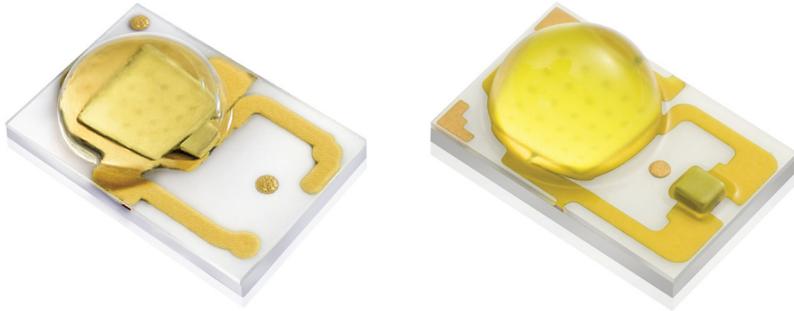


LUXEON Rebel および
LUXEON Rebel ES*
アセンブリと
取り扱いについて

Application Brief AB32

L U X E  N
never before possible



LUXEON® Rebel および LUXEON® Rebel ES アセンブリと取り扱いについて

はじめに

この Application Brief では、LUXEON® Rebel LED および効率性に優れた LUXEON Rebel ES* LED (部品番号 LXML-PWN2 および LXML-PWC2) に推奨される基板設計とアセンブリ手順について説明しています。

LUXEON Rebel および LUXEON Rebel ES* は画期的な超小型表面実装ハイパワー LED 製品です。両製品は小型パッケージで高い光束出力と優れた熱性能を備えています。小型化により、高い効率性と最大の光束維持率を保持しながら、基板上の単位面積当たりの光出力を最大にする最密充填構造を実現します。高い光出力と長い LED 光束維持時間を確保するためには、適切な取り扱い、基板設計、および熱管理が必要です。

LUXEON Rebel および LUXEON Rebel ES* LED は類似した形状であるため、この Application Brief で説明するほとんどの取り扱い要件や推奨基板設計は両方の LED タイプに当てはまります。LUXEON Rebel と LUXEON Rebel ES* における取り扱い要件の相違点があれば、明確に示します。

* LUXEON Rebel ES 部品番号 LXML-PWN2 および LXML-PWC2

PHILIPS
LUMILEDS

目次

1. 部品	3
1.1 製品名	3
1.2 光心	3
1.3 レンズの取り扱い	7
1.4 レンズの洗浄	7
1.5 電氣的絶縁	7
2. 基板設計ルール	8
2.1 PCB 要件	8
2.2 LUXEON Rebel フットプリントおよびランドパターン	8
2.3 表面仕上げ加工	10
2.4 LUXEON Rebel の近接配置	10
3. FR4 ベース基板	10
3.1 材料特性	10
3.2 最適な熱設計	10
3.3 サーマルビア設計	12
3.4 部品の間隔	14
3.5 熱抵抗	15
3.6 FR4 基板の取り扱い	19
4. MCPCB 基板設計	21
5. アセンブリ工程に関する推奨事項とパラメータ	23
5.1 ステンシル設計	23
5.2 半田ペースト	24
5.3 ピックアンドプレースノズル	24
5.4 ピックアンドプレース機の最適化	27
5.5 配置精度	30
5.6 リフロープロファイル	31
5.7 リフロー精度	32
5.8 ボイド検査および半田ぬれ性指標	33
6. JEDEC 感湿レベル	35
7. 製品パッケージに関する注意事項 — 化学的適合性	36

1. 部品

1.1. 製品名

LUXEON Rebel は画期的な超小型表面実装ハイパワー LED です。図 1 の断面図は、主に LUXEON Rebel および LUXEON Rebel ES* パッケージの主要部品を示しています。各パッケージはセラミック基板上に高輝度 LED チップを搭載しています。セラミック基板は LED チップの支持部材であり、デバイスを基板下面のヒートパッドに熱的に接続するものです。電気配線層で LED チップを基板下面にある陰極と陽極（図 1 の断面図では未表示）に接続します。LED チップ内部で発生した光が LED チップ上のシリコンレンズに集められます。過渡電圧サプレッサ (TVS) チップは LED チップを静電気放電 (ESD) から保護します。TVS チップは、LUXEON Rebel パッケージではシリコンレンズの下に配置されており、LUXEON Rebel ES* パッケージではセラミック基板の別ポケット内に格納されています。

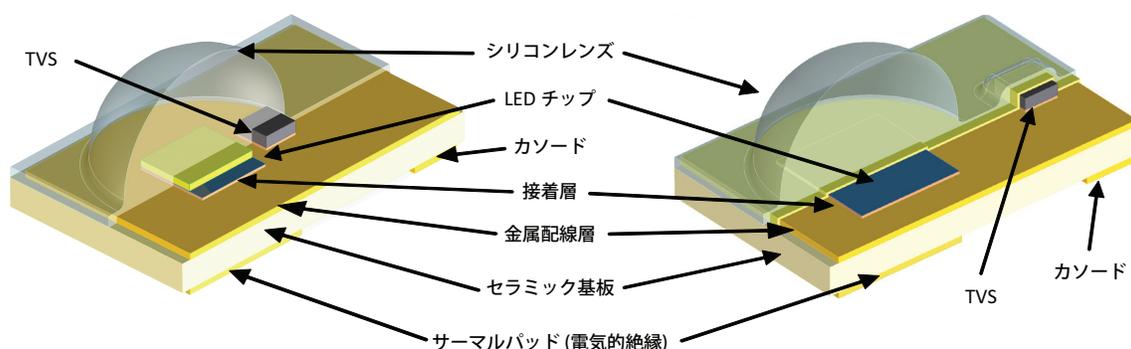


図 1. LUXEON Rebel (左) および LUXEON Rebel ES* (右) の断面図。

1.2. 光心

LUXEON Rebel パッケージには理論上の光心位置を決める 3 つのフィーチャーセットがあります。これらのフィーチャーは、上面フィデューシャル、裏面メタライゼーション、および LED 外形です。

LUXEON Rebel のフィデューシャルマーク

LUXEON Rebel パッケージのフィデューシャルマークは、図 2 に示すように、理論上の光心位置を決める最も正確な方法になります。LUXEON Rebel の光心を見つけるには、次に示す LED パッケージ上のフィデューシャルを使用します。

1. フィデューシャル F1 と F2 の中心を結ぶ仮想ラインを引きます。
2. フィデューシャル F2 を回転の中心に使用して、仮想ラインを反時計回りに 19.66° 回転します。
3. 理論上の光心は、このライン上で F2 の中心より 2.248mm 上の位置にあります。

理論上の光心位置が決まれば、実際の光心は理論上の光心を中心とした直径 0.29mm の円内に存在します。

フィデューシャルの公称位置はすべてのカラーの LUXEON Rebel LED 全体で同じですが、図 3 に示すように、InGaN LED と AlInGaP LED のメタライゼーションパターンは異なります。

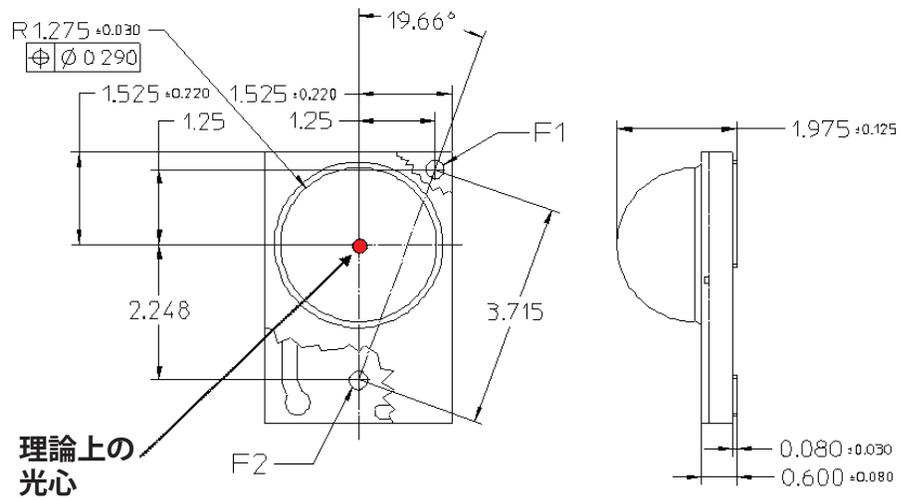


図 2. 理論上の光心およびドームの中心を見つける最も正確な方法は LUXEON Rebel LED 表面にあるフィデューシャルを使用する。
寸法の単位は mm。

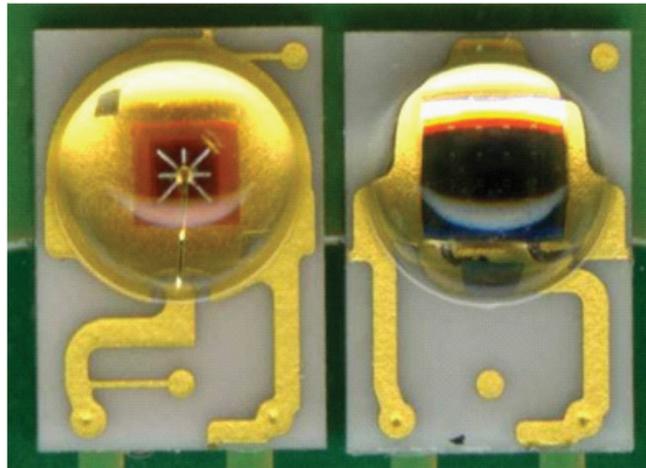


図 3. AllnGaP および InGaN LUXEON Rebel パッケージの写真。LUXEON Rebel AllnGaP (左) のフィデューシャルはメタライゼーションに接続されているが、LUXEON Rebel InGaN (右) のフィデューシャルは分離している。

LUXEON Rebel ES* のフィデューシャルマーク

LUXEON Rebel ES* パッケージには、図 4 に示す F1、F2、F3 の 3 つのフィデューシャルマークがあります。これらのフィデューシャルマークは、図 4 に赤色の点で示す理論上の光心位置を決める最も正確な方法になります。理論上の光心は、フィデューシャルマーク F1 および F2 の垂直エッジと水平エッジから 1.450mm 離れた位置にあります。また、理論上の光心は、フィデューシャル F3 の中心からフィデューシャル F1 と F2 の中点まで引いた仮想ラインに沿ってフィデューシャル F3 の中心より 1.577mm 上にあります。各 LUXEON Rebel ES* パッケージの実際の光心は、理論上の光心を中心とした直径 0.290mm の円内に存在します。

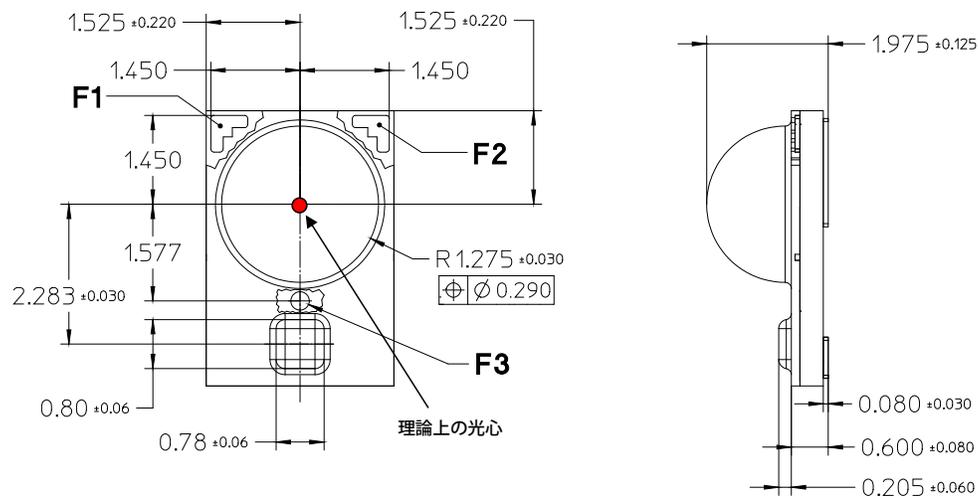


図 4. LUXEON Rebel ES* パッケージの表面にあるフィデューシャルマークは理論上の光心を見つける最も正確な方法になる。寸法の単位は mm。

図 5 は、LUXEON Rebel ES* のメタライゼーションパターンを示しています。

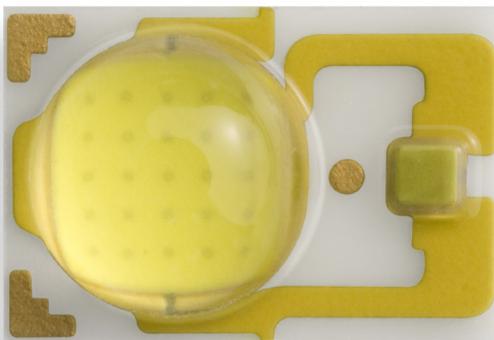


図 5. LUXEON Rebel ES* のメタライゼーションパターン。

LED 外形および裏面メタライゼーション

フィデューシャルマークはレンズの光心を見つける最も正確な手法になりますが、LUXEON Rebel パッケージでは LED のエッジまたは裏面メタライゼーションを使用することもできます。図 2 と図 4 はそれぞれ、LUXEON Rebel および LUXEON Rebel ES* のセラミック基板のエッジに対する光心の位置を示しています。LUXEON Rebel の上端と側端から 1.525mm の位置に光心があります。

光心の位置は、図 6 に示すようにセラミック基板下面にあるサーマルパッドの端を使用して決めることもできます。実際のレンズの中心位置は、サーマルパッドの端を基準として見つけた理論上の光心を中心とする直径 0.350mm の円内にあります。

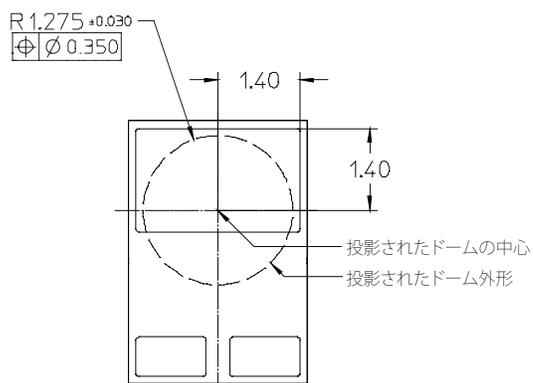


図 6. 理論上の光心位置はセラミック基板下面にあるサーマルパッドの端を使用して決めることができる。シリコンドームの中心は、理論上の光心を中心とした 0.35mm 範囲内に存在する。寸法の単位は mm。

