

MgO(001)基板上に形成した FePt/FePd 二層薄膜の構造解析

中村将大・落合亮真・野口陽平・大竹充・二本正昭・桐野文良*・稲葉信幸**

(中央大, *東京藝大, **山形大)

Structure Analysis of FePt/FePd Bilayer Films Formed on MgO(001) Substrate

Masahiro Nakamura, Ryoma Ochiai, Youhei Noguchi, Mitsuru Ohtake,

Masaaki Futamoto, Fumiyoshi Kirino*, and Nobuyuki Inaba**

(Chuo Univ., *Tokyo Univ. Arts, **Yamagata Univ.)

はじめに $L1_0$ 構造を持つバルク FePt および FePd 合金は、それぞれ、 6.6×10^7 および 1.8×10^7 erg/cm^3 の K_u を持つため、これらの薄膜は高密度磁気記録媒体や MRAM などへの応用に向けて研究されている。デバイス応用では、高規則化に加えて、磁化容易軸である c 軸が面直に向くように方位制御する必要がある。しかしながら、(001)配向下地層や単結晶基板上にこれらの合金膜を形成した場合、 c 軸が面直に向いた(001)結晶に加え、面内に存在する(100)結晶が混在する場合は報告されている¹⁻³。我々は、これまで、MgO(001)基板上に 10~40 nm 厚の FePt および FePd 膜を形成し、結晶配向について調べてきた^{4,5}。FePt 膜では、僅かに $L1_0(100)$ 結晶が混在したが、FePd 膜は、 $L1_0(001)$ 結晶のみから構成されていることが分かった。本研究では、FePt/FePd 二層膜を形成することにより、FePt 層の配向制御を試みた。

実験方法 試料作製には超高真空 RF マグネトロンスパッタリング装置を用いた。MgO(001)基板上に 200 °C で FePt(40-x nm)/FePd(x nm) もしくは FePt(10-y nm)/FePd(y nm) 二層膜を形成した。製膜後、 $L1_0$ 相への規則化を促進させるために、600 °C での熱処理を施した。構造評価には RHEED, XRD, 磁気特性評価には VSM を用いた。

実験結果 作製したすべての膜で、エピタキシャル成長していることを RHEED 観察で、 $L1_0$ 相に規則化していることを面外 XRD 測定で確認した。 c 軸が面内に向いた(100)結晶の有無を調べるために、面内 XRD 測定を行った。Fig. 1(a) に FePt(40-x nm)/FePd(x nm) 膜の面内 XRD パターンを示す。いずれの二層膜 ($x = 10 \sim 30$ nm) でも $L1_0(001)$ 反射が認められ、 $L1_0(100)$ 結晶が混在していることが分かる。Fig. 1(b) に総膜厚を 10 nm へ減少させた場合の結果を示す。FePt : FePd 層厚比を 1 : 3 とした試料では $L1_0(001)$ 反射が観察されていない。 c 軸が面直に向いた $L1_0(001)$ 結晶からなる膜構造が実現できている。Fig. 2 に面内および面外 XRD 測定の結果から算出した面内格子間隔 a と面外間隔 c を示す。総膜厚を 40 から 10 nm へ、さらに FePd 層比を増加させると、面内格子は膨張し面外格子が収縮する傾向が認められる。このような格子歪が c 面配向の促進に寄与していることが考えられる。

参考文献

- 1) K. Sato, B. Bian, and Y. Hirotsu: *J. Appl. Phys.*, **91**, 8516 (2002).
- 2) Y. K. Takahashi, K. Hono, T. Shima, and K. Takanashi: *J. Magn. Magn. Mater.*, **267**, 248 (2003).
- 3) H. Ho, J. Zhu, A. Kulovits, D. E. Laughlin, and J. Zhu: *J. Appl. Phys.*, **116**, 193510 (2014).
- 4) A. Itabashi, M. Ohtake, S. Ouchi, F. Kirino, and M. Futamoto: *J. Magn. Soc. Jpn.*, **37**, 358 (2013).
- 5) M. Ohtake, A. Itabashi, M. Futamoto, F. Kirino, and N. Inaba: *IEEE Trans. Magn.*, **50**, 2104204 (2014).

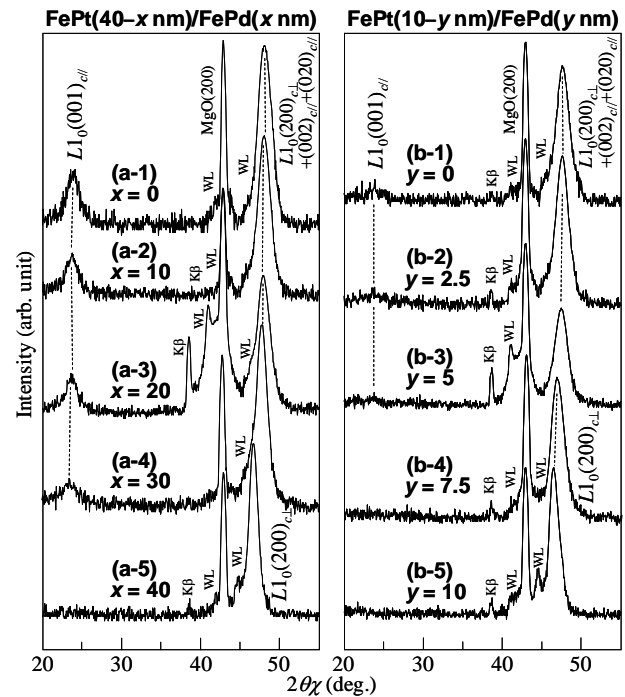


Fig. 1 In-plane XRD patterns of (a) FePt(40-x nm)/FePd(x nm) and (b) FePt(10-y nm)/FePd(y nm) bilayer films deposited on MgO(001) substrates.

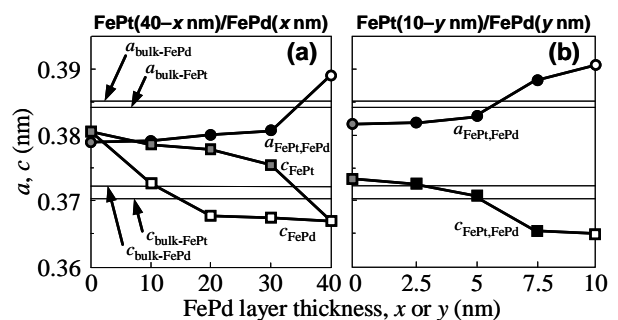


Fig. 2 Lattice parameters, a and c , of (a) FePt(40-x nm)/FePd(x nm) and (b) FePt(10-y nm)/Pd(y nm) bilayer films.