

9 設計準備

設計を開始する前には、顧客（実装設計を依頼するユーザー）の要求仕様を事前にチェックし、漏れが発生しないように諸々の準備をしてからスタートする必要があります。

その準備とは、

- (1) 回路図のチェック
- (2) 部品リストの確認
- (3) どのような実装方法や回路仕様であるかの確認
- (4) 実装基板に与える3次元のデッドスペースの確認
- (5) 回路に応じた基板の大きさの試算
- (6) 回路に使用する電子部品の仕様の確認
- (7) 設計期間の確認

といった内容です。

9.1 回路図のチェック

回路設計者は、製品仕様を満たすために、動作を頭の中でシミュレーションしながら描きますが、必ずしもパーフェクトに表せるとは限りません。基板設計に入ってから順次回路変更は伴います。これ自体はやむを得ない対応であり、随時、回路設計者と基板設計者のコミュニケーションにより、解決していかなければならない問題です。

9.1.1 回路図中の表記チェック

回路設計者は、動作を頭の中で描いている内容をそのまま回路図に表記しようとしませんが、時として確認不足からミスがあります。従って、基板設計者は、そのボンミスの有無程度はチェックしておく必要が出てきます。有り得るミスの例として、

- (1) ICの端子番号打ちミス、(2)電解コンデンサの極性、(3)入力、出力の関係逆転、(4)誤結線、等が考えられます。

早い段階で、回路設計者に対して、合っているかどうかの確認が必要です。

9.1.2 回路仕様のチェック

9.1.2.1 端子番号の確認

コネクタ、マイコン、ICの各端子番号が任意かであるか、固定化であるかの確認が必要です。

コネクタは、電装の共用や検査上の理由等で番号を替えないで設計しなければならない場合があります。

マイコンは、ポート割付の関係で、パターン引き回しをしやすいするために、変更することも可能であるため、事前に確認が必要です。しかし、早い段階で確認しなければ、ソフトが進んだ段階での変更は困難となります。

9.1.2.2 回路電圧の確認

高圧回路が混在する場合は、電流値によるパターン幅、電圧によるパターン沿面が関係してきます。その部分、仕様の確認が必要です。

9.1.2.3 パターンの仕様確認

低圧回路の最小パターン幅、沿面、及びICピン間の通し可否。GNDや電源ラインのパターン幅等の確認が必要です。

また、その他回路図上の注意事項の確認も必要です。

9.2 部品リストのチェック

回路に使用する部品のカatalogの有無チェック。特に、形状はレイアウト設計上欠かせません。不足している場合は、早い段階でのフィードバックが必要です。Catalog入手に時間を要する場合があります。

9.3 実装仕様の確認

いろいろな実装方法に応じた基板スタイル、即ち片面、両面、多層の確認が必要です。それにより、基板サイズが変わり、顧客要望に応えられるかどうかに影響します。従って、その仕様に基づいた結果見込み（基板サイズ、実装密度）も回路設計者にフィードバックしなければなりません。

9.4 実装スペースの確認

実装仕様に基づいた基板サイズの試算をしなければなりません、その実装密度試算の一例を示します。

標準基板面積 (S total) : この面積は標準的な面積を表し、要求基板面積が標準面積より小さければ高密度設計となり、大きければ粗密度設計となる

$$S_{total} = (S_b + S_o), S_b = S_{bp}$$

層係数 () : パターン設計の層係数を表す

	片面	両面	銀メ-	多層
	1.7	1.2	1.3	1.0

片面の場合はジャンパ-が必要となるが、この係数で代用する

回路ブロック面積 (Sb) : 回路電圧等の仕様で大きく実装状態が異なる回路群の面積を表す

$$\text{回路ブロック面積 (Sb)} = \text{高圧回路ブロック面積 (Sbk)} + \text{低圧回路ブロック面積 (Sbt)}$$

ブロック係数 () : 回路電圧等の仕様で大きく実装状態が異なる回路群の係数を表す

	高圧回路ブロック係数	低圧回路ブロック係数
	1.5	1.0

組立係数 () : 組立性を考慮した係数である

	コネクタ部品係数	手挿入部品係数	自動挿入部品係数	面実装部品係数	
				部品面実装	半田面実装
	1.6	1.2	1.0	1.0	0.8

パターン係数 () : = h (パターン幅係数) × e (パターン沿面係数) で表す

パターン幅係数 (h) : 設計最小パターン幅の係数を表す

	高圧ライン係数 (hk)		GNDライン係数 (hg)		電源ライン係数 (hd)		信号ライン係数 (hs)		
幅	5	3	2	2	1	2	1	0.5	0.3
h	1.6	1.4	1.2	1.2	1.0	1.2	1.0	1.1	1.0

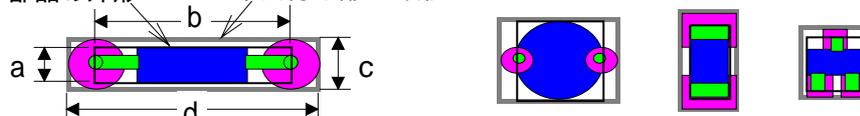
パターン沿面係数 (e) : 設計最小パターン沿面の係数を表す

	高圧係数沿面 (hk)			低圧沿面係数		
沿面	4	3	2	1.0	0.5	0.3
e	1.4	1.2	1.0	1.4	1.2	1.0

部品面積 (Sbp) : アクシャル・ラジアル・面実装の自動化部品と手挿入部品の各面積を表す

$$\text{部品面積 (Sbp)} = \text{縦 (a または c の大きい方)} \times \text{横 (b または d の大きい方)}$$

部品の外形 半田付け部の外形



a、b : 部品外形の一番大きい部分、c、d : 部品の半田付け部分の一番外側

回路部品外面積 (So) : 電子部品を実装しない部分であり、組立に必要な面積を表す

$S_o = S_{om} + S_{od} + S_{oi} + \dots$

S_{om} : 自動機に必要な面積 (左右下端 : $5 \times 5 \times 2$ 箇所 = 50)

S_{od} : 半田槽に必要な面積 (基板周囲 5 mm)

S_{oi} : 基板取付に必要な面積 (1 箇所 $5 \times 5 = 25$ / 箇所)

S_b の一辺を仮に A として計算すると、 B (整数) = S_b / A

<個々の部品面積表> (S_{bp})

