

パワー半導体 SiC の進展と将来

Progress and Future of Power Semiconductor Si

京都大学 松波 弘之

Kyoto University

E-mail: hmatsumami@maia.eonet.ne.jp

社会の進展と共に、使いやすい電気エネルギーへの依存度が高まっている。電気エネルギーの利用には、発生から末端利用までの間に、輸送時の交流・直流変換など、電圧や周波数を変換する箇所で、また、末端では、電気・電子機器、家電製品、鉄道などの利用面で多数の半導体パワーデバイスが使われている。ハイブリッド車や電気自動車においてもパワーデバイスがなくてはならない。これら半導体パワーデバイスを低損失化、高性能化できれば電力利用が大幅に節減され、その波及効果は、省エネルギー（創エネルギーに通じる）、環境負荷低減など、グリーンイノベーションへの寄与ができよう。

現在のパワーデバイスは、ほとんどが半導体 Si で作製され、微細加工技術を駆使して高性能化が図られてきた。しかし、今や Si の物性に起因する性能限界に近づいているので、今後の飛躍的な発展は望めず、ワイドギャップ半導体 SiC への期待が大きい。

SiC の絶縁破壊電界は Si のそれより約 1 桁大きいので、同耐圧の Si デバイスに比べて厚さが 1 桁小さくできる。デバイス動作時の熱損失の原因となる活性領域の固有オン抵抗は、絶縁破壊電界の 3 乗に反比例するので、電子の移動度の差を考慮して、SiC では Si に比べて 2 桁半程度小さくできる。SiC は Si の約 3 倍大きな禁制帯幅をもつので、パワーデバイス使用時に発生する熱による高温でもキャリア発生が著しく少ないので特性変化が小さい。温度上昇に余裕があるので、扱える電流密度も大きくでき、小さなデバイス面積で済む。加えて、SiC は熱伝導率が大きい (Cu 程度) ので熱放散がよく、機器の冷却が空冷ですむとされている。動作温度も 250 °C 程度まで上げられる (Si の上限 ~125 °C) ので、各種のパワーモジュールが、小型、低損失で、簡易冷却システムとなり、その早期実現が囑望されている。

本シンポジウムでは、バルク結晶、エピタキシャル成長の現状、SiC パワーデバイス、システム応用例を知り、今後の研究開発課題や技術展開を展望する。