

白色LED照明光源の開発

研究代表者 工学部 田口 常正

研究の目的

InGaN化合物半導体を用いた青色・紫外LEDと蛍光体の組合せから成る白色LEDを用いて、白熱電球、蛍光灯に代わる新しい白色LED光源を開発し、街灯、ネオンサイン灯等の作製を行い実用化に資する。

研究成果

LEDを用いて白色を得るには表.1に示した様に3つの方法がある：①赤色・緑色・青色（RGB）の3個のLEDを同時に点灯させる方法，②青緑色とアンバー色の2個のLEDを同時点灯，③青色や紫外の光を放射するLEDを励起用光源として用い、蛍光体を励起することによって白色を得る方法である。しかし前者2つの方式では各LEDの駆動電圧や発光出力の違いがあり、さらに温度特性や素子寿命にも違いがあるなど実用化に向けての課題は多い。

一方、後者の方式は素子が1種類ですみ、駆動回路の設計が大変容易になる。照明用光源試作のため発光効率20 lm/WのInGaN白色LEDを用いた。このLEDはInGaN青色LEDチップがシステム上に配置されており、LEDチップの周囲にはYAG:Ce³⁺蛍光体が塗布してある。このYAG蛍光体の層内で青色光の一部は吸収されて蛍光体を励起し、一部は通りぬけて青色光のままで外部へ放射される。このようにして460 nmにピークを持つ青色LEDの

発光、および555 nmにピークを持つ蛍光体の黄色の発光が合わさる事（補色関係にある）により色度（0.31, 0.32）、色温度6500 K、平均演色評価数Ra = 85の白色光が得られる。

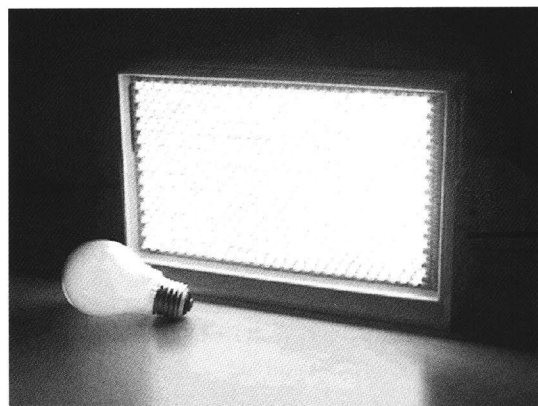


図1 LEDを用いたLED照明器具

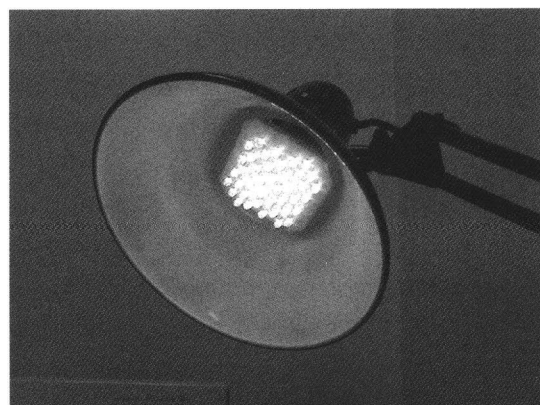


図2 LEDを用いた電球型LED照明器具

表. 1 LED と蛍光材料による演色性の高い白色光の発生方式

方式	励起源	発光材料および発光特性	発光原理
ワン・チップ型	青色 LED	InGaN/YAG, ZnS 系	青色光で蛍光体(黄色発光)を励起
	紫外 LED	InGaN/R, G, B 蛍光体	蛍光ランプと同様、紫外光で蛍光体を励起
マルチ・チップ型	青色 LED, 黄緑 LED	InGaN, GaP AlInGaP	補色関係の2色をひとつのパッケージに実装
	青色 LED, 緑色 LED, 赤色 LED	InGaN AlInGaP AlGaAs	3原色のLEDをひとつのパッケージに実装

試作したLED照明光源の点灯している様子を図1に示す。また図2には41個のLEDを用いた電球ソケット装着タイプのもを示す。これは従来の白熱電球のソケットに差し込めばそのまま使えるように回路を内蔵したものである。消費電力は約1Wであった。照度は発光面で約23000 lx、発光面から30 cmのところでは約10000 lxであった。発光面積と得られた照度、またその消費電力より、総合発光効率は29.4 lm/Wとなった。InGaN系白色LEDは低電流においても発光効率が非常に高く、最高約39 lm/Wのものでできている。

試作した白色LED光源は、蛍光灯と異なり点灯回路がシンプルでインバータ回路と鉄芯型（または電子型）安定器が不要である。また、LEDの寿命は蛍光灯の10倍あるので保守の費用も不要である。

白色LEDを700個配列したLED光源を2基用いて太陽電池パネル（電力109 W）により昼充電を行い、夜間に点灯を行う省エネルギー型照明用街灯を試作した。図3は2灯を点灯することにより3 mの直下で約660 lx（消費電力56 W）と非常に明るい白色LED照明用光源が作製出来た。現在、本機は工学部バス停前に設置（平成13年2月5日）され、バスを待つ市民の皆さんと夜道を歩く市民の皆さんの安全照明灯として役に立っている。



図3 省エネルギー型太陽電池式白色LED街灯

産業技術への貢献

白色LEDの発光効率の改善の技術を確認した。そして、白色LED多点光源をいち早く実用化し、街灯およびネオンサイン灯に応用し、LED照明の新しい産業応用の可能性を示した。今後、LED光源のコスト低減と回路設計の最適化を行う必要がある。

研究発表

- 1) 田口常正：LEDs（レズ）照明による21世紀のあかり；月刊ディスプレイ学会第18回年会講演概要集，p125，1999.5.15.
- 2) 田口常正：白色LEDと照明システム；O plus E, 8, 1028, (2000).
- 3) 田口常正：高光度LEDの技術革新と白色LED照明システムの展望；オプトロニクス，12, 112(2000).
- 4) Y. Uchida, T. Setomoto, T. Taguchi, Y. Nakagawa and K. Miyazaki: Characteristics of high-efficiency InGaN-based white LED lighting; Display Technologies IV Proc. 4079, 120 (2000).
- 5) K. Murakami, T. Taguchi and M. Yoshino: White illumination characteristics of ZnS-based phosphor materials excited by InGaN-based UV LED; Display Technologies III Proc. 4079, 112 (2000).
- 6) 田口常正、瀬戸本龍海：特願 1999-356644

グループメンバー

氏名	所属	職（学年）
田口 常正	工・電気電子工学	教授
小橋 克哉	工・電気電子工学	技官
瀬戸本 龍海	理工・電気電子工学	D
内田 裕士	理工・電気電子工学	M 1
村上 賢司	理工・電気電子工学	M 1

連絡先

電話 0836-85-9405（ダイヤルイン）

FAX 0836-85-9405（ダイヤルイン）

E-mail: taguchi@po.cc.yamaguchi-u.ac.jp