

(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5月26日(26.05.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/079916 A1

- (51) 国際特許分類:
G11B 5/66 (2006.01) G11B 5/851 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/004860
- (22) 国際出願日: 2015年9月24日(24.09.2015)
- (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 2014-235894 2014年11月20日(20.11.2014) 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: 古田 旭(FURUTA, Akira); 〒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). 菊池 洋人(KIKUCHI, Hiroto); 〒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). 片岡 弘康(KATAOKA, Hiroyasu); 〒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2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6-2 O 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.

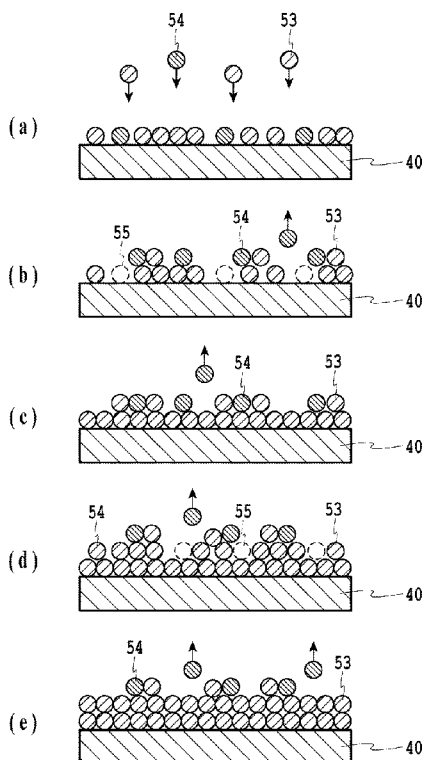
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー

[続葉有]

(54) Title: MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 発明の名称: 磁気記録媒体およびその製造方法

[図2]



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide: a magnetic recording medium which is suppressed in secondary growth of magnetic crystal grains and has a magnetic recording layer having a large film thickness, thereby exhibiting excellent magnetic characteristics; and a method for producing this magnetic recording medium. A magnetic recording medium according to the present invention comprises a substrate and a magnetic recording layer that contains a lower layer and an upper layer. The lower layer and the upper layer contain magnetic crystal grains that are formed of an ordered alloy and non-magnetic grain boundaries. The lower layer is formed by depositing Bi, C and an element that constitutes the ordered alloy, while the upper layer is formed by depositing C and an element that constitutes the ordered alloy. The present invention also provides a method for producing this magnetic recording medium.

(57) 要約: 本発明は、磁性結晶粒の二次成長が抑制され、大きな膜厚の磁気記録層を有し、優れた磁気特性を示す磁気記録媒体およびその製造方法の提供を目的とする。本発明の磁気記録媒体は、基板と、下層および上層を含む磁気記録層とを含み、下層および上層は、規則合金からなる磁性結晶粒と、非磁性結晶粒界とを含み、下層は、規則合金を構成する元素と、Biと、Cとを堆積させることによって形成されており、上層は、規則合金を構成する元素と、Cとを堆積させることによって形成されている。本発明は、前述の磁気記録媒体の製造方法も提供する。

WO 2016/079916 A1



ロシア (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))

明 細 書

発明の名称： 磁気記録媒体およびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、磁気記録媒体およびその製造方法に関する。具体的には、ハードディスク磁気記録装置（HDD）に用いられる磁気記録媒体およびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 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、非磁性基板と、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、軟磁性材料から形成されて、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結晶粒界とを含む。グラニュー磁性材料中の個々の磁性結晶粒は、非磁性結晶粒界によって磁氣的に分離されている。

[0004] 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、グラニュー磁性材料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。一方で、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、グラニュー磁性材料中の磁性結晶粒を、より高い結晶磁気異方性を有する材料を用いて形成することが求められている。求められる高い結晶磁気異方性を有する材料として、 $L1_0$ 型規則合金が提案されている。代表的な $L1_0$ 型規則合金は、 $FePt$ 、 $CoPt$ 、 $FePd$ 、 $CoPd$ などを含む。一

