

PbS 量子ドット太陽電池の短波長赤外における外部量子収率の高効率化

Enhanced Short-wave Infrared Photocurrent of PbS Quantum Dot-based Solar Cells

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, 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, 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、低温・溶液プロセスが適用でき、太陽光スペクトルの幅広い領域で光電変換が可能な PbS コロイド量子ドット/ZnO ナノワイヤ (NW) 太陽電池の高性能化を目指している [1]。とりわけ、短波長赤外光の高性能化が、超高効率発電の実現には不可欠である。本講演では、可視から短波長赤外領域で高い光透過率を示す透明導電性薄膜 (2%-Ta ドープ酸化錫) [2] を用いて PbS 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

太陽電池は、透明導電酸化物 (TCO) を成膜したガラス基板上的 ZnO 種層上に成長させた ZnO NW 層に、スピコート法で PbS CQD (第一励起子吸収ピーク: $1.55 \mu\text{m}$) を充填した後に、Au 電極を蒸着することで作製した (Fig. 1 挿入図)。TCO は、TiO₂ シード層上 PLD 法で積層した Ta ドープ SnO₂ (TTO) [2] と、F ドープ SnO₂ (FTO) を用いた。それぞれのシート抵抗は約 $12 \Omega/\text{sq}$ とした。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光源を用いて測定した [1]。

結果と考察

2 種類の透明導電性膜上に ZnO NW を成長させた電極基板 (TTO, FTO) は、可視領域から $0.95 \mu\text{m}$ 付近までは 80% 以上の透過率を示した。さらに長波長側では、FTO よりも高い移動度を有する TTO では、電気伝導度を維持しつつ、キャリア密度を低減し、自由キャリア吸収を弱くできるために、 $2 \mu\text{m}$ でも 70% 程度の透過率を実現している (Fig. 1 右軸)。それぞれの電極基板で作製した太陽電池の 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

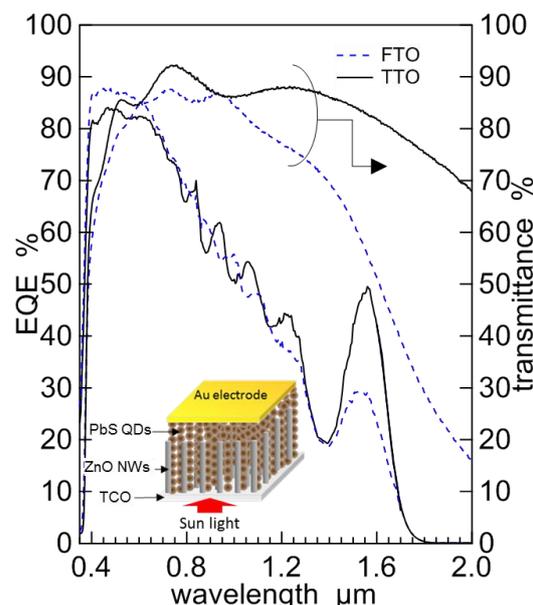


Fig. 1. EQE spectra of PbS QD/ZnO NW solar cells and transmittance spectra of FTO and TTO electrode substrates

EQE は、FTO 基板を用いた太陽電池は、30%であった。一方、TTO 基板の場合では、50%を達成した (Fig. 1 左軸)。これは、コロイド量子ドット太陽電池を含む低温・溶液プロセスで作製可能な太陽電池において報告例がない高い EQE 値である。

本検討では、 $1.55 \mu\text{m}$ に励起子吸収ピークを有する量子ドットを選択したが、 $1.55 \mu\text{m}$ 帯は、太陽光の水蒸気による吸収の影響が殆どない領域であり、赤外太陽電池の高効率化の点で好ましい。加えて、多接合太陽電池のボトムセルとしても有効な波長領域である。

[1] H. Wang, T. Kubo, J. Nakazaki, and H. Segawa, *ACS Energy. Lett.*, **4**, 2455 (2017).

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