

同時蒸着法を用いた $\text{Cu}_2\text{Sn}_{1-x}\text{Ge}_x\text{S}_3$ 薄膜太陽電池の作製

Fabrication of $\text{Cu}_2\text{Sn}_{1-x}\text{Ge}_x\text{S}_3$ Thin-Film Solar Cells Using a Co-Evaporation

長岡高専 [○]田崎 傑士, 荒木 秀明

NIT, Nagaoka College, [○]Takeshi Tasaki, Hideaki Araki

E-mail: ac34825c@nagaoka-ct.ac.jp

Cu_2SnS_3 (CTS)は 10^4 cm^{-1} オーダーの高い光吸収係数と p 型導電性を有した材料であることに加え⁽¹⁾, 汎用元素で構成されていることから, 次世代太陽電池における光吸収層材料として期待される. 現在報告されている CTS 系太陽電池の最大変換効率は, CTS の Sn の一部を Ge に置換した $\text{Cu}_2\text{Sn}_{1-x}\text{Ge}_x\text{S}_3$ (CTGS)における 6.7%にとどまっております⁽²⁾, さらなる高効率化が望まれる. 本研究では, 同時蒸着法を用いた CTGS 薄膜の作製に着目し, 高効率な CTGS 薄膜太陽電池の作製条件を検討した. CTGS プリカーサは同時蒸着法により, 1 段階目に Cu, Ge を蒸着したのち, 2 段階目に Cu, Sn を蒸着することで作製された. 1 段階目と 2 段階目の蒸着時間比を変化させることで, $[\text{Ge}]/([\text{Sn}]+[\text{Ge}])$ 組成比 ($[\text{Ge}]/[\text{IV}]$)の制御を試みた. 作製したプリカーサは NaF を蒸着して, 100 mg の硫黄とともにカーボンサセプターに入れ, 赤外線加熱炉にて熱処理を施した. この時, 一方はサセプターに対して表向きに設置し, 他方はサセプターと CTGS プリカーサが接触するよう裏向きに設置した. 熱処理を施した CTGS 薄膜を用いて Glass/Mo/CTGS/CdS/ZnO:Al/Al 構造の太陽電池素子を作製し, 光起電力特性を評価した. Table 1 に作製した CTGS 薄膜における硫化前後の XRF 組成分析結果を示す. 熱処理後の薄膜はいずれの条件においてもプリカーサと比較して $[\text{Ge}]/[\text{IV}]$ の減少が観察されたが, サセプターに対して裏向きに設置して熱処理した薄膜ではこの減少が抑制された. $[\text{Ge}]/[\text{IV}]$ の減少は GeS の再蒸発に起因すると考えられ, 裏向きの熱処理によって再蒸発を抑制できることを明らかにした. Figure 1 に作製した CTGS 薄膜太陽電池における電流密度-電圧特性 (J - V)を示す. いずれの $[\text{Ge}]/[\text{IV}]$ のセルにおいても, サセプターに対して裏向きに設置して熱処理した薄膜では表向きに設置した場合と比べて開放電圧 (V_{oc})と短絡電流密度 (J_{sc})が明らかに改善することが見出された.

Table 1 XRF compositional ratio measurements of fabricated precursor and CTGS thin films.

	Precursor	After annealing (Obverse)	After annealing (Reverse)
	$[\text{Ge}]/[\text{IV}]$	$[\text{Ge}]/[\text{IV}]$	$[\text{Ge}]/[\text{IV}]$
Batch A	0.193	0.0960	0.122
Batch B	0.322	0.193	0.243

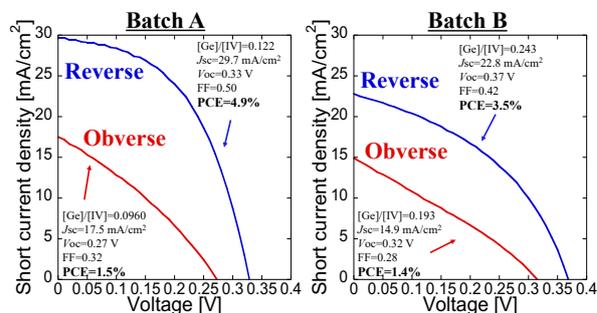


Figure 1 J - V characteristics of fabricated CTGS thin-film solar cells.

参考文献 : (1) N. Aihara *et al.*, Phys. Status Solidi C, **10**, 1086-1092 (2013). (2) M. Umehara *et al.*, Appl. Phys. Express, **9**, 072301 (2016).