

iPOWIR™ 製品実装のためのプリント基板設計法

David Jauregui, International Rectifier

はじめに

iPOWIR™ 技術を採用した製品は、ユニークな電源回路のソリューションです。プリント配線基板の設計は簡単ですが、iPOWIR ソリューションの特性を十分に発揮させるためには非常に重要な要素です。一般に、電源回路設計のレイアウトでは、多くの問題を考慮しなければなりません。これらの問題は、ディスクリート（個別）部品を使って構成したときと同様に、iPOWIR 技術によるソリューションにも共通です。このアプリケーション・ノートでは、熱的特性と電気的特性に対して、レイアウト設計を最適化する方法について説明します。

最適化の手法

プリント基板のパターン形状

iPOWIR を実装するときは、プリント配線基板上で適切なパターン形状でなければなりません。これによって、電氣的、熱的、機械的な接続が確保され、製品の信頼性が保証されます。プリント配線基板のランド・パッドは、はんだマスクで規定されなければなりません。ランド・パッドのはんだマスクの開口部は一般に、はんだボールの直径の 80% です。これにより最適なスタンドオフ（基板とデバイスのすき間）が得られます（参考文献 1）。実際のピン配置と実装パターンの形状は、各製品のデータシートを参照してください。

部品配置

電氣的要素

同期バック・コンバータの設計では、入力フィルタと出力フィルタをパワー・スイッチの近くに配置することが基本です。この基本は、iPOWIR を採用する設計にも当てはまります（図 1）。iPOWIR の利点は、入力電圧ライン用のコンデンサが内蔵されているため、ディスクリート回路の場合ほどレイアウトに影響されないことです。

iPOWIR は、 $2\text{ kV}/\mu\text{s}$ の速度で電圧をスイッチングできる高速パワー-MOSFET を内蔵しています。このため、入力コンデンサの配置の問題は、iPOWIR の配置の次に重要な項目となります。入力コンデンサと iPOWIR との

間の距離を短くすると、スイッチング時の浮遊インダクタンスによって発生するリンギングが小さくなります。

出力用コイルと出力フィルタ用コンデンサの配置は、2 番目に重要になります。iPOWIR の比較的近くに配置する必要がありますが、クリティカルではありません。

熱的要素

熱発生源の間の距離を十分にとることが設計の基本です。必要な距離を知るためには、熱の発生の仕組みを把握することと、それを理解することが必要です（参考文献 2）。

iPOWIR の方がディスクリート回路よりも電力密度が高くても、プリント配線基板は放熱密度が高いわけではありません。例えば、消費電力 5W の iPOWIR で、消費電力 5W のディスクリート回路を置き換える場合、プリント基板には同じ放熱能力が必要です（プリント基板の放熱能力が 5W しかなく、設計のマージンはないと仮定しています）。

配線

iPOWIR 製品は、損失によって発生した熱の大部分をプリント基板との接続を介して放熱します。デバイス上部からはわずかしかな放熱しません。従って、プリント基板の設計は熱伝導の最適化が重要になります。

銅はく層の利用

プリント基板の銅はく層を設計するときは、以下のステップに従ってください。詳細は図 1 を参照してください。

1. コモン（共通）・ノードのはんだボール間の接続には、配線パターンの代わりに広い銅プレーンを使います。
2. はんだの熱拡散を防止するための銅はくのスリット（熱リリーフ）を使わない。
3. できる限り大電流ノード（参考文献 3）の銅の面積を広げ、さらに他の層にレイアウトの鏡像を作ります。これにより、対流による冷却の表面積が大きくなり、 I^2R 損失の削減に役立ちます。

