

# LED の放熱設計 スルーホール設計方法

## 目次

1. 概要
2. LED の熱経路について
3. 基板への熱電達について
4. スルーホールの設計について
5. まとめ

## 1. 概要

LED を用いた製品設計を行なう上で、熱の発生に注意が必要です。LED の使用できる温度はジャンクション温度 ( $T_j$ ) により決められます。この  $T_j$  が最大値を超えると著しい光束低下、場合によっては故障(例えば、ワイヤー断線による LED の不灯、等)となる為、最大値を超えないように使用する必要があります。

また、 $T_j$  をできる限り低く抑えることにより製品の寿命を伸ばすことができます。このことから、LED を使用する上で放熱設計が極めて重要となります。

本書では、放熱設計のひとつであるスルーホールの設計方法について、試作結果を交えて解説します。

## 2. LED の熱経路について

LED から発生する熱について、図 1 に示す熱経路のイメージ図を用いて説明します。LED チップから周辺雰囲気の間には、ダイボンド、電極、はんだ、基板を介して熱伝達していると考えられます。

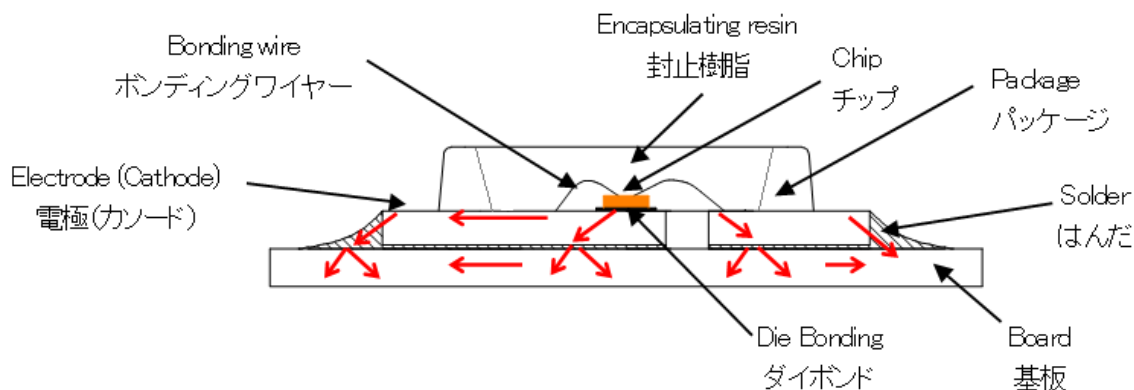


図 1. LED 構造と熱経路イメージ図

## 3. 基板への熱伝達について

基板に対して LED から発生した熱の伝達について、表 1 の放熱シミュレーション結果を用いて説明します。発生した熱は LED に対し同心円状に広がっていることがわかります。

表 1. 放熱シミュレーション結果

基板パターン	
放熱シミュレーション	

## 4. スルーホールの設計について

本書ではスルーホールの設計に対して、以下3項目の試作・検証を行ない、最適設計への指針を解説します。

〈検証項目〉

- (1) スルーホールの穴サイズ
- (2) スルーホールの穴个数
- (3) スルーホールの円周方向配置距離

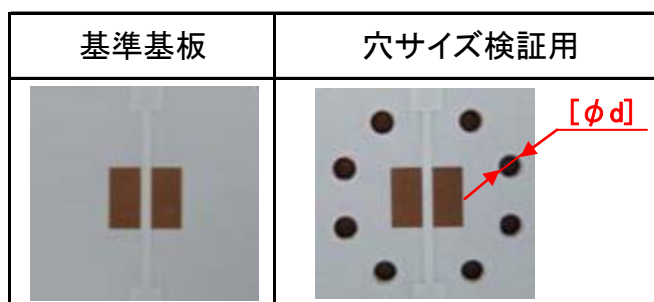
(注記)

1. 試作・検証に用いた基板材質は、FR-4(両面板) 板厚:1.6mm、銅箔厚:35 $\mu$ m です。
2. 3項(熱伝導シミュレーション結果)より、スルーホールはLEDに対して同心円上に配置しています。

### 4-1. スルーホールの穴サイズ設計

スルーホールの穴サイズを可変させ、放熱性への効果を検証しました。  
(スルーホールの穴个数と円周方向配置距離を固定条件とします。)

表2. スルーホールの穴サイズ設計 検証に用いた基板



効果の検証は、基準基板(スルーホール無)の $T_j$ を1とし、各条件下における $T_j$ の比率を指標としています。  
スルーホールの穴サイズを可変させた検証結果を図2に示します。

