

SPS 法で作製した SnSe の熱電特性

The thermoelectric properties of SnSe fabricated by Spark Plasma Sintering method

岩手大工 原 貴充, 内藤 智之, 藤代 博之

Faculty of Engineering, Iwate Univ., Takamitsu Hara, Tomoyuki Naito, Hiroyuki Fujishiro

E-mail: t2215032@iwate-u.ac.jp

[背景] 現在高い変換性能を示す熱電材料の研究が進められているが、2014年にZhaoらによってSnSe単結晶のb軸方向で無次元性能指数 $ZT = 2.6 \pm 0.3$ (at 923 K) という高い値を示すことが報告された^[1]。この高いZTは極めて低い格子熱伝導率 ($0.23 \pm 0.03 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ (at 973 K)) に起因する。SnSeは異方性が高く、実デバイスに用いられる多結晶では単結晶に比べ性能が劣る。一般に不純物元素を置換しキャリアを導入すると電気抵抗率 ρ や熱伝導率 κ が低減されZTが上昇する。そこで本研究ではSPS (Spark Plasma Sintering)法により高密度SnSe試料を作製し、さらに不純物置換効果によるZTの向上を目指す。

[実験方法] 原料粉Sn (shot) 及びSe (powder)を化学量論比で秤量し石英管に真空封入後、1223 K、6 h 保持でSnSeを合成した。その結果得られたSnSe多結晶を粉碎・混合し、SPS法で真空中、773 K、加圧 50 MPa、保持時間 5 min で焼結した。構造評価は粉末X線回折(XRD)法で行った。物性評価は10 K - 1000 Kの範囲で行い、 ρ は直流四端子法、ゼーベック係数Sは定常熱流法によりそれぞれ測定した。SnSe試料は同条件で2回(#1, #2)、さらにSeが3%多いSnSe_{1.03}試料を一回作製した。

[実験結果] XRDの結果により、すべての試料でSnSeの単相が得られた。図1に ρ の温度依存性を示す。SnSeの#1、#2試料は参考文献[1]の単結晶b軸方向よりも低い ρ を示した。また、SnSe_{1.03}ではSnSeに比べ ρ が増加し報告されている単結晶に近い値が得られた。図2にSの温度依存性を示す。全ての試料で文献[1][2]と同様の挙動が見られたが、絶対値は6割程度であった。また、SnSeとSnSe_{1.03}で絶対値に大きな違いは見られなかった。次に図3に出力因子の温度依存性を示す。#1、#2は ρ が低いため報告されている単結晶に近い値を示した。発表ではEPMA測定による原料粉の仕込み量とバルクの組成比について、またZTの温度依存性と不純物置換効果についても報告する予定である。

[参考文献]

[1]Li-Dong Zhao et al. Nature 508, 373 (2014)

[2]S.Sassi et al. Appl.Phys.Lett.104, 212105(2014).

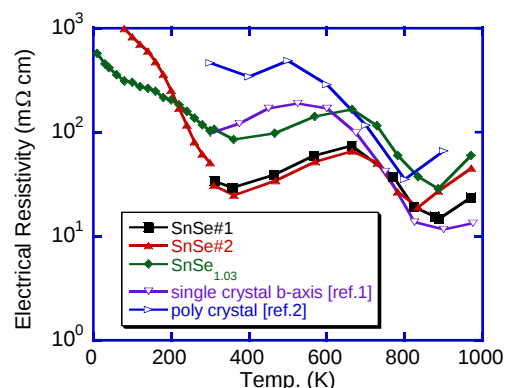


図 1. SnSe の電気抵抗率の温度依存性

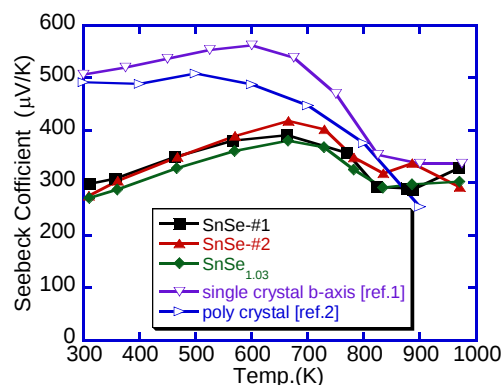


図 2. SnSe のゼーベック係数の温度依存性

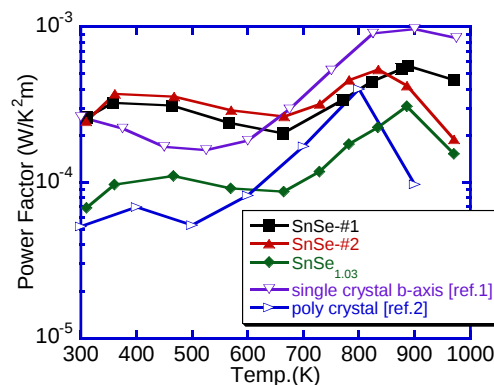


図 3. SnSe の出力因子の温度依存性