1.3 レンズの取り扱い

LUXEON Rebel パッケージは光出力と信頼性を最大化する設計になっています。ただし、デバイスの取り扱いを誤ると、シリコンドームが破損し、全体的な明るさと信頼性に影響するおそれがあります。

手作業での取り扱い時にドームが破損する危険性を最小限に抑えるために、LED を持ち上げるときは基板の両側を挟み、レンズには触れないでください (図 7 参照)。

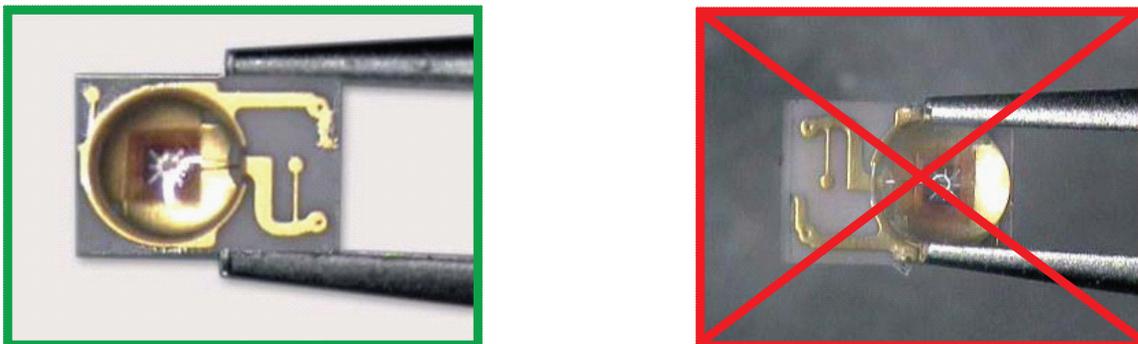


図 7. LUXEON Rebel エミッターの適切な取り扱い (左) と不適切な取り扱い (右)。

LUXEON Rebel パッケージのレンズは小型であるため、一定限度の力にしか耐えられません。LUXEON Rebel パッケージの機構を損傷しないようにするために、3N を超えるせん断力 (300g) をレンズに直接加えないでください。ピックアンドプレース機を使用する場合、ピックアンドプレースノズルにより LED のレンズに過剰な圧力が加わらないようにします。詳細については、セクション 5.3 「ピックアンドプレースノズル」を参照してください。手作業で取り扱う場合にも同様の制約があります。

1.4 レンズの洗浄

LUXEON Rebel のレンズには塵や埃が付着しないようにします。過度の塵や埃により光出力が急激に低下するおそれがあります。エミッターの洗浄が必要な場合は、まず柔らかい綿棒でそっとふき取ります。必要に応じて、イソプロピルアルコール (IPA) を含ませた柔らかい綿棒を使用すれば、レンズの汚れを取り除くことができます。その他の溶剤は使用しないでください。LED アセンブリと反応して支障をきたすおそれがあります。化学的適合性に関する詳細は、セクション 7 「製品パッケージに関する注意事項 — 化学的適合性」を参照してください。

1.5 電氣的絶縁

LUXEON Rebel パッケージのセラミック基板は、サーマルパッドを LED の陰極と陽極から電氣的に絶縁します (図 1 の断面図を参照)。その結果、複数の LUXEON Rebel LED を直列接続する用途では、電氣的メタライゼーションと熱的メタライゼーションで電圧差が大きくなる場合があります。参考までに、LUXEON Rebel では上面の電氣的メタライゼーションと下面の熱的メタライゼーション間の最小距離を、xyz 方向を考慮して 0.35 mm 以上にしています。

LED デバイスに対する電氣的衝撃や破損を回避するためには、安全距離と絶縁距離の適切な標準 (それぞれ空間距離と沿面距離として知られる) に準拠して設計する必要があります。適切な標準への準拠内容は、用途と設計によって異なります。各種標準の例として、オーディオ/ビデオ機器では IEC 60065、汎用照明器具では IEC 60598 があります。

電氣的絶縁と電気回路 (短絡回路保護) を適切に使用すると、LUXEON Rebel エミッターを何十倍も長く直列接続できます。

2. 基板設計ルール

2.1 PCB 要件

LUXEON Rebel は 2 層 FR4 PCB (プリント基板)、多層 FR4 PCB、または MCPCB (メタルコア基板) に実装できます。LUXEON Rebel を最適に動作させるためには、LED パッケージとヒートシンク間の熱経路は熱抵抗を可能な限り抑える必要があります。

従来、低い熱抵抗と剛性により MCPCB が使用されてきました。ただし、MCPCB は特定の用途では必ずしも最も経済的なソリューションとはなりません。対照的に、2 層 FR4 基板 (オープンビアまたはフィールド/キャップドビアを使用) は熱効率のよいパッケージとしてより低コストのソリューションを提供する傾向にあります。下記のガイドラインに従うことによって、MCPCB より安価なコストで FR4 PCB の熱抵抗を MCPCB 相当の設計と同等またはそれ以下に抑えることができます。

参考までに、PCB 基板設計で適用できる IPC 標準を以下に示します。

- 一般的な PCB 設計:
 - IPC A-610D: 電子機器組み立ての適合性
- フィールド/キャップドビア基板:
 - IPC 4761: プリント基板ビア構造の保護のための設計ガイド
 - IPC 2315: 高密度相互接続およびマイクロビアのための設計ガイド
 - IPC 2226: 高密度相互接続基板のための設計標準

2.2 LUXEON Rebel フットプリントおよびランドパターン

Philips Lumileds は、PCB 上で LUXEON Rebel ランドパターンの最適設計を見つけ出すために調査を実施しました。この調査の目的は、低い熱抵抗、高い配置精度、最小の半田ボイド率、半田ぬれ性指標を備えた基板を作成することです。

図 8 はオープンビアめっきスルーホール (PTH) 基板設計における各層の推奨レイアウトと半田ぬれ性指標を示しています。緑色の半田マスクは、銅箔層の位置に正確に合わせて作られたフォトマスクです。「文字 (白色)」で示す白色マスクは、たとえば、Tamura USI - 210WP インク (UL E38152) などの二重印刷層からなる印刷層です。この白色層は光反射性を高めますが、任意で使います。

半田ぬれ性指標は、熱および電気のランドパターン上で斜め方向に延長した銅箔領域で示され、すべてのパッドの半田リフロー有効性を視覚的に表示します。この延長領域は半田ぬれ性指標の役割に加え、品質管理テスト時には電気プローブとしても働きます。レイアウトの半田ぬれ性指標を削除しても、リフロー配置精度および熱抵抗は影響を受けません。ここでのランドパターンとは LED パッドに対する PCB 上のパターンを指します。

ランドパターン設計は、Philips Lumileds Web サイト (www.philipslumileds.com) 上で .dxf ファイルとして提供されています。

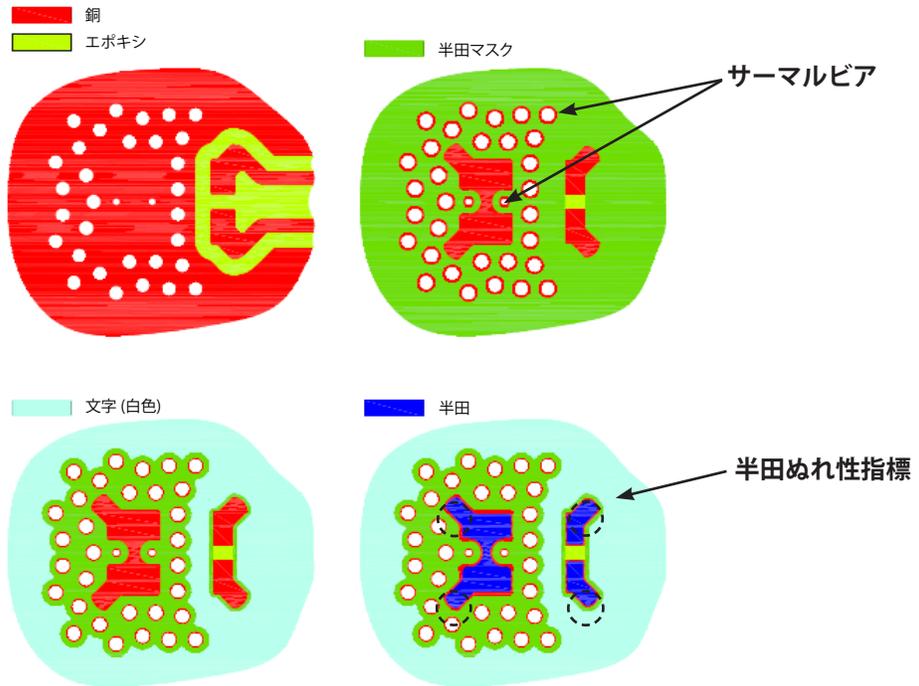


図 8. オープンビア PTH 基板の LUXEON Rebel 向け推奨レイアウト。

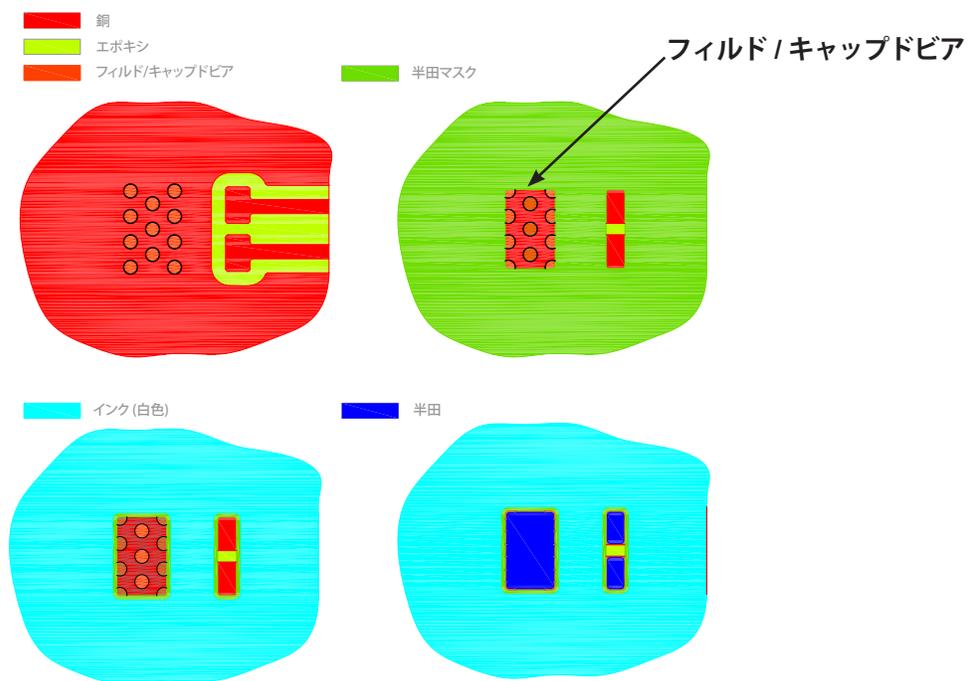


図 9. フィールド/キャップドビアの LUXEON Rebel 向け推奨レイアウト。

2.3 表面仕上げ加工

Philips Lumileds は、銅箔層に耐熱プリフラックス (OSP) の使用を推奨します。

2.4 LUXEON Rebel の近接配置

Philips Lumileds は、部品の最小エッジ間隔として 0.3mm を推奨します。エッジ間隔がこれより狭い場合、半田付け段階で部品が接触するおそれがあります。また、隣接する LED パッケージの光吸収によって各 LED の光出力が低下する可能性があります。オープンビア PTH 設計の場合、LUXEON Rebels の間隔が近接しているため、図 8 に示された半田ぬれ性指標の削除が必要なことがあります。半田ぬれ性指標を削除しても配置精度には影響しません。

3. FR4 ベース基板

3.1 材料特性

FR4 は業界標準の PCB 技術です。LED の用途に応じて、基板上の駆動条件と LED の個数を設定し、基材の T_g (ガラス転移点) 値と CTI (比較トラッキング指数) 値を選択する必要があります。最も一般的な FR4 材料は $T_g=130^{\circ}\text{C}$ および $\text{CTI}=175\text{V}$ となります。高電圧で利用する場合、トレースの空間距離と CTI 値を適宜増やすことができます。

3.2 最適な熱設計

サーマルビアは PCB 下面にあるヒートシンクへの熱輸送で使用される主要方法であり、オープン、穴埋め、フィルド、またはフィルド/キャップドビアが可能なめっきスルーホールです。

Philips Lumileds は熱抵抗の低減を目的に 2 通りのサーマルビア設計について調査を実施しました。そのサーマルビアとは、(a) オープンビア PTH と (b) フィルド/キャップドビアです。

オープンビア PTH 設計

この設計断面図を図 10 に示します。最終的な熱抵抗はビアの個数と密度、銅めっき厚、PTH 厚によって決まります。図 11 は標準的な 2 層基板による設計を示しています。ここで、全表面銅めっきは $70\mu\text{m}$ 、PTH めっき厚は $35\mu\text{m}$ です。計 33 個のビアがサーマルランドパッドの外側に配置されています。2 つの小径サーマルビアを配置することで半田接合部のボイドを最小限に抑えています。推奨設計を計測した結果、 0.8mm 厚 FR4 PCB の熱抵抗は、これらの設計フィーチャーを使用してほぼ 7K/W に等しくなっています。

