

Title	A Study on Solder Electromigration in Cu/Sn-3Ag-0.5Cu/Cu and Cu/In/Cu Flip-chip Joint Systems
Author(s)	山中, 公博
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48529
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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/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	やま なか きみ ひろ 山 中 公 博
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 2 1 1 6 8 号
学位授与年月日	平成 19 年 3 月 23 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	A Study on Solder Electromigration in Cu/Sn-3Ag-0.5Cu/Cu and Cu/In/Cu Flip-chip Joint Systems (Cu/Sn-3Ag-0.5Cu/Cu および Cu/In/Cu 構造を持つフリップチップ接合 部におけるはんだエレクトロマイグレーションの研究)
論文審査委員	(主査) 教 授 菅沼 克昭 (副査) 教 授 掛下 知行 教 授 安田 秀幸

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、鉛フリーはんだを用いた、Cu/Sn-3Ag-0.5Cu/Cu、および Cu/In/Cu 構造のフリップチップ接合部における、はんだエレクトロマイグレーション（以下、EM とする。）の研究報告である。

第 1 章では、本研究の意義について記述した。エレクトロニクス実装に対する軽薄短小・高性能化の市場要求に対応するため、半導体フリップチップ接合部は、微細化が進むと同時に、半導体消費電力増加のため、接合部当たりの電流密度も増加の傾向にある。このため、近年、フリップチップ接合部におけるはんだ EM は、信頼性上の重要問題と認識された。

第 2 章では、現在、鉛フリーはんだの代表格である Sn-3Ag-0.5Cu を用いた Cu/Sn-3Ag-0.5Cu/Cu 構造に焦点を当てた。EM に起因するボイドは、はんだ/Cu-Sn 金属間化合物界面で発生することを示し、さらに、ボイド成長状況を、実験、および、ユニークな 3 次元電流密度分布シミュレーションにより明らかにした。また、従来、問題であった微細な接合部温度を測定する有効な方法を示した。

第 3 章では、Cu/Sn-3Ag-0.5Cu/Cu 構造のはんだ/Cu 界面反応に対する EM の影響を明らかにした。アノード側の Cu-Sn 金属間化合物は、時間とともに成長を続けるが、一方、カソード側では、初期に金属間化合物層が薄くなり、その後、成長に転ずるユニークな挙動を示すことを示し、その要因を示した。また、アンダーフィルを封入しない場合、はんだバンプは、EM の影響によりカソード側へ変形すること、および、その要因を示した。

第 4 章では、低温鉛フリーはんだとして有望な In を用いた Cu/In/Cu 構造に焦点を当てた。EM に起因するボイドは、はんだ/In-Cu 金属間化合物界面で発生することを示し、さらに、ボイド成長状況を実験および 3 次元電流密度分布シミュレーションにより明らかにした。アンダーフィルを封入した場合は、封入しない場合に比較して、大幅に EM に対する信頼性が向上することを示し、その要因を明らかにした。

第 5 章では、本研究の結論をまとめた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、近年、信頼性上の問題と認識され始めたフリップチップ接合部におけるはんだエレクトロマイグレーションについて、鉛フリーはんだである Sn-3Ag-0.5Cu 、および In を対象とし、これまで理解が不十分であった基本的現象の把握並びにその要因の解明をしている。その成果を要約すると次の通りである。

- (1)エレクトロマイグレーションに起因するポイドは、カソード側の高電流密度領域の、はんだ・金属間化合物界面で発生することを示している。
- (2)接合部の電流密度分布を求めることにより、上記のポイド発生・成長過程をシミュレーションする新たな方法を考案し、ポイド成長過程で観察される現象の要因を明らかにしている。
- (3)エレクトロマイグレーションの影響により、はんだバンプは、カソード側へ変形することを発見し、その要因は、はんだ金属が電子流によりアノード側へ輸送され積層した結果であることを明らかにしている。
- (4)これまで困難であったフリップチップ接合部の正確な温度を、接合部間のライン抵抗変化測定により得る方法を新たに考案し、その有効性を示している。
- (5) Sn-3Ag-0.5Cu はんだを用いた場合、はんだ/ Cu 界面反応に極性があることを明らかにしている。すなわち、アノード側の金属間化合物は、時間とともに成長を続ける、一方、カソード側では、初期に金属間化合物は薄くなり、その後、成長に転ずるユニークな挙動を示している。
- (6) In はんだを用いた場合、アンダーフィルを封入することにより、エレクトロマイグレーションによるポイド発生を抑制できることを示している。その要因は、バックストレスの増加により In 輸送が抑制された結果であることを示している。

以上のように、本論文は、フリップチップ接合部におけるはんだエレクトロマイグレーションの挙動について解明し、今後のフリップチップ接合部の信頼性向上に対して、多くの基礎的な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。