ZnO 単結晶基板に吸着した CdSe 量子ドットの光吸収とイオン化ポテンシャル

Optical Absorption and Ionization Potential of CdSe Quantum Dots Adsorbed on ZnO Single Crystals

○豊田太郎 [1,4]、Witoon Yindeesuk[1]、神山慶太 [2]、早瀬修二 [3,4]、沈　青 [1,4]
(1. 電通大、2. 分光計器、3. 九工大、4. JST-CREST)
°Taro Toyoda[1,4], Witoon Yindeesuk[1], Keita Kamiyama[2], Shuzi Hayase[3], and Qing Shen[1,4]
(1.Univ. Electro-Commun., 2.Bunkoukeiki, 3.Kyushu Inst. Tech., 4.JST-CREST)
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を有するが、現在 QD 増感太陽電池の効率は 5%程度で色素系に比べて低い。最大の要因は QD と酸化物基板間のナノヘテロ界面に関する基礎研究の不足にある[1,2]。今回、基板の電子状態の効果を検討するため、ZnO 単結晶に吸着した CdSe QD の光吸収とイオン化ポテンシャルの面方位依存性について検討を行った。ここで ZnO は TiO_2 と並んで増感太陽電池の光電極基板として適用されている。

［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（吸着時間: 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、光電子収量 (PY）分光法を適用し、異なる面方位における ZnO の価電子帯頂上の位置と、吸着に伴う CdSe QD の HOMO エネルギーの検討を行った。

［結果と考察］ 吸光度の時間依存性から CdSe QD 吸着増加率を求め、(10$\bar{1}$0)<(11$\bar{2}$0) <(0001)の順で増大した(面方位依存性)。AFM 測定から、QD 層の厚さは最大で 30 nm 程度であった。PA スペクトルから平均粒径を求めた。吸着時間に対して 3.5 – 5.5 nm の増加を示すが面方位依存性は見られなかった。一方、吸収端下の指数関数的吸収から、(0001) <(10$\bar{1}$0) <(11$\bar{2}$0) の順で CdSe QD の結晶性が向上する。Fig. 1 に、各面方位における CdSe QD の HOMO エネルギーの吸着時間依存性を示す。ルチル型 TiO_2 単結晶面上の場合とは異なり、吸着時間の増加と共に HOMO エネルギーが上昇し、CdSe QD 吸着の増加に伴い表面分極が正 (面方位依存性) にな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).

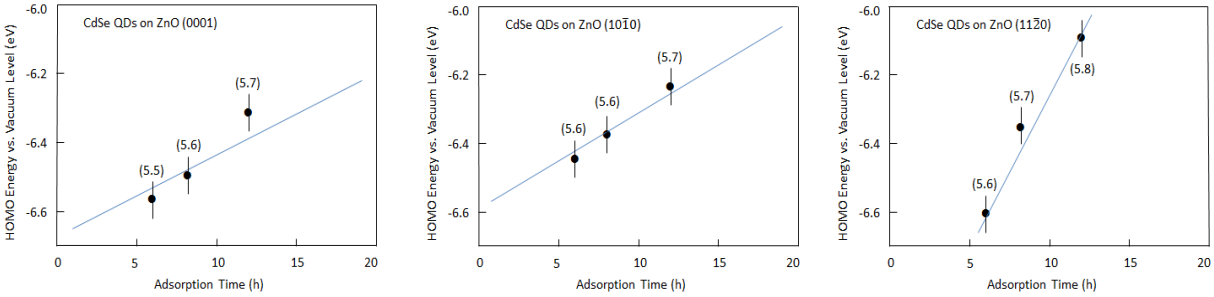

Fig. 1 Adsorption time dependence of HOMO energy of CdSe QDs adsorbed on ZnO single crystals.

© 2015年 応用物理学会