

## 量子ドット発光ダイオードの過渡エレクトロルミネッセンス：減衰過程

Transient electroluminescence of quantum-dot light-emitting diodes : decay process

◎(B)木下 喬之<sup>1</sup>, 加藤 駿弥<sup>1</sup>, 永瀬 隆<sup>1,2</sup>, 小林 隆史<sup>1,2</sup>, 内藤 裕義<sup>1,2</sup>

(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)

◎T. Kinoshita<sup>1</sup>, S. Kato<sup>1</sup>, T. Nagase<sup>1,2</sup>, T. Kobayashi<sup>1,2</sup>, H. Naito<sup>1,2</sup>

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

E-mail: [takavuki.kinoshita.oe@pe.osakafu-u.ac.jp](mailto:takavuki.kinoshita.oe@pe.osakafu-u.ac.jp)

## 1. はじめに

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、高い量子効率を有する無機半導体である [1]。我々は、QD を発光層として用いた QD 発光ダイオード (QLED) の定常状態における動作機構を報告してきた [2]。QLED のパルス電圧印加による過渡エレクトロルミネッセンス (EL) を調べることは、ディスプレイ応用のみならず、LiFi 応用等に向けても重要である。本報告では、過渡 EL 測定により QLED の過渡応答 (特に減衰過程) と電子物性の関連を明らかにすることを目的とした。

## 2. 実験

ITO/(poly(3,4ethylenedioxythiophene):poly(styrenesulfonate))(PEDOT:PSS)/poly(9vinylcarbazole) (PVK)/QD/ZnO/Al からなる素子構造の QLED を塗布法により作製し、封止剤により封止した。素子面積は 4 mm<sup>2</sup> である。発光層は、CdSe QD である。過渡 EL 測定は信号発生器により duty 比 50% の方形波を QLED に印加し、EL を光検出器 (Si pin フォトダイオード、あるいは、光電子増倍管) で検出した。検出した信号は高速電流アンプで増幅し、デジタルオシロスコープにより観測した。なお、すべての測定は大気中、室温で行った。

## 3. 結果

Fig. 1 に過渡 EL 測定により観測された立ち上がり過程、Fig. 2 に減衰過程を示す。立ち上がり、減衰過程はいずれも電圧依存性が見られ、印加電圧を大きくすると立ち上がり過程では EL 強度が飽和するまでの時間、減衰過程では減衰の時定数が短くなるのがわかる。あわせて、過渡 EL の立ち上がり過程に比べ、減衰過程が高速に変化することがわかる。この原因は、立ち上がり過程における飽和に達する時間が PVK の正孔走行時間に対応すること [3]、減衰過程は QD 層における電子・正孔再結合速度に律速されることに由来すると考えられる。減衰過程は電子・正孔再結合速度と内蔵電界による電子・正孔の QD 層からの掃引の競合過程であるが、減衰速度が印加電圧 (注入電流) に依存しているため、電子・正孔再結合速度に律速されるとするのは妥当と考えられる。当日はデバイスシミュレーションにより電子・正孔再結合速度と減衰過程の関係を吟味する予定である。

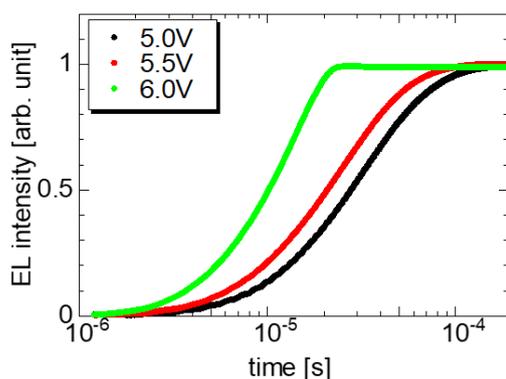


Fig. 1 Transient EL of QLED (rise).

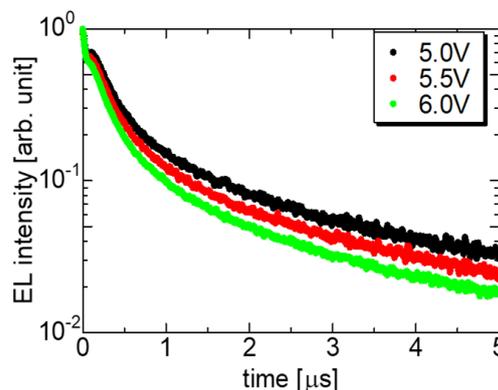


Fig. 2 Transient EL of QLED (decay).

【参考文献】 [1] Y. Shirasaki *et al.*, Nat. Photonics, **12**, 445-451 (2013). [2] S. Sano, *et al.*, Org. Electron. **86**, 105865 (2020). [3] 加藤 他, 第 68 回春季応用物理学会 18p-P04-2 (2021).

【謝辞】 本研究の一部は、科学研究費補助金 (JP17H01265, JP19H02599, JP20H02716, 21H04564) の助成を受けた。