

鉛フリー対応クリームはんだ印刷機 YVP-Xg

The Lead Free Cream Solder Compatible Printer YVP-Xg

墨岡 浩一 Kouichi Sumioka
● IMカンパニー 技術チーム

製品紹介



図1 YVP-Xg クリームはんだ印刷機

Along with the remarkable advancements in mobile devices such as cell phones and laptop computers, automobile control systems and other electronic products that have furthered the IT revolution and its remarkable diffusion in society, have come an accompanying demand for more compact, higher performance electronic components for these products as well as denser mounting of them on circuit boards. Given the exceptional situation in recent years with the economy exhibiting deflationary tendencies, there have also been strong demands for cost reductions.

The integrated circuits (ICs) to be mounted have also evolved from QFPs to BGAs and CSPs. And, since it is often impossible to verify many of the solder points by conventional external visual methods because they become covered by such electronic parts after they have been mounted, visual inspection equipment that has been used up to now is no longer viable. Consequently, demand has emerged for an inspection function to verify the condition of the solder before the parts are mounted on the printed circuit boards. Furthermore, as one measure for addressing the environmental issues of recent years, the capability to use lead-free solders has become a pressing need.

Given these changes in the market, there have been strong calls for surface mounter production line equipment with high productivity, the capability to accommodate a wider range of electronic parts and a higher degree of precision.

While YMC has been selling the "YVP" cream solder printer since the summer of 2000, the new "YVP-Xg" lead free cream solder compatible printer was developed in order to answer these expanded market needs.

1 はじめに

携帯電話や携帯型パソコン等の各種携帯端末機器、自動車制御機器、IT 革命を担う電子機器製品の進歩、社会への浸透はめざましく、それらを支える電子部品には、さらなる小型高機能化、高密度実装化が要求されている。併せて、近年のデフレ経済下において、コスト削減も強く叫ばれている。

搭載される電子部品の IC は、QFP (Quad Flat Package) から BGA (Ball Grid Array)、CSP (Chip Size Package) に進化し、電子部品実装後では、はんだ付け部が部品で隠れしまい、今までの外観検査機では検査できなくなっている。そのため、部品搭載前の印刷状態を検査する機能が要求されている。また近年、環境問題対策の一環として鉛フリーはんだ実装への対応が急務となってきた。

このような市場の変化により表面実装ライン装置には高い生産性、多様な電子部品への対応が可能な汎用性、高精度化が強く求められている。

ヤマハ発動機(株)では、2000年夏から「YVP」クリームはんだ印刷機を販売してきたが、さらなる市場要求に応えるため、鉛フリー対応のクリームはんだ印刷機「YVP-Xg」(図1)を新たに開発したので紹介する。表1に仕様諸元を示す。

表1 仕様諸元

基板寸法	Min L50xW50 Max L330xW250 (M サイズマスク) L380xW330 (L サイズマスク)
基板搬送方向	右→左、Uターン
印刷ヘッド	印刷速度：2～200 mm/s 印刷圧力：5～200 N (ロードセルによるフィードバック制御) ウレタングラブルスキーまたは密閉型ヘッド (オプション)
検査	2次元印刷後検査 (オプション)
ラインタクト	20秒 または 16秒 (搬入コンベア使用時)
精度 (3σ)	繰返し印刷位置精度：±25 μm 繰返し位置合わせ精度：±5 μm
対応マスク	Lサイズ：L736xW736、L750xW650 Mサイズ：L650xW550、L600xW550 L550xW650
外形寸法	L1500xW1840xH1850
本体重量	約1700kg

2 クリームはんだ印刷機とは

表面実装基板は、図2の状態の後にリフロー炉(オープン炉)に入れ、クリームはんだを溶かして部品と基板を固定&導通させたものである。

クリームはんだは、はんだボール(粒径25～45 μm)とフラックス(松脂)を混ぜ合わせたものであり、形状を保持できる程度の粘度(200Pa・S)と部品を仮固定できる程度の粘着性を持っている。

