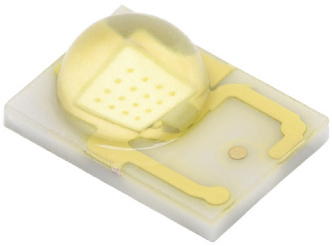
アプリケーション ブリーフ AB33

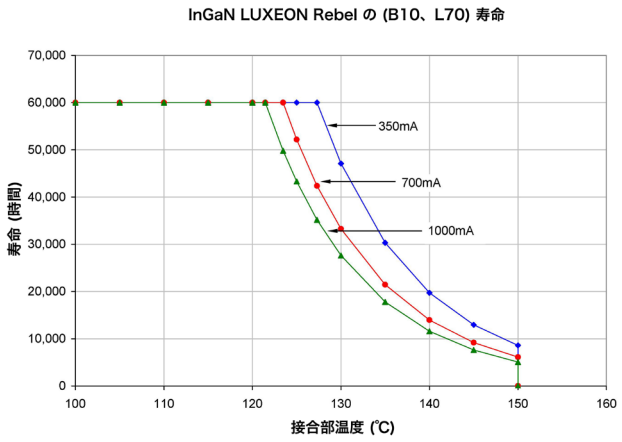
LUXEON never before possible

# LUXEON® Rebel
# 放熱測定ガイドライン

## はじめに



発光ダイオード (LED) は、現在利用できる光源の中でも最も寿命が長いものの 1 つで、標準的なルーメン維持は数万時間の単位で測定されます。ただし、LED は、動作中、徐々に光出力が低下します。この現象は「光出力の劣化」と呼ばれ、LED チップの発光効率の低下または LED パッケージ内の光伝送特性の低下によって引き起こされます。Philips Lumileds 信頼性データシート RD07『LUXEON® Rebel 信頼性データ』で説明されているとおり、LED 駆動電流と接合部温度の増大は、ルーメン維持と寿命のパフォーマンスに悪影響を与えます。LED 駆動電流と順方向電圧は簡単に測定できますが、LED の接合部温度は直接測定できず、計算が必要になります。このアプリケーション ブリーフでは、LUXEON Rebel の接合部温度の概算を決定するために推奨方法について説明します。




PHILIPS

LUMILEDS
LIGHT FROM SILICON VALLEY

## 適用範囲

LUXEON Rebel 基板は、Philips Lumileds アプリケーション ブリーフ AB32『LUXEON Rebel: 組み立ておよび取り扱いに関する情報』に従って設計することを推奨します。ここに記載された特性化の結果は、AB32 のガイドラインに従って基板が設計されていることを基本としているので、これは重要なことです。

このアプリケーション ブリーフの放熱測定の結果は、Philips Lumiled アプリケーション ブリーフ AB32 で説明したオープン メッキ スルー ホール ビア設計の 0.8mm または 1.6mm FR4 基板 ( ビアで 35µm/ 上下の銅メッキで 70µm) に実装した LUXEON Rebel の白色および InGaN 部品を対象としています。ヒートシンク温度は 20 ～ 70°C で、動作電流は最高 1,000 mA です。

# 目次


1. サーマル モデリング ..... 4
   1.1 基本熱方程式 ..... 4
   1.2 $R\theta_{J\text{-}Ref}$ の定義方法 ..... 4
   1.3 放熱特性パラメータ $\Psi_{J\text{-}S}$ の結果 ..... 5
   1.4 接合部温度 $T_J$ ..... 5
2. 半田状態検査部、$T_S$ 測定 ..... 6
   2.1 備品と装置 ..... 6
   2.2 Eccobond 熱接着エポキシの使用手順 ..... 6
   2.3 Arctic 熱接着エポキシの使用手順 ..... 6
   2.4 例 ..... 8

# 1. サーマル モデリング

## 1.1 基本熱方程式

熱計算を決定する基本式を以下に定義します。

$R\theta_{J\text{-}Ref} = (\Delta T_{J\text{-}Ref}) / P_D$ ———————— (1)

各記号の意味：

$R\theta_{J\text{-}Ref}$ = LED pn 接合部から基準点 ( 空気、ヒートシンクなど ) までの熱抵抗 (°C/W)

$\Delta T_{J\text{-}Ref}$ = ($T_J$、接合部温度 ) – ($T_{Ref}$、基準点温度 ) (°C)

$P_D$ = 消費電力 (W)

