

エネルギーを効率的に利用するパワー半導体

◆ IECの今年度版白書は「エネルギーを支えるパワー半導体」

2023年10月17日、国際電気標準会議（IEC）は、「エネルギー社会を支えるパワー半導体」というタイトルの23年度版IEC白書を発行した。パワー半導体の国際規格や認証制度の整備・拡充の必要性に関する提言を、三菱電機がプロジェクトリーダーとなり取りまとめた。IEC白書は年に一度、国際規格整備が必要となる電気・電子・電機技術分野の技術や市場動向をまとめ提言している。白書でパワー半導体を取り上げられるのは今回が初である。

パワー半導体は、電力を制御、変換するデバイスで、スマホやPC、テレビ、エアコン、産業機器などに幅広く使用されている（図.1）。効率よく変換することで、エネルギーの有効活用に貢献するため、50年のカーボンニュートラル実現に必要なキーデバイスとして注目を集めている。

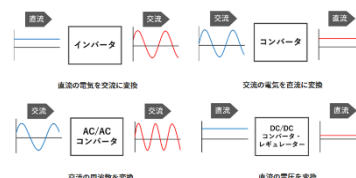


図.1 パワー半導体の機能

出典：レゾナック

再生可能エネルギーや電気自動車（EV）などへの新たな応用に加え、SiC（炭化ケイ素）やGaN（窒化ガリウム）、Ga₂O₃（酸化ガリウム）などワイドバンドギャップを持つ新材料も使われる。一方で、必要とされる国際規格や認証制度の整備が追いついていないのが現状である。

◆ 低コスト縦型GaNパワーデバイス実現につながる新技術を開発

23年9月5日、OKIは信越化学と共同で、低コスト縦型GaNパワーデバイス実現につながる新技術を開発したと発表した。GaNパワーデバイスには、シリコンウエハー上にGaNを結晶成長させる「横型」と、GaN基板をそのまま使用する「縦型」がある（図.2）。シリコンウエハーを用いる横型は比較的 low コストでGaNの高周波特性を得られるものの、その薄さから650Vを超える高耐圧を求める場合には不向きであった。一方、縦型は横型に比べ高電圧、大電流に適するが、GaNウエハーが高価かつサイズも2~4インチ程度と小口径であるなど、コスト面の課題があった。

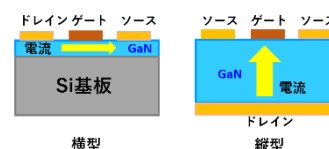


図.2 GaNデバイス構造

新技術は、信越化学が独自改良したQST基板上で成長した単結晶GaNを、OKIが

開発した「CFB (Crystal Film Bonding) 技術」によって剥離し、異種材料基板へ接合するというものである。これによりGaNの縦型導電が可能な異種材料基板の形成とウエハーの大口径化を同時に実現できる。QST基板はGaNと熱膨張係数が同等であるため、反りやクラックの抑制が可能である。この特性から、8インチ以上のウエハーでも高品質な厚膜GaNの結晶成長が可能となり、大口径化の課題を解決する。一方、OKIのCFB技術は、このQST基板から高デバイス特性を維持した状態でGaN機能層のみを剥離することが可能である。さらに、GaN結晶成長に必要な絶縁性バッファ層を除去し、「オーミックコンタクト」(オームの法則に従った線型の電流-電圧曲線を有する電気的接合)が可能な金属電極を介してさまざまな基板に接合できる。これらの技術によってGaN層を放熱性の高い導電性基板に接合することで、高放



図.3 新技術の概要

出典：OKI

熱と縦型導電の両立が可能となる (図.3)。

同等コストの2インチのGaN基板と比較すると、6インチQST基板で結晶成長させたGaNを10倍確保できるので、コストを約10分の1に低減できる。

OKIのCFB技術は、6インチGaN層の厚み7 μ mまで対応実績があり、8インチや高耐圧に必要な20 μ mの厚み対応は今後の開発課題である。

◆三菱ケミカルグループは4インチGaN基板を24年に量産予定

三菱ケミカルグループは24年にも、4インチのGaN基板の量産を始める。新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の「戦略的省エネルギー技術革新プログラム」において、日本製鋼所と三菱ケミカルは、高品質なGaN基板の低コスト製造技術「SCAAT-LP」を用い、量産に向けた結晶成長の実証実験を進めていた。新たな製造技術で生産性を高め、GaN基板のコスト低減を狙う。「SCAAT-LP」は三菱ケミカル独自の液相成長法 (Super Critical Ammonia Technology:SCAAT) の約半分の圧力条件となる低圧酸性アモノサーマル技術を利用した新製造技術だ。

次世代パワー半導体で、エネルギーの効率的利用が加速する。 【成田誠】