

鉛フリーはんだの接合信頼性に関する研究

－はんだぬれ性および耐衝撃性に関する実験的検証－

中部エレクトロニクス振興会

名古屋市工業研究所

平成 16 年 11 月

目次

1.	はじめに	1
2.	要領	
2. 1	実験概要	2
2. 2	実験水準	2
2. 3	基板設計	
2. 3. 1	基板仕様	3
2. 3. 2	パターン設計	4
2. 4	実装部品	5
2. 5	実装	
2. 5. 1	はんだペースト	6
2. 5. 2	実装条件	7
3.	実験方法	
3. 1	はんだぬれ性試験(ぬれ広がり・ボイド率)	8
3. 1. 1	検査装置	9
3. 1. 2	ぬれ広がり面積測定	10
3. 1. 3	ボイド率測定	11
3. 2	振り子式衝撃試験	
3. 2. 1	試験装置	12
3. 2. 2	振り子の持ち上げ角度と発生ひずみの関係	16
4.	試験結果	
4. 1	はんだぬれ広がり	17
4. 2	ボイド率	18
4. 3	振り子式衝撃試験	
4. 3. 1	破断回数と破断部位	19
4. 3. 2	振り子の持ち上げ角度と発生ひずみの関係	22
4. 3. 3	発生ひずみと破断回数の関係	23
5.	考察	
5. 1	はんだぬれ広がりとボイド	26
5. 2	ボイド生成についての検討	
5. 2. 1	目的	28
5. 2. 2	実験結果	30

5. 3	CSP はんだ接合部の耐衝撃信頼性	
5. 3. 1	はんだと基板表面処理材料による耐衝撃信頼性の相違点	32
5. 3. 2	ボイドと耐衝撃信頼性の関係	36
6.	まとめ	40
7.	謝辞	41

1. はじめに

従来から、電子機器に搭載されるプリント板ユニットはSn-Pb系はんだで組み立てられてきた。とくにSn-Pbはんだは融点が183℃と低く、接合信頼性に優れ、低コストであるため、世界中の電子機器製造に広く普及している。しかし、近年、酸性雨により廃棄された電子機器から鉛が溶出することによる土壤汚染が懸念されており、Sn-Pb系はんだが環境汚染源として世界的に問題視されている。EUで2000年5月に発表されたWEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) 指令ドラフト中に鉛の使用を2008年1月以降規制する内容が盛り込まれている。

Pbフリーはんだの原材料は、無毒性や供給安定性などの観点からSnベースはんだが有力視されており、世の中に広く普及しているPbフリーはんだの種類としてはSn-Ag-Cu系とSn-Zn(-Bi)系がある。現在、機械的強度や耐熱疲労性に優れるSn-Ag-Cu系はんだを中心に普及しつつある。

Sn-Ag-Cu系はんだは融点が約220℃で従来のSn-Pb系はんだよりも高融点となる事で、①従来のはんだ付プロセスでは対応が難しい、②素子や基板の熱信頼性からはんだ付温度域の高精度コントロールが必須、など実用化の上で課題がある。

Sn-Ag-Cu系はんだの課題に対応したはんだ合金として、Sn-Zn(-Bi)系はんだの実用化検討が進んでいる。Sn-Zn(-Bi)系はんだは、従来はんだとほぼ同等の融点(187～199℃)であるため、従来のはんだ付プロセスでの製造が可能であるが、はんだ中のZnと下地Cu電極によるCu-Zn反応層生成による接合劣化や酸化によるぬれ性劣化などの懸念点もあり、適用範囲を限定する必要がある。

本研究では、はんだ材料に必要な特性として、ぬれ性および接合信頼性に着目し、評価検討を行った。近年、Sn-Zn-Bi系はんだを用いた研究、とくに実装基板の高密度化の観点からCSP (Chip Size Package)の接合技術に関する研究がなされているが、はんだボールにSn-Ag-Cu系はんだを使い、リフロー条件ははんだペーストで行っている場合が多く、Sn-Ag-Cu系はんだより熔融温度が低い場合はんだボールが完全に熔融せず、接合部材としてのはんだ材料の特性比較が困難と思われる。

本研究では、異種合金の混入を避け、各種Pbフリーはんだ本来の持つ諸特性の評価・検討を行った。以下、その成果について報告する。

本研究は、はんだ材料特性の中から表1-1に示す2項目、すなわち、はんだぬれ性・接合信頼性を評価項目とした。

表1-1 評価項目

評価項目	実施内容
はんだぬれ性評価	外観上のできばえという視点からはんだ材料のぬれ広がり面積測定、内部欠陥という視点からはんだ内部のボイド測定を実施した。
接合信頼性評価	機械的接合信頼性という視点から振り子式衝撃試験を実施した。

