

同時蒸着法による Cu_2GeS_3 薄膜の作製

Preparation of Cu_2GeS_3 thin films by co-evaporation method

長岡高専¹, 都城高専², ○大橋 亮太¹, 赤木 洋二², 荒木 秀明^{1*}

NIT, Nagaoka College¹, NIT, Miyakonojo College², Ryota Ohashi¹, Yoji Akaki², Hideaki Araki²

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

1. はじめに Cu_2GeS_3 (CGS) は、 10^4 cm^{-1} 以上の光吸収係数とバンドギャップ $E_g=1.5\text{-}1.6 \text{ eV}$ ¹⁾ をもつことから、単接合太陽電池の光吸収層として用いたとき高い理論変換効率が期待される²⁾。一方で、CGS 薄膜を用いた薄膜太陽電池の最高変換効率は 2.67%³⁾に留まっており、更なる変換効率の向上が望まれる。本研究では、薄膜太陽電池の光吸収層として適した組成を持ち均一で緻密な薄膜の作製を目指して、同時蒸着法を用いてガラス/Mo 基板上への CGS 系薄膜の作製を試み、Cu と Ge の蒸着源温度を変化させることで Cu/Ge 組成比を変化させるとともに、その表面形態について調べた。

2. 実験方法 洗浄した Eagle XG ガラス基板上に DC スパッタ法で Mo を成膜し、その上に同時蒸着装置を用いて基板温度 300°C にて、Cu, Ge, S を 3 時間、同時蒸着させた。このとき S 源の温度は 150°C とし、 800°C で熱クラッキングした S 蒸気を用いた。また、Cu セルの温度は 1060°C に固定とし、Ge の蒸発源温度を変えることで Cu/Ge 組成比を変化させた。得られた CGS 系薄膜に対して X 線回折 (XRD) による化合物の同定、走査型電子顕微鏡 (SEM) による表面観察、エネルギー分散型 X 線分析 (SEM-EDX) による組成評価を行った。

3. 結果および考察 Table 1 に SEM-EDX による組成評価の結果を示す。Ge セルの温度を $1186, 1195, 1201^\circ\text{C}$ と変化させると、Ge セルの温度の上昇に伴い Cu/Ge 比が減少し、 1201°C で Cu/Ge 比=1.96 と化学量論比 (Cu/Ge=2) に近い値を示した。Fig. 1 に SEM による観察結果を示す。Cu/Ge 組成比に応じて異なる表面形態が観察されたが、いずれの試料においても緻密な薄膜が得られた。XRD の結果から Cu_2GeS_3 とともに $\text{Cu}_7\text{GeS}_{10}$ や Cu_5GeS_7 にも帰属可能な回折ピークが得られ、 300°C の基板温度で作製した CGS 系薄膜は Cu_2GeS_3 単相ではないことが示唆された。

謝辞 本研究の一部は、高橋産業経済研究財団及び JSPS 科研費 JP19H02663 の助成により実施されました。また、分析は長岡高専オープンソリューションセンターで実施されました。

参考文献

- 1) H. Araki *et al.*, J. Appl. Phys. **53** (2014) 05SW10.
- 2) W. Shockley *et al.*, J. Appl. Phys. **32** (1961) 510.
- 3) X. Jin *et al.*, Sol. Energy Mater. Sol. Cells, **160** (2017) 319.

Table 1 Composition ratios of obtained films determined through SEM-EDX.

Ge cell temp. ($^\circ\text{C}$)	Cu/Ge	S/(Cu+Ge)
1201	1.96	1.24
1195	2.20	1.19
1186	2.34	1.43

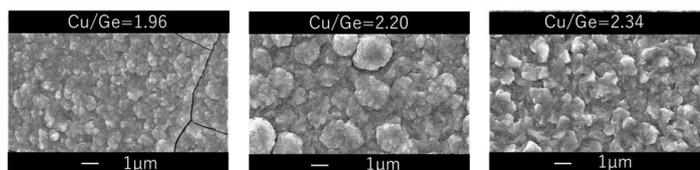


Fig. 1 SEM images of the surface of the thin film.