

◆ 第14章

0ルクスからの輝度コントロールが可能

パワーLEDを使った 天井照明器具の製作

漆谷 正義
Masayoshi Urushidani

60個のパワーLEDを利用し、24W出力の天井照明を製作する。1個のLEDが故障してオープンまたはショート状態になったとき、LED駆動回路が壊れないような設計を行った。
〈編集部〉

照明用のLEDは、これまで液晶ディスプレイのバックライトなど、見えないところで活躍してきました。それが今では、室内照明や車のヘッド・ライトのような超高輝度分野にまで進出しようとしています。

LEDは蛍光灯のような放電現象を利用していないので、安定で瞬時動作が可能です。また、輝度をリニアに変化させられるので、蛍光灯を利用した照明器具にはできない輝度調整が可能です。そこで、この特徴を生かした室内用天井照明器具を製作しました(写真14-1)。

● なぜLEDで照明器具を作るのか

屋内照明は、1879年のエジソンによる白熱電球の発明により、すすけた石油ランプからクリーンな電気照明へと変ぼうしました。自動車のヘッド・ランプや室内灯は、今でもフィラメント式が大半です。しかし、省エネ化が叫ばれる中、照明の業界にも徐々にLED化の波が押し寄せています。これには、パワーLEDの出現が大きく寄与しています。パワーLEDは、青色LEDの発明に伴って出現した白色LEDを、数Wというハイ・パワーで使えるようにしたものです。

一般に室内照明には蛍光灯が多く使われていますが、LEDには蛍光灯にない次のような特徴があり



〈写真14-1〉製作したLEDシーリング・ライト

ます。

- ①発光素子が小型なので、装置を好みの形状に仕上げられる。
- ②高電圧が必要ない。放電トリガも不要。
- ③破壊時に、ガラス飛散などの危険がない。
- ④直流で動作するので、バッテリーを搭載する携帯機器や自動車に向く。
- ⑤低照度からリニアに輝度を制御できる。
- ⑥寿命末期に放電が不安定になることがない。
- ⑦水銀(有害物質)を含まない。

などが挙げられます。反面、点光源であるため、直視するとまぶしい、多数個集めないと面光源とならない、放熱設計が必要など、デメリットもあります。また、ごく微量ながらヒ素などの有害物質を含むものがあります。

使用したパワーLEDの特徴

今回使用したLEDは、ロームの「SMLK15WBFPW1」(略称：PSML2)です。中電流域では、7 cd (100 mA時)と、中電流クラスNo.1の輝度を誇ります(写真14-2)。

シリコン基板上の発光材料にInGaN(インジウム・ガリウム窒素)を用い、波長変換材料入りの樹脂でパッケージしています。

発光色は白色で、リフレクタが付いた面実装構造となっています(写真14-3)。主な用途としては、LCDバックライト光源、照明用光源があります。

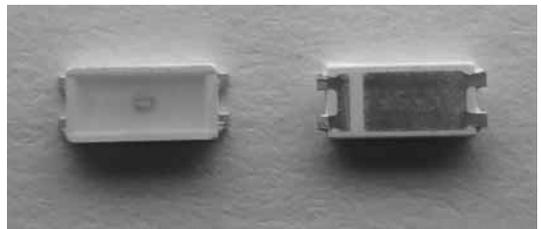
● 設計の前に仕様書をチェックする

表14-1に絶対最大定格を、表14-2に電気的特性を示します。光度は1から5まで、5段階に分類されています。今回はランク2(4.2~5.0 cd@150 mA)を選びました。

図14-1は、色度図です。図中の番号は分類上設けられたもので、実際はこのどれかに当てはまりま



〈写真14-2〉60個のパワーLEDを使用する



〈写真14-3〉使用したパワーLED「SMLK15WBFPW1」の外観

〈表14-1〉⁽⁴⁾ パワーLED「SMLK15WBFPW1」の絶対最大定格 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

