IR 社の BGA と LGA
プリント回路基板の設計、実装、リワーク推奨例

Kevin Hu, International Rectifier

はじめに

インターナショナル・レクティファイアー（IR）社の BGA （ボール・グリッド・アレー）パッケージや LGA（ランド・グリッド・アレー）パッケージに収めたデバイスは、高性能で小型の回路モジュールであり、高効率で信頼性の高い動作をするように設計されています。

この高性能デバイスの性能と信頼性を十分に発揮させるためには、以下の指針に厳密に従ってください。

1.0 回路基板のレイアウト設計

最高の性能を引き出すには、プリント回路基板をうまく設計して組み立てることが必要です。最高の信頼性と最適な熱特性を実現するためには、デバイスを実装するプリント回路基板の設計に注意しなければなりません。

1.1 プリント回路基板の配線

デバイスを実装するプリント回路基板は、FR-4 またはポリイミドで構成され、IPC-A-610 仕様を満たさなければなりません。IR 社のデバイス周辺で熱伝導性（銅の量）が最大になるようにプリント回路基板上のパターン設計を行ってください。

図１と図２は、プリント回路基板のパターンの推奨例です。図に示すようにプリント回路基板は、電源の銅配線パターンの面積を大きくし、BGA のボール・ランドと LGA のランドの SMD（はんだマスク定義）構造の開口部を大きくするように設計してください。NSMD（非はんだマスク定義）構造のパッドではありません。

SMD パッドを使うと、最適な熱特性と電気特性が得られると同時に、すべての信頼性条件を満足できます。図３に SMD パッドと NSMD パッドの違いを示します。熱特性と電気特性に関するプリント回路基板の層の最適化の詳細については、IR 社のアプリケーション・ノート AN-1029（参考文献１）を参照してください。

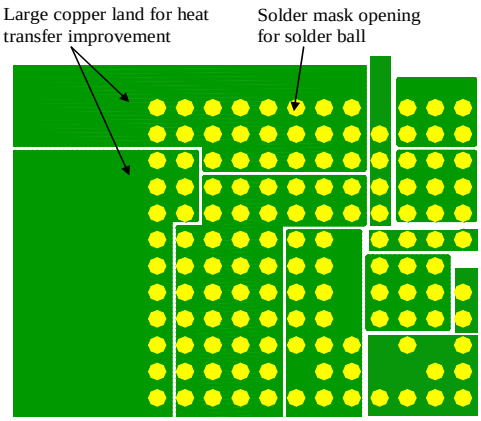


図1 BGA デバイスを実装するときのプリント回路基板のパターン推奨例

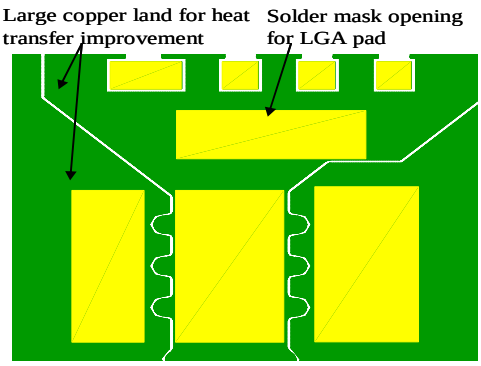


図2 LGA デバイスを実装するときのプリント回路基板のパターン推奨例

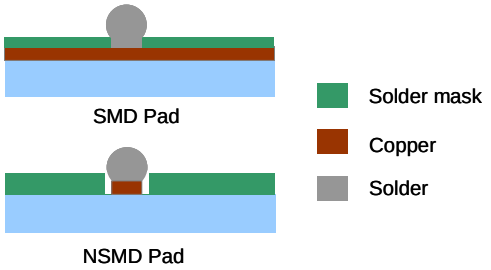


**図3　SMD（はんだマスク定義）パッドと
NSMD（非はんだマスク定義）パッドの比較**

プリント回路基板上のビア接続には、熱的な要素と電気的な要素を考慮しなければなりません。デバイスからの放熱を助けるため、デバイスの近傍と直下にできるだけ多くのビアを配置してください。

アプリケーション・ノート AN-1029（参考文献1）では、IR 社の BGA デバイスを使用するときに推奨するプリント回路基板のビアについて説明しています。IR 社の LGA デバイスを使う場合は、ビアがランド・パッド内に存在しないとき（図４）は、キャップ型ビア、プラグ型ビア、テント型ビア、キャップなし型ビア、プラグなし型ビアのいずれかを使うことができます。

