

大型・高多層基板の鉛フリーはんだ付け工法の開発 ～ 世界No.1のOKI EMSを目指して ～

町田 政広
小坂橋 雄也

小日向 隆

近年、エレクトロニクス業界では、経営資源の集中配分を目的とした生産アウトソーシング、製品コストの低減を目的とした東南アジア圏への生産シフトなど生産面での変革が進んでいる。

このような中、当社生産サービスカンパニーでは情報通信機器分野で培ってきた豊富な生産実績・ノウハウをコアとし、各市場分野の上位機種をターゲットに、製品の開発・設計から組立・検査まで一貫した生産サービスを請け負い、提供するEMS（Electronics Manufacturing Service）ビジネスの展開を図ってきた。

近年、お客様の製品は、ますます多様化・複雑化するとともに、製品の心臓部に当たる基板に関しては、鉛フリー化、大型・高多層化が加速し、そのはんだ付け、実装における難易度は、アップしている。

当社では、お客様のニーズに応えるべく、大型・高多層基板の鉛フリー実装の新規工法開発に取り組んできた。

本稿では、本技術の開発経緯、新工法の特長について紹介する。

ント配線板の大型・高多層化が加速、ここ1～2年の間で面積、層数ともに2倍の推移となっていることである。

さらに、最近では、RoHS（the Restriction of the use of certain Hazardous Substances）指令を背景として、鉛フリーはんだを用いた実装の要求が高まり、現在の適用率は、約70%にもなっている。

これらの特徴は、今後もさらに加速していくことが予測される。つまり、当社として、お客様ニーズに応え、製品実現を継続していく上では、大型・高多層基板の鉛フリーはんだ付け技術に取り組み、技術確立していくことが必要不可欠である。

大型高多層基板の鉛フリーはんだ付け

現状、当社で取り扱っている基板においては、プリント配線板が450×300×3（mm）24層と大型・高多層であり、さまざまな形態の部品が6,000点にのぼり実装されている。これら実装部品は、SMT（Surface Mount Technology）部品、ディスクリート部品に区分され、一般的にSMT部品では、リフロー方式自動はんだ付け工法、ディスクリート部品では、手はんだ付け工法により、はんだ付けされる。

製品実装動向

図1に顧客製品の実装動向を示す。特徴としては、プリ

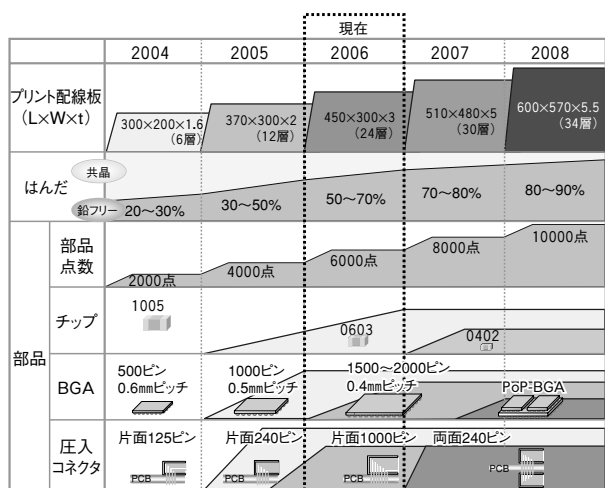


図1 顧客製品の実装動向

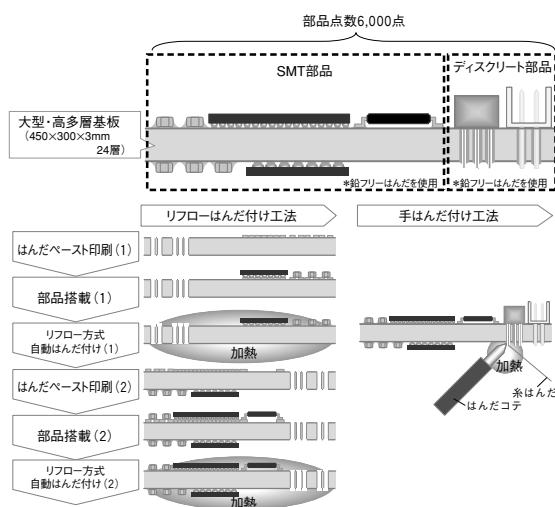


図2 基板の実装形態およびはんだ付け工法

また、これらはんだ付けにおいては、従来の鉛を含有する共晶はんだに替わり、鉛フリーはんだ（Sn-3Ag-0.5Cu）を用いて、プリント配線板と部品間をはんだ接合する（図2）。

