

## 有機 EL 素子の発光スペクトルに及ぼすホールブロック剤の影響

大西直人, 渡邊雄平\*, 長谷弥\*, 岡田和之\*

### Influence of Hole Blocking Material on Emission Spectrum in Organic Light-emitting Diode

Naoto OONISHI, Yuhei WATANABE\*, Sho HASE\* and Kazuyuki OKADA\*

#### Abstract

The emissions from the hole transport material as well as the emissive material were experimentally observed in organic light-emitting diode with blue or green emissive materials. The emissions from the hole transport material were reduced by addition of hole blocking layer. In the OLED with red emissive material, several emission components from the emissive material were observed. The accumulation of holes in the emissive layer would enhance the emissions from the emissive material.

Keywords : Organic Light-emitting Diode, Emission Spectrum, Carrier

#### 1. はじめに

有機 EL 素子とは有機材料に電流を流すことにより発光させる電界発光デバイスである。有機 EL 素子は自発光・薄型という特徴を生かしてディスプレイ分野への展開が広がっている。現在、携帯電話のような小型ディスプレイに広く普及しており、今後、テレビのような大型ディスプレイへの活用も見込まれている。ディスプレイとしての応用では発光色（スペクトル）が重要である。一般的なカラー表示には赤色(R)、緑色(G)、青色(B)の三原色が使用されており、これらを混ぜてフルカラーを表現する。混色であるた

め再現できる色の領域は、原色の発光剤の発光スペクトルで決まる。しかし、これまでに試作した有機 EL 素子において、想定した発光スペクトルを示さないことが多々あった。これには、発光剤だけでなく、有機膜中のキャリア移動の影響が大きいと考えた。一般的にホールの移動度は電子の移動度より小さく、有機膜中のホールの振る舞いが発光特性に大きな影響を与えることが予想される。

本研究では、主にホール移動に着目して発光スペクトルへの影響を比較・検討した。

---

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

2. 有機 EL 素子の作製手順

基板として ITO 膜付ガラス (20×20[mm]) を使用し、エッチング処理により幅 6[mm]の陽極を形成した。正孔注入層を形成するため PEDOT をプロパノールで 1:2 となるよう希釈した。これを攪拌したものをガラス基板上の陽極面を覆う形でスピコートした。次に、PVK、Bu-PBD、および発光剤を 1,2-Dichloroethane に溶解させた。正孔注入層と同様に、この溶液を塗布して発光層を形成した。真空蒸着装置を用いて BCP を蒸着し、その後、Mg/Ag による陰極を作製した。この金属電極の幅は約 7[mm]であり、短絡を避けるために陽極と直交するように形成した。

今回の実験では赤色発光剤として NILERED を、緑色発光剤として Coumarin540 を、青色発光剤として BBOT を使用した素子を作製した。それぞれの素子に対してホールブロック効果を持つ BCP 層を付加した時と付加していない時、および発光剤を含まない素子での発光スペクトルを観測した。PVK、BuPBD、発光剤は混在して一つの層を形成している。作製したそれぞれの素子の構造を図 1~4 に示す。

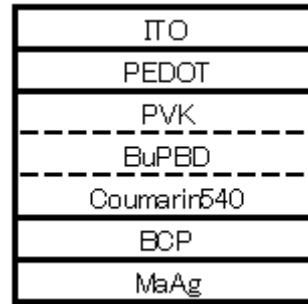


図 3. 緑色発光素子の構造

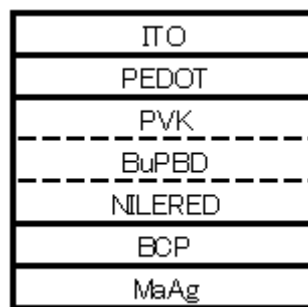


図 4. 赤色発光素子の構造

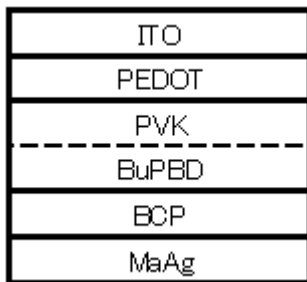


図 1. 発光剤を含まない素子の構造

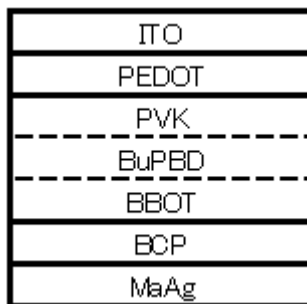


図 2. 青色発光素子の構造

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 (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動向には、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。Photoluminescence (以下 PL と略す) の計測にはブラックライト ((株)東芝 EFD15BLB-T) を使用した。

