



LED の放熱設計 スルーホール設計方法

目次

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

1. 概要

LED を用いた製品設計を行う上で、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(以下「 T_j 」という)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)となるため、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延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設計方法について、評価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。

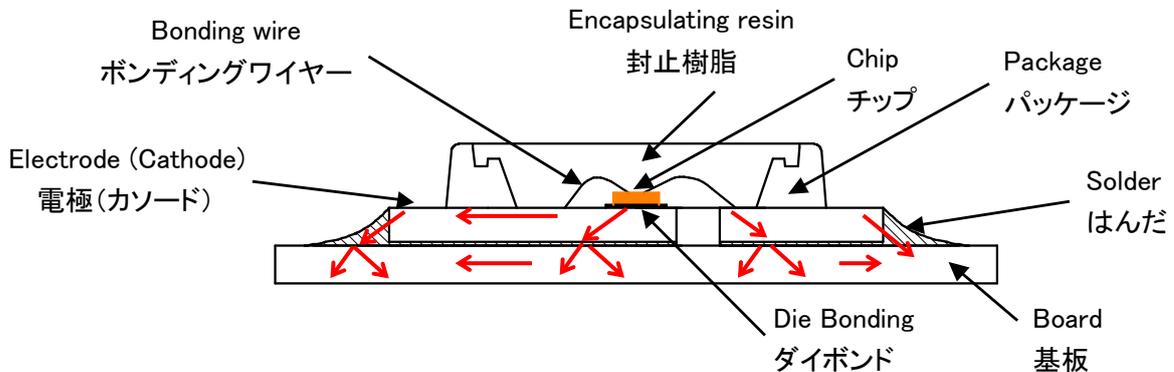
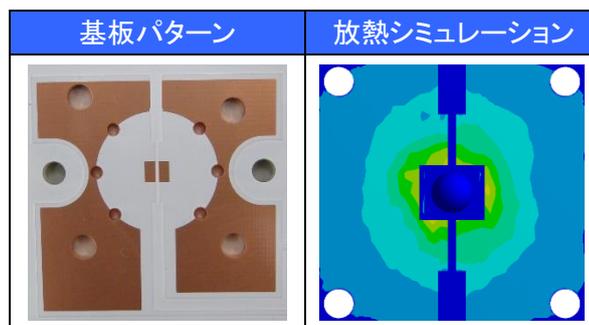


図 1. LED 構造と熱経路イメージ図

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



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

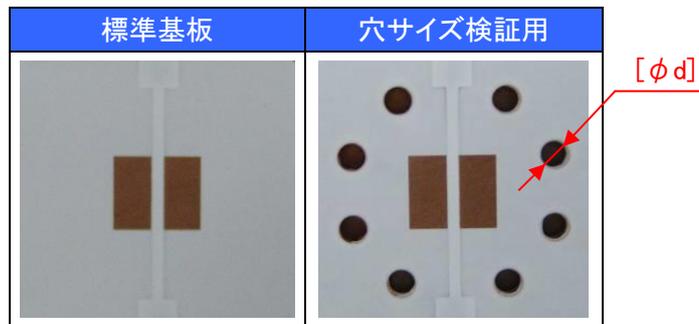
(注記)

- ・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 μ m です。
- ・3 章(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。

