

OKI-EMSのコア技術について

～ハイエンド製品の受託生産サービスで培った独自開発技術～

町田 政広 小日向 隆
高齋 一貫

近年のエレクトロニクス業界では、製品のライフサイクル短期化、低価格化、グローバル化が進み、企業においては、事業の選択と集中、工場再編など経営効率向上や競争力強化が必要となってきた。

この様な組織・構造変革の下、製造分野においても迅速で柔軟な生産体制の確保が求められてきた。

OKIでは、2002年よりEMS(Electronics Manufacturing Service、以降OKI-EMSと称す)を展開、OKIグループ企業の総合力とこれまで情報通信機器の分野で培った豊富な開発・生産実績をもとに総合的サービスを提供してきた。

現在では、情報通信、計測、産業、医療分野のハイエンド製品に対して開発設計から組み立て・検査まで一貫した「設計・生産ワンストップサービス」を提供している(図1)。

本章では、この中でも基板実装サービスにフォーカスした「はんだ付け」及び「はんだ付け検査」のコア技術について、開発経緯と特徴について紹介する。



図1 OKI-EMSの提供サービス

ハイエンド製品の動向

OKI-EMSが受託しているハイエンド製品の動向について、「Printed Circuit Board(以降、PCBと称す)」、「部品」、「はんだ」の視点より示す(図2)。

まず、PCBの動向をみると、近年、サイズの大型化、板厚、層数の増加が進み、将来についても大型多層化がハイペースで進んでいくことが予測される。また、部品については、大型多ピン化、実装点数が増加、結果として高密度実装が加速している。今後も部品形状、種類の多様化が進み、高密度実装を先導していくことが予測さ

れる。さらに、PCBと部品を接合するはんだ材料は、地球環境保護の観点より「共晶はんだ」に替わり、「鉛フリーはんだ」(OKI-EMSでは組成:Sn-3.0Ag-0.5Cuを採用)の使用が主流となっている。

これら動向を踏まえ、ハイエンド製品を製造、基板実装サービスを提供していく上では、「はんだ付け」及び「はんだ付け検査」の技術の前進と革新が必要となる。

特に、「はんだ付け」においては、「リフロー」と「フロー」のはんだ付け技術、「はんだ付け検査」においては、高速・高精度の自動検査技術がキーとなる。これら技術においては、最新の汎用設備を導入しても製品実現することができるものではないため、OKI-EMSでは、製品動向に応じた独自技術を開発し、基板実装サービスの一つの商品としてお客様へ提供している。

	2005年	2008年	2011年	2012年
PCB	370×300×2 (L18)	450×350×3 (L24)	510×460×4.8 (L32) 現在	610×500×6.0 (L48) 大型多層化
部品	4,000部品 (16,000端子) □40mm (1,500端子)	8,000部品 (32,000端子) □45mm (2,000端子)	10,000部品 (40,000端子) □50mm (2,500端子)	12,000部品 (50,000端子) 大型多ピン化 部品点数増加
はんだ	共晶		鉛フリー	鉛フリー化

図2 ハイエンド製品の動向

リフローはんだ付けの課題

OKI-EMSで取り扱うハイエンド基板は、一般的なノートパソコン基板に対して、「PCBサイズ約5倍」、「PCB厚み約4倍」、「SMT(Surface Mount Technology)部品の実装点数約5倍」と非常に重厚感のある構成である。

これら基板を汎用リフロー装置で、はんだ付けしたケースを見ていく。

まず、ノートパソコン基板では、PCBサイズが小さく、厚みも薄く、部品の実装数もさほど多くない。また、実

装部品自体も大きくないことから、各部品間でバラツキのない適性温度でのんだ付けが可能であり、結果、良好なんだ付けを得ることができる。

一方、ハイエンド基板においては、大型多層のPCBに0603サイズチップから□50mmサイズの半導体までの大小さまざまな部品が数多く実装される。このため、各部品間には大きな温度ばらつきが発生、小さい部品では温度が高くなりすぎて熱破壊、大きい部品では十分な温度がかからないことより、はんだ未溶融、未接合不良が発生する(図3)。

