製造のための
プリント基板設計ガイド

From seeedstudio

翻訳: ツール・ラボ　佐倉正幸
編集: 曾婷 坪井義浩

fusionpcb.jp
www.seeedstudio.com

目次

1. 概要....3
2. Seeed Fusion プリント基板仕様....4
2.1 製造に必要なファイル....4
2.2 プリント基板ガーバーファイル....4
2.3 プリント基板 仕様 (FR4-TG130)....5
3. プリント基板の積層構造....8
3.1 レイヤ構造....8
4. プリント基板サイズの仕様....9
4.1 プリント基板の仕上がりサイズ....9
5. 表面処理....11
5.1 はんだレベラ (HASL)....11
5.1.1 処理....11
5.1.2 用途....11
5.2 無電解ニッケル/置換金メッキ(ENIG)....11
5.2.1 処理....11
5.2.2 用途....11
5.3 プリフラックス(Organic Solderability Preservatives / OSP)....11
6. PCBA 組み立て....12
7. 銅箔パターン設計....13
7.1 推奨するパターン幅、間隔、配線....13
7.2 はんだパッドとパターンの接続....14
7.3 銅箔ベタの設計条件....16
8. ソルダマスクの設計....17
8.1 銅箔パターンに対するソルダマスクの設計....17
8.2 ホールに対するソルダマスクの設計....17
8.2.1 ビアのホール....17
8.3 位置調整ホール....17
8.3.1 位置決めホール....18
8.3.2 埋め込みビアとプラグ型ビア....18
8.4 はんだパッドのソルダマスク設計....19
8.5 ゴールドフィンガーのソルダマスク設計....20
9. シルクスクリーンの設計....22
9.1 シルクスクリーン設計における検討項目....22
9.2 シルクスクリーンの内容....22
10. ホールの設計....24

10.1 メッキドリルホールと非メッキドリルホール....24
10.1.1 一般的なホール間隔....24
10.1.2 ビアのホールのレイアウト禁止領域....24
10.2 メカニカルホールの設計....25
10.2.1 ホールの種類....25
10.2.2 スペース条件....25
11. 基準マークの設計....26
11.1 分類....26
11.2 基準マークの構成....26
11.2.1 パネル基準マークと画像基準マーク....26
11.2.2 ローカル基準....26
11.3 基準マークの位置....27
11.3.1 パネル基準マーク....27
11.3.2 画像基準マーク....27
11.3.3 ローカル基準マーク....28
12. パネライズとブリッジの設計....29
12.1 V カット加工....29
12.2 ミシン目ホールの設計....30
12.3 パネライズ....30
12.4 変則的な形状のプリント基板のパネライズ....33
13. 部品配置の検討....35
13.1 一般的な部品配置の条件....35
13.2 リフローはんだ付け....36
13.2.1 SMD 部品の一般的な条件....36
13.2.2 SMD 部品配置条件....36
13.2.3 リフローはんだ付けを行う場合のスルーホール部品のレイアウト条件....39
13.3 ウェーブはんだ付け....39
13.3.1 ウェーブはんだ付けを行う場合の SMD 部品のレイアウト条件....39
13.3.2 スルーホール部品の共通レイアウト条件....42
13.3.3 ウェーブはんだ付けスルーホール部品の一般的な条件....42

1. 概要

"Seeed"は、メーカーズの発想を独創的な製品に育て、高品質な数々のテクノロジーを確実に提供する革新的なハードウエアプラットフォームです。"Seeed Fusion Service"では、PCB(Printed Circuit Board)サービス、PCBA(プリント基板部品実装)サービスや、その他エレクトロニクスやメカニカルなカスタムサービス(CNC 加工、3D プリンティング、プリント基板設計サービス)などの、ワンストップ・プロトタイピングサービスを提供しています。

Seeed はエレクトロニクス産業界において、すでに 9 年以上活動しており、非常に多くの製造実績を積んでいます。設計と実際の製造のギャップを埋めるため、また弊社の理念である「独創性を育てる」ことを実現するために、9 年間の製造経験をこのマニュアルにまとめました。

なお、誤字脱字や曖昧な表現を見つけられましたら、是非ご連絡ください。さまざまなコミュニティにとって価値あるものにするためにも、このマニュアルを更新していきますので、アドバイスや提案などございましたら、fusion.jp@seeed.cc までご連絡ください。また、最新のプロトタイプサービスの内容や仕様については、弊社のウェブサイト www.seeedstudio.com (英語)、fusionpcb.jp(日本語)にアクセスをお願いいたします。

このマニュアルには、形状、階層構造、設計基準、部品配置、配線パターン、ドリルホール、ソルダマスク、表面処理、シルクスクリーンなど、DFM に基づく PCB 設計パラメータの仕様を記載しています。

2. Seeed Fusion プリント基板仕様

2.1 製造に必要なファイル

［1］ PCB(プリント基板)のみのサービス:

銅箔回路レイヤ、ソルダマスクレイヤ(それぞれのレイヤ用)、シルクスクリーンレイヤ(オプション)、メカニカルレイヤ(1 設計あたり 1 ファイル)、ドリルファイル(1 設計あたり 1 ファイル)

［2］ PCBA（プリント基板と組み立て）サービス:

PCB サービスのファイルと、部品リスト(BOM)

［3］ ステンシルサービス:

ソルダマスク/ソルダペーストレイヤ、1 枚のステンシルの有効領域内が十分な面積がある場合、おもて面と裏面のマスク/ペーストレイヤは 1 枚のステンシルに作成されます。

2.2 プリント基板ガーバーファイル

「ガーバーフォーマット」は、オープンな 2D バイナリベクタイメージのファイルフォーマットです。このフォーマットは、プリント基板(PCB)産業で標準的に使用されているソフトウエアで、プリント基板の銅箔レイヤ、ソルダマスク、凡例などのデータを記述するものです。カーバーファイルは.rar や.zip などの標準的な圧縮フォーマットで一つのファイルにまとめてください。

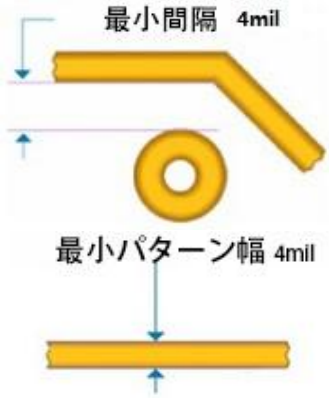
拡張子	レイヤ
pcbname.GTL	表面銅箔
pcbname.GTS	表面ソルダマスク
pcbname.GTO	表面シルク印刷
pcbname.GBL	裏面銅箔
pcbname.GBS	裏面ソルダマスク
pcbname.GBO	裏面シルク印刷
pcbname.TXT	ドリル
pcbname.GML/GKO	基板外形
pcbname.GL2	内部レイヤ 2（4 層以上の場合）
pcbname.GL3	内部レイヤ 3（4 層以上の場合）

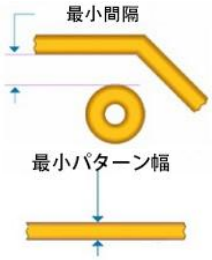
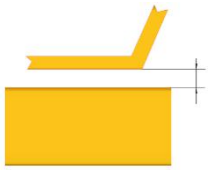
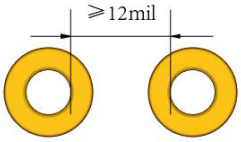
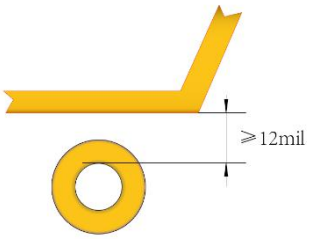
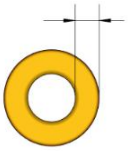
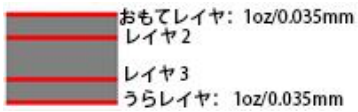
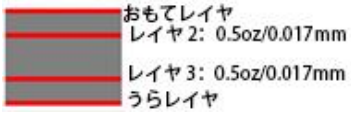
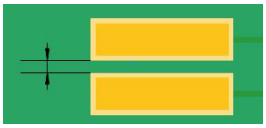
注意:

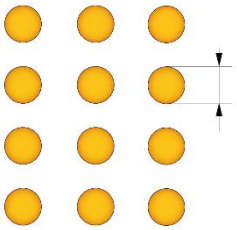
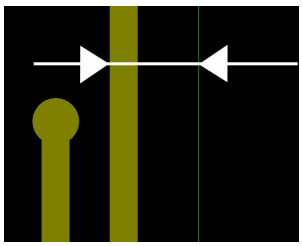
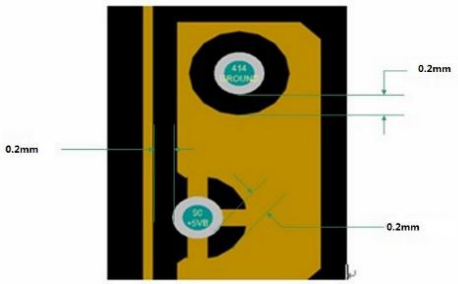
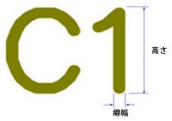
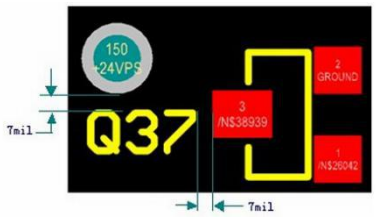
1. ガーバーファイルは RS-274X フォーマットにしてください。
2. ドリルファイル(pcbnme.TXT)は Excellon フォーマットにしてください。
3. ガーバーファイルとドリルファイル(pcbname.TXT)は、一つの圧縮ファイルにまとめてください。
4. ボード(プリント基板)の外形データは必ず含めてください。

2.3 プリント基板 仕様 (FR4-TG130)

単位：mm

項目	内容	仕様
基板サイズ	最小サイズ	10mm*10mm メモ：このサイズ以下の基板を製作したい場合、切り分けるための溝を入れ、大きいサイズの基板として設計すれば製作できます(パネライズ)。
	最大サイズ	500*500mm
レイヤ数		1-16 層
注文可能枚数	最小枚数	5 枚
	最大枚数	8000 枚
誘電率		4.2 - 4.7
誘電体分離厚		0.075 - 5.0
基板厚	1-2 層	0.6 / 0.8 / 1.0 / 1.2 / 1.6 / 2.0 / 2.5 / 3.0
	4 層	0.8 / 1.0 / 1.2 / 1.6 / 2.0 / 2.5 / 3.0
	6-8 層	1.0 / 1.2 / 1.6 / 2.0 / 2.5 / 3.0
	10 層	1.2 / 1.6 / 2 / 2.5 / 3.0
	12 層	1.6 / 2.0 / 2.5 / 3.0
	14 層	2.0 / 2.5 / 3.0
	16 層	2.5 / 3.0
銅箔厚		1oz. 2oz. 3oz.
基板厚許容誤差		± 10%
最小パターン幅・間隔		銅箔厚 1oz のとき、4 /4mil, 5/5mil, 6/6mil 銅箔厚 2oz のとき、10/10mil 銅箔厚 3oz のとき、15/15mil

内部レイヤの最小パターン幅・間隔(4 層の場合)		6mil
パターンとベタ領域の最小間隔		銅箔厚 1oz の場合 ≥ 8mil 銅箔厚 2oz の場合 ≥12mil 銅箔厚 3oz の場合 ≥15mil
ビア同士の最小間隔		12mil
PTH(メッキスルーホール)とパターンの最小間隔		12mil
アニュラ・リング (ドリルホールの周囲のパターン幅)		≥ 0.15mm [6mil]
表面レイヤの銅箔厚		0.035 - 0.07mm (1oz - 2oz の場合)
内部レイヤの銅箔厚		0.017 (0.5oz の場合)
ドリルホール径		0.2 - 6.5mm
ソルダマスクダムの幅		標準: ≥0.32mm (緑色) ≥0.35mm (その他の色) 制限 (追加料金が必要): ≥0.10mm (緑色) ≥0.13mm (その他の色)
端面スルーホール径	最小	0.6mm

BGA サイズ		6mil の場合 ≥ 0.45mm 5mil の場合 ≥ 0.35mm 4mil の場合 ≥ 0.25mm
プリント基板端と回路の間隔		0.3mm
内部レイヤ配線パターンとノンスルーホール間の距離		0.2mm [8mil]
シルク印刷の最小高さと線幅		高さ: ≥0.5842mm /23mil 線幅: ≥0.1016mm / 4mil
シルク印刷の完全アスペクト比		1:5
シルク印刷色	ソルダマスクが緑、赤、黄、青、黒の場合	白
	ソルダマスクが白の場合	黒
パッドとシルク印刷間距離		0.15mm [6mil]
切削溝の最小幅		0.8mm
溝幅許容誤差		± 0.15mm
V カット加工時の基板サイズ	最小	70 * 55mm
	最大	380 * 380mm
	切り離し基板の最小	8 * 8mm
PCB 製造日数	基板設計条件により変動	3〜14 営業日

