

## 重点産業利用課題報告書

課題番号：2007B1856

課題名：PEEMによる磁気ヘッド・MRAM用交換結合膜の界面磁区構造観察

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

ハードディスク読み取りヘッドや MRAM 素子のスピバルブ膜には、強磁性/反強磁性薄膜からなる交換結合膜が用いられている。近年、磁気記録密度の増大により、素子の微細化が急速に進んでおり、微小領域の磁気情報を安定に読み出すことが課題になっている。そこで、素子サイズの低下に伴い反磁界が増大しても、固定層磁化を安定に固定することが可能な、大きな Jk (一方向異方性定数)を持つ交換結合膜が求められている。さらに、読み取りヘッドでは、媒体とのギャップが限界近くまで狭くなっており、さらなる高記録密度ハードディスク開発のために、スピバルブ膜の薄膜化が求められている。最近、開発された IrMn(反強磁性層)/CoFe(強磁性層)交換結合膜は、1.3(erg/cm<sup>2</sup>)と巨大 Jk を示すことに加えて、スピバルブ膜の中で最も厚膜である反強磁性層を数 nm 程度まで極薄化しても大きな Jk を保つことで注目されている。しかし、交換結合や巨大 Jk の発現機構の詳細は、よく分かっていない。

そこで我々は、IrMn/CoFe 交換結合膜の交換結合の起源や巨大 Jk の発現機構を調べるために、磁性薄膜の磁区構造を元素別にイメージング測定できる XMCD(X 線磁気円二色性) - PEEM(光電子顕微鏡)測定を、軟 X 線ビームライン BL25SU において行った。

### 2. 実験

XMCD-PEEM 測定のエネルギーを決めるために、Co および Mn の吸収端近傍の XMCD スペクトル測定を行った。結果を図 1 に示す。XMCD が最大となるエネルギーは、CoLIII で 778.8(eV)、MnLIII で 640.5(eV)であった。

CoFe 層の磁区構造と Jk の関係を調べるために、Jk の異なる 5 試料を用いて、CoLIII で XMCD が最大となるエネルギーで、XMCD-PEEM 測定を行った。結果を図 2 に示す。図は、右円偏光( $\mu+$ )と左円偏光( $\mu-$ )で測定したイメージの差分( $(\mu+)-(\mu-)$ )である。着磁なしの 2 試料(試料 4、5)は、多磁区構造を示した。一方、着磁した試料(試料 1~3)では、Jk が最も小さい試料 3 のみで、部分的に多磁区構造が見られた。Jk が増大する IrMn 膜厚が厚い試料 1 や、アニールを行った試料 2 では、単磁区構造であった。Jk の大きさと CoFe の磁区構造に相関がある事が、二次元イメージとして観察することが出来た。

