

スピンゼーベック熱電変換素子の集積化直列接続

Integrated Series Connection of Spin Seebeck Thermoelectric Conversion Devices

広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所 ○平田 智士, 野田 和希,

雨宮 嘉照, 田部井 哲夫, 横山 新

Res. Inst. for Nanodevice and Bio Syst., Hiroshima Univ., ○S. Hirata, K. Noda,

Y. Amemiya, T. Tabei, and S. Yokoyama

[はじめに]

これまでのゼーベック効果素子では、発電効率を上げるために電子濃度を高くすると熱伝導率が大きくなり、温度差を付けにくいという問題があった。これに対し、最近注目されているスピンゼーベック熱電変換素子では、磁性絶縁物を用いるため、小さい熱伝導率と高い発電効率の両立が期待できる[2,3]。これまでに Gadolinium Gallium Garnet (GGG)基板、磁性絶縁物に Bi:YIG を用いてスピンゼーベック熱電変換素子を製作した[1]。図 1(b)はスピンゼーベック効果による起電力の様子である。このときの試料端での温度差は 88℃、試料付近の磁場の強さは 500 エルステッド程度であり、磁場方向の変化に伴い起電力が変化している。しかし、起電力が小さく、実用化には向いていない。そこで本研究ではスピンゼーベック熱電変換素子の実用化に向けて直列接続構造を提案する。

[実験]

Bi:YIG 膜は約 150nm 堆積させる。電極部には図 2 に示すような多重直列構造を用いる。図 2(a)は平面図であり、点線部での断面図が図 2(b)である。Bi:YIG 上にたんざく状の白金を作製し、端を SiO₂ 層上の白金で結ぶ。この時の等価回路を図 3(a)に示す。白金を N 本並べたときの取り出し可能最大電力 P_{max} は、 r (内部抵抗) $=R_L$ (負荷抵抗)のとき、

$$P_{max} \approx \frac{V^2}{4r} \times \frac{N}{4}$$

となり、発電効率が向上する(図 3(b))。詳細については当日報告する。

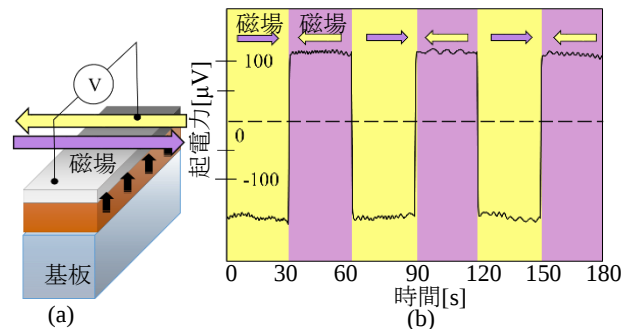


図 1. スピンゼーベック熱電変換素子の(a)構造及び(b)起電力の例[1].

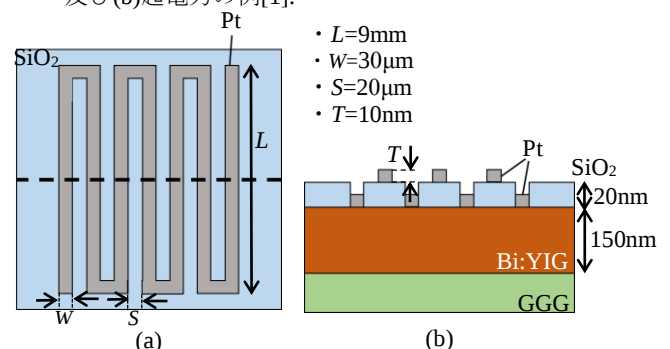


図 2. 多重直列構造のスピンゼーベック熱電変換素子の(a)平面図及び(b)断面図.

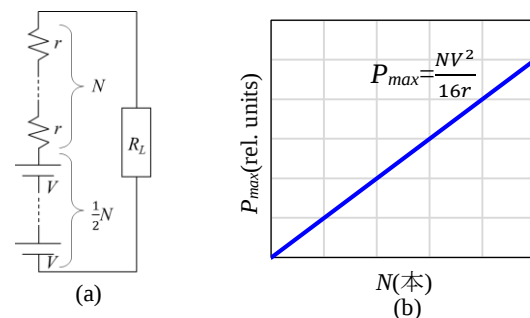


図 3. 多重直列構造の(a)等価回路及び(b)発電効率の計算結果.

[参考文献]

- [1] 平田他、第 62 回応用物理学会春季学術講演会 (2015) 11p-P1-49
- [2] K. Uchida *et al.*, Nature **455** (2008) 778.
- [3] A. Kirihaara *et al.*, Nature Materials, **11** (2012) 686.
- [4] S. Ikehara *et al.*, J. Magn. Soc. Jpn. **36** (2012) 169.