

Cl ドープ ZnTeO 中間バンド型太陽電池における 光電変換特性の酸素濃度依存性

Oxygen concentration dependence of photovoltaic properties of
Cl-doped ZnTeO Intermediate band solar cells

佐賀大院工, °泉 健夫, 堤 修治, 松尾 健斗, 田中 徹, 齊藤 勝彦, 郭 其新

Saga Univ. °T. Izumi, S Tsutsumi, K Matsuo, T. Tanaka, K. Saito, Q. Guo

E-mail: 18576002@edu.cc.saga-u.ac.jp

1. 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添加した $\text{ZnTe}_{1-x}\text{O}_x$ (ZnTeO) は, 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(IBSC)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, 3]. 二段階光吸収は中間バンドの状態密度により影響を受けると考えられ, ZnTeO において中間バンド(E_-)の状態密度は酸素濃度に依存することから, 本研究では, 酸素濃度を系統的に変化させた Cl ドープ ZnTeO 中間バンド型太陽電池を作製し, その光電変換特性への影響を評価した.

2. 実験方法

今回評価した Cl ドープ ZnTeO 中間バンド型太陽電池の構造は, $n\text{-ZnS}/\text{ZnTe}/\text{Cl-doped ZnTeO}/\text{ZnTe}/p\text{-ZnTe}$ であり, 分子線エピタキシー(MBE)法を用いて $p\text{-ZnTe}$ 基板上に作製したものである. Cl-doped ZnTeO 層の酸素濃度は酸素ラジカル供給量により変化させ, 数種類の異なるサンプルを作製した. 電気特性の評価方法として, $J\text{-}V$ 特性, EQE の温度依存性の評価等を行った. EQE の測定温度は $10\sim 300\text{K}$ の範囲で変化させた. 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

図 1 に酸素濃度 $x=0.98\%$ の Cl ドープ ZnTeO を用いた中間バンド型太陽電池の EQE の温度依存性を示す. 2.26eV 付近での EQE の立ち上がり, 温度上昇により低エネルギー側へシフトしている. このエネルギーは ZnTe の吸収端に相当し, ZnTe のバンドギャップの温度依存性によりシフトしていると考えられる. 図 2 に同太陽電池の ΔEQE の温度依存性を示す. ΔEQE は $10\sim 150\text{K}$ の範囲では, 温度上昇に伴い減少したが, $150\sim 300\text{K}$ の範囲では, 温度上昇に伴い上昇する傾向が見られた. $J\text{-}V$ 特性の評価, 及び, 酸素濃度による EQE と ΔEQE の変化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).

[3] 松尾健斗等 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, 6p-PA5-18 (2017).

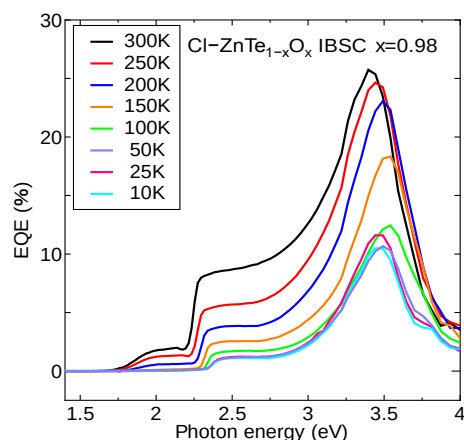


Fig. 1. Temperature dependence of EQE spectra for $n\text{-ZnS}/\text{ZnTe}/\text{Cl-doped ZnTeO}/\text{ZnTe}/p\text{-ZnTe}$ IBSC.

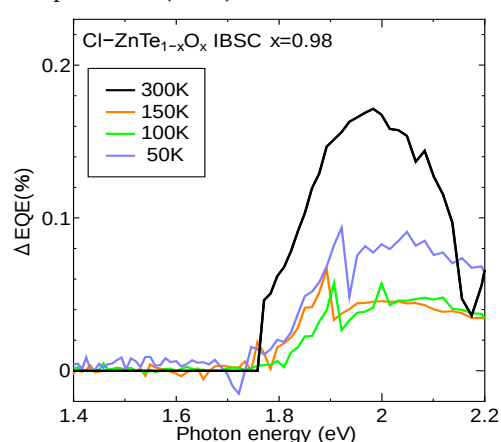


Fig. 2. ΔEQE spectra for $n\text{-ZnS}/\text{ZnTe}/\text{Cl-doped ZnTeO}/\text{ZnTe}/p\text{-ZnTe}$ IBSC.