

課題番号： 2006B0171

実験課題名： 次世代磁気ヘッド用高Bs [FeCo/(Pd,Rh,Ag)]<sub>n</sub>超格子膜の軟X線MCD測定による  
界面構造の影響評価

実験責任者： 富士通研究所 淡路直樹

使用ビームライン： BL25SU

実験結果：

## 1. 目的

次世代磁気記録デバイスの開発において、高密度書き込み用磁気ヘッドには高い飽和磁束密度(Bs)を持つ磁気コア材料が要求されている。我々はスパッタ製膜を用い、Fe<sub>0.7</sub>Co<sub>0.3</sub>とPdを交互に積層した[FeCo/Pd]<sub>n</sub>超格子膜において、スレーター・ポーリング曲線の限界値である2.4Tを超えた2.66Tという高いBsを室温において達成している [1]。この超格子構造において、これまでに軟X線磁気円二色性(XMCD)測定により、Bsが増大するメカニズムを調査した結果、FeCo層を薄くすると、Fe及びCo原子のスピンの磁気モーメントが増大することから、界面での磁化向上が高Bs化の主要因であることが分かった。この現象は、Pd層と隣接することによりFeCoとPdの電子軌道が混成し、磁化を担う不対電子が増大した結果、FeCo/Pd界面付近において磁気モーメントが増大するというモデルで説明可能である。このモデルは、高BsにはFeCo/Pdの界面状態が重要であることを示唆する。

本課題では、このメカニズムがPd以外の元素でも起こるのか、また界面における凹凸が磁性にどのような影響があるかを調査した。実験では、周期律表でPdの隣の原子であるRhに換えた[FeCo/Rh]<sub>n</sub>超格子試料および、凹凸の異なる[FeCo/Pd]<sub>n</sub>超格子膜試料を準備し、XMCD測定により、構成原子の磁気モーメントの測定を行った。また、MCD信号を用いた磁気ヒステリシス測定を行い、Fe、Co及びPd、Rhの磁化状態の評価を行った。

## 2. 実験

XMCD法は、磁化している磁性元素の吸収端近傍における左右円偏光に対する吸収係数の違いを利用して、試料元素の磁気モーメントや磁気ヒステリシスを、元素別に評価する手法である。実験は、BL25SUに設置されている電磁石MCD装置を用いて、透過法により、Fe、Co原子のL<sub>3,2</sub>吸収端(2p→3d遷移)、およびPd、Rh原子のM<sub>3,2</sub>吸収端(3p→4d遷移)において、それぞれのMCDスペクトルと、磁気ヒステリシス測定を行った。試料は、窒化シリコンメンブレン透過基板上に作製した[FeCo/Pd]<sub>n</sub>及び[FeCo/Rh]<sub>n</sub>超格子膜及び、界面凹凸の異なる超格子膜を準備した。

図1は、準備実験として波長1.4ÅのX線により行った、凹凸が異なる[FeCo/Pd]<sub>n</sub>超格子膜のX線反射率を示す。図1において、sampleAは、[FeCo/Pd]超格子によるピークが明瞭に見られることから、[FeCo/Pd]超格子の周期性が保たれており、界面凹凸が小さいことが確認できた。

一方、sample B では、超格子ピークが出現せず、FeCo/Pd 界面の凹凸が大きいことが分かる。図 2 に、これらの試料についての Fe L<sub>3,2</sub> 吸収端での MCD スペクトルを示す。ここで、吸収量の校正は、MCD スペクトルの吸収端におけるジャンプ量により規格化した。図 2 から、界面凹凸の小さい sample A は、凹凸の大きい sample B に比べ MCD 強度が大きく、界面凹凸が磁気モーメントに影響を与えていることが分かった。同様な結果は、Co 原子についても得られており、これらの結果から、[FeCo/Pd]<sub>n</sub> 超格子膜において、界面の平坦性が高いほうが、Fe、Co 原子の磁気モーメントは増大することが分かった。

