

# ザイリンクス フリップチップ BGA パッケージの実装

著者: Amjad Esfahani

## 概要

ザイリンクス フリップチップ BGA パッケージは、ザイリンクスの高性能 FPGA デバイスに対応したパッケージです。ダイを基板の上に上向きに取り付け、ワイヤを使用して接続する従来のワイヤボンダ パッケージとは異なり、フリップチップ BGA のはんだバンプ付きダイを裏返して下向きに取り付けて、導電性のあるバンプをラミネート基板上の対応する金属パッドに直接接続しています。

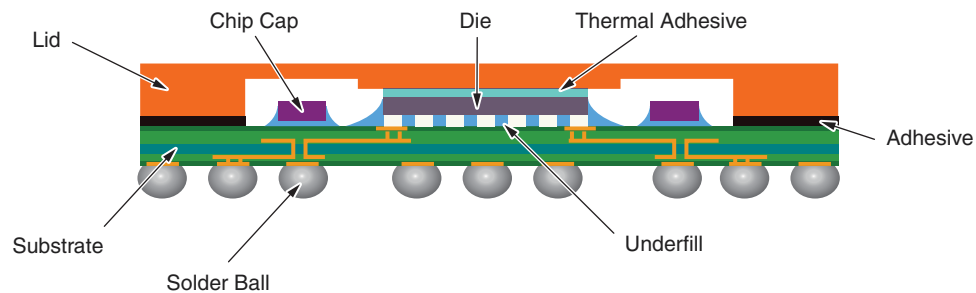
このアプリケーション ノートでは、ボードのデザイン ルール、ボード アセンブリ パラメーター、リワーク工程、および熱管理に関するガイドラインを説明します。このアプリケーション ノートで言及するリフローおよびリワークのガイドラインは、共晶パッケージにのみ適用されます。鉛フリー パッケージのリフローおよびリワークの詳細は、『鉛フリー パッケージのインプリメンテーションおよびはんだリフロー』(XAPP427) [参照 1] を参照してください。

## はじめに

ザイリンクスのフリップチップ パッケージは高密度の多層有機ラミネート基板上に構成されます。これらのパッケージは主に高性能な製品に使用されるため、ユーザーは高コストの原因となる差し替えを避けるために、フリップチップ BGA パッケージの実装方法について十分理解することが重要です。

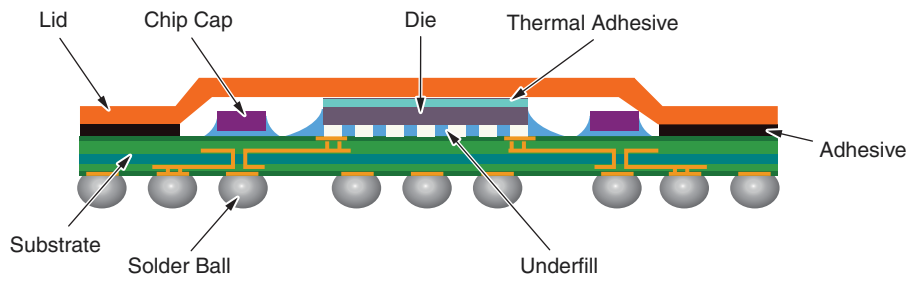
## パッケージ構造

図 1、図 2、図 3、および図 4 に、パッケージ構造の断面図(ダイの中心を通る)を示します。フリップチップ BGA パッケージのアセンブリには、2 種類のリッド (Forged リッド (図 1)、Stamped リッド (図 2)) が使用されます。ベアダイ パッケージ (図 3) とスティフナー リング付きリッドレス パッケージ (図 4) という、リッドのないパッケージも 2 種類あります。



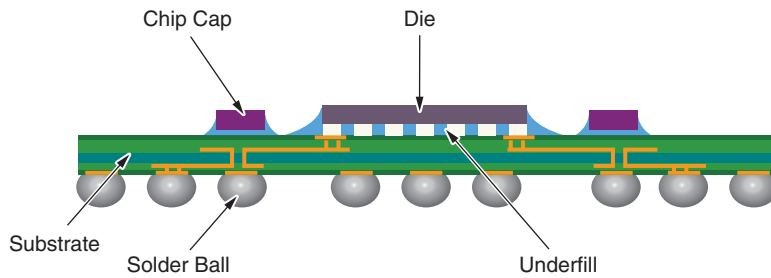
X426\_01\_120617

図 1: Forged リッド付きパッケージ



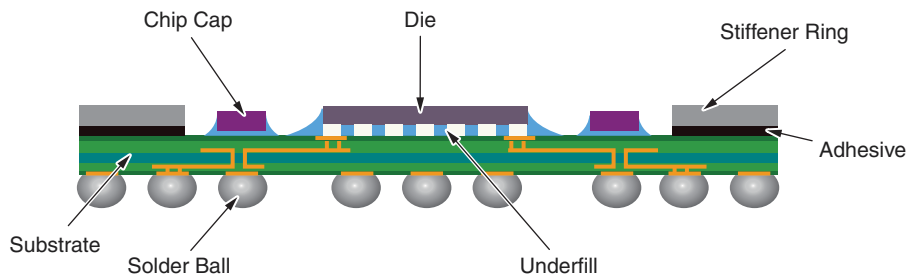
X426\_02\_120717

図 2: Stamped リッド付きパッケージ



X426\_03\_120617

図 3: ベアダイパッケージ



X426\_04\_120617

図 4: リッドレスパッケージ

ザイリンクスのフリップチップパッケージは密閉されておらず、パッケージ基板とリッドの間に開口部があります(図 5)。開口部とは、パッケージ基板内のエポキシ接着剤が注入されていない部分です。これにより、リッドとパッケージ基板の間に小さな隙間ができます。これらの開口部は、ガス抜きや水分蒸発を可能にするよう、ヒートスプレッダー(リッド)とパッケージ基板を設計することで確保されます。

