

**PEEM による磁気ヘッド・MRAM 用交換結合膜の  
反強磁性・強磁性磁区構造観察**  
**Observation of Antiferromagnetic and Ferromagnetic Domain  
Structure of Exchange Coupled Films for High-Density Magnetic  
Recording Head and MRAM Cell using Photoemission  
Electron Microscope (PEEM)**

野村健二<sup>a</sup>, 土井修一<sup>a</sup>, 野間賢二<sup>b</sup>, 淡路直樹<sup>a</sup>  
Kenji Nomura<sup>a</sup>, Shuuichi Doi<sup>a</sup>, Kenji Noma<sup>b</sup>, Naoki Awaji<sup>a</sup>

<sup>a</sup>㈱富士通研究所, <sup>b</sup>富士通㈱  
<sup>a</sup>Fujitsu Laboratories Ltd., <sup>b</sup>Fujitsu Ltd.

IrMn の膜面内の結晶粒径が IrMn/CoFe 交換結合膜の磁区構造にどのような影響を及ぼすかを調べることを目的として、IrMn の結晶粒径が異なる試料を用いて、IrMn 層と CoFe 層の磁区構造観察を試みた。XMLD-PEEM による IrMn 層の反強磁性磁区構造は、確認できなかった。また、今回の実験では、IrMn の結晶粒径と、XMCD-PEEM で観察した CoFe 層の強磁性磁区の大きさには、明確な相関は見られなかった。

キーワード： 交換結合膜、X 線磁気円二色性、X 線磁気線二色性、光電子顕微鏡

#### 背景と研究目的：

磁気ヘッドのスピバルブ膜や MRAM (磁気抵抗メモリ) 素子には反強磁性/強磁性薄膜からなる交換結合膜が磁気情報の読み出しに用いられている。近年の磁気記録密度の増大により、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。最近、開発された IrMn (反強磁性層)/CoFe (強磁性層) 交換結合膜は、巨大  $J_k$  (一方向異方性定数) を示すことに加えて、スピバルブ膜の中の反強磁性層を極薄化しても大きな  $J_k$  を保つため、ハードディスクの読み取りヘッドや、MRAM 用の TMR (トンネル磁気抵抗) 膜に広く用いられはじめている。これらの素子は年率 140% の割合で進む記録密度の高まりに合わせてサブミクロンサイズまで急激に微細化が進んでいる。一方、IrMn の結晶粒径はサブミクロン程度であることから、素子サイズが IrMn の結晶粒径と同程度になりつつある。その結果、IrMn が一結晶粒からなる素子と、二結晶粒からなり、結晶粒界が存在する素子ができる場合があり、素子間の磁気特性のばらつきに関して、IrMn の結晶粒径が IrMn 層や CoFe 層の磁区構造に影響を与える可能性がある。そこで我々は、IrMn の膜面内の結晶粒径が IrMn/CoFe 交換結合膜の磁区構造にどのような影響を及ぼすかを調べることを目的として、IrMn の結晶粒径が異なる試料を用いて、IrMn 層と CoFe 層の磁区構造観察を行った。

#### 実験：

測定は、XMLD (X 線磁気線二色性) - PEEM (光電子顕微鏡) で反強磁性磁区構造[1]、XMCD (X 線磁気円二色性) - PEEM で強磁性磁区構造観察[1]が可能な、軟 X 線ビームライン BL17SU で行った。試料には、IrMn の結晶粒径がサブミクロンサイズの試料 A と、数ミクロンサイズの試料 B の 2 試料を使用した。

#### 結果および考察：

Mn および Co の吸収端近傍の X 線吸収スペクトル測定を行い、磁区構造観察に用いる X 線のエネルギーを決定した。IrMn 層の Mn の反強磁性磁区構造について、MnLIII 吸収端 (640.5eV) で、XMLD-PEEM 測定を行った。試料 A および試料 B について、垂直偏光と水平偏光で測定した

イメージの差分像を、各々、図 1(a)および(b)に示す。視野径は  $20\mu\text{m}$  である。2 試料ともに、Mn の磁区構造は、確認できなかった。一方、XMCD-PEEM により、CoFe 層の Co の強磁性磁区構造の観察を行った。測定は CoLIII 吸収端 ( $778.8\text{eV}$ ) で行い、右円偏光と左円偏光を用いて、視野径  $20\mu\text{m}$  で測定し、その差分像を求めた。試料 A および試料 B の結果を、各々、図 2(a)および(b)に示す。2 試料ともに Co の磁区構造が見えている。試料 A および B の CoFe 層の磁区の大きさを求めた結果、どちらも  $1\mu\text{m}$  程度であった。今回の実験では、IrMn の結晶粒径と CoFe 層の磁区の大きさには、明確な相関は見られなかった。

