

## ハイブリッド型白色有機EL素子の設計と試作

日高佑輔, 岡田和之\*

### Design and Demonstration of White-light-emitting Diode with Hybrid Layers

Yusuke HIDAKA and Kazuyuki OKADA\*

#### Abstract

The white organic light emitting diodes with the hybrid layers of low molecule materials and polymer materials were designed and demonstrated. The white emissions of the Commission Internationale de l'Eclairage coordinates values of (0.31, 0.33) were experimentally obtained and would be induced by the relative enhancement of blue emission components.

keywords : Organic Light Emitting Diode , Light Source , White Light Emission

#### 1. はじめに

有機 EL 素子の特徴として薄型・高効率などが挙げられる。近年、照明デバイスへの応用について研究が進められている。<sup>1-4)</sup> 照明に必要な白色光を得るためには、青・緑・赤色の各発光成分を均等にする必要がある。現在行われている白色有機 EL 素子の研究では青色の発光成分が不足しており、白色の色座標への到達が困難とされている。発光材料には低分子材料と高分子材料の 2 種類が存在し、発光特性に違いがあり製造プロセスにも向き不向きがある。

本研究では、低分子と高分子の発光材料の検討を行い、照明に必要な白色光を得るためハイブリッド型 EL 素子を実験・試作した。この素子は複数の高分子有機材料を混合して成膜した混合層と低分子材料を個別に成膜した単独層を併用していることが特徴である。現状で不足している青色成分に発光効率の高い低分子材料を用い、その他の発光には高分子材料を使用することにより、容易に白色発光を得ることができる。と考える。

---

近畿大学大学院システム工学研究科

Graduate School of Systems Engineering, Kinki University

\*近畿大学工学部電子情報工学科

\*Department of Electronic Engineering and Computer Science,  
Faculty of Engineering, Kinki University

## 2. 有機 EL の素子構造

本実験では有機発光材料として低分子材料の  $\alpha$ -NPD と高分子材料の Nile-Red、Coumarin540 を使用した。低分子発光材料のみを使用した素子の構造を図 1 に、高分子の発光材料のみを使用した素子の構造を図 2 に、それら 2 つの構成を組み合わせたハイブリッド型 EL 素子の構造を図 3 に示す。また、図 1 に示した構造の有機 EL 素子を Type 1、図 2 を Type 2、図 3 を Type 3 とする。

<b>Mg/Ag</b>
<b>BCP</b>
<b><math>\alpha</math>-NPD</b>
<b>PVK</b>
<b>PEDOT:PSS</b>
<b>ITO</b>
<b>ガラス基盤</b>

図 1 Type 1 の素子構造

<b>Mg/Ag</b>
<b>BCP</b>
<b>PVK Bu-PBD Nile-Red Coumarin540</b>
<b>PEDOT:PSS</b>
<b>ITO</b>
<b>ガラス基盤</b>

図 2 Type 2 の素子構造

<b>Mg/Ag</b>
<b>BCP</b>
<b><math>\alpha</math>-NPD</b>
<b>PVK Bu-PBD Nile-Red Coumarin540</b>
<b>PEDOT:PSS</b>
<b>ITO</b>
<b>ガラス基盤</b>

図 3 Type 3 の素子構造

Type 3 の作製手順について以下に示す。大きさ 20 mm  $\times$  20 mm の ITO 膜付きガラス基板をエッチングし、幅 5 mm の陽極を形成した。ホール注入層として、ポリエチレングジオキシチオフェン (PEDOT:PSS) を 2-プロパノールに溶解し、スピコート法を用いて陽極上に薄膜を形成した。ホール移動剤としてポリビニルカルバゾール (PVK)、電子移動剤として 2-(4-ビフェニル)-5-(4-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール (Bu-PBD)、緑色発光剤として Coumarin540、赤色発光剤として Nile-Red を使用し、これらの材料をジクロロエタンに溶解してスピコート法により PEDOT 層の上部に成膜した。その後、青色発光剤として  $\alpha$ -NPD、ホールブロック剤として BCP、陰極として Mg/Ag を順次、真空蒸着した。陰極は ITO 陽極と直交するように形成した。

