

白熱電球からの置換えが進む 高効率電球形LEDランプと薄形LEDユニット

High-Efficacy LED Lamps and Thin LED Unit to Replace Incandescent Lamps

大澤 滋 泉 昌裕 坂本 しずか

■ OSAWA Shigeru ■ IZUMI Masahiro ■ SAKAMOTO Shizuka

電球形LED（発光ダイオード）ランプは、コストパフォーマンスが向上するにつれて、施設から一般家庭に至るまで従来の白熱電球からの置換えが急速に進んでいる。しかし、従来の電球相当LEDランプは、60 W形の白熱電球を置き換えるためには明るさが不十分であった。

東芝ライテック(株)は、COB (Chip on Board) 実装技術を用いたモジュール光源を採用して、業界No.1^(注1)の全光束810 lmという明るさと、93 lm/Wという高効率を実現したE-CORE™ LED電球“一般電球形8.7W”を開発した。また、電球形LEDランプに代わる次世代の光源として、器具展開が容易な薄形LEDユニットを開発した。このユニットはGX53タイプの口金を採用し、電源回路を内蔵させながらも薄くコンパクトな形状を実現しており、従来にない新しい薄形の照明器具を提供することができる。

Light-emitting diode (LED) lamps have continued to replace conventional incandescent lamps and have disseminated into a broad range of facilities and residences due to the increased improvement of cost performance compared with incandescent lamps. However, the brightness of LED lamps is not yet comparable with that of 60 W incandescent lamps.

Toshiba Lighting & Technology Corporation has developed the E-CORE™ series LED lamps featuring the industry's best total luminous flux of 810 lm and a high luminous efficacy of 93 lm/W by the use of chip-on-board (COB) assembly technology. We have also developed a thin LED unit as a next-generation light source containing a power supply with a GX53 type base to realize a nonconventional thin and compact downlight.

1 まえがき

近年、白色LEDを光源としたLED照明が注目されており、大きな期待が寄せられている。なかでも従来の白熱電球と置換えが可能な一般電球形のLEDランプは、コストパフォーマンスが向上するにつれて、施設から一般家庭に至るまで急速に普及しつつある。しかし、従来の電球形LEDランプは、60 W形の白熱電球の置換えとしては明るさがまだ不十分であり、高効率化も求められている。

東芝ライテック(株)は、この課題に対応するため、COB (Chip on Board) 実装技術を用いたモジュール光源を採用して、全光束810 lmという業界No.1の明るさと93 lm/Wという高効率を実現したE-CORE™ LED電球“一般電球形8.7W”を開発した。また、電球形LEDランプに代わる次世代の交換型LEDユニットとして、E-CORE™ LEDユニットフラット形搭載のダウンライトも開発した。

ここでは、これらの概要と特長について述べる。

2 高効率電球形LEDランプ

一般電球形8.7Wは、専用的高密度実装したCOB形LEDモジュールを新たに開発し、搭載している。LED電球に特化

表1. E-CORE™ LED電球 一般電球形8.7Wの主な仕様

Main specifications of E-CORE™ 8.7 W-class LED lamps

項目	形名	
	LEL-AW8N (昼白色)	LEL-AW8L (電球色)
外観		
形状 (mm)	60 (直径) × 119 (長さ)	
全光束 (lm)	810	600
消費電力 (W)	8.7	
ランプ効率 (lm/W)	93	69
相関色温度 (K)	5,000	2,800
Ra	70	80
定格寿命 (h)	40,000	
Ra: 平均演色評価数		

(注1) 2009年9月現在、E26口金のLED電球において、当社調べ。

した専用モジュールとすることで、周辺部材の配置や放熱構造を最適化した。電球形LEDランプとして、昼白色で効率が従来品に対し9%向上しており、60 W形の白熱電球と同等の全光束を実現している。この電球形LEDランプの主な仕様を表1に示す。

2.1 COB形LEDモジュール

COB形LEDモジュールは、各照明製品の特徴に合わせて、電気特性、光学特性、熱伝導特性、寸法などをそれぞれ最適化した用途別の専用LED光源である。一般電球形8.7Wに搭載したCOB形LEDモジュールの外観を図1に示す。

