

Fe/MgO 多層膜の X 線磁気回折実験

X-ray Magnetic Diffraction Experiments of Fe/MgO Multilayers

深澤太地¹, 加藤康平¹, 高嶋雅仁¹,
鈴木宏輔¹, 桜井浩¹, 平野馨一², 伊藤正久¹

¹群馬大学大学院理工学府, 〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1 丁目 5-1

²KEK 物質構造科学研究所, 〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

Fukasawa Taichi, Kohei Kato¹, Takashima Masahito¹,

Kosuke Suzuki¹, Hiroshi Sakurai¹, Keiichi Hirano² and Masahisa Ito¹

¹Graduate School of Sci. and Tech., Gunma Univ., 1-5-1 Tenjincho, Kiryu, Gunma 376-8515, Japan

²KEK, IMSS, 1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki 305-0801, Japan

1 はじめに

X 線磁気回折 (X-ray Magnetic Diffraction, 以下 XMD) は、強磁性体を対象とし、楕円偏光 X 線と磁気モーメントとの相互作用を利用する回折実験である。強磁性体からの回折 X 線強度の磁化反転に伴う相対変化 (Flipping Ratio) を測定する。入射 X 線方向に対する磁化方向の角度を選択することにより、軌道磁気形状因子とスピン磁気形状因子を分離して測定することができる (LS 分離)。

当研究室の XMD 実験は従来単結晶を対象としていたが、近年多層膜への拡大を目指している。最初に Co/Pd 多層膜の実験を行い、スピン磁気形状因子の測定に成功した¹⁾。今回新たに Fe/MgO 多層膜を対象として XMD 実験を行うこととした。

2 実験

多層膜試料は、高周波スパッタ装置で作製した Fe(4nm)/MgO(1nm)を用いた。250 層を積層させ、膜厚は約 1.2 μ m である。

多層膜 XMD 実験系の概略図を図 1 に示す。蓄積リングの電子軌道面から斜め上 (下) 方向に放射される左 (右) 回り楕円偏光 X 線を、Si(111)二結晶モノクロメータにより単色化し試料へ入射した。試料部での X 線の鉛直位置 Z は軌道面を基準として、Z=±0.5mm であった。

多層膜の Fe-bcc 構造に由来する 200 回折像を二次元多素子検出器 PILATUS にて検出した。散乱角が 90° となるように入射 X 線の波長を 2.013 Å に調整した。10 秒間隔の磁場反転毎に回折像を取り込み、Flipping Ratio を測定した。本 XMD 実験に先立ち、PILATUS、電磁石、回折計を統合制御する XMD 測定プログラムを整備した²⁾。

3 結果および考察

Fe/MgO 多層膜の Fe200 回折像の中央部分の積分強度について、約 30 時間で測定された Flipping Ratio は以下のとおりである。Z=+0.5mm, -0.5mm のものを、それぞれ、 R_U , R_D として、 $R_U = (2.18 \pm 0.16) \times 10^{-3}$ 、 $R_D = (-2.21 \pm 0.17) \times 10^{-3}$ であった。この結果を図 2 に示す。

同一ビームタイム中に測定された、Fe 単結晶 200 回折については、約 4 時間の測定にて、 $R_U = (2.41 \pm 0.02) \times 10^{-3}$ 、 $R_D = (-2.91 \pm 0.02) \times 10^{-3}$ と得られた。この結果も図 2 に示した。単結晶 Fe と同程度の Flipping Ratio が測定され、Fe/MgO 多層膜の XMD 実験に成功したといえる。今後、解析を進め、多層膜の Fe の磁気形状因子を導出する予定である。

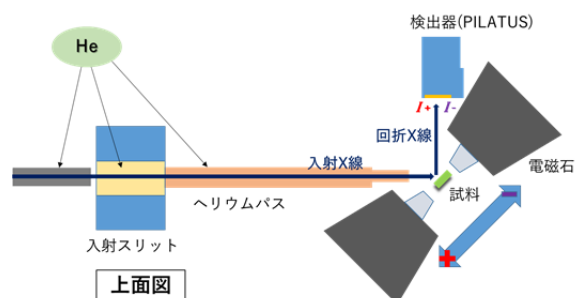


図 1 実験装置概略図

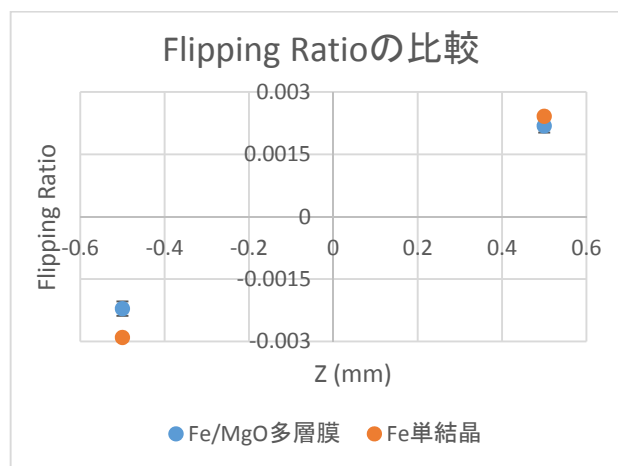


図 2 Fe/MgO 多層膜と Fe 単結晶の 200 回折の Flipping Ratio の比較

参考文献

- 1) 高嶋雅仁, 平成 28 年度 群馬大学大学院 修士論文.
- 2) 加藤康平, 平成 28 年度 群馬大学大学院 修士論文. *itom_phys@gunma-u.ac.jp