

CdSe 量子ドット発光ダイオードの発光特性：

電荷注入と Förster 共鳴エネルギー移動

Electroluminescent properties of CdSe-based quantum-dot light-emitting diode:
direct injection of charge carriers or Förster resonance energy transfer to quantum dots

加藤 駿弥¹, 佐野 翔一¹, 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, S. Sano¹, 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

化合物半導体量子ドット(QD)は、粒径を変化させることで発光波長を制御でき、狭いスペクトル幅を有する [1]ため、8K TV 発光層として QD light-emitting diode (QLED)は盛んに研究されている。一般的に QLED は、発光層の QD に電子、正孔が直接注入され再結合し発光する場合[2]と Förster 共鳴エネルギー移動(FRET)によりホストからゲスト(QD)にエネルギー移動し発光する場合が知られている[3]。本報告では、赤色発光する CdSe QD を発光層に用い、電荷注入により発光する QLED と、電子・正孔輸送性を有する poly(9,9-dioctylfluorene-co-N-(4-(3-methylpropyl)diphenylamine) (TFB)をホストに、QD をゲストに用い発光層とした FRET により発光する QLED との発光特性との比較・検討を行った。

2. 実験

Fig. 1 に示す ITO/ (poly(3,4-ethylene-oxothiophene):poly(styrenesulfonate)) (PEDOT:PSS)/ QD: TFB/ 1,3,5-tris(N-phenylbenzimidazol-2-yl) benzene (TPBi)/ Ca/ 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。発光層は、トルエン溶媒とし、QD と TFB を重量比で混合させた。EL スペクトルは、マルチチャンネル分光器 (Hamamatsu photonics、PMA11) を用いて検出した。なお、すべての測定は大気中で行った。

3. 結果

QD の吸収スペクトル、TFB の蛍光スペクトルを比較し、QD:TFB 混合層が FRET による発光機構を吟味するに相応しい発光層であることを確認した (Fig. 2)。さらに、QD 層、QD:TFB(=5:5)層は QD の発光波長 635 nm、TFB 層は TFB の発光波長 435 nm の励起スペクトルを観察した。QD:TFB 層の励起スペクトルには、TFB 層の励起スペクトルの構造を観測でき、FRET が生じていることを示せた。Fig. 3 には QLED (QD:TFB=7:3、および、5:5) の EL スペクトルを示す。QD:TFB=7:3 では QD のみの発光が得られていることが分かる。以上の結果から、TFB をホスト、QD をゲストとした発光層を持つ QLED の発光機構は FRET が支配的であることがわかった。当日は、正孔輸送層に TFB、発光層に CdSe QD を用いた電荷注入が支配的である QLED との EL 特性の差異を議論する。

【参考文献】 [1] V. Wood *et al.*, Nano Reviews, **1**, 5202 (2010). [2] S. Sano *et al.*, Org. Electron. in press.[3] P. T. K. Chin *et al.*, J. Appl. Phys., **104**, 013108 (2008).

【謝辞】 本研究の一部は、科学研究費補助金(JP17H01265、JP19H02599、JP20H02716) の助成を受けた。

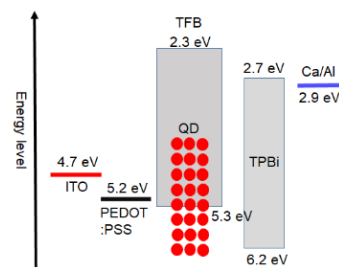


Fig. 1 Band structure of FRET-based QLED.

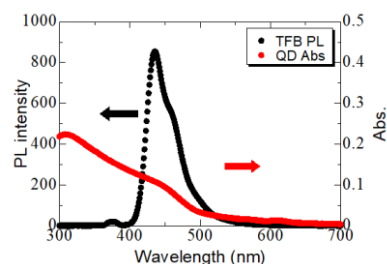


Fig. 2 Absorption spectrum of QD and photoluminescence spectrum of TFB.

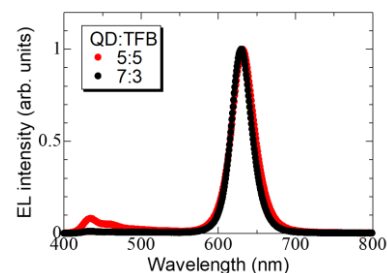


Fig. 3 EL spectra of QLEDs with QD:TFB (7:3 and 1:1) at 319 mA/cm².