## 3. 計測装置の配置

発光スペクトルの計測にはファイバマルチチャンネルフォトメーター (分光計器(株)、K-1013) を使用した。測定点からフォトメーターへの導光には光ファイバを用いた。ファイバのコア径は 0.4 mm、ファイバの入射面と素子の発光面との距離は 2 mm である。

色度座標の計測には色彩輝度計 ((株)トプコン、BM-7) を使用した。色彩輝度計の入射面と素子の発光面との距離は 50 cm である。

## 4. 実験結果および検討

有機 EL 素子を一定電圧で駆動し、その発光スペクトルおよび色度座標を記録した。Type 1 と Type 2 の発光スペクトルをそれぞれ図 4、図 5 に示す。駆動電圧は、図 4 の場合が 22 V、図 5 の場合が 24 V である。Type 1 の発光スペクトルには 430 nm と 490 nm を中心とした発光成分がみられ、青色の発光を示した。これは  $\alpha$ -NPD に起因する発光ピークであると考えられる。Type 2 の発光スペクトルでは 490 nm と 570 nm に発光ピークが観測され、それぞれの発光成分は Coumarin540 と Nile-Red に起因していると考えられる。

Type 3 を 20 V で駆動して得られた発光スペクトルを図 6 に示す。このスペクトルでは 440 nm、490 nm、570 nm の 3 つの発光成分が確認でき、低分子・高分子の両スペクトルのピーク波長と一致していることが分かる。490 nm の発光成分は両スペクトルに見られるが、スペクトルの形状から Coumarin540 の発光成分が強く現れていると考えられる。

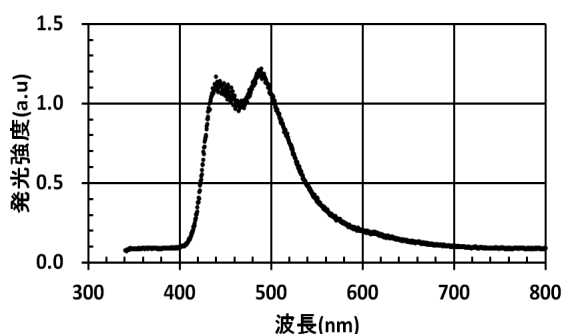


図 4 Type 1 の発光スペクトル(22 V)

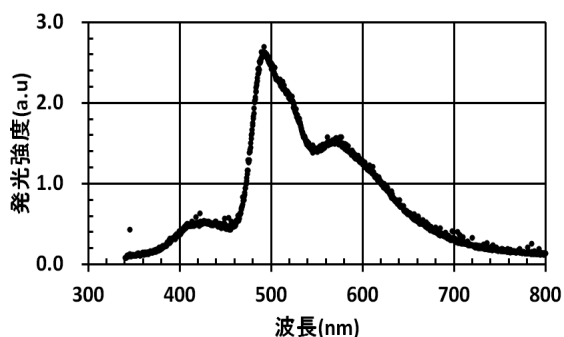


図 5 Type 2 の発光スペクトル(24 V)

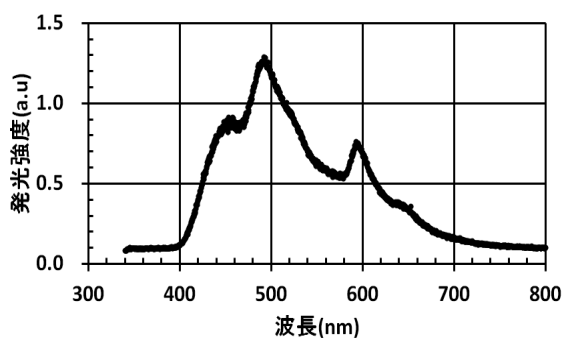


図 6 Type 3 の発光スペクトル(20V)

Type 3 を 14 V と 20 V で駆動して得られた発光スペクトルを図 7 に示す。14 V の発光スペクトルでは 440 nm から 500 nm にかけて  $\alpha$ -NPD による発光が強く現れている。駆動電圧を 20 V にすると、 $\alpha$ -NPD の発光成分が減衰し、その他の成分と同じ程度になっており、発光色が白色に近づいていると思われる。

