

硬 X 線磁気円二色性分光測定による光磁気記録材料 $\text{Co}_x\text{Tb}_{100-x}$

アモルファス薄膜のスペリ磁性の研究

Hard X-ray Magnetic Circular Dichroism Study of $\text{Co}_x\text{Tb}_{100-x}$ Magneto-optical Amorphous Film with Sperrri Magnetism

安居院あかね^a、朝日 透^b、籠宮 功^b

Akane Agui^a, Toru Asahi^b, Isao Kagomiya^b

^a 日本原子力研究所、^b 早稲田大学

^a Japan Atomic Energy Research Institute, ^b Waseda University

垂直磁気記録方式が実用化される機運が高まり、超高密度磁気記録を実現する材料開発が切望されている。希土類-遷移金属アモルファス薄膜は Sperrri 磁性構造をもち、ある組成において垂直磁気異方性を示すことから、有望な垂直磁気記録媒体として着目されている。本研究では垂直磁化を示す $\text{Tb}_x\text{Co}_{100-x}$ および $\text{Dy}_x\text{Co}_{100-x}$ アモルファス薄膜を用い、SPring-8 BL39XU の偏光変調方式による硬 X 線磁気円二色性および元素別ヒステリシスの測定を測定した。

After the perpendicular recording technology was proposed about 30 years ago, intensive studies have been made to realize this concept all over the world. Very recently, the world's first HDD based on perpendicular recording was announced to start mass production in Japan, Rare earth – transition metal amorphous alloy film is on of the candidate materials for perpendicular magnetic recording media.. In this work, we investigated magnetic properties of each consistent atom in $\text{Tb}_x\text{Co}_{100-x}$ and $\text{Dy}_x\text{Co}_{100-x}$ perpendicular magnetic films by hard X-ray magnetic circular dichroism and element selective hysteresis are measured at SPring-8 BL39XU.

研究背景

ハードディスクの面記録密度は面内記録方式を用いて、現在 100Gbit/inch² を越える面記録密度を達成している。さらに面記録密度を高めるに手法として、1970 年代に Iwasaki によって提唱された垂直磁気記録方式がある。垂直磁気記録では線記録密度が高くなればなるほど反磁界による影響を減少させることが出来るので、磁区構造が安定化するという利

点があり高密度記録に適していると言われて

いる。
垂直磁気記録には独特の特性を有する垂直磁化膜の開発が必要となる。

著者らはこの点に着目し、近年、軟 X 線磁気円二色性吸収分光(MCD: Magnetic circular dichroism)により、典型的な垂直磁化膜について構成元素ごとに磁氣的性質を評価している¹⁻⁴⁾。

本研究では、垂直磁化を示す Tb_xCo_{100-x} 及び Dy_xCo_{100-x} アモルファス薄膜について、Tb 及び Dy の L 端、Co の K 端で偏光反転法を用いた硬 X 線 MCD および元素選択ヒステリシスを測定し、構成元素ごとのミクロスコピックな磁気特性を明らかにすることを目的とした。磁性を主に担うのは RE の $4f$ および TM の $3d$ 電子である。これらの電子の磁気的状態の媒体となる RE の $5d$ 、TM の $4p$ 電子の電子・スピン状態を用いて観測する。

実験方法

測定に用いた試料 (Tb_xCo_{100-x} : $x=15, 18, 24, 33$ および Dy_xCo_{100-x} : $x=15, 21, 24, 27, 33$) は、下地層を形成した Si 基板の上にマグネトロンスパッタ法を用いて作製した。最表面は酸化防止のため SiN 膜 (5nm) により被膜した。試料の構成の概要を Fig.1 に示す。

マクロスコピック磁性については磁気ヒステリシスループを振動試料型磁力計 (VSM: Vibrating Sample Magnetometer) で測定した。その結果を Fig.2 に示す。

円偏光反転 MCD の測定は SPring-8 BL39XU にて、蛍光収量法を用いて測定した。測定の配置図を Fig.3 に示す。測定はすべて室温で行った。

実験結果と考察

硬 X 線 MCD を Dy_xCo_{100-x} 、 Tb_xCo_{100-x} の Dy の L 端、Tb の L 端、Co の K 端について飽和磁化状態で測定した。Fig.4 に Dy_xCo_{100-x} の Dy の L_3 端近傍で測定した MCD スペクトルを示す。その L_3 端の MCD ピークは Dy の $2p \rightarrow 5d$ 遷移によるものである。スペクトルの形状はどの濃度でも 7.797keV 付近のメイン

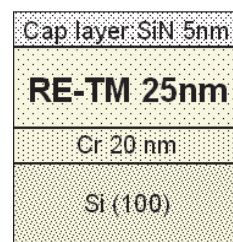


Figure.1 Schematic representation of the rare earth-transition metal perpendicular alloy film.

