

ルチル型 TiO₂ 単結晶(001), (110), (111)面に吸着した PbS 量子ドットの 光吸収とイオン化エネルギー

Optical Absorption and Ionization Energy of PbS Quantum Dots Adsorbed on the (001), (110), and (111) Surfaces of Single Crystal Rutile TiO₂

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, 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, 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不足がある[1]。従来適用されている anatase 型ナノ粒子基板では、①欠陥、②吸着サイト、③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。QD の電子状態の解明には、物性のわかった単結晶基板面の適用が望まれる[2-4]。今回、rutile 型 TiO₂ (001), (110), (111)面に PbS QD を吸着し、光吸収とイオン化エネルギー測定から PbS QDs の吸着成長・結晶性評価を行った。

[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) 分光法を適用した (測定範囲: 410 - 820 nm)。光電子収量分光法 (分光計器製 BIP-KV201) によりイオン化エネルギー測定を行った。

[結果と考察] PbS QDs の吸光度測定から、(111)面での吸着速度は(001), (101)面より 1.2 倍程大きかった(Fig. 1)。有効質量近似から平均粒径(R)を導出し、吸着回数依存性を検討した。その結果、(001)面上の粒径は吸着回数依存性が見られず(~ 1.8 nm)、一方(110), (111)面上では増加する(Fig. 2)。PbS QDs の吸着と粒径成長速度には、基板面方位依存性があることがわかる。光吸収端下の指数関数的吸収(Urbach tail)から、(001), (110)面上の PbS QDs の steepness parameter(σ)は吸着回数の増加に伴い減少し(Fig. 3)、系の乱れが増加することが示された。一方(111)面上では系の乱れが減少し、基板面の違いにより PbS QD の結晶成長が異なる。イオン化エネルギー測定においては、吸着回数の増加と共に負の方向への増加が見られ、PbS QDs の表面は負に分極することが示唆される。

[1] T. Toyoda and Q. Shen, *J. Phys. Chem. Lett.* **3**, 1885 (2012). [2] T. Toyoda *et al.*, *J. Phys. Chem. C* **118**, 16680 (2014).

[3] T. Toyoda *et al.*, *J. Phys. Chem. C* **120**, 2047 (2016). [4] T. Toyoda *et al.*, *J. Phys. Chem. C* **120**, 16367 (2016).

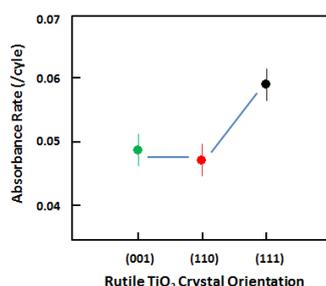


Fig. 1 Absorbance rate.

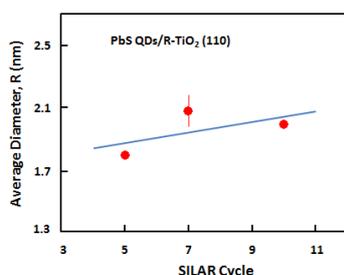


Fig. 2 Cycle dependence of the R (110).

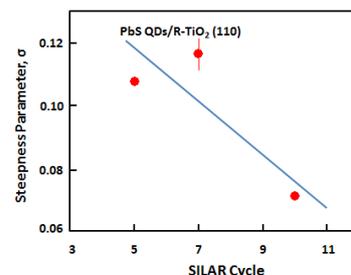


Fig. 3 Cycle dependence of the σ (110).