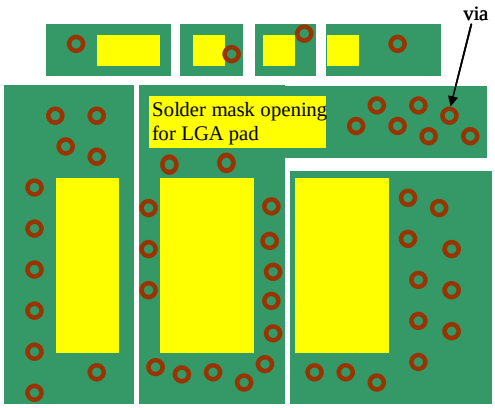


図4　ランド･パッド開口部の間のビア配置

各種のビアについては、図５を参照してください。ランド・パッド内にビアの配置が必要な場合（図６）は、IR 社にご相談ください。

代表的なビアは、ドリル・ホールが 0.33mm、ビア壁の厚さ 0.020mm（最小）、ビア・キャプチャ・ランドの直径は 0.64mm です（図５）。

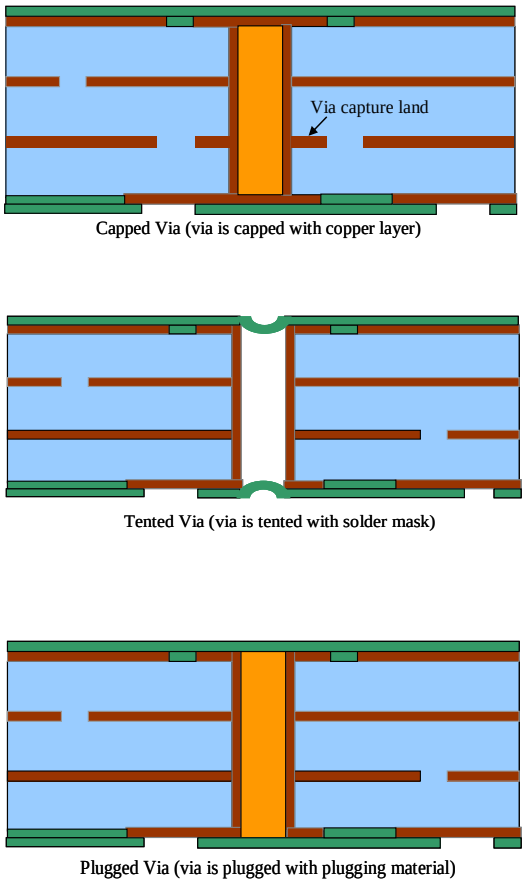


図5　ビアの種類と形状

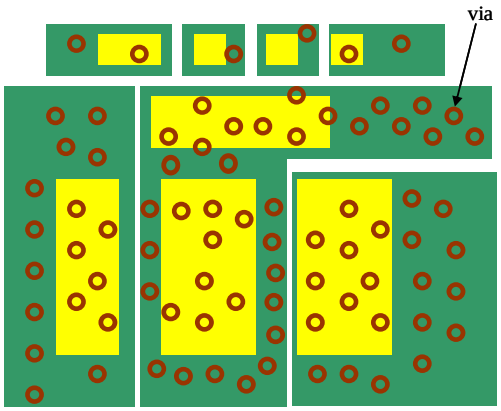


図6　ランド･パッド内のビアで最大化したビア配置

1.2　はんだマスクの開口部の設計

主基板のランド・パッドは、はんだマスクで規定されなければなりません。IR 社の BGA デバイスの場合、はんだボールの直径は 0.5mm で、必要なはんだマスク開口部の直径は 0.4mm です（図７）。これが、最適なスタンドオフ高と最適な信頼性を提供します。

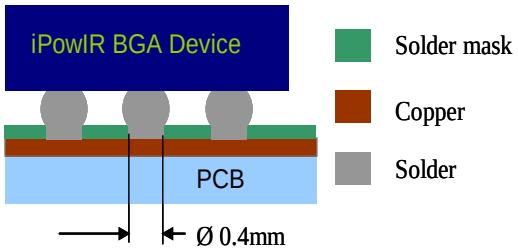


**図7　BGA デバイスに推奨する
はんだマスク開口部**

IR 社の LGA デバイスの場合、プリント回路基板上のはんだマスク開口部は、IR 社のデバイスの裏面パターンの鏡像になっていなければなりません（図８）。

プリント回路基板上のランドの大きさは、デバイスのランドの 100%である必要があります。図９は、IR 社の LGA デバイスの裏面のパターンを示します。

このデバイスのパッド（図９の８）の寸法は 5mm ×2mm です。プリント回路基板上では、このパッドのはんだマスク開口部は、最適な信頼性特性を得るため、正確に 5mm×2mm でなければなりません。

