

「鉛フリーはんだ対応ウェーブソルダリング装置の提案」

株式会社タムラエフエーシステム

岡野輝男

One Proposal for Pb-Free Wave Soldering

Teruo Okano, TAMURA FA SYSTEM CO, LTD

1.はじめに

2004年のEU、WEEE¹⁾が2007年になり、タイムリミットは先送りされた感があったが、先駆メーカーの努力により、鉛フリーはんだ（以下鉛フリーはんだと略記）の実用化報告²⁾が、昨年も次々と公表された。

リフロー用はSn-Ag-Bi-Cu,或いはSn-Ag-Bi-In,ウェーブ用はSn-Cu-(X)で、何れも100万台以上の出荷実績が報告された²⁾。以前から発表されているSn-Ag-CuやSn-Zn系と合わせると鉛フリーはんだ組成の種類はきわめて多く、実用化も本格的になった。

ウェーブ装置の鉛フリー化技術も初期段階から発展段階に入り、装置の形態も鉛フリー第2世代へ進んだため、これまでの試作ラインから量産用設備への拡充が進んでいる。

ウェーブはんだ付けを良好に完了させるにはいくつかの条件を理想的に構成する必要があるため、従前の設備では対応が難しい。大きく分けて、スプレーフラクサー、そして噴流式はんだ付け装置で構成されるが、本稿では当社製品におけるウェーブはんだ付け装置を主に機能と鉛フリーはんだ付けとの関連に付いて述べる。

2. ウェーブはんだ付け装置の鉛フリー対応化

(1) はんだ付け特性

鉛フリーに適用するためのウェーブはんだ付け装置構成は、内容に多少の差こそあれ、従来からの延長線上にある。

しかし、N₂雰囲気の要否、はんだ槽の設定温度の高低、プリヒート能力への要求度合い、さらに冷却能力への要求レベル等、個別に見直しの必要な項目はいくつかある。はんだ熔融温度や凝固プロセスの違いが原因となる「ツララ、ブリッジ」や、「リフトオフ」、「引け巣」、「スルーホール上がり不足」等の現象を低減する必要があり、これらは回路基板の種別、形態、要求品質、はんだ組成の違いなど

図 1、予備加熱温度とスルーホール上がり特性

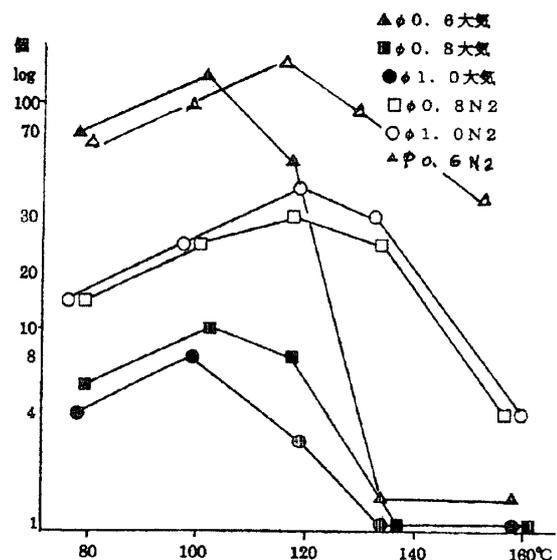
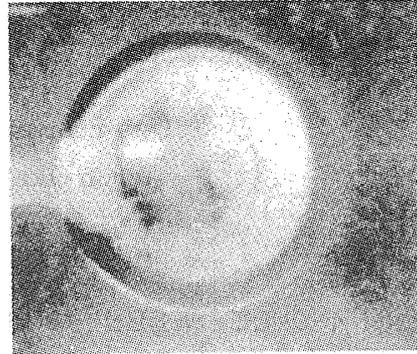


Fig3 予備加熱温度とスルーホール上がり特性

から状況が異なる為、それらに適応させる必要があるので。

具体的には、鉛フリーはんだは錫の含有量が顕著に大きいため、ドロス（酸化物）の発生が多い。そのため、はんだ攪拌を伴う機械式ポンプを避けたり、はんだ付け作業雰囲気（雰囲気）を低酸素濃度とすることで、ドロスを減らしたり、スルーホール基板でははんだ上がり不足をプリヒート条件の適正化で向上させたり、はんだ付け後の速やかな冷却を行うことで、リフトオフ、引け巣（図 2）を低減させることなどである。

