(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
2016 年 4 月 7 日(07.04.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/051661 A1

(51) 国際特許分類:
G11B 5/65 (2006.01) *G11B 5/66* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/004396

(22) 国際出願日: 2015 年 8 月 31 日(31.08.2015)

(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 2014-203283 2014 年 10 月 1 日(01.10.2014) JP

(71) 出願人: 富士電機株式会社(FUJI ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田１番１号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 中田　仁志(NAKATA, Hitoshi); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田１番１号富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 森谷　友博(MORIYA, Tomohiro); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田１番１号富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 島津　武仁(SHIMATSU, Takehito); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目１番１号東北大学内 Miyagi (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人　谷・阿部特許事務所(TANI & ABE, P.C.); 〒1070052 東京都港区赤坂２丁目６－２０ 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

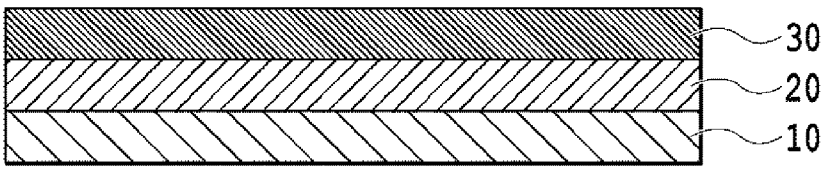
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

(54) **Title**: PERPENDICULAR MAGNETIC RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称 : 垂直磁気記録媒体



(57) **Abstract**: The present invention relates to a magnetic recording medium which comprises a nonmagnetic substrate and a magnetic recording layer. In this magnetic recording medium, the magnetic recording layer includes an ordered alloy having an $L1_0$ ordered structure, comprises Fe, Pt, and V, and has a composition satisfying Pt>Fe. Preferably, the magnetic recording layer has a granular structure which comprises magnetic crystal grains comprising the ordered alloy and nonmagnetic crystal grain boundaries, wherein the nonmagnetic crystal grain boundaries comprise V.

(57) 要約:　本発明は、磁気記録媒体に関し、この磁気記録媒体は、非磁性基板と、磁気記録層を少なくとも含む。本発明の磁気記録媒体において、前記磁気記録層はＬ１$_0$型規則構造を有する規則合金を含み、Ｆｅ、ＰｔおよびＶを含み、Ｐｔ＞Ｆｅの組成を有する。好ましくは、前記磁気記録層は、前記規則合金を含む磁性結晶粒と、非磁性結晶粒界とからなるグラニュラー構造を有し、前記非磁性結晶粒界はＶを含む。

WO 2016/051661 A1

明　細　書

発明の名称 ： 垂直磁気記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、垂直磁気記録媒体に関する。特に、本発明は、規則合金を含み、Ｆｅ及びＰｔを成分として含み、更にバナジウム（Ｖ）を含む磁性層を有する垂直磁気記録媒体に関する。

背景技術

[0002] 近年、磁気記録の高密度化の要請が著しい。磁気記録の高密度化を実現する技術として、垂直磁気記録方式が採用されている。垂直磁気記録媒体は、非磁性基体と、硬質磁性材料から形成される磁気記録層を少なくとも含む。垂直磁気記録媒体は、任意選択的に、磁気ヘッドが発生する磁束を磁気記録層に集中させる役割を担う軟磁性裏打ち層、磁気記録層の硬質磁性材料を目的の方向に配向させるための下地層、磁気記録層の表面を保護する保護膜などをさらに含んでもよい。

[0003] 良好な磁気特性を得ることを目的として、グラニュラー磁性材料を用いて垂直磁気記録媒体の磁気記録層を形成することが提案されている。グラニュラー磁性材料は、磁性結晶粒と、磁性結晶粒の周囲を取り囲むように偏析した非磁性体とを含む。グラニュラー磁性材料中の個々の磁性結晶粒は、非磁性体によって磁気的に分離されている。

[0004] また、従来、垂直磁気記録媒体用の金属磁性材料として、ＣｏＣｒＰｔをはじめとするＣｏＣｒ系不規則合金磁性層が主に研究されてきた。近年、垂直磁気記録媒体の記録密度のさらなる向上を目的として、磁性層中の磁性結晶粒の粒径を縮小させる必要に迫られている。ここで、磁性結晶粒の粒径の縮小は、記録された磁化の熱安定性を低下させる。そのため、磁性結晶粒の粒径の縮小による熱安定性の低下を補償するために、より高い結晶磁気異方性を有する材料を用いることが求められている。

[0005] 求められる高い結晶磁気異方性を有する材料として、Ｌ１$_0$系規則合金およ

びその製造方法が提案されている。これらのＬ１$_0$系規則合金は、ＦｅＰｔ、ＣｏＰｔ、ＦｅＰｄ、ＣｏＰｄなどを含む。

[0006] 上記のような規則合金は、規則性を高めたより良い結晶粒を得ることが困難である。また、グラニュラー磁性材料においては、グラニュラー磁性材料中の個々の磁性結晶粒の分離性を高め、規則性の高いより良い結晶性を実現することも必要とされる。

[0007] 特開２００３－３１３６５９号公報（特許文献１）は、Ｌ１$_0$型の規則合金の薄膜を形成するためのスパッターゲットを開示する。このスパッターゲットとして、特許文献１は、Ｆｅ≧Ｐｔの組成を有するＦｅＰｔＶ系合金を一例として記載している。特許文献１では、スパッタ成膜した磁性合金膜をＬ１$_0$規則相に規則化する際のアニール温度を低下させることで、高い磁気異方性定数（Ｋｕ）や高い保磁力（Ｈｃ）などを有する規則相合金膜を再現性よく得ることを可能にしている。また、特許文献１では、磁気記録媒体は、磁性合金膜を比較的低いアニール温度でＬ１$_0$規則相に規則化することを可能にし、これによって、磁気異方性定数（Ｋｕ）が大きいＬ１$_0$構造の規則相合金膜を記録層として用いた磁気記録媒体の実用性や量産性などを高めている。

[0008] 特開２００８－０５９７３３号公報（特許文献２）は、高い磁気異方性定数（Ｋｕ）を有する合金と酸化化合物を含む磁気記録媒体、及びそのような磁気記録媒体の磁気記録層を形成するためのスパッターゲットを開示する。特許文献２では、磁気記録層は、高い磁気異方性定数（Ｋｕ）を有するため、熱安定性を向上すると同時に、この磁気記録層の磁区を著しく小さくできることが開示されている。また、特許文献２のスパッターゲットは、Ｌ１$_0$型の規則合金の薄膜を形成するためのスパッターゲットとして、ＦｅＰｔＶ酸化物系合金を一例として記載している。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開２００３－３１３６５９号公報

特許文献2：特開２００８－０５９７３３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 本発明の目的は、より優れたＬ１$_0$系規則合金を含む磁気記録層を有する磁気記録媒体を提供することである。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明は、非磁性基板と、磁気記録層を少なくとも含む磁気記録媒体に関し、前記磁気記録層はＬ１$_0$型規則構造を有する規則合金を含み、Ｆｅ、ＰｔおよびＶを含み、Ｐｔ＞Ｆｅの組成を有することを特徴とする。

