

キャップ層材料および層厚が FePt 合金薄膜の構造に及ぼす効果

大竹 充^{1,2}・中村 将大¹・二本 正昭¹・桐野 文良³・稲葉 信幸⁴

(¹中央大, ²工学院大, ³東京藝大, ⁴山形大)

Effects of Cap-Layer Material and Thickness on the Structure of FePt Alloy Thin Film

Mitsuru Ohtake^{1,2}, Masahiro Nakamura², Masaaki Futamoto², Fumiyoshi Kirino³, and Nobuyuki Inaba⁴

(¹Chuo Univ., ²Kogakuin Univ., ³Tokyo Univ. Arts, ⁴Yamagata Univ.)

はじめに FePt 合金薄膜は高密度磁気記録媒体や MRAM などへの応用に向けて盛んに研究されている。デバイス応用では、磁化容易軸 (c 軸) が膜面垂直に向くように構造制御を行う必要がある。しかしながら、(001) 基板もしくは(001)下地層上に FePt 膜をヘテロエピタキシャル成長させる場合、 c 軸が面直に向く $L1_0(001)$ 結晶に加え、 c 軸が面内に存在する $L1_0(100)$, (010) 結晶 (面内バリエント) が混在する可能性がある¹⁻³⁾。最近、我々は、MgO(001)キャップ層/FePt 膜/MgO(001)基板の積層構造で不規則構造を持つ FePt 膜を形成し、その後、 $L1_0$ 相へ規則化のための熱処理を施すことにより、FePt 結晶より大きな格子を持つ MgO 結晶との格子不整合によりもたらされる応力を FePt 膜に加え、 $L1_0$ -FePt 膜の配向制御を行ってきた³⁾。本研究では、キャップ層材料および層厚が FePt 膜の構造に及ぼす効果について調べた。

実験方法 膜形成には超高真空 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 10 nm 厚の FePt 膜、2~10 nm 厚のキャップ層を形成した。キャップ層材料として、MgO および C を用いた。また、キャップ層無しの FePt 単層膜も形成した。膜形成時の基板温度は 200 °C とした。その後、600 °C で熱処理を施すことにより FePt 膜を $L1_0$ 相へ変態させた。構造評価には RHEED, XRD, AFM, 磁化曲線測定には AFM を用いた。

実験結果 MgO(001)基板上に形成した FePt 膜およびその上に形成した MgO キャップ層は(001)単結晶としてエピタキシャル成長しており、一方、FePt 膜上に形成した C キャップ層は非晶質となっていることを RHEED 観察により確認した。

Fig. 1(a)にキャップ層無しの FePt 膜の面外および面内 XRD パターンを示す。面外パターンに加え、面内パターンにおいても低強度ではあるが FePt(001)超格子反射が観察されており、面内バリエントが混在していることが分かる。Fig. 1(b)に 2 nm 厚の C キャップ層を持つ FePt 膜の結果を示す。キャップ層無しの場合と同様に、面内 FePt(001)反射が現れている。キャップ層無しおよび C キャップ層有りの FePt 膜の軸比 c/a および規則度 S は、それぞれ、 $(c/a, S) = (0.978, 0.58)$, $(0.978, 0.62)$ となり、ほぼ同様な値となった。Fig. 1(c)および(d)に 2 および 10 nm 厚の MgO キャップ層を持つ FePt 膜の XRD パターンを示す。面外パターンでは FePt(001)超格子反射が観察されており、面内パターンでは FePt(001)反射が現れていないため、 $L1_0(001)$ 結晶のみに配向制御ができていないことが分かる。2 および 10 nm 厚の MgO キャップ層を持つ FePt 膜の $(c/a, S)$ は、それぞれ、 $(0.960, 0.82)$, $(0.959, 0.83)$ となり、規則化に加え、正方晶歪が促進されていることが分かる。C キャップ層の場合、非晶質であるため FePt 膜と格子が連続になっておらず、一方、MgO キャップ層の場合、連続となっているため、格子不整合による応力が効果的に FePt 膜に加わり、規則化および正方晶歪が促進されたものと推察される。

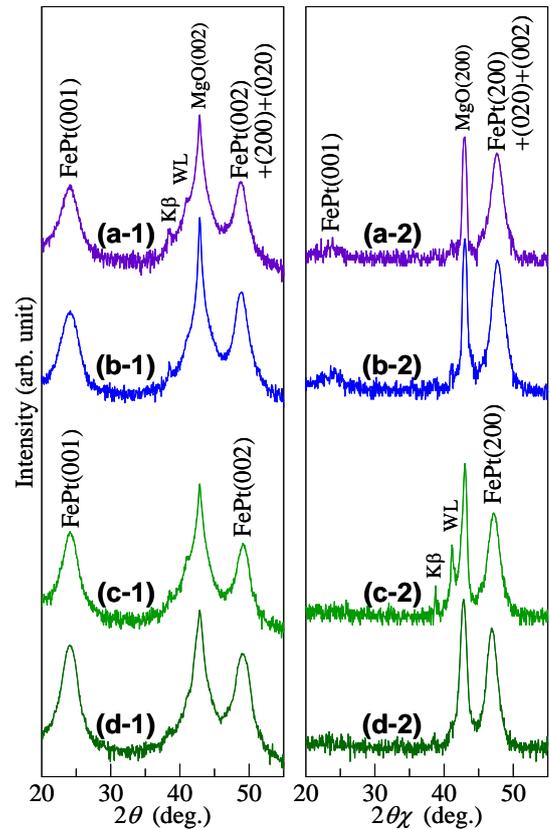


Fig. 1 (a-1)–(d-1) Out-of-plane and (a-2)–(d-2) in-plane XRD patterns of FePt films (a) without and (b)–(d) with (b) 2-nm-thick C, (d) 2-nm-thick MgO, and (e) 10-nm-thick MgO cap-layers. The scattering vector of in-plane XRD is parallel to MgO[100]. The intensity is shown in logarithmic scale.

- 1) S. Jeong, T. Ohkubo, A. G. Roy, D. E. Laughlin, and M. E. McHenry: *J. Appl. Phys.*, **91**, 6863 (2002).
- 2) Y. K. Takahashi, K. Hono, T. Shima, and K. Takahashi: *J. Magn. Mater.*, **267**, 248 (2003).
- 3) M. Ohtake, A. Itabashi, M. Futamoto, F. Kirino, and M. Inaba: *J. Magn. Soc. Jpn.*, **39**, 167 (2015).