一方、図3に示すように、[FeCo/Rh]<sub>n</sub> 超格子膜について Rh 原子の M<sub>3,2</sub> 吸収端の XMCD 測定から、Pd と同様に MCD 信号が検出され、Rh も磁化していることが分かった。図4は[FeCo/Pd]<sub>n</sub> 及び[FeCo/Rh]<sub>n</sub> 超格子において、Fe、Co、Pd、Rh 各原子の磁気ヒステリシス測定の結果を示す。これらの測定は、各元素の MCD がピークとなるエネルギーにおいて、磁場を走査することにより得たものである。磁気ヒステリシス曲線がループを描いていることから、Pd 及び Rh 原子は、Fe や Co 原子と同様に強磁性になっていることが確認できる。これは、上述の電子軌道混成モデルを裏付ける結果である。

### 3. まとめ

[FeCo/Pd]<sub>n</sub> および[FeCo/Rh]<sub>n</sub> 超格子膜について、元素別 XMCD 測定を行った。磁気ヒステリシス曲線から、Pd および Rh が Fe や Co 原子と同じく強磁性状態になっていることが分かり、軌道混成のメカニズムが働いていると考えられることが分かった。一方、界面における凹凸が磁性に与える影響を調べた結果、界面が平坦であるほうが Fe 及び Co 原子の磁気モーメントが大きくなることが明らかになった。これは、Pd および Rh が規則正しく FeCo と接していることが高 Bs 達成に重要であることを示唆している。

