

＊課題番号 : F-12-HK-0028
 ＊支援課題名 (日本語) : ITO 基板上的の単一量子ドット発光特性の評価
 ＊Program Title (in English) : Analysis of emission dynamics of Single CdSe/ZnS Quantum Dots on an ITO Thin Film
 ＊利用者名 (日本語) : 長尾優樹
 ＊Username (in English) : Yuki Nagao
 ＊所属名 (日本語) : 北海道大学電子科学研究所
 ＊Affiliation (in English) : Research Institute for Electronic Science, Hokkaido University

※概要 (Summary) :

量子ドットは蛍光標識や太陽電池等の光・電子デバイスを構成する新規ナノ材料として広く注目されている。しかし、単一量子系特有の発光明滅現象による発光効率の減少が問題となっており、この現象の機構解明や抑制が課題となっている。この挙動は、光励起キャリアの基板表面等のトラップ準位への捕捉によって起きるため、量子ドットの置かれた基板状態に強く依存する事が知られている。特に、産業的に重要な導電性基板上での振る舞いは、量子ドットを利用した太陽電池や発光デバイス等のへの応用に関して重要な知見を与えるものと考えられる。

本課題では、特に透明電極(ITO)基板上における単一量子ドットの振る舞いについて実験を行い、基板状態に依存したトラップ状態変化が量子ドットの発光特性に対して重要な役割を果たしている事を示した。

※実験 (Experimental) :

サンプル用の基板として、北海道大学 ナノテク連携室のヘリコンスパッタリング装置を用いて、石英ガラス基板上に ITO 薄膜を形成した。

試料として CdSe/ZnS 量子ドットを使用し、トルエン溶液に分散した後、スピコート法で作製した ITO 基板上に分散させた。電圧印加による効果の測定のため、量子ドットを分散した基板とスペーサー層 (~100nm) をコートした ITO 基板とで量子ドットを挟み込み、定電圧源を各基板に接続して電圧を印加しながら、単一量子ドットからの発光特性を測定した。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

図 1(a)に ITO 基板上で各電場印加下での発光強度の時間変化を示す。結果から、電場の印加条件に依存して発光明滅現象の抑制 (-300kV/cm²) や促進

(+300kV/cm²) 等の挙動の変化が確認できる。また、光子検出時間差 (PIT) 法によるトラップ状態の解析から (図 1(b))、トラップ準位からの回復レートを示す遅い減衰成分が電場印加条件に従い変化していることが

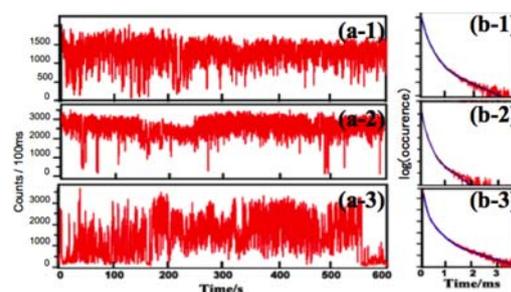


図1 ITO 基板上における(a) 発光強度の時間変化と(b) PIT 測定結果. それぞれ外部電場を(1) 0, (2) -300, (3) +300 kV/cm² とした場合を示す。

わかる。これらの結果から、電場の印加によって、ITO と量子ドット界面に現れるキャリア密度が変化し、量子ドットと ITO 基板の間で起こる電荷移動レートが変化した結果、発光明滅現象の挙動が変化したと考えられ、基板状態に依存したトラップ状態の変化が量子ドットの発光特性に対して重要な役割を果たしている事が示された。

※その他・特記事項 (Others) : なし

共同研究者等 (Coauthor) :

(北大電子研) 藤原英樹、笹木敬司

論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

[1]長尾優樹, 斉君, 千葉孝志, 藤原英樹, 笹木敬司, ITO 基板上的の単一 CdSe/ZnS 量子ドットの発光特性解析, 第 48 回応用物理学会北海道支部, 釧路市, 2013 年 1 月

[2] 長尾優樹, 斉君, 千葉孝志, 藤原英樹, 笹木敬司, ITO 基板上的の単一 CdSe/ZnS 量子ドット発光特性の電場依存性, 第 73 回応用物理学会学術講演会, 愛媛大学, 2012 年 9 月