[0012] 本発明では、前記磁気記録層は、前記規則合金を含む磁性結晶粒と、非磁性結晶粒界とからなるグラニュラー構造を有し、前記非磁性結晶粒界はＶを含むことが好ましい。

[0013] 更に、本発明の一実施形態では、本発明の磁気記録媒体は、シード層をさらに含み、前記シード層がＰｔを含むことを特徴とする。

発明の効果

[0014] 本発明では、磁性結晶粒子間の分離性能を向上させることにより、磁気記録層の保磁力（Ｈｃ）を向上できる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の磁気記録媒体の１つの構成例を示す概略断面図である。

[図2]実施例１および比較例１～２の磁気記録媒体におけるＶ含有量と結晶格子のａ軸およびｃ軸の長さとの関係を示すグラフである。

[図3]実施例１および比較例１～２の磁気記録媒体におけるＶ含有量と規則度Ｓとの関係を示すグラフである。

[図4]実施例１および比較例１～２のサンプル１～６の磁気記録媒体におけるＶ含有量と飽和磁化（Ｍｓ）との関係を示すグラフである。

[図5]実施例１および比較例１～２のサンプル１～６の磁気記録媒体におけるＶ含有量と磁気異方性定数（Ｋｕ）との関係を示すグラフである。

[図6]実施例１および比較例１～２のサンプル１～６の磁気記録媒体におけるＶ含有量と保磁力（Ｈｃ）との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0016] 本発明の磁気記録媒体は、非磁性基板と磁気記録層とを含み、前記磁気記録層は、Ｌ１$_0$型規則構造の規則合金を有して形成される。さらに、磁気記録層は、Ｆｅ、ＰｔおよびＶを含み、Ｐｔ＞Ｆｅの組成を有する。

[0017] 以下に本発明を、図面を参照して説明するが、本発明はこれらに限定されない。本発明の一実施形態では、磁気記録媒体は、図１に示すように、非磁性基板１０、磁気記録層３０、および任意選択的に設けてもよいシード層２０を含むことができる。

[0018] 非磁性基板１０は、表面が平滑である様々な基板であってよい。非磁性基板には、磁気記録媒体に一般的に用いられる材料を用いることができる。例えば、非磁性基板１０に用いることができる材料として、ＮｉＰメッキを施したＡｌ合金、強化ガラス、結晶化ガラス、あるいはＭｇＯ等を挙げることができる。

[0019] 磁気記録層３０は、鉄（Ｆｅ）および白金（Ｐｔ）と、バナジウム（Ｖ）とを含む。磁気記録層３０は、規則合金を含み、好ましくは、規則合金は、Ｌ１$_0$型構造を有する。特に好ましいＬ１$_0$型規則合金は、ＦｅＰｔである。

[0020] 本発明に用いられる規則合金において、ＦｅとＰｔの比は、ａｔ％でＦｅ＜Ｐｔである。好ましくは、規則合金におけるＦｅおよびＰｔの含有量は、Ｌ１$_0$型規則合金が形成されるそれぞれの元素の含有量においてＦｅ（ａｔ％）＜Ｐｔ（ａｔ％）の条件を満たすものである。より好ましくは、ＦｅおよびＰｔの含有量は、Ｆｅ（ａｔ％）＜Ｐｔ（ａｔ％）の条件の下で、Ｆｅが４０～４５ａｔ％であり、Ｐｔが４５～５５ａｔ％である。また、磁気記録層におけるＶの含有量は、３～１２ａｔ％、好ましくは３．５～１２ａｔ％である。この範囲内の組成比を用いることによって、保磁力（Ｈｃ）を改良できるＬ１$_0$型規則構造の規則合金を得ることができる。

[0021] 本発明に用いられる磁気記録層中のＶは、好ましくは、０価の酸化状態の

Ｖ、すなわち金属状態のＶである。何らかの理論に拘束されることを意図するものではないが、Ｖは、Ｌ１$_0$型規則合金のＦｅＰｔの外に析出して相分離を高めていると考えられる。本発明では、規則合金は、Ｖ酸化物のようなより高い酸化状態のＶを含まない。

[0022] 本発明において、規則合金の規則性は、例えば、磁気記録層をＸ線回折法（ＸＲＤ）により測定し、測定値と完全に規則化した際の理論値との比により算出することができる。Ｌ１$_0$型規則合金の場合は、規則合金由来の（００１）および（００２）ピークの積分強度を用いて算出することができる。測定された（００１）ＦｅＰｔピーク積分強度に対する（００２）ＦｅＰｔピーク積分強度の比の値を、完全に規則化した際に理論的に算出される（００１）ピーク積分強度に対する（００２）ピーク積分強度の比で除算することで規則度Ｓを得ることができる。

[0023] 本発明の磁気記録媒体の磁気記録層は、前記規則合金のＦｅＰｔからなる磁性結晶粒と、Ｖを含む非磁性結晶粒界とからなるグラニュラー構造を有することが好ましい。グラニュラー構造において、それぞれの磁性結晶粒は、非磁性結晶粒界によって磁気的に分離される。

[0024] 本発明では、磁気記録層は、好ましくは、基板の加熱を伴うスパッタ法で形成される。スパッタ法としては、ＤＣマグネトロンスパッタリング法、ＲＦスパッタリング法などの当該技術分野においてよく知られた一般的方法を挙げることができ、本発明ではこれらの一般的方法を用いることができる。本明細書において、「スパッタ法」の語は、特に断りがない限り上記の一般的方法と同様の意味を有する。磁気記録層を形成する際の基板温度は、４００～５００℃の範囲内であることが好ましい。この範囲内の基板温度を採用することにより、磁気記録層中のＬ１$_0$型規則合金材料の規則度Ｓを向上させることができる。スパッタ法に用いるターゲットとして、例えば、ＦｅおよびＰｔからなるターゲット、およびＶからなるターゲットの２つのターゲットを用いるスパッタ法を採用することができる。あるいはまた、Ｆｅからなるターゲット、Ｐｔからなるターゲット、およびＶからなるターゲットの３

つのターゲットを用いるスパッタ法を採用してもよい。これらの場合、それぞれのターゲットに別個に電力を供給することによって、磁気記録層３０の規則合金中のＦｅ、ＰｔおよびＶの比率を制御することができる。

[0025] グラニュラー構造を有する磁気記録層の形成の際には、磁性結晶粒を形成する材料と非磁性結晶粒界を形成する材料を所定の比率で混合したターゲットを用いてもよい。あるいはまた、磁性結晶粒を形成する材料からなるターゲットと、非磁性結晶粒界を形成する材料からなるターゲットとを用いてもよい。前述のように、磁性結晶粒を形成するためのターゲットとして複数のターゲットを用いてもよい。この場合、それぞれのターゲットに別個に電力を供給して、磁気記録層中の磁性結晶粒と非磁性結晶粒界との比率を制御することができる。