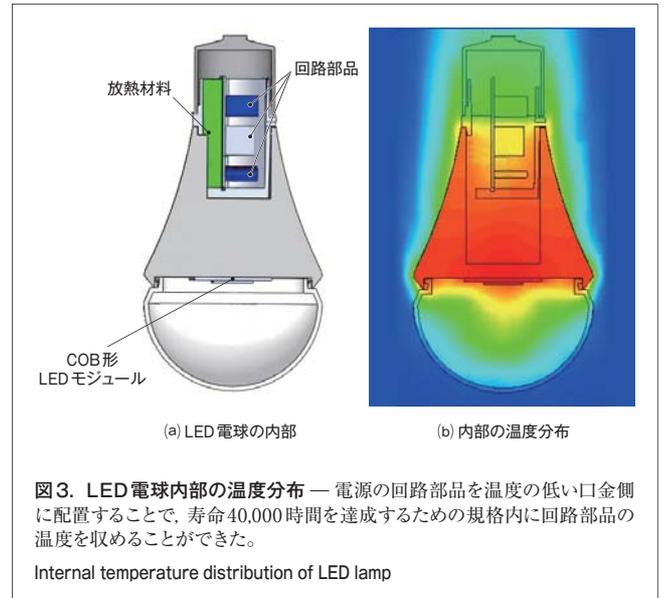
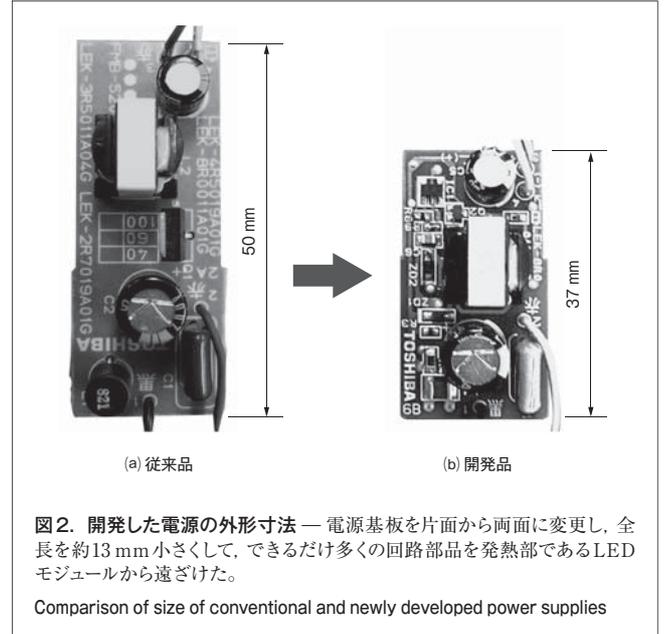
製品仕様から要求される光束や、駆動電圧、動作電流を算出し、使用するLEDの素子数、直並列の組合せ数、及び蛍光体の調合を決定することにより、電源効率の改善と高効率化を実現できる。また、取付け寸法は、要求特性から決まる素子数や素子ピッチから熱伝導特性を加味して設定している。



2.2 熱対策

従来の照明器具への適合率を考慮すると、許容できるランプの外形寸法は100 W形の白熱電球と同じ大きさの60 (直径) × 119 (長さ) mm以下である。したがって、従来のSMD (Surface Mount Device) 形LEDモジュール及び電源の大きさでは回路部品の温度が上昇し規格に入らない。特に、主発熱体であるLEDモジュール付近の回路部品温度が高くなることから、開発当初から大きな問題であった。そこで、電源基板を片面から両面に変更し、全長を約13 mm小さくするとともに、できるだけ多くの回路部品を発熱部から遠ざけた(図2)。

また、小型化が可能なCOB形LEDモジュールを採用し、モジュール内のチップ数と基板寸法を最適化し、温度の低い口金側に電源の回路部品を配置することで、寿命40,000時間を達成するための規格内に回路部品の温度を取めることができた(図3)。

