

1.4 手挿入組立工程

実装基板組立において、自動挿入機や面実装装着機のどちらでも組立が困難な場合に人間の手による実装が必要となります。その理由として次の4点があげられます。

- (1) 自動機対応の部品が部品メーカーにおいて生産されていない
- (2) 自動機側で対応できない
- (3) 上記のどちらも問題なくとも、設計上対応できない
- (4) 生産工程上自動機対応できない

(1) は、汎用的でない特殊な部品やトランスのように大型の部品で自動機側で特別に実装できる対応をしない限り、手実装になります。従って、設計時はできるだけこの点に配慮して部品を選択する必要があります。

(2) は、上記のような特殊な部品に対して、マシンメーカーは対応していないのが一般的です。従って、ロボットのマシンを導入選択して、部品チャッキングの治具をそれに対応する方法以外にないでしょう。この場合、費用対効果を計算に入れて計画を練る必要があります。普通、一人人員削減できるだけの効果があればメリットあるでしょう。

(3) は、部品もマシンも対応OKであっても、マシンには実装上の制約があります。それは、部品の隣接や高さに対する制限、そして、マシンの治具（ヘッダー、フッター）のデッドスペースにたいして、設計上実装密度が厳しく対応できない場合があるのです。従って、実装スペース（基板サイズ）とのバランスで決める必要が出てくるのです。

(4) は、上記の条件は全てクリアしていても、生産ラインのラインバランスという問題があるのです。製品の種類に応じてマシンの能力、人員の計画が立てられています。従って、その計画に合わないような製品が出てきた場合、簡単に設備を増やしたり、人員を増やしたりすることができないのです。例えば、ほとんど自動化できる製品の基板であっても、設備能力がなく、自動機対応の部品をあえて手実装にすることもあるのです。即ち、製品の動向に合わせて将来の設備や人員の計画を日頃から練っておく必要があるのです。また、現行の設備や人員に応じた設計のやり方を逆に提案して行くことも必要となってきました。結論として、設計側、製造側独自の将来計画はあってはならないのです。設計のやり方の仮に5カ年計画と製造の設備、人員計画の5カ年計画を常に絡み合わせて調整していく必要があります（設計—製造計画会議）。

手実装は、通常手挿入であり、マシンによる場合と異なり、どうしても組立品質に問題が起こります。

部品の誤挿入

部品挿入方向のミス

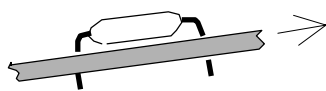
挿入穴への未挿入

従って、実装スピードや上記の造り込み品質のことを考えれば、できるだけ自動機対応するのが良いのは当たり前になります。

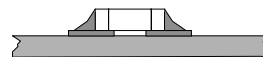
1.5 半田付け工程

電子部品の電極部と基板の銅箔部を接続する方法として、ご存じの通り一般に共晶はんだと呼ばれる錫（Sn）-鉛（Pb）で通常38% - 62%程度の含有比で構成される半田を用いて接合させます。

半田付け方法として、フロー半田とリフロー半田、そしてコテ半田があり、それぞれはフロー半田が棒はんだを高温に溶かし込んだ半田槽に電極部を通して半田付けしますが、リフロー半田は練り込んだクリーム半田を基板に塗布した後、熱を加え電極部を半田付けします。そして、コテ半田はコテ先に系はんだを供給して半田付けしますが、量産的にはロボット半田になります。



フロー半田



リフロー半田

フロー半田で半田できる部品はほとんどの部品が対象となりますが、リフローは現時点では面実装品が対象です。ロボット半田付けは、対象部品は選びませんが、前者の量産性に向けた工法と異なり、生産性は劣ります。

フロー半田は流動はんだの中で半田付けするため、長い歴史があるといいますが、かなりの技術が必要とします。従って、種々の半田付け不良を発生しやすい工法でもあります。それに対してリフロー半田は、静止しているクリーム半田に熱を加える工法であるため、半田の動き自体はフローのように不規則な動きが発生しません。従って、その分だけ半田付け不良要因が少なくなります。少しでも不良を少なくしたいと考えるならばリフロー半田工法を多用するのがよろしいでしょう。

