

MgO 下地層上に形成した FePt 合金薄膜の結晶配向解析

野口陽平・中村将大・落合亮真・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)

Characterization of Crystallographic Orientation of FePt Alloy Thin Films Formed on MgO Underlayer

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

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

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

はじめに $L1_0$ 型構造を持つ FePt 規則合金は 10^7 erg/cm³ オーダーの一軸磁気異方性エネルギーを持つ。そのため、この合金薄膜は高密度垂直記録媒体や MRAM などへのデバイス応用に向けて、研究が盛んに行われている。デバイス応用では、磁化容易軸である c 軸を基板面に対して垂直に配向させる必要があり、(001)配向した下地層もしくは(001)単結晶基板が用いられる。しかしながら、膜中に c 軸が面直に向いた(001)結晶に加えて、面内に向いた(100)結晶が混在する場合は報告されている。(100)配向の解析には HR-TEM¹⁻³⁾や面内 XRD⁴⁾法が有効である。我々は、これまで、単結晶基板上に形成した FePt 膜に対して面内 XRD 法を用いた配向解析を行ってきた⁵⁾。本研究では、熱酸化 Si 基板上に FePt/MgO 膜を形成し、結晶配向評価を行った。

実験方法 試料の作製には超高真空マグネトロンスパッタリング装置を用いた。熱酸化 Si 基板上に 200 °C で 10~100 nm 厚の MgO 下地層を形成し、その上に 10 nm 厚の FePt 膜を形成した。その後、600 °C で熱処理を施すことにより、 $L1_0$ 相へ規則化させた。構造評価には RHEED および XRD、磁化曲線測定には VSM を用いた。

実験結果 Fig. 1(a-1)–(c-1)に 10~100 nm 厚の MgO 下地層上に形成した FePt 膜の面外 XRD パターンを示す。いずれの場合も、FePt(001)超格子反射が観察されており、 c 軸が面直に向いた FePt(001)結晶が形成されていることが分かる。また、10 nm 厚の MgO 下地層上に形成した FePt 膜では (Fig. 1(a-1))、FePt(111)反射も認められる。FePt(001)結晶に加えて(111)結晶が混在していることが分かる。一方、下地層厚が 40 nm を超えると、

FePt(111)反射は消失しており、このことは FePt 膜で FePt(001)結晶が優先成長していることを示している。基本反射と超格子反射の強度比から算出した FePt 膜の規則度は、下地層厚 10~100 nm に対して 0.5~0.6 とほぼ一定であった。Fig. 1(a-2)–(c-2)に面内 XRD パターンを示す。全ての下地層厚の場合において、強度が弱い FePt(001)超格子反射が観察されており、 $L1_0(100)$ 結晶が混在していることが分かる。

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) A. Perumal, Y. K. Takahashi, T. O. Seki, and K. Hono: *Appl. Phys. Lett.*, **92**, 132508 (2008).
- 4) S. Jeong, T. Ohkubo, A. G. Roy, D. E. Laughlin, and M. E. McHenry: *J. Appl. Phys.*, **91**, 6863 (2002).
- 5) M. Ohtake, A. Itabashi, M. Futamoto, F. Kirino, and N. Inaba: *IEEE Trans. Magn.*, **50**, 2104204 (2014).

