

# 挿入部品のリフローはんだ付けに関する研究

奥谷潤\* 米澤保人\* 筒口善央\* 的場彰成\*

プリント配線基板にはんだ付けされる電子部品には、用途や形状の違いなどで表面実装部品と挿入部品があり、それぞれ別の工程ではんだ付けされている。表面実装部品と挿入部品を同じ工程ではんだ付けできれば、生産工程が簡素化できると考えられる。本研究では、表面実装部品と挿入部品の同時はんだ付けを可能にするため、挿入部品のリフローはんだ付け手法について検討した。実験結果から、基板裏面の優先加熱により、挿入部品のリフローはんだ付けの可能性を見出した。

**キーワード：**はんだ付け、リフローソルダリング、電子部品、挿入部品、表面実装部品

Research on the Method of Reflow Soldering for Pin Insertion Type Electronic Component

Jun OKUTANI, Yasuto YONEZAWA, Yoshiteru DOHGUCHI and Akinari MATOBA

The electronic components are soldered to the printed circuit board, there are leaded components and surface mount components such as difference in the shape and use, and is soldered in another step, respectively. It is believed that if you can solder in the same step the insertion parts and surface mount components, to be able to simplify the production process. In this research, in order to allow simultaneous soldering of surface mount components and insert components, we examined the reflow soldering method of the insertion part. The experimental results show reflow soldering of insertion parts became possible due to increase of solder or heating priority of the back surface of the substrate.

Keywords : soldering, reflow soldering, electronic parts, pin insertion type

## 1. 緒 言

電気製品に組み込まれているプリント配線基板(以下、基板)には、多くの電子部品がはんだ付けされている。図1に拡大した基板の一部分とはんだ付けされている電子部品の一例を示す。はんだ付けされている電子部品には、表面実装部品と挿入部品がある。表面実装部品のはんだ付けは、リフローソルダリング(以

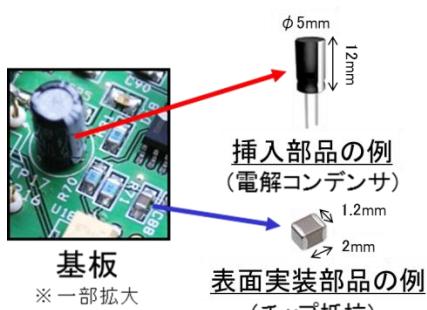


図1 基板と電子部品の一例

下、リフロー）、挿入部品のはんだ付けは、フローソルダリング(以下、フロー)や手付けはんだの工程で行われる。一般には、表面実装部品をはんだ付けするリフローを先に行なうことが多い。

図2に表面実装部品のはんだ付けの概略図を示す。リフローでは、まず、メタルマスクを用いて基板のパッド(配線パターンの銅が露出した部分)に塗布されたソルダペースト(はんだ粉とフラックスを混練したペースト状はんだ)を印刷し、その上に表面実装部品が載せられる。温度勾配のついたリフロー炉内をベルトコンベアによって移動しながら基板全体(表面実装部

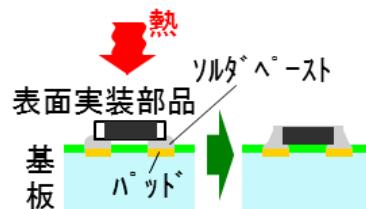


図2 リフローソルダリング

\*電子情報部



図3 挿入部品のはんだ付け  
(左:フローソルダリング 右:手付けはんだの様子)

品も)が加熱され、ソルダペーストが溶融することにより、表面実装部品がパッドとはんだ付けされる<sup>1)</sup>。

図3に挿入部品のはんだ付けを示す。フローでは、基板のスルーホール(銅めっきされた貫通穴)に挿入部品のリードを挿しこみ、溶融はんだの波面に接触させることで、スルーホールとリード間にはんだを入れ、はんだ付けする。手付けはんだでは、作業者がはんだごてと糸はんだを用いて手作業によりはんだ付けを行っている<sup>2)</sup>。つまり、現状の電子部品の基板へのはんだ付けには、複数の工程が必要になっている。