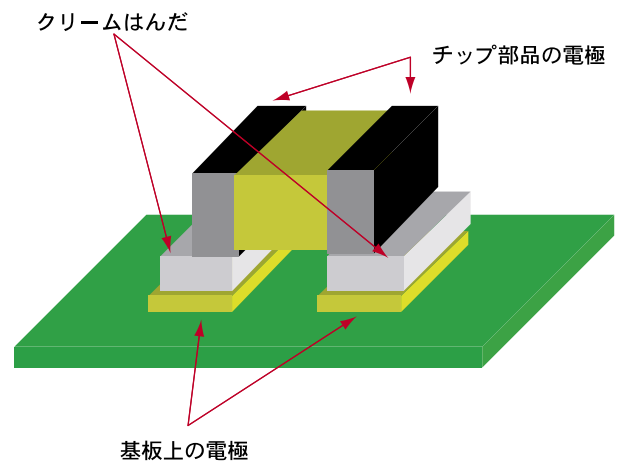


図2 リフロー前の表面実装基板

クリームはんだ印刷機は、チップ部品搭載前に基板の電極上に精度良く、クリームはんだを厚さ約 $150 \mu\text{m}$ で搭載する装置である。

印刷には通常、メタルマスク（厚さ $t0.15\text{mm}$ で、印刷したい場所が開口になっている）とスキージ（ヘラでクリームはんだをマスク開口に押し込み、掻き取る）が必要となる。

通常の印刷工程は、下記のようになる（図3）。

- (1) 基板とマスクの対角にあるマーク（ $\phi 1.0\text{mm}$ ）をカメラで認識し、それぞれの位置を取得。
- (2)(1) のデータを基に基板を上昇させ、マスク開口部と基板電極部が一致する位置に、精度よく基板を密着させる。
- (3) スキージに設定印圧を与えた状態で、マスク面上のクリームはんだをスキージで反対側に移動させ、マスク面にはんだを押し込み、掻き取る。（充填工程）
- (4) 基板をゆっくりマスク下面から下降させ、クリームはんだをマスク開口から抜き取る。（版離れ工程）

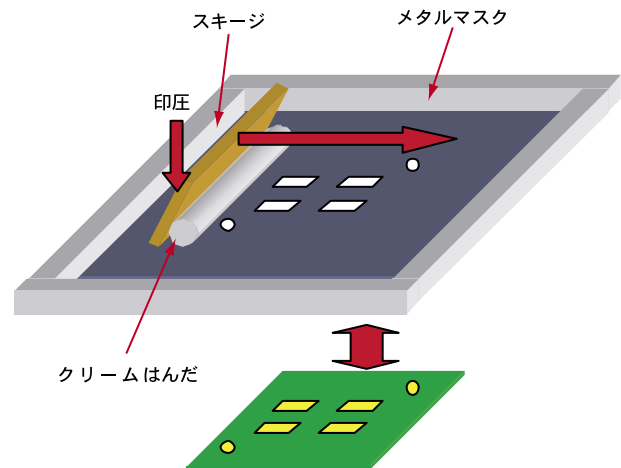


図3 印刷工程

3 鉛フリーはんだ

鉛フリーはんだは、従来の Sn-Pb 系共晶はんだの Pb を廃止したものであり、Sn-Ag-Cu 系と Sn-Zn-Bi 系に大別され、現在のはんだメーカーが開発中である。

Sn-Ag-Cu 系が主流であるが、従来の Sn-Pb 系共晶はんだに比べ、融点が約 34°C 高く、濡れ性が悪く、はんだボールが発生しやすい。そのため、印刷や搭載の位置ズレをカバーするセルフアライメント性が期待できなくなり、より一層の精度向上が求められている。

さらに、酸化しやすく、粘度の経時変化が大きく、単価が高いという問題点を持っている。図3のように、はんだが絶えず空気に触れていて、生産終了時に、マスク上面に無駄なはんだが残るような印刷工法は不適切となってくる。

近年、はんだメーカーとリフローメーカーの努力により、鉛フリーはんだの問題点は、かなり改善されてきているが、まだまだ改善すべき問題もある。

4 新商品の開発コンセプト

新商品は、鉛フリーはんだ及び BGA、CSP 等部品への対応をメインとし、最大基板サイズを拡大しながらも、生産性、汎用性、段取り性、メンテナンス性及び操作性を向上。同時に原価 12% 以上の削減を目標とした。

5 鉛フリーはんだ対応

鉛フリーはんだ対応として、

- (1) はんだの酸化を抑制し、無駄なはんだを出さない密閉型ヘッドの採用。
- (2) 通常のダブルスキージと密閉型ヘッドの1分間交換により、過渡期に対応するフレキシビリティを確保。