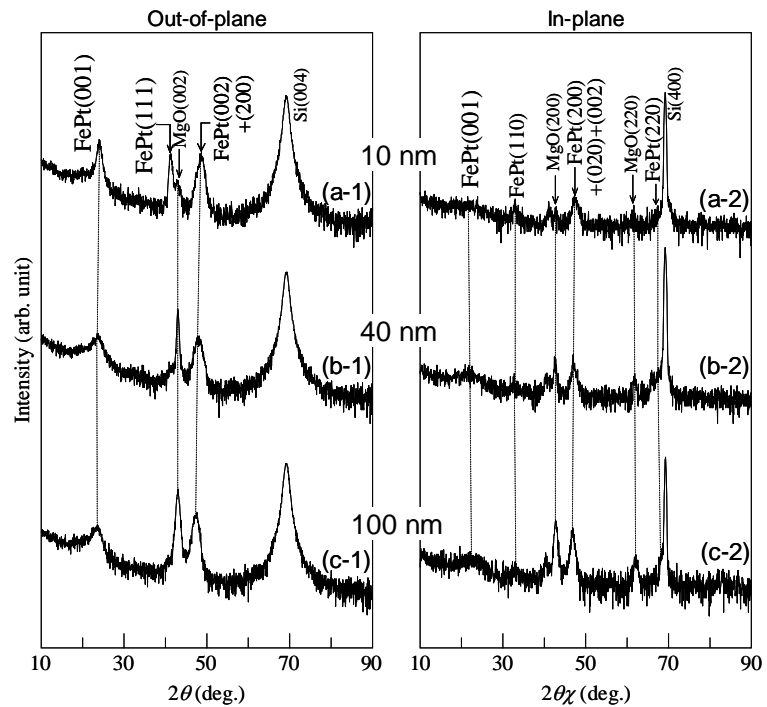


Fig. 1 (a-1)–(c-1) Out-of-plane and (a-2)–(c-2) in-plane XRD patterns of FePt films deposited on MgO underlayers of (a) 10, (b) 40, and (c) 100 nm thicknesses.

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 層厚を増加させると、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).

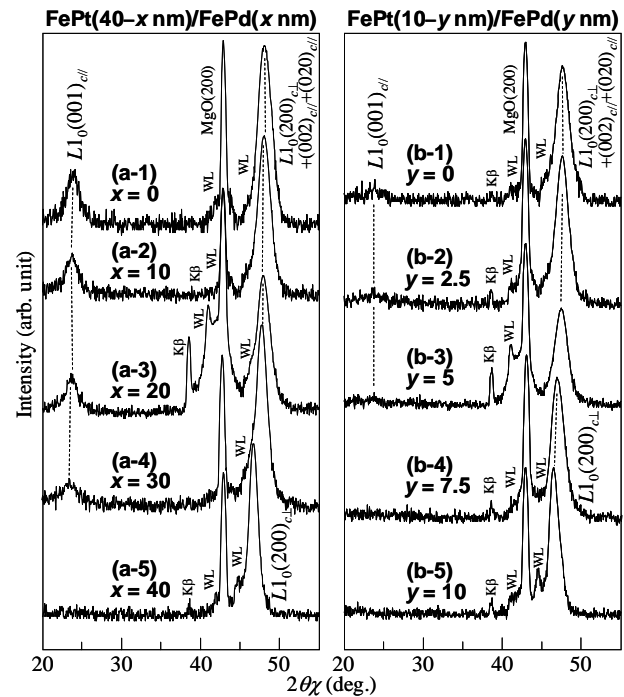


Fig. 1 In-plane XRD patterns of (a) FePt(40-x nm)/FePd(x nm) and (b) FePt(10-y nm)/FePd(y nm) bilayer films deposited on MgO(001) substrates.

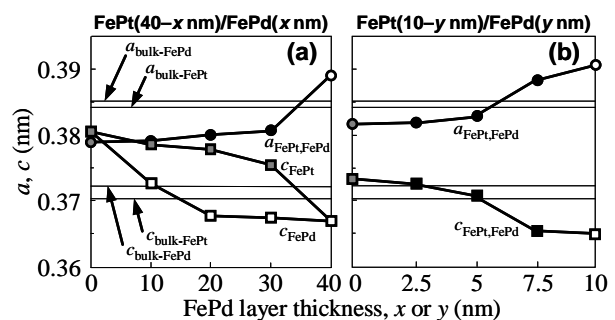


Fig. 2 Lattice parameters, a and c , of (a) FePt(40-x nm)/FePd(x nm) and (b) FePt(10-y nm)/Pd(y nm) bilayer films.

Cr シード層による MgO/FePt-C の配向性改善

城山泰祐、Varaprasad, B. S. D. Ch. S., J. Wang, A. Felicia、高橋有紀子、宝野和博
(物質・材料研究機構)

Improvement of texture for MgO/FePt-C by Cr seed layer
T. Shiroyama, B. Varaprasad, J. Wang, A. Felicia, Y.K. Takahashi and K. Hono
(National Institute for Materials Science)

