



明志科技大學
MING CHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

四技部工讀實務實習

104年成果發表展示會

題目：高熱電優值之環保型低成本MnSi中溫熱電材料製作及研究

工作項目

目前主要被廣為應用的中溫熱電材料為碲化鉛系列合金，此系列合金所使用的元素如鉛、碲等，雖然合金熱電效能高且較為穩定，但碲化鉛中碲材料存量有限、價格昂貴，而鉛會釋放毒素，因此發展高效率低成本環保的熱電材料為主要研究重點。矽基熱電材料的元素主要由Si、Mn等元素所組成，矽元素沒有材料存量的問題，具有無毒、高溫穩定性及價格低等優點，成為具有發展性的中溫熱電材料。本實驗經由高溫熔煉、研磨細化及火花電漿燒結法製作出MnSi_{1.75}熱電合金塊材，並藉由引入Al元素，探討不同Al含量(0.875、1.575及3.5 at%)摻雜對MnSi合金熱電效能之影響。



Fig.1 實驗流程圖

內容摘要

熱電材料的性能指標是以熱電優值(Figure of Merit)ZT值來表示，其定義為 $ZT=(S^2\sigma/\kappa) \times T$ ，其中 $S=\Delta V/\Delta T$ ，而 $\kappa=\alpha \times C_p \times D$ (S為Seebeck係數， ΔV 為電位差， ΔT 為溫差， σ 為導電率， κ 為熱傳導率， α 為熱擴散係數， C_p 為比熱，D為密度)。

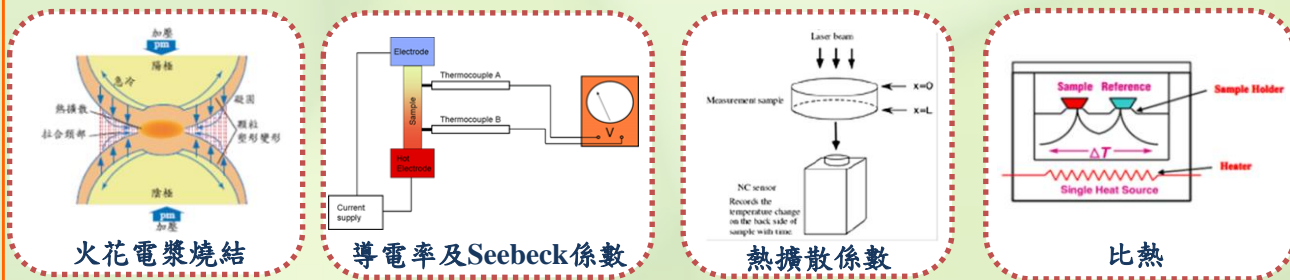


Fig.2 實驗過程之內容及原理

實習成果

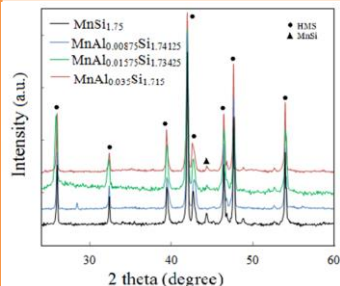


Fig.3 不同Al含量摻雜之MnSi合金XRD圖譜

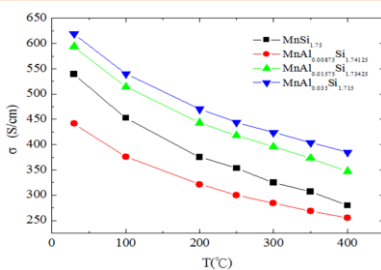


Fig.4 摻雜不同Al含量的MnSi合金樣品之導電率與溫度關係比較

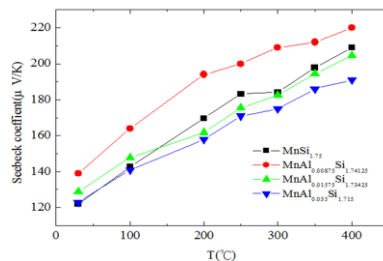


Fig.5 摻雜不同Al含量的MnSi合金樣品之Seebeck係數與溫度關係比較

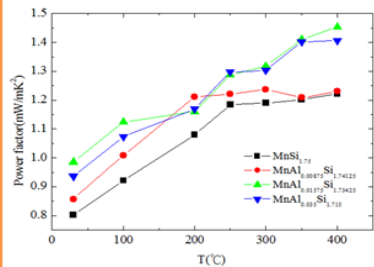


Fig.6 摻雜不同Al含量的MnSi合金樣品之功率因子與溫度關係比較

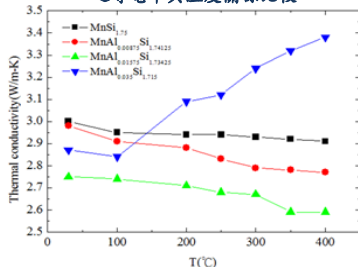


Fig.7 摻雜不同Al含量的MnSi合金樣品之熱傳導率與溫度關係比較

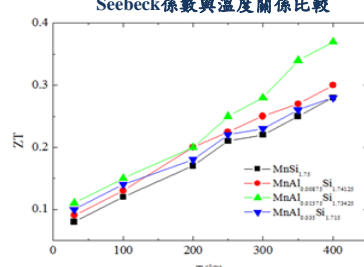


Fig.8 摻雜不同Al含量的MnSi合金樣品之熱電優值與溫度關係比較

結論：

1. 由相結構分析了解，所有樣品呈現高錳矽(HMS)相，其中材料內部含有少量的MnSi金屬相。
2. 由於在MnSi_{1.75}中摻雜Al會和內部材料產生鍵結而抑制雜相的析出，因此摻雜Al元素後的樣品MnSi雜相較不明顯。
3. MnAl_{0.01575}Si_{1.73425}具有較高導電率，其Seebeck係數微幅下降，功率因子於390°C達到最大值1.45 mW/m·K²。
4. 本研究發現，摻雜Al會抑制金屬相析出使熱傳導率降低，MnAl_{0.01575}Si_{1.73425}之ZT值於溫度390°C時可達最大值0.38，極具應用於低成本、環保型之中溫熱電材料之潛力。

材料系

學號:U01187005
姓名:呂佳家
指導主管:陳光耀 博士
輔導老師:陳勝吉 教授

實習單位:工業技術研究院
實習廠區:綠能所-中興院區
實習期間:103.09.17~104.09.16