

# 配光角300°超のLED電球の開発

Development of LED Light Bulbs Having Wide Light Distribution of Over 300 Degrees

細田 雄司\* 高橋 健治\*  
Yuji Hosoda Kenji Takahashi

既存のLED (Light Emitting Diode) 電球は、各社共に光の指向性が強く、器具取り付け時の光の広がりや白熱電球と異なるという欠点があった。今回、この課題を解決するために、①光学技術 (二重反射板構造、高拡散性樹脂グローブ) ②放熱技術 (LEDパッケージの円周配置、回路の逆転配置) に着目し、光学・放熱条件の最適設計を図り、業界No.1の配光角300°超を実現したLED電球 (白熱電球40形相当の明るさ) の開発に成功した。

Existing conventional LED light bulbs have strong directionality of radiation, resulting in differences in the light distribution between LED light bulbs and incandescent bulbs when installed in a lighting fixture. This time, we attempted to change the structure of the lamp and reduce problems. Through the key technical solutions of (1) optical light distribution design and (2) removal of heat, we succeeded in the development of a new LED light bulb having a wide light distribution of over 300 degrees.

## 1. 背景

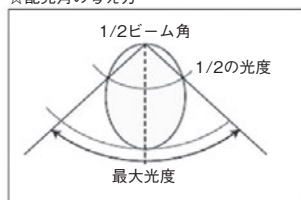
LED電球は①長寿命②高い発光効率 (省エネ) ③水銀など環境負荷物質を含まないなどの優れた特長をもつ光源である。

しかし、従来のLED電球は白熱電球と比較して、「光の広がり」「照らされた物の見え方」「光の色合い」「大きさ」「重さ」などの点で課題がある。中でも「光の広がり改善」に対する市場の要望は大きい。

従来のLED電球は光の指向性が強く、白熱電球に比べて配光角 (光の広がる角度) が狭い (約120°, 第1図参照)。

	シリカ電球	LED電球 (既存品)
器具取り付け時の見え		
	影ができない	影ができる
配光角	約310°	約120°

☆配光角の考え方



第1図 光の広がり比較  
Fig. 1 Comparison of light expanse

そのためランプ後方への光の回り込みが少なく、器具装着時に白熱電球と見え方が異なるという欠点があった。

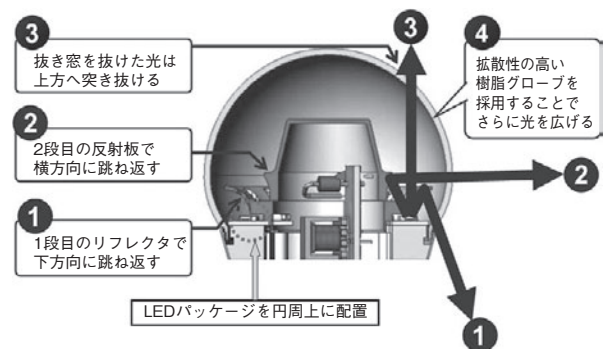
今回、筆者らは白熱電球並みの配光角300°超を有するLED電球を開発し、商品化した。以下に本製品の開発技術を紹介する。

## 2. 光学設計の最適化

### 2.1 二重反射板構造

既存のLED電球は指向性の強いLEDパッケージを平面配置している。そのためLEDパッケージの配光角 (約120°) がランプの配光角となる。配光角300°超の実現に向けて、光学部品形状・光源配置などの観点からランプ構造を根本的に見直した。

検討の結果、円周上に配置したLEDパッケージの上に二重反射板を配置する構造を採用した。1段目の反射板には抜き窓が設けられており、反射面に照射された光は口金方向に反射し、抜き窓を通過した光の一部は2段目の反射板により横方向に反射し、そのほかの光は上方へ照射する構造とした (第2図)。

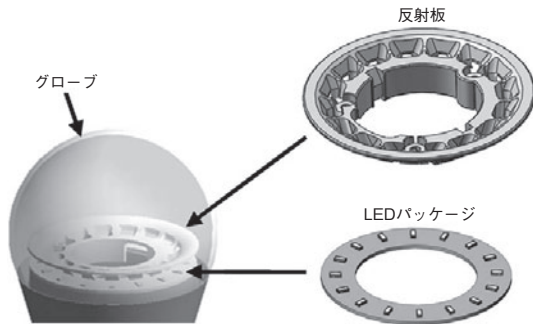


第2図 二重反射板方式  
Fig. 2 Double reflector system

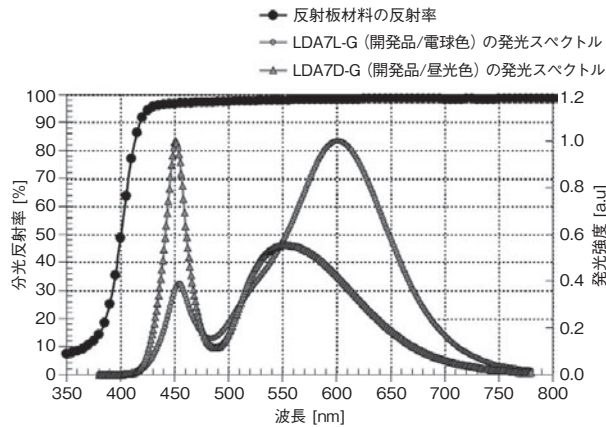
\* エコソリューションズ社 ライティング事業グループ  
Lighting Business Group, Eco Solutions Company

