

エピタキシャルコバルトフェライト薄膜の大きな負の一軸磁気異方性

田結荘健、松本光玄 久松裕季、井上順一郎、Sonia Sharmin、柳原英人、喜多英治
(筑波大学 物理工学域)

Large negative uniaxial magnetic anisotropy of epitaxial cobalt ferrite thin films

T. Tainosho, Y. Hisamatsu, J. Inoue, S. Sharmin, H. Yanagihara, and E. Kita

(Inst. of Appl. Phys., Univ. of Tsukuba)

はじめに

我々は大きな磁気弾性効果を示すスピネルコバルトフェライト CoFe_2O_4 (CFO) について、 Co^{2+} ($3d^7$) イオンに対し、 t_{2g} 軌道を用いた電子模型から理論的に磁気異方性と結晶歪みの関係を示した[1]。実際に、 MgO (001) 基板の上にエピタキシャル成長させた CFO (001) 薄膜は面内に引張歪みが導入され ($c/a < 1$)、大きな垂直磁気異方性を発現することが実験的に示されている[2]。文献[1]では、逆に面内の圧縮歪みを導入する ($c/a > 1$) ことにより負の垂直磁気異方性を示すことが予測されているが、実験的には示されていない。今回、我々は格子定数 8.039 \AA の MgAl_2O_4 (MAO) (001) を基板として CFO 薄膜を成膜することで、面内の圧縮歪みを導入し、大きな負の垂直磁気異方性を有する CFO 薄膜を得ることができたので報告する。

実験方法

アセトン、エタノールでそれぞれ5分間超音波洗浄した MAO 基板の上に、反応性 rf マグネトロンスパッタリング法により $\text{Co}_{0.75}\text{Fe}_{2.25}\text{O}_4$ 薄膜を成膜した。ターゲットには FeCo (3:1 atm 比) 合金を用いた。酸素流量は 6 sccm 、基板温度は $500 \text{ }^\circ\text{C}$ とし、膜厚が約 $10, 20, 40, 80, 160 \text{ nm}$ のサンプルを成膜した。得られた CFO 薄膜について X 線回折により格子歪を評価し、X 線反射率測定により膜厚を求めた。磁気測定については、SQUID-VSM により磁化曲線を測定 (300 K , $-70000 \text{ Oe} \sim 70000 \text{ Oe}$) し、磁気トルク測定 (300 K , $0 \text{ Oe} \sim 90000 \text{ Oe}$) により磁気異方性定数を算出した。

実験結果

Fig. 1 に膜厚 38.4 nm の試料のトルク測定の結果を示す。磁場を 90000 Oe 印加してもトルクの最大値が飽和していないことから異方性磁界はさらに大きいことがわかる。宮島の方法 [3] に基づき解析したところ、 $K_u = -51.9 \text{ Merg/cm}^3$, $M_s = 433 \text{ emu/cm}^3$ であると算出された。この K_u の絶対値はネオジウム磁石のそれに匹敵する。バルクの CFO では $K_u = 2 \text{ Merg/cm}^3$, $M_s = 425 \text{ emu/cm}^3$ なので、歪みによる磁気特性の変化が著しいことがわかる。また、 M_s の値は磁化曲線から得られた値に一致した。講演では K_u および歪み量に対する CFO 薄膜の膜厚依存性を示し、磁気特性が歪みに影響されている様子を定量的に議論する。

参考文献

- 1) J. Inoue *et al.*, Materials Research Express **1** (2014) 046106.
- 2) T. Niizeki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **103** (2013) 162407.
- 3) H. Miyajima *et al.*, Jour. of Appl. Phys. **47** (1976) 10.

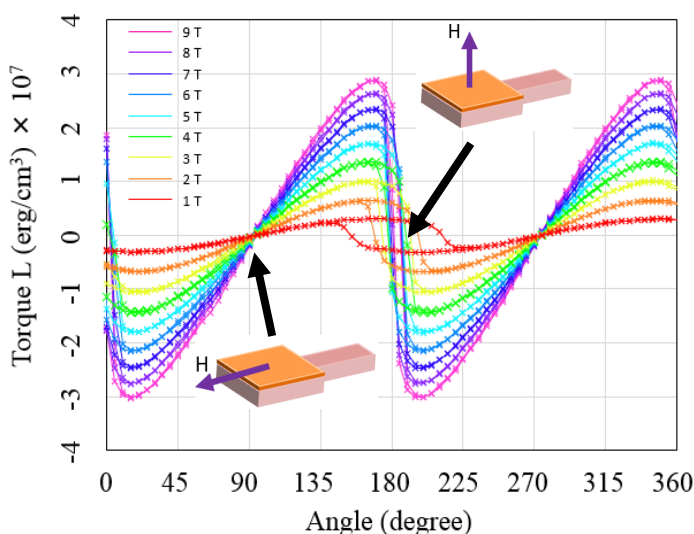


Fig. 1 Out-of-plane torque curves at different fields.