

## 溶液法で合成した単相 $\text{MnSi}_{1.75-x}$ の電気特性評価

### Electrical property of single-phase $\text{MnSi}_{1.75-x}$ grown from solution

飯岡優<sup>1</sup>, ○堀俊平<sup>1</sup>, 陣場成行<sup>1</sup>, 原嘉昭<sup>2</sup>, 鵜殿治彦<sup>1</sup> (1. 茨城大, 2. 茨城高専)

M. Iioka<sup>1</sup>, ○S. Hori<sup>1</sup>, S. Jimba<sup>1</sup>, Y.Hara<sup>2</sup>, H. Udono<sup>1</sup> (1.Ibaraki Univ., 2.Ibaraki College of Tech.)

E-mail: udono@mx.ibaraki.ac.jp

【はじめに】高マンガンシリサイド( $\text{MnSi}_{1.75-x}$ :  $x=0-0.023$ )は資源量豊富かつ低毒性のシリコン系半導体であり、原子組成の違いにより電子構造の異なる4つの結晶相( $\text{Mn}_4\text{Si}_7$ ,  $\text{Mn}_{11}\text{Si}_{19}$ ,  $\text{Mn}_{15}\text{Si}_{26}$ ,  $\text{Mn}_{27}\text{Si}_{47}$ )が存在する[1]。  $\text{MnSi}_{1.75-x}$  は 0.6-0.8eV のエネルギーギャップを持ち高い光吸収係数を示すため赤外受光素子材料として、また中温域で高い熱電性能を示し熱・化学安定性に優れるため熱電材料として応用が期待される。電気特性に関する研究として、複数の結晶相が混在する結晶に関する報告[2][3]はされているが単相結晶に関する報告はされていない。我々はこれまでに溶液温度差法により  $\text{Mn}_4\text{Si}_7$  と  $\text{Mn}_{11}\text{Si}_{19}$  の単相バルク結晶が得られること及び各結晶の電気伝導率を報告した[4]。本研究では  $\text{Mn}_4\text{Si}_7$ 、 $\text{Mn}_{11}\text{Si}_{19}$  の単相結晶を溶液温度差法により作製し、各結晶相の電気特性を Hall 効果測定により評価したので報告する。

【実験方法】結晶成長は Ga 及び Sn 金属溶媒を用いた溶液温度差法により行った。溶質原料は純度 3N の Mn と純度 10N の Si を Mn:Si=1:1.7 の組成比で溶融合成したインゴット状の合金を用いた。溶質と溶媒を真空封止した石英アンプルを作製し、成長部温度 900 及び 980°C、温度勾配 40 及び 20°C/cm の条件で1週間の成長を行った。成長させた結晶は粉末 X 線回折により結晶相を同定し、EDX による元素組成分析を行った。その後、薄片状に研磨し 10-300K の温度範囲で van der Pauw 法による Hall 効果測定を行い電気特性の評価を行った。

【結果と考察】粉末 X 線回折により得られた回折パターンの解析から  $\text{Mn}_4\text{Si}_7$  及び  $\text{Mn}_{11}\text{Si}_{19}$  の単相結晶の成長が確認できた。図 1 に正孔濃度の温度依存性の代表的な結果を示す。  $\text{Mn}_4\text{Si}_7$  及び  $\text{Mn}_{11}\text{Si}_{19}$  の正孔濃度はそれぞれ  $2.1 \times 10^{20} [\text{cm}^{-3}]$ 、 $3.6 \times 10^{21} [\text{cm}^{-3}]$  となり  $\text{Mn}_4\text{Si}_7$  が約 1 桁低い値を示した。EDX による分析の結果、Sn および Ga の濃度はそれぞれ 0.1at%以下、0.3at%であった。この結果と Migas らが報告した電子構造を考慮すると、今回得られた  $\text{Mn}_4\text{Si}_7$  と  $\text{Mn}_{11}\text{Si}_{19}$  の正孔濃度は各結晶相の固有の値であり、1桁の濃度の差は電子構造の違いによるものといえる。

#### 【参考文献】

- [1] D. B. Migas et al., Phys. Rev. B 77, (2008) 075205 [2] I. Nishida, J. Mater. Sci. 7 (1972) 425  
 [3] I. Kawasumi et al., J. Mater. Sci. 16 (1981) 355 [4] H. Udono et al., J. Electr. Mater. 40 (2011) 1165

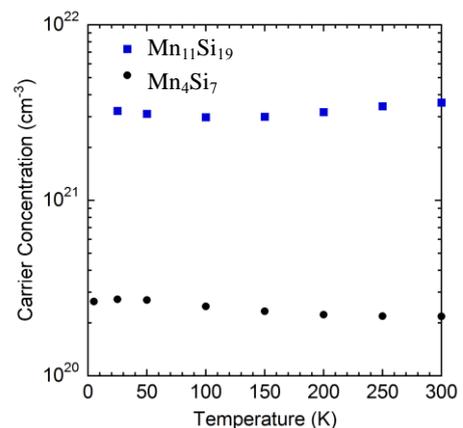


図 1 正孔濃度の温度依存性