図 2、引け巣



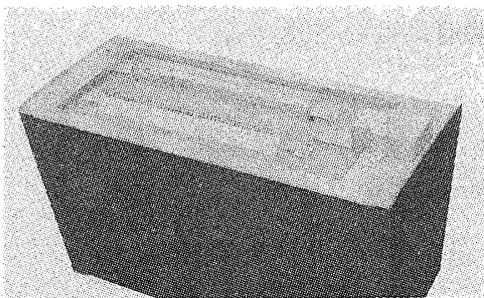
2) ウェーブはんだ付け装置の概要

鉛フリー用に調整或いは構成される機能として、まずはんだディップ前の予備加熱温度の適正化、具体的にはプリヒート能力の強化がある。

また、はんだの組成が変化した時のはんだ入替コストを下げる少容量はんだ槽であることが望ましいし、酸化物の発生量を抑えるため、ポンプ軸周囲の酸化物の発生しない電磁式の噴流機構が効果的である。（図 3）

酸化物の発生抑止、はんだ付け性向上のため、窒素雰囲気（雰囲気）の活用も多い。（図 4）

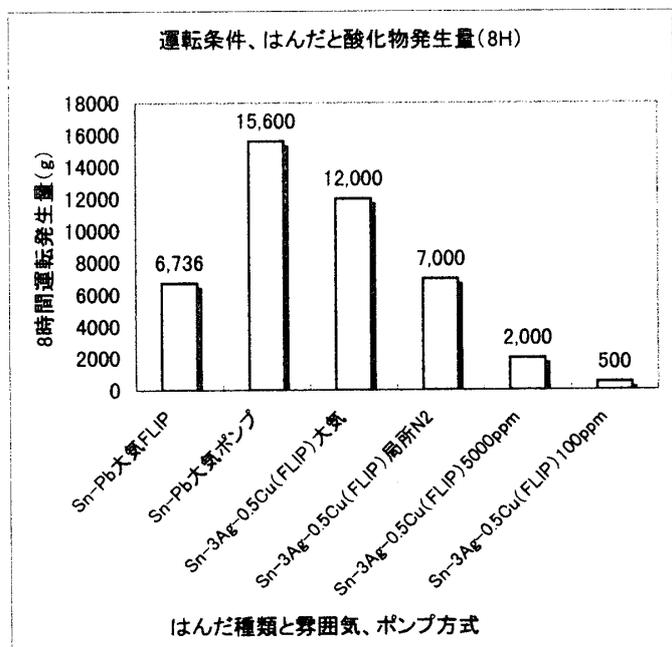
図 3、電磁誘導式はんだ槽



スルーホールぬれ性向上を図るため、十分なディップ時間を確保した一次ウェーブと、はんだの切れを促進し、ブリッジ、ツララを抑制する二次ウェーブの形状は従来の Sn-Pb はんだの場合以上に条件設定範囲は狭い。

はんだディップ後の基板冷却プロセスの適正化によって、リフトオフ、引け巣等の症状を抑えることができる。

図 4、酸化物発生量の比較



3)鉛フリーはんだの組成と装置構成

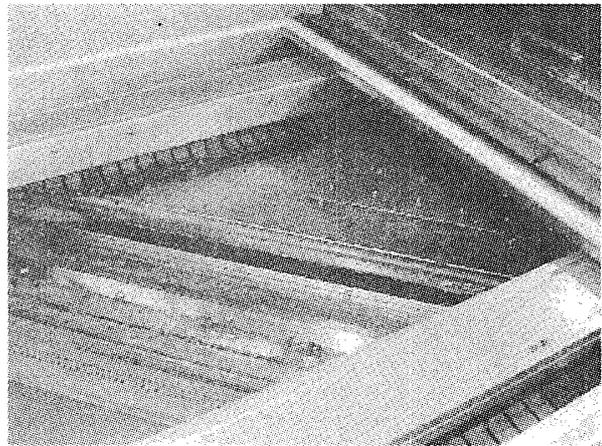
使用するはんだの組成によってはんだ付け装置への要求仕様は変わる。また、生産される実装基板がどのような品種であるかによっても当然異なってくる。