はじめに

次世代超高密度磁気記録方式として提案されている熱アシスト方式用記録媒体として、MgO 下地上に $L1_0$ 規則構造をもつ FePt-C ナノグラニューラー膜の研究が盛んに行われている。以前、我々は FePt-C ナノ粒子の c 軸配向性について、MgO(001)単結晶基板上とガラス基板上に成膜した多結晶 MgO(001)下地上において比較解析を行い、多結晶 MgO の配向性不良が FePt-C ナノ粒子の配向性不良に大きく影響していることを示した¹⁾。また、Cr(002)膜は MgO との格子整合性が良く、成膜後のアニールにより結晶性と表面平滑性が改善されることから、MgO(002)/ホイスラー合金等の磁性薄膜の配向性向上を目的としても利用されている²⁾。

我々は、ガラス基板上に成膜した FePt-C ナノグラニューラー膜の C 軸配向性向上を目的として、多結晶 MgO 膜の下地に Cr(002)膜を挿入し、成膜条件の種々検討を行った。そして、Cr(002)膜の挿入が、FePt-C 膜の特性向上に有用であることを確認した。さらに、Cr(002)層の有無が、多結晶 MgO や FePt-C の特性に対してどのように影響したのかを考察したので、その検討内容について報告する。

実験方法

製膜は超高真空マグネトロンスパッタ装置を用いて行った。まず、ガラス基板上に NiTa(100nm)を製膜し、続いて、Cr(5~20nm)を室温で製膜後 600°C30 分アニールし、MgO(10nm)を室温にて製膜した。さらに、それらの Cr/MgO 下地上に FePt-C(10nm)膜を、3.6mTorr Ar ガス雰囲気下、基板温度 550°C、Fe、Pt、C の 3 元同時スパッタによって製膜した。試料の構造は、X 線回折にて、平面及び断面構造形態は透過型高分解能電子顕微鏡により評価した。また、磁気特性は超伝導量子干渉振動試料型磁力計にて行った。

実験結果

図 1 に Glass/NiTa/Cr/MgO の MgO(002)ロックンクカーブを示す。Cr 層が厚い程、MgO の配向性は向上するが、Cr 20nm でも Cr が無い場合とほぼ同じカーブとなった。また、図 2 に MgO/FePt-C の磁気特性の Cr 層(15nm)有無による違いを示す。Cr 層の挿入により、面内保磁力が約半分となり、また面直方向のループは角形性が改善されている。このことは、Cr 層の挿入により、MgO(002)の配向性が改善されていないにも関わらず、FePt-C 微粒子の c 軸配向性が向上したことを意味している。講演では、微細構造観察からこの原因についても議論する。

参考文献

- 1) J. Wang et al., Acta Mater. **91**, 41 - 49 (2015).
- 2) J. Okabayashi et al., Appl. Phys. Lett. **103**, 102402 (2013).

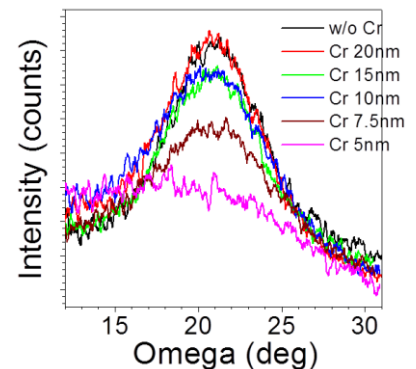


Fig.1 MgO(002) rocking curve of Glass/NiTa/Cr/MgO.

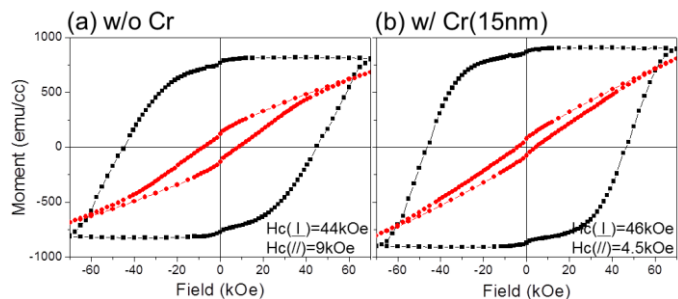


Fig.2 Magnetic properties of MgO/FePt-C (a)w/o and (b) w/ Cr(15nm).