### 4. 謝辞

BL25SU における本課題の実験に関してご協力いただきました、JASRI の中村哲也様、並びに実験に関係された方々に深く感謝いたします。

### 5. 参考文献

- [1] K.Noma et.al IEEE Trans. On Magn, Vol.42(2), 140-144, 2006

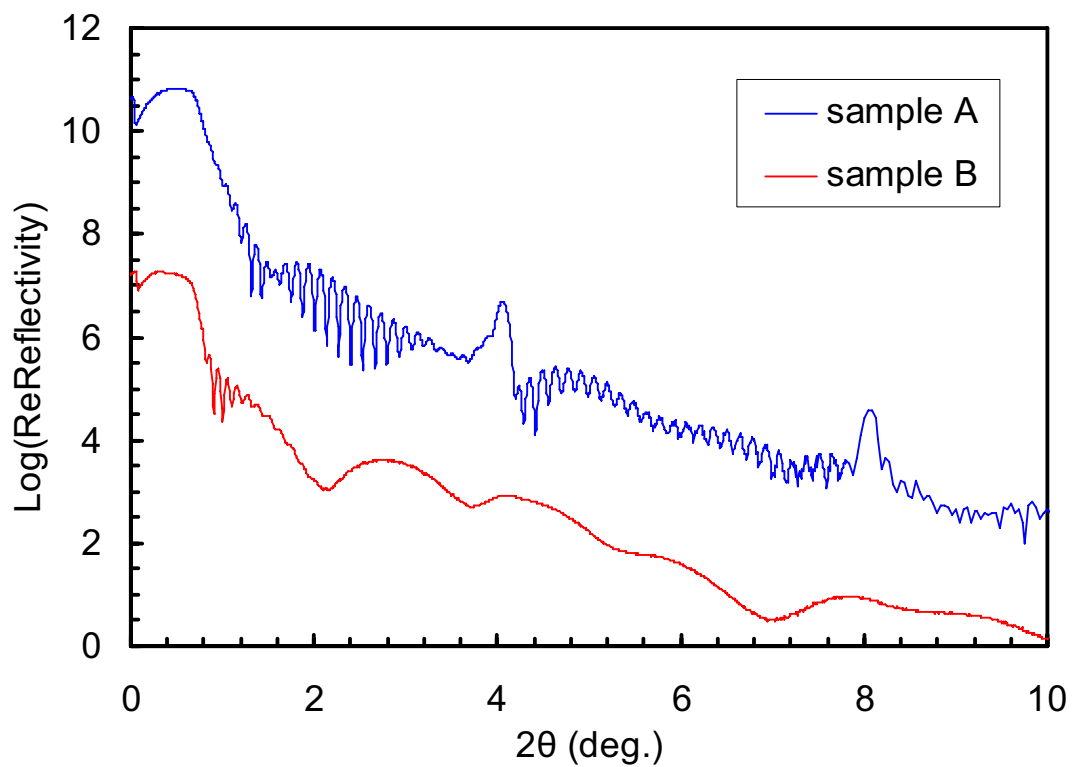


図 1. X 線反射率測定結果

