

照明用LEDデバイス

横田 省二

電子デバイス事業本部 システムデバイス第3事業部

地球温暖化防止、環境保全への取組みが世界レベルで拡大する中、長寿命・低消費電力・水銀レス／紫外線レスという優れた環境性能を持つLED（発光ダイオード）は、白熱電球・蛍光灯に代わる次世代光源として大きな注目を集めています。本稿では、照明用途に使用されるLEDデバイスの基礎的な技術について解説します。

1 はじめに

これまでLEDは、主にパイロットランプや表示用、装飾用の光るデバイスとして使われてきましたが、近年では、輝度向上により、大型液晶テレビ用バックライトや照明機器の光源として使われ始め、今後市場規模は益々拡大すると考えられます。このため、LEDメーカーは、液晶バックライト用CCFL（冷陰極蛍光灯：Cold Cathode Fluorescent Lamp）、白熱電球、ハロゲンランプ、蛍光灯などの既存光源の置き換えを狙って、発光効率の向上、長寿命化、低コスト化にしのぎを削って研究開発に取り組んでいます（図1）。

今回は、照明用LEDの原理、構造、寿命などについて説明します。

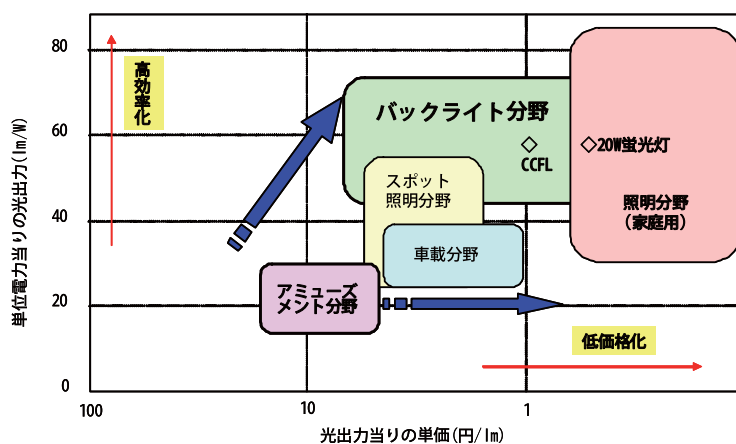


図1 LEDデバイスの市場

2 LEDの原理

照明用LEDの中でも、最も多く採用されている青色LEDと蛍光体を組み合わせた白色タイプについて説明します。

(1) 擬似白色タイプ

青色LEDと黄色発光蛍光体を組み合わせた擬似白色タイプのLEDです。青色LEDチップから出た青色光が蛍光体に吸収されると、蛍光体は黄色光を発します。この黄色光

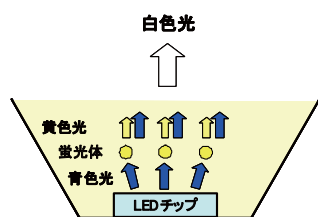


図2 擬似白色タイプの発光原理

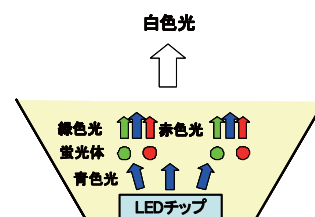


図3 高演色白色タイプの発光原理

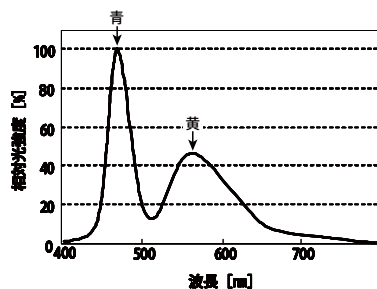


図4 擬似白色タイプスペクトラム

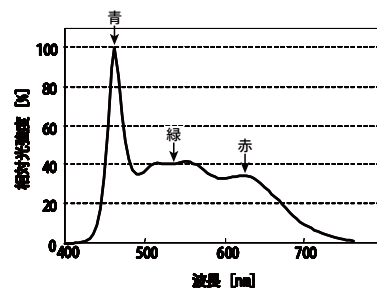


図5 高演色白色タイプスペクトラム

と蛍光体に吸収されなかった青色光とが混ざり合って白色に見えます。この白色LEDの発光スペクトルには、青色光と黄色光の2つのピークがあります。(図2, 図4)

