

スパッタ成膜した CuGaS_2 の硫化及び光学特性の制御

Controlling Optical Properties of Sputtered CuGaS_2 by Sulfurization

○(M2) 金明玉¹, アーサン・ナズムル², (M1) 三浦七輝³,

イエル・リー・ザッカリー⁴, 岡田至崇^{2,3}

Grad. Arts and Sci. UTokyo¹, RCAST UTokyo², Elec. Eng. UTokyo³, IREC, Spain⁴

○(M2) Myeongok Kim¹, Nazmul Ahsan², Nanaki Miura³,

Zacharie Jehl Li Kao⁴, Yoshitaka Okada^{2,3}

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

【はじめに】 CuGaS_2 (CGS) は、高い光吸収係数と広い禁制帯を持ち、環境負担が少なく埋蔵量が豊富であることから、光学デバイスへの応用に向けて研究されている。しかし、結晶性の高い CGS 薄膜成膜が困難であることから、デバイス構造まで至った先行研究は数少なく結晶性向上のため、硫化処理が頻繁に行われる[1,2]。そこで本研究は、スパッタ法で成膜した CGS における硫化処理が CGS 薄膜のフォトルミネッセンス (PL) に及ぼす影響を評価した。

【実験方法】 $\text{CuGaS}_{x(x \leq 2)}$ は、化学量論的組成比を持つターゲットでスパッタした。基板温度 200°C で約 300nm と 600nm の試料を Mo コートしたガラス基板上に成膜した。硫化処理は真空チャンバー内で硫黄粉末 100mg 、窒素雰囲気 $8 \times 10^{-4}\text{Pa}$ で行った。PL 測定は室温で励起波長 405nm のレーザーを用いた。試料の成膜及び硫化処理条件は以下の表 1 に示す。

【結果と考察】 PL 測定の結果、すべての試料においてバンド端発光 (2.46eV) が見られた。 1.5eV で強い欠陥発光が見られたが、硫化処理を制御することで欠陥発光を低減できた。欠

陥はまだ同定できていないものの、深い準位であることから CuGaSe_2 にも存在する Ga_{Cu} 欠陥準位が考えられる[3]。硫化時間を長くした場合 (試料 B, C, D, E)、この欠陥準位からの発光強度が抑制された。二段階硫化処理を行った場合 (試料 E) と 300nm の成膜と硫化処理を二回繰り返した場合 (試料 A2) には、欠陥発光強度がさらに抑制されている。バンド端での発光強度がほぼ同等である試料 B と比較すると、試料 E の欠陥発光は 2 倍ほど低減した (Fig. 1)。

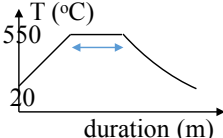
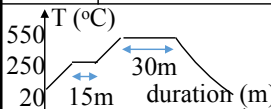
【まとめ】 本研究を通じて硫化処理条件を制御することで CGS 欠陥を制御できることがわかった。欠陥の抑制と結晶性の向上のため、今後他の物性評価も行うことで欠陥の原因を模索する予定である。

[1] Goto et al., *Thin Sol. Films* 451-452, 22, (2004) 552-555.

[2] Choi & Yu, *J. Phys. Chem Solids*, 57, 11, (1996).

[3] Wei et al., *Appl. Phys. Lett.*, 72, 3199 (1998).

【謝辞】 研究は、NEDO からの委託研究及び JSPS 科研費 (No. 18K04224) により実施された。

CGS thickness	Table. 1 CGS sample condition			
	300nm		600nm	
sample	Sulfurization condition		sample	Sulfurization condition
	Temperature profile	Duration		
Ref 1	None	None	Ref 2	None
A0		30 min	A1	1 step for 30m
B		60 min	A2	Repeated A0 from CGS sputtering to sulfurization
C		90 min		
D		120 min		
E	Two step shown on right side	15-30 min		

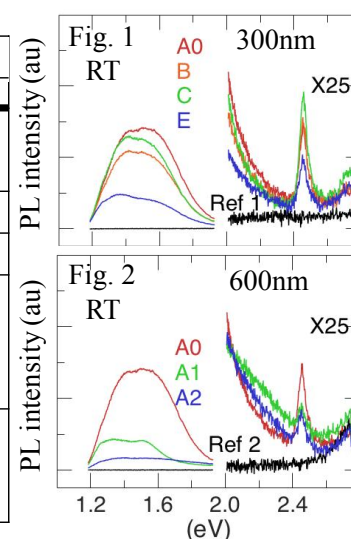


Fig. 1 & 2 Photoluminescence of samples with different thicknesses