= LED 順方向電流 (If) * LED 順方向電圧 (Vf)

方程式 (1) を次のように書き換えます。

$T_J = T_{Ref} + R\theta_{J\text{-}Ref} * P_D$ ———————— (2)

$T_{Ref}$ を測定すると、$P_D$ を簡単に計算できます。$R\theta_{J\text{-}Ref}$ を定義できれば、接合部温度を計算できます。

## 1.2 $R\theta_{J\text{-}Ref}$ の定義方法

オープン メッキ スルー ホール ビアを備えた 0.8mm または 1.6mm FR4 ベースの基板に実装された LUXEON Rebel 部品の $R\theta_{J\text{-}Ref}$ を定義する最も効果的な方法は、LED 接合部と半田状態検査部間の熱抵抗を定義することです。これを熱特性パラメータ $\Psi_{J\text{-}S}$ と呼びます。半田状態検査部は、LUXEON Rebel 放熱パッドまでの最も抵抗の低い熱経路を提供します。この放熱パッドの温度は、ケース温度としても知られています。$T_{Ref}$ は、半田状態検査部温度 ($T_S$) として定義し、図 1 に示すように 2 つのパッドのどちらにも、熱電対を配置できます。

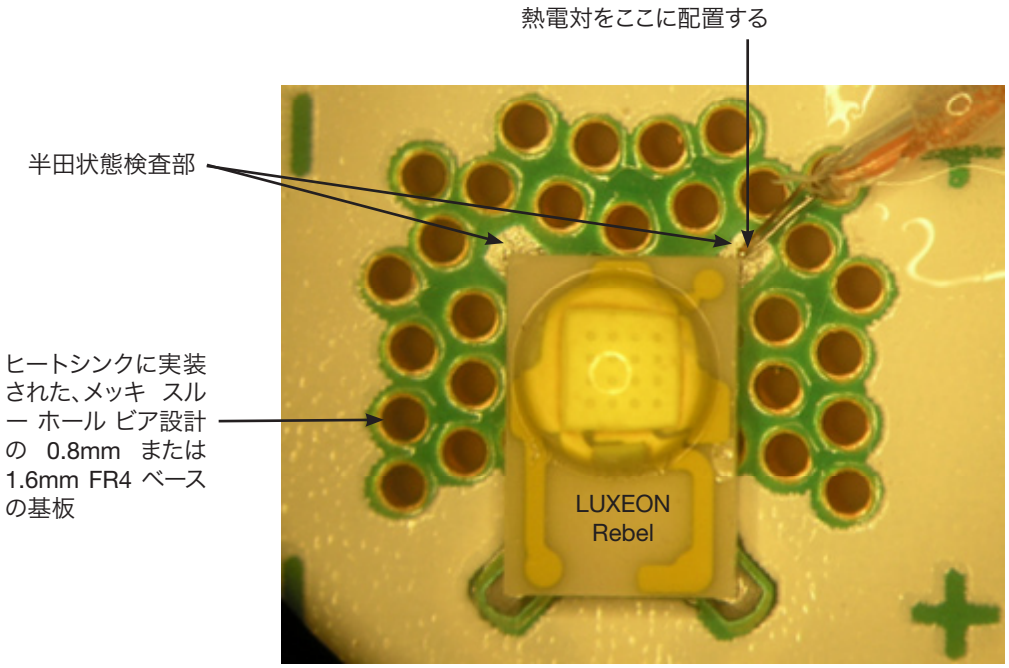



**図 1 : 半田状態検査部と熱電対の配置**

図 2 に熱電対を含めた断面図を示します。

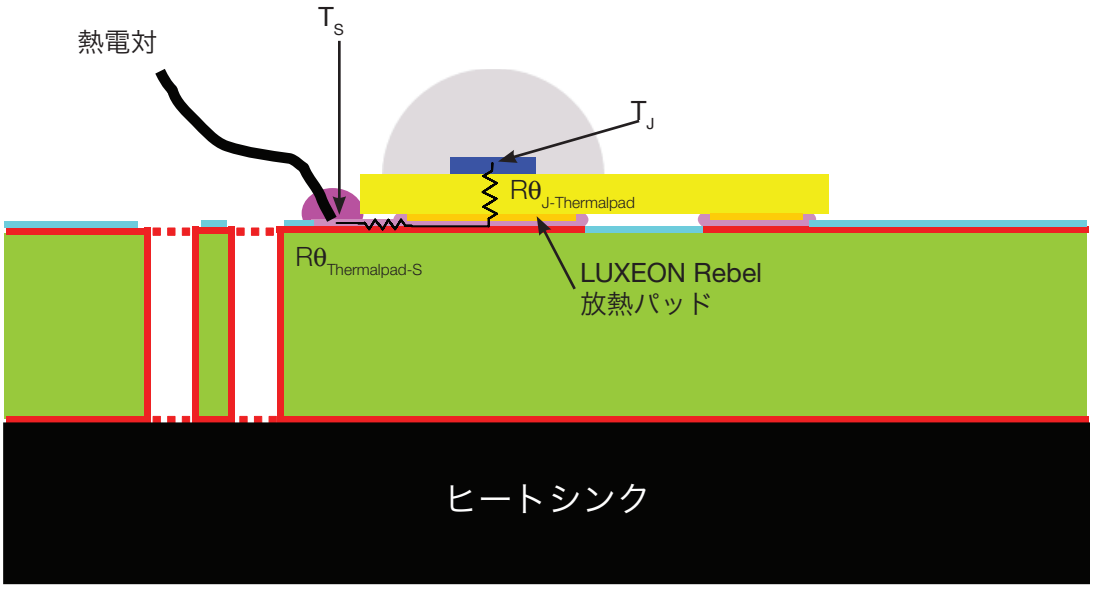



**図 2 : FR4 基板上の LUXEON Rebel の断面図。接合部から半田状態検査部までの熱抵抗を示しています。**

$R\theta_{J\text{-}Thermalpad}$ は、接合部から LUXEON Rebel の放熱パッドまでの熱抵抗です。
$R\theta_{Thermalpad\text{-}S}$ は、LUXEON Rebel 熱パッドから、熱電対を配置した半田状態検査部までの熱抵抗です。

接合部から半田状態検査部までの放熱特性パラメータ $\Psi_{J\text{-}S}$ は、上記の 2 つの熱抵抗の合計になります。

