

車載用ビーム整形ユニット

Beam Lighting Unit for Automobiles

千崎 茂 新井 敏之

■ SENZAKI Shigeru

■ ARAI Toshiyuki

自動車の内外装には数多くの光源が使用されているが、LED（発光ダイオード）の飛躍的な技術革新と表示や照明への積極的な採用、及びそれらのシステム開発により、急速にLED化が進んでいる。LEDと光学部品とを組み合わせることで、様々な光の演出が可能になることから、広がりやあるいは部分的な照明など多様化する顧客ニーズへ更に対応していく必要がある。

このような背景のもと、ハリソン東芝ライティング（株）では“必要な範囲だけをシャープに照射する”技術開発に取り組み、ビーム整形ユニットを商品化した。商品の一つである“ステップイルミネーション”は、ワンボックス車両の乗降時にステップ部と地面に“光の模様”を照射する新しい提案である。今後もこの技術を駆使し、自動車分野だけでなく各種照明・表示分野へ展開し、より多くの顧客に新しい光を提供していく。

Many light sources are installed inside and outside an automobile. Light-emitting diodes (LEDs) are being increasingly used as such light sources, because the dramatic improvements in their performance have enhanced their applicability and systematization for the lighting and display systems of automobiles. The combination of LEDs and optical components produces a variety of light presentations that can meet a broad range of customer requirements such as general interior illumination or discrete lighting.

Harison Toshiba Lighting Corp. (HTL) has commercialized a "beam lighting unit" as the fruit of development activities based on the concept of "sharp lighting over a designated area." An example of application of the beam lighting unit is step illumination, in which a light pattern is formed on the vehicle's floor and also on the ground below when a passenger enters or exits the vehicle. This is particularly useful for minivans. We intend to apply the beam lighting unit not only to automobiles, but also to other lighting and display fields. New designs are in progress for several innovative customers.

1 まえがき

ハリソン東芝ライティング（株）では、開発したビーム整形ユニットを車載部品メーカーへ提案した。“任意の照射範囲をシャープに照射する”という特長を生かして、自動車インテリア用途においては、マップランプ、ルームランプ、ラゲッジランプ、トランクルーム照明、手もと灯、足もと灯などに使える。エクステリア用途では、足もと灯、サイドモニタ照明、バックモニタ照明、フォグランプ、などである。

提案に対し、ビーム整形ユニットの特長と顧客のニーズが一致したのが、立位乗降を行うワンボックス車両のライドドアの段差ステップ及び地面を照らすという案件であった。現行車両では、この部分においてはルームランプで照らされるものの、十分に光が届かず、暗く視認性の悪いものである。特に降りる際は、人がルームランプの光を遮り、影で足もとを暗くしてしまうという欠点がある。

そこで、乗降する人の足もとを安全かつ快適に照らせるように、このビーム整形ユニットの特長を生かし、ステップ部から地面にかけて、あたかもじゅうたんを上下に敷き並べたように照明する照射ユニット“ステップイルミネーション”を開発した。初めて搭載された車両（トヨタ エスティマ）を図1に示す。



図1. 搭載車両（トヨタ エスティマ）—ビーム整形ユニットをステップイルミネーションとして初めて搭載した（2006年1月発売）。

Toyota Estima with step illumination using beam lighting unit

更には、絵柄と車名ロゴの照射を点滅・点灯制御することで、多彩な演出が可能となり、安全性とエンターテインメント性を両立した照明を実現した（図2）。

2 照射の原理

従来の光源は、照射面の中心から遠ざかるにつれ、光量



図2. ステップイルミネーション — スライドドアを開けると、足もとの路面とステップを照らす、斬新なイルミネーションである。

Step illumination

が減少していく配光となる。しかし、この配光では必要のない部分へも照射され、自動車の室内照明においては、運転者への直射光や窓ガラスへの映り込みが発生し、運転に支障を及ぼすおそれがある。

ビーム整形ユニットは、光を必要とする特定形状の範囲内だけ照射し、かつ、より均一な配光を実現することができる。配光特性の比較を図3に示す。

この照明システムでは、照射距離と照射範囲をもとに、専用のフライアイレンズ(図4)を設計した。フライアイレンズとは名前のとおり、はえの複眼レンズの意味で、いくつもの同一形状の単一レンズを縦横配列したものである。今回の製品には、四角形の単一レンズを組み合わせたフライアイレンズを用いた。