しかし、搭載される電子部品の種類によって制約を受けるのが現実です。リード線を有するスルー品即ちディスクリート品は、リード線を基板の穴に挿入してから半田付けという工程になるため、先にクリーム半田を塗布できません。従って、今の技術ではフロー半田にせざるを得ないのが現状です。また、リフロー半田は、普通部品本体側に熱を直接加えるために、部品の耐熱性が問題となり、どうしても限界があります。部品の価格についても、現時点ではディスクリート品と面実装品では差がみられます。中には、抵抗のように量産数が増え、価格差が見られなくなっているものも見受けられますが、まだ面実装品のほうが高いのが現状です。よれに加え、実装の変革に応じた生産設備計画が必要となり、無闇に設計側だけの思惑で工程を変更していくのには問題があります。

会社によって、部品調達、設計手法、生産工程等が異なりますので、上記のことを考慮に入れて、半田付け工程を計画的に決定し、進めていくのがよろしいかと思います。

以下半田付け技術の基本と各工程について述べたいと思います。

1.5.1 半田接合の仕組み

一般に使用されている半田とは、融点232の錫と327の鉛を合成比38%対62%程度で構成される共晶半田と呼ばれるものが現在では一般的です。そして、共晶半田としての溶解温度は183という形になります（鉛が融点を下げる働きをします）。しかし、環境影響の問題から鉛が有害物質としてクローズアップされてきている昨今では、半田製作メーカーやIC等の電子部品メーカーは挙って代替え半田として鉛フリー半田の開発に取り組んでいます。現在では、接合力、信頼性、価格の面で取って変わるまでに至っていませんが、近い将来必ず行政機関を含めた規制が考えられますので、早い時期から実装工程の作り込み品質確保（設備の変更等が考えられます）のために、準備だけは試みておくのがよろしいかと思います。

それはさておいて、現使用の共晶半田での話になりますが、この半田の接合相手は、普通プリント基板の銅箔（Cu）になります。このCuは半田付け性の面でも優れた金属ですが、ここで参考までに、金属類の半田付け性の優劣順位を記しておきますと、

非常に優れているもの：錫、銀、カドミウム、金、パラジウム

優れているもの：銅、黄銅、青銅、鉛

普通のもの：ニッケル、亜鉛、鋼

劣っているもの：ステンレス、ニクロム鋼、アルミニウム

半田付け
し易い
金属

非常に劣っているもの：クロム、チタン、セラミック
とされています。

この金属との間における濡れ性が接合力の善し悪しを決めますが、半田付けの際には、金属及び半田の双方が多少酸化して膜を形成していることが多いです。従って、濡れ性の点で半田付け性を阻害していることになります。そこで登場するのがフラックスです。

このフラックスは、高温で金属双方の表面を清浄して酸化膜を除去する働きがあり、濡れ性を発揮させることになります。俗に「活性剤」としての働きを担うことになります。また、フラックスは半田付け前の金属の表現保護、即ち酸化防止の働きも兼ねておくことが出来ます。

1.5.2 フローディップ半田工程

これは棒半田を溶かして入れた槽に実装基板を浸漬させて、部品リード線と銅箔を接合させる方法であり、下記のような付け方があります。

(1) 1ディップ噴流半田

全体噴流半田

部分噴流半田

(2) 2ディップ噴流半田

(3) 静止槽半田

1.5.3 リフロークリーム半田工程

1.5.4 ロボット半田工程

1.5.5 手半田工程

1.6 完成組立工程

実装基板をケースや製品の外装などに取り付け、制御する対象の負荷やセンサー等と電装（電線）及びコネクタを通じて接続する必要があります。この部分が、完成組立工程と言うことになります。

