

1 実装基板生産のしくみ

1.1 生産方式、生産工程のいろいろ

実装基板を生産する工程は、大きく分けると、概略下記ようになります。

- | | |
|-------------|-------------|
| (1) 部品調達工程 | (2) 自動機実装工程 |
| (3) 手挿入実装工程 | (4) 半田付け工程 |
| (5) ケース組立工程 | (6) 検査工程 |
| (7) 出荷・搬送工程 | |

部品の調達は、生産に対して大きな役割を持っています。設計時採用した部品をメーカーに手配し、納入されるまでの行程より、むしろ採用する部品そのものが問題だと言っても言い過ぎではありません。

通常は、設計段階で、使用する部品を決定する訳ですが、その時、設計者は、得てして自分の設計する回路を満足させるために、その機能に合う部品を任意に選択する傾向があります。

これを野放しにしておきますと、採用する部品は無尽蔵に増え続け、その結果下記のような不具合を生じ、経営的に大きな損失をもたらすことになります。

部品自体のコスト高、及び管理コストの増大。結構な金額になります。

新規に採用する部品は、品質に対する安定性が未知であるため、それなりの評価が必要となります。

部品を実装する基板に半田付けする場合にも、どのような半田付け面積にするのが良いか等の新たな設計ノウハウが必要となります。

は、部品の種類を減らし、統合をはかって、1点当たりの点数を増やせば、当然のことながら低価格購入が可能となります。また、種類が増えれば、それだけデータの管理、仕様書等間接的な費用が嵩むものです。

において、新しい部品を採用すれば、不思議に品質トラブルを起こしやすいものです。また、それを防止するために、事前に何らかの評価を行い、量産時のトラブルを最小限に抑える必要があります。

は、と同様に、常時流れている量産部品の場合には、品質安定したランド、パッド設計になっているものですが、新たな設計となると、安定するまで結構変更を伴うものです。

従って、部品は出来るだけ種類を絞って、標準化することを奨めます。即ち、標準部品なるものを決めておき、設計者は、この中から選択することを基本とし、回路機能上どうしても新たな部品を採用しなければならない場合に限って、製造サイドの承認を得てから採用する仕組みにするとかの方法が必要と考えます。詳細は後述します。

(2)自動実装工程は、CAD設計したデータを存分に利用できる工程であり、管理次第で結構生産コストが計算しやすい工程です。それに比較して、(3)手挿入実装工程や(4)半田付け工程は、不確定な部分が多く、利益も安定しにくい部分です。従って、自動実装工程は社内生産、手挿入実装工程と半田付け工程は外注生産という方法をとる企業があります。しかし、この場合は、自動実装の半製品の状態で横持ちをしなければなりませんので、搬送時の品質トラブルを最小限に抑える対策をとる必要があります。

しかし、考え様によっては、手挿入実装工程にしても、半田付け工程にしても、やり方如何によって、他社にない生産性を上げることもできます。即ち、実装技術の見せ所の部分とも言えるのです。

(5)ケース組立工程は、ケースに実装基板を収めて、組み立てる工程ですが、製品によっては、あえて実装基板用のケースを設けることなく、製品の外装等に直接取り付けられる場合もあります。ケースをあえて設けなければならない場合には、下記のような理由があります。

実装基板上に水の進入や結露の可能性のある部分に近く設置するような場合

外部のノイズの影響を受けたくない場合や外部に与えたくない場合

立体的な組立をしたい場合
 ボリュームやスイッチ（例えば操作リモコン）の調整部を設けたい場合
 実装基板を水滴等から守るためにモールドしたい場合
 上記のようにケースを設ける上でポイントとなることには、
 実装基板の固定方法
 組立品の検査方法
 外部の部品と接続するための電装品の経路、固定方法
 が挙げられます。詳細は後述します。

(6)検査工程は、造り込み品質に自信があれば、最終工程の完成検査程度でよいこととなりますが、実際はそうはいかず、各工程における中間検査を実施しなければならないのが実状です。即ち、後工程の検査で不良が出て、その不良がかなり前の工程のものとして発見されると、それ迄の間の組立品全部に渡って不良となり、手直し工数があまりにも大きくなりすぎるためです。従って、検査の必要度は、不良率とのバランスで決定するのが本当であり、検査の工程、及び内容は常に変化させるものとして捉えておく必要があります。得てして一度設けた検査工程は省きにくく、延々と実施されることが多いものです。

(7)出荷・搬送工程は、実装基板の完成品を運ぶ工程であるため、出来るだけコストをかけず簡素化して、顧客に届けると同時に、振動等による不良を発生しないようにしなければなりません。従って、組立方法の振動に対する設計時の配慮や部品の振動信頼性や実装基板を入れる通い箱の設計に十分な配慮が必要となります。

このように、設計というものは、頭からお尻までの全ての工程を知った上で設計するのとしめないのでは、結果の出来映えに大きな開きを生じ、実装工程との関わりが特に大きいことを意味しています。

