

Title	金属化合物添加フラックスを用いたAu/Ni-P電極はんだ接合部の界面組織と接合強度評価
Author(s)	櫻井, 均
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/26186
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

論文内容の要旨

[題 名] 金属化合物添加フラックスを用いたAu/Ni-P電極はんだ接合部の界面組織と接合強度評価

学位申請者 櫻井 均

電子製品に使用される半導体パッケージは、小型高性能化が可能なBGA (Ball Grid Array) パッケージが主流である。このBGAパッケージの回路基板の電極表面処理には、耐酸化性、はんだぬれ性、耐食性などの観点から無電解Au/Ni-Pめっきが使用される。しかし、無電解Au/Ni-P電極のはんだ接合においては、接合界面に脆弱なPリッチ層の形成を伴うことから接合強度の低下問題が指摘されている。

無電解Ni-P系電極とはんだの接合強度問題の改善策として、電極材質の変更やはんだ合金組成面からの検討が実施されているが、これらの手法は基板製造工程の煩雑化や合金製造の精度、加熱条件の制約などが付随する。そこで、本研究では、はんだ接合時に使用するフラックスの機能に着目し、有機酸金属化合物 (Cu塩, Zn塩) を含有するフラックスによる簡便な接合強度の改善策を試みた。

ステアリン酸Cu(II)添加型フラックスを用いたSn-3.5AgとAu/Ni-P電極の初期接合界面を断面観察したところ、フラックス由来のCuが界面反応に介入したNi-Cu-Sn系金属間化合物の形成を確認した。また、界面付近のPリッチ層の厚みは、ステアリン酸Cu(II)の添加量が多いフラックスほど減少した。これは、はんだ接合時の界面付近にCuが存在することで、電極NiのSn中への拡散が抑制されたためである。特にCu含有量の多いフラックスでは、その抑制効果が大きく、接合部をエージング処理した場合でも、界面金属間化合物やPリッチ層の成長が遅いことを確認した。

次に、このステアリン酸Cu(II)添加型添加フラックスを使用して作製したSn-3.5AgはんだとAu/Ni-P電極の接合サンプルに関して強度試験を実施した。結果は、プル強度、衝撃強度ともにフラックス中のステアリン酸Cu(II)添加量の多いものほど高い強度を示した。さらに、エージング処理を施した接合サンプルにおいても、ステアリン酸Cu(II)添加量の多いものほど、強度の低下は少なかった。接合界面および破壊面の観察結果から、Cu添加フラックスで得られた高い接合信頼性は、界面金属間化合物層およびPリッチ層の形成、成長が抑制されたことに起因すると考える。

また、ステアリン酸Zn(II)添加型フラックスについても同様にSn-3.5AgはんだとAu/Ni-P電極の接合界面組織、接合強度を調査した。ステアリン酸Zn(II)を含むフラックスを使用した場合、フラックス由来のZnが関与したSn-Ni-Zn系化合物が接合界面に形成された。また、Znの界面反応への介入によって、はんだ中へのNi拡散が抑制され、Pリッチ層の形成が抑制される傾向を確認した。さらに、エージング処理後の界面金属間化合物層とPリッチ層の厚みは、Zn添加量が多いものほど薄いことを確認した。接合初期とエージング処理後の接合強度は、ステアリン酸Zn(II)添加量の多いフラックスが、Znによる界面反応層の生成、成長の抑制効果が大きいために高い強度を示した。

本研究では有機酸Cu化合物あるいは有機酸Zn化合物を添加したフラックスの使用により、Au/Ni-P電極とSn-Agはんだの接合強度が向上することを確認した。また、それら化合物の添加量も接合界面組織、接合強度に影響を与えることを見出した。本手法はフラックスへの機能付加による改善手法のため、現行実装プロセスへの適用も簡便であり、Au/Ni-P電極のはんだ接合強度対策として有望な方法と言える。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (櫻 井 均)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	菅沼 克昭
	副 査	教授	田中 敏宏
	副 査	教授	南埜 宜俊
	副 査	教授	平田 勝弘
	副 査	教授	中谷 彰宏
	副 査	教授	浅田 稔
	副 査	准教授	能木 雅也
	副 査	特任准教授	長尾 至成

論文審査の結果の要旨

今日、電子製品に使用される半導体パッケージは、小型高性能化が可能な BGA (Ball Grid Array) が主流である。この BGA 搭載回路基板の電極表面処理には、耐酸化性、はんだぬれ性、耐食性などの観点から無電解 Au/Ni-P めっきが使用される。しかし、無電解 Au/Ni-P 電極のはんだ接合で、接合界面に脆弱な P リッチ層の形成を伴うことから接合強度の低下問題が指摘されている。この対策としては、電極材質の変更やはんだ合金組成面からの検討が、いずれも汎用性に欠けていた。本研究は、有機酸金属化合物を含むフラックスを用いてはんだ付け時の界面反応を制御する手法を試み、以下の成果を得た。

ステアリン酸 Cu(II) 添加型フラックスを用いた Sn-3.5Ag と Au/Ni-P 電極の初期接合界面を断面観察したところ、フラックス由来の Cu が界面反応に介入した Ni-Cu-Sn 系金属間化合物の形成を確認した。また、界面付近の P リッチ層の厚みは、ステアリン酸 Cu(II) の添加量が多いフラックスほど減少した。Cu 含有量が多い場合、エージング処理した場合でも界面金属間化合物や P リッチ層の成長が遅いことを確認した。

このステアリン酸 Cu(II) 添加型添加フラックスを使用して作製した Sn-3.5Ag はんだと Au/Ni-P 電極の接合では、プル強度、衝撃強度ともにフラックス中のステアリン酸 Cu(II) 添加量の多いものほど高い強度を示した。さらに、エージング処理を施した場合も、ステアリン酸 Cu(II) 添加量の多いものほど強度の低下は少なかった。接合界面および破壊面の観察から、Cu 添加フラックスで得られた高い接合信頼性は、界面金属間化合物層および P リッチ層の形成、成長が抑制されたことに起因したことが明らかになった。

ステアリン酸 Zn(II) 添加型フラックスを Sn-3.5Ag はんだと Au/Ni-P 電極の接合に適用した結果、フラックス由来の Zn が関与した Sn-Ni-Zn 系化合物が接合界面に形成された。Zn の界面反応への介入によってはんだ中への Ni 拡散が抑制され、P リッチ層の形成が抑制される傾向を確認した。さらに、エージング処理後の界面金属間化合物層と P リッチ層の厚みは、Zn 添加量が多いものほど薄いことを確認した。接合初期とエージング処理後の接合強度は、ステアリン酸 Zn(II) 添加量の多いフラックスが、Zn による界面反応層の生成、成長の抑制効果が大きいために高くなった。

以上のように、本論文では有機酸 Cu 化合物あるいは有機酸 Zn 化合物を添加したフラックスの使用により、Au/Ni-P 電極と Sn-Ag はんだの接合強度が向上することを確認した。また、それら化合物の添加量も接合界面組織、接合強度に影響を与えることを見出した。本手法はフラックスへの機能付加による改善手法のため、現行実装プロセスへの適用も簡便であり、Au/Ni-P 電極のはんだ接合強度対策として有望な方法と言える。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。