

オール溶液プロセスによる高効率フルオレン系高分子 EL 素子に向けた 電子輸送性界面層の検討

Study on electron transporting buffer layer for high efficiency fluorene-based polymer light-emitting diodes by all-solution process

阪大院工 ○山本 達郎, 梶井 博武, 大森 裕

Osaka Univ. ○Tatsuro Yamamoto, Hirotake Kajii, Yutaka Ohmori

E-mail: ohmori@oled.eei.eng.osaka-u.co.jp

諸言: 有機 EL 素子では、製造過程において真空環境を必要としない溶液プロセスが研究されているが、バッファ層・陰極電極も含めた溶液プロセス、いわゆるオール溶液プロセスによる有機 EL 素子は実用化に至っていない。一方近年、低温処理で溶液プロセス可能な銀ナノペーストを用いた電極形成が注目されている。そこで本研究では、オール溶液プロセス実現に向けて、Poly(9,9-dioctylfluorene-alt-benzothiadiazole)(F8BT)を発光層に用いた高分子 EL 素子において、銀電極から電子注入可能でかつ溶液プロセスで成膜可能なバッファ層の検討を行った。更に、陰極電極も溶液プロセスで成膜し、高効率なオール溶液プロセス高分子 EL 素子を実現することを試みた。

実験及び結果: ITO ガラス基板上に、スピコート法にて正孔注入層として導電性高分子 PEDOT:PSS を 40nm 成膜した後、インターレイヤーとして poly(9,9-dioctyl-fluorene-co-N-(4-butylphenyl)-diphenylamine) (TFB) を 10nm 成膜し、窒素雰囲気中で 200℃に加熱し不溶化させた。その上に、発光層として F8BT を 50nm 積層した。その後、バッファ層として F8BT が不溶なアルコール系溶媒を用いた Cs₂CO₃ や Poly[(9,9-di(3,3'-N,N'-trimethyl-ammonium)propylfluorenyl-2,7-diyl)-alt-(9,9-dioctylfluorenyl-2,7-diyl)]diiodide salt endcapped with dimethylphenyl (PFNR₂) と Cs₂CO₃ の混合溶液を成膜した。その後、陰極電極として Ag を真空蒸着法により形成した。また、比較として陰極電極に CsF(3nm)/Al/Ag を用いた素子を作製した。これらの電流効率特性の比較を図 1 に示す。CsF を挿入した素子は最大電流効率 1.8cd/A であるのに対し、10nm の PFNR₂:Cs₂CO₃ 混合層を用いた素子は最大電流効率 7.7cd/A を示した。これは PFNR₂:Cs₂CO₃ が、CsF 以上に電子注入を促し、キャリアバランスを改善する働きを持つことを示している。

次に、各バッファ層の応答特性への影響について検討した。素子面積は 0.3mm² とし、それぞれの素子に周期 1kHz、パルス幅 10 μs の矩形波電圧を印加し、立上り時間、立下り時間を測定した結果を図 2 に示す。立上り時間は CsF と PFNR₂:Cs₂CO₃ を用いた素子では電流に対し単調減少を示した。一方、Cs₂CO₃ を用いた素子では 7V 以上で遅くなっている。これは、電流の立上りの遅れによるものであり、Cole-Cole プロットによる解析から等価回路考えると素子の negative capacitance 成分が関係していると考えられる。また、立下り時間に着目すると、CsF を用いた素子だけが、他の素子に比べて早くなっている。これは、CsF を用いた素子では電子注入が悪いことにより金属電極に接近した領域で発光しているため、拡散により電子が電極に移動するまでの時間が早いことが一因であると考えられる。

また、PFNR₂:Cs₂CO₃ を用いた素子において、陰極として銀ナノペーストを成膜し、窒素雰囲気中で 150℃に加熱焼成した素子を作製したところ、最高輝度約 1 万 cd/m²、最大電流効率 3.9cd/A を示すオール溶液プロセス有機 EL 素子を実現できた。

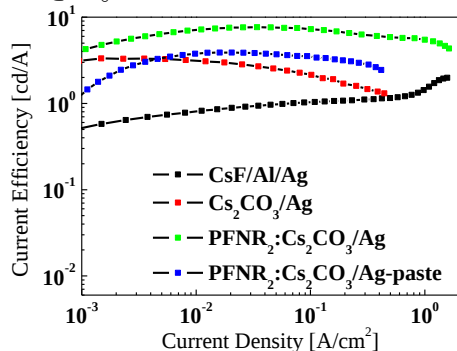


Fig.1 Current Efficiency

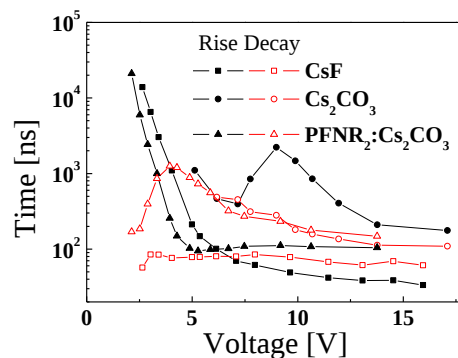


Fig.2 Transient response characteristics

[謝辞] F8BT をご提供いただきました住友化学(株)ならびに銀ナノペーストをご提供いただきましたハリマ化成(株)に感謝致します。