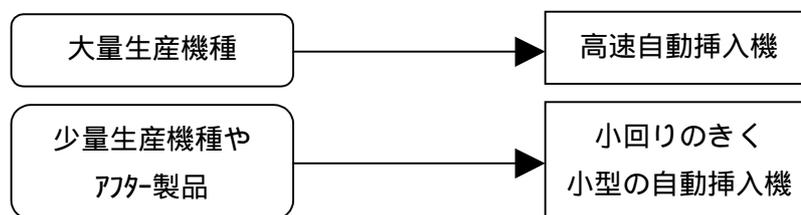
1.1.1 大量生産

生産のやり方には、限られた種類の製品（実装基板）を大量に生産する方法と、多くの種類を少なく生産する方法があります。もっとも、その中間的生産方法もあります。

20世紀後半までの間は、どちらかと言えば、メカ（企業）主導で物づくりを行い、顧客である一般ユーザーはそれをあてがわれ使用してきた感があり、何とか製造業として成り立ってきましたが、20世紀後半からは、情報化の発達に歩を合わせるようにユーザーの物に対する嗜好は多種多様になり、求める物も新しいもの新しいものとなってきました。従って、製品の寿命も短くなる傾向にあります。その最たるものが、最近のパソコン市場であります。

だからといって、全ての大量生産を否定するものではありません。大量生産は、生産コストを下げる大きなメリットがあります。メカにとって生産する物全てが数少ないものとは限りません。そこで、バランスよく生産方式を組み合わせることが大切です。特に、電子部品実装の生産工程は、自動機を使用する部分が多いため、稼働率を高める意味でも大量生産が必要です。従って、月単位で生産計画を立てる場合にも、この点を踏まえて取り組むことを奨めます。

<例えば>



1.1.2 少量多品種生産

この生産方式は、これからますます求められるやり方であり、如何に効率よく行うかが、競合他社に打ち勝つポイントとなります。

大きく分けて、下記のような方法が考えられます。

完全な受注順生産（混合生産）

ある期間（通常月単位）内における見込みと受注のバランス生産

は、トヨタ自動車が発祥の一般に看板方式と呼ばれるもので、一品一様に受注した機種順に看板を発行して、その順に生産を行うため、組立に使う部品の集め方、組立作業指導が大きなポイントになります。

この方法の目的は、受注順に物を生産するわけであるから、生産完了品は、即出荷していけばよく、基本的に在庫の必要がなく、物流倉庫も発送地の種分け程度の必要最小限の設備でよくなります。即ち、生産コスト低減に大きく貢献します。

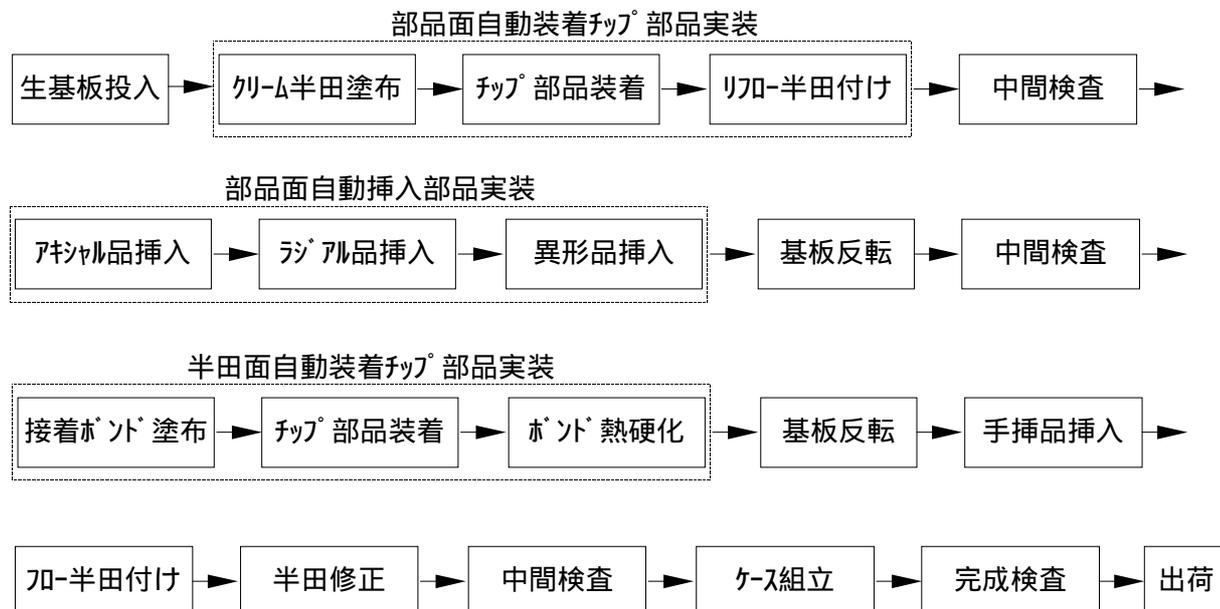
しかし、問題もあります。それは、組立の技術が大きく問われることです。組み立てる人の自分の前には、次々と異なる組立方の製品が流れてくるため、充分な手順を熟知して、かからなければならず、組立に対する品質取り組みが欠如しがちになり、場合によっては欠品というようなとんでもないトラブルを発生しかねません。また、生産スピードも同一ロットを組み立てる場合に比べて多少落ちる傾向がみられます。

