

半導体パワーモジュール絶縁基板の 部分放電現象観察と耐電圧向上課題

Observation of Partial Discharge Propagation on Substrate in Semiconductor Power Modules and Design for High Voltage Device

早瀬 悠二^{*1} 山城 啓輔^{*1} 高野 哲美^{*1} 外菌 洋昭^{*1}

^{*1}富士電機株式会社

by Yuji HAYASE^{*1}, Keisuke YAMASHIRO^{*1}, Tetsumi TAKANO^{*1}, Hiroaki HOKAZONO^{*1}

^{*1}Fuji Electric Co., Ltd.

【概要】

本論文は、半導体パワーモジュールパッケージ（以下パワーモジュール）の高エネルギー密度化に関するものである。近年の動向として、より高エネルギー密度のパワーモジュール要求に応えるために、Si チップより高電圧・高温で動作可能な SiC チップの適用開発が急がれている。チップと絶縁を保ちつつ熱を逃がす構造材としてセラミック絶縁基板が利用されている。筆者らは、高電圧絶縁分野、材料の電氣的破壊形態に着目して研究を行ってきた。今回、絶縁基板の部分放電観察結果を中心に、より効果的な絶縁基板の高耐圧化に関する知見を報告する。

実験結果と観察結果の付き合い合わせにより、絶縁基板の三重点形状と部分放電電圧は相関があり、三重点の改善により基板厚を増加させずとも部分放電電圧の向上が可能であることが示唆された。高パワー密度化のためには、従来の部分放電消滅電圧よりも部分放電開始電圧の特性を発揮する設計思想が必要となる。また、三重点への水分吸着と封止後のガス化は、ゲルの硬化不良や剥離に繋がるため絶縁封止前のプロセスで除去し、封止時まで保つことが必要である。

パワーモジュールパッケージの高エネルギー密度化のための絶縁基板の高耐圧化に関する指針を示した。絶縁基板の高耐圧化には、絶縁部の厚みを増すのではなく、最弱点を形成しない構造と、製造プロセスを構築することが最も重要である。部分放電は絶縁基板の三重点より発生している。三重点に形成される欠陥、ガス・水分吸着の要因を低減させるために、セラミック材料、接合ろう材厚、絶縁基板真空接合工程(プロセス温度勾配, 導入ガス), エッチング処理工程, 洗浄・乾燥工程, 絶縁封止前工程, 封止材料に関し, 部品・材料メーカーとアセンブリメーカー双方のより深い理解が必要である。