方、非磁性結晶粒界の材料として、炭素（C）、ホウ素（B）、酸化物、窒化物などが研究されてきた。

[0005] L₁型規則合金を含む磁気記録層を形成する場合、合金を構成する原子のそれぞれを定められた位置に配列して、柱状成長させる必要がある。特に、L₁型規則合金を含むグラニュラー構造の磁気記録層を形成する場合、上記の原子の配列に加えて、磁性結晶粒および非磁性結晶粒界を分離することが必要である。磁性結晶粒の上面に非磁性結晶粒界を構成する材料の薄膜が形成されると、磁性結晶粒の「二次成長」が起こり、磁気記録層の特性が低下する。本明細書における「二次成長」とは、非磁性結晶粒界を構成する材料の薄膜の上方において、当該薄膜の下にある磁性結晶粒とは異なる配向を有する磁性結晶粒が成長する現象を意味する。したがって、グラニュラー構造の磁気記録層を形成する場合に、「二次成長」をいかに抑制するかという点について、鋭意研究が行われている。

[0006] 一方、Biを用いて、L₁型規則合金を含む磁気記録層を形成する方法が研究されている。特開2004-134040号公報は、低融点マトリクス中にL₁型FePtナノ粒子が散在した構造を有する磁気記録媒体およびその製造方法を提案している（特許文献1参照）。この磁気記録媒体は、規則合金の材料を含む層を、低融点マトリックスからなる2つの層で挟む工程と、加熱によって低融点マトリックスを溶融させ、その中に浮遊する規則合金粒子の規則化およびc軸配向を行う工程と、磁場中冷却により低融点マトリックスを固化させて、c軸が基板面垂直方向に向いた状態でc軸配向規則合金粒子を固定する工程を含む方法によって製造される。低融点マトリックスは、B₂O₃のような酸化物、またはBiのような金属を含んでもよい。

[0007] 特開2004-178753号公報は、L₁型規則合金を含む磁気記録層のための下地層として、Pt、Pd、RhなどのL₁型構造と同等の格子定数を有する元素と、（1）高融点添加元素、（2）低融点添加元素、または（3）化合物とを含む材料で形成することを提案している（特許文献2参照）。この中で、低融点添加元素は結晶粒界に偏析して、磁気記録層中の磁性

結晶粒の分離を促進すると説明されている。用いることができる低融点添加元素は、B i、M g、A lなどを含む。

- [0008] 上記の提案においては、B iの低い融点を利用して、磁気記録層の特性を向上させている。しかしながら、B iの他の特性を利用することについては、ほとんど研究がなされていない。

先行技術文献

特許文献

- [0009] 特許文献1：特開2004-134040号公報
特許文献2：特開2004-178753号公報

非特許文献

- [0010] 非特許文献1：R. F. Penoyer、「Automatic Torque Balance for Magnetic Anisotropy Measurements」、The Review of Scientific Instruments、1959年8月、第30巻第8号、711-714
非特許文献2：近角聰信、強磁性体の物理（下） 裳華房、10-21

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0011] 良好な結晶性を有する規則合金を得ることが求められている。さらには、規則合金を含む磁性結晶粒の二次成長を抑制すると同時に、磁気記録層の膜厚を増大させることができる構造を有する磁気記録媒体、およびその製造方法に対する要求が存在する。

課題を解決するための手段

- [0012] 1つの実施形態に係る磁気記録媒体は、基板と、下層および上層を含む磁気記録層とを含み、下層および上層は、規則合金からなる磁性結晶粒と、非磁性結晶粒とを含み、下層は、規則合金を構成する元素と、B iと、Cとを堆積させることによって形成されており、上層は、規則合金を構成する元素と、Cとを堆積させることによって形成されていることを特徴とする。ここで、規則合金は、F eおよびC oからなる群から選択される少なくとも1

つの元素と、P t、P d、A uおよびI rからなる群から選択される少なくとも1つの元素とを含んでもよい。また、規則合金は、N i、M n、C u、A g、A u、R uおよびC rからなる群から選択される少なくとも1つの元素をさらに含んでもよい。好ましくは、規則合金は、L 1₀型F e P tである。また、下層は、0.1 nm以上3 nm以下の膜厚を有することが望ましい。

[0013] 別の実施形態に係る磁気記録媒体の製造方法は、(1)基板を準備する工程と、(2)規則合金を構成する元素と、B iと、Cとをスパッターして、磁気記録層の下層を形成する工程と、(3)前記規則合金を構成する元素と、Cとをスパッターして、磁気記録層の上層を形成する工程とを含むことを特徴とする。ここで、前記磁気記録層の下層および上層は、前記規則合金からなる磁性結晶粒と、Cを含む非磁性結晶粒界とを含んでもよい。また、規則合金は、F eおよびC oからなる群から選択される少なくとも1つの元素と、P t、P d、A uおよびI rからなる群から選択される少なくとも1つの元素とを含んでもよい。また、規則合金は、N i、M n、C u、A g、A u、R uおよびC rからなる群から選択される少なくとも1つの元素をさらに含んでもよい。好ましくは、規則合金は、L 1₀型F e P tである。また、下層は、0.1 nm以上3 nm以下の膜厚を有することが望ましい。

