

Cr 添加した CuGaS₂ 薄膜の光学特性Optical Properties of Cr doped CuGaS₂ thin films東大教養¹, 東大先端研², 東大院工³, VIT 大学⁴ ○(B)金明玉¹, ナズムル・アーサン², 松林宏弥³ ザッカリー・イエルリーカオ², カライナザン・シヴァペルマン⁴, 岡田至崇^{2,3}Grad. Arts and Sci. UTokyo¹, RCAST UTokyo², Elec. Eng. UTokyo³, VIT University⁴°Myeongok Kim¹, Nazmul Ahsan², Hiroya Matsubayashi³, Zacharie Jehl Li Kao², KalainathanSivaperuman⁴, Yoshitaka Okada^{2,3}

E-mail: kim@mbe.rcast.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】

Cu(In,Ga)(S,Se)₂ 太陽電池が高効率、低コスト、そして耐放射線性などで注目されている。その中、同じカルコパイライト系半導体である CuGaS₂ (CGS) は、レーザー、LED、人工光合成、そして太陽電池への応用に向けて研究されている。CGS は 2.48 eV と広い禁制帯を持つため、多接合タンデム太陽電池や、中間バンド型太陽電池への応用も期待される。中間バンド型太陽電池の場合、禁制帯の間に存在する中間バンドを媒介とする、二段階光吸収により、理論的に 47% の変換効率が期待される。本研究は Cr ドーピングによる中間バンド型太陽電池への応用に向け、Cr ドーピングした Cr:CGS 薄膜の光学特性を評価した。

【実験と結果】

本研究では、RF マグネトロンスパッタを用いて、ソーダーライムガラス上に、Cr でドーピングされた CGS 薄膜を成膜した (Fig. 1)。吸収測定のためには、ソーダーライムガラス上に直接成膜し、フォトルミネッセンス測定 (Photoluminescence, PL) のためには、ソーダーライムガラスからの発光を遮蔽するため、Mo 上に成膜している。比較のため、Cr をドーピングしていないサンプル、そして Cr の RF パワーを変化させたサンプルを成膜した。薄膜は、組成比の制御のため、Cr₂S₃、CGS、そして GaS ターゲットの同時スパッタで成膜している。共通する条件は、成膜温度 (室温)、CGS の RF パワー (50 W)、GaS の RF パワー (20 W)、成膜圧力 (1 Pa)、そして成膜時間 (2 h) である。組成比の評価のため、エネルギー分散型 X 線

分析 (Energy dispersive X-ray spectrometry, EDX) を行った。

吸収測定 (Fig. 2 a) では、Cr ドーピングによるバンド端のレッドシフト傾向が見られた。Cr を添加していない場合は、バンド端が 2.37 eV であるが、Cr の RF パワーが 10 W、25 W の場合、2.10 eV、1.95 eV となった。また、Cr ドーピングより、PL 強度を増加する結果が得られた (Fig. 2 b)。これは、Cr 添加による欠陥の減少によるものと推察される。EDX の結果によると、Cr の weight% は Cr の RF パワーに関係なく、5% 程度であった。また、[Cu]/[Ga] = 0.8, [S]/[Ga] = 1.5 も同じであった。

本研究を通じて、Cr 添加が CGS のバンド端と PL 強度に及ぼす影響を評価した。今後は Cr が CGS 中に形成する準位の評価を行う。

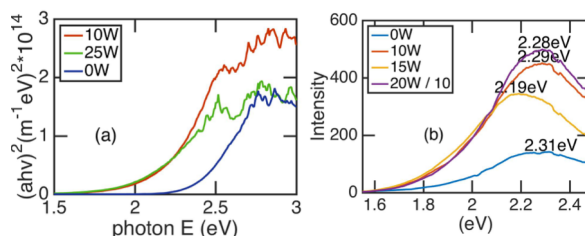


Fig. 2 (a). Tauc plot (absorption spectra) of CGS thin films without Cr (blue), with Cr [10 W] (red), and with Cr [25 W] (green). (b). PL of CGS without Cr (blue), with Cr [10 W] (red), with Cr [15 W] (yellow), with Cr [20 W] (purple)

【謝辞】

本研究は、NEDO からの委託研究と JSPS 科研費 (No. 18K04224) により実施されました。研究の一部は日本学術振興会二国間交流事業により助成されています。

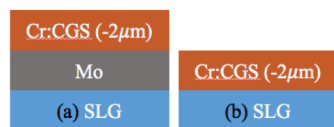


Fig. 1 Sample structure for (a) photoluminescence and (b) absorption spectra measurement.