

熱電変換材料 Zn_4Sb_3 における 亜鉛イオン伝導の電流依存性評価

SATテクノロジー・ショーケース2017

■ はじめに

熱電変換技術は、排熱を直接電気エネルギーに変換することができることから、有用な省エネルギー技術として注目されている。熱電変換技術は一般的に Fig.1(a) のようなp型とn型を組み合わせた発電モジュールを用いて発電をする。Fig. 1(b) はモジュール内部の素子構造であり、排熱で片側を加熱し、もう片方を冷却することで、発電できる。熱電材料の1つである Zn_4Sb_3 は p 型であり、中温領域で高い ZT を実現している。さらに地殻に豊富で安価な原料を用いていることから、実用化に有利である材料として盛んに研究が行われている。しかし、 Zn_4Sb_3 は電流を流した際に、亜鉛がイオン伝導を起こすことが報告されている。イオン伝導が生じた場合の発電性能への影響を分析し、 Zn_4Sb_3 を熱電材料として使用可能な温度域、電流密度の上限値を決定することは実用化上、意義がある。そこで本研究では、電極形成を行った Zn_4Sb_3 素子を用いて発電試験を行い、イオン伝導の発電性能への影響、イオン伝導の電流依存性を明らかにすることを目的とする。

■ 活動内容

1. 試料作製

固相反応法により合成した Zn_4Sb_3 粉末 (200メッシュ以下) にNiAl粉体、Cu粉体を積層してグラファイトダイス内に充填し、Cu/ NiAl / Zn_4Sb_3 / NiAl / Cu 構造のペレット状焼結体をホットプレス法により作製した。これをワイヤーソーで切断し、6x3x5mmの素子形状にカットした。

2. 発電試験

アドバンス理工株式会社製のmini-PEMを用い、真空中で発電試験を行った。発電試験では高温側温度を200, 300, 400 °Cとし、低温側温度は23°C近傍一定に設定した。この状態で電流を1.5, 3.0, 4.5Aに設定し、発電性能の変化を比較した。素子両端の電圧は時間とともに低下し、電流、温度が大きくなるほど電圧は低下した。

3. 発電試験後の試料評価

発電試験を行った Zn_4Sb_3 素子についてSEM・EDX観察、サーマルプローブ法によるゼーベック係数分布計測、一針針法による抵抗分布計測を行った。 Zn_4Sb_3 素子をSEM・EDX分析した結果、亜鉛が高温側から低温側へ移動し、低温側では亜鉛が析出、高温側では Zn_4Sb_3 相に相当する $\text{Zn}:\text{Sb}=4:3$ から ZnSb 相に相当する $\text{Zn}:\text{Sb}=1:1$ へ変化した。発電試験前後における室温のゼーベック係数分布計測の結果を、Fig.2に示す。 Zn_4Sb_3 素子のゼーベック係数の分布は、試験前は均一であるが、発電試験後は素子内でゼーベック係数の高い部分、低い部分に分かれており、高抵抗、高ゼーベック係数をもつ ZnSb 相への変化と一致する結果となった。電流・温度が大きくなるほど、高ゼーベック係数の部分は増加し、亜鉛の移動が増えて ZnSb 相の割合が増えることが明らかとなった。

■ 関連情報等(特許関係、施設)

なし

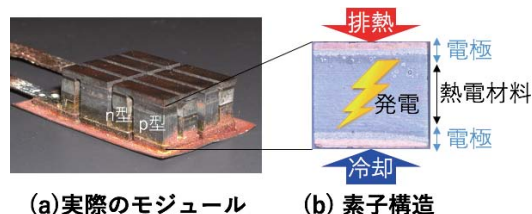


Fig.1 発電モジュール

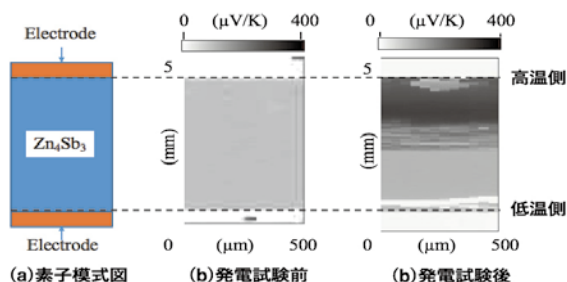


Fig.2 ゼーベック係数分布測定結果

代表発表者 國岡 春乃 (くにおか はるの)
所 属 東京理科大学大学院 基礎工学研究科
材料工学専攻
問合せ先 〒305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1
TEL:029-862-6664 FAX:029-861-5340
Kunioka-haruno@aist.go.jp

■キーワード: (1)省エネルギー技術
(2)熱電変換材料
(3)発電試験

■共同研究者: 山本 淳
小原 春彦
(産総研 エネルギー・環境領域)