

発光剤混合型 EL 素子の発光色可変に関する研究

島大吾、岡田和之*

Investigation on Color-variable Characteristics of Electroluminescent Device with an Emissive-materials-blended Layer

Daigo SHIMA and Kazuyuki OKADA*

Abstract

The color-variable emission was observed from the organic electroluminescent device with an emissive-materials-blended layer produced by spin-coat method. The electroluminescence varied from the red dominated by the emission of NILE-RED to the green with a strong contribution of Coumarin540 as the driving voltage increased.

Keywords: Organic EL device, EL spectrum, Dye, Polymer

1. はじめに

液晶やプラズマに続く次世代ディスプレイとして有機 EL 素子が注目を集めている。有機 EL ディスプレイの開発研究では、発光効率の観点から低分子系材料を用いた多層型素子が主流である。一方、高分子系材料を用いた EL 素子は、画素を印刷できるため、大型ディスプレイを製造できる可能性がある。高分子有機 EL ディスプレイの実用化に向けては、発光色の制御

が一つの重要な課題となる。このように EL 素子の発光色の制御は、今後のディスプレイ開発において大きな役割を果たすと予想される。

有機 EL 素子のディスプレイへの応用では、赤 (R)・緑 (G)・青 (B) 色の 3 つの発光素子を 1 画素として、それぞれの強度を調整して画素の色を創り出している。1 つの素子で RGB の 3 つの成分を發し、それぞれの強度制御が可能になれば、1 画素を 1 素子で構成でき、

近畿大学大学院システム工学研究科

*近畿大学工学部電子情報工学科

Graduate School of Systems Engineering, Kinki University.

*Department of Electronic Engineering and Computer Science,
Faculty of Engineering, KINKI University.

より高精細なディスプレイが実現できると考える。

本論文では、一つの発光層に3種類の発光剤 NILE-RED、Coumarin540、BBOT を混合し、駆動電圧で発光色を制御することを試みた。

2. 有機 EL 素子の作製手順

大きさ 20mm×20mm の ITO 膜付ガラス基板を用意し、これをエッチングして幅 6mm のストライプ状の陽極を形成した。ポリエチレンジオキシチオフェン (PEDOT) を 2-プロパノールに溶解し、スピコート法を用いて ITO 付ガラス基板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)、発光剤として赤色に発光する NILE-RED、緑色発光剤に Coumarin540、青色発光剤に BBOT を使用した。これらの材料をジクロロエタンに混合・溶解したものをスピコートした後、真空蒸着法を用いて Mg-Ag 陰極を ITO 電極に直交するように形成した。

Mg-Ag
BCP
PVK,Bu-PBD、(NILE-RED) (Coumarin540)、(BBOT)
PE-DOT/PSS
ITO
ガラス基盤

図 1-a. 単色発光 EL 素子の構造

Mg-Ag
PVK,Bu-PBD、NILE-RED Coumarin540、BBOT
PE-DOT/PSS
ITO
ガラス基盤

図 1-b. 発光剤混合型 EL 素子の構造

単色発光素子では図 1-a に示したようにホールブロックを目的として BCP 層を採用した。色素混合型の素子では BCP 層は形成しなかった。(図 1-b)

3. 発光スペクトルの測定方法

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 (分光計器 (株)、K-1013) を使用した。測定点からフォトメータへの導光には、光ファイバを用いた。ファイバのコア径は 0.4mm、ファイバ入射端面と素子発光面との距離は 2mm である。

4. 実験結果および検討

有機 EL 素子の単色発光でのスペクトルを測定した。図 3 には赤色発光 EL 素子 (NILE-RED)、図 4 には緑色発光素子 (Coumarin540)、図 5 には青色発光素子 (BBOT) の発光スペクトルを示した。測定は発光強度が最も高くなった駆動電圧時に行った。この時の駆動電圧と駆動電流をそれぞれの図の下に示した。

図 5 には青色発光剤である BBOT の量を 0.005g (Type1)、0.011g (Type2) と変えた場合の発光スペクトルを示した。

図 3 では発光のピーク波長が 600nm、図 4 では発光のピーク波長が 500nm~540nm であることがわかる。図 4 では発光強度がフォトメータの許容値 4000 を超えたため、500nm~540nm の範囲でスペクトル強度が飽和している。図 5 では発光のピーク波長が Type1、Type2 とともに 450nm~470nm を示している。

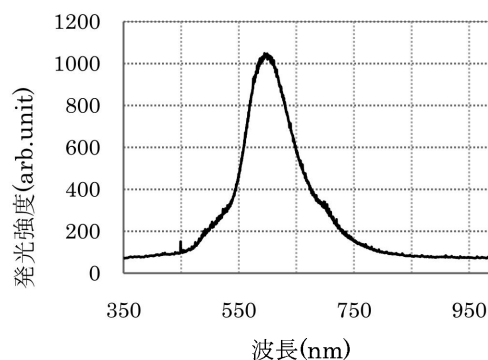


図 3. NILE-RED の発光スペクトル
(26V - 20.6mA)

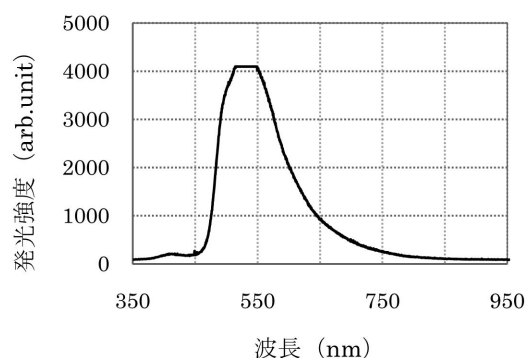


図 4. Coumarin540 の発光スペクトル
(23V - 24.3mA)