FePt 媒体における円偏光誘起磁化反転

高橋有紀子¹、R. Medapali²、石岡邦江¹、J. Wang¹、葛西伸哉¹、宝野和博¹、E.E. Fullerton²
(¹ 物材機構、² Univ. of California San Diego)

Helicity-dependent all-optical switching in FePt media

Y.K. Takahashi¹、R. Medapali²、K. Ishioka¹、J. Wang¹、S. Kasai¹、K. Hono¹ and E.E. Fullerton²
(¹ NIMS、² UCSD)

はじめに

ハードディスクドライブ(HDD)の更なる記録密度向上には磁気記録媒体の微細化が必要不可欠である。媒体を構成する強磁性微粒子の微細化に伴い生じる熱安定性の問題を解決するために FePt などの高い異方性(Ku)を持つ材料が次世代媒体材料として検討されている。高 Ku 材料を用いた媒体は高い反転磁界を必要とするため、熱や高周波磁場などを用いたエネルギーアシスト磁化反転方式を使う必要がある。熱や高周波磁場による磁化反転のエネルギーアシストの他に、近年円偏光の極性により無磁場中で磁化反転制御が可能な円偏光誘起磁化反転が次世代記録技術の1つとして注目されている。本研究では、円偏光誘起磁化反転の FePt 媒体への応用を念頭に、円偏光照射による FePt 媒体の磁化変化について検討を行った。

実験方法

FePt-C グラニューラー薄膜は、Fe、Pt、C の3つのターゲットを用いたコスパッタ法で MgO 単結晶基板上に作製した。成膜時の基板温度は 600°C である。円偏光照射による磁化反転はファラデー像およびホール素子により評価した。円偏光には、波長 800nm、周波数 10kHz のフェムト秒レーザーを用いた。サンプルへの熱の影響を最小限にするために、チョッパーにより周波数を 1kHz に低減した。ホール素子は、ホトリソと Ar イオンミリングを用いた微細加工で作製した。

結果

Fig.1 に FePt-C グラニューラー薄膜の面内の TEM 像を示す。平均粒子径が 9.1 nm の FePt 粒子が C マトリックス中に均一に分散している。Fig. 2 に FePt-C グラニューラー薄膜より作製したホール素子の異常ホール抵抗(AHE)曲線と円偏光を照射した後のホール抵抗をそれぞれ(a)(b)に示す。AHE 曲線より薄膜の保磁力は 42.5 kOe である。(b)より円偏光による磁化変化は全体の磁化に対して約 13%である。円偏光を照射することにより極性に応じた磁化変化が観測されているが、照射回数の増加に伴い磁化変化量が小さくなっている。円偏光を照射した後に測定した AHE 曲線は照射前に測定したものと同一であったため、照射回数による磁化変化の減少は熱による破壊的なダメージによるものではなく、円偏光照射による膜の磁化状態の変化によるものと考えられる。以上のことから、円偏光照射量を最適化することにより高効率な磁化変化および再現性のある磁化変化が実現できると考えられる。

参考文献

- 1) C-H. Lambert *et al.*, Science**345**, 1337 (2014).

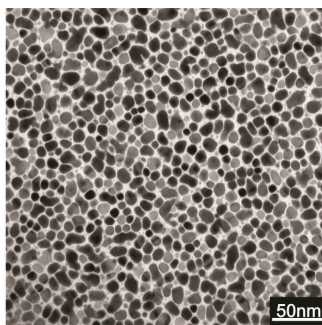


Fig. 1 TEM image of FePt-C granular film.

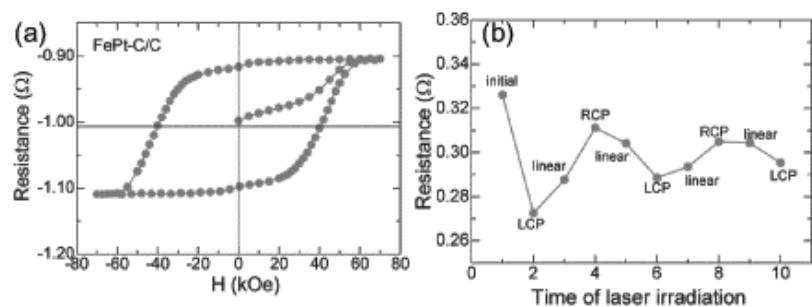


Fig. 2 (a) AHE curve and (b) Resistance after the laser irradiation in Hall cross of FePt-C granular film.