従って、この品質が充分確保できれば、これに優る生産方式はありません。

1.2 全体の生産工程

1.2.1 具体的な生産の流れ

全て流れを概略ブロック視すると、下図のようになります。通常の実装では、この一部を除いた形態になるのが現実です。



1.2.2 実装方法のいろいろ

実装基板の組み立て方には、いろいろ考えられます。最終的にはQ C D（Quality：品質、Cost：価格、Delivery：生産性）をバランス良く行い、生産ラインの状況、及び将来の動向を見極めながらトータルで一番メリットの高い実装方法を採用する必要があります。

ここに一例として、電気回路を同じ、部品点数も同じとした上で使用部品の種類を各実装例でいろいろ変えて説明したいと思います。

実装例(1) **片面**基板設計として、部品面にディスクリート(リード挿入)品のみを挿入し、フロー半田する場合の実装方法。

基板サイズを仮に**とする。

実装例(2) **片面**基板設計として、半田面にチップをボンド接着し、部品面にディスクリート品を挿入し、共にフロー半田する場合の実装方法。

基板サイズ仮に**になるとする。

実装例(3) **両面**基板設計として、半田面にチップをボンド接着し、部品面にディスクリート品を挿入し、共にフロー半田場合の実装方法。

基板サイズは当然実装例(2)より小さくなるので仮に**とする。

実装例(4) **両面**基板設計として、部品面にチップをリフロー半田し、ディスクリート品をフロー半田する場合の実装方法。

基板サイズは**になると計算。

実装例(5) **両面**基板設計として、部品面と半田面の両面にチップを実装、部品面にディスクリート品を挿入実装する(部品面リフロー、半田面フロー)方法。

基板サイズは**になると計算。

実装例(6) 実装例(5)と同じ(**両面**)だが、実装密度を上げて基板サイズを**にまで小さくしたとして計算。

の6通りが普通考えられます。

	分類	種別	形状	正味面積/個			単価	数	設計面積	部品費	対応コスト
				縦	横	面積					
		基板		164	280			1	45920	755.00	両面基板
手	CN	XL・トップ									
手	CN	コネクタ									
手	CN	コネクタ									
手	CN	コネクタ									
手	CN	コネクタ									
手	IC	IC・その他									
手	IC	IC・その他									
手	IC	IC・CMOS									
手	IP	IC・フット									
(手挿入)小計								11	1839	404.85	
A	C	セラミック・円筒									
A	C	セラミック・円筒									
A	C	セラミック・円筒									
A	D	ダイオード									
A	D	ダイオード									
A	D	ダイオード									
A	SC	サージ・クランプ									
A	ZD	ツェナー・ダイオード									
(アキシャル)小計								51	1983	184.50	
R	C	アルミ電解									
R	C	アルミ電解									
R	C	アルミ電解									
R	C	アルミ電解									
R	C	アルミ電解									
R	C	アルミ電解									
R	C	セラミック・円板									
R	C	セラミック・円板									
R	C	セラミック・円板									
R	C	ポリエステル									
R	L	コイル・2端子									
R	Q	トランジスタ・2SB									
R	Q	トランジスタ・2SB									
R	Q	トランジスタ・2SD									

ラジアル部品						
異形部品						
部品面トップ 部品						
同上(GFP等)						
クリーム半田塗布						
半田面トップ 部品						
ディスプレイ塗布						
合計						
実装例(4)	部品点数	挿入組立に必要な工数(秒)			全体*	全体
組み合わせ3		秒/1点	部品	その他	レ-ト/分	組立費
アキシャル部品(AV)						
アキシャル部品(AE)						
ラジアル部品						
異形部品						
部品面トップ 部品						
同上(GFP等)						
クリーム半田塗布						
半田面トップ 部品						
ディスプレイ塗布						
合計						
実装例(4)	部品点数	挿入組立に必要な工数(秒)			全体*	全体
組み合わせ4		秒/1点	部品	その他	レ-ト/分	組立費
アキシャル部品(AV)						
アキシャル部品(AE)						
ラジアル部品						
異形部品						
部品面トップ 部品						
同上(GFP等)						
クリーム半田塗布						
半田面トップ 部品						
ディスプレイ塗布						
合計						

自動挿入工程コスト(部品費・組立費(半田付け前まで))...