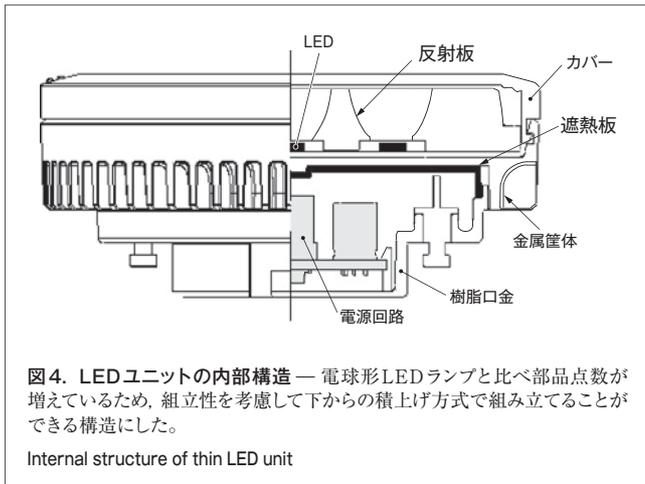


3 薄形LEDユニット

薄形LEDユニットの開発目標は、住宅用ダウンライトとして要望の強い断熱施工が可能な薄形仕様の実現にある。

3.1 構造

この薄形LEDユニットの内部構造を図4に示す。電球形LEDランプと比べ、部品温度対策用の遮熱板、光学制御用の反射板など部品点数が増えている。このため、組立性を考慮して、GX53タイプの口金から、電源回路の取付け、カバーの嵌合(かんごう)に至るまで、ユニットを裏返したり空中作業をする必要がないように部品を固定して、下からの積上げ方式で組立てができる構造とした。

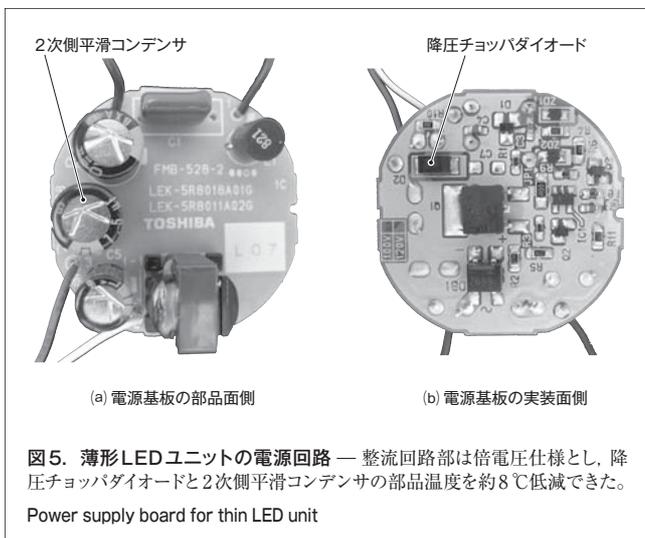


3.2 熱対策

断熱施工器具への対応を実現する方法として、従来は、電源回路部品の温度を低減させるため回路基板の実装面と樹脂口金の間に高熱伝導性の放熱性樹脂を充てんしていた。しかし、この方法ではコストが大幅に上昇することから、次に述べような温度低減策を回路と構造の両面で検討した。

3.3 電源回路

採用するLEDと電源の回路方式は、LEDを3素子直列タイプとしてLEDモジュールの順方向電圧を上げ、整流回路部を倍電圧仕様とした。これにより電源効率を、従来のLED電球の85%に対して89%まで向上できる。また、LEDモジュールの順方向電圧を上げ、順方向電流を約2/3に下げることによって、回路部品の温度でネックとなっていた降圧チョップダイオードと2次側平滑コンデンサの部品温度を約8℃低減できた。このようなLEDと電源方式の組合せにより、回路部品の温度を低減するための放熱性樹脂の充てんが不要となり、部品コスト、工数ともに大幅に低減できた。採用した電源回路を図5に示す。

