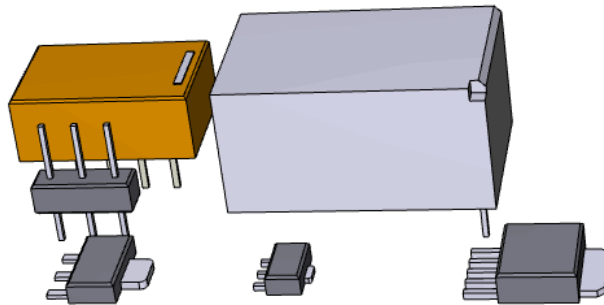


プリント基板設計基準書

～ PCBCADによる基本的な基板設計 ～



このプリント基板設計基準書は回路設計者および基板設計の初心者を対象に記述してあります。基板設計CADに共通する基本的なパターン設計の流れと設計基準を併せて説明してあります。(部分的に「Altium Designer」の用語での説明があります。)

基板設計基準は本来は基板製造業者が社内の製造ノウハウをフィードバックして作成する基準です。この書類はそれとは異なり、パターン設計者側から見たものです。標準的な数値に最適化し、基板製造業者が異なっても柔軟に対応できるように記述しました。また、EXCELのマクロやスクリプトで事前処理するという設計手法を用いているので規定値を具体的に指定しないとその処理ができないという理由もあります。

説明の為の図面は少なめですが「プリント基板設計ガイドブック」に記載した画像と重複する部分があるので、そちらも参考にしてください。

http://www.5b.biglobe.ne.jp/~sophil/pdf/P_GUIDE2.pdf

01.VIAの種類と使い分け

VIA(ビア)は部品のリード線を通さない接続用なので通常は小さいサイズですが電源ラインなど流れる電流によっては大き目のサイズにします。

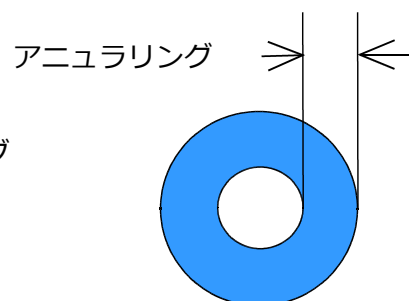
VIAにレジストを被せるかどうかは設計者の好みや見た目の問題もありますが弊社ではレジストを完全に被せています。(ただ、VIAの穴にレジストが入って詰まるという欠点もあります。)

VIAのランド直径Dと穴径d

通常は倍(2 : 1)の関係にしています。

ランドの銅箔部分の残りのドーナツ部分をアニュラリングと呼びますが片側が0.15mm以上を確保します。

これは同サイズの微小のPADでも同様です。



上記の理由から通常は0.6/0.3が最小となります。

これ以下は基板製造会社によってはオプションで対応されるので事前に打ち合わせが必要です。

使用VIAサイズの種類 (ランド直径D / 穴径d)

最小 0.6/0.3 (オプション扱い : 0.5/0.25)

標準 0.7/0.35、0.8/0.4、1.0/0.5

大 2.0/1.0 (電源ラインなど) このサイズではPADで代用する場合もあり。

穴径は仕上がり径(mm)です。

サイズをたくさん設けると設計密度を多少は上げることが可能になりますがPCBCAD上でのVIAの切り替え操作や管理が大変になります。

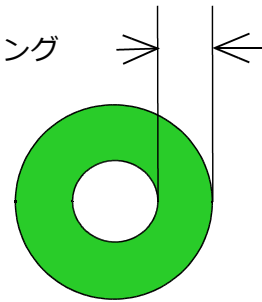
02.PADのランドと穴径

PADサイズ(ランド直径D / 穴径d)

小 VIAサイズに準じる

標準 1.5/0.8または1.4/0.8

アニュラリング



これ以上またはその前後のサイズの場合

ランド直径Dと穴径dはVIAと同様に

通常は倍(2 : 1)の関係にして発行しています。

(部品の抜き差しの都合があるのでアニュラリングは片側0.3mm以上を確保します。)

穴径は仕上がり径(mm)です。

VIAと比較してPADは使用する部品に依存するので多数のサイズが存在します。

詳しくはフットプリントの項目をご覧ください。

部品のリード線が丸い場合

ランドの穴径は指定がない場合は丸いリード線幅+0.2mm以上とします。

部品のリード線が四角の場合

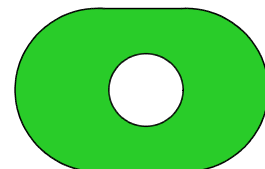
機構設計CADなどで作図しそれを丸穴で対応する場合の内径とランド形状を決定します。

作図で求めた穴径と同じ値の場合でも4箇所頂点部分でPADの穴の壁のメッキ部分をナイフのように切り裂いて挿入でき、何ら問題ないこともあるので嵌めあいをどうするかで悩まされます。(数値的には丸型と同様に計算値+0.2mmとします。)

縦横のサイズが異なる長円のランド場合

アニュラリングを片側0.3mm以上を確保します。

ランドカットしたい場合はそれを避け、縦横のサイズが異なるこの長円のランドのPADで対応しています。



長穴について

縦横サイズが異なる長穴の場合は円をドラッグしたような小判状の形状で対処します。



角穴について

角が直角な角穴が必要な場合もCAD上は作図可能ですが現実には金型でないと対処できません。

比較的大きな角穴の場合、通常は直径が0.5-2.0mm程度のルーターで加工するのでその半径分が円弧として残り角がシャープな角穴にはなりません。



これも基板製造業者によって使用するルータービットのサイズや加工精度が異なるので打ち合わせが必要です。

角穴だけはドリル図とは別にセンターをメカニカルレイヤで指定しないとイケない基板製造業者もあります。

取り付け穴のPADサイズ

基板取り付け穴の場合は通常は実際の穴径に0.5mm(または0.2mm)を足した値にしています。例としてM3の場合は3.5mmとし、M2mmの場合は2.2mm、M2.6の場合は2.8mmと小さめにしています。

ドリル穴の種類(VIA、PADに共通)は下記のようになります。

0.15-0.6(mm)未満	0.15-.055(mm)まで0.05mm間隔
0.6-6.0(mm)以下	0.6-6.0(mm)まで0.1mm間隔

これより大きな穴は専用のドリルでは負荷が大きくなるので、ルータービットを利用して切り出します。つまり、基板カットアウトという扱いになります。

それが丸穴の形状であっても複雑な形状のカットアウトと同じ処理をします。

PCBCADでも、ある穴径以上は指定できないようになっているものがありますが、これも同様の理由からです。

表面実装用のPAD

通常はTOP面でフットプリントとして登録します。

PAD形状はPCBCADに依存しますが、角が若干丸いPAD(Rounded Rectangle)の方が半田の乗りやEMI対策的には有利でしょう。

PADサイズはメーカー指定されるものが多いのでそれに従いますが、似たフットプリントが増えてくると、雛形を作って管理しないと統一感がなくなってしまう場合があります。

後半の「フットプリントの仕様」の項目も参考にしてください。

03.VIAとPADのサーマル形状

外層(TOP層とBOT層)と内層ポジ

サーマルは+字状に発行しています。(X字状にすることも可能です。)

