

11 設計

基板設計とは、機能満足設計であり、低コスト追求設計であり、実装時の生産性考慮設計であり、生基板作り・実装を通しての高品質設計を追求し、めざすものであります。

従って、それぞれを満足させるためには、前章までに述べてきた内容を事前に把握した上で、設計に入る必要があります。

以下具体的な設計内容の一例を述べます。

11.1 ケース設計

まず最初に、上記のことを満足させるために、製品を構成する各機構部品とレイアウト、電装廻りを調整しながら、実装基板を収納するケースの置かれる配置、大きさ等を決定しなければなりません。

通常は、機構設計者と実装基板設計者の間で、設計開始前に調整をはかります。しかし、製品の企画、デザイン自体を機構設計サイドが主導で動く場合は、制御（回路）設計はどうしても従の関係になり、機構設計が先行して設計開始するのが一般的です。

すると、その製品機能を満足するための制御のレベル、大きさを概略見込んだ上で制御スペースの配置、大きさ等を決定することが必要となります。

従って、実際の制御設計を開始する段階では、位置スペース、開発スケジュール等が大略決められた状況となり、制約多い設計となります。つまり、制御サイドから観ると、機能満足度の点で十分な成果が得にくくなります。

製品の特性によって内容は異なるものの、制御部分をまず考える場合、実装基板を収めるケースは回路を収める基板の大きさを想定して決定しなければなりません。

具体的なケース設計について述べます。

実装基板を製品の本体に直接裸の状態に取り付ける場合も考えられますが、ここではケースに収めることを前提に考えます。

11.1.1 ケースの配置

製品内における制御ケースの位置は、製品の置かれ状態によっていろいろ考えられます。

- (1) 屋外設置製品であるか、屋内設置製品であるか。
- (2) 寒冷地向けの製品であるか、高温多湿向けの製品であるか。
- (3) 乾燥した所で使用する製品であるか、水廻りで使用する製品であるか。
- (4) 操作する部分や表示する部分と制御回路が同居している場合。

11.1.2 ケースと基板のクリアランス

ケースと実装基板周囲の距離の事例を示しますと、

① 鉄板ケースの場合

A、B、C、D、Eは全て5mm程度が一般的といえますが、基板上の導体部が接近する場合は、双方のバラツキ（例えばケースの反り）を考えて接触することのないように値を決めなければなりません。高圧回路の場合には、特に注意が必要です。

A～Dの内1辺は基板脱着時の指の入るスペースとして15mm程度は必要でしょう。

Eは基板のソリ等も考慮しての空間距離です。

② 樹脂ケースの場合

鉄板と比較して仕上がり精度が高く絶縁されているので、各寸法は2mm以上あれば良

いと思われます。

また、基板の一片を側面樹脂に引っかけて固定する方法もありますが、その場合は基板の位置決めガイドを必要とします。

11.1.3 基板の固定方法

基板をケースに固定する方法には、次の3通りが考えられます。

- (1) ビス
- (2) 樹脂サポート
- (3) はめ込み

以下に事例を示します。

① 鉄板ケースの場合：樹脂の基板サポートで固定

一般には、生産数量が少ない製品のケースは鉄板にするとコストメリットが得ます。

鉄板の場合は、基板半田面側のリード線との空間距離が問題となります。リード線長は、部品の種類によって異なります。ICのように長さの決まっている部品は距離も計算でき、問題ありませんが、リードカットしなければならないほど長い部品は、カット治具によりカット長を決めると同時に基板の厚みと合わせてケースとの空間距離設定することになります。

しかし、高圧回路のある実装では、電気用品取締法や電気設備技術基準により、リード線とケースの距離が3mm以上必要となります。

事例として、基板厚1.6mmとし、基板下のリード長を最大5mm、基板のソリの最大を1mmとして計算すると、基板下面とケースの空間距離（A）は9mm以上必要となります。

空間が確保できないような場合は、その間に絶縁シートを入れて対処します。但し、その際、絶縁シートでリードを押さえ、リード相互間でタッチするようなことがあってはいけません。

通常サポート形状は、図のように部材を挟む形状になっているため、基板の上部やケースの外側に飛び出ることになります。

従って、その飛び出し（突起部（B部））が極力少ないサポートを選択することが小スペース化に繋がります。

サポートの事例を上げると、（空間（A）を9mm程度確保する場合の例）

用 途	サポート名	基板取付穴
鉄板裏側の出を抑えたい	各社カタログ	$\phi 4 \pm 0.1$
鉄板の裏側に出てよい		$\phi 4.5 \pm 0.1$

