

# 364 Sn-Ag 系 Pb フリーはんだの接合性に及ぼす Cu 添加の影響

(株)東芝 生産技術センター ○森 郁夫、伊藤 寿、館山 和樹、山部 光治、渥美 幸一郎

## Effect of Copper Addition on Joint Strengths of Sn-Ag Solders

by Ikuo MORI, Hisashi ITO, Kazuki TATEYAMA, Mitsuharu YAMABE, Koichiro ATSUMI

### 1. はじめに

廃家電製品が雨水等に曝されることにより、接合材のはんだより鉛が溶出する危険性が指摘され、鉛を含まないはんだの開発が盛んになっている。鉛フリーはんだの候補として Sn-Ag-X 系が挙げられるが、融点、ぬれ性、機械的特性などすべての点で現行の Sn-Pb 共晶はんだに匹敵するものはない。X元素としては Bi, In, Cu, などが考えられ、特性改善が図られている<sup>1)</sup>。本研究では、はんだ付け部の初期強度、界面構造など接合性に及ぼす Sn-Ag 系はんだへの Cu 添加の影響を調べるとともに、使用する部品電極のめっき材質も検討した。

### 2. 実験方法

本実験では、Sn-3.5Ag はんだへの Cu 添加量を変えた計 7 種類の合金組成を選定した。Table 1 に実験に供したはんだ合金の仕様を示す。合金の引張り強度は、Cu 添加量の増加とともに徐々に増加し、伸びは逆に減少する。特に Cu 添加量 1wt% 以上で伸びの低下が著しい。接合評価に用いるはんだペーストは、ハロゲン量 0.05wt% の RMA タイプフラックスを使用した。はんだ付け部品は、リード材質が 42 アロイの 0.5mm ピッチ QFP を用いた。リードには、Sn-Pb めっきと Sn-Ag めっきの 2 種類を施した。リフローはすべてのはんだに対して同一温度の 513K とし、窒素雰囲気中で行った。はんだ付け後、QFP リードを基板に対して 45° の方向に 20mm/min の速度で引張り、その時の破断荷重を接合強度とした。さらに、接合部の断面観察、EPMA 分析により接合界面の状態を調べた。

Table 1 Nominal compositions, and tensile properties of solder alloys.

Sample No.	Sn (wt%)	Ag (wt%)	Cu (wt%)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)
1	96.5	3.5	0	36.1	57.5
2	96	3.5	0.5	38.6	50.6
3	95.8	3.5	0.7	44.9	48.1
4	95.5	3.5	1	42.0	29.8
5	95	3.5	1.5	45.8	13.4
6	94.5	3.5	2	46.1	16.8

### 3. 実験結果

#### 3.1 接合強度に及ぼす Cu 添加量の影響

Fig.1 に Sn-Pb めっきと Sn-Ag めっきリードにおける Sn-3.5Ag への Cu 添加量と接合強度の関係を示す。接合強度は、いずれのめっきリードにおいても Cu 添加量にはほとんど依存せず、平均強度は 13~15 N と安定している。Fig. 2 に引張り試験後の接合破面を示す。Cu 添加の有無に関わらず、接合破面は母材で破断したと考えられる延性破面を示している。本実験範囲では良好な接合界面が得られていると推察され、Cu 添加量に依存せずに安定した接

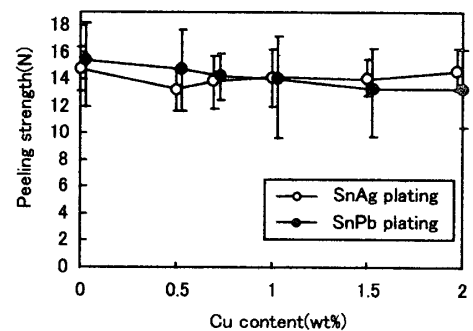


Fig.1 The relationship between peeling strength and Cu content.