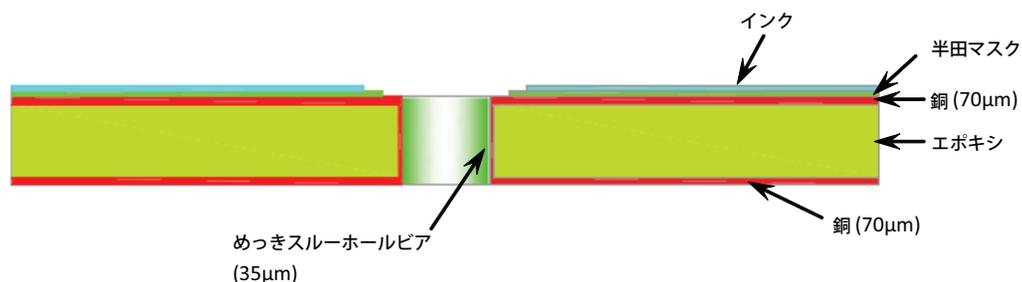


図 10. 熱抵抗を下げるサーマルビアを使用した FR4 ベース PCB の断面図。

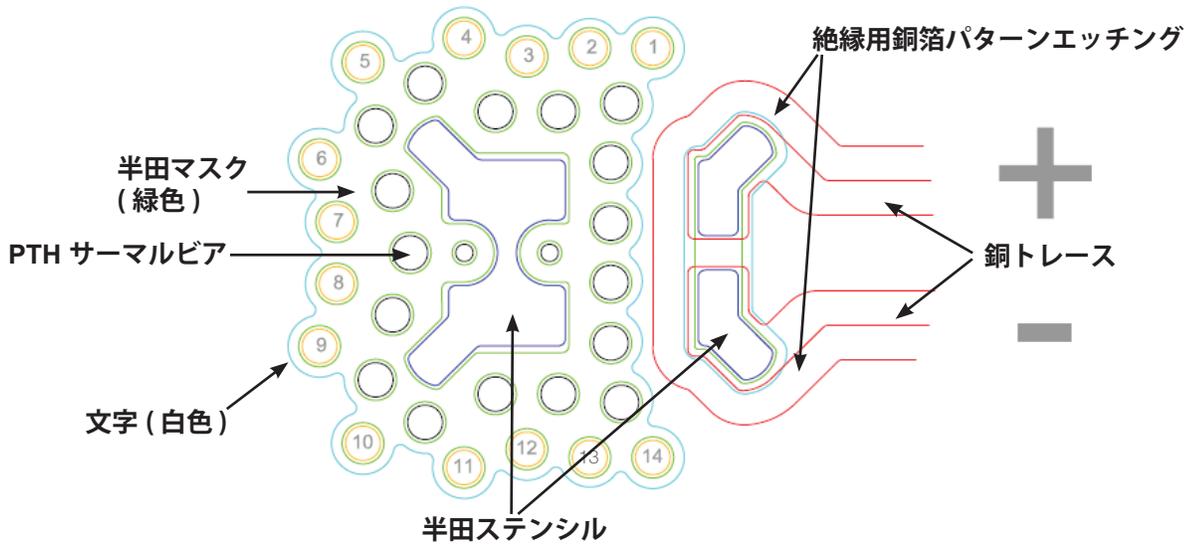


図 11. LUXEON Rebel の推奨パッドレイアウトの外形 (上面図)。詳細画像については図 7 を参照。
サーマルパッドと電気パッドの間隔は 0.5mm。

フィールド/キャップドビア設計

標準的な 2 層基板での設計断面図を図 12 に示します。最終的な熱抵抗はビアの個数と密度、銅めっき厚、PTH 厚、ビアの充填に使用する穴埋め材料によって決まります。図 13 は 2 層基板の推奨設計を示しています。0.8mm 厚 FR4 PCB の熱抵抗は、これらの設計フィーチャーを使用してほぼ 3K/W に等しくなっています。

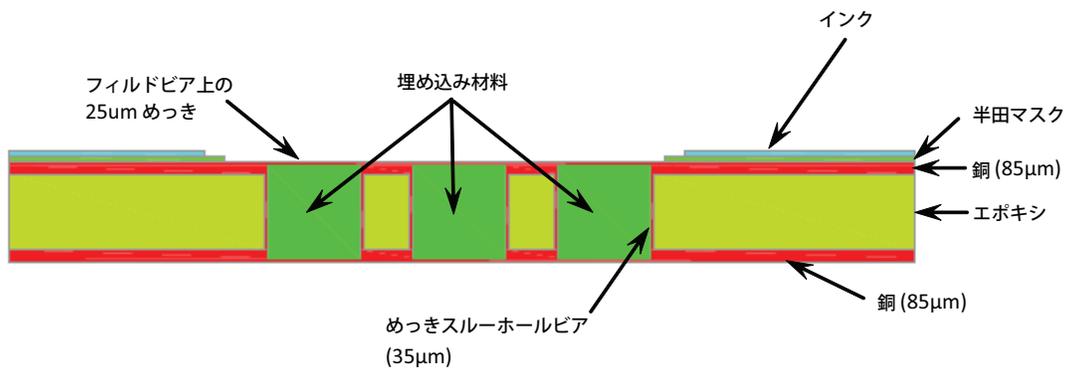


図 12. 2 層基板におけるフィールド/キャップドサーマルビアを使用した FR4 ベース PCB の断面図。

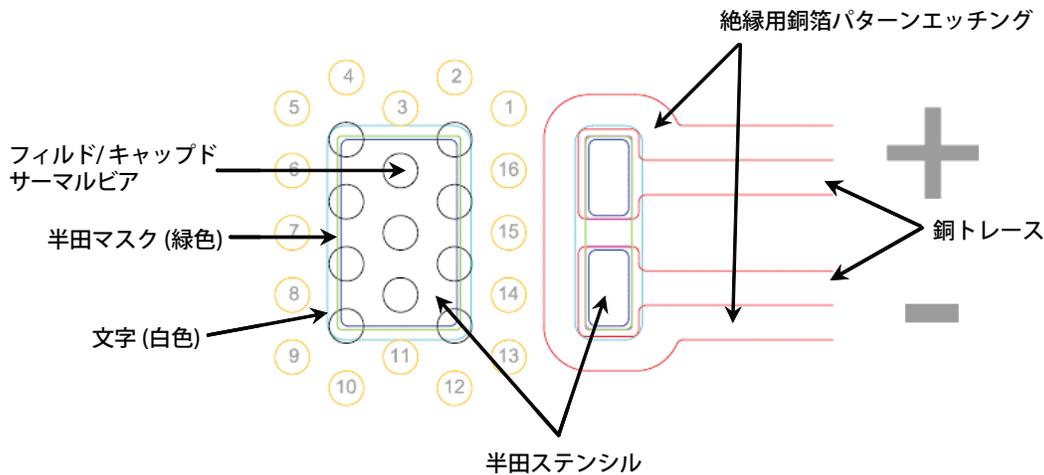


図 13. フィールド/キャップドサーマルビアの LUXEON Rebel 向け推奨レイアウトパッドの外形。別の表示画像については、図 8b を参照。

フィールド/キャップドビアを使用した多層 FR4 基板を検討することもできます。多層基板設計の断面図については、図 14 を参照してください。

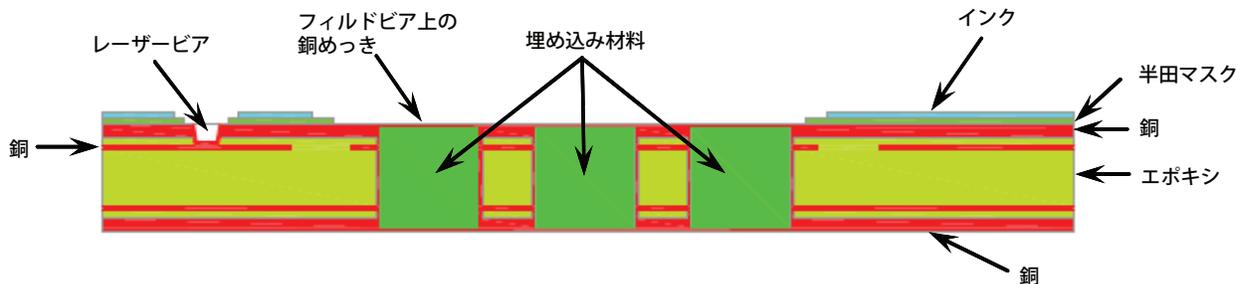


図 14. フィールド/キャップドビア多層基板の断面図。

3.3 サーマルビア設計

オープンビア PTH 設計およびフィールド/キャップドビア設計の仕上がり穴径は 0.5mm です。直径が小さい方が熱抵抗は大きくなります。穴と穴の推奨距離は 0.4 mm です。その結果、ビアの最小ピッチは 0.9 mm になります。図 15 は標準寸法を示しています。ビアの位置は図 11 と図 13 のいずれのレイアウトを選択したかによって異なりますが、熱特性はあまり変わりません。

オープンビア PTH 設計の場合、めっき厚 35 μ m の 2 つの小径ビアのドリル穴は 0.32mm です。半田がビアから裏面に流れないように、ビア周囲に半田マスク領域が必要になります。これにより、PCB 下面のヒートシンクコンタクトが小さくなります。開口部のある 0.05mm の半田マスクで各ビアを囲みます。ビアを囲む半田マスクとの最小幅は 0.25 mm になります。サーマルパッドの最終的な半田マスク設計を図 16 に示します。

フィールド/キャップドビア設計の場合、各ビアをエポキシ材料で充填するか埋め込みます。業界の標準的な手法としては、PCB の熱特性に適合する CTE (熱膨張率) および T_g を持った埋め込み材料の利用が推奨されます。埋め込み工程の必要条件に関する推奨事項は、IPC-4761「プリント基板ビア構造の保護のための設計ガイド」に説明されています。熱性能に優れた埋め込み材料を使用すると、基板の熱抵抗がさらに下がりますが、性能向上の絶対量はわずかです。

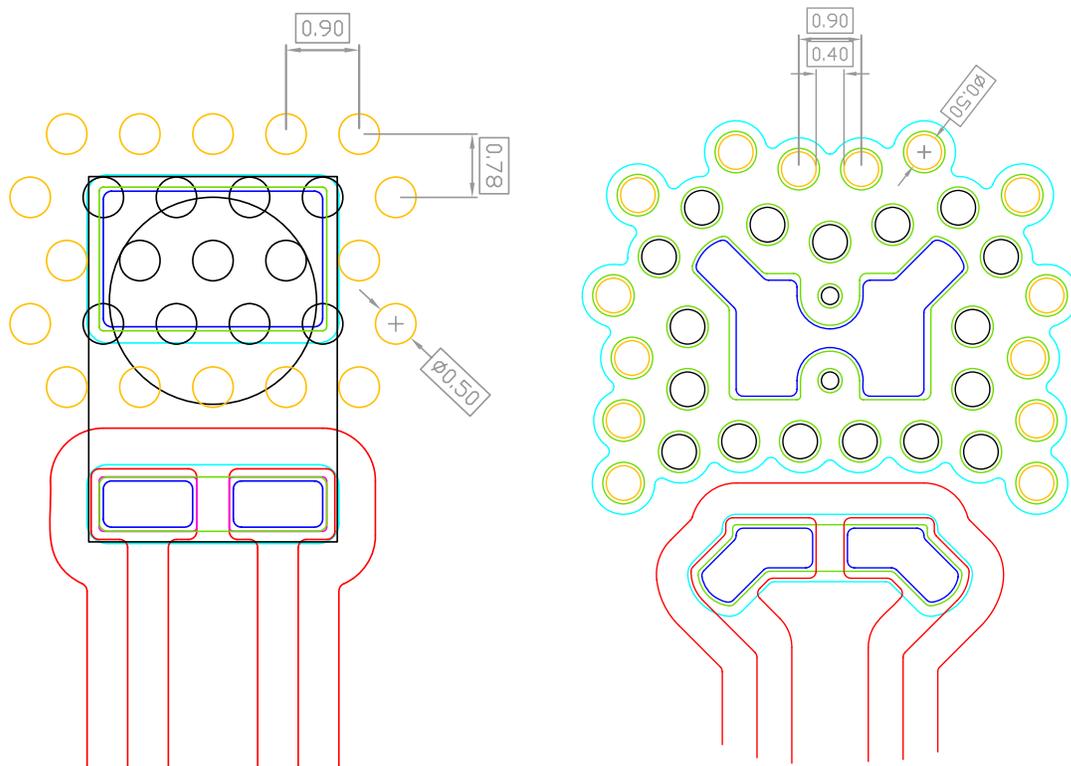


図 15. オープンビア PTH 設計およびフィールド/キャップドビア設計で推奨される仕上がり直径と間隔。

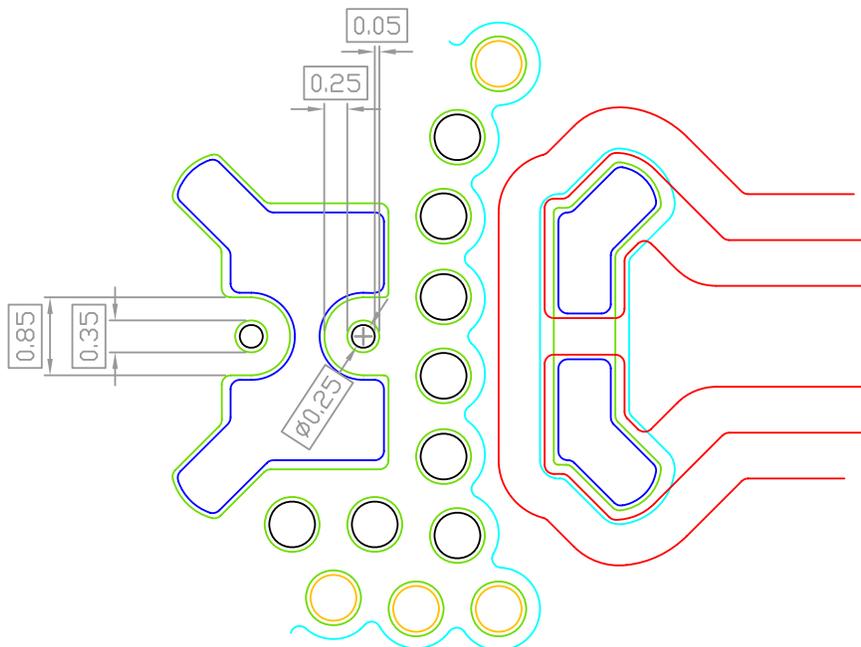


図 16. オープンビア PTH におけるサーマルパッドの半田マスク設計。

3.4 部品の間隔

オープンビア PTH 設計の場合、熱特性を維持する最小エッジ間隔は 4mm です (図 17 参照)。4 mm より狭くなると、部品間のビア個数が減るため、熱抵抗が上昇します。