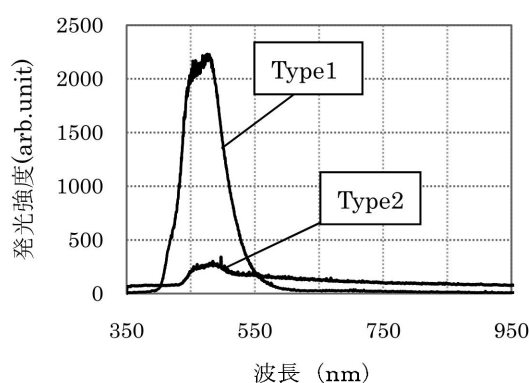


図 5. BBOT の発光スペクトル
(Type1 : 30V - 6.94mA , Type2 : 27V - 5.4mA)

最も発光が強くなる駆動電圧は、NILE-RED では 26V、Coumarin540 では 23V、BBOT では 30V と異なっている。これらの発光剤を混合した EL 素子では、駆動電圧が 26V 付近では NILE-RED が最も強く光り、素子の発光としては赤色を、30V では BBOT の発光成分が主となり、青色発光を観測できることが期待される。

図 5 の結果より Type1 と Type2 の発光強度に大きな変化が見られた。今回の実験では発光剤の濃度を高くすると発光強度が低下したが、この結果は発光剤の濃度を調節することで発光強度を調節できることを示唆している。

上記の観点から、NILE-RED・Coumarin540・BBOT を一つの層に混合した素子を作製し、この素子の駆動

電圧を順次上昇させた。図 6 には、駆動電圧が 18V、20V、22V の発光スペクトルを示す。18V では 600nm、20V では 500nm と 600nm、22V では 500nm に発光の成分がある。この発光剤混合型 EL 素子では、電圧を上げることによって 600nm 付近の赤色から 500nm 付近の緑色を中心とする発光のスペクトルに変化していることが分かる。また、駆動電圧を 22V から 18V に下降させると発光色は緑色から赤色に戻った。今回作製した素子では、青色成分が十分な発光を呈していない。しかし、上述の観測結果は、発光剤の混合比率を調整することにより駆動電圧で発光剤混合型 EL 素子の発光色 (スペクトル) を可変・制御できることを裏付けるものである。

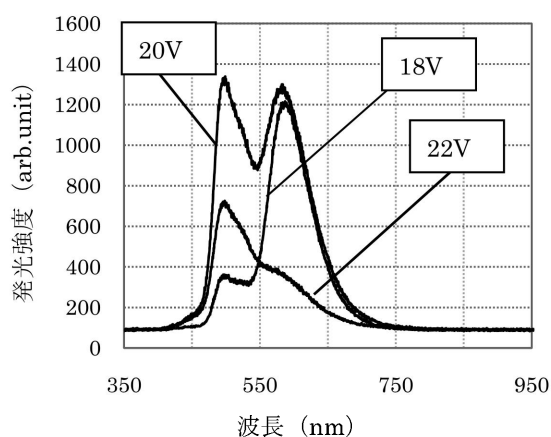


図 6. 発光剤混合型 EL 素子の発光スペクトル

青色発光を示す BBOT からの発光成分がほとんど観測されなかったのは、混合した色素分子間でのエネルギー移動が起こっているためと推測する。¹⁾ 今回使用した三種類の発光剤のエネルギー準位 (HOMO、LUMO 準位) を図 7 に示した。²⁻³⁾ 今回作製した EL 素子の場合、BBOT、Coumarin540、NILE-RED のそれぞれの色素分子が空間的に近接していることが想定される。この場合、BBOT の LUMO 準位に励起された電子は、エネルギー準位の近い別の分子 (Coumarin540 または NILE-RED) の LUMO 準位に移動する可能性がある。このため、励起状態の

BBOT 分子数が減少し、青色成分の発光を観測できなかったと思われる。

また、BBOT、Coumarin540、NILE-RED の順に LUMO 準位が低くなっているため、図 6 で示したように駆動電圧の上昇とともに LUMO 準位の低い NILE-RED から発光したと考える。

以上のことを考慮すると、赤色発光剤の濃度を低く、青色発光剤の濃度を高く調整する必要がある。しかし、図 5 に示したように濃度を高くし過ぎても発光強度が低下することも考慮しなければならない。

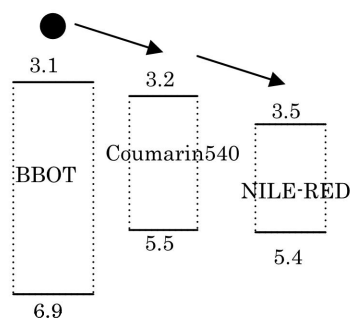


図 7. 混合型素子に使用した発光剤のエネルギー準位
(図中の数値の単位は eV)

5. まとめ

スピコート法により作製した三色混合型素子において、赤色・緑色の 2 つの発光成分を観測することができた。駆動電圧を上昇させると発光色が赤色から緑色に変化した。これは、駆動電圧による EL 素子発光色制御の可能性を示唆するものである。

参考文献

- 1) 城戸淳二：有機 EL のすべて、日本実業出版社、68-69、2004.
- 2) 田中陽助、芳原啓喜、田中翠子、草野浩幸、北川雅彦、小林洋志：映像情報メディア学会技術報告 22(58), 13-18, 1998-10-23.
- 3) Haipeng Zheng, Ruifeng Zhang, Fang Wu, Wenjing Tian, Jiacong Shen : Synthetic Metals, Vol.100, 291-295, 1999.