*

	部品点数	部品費	挿入組立に必要な工数(秒)			製造	製造	全体*	全体	全体
			秒/1点	部品	その他	レ-ト/分	組立費	レ-ト/分	組立費	原価
基板										
アキシャル部品(AV)										
アキシャル部品(AE)										
ラジアル部品										
異形部品										
部品面トップ 部品										
同上(GFP等)										
クリーム半田塗布										
半田面トップ 部品										
ディスプレイ塗布										
部品組立工程										
リフロー半田付工程										
修正・検査工程										
合計										

参考	製造									
----	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

組立工程(手挿入・完成組立・検査・フィク)の部品費・組立費

	部品点数	部品費	組立に必要な工数(秒)			製造	製造	全体*	全体	全体
			秒/1点	部品	その他	レ-ト/分	組立費	レ-ト/分	組立費	原価
自動挿入工程コスト										
手挿入・半田組立工程										
修正工程										
ホッティング剤										

注入工数											
リレーケース本体											
リレー機種交換											
機種切替交換											
リレーケース蓋											
ビス4 * 1 2											
ルーネ											
その他											
完成組立工程											
検査機（自動送り等）											
検査工数											
合計											

1***

参考	製造										
----	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

実装密度（基板面積に対する部品面積）

	部品面積			基板面積
	部品面	半田面	全体	
面積				
比率%				

実装状態		基板セット部品費			自挿工程コスト			ケースセット組立工程コスト			実装密度(%)			基板サイズ
実装例	点数	部品費	基板代	計	部品費	組立費	計	部品費	組立費	計	部品面	半田面	全体	
(1)	*	*												
(2)	*	*												
(3)	*	*												
(4)	*	*												
(5)	*	*												
(6)	*	*												

自挿部品	標準工数	1点当たりコスト	比率
アキシャル	*	*	*
ラジアル	*	*	*
異形	*	*	*
チップ（部品面）	*	*	*
チップ（半田面）	*	*	*

実装状態	計	コスト差
実装例（1）	*	*
実装例（2）	*	*
実装例（3）	*	基準
実装例（4）	*	*
実装例（5）	*	*
実装例（6）	*	*

この例で述べる通り、部品費ではアキシャル品と面実装（チップ）部品では単価が異なります。また、アキシャル、ラジアル、面実装の各工程で標準組立工数も異なれば組立費用も異なります。

両面基板は片面と比較すれば単価で5倍程度になりますが、設計後は基板が小さくなりケース等の容積も小さく、その部分でのコストダウンが望めます。

トータル的には、生産会社の実状に合わせて試算比較して、どの方法が安価になるかを見極める必要があります。

1.2.3 部品調達

設計者は、どうしても回路機能を満足させるために、市場に出回っている各社の部品を手当たり次第に物色し、選択、採用しようとしています。

これは、やむを得ないことであり、他社の製品に少しでも優位に立つためのアプローチの結果と考えて良いでしょう。

しかし、ここで考えなければならないのは、何の歯止めもなく、無尽蔵に設計者が部品を採用していくと、長年の間には途方もない種類の部品数となり、結果的に製品の機能を押しつぶす本末転倒のマイナス面として作用することになります。

それは、開発しているのが企業であり、大学のような研究機関ではないということです。

企業は、利益を生まなければなりません。即ち、儲けるための製品開発なのです。

そこで、部品採用時の歯止めとして何が必要かと言いますと、採用部品の標準化を実施して、機能と採用部品種類のバランスを保つということです。

回路設計者は、常にこのことを考慮に入れ、部品調達部門との調整をはかり、採用検討を行い、一方、部品調達部門は、その歯止めとしてチェック機能を強化する必要があります。しかし、基本的には設計サイドで歯止め機能をはたす必要があります。

また、生産性の面も考慮に入れた部品採用基準が必要です。

組み立てる上では、部品の種類数が少なく、常日頃使用している部品であり、生産上安定した品質を保っているはずの従来の部品を組み立てたいのは当然です。それは、組み立てる人は、ある程度一定しており、目新しい部品より、使い慣れている部品を組み立てる方が安定するのは当たり前です。

作り込みの中から、部品の品質を評価しているのです。新規に採用した部品で、組みにくい(基板穴にリード線を挿入しにくい、リード線が細すぎて挿入しにくい、部品が壊れやすい、等)、部品を誤組立しやすい(似たような形状で選択ミス)、半田付け不良を発生しやすい、といった問題をクリアにしているのです。

従って、新規に採用する部品には、それなりのリスクを抱えることになり、評価無くして採用するのは危険とさえいえます。即ち、生産性面からみた採用基準を設け、設計側に、それをクリアさせる仕組みが必要です。

また、部品には、日常の環境での使用には何ら問題なくても、低温時、高温時、高湿度時、振動時、静電気、ノイズ等に対する問題をはらんでいることが多いです。従って、採用の事前には、これらの環境クリア基準を設け、これをクリアさせる仕組みが必要です。開発日程が少なく、ついつい、採用後の評価となることが多く、量産時トラブルの原因になり、大クレームとなりやすいです。急がば回れの考え方で、必要最低限の評価は必要です。事前評価は、それぞれの部品に考えられる特有の弱い面に限定した程度にするので良いでしょう。

また、回路の機能を満たす部品が一種類しか存在しないとしますと、それを採用して後、量産過程で、その部品メーカーが倒産して、部品供給できなくなった場合、大変なことになります。そして、一社しかなければ、購入価格面でも調整しにくくなります。

そこで、複社購買という考え方が必要となり、少なくとも機能を満足する部品を2種類以上確認して、回路上互換性の有無を確認しておく必要が設計側に求められます。多少スペック上優位差は有り得ると思いますが、購入価格の競争ができ、非常時の置き替えが可能な備えが必要です。