内層ポジで接続に不必要で邪魔なPADは個別に削除してしまう場合もあります。

筆者はサーマル関連では下記の計算式でクエリーを設定しています。

Diameter = Hole Size x 2 とし

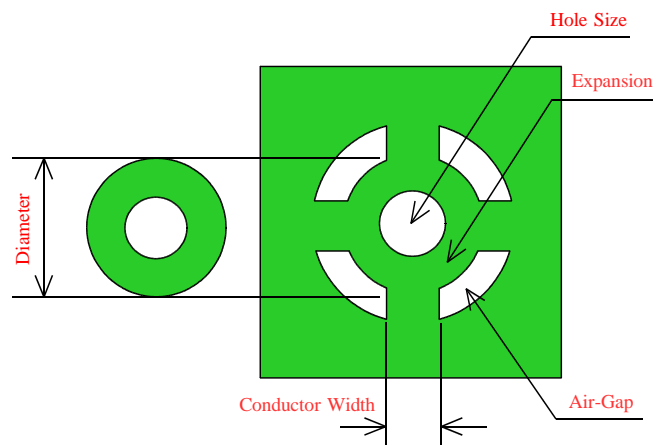
Air-Gip = Expansion

Expansion = Diameter / 2

で尚且つ Expansion > 0.25 mm

Conductor Width = Air-Gap x 1.5

で尚且つ Conductor Width > 0.4 mm



内層ネガ

サーマルはX字状に発行しています。

外層とは45度異なっているので外層でGNDなどのべたに接続されない場合でも内層ネガだけで正常に接続される場合もあります。

サーマルの角度以外は外層の法則に準じるような形状にしています。

基板設計時の内層ポジ、内層ネガにするかの判断

内層をポジでの設計にするかネガの設計にするかの判断としては、ネットリストのアサインが簡単な場合は内層ネガでの設計にします。

内層分割が必要な場合でもそのラインが比較的簡単であることも判断の一つです。

複雑な場合は内層ポジで設計し、外層と同じものが1層増えたという考えで設計します。

04.パターン幅

インチ系グリッドの場合

ピン間1本から3本の密度で法則があるのでそれに対応する下記のサイズで処理します。

設計グリッドは2.54mm(100mil)とその副グリッドとします。

ピン間1本 : 0.3mm

ピン間2本 : 0.2mm

ピン間3本 : 0.15mm

最小サイズは0.15mmが一般的です。

このサイズより細い0.127mm(0.125mm)、0.1mmや0.075mmがオプションで製造できる基板製造会社もあります。

ミリ系の場合

特に法則はなく、設計グリッドは部品のピッチなどにより使い分けます。

デジタルのエリアの場合は0.15mm-0.2mmとし、アナログの部分は0.3-0.5mmと使い分ける場合もあります。

(パターン幅をグローバルチェンジする場合にも分類は有効な手段です。)

昔は、外層と内層で最小パターン幅を区別していましたが現在は関係なく設計が可能です。変化させたくない大事なパターンは内層で処理し、調整が必要なパターンは外層に配置します。基板設計CAD側ではどのような内容でもPCでの机上設計なので、変化する現場への対応やDRC設定の方が重要になります。

05.各種クリアランスギャップ

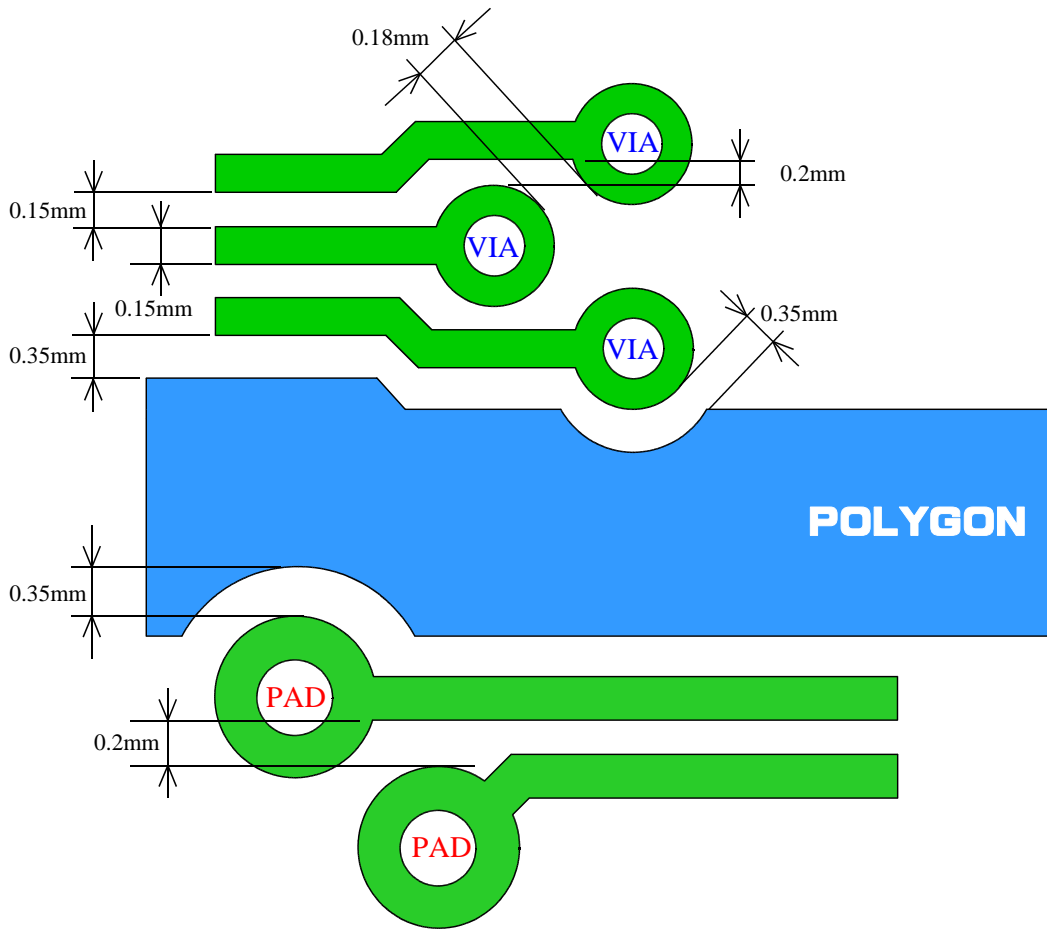
最小導体幅

銅でできている色々な導体部分同士は最小で0.15mmであれば通常はこの基板製造会社でも製造可能です。

しかし、実際には半田付け以降でレジストとの絡みがありショートなどの危険性があるのでこの値はトラックパターン同士だけに適用します。

トラック(ライン)同士	0.15mm (0.127mm、0.1mmも製造可能な会社あり)
VIAとVIA	0.18mm (設計グリッドとVIAサイズに依存、斜めの位置関係)
VIAとトラック	0.2mm
PADとトラック	0.2mm
ポリゴンとその他	0.35mm (0.3-0.4mm)
高周波回路	ネットリストがGND同士の場合は銅パターンのインダクタンス成分を減らすためにクリアランス値を少なめにする。 (弊社ではこの部分のDRCはクエリー構文などで指定しています。)