ハイエンド基板のリフローはんだ付けにおいては、各部品間で温度バラツキのない高精度なんだ付け方式の開発が必要であった。

		ノートパソコン基板	ハイエンド基板
基板 (汎用リフロー装置によるはんだ付け)	MINサイズ部品	良好なはんだ付け	熱破壊
	MAXサイズ部品	良好なはんだ付け	未溶融
		はんだ付け温度: 高(適正) / 低	はんだ付け温度: 高(適正) / 低
PCB	サイズ	250×200mm	510×460mm
	厚(層数)	1.2mm(10層)	4.8mm(32層)
SMT部品	実装数	2,000点	10,000点
	サイズ	MIN 0603チップ(0.6×0.3mm) MAX □35mm(1,000端子)	0603チップ(0.6×0.3mm) □50mm(2,500端子)
はんだ		鉛フリーはんだ	鉛フリーはんだ

図3 基板比較とリフローはんだ付け

高精度リフローはんだ付け技術

OKI-EMSでは、以上のリフローはんだ付けの課題に取り組み、ハイエンド基板に対応した高精度鉛フリーリフローはんだ付け技術を開発した。

本開発においては、下記に示す様な3つの開発要素を取り込んでいる(図4)。

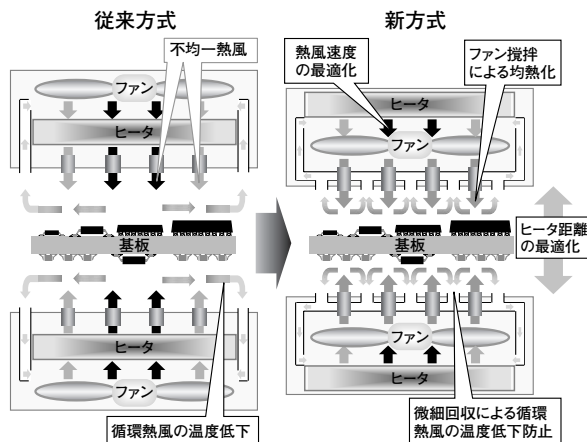


図4 高精度リフローの開発要素

- ① ファン攪拌によるヒータ熱風の均熱強化
- ② 微細回収機構による循環熱風時の温度低下防止
- ③ ヒータの熱風速度・基板間距離の最適化による熱伝達性能向上

また、上記に加え基板搬送に関しては、従来の定速度搬送より速度制御搬送方式を採用したことにより、熱伝達性能の飛躍的な向上を実現した。

従来のリフロー装置における部品間の温度バラツキは、鉛フリーはんだ付けが可能な温度領域である15℃以内の確保が極めて困難であったが、今回開発した高精度リフロー装置では、部品間の温度バラツキを約3℃に抑え、従来比1/5と大幅な低減を図り、ハイエンド基板における高品質の鉛フリーはんだ付けを実現した(図5)。

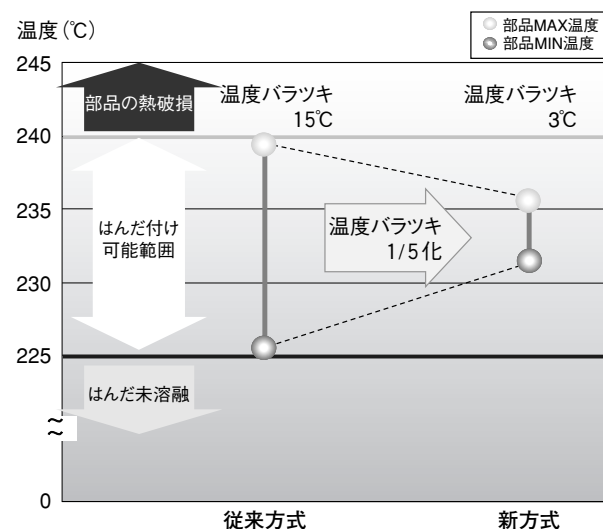


図5 リフロー方式別の温度バラツキ比較

スルーホール部品のはんだ付けの課題

製品を構成する部品は、リフロー工法によりはんだ付けされるSMT部品が主である。しかし、一部の部品では、PCBのスルーホール(接続用の貫通穴)に部品リードを挿入、さらにはんだを充填し、固定・接合する形態の部品がある(以降スルーホール部品と称す)。従来、スルーホール部品は、はんだコテによる手はんだ付けにより実装されてきた。

