

環境対応型熱電変換素子材料の廃熱利用可能性について

基盤技術課 主任研究員 坂之上 悦典

日本国が温室効果ガスの90年比25%削減を目指す中、限りある地球資源を有効に活用し、地熱、風力、太陽光などによる自然由来の持続再生可能なエネルギー源から、人類が使用するエネルギーを取り出すことが求められています。しかし、これらのエネルギー源ではエネルギーを取り出す場所が限定されるため、便利さを求める人々の生活に用いられる次世代のエネルギー源として、エネルギーを使用する場所でのクリーンなエネルギー供給を実現できる燃料電池やリチウム電池などのエネルギー媒体が注目を集めています。その中でも、1821年にゼーベックにより原理発見がなされた熱電変換があります。熱を電気に変換する(ゼーベック効果)熱発電は、駆動部が無い、電気-物理的にエネルギーを取り出すため損失が少ない、熱源のあるところなら発電可能などの性質から近年再び注目を集めています。そこで、熱電変換について調査を実施し、熱電材料の合成を行ったので報告します。

熱電発電の原理を図1に示します。



図1 熱電発電の原理

熱電変換素材の性能を評価する指標の一つとして、式(1)に示すゼーベック係数を用います。

$$\alpha = \Delta V / \Delta T \quad (1)$$

α :ゼーベック係数(V/K)

ΔV :生じる電位差(V)

ΔT :温度差(K)

さらに、熱電変換素材の特性評価を行う場合は、式(2)に示す素材性能指数(Z)又は式(3)に示す無次元性能指数(ZT)を用います。

$$Z = \alpha^2 \cdot \sigma / k \quad (2)$$

$$ZT = \alpha^2 \cdot \sigma / k \cdot T \quad (3)$$

Z:素材性能指数

代表的な熱電材料のZ-温度の関係を図2に示します。室温付近における温度帯で実用化されているのは、現在小型冷却に用いられるBi-Te系が主であります。一方、自動車からの排熱など生活周辺にある熱の有効利用の期待がかかる温度帯域は、500~700Kであり、無次元性能指数(ZT)が1を超える素材の開発が待たれます。

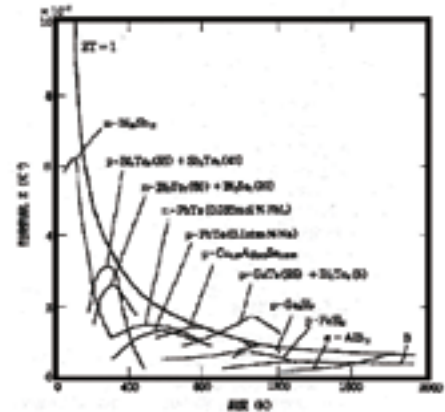


図2 代表的な熱電変換材料の無次元性能指数(Z)-温度関係

次に、原材料が豊富で産地に偏りが無く材料生産性に優れる環境に優しい素材であるマグネシウムシリサイド(Mg₂Si)は、熱電素子としてBi-Te系よりも高い温度域(400~700K)で有望な材料です。当該材料について当センターで合成に成功したので報告します。

Mg₂Siの原料として、純マグネシウム切粉とシリコン粉末をモル比に応じて混ぜ合わせ(試料(a))、これに添加剤を加えたもの(試料(b):銀粉末添加、試料(c):銅粉末添加)を用い放電プラズマ焼結により焼成しました。得られた焼成試料(a)、(b)、(c)に対する温度とゼーベック係数の関係を図3に示します。試料(a)のゼーベック係数は-50~-100 μV/K程度、試料(b)は-450~-500 μV/K程度、試料(c)は600~800 μV/K程度の範囲でした。試料(a)、(b)はn型半導体、試料(c)はp型半導体といえます。

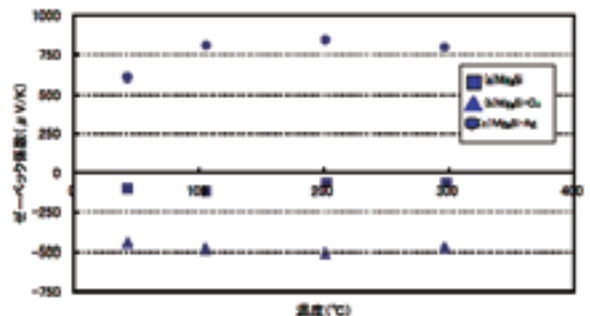


図3 Mg₂Si焼結体の温度によるゼーベック係数変化

【お問い合わせ先】

京都府中小企業技術センター
基盤技術課 材料・機能評価担当

TEL:075-315-8633 FAX:075-315-9497
E-mail:kiban@mtc.pref.kyoto.lg.jp