



第3章 寿命に配慮し、明るさのばらつきや変動を抑える

パワー LED の取り扱い方

三留 正浩
Masahiro Mitome

近年、砲弾型などのロー・パワーなLEDからハイ・パワーLEDに急速に切り替わりつつあります。

本格的な照明用アプリケーションとしてのパワーLED素子開発が、日亜化学工業、Cree社、フィリップスルミレッズライティングなどのデバイス・メーカーによって積極的に行われており、100 lm/Wへ向けて継続する様相を呈しています。

パワーLED素子の持つ性能を目的に応じて最大限に引き出す周辺技術は、以下の組み合わせです。

- ① 放熱設計
- ② 光学設計
- ③ 専用の駆動回路設計

これらの技術がパワーLED普及の鍵と言っても過言ではありません。

ここでは、特に電子的にハンドリングすることが可能な駆動回路について解説します。

パワーLEDの特徴

パワーLEDは以下のような特徴があります。

- 順電圧 V_F のばらつきが大きい
- 発熱が多い
- 順電圧-順電流特性が悪い
- 周囲温度順電圧特性が悪い

■ 順電圧 V_F のばらつき

はじめに、パワーLEDの仕様書にある電気的特性を見てみましょう。仕様書はメーカーのウェブ・ページ

表1⁽²⁾ パワーLED NS6W083T(ランクH, M, L)の電気的特性の抜粋

項目	記号	条件	最小	最大	単位
順電圧	ランクH	$I_F = 300\text{mA}$	4.0	4.4	V
	ランクM		3.6	4.0	
	ランクL		3.2	3.6	

からダウンロードすることができます。

表1は、日亜化学工業製のパワーLED NS6W083(ランクH, M, L)の電気的特性です。順電圧の最小値から最大値を見ると1.2Vの違いがあることが分かります。

一般的に、手軽な駆動回路として用いられるのが抵抗で電流を制限する方法です。しかしこの方法では、パワーLED自体の順電圧にばらつきが大きいと、駆動電流が計算通りにはいきません。最悪のケースを検証してみましょう。

● 1個のパワーLEDを点灯する

図1に、パワーLEDの順電圧が標準値の場合を示します。図1のように、平均的な順電圧3.6Vとして考えた場合、以下の式で抵抗値を計算します。

電源電圧は5V、順電圧は3.6Vなので、抵抗に加わる電圧は、

$$5\text{V} - 3.6\text{V} = 1.4\text{V}$$

となります。

抵抗値の計算は、

$$1.4\text{V} / 0.3\text{A} = 4.66\Omega$$

となります。従って、近似値の抵抗を選定して4.7Ωとなります。

もし、このパワーLEDが標準値品ではなく、順電圧が最小値または最大値にばらついていた場合に、先ほど標準値として計算した4.7Ωを使ってしまうと、以下ようになってしまいます(図2)。

▶ 順電圧が最大値のとき

順電圧がばらつきの範囲の最大値(4.4V)だとすると、抵抗に加わる電圧は0.6Vとなり、平均的な順電



順電流▶ LEDのアノードからカソードに向かって流す電流のこと。一般に I_F と書く。順方向電流とも言う。

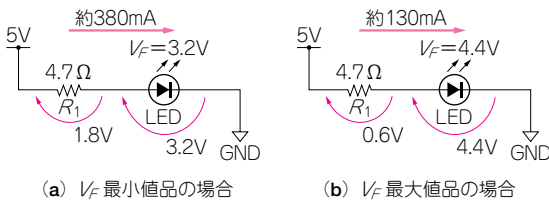


図2 抵抗を使って1個のLEDを駆動する回路(LEDの順電圧が最小値品, 最大値品の場合を考える)
順電圧が最大値のときは暗く点灯, 順電圧が最小値のときはパワーLEDが破壊されることもある

