

群馬大学大学院理工学府

知能機械創製部門 マルチスケール組織・界面制御学研究室

URL : http://researchers-info.st.gunma-u.ac.jp/mst_kobayashi_tatsuya/

■研究テーマ

- マイクロ接合
- 表面処理

■キーワード

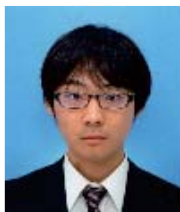
機能性めっき 異種材料接合 半導体実装 接合信頼性

■産業界の相談に対応できる技術分野

金属材料の機械的性質および微細組織評価
異種金属接合界面の合金層解析

■主な設備

微小変位制御万能試験機 パワーサイクル試験装置
走査型電子顕微鏡 電気化学測定装置



小林竜也 助教

連絡先

知能機械創製部門 小林竜也 TEL 0277-30-1562 FAX 0277-30-1562 e-mail kobayashi.t@gunma-u.ac.jp

研究概要

パワーエレクトロニクスを支える新たな接合材の開発

環境問題や健康問題の観点から、EUのRoHS指令をはじめとして世界中で鉛の使用を規制する動きが広がり、電子電気機器の鉛フリー化が進められてきました。高耐熱性や高信頼性が要求されるパワーエレクトロニクス機器においても同様の検討がなされており、多くのメーカーや研究機関で研究開発が行われています。自動車や鉄道車両等の電力変換装置に搭載されるパワー半導体(図1)は、高電力密度駆動に耐える高温動作化が市場から要求されていますが、同時に、機器を構成する部品もまた同様に高温に耐える必要があります。特に、パワー半導体と絶縁基板の接合に用いられる接合材は、優れた耐熱性や引張特性や疲労特性が必要であり、これらの特性を兼ね備えた鉛フリー接合材の実用化が期待されています。私の研究室では、このパワー半導体実装用接合材として新規の鉛フリーはんだ材を開発し、優れた特性を持つことを実証しました。

特徴と強み

接合材の機械的性質および接合界面現象を明確化し高信頼性を実現

パワー半導体実装用鉛フリーはんだ材を開発するにあたり、各種はんだ材の機械的性質評価や接合信頼性試験、微細組織観察を実施しました。例えば、図2に示すように半導体実装におけるはんだ接合部の微細組織を再現した微小試験片を使用して、図3に示す微小変位制御万能試験機によって引張試験を実施して、引張強度や降伏応力、伸びといった引張特性を取得しました。また、はんだ材の接合信頼性を評価するため、Siチップと銅板がはんだによって接合されたチップ接合体を用意し、図4に示す装置を用いて100℃と200℃の温度域を短時間

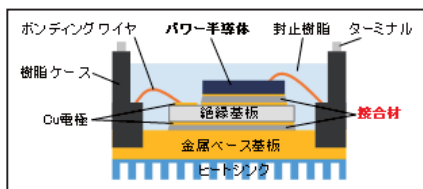


図1 パワーモジュール概要図

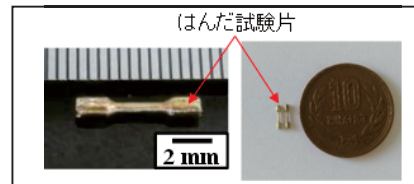


図2 引張試験用微小はんだ試験片



図3 微小変位制御万能試験機

に温度サイクルを繰り返すパワーサイクル試験を行い、パワーサイクル環境下における接合信頼性とその破壊挙動を調査しました。

さらに、電子顕微鏡を用いてはんだ材の微細組織や接合界面に形成する反応層の成長挙動を解析することにより、疲労寿命を低下させるメカニズムを金属組織学的アプローチにより解明し、優れた疲労特性が得られるはんだの組成を明らかにしました。

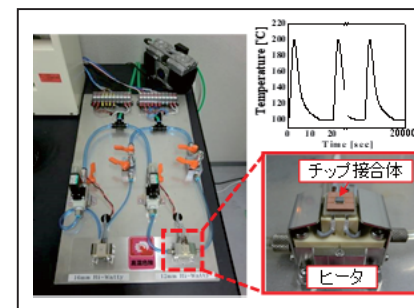


図4 パワーサイクル試験装置

今後の展開

マルチマテリアル化に向けた新たな異種材料接合技術の開発

前段では半導体デバイスを対象とした接合技術について紹介をしましたが、現在は新たな試みとして、めっき技術を用いたマルチマテリアル接合技術の研究に取り組んでいます。めっきとは、図5に示すように素材表面に金属膜を被覆する技術のことを指しますが、この技術を応用して、金属表面に特殊なめっき膜を付与させることで図6に示すように金属とプラスチックを接合させる異種材料接合技術を開発しました。

金属とプラスチックの接合は一般にボルト締結が使用されていますが、自動車や航空機分野においては、省エネルギー化を目的に部材軽量化を実現する「マルチマテリアル用接合技術」への関心が高まっています。本技術は、ボルトやナットが不要であり、また、様々な金属をプラスチックと接合することが可能であるため、この技術が実用化されることでマルチマテリアル化の進展に大きな貢献をもたらすと考えております。

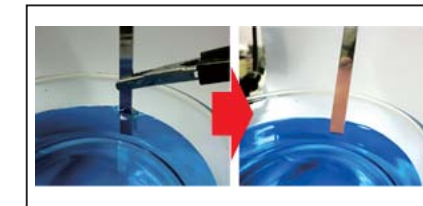


図5 電気めっきによる素材への金属被覆

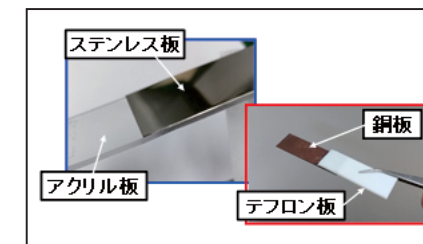


図6 特殊なめっき膜を用いた金属とプラスチックの接合