を行った。

5.1 密閉型ヘッド

密閉型ヘッドは、**図4**のようにはんだがスキージとメタルマスクとヘッド中に密閉された状態で印刷する新しい印刷方式である。イギリスのDEK社がライセンスを持っているはんだカセット（**図5**）を使用した新しい印刷方式である。

常にはんだが空気と遮断されているため、はんだの酸化が抑制される。無駄なはんだがマスク上にはみ出し難いため、はんだの使用効率が高い。さらに、はんだカセット内にはんだが入っているため、脱着性がよい。そして、広い範囲で制御されたペースト圧を加圧できるため、マスクへの充填力が均一で、制御することができる。その結果、微小開口部への印刷にも有効である。など、多くの利点を持っている。

YVP-Xgでは、この方式をライセンス契約し、DEK社の欠点であるヘッド連結部の剛性不足と作業性を改善させた密閉型ヘッドを開発した。

しかし、はんだを攪拌する機能を持っていないため、はんだによっては、ヘッド内部ではんだが固まる。はんだ種類変更時、ヘッド内の清掃性が悪いなどの問題点も抱えており、すべてのはんだに対応できる状態ではない。YVP-Xgでは、この問題を通常のダブルスキージと密閉型ヘッドを1分間で簡単にワンタッチ交換可能（**図6**）のように工夫して、対応させている。

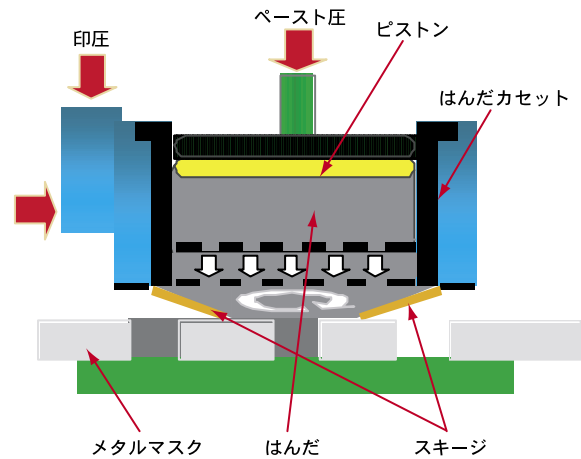


図4 密閉型ヘッド



図5 はんだカセット

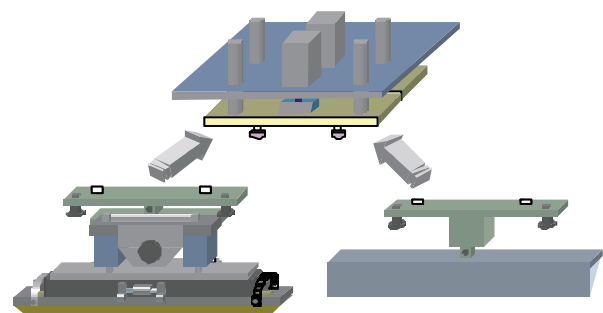


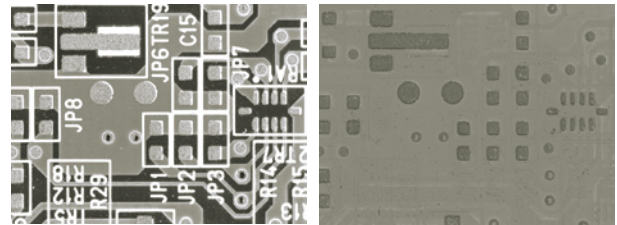
図6 ヘッドのワンタッチ交換

6 BGA、CSP への対応

BGA、CSP 等の対応として、広視野 2 次元印刷検査機能（オプション）を低コストで提供。ラインタクトの余剰時間に特定箇所のみを短時間での検査を可能とした。

6.1 2 次元印刷検査

新開発の検査専用の照明、デジタルカメラ（視野：20×15mm、分解能：20 μm）を追加し、条件の異なる複数の画像より基板の材質や色によらずはんだのみを安定的に抽出する画像処理技術（図 7）を開発。はんだ不足、はんだ過多、ズレ、ブリッジなどの検査を可能とした。



通常画像 はんだ抽出後画像

図 7 はんだ抽出前後の画像

7 品質への取り組み

YVP-Xg より、マウンタの部品搭載精度補正用に開発した MACS (Multiple Accuracy Compensation System) を印刷機にも展開した。