[0026] 本発明において、磁気記録を担う層は、磁気記録層３０単一の層であってよく、あるいは磁気記録層３０に他の層を加えた複数の層の積層体であってもよい。磁気記録を担う層が複数の層から構成される場合、磁気記録層３０に加える層は、キュリー温度（Ｔｃ）制御を目的とする層、磁化反転を調整するためのキャップ層、２つの磁性層間の交換結合を制御するための交換結合制御層、磁気特性を制御するための磁性層、マイクロ波アシスト磁気記録に向けた強磁性共鳴周波数を制御する磁性層などであってもよい。これらの層は、スパッタ法を含む、当該技術において知られている任意の方法を用いて形成することができる。これらの層は、磁気記録層３０と一体不可分に配置される。磁気記録層３０に他の層を加えた複数の層の積層体を採用する場合には、磁気記録層３０の上、下等の配置に関する説明は、当該積層体の上、下等として理解されたい。

[0027] 本発明の磁気記録媒体は、非磁性基板１０と磁気記録層３０との間に、密着層、ヒートシンク層、軟磁性裏打ち層、下地層、およびシード層２０からなる群から選択される１つまたは複数の層をさらに含んでもよい。また、本発明の磁気記録媒体は、磁気記録層３０の上に保護層をさらに含んでもよい。さらに、本発明の磁気記録媒体は、磁気記録層３０または保護層の上に液

体潤滑剤層をさらに含んでもよい。

[0028] 任意選択的に設けてもよい密着層は、その上に形成される層とその下に形成される層（非磁性基板１０を含む）との密着性を高めるために用いられる。密着層を非磁性基板１０の上面に設ける場合、密着層２０は、前述の非磁性基板１０の材料との密着性が良好な材料を用いて形成することができる。そのような材料として、Ｎｉ、Ｗ、Ｔａ、Ｃｒ、Ｒｕなどの金属、前述の金属を含む合金を挙げることができる。あるいはまた、非磁性基板１０以外の２つの構成層の間に密着層を形成してもよい。密着層は、単一の層であってもよいし、複数の層の積層構造を有してもよい。

[0029] 任意選択的に設けてもよい軟磁性裏打ち層は、磁気ヘッドからの磁束を制御して、磁気記録媒体の記録および再生特性を向上させる。軟磁性裏打ち層を形成するための材料として、ＮｉＦｅ合金、センダスト（ＦｅＳｉＡｌ）合金、ＣｏＦｅ合金などの結晶質材料、ＦｅＴａＣ、ＣｏＦｅＮｉ、ＣｏＮｉＰなどの微結晶質材料、ＣｏＺｒＮｂ、ＣｏＴａＺｒなどのＣｏ合金を含む非晶質材料を挙げることができる。軟磁性裏打ち層の膜厚の最適値は、磁気記録に用いる磁気ヘッドの構造および特性に依存する。他の層と連続成膜で軟磁性裏打ち層を形成する場合、生産性との兼ね合いから、軟磁性裏打ち層が１０ｎｍ～５００ｎｍの範囲内（両端を含む）の膜厚を有することが好ましい。

[0030] 本発明の磁気記録媒体を熱アシスト磁気記録方式において使用する場合、ヒートシンク層を設けてもよい。ヒートシンク層は、熱アシスト磁気記録時に発生する磁気記録層３０の余分な熱を効果的に吸収するための層である。ヒートシンク層は、熱伝導率および比熱容量が高い材料を用いて形成することができる。そのような材料は、Ｃｕ単体、Ａｇ単体、Ａｕ単体、またはそれらを主体とする合金材料を含む。ここで、「主体とする」とは、当該材料の含有量が５０ｗｔ％以上であることをいう。また、強度などの観点から、Ａｌ－Ｓｉ合金、Ｃｕ－Ｂ合金などを用いて、ヒートシンク層を形成することができる。さらに、センダスト（ＦｅＳｉＡｌ）合金、軟磁性のＣｏＦｅ

合金などを用いてヒートシンク層を形成することができる。軟磁性材料を用いることによって、ヘッドの発生する垂直方向の磁界を磁気記録層に集中させる機能をヒートシンク層に付与することができ、軟磁性裏打ち層の機能を補完することもできる。ヒートシンク層の膜厚の最適値は、熱アシスト磁気記録時の熱量および熱分布、ならびに磁気記録媒体の層構成および各構成層の厚さによって変化する。他の構成層との連続成膜で形成する場合などは、生産性との兼ね合いから、ヒートシンク層の膜厚は１０ｎｍ以上１００ｎｍ以下であることが好ましい。ヒートシンク層は、スパッタ法、真空蒸着法などの当該技術において知られている任意の方法を用いて形成することができる。通常の場合、ヒートシンク層は、スパッタ法を用いて形成される。ヒートシンク層は、磁気記録媒体に求められる特性を考慮して、非磁性基板１０と密着層との間、密着層と下地層との間などに設けることができる。

[0031] 下地層は、上方に形成されるシード層２０の結晶性および／または結晶配向を制御するための層である。下地層は単層であっても多層であってもよい。下地層は、Ｃｒ金属、または主成分であるＣｒにＭｏ、Ｗ、Ｔｉ、Ｖ、Ｍｎ、Ｔａ、およびＺｒからなる群から選択される少なくとも１種の金属が添加された合金から形成される非磁性膜であることが好ましい。下地層は、スパッタ法などの当該技術において知られている任意の方法を用いて形成することができる。

[0032] シード層２０の機能は、下地層などのその下にある層と磁気記録層３０との間の密着性を確保すること、上層である磁気記録層３０の磁性結晶粒の粒径および結晶配向を制御することである。シード層２０は非磁性であることが好ましい。加えて、本発明の磁気記録媒体を熱アシスト磁気記録方式において使用する場合には、シード層２０が熱的なバリアとして磁気記録層３０の温度上昇および温度分布を制御することが好ましい。磁気記録層３０の温度上昇および温度分布を制御するために、シード層２０は、熱アシスト記録時の磁気記録層３０の加熱の際に磁気記録層３０の温度を速やかに上昇させる機能と、磁気記録層３０の面内方向の伝熱が起こる前に、深さ方向の伝熱

によって磁気記録層３０の熱を下地層などの下層に導く機能とを両立することが好ましい。

[0033] 上記の機能を達成するために、シード層２０の材料は、磁気記録層３０の材料に合わせて適宜選択される。より具体的には、シード層２０の材料は、磁気記録層の磁性結晶粒の材料に合わせて選択される。たとえば、磁気記録層３０の磁性結晶粒が$L1_0$型規則合金で形成される場合、Ｐｔ金属、またはＮａＣｌ型の化合物を用いてシード層を形成することが好ましい。特に、本発明では、Ｐｔを用いてシード層２０を形成することが好ましい。また、複数の層を積層して、シード層２０を形成する場合、上記材料に加えて、ＭｇＯ、$SrTiO_3$などの酸化物、あるいはＴｉＮなどの窒化物などを用いることもできる。磁気記録層３０の磁性結晶粒の結晶性の向上、および生産性の向上の観点から、シード層２０は、１ｎｍ～６０ｎｍ、好ましくは１ｎｍ～２０ｎｍの膜厚を有することが好ましい。シード層２０は、スパッタ法、真空蒸着法などの当該技術において知られている任意の方法を用いて形成することができる。