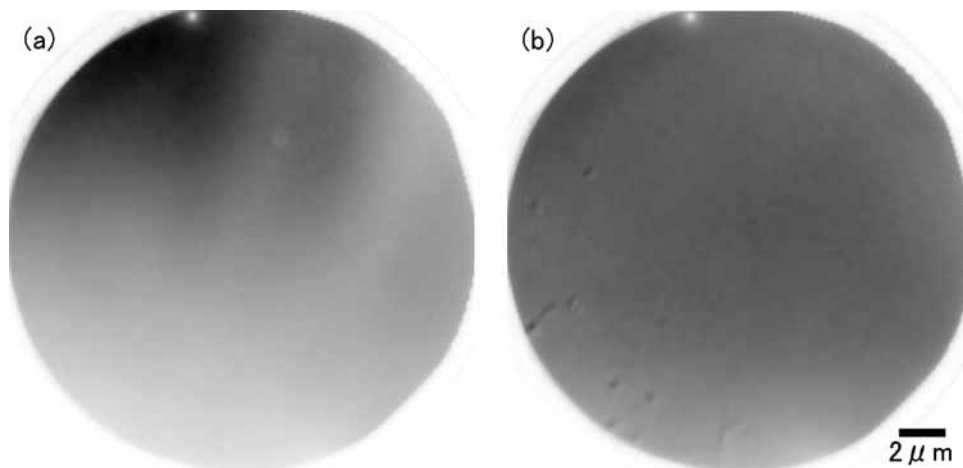


図 1. MnLIII 吸収端で測定した XMLD-PEEM 像。  
(a)試料 A および(b)試料 B の結果。

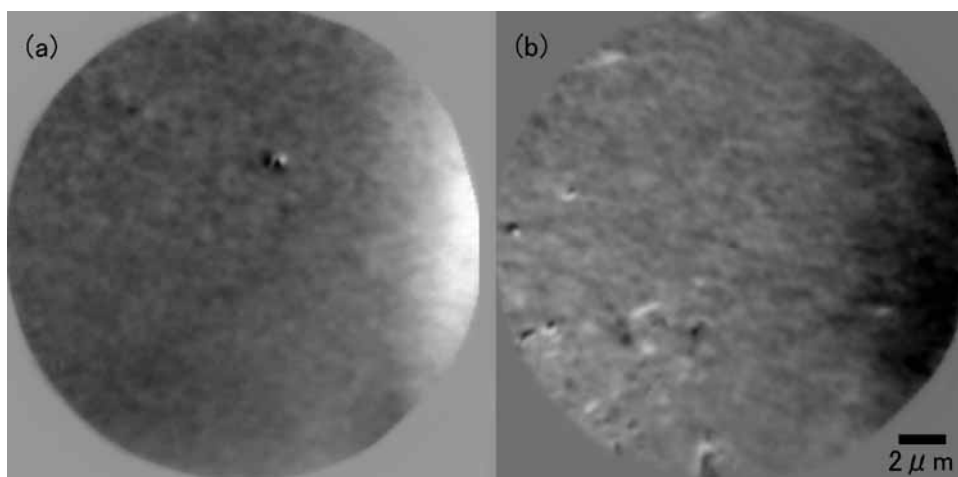


図 2. CoLIII 吸収端で測定した XMCD-PEEM 像。  
(a)試料 A および(b)試料 B の結果。

#### 今後の課題：

前回の測定[課題番号 2007B1856]に比べて、今回の CoFe 層の磁区の大きさは、 $1\mu\text{m}$  程度と小さかった。磁区の大きさが、消磁方法に依存している可能性があるため、今後、消磁方法について検討する必要がある。

#### 謝辞：

BL17SU における PEEM 実験の遂行にあたり、ご協力いただきました JASRI の小嗣様に深く感謝いたします。

#### 参考文献：

- [1] H. Ohldag, T. J. Regan, J. Stöhr, A. Scholl, F. Nolting, J. Lüning, C. Stamm, S. Anders, and R. L. White, Phys. Rev. Lett. **87** (2001) 247201.