フライアイレンズは、入射側と出射側それぞれに曲面を持たせたレンズとした。入射側のレンズは、入射した光線を出射側のレンズ面に集める役割をしており、その光線の焦点に入射側レンズが位置する。出射側のレンズは、入射側のレン

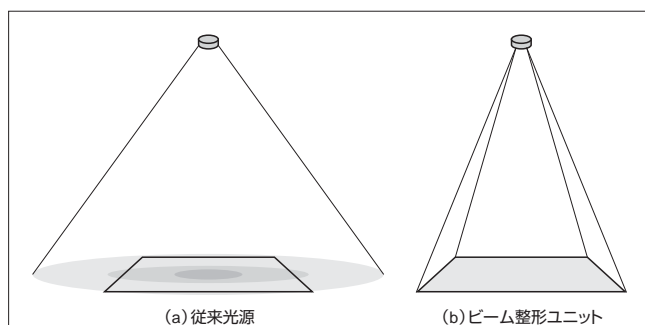
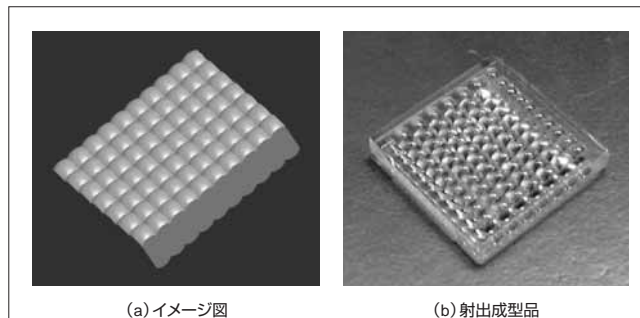


図3. 配光特性の比較 — 広がりを持つ配光特性の従来光源に比べて、ビーム整形ユニットはシャープな配光特性となる。

Comparison of light distribution characteristics



(a)イメージ図

(b)射出成型品

図4. フライアイレンズ — 開発ソフトウェアやシミュレーションを活用して設計したフライアイレンズを、射出成型により樹脂で製作した。

Fly-eye lens

ズ面形状を照射面に結像する役割をする。よって、入射側のレンズ面形状(セル形状:四角形)が照射の形状となる。そして、各セルで分割された光線はそれぞれが照射形状をなし、光量は異なるが均一な照射が重なり合って、最終的に照射形状が合成されるため、均一性は維持できる。実際に重なり合った像はセルのピッチ分だけ微妙にずれることになるが、照射距離を十分に取ることで、照射範囲に比べてずれが非常に小さくなるので無視できる。照射原理を図5に示す。

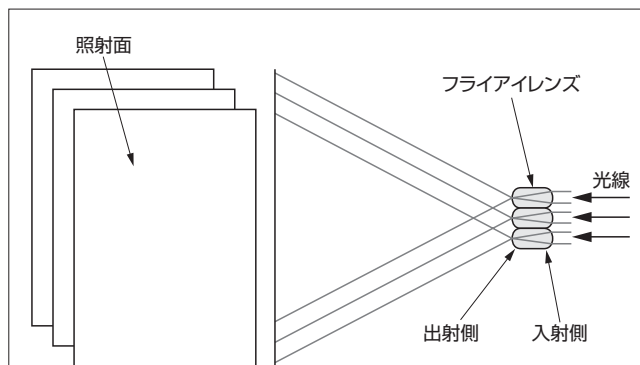


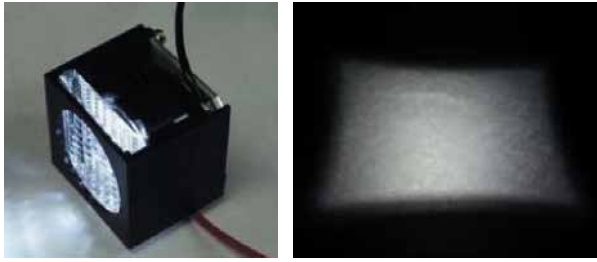
図5. 照射原理 — フライアイレンズに入射した光線は出射側に焦点を持ち、照射面へと投影される。

