

Cu₂SnS₃ 薄膜における光吸収スペクトルの温度依存性

Temperature-dependent Optical Absorption Spectra of Cu₂SnS₃ Thin Films

長岡技大¹, 長岡高専² [○]栗飯原 直也¹, 荒木 秀明², 田中 久仁彦¹

Nagaoka Univ. Tech.¹, NIT, Nagaoka College²,

[○]Naoya Aihara¹, Hideaki Araki², Kunihiro Tanaka¹

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

【研究背景】Cu₂SnS₃ (CTS)は安価な無毒性元素のみで構成され、0.92-0.94 eV と 0.96-1.02 eV のバンドギャップ^[1-3]および 10⁴ cm⁻¹以上の光吸収係数^[2]が報告されている直接遷移型半導体である。薄膜太陽電池の p 型光吸収層に用いられ、変換効率 4.63%^[1]が報告されている。しかし、このようにデバイス作製技術が進歩している中、太陽電池開発に必要な不可欠な光物性に関する報告が少ない。そこで本研究では CTS 薄膜の光吸収スペクトルの温度依存性について検討した。

【実験方法】CTS 薄膜は、共蒸着-硫化法により無アルカリガラス (EAGLE XG)基板上に作製した。試料組成は Cu/Sn = 2.23, S/Metal = 0.86 と Cu 過剰, S 不足組成となった。透過率測定的光源には、スペクトルに赤外領域を含む白熱電球を使用した。試料はクライオスタットにセットし、試料温度を 6 ~ 300 K まで変化させた。白熱電球の光と試料からの透過光は、ポリクロメーター (f = 163 mm)で分光し、InGaAs リニアイメージセンサで検出した。

【結果・考察】透過率測定から得られた光吸収係数 α の温度依存性を Fig. 1 に示す。最低温度 6 K において 3 つの光吸収端とそれに伴う励起子吸収ピーク (EX1, EX2, EX3)を観測した。既に報告されている単斜晶系 CTS の第一原理計算の結果から^[4], これらの吸収は分裂した 3 つの価電子帯サブバンドから伝導帯への遷移に対応するものと考えている。特に 0.935 eV 付近の励起子吸収 EX1 は、温度上昇に伴う明確なブルーシフトを示した。このような振る舞いは、CTS 単結晶からの自由励起子発光スペクトル^[3]の結果と一致する。また、いずれの励起子吸収ピークも温度上昇に伴い不明瞭となり、ピークが明瞭な EX1 も 260 K 付近で消失した。発表当日は Cu/Sn 組成比の異なる試料の吸収スペクトルについても議論する。

【参考文献】

- [1] M. Nakashima *et al.*, Appl. Phys. Express **8**, 042303 (2015).
- [2] K. Chino *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **51**, 10NC35 (2012).
- [3] N. Aihara *et al.*, Appl. Phys. Lett. **108**, 092107 (2016).
- [4] L. Xi *et al.*, Phys. Rev. B **86**, 155201 (2011).

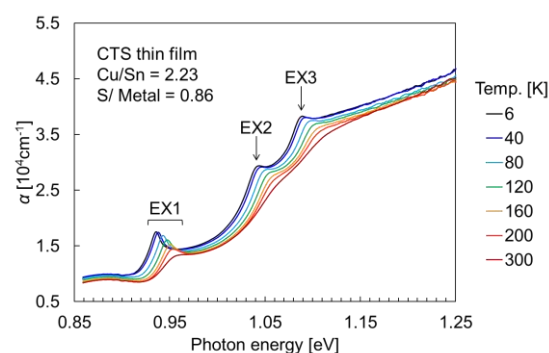


Fig. 1. Temperature dependent absorption spectra of CTS thin film.

謝辞 本研究の一部は、長岡技術科学大学 学長戦略的経費区分 B, JFE21 世紀財団, JSPS 科研費 JP16H04336 の助成を受けたものです。分析の一部は、長岡技術科学大学分析計測センターで行いました。