17p-A1-5

ZnO ナノワイヤ/PbS 量子ドット太陽電池の銀ナノキューブによる光電流増強

Photocurrent Enhancement of ZnO Nanowire / PbS Quantum Dot Heterojunction Solar Cells by Plasmonic Silver Nanocubes

東大生研 [1]，東大先端研 [2]　○(DC)川脇 徳久 [1]，齋藤 滉一郎 [1]，立間 徹 [1]，
王 海濱 [2]，久保 貴哉 [2]，中崎 城太郎 [2]，瀬川 浩司 [2]

IIS, Univ. of Tokyo [1], RCAST, Univ. of Tokyo [2], ○(DC)Tokuhisa Kawawaki[1], Koichiro Saito[1],
Tetsu Tatsuma[1], Wang Haibin[2], Takaya Kubo[2], Jotaro Nakazaki[2], Hiroshi Segawa[2]

E-mail: toku-k@iis.u-tokyo.ac.jp

目的　PbS などの量子ドット(QD)は、そのサイズによって光吸収波長を可視から近赤外領域まで制御可能であり、次世代太陽電池材料として注目されている。ZnO などの n 型半導体に p 型特性を持つ QD を積層したヘテロ接合セルでは、変換効率 8.6%が達成されている [1)]。さらなる高効率化に向けた方策の一つとして、近赤外光の有効利用が考えられる。PbS QD の近赤外域における光吸収は比較的高いが、これをさらに向上させるために、金属ナノ粒子の局在表面プラズモン共鳴を利用する方法がある [2,3)]。粒子の周囲に生じる局在電場(近接場光)や散乱光によって QD の光吸収を高め、光電流を増強する。本研究では、全固体 ZnO ナノワイヤ(NW)/PbS QD ヘテロ接合太陽電池 [4)]に、局在電場や光散乱の強い銀ナノキューブ(Ag NC)を導入し、光電流の増強を試みた。

方法　FTO 被覆ガラス上で ZnO NW を成長させた。QD 分散液を数回スピンコートした後に平均粒径 80 nm 程度の Ag NC 分散液をキャスト・乾燥し、さらに QD を数回コートした。これに金薄膜を蒸着し、各種セル特性を調べた。

結果および検討　電極の走査型電子顕微鏡(SEM)像(Fig. 1, inset)から、PbS QD 層中に Ag NC がおおよそ形状を保って固定化されていることを確認した。長さ約 540 nm の ZnO NW と PbS QD からなるセルに Ag NC を導入した場合、内部抵抗は低下しなかったにも関わらず、外部量子収率は可視から近赤外領域の幅広い範囲で高くなり(Fig. 1)、エネルギー変換効率も向上した。ZnO NW をさらに長くしたセルにおいても同様の傾向が見られ、擬似太陽光照射下でのエネルギー変換効率は、最大 5.2%となった。Ag NC のサイズ、導入位置、導入量などを最適化することで、特性をさらに向上できる可能性がある。

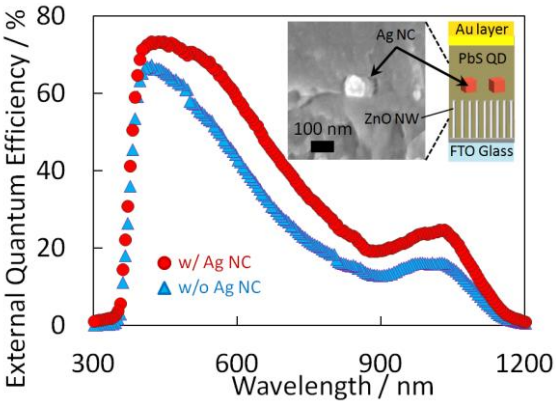

Fig. 1 External quantum efficiency spectra of PbS QD/ZnO NW solar cells with and without Ag NC. Insets: SEM image and schematic of the PbS QD/ZnO NW solar cell with Ag NC.

引用文献　1) C.-H. M. Chuang *et al.*, *Nat. Mater.*, doi:10.1038/nmat3984. 2) D. Paz-Soldan *et al.*, *Nano Lett.*, **13**, 1502 (2013). 3) T. Kawawaki and T. Tatsuma, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **15**, 20247 (2013). 4) H. Wang *et al.*, *J. Phys. Chem. Lett.*, **4**, 2455 (2013).

© 2014 年　応用物理学会