

ミスト CVD 法を用いた(In,Ga)₂S₃ 薄膜の作製

Deposition of (In,Ga)₂S₃ Thin Films via Mist-CVD Method

東工大工 〇(M2)荒木 耀平¹, (D2)船木 顕広¹, 西村 昂人¹, 山田 明¹

¹Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Tokyo Tech

〇¹Yohei Araki, ¹Akihiro Funaki, ¹Takahito Nishimura, ¹Akira Yamada

E-mail: araki.y.ak@m.titech.ac.jp

1. 研究背景

Cu(In,Ga)Se₂ (CIGS) 太陽電池において, n 型バッファ層は高効率化のために重要である. しかし, 従来バッファ層として用いられてきた CdS は, バンドギャップが狭いことに起因する短波長光の損失や, 環境負荷が高い Cd の使用といった課題がある. これまでに我々の研究室では, CdS の代替材料として In₂S₃ に着目し, 大気開放型 CVD 法による In₂S₃ 薄膜の製膜を行ってきた[1]. しかし, バンドギャップが可変である CIGS の特性を十分に活かすためには, 電氣的・光学的特性を制御可能なバッファ層が必要となる. 今回, 我々はミスト CVD 法を用いて, これらの制御が期待される(In,Ga)₂S₃ 薄膜の作製について検討したので報告する.

2. 実験方法

(In,Ga)₂S₃ 薄膜は, ミスト CVD 法を用いて無アルカリガラス基板上に作製した. 成膜時の意図しない酸素の混入を防ぐため, 製膜は窒素雰囲気下で行った. 原料溶液は, ジエチルジチオカルバミン酸インジウム (In-DTC) およびジエチルジチオカルバミン酸ガリウム (Ga-DTC) を脱水 THF に溶解させ, 0.02 mol/L に調整したものを用いた. 溶液中の Ga および In の比率(GGI; Ga/(Ga+In))は, 0 から 1 まで変化させた. 原料溶液は超音波により霧化され, キャリアガス (N₂, 1.0 L/min) により 450°C に加熱したガラス基板まで輸送することで薄膜の堆積を行った.

3. 実験結果

Fig.1 に, 得られた薄膜の XRD 測定結果を示す. 溶液中の GGI が 0 に近く In 比率が高い薄膜からは, 28.7°, 43.7°, 59.4° にそれぞれ β-In₂S₃ の(206)面, (309)面, (4012)面に対

応する回折ピークが得られ, 溶液中の GGI が増加すると, β-In₂S₃ の配向が見られなくなった. また, 光学的特性としてバンドギャップを算出すると, GGI=0.5 では, 直接および間接遷移ギャップがそれぞれ 2.3 eV と 3.2 eV となり, Ga を添加することによって In₂S₃ の 2.0 eV および 2.7 eV よりもワイドギャップ化していることが確かめられた. これらの結果より, ミスト CVD 法によりガラス基板上に堆積した薄膜において, 溶液中の GGI を調整することでバンドギャップの調整が可能であることが示唆された.

当日は, 得られた(In,Ga)₂S₃ 膜のより詳細な電氣的・光学的特性を含めて報告する予定である.

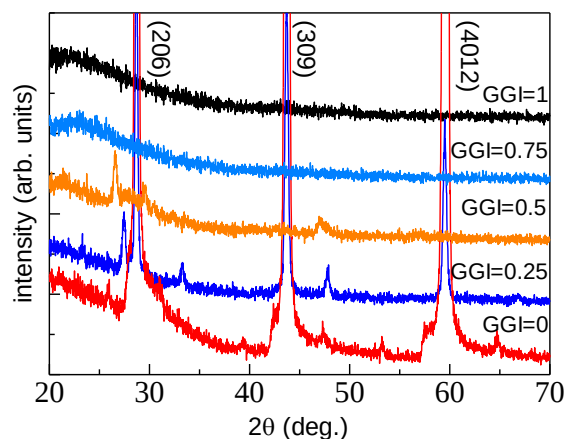


Fig.1 X-ray diffraction spectra of (In,Ga)₂S₃ thin film deposited via mist-CVD.

謝辞

本研究は, 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の支援を受けて実施された. 関係各位に感謝する.

参考文献

[1] A. Funaki et. al., Phys. Status Solidi RRL, 2300383 (2023).