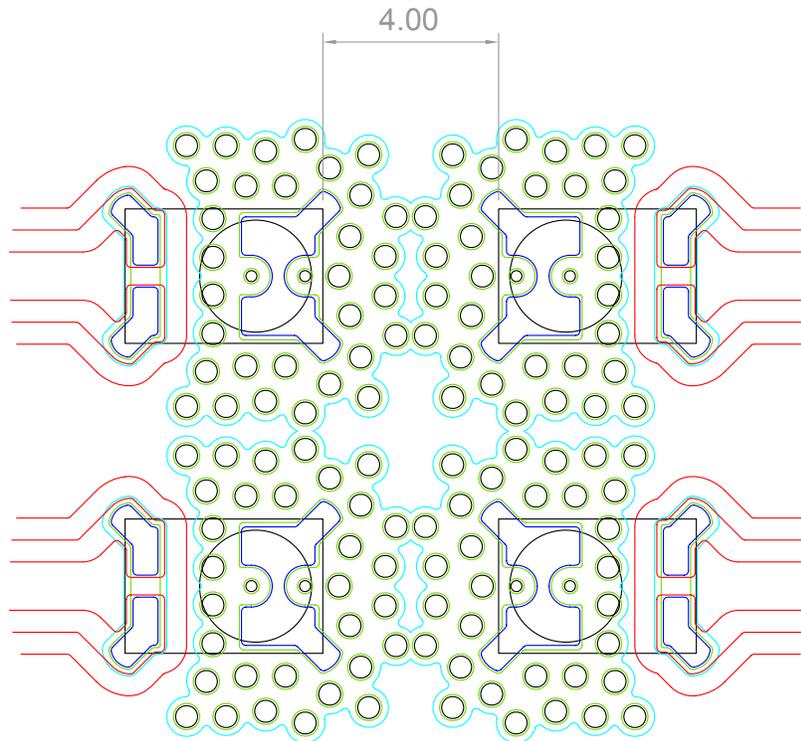


図 17. エッジ間隔を示した図。エッジ間隔が 4mm より狭くなると、熱抵抗が大幅に上昇する。

前述の推奨設計を使用したフィールド/キャップドビアの場合、最小エッジ間隔は 0.3mm です (図 18 参照)。この基板設計では部品密度が高く、しかも熱抵抗は低くなります。

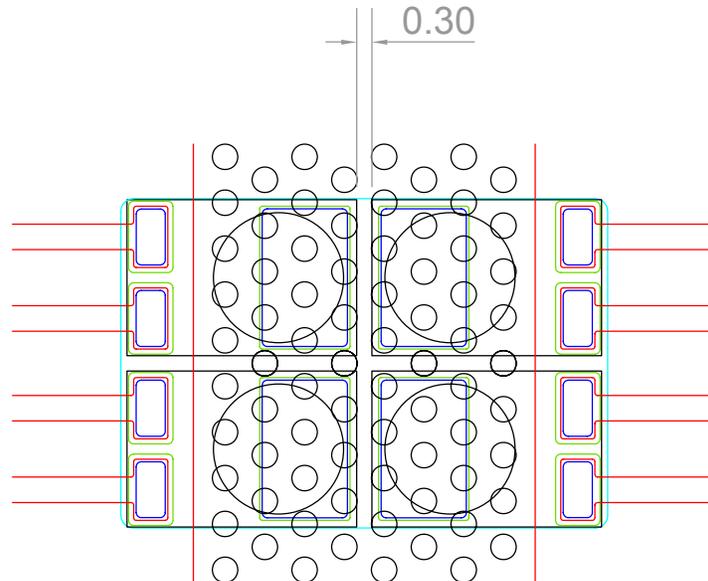


図 18. フィルド/キャップドビア設計のエッジ間隔を示した図。

3.5 熱抵抗

部品ケース (ボディ) と PCB の基板裏側 / ヒートシンクとの熱抵抗 ($R_{\theta_{c-hs}}$) は、サーマルパッドを囲む CU 領域のサイズ、ビアの個数、ビアの配置、Cu めっき厚、PCB 厚によって変化します。

PCB 厚とめっき厚の効果

図 19 はオープン PTH およびフィルド/キャップドビアの PCB 厚に対する $R_{\theta_{c-hs}}$ シミュレーション値を示しています。2 層 FR4 基板でスルーホールめっき厚 (20 μm と 35 μm) および全表面めっき (オープン PTH では 50 μm と 70 μm 、フィルド/キャップドビアでは 70 μm と 85 μm) を調査しました。オープン PTH ビア基板設計は 33 個のビアを、フィルド/キャップド設計は 27 個のビアを使用しています。LUXEON Rebel エミッター単体のデータです。

PCB 基板の厚みが増すと、熱抵抗が高くなります。サーマルビアのめっき厚が大きくなると、熱抵抗が減少します。逆もまた同様です。

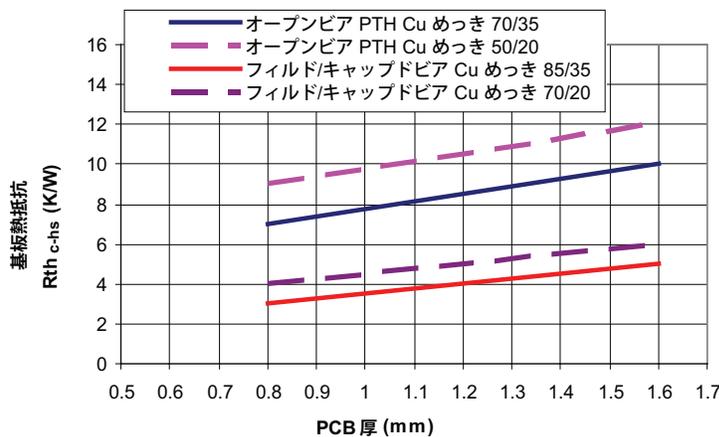


図 19. 2 層 FR4 基板でめっき厚を変化させた場合の PCB 厚に対する $R_{\theta_{c-hs}}$ 値。

サーマルビア個数の影響

オープンビア PTH 基板の場合、外側の 14 個のビアを取り除くと、熱抵抗が約 1K/W 上昇します。外側の 14 個のビアを図 11 で番号付けしています。サーマルランドパッドの 2 つの小径ビアを取り除くと、 $R_{\theta_{c-hs}}$ 値も同様に 1K/W 上昇します。これは、サーマルランドパッド周囲の銅箔領域が熱の発散に大きく寄与しているからです。サーマルパッドより 3mm 大きい銅箔領域が最適です。3mm 以上拡張しても熱抵抗はそれほど低くなりません。外周ビアおよびサーマルパッド外側の銅箔領域を取り除くと、熱抵抗は 30 K/W 以上まで上昇します。

フィールド/キャップドビアでは、図 18 に示すように、サーマルランドパッドの 11 個のビアの周囲に別のビアを追加すると、熱抵抗が 4K/W から 3K/W に低下します。

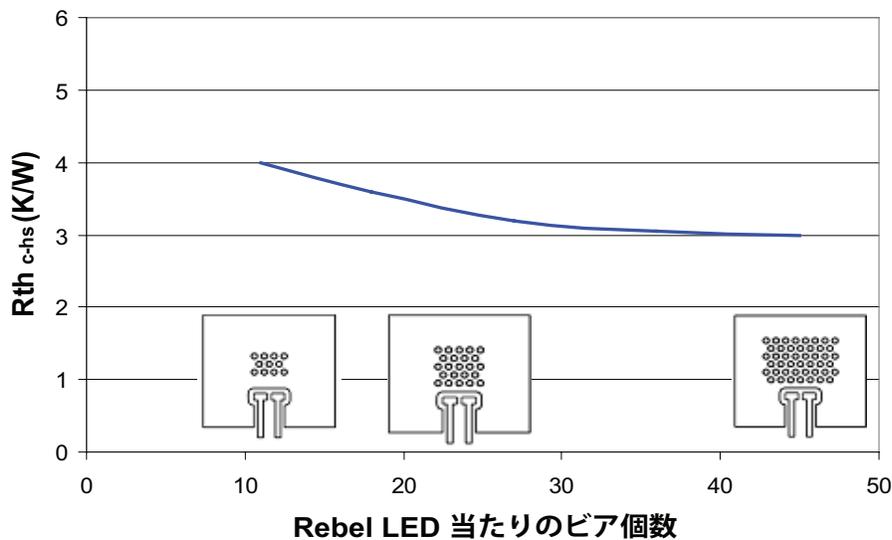


図 20. ビアの個数に対する熱抵抗のシミュレーション結果 (フィールド/キャップドビア)。

部品密度の効果

オープンビア PTH の場合、部品を 4mm 以内に近接して配置すると、ビアを取り除くことになり、サーマルパッドを囲む銅箔領域が減少します。間隔が 2mm より狭くなると、熱抵抗が大幅に上昇します。図 21 は間隔に対する熱抵抗のシミュレーション結果を示しています。図 22 は間隔を 4mm から 2mm にした場合のビアの減少を示しています。これらのシミュレーション結果は、0.8mm の FR4 基板厚、70 μ m の全表面銅めっき、35 μ m の銅めっきビアに対応したものです。

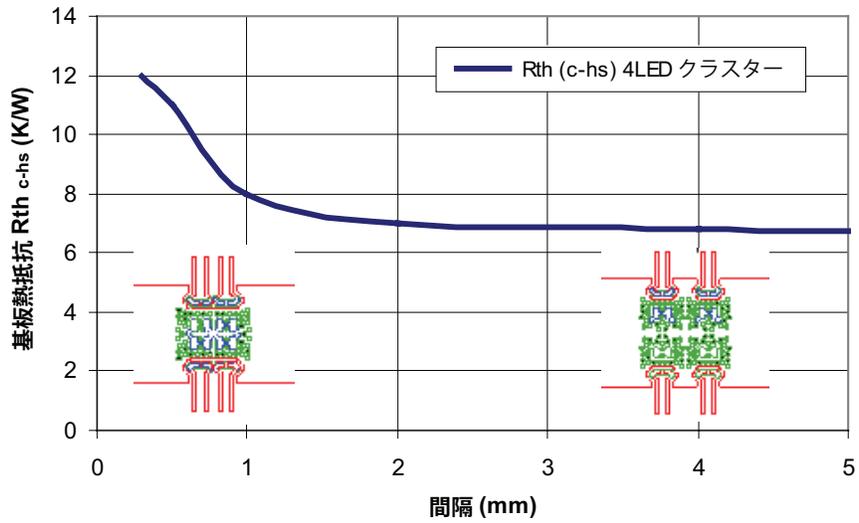


図 21. LED 間隔が近接した場合の $R_{\theta_{c-hs}}$ シミュレーション値 (2層 FR4 PCB)。

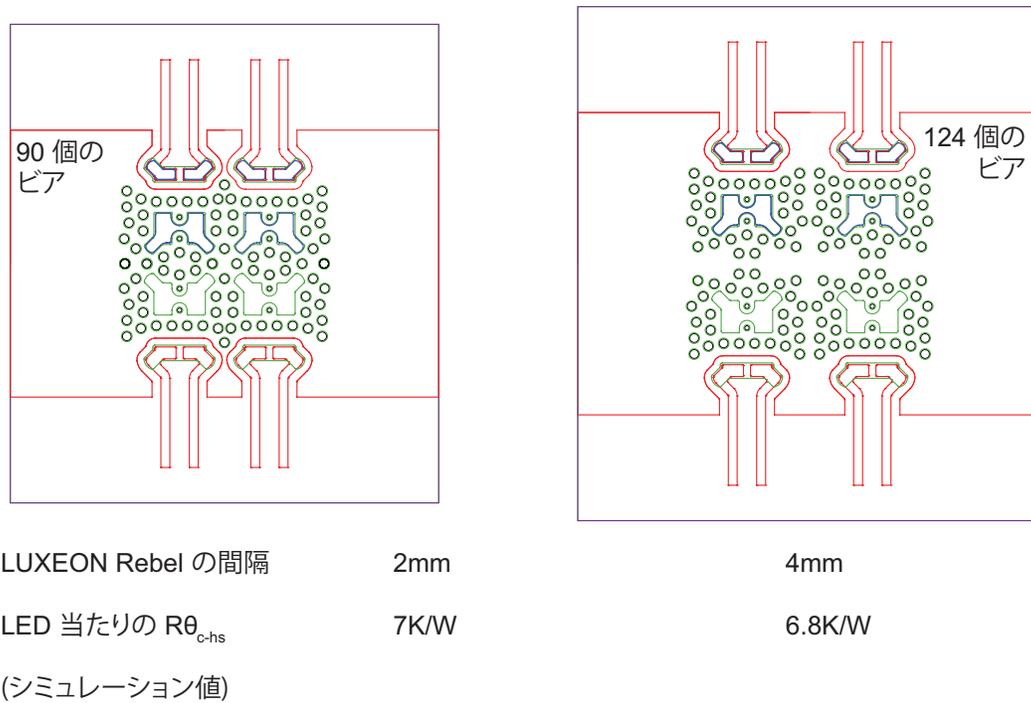


図 22. エッジ間隔を 4mm から 2mm にした場合、ビアの個数が 124 個から 90 個に減少する。熱抵抗のシミュレーション結果を示す。

フィルド/キャップドビアの場合、図 23 に示すように、35 μ m/70 μ m (スルーホール/全表面) 銅めっき厚では 0.3mm の部品最小間隔で熱抵抗が低くなります (青色ライン)。

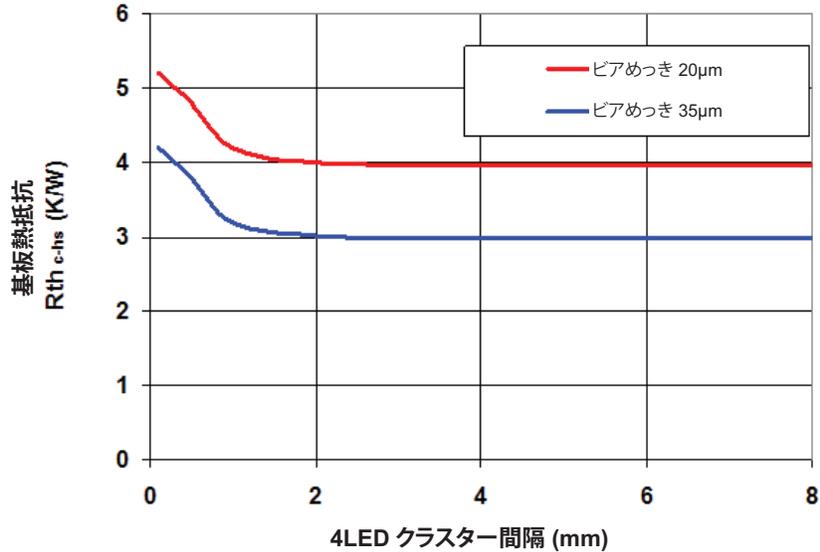


図 23. LED の間隔とビアめっき厚を変化させた場合の PCB の $R\theta_{c-hs}$ 値。

各種基板技術における熱抵抗の比較を図 24 に示します。MCPCB は 35 μ m めっき、オープン PTH ビア基板は 70/35 μ m 銅めっき、フィルド/キャップドビア基板は 85/35 μ m 銅めっきを使用しています。LED の間隔が 8mm の場合、デフォルトのビア個数は、オープン PTH の 33 個、フィルド/キャップドビアの 27 個です。LED の間隔が狭くなると、ビアの個数が減り、熱抵抗が上昇しています。