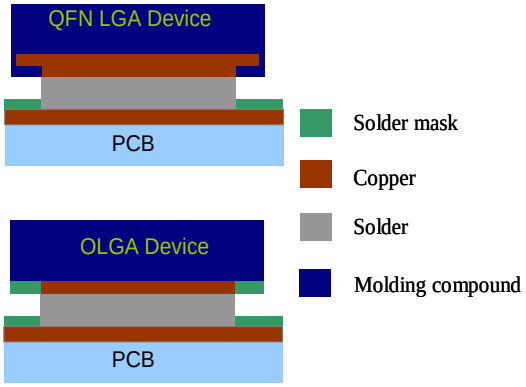


図8　LGA デバイスに対するはんだマスク開口部

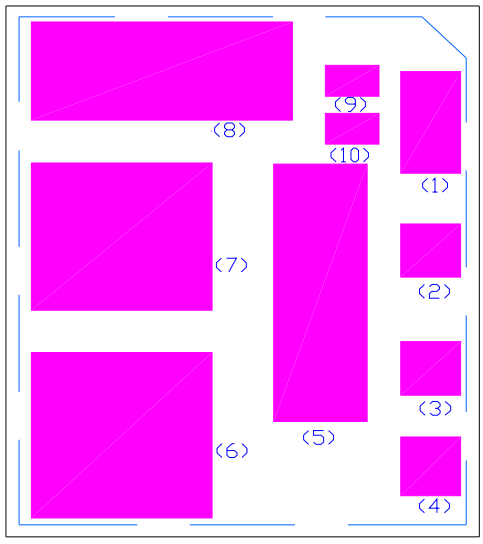


図9　IR 社の LGA の裏面のパターン

1.3 プリント回路基板の端子

IR 社の鉛フリーのデバイスに対しては、プリント回路基板上でニッケル（Ni）／金（Au）またはスズ(Sn）の端子を推奨します。IR 社の標準デバイスに対しては、金、スズ、またははんだレベリング HASL (Hot-Air Solder Leveling)の端子を推奨しますが、この他のほとんどの端子も使えます。

下の銅層は 1.0～2.0 オンス（１オンスは 35μm）以上にしてください。金端子を使う場合は、5.0μm 以上のニッケル層を障壁として使い、金の厚さは 0.5～1.2μm でなければなりません。金の厚さは 1.2μm を超えないようにしてください。スズ仕上げを使う場合は 100%スズを使えます。

2.0 保存と焼き付け

IR 社のデバイスの取り扱いは、標準化団体 JEDEC の IPC/JEDEC J-STD-033A（参考文献２）に準拠してください。IR 社のデバイスは、湿度感受性で MSL3 以上に設定されています。デバイスはテープ・アンド・リール形式で出荷され、耐湿性バッグで真空シールされています。元の梱包のまま、または窒素雰囲気中で保存してください。

非結露窒素雰囲気で保管した場合の保存期間は、バッグ梱包日から最小 12 カ月です。デバイスをはんだリフローの前に周囲雰囲気中に曝した場合は、焼き付け（ベーキング）と乾燥に関する指示 IPC/JEDEC J-STD-033A の表 4-1 と表 4-2 に従ってください。これによって、周囲雰囲気中に曝されたときに吸収した湿気をプリント回路基板に実装する前に除去できます。

3.0 ステンシルの設計

3.1 BGA デバイス

IR 社の BGA デバイスの場合、ステンシルの厚さは 0.15mm、開口部の直径は 0.4mm を推奨します。図 10 が BGA デバイスに対する標準的なステンシルです。赤色の領域が、はんだボールに対するステンシルの開口部を表しています。

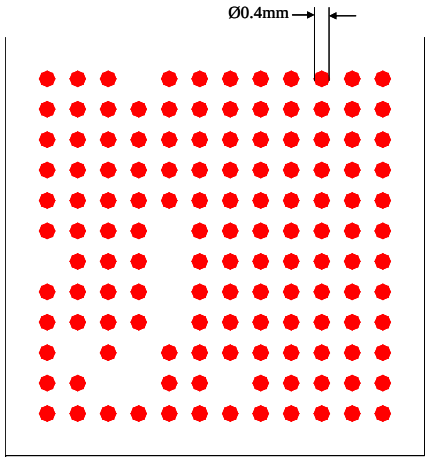


図 10 BGA デバイスのステンシルの例

3.2 LGA デバイス

IR 社の LGA デバイスの場合、ステンシルの開口部は、対応するパッド開口部よりも片側当たり 0.05mm 小さくしてください。図 11 に、LGA デバイスのステンシルの設計例を示します。