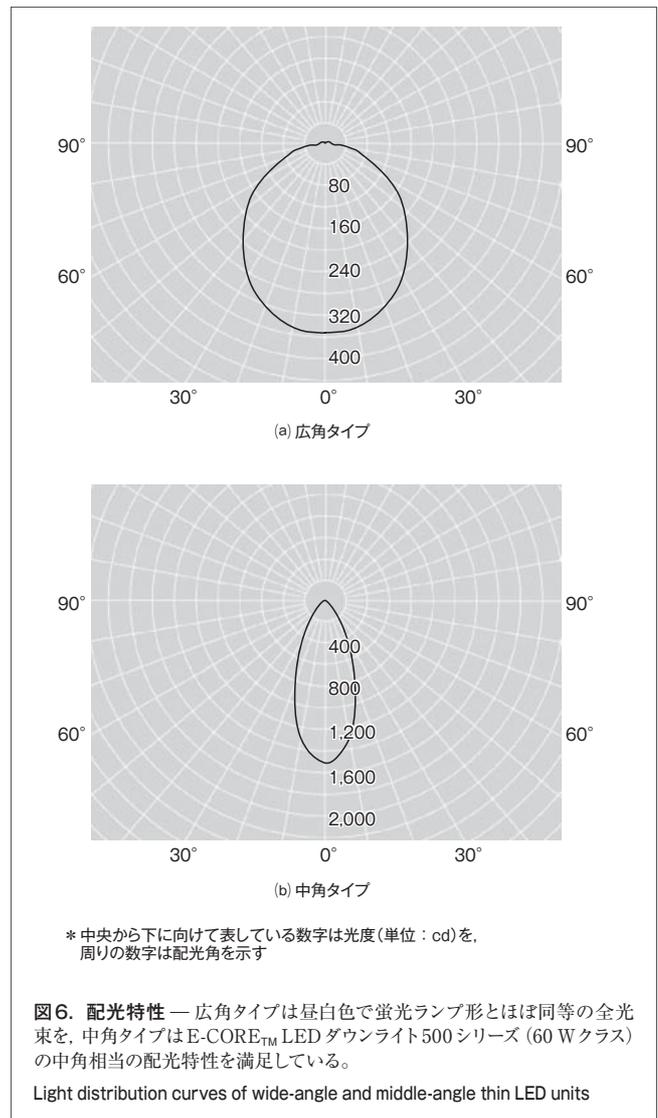


一方構造面では、電源回路を樹脂口金内部に配置して主発熱部であるLEDから遠ざけるとともに、LEDの熱を放熱する金属筐体(きょうたい)と電源回路の間に遮熱板を設けた。これによって、金属筐体からの直接輻射(ふくしゃ)熱を遮へいすることで、回路部品の温度を約3~5℃低減できた。

3.4 配光特性

この薄形LEDユニットでは、ビームの開きが100°の広角タイプに加えて、反射板を用いた配光制御により、従来の蛍光ランプ形にはないビームの開きが40°の中角タイプをラインアップした。中角タイプは、比較的狭い空間である廊下や通路、エレベーターホール、直下照度を重視する店舗などの用途に適している。

広角タイプは昼白色で蛍光ランプ形とほぼ同等の全光束を、中角タイプはE-CORE™ LEDダウンライト500シリーズ(60Wクラス)中角相当の特性を満足している。それぞれの配光特性を図6示す。



4 住宅用ダウンライト

住宅の天井裏の空間は狭いため、ダウンライトの埋込み高さは80 mm以下との要求がある。しかし、従来の光源一体型ダウンライトでは、天井裏側の埋込み部分で天井裏側へ放熱していたため埋込み高さは100 mmであった。開発した住宅用ダウンライトではGX53タイプの口金を採用した薄形のLEDユニットを使用し、ユニットからの熱を天井下の室内側へ放熱することで、遮光角は従来品と同等のままで埋込み高さを55 mm、及び必要取付け高さを65 mmにすることができた(図7)。

また、住宅には冷暖房効率の向上のために室内の気密性が要求されている。白熱電球や電球形蛍光灯ランプなどEタイプの口金付きの光源の場合は、反射板にランプ貫通穴があいており、気密性能を持たせるために貫通穴をふさぐ専用の筒状パッキンが必要であった。