これらの例を図にすると下記ようになります。



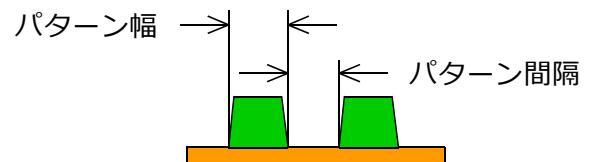
外層、内層のランドの逃げ

穴径に対して線形になるように関係式にしています。
(クエリー構文で処理しています。)

パターン幅と銅箔厚の関係

特注になるかどうかには触れず、最小パターン幅と銅箔厚の関係についても記載しておきます。
エッチングした銅箔の断面は台形となるため、厚いと谷底で規定するパターン間隔で不利です。

銅箔厚	最小パターン幅(mm)
18 μ	0.075 - 0.125(0.127)
35 μ	0.125 - 0.15
70 μ	0.15 - 0.2



部品実装間隔(パターン設計では部品配置間隔)

クリアランスの項目なのでこれにも触れておきますが、弊社では0.5mmとしています。
チップCRで1608サイズ以下にしてもこれにより実装密度が上がらないことがあります。

06.設計グリッド

インチ系の場合

100mil、25mil、12.5milで設計し、さらに細かくする場合は5milや1milで処理やチェックをします。

ミリ系の場合

使用部品によって左右されるので定番のグリッドと呼ぶものはありません。

部品配置グリッド

1mmを基本とし0.5mm、0.25mmと細分化し、やむを得ない場合は0.1mmとしています。

パターン設計グリッド(パターンの引き回しグリッド)

0.6mmまたは0.3mmグリッドにしています。

これでクリアランス的にも1mmパターン幅、0.4mmパターン幅、0.15mmパターン幅を問題なく実現できます。

部品配置グリッドとパターン設計グリッドはなるべく同じ値にします。

設計基準点

インチ、ミリ混在の場合は複数の基準点を設けないといけない場合もあります。

基板の左下の基準点のXY座標は50mm、50mm または 100mm、100mmなどにします。

この基準点はガーバー出力時や部品実装データの提出書類にオフセット値として記載します。

設計途中でブロック移動する場合にはこの基準点や設計グリッドにも着目して処理しないと後から修正をする場合や改版時に適正な設計グリッドがなくて困ることになります。

07.禁止エリアと逃げ

基板端からの逃げ

基板端から1mmは部品配置、パターン禁止とします。

小さい基板の場合はこの値を0.5mmとしないといけない場合があります。

Vカット、ミシン目からの逃げ

Vカット、ミシン目からのラインと平行な部品は1.5mm離します。直角となるチップ部品は割れを考慮して近くへの配置を避けます。パターン禁止エリアは1mm(0.5mm)とします。

キリ穴(NTH)からの逃げ

キリ穴から1mm以内はパターンと部品配置の禁止エリアとします。

取り付け穴からの逃げ

ネジの頭が当たる可能性があるのでその呼び名(M3など)の数字から $x2+2\text{mm}$ を禁止エリアとしています。

M3の場合を例にすると $\phi 8\text{mm}$ 内が禁止エリアとなります。

08.基板加工

面付け処理

別の基板同士の間隔はルーターで綺麗に切り出しをする場合は3mmの場合が多いようです。
(太めのルータービットで少しずらし往復するようにカットする。)

同じ機種の場合は基板設計者側で敢えて面付けしなくても基板製造側で処理してくれる場合が多いようです。

下記のような手法があります。

面付けの図面指示

ガーバーデータとしては単体のままとし、図面作成しPDF書類で面付け状態を図示します。
基板製造業者側でミシン目の間隔などの規定があるので具体的な寸法を記載しないで概要だけにしておいてCAM編集をしてもらった方が有利です。

PCBCADで面付け

PCBCAD側でREF番号が勝手に更新してしまい面付け用のコピーが作成できない場合や逆に面付け機能のあるPCBCADもあります。

弊社は後者で「Altium Designer」で面付け処理しています。

CAMで面付け処理

CAM操作にある程度は慣れていないとパターン設計者による面付け処理は難しいでしょう。
元とする基板にパターン修正や基板サイズに変更が入ってしまうとやり直しになります。
CAM側にマクロ機能があれば、それをプログラミングすれば実用レベルになります。
CAMソフトウェアはUNIXやMS-DOS系を継承しているので選択操作に違和感があります。

捨て基板(境目はVカットまたはミシン目で処理)

捨て基板の幅は通常は10mm以上のサイズにします。

これより小さいサイズでは基板認識マークや基準穴の配置などの都合があるので製造業者側に事前の相談が必要です。

外形加工のルーター切り出し

通常は基板外形図を0.2mm幅とし、ガーバーデータを出力しルーター加工してもらいます。
基板外形のガーバーデータの幅からオフセットを掛けて自動で基板を切り出す製造業者もあるのでその幅を適当な値にするのはNGです。

(基板サイズが微妙に変化してしまう。)

複雑な形状の場合はその形状を製造業者と共有する為に、細かい寸法を記載したPDF書類を提出します。

(一箇所程度の切り欠きは基板外形のガーバーデータがあるので、文章でも問題なし。)

Vカット

基板の端から端まで途中で止めないで横断します。

イメージを機構設計CADで図面作成しPDF書類で指示する場合と専用のメカニカルレイヤにラインと文字で作成しガーバーデータとして指示する場合があります。

基板内に大きなカットアウトがある場合は、強度の関係から処理できない場合があります。

切り込みの角度は40度前後です。

片側だけにVカット処理をしてくれる場合もあります。

断面図



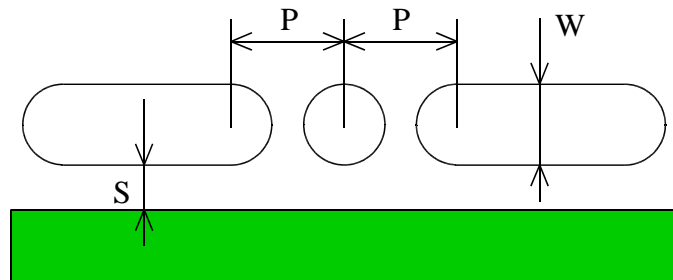
ミシン目加工

通常は機構設計CADで作図しPDF書類にして提出しています。

(面付け、Vカットの項目の記述と重複した内容になってしまいます。)

直線だけではなく少しだけ蛇行したラインにしてカットしやすくする場合があります。

ミシン目とパターンではない広い銅箔(ベタアースなど)との距離Sは0.3~1mmのマージンをとります。



丸穴同士または長穴との間隔Pについて

柔らかい紙フェノールでは間隔は広めで、強度のあるガラエポの間隔は狭くなります。

同様に強度の理由から、板厚が厚くなると間隔は狭くできます。

ミシン目の細かい寸法に関しては基板製造会社で違いがあります。

基板製造会社の具体的な設計基準に準拠し作図または設計をしてください。

ミシン目の幅Wに関して

1mm幅(主に国内)