FeCuPt 孤立ナノ磁性微粒子形態・磁気特性の 微粒子形成過程における Fe・Cu・Pt 薄膜-基板界面依存性

小林廉¹, 今里真之¹, 小笠原亜紀¹, 塚本新²

(¹日本大学大学院理工学研究科, ²日本大学理工学部)

Fe, Cu, Pt Interfacial Effect Dependency in the Fabrication Process of
Isolated FeCuPt Nano Particles and Induced Magnetic and Shape Properties
Ren Kobayashi¹, Masayuki Imazato¹, Aki Ogasawara¹, Arata Tsukamoto²

(¹Graduate School of Science and Technology, Nihon Univ., ²College of Science and Technology, Nihon Univ.)

1.はじめに 超高密度熱アシスト用垂直磁気記録媒体等への応用として, 我々は熱酸化 Si 基板上に Pt / Fe 多層薄膜を作製し急速昇温熱処理 (Rapid Thermal Annealing: RTA) を施すことによる $L1_0$ -FePt 孤立磁性微粒子の形成¹⁾を報告した. RTA の粒子形成の起点は基板上での金属原子の拡散による粒子核形成²⁾であり, さらに数 nm の金属超薄膜を利用することから, 金属薄膜と熱酸化 Si 基板との界面が微粒子形態や磁気特性を決定づける大きな要因になると考えた. そこで界面と粒子形態および磁気特性の相関を明らかとするためエキシマ光による基板表面改質および金属薄膜の層構成を変えた多層薄膜にて粒子を作製し評価・検討を行った.

2.実験方法 使用する基板は熱酸化 Si 基板とし, エキシマ光照射時間を 0, 5, 30 sec とした. DC マグネトロンスパッタ法を用い Fig.1 に示す組成比 Fe₄₃ Cu₁₄ Pt₄₃(積層膜厚 $T_s = 1.88$ nm) の薄膜を Fe, Cu, Pt, がそれぞれ最下層となるよう3つの層構成にて作製した. これらの薄膜に対し, 真空度 $<3.0 \times 10^{-3}$ Pa 雰囲気下にて昇温速度約 90 °C / sec, 目標到達温度 600 °C の RTA を行い, その後粒結合抑制のため窒素導入による急速冷却³⁾を行った. 作製した微粒子の観察には走査型電子顕微鏡 (Scanning Electron Microscope: SEM), 磁気特性の評価には超伝導量子干渉素子型磁束計 (Superconducting Quantum Interface Device Vibrating Sample Magnetometer : SQUID VSM) を用いた.

3.結果 Fig.2 に各条件にて作製した微粒子の表面 SEM 像および平均粒径 (D_p), 粒子数密度 (N_p) の測定結果, Fig.3 に膜面垂直方向へ磁場印加を行い VSM 計測した磁化曲線を示す. Fig.2 より N_p は最下層が Fe, Cu, Pt の順に大きいことを確認した. これは酸化還元電位の観点から, 熱酸化 Si 基板と接合する最下層の金属薄膜との酸化傾向が強いほど粒子形成密度は高密度となることを示唆している. そこで更なる N_p の増加を図り, 熱酸化 Si 基板に対し Si-O, O-O 等の分子結合を分断することができるエキシマ光照射を行ったが, その寄与は小さいことが確認できる. 一方 Fig.3 よりエキシマ光による基板表面改質を行うことで Fe, Cu が最下層のサンプルにおいては保磁力 (H_c) が低減していることが確認できる. これは規則合金化に熱酸化 Si 基板と金属薄膜との界面近傍原子が大きく寄与していることを示唆している. しかし Pt が最下層のサンプルにおいては基板表面改質による磁気特性の変化は小さく, 基板による寄与を受けにくいと考えられる. 以上の結果より N_p の大きさは熱酸化 Si 基板と界面を形成する金属薄膜に大きく依存しており, 磁気特性はエキシマ光による基板表面改質を行うことにより変化していることから, 熱酸化 Si 基板と金属薄膜との界面近傍の原子が粒子の規則合金化に大きく寄与していると考えられる.

4.謝辞 本研究の一部は, 情報ストレージ研究推進機構及び文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業 (S1311020) の助成により行った.

