

やさしく解説 誰でもわかる職人技！

フローはんだ付けの品質アップ 虎の巻

初級編

Contents	Page
本書の目的	1
フローはんだ付けとは？	1
どんな基板が対象になるの？	1
メリット・デメリットは？	2
はんだ付け品質を決める要素	2
フローはんだ槽をクローズアップ	2
噴流の仕組み	2
なぜ職人技が必要といわれているの？	3
傾斜フローはんだ槽のしくみ	4
フローはんだ付けの最適温度プロファイル	4
噴流波形状とはんだ付け品質の関係	5
耐熱ガラスで見てみよう	5
調整のポイント	6
噴流以外の調整ポイント	6
まとめ	7

超小型オールインワン半田付装置
SSF-200-B3

SHINKA.FAシンカテクノロジー株式会社

本 社

〒960-8141 福島県福島市渡利字岩崎町102-7
TEL 024(522)5440 FAX 024(522)6570

十和田R&Dセンター

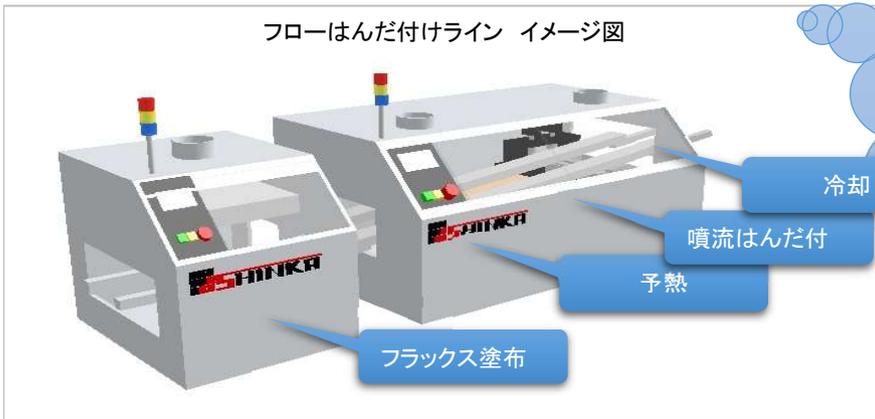
〒034-0107 青森県十和田市洞内字樋口78-1122
TEL 0176(21)4711 FAX 0176(21)4712

やさしく解説 誰でもわかる職人技！

フローはんだ付けの品質アップ 虎の巻

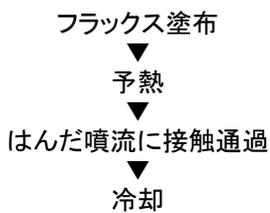
本書の目的

プリント基板の部品実装工程において、フローはんだ付け工法は、長年に渡って採用されてきた実績のある工法で、各種電気製品のプリント基板を、大量に高速で生産できる大変優れた工法です。
 しかしながら、フローはんだ付け工程の主力は、現在、日本国内から海外（中国など）に移行しているため、日本国内での技術継承ができなくなってきています。その上、「職人技」を必要とされると言われていることから、技術革新の潮流から取り残された、「枯れた」技術とされています。
 本書では、このように誰もが本質をわからなくなりつつあるフローはんだ付け工法に焦点を当てて、基本的な情報をわかりやすくまとめたものです。
 生産現場で困ったときに、参照していただければ幸いです。



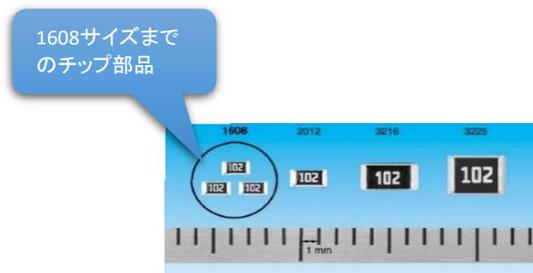
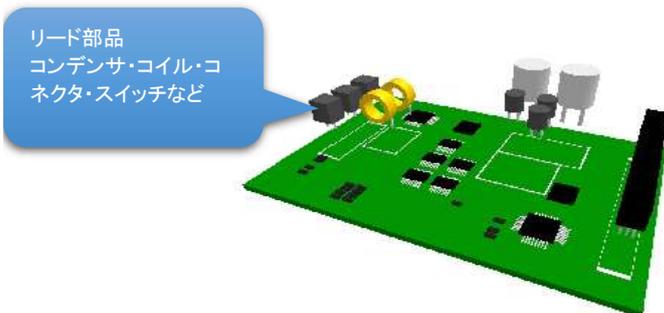
フローはんだ付けとは？

