

低銀鉛フリーはんだの信頼性検討と実装基板のはんだの分析手法調査

1. 低銀鉛フリーはんだの信頼性検討*1)

接合信頼性や絶縁信頼性を評価するため、冷熱サイクル試験、チップせん断試験、マイグレーション試験を実施し、Agの含有量によって差があるか、調査した。

★冷熱サイクル試験(接合信頼性)

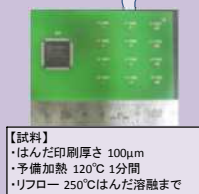
【部品】
・チップコンデンサ(C1005)
・QFP

【はんだ】
・3%Ag
・1.0%Ag
・0.1Ag

【冷熱サイクル試験条件】
・-40°C/125°C(各30分)

【サイクル数】
・0/250/500/1000/3000

【試験方法】
・実体顕微鏡による断面観察



★チップせん断試験(接合信頼性)

【部品】
・チップコンデンサ(C2125)

【はんだ】
・3%Ag
・1.0%Ag
・0.3Ag

【冷熱サイクル試験条件】
・-40°C/125°C(各30分)

【サイクル数】
・0/250/500/1000/2000/3000

【試験方法】
・試験試料を固定し、デジタルフォースゲージによりチップ部品がはがれるまで降下させ、最大値を測定する。

★マイグレーション試験(絶縁信頼性)

【試料】
【試料の設置】

【はんだ】
・3%Ag
・1.0%Ag
・0.3Ag
・0.1Ag

【試験条件】
・温度 85±2°C
・相対湿度 85%~90%
・時間 1000時間
・印可電圧 DC50V

【試験方法】
・絶縁抵抗値の連続測定
・顕微鏡による表面観察

- ◆冷熱サイクル試験において、3000サイクルまで熱衝撃をかけると低銀はんだにおいて、明らかなはんだクラックが生じたが、1000サイクルではクラックは観察されず、接合強度の低下も見られなかった。
- ◆チップせん断試験では、どのはんだでも、1000サイクル~2000サイクルの間から強度の劣化傾向がみられた。
- ◆マイグレーション試験では、どのはんだ材料でもマイグレーションは見られなかった。

以上のように、今回実施した試験においては、低銀鉛フリーはんだは、現行のSAC305(Sn-3.0Ag-0.5Cu)と比較して、1000サイクルまでは顕著な性能劣化の差は観察されなかった。

ただし、今回の調査内容は、はんだ材料の性能試験の一部である。製品化する場合は、各社の製品用途にあわせて、さらなる検証をした上で行う必要がある。

また、はんだの融点は高くなり、部品への熱ストレスやめれ性を維持することを考えると、温度管理等のはんだ付け条件がより厳しくなるのは間違いない。⇒ 適切でない温度管理をされ、はんだ付け不良が増えることは懸念される。

2. 実装基板のはんだの分析手法調査

市販はんだを用い、Ag、Cu、Pb、Ni、Coについて、ICP分析結果を基準値とし、蛍光X線(XRF)分析による実装基板のはんだの成分分析手法について、どの程度、分析可能か検証を行った。

★Agの含有量び定量結果(低銀の識別)

試料 No.	公称含有量	ICP	XRF (単位:質量%)		
			(素材)	(はんだ付け断面)	(はんだ付け上面)
5	0.3	0.32	0.32 (0.0)	0.34 (+6.3)	0.30 (-3.9)
7	1	0.99	0.98 (+1.0)	1.02 (+3.0)	0.89 (-10.1)
9	3.5	3.63	3.55 (-2.3)	3.64 (-0.2)	3.50 (-3.6)
10	3	2.99	3.13 (+4.8)	3.13 (+4.8)	2.85 (-4.7)
12	0.1	0.10	0.10 (0.0)	0.10 (0.0)	0.10 (0.0)

