

デバイスシミュレータによる ZnSnP₂ 太陽電池の動作解析

Performance analysis of ZnSnP₂-based solar cells by SCAPS

京大院工¹, [○](B)三浦 颯斗¹, (D)桑野 太郎¹, 野瀬 嘉太郎¹

Kyoto Univ.¹, [○]Hayato Miura¹, Taro Kuwano¹, Yoshitaro Nose

E-mail: miura.hayato.88n@st.kyoto-u.ac.jp

■背景 我々のグループではこれまでリン化物半導体 ZnSnP₂ (ZTP) を光吸収層として用いた太陽電池について報告しており, Al/ITO/CdS/ZTP/Cu₃P/Cu セル構造で変換効率 3.87%を達成した¹⁾. 一方で, このセルにおける短絡電流密度 J_{sc} は 12 mA cm⁻², 開放電圧 V_{oc} は 0.55 V であり, まだまだ改善の余地がある. そこで本研究では, 一次元の太陽電池デバイスシミュレータ SCAPS²⁾を用いて ZTP 太陽電池の動作解析を行い, 変換効率向上の指針を得ることを目的とした.

■実験内容 本研究では簡単のため, セル構造を表面電極/CdS/ZTP/裏面電極とした. CdS, ZTP の厚さはそれぞれ 50 nm, 200 μm とし, 電極界面のオフセットはゼロとした. 今回は J_{sc} , V_{oc} に大きく影響を及ぼすと考えられる ZTP 内部 (バルク) および CdS/ZTP 界面における欠陥密度に着目し, 計算を行った. なお, 他の物性値は過去の文献を参考に設定した.

■結果と考察 欠陥を導入しない場合, V_{oc} は 1.46 V, 変換効率は 26.6%と計算された. 検討したセルにおいては, Figure 1 に示すように CdS と ZTP で 0.63 eV 程度の伝導帯オフセットがあるが, V_{oc} に大きな影響を及ぼさないことが示された. 一方, ZTP 内部, および CdS/ZTP 界面に欠陥を導入した場合にそれぞれ J_{sc} , V_{oc} の減少が確認された. つまり, 現在のセル構造でもバルク, および界面欠陥を低減することにより大きな性能向上が見込めることが示唆された. 特に我々のグループでは, TRPL により ZTP の少数キャリア寿命が 0.4 ns 程度³⁾, また DLTS によりバンドギャップ内の深い欠陥準位があること⁴⁾を明らかにしている. 界面欠陥面密度が 1×10¹³ cm⁻²とした場合, バルク欠陥の濃度を変化させていくと実験結果と同程度の V_{oc} が示されたことから, ZTP バルク結晶内の欠陥密度を低減して少数キャリア寿命を長くすることが喫緊の課題であると考えられる. 当日は他のパラメータを変化させた, より詳細なシミュレーション結果を報告する.

■参考文献 1) T. Kuwano et al., *Sol. Energy Sol. Cells* **221**, 110891 (2021). 2) M. Burgelman et al., *Thin Solid Films* **361-362**, 527 (2000). 3) S. Nakatsuka et al., *Phys. Stat. Sol. A* **214**, 2 (2017). 4) T. Kuwano et al., *Jpn. J. Appl. Phys.*, accepted.

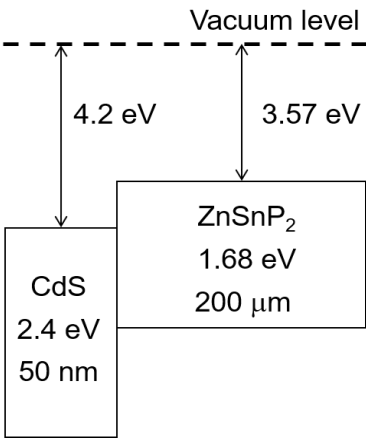


Figure 1. Band diagram of model cell