

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年9月14日(14.09.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/154741 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 14/34 (2006.01) *G11B 5/851* (2006.01)
C22C 1/04 (2006.01) *B22F 1/00* (2006.01)
C22C 5/04 (2006.01) *B22F 3/14* (2006.01)
C22C 38/00 (2006.01) *B22F 3/15* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/008344
- (22) 国際出願日: 2017年3月2日(02.03.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-043888 2016年3月7日(07.03.2016) JP
- (71) 出願人: 田中貴金属工業株式会社 (TANAKA KIKINZOKU KOGYO K.K.) [JP/JP]; 〒1006422 東京都千代田区丸の内2丁目7-3 東京ビルディング Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 後藤 康之 (GOTO, Yasuyuki); 〒3004247 茨城県つくば市和台22番地 田中貴金属工業株式会社 筑波事業所内 Ibaraki (JP). 山本 孝充 (YAMAMOTO, Takamichi); 〒3004247 茨城県つくば市和台22番地 田中貴金属工業株式会社 筑波事業所内 Ibaraki (JP). 西浦 正紘 (NISHIURA, Masahiro); 〒3004247 茨城県つくば市和台22番地 田中貴金属工業株式会社 筑波事業所内

Ibaraki (JP). 櫛引 了輔 (KUSHIBIKI, Ryouusuke); 〒3004247 茨城県つくば市和台22番地 田中貴金属工業株式会社 筑波事業所内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 松山 圭佑, 外 (MATSUYAMA, Keisuke et al.); 〒1510051 東京都渋谷区千駄ヶ谷五丁目21番7号 第5瑞穂ビル Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

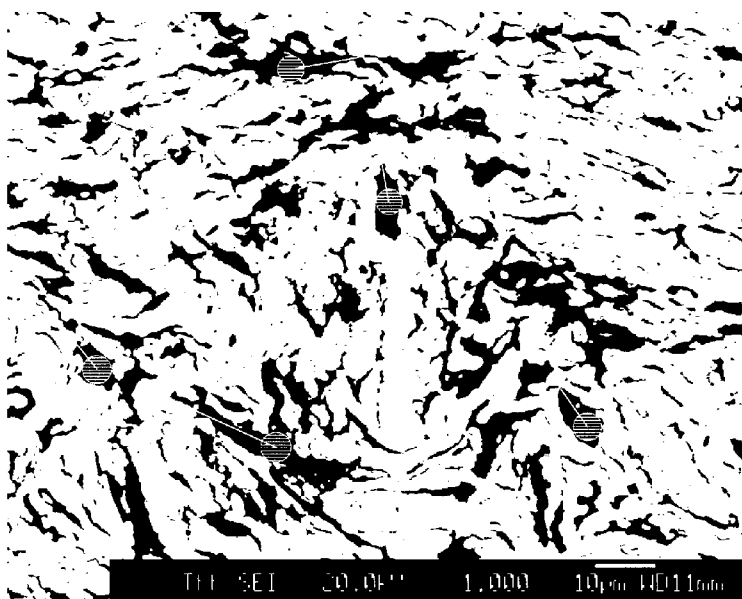
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: FEPT-C-BASED SPUTTERING TARGET

(54) 発明の名称: F e P t - C系スパッタリングターゲット

[図2]



(57) Abstract: Through the present invention, a thin film including a FePt-based alloy usable as a magnetic recording medium can be independently formed, and the quantity of particles can be further reduced. A FePt-C-based sputtering target containing Fe, Pt, and C, having a structure in which a C phase essentially comprising C is dispersed in a FePt-based alloy phase which contains 33 mol% to 60 mol% Pt, the remainder essentially comprising Fe, the average value of a size index a of the C phase being 4.0 μm to 9.0 μm, and the average value of a nonspherical index b of the C phase being 3.0 or greater.

(57) 要約: 磁気記録媒体として使用可能なF e P t系合金を含む薄膜を単独で形成することができ、かつ、パーティクルをさらに少なくすることができるようにする。F e、P tおよびCを含有するF e P t - C系スパッタリングターゲットであって、P tを33mol%以上60mol%以下含有して残部が実質的にF eからなるF e P t系合金相中に、実質的にC

からなるC相が分散した構造を有し、C相の大きさ指数aの平均値が4.0 μm以上9.0 μm以下であり、かつ、C相の非球形指数bの平均値が3.0以上である。

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： F e P t - C系スパッタリングターゲット

技術分野

[0001] 本発明は、F e P t - C系スパッタリングターゲットに関する。なお、以下では、「F e P t - C系スパッタリングターゲット」のことを単に「スパッタリングターゲット」または「ターゲット」と記すことがある。

背景技術

[0002] F e P t 合金は高温（例えば600℃以上）で熱処理をすることにより、高い結晶磁気異方性を持ったf c t（Ordered Face Centered Tetragonal、面心直方）構造を備えることができるため、磁気記録媒体として注目されている。そのF e P t 合金の薄膜においてF e P t 粒子を小さく均一にすべく、炭素（C）を該F e P t 薄膜中に所定量含めることが提案されている（例えば、特許文献1）。

[0003] しかしながら、特許文献1に記載されているF e P t C薄膜の形成方法は、2インチ直径のF eターゲットおよびCターゲットならびに縦横5mmのP tターゲットを使用して、M g O（100）基板上にF e、P t、Cを同時に蒸着する方法である。この方法では、得られる膜の組成を厳密に制御することは困難である。また、3つのターゲットが必要であるとともにそれぞれのターゲットについてカソード、電源などが必要となるため、スパッタリングの準備作業に手間がかかるとともに、装置のコストが高くなる。

[0004] これに対して、特許文献2には、複数のターゲットを用いることなく、F e P t - C薄膜を単独で形成することができる磁気記録媒体膜形成用スパッタリングターゲット及びその製造方法が開示され、特許文献3には、複数のターゲットを用いることなく、炭素含有量の多いF e P t C系薄膜を単独で形成することができるF e P t - C系スパッタリングターゲット及びその製造方法が開示されており、新たな磁気記録媒体として注目されているF e P t C系薄膜を単独で形成可能と考えられるスパッタリングターゲットがいく

つか提案されている。

[0005] 一方、スパッタリングターゲットには、スパッタリング時に発生するパーティクルを少なくすることが一般的に求められており、このことはF e P t - C系薄膜を単独で形成可能と考えられるスパッタリングターゲットに対しても求められている。

[0006] スパッタリング時に発生するパーティクルの少ないF e P t - C系スパッタリングターゲットとしては、特許文献4において、ターゲット中の1次粒子のC同士がお互いに接触しないように分散した構造を有するF e P t - C系スパッタリングターゲットが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特許第3950838号公報

特許文献2：特開2012-102387号公報

特許文献3：特開2012-214874号公報

特許文献4：WO2014/132746号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、F e P t - C系スパッタリングターゲットにおいて、スパッタリング時に発生するパーティクルはできるだけゼロに近づけることが望まれており、パーティクルの発生をさらに少なくすることが望まれている。

[0009] 本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであって、複数のターゲットを用いることなく、磁気記録媒体として使用可能なF e P t 系合金および炭素を含む薄膜を単独で形成することができ、かつ、スパッタリング時に発生するパーティクルを少なくすることができるF e P t - C系スパッタリングターゲットを提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明者は、前記課題を解決するため鋭意研究開発を行った結果、以下の

F e P t - C系スパッタリングターゲットにより、前記課題を解決できることを見出し、本発明をするに至った。

[0011] 即ち、本発明に係るF e P t - C系スパッタリングターゲットの第1の態様は、F e、P tおよびCを含有するF e P t - C系スパッタリングターゲットであって、P tを33mol%以上60mol%以下含有して残部が実質的にF eからなるF e P t系合金相中に、実質的にCからなるC相が分散した構造を有し、当該F e P t - C系スパッタリングターゲットの厚さ方向の断面を $121\mu\text{m} \times 97\mu\text{m}$ の範囲の視野について1000倍の倍率で10箇所撮影して得た10個の画像それぞれにおいて、C相の内接円の直径が大きい方から5番目までのその5つの直径の平均値をC相の大きさ指数aとするとともに、直径が大きい方から5番目までのC相の内接円の中心からそのC相の界面までを結ぶ直線の最大長さLを当該内接円の半径Rで除した値 L/R を、直径が大きい方から5番目までのC相それぞれについて求め、求めた5つの値の平均値をC相の非球形指数bとすると、前記10個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の大きさ指数aの平均値が $4.0\mu\text{m}$ 以上 $9.0\mu\text{m}$ 以下であり、かつ、前記10個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の非球形指数bの平均値が3.0以上であることを特徴とするF e P t - C系スパッタリングターゲットである。

[0012] ここで、本願において、「残部が実質的にF eからなる」とは、残部がF eのみからなる場合だけでなく、F eの他に不可避免の不純物を有する場合も含む。また、本願において、「実質的にCからなるC相」は、CのみからなるC相だけでなく、Cの他に不可避免の不純物を有するC相も含む。

[0013] また、本願において、「C相の大きさ指数a」および「C相の非球形指数b」は、後述する（実施例1）において記載した手順（1）～（6）に従って算出する。

[0014] また、本願において、「10箇所撮影して得た10個の画像」とは、後述する（実施例1）において記載した手順（2）によって得られる10個の2値化処理画像のことを意味する。

[0015] また、本願では、F e P t 系合金と記載したときには、F e と P t を主成分として含む合金を意味し、F e と P t のみを含む2元系合金だけでなく、F e と P t を主成分として含み、かつ、F e と P t 以外の元素も含む3元系以上の合金も意味するものとする。また、F e P t -C系スパッタリングターゲットと記載したときには、F e、P t、Cを主成分として含むスパッタリングターゲットを意味し、主成分であるF e、P t、C以外の元素をさらに有するスパッタリングターゲットも含むものとする。また、F e P t C系薄膜と記載したときには、F e、P t、Cを主成分として含む薄膜を意味し、主成分であるF e、P t、C以外の元素をさらに有する薄膜も含むものとする。また、F e P t C系層と記載したときには、F e、P t、Cを主成分として含む層を意味し、主成分であるF e、P t、C以外の元素をさらに有する層も含むものとする。

[0016] 本発明に係るF e P t -C系スパッタリングターゲットの第2の態様は、F e、P t およびCを含有し、さらにF e、P t 以外の1種以上の元素を含有するF e P t -C系スパッタリングターゲットであって、P t を33mol%以上60mol%未満、F e、P t 以外の前記1種以上の元素を0mol%よりも多く20mol%以下含有し、かつ、P t と前記1種以上の元素の合計が60mol%以下であり、残部が実質的にF e からなるF e P t 系合金相中に、実質的にCからなるC相が分散した構造を有し、当該F e P t -C系スパッタリングターゲットの厚さ方向の断面を $121\mu\text{m} \times 97\mu\text{m}$ の範囲の視野について1000倍の倍率で10箇所撮影して得た10個の画像それぞれにおいて、C相の内接円の直径が大きい方から5番目までのその5つの直径の平均値をC相の大きさ指数aとするとともに、直径が大きい方から5番目までのC相の内接円の中心からそのC相の界面までを結ぶ直線の最大長さLを当該内接円の半径Rで除した値 L/R を、直径が大きい方から5番目までのC相それぞれについて求め、求めた5つの値の平均値をC相の非球形指数bとするとき、前記10個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の大きさ指数aの平均値が $4.0\mu\text{m}$ 以上 $9.0\mu\text{m}$ 以下であり、かつ、

前記 10 個の画像それぞれにおいて求めた前記 C 相の非球形指数 b の平均値が 3.0 以上であることを特徴とする FePt-C 系スパッタリングターゲットである。

[0017] 本発明に係る FePt-C 系スパッタリングターゲットの第 2 の態様において、Fe、Pt 以外の前記 1 種以上の元素は、Cu、Ag、Rh、Au、Mn、Ni、Co、Pd、Cr、V、B のうちの 1 種以上とすることができる。

[0018] 本発明に係る FePt-C 系スパッタリングターゲットの第 1 および第 2 の態様において、前記 C 相に含まれる C のターゲット全体に対する含有割合は、10 mol % 以上 60 mol % 以下であることが好ましい。

[0019] 本発明に係る FePt-C 系スパッタリングターゲットの第 3 の態様は、Fe、Pt、C および酸化物を含有する FePt-C 系スパッタリングターゲットであって、Pt を 33 mol % 以上 60 mol % 以下含有して残部が実質的に Fe からなる FePt 系合金相中に、実質的に C からなる C 相および実質的に酸化物からなる酸化物相が分散した構造を有し、当該 FePt-C 系スパッタリングターゲットの厚さ方向の断面を $121\ \mu\text{m} \times 97\ \mu\text{m}$ の範囲の視野について 1000 倍の倍率で 10 箇所撮影して得た 10 個の画像それぞれにおいて、C 相の内接円の直径が大きい方から 5 番目までのその 5 つの直径の平均値を C 相の大きさ指数 a とするとともに、直径が大きい方から 5 番目までの C 相の内接円の中心からその C 相の界面までを結ぶ直線の最大長さ L を当該内接円の半径 R で除した値 L/R を、直径が大きい方から 5 番目までの C 相それぞれについて求め、求めた 5 つの値の平均値を C 相の非球形指数 b とするとき、前記 10 個の画像それぞれにおいて求めた前記 C 相の大きさ指数 a の平均値が $4.0\ \mu\text{m}$ 以上 $9.0\ \mu\text{m}$ 以下であり、かつ、前記 10 個の画像それぞれにおいて求めた前記 C 相の非球形指数 b の平均値が 3.0 以上であることを特徴とする FePt-C 系スパッタリングターゲットである。

