

Zn 添加した CuGaS₂ 薄膜のフォトルミネッセンス評価

Photoluminescence Studies of Zn-doped CuGaS₂ Thin Films

東大先端研¹, 東大院工², 東大教養³, IREC⁴, ○(D)金明玉^{1,2}, アーサン・ナズムル^{1,2,3},

三浦七輝^{1,2}, グプタ・アビシェーク^{1,3}, イエル・ザッカリー⁴, 岡田至崇^{1,2,3}

RCAST UTokyo¹, Eng. UTokyo², Arts and Sci. UTokyo³, IREC⁴, Myeongok Kim^{1,2},

Nazmul Ahsan^{1,2,3}, Nanaki Miura^{1,2}, Abhishek Gupta^{1,3}, Zacharie Jehl⁴, Yoshitaka Okada^{1,2,3}

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

【はじめに】 CuGaS₂(CGS)は、多接合型や中間バンド太陽電池等への応用が期待されている。Cu(In,Ga)Se₂ 太陽電池の場合、Cu(In,Ga)Se₂ 表面が Cd_{Cu} で *n* 型化し、buried *p-n* 接合が形成されることが報告されている [1]。一方 CGS 系太陽電池の場合、バンドギャップが 2.43 eV であるため、ZnS (*E_G* = 3.7 eV) がバッファ層として検討されている。本研究は、Zn の拡散が CGS の欠陥に及ぼす影響を検証するため、Zn:CGS 薄膜を成膜し、その光学評価を行った。

【方法】 Mo でコーティングした SLG 基板の上に、Zn:CGS を同時スパッタリング法で成膜を行った。基板温度は 600°C、成膜圧力は 1.00Pa、CGS の RF パワーは 50 W に固定し、ZnS の RF パワーを変えることで、Zn の組成比が 0, 7.6, 14, 25, 30 % の薄膜を成膜した。

【結果と考察】 X-Ray Diffraction (XRD)の結果から Zn が CGS にドーピングされることで、CGS(112)面の回折が低角にシフトすることを確認した (Fig. 1)。[Zn]が 0, 7.6, 14, 25, 30 % が増えるにつれ、格子定数 *c* が 0.0062 %, 0.0146 %, 0.0147 %, 0.0148 % 増加している。Zn²⁺ のイオン半径が Cu⁺ より小さく、Ga³⁺ より大きいことから、Zn_{Ga} が Interstitial としても添加されたと考えられる。

また、Photoluminescence (PL)の温度特性から、Zn の添加により、バンド間(BB) 遷移より約 170 meV 浅い準位からののが抑制される結果が得られた (Fig. 2)。CGS からは 2.47 eV, 2.30 eV で発光が見られ (Fig. 2 (a))、前者は BB 遷移、後者は V_{Cu} アクセプター由来の遷移だと推察される。

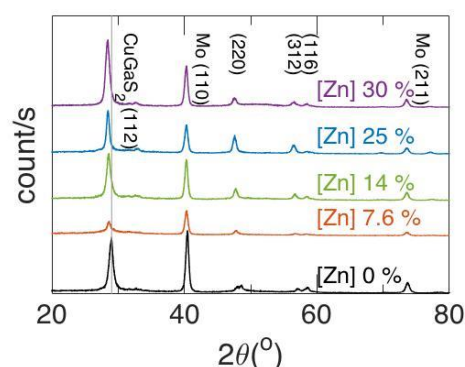


Figure 1. XRD of Zn:CuGaS₂ film sputtered on Mo substrate. Measured with Cu α level incident X-ray at grazing angle of 2.6°

しかし、Zn を添加することで、2.30 eV からの発光が抑制され、2.03-2.10 eV 付近で新しい発光が観測された (Fig. 2 (b))。Zn_{Cu} が熱力学的に形成されやすいことから [2]、Cu 空孔 V_{Cu} に Zn が拡散することで 2.03-2.10 eV に新しい準位が形成されたと考えられる。

【まとめ】 Zn の拡散が CGS の光学特性に及ぼす影響を評価した。Zn が CGS の浅い準位を抑制し、2 eV の準位を形成することを確認した。

【参考文献】 [1] Jiang et al., *APL*, 82 (1) (2003). [2] Bailey et al., *Phys. Rev. B*, 81 (2010).

【謝辞】 本研究は JSPS 科研費 (No. 18K04224) により実施された。

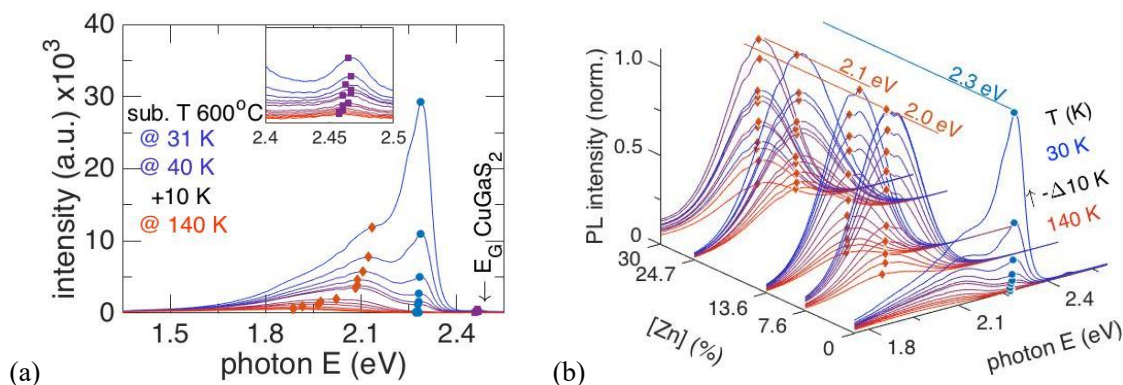


Figure 2. Temperature dependent photoluminescence from 140 K to 30 K (10 K step) under 30 mW of 405 nm incident laser (a) CuGaS₂ on Mo (b) Zn:CuGaS₂ on Mo with different [Zn] (%)