[0034] 保護層は、磁気記録媒体の分野で慣用的に使用されている材料を用いて形成することができる。具体的には、Ｐｔなどの非磁性金属、ダイアモンドライクカーボンなどのカーボン系材料、あるいは窒化シリコンなどのシリコン系材料を用いて、保護層を形成することができる。また、保護層は、単層であってもよく、積層構造を有してもよい。積層構造の保護層は、たとえば、特性の異なる２種のカーボン系材料の積層構造、金属とカーボン系材料との積層構造、または金属酸化物膜とカーボン系材料との積層構造であってもよい。保護層は、スパッタ法、ＣＶＤ法、真空蒸着法などの当該技術において知られている任意の方法を用いて形成することができる。

[0035] 液体潤滑剤層は、磁気記録媒体の分野で慣用的に使用されている材料を用いて形成することができる。たとえば、パーフルオロポリエーテル系の潤滑剤などを用いることができる。液体潤滑剤層は、たとえば、ディップコート法、スピンコート法などの塗布法を用いて形成することができる。

実施例

[0036] （実施例１）

平滑な表面を有する（００１）ＭｇＯ単結晶基板（タテホ化学工業株式会社製）を洗浄し、非磁性基板１０を準備した。洗浄後の非磁性基板１０を、スパッタ装置内に導入した。非磁性基板１０を３５０℃に加熱した後に、圧力０．４ＰａのＡｒガス中でＰｔターゲットを用いたＲＦマグネトロンスパッタ法により、膜厚２０ｎｍのＰｔシード層２０を形成した。

[0037] 次に、シード層２０を形成した非磁性基板１０を３５０℃に加熱した後に、圧力０．６ＰａのＡｒガス中で、ＦｅＰｔターゲットおよび単一元素のＶターゲットを用いる同時ＲＦマグネトロンスパッタ法により、膜厚１０ｎｍのＦｅＰｔＶ磁気記録層３０を形成し、図１に示す構造を有する磁気記録媒体を得た。ここで、ＦｅＰｔターゲットとして、Ｆｅ／Ｐｔ比が４５／５５を用いた。また、ＦｅＰｔターゲットに印加する電力を３００Ｗに固定し、Ｖターゲットに印加する電力を４０～４５０Ｗに変化させて、磁気記録層３０のＶの含有量を調整した。作製した磁気記録媒体の組成を表１に示した。

[0038] （比較例１～２）

ＦｅＰｔターゲットとして、Ｆｅ／Ｐｔ比が５０／５０（比較例１）及び５４／４６（比較例２）のターゲットを用いた以外、上記実施例１と同様にして、磁気記録媒体を調製した。作製した磁気記録媒体の組成を表２および表３に示した。

[0039] （評価）

ＸＲＤにより、得られた磁気記録媒体の磁気記録層３０が$L1_0$型規則構造を有することを確認した。また、ＸＲＤにより、$L1_0$型規則構造の結晶格子のａ軸およびｃ軸の長さ測定した。また、ＸＲＤから規則度Ｓを求めた。

[0040] さらに、振動試料型磁力計（ＶＳＭ）を用いて、得られた磁気記録媒体の飽和磁化（Ｍｓ）を求めた。また、ＶＳＭによりヒステリシス曲線を測定し、保磁力（Ｈｃ）を測定した。また、得られた磁気記録媒体の磁気記録層３０の組成を、ラザフォード後方散乱法（ＲＢＳ）により測定した。トルク磁

力計により、磁場中においた試料を回転させて試料の各方向には働くトルクを測定し、磁気異方性定数（Ｋｕ）を求めた。

[0041] Ｌ１$_0$型規則構造の結晶格子のａ軸およびｃ軸の長さを測定した結果と、規則度Ｓの値を第１～表３に示す。表１はＦｅ／Ｐｔの比が４５／５５（実施例１）の結果であり、表２はＦｅ／Ｐｔの比が５０／５０（比較例１）の結果であり、表３はＦｅ／Ｐｔの比が５４／４６（比較例２）の結果である。

[0042] [表1]

表１：磁気記録層の組成及び結晶構造の評価（Ｆｅ４５Ｐｔ５５）

サンプル番号	Ｆｅ含有量 (at.%)	Ｐｔ含有量 (at.%)	Ｖ添加量 (at.%)	ｃ軸長 (Å)	ａ軸長 (Å)	規則度Ｓ
1	44.8	55.2	0.0	3.703	3.907	0.55
2	44.1	54.1	1.8	3.706	3.902	0.54
3	43.7	52.6	3.7	3.710	3.898	0.55
4	42.8	51.1	6.1	3.699	3.903	0.47
5	41.8	49.4	8.8	3.704	3.896	0.58
6	40.7	47.7	11.6	3.702	3.893	0.55
7	39.6	46.1	14.4	3.707	3.884	0.60
8	38.3	44.7	17.0	3.728	3.860	0.64

[0043] [表2]

表２：磁気記録層の組成及び結晶構造の評価（Ｆｅ５０Ｐｔ５０）

サンプル番号	Ｆｅ含有量 (at.%)	Ｐｔ含有量 (at.%)	Ｖ添加量 (at.%)	ｃ軸長 (Å)	ａ軸長 (Å)	規則度Ｓ
1	49.5	50.5	0.0	3.677	3.908	0.62
2	48.8	48.9	2.3	3.680	3.906	0.58
3	48.1	47.8	4.1	3.679	3.905	0.55
4	46.8	46.7	6.4	3.682	3.900	0.54
5	45.4	45.8	8.8	3.685	3.894	0.56
6	44.2	44.1	11.7	3.694	3.889	0.62
7	42.9	42.5	14.6	3.692	3.879	0.63
8	41.6	41.3	17.0	3.695	3.869	0.60
9	40.7	40.0	19.3	3.698	3.857	0.54

[0044]

[表3]

表３：磁気記録層の組成及び結晶構造の評価（Ｆｅ５４Ｐｔ４６）						
サンプル番号	Ｆｅ含有量 (at.%)	Ｐｔ含有量 (at.%)	Ｖ添加量 (at.%)	ｃ軸長 (Å)	ａ軸長 (Å)	規則度Ｓ
1	54.2	45.8	0.0	3.661	3.903	0.60
2	51.1	46.7	2.2	3.669	3.902	0.61
3	50.8	44.9	4.3	3.669	3.898	0.55
4	49.4	44.2	6.4	3.674	3.891	0.53
5	48.4	42.9	8.7	3.679	3.884	0.60
6	47.1	41.2	11.7	3.682	3.880	0.63
7	45.7	39.7	14.6	3.720	3.836	0.64
8	44.5	38.4	17.1	3.689	3.860	0.55
9	42.9	37.6	19.5	3.733	3.839	0.46

[0045] 磁気記録層３０のＶ含有量と、結晶格子のａ軸およびｃ軸の長さとの関係を図２に示す。図２から分かるように、Ｖ含有量が増加しても、結晶格子のａ軸及びｃ軸の両方ともほとんど変化しなかった。このことから、Ｖは、ＦｅＰｔの結晶中には入っていないと推定される。即ち、ＶがＦｅＰｔ外に析出し、Ｖにより粒界が形成され、ＦｅＰｔ磁性結晶粒がＶにより相分離していると考えられる。また、磁気記録層３０のＶ含有量と、規則度Ｓの関係を図３に示す。図３からわかるように、Ｖ含有量が増加しても、規則度Ｓはほぼ一定であった。ＶがＦｅＰｔの結晶中にあれば、規則度Ｓは低下すると考えられる。従って、この規則度Ｓの結果からも、Ｖは、ＦｅＰｔの結晶中には入っていないと考えられる。