部品の種類				縦長さ	横長さ	個数	面積	
ブロック	種類	実装面	品名	aまたはc	bまたはd	e	$S_{bp}(a \times b \times e)$	
(小集計欄)			(S_{bp})	ブロック係数()	組立係数()	パターン係数()	小集計($S_{bp} \times \times \times$)	
高圧回路部品群	コネクタ	部品面						
		小集計	S_{bp}	1.5	1.6		小集計($S_{bp} \times \times \times$)	
	手挿入	部品面						
		小集計	S_{bp}	1.5	1.2		小集計($S_{bp} \times \times \times$)	
	自挿入	部品面						
		小集計	S_{bp}	1.5	1		小集計($S_{bp} \times \times \times$)	
	面実装	部品面						
		小集計	S_{bp}	1.5	1		小集計($S_{bp} \times \times \times$)	
	面実装	半田面						
		小集計	S_{bp}	1.5	0.8		小集計($S_{bp} \times \times \times$)	
低圧回路部品群	コネクタ	部品面						
		小集計	S_{bp}	1	2		小集計($S_{bp} \times \times \times$)	
	手挿入	部品面						
		小集計	S_{bp}	1	1.5		小集計($S_{bp} \times \times \times$)	
	自挿入	部品面						
		小集計	S_{bp}	1	1		小集計($S_{bp} \times \times \times$)	
	面実装	部品面						
		小集計	S_{bp}	1	1		小集計($S_{bp} \times \times \times$)	
	面実装	半田面						
		小集計	S_{bp}	1	1		小集計($S_{bp} \times \times \times$)	
大集計							大集計 (中集計)	

<各回路ブロック面積集計表> (S_b)

回路ブロック	集計	部品の種類	面積
高圧回路	小集計	コネクタ	1469.16
		手挿入	2631.21
		自動挿入	0.00
		面実装 (部品面)	0.00
		面実装 (半田面)	0.00
	中集計	+ + + +	4100.37
低圧回路	小集計	コネクタ	619.16
		手挿入	659.25
		自動挿入	2371.63
		面実装 (部品面)	0.00
		面実装 (半田面)	285.77
	中集計	+ + + +	3935.81
全回路	大集計	中集計 : S_b	8036.17

<標準基板面積集計表> (S_{total})

全回路ブロック面積		S_b	大集計の値	8036.17	
縦 × 横を想定		A	1 辺を想定して手入力	120.00	
		B	S_b / A	66.97	
回路部品外面積		S_o	$10(A + B) + 100$	1969.68	
層係数			設計仕様	1.50	
標準	基板面積		S	($S_b + S_o$)	15008.78
	基板サイズ	縦		120.00	
		横		125.07	
実績	基板面積		S_j	手入力	13080.00
	基板		縦	手入力	120.00

サイズ	横	手入力	109.00
実装率 (%)		Sj / S * 100	87.15

<個々の部品面積表> (Sbp) ... 実例

低圧回路		備考	縦長さ	横長さ	個数	面積
部品の種類：自動挿入 実装面：部品面			a	b	e	Sbp(a × b × e)
品名 (小集計欄)		(Sbp)	()	()	()	(Sbp × × ×)
R P10			2.5	12.5	22	687.5
D P10			2.5	12.5	6	187.5
C 5			5	9	3	135
C 10			10	10	1	100
C 12.5			12.5	12.5	1	156.25
Q 5			5	9	8	360
C P5			4.5	9	2	81

9.5 デッドスペースの確認

基板設計をする上で、制約となるデッドスペースには、部品を配置してはならない箇所、パターンを引いてはならない箇所、等があり、それらに制約を与える要因には、下記のようなものがあります。

9.5.1 半田付けロボットのデッドスペース

挿入部品のリード線や面実装品の端子をリフローやフローで全体を半田付けすることが困難な場合に、ロボットを用いて部分的に半田付けする方法があります。

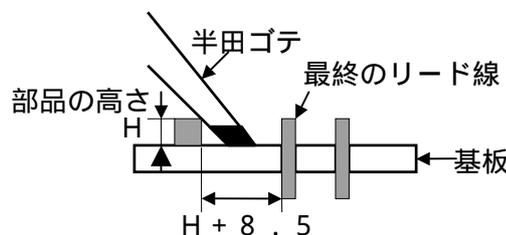
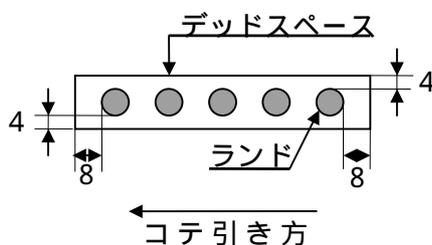
困難な場合とは、ほとんど面実装品の中にホンの少し手挿入品が存在し、その手挿入品だけをロボット半田付けする場合とか、挿入部品を両面に実装するような場合です。

ロボットである限り、どうしても規格化した寸法制限が必要です。下図に例を示しますが、各寸法内には部品の外形，ランド（半田付け部）が入ってはいけません。また下記寸法外であっても、背の高い部品が周辺にある場合には半田ゴテの勾配を考慮する必要があります。

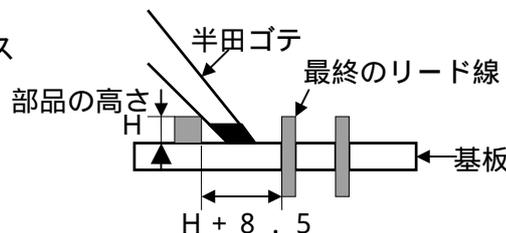
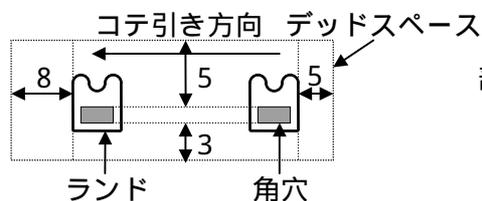
9.5.1.1 挿入ピンを半田付けする場合

事例 (1) ****

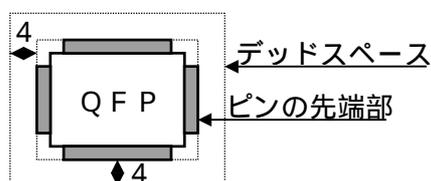
『単位：mm』



事例 (2) *****



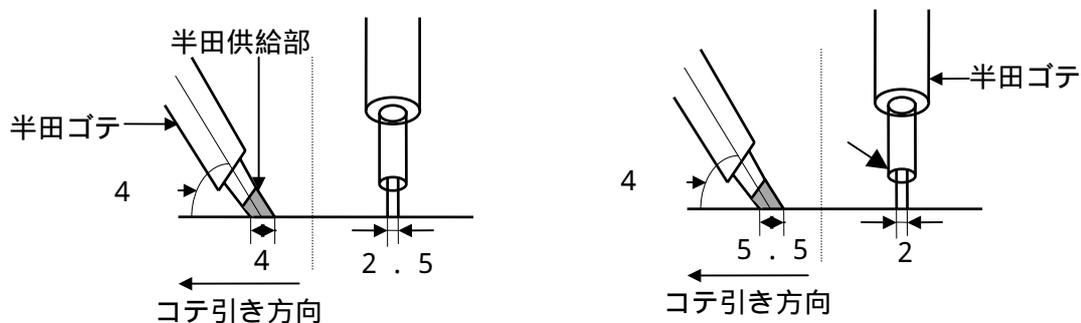
9.5.1.2 面実装フラットピンを半田付けする場合 (事例 Q F P)