(2) 高演色白色タイプ

青色LEDと緑蛍光体、赤蛍光体を組み合わせた高演色タイプのLEDです。青色LEDチップから出た青色光が蛍光体に吸収されると、緑色蛍光体は緑色光、赤色蛍光体は赤色光を発します。この緑色光、赤色光と蛍光体に吸収されなかった青色光とが混ざり合って白色に見えます。発光スペクトルには、青色光に加え、緑色、赤色領域にもピークがあり、擬似白色タイプに比べ色再現性が優れています。(図3, 図5)

⑤ 蛍光体

擬似白色タイプでは、青色の光で励起される黄色発光、高演色白色タイプでは、緑発光、赤発光などの蛍光体を使用します。

⑥ 樹脂

白色LEDでは、⑤の蛍光体を含ませたシリコン樹脂を通常使用しています。

(2) LEDの寿命

照明用の各種光源には、それぞれ寿命があります(表1)。例えば、白熱電球は、1500時間程度でフィラメントが切れ消灯します。蛍光灯では、徐々に光量が減り点滅するようになり、それを越えた場合は、点灯しなくなります。LEDの場合も、通

電により光量が徐々に減っていきます。LEDの寿命は、初期の光量の70%になる時間と定義されています。LEDの光度劣化要因には、水分や熱、光による樹脂の変色などがありますが中でも最も大きな影響を与える要素は、熱です。LEDのケース温度と光度劣化(寿命)は、図7のように、温度が高いと寿命が短くなる関係となります。従ってLEDの

表1 各種光源の発光効率と寿命

光源	発光効率 (lm/W)	寿命 (時間)
白熱電球	~20	1,500
蛍光灯	50~100	12,000
水銀灯	30~60	12,000
メタルハライドランプ	100~130	12,000
白色LED	~100	~40,000

3 LEDの構造と寿命

(1) 照明用LEDの構造

照明用LEDは、一般的に次に示します6つの材料で構成されています(図6)。

① LEDチップ

白色LEDでは、一般にInGaNタイプのLEDチップを使用しています。

② チップ接着剤

LEDチップをフレームに接着させるもので、通常シリコン樹脂を使用して接着しています。

③ フレーム

LEDチップを固定する基板で、鉄や銅の金属に光反射率を上げるため、通常銀メッキを付けたものが使用されています。また、金属フレームの他、セラミック配線板を使ったタイプもあります。

