

ダイヤモンドと異種材料の接合による高放熱性能を持つパワーデバイスの開発と高出力実現

大阪公立大学工学研究科電子物理系専攻 梁 剣波、重川 直輝
東北大学金属材料研究所 大野 裕

近年の AI や 5G 通信技術などの実用化により、半導体素子の小型化、高集積化、高性能化が進んでいます。これに伴い、素子の単位面積当たりの発熱量も増大による素子の温度上昇を引き起こす。そのため、熱管理は半導体素子の最大出力と高信頼性を確保する上で非常に重要な要素となっている。ダイヤモンドは、非常に高い熱伝導率を持つことで知られており、放熱基板としての優れた特性を有している。ダイヤモンド基板を使用して GaN トランジスタなどの半導体素子との一体化に関する研究が行われている。これまでの研究では、GaN 裏面に誘電体の遷移層を形成し、それにダイヤモンドを堆積する方法や、接着層を使用して GaN をダイヤモンド基板に接合する方法が提案されてきた。しかしながら、これらの技術には、高い熱抵抗や低い結晶品質の問題が生じるため、期待されていた放熱性が得られていない。我々は Si 基板上に結晶成長した GaN 層を Si 基板から剝離し、ダイヤモンドと接合した。接合後に高い温度の熱処理を含むプロセスを経て、GaN トランジスタを作製した。ダイヤモンド上に作製したトランジスタが Si と SiC 基板上に作製された同一形状のものとは比べ、最大 4 倍の放熱性の向上が実現できた。さらにダイヤモンドと接合した試料が 1100°C の熱処理にも耐えることを実証した。これらの研究成果は、ダイヤモンド基板を活用した半導体素子の放熱性能を最大限に引き出し、高性能なデバイスの製造を実現する可能性を示す。さらなる研究と技術開発によって、ダイヤモンド基板を使用した GaN ベースの素子の量産化と放熱性能の向上が期待される。これにより、半導体素子の高性能化と高信頼性の両立が可能となり、AI や 5G 通信技術などの応用分野においてさらなる進展が期待される。