取付穴を設けるだけのスペースがなく、コネクタ等で基板上部から荷重がかかる場合は、基板下面受けサポートを設けます。

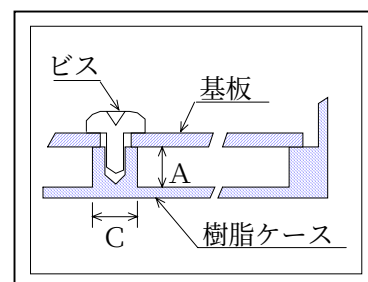
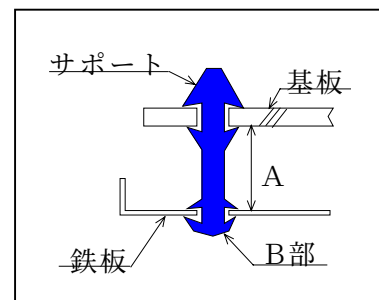
② 樹脂ケースの場合：ビスで固定

生産数の多い製品では、樹脂ケースにする場合が多いです。

樹脂の場合は絶縁されているので、実装部品によりますが、空間（A）は4mm程度でいいでしょう。この場合、基板下リード長を3mm以内に抑える指示が必要です。

取付はビスであるため、基板の受けボス（C）が必要であり、ビスによって取付穴径も異なります。

ビスの呼び径	基板取付穴
M3	$\phi 3.5 \pm 0.1$
M4	$\phi 4.5 \pm 0.1$



樹脂ケースの場合は自動ビス締め装置を使用することが多いので、周辺のデッドスペースを考慮に入れる必要があります。

③ 基板対基板を固定する場合

決められた大きさのケースに実装基板を有効に収めるための一手法としてサポートを利用して立体構造にする方法があります。部品面同士を向かい合わせての使用。

11.2 基板サイズの決定

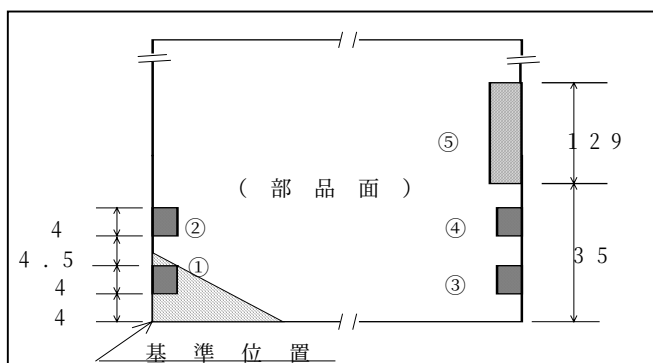
ケースの大きさのこともありますが、そのケースに収められるだけの実装基板になるかの見極めをしなければなりません。それは、制御回路に使用する部品の形状に応じて、実装基板サイズを概略決めなければならないことです。

11.2.1 基板外形

11.2.1.1 外形規制

自動挿入機、及び面実装機で組み立てる場合に、マシンによっては、基板左右端の切り込みがあると支障をきたす場合があります。

一例を示しますと、



(1) マウンター用ストッパー

基板が左側から投入され基板の右端がピンφ 13に当たる。

部品の装着面が半田面と部品面両方にある場合は基準位置マークの無い側、有る側の両方に当たる。

(2) 印刷機用ストッパー

(1)と同様の面に当たる。

(3) マウンターの基準ストッパー

基準位置マークの有る側のみに当たる。

(4) 自動挿入機（パナサート・アキシャルAE、ラジアルRH、ボードペッカー）への基板セッティング時のプッシャーのセット位置

基準位置と反対側の右端部にのみφ**のプッシャーが当たる。

基板を部品面視、基準位置を左下の状態にして基板の右端、左端共に下端から**~**mm及び**~**mmの間に切り込みがあってはならない。(①②③④)

また、右端の**~**mmの間に長さ*mm以上の平らな面を設けておくこと。(⑤)

(理由) 自動機へ基板をセッティングする際、位置決め用に基板にストッパーが当る為、その面を平にしておく必要がある。

設計過程で少しの寸法変更で経済寸法(次項に詳細説明)にできるのであれば機構設計者と調整して経済寸法に合わせることも必要です。

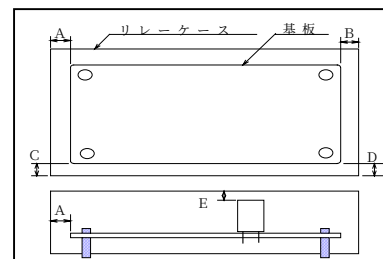
生産工程のマシンや半田槽や手挿入ラインのレール幅を固定化すると生産性が上がるということで、上下の長さを一定の値に固定する場合があります。しかし、製品としてその固定値に出来ない場合などは捨て基板をつける必要が出て、結果的に高い基板コストとなることがあります。