● Sn-Ag-Cu 系

最も評価研究の進んだ鉛フリーの代表的組成であり、特許対策の目途がほぼついたと報告されている。

大気雰囲気でも使用できるが、酸化物の発生量を押さえる効果、ぬれ性の改善効果期待できるため、窒素雰囲気下での使用も多く、窒素雰囲気仕様の機種での適用が多い。引け巣が出やすいので冷却は強化されている必要がある（図 5）。

図 5、冷却を強化された N2 式ウェーブはんだ付け装置



● Sn-Ag-Cu-Bi 系

特に民生向け実装に供される。良好なぬれ性は、はんだ付け作業条件を楽にしている。

民生向け基板実装に使用される場合、基本的に大気雰囲気作業を前提。しかし、Sn-Pb の場合同様、高信頼性基板では窒素雰囲気ではんだ付け作業されている（図 6）。

● Sn-Cu 系

Ag を含まず、安価に調達できる。融点が高い（227℃）ため温度的条件の整合が取れば、良好なはんだ付け性を示す。大気中で作業できる点も大きなメリット。

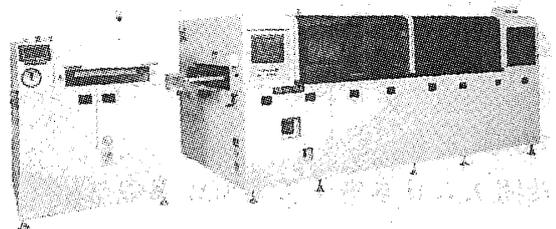
融点温度が高いためツララが発生しやすい。作業温度は高めになり、特性を考慮したはんだウェーブ構成が必要。

● Sn-Zn 系

融点温度が低く、従前の Sn-Pb はんだに近い温度条件で作業が可能となる。窒素雰囲気が不可欠といわれ、普及の範囲が限られている。

低い融点温度による作業は電子部品温度の耐熱限界に対しマージンを生み出すため一般的な鉛フリー的難しさはない。酸化への対処、長期的信頼性の確保にかかわるデータの積み上げが課題と言われる。

図 6：鉛フリー対応 N2 ウェーブはんだ付け装置及びスプレーフラクサー



3. スプレーフラクサー

地球環境保護活動の一環として鉛フリー化の他に VOC（揮発性有機化合物）フリー化がある。鉛フリー、VOCフリー双方に大きく関与するのがスプレーフラクサーの活用である。鉛フリーはんだでのウェーブはんだ付けでは、プリヒート条件の変化も伴い、フラックス塗布条件が広い範囲で選択される必要があるため、調整範囲、塗布均一性、安定性の観点でスプレー方式が最適といえる。さらにVOCフリー化を睨んだ工程設計を進めるには、それに対応した塗布方法としてプリヒーター付きスプレーフラクサーの重要度が極めて高い。

各種鉛フリー専用ポストフラックスが必要となるほど、フラックスはんだ付けの良否を大きく左右する因子である。精密なフラックス塗布コントロールを得るには、スプレー方式以外には現状見出すことができない。

4. 今後の動向

鉛フリーがかかえる問題として、はんだ組成の標準化作業が限界にきているという課題がある。“工法の最適化”が進展する中、はんだ組成が多様になるとともに、設備も多様となり、標準化から遠ざかる事である。これまでの汎用機を活用してきた状況から、今後は電子機器それぞれに最適化（専用化）された装置が検討されて行くであろう。

また、ウェーブでの実装が難しく、リフローに切り替えざるを得ず、一部の部品が後付け部品として残る事がある。一般的なキャリアレス—インラインでのウェーブはんだ付けが主流である事に変わりはないが、局所ディップはんだ付けも注目を集めるだろう。

参考)

*1: EU 指令

*2: JEITA/JIEP/JARA/SEAS/STRJ/ITRS、からなる先端実装システム展「Advanced Electronic Packaging (Jisso) System Exhibition」

参考文献)

株式会社サイエンスフォーラム編「第 11 回環境対応実装技術フォーラム」2000 年 5 月 30 日

社団法人日本電子工業振興協会「鉛フリーハンダに関する調査研究成果報告書」平成 12 年 7 月

社団法人日本電子工業振興協会編「鉛フリーはんだ研究開発成果報告会」平成 12 年 4 月 5 日

社団法人日本溶接協会マイクロソルダリング教育委員会編「鉛フリーはんだ実用化セミナー」2000 年 11 月 21 日