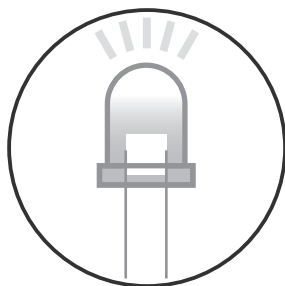


LIGHT EMITTING DIODE

● ● ● 第1章 ● ● ●

総論



この章では白色LEDパッケージ・ランプの信頼性を解説する上で必要な、

- 1)白色LEDの特徴と照明に利用されるに至る経緯、半導体光源としての寿命要因や望まれる品質
- 2)LED照明の寿命の定義
- 3)代表的な白色LEDパッケージ・ランプモジュールの構造について説明する。



1.1 LEDの特徴

光源としての白色LEDは、携帯電話用バックライトなど小型光源から応用が広がってきた。全光束と発光効率の関係から見た白色LEDランプと既存光源の位置づけを図1.1-1に示す。この図に示すように、白色LEDランプは、全光束、発光効率とも既存光源を上まわり照明用光源の主役として開発が進んでいる。

白熱電球や蛍光灯などの既存光源と比較した白色LEDの特徴としては、1)高信頼・長寿命、2)高発光効率、3)低発熱量、4)高速応答、5)耐衝撃性、6)小型・軽量、7)耐環境性、などがあげられる。これらの特徴のなかで長寿命に関しては、真空管の代替として半導体を用いたトランジスタが発明されたときにも“永久寿命”といわれたが、実はいろいろな故障モードにより特性劣化が生じたことと同様に白色LEDでも特性劣化が生じる。

1.1.1 従来光源との違い

白色LEDの寿命は、白熱電球のようにフィラメントが断線することで決まるのではなく、点灯時間に伴って構成部材が劣化し、光束などの特性が初期値より低下することによって決まる。劣化する部分は白色LEDを構成するLEDチップ、蛍光体、樹脂ケース、封止樹脂などに分けて考える。従来、樹脂封止した白色LEDの場合、封止材料の透明樹脂が光と熱により劣化することが光束減衰や特性変化の主要因であったが現在は改善が進んでいる。

設計寿命期間にわたり光束減衰や特性変化を一定の許容値以内に収めるため

発光効率:光源が発する全光束を、その光源の消費電力で除した値。消費電力1Wあたりの光束値 [lm(ルーメン)] を示す。

光束:光源から出る光の量。照明分野では光束 [lm] や光度 [cd] で取扱われる。

封止樹脂:外部環境から半導体チップを保護するための樹脂。LEDでは実装されたチップからの光取出し効率を考慮した形状で封止される。

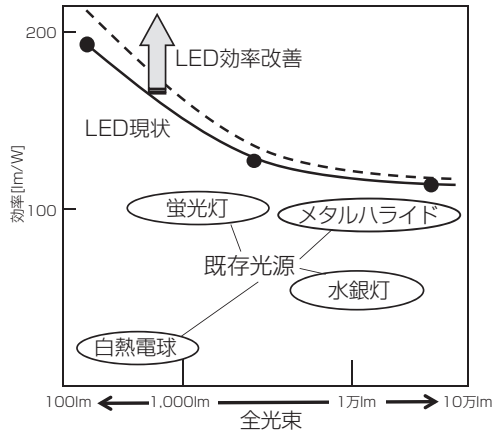


図 1.1-1 既存光源とLEDの比較と今後の方向性

には使用波長、光量、動作温度を材料特性で許される範囲内に抑える必要がある。とくに白色LEDの照明用途への応用では、大電流印加という過酷な使用条件で長寿命・高信頼性を確保することが重要となっており、実際使用する白色LEDモジュールやシステムでも信頼性・寿命を確保するためには他光源と異なる白色LEDの特徴を把握する必要がある。さらにいえば、本来高信頼性・長寿命という優れた特徴をもつ白色LEDでも使用上の注意を守らないと寿命を著しく縮めることにつながる。

1.1.2 白色LEDの寿命を決める要因

LED照明に用いられる白色LEDの寿命は、使用電流、発光波長、放熱性などの要因により大きく左右される。このなかで発光波長に関しては短波長成分が樹脂劣化の原因となるが、最も考慮すべき要因は熱である。この熱に関しては、使用電流と放熱性について他光源とは異なる白色LEDの特徴を把握する必要がある。白熱電球では可視光以外のエネルギーのほとんどが赤外線放射されるのに対し、白色LEDは消費する電力のうち可視光に変換されるのは数十%程度であり、その他は直接熱となる。また白色LEDは他光源に比べ小型のため

空間的に狭い領域に熱が集中し、環境温度が高い場合や放熱性が悪いパッケージやモジュールでは寿命が加速的に低下するため放熱設計に留意する必要がある。さらにLEDシステムでは、数多くのLEDが高密度に配置されることがあり、システムを構成する部材の熱管理が重要となる。

このほか、一般電子機器と同様に湿度(水分)に対する保護、振動防止、静電気対策も信頼性確保には配慮すべき項目である。とくに白色LEDは一般に静電気に対して弱いので、製造時や使用時に白色LEDに加わる静電気ストレスからLEDチップを守る設計や対策が必要となる。