圧3.6Vで計算した抵抗4.7Ωを実装すると, 流れる電流は約130mAです。

これでは, 300mAの半分以下の電流値となってしまい, 予想したよりもはるかに暗く点灯してしまいます。

▶ 順電圧が最小値のとき

順電圧がばらつきの範囲の最小値(3.2V)だとすると, 抵抗に加わる電圧は1.8Vとなり, 平均的な順電圧3.6Vで計算した抵抗4.7Ωを実装すると, 流れる電流は約380mAなので, 想定した電流よりも多く流れてしまいます。

これでは定格を超えてしまい, 最悪の場合パワーLEDが破壊されてしまいます。

● 複数個のパワーLEDを点灯する

1個の場合と同じく, 複数個のパワーLEDを直列に配置した場合を想定してみましょう。

通常, 複数個のパワーLEDを点灯する場合は, 直列にパワーLEDを配置します。1個1個を並列で点灯させるよりも, 部品点数や抵抗で消費される電力などを考えると有利になるためです。

しかし, 複数個直列に実装する場合, 順電圧 V_F のばらつきが積み重なって, 大きくなることを考慮する必要があります。

図3のように, パワーLEDを6個直列にした場合を想定して, 先ほどの1個点灯と同じく検証してみましょう。

まずは, 順電圧が仕様書にある標準値の3.6Vとして考えてみます。

パワーLEDに加わる電圧は, パワーLEDが6個なので,

$$3.6\text{V} \times 6 = 21.6\text{V}$$

となります。電源電圧を24Vとすると, 抵抗に加わる電圧は,

$$24\text{V} - 21.6\text{V} = 2.4\text{V}$$

となります。同じように300mAを流すと想定すると,

$$2.4/0.3 = 8\Omega$$

となり, 近似値の抵抗を選定して8.2Ωとします。

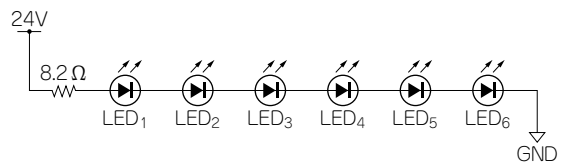


図3 6個のLEDを直列接続した駆動回路

電源電圧24V, 平均的な順電圧3.6Vとして考えた場合, 抵抗は8.2Ωとなる

データシートから読み取った値で計算した抵抗値で, 順電圧がばらついていた場合は以下となります。

▶ 順電圧が最大値のとき

順電圧の最大値は4.4V, パワーLEDが6個なので, パワーLEDの電圧は,

$$4.4\text{V} \times 6 = 26.4\text{V}$$

となります。

この場合は電源電圧が24Vなので, 抵抗の選定の計算が成り立たず点灯しません。

▶ 順電圧が最小値のとき

順電圧の最小値は3.2V, パワーLEDが6個なので, パワーLEDの電圧は,

$$3.2\text{V} \times 6 = 19.2\text{V}$$

となります。電源電圧は24Vなので, 抵抗にかかる電圧は,

$$24\text{V} - 19.2\text{V} = 4.8\text{V}$$

となり, 電流値は,

$$4.8\text{V}/8.2\Omega = 585\text{mA}$$

となります。

このように大きく定格を超えてしまい, パワーLEDの破壊につながってしまいます。

上記の検証から, 順電圧のばらつきを考えて設計するのが重要であることが分かります。

実際は, このように極端にばらついている場合ばかりではありませんが, 選別品ではなくフリー・ランクのパワーLEDの場合は, まずばらつきがあると考えたほうがよいので注意が必要です。

今回紹介した駆動回路でも, あまり精密ではない点灯や実験程度であればあまり問題はありますが, 精度を追求する場合は定電流駆動にすることを推奨します。定電流回路については後述します。

■ 発熱が多い

● 電流に対する温度変化を実験

パワーLEDは発熱が無いと思われがちですが, これはまちがいです。LEDに供給される電力は,

$$\text{順電圧} \times \text{順電流値} = \text{発熱量 [W]}$$

で求められます。このうち80%以上が熱になります。ハイ・パワーLEDはとにかく熱が出るので, 放熱には注意が必要です。どれだけの発熱があるのか, 実験してみることにしましょう。