

Title	Cu基板/NiP/Auめっき層とSn-Ag系鉛フリーはんだとの界面反応現象の解析と界面構造の継手強度に及ぼす影響 : オージェ電子分光法および透過型電子顕微鏡を手法として
Author(s)	伊藤, 元剛
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45006
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	伊藤元剛
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第18700号
学位授与年月日	平成16年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科生産科学専攻
学位論文名	Cu基板/NiP/Auめっき層とSn-Ag系鉛フリーはんだとの界面反応現象の解析と界面構造の継手強度に及ぼす影響 —オージェ電子分光法および透過型電子顕微鏡を手法として—
論文審査委員	(主査) 教授 小林紘二郎 (副査) 教授 藤本 公三 助教授 廣瀬 明夫

論文内容の要旨

本論文は、無電解 NiP/Au めっき処理 Cu 基板と Sn-Ag 系鉛フリーはんだボールとの接合界面について、より信頼性の高い接合部を確立することを目的として、Sn-Ag 系鉛フリーはんだへの添加成分による界面形成状態の違い、リフロー過程における界面構造の形成メカニズム、さらに高温放置過程による界面反応層の成長過程と機械的強度との相関などについて検討、考察したものである。本論文は、7章から構成されており、各章の内容は、以下の通りである。

第1章では、Sn-Ag 系鉛フリーはんだと基板めっき材との界面構造の信頼性向上の必要性について説明している。

第2章では、オージェ電子分光法の微小分析法として、空間分解能ならびに定量性についての検討を行い、従来より用いられてきた電子線マイクロプローブ分析法に対しての有効性を示している。

第3章では、Sn-Ag系はんだと無電解NiPめっきとの界面反応に及ぼすAuの影響を基礎的に検討し、併せて、Sn-Ag系はんだへの添加元素であるBi、Cuの影響についての検討を行っている。

第4章では、第3章の評価結果に基づき選択したSn-Ag-Cuはんだならびに比較材としたSn-Agはんだの無電解NiP/AuめっきとのBGA対応継手について、リフロー接合過程での反応層やPリッチ層の生成機構を解明し、Auめっき厚の影響を評価している。さらに、高温放置処理での反応層の成長機構に及ぼすAuの影響について解明している。

第5章では、第4章で作製したSn-Ag系はんだボール/無電解NiP/Auめっき接合体について、接合界面の機械的信頼性の評価を行い、界面強度のAuめっき厚依存性を調べている。さらに、はんだボールの破断形態の観察結果、ならびに、第4章で評価した反応層の微細構造との対比より、脆弱構造の特定を行い、界面構造が界面強度の機械的強度に及ぼす影響を評価している。

第6章では、第3章から第5章までで検討した内容を総括し、Sn-Ag系鉛フリーはんだへ添加する第三成分の選定、Cu電極/無電解NiPめっき上に形成されるAuめっき厚、リフロー条件について検討を行い、最適な接合界面形成への指針を示している。

第7章では、本研究で得られた結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、無電解 NiP/Au めっき処理 Cu 基板と Sn-Ag 系鉛フリーはんだボールとの接合部について、より信頼性の高い界面構造を形成する条件を確立することを目的としたもので、界面の機械的信頼性に影響する界面反応層の形成に及ぼす Au めっき厚や Sn-Ag はんだへの添加元素の影響について検討したものである。代表的な鉛フリーはんだである Sn-Ag はんだは従来用いられてきた Sn-Pb 共晶はんだと比較して、Cu との反応性が高く、界面反応層の成長速度が大きいこと、反応層の成長が著しく、界面強度が低下することが知られている。このためマイクロソルダリング用の電極材には界面反応を抑制するために無電解 NiP めっき処理を施すことが一般化し、さらに、ぬれ性などの接合特性を改善する目的で Au めっきも付与されている。しかしながら、Sn-Ag はんだと無電解 NiP めっきとの接合においては、界面での P リッチ層などの脆弱層の生成が問題視されており、さらに、Au めっきの界面反応への影響については解明されていない。このような問題は、接合部の信頼性の確保に際して大きな障害となっているのも事実で、それを克服する技術の確立が急務である。なかでもはんだ中への Au の供給量の変動要素となるため、はんだあるいは界面構造の信頼性の向上のためには最適化が必要である。本論文は、Sn-Ag 系鉛フリーはんだへの添加成分と基板上に形成した Au めっき厚についての最適化を行い、より信頼性の高い界面構造を形成する条件を提示している。

まず、Bi、Cu を添加した Sn-Ag 系鉛フリーはんだ材と無電解 NiP/Au めっき処理 Cu 基板との界面反応に及ぼす添加元素や Au の拡散の影響を基礎的に検討し、界面反応層の形成や P リッチ層の生成ならびにはんだ中への Ni の拡散への Au めっき厚ならびに添加元素の影響について明らかにしている。

上記の評価結果を基に選択した Sn-Ag-Cu はんだならびに比較材とした Sn-Ag はんだの無電解 NiP/Au めっきとの BGA 対応継手について、リフロー接合過程での P リッチ層の生成を含む界面反応層の形成メカニズムを検討している。基板上の Au めっき厚がはんだの熔融開始時点での Sn-Au 系の熔融成分と無電解 NiP めっきとの反応に影響を及ぼし、さらに、昇温過程での P リッチ層のチ層の形成にも影響を及ぼしていることを明らかにしている。

さらに BGA 継ぎ手のリフロー終了時点での界面構造や高温放置過程での反応層の成長、界面の機械的な強度に及ぼす Au めっき厚が及ぼす影響について検討を行っている。リフロー終了時点では、Au めっき厚が薄い場合 (50 nm) では、Au めっき厚が厚い場合 (≥ 250 nm) よりも界面強度が強く、Sn-Ag はんだの場合では反応層の形成の有無に影響を受け、Sn-Ag-Cu はんだの場合では、界面反応層とともに生成した P リッチ層に起因することを明らかにしている。

また高温放置処理過程において、界面に Cu_6Sn_5 系の反応層を形成することで、NiP めっきからの Ni の拡散を抑制し、界面構造の変化が小さい Sn-Ag-Cu はんだでも、高温放置により界面強度が低下し、Au めっき厚が厚い場合 (≥ 250 nm) には界面近傍に形成された極微細なボイド列の成長により界面強度が低下すること、Au めっき厚が薄い場合 (50 nm) には、Ni めっき侵食部の構造が変化することにより界面強度が低下することを明らかにしている。

以上のように、本論文では、従来明らかにされていなかった Sn-Ag 系鉛フリーはんだと無電解 NiP/Au めっきとの界面反応機構に詳細に観察、評価し、かつ界面の機械的強度ならびに破断構造を詳細に評価することで、リフロー昇温過程での界面反応層の形成メカニズムにおける Au めっき厚ならびにはんだへの添加元素の影響や、リフロー直後ならびに高温放置処理後の微細な界面構造と破断形態を対応づけることで、界面構造の機械的信頼性への影響などについて多くの新しい知見を得ている。これらによって得られる Sn-Ag 系鉛フリーはんだと無電解 NiP/Au めっき処理 Cu 基板との接合部の界面構造や接合強度に関する知見は、Sn-Ag 系鉛フリーはんだと無電解 NiP/Au めっきとの接合に関するプロセスの基礎および高信頼性界面の形成を目的とする応用の両面に渡って工学的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。