異なる TiO_2 結晶面に吸着した半導体量子ドットの光吸収と Urbach 則
— 光熱変換法と吸光度法による評価 —

Optical Absorption and Urbach Rule of Semiconductor Quantum Dots on Different Surfaces of Single Crystal TiO_2 by Photothermal and Absorbance Spectroscopy

電通大 [1], 分光計器(株) [2], 九工大 [3] ○豊田 太郎 [1], 沈 青 [1], 神山 慶太 [2], 早瀬 修二 [3]

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

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

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

半導体量子ドット (QD) は、量子閉じ込め効果の発現により有望な増感剤となる可能性が示されている。しかし QD を酸化物ナノ粒子基板に吸着した増感太陽電池の変換効率は予想される理論効率より低く、ナノヘテロ界面の検討が研究課題の一つとなる。ここで増感太陽電池に適用する酸化物ナノ粒子基板では ①各種欠陥分布, ②粒界分布, ③吸着サイト, ④空気暴露等が不明確であり、QD 電子状態の本質的理解を妨げる。吸着した QD 電子状態の解明には、各種物性が詳しく研究されている単結晶基板面の適用が真理の探究に対して意味を持つ[1-6]。

本講演では、吸着した PbS QD の電子状態解明の一歩として光吸収の吸着基板面依存性について報告する。基板結晶面として rutile 型 TiO_2 (001), (110), (111)面を適用した。光吸収評価には従来の吸光度(Abs)分光法と共に、光熱変換法の一種である光音響(PA)分光法を適用した[7]。PA 法は Abs 法に比べ高感度であり、光散乱の多い系にも有効である[7]。また PA 法は無輻射緩和を反映するため、格子緩和や非弾性散乱等の効果による信号が出現する[8,9]。ここで光吸収端下に出現する指数関数的吸収は Urbach 則と呼ばれ、主として格子不整合を反映する。Abs 法による PbS QD の Urbach 則は吸着基板面方位依存性を示さなかったが、PA 法から求めた Urbach 則は吸着基板面方位依存性を示した。PA 法は Abs 法と異なり脱励起に伴う無輻射緩和を反映するため、形成された各種格子不整合の違いにより無輻射緩和の量子収率が異なることが示唆される。さらに基底エネルギー及び電子移動に伴う自由エネルギー変化と光吸収との関連についても併せて議論する。

[1] M. M. Maitani *et al*., *J. Phys. Chem. Lett.* **2**, 2655 (2011).

[2] L. Etgar *et al*., *Adv. Mater.* **24**, 2202 (2012).

[3] T. Toyoda *et al*., *J. Phys. Chem. C* **118**, 16680 (2014).

[4] J. B. Sambur and B. A. Parkinson, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **6**, 21916 (2014).

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

[6] T. Toyoda *et al*., *J. Phys. Chem. C* **122**, 13590 (2018).

[7] A. Rosencwaig and A. Gersho, *J. Appl. Phys.* **47**, 64 (1976).

[8] T. Toyoda and H. Nakamura, *Jpn. J. Appl. Phys.* **34**, 2907 (1995).

[9] T. Toyoda, T. Masujima, H. Shiwaku, and M. Ando, *Appl. Phys. Lett.* **59**, 3657 (1991).

© 2019年 応用物理学会