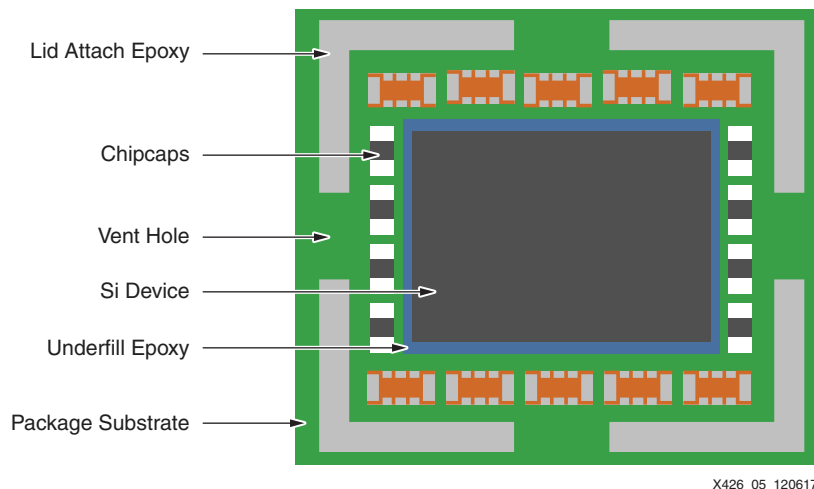


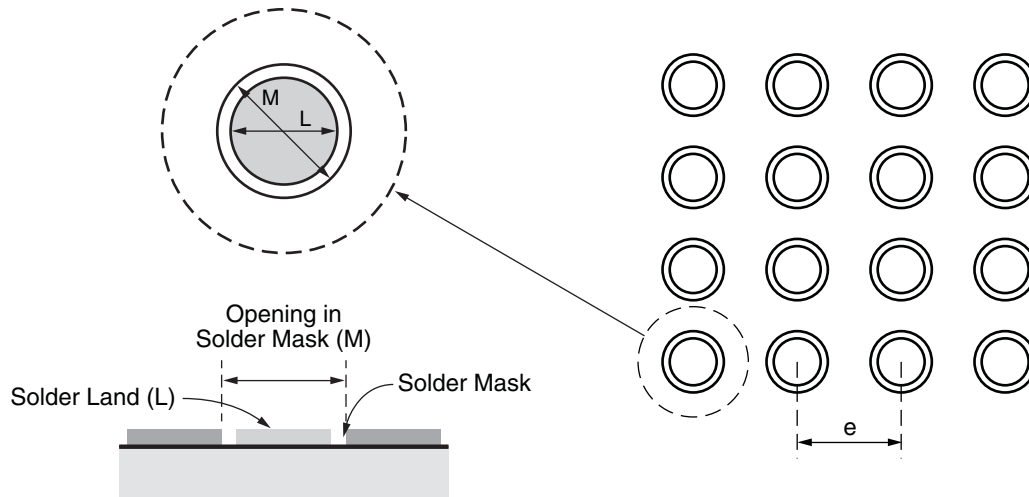
図 5: 開口部とチップ キャパシタの例 (パッケージによって異なる)

## 推奨する PCB 信頼性ガイドライン

ザイリンクスのフリップチップ パッケージは密閉されていないため、ボード アセンブリでの過剰な洗浄溶剤/化学薬品の使用やそれらの除去不足、あるいは過剰な水分が要因となってパッケージの信頼性に重大な問題が生じる可能性があります。ガス抜きと水分蒸発を可能にするために、小さな開口部がヒート スプレッダー (リッド) とパッケージ基板との間の設計によって確保されています。溶剤やその他の腐食性薬品が、これらの開口部から浸透してパッケージ内の有機物やコンポーネントを腐食する可能性があるため、ザイリンクス フリップチップ BGA パッケージのボード アセンブリではこれらを使用しないでください。

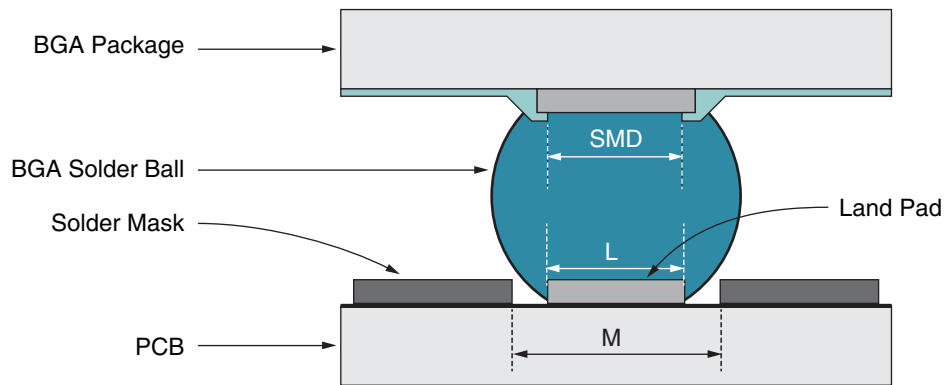
## 推奨する PCB デザイン ルール

ザイリンクスでは、パッケージ側のランド パッド径に関するデータを提供しています。ボード レイアウトを設計するにあたって、ボード パッドをコンポーネント側のランドの形状と一致するよう設計するために、このデータが必要になります。図 6 に、これらのランド パッドの各部の直径を示し、表 1 に 0.5、0.8、1.0、および 1.27mm ピッチのパッケージにおけるそれらの標準値を示します。ザイリンクス BGA パッケージでは、ボードに NSMD (非はんだマスク定義) パッドを使用することを推奨します。これによって、図 6 に示すように、ランド金属 (直径 L) とはんだマスクの開口部 (直径 M) の間に隙間ができます。図 7 に NSMD PCB パッドのはんだ接合部を示します。ボード レベルの信頼性を向上させるため、ボード ランド パッドの直径とパッケージのはんだマスク定義 (SMD) の比率が 1:1 になるようにすることを推奨します。NSMD パッドとはんだマスクの間隔、および実際の信号トレース幅は、PCB ベンダーによって異なります。ライン幅および間隔が狭くなると、PCB のコストが高くなります。