1. 溶解したはんだをポンプで噴流させておきます。
2. フラックスを塗布した基板を、爪で保持しながら搬送します。
3. 基板は、以下の工程を経てはんだ付けされます。



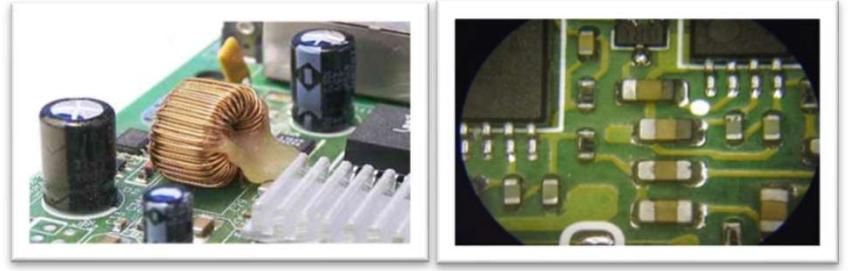
どんな基板が対象になるの？

フローはんだ付けが適している基板は、ローコストな紙フェノール基板、FR4などのガラスエポキシ多層基板など材質は選びません。
 対象部品としては、ディスクリート部品（リード部品）、1608サイズまでのチップ部品が対象になります。



フローはんだ付け対象部品の例

コンデンサ・コイルなどのリード部品 (左写真)
チップ部品とSOPなどの表面実装部品(右写真)



メリット・デメリットは？

高生産性

フローはんだ付けのメリットは、なんと言ってもその生産性の高さにあります。基板を連続投入することで、20～30秒のサイクルタイムで生産が可能になります。

汎用性

先に説明したように、リード部品からチップ・SOP部品まで広くはんだ付け対象にできます。このため、生産機種
のバリエーションは多岐にわたります。電源基板からコントロール基板、メイン基板、サブ基板など、相当種類
の生産が可能です。

設備コスト

汎用装置をそのまま使用するため、設備コストが比較的低くなります。

維持管理

酸化物が多量に発生するため、メンテナンスに時間がかかります。また、危険を伴うため専任者を設置・教育する
必要があり、維持管理にコストがかかります。

機種切り替え

多種少量生産の場合、生産機種の切り替えが困難になり、同一条件での生産を強いられます。このため、品質
優先での段取り替えが頻発する生産条件には適しません。

条件出しと維持

本書の目的の一つにもなりますが、条件出しに独特のノウハウを有するため、専任者を必要とします。
アナログ的条件が多く存在し、数値化できないノウハウを継承することが求められます。

はんだ付け品質を決める要素

Point

フローはんだ付けの品質を左右する要素としては、大きく以下の要素があります。
それぞれの要素には、最適値が必ず存在します。その値を数値化して管理するようにすることが重要です。
各要素の確認は、下表の確認方法でおこなうと良いでしょう。