3. プリント基板の積層構造

3.1 レイヤ構造

[4] プリント基板の積層は、一般的に 2 種類のタイプがあります。銅箔構造とコア基板構造です。コア基板のタイプは、特殊な多層基板や混在基板に使用されます。

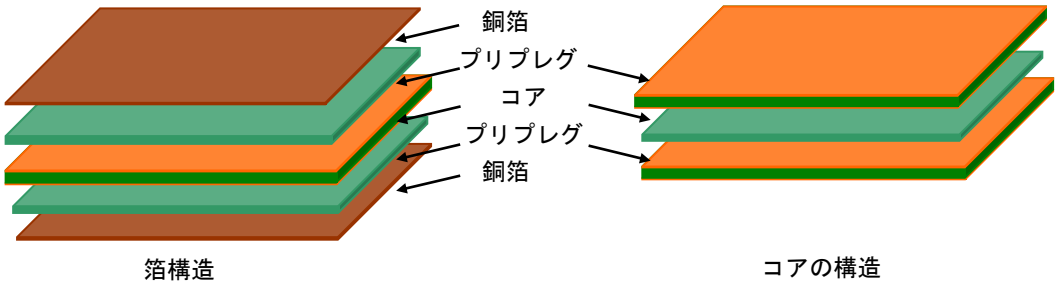


図 1: プリント基板積層タイプ

[5] 一般的に、外部レイヤには 0.5oz の銅箔が使用され、内部レイヤには 1oz の銅箔が使用されます。内部レイヤ同士の非対称の厚さのコア基板の使用は避けます。

[6] プリプレグレイヤ厚(補強材レイヤ厚)、使用するレジンのタイプ、銅箔の厚さ、レイヤ割当てタイプ(銅箔レイヤ、回路レイヤ)を含めて対称になるように考慮した設計を行います。レイアウトは対称軸を中心に、できる限り対称になるようにします。

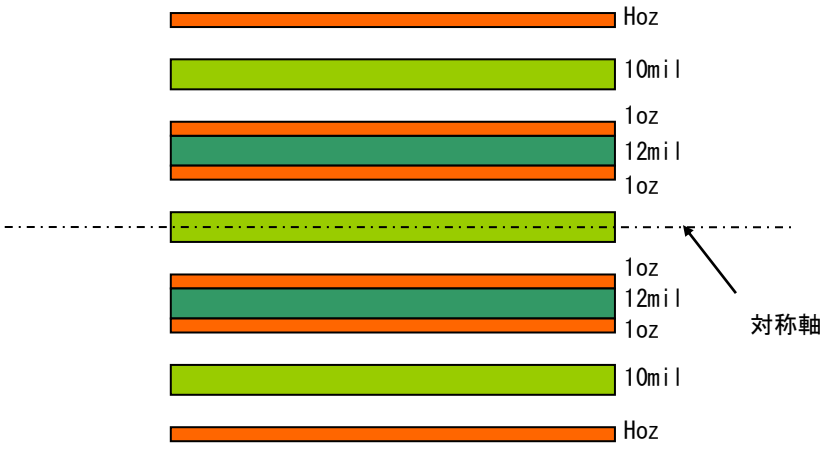


図 2: 対称な基板レイヤ設計

4. プリント基板サイズの仕様

4.1 プリント基板の仕上がりサイズ

[7] 最大基板サイズは 500x500mm です。最小基板サイズは 10x10mm です。

[8] 最大基板厚は 3mm です。最小基板厚は 0.6mm(1 層または 2 層基板のみ)です。

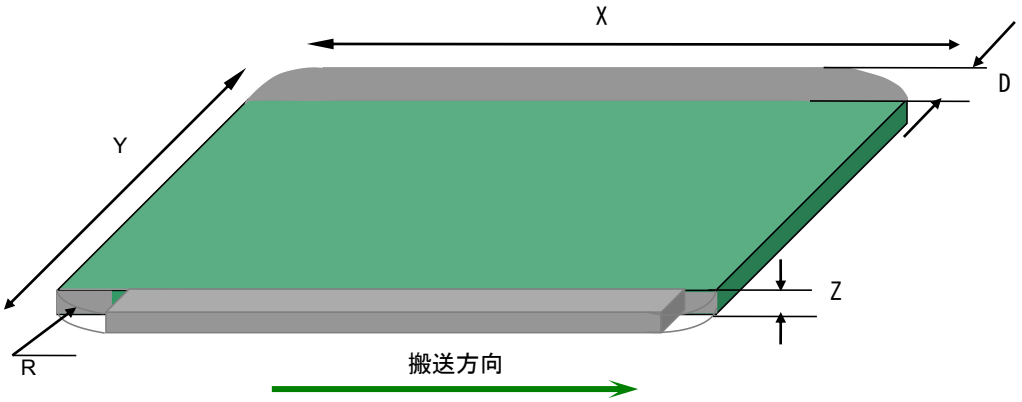


図 3: プリント基板サイズ

[9] プリント基板の幅と厚さの比の推奨値は Y / Z ≤ 150 です。

[10] プリント基板の長さと幅の比の推奨値は X / Y ≤ 2 です。

[11] 基板厚が 0.8mm 以下の場合、基板の湾曲を防ぐために銅箔は均一にする必要があります。小さい基板が多い場合は、固定装置を使用することが推奨されます。

[12] 基板の主要となる辺が余白領域の条件を満たさない場合、搬送方向に 5mm 以上のマージン幅を追加することが推奨されます。

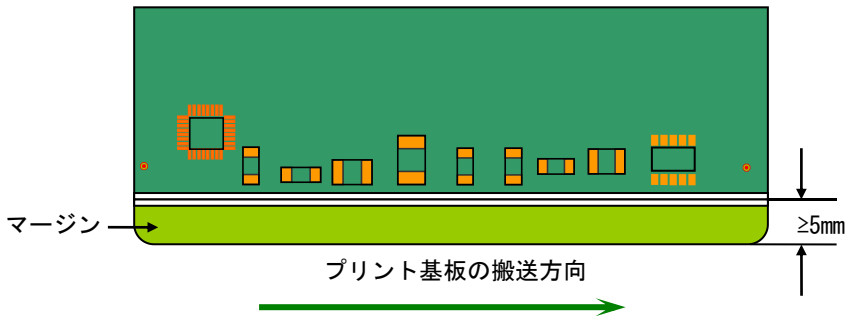


図 4: プリント基板の最小マージンサイズ

[13] 部品本体はプリント基板からはみ出すことはできません。以下の条件を満たす必要があります。

- はんだパッド端(あるいは部品本体)から基板の主要となる辺までの最小距離は 3mm です。
- リフローはんだ付け以外では、部品がプリント基板からはみ出す場合、マージン幅は以下のようになります。

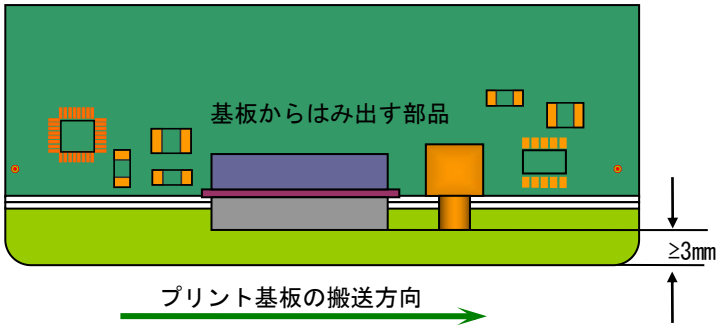


図 5：はみ出し部品のマージン条件

- リフローはんだ付け以外では、部品がプリント基板からはみ出す場合、図 6 に示すように、0.5mm の空き領域を確保してマージンに収める必要があります。

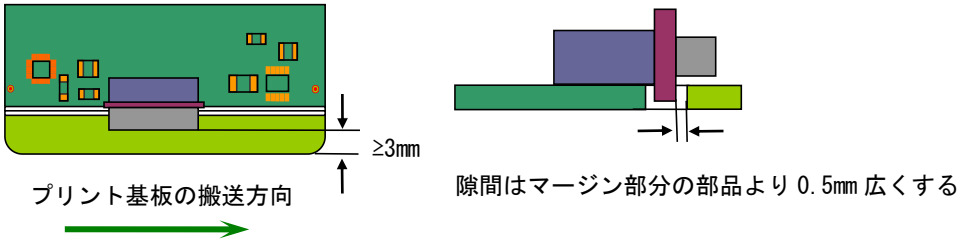


図 6：はみ出し部品の隙間の条件

5. 表面処理

5.1 はんだレベラ (HASL)

5.1.1 処理

[14] プリント基板を溶融した銀スズ合金で多い、余分についた部分は熱風で取り除きます。銅箔上の合金コーティング厚は 1μm から 25μm です。

5.1.2 用途

[15] HASL の場合、コーティング厚を調整することは難しく、銅箔パッドの形状を正確に維持することも難しくなります。ファインピッチ部品では平坦なパッドが必要なため、このような部品が必要なプリント基板には推奨されません。さらに、HASL 処理の熱の影響により、プリント基板が湾曲する可能性もあります。従って、基板厚が 0.7mm 未満の非常に薄いプリント基板ではこの表面処理は推奨されません。

5.2 無電解ニッケル/置換金メッキ(ENIG)

5.2.1 処理

[16] 無電解ニッケル/置換金メッキ(ENIG)は、銅箔パッドの酸化を防ぐために、ニッケルでメッキ後、金で置換メッキする処理です。ENIG で処理をしたプリント基板の銅箔表面は、ニッケルのコーティング厚が 2.5μm から 5.0μm、置換金メッキ層厚は 0.08μm から 0.23μm です。

5.2.2 適用

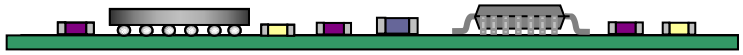
[17] フラットな表面になるため、この処理はファインピッチ部品を使用するプリント基板に適しています。

5.3 プリフラックス(Organic Solderability Preservatives / OSP)

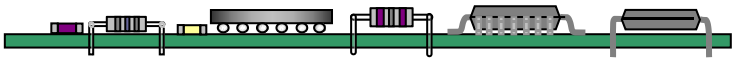
[18] この処理は、露出した銅箔パッドをオーガニック材料で薄くコーティングするものです。現在、推奨されているオーガニック材料は、Enthone Entek Plus Cu-106A で、0.2 μm-0.5μm の厚さになります。非常にフラットなコーティングのため、ファインピッチ部品を使用するプリント基板では非常に人気があります。

6. PCBA組み立て

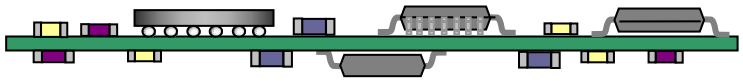
［19］　プリント基板は、表面実装部品(SMT)のみ、スルーホール部品のみ、あるいは混在させ、基板の片面、あるいは両面に実装することが可能です。



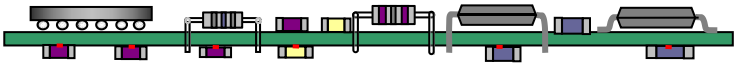
片面SMT実装



片面混在実装



両面SMT実装



両面混在ウェーブはんだ

図 7: PCB 組み立てタイプ

7. 銅箔パターン設計

7.1 推奨するパターン幅、間隔、配線

[20] 銅箔パターンの幅と間隔は銅箔厚とパターンを形成するレイヤによって変わります。銅箔厚ごとの外部レイヤ、内部レイヤの推奨されるパターン幅と間隔を表 1 に示します。

表 1: 幅と間隔の最小値

銅箔厚 (oz)	外部レイヤのパターン幅と間隔 (mil)	内部レイヤのパターン幅と間隔(mil)
1	4	6
2	6	6
3	8	6

[21] 外部レイヤでは、パターンと銅箔パッドの間隔は図 8 に示す条件を満たす必要があります。

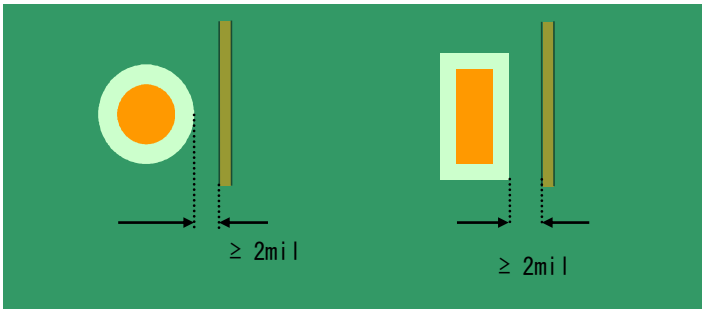


図 8: 推奨されるパターンとパッドの間隔

[22] 外部レイヤのパターン、内部レイヤの電源/グラウンドベタ、グラウンドバスのパターンの基板端までの距離は 20mil 以上必要です。

[23] 外装が金属の部品(ヒートシンクなど)の場所にはパターンを作成することは避けてください。外装が金属の部品の外周は 1.5mm のスペースを空ける必要があります。

