



リードリフローと両面はんだ印刷検査機

Lead reflow and the Solder Paste Inspection Machine for Double Sides

梅村 信行 Nobuyuki Umemura

従来、表面実装部品とリード部品が混在した基板においては、表面実装部品を搭載しリフローではんだ付けした後に、リード部品を実装し手はんだもしくは噴出タイプのフローではんだ付けするという2工程ではんだ付けをしていた。

昨今の効率化への要求に対し、工程簡略化、製品の生産タクト短縮の為、表面実装工程のスクリーン印刷ではんだ面よりリード部品用のスルーホールにはんだを同時に印刷し、リード部品を実装し表面実装部品と同時にリフローする事で、はんだ付けを完了する工法(以下リードリフロー)が新たに提案されてきた。

本機は、このスルーホールに印刷されたはんだ量を計測するために、基板の両面より検査を実施しはんだ量の確認する事で、リフロー工程における挿入部品のはんだ付け品質の向上を図る事ができる装置の紹介をする。

Print circuit board on which both surface mount components and lead components are mounted has been soldered through two processes as follows. First process is that surface mount components are mounted and soldered in reflow oven, and second process is that lead components are mounted and soldered by hand or with flow soldering.

To improve efficiency and reduce production speed, such a soldering method (which is called "lead reflow") has been newly suggested as soldering for both surface mount components and lead components can be completed through reflow process of surface mount process, which can be realized by printing solder in through hole for lead component at screen printing process at the same time.

This article introduces inspection machine which enables to measure solder volume printed in through hole and inspect from both upper and lower sides of PCB, and to realize quality improvement of soldering for lead components in the reflow process.

1 リードリフローについて

電気製品に組み込まれるプリント配線基板には、通常多くの電子部品が搭載されている。

電子部品には一般的に、表面実装部品とリード部品が存在しており、それぞれ用途に分けて使用されている。

高電力・大容量な部品(コンデンサ、コイル、トランスなど)が搭載される電源基板や、信頼性が必要な自動車関連部品などははんだ付け面積が大きいリード部品が多く使用されている。

一方で小型化・省電力化が要求される、携帯電話、スマートフォン、AV機器などには表面実装の部品が多く使用されている。

ただし、表面実装基板は、すべてが表面実装部品で補う事ができず、一部の部品(例えば、大型の電解コンデンサやコネクタなど)はリード部品を採用し、搭載を行っているのが通常の実装となっている。

- ①ソルダペースト印刷
- ↓
- ②表面実装部品搭載
- ↓
- ③リフロー工程(1回目)
- ↓
- ④基板反転
- ↓
- ⑤ソルダペースト印刷(スルーホール以外)
- ↓
- ⑥表面実装部品搭載
- ↓
- ⑦リフロー工程(2回目)
- ↓
- ⑧リード部品挿入
- ↓
- ⑨フラックス塗布
- ↓
- ⑩噴流タイプはんだ槽 or 手はんだなど
- ↓
- ⑪実装完了

既存の工程

この為、表面実装部品を使用する基板は次の様な工程となっており、複数回のはんだ付けが必要となっている。

この工程に対し近年、工程を改善し生産性を向上させるために、各社でリード部品を表面実装部品と同時に搭載し、リフローで同時にはんだ付けまで実施する試みが進んできた。

一般的にはリードリフロー工程と呼ばれている工程で右記となる。

- ①ソルダペースト印刷
- ↓
- ②表面実装部品搭載
- ↓
- ③リフロー工程(1回目)
- ↓
- ④基板反転
- ↓
- ⑤ソルダペースト印刷(スルーホール含む)
- ↓
- ⑥表面実装部品搭載、リード部品挿入
- ↓
- ⑦リフロー工程(2回目)
- ↓
- ⑧実装完了

本工程の場合、下記のメリットがある。

- ①はんだ付け工程を1回省くことができる。
- ②工程短縮や設備が不要となる。
- ③はんだ槽が不要となる為、廃棄はんだが発生しない。
- ④はんだ量の削減、工程の削減により生産コストの削減が可能。

ただし、リードリフローには下記課題もある。

- ①リード部品が高温のヒータに晒される為、部品の耐熱性をあげる必要がある。
- ②はんだ量のコントロールが難しい。

しかしながら、近年耐熱性が低い部品に対し耐熱力バーを追加する事で、特殊な部品を採用しなくてもリフローを使用する事ができる技術も研究されている。さらにはんだ量のコントロールも、はんだ印刷機、はんだ印刷検査機の開発により対応が可能になってきており、今後ますますの市場拡大が見込まれる。

