

量子ドット発光ダイオードの過渡 EL 特性

Transient electroluminescence characteristics of quantum-dot light-emitting diodes

加藤 駿弥¹, 富士本 直起¹, 永瀬 隆^{1,2}, 小林 隆史^{1,2}, 内藤 裕義^{1,2}

(1. 大阪府立大, 2. 大阪府立大分子エレクトロニックデバイス研)

S. Kato¹, N. Fujimoto¹, T. Nagase^{1,2}, T. Kobayashi^{1,2}, H. Naito^{1,2}

(1. Osaka Pref. Univ., 2. RIMED)

E-mail: shunya.kato.oe@pe.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに

無機材料である半導体量子ドット (QD) は、粒径を変化させることで発光波長を制御でき、狭い発光スペクトル幅を有する特徴がある[1]。また、QD を発光層とした QD light-emitting diodes (QLEDs) は、広い色域を再現することができ、8K ディスプレイ実用化にむけ、盛んに研究・開発が行われている。最近では、高効率な QLED も開発され、外部量子効率 20% 以上に達している[2]。我々は、QLED の定常状態における動作機構を報告してきた[3]。本報告では、過渡 EL 測定により QLED の過渡応答を支配する因子について考察を行った。

2. 実験

Fig. 1 に示す ITO/poly(3,4-ethylene-oxiethiophene):poly(styrenesulfonate) (PEDOT:PSS)/hole transport layer/QD/ZnO/Al なる素子構造の QLED を作製し、封止剤により封止した。素子面積は 4 mm² である。発光層には赤色発光する CdSe QD、正孔輸送層は、poly(9-vinylcarbazole) (PVK)、または、poly(9,9-dioctylfluorene-co-N-(4-butylphenyl)-diphenyl amine) (TFB) を用い、膜厚は約 25 nm とした。なお、すべての測定は大気中で行った。

3. 結果

正孔輸送層に PVK、または、TFB を用いた QLED の過渡 EL 測定の結果を Fig. 2 に示す。なお、過渡 EL 測定は 1 kHz で行った。Fig. 2 に特徴的な時間、 t_c を定義しており、それぞれ 7.6 μ s (PVK)、1.8 μ s (TFB) となった。この結果より、Fig. 2 に示した t_c は、正孔輸送層における正孔の走行時間を反映していると考えられる。 t_c から算出した移動度の電界依存性を Fig. 3 に示す。PVK の正孔移動度の文献値[4]もあわせて Fig. 3 に示す。 t_c から求めた移動度と PVK の正孔移動度は良く一致していることがわかる。これらの結果から、Fig. 1 の構造の QLED の過渡 EL の立ち上がりは、正孔輸送層の正孔移動度が支配因子であることがわかった。TFB や PVK の正孔移動度と比べると QD、および、ZnO の電子移動度は極めて高いため、この解釈は合理的と思われる。

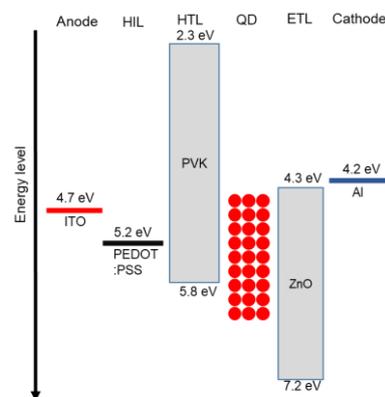


Fig. 1 Band diagram of QLED.

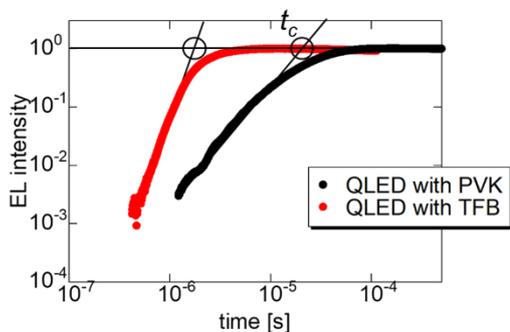


Fig. 2 Transient EL of QLEDs with PVK or TFB hole transport layer @ 1 kHz.

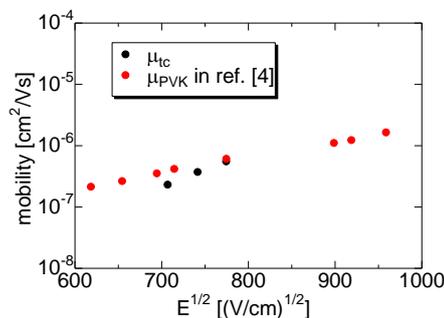


Fig. 3 Drift mobility estimated from Fig. 2 and of PVK [4].

【参考文献】 [1] F. T. Rabouw, *et al.*, *Top. Curr. Chem.* **374**, 58 (2016). [2] X. Dai, *et al.*, *Nature* **515**, 96-99 (2014). [3] S. Sano, *et al.*, *Org. Electron.* **86**, 105865 (2020). [4] T. Sasakawa, *et al.*, *Mactomolecules* **22**, 11 (1989).

【謝辞】 本研究の一部は、科学研究費補助金(JP19H02599, JP20H02716, JP20K21007) の助成を受けた。