基板段階までの細かい組立工程と異なり、この部分に入ってくると、ビス止めやコネクタ差込のように多少荒っぽい組立の工程になり、基板上の電子部品に対する配慮（弱者だという）が薄れがちになって、物理的に電子部品を壊したり銅箔パターンにキズを付ける可能性が出てきます。

従って、設計時の配慮として、コネクタの脱着時指が部品に当たって壊すことのないように、コネクタ周辺から遠ざけることや、ビス締めドライバ先が滑って基板上のパターンを切断したり部品を壊さないように、パターンは太く、部品は遠ざける等が必要となってきます。

また、この工程には、調整工程も入ってきます。ボリュームやスイッチの調整です。

1.6.1 実装基板取付

1.6.2 電装取付

1.6.3 ラベル貼付

1.7 モールド工程

実装基板は設置される場所によっては、長い年月の間にトラブルを発生する可能性があります。特に、高温多湿の場所や埃を堆積しやすい場所では、その確率が高くなります。

トラブルには、例をあげて説明しますと、

(1) 高温多湿の場所では、基板上の表面の回路間インピーダンスが低くなり、回路誤動作の原因になりやすくなります。また、パターンの銀スルー基板では、マイグレーションによるパターンショートも可能性が高くなります。

(2) 埃が基板上に堆積すると、回路間でリークによる発火の可能性も出てきます。

これらの不具合を防止する意味で、回路の導電部を保護するためにモールド処理する方法がこの工程です。この工程では、モールド材の選定、注入温度、気泡の発生防止、等に注意を払い、結構大がかりな設備となり、実装基板コストを跳ね上げる要因になります。従って、十分市場のクレーム原因を解析、分析した上で対策を練る必要があります。

1.7.1 モールド材

1.7.2 設備

1.7.3 ケースの対応

1.8 検査工程

1.8.1検査機の種類

(1) ロット保証インサーキット検査・中間抜き取り検査 (1 回 / 2 0 枚)

日置電機製*** (フィクスチャーレス) ・ パナサート、異形自動挿入品

オカノ電機製**** (フィクスチャー) ・ 面実装品

(2) コンポーネントインサーキット検査 (I C T) ・ 中間全数検査 (部品種類、定数)

日置電機製**** (フィクスチャー)

(3) ファンクション検査・中間と完成検査 (機能動作、部品)

内製検査装置・ 面実装品半田付け後の中間全数検査

内製検査装置・ 全部品組立後の中間全数検査

内製検査装置・ 全部品組立 (ケース含む) 後の完成全数検査

1.8.2製品別検査工程 ・ 次頁以降に具体的な工程案を記す

【 1 】 片面実装 (部品面・ディスクリートのみ)

両面実装 (部品面・ディスクリート、半田面・面実装)

→ → (→) (で完成検査兼ねる場合もある)

【 2 】 片面実装 (部品面に面実装品) ・ 内製 H I C

→ →

【 3 】 片面実装 (部品面にディスクリート、面実装品混載)

(→) → → (→)

【 4 】 両面実装 (部品面、半田面共面実装品 + 手挿入品) ・

→ → → (はスイッチクリック感等含む)

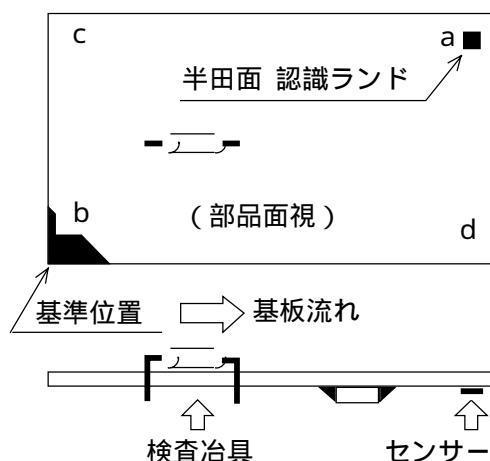
【 5 】 両面実装 (部品面・ディスクリートと面実装品、半田面・面実装品のみ)

→ → → → ()

両面実装 (部品面、半田面共面実装品 + 手挿入品)