X426\_06\_120617

図 6: BGA パッケージ用の推奨されるはんだパッド レイアウト



X426\_07\_120617

図 7: NSMD PCB パッドのはんだ接合部の例

表 1: BGA パッケージのデザイン ルール

デザイン ルール	0.5mm ピッチ	0.8mm ピッチ	1.0mm ピッチ	1.0mm ピッチ (FG パッケージ)	1.0mm ピッチ (FT パッケージ)	1.27mm ピッチ
	寸法 (単位: mm) (ミル)					
パッケージのランド パッド 開口部 (SMD)	0.275mm (10.8 ミル)	0.40mm (15.7 ミル)	0.53mm (20.9 ミル)	0.50mm (19.7 ミル)	0.40mm (15.7 ミル)	0.61mm (24.0 ミル)
PCB はんだランド (L) の 最大直径	0.275mm (10.8 ミル)	0.40mm (15.7 ミル)	0.53mm (20.9 ミル)	0.50mm (19.7 ミル)	0.40mm (15.7 ミル)	0.56mm (22.0 ミル)
PCB はんだマスク開口部 (M) の直径	0.375mm (14.76 ミル)	0.50mm (19.7 ミル)	0.63mm (24.8 ミル)	0.60mm (23.6 ミル)	0.50mm (19.7 ミル)	0.66mm (26.0 ミル)
はんだボール ランドのピッチ (e)	0.50mm (19.7 ミル)	0.80mm (31.5 ミル)	1.00mm (39.4 ミル)	1.00mm (39.4 ミル)	1.00mm (39.4 ミル)	1.27mm (50.0 ミル)

注記:

1. 寸法は mm 単位で制御します。

# フリップチップ BGA のアSEMBル

ザイリンクスのフリップチップ BGA は、JEDEC 本体サイズとフットプリント標準に準拠しています。これらのパッケージは、プラスチック表面実装コンポーネント (PSMC) の EIA 吸湿性分類に従っています。標準的な表面実装アSEMBリ工程は、これらのパッケージに対して、若干熱質量を高く想定して実行する必要があります。

その他の SMT コンポーネントと同様、フリップチップ BGA アSEMBリ工程にはスクリーン印刷、はんだリフロー、リフロー後の洗浄という作業があります。以降のセクションでは、PCB 上にフリップチップ BGA をアSEMBルする際のガイドラインを示します。

## スクリーン印刷機のパラメーター

スクリーン印刷工程に使用したパラメーターの例を次に示します。これらは、必ずしも最適化されたパラメーターではない点に留意してください。最適なパラメーターは、使用するアプリケーションと設定によって異なります。

- 装置: MPM Ultraprint 2000
- スキージタイプ: メタル
- スキージ角度: 45°
- スキージ圧力: 24 lbs/sq. in.
- スキージ速度: 0.7 in/sec
- 印刷サイクル: 1 方向
- ステンシル スナップ オフ: 0.10 インチ
- ステンシル リフト オフ速度: 低速

## スクリーン印刷工程のパラメーター

- はんだペースト: Alpha Metals WS609 (水溶性)
- ステンシル開口: 直径 0.0177 インチ
- ステンシル厚さ: 0.006 インチ
- ステンシル開口製造: レーザー カット

洗浄不要または水溶性のはんだペーストを使用することを推奨します。洗浄が必要になる場合は、必ず水溶性のはんだペーストを使用してください。

## リフロー プロファイル

適切なリフロー結果を得るためには、最適なプロファイルが重要になります。はんだペースト製造メーカーが示しているプロファイルを参考にすることも重要ですが、基本的な時間/温度の持続情報しか提供されていません。最適なリフローを行うには、コンポーネントおよびボードの特性から、最高温度と適切な上昇速度を判断する必要があります。

すべての新規ボード デザインでは、コンポーネントの複数の位置 (Top、Bottom、および Corner - 付録の [図 11](#) 参照) で測定された熱電対を使用して、プロファイルを作成する必要があります。さらに、ボード上に複数のデバイスがある場合は、最低リフロー温度が大規模なコンポーネントのリフロー温度に達していると同時に、小規模で高温に対応していないコンポーネントを破損する可能性があるしきい値温度を超えていないことを確認するために、ボード上の異なる位置での測定結果を検証する必要があります。最低リフロー温度は、はんだボールの濡れ性がよく、適切にはんだ接合を形成できる理想的な温度レベルです。

この情報は通常、はんだペースト製造メーカーより提供され、はんだの融点より 15 ~ 20°C 高くなります。共晶 (Sn63Pb37) はんだの場合は、およそ 205 ~ 215°C です。鉛フリーはんだの場合は 230 ~ 245°C です。

コンポーネントおよびボードに反りが起こらないようにするため、ボードの温度偏差をできるだけ低く (10°C 以下に維持) することが非常に重要です。そのためには、予備加熱の段階で温度の上昇率を低くします。最初の段階では、1°C/秒未満の比率で温度を上昇させ、その後のプロファイルでは 3°C/秒以下で上昇させることを推奨します。