4. 実験結果および検討

有機 EL 素子の発光スペクトルを測定した。図 5 には発光剤を含まない素子の EL と PVK の PL を示す。図 6~8 には青、緑、赤色発光素子の BCP 層を付加した時としないときの EL と発光材料 (BBOT、Coumarin540、NILERED) の PL をそれぞれ示す。NILERED の PL は測定できなかった。測定は発光強度が最も高くなった駆動電圧時に行った。発光スペクトルを比較し易くするため、最高強度を 1 として波形を整えた。

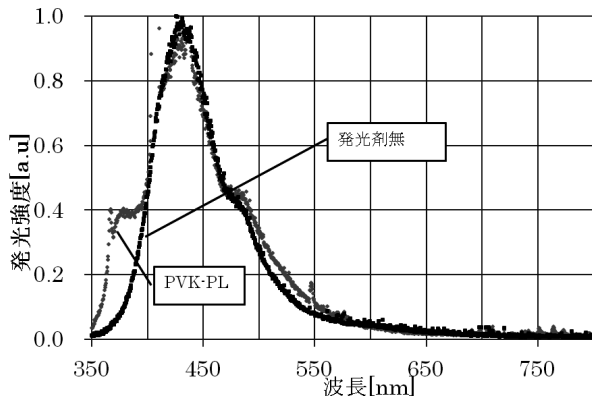


図 5. 発光剤を含まない素子の発光スペクトル

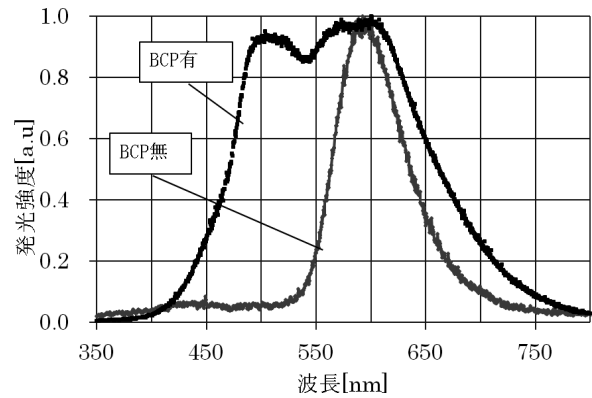


図 8. 赤色発光素子の発光スペクトル

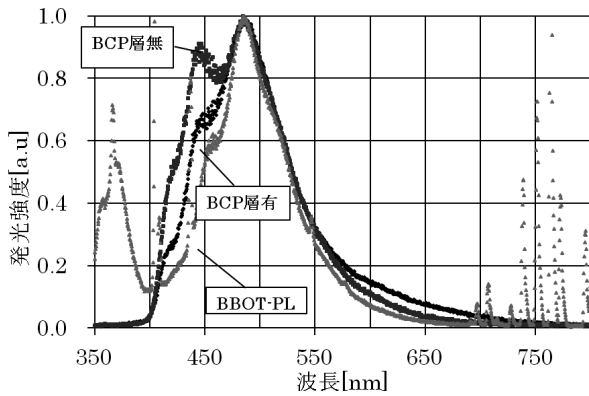


図 6. 青色発光素子の発光スペクトル

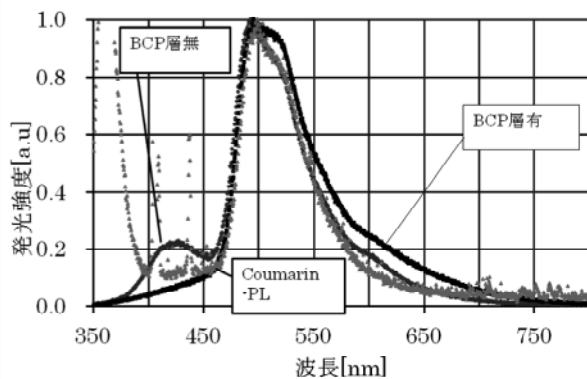


図 7. 緑色発光素子の発光スペクトル

発光剤を含まない素子の発光スペクトルでは 430nm と 480nm の 2 つの発光成分が観測された。(図 5) PVK の PL スペクトルでは 360nm と 430nm と 480nm の 3 つの発光成分が観測された。360nm はブラックライトの発光

成分である。その他の 430nm と 480nm の発光成分は、発光剤を含まない素子の発光成分と一致する。したがって、発光剤を含まない素子で観測された発光は PVK に起因する可能性が高い。

青色発光素子の発光スペクトル (図 6) では、BCP 層を付加しない素子では 440nm と 480nm の 2 つの発光成分が観測された。BCP 層を付加すると 440nm の発光成分は見られなくなり、BBOT の PL のスペクトル形状とほぼ一致した。

緑色発光素子 (図 7) の場合も同様の傾向が観測された。BCP 層を付加していない素子の発光スペクトルでは、430nm と 500nm の 2 つの成分が観測された。BCP 層を付加すると 430nm のピークは見られなくなり、Coumarin540 の PL のスペクトルの形状とほぼ一致した。

