巻/頭/言

パワーデバイス技術の現状と展望

Status Quo and Prospects of Power Semiconductor Technologies

ゴーラブ マジュムダール
Gourab Majumdar

地球人口の増加，デモグラフィの変化，新興国の経済発展などに伴い，エネルギー需要は増加の一途である。米国のシェールガス革命が大きなエネルギーソリューションとして注目を浴びているが，温暖化のソリューションにはなり得ない。両者のソリューションとして新エネルギーと言われる風力・太陽光などの再生可能エネルギーにも注目が集まっている。加えて，エネルギーの効率的な運用も重要になっている。2次エネルギーの4割以上が電力として幅広く利用されており，電力エネルギーの有効利用については，パワーエレクトロニクス(PE)電力変換技術の発展が必要不可欠である。

三菱電機では，省エネルギー化に貢献する様々なPE装置・機械のみならず，これら用途の核となるパワーデバイスを市場に供給し，持続的な発展を視野に研究開発を進めている。特にIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)モジュール及び最適な保護・駆動機能を含む周辺回路を取り込んだインテリジェントパワーモジュール(Intelligent Power Module：IPM)の性能・機能向上を進めている。これらパワーモジュールは，半導体チップの構造・プロセス設計だけでなく，高温化・高信頼性を追求したパッケージ技術もあわせて重要な技術要素を基に成り立っている。Si-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(キャリア蓄積層を形成したIGBT)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に至っている。一方，Si(Silicon)高速形ダイオードについては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RFC(Relaxed Field of Cathode)技術で低損失と高スイッチング性能を実現している。

近年，パワー半導体の素材をSiからSiC(Silicon Carbide)ウェーハに代えることで，高温・高耐圧化でかつ高速スイッチング動作に優れたデバイスの実現を目指してパワーMOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)やパワーSBD(Schottky Barrier Diode)チップを適用した600V～3.3kV／15～1,200A定格のパワーモジュールやIPMの開発・製品化を進めている。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パワーモジュール及びその応用システムの飛躍的小型・軽量化が実現可能となりパワーエレクトロニクス機器の大幅な進化に寄与し，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つ。例えば，高周波AC／AC変圧器リンクを組み込んだDC／DC変換装置適用のHV・MV・LVDC送電ネットワークや高周波電力変換制御適用の太陽光発電システム，又は，高温動作環境のHEV・EV用トラクション・システムといった応用である。そのため応用開発・設計側とデバイス開発側の強い連携が期待される。

機能の観点からは，IPMの進化によって，デジタル・アナログ混在の高機能HVIC・LV-ASIC技術や周辺回路技術を搭載した自己動作診断機能や上位制御回路との高度な通信機能及び周辺回路の内蔵化など，更なるユーザーフレンドリーな製品を目指していく。このように幅広い応用分野で使用されるパワーデバイスは，チップ・パッケージ・制御回路の集積化など幅広い技術を駆使することで今後の安定した社会の発展に寄与していく。

◆半導体・デバイス事業本部 役員技監(工博)　Fellow, Semiconductor & Device Group