[0020] ここで、本願において、「実質的に酸化物からなる酸化物相」は、酸化物

のみからなる酸化物相だけでなく、酸化物の他に不可避免の不純物を有する酸化物相も含む。

[0021] 本発明に係る FePt-C系スパッタリングターゲットの第4の態様は、Fe、Pt、Cおよび酸化物を含有し、さらにFe、Pt以外の1種以上の元素を含有するFePt-C系スパッタリングターゲットであって、Ptを33mol%以上60mol%未満、Fe、Pt以外の前記1種以上の元素を0mol%よりも多く20mol%以下含有し、かつ、Ptと前記1種以上の元素の合計が60mol%以下であり、残部が実質的にFeからなるFePt系合金相中に、実質的にCからなるC相および実質的に酸化物からなる酸化物相が分散した構造を有し、当該FePt-C系スパッタリングターゲットの厚さ方向の断面を $121\mu\text{m} \times 97\mu\text{m}$ の範囲の視野について1000倍の倍率で10箇所撮影して得た10個の画像それぞれにおいて、C相の内接円の直径が大きい方から5番目までのその5つの直径の平均値をC相の大きさ指数aとするとともに、直径が大きい方から5番目までのC相の内接円の中心からそのC相の界面までを結ぶ直線の最大長さLを当該内接円の半径Rで除した値 L/R を、直径が大きい方から5番目までのC相それぞれについて求め、求めた5つの値の平均値をC相の非球形指数bとすると、前記10個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の大きさ指数aの平均値が $4.0\mu\text{m}$ 以上 $9.0\mu\text{m}$ 以下であり、かつ、前記10個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の非球形指数bの平均値が3.0以上であることを特徴とするFePt-C系スパッタリングターゲットである。

[0022] 本発明に係るFePt-C系スパッタリングターゲットの第4の態様において、Fe、Pt以外の前記1種以上の元素は、Cu、Ag、Rh、Au、Mn、Ni、Co、Pd、Cr、V、Bのうちの1種以上とすることができる。

[0023] 本発明に係るFePt-C系スパッタリングターゲットの第3および第4の態様において、前記C相に含まれるCおよび前記酸化物相に含まれる酸化物の合計のターゲット全体に対する含有割合が10mol%以上60mol%

%以下であって、かつ、前記C相に含まれるCのターゲット全体に対する含有割合が5 mol %以上50 mol %以下、前記酸化物相に含まれる酸化物の合計のターゲット全体に対する含有割合が1 mol %以上25 mol %以下であることが好ましい。

[0024] 本発明に係るFePt-C系スパッタリングターゲットの第3および第4の態様において、前記酸化物は、 SiO_2 、 TiO_2 、 Ti_2O_3 、 Ta_2O_5 、 Cr_2O_3 、 CoO 、 Co_3O_4 、 B_2O_3 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 、 CuO 、 Cu_2O 、 Y_2O_3 、 MgO 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 Nb_2O_5 、 MoO_3 、 CeO_2 、 Sm_2O_3 、 Gd_2O_3 、 WO_2 、 WO_3 、 HfO_2 、 NiO_2 のうちの少なくとも1種を含む酸化物とすることができる。

[0025] 本発明に係るFePt-C系スパッタリングターゲットの第1～第4の態様において、相対密度が90%以上であることが好ましい。

発明の効果

[0026] 本発明に係るFePt-C系スパッタリングターゲットによれば、複数のターゲットを用いることなく、磁気記録媒体として使用可能なFePt系合金およびC（炭素）を含む薄膜を単独で形成することができ、かつ、スパッタリング時に発生するパーティクルを少なくすることができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]実施例1の焼結体の厚さ方向の断面（ホットプレス時の加圧方向の焼結体断面）についてのSEM写真（ $121\mu\text{m} \times 97\mu\text{m}$ の視野を1000倍の倍率で撮影したSEM写真、写真中の縮尺目盛りは $10\mu\text{m}$ ）

[図2]図1に示すSEM写真について2値化処理を行った後の画像

[図3]図2に記載の内接円の1つを含む領域を拡大して示す2値化処理画像

[図4]本願でいう「C相の内接円」の定義について説明するための図

[図5]実施例1～4、比較例1～4のスパッタリングターゲットについての、スパッタリング累積継続時間とパーティクル発生数との関係を示すグラフ

[図6]実施例1～4、比較例1～3のスパッタリングターゲットについての、スパッタリング累積継続時間とパーティクル発生数との関係を示すグラフ

[図7]比較例1の焼結体の厚さ方向の断面（ホットプレス時の加圧方向の焼結体断面）についてのSEM写真（ $121\mu\text{m} \times 97\mu\text{m}$ の視野を1000倍の倍率で撮影したSEM写真、写真中の縮尺目盛りは $10\mu\text{m}$ ）

[図8]図7に示すSEM写真について2値化処理を行った後の画像

[図9]図8に記載の内接円の1つを含む領域を拡大して示す2値化処理画像

発明を実施するための形態

[0028] 以下、本発明の実施形態について詳細に説明する。

[0029] 1. 第1実施形態

1-1. スパッタリングターゲットの構成成分および構造

本発明の第1実施形態に係るFePt-C系スパッタリングターゲットは、Fe、PtおよびCを含有するFePt-C系スパッタリングターゲットであって、Ptを33mol%以上60mol%以下含有して残部が実質的にFeからなるFePt系合金相中に、実質的にCからなるC相が分散した構造を有し、当該FePt-C系スパッタリングターゲットの厚さ方向の断面を $121\mu\text{m} \times 97\mu\text{m}$ の範囲の視野について1000倍の倍率で10箇所撮影して得た10個の画像それぞれにおいて、C相の内接円の直径が大きい方から5番目までのその5つの直径の平均値をC相の大きさ指数aとするとともに、直径が大きい方から5番目までのC相の内接円の中心からそのC相の界面までを結ぶ直線の最大長さLを当該内接円の半径Rで除した値 L/R を、直径が大きい方から5番目までのC相それぞれについて求め、求めた5つの値の平均値をC相の非球形指数bとすると、前記10個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の大きさ指数aの平均値が $4.0\mu\text{m}$ 以上 $9.0\mu\text{m}$ 以下であり、かつ、前記10個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の非球形指数bの平均値が3.0以上であることを特徴とする。なお、本明細書では、数値範囲を表す際に「 α 以上 β 以下」のことを「 $\alpha \sim \beta$ 」と記述することがある。

[0030] 1-1-1. FePt系合金について

FePt系合金は高温（例えば 600°C 以上）で熱処理をすることにより

、高い結晶磁気異方性を持った f c t 構造を備えることができるため、磁気記録媒体の記録層となる役割を有し、本発明の実施形態に係る F e P t - C 系スパッタリングターゲットにおいて主成分となる。

[0031] F e P t 系合金相における P t の含有量を 33 ~ 60 m o l % と規定した理由は、F e P t 系合金相における P t の含有量が 33 ~ 60 m o l % から外れると、f c t (面心直方) 構造が発現しなくなるおそれがあるからである。F e P t 系合金相において f c t (面心直方) 構造が確実に発現するようにするという観点から、F e P t 系合金相における P t の含有量は 45 ~ 55 m o l % であることが好ましく、49 ~ 51 m o l % であることがさらに好ましく、50 m o l % とすることが特に好ましい。

[0032] 1-1-2. C (炭素) について

C (炭素) は、スパッタリングにより得られる F e P t C 系層中において、磁性粒子である F e P t 系合金粒子同士を仕切る隔壁となり、F e P t C 系層中における F e P t 系合金粒子を小さく均一にする役割を有し、本第 1 実施形態に係る F e P t - C 系スパッタリングターゲットにおいて主成分の 1 つとなる。

[0033] C (炭素) 相に含まれる C のターゲット全体に対する含有割合は 10 ~ 60 m o l % とすることが好ましく、C (炭素) 相に含まれる C のターゲット全体に対する含有割合を 10 ~ 60 m o l % とすることにより、スパッタリングにより得られる F e P t C 系層中において、C (炭素) が磁性粒子である F e P t 系合金粒子同士を仕切る隔壁となって、F e P t 系合金粒子を小さく均一にする効果を発現させる確実性を高めることができる。C (炭素) 相に含まれる C の含有割合が 10 m o l % 未満ではこの効果が十分に発現しないおそれがある。一方、C (炭素) 相に含まれる C の含有割合が 60 m o l % を超えると、スパッタリングにより得られる F e P t C 系層中において、F e P t C 系層における単位体積当たりの F e P t 系合金粒子の数が少なくなり、記憶容量の点で不利となる。F e P t C 系層中において F e P t 系合金粒子を小さく均一にする効果を発現させる確実性を高める観点および形

成する F e P t C 系層の記憶容量の観点から、C（炭素）相に含まれる C のターゲット全体に対する含有割合は 20～55 mol % であることがより好ましく、30～55 mol % であることがさらに好ましく、35～50 mol % であることが特に好ましい。

[0034] なお、ターゲット中において、C（炭素）相の特定は E P M A を用いて行うことができる。

[0035] 1-1-3. ターゲットの構造について

本第 1 実施形態に係る F e P t - C 系スパッタリングターゲットの構造は、P t を 33 mol % 以上 60 mol % 以下含有して残部が実質的に F e からなる F e P t 系合金相中に、実質的に C からなる C 相が分散した構造である。そして、当該 F e P t - C 系スパッタリングターゲットの厚さ方向の断面を $121\ \mu\text{m} \times 97\ \mu\text{m}$ の範囲の視野について 1000 倍の倍率で 10 箇所撮影して得た 10 個の画像それぞれにおいて、C 相の内接円の直径が大きい方から 5 番目までのその 5 つの直径の平均値を C 相の大きさ指数 a とするとともに、直径が大きい方から 5 番目までの C 相の内接円の中心からその C 相の界面までを結ぶ直線の最大長さ L を当該内接円の半径 R で除した値 L/R を、直径が大きい方から 5 番目までの C 相それぞれについて求め、求めた 5 つの値の平均値を C 相の非球形指数 b とするとき、前記 10 個の画像それぞれにおいて求めた前記 C 相の大きさ指数 a の平均値が $4.0\ \mu\text{m}$ 以上 $9.0\ \mu\text{m}$ 以下であり、かつ、前記 10 個の画像それぞれにおいて求めた前記 C 相の非球形指数 b の平均値が 3.0 以上である。

[0036] なお、通常得られるターゲットにおいては、前記 C 相の非球形指数 b の前記平均値は通常 10.0 以下であり、15.0 以下となる場合がほとんどであり、最大でも 20.0 である。

[0037] 本第 1 実施形態に係る F e P t - C 系スパッタリングターゲットにおいては、前記 C 相の大きさ指数 a の平均値が $4.0\ \mu\text{m}$ 以上 $9.0\ \mu\text{m}$ 以下であり、該 C 相の周囲がマトリックス金属である F e P t 系合金によって覆われやすい適度な大きさになっている。また、前記 C 相の非球形指数 b の平均値

が3.0以上であるので、ターゲット中のC相は球形と比べて細長い形状になっており、単位体積当たりの表面積が球形よりも大きくなっている。このため、ターゲット中のC相はマトリックス金属であるFePt系合金との接着が良好になりやすくなっている。

[0038] このため、本第1実施形態に係るFePt-C系スパッタリングターゲットを用いてのスパッタリング時には、発生するパーティクルの数が少なくなる。このことは、後述する実施例でも実証している。

[0039] また、ターゲットの相対密度については、その値が大きいほどターゲット中の空隙が減るので、良好にスパッタリングを行う上で好ましい。具体的には、ターゲットの相対密度は90%以上であることが好ましく、95%以上であることがより好ましい。

[0040] なお、C相の周囲がマトリックス金属であるFePt系合金によってより覆われやすくする観点から、C相の大きさ指数aの平均値は5.0 μ m以上8.0 μ m以下であることが好ましい。また、C相の単位体積当たりの表面積をより大きくする観点から、C相の非球形指数bの平均値は5.0以上であることが好ましい。

[0041] 1-1-4. FeおよびPt以外の元素

本第1実施形態に係るFePt-C系スパッタリングターゲットは、金属元素としてFeおよびPtのみ含んでいるが、FePt系合金相にFeおよびPt以外の元素を含ませてもよい（本第1実施形態の変形例）。

[0042] この場合、FePt系合金相においてfcc（面心直方）構造が確実に発現するようにするという観点から、FePt系合金相は、Ptを33mol%以上60mol%未満、Fe、Pt以外の1種以上の元素を0mol%よりも多く20mol%以下含有し、かつ、Ptと前記1種以上の元素の合計が60mol%以下であり、残部が実質的にFeからなるFePt系合金相とすればよい。

[0043] さらに、この変形例（FePt系合金相にFe、Pt以外の元素を含む例）の場合、FePt系合金相においてfcc（面心直方）構造がより確実に

発現するようにするという観点から、FePt系合金相におけるPtの含有量は、45～55mol%であることが好ましく、49～51mol%であることがさらに好ましい。ただし、FeとPtの合計の含有量が100mol%未満であること、Fe、Pt以外の前記1種以上の元素の合計の含有量が0mol%よりも多く20mol%以下であること、およびFe、Pt以外の前記1種以上の元素の合計とPtとの合計が60mol%以下であることを前提とする。

[0044] 本第1実施形態の変形例において、FePt系合金相に含ませることが可能なFe、Pt以外の元素としては、例えばCu、Ag、Rh、Au、Mn、Ni、Co、Pd、Cr、V、Bを挙げることができ、これらの金属元素のうちの1種だけでなく、2種以上をターゲット中に含ませてもよい。

[0045] 例えばCuを含有させた場合、FePt系合金の結晶構造をfcc構造にするための熱処理温度（例えば、600℃）を低下させることができ、スパッタリングをして得られるFePtC系層に対する熱処理のコストを低減させることができる。Cuを含有させることにより、さらには、得られたFePtC系層の結晶構造を、別途の熱処理なしでスパッタリング時に発生する熱によってfcc構造にできる可能性もある。

[0046] 1-2. 製造方法について

本第1実施形態に係るFePt-C系スパッタリングターゲットは、例えば、Ptを33mol%以上60mol%以下含有して残部が実質的にFeからなる平均粒径60μm以下のFePt系合金粉末、および、含まれるC粒子の平均粒径が8μm以上60μm以下で、かつ、含まれるC粒子の形状が非球形であるC粉末を混合して、加圧焼結用混合粉末を作製した後、作製した該加圧焼結用混合粉末を加圧下で加熱して成形することにより製造することができる。

[0047] FePt系合金粉末の平均粒径が60μmを超えると、得られるターゲットの相対密度が十分に大きくなり、C粒子の周囲をFePt系合金が十分に覆えないおそれがあり、得られるスパッタリングターゲットを用いてスパ

ッタリングを行った際に、発生するパーティクル数が多くなるおそれがある。得られるターゲットの相対密度が十分に大きくなるようにして、C粒子の周囲がF e P t系合金で十分に覆われるようにする観点から、本第1実施形態に係るF e P t - C系スパッタリングターゲットの製造に用いるF e P t系合金粉末の平均粒径は $55\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $50\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。

