

同時蒸着法を用いた(Ge, Sn) S 薄膜太陽電池の作製

Fabrication of (Ge, Sn) S thin film solar cells using co-evaporation method

長岡高専 [○]茂田井 大輝, 荒木 秀明*

NIT, Nagaoka College, [○]Daiki Motai, Araki Hideaki

*E-mail: h-araki@nagaoka-ct.ac.jp

硫化スズ(SnS)や硫化ゲルマニウム(GeS)などのカルコゲン二元化合物は地殻に豊富な元素から構成され、 10^4 cm^{-1} 台の高い光吸収係数と、それぞれ約 1.3 eV(SnS), 1.7 eV(GeS)のバンドギャップを有することから薄膜太陽電池の光吸収層として期待されている。^{1,2)} 太陽電池の高効率化に向けて、タンデム型太陽電池に応用することを考慮すると、バンドチューニングが可能な材料系であることが望ましい。そこで我々は(Ge, Sn) S 混晶に着目した。本研究では、Ge, Sn, S を同時蒸着することで、SnS 及び $\text{Ge}_x\text{Sn}_{1-x}\text{S}$ 薄膜の作製を試みた。続いて、得られた薄膜を用いて太陽電池セルを作製し、光起電力特性を評価した。

Eagle XG/Mo 基板に対し、Ge, Sn, S を 3 時間、同時蒸着し、Ge セル温度、成膜時の基板温度、Sulfur Valve (S Valve)の開度を変化させることにより、異なる成膜条件の薄膜を作製した。また、比較のために Sn, S のみ成膜を行い SnS 薄膜も作製した。作製した薄膜は、X線回折 (XRD), ラマン分光分析, 蛍光X線分析 (XRF), 電子顕微鏡観察(SEM)により評価した。続いて化学浴堆積法を用いて n 型バッファ層 CdS を堆積させ、最終的に Eagle XG/Mo/ $\text{Ge}_x\text{Sn}_{1-x}\text{S}$ /CdS/ZnO:Al/Al 構造のセルを作製した。作製した太陽電池セルはソーラーシミュレーターを用いて 100 mW/cm^2 , AM1.5 の照射下で光起電力特性及び外部量子効率 (EQE)を評価した。

Fig.1 に得られた薄膜のラマンスペクトルを示す。

$\text{Ge}_x\text{Sn}_{1-x}\text{S}$ ($x=0$)の SnS 薄膜は Orthorhombic SnS (ORT. SnS)^{3,4)}に帰属されるピークが観察された。一方で、 $\text{Ge}_x\text{Sn}_{1-x}\text{S}$ ($x=0.18$)及び $\text{Ge}_x\text{Sn}_{1-x}\text{S}$ ($x=0.27$)薄膜においてはそれぞれのピークが高波数側にシフトしたブロードなスペクトルが観察された。同様のカルコゲン系化合物 $\text{Cu}_2\text{Ge}_x\text{Sn}_{1-x}\text{S}_3$ 薄膜においても、Ge の含有量の増大に伴い、Ge が Sn サイトへ置換することによって、ラマンスペクトルが高波数シフトすることが報告されている。⁵⁾ これより、本実験においても Sn の一部を Ge に置換した (Ge, Sn) S の形成が示唆される。

参考文献

- 1) A. Yago *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **57**, 02CE08 (2018).
- 2) M. Feng *et al.*, J. Am. Chem. Soc. **143** 9664 (2021).
- 3) P. A. Fernandes *et al.*, J. Alloys Compd. **509**, 7600 (2011).
- 4) T. Srinivasa Reddy *et al.*, RSC Adv. **6**, 95680 (2016).
- 5) H. Araki *et al.*, Phys. Stat. Sol. C **14**, 1600199 (2017).

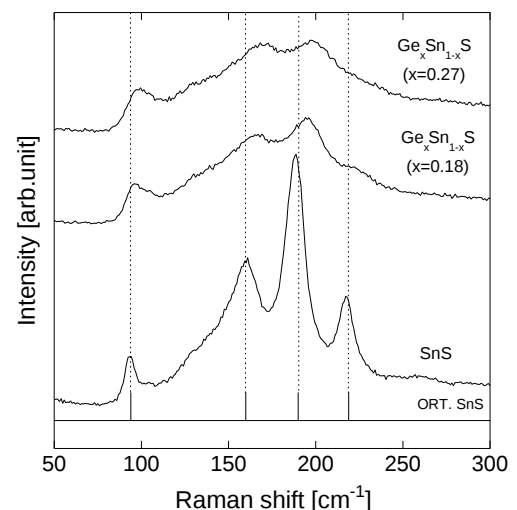


Fig.1 Ge 濃度別で作製した薄膜及び SnS 薄膜のラマンスペクトル