

次世代パワーデバイスに向けた 高耐熱実装技術の開発

Development of thermostable packaging technologies for next generation power devices

研究分野
先端実装材料
研究者



菅沼 克昭 ○
K. Suganuma
菅原 徹
T. Sugahara
酒金 婷
J. Jiu
長尾 至成
S. Nagao

キーワード Keyword

焼結接合、銀接合、次世代半導体、パワーデバイス
sinter joining, silver bonding, next generation semiconductors, power devices

応用分野 Application

自動車、鉄道、分散電源、各種産業機器、その他電子デバイスへ電源および電力変換技術
electric power conversions for vehicles, train-cars, distributed power sources, various industrial machines, and electronic devices

目的・期待される効果

- 電力変換デバイスの高効率化による、さらなる省エネルギー社会の実現
- 小型化、高信頼性のある電子デバイスによる分散化、車載化技術などの実現

研究開発段階

基礎

実用化準備

実用化

研究内容

概要

SiCやGaN等の次世代ワイドバンドギャップ半導体は、Siを基本に積み上げられた半導体電力変換技術をさらに高効率化、小型化する実力を秘めています。その潜在力を引き出すには実装技術の進歩が必要です。具体的には、これらワイドバンドギャップ半導体の高耐熱、高耐圧特性を十分に活用するために、大きな電流密度と高電圧、高熱に耐えられる実装材料が求められています。耐熱については、従来用いられてきたはんだによる接合は使用不可であり、鉛フリー化の大きな流れとともに、耐熱・放熱・電気伝導度のすべてにおいて優秀な接合技術が求められています。

我々の研究室では、銀フレーク粉末の焼結接合を主に、様々な高耐熱接合技術を開発し、応用化を進めています。

技術内容

一般に、金属粒子は粒径が小さくなるほど融点が下がって焼結しやすくなります。半導体用の金属ペースト焼結技術は、この原理をもとに焼結温度を従来のはんだ接合温度近辺まで下げ、かつ接合後の耐熱性を確保するものです。特に、銀粒子の場合には、200°C前後で熱還元により酸化物が分解するため、実用化にもっとも近い結果が出ています。また、球形粒子の場合には粒子同士が点接触しており、加圧に補助なしには焼結ネックの生成が遅いです。フレーク状の粒子を用いたり、粒径が異なる粒子を混合することにより、焼結状態を制御できます。これらの条件を最適化することで、高耐熱半導体実装技術に最適な焼結銀ペーストを開発しています。

一方で、銀以外の金属粒子、例えば銅粒子も焼結が可能です。銀より硬な金属の場合は酸化の問題がさけられず、表面酸化物の抑制が最も重要です。我々は、粒子の構造やペースト溶剤や接合雰囲気などを制御する方法で、焼結接合を実現しています。

特長(優位性)

銀や銅は金属の中でも非常に高い電気伝導度と熱伝導度をもつので、これらを用いた接合技術は、パワー半導体の実装技術に適しています。実際に動作するSiCやGaNのデバイスやモジュールを作成し、その優位性の実証を進めています。これらの耐熱実装技術を基に、より効率的な冷却構造を提案するとともに電源回路を構成する他のパーツについても実装技術の展開を進め、パワーモジュール全体の小型化と効率化を進めています。

【論文 Paper】

- [1] H.Zhang, S.Nagao, K.Suganuma, Addition of SiC Particles to Ag Die-Attach Paste to Improve High-Temperature Stability; Grain Growth Kinetics of Sintered Porous Ag, J.Electron. Mater. 44 (2015) 3896-3903.
- [2] C.Oh, S.Nagao, T.Kunimune, K.Suganuma, Pressureless wafer bonding by turning hillocks into abnormal grain growth in Ag films, Appl. Phys. Lett. 104 (2014) 161603.

【特許 Patent】

- [1] 接合構造体、及び接合構造体の製造方法、国内・国際特許出願 PCT/JP2015/052999
- [2] 銀焼結接合とシアネートエステル化合物および/またはマレイミド化合物を用いた半導体装置、特願2015-067438