5.参考文献

- 1) A. Itoh, Y. Itoh, A. Tsukamoto, K. Nakagawa, "IEICE technical report. Magnetic recording.", 105 (167),13 (2005).
- 2) H. Zeng, M. L. Yan, N. Powers, and D. J. "Sellmyer: Appl Phys.Lett." 80, 2350, (2002).
- 3) A. Itoh, A. Tsukamoto, S. Okame and K. Mizusawa, "J. Magn. Soc. Jpn.", 36, 62-65(2012).

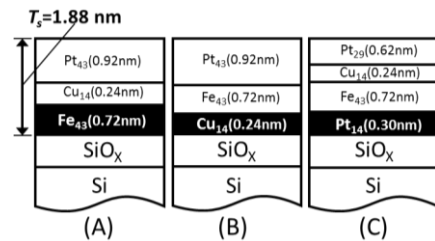


Fig.1 Layer design of FeCuPt thin films.

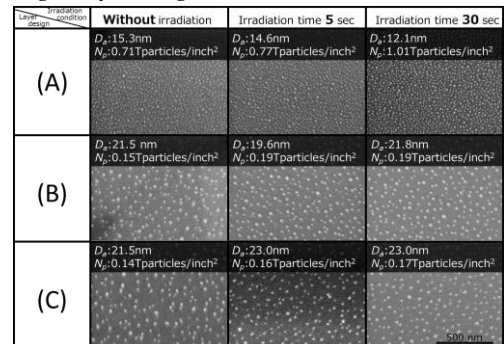


Fig.2 Sequence of SEM images in (A) (B) (C) for different irradiation conditions.

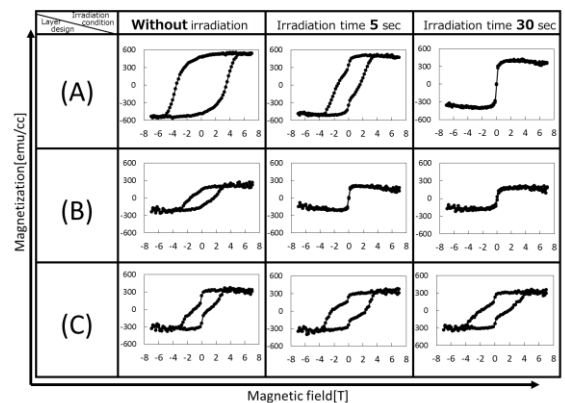


Fig.3 Magnetization VS magnetic field in (A) (B) (C) measured with SQUID VSM at R.T.

急速昇降温熱処理による FePt 孤立微粒子形成の組成依存性

今里真之¹⁾、小笠原亜紀¹⁾、塚本新²⁾日本大学大学院理工学研究科¹⁾、日本大学理工学部²⁾

Compositional dependency of Isolated FePt grains fabricated by RTA

Masayuki Imazato¹⁾, Aki Ogasawara¹⁾, Arata Tsukamoto²⁾Graduate School of Science and Technology Nihon University, Japan¹⁾College of Science and Technology, Nihon University, Japan²⁾

はじめに

磁気記録媒体の高密度化のためには磁性微粒子の微細化、高密度化が不可欠である。平坦な熱酸化 Si 基板上に成膜した連続膜状の Pt/Fe 超薄膜に対して、急速昇降温熱処理(Rapid Thermal Annealing and Rapid Cooling Process :RTA)を施すことのみにより孤立した FePt 微粒子群を形成可能¹⁾であること、また形成される微粒子径、形成密度は積層金属膜厚に依存すること²⁾を報告している。本報告では、積層膜厚を一定とし、成膜時の組成比を変化させた金属超薄膜に対する急速昇降温熱処理により形成した $\text{Fe}_x\text{Pt}_{100-x}$ 孤立微粒子の形成粒サイズ、結晶構造の組成依存性について報告する。