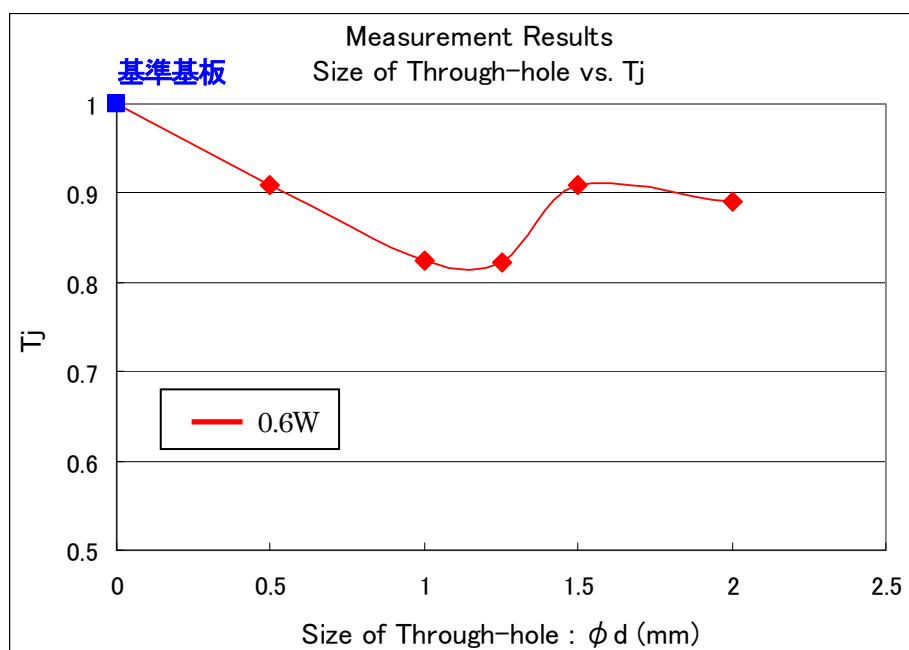


図2. スルーホールの穴サイズ設計 検証結果

上記の検証結果より、スルーホール穴のサイズは大きければ大きいほど放熱性が良好ということはなく、最適解が存在することがわかります。これは、銅箔の表面積が関係していると考えられます。

銅箔の表面積に着目した場合、理論上は、

(スルーホールによって生まれる穴側面の表面積) - (表面の欠如表面積) が最大値において、最も効果を発揮することになります。

更にこの関係は、以下の式で表すことができます。

$$y = (x\pi \cdot A \cdot t) - \{(x/2)^2 \pi \cdot A \cdot 2\}$$

$$= -1/2A\pi \{(x-t)^2 - t^2\}$$

[x : スルーホールの直径(φ dmm)]

[A : スルーホールの穴個数]

[t : 基板の板厚(mm)]

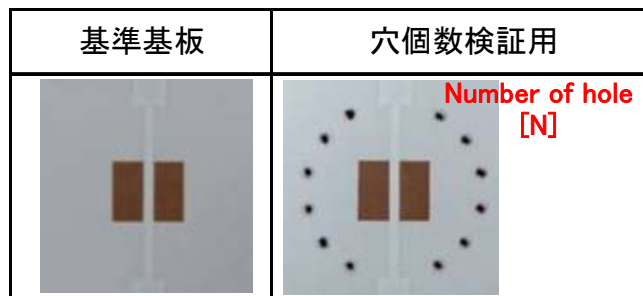
[y : 銅箔の純増表面積(mm<sup>2</sup>)]

よって、x = t つまり、スルーホールの穴サイズ(φ d)を基板の板厚としたときに最大となることがわかります。

## 4-2. スルーホールの穴個数設計

スルーホールの穴個数を可変させ、放熱性への効果を検証しました。(スルーホールの穴サイズと円周方向配置距離は固定条件とします。)

