熱電インクを用いた Bi_2Te_3 配向ナノバルクの低温作製

Low temperature fabrication of oriented Bi_2Te_3 nano-bulk using Thermoelectric inks

○水谷 慎吾 [1]、林 祐司 [1] 、西野 俊佑 [1]、宮田 全展 [1]、小矢野 幹夫 [1]、田中 哲史 [2]、福田 克史 [2]
(1. JAIST、2. 株式会社 KELK)
°Shingo Mizutani[1] , Yuji Hayashi[1] , Shunsuke Nishino , Masanobu Miyata , Mikio Koyano ,
Tetsushi Tanaka , Katsushi Fukuda (1. JAIST , 2. KELK Ltd.)
E-mail: s1430067@jaist.ac.jp

現在の熱電変換技術でよく利用されている Bi_2Te_3 材料の熱電物性には異方性があるため、素子内の結晶子を配向させることで熱電性能が向上することが知られている。我々の研究室では熱電変換モジュールのコスト削減のため、微粒子化した Bi_2Te_3 を有機溶媒に分散させた熱電インクを作製した[1]。しかし熱電インクを用いて作製した素子は、従来のバルク体素子に比べて熱電性能が低いという問題点がある。そこでこの熱電インクから作製した素子の熱電性能を上げるため、低温での加工で Bi_2Te_3 微粒子の粒成長を抑えつつ、その配向制御を試みた。

熱電インクを乾燥させ、仮押したのちにホットプレスで焼結した。さらにホットプレス体をプレスダイスに入れ一定のストロークを保ちつつサンプルを押し伸ばした(Fig.1)。作製したサンプルの配向度を表面 XRD で評価した。プレス面に水平な方向とプレス面に垂直な方向の(0 0 *l*)面の積分値の合計を(1 1 0)面で割った値 α で定義した。結晶粒の大きさの比較のため SEM を用いて表面観察を行った。PPMS を用いてサンプルにプレス面に水平な方向とプレス面に垂直な方向に対して熱流、電流を流し、熱伝導率 κ、電気抵抗率 ρ、ゼーベック係数 *S*、熱電性能 *ZT* を測定した。

表面 XRD の結果よりプレス面に水平な方向の配向度は α =3 程度、プレス面に垂直な方向は α =0.3 程度となり、結晶子がプレス面に対して配向していることがわかった。Figure 2 に p 型 400℃で押し伸ばしたサンプルの κ を示す。κ はプレス面に水平な方向がプレス面に垂直な方向に対して約 2 倍になり、ρ はプレス面に垂直な方向がプレス面に水平な方向に対して 2 倍以上になった。これは結晶成長の起こりにくい 400℃でも結晶子が配向していることを意味する。SEM の観察により p 型の圧延前のサンプルと 400℃で圧延後のサンプルでは粒子径が 1μm 程度であり、結晶粒が成長していないことがわかった。

以上のことから低温でも結晶子が配向した Bi_2Te_3 ナノバルクインゴットを作ることに成功した。

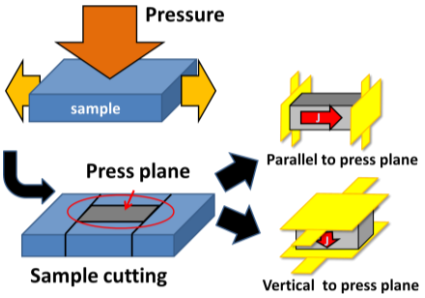

Fig.1 Sample preparation

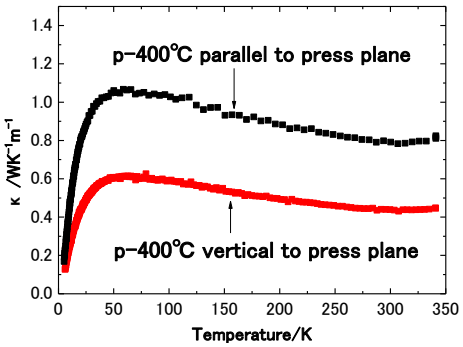

Fig.2 Anisotropy of thermal conductivity κ for 400℃ sample(p-type)

[1] M . Koyano *et al.* , 32nd Int. Conf . Thermoelectrics , (2013, Kobe, JAPAN).

© 2016年 応用物理学会