[0048] また、用いるC粉末は、含まれるC粒子の平均粒径が $8\mu\text{m}$ 以上 $60\mu\text{m}$ 以下で、かつ、含まれるC粒子の形状が非球形であるC粉末である。このようなC粉末を用いることにより、得られるターゲット中のC相の大きさおよび形状が適切なものとなり、後述する実施例で実証しているように、スパッタリング時に発生するパーティクル数が少なくなる。得られるターゲット中のC相の大きさおよび形状を適切なものにして、スパッタリング時に発生するパーティクル数をより少なくする観点から、本第1実施形態に係るF e P t - C系スパッタリングターゲットの製造に用いるC粉末の平均粒径は $10\mu\text{m}$ 以上 $55\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $12\mu\text{m}$ 以上 $52\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。このことは後述する他の製造方法の例においても同様である。

[0049] ここで、本願では、粉末の平均粒径とは、当該粉末をレーザー回折・散乱法で測定して得た当該粉末に含まれる粒子の体積分布を、粒子の形状を球形と仮定して粒径分布に変換し、その変換して得た粒径分布におけるメディアン径（粒度分布の頻度累積カーブが50%となる粒径）のことである。

[0050] また、本願では、粒子の平均粒径とは、当該粒子の集団（即ち粉末）をレーザー回折・散乱法で測定して得た当該粒子の集団（即ち粉末）に含まれる粒子の体積分布を、粒子の形状を球形と仮定して粒径分布に変換し、その変換して得た粒径分布におけるメディアン径（粒度分布の頻度累積カーブが50%となる粒径）のことである。

[0051] また、本願では、「C粒子の形状が非球形」とは、C粒子の表面が滑らかな球面のみから形成されておらず、局部的に凹凸や突起等があり、それらに

よってマトリックス金属とのアンカー効果が期待できるような形状であることを意味する。

[0052] F e P t 系合金粉末とC粉末とを混合して加圧焼結用混合粉末を作製する際の雰囲気は特に限定されず、大気中で混合してもよい。

[0053] また、F e P t 系合金粉末に替えて、平均粒径 $20\ \mu\text{m}$ 以下のF e 単体粉末および平均粒径 $5\ \mu\text{m}$ 以下のP t 単体粉末を用いてもよい。この場合、F e とP t の合計に対するP t の割合が $33\ \text{mol}\%$ 以上 $60\ \text{mol}\%$ 以下となるようにF e 単体粉末およびP t 単体粉末を秤量する。そして、秤量したF e 単体粉末、秤量したP t 単体粉末、および含まれるC粒子の平均粒径が $8\ \mu\text{m}$ 以上 $60\ \mu\text{m}$ 以下で、かつ、含まれるC粒子の形状が非球形であるC粉末を混合して、加圧焼結用混合粉末を作製した後、作製した該加圧焼結用混合粉末を加圧下で加熱して成形する。

[0054] 得られるターゲットの相対密度が十分に大きくなるようにして、C粒子の周囲がF e およびP t で十分に覆われるようにする観点から、本第1実施形態に係るF e P t -C系スパッタリングターゲットの製造に用いるF e 単体粉末の平均粒径は $15\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $10\ \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。また、同様の観点から、本第1実施形態に係るF e P t -C系スパッタリングターゲットの製造に用いるP t 単体粉末の平均粒径は $4\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $3\ \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。

[0055] ただし、F e 単体粉末は活性が高く、大気中で発火するおそれがあるので、取り扱いに際しては十分な注意が必要となる。F e をP t と合金化させてF e P t 系合金粉末とすることにより、粉末状態であっても活性を低くすることができるので、この点ではF e P t 系合金粉末を用いる方が好ましい。

[0056] 前記のようにして作製した加圧焼結用混合粉末を加圧下で加熱して成形する方法は特に限定されず、例えば、ホットプレス法、熱間等方圧プレス法（HIP法）、放電プラズマ焼結法（SPS法）等を用いることができる。これらの成形方法は本発明の実施に際し、真空中や不活性雰囲気中で実施する

ことが好ましい。これにより、前記加圧焼結用混合粉末中に酸素がある程度含まれていても、得られる焼結体中の酸素量は少なくなる。

[0057] なお、本第1実施形態の変形例のように、FePt系合金相にFeおよびPt以外の元素を含ませる場合は、Ptを33mol%以上60mol%以下含有して残部が実質的にFeからなる平均粒径60 μ m以下のFePt系合金粉末を用いることに替えて、Ptを33mol%以上60mol%未満、Fe、Pt以外の1種以上の元素を0mol%よりも多く20mol%以下含有し、かつ、Ptと前記1種以上の元素の合計が60mol%以下であり、残部が実質的にFeからなる平均粒径60 μ m以下のFePt系合金粉末を用いればよく、以降の工程はFePt系合金相にFeおよびPt以外の元素を含ませない場合（本第1実施形態の場合）と同様である。

[0058] 本第1実施形態の変形例のターゲットの製造に際しても、得られるターゲットの相対密度が十分に大きくなるようにして、C粒子の周囲がFePt系合金で十分に覆われるようにする観点から、用いる前記FePt系合金粉末の平均粒径は55 μ m以下であることが好ましく、50 μ m以下であることがより好ましい。

[0059] また、本第1実施形態の変形例のターゲットの製造に際し、Ptを含有して残部が実質的にFeからなる平均粒径60 μ m以下のFePt系合金粉末と、不可避的不純物を含みFe、Pt以外の1種以上の元素からなる平均粒径30 μ m以下の粉末を用いてもよい。

[0060] この場合、Ptを含有して残部が実質的にFeからなる平均粒径60 μ m以下のFePt系合金粉末と、不可避的不純物を含みFe、Pt以外の1種以上の元素からなる平均粒径30 μ m以下の粉末を、前記Pt、前記Fe、前記1種以上の元素の総合計に対する前記Ptの割合が33mol%以上60mol%未満、前記総合計に対する前記1種以上の元素の割合が0mol%よりも多く20mol%以下、前記総合計に対する前記Ptと前記1種以上の元素の合計の割合が60mol%以下となるように秤量する。そして、秤量した前記FePt系合金粉末、秤量した前記1種以上の元素からなる粉

末、および、含まれるC粒子の平均粒径が $8\mu\text{m}$ 以上 $60\mu\text{m}$ 以下で、かつ、含まれるC粒子の形状が非球形であるC粉末を混合して、加圧焼結用混合粉末を作製した後、作製した該加圧焼結用混合粉末を加圧下で加熱して成形する。

[0061] この場合においても、得られるターゲットの相対密度が十分に大きくなるようにして、C粒子の周囲が前記FePt系合金および前記Fe、Pt以外の1種以上の元素からなる粉末で十分に覆われるようにする観点から、用いる前記FePt系合金粉末の平均粒径は $55\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $50\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、また、前記Fe、Pt以外の1種以上の元素からなる粉末の平均粒径は $25\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $20\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。

[0062] また、本第1実施形態の変形例のターゲットの製造に際し、不可避的不純物を含む平均粒径 $5\mu\text{m}$ 以下のPt単体粉末、不可避的不純物を含む平均粒径 $20\mu\text{m}$ 以下のFe単体粉末、ならびに不可避的不純物を含みFeおよびPt以外の1種以上の元素からなる平均粒径 $30\mu\text{m}$ 以下の粉末を用いてもよい。

[0063] この場合、平均粒径 $5\mu\text{m}$ 以下のPt単体粉末と、平均粒径 $20\mu\text{m}$ 以下のFe単体粉末と、FeおよびPt以外の1種以上の元素からなる平均粒径 $30\mu\text{m}$ 以下の粉末を、前記Pt、前記Fe、前記1種以上の元素の総合計に対する前記Ptの割合が $33\text{mol}\%$ 以上 $60\text{mol}\%$ 未満、前記総合計に対する前記1種以上の元素の割合が $0\text{mol}\%$ よりも多く $20\text{mol}\%$ 以下、前記総合計に対する前記Ptと前記1種以上の元素の合計の割合が $60\text{mol}\%$ 以下となるように秤量する。そして、秤量した前記Pt単体粉末、秤量した前記Fe単体粉末、秤量した前記1種以上の元素からなる粉末、および、含まれるC粒子の平均粒径が $8\mu\text{m}$ 以上 $60\mu\text{m}$ 以下で、かつ、含まれるC粒子の形状が非球形であるC粉末を混合して、加圧焼結用混合粉末を作製した後、作製した該加圧焼結用混合粉末を加圧下で加熱して成形する。

[0064] この場合においても、得られるターゲットの相対密度が十分に大きくなる

ようにして、C粒子の周囲が前記Pt単体粉末、前記Fe単体粉末、ならびに前記FeおよびPt以外の1種以上の元素からなる粉末で十分に覆われるようにする観点から、用いる前記Pt単体粉末の平均粒径は4 μm 以下であることが好ましく、3 μm 以下であることがより好ましく、また、前記Fe単体粉末の平均粒径は15 μm 以下であることが好ましく、10 μm 以下であることがより好ましく、また、前記FeおよびPt以外の1種以上の元素からなる粉末の平均粒径は25 μm 以下であることが好ましく、20 μm 以下であることがより好ましい。

[0065] 1-3. 効果について

本第1実施形態に係るFePt-C系スパッタリングターゲットの構造は、Ptを33mol%以上60mol%以下含有して残部が実質的にFeからなるFePt系合金相中に、実質的にCからなるC相が分散した構造である。そして、当該FePt-C系スパッタリングターゲットの厚さ方向の断面を121 μm ×97 μm の範囲の視野について1000倍の倍率で10箇所撮影して得た10個の画像それぞれにおいて、C相の内接円の直径が大きい方から5番目までのその5つの直径の平均値をC相の大きさ指数aとするとともに、直径が大きい方から5番目までのC相の内接円の中心からそのC相の界面までを結ぶ直線の最大長さLを当該内接円の半径Rで除した値L/Rを、直径が大きい方から5番目までのC相それぞれについて求め、求めた5つの値の平均値をC相の非球形指数bとすると、前記10個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の大きさ指数aの平均値が4.0 μm 以上9.0 μm 以下であり、かつ、前記10個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の非球形指数bの平均値が3.0以上である。

[0066] 本第1実施形態に係るFePt-C系スパッタリングターゲットにおいては、前記C相の大きさ指数aの平均値が4.0 μm 以上9.0 μm 以下であり、該C相の周囲がマトリックス金属であるFePt系合金によって覆われやすい適度な大きさになっている。また、前記C相の非球形指数bの平均値が3.0以上であるので、ターゲット中のC相は球形と比べて細長い形状に

なっており、単位体積当たりの表面積が球形よりも大きくなっている。このため、ターゲット中のC相はマトリックス金属であるFePt系合金との接着が良好になりやすくなっている。

[0067] したがって、本第1実施形態に係るFePt-C系スパッタリングターゲットを用いてのスパッタリング時には、発生するパーティクルの数が少なくなる。このことは、後述する実施例でも実証している。

[0068] また、本第1実施形態の製造方法では鑄造法ではなく焼結法を用いているため、ターゲット全体に対するCの含有量を多くすることができ、Cのターゲット全体に対する含有割合が10mol%以上60mol%以下であるFePt-C系スパッタリングターゲットを作製することができる。このため、本第1実施形態に係るFePt-C系スパッタリングターゲットを用いてスパッタリングを行うことにより、単独で、即ち複数のターゲットを用いることなく当該ターゲット1枚で、磁気記録媒体として使用可能な程度にCを多く含有する、FePt系合金を含む薄膜を形成することができる。

[0069] 2. 第2実施形態

以下、第2実施形態に係るFePt-C系スパッタリングターゲットについて説明するが、第1実施形態に係るFePt-C系スパッタリングターゲットと同様の内容については適宜説明を省略する。

[0070] 2-1. スパッタリングターゲットの構成成分および構造

第1実施形態に係るFePt-C系スパッタリングターゲットでは、合金成分（Fe、Pt）以外の含有物はC（炭素）であったが、本第2実施形態に係るFePt-C系スパッタリングターゲットでは、合金成分（Fe、Pt）以外の含有物はC（炭素）と金属酸化物である。

[0071] 即ち、本発明の第2実施形態に係るFePt-C系スパッタリングターゲットは、Fe、Pt、Cおよび酸化物を含有するFePt-C系スパッタリングターゲットであって、Ptを33mol%以上60mol%以下含有して残部が実質的にFeからなるFePt系合金相中に、実質的にCからなるC相および実質的に酸化物からなる酸化物相が分散した構造を有し、当該F

e P t - C系スパッタリングターゲットの厚さ方向の断面を $121\ \mu\text{m} \times 97\ \mu\text{m}$ の範囲の視野について 1000 倍の倍率で 10 箇所撮影して得た 10 個の画像それぞれにおいて、C相の内接円の直径が大きい方から 5 番目までのその 5 つの直径の平均値をC相の大きさ指数 a とするとともに、直径が大きい方から 5 番目までのC相の内接円の中心からそのC相の界面までを結ぶ直線の最大長さ L を当該内接円の半径 R で除した値 L/R を、直径が大きい方から 5 番目までのC相それぞれについて求め、求めた 5 つの値の平均値をC相の非球形指数 b とするとき、前記 10 個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の大きさ指数 a の平均値が $4.0\ \mu\text{m}$ 以上 $9.0\ \mu\text{m}$ 以下であり、かつ、前記 10 個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の非球形指数 b の平均値が 3.0 以上であることを特徴とする。

[0072] 2-1-1. FePt系合金について

本第2実施形態に係るFePt-C系スパッタリングターゲットにおけるFePt系合金について説明すべき内容は、第1実施形態の「1-1-1. FePt系合金について」で説明した内容と同様であるので、説明は省略する。

[0073] 2-1-2. Cおよび酸化物について

C（炭素）および酸化物は、スパッタリングにより得られるFePtC系層中において、磁性粒子であるFePt系合金粒子同士を仕切る隔壁となり、FePtC系層中におけるFePt系合金粒子を小さく均一にする役割を有し、本第2実施形態に係るFePt-C系スパッタリングターゲットにおいて主成分の1つとなる。

