

電子部品の断面観察による故障解析

(財)神奈川県科学技術アカデミー 高度計測センター

材料解析グループ 栃木 勲

1. はじめに

エレクトロニクス機器に使用されるはんだは環境規制により、Sn-Pb 共晶から Sn-Ag-Cu 系を基本とする鉛フリーはんだが主流になりつつある。実装プリント配線板の信頼性評価法の一つに、はんだ接合部や銅配線部などの断面を観察する方法がある。クラック、ボイド、リフトオフや金属間化合物の析出状態、凝固組織に加え Cu 電極や各種めっきとの接合状態など様々な情報が得られる。したがって故障解析を行ううえで断面観察は必須な評価法である。一方、実装プリント配線板は、金属、セラミックス、高分子などの硬さが大きく異なる材料が複合的に構成されているので、加工する材料としては難加工材である。ここでは、実装プリント配線板の断面試料作製のポイントといくつかの断面組織観察による故障解析事例を紹介する。

表1 断面試料の作製プロセス

試料作製の工程		工 具
①切断(湿式)		WA 砥石 (厚さ0.7mm)
②埋込み(BGA 全体)		エポキシ樹脂やアクリル樹脂
③精密切断(観察部近傍)		ダイヤモンド砥石 (厚さ0.7mm)
④埋込み		エポキシ樹脂やアクリル樹脂
⑤機械研磨法	粗	#220~#2400 SiC 耐水研磨紙
	バフ	3 および 1 μm ダイヤモンド砥粒
	精密	0.04 μm コロイダルシリカ
⑥エッチング(組織の現出)		各種酸類

2. 試料作製と研磨法

試料は FR-4 基板に接合された幅 30×30mm の BGA で、はんだの組成は Sn-3Ag-0.5Cu である。この試料は故障が発生し回収された基板で、電気特性評価によりボールの一部に断線不良が確認されたものである。表 1 に断面試料の作製プロセスを示す。①の切断では BGA 部品に力や衝撃を加えないことに注意し、切取る寸法に余裕を持って行う。以下②~⑥のプロセスで断面試料を作製した。⑤の機械研磨法の条件は、他の実装部品で例えば QFP やチップ部品などを行う場合や手動または自動研磨で行う場合にも適用している。図 1 に試料作製した BGA 断面の外観写真を示す。

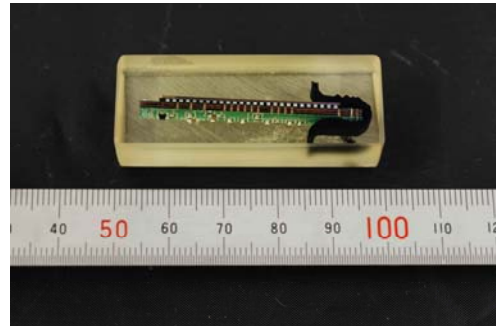
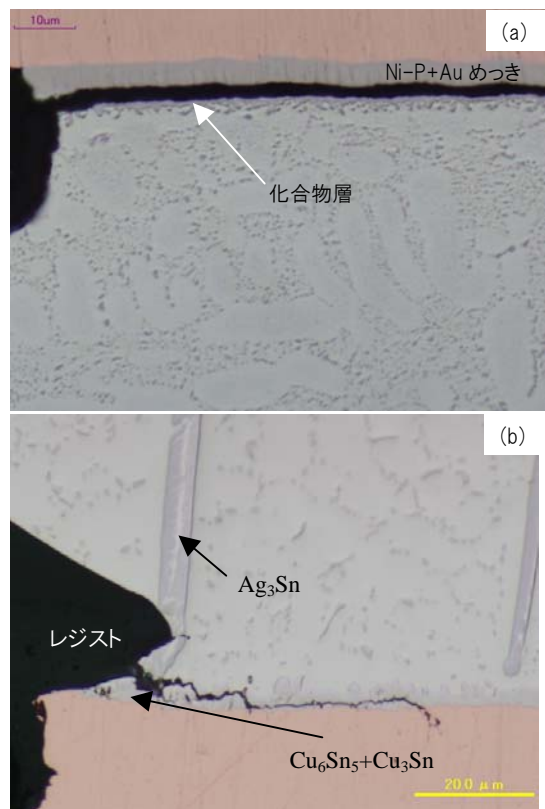


図1 試料作製した BGA 断面の外観写真

3. 組織観察事例

図 2 は BGA 接合部の断面組織写真を示す。この試料の断面構成としてパッケージ基板側には Cu 電極に Ni-P めっき + Au のフラッシュめっき、配線板側は Cu 電極のみである。(a) は故障が発生したパッケージ基板側の接合組織である。Ni-P+Au めっきとはんだの界面で形成させる金属間化合物(矢印)の境界ではく離が生じている。はく離は直線的に真横に進行しボール全ての界面で観察された。接合界面の全面はく離により断線不良が生じていると考えられる。(b) は別のはんだボールで配線板側の接合組織写真である。クラックは Cu とはんだで形成される 2 層からなる金属間化合物(Cu₆Sn₅+Cu₃Sn)とはんだの境界に加え、棒状に析出した Ag₃Sn を起点に発生している。このクラックは金属間化合物内部を真横に進行している。またレジストがはんだをえぐるように見られる。このようにクラックの起点に 2 種類の硬い化合物が同時に形成していること、レジスト部が振動や熱衝撃などの応力で切欠きとなるような形状であることが、クラックの発生に起因すると考えられる。



(a)パッケージ基板側 (b)配線板側

図2 BGA の断面組織写真