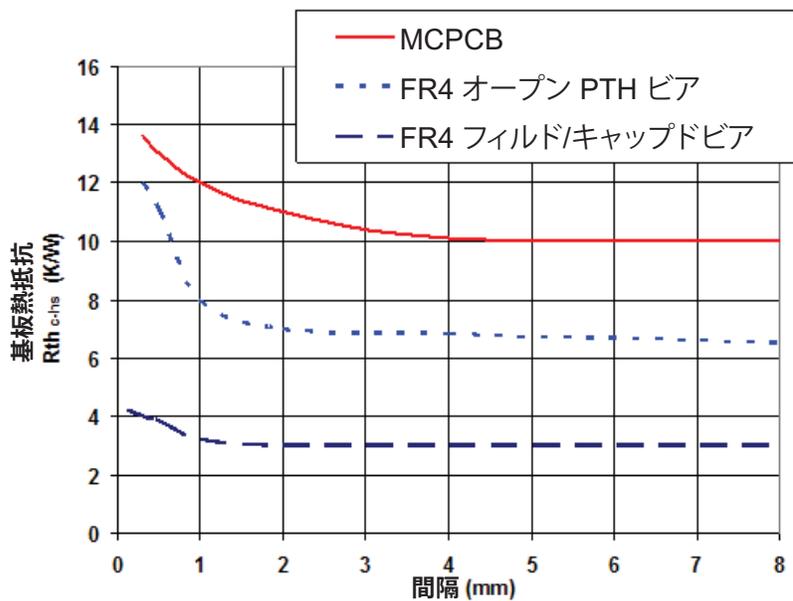


図 24. 各種基板技術における LED の間隔に対する $R\theta_{c-hs}$ の比較。

3.6 FR4 基板の取り扱い

LUXEON Rebel の基板はセラミック製の比較的傷つきやすい材料です。この製品は小型形状で問題が発生しにくいと考えられますが、パッケージに加える力は最小限に抑える必要があります。特に、過剰な曲げ力がパッケージに加わると、セラミック基板にひび割れが生じるか、半田接合部が折れることがあります。

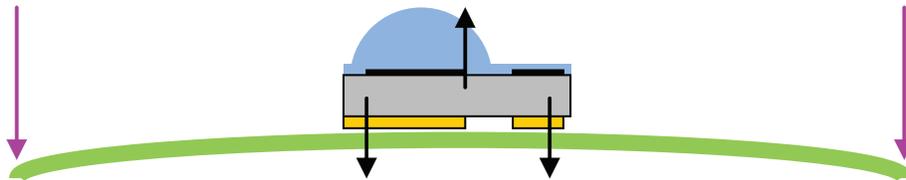


図 25. PCB に加わる過剰な曲げ力がセラミック基板のひび割れや半田接合部の破損を引き起こす。

アセンブリ後のフラット基板を曲げた場合、何らかの形でパッケージに加わる力を図 25 に示します。この現象は、たとえば、PCB パネルの LED ストリップに対する「強打」や「折り曲げ」などで起こります (図 26)。

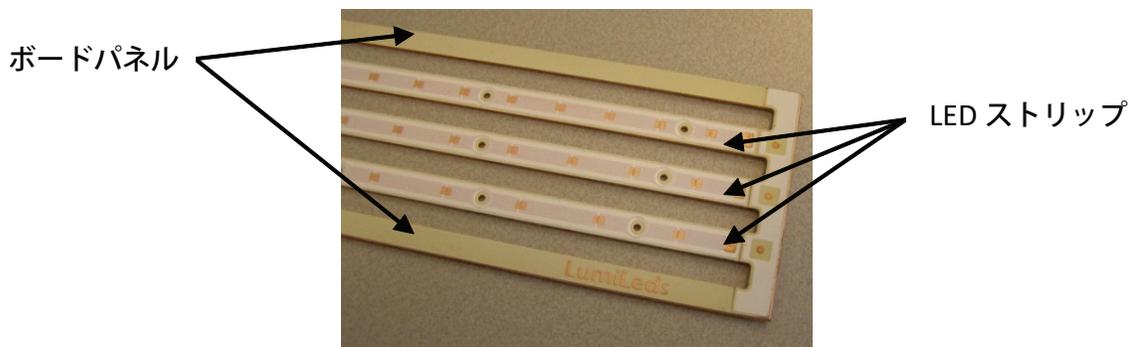


図 26. 複数の LED ストリップで構成される PCB パネル。

CTE (熱膨張率) が異なる層を基板の上面と下面に使用すると、リフロー後にプリント基板が反ることがあります。その後、この PCB を平面に固定した場合、鉛直方向の力がセラミックパッケージに加わります (図 27 参照)。この力が十分に大きければ、セラミック基板パッケージが割れるおそれがあります。セラミックパッケージのひび割れの危険性を最小限に抑えるには、パッケージの長辺が主要な反り方向に垂直になるように向きを合わせます。

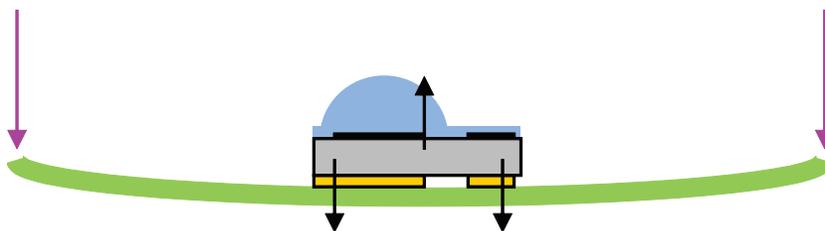


図 27. 反りのある基板を平面に固定すると、セラミック基板に過剰な応力が発生する。

異なる CTE 材料の積層方法を理解すれば、基板の反りを最小限に抑えることができます。たとえば、図 28 に示すように、銅箔シートに細い分離ラインを挿入して銅箔アイランドを形成し、その 2 枚の銅箔シートで FR4 基板を挟むと、基板の反りがほとんどなくなります。

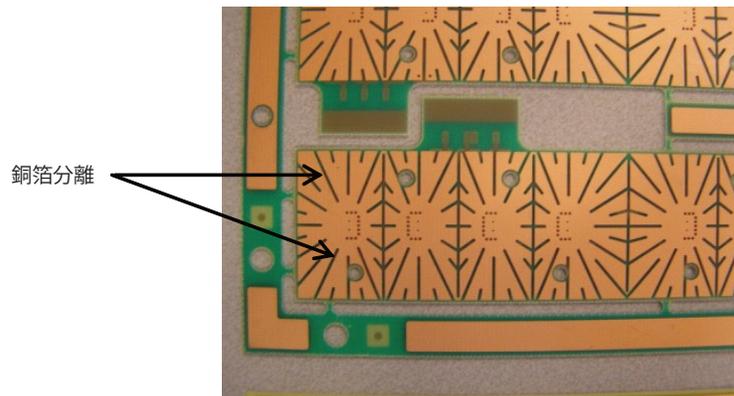


図 28. 銅箔アイランドは基板の反りの緩和に役立つ。

4. MCPCB 基板設計

MCPCB 設計のレイアウトは図 8 の FR4 レイアウトと同じです。ただし、ビアはまったくありません (図 29 参照)。

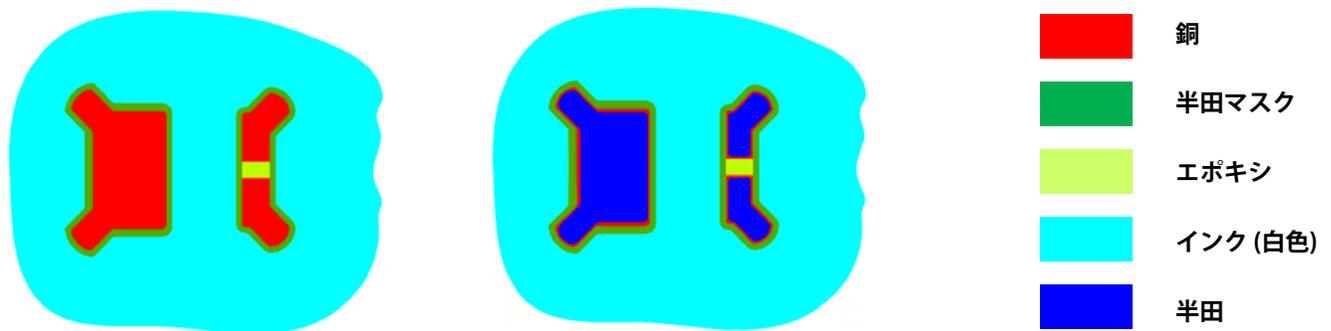


図 29. MCPCB の LUXEON Rebel 向け推奨レイアウト。

このレイアウトは図 8 の FR4 レイアウトと同様である。ただし、ビアはまったく存在しない。

熱抵抗を最小限に抑えるためには、LUXEON Rebel のサーマルパッドに接続される銅箔の領域を最大にする必要があります。サーマルパッドの銅箔領域を LUXEON Rebel パッケージ外形より 3mm 拡張することを推奨します。

MCPCB 断面図を次に示します。

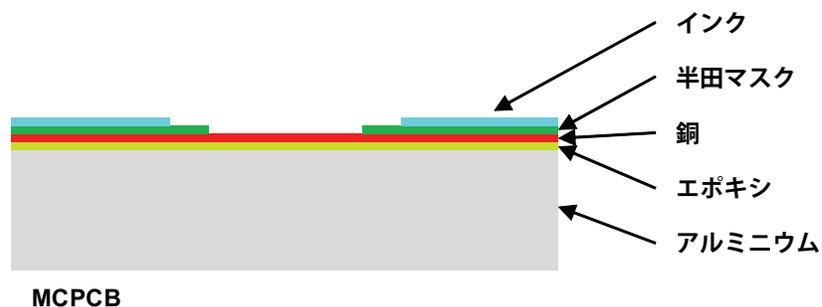


図 30. MCPCB 断面図。

標準エポキシと高熱伝導性エポキシの熱抵抗値を表 1 にまとめています。標準的な MCPCB 設計ルールでは基板の熱抵抗が 10K/W になります。銅箔の厚みを増やし、高熱伝導性の薄い誘電体を使用すると、熱抵抗が大幅に減少します。

いずれの場合も銅箔領域はサーマルパッドより少なくとも 3mm 拡張します。

表 1.

MCPCB 設計パラメータ		
誘電体	標準エポキシ	高伝導性エポキシ
誘電体熱伝導率 [W/mK]	0.8	4
Al 厚 [mm]	1.5	1.5
銅厚 [μm]	30	70
誘電体厚 [μm]	100	85
MCPCB 総熱抵抗 (低密度設計) [K/W]	10	5

MCPCB に LUXEON Rebel を実装する場合、FR4 PCB に実装した LUXEON Rebel より熱膨張率 (CTE) の差が大きくなります。したがって、MCPCB 上の LUXEON Rebel の半田接合部に大きな応力がかかります。Philips Lumileds の調査によると、誘電性エポキシ材料は半田接合部の信頼性に強い影響力があります。そのため、適切な誘電材料について MCPCB ベンダーに問い合わせるようお勧めします。

5. アセンブリ工程に関する推奨事項とパラメータ

5.1 ステンシル設計

推奨される半田ステンシル厚は 125 μm です。半田ペーストを塗布する範囲は 90% 以上です。その結果、無鉛半田を使用した半田接合部の厚みは約 50 μm になります。図 31 はオープンビア PTH 基板において 2 つの小径サーマルビアと半田ぬれ性指標を含むフットプリントの推奨ステンシル設計を示しています。図 32 はフィールド/キャップドビア基板の推奨ステンシル設計を示しています。

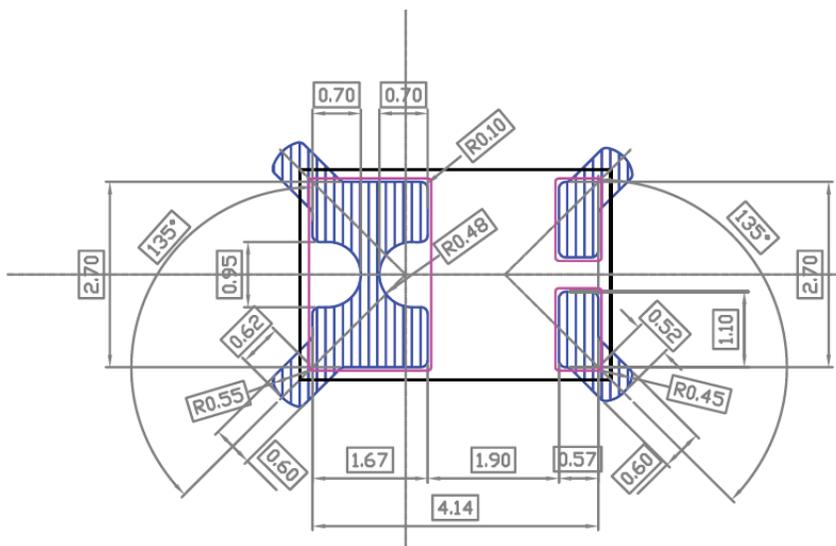


図 31. 2 つの小径サーマルビアと 4 つの半田ぬれ性指標を含むフットプリントの半田ステンシル。

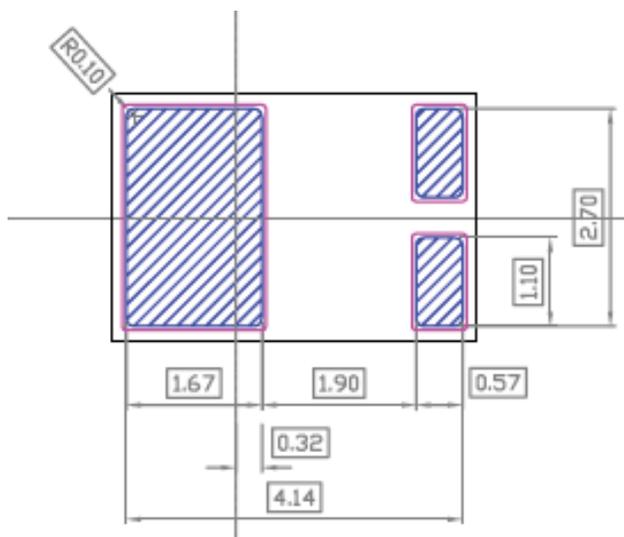


図 32. フィールド/キャップドビアの半田ステンシル。

5.2 半田ペースト

LUXEON Rebel には無鉛半田を推奨します。Philips Lumileds では Alpha Metals の SAC 305 半田ペースト (OM338 grade 3 および OM 325 grade 4) のテストを完了し、良好な結果が得られました。ただし、利用環境が大幅に変わるため、対象の用途に合わせるために半田ペーストの評価を独自に実施するようお勧めします。