Type 3 で構成された有機 EL 素子の色度座標を表 1 に、それをグラフ化したものを図 8 に示す。これらの計測値は同じ環境下で作製した 5 つの素子を個別に駆動して記録したものである。白色座標である  $(x,y)=(0.33,0.33)$  と比較すると、駆動電圧が 14 V 時の色度座標は青色の色度領域に偏っている。駆動電圧を 20 V にすると、青色成分の発光強度が弱くなり白色領域を通過して黄色領域の方向に推移している。このまま駆動電圧を上昇させると、青色の発光成分はほとんど無くなり、緑色と赤色の成分のみになると予想される。

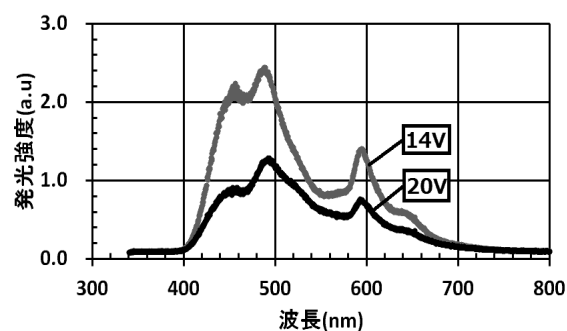


図 7 Type 3 の電圧変化

表 1 各素子の色度座標

device	電圧	CIE色度	
		x	y
1	14V	0.27	0.28
	18V	0.30	0.32
2	14V	0.28	0.22
	20V	0.33	0.31
3	14V	0.28	0.30
	20V	0.35	0.35
4	14v	0.28	0.28
	20v	0.29	0.33
5	14v	0.32	0.28
	20v	0.33	0.37

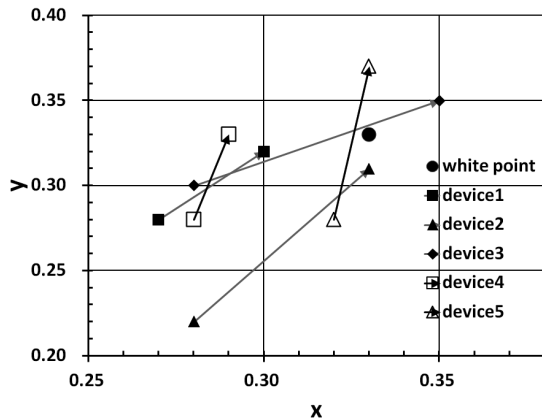


図8 色度座標図

青色の発光成分の減衰については、駆動電圧の変化に加えて有機材料の特性劣化が要因として考えられる。同じ素子において駆動電圧と駆動電流の時間変化を計測した。駆動電圧を0Vから18Vまで上昇させた場合は、電圧の上昇とともに電流も上昇する。しかし、18Vを超えて駆動電圧をさらに高くすると、駆動電流は低下していることが分かった。電流の低下の要因としては、有機層の劣化によりキャリアの移動が妨げられていることが考えられる。有機材料の特性劣化は不可逆性であることが多く、この要因が大きければデバイスとしての有用性は低くなる。素子劣化が発光色度に与える影響を詳しく調べる必要がある。劣化の影響が大きい場合、より低電圧で駆動可能な素子構造を検討しなければならない。

## 5. まとめ

ハイブリッド型EL素子を試作して青色発光成分の割合を高くし、色度座標(0.33,0.31)の白色発光を実現することができた。素子劣化に起因する発光色の変化を抑える必要があるが、素子構成や駆動条件を最適化することにより理想的な白色を実現できると考える。

## 参考文献

- 1) 有機EL最前線～パネル、照明から材料、プロセス、駆動まで～, 日経BP社(2011年).
- 2) 辻 博也, 伊藤 宜弘, 井出 伸弘: パナソニック 電工技報, Vol.57, No.4.
- 3) Young Hoon Lee, Byung -Kwon Ju, Woo Sik Jeon, Jang Hyuk Kwon, O.Ok Park, Jae-Woong Yu, Byung Doo Chin: Synthetic Metals, Vol.159, 325-330 (2009).
- 4) 水野 祐希, 三上 明義: 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.107, No.307, OME 2007-53 (2007).