発明の効果

[0014] 良好な結晶性を有する規則合金を提供することができる。さらには、規則合金を含む磁性結晶粒の二次成長を抑制することによって、大きな膜厚の磁気記録層を有する磁気記録媒体を提供することができる。非磁性結晶粒界によって磁性結晶粒が磁氣的に良好に分離されている磁気記録層を有する磁気記録媒体は、優れた磁気特性を有する。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]磁気記録媒体の1つの構成例を示す断面図である。

[図2]サーファクタント効果を説明する概略図であり、(a)～(e)は各段階を示す概略図である。

[図3A]実施例6の磁気記録媒体のM-Hヒステリシスループを示す図である。

[図3B]比較例6の磁気記録媒体のM-Hヒステリシスループを示す図である。

[図4]上層のC含有量を固定した場合の、磁気記録層の膜厚と α 値との関係を示すグラフである。

[図5]磁気記録層の膜厚を固定した場合の、上層のC含有量と α 値との関係を示すグラフである。

[図6]磁気記録層の膜厚および上層のC含有量を固定した場合の、下層の膜厚と α 値との関係を示すグラフである。

[図7]磁気記録層の膜厚および上層のC含有量を固定した場合の、下層の膜厚と磁性結晶粒の正味の磁気異方性定数 K_{u_grain} との関係を示すグラフである。

[図8]磁気記録層の膜厚および上層のC含有量を固定した場合の、下層の膜厚と保磁力 H_c 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] 磁気記録媒体は、基板と、下層および上層を含む磁気記録層とを含み、前記下層および上層は、規則合金からなる磁性結晶粒と、非磁性結晶粒界とを含み、前記下層は、規則合金を構成する元素と、Biと、Cとを堆積させることによって形成されており、前記上層は、規則合金を構成する元素と、Cとを堆積させることによって形成されていることを特徴とする。前述の磁気記録媒体は、基板と磁気記録層との間に、密着層、軟磁性裏打ち層、ヒートシンク層、下地層および／またはシード層のような当該技術において知られている層をさらに含んでもよい。加えて、前述の磁気記録媒体は、磁気記録層の上に、保護層および／または液体潤滑剤層のような当該技術において知られている層をさらに含んでもよい。図1に、基板10、密着層20、下地層30、シード層40、下層51および上層52からなる磁気記録層50、および保護層60を含む磁気記録媒体の1つの構成例を示す。

- [0017] 基板10は、表面が平滑である様々な基板であってもよい。たとえば、磁気記録媒体に一般的に用いられる材料を用いて、基板10を形成することができる。用いることができる材料は、NiPメッキを施したAl合金、MgO単結晶、MgAl₂O₄、SrTiO₃、強化ガラス、結晶化ガラス等を含む。
- [0018] 任意選択的に設けてもよい密着層20は、密着層20の上に形成される層と密着層20の下に形成される層との密着性を高めるために用いられる。密着層20の下に形成される層としては基板10を含む。密着層20を形成するための材料はNi、W、Ta、Cr、Ruなどの金属、前述の金属を含む合金を含む。密着層20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。
- [0019] 任意選択的に設けてもよい軟磁性裏打ち層（不図示）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・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は、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含む。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。
- [0020] 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（不図示）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50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%以上であることを示す。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磁界を磁気記録層50に集中させる機能をヒートシンク層に付与し、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、基板10と密着層20との間、密着層20と下地層30との間などに設けることができる。

[0021] 下地層30は、上方に形成されるシード層40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30は単層であっても多層であってもよい。下地層30は、非磁性であることが好ましい。下地層30の形成に用いられる非磁性材料は、Pt金属、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を含む。下地層30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。

[0022] シード層40の機能は、上層である磁気記録層50中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40に、シード層40の下にある層と磁気記録層50との間の密着性を確保する機能を持たせてもよい。また、シード層40と磁気記録層50の間に中間層等の他の層を配置してもよい。中間層等を配置する場合は、中間層等の結晶粒の粒径および結晶配向を制御することにより磁気記録層50の磁性結晶粒の粒径および結晶配向を制御する機能を担うことになる。シード層40は非磁性であることが好ま