また、コンポーネントの表面と底面の温度偏差を最小にする必要があります。これは、特に冷却段階で重要になります。実際、冷却はリフロープロセスで非常に重要であるため、確実に最適化しなくてはなりません。温度の低下率を下げることでアセンブリ率は高くなりますが、接合金属間のグレイン サイズは大きくなります。結果として、はんだ接合部分の強度が低下します。一方、温度の低下率を上げるとはんだ接合グレイン サイズが小さくなり、はんだ付け部分の強度を高めることができます。ただし、フリップ チップ BGA のように発熱部分が大きいパッケージを急激に冷却すると、コンポーネントの表面と底面、およびコンポーネントと PCB に温度差が発生するために、クラックやパッケージの反りを引き起こす場合があります。

パッケージの表面とはんだ接合部分の温度差が最小となるように冷却することが重要です。リフロープロセスの冷却段階では、コンポーネントの表面とはんだ接合部の温度差を最小限 (7°C 未満) に維持する必要があります。この段階は、ボールがまだ完全にはボードに接着されていない非常に重要な段階で、通常、このときの温度は 180°C から 160°C までの範囲になります。冷却部分をいくつかに分割し、それぞれを異なる温度で効果的に冷却することで、温度差による問題を解決できます。BGA パッケージ用の一般的なリフロー条件を示した図 (付録の [図 12](#)) を参照してください。

## リフロー後の洗浄/ウォッシング

現在、ほとんどの PCB 組み立て業者は、リフロー後の洗浄が不要な工程を採用しています。これは、非常に理想的なプロセスです。工程の一部として洗浄が必要な場合は、水溶性のペーストを使用し、Westek Triton IV のような洗浄機で 140°F ~ 145°F の脱イオン水洗浄を行うことを推奨しています。

洗浄用の溶液や溶剤は、ヒート スプレッダーの接着剤、熱伝導材料、パッケージ内のコンポーネントを劣化させる化学物質を含んでいる場合があるため、使用しないでください。

## リフロー後のベーキング

液体の残留を防ぐために、洗浄後はベーキングで乾燥させることを推奨します。ベーキングの一般的な条件は、125°C (4 ~ 6 時間) です。これは単なるガイドラインあり、常に最良と思われる製造条件を適用する必要があります。

## フリップチップ BGA のリワーク

通常、フリップチップ BGA パッケージのデバイスは高性能、高価格であるため、適切な手順に従ってリワークを行う必要があります。

## プリベーキング

プリント回路基板や BGA パッケージは湿気に非常に敏感なため、ベーキング後にリワークが必要です。ベーキングは、125°C で 4 時間以上を推奨しています。

## BGA の取り外し

コンポーネントを取り外す場合は、厳密な温度のプロファイルを作成する必要があり、これによって、加熱時間およびコンポーネント/ボードの最高温度を決定します。したがって、プロファイルは各ボードおよび取り外すコンポーネントに対応するようにします。一般的なプロファイルには、鉛フローの場合に最高温度 205 ~ 215°C または 230 ~ 245°C (はんだ接合点) で、最長 75 秒とありますが、推奨されるプロファイルの詳細は、各製造メーカーにお問い合わせください。

また、183°C を越えた状態でデルタ時間およびドエル時間を短縮した場合、内部金属の膨張とコントロールボードの反りを最小にできます。コンポーネントおよびボードを過剰に加熱せず、取り外すコンポーネント上のすべてのボールをリフローすることも重要です。一般的に、ボード全体を最低温度 85°C で予備加熱すると大きな温度差やボードの反りを防ぐことができます。

有効な装置およびツールに関しては、吸引機能のある自動高熱ガスリワークシステムを推奨しています。ノズルは、パッケージではなく、はんだ接合部に熱が加えられるようにします。過度に加熱するとリッドを接続しているエポキシが軟化し、リッドが剥がれることがあります。リワークプロファイル (共晶の場合は最高温度 205 ~ 215°C、鉛フリーの場合は最高温度 230 ~ 245°C まで 45 ~ 60 秒かけて上昇させる) を使用して、上面から加熱します。はんだボールが完全に液化したら、吸引ノズルの先端部を使用してコンポーネントを引き離します。部分的にリフローされたコンポーネントをボードから取り外そうとすると、コンポーネントが損傷し、リッドが剥がれる可能性があるため注意してください。

注記: パッケージの層間剥離を避けるために、パッケージ最上部の温度は 225°C を超えないようにしてください (パッケージのサイズに応じて、鉛フリーフリップチップ BGA パッケージの場合は 240°C ~ 260°C)。

## サイト準備

ボードに付着した余分なはんだは、はんだ吸取器またははんだウィックを使用して除去します。この時、はんだマスクやはんだパッドを損傷しないように注意が必要です。最後に、アルコールを使用して、取り除いた部分にブラシをかけ、ボードを乾燥させて、はんだ付けする部分の表面をクリーンにします。ボードによって、またはメーカーによって、特別な手順が必要となる場合がありますが、余分なはんだを除去する作業は常に必要です。

## はんだペーストの塗布

はんだペーストをコンポーネントサイトに塗布する場合、いくつかのオプションがあります。BGA パッケージ自体は、実装前にペーストでスクリーニングできます。さらに、はんだペーストはディスペンス方式でサイトに塗布できます。最後に、準備した錫メッキのサイトにフラックスを塗布すると、ほとんどの場合で基準を満たした結果になります。

## BGA の取り付けとリフロー

次に、コンポーネントをボードに取り付けます。コンポーネントが規定時間以上放置されていた場合は、アセンブリの前にベーキングします。コンポーネントをサイトに置き、調整に関するすべての注意事項を確認します。コンポーネントを取り外す場合と同様の方法で熱風を使用して、ボールをリフローします。ボードに反りができるような温度変化を避けるため、ボード全体の温度に注意してください。PCB は裏面から特定温度 (ボードサイズおよびプロパティによって異なる) まで加熱することを推奨しています (最適温度は 80 ~ 145°C)。

