

フォトルミネッセンス観測による Cu_2SnS_3 薄膜太陽電池の解析

Analysis of Cu_2SnS_3 thin film solar cells by photoluminescence

長岡技術科学大学¹, 長岡工業高等専門学校²

市原 稜大¹, 金井 綾香¹, 齋藤 聡一郎², 荒木 秀明², 田中 久仁彦^{1,*}

Ryodai Ichihara¹, Ayaka Kanai¹, Soichiro Saito², Hideaki Araki² and Kunihiro Tanaka^{1,*}

Nagaoka Univ. of Tech.¹, NIT (KOSEN), Nagaoka College²

*E-mail: tanaka@vos.nagaokaut.ac.jp

1. はじめに Cu_2SnS_3 (CTS)は脱炭素社会に貢献できる太陽電池材料として有望である。しかし、CTS 薄膜太陽電池の最高変換効率は 5.24%と未だ低迷しており、改善の余地がある^[1]。先行研究では CTS 薄膜太陽電池において CdS バッファ層堆積時における化学浴堆積法(CBD)時のチオウレア(TU)濃度が電気特性に与える影響を調査し、TU 濃度は 0.16 M (以後、TU0.16M-cell) が最適であると示された^[2]。加えて、TU0.16M-cell のフォトルミネッセンス(PL)の励起波長依存性を観測し、バッファ層の堆積に伴って Cd_{Cu} 由来の発光が出現するとわかった^[3]。さらに、CdS 界面付近の PL スペクトルからは励起子(EX)またはバンド端近傍(NBE)発光をほとんど観測できなかったことから、p-n 界面付近が高品質とはいえないことが示唆された^[3]。本研究では、TU 濃度の異なる CTS 薄膜太陽電池を PL 観測により、さらに詳細に調べた。

2. 実験方法 CTS 光吸収層は Mo 上に NaF/Cu/Sn 積層前駆体を堆積し、 N_2+S 蒸気雰囲気下において 570°C で硫化処理し得た。CBD において TU 濃度を 0.09, 0.16, 0.23, 0.30 M とした $\text{CdI}_2\text{-NH}_3$ aq.- $\text{CH}_4\text{N}_2\text{S}$ 水溶液を用い、湯浴温度 70°C で CTS 膜上に CdS バッファ層を堆積した。その後、Al/ZnO:Al/CdS/CTS/Mo/SLG 構造の太陽電池素子を作製した。PL 観測では、励起光源に波長 445, 532, 890 nm を用い、励起強度および試料温度依存性を調べた。PL は焦点距離 750 mm のポリクロメーターで分光し、InGaAs-CCD により検出した。

3. 結果および考察 Figure 1 に TU 濃度の異なる CTS 太陽電池を波長 445 nm で励起し、p-n 界面の最表面について調べた低温 PL スペクトルを示す。全ての試料において EX or NBE 発光は極めて弱かった。0.86 eV 付近の欠陥由来の発光強度は、TU0.16M-cell が最も強く、TU0.09M-cell および TU0.23M-cell は同程度で、TU0.30M-cell が最も弱く、効率と同様の傾向が見られた。この結果は p-n 界面状態と電気特性の関係を光学的手法により解析できることを示唆している^[2]。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 24K01416 の助成を受けた。

参考文献 [1] A. Kanai et al., Sol. Energy Mater. Sol. Cells **231**, 111315 (2021). [2] A. Kanai et al., J. Phys. D: Appl. Phys. **57**, 025502 (2024). [3] 市原稜大 et al., 多元系化合物・太陽電池研究会年末講演会 O-1 (2024).

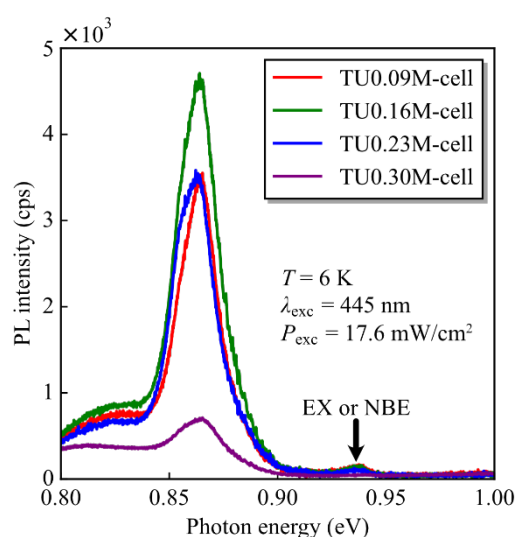


Figure 1 PL spectra of CTS thin film solar cells with varying TU concentration.