

Ag-(III-V族)-I からなる太陽電池の元素組成スクリーニングと素子特性

Elemental and Compositional Screening of Ag-(III-V)-I Solar Cell and Device Characterization

阪大院工 ○(M2)伊豫田 文也, (D)西久保 綾佑, 佐伯 昭紀

Osaka Univ. °Fumiya Iyoda, Ryosuke Nishikubo, Akinori Saeki

E-mail: saeki@chem.eng.osaka-u.ac.jp

近年、低毒・安価・溶液プロセスが可能な非鉛ペロブスカイト太陽電池が注目されている。代表的な非鉛金属として Sn, Bi, Cu, Ag, Ga, Ge, In が挙げられる。中でも Ag-Bi-I 材料は高い大気安定性を有し、1~4%の変換効率が報告されている^[1-3]。そこで本研究では、Ag-Bi-I の最適比率の探索と変換効率の向上に向けた代替カチオン (III-V 族) の探索^[4]および作製した試料の元素組成比と光電気特性の評価を行った。

試料は AgI および MI_3 ($M = Bi, Sb, In, Ga$) を DMSO に溶解させ、スピンコート法で作製した。その混合膜の元素組成比を変化させた薄膜に対して、時間分解マイクロ波伝導度 (time-resolved microwave conductivity: TRMC)法^[5]を用いて過渡伝導度測定を行った。500 nm 励起で得られた TRMC 過渡信号の最大値 ($\phi\Sigma\mu_{\max}$, ϕ : 量子収率, $\Sigma\mu$: 局所電荷キャリア移動度の和) と、その半減期 ($\tau_{1/2}$) の積 ($\phi\Sigma\mu_{\max} \times \tau_{1/2}$) を指標として Ag-Bi-I の最適組成比をスクリーニングし、最適混合組成比 $Ag_3Bi_2I_9$ を得た。この結果をもとに素子を作成したところ、最高変換効率 0.78%を示した。

次に $Ag_3M_2I_9$ の組成比で M を Bi と Sb で混合した試料の TRMC 測定を行った結果、 $\phi\Sigma\mu_{\max} \times \tau_{1/2}$ は Ag-Bi-I 混合膜より高い値を示した。そこで、 $Ag_3M_2I_9$ ($M = Bi/Sb = 1$) で素子を作製したところ、最高変換効率は 1.3%へ上昇した。さらに、これらの素子で用いた試料の元素組成比を評価するため、エネルギー分散型 X 線分光(Energy Dispersive X-ray Spectroscopy: EDX)を用いて元素分析測定を行った。この結果から、原料の混合比率に比べて I_2 が欠乏していることが判明したため、DMSO に溶解させた I_2 を試料溶液に加えて試料を作製し、TRMC 法で過渡伝導度を測定した (Fig. 1)。その結果、 $\phi\Sigma\mu_{\max}$ が大きく向上し、更なる変換効率の向上が望める結果となった。また、X 線回折 (XRD) 測定による結晶構造の変化、光電子収量分光測定装置 (photoelectron yield spectroscopy: PYS) による価電子帯準位の変化、および紫外可視吸収スペクトル (UV-vis) によるバンドギャップ評価を行

い、薄膜の構造・電気化学物性・光電気特性を検討した。当日は素子性能と併せて詳細を議論する。

References.

- [1] Y. Kim, Z. Yang, A. Jain, O. Voznyy, G.-H. Kim, M. Liu, L. N. Quan, F. P. G. de Arquer, R. Comin, J. Z. Fan, E. H. Sargent, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2016**, 55, 9586.
- [2] H. Zhu, M. Pan, M. B. Johansson, E. M. J. Johansson, *ChemSusChem* **2017**, 10, 2592.
- [3] I. Turkevych, S. Kazaoui, E. Ito, T. Urano, K. Yamada, H. Tomiyasu, H. Yamagishi, M. Kondo, S. Aramaki, *ChemSusChem* **2017**, 10, 3754.
- [4] 伊豫田 文也, 西久保 綾佑, 佐伯 昭紀, 2019 年応用物理学会秋季講演会予稿集
- [5] A. Saeki, S. Yoshikawa, M. Tsuji, Y. Koizumi, M. Ide, C. Vijayakumar, S. Seki *J. Am. Chem. Soc.* **2012**, 134, 19035.

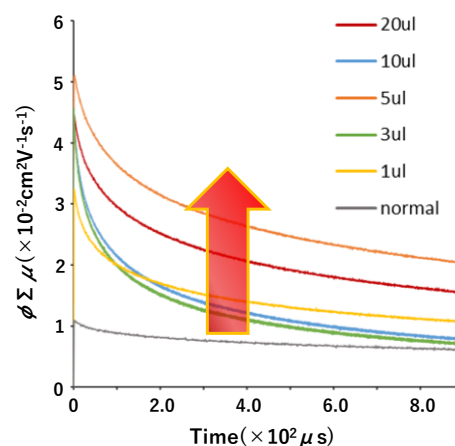


Figure. 1 TRMC transients of $Ag_3(Bi/Sb)_2I_9$ films prepared by adding I_2 (the volume is the added amount of the DMSO solution with the fixed I_2 concentration).