

フォトルミネッセンス観測による $\text{Cu}_x\text{Sn}_{1-y}\text{Ge}_y\text{S}_3$ の Cu/IV 族比依存の検討

Study on Cu/IV ratio dependence of $\text{Cu}_x\text{Sn}_{1-y}\text{Ge}_y\text{S}_3$ by photoluminescence observation

阿部 司, 田中 久仁彦*

長岡技術科学大学

Tsukasa Abe, Kunihiro Tanaka

Nagaoka University of Technology

*Email : tanaka@vos.nagaokaut.ac.jp

1. はじめに

$\text{Cu}_x\text{Sn}_{1-y}\text{Ge}_y\text{S}_3$ (CTGS)は Cu_2SnS_3 (CTS)の Sn の一部を Ge に置換したものであり, 高い吸収係数を有している. また, 組成比制御によりバンドギャップ(E_g)が 0.86~1.53 eV の範囲で変化し^[1], 単接合太陽電池で最適とされる 1.4 eV を達成することができる. さらに CTGS は無毒な元素から構成されているため, 安全な太陽電池材料としての利用が期待されている. これまでの報告によると CTS の変換効率は Cu/IV 族比に依存しており^[2], CTGS においても同様の特性があると予測される. しかし CTGS の物性報告は少なく, 十分に調査されていない. 本研究では CTGS 多結晶を作製し, フォトルミネッセンス(PL)観測により Cu/IV 族比依存の検討を行った.

2. 実験方法

CTGS は Cu_2S , SnS_2 , GeS_2 , S を混合し加圧成型した後, 固相成長により作製した. 試料の仕込み組成比は文献^[3]より 1.4 eV に近づけるため Ge/IV 族比 $y = 0.8$ を共通とし, Cu/IV 族比 $x = 1.5$, 1.8 と変更して作製した. PL 観測では励起光源に $\text{Nd}^{3+}:\text{YVO}_4$ レーザの第二高調波(波長:532 nm)を用い, 励起光強度依存性及び試料温度依存性を調べた. 観測試料の PL はポリクロメータ(焦点距離: 750 mm, スリット幅: 0.1 mm)で分光し, InGaAs-CCD により検出した.

3. 結果および考察

XRD 測定より作製した試料のメインピークが CTS と Cu_2GeS_3 の間に観測されたことから CTGS が作製されたと推測している. EPMA 分析より, $x = 1.5$ の試料は Cu/IV = 1.65, Ge/IV = 0.77, $\text{S}/(\text{Cu}+\text{IV}) = 0.87$ の Cu-poor 組成, $x = 1.8$ の試料は Cu/IV = 2.43, Ge/IV = 0.81, $\text{S}/(\text{Cu}+\text{IV}) = 0.65$ の Cu-rich 組成であることが確認された. Fig. 1 に試料温度 6 K, 励起強度 $2.0 \times 10^2 \text{ W/cm}^2$ における各試料の観測結果を示す. どちらのスペクトルも高エネルギー側の鋭いピークと低エネルギー側の幅の広いピークで構成されていた. また, 0.9~1.2 eV 付近に幅の広い発光が観測された. この

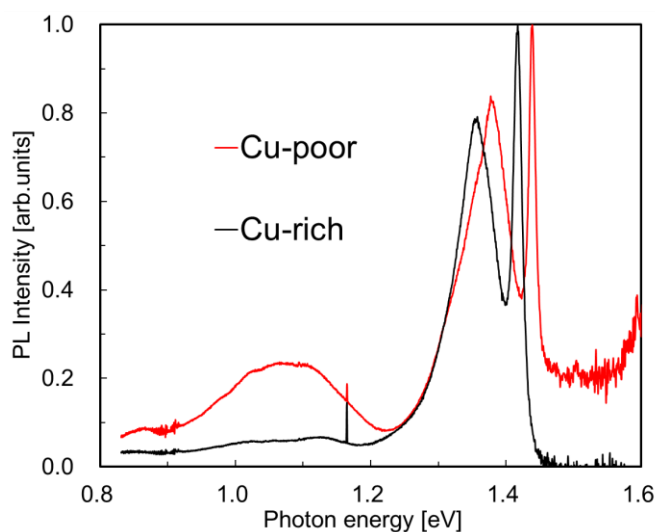


Fig. 1 PL spectra of $\text{Cu}_x\text{Sn}_{1-y}\text{Ge}_y\text{S}_3$.

発光は Cu-poor 組成でより強く現れている. そのため, Cu 空孔由来の発光である可能性を示唆している.

謝辞

本研究は JSPS 科研費(20H02680)の助成を受けたものである.

参考文献

- [1] H. Araki et al., Phys. Status Solidi C 14, 1600199 (2017).
- [2] S. Sasagawa et al., Jpn. J. Appl. Phys. 57,08RC11 (2018).
- [3] N. Aihara, K. Tanaka, AIP Advances 8, 095323 (2018).