[0074] C（炭素）相に含まれるCおよび酸化物相に含まれる酸化物の合計のターゲット全体に対する含有割合は $10 \sim 60\ \text{mol}\%$ とすることが好ましく、C（炭素）相に含まれるCおよび酸化物相に含まれる酸化物の合計のターゲット全体に対する含有割合を $10 \sim 60\ \text{mol}\%$ とすることにより、スパッタリングにより得られるFePtC系層中において、C（炭素）および酸化物が磁性粒子であるFePt系合金粒子同士を仕切る隔壁となって、FeP

t系合金粒子を小さく均一にする効果を発現させる確実性を高めることができる。C（炭素）相に含まれるCおよび酸化物相に含まれる酸化物の合計の含有割合が10mol%未満ではこの効果が十分に発現しないおそれがある。一方、C（炭素）相に含まれるCおよび酸化物相に含まれる酸化物の合計の含有割合が60mol%を超えると、スパッタリングにより得られるFePtC系層中において、FePtC系層における単位体積当たりのFePt系合金粒子の数が少なくなり、記憶容量の点で不利となる。FePtC系層中においてFePt系合金粒子を小さく均一にする効果を発現させる確実性を高める観点および形成するFePtC系層の記憶容量の観点から、C（炭素）相に含まれるCおよび酸化物相に含まれる酸化物の合計のターゲット全体に対する含有割合は15～55mol%であることがより好ましく、20～50mol%であることがさらに好ましく、25～45mol%であることが特に好ましい。

[0075] ただし、ターゲットに含まれるCと酸化物とのバランスの観点から、Cのターゲット全体に対する含有割合は、5～50mol%であることが好ましく、10～45mol%であることがより好ましく、15～40mol%であることがさらに好ましく、20～35mol%であることが特に好ましく、酸化物のターゲット全体に対する含有割合は、1～25mol%であることが好ましく、3～22mol%であることがより好ましく、5～19mol%であることがさらに好ましく、7～16mol%であることが特に好ましい。

[0076] 本第2実施形態において、酸化物としては、例えば、 SiO_2 、 TiO_2 、 Ti_2O_3 、 Ta_2O_5 、 Cr_2O_3 、 CoO 、 Co_3O_4 、 B_2O_3 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 、 CuO 、 Cu_2O 、 Y_2O_3 、 MgO 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 Nb_2O_5 、 MoO_3 、 CeO_2 、 Sm_2O_3 、 Gd_2O_3 、 WO_2 、 WO_3 、 HfO_2 、 NiO_2 のうちの少なくとも1種を含む酸化物を用いることができる。

[0077] なお、ターゲット中において、C（炭素）相および酸化物相の特定はEPMを用いて行うことができる。

[0078] 2-1-3. ターゲットの構造について

本第2実施形態に係るFePt-C系スパッタリングターゲットの構造は、Ptを33mol%以上60mol%以下含有して残部が実質的にFeからなるFePt系合金相中に、実質的にCからなるC相および実質的に酸化物からなる酸化物相が分散した構造である。そして、当該FePt-C系スパッタリングターゲットの厚さ方向の断面を $121\mu\text{m} \times 97\mu\text{m}$ の範囲の視野について1000倍の倍率で10箇所撮影して得た10個の画像それぞれにおいて、C相の内接円の直径が大きい方から5番目までのその5つの直径の平均値をC相の大きさ指数aとするとともに、直径が大きい方から5番目までのC相の内接円の中心からそのC相の界面までを結ぶ直線の最大長さLを当該内接円の半径Rで除した値 L/R を、直径が大きい方から5番目までのC相それぞれについて求め、求めた5つの値の平均値をC相の非球形指数bとすると、前記10個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の大きさ指数aの平均値が $4.0\mu\text{m}$ 以上 $9.0\mu\text{m}$ 以下であり、かつ、前記10個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の非球形指数bの平均値が3.0以上である。

[0079] なお、通常得られるターゲットにおいては、前記C相の非球形指数bの前記平均値は通常10.0以下であり、15.0以下となる場合がほとんどであり、最大でも20.0である。

[0080] 本第2実施形態に係るFePt-C系スパッタリングターゲットにおいては、前記C相の大きさ指数aの平均値が $4.0\mu\text{m}$ 以上 $9.0\mu\text{m}$ 以下であり、該C相の周囲がマトリックス金属であるFePt系合金によって覆われやすい適度な大きさになっている。また、前記C相の非球形指数bの平均値が3.0以上であるので、ターゲット中のC相は球形と比べて細長い形状になっており、単位体積当たりの表面積が球形よりも大きくなっている。このため、ターゲット中のC相と酸化物相とを合わせた相はマトリックス金属であるFePt系合金との接着が良好になりやすくなっている。

[0081] このため、本第2実施形態に係るFePt-C系スパッタリングターゲット

トを用いてのスputタリング時には、発生するパーティクルの数が少なくなる。このことは、後述する実施例でも実証している。

[0082] なお、酸化物相はF e P t系合金相中に1 μ m程度以下の大きさを微細分散しており、パーティクルの発生原因とはほとんどならない。

[0083] また、ターゲットの相対密度については、その値が大きいほどターゲット中の空隙が減るので、良好にスputタリングを行う上で好ましい。具体的には、ターゲットの相対密度は90%以上であることが好ましく、95%以上であることがより好ましい。

[0084] なお、C相の周囲がマトリックス金属であるF e P t系合金によってより覆われやすくする観点から、C相の大きさ指数aの平均値は5.0 μ m以上8.0 μ m以下であることが好ましい。また、C相の単位体積当たりの表面積をより大きくする観点から、C相の非球形指数bの平均値は5.0以上であることが好ましい。

[0085] 2-1-4. F eおよびP t以外の元素

本第2実施形態に係るF e P t-C系スputタリングターゲットは、金属元素としてF eおよびP tのみ含んでいるが、F e P t系合金相にF eおよびP t以外の元素を含ませてもよい（本第2実施形態の変形例）。

[0086] 本第2実施形態に係るF e P t-C系スputタリングターゲットにおけるF e P t系合金相に含ませるF eおよびP t以外の元素について説明すべき内容は、第1実施形態の「1-1-4. F eおよびP t以外の元素」で説明した内容と同様であるので、説明は省略する。

[0087] 2-2. 製造方法について

本第2実施形態に係るF e P t-C系スputタリングターゲットは、例えば、P tを33mol%以上60mol%以下含有して残部が実質的にF eからなる平均粒径60 μ m以下のF e P t系合金粉末、含まれるC粒子の平均粒径が8 μ m以上60 μ m以下で、かつ、含まれるC粒子の形状が非球形であるC粉末、および、酸化物粉末を混合して、加圧焼結用混合粉末を作製した後、作製した該加圧焼結用混合粉末を加圧下で加熱して成形すること

より製造することができる。

[0088] F e P t 系合金粉末の平均粒径が $60\ \mu\text{m}$ を超えると、得られるターゲットの相対密度が十分に大きくなり、C 粒子の周囲を F e P t 系合金が十分に覆えないおそれがあり、得られるスパッタリングターゲットを用いてスパッタリングを行った際に、発生するパーティクル数が多くなるおそれがある。得られるターゲットの相対密度が十分に大きくなるようにして、C 粒子の周囲が F e P t 系合金で十分に覆られるようにする観点から、本第 2 実施形態に係る F e P t - C 系スパッタリングターゲットの製造に用いる F e P t 系合金粉末の平均粒径は $55\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $50\ \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。

[0089] また、用いる C 粉末は、含まれる C 粒子の平均粒径が $8\ \mu\text{m}$ 以上 $60\ \mu\text{m}$ 以下で、かつ、含まれる C 粒子の形状が非球形である C 粉末である。酸化物粉末は、例えば、平均粒径 $0.01\sim 20\ \mu\text{m}$ のものを用いることができる。このような C 粉末および酸化物粉末を用いることにより、得られるターゲット中の C 相の大きさおよび形状が適切なものとなり、後述する実施例で実証しているように、スパッタリング時に発生するパーティクル数が少なくなる。得られるターゲット中の C 相の大きさおよび形状を適切なものにして、スパッタリング時に発生するパーティクル数をより少なくする観点から、本第 2 実施形態に係る F e P t - C 系スパッタリングターゲットの製造に用いる C 粉末の平均粒径は $10\ \mu\text{m}$ 以上 $55\ \mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $12\ \mu\text{m}$ 以上 $52\ \mu\text{m}$ 以下であることが特に好ましい。このことは後述する他の製造方法の例においても同様である。

[0090] F e P t 系合金粉末と C 粉末および酸化物粉末とを混合して加圧焼結用混合粉末を作製する際の雰囲気は特に限定されず、大気中で混合してもよい。

[0091] また、加圧焼結用混合粉末作製時の雰囲気に酸素を含ませた場合には、混合中に酸化物粉末が還元されることを抑制できるので、混合中に酸化物粉末由来の金属が F e P t 系合金粉末中に混入されることを抑制することができ、得られた F e P t - C 系スパッタリングターゲットを用いて作製した F e

P t C系薄膜は安定した磁気記録特性を発揮しやすくなる。

[0092] また、F e P t 系合金粉末に替えて、平均粒径 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下の F e 単体粉末および平均粒径 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下の P t 単体粉末を用いてもよい。この場合、F e と P t の合計に対する P t の割合が $33\text{mol}\%$ 以上 $60\text{mol}\%$ 以下となるように F e 単体粉末および P t 単体粉末を秤量する。そして、秤量した F e 単体粉末、秤量した P t 単体粉末、含まれる C 粒子の平均粒径が $8\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $60\text{ }\mu\text{m}$ 以下で、かつ、含まれる C 粒子の形状が非球形である C 粉末、および、酸化物粉末を混合して、加圧焼結用混合粉末を作製した後、作製した該加圧焼結用混合粉末を加圧下で加熱して成形する。

[0093] 得られるターゲットの相対密度が十分に大きくなるようにして、C 粒子の周囲が F e および P t で十分に覆われるようにする観点から、本第 2 実施形態に係る F e P t -C 系スパッタリングターゲットの製造に用いる F e 単体粉末の平均粒径は $15\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。また、同様の観点から、本第 2 実施形態に係る F e P t -C 系スパッタリングターゲットの製造に用いる P t 単体粉末の平均粒径は $4\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $3\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。

[0094] ただし、F e 単体粉末は活性が高く、大気中で発火するおそれがあるので、取り扱いに際しては十分な注意が必要となる。F e を P t と合金化させて F e P t 系合金粉末とすることにより、粉末状態であっても活性を低くすることができるので、この点では F e P t 系合金粉末を用いる方が好ましい。

[0095] 本第 2 実施形態において、酸化物粉末としては、例えば、 SiO_2 、 TiO_2 、 Ti_2O_3 、 Ta_2O_5 、 Cr_2O_3 、 CoO 、 Co_3O_4 、 B_2O_3 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 、 CuO 、 Cu_2O 、 Y_2O_3 、 MgO 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 Nb_2O_5 、 MoO_3 、 CeO_2 、 Sm_2O_3 、 Gd_2O_3 、 WO_2 、 WO_3 、 HfO_2 、 NiO_2 のうちの少なくとも 1 種を含む酸化物粉末を用いることができる。

[0096] 前記のようにして作製した加圧焼結用混合粉末を加圧下で加熱して成形する方法は特に限定されず、例えば、ホットプレス法、熱間等方圧プレス法（

H I P 法)、放電プラズマ焼結法 (S P S 法) 等を用いることができる。これらの成形方法は本発明の実施に際し、真空中や不活性雰囲気中で実施することが好ましい。これにより、前記加圧焼結用混合粉末中に酸素がある程度含まれていても、得られる焼結体中の酸素量は少なくなる。

[0097] なお、本第2実施形態の変形例のように、F e P t 系合金相に F e および P t 以外の元素を含ませる場合は、P t を 33 m o l % 以上 60 m o l % 以下含有して残部が実質的に F e からなる平均粒径 60 μ m 以下の F e P t 系合金粉末を用いることに替えて、P t を 33 m o l % 以上 60 m o l % 未満、F e、P t 以外の1種以上の元素を 0 m o l % よりも多く 20 m o l % 以下含有し、かつ、P t と前記1種以上の元素の合計が 60 m o l % 以下であり、残部が実質的に F e からなる平均粒径 60 μ m 以下の F e P t 系合金粉末を用いればよく、以降の工程は F e P t 系合金相に F e および P t 以外の元素を含ませない場合 (本第2実施形態の場合) と同様である。

[0098] 本第2実施形態の変形例のターゲットの製造に際しても、得られるターゲットの相対密度が十分に大きくなるようにして、C 粒子の周囲が F e P t 系合金で十分に覆われるようにする観点から、用いる前記 F e P t 系合金粉末の平均粒径は 55 μ m 以下であることが好ましく、50 μ m 以下であることがより好ましい。

[0099] また、本第2実施形態の変形例のターゲットの製造に際し、P t を含有して残部が実質的に F e からなる平均粒径 60 μ m 以下の F e P t 系合金粉末と、不可避免の不純物を含み F e、P t 以外の1種以上の元素からなる平均粒径 30 μ m 以下の粉末を用いてもよい。

[0100] この場合、P t を含有して残部が実質的に F e からなる平均粒径 60 μ m 以下の F e P t 系合金粉末と、不可避免の不純物を含み F e、P t 以外の1種以上の元素からなる平均粒径 30 μ m 以下の粉末を、前記 P t、前記 F e、前記1種以上の元素の総合計に対する前記 P t の割合が 33 m o l % 以上 60 m o l % 未満、前記総合計に対する前記1種以上の元素の割合が 0 m o l % よりも多く 20 m o l % 以下、前記総合計に対する前記 P t と前記1種以

上の元素の合計の割合が60m o l %以下となるように秤量する。そして、秤量した前記F e P t 系合金粉末、秤量した前記1種以上の元素からなる粉末、含まれるC粒子の平均粒径が8 μ m以上60 μ m以下で、かつ、含まれるC粒子の形状が非球形であるC粉末、および、酸化物粉末を混合して、加圧焼結用混合粉末を作製した後、作製した該加圧焼結用混合粉末を加圧下で加熱して成形する。

