

鉛フリーはんだの改善に関する基礎的研究

A fundamental study on lead-free solder alloys

AC13 矢嶋 唯

主査 塩田 一路 副査 加藤 雅彦

1 緒言

2006年7月に欧州連合で施行された RoHS 指令により従来の鉛を含むハンダの使用が禁止された。これにより鉛フリーハンダを使う必要があるが鉛フリーハンダは融点の高さや機械的強度の弱さなどの問題点がある。現在、改善のために研究が行われているが、従来の研究では、ハンダ自身の強度¹⁾、銅とハンダの界面反応生成物²⁾³⁾、銅とハンダの濡れ性⁴⁾⁵⁾などについて個別に検討されている。しかし、実際にハンダ付けを行って接合強度が脆弱である理由が銅、銅－ハンダ界面、ハンダの強度のいずれの部分にあるかについて検討した例はほとんど見当たらない。

そこで本研究では従来用いられてきた鉛ハンダ（以下 Sn-Pb と記載）と優れた機械強度を持つハンダ（以下 Sn-Ag-Cu と記載）をもちい、銅－ハンダ界面のせん断強度、および、ハンダ自身のせん断強度を測定することによって、鉛フリーハンダにおける接合強度に関する問題点を抽出し、その改善方法についての指針を得ることを目的とした。

2 実験方法

本研究ではハンダと銅との接合面の接合強度を測定するための試料を製作した。これは銅板に穴を開けたもので、この穴にハンダ付けを行い、それを押し抜きにより破壊させることでせん断強度を測定する。試料のハンダ付けは研究用ホットプレートで行った。試料は穴に銅線を入れたものと入れないものを用意した。銅線を入れた試料はハンダと銅の接合面におけるせん断応力、銅線を入れない試料はハンダ単体のせん断応力を測定するために使用する。今回の実験では Sn-Pb ハンダと Sn-Ag-Cu について実験を行った、熱電対で試料の温度を計測し、ホットプレートの設定温度と加熱時間を変化させた。

3 実験結果

その結果を図 1 に示す。図 1 は Sn-Pb と Sn-Ag-Cu のはんだを 300℃に設定したホットプレートで加熱した際の加熱時間による接合面のせん断強度の変化を表している。Sn-Pb の結果を見ると銅との接合強度とはんだ材のせん断強度にはあまり変化が見られない。しかし Sn-Ag-Cu においては図 5 の最大値に置いて Sn-Pb はんだより大きい値を示しているが銅との接合強度になると Sn-Pb は

だより弱くなっている事がわかる。

以上の結果より、銅－Sn-Pb 界面と、Sn-Pb 単体のせん断強度は大差ないことが分かる。

一方、Sn-Ag-Cu はんだにおいては、銅線を入れた場合のせん断強度は Sn-Ag-Cu 単体のせん断強度の 80%程度しかない。すなわち、このせん断強度は、銅線と Sn-Ag-Cu はんだの界面せん断強度に依存していることが推定される。

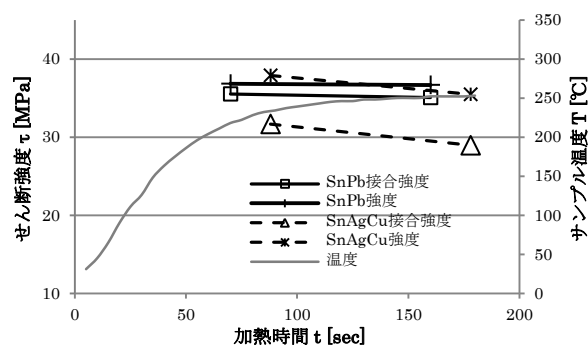


図 1 300℃で加熱した Sn-40wt%Pb と Sn-0.3wt%Ag-0.7wt%Cu のせん断強度

4 結論

本研究では、汎用されている Sn-Pb はんだを鉛フリーはんだに置き換える場合の留意点の洗い出しに関する基礎的な実験を行った。このはんだのせん断強度は、温度のみでなく加熱時間の関数でもあるので、本実験のように温度が漸変する簡素化した結果のみで論ずることは困難であるが、従来の Sn-Pb はんだに対して鉛フリーはんだの強度が小さい理由の一端は、銅線と Sn-Ag-Cu はんだの界面せん断強度に依存していることが推定された。この結果より、はんだ自身の強度の向上よりも、銅線に対するはんだの食いつきを向上することが有効であると結論される。その指針としては、銅と固溶性の高い元素、たとえば Au、あるいは銅と親和性が高く金属間化合物を生成する合金元素、たとえば Al, Ga, In, Sb, Se, Te, Zn などが候補として考えられる。

文 献

- [1] 菅沼克昭著、「はじめての鉛フリーはんだ付けの信頼性」、p54、工業調査会刊(2009)
- [2] ibid, p37
- [3] ibid, p47
- [4] 菅沼克昭著、「はじめてのはんだ付け技術」、p72、工業調査会刊(2003)
- [5] 大澤直著、「はんだ付技術の新時代」、p17、工業調査会刊(1993)