ここでいう複社購買とは、同一部品を2社以上のところから買うという意味ではありません。それも購買上は必要なことですが。

以上のことをベースに考えれば、部品調達(採用)時のポイントは、次のようになります。

- (1) 回路機能を満足させる
- (2) 生産性配慮部品の採用
- (3) 部品品質の確保
- (4) 複社購買

何れにしても、仕組み、基準作りが大切であり、その基準の見直しを常日頃行い、最良の状態でもダダ無く評価していく必要があります。時間が限られているのだから。決めた基準だからといって旧態依然として何年も運用していくようなシステムであってははいけません。

1.3 自動機組立工程

1.3.1 自動挿入機工程

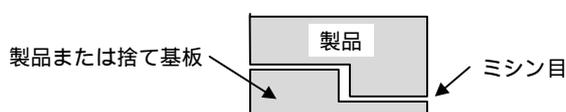
この工程で組み立てる部品は、半田付け対象となる金属リード線を有するを基板上に開けた穴に挿入ものであり、その中でも機械を用いて行うものをいい、アキシャル部品とラジアル部品、そして異形部品があります。大きく分けるとアキシャル部品はリード線が2本固定であり、ラジアル部品と異形部品は2本以上が対象となります。

この3種類は、部品の形状やリードの方向、クリンチの仕方によって区別しており、各マシンメーカーの機種によって対応できる範囲が決まっています。

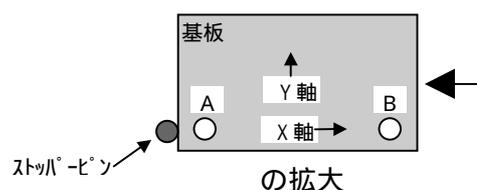
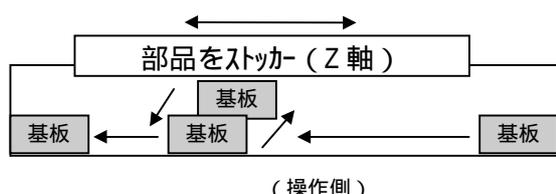
また、各仕様のマシンには挿入スピードがいろいろあり、各社1部品当たり0.1秒から1.0秒の範囲で競っています。一般的に異形部品のスピードは遅いです。

これらの部品を挿入する上での基板に関するしくみを以下具体的に述べていきます。

まず、基板の形状ですが、製品に応じて丸いものあれば、L字型のものもあるといった具合に千差万別です。しかし、生産工程上は、この自動挿入機工程をはじめ、いろいろな工程において長方形にするのが一般的であり、効率よく組み立てられます。



そこで、製品を長方形の中に張り合わせの形で作り、ミシン目等で分割しやすいように構成するといった具合です。



一般的なマシンは、上図のように人間が操作する側から見て、の箇所に生(裸の)基板をスタックする場所があって、生基板上に印刷してあるバーコードにより投入機種を選択し、それにに応じてマシン挿入プログラムを切り替え、の位置までベルトにより搬送されます。

では、ピン等により基板を止め、A及びBの位置にセットしてあるマシンの基準ピンが下より上昇して、基板を固定します。この時、ストップピンの設け方及び位置精度によって、基準穴にピンが入らないということも起こります。

基板は、X-Yテーブルに乗せられた形での位置に移動して、X軸とY軸の位置制御により部品が挿入されることになります。

部品は、Z軸と呼ばれる部分に40種類ほどスタックしておき(ストックの仕方には水平方向、円形方法等があります)、プログラムに応じて挿入位置に部品を搬送します。投入する機種単位で、部品の種類が多いとかでZ軸のセット組み替えを行わなければならない場合は、当然のことながら、バーコードによる基板自動セッティングは不可能となります。可能にするには、このマシンの実装部品を限定して、マシンの連結を考える必要があります。

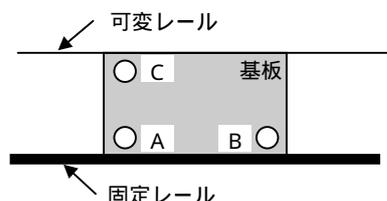
自動挿入タイムは、各社メーカーの方式、価格により、いろいろですが、一般的には0.15secから0.6secといったところでしょう。しかし、ここで問題なのは、部品1点当たりのタイムというより稼働率ではないでしょうか。部品1点当たりのタイムは、価格とのバランスで出来上がっているようなもので、生産コストに比例したものであり、そう大きな問題でないと考えます。むしろ、挿入エラーを少なくし、マシンを止めることなく運転させることが、生産コスト原価に貢献することになります。

その方法としては、挿入回を最小限に抑えるために、部品リードと基板の挿入穴の関係基準を明確にすることであり、基板加工穴ピッチ精度を如何に安定させるかであり、マシンの精度を保つためのメテであり、投入機種の変え時間の削減といった内容が上げられます。

