

異常ネルンスト効果を利用した フレキシブル熱流センサーの開発

周偉男, 中山裕康, 桜庭裕弥
(物材機構)

Development of flexible heat current sensor using anomalous Nernst effect

W. Zhou, H. Nakayama, Y. Sakuraba
(NIMS)

[背景]

熱流センサーは、熱の流入・流出をベクトル量として、極めて高い感度と応答性で観測できることから、熱の流れを可視化するセンサーとしてIoTでの活用されることが期待されている。しかしながら、現在市販されるゼーベック型熱流センサーは、センサー自体の熱抵抗が高い、フレキシビリティに限界がある、センサーの単価が高い、等の大きな課題がある。我々は、これらの課題を解決するため、磁性体に対し熱流を流した際に生じる熱電効果「異常ネルンスト効果」を利用した新しい熱流センサーを目指した研究を進めている。異常ネルンスト効果は、磁化と温度勾配の外積方向に電界を生じるさせるため、磁性線を面内方向で接続した極めて簡便な熱電対列で直列的に出力電圧を増大可能であり高い感度が期待できるとともに、延性のある磁性金属を低熱抵抗なフレキシブル基板上に成膜し利用すれば、高いフレキシビリティと低い熱抵抗の両立が期待される。その実現に向け、ネルンスト効果を発現する材料には、異常ネルンスト効果による $10\mu\text{V/K}$ 以上の高い熱電能、並びに材料自体の反磁場や外乱磁場の影響を受けにくい低い磁化と大きな保磁力を持つことが求められる。本講演では、近年の材料開拓の成果並びに異常ネルンスト型熱流センサーの性能評価の結果について言及する。

[実験方法]

異常ネルンスト型熱流センサーの試作品は、CoやFeをベースとした材料の磁性膜を、リソグラフィによって面内型熱電対列に加工することで作製し、図1に示すセッティングによって熱流への感度係数を評価した。磁性線幅は $50\text{-}400\mu\text{m}$ であり、 1cm^2 サイズによりこれを $10\text{-}100$ 本直列に連結させた。

[実験結果]

図1に示す通り、ヒーター出力を変えて異常ネルンスト電圧の磁場依存性を測定した結果、外部磁場ゼロでもネルンスト電圧出力が得られ、その出力はゼーベック熱流センサーで同時計測された熱流密度に対して線形的に応答することから、異常ネルンスト効果が熱流センサーとして、外部磁場ゼロでも利用できることが示された。試作品における感度は現行ゼーベック型より $1\text{-}2$ 桁小さいが、磁性線数を増やすことや今後の材料開拓で感度の改善は可能である。

参考文献

- [1] Sakuraba et al.,
APEX 6,033003
(2013),
[2] 桜庭裕弥, 日本熱
電学会 15, 36 (2018)
謝辞

この成果は、国立研究
開発法人新エネルギ
ー・産業技術総合開発
機構 (NEDO) の委
託業務の結果得られた。

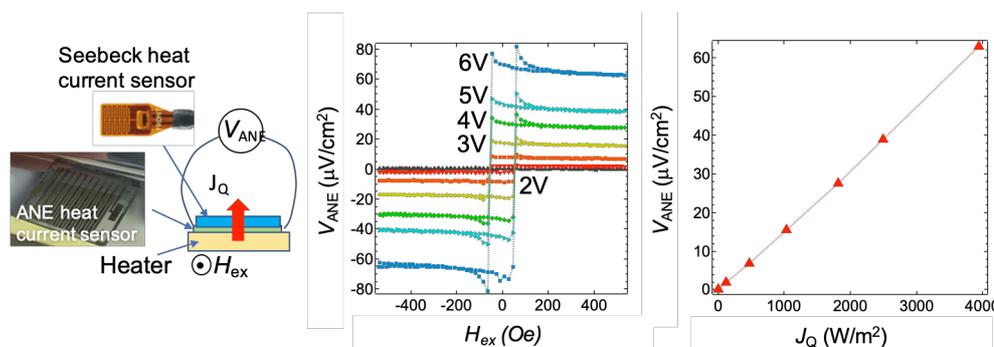


図1 試作した異常ネルンスト熱流センサー($400\mu\text{m}$ 線幅、10本直列接続)の電圧出力の磁場依存性と、ゼーベック熱流センサーで同時観測した熱流密度依存性。