

CH₃NH₃PbI_{3-x}Cl_x ペロブスカイトと Cu(In,Ga)Se₂ 薄膜太陽電池の デバイスモデル比較とシミュレーション

Device model comparison of CH₃NH₃PbI_{3-x}Cl_x perovskite and Cu(In,Ga)Se₂ solar cells

立命館大学 ○峯元 高志, 村田 雅

Ritsumeikan University ○Takashi Minemoto, Masashi Murata

E-mail: minemoto@se.ritsume.ac.jp

CH₃NH₃PbI_{3-x}Cl_x ペロブスカイト薄膜を光吸収層に用いた太陽電池が大きな注目を集めている。有機と無機のハイブリッド型薄膜太陽電池と位置づけられるこの新型太陽電池の動作メカニズムは明らかになっておらず、その理解が更なる高効率化や最適な材料選択に重要である。ペロブスカイト太陽電池は、色素増感型太陽電池に広く利用されてきたポーラス構造を用いない単純な平坦界面構造でも 15%を超える高効率で報告されている^[1]。この構造は図 1 に示すように、20%という高い変換効率が実証されている無機半導体薄膜太陽電池、すなわち Cu(In,Ga)Se₂ や CdTe 太陽電池、と同様である。また、この材料系のペロブスカイトは、誘電率が大きく、励起子が Wannier 型であり^[2]、光生成されたキャリアは無機半導体を用いた太陽電池と同様に扱う事ができると考えられる。本研究では、Cu(In,Ga)Se₂ 太陽電池で広く用いられている^[3] 1 次元デバイスシミュレータである SCAPS^[4]を用いて、ペロブスカイト太陽電池のデバイスシミュレーションを行った。文献から各層の妥当と考えられる物性値を収集し、図 1 のようなバンド図を描き、太陽電池性能の計算を行った。(ただし、ここでは簡単のために光吸収層と隣接する層における少数キャリアに対するバンドオフセットをゼロとした。) その結果、既報の実験結果と同等の短絡電流密度~20 mA/cm²、開放電圧~1.0 V が計算機上で再現できた。講演では、デバイスモデルの妥当性、高効率化に重要な構造・物性パラメータについて議論する。

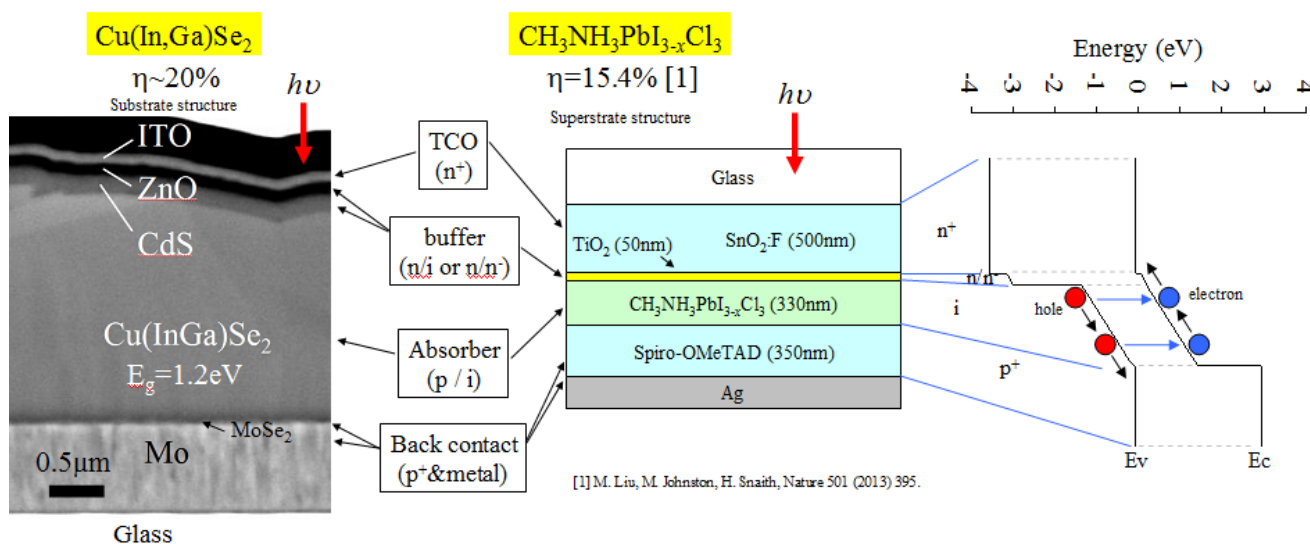


図 1 CIGS とペロブスカイト太陽電池の断面構造比較とバンド図

References: [1] M. Liu, M. Johnston, H. Snaith, Nature 501 (2013) 395. [2] M. Hirasawa, T. Ishihara, T. Goto, K. Uchida, N. Miura, Physica B 201 (1994) 427. [3] M. Murata, T. Minemoto et al., Jpn. J. Appl. Phys. 53 (2014) 04ER14. [4] M. Burgelman, P. Nollet, S. Degraeve, Thin Solid Films 361–362 (2000) 527.

Acknowledgements: The authors would like to thank Professor Burgelman and the Department of Electronics and Information Systems at the University of Gent, Belgium, for the development of the SCAPS software package and allowing its use. The authors also would like to thank Prof. S. Ito of University of Hyogo, Prof. K. Yoshino of University of Miyazaki, and Prof. S. Ikeda of Osaka University for fruitful discussion.