

# 未来社会を支える パワーデバイス技術の進展



長山安治\*



マジウムダール  
ゴラブ\*\*



由宇義珍\*\*\*

## 要 旨

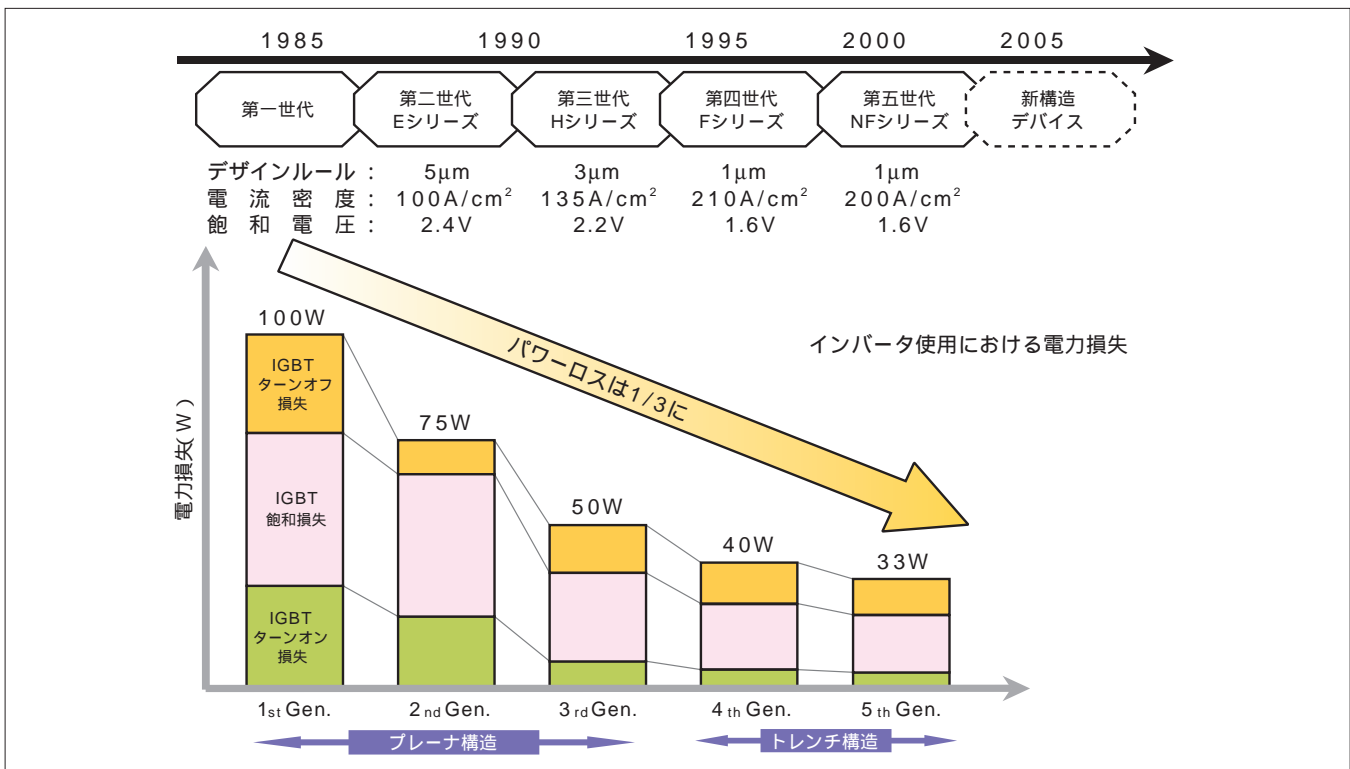
不透明な経済情勢の中にあっても、電気エネルギーを支える根幹であるパワーエレクトロニクス分野は確実にその技術開発を進歩させている。特にパワーデバイスは、地球環境や生活環境をより快適なものとするため、インバータ装置等の各種省電力機器や風力・太陽光・燃料電池発電等クリーンエネルギーの電力制御装置に欠かすことのできない半導体デバイスに成長した。

パワーデバイスの中でもIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)の技術革新は、ここ20年程度で飛躍的な成果を収めてきた。1980年代に製品化されたIGBTは、半導体メモリの超微細加工技術を取り入れながら、5 $\mu$ mからサブミクロンのデザインルールへと進歩し、2000年代に入ってチップの電流密度は約2倍、飽和電圧は約65%まで改良された。このようなIGBT技術の変遷は、電力損失を大幅に低減し、省エネルギー機器の電力変換効率向上に貢献している。

パワーデバイスの技術進歩でもう一つ忘れてならないの

は周辺回路の集積化による高性能・高機能化である。最近のインバータ用パワーデバイスで最も多く用いられているパワーモジュールは、IGBT等のパワーチップとその周辺回路とのコラボレーションによる製品である。つまり、駆動回路、電流・電圧・温度センサ及びそれら保護回路がIC(集積回路)に組み込まれ高機能・小型化を促進している。駆動回路はLVIQ(低電圧集積回路)からHVIQ(高電圧集積回路)へと進み、電流・温度等の各種センサもオンチップで搭載されるようになった。また、センシングや保護機能だけではなく出力電流の制御のための演算機能やdi/dtの制御機能が内蔵されるようになり、より高性能なインテリジェントパワーモジュール(IPM)と呼ばれる新しいコンセプトのパワーデバイスが実現している。

さらに、パッケージ技術も内部配線インダクタンスの低減やトランスファームールドパッケージの開発で、小型化のみならず、パワーチップの性能・機能を十分に発揮できるような開発が盛んである。



## IGBTモジュールの技術革新による電力損失の変遷

IGBTモジュールの各世代におけるチップ技術及びその性能の変遷により、インバータ応用での電力損失は飛躍的に改善されるに至った。これらの技術革新はインバータ装置の小型化・高信頼度化・高効率化に大きく貢献し、インバータ革命をもたらした。