1.1.3 白色LEDに望まれる品質

世界的な環境意識の高まりによる省エネの要望により、照明として「高効率化」が重要な品質となっている。このような状況を踏まえ、照明用途の白色LEDに望まれる品質として以下の3つが考えられる。

- ①**高効率**：白色LEDは既存光源を上回る効率が得られるため、照明用途への普及が進んでおり、さらなる効率改善が進んでいる(図1.1-1)。また、発生する熱を抑えることもできるため、放熱設計の簡素化によるシステムの低コスト化にも寄与する。
- ②**各部材の寿命向上**：LEDの初期の明るさをできるだけ長く維持させる各部材の寿命向上が必要とされている。また不点灯故障が発生しないようにオープン・ショート系の信頼性向上も重要である。
- ③**特性のバラツキ低減**：照明用途では、複数個の白色LEDを使用するため、光量や色度、順方向電圧がバラつくことにより、照明としての質が低下する。現状では、LEDのランク指定やランク選別による組合せで対応しているが、コストアップの問題がありLED相互での特性のバラつき低減が望まれている。

1.1.4 白色LEDモジュールに望まれる品質

(1) LEDモジュールの定義

LEDモジュールの定義はJIS C 8155「一般照明用LEDモジュール－性能要求事項」、JIS C 8154「一般照明用LEDモジュール－安全仕様」IEC62717「LED modules for general lighting - Performance requirements」によれば以下の通りである。

照明用白色LEDパッケージ単体を基板などに実装するか、または複数のLEDパッケージを平面的もしくは立体的に配列して、機械的、電気的制御回路もしくはその一部、および光学的に多数の要素で構成して、一つのユニットとして取り扱えるようにしたもの、またはその集合体。LEDモジュールの分類は制御装置を内蔵するかしないか、器具への組込かたがどうなっているかの大きく2種類の分類方法がある。

ひとつは制御装置を内蔵するかしないかで

- ア. 制御装置内蔵形LEDモジュール(integrated LED-module)
 - イ. 制御装置一部内蔵形LEDモジュール(semi-integrated LED-module)
 - ウ. 制御装置非内蔵形LEDモジュール(non-integrated LED-module)
- の3つに分類される。

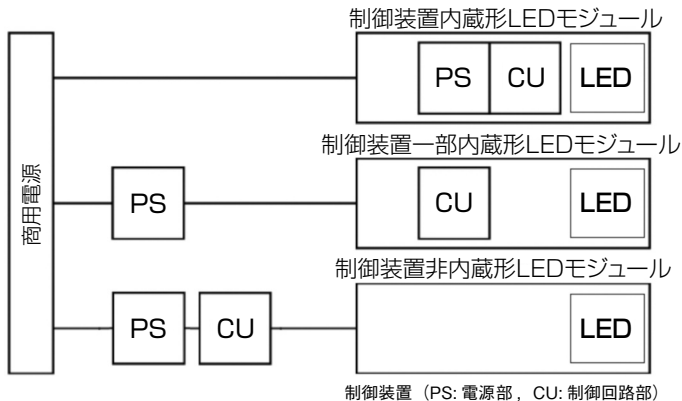


図 1.1.4-1 JIS C 8154/IEC 62717 による分類

これらは図1.1.4-1と表1.1.4-1のようになる。(JIS C 8154/IEC 62717による分類)

もう一つは、照明器具への組込方法で

- a. 器具一体形LEDモジュール (integral LED module)
- b. 器具組込み形LEDモジュール (built-in LED module)
- c. 独立形LEDモジュール (independent LED module)

の3つに分類される。

上記の組合せにより表1.1.4-2のような分類ができる。

表 1.1.4-1 IEC 62717による分類

ア	<p><制御装置内蔵形> Self-ballasted LED modules for use on d.c. supplies up to 250 V or on a.c. supplies up to 1 000 V at 50 Hz or 60 Hz;</p>
イ	<p><制御装置一部内蔵形> LED modules operating with external controlgear connected to the mains voltage, and having further control means inside ("semi-ballasted") for operation under constant voltage, constant current or constant power;</p>
ウ	<p><制御装置非内蔵形> LED modules where the complete controlgear is separate from the module for operation under constant voltage, constant current or constant power.</p>

表 1.1.4-2 LEDモジュールの分類

制御装置の内蔵状態による分類	照明器具への組込状態による分類		
	a. 器具一体形LEDモジュール	b. 器具組込み形LEDモジュール	c. 独立形LEDモジュール
ア. 制御装置内蔵形LEDモジュール	制御装置内蔵形の器具一体形LEDモジュール	制御装置内蔵形の器具組込み形LEDモジュール	制御装置内蔵形の独立形LEDモジュール
イ. 制御装置一部内蔵形LEDモジュール	制御装置一部内蔵形の器具一体形LEDモジュール	制御装置一部内蔵形の器具組込み形LEDモジュール	制御装置一部内蔵形の独立形LEDモジュール
ウ. 制御装置非内蔵形LEDモジュール	制御装置非内蔵形の器具一体形LEDモジュール	制御装置非内蔵形の器具組込み形LEDモジュール	制御装置非内蔵形の独立形LEDモジュール