



多層構造を有する低分子塗布型白色有機 EL 素子の作製

Multilayer small molecule white OLEDs fabricated by solution-process

山形大院理工¹, 山形大 ROEL², 山形大 INOEL³

○(DC)相澤直矢¹, 夫勇進^{1,2}, 硯里善幸^{1,3}, 笹部久宏^{1,2}, 城戸淳二^{1,2,3}

Department of Organic Material Engineering¹, Research Center for Organic Electronics², Innovation Center for Organic Electronics³, Yamagata University

○(DC) Naoya Aizawa¹, Yong-Jin Pu^{1,2}, Yoshiyuki Suzuri^{2,3}, Hisahiro Sasabe^{1,2}, Junji Kido^{1,2,3}

E-mail: pu@yz.yamagata-u.ac.jp, kid@yz.yamagata-u.ac.jp

【緒言】 塗布型有機 EL の高性能化には、高度に機能分離した多積層構造が有効である。近年、溶解性が直交した 2 種類の溶媒を用いた、高分子発光層上への親水性電子輸送層の積層による塗布型白色有機 EL 素子が報告されてきたが、電力効率は 23 lm/W 程度に留まっている¹⁾。一方、低分子材料は分子構造を明確に規定でき高純度化が可能であるため、塗布型有機 EL のさらなる高性能化が期待される。しかし、一般的な低分子薄膜はアルコール系の貧溶媒にも容易に溶解してしまうため、低分子塗布型有機 EL において積層構造の形成は困難であった。そこで本研究では、低分子発光層/電子輸送層の積層構造を可能とする材料群を開発し、これにより有機層 4 層を全て塗布成膜した白色有機 EL の作製に成功し、100 cd/m² 時 34 lm/W、外部量子効率 21% を達成した。

【実験・結果】 17 種類のリン光ホスト分子薄膜の 1-プロパノール、2-プロパノール、エタノール、メタノールへの溶解性を、スピリンス前後での UV 吸光度の差により算出した残膜率から検証した。2-プロパノールにおいて最も高い残膜率を示し、電子輸送層の塗布溶媒としての高い有用性を明らかにした。残膜率カーブのフィッティングから、2-プロパノール塗布後に 95% 以上の膜厚を保持するためには、ホスト材料の分子量は 767 以上である必要があり、これを満たす BCzTPA²⁾ (Mw. 818) と BCzTPh (Mw. 788) を発光層ホスト材料に選択した。

Figure 2(a) に示す素子構造にて、有機層 4 層を全て塗布した白色有機 EL を作製した。発光層での RGB 発光材料には Ir(Fppy)₃、Ir(ppy)₃、Ir(phq)₃ をそれぞれ用いた。また、電子輸送性材料には 2-プロパノールに良溶であるビス(ジフェニルホスフィンオキシドフェニル)ベンゼン(BPOPb)を用いた。各層の膜厚および発光層の混合比を最適化した素子は、CIE(x,y) = (0.43, 0.43)、CRI = 70 (3300 K) の白色発光を示し、100 cd/m² 時 34 lm/W、外部量子効率 21% を達成した。電子輸送層 BPOPb を蒸着により成膜した素子と比較して、塗布成膜した素子ではより高い電力効率を示し、電子輸送層/発光層界面での電子注入障壁の低減が示唆された。分子設計および素子作製法の詳細や電子輸送層の成膜方法による素子特性の違い、TOF-SIMS により測定した素子深さ方向組成と素子特性の相関についても詳しく議論する。

【謝辞】 本研究は JST 戦略的イノベーション創出推進プログラムの助成を受けたものです。また本研究における TOF-SIMS の測定に関し、アルバック・ファイ株式会社に感謝いたします。

¹⁾ F. Huang *et al.*, *Adv. Mater.* **2009**, *21*, 361. ²⁾ H. Sasabe, *et al.*, *Adv. Mater.* **2012**, *24*, 3212.

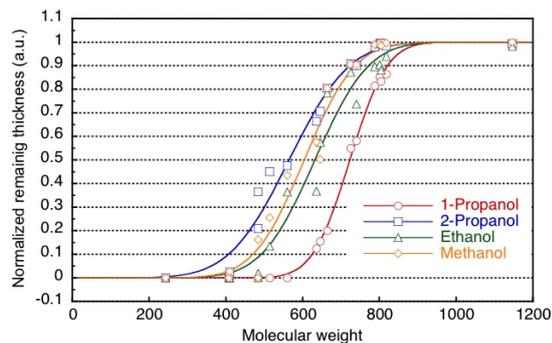


Figure 1. Normalized remaining thickness of the molecular thin films after rinsing with pure 1-propanol, 2-propanol, ethanol and methanol as a function of molecular weight.

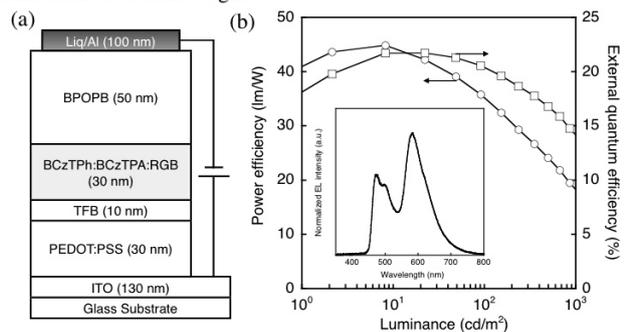


Figure 2. (a) Device structure of the solution-processed small-molecule white OLEDs. (b) Power efficiency and external quantum efficiency as a function of luminance. Inset: electroluminescence spectra of the device.