

受入年度 平成30年

課題名 高温高压下における Mg₂Si 熱電材料の熱電性能測定

共同研究員氏名 森嘉久

所属・職名 岡山理科大学 教授

受入教員 芳野 極 准教授

これまで当研究室では、「環境半導体」の一つとして積極的に研究されている Mg₂Si の高压合成とその物性研究を実施してきた。岡山大学との共同研究を通じ、ピストンシリンダー装置を用いた高压合成法の研究では、通常で得られない優れた熱電性能を有する Mg₂Si の研究を推進しており、高压封入により化学量論比を持った Mg₂Si が効率的に合成されることを明らかにしてきた。またその合成が固相反応であるために、課題となっていた微粉末試料獲得に対して、Mg の代わりに MgH₂ を出発原料とすることで次の進展が見られた。

そのように高压合成法が Mg₂Si 熱電材料の研究にとって有用であることが明らかとなったが、一方で高压下での挙動がその物性にどのような影響を与えるのかを明らかにする必要性も求められてきたが、その測定法が確立しているとは言い難い。そこで本研究では、高温高压下における熱電性能測定を確立することを目的としている。

昨年度の共同研究では IPM にある 6 軸超高压発生装置(6UHP-70)を活用して高压下での熱電性能装置の立ち上げを行った。今年度はその測定装置を活用し、SPS 焼結された Al-Mg₂Si 試料の高压下での熱電性能測定を通じて装置の検証を行った。試料を 3 mmφ、高さ 2.2 mm に成形して高压セルの試料部にセットし、1.0 GPa、1.5 GPa、2.0 GPa、2.5 GPa の圧力に対して、200℃～500℃の温度範囲で熱起電力測定を行った結果を Fig.1 に示す。各測定温度における温度差に対して、熱起電力は線形の直線を示しており、高压下でありながら高精度で Seebeck 係数が測定可能であることが分かる。ただし、図中の矢印で示しているように温度差

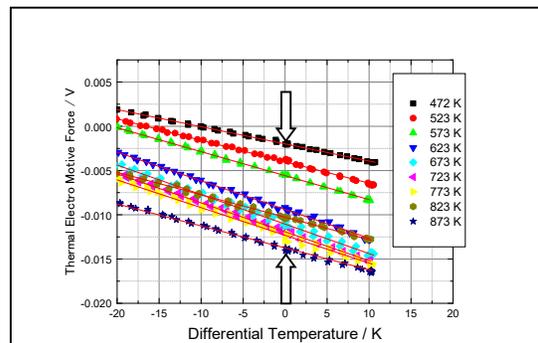


Fig.1 Thermal electro motive force (EMF) of Al-Mg₂Si as a function of differential temperature at various temperatures under 1 GPa. The seebeck coefficient is calculated by the inclination. The value of EMF at 0 differential temperature is lower than 0 V as shown arrows.

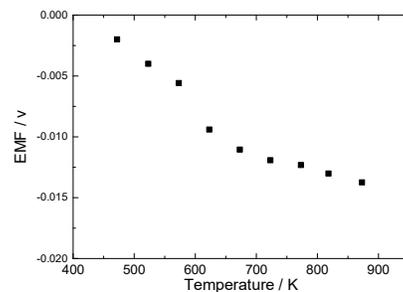


Fig.2 The temperature dependence of EMF of Al-Mg₂Si at 0 differential temperature as shown arrows in Fig.1. The EMF decreased with increasing temperature.

が無い時であっても熱起電力が生じている。それぞれの測定温度に対するその熱起電力をプロットしたものが Fig.2 である。測定温度が上昇するにつれてその熱起電力の大きさも増加していることが分かる。Seebeck 係数に対する影響は大きくないと推察されるが、引き続きその原因を明らかにしていく必要がある。

熱起電力の測定結果から各温度の Seebeck 係数を計算し、その圧力依存性を Fig.3 に示す。Seebeck 係数の大きさを報告されている常圧のデータと比較すると、圧力下での値の方が、1/2 程度に小さくなった。また、圧力依存性としては圧力増加に伴いより小さな値になることが明らかとなった。

一方、電気伝導度の圧力依存性は、Fig.4 に示すように、圧力増加に伴い減少する傾向にあることが明らかとなった。

以上のように今年度は、昨年度立ち上げた高温高圧下での熱電性能測定装置を実際の試料を測定しながら検証し、安定的に高圧下でのゼーベック係数と電気抵抗率の測定が可能な装置としての信頼性と課題を検討した。熱電性能測定がルーチン的に実施できるような測定装置は世界的にも稀で、この研究成果は今年度 2 つの国際会議（HPSP-18 & WHS, ICPAC-2018）で invite されるなど、非常に注目される成果となった。

次年度に向けては、高圧下でのゼーベック係数および電気抵抗率を安定に高精度で測定するために必要な熱電対の圧力校正や温度差なしの状態が生じた熱起電力の原因究明とその補正、電気抵抗測定時の試料内の熱起電力の影響を詳細に調べていきたいと考えている。

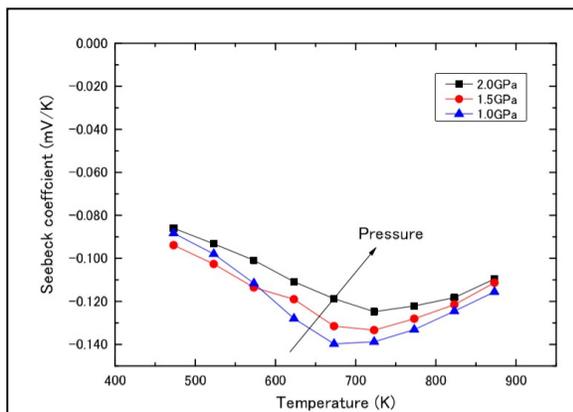


Fig.3 Temperature dependence of Seebeck coefficient of Al-Mg₂Si under pressure.

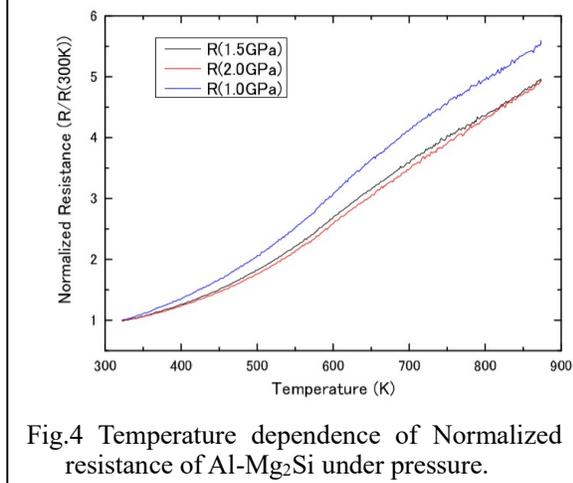


Fig.4 Temperature dependence of Normalized resistance of Al-Mg₂Si under pressure.