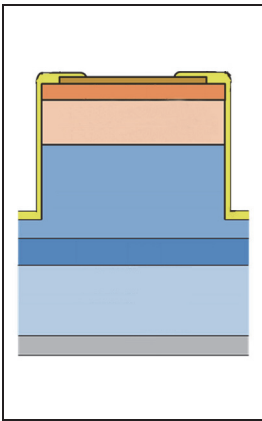


パワーモジュール用絶縁基板開発に向けた銅／窒化物セラミックスの接合技術

三菱マテリアル株式会社
大橋東洋，寺崎伸幸，高桑 啓



1. はじめに

地球環境問題が深刻化する中で、太陽光発電や風力発電などの新エネルギーの導入が急速に拡大しつつある。また電力部門だけではなく産業部門，民生部門，運輸部門など電力需要の立場からも徹底した省エネが求められている。特に自動車産業においては，脱炭素社会の実現に向けて，ガソリン車やディーゼル車からハイブリット車や電気自動車へのシフトが見られている。これらに共通するエネルギーを効率的に利用するための装置がインバータである。インバータとは直流電流を交流電流に変換する装置であるが，インバータの導入により従来のオン・オフ制御とは異なり，必要な時に必要なだけの電力で稼働可能となるため省エネに繋がる。このインバータを動作させるために使用される半導体製品がパワーモジュールである。

図1に一般的に使用されているIGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 素子を使用したパワーモジュール構造の模式図を示す。IGBT 素子がスイッチング動作を行うことによって直流は交流に変換され，その動作時に損失による熱が発生する。その熱は絶縁基板，ベースプレート，ヒートシンクを通じて冷却器側に放熱されている。ここでパワーモジュールに使用される絶縁基板には高い絶縁性だけではなく，高い熱伝導性も求められる。くわえて環境温度変化への耐久性も求められ，温度サイクル試験，パワーサイクル試験といった信頼性試験の規格を満足する必要がある。

パワーモジュール用絶縁基板は Al や Cu などの回路（金属）層とセラミックスや樹脂などの絶縁層から構成されている。回路層として Cu，絶縁層として高い熱伝導性を有する窒化アルミニウム (AlN) や破壊靱性に優れた窒化ケイ素 (Si₃N₄) などの窒化物セラミックスの適用が好まれる。当社では信頼性の高い絶縁基板を目指して，銅／窒化物セラミックスの新規接合技術の開発を進めている。本稿ではその接合技術と作製した接合体の特性について紹介する。

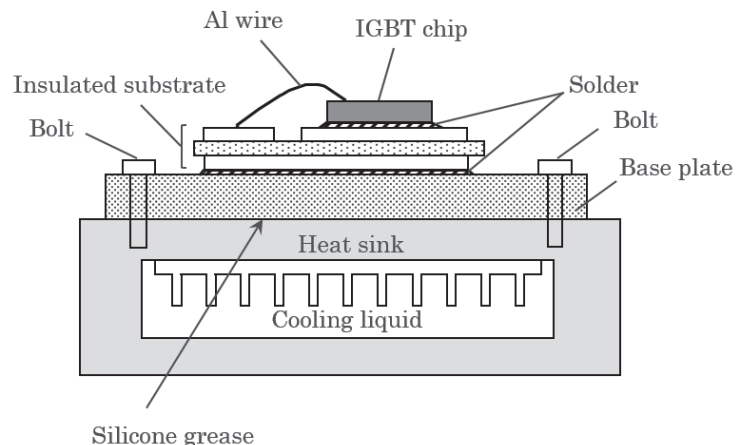


図1 IGBTパワーモジュール構造の模式図¹⁾

2. Ag系接合材による銅／窒化物セラミックス接合

銅／窒化物セラミックス接合における代表的な手法として直接接合法がある。これは例えば Cu と AlN との接合において，Cu-Cu₂O 共晶液相を接合材として利用する方法である。しかしながら，AlN に対しては Cu-Cu₂O 共晶液相の濡れ性が低いため，AlN 表面の改質が必要となる。一方，この濡れ性の課題を解決した接合方法が活性金属法である。この方法では AlN との濡れ性を改善するために活