



Title	Improvement of Properties of Sn-Cu Lead-Free Solder by Third Element Alloying and Its Reliability for Through-Hole Circuit Assembly
Author(s)	許, 碩桓
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43480
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	許 碩 桓
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 17014 号
学位授与年月日	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科知能・機能創成工学専攻
学位論文名	Improvement of Properties of Sn-Cu Lead-Free Solder by Third Element Alloying and Its Reliability for Through-Hole Circuit Assembly (スルーホール基板実装に用いる Sn-Cu 鉛フリーはんだの第3元素添加による特性改善)
論文審査委員	(主査) 教授 菅沼 克昭 (副査) 教授 黄地 尚義 教授 南埜 宜俊

論文内容の要旨

本論文は、スルーホール基板実装用の鉛フリーはんだ Sn-Cu 系はんだ技術の確立のために、第3元素 (Ag または Au) 添加による機械的特性、微細組織制御、或いは信頼性等の改善に関する研究として、以下に示す5章から構成された。

第1章では、本論文の背景、目的および論文の構成を述べた。

第2章では、Sn-Cu 共晶合金の析出強化による機械的特性改善を目標に、微量の Ag を添加して組織制御、機械的特性、熱力学特性評価を行った。微量の Ag 添加により、微細な Ag₃Sn の分散が生じ、Sn-Cu 共晶合金の機械的特性を向上させた。凝固時の相形成やはんだ付け時の溶解反応を究明するために、熱分析または熱力学計算を行い、相変化過程を明らかにした。Sn-Cu 共晶合金に0.3wt%Ag を添加することにより、優れた延性を得た。

第3章では、Sn-Cu 共晶合金に固溶強化及び析出強化による機械的特性改善と信頼性向上を施すために微量の Au を添加し、組織制御や機械的特性などの評価と熱分析を行った。Au 添加により固相線が下がり (212°C) Sn-Cu-Au の3元系金属間化合物が生じることを明らかにした。はんだ中に形成する化合物 Cu₆Sn₅と AuSn₄には、Au と Cu がそれぞれ固溶して Sn-Cu-Au の3元系金属間化合物を生成した。Sn-Cu-Au の最適な組成は Sn-0.7wt%Cu-0.3wt%Ag であることを明らかにした。

第4章では、スルーホール基板に Sn-Cu 共晶及び Sn-0.7wt%Cu-0.3wt%Ag はんだを用いてはんだ付けし、-40°Cから125°Cまで熱疲労試験を行った。Sn-Pb 共晶はんだは比較用として同じ条件で使用した。Sn-Cu 共晶はんだでは、Sn-Pb めっきの影響で亀裂の発生することが、Sn-0.7wt%Cu-0.3wt%Ag はんだでは Sn-Pb めっきの影響が見られなくなった。また、特に基板とはんだの熱膨張係数差が亀裂の発生に大きく影響することが明らかになった。Sn-0.7wt%Cu-0.3wt%Ag はんだは Sn-Cu 共晶はんだより優れた熱疲労寿命を持っていた。

第5章では、第2章から第4章の研究成果を総括した本論文の結論をまとめた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、スルーホール実装に用いる鉛フリーはんだとして Sn-Cu 系合金を取り上げ、その諸特性、特に信頼性

の改善のために合金制御を行った。その成果を要約すると次の通りである。

- (1) Sn-Cu 共晶はんだに微細金属間化合物を生じる合金元素として Ag を微量添加し、組織の微細化による延性の改善が為されることを明らかにし、組織評価と熱力学シミュレーションから溶解・凝固反応の素過程を明らかにしている。
- (2) はんだ合金の引張特性から、Sn-Cu 共晶はんだに対する Ag の最適添加量が0.3wt%であることを明らかにしている。
- (3) Sn-Cu 共晶はんだを固溶強化と微細析出強化する合金元素として Au を微量添加し、組織の変化と溶解・凝固の素過程に与える合金添加量の影響を明らかにしている。
- (4) はんだ合金の引張特性から、Sn-Cu 共晶はんだに対する Au の最適添加量が0.3wt%であることを明らかにしている。
- (5) スルーホール実装において基板とリード線の種類を変化させ、Sn-Cu 及び Sn-Cu-Ag はんだとの熱膨張係数差に起因するはんだフィレットの亀裂発生状況を調査し、基板面に垂直方向の熱膨張差の大きな素材組み合わせで亀裂発生が多くなることを明らかにしている。

以上のように、本論文はスルーホール実装用の新しい鉛フリーはんだとして期待されている Sn-Cu 系合金の特性改善のために第3元素微量添加の効果が大きいことを明らかにし、今後の合金設計に対して多くの基礎的知見を与えるもので、材料工学並びに実装工学の確立に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。