コテ引き方向は、治具のレイアウト等の関連で逆方向にコテを引く可能性もあるため、左右どちらにもデッドスペースを設けておくひつようがあります。

実際には、ロボットの種類によって、デッドスペースは変わります。

<ロボット事例>



<ロボットの半田付け方法事例>

挿入ピン

コテはピンから少し離れて左側を通過する。

半田の供給は基本的にコテ先の先端部に行く。

面実装フラットピン

コテはフラットピンの上をコテ先が半分程度かかるように通過させる。

半田の供給は基本的にコテ先の先端部に行く。

9.5.2 手半田付け部品のデッドスペース

現状の両面チップ基板, リモコン基板での手挿入部品の半田付けする側のデッドスペースは、部品ランドから**mm以内にはランド, スルーホールを設けてはならない。また部品ランドから**mm 以内には他の部品の外形が入ってはならない。

図 1

図 2

図 3

図 4

(例 ***)

《理由》

手半田付け部品の近辺にチップを配置すると、手付けをする際に熱伝導でチップを動かしてしまうため。また図4ではクリーム半田内にランド、スルーホールがあると半田がランド、スルーホールに取られてしまうため。

デッドにはリレーケースの高さ、取付等から受けるものと、基板SETを組み立てる上で自動機、半田槽、検査機等から受けるものがある。

設計はスタート時点でこのデッドスペースを把握してからかかる必要がある。

9.5.3 ビス締めロボットのデッドスペース

基板をケースに固定する方法の一つとして、ビス締めがあります。

その際、手によるドライバー締めとロボットによるビス締めの二通りが考えられますが、その内の後者について述べます。

ロボットを使用するかぎり基板に与える制約が発生します。

下記に一例を記します。

(1) ビス周辺部のデッドスペース

ロボットにはビスを吸着、固定するための治具(マウスピース)が必要であり、その部分のデッドが発生します。

適用ビスは、M4ナベとする。

ビスの種類	マウスピースの外形	ケースの受けの径	基板の穴径	パターン・ランドのデッド	部品のデッド
	A	C	B	D 部品面側	E 部品面側
M4ナベ	8.5	8.0	4.5 ± 0.1	12.5	14.5

ビス締めする面では、Dの範囲内にパターン及び半田付けランドが存在してはならない。部品の外形部は部品の倒れ（例、電解コンデンサ）も考慮してEの範囲内に入っては、ならない。又ケースの受け部側（C）には半田付けランド、部品が入ってはならない。

（２）ガイド穴

自動機であるため、ビス位置の精度を上げなければなりません。普通、基板とケースの位置決めとして基板対角にガイド穴を設けます。

（３）デッドスペースの計算

実際には、ロボットの種類によって、デッドの大きさが変わります。従って、自動機購入選定の一条件（出来るだけデッドを少なくできれば実装基板サイズを小さくでき、コストが下がる）としても考慮に入れることが必要です。

マウスピースの内径とビス頭部のクリアランスは、**~**mm

基板穴径とビスのネジ部分の外形間とのクリアランスは***mmとする。

多少ビス締め付け位置がずれていてもビス先端部に丸みがあるので、締め付け位置が***mmずれていても基板穴に入るの基板穴とビス締め付け位置とのずれは***mmとする。

更に、余裕値として マウスピースとパターン・ランドとの間隔 = 1mm

マウスピースと部品との間隔 = 2 mm

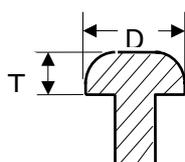
上記数値を参考にしてデッドスペースを設定する。

9.5.4 自動挿入機に関連したデッドスペース

9.5.5 自動半田槽に関連したデッドスペース

9.5.6 ケースに関連したデッドスペース

9.5.7 基板取付けビスのデッドスペース



単位：mm

呼び径 種類	M 3			M 3 . 5			M 4		
	D 許容差	T 許容差	ハ° 逃 げ径	D 許容差	T 許容差	ハ° 逃 げ径	D 許容差	T 許容差	ハ° 逃 げ径
ナベ	5 . 5	2	8	6	2 . 3	8	7	2 . 6	9
	+0-0.5	±0.15		+0-0.5	±0.15		+0-0.5	±0.15	
サラ	6	1.75	8	7	2	9	8	2 . 3	1 0
	+0-0.5	+0-0.3		+0-0.5	+0-0.3		+0-0.5	+0-0.3	
木ネジ	5 . 7	2 . 3	8	6 . 5	2 . 5	9	7 . 6	2 . 9	1 0
	±0.25	±0.15		±0.25	±0.15		±0.25	±0.15	
タッピン	5 . 5	2	8	6	2 . 3	8	7	2 . 6	9
	+0-0.5	±0.15		+0-0.5	±0.15		+0-0.5	±0.15	
タッピン	リモコンケース取付け用						9		1 1

9.5.8 部品特有のデッドスペース

放熱板

9.5.9 クリーム半田装置のデッドスペース

チップ部品装着用基板でクリーム半田塗布時の治具デッドスペース 別紙資料参照。

9.6 部品データの確認

電子部品を基板実装に展開するには、個々の寸法を明らかにした上で、レイアウト設計、パターン設計等に入っていく必要があります。

個々の寸法とは、(1)挿入穴寸法(面実装の場合は不要)、(2)ランド又はパッド寸法、(3)外形寸法(シンボル印刷)、(4)レジスト寸法、(5)クリーム半田寸法(面実装の場合)、等であり、1～3までは、設計を開始する前に最小限必要な情報といえます。

これらは、回路図と対比付けられた部品リストと部品カタログから計算し、CADデータへと登録することになります。

CADについては、後述します。

これらの寸法が、概略頭の中に描けておれば、レイアウト検討時、より確実性の高いものになります。よくある失敗に、思ったよりパッドが大きく隣接が広がってしまった、ということがあります。備えあれば憂いなしです。

9.6.1 挿入穴の決め方

9.6.1.1 挿入部品の加工穴形状

挿入穴には、加工の仕方によって、断面の状態が異なり、加工できる大きさの限界やランド設定に影響を与えます。このことを理解した上で挿入穴を決定しなければ、品質の高い設計とは言えません。

