

アモルファス ZnSnO 薄膜の作製とその熱電特性

Fabrication of amorphous ZnSnO thin film and its thermoelectric properties

大阪大学, °南 鼓太郎, 小松原 祐樹, 石部 貴史, 中村 芳明

Osaka Univ., °Kotaro Minami, Yuki Komatsubara, Takafumi Ishibe, Yoshiaki Nakamura

E-mail: u515587d@ecs.osaka-u.ac.jp

【背景・目的】カーボンニュートラル実現に向けて、廃熱を電気に直接変換可能な熱電発電が新クリーンエネルギー源の一つとして注目されている。熱電変換の課題として低い変換効率と狭い応用先が挙げられる。これまで我々は、熱電変換の応用先拡大を目指して、身の周りの窓ガラスなどの未利用熱を回収可能な透明熱電材料に注目してきた[1, 2]。この透明熱電材料の高性能化に向けては、高出力因子、低熱伝導率の同時実現が求められる。例えば、無秩序な原子配列を有するアモルファスは極小熱伝導率を潜在的に有する。特に、透明アモルファス酸化物半導体として代表的な、IGZO、ITO などは低熱伝導率に加えて、金属元素由来の s 軌道による比較的高い移動度も有するため、有望な透明熱電材料と言える。一方、実用化を考えると環境調和性の高い元素で構成した材料が好まれる。そこで我々は、高環境調和性でかつ比較的大きな s 軌道を有する Sn による高移動度が期待される ZnSnO に注目した。しかし、その熱電特性は報告されていない。本研究では、アモルファス ZnSnO 薄膜を作製し、その熱電特性を明らかにすることを目的とする。

【実験方法】パルスレーザー蒸着装置を用い、室温下、酸素分圧 5 Pa で、石英基板上に ZnSnO を蒸着した。その後、Rapid thermal annealing 装置を用い、窒素雰囲気下にて 450°C でアニールを行った。熱電特性評価には ZEM-3、自作電気特性測定装置、2 ω 薄膜熱伝導率計を、構造評価には X 線回折法 (XRD)、走査型電子顕微鏡法 (SEM)、原子間力顕微鏡法 (AFM) を、光透過率測定には紫外可視分光光度計を用いた。

【結果】XRD 2 θ - ω 測定を行ったところ、as grown とアニール処理後の ZnSnO 薄膜はどちらもアモルファスであることが確認された。熱電特性を評価したところ、as grown 試料の電気伝導率は、測定限界程度の極小値であった。一方で、アニール処理した試料で電気伝導率の増大に成功した。この増大は、アニールに伴う酸素空孔形成がキャリアを生成したことに起因すると考えられる。熱伝導率はアモルファス構造に由来した極めて低い値であった。本講演で、薄膜構造と熱電特性に関して詳細に述べる。

【謝辞】本研究の一部は、萌芽 (JP19K22110) の支援により行われた。

【引用】[1] T. Ishibe, et al., Appl. Phys. Lett. 118, 151601 (2021). [2] T. Ishibe, et al., ACS Appl. Mater. Interfaces 10, 37709–37716 (2018).