

単相高マンガンシリサイドの結晶性と熱電特性

Crystalline Quality and Thermoelectric Property of Single Phase HMS

茨城大院¹ 九州大院² ○陣場成行¹, 飯岡優¹, 板倉賢², 鵜殿治彦¹

Ibaraki Univ.¹, Kyushyu Univ.², ○S. Jimba¹, M. Iioka¹, M. Itakura², H. Uono¹

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

【はじめに】

高マンガンシリサイド(HMS)は資源量豊富な材料により構成されるシリコン系半導体である。組成比がわずかに異なる4つの結晶相(Mn_4Si_7 , $Mn_{11}Si_{19}$, $Mn_{15}Si_{26}$, $Mn_{27}Si_{47}$)が知られており^[1]、高い耐酸化性と熱電性能を持つことから400~900Kの中温域で利用できるp型の熱電材料として注目されている。しかし、単相のバルク結晶を融液法によって成長することが困難なことから単相結晶の熱電特性評価は十分に行われていない。我々はこれまでに溶液温度差法により単相のバルク結晶の成長に成功し、単相 $Mn_{11}Si_{19}$ 結晶の室温以下での熱電特性と不純物添加による影響報告した^[2]。本研究では、溶液温度差法で成長した単相 $Mn_{11}Si_{19}$ 結晶の結晶性、300~800Kでの熱電特性について評価したので報告する。

【実験方法】

結晶成長は Ga 溶媒を用いた溶液温度差法により行った^[2]。溶質原料は Mn(3N)、Si(10N)を Mn:Si=1:1.7 の組成比で溶融合成した合金を用いた。成長部温度 900°C、温度勾配 40~50°C/cm の条件で1週間の成長を行った。成長結晶は粉末 X 線回折、蛍光 X 線分析、光学顕微鏡および電子顕微鏡観察により評価した。更に、熱電特性を ZEM-3(アルバック理工製)と LFA447Nano Flash(ネッチ製)により評価した。

【結果と考察】

図1に成長した代表的な結晶写真を示す。直径14mm、厚さ~2.5mmの多結晶状の成長結晶が得られた。粉末 X 線回折の評価から MnSi 相や Si、Mn 相の析出は見られず、成長結晶は単相の $Mn_{11}Si_{19}$ 結晶であることが分かった。図2(a),(b)に結晶裏面(テンプレート側)と表面(溶液側)の研磨面の SEM 像をそれぞれ示す。観察面には、結晶方位によるチャネリングコントラストによって結晶粒が明瞭に見られる。結晶裏面に比べ表面側は粒径が大きくなっており、成長と共に結晶粒が大きくなっていることがわかる。これら結晶の熱電特性を調べたところ結晶サイズ、方位の違いに起因すると思われる熱電特性の違いがみられた。

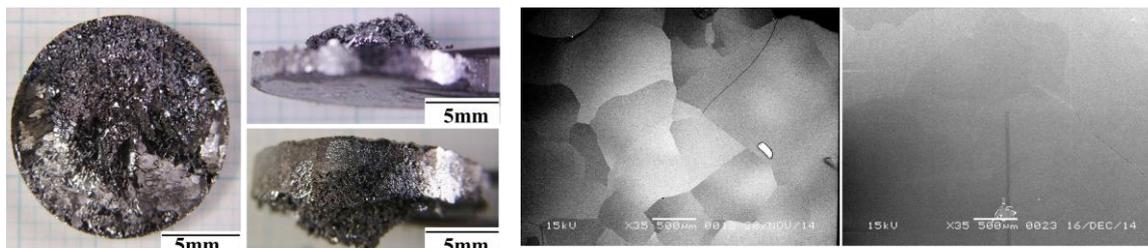


図1. 単相 $Mn_{11}Si_{19}$ の成長結晶

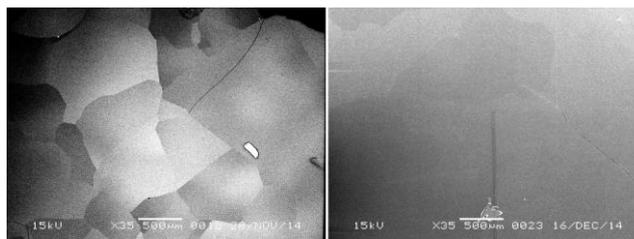


図2(a).結晶裏面

図2(b).結晶表面

【参考文献】 [1] D.B Migas, Phys.Rev.B, 77, 075205 (2008). [2] Uono et al, J.Electr.Mater.40, 1165 (2011).