

磁気トルク測定による強磁性層間の交換結合定数の評価

Evaluation of interlayer exchange coupling constant in the interface of a ferromagnetic bilayer by a magneto-torque measurement

筑波大物工 ○松本 光玄, Sonia Sharmin, 喜多 英治, 柳原英人

Univ. of Tsukuba, Mitsuharu Matsumoto, Sonia Sharmin, Eiji Kita, and Hideto Yanagihara

E-mail: s1520368@u.tsukuba.ac.jp

1. はじめに

スピントロニクスデバイスにおいて、磁性層界面に働く直接／間接的な磁気層間交換結合 (IEC; Interlayer Exchange Coupling) は欠かせない現象となっている。その大きさは、交換結合定数 $J(\text{erg}/\text{cm}^2)$ で表わされる。デバイス設計に際して J の定量的な見積りは不可欠であるが、界面を共有する2つのこととなる強磁性体層間に働く強磁性的交換結合定数を評価したという例は少ない。そこ本研究では磁気トルクに着目し、実験的に得た磁気トルク曲線を最小 2 乗フィッティングすることで磁気異方性 (MA; Magnetic Anisotropy) の大きい強磁性体層間に働く IEC の大きさ J の定量を試みた。

2. 実験方法

磁気異方性の大きい強磁性体の参照試料として、高品質な試料が得られているスピネルフェライト群を選択した。膜面垂直方向に磁化容易軸を持つ $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ ($x=0.125$)(CFO)[1]と、膜面面内方向に磁化容易軸を持つ $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ [2]をそれぞれ反応性スパッタリングにより成膜し、2層膜を作製した (Fig. 1)。その後、最大印加磁場 19 kOe において[100]軸を回転軸とした磁気トルク測定を行なった。得られた磁気トルク曲線に対し、磁性体層界面の交換結合定数 J をフリーパラメータとした数値計算によりフィッティングを実施し、 J の大きさの推定を行なった。

3. 結果

Fig. 2 に作製した $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ ($x=0.125$)/ $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 二層膜の磁気トルク曲線と、数値計算によりフィッティングを行なった結果について示す。横軸は膜面垂直方向に対する外部磁場印加方向の角度差を、縦軸は得られた磁気トルクの大きさをそれぞれ表している。得られた交換結合定数 J の値は $20.6 \pm 18.6 \text{ erg}/\text{cm}^2$ となり、キュリー温度から推定される CFO といったスピネルフェライト内のスピン間に作用する交換結合定数の大きさに近い値となった。講演では、CFO/GFO 二層膜における磁化曲線についても触れ、交換結合の有無における磁化曲線と磁気トルク曲線の変化について議論する。

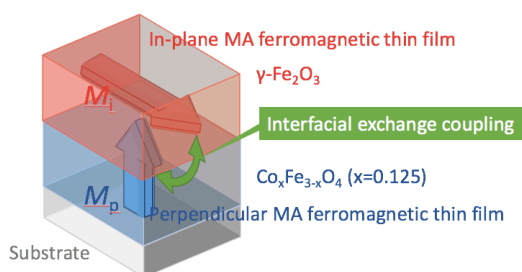


Fig. 1 二層膜の概略図

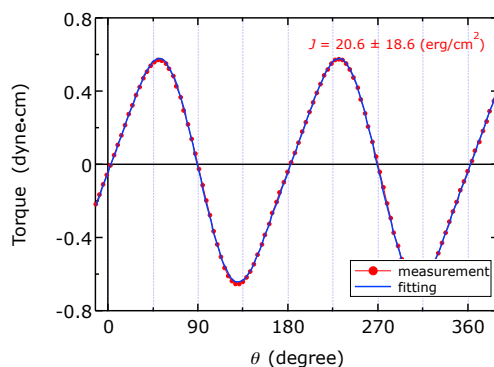


Fig. 2 磁気トルク曲線の実験値と計算値

[1] T. Niizeki *et al.*, Appl. Phys. Lett. 103 162407 (2013)

[2] H. Yanagihara *et al.*, J. Phys. D: Appl. Phys. 46 175004 (2013)