

第 76 回応用物理学会秋季学術講演会

北 林 秀 弥

Shuya KITABAYASHI

物質化学専攻修士課程 1年

1. はじめに

2015年9月13日(日)~16日(水)に名古屋国際会議場において「応用物理学会秋季学術講演会」が開催されました。私はこの学会で「p型伝導性 SrCuSeF 透明導電膜の作製と CdTe 太陽電池への応用」という内容で発表を行った。

2. 研究背景

再生可能エネルギーである太陽光エネルギーを利用した太陽光発電が注目されるなか、高効率な太陽電池の作製する方法に多接合太陽電池がある。多接合型太陽電池は異なる光吸収層を積層させた構造で太陽光スペクトルを効率良く利用出来るため高い変換効率が期待できる。化合物薄膜太陽電池において光吸収層は p 型の電気伝導性を示すことから多接合型の化合物薄膜太陽電池の裏面電極には p 型透明導電膜が必要であるとされている。しかし、p 型透明導電膜は n 型透明導電膜に比べて電気伝導率が低く、まだ研究段階にある。

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。我々の研究室でも p 型透明導電膜の材料である BaCuSeF に注目し、2009 年から研究を行っており、薄膜の特性において可視光平均透過率 60% 以上、電気伝導率 24.2 S/cm を報告した。また BaCuSeF 膜を CdTe 太陽電池の裏面電極へ応用したところ、変換効率 9.91% が得られている。本研究では BaCuSeF の Ba を Sr に置き換えた SrCuSeF について取り組んだ。

3. 実験操作

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℃ で 10 h 焼成した。得られた粉末を成形後、N₂ 中 850℃ 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。基板には 1 cm × 1 cm のホウケイ酸ガラス基板(松浪硝子工業)を用い、In ペーストを用いて基板ホルダーに貼り付けた。基板ホルダーに貼り付ける際、基板温度を 200℃ に上昇させ、In ペーストを融かしながら行った。その後、真空チャンバーに装填した。その後、5.0 × 10⁻⁵ Torr 以下に減圧し、Ar ガス(純度 99.9%)を導入し所定の分圧に調整した。その後、基板温度を 150, 200, 250, 300, 350℃ まで昇温または降温し、成膜を行った。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 膜を 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。

4. 実験結果

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℃ 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、最も高い電気伝導率は T_s = 150℃ で形成した 0.41 S/cm であっ

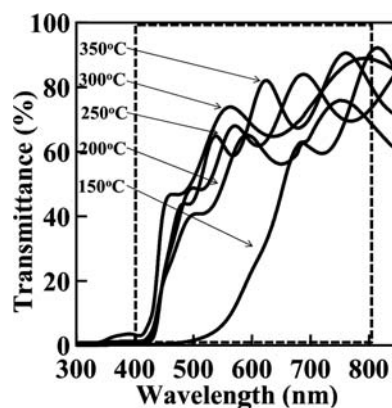


Fig. 1 Transmission spectra of SrCuSeF films deposited at various substrate temperatures.

Table 1 electrical characteristics of the SrCuSeF deposited at various substrate temperatures

T_s (°C)	キャリア タイプ	膜厚 (nm)	伝導率 (S/cm)	キャリア密度 ($/\text{cm}^2$)	移動度 (cm^2/Vs)
350	p	651	1.28×10^{-1}	5.66×10^{18}	1.41×10^{-1}
300	p	925	3.85×10^{-2}	4.77×10^{16}	3.87×10^{-2}
250	p	830	6.16×10^{-2}	1.84×10^{17}	2.81
200	p	864	1.11×10^{-1}	1.41×10^{18}	1.20×10^{-1}
150	p	846	4.10×10^{-1}	8.40×10^{18}	3.05×10^{-1}

た。また、 $T_s = 200^\circ\text{C}$ で形成した SrCuSeF 膜の電気伝導率は 0.11 S/cm であった。

PLD 法を用い、 $T_s = 200^\circ\text{C}$ で形成した SrCuSeF 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% ($V_{oc} = 771 \text{ mV}$, $J_{sc} = 26.4 \text{ mA/cm}^2$, $FF = 0.57$) が得られた。

また SrCuSeF 膜を裏面電極に用いた CdTe 太陽電池は、カーボン電極を用いた CdTe 太陽電池とほぼ同等の特性を示した。

5. 学会を通じて

今回の学会発表は私にとって初めての経験で、他大学の学生や専門家の方々に自身の研究を説明することや、質疑応答での質問に対し正確に答えることの難しさを改めて実感しました。これは自身の研究に対する知識をつけることも重要であるが、質問者

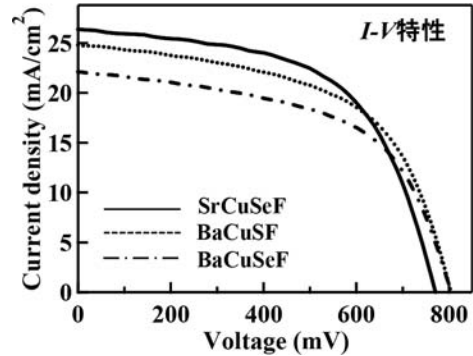


Fig. 2 J - V curve of CdS/CdTe solar cells with SrCuSeF, BaCuSeF and BaCuSF back contacts.

の質問内容の意図を考える力もつけていく必要があるのだと感じました。

そして、他大学や企業の方々の講演を聞くことで自分の研究と同じ分野で高い特性が得られているのはどういった原因があるのか、またそれをどうすれば自身の研究に活かせるのかを考えることで自分の研究の改善すべき点につながるのだと思った。

今後は、この学会に参加した経験を活かし今の研究をさらに発展させたいと考えている。

最後になりましたが、今回の発表を行うにあたり、ご指導を頂いた和田隆博教授や研究室の皆様方に深く感謝したいと思います。