

同時スパッタ法による薄膜 CuGaS₂ の作製

Deposition of CuGaS₂ thin films by co-sputtering

東大院工¹, 東大先端研², 東大教養³, VIT 大学⁴ ○(M2) 松林宏弥¹, アーサン・ナズムル², 金明玉³,
シヴァペルマン・カライナザン⁴, 岡田至崇^{1,2}

Elec. Eng. UTokyo¹, RCAST UTokyo², Col. Arts and Sci. UTokyo³, VIT University⁴ ○Hiroya

Matsubayashi¹, Nazmul Ahsan², Kim Myeongok³, Kalainathan Sivaperuman⁴, Yoshitaka Okada^{1,2}

E-mail: matsubayashi@mbe.rcast.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】 カルコパイライト系材料は光吸収係数が高く, 単結晶シリコンと比べ薄膜に太陽電池を作ることができる. 一方, 単接合型太陽電池の理論変換効率を上回る新規構造として多接合型や中間バンド型太陽電池が大きな注目を浴びている [1]. そこで, 我々はカルコパイライト半導体をベースとした次世代型太陽電池を目指し, その母体材料となり得るワイドギャップを持つ CuGaS₂ 薄膜を作製し, その特性を評価している. しかし CuGaS₂ ターゲットをスパッタした CuGaS₂ 薄膜は化学量論的ではなく, Ga に対して Cu-rich, S-poor な薄膜が作製されていることが確認された. カルコパイライト系の半導体は Cu 欠陥により p 型半導体となるため, GaS ターゲットを用いた同時スパッタにより, Cu と Ga の比を制御し, 結晶性を評価した.

【実験と結果】 本実験はソーダライムガラス基板上に RF マグネトロンスパッタリング法を用いて CuGaS₂ 薄膜を形成した. ターゲットは CuGaS₂ と GaS を用い, Ar 雰囲気ですパッタリングを行った. バックグラウンド圧力は 4.0 ×

10⁻⁴ Pa, スパッタ中圧力は 1 Pa, Ar ガス流量は 2 sccm, スパッタ時間は 1 時間とした. CuGaS₂ の出力は 50 W で一定とし GaS の出力は 0, 20, 50 W と変えた 3 つの試料を作製した. 薄膜の膜厚は 3 つの基板では 0.9, 1.1, 1.6 μm になった.

図 1, 2 および表 1 ではそれぞれ x 線回折 (XRD) と走査型電子顕微鏡 (SEM) エネルギー分散型 X 線分析 (EDX) の観察結果を示す.

図 1 よりすべての試料で多結晶性を示す XRD ピークは観察でき, GaS の出力が 20 W の時最も強度が強い. 全体的な強度は低く, さらに結晶性の向上を目指す必要がある. また, 図 2 から CuGaS₂ のグレインは確認できなかったが, 表 1 より GaS の出力の増加に伴い Cu-poor の薄膜となることがわかった. 今後は 0~20 W の間でより化学量論比に近くより結晶性の良い薄膜の作製を目指す.

【謝辞】 本研究は, 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) からの委託研究により実施された. 研究の一部は日本学術振興会二国間交流事業により助成された.

[1] Okada et al. Appl. Phys. Rev. 2, 021302 (2015).

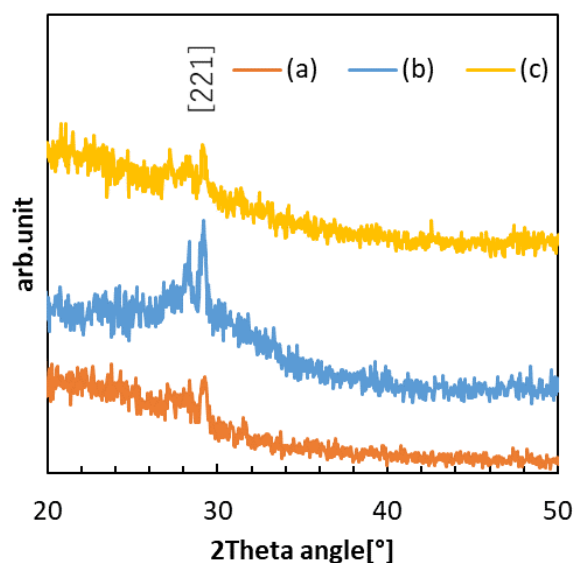


Fig. 1 XRD spectra for RF Power of Ga₂S₃ (a) 0 W, (b) 20 W, and (c) 50 W.

Table 1 Composition ratio of sample

番号	Cu	Ga	S
(a)	1.053	1	0.723
(b)	0.798	1	0.835
(c)	0.350	1	0.453

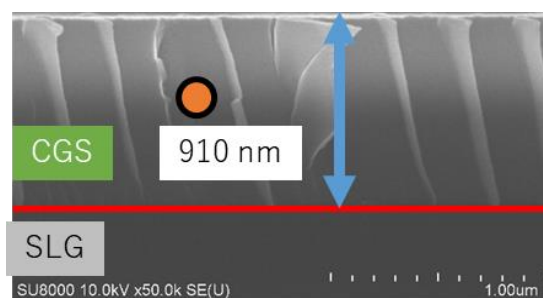


Fig. 2 SEM image of (a) and point of EDX measurement.