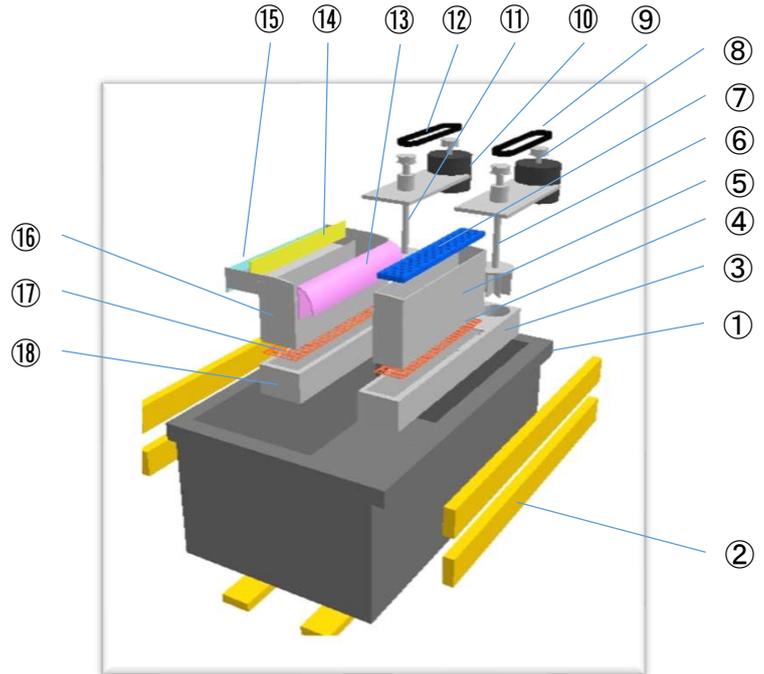
要素	確認方法	
フラックス付着量	重量測定	金属板に塗布し、単位面積当たりの付着重量を電子天秤で測定
予熱温度	温度プロファイル測定	対象基板のはんだ付け表面温度プロファイルを測定
はんだ噴流(浸漬時間、当たり具合)	耐熱ガラスによる当たり確認	測定用耐熱ガラスを流し、噴流の当たりとノズルコンディションを記録
冷却	温度プロファイル測定	対象基板のはんだ付け表面温度プロファイルを測定
基板反り	温度プロファイル測定	対象基板のはんだ付け表面温度プロファイルを測定

フローはんだ槽をクローズアップ

フローはんだ槽の構造

右図に代表的なフローはんだ槽の構造を示します。

No.	名称
①	はんだ槽
②	間接ヒーターユニット
③	1次噴流ダクト
④	1次噴流整流板
⑤	1次噴流ノズルケース
⑥	1次噴流インペラシャフト
⑦	1次噴流ノズルプレート
⑧	1次噴流モーター
⑨	タイミングベルト
⑩	2次噴流モーター
⑪	2次噴流インペラシャフト
⑫	タイミングベルト
⑬	2次噴流ウェーブフォーマー
⑭	2次噴流ピールバック可変プレート
⑮	2次噴流ダンパー
⑯	2次噴流ノズルケース
⑰	2次噴流整流板
⑱	2次噴流ダクト



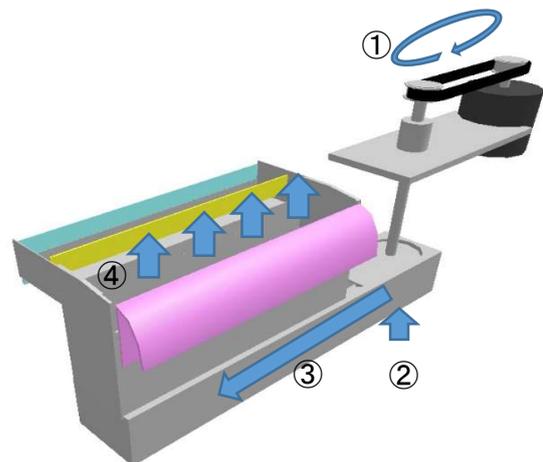
材質は何でできているの？

はんだ槽の主な部品(ノズルなど)の材質はステンレス(SUS)でできています。鉛フリーはんだ槽は、ステンレスの中でも耐食性に優れた材質である、SUS316Lを使用していることが多く、さらに保護のための表面処理を施しています。表面処理の種類は、様々なものがありますが、一般的な処理として、窒化処理、サーフ処理(カナック社商品名)などがあります。そのほか、はんだ槽本体を鋳物で製作する場合や、チタンを使用する場合があります。いずれも鉛フリーハンダによる浸食(エロージョン)に対抗するためのものです。ヒーターは、投げ込みヒータを使用すると、その他の部品と同じく浸食により絶縁不良を起こすことから、ハンダに接触しない間接ヒータの構造を採用しているものが一般的です。噴流モータとインペラシャフトは、ベルトドライブの他、ダイレクトドライブも一般的に採用されています。