表 3. スルーホールの穴個数設計 検証に用いた基板



スルーホールの穴個数を可変させた検証結果を図 3 に示します。

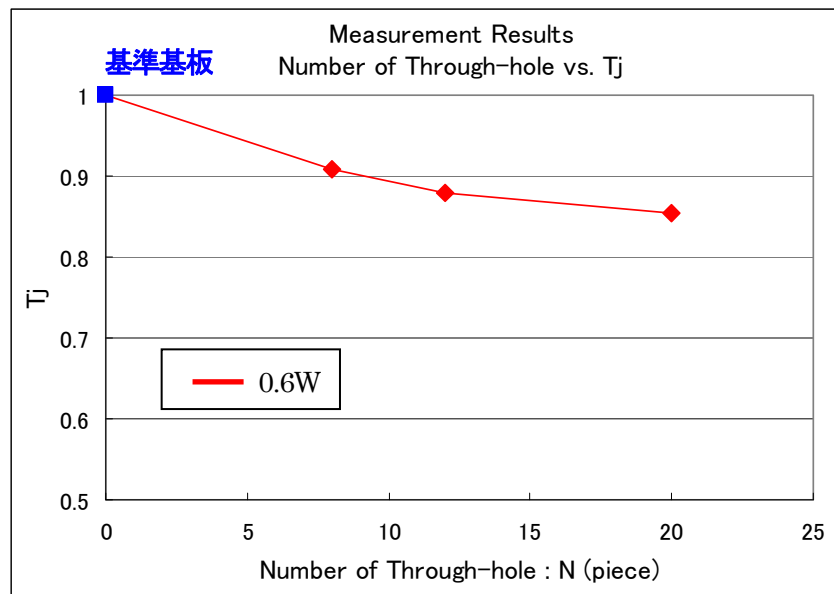


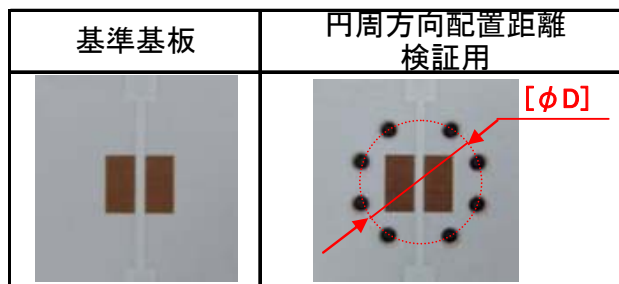
図 3. スルーホールの穴個数設計 検証結果

穴個数を増やすことによって放熱性の向上に繋がりますが、ある程度の個数以上は効果が微小となります。また、穴個数を増やすことにより基板の加工性及び、加工費増にも繋がることから、見極めが重要となります。

### 4-3. スルーホールの円周方向配置距離設計

スルーホールを配置する円周方向距離を可変させ、放熱性への効果を検証しました。  
(スルーホールの穴サイズと穴個数は固定条件とします。)

表 4. スルーホールの円周方向配置距離 検証に用いた基板



スルーホールの円周方向配置距離を可変させた検証結果を図 4 に示します。

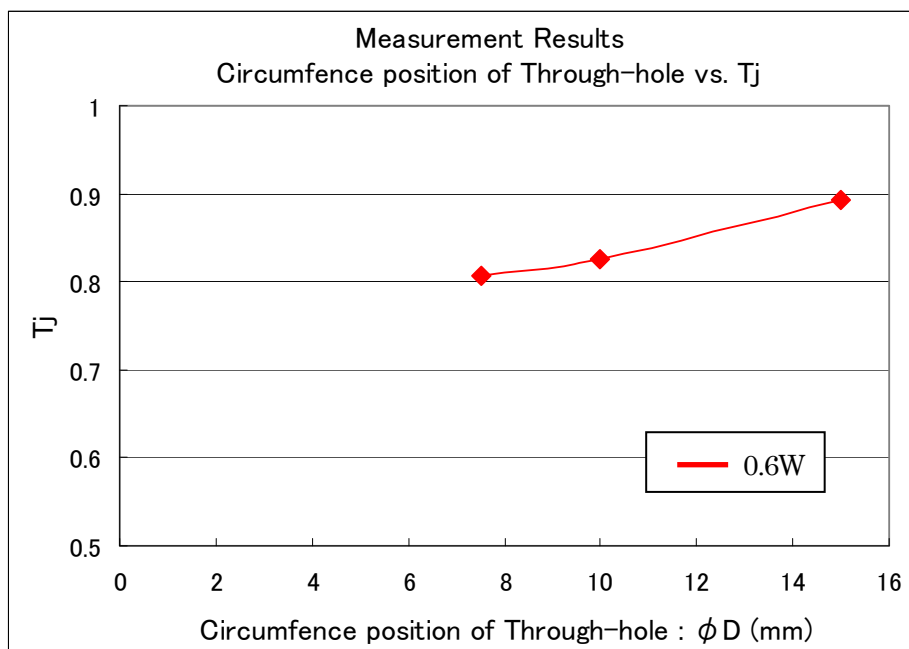


図 4. スルーホールの円周方向配置距離設計 検証結果

図 4 の結果から、熱源である LED に近い程、放熱効果は大きいことがわかります。但し、加工性及作業性等を考慮し、配置位置を検討する必要があります。

## 5. まとめ

本書で紹介しました設計例を組み合わせることで、効率よく LED をご使用頂くことができます。また、製品品質の向上にも繋がります。

(注記)

電位のある銅箔にスルーホールを設けると、場合により裏面で短絡する可能性がありますのでご注意ください。