塗布型電子注入層による有機EL素子の低電圧化と長寿命化

Solution-processed electron injection layer for low driving voltage and long lifetime of OLEDs

○千葉貴之, 夫勇進, 引地達也, 井出貴文, 河田総, 大久哲, 城戸淳二 (山形大院有機材料システム)
○Takayuki Chiba, Yong-Jin Pu, Tatsuya Hikichi, Takafumi Ide, So Kawata, Ohisa Satoru, Junji Kido
(Yamagata University) E-mail: T-chiba@yz.yamagata-u.ac.jp

【緒言】アミノ基含有の脂肪族系高分子材料polyethyleneimine-ethoxylated(PEIE)は、アルコール溶媒に可溶なことから塗布成膜可能な電子注入材料として近年大きな注目を集めている[1~3]。PEIEは酸化亜鉛(ZnO)などの酸化物との多積層構造において、大きな双極子モーメントを形成し、電子注入障壁を大幅に低減することが知られている。しかし、駆動安定性が乏しく素子の長寿命化が課題である。本研究では、アルカリ金属と有機配位子から成るリチウムフェノラート錯体(lithium 8-quinolate, Liq)をPEIEに添加しすることで、ZnOの仕事関数をさらに低減すると同時に、駆動安定性の大幅な改善に成功した。緑色リン光材料を用いた有機EL素子での低電圧化と長寿命化を報告する。

【実験・結果】PEIE および Liq(図 1a)はアルコール溶媒に可溶なため、スピンコート法により塗布成膜が可能である。PEIE に対する Liq のドープ濃度を 0, 10, 30, 50, 70, 90, 100wt%で変化させ、紫外光電子分光法から ZnO のエネルギー準位を評価した(図 1b)。PEIE の積層により ZnO の仕事関数は 4.0 eV から 3.6 eV まで低下する一方で、Liq の添加(50wt%)添加によりさらに 3.3 eV まで低減することを明らかにした。PEIE と Liq の混合膜の吸収スペクトルにおいて、Liq 単膜に比べ PEIE 濃度が増加するにつれて、Liq の吸収は長波長化を示し、PEIE と Liq の相互作用が示唆された。密度汎関数計算により Liq とアミノ基が近接することでより大きな双極子モーメントが形成する結果が得られており、ZnO との多積層膜における仕事関数の低減を説明できる。

ZnO/PEIE:Liq を電子注入層に用いた緑色リン光有機 EL 素子において、Liq 添加量を増加することで低電圧駆動することから、ZnO の仕事関数変化と相関性が得られた。さらに、定電流密度下における耐久試験において、ドープ濃度の増加に伴い有機 EL 素子の長寿命化に成功した(図 1c)。Liq 未添加では、1000 cd/m^2 における輝度半減が 135 時間であるのに対し、50wt%の Liq 添加では 700 時間を達成した。以上のことから、PEIE に Liq を添加することで、ZnO の仕事関数をさらに低減させ、有機 EL 素子の低電圧化と長寿命化の両立に成功した。

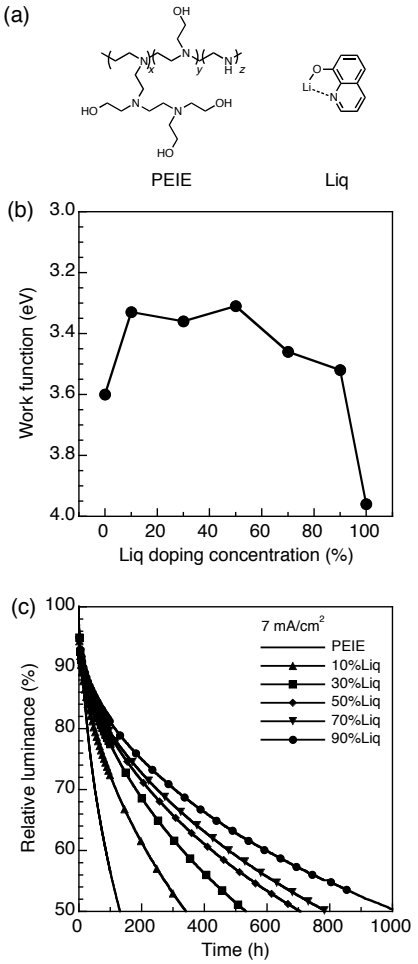

図.1 (a) PEIEとLiqの分子構造, (b) PEIE:Liq混合膜によるZnOの仕事関数変化, (c) 耐久寿命特性

【参考文献】

1) Y. Zhou et al., *Science* **2012,** *336,* 327; (2) Y.-J. Pu et al., *Adv. Mater.* ***2015****, 27,* 1327; (3) T. Chiba et al., *Adv. Mater.* ***2015****, 27,* 4681.

© 2017年 応用物理学会