細かい外形加工ができミシン目で割った後のバリを小さくできます

2mm幅(海外の場合に多い)

韓国や台湾などの海外で製造する場合にルータービットの交換口スを減らす為に太めのものを使用している為です。製造価格を下げる効果があります。

09.シルクなどの文字

REF番号のフォントとサイズ

標準フォント

フォントはサンセリフを標準としています。

PCBCADによってはガーバーデータが単純になるようなストロークフォントが採用されている場合がありますが、シルク印刷された文字が読みにくかったり味気ない場合があります。特殊なTTFを使用してしまうと間が開いてからの改版時にそのフォントがなくて困る場合があります。その為に比較的標準的なTTFをご利用ください。

標準サイズ

文字高/太さは1mm/0.2(弊社では太さは0.25)mmとしています。

最小サイズ

文字高/太さは0.8mm/0.15mmとしています。

多くの箇所で使用する場合はフォントは0.15mmに拘らずTTFでより太めのものを選択します。

最大サイズ

特に規定はありませんので見栄えで判断してください。

型番名・工番のサイズ

文字高を2-3mm程度にし、太さはその高さに応じた幅に調整します。

事前に文字の高さと太さをテーブルにし管理しておかないと同じ顧客の製品に統一性がなくなります。

ロゴ

BMP画像を支給された場合はそれを加工しサイズも調整して貼り付けています。

ガーバーデータの支給でも同様の処理ができますがサイズはその情報で固定されます。

ネガ文字

機能の説明の場合は、四角く囲まれたネガ文字の方が適しています。

パターンレイヤでのテキスト配置

TOP/BOT層での電源ライン、VCC/GND層で説明の為に電圧を示す文字を配置した方がいい場合があります。

しかし、CAMのDFMでチェックすると接近した導体として認識してしまいスライバ扱いとなるので細かい文字は不利です。その為、程よい文字サイズにする必要があります。

10.レジスト仕様

部品実装PADの場合

片側を0.1mm増加させます。

表面実装部品のPADの場合

片側を0.1mmではなく少なめの0.05mmとする場合もあります。

表面実装部品でPAD間隔が狭い場合はレジストを広めにして隣のPADと連続でひとかたまりとすることがあります。(しかし、半田ブリッジになるというデメリットがあります。)

これは0.1mm未満はレジスト版下でスライバの扱いとなりCAMのDFMでエラーになる場合があります。レジストを連続にすることでこのエラーを回避します。

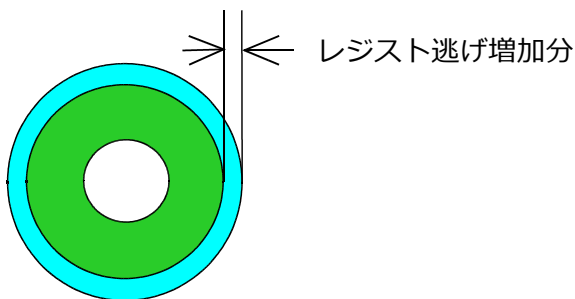
レジスト版下でのスライバ

0.1mm未満のレジストは基板から剥がれて液体内を浮遊するゴミとなり、基板上の他の場所に付着し見栄えを悪くしてしまう可能性があるため基板製造現場では嫌われます。

NTHのキリ穴の場合

別工程で加工するためにずれを考慮し、片側0.25mm(または0.5mm)増加させます。

弊社ではPAD配置のスク립トを作成していてTH、NTHでレジスト増加分などを自動で処理するようにして配置したものをフットプリント登録しています。



11.各種マークなど

ULマーク

基板製造会社に工場特有の番号があるのですべてをパターン設計者側では対処できません。
ロゴマークと番号を貼り付ける場所を確保し指定してください。

DATE Code

製造ロット(年と週)を記載するもので、通常は4桁の数字または8888の文字です。

トンボ、部分輪郭線、ターゲットマーク

印刷業界で使用する端を表すトンボに似たマークのことで基板設計でも使用されていました。
またコーナーを太目に囲った部分輪郭線も使用されていましたがどれも古い手法です。
基板の外側にターゲットマークを配置するのも同様です。
(手貼りをしていた時にずれないように貼っていた3箇所マークのことです。)

これらの図形を利用すると、それを取り除く余計な作業がCAM編集側で発生します。
基板の外側は製造側で工場独自の製造工程用の各種情報が付加されるのですっきりとさせて
おいてください。

認識マーク

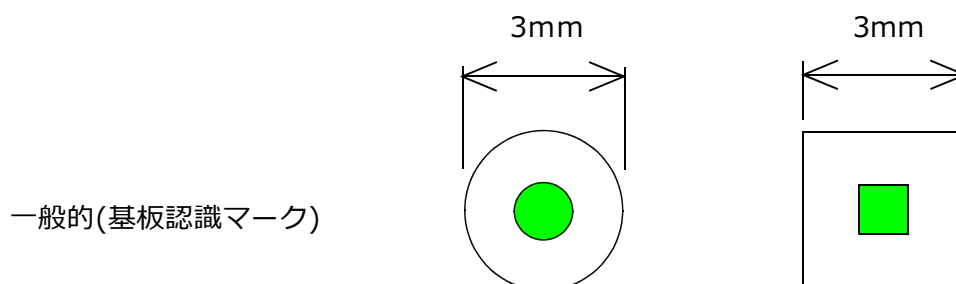
基板認識マークと部品認識マークの2つとしての使用方法があります。
後者はQFPの部品の実装や再実装時に必要となる場合があります。

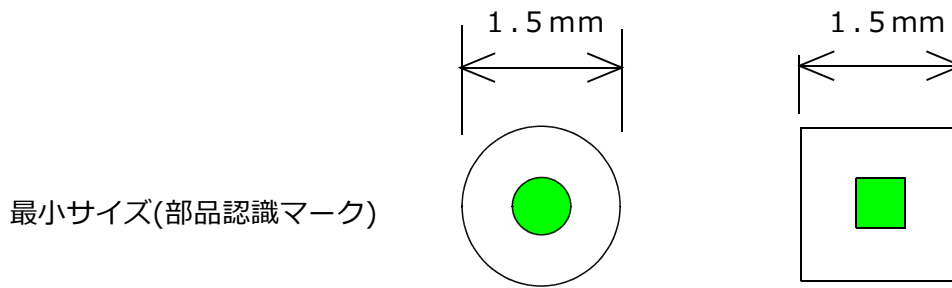
PADサイズは0.5mmを最小とし通常は1mm(または0.8mm)の丸または四角形です。
(これに応じて、レジストの逃げもPADサイズから片側0.5-1mm増加させます。)