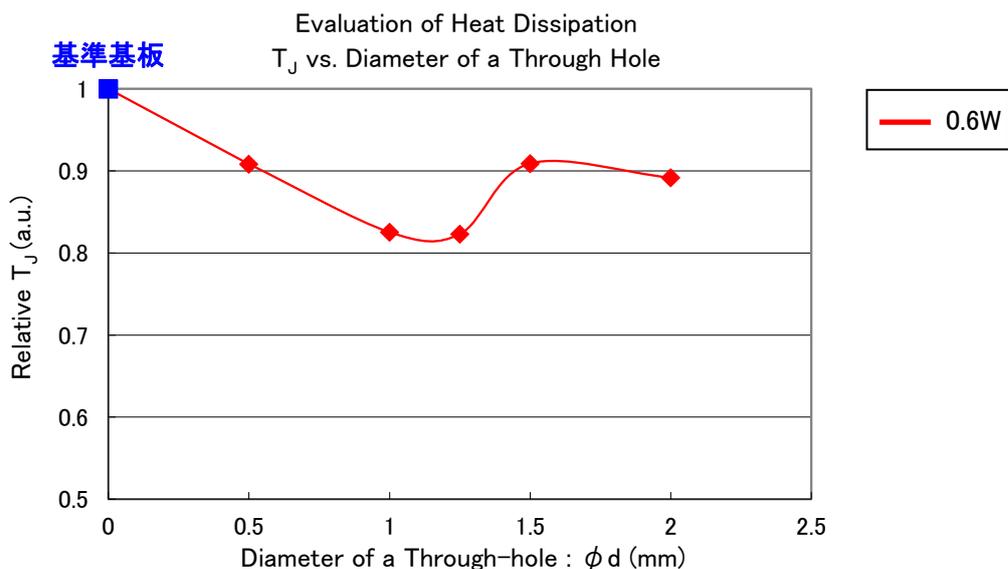


図 2. スルーホールの穴サイズ設計 検証結果

上記の検証結果より、スルーホールの穴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ではなく、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、

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

が最大値において、最も効果を発揮することになります。

さらにこの関係は、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 d(mm)]

[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(mm²)]

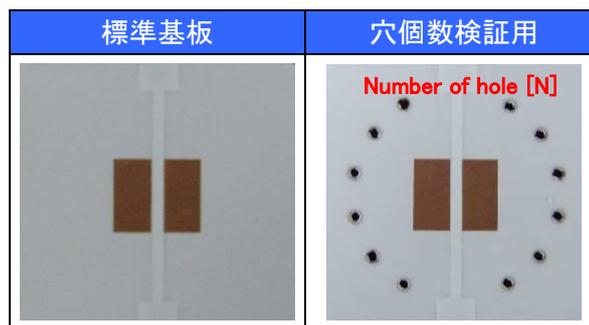
よって、 $x = t$ つまり、スルーホールの穴サイズ(ϕ d)を基板の板厚としたときに最大となることがわかります。