しい。シード層40の材料は、磁気記録層50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40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50の磁性結晶粒がL1₀型規則合金で形成される場合、NaCl型の化合物を用いてシード層40を形成することが好ましい。特に好ましくは、MgO、SrTiO₃などの酸化物、あるいはTiNなどの窒化物を用いてシード層40を形成する。また、上記の材料からなる複数の層を積層して、シード層40を形成することもできる。磁気記録層50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40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40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。

[0023] 磁気記録層50の下層51は、規則合金の構成元素、C、およびBiをスパッタ法により堆積させることにより形成される。得られる下層51は、規則合金を含む磁性結晶粒と、Cを含む非磁性結晶粒界からなるグラニユラー構造を有する。Biは、磁性結晶粒中に存在してもよいし、非磁性結晶粒界中に存在してもよい。規則合金は、FeおよびCoからなる群から選択される少なくとも1つの元素と、Pt、Pd、AuおよびIrからなる群から選択される少なくとも1つの元素とを含む。好ましい規則合金は、FePt、CoPt、FePd、およびCoPdからなる群から選択されるL1₀型規則合金である。特性変調のために、規則合金は、Ni、Mn、Cu、Ru、Ag、Au、およびCrからなる群から選択される少なくとも1種の元素をさらに含んでもよい。望ましい特性変調は、規則合金の規則化に必要な温度の低下を含む。特に好ましい規則合金は、L1₀型FePtである。

[0024] 規則合金を構成する元素と、Biと、Cとをスパッターすることによって、下層51を形成することができる。本明細書における「スパッターする」工程とは、高エネルギーイオンの衝突によりターゲットから原子、クラスターまたはイオンを射出させる段階のみを意味し、射出された原子、クラスターまたはイオンに含まれる元素の全てが被成膜基板上に固定されることを意

味しない。言い換えると、本明細書における「スパッターする」工程で得られる薄膜は、被成膜基板に到達した元素を必ずしも到達量の比で含有しない。下層51の形成において、規則合金の構成元素とCとを所定の比率で含むターゲット、ならびにBiターゲットを用いることができる。あるいはまた、規則合金の構成元素を含むターゲットと、Cターゲットと、Biターゲットとを用いてもよい。いずれの場合においても、それぞれのターゲットに印加する電力を調整して磁性結晶粒および非磁性結晶粒界の構成比率を制御することができる。なお、規則合金の構成元素を含むターゲットは、規則合金を構成する元素を別個に含む複数のターゲットの組であってもよい。下層51を形成する際に被堆積表面に到達するBiの量は、被堆積表面に到達する全原子を基準として1～50原子%とすることが好ましい。Biの添加量は、Biターゲットに印加する電力によって調整することができる。

[0025] 下層51を形成する際に基板の加熱を伴う。この際の基板温度は、300℃～450℃の範囲内である。この範囲内の基板温度を採用することによって、下層51中の規則合金の規則度を向上させることができる。

[0026] また、下層51は、被堆積表面に到達するBiの量に依存するが、0.1～3nm、好ましくは0.5～2nmの膜厚を有する。前述の範囲内の膜厚を有することによって、磁気記録層30全体にわたって、磁性結晶粒の磁気的分離の促進、および磁性結晶粒の二次成長の抑制という効果が得られる。

[0027] 図2を参照して、下層51の形成過程における「サーファクタント効果」を説明する。最初に、図2(a)に示すように、規則合金およびCからなるグラニューラ構造構成原子群53およびBiからなるサーファクタント原子54が、シード層40の表面に堆積して、第1層を形成する。堆積がさらに進行すると、図2(b)に示すように第2層が形成され始める。このときに、第1層中に存在するサーファクタント原子54が第2層に移動して、第1層中に空隙55を形成する。これは、Biが、規則合金の構成元素およびCに比較してより小さい表面エネルギーを有するためと考えられる。そして、図2(c)に示すように、第1層に形成された空隙55を利用して、第1層