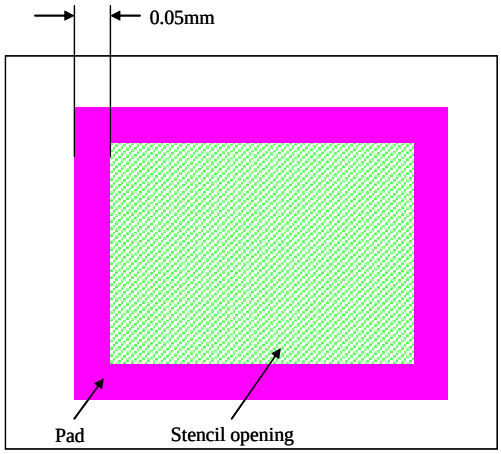


図 11 LGA デバイスのステンシルの例

図 11 のパッドの場合、外側のピンク色の四角がパッド領域を表し、内側の四角の領域がステンシル開口部を表しています。ステンシル開口部は、パッド開口部の両側で、それぞれ 0.05mm 小さくなっています。LGA デバイスに対しては、厚さ 0.15mm のステンシルを使ってください。推奨ステンシルについては、各デバイスのデータシートに従ってください。

4.0 表面実装の指針

デバイスの実装には、はんだペーストを使います。自動または手動のステンシル／スクリーン・プリンタを使って、はんだをプリント回路基板上に塗布することができます。鉛フリーのデバイスに対しては、スズ-銀-銅の Sn96.5Ag3Cu0.5 または Sn95.5Ag4Cu0.5 のはんだペーストまたは同等品を使ってください。

IR 社の BGA デバイスと LGA デバイスに対しては、配置精度±0.1mm が要求されます。

5.0 推奨リフロー条件

IR 社のデバイスに対しては、4.0 節に示したはんだを使ってください。

表 1 と図 12 に、標準的なリフロー・プロファイルおよび鉛フリーはんだとスズ-鉛（Sn-Pb）共晶はんだに対する条件を示します。必ず、はんだペースト・メーカーの指針に従ってください。プロファイル検出プローブは、デバイスの近くのプリント回路基板上に配置してください。

図 13 は、Sn96.5Ag3Cu0.5 はんだのリフロー・プロファイルと Sn63Pb37 はんだのリフロー・プロファイルの例です。

プロファイル		鉛フリーはんだ (図 12 参照)	スズ-鉛共晶はんだ (図 12 参照)
予熱	温度 最小値 (Ts_{min})	150 ℃	100 ℃
	温度 最大値 (Ts_{max})	200 ℃	150 ℃
	時間 (ts_{min} ～ ts_{max})	60 秒 ～180 秒	60 秒 ～120 秒
リフロー	液相温度 (T_L)	217 ℃	183 ℃
	時間 (t_L)	60 秒 ～150 秒	60 秒 ～150 秒
ピーク温度 (T_P)		260 ℃ (＋0 ℃ /－5 ℃)	225 ℃ (＋0 ℃ / －5 ℃)
ピーク温度 T_P の 5℃以内に入る時間		20 秒 ～30 秒	10 秒 ～30 秒
平均の立ち上がり時間 (Ts_{max} ～ T_P)		3 ℃／秒 (最大値)	3 ℃／秒 (最大値)
降下時間		6 ℃／秒 (最大値)	6 ℃／秒 (最大値)
25℃から ピーク温度 T_P に到達する時間		8 分 (最大値)	6 分 (最大値)
最大温度		260 ℃	225 ℃