部品の挿入穴は部品の大きさ、端子の数によって微妙に変える必要があり、一律にリード線径から計算することは出来ません。

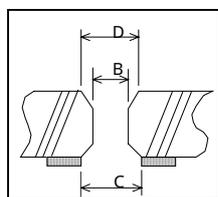
基板端面の近くに穴を設ける場合はクラックの関係で限界が生じます。

一般的には $A = (\text{板厚の} 1.5 \text{倍}) = 1.6 \times 1.5 = 2.4 \text{ mm}$

(1) 金型

生産ロット数の多い(一般的に目安として生涯生産数 500 枚以上)基板はコスト面から金型設定にするのがよいでしょう。詳細にはコスト計算するなり、加工メーカーに見積依頼するのが賢明です。

スルホール基板(両面)の一次加工穴はドリル加工設定になります。



図面の穴指示を $A^{+0.1-0}$ とすると、加工仕上がり値は量産初品の段階では

$$B = A + 0.1 (\text{MAX 値})$$

付近を狙って製作されます。

<理由> 金型のショット数が増えるに従い、オスピンが細り加工穴が細っていく。

金型は半田面(銅箔面)から通常打ち抜きます。

<理由> 銅箔の剥離防止。

打ち抜き時の衝撃によりピンの入り側、出側共に中央部の仕上がり径より大きくなります。

銅箔の内輪部(C)は

$$C = B + 0.2$$

程度大きくなります。

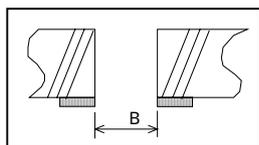
部品面もほぼ同様の状態となりますが、受け金型の内径の大小により Dの開きの大小が出来ます。パナホール設定は $D = 1.5 \times B$ 程度をねらい、部品挿入時のリード挿入性を良くしようとしたものです。

普通は基板に熱を加えてから金型抜きするため、仕上がり時の熱収縮による寸法精度が多少問題となります。

金型で打ち抜く際には基板上の対角に設けたガイドピンを基に精度を確保します。

大きな穴の部分についてはブツバツという手法により一時的に穴を塞ぐ方法があります。

(2) ドリル



加工内径面はストレートになり、図面指示穴を $A^{+0.1-0}$ とすると、片面基板の紙基材の場合、ドリル径 ($A + 0.1$) を使用し、片面は

$$B = A + 0.07$$

程度の仕上がりとなります。

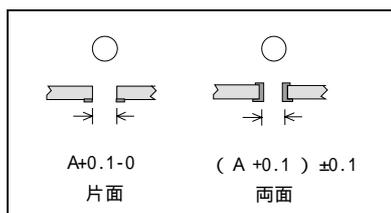
両面ルホール基板はめっき厚の関係で多少バラツキがでます。

NCドリルマシンの Tool 設定 (穴の種類数) には限度があり、一般的には 16 です。

9.6.1.2 穴寸法

穴寸法表現は小数点以下第 1 位までとするのが一般的です。

(1) 穴指示寸法の片面基板と両面基板の相互関係



片面は寸法公差を $A^{+0.1-0}$ 、両面は ± 0.1 とするのが普通です。(両面はレベラー処理のため片面ほど公差を狭められない)

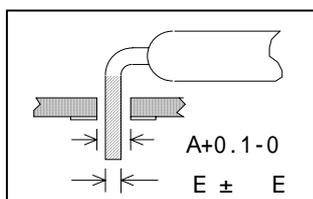
片面を $A^{+0.1-0}$ とすると、

両面は $(A + 0.1) \pm 0.1$ に設定します。

以下の寸法設定はまず片面を基本として決め、両面は上式より計算します。

(2) 手挿入品

丸リード線 ($E \pm E$) の場合



設定挿入穴 $A^{+0.1-0}$ は

$$A = E + E$$

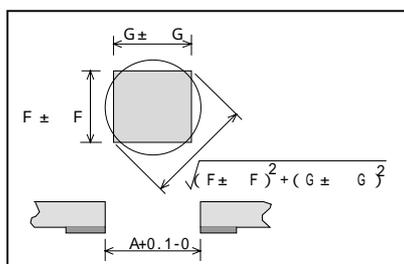
(設定穴の最小値) (リード径の最大値)

となるように決めます。 小数点以下第 2 位切り上げ

丸穴の基板の材質、金型・ドリルによって min 値が異なるので注意が必要です。

紙基材、金型	0.6	コンポジット、金型	0.8	ガラス、金型	1.2
紙基材、ドリル	0.5	コンポジット、ドリル	0.5	ガラス、ドリル	0.5
紙基材、ミバヤ	-	コンポジット、ミバヤ	0.5	ガラス、ミバヤ	0.3

角リード線 ($F \pm F \times G \pm G$) で F G の場合



挿入穴は丸穴とし、 $A^{+0.1-0}$ は

$$A = \sqrt{F^2 + G^2}$$

(設定穴)

となるように決めます。

リードの公差等によりこの値から 0.1 マイナスする場合があります。

リードの最大値、挿入穴の最小値となった時は角リードのコーナー部が穴に少し引っかかりますが、リードコーナーの多少の丸みや穴内面部の硬さから挿入可能と判断して上式の設定とするのがよいでしょう。と同じ関係にするとかなり大きな穴設定となり半田付け性に悪影響を及ぼします。精度の低い部品はリードピッチ公差も考慮して穴寸法設定を大きくする必要があります。

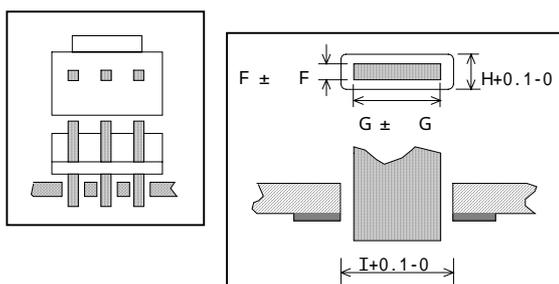
<例> V Hコネクタ

リード寸法： $1.2 \times 1.2 \pm 0.05$

(センター値の対角長： 1.7)

挿入穴： $1.6^{+0.1-0}$

角リード線が平板 ($F \pm F \times G \pm G$) で F と G の長さ比が大きい場合



挿入穴は、角穴

$$H^{+0.1-0} \times G^{+0.1-0}$$

とし、

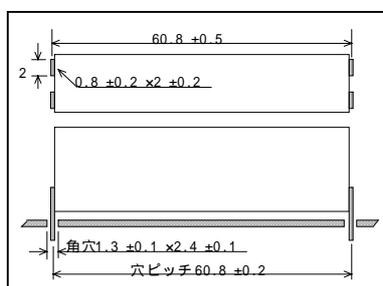
$$H = F \pm F + 0.1$$

$$G = G \pm G + 0.1$$

となるように決めます。

穴のコーナー部に少しRのつくことを考え、プラス目 (+ 0.1) に設定します。

<例> 放熱板



小型部品で、継電器のリードようにある程度精度の高いものは、上式で設定できますが、放熱板のようにリード間隔精度の悪い部品は、リードピッチ公差も考慮して、穴寸法設定を大きくする必要があります。