の原子の再配列が促進される。この際に、所望されない位置に堆積した規則合金を構成する原子およびC原子が所定の位置に移動して、非磁性結晶粒界によって分離された磁性結晶粒を含む構造が確立される。また、第2層に移動したサーファクタント原子54の一部は、再蒸発を起こして、下層51から除去される。なお、下層51から除去される過程は再蒸発に限定されない。続いて、図2(d)および(e)に示すように、第2層と第3層との間で前述のサーファクタント原子54の移動および第2層の原子の再配列が起こる。その結果、規則合金を構成する原子およびC原子が所定の位置に移動して、非磁性結晶粒界によって分離された磁性結晶粒を含む構造が確立される。この過程を反復することによって、所望の膜厚を有する下層51を得ることができる。また、たとえC原子が磁性結晶粒の上に堆積したとしても、前述のサーファクタント効果によりC原子が非磁性結晶粒界に移動するため、磁性結晶粒の二次成長を抑制することができる。

[0028] 磁気記録層50の上層52は、規則合金の構成元素、およびCをスパッターすることによって形成される。得られる上層52は、規則合金を含む磁性結晶粒と、Cを含む非磁性結晶粒界からなるグラニューラ構造を有する。上層52の形成では、B i ターゲットを用いないことを除いて、下層51と同様のターゲットを用いることができる。また、上層52中の規則合金およびその構成元素は、下層51のものと同様である。なお、上層52の形成中においても、下層51の最上面に残存するB i によるサーファクタント効果が発揮される。したがって、より大きな膜厚を有する上層52においても、非磁性結晶粒界によって分離された磁性結晶粒を含む構造が確立される。

[0029] 前述のように、サーファクタント原子54であるB i が再蒸発などによって磁気記録層50から除去されるため、得られた磁気記録層50中のB i の残存量は、下層51を形成する際に被堆積表面に到達するB i の量と一致しない。また、B i は、非磁性結晶粒界中に残存すると推定されるが、磁性結晶粒中に残存していてもよい。さらに、B i の過剰な残存は、飽和磁化M s の減少ならびに磁気スペーシングの損失を起こす可能性がある。したがって

、磁気記録層 5 0、すなわち下層 5 1 および上層 5 2 を形成する際の温度を上昇させて、B i の残存量をできる限り少なくすることが好ましい。

[0030] 磁気記録層 5 0 は、下層 5 1 および上層 5 2 に加えて、1 つまたは複数の追加の磁性層をさらに含んでもよい。1 つまたは複数の追加の磁性層のそれぞれは、グラニューラー構造または非グラニューラー構造のいずれを有してもよい。たとえば、下層 5 1 および上層 5 2 からなる積層構造と、追加の磁性層とで、Ru などの結合層を挟んで積層した ECC (Exchange-coupled Composite) 構造を形成してもよい。あるいはまた、連続層として、グラニューラー構造を含まない磁性層を、下層 5 1 および上層 5 2 からなる積層構造の上部に設けてもよい。連続層としては、いわゆる CAP 層を含む。

[0031] 保護層 6 0 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、ダイヤモンド、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 6 0 を形成することができる。また、保護層 6 0 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 6 0 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 6 0 は、CVD 法、スパッタ法 (DC マグネトロンスパッタリング法などを含む)、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。

[0032] また、任意選択的に、磁気記録媒体は、保護層 6 0 の上に設けられる液体潤滑剤層 (不図示) をさらに含んでもよい。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。液体潤滑剤層の材料は、たとえば、パーフルオロポリエーテル系の潤滑剤などを含む。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

[0033] (実施例 1 ～ 6)

平滑な表面を有する化学強化ガラス基板（H O Y A 社製 N - 1 0 ガラス基板）を洗浄し、基板 1 0 を準備した。洗浄後の基板 1 0 を、インライン式のスパッタ装置内に導入した。圧力 0 . 5 P a の A r ガス中で純 T a ターゲットを用いた D C マグネトロンスパッタ法により、膜厚 5 n m の T a 密着層 2 0 を形成した。T a 密着層形成時の基板温度は室温（2 5 ° C）であった。T a 密着層形成時のスパッタ電力は 1 0 0 W であった。

[0034] 次に、圧力 0 . 5 P a の A r ガス中で純 C r ターゲットを用いた D C マグネトロンスパッタ法により、膜厚 2 0 n m の C r 下地層 3 0 を得た。C r 下地層 3 0 形成時の基板温度は室温（2 5 ° C）であった。C r 下地層 3 0 形成時のスパッタ電力は 3 0 0 W であった。

