

ショーケース用LED照明ユニットの開発

Development of an LED Lighting Unit for Store Showcases

清水佳恵* 谷尻 靖** 山口 宏***
Yoshie SHIMIZU Yasushi TANIJIRI Hiroshi YAMAGUCHI

要旨

近年、一般照明用の光源として、Light Emitting Diode (以下LED)が多く用いられるようになってきた。LEDは従来の蛍光灯に比べ、長寿命かつ低消費電力であるため、メンテナンス(交換)やランニングのコストが大幅に削減可能なことから脚光を浴びている。また、照射光に紫外線や赤外線を含まず、商品や陳列物に対する照明焼け(色落ち)や温度上昇が少ないことから、店舗等のショーケース用照明光源としても積極的に導入が進んでいる。

我々は、LEDとT字形の断面を有する導光体を組み合わせることで、最適な配光とグレアコントロールが可能なショーケース用LED照明ユニットの開発に成功した。開発LED照明ユニットは、従来の蛍光管照明ユニットとの比較で消費電力を70%削減し、ランニングコストを56%カットする等、高品位かつ快適な照明の提供と省エネ・省コストの両立を実現した。

Abstract

Recently, light emitting diodes (LEDs) have been used for general lighting. Since LEDs have a longer operating life and lower power consumption than fluorescent lights, maintenance (light bulb changes) and running costs can be significantly reduced, a great attraction to users. Moreover, since LED light has no ultraviolet or infrared rays, products undergo less discoloration and temperature rise. Therefore, many stores have turned from fluorescent lighting to LED lighting.

We developed a new LED lighting unit as a lighting source for showcases in which optimal illumination intensity distribution and glare reduction can be realized by assembling LEDs with a newly developed light guide having a T-shaped cross-section. The newly developed LED lighting unit can illuminate products in a showcase attractively, and reduce power consumption by 70% and cut running cost by 56% compared to a conventional fluorescent tube lighting unit.

1 はじめに

ショーケース用照明は、陳列された商品や飲食物を単に照明するだけでなく、魅力的に、おいしそうに見せることで、お客様の購買意欲を向上させることも重要な役割である。しかし、一般的なショーケース用照明は、Fig. 1に示すように、棚板の下側に照明ユニットを配置するために、商品の顔である前面部が影になり、商品を美しく見せることが難しかった。

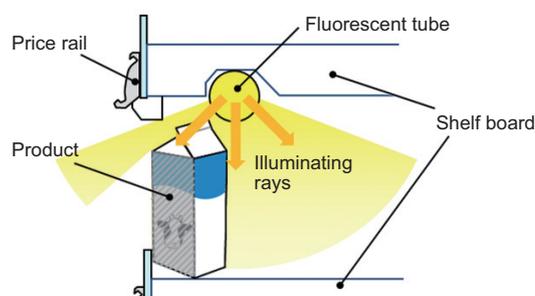


Fig. 1 Conventional lighting unit.

また、一般的なショーケース用LED照明は、LEDの粒々が目立ち、指向性によるグレアも強いため、商品へ粒状の照明光の映りこみが発生し、お客様に不快な眩しさを感じさせると共に商品の視認性や見栄えを悪くすることがあった。

我々は、商品の前面部を前方上下方向から均一に照明し、さらに、商品を観察するとき不快なグレアを低減することにより、商品を美しく照明可能なショーケース用LED照明ユニットを開発したので以下に報告する。

2 LED照明ユニットの特長と仕様

2.1 LED照明ユニットの特長

LED照明ユニットの使用状態の概略図をFig. 2に示す。LED照明ユニットはショーケースの棚板先端部に固定される。LED照明ユニットからは、グレアのない均一な照明光が、棚板上下の商品が陳列されるエリアにのみ照射される。LEDの光を照射エリアに効率的に集めることにより、低消費電力でありながら明るい照明ユニットを実現した。また、商品を観察するお客様側に照明光を照射しないため、お客様は眩しさを感じることなく、快適に商品を観察することができる。