噴流のしくみ

噴流の仕組みを簡単に図解したものが右図になります。

- ①噴流モータが回転すると、ベルトを通してインペラシャフトに回転が伝達されます。
- ②はんだは、インペラシャフト下のダクト吸いこみ口から吸引されます。
- ③吸引されたハンダは、ダクト内部に送り込まれます。
- ④ハンダは整流されて、ノズルから吹き上がり噴流します。



このような構造から、噴流の性能を決める要素としては、
 ①噴流モータの回転安定性と回転伝達安定性
 ②インペラシャフトの吸いこみの定量化
 ③ダクト内部の整流性能
 ④ダクト→噴流ノズルへの整流安定性
 ⑤ノズル各部の形状・位置による噴流波形状
 があります。

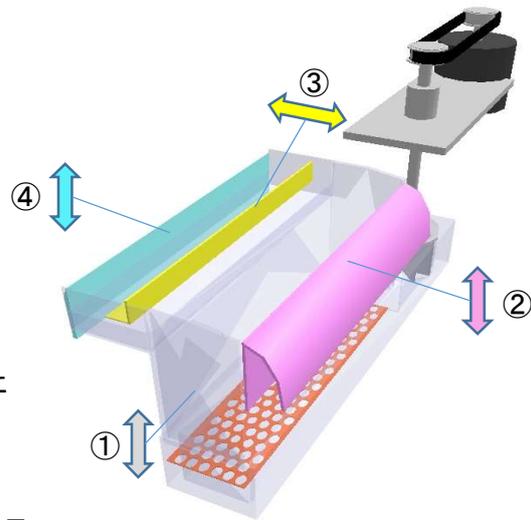
これらの要素を安定維持することが性能を維持する上で重要なポイントになります。

なぜ職人技が必要といわれているの？

右図の2次噴流ノズルで、可動できるパーツを示します。

- ①ノズルケースの上下調整
- ②ウェーブフォーマーの上下調整
- ③ピールバックプレートの位置調整
- ④噴流ダンパーの上下調整

①～④のパーツを調整することで、噴流波の形状を可変し、生産機種に合わせた最適な状態を作り出すことが可能になります。
究極としては、どのような形状の噴流波も作り出すことができるようになっている。というのが、フローはんだ槽のノズル構造なのです。



では、どこのパーツをどう調整すれば、噴流はどのように変化するのでしょうか。

また、噴流形状をどのように調整すれば、はんだ付けにどのような効果があるのでしょうか。

これらの調整が、非常にわかりにくく、数値化されていないために職人技が必要という認識が一般的になってしまっています。

その上、①～④の各部を調整する方法は、ボルトを緩めて長穴調整をすることが普通です。

このため、いったんノズルを清掃のために取り外し、さらに、分解清掃をおこなった場合は、長穴で調整した状態を再現することは至難の業です。この点も、職人技が必要という認識が一般的な理由の一つです。