5.3 ピックアンドプレースノズル

自動ピックアンドプレース装置を利用すると、LUXEON Rebel エミッターの配置精度が最も向上します。LUXEON Rebel および LUXEON Rebel ES[®] パッケージには様々な形状があるため、Philips Lumileds はそれぞれに応じて各種ピックアンドプレースノズルを評価しています。

ピックアンドプレースノズルはお客様固有のものであり、一般に専用のピックアンドプレースツールを取り付けるために加工されます。Philips Lumileds は従来より Micro-Mechanics (<http://www.micro-mechanics.com/>) との協力体制を進めており、専用のピックアップノズルを入手しています。

LUXEON Rebel のピックアンドプレース

LUXEON Rebel のピックアンドプレースには、ピックアップ領域 0.95mm x 1.75mm の 0603 部品向け汎用ノズルおよび Philips Lumileds 専用ノズルを使用できます。いずれのノズルも LUXEON Rebel レンズには接触しません。

図 33 は、LUXEON Rebel パッケージのフットプリントに合わせた 0603 ピックアップノズルの標準的なピックアップ領域を示しています。0603 ピックアップノズルの外のり寸法は、ツールおよびベンダーで異なるため、0603 ノズルがドームに接触しないことを確認することが重要です。ピックアンドプレース装置のパターン認識システムを使用して、ピックアップ時のノズル位置を手動でプログラミングします。指針として、図 33 に示すように、0603 ピックアップ領域内の下部フィデューシャルを利用できます。

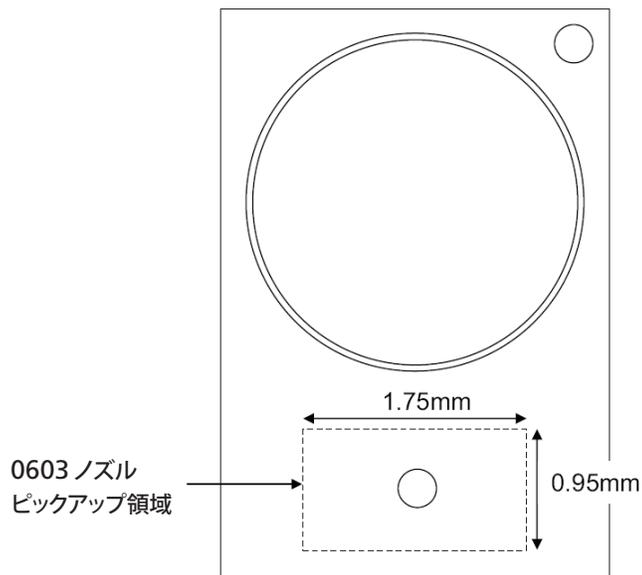


図 33. 0603 ノズルに対応する LUXEON Rebel 上のピックアップ領域。

配置後、LED がノズルに張り付くのを防ぐために、Philips Lumileds では Solent Maintenance の金型離型剤スプレー SR3-500B を使用します。

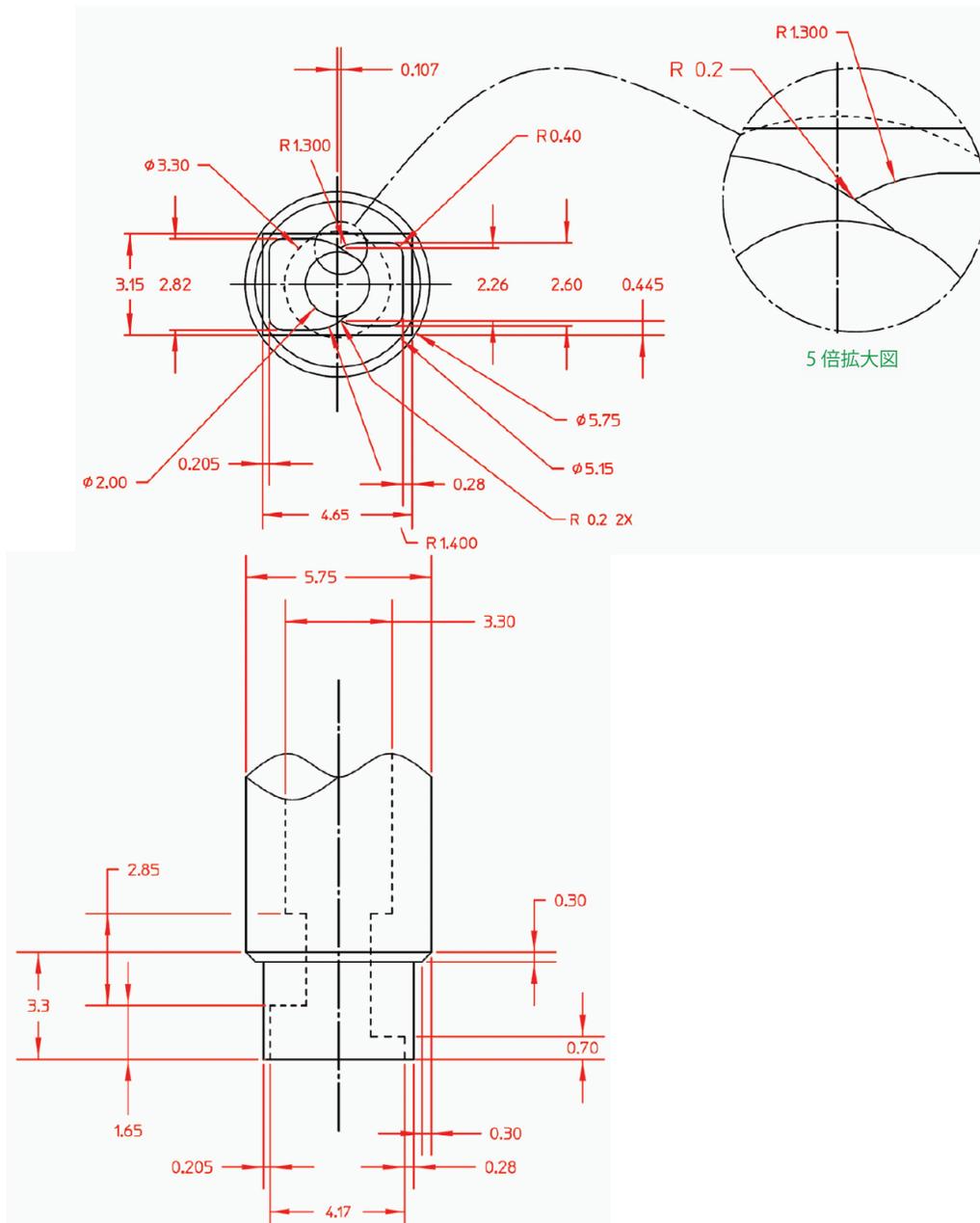


図 34. LUXEON Rebel 専用ピックアップノズル設計 (単位はすべて mm)。ノズル交差は LED の大きさを勘案する必要がある。

LUXEON Rebel ES* のピックアンドブレース

LUXEON Rebel ES* のピックアンドブレースに Philips Lumileds 専用ノズルを使用できます。このノズルは、LUXEON Rebel レンズには触れずに、ドーム周辺の平面部分からピックアップを行います。図 35 は LUXEON Rebel ES* 用の Philips Lumileds 専用ノズルを示しています。(単位はすべて mm)。

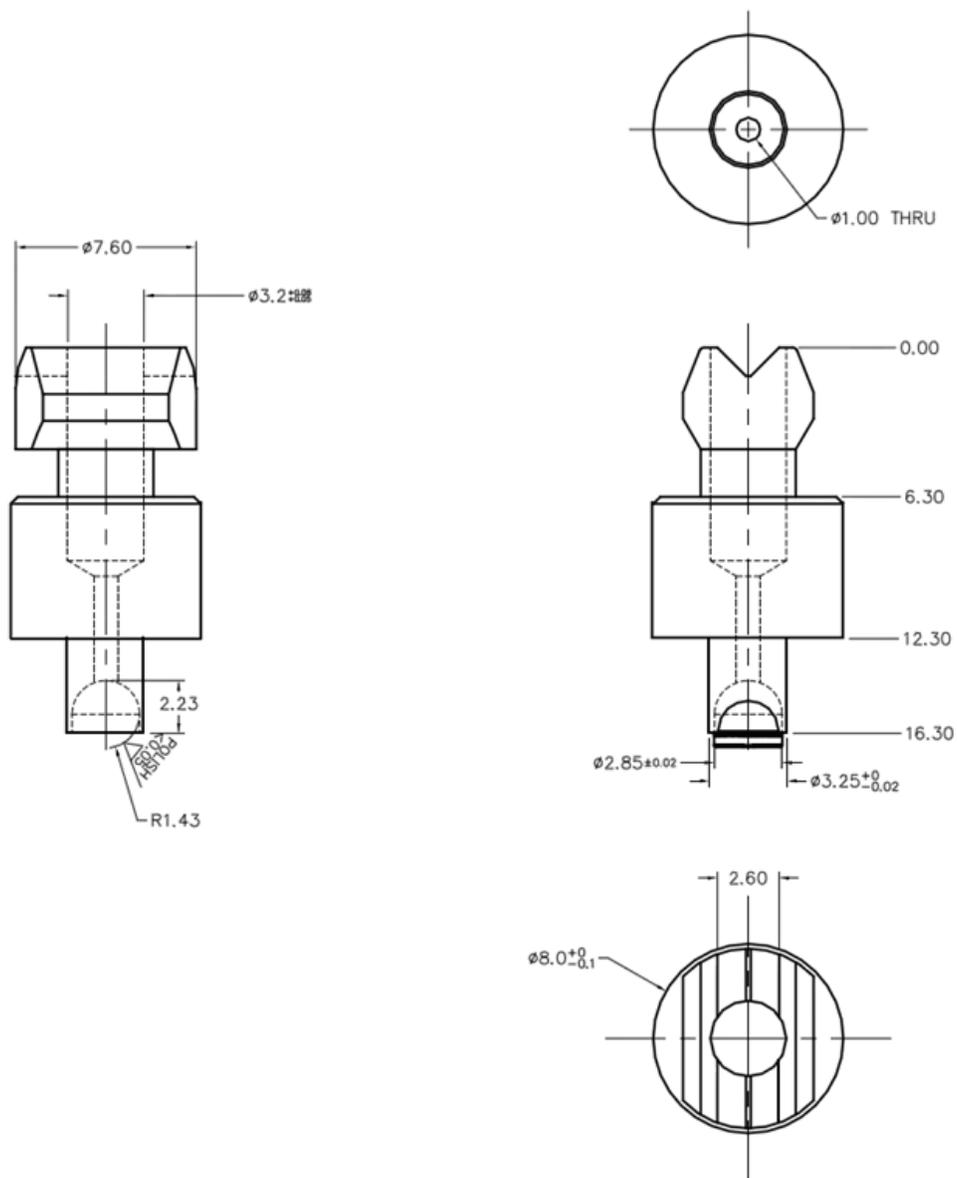


図 35. LUXEON Rebel ES* 専用ピックアップノズル設計 (単位はすべて mm)。

このノズルは LUXEON Rebel ES* のドームに合わせて、ドーム周辺の平面からピックアップを行う (右中の図を参照)。

5.4 ピックアンドプレース機の最適化

下の表 2 は、Philips Lumileds の社内テスト結果に基づいた LUXEON Rebel および LUXEON Rebel ES* 専用ノズルの主要なピックアッププレース用パラメータをまとめています。ピックアッププレースの設定はピックアッププレースツールおよびベンダーによって異なるため、これらのパラメータは参考程度で使用することを推奨します。

表 2.

	LUXEON Rebel	LUXEON Rebel ES* §
ピックアップ位置基準となる リール上部 (図 36 参照) [mm]	-0.2	-1.6
真空 [kPa]	-20	-20
ステンシル厚 [マイクロメートル]	125	125
配置時オーバートラベルスプリング力 [N]	2	2
材料	黒色陽極酸化アルミニウム	ステンレス鋼

§ ヤマハピックアッププレースツールからの結果

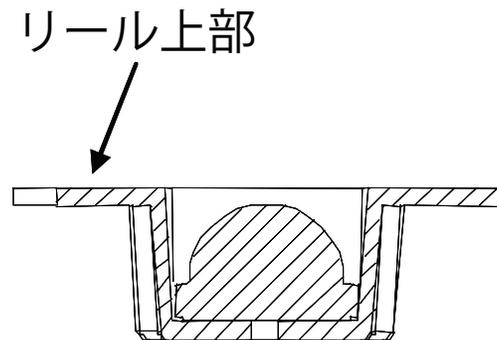
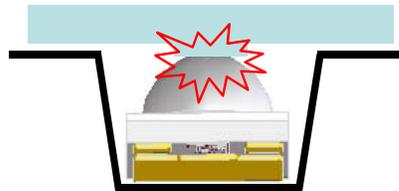


図 36. リール上部を 0mm とすると、リールへのノズルのオーバートラベルは LUXEON Rebel と LUXEON Rebel ES* でそれぞれ 0.2mm と 1.6mm になる。

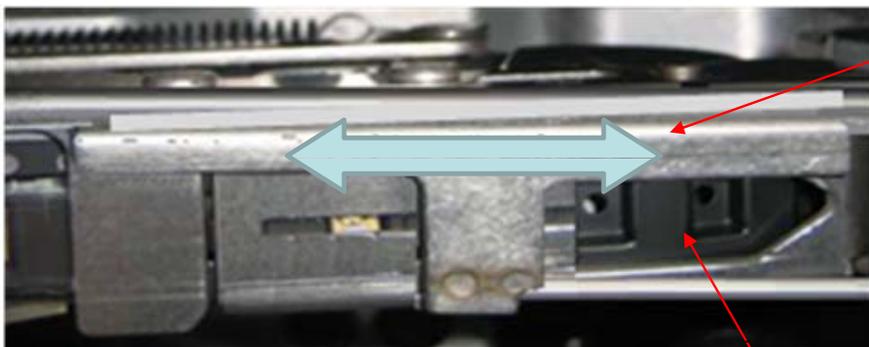
立方体が一般的なその他 SMD 電子部品とは異なり、LUXEON Rebel パッケージには光抽出性能を高めるシリコンドーム突起部があります。リールのカバーテープを取り外すと、スライド/ガイド金属板やフィーダーのシャッター (位置合わせ時) にドームが部分的に接触する可能性があります。その結果、ドームを傷つけるか、破損させるおそれがあります (図 37 参照)。