リフローだけで表面実装部品と挿入部品をはんだ付けできないのは、挿入部品の耐熱性や寸法・構造・形状によるものである。そのため、フローや手付けはんだの工程を軽減させると、工程の短縮によるコスト削減、手付けと比較して均一な仕上がりが期待できる。本研究では、挿入部品をリフローではんだ付けする手法として、基板の裏面を優先的に加熱し、裏面側の温度を表面側よりも高温にする方法などを用いて検討を行なった。

## 2. 挿入部品のリフローはんだ付けの原理

図4に裏面優先加熱によるはんだ付けの概念を示す。裏面から加熱することにより熱がスルーホールを介して基板表面に塗布したソルダペーストへと伝わる。ソルダペーストが溶融し、裏面側へ移動してリードとスルーホール間がはんだ付けされる。裏面からの加熱で

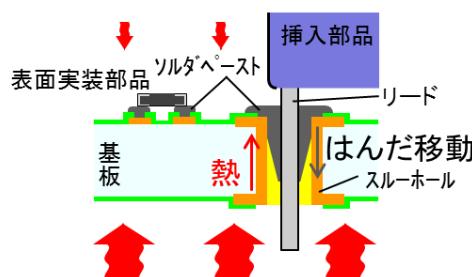


図4 裏面優先加熱によるはんだ付けの概念

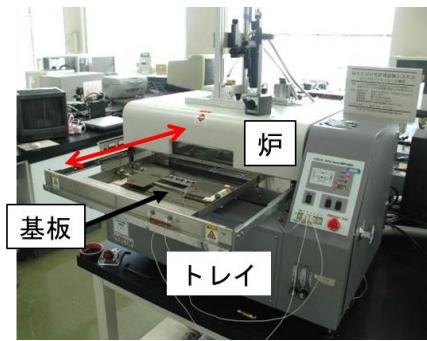


図5 リフロー装置

あるため、表面にある挿入部品への熱影響を軽減できると考えられる。

## 3. 実験内容

### 3. 1 裏面優先加熱

実験では、生産現場におけるリフロー工程を再現するため、リフロー装置((株)マルコム社製 RDT-250C)を用いた。図5にリフロー装置を示す。本装置は通常生産で用いられるリフロー炉とは異なり、基板をトレイに載せて炉内に投入し、一槽のみで加熱を行う。上下ヒータ及び熱風ヒータを用いて、生産現場におけるリフロー炉内を通過するときの温度変化を再現することができる。

ただし、本装置の通常の加熱方法では表面実装部品をはんだ付けするために表面側の温度が高くなるように設計されている。そこで、裏面を優先的に加熱して表面と大きな温度差をつけるため、図6に示すとおり基板裏面に熱風を当てられるように装置を改造した。

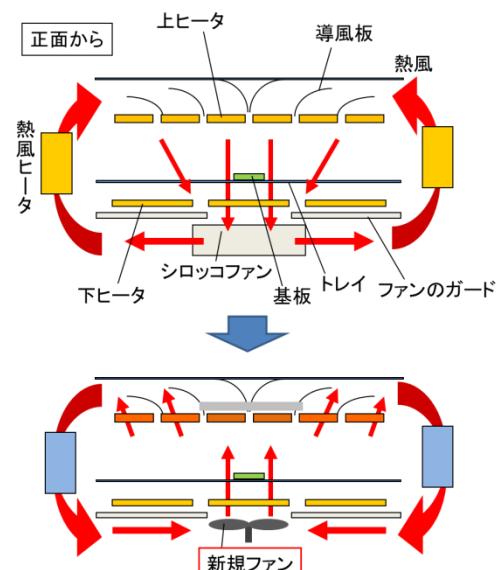


図6 リフロー装置の改造

(上:改造前,下:改造後)