2 はんだ印刷について

通常、表面実装部品の場合にはんだは基板表面のみの塗布となる為、表面に印刷されたはんだ量を管理する事で、実装の安定性を確保している。

リードリフロー工程では、スルーホールも含めすべてクリームはんだ印刷機ではんだを印刷し、そのはんだでリード部品もはんだ付けを実施する。

この際、一回の印刷ですべてを実施する場合と、印刷機を2台使用し、スルーホール部のみ別印刷する場合があるが、現実的な工程は、1回の印刷での実施となる。

スルーホール印刷との混合印刷は通常は表面実装部品用の表面のみ印刷する場合と違い、スルーホールへのはんだ押し込み力が必要となる為、通常の印刷部がにじみ易くなり、印刷条件出しが難しくなる為、印刷状態の管理が重要なポイントとなってくる。

リード部品を搭載するためにはリードが挿入されるスルーホールまでクリームはんだを印刷し、はんだ量を確保する必要がある。

スルーホールへのはんだ印刷は色々な印刷が提案されているが、一般的には表面の印刷を多く確保し、はんだの流れ込みを誘うように印刷されている。(Fig. 1)

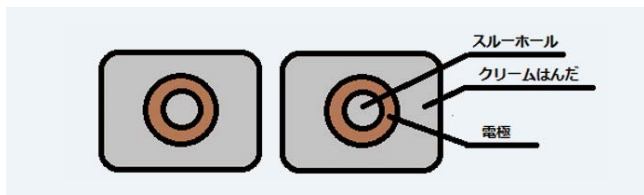


Fig. 1 スルーホールのピッチがある場合の印刷例

ピッチがある場合はスルーホールを中心に配置し印刷する事で適切なはんだの印刷量を確保できる。

しかし、実際にはコネクタの高密度化によりスルーホールピッチは非常に細くなり、はんだの印刷も下記のようにスルーホールに対し、オフセットした状態での印刷となる事が非常に多くなっている。(Fig. 2)

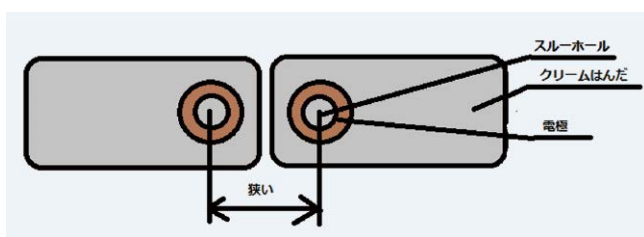


Fig. 2 スルーホールのピッチが狭い場合のはんだ印刷例

オフセットした印刷を実施した場合は特にはんだ量を適切に管理しないと、ブリッジやはんだ不足による不良が発生する可能性があり注意が必要となる。

ここで具体的に、実際にスルーホール印刷をする時の適正はんだ量について述べる。

必要はんだ量は一般的なクリームはんだの場合、リフロー後のはんだ量は、50%程度である。

この為、必要はんだ量は下記の計算となる。

$$\text{クリームはんだ量} = (\text{スルーホール体積} - \text{リードワイヤ体積} + \text{上下部フィレット体積}) \times 2$$

さらに近年の狭ピッチなコネクタの場合、表面にはんだ量を多く取る事が出来ない為、スルーホール全体へのクリームはんだ充填が必要となる。

たとえば、下記の条件で必要はんだ量を計算すると実質的にスルーホールの体積の倍以上のはんだ量が必要となる。

(簡略化の為フィレットの量は無視して計算する)

リードワイヤ直径	0.5mm	
スルーホール直径	1mm	
基板厚	1.6mm	の場合

スルーホールの体積=3.2mm³

リードワイヤの体積=0.3mm³(約10%)

この結果表面に十分なはんだ量を確保する為には下記の面積が必要となる。

マスク厚150μm時:21mm²(2.1mm×10mm)

今日の微細なコネクタを搭載する場合だと本面積を確保する事が非常に難しい。

かつ、本面積を確保してもスルーホールのはんだのみで、両面のフィレットを形成できるはんだは無い為、表面のみではんだ量が不足する可能性が高い。

この為、スルーホール両面でフィレットを形成できるようにスルーホール下側に更に0~1mm程度はんだが吐出されると安定したはんだ付けが可能となる。

通常の印刷条件と違い、スルーホール印刷の場合にはんだの押し込み力が必要となる為、印刷状態を見ながら印圧、スキージ角度の調整が必要となる。当然ながらこの変更を行うと、通常の印刷部分への押し込み圧も強くなり、にじみが発生しやすくなる為注意が必要である。