・XRF検出限界:0.01%
・(): ICP分析結果との差(相対値)=(XRF測定値-ICP測定値)/(ICP測定値)×100

- ◆ICPの結果との差(相対値)
・相対値で0%~10.1%であった。
・素材のままとはんだ付け後では見られず。
⇒ 銀の含有量の識別は可能と判断される。

★微量添加成分又は不純物(Pb、Ni、Co)の検出

成分	試料 No.	公称含有量	ICP	XRF (単位:質量%)		
				(素材)	(はんだ付け断面)	(はんだ付け上面)
Pb *3)	5	—	0.023	0.034 (+48.7)	0.043 (+88.1)	0.030 (+30.4)
	8*4)	—	0.011	0.063 (+474.6)	0.072 (+551.5)	0.061 (+408)
Ni	1	0.05	0.055	0.051 (-7.4)	0.054 (-1.3)	0.050 (-9.1)
Co	12	0.04	0.036	0.027 (-25.7)	0.028 (-23.3)	0.026 (-27.8)

・XRF検出限界:Pb 0.002%, Ni及びCo 0.001%
・(): ICP分析結果との差(相対値)=(XRF測定値-ICP測定値)/(ICP測定値)×100
・*3) 公称含有成分ではないが、不純物として試料に含まれていた。
・*4) Bi含有試料

- ◆Pb、Ni、Coの微量成分の検出は明らかなピークが得られた。
- ◆定量した結果は、絶対値としては、よい値ではないが、桁が変わるほどではなかった。
- ◆試料No.8のように、PbはBiが含有しているとピークが重なり、定量値が非常に多く出る。
⇒ 含有の有無の判断は可能。
・含有量については、オーダー程度の推測(ピークの重なりがない場合)

▶まとめ

Agのように分析範囲で均等に分布していれば、概ね定量可能であり、Pb、Ni、Coの微量成分の検出も可能であったことから、はんだの種類を識別する程度であれば、蛍光X線分析は有効と考えられる。

ただし、さらに定量精度を求めるのであれば、ICP等の湿式分析を検討する必要がある。

試料の状態

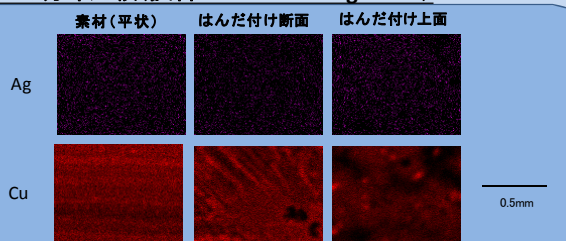


★Cuの含有量び定量結果(Cu量の分析)

試料 No.	公称含有量	ICP	XRF (単位:質量%)		
			(素材)	(はんだ付け断面)	(はんだ付け上面)
1	0.7	0.66	0.65 (+0.01)	0.80 (+0.14)	0.91 (+0.25)
3*2)	—	0.006	0.02 (+0.014)	0.18 (+0.174)	0.13 (+0.124)
6	0.5	0.51	0.56 (+0.05)	0.75 (+0.24)	0.69 (+0.18)
10	0.5	0.50	0.49 (-0.01)	0.58 (+0.08)	0.59 (+0.08)

- ・XRF検出限界:0.01%
・(): ICP分析結果との差=(XRF測定値-ICP測定値)
・*2) Cuは、成分として含有していない試料
- ◆ICP分析結果との差: はんだ付け後は、約0.1%~0.2%程度、多く検出した。
- ◆試料No.3については: Cuは成分として含有していないにもかかわらず、はんだ付け後は、約0.2%検出した。
⇒ 銅食われによるパターンの溶解でCu量が増加している。

★AgとCuの分布比較(試料No.6: Sn-3.0Ag-0.5Cu)



- ◆分布: Agの分布に比べると、はんだ付け後のCuの分布は、偏りが見られる。
⇒ 実装後の分析は、成分分布の偏りや銅食われによりCu含有量は変化する。

*1) 中部エレクトロニクス振興会技術委員会において、NITE中部支所も参加して実施