コバルトフェライト薄膜の基板変形に伴う磁気異方性の変化

Magnetic anisotropy of cobalt ferrite thin film induced by continuous substrate deformation

筑波大， ○吉原 慎太郎，柳原 英人

Univ. of Tsukuba. Shintaro Yoshihara, Hideto Yanagihara

E-mail: shintarondo821@gmail.com

【はじめに】大きな一軸性磁気異方性を持つ磁性材料は、新たなスピントロニクス材料や永久磁石材料の候補として魅力的である。結晶を歪ませることで生じる磁気弾性効果や、界面での対称性の低下に起因した界面磁気異方性が垂直（一軸）磁気異方性を増大させるのに有効である。前者では例えば正方歪が与えられた場合、磁気弾性定数 B_1 が、歪量と誘導磁気異方性を結びつける。薄膜形状の試料において磁気弾性定数を測定するには、歪の大きさを変えた試料を複数用意するなど手間がかかる。そこで、我々は一つの試料に応力を導入することにより歪の大きさを連続的に変化させながら磁気異方性を測定することで、磁気弾性定数を簡易的に求める方法について検討を行った。今回は大きな磁気異方性を示すコバルトフェライトを対象として、これに歪を与えることで誘導される磁気異方性の変化から磁気弾性定数 B_1 を求めた。

【実験方法と結果】試料は MgO（001）劈開基板上に反応性 RF マグネトロンスパッタリング法により作製した[1]。MgO（001）基板は 200 μm 以下の厚さに劈開したものを用いた。3D プリンタによって 4 点曲げ装置を作り、樹脂製ネジを押し込んで 4 点で薄膜試料を曲げることによって応力を与えた(Fig.1)。押し込み量と基板の厚さから加えた歪の大きさ$\delta\varepsilon$を算出して、$\delta\varepsilon$に対する一軸磁気異方性の変化$K_u = B_1\left(1 + {}^{c_{12}}/_{c_{11}}\right)\delta\varepsilon + K_{u_0}$から磁気弾性定数を求めた。ここで、$c_{12}$, c_{11}は弾性定数、K_{u_0}は歪がないときの一軸磁気異方性エネルギーである。加えた歪に対する磁気異方性K_uの変化を Fig.2 に示す。導出した磁気弾性定数は B_1=10±4 J/cm^3 であった。エピタキシャル歪によって求められる磁気弾性定数は B_1=11 J/cm^3 でほぼ一致した[2]。本手法を用いることで磁気弾性定数を比較的簡単にかつよい精度で求められることが確認された。

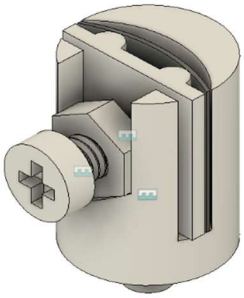

Fig.1 Four point bending device made by 3D printer

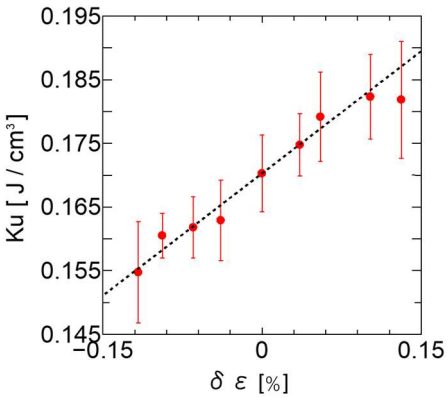

Fig.2 Change in magnetic anisotropy energy as a function of strain.

[1] T. Niizeki, Y. Utsumi, R. Aoyama, H. Yanagihara, J Inoue, Y. Yamasaki, H. Nakao, K. Koike, and E. kita *Appl. Phys. Lett.* 103,162407(2013)

[2] H. Onoda, H. Sukegawa, E. Kita and H. Yanagihara, IEEE Trans. Magn., vol. 54, no. 11, pp. 1-4(2018)

© 2020年 応用物理学会