

(株) 村田製作所 ○照喜名 伸泰 山本 宏
坂部 行雄 有吉 昶

Analysis of the Contact Interface between Solders Containing Cu and Ni

by Nobuyasu Terukina, Hiroshi Yamamoto, Yukio Sakabe and Hisashi Ariyoshi

1. はじめに

環境保全の立場からはんだの Pb フリー化が進められており、Sn-Ag-Cu 系などの Cu 入りはんだが候補のひとつになっている。受動部品の外部電極にはくわれ防止のために Ni めっきを施すことが多いが、Cu 入りはんだ中の Cu が Ni 表面に集中し、ボイド発生や強度劣化の原因となることがわかってきた。はんだ中の特定成分が電極面へ移動する例は他にもいくらか報告されているが、その機構はよくわかっていない。そこで、Cu 入りはんだ中の Cu が Ni 表面に集中する現象について分析調査し、その機構を推定した。

2. 実験方法

Sn-Ag-Bi-Cu、Sn-Cu などの Cu 入りはんだを Ni 板に載せ、250℃で1分間加熱した後放冷した試料について接合界面の分析を行った。また、加熱の各段階での抜き取り分析や接合過程の in-situ 分析を行い、Cu の集中過程を追跡した。

3. 結果と考察

Sn-Ag-Bi-Cu と Ni の界面における EPMA マッピング分析結果を Fig. 1 に示す。Fig. 1 より、Sn-Ag-Bi-Cu 中の Cu が Ni 表面に集中している様子が認められた。他の Cu 入りはんだ、Sn-Cu や Sn-Pb-Cu についても同様の結果であり、Ni 面への Cu の集中は Cu 入りはんだに共通の現象であるといえる。

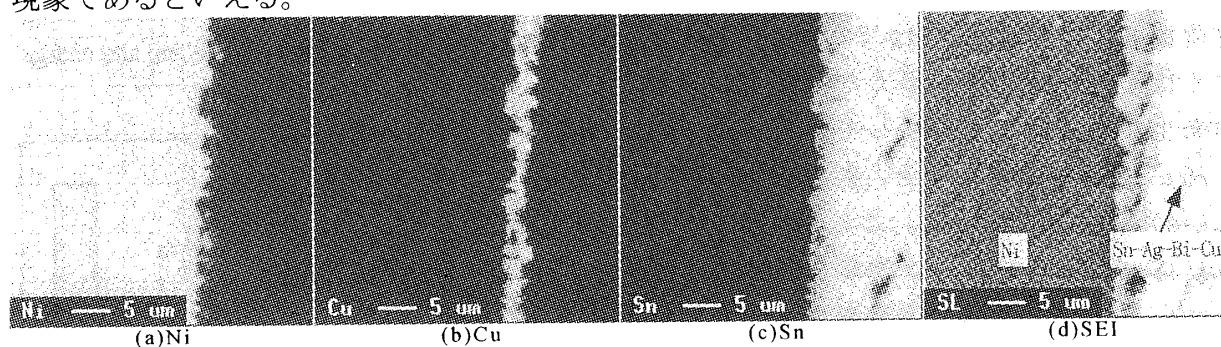


Fig.1 EPMA area analysis at the interface between Sn-Ag-Bi-Cu and Ni

以下、解釈を容易にするため最も単純な Sn-Cu について分析を進めた。Sn-Cu と Ni 界面の化合物層をエッチングにより露出し、SEM/EDX 分析および XRD 分析した結果を Fig. 2 に示す。その結果、反応層は針状結晶で、Cu、Ni、Sn から成るものであることがわかった。また、XRD 分析では化合物層から Cu_6Sn_5 と Ni_3Sn_2 の中間的なピークパターンが検出されており、EDX 分析の結果を考え合わせて、Cu は Ni と混じり合い、Sn と 3 元系金属間化合物を生成していると解釈できる。

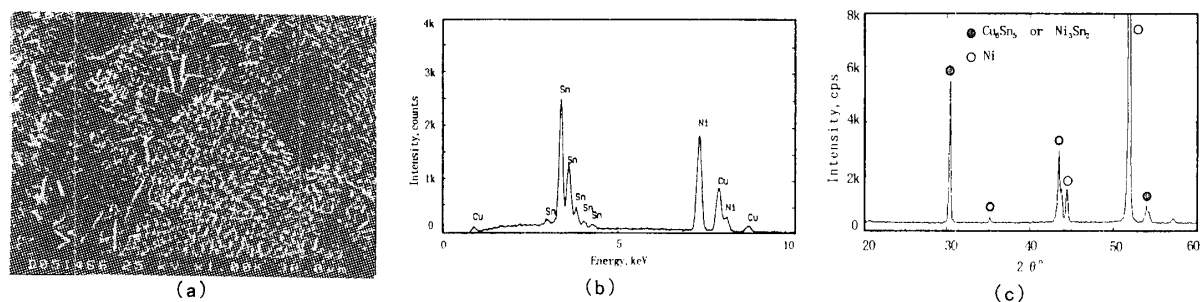


Fig.2 SEM image(a), EDX analysis(b) and X-ray diffraction pattern(c) of the intermetallic compound at the interface between Sn-Cu and Ni

