

***n*-ZnS 窓層を用いた ZnTeO 中間バンド型太陽電池の特性評価****Characterization of ZnTeO intermediate band solar cells with *n*-ZnS window layer**佐賀大院工<sup>1</sup>, JST さきがけ<sup>2</sup>○田中徹<sup>1,2</sup>, 原口真<sup>1</sup>, 溝口耕輔<sup>1</sup>, 寺沢俊貴<sup>1</sup>, 齊藤勝彦<sup>1</sup>, 郭其新<sup>1</sup>, 西尾光弘<sup>1</sup>Saga Univ.<sup>1</sup>, JST PRESTO<sup>2</sup>T. Tanaka<sup>1,2</sup>, S. Haraguchi<sup>1</sup>, K. Mizoguchi<sup>1</sup>, T. Terasawa<sup>1</sup>, K. Saito<sup>1</sup>, Q. Guo<sup>1</sup>, M. Nishio<sup>1</sup>

E-mail: ttanaka@cc.saga-u.ac.jp

はじめに ZnTe 中に電気陰性度の大きく異なる酸素をわずかに(~5%)添加すると、酸素に起因する局在準位と ZnTe の伝導帯間のバンド反交差作用により、低エネルギー( $E_-$ )サブバンドと高エネルギー( $E_+$ )サブバンドが形成される[1]。我々は本材料を用いた中間バンド型太陽電池の実現を目指して、MBE 法により成長した  $\text{ZnTe}_{1-x}\text{O}_x$ (ZnTeO)薄膜[2]と *n*-ZnO 窓層を用いて中間バンド型太陽電池構造を試作し、原理の実証を進めてきた[3]。同太陽電池において、中間バンドを介した二段階光吸収電流を検出することができたが、ZnO/ZnTe 間の大きな伝導帯オフセットの影響で開放電圧( $V_{oc}$ )は小さな値であった。本研究では、より適した *n* 型窓層として *n*-ZnS を用いた ZnTeO 中間バンド型太陽電池の作製を行ったので、その特性を報告する。

**実験方法** 酸素ラジカル源を有する MBE 装置にて、*n*-ZnS/ZnTe/ZnTeO/ZnTe/*p*-ZnTe 構造の太陽電池を作製した。ZnTeO 層を挟む ZnTe 層は中間バンドに対するブロック層として挿入しており、基板側の ZnTe 層厚は 50nm 一定とし、窓層側の ZnTe 層厚さは 50~200nm の範囲で変化させた。*n*-ZnS 層は、同一装置内で ZnS を原料に Al をドーピングすることで成長させた。ZnTeO 層の O 組成  $x$  は 1.5%程度とし、膜厚は 150nm とした。表面および裏面にオーミック電極を形成した後、AM1.5 光照射下にて  $J$ - $V$  特性、ならびに外部量子効率(EQE)等を評価した。

**結果と考察** Fig. 1 に *n*-ZnS 窓層および比較として *n*-ZnO 窓層を有する中間バンド型太陽電池の 1sun 照射下での  $J$ - $V$  特性を示す。*n*-ZnS 窓層を用いた場合、 $V_{oc}$  が 0.65V と *n*-ZnO の場合に比べて約 2 倍大きくなっており、窓層として適していることがわかる。Fig. 2 に *n*-ZnS 窓層を用いた中間バンド型太陽電池の EQE スペクトルを示す。中間バンドが無い場合(黒線)に比べると、ZnTe のバンドギャップである 2.26eV 以上のエネルギー領域では再結合の影響により EQE は低下しているが、価電子帯から中間バンドへの遷移が生じる 1.6-2.0 eV の領域では EQE は大きくなっていることが分かる。したがって、中間バンドに励起された電子の一部が伝導帯に遷移し電流として取り出されているものと推測される。

[1] K. M. Yu, et. al. Phys. Rev. Lett. 91 (2003) 246403. [2] T. Tanaka et. al. Appl. Phys. Lett. 100 (2012) 011905.

[3] T. Tanaka et. al. Appl. Phys. Lett. 102 (2013) 052111.

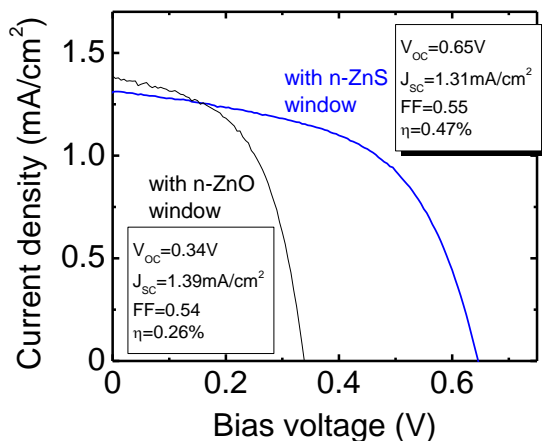


Fig. 1  $J$ - $V$  curves under AM1.5 1sun for ZnTeO IBSCs with *n*-ZnO or *n*-ZnS window layers.

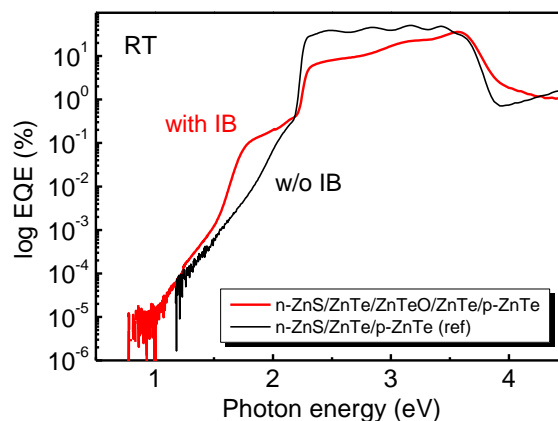


Fig. 2 EQE spectra for solar cells with and without ZnTeO layer.