[0046] 次に、上記実施例１及び比較例１～２の各試料１～６について、飽和磁化（Ｍｓ）、保磁力（Ｈｃ）および磁気異方性定数（Ｋｕ）の測定結果を、表４（実施例１）、表５（比較例１）および表６（比較例２）に示す。

[0047]

[表4]

表４：磁気記録層の組成及び磁気特性の評価（Ｆｅ４５Ｐｔ５５）						
サンプル番号	Ｆｅ含有量 (at.%)	Ｐｔ含有量 (at.%)	Ｖ添加量 (at.%)	飽和磁化 (Ms) (emu/cm^3)	保磁力 (Hc) (kOe)	磁気異方性定数 (Ku) ($Merg/cm^3$)
1	44.8	55.2	0.0	900	3.6	21.2
2	44.1	54.1	1.8	863	3.1	20.3
3	43.7	52.6	3.7	830	4.4	19.2
4	42.8	51.1	6.1	773	5.9	17.2
5	41.8	49.4	8.8	747	5.5	14.4
6	40.7	47.7	11.6	681	5.5	8.9

[0048] [表5]

表５：磁気記録層の組成及び磁気特性の評価（Ｆｅ５０Ｐｔ５０）						
サンプル番号	Ｆｅ含有量 (at.%)	Ｐｔ含有量 (at.%)	Ｖ添加量 (at.%)	飽和磁化 (Ms) (emu/cm^3)	保磁力 (Hc) (kOe)	磁気異方性定数 (Ku) ($Merg/cm^3$)
1	49.5	50.5	0.0	982	3.2	30.0
2	48.8	48.9	2.3	917	2.8	26.7
3	48.1	47.8	4.1	889	3.6	22.7
4	46.8	46.7	6.4	838	3.1	17.0
5	45.4	45.8	8.8	769	2.2	12.8
6	44.2	44.1	11.7	683	2.0	7.9

[0049] [表6]

表６：磁気記録層の組成及び磁気特性の評価（Ｆｃ５４Ｐｔ４６）						
サンプル番号	Ｆｅ含有量 (at.%)	Ｐｔ含有量 (at.%)	Ｖ添加量 (at.%)	飽和磁化 (Ms) (cmu/cm^3)	保磁力 (Hc) (kOc)	磁気異方性定数 (Ku) ($Merg/cm^3$)
1	54.2	45.8	0.0	1068	2.4	31.2
2	51.1	46.7	2.2	984	2.2	27.6
3	50.8	44.9	4.3	920	1.7	20.1
4	49.4	44.2	6.4	856	1.6	13.7
5	48.4	42.9	8.7	776	1.2	11.0
6	47.1	41.2	11.7	706	1.2	6.4

[0050] 磁気記録層３０のＶ含有量と、飽和磁化（Ｍｓ）との関係を図４に示した。また、磁気記録層３０のＶ含有量と、磁気異方性定数（Ｋｕ）との関係を図５に示した。更に、磁気記録層３０のＶ含有量と、保磁力（Ｈｃ）との関

係を図６に示した。図４及び図５に見られるように、実施例１および比較例１～２において、Ｖの含有量を増加させても、飽和磁化（Ｍｓ）および磁気異方性定数（Ｋｕ）の増加は見られなかった。これに対し、図６に示されるように、Ｖの含有量を増加させると、実施例１の磁気記録媒体の保磁力（Ｈｃ）が、比較例１～２の磁気記録媒体の保磁力（Ｈｃ）に比べ有意に増大した。特に、Ｖの添加量が１．８＜Ｖ＜１１．６（ａｔ％）でＨｃが増大した。また、実施例１におけるＦｅＰｔＶの組成がＦｅ４２．８Ｐｔ５１．１Ｖ６．１で、Ｈｃの値が最大値５．９ｋＯｅを示した。

[0051] 以上の結果から、Ｖは、ＦｅＰｔの規則合金に対して、Ｈｃを増大させる材料であることが分かった。

[0052] また、本発明では、Ｖの含有量が増加するに従い、ＭｓおよびＫｕが、共に単調に減少しているにもかかわらず、Ｈｃが増大する。

[0053] 本発明のような、ＭｓおよびＫｕが減少しているにもかかわらず、Ｈｃが増大する理由は、現時点では不明であるが、以下のように推定することができる。

[0054] ＨｃはＫｕとＭｓとの間に次式の関係があるといわれている。

[0055] Ｈｃ＝Ａ（２Ｋｕ／Ｍｓ）

（式中、Ａは磁性粒子間の磁気的な分離性能を表す係数である。）

[0056] Ｆｅ４５Ｐｔ５５の組成で検証すれば、Ｋｕ／Ｍｓは以下の表７に示すように、実施例１においてほぼ一定である。

[0057] [表7]

表７　Ｋｕ／Ｍｓ値

サンプル番号	Ｍｓ	Ｋｕ	Ｋｕ／Ｍｓ
1	900	21.2	0.023556
2	863	20.3	0.023523
3	830	19.2	0.023133
4	773	17.2	0.022251
5	747	14.4	0.019277
6	681	8.92	0.013098

[0058] 従って、Ｈｃの増加はＡの増加に起因していると考えられる。また、図２

及び図３に示した、構造解析の結果を合わせて考えると、次のことが考えられる。

[0059] 構造解析の結果では、ｃ軸およびａ軸の軸長の変化は少なく、規則度Ｓがほぼ一定であったことから、ＶはＦｅＰｔの結晶中には入っていないと推定できる。即ち、ＶをＦｅＰｔ規則合金に添加することによって、ＦｅＰｔの磁性結晶粒の外にＶの粒界が形成され、磁性結晶粒子間の分離性能が向上し、この結果、Ｈｃが増加したと考えることができる。

[0060] また、ＦｅＰｔの組成において、Ｆｅ＜Ｐｔの場合にＨｃが増大する理由は不明であるが、Ｖが粒界に偏析しやすくなって磁性結晶粒の分離性が向上することなどが考えられる。

[0061] 以上のように、$L1_0$型規則合金に対するＶの添加が、優れた磁気特性の発現に有効であることが分かる。

符号の説明

[0062] １０ 非磁性基板

２０ シード層

３０ 磁気記録層

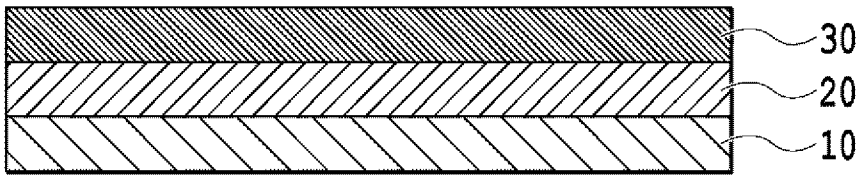
請求の範囲

[請求項1] 非磁性基板と、磁気記録層を少なくとも含む磁気記録媒体であって、前記磁気記録層はＬ１$_0$型規則構造を有する規則合金を含み、Ｆｅ、ＰｔおよびＶを含み、Ｐｔ＞Ｆｅの組成を有することを特徴とする磁気記録媒体。

