

## スピンゼーベック素子にタングステンと白金を金属膜として使用した場合の起電力の比較・検討

Comparison and consideration of electromotive force when tungsten and platinum are used as a metal film for Spin Seebeck device

松崎 貴広, 山本 篤, 伊藤 勝利, 柯 夢南, 河原 尊之

東京理科大学工学部電気工学科

T. Matsuzaki, A. Yamamoto, M. Ito, M. Ke, T. Kawahara

Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Tokyo University of Science

E-mail: 4315105@ed.tus.ac.jp

### 1. はじめに

スピンゼーベック素子では、金属薄膜にスピン流が注入されることで起こる、逆スピンホール効果を利用して起電力を発生させている<sup>[1]</sup>。本研究では LSI 材料として広く使われているタングステンに注目し、素子の薄膜材料として起電力を測定した。また、金属薄膜として使用されることが多い白金についても測定し、前述のタングステンと比較・検討を行った。

### 2. 実験方法

本実験では、Metal Organic Deposition (MOD)法を用いて、Gadolinium Gallium Garnet (GGG)基板上(10×10×0.5mm)に塗布回数 70 回の Y<sub>3</sub>Fe<sub>5</sub>O<sub>12</sub> (YIG)膜を生成した。作成した YIG 膜は配向性を調べるために、X 線回折装置を用いて配向度を算出した。最後に、白金とタングステンをスパッタリング法を用いて YIG 表面に蒸着させ、電極を取り付けた。起電力測定では、図 1 の x 軸方向に±2[kOe]の磁界を印加、z 軸方向に温度差 0, 2.5, 5, 7.5, 10[K]を与え、y 軸方向に発生する電圧を白金とタングステン、それぞれにおいて測定した。

### 3. 実験結果

図 2 より、GGG 基板上に作成した YIG 膜は、(4,4,4)方向に高い割合で配向されていることが分かる<sup>[2]</sup>。また、図 3 では白金とタングステンの起電力は、温度差に比例して大きくなっていることが確認できる。ここで熱電性能として、起電力の増加率を線形近似の傾きの絶対値として各試料で算出すると、白金、タングステンそれぞれ 0.091[μV/K]、0.062[μV/K]となった。

### 4. まとめ

本実験では、タングステンの熱電性能は白金の 0.68 倍となった。ここで、スピンホール角は一般的に白金よりもタングステンのほうが大きいため、変換効率のみを考えれば、タングステンが白金に比べて熱電性能が高くなると考えられる<sup>[3][4]</sup>。しかしながら、今回の実験結果では、白

金がタングステンの性能を上回ったため、YIG/金属膜の界面におけるスピン注入効率が、白金はタングステンに比べて優れている可能性がある。

[1]K. Uchida, S. Takahashi, E. Saitoh, "Observation of the spin Seebeck effect", *nature*, 2008, 445, p778

[2]A. Yamamoto, et al., "Evaluation of Correlation between Orientation of Y<sub>3</sub>Fe<sub>5</sub>O<sub>12</sub> (YIG) Thin Film and Spin Seebeck Effect", *IEEE Transactions on Magnetics*, **53**

[3]K. Ando, et al., "Electric Manipulation of Spin Relaxation Using the Spin Hall Effect", *Phys.Rev.Lett*, 2008, 101, 036601

[4]H.L. Wang, et al., "Scaling of Spin Hall Angle in 3d, 4d, and 5d Metals from Y<sub>3</sub>Fe<sub>5</sub>O<sub>12</sub>/Metal Spin Pumping", *Phys.Rev.Lett*, 2014, 112, 197201

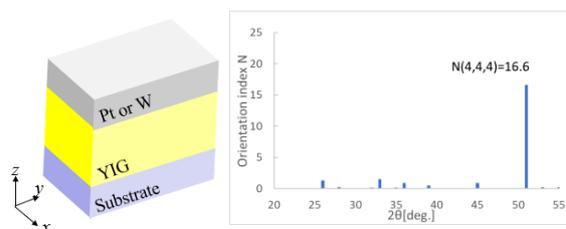


Fig1. Structure of the Spin Seebeck element

Fig2. Orientation index of YIG thin film on GGG

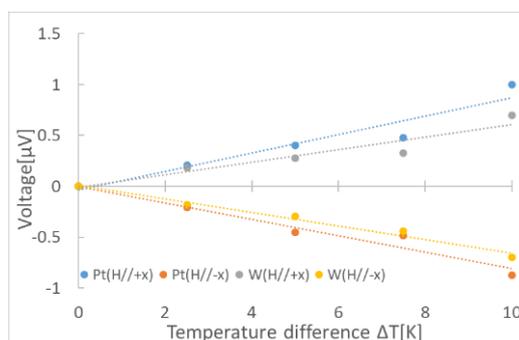


Fig3. Temperature difference of the Spin Seebeck voltage