



Title	Sn-Ag-Cu系鉛フリーはんだ合金の溶解・凝固に起因する電子基板実装上の諸問題とその解決策に関する研究
Author(s)	出田, 吾朗
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/57557">https://hdl.handle.net/11094/57557</a>
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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名	出 田 吾 朗
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学 位 記 番 号	第 23360 号
学 位 授 与 年 月 日	平成21年9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	Sn-Ag-Cu系鉛フリーはんだ合金の溶解・凝固に起因する電子基板実装上の諸問題とその解決策に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教授 菅沼 克昭 (副査) 教授 浅田 稔 教授 上西 啓介 教授 中谷 彰宏 教授 平田 勝弘 教授 南塙 宜俊 教授 安田 秀幸

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、電子基板実装の鉛フリー化における、Sn-Ag-Cu系はんだ合金の溶解・凝固現象に起因する種々の課題に対し、その現象を解析して理解するとともに、実際的で早期に現場展開が可能な解決指針を提供すべく研究開発を行ったものであり、以下に示す全7章から構成されている。

第1章では、本研究の位置づけと目的について述べた。

第2章では、フローはんだ付け工法におけるプリント配線板上の銅電極の溶解速度に対する、はんだ浴湯中の銅濃度、温度、流量の影響を明確化するとともに、温度サイクル疲労試験結果も加味して、量産現場において維持すべき銅濃度の適正管理範囲を示した。

第3章では、はんだ中の銅濃度を管理する上で、高コストな従来の銅濃度測定方法は、あらゆる生産現場において適当な頻度で測定することが困難であったことに対し、はんだ中の銅濃度、温度、流量、浸漬時間が決れば銅溶解量が一義的に決定されることを利用して、プリント基板上のくさび形状銅電極の消失量を測定することで銅濃度を逆算する簡易銅濃度測定手法を提案し、その実用性を検証した。

第4章では、リフロー／フロー混載実装における鉛含有めっき部品のリフローはんだ接合部に形成された鉛偏析相が、フローはんだ付け工程において再溶融し、同時に生じるプリント基板の反りに起因するはんだ接合部の変位によって剥離する現象に対し、鉛偏析相が再溶融しても剥離に至らない接合部での変位量の閾値を明確にし、基板反り量と電子部品の寸法とを規定することによって、剥離しない条件範囲を明確化した。

第5章では、フローはんだ付けにおけるランド剥離現象に対し、その発生頻度に対するプリント基板の物性、板厚、電極ランド寸法、ソルダレジスト開口形状などの影響を詳細に検討し、ソルダレジスト開口形状の変更によるはんだ継手形状の制御が、剥離抑制に効果的であることを示した。

第6章では、マニュアルはんだ付けにおいて発生するランド剥離に起因する配線パターンの温度サイクル断線に対し、その発生頻度に対するはんだごての温度、こてあて荷重、配線パターン設計などの影響を詳細に検討し、仮にランドが剥離してもプリント基板の使用中に断線することのないパターン設計指針を示した。

第7章では、本研究によって得られた結果を総括し、今後の展望について述べた。

## 論文審査の結果の要旨

鉛フリーはんだ実装においては Sn-Ag-Cu が国際標準はんだ合金になったが、この合金は従来の Sn-Pb 合金と比較してプリント基板配線や部品電極との反応が異なり、電極の溶解、はんだ凝固などの現象を通して欠陥を形成しやすく留意すべき現象がある。本論文では、電子基板実装の鉛フリー化における、Sn-Ag-Cu 系はんだ合金の溶解・凝固現象に起因する種々の課題に対し、その現象を解析して理解するとともに、実際的で早期に現場展開が可能な解決指針を提供すべく研究開発を行ったものである。本論文で明らかになった事柄の主な点は、以下のようなである。

(1) フローはんだ付け工法におけるプリント配線板上の銅電極の溶解速度に対する、はんだ浴湯中の銅濃度、温度、流量の影響を明確化するとともに、温度サイクル疲労試験結果も加味して、量産現場において維持すべき銅濃度の適正管理範囲を示している。

(2) はんだ中の銅濃度を管理する上で、高コストな従来の銅濃度測定方法は、あらゆる生産現場において適当な頻度で測定することが困難であったことに対し、はんだ中の銅濃度、温度、流量、浸漬時間が決まれば銅溶解量が一義的に決定されることを利用して、プリント基板上のくさび形状銅電極の消失量を測定することで銅濃度を逆算する簡易銅濃度測定手法を提案し、その実用性を検証している。

(3) リフロー／フロー混載実装における鉛含有めっき部品のリフローはんだ接合部に形成された鉛偏析相が、フローはんだ付け工程において再溶融し、同時に生じるプリント基板の反りに起因するはんだ接合部の変位によって剥離する現象に対し、鉛偏析相が再溶融しても剥離に至らない接合部での変位量の閾値を明確にし、基板反り量と電子部品の寸法とを規定することによって、剥離しない条件範囲を明確化している。

(4) フローはんだ付けにおけるランド剥離現象に対し、その発生頻度に対するプリント基板の物性、板厚、電極ランド寸法、ソルダレジスト開口形状などの影響を詳細に検討し、ソルダレジスト開口形状の変更によるはんだ継手形状の制御が、剥離抑制に効果的であることを示している。

(5) マニュアルはんだ付けにおいて発生するランド剥離に起因する配線パターンの温度サイクル断線に対し、その発生頻度に対するはんだごての温度、こてあて荷重、配線パターン設計などの影響を詳細に検討し、仮にランドが剥離してもプリント基板の使用中に断線することのないパターン設計指針を示している。

以上のように本論文では、Sn-Ag-Cu はんだを用いたはんだ付けにおける種々のプロセス課題の根本となる現象を明確にし、さらに、これらのより発生する欠陥をより少なくする簡便でかつコスト的に優位な手法を提案している。本論文で開発された幾つかの評価方法は、広く産業界への展開が可能である。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。