

MBE による n 型 CdSnP_2 の成膜

Deposition of n - CdSnP_2 by MBE

京大院工¹ ○(M1)三浦 颯斗¹, 住吉 孝心¹, 野瀬 嘉太郎¹

Kyoto Univ.¹, °Hayato Miura¹, Isshin Sumiyoshi¹, Yoshitaro Nose¹

E-mail: miura.hayato.88n@st.kyoto-u.ac.jp

はじめに 我々のグループではリン化合物半導体 ZnSnP_2 バルク結晶を用いた太陽電池について最高変換効率 3.87 %を報告している[1]. 更なる高効率化に向けては種々の課題があるが、特に、 n 型層/ p - ZnSnP_2 接合について改善の余地が大きい. 従来用いている $\text{CdS}/\text{ZnSnP}_2$ 界面は格子整合と伝導帯オフセットの観点から適切とは言えない. そこで我々は同じカルコパイライト化合物である CdSnP_2 に着目した. これまでに、リン化法で成膜した CdSnP_2 薄膜を用いて n - CdSnP_2/p - ZnSnP_2 接合によりダイオードを実現したものの、高い直列抵抗 ($68.9 \Omega \text{ cm}^2$) が課題であった[2]. 本研究では、構成元素の供給量を精緻に制御できる MBE を用いることで、 n 型層に適した物性を有する CdSnP_2 単相膜を得ることを研究目的とした.

実験方法 Cd , Sn , P の供給源にはそれぞれ純カドミウム、純錫、 $\text{Sn}_4\text{P}_3/\text{Sn}$ 二相試料 [3] を用いた. 本研究では Sn と P のビーム等価圧力は固定し、基板設定温度 T_{MP} と Cd のビーム等価圧力 p_{Cd} を変化させて成膜を行い、これらの影響について調べた. 基板には SLG を用い、成膜時間は 120 min とした. また、単相膜が得られた条件下において成膜時間を変化させた成膜も行い、その過程を調査した. 得られた薄膜に対しては GI-XRD による相同定、FE-SEM による観察を行った. 電気的特性は Hall 効果測定によって、光学的特性は分光光度計による透過率・拡散反射率の測定によって評価した.

実験結果・考察 種々の条件を検討した結果、Fig 1 に示すように基板設定温度 150 °C、 Cd 圧力 $\sim 7.0 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ の条件で CdSnP_2 単相膜が得られた. CdSnP_2 単相膜は従来と同様に n 型伝導を示し、キャリア濃度はリン化法による薄膜 [4] と比べて約 10^3 cm^{-3} 高く、これに起因して抵抗率は低いことがわかった. CdSnP_2 においては、アンチサイト欠陥 Sn_{Cd} がドナーとして働くことが考えられるため、 Cd (Sn) 圧力を精密に制御することで、キャリア濃度の制御された CdSnP_2 が得られたと推察される. さらに単相膜の成長過程を調査した結果、Fig 2 に示すように成長初期は Sn のみが存在し、 CdSnP_2 と Sn を含む膜を経て、 CdSnP_2 単相膜になることがわかった. 講演では、 CdSnP_2 単相膜の成長過程の詳細や光学的特性についても議論する.

謝辞 本研究は、JST-CREST (JPMJCR17J2), 科研費(JP20H00302)の支援を受けた.

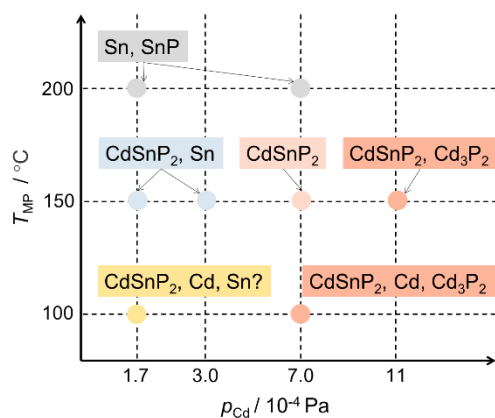


Fig. 1. Conditions for MBE deposition.

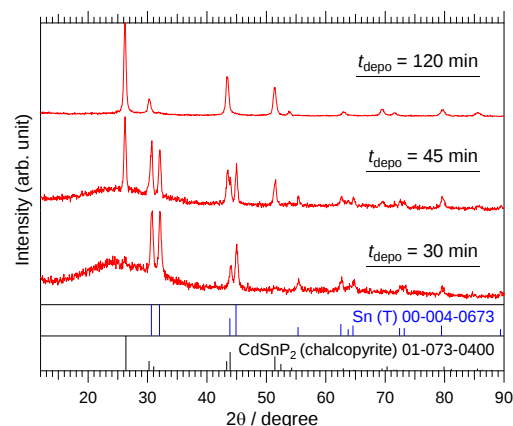


Fig. 2. GI-XRD profiles of thin films.

[1] T. Kuwano et al., *SOLMAT* (2021). [2] S. Nakatsuka et al., *JJAP* (2019). [3] 野瀬嘉太郎 他, 特許第 5641348 号. [4] S. Nakatsuka et al., *ACS Appl. Energy Mater.* (2018).