Light radiation principle

3 ビーム整形ユニットの特性

図6に示す評価ユニットを用いて、ビーム整形ユニットの特性評価を行った。

実際に製作したフライアイレンズを使用して、フライアイレンズなしの場合と同一照射距離における照度分布特性を測定し、均斉度を比較評価した(図7)。この結果から、中央部分に出る強い光量もフライアイレンズを用いることで、均斉化が図られていることがわかる。



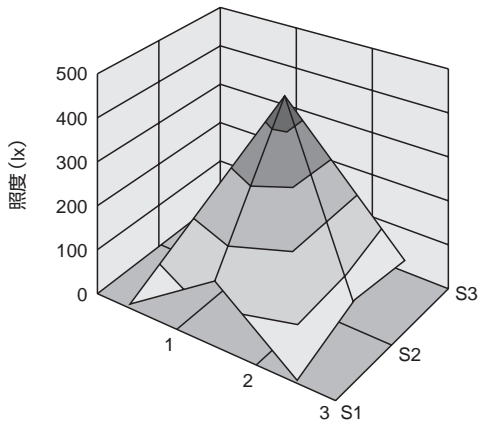
(a) 評価ユニット (b) 照射状態

〈評価条件〉
 ・照射距離：700 mm
 ・照射範囲：297×420 mm (A3)
 ・LED：Luxeon I[®] (1 W)
 ・点灯電流：600 mA

