

熱電発電応用に向けた透明 SnO₂ 薄膜のデバイス特性評価

Characterization of transparent SnO₂ film thermoelectric generator for practical use

阪大院基礎工¹, NAIST² ○石部 貴史¹, 小松原 祐樹¹, 上沼 睦典²,

浦岡 行治², 中村 芳明¹

Grad. School of Eng. Sci.¹, NAIST², °Takafumi Ishibe¹, Yuki Komatsubara¹, Mutsunori Uenuma²,

Yukiharu Uraoka², Yoshiaki Nakamura¹

E-mail: ishibe@ee.es.osaka-u.ac.jp

【背景・目的】現在、莫大な未利用熱の回収を目的とした熱電発電は、エネルギーハーベスティング技術の一つとして注目されている[1]。我々はこれまで、広範な熱電応用を目指して、特に透明材料の熱をターゲットとした透明熱電薄膜を提案してきた[2]。可視光領域で高透過率を有する SnO₂ は、環境低負荷元素のみから構成され、かつ高移動度を示すため透明電極材料として有望視されてきたが、その熱電性能に関する報告はあまりない。本研究では、様々な基板上にエピタキシャル SnO₂ 薄膜を作製し、その熱電特性を明らかにするとともに熱電デバイス特性を評価することで、SnO₂ 薄膜の熱電材料としての潜在性を示すことを目的とする。

【実験方法】パルスレーザー堆積法を用いて、R 面及び C 面サファイア基板上に、基板温度 600°C、酸素分圧 5 Pa の条件下で SnO₂ 薄膜を成長させた。この際、用いたエキシマーレーザーの波長、エネルギー、周波数はそれぞれ 193 nm、60 mJ、10 Hz であった。電気伝導率、キャリア密度、ゼーベック係数は、それぞれ Van der Pauw 法、ホール効果測定法、ZEM-3 (ADVANCE-RIKO Inc.) を用いて測定された。フォトリソグラフィ及びプラズマ反応性エッチングを用いて、SnO₂ 薄膜に加工を施し、Uni-leg デバイスを作製した (ストライプ数: 10 本, ストライプサイズ: 4 mm×0.45 mm×200 nm, ストライプ間隔: 140 μm)。この際、電極には Ti/Al/Au を用いた (ストライプ幅: 100 μm)。

【結果】R 面及び C 面サファイア基板上に成長した SnO₂ 薄膜の熱電特性を評価したところ、SnO₂ 薄膜/R 面サファイアは、C 面サファイア上のものよりも高い出力因子を示した[3]。この SnO₂ 薄膜/R 面サファイアを用いた薄膜デバイスは最大で 1 m² あたり数十 μW 程度の出力を示した。

本講演では、薄膜熱電特性及び熱電デバイス特性について詳述する。

【謝辞】本研究の一部は科研費 基盤研究 A (JP19H00853)、挑戦的研究 (萌芽) (JP19K22110)、新学術領域研究 (JP20H05191)、若手研究 (JP21K14536) の支援により行われた。

【参考文献】

[1] Y. Nakamura, et al., *Nano Energy* **12**, 8454 (2015).

[2] T. Ishibe, et al., *ACS Appl. Mater. Interfaces* **10**, 37709 (2018).

[3] T. Ishibe, et al., *Appl. Phys. Lett.* **118**, 151601 (2021).