ノートパソコン基板に対して、ハイエンド基板では、スルーホール部品の実装数、はんだ付け端子数が多く、作業面で膨大な工数を要する。

ノートパソコン基板におけるスルーホール部品のはんだ付けでは、はんだコテがPCB銅パターンに接触することにより、コテ先の熱がパターン全体に行き渡り、結果、

供給はんだがスルーホール内に十分充填され、良好なはんだ付けが得られる。

一方、ハイエンド基板においては、PCBが厚く、層数が多いことから、コテ先の熱がPCB銅パターン全体に行き渡らず、結果として、供給はんだがスルーホール内に充填されない状態となる。この状態を解消するために、はんだコテ温度を高め、はんだ付け時間を延ばすとPCBの銅パターンと基材の熱膨張の違いからひずみ応力の掛かる銅パターン付け根の部分で断線を起こす。

さらに、鉛フリーはんだ特有の銅パターンがはんだに侵食される不具合（Sn-3Ag-0.5Cuはんだ特有の銅パッド食われ現象）が発生するなど、その品質確保は極めて難しい状況であった(図6)。

ハイエンド基板へのスルーホール部品はんだ付けにおいては、スルーホールへ十分なはんだを充填、基板へのダメージのない自動はんだ付けの開発が必要であった。

		ノートパソコン基板	ハイエンド基板
基板 (スルーホール部品のコテはんだ付け)			
	はんだ	鉛フリーはんだ	鉛フリーはんだ
PCB	サイズ	250×200mm	510×460mm
	厚(層数)	1.2mm(10層)	4.8mm(32層)
スルーホール部品	実装数	4点	15点
	端子数	40端子	320端子

図6 基板比較とスルーホール部品のコテはんだ付け

静圧方式はんだ付け技術

OKI-EMSでは、ハイエンド基板へのスルーホール部品はんだ付けの課題に取り組み、静圧方式はんだ付け技術を開発した。

静圧はんだ付け方式では、まず、噴流のないほぼ静止状態に近い溶融はんだに対して、基板を深さ制御しながら浸漬します。浸漬時、PCBスルーホールには、溶融はんだよりの大きな圧力加わり、結果としてスルーホール内にはんだが強制的に流れ込み、短時間ではんだが充填される(図7)。

また、ロボット動作により、浸漬時、基板を微細に揺動させ、はんだ付けの阻害要因となるガス抜きを行い、引き上げ時、スピードを制御した傾斜ピールバック動作を行うことによりはんだショート、つららなどのはんだ不良を防止する(図8)。

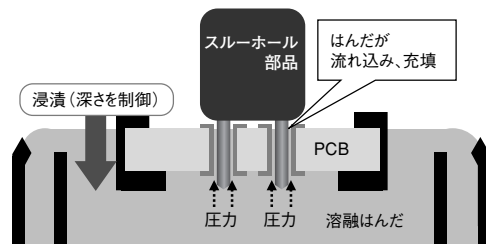


図7 静圧方式はんだ付け

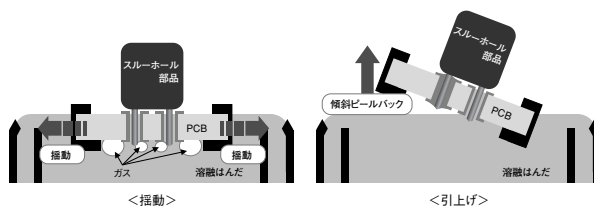


図8 ロボット動作

これにより、はんだ充填率100%、断線、侵食など基板ダメージレスの一括自動はんだ付けを実現した(図9)。

	従来方式	新方式
はんだ付け	<p>はんだ充填 20%</p> <p>強度不足</p>	<p>はんだ充填 100%</p> <p>強度確保</p>
基板パターン	<p>断線</p> <p>パターン侵食</p>	<p>正常</p> <p>正常</p>

図9 はんだ付け方式別の品質

はんだ付け検査の課題

ここでは、SMT部品を2種類に分類し、それぞれのはんだ付け検査における課題を説明する。

まず、BGA(Ball Grid Array)、CCGA(Ceramic Column Grid Array)などはんだ付け端子部が部品下に隠れ、外観確認不可能な部品を「下面電極部品」とし、QFP(Quad Flat Package)、SOP(Small Outline Package)などはんだ付け端子部の外観確認が可能な部品を「一般部品」と定義する。

従来、OKI-EMSでは、下面電極部品については、X線検査、一般部品については、熟練検査員による目視検査で保証してきた。特に、下面電極部品の検査では、全部品・全端子について3次元X線検査を実施し、より高いレベルのはんだ付け保証を提供してきた。