傾斜フローはんだ槽のしくみ

傾斜フローはんだ槽は、フラックス塗布→予熱→噴流はんだ付けの工程を自動でおこなうため、

- ① スプレーフラクサ
- ② 予熱ユニット
- ③ はんだ槽
- ④ コンベア
- ⑤ 冷却ファン

を装備しています。

①スプレーフラクサ

フラックス塗布工程は重要な工程ですが、今回は、説明は別の資料に委ねたいと思います。

②予熱ユニット

予熱ユニットは、基板を予熱するためのヒータを装備しています。

ヒータは、シーズヒータ、パネルヒータが一般的で、熱風ヒータを使用する場合もあります。温度設定は、ブロックごとにおこなうものと、一括制御のものがあります。

③はんだ槽

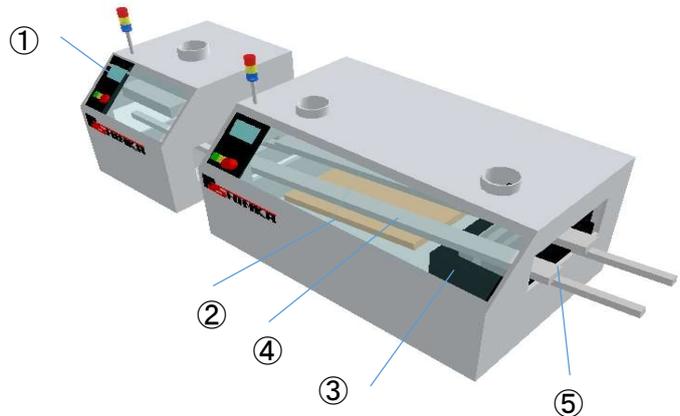
はんだ槽の構造は、前項を参照してください。

④コンベア

基板を搬送するコンベアです。樹脂または金属製の爪で基板を挟み込んで搬送する方式が一般的です。コンベアスピードは、0.8m/min～1.2m/min程度が常用範囲です。注意が必要なのは、コンベア速度がすべてのパラメータに関係することです。常用範囲を超えて設定すると、予熱、フローはんだ噴流とも、設計範囲外になるため、本来の性能を発揮できなくなります。

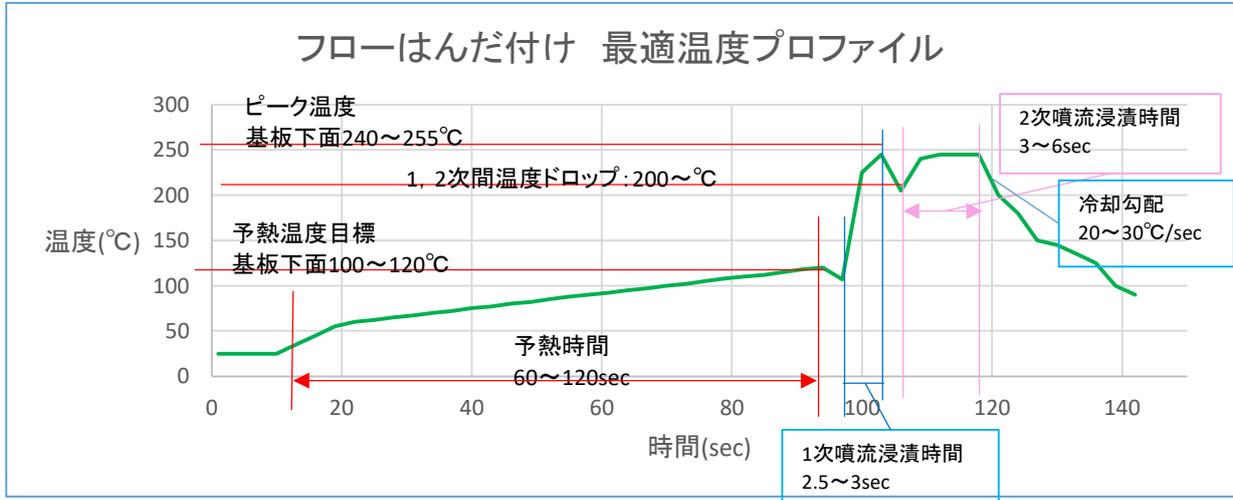
⑤冷却ファン

はんだ付けした基板をできるだけ急冷するように、冷却ファンが装備されています。はんだ接合強度に影響するため、はんだ付け後は、振動を与えずに急冷できるように、コンベア乗り移りをする前に設置されているのが一般的です。



フローはんだ付けの最適温度プロファイル

予熱工程での目的は、基板の予熱とフラックスの乾燥・活性化にあります。フローはんだ付け工程の最適温度プロファイルを下図に示します。
各基板によって、熱量が異なりますので、ヒータ温度とコンベア速度を調整することで、最適条件を設定する必要があります。



