19a-A1-8

ルチル型 TiO_2 各種結晶面への光誘起電子移動：CdSe 量子ドット増感系

Photoinduced Electron Transfer from CdSe Quantum Dots to Different Crystal Surfaces of Rutile TiO_2

電通大 [1], 分光計器（株）[2], 九工大 [3], JST-CREST[4]

○豊田太郎 [1,4]，Witoon Yindeesuk[1]，神山慶太 [2]，早瀬修二 [3,4]，沈 青 [1,4]

Univ. Electro-Commun.[1], Bunkoukeiki Co., Ltd.[2], Kyushu Inst. Tech.[3], JST-CREST[4],

°Taro Toyoda[1,4], Witoon Yindeesuk[1], Keita Kamiyama[2], Shuzi Hayase[3,4], Qing Shen[1,4]

E-mail: toyoda@pc.uec.ac.jp

［序論］半導体量子ドット (QD) は、太陽電池の増感剤として従来の色素系を凌駕する特徴を有する。しかし QD 増感太陽電池の効率は 5%程度で、色素系に比べて劣る。最大の要因は、ナノヘテロ界面に関する基礎研究の不足にある[1]。最近モルフォロジーの異なる TiO_2 基板に対して、QD 吸着と光電変換特性に差異があることが発見された[2]。従来、TiO_2 を含む酸化物基板の結晶面方位が QD の吸着状態と光誘起電子移動に対し、どのように関連するかという研究は殆ど行われていなかった。今回、CdSe QD からルチル型 TiO_2 各結晶面への光誘起電子移動について報告する。

［実験法］３種の面方位のルチル型 TiO_2 単結晶 ((001), (110), (111)) を基板とし、CBD 法により CdSe QD を成長させた（浸漬時間は 4 ~ 28 h）。QD 吸着の評価には AFM を、光吸収評価には高感度かつ半透明系の測定が可能な光音響 (PA) 分光法を適用した。また、QD の吸着・成長には TiO_2 結晶面と QD の電子状態が関与するため、光電子収量 (PY）分光法を適用し価電子帯頂上と QD の HOMO の評価を行った。光誘起電子移動の評価には、過渡回折格子法 (TG) [3]を適用した。TG 法は物質の屈折率の過渡応答変化をポンプ・プローブ法により検出する方法である。

［結果と考察］ PA 分光測定からいずれの結晶面でも QD の平均粒径はほぼ 6 nm であり、Fig.1 には各結晶面に 18 時間吸着した CdSe QDs の AFM 像を示す。AFM 像から、3 層程度の QD が堆積していることがわかる。Fig. 2 に(001) 面に吸着した CdSe QDs の TG 応答特性を示す。他の面でも類似の応答が見られるが、(001)面での電子移動時間は 55 ps で他の面に比べて速い ((110): 69 ps; (111): 66 ps)。(001) 面に吸着した CdSe QDs では、LUMO と TiO_2 伝導帯下端との差 (ΔG) が大きいとする PY 分光評価と対応する。

[1] T. Toyoda and Q. Shen, *J. Phys. Chem. Lett.* **3**, 1885 (2012).
[2] W. Yindeesuk et al., *AIP Adv.* **3**, 102115 (2013). [3] T. Toyoda et al., *J. Mater. Sci. Eng. A* **3**, 601 (2013).

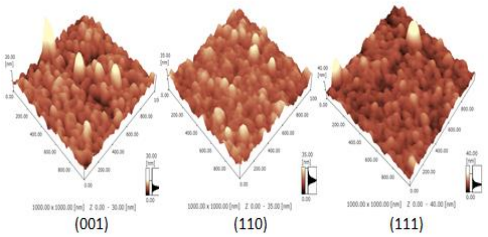

Fig. 1 CdSe QDs adsorbed on rutile TiO_2 single crystals (18h).

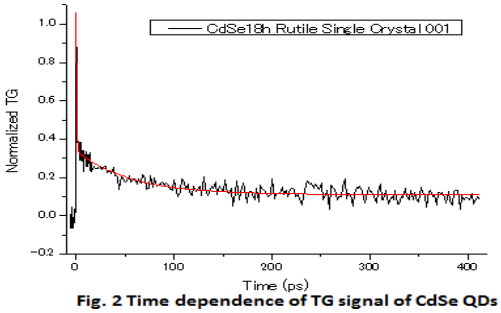

Fig. 2 Time dependence of TG signal of CdSe QDs on rutile TiO_2 (001) crystal surface.

© 2014 年　応用物理学会