[0101] この場合においても、得られるターゲットの相対密度が十分に大きくなるようにして、C粒子の周囲が前記F e P t 系合金および前記F e、P t 以外の1種以上の元素からなる粉末で十分に覆われるようにする観点から、用いる前記F e P t 系合金粉末の平均粒径は55 μ m以下であることが好ましく、50 μ m以下であることがより好ましく、また、前記F e、P t 以外の1種以上の元素からなる粉末の平均粒径は25 μ m以下であることが好ましく、20 μ m以下であることがより好ましい。

[0102] また、本第2実施形態の変形例のターゲットの製造に際し、不可避免的不純物を含む平均粒径5 μ m以下のP t 単体粉末、不可避免的不純物を含む平均粒径20 μ m以下のF e 単体粉末、ならびに不可避免的不純物を含みF e およびP t 以外の1種以上の元素からなる平均粒径30 μ m以下の粉末を用いてもよい。

[0103] この場合、平均粒径5 μ m以下のP t 単体粉末と、平均粒径20 μ m以下のF e 単体粉末と、F e およびP t 以外の1種以上の元素からなる平均粒径30 μ m以下の粉末を、前記P t、前記F e、前記1種以上の元素の総合計に対する前記P t の割合が33m o l %以上60m o l %未満、前記総合計に対する前記1種以上の元素の割合が0m o l %よりも多く20m o l %以下、前記総合計に対する前記P t と前記1種以上の元素の合計の割合が60m o l %以下となるように秤量する。そして、秤量した前記P t 単体粉末、秤量した前記F e 単体粉末、秤量した前記1種以上の元素からなる粉末、含まれるC粒子の平均粒径が8 μ m以上60 μ m以下で、かつ、含まれるC粒子の形状が非球形であるC粉末、および、酸化物粉末を混合して、加圧焼結

用混合粉末を作製した後、作製した該加圧焼結用混合粉末を加圧下で加熱して成形する。

[0104] この場合においても、得られるターゲットの相対密度が十分に大きくなるようにして、C粒子の周囲が前記Pt単体粉末、前記Fe単体粉末、ならびに前記FeおよびPt以外の1種以上の元素からなる粉末で十分に覆われるようにする観点から、用いる前記Pt単体粉末の平均粒径は4 μm 以下であることが好ましく、3 μm 以下であることがより好ましく、また、前記Fe単体粉末の平均粒径は15 μm 以下であることが好ましく、10 μm 以下であることがより好ましく、また、前記FeおよびPt以外の1種以上の元素からなる粉末の平均粒径は25 μm 以下であることが好ましく、20 μm 以下であることがより好ましい。

[0105] 2-3. 効果について

本第2実施形態に係るFePt-C系スパッタリングターゲットの構造は、Ptを33mol%以上60mol%以下含有して残部が実質的にFeからなるFePt系合金相中に、実質的にCからなるC相および実質的に酸化物からなる酸化物相が分散した構造である。そして、当該FePt-C系スパッタリングターゲットの厚さ方向の断面を121 μm ×97 μm の範囲の視野について1000倍の倍率で10箇所撮影して得た10個の画像それぞれにおいて、C相の内接円の直径が大きい方から5番目までのその5つの直径の平均値をC相の大きさ指数aとするとともに、直径が大きい方から5番目までのC相の内接円の中心からそのC相の界面までを結ぶ直線の最大長さLを当該内接円の半径Rで除した値L/Rを、直径が大きい方から5番目までのC相それぞれについて求め、求めた5つの値の平均値をC相の非球形指数bとすると、前記10個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の大きさ指数aの平均値が4.0 μm 以上9.0 μm 以下であり、かつ、前記10個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の非球形指数bの平均値が3.0以上である。

[0106] 本第2実施形態に係るFePt-C系スパッタリングターゲットにおいて

は、前記C相の大きさ指数aの平均値が4.0 μm 以上9.0 μm 以下であり、該C相の周囲がマトリックス金属であるFePt系合金によって覆われやすい適度な大きさになっている。また、前記C相の非球形指数bの平均値が3.0以上であるので、ターゲット中のC相は球形と比べて細長い形状になっており、単位体積当たりの表面積が球形よりも大きくなっている。このため、ターゲット中のC相はマトリックス金属であるFePt系合金との接着が良好になりやすくなっている。

[0107] したがって、本第2実施形態に係るFePt-C系スパッタリングターゲットを用いてのスパッタリング時には、発生するパーティクルの数が少なくなる。このことは、後述する実施例でも実証している。

[0108] また、本第2実施形態の製造方法では鑄造法ではなく焼結法を用いているため、ターゲット全体に対するCおよび酸化物の合計の含有量を多くすることができ、Cおよび酸化物の合計のターゲット全体に対する含有割合が10mol%以上60mol%以下であるFePt-C系スパッタリングターゲットを作製することができる。このため、本第2実施形態に係るFePt-C系スパッタリングターゲットを用いてスパッタリングを行うことにより、単独で、即ち複数のターゲットを用いることなく当該ターゲット1枚で、磁気記録媒体として使用可能な程度にCおよび酸化物を多く含有する、FePt系合金を含む薄膜を形成することができる。

実施例

[0109] (実施例1)

本実施例1における混合粉末、焼結体およびターゲットの組成の目標は60.5 (50Fe-50Pt)-39.5Cである。即ち、金属成分の組成の目標は50mol%Fe-50mol%Ptであり、FePt合金とC(炭素)の組成比の目標は、FePt合金が60.5mol%、Cが39.5mol%である。

[0110] 平均粒径6.75 μm のFe粉129.32gに、平均粒径1.17 μm のPt粉451.73gと、平均粒径12.17 μm の非球形C粉末36.

31 gとを添加して、ボールを用いた混合機で300 rpmで30分間混合して、加圧焼結用混合粉末を得た。

[0111] 得られた加圧焼結用混合粉末を、温度：1150℃、圧力：30.6 MPa、時間：60 min、雰囲気： 5×10^{-2} Pa以下の真空中の条件でホットプレスを行い、焼結体を作製した。

[0112] 作製した焼結体の密度をアルキメデス法により測定し、その測定値を理論密度で除して相対密度を求めたところ、95.82%であった。

[0113] また、作製した焼結体中の炭素の含有量をHORIBA社製の炭素硫黄分析装置で、酸素および窒素の含有量をLECO社製のTC-600型酸素窒素同時分析装置で測定したところ、炭素の含有量は5.98質量%、酸素の含有量は298質量ppm、窒素の含有量は8質量ppmであった。

[0114] なお、加圧焼結用混合粉末を加圧焼結してターゲットを作製する際にC（炭素）の一部が酸素と反応して、得られるターゲットにおいてFePt合金とC（炭素）の組成比は目標値から少しずれる。このため、本実施例1では、このC（炭素）の変動分を考慮して（HORIBA社製の炭素硫黄分析装置で測定した炭素の含有量に基づいて）、得られた焼結体の相対密度を算出しており、前記した相対密度95.82%もそのようにして計算した値である。本明細書における他の実施例および比較例においても、相対密度はC（炭素）の変動分を考慮して（HORIBA社製の炭素硫黄分析装置で測定した炭素の含有量に基づいて）算出した値である。

[0115] 得られた本実施例1の焼結体の組織観察を走査型電子顕微鏡（SEM）で行った。具体的には、本実施例1の焼結体の厚さ方向の断面（ホットプレス時の加圧方向の焼結体断面）における10箇所について、走査型電子顕微鏡（SEM）で撮影し、10枚のSEM写真を得た。撮影した10枚のSEM写真は、いずれも、 $121 \mu\text{m} \times 97 \mu\text{m}$ の視野を1000倍の倍率で撮影したSEM写真である。撮影して得た10枚のSEM写真のうちの1枚を、図1に示す。図1に示す写真中の縮尺目盛りは10 μm である。

[0116] 図1において、灰色の相がFePt合金相であり、黒色の相がC（炭素）

相である。

[0117] C（炭素）相の大きさおよび形状の評価を行いやすくするために、撮影した10枚のSEM写真それぞれについて、2値化処理を行い、10枚の2値化処理画像を得た。図2は、図1に示すSEM写真の2値化処理を行った後の画像であり、白色の相がFePt合金相であり、黒色の相がC（炭素）相である。

[0118] 焼結体断面における10箇所についての2値化処理画像10枚を用いて、C（炭素）相の大きさおよび形状の評価を行った。その評価をする際の手順（1）～（6）を以下説明する。

[0119] （1）まず、得られた焼結体の厚さ方向の断面（ホットプレス時の加圧方向の焼結体断面）における10箇所を走査型電子顕微鏡（SEM）で撮影して、10個の走査型電子顕微鏡像（10枚のSEM写真）を取得する。これらの10枚のSEM写真は、いずれも $121\mu\text{m} \times 97\mu\text{m}$ の視野を1000倍の倍率で撮影したSEM写真とする。

[0120] （2）得られた10枚のSEM写真を2値化処理して、C相の界面を判別しやすいようにした10個の2値化処理画像を得る。より詳細には、画像処理ソフトImageJ 1.44oを用いて2値化処理を行うが、その際、2値化条件（Threshold）をDefaultとしMake Binaryで2値化を行う。また、C相の中のノイズ輝点を除去（Remove Outliers（Radius:3.0pixels, Threshold:50））する。これらの処理を行って、10個の2値化処理画像を得る。

[0121] （3）10個の2値化処理画像それぞれにおいて、FePt合金相を内側に含まずC（炭素）相のみを内側に含み、かつ、C（炭素）相の界面に内接する「C相の内接円」を、直径の大きい方から5つ選び出す。そして、10個の2値化処理画像それぞれにおいて、選び出した5つの内接円の直径の平均値を求め、C相の大きさ指数 a とする。図2は、2値化処理画像に、直径の大きい方から5つだけ、C（炭素）相の界面に内接する内接円を記載している一例であり、当該内接円には斜線を引いている。また、図2に記載の内接円の1つを含む領域を拡大して示す2値化処理画像を図3に示す。

[0122] ここで、本願でいう「C相の内接円」について定義しておく。図4は、本願でいう「C相の内接円」の定義について説明するための図である。本願でいう「C相の内接円」とは、前記2値化処理画像におけるC相の界面に外接する内接円のことである。ここで、1つのC相に複数の内接円を描いてもよいが、その場合、1つのC相に描く内接円同士は、接触しないように描くか、あるいはお互いに外接（図4（A）参照）するように描く必要があり、お互いに内接（図4（B）参照）するように描くことはできず、また、お互いに交差（図4（C）参照）するように描くことはできず、また、一方が他方を内包（図4（D）参照）するように描くことはできない。

[0123] （4）10個の2値化処理画像それぞれにおいて、直径が大きい方から5番目までのC相の内接円の中心からそのC相の界面までを結ぶ直線の最大長さLを求める。図2は、それぞれの内接円の中心から、C（炭素）相の界面に向かって伸ばした最大長さLの直線を記載している一例である。

[0124] （5）10個の2値化処理画像それぞれにおいて、前記最大長さLを当該内接円の半径Rで除した値 L/R を、直径が大きい方から5番目までのC相それぞれについて求め、求めた5つの値の平均値をC相の非球形指数bとする。

[0125] （6）10個の2値化処理画像それぞれについて前記（3）で求めたC相の大きさ指数aを平均して、その平均値を求めるとともに、10個の2値化処理画像それぞれについて前記（5）で求めたC相の非球形指数bを平均して、その平均値を求める。

[0126] 本実施例1の焼結体において、前記手順（1）～（6）によって求めたC相の大きさ指数aの平均値は $5.3\mu\text{m}$ であった。また、前記手順（1）～（6）によって求めたC相の非球形指数bの平均値は4.5であった。

[0127] 次に、得られた焼結体を用いて、直径 153mm 、厚さ 2mm のスパッタリングターゲットを作製し、直径 161mm 、厚さ 4mm のCu製バックングプレートと接合した。接合後のスパッタリングターゲットをスパッタリング装置にセットし、出力 500W 、チャンバー内Arガス圧 1Pa にてスパ

ツタリングを行い、発生するパーティクル数の評価を行った。具体的には、スパッタリング累積継続時間 15 分、30 分、1 時間、2 時間の各時点でスパッタリングをいったん止め、各時点で直径 2.5 インチの円形のガラス基板をスパッタリング装置にセットし、20 秒間スパッタリングを行った。ここで、スパッタリング累積継続時間とは、スパッタリングを行った累計の時間のことである。

[0128] そして、前記の各時点で 20 秒間スパッタリングを行った直径 2.5 インチの円形のガラス基板をスパッタリング装置から取り出し、光学的表面分析装置（オプティカルサーフェスアナライザー）にセットして、パーティクル発生数を計測した。各時点でのスパッタリング後のパーティクル数から予めカウントしてあるスパッタリング前のパーティクル数を差し引いて得られた数を 10 分の 1 にして、各時点でのパーティクル発生数とした。即ち、20 秒間スパッタリングを行って発生したパーティクル数の 10 分の 1 を各時点でのパーティクル発生数とした。これは、ハードディスクの磁性相を形成する際のスパッタリング時間が 2 秒間程度であることに合わせたものである。

[0129] スパッタリング累積継続時間 15 分、30 分、1 時間、2 時間の各時点でのパーティクル発生数は、それぞれ 33、49、62、80 であった。それらの値をプロットしたグラフを他の実施例および比較例における結果とともに図 5、図 6 に示す。図 5、図 6 の横軸はスパッタリング累積継続時間（h）であり、縦軸がパーティクル発生数（個）である。図 5 と図 6 は縦軸の目盛りの刻みが異なっており、図 5 は縦軸の目盛りの刻みが大きく、図 6 は縦軸の目盛りの刻みが小さくなっている。

[0130] なお、焼結体の厚さ方向の断面（ホットプレス時の加圧方向の焼結体断面）は、スパッタリングターゲットについて言えば、スパッタリングターゲットの厚さ方向の断面のことである。このことは以下に記載する実施例 2～4、比較例 1～3 においても同様である。

[0131] （実施例 2）

本実施例 2 では、実施例 1 で用いた平均粒径 12.17 μm の非球形 C 粉

末 36.31 g に替えて、平均粒径 19.93 μm の非球形 C 粉末 36.31 g を用いたこと以外は実施例 1 と同様に、焼結体およびスパッタリングターゲットを作製した。目標とする焼結体およびスパッタリングターゲットの組成は、実施例 1 と同様に、60.5 (50 Fe – 50 Pt) – 39.5 C である。