これにより、印刷時の精度品質を大幅に向上することが可能となった。

印刷機版 MACS は、マウンタと同様にマーク認識時の絶対精度を向上させた上で、印刷方向による印刷位置ズレと基板内の場所による位置ズレの抑制を行っている。据付時に威力を発揮するパラメータの自動調整方法も印刷機版を開発し、印刷位置の自動調整を可能にしている。

印刷機においては、基板とマスクの位置を一致させても、印刷されたはんだの位置は、ズレが発生する。印刷時の印圧荷重による基板保持テーブルの微小変形およびマスクの歪みが主要因。機械剛性をより一層向上させた上で、量産印刷機としては初めての試みである印刷時にマスク歪みを発生させない工夫を行った。

その結果、図 8 のグラフに示すように繰り返し印刷位置精度を 10 μm 前後にすることが可能となった。

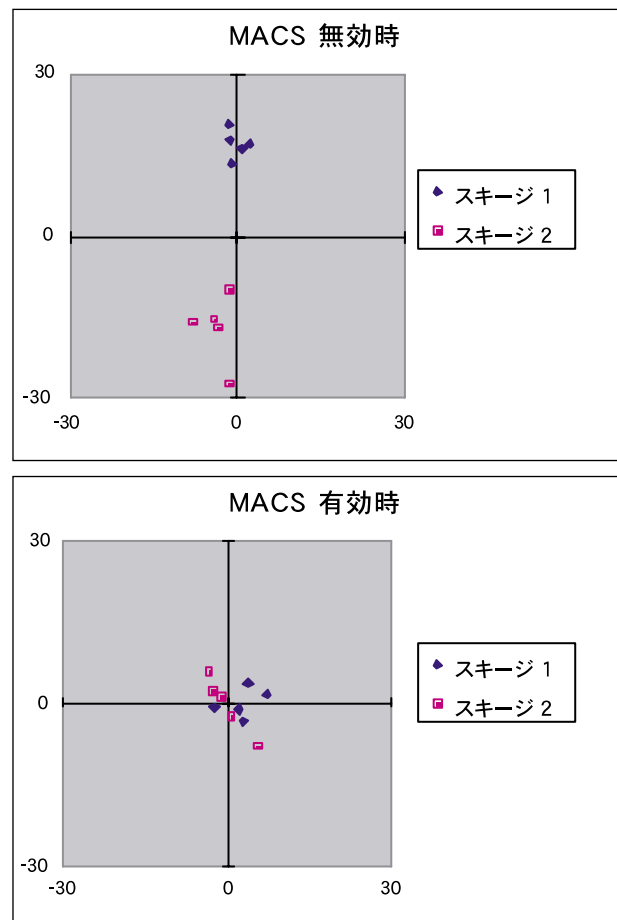


図 8 MACS による印刷位置精度向上



8 その他の特徴

連続生産時に不可欠なマスクの自動清掃装置に新開発の相対可動式吸引ヘッドを採用。常に新しい紙フィルター部にて吸引清掃を行うことにより、清掃効率を向上させた。

最大基板サイズを M (L330 × W250) から L (L380 × W330) へ拡大。それに伴うマスク枠サイズ変更も M サイズ 3 種類、L サイズ 2 種類にアダプター無しで即時変更可能なフレキブル性を確保。

スキージの脱着時間削減、メインストッパー位置合わせの自動化、操作性のよい目合わせ専用ボタンの追加等により段取り性を格段に向上。

搬入出扉および背面扉の追加、消耗部品の容量アップ等による交換頻度削減により、メンテナンス性を向上。

マシン外観と操作画面 GUI (Graphical User Interface) およびコントローラをモジュール型高速マウンタ「Xg-シリーズ」と共通化させることにより、一貫ラインとしてのグラフィカルな操作性を実現。

9 おわりに

YVP-Xg は、短期間でマシン性能アップとコスト削減（結果的には、20% の原価削減）を当初の目標以上に達成することができた。ひとえに開発スタッフと関連スタッフの努力の賜物である。この場を借りて、感謝の意を述べたい。

しかし、世の中には、様々な種類のクリームはんだがあり、クリームはんだの印刷は、非常に奥の深いものである。今後も、より深い印刷メカニズムの解析を行い、印刷ノウハウの追及をしていきたい。また、海外の印刷機メーカーから、日本メーカーの半値以下のマシンが発売された。この価格差にどう対抗していくのかは、今後の大きな課題である。