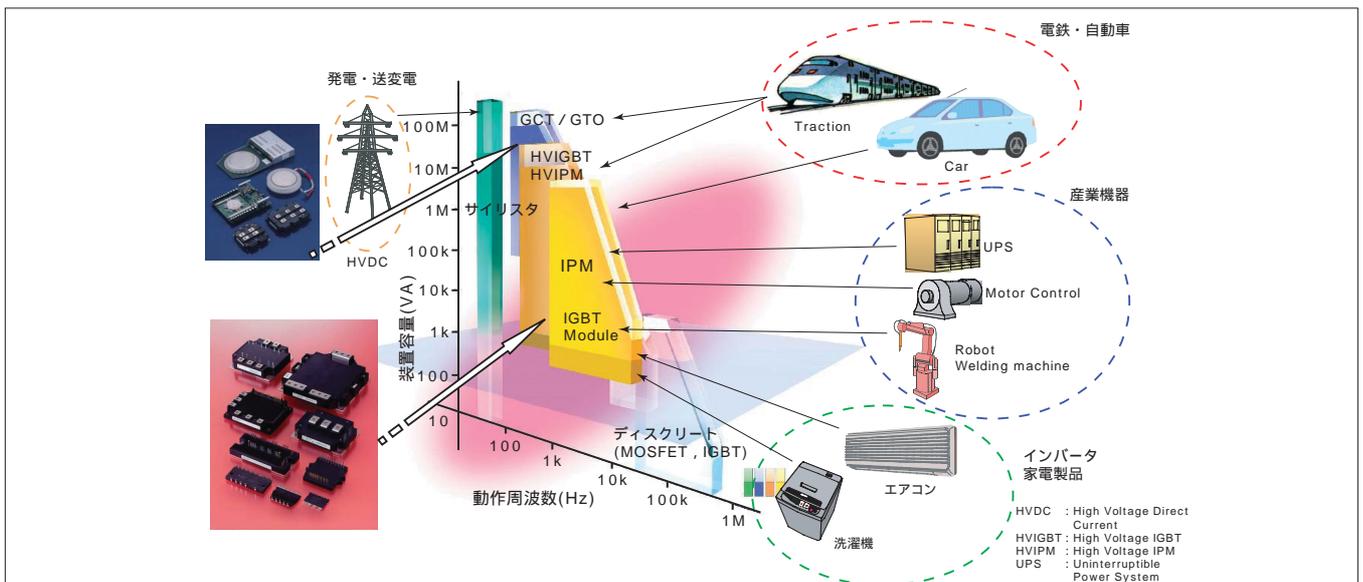
1957年に、ゲート信号でターンオン制御できるサイリスタが発表されて約半世紀後の現在、GTO(Gate Turn-Off)

サイリスタと呼ばれるゲート信号による自己ターンオフ機能を併せ持つデバイスへ、更に高周波性能に改善されたGCT(Gate Commutated Turn-off Thyristor)へと発展している。

また、高耐圧化の記録は、数年ごとに塗り替えられ、現在では一般のサイリスタで12kV、GCTで6.5kVが製品化されている。一方、トランジスタは、そのスイッチング性能の優位性が認められ、インバータ装置の性能向上や高パワー密度の進展に大きく寄与した。過去20年間に応用からの要求にこたえ、パワーMOSFET(Metal Oxide Semiconductor-Field Effect Transistor)、IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)へと変化し、さらに、集積型パワーデバイスであるIPM(Intelligent Power Module)へと発展している。

この特集号では、パワーエレクトロニクス応用装置として、鉄道車両、昇降機、各種インバータやサーボ及びIH(Induction Heating)調理器等の最近の技術動向を取り上げ、それぞれの応用におけるパワーデバイスの果たす役割について詳細に述べている。

本稿では、これらの技術革新が著しいパワーエレクトロニクスの進歩に関するパワーデバイスの技術革新を述べる。



広がるパワーエレクトロニクスとパワーデバイス

従来のバイポーラ系パワーデバイスからMOS系パワーデバイスへの変遷により、パワーデバイスの応用分野は拡大された。各パワーデバイスは、技術革新により、より高電圧に、より高速に、より低損失に発展している。これらの進歩したパワーデバイスは、パワーエレクトロニクスの進歩に貢献している。

*パワーデバイス製作所 応用技術統轄