また、複数の会社から、印刷中に印圧を変更できるスキージシステムが発表されている。このような印刷システムを使用する事で、さらなる安定印刷が可能となる場合がある。

スルーホール印刷のはんだ吐出量についてはある程度以上あればよい判断となるが、あまり多すぎると、基板からはんだの落下やリフロー後のフィレットがうまく形成できずにはんだ不良となる場合がある。

この為、スルーホール印刷を実施するためには表面だけでなく裏面のはんだ吐出量管理が必須となる。

表面の印刷面については、従来より販売されているはんだ印刷検査機VPシリーズで検査する事が可能だが、スルーホール内に印刷されたはんだについては検査する事が出来ない。

この課題を打開するために、基板の両面を同時に検査する事が可能な機械を新たに開発した。

3 両面はんだ印刷検査機について

ここで開発した製品について解説する。

両面はんだ印刷検査機、VP5200/6000MR-V (Fig. 3)



Fig. 3 両面はんだ印刷検査機

本機械は、はんだ印刷済みの基板を取り込み、基板両面の検査を実施、スルーホール内のはんだを確認する事が可能である。

次に本機の特長を示す。

- ① 基板両面の検査を実現するために機械背面に制御盤を配置し、裏面検査機構を機械内に搭載した。
- ② 裏面検査時の死角を軽減するために、基板搬送ユニットの検査エリア薄肉化を実施し、搬送レールからの無検査エリアを削減した。
- ③ 薄肉のコンベアでありながら、基板の検査状態を常に同一の条件で検査する為に、上下クランプ機構を搭載し、基板のそりの矯正を行い基板の検査状態を一定に保持できる様にした。
- ④ 下側の検査ヘッドへのはんだ、フラックスの落下を防止する為に、ヘッドカバーガラスを設置。さらに、ヘッドカバーへの異物落下時に検査エラーを発生させない為に、カバーガラスを予め検査する機能を追加した。
- ⑤ はんだ量を管理するために、両面の印刷結果出力に基板厚みを加味して合算する機能を搭載し、より正しいはんだ量検査を実現した。
- ⑥ 当社の既存検査機と同様にエアレスで使用可能、標準のデータステーション、データ管理システムとの連携も可能となっている。

次に検査ルーチンを示す。

標準的な基板検査と同様に前工程から基板を搬入し、表面の検査を実施する。

その後裏面の検査が必要か否かを判断し、裏面の検査が必要な場合は裏面検査も実施する。この場合、裏面検査はスルーホール部分のみの実施となる。

裏面検査完了後両面で不良がなければ基板排出し、不良があった場合は機械を停止し不良確認を行える様にアラームを出力する。

アラームが出た際は、機械オペレータがはんだの形状を確認し、良不良の最終判定を実施する段取りとなる。

実際にははんだが印刷された結果は次の様な形状となる。(Fig. 4、Fig. 5)

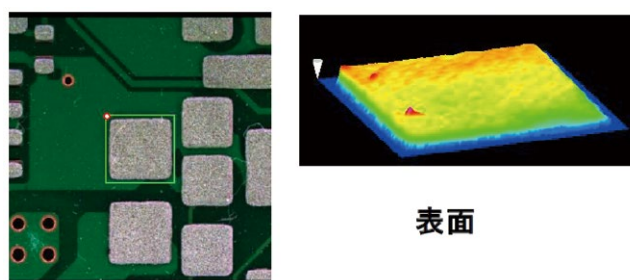


Fig. 4 表面形状

表面からはスルーホールの有無が確認できない。

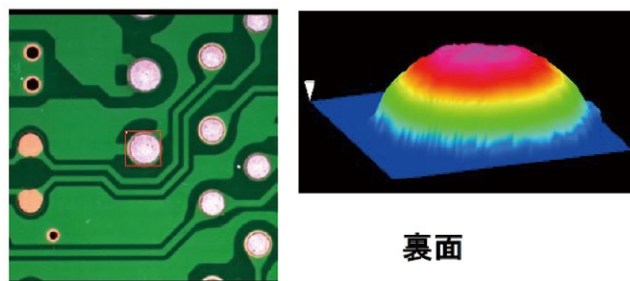


Fig. 5 裏面形状

図のように表面とは大きく違う形状が裏面には形成される。当然、表面の印刷結果からは裏面の形状、はんだ量が足りているかの判断をすることは出来ない。

品質管理の為には、スクリーン印刷時点での検査を行う事が必要で、実際にはんだ印刷検査機を使用する事が生産での主流となっている。

特にスルーホール印刷を実施した場合は通常のはんだ印刷部とスルーホール印刷部では最適な条件が違うため、両立できる印刷条件をいかに設定し生産を行うかが重要となり、その生産状態を維持するためには、両面の検査が必須となる。

