

アモルファス酸化物薄膜のトランスバース型フレキシブル熱電変換素子

Amorphous Oxide Thin-Film for Transverse-type Flexible Thermoelectric-Generator

1. 奈良先端大¹ 〇梅田鉄馬¹, 上沼睦典¹ 瀬名波大貴¹, Jenichi Felizco¹, 石河泰明¹,
浦岡行治¹, 足立秀明¹

1. NAIST¹ Kenta Umeda¹, Mutsunori Uenuma¹, Daiki Senaha¹, Jenichi Felizco¹, Yasuaki Ishikawa¹,

Yukiharu Uraoka¹ and Hideaki Adachi¹

E-mail: umeda.kenta.ua9@ms.naist.jp

背景

アモルファス InGaZnO(IGZO)はディスプレイの駆動素子として注目を浴びている n 型酸化物半導体である。IGZO はバンドギャップが広く、可視光において透明で低温プロセスで作製が可能であることから、フレキシブルな基板への形成にも適している。さらに酸化物半導体は作製プロセスがすでに確立しており、回路の集積や積層が容易である。また IGZO は比較的大きなゼーベック係数を持つことが知られているので、熱電変換素子へ適用することで、透明でフレキシブルな熱発電デバイスの実現が期待される。熱電変換素子(Thermoelectric Generator, TEG)は一般に n 型材料と p 型材料を直列に繋いで縦方向に伝熱させる π 型構造で構成される場合が多いが、本研究では薄膜熱電材料を用いて素子の作製を行うため、面内に横方向の伝熱を実現して高い電力密度を確保することができるトランスバース型という構造を採用した[1]。

これまでに我々はガラス基板上に IGZO/ITO の熱電変換素子を実現してきた[2,3]。今回はフレキシブルな基板である Polyethylene-naphthalate(PEN)基板上を用いて、IGZO/Mo を 625 個直列に接続したトランスバース型 IGZO/Mo-TEG を作製しその特性評価を行った。

実験方法

n 型熱電薄膜として、IGZO(1:1:1:4)薄膜を RF マグネトロンスパッタリング法により PEN 基板上に室温下で Ar = 20 sccm, 成膜圧力 0.6 Pa, RF 電力 100 W で 200 nm 成膜した。また今回は p 型酸化物薄膜の代わりに Mo(100 nm)電極膜を電子ビーム蒸着法で堆積して用いた。ヒートガイドとしてスピンコート法を用いて KMPR1035 を膜厚 100 μm 塗布し、フォトリソグラフィでパターンングを行った。作製した TEG の断面図を Fig1 に示す。TEG のサイズは 3 cm \times 1 cm の PEN 基板上に 625 個の Mo(850 $\mu\text{m}\times$ 200 μm) / IGZO(500 $\mu\text{m}\times$ 200 μm)セルが直列に接続されている。

結果と考察

素子外観を Fig2.に、また上部から光学顕微鏡でみた図を Fig3.に示す。これらから設計通りにメタルマスクを用いて TEG のパターンングが形成できていることがわかる。TEG の 1/3 を触れた際、室温と体温の温度差で 19.2 mV の起電力を得ることができた。上記の成膜条件で成膜した際の IGZO のゼーベック係数は 100 $\mu\text{V}/\text{K}$ であるため、200 個のセルが機能していることを考慮した場合、セル間に約 1 $^{\circ}\text{C}$ の温度差ができていたことが確認でき、ヒートガイドが設計通り働いていることがわかった。以上のように今回フレキシブル PEN 基板上の IGZO を用いてトランスバース型 TEG の実現に成功した。今後、成膜時の条件や TEG 構造およびセル数を最適化することで特性の改善が見込める。さらに、電極を Mo から ITO に変えることで透明でフレキシブルな TEG の実現が可能になる。

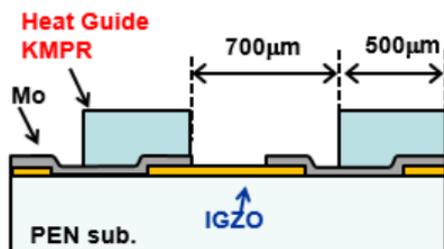


Fig1. Sectional view



Fig2. IGZO/Mo-TEG

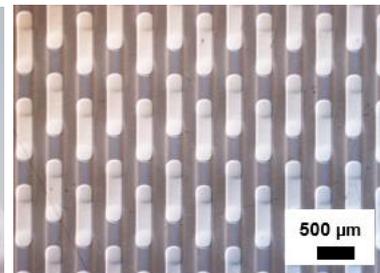


Fig3. Construction of TEG

参考文献

- [1] N. Chiwaki *et al.*, 64th JSAP spring, 15p-E206-3, (2017)
 [2] M. Uenuma, J. C. Felizco, D. Senaha and Y. Uraoka, 17th PowerMEMS2017
 [3] K. Umeda, M. Uenuma, D. Senaha, J. C. Felizco, Y. Uraoka, and, H. Adachi, 17th PowerMEMS2017