特に鉛フリーはんだにおける溶融温度は、共晶はんだ183℃に対し、217～220℃と高く、はんだ付け時、より高温での加熱が必要となる。

以下、部品形態ごとのはんだ付け上の課題、これを解決した新工法の特長について述べる。

SMT部品のリフロー方式自動はんだ付け工法

(1) 鉛フリーはんだ付けの課題

一般的なSMT部品の保証耐熱温度は、230℃程度である。リフロー方式自動はんだ付けにおいて、230℃以上で加熱した場合、熱ストレスにより部品の破損が発生する。また、鉛フリーはんだは、溶融温度が220℃程度であり、これ以下の加熱温度では、はんだ未接合の不具合となる。つまり、鉛フリーはんだを用いたリフロー方式自動はんだ付けにおいて、良好なはんだ付けを得るためには、はんだ付け温度範囲を10℃以内で制御する必要がある。

従来の共晶はんだ付けでは、温度範囲50℃以内であったものに対し、その難易度は、アップしている（図3）。

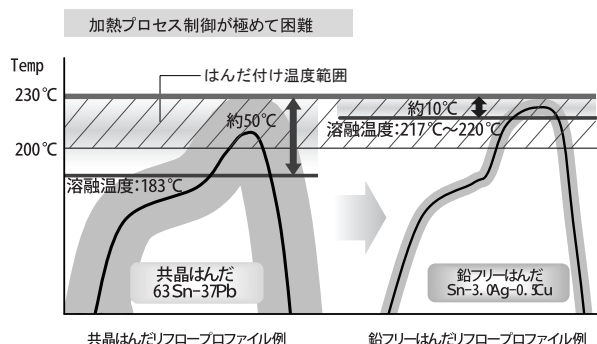


図3 共晶はんだと鉛フリーはんだのはんだ付け温度範囲

(2) 大型・高多層基板の課題

鉛フリーはんだによる実装要求が高まる一方、基板の大型・高多層化も加速している。大型・高多層基板のはんだ付けにおいては、部品の実装レイアウトや種類、大きさごとに、必要となる熱量が異なる。言い換えると、従来のリフロー方式自動はんだ付け工法では、各実装部品間ではんだ付け可能範囲10℃を超える温度バラツキが発生する（図4）。

つまり、大型・高多層基板で良好な鉛フリーはんだ付け

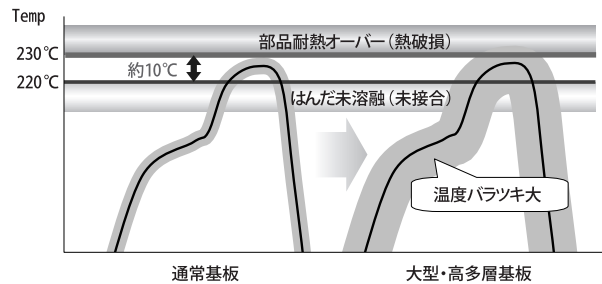


図4 リフロー方式自動はんだ付けにおける温度バラツキ

を得るためには、これまでになく、均一な加熱を可能とするリフロー装置が求められる。

(3) 新リフロー装置の開発

大型・高多層基板のリフロー方式自動鉛フリーはんだ付けの実現に向け、当社では、古河電気工業株式会社殿と共同で新加熱方式を採用したリフロー装置を開発した。本開発装置は、多ゾーンリフロー装置をベースに改良を加えたものである。本装置は以下に示す特長がある。

① 多ゾーン（12ゾーン）

加熱ゾーン数が多く、装置内の温度をきめ細かく設定することが可能である。すなわち、基板の昇温を精度良く行えるため、基板内温度ばらつき（ ΔT ）を低減できる。

② 熱風加熱方式

加熱方式として、熱風加熱方式を採用している。さらに、加熱能力が従来の機種よりも向上している。また、熱風加熱方式の採用により、温度シミュレーションの適用が可能となった。通常、リフロー装置で基板を加熱する際、基板ごとに温度設定を行う必要がある。本装置では、温度シミュレーションにより、基板上の部品の温度を予測することが可能となった。

③ 新加熱方式の採用

新規開発装置には当社独自の加熱方式を採用している。本方式は ΔT の低減を目的として、各ゾーンに加熱時間制御機能を追加したものであり、ゾーンごとの加熱時間を調整することが可能である。本方式を用いることで、ゾーン数を大幅に増加させることなく、同様の効果が期待できる。すなわち、先にも述べたが、基板の昇温制御が非常に高精度で行える。