ボードの裏側から加熱することによって、ボードの温度偏差を最小にできます。

さらに、フリップチップ BGA などの大きな BGA は熱に非常に敏感であるため、熱管理には十分注意する必要があります。温度偏差は、最小限に抑えることが重要です。温度が急激に変化すると、熱衝撃が生じ、パッケージの反りを引き起こします。特定場所 (角にあるはんだボール、パッケージ中央のはんだボール、パッケージの表面) の間の温度偏差は 7°C 以下にしてください。温度偏差を最小にするには、温度上昇速度を遅く (0.5°C/秒) して、最高リフロー温度 (はんだボールで 200°C) を低くします。また、6 ページの「リフロープロファイル」に示されているように、適切な冷却方法を採用して、温度偏差を最小にします。



## BGA リボール

ザイリンクスは、リボール作業を推奨しておらず、リボールされたデバイスの構造的な完全性や機能性を保証していません。リボール作業が必要な場合、リフロー作業は3回以下にすることを推奨しています。

## コンフォーマルコーティング

ザイリンクスは、コンフォーマルコーティング後のボード上のフリップチップ BGA パッケージに関する信頼性データを提供していません。量産で使用する前に、エンドユーザーがザイリンクス パッケージのボードレベルの信頼性を特性評価することを推奨しています。

## アセンブリ後の処理

接続または固定する部品などを PCB ボードに取り付ける場合は、ボードに過度の力を加えたりボードを曲げたりすると、はんだ接合部の強度が低下し、破損の原因となるため注意してください。

## 熱管理

すべてのパッケージでは、シンプルなエアフローを利用したり、パッシブ ヒートシンクやアクティブ ヒートシンクなどの高度な方法を利用するなどして、熱特性を向上させることができます。これは高性能フリップチップパッケージでは特に重要であり、システムの物理的制約を考慮した配置で 20W を超える電力にも対応できるパッケージへの拡張が可能になります。

図 8 のフリップチップでの熱管理の表に、フリップチップ BGA パッケージに適用できる電力管理の方法を段階別に表示します。この方法は、ほかのパッケージタイプにも適用できます。

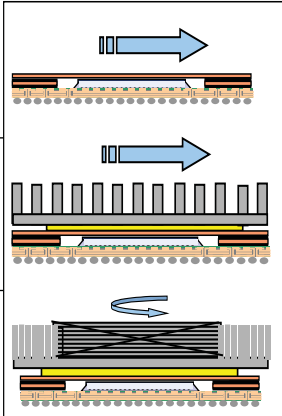
Low End 1-6W	Heat Spreader with Moderate Air Flow 8-12°C/W	Package with only a heat spreader may be used with moderate airflow within a system	
Mid Range 4-10W	Passive Heat Sink plus Air Flow 5-10°C/W	Package with or without a heat spreader used with various forms of passive heat sinks and board-level heat spreading techniques	
High End 8-25W	Active Heat Sink 2-3°C/W or Better	Package with or without a heat spreader used with an active heat sink or TEC and board-level heat spreading techniques	

図 8: フリップチップ BGA パッケージの熱管理の方法

中程度の消費電力 (6 ワット未満) の場合、熱伝導性の両面テープまたはリテーナで取り付けられたパッシブ ヒートシンクやヒート スプレッダーを使用することで、これらのパッケージに適切な熱ソリューションを提供できます。



消費電力が 25W 以下の大型パッケージの場合、軽量のフィン付きのパッシブ ヒートシンクを外付けする方法が有効です。効率の高い外付けヒートシンクはさらに長くて重くなります。応力亀裂を引き起こす重いヒートシンクからコンポーネントの接合部を保護するには、実装応力をボードに伝えるスプリング入りのピンやクリップを使用してください。対角を延長して直接ボードに接続できるように設計されているヒートシンクもあります。

すべてのフリップチップ パッケージは、熱特性を向上させた BGA で、ダイ表面を下向きにして装着します。上部に金属のヒート スプレッダーが付いているパッケージと付いていないパッケージがあります。これらのハイエンドな熱パッケージは、アクティブまたはパッシブ ヒートシンクを外外部に取り付けることで、さらに効果的に放熱できます。また、大規模なヒートシンクを装着する場合には、コンポーネントが損傷しないよう考慮する必要があります。

アクティブ ヒートシンクには、小型のファンを組み込んだシンプルなものから、ファン付きのペルチェ冷却装置 (TEC) を使用して発生した熱を逃がすものまであります。TEC を逆さに装着するとコンポーネントの破損を招く可能性があるため、熱管理に TEC を使用する際は、デバイスの専門家に相談してください。また、結露が問題となる場合もあります。

パッケージのほかには、パッケージを配置するボードが熱特性に大きく影響します。発生した熱の 60 ~ 80% 程度が BGA ボールを通してボードに伝わります。ボードの放熱性を活かすようなボード設計も可能です。ボードによる効果は、ボードの大小と熱伝導率によって異なります。ボードのサイズ、銅トレースの階層、内部の銅プレーン数は、すべてそのボードに実装するパッケージのジャンクションと周囲の間の熱抵抗を低下させます。

## ヒートシンクの相変化材料の除去

ヒートシンクを取り外したりリワークする場合は、ダイ表面に残っている相変化材料を除去する必要があります。相変化材料をコンポーネントから完全に除去する方法として、Laird Technologies 社が次のガイダンスを示しています。

### 相変化材料の除去手順

1. 「コンポーネントを分離する」
2. 「相変化材料をだまかに取り除く」
3. 「残りの相変化材料を溶剤で拭き取る」
4. 「Laird Technologies 社の材料に関する取り扱い注意事項」