挿入が完了すれば、の位置に戻り、次工程への搬出のため の位置に一時ストップされます。への生基板搬入とへの搬出は同時進行で行われます。

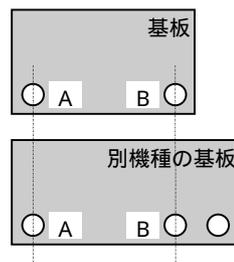
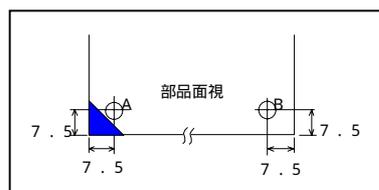
1.3.1.1 基準穴

挿入精度の善し悪しを決める要因の一つとして、この基準穴の設定が大きな要因となります。一般的には、2箇所位置決めするのが普通だが、本来位置精度を上げるには、3箇所必要だと考えます。しかし、基板サイズの縦、横の長さはいろいろであるため、Aの穴は固定にできますが、BとCは変化させる必要があります。



そして、基板を搬送する時にガイドするレールには図のように固定レールと可変レールがあり、固定レール側の穴Bは基準ピンを設定しやすいが、可変レール側は穴Cを精度良く設定できないことが、実質2本の基準ピン設定が一般的となっている理由と考えます。

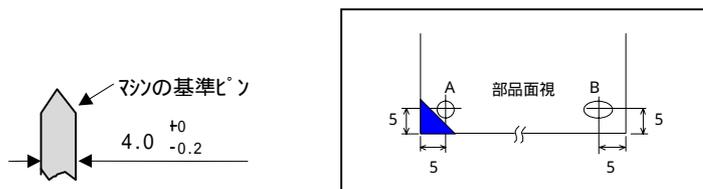
(1) 穴位置



図の穴Aはどの機種の基板も固定にできるが、穴Bは可変にせざるを得ないのが一般的です。しかし、それでは段取り替えの回が多くなるため、Bの位置を固定にして連続運転化する方法も考えられます。その場合には、基板コーナーから離れるため、基板固定用等の穴が必要となるかも知れません。また、検査の治具によっては、基板端からの位置を固定化する場合があるので、同様に穴が必要となります。

それから、上図では、基板コーナーから7.5mmの位置設定をしていますが、実装メーカーによっては5mmの場合が一般的であるようです。当然のことながら、基板コーナーに近く設定している方が部品実装スペースが広くできるメリットがあります。また、この寸法を決める場合には、自動挿入の外注化を行う場合にも互換性を望む意味で汎用寸法設定するのがよいのは当然です。

(2) 穴寸法



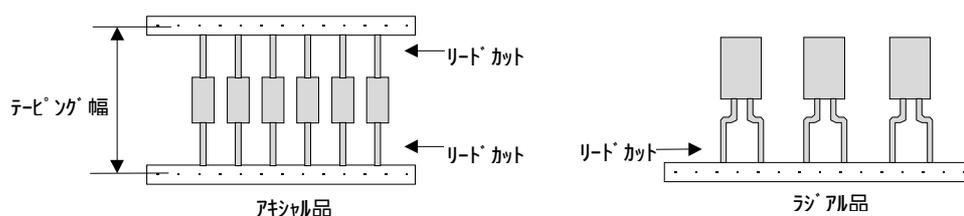
マシンの基準ピンの径に対する基板の挿入穴は、出来るだけ公差を広く設定したいが、双方にバラ

ずれがあるため、限度が生じます。そして、基準ピッチ相互間のピッチのバラツキも吸収する必要があります。そこで、Bの穴を左右方向に長穴設定するのが一般的です。

穴の大きさは、一般的には $4.0+0.1-0$ とされる場合が多いですが、この穴を基板取付穴と共用することもあるため、 $4.5+0.1-0$ のように設定される場合もあります。穴 $4.0+0.1-0$ の場合の取付ビスはM3.5、穴 $4.5+0.1-0$ の場合の取付ビスはM4にするのが一般的です。

1.3.1.2 挿入リードピッチ

自動挿入品のアキシャル品、ラジアル品はテピソグの仕方で下図のように分けています。

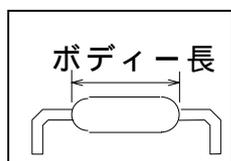


アキシャル品の場合、挿入ピッチに応じて上図の部分でリードカットして、挿入、クリフを行います。ラジアル品の場合は、挿入リードピッチの状態でテピソグしてあり、リードカット、挿入、クリフということになります。

アキシャル品には、テピソグ幅があり、小型品の場合に 26mm、大型品の場合に 52mm、という具合に 2種類があります。テピソグ幅が広いと、それだけZ軸にセットできる部品数が少なくなりますので、26mm品を採用するのが一般的です。

挿入ピッチは、マシンによって何種類か選択できますが、できるだけ1枚の基板上で統一するとマシンの切り替え時間が削減でき生産性が上がります。可変にする場合には、2.5mm単位で増減設定することが多いです。