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。

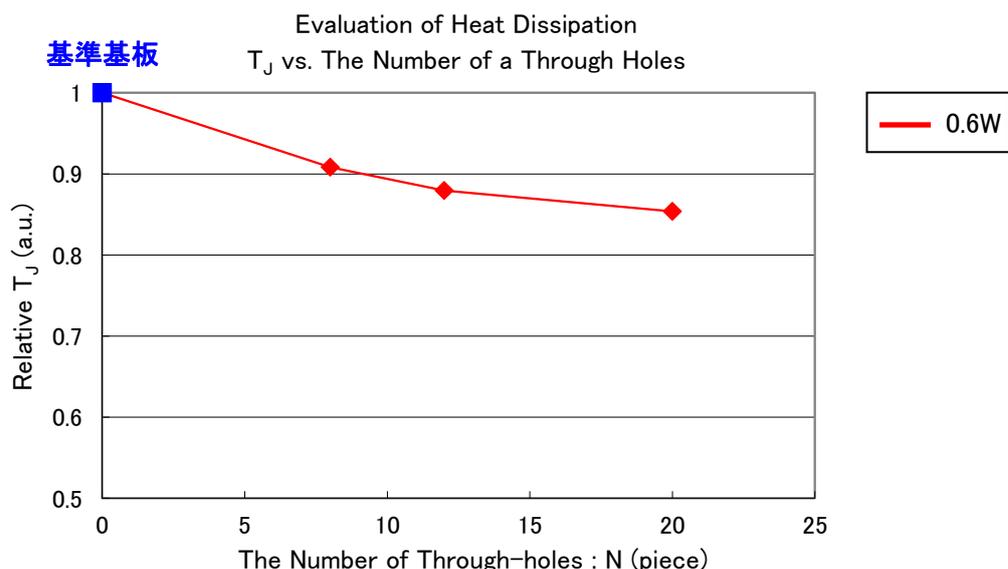


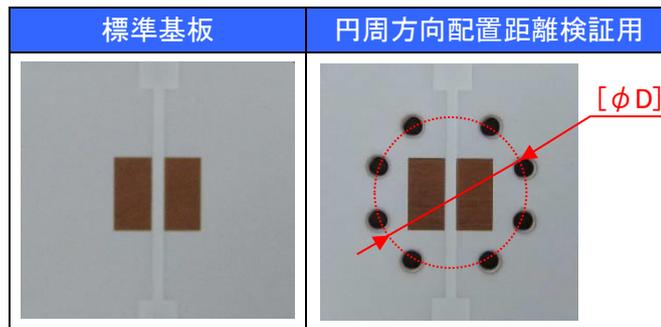
図 3. スルーホールの穴個数設計 検証結果

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およ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。

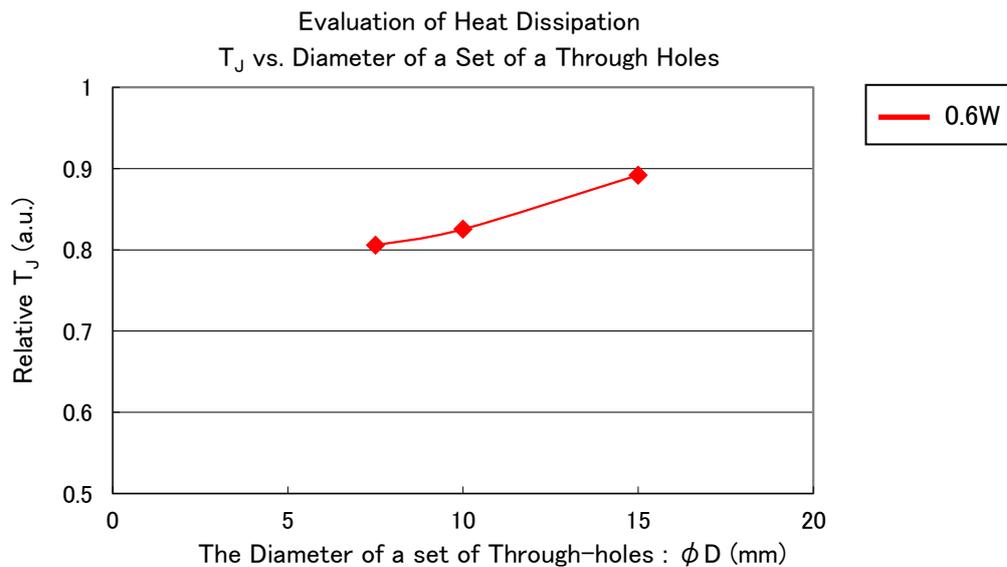


図 4. スルーホールの円周方向配置距離設計 検証結果

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。ただし、加工性や作業性等を考慮し、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 をご使用いただくことができます。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。

<免責事項>

本書は、弊社が管理し提供している参考技術文書です。
本書を利用される場合は、以下の注意点をお読みいただき、ご了承いただいたうえでご利用ください。

- ・本書は弊社が参考のために作成したものであり、弊社は、本書により何らの保証をも提供するものではありません。
- ・本書に記載されている情報は、製品の代表的動作および応用例を示したものであり、その使用に関して、弊社および第三者の知的財産権その他の権利の保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- ・本書に記載されている情報については正確を期すべく注意を払っておりますが、弊社は当該情報の完全性、正確性および有用性を一切保証するものではありません。また、当該情報を利用、使用、ダウンロードする等の行為に関連して生じたいかなる損害についても、弊社は一切の責任を負いません。
- ・弊社は、本書の内容を事前あるいは事後の通知なく変更する場合がありますのでご了承ください。
- ・本書に記載されている情報等に関する著作権およびその他の権利は、弊社または弊社に利用を許諾した権利者に帰属します。弊社から事前の書面による承諾を得ることなく、本書の一部または全部をそのままあるいは改変して転載、複製等することはできません。

日亜化学工業株式会社

<http://www.nichia.co.jp>

774-8601 徳島県阿南市上中町岡491番地

Phone: 0884-22-2311 Fax: 0884-21-0148