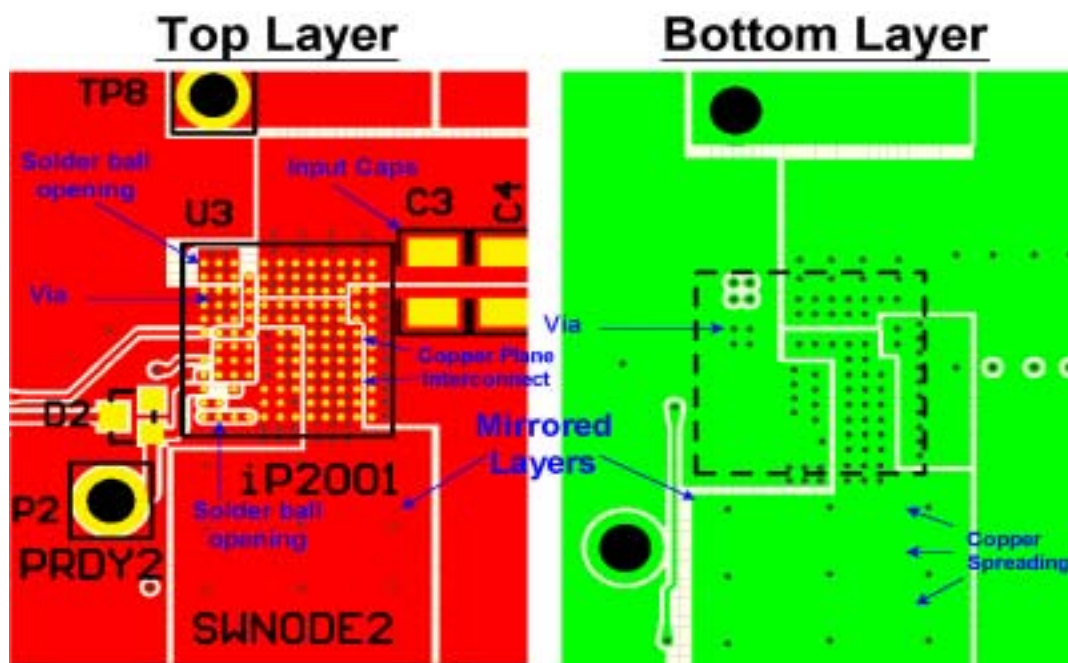


図1 iPOWERを実装するときのパターン例

4. 大電流ノードの層間の接続として複数のビア（層間接続専用のスルーホール）を使います。

5. 未使用の面（層）を銅で覆います。こうすると、プリント基板の総熱容量の増加に役立ちます。

6. 特に外側の層には、できる限り厚い銅はく（1 オンス～2 オンス：1 オンスは約 31 グラム）を使います。

ビアの接続

電気的および熱的な伝導のために、できる限り多くのビアを使ってください。プリント基板の設計では標準的なビアを使えますが、iPOWER 付近と直下のビアの形状や配置には特別な注意が必要です。次に、プリント基板を設計するときの iPOWER に対するビアの最適化方法を説明します。

ビアの形状

このアプリケーション・ノートでは、プリント基板で使う 2 種類のビアについて説明します（図2）。

例 A に、キャプチャ・ランドが露出した標準的なビアを示します。iPOWER の下にはこの種のビアを使わないでください。露出した金属開口部があると、はんだ

ボールからビア側面に、はんだが漏れ込むため、構造を弱くしてしまいます。また、iPOWER の近くにこの種のビアを配置する場合は、ビア開口部から最寄りのは

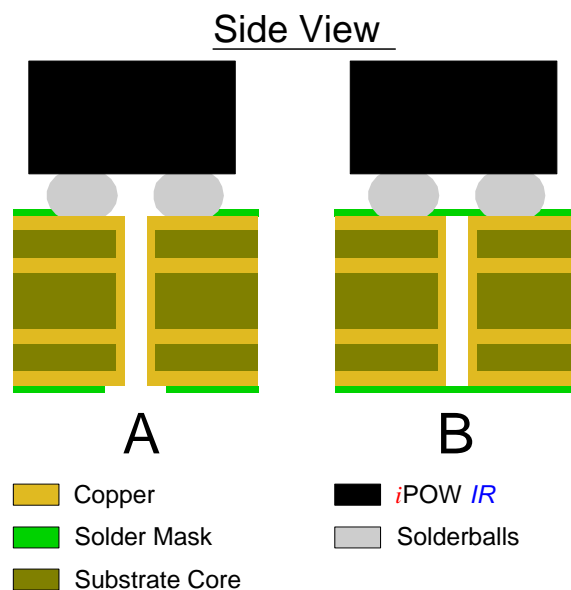


図2 2種類のビアの断面図

んだボール開口部まで 12 ミル (約 0.3mm : 1 ミルは 1/1000 インチ) 以上のはんだマスクが必要です。

例 B に覆い付きの標準的なビアを示します。ビア・ホールとランド・キャプチャを覆うために、はんだマスクが使われます。iPOWIR の周囲と下にはこの種のビアが使えます。配置だけが重要な問題となり、このアプリケーション・ノートの後半で説明します。

ビアの配置

iPOWIR の配置では、例 B のビアだけを使ってください。同じノードの 4 個のはんだボールの実装パッドの中心にビアを配置します (図3)。コモン・ノードのはんだボールの実装領域でこれを繰り返します。ビアは iPOWIR の回りにも配置しなければなりません。