F の値が薄い部品の場合は基板の材質、及び加工を金型、ルータのどちらにするかによって製作できる min 寸法が異なるので注意が必要です。但し、G の値によってはこの値は多少変わり得ます。(角穴、長穴の場合の min 値)

紙基材、金型	0.7	ｺﾝﾎﾟｼﾞｯﾄ、金型	0.7	ガラス、金型	1.0
--------	-----	-------------	-----	--------	-----

		(長さ 0.7 ~ 30 の範囲)		(長さ 0.7 ~ 30 の範囲)	
紙基材、NCルータ	0.8	コンポジット、NCルータ	1.2	ガラス、NCルータ	1.0

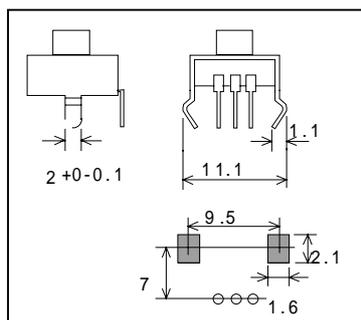
が刃金型でシソを作る場合は幅 1.5 mm に設定するのが望ましいです。

また、上記の関係から紙基材で角穴であってもコンポジット・ガラスでは丸穴にしたり金型で角穴であってもドリルでは丸穴にするという場合もあります。

<例> 継電器 (F = 0 . 1 5、G = 1 . 0) 紙基材の金型 ... H = 0 . 7、I = 1 . 2
紙基材のドリル...丸穴 1 . 0

リード線が平板で曲がった形状をしている場合は の式では計算できず、挿入性を考慮して穴を大きくする必要があります。

<例> ボリューム 5 K B [F 2 A] S 0 1



詳細にはリード形状によって半田つけ性に影響がありますので角穴にするか丸穴にするかを充分吟味してから決めます。

(3) 自動挿入品

基本的に手挿入品の穴寸法より大きい丸穴設定しますが、挿入機の仕様によって微妙に影響しますので、サンプル品によるテスト打ちを行った後決める必要があります。

基本的には下記表に基づき設定するのがベターでしょう。

アキシシャル部品の場合 (P 記号はパナホールを表す)

リード線径	片面 (金型)	片面 (ドリル)	両面
0.4 ~ 0.5	0.8P	0.9	0.9
0.51 ~ 0.6	0.9P	1.0	1.0
0.61 ~ 0.7	1.0P	1.1	1.1

ラジアル部品の場合

リード線径	片面	両面
0.4 ~ 0.6	0.9	1.0
0.61 ~ 0.7	1.0	1.1

最近のマシン (R H シリーズ) は半田面からガイドピンがリードを迎えに上がるから部品面側をパナホール仕様にする必要がなくなってきました。

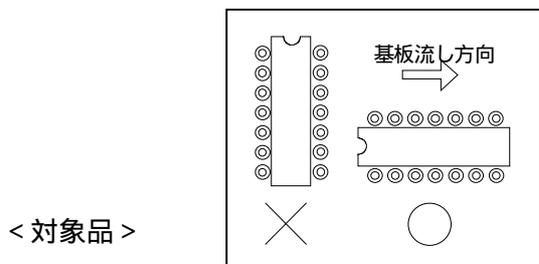
異形部品の場合

リード線寸法	片面 (金型)	片面 (ドリル)	両面
0.5 x 0.25	0.9	1.0	1.1

9.6.2 ランド、パッドサイズの決め方

ランドは部品を半田付けする部分の大きさを表わしますが、一般的には部品レベルで持っている銅箔面積をいい、パターンを接続した段階では半田付け面積は多少大きくなります。この面積もランドといえないことはないです。特に、小さな面実装品の場合にはこの差が半田付け品質の大きな要因となります。

半田付け面積は部品リード線の太さ、挿入穴の大きさと密接に関係しますが、と同時に強度（ストレスのかかりやすい部品）、ブリッジに対する配慮が必要です。

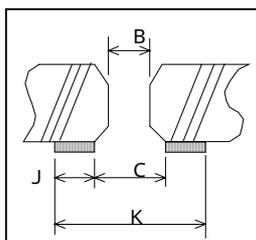


コネクタ、トランス、キヤパメルトランジスタ、大型電解コンデンサ

9.6.2.1 挿入部品のランド

片面

<手挿入品の場合>



穴指示を $A^{+0.1-0}$ とすると、量産初期は概ね

$$B = A + 0.1$$

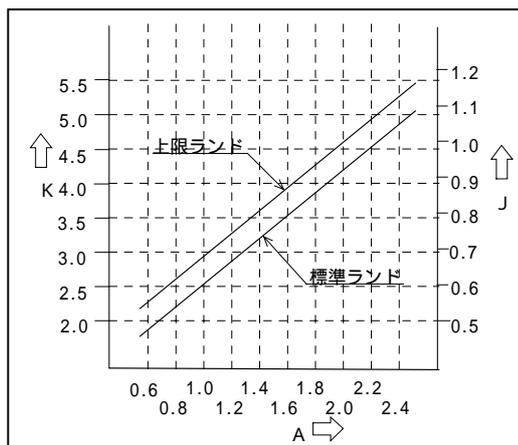
$$C = B + 0.2$$

に仕上がります。

金型のショット数が増えるに従って金型ピンが細り B は A に近づいていきます。

$$K = C + 2J$$

穴 A とランド径及びランド幅の関係は左表の標準ランドのグラフから計算する方法があります。

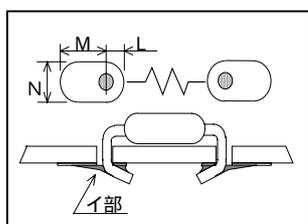


但し、重い部品とか部品に加重のかかるような場合は「標準ランド」のラインから「上限ランド」の間で選択するのがいいでしょう。

又、ランドピッチが狭く表の範囲内でランドを大きく出来ない程大きな穴の場合はランドの形状を変える等の対応をとることを奨めます。

<自動挿入品の場合>

挿入ピッチ 5mm以上のランド



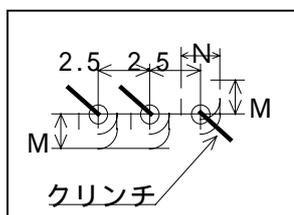
自動挿入品はリードをクリンチする為、左図のように挿

入穴に対して片寄って挿入され、イ部に於いて半田切れ
(ブローホール)が発生しやすくなります。

そこで、半田付けランドを変形させ、クリンチと反対側
(M)に長くするような方法もあります。

	挿入穴(+0.1-0)	L	M	N	
アキシャル	0.8~1.0	1	1.8	2	
	1.1	1.05	1.8	2.1	
ラジアル	0.9~1.0	1	1.8	2	クリンチ角度 35°

