

課題番号 : F-15-WS-0082
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : 3元系 Bi-Sb-Te 薄膜のパターン電析およびマイクロ熱電変換素子作製
Program Title (English) : Electrodeposition of ternary Bi-Sb-Te alloys and fabrication of micro thermoelectric device
利用者名(日本語) : 古山大貴¹⁾,
Username (English) : D. Furuyama¹⁾,
所属名(日本語) : 1) 早稲田大学大学院先進理工学研究科
Affiliation (English) : 1) Department of Advanced Science and Engineering, Waseda University

1. 概要(Summary)

熱電変換は熱エネルギーを電気エネルギーに直接変換可能な技術であることから、環境発電の観点から注目を集めている。その中でも、小型化したマイクロ熱電変換素子は様々な熱源からの発電や、デバイスへの搭載、センサ技術など多岐にわたる応用が期待されている。我々はマイクロ熱電変換素子作製にあたり、位置選択性があり、また低コスト化が実現可能な電析出法とフォトリソグラフィ技術を組み合わせた手法を用い、素子作製および特性評価を試みた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

めっき装置

マスクアライナーMA6

【実験方法】

マイクロ熱電変換素子作製にあたり、本検討では n 型 Bi₂Te₃ および p 型 Bi-Sb-Te を用いた。n 型薄膜電析および p 型薄膜電析は硝酸浴を用いて行った。電析にはパドル攪拌型電解槽、参照極には Ag/AgCl を用いた。まず、平板基板を用いて電析浴温度、浴組成、印加電位などの電析条件を最適化した。次にこの条件を用いて、パターン電析による熱電変換素子作製を試みた。フォトリソグラフィにより直径 200 μm、高さ 20 μm、p-n 対を 55 個有する素子作製のためのパターンを形成し、パターンへの電析を行った。素子はまず、基板に下部電極パターンを形成し、Au 下部電極を電析させ、下部電極の短絡を防ぐため、不要な Cr/Au 層を除去した。次に素子のための厚膜パターンを形成し、n 型 Bi₂Te₃ と p 型 Bi-Sb-Te を順に電析させた。最後に上部電極として Ni を電析し、Cr/Au 層およびレジストの除去を行った。作製した素子の前面

に光を照射し、電流を流した際の電圧を測定することで出力を評価した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

まず平板基板を用いて、p 型薄膜の電析条件を検討した。電析電位を制御することにより量論組成 Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te₃ に近い膜組成、また p 型熱電特性が得られることを見出した。この条件でパターン基板に定電位電析を行ったところ、表面ラフネスが大きい状態となり、素子作製は困難であった。そこで、電析条件を検討することで平滑化を試みた。種々の条件を検討した結果、電位を周期的に反転させる PR 電析を行うことで良好な結果が得られ、パターン電析において Fig. 1 に示すような表面形態が得られた。最後に最適化した条件で素子作製および特性評価を試みた。表面温度 200°C 付近で測定を行った結果、従来の 2 元系 p 型材料を利用した素子の最大出力を上回る性能の向上が確認された。

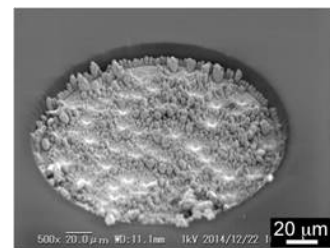


Fig. 1 p-type Bi-Sb-Te electrodeposited film.

4. その他・特記事項(Others)

参考文献

- 1) Kazuho Uda, Yuta Seki, Mikiko Saito, Yoshiaki Sonobe, Yu-Chin Hsieh, Hidefumi Takahashi, Ichiro Terasaki, Takayuki Homma;

Electrochimica Acta, **153**, 515-522, (2015).

- 2) 古山大貴, 宇田和布, 齋藤美紀子, 園部義明, 高橋英史, 寺崎一郎, 本間敬之, 表面技術協会第 131 回講演大会, 平成 27 年 3 月 4 日.

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。