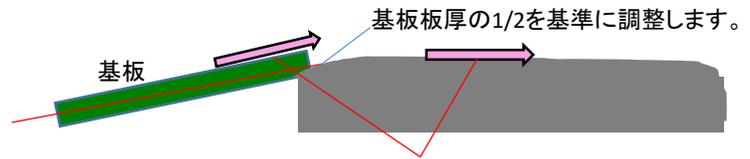
噴流波形状とはんだ付け品質の関係

最も基本的な噴流波形状と調整方法、はんだ付け品質の関係についてまとめました。

基本波高

Point

フローはんだ付けにおける、噴流波高の基本的なセッティング(すべての条件出しの基準)は、「**基板厚みの1/2**」の接触高さとします。



基本流速

Point

2次噴流の表面流速は、**基板の搬送速度と同速度**にセッティングすることが基本です。表面の酸化カスの流れる速度を目視で確認しながら、基板の通過速度と同じ流速になるように調整します。

噴流表面の流速は、基板の搬送速度と同速が基本

2次噴流波形状とはんだ付け品質

形状	状態	品質狙い	フィレット形状
フラット型	噴流表面がフラットな形状	背の低いチップ部品中心 リード部品で狭ピッチ ブリッジが出やすい フィレットを薄くしたい	
段差型	噴流に段差をつける形状	SOPなどのSMDリード部品 リード部品でランド大 フィレットを高くしたい 落差を大きくするほどフィレットは高くなる。	

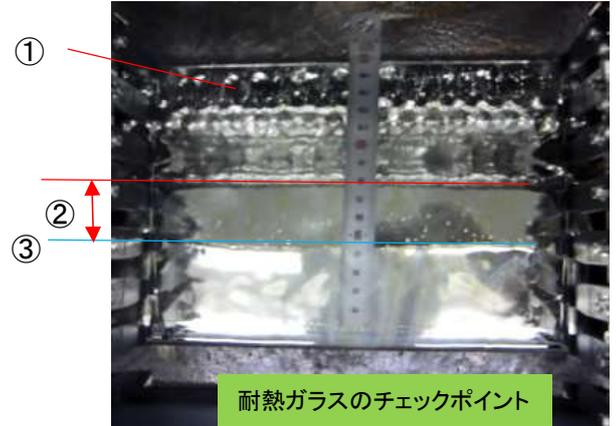
耐熱ガラスで見てみよう

基板の代わりに耐熱ガラスを投入します。このとき、フラックスを塗布すること、また、必ず予熱してください。(急激な加熱をすると、耐熱ガラスが割れてしまいます)
耐熱ガラス上に、写真のように曲尺を載せておくとあとでチェックしやすくなります。

耐熱ガラスでチェックするポイント

Point

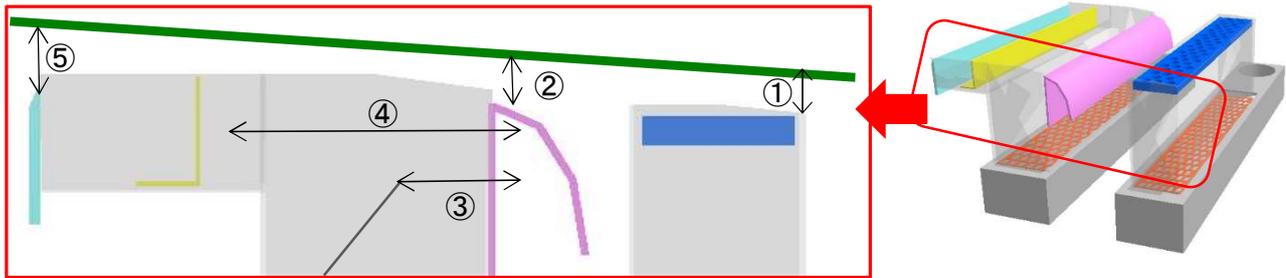
- ① 1次噴流の当たり具合
すべての列が接触しているか、波がつぶれすぎているか、詰まっているところがないか
- ② 2次噴流の当たり具合
接触している幅が適正か。左右で幅に違いがないか
違いがある場合は、水平に接触できていません。
- ③ 2次噴流離脱ポイント(ピールバック)
2次噴流の離脱ポイントが左右均等かどうか。均等でない場合は、波が水平に噴流していません。
③のライン(写真の水色のライン)が、前後に揺れているか。揺れている場合は、酸化物などの詰まりにより、噴流が脈動しています。