項目	記号	仕様
許容損失	P_D	774 mW
順方向電流	I_F	180 mA 注 ¹
ピーク順方向電流	I_{FP}	350 mA 注 ²
逆方向電圧	V_R	5 V
動作温度	T_{opr}	-40°C ~ +100°C
保存温度	T_{stg}	-40°C ~ +100°C

注1 基板実装条件の考慮が必要

注2 デューティ比が1/10以下、パルス幅10ms以下

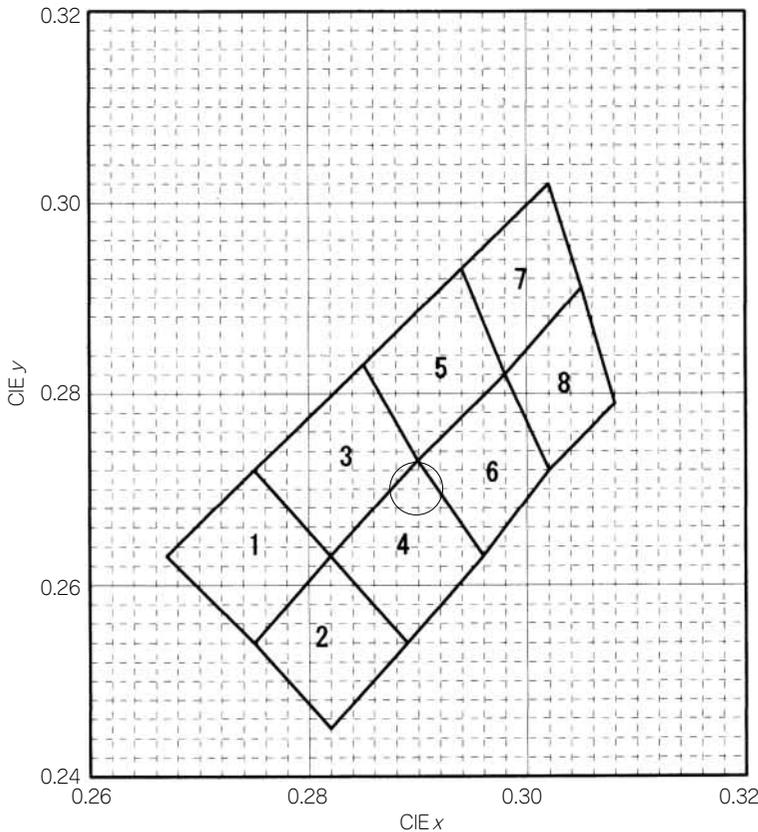
〈表14-2〉⁽⁴⁾ パワーLED「SMLK15WBFPW1」の電気的・光学的特性 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

項目	記号	条件	最小値	標準値	最大値
順方向電圧	V_F	$I_F = 150\text{ mA}$	-	(3.9 V)	4.3 V
光度	I_V		3.5 cd	-	8.7cd
色度	x		-	0.29	-
	y	-	0.27	-	

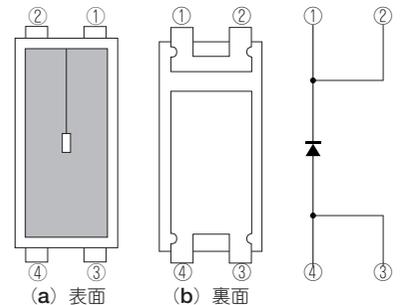
()内は参考値

す。図14-1は、CIE色度図のごく一部であり、ほとんどが白色の領域です。○印は標準値です。色度については最大、最小値が示されておらず、図14-1程度にはばらつくと考えられます。

図14-2に外形とピン配置を示します。パッケージが正方形に近い製品(PSML1)も準備されています。極性の識別は、表面からはボンディング・ワイヤのある方がカソード、裏面からは電極面積が広い