* コニカミノルタオプト(株)
技術開発本部 技術開発センター 光学開発部

** コニカミノルタオプト(株)
技術開発本部 技術開発センター 機器開発部

*** コニカミノルタオプト(株)
技術開発本部 技術開発センター マーケティング部

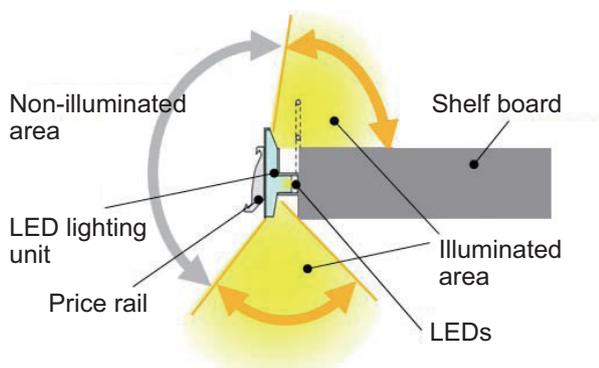


Fig. 2 Schematic view of lighting unit.

2.2 照明ユニットの仕様

LED照明ユニットの仕様をTable 1に示す。棚板の先端部に固定して使用するため、商品観察の邪魔にならないようにユニットの高さ及び奥行きを決定した。また、照射エリアは、商品の表面を均一に照明できるように照明ユニットの後方側を広く設定し、照明ユニットの前方側は、商品が陳列される下方のみに限定した。照射エリア角度は、照明ユニットから棚板へ向かう水平方向を0度とし、上方へ向かう角度を正、下方へ向かう角度を負としている。照度（間隔200mmの2段の棚板に照明ユニットを取り付けたときの棚先端から10mm位置の垂直面平均照度）は、商品を美しく照明するために1000 [lx]を確保した。

尚、照明ユニットの長さは、設置する棚板の幅に合わせて変更することができる。ここでは、300mmの照明ユニットの仕様を紹介する。

Table 1 Main specifications of LED lighting unit.

Size	43.8H x 23.6D x 300W (mm)
Illumination intensity	1,000 lx
Illuminated area	$0 < \theta < 80, -135 < \theta < -35$ (degrees)
Power consumption	3.5 W

3 照明ユニットの設計

3.1 構成

2章に記載の特長と仕様を実現するために、T字形状の断面を有する光学系を採用した。照明ユニットの断面図をFig. 3に示す。照明ユニットは、LEDチップを棚板の幅方向（＝紙面に垂直方向）に直線状に配列したLED基板、T字導光体、T字導光体の上側射出部に配置される防水カバー、これらを保持するためのフレーム、及び、T字導光体の前側に配置される前カバーで構成される。

T字導光体の入射面から導光体中へ入射した光は、各導光体面、導光体を囲むフレーム、及び、前カバーの内面で反射することにより、光路中を導光しながら、上下光路へ分岐され、上下それぞれの射出面から射出される。

冷凍冷蔵ショーケース用の照明においては、使用中に上側から水がかかる可能性があるため、上側に防水カバーを設けてある。

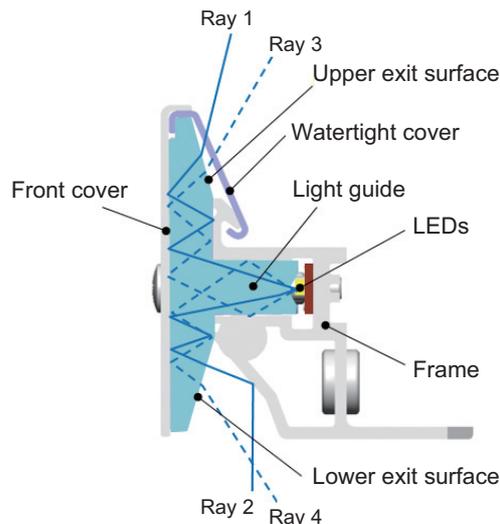


Fig. 3 Internal structure of LED lighting unit.

3.2 配光コントロール

一般的な等方配光を有する照明ユニットを棚板の先端に配置し上方に向かって照射した場合、棚板の最前部に陳列された商品の表面照度は、照明ユニットからの距離が最も近い最下部が最も明るく、上方に行くに従って急激に暗くなる。表面を均一に照明するためには、上方を照明する光の照射強度をより大きくする必要がある。

