

課題番号 : F-14-AT-0096
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : 熱電変換薄膜の作製
Program Title (English) : Fabrication of thermoelectric thin film
利用者名(日本語) : 青柳 拓也, 宮内 昭浩
Username (English) : T. Aoyagi, A. Miyauchi
所属名(日本語) : 株式会社日立製作所 日立研究所 材料開発センタ
Affiliation (English) : Hitachi, Ltd., Hitachi Research Laboratory

1. 概要(Summary)

環境中に膨大な量が捨てられている排熱を回収する技術として、熱電変換材料が注目されている。これまで、熱電変換効率が低いことが実用化への課題であったが、近年では熱電変換材料のナノ構造化による特性向上の報告が相次いでいる[1]。

我々は、熱電変換材料のナノ構造化を目的として、産業技術総合研究所 NPF の設備を利用して共スパッタ法による薄膜作製を行った。本課題では、非固溶系である Si-Bi 系にてナノ構造の形成可能性を検討した。

2. 実験(Experimental)

・利用した主な装置

多元同時スパッタ装置、触針式段差計、蛍光 X 線分析装置(XRF)、X 線回折装置(XRD)

・実験方法

ターゲットには、2 inch の Si(5N)、Bi(4N)を用い、Bi は DC 放電(出力:5-15 W)、Si は RF 放電(出力:100-250 W)にて成膜を実施した。スパッタガスには純 Ar ガスを用い、圧力を 0.4 Pa とした。基板には、合成石英を用いた。均一に成膜できるように基板ローテーションを 6 rpm の速度で行い、室温で成膜を実施した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

多元同時スパッタ装置を使い、石英基板上に Si-Bi 系薄膜を形成した。Fig. 1 に、Si 含有量と電気抵抗率のグラフを示す。これより、Si 含有量が増加するに従って電気抵抗率は大きくなるのが分かる。また、Si 100 vol.%の試料は高抵抗により測定不可能であった。

本系は非固溶系であるため、薄膜中では Si と Bi が分離して存在することが推察される。導電相は Bi が担っていることを考慮すると、Si 含有量で 80 vol.% (Bi 含有量で 20

vol.%) 周辺が、Bi のパーコレーションの閾値である可能性が考えられる。

透過型電子顕微鏡による微細構造観察を実施したところ、Si が 79 vol.% の試料では、10 nm 以下の Bi ナノ粒子が Si 中に形成されていることが判明した。したがって、Bi の粒径が小さいことが、パーコレーションの閾値を Si 含有量が多い領域まで広げている原因であると考えられる。

本手法によるナノ構造の形成可能性は示されたため、今後熱電変換特性の優れた材料に拡張していく必要がある。

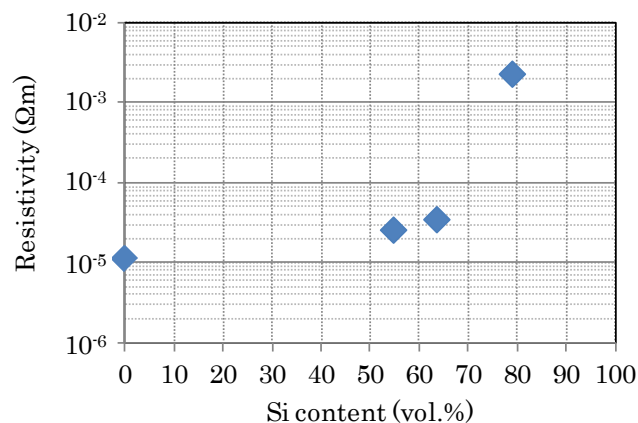


Fig. 1 Electrical resistivity measured at 300 K of Bi-Si thin film deposited at room temperature.

4. その他・特記事項(Others)

参考文献

[1] J.F. Li *et al.*, NPG Asia Mater. **2**(4), (2010) 152.

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。