〈図14-1〉⁽⁴⁾ 「SMLK15WBFPW1」のCIE色度図上における分布図の番号は分類上設けられたもので、実際はこのどれかに当てはまる。



〈図14-2〉⁽⁴⁾ SMLK15WBFPW1の外形とピン配置

表面からはボンディング・ワイヤのある方がカソード、裏面からは電極面積が広い方がアノードと識別できる。

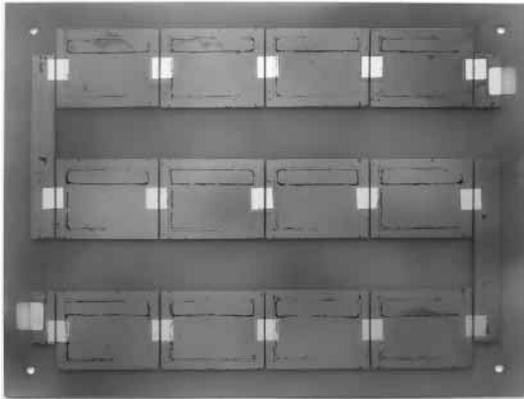
方(放熱面のある方)がアノードと区別できます。

熱伝導率の高いCu(銅)フレームを採用し、パッケージの裏面にフレームが露出した構造となっています。このフレームがアノードとなっています。熱抵抗は、FR-4基板実装時、 $60^{\circ}\text{C}/\text{W}$ となっています。順電流100mAで使用した場合、 V_F を4Vとすると、 $4 \times 0.1 = 0.4\text{W}$ ですから、接合部の温度は「室温+ 24°C 」となります。夏場で 60°C 程度です。なお、熱抵抗とは、1Wの電力を消費したときに発生する接合部の温度と周囲温度との差のことです。値が小さいほど熱放散が良いといえます。

LED実装基板の製作

● 放熱を考慮する

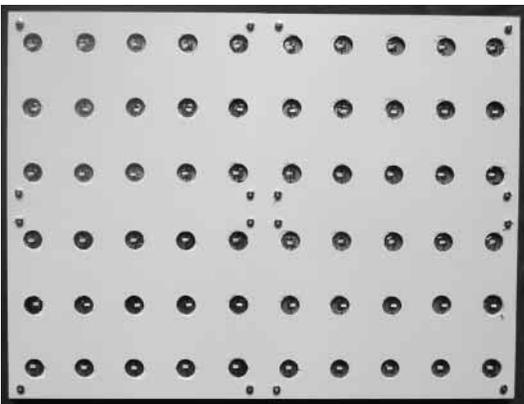
パワーLEDを使用する際は放熱設計が重要です。面実装タイプのLEDにおいては、はんだ面が唯一の放熱経路ですから、電極部分の銅はくの面積を大きくする必要があります。



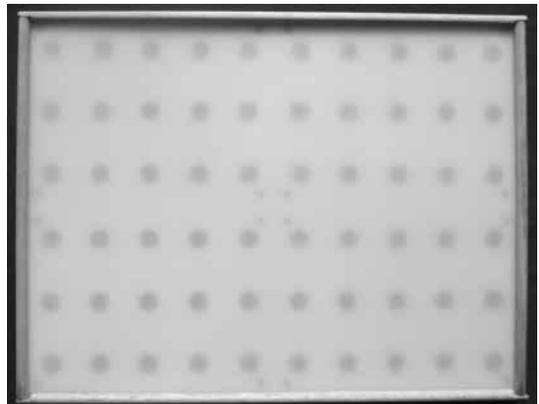
〈写真14-4〉LED基板のパターン
1枚当たりLED15個を直列に実装できる。



〈写真14-5〉4枚のLED基板をアルミ板上に固定する



〈写真14-6〉反射シートを貼り付ける



〈写真14-7〉アクリル・カバーを貼り付けて完成

試作の際にはユニバーサル基板に銅はくを張り付ける方法もありますが、電極間隔が狭いので製作が難しくなります。今回は、写真14-4のような基板をエッチングにより製作しました。15 cm × 20 cm、厚さ1.6 mmの片面基板で、材質はFR-4(ガラス・エポキシ材)です。