### コンポーネントを分離する

可能な場合は、室温でヒートシンクを左右の方向にねじって、相変化熱界面材料と接着しているコンポーネント (ヒートシンクと FPGA) の間の接着剤をはがします。図 9 を参照してください。

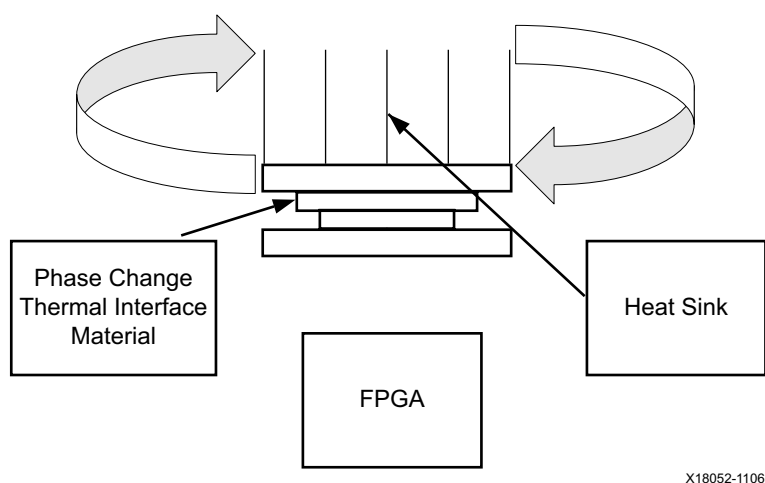


図 9: 熱界面材料 (TIM) と両方のコンポーネントの間の接着剤をはがす

一般的に、コンポーネントのサイズが 15mm x 15mm 以下と小さい場合、接着剤は室温で容易にはがれます。コンポーネントのサイズが大きく、上記のようにねじる動作が難しい場合、または壊れやすいコンポーネントを使用している場合は、コンポーネント (推奨) またはヒートシンクを約 40°C ~ 60°C まで熱してから取り外します。

ガイドラインでは 40°C ~ 60°C と指定していますが、アプリケーションによっては 35°C まで加熱すれば十分なこともあります。また、70°C まで加熱した方が相変化 TIM が柔らかくなり、容易に分離できることもあります。

## 相変化材料を大まかに取り除く

相変化材料を手早く除去するには、コンポーネントを分離した後、残っている相変化材料をプラスチック製または木製のへらでこそぎ落とします。乾いたきれいな布で拭い取ってもかまいません。

## 残りの相変化材料を溶剤で拭き取る

きれいな布に次のいずれかの溶剤を含ませて残りの相変化材料を拭き取ります。

- トルエン (最も簡単)
- アセトン (非常に良好)
- イソパラフィン系炭化水素: Isopar、Soltrol (商品名) (非常に良好)
- イソプロピル アルコール (OK)

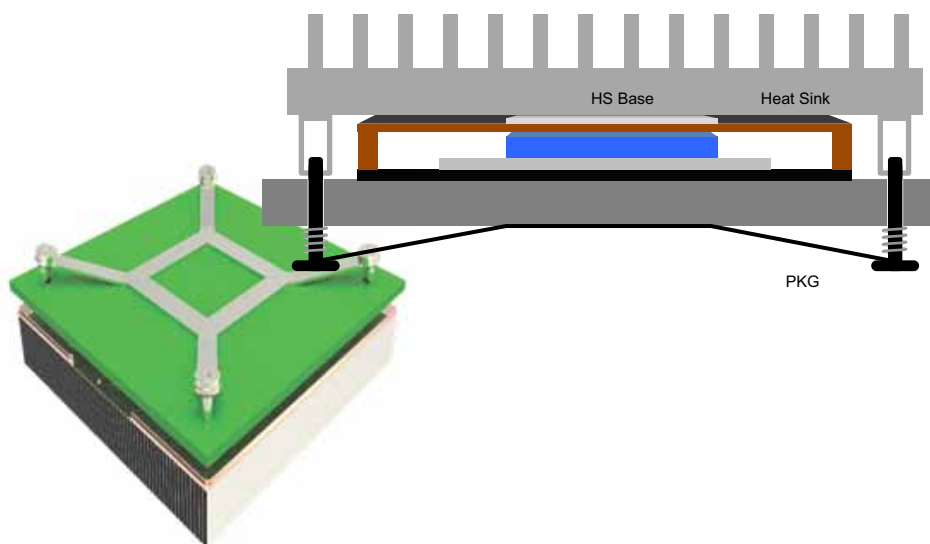
## Laird Technologies 社の材料に関する取り扱い注意事項

Laird Technologies 社が提供する相変化材料の安全な取り扱い、廃棄方法、健康上の注意点は、同社の MSDS (材料の安全性に関するデータシート) に記載されています。使用または取り扱う前に、この MSDS をお読みください。MSDS は Laird Technologies 社のウェブサイト ([www.lairdtech.com](http://www.lairdtech.com)) で参照できます。

## TIM を介してヒートシンクからパッケージに加わる圧力

パッケージとヒートシンクの間で TIM の最適なパフォーマンスを得るには、パッケージにかける圧力を 20 ~ 40 PSI の範囲内とすることを推奨します。パッケージとヒートシンクの間熱電対があると、熱接触の質が低下して熱測定が不正確になる恐れがあります。ここには熱電対を配置しないようにしてください。

ザイリンクスは、デバイスパッケージの四隅周辺で動的な実装法を採用することを推奨しています。PCB では、ヒートシンク取り付け具の一部としてブラケットクリップを使用して、パッケージを機械的に支えます。図 10 を参照してください。



