

ZnO 単結晶上 CdSe 量子ドット吸着の面方位依存性 - 光音響分光法と光電子収量分光法による評価 -

Effect of ZnO Crystal Orientation on the Adsorption of CdSe Quantum Dots

- Photoacoustic and Photoelectron Yield Spectroscopic Studies -

電通大¹, 分光計器(株)², 九工大³, JST-CREST⁴

○豊田太郎^{1,4}, Witoon Yindeesuk¹, 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-CREST⁴

○Taro Toyoda^{1,4}, Witoon Yindeesuk¹, Keita Kamiyama², 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、太陽電池増感剤として従来の色素系を凌駕する特徴がある。一方 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]。例として、酸化物基板の結晶面方位が QD 吸着と光誘起電子移動に対し、いかに関与するかという研究は殆ど行われていなかった。今回、基板電子状態の効果を検討するため、ZnO 単結晶への CdSe QD 吸着面方位依存性について検討を行った。

【実験法】異なる面方位の ZnO 単結晶 ((0001), (10 $\bar{1}$ 0), (11 $\bar{2}$ 0)) 基板に、CBD 法により CdSe QD を成長させた (浸漬時間: 3 – 12 h)。CdSe QD の光吸収評価には高感度で測定可能な光音響 (PA) 分光法を適用した。また、CdSe QD の吸着・成長には ZnO 単結晶基板のバンド構造が関与するため、光電子収量 (PY) 分光法を適用し、異なる面方位における ZnO の価電子帯の評価を行った。

【結果と考察】 Fig. 1 に、各面方位における単位吸着時間当たりの吸光度率 (@ $h\nu = 2.5$ eV) を示す。ここで、吸光度率は CdSe QD の吸着増加率に対応すると仮定した。吸着増加率は(10 $\bar{1}$ 0)<(11 $\bar{2}$ 0)<(0001) の順で増大し、CdSe QD の吸着・成長には面方位依存性が見られた。PA スペクトルから、平均粒径を求めた。いずれも浸漬時間に対して 3.5 – 5.5 nm の増加を示すが、平均粒径の面方位依存性は見られなかった。一方、吸収端下の指数関数的吸収は CdSe QD 成長における結晶性の情報を含む。指数関数的吸収から、(0001)<(10 $\bar{1}$ 0)<(11 $\bar{2}$ 0) の順で CdSe QD の結晶性が向上している。Fig. 2 に、PY 分光法による ZnO 各面方位の価電子帯頂上 (VBM) の位置を示す。誤差範囲内で面方位依存性は見られず、基板の VBM の位置は ZnO 上の CdSe QD の吸着・成長には関与しない。この結果は、吸着・成長に VBM 依存性を示すルチル型 TiO₂ 基板とは異なる特徴がある [2]。

[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).

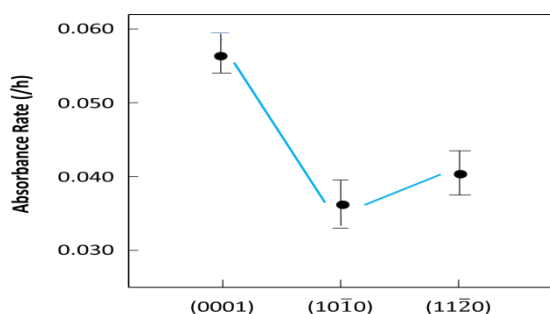


Fig. 1 Absorbance rate of CdSe QDs on different orientations.

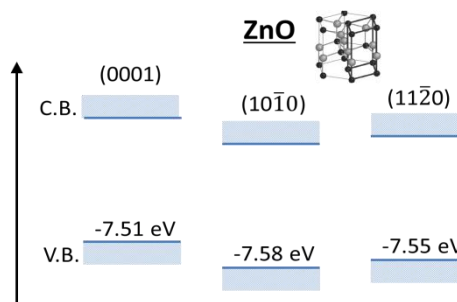


Fig. 2 Band edge of different orientations.