どちらが特になるか充分検討して決める必要があります。

手挿入のみの基板はラインの都合上、最小でも横70×縦40ぐらひは必要でしょう。また、自動挿入対応基板は横150mm以上(マシンの基板送り限度値)は必要でしょう。

例えば自社にあるマシンが下記の通りとしますと、(マシンによって生産できる最大寸法)

- | | |
|---------|--------------------|
| ① アキシャル | AE ・ 330 × 240 mm |
| | AV ・ 508 × 381 mm |
| ② ラジアル | RH6 ・ 330 × 250 mm |
| | RHU ・ 508 × 381 mm |
| ③ 面実装 | CKD ・ 330 × 225 mm |



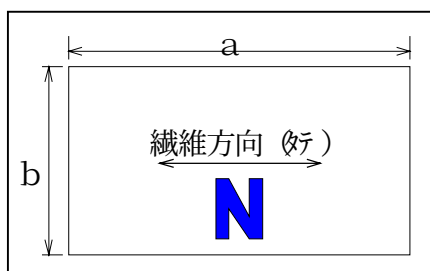
これらを統一した形で設計寸法を設定する必要があります。実質的には最大330×225mmということになります。

11.2.2 多面取り基板

基板サイズを多面づけして経済的な寸法を決めるには下記に点に注意して決めると良いと思います。

11.2.2.1 繊維方向

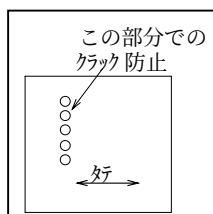
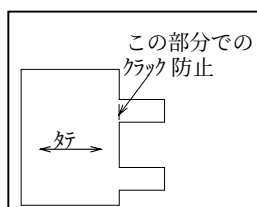
各基材(紙フェノール、紙エポキシ、コンポジット、ガラスエポキシ)には下図のように繊維方向があり、その繊維方向を一般にはタテ方向と呼びます。



タテ方向(a)はヨコ方向(b)より反りにくい為、製品の長辺をタテ方向にするのが望ましいです。紙基材は特に反りやすいので配慮が必要です。ガラス系基材の場合はさほど繊維方向を気にしなくてもよいでしょう。

また、紙の場合でも長さ150mm以下であれば同様に考えてよいと思います。

松下電工の基材 R8700 であれば上図のような文字 N が繊維方向と基材を表すために印字されています。



左図のように幅狭い部分をヨコ方向に位置するとクラックが入りやすくなります。

左図のように狭いピッチの穴をヨコ方向に並べると穴間にクラックが入りやすくなります。しかし、

半田付け性のことも考慮すると、むしろ逆配置になることが多いです。

繊維方向による特性を比較しますと、

	反り	寸法変化	機械強度	荷重によるたわみ
タテ	小	小	大	小
ヨコ	大	大	小	大

11.2.2.2 定尺寸法

加工メーカーが材料メーカーから購入するサイズをいい、一般的には1,020×1,020 mmと1,220×1,020 mm(ジャンボサイズ)を定尺と呼びます。

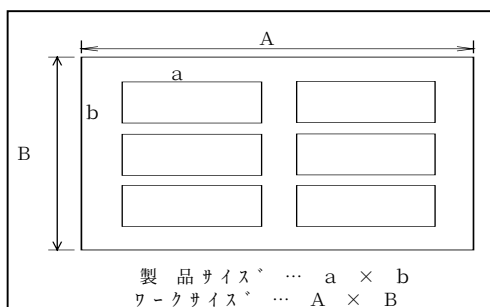
公差は+0.2~0.3 mm -0 mmが一般的です。

他に1辺の長さをフリーにしたサイズ(ロール巻)も生産されています。この場合は経済サイズを求めるのに自由度がでます。

11.2.2.3 ワークサイズ

基板を造る工程では生産効率を上げるために、製品サイズを多面付けして、ある程度大きなサイズで行なうのが一般的であり、その多面付けサイズをワークサイズと呼びます。

加工メーカーによっては切断回や面付け性を良くするために定尺をワークサイズとして加工しているメーカーもありますが、あまり大きくすると伸縮の関係で印刷精度が悪くなり易いです。



左図は製品(a×b)を6面付けしたワークサイズ(A×B)の例です。

Aは繊維方向(タテ)の長さを表わします。

片面基板と両面スホール基板の具体的なワークサイズを下表に示します。

○印の組み合わせが良く使われますが、加工メーカーによって多少変わります。

<片面基板のワークサイズ>										
定尺 (mm)	タテ方向		1,020				1,220			
ヨコ方向	等分割	A	2	3	4	5	2	3	4	5
	B	ワークサイズ	509.0	338.6	253.5	202.4	609.0	405.3	303.5	242.4
1,020	2	509.0		○	○			○	○	
	3	338.6	○	○	○			○	○	
	4	253.5	○	○						
	5	202.4								

