

ゼーベック係数を制御した異常ネルンスト型熱流センサーでの面直熱流計測

Perpendicular heat flux sensing using anomalous Nernst effect thermopile

with the regulated contribution of Seebeck effect

日東電工株式会社¹, 東大理物², 東大物性研³

田中宏和¹, 肥後友也^{2,3}, 上杉良太³, 中西陽介¹, 待永広宣¹, 中辻知^{2,3}

Nitto Denko Corp.¹, Dept. of Physics UTokyo², ISSP, UTokyo³

Hirokazu tanaka¹, Tomoya Higo^{2,3}, Ryota Uesugi³, Yousuke Nakanishi¹,

Hironobu Machinaga¹, and Satoru Nakatsuji^{2,3}

E-mail: hirokazu.tanaka@nitto.com

近年、DX化に伴う熱センシングの需要などにより、熱電発電を応用した熱流センサーが注目されている[1]。磁性体における異常ネルンスト効果(ANE)は磁化と温度勾配の垂直方向に起電力が生じる現象であり、面直の熱流に対して面内方向に直列接続することで電圧を積算でき、薄膜技術を用いた大面積・フレキシブル化が可能な熱電変換技術として期待されている[2,3]。ANE型の熱流センサー[4-6]は測定物の面直方向へ流れる熱流を対象としているが、面直と面内方向の熱流が同時に存在する実環境では磁性体はANEだけでなくゼーベック効果(SE)も示す。そのため、面内に生じた温度差によるSEが意図しないオフセットとして測定電圧に重畳し、ANE型の熱流センサーを実用化するうえでの大きな課題となっている。

そこで本研究では、ANE型の熱流センサーの構造に着目し、面直方向の熱流のみを測定する熱流センサーの開発を試みた。磁気熱流センサーは、積算回路形成のために磁性金属細線と電極細線が直列に接続されたメアンダ構造から構成される。この磁性金属細線と電極細線のゼーベック係数差を0とすることで、面内熱流がつくるSE由来の起電力が打ち消され、面直方向の熱流のみの測定が可能となる。

本発表では、磁性金属細線と電極細線のゼーベック係数を制御し作製したANE型の熱流センサーの熱流センシング特性について議論する。

[1] S. Nakatsuji, R. Arita, *Annu. Rev. Condens. Matter Phys.* **13**, 119 (2022).

[2] Y. Sakuraba, *Scripta Materialia* **111**, 29 (2016).

[3] M. Mizuguchi, S. Nakatsuji, *Sci. Technol. Adv. Mater.* **20**, 262 (2019).

[4] W. Zhou and Y. Sakuraba, *Applied Physics Express* **13** (2020).

[5] T. Higo, Y. Li, K. Kondou, D. Qu, M. Ikhlas, R. Uesugi, D. N. Hamane, C. L. Chien, Y. Otani, S. Nakatsuji, *Adv. Funct. Mater.* **31**, 2008971 (2021).

[6] K. Uchida, W. Zhou, Y. Sakuraba, *Applied Physics Letters* **118** (2021).

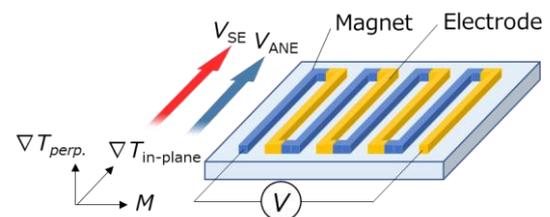


Figure. Schematics of a heat flux sensor based on ANE. V_{ANE} and V_{SE} are induced by $\nabla T_{perp.}$ and $\nabla T_{in-plane}$, respectively.