次に、Cuの集中過程を追跡した。はんだの融解前(融点以下の220℃まで加熱したもの)、融解直後、拡がりをはじめ、1分間放置後の各段階での分析結果をFig.3に示す。ただし、はんだの融解前では接合強度が微弱であったので、剥離させたはんだ面をEDXで分析した。結果より、Ni面へのCuの集中ははんだの融解前から既に始まっており、融解、ぬれ拡がり過程を経て、進行していくことがわかった。また、はんだ融解前にNi側に集中したCuが Cu_6Sn_5 であることは別途確認してある。

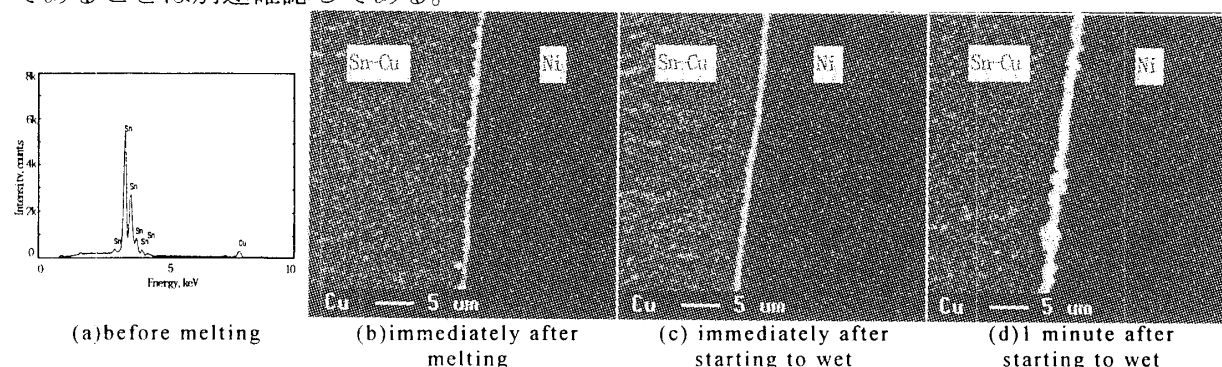


Fig.3 EDX analysis of the peeled surface of Sn-Cu(a) and EPMA area analysis of Cu at the interface between Sn-Cu and Ni(b-d)

Fig.4に高温XRDにより、はんだ接合過程をin-situ分析した結果を示す。加熱前には、母材金属のNi、はんだのSnとその表面の SnO 、サンプルホルダのPt、Alが検出されているが、これを加熱すると240℃で Ni_3Sn_2 が生成し、さらに加熱が進むと Cu_6Sn_5 に近いピークパターンへと変化していく様子が見られた。

以上の分析結果より、Ni面へのCuの集中現象の発生機構は次のように推定できる。①はんだの融解後、接合界面に Ni_3Sn_2 (六方晶)が生成する。②接合界面近傍の Cu_6Sn_5 (六方晶)が Ni_3Sn_2 に取り込まれ、Cu-Ni-Sn 3元系の六方晶として、Cu集中層を作る。③ Cu_6Sn_5 が Ni_3Sn_2 に取り込まれることにより生じた濃度勾配により、 Cu_6Sn_5 の移動が進む。④また、NiとCuは、ともに面心立方構造を持ち格子定数がほぼ等しいことも、CuのNi側への移動の推進力として働く。

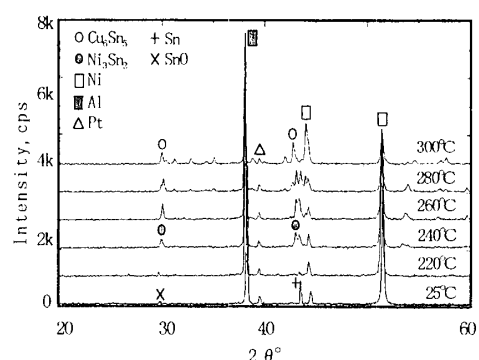


Fig.4 High temperature X-ray diffraction pattern of the interface between Ni and Sn-Cu