<例> アキシャル品



ボディの長さが 3.5mm 以下の部品は、挿入ピッチを 5mm にすることが多く、中には 7.5mm や 10mm ピッチで設計する場合もある。

ボディの長さが 3.5mm を超え、7mm 以下の部品は、挿入ピッチを 10mm にする。

ボディの長さが 7mm を超え、10.5mm 以下の部品は、挿入ピッチを 12.5mm または 15mm にする。

ジャンパ線は、リール巻きが普通であり、挿入ピッチは 5mm、10mm、15mm にするのが一般的である。

(、 はテピソグ幅 26mm 、 はテピソグ幅 52mm、 はリール巻き)

ラジアル品

ラジアル品は、ボディの大きさに応じて、挿入ピッチは、普通 5mm と 7.5mm があります。アキシャル品のように挿入ピッチを変えることは出来ず、部品によって固定です。

各ピッチに対して、マシンによって挿入できないものがあるため、注意が必要です。

自動挿入対応部品として各社商品化している部品であっても、実際には、各マシンのプッシャー治具の形状等によって、エラー率の高くなる場合があるので、テスト打ちの確認が必要です。

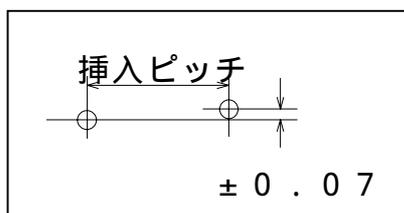
<アキシャル品とラジアル品の採用バランス>

同一スポットの部品（例えば、抵抗）でもアキシャル品とラジアル品の両方があるため、どちらを採用するのが良いかという問題があります。マシンの価格、挿入スピード、挿入エラー率、そしてライバルス、標準部品の範囲削減といった問題をトータル的に考慮した上で選択するのが良く、製品の動向と絡め考えるのが良いでしょう。

異形部品は、テーピング仕様にしにくい大型の部品を対象としているものが多く、スティックによる部品供給が一般的です。このスティックは部品メーカーとの間で通い箱代わりにリサイクルするのが環境保護面でもベターです。

このマシンでは、リード線をカットすることなく挿入しクリンチする場合と、クリンチできないほど太いリードを圧入する場合であり、一般的にはアキシャル品ラジアル品よりリード線の太くなる部品がこのマシンの対象となります。

1.3.1.3 挿入穴の傾き精度



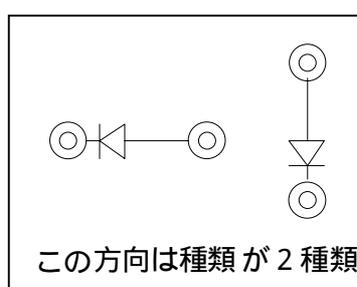
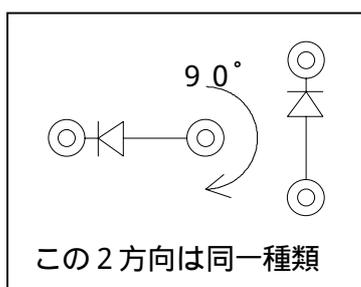
挿入エラーを最小限に抑えるため、基板上の穴の傾き精度を一番外側のピン間で ± 0.07 以内にすることを明記している自動機が一般的です。基板加工メーカーも1個の部品についての傾きはピッチが短いこともあり、充分精度が確保できます。

1.3.1.4 挿入方向

部品の挿入方向はX軸、Y軸に平行な方向となります。これ以外の角度で挿入することはまず無いです。

マシンのヘッドが回転しない状態（一番シンプルな挿入状態）はX軸に平行に挿入する時であり、回転可能角度は時計方向に90度回転した状態です。

従って、Z軸の部品種類は下図の左側の配置で1種類になり、右側は2種類分のZ軸スペースを要します。即ち、右側の配置は1台のマシンにセット出来る部品の種類数が減少することになるため、出来るだけ左側の配置設計にすることが望ましいです。



また、回転をできるだけしないX軸に平行な配置設計が挿入エラーを少なく、マシンのトラブルも少なくできます。結果的に生産性を上げることになります。

1台のマシンの部品最大セット種類数（Z軸）は、例えば松下電器製のパナサートAEアキシャル機の場合、（テーピング幅26mm）

39種類 + リール巻きジャンパー

AVアキシャル機の場合、（テーピング幅26mm（52mmは2種類分のスペース必要））

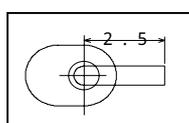
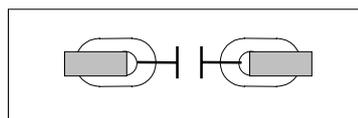
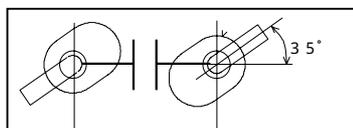
48種類 + リール巻きジャンパー