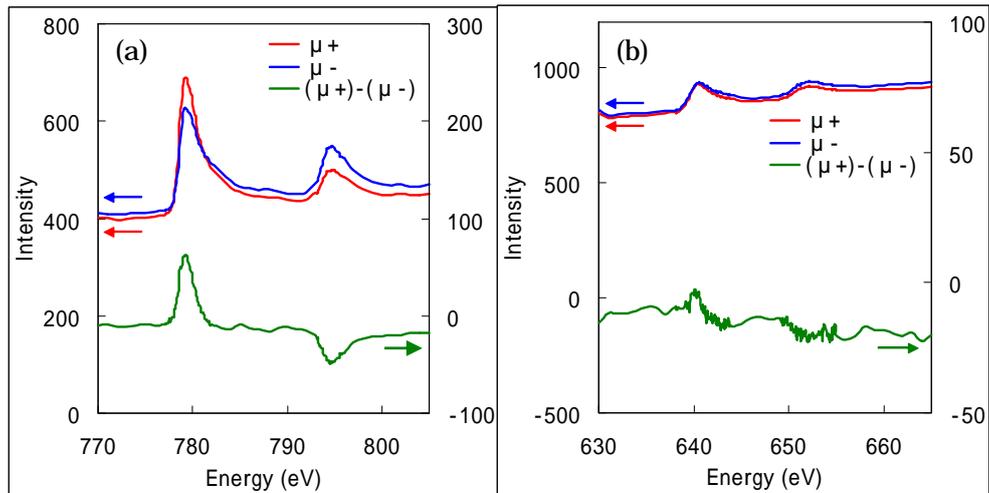


図 1. (a)Co および(b)Mn 吸収端近傍の XMCD スペクトルの測定結果

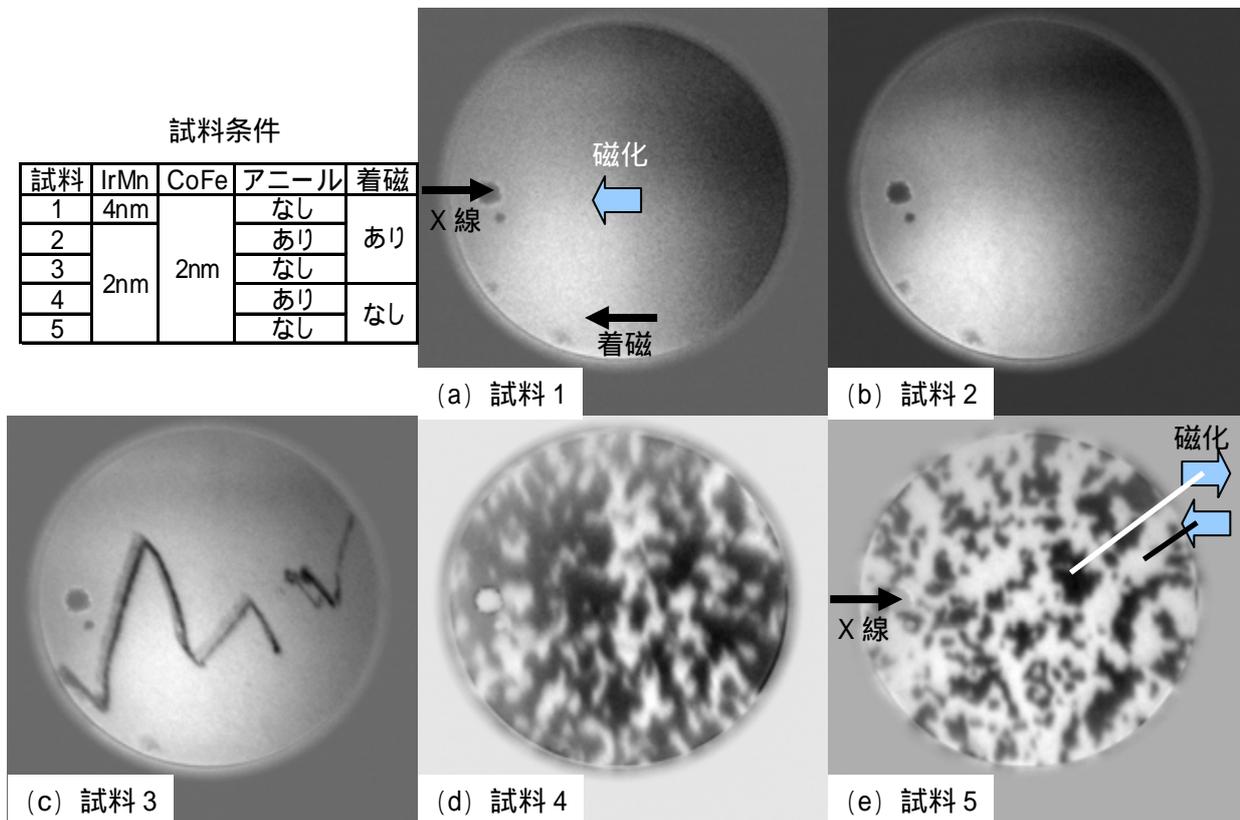


図 2. CoLIII の XMCD-PEEM 測定結果。視野径は試料 1~3 が 100  $\mu\text{m}$ 、試料 4~5 が 25  $\mu\text{m}$

XMCD-PEEM が表面だけでなく、埋もれた界面の磁区構造の測定ができるという特徴を利用し、IrMn/CoFe 界面で強磁性層に誘起された Mn の強磁性磁区構造を測定し、CoFe 層の磁区構造と比較を行った。試料は、CoFe 層の磁区構造測定で、多磁区構造が観察された 3 試料(試料 3、4、5)を用いた。結果を図 3 に示す。アニールを行っていない試料 3 と 5 では、Co と Mn で磁気コント

ラストの反転が見られた。一方、アニールを行った試料 4 では、Co と Mn の磁区構造に相関は見られなかった。これらの結果に関しては、MnLIII の強度が弱いため、さらに詳細に調べる必要がある。