## 1.3 放熱特性パラメータ $\Psi_{J\text{-}S}$ の結果

熱過渡テスター (MicReD T3ster) を使用して、$T_J$ を、温度計を使用して $T_S$ を測定し、LED の 消費電力合計を知ることにより、LUXEON Rebel の白色と InGaNhe の $\Psi_{J\text{-}S}$ を計算できます。

この研究に基づき、推奨 $\Psi_{J\text{-}S}$ は、16°C/W です。

RD56 データシートにより、標準 $R\theta_{J\text{-}Thermalpad}$ は 10°C/W であることがわかっています。したがって、$R\theta_{Thermalpad\text{-}S}$ により 6°C/W となります。

上記の推奨値は、ヒートシンク温度 20 ～ 70°C で、最高 1,000 mA の動作電流に対して有効です。

## 1.4 接合部温度 $T_J$

方程式 (2) を次のように書き換えます。$T_J = T_S + \Psi_{J\text{-}S} * P_D$ ———————— (3)

$\Psi_{J\text{-}S}$ (16°C/W)、$P_D$ ( 測定済み )、および $T_S$ を知ることにより、熱過渡テスターを使用せずに、LUXEON Rebel の標準接合部温度 $T_J$ 計算できます。次のセクションでは、$T_S$ の測定法について説明します。

# 2. 半田状態検査部 $T_S$ 測定

## 2.1 備品と装置

以下に $T_S$ 測定に使用する備品と装置をリストします。

- Omega Engineering Inc 製の T 型精密細線 ( 基準径 0.003 インチ ) 熱電対 ( 部品番号 : 5SRTC-TT-T-40-36)
- Emerson and Cuming 製の Eccobond 1 コンポーネントの低熱硬化、熱導電性エポキシ系接着剤 ( 部品番号 : E 3503-1) または Arctic Sliver Inc. 製 Arctic Alumina 熱接着剤 ( 部品番号 : AATA-5G)
- EFD Inc 製使い捨て型 3cc 注射筒 ( 部品番号 : 5109LL-B)
- EFD Inc 製使い捨て型内径 0.016 インチ細針先 ( 部品番号 : 5122-B)
- カプトン テープ
- 対流式オーブン (Eccobond エポキシの硬化用 )
- 温度計
- 拡大ランプまたは低倍率顕微鏡 (5 ～ 30 倍 )