○印は標準的に使用しているサイズ

松下電工製の基材でニューCEM-3は幅が1,020と1,220の2種類があり、他の1辺はロール巻きであるために、カットを自由に切断できると考えてもよろしいが、ロットを揃える意味からも普通は1,020または1,060にしているのが実状です。

即ち、1,020×1,020 mm、1,220×1,060 mmといったサイズになります。

11.2.2.4 捨て基材

ワークサイズで加工する場合に切断の耳、印刷のための耳、めっきの掴み代等による捨てとなる部分が生じます。これは基板を生産する上で必要な寸法となります。

スホール基板は片面に無いめっき工程があるために捨て材が多くなります。

製品を経済的に目いっぱい大きく取りたい場合、この捨て部分を最小限に抑える必要がありますが、生産性のことも考え、一般的にはワークサイズや製品サイズに少し余裕をみておくのがよいでしょう。

金型用ガイド穴を基板内に設ける場合、捨てとなる部分は最小に抑えられますが、基板内に設けるスペースのないHICの基板のような場合はどうしても外ガイドにする必要があります。

その場合、ガイド穴の設ける位置によって製品の経済サイズが下図のように多少変わります。

金型加工から加工によって、またガイドの位置によって捨てなければならない部分の寸法が多少異なります。

一般的に横***×縦***mm以下になる製品基板は多面取り基板にすると（生産数にもよるが）基板単価、工程コストを下げる事が出来ます。

できるだけ多面取り設計にすると良くなりますが、生産工程のバランス（例えば手挿入品の部品点数が機種間で極端に大小があるとラインが組みにくい）の問題もあるため、事前に組立性等の評価会または検討会で調整が必要となります。

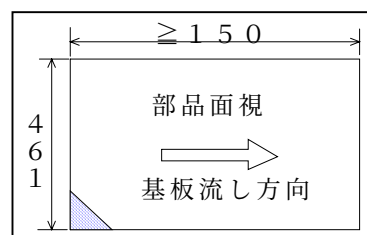
<例>

1枚取りの場合・サイズ162×100

2枚取りの場合・サイズ142×164

→これにより基板CDは@130。

（トータルCDはもっと大きい）

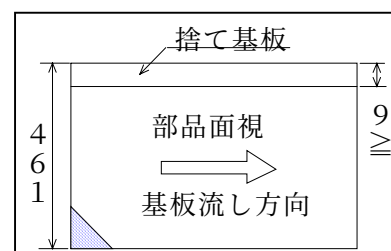


既に一枚取りの状態で量産されている場合でも、2枚取りにして治具等のやり直しを行ったとしてもメリットの出ることが考えられます。

11.2.3 捨て基板

生産ラインで流すサイズは上記の通りですが、製品としての収納スペースの関係からそのサイズに満たない場合は捨て基板を設けて生産工程用サイズにする必要があります。

但し、基板の分割を治具を使わず手で行う場合には、捨て基板幅は9mm程度以上は必要でしょう。



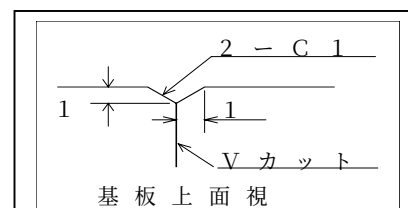
11.2.4 基板の分割

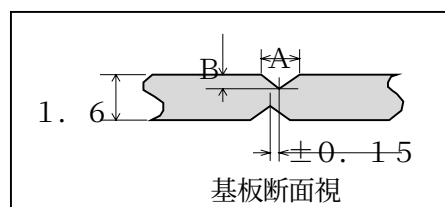
基板を分割する方法には、Vカットとミシン目があり、どちらにするのがメリットあるかはコストと合わせて必要性も考慮に入れてトータルで判断する必要があります。

11.2.4.1 Vカット

Vカットの基板端面には図のように切り込みを入れなければなりません。

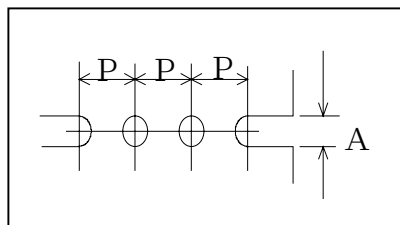
Vカット切り込み幅（A）、深さ（B）は基板材質で異なります。切り込み角度は、35～45°が一般的です。





	A	B
紙フェノール	0.5 ± 0.1	0.4 ± 0.1
コンポジット	0.5 ± 0.1	0.4 ± 0.1
ガラスエポキシ	0.8 ± 0.1	0.6 ± 0.1

ミシン目も基板材質で幅（A）が異なる。



	A
紙フェノール	1.0 ± 0.1
コンポジット	1.2 ± 0.1
ガラスエポキシ	1.5 ± 0.1