

塗布型タンデム有機EL素子における 電子注入層/電荷発生層の駆動機構解析

Mechanism Analysis of Electron Injection Layer and Charge Generation Layer in Solution-Processed Tandem Organic Light-Emitting Diodes

○春日恒祐, 夫勇進, 大久哲, 千葉貴之, 城戸淳二
山形大院有機材料システム

Kosuke Kasuga, Yong-Jin Pu, Satoru Ohisa, Takayuki Chiba, Junji Kido
Graduate School of Organic Materials Science, Yamagata University

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

【緒言】

塗布型タンデム有機EL素子(図1)の作製において、電荷発生層および1段目ELユニット電子注入層の適切な材料選択と塗布積層は、極めて重要である¹⁾。我々は、酸化亜鉛(ZnO)ナノ粒子とポリエチレンイミンエトキシレート(PEIE)の積層膜が電子注入層として非常に有効であるばかりでなく、リンモリブデン酸(PMA)とポリアリールアミン(TFB)から成る電荷発生層を塗布積層する際に、PEIEが塗布溶媒の下層への浸透を有効に防止している事を明らかにしてきた。

しかし、ZnO/PEIE膜の積層構造は十分に分かっておらず、性能改善のためには詳細な理解が必要である。ZnOナノ粒子膜では粒子間に空隙があるため、上層PEIEを成膜した際に、粒子間隙への染み込みが予想される。X線反射率法により、ZnOナノ粒子膜およびPEIE膜の単層膜と積層膜の膜厚を算出し積層構造を評価した。また、それぞれの単層膜の乾燥温度・膜厚が、上層溶媒の浸透防止やCGLから1段目ELユニットへの電子注入特性に与える影響を明らかにした。

【結果・考察】

PEIEの単層膜が4, 8, 20, 40, 60, 80, 100 nmで成膜される条件において、ZnO 40 nm上にPEIEを積層すると、その積層膜の膜厚はそれぞれ40, 40, 48, 56, 78, 98, 117 nmとなった(表1)。X線反射率法により算出した積層膜厚は、それぞれの単膜膜厚の和よりも薄くなり、これは上層PEIEがZnOナノ粒子膜に染みこんでいることを示唆している。PEIE単層膜厚が4, 8 nmの場合、PEIEはZnO膜上に露出せず、ほとんどがZnO膜に入り込んでいる。また単膜合計と測定膜厚の差が、23 nm程度で頭打ちになっていることから、ZnO 40 nmの膜では最大でも23 nm程度に相当する分量のPEIEが染みこむことを示している。したがって、ZnO/EML界面まで染みこんだPEIEにより電子注入障壁が低減していると考えられる。しかし、PEIEは絶縁性であるため駆動電圧の低減のためには、できるだけ薄膜である必要があるが、上層溶媒の浸透防止のためにはできるだけ厚膜である必要があり、両立のための最適化が重要である。

表1. ZnOとPEIEの単層膜と積層膜の膜厚 (単位はnm)			
積層膜	測定膜厚	単層膜の和	差
ZnO (40) / PEIE (4)	40	44	4
ZnO (40) / PEIE (8)	40	48	8
ZnO (40) / PEIE (20)	48	60	12
ZnO (40) / PEIE (40)	56	80	24
ZnO (40) / PEIE (60)	78	100	22
ZnO (40) / PEIE (80)	98	120	22
ZnO (40) / PEIE (100)	117	140	23

【参考文献】 1) Pu et al., *Adv. Mater.* **27**, 1327 (2015); Chiba et al., *Adv. Mater.* **27**, 4681 (2015).

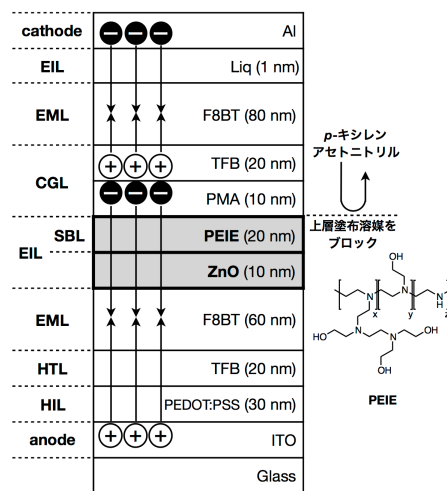


図1. 塗布型タンデム有機EL素子の構造 (SBLはsolvent blocking layerの略)