基板製造業者側でサイズを指定される場合もあるので最小の0.5mmのサイズを使用する
場合は注意が必要です。

内層パターンの境目などの特異点に部品認識マークを配置しないように注意します。
半田面にも部品実装がある場合は、裏面に透過しない位置関係での配置が必要です。

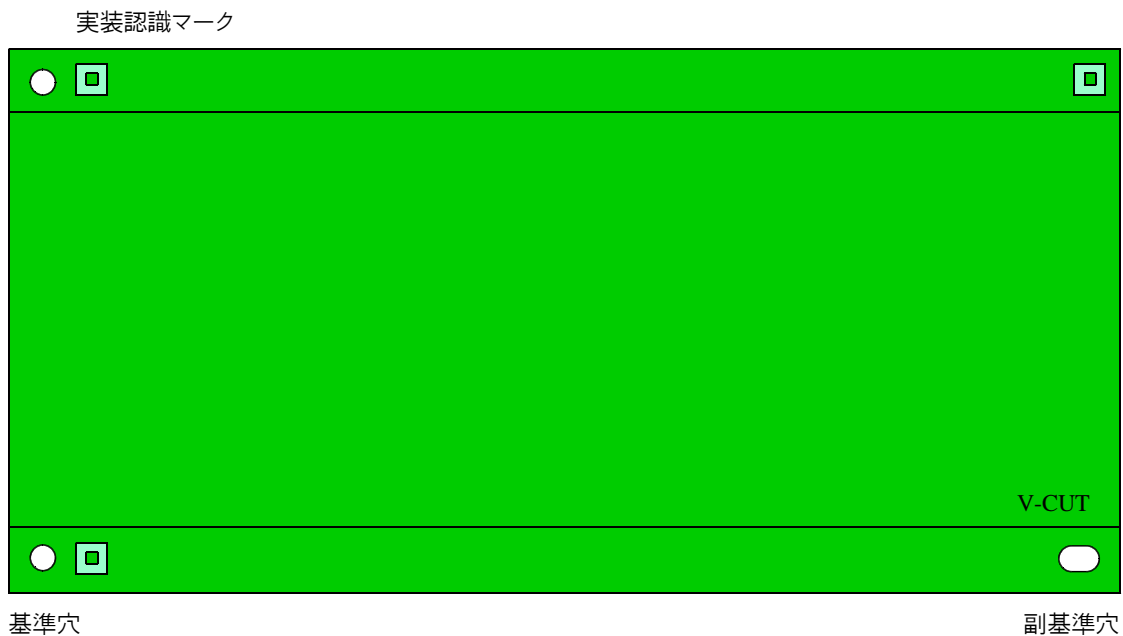
認識マークのPADにメタルマスクは不要ですが、稀に必要な場合もあるのでご注意ください。
認識マークのレジストの外側にPADの過剰エッチングを管理するためのサークルがある場合も
あります。





基準穴

捨て基板部分に配置する基板実装時に固定するNTHの穴のことで通常はφ4mmで3箇所配置します。副基準穴を取り付け時の誤差を吸収する為に長穴にする場合があります。



プレスガイド穴

多層基板ではプレス時に使用するガイド穴を基板外に要求される場合があります。
φ2.05mm(NTH) などのサイズで2箇所以上に設けます。
穴径を中途半端な値とするのは他のメインの穴と区別するためです。

加工ガイド穴

2箇所以上の基板を固定するφ2.05mm(NTH) を基板製造業者から要求される場合があります。
特に、小さい基板ではルーター加工時にその回転モーメントで動いてしまう為でもあります。
ここでも、穴径を中途半端な値とするのは他のメインの穴と区別するためです。

蛇の目基板

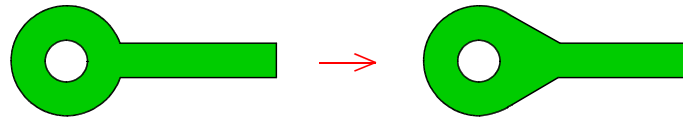
試作品や改造の可能性がある場合は基板の隅に2.54mmピッチのPADを配置します。
ランドの直径/穴径(mm)は 1.4/0.8 ~ 1.6/1.0 ぐらいがベストです。
整列しているので穴数が少ないように感じてしまいますが、かなりの穴あけ点数となって
しまうのでご注意ください。

12.ティアドロップ処理

前面パネルなど力の掛かる部分が多い時にトラック(ライン)または円弧で自動で発生させランドに接続された細いパターンを保護します。

DRCがシビアな場合はティアドロップ処理後にもDRCで再チェックすることが必要です。

アシッドトラップをその図形を被せて防止するという意味もあります。



アシッドトラップとは

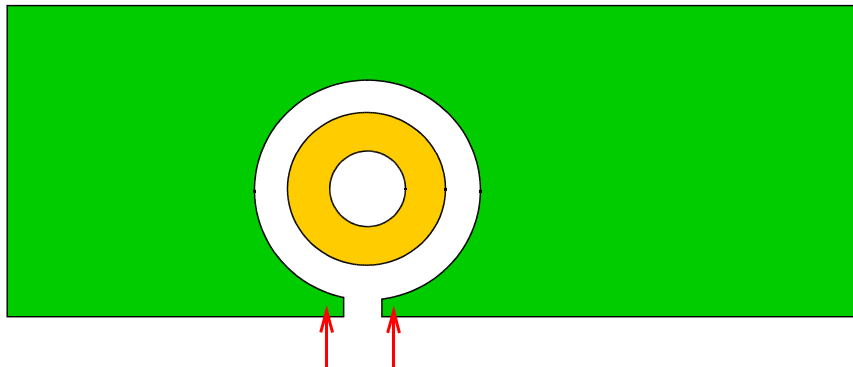
こけしの首のような鋭い窪みのことで薬品の残りによる腐食の可能性があるので嫌われます。

13.べた処理の注意点

べた塗りの場合は重ならず0.1mm以下の微小の空間がないように努めます。

ランドに回りこんだべたアースなどがスライバにならないようにチェックします。

スライバはCAMでないとチェックできない場合が多いでしょう。



ULマークを取得する場合はメッシュ状にすることで半田ディップ時の基板内部からのガス抜きをするか、1インチの円内にVIAを配置することで両面でパターンの剥がれのないように強化する必要があります。

ソリッド(ポリライン)の場合は円弧周りの分解能に注意し、拡張ガーバー時のみの対応とします。

14.端面スルーホール

半月型のランドとなるように基板製造後にルーターで切り落とします。

微小ランドでは利用不可で、標準ランドでも製造を断られるぐらいなので大きめのサイズの場合のみ処理しています。

15.メッキ仕様

通常は半田メッキ処理ですが、カードエッジ部分の金メッキ処理が可能です。

昔のように厚めの金メッキをする工場は少なく、事前にニッケルメッキ下地をしその上に金フラッシュメッキをする場合が殆どです。

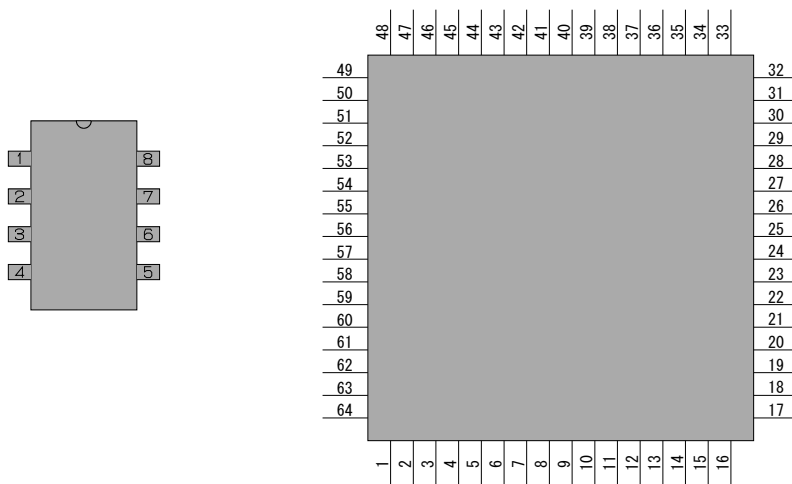
後から仕様書だけでは対応しにくい部分もあるので、部分的な金メッキをする箇所がある場合はその箇所を事前にパターン設計者に向けて告知しておきます。