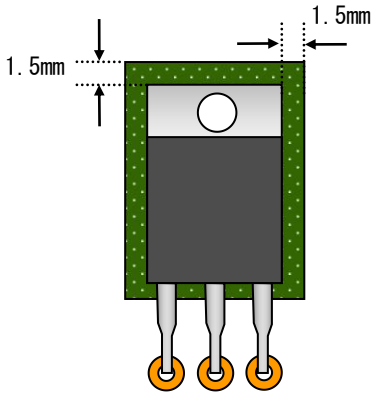


図 9: 金属外装部品の周囲のスペース

[24] パターンと非メッキスルーホール間の距離を表 2 に示します。

表 2: パターンと非メッキスルーホール端までの距離

ホールサイズ	パターンからホール円周までの距離	
NPTH < 80mil (NPTH: 非メッキスルーホール)	部品取付けホール	NPTH < 80mil (NPTH: 非メッキスルーホール)
	それ以外	8mil
80mil < NPTH < 120mil	部品取付けホール	80mil < NPTH < 120mil
	それ以外	12mil
NPTH > 120mil	部品取付けホール	NPTH > 120mil
	それ以外	16mil

7.2 はんだパッドとパターンの接続

[25] はんだパッドに接続するパターンは対称にする必要があります。

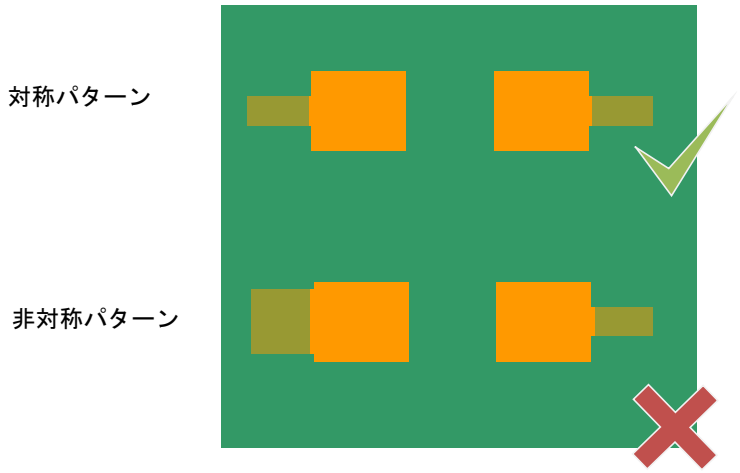


図 10: 対称・非対称パターン

[26] パターンは、はんだパッド辺の中心から引く必要があります。パターンを貫通させることは避けてください。

図 11: パターンのパッド引き始め位置

図 12: パターンとパッドのずれ

[27] パターン幅がパッドより大きい場合、パターンをパッドに重ねて接続することは避けてください。図 13 に示すように、パッドとの接続部分でパターン幅を狭くする必要があります。ファインピッチ部品の隣り合うピンを接続する場合、それらのパッドを最短距離で直接接続することは避けてください。その場合は、図 14 に示すようにパッド列の外側を迂回するようにパターンを作成してください。

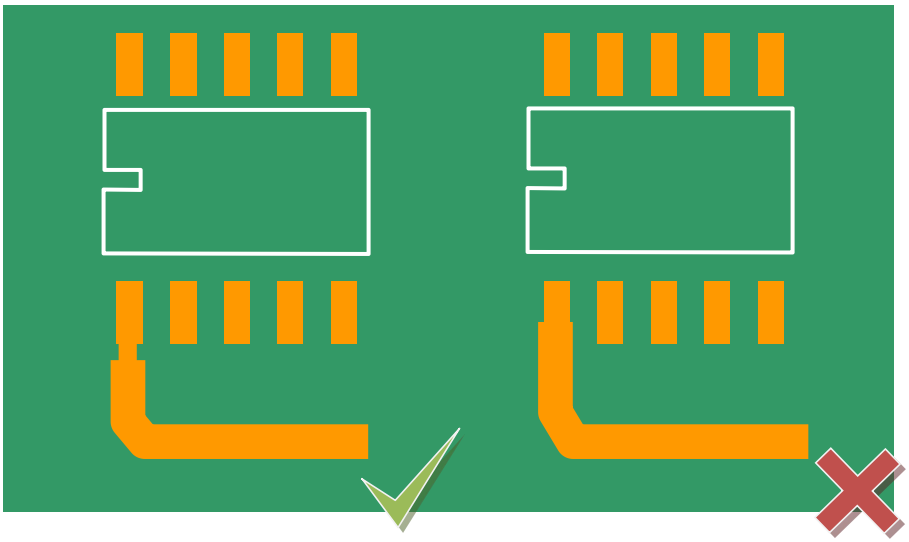


図 13:パターン幅がパッドより広い場合の接続

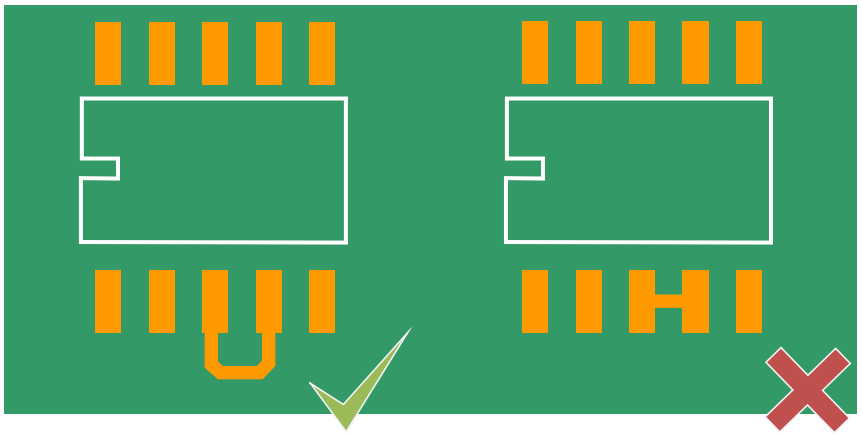


図 14: ファインピッチ部品の隣り合うパッドの接続

[28] パターンとホールの確実な接続のために、以下の設計が推奨されます。

図 15: パターンとホールの接続

7.3 銅箔ベタの設計条件

[29] 同じレイヤの配線パターンの分布が一様でない場合、または異なるレイヤの銅箔の分布が非対称の場合、銅箔ベタはハッチパターンで設計することが推奨されます。

[30] 基板上に銅箔がない大きな領域が存在する場合、銅箔分布を一様にするために銅箔ベタを利用することが推奨されます。

[31] 銅箔のグリッドサイズの推奨値は約 25mil x 25mil です。

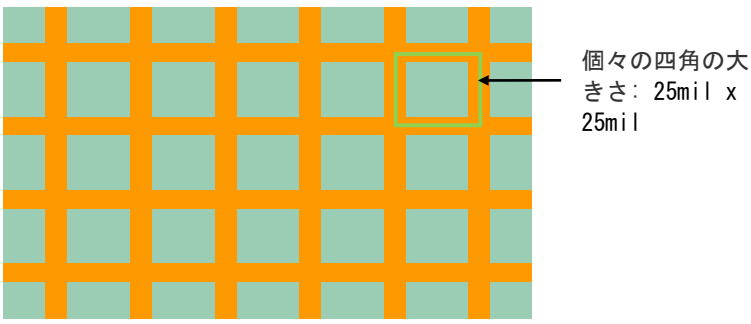


図 16: 銅箔グリッドの設計

8. ソルダマスクの設計

8.1 銅箔パターンに対するソルダマスクの設計

［32］ 一般的にソルダマスクは銅箔パターンを覆いますが、特別なケースでは特定の条件によりパターンを露出させる場合があります。

8.2 ホールに対するソルダマスクの設計

8.2.1 ビアのホール

［33］ 図 17 に示すように、基板の両面において、ビアのホールではホールの中心から一定距離のソルダマスク開口部が必要です。開口部の直径は、メッキ穴の中心から直径 D に対し、D + 5mil 必要です。

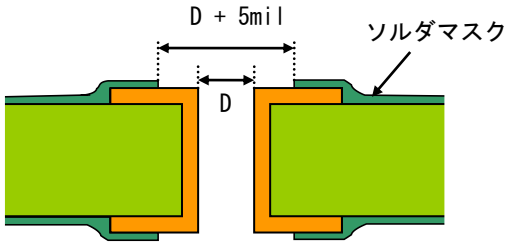


図 17: ビアのホールのソルダマスク開口部

8.3 位置調整ホール

［34］ 金属のリベットホールでは、ソルダマスク開口部は、メッキホールの基板両面でリベットホールの中心から直径に対し+6mil 必要です。

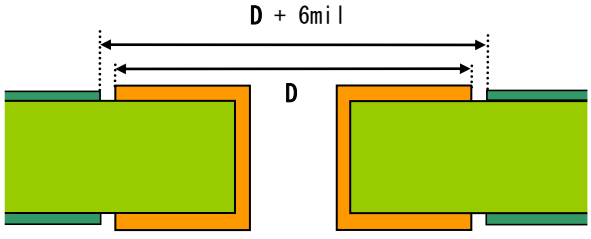


図 18: 金属のリベットホールにおけるソルダマスク開口部

［35］ 非メッキのリベットホールの場合、ソルダマスク開口部はネジ頭が占有する領域より大きくする必要があります。

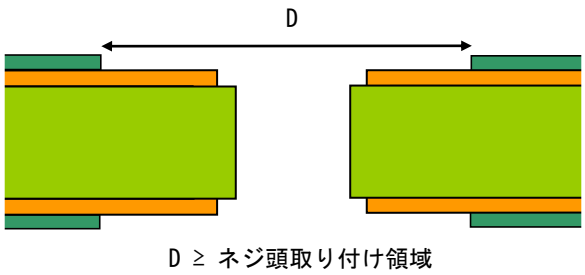


図 19: 非メッキリベットホールのソルダマスク開口部

[36] タイプ A のウェーブはんだ付け穴に対するソルダマスクの開口部は以下を満たす必要があります。

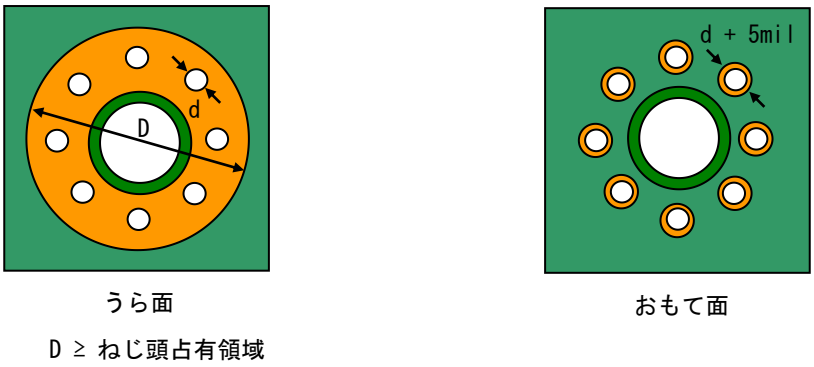


図 20: Type A メカニカルホールのソルダマスク開口部

8.3.1 位置決めホール

[37] 図 21 に示すように、非メッキホールの表面と裏面のソルダマスク開口部は、穴の同心円で D + 10mil 必要です(D は非メッキホールの直径)。

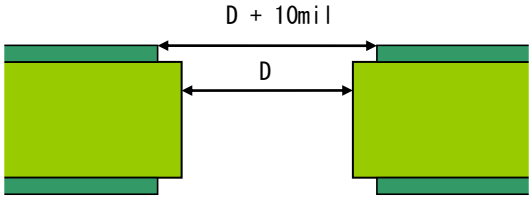


図21: 非メッキメカニカルホールのソルダマスク開口部

8.3.2 埋め込みビアとプラグ型ビア

[38] 内部レイヤのビア(埋め込みビア)は、基板のどちらの面に対してもソルダマスクの開口部は必要ありません。

[39] ウェーブはんだ付けが必要、またはピッチが 1.0mm 未満の BGA(または CSP)を設置するプ

リント基板では、BGA ビアのホールはプラグ型にする必要があります。

[40] インサーキットテスト(ICT)端子を BGA の下に追加する場合、図 22 に示すようにテストパッドをビア穴から引き出すことを推奨します。テストパッドの直径は 32mil、ソルダマスク開口部の直径は 40mil 必要です。