カバーテープを取り外した後、シャッターにより部品がフィーダーを通過してピックアップされる。



位置合わせ時にシャッターの前後移動で、部品が揺れる場合がある。その結果、ドームがシャッターに接触する。



シャッター—位置合わせ時に前後にスライド

ピックアップノズルがこの場所にある

図 37. ピックアンドプレースフィーダーのカバープレートで LUXEON Rebel のドームが破損することがある。

ピックアンドブレース機には、ピックアンドブレースフィーダーに簡単な改良を加えて、歩留まりを最適にできるものがあります。ドームの破損を減らすための推奨事項の1つは、シャッター全体の取り外しとピックアップノズル近傍でカバーテープを剥離することです。図 38 はこの推奨事項を示しています。

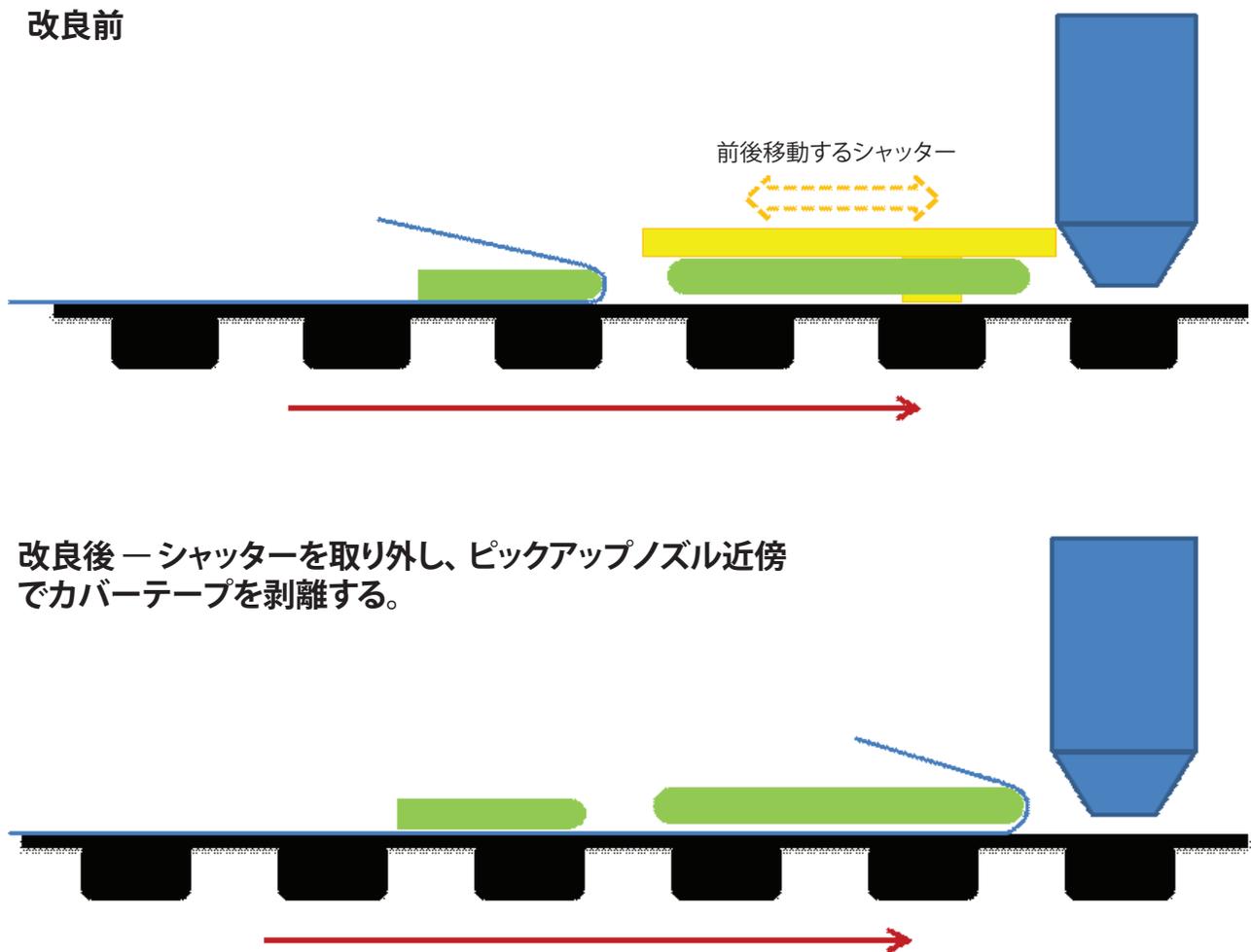


図 38. ピックアンドブレース機にわずかな改良を加えて LUXEON Rebel のドームが破損する危険性を最小限に抑える。

上記の変更に加え、機械式 / 空気式フィーダーよりも電子 (電動式) フィーダーを推奨します。これは、ユニットがテープポケットから落下したり、テープの急な動きにより位置ずれが生じたりすることがあるためです。

5.5 配置精度

配置精度を最も上げるために、LUXEON Rebel の下面メタライゼーション (3つのパッド) を認識できる映像システムを搭載した自動ピックアンドプレースツールの使用を推奨します。可能な場合は、部品ライブラリの SOT32 プロファイルを使用し、図 39 の寸法に従ってリードの大きさとピッチを変更します。認識許容値を 30% に設定できます。パーセントの値が低くなると、配置精度は上がりますが、認識率は低下します。

高密度配置の場合 (例: 0.5mm より狭い部品間隔)、LED の外形寸法 (図 39 参照) を使用した認識を推奨します。外形寸法の交差を 5% まで小さくすると、部品の配置ずれの危険性がなくなります。

Philips Lumileds では、LUXEON Rebel パッケージの最小間隔として 0.3mm を推奨しています。これによりリフロー後に隣接部品が互いに接触する危険性がなくなります。ただし、LED パッケージ間の光吸収によって各 LED の光出力が低下するおそれがあります。

手動配置の場合、上面のフィデューシャルが光心の位置決め役に立ちます。図 2 は上面の光心を見つける際のガイドラインになります。

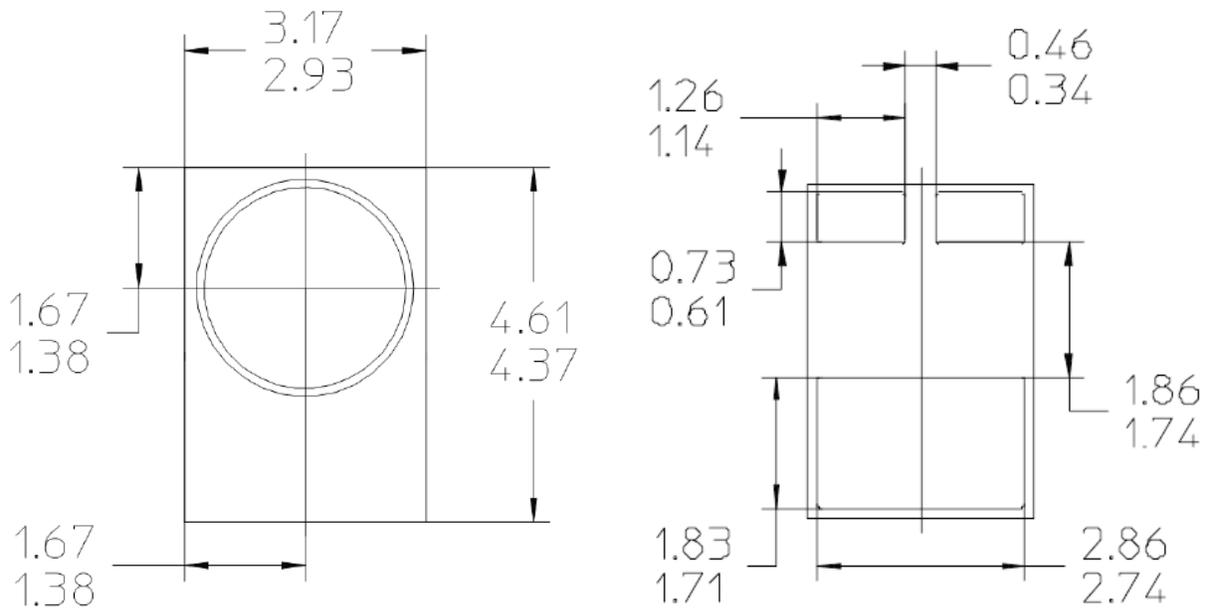


図 39. LUXEON Rebel パッケージの形状寸法。

5.6 リフロープロファイル

LUXEON Rebel エミッターは表面実装技術および無鉛リフローに対応しています。その結果、接着剤とエポキシ樹脂が不要となり、製造工程が大幅に単純になります。リフロー半田付けでは、リフローそのものが最も重要なステップだと言われています。これは、基板が炉を通過し、半田ペーストが溶けて半田接合を形成する段階です。優れた半田接合を形成するには、リフロー工程全体の時間および温度プロファイルを十分に管理する必要があります。

温度プロファイルは主要な 3 つの段階で構成されます (リフロープロファイル例を図 40 に示します)。

1. 予熱: 基板がリフロー炉に入り、半田合金の溶融点より低い温度まで温められます。
2. リフロー: 基板が半田の溶融点を越えてピーク温度まで加熱されます。ただし、部品または基板が破損するような温度には達していません。
3. 冷却: 基板が炉を出る前に急速冷却され、半田が固まります。

ちなみに、SAC 305 の溶融温度は 217°C、最小ピークリフロー温度は 235°C です。

Philips Lumileds では、LUXEON Rebel の PCB 実装に、図 40 のリフロープロファイルを利用しています。

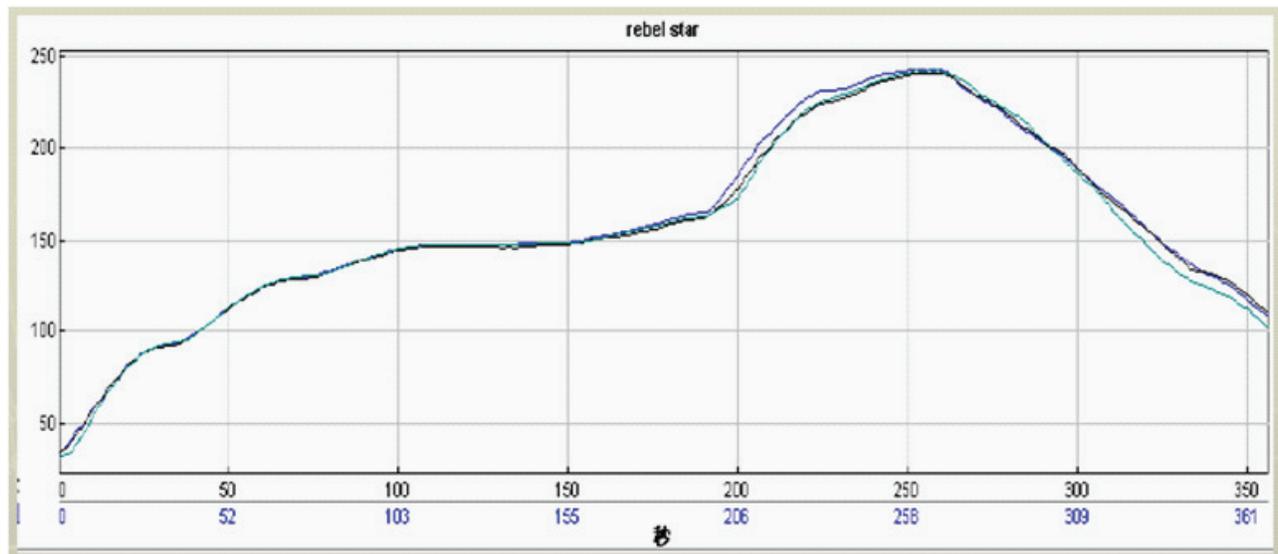


図 40. SAC-305 半田ペーストを使用した LUXEON Rebel のリフロープロファイル。

5.7 リフロー精度

PCB 基板のグローバルフィデューシャル (図 41 参照) は、公称の基板位置に対する部品を中心のリフロー精度を計算するのに役立ちます。セクション 1.2「光心」で、LUXEON Rebel の理論上の光心位置を見つける方法を説明しています。Philips Lumileds は、図 11 のフットプリントの場合、リフロー後の配置精度が xy 方向で 90 μ m 以内であることを確認しています。配置精度は次のように決定します。LUXEON Rebel のアセンブリ PCB のフィデューシャルで原点を決める必要があります。LUXEON Rebel の位置は部品のフィデューシャルを使用して決定します。この測定値と公称配置位置の差が配置精度です。

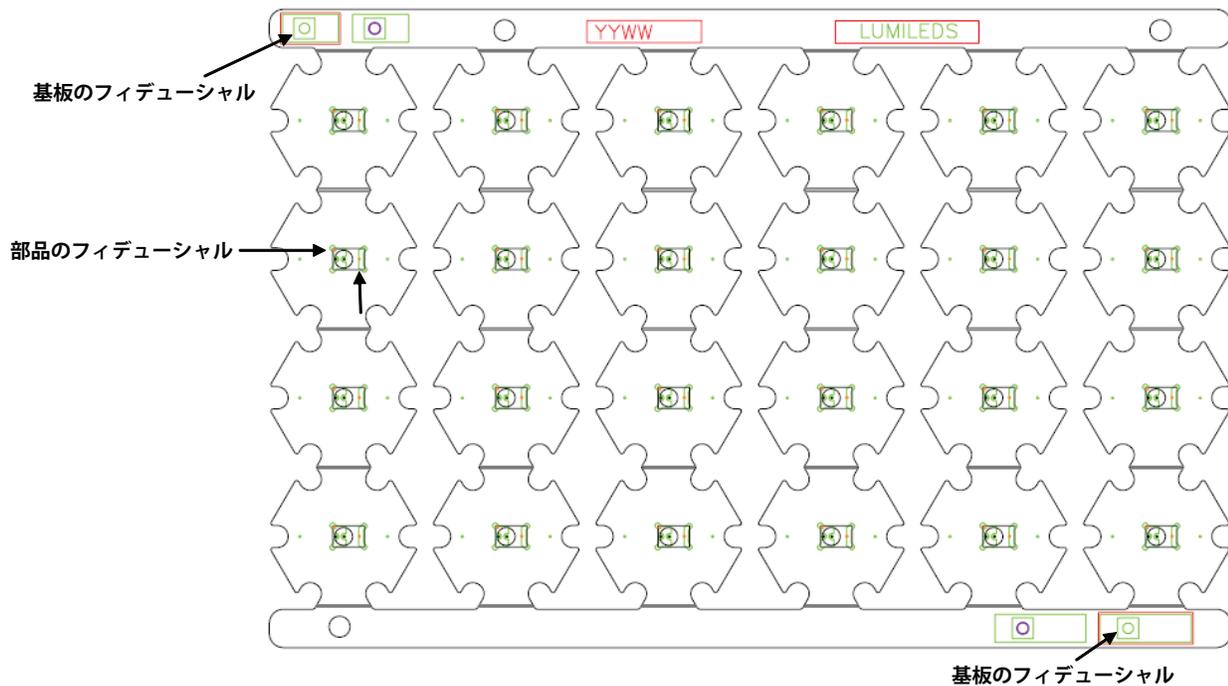


図 41. 基板のフィデューシャルにより基板の原点が与えられる。LUXEON Rebel のフィデューシャルにより LED の光心が決定される。光心の測定座標と公称位置の差が配置精度になる。