RH6、RHUラジアル機の場合、62種類

RHラジアル機の場合、40種類

接近しやすく、ショートする危険性も増すため、両方のバランスで決めることが必要となります。

特に、自動挿入後場所の離れた外注で手挿入、半田付けするような場合は、どうしてもきつく設定する必要があります。



水平方向のクリンチ角度は、0、35、45度といった具合にマシンによって異なります。

クリンチリードの長さもマシンによって1から2.5mmの範囲でばらついていますが、一般的には 1.5 ± 0.3 です。

<問題点>

クリンチすることにより、どうしても穴に対してリードの位置が片寄りします。

そうすると、左図のように穴の空き部が大きくなり半田付けに悪影響を及ぼします。詳細は後半で述べます。



穴の空きが大きくなる

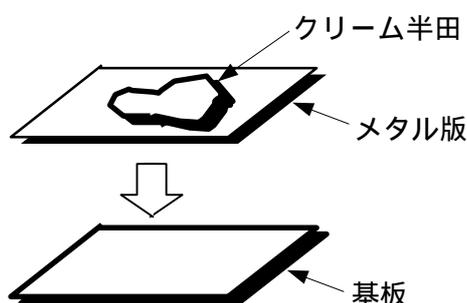
また、クリンチすることにより、クリンチ近くのパターンとショートする危険性も生じます。従って、パターンをクリンチ下に通すか、通さないかの判断も必要となってきます。いずれにしても、詳細を後半で述べていきます。

1.3.2 面実装工程

面実装品を組み立てる方法にはクリーム半田上にチップ部品を装着して半田付けするリフロー方式と、チップを接着剤で固定して自動ディップで半田付けするフロー方式の2通りがあります。それぞれ一長一短があり、生産ラインとのバランスで最良の実装方法を選択するのがよい。

後半で詳細を述べます。

1.3.2.1 クリーム半田塗布工程



メタル版の上にクリーム半田を乗せておき、その上からローラ状のもので押さえて、メタル版の開口部(半田付け部分)から基板上に通過させて塗布させる。

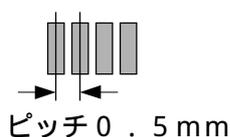
これらを工程順に並べて実行させる。

面実装品（チップ部品）を装着する前に、基板上にクリーム半田という練り状の半田を半田付けの部分にある厚みをもった面積を塗布し、装着後熱で溶融して、部品電極と半田付けするものです。従って、塗布量と加熱温度のバランスにより、半田付けの善し悪しが決まるといってよいほどのものです。もっとも、部品パターンのパッドの形、位置の設計上のノウハウが前提となった上での話ですが。

塗布量は、面積と厚みにより決まりますが、塗布のための治具として、通常メタル版と呼ばれる版によって印刷式で行うため、厚みはその製品で固定とせざるを得ません。部品の大小に関係なく同じ厚みということは、半田量を多く必要とする部品について当然のことながら面積を大きくして対応せねばなりません。ついパターンのパッド面積とクリーム半田の面積を同じにしがちですが、本当に最良の半田付性を求めるならば、この点に注意しなければなりません。

また、この関係は、必ずしも一定の設計ではいかず、生産ラインの設備、環境によって微妙に差が出るため、シビアに考えるならば、実装基板を組み立てる生産工場によって、設計を変えなければならぬことになります。

生産ラインでは、メタル版の開口部の形に忠実にクリーム半田を基板に転写する必要があるため、固まったカスなどが着いた状態にならないように、メタル版の清掃には十分注意を払わなければなりません。



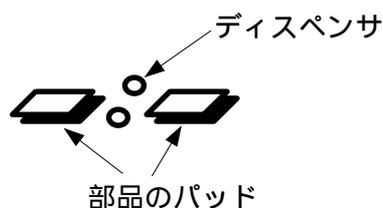
最近では、開口部を小さく、狭くしなければならないような部品（狭ピッチマイコン等）が増えてきたため、メタル版の開口部の仕上げ自体も問題になってきており、材料、加工方法にも変化が見られます。

例えば、安価なエッチングによる加工では端面の仕上げが粗く、開口部間隔が狭くなってくると限界があります。通常はパッドピッチ 0.65 mm 品程度が限界といえます。それ以下になってきますと、レーザー加工方法がベターといえます。しかし、コストとのバランスから決めなければならないことは言うまでもありません。メタル以外の材質の検討も必要となってくるでしょう。

メタル版の製作日数も短くできるようになってきており、両面基板の日数に 2 日プラスぐらいで可能となってきています。両面基板は、試作で 2 日程度（量産品は金型製作に 2 週間程度必要）、メタル版 4 日程度。

設計に関する詳細部分は、別項で述べることにします。

1.3.2.2 ディスペンサ塗布工程



半田付け部分を除いた部品のボディーの部分に接着剤であるディスペンサをマシンにより塗布する。

その後、部品を装着し、熱硬化炉でディスペンサを速乾させ、基板に部品を固定させる。

この工程は、面実装部品をフロー半田付けする場合に、半田槽に部品が落下しないように固定するのが目的で、ディスペンサの必要量、箇所数は部品の大きさによって決まります。あまり、半田付け部分に近く設定しないのがコツです。

ディスペンサのデータは通常 CAD 側から出す必要はなく、マシン側にて設定するのが一般的です。

1.3.2.3 部品装着工程

装着工程を分類すると、

(1) 半田付け工程からの分類

リフロー半田工程に対する装着

フロー半田工程に対する装着

(2) マシンの種類による分類

低速マシン

高速マシン

(3) 部品の大きさによる分類