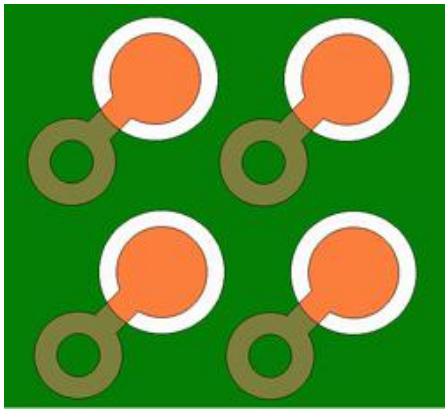


図 22: BGA テストパッド

[41] プリント基板をウェーブはんだ付けせず、BGA 部品のピッチが 1.00mm を超える場合、ビアはプラグ型にする必要はありません。BGA のビア自体はテスト端子として使用できます。表面のソルダマスク開口部は、穴の直径より 5mil 大きくする必要があります。裏面のテストパッドは[40]に記載内容と同じです。

8.4 はんだパッドのソルダマスク設計

[42] 銅箔パッドのソルダマスクデザインは図 23 に示すとおりです。

図 23: 銅箔パッドのソルダマスク開口部

[43] プリント基板製造では、精度の限界と最小ソルダマスク開口部の制限があるため、ソルダマスク開口部はパッドサイズより少なくとも 6mil(両側 3mil ずつ)大きくする必要があり、最小のソルダマスクブリッジ幅は 3mil です。はんだブリッジによる回路のショートを避けるために、ソルダマスクによるパッドとホールの分離が必要です。

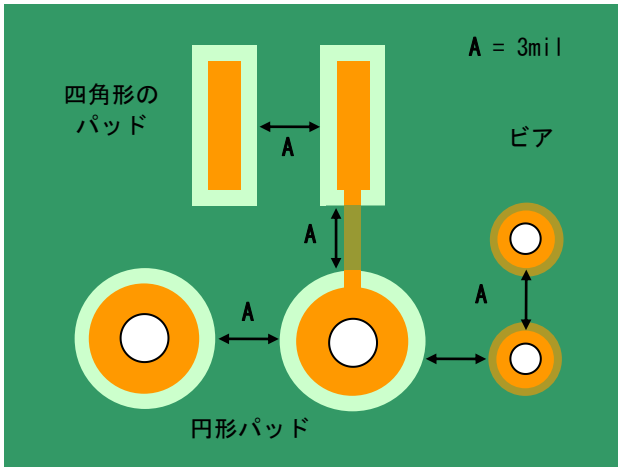


図 24: さまざまなパッドに対するソルダマスク開口部と間隔

[44] SMD のパッド群の間隔が 0.5mm(20mil)未満、またはパッド端の隙間が 10mil 未満の場合、図 25 に示すように、それぞれのパッドを分離するソルダマスクは必要なく、パッドのまとまりとしてソルダマスクの開口部を設けることができます。

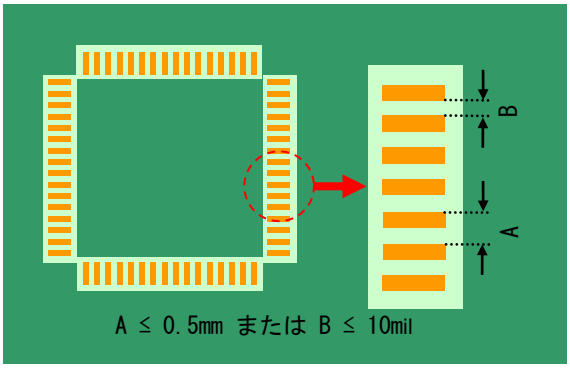


図 25: ファインピッチ SMD 部品のソルダマスク開口部

[45] ヒートシンクに接する部分はソルダマスク開口部を設けることが推奨されます。

8.5 ゴールドフィンガーのソルダマスク設計

[46] ゴールドフィンガーコネクタ(基板エッジコネクタ)の銅箔パッドは、ソルダマスク開口部にしてください。図 26 に示すように、(パターンと接する)パッド上側からソルダマスク開口部とし、ソルダマスク開口部の下側は、基板端を超えるようにします。

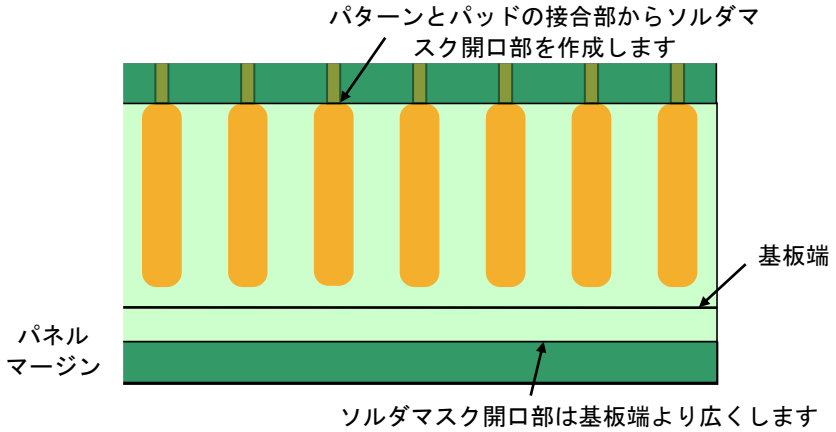


図 26: ゴールドフィンガーのソルダマスク開口部

9. シルクスクリーンの設計

9.1 シルクスクリーン設計における検討項目

[47] 一般的な条件

- シルクスクリーンの線幅は 5mil より大きくする必要があります。シルクスクリーン文字は肉眼で確認できる程度以上の大きさにする必要があります(推奨は 50mil 以上)
- シルクスクリーン間の推奨間隔は 8mi 以上です。
- シルクスクリーンは、はんだパッドと基準マークが重ならないようにしてください。それらは、最低 6mil 空けてください。
- デフォルトのインク色は白です。特別な条件については、プリント基板のドリルレイヤに記述してくだい。
- 高密度のプリント基板設計の場合、シルクスクリーンの内容は特別な条件に合わせる必要があります。シルクスクリーン文字は左から右、上から下の慣習で書く必要があります。

9.2 シルクスクリーンの内容

[48] シルクスクリーンの内容は、プリント基板名、バージョン、部品番号、極性や方向の印、バーコード、基板取付ホール位置番号、部品のフットプリント、基板搬送方向、帯電防止ラベル、ヒートシンクラベルなどです。

[49] プリント基板名とバージョン:

基板名とバージョンはプリント基板の上方に配置します。また、容易に識別できるフォントを選択します。基板の表面と裏面は「T」「B」(またはその他記号)を書きます。

[50] バーコード(オプション)

- バーコード方向は基板に対して水平または垂直です。他の角度の方向は避けてください。
- 典型的な基板のバーコード推奨位置を以下の図に示します。その他の基板については、以下の図を参考にしてください。

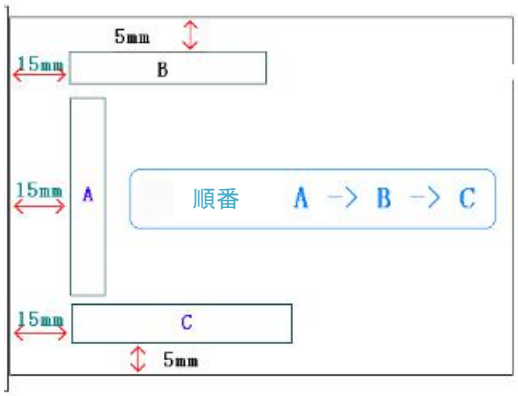


図 27: バーコードの推奨位置

[51] 部品のシルクスクリーン:

- 部品のラベル、基板取付けホール、位置決めホールはシルクスクリーンでクリアに明示し、目立つ場所に配置してください。
- シルクスクリーンの文字、極性や方向の印は部品実装時に覆われないようにします。
- 水平に実装する部品(寝かせて実装する電解コンデンサなど)では、シルクスクリーンに部品位置を示す部品外形を含めます。

[52] 搬送方向:

ウェーブはんだ装置など、何らかの装置により処理が必要なプリント基板は、特定の方向があれば基板上に搬送方向を明示します。これは、捨てはんだパッドやティアドロップはんだパッドにも適します。

[53] ヒートシンク:

ヒートシンクを実装するプリント基板では、ヒートシンクの取付け位置が実際の部品サイズより大きい場合、シルクスクリーンにより実際のサイズも明示しておきます。

[54] 帯電防止ラベル:

帯電防止のシルクスクリーンは、優先してプリント基板のおもて面に配置します。

10. ホールの設計

10.1 メッキドリルホールと非メッキドリルホール

10.1.1 一般的なホール間隔

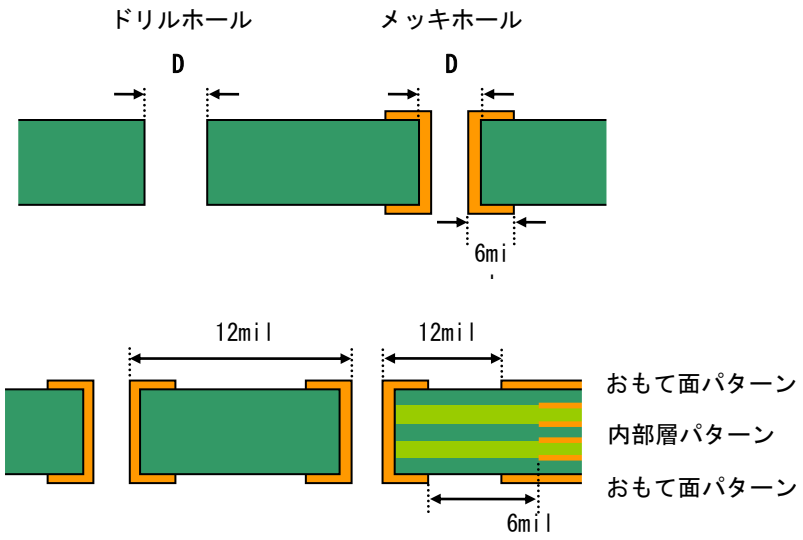


図 28: ホール間隔条件

[55] 「D」は、プリント基板に最終的に設けられたドリルホールの壁面間の最小距離と定義します。ただし壁面とは、図 28 に示すようにプリント基板自体の壁面、またはメッキ部分を含むメッキ壁面を意味します。ドリルホールの最小直径は 0.2mm です。メッキホールでは、メッキ後の直径はこれより小さくなります。

[56] 2 個のホール端の間隔は、メッキ、非メッキによらず 12mil より大きくする必要があります。メッキホールでは、間隔にはメッキ材料の厚みは算入しません。特にイオンマイグレーション(メッキ材料がレイヤ内に漏れ出すこと)を避けることが重要です。

[57] メッキホールでは、表面銅箔パターン端から少なくとも 12mil の距離を確保する必要があります。

[58] 内部銅箔レイヤを持つ基板では、内部レイヤパターンはメッキホールの銅箔パッド端から 6mil の距離を確保する必要があります。

10.1.2 ビアのホールのレイアウト禁止領域

[59] ビアのホールははんだパッドと重ならないようにしてください。

[60] ビアのホールは、メタルパッケージ部品の周囲 1.5mm の領域に入らないようにする必要があります。

10.2 メカニカルホールの設計

10.2.1 ホールの種類

表 3: 種類別の穴の推奨設計

はんだ処理	金属固定ホール	非金属ホール	金属メッキリベットホール	非金属リベットホール	基板位置（基準ホール）
ウェーブはんだ	タイプA	タイプC	タイプB	タイプC	
ウェーブはんだ以外	タイプB				

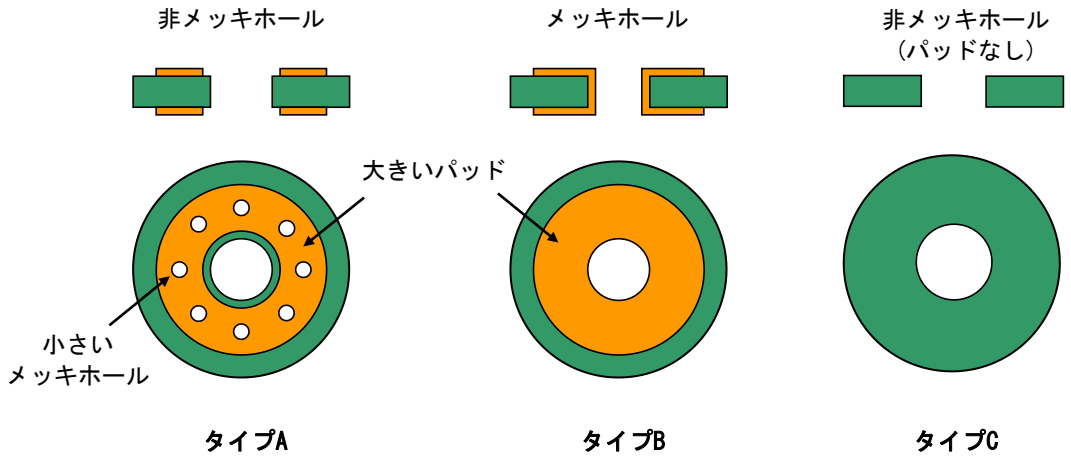


図 29: メカニカルホールの構造

10.2.2 スペース条件

表 4: メカニカルホールの種類別スペース条件

種類	必要直径(mm)	表面の確保スペース直径(mm)
ネジ	2	7.1
	2.5	7.6
	3	8.6
	4	10.6
	5	12
リベット	4	7.6
	2.8	6
	2.5	6
位置合わせ、(工具)固定穴、その他	≥ 2	設置する金属部品の最大余裕領域 + A*

