PbS 量子ドット/ZnO 太陽電池特性のリガンド種依存性

Photovoltaic properties of PbS-QD/ZnO-based solar cells with different ligands

東大先端研 [1], 東大院総合文化 [2]　王 海濱 [1], ○久保 貴哉 [1], 中崎 城太郎 [1], 瀬川 浩司 [1, 2]

RCAST UTokyo[1], Dept. of Gen. Sys. Sci.[2], Haibin Wang[1], °Takaya Kubo[1],

Jotaro Nakazaki[1], and Hiroshi Segawa[1, 2]

E-mail: ukubo@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

はじめに

近赤外領域における高効率光電変換を目指し，コロイド PbS 量子ドットと ZnO ナノワイヤ(NW)で構築する太陽電池の基礎研究を行ってきたが[1, 2]，量子ドット層中のキャリア輸送効率は, 量子ドットの表面欠陥やドット間隔に依存するため, 量子ドット表面を処理するリガンドの種類と処理条件の影響を強く受ける. 本講演では，PbS QD/ZnO NW セルについて，光電変換特性のリガンド種依存性を検討したので報告する.

実験

太陽電池(図 1: FTO / 50nmZnO 層/1500nm PbS QD /ZnO NW / 100nmAu）は，1050nm 付近に励起子吸収を示す PbS QD を用い，3 種類の異なるハロゲンイオン(Cl^-，Br^-，I^-)でリガンド交換を行って作製した[1]．セルの電流電圧曲線を，擬似太陽光(AM1.5G，100 mW/cm^2)照射下で測定し，太陽電池特性を評価した．ガラス基板上に成膜した PbS QD 膜の過渡吸収は, 490 nm の fs レーザパルス(約 60 μJ/cm^2)を用いて，ポンプ&プローブ法で測定した.

結果と考察

太陽電池の初期特性において, Br^-と I^-リガンドを用いたセルでは，短絡電流密度(J_{sc})と開放電圧(V_{oc})はそれぞれ，約 27 mA/cm^2 と約 0.4 V であり，ほぼ同等であった．一方，Cl^-リガンドで作製したセルの J_{sc} (12.4 mA/cm^2)と V_{oc} (0.05 V)は，著しく低い値を示した．3 種類の PbS QD 膜の過渡吸収スペクトル(図 1)は, いずれも光励起直後に励起子吸収帯(800-1200 nm)のブリーチが確認されたが，Cl^-を用いた膜では, 長波長側の裾がブロード化していた. また, ブリーチの回復速度が速いことから，Br^-や I^-を用いた膜よりもギャップ内準位を介した再結合頻度が高いことが示唆された．Cl^-は 3 種類のリガンド種の中で最もイオン半径が小さく, 量子ドット表面を緻密にリガンド交換できるものと考えられたが，PbS QD 表面を効率的にパシベートできていないことが, 光電変換特性が低い原因と考えられる．3 つのセルの PbS QD/ZnO NW 層中の Pb 元素に対するハロゲン(Cl, Br, I)元素の量比(atm%)は, それぞれ, 6.8, 7.9，9.0 であり，Cl 元素量比が最も低く，パシベーション効果が不十分であることが分かった．一方，イオン半径が一番大きい I が最も多くリガンド交換されており、太陽電池特性にも反映しているものと考えられる.

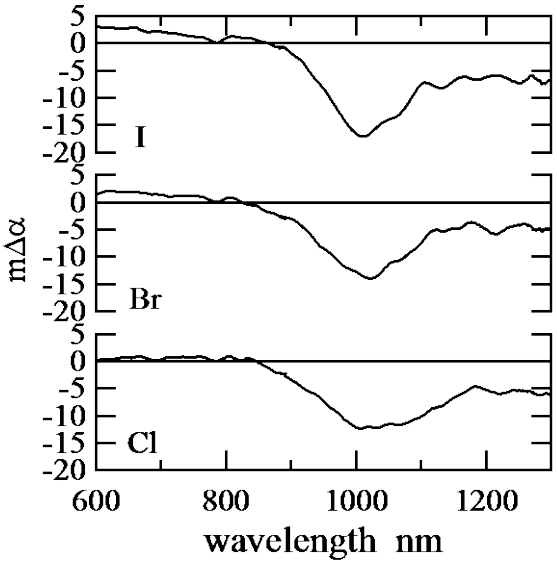

図 1. 異なるリガンドを用いた PbS QD 膜の励起直後の過渡吸収スペクトル.

[1] H. Wang, T. Kubo, J. Nakazaki, T. Kinoshita, and H. Segawa, *J. Phys. Chem. Lett.*, **4**, 2455 (2013).
[2] H. Wang, V. Gonzalez-Pedro, T. Kubo, F. Fabregat-Santiago, J. Bisquert, Y. Sanehira, J. Nakazaki, and H. Segawa, *J. Phys. Chem. C*, **119**, 27265 (2015).

© 2016年 応用物理学会