

Ge/(Ge+Sn)組成比が Cu₂(Sn,Ge)S₃ 薄膜太陽電池の電気特性に与える影響Influence of Ge/(Ge+Sn) ratio on electrical properties of Cu₂(Sn,Ge)S₃ solar cells長岡技大¹, 長岡高専²○大橋 零¹, 金井 綾香¹, 荒木 秀明², 田中 久仁彦¹Nagaoka Univ. Tech.¹, NIT, Nagaoka College²○Ray Ohashi¹, Ayaka Kanai¹, Hideaki Araki², and Kunihiko Tanaka^{1*}

*E-mail: tanaka@vos.nagaokaut.ac.jp

【はじめに】 Cu₂Sn_{1-x}Ge_xS₃ (CTGS)は Ge/(Sn+Ge), x 組成比の制御により、禁制帯幅が 0.9-1.5eV[1]の範囲で変化するため、次世代型太陽電池の光吸収層材料として注目されている。しかし現時点での最高効率は 6.7%[2]と理論効率の 1/5 程度にとどまっている。その要因の一つとして、太陽電池特性に直結するキャリア密度などの電気特性への知見が少ないことがあげられている。本研究では CTGS 薄膜における x 組成比や成膜条件などの変化が CTGS 薄膜の結晶構造や電気特性などに与える影響について調査し、CTGS 薄膜太陽電池の変換効率に与える影響を検討した。

【実験方法】 ソーダライムガラス (SLG)基板上に RF マグネトロンスパッタ法を用いて Ge、Cu 及び Sn-S を順次堆積した Cu/Sn-S 及び Ge/Cu/Sn-S 前駆体をそれぞれ作製した。またこれらの前駆体に対し、硫化処理を行うことにより Cu₂SnS₃ (CTS)及び CTGS 薄膜を成膜した。この時の硫化条件は硫化温度 560°C、硫化保持時間 90 分とした。得られた各試料に対し、組成は FE-EPMA 測定、化合物の同定は XRD 及び Raman 測定、電気特性への影響は Hall や電気化学インピーダンス測定 (EIS)により評価した。

【結果及び考察】本実験で得られた薄膜の x 組成比は FE-EPMA 測定より 0.00 及び 0.37 であることが確認された。また、図 1(a)に XRD 測定より得られた CTS ($x=0.00$)及び CTGS ($x=0.37$)薄膜におけるメインピーク付近の XRD 回折を示す。 x 組成比が増加するとメインピークが高角度側にシフトしていることから、CTGS 固溶体が形成されていることを確認した。これらの薄膜に対して Hall 測定より得られたキャリア密度を図 1(b)にそれぞれ示す。CTS 薄膜のキャリア密度は $4.5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 、CTGS 薄膜は $9.0 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ であり同等の値を示した。成膜条件に対する影響や EIS 測定などの詳細は当日報告する。

【謝辞】本研究の一部は、JSPS 科研費 JP20H02680、JP19H02663、JP22K20355、公益財団法人山口育英奨学会、公益財団法人内田エネルギー科学振興財団、公益財団法人村田学術振興財団、一般財団法人永井エヌ・エス知覚科学振興財団の研究助成により実施したものである。また、文部科学省先端研究基盤共用促進事業(コアファシリティ構築支援プログラム)助成番号[JPMXS0440900022]の研究設備を共用した成果である。

【参考文献】 [1] H. Araki *et al.*, Phys. Status Solidi C 14 (2017) 1600199. [2] M. Umehara *et al.*, Appl. Phys. Express 9, (2016) 072301.

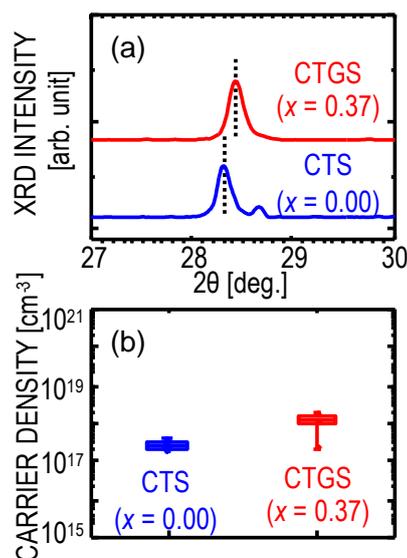


図 1: 作製した CTS 薄膜及び CTGS 薄膜の(a)XRD 測定結果及び(b)Hall 測定結果