

はんだ接合部におけるサーモマイグレーション

株式会社クオルテック 大矢 怜史

【緒言】

近年、200 °C以上で動作可能である SiC パワーモジュールの実用化が進んでいる。SiC パワーデバイスの特徴として、Si パワーデバイスに比べて高温で動作可能であることから、パワーモジュール内の温度勾配がより大きくなってきた。これにより原子が一方向に拡散するサーモマイグレーション(Thermomigration:TM)がはんだ接合部で発生する懸念が高まってきた。はんだ接合部での TM の研究はフリップチップ接続部を中心に行われており、Sn, Cu, Ni 等の TM が発生する温度勾配と移動方向が報告されている。しかしながら、SiC パワーモジュールのはんだ接合部を対象とした TM に関する研究は我々が知る限り報告されていない。そこで、本研究では温度勾配を可視化可能な TM 試験機と温度勾配を制御可能な TM 試験サンプルを開発し、TM がはんだ接合部(Ni-P/Sn-0.7Cu/Ni-P)に及ぼす影響の調査を目的とした。また、TM 試験サンプルでのエレクトロマイグレーション(Electromigration:EM)試験に加え、TM 試験と EM 試験を同時に実施した結果も報告する。

【講演内容】

TM 試験時の Hot 側となる Ni-P/Sn 界面近傍の温度(Hot 側温度)を 150-200 °Cとした場合、175 °C(温度勾配 568 °C/cm)、200 °C(873 °C/cm)では Ni が Cold 側へ移動し、TM の発生が認められた。しかし、Hot 側温度 150 °C(415 °C/cm)では TM の発生は認められなかった。そこで、TM 試験サンプルをより大きい温度勾配が得られる構造に変更した結果、150 °C(2072 °C/cm)では Ni の TM が発生した。このことから、TM 発生の有無は Hot 側温度と温度勾配に依存することが示された。次に、TM 試験サンプルにて 200 °C雰囲気下で EM 試験(2 - 30 kA/cm²)を実施した。2 kA/cm²以上では Anode 側への Ni の EM が発生し、電流密度の増加に伴い Ni の EM は顕著に促進された。

最後に、Hot 側温度 200 °C(2702-3496 °C/cm)、電流密度 0 - 30 kA/cm²の条件にて TM&EM 試験を実施した結果、電流密度の増加に伴い TM 発生→マイグレーション未発生(5 kA/cm²時)→EM 発生へと変化した。この結果は先行研究で提案されている EM と TM の駆動力を表す式からも合理的に説明できることが判明した。