青色発光素子と緑色発光素子で BCP 層を付加しないときに観測された発光剤の成分以外のピークについて考える。図 5 からわかるように発光剤を付加しない素子と PVK の PL はほぼ一致している。その主な発光ピークは 430nm にあり、青色発光素子や緑色発光素子に BCP 層を付加したときに見られなくなった 430nm や 440nm の成分とほぼ一致している。したがって、BCP 層を付加しない素子では PVK も発光していると結論できる。

図 9、10 に青色発光素子と赤色発光素子のバンド構造図を示す。BCP 層を付加することによって BCP の持つホールブロック効果により隣接する層にホールが蓄積する。(図 9) これらの層の中でバンドギャップエネルギーの最

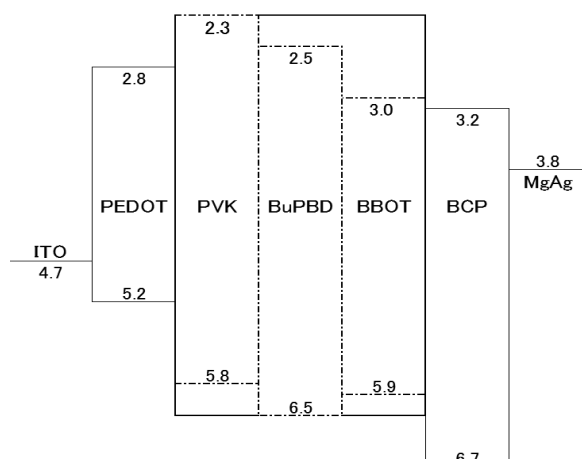


図 9. 青色発光素子のバンド構造

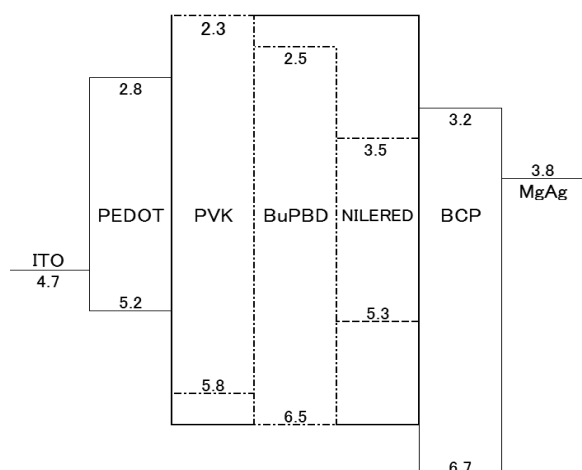


図 10. 赤色発光素子のバンド構造

も小さい BBOT や Coumarin540 で優先的に再結合され、PVK よりも優先的に発光する。発光剤として本来の発光成分が得られると推察できる。

赤色発光素子の発光スペクトルでは BCP 層を付加せずとも PVK の発光は観測されなかった。(図 8) NILERED のバンドギャップは BBOT や Coumarin540 よりもさらに小さく、PVK よりも優先的に発光したと考えられる。(図 10) BCP 層を付加すると 500nm や 560nm といった別の発光成分が観測された。BCP 層のホールブロック効果により NILERED にホールが過剰に蓄積し、NILERED の複数の HOMO 準位にホールが分散して発光した可能性がある。

## 5. まとめ

有機 EL 素子にホール移動剤として PVK を使用した場合、発光剤からだけでなく PVK からの発光も観測された。PVK の発光は Coumarin540 もしくは BBOT を使用した素子で顕著に観測された。BCP 層を設けてホールの蓄積を促すことにより発光剤からの発光が促進され、相対的に PVK の発光を抑えることができた。

NILERED を使用した素子では PVK からの発光は観測されなかった。BCP 層を設けた場合、ホールが過剰に蓄積し、NILERED の複数のバンドギャップからの発光が観測される可能性が高い。

## 参考文献

- 1) Jihau Yang, Keith C. Gordon : Chemical Physics Letters, 275, 649-654 (2003).
- 2) A. S. Yapi, L. Toumi, Y. Lare, G. M. Soto, L. Cattin, K. Toubal, A. Djafri, M. Morsli, A. Khelil, M. A. Del Valle, J.-C. Bernède : The European Physical Journal Applied Physics, 50, 3, 30403 (17/05/2010).
- 3) 材料科学の基礎 : シグマアルドリッチジャパン株式会社, 5, (2009).
- 4) Yasser A.M. Ismail, T. Soga, and T. Jimbo : International Scholarly Research Network, ISRN Renewable Energy, Vol. 2012, 8.
- 5) FLORIAN PSCHENITZKA : PATTERNING TECHNIQUES FOR POLYMER LIGHT-EMITTING DEVICES, June(2002).
- 6) Takahiro Yoshikawa, Kei Onuki, Yoshiaki Noto, Nobuyuki Iwata and Hiroshi Yamamoto : College of Science & Technology.