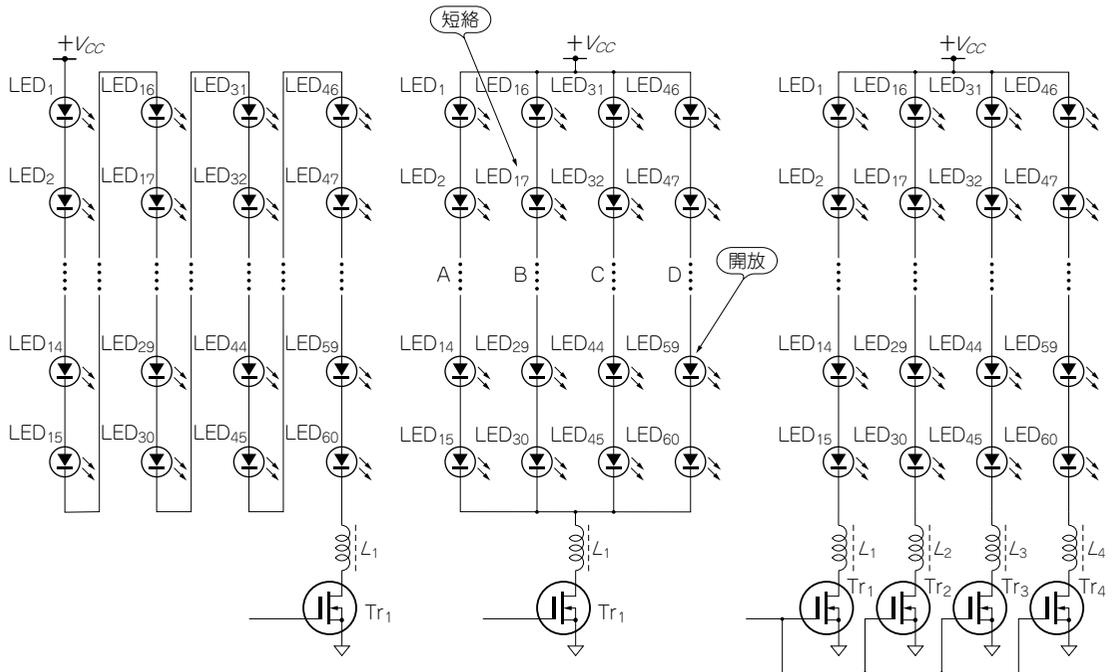
ランド部分をマスクしてグリーン・コート剤(レジスト)をスプレーします。同じ基板を4枚作り、1枚当たり15個のLEDを取り付けます。LEDのはんだ面のぬれ性が悪いと、熱がパターンに逃げにくくなります。このため、基板と素子の双方に、あらかじめ予備はんだをしておきます。次に4枚の基板を、写真14-5のように30 cm × 40 cm、厚さ1 mmのアルミ板にビスで固定します。

基板面は光を吸収してしまうので、写真14-6のように厚さ2 mmの発泡塩ビシートにφ15 mmの丸穴を空けたものを上にかぶせます。最後に写真14-7のように厚さ1 mmの亚克力板(アクリサンデー株、色番IR-432、強化乳白半透明)で目隠しし、周囲を適当な飾り板で囲んで完成です。

60個のLEDをどのように接続し、駆動するのか

● 全数直列

60個のLEDを定電流制御するには、図14-3(a)のようにすべて直列にするのが基本です。この場合、



(a) 60個直列

(b) 15個×4系統

(c) 各系統ごとに電流制御

〈図14-3〉多数のLEDを接続する方法

パワーLEDの場合、高温、過電流による故障モードは、短絡、開放の両方が考えられる。安全に配慮した駆動方法が求められる。