挿入ピッチ 2.5mm以下のランド



例えば、トランジスタのような場合

Mの値を大きくすると、ランド間の半田ブリッジが発生しやすくなる為、角度はつけないで

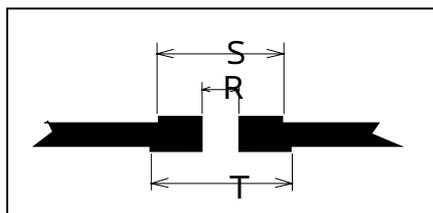
N = 2、M = 1.5 と短くします。

また、抵抗アレイのように多ピンになれば一層ブリッジが発生しやすくなる為、丸ランドとします。

両面

手挿入品、自動挿入品ともに下表から計算。(例)

穴径 R ±0.1	部品面ランド径 S	半田面ランド径 T
0.6~1.2	R+0.4	R+0.6
1.3	R+0.5	R+0.9
1.4	R+0.6	R+1
1.5~2.5	R+0.7	R+1.1



穴(加工)とランド(印刷)のズレ公差は一般に±0.2である為、ランド径のMIN値は(R + 0.4)は限界です。

余裕がないと、パターンをつないでいる箇所パターン切れの可能性があります。

半田面は半田の付く側ゆえ、少し大きくする場合

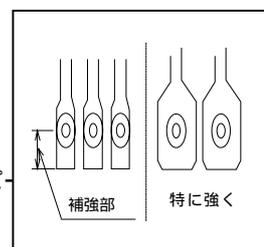
があります。

(理由:穴径が大きくなるに従って強度が必要と考えランドを大きくする)

しかし、一般的には部品面、半田面共に同形状とします。

(3)ランドの補強

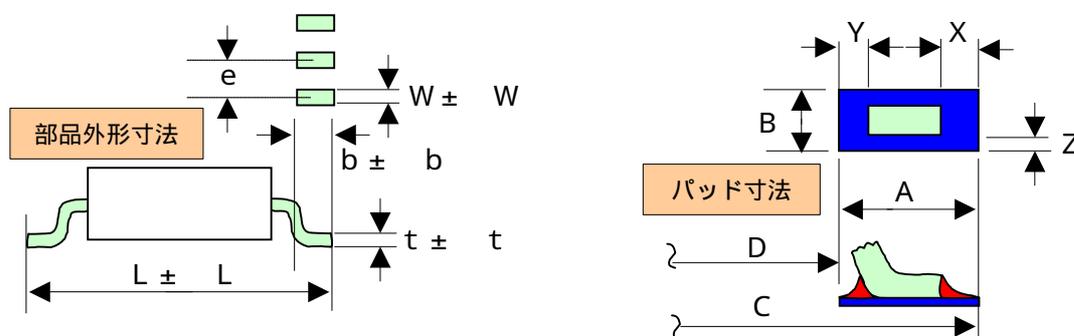
荷重のかかりやすい部品のランドは補強するようにします。



<対象品>

コネクタ、トランス、キャラメルトランジスタ、
大型電解コンデンサ

9.6.2.2 面実装品のパッド



通常、表記寸法のセンター値（バラツキの値を除いた）の部品が一番多く供給されるものと見れば、その値を基準にして半田付けが最良となるパッド寸法を設定すればいいことになります。

即ち、端子部の厚み（ t ）とパッドの X 、 Y または Z の間で富士山型フィレットを形成させるのが一番良いことになります。

半田付け最良設定： X 、 Y または $Z = t$

しかし、実際には厚みは非常に薄いのが一般的ですので、上記パッド寸法設定では部品寸法のバラツキを吸収することができません。

従って、設計的には、バラツキを考慮した上で、上記考え方を前提に決めることになります。

また、リフロー半田（メタルマスク）の場合とフロー半田（ディップ槽）の場合で、多少半田メカニズムが異なるために、パッド寸法設定にも影響を与えます。

加えて、実装ラインの条件、使用半田、温・湿度等の環境、等により微妙にパッド寸法、パッド形状に影響を与えることも知っておかなければなりません。即ち、設計と製造（実装）が一体となって取り組まなければならない問題なのです。

ここでは、一般的なパッド寸法について記します。

基本は、部品のバラツキがあっても、特に X と Y の値は端子の厚み分程度を確保しておくことが必要です。

また、リフローでは、装着後、半田付け時セルフアライメントにより、部品パッドのセンターに落ち着くことを考えれば、接着で固定するフローのように多少部品パッドセンターからずれることも有り得るのに比べれば、 X 、 Y の値は小さめに設定できます。

フロー半田は、流動的な半田付けですので、結構毛管現象的役割を要求されますので、パッドも丸みを持たせるのが良いでしょう。リフローの場合は静止的であることも考え、あえて丸くする必要は無く、四角で十分でしょう。

フローの場合はリフローより熱ストレス（基板の反りも含め）が大きいと考え、余りパッドを大きくしすぎると部品に悪影響を与えることも考慮しなければなりません。

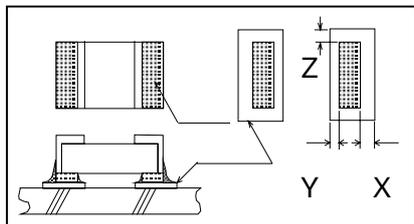
商品が市場に出たからの半田クラックの可能性を考え（熱サイクル）、部品の大きさとパッドの大きさとのバランスも大切です。即ち、商品によっては熱サイクルが激しいところで使用されるものは、大型部品の面実装は普通以上に気をつける必要があります。（部品と半田と基板その

ものの膨張伸縮率の差)

端子間ピッチ(e)の間隔によって、ブリッジ防止のため、Zの値も考慮する必要があります。

リフロー半田品

パッド形状はコーナーに少しRを設けるのもいいでしょう。(ex.R0.1)



ランド寸法は部品各部の寸法をセンター値で計算して
基本的には

$$X \text{ (外側と表現する)} = 0.5 \sim 0.8$$

$$Y \text{ (内側と表現する)} = 0.3 \sim 0.6$$

$$Z \text{ (サイド側と表現する)} = 0.1 \sim 0.3$$

とします。

Yは端子底面に多少Rが付いているので、少ない目でもいいと思います。

但し、部品寸法がばらついて Y 0、X 0.2 を満足させる設定にします。

「検証」

$$\text{外側 (X)} : \{ C - (L + L) \} / 2 \quad t$$

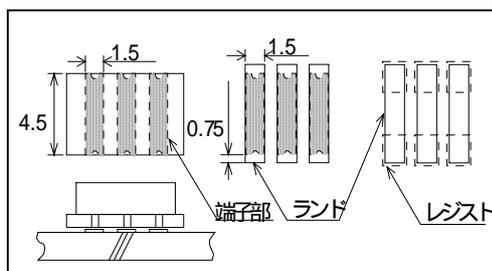
$$\text{内側 (Y)} : \{ (L - L) - 2(b + b) - D \} / 2 \quad t \text{ (or } > 0)$$

