

**研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム**  
**ハイリスク挑戦タイプ 事後評価報告書**

研究開発課題名	: 高強度・高放熱接合技術による次世代パワーデバイスの特性向上
プロジェクトリーダー	: 日本発条株式会社
所属機関	: 日本発条株式会社
研究責任者	: 西川宏(大阪大学)

## 1. 研究開発の目的

低炭素社会を実現するため、エネルギー機器の電力変換等に用いるパワーモジュールを用いたパワーエレクトロニクス技術がますます重要になっている。その一方で、パワーデバイスは動作時に内部が高温になりやすく、半導体素子等の性質上、高温環境下でデバイスの性能低下が懸念されている。そこでデバイスとベースの接合部には、接合信頼性だけでなく高い耐熱性と優れた放熱性などが要求されている。現在の接合技術ははんだ接合であるが、高鉛はんだ(Pb-5Sn など)には有害物質を含有するという問題があり、その代替として一般的になっている鉛フリーはんだ(Sn-Ag-Cu など)には高温信頼性に問題がある。そこで、有害物質を含有せず、高耐熱特性が期待できる新規接合材としてマイクロサイズの Ag 粒子に注目し、耐熱性に優れた接合部形成技術の確立を目的とした研究開発をおこなう。

## 2. 研究開発の概要

### ①成果

化研テック(株)が作製したマイクロサイズ Ag ペーストを用いて、大阪大学でそのペーストに適した接合技術の開発を行うとともに、評価解析技術の構築を実施した。また、日本発条(株)において各種評価・信頼性試験の確立と大阪大学で作製した接合サンプルの評価試験を実施して、その結果を他機関にフィードバックし、連携して研究開発を促進した。その結果、接合条件、接合体構造の改善を進めることにより、実用化に際して有用な特徴となる、マイクロサイズ粒子ペーストのプリコート供給、低加圧接合、および大面積接合がそれぞれ可能であることを見出した。これらの接合体は各種信頼性試験においても目標を満足する結果が得られている。

研究開発目標	達成度
①粒子ペーストのプリコートの検討	①プリコートでも良好な接合を達成することが可能な接合プロセスを確立することを目的として、各種条件の影響を検討し、目標をクリアする接合条件を見出した。(達成度100%)
②無加圧状態での焼結現象促進の検討	②形状の異なるマイクロサイズ Ag 粒子を混合することで、焼結現象の促進、接合強度の上昇を目指したが、無加圧状態では目標の 8 割の接合強度しか得られなかった一方で加圧力を 0.1 MPa と低くした接合プロセスを検討した結果、加熱温度 260 °C でも、目標を大きく上回る高いせん断強度が得られた。(達成度90%)
③大面積向け接合技術の確立	③φ10 mm の大面積試験片を用い、各種条件の接合強度に与える影響を検討し、接合プロセスを工夫することで、目標を上回る接合強度が得られた。しかし放熱性については、大面積

<p>④模擬チップを用いた接合信頼性評価</p>	<p>試験片で評価するに至らなかった。(達成度80%)</p> <p>④信頼性評価試験(温度サイクル試験、パワーサイクル試験、振動試験)方法の構築し、および試験前後サンプルの破壊・非破壊検査方法を確立した。(達成度100%)</p> <p>温度サイクル試験、パワーサイクル試験、振動試験は目標をほぼクリアした。(達成度80%)</p>
<p>⑤評価解析技術の構築</p>	<p>⑤空隙を有する材料の巨視的な材料特性を数値シミュレーションにより求め、その材料特性を用いて、接合体の寿命評価が可能モデルを構築したが、実験的には材料特性を得ることが出来ず信頼性評価試験の結果との比較までは至らなかった。(達成度70%)</p>
<p>⑥実チップの特性評価とその技術の確立</p>	<p>⑥市販 SiC 実チップを用いた基材接合体を、モジュールメーカーにて組み立てを行い、パワーサイクル試験を実施した結果、鉛フリーはんだより優れた放熱性、信頼性が得られた。(達成度100%)</p>

## ②今後の展開

今後の実用化検討は具体的な用途と要求特性を明確にした上で進める必要があり、モジュールメーカーの参画が不可欠であるため、3者での共同研究は一旦終了する。大阪大学では本技術に関する基礎・応用研究を継続するとともに、参加企業と協力してモジュールメーカーなどのユーザに対して、本技術のアピールを実施する。具体的な研究開発案件が発生した場合は、共同研究の再開を検討する。

## 3. 総合所見

概ね目標を達成し、次の研究開発フェーズに進むための技術的成果が得られたが、企業化に向けた課題が周辺技術にも存在する。今後はモジュールメーカー等と連携して、モジュール全体でブレークスルーを目指すことが望まれる。