この両面検査を実施する為に、両面検査機専用の機能も備えている。

検査運用上、通常の基板検査と同じプログラム表示を行うと、通常のはんだとスルーホールのはんだは画面上から判断することは出来ない。

この為、スルーホールのはんだは、検査確認画面では、色付けを行い、通常のはんだパットでは無い事を明確にしている。(Fig. 6)
 (赤枠で囲われたはんだパット周辺が白くなっている所)

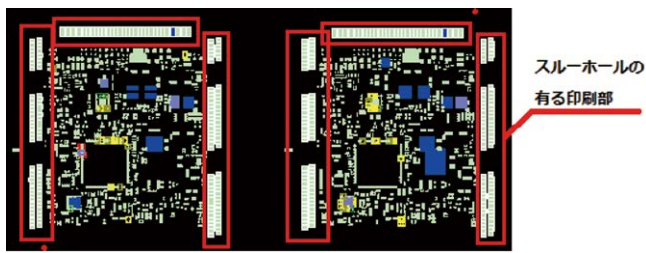


Fig. 6 検査基板イメージ画像

さらに、はんだ形状確認の際に両面のはんだ結果が分かるようにする為に、スルーホールのはんだ計測結果には、両面の体積の合算値を表示する。

表示用のタッチパネルモニターを2個配置可能となっており、スルーホールのはんだを選択した場合は、自動的に下側のはんだ形状も表示されるようになっており、瞬時に印刷結果を確認する事が出来る様になっている。(Fig. 7、Fig. 8)

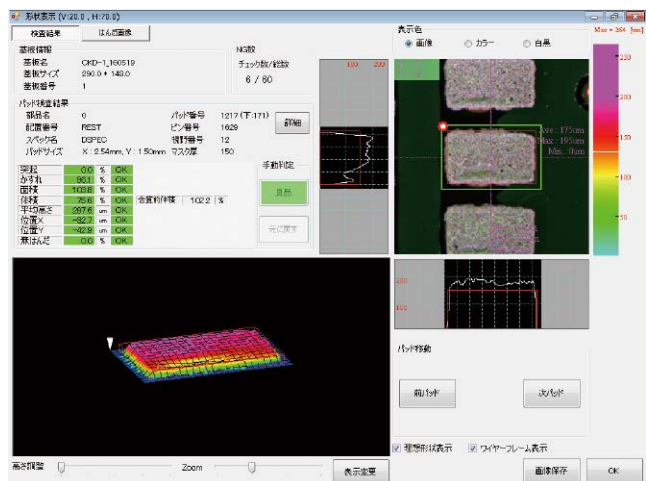


Fig. 7 はんだ計測画像 (表面形状表示)

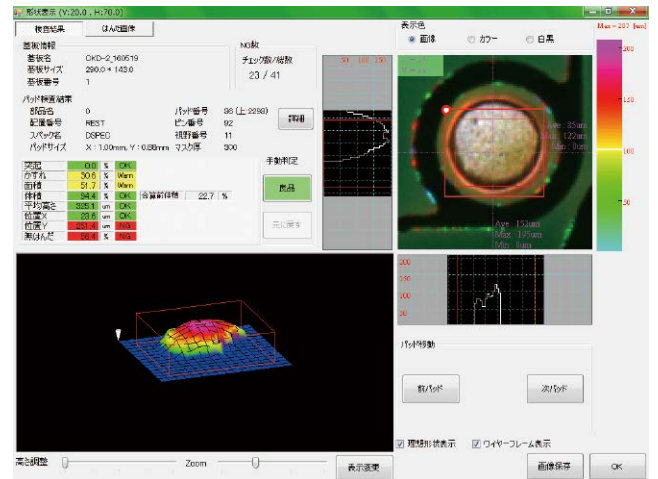


Fig. 8 はんだ計測画像 (裏面形状表示)

この様にスルーホール両面検査に特化した機能を充実させているが、標準的な表面のみの検査も可能となっており、通常の生産ラインに導入することも可能となっている。

4 まとめ

当社では、標準的なMサイズ(330mm x 250mm)、Lサイズ(510mm x 460mm)の基板に対応した機械以外にも、本機のような基板両面検査機、LED搭載基板向けの長尺サイズ(1200mm x 450mm)基板対応検査機や、大型サイズ(610mm x 610mm)基板対応用検査機などニーズに合わせた各種機械をラインナップし個々の生産状態に合わせた対応ができる様になっている。

今後もラインナップを拡大し、生産ニーズに合った製品をリリースしていく。

執筆者プロフィール



梅村 信行 Nobuyuki Umemura
 自動機械事業本部 第3技術部
 Engineering Department No. 3
 Automatic Machinery Business Division