Zの値は部品の形状によって 0 Z 0.3の範囲内で設定可能。但し、隣接のランドとの沿面は物によりますが0.5以上確保させます。

Xの値は部品が大きくなる(端子厚みが厚い)に従って強度面を考え、0.5 X 1.0の範囲内で広くすることもできます。

しかし、パッケージが2125のように小型になるとチップ立ち(マンハッタン現象)の原因をつくりやすくなりますので実際にはランドを多少小さ目にします。

端子部の面積がかなり広い場合はランド面積を広くしてもレジスト面積は狭く設定する場合があります。 <例> 発振子 FAR



<例> : SOP8P、225mil品(TA8030F)

基準: X = 0.5、Y = 0.4、Z = 0.1

外形: L ± L = 6.3 ± 0.3、W ± W = 0.4 ± 0.1、

b ± b = 0.525 ± 0.2、t ± t = 0.15 + 0.1 - 0.05

パッド: A = Y + b + X = 0.4 + 0.525 + 0.5 = 1.425

B = W + 2Z = 0.4 + 0.2 = 0.6

C = L + 2X = 6.3 + 1.0 = 7.3

D = C - 2A = 7.3 - 2.85 = 4.45

検証: (外側) Lの最大時 7.3(C) - 6.6(L) = 0.7 Xが0.35残る。OK

(内側) L 最小、b 最大時 $6 - 1.45 = 4.55$ 、 $4.55 - 4.45 = 0.1$ 0.05 残る。OK

(端子間沿面) $1.27 - 0.6 = 0.67$ 。

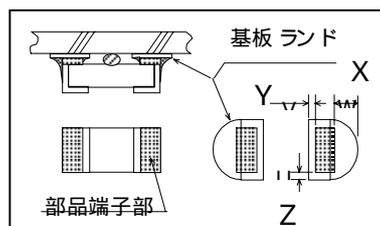
部品によって外形公称値 (例えば SOP8P, 225mil) は多少異なります。

それらを考慮して、実際の登録値は、

A = 1.5、B = 0.6、C = 7.4、D = 4.4

といったところです。

フロー半田品



ランド寸法は部品各部の寸法をセンター値で計算して

X (外側) = 1.0 ~ 1.3

Y (内側) = 0.3 ~ 0.6

Z (サイド側) = 0.1 ~ 0.3

とし、外側に大きなRをつけます。

但し、部品寸法がばらついて Y 0、X 0.2 を満足させます。

Zの値は部品の形状によって $0 < Z < 0.3$ の範囲内で設定可能。但し、隣接のランドとの沿面は 0.5 以上確保します。

Xの値は部品が大きくなるに従って強度面を考え、 $1.0 < X < 1.3$ の範囲内で広くすることもできます。

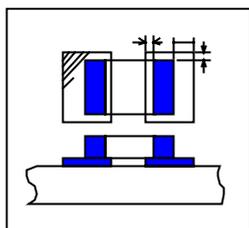
「検証」

リフローの外側のみ多めに設定すれば問題無いでしょう。

(1) 面実装品のパッド

部品の端子面積に対する半田付け面積の関係は微妙であり、特に小型部品の場合はリフロー時の部品立ち (マンハッタン現象、ツームストーン現象) の問題であまりランドを大きく出来ません。

装着時の部品ズレはクリーム半田溶解時のセルフアライメントにより補正されるのであまり気にするレベルではないようです。



9.6.3 レジストの決め方

印刷精度上、ランドにレジストによるニジミが発生しないようにレジストをランドの周囲 0.1 mm 大きくします。

9.6.4 シンボル印刷の決め方

9.6.4.1 シンボル印刷の色調

一般的には、下表の色合いが多いです。

基板種類	基板材質	色調
片面	紙エポキシ	緑色
	紙フェノール	白色
両面	ガラスエポキシまたは エポキシコンポジット (CEM3)	白または黄色

9.6.4.2 シンボル印刷寸法基準

9.6.4.2.1 線の太さ

下記の太さが一般的です。0.2mm未満になりますと、印刷法では文字の途切れが生じる可能性があります。

ディスクリート品のシンボル・・・0.3mmまたは0.25mm

面実装品のシンボル・・・0.2mm

回路記号(9.6項以外)・・・0.2mmまたは0.25mm

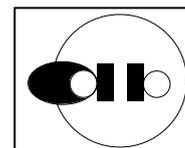
9.6.4.2.2 各部品のシンボル形態

(1) 電解コンデンサの場合

8以下の電解については、リード間に図のようにシルクをいれますと、安全です。

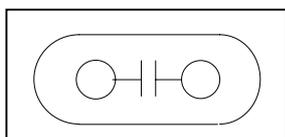
理由)

部品下の長方形の塗りつぶし部はボディー下のリード線が部品面パターンに接近する場合の保護策。



(2) 同一記号であるが外形の形状が異なるもの。

例えばポリエステルフィルムコンデンサと積層コンデンサとアキシシャルセラミック



ポリエステル

積層

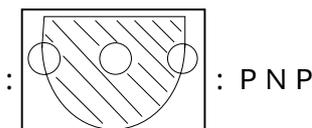
セラミック

(3) 同一形状品で種類の異なる場合。

自動挿入品であれば、プログラム作成時の誤設定を除いて、問題はありますが、手挿入品であれば誤挿入の問題が発生しますので区別が必要となります。

例えばトランジスタ

NPNは斜線を入れないで、PNPは図のように入れるとか。



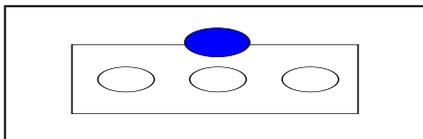
(4) シンボルの印刷の意味づけ表現

そのシンボルに意味をもたせて、その部品の表現力を高める方法です。

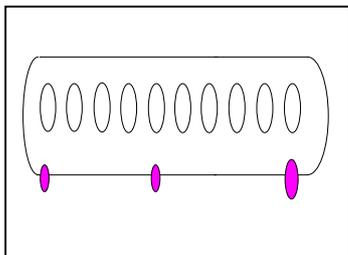
字面表示・・・円形の塗りつぶし。

・抵抗アレイ

・Mタイプトランジスタ



・SIP HIC

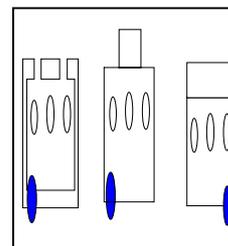
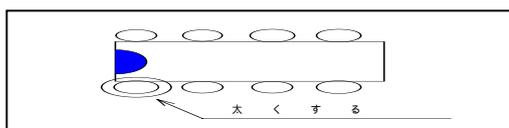


