

Co/Ni エピタキシャル多層膜における異常ネルンスト効果

鈴木英伸、水口将輝、高梨弘毅
(東北大)

Anomalous Nernst Effect in Epitaxial Co/Ni Multilayer Thin Films

H. Suzuki, M. Mizuguchi, K. Takanashi
(Tohoku Univ.)

目的

熱流からスピン流が生じるスピンゼーベック効果の発見を契機として、スピンカロリトロニクス分野が注目を集めている。我々は、熱磁気効果の一つとして知られる異常ネルンスト効果に着目して研究を行ってきた。特に、巨大な異常ネルンスト効果の発現を目指し、同効果と様々な物性との関係を調べて来た^{2,3)}。しかしながら、界面を有する多層膜などにおける異常ネルンスト効果については、ほとんど研究がなされていない。本研究では、分子線エピタキシ(MBE)を用いて作製した垂直磁気異方性を有するエピタキシャル Co/Ni 多層膜について、異常ネルンスト効果の系統的な測定を行い、特に磁気異方性との相関について調べた。

実験方法

MBE を用いて、MgO(111)基板上に Co 層および Ni 層を交互に室温でエピタキシャル成長した。積層する膜の厚さを 12 nm、Co および Ni の膜厚の比率を 1:2 と一定にした上で、Ni と Co の膜厚を変化させた試料を作製した。作製した試料に Au ワイヤをはんだ付けし、ヒーターで任意の温度勾配を試料に与えられる試料ホルダにマウントした。物理特性測定システム(PPMS)内に試料面直方向に磁場、面内方向に温度勾配がかかるように試料ホルダを配置し、磁場と温度勾配のそれぞれに対して垂直な方向に出力されるネルンスト電圧を測定した。磁場は±7T まで印加し、測定温度は 20 K~室温とした。

結果

ネルンスト電圧は常温で磁化曲線に対応したループを示し、このループは 100 K~室温までの温度範囲で確認された。図 1 に、Ni 1 層と Co 1 層の膜厚の和と横ゼーベック係数 (S_{xy}) との関係を示す。膜厚が小さい領域で、 S_{xy} が顕著に増加している傾向が見られた。図 2 に多層膜の磁気異方性と横ゼーベック係数の関係を示す。面内磁化多層膜では、磁気異方性定数 (K_u) の増加に従い、 S_{xy} が増加する一方、垂直磁化多層膜では、 S_{xy} が減少することが分かった。これらは、多層膜における界面磁気異方性が異常ネルンスト効果と強い相関があることを示唆する結果である。

本研究の一部は、科学研究費補助金・基盤(S) (25220910)および JST-CREST の支援を受けた。

参考文献

- 1) K. Uchida, S. Takahashi, K. Harii, J. Ieda, W. Koshibae, K. Ando, S. Maekawa, and E. Saitoh, *Nature* **455**, 07321 (2008).
- 2) M. Mizuguchi, S. Ohata, K. Hasegawa, K. Uchida, E. Saitoh, and K. Takanashi, *Appl. Phys. Express* **5**, 093002 (2012).
- 3) K. Hasegawa, M. Mizuguchi, Y. Sakuraba, T. Kamada, T. Kojima, T. Kubota, S. Mizukami, T. Miyazaki, and K. Takanashi, *Appl. Phys. Lett.* **106**, 252405 (2015).

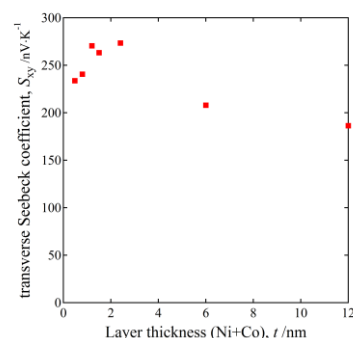


Fig. 1 The relationship between transverse Seebeck coefficient and (Ni+Co) layer thickness.

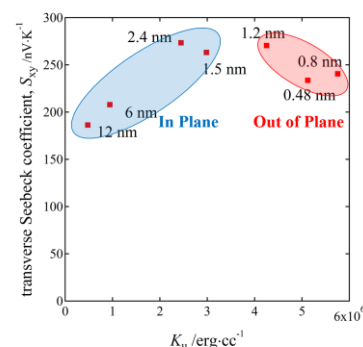


Fig. 2 The relationship between transverse Seebeck coefficient and uniaxial magnetic anisotropy constant K_u