## 2.2 Eccobond 熱接着エポキシの使用手順

1. 開始する前に、メーカーの製品安全データシート (MSDS) および準備手順をお読みください。
2. メーカーの推奨手順に従って熱伝導エポキシを解凍します。
3. 針先の細い 3cc の注射筒に十分な量のエポキシを注入します。残りはメーカーが推奨する方法で保管します。
4. 図 1 に示すように、熱電対の先端を半田状態検査部内に置きます。
5. カプトン テープを使用して、熱電対のワイヤを LUXEON Rebel の基板に固定します。正確に測定するためには、熱電対が半田状態検査部に接触している必要があります。
6. 図 3 に示すように、熱電対の先端が隠れるだけの量の熱接着エポキシを一滴落とします。
7. メーカーが推奨する方法で、エポキシを硬化します。オーブンの温度が、基板上のすべてのコンポーネントの最高許容温度を超えないようにしてください。
8. 測定は、基板が室温に戻ってから開始します。
9. 温度計に熱電対のコネクタを差し込みます。ここで、半田状態検査部、$T_S$ の温度を測定します。
10. 基板を電源に接続し、動作電流と動作温度で LED を点灯します。可能であれば、すべての付属品 ( レンズやカバーなど ) も装着して、アプリケーション環境に近いシミュレーションを行います。
11. 電源を入れ、$T_S$ 記録を開始し、温度が安定するまで続けます。これには、全体的な熱設計により 1 分から数分かかる可能性があります。図 4 参照。
12. 方程式 (3) を使用して、接合部温度 $T_J$ を計算します。

## 2.3 Arctic 熱接着エポキシの使用手順

1. 開始する前に、メーカーの製品安全データシート (MSDS) および準備手順をお読みください。
2. 図 1 に示すように、熱電対の先端を半田状態検査部内に置きます。
3. カプトン テープを使用して、熱電対のワイヤを LUXEON Rebel の基板に固定します。正確に測定するためには、熱電対が半田状態検査部に接触している必要があります。
4. これは 2 液性のエポキシ系で、混合後のポットライフ ( 主剤と硬化剤を混合後、反応の進行につれて塗料が硬化せず、塗料としての性能を維持している時間 ) は、室内温度で 3 ～ 4 分しかないため、その時間内にエポキシを使用できるように、事前に適切なセットアップが完了していることを確認してください。作業対象の熱電対が多数ある場合は、少しずつ混合することを推奨します。
5. エポキシをただちに針先の細い 3cc の注射筒に注入し、そこから熱電対の先端に塗ります。ポットライフの終わりに近づくと、塗布が難しくなります。
6. 代わりに、エポキシ混合剤に針先をさっと浸け、それを熱電対の先端に軽く触れさせて、表面張力によってエポキシを塗ります。
7. エポキシは室温 (25°C) で少なくとも 2 時間は硬化させることを推奨します。
8. Eccobond エポキシについても、上記の手順 9 ～ 12 を繰り返します。