[0132] 作製した焼結体の相対密度を実施例 1 と同様に測定したところ、95.20%であった。

[0133] また、作製した焼結体中の炭素、酸素および窒素の含有量を実施例 1 と同様に測定したところ、炭素の含有量は 6.01 質量%、酸素の含有量は 199 質量 ppm、窒素の含有量は 14 質量 ppm であった。

[0134] 本実施例 2 の焼結体において、実施例 1 と同様にして求めた C 相の大きさ指数 a の平均値は 6.3 μm であった。また、実施例 1 と同様にして求めた C 相の非球形指数 b の平均値は 5.2 であった。

[0135] また、本実施例 2 においても実施例 1 と同様に、得られた焼結体を用いてスパッタリングターゲットを作製してスパッタリングを行い、発生するパーティクル数の評価を行った。スパッタリング累積継続時間 15 分、30 分、1 時間、2 時間の各時点でのパーティクル発生数は、それぞれ 152、62、48、48 であった。それらの値をプロットしたグラフを他の実施例および比較例における結果とともに図 5、図 6 に示す。

[0136] (実施例 3)

本実施例 3 では、実施例 1 で用いた平均粒径 12.17 μm の非球形 C 粉末 36.31 g に替えて、平均粒径 51.01 μm の非球形 C 粉末 36.31 g を用いたこと以外は実施例 1 と同様に、焼結体およびスパッタリングターゲットを作製した。目標とする焼結体およびスパッタリングターゲットの組成は、実施例 1 と同様に、60.5 (50 Fe – 50 Pt) – 39.5 C である。

[0137] 作製した焼結体の相対密度を実施例 1 と同様に測定したところ、96.54%であった。

[0138] また、作製した焼結体中の炭素、酸素および窒素の含有量を実施例 1 と同様に測定したところ、炭素の含有量は 5.99 質量%、酸素の含有量は 2.64 質量 p p m、窒素の含有量は 1.0 質量 p p m であった。

[0139] 本実施例 3 の焼結体において、実施例 1 と同様にして求めた C 相の大きさ指数 a の平均値は 7.6 μ m であった。また、実施例 1 と同様にして求めた C 相の非球形指数 b の平均値は 6.0 であった。

[0140] また、本実施例 3 においても実施例 1 と同様に、得られた焼結体を用いてスパッタリングターゲットを作製してスパッタリングを行い、発生するパーティクル数の評価を行った。スパッタリング累積継続時間 15 分、30 分、1 時間、2 時間の各時点でのパーティクル発生数は、それぞれ 68、67、52、55 であった。それらの値をプロットしたグラフを他の実施例および比較例における結果とともに図 5、図 6 に示す。

[0141] (実施例 4)

本実施例 4 における混合粉末、焼結体およびターゲットの組成の目標は 60 (50 F e - 50 P t) - 30 C - 10 S i O₂ である。即ち、金属成分の組成の目標は 50 m o l % F e - 50 m o l % P t であり、F e P t 合金と C (炭素) と S i O₂ の組成比の目標は、F e P t 合金が 60 m o l %、C が 30 m o l %、S i O₂ が 10 m o l % である。

[0142] 本実施例 4 で用いた C 粉末は、実施例 2 で用いた C 粉末と同様であり、平均粒径 19.93 μ m の非球形 C 粉末である。本実施例 4 においてはその C 粉末を 17.46 g 用いた。

[0143] また、本実施例 4 では、平均粒径 0.7 μ m の S i O₂ 粉末を用いた。

[0144] 本実施例 4 に係る焼結体およびスパッタリングターゲットの作製に際し、まず、ガスアトマイズ法を用いて F e P t 合金粉を作製した。

[0145] 作製した F e P t 合金粉 740.00 g に S i O₂ 粉末 59.07 g を添加し、ボールを用いた混合機で 462 r p m で 57 時間混合し、第 1 の混合粉末を得た。

[0146] 得られた第 1 の混合粉末 394.00 g に C 粉末 17.46 g を添加し、

ボールを用いた混合機で300rpmで30分間混合して、加圧焼結用混合粉末を得た。

[0147] 得られた加圧焼結用混合粉末を、温度：1100℃、圧力：30.6MPa、時間：60min、雰囲気： 5×10^{-2} Pa以下の真空中の条件でホットプレスを行い、焼結体を作製した。

[0148] 作製した焼結体の相対密度を実施例1と同様に測定したところ、94.37%であった。

[0149] また、作製した焼結体中の炭素、酸素および窒素の含有量を実施例1と同様に測定したところ、炭素の含有量は3.88質量%、酸素の含有量は3.68質量%、窒素の含有量は8質量ppmであった。

[0150] 本実施例4の焼結体において、C相の大きさ指数aの平均値は5.4 μ mであった。また、C相の非球形指数bの平均値は5.6であった。

[0151] また、本実施例4においても実施例1と同様に、得られた焼結体を用いてスパッタリングターゲットを作製してスパッタリングを行い、発生するパーティクル数の評価を行った。スパッタリング累積継続時間15分、30分、1時間、2時間の各時点でのパーティクル発生数は、それぞれ13、13、18、17であった。それらの値をプロットしたグラフを他の実施例および比較例における結果とともに図5、図6に示す。

[0152] (比較例1)

本比較例1では、実施例1で用いた平均粒径12.17 μ mの非球形C粉末36.31gに替えて、平均粒径6.63 μ mの球形C粉末36.31gを用いたこと、および、得られた加圧焼結用混合粉末を1100℃でホットプレスしたこと以外は実施例1と同様にして、焼結体およびスパッタリングターゲットを作製した。目標とする焼結体およびスパッタリングターゲットの組成は、実施例1と同様に、60.5(50Fe-50Pt)-39.5Cである。

[0153] 作製した焼結体の相対密度を実施例1と同様に測定したところ、96.07%であった。

[0154] また、作製した焼結体中の炭素の含有量をHORIBA社製の炭素硫黄分析装置で、酸素および窒素の含有量をLECO社製のTC-600型酸素窒素同時分析装置で測定したところ、炭素の含有量は6.07質量%、酸素の含有量は377質量ppm、窒素の含有量は14質量ppmであった。

[0155] 得られた本実施例 1 の焼結体の組織観察を走査型電子顕微鏡（SEM）で行った。具体的には、本比較例 1 の焼結体の厚さ方向の断面（ホットプレス時の加圧方向の焼結体断面）における 10箇所について、走査型電子顕微鏡（SEM）で撮影し、10枚のSEM写真を得た。撮影した10枚のSEM写真は、いずれも、 $121\mu\text{m} \times 97\mu\text{m}$ の視野を1000倍の倍率で撮影したSEM写真である。撮影して得た10枚のSEM写真のうちの1枚を、図7に示す。図7に示す写真中の縮尺目盛りは $10\mu\text{m}$ である。

[0156] 図7において、灰色の相がF e P t 合金相であり、黒色の相がC（炭素）相である。

[0157] C（炭素）相の大きさおよび形状の評価を行いやすくするために、撮影した10枚のSEM写真それぞれについて、2値化処理を行い、10個の2値化処理画像を得た。図8は、図7に示すSEM写真の2値化処理を行った後の画像であり、白色の相がFePt合金相であり、黒色の相がC（炭素）相である。図8において、直径の大きい方から5つだけ、C（炭素）相の界面に内接する内接円を記載しており、当該内接円には斜線を引いている。また、図8に記載の内接円の1つを含む領域を拡大して示す2値化処理画像を図9に示す。

[0158] 本比較例 1 の焼結体において、実施例 1 と同様にして求めた C 相の大きさ指数 a の平均値は 6.6 μm であった。また、実施例 1 と同様にして求めた C 相の非球形指数 b の平均値は 2.0 であった。

[0159] また、本比較例 1 においても実施例 1 と同様に、得られた焼結体を用いてスパッタリングターゲットを作製してスパッタリングを行い、発生するパーティクル数の評価を行った。スパッタリング累積継続時間 15 分、30 分、1 時間、2 時間の各時点でのパーティクル発生数は、それぞれ 340、15

6、320、186であった。それらの値をプロットしたグラフを他の実施例および比較例における結果とともに図5、図6に示す。

[0160] (比較例2)

本比較例2では、実施例1で用いた平均粒径12.17 μm の非球形C粉末36.31 gに替えて、平均粒径22.55 μm の球形C粉末36.31 gを用いたこと、および、得られた加圧焼結用混合粉末を1050℃でホットプレスしたこと以外は実施例1と同様にして、焼結体およびスパッタリングターゲットを作製した。目標とする焼結体およびスパッタリングターゲットの組成は、実施例1と同様に、60.5 (50Fe-50Pt)-39.5Cである。

[0161] 作製した焼結体の相対密度を実施例1と同様に測定したところ、97.11%であった。

[0162] また、作製した焼結体中の炭素、酸素および窒素の含有量を実施例1と同様に測定したところ、炭素の含有量は5.90質量%、酸素の含有量は264質量ppm、窒素の含有量は28質量ppmであった。

[0163] 本比較例2の焼結体において、実施例1と同様にして求めたC相の大きさ指数aの平均値は9.7 μm であった。また、実施例1と同様にして求めたC相の非球形指数bの平均値は2.5であった。

[0164] また、本比較例2においても実施例1と同様に、得られた焼結体を用いてスパッタリングターゲットを作製してスパッタリングを行い、発生するパーティクル数の評価を行った。スパッタリング累積継続時間15分、30分、1時間、2時間の各時点でのパーティクル発生数は、それぞれ842、265、108、110であった。それらの値をプロットしたグラフを他の実施例および比較例における結果とともに図5、図6に示す。

[0165] (比較例3)

本比較例3では、実施例1で用いた平均粒径12.17 μm の非球形C粉末36.31 gに替えて、平均粒径5.09 μm の非球形C粉末36.31 gを用いたこと、および、得られた加圧焼結用混合粉末を1300℃でホッ

トプレスしたこと以外は実施例 1 と同様に、焼結体およびスパッタリングターゲットを作製した。目標とする焼結体およびスパッタリングターゲットの組成は、実施例 1 と同様に、 $60.5 (50\text{Fe} - 50\text{Pt}) - 39.5\text{C}$ である。

[0166] 作製した焼結体の相対密度を実施例 1 と同様に測定したところ、 94.37% であった。

[0167] また、作製した焼結体中の炭素、酸素および窒素の含有量を実施例 1 と同様に測定したところ、炭素の含有量は 5.91 質量%、酸素の含有量は 211 質量ppm、窒素の含有量は 18 質量ppmであった。

[0168] 本比較例 3 の焼結体において、実施例 1 と同様に求めた C 相の大きさ指数 a の平均値は $3.7\mu\text{m}$ であった。また、実施例 1 と同様に求めた C 相の非球形指数 b の平均値は 3.9 であった。

[0169] また、本比較例 3 においても実施例 1 と同様に、得られた焼結体を用いてスパッタリングターゲットを作製してスパッタリングを行い、発生するパーティクル数の評価を行った。スパッタリング累積継続時間 15 分、 30 分、 1 時間、 2 時間の各時点でのパーティクル発生数は、それぞれ 165 、 236 、 305 、 360 であった。それらの値をプロットしたグラフを他の実施例および比較例における結果とともに図 5、図 6 に示す。

[0170] (比較例 4)

本比較例 4 において、目標とする焼結体およびスパッタリングターゲットの組成は、実施例 1 と同様に、 $60.5 (50\text{Fe} - 50\text{Pt}) - 39.5\text{C}$ である。

[0171] 本比較例 4 で用いた C 粉末は、1 次粒子の平均粒径（メディアン径）が 30nm （カタログ値）で 2 次粒子が形成されているカーボンブラックであり、個々の C 粒子の形状は非球形である。本比較例 4 においてはその C 粉末を 62.50g 用いた。

[0172] 本比較例 4 に係る焼結体およびスパッタリングターゲットの作製に際し、まず、ガスアトマイズ法を用いて FePt 合金粉を作製した。得られた Fe

P t 合金粉の平均粒径は $45\ \mu\text{m}$ であった。

[0173] 作製した F e P t 合金粉 1000.00g に C 粉末 62.50g を添加し、ボールを用いた混合機で 462rpm で 24 時間混合して、加圧焼結用混合粉末を得た。

[0174] 得られた加圧焼結用混合粉末を、温度： 1460°C 、圧力： 26.2MPa 、時間： 60min 、雰囲気： $5\times 10^{-2}\text{Pa}$ 以下の真空中の条件でホットプレスを行い、焼結体を作製した。

[0175] 作製した焼結体の相対密度を実施例 1 と同様に測定したところ、 96.12% であった。

[0176] また、作製した焼結体中の炭素、酸素および窒素の含有量を実施例 1 と同様に測定したところ、炭素の含有量は 5.72% 、酸素の含有量は 23ppm 、窒素の含有量は 10ppm であった。

[0177] 本比較例 4 の焼結体において、実施例 1 と同様にして求めた C 相の大きさ指数 a の平均値は $0.8\ \mu\text{m}$ であった。また、実施例 1 と同様にして求めた C 相の非球形指数 b の平均値は 3.5 であった。

[0178] また、本比較例 4 においても実施例 1 と同様に、得られた焼結体を用いてスパッタリングターゲットを作製してスパッタリングを行い、発生するパーティクル数の評価を行った。スパッタリング累積継続時間 15 分、 30 分、 1 時間、 2 時間の各時点でのパーティクル発生数は、それぞれ 3019 、 3587 、 5803 、 4807 であった。それらの値をプロットしたグラフを他の実施例および比較例における結果とともに図 5、図 6 に示す。

[0179] 図 5 および図 6 に示すように、本比較例 4 のスパッタリングターゲットを用いてスパッタリングを行ったときに発生するパーティクルの数は実施例 1 ～ 4 および比較例 1 ～ 3 と比べて非常に多くなっている。本比較例 4 においては、用いた C 粉末は 1 次粒子の平均粒径（メディアン径）が $20\sim 50\text{nm}$ 程度（カタログ値 30nm ）と極めて小さいカーボンブラックであり、2 次粒子を形成しており、F e P t 合金相中においても 2 次粒子を形成していると考えられる。2 次粒子の C は 1 次粒子の C が圧粉された状態であり、2

