28a-G4-11

Cu(In,Ga)Se_2 のバンドプロファイルが太陽電池特性に及ぼす影響の理論解析

Numerical simulation about effects of Cu(In,Ga)Se_2 band profile on solar cell performance.

東工大院理工 [1]，東工大 PVREC[2]　○平井　義晃 [1]，鈴木　良太郎 [1]，黒川　康良 [1]，山田　明 [1, 2]

Dept. Physical Electronics, Tokyo Tech. [1], Photovoltaics Research Center (PVREC), Tokyo Tech. [2] ,

○Yoshiaki Hirai[1], Ryotaro Suzuki [1], Yasuyoshi Kurokawa[1], Akira Yamada[1, 2],

E-mail: hirai.y.ae@m.titech.ac.jp

Cu(InGa)Se_2 (CIGS)は光吸収係数が高く、III 族の組成比を変化させることで太陽光スペクトルとの整合性の良い 1.4eV が作製可能であり、低コストかつ高効率な薄膜太陽電池材料として期待される。実際、多数の研究機関から 20%前後の高い変換効率が報告されている。[1, 2] このような高効率を得るためには、CIGS のバンドプロファイルに二重傾斜構造が必要であると考えられている。二重傾斜構造は、CIGS の両端から内部に向かって伝導帯が減少する構造であり、内蔵電界の形成や界面近傍での禁制帯幅増加による特性向上が期待される。しかし、傾斜が大きくなると、これがキャリア障壁となり特性悪化の原因となってしまう。そのため、変換効率の向上のためにはバンドプロファイルの最適化が必要である。

本研究では wxAMPS を用いて最適バンドプロファイルの検証を行った。検証に用いた CIGS のバンドプロファイルを図 1 に示す。ここでは、平均バンドギャップを 1.1 eV とし、X 及び Eg_{min} を変化させることでポテンシャルの位置と深さをそれぞれ変化させた。

Eg_{min} = 1.1 eV、即ち平坦なバンドプロファイルを有する CIGS を考慮し計算した結果、*Eff* = 20.9 % (V_{OC} = 0.648 V, J_{SC} = 39.3 mA/cm^{-2}, *FF* = 81.9)が得られた。この時の各パラメータを用い X, Eg_{min} を変化させたときの太陽電池特性を正規化した。その結果を図 2 に示す。この図より、開放電圧・曲線因子の変化は小さく、変換効率は短絡電流密度に大きく依存していることがわかった。また、最高変換効率は X = 0 μm, Eg_{min} = 1.04 eV の場合、即ち、最も傾きの大きい単傾斜構造の場合に得られることがわかった。

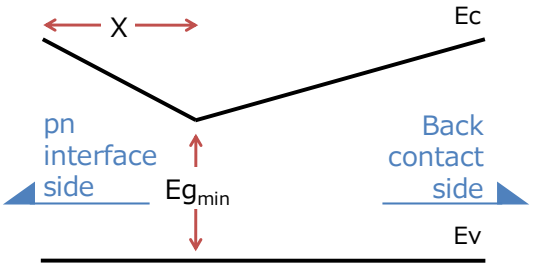

Fig. 1 Schematic diagram of CIGS band profile that was used for device simulation

謝辞:本研究は NEDO の助成によるものである。

文献

1) P. Jackson *et al*., Prog. Photovoltaics **19** (2011) 894.

2) I. Repins *et al*., Prog. Photovoltaics **16** (2008) 235.

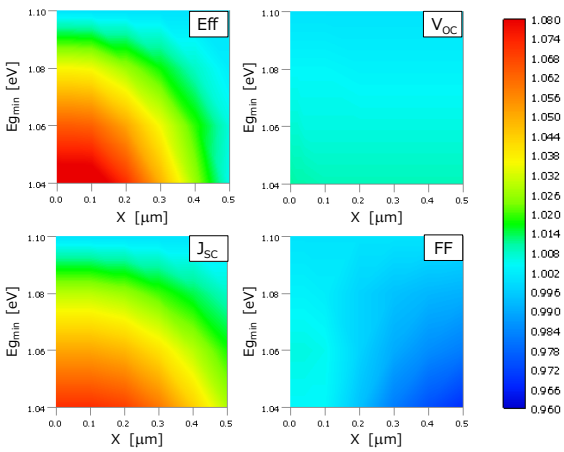

Fig. 2 Mappings of normalized solar cell parameter. The red and blue regions are high and low, respectively. The horizontal and vertical axis represent depth from pn interface location and Eg_{min}, respectively.

© 2013 年　応用物理学会