表1 はんだリフローのプロファイル条件

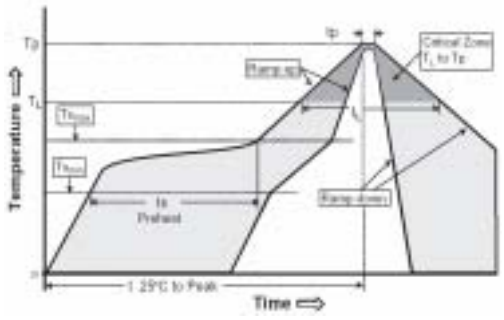


図 12 標準的なリフロー･プロファイル

IR 社の鉛フリー・デバイスの場合、ピーク・リフロー温度は 260℃を超えることはできません。IR 社の標準デバイスの場合は 225℃を超えることはできません。

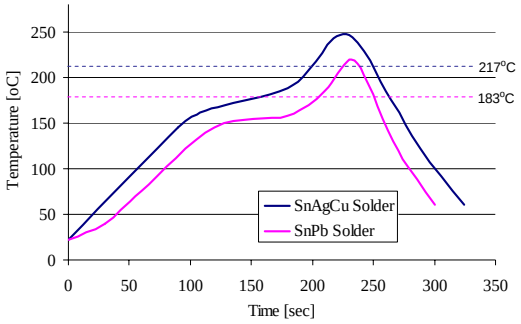


図 13 標準的なはんだリフロー・プロファイル

6.0 リフロー後の洗浄

IR 社のモジュールに対しては、リフロー後のフラックス洗浄を推奨します。超音波洗浄を使えます。アルコール使用の溶剤、およびその他の適切に管理された水洗浄システムの使用も可能です。

回路を組む上で、その他の部品に対して許容できる大部分の溶剤もこれらのデバイスに使えます。水の浸透と流れを改善するために、界面活性剤も使えます。

適切な乾燥プロファイルにして、洗浄後にデバイス底部に水が残らないようにしてください。溶剤メーカーやはんだペースト・メーカーの推奨事項に厳密に従うことが重要です。

7.0 リワークの指針

リワークとは、プリント回路基板から部品を取り外して新しい部品に交換する作業を意味します。

取り外した部品は、取り外し作業中に損傷を受けている可能性があるため、再利用できません。

IR 社のデバイスの取り外しと交換は、特別なリフロー装置を使うと簡単に行うことができます。この装置は主基板のある領域を局所的に加熱しながら、ステンシルを持ち上げる力を部品に加えます。

多くのリワーク・システムは、デバイスを高温の空気で局所的に加熱しながら、はんだ接続を融かして部品の取り外しと交換を行います。デバイスを加熱する前にプリント回路基板全体に予熱を与えておいてください。予熱しておくと、リワーク時に必要な加熱時間を短縮できるため、プリント回路基板の歪みを抑えられます。コンピュータ制御のリフロー・システムの使用を推奨します。

いったん、許容できるリワーク・プロファイルを定めたら、次のリワークにも使えます。リフロー・プロファイルは、5.0 節で示した適用可能なプロファイルに合わせてください。デバイスの最大温度を超えないようにすることが極めて重要です。

デバイスを取り外す前に、プリント回路基板の剥離を防止するため、アセンブリから湿気を除去しておいてください。熱伝導を良くするためにデバイスの周囲にフラックスを塗布しておくことを推奨します。

プリント回路基板は、支持フレームにしっかりと固定してください。リワーク対象部品を処理しやすくなります。はんだブリッジを避けるため、リフロー中は、デバイスとプリント回路基板を水平に維持してください。機械の操作については、メーカーの操作指示に従ってください。

部品を取り外した後、ランド・パッドから完全にはんだを除去し、アルコールで洗浄します。洗浄後、顕微鏡を使ってプリント回路基板上のパッドの目視検査を行ってください。すべてのランド・パッドが正常で、はんだレジストが損傷していないことを確認してください。

ランド・パッドを適切に洗浄した後、4.0 節で推奨したはんだペーストを使って新しいデバイスを再実装します。ステンシルのプリントに際しては、デバイス用に特別に設計した小型ステンシルを使ってください。

BGA デバイスに対しては、プリント回路基板上にはんだペーストをスクリーン印刷または塗布することができます。LGA デバイスに対しては、プリント

回路基板またはデバイス上にはんだペーストをスクリーン印刷することができます。

正確な部品配置にはスプリット・フィールド光学リワーク装置または目視システムの使用を推奨します。新しい部品は、はんだペースト・メーカー推奨のプロファイルまたは 5.0 節に示すプロファイルに近い状態で、プリント回路基板上にリフロー接続します。

部品をリフロー接続した後、6.0 節に記載する指示に従って洗浄してください。

8.0 まとめ

このアプリケーション・ノートでは、IR 社の BGA デバイスと LGA デバイスに対する配置の最適化と実装の推奨事項について説明しました。プリント回路基板のレイアウト、はんだ付け、ピック・アンド・プレース、リフロー、洗浄、リワーク推奨事項などをとり挙げました。

参考文献

（1） David Jauregui, Optimizing a PCB Layout for an iPowIR Technology Design. International Rectifier Application Note AN-1029. 日本語版は「iPOWIR 製品実装のためのプリント基板設計法」。

（2） Joint Industry Standard, Handling, Packing, Shipping and Use of Moisture/Reflow Sensitive Surface Mount Devices, IPC/JEDEC J-STD-033A, July 2002.