(5) 1番ピン表示・・・多ピン部品の1番ピンの所に円形の塗りつぶし。

・DIP IC

・SIP IC、RA

(1)の図と同じ

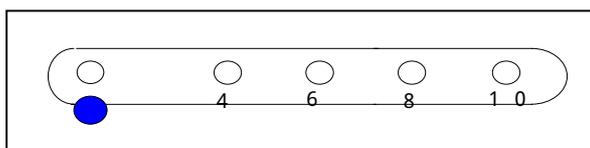


(6) 多ピン部品(マイコン)のピン番号表現。

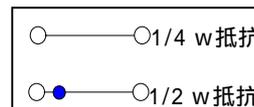
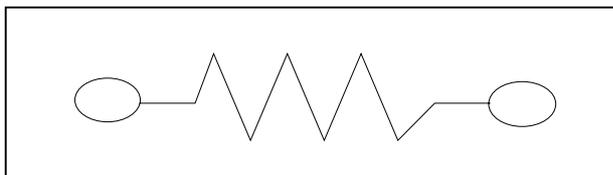
5番ピン単位で円形の塗りつぶしを入れ10番単位は5番単位よりも少し大きくする。

但し、不規則に抜きピンがある場合は番号そのものを抜きピンの前後に入れる。

(例) 下図の場合は2・3・5・7・9ピンが抜きピンの時のピン番号表現



(7) 抵抗



通常上図のように山形が普通ですが、最近の高密集度基板になってきますと、隣の部品の影になって、実質山形を確認できないほどになってきています。

従って、右図のように、直線的に表現することも必要になってきます。そうすれば、回路記号の付記スペースも確保できます。

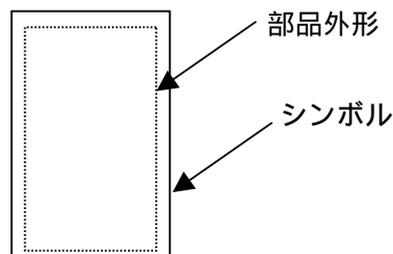
(8) ジャンパー

例えば、抵抗と区別するために、点線による表現もとられます。

9.6.4.2.3 部品の外形で表現するもの。

前項以外のものは、この方法で表現するのが一般的です。シボル形状は基本的に、部品外形公差のMAX値で表現する。従って通常の実力値レベルの部品を挿入した時には、シボルが少し見える程度にするのがいいでしょう。

例 継電器
点線：部品外形の実力値
実線：シボル印刷



以上の主旨に基づいた各部品の具体的なシボルは、CADデータ登録基準として管理、更新するのが普通です。

9.6.4.3 回路記号、文字の大きさ

(1) 回路記号

1文字のMINサイズを設定しておき、2種類ぐらいの標準を作られるのがいいでしょう。。

例えば、面実装の場合：縦1.0、横0.5、文字と文字との間隔は0.2mm。

ディスクリート品は、H = 1.2、W = 0.8、SP = 0.3。

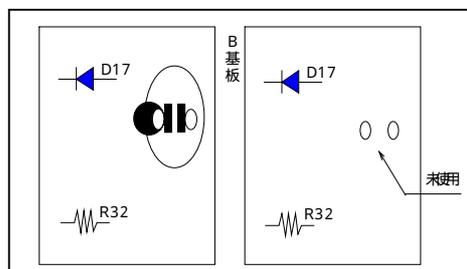
(2) 基板名

極力大きく入れるのが普通です。

回路記号は部品組立後見える位置であり、あまり離れすぎない位置に表示します。

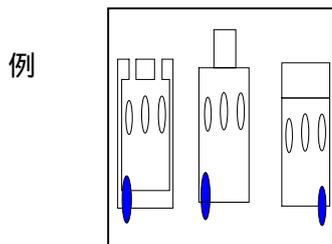
但し、密集度が高く部品近くに表示するのが困難な場合には、部品から引き出し線で引き出して表示してもいいでしょう。 要はどの部品の記号かがわかればOKでしょう。

例



9.6.4.3.1 コネクタの端子番号の表示

(1) 1 番ピンに円形の塗りつぶしを入れる。



9.6.4.4 異なる機種で基板を共用する場合のシンボル印刷 (パターン共用)

部品が多数異なる場合はパターンが同一であってもシンボルを分け、別基板にするの方が生産ラインでの混乱が避けられます。しかし、基板単体のコストを優先するならば、部品に囲い等を入れて、共用化を図るのも一法です。

9.6.4.5 金型を共用し部品の有無がある場合のシンボル印刷

未使用の穴には、シンボル印刷を施さない方法とか、。

9.6.4.6 その他シンボル印刷に表示するもの。

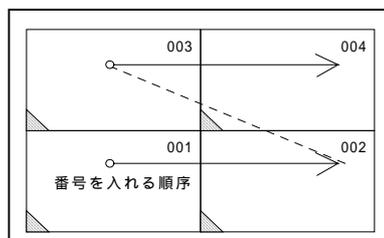
(1) ロット表示用 (塗りつぶし又はメッシュ)

(2) 基板名

メイン基板、サブ基板等で表現方法を明確に決めておくのが普通です。

アルファベットで表現する場合と数字表現する方法があります。

(3) 多数取りの場合は 1 枚の基板の右上コーナー部に 001 ~ の番号を入れるのもよく見られます。



9.6.4.7 手挿入部品の回路記号

通常表示する回路記号印刷と別に部品外形表示内、または近傍に大きな文字を印刷する場合があります。

抵抗のような場合を除いて通常は部品外形表示内に入れると挿入前の視覚化がはかれます。

9.6.4.8 シンボルと半田付け部とのクリアランス

一般的には 0 . 2 mm 以上離します。

9.6.4.9コネクタ用のシンボル

番号でコネクタの分類を図る場合と、電線の色を表記するとか、名称で表現する等があります。

(例)

印刷を入れる位置も電線の引き出し方向を配慮した位置を設定するようにします。

(例)

番号の上下の見分けが付きにくい数字には、アンダーラインを入れるなどします。

(例)

9.6.5 クリーム半田の決め方

一般的にはクリーム半田の大きさはランド形状と同一にします。場所によって半田量を増やしたい場合は大きくします。

塗布の厚みは200 μ 前後にします。