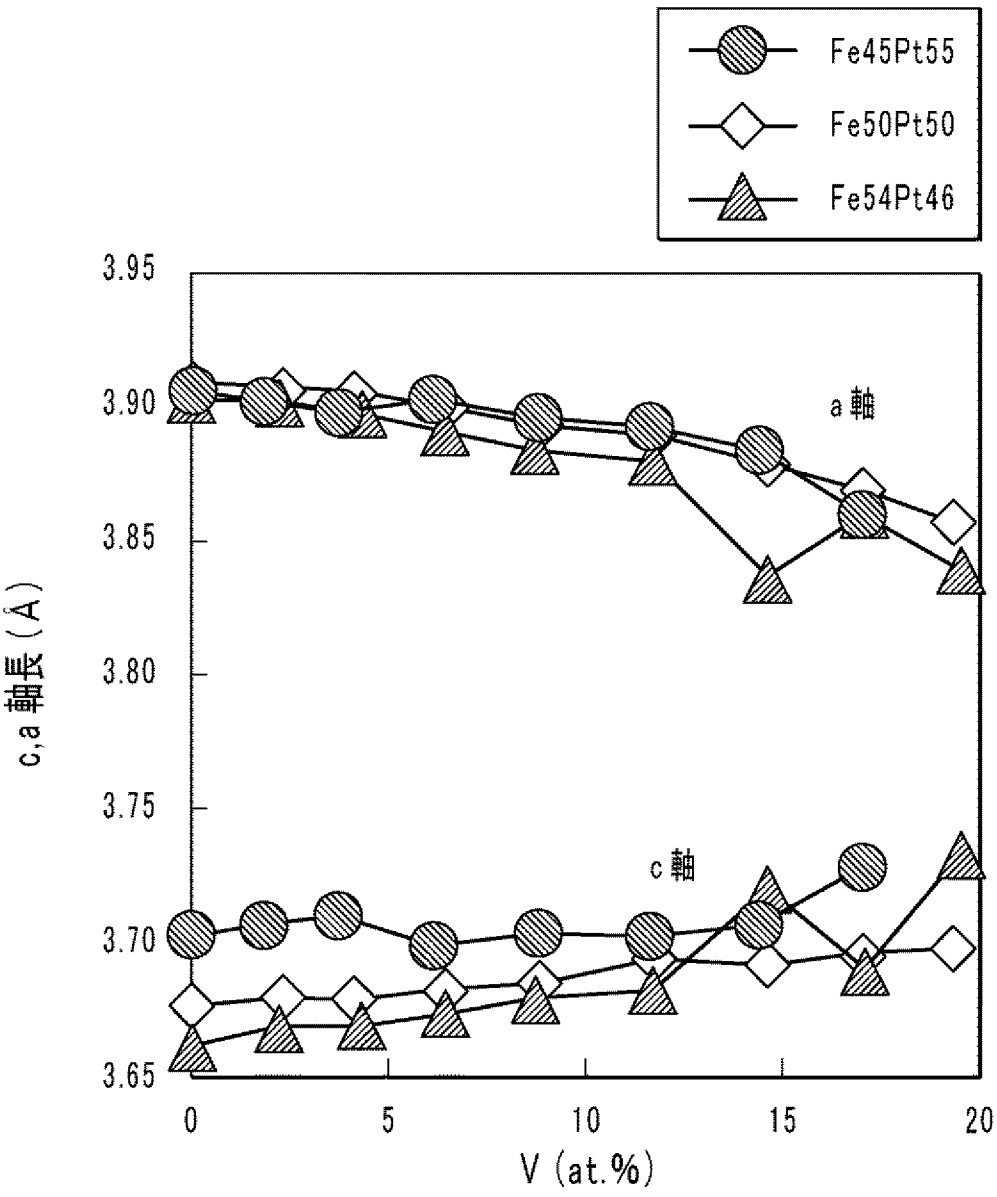
[請求項2] 前記磁気記録層は、前記規則合金を含む磁性結晶粒と、非磁性結晶粒界とからなるグラニュラー構造を有し、前記非磁性結晶粒界はＶを含むことを特徴とする請求項１に記載の磁気記録媒体。

[請求項3] 前記磁気記録媒体は、シード層をさらに含み、前記シード層がＰｔを含むことを特徴とする請求項１に記載の磁気記録媒体。

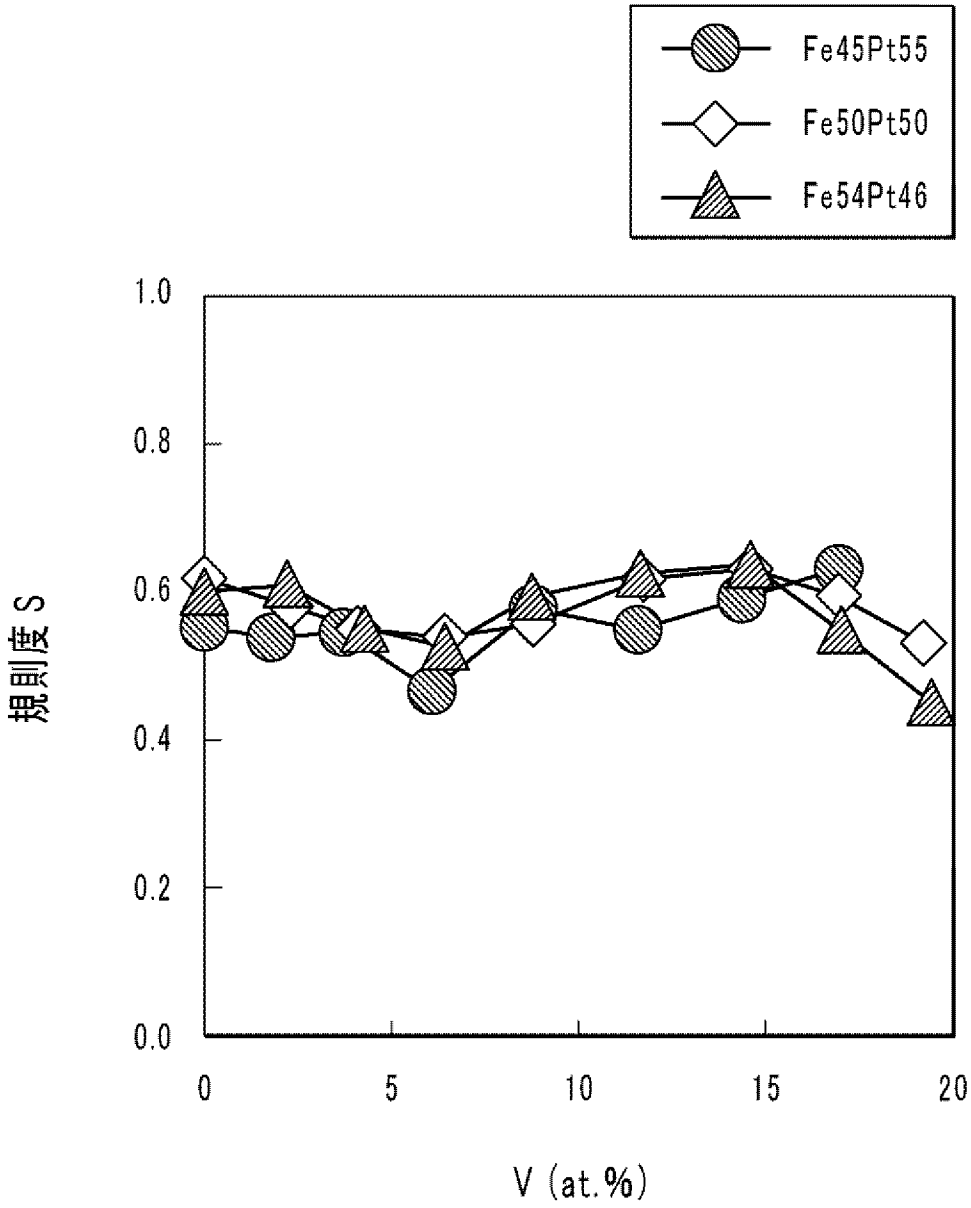
[図1]