→ → →

【１】片面及び両面基板で部品面にディスクリート品のみを実装する場合（または部品面にディスクリート品、半田面に面実装品を実装する場合）



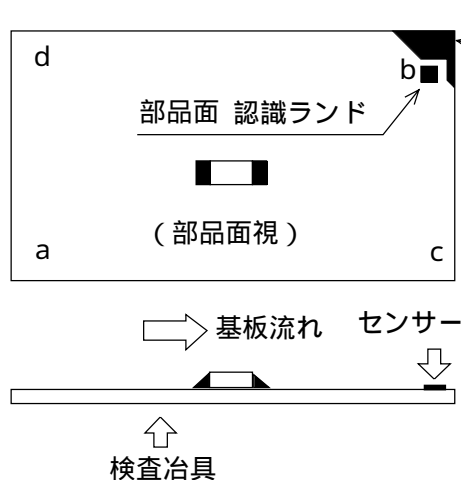
(１) 工程

自動挿入 → ロット保証 I C T (→ 面実装)
 → 手挿入 → フロー半田 →
 → **コンポーネント I C T**
 → ファンクション検査
 → ケース組立 → { 完成検査 }

(２) 逆送検知認識ランド・と対象となる位置の基板の下記コーナー部にセンサーで認識可能となるような物(ランド等)を設けてはならない。

半田面の b
 部品面の c d

【２】両面基板で部品面に面実装品のみ実装する場合（例えば H I C）



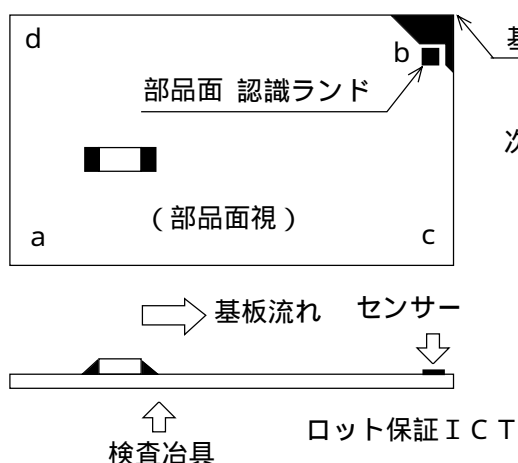
(１) 工程

面実装 → リフロー半田
 → **コンポーネント I C T**
 → ファンクション検査

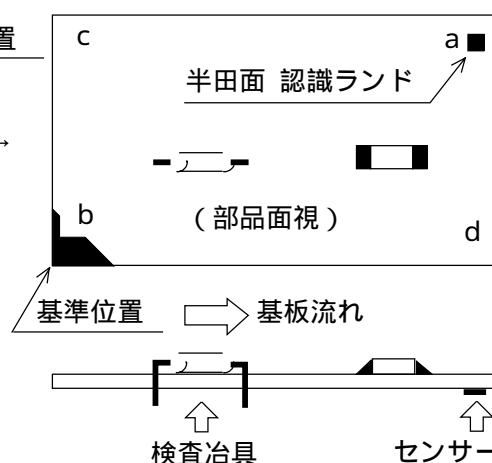
(２) 逆送検知認識ランド・と対象となる位置の基板の下記コーナー部にセンサーで認識可能となるような物(ランド等)を設けてはならない。

部品面の a
 半田面の c d

【３】両面基板で部品面に面実装品とディスクリート品を実装する場合



次工程 →



(１) 工程

面実装 → リフロー半田 →
コンポーネント I C T → { 自動挿入
 → ロット保証 I C T } → 手挿入 → フロー半田
 → **コンポーネント I C T** → ファンクション検査
 → ケース組立 { → 完成検査 }

(２) 逆送検知認識ランドと対象となる位置の基板の右記コーナー部に

センサーで認識可能となるような物(ランド等)を設けてはならない。

部品面の a c d
 半田面の b c d

1.8.3検査項目

1.8.4中間検査

1.8.5完成検査