カルコパイライト型リン化物におけるホモ pn 接合形成

Formation of homo p-n junction in chalcopyrite type phosphides

○(M2) 井上 亮輔，中塚 滋，野瀬 嘉太郎（京大院工）

○Ryosuke Inoue , Shigeru Nakatsuka , Yoshitaro Nose (Kyoto Univ.)

E-mail: inoue.ryosuke.43z@st.kyoto-u.ac.jp

背景 近年、化合物半導体を用いた薄膜太陽電池は低コスト・高効率な太陽電池として期待されている。II-IV-V_2 型カルコパイライト化合物である $ZnSnP_2$ に関しては、当研究グループで薄膜[1]およびバルク結晶[2]の作製を行っており、太陽電池に適した p 型半導体であることを明らかにしている。一方、同じ結晶構造を有する $CdSnP_2$ のバルク結晶は n 型半導体であるという報告[3]がある。$ZnSnP_2$, $CdSnP_2$ は全率固溶することが報告されている[4]ため、$Zn_{1-x}Cd_xSnP_2$ の固溶度 x によっては n 型反転が期待され、ホモ pn 接合を用いた太陽電池素子へと応用できる可能性がある。本研究では $ZnSnP_2$, $CdSnP_2$ 間のホモ pn 接合を太陽電池に応用することを目的として $ZnSnP_2$, $CdSnP_2$ バルク結晶の作製、評価を行い、拡散接合によって pn 接合形成を試みた。

実験方法 Sn を溶媒として用いた溶液成長法によって $ZnSnP_2$, $CdSnP_2$ バルク結晶を作製した。結晶は円盤状に切断、研磨し、van der Pauw 法によりホール効果測定を行った。さらに結晶の一部を粉砕し、粉末 XRD による相の同定、拡散反射率測定によるバンドギャップ E_g の推定を行った。

実験結果・考察 作製したバルク結晶の粉末 XRD 測定結果を Figure 1 に示す。$ZnSnP_2$ は P 原子が形成する fcc 副格子の四面体孔位置を Zn および Sn が規則的に占有するカルコパイライト型構造と Zn および Sn が不規則に配列する閃亜鉛鉱型構造が存在する。そのため、112 回折ピークのように両方の結晶構造で確認される基本格子反射と 101 回折ピークのようにカルコパイライト型構造でのみ現れる超格子反射が存在する。今回作製した $ZnSnP_2$ は 101 回折ピークが観測されたことからカルコパイライト型構造であることが確認された。また、異相は見られなかった。一方、$CdSnP_2$ は 101 回折ピークが観測されなかった。これは Cd と Sn の原子散乱因子が近い値であるために理論上 101 回折ピークの強度は 112 回折ピークに対して 0.2%と小さく、実験的に観測することが困難であると考えられる。したがって得られた $CdSnP_2$ がカルコパイライト型構造か閃亜鉛鉱型構造かは現在のところ判別できないが、単相であると考えられる。Table 1 に $ZnSnP_2$, $CdSnP_2$ の物性測定の結果を示す。$ZnSnP_2$ が p 型半導体である一方、$CdSnP_2$ は n 型半導体であることを確認した。$CdSnP_2$ のキャリア濃度は先行研究の値[3]とほぼ一致した。$ZnSnP_2$ と $CdSnP_2$ は同様の結晶構造を持つ p 型半導体と n 型半導体であり固溶体を形成することが分かっているため、両者を接合させることで良好なホモ pn 接合が期待できる。当日は拡散を用いた接合形成の実験結果についても発表する。

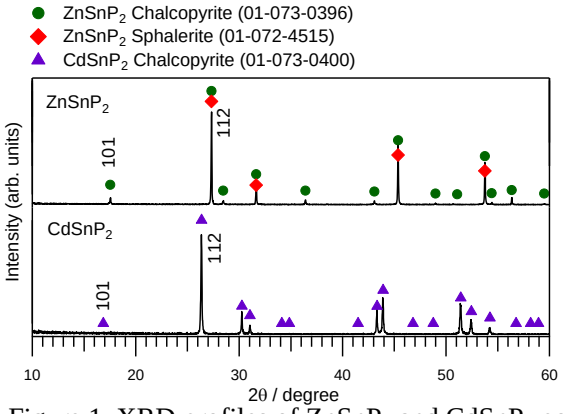

Figure 1. XRD profiles of $ZnSnP_2$ and $CdSnP_2$ powder.

Table 1. Physical properties of bulk crystals.

Sample	E_g /eV	Carrier type	Carrier concentraion /cm^{-3}	Mobility /$cm^2 \cdot V^{-1} \cdot s^{-1}$
$ZnSnP_2$[2]	1.61	p	10^{16}–10^{18}	1–3
$CdSnP_2$	1.12	n	10^{17}–10^{18}	8–9

参考文献

[1] S. Nakatsuka, Y. Nose, and T. Uda, *Thin Solid Films*, **589**, 66 (2015). [2] S. Nakatsuka, H. Nakamoto, Y. Nose, T. Uda, and Y. Shirai, *Phys. Status Solidi C*, **12**, 520 (2015). [3] J. C. W. Folmer et al., *J. Electrochem. Soc.*, **132**, 1608 (1985). [4] 野瀬，東野，宇田，*硫酸と工業*, **65**, 117 (2012).

© 2016年 応用物理学会