

課題番号 : F-16-WS-0038
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : 3元系 Bi-Sb-Te 電析膜の形態制御およびマイクロ熱電変換素子作製
Program Title (English) : Improvement of ternary Bi-Sb-Te electrodeposit and fabrication of micro thermoelectric device
利用者名(日本語) : 古山大貴¹⁾, 杉江美紗貴¹⁾
Username (English) : D. Furuyama¹⁾, Misaki Sugie¹⁾
所属名(日本語) : 1) 早稲田大学先進理工学部
Affiliation (English) : 1) Department of Advanced Science and Engineering, Waseda University

1. 概要(Summary)

環境発電などの観点から、熱エネルギーを電気エネルギーに直接変換可能である熱電変換技術が注目を集めている。その中でも、マイクロ熱電変換素子は様々な熱源からの発電や、スマートデバイスへの搭載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解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】

両面マスクアライナ、精密めっき装置×3台、電子ビーム蒸着装置、FE-SEM

【実験方法】

マイクロ熱電変換素子作製にはn型 Bi_2Te_3 およびp型 Bi-Sb-Te を用いた。n型薄膜およびp型薄膜の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 で構成される三電極系を用いた。電析浴中の添加剤としてリグノスルホン酸ナトリウム(SL)を用いた。まず、平板基板を用いて添加剤濃度、電析電位を変化させ、電析条件の検討を行った。次に見出した条件を用いて、パターン電析による熱電変換素子作製を試みた。リソグラフィにより直径 $200\ \mu\text{m}$ 、高さ $20\ \mu\text{m}$ の素子作製のためのパターンを形成し、電析を行った。素子はまず、基板に下部電極パターンの形成、Au 下部電極の電析を行い、下部電極の短絡を防ぐため、不要な Cr/Au 層の除去を行った。次に素子のための厚膜パターンを形成し、n型 Bi_2Te_3 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、不要な 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し、出力を評価した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Bi-Sb-Te 薄膜の電析において、表面のラフネスが課題であったため、まず平板基板を用いて、SL を添加させた際に電析条件が薄膜に与える影響を検討した。その結果、SL 添加により表面形態に変化がみられ、電析浴中に SL を添加し、また電析電位を検討した結果、比較的緻密な表面形態が得られた。EDX による膜組成分析の結果、量論組成 $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ に近い薄膜が得られ、ゼーベック係数測定の結果、添加剤を加えた場合にも p 型特性を示した。次に見出した条件をもとに、p 型 Bi-Sb-Te と n 型 Bi_2Te_3 を組み合わせて熱電変換素子作製を試みた。Fig.1 から、n 型 Bi_2Te_3 と p 型 Bi-Sb-Te のパターンへの電析およびマイクロ熱電変換素子の形成が観察され、マイクロ熱電変換素子作製を達成した。

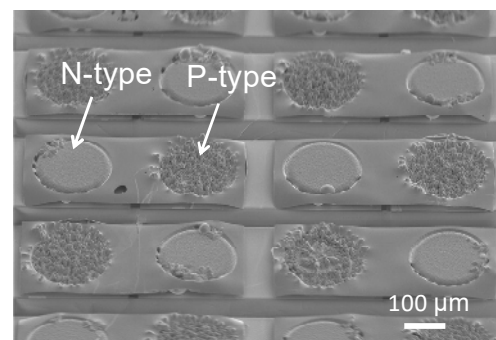


Fig. 1. A SEM image of the sample.

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).

関連文献

- 1) 古山大貴, 森裕人, 松尾日向子, 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 133 回講演大会, 2016 年 3 月.

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。