技術展望

はんだ付けのカーボンニュートラル

― 環境に配慮した低温はんだの実用化 ―

電子情報部　奥谷　潤（おくたに じゅん）
okutani@irii.jp
専門：光電材料、薄膜
一言：はんだ付けの評価試験を通じて、製品の信頼性向上を支援します。

家電製品やパソコン、スマートフォンなど、電気を使って機能する機器には、プリント回路基板が組み込まれ（図1）、半導体などの部品が数多くはんだ付けされています。

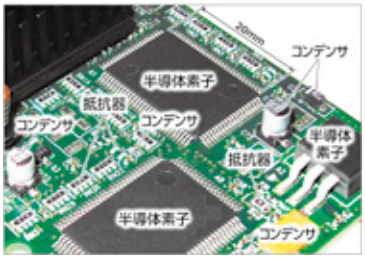

図1　プリント回路基板

また、はんだには図2に示すような種類があります。2006年にRoHS指令（特定有害物質使用制限指令）が施行され、鉛を含むはんだ（融点183℃）の使用が制限されました。その結果、スズに銀1～4%、銅0.5～1%を加えた合金（融点220℃前後）が鉛フリーはんだとして現在、広く使われています。

図2　主なはんだの種類と融点

鉛フリーはんだには、低温はんだのスズ-ビスマス系はんだもあります。表1に示すようにスズ-銀-銅系はんだと比較して、融点が低い、引張強度が強く延性が低い（硬いが脆い）などの特徴があります。このため、基板が高温になるとはんだ接合部が弱くなること、落下衝撃に弱いことなどが懸念され、鉛フリーはんだとしては広まりませんでした。ところが最近、一部の家電製品やノートパソコンでスズ-ビスマス系はんだが使用され始めています。この理由は、2050年までのカーボンニュートラルの実現やSDGs（持続可能な開発目標）の達成のために脱炭素が求められる中、環境負荷の小さい点が見直されたからです。

表1　鉛フリーはんだの比較

合金系	化学成分（重量%）				融点（℃）	リフロー最高温度（℃）	引張強度（MPa）	延性（%）
	スズ	銀	銅	ビスマス				
スズ-銀-銅	残部	3	0.5	—	217～220	250前後	53	47
スズ-ビスマス	42	—	—	残部	139	170～180	74	37

■低温はんだによる環境負荷の低減

はんだの製造には、原料の鉱石のほかに水や燃料などの資源が大量に必要で、製造にともなって二酸化炭素も排出されます。表2に示すように、はんだの製造に必要な資源量を表した指標（TMR；Total Material Requirement）では、スズ-ビスマス系はんだは、スズ-銀-銅系はんだの半分以下の資源量で製造でき、二酸化炭素排出量も約1/7まで減少するとされています。また、基板をはんだ付けする場合、低温はんだは、融点が低いことから消費電力を小さくできます。例えば、基板全体を加熱し、クリーム状のはんだを溶かしてはんだ付けするリフローソルダリング工法では、スズ-銀-銅系はんだよりも消費電力を30～40%削減できるとされています。さらに、耐熱性の低いフレキシブル基板などが使用可能になること、熱による基板の反りが小さく、はんだ付け不良が低減すること、生産設備の劣化が低減することなどの利点が見込めます。生産には、スズ-銀-銅系はんだと同じリフローソルダリング装置が使用できるため、追加の設備投資が不要です。一方、フローソルダリング工法の場合は、溶融はんだの酸化物除去などに対応した専用機への変更が必要になります。

表2 はんだの製造における環境負荷の比較

合金系	TMR (t/t)	CO_2排出係数 (kg/kg)
スズ-銀-銅	2558	4.02
スズ-ビスマス	1154	0.55

■低温はんだ普及への期待

現在、スズ-ビスマス系の低温はんだは、使用中に基板が高温にならない機器や落下の可能性が低い機器に使用されています。しかし今後、はんだ合金成分の改良などから低温はんだを採用する機器が広がる可能性があります。また、はんだ合金の原料であるビスマスの埋蔵量が豊富なため、普及にともなって、より安価になる可能性もあります。昨今のエネルギーや原材料の価格上昇などの要因も加わり、低温はんだが広く利用されると期待できます。

■はんだ付けに関する工業試験場の支援

低温はんだへの転換など、はんだ付け条件の変更では、冷熱衝撃試験によるはんだクラック確認、落下衝撃試験による耐衝撃性の評価、はんだ接合部の強度測定など、品質管理が重要となります。工業試験場では、これらの試験のほか、はんだ付けされる部品のはんだぬれ性の測定などが可能です。さらに、はんだ付け技術・信頼性について研究会活動も行っています。

低温はんだに限らず、はんだ付けに関心をお持ちの方は、お気軽にお問い合わせください。