Fig. 3に代表的な照明光線を示す。上側に射出される光線は、主に、T字導光体に入射した後、直接、前カバーの内面で上側光路に向けて反射され、射出面で上方に屈折し射出されるRay1と、T字導光体に入射した後、T字導光体の入射面を挟んで対向する上下面、またはフレームの内面で反射された後、上側光路に進み射出面で上方に屈折し射出されるRay3に大別される。T字導光体の前カバーと接する面、フレームの内面、及び前カバーの内面は拡散角度がコントロールされた拡散面である。（拡散角度については、3.3節で説明する。）従って、光路に入射した光は、導光光路中で拡散され、均一化された後、光学面である射出面で最終的に上方に屈折されることにより、上方への射出光により大きな強度を持たせることが可能になる。

同様に、Fig. 3のRay2、Ray4は下側に射出される照明光の代表光線である。下側に射出された光は、直接、または、フレームの一部として構成される反射面で反射されて下方を照明する。

LEDに近接するT字導光体の入射面はV溝形状を有し、LEDから射出される照明光を上下に分岐しながら導光体中へ入射することができる。V溝の角度、入射面を挟む2面の角度、及び、射出面の角度を最適にコントロールすることにより、照明ユニットの配光特性をコントロールすることができる。

設計した照明ユニットのXY断面の配光特性をFig. 4に示す。上方60°、及び下方-60°に最大強度を有することがわかる。

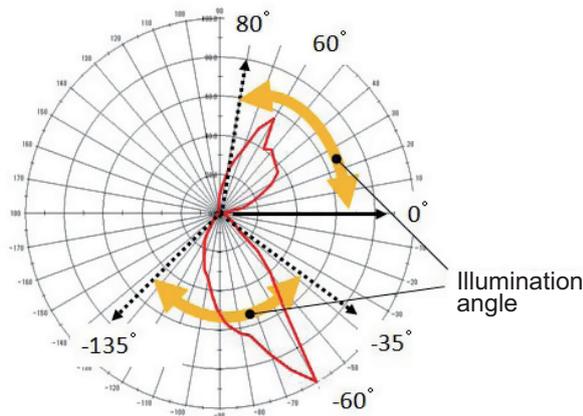


Fig. 4 Intensity distribution curve of lighting unit.

3.3 グレアコントロール

LEDは、指向性が強い光源であるため、光学系によってその配光特性をコントロールし易い反面、使用状況によっては、グレア（不快感を伴う眩しさ）が問題になることがある。

開発の照明ユニット構成では、直接光がお客様の目に入ることによるグレアの発生はないが、ショーケースに陳列される商品が光沢面の場合、照明光の映りこみ光がお客様に不快感を与える可能性があるため、グレア低減設計を行った。グレア低減は、一般的に照明光を拡散することにより行う。しかし、単に照明光を拡散するのは、LEDの特長である指向性を有効に機能させることができない。本照明ユニットは、T字導光体の前カバー側面のみを拡散面とし、他の面は光学面とすることにより、導光板内を全反射により進む光は導光途中で拡散することなく前カバー側面まで進み、射出面の直前でのみ拡散させることで必要以上に拡散することを防いだ。さらに、拡散面の拡散特性を拡散角度10度程度に制御することにより、グレアを低減しながらも、必要以上に拡散することによる照度低減を防いだ。

Fig. 5にグレアの強い一般的なLED照明ユニットと、グレア低減設計を行った本照明ユニットの発光面の写真を示す。従来のLED照明ユニットは拡散が不十分なためにLEDの粒々が目立ち、眩しさを感じる。一方、本照明ユニットは、射出面で均一な輝度を有するグレアのない照明ユニットであることがわかる。



Fig. 5 Photos of glare (left) and non-glare (right) LED units.

3.4 設計シミュレーション

前節までに述べた諸策を盛り込み、光学ユニットの設計シミュレーションを行った。

設計したLED照明ユニットを200mmの高さ間隔で設置した2枚の棚板の先端部にそれぞれ設置したときの照明ユニット間の棚先端10mm位置の垂直面照度分布のシミュレーション結果をFig. 6に示す。垂直面の平均照度は1000[lx]を確保している。また、照度ムラも50%以下に抑えられていることがわかる。

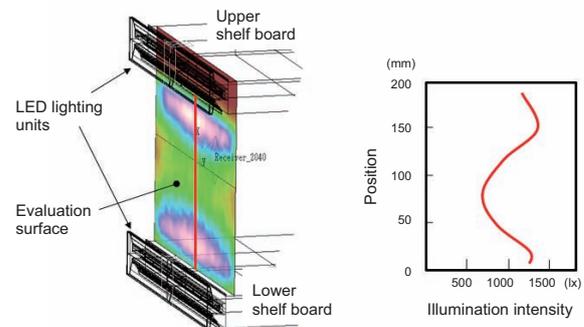


Fig. 6 Arrangement of two LED lighting units separated by 200 mm distance, and illumination distribution on the vertical surface.

