



第3章 発熱に配慮して効率良く 駆動するために

パワーLEDの特性と駆動方法

塚本 勝孝/延原 高志
Katsutaka Tsukamoto/Takashi Nobuhara

白色LEDは、液晶などのバックライト用途から、一般的な照明用途にまで進出しようとしています。ここでは、大きな光度が得られるパワーLEDについて、その特性と駆動方法を解説します。

パワーLEDの特性

パワーLEDといっても、内蔵されているチップは通常のLEDと大きな違いはありません。大電流による発熱を効率良く逃がすための放熱構造もっているだけです。

表1に白色パワーLEDの電気的特性を示します。動作電流は350mAと通常のLEDの10倍以上ですが、このときの V_F は通常と同じ3.5V付近です。つまり、電圧に対する電流の変化も通常のLEDと比べて大き

くなります。

図1にこのパワーLEDの順電圧-順電流特性を示します。また、図2に示すように V_F はジャンクション温度が上がると低下します。

電気的特性で注意するポイントは以下のようになります。

- (1) V_F のばらつきが大きい
- (2) 順電圧-順電流特性の傾きが大きい
- (3) 大電流のためジャンクション温度が高くなりやすい
- (4) ジャンクション温度が上がると V_F が低下する

● 定電圧駆動は不可能

それでは、実際にパワーLEDをドライブするにはどうしたらよいでしょう。 V_F のばらつきについては

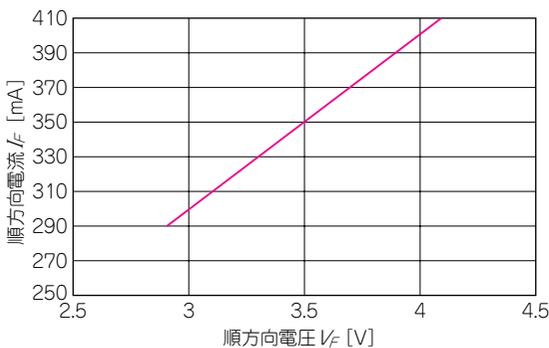


図1 パワーLEDの電圧-電流特性

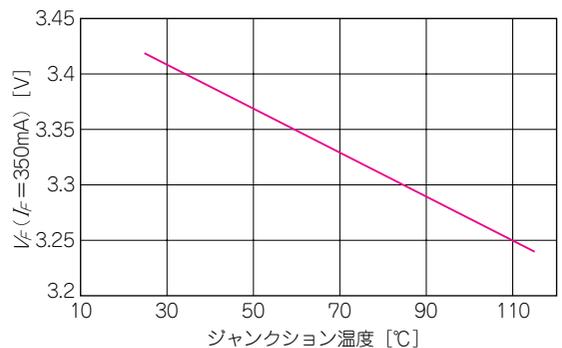


図2 温度-電圧特性

表1 パワーLEDの主な電気的特性(LuxeonStar LXHL - MW1C, Lumileds社)

順方向電圧 V_F [V] ($I_F = 350 \text{ mA}$, $T_j = 25^\circ\text{C}$)			絶対最大定格		
最小	標準	最大	順方向電流 [mA]	パルス順方向電流 [mA]	ジャンクション温度 [°C]
2.79	3.42	3.99	350	500	135

Keywords

白色LED, ジャンクション温度, 放熱設計, 熱抵抗, 定電圧駆動, DC-DCコンバータ, LuxeonStar, TL10W02-D, PIC12F683, BP5220A