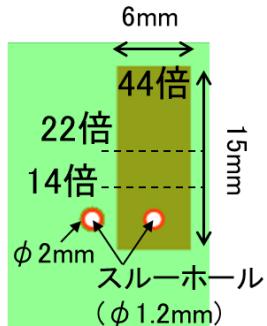


図7 試験基板裏面の銅パターン

### 3. 2 銅パターンの拡大

基板裏面からの熱を効率よく吸収させるため、裏面の銅パターンの面積を変化させた試験基板を作製した。図7に試験基板の裏面の銅パターン例を示す。長方形の銅パターンと  $\phi 2\text{mm}$  のパッド(スルーホール径  $1.2\text{mm}$ )の裏面における面積比は44倍である。なお、長方形の銅パターンは、切込みを入れることにより、22倍、14倍の銅パターンとして使用した。

### 3. 3 部品カバーによる温度上昇低減

表面にある挿入部品本体の樹脂部分は、特に熱に弱く、通常のリフローではなんだ付けしようとした場合、D-Subコネクタ(TE Connectivity AMP 1734351-1, オス, 動作温度105°Cまで)では、樹脂の部分(PBT製、熱変形温度200°C前後)が溶けた。そのため、裏面優先加熱のリフローにおいても加熱による熱影響を軽減させるため、断熱用の部品カバーを取り付けることを検討し、厚さ1mmのアルミナ板を用いて部品カバー(横約38mm 縦約15mm 奥行約20mm)を作製した。図8に部品カバーを示す。

### 3. 4 ソルダペースト塗布量

図4に示したとおり、挿入部品のはんだ付けには、表面実装部品よりも大量のソルダペーストが必要になる。そのため、メタルマスクの開口部の面積は同じまま、厚みを表面実装部品の0.1mmから0.4mmに変更した。なお、ソルダペーストは、電子情報技術産業協会

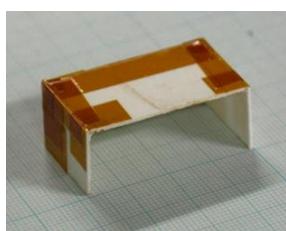


図8 部品カバー

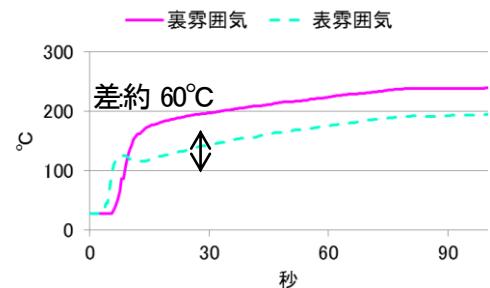


図9 装置改造後の温度測定の結果

推奨の Sn-3.0Ag-0.5Cu(Ag 3%, Cu 0.5%, Snが残り96.5%，融点約220°C)の合金を使用した鉛フリー溶融ペースト(千住金属工業(株)社製 S70G)及びSn-58Bi(Bi 58%，Snが残り42%，融点約140°C)の合金を使用した低融点の鉛フリー溶融ペースト(同 L20)を用いた。

## 4. 実験結果と考察

### 4. 1 裏面優先加熱の結果

改造後のリフロー装置における基板周辺霧囲気の温度測定の結果を図9に示す。縦軸は温度、横軸は経過時間を表している。基板裏側霧囲気(基板裏面から10mmの位置)の温度が表側霧囲気(基板表面から10mmの位置)よりも最大約60°C高くなったことが確認できた。本研究では、温度プロファイルとして、この条件を使用することとした。図10に厚さ0.4mm、開口部  $\phi 3.8\text{mm}$  のメタルマスクを用いて低融点のソルダペーストを塗布し、はんだ付けした電解コンデンサ(ニチ



図10 リフロー前後のはんだ付け箇所

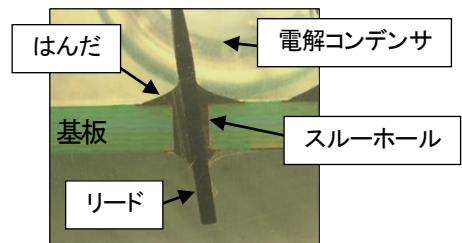


図11 リードのはんだ付け箇所の断面

ン(株)社製 UBX1A331MPL, 330μF, φ 10mm, 高さ 17.5mm)を示す。リフロー後、スルーホールの裏面にまではんだが行き渡っていた。図11に電解コンデンサのリードのはんだ付け箇所断面を示す。スルーホールに空隙などなく、はんだが充填されていることが確認できた。