16.フットプリントの仕様

SOP、DIPなどの部品は縦置きを基本とします。(左上が1番ピン)

QFNやBGAは左上を1番ピンとする配置が基本です。

QFPは過去を引きずっているのが左下を1番ピンとしたものが多いのですが、新しいデバイスで図面で左上を1番ピンに指定されている場合はその向きで作成します。



有極性部品

ディスクリートのアルミ電解コンデンサからの流れで、縦置きで上(12時方向)がプラス側またはアノードとなる配置にしています。

CRなどの無極性部品

横方向に配置し左側(9時方向)が1番ピン側です。

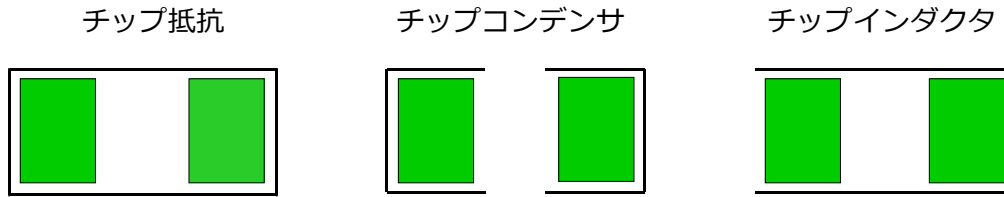
これらのデフォルトのフットプリントの向きで部品の極性有りに気付けるメリットあり。

チップ部品の外形シルクの分類

基板内で似たサイズが混在するチップ抵抗、チップコンデンサ、チップインダクタの外形シルクはそれぞれ四角く囲む、センター部分を少し空ける、平行な二本線という風に3種類に分類しています。

回路設計者が検図またはCRなどの部品交換時にREF番号で確認できないほどの密度でもこの絵柄の使い分けでわかります。

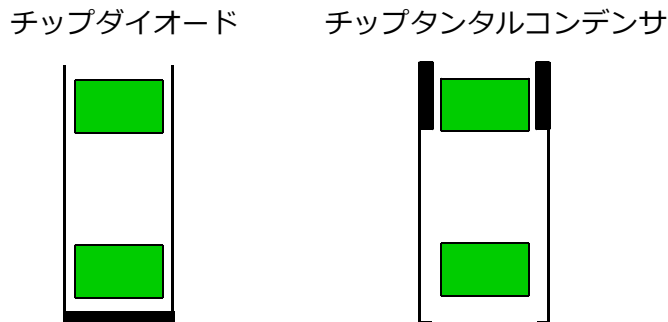
シルクを隣の部品と重複させる程の密度の場合はチップコンデンサの開いた部分をチップ抵抗のシルクで塞いでしまうこともあるので配置の順番には注意が必要です。



チップダイオードとチップタンタルコンデンサ

それぞれカソードマークとプラス側を太めの帯をシルクレイヤに配置しています。

(タンタルコンデンサは本体より電極の幅が狭い場合が多いのでPADの横側を太くしています。)



位置決めのキリ穴(NTH)

飛び出した樹脂部分の直径+0.1mmを穴径として作成します。

取り付け穴

取り付け穴や表面実装の保持用のPADはHLD*(ホールド)というランドのノード名でライブラリ管理しています。

DIPICのPADの場合

ランドのサイズをメーカー名を問わずになるべく統一してください。

そのランド径/穴径(mm)は 1.5/0.9にされる場合と、1.4/0.8にされる場合があります。

PADの直径(ディスクリット部品)

直径は穴径dの2倍にしていますが、そのようにできない場合は穴径dに0.6-0.8mmを足した値としています。

(穴径dが1mm以下の場合PAD直径はd +0.6mm、1mm以上の場合はd +0.8mm)

ICパッケージの厚みによる区別

リード線のピッチとしては同じ場合でも樹脂パッケージの厚みが違う場合もあります。

例えば

SSOP、TSOP、VSOP

そして、QFP、LQFP、TQFP などです。

フットプリントに高さ情報を記載する項目があり、STEPファイル埋め込みの都合もあるので、錐形のレベルでも区別しておいた方がいいでしょう。
どれか基本となるパッケージを作成しておいて、後から別名保存することで種類を増やしていきます。

リード線の形状によるPADサイズの区別

3ピンのTRや5-6ピンのICなどではリード線がガルウィングのように細い場合と基板と水平なフラットでやや厚めなタイプの端子があります。

(AVRなどやや熱が出るデバイスに多いようで放熱を兼ねているのでしょう。)

この場合はヒールの部分がないので半田の乗りが違ってくるのでPADサイズを変える場合があります。

型番だけで判断できない場合もあるのでパッケージの錐形で***Fなどの型番で区別して事前に準備しておく必要があります。

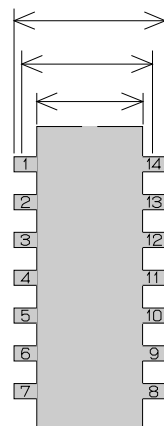


ICパッケージのシリーズ(サイズ、タイプ)の呼名

8ピン以上のICパッケージであれば*milシリーズと呼ばれる場合があります。

パッケージの呼名は3種類あるようです。

- 1.ガルウィング部分の端と端とのサイズ(これが定番)
- 2.ガルウィングでPADと接する部分の中心値 - 中心値の間隔
- 3.樹脂パッケージのサイズ



同じものでも、1から3に向かってサイズは小さくなりますが

メーカーによってどこで規定するか異なっている場合があるのでご注意ください。

例として、300milシリーズとの記載だから7.6(7.62)mmと思わず、実際の寸法図でチェックします。

特に、225milと250milシリーズやそれ以下でそういう紛らわしい状況があるようです。

ICのランド幅(表面実装用PAD)

ガルウィング部分のリード線のサイズにもよりますが下記のように最適化しています。

リード線幅の最適化に関しては不要のように思えますが3DCADでSTEPファイルにしている都合で必要となります。

間隔P / リード幅W / PAD幅(最小サイズ)

単位 : mm

0.4	/	0.18	/	0.2
0.5	/	0.22	/	0.3 (0.25)
0.65	/	0.3	/	0.35
0.8	/	0.35	/	0.5 (0.4)
1.0	/	0.4	/	0.6 (0.5)
1.27	/	0.4	/	0.6 (0.5)