次粒子の内部の1次粒子のCは周囲をFePt合金に覆われていないため、スパッタリングの最中に塊の状態でターゲットから抜け落ちやすく、パーティクルになりやすいと考えられる。このため、本比較例4のスパッタリングターゲットを用いてスパッタリングを行ったときに発生するパーティクルの数は実施例1～4および比較例1～3と比べて非常に多くなったものと考えられる。

[0180] (考察)

実施例1～4、比較例1～4についての主要なデータを次の表1にまとめて示す。ターゲットの組成は、実施例1～3、比較例1～4については、60.5(50Fe-50Pt)-39.5Cであり、実施例4のみ、60(50Fe-50Pt)-30C-10SiO₂である。

[0181] [表1]

	組成	使用したC粉末		相対密度 (%)	焼結体中のC相		2時間経過時 パーティクル 発生数 (個)
		平均粒径 (μm)	形状		大きさ指数a の平均値 (μm)	非球形指数 bの平均値	
実施例1	(Fe-50Pt)-39.5C	12.17	非球形	95.82	5.3	4.5	80
実施例2	(Fe-50Pt)-39.5C	19.93	非球形	95.20	6.3	5.2	48
実施例3	(Fe-50Pt)-39.5C	51.01	非球形	96.54	7.6	6.0	55
実施例4	(Fe-50Pt)-30C-10SiO ₂	19.93	非球形	94.37	5.4	5.6	17
比較例1	(Fe-50Pt)-39.5C	6.63	球形	96.07	6.6	2.0	186
比較例2	(Fe-50Pt)-39.5C	22.55	球形	97.11	9.7	2.5	110
比較例3	(Fe-50Pt)-39.5C	5.09	非球形	94.37	3.7	3.9	360
比較例4	(Fe-50Pt)-39.5C	0.03	非球形	96.12	0.8	3.5	4807

[0182] 本発明の範囲に含まれる実施例1～4では、焼結体中のC相の大きさ指数aの平均値が4.0 μm 以上9.0 μm 以下であり、かつ、焼結体中のC相の非球形指数bの平均値が3.0以上である。

[0183] 実施例1～4においては、焼結体中のC相の大きさ指数aの平均値が4.0 μm 以上9.0 μm 以下であるので、該C相の周囲がマトリックス金属で

ある F e P t 系合金によって覆われやすい適度な大きさになっている。また、焼結体中の C 相の非球形指数 b の平均値が 3.0 以上であるので、ターゲット中の C 相は球形と比べて細長い形状になっており、単位体積当たりの表面積が球形よりも大きくなっている。このため、ターゲット中の C 相はマトリックス金属である F e P t 系合金との接着が良好になりやすくなっている。

[0184] このため、実施例 1～4 においては、発生するパーティクルの数が少なくなったものと考えられる。

[0185] 一方、比較例 1 および 2 では、焼結体中の C 相の非球形指数 b の平均値がそれぞれ 2.0 および 2.5 であり、どちらも 3.0 を下回っており、焼結体中の C 相の形状は球形に近い形状である。このため、比較例 1 および 2 では、単位体積当たりの焼結体中の C 相の表面積が小さくなっており、C 相はマトリックス金属である F e P t 系合金との接着が弱くなり、このため、発生するパーティクルの数が実施例 1～4 と比べて多くなったものと考えられる。

[0186] また、比較例 3 および 4 では、焼結体中の C 相の大きさ指数 a の平均値がそれぞれ $3.7 \mu\text{m}$ および $0.8 \mu\text{m}$ であり、どちらも $4.0 \mu\text{m}$ を下回っていて C 相の大きさが小さ過ぎ、そのため、C 相の周囲がマトリックス金属である F e P t 系合金に十分に覆われず、このため、発生するパーティクルの数が実施例 1～4 と比べて多くなったものと考えられる。

[0187] また、比較例 4 では、前述したように、1 次粒子のカーボンは焼結体中で 2 次粒子を形成している。2 次粒子の C は 1 次粒子の C が圧粉された状態であり、2 次粒子の内部の C の 1 次粒子は周囲を F e P t 合金に覆われていないため、スパッタリングの最中に塊の状態でターゲットから抜け落ちやすく、パーティクルになりやすいと考えられる。このため、比較例 4 のスパッタリングターゲットを用いてスパッタリングを行ったときに発生するパーティクルの数は、実施例 1～4 および比較例 1～3 と比べて非常に多くなったものと考えられる。

産業上の利用可能性

[0188] 本発明に係るスパッタリングターゲットは、複数のターゲットを用いることなく、磁気記録媒体として使用可能なF e P t 系合金および炭素を含む薄膜を単独で形成することができ、かつ、スパッタリング時に発生するパーティクルを少なくすることができるF e P t -C系スパッタリングターゲットであり、産業上の利用可能性を有する。

請求の範囲

[請求項1] Fe、PtおよびCを含有するFePt-C系スパッタリングターゲットであって、

 Ptを33mol%以上60mol%以下含有して残部が実質的にFeからなるFePt系合金相中に、実質的にCからなるC相が分散した構造を有し、

 当該FePt-C系スパッタリングターゲットの厚さ方向の断面を $121\mu\text{m} \times 97\mu\text{m}$ の範囲の視野について1000倍の倍率で10箇所撮影して得た10個の画像それぞれにおいて、C相の内接円の直径が大きい方から5番目までのその5つの直径の平均値をC相の大きさ指数aとするとともに、直径が大きい方から5番目までのC相の内接円の中心からそのC相の界面までを結ぶ直線の最大長さLを当該内接円の半径Rで除した値 L/R を、直径が大きい方から5番目までのC相それぞれについて求め、求めた5つの値の平均値をC相の非球形指数bとすると、前記10個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の大きさ指数aの平均値が $4.0\mu\text{m}$ 以上 $9.0\mu\text{m}$ 以下であり、かつ、前記10個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の非球形指数bの平均値が3.0以上であることを特徴とするFePt-C系スパッタリングターゲット。

[請求項2] Fe、PtおよびCを含有し、さらにFe、Pt以外の1種以上の元素を含有するFePt-C系スパッタリングターゲットであって、

 Ptを33mol%以上60mol%未満、Fe、Pt以外の前記1種以上の元素を0mol%よりも多く20mol%以下含有し、かつ、Ptと前記1種以上の元素の合計が60mol%以下であり、残部が実質的にFeからなるFePt系合金相中に、実質的にCからなるC相が分散した構造を有し、

 当該FePt-C系スパッタリングターゲットの厚さ方向の断面を $121\mu\text{m} \times 97\mu\text{m}$ の範囲の視野について1000倍の倍率で10

箇所撮影して得た10個の画像それぞれにおいて、C相の内接円の直径が大きい方から5番目までのその5つの直径の平均値をC相の大きさ指数aとするとともに、直径が大きい方から5番目までのC相の内接円の中心からそのC相の界面までを結ぶ直線の最大長さLを当該内接円の半径Rで除した値 L/R を、直径が大きい方から5番目までのC相それぞれについて求め、求めた5つの値の平均値をC相の非球形指数bとすると、前記10個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の大きさ指数aの平均値が $4.0\mu\text{m}$ 以上 $9.0\mu\text{m}$ 以下であり、かつ、前記10個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の非球形指数bの平均値が3.0以上であることを特徴とするFePt-C系スパッタリングターゲット。

[請求項3] Fe、Pt以外の前記1種以上の元素は、Cu、Ag、Rh、Au、Mn、Ni、Co、Pd、Cr、V、Bのうちの1種以上であることを特徴とする請求項2に記載のFePt-C系スパッタリングターゲット。

[請求項4] 前記C相に含まれるCのターゲット全体に対する含有割合が10mol%以上60mol%以下であることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のFePt-C系スパッタリングターゲット。

[請求項5] Fe、Pt、Cおよび酸化物を含有するFePt-C系スパッタリングターゲットであって、

Ptを33mol%以上60mol%以下含有して残部が実質的にFeからなるFePt系合金相中に、実質的にCからなるC相および実質的に酸化物からなる酸化物相が分散した構造を有し、

当該FePt-C系スパッタリングターゲットの厚さ方向の断面を $121\mu\text{m} \times 97\mu\text{m}$ の範囲の視野について1000倍の倍率で10箇所撮影して得た10個の画像それぞれにおいて、C相の内接円の直径が大きい方から5番目までのその5つの直径の平均値をC相の大きさ指数aとするとともに、直径が大きい方から5番目までのC相の内

接円の中心からそのC相の界面までを結ぶ直線の最大長さ L を当該内接円の半径 R で除した値 L/R を、直径が大きい方から5番目までのC相それぞれについて求め、求めた5つの値の平均値をC相の非球形指数 b とすると、前記10個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の大きさ指数 a の平均値が $4.0\mu\text{m}$ 以上 $9.0\mu\text{m}$ 以下であり、かつ、前記10個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の非球形指数 b の平均値が3.0以上であることを特徴とするFePt-C系スパッタリングターゲット。

[請求項6]

Fe、Pt、Cおよび酸化物を含有し、さらにFe、Pt以外の1種以上の元素を含有するFePt-C系スパッタリングターゲットであって、

Ptを33mol%以上60mol%未満、Fe、Pt以外の前記1種以上の元素を0mol%よりも多く20mol%以下含有し、かつ、Ptと前記1種以上の元素の合計が60mol%以下であり、残部が実質的にFeからなるFePt系合金相中に、実質的にCからなるC相および実質的に酸化物からなる酸化物相が分散した構造を有し、

当該FePt-C系スパッタリングターゲットの厚さ方向の断面を $121\mu\text{m} \times 97\mu\text{m}$ の範囲の視野について1000倍の倍率で10箇所撮影して得た10個の画像それぞれにおいて、C相の内接円の直径が大きい方から5番目までのその5つの直径の平均値をC相の大きさ指数 a とするとともに、直径が大きい方から5番目までのC相の内接円の中心からそのC相の界面までを結ぶ直線の最大長さ L を当該内接円の半径 R で除した値 L/R を、直径が大きい方から5番目までのC相それぞれについて求め、求めた5つの値の平均値をC相の非球形指数 b とすると、前記10個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の大きさ指数 a の平均値が $4.0\mu\text{m}$ 以上 $9.0\mu\text{m}$ 以下であり、かつ、前記10個の画像それぞれにおいて求めた前記C相の非球形指

数 b の平均値が 3.0 以上であることを特徴とする FePt-C 系スパッタリングターゲット。

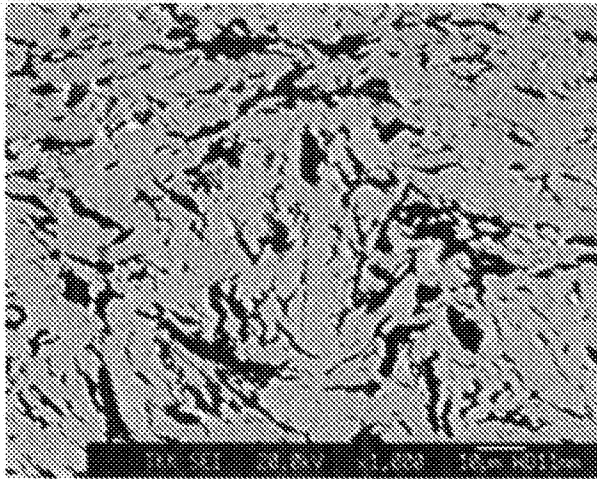
[請求項7] Fe、Pt 以外の前記 1 種以上の元素は、Cu、Ag、Rh、Au、Mn、Ni、Co、Pd、Cr、V、B のうちの 1 種以上であることを特徴とする請求項 6 に記載の FePt-C 系スパッタリングターゲット。

[請求項8] 前記 C 相に含まれる C および前記酸化物相に含まれる酸化物の合計のターゲット全体に対する含有割合が 10 mol % 以上 60 mol % 以下であって、かつ、前記 C 相に含まれる C のターゲット全体に対する含有割合が 5 mol % 以上 50 mol % 以下、前記酸化物相に含まれる酸化物の合計のターゲット全体に対する含有割合が 1 mol % 以上 25 mol % 以下であることを特徴とする請求項 5～7 のいずれかに記載の FePt-C 系スパッタリングターゲット。

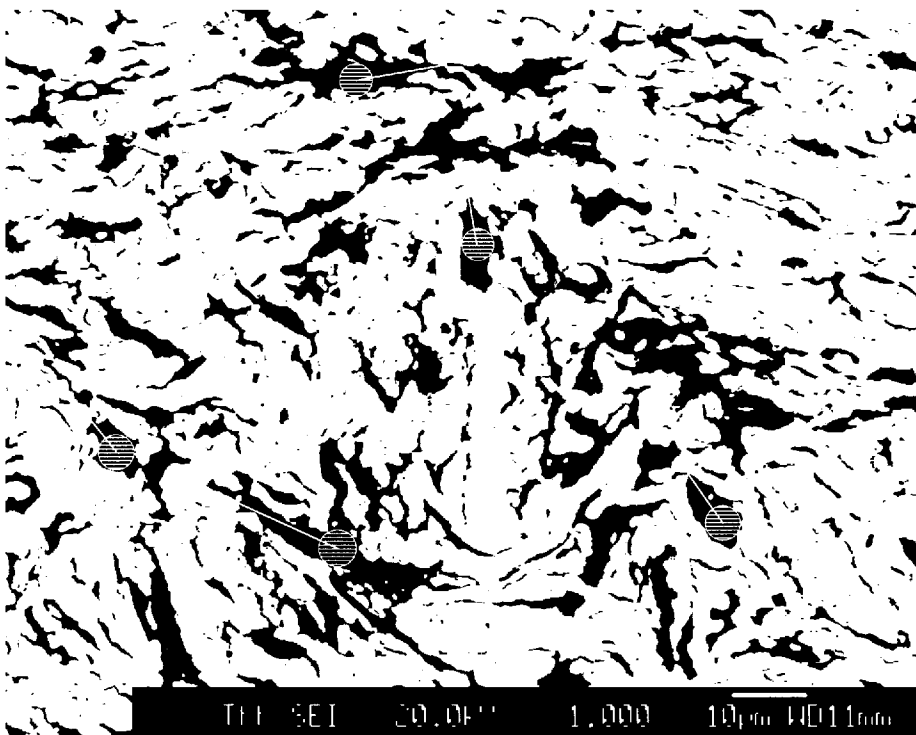
[請求項9] 前記酸化物は、SiO₂、TiO₂、Ti₂O₃、Ta₂O₅、Cr₂O₃、CoO、Co₃O₄、B₂O₃、Fe₂O₃、Fe₃O₄、CuO、Cu₂O、Y₂O₃、MgO、Al₂O₃、ZrO₂、Nb₂O₅、MoO₃、CeO₂、Sm₂O₃、Gd₂O₃、WO₂、WO₃、HfO₂、NiO₂ のうちの少なくとも 1 種を含むことを特徴とする請求項 5～8 のいずれかに記載の FePt-C 系スパッタリングターゲット。