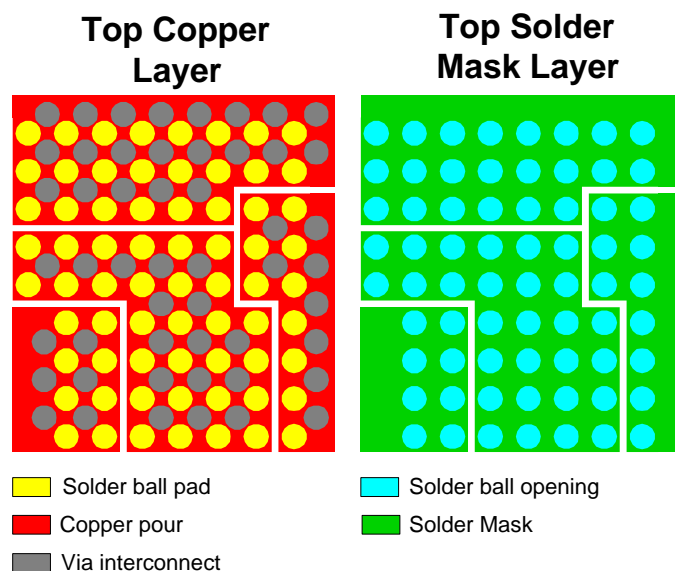


図3 iPOWIR の周辺と直下のビア配置例

31.5 ミル (約 0.8mm) のはんだボール・ピッチに対応するはんだボール・パッドの間には、キャプチャ・ランドが最大で 25 ミル (約 0.64mm) のビアが使えます。25 ミルのキャプチャ・ランドに対するビア・ホールの大きさは、標準的には 13 ミル (約 0.33mm) 以下です。

最上部のはんだマスク層を Gerber または Cad viewer を使って示しました。iPOWIR の下のはんだマスク層の領域は、はんだボール開口部のみを示し、ビア・キャプチャ開口部は示していないことに注意してください。

プリント基板の完成

図4に、iPOWIR に対する標準的なプリント基板の層の構成を示します。前述の設計の考察事項をすべて適用すると、iPOWIR に対して、プリント基板を利用したヒートシンクを構成できます。iPOWIR が発生する熱は、はんだボールを伝わって、プリント基板の最上部の層に伝わります。適切にプリント基板を設計すると、熱は最上部の層を経て、ビアを通り、中層と最下層に広がり、最後に基板のコア部分に伝わります (図5)。

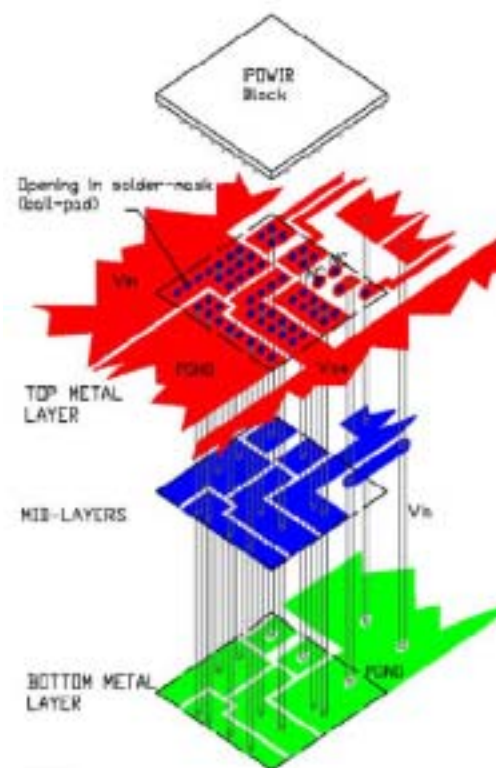


図4 プリント基板の層の構成

注1) この図は概念的に示したもので実際の設計には使わないでください。プリント基板設計には各製品のデータシートを参照してください。

注2) 放熱のために V_{in} 、PGND、 V_{sw} のパターンは iPOWIR の周辺まで広げています。

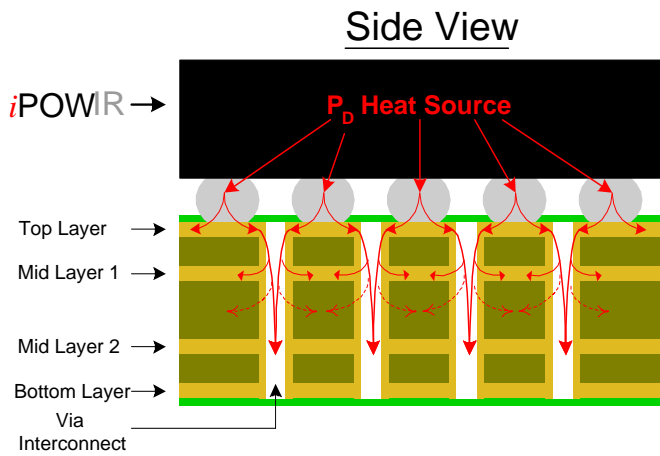


図5 熱の伝導経路

まとめ

iPOWIR 技術を採用した製品は、プリント基板との接続を通して、ほとんどの熱を放散します。デバイスの上部からはほとんど放散しません。プリント基板を適切に設計すると、 I^2R 損失が最小限に抑え込められ、iPOWIR に対するヒートシンクとして機能し、最高の熱特性と電気的特性が得られます。

< 参考文献 >

- 1) 詳細はアプリケーション・ノート AN-1028 “Recommended Design, Integration, and Rework Guidelines for International Rectifier's iPOWIR™ technology BGA Packages” を参照してください。
- 2) 詳細はアプリケーション・ノート AN-1030 “Appling iPOWIR™ products in your thermal environment” を参照してください。
- 3) 大電流ノード：1) 入力電圧ノード (V_{IN}); 2) スイッチング・ノード (V_{SW}); 3) 電源の設置ノード (P_{GND})。