

p 型伝導性 SrCuSeF 透明導電膜の作製と CdTe 太陽電池への応用

Fabrication of transparent p-type conductive SrCuSeF thin films and application to CdTe solar cells

龍谷大 理工[○]北林 秀弥¹、川邊 利幸¹、山本 貢一¹、榊間 博¹、和田 隆博¹

木更津高専 小川 洋平²、細野 藍響²、岡本 保²

Ryukoku University, S. Kitabayashi, T. Kawabe, K. Yamamoto, H. Sakakima, T. Wada

National Institute of Technology, Kisarazu College, Y. Ogawa², A. Hosono², T. Okamoto²

E-mail: twada@rins.ryukoku.ac.jp

【緒言】 透明 p 型導電性薄膜は化合物薄膜タンデム型太陽電池の透明電極に不可欠な材料である。Yanagi らは BaCuSeF や BaCuSF が広い禁制帯幅を持ち、p 型伝導性を示すと報告した[1]。我々もパルスレーザー蒸着(PLD)法を用いて BaCuSeF や BaCuSF 薄膜を作製し、光学・電気特性を評価した[2-5]。CdS/CdTe 太陽電池の裏面電極に応用したところ、BaCuSeF で変換効率 9.91%[4]、BaCuSF で 11.1%[5]が得られた。本研究では PLD 法で BaCuSeF の Ba を Sr に置き換えた SrCuSeF 薄膜を形成し、光学・電気特性を評価した。その後、SrCuSeF 膜を CdTe 太陽電池の裏面電極に応用し、太陽電池特性を評価した。

【実験】 SrF₂, CuSe, SrSe を SrCuSeF の化学量論比で秤量・混合した。混合粉末を N₂ 中 800°C で 10 h 焼成した。得られた粉末を成形後、N₂ 中 850°C で 10 h 焼成した。作製した焼結体をターゲットとして用いて PLD 法で薄膜を形成した。得られた薄膜の結晶構造は X 線回折、光学特性は紫外-可視-近赤外分光法、電気特性は van der Pauw 法で評価した。その後、SrCuSeF 膜 CdS/CdTe 太陽電池の CdTe 面に形成して太陽電池特性を評価した。

【結果】 Fig.1 に各種基板温度で形成した SrCuSeF 膜の透過率スペクトルを示した。膜厚は 0.6~1.0 μm であり、平均可視光透過率は基板温度の上昇とともに高くなった。最も高い可視光平均透過率は T_s = 350°C のときの 62%で、禁制帯幅は 2.8 eV であった。すべての膜が p 型の電気伝導性を示し、T_s = 200°C で形成した SrCuSeF 膜の電気伝導率は 0.11 S/cm であった。この SrCuSeF 薄膜を CdS/CdTe 太陽電池の裏面電極に応用したところ、BaCuSeF や BaCuSF 膜を用いた場合よりも高い変換効率 11.6 % (V_{OC} = 771 mV, J_{SC} = 26.4 mA/cm², FF = 0.57)が得られた。

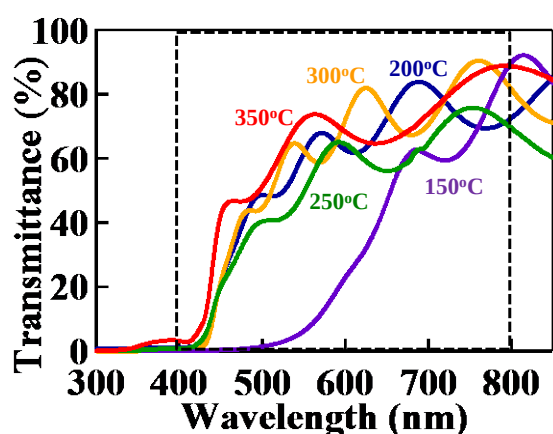


Fig. 1 Transmission spectra of SrCuSeF films deposited at various substrate temperatures.

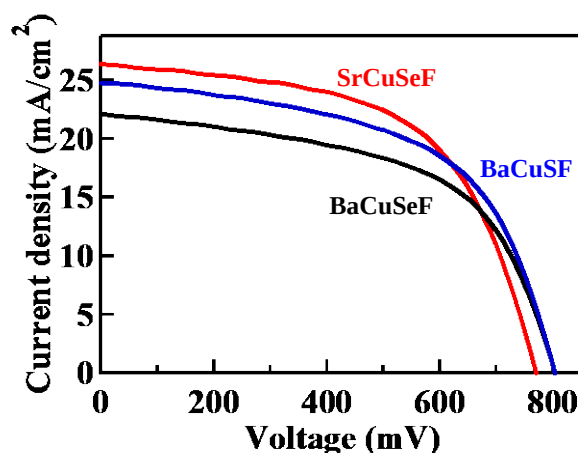


Fig. 2 J-V curve of CdS/CdTe solar cells with SrCuSeF, BaCuSeF and BaCuSF back contacts.

[1] H. Yanagi *et al.*, J. Appl. Phys. **100**, 083705 (2006). [2] S. Yamazoe *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **51**, 10NC40 (2012). [3] K. Yamamoto *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **53**, 05FX02 (2014). [4] K. Yamamoto *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., in press. [5] T. Kawabe *et al.*, 2015 MRS Spring Meeting & Exhibit, **B9.22**.