

界面パッシベーションによる PbS 量子ドット/ZnO ナノワイヤヘテロ接合太陽電池の開放電圧の向上

Enhance of open circuit voltage of PbS quantum dots/ZnO nanowires heterojunction solar cells by interface passivation

○中村 眞子¹, 丁 超¹, 大図 修平¹, 吉田 康二¹, 吉原 泰葉¹, 豊田 太郎¹, 早瀬 修二², 沈 青¹
(電通大基盤理工¹, 九工大生命体工²)

OM. Nakamura¹, C. Ding¹, S. Ozu¹, K. Yoshuda¹, Y. Yoshihara¹, T. Toyoda¹, S. Hayase², Q. Shen¹
(The Univ. of Electro-Common.¹, Kyushu Inst. Tech.²)

E-mail: nakamura@jupiter.pc.ucc.ac.jp

【緒言】 近年、量子ドット(QDs: Quantum Dots)太陽電池は理論変換効率が高い点(44%)[1]や作製の簡便性などの点から次世代太陽電池の1つとして研究が進められている。QDs太陽電池のデバイス構造として、光吸収層と正孔輸送層にPbS QDs、電子輸送層にはZnO ナノワイヤ(ZnO NWs: ZnO Nanowires)が用いられているものがある。ZnO NWsは1次元的な構造により円滑な電子移動に有用であるので、PbS QDs/ZnO NWs太陽電池は注目を集めている[2]。しかし、この構造の太陽電池の最大光電変換効率は8.5%であり[3]、その原因の1つはPbS QDs/ZnO NWsの界面面積の増大による界面再結合の増加が生じている可能性が考えられる。これまでの研究で、ZnOにZnMgOをドーピングすることで、PbS QDs/ZnO界面での再結合が減少することが分かっている[4]。そこで本研究では、界面再結合の減少を図るためにPbS QDs/ZnO NWs界面にMgをドーピングしたZnO(ZnO_{1-x}Mg_xO)をパッシベーションさせた。Mgの含有量の変化(X=0, 0.10, 0.20)させることで、PbS QDs/ZnO NWs(@ZnMgO)ヘテロ接合太陽電池の界面における再結合と光電変換特性の変化について検討した。

【実験】 FTO上にZnOシード層を成膜し、水熱合成法によってZnO NWsを成長させた[5]。スピコート法を用いてZnO NWs上にZnO_{1-x}Mg_xOをパッシベーションさせ、アニールさせたのち、ZnO NWs(@ZnMgO)電極を作製した。その上にPbS QDs層を塗布し、金を蒸着させ、PbS QDs/ZnO NWs(@ZnMgO)ヘテロ接合太陽電池を作製した。

【結果と考察】 ZnO NWsとZnO_{1-x}Mg_xO(X=0, 0.10, 0.20)をパッシベーションさせたZnO NWsの発光(PL: Photo Luminescence)スペクトルを図1に示す。図1より、Mgの含有量を増加させるほど約500 nm以上の波長領域での発光強度が減少したことがわかった。これは、約500 nm以上の波長領域での発光は主にNWs表面欠陥に由来するものであるため[6]、パッシベーションによって、表面欠陥密度が減少したためと推測される。図2に作製した太陽電池の光電変換特性を示す。図2の結果より、パッシベーションしていないZnO NWsからZnO_{1-x}Mg_xO(X=0.20)をパッシベーションしたものにかけて、開放電圧V_{oc}は約1.2倍に、光電変換効率は約1.7倍に向上したことが判明した。これは、NWs表面の電荷再結合の抑制は、PbS QDs/ZnO NWs界面再結合の抑制にも影響を及ぼしたためと考えられる。以上の結果より、PbS QDs/ZnO NWs界面におけるZnMgOをパッシベーションは、界面再結合を抑制し、光電変換効率の向上に有用であることが示唆された。

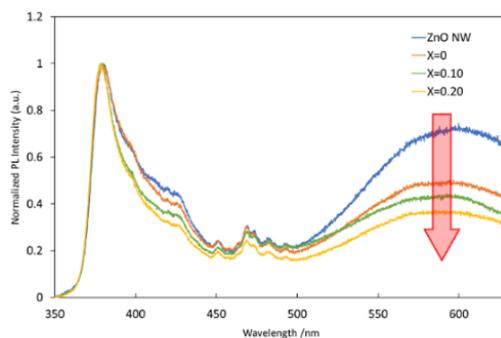


図1 PLスペクトル

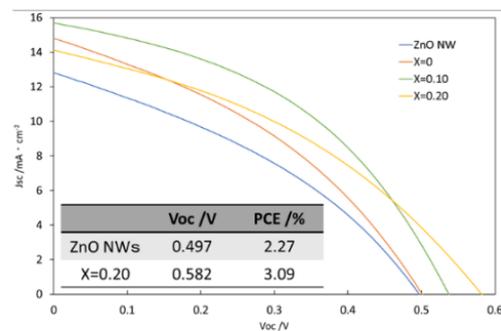


図2 光電変換特性

- [1] Hanna, M. C., A. J. Nozik, *J. Appl. Phys.* **100**, 074510 (2006)
 [2] H. Wang *et al.*, *J. Appl. Chem.* **4**, 2455-2460 (2013)
 [3] Jayce J. Cheng *et al.*, *ACS Appl. Energy Matter.*, **1**, 5, 1815-1822 (2018)
 [4] C. Ding *et al.*, *Nanoscale Horizon* (2018)
 [5] M. Breedon *et al.*, *ICONN*, 9-12 (2008)
 [6] A B Djurisi *et al.*, *Nanotechnology.*, **18**, 095702 (2007)