

ZnTeO 中間バンド型太陽電池の ブロック層への Cl ドーピングによる効果

Effect of Cl doping to blocking layer of ZnTeO intermediate band solar cells

佐賀大院理工, °七種 朗, 齊藤 勝彦, 郭 其新, 田中 徹

Saga Univ. °W. Saikusa, K. Saito, Q. Guo, T. Tanaka

E-mail: 20708012@edu.cc.saga-u.ac.jp

1. はじめに

ZnTe に電気陰性度の大きく異なる酸素をわずかに添加した $\text{ZnTe}_{1-x}\text{O}_x$ (ZnTeO) は、酸素に起因する不純物準位と本来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、計 3 つの光学遷移過程を創出できることから、中間バンド型太陽電池への応用が期待されている[1]. 我々は、これまで $n\text{-ZnS}$ 窓層を用いた ZnTeO 中間バンド型太陽電池において、 ZnTeO への Cl ドーピングが二段階光吸収電流の増加に有効であることを報告してきた[2]. 本研究では、 ZnTeO の中間バンドを孤立させるために $n\text{-ZnS}$ と ZnTeO 間に挿入している ZnTe ブロック層に着目し、従来のアンドープ ZnTe に代えて Cl ドープ ZnTe をブロック層に用いることで特性の改善を試みた.

2. 実験方法

本研究で評価した Cl ドープ ZnTeO 中間バンド型太陽電池の構造は、 $n\text{-ZnS}/\text{Cl-doped ZnTe}/\text{Cl-doped ZnTeO}/\text{ZnTe}/p\text{-ZnTe}$ であり、分子線エピタキシー(MBE)法を用いて $\text{ZnTe}(100)$ 基板上に作製したものである. 酸素はラジカル銃により一定の条件下で供給した. また比較のため、アンドープ ZnTe をブロック層に用いた ZnTeO 中間バンド型太陽電池も作製した. 特性の評価には、電流-電圧 ($J-V$) 特性、外部量子効率 (EQE) の測定を行った. また、二段階光吸収による光電流の評価のために、 E_- バンドから E_+ バンドへの電子励起が可能なバイアス光である赤外光 (IR 光) を照射した時の EQE を測定し、IR 光の有無による EQE の変化量 ($\Delta\text{EQE} = \text{EQE}_{\text{IR-ON}} - \text{EQE}_{\text{IR-OFF}}$) を評価した.

3. 結果及び考察

Fig. 1 にブロック層にアンドープ、及び Cl ドープ ZnTe を用いた ZnTeO 中間バンド型太陽電池の EQE スペクトルを示す. ブロック層に Cl ドープ ZnTe を用いた太陽電池の EQE は、アンドープの場合に比べて全体的に大きいことが分かる. これはブロック層でのキャリア輸送が Cl ドーピングにより改善したためと推測される. Fig. 2 に各太陽電池の ΔEQE スペクトルを示す. ブロック層に Cl ドープ ZnTe を用いた太陽電池では、価電子帯から E_- バンドへの励起が生じる $1.7\text{eV} \sim 2.2\text{eV}$ の間で ΔEQE がアンドープの場合に比べて大きく、二段階光吸収電流が増加していることが分かる. $J-V$ 特性の評価等については当日報告する.

[1] K. M. Yu et al. Phys. Rev. Lett. 91 (2003) 246403.

[2] 堤修治等 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 17a-513-1 (2017).

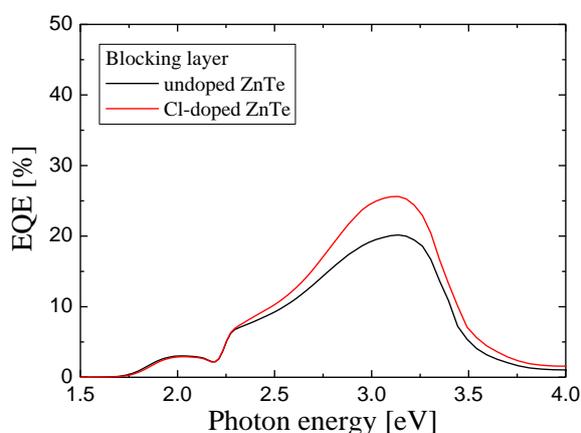


Fig. 1. EQE spectra of ZnTeO intermediate band solar cells using undoped or Cl-doped blocking layer.

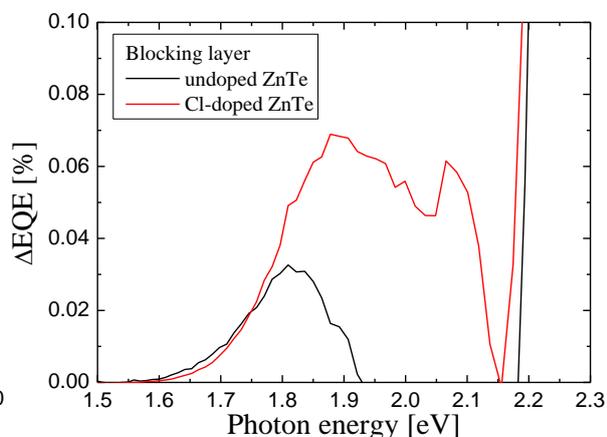


Fig. 2. ΔEQE spectra of ZnTeO intermediate band solar cells using undoped or Cl-doped blocking layer.