ICのPADの具体的なサイズ

主に表面実装タイプのICのPADの寸法について記載しておきます。

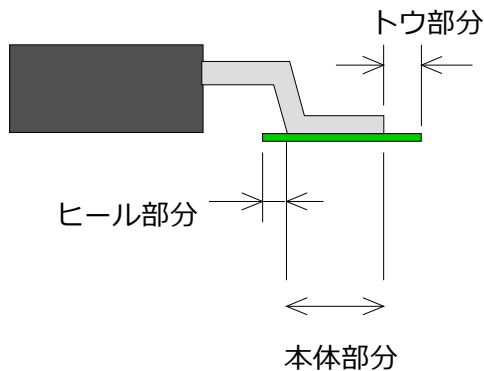
ガルウィング状の場合はPADに実際に接する本体部分以外にヒール(踵)部分とトゥ(つま先)部分があります。

下記のような値になりますが、最近はこの値も小さめにすることが多いようです。

リード線の幅とPADの横幅の関係

脇方向にも半田による濡れ(山の裾野のような懸垂線)と部品実装によるずれを考慮する必要がありますのでリード線と同じPADの幅、つまりマージン幅=0という訳にはいきません。

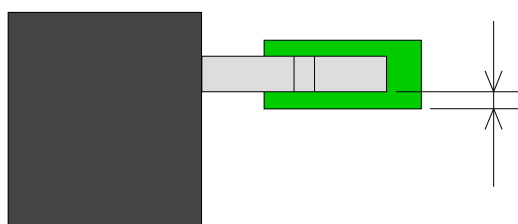
IC断面図



ヒール(Heel)部分 : 0.2 ~ 0.3mm

トゥ(Toe)部分 : 0.25 ~ 0.5mm

IC平面図



マージン幅 : 片側0.05 ~ 0.1mm

(最小で0.01mmの場合もあり)

フロー、リフローでのPADサイズの区別

PCBCAD側で自動で処理してくれればいいのですが、そういう機種も少ないようです。

その機能があったとしても実装する現場を管理したりしていない限りはパターン設計時にそれを考慮して配置することは難しいでしょう。

弊社では2012(2125)と1608の2サイズとチップLCRの3種類、つまり2×3で6種類だけR2012REF、C1608REFという風な型番で準備だけはしていますが、実際には殆ど使用しておりません。

このような訳でフローということでサイズを管理しています。

PADのレジストとシルクのクリアランス

部品のPADのレジストとシルク部分は0.1mmのクリアランスを持つようにフットプリント作成時に配置します。

PADとシルク

当然ながらPADにシルクがフットプリント作成時に掛かっているのはNGです。

小さいチップCRなどの下にはPADを避けたとしてもシルクを配置すると、それで軽い部品が僅かながら持ち上がってしまい半田付け不良となり易くなります。

このような理由から部品の下に説明用のシルクを配置するのは3216サイズ以上にしています。

PADとシルクの位置関係からCAMでのシルクカット処理はできますが、処理後の見栄えもあるので過度に期待しない方がいいでしょう。

17.メタルマスク

通常は表面実装PADと同サイズで出力されます。

PCBCADによっては無条件に処理され、メタルマスクにしたくない部分も出力されCAMなどで削除しないとイケない場合があります。

また、そのサイズを個々のPADで増大、減少させることが可能なPCBCADもあります。

メタルマスクに含まない金メッキ処理のあるPADは、部分的に処理しなければいけないので事前に指定してください。

この点に注意しないと金メッキ部分にクリーム半田が掛かってしまい、加熱後にはその部分が半田メッキになってしまうという事故が発生してしまいます。

部分的にマスキングも可能なので小ロットであれば、指定箇所を間違った場合にメタルマスクを再製作しなくてもそのマスキングで対応できる場合もあります。

メタルマスクはエッチングとレーザー加工で切り出すという2種類の製作方法があります。

その為、後者であれば基板製造会社での製作ではない場合もあります。

(部品実装業者に最適化したメタルマスクの製作も必要になります。)

18.提出データ

ガーバーデータ(基板製造業者向け資料)

必要な各層のガーバーデータ以外に基板外形も出力します。

事前にその基板外形と他のものと合成してしまうとCAM作業で取り除く余計な作業が発生してしまいます。

出力形式は拡張ガーバーにてミリ系で4.3フォーマット、絶対座標、リーディングZEROサプレスで出力します。

現在は拡張ガーバーで出力するのが定番です。

表面実装部品が多いと、多数のDコードを発行することになるので標準ガーバーではCAM編集側でのミスが発生しやすいです。

ミリ系であれば分解能は4.3フォーマットで問題ないでしょう。

(極端に細かいものであれば4.4フォーマットということも有り得ます。)

ZEROサプレス処理はガーバーデータをなるべく少なくするという過去の遺跡でもあるのでその処理を選択しなくとも問題ありません。

またリーディング、トレーディングもどちらにするかは過去の流れや自社の決め事で判断します。

(パッドマスターも過去の遺跡なので出力しなくて問題ありません。)

NCデータ(基板製造業者向け資料)

出力はExcellon形式でミリ系で4.3フォーマット、絶対座標、リーディングZEROサプレス処理で出力します。

ガーバーデータとの形式はなるべく統一しないとCAM編集側で混乱を招きます。

この場合にヘッダー部分の記述は*****、RZとなります。

これは後ろにゼロありという意味で、つまりリーディングZEROサプレスの前処理したことを意味します。また、トレーディングZEROサプレス処理を行った場合はLZと表示されます。

(逆のように感じますが、規格では「午前中ではありません」という中途半端な表現や前処理はNGで「午後」というように、はっきりわかるような表記にされます。)

ドリル図(基板製造業者向け資料)

NCデータの補足としてPDFで出力し添付します。

ツールコード

ツールコードとは穴あけ用ドリル分類リストのことです。

これはNCデータのヘッダー部分にあるテキストで代用してください。

敢えて指定して欲しいといわれる場合、その部分をコピーするなどしてください。

スルーホール穴とノンスルーホール穴を区別しない基板設計CADの場合に、同じ穴径の時は

ツールコードが同じになってしまいNGです。

そこで、どちらかの内径寸法に0.01mm程度プラスするなどして両者を区別させる細工を事前しておく必要があります。

ピックアンドプレースファイル(部品実装業者向け資料)

部品や使用PADの座標をPCBCADからファイル出力し提出します。

部品表(部品実装業者向け資料)

回路図エディタ(SCHCAD)の場合は両面(TOP/BOT)が混在した部品表となります。

基板設計CAD(PCBCAD)から出力する場合はどちらの面(TOP/BOT)に実装しているかを区別した部品表を出力できるものもあります。

メタルマスク(部品実装業者向け資料)

出力形式は拡張ガーバーにてミリ系で4.3フォーマット、絶対座標、リーディングZERO サプレスで出力します。

メタルマスクは基板製造業者ではなく実装業者側で作成する機会が多いので実装する層のメタルマスクのデータに加え、基板外形のガーバーデータも添付してください。

マウント図(部品実装業者向け資料)

パターンの検図用またはその最終的な図面

PCBCADでマウント用に作成した専用の図面

(「Altium Designer」での呼び名である「ドラフトマン」でマウント図を作成しています。)