*'A'は、内部レイヤの最小銅箔領域を考慮した穴とパターン間の最小距離

11. 基準マークの設計

11.1 分類

[61] 基準マークは、位置と目的により 3 種類に分類されます。パネル基準、画像基準、ローカル基準です。

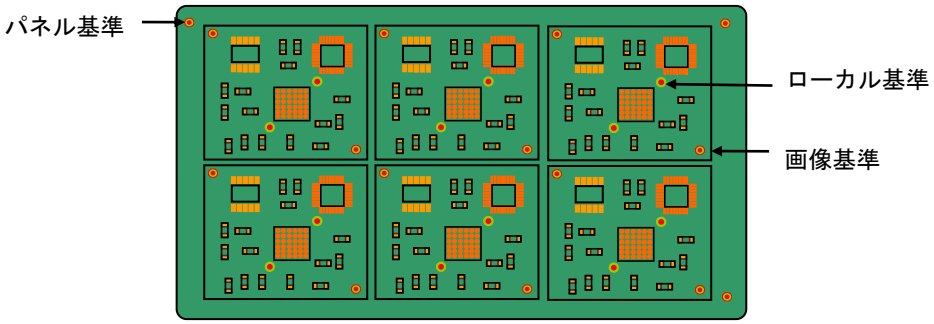


図 30: 基準マークの分類

11.2 基準マークの構成

11.2.1 パネル基準マークと画像基準マーク

[62] サイズと形状: 直径 1.0mm の塗りつぶし円

ソルダマスク開口部: 基準マーク中心に合わせた直径 2.00mm の円

銅箔: 基準マークと余白領域中心に合わせた直径 3.00mm の 8 角形

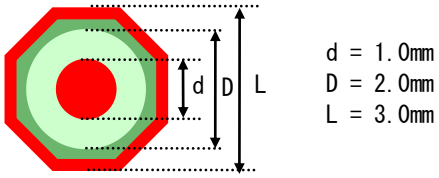


図 31: パネル基準と画像基準の構成

11.2.2 ローカル基準

[63] サイズと形状: 直径 1.0mm の塗りつぶし円

直径 1.0mm の塗りつぶし円

銅箔: 必要なし

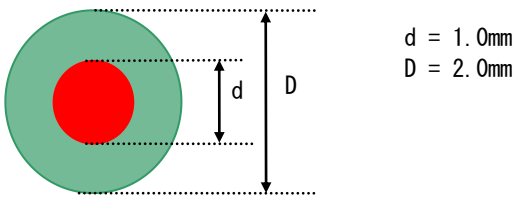


図 32: ローカル基準の構成

11.3 基準マークの位置

[64] 一般的に、SMT 自動実装が必要なプリント基板は、必要なレイヤに基準マークをつける必要があります。手はんだのみのプリント基板では、基準マークは必要ありません。

片面基板では、SMD 部品を実装する場合のみ基準マークが必要です。

両面基板では、両方の面で基準マークが必要です。基準マークの位置は一致する必要があります。

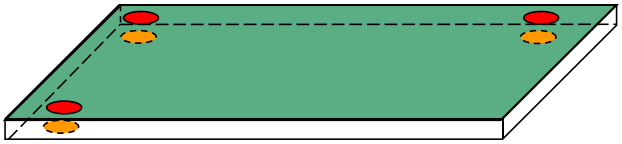


図 33: 両面基板の表面と裏面の基準は一般的に一致させる

11.3.1 パネル基準マーク

[65] パネル基準と画像基準は、パネルのマージン領域と個別のサブ基板上それぞれに配置する必要があります。1 枚の基板あたり 3 個のパネル基準、1 枚のサブ基板あたり 3 個のローカル基準が必要で、図 34 に示すように、3 個の基準はなるべく L 字になるように配置します。

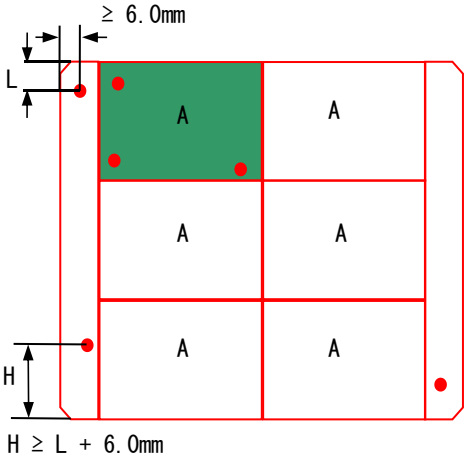


図 34: パネルマージン領域と個別基板の基準の位置条件

11.3.2 画像基準マーク

[66] サブ基板あたり 3 個の基準マークが必要で、お互いになるべく離して L 字に配置する必要があります。基準マークの原点とサブ基板端の距離は 6.00mm 以上とします。基板の四辺についてこの条件を満たすことができない場合、少なくともこの条件は主要な基板面について満たす必要があります。

11.3.3 ローカル基準マーク

[67] ピンピッチが 0.4mm 以下のガルウイング型の部品、ピンピッチが 0.8mm 以下の表面実装のアレイ部品では、局所的な基準マークが必要です。

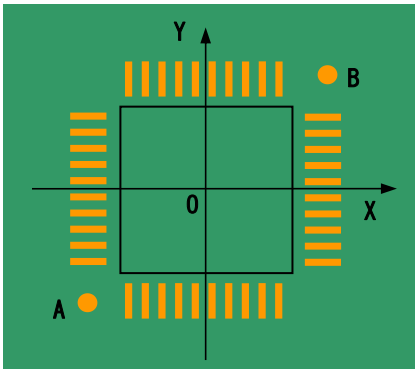


図 35: ローカル基準マークは部品の原点に対し対称にする

12. パネライズとブリッジの設計

12.1 Vカット加工

[68] Vカット加工は1枚のプリント基板から複数のプリント基板として切り分ける際に利用されます。Vカットラインは元の基板外形の辺と平行に、パネルの端から端まで作成し、基板上の配置部品に干渉がないようにしてください。

[69] Vカット加工をするプリント基板設計では、基板厚を3.0mm以上にすることが推奨されます。

[70] 機械による自動パネルカットをする場合、部品保護のため、Vカットラインの両側に1mmの空き領域が必要です(おもて面、うら面ともに)。

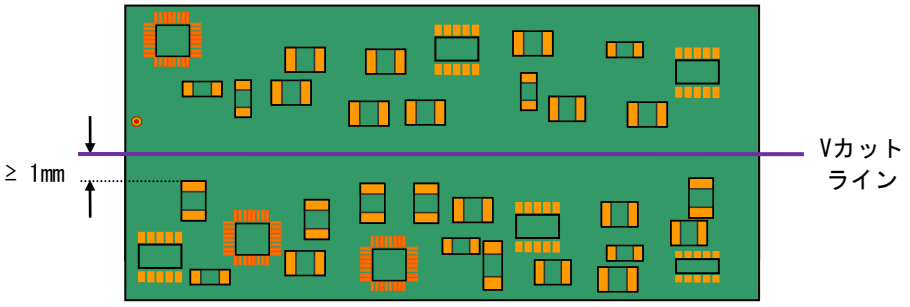


図 36: 機械による自動パネルカットをする場合の必要な空き領域

上記制限と同時に、Vカット加工に使用されるブレードの刃型構造も考慮する必要があります。図37に示すように、Vカットラインから5mm以内の領域は、高さ25mmを超える部品の配置はできません。

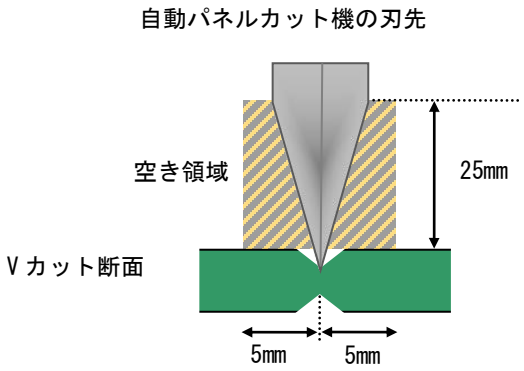
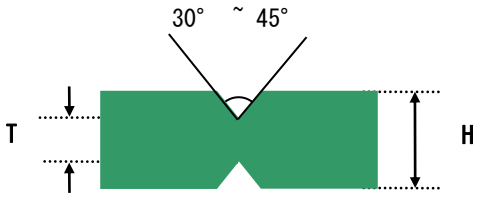


図 37: 自動パネルカット機によるVカットをする場合の必要な空き領域

Vカット加工を行う設計の場合、断裁加工時に部品を保護し、プリント基板を確実に分割できるようにするために、これらの条件に適合する必要があります。



H ≤ 0.8mm, T = 0.35 ± 0.1mm
0.8 < H < 1.6mm, T = 0.4 ± 0.1mm
H ≥ 1.6mm, T = 0.5 ± 0.1mm

図 38: V カット加工のサイズ

図 39 に示すように、銅箔パターンの損傷を避けるため、V カットラインと銅箔パターン間には安全距離 S を確保してください。通常は S ≥ 0.3mm です。

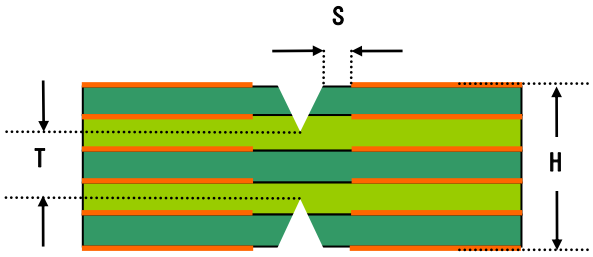


図 39: V カットの溝と銅箔パターン間の安全距離 (S)

12.2 ミシン目ホールの設計

[71] 切削溝の推奨幅は 2mm です。切削溝は、1 枚の基板上のパネライズした個々の基板間に一定の距離を確保するためによく用いられます。一般的に、V カット加工とミシン目ホールは併せて用いられます。

[72] 隣り合うミシン目ホールの中心間の距離は 1.5mm にしてください。また図 40 に示すように、ミシン目ホールのグループ同士の間隔は 5mm が推奨されます。

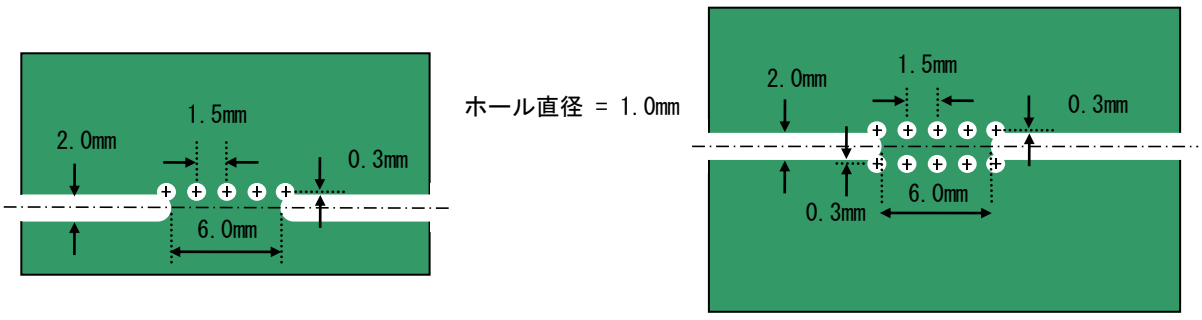


図 40: ミシン目ホールの設計条件

12.3 パネライズ

[73] パネライズは、プリント基板が 80mm x 80mm より小さい場合に推奨されます。

[74] 設計者は、プリント基板材料を選択する際に、プリント基板の利用可能率を考慮する必要

があります。これはプリント基板のコストに影響する主な要因になります。

注：いくつかの変則的な基板外形(例えばL型の基板など)では、図41に示すように、適切なパネライズ方法を選択すると、プリント基板の利用率が劇的に向上し、生産コストを下げることができます。