X15431-110617

図 10: 動的な実装とヒートシンクの取り付け具のブラケットクリップ

## 付録

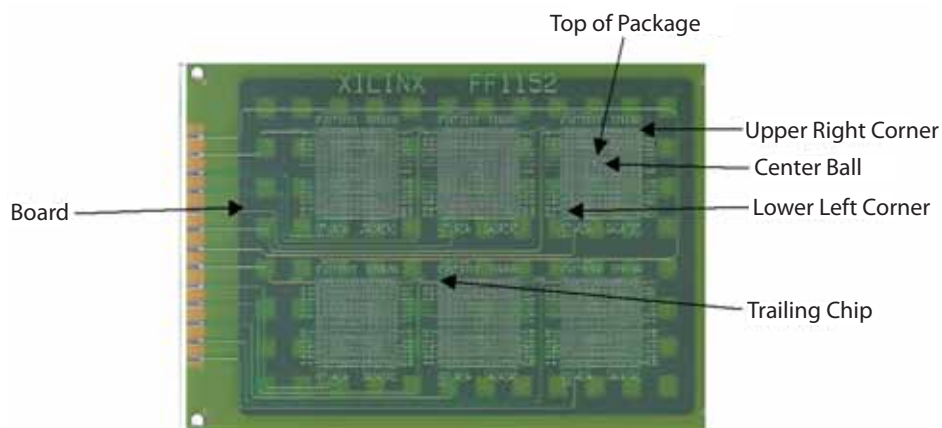


図 11: 温度測定的位置

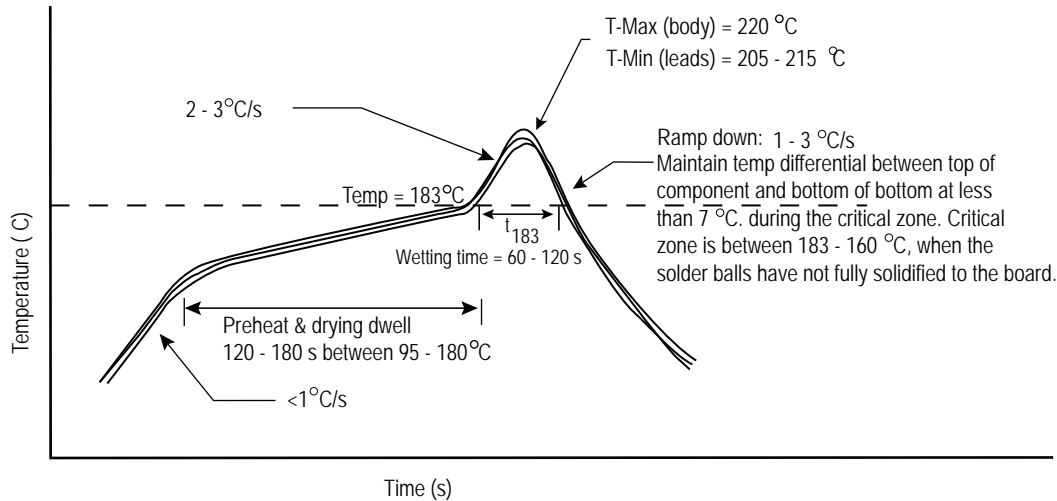


図 12: 共晶 BGA 用の一般的なはんだリフロー プロファイル

## Xilinx Documentation Navigator およびデザイン ハブ

Xilinx Documentation Navigator では、ザイリンクスの資料、ビデオ、サポート リソースにアクセスでき、特定の情報を取得するためにフィルター機能や検索機能を利用できます。Xilinx Documentation Navigator を開くには、次のいずれかを実行します。

- Vivado IDE で [Help] → [Documentation and Tutorials] をクリックします。
- Windows で [スタート] → [すべてのプログラム] → [Xilinx Design Tools] → [DocNav] をクリックします。
- Linux のコマンド プロンプトに「docnav」と入力します。

ザイリンクスのデザインハブでは、資料へのリンクがデザインタスクおよびトピックごとにまとめられており、これらを参照することで重要なコンセプトに関する知識を得たり、よくある質問 (FAQ) を参考に問題を解決できます。

デザインハブにアクセスするには、次のいずれかを実行します。

- Xilinx Documentation Navigator で [Design Hubs View] タブをクリックします。
- ザイリンクス ウェブサイトで [デザイン ハブ](#) のページを参照します。

注記: Xilinx Documentation Navigator の詳細は、ザイリンクス ウェブサイトの [Documentation Navigator](#) ページを参照してください。

## 参考資料

注記: 日本語版のバージョンは、英語版より古い場合があります。

- 『鉛フリー パッケージのインプリメンテーションおよびはんだリフロー』(XAPP427: [英語版](#)、[日本語版](#))
- Adams, Jeff, “Xilinx FF1152 Assembly Report”, March 27, 2001, Samina Corporation.
- Gilleo, Ken, “Area Array Packaging Handbook”, copyrighted 2002 by McGraw-Hill Co., pages 14.14-14.16.
- Hall, James, “Concentrating on Reflow's Cooling Zones”, EP&P, 3/01/2001
- Narrow, Phil, “Soldering”, SMT Magazine, Aug. 2000
- O'Donnell, Dennis, “BGA Rework Practices”, Precision PCB Services Inc., 2001
- 『Zynq UltraScale+ MPSoC パッケージおよびピン配置ユーザー ガイド』(UG1075: [英語版](#)、[日本語版](#))
- 『UltraScale および UltraScale+ FPGA パッケージおよびピン配置ユーザー ガイド』(UG575: [英語版](#)、[日本語版](#))
- 『Zynq-7000 All Programmable SoC パッケージおよびピン配置ガイド』(UG865: [英語版](#)、[日本語版](#))
- 『7 シリーズ FPGA パッケージおよびピン配置ユーザー ガイド』(UG475: [英語版](#)、[日本語版](#))
- 『Virtex-6 FPGA パッケージおよびピン配置ユーザー ガイド』(UG365: [英語版](#))
- 『Spartan-6 FPGA パッケージおよびピン配置 Product 製品仕様』(UG385: [英語版](#)、[日本語版](#))

