

## Cl ドープ ZnCdTeO 中間バンド型太陽電池の光電変換特性の温度依存性 Temperature dependence of photovoltaic properties in Cl-doped ZnCdTeO IBSCs

佐賀大学大学院理工学研究科 谷 大樹, 齊藤 勝彦, 郭 其新, 田中 徹

Saga Univ. : D. Tani, K. Saito, Q. Guo, T. Tanaka

E-mail : 22730018@edu.cc.saga-u.ac.jp

### 1. はじめに

Zn<sub>1-x</sub>Cd<sub>x</sub>Te 中に、電気陰性度の大きく異なる O を僅かに添加した Zn<sub>1-x</sub>Cd<sub>x</sub>Te<sub>1-y</sub>O<sub>y</sub>(ZnCdTeO)は、O の局在準位と ZnCdTe の伝導帯間のバンド反交差作用により、低エネルギーサブバンド( $E_-$ , 中間バンド(IB))と高エネルギーサブバンド( $E_+$ , 伝導帯(CB))が形成され、計3つの遷移が生じることから中間バンド型太陽電池への応用が期待される[1]. 本材料は、Cd および O 組成によりバンドギャップ制御が可能であることから、太陽光スペクトルに対する整合性の向上が期待されている. これまでの研究で ZnCdTeO に Cl ドーピングした中間バンド型太陽電池において二段階光吸収電流を室温で確認してきた[2]. 本研究では、Cl ドープ ZnCdTeO を用いた中間バンド型太陽電池における二段階光吸収電流の温度依存性を明らかにすることを目的に研究を行った.

### 2. 実験方法

中間バンド型太陽電池の構造は、n-ZnS/ZnTe/Cl-doped ZnCdTeO/ZnTe/p-ZnTe であり、分子線エピタキシー(MBE)法により p-ZnTe(100)基板上に成長した. 異なる Cd 組成の ZnCdTeO を得るため、O 供給量一定の下で Cd フラックス比  $f_{Cd}$  ( $=[Cd]/([Cd]+[Zn])$ )を 0.1, 0.2 と変化させた. 作製した太陽電池の外部量子効率(EQE)と二段階光吸収電流の温度依存性を、10K~300K の範囲で評価した. 二段階光吸収電流は、(1)EQE 測定時に中間バンド( $E_-$ , IB)から上部バンド( $E_+$ , CB)へ電子励起可能な赤外(IR)光をバイアス光として照射した時の EQE の変化量  $\Delta EQE$  ( $EQE_{IRon} - EQE_{IRoff}$ )による評価と、(2)価電子帯から中間バンド、および中間バンドから  $E_+$  バンドのそれぞれに電子励起可能な赤色および IR レーザ光を用いて、IR レーザ光照射の有無による電流の増加量( $\Delta I$ )により評価した.

### 3. 実験結果

Fig. 1 に  $f_{Cd} = 0.1$  で作製した ZnCdTeO 中間バンド型太陽電池の  $\Delta I$  の赤色レーザー光強度(VB→IB)および測定温度による変化を示す. IR レーザ光強度は 35mW 一定とし、 $\Delta I$  は赤色レーザー光 10mW 照射時の電流値で規格化している. 100K 以下の低温域では、赤色レーザー光の照射強度を大きくすることで、 $\Delta I$  が増加していることがわかる. この温度域では、赤色レーザー光の照射強度の増加に伴い価電子帯から中間バンドへ励起される電子が増加し、中間バンド内の電子濃度が増加したため、 $\Delta I$  が増加したものと考えられる. 一方、150K 以上の温度域では赤色レーザー光の照射強度を大きくしても、 $\Delta I$  はほとんど増加していないことが分かる. このことは中間バンド内への電子の蓄積が不十分であることを示唆しており、温度上昇により隣接する ZnTe ブロック層内の欠陥準位が活性化し、中間バンドに励起された電子がこの欠陥を介して流出している可能性が考えられる. したがって、二段階光吸収電流の増加のためには、今後、このようなリークパスを低減することが重要である.

[1] T. Tanaka et al. J. Cryst. Growth, 378 (2013) 259.

[2] Y. Watanabe et al. 19<sup>th</sup> Int. Conf. on II-VI Compounds and Related Materials, P-35 (2019).

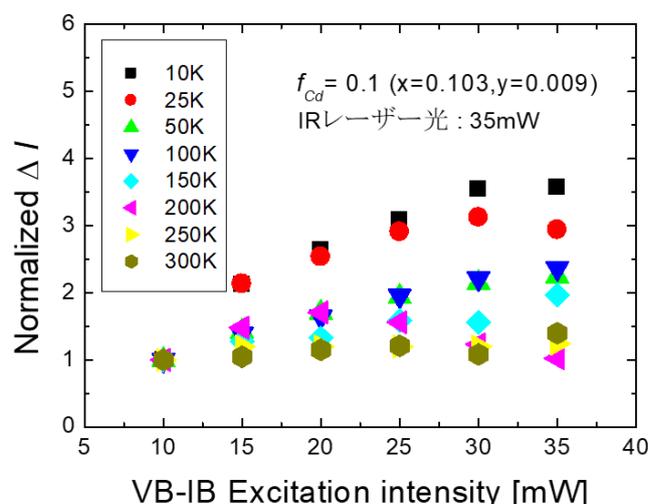


Fig. 1 VB→IB excitation intensity and temperature dependences of normalized  $\Delta I$  of ZnCdTeO IBSC.