

Bi をドーピングした SnSe 膜の作製と熱電特性評価

Preparation of Bi-doped SnSe thermoelectric film and evaluation of thermoelectric property

九工大工 °中村 啓馬, 堀出 朋哉, 石丸 学, 松本 要

Kyushu Inst. Technol. °Keima Nakamura, Tomoya Horide, Manabu Ishimaru, Kaname Matsumoto

E-mail: q110032k@mail.kyutech.jp

背景 熱電変換材料である SnSe は、性能指数である ZT の値が高く、優れた p 型熱電変換材料として知られている[1]。2016 年、SnSe に Bi をドーピングすることで p 型から n 型に変化し、 $ZT=2.2$ という優れた熱電性能を示すことが報告された[2]。SnSe の熱電特性には異方性が存在するため、熱電特性の制御には膜による配向性の制御が求められる。これまでパルスレーザー蒸着(PLD)を用いた p 型 SnSe 膜の作製には成功している[3]。しかし、Bi をドーピングした SnSe 膜についての研究報告はない。そこで本研究では、Bi ドープ SnSe 膜を作製し、熱電特性を評価することを目的として行った。

実験方法 試料作製には PLD 法を用い、SrTiO₃(STO)基板上に Bi ドープ SnSe 膜を作製した。ターゲットは SnSe、Bi、Se 粉末を混合することにより作製した焼結体を用いた。なお Bi 添加量は $(\text{Sn}_{1-x}\text{Bi}_x)\text{Se}$ と記述した際の x で定義した。作製した膜について、X 線回折測定(XRD)により相、配向性、格子定数の評価を行い、電界放出型走査型電子顕微鏡(FE-SEM)を用いて表面と断面の観察を行った。また透過型電子顕微鏡を用いて微細構造の評価も行った。さらに Physical Properties Measurement System(PPMS、Quantum Design)を用いてホール効果を測定し、自作装置を用いて熱電特性の測定を行った。

結果 図 1 に作製した Bi ドープ SnSe 膜の XRD における 2θ - ω スキャン結果を示す。いずれの膜も SnSe(n00)のピークが確認され、a 軸配向していることが分かる。また、 $x=0.057$ では 27° 付近に析出物と思われるピークが見られたが、 $x=0.015$ では見られなかった。このことから添加量が多い場合は、SnSe にドーピングされない Bi が、Bi または Bi 化合物として析出することがわかる。図 2 にホール効果測定結果を示す。 $x=0.015$ は傾きが正となっており p 型となったが、 $x=0.057$ は傾きが負となり n 型となった。このように Bi ドープした n 型 SnSe 膜作製に成功した。当日は、膜の熱電特性をもとに n 型 SnSe の特性制御の可能性を議論する予定である。

[1] L. D. Zhao et al., *Nature* 17, 373-377 (2014). [2] A. T. Duong et al., *Nat. Commun.* 7,13713 (2016). [3] T. Horide et al., *ACS Appl. Mater. Interfaces* 11, 27057-27063 (2019).

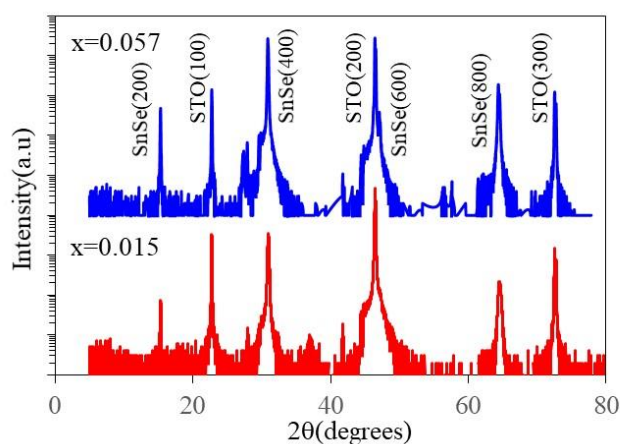


図 1 XRD 測定結果.

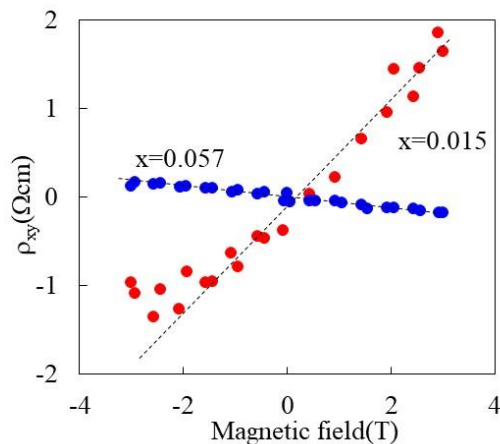


図 2 ホール効果測定結果.