#### 4. 2 銅パターン拡大の結果

裏面の長方形の銅パターンに切れ込みを入れ、面積を変化させたときのソルダペースト溶融までの時間の比較を表1に示す。なお、電解コンデンサ及び低融点のソルダペーストを用い、φ 2mmの銅パターンでの溶融時間を基準とし、溶融までの時間の増減として示した。結果から、裏面銅パターンを拡大するとソルダペーストが早く溶融することが確認できた。

表1 銅パターン面積による溶融時間の変化

面積比	時間
14倍	-5秒
22倍	-10秒
44倍	-12秒

#### 4. 3 部品カバーによる温度上昇低減の結果

部品カバー有無におけるコネクタ表面の温度測定の結果を図12に示す。約70秒経過時点における部品カバー無しのコネクタ樹脂部分の温度は約160°Cであり、部品カバーありでは、同部分の温度は約125°Cであった。部品カバーによる温度上昇が低減できたため、他の挿入部品でもリフローが可能になると期待できる。なお、このときの裏側雰囲気温度は約250°C、表側雰囲気温度は約190°Cであった。

#### 4. 4 表面実装部品との同時はんだ付け

図13にリフローによる挿入部品と表面実装部品の同時はんだ付けを試みた基板を示す。挿入部品は、2種類の電解コンデンサ(左:ニチコン(株)社製  
—カバーあり —カバー無)

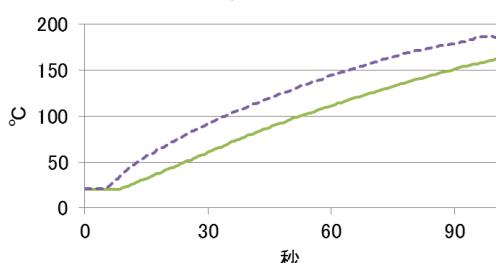


図12 コネクタの表面温度

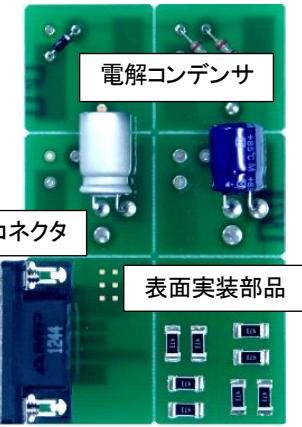


図13 はんだ付け後の試験基板

UBX1A331MPL, アルミ外装), 右: パナソニック(株)社製 ECA-2CM100, 樹脂外装)と D-Sub コネクタ(TE Connectivity AMP 1734351-1, オス), 表面実装部品は、チップ抵抗(KOA(株)社製 5025サイズ, 47kΩ), ソルダペーストには、低融点の鉛フリー ソルダペーストを用いた。リフロー後の外観検査では、電解コンデンサのふくれやコネクタの樹脂部分の溶けなどの不具合の発生はなかった。この結果から挿入部品のリフローはんだ付けが可能と分かった。また、このとき表面実装部品もはんだ付けされ、不良は見られなかった。これは表面実装部品が挿入部品と比較して小さく、表面実装部品のソルダペーストが挿入部品のソルダペーストに熱が伝わるまでの時間で十分に加熱され、溶融できたためと考えられる。

#### 4. 結 言

本研究により、以下のことを明らかにした。

- (1) 挿入部品のリフローはんだ付けの手法として、基板裏面の優先加熱が有効である。
- (2) 表面実装部品との同時はんだ付けを行い、両方の部品が不良なくはんだ付け可能となった。
- (3) 裏面の銅パターンの拡大により熱吸収が促進され、表面のソルダペーストは早く溶融する。
- (4) 部品カバーにより電子部品表面温度低減が図れる。

今後、実際の生産現場でのリフロー条件を明らかにし、電子部品はんだ付け工程の簡素化を行いたい。

#### 参考文献

- 1) エレクトロニクス実装技術2010.2 no.297. 技術調査会, 2010, p. 46-49.
- 2) 塚田裕, 青木正光. 入門 電子部品の実装技術ノート, 2010, p. 91-94.