

次世代磁気ヘッド用高 Bs 超格子膜の硬 X 線共鳴磁気反射率測定 Hard x-ray resonant magnetic reflectivity of high Bs super-lattice films for the next generation magnetic recording head.

淡路直樹^a、土井修一^a、野村健二^a、野間賢二^b、細糸信好^c、鈴木基寛^d

Naoki Awaji^a, Shuichi Doi^a, Kenji Nomura^a, Kenji Noma^b, Nobuyoshi Hosoi^c, Motohiro Suzuki^d

(株)富士通研究所^a、富士通(株)^b、奈良先端技術大学院大学^c、(財)高輝度光科学研究センター^d

Fujitsu Laboratories Ltd.^a, Fujitsu Ltd.^b, Nara Institute of Science and Technology^c, JASRI^d

次世代磁気ヘッド用高 Bs 材料である [FeCo₇₀/Pd₃₀]_n 超格子膜について、磁気モーメントの深さ分布を評価するために、硬 X 線共鳴磁気反射率測定を行った。Fe K 吸収端近傍での測定の結果、超格子ピークの近傍で、明瞭な共鳴磁気反射率のピークを観測した。今後、共鳴磁気反射率プロファイルの詳細な解析により、磁気モーメントの深さ分布や磁氣的ラフネスの情報が得られると期待される

We performed hard x-ray resonant magnetic reflectivity experiments on [FeCo/Pd]_n super-lattice film for the next generation magnetic recording head to study the depth profile of magnetization near the interface. From the x-ray reflectivity measurement at Fe K edge, we obtained x-ray resonant magnetic reflectivity profiles near the super-lattice peaks. From the analysis of the x-ray resonant magnetic reflectivity profiles, it is expected to obtain the magnetization profiles and magnetic roughness of samples.

キーワード 記録ヘッド、高 Bs、X 線反射率、硬 X 線共鳴磁気反射率、MCD

次世代磁気記録デバイスの開発において、磁気ヘッド部には高密度書き込みの為に高い飽和磁束密度 (Bs) を持つ材料が必要とされている。我々は、Fe₇₀Co₃₀ と極薄 Pd を交互に積層した [FeCo/Pd]_n 超格子膜で室温において、スレーター・ポーリングの理論限界値である 2.4T を超えた 2.66T という高い Bs を持つ材料を開発した。このような超格子構造について、Bs が増加するメカニズムを 2005A 実験において、軟 X 線 MCD 測定により調査した結果、Pd 層の存在により、FeCo と Pd の 3d-4d 軌道の混成が起こり、FeCo/Pd 界面付近において磁気モーメントが増大していることを示唆するデータが得られた。しかし、FeCo の界面部で磁化が増加していることは、膜厚

を変化させたサンプルから間接的に示されるが、一個の試料中の分布を見たものではない。そのため、2007A 実験において、超格子中の Fe、Co 原子の磁気モーメント分布を直接評価するために、吸収端における磁気散乱効果を利用した軟 X 線共鳴磁気反射率の測定を行った。その結果、軟 X 線利用の場合、吸収端近傍での吸収効果が大きいため、表面に近い超格子の磁化分布は評価できたが、深さ数 100 Å 以上の領域を含めた超格子膜の評価には、浸透力の強い X 線が必要であることが分かった。