開発した住宅用ダウンライトは、光源とソケットが反射板内に収まるため、本体には電線を通すための穴をあけるだけでよく、汎用のスポンジパッキンを設けることで、大手ハウスメーカーが要求している器具1台当たりの相当すき間面積0.1 cm²以下の条件をクリアしている。

更に、従来のEタイプの口金付きの光源では、埋込み高さを低くするためランプを水平方向に配置しているため天井裏への光の損失が大きく、光源光束のうち照明光として有効に利用できる器具効率は約70%であった。これに対して開発した

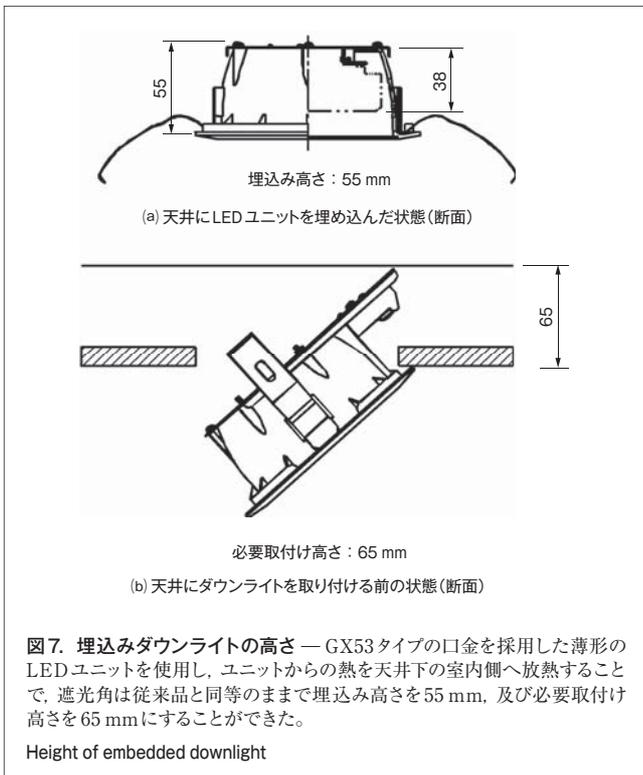
住宅用ダウンライトでは、LEDユニットが薄形であることから、そのまま本体の中に配置でき、ユニットからの光束をほとんど損失なく器具の光束として生かすことができるため、器具効率90%以上を達成できた。

5 あとがき

当社は、COB形LEDモジュールを採用した電球形LEDランプを開発し、60 W形の白熱電球と同等の全光束810 lmという明るさと93 lm/Wという高効率を実現した。これにより、E-CORE™ LED電球 一般電球形8.7Wは2009年度省エネ大賞「資源エネルギー庁長官賞」を受賞することができた。

また、電球形LEDランプに代わる次世代光源として器具展開が容易な薄形LEDユニットを開発した。このユニットはGX53タイプの口金を採用し、電源回路を内蔵させながらも薄くコンパクトな形状を実現している。そのため、照明器具側に電源回路を配置する必要がなく、器具設計の自由度が増し、従来にない新しい薄形の照明器具を提供することができる。

今後、LED照明はいつその高光束化と高効率化が要求されるなかで、COB形LEDモジュールを採用した電球形LEDランプや、薄形のLEDユニットを使用した照明器具が多くなると予測される。当社は、コストパフォーマンスを向上させる実装技術の開発や効率の改善などを積極的に進めていく。



大澤 滋 OSAWA Shigeru

東芝ライテック(株) 技術本部 LED技術統括部 製品技術部 主務。電球形LEDランプ及びLEDユニットの開発・設計に従事。照明学会会員。

Toshiba Lighting & Technology Corp.



泉 昌裕 IZUMI Masahiro

東芝ライテック(株) 技術本部 LED技術統括部 光源技術部 グループ長。COBモジュールの開発・設計に従事。照明学会会員。

Toshiba Lighting & Technology Corp.



坂本 しずか SAKAMOTO Shizuka

東芝ライテック(株) 技術本部 照明器具技術部。

住宅・施設照明器具の開発・設計に従事。

Toshiba Lighting & Technology Corp.