

第 77 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 2年

1. はじめに

2016年9月13日～16日の期間に開催された第77回応用物理学会秋季学術講演会に参加しました。この学会で、私は「SrCuSeF/ITO 複合膜を裏面電極に用いた CdTe 太陽電池の高効率化」というタイトルで口頭発表を行った。

2. 研究背景

現在、クリーンなエネルギーである太陽光を利用した太陽光発電が注目を集め、盛んに研究が行われています。そのような中で高効率太陽電池の一つとして、多接合型太陽電池が提案されています。この多接合型太陽電池は異なる禁制帯幅を有する光吸収層を積層させた構造を有しています。この構造から太陽光の波長を効率良く吸収することが可能であり、高い変換効率が期待出来ます。そして、化合物薄膜太陽電池に代表する CuInGaSe₂ (CIGS)、CdTe、Cu₂ZnSnS₄ 太陽電池の光吸収層は p 型半導体が用いられています。この理由から多接合型の化合物薄膜太陽電池の裏面電極には p 型透明導電膜が適しています。しかし、この p 型透明導電膜は n 型に比べて電気伝導性が低く、実用化には伝導性の向上が必要とされています。私たちの研究室では、2009年から p 型透明導電膜の材料である BaCuSeF という材料に注目し、パルスレーザー蒸着 (PLD) 法を用いて、薄膜の研究を行ってきています。

そして、CdTe 太陽電池の裏面電極に BaCuSeF を応用したところ、変換効率 9.91% を得ました。また、Se を S に置き換えた BaCuSF で変換効率 11.1%、さらに、Ba を Sr に置き換えた SrCuSeF で変換効率 11.6% を得ました。最近では電気伝導

性と光透過性向上のため BaCuSeF (SrCuSeF) 層と ITO 層からなる複合膜について検討を行っています。今回の応用物理学会では、SrCuSeF/ITO 複合膜を用いた CdTe 太陽電池の高効率化について報告を行ってきました。

3. 実験操作

SrF₂, SrSe, CuSe, 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 焼成して SrCuSeF を合成した。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 法で膜厚を変化させながら SrCuSeF 膜を形成し、その上にスパッタ法で ITO を形成することで SrCuSeF/ITO 複合膜を作製した。その複合膜を 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 にデバイス特性における SrCuSeF 膜の厚さ依存性を示す。上から変換効率、開放電圧、短絡電流密度、曲線因子を示しており、SrCuSeF 膜の厚さを薄くすることで太陽電池特性が向上する傾向が見られた。そして、最も高い変換効率は SrCuSeF 膜の厚さを 34 nm に調整することで得られた。その後、膜厚をさらに薄くすることが可能であるかの検討も行った。6 nm の厚さになると特性が大きく減少した。しかし、非常に薄い膜厚 15 nm でも 13.2% の高い変換効率が得られた。

今回作製した複合膜を用いた CdTe 太陽電池を SrCuSeF, ITO 単膜を用いた CdTe 太陽電池との比較を行った。Fig. 2 に I-V 特性を示す。SrCuSeF/ITO 複合膜を用いることで、SrCuSeF や ITO 単膜を用いた場合よりも高い変換効率 14.3% ($V_{oc} = 804$ mV, $J_{sc} = 27.5$ mA/cm², $FF = 0.65$) が得られた。

Fig. 3 に外部量子効率 (EQE) 特性を示す。SrCuSeF/ITO 複合膜を用いることで、SrCuSeF や ITO 単膜を用いた CdTe 太陽電池の EQE 特性よりも高い結果となった。

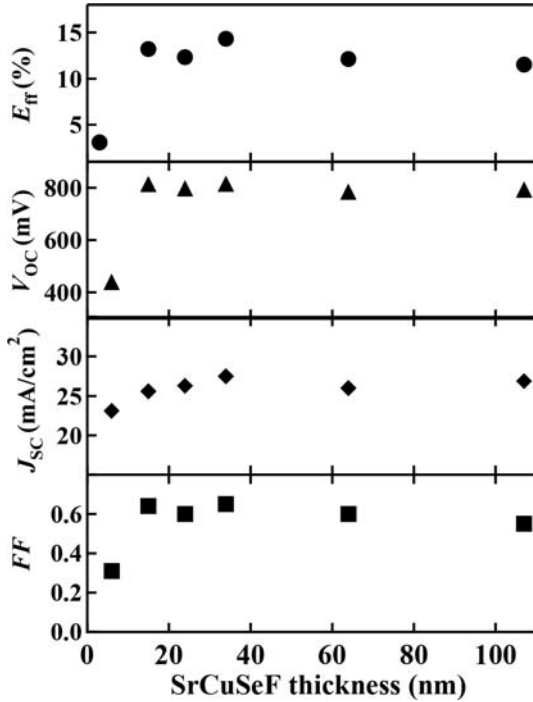


Fig. 1 デバイス特性における SrCuSeF 膜の厚さ依存性

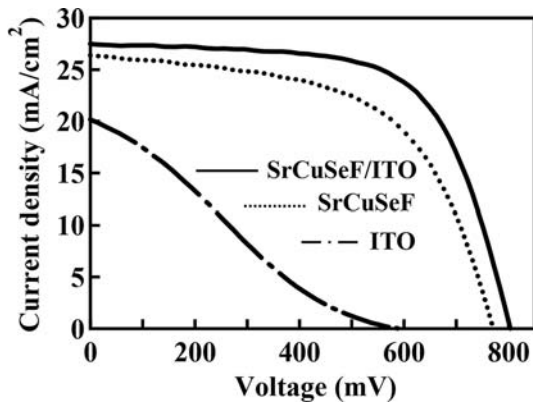


Fig. 2 SrCuSeF/ITO 複合膜, SrCuSeF, ITO 単膜を用いた CdTe 太陽電池の I-V 特性

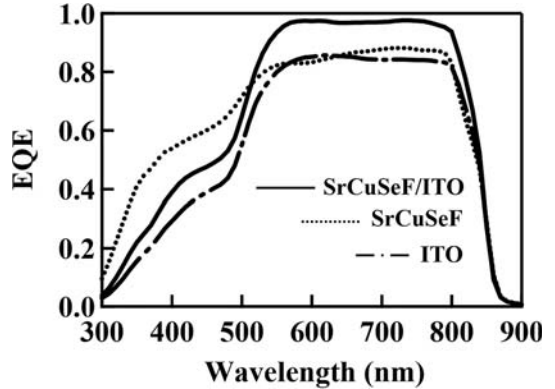


Fig. 3 SrCuSeF/ITO 複合膜, SrCuSeF, ITO 単膜を用いた CdTe 太陽電池の外部量子効率 (EQE)

5. 学会を通じて

学会発表を通じて、他大学、企業や研究機関の方々に自分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。そして、発表の質疑応答では自分で気づかなかった今の研究に不足している部分の指摘を受けることで今後の研究の参考になった。また、質問者の質問の意図を正確に考える力が必要であると感じました。

また、他の大学の発表、特に企業や研究機関の発表ではその高い特性に改めて驚いた。そして、その発表を聞くことで自身の研究に何か活かせるものはないかを模索した。

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。