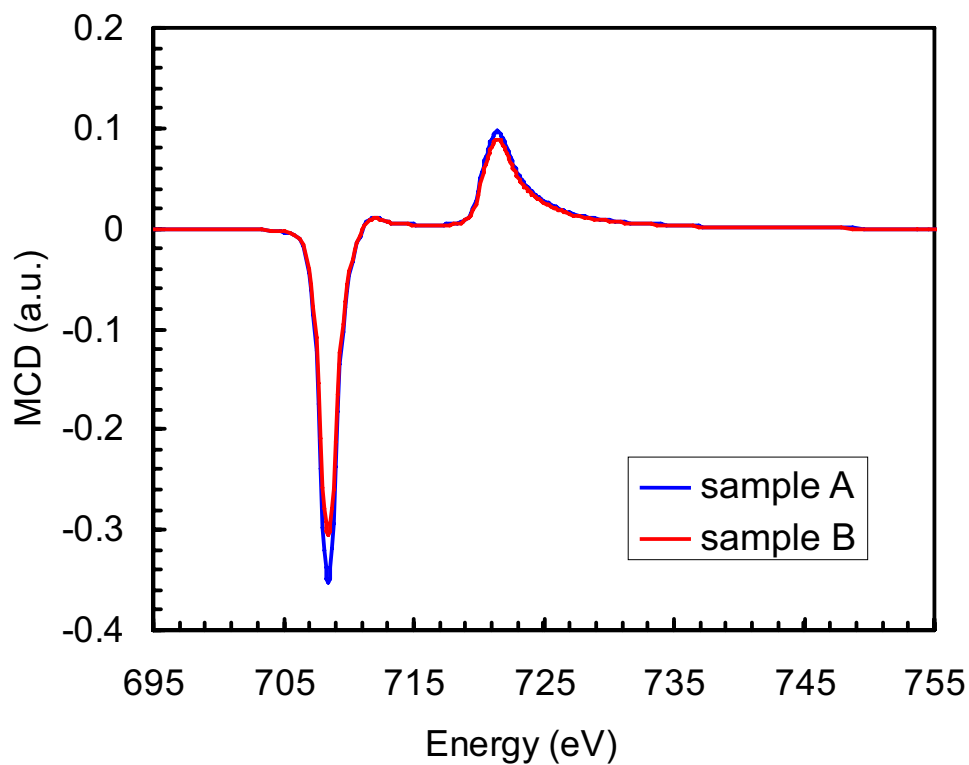


図 2. Fe L<sub>3,2</sub> 吸収端近傍での XMCD スペクトル

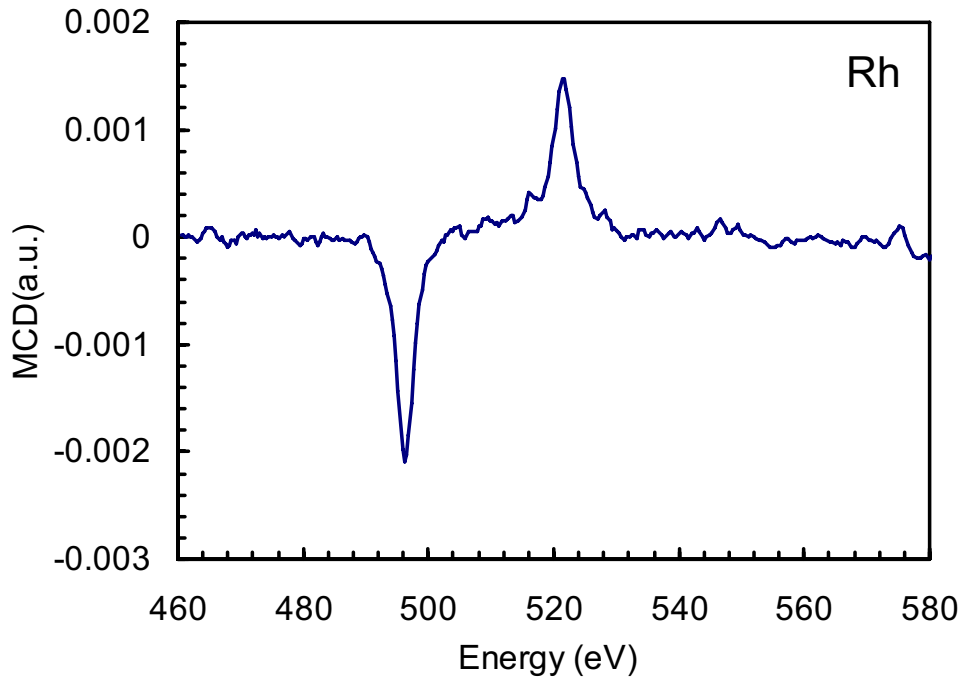


図 3. Rh ML3, 2 吸収端近傍での XMCD スペクトル

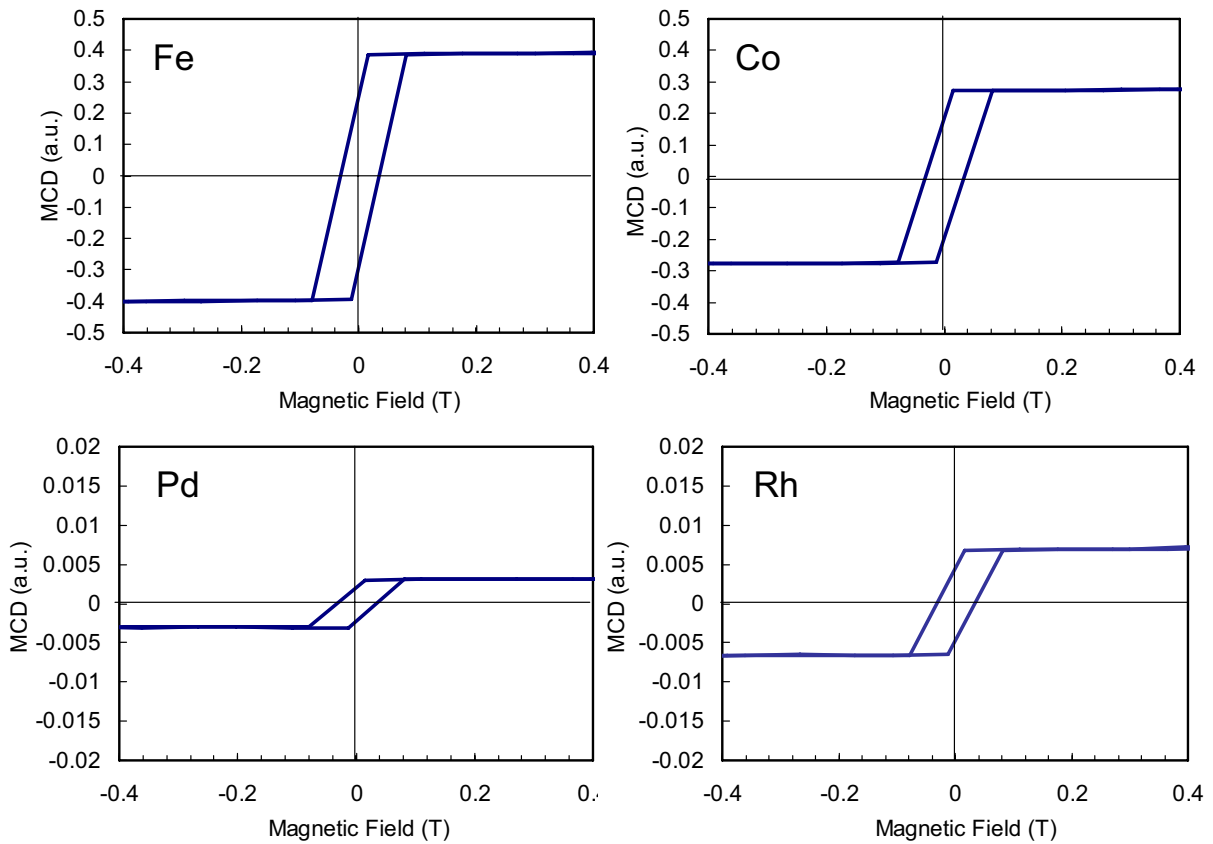


図 4. 各元素の磁気ヒステリシス測定の結果