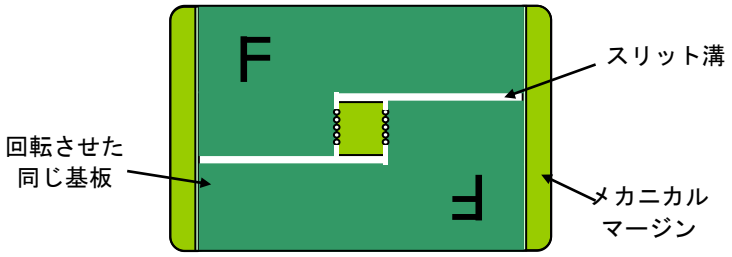


図41：1枚の基板上のL型プリント基板のレイアウト

[75] 完成したプリント基板をリフローはんだ付けやウェーブはんだ付けで処理する場合で、かつ切り出し基板サイズが60.0mm以下の場合、1枚の基板上の切り出し基板は1列あたり2枚以下にしてください(つまり、切り出し基板は高さ方向で2枚以下にする必要があります)。

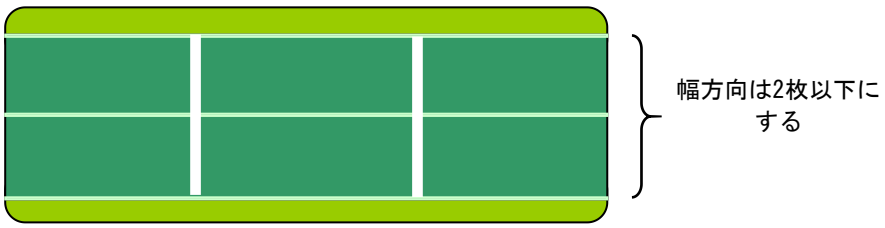


図42：パネライズ幅の説明

[76] 小さい基板の場合、長辺方向の基板は3枚以上、幅は150.0mmを超えないようにしてください。プリント基板の製造過程では基板の歪みを避けるために、基板の長辺方向にマージンまたは機械送りの領域が追加されます。

[77] シングル基板のパネライズ

- 通常形状の基板

[12.1]記載の空き領域条件を満たすためのVカット溝のマージンは必要ありません。

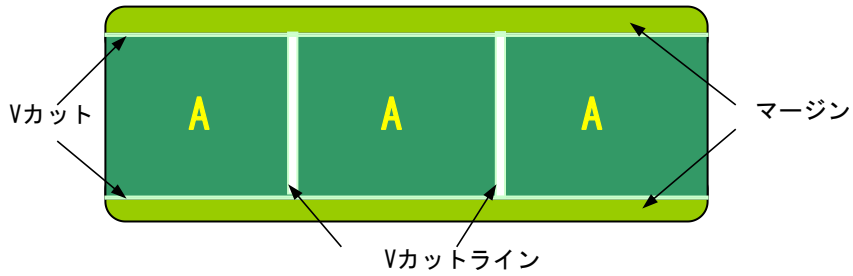


図 43：通常形状の繰り返しパネライズのレイアウト例

- 変則的な形状の基板

変則的な形状の基板や部品を基板端に取り付ける場合は、V カットラインと切削溝を組み合わせます。

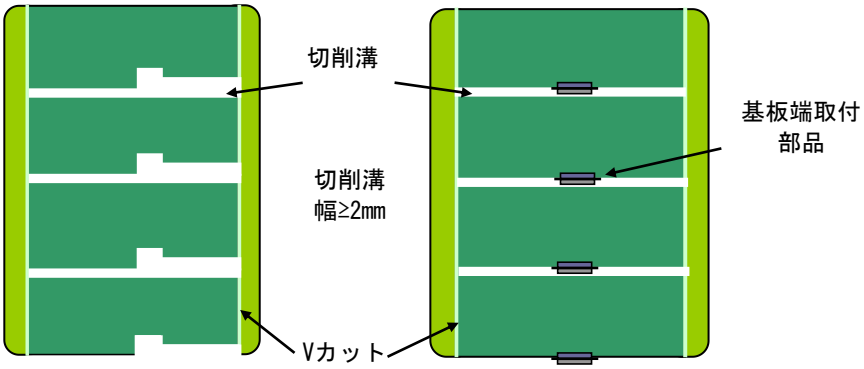


図 44：変則的な形状の基板のパネライズ

[78] 中央パネライズ

- 中央パネライズは、変則的な形のプリント基板に利用されます。変則的な形を組み合わせた外形が通常の形になるようにします。
- 2 つの基板を完全に組み合わせることができない場合、切削により余剰部分を取り除き基板を分割します。
- 余剰部分が大きくなってしまう場合、ミシン目ホールを設けることにより余剰部分を分離できるようにプリント基板を設計します(図 45 参照)。

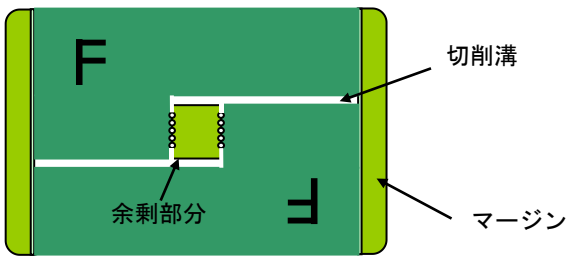


図 45：ミシン目ホールによる余剰部分を設けた 2 つの変則的な形の基板

- ゴールドフィンガーコネクタ(エッジコネクタ)を設ける場合、図 46 に示すようにコネクタ部分は基板の外側に面するように配置する必要があります。これは、金メッキ処理時に必

要な対応です。

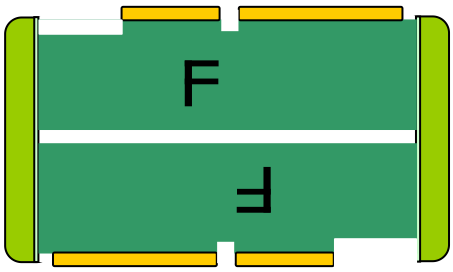


図 46: ゴールドフィンガー(エッジコネクタ)の推奨レイアウト

12.4 変則的な形状のプリント基板のパネライズ

[79] 一般的な条件

- 組み合わせたプリント基板が基板の辺に沿って 5mm の余白がない場合、基板境界にマージン/機械送りの領域を追加する必要があります。
- 例えば角欠けや一部の領域がないような変則的な形状のプリント基板の場合、製造しやすいようにより四角形に近い外形にするために、欠けている領域を埋めるような領域が必要です。

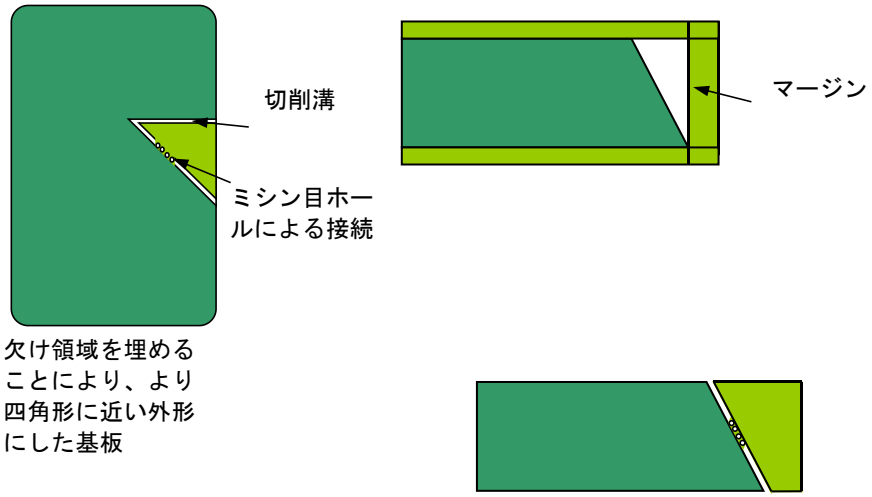


図 47: 変則的な形状をマージン追加などにより整形したプリント基板外形

[80] SMT とウェーブはんだ付け処理は、35mm x 35mm 超える追加の領域がある変則的な形状の場合に推奨されます。追加の領域が長さ 50mm を超える場合は、2 組のミシン目ホールが必要です。超えない場合は、1 セットのミシン目ホールで十分です。

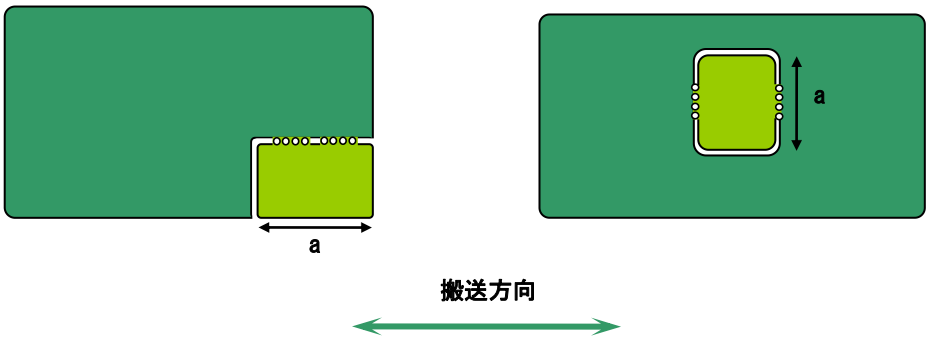


図 48：長さ 50mm を超える追加領域のミシン目ホール（a は追加領域の長さ）

13. 部品配置の検討

13.1 一般的な部品配置の条件

[81] 極性や配置方向の条件があるスルーホール部品は、できるだけ部品全体で一貫性を持たせる必要があります。例えばタンタルコンデンサなどの、方向を揃えることができない SMD 部品の場合、X 方向と Y 方向それぞれに対して一貫性を持たせてください。

[82] 接着する部品の場合は、部品周りに 3mm のスペースを確保してください。

[83] ヒートシンクを設置するプリント基板の場合、ヒートシンクの設置場所と方向を考慮する必要があります。ヒートシンクが他の部品に触れないように、ヒートシンク周りに十分なスペースが必要で、少なくとも 0.5mm は確保してください。

補足 1: 温度特性のある部品(例えば抵抗性を持つコンデンサや水晶など)は、熱を発する部品から十分に離す必要があります。

補足 2: 温度特性のある部品は、換気口近くに配置する必要があります。高さのある部品は、空気の流れを促すために、高さの低い部品の後ろに配置する必要があります。

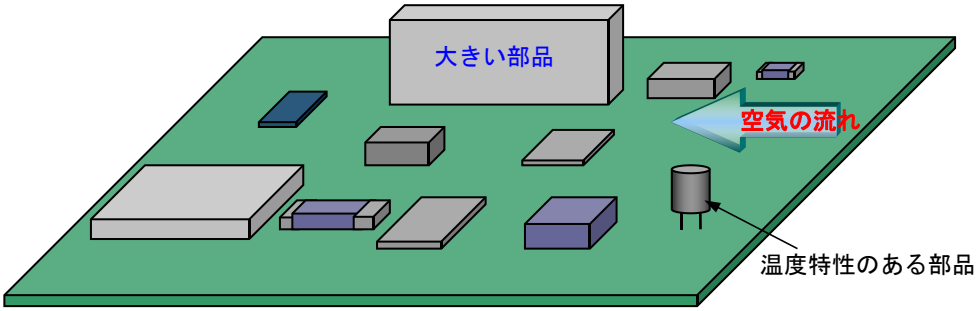


図49: 温度特性のある部品の配置

[84] 例えばメモリカードソケットの場合にように、通常のアクセスができるように部品間のスペースが必要です。

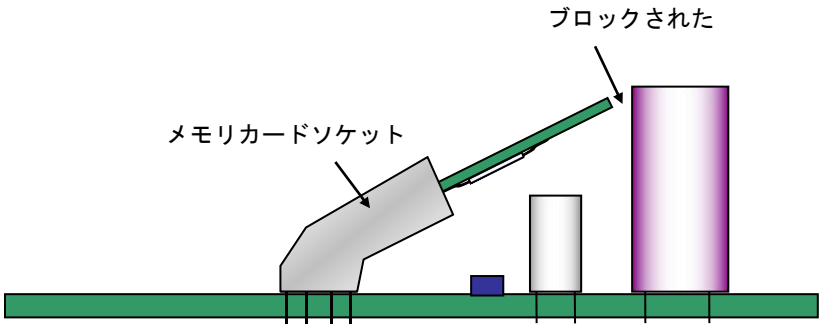


図 50: ブロックされたソケット

[85] 特性の異なる金属の部品や金属ケースの部品は触れないようにします。このような部品間の最低距離は 1.0mm です。

13.2 リフローはんだ付け

13.2.1 SMD 部品の一般的な条件

[86] ファインピッチ部品はプリント基板の同じ面に設置すること、インダクタなどの大きい部品は表面に接することが推奨されます。

[87] 極性のある部品は、可能な限りプラス側をプリント基板の片側方向に揃え、マイナス側のその反対側に揃えます。また、検査の妨げになりますので、背の高い部品は背の低い部品のすぐ隣に設置することは避けてください。はんだ付けの手動確認検査を容易にするため、レイアウト全体で小さい部品から大きい部品を見た際の仰角は 45 度を超えないようにしてください。

