

擬単結晶 Fe₄N 薄膜における異常ネルンスト効果の結晶方位依存性

Dependence of anomalous Nernst effect on crystal orientation in pseudo mono-crystalline Fe₄N thin films

○磯上 慎二¹、水口 将輝²、高梨 弘毅² (1. 国立福島高専、2. 東北大・金研)

○Shinji Isogami¹, Masaki Mizuguchi², and Koki Takanashi² (1. Fukushima NCT., 2. Tohoku Univ.)

E-mail: isogami@fukushima-nct.ac.jp

1. はじめに Fe₄N はフェルミレベルにおける状態密度の分極率が $P_{\text{DOS}} = -0.6$ であるため、いわゆるハーフメタルではないが、伝導率のスピンの偏極率が $P_{\sigma} = -1.0$ であることから、マイノリティスピンが伝導を支配する強磁性材料として知られている¹⁾。以上のように興味深い材料特性をスピントロニクスデバイスに有効活用する研究が盛んに行われ、筆者はこれまでに種々の成果を報告してきた²⁻⁴⁾。その中でも Fe₄N/Pt 二層膜におけるスピンプンピング過程で検出された高いインバーススピンホール起電力³⁾に関しては、界面磁性や界面結晶配向性の観点から説明を試みている。しかし一方で、磁化歳差運動で自己発熱した Fe₄N 薄膜中で発生する起電力成分の重畳も考慮しなければならない⁵⁾。そこで本研究では、Fe₄N 薄膜で得られる異常ネルンスト効果⁶⁾の定量評価を目的として実験を行った。その結果、温度勾配 (∇T) と結晶軸の方位関係によって異なる値が得られたので報告する。

2. 実験方法 試料の膜構成は、MgO(100)単結晶基板/ Fe₄N 100 nm とした。成膜にはマグネトロンスパッタリング装置と赤外線加熱機構を用いた。X 線構造解析により、Fe₄N は γ' 単相の擬単結晶膜であることを確認した。異常ネルンスト起電力の測定は、矩形型に切り出した試料の 3×6 mm 範囲を PPMS を用いて室温にて行った。面直方向へ印加する最大磁場強度は 5.0 T、掃引速度は 10 mT/s、試料長手方向にかけた ∇T は 0.35 K/mm、起電力端子間隔は 1.5 mm とした。

3. 実験結果 Fig. 1 は ∇T を Fe₄N 面内結晶方位 [100] および [110] に向けて室温にて測定された、異常ネルンスト起電力 (V_{ANE}) の外部磁場 (H) 依存性を示す。ここで $\mu_0 H = 2$ T の飽和磁場は、膜面直方向に測定された磁化曲線と一致することを別途確認している。また、Fe₄N 膜面内 [100] および [110] 方位はそれぞれ、磁化容易軸および困難軸に対応する。 V_{ANE} は [100] で 0.6 μV , [110] で 1.2 μV となり明瞭な面内異方性が得られた。異常ネルンスト係数はそれぞれ +0.65 $\mu\text{V}/(\text{T} \cdot \text{K})$, および +1.3 $\mu\text{V}/(\text{T} \cdot \text{K})$ と見積られ、符号は L1₀-FePt と同一であった^{7,8)}。このような異常ネルンスト係数の面内異方性の解釈は未だ明確ではないが、講演会では Fe₄N 擬単結晶膜の異常ホール伝導度、スピンドYNAMIKS の観点から議論を行う予定である。

4. 謝辞 本研究は東北大学金属材料研究所、平成 27 年度共同利用研究プログラム (課題: 15K0024) の支援を受けて行われた。

5. 参考文献

- 1) S. Kokado, *et al.*, *Phys. Rev. B* **73**, 172410 (2006).
- 2) S. Isogami, *et al.*, *Appl. Phys. Express* **3**, 103002 (2010).
- 3) S. Isogami, *et al.*, *Appl. Phys. Express* **6**, 063004 (2013).
- 4) S. Isogami, *et al.*, *IEEEJ. Trans.* **9(s1)**, S73 (2014).
- 5) 山野井一人ら, 第 39 回日本磁気学会学術講演会 10aE-6 (2015).
- 6) W. Nernst, *Ann. Phys.* **267**, 760 (1887).
- 7) M. Mizuguchi, *et al.*, *Appl. Phys. Express* **5**, 093002 (2012).
- 8) K. Hasegawa, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **106**, 252405 (2015).

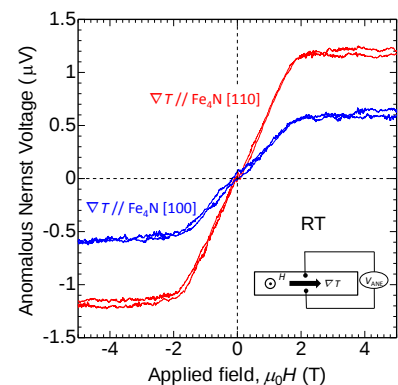


Fig. 1 Anomalous Nernst voltage measurements as a function of the applied field, where the temperature gradient points to [100] and [110] of the Fe₄N crystal.