2. 要領

2. 1 実験概要

- (1) めれ広がり面積測定 : 銅板上にメタルマスクで均一に供給したはんだペーストのリフロー後のめれ広がり面積を測定した。
- (2) ボイド率測定 : 基板ランド上に供給したはんだペーストのリフロー後のはんだ面積に対するボイド面積の占める割合を測定した。
- (3) 振り子式衝撃試験 : 振り子の先端に試験基板を取り付け、所定の角度から振り下ろし、固定したブロックに衝突させ、破断までの衝突回数を電氣的に測定した。
- (4) クロスカット観察 : (3) の試験サンプルにおけるクラックの発生部位、破断状態を断面観察した。

2. 2 実験水準

実験水準を表2-1に示す。いずれの試験もはんだ組成3種、基板表面処理材料2種、リフロー雰囲気2種の組み合わせ(計 12 水準)で実施した。各水準に関する詳細は、以下で述べる。

表2-1 実験水準

試験項目		はんだ	基板表面処理	リフロー雰囲気
めれ性	めれ広がり面積	Sn-37Pb	プリフラックス(OSP) 無電解 Ni-Au めっき	大気 N_2 (O_2 濃度 100ppm)
	ボイド率	Sn-3Ag-0.5Cu		
接合信頼性	振り子式衝撃	Sn-8Zn-1Bi		

2. 3 基板設計

2. 3. 1 基板仕様

試験に用いたプリント基板の仕様について表2-2, 2-3に示す。基板表面処理材料は、水溶性プリフラックス(以下 OSP), および無電解ニッケル金めっき(以下 Ni-Au)の2種である。処理状態の概略図を図2-1に示す。

表2-2 プリント基板仕様(はんだめれ性評価用)

基板材料	ガラスエポキシ基板 FR-4(片面)
板厚	1.0mm
基板サイズ	100×100(mm)
表面処理	OSP :WPF15(タムラ化研)
	Ni-Au(Ni:4 μ m, Au:0.06 μ m)

表2-3 プリント基板仕様(接合信頼性評価用)

基板材料	ガラスエポキシ基板 FR-4(片面)
板厚	0.8mm
基板サイズ	200×150(mm)
表面処理	OSP:WPF15(タムラ化研)
	Ni-Au(Ni:4 μ m, Au:0.06 μ m)

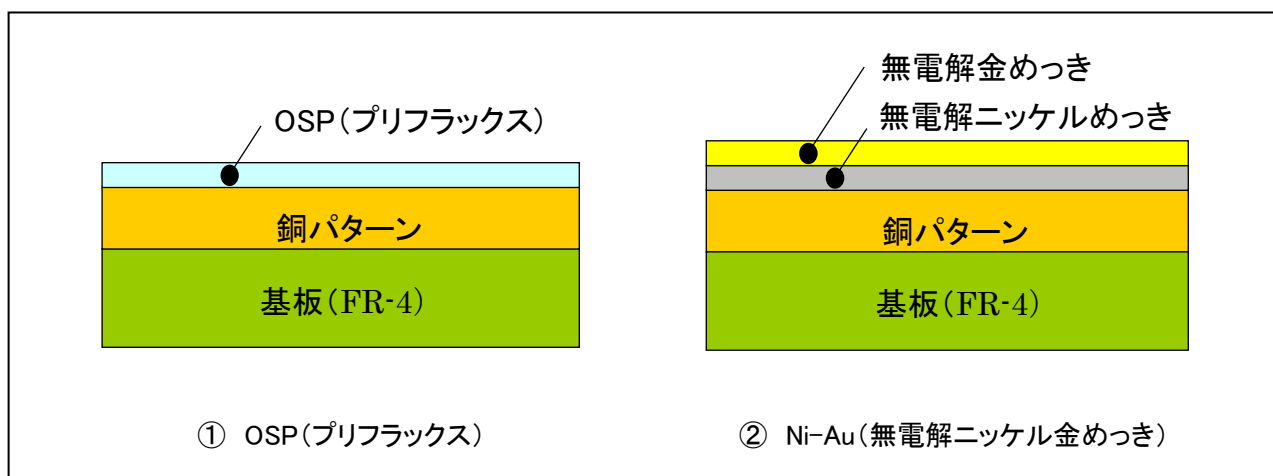


図2-1 基板表面処理