30
20
10

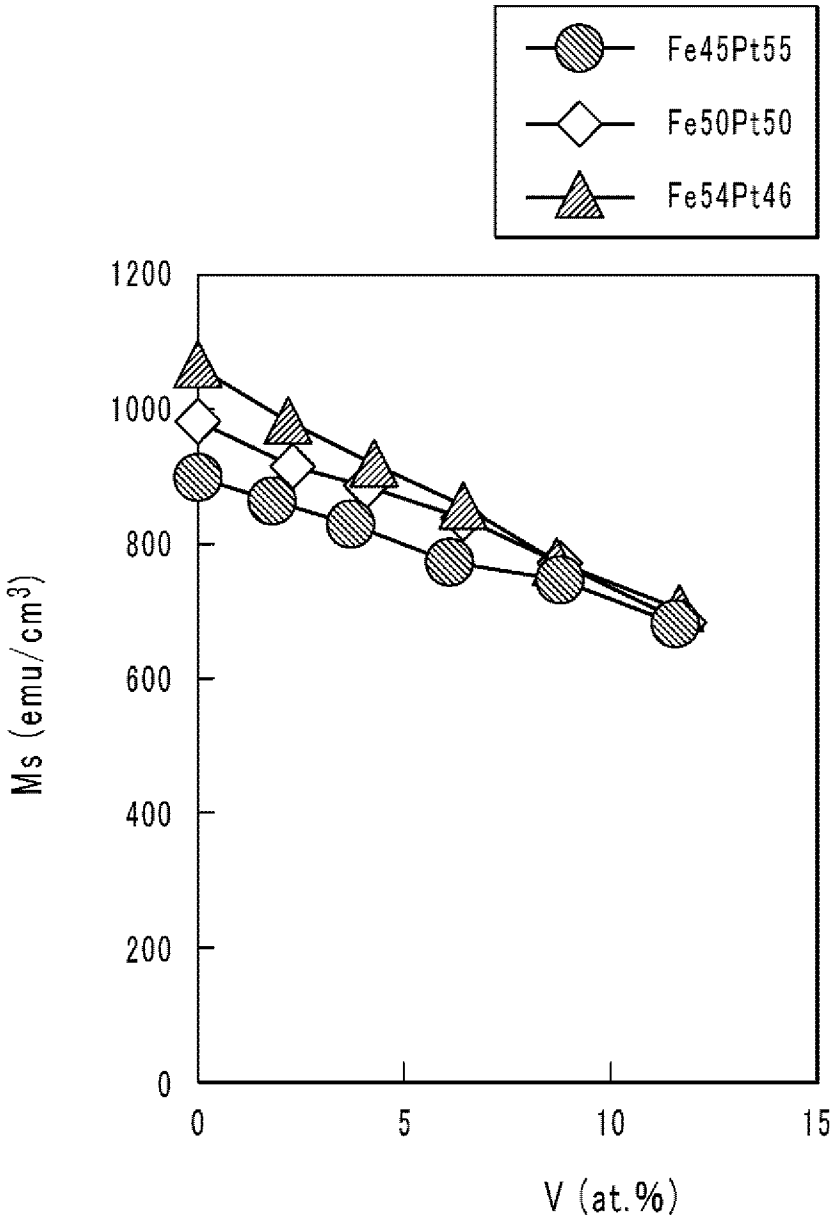
[図2]


Fe45Pt55
Fe50Pt50
Fe54Pt46
3.95
3.90
3.85
3.80
3.75
3.70
3.65
c,a 軸長 (Å)
a 軸
c 軸
0
5
10
15
20
V (at.%)

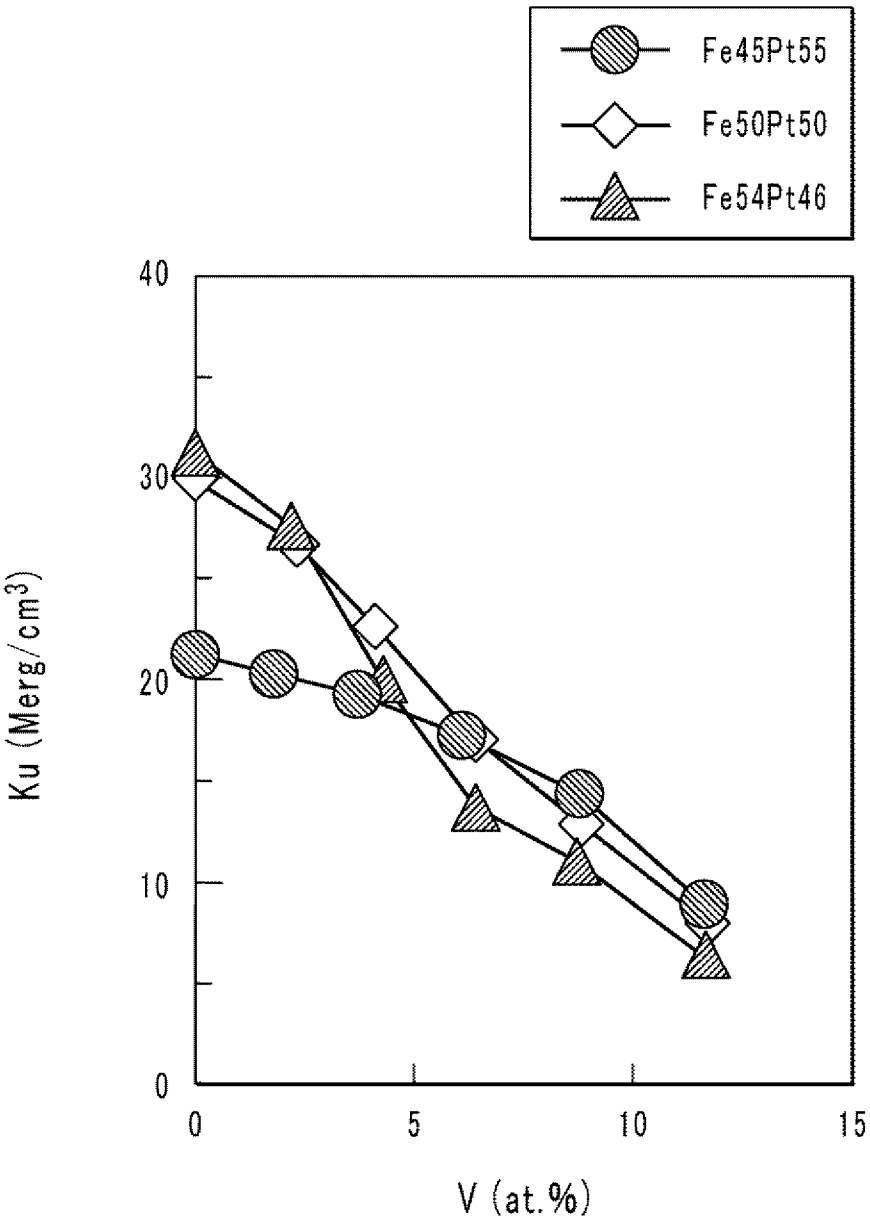
[図3]