4 製品の紹介

4.1 製品について

本製品は、福島工業株式会社との業務提携により、冷凍冷蔵ショーケース用のLED照明ユニットとして開発されたものであり、“クリスタル照明棚板”として商品化されている。

開発した冷凍冷蔵ショーケース用LED照明ユニットをFig. 7に示す。照明ユニットは、ショーケースの棚板先端部にねじで取り付けることができる。電源は、防水コネクタを介してショーケース本体の電源ラインと接続され、安全に供給される。

照明ユニットの両サイドは、サイドカバーにより覆われ、不要な光が外部に照射されることを防ぐ。

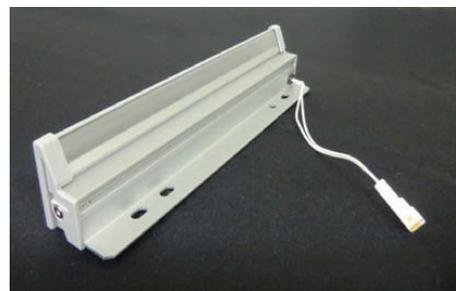


Fig. 7 LED lighting unit.

4.2 省エネ性能

LED照明ユニットと蛍光管(40Wランプ相当)の入力電力を比較した結果をTable 2に示す¹⁾。蛍光管と比較して、本製品は、照明ユニット単体で、約70%の入力電力ダウンを実現した。

Table 2 Comparison of input power.

Fluorescent tube lighting unit	LED lighting unit (newly developed)
48 W	14 W

また、LED照明ユニットを冷凍冷蔵ショーケースに搭載したときの、12時間営業店舗、電気料金12円/kWh、8尺あたりの年間照明消費電力量および年間照明ランニングコストを、蛍光管照明搭載ショーケースと比較した結果をTable 3に示す¹⁾。尚、冷凍冷蔵ショーケースの上部に搭載されるキャノピー照明もそれぞれLED照明、蛍光管を搭載し算出した数値である。ショーケースの照明年間ランニングコストで、56%の削減を達成した。

Table 3 Comparison of lighting cost for showcase.

	Conventional product	LED lighting unit
Annual power consumption	1,666 kWh	736 kWh
Annual running cost	20,000 yen	8,900 yen

4.3 店頭ショーケースへの搭載事例

Fig. 8に“クリスタル照明棚板”を搭載した冷凍冷蔵ショーケースの店舗設置例を示す。

棚板の前方から上下に向かって投射するLED照明ユニットにより、商品の上面だけでなく、商品の顔である前面が美しく照明されていることがわかる。また、照明ユニットからお客様側に投射される照明光がないために、お客様が快適に商品を観察することができることもわかる。ペットボトル飲料は、その表面が光沢面であるため、照明光の正反射方向から観察すると、従来のLED照明では粒状の照明光の映りこみが観察されるが、グレア低減設計により、映りこみ光も最小限に抑えられ、眩しさを感じることはない。



Fig. 8 Showcase with LED lighting units.

5 まとめ

冷凍冷蔵ショーケースに最適なLED照明ユニットを開発した。照明光の配光コントロールとグレアコントロールにより、お客様に、快適に、より美しく、魅力的に商品を見せることを可能とした。加えて、これまで主流であった蛍光管を利用した照明システムに比べ、消費電力とランニングコストを大幅に削減することを実現した。

今後、LEDの高効率化と高光束化が進み、LEDの用途は益々広がると考えられる。我々は、各照明システムに最適なLED照明ユニットの開発を積極的に進めていく。

●謝辞

記載の冷凍冷蔵ショーケース用照明ユニットは、福島工業株式会社とコニカミノルタとの業務提携により開発されたものです。福島工業株式会社の方々に、多大なるご協力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

●参考文献

- 1) http://www.konicaminolta.jp/about/release/2011/0614_01_01.html
福島工業とコニカミノルタ オプト 消費電力を大幅に削減するショーケース用照明棚板の展開で提携 (プレスリリース)