

Title	Sn-Ag-Bi-Inはんだの接合信頼性向上と実用化に関する研究
Author(s)	山口, 敦史
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/45985">https://hdl.handle.net/11094/45985</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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名	山 口 敦 史
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 19654 号
学位授与年月日	平成 17 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	Sn-Ag-Bi-In はんだの接合信頼性向上と実用化に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 小林紘二郎
	(副査) 教授 藤本 公三 教授 菅沼 克昭 助教授 廣瀬 明夫

### 論 文 内 容 の 要 旨

環境に関する関心が高まる中、鉛フリーはんだとして Sn-Ag-Cu はんだが世界的に標準となり、実用化されている。しかし、Sn-Ag-Cu はんだは、その融点の高さのため、耐熱温度が低い部品や基板、基板上の温度ばらつきが大きな大型基板に対しては、リフローソルダリングが困難であり、低温実装材料プロセスの確立が強く望まれている。本論文では、低温実装に適用できる可能性を持つ Sn-Ag-Bi-In はんだの実用化の指針を見出すことを目的とし、接合信頼性を向上させる材料プロセス技術を確立し、実用化を行った結果について述べた。

第 1 章では、鉛フリーはんだの国内外の動きと実装技術のトレンドについて整理し、研究の目的を明示した。

第 2 章では、鉛フリーはんだに対する要求特性と諸課題に関して明確にした。そして、鉛フリーはんだの種類とその特長について調査し、低温実装技術における開発すべき技術課題について明らかにした。

第 3 章では、Sn-Ag-Bi-In はんだの溶融特性を状態図とはんだ組織から検討を行った。また、はんだの機械的特性については、ビッカース硬さ試験と引張試験により評価を行い、特に温度サイクル試験前後におけるはんだの機械的特性の検討から Sn-Ag-Bi-In はんだの課題を明確化した。

第 4 章では、Sn-Ag-Bi-In はんだの接合信頼性について、生産で使用される実装形態を想定して、リフロープロセスとリフロー/フロー混載プロセスについて検討した。接合部組織と接合部強度の基礎的評価から継手特性を調べるとともに、実装形態毎のプロセス検証も行った。その結果、リフロープロセスでは、温度サイクルによりはんだの表面変化が生じるが、継手特性には影響がないことを明らかにし、リフロー/フロー混載プロセスでは、再加熱による接合部劣化メカニズムを解明し、Bi 含有量が微少な Sn-Ag-Bi-In はんだにおいては、再加熱により接合部劣化は起こらないことを明らかにした。

第 5 章では、Sn-Ag-Bi-In はんだが微細接合部に適用される場合を想定して、特に接合部界面反応層に与えるリフロープロファイルの影響について検討し、適正な接合界面の状態と接合信頼性を向上させるリフロープロファイルについて明らかにした。

第 6 章では、鉛フリーはんだの実用化の考え方を述べ、Sn-Ag-Bi-In はんだの実際の製品に適用する場合の材料プロセス開発と商品への適応事例について述べた。

第 7 章では、以上の研究開発によって得られた知見により、Sn-Ag-Bi-In はんだをについて、溶融特性、はんだの機械的特性の基礎的物性と接合界面に形成される反応層から接合信頼性向上させる接合プロセス技術およびそれを用いた実用化の指針について総括した。

以上のように、これまで困難であった耐熱温度が低い部品や基板、温度ばらつきが大きな基板に対する鉛フリーはんだ実装に関して、Sn-Ag-Bi-In はんだの材料特性、接合特性を詳細に検討し、接合部の高品質化を実現した。また、その知見を用いて実用化を達成するとともに、実用化したはんだ組成を含む範囲で発明の権利を取得した。今後益々この手法の適用拡大が期待される。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、世界標準になっている Sn-Ag-Cu はんだの適用が困難になっている製品に対して、適用の可能性を持つ Sn-Ag-Bi-In はんだの接合信頼性の向上と実用化について研究したものであり、その材料プロセス技術の確立により、接合信頼性向上と実用化の指針を見出し、実用化を行った結果について述べている。本論文で得られた成果は以下に要約される。

- (1) Sn-Ag-Bi-In はんだの熔融特性や温度サイクル試験による組織変化について検討し、Bi 添加量を減らした Sn-Ag-Bi-In はんだ中では偏析がなく、低融点相による接合信頼性の低下がないことを説明している。また、はんだの表面変化が生じる組成と温度サイクル条件を示し、はんだの組織変化の表面凹凸形成への影響について明確にしている。
- (2) リフロープロセスにおける温度サイクル試験および高温高湿試験が各種部品電極めっきとの接合特性に与える影響について説明している。また、温度サイクル試験後の接合部の表面状態の変化は、クラックの発生や接合強度への影響はなく、従来の Sn-Pb 共晶はんだと同等の接合特性を示すことを明らかにしている。
- (3) リフロー/フロー混載プロセスにおいては、熱履歴が接合品質劣化に与える影響について調べ、はんだ組成、再加熱温度、部品電極・基板電極の表面処理、部品サイズが接合部組織に与える影響を明らかにし、その対策を提示している。
- (4) 微細接合部への通用に関して、BGA 接合特性について、リフロープロファイルが界面組織と機械的特性に与える影響について説明し、Sn-Zn-Bi はんだと比較して、Sn-Ag-Bi-In はんだの方が低温実装でより高い接合信頼性特性を得ることを体系的に論じている。
- (5) 本研究で得られた知見を基に鉛フリーはんだの実用化の指針を示し、Sn-Ag-Bi-In はんだの優れた接合信頼性を確保し、実用化および拡大展開に成功し、実用化範囲を含む Sn-Ag-Bi-In はんだの組成範囲で発明の権利も取得し、技術確立を行っている。

以上のように、本論文は、鉛フリーはんだの主要な課題である低温実装に関して Sn-Ag-Bi-In はんだの接合界面組織制御により接合信頼性を向上させ実用化の指針を与えたものである。これらの成果は、リフロープロセスおよびリフロー/フロー混載プロセスに広く応用でき、Sn-Ag-Cu はんだの適用が困難になっている製品に対する鉛フリーはんだの実用化に対して有益な指針を提供するものであり、マイクロソルダリング技術、生産科学工学の発展に資すること大であると評価できる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。