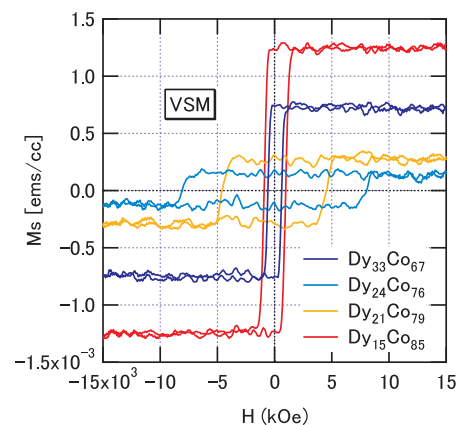


Figure.2 M-H Loop of Dy_xCo_{100-x} at room temperature.

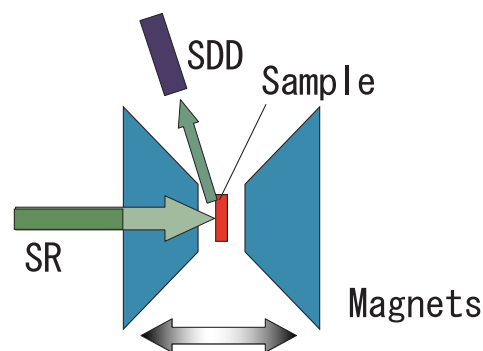


Figure.3 Experimental configuration.

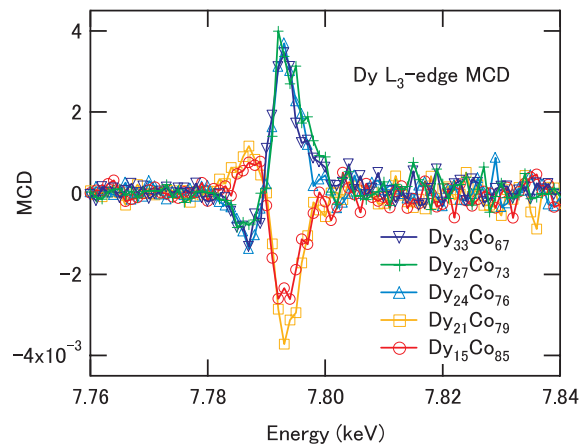


Figure.4 MCD spectra of Dy_xCo_{100-x} at the Dy L_3 -edge.

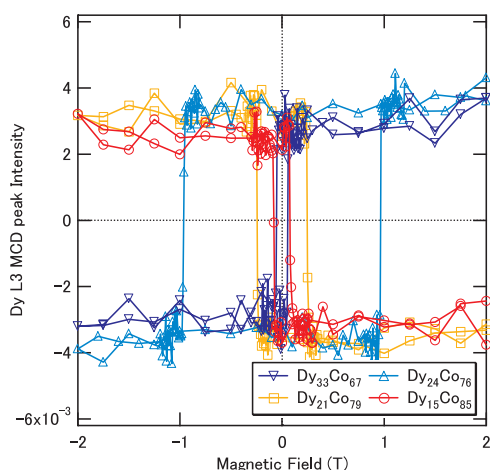


Figure.5 Magnetic field dependence of MCD peak intensity of Dy_xCo_{100-x} at the Dy L_3 -edge.

ピークをもち、7.787keV 付近にプレピークをもつ、似たような形状になっていて大きな変化は見られないが Dy 濃度 x が 21 と 24 の間で L_3 ピークの強度が反転している様子がわかる。これはこの濃度領域で Dy と Co の間で優勢モーメントを担う元素が入れ替り、Dy の $5d$ 電子のモーメントの向きも反転していることを示している。

メインピークの強度の磁場依存性を Fig.5 に示す。Fig.3 のマクロスコピックなヒステリシスに対して、Fig.5 は Dy の $5d$ 電子のヒステリシスを示している。Dy 濃度 x が変化するにつれ幅が変化する様子や濃度が 21 と 24 の間で符号が反転する様子などが分かる。

今後の課題

現在までの結果から、ミクロスコピックな振る舞いが測定できているので、試料の幅を広げ、垂直磁化記録媒体の材料開発に重要とされる元素について系統的に測定する実験を計画している。

参考文献

1) A. Agui, et al.: Journal Applied Physics, vol95,

7825-7831 (2004).

2) A. Agui *et.al.*: Transactions of Magnetics Society of Japan, vol. 4, No.4, 326-329 (2004).

3) A. Agui *et al.*: Journal of alloys and compounds (in press)

4) 軟 X 線磁気円二色性分光でみた垂直磁化膜;安居院あかね、水牧仁一朗、朝日透、放射光 (印刷中)

キーワード

垂直磁気記録：磁気記録媒体の磁気クラスターを膜垂直方向に配向させることにより、線記録密度を高くでき、磁区構造を安定化させることができる利点がある。

磁気円二色性：入射光が右円偏光あるいは左円偏光のどちらかに応じて電子の遷移確率は異なるときの強度の差は、磁性体のスピン状態を反映する。

垂直磁気記録媒体：Co/Pd 多層膜、TbFeCo アモルファス膜など

保護層：RE-TM 合金薄膜は腐食性が高いという問題があり、実用では保護膜として SiN_x が用いられている。