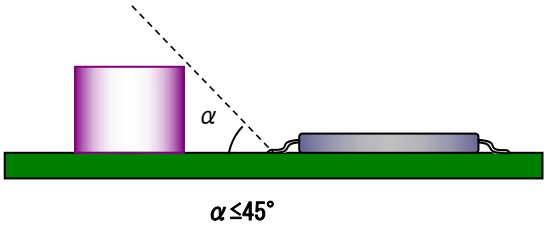


図 51: はんだ付け検査確認のための確保が必要な仰角条件

[88] CSP、BGA などの表面実装アレイ部品は最低 2mm、可能であれば 5mm の余白領域が必要です。

[89] 一般的に、表面実装アレイ部品は基板の裏面には配置しません。もし裏面に配置する場合、表面実装アレイデバイスの周囲 8.00mmm を追加した領域には他の表面実装アレイデバイスを配置することはできません。またその場合には表面の配置している表面実装アレイ部品の周囲 8mm についても他の表面実装アレイ部品を配置することはできません。(図 52 参照)

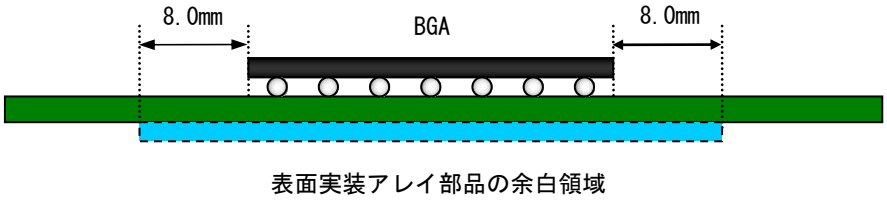


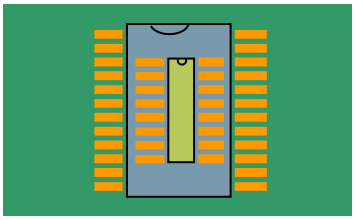
図52: 表面実装アレイデバイスのレイアウト条件

13.2.2 SMD 部品配置条件

[90] SMD 部品の少なくとも片側の大きさは 50mm 未満にしてください。

[91] 図 53 に示すように、SOP パッケージなどの表面実装のガルウイング型ピンを持つ部品を 2

個重ねることは推奨されません。



非推奨

図 53: 不適切な 2 個の SOP フットプリントレイアウト

[92] 2 個の SMD 部品がパッドを共有する場合、図 54 に示すように、それらのパッケージは同一である必要があります。

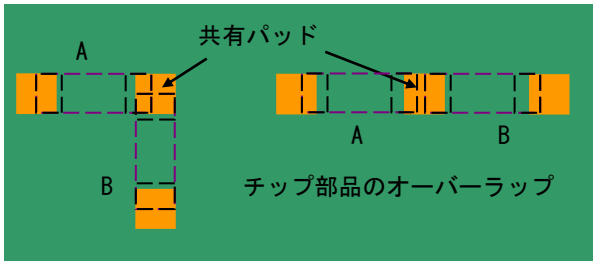
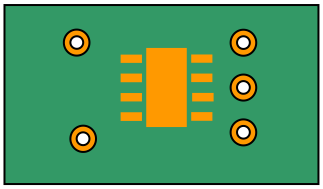


図 54: SMD 部品のパッドの共有

[93] スルーホール部品と SMD 部品は、SMD のパッドとパッドにのせるクリームはんだがスルーホール部品のはんだ付けに影響がない場合に限り、オーバーラップさせることができます(図 55 参照)。



スルーホール部品とSMD部品がオーバーラップできる場合

図 55: スルーホール部品と SMD 部品の可能なレイアウト設計

[94] SMD 部品間の必要な距離は以下になります。

同じ種類の部品: ≥ 0.3mm

異なる種類の部品: ≥ 0.13 × h + 0.3mm (h は隣り合う部品との高さの差の最大値)

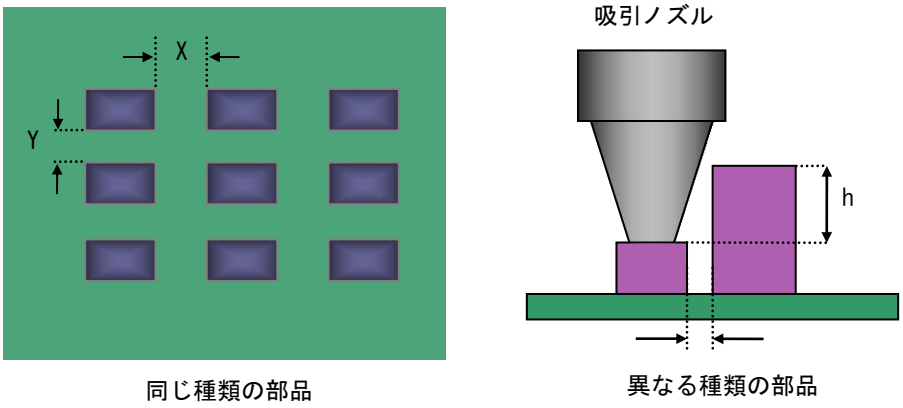


図 56：部品間の必要な距離

[95] プリント基板のリフローはんだ付けでは、SMT 部品間の必要な距離は表 5 に示すように条件により異なります。見積り値は、パッドか部品本体のどちらかの値の大きい方になります。カッコ内の数字は最低限の値を意味しています。

表 5：部品間必要距離

(単位:mm)	0402 ~ 0805	1206 ~ 1810	STC3528 ~ 7343	SOT / SOP	SOJ / PLCC	QFP	BGA
0402 ~ 0805	0.40	0.55	0.70	0.65	0.70	0.45	5.00 (3.00)
1206 ~ 1810		0.45	0.65	0.50	0.60	0.45	5.00 (3.00)
STC3528 ~ 7343			0.50	0.55	0.60	0.45	5.00 (3.00)
SOT / SOP				0.45	0.50	0.45	5.00
SOJ / PLCC					0.30	0.45	5.00
QFP						0.30	5.00
BGA							8.00

[96] ファインピッチの部品と基板端との距離は、プリント基板の品質悪影響がないように、10mm 以上とる必要があります。

理想的には、はんだ付け品質を確保するために、バーコード領域と表面実装部品間の距離は理想的には表 6 に示す条件を満たすことが望まれます。

表 6: バーコード印刷と部品フットプリント間の推奨距離条件

部品タイプ	ピッチ ≤ 1.27mmのガルウイングピン（SOP, やQFPなど）、表面実装アレイ部品	0603サイズ以上のSMDチップ部品や他のフットプリント
最小距離D	10mm	5mm

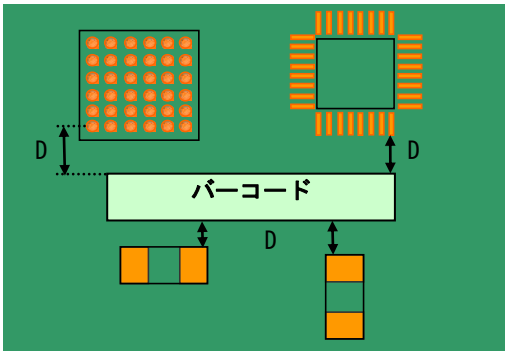


図 57: バーコード印刷と部品のレイアウト条件

13.2.3 リフローはんだ付けを行う場合のスルーホール部品のレイアウト条件

[97] 搬送側ではない側の大きさが 300mm を超えるプリント基板では、基板中央付近に重いスルーホール部品は配置すべきではありません。はんだ付けの際に部品の重さによる基板変形を軽減するためです。

[98] プラグインソケットを利用する場合は、ソケットは利便性の高い場所に設置してください。

[99] スルーホール部品間の距離は 10mm 以上必要です。

[100] スルーホール部品と搬送側の基板端間の距離は 10mm 以上、搬送側ではない側では 5mm 以上必要です。

13.3 ウェーブはんだ付け

13.3.1 ウェーブはんだ付けを行う場合の SMD 部品のレイアウト条件

[101] ウェーブはんだ付けは以下の SMD 部品に適しています。

- 0603 サイズ以上のチップ抵抗、コンデンサ、インダクタで、スタンドオフ値が 0.15mm 未満のもの
- ピッチ間隔 1.27mm 以上、スタンドオフ値 0.15mm 以下の SOP パッケージ
- ピンが見えるのピッチ間隔 1.27mm 以上の SOT パッケージ

  注: ウェーブはんだ付けを行う SMD 部品のピンは 2mm 以下である必要があります。他の部品は高さが 4mm 未満である必要があります。

[102] SOP 部品の長辺軸は、ウェーブはんだ付け処理のはんだウェーブの搬送方向と直角にする

必要があります。さらに図 58 に示すように、パッド列の最後には、いわゆる「捨てはんだ」のための追加のパッドが必要です。

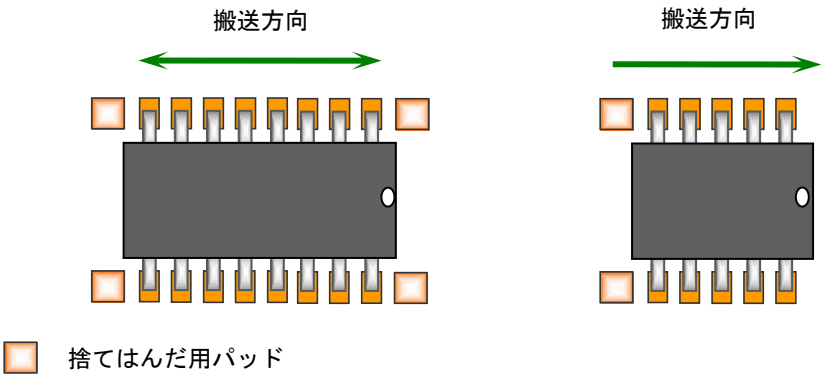


図 58：ウェーブはんだ付け処理を行う SOP パッケージの捨てはんだパッドの配置

［103］　SOT-23 パッケージ部品の方向は、ピンが搬送方向と平行になるようにする必要があります。

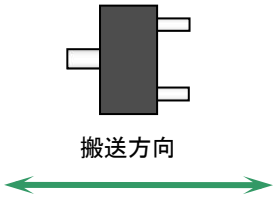


図 59：ウェーブはんだ付けを行う SOT-23 パッケージの方向

［104］　一般的な部品のスペースの原則：ウェーブはんだ付けによるシャドー効果の問題を少なくするために、部品とそれぞれのパッド間にはある程度の距離が必要です。

- 表 7 の同じ種類の部品の場合

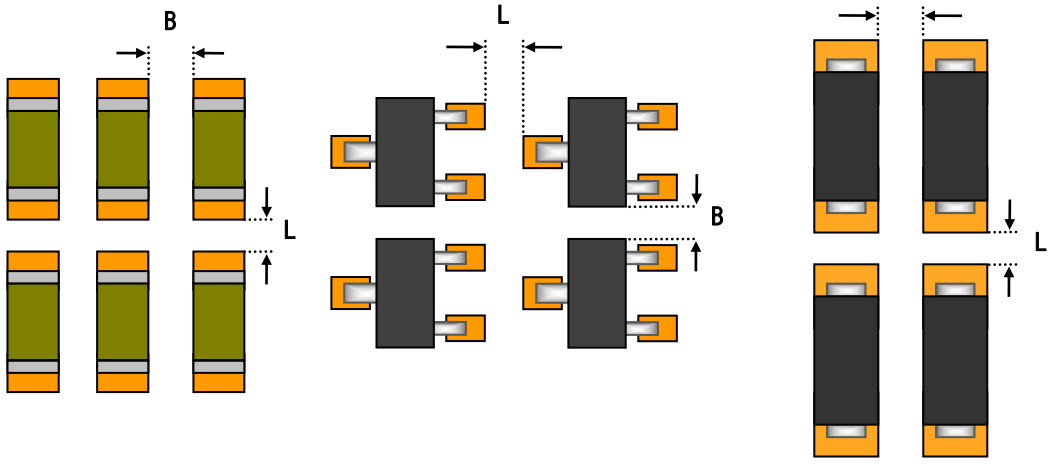


図 60：同じ種類の部品のレイアウト

表 7: 同じ種類の部品間の距離

	パッドスペースL (mm/mil)		部品スペース B (mm/mil)	
フットプリント	**最小スペース**	**推奨スペース**	**最小スペース**	**推奨スペース**
0603	0.76/30	1.27/50	Type 0.76/30	1.27/50
0805	0.89/35	1.27/50	0.89/35	1.27/50
≥ 1206	1.02/40	1.27/50	1.02/40	1.27/50
SOT	1.02/40	1.27/50	1.02/40	1.27/50
タンタルコンデンサ 3216 and 3528	1.02/40	1.27/50	1.02/40	1.27/50
タンタルコンデンサ 6032 and 7343	1.27/50	1.52/60	2.03/80	2.54/100
SOP	1.27/50	1.52/60	---	---

