

## p 型 Bi-Te 系薄膜の電析および熱電変換素子の作製

### Electrodeposition of p-type Bi-Te films and fabrication of thermoelectric device

早大先進理工<sup>1</sup>, 早大ナノテク研<sup>2</sup>, サムスン横浜研<sup>3</sup>, 名大理<sup>4</sup> ○宇田和布<sup>1</sup>, 関佑太<sup>1</sup>,  
齋藤美紀子<sup>2</sup>, 園部義明<sup>3</sup>, 謝育秦<sup>4</sup>, 高橋英史<sup>4</sup>, 寺崎一郎<sup>4</sup>, 本間敬之<sup>1,2</sup>

Waseda Univ. ASE<sup>1</sup>, Waseda Univ. NTRC<sup>2</sup>, Samsung YRI<sup>3</sup>, Nagoya Univ. Sci<sup>4</sup>

○K.Uda<sup>1</sup>, Y.Seki<sup>1</sup>, M.Saito<sup>2</sup>, Y.Sonobe<sup>3</sup>, Y.-C.Hsieh<sup>4</sup>, H.Takahashi<sup>4</sup>, I.Terasaki<sup>4</sup>, T.Homma<sup>1,2</sup>

E-mail: t.homma@waseda.jp

1. 目的 BiTe 系の熱電材料は室温領域で高い性能を示すことから注目されている。我々は微細構造パターン状態で析出可能な電析法を用いて II 型の微小熱電素子の作製を試みている。今回は p 型薄膜の形成およびそのパターンへの電析、および既報の n 型薄膜[1]との組み合わせによる熱電素子形成と特性評価の結果を報告する。

2. 方法 電析浴は  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  14~16 mmol/L,  $\text{TeO}_2$  1.0 mmol/L を  $\text{HNO}_3$  1.0 mol/L に加えて調整し、パドルかくはん型電解槽を用いて析出を行った。その際、回転数、浴組成、印加電位を調整することで p 型特性を示す Bi-Te 薄膜を得た。基板には Au 100nm/Cr10 nm を蒸着したガラス基板を用いた。II 型熱電素子は、次のプロセスにより作製した。基板表面にリソグラフィによりパターンを形成し、下部電極となる Au を電析させ、素子形成時に下部電極の短絡を防ぐため不要な Cr/Au を除去した。その後、n 型および p 型 Bi-Te のパターン電析を行い、さらに上部電極となる Ni を電析させた。最後にレジストパターンを除去し、素子部分以外の Cr/Au を取り除くことで II 型熱電素子を作製した。ハロゲンランプ加熱により II 型熱電素子の上部と下部に温度差を与え、電流を流すことで得られる電位を測定し、特性評価を行った。

3. 結果 p 型 Bi-Te 熱電材料の電析において印加電位を 0 mV, 回転数を 120 rpm に固定し、浴の Bi と Te の比を変化させたところ、 $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  14 mmol/L,  $\text{TeO}_2$  1.0 mmol/L の浴組成の際に p 型特性となる膜が得られた。その際、膜組成は Bi 63.4 at% であった。この浴組成において  $50 \mu\text{m} \times 50 \mu\text{m}$  のパターン電析を行った。その際、印加電位が 10 mV vs. Ag/AgCl で均一に充填することができた。得られたパターンの組成は、Bi が 62.8 at% であった。次に上記の方法によりこの組成の p 型 Bi-Te と Bi 組成 38.5 at% の n 型 Bi-Te をそれぞれ電析によりパターンに充填させ、素子を作製した。得られた素子に光源ランプの電位を 5 V にして温度差を付与したところ、最大  $0.26 \mu\text{W}$  の出力が得られた。また、得られた開放端起電力は既報の素子[2]より大きい。素子抵抗はまだ高いが、接合抵抗の低減により、最大出力はこれを上回ることが期待される。

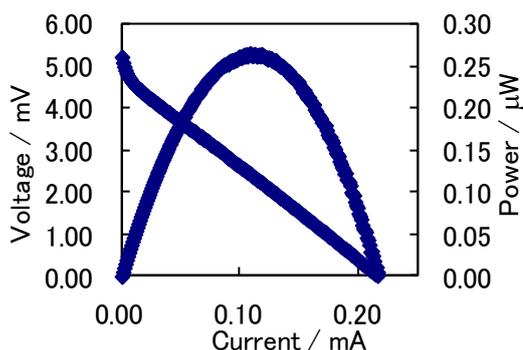


Fig.1 PI curve and VI curve of the device

本研究の一部は、文部科学省ナノテクノロジー・プラットフォームプログラム支援を受け、実施した。

[1] 関佑太, 富田元気, 山本智之, 齋藤美紀子, 園部義明, 高橋英史, 寺崎一郎, 本間敬之, 第 59 回応用物理学関係連合講演会予稿 16p-DP2-5.

[2] G. J. Snyder, J. R. Lim, C. -K. Huang and J. -P. Fleurial, *Nat Mater*, 2, 528 (2003).