

AgInS₂ 量子ドットを担持した酸化チタン薄膜の電子移動過程

Electron transfer dynamics of AgInS₂ quantum dots deposited on TiO₂ film

名工大¹, 室蘭工大² ○松本 颯至¹, 桑田 貴彦¹, 濱中 泰¹, 葛谷俊博²

Nagoya Inst. of Tech¹, Muroran Inst. of Tech².

○ K. Matsumoto¹, T. Kuwada¹, Y. Hamanaka¹, T. Kuzuya²,

E-mail: cke15099@stn.nitech.ac.jp

【緒言】近年、半導体量子ドット(QD)を増感剤とした太陽電池が、有機色素よりも高い耐久性、量子サイズ効果の利用、多励起子生成による高効率化の可能性などの特徴から注目を集めている。我々は AgInS₂(AIS)半導体 QD と Ag ナノ粒子からなる複合ナノ粒子の作製に成功している[1]。このような複合ナノ粒子を増感剤として用いれば、Ag ナノ粒子の局在プラズモン共鳴による光電場増強効果や Ag ナノ粒子を介した電極への高効率な電子移動が期待できる。そこで、複合ナノ粒子の構成要素である AIS-QD から酸化チタンへの電子移動過程を調査した。

【実験方法】ガラス基板に粘度を調整した TiO₂ ペーストを塗布し、450℃で 1 時間焼結して TiO₂ 膜を作製した。AIS-QD を分散させた有機溶媒に TiO₂ 膜を浸漬し、AIS-QD を TiO₂ 膜に吸着させた。AIS-QD の発光強度と発光寿命を測定して TiO₂ への電子移動レートを評価した。

【結果と考察】図 1 に浸漬時間を 1 分から 60 分まで変えた場合の TiO₂ 膜に吸着した AIS-QD の発光強度の変化を示す。発光強度は吸着した AIS-QD の量で規格化してある。点線は比較のためにガラス基板に吸着した場合の AIS-QD の発光強度を示している。浸漬時間 1 分では発光強度はガラス基板上の 1/8 程度である。発光強度の低下は、AIS-QD の伝導帯に励起された電子が TiO₂ の伝導帯に移動し、非輻射再結合確率が増加したためと考えられる。浸漬時間の増加とともに発光強度は増加してガラス基板上での強度に近づいた。これは浸漬時間の増加とともに、TiO₂ 膜上に AIS-QD が多層に積み重なって堆積し、TiO₂ 膜から離れて電子移動が抑制された QD が増加したためと考えられる。発光寿命の測定により、浸漬時間が 60 分の試料で AIS-QD から TiO₂ への電子移動レートは約 10⁷(1/s)と見積もられた。この値は CdSe-QD から TiO₂ への電子移動レートと同程度である[3]。しかし 8 時間浸漬すると、電子移動レートはこの半分に低下した。この結果は、上記の浸漬時間の増加に伴う発光強度の増加と同様に、TiO₂ 膜から離れた QD が増加したためと考えられる。

以上のように、AIS-QD から TiO₂ 膜への高効率な電子移動を確認することができた。また QD の吸着量が過剰であると電子移動レートが減少することがわかった。Ag ナノ粒子と複合化した AIS-QD を用いた場合の特性についても報告する予定である。

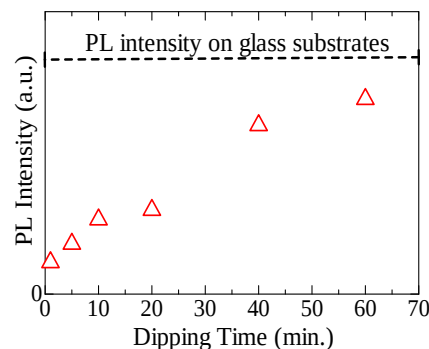


Fig.1 PL intensity of AIS-QD vs dipping time

- [1] T. Ogawa et al., *J. Mater. Chem.* 20 (2010) 2226.
- [2] M. Iara et al., *J. Phys. Chem. B* 101 (1997) 5153.
- [3] J. Sun et al., *Appl. Phys. Lett.* 102 (2013) 053119.