- 異なる種類の部品では、はんだパッドの端からのスペースは 1.0mm 以上必要です。必要な距離を図 61 と表 8 に示します。

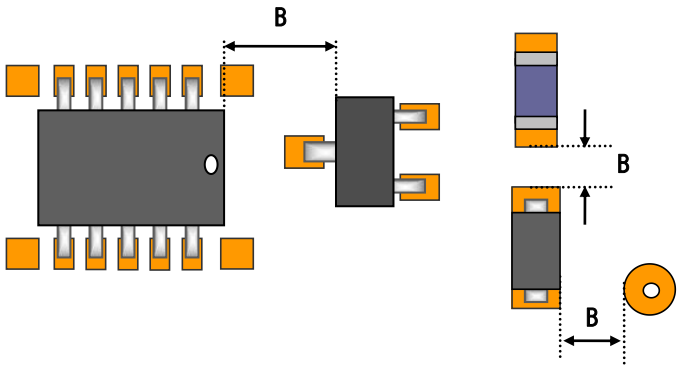


図 61: 異なる種類の部品のレイアウトとプリント基板構成

表 8: 異なる種類の部品間距離とプリント基板構成

フットプリント (mm/mil)	0603 - 1810	SOT	SOP	スルーホール	ビア	ICT Point	捨てはんだパッド端
0603 - 1810	1.27/50	1.52/60	2.54/100	1.27/50	0.6/24	0.6/24	2.54/100
SOT	1.27/50		2.54/100	1.27/50	0.6/24	0.6/24	2.54/100
SOP	2.54/100	2.54/100		1.27/50	0.6/24	0.6/24	2.54/100
スルーホール	1.27/50	1.27/50	1.27/50		0.6/24	0.6/24	2.54/100
ビア	0.6/24	0.6/24	0.6/24	0.6/24	0.3/12	0.3/12	0.6/24
ICT Point	0.6/24	0.6/24	0.6/24	0.6/24	0.3/12	0.6/24	0.6/24
捨てはんだパッド端	2.54/100	2.54/100	2.54/100	2.54/100	0.6/24	0.6/24	0.6/24

13.3.2 スルーホール部品の共通レイアウト条件

［105］ 部品特有の構造による特定の条件に加え、スルーホール部品は基板おもて面に配置する必要があります。

［106］ 隣り合う部品間のスペースを図 62 に示します。

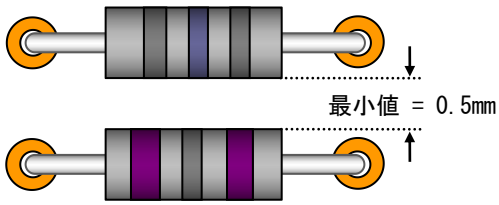


図 62: スルーホール部品間の距離

［107］ 手はんだやメンテナンス、修理を容易にするために、図 63 に示す条件を満たす必要があります。

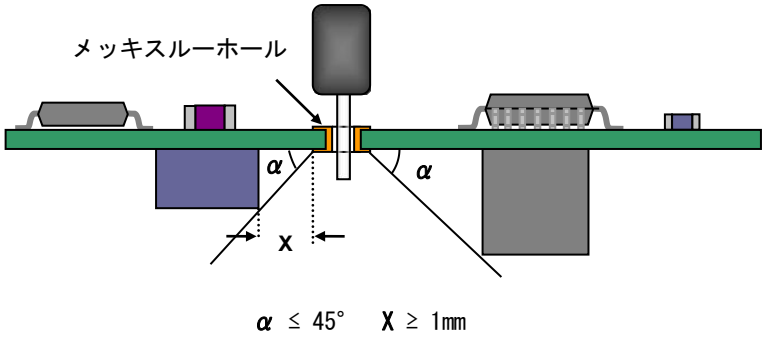


図 63: スルーホール部品の配置条件

13.3.3 ウェーブはんだ付けスルーホール部品の一般的な条件

［108］ 最適な部品ピッチは 2.0mm 以上、図 64 に示すように、はんだ付けパッド端間の距離は少なくとも 1.0mm 必要です。また、部品のボディはお互いに干渉がないようにしてください。

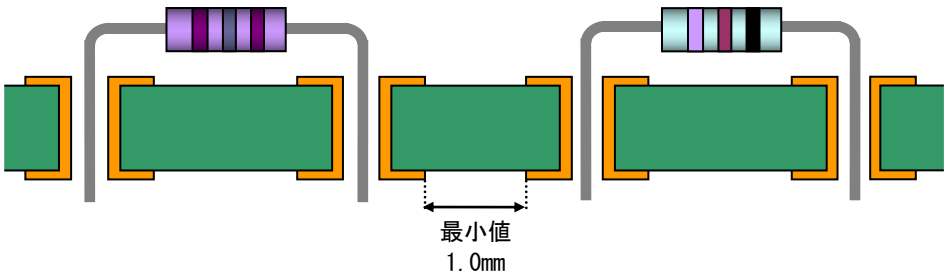


図 64: ウェーブはんだ付けのスルーホール部品レイアウト

［109］　スルーホール部品ホールの列が長い場合、その列がはんだウェーブの搬送方向と平行になるように部品を配置する必要があります。パッド列が搬送方向と垂直にする必要がある特別な状況では、パッド形状を楕円にするなどの適切な調整が必要です。また、隣り合うパッドの端と端の間隔が 0.6mm － 1.0mm の場合、パッド形状を楕円にするか、捨てはんだ用のパッドの追加を推奨します。

図 65：ウェーブはんだ付け装置の基板搬送方向に対する相対的なはんだパッドの並び

seeed

SINCE 2008

TEAM of 230

BASED IN

Shenzhen | Tokyo
San Francisco | Chengdu

Recognized by

Forbes Wired Gartner

17M Products Sold to Over 200k Customers in 209 Countries

We Work With **506** Online Global Retailers

We Have **200k+** Monthly Newsletter Subscribers

&

1.5M Monthly Website Visits

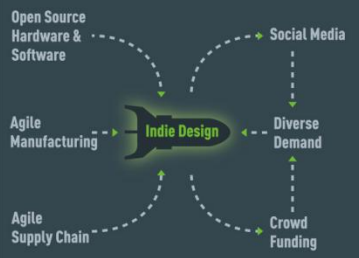
We Have Assisted **50+** Kickstarter Projects to Manufacture and Ship

We Have Developed **1400+** Products

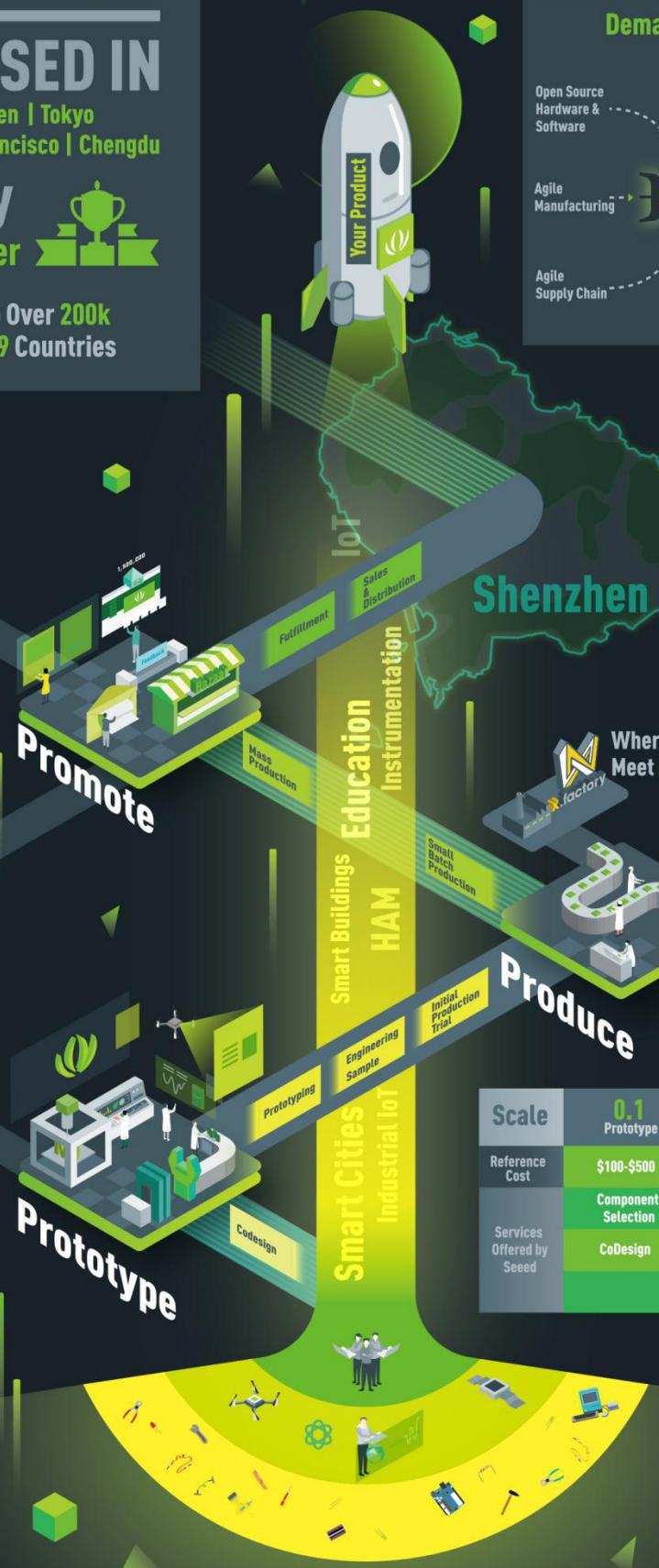
open source hardware

700 OEM & ODM Products
460 Development Boards
180 Grove Sensors
60 Shields

From Supply Chain to Demand Chain



- 2017 — Opening of the x.factory
- 2015 — Prime Minister Le Keqiang Visits Chaihuo Maker Space
- 2014 — Maker Faire Shenzhen Becomes a Feature Faire
- 2012 — First Mini Maker Faire Shenzhen is Held
- 2011 — Founding of Chaihuo Maker Space
- 2010 — Shenzhen is Now Home to a $271B Industry
- 2008 — Founding of Seeed
- 1980 — Shenzhen is Declared a Special Economic Zone



Where Maker Pros Meet Industries

We Produce **8k+** /Month Engineering Samples With Our Fusion Service

We Have Helped Design **700+** Projects With Our Propagate Service

2000 m² Manufacturing Center

Scale	0.1 Prototype	1 Engineer Sample	10-1k Ramping Up	10k+ Mass Production
Reference Cost	$100-$500	$1k-$5k	$5k-$25k	$50k+
Services Offered by Seeed	Component Selection	BOM	Test Jigs	Automated Testing
	CoDesign	Sourcing	Certificates	Cost Reduction
		Test Plan	Packaging	Logistics

Seeed Has Served

Startups **700+** | Maker Pros **25k+** | Makers **200k+**

Launch Your Ideas with Seeed

Grow the Difference

Data Till 2016

Contact Us @seeedstudio www.seeed.cc www.seeedstudio.com

Copyright © 2008-2017 Seeed Development Limited All rights reserved

Seeed Fusionサービス
ワンストッププロトタイピングサービス

レイアウトサービス
オンライン即時見積り
経験豊富なエンジニア

プリント基板製造サービス

レイヤ数: 1〜16
無料着色:6種類
基板厚: 0.6〜3.0mm
銅箔厚: 1〜3oz
特価: $4.9 (10枚)

プリント基板部品実装サービス

部品提供が必要ないワンストップ部品実装
オンライン即時見積り

3Dプリント/CNC/レーザカット

オンライン即時見積り
10種類以上の材料

オープンな部品ライブラリ

組み立て用自社在庫
EAGLE・KiCad・Altiumライブラリ提供
600種類以上の部品

Seeed Fusionを選ぶ理由

- 隠れたコストが発生しないオンラインの即時見積り
- 素早い対応と24時間稼働
- 信頼の技術による9年間の実績
- プロの親切な技術サポート
- 無料オンラインDFM(Design for Manufacturing)ドキュメント
- エレクトロニクスからメカまでのワンストップサービス
- 100%品質保証・必要な場合の無料再製造