[請求項10] 相対密度が 90 % 以上であることを特徴とする請求項 1～9 のいずれかに記載の FePt-C 系スパッタリングターゲット。

[図1]



[図2]

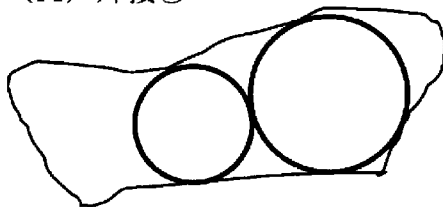


[図3]

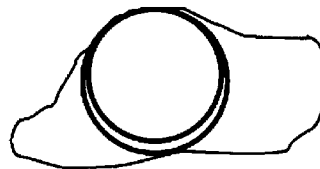


[図4]

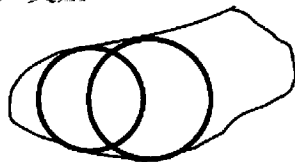
(A) 外接○



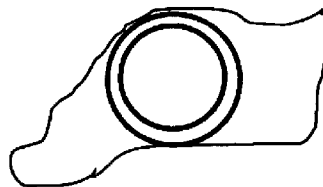
(B) 内接×



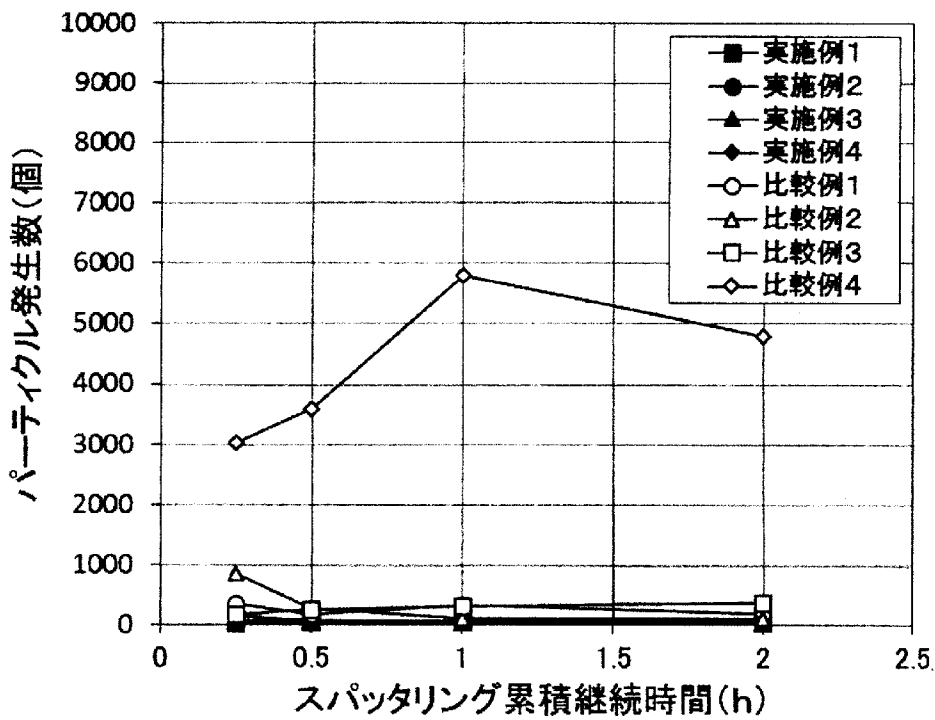
(C) 交差×



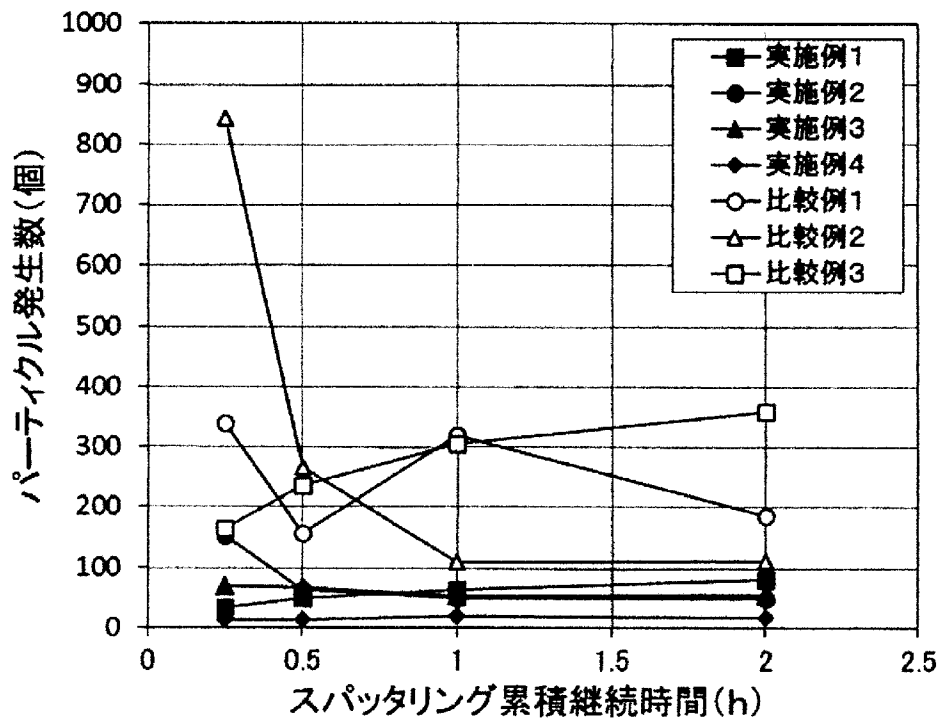
(D) 内包×



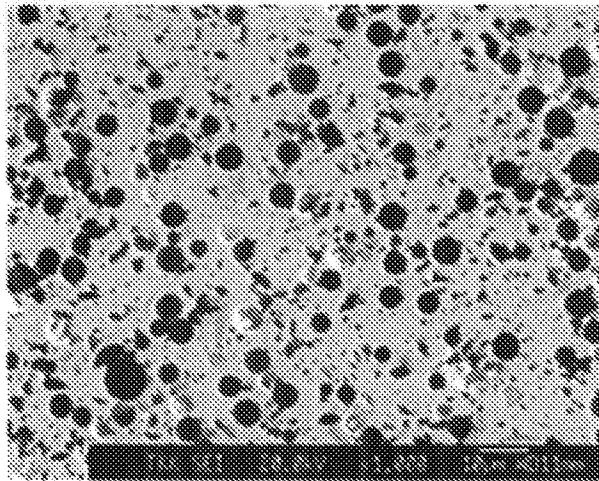
[図5]



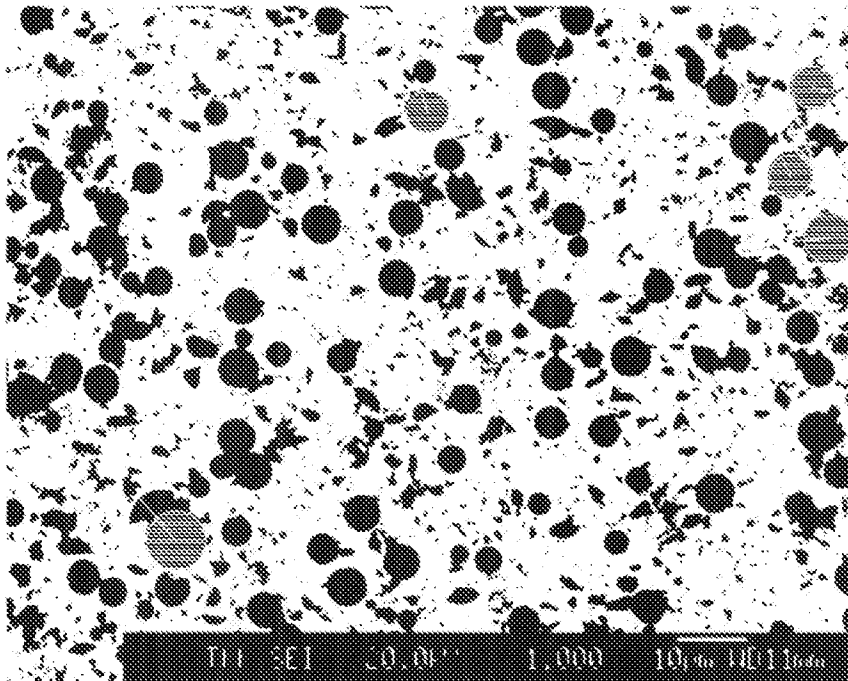
[図6]



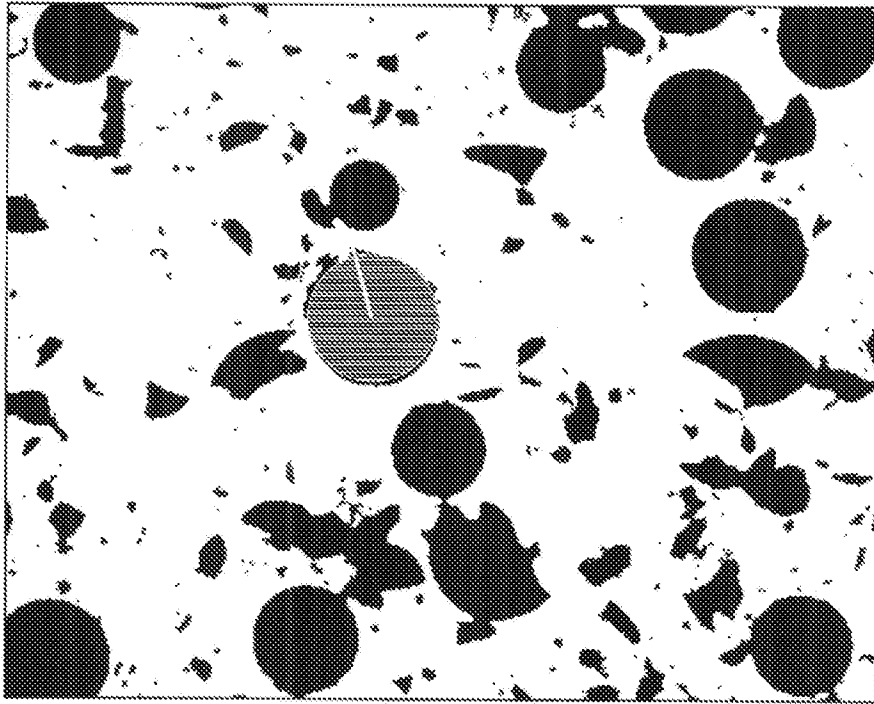
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/008344

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C23C14/34(2006.01)i, C22C1/04(2006.01)i, C22C5/04(2006.01)i, C22C38/00(2006.01)i, G11B5/851(2006.01)i, B22F1/00(2006.01)n, B22F3/14(2006.01)n, B22F3/15(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C23C14/34, C22C1/04, C22C5/04, C22C38/00, G11B5/851, B22F1/00, B22F3/14, B22F3/15

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2014/175392 A1 (JX Nippon Mining & Metals Corp.), 30 October 2014 (30.10.2014), claims; paragraphs [0010], [0017] to [0022], [0029]; examples; table 1; fig. 1, 3 & CN 104955981 A	1-9 10
X Y	WO 2014/013920 A1 (JX Nippon Mining & Metals Corp.), 23 January 2014 (23.01.2014), claims; paragraphs [0014] to [0022]; examples; fig. 7 & US 2015/0060268 A1 paragraphs [0033] to [0049]; claims; examples; fig. 7 & CN 104221085 A	1-9 10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
16 May 2017 (16.05.17)

Date of mailing of the international search report
23 May 2017 (23.05.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/008344

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-214874 A (Tanaka Kikinzoku Kogyo Kabushiki Kaisha), 08 November 2012 (08.11.2012), paragraph [0017] & US 2014/0301887 A1 paragraph [0018]	10
A	JP 2014-120180 A (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 30 June 2014 (30.06.2014), (Family: none)	1-10
A	WO 2013/105648 A1 (Tanaka Kikinzoku Kogyo Kabushiki Kaisha), 18 July 2013 (18.07.2013), & US 2014/0318955 A1	1-10
A	JP 2015-175025 A (JX Nippon Mining & Metals Corp.), 05 October 2015 (05.10.2015), (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C23C14/34(2006.01)i, C22C1/04(2006.01)i, C22C5/04(2006.01)i, C22C38/00(2006.01)i, G11B5/851(2006.01)i, B22F1/00(2006.01)n, B22F3/14(2006.01)n, B22F3/15(2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C23C14/34, C22C1/04, C22C5/04, C22C38/00, G11B5/851, B22F1/00, B22F3/14, B22F3/15

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	WO 2014/175392 A1（J X日鉱日石金属株式会社）2014.10.30, 特許請求の範囲、[0010]、[0017]–[0022]、[0029]、実施例、表1、図1、図3 & CN 104955981 A	1-9 10
X Y	WO 2014/013920 A1（J X日鉱日石金属株式会社）2014.01.23, 特許請求の範囲、[0014]–[0022]、実施例、図7 & US 2015/0060268 A1, [0033]–[0049], claims, Examples, Fig. 7 & CN 104221085 A	1-9 10

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16.05.2017

国際調査報告の発送日

23.05.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

吉野 涼

4G

5371

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2012-214874 A (田中貴金属工業株式会社) 2012. 11. 08, [0 0 1 7] & US 2014/0301887 A1, [0018]	10
A	JP 2014-120180 A (昭和電工株式会社) 2014. 06. 30, (ファミリーなし)	1-10
A	WO 2013/105648 A1 (田中貴金属工業株式会社) 2013. 07. 18, & US 2014/0318955 A1	1-10
A	JP 2015-175025 A (J X 日鉱日石金属株式会社) 2015. 10. 05, (ファミリーなし)	1-10