

溶液法で合成した単相 $\text{MnSi}_{1.75-x}$ の電気特性 (II)

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

堀俊平¹, 飯岡優¹, 原嘉昭², 鵜殿治彦¹ (1. 茨城大工, 2. 茨城高専)

°S.Hori¹, M.Iioka¹, Y.Hara², H.Udono¹(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は資源量が豊富なシリサイド半導体材料として注目が集まっている。高マンガンシリサイドは、異なる4つの結晶相 (Mn_4Si_7 , $\text{Mn}_{11}\text{Si}_{19}$, $\text{Mn}_{15}\text{Si}_{26}$, $\text{Mn}_{27}\text{Si}_{47}$) が存在することが報告されている[1]。中温領域で高い熱電性能指数を示すこと、また結晶相の一つである Mn_4Si_7 が赤外域のバンドギャップ(0.5eV)と高い吸収係数を有することなどから熱電素子や赤外受光素子への応用が期待される。しかし、単相結晶については融液法による作製が困難であることから、電気特性の報告が限られている。我々の研究室では、溶液温度差法によって Ga 溶媒からは $\text{Mn}_{11}\text{Si}_{19}$ 、Sn 溶媒からは Mn_4Si_7 の単相結晶が得られることや各結晶相の電気特性を報告している[2-3]。本報告では、前回に続き Hall 効果測定を用いて電気特性を調べたので報告する。

【実験方法】結晶は Ga、Sn 金属溶媒を用いた溶液温度差法によって成長させた。溶質の原料は、純度 3N の Mn と 10N の Si を Mn:Si=1:1.7 の組成比で、1350℃で熔融合成したインゴット状の合金を用いた。これらの溶質及び溶媒を石英アンブルの中に封入した後、 5×10^{-6} Torr まで真空封止した。封止したアンブルは電気炉に入れ、成長部温度 900-960℃の条件で1週間かけて成長を行った。van der Pauw 法と Hall 効果測定により、5-300K の温度範囲で評価した。

【結果と考察】図1に今回成長させた結晶を示す。結晶はこれまで同様に基板状に成長し、厚さは $\text{Mn}_{11}\text{Si}_{19}$ で約 0.8-1.4mm、 Mn_4Si_7 は約 0.7mm であった。表1に室温で測定した電気特性の測定値を示す。電気抵抗率に着目すると、 $\text{Mn}_{11}\text{Si}_{19}$ の値が Mn_4Si_7 よりも一桁低かった。またキャリア密度は $\text{Mn}_{11}\text{Si}_{19}$ の値が前回同様に 10^{21}cm^{-3} 台に対し、 Mn_4Si_7 では 10^{19} - 10^{20}cm^{-3} であった。不純物密度がキャリア密度に比べて十分低いことを考慮すると、これは理論計算で示されている各結晶相において電子構造の違い[1]が反映されているものと考えられる。

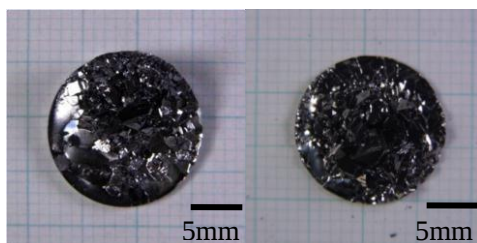


図1 成長結晶($\text{Mn}_{11}\text{Si}_{19}$, Mn_4Si_7)

表1 室温における電気特性の測定値

結晶相	電気抵抗率 [Ωcm]	ホール移動度 [$\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$]	キャリア密度 [cm^{-3}]
$\text{Mn}_{11}\text{Si}_{19}$	1.2×10^{-3}	2.0	2.7×10^{21}
Mn_4Si_7	2.2×10^{-2}	2.5	1.1×10^{20}
	5.5×10^{-2}	2.2	5.3×10^{19}

【参考文献】

- [1] D. B. Migas et al., Phys. Rev. B 77, (2008) 075205 [2] H.Udono et al., J. Electr. Mater. 40 (2011) 1165
 [3] 堀, 鵜殿他2015年春季応用物理学会12p-P8-8