合強度を示したことと対応している。

### 3.2 はんだ付け接合部の観察

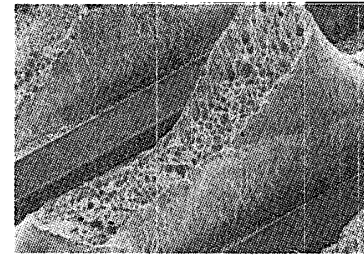
次にこれら良好な接合強度を示したはんだ付け接合界面の断面をSEMで調べた。Fig.3 に Cu 添加無しと Cu 添加量 2wt%のはんだについて、Sn-Ag めっきリードと Sn-Pb めっきリードの接合界面のSEM写真を示す。その結果、Sn-3.5Ag はんだでもはんだ中に Cu 化合物が偏在していた。これは基板側の Cu パッドから Cu が溶出したためと考えられる。Cu の溶出により、はんだ接合部界面近傍の Cu 含有量はペーストの Cu 添加量ほどには大きくならないと考えられる。これは、Table 1 のように Cu 添加量により母材の機械的特性が変化するにも関わらず、安定した強度を示した一因と考えられる。

また、EPMA 分析により、微細な  $Ag_3Sn$  が粒子状あるいは針状に晶出していることがわかった。

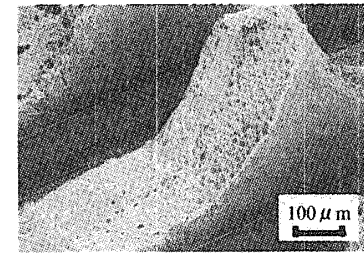
一方、SnPb めっきリードの場合、めっき成分の Pb はほとんどはんだ中に溶出し、一部はんだ母材中に偏在していることがわかった。Pb についても界面への過剰な偏析ははなく、初期接合性を損なうことはないことがわかった。

### 4. まとめ

Sn-3.5Ag 系はんだへの Cu 添加は、2wt% 以下では、接合強度に与える影響はほとんどなく、破断面も延性破面を示し、良好な接合界面を持つ。部品メッキの Pb も接合はんだ中に溶出し、界面などへの過剰な偏析ははなく、良好な接合特性を示した。

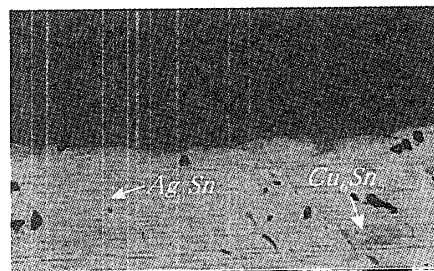


(a) Sn-3.5Ag solder

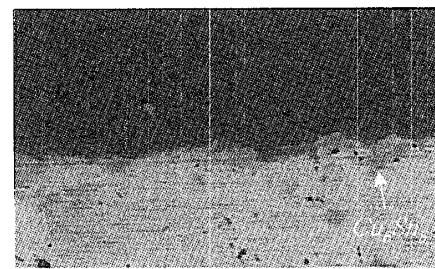


(b) Sn-3.5Ag-2Cu solder

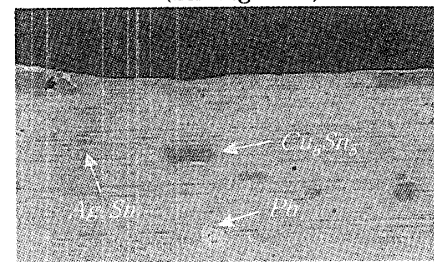
Fig.2 Peeled surfaces of solder joints.



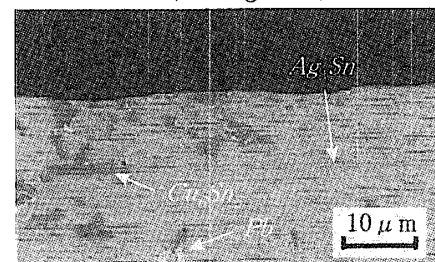
(a) Sn-3.5Ag solder  
(Sn-Ag lead)



(b) Sn-3.5Ag-2Cu solder  
(Sn-Ag lead)



(c) Sn-3.5Ag solder  
(Sn-Pb lead)



(d) Sn-3.5Ag-2Cu solder  
(Sn-Pb lead)

Fig.3 Cross sections of solder joints.

### 【参考文献】

- 1)小口、荻谷、大塚、4th Symp. Microjoining and Assem. Tech. in Electronics,(1998),pp253-258