

ルチル型 TiO₂ 単結晶に吸着した PbS 量子ドットの指数関数的光吸収端 - 光音響法と吸光度法による評価 -

Exponential Optical Absorption Edge of PbS Quantum Dots Adsorbed on Single Crystal Rutile-TiO₂ Characterized with Photoacoustic and Absorbance Spectroscopy

電通大¹, 分光計器(株)², 九工大³, JST-CREST⁴

○豊田太郎^{1,4}, 沈 青^{1,4} 堀 奏江¹, 中澤直樹¹, 神山慶太², 早瀬修二^{3,4},

Univ. Electro-Commun.¹, Bunkoukeiki Co., Ltd², Kyushu Inst. Tech.³, JST-CREST⁴

○Taro Toyoda^{1,4}, Qing Shen^{1,4}, Kanae Hori¹, Naoki Nakazawa¹, Keita Kamiyama², Shuzi Hayase^{3,4}

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

[序論] 量子ドット(QD)は有望な増感剤であるが、QD 増感太陽電池の効率は低くナノヘテロ界面の研究が重要となる [1]。従来の TiO₂ ナノ粒子基板では、①欠陥分布、②粒界分布、③吸着サイト、④空気暴露等の問題があり、QD 電子状態の本質的理解を妨げる。ここで QD 電子状態の解明には状態が十分に検討されている単結晶面の適用が望まれる [2]。今回、rutile 型 TiO₂ (001), (110), (111) 面に吸着した PbS QDs に対し、格子不整合等が出現する指数関数的光吸収端の検討を行った。

[実験法] Pb(CH₃COO)₂ 溶液と Na₂S 溶液に交互に基板を浸漬する SILAR 法により PbS QDs の吸着を行った (浸漬回数, 5~10 回)。光吸収測定には光音響 (PA) 分光と従来の吸光度 (ABS) 分光を適用した (測定範囲: 400–800 nm)。また光電子収量分光法 (分光計器: BIP-KV201) により PbS QDs 基底準位と励起準位の同定を行い、指数関数的光吸収端との関連について検討を行った。

[結果と考察] 指数関数的光吸収ではその勾配を示す steepness パラメータ (σ) が重要となる。ここで σ の減少は格子不整合等の増大に対応すると考えられる。今回、PA 法と ABS 法の 2 種類の分光法を適用し、 σ の絶対値と吸着回数依存性について比較検討を行った。Fig. 1 に PA 法、Fig. 2 に ABS 法から求めた PbS QDs の σ の吸着回数依存性を示す ((110) 面吸着)。吸着回数依存性の差異が見られた (PA 法では減少, ABS 法では増加)。(001) 面吸着では Figs. 1, 2 と同様の傾向が見られた。一方(111) 面吸着では、吸着回数依存性は (001), (110) とは異なる傾向を示した (両者共増加)。ABS 法での σ は格子不整合にのみ対応する。一方 PA 法での σ は格子不整合と界面トラップからの 2 つの脱励起過程の和に対応すると考える。吸着回数増加に伴う σ の減少は、界面トラップからの寄与が減少し、格子不整合からの寄与が反映された結果と考えられる。

[1] T. Toyoda and Q. Shen, *J. Phys. Chem. Lett.* **3**, 1885 (2012). [2] T. Toyoda *et al.*, *J. Phys. Chem. C* **121**, 25390 (2017).

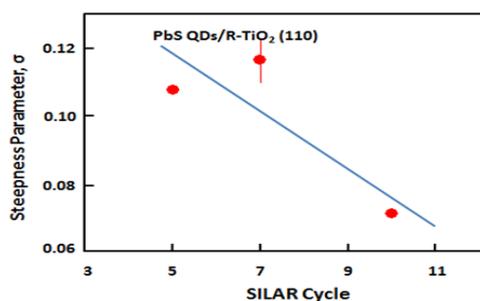


Fig. 1 Cycle dependence of σ in PA method.

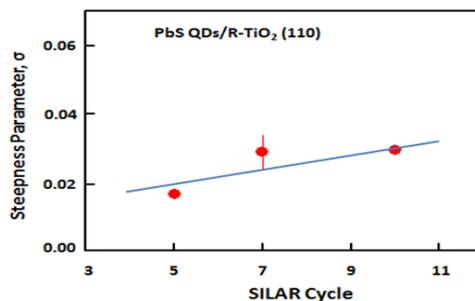


Fig. 2 Cycle dependence of σ in ABS method.