

低分子発光層を用いた塗布型燐光タンデム有機 EL 素子の開発 Solution-Processed Small-Molecule Phosphorescent Tandem Organic Light-Emitting Devices

○高橋 達弥¹、大久 哲^{1,2,3}、五十嵐 正拓^{2,3}、福田 人士¹、引地 達也¹、
植木 恵美^{2,3}、千葉 貴之^{1,2,3}、夫 勇進^{1,2,3}、城戸 淳二^{1,2,3}
(1.山形大有材シス、2.山形大有エレ研セ、3.山形大有機材料セ)

○Tatsuya Takahashi¹, Satoru Ohisa^{*1,2,3}, Masahiro Igarashi^{2,3}, Hitoshi Fukuda¹, Tatsuya Hikichi¹,
Emi Ueki^{2,3}, Takayuki Chiba^{1,2,3}, Yong-Jin Pu^{*1,2,3}, Junji Kido^{*1,2,3}

(1. Grad. Schl. of Org. Mater. Sci., Yamagata Univ., 2. Research Center for Organic Electronics (ROEL),
3. Frontier Center for Organic Materials (FROM))

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

[緒言]

電荷発生層 (CGL) を介して複数の発光ユニットを直列に積層したタンデム素子は有機 EL 素子の長寿命化に有効である。最近、高分子発光層を用いた塗布型タンデム有機 EL 素子の開発が報告された。¹⁾²⁾ しかし、高分子材料は塗布プロセスへの適応性が高いが材料開発が難しい。高効率化と長寿命化を両立するために、材料開発の自由度が高い低分子材料の塗布プロセス化が求められる。本研究では、耐溶媒性を有する低分子ホストの開発、その上層の電子注入材料として用いる酸化亜鉛ナノ粒子 ZnO (NPs) の溶媒分散性を調整する事で、低分子塗布型燐光タンデム有機 EL 素子の開発に成功した。

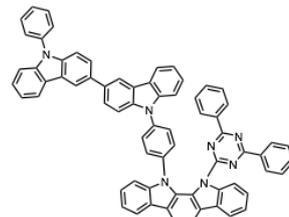


Fig. 1. Chemical structure of BCTIC

[実験方法・結果・考察]

メタノールに溶解しない低分子ホスト材料として、ジフェニルトリアジン置換インドロカルバゾール誘導体 BCTIC (Fig. 1) を開発した。上層の ZnO NPs はナノ粒子の合成後に分散洗浄を行った。洗浄をより行う事で、pH は中性に近づき、ゼータ電位は 25.2 mV と高い値を示してメタノールに分散した。これらと CGL 材料としてリンモリブデン酸 (PMA)、エトキシ化ポリエチレンイミン (PEIE) を用いて、塗布型タンデム有機 EL 素子を作製し、評価した (Fig. 2-4)。赤色リン光ドーパントには Ir(hphq)₃ を用い、電極以外の層をスピコートにより成膜した。素子構造を以下に示す (膜厚の単位は nm)。

1 段目素子: ITO/PEDOT:PSS (30)/TFB (20)/BCTIC:12wt% Ir(hphq)₃ (70)/ZnO NPs (10)/PEIE (20)/Al

2 段目素子: ITO/PMA (10)/TFB (20)/BCTIC:12wt% Ir(hphq)₃ (70)/ZnO NPs (10)/PEIE (20)/Al

タンデム素子: ITO/PEDOT:PSS (30)/TFB (20)/BCTIC:12wt% Ir(hphq)₃ (70)/ZnO NPs (10)/PEIE (20)/ PMA (10)/TFB (20)/BCTIC:12wt% Ir(hphq)₃ (70)/ZnO NPs (10)/PEIE (20)/Al

駆動電圧は、輝度 1000 cd/m² 時において 1 段目、2 段目、タンデム素子で 5.2 V、5.1 V、10.7 V を示し、おおよそ 1 段目と 2 段目素子の足し合わせとなり、タンデム素子として駆動していることを示した。また、タンデム素子の外部量子効率はランバート配光を仮定すると輝度 1000 cd/m² 時で 25.2% を示した。定電流密度 2.5 mA/cm² 下において、素子の駆動安定性を評価した。1 段目、2 段目、タンデム素子でそれぞれ 520 cd/m²、340 cd/m²、1240 cd/m² の初期輝度を示し、初期輝度の 70% への減衰時間はそれぞれ 75 h、57 h、68 h であった。1 段目、2 段目素子と比較して、タンデム素子は大幅に高い輝度であることを考慮すると大幅に長寿命化した。

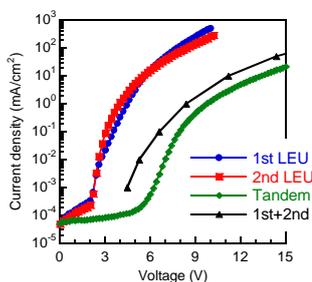


Fig. 2. J-V characteristics.

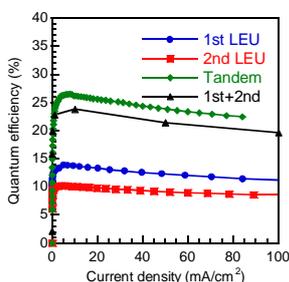


Fig. 3. EQE-J characteristics.

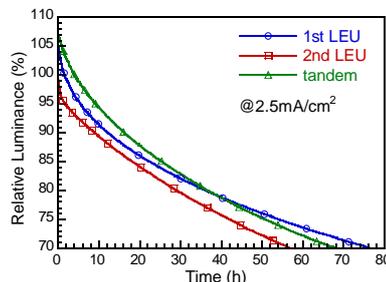


Fig. 4. Operational stability.

[結論]

低分子発光層を用いた塗布型燐光タンデム有機 EL 素子で高効率化と長寿命化の両立を達成した。

[参考文献]

- 1) Y.-J. Pu, T. Chiba, K. Ideta, S. Takahashi, N. Aizawa, T. Hikichi, J. Kido, *Adv. Mater.* **2015**, *27*, 1327-1332.
- 2) T. Chiba, Y. J. Pu, J. Kido, *Adv. Mater.* **2015**, *27*, 4681-4687.