## 2. 半田状態検査部、$T_S$ 測定 ( 続き )

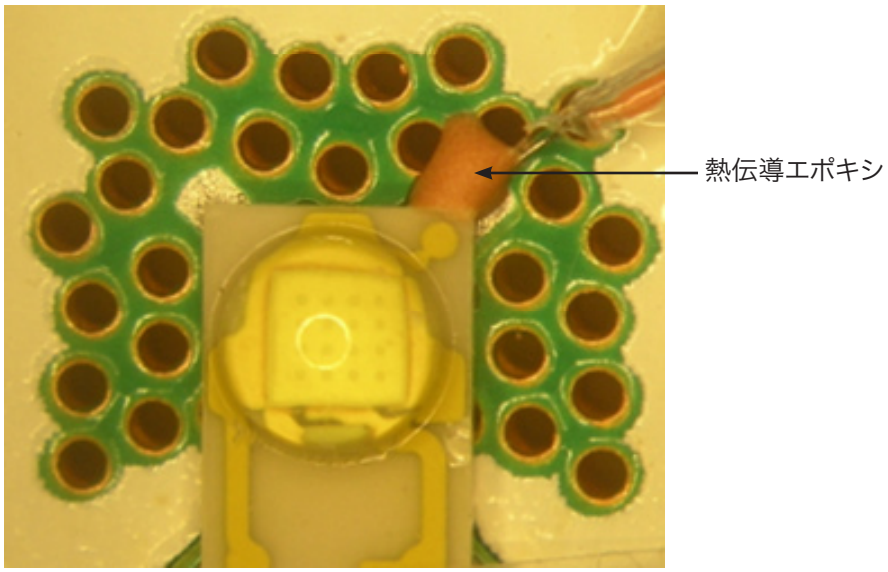



**図 3 : 半田状態検査部上の熱伝導エポキシ**

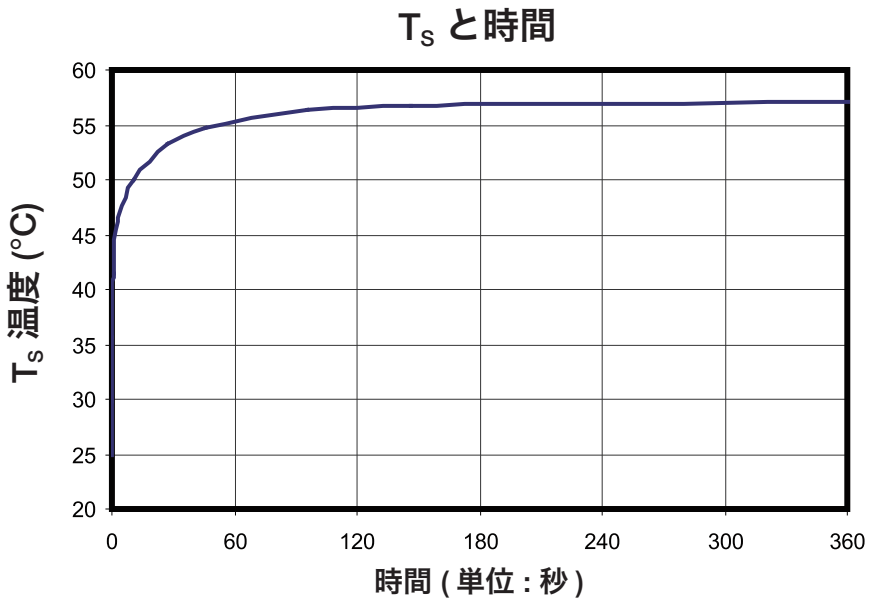



**図 4 : $T_s$ と時間。温度は、3 分を過ぎるとあまり変化していません。**

# 2. 半田状態検査部、$T_S$ 測定 ( 続き )

## 2.4 例

図 4 のデータを使用すると、$T_S$ の平衡温度は約 57°C です。

$\Psi_{J\text{-}S}$ が 16°C/W で、電源入力が 1 W と仮定すると、方程式 (3) は、$T_J$ = 57°C + (16°C/W)*(1W) = 73°C となります。これは、LUXEON Rebel の白色または InGaN 部品の最大許容可能な接合部温度を下回ります。設計段階では、接合部温度が最大値を超えないように、$T_J$ において安全マージンを設けることが推奨されます。

PHILIPS

LUMILEDS
LIGHT FROM SILICON VALLEY

## 会社概要

LUXEON® は、Philips Lumileds Lighting Company によって開発、製造、販売されています。Philips Lumileds は、発光ダイオード (LED) の世界的な部品メーカーで、年間に数十億個もの LED を製造しています。Philips Lumileds は、三原色 ( 赤、緑、青 ) および白色の LED 中核材料を製造している、LED の総合メーカーです。Philips Lumileds は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、サンノゼおよびマレーシアのペナン州に生産工場があります。1999 年に設立された Philips Lumileds は高光束 LED 技術のリーディング カンパニーであり、固体 LED 技術と照明分野の橋渡しをしています。Philips Lumileds の技術、LED、およびシステムは、照明分野に新しい用途と新しい市場をもたらしています。

Philips Lumileds では、同社製品の性能その他の特性に影響を与える工程または材料を変更する場合があります。そのような変更後に納品される製品は、公表されている仕様諸元を引き続き満たしますが、サンプルまたは変更前のご注文により納品される製品と異なる場合があります。

www.luxeon.com
www.philipslumileds.com
www.futurelightingsolutions.com

技術支援または最寄りの営業所につきましては、Future Lighting Solutions にお問い合わせください。

**北米：**
1 888 589 3662
americas@futurelightingsolutions.com

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

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

**日本：**
800 5864 5337
japan@futurelightingsolutions.com

©2008 Philips Lumileds Lighting Company. All rights reserved. 製品仕様は予告なく変更されることがあります。
Luxeon は米国および他の国における Philips Lumileds Lighting Company の登録商標です。