

異常ネルンスト効果の規則合金薄膜材料依存性

水口将輝^{1,2}、長谷川浩太¹、桜庭裕弥¹、窪田崇秀³、水上成美³、高梨弘毅¹
 (¹東北大金研、²JST-さきがけ、³東北大 WPI)

Material dependence of anomalous Nernst effect in ordered-alloy thin films
 M. Mizuguchi¹, K. Hasegawa¹, Y. Sakuraba¹, T. Kubota², S. Mizukami², K. Takanashi¹
 (¹IMR-Tohoku Univ., ²JST-PRESTO, ³WPI-Tohoku Univ.)

はじめに

強磁性規則合金は、その多様な機能性から、スピントロニクス材料として注目を集めている。しかしながら、熱とスピントロニクスの相関を取り扱う「スピントロニクス」の分野^[1]では、規則合金の特性に関しては未解明な部分が多い。我々は、これまでに $L1_0$ 型規則合金 FePt 薄膜について、熱磁気効果の一つである異常ネルンスト効果の系統的な測定を行ってきた。その結果、 $L1_0$ 型 FePt が比較的大きな異常ネルンスト効果を示すことを見出し^[2]、異常ネルンスト効果を用いた熱電素子の開発の可能性について、報告した^[3]。本研究では、熱スピン流から電圧への変換過程についてさらに考察を深めるため、様々な規則合金系薄膜における異常ネルンスト効果の測定を行った。特に、規則合金の磁気異方性と異常ネルンスト効果の関係について、詳細な検討を行った^[4]。

実験方法

超高真空マグネトロンスパッタリングにより試料を作製した。作製した規則合金材料は、 $L1_0$ 型 FePt、 $L1_0$ 型 FePd、 $L1_0$ 型 MnGa、 $D0_{22}$ 型 MnGa である。試料の膜厚は 30 nm とした。参照試料として、[Co (0.2 nm) / Ni (0.4 nm)]₂₀ の多層膜試料も分子線エピタキシー法により作製した。作製した薄膜の磁気特性の評価を超伝導量子干渉計 (SQUID) を用いて行った。異常ネルンスト効果の測定は、薄膜面内方向に温度勾配を付与した状態で、物理特性測定装置 (PPMS) により試料面直方向の磁場を掃引し、薄膜面内で温度勾配と垂直方向に発生する異常ネルンスト電圧を 4~300 K の温度範囲で測定した。

実験結果

図 1 に、様々な規則合金薄膜について測定した 300 K での異常横ゼーバック係数の絶対値と磁気異方性の関係を示す。磁気異方性の増加に従い、異常ネルンスト効果が概ね単調に増加することが分かった。これは、熱スピン流からネルンスト電圧への変換の機構において、スピン軌道相互作用が強く関与していることを示す結果である。また、それぞれの材料について、異常ネルンスト効果の温度依存性の測定を行った。温度の増加にともない、規則合金ではネルンスト角が増加する一方、Co/Ni 多層膜では逆にネルンスト角が減少することが明らかになり、材料系に依存して散乱機構が異なることが示唆された。

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

参考文献

- [1] G. E. W. Bauer *et al.*, Phys. Rev. B, **81**, 024427 (2010).
- [2] M. Mizuguchi *et al.*, Appl. Phys. Express, **5**, 093002 (2012).
- [3] Y. Sakuraba, M. Mizuguchi *et al.*, Appl. Phys. Express, **6**, 033003 (2013).
- [4] K. Hasegawa, M. Mizuguchi *et al.*, Appl. Phys. Lett., *in press*.

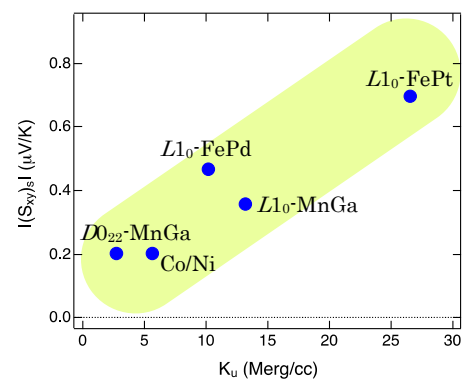


Fig. 1 Material dependence of absolute value of anomalous term of transverse Seebeck coefficient ($|((S_{xy})_s)|$) at 300 K as a function of K_u .