



明志科技大學
MING CHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

四技部工讀實務實習

102年成果發表展示會

工作項目

本實驗將原料粉體以行星式球磨法進行粉體合金化，以 $(\text{Bi, Sb})_2\text{Te}_3$ 之成份配比，分別摻雜入0.125、0.25及0.5 wt% 奈米 TiO_2 粉體(粒徑 $<25\text{nm}$)。搭配火花電漿燒結製程燒結出 TiO_2 - $(\text{Bi, Sb})_2\text{Te}_3$ 熱電塊材，探討不同摻雜量對合金熱電性質及顯微結構的影響。期望藉由奈米粉體存在於結構中能夠降低合金熱傳導率並維持導電性能，以提升 $\text{Bi}_{0.4}\text{Sb}_{1.6}\text{Te}_3$ 合金的最佳熱電優值表現。

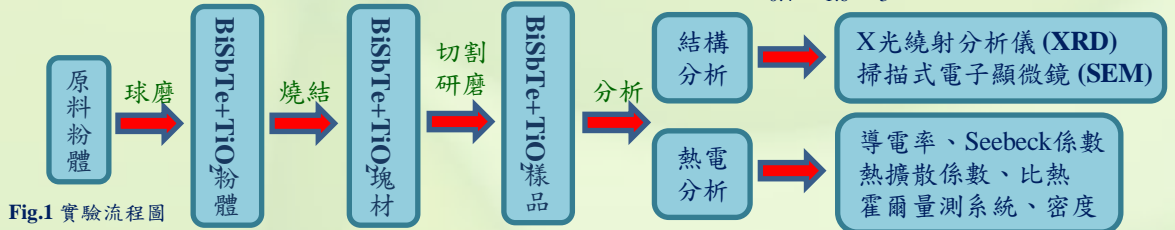


Fig.1 實驗流程圖

內容摘要

熱電材料的性能指標，係以熱電優值(Figure of Merit) ZT 值來表示，其定義為 $ZT = (S^2\sigma T) / \kappa$; κ 為導熱率，定義為 $\kappa = \alpha C_p D_m$; S 為Seebeck係數，定義為 $S = V/\Delta T$ 。(σ 為導電率， T 為絕對溫度， α 為熱擴散係數， C_p 為比熱， D_m 為密度)

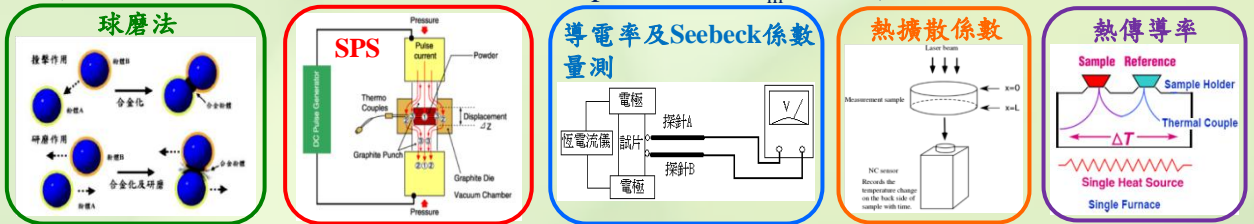


Fig.2 實驗過程之內容與原理

實習成果

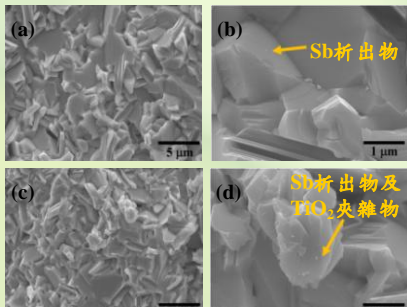


Fig.3 $(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_3$ 及 $(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_3 + 0.25 \text{ wt.}\% \text{ TiO}_2$ 合金橫截面SEM

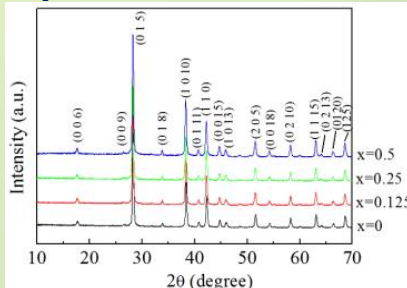


Fig.4 TiO_2 - $(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_3$ 合金相都是呈現單一 $(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_3$ 相結構，無其他相的峰值， TiO_2 奈米粉體的摻雜均勻分布於合金結構中

Table.1 室溫下之載子特性與相對密度圖

TiO_2 (wt.%)	Carrier concentration (cm^{-3})	Mobility (cm^2/Vs)	Relative density (%)
x=0	2.09×10^{19}	275	98.3
x=0.125	2.20×10^{19}	273	98.0
x=0.25	2.15×10^{19}	262	98.3
x=0.5	2.10×10^{19}	257	97.9

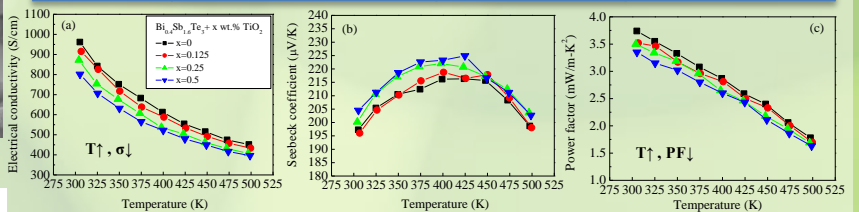


Fig.5 TiO_2 - $(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_3$ 合金之(a)導電率、(b)Seebeck係數及(c)功率因子

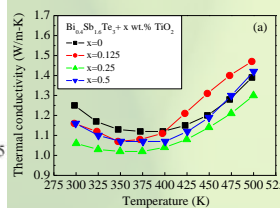


Fig.6 TiO_2 - $(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_3$ 合金之(a)導熱率及(b)ZT值

Fig.5 (a) $(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_3$ 合金導電率隨 TiO_2 摻雜量提高而大幅下降，(b) Seebeck係數隨之而增加，導電率下降比例高於Seebeck係數增加比例，功率因子降低了將近6-10%。

Fig.6 $(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_3 + 0.25 \text{ wt.}\% \text{ TiO}_2$: (a) $\kappa = 1.02 \text{ (W/m}\cdot\text{K)}$, κ 下降約10% ; (b) ZT值提升約5%。

結論：合金結構存在奈米夾雜物，有助於降低熱傳導率。
 $(\text{Bi,Sb})_2\text{Te}_3$ 合金添加0.25 wt.% TiO_2 可得最佳ZT值為1.09。

材料
工程

學生姓名：林羿孜
輔導老師：程志賢 博士
指導主管：葉建弦 博士

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：101.09-102-09