なお、3次元X線検査は、任意の位置ではんだ付け部の

断面画像を抽出・診断するため、透過式X線検査と異なり、周辺状況の写り込みによるノイズが少なく、より高精度な検査が可能な検査方式である。

近年、ハイエンド基板においては、部品実装点数の増加に伴い一般部品が増加、さらに高密度設計・部品配置の観点より下面電極部品の採用も高まり、一般部品、仮面電極部品ともにその接合端子数が飛躍的に増加している(図10)。

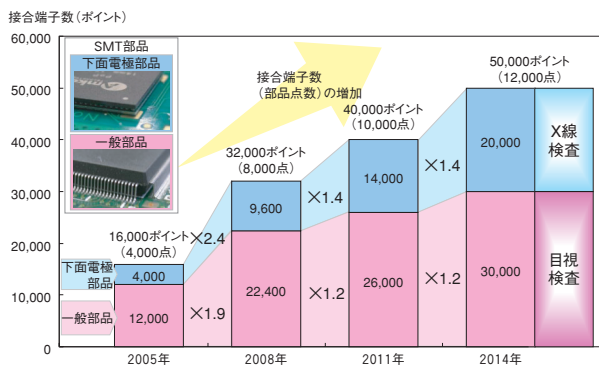


図10 部品形態別の接合端子数トレンド

このような製品動向に対して、下面電極部品では、X線検査の能力不足、また、一般部品では目視検査による誤判定など品質保証上のリスクが大きく、さらには検査時間も飛躍的に増加、生産性を低下させる要因となっていた。

ハイエンド基板のはんだ付け検査においては、下面電極部品に対する高速3次元X線検査と一般部品に対する高精度な自動検査の開発が必要であった。

高速3次元X線検査システムの構築

OKI-EMSでは、上記の課題に取り組み、これまで培ってきたX線検査技術をベースとした高速3次元X線検査システムを開発、構築した。

従来のX線検査に対して、高速スキャン機構を採用、さらにOKI独自開発の検査アルゴリズムを適用することで高速かつ高精度の自動検査を可能とした。

結果として、1秒当たり100端子の高速検査を実現、これにより下面電極部品のみならず一般部品も検査対象に取り込んだ全SMT部品の全端子検査を実現した。

また、不具合を後工程に流出しないという考え方に基づきX線検査では検査判定値を厳しく設定している。つまり、不良を良品と判断することはないが、良品を不良と判断する場合がある。X線検査で不良と判定した基板に限っては、X線検査とデータ連携した照合システムで再度状態確認を実施する。この照合では、X線検査で不良と判定

した箇所について現物基板の上面および斜めからの拡大観察で良否判定を行う。

従来の上面からの目視検査では検出できない不良もこのX線検査と斜視照合により、精度の高い検出が可能となった(図11)。

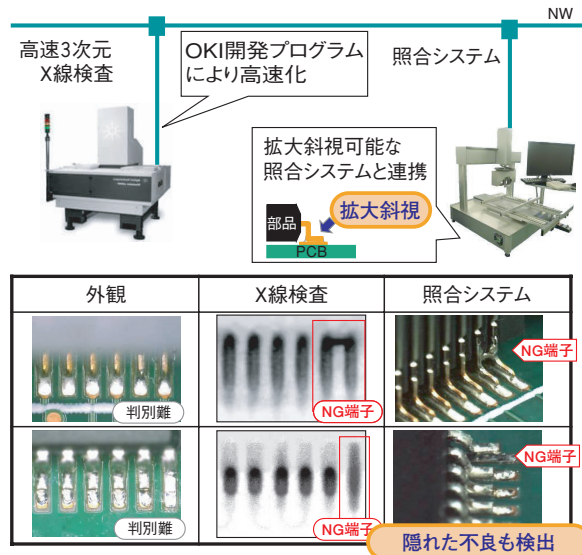


図11 検査システムとはんだ不良の検出

今後の展開

OKI-EMSでは、「他社EMSがやりたがらないこと」、「汎用技術ではできないこと」を知恵と技術で可能とし、お客様の夢を実現する工場として魅力あるサービスを提供していく。

今後もハイエンド製品の動向と連動した技術を開発、OKI-EMSの特徴である高信頼性・高品質を目指したコア技術を探求していく。◆◆

● 筆者紹介

町田政広：Masahiro Machida. EMS事業部 品質保証部 生産技術開発チーム

小日向 隆：Takashi Obinata. EMS事業部 品質保証部 生産技術開発チーム

高齋一貫：Kazutaka Takasai. EMS事業部 品質保証部 生産技術開発チーム