④ ケース

一般的に、ナイロン系の樹脂が使われています。この部分でチップや蛍光体からの光を反射し、前面に光を取り出す構造となっています。

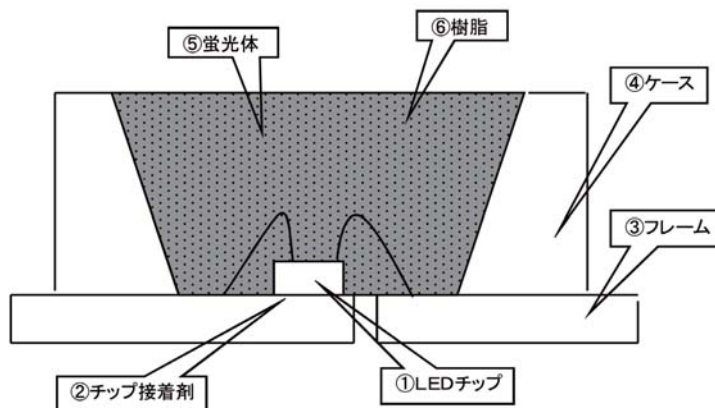


図6 照明用LEDの構造

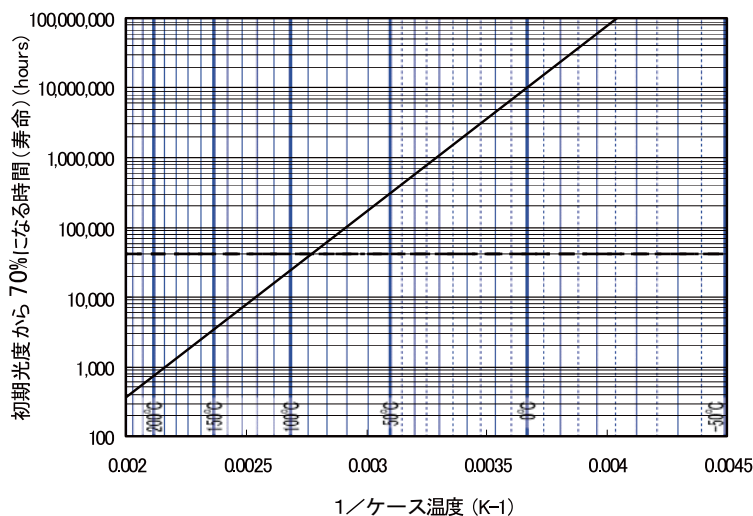


図7 ケース温度と光度劣化(寿命)の関係



電氣的・光学的特性 $T_c = 25^\circ\text{C}$

項目	記号	GW5BWC15L02	条件	単位
発光色	-	擬似白色	-	-
色座標 (x, y)	-	(0.35, 0.36)	$I_F = 360\text{mA}$	-
色温度 (TYP.)		5000		K
全光束 (TYP.)	ϕ	280		lm
順電圧 (TYP.)	V_F	10.2		V
動作温度 (TYP.)	T_c	-30 ~ +90	-	$^\circ\text{C}$

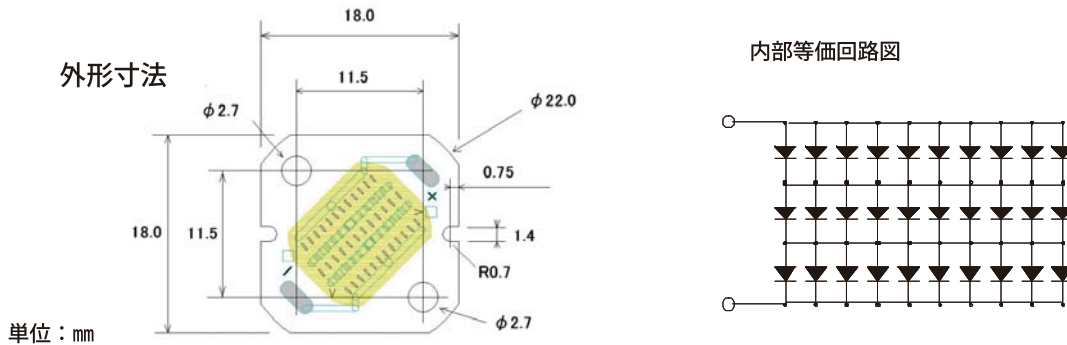


図8 照明用LEDの仕様 (GW5BWC15L02)

寿命は構造により固有の値をとります。使用する機器側での使い方、すなわち投入電力や放熱設計により、LEDの温度が決まり、その温度により寿命が左右されます。このため、目標の機器寿命に応じて、メタル基板やヒートシンクを使用するなど放熱対策を行い、LEDの温度上昇を抑える設計が必要です。

4 照明用LEDの紹介

ここでは、当社が開発した照明用LEDのGW5BWC15L02の製品概要・特長を紹介します(図8)。

(1) 製品概要

GW5BWC15L02は、3.6Wタイプの擬似白色LEDです。20W型の白熱電球に匹敵する全光束280lmを消費電力約3.6Wで発光します。内部には、3直列、10並列、合計30個の青色LEDを搭載し、黄色発光の蛍光体との組み合わせで、白色発

光させています。中心色度座標は、 $x=0.35$, $y=0.36$ です。色温度は、5000Kです。順方向電圧は、順電流350mAで、Typ.10.2Vです。

(2) 特長

①省エネルギー

3.6Wの小さな電力で全光束280lmの発光が可能(発熱量及び消費電力が少ない)です。

②省資源

コインサイズにより器具の小型、軽量化に貢献します。

③長寿命

40000時間の長寿命。従来のLEDの光度劣化要因である樹脂ケースをなくし、さらに無機材料のセラミック基板に金配線構造を採用する独自構造により、光度劣化を抑えています。

④環境保全

水銀レス、熱線や紫外線をほとんど含んでいません。さらに、低消費

電力により環境負荷(CO₂排出量)が少ない。

⑤その他

ヒートシンクに直接ネジ止めが出来る、取り付けが容易です。また、セラミック基板採用により電氣的絶縁(空間距離、沿面距離を確保)に優れています。

5 おわりに

照明用LEDは、今後も高輝度化、長寿命率化、低コスト化が益々進展し、既存のあらゆる光源に取って代わるものと期待されています。当社は、LEDから照明器具まで一貫開発・生産によりLED事業展開を行っている強みがあります。中でもLEDは、照明器具の信頼性や性能、コストを握る最も重要なキーデバイスであり、さらなる高性能LEDの創出に向け、研究開発に取り組んでいきます。