

SmFe₂ 薄膜の短距離秩序の異方性の調査 Investigation of short-range ordering in SmFe₂ thin films

高村陽太, 小野澤隼, 中川茂樹
東京工業大学工学院電気電子系

〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1

Yota TAKAMURA, Hayato ONOZAWA, Shigeki NAKAGAWA
Dept. of Electric and Electronics, Tokyo Institute of Technology
2-12-1 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo, 152-8552, Japan

1 はじめに

我々は、ピエゾとスピンの効果を併用することで、高い熱安定性と低い書換消費電力を同時に実現できる新しい磁気抵抗素子であるピエゾエレクトロニック磁気抵抗デバイス(PE-MTJ)[1]を提案している。このデバイスのフリー層には、垂直磁気異方性(PMA)と負の大きな磁歪定数を持った磁性薄膜が求められている。

このような磁性薄膜として、負の超磁歪材料として知られている SmFe₂ に注目し、スパッタ法により SmFe₂ 薄膜を作製し、系統的に作製条件を換えて磁化特性や構造を調査してきた。その結果、特定の条件で作製すれば PMA を有する SmFe₂ 薄膜を形成できた。異方性の起源を明らかにするため、構造解析を X 線回折(XRD)や断面透過型電子顕微鏡観察(XTEM)を用いて行ったが、等方的なアモルファス構造を有することしかわからず、これまでのところ異方性の起源を解明するには至っていない。文献調査から、類似材料のアモルファス TbFe 薄膜[2]では、アモルファス中に短距離秩序が形成され、この異方性が磁気異方性の起源になることが報告されていることがわかった。我々の SmFe₂ 薄膜も同様の秩序が形成されている可能性がある。

そこで課題では、アモルファス SmFe₂ 薄膜の Sm の L3 端の偏光 EXAFS 信号を測定し、短距離秩序の異方性を調査することを目的とする。

2 実験

測定した試料の構造は、W(20 nm)/SmFe₂(100 nm)/W(40 nm)/石英基板である。

測定はビームライン BL-9A で偏光 EXAFS 測定を行った。蛍光モードで Lytle 検出器を用いて測定した。また、Cu アテネーターとスリットを用いた。試料の配置方向を変えることで、薄膜面内方向と放射光の電場ベクトルの角度を変えた。

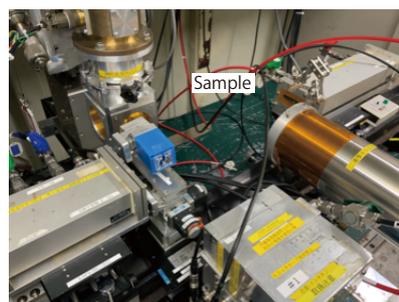


図 1 : 測定系

3 結果および考察

図 2 に SmFe₂ 薄膜の Sm L3 吸収端シグナルを示す。薄膜試料において、明瞭な振動構造を示す吸収率スペクトルを観測することに成功した。

図 3 に EXAFS 信号を示す。電場ベクトルが垂直方向と面内で異方的な EXAFS 振動が生じた。

詳細な定量解析は今後の課題であるが、近距離秩序に異方性があることを示唆する有益なデータが得られた。

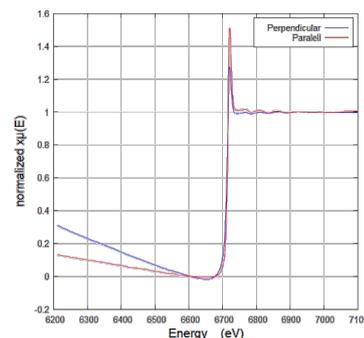


図 2 : SmFe₂ 薄膜の Sm L3 吸収端シグナル

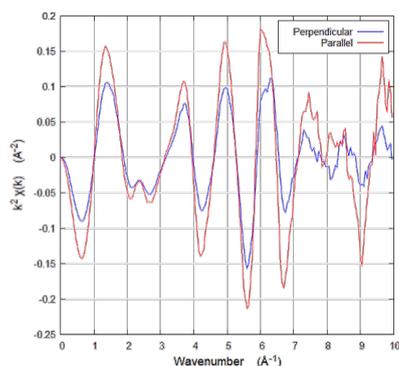


図 3 : EXAFS 信号

4 まとめ

SmFe_2 薄膜の偏光 EXAFS 測定を実施し、明瞭な吸収端スペクトル及び EXAFS 信号を観測することができた。また、異方的な EXAFS 振動が得られ、近距離秩序に異方性が存在することを示唆する結果がえられた。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 18K18853 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] Y. Takamura et al., “Inverse-magnetostriction-induced switching current reduction of STT-MTJs and its application for low-voltage MRAM,” *Solid. State. Electron.*, vol. 128, pp. 194–199, 2017.
- [2] V. G. Harris, K. D. Aylesworth, B. N. Das, W. T. Elam, and N. C. Koon, “Structural origins of magnetic anisotropy in sputtered amorphous Tb-Fe films,” *Phys. Rev. Lett.*, vol. 69, no. 13, pp. 1939–1942, Sep. 1992.
- [3] M. Tomita, Y. Ishitani, S. Ishiyama, Y. Takamura, and S. Nakagawa, “Investigation of amorphous SmFe_2 thin films with giant negative magnetostriction and perpendicular magnetic anisotropy,” in *IEEE Intermag*, Singapore, GE-11, Singapore, April, 2018. T. Tsukuba *et al.*, *PF Highlights* 2015 **1**, 12 (2018).

* takamura@ee.e.titech.ac.jp