我々は、硬 X 線 MCD 実験ビームラインである BL39XU において、K 吸収端を用いた硬 X 線共鳴磁気反射率を利用し、実用的な厚さ

の[FeCo/Pd]_n 超格子膜の磁気モーメント分布を評価することを試みた。硬 X 線を用いることにより、軟 X 線を用いる場合よりも試料深くに X 線を入射することができ、実デバイスに近い膜厚の試料を評価することができる。準備した FeCo/Pd 超格子試料は、酸化膜付き Si 基板上に室温でスパッタ成膜したもので、FeCo 層の膜厚をそれぞれ 9、18、40、70 Å にした 4 種類である。[FeCo/Pd]の積層回数はそれぞれ 36、18、10、6 回であり、膜厚はほぼ 400 Å である。試料を、BL39XU の 2 軸回折計に設置し、電磁石により ±1.3kOe の磁場を試料面内平行方向に印加した。硬 X 線共鳴磁気反射率の測定において、ダイヤモンド移相子により左右円偏光をスイッチングしながら、回折計を $\theta/2\theta$ 走査し共鳴磁気反射率プロファイルを取得した。X 線エネルギーは、Fe K 吸収端近傍で MCD 信号が最も大きくなる 7.111keV に設定した。検出器は、高計数率の測定が可能なアバランシェフォトダイオード検出器(APD)を用いた。また今回、反射率プロファイル上に出現する超格子ピークにおいて、磁気ヒステリシス測定も行った。

図 1 に、FeCo 層の膜厚が 18 Å の試料の左右円偏光各々に対する X 線反射率の測定結果を示す。縦軸は見易さのためにシフトさせている。図 1 より、反射率全領域での振動構造、及び $2\theta \sim 5^\circ$ において超格子構造の積層周期及び FeCo 層と Pd 層の密度差を反映した超格子ピークが明瞭の確認できる。このことから、今回作製した試料の超格子構造の周期性が保たれており、表面及び界面の平坦性が良いことが分かった。図 2 に、超格子ピーク近傍での共鳴磁気反射率のプロファイルを示す。共鳴磁気反射率は、左右円偏光各々の反射率

強度の差を、超格子ピーク強度で規格化して求めた。図 2 より、共鳴磁気反射率は超格子ピーク位置で明瞭なピークとなり、0.04%程度が得られた。現在、上記の測定結果について解析中であり、共鳴磁気反射率プロファイルの詳細な解析により得られる、磁気モーメントの深さ分布や磁氣的ラフネスの違いから、磁化励起メカニズムの解明に寄与できると考えている。

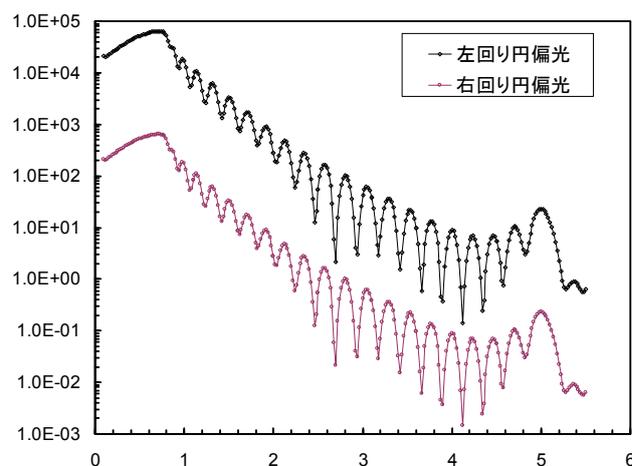


Fig.1 X-ray reflectivity profiles at left and right circularly polarized x-ray at 7.111keV

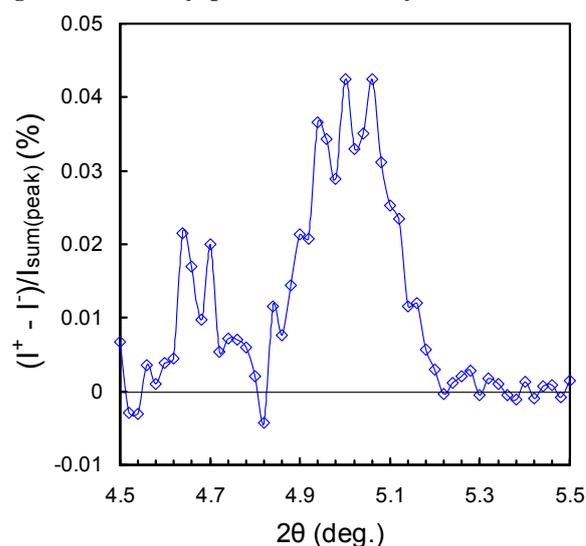


Fig.2 X-ray resonant magnetic reflectivity profile of the 1st order super-lattice peak.