

SiCパワーデバイス用高温耐熱実装技術

～ Micro-Al/Nano-Ni (MANN) 高温耐熱接続技術～

Keyword : 高温耐熱接合剤、半田代替材料、SiCパワーデバイス実装、応力緩和型接合構造

■ 研究シーズの目指すところ

省エネルギーデバイスとして注目されてきたSiCパワー半導体は電気自動車などへの本格的な採用が始まり、実用化が急速に進展している。SiC等のワイドバンドギャップ半導体は、高温での使用が可能ことから、従来広く使用されてきた半田などの実装接続材料に代えて、あらたな高融点材料による接合が望まれてきた。銀ナノ粒子による接合は比較的低温で焼結接合が可能で、焼結後はバルク材の融点となり、高耐熱性を有することから、実用化が始まっている。しかしながら、ナノ金属材料は、いずれも焼結後は延性に乏しく、高硬度となることから、熱応力に対する信頼性が十分でない。また焼結時にボイドの生成の制御が特に大面積に対して問題とされている。本技術はこれらの課題を解決すべく、75vol%Al (マイクロサイズ)粒子と25vol%ナノNi粒子のコンポジットペーストを開発した。ハンダやナノAg材料に代わる高耐熱接合材としてパワーデバイスのチップ接合材、ヒートシンク接合材等への適用を目指している。

(特許:日本/6384894,6384895,6061427,7198479 米国/US9960140B、US11810885 他)

■ 研究シーズの特徴

直径100nm以下のNi粒子は300℃以下の温度で焼結を開始する。しかし接合材としての適用はナノAg材料と同様、焼結後高硬度となることやボイドが内包されることが課題。ここではマイクロサイズのAl粒子を混合することで、焼結層の変形能を付与すると同時にAl粒子が格子を形成することで、粗大ボイドの形成を抑制することに成功した。またナノNi粒子は大気中でAlと強固な接合が可能であることを見出している。界面に薄い複合酸化膜を形成することによる特徴的な接合機構を発現する。右図(a)ダイボンディングへの適用模式図、(b)シエア試験時の応力・ひずみ曲線、(c)接合断面SEM。

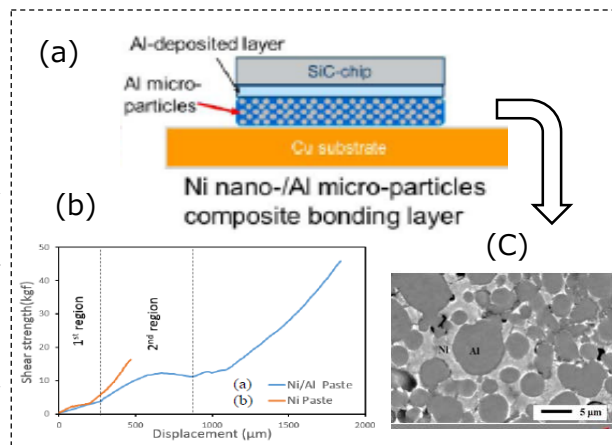


図.MANN コンポジットペーストによる高耐熱接合

期待される活用シーン

● 背景 (課題)

パワーデバイスの高電流密度化にともない、動作時の温度が高温化すると同時に熱サイクルによる実装材料の疲労劣化が課題となる。低融点のハンダ代替材料が求められてきた。種々の高融点材料化への移行の取り組みが検討されてきたが、コスト、信頼性等に課題が残されている。

● 応用展開可能性

本技術は熱応力を緩和できることに加え、ガスボイドを抑制できること、大気中での接合がより強固であることから、高耐熱性を有するパワーデバイスの接合材のほか、高耐食性が必要な太陽電池インターコネクターの電極接合材としても優位性を有する。Agナノ材料に対しては低コスト化のメリットも大きい。

■ 研究者情報

学 部 名 : 情報生産システム研究センター
研究者名 : 巽宏平
職 位 : 名誉教授、招聘研究員
研究領域 : マテリアルインターコネクション
住 所 : 北九州若松区ひびきの2-2-307
T E L : 093-280-2864
U R L : <https://tatsumi.w.waseda.jp/>



■ 想定される関連企業

- ・パワーデバイス、モジュール実装
- ・ナノペースト接合材料
- ・半導体実装 ・太陽電池関連

■ 参考文献

- ・Keiko Koshiba 他 Japanese Journal of Applied Physics, Vol.62 (1), p.16507, 2023.
- ・Yasunori Tanaka, 他 , Transactions of JIEP Vol. 15, p (E21-004)1-11, 2022