調整のポイント

Point

噴流ノズルの調整ポイントについてまとめました。押さえるべき寸法を数値管理することで、ある程度の再現性が確保できます。



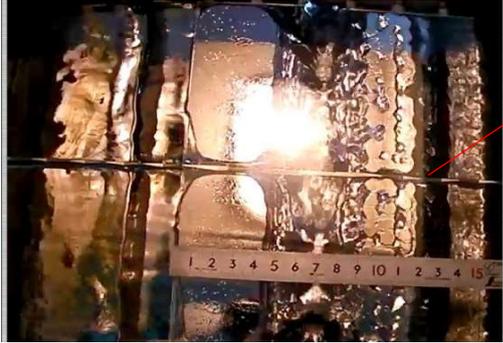
ノズルを横から見た図

調整ポイント		標準セッティング
①	1次噴流基板下寸法	7
②	2次噴流基板下寸法	5
③	2次噴流開口寸法	30~40
④	2次噴流ピールバックプレート位置	50~70
⑤	2次噴流ダンパー高さ	フラット、段差による

噴流以外の調整ポイント

Point

噴流ノズルによる噴流形状以外に、押さえるべき調整ポイントがあります。

コンベア速度	フローはんだ付けにおいては、すべての条件に関係します。予熱プロフィール、はんだ浸漬時間、離脱速度などは、コンベア速度に依存する条件です。
はんだ量	はんだの量の変動すると、液面高さが変動するため、噴流高さが変動します。はんだ量を維持管理することが重要です。自動半田供給機構などの管理装置を装備することで、ある程度の自動管理ができます。
基板の反り	<p>基板は加熱されると下反りします。基板の内層により反りの度合いは変わりますが、反りが発生すると、ハンダ噴流との接触がバラツキ、品質が安定しなくなります。フロー半田付装置は、反り防止機構を備えていますので、できる限り使用するようにしてください。下写真は反り防止機構を装着した噴流状態を耐熱ガラスで確認した写真です。</p> <p>基板レイアウトによっては、下面に反り防止バーを接触させられない場合があります。そのときは、市販の反り防止を基板の前後に装着してみてください。</p> <div style="text-align: center;">  <p style="text-align: right;">反り防止機構装着</p> </div>

まとめ

フローはんだ付け工程は、メンテナンスによる維持管理が最も重要な要素です。噴流ノズルの周囲には、酸化物が堆積し噴流ポンプ機構に吸い込まれて、ノズル内部の整流板に付着してきます。すると、噴流高さが変動したり、噴流の状態が悪化したりします。1次噴流ノズルの噴流プレートは、穴の定期清掃が重要です。噴流をさせながら、専用の工具を用いて穴をつついて清掃してください。

「職人技」と呼ばれていることの中には、装置の維持管理も含んでいます。危険を伴う汚れ作業のため、「職人技」という言葉でひとくくりにして表現されていますが、できるだけ頻繁に、定期的に清掃することで、メンテナンスの時間短縮にもなり、作業の負担も軽減されます。

汚れを放置しないで、できるだけ装置をきれいに使う。どんな設備にも共通する、良い品質を維持するためのコツだと思います。是非この書を皆様の維持管理のお手伝いとして活用していただければ幸いです。

最新はんだ付け装置のご紹介

スマートディップⅡ FXM-1

フローはんだ付け装置を凌駕する性能で酸化カス発生量1/5以下！



大熱量基板対応
フルデジタル条件設定
機種毎に最適条件切り替えが可能な、完全ノンストップ混流生産
完全条件再現性による、高品質安定維持
職人技不要！

お問い合わせ先

SHINKA. F A シンカテクノロジー株式会社

本 社 〒960-8141 福島県福島市渡利字岩崎町102-7
TEL 024(522)5440 FAX 024(522)6570
十和田R&Dセンター 〒034-0107 青森県十和田市洞内字樋口78-1122
TEL 0176(21)4711 FAX 0176(21)4712