

高透過性透明導電膜を用いた量子ドット太陽電池の 短波長赤外領域の光電変換特性

Quantum Dot-based Solar Cells with Highly Transparent Conductive Oxides for Enhanced Photocurrent in the Short-wavelength Infrared Region

東大先端研¹, 東大理², 神奈川県産技総研³, 東大総合文化⁴

王海濱¹, 中尾祥一郎^{2,3}, 久保貴哉¹, 斎藤英純³, 馬飼野信一³,

高木克彦³, 長谷川哲也^{2,3}, 中崎城太郎¹, 瀬川浩司^{1,4}

1) RCAST, UTokyo, Meguro-ku, Tokyo, Japan, 2) Department of Chemistry, UTokyo,

3) KISTEC, 4) Graduate School Arts & Sciences, UTokyo

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

はじめに

われわれは, PbS コロイド量子ドット (CQD)を用いて, 可視から $2\mu\text{m}$ 程度の短波長赤外(SWIR)領域で光電変換可能な太陽電池の高性能化に取り組んできた[1]. しかしながら, 着目する波長領域を拡張すると, 光取り込電極の透明導電性薄膜の自由キャリア吸収が, 外部量子収率を低減させる要因の一つとなっていることを明らかにした[2]. 本講演では, 近赤外から SWIR で高透過率を示す透明導電性薄膜(Ta ドープ酸化錫)[3]を用いた, 量子ドット太陽電池の高性能化を行ったので報告する.

実験

透明導電性薄膜は, TiO_2 シード層上 PLD 法で積層した Ta ドープ SnO_2 (TTO)[3]と, 比較として F ドープ SnO_2 (FTO)を用いた. それぞれのシート抵抗は約 $12\Omega/\text{sq}$ とした[3]. 第一励起子吸収ピークを $1.62\mu\text{m}$ に示す PbS CQD を用いた. CQD 溶液を上層の ZnO ナノワイヤ(NW)層($1.2\mu\text{m}$ 厚)に, スピンコート法で充填した後, オーバーコート層(300nm)を形成し, 最後に Au 薄膜を蒸着して, 太陽電池を作製した(Fig. 1). 太陽電池の電流電圧曲線は, $0.3\sim 2.0\mu\text{m}$ で太陽光(AM1.5G, $100\text{mW}/\text{cm}^2$)と良好な近似を示すソーラーシミュレータを用いて測定した.

結果と考察

セルの作製に用いた異なる 2 種類の透明導電性膜ガラス基板の可視領域での透過率は同等であるが, 900nm よりも長波長域では, FTO 基板と異なり, TTO 基板は 70%程度の透過率を

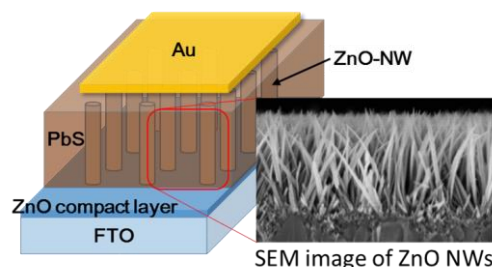


Fig. 1 PbS QD/ZnO NW solar cell structure

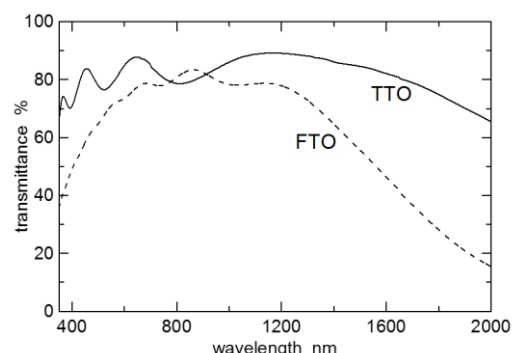


Fig. 2 Transmittance spectra of two different transparent metal oxides

維持していた(Fig. 2). セルの EQE スペクトルを測定したところ, 第一励起子吸収に対応する EQE ($1.6\mu\text{m}$) は, FTO 基板を用いたセルは, 20%であった. 一方, TTO 基板で作製したセルでは, コロイド量子ドット太陽電池において報告例のない, 38%に向上させることができた.

[1] H. Wang, T. Kubo, J. Nakazaki, T. Kinoshita, and H. Segawa, *J. Phys. Chem. Lett.*, **4**, 2455 (2013).

[2] 王, 久保, 中崎, 瀬川, 第64回応用物理学会春季学術講演会, 16a-303-9.

[3] S. Nakao, N. Yamada, T. Hitosugi, Y. Hirose, T. Shimada, and T. Hasegawa, *Appl. Phys. Express*, **3**, 031102 (2010).