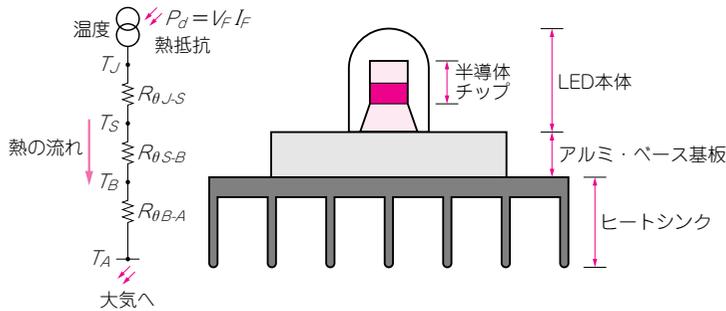


図3 パワーLEDの熱抵抗モデル

電源電圧の調整や電流制限抵抗で対応可能ですが、そのほかの3項目の特性は相互に影響し合うため非常にやっかいです。

仮に、電源電圧や電流制限抵抗でLEDに印加する電圧を3.5 V/350 mAに調整したとします。このまま一定電圧でドライブすると、

- ①ジャンクション温度が上昇
- ② V_F が低下
- ③電流が増加(仮に100℃になると350 mA → 370 mA)
- ④さらに電流が増加しジャンクション温度と電流値とも最大定格を越える
- ⑤寿命が短くなる(最悪の場合破壊に至る)

というプロセスをたどることになります。

したがってパワーLEDのドライブには、

- (1)適正な放熱設計
- (2)アクティブな電流制御

の2点が不可欠ということになります。

パワーLEDの放熱設計

パワーLEDは他のパワー・デバイスと同様に、**ジャンクション温度を絶対最大定格以下にすることが必要**となります。

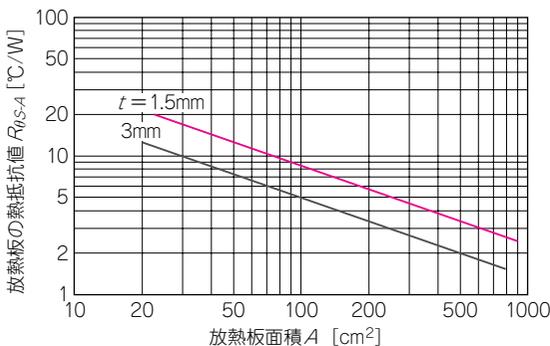


図4⁽³⁾ アルミ平板の熱抵抗

このためパワーLEDはアルミ・ベース基板に実装し、さらにヒートシンクに取り付けて使用します。ここでは、熱抵抗によるヒートシンクの選定方法を解説します。

● 熱抵抗とは

まず熱抵抗とは何でしょう？熱抵抗 R_{θ} は $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ という単位で表され、熱の伝わりにくさを数値化したものです。温度差 $[\text{^{\circ}C}]$ を電位差、発熱量 $[\text{W}]$ を電流に読み替えると熱抵抗は抵抗値ということになり、オームの法則とまったく同じ手法で計算ができます。

● ヒートシンクの熱容量を計算する

それでは、LuxeonStar (Lumileds社)の1 Wタイプを例にして、必要なヒートシンクの容量を算出してみましょう。条件は以下のように設定します。

周囲温度 $T_A = 60^{\circ}\text{C}$

ジャンクション温度 $T_J = 120^{\circ}\text{C}$ (135℃の絶対最大定格の90%)

発熱量 $P_d = 1.2\text{ W}$ (3.42 V × 350 mA)

絶縁シートおよびシリコン・グリスの熱抵抗の合計値 $R_{\theta g} = 2.5^{\circ}\text{C}/\text{W}$

ジャンクションから大気までの熱抵抗 $R_{\theta J-A}$ は、

$$R_{\theta J-A} = (T_J - T_A) \div P_d = 50^{\circ}\text{C}/\text{W}$$

図3から、

$$R_{\theta J-A} = R_{\theta J-S} + R_{\theta S-B} + R_{\theta B-A} + R_{\theta g}$$

なので、ヒートシンクの熱抵抗は、

$$R_{\theta B-A} = R_{\theta J-A} - (R_{\theta J-S} + R_{\theta S-B} + R_{\theta g})$$

LuxeonStarのデータシートによると、

$$R_{\theta J-S} + R_{\theta S-B} = R_{\theta J-B} = 20^{\circ}\text{C}/\text{W}$$

なので、

$$R_{\theta B-A} = 50 - (20 + 2.5) = 27.5^{\circ}\text{C}/\text{W}$$

となります。

目安ですが、厚さ1.5 mmのアルミ平板に必要な面積は図4から20 cm^2 弱となり、5 cm角程度が必要であることがわかります。

ヒートシンクを使用する場合は、ヒートシンクの熱