反射板の反射面・抜き窓形状・LEDパッケージの配置に関しては、光学シミュレーションを活用し、試作・評価を通じて最適化設計を図った(第3図)。

反射板に用いる材料は、LEDパッケージの波長領域において反射率98%の高反射率を有するポリカーボネート(以下、PCと記す)を採用し(第4図)、円周上へのLEDパッケージ配置と反射板形状により配光角300°実現の見通しをたてた。



第3図 LEDパッケージ配置と反射板形状  
Fig. 3 Position of LED package and shape of reflector



第4図 反射板材料の反射率とランプの発光スペクトル  
Fig. 4 Reflectance of material and spectrum of LED lamp

### 2.2 高拡散性樹脂グローブ

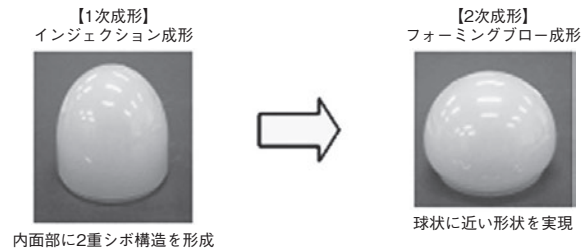
今回、配光角300°超の実現のためグローブの材料を従来のガラスから樹脂に変更した。

採用する樹脂は耐衝撃性・耐熱性・難燃性(UL94規格において1.5 mm V-0)などを考慮し、PC(反射板材料とは別のPC)を選定した。白熱電球40形相当の明るさの確保を両立するため、材料メーカーと共同で、高透過・高拡散なPCを開発した。

樹脂グローブ成形機の開発は、当社生産革新本部との協業のもと実施した。まず、インジェクション成形(1次成形)でグローブ内面の下部分に2重シボ構造を形成

する。次に成形品を温め、フォーミングブロー成形(2次成形)を行うことにより、従来のインジェクション成形では実現できなかった、高精度な球状のグローブ成形を可能にした(第5図)。

材料に高拡散性の樹脂を採用するだけでなく、反射板方式により広げた光をグローブでさらに広げるために、グローブ内面の下部分に微細パターンを設けた。この樹脂グローブの採用により、業界最高の配光角300°超を実現した。

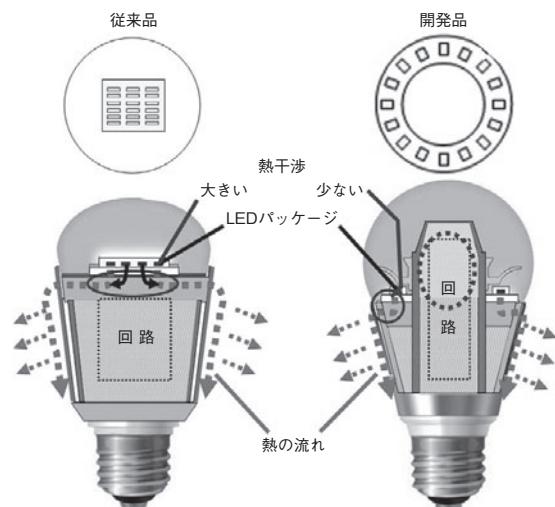


第5図 樹脂グローブの成形プロセス  
Fig. 5 Injection process of plastic globe

## 3. 放熱設計の最適化

### 3.1 LEDパッケージ配置

前述のようにLEDパッケージの配置は、従来の中央配置から最外円周上配置に変更した。これにより、LEDパッケージの放熱経路における相互の熱干渉が軽減され、LEDパッケージの熱を効率良く、金属筐体(きょうたい)(ヒートシンク)へと伝えることができ、放熱性が向上した(第6図)。その結果、金属筐体を従来比約60%に



第6図 LEDパッケージと回路配置の最適化  
Fig. 6 Optimization of position of LED package and circuit

小型化することができた。

### 3.2 回路配置

従来、点灯回路は金属筐体内部に配置されていた。そのため、金属筐体からの熱干渉により、回路部品温度が上昇し、長寿命に対する課題があった。

今回、金属筐体の小型化とグローブの大型化によって、金属筐体内部にある回路部をLEDパッケージ上部の空間にも配置することが可能となった（第6図）。その結果、回路部品温度の低減を図り、約40 000時間の長寿命を確保することに成功した。

## 4. まとめ

今回、LED電球の構造を根本的に見直して、白熱電球と同等の光の広がりをもつLED電球を開発した。その結果、従来と比べると器具に取り付けた際の見栄えを白熱電球と同等にすることができた（第7図）。また、光学・放熱条件の最適化により、金属筐体の小型化と、グローブの大型化が可能になり、電球形状に近づけることに成功した。

LED素子は、発光効率（lm/W）が年々約10%～20%向上すると予測されている。今後はさらなる光束改善や放熱技術の開発を推進し、白熱電球からの置き換えをグローバルに促進し、節電ならびに地球温暖化防止に役立って行く予定である。

ランプ種類	LED電球 (開発最終品)	LED電球 (既存品)	シリカ電球
品番	LDA7L-G	LDA7L-A1	LW100V36W
ランプ写真			
配光角 (実測値)	326°	120°	311°
配光曲線			
器具取り付け時の見栄え			

第7図 外観・配光曲線・器具取り付け時の比較

Fig. 7 Comparison of design, light distribution curve, in lighting fixture