実験

DC マグネトロン法を用いて $\text{Pt}_{100-x}/\text{Fe}_x$ ($x = 50, 55, 57, 63.7$) 総積層金属膜厚 1.88 nm を熱酸化 Si 基板上に成膜し、真空下にて約 $90^\circ\text{C} / \text{sec}$ の昇温速度にて昇温させ到達温度約 600°C とし熱処理を行った。形成した FePt 孤立微粒子の形状観察には走査型電子顕微鏡(Scanning Electron Microscope :SEM)を用いた。結晶構造解析には X 線回折装置(X-Ray diffraction :XRD)を用いた。Figure 1 に形成した各組成における FePt 孤立微粒子群の表面 SEM 像を示し、Table 1 に平均粒径(D_a)、形成粒子密度(N_p)、粒径分散(S_tD)を示す。Figure 2 に各組成における XRD プロファイルを示す。Table 1 より、 $x=57$ の組成比において、平均粒径が最少、形成粒子密度が最大となる。また、Figure 2 より $x=50$ において明瞭なピークは見られず、 $x=55$ において不規則相を示す(111)ピークが観察されたが、 $L1_0$ 構造化した微粒子は存在しないと考えられる。また磁気ヒステリシス計測からも高い磁気異方性を示す特性は得られなかった。一方、 $x=57, 63.7$ において $L1_0$ -FePt(001)、(002)の回折ピークが観察されたことより、 $x=55$ と 57 の組成に $L1_0$ 構造化した FePt 微粒子群の規則合金化する組成の境界が存在すると考えられる。また、約 4 T 以上の保磁力を示した。以上より、本手法により形成される微粒子群は、組成比により大きくその形状、粒サイズ、規則合金化、結果として磁気異方性が変化、相関を持つことが示唆された。

謝辞 本研究の一部は情報ストレージ研究推進機構、文部科学省私立大学戦略的研究基盤支援事業 (S1311020) の助成により行ったものである。

参考文献

- 1) A. Itoh, A. Tsukamoto, S. Okame and K. Mizusawa: *J. Magn. Soc. Jpn.* **36**, 62-65(2012)..
- 2) J. Tsukioka, T. Ubana, A. Tsukamoto, and A. Itoh *J. Magn. Soc. Jpn.* Vol. **38**, No.3-2, pp.143-146 (2014).
- 3) Watanabe, K., The Research Institute for Electric and Magnetic Materials, Japan. Private Communication (1992).
- 4) Cabri, L., Feather. *Can. Mineral.* **13**, 117 (1975)

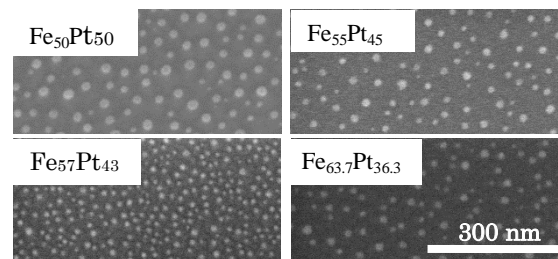


Figure 1 SEM planer view of isolated $\text{Fe}_x\text{Pt}_{100-x}$ grains in various compositions.

Table 1 Average grain diameter(D_a), Standard deviation of diameter (S_tD), areal density of grains (N_p) for isolated $\text{Fe}_x\text{Pt}_{100-x}$ grains in various compositions.

| Composition | D_a (nm) | S_tD (nm) | N_p (T particle / inch ²) |
|------------------------------------|------------|-------------|---|
| $\text{Fe}_x\text{Pt}_{100-x}$ | | | |
| $\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}$ | 22.4 | 5.13 | 0.24 |
| $\text{Fe}_{55}\text{Pt}_{45}$ | 19.6 | 2.86 | 0.24 |
| $\text{Fe}_{57}\text{Pt}_{43}$ | 14.3 | 2.25 | 0.76 |
| $\text{Fe}_{63.7}\text{Pt}_{37.3}$ | 17.4 | 3.00 | 0.27 |

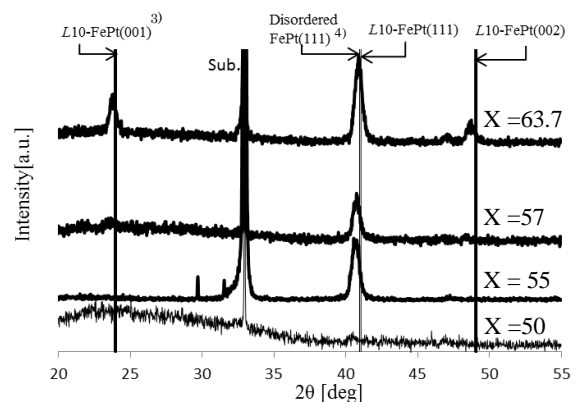


Figure 2 XRD profiles for isolated $\text{Fe}_x\text{Pt}_{100-x}$ grains in various compositions.