(4) 新加熱方式の効果

① 評価基板

新加熱方式の評価に用いた基板に関して述べる。本基板は板厚が厚く（基板厚み：3.1mm 22層）、CCGA（Ceramic Column Grid Array）やBGA（Ball Grid

Array)を搭載しているため、はんだ付けが非常に難しい。特にCCGAは熱容量が大きく、十分に加熱するためには多くの熱量が必要になる。

② 検証結果

温度測定結果を図5に示す。図中の数値は、基板をリフロー装置で加熱した際、搭載されている部品温度の最大値と最小値を示している。この最小値と最大値の差=ΔTの値が小さい程、リフロー装置としての性能が高いことになる。

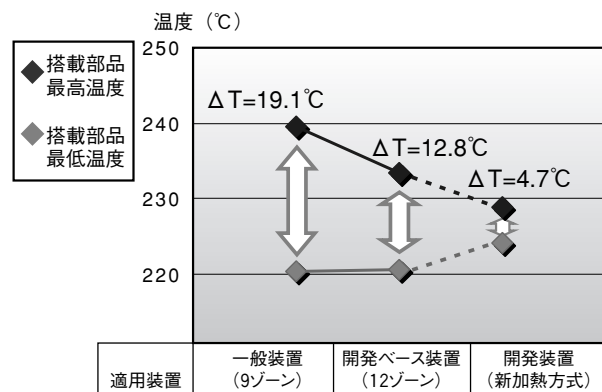


図5 リフロー装置別温度測定結果

検証結果から、一般的な装置と比較して、新加熱方式を用いた装置は、明らかに優れた結果を示した。さらに、基板面内のΔTを4.7℃まで低減することが可能となり、開発を行う上で目標とした値を上回る結果が得られた。

③ 温度シミュレーションの実施

今回の装置開発では、加熱性能の向上に加え、装置条件設定の効率化を目的とした基板温度シミュレーションの検討を行った。結果としては、装置条件設定時間を短縮、製品立ち上げ時間の大幅な短縮に貢献することができた。

ディスクリート部品の局所フロー方式自動はんだ付け工法

(1) ディスクリート部品のはんだ付けにおける課題

基板にSMT部品を両面リフロー後、さらにディスクリート部品を実装する上では、一般的に、はんだコテを用いた手はんだ付け工法が用いられる。

しかし、大型・高多層基板の鉛フリーはんだ付けにおいては、基板熱容量の増加、はんだ溶融温度の上昇により、はんだコテ温度が低い場合、スルーホール内のはんだ未充填が発生する。また、はんだコテ温度が高い場合、スルーホール局部への集中加熱となり、基板材の熱膨張率の差異により、スルーホールとプリント配線板間の剥離

や内層スルーホールのパターン断線不具合が発生する。したがって、手はんだ工法による作業では、高い技能が要求される。

また、はんだ付けの出来栄であるスルーホール内へのはんだ充填状態については、目視による点検では、判別不可能である(図6)。

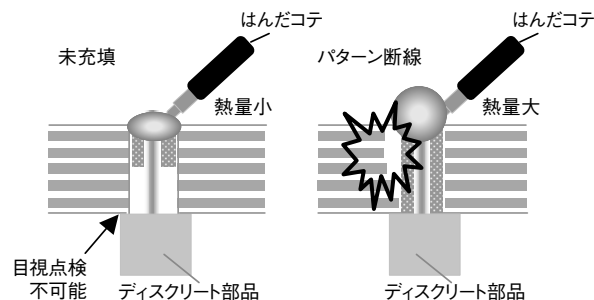


図6 大型・高多層基板の鉛フリーはんだ付け(手はんだ工法)の課題

(2) 局所フロー方式自動はんだ付け工法・X線検査の特長

当社では、大型・高多層基板へのディスクリート部品鉛フリーはんだ付けの実現に向け、「ディップパレットを用いた局所フロー方式自動はんだ付け工法」とこの出来栄を保証する「スルーホールはんだ充填状態のX線検査」の開発に取り組んできた。

本はんだ付け工法は、既にリフロー方式自動はんだ付けにより実装済みのSMT部品を防熱し、はんだ付けしたいディスクリート部品部分を開口したパレットを用いてフロー方式で自動はんだ付けする工法である(図7)。

フロー方式自動はんだ付け工法とは、基板を予備加熱、溶融はんだに浸漬させることにより、複数のディスクリート部品を一括はんだ付けする工法である。しかし、両面リフロー方式自動はんだ付け後は、SMT部品の溶融はんだ浸漬による熱破損を考慮し、行われのが一般的である。今回は、先に述べたディップパレットを用いることによりこの課題を解決した。

