

# パワーモジュール向け Sn-Cu 系はんだの高信頼化 Improvement of Reliability of Sn-Cu Based Solder for Power Modules

宮崎高彰<sup>\*1</sup> 池田靖<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> (株) 日立製作所 研究開発グループ 生産イノベーションセンタ

by Takaaki MIYAZAKI<sup>\*1</sup>, Osamu IKEDA<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>Hitachi, Ltd., Research & Development Group, Center for Technology Innovation – Production Engineering

## 1. 緒言

近年、省エネルギー化の観点から電力を高効率に制御するためのキーコンポーネントであるパワーモジュールの開発が進んでいる。パワーモジュールでは小型化のため高パワー密度化が進んでおり、半導体素子の発熱は上昇する傾向にある。また、175°C以上で動作可能な SiC などのワイドギャップ半導体の実用化が進みつつあり、それに伴いはんだ接合部にもこれまで以上に高温信頼性が要求されている。

## 2. 内容

本報では、高温環境下で接合部を安定に維持可能な Sn-Cu はんだのパワーサイクル寿命を向上させることを目的とした。パワーサイクル試験によるはんだの破壊状況の観察および通電時の温度分布の解析を元に検討し、高温となるチップ中央部直下のはんだ接合部において結晶粒界にボイドが発生し、繰り返しの熱応力によってボイドが連結してクラックが進展することで破壊が進むと推定した。そこで、はんだの結晶粒界に生じる応力を緩和してクラック進展を抑制するために、添加元素によるはんだの変形能向上を検討した。その結果、Sn-Cu はんだに Bi、In、Sb を添加することで変形能が向上することを明らかにした。元素の添加量については高温保持試験、温度サイクル試験を実施し、接合界面の安定性、耐亀裂進展性から Sn7Cu3Bi と Sn7Cu10Sb を開発した。最後に、開発したはんだについてパワーサイクル試験を実施し、信頼性の向上を確認した。

## 3. 結論

パワーモジュール向け高耐熱 Sn 系はんだについて検討し、以下の結論を得た。

- (1) 高温環境下において接合界面を安定に維持可能な Sn7Cu をベースとして Bi、In、Sb を添加することで 175°C の環境下で Sn 母相の変形能を向上させることができた。
- (2) 200°C1000h の高温保持試験、-55⇔200°C 温度サイクル試験を実施し Sn-7Cu-3Bi と Sn-7Cu-10Sb はんだにおいて高温保持後 Ni メタライズ消失量が 1μm 以下かつ Sn-7Cu 比約 4 倍の温度サイクル信頼性を確認した。
- (3) Tjmax175°C パワーサイクル試験において Sn-7Cu-10Sb、Sn-7Cu-3Bi により Sn-7Cu 比、約 3 倍、約 6 倍と長寿命化を達成した。