この資料は顧客側としては部品実装の見積もり資料としても役立ちます。

3DPDF(回路設計者、機構設計者または部品実装業者向け)

STEPファイルから生成した3DPDF図面

場合によっては3DCADの展開図をDXF出力する場合があります。

機構図面(機構設計者向けの基板上の部品のDXFデータ)

機構関連の図面に基板のコネクタの位置や情報を伝えて機構検討図に反映します。

ドーターボードがある場合などは高さやコネクタの位置も重要になります。

早めのフィードバックで不具合もわかるので機構設計者と基板設計者との意思の疎通をよくしておきましょう。(設計後でなくて設計途中での情報共有が重要です。)

回路図(回路設計者向け)

回路図を部分的に修正したり、型番を変更したり、ノードを修正または統一するのを基板設計業者側が担う場合にはその修正した回路図を回路設計者にフィードバックします。

できればリビジョン管理もしておきます。

19.製造仕様書

基板製造会社向けに仕様書または仮仕様書(チェック用、雛形)を記載します。

回路設計者が基板設計者にパターン設計を依頼する場合にラフでもいいのでこの仕様が必要です。

誰が基板の仕様を決めるのかを事前にはっきりしておく必要があります。

基板設計担当者が直接的に基板を注文する訳ではない場合は仕様書を作成しないでしよう。

そうなると基板注文時に仕様書がなくて、資材または(外部からの)パターン設計データを受け取った回路設計者が困る場合があります。

通常、基材(材質)、基板サイズ、板厚、銅箔厚、基板構成、多層の場合はレイヤ積層する順序レジストとシルクの構成層、(露出した銅箔部分の)半田メッキなどの仕上げ、そして基板名と工番名、基板発注者、注文枚数などを記載します。

板厚(mm)

一般的に板厚は 0.4/0.6/0.8/1.0/1.2/1.6/2.0/2.4 などがあります。

多層基板の場合は、複数のプリプレグの積み重ねで各層の厚みを調整できます。

レイヤを積層する順序(層構成)

これによっては電気的性能が変わることもあるので適当に決めるのはNGです。

多層プレスを基板製造業者が外注に出している場合は、その構成や厚みの選択肢が減る場合があります。

最小パターン幅と最小VIAを記載した方が、製造時にオプション扱いになるかどうか早めにわかります。

これ以外に、製造しやすいようにシルクカットをCAM編集側でしてもよい場合はその旨の許可やガーバーデータの編集権を基板製造側に引き渡す旨を明示します。

(試作基板や基板設計や発注に慣れていない場合は細かい点を現場にお任せにするのも手です。)

インターネット経由で基板注文をする場合にも詳しい仕様書を添付しておくこと、注文時のフォーマットの内容との矛盾があれば、その点について問い合わせがあるのでミスが防げます。

Appendix

■ ネットリスト形式

弊社ではプロテル、TANGO形式(またはTELESIS形式)を社内標準としています。
ORCADの場合も同様にプロテル、TANGO形式での出力をお願いしています。
但し、ORCADからTANGO形式で出力するとハイフンの部分がカンマになるので
テキストエディタで置換しないと処理でエラーになるソフトウェアがあります。

部品情報部分は社内登録された型番になるようにEXCELマクロで自動的に置換させて利用している
ので、ネットリスト形式を統一する必要がありました。

接続情報を顧客に再チェックしてもらう場合もありますが、その時のためにこれもEXCELの
マクロにて確認し易いTELESIS風に変換しています。

これ以外にPADS形式は部品情報部分は理解しやすいでしょう。

回路設計CADが異なってもOEM関係なのかネットリスト形式は似たものが多いようです。

ネットリストはテキストエディタで修正する機会が多いでしょうが、定番の修正の場合は
テキストエディタのマクロを使用したり、AWKなどのテキスト加工ツールも利用可能です。
EXCELマクロで置換テーブルを利用するという手法もあります。

■ ODB++

設計ファイルをレイヤで管理してフォルダ構造または圧縮された一つのファイルとして扱われます。

*.tgzファイルは圧縮形式の一つでフリーソフトウェアなどでフォルダ構造のファイルを圧縮
することで作成可能です。

基板設計CADでは出力できる機種が増えていますがインポートできると他のPCBCADに乗り
換えられるという諸刃の剣なのでそういった機種は少ないようです。

CAM側にPCBCAD側のネットリストをそのまま伝える手段にもなります。

各種シミュレーションをする場合にもインポートし利用されます。

まだ若干の方言があるように見受けられます。

■ 部品の種類

挿入実装部品IMD(Insertion Mount Device)

IMDよりはディスクリット部品と呼ぶことが多いでしょう。

表面実装部品SMD(Surface Mount Device)

■ 配線方向と角度

デジタル回路の多層基板の場合は、隣り合う層では配線方向を90度変えたマトリックス

配線をします。

隣り合う層が全く異なる機能の場合も配線方向が90度違うことにより影響が最小限になりますし、反りも減ることになります。

曲げの角度は45度として配線の距離を減らします。これにより熱膨張時の歪みの吸収にも寄与します。

長い引き回しとなる場合は敢えて途中でVIAを挿入して層を変え、べたアースで囲めるようにするとEMI対策上は有利です。

VIAを使用しないで一筆書きした方がいいように思いがちですが、それが裏目になることもあるので回路によって判断してください。

■ IDF形式(Intermediate Data Format)

3DCADで利用するのが目的で一般的に2組のファイルがペアになっています。

各種シミュレーションをする場合にもインポートして利用されます。

ネットリスト内のREF番号、型番名、コメント(または値)がそのまま3DCAD側に伝わるのであるべくその項目は空白にしないで埋めておいた方がいいでしょう。

慣れれば出力されたファイルをテキストエディタで編集したり、置換したりすることも可能です。

< 改版履歴 >

Rev.1.0	Mar. 20 2011	初版作成
Rev.1.1	Jun. 30 2012	項目追加
Rev.1.2	Feb. 10 2017	公開用に再修正
Rev.1.3	Feb. 13 2017	項目追加

< 免責事項 >

記載されている操作により発生した結果については、一切の責任を負いかねます。

< 登録商標 >

Altium Designer、Protel、P-CAD、Camtasticとそのロゴは Altium Limited社の商標または登録商標です。
OrCADは、Cadence Design Systems, Inc. の登録商標です。
PADSは、Mentor Graphics社 の登録商標です。
DXF、DWGは米国Autodesk Inc. 米国およびその他の国における商標または登録商標です。
Windows・Microsoft Excel・Microsoft Word・Visual Basic は米国 Microsoft Corporation の米国およびその他の国における登録商標です。

本書に記載されているそれ以外の登録商標や商標はそれぞれの所有者の財産であり、商標権を主張するものではありません

著者： 泉 茂夫

山口県周南市長穂330番地

基板設計会社 SOPHIL

TEL: 0834-88-0504

HP : <http://www5b.biglobe.ne.jp/~sophil/index.html>

E-Mail: sophil@mug.biglobe.ne.jp

Copyright © 2017 SOPHIL All Rights Reserved.