さらに、従来より当社BGAはんだ付け検査で適用、確立してきた3次元自動X線検査のノウハウを活かし、外観

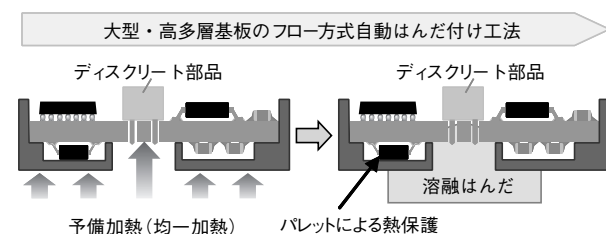


図7 局所自動フロー工法

から目視確認できないディスクリート部品のはんだ付け状態の自動検査を実現した。

これらの特長を以下に述べる。

① 品質の向上

フロー方式自動はんだ付け装置での予備加熱により、基板全体が均一加熱され、はんだコテのような局所的な集中加熱が抑制されるため、スルーホールとプリント配線板間の剥離や内層スルーホールのパターン断線不具合を防ぎ、さらに、大きな熱量が加えられることより、スルーホールの十分なはんだ充填を実現する。

② 自動による効率化と繰り返し性向上

自動装置による複数部品の一括はんだ付けが可能で作業効率が向上。また、高い技能が要求されるはんだ付けにおいても、バラツキが少なく、繰り返し性がある。

③ 高い品質保証

2次元X線検査では、プリント配線板のパターンや実装部品の写りこみがあり、スルーホール内のはんだ充填状態の検査は不可である。今回、3次元X線検査の適用により、スルーホール内のはんだ充填率を検出、はんだ付けの良否を判断し、より高いレベルの保証を実現した（図8）。

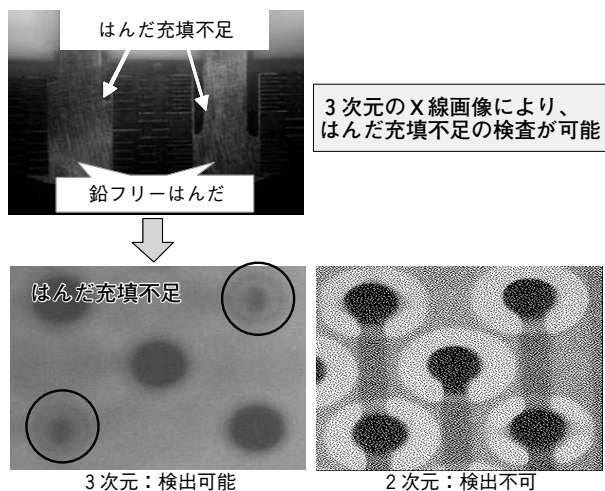


図8 スルーホール内のはんだ充填状態検査

今後の展望

今回は、これまでに開発してきた大型・高多層基板の鉛フリーはんだ付け工法について紹介したが、今後、図1（顧客製品の実装動向）で示した通り、実装部品においては、「PoP-BGA（Package On Package-Ball Grid Array）」、「多ピンの両面圧入コネクタ」が登場、3次元実装技術・検査技術への取り組みが必要となる。これら技

術の取り組みにおいては、OKI EMSの特長である高品質・高信頼性を考慮した開発、他社には真似のできないコア技術を探求していく。

また、生産技術開発のみならず、設計開発力の強化も図り、幅広いサービスを提供していく。

これら活動を通じ、顧客の期待に継続して応えていくとともに世界No.1のOKI EMSを目指していきたい。◆◆

参考文献

- 1) 第36回マイクロ接合研究委員会 ソルダリング分科会「鉛フリーはんだ対応ソルダリング機器」
- 2) 小日向隆，野末正仁：弱耐熱性部品対応無鉛はんだリフローはんだ付け技術の確立，沖テクニカルレビュー199号，Vol.71 No.3，pp.32-35，2004年7月
- 3) 町田政広，小坂橋雄也：大型高多層基板の鉛フリーはんだ付け技術，沖テクニカルレビュー207号，Vol.73 No.3，pp.38-41，2006年7月

● 筆者紹介

町田政広：Masahiro Machida. 生産サービスカンパニー EMSビジネス本部 品質保証部 生産技術開発チーム チームマネージャ
小日向隆：Takashi Obinata. 生産サービスカンパニーEMSビジネス本部 品質保証部 生産技術開発チーム
小坂橋雄也：Yuya Koitabashi. 生産サービスカンパニー EMSビジネス本部 品質保証部 生産技術開発チーム