## 改訂履歴

次の表に、この文書の改訂履歴を示します。

日付	バージョン	内容
2002年12月9日	1.0	初版
2003年5月27日	1.1	<a href="#">「BGA リボール」</a> を追加。
2004年1月15日	1.2	ピーク リフロー温度を 200 ~ 210°C から 205 ~ 215°C に変更。
2006年3月3日	1.3	2 種類のリッド付きパッケージ構造 ( <a href="#">図 2</a> ) を追加し、非断熱性およびコンフォーマル コーティングに関する注記を追加。
2007年4月3日	1.3.1	資料情報欄のタイポを修正。
2018年1月11日	1.4	<a href="#">「パッケージ構造」</a> ( <a href="#">図 1</a> および <a href="#">図 2</a> を含む) を更新し、 <a href="#">図 3</a> 、 <a href="#">図 4</a> 、および <a href="#">図 5</a> を追加。 <a href="#">「推奨する PCB 信頼性ガイドライン」</a> および <a href="#">「リフロー後のベーキング」</a> を追加。 <a href="#">「推奨する PCB デザインルール」</a> および <a href="#">表 1</a> を更新。 <a href="#">図 6</a> および <a href="#">図 7</a> を追加。 <a href="#">「リフロープロファイル」</a> 、 <a href="#">「リフロー後の洗浄/ウォッシング」</a> 、 <a href="#">「BGA の取り外し」</a> 、および <a href="#">「BGA リボール」</a> を更新。 <a href="#">図 8</a> を含む <a href="#">「熱管理」</a> を更新。 <a href="#">「ヒートシンクの相変化材料の除去」</a> および <a href="#">「TIM を介してヒートシンクからパッケージに加わる圧力」</a> を追加。

## お読みください: 重要な法的通知

本通知に基づいて貴殿または貴社(本通知の被通知者が個人の場合には「貴殿」、法人その他の団体の場合には「貴社」。以下同じ)に開示される情報(以下「本情報」といいます)は、ザイリンクスの製品を選択および使用することのためにのみ提供されます。適用される法律が許容する最大限の範囲で、(1)本情報は「現状有姿」、およびすべて受領者の責任で(with all faults)という状態で提供され、ザイリンクスは、本通知をもって、明示、黙示、法定を問わず(商品性、非侵害、特定目的適合性の保証を含みますがこれらに限られません)、すべての保証および条件を負わない(否認する)ものとします。また、(2)ザイリンクスは、本情報(貴殿または貴社による本情報の使用を含む)に関係し、起因し、関連する、いかなる種類・性質の損失または損害についても、責任を負わない(契約上、不法行為上(過失の場合を含む)、その他のいかなる責任の法理によるかを問わない)ものとし、当該損失または損害には、直接、間接、特別、付随的、結果的な損失または損害(第三者が起こした行為の結果被った、データ、利益、業務上の信用の損失、その他あらゆる種類の損失や損害を含みます)が含まれるものとし、それは、たとえ当該損害や損失が合理的に予見可能であったり、ザイリンクスがそれらの可能性について助言を受けていた場合であったとしても同様です。ザイリンクスは、本情報に含まれるいかなる誤りも訂正する義務を負わず、本情報または製品仕様のアップデートを貴殿または貴社に知らせる義務も負いません。事前の書面による同意のない限り、貴殿または貴社は本情報を再生産、変更、頒布、または公に展示してはなりません。一定の製品は、ザイリンクスの限定的保証の諸条件に従うこととなるので、<https://japan.xilinx.com/legal.htm#tos>で見られるザイリンクスの販売条件を参照してください。IP コアは、ザイリンクスが貴殿または貴社に付与したライセンスに含まれる保証と補助的条件に従うこととなります。ザイリンクスの製品は、フェイルセーフとして、または、フェイルセーフの動作を要求するアプリケーションに使用するために、設計されたり意図されたりしていません。そのような重大なアプリケーションにザイリンクスの製品を使用する場合のリスクと責任は、貴殿または貴社が単独で負うものです。<https://japan.xilinx.com/legal.htm#tos>で見られるザイリンクスの販売条件を参照してください。

### 自動車のアプリケーションの免責条項

オートモーティブ製品(製品番号に「XA」が含まれる)は、ISO 26262 自動車用機能安全規格に従った安全コンセプトまたは余剰性の機能(「セーフティ設計」)がない限り、エアバッグの展開における使用または車両の制御に影響するアプリケーション(「セーフティアプリケーション」)における使用は保証されていません。顧客は、製品を組み込むすべてのシステムについて、その使用前または提供前に安全を目的として十分なテストを行うものとします。セーフティ設計なしにセーフティアプリケーションで製品を使用するリスクはすべて顧客が負い、製品の責任の制限を規定する適用法令および規則にのみ従うものとします。

© Copyright 2002-2018 Xilinx, Inc. Xilinx, Xilinx のロゴ、Artix、ISE、Kintex、Spartan、Virtex、Vivado、Zynq、およびこの文書に含まれるその他の指定されたブランドは、米国およびその他各国のザイリンクス社の商標です。すべてのその他の商標は、それぞれの保有者に帰属します。

この資料に関するフィードバックおよびリンクなどの問題につきましては、[jpn\\_trans\\_feedback@xilinx.com](mailto:jpn_trans_feedback@xilinx.com) まで、または各ページの右下にある[フィードバック送信]ボタンをクリックすると表示されるフォームからお知らせください。フィードバックは日本語で入力可能です。いただきましたご意見を参考に早急に対応させていただきます。なお、このメールアドレスへのお問い合わせは受け付けておりません。あらかじめご了承ください。