

正孔輸送材料に依存した緑色リン光有機 EL 素子特性

Hole-Transporting Material dependent device characteristics of the green PHOLEDs

東理大院理¹, NHK 技研²○桐林 幸弘¹, 清水 貴央², 鎌田 大介¹, 長田 佳周¹, 山本敏裕², 深川 弘彦^{1,2}Tokyo Univ. of Science¹, NHK Sci. & Tech. Res. Labs.²○Y. Kiribayashi¹, T. Shimizu², T. Kamada¹, Y. Osada¹, T. Yamamoto², H. Fukagawa^{1,2}E-mail: j1212617@ed.kagu.tus.ac.jp

【序論】有機 EL 素子を用いた省電力なディスプレイや照明の実現には、リン光有機 EL 素子の高効率化・長寿命化が必要である。リン光有機 EL 素子は主に正孔輸送層/発光層/電子輸送層で構成され、発光層のホスト材料の多くはカルバゾール誘導体等の正孔輸送材料であった[1]。したがって、それらホスト材料を発光層に用いた素子の高効率化に必要な、ワイドギャップでかつ高い三重項エネルギー(E_T)をもつ電子輸送材料が開発されてきた[2]。近年、両電荷輸送性や電子輸送性のホスト材料が数多く報告されている[1]。そのため、高効率化・長寿命化に適した正孔輸送材料も必要だと考えられる。赤色リン光有機 EL 素子については、4,4'-bis [N-(1-naphthyl)N-phenylamino]biphenyl (α -NPD)を用いて高効率・長寿命な素子を実現できている[3]。しかし、緑色リン光有機 EL 素子の高効率化・長寿命化に適した正孔輸送材料の報告はない。そこで我々は、電子輸送性のホスト材料である bis[2-(2-hydroxyphenyl)-pyridine]beryllium (Bepp₂)を用い正孔輸送材料に依存した緑色リン光有機 EL 素子の効率と寿命を調べた。その結果、緑色リン光有機 EL 素子の高効率化・長寿命化に適した正孔輸送材料の基本分子構造を明らかにしたので報告する。

【実験】有機 EL 素子の構造は ITO/PEDOT:PSS/ α -NPD/正孔輸送材料/Bepp₂:Ir(mppy)₃/TPBI/LiF/Al とした。正孔注入層の PEDOT:PSS をスピンコート法により成膜し、他の層は真空蒸着法により成膜した。正孔輸送材料には α -NPD、4,4'-bis[N,N'-(3-tolyl)amino]-3,3'-dimethylbiphenyl (HMTDP)等バンドギャップや E_T の異なる材料を用いた。

【結果】図 1 に正孔輸送材料として α -NPD、HMTDP を用いた素子の外部量子効率(EQE)-電流密度(J)特性と $J = 10 \text{ mA/cm}^2$ での EL スペクトルを示す。 $J = 1 \text{ mA/cm}^2$ での EQE は α -NPD を用いた素子で 10.2%、HMTDP を用いた素子で 18.3%であった。 α -NPD の EQE が低い原因として、 α -NPD の発光が EL スペクトルに観測されたことが考えられる。これは α -NPD/Bepp₂ 界面での α -NPD の低い電子ブロック性のため α -NPD で直接再結合した励起状態が存在しうること、および Bepp₂ の一重項エネルギーが α -NPD にエネルギー移動したためである[4]。また α -NPD の E_T (2.28 eV)がゲスト材料の Ir(mppy)₃ の E_T (2.35 eV)より低く、ゲスト材料の三重項励起子からの発光が消光されると考えられる[5]。一方で HMTDP の電子ブロック性は高く、Bepp₂ から HMTDP への一重項エネルギーのエネルギー移動も起こらない。それに加え HMTDP の高い E_T (2.41 eV)によりゲスト材料の三重項励起子からの発光は消光されない。このように電子輸送性のホスト材料を用いたリン光有機 EL 素子の EQE は正孔輸送材料のバンドギャップに依存する。また EQE だけでなく、輝度半減寿命も正孔輸送材料に依存する結果が得られた。その他の正孔輸送材料を用いた素子の EQE 及び寿命についての詳細は当日報告する。

【謝辞】本研究の一部は、総務省の委託研究「究極の省電力ディスプレイ実現に向けた高効率・長寿命有機 EL デバイスの研究開発」として実施したものです。

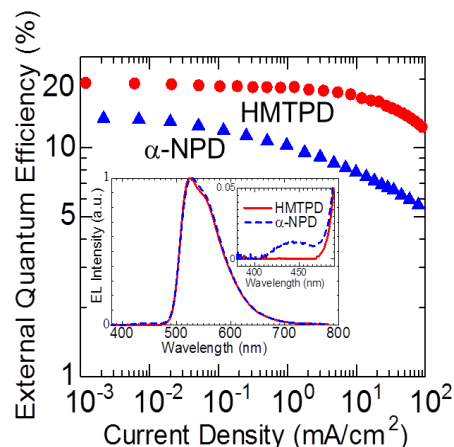
[1] L. Xiao et al., *Adv. Mater.* **23**, 926 (2011)[2] S.-J. Su et al., *Adv. Mater.* **20**, 2125 (2008)[3] H. Fukagawa et al., *Adv. Mater.* **24**, 5099 (2012)[4] W. S. Jeon et al., *Adv. Mater.* **92**, 113311 (2008)[5] K. Goushi et al., *J. Appl. Phys.* **95**, 7798 (2004)

図 1 外部量子効率－電流密度特性