

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
FS ステージ シーズ顕在化タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: 次世代高温パワー半導体を実現するボイドフリー超塑性はんだ接合技術の開発
プロジェクトリーダー	: 千住金属工業(株)
所属機関	: 千住金属工業(株)
研究責任者	: 大貫仁(茨城大学)

1. 研究開発の目的

パワー半導体市場は、太陽光発電、電気自動車、ハイブリッド自動車市場等に向け拡大の一途をたどっている。性能面では、小型、低損失、高出力および高温動作化が追及されている。パワー半導体(SiC)の性能向上を妨げている最も大きな原因の一つは、デバイス/基板の接合面におけるはんだの耐熱性が低く、現状ではたかだか 300°C以下程度であるという点が挙げられる。今回、この問題のブレークスルー技術として、特許取得済の、再熔融温度が 430°Cの耐熱性を有する共析 Al-78wt%Zn 超塑性はんだを用い、超塑性現象を利用する新規ボイドレス固相接合技術及び薄板はんだ製造技術を確立する。

2. 研究開発の概要

①成果

電気自動車の電力変換器を初めとする各種インバータ市場に向け、成長が期待されるSiCパワー半導体用高温はんだ接合法に、Al-Zn超塑性合金を用いた超塑性接合法を提案した。まず初めに、前記材料の薄板の製造条件を確立した。次いで、本はんだ材を用い、SiC及び絶縁基板間をボイドレスで接合でき、50~300°Cのヒートサイクル試験(繰り返し数 100 回)にも耐え、本接合法が有効であることを実証した。今後、本成果をはんだの薄層化、接合部材の最適メタライズ材料の選定及び長期信頼性を検討し、デバイス特性を評価する。

研究開発目標	達成度
①-1 高温半導体と基板とのボイドフリー超塑性はんだ接合部技術の確立。接合強度;高温はんだの 5 倍以上。ボイド率 0.1%以下。再熔融温度 430°C。	①-1 接合温度の適正化により接合強度 5 倍以上、ボイド率 0.1%以下、再熔融温度 430°Cを達成。達成度 90%。
①-2 ボイドフリー超塑性はんだの高温半導体と基板との接合への適用性検討。ヒートサイクル試験による信頼性;高温はんだ接合部の 2 倍以上。	①-2 ヒートサイクル試験 50~300°C・繰り返し数 100 回にて試験片に剥離及びクラック発生せず。達成度 90%。
②-1 ボイドフリー超塑性はんだ鑄造技術の開発。はんだ組成と組織の均一性のための最適化。Zn 変動 78±1wt%以内。共析組織 0.003mm以下。	②-1 Zn 変動 78±1wt%以内を達成。共析組織 0.001mm 以下を達成。達成度 90%。
②-2 シート加工技術の開発。圧延条件の最適	②-2 厚さ 0.15mm まで到達。達成度 50%。

<p>化。厚さ0.01～0.1mm。 ②-3 基礎製造技術の確立。製造(鋳込み、圧延、切断)条件の確立。10mm 角シート寸法精度±10%以内。共析組織 0.003mm以下。</p>	<p>②-3 前処理条件として予備加熱を施すことにより、厚さ0.2～0.15mmを達成。5mmシート切断加工にて寸法精度±10以内を達成。達成度60%。</p>
--	--

②今後の展開

前記材料の Zn 変動を抑制した鋳造条件および 0.15mm 薄板の製造条件を確立した。

本薄板はんだ材を用いてSiC及び絶縁基板間をボイドレスで接合でき、再溶融温度が 430℃であることを確認し、50～300℃のヒートサイクル試験(繰り返し数 100 回)にも耐え、本接合法が有効であることを実証した。今後、本成果をはんだの薄層化、接合部材の最適マテリアル材料の選定及び長期信頼性を検討し、デバイス特性を評価する。

3. 総合所見

概ね目標通りの成果が得られ、イノベーション創出が期待される。

圧延プロセスではんだ厚さは未達成であったが、製造設備、ノウハウの蓄積等の対策で達成する方向性を提示できている。技術開発の加速のために理論的なアプローチも検討していただきたい。

省エネを実現する基礎技術の1つとして実用化を期待する。