

令和 3年 7月28日

学位論文の審査要旨

学位申請者氏名： 中田 裕輔

論文題目： ピラー状金属間化合物を生成させた鉛フリーはんだ接合部の耐熱疲労性向上に関する研究

Study on improvement of thermal fatigue resistance of lead-free solder joint formed pillar-shaped intermetallic compounds

論文の概要及び判定理由

本研究では、高耐久性が要求されるパワーモジュールの接合部を対象として、ピラー状金属間化合物(Intermetallic compounds: IMC)を分散させる手法を開発して、機械的特性及び熱疲労特性を調査した。Sn-Ag-Cu系鉛フリーはんだ中にCu-Sn系IMCを晶出分散させる条件を調査してその生成メカニズムを明らかにした。また、接合部をはんだとピラー状IMCの複合材としてモデル化し、有限要素法によるマルチスケール解析により異方性を考慮した機械的物性値を明らかにした。さらに、はんだ材自身の熱疲労耐久性を向上させるためにIn添加により高強度化させた合金に着目して、パワーモジュールを模した接合体に適用して熱疲労寿命を評価した。マルチスケール解析より取得した機械的物性値を用いて熱疲労解析により接合部に負荷される非弾性ひずみ範囲を求め、熱疲労寿命との関係を線図にして、ピラー状IMCの生成により熱疲労寿命が向上することを示した。これらの成果は、パワー半導体の実装技術及び接合科学の発展に貢献するものである。

以上の理由から、博士（理工学）の学位に値するものと判定した。

審査年月日 令和 3年 7月28日

審査委員

主査	群馬大学学術研究院	教授	鈴木 孝明	印
副査	群馬大学学術研究院	准教授	井上 雅博	印
副査	群馬大学学術研究院	准教授	小山 真司	印
副査	群馬大学学術研究院	准教授	岩崎 篤	印
副査	群馬大学学術研究院	教授	荘司 郁夫	印

関連論文

- 1 著者名 Y. Hayashi, Y. Nakata, I. Shohji, S. Koyama, T. Hashimoto
論文題目 Effect of Bonding Time and Bonding Temperature on Lead-Free Solder Joints Dispersed Pillar Shaped IMCs
(ピラー状 IMC 分散鉛フリーはんだ接合部に及ぼす接合温度および接合温度の影響)
雑誌名 Procedia Engineering 第 184 巻 214 頁～222 頁 2017 年 4 月

- 2 著者名 Y. Nakata, T. Hashimoto, K. Kurasawa, Y. Hayashi, I. Shohji
論文題目 Formation Mechanism of Pillar-shaped Intermetallic Compound Dispersed Lead-Free Solder Joint
(ピラー状金属間化合物分散鉛フリーはんだ接合部の生成メカニズム)
雑誌名 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 第 257 巻 012014 (7 pages) 2017 年 11 月

- 3 著者名 Y. Nakata, K. Kurasawa, T. Hashimoto, K. Miki, I. Shohji
論文題目 A Study on Reliability of Pillar-Shaped Intermetallic Compounds Dispersed Lead-Free Solder Joint
(ピラー状金属間化合物分散鉛フリーはんだ接合部の信頼性に関する研究)
雑誌名 Materials Science Forum 第 941 巻 2087 頁～2092 頁 2018 年 12 月