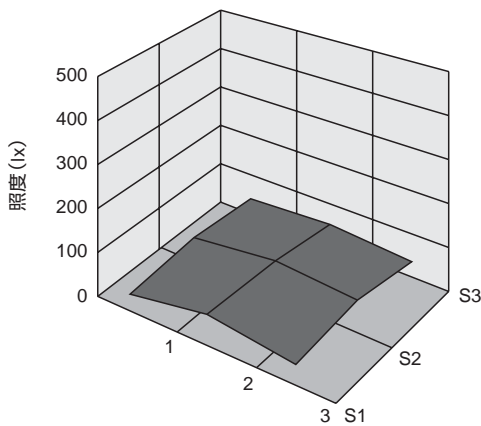
*Luxeon I：LUMILEDS社の製品名

図6. 照射均斉度評価 — 照射距離一定において得られるフライアイレンズの照射均斉度特性を求めた。

Degree of light diffusion



(a) フライアイレンズなし



(b) フライアイレンズあり

図7. 照度分布 — フライアイレンズを使用することで均斉化が図られている。

Illuminance distribution with and without fly-eye lens

4 ビーム整形ユニットの構成

今回、製品化した一体化ユニットの構成を図8に示す。

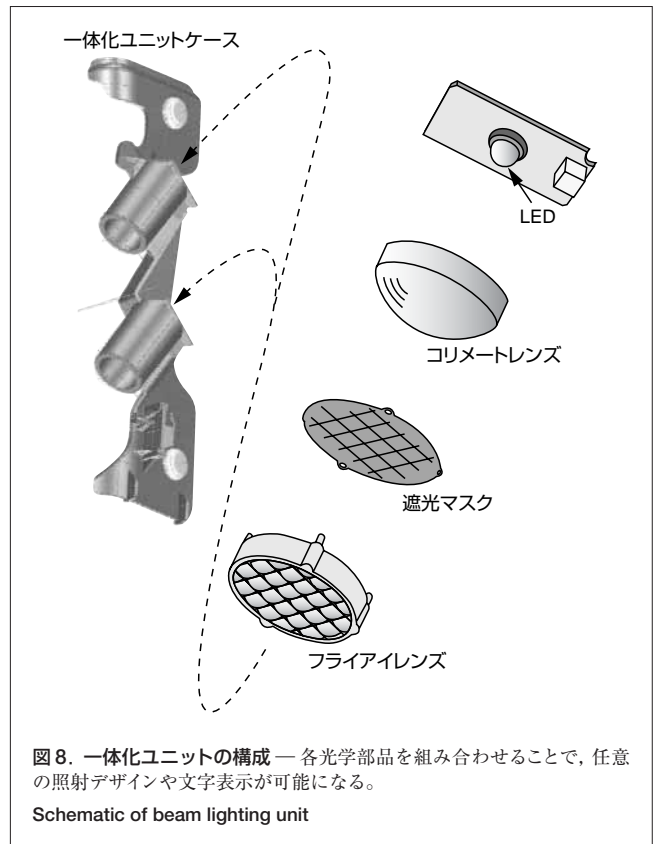


図8. 一体化ユニットの構成 — 各光学部品を組み合わせることで、任意の照射デザインや文字表示が可能になる。

Schematic of beam lighting unit

主な構成部品としては、LEDをアルミニウム基板へ実装し、その前面には、光線を平行化するためのコリメートレンズを配置する。更にその前面には、照射するデザインや車名ロゴを形成するための遮光マスクを配置し、そして最前面に、照射面の均一化を図るためのフライアイレンズを配置している。

ステップイルミネーションの実際の車両搭載設計を行うにあたり、まず実車の構造図面上で、光源ユニットの取付けが可能な位置をいくつか検討した。当初、ステップ上の天井への設置も考えたが、照射距離が遠くなり光量が低下してしまうことと、乗降時の人の影により照射を遮られるため、断念せざるをえなかった。

そこで、フロントドアとリアのスライドドアの間にある柱（センターピラー）の中腹位置に光源ユニットを取り付けることで、前記の課題を解決した。しかし、斜めから照射することになり、照射形状の補正及び明るさの均一性の対策が必要となった。更には、2色別々の光源ユニットを使用して、2種類の絵柄を重ね合わせる仕様を実現させるため、光源ユニットを一体成型品として、取付け精度を向上させた。

各部品の機能と設計ポイントを次に述べる。

4.1 LEDの選定と放熱対策

光源には、3Wの青色と白色のパワーLEDを採用した。しかし、消費電力が高いため、発光効率の低下及び周辺部材への熱の影響を考慮しなければならなかった。

そこで、アルミニウム基板を用いて放熱性を向上させようとしたが、車両搭載時の取付けスペースに制約があり、面積を広く取れないため、十分な放熱ができないことがわかった。また、この対策として余分なヒートシンクを付けることも、コスト及びスペースの面で実現できない状況であった。

実使用でのドア開放時間も考慮し、2色のLEDは点滅駆動とし、アルミニウム基板には温度センサを設置して、点灯時間を制御する設計とした。

4.2 コリメートレンズ

既存のLEDを使用する際、直接フライアイレンズに入射させても、LED自体の持つ出射角度が大きいため、出射光がフライアイレンズを通過する際の屈折角を制御しきれず、希望の照射像を得ることができなかった。

よって、フライアイレンズに入射させる前に平行光へ変換させる必要があり、LEDの出射光を制御するコリメートレンズを設計した。

4.3 遮光マスク

目標とする照射形状は、単純な四角形ではなく幾何学デザインを施し、ステップ部への車名ロゴ照射と組み合わせるものである。更には、光源ユニットの取付け位置をセンターピラーの中腹位置としたため、照射面に対しては斜め照射となってしまう、照射形状がゆがんでしまうため、その照射形状補正を施す必要が出てきた。

これらの対策として、フライアイレンズの手前に、照射形状を補正するための遮光マスクを配置することにした。独自に開発したマスク設計標準プログラムを用いて、照射するデザインの位置出しを座標上で行い、フライアイレンズを通過する光範囲を求め、遮光マスク形状を導き出した。

5 あとがき

ビーム整形ユニットは、光の持つ特性をレンズによって制御し、必要な部分へ均一に照射する新しい技術と考える。

2006年1月にはトヨタ エスティマの純正用品として採用され、同時にトヨタ bBのスポットイルミネーションにも採用された。更には、トヨタ自動車(株)のワンボックス新型車両への搭載についても、検討が進められている。現状に満足することなく、性能向上、コストダウンに努め、商品競争力を高めながら応用展開を図っていきたいと考えている。



千崎 茂 SENZAKI Shigeru

ハリソン東芝ライティング(株) LED事業推進部主務。車載用LED応用製品の開発に従事。照明学会会員。
Harison Toshiba Lighting Corp.



新井 敏之 ARAI Toshiyuki

ハリソン東芝ライティング(株) LED事業推進部。車載用LED応用製品の設計・開発に従事。
Harison Toshiba Lighting Corp.