

車載用パワー半導体モジュールにおける高信頼接合技術

両角 朗

富士電機株式会社

電子デバイス事業本部 開発統括部 パッケージ開発部

【 講演概要 】

パワーエレクトロニクスの主な使命は省エネルギーの実現である。このパワーエレクトロニクスの最たる適用分野が自動車(EV/HEV)である。自動車に搭載されるパワーエレクトロニクス機器には優れた走行性能を確保するため小型・軽量化が求められる。さらに使用環境の過酷さと安全性より高い信頼性が求められる。電力変換の役割を担うパワー半導体デバイスにおいても小型・軽量・高信頼性が求められ、これら要求に応える一つの方法としてパワー半導体モジュールの直接水冷化が挙げられる。

本講演では、パワー半導体モジュールと冷却器とを接合する接合材料に比較的熔融温度が制御可能で高温特性に優れる Sn-Sb 二元合金(はんだ)を用い、はんだ接合部信頼性に対する Sb の影響の検討について述べる。Sn-Sb 合金の引張強度は、Sb 量とともに高強度になる。これは、Sb の Sn 中への固溶による固溶強化と SbSn 化合物の析出による析出強化の複合強化機構が作用している。さらに、Sb を過剰に添加した過飽和組成の Sn-Sb 合金では疲労強度が SbSn 析出化合物の大きさに影響し、粗大な SbSn 化合物ははんだ亀裂進展を偏向(停留)させる効果がある。これは析出強化と粒子分散強化の作用によるものと推察される。

過飽和組成である Sn-13wt.%Sb はんだを窒化ケイ素セラミック基板とアルミ冷却器との接合に適用した直接水冷パワー半導体モジュールは、車載要求の冷熱サイクル寿命 2,000 サイクルを超える優れた接合部信頼性を達成した。

※ EV: Electric Vehicle, HEV:Hybrid Electric Vehicle