Fe45Pt55
Fe50Pt50
Fe54Pt46
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
規則度S
0
5
10
15
20
V (at.%)

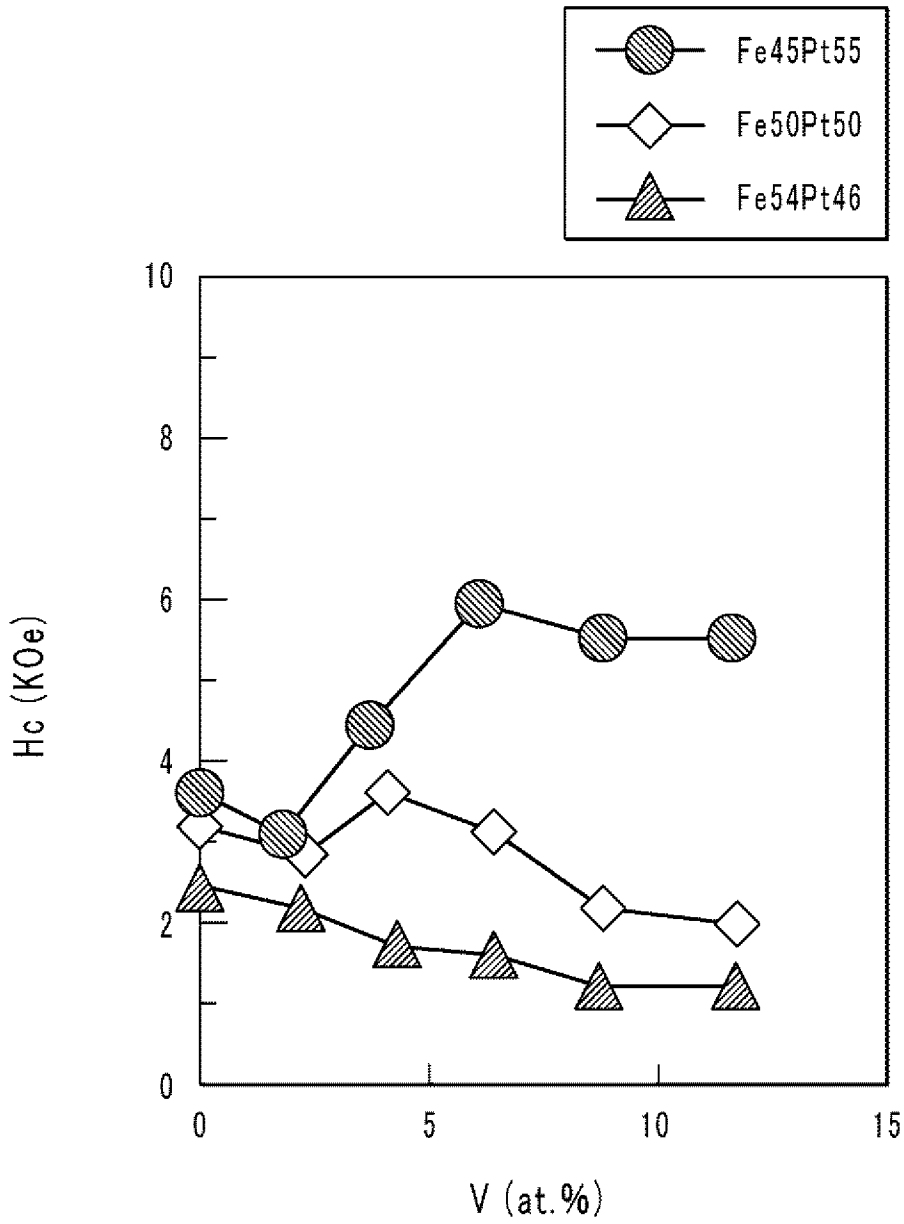
[図4]


Fe45Pt55
Fe50Pt50
Fe54Pt46
1200
1000
800
600
400
200
0
Ms (emu/cm3)
0
5
10
15
V (at.%)

[図5]


Fe45Pt55
Fe50Pt50
Fe54Pt46
40
30
20
10
0
Ku (Merg/cm3)
0
5
10
15
V (at.%)

[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/004396

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G11B5/65(2006.01)i, *G11B5/66*(2006.01)i

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)
G11B5/65, G11B5/66

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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	JP 2003-313659 A (Toshiba Corp.), 06 November 2003 (06.11.2003), paragraphs [0020] to [0028], [0044] to [0045], [0054], [0056], [0060] to [0063]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-3
A	WO 2014/064995 A1 (JX Nippon Mining & Metals Corp.), 01 May 2014 (01.05.2014), paragraphs [0015] to [0016], [0020] to [0021] & US 2015/0107991 A1 paragraphs [0027] to [0028], [0035] to [0036] & CN 104411862 A & TW 201425617 A	1-3

☒ 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	Date of mailing of the international search report
28 October 2015 (28.10.15)	10 November 2015 (10.11.15)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/004396

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-181902 A (Hitachi, Ltd.), 20 September 2012 (20.09.2012), paragraphs [0023], [0033], [0062]; fig. 2 & US 2012/0225325 A1 paragraphs [0024], [0040], [0067]	1-3

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／００４３９６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G11B5/65(2006.01)i, G11B5/66(2006.01)i

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.　G11B5/65, G11B5/66

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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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	ＪＰ　２００３－３１３６５９　Ａ　（株式会社東芝）　２００３．１１．０６，　段落［００２０］－［００２８］、［００４４］－［００４５］、［００５４］、［００５６］、［００６０］－［００６３］、図１－図３　（ファミリーなし）	１－３
Ａ	ＷＯ　２０１４／０６４９９５　Ａ１　（ＪＸ日鉱日石金属株式会社）　２０１４．０５．０１，　段落［００１５］－［００１６］、［００２０］－［００２１］ ＆　ＵＳ　２０１５／０１０７９９１　Ａ１，段落［００２７］－	１－３

☑　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	国際調査報告の発送日
２８．１０．２０１５	１０．１１．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｄ　３７９３
斎藤　眞
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５５１

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
	［００２８］、［００３５］－［００３６］ ＆　ＣＮ　１０４４１１８６２　Ａ ＆　ＴＷ　２０１４２５６１７　Ａ	
Ａ	ＪＰ　２０１２－１８１９０２　Ａ　（株式会社日立製作所）　２０１２．０９．２０，　段落［００２３］、［００３３］、［００６２］、図２ ＆　ＵＳ　２０１２／０２２５３２５　Ａ１，段落［００２４］、［００４０］、［００６７］	１－３