5.8 ボイド検査および半田ぬれ性指標

インライン式×線装置でリフロー後のボイドを検査できます。Philips Lumileds はサーマルパッドフットプリント内の2つの小径サーマルビアがリフロー時の空気穴として働き、ボイドを最小限に抑えると判断しています。

サーマルパッド内でボイドの割合が大きくなると、熱抵抗が上昇します。図 42 および図 43 は、モデルデータに基づいた基板の熱抵抗 ($R_{th\ c-hs}$) に対する半田ボイドの影響を示しています。

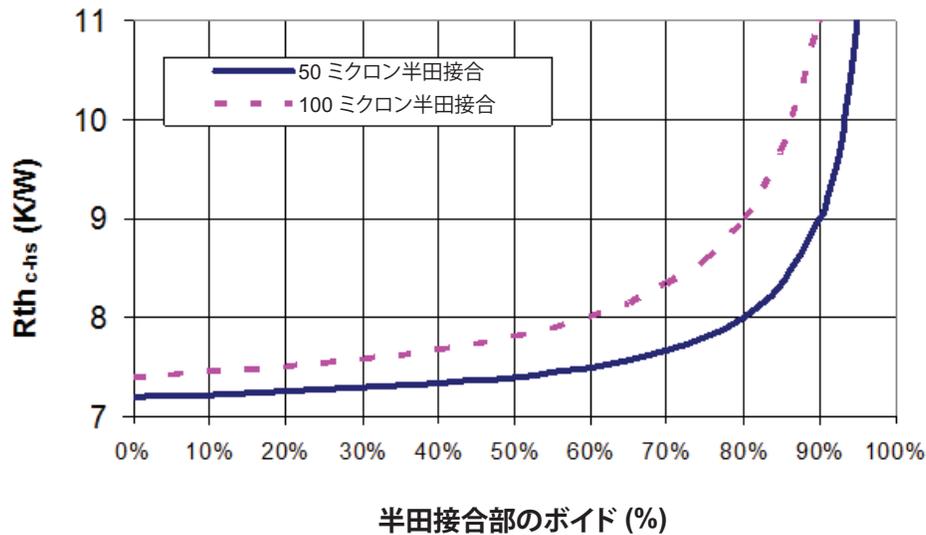


図 42. 熱抵抗に対するサーマルランド内のボイドの影響 (オープンビア設計)。

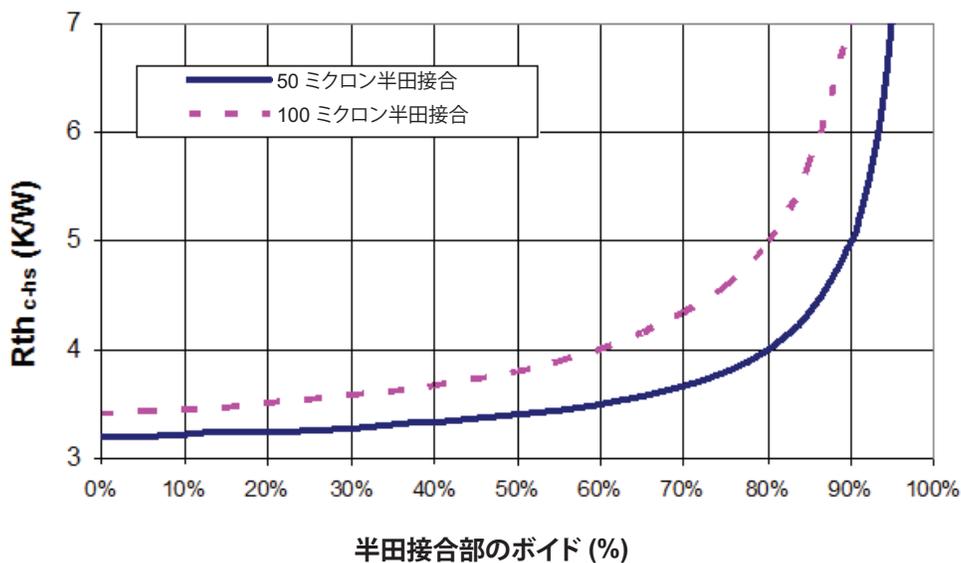


図 43. 熱抵抗に対するサーマルランド内のボイドの影響 (フィールド/キャップドビア設計)。

半田ぬれ性を目視検査するために、半田ぬれ性指標がフットプリントの設計に組み込まれています (図 44 参照)。

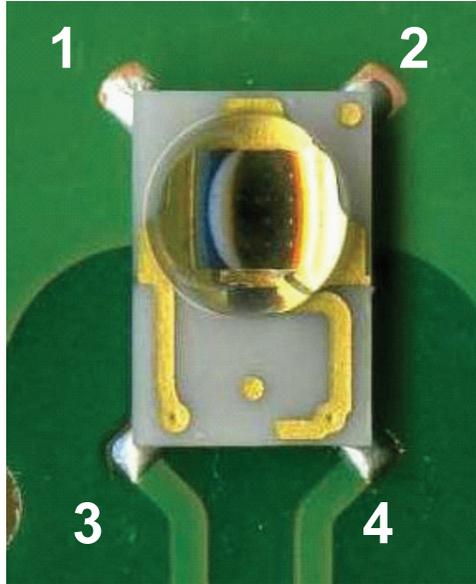


図 44. PCB に実装されたリフロー後の LUXEON Rebel と 4 つの半田ぬれ性指標。

6. JEDEC 感湿レベル

LUXEON Rebel LED は JEDEC 感湿レベル I に対応します。これは関連業界で提供される最高の水準であり、JEDEC 標準でも最高水準のものです。

そのためアセンブリが容易になります。ベーキング処理時間および寿命を気にする必要がなくなります。感湿レベル I の場合、ベーキング処理時間は必要ありません。

感湿レベル I では、各 LUXEON Rebel データシートに記載されている仕様の下でデバイスのリフローを 3 回実施できます。表 3 に示すように、JEDEC には 8 つの感湿レベルが規定されています。

表 3. JEDEC 感湿レベル

レベル	寿命		浸漬条件			
			標準		促進劣化相当 ¹	
	時間	条件	時間 (時間)	条件	時間 (時間)	条件
1	無制限	≤30°C/85% RH	168 +5/-0	85°C/85% RH		
2	1 年間	≤30°C/60% RH	168 +5/-0	85°C/60% RH		
2a	4 週間	≤30°C/60% RH	696 ² +5/-0	30°C/60% RH	120 +1/-0	60°C/60% RH
3	168 時間	≤30°C/60% RH	192 ² +5/-0	30°C/60% RH	40 +1/-0	60°C/60% RH
4	72 時間	≤30°C/60% RH	96 ² +2/-0	30°C/60% RH	20 +0.5/-0	60°C/60% RH
5	48 時間	≤30°C/60% RH	72 ² +2/-0	30°C/60% RH	15 +0.5/-0	60°C/60% RH
5a	24 時間	≤30°C/60% RH	48 ² +2/-0	30°C/60% RH	10 +0.5/-0	60°C/60% RH
6	ラベル記載時間 (TOL)	≤30°C/60% RH	TOL	30°C/60% RH		

7. 製品パッケージに関する注意事項 — 化学的適合性

LUXEON Rebel パッケージでは、LED チップ保護と最大量の光抽出の目的でシリコンの保護膜およびドームが使用されています。LED 光学装置で使用されているほとんどのシリコンと同様、不適合化学物質が直接的または間接的にシリコンと反応しないよう注意する必要があります。

LUXEON Rebel のシリコン保護膜はガス透過性です。その結果、酸素および揮発性有機化合物 (VOC) の気体分子がシリコン保護膜内に拡散する可能性があります。VOC は接着剤、半田付けフラックス、コンフォーマルコーティング材料、陶材、さらには PCB 印刷に使用する一部のインクに由来します。

一部の VOC および化学物質がシリコンと反応し、変色や表面損傷が起きます。シリコン材料と直接的に化学反応しないその他の VOC でもシリコン内に拡散し、熱または光の存在で酸化します。物理的機構を問わず、いずれの場合も LED の全体的な光出力に影響を与えます。シリコンの透過性は温度とともに上がるため、多くの VOC がシリコン内に拡散したり、シリコンから蒸発したりするおそれがあります。

LUXEON Rebel エミッターが「気密」環境に封入されているかどうかについて、配慮する必要があります。「気密」環境では、アセンブリ時に混入した VOC によってはシリコンドームに浸透して残留する場合があります。熱と「青色」光の下でドーム内の VOC が一部酸化し、特に光束エネルギーが最高になる LED 表面でシリコンの変色が生じる場合があります。空気の豊富な環境または「開放」空気環境では、VOC が (通常の空気の流れによって) 換気される可能性があります。密閉環境で変色したデバイスを「開放」空気環境に戻すと、酸化した VOC がシリコンドームから拡散され、LED の当初の光学特性が復元することがあります。

VOC が存在する場合、適切な限界値を決めることは大変困難です。これらの限界値は LED 収納のための封入タイプと動作温度によって変わります。また、時間とともに光分解する VOC もあります。

表 4 はシリコン材料と反応するため、避ける必要のある一般的な化学物質の一覧です。Philips Lumileds は、この一覧が完全であるという保証はいたしません。LED 性能に影響する化学物質をすべて決定することは不可能です。

**表 4. LUXEON Rebel のシリコンドームを破損させる一般的な化学物質の一覧
LED パッケージを収納するハウジング内でこれらの化学物質を使用しないこと。**

化学名	通常使用時
塩酸	酸性
硫酸	酸性
硝酸	酸性
酢酸	酸性
水酸化ナトリウム	アルカリ性
水酸化カリウム	アルカリ性
アンモニア	アルカリ性
MEK (メチルエチルケトン)	溶媒
MIBK (メチルイソブチルケトン)	溶媒
トルエン	溶媒
キシレン	溶媒
ベンゼン	溶媒
ガソリン	溶媒
石油スピリット	溶媒
ジクロロメタン	溶媒
テトラクロロメタン	溶媒
ヒマシ油	油
ラード	油
アマニ油	油
石油	油
シリコーン油	油
ハロゲン化炭化水素 (F、Cl、Br 成分含有)	混合
ロジンフラックス	半田付け用フラックス

表 4 の化学物質は一般に、LUXEON Rebel LED を中心として較正された最終製品には直接使用されません。ただし、これらの化学物質の一部は途中の製造段階で使用する可能性があります (例: 洗浄用薬剤など)。その結果、これらの化学物質が PCB などの (従属) 部品に微量で残るおそれがあります。したがって、目的の設計に際し、次の注意事項を推奨します。

- 単一 LED に対して補助レンズを使用する設計を行う場合、十分に大きい空洞域を設け、LED 近傍からこの空気を「換気」できるようにします。
- レンズと回路基板の取り付けでは可能な限り、機械的手段を使用します。接着剤、埋め込み用樹脂、コーティング剤を使用する場合、材料組成を入念に分析し、高温動作寿命 (HTOL) 条件下で器具全体の完全なテストを実施します。

会社概要

Philips Lumileds は、日常の照明用高出力 LED のメーカーとして世界をリードしています。発光効率そして熱管理に対する近年の業績は、LED 照明技術の推進、また、CO₂ 発生を減らし、火力発電の拡大の必要性を減らす、環境に優しいライティングソリューションの実現へのたゆまぬ取り組みの直接的な成果です。Philips Lumileds の LUXEON® LED は、これまで不可能だった多くのアプリケーション—屋外照明、店舗照明、屋内照明—を可能にします。

Philips Lumileds は、3 つのベースカラー（赤、緑、青）と白の基本的な LED 材料を製造している一貫メーカーです。カリフォルニア州サンノゼとオランダに研究開発センターを持ち、サンノゼ、シンガポール、マレーシア・ペナンに生産施設を有しています。1999 年に創立した Philips Lumileds は、高光束 LED 技術の先進企業として LED 技術と照明分野の橋渡しに取り組んでいます。LUXEON LED 製品および LED 照明についての詳細は、www.philipslumileds.com をご参照ください。

PHILIPS LUMILEDS LIGHTING COMPANY は、最も正確な情報や材料およびサービスデータ（以下「本データ」）の提供に努めますが、本データは「現状のまま」提供し、誤りが含まれている可能性があります。データ利用時にかかるすべてのリスクは利用者が負うものとします。PHILIPS LUMILEDS LIGHTING COMPANY は、明示または黙示を問わず、利用者の必要性または期待を満たすために、提供する本データの内容または正確性、あるいは本データの能力に関し、特定用途に対する市場性および適合性の暗示の保証を含みこれに限らず、いかなる保証も行うものではありません。PHILIPS LUMILEDS LIGHTING COMPANY は予告なく変更する権利を留保します。利用者であるお客様は本免責事項に加え、提供する資料および本データのダウンロードまたは利用における契約に同意します。

いかなる場合も PHILIPS LUMILEDS LIGHTING COMPANY は、本データの利用に起因または関連する直接的、間接的、特殊、付随的、典型的、または必然的な損害に対し、如何にして引き起こされたものであっても、責任の法理を問わず、PHILIPS LUMILEDS LIGHTING COMPANY が当該損害の可能性について報告を受けていたかどうかに関らず、一切の責任を負いません。本制約事項は、重要な目的の不履行または排他的救済に関らず、適用されるものとします。

©2010 Philips Lumileds Lighting Company. All rights reserved.
製品の仕様は予告なく変更される場合があります。
LUXEON は、米国その他の国の Philips Lumileds Lighting Company の登録商標です。

PHILIPS
LUMILEDS

www.philipslumileds.com
www.futurelightingsolutions.com

技術支援や最寄りの営業所については、下記にお問い合わせください。

北アメリカ：
1 888 589 3662
americas@futurelightingsolutions.com

ヨーロッパ：
00 800 443 88 873
europa@futurelightingsolutions.com

アジア太平洋：
800 5864 5337
asia@futurelightingsolutions.com

日本：
800 5864 5337
japan@futurelightingsolutions.com