

pn ホモ接合 SnS の作製と太陽電池特性

Fabrication of pn homojunction of SnS and its photovoltaic properties

東北大¹, NREL², 山梨大³ ○川西 咲子¹, 鈴木 一誓¹, Sage Bauers²,Andriy Zakutayev², 柴田 浩幸¹, 柳 博³, 小俣 孝久¹Tohoku Univ.¹, NREL², Univ. of Yamanashi³, °Sakiko Kawanishi¹, Issei Suzuki¹, Sage Bauers²,Andriy Zakutayev², Hiroyuki Shibata¹, Hiroshi Yanagi², Takahisa Omata¹

E-mail: s-kawa@tohoku.ac.jp

【緒言】硫化スズ(II) (SnS)は、太陽光に対して優れた光吸収特性をもつことに加え、構成元素が安全かつ資源豊富であるため、次世代太陽電池用の材料として期待されている。高い変換効率の達成には、pn ホモ接合の素子が望まれるが、SnS は n 型化が容易でないため実現されていない。既報の SnS 太陽電池は p 型 SnS と n 型 CdS や Zn(O,S)などとのヘテロ接合で構成され、その変換効率は最高でも 4.4%である[1]。近年、我々は S サイトへの Cl のドーピングによる n 型伝導を実証するとともに[2]、Cl および Br をドーピングした直径 16mm 超の n 型 SnS 大型単結晶の育成に成功した[3]。本研究では、この大型単結晶上に p 型薄膜を堆積して pn ホモ接合を作製し、その太陽電池特性を評価した。

【実験方法】Cl ドープの n 型 SnS 大型単結晶を、Sn を主溶媒としたフラックス法により作製した。この n 型単結晶の(100)劈開面上に、RF スパッタリング法により直径 1mm、厚さ 270nm の p 型 SnS 薄膜を 340°C で堆積した。得られた p 型および n 型 SnS と、これらからなる pn ホモ接合について、種々の構造・電気物性を評価した。この pn ホモ接合を用いて Fig. 1 に示す構造の太陽電池を試作し、キセノン光源を用いて I-V 測定を実施した。

【結果】Table 1 に n 型単結晶および p 型薄膜の電気特性を、Fig. 2 に得られた pn ホモ接合の断面 TEM 像を示す。種々の構造評価と併せ、p 型 SnS 薄膜は n 型単結晶上で成長方向に<100>配向し、成長面内でも緩やかに配向することが確認された。また、n 型単結晶/p 型薄膜界面には空隙がなく、Cl 濃度の変化は急峻であった。I-V 曲線から求めた変換効率は 1.4%であった。開放電圧が 360mV と高く、既報のヘテロ接合素子での最高値(372mV [1])と同等であることは、ホモ接合素子の高いポテンシャルを期待させる。

[1] P. Sinsermsuksakul et al., *Adv. Energy Mater.*, 4, 1 (2014).[2] H. Yanagi et al., *APEX* 9, 051201 (2016); Y. Iguchi et al., *Inorg. Chem.*, 57, 6769 (2018).

[3] S. Kawanishi et al., submitted.

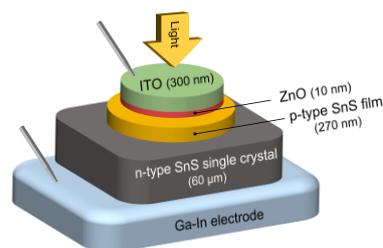


Fig. 1 Structure of pn homojunction of SnS photovoltaics.

Table 1 Property of p- and n-type SnS used for pn homojunction.

	p-type SnS thin film	n-type SnS single crystal
Conductivity / Scm^{-1}	1.7×10^{-2}	1.1×10

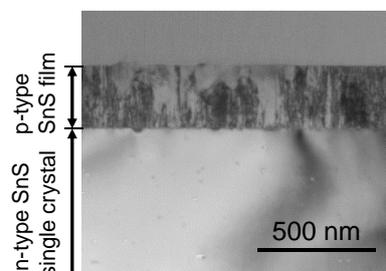


Fig. 2 Cross-sectional TEM image of SnS pn homojunction.