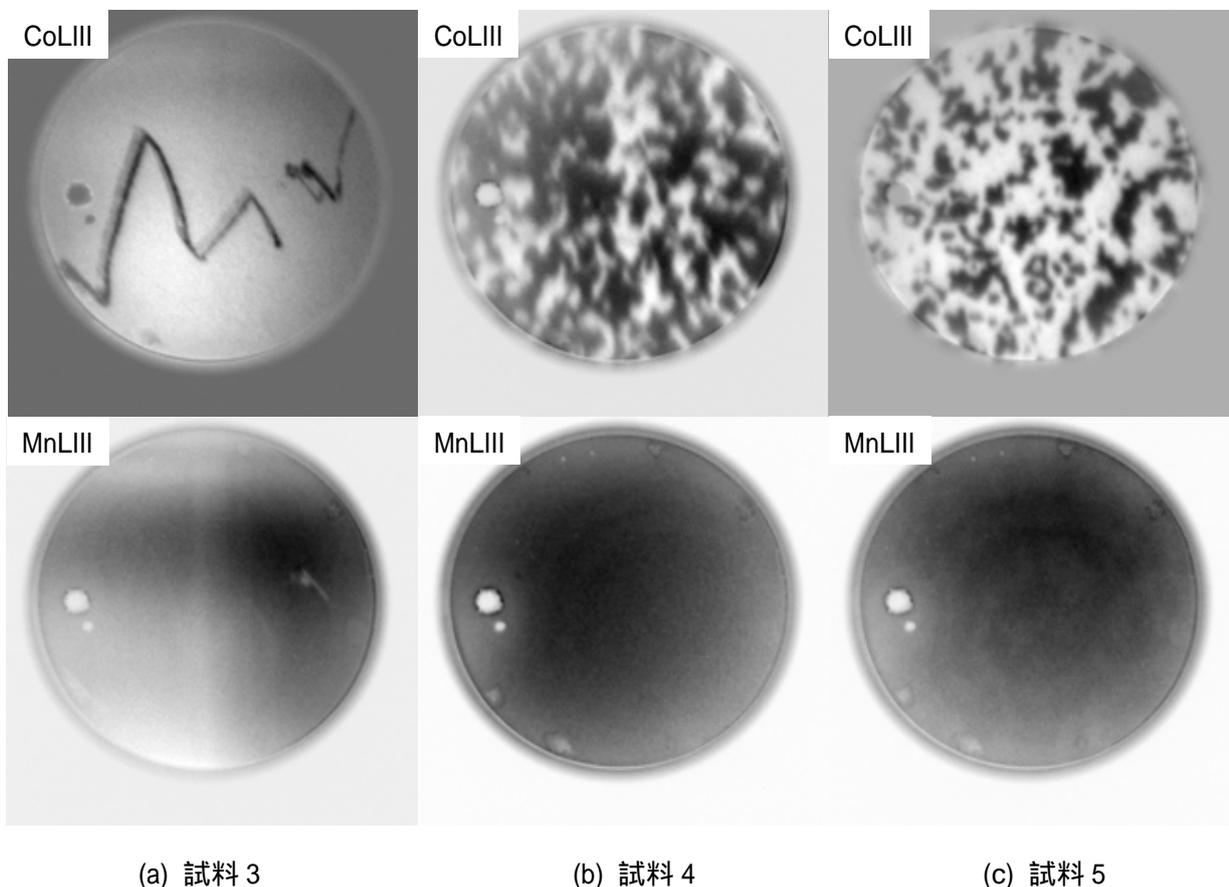


図 3. CoLIII および MnLIII の XMCD-PEEM 測定結果。視野径は試料 3 が 100  $\mu\text{m}$ 、試料 4、5 が 25  $\mu\text{m}$

### 3. まとめ

CoFe 層の磁区構造と  $J_k$  の関係を調べるために、 $J_k$  の異なる IrMn/CoFe 交換結合膜を用いて、CoLIII 吸収端で XMCD-PEEM 測定を行った。 $J_k$  の大きさと CoFe 層の磁区構造に相関があることが、二次元イメージとして観察することが出来た。また、IrMn/CoFe 界面で強磁性層に誘起された Mn の強磁性磁区構造を測定し、CoFe 層の磁区構造と比較を行った。

### 4. 謝辞

BL25SU における XMCD-PEEM 実験の遂行にあたり、ご協力いただきました JASRI の小嗣様、東大の新井様、BL 担当の中村様に深く感謝いたします。