[0035] 次に、圧力 0 . 1 P a の A r ガス中で M g O ターゲットを用いた R F マグネトロンスパッタ法により膜厚 5 n m の M g O シード層 4 0 を形成した。M g O シード層 4 0 形成時の基板温度は、室温（2 5 ° C）であった。M g O シード層 4 0 形成時のスパッタ電力は 2 0 0 W であった。

[0036] 次に、M g O シード層 4 0 を形成した積層体を 4 3 0 ° C に加熱し、圧力 1 . 5 P a の A r ガス中で F e P t ターゲット、C ターゲットおよび B i ターゲットを用いた D C マグネトロンスパッタ法により、F e P t - C - B i からなる下層 5 1 を形成した。下層 5 1 の膜厚は 1 n m であった。下層 5 1 形成時の各ターゲットに印加した電力は、それぞれ、4 0 W（F e P t）、1 3 2 W（C）、2 0 W（B i）であった。得られた下層 5 1 は、2 5 体積 % の C を含んだ。

[0037] 引き続いて、下層 5 1 を形成した積層体を 4 3 0 ° C に加熱し、圧力 1 . 5 P a の A r ガス中で F e P t ターゲットおよび C ターゲットを用いた D C マグネトロンスパッタ法により、F e P t - C からなる上層 5 2 を形成して、磁気記録層 5 0 を得た。形成時間およびターゲットに印加する電力を制御して、上層 5 2 の膜厚および C 含有量を第 1 表に記載のように変化させた。

[0038] 最後に、圧力 0 . 5 P a の A r ガス中で P t ターゲットを用いた D C スパ

ッタ法により膜厚 5 nm の Pt 保護層 60 を形成して、磁気記録媒体を得た。保護層形成時の基板温度は、室温 (25℃) であった。Pt 保護層 60 の形成時のスパッタ電力は 50 W であった。

[0039] PPMS 装置 (Quantum Design 社製 ; Physical Property Measurement System) により、得られた磁気記録媒体の M-H ヒステリシスループを測定した。得られた M-H ヒステリシスループから、飽和磁化 M_s 、残留磁化 M_r 、保磁力 H_c 、および M-H ヒステリシスループの α 値を決定した。 α 値は、保磁力付近 ($H = H_c$) における磁化曲線の傾きを意味し、 $\alpha = 4\pi \times (dM/dH)$ の式で求められる。 α 値の決定においては、M の単位として「emu/cm³」を用い、H の単位として「Oe」を用いる。磁気記録層 50 中の磁性結晶粒が磁氣的に良好に分離されていない場合、 α 値が増大する。一方、たとえば二次成長による結晶粒が存在する場合のような、磁性結晶粒の磁気特性のバラツキが大きい場合、 α 値が減少する。 α 値は、1 に接近した値を有することが望ましい。 α 値は、0.75 以上、3.0 未満、より好ましくは 0.9 以上、2.0 未満とすることが好ましい。また、PPMS 装置を用いて自発磁化の磁場印加角度依存性を評価し、磁気異方性定数 K_u を決定した。磁気異方性定数 K_u の決定には、R. F. Penoyer、「Automatic Torque Balance for Magnetic Anisotropy Measurements」、The Review of Scientific Instruments、1959 年 8 月、第 30 巻第 8 号、711-714、ならびに近角聰信、強磁性体の物理 (下) 裳華房、10-21 に記載の手法を用いた (非特許文献 1 および 2 参照)。ここで、磁気異方性定数 K_u は、磁性結晶粒および非磁性結晶粒界の総体積あたりのエネルギー値として測定される。そこで、磁性結晶粒の正味の磁気異方性定数 K_{u_grain} を算出した。正味の磁気異方性定数 K_{u_grain} は、測定された磁気異方性定数 K_u を磁気記録層 50 中の磁性結晶粒の体積比率で除算して得た。測定結果を第 2 表に示す。

[0040] (比較例 1 ~ 6)

下層 51 を形成せず、上層 52 の膜厚を第 1 表に記載のように変更したこ

とを除いて、実施例 1 ～ 6 と同様の手順を用いて、磁気記録媒体を得た。実施例 1 ～ 6 と同様の手順を用いて、磁気記録媒体の特性を評価した。測定結果を第 2 表に示す。

[0041] (実施例 7、8)

下層 5 1 の膜厚を 0.5 nm (実施例 7) または 1.5 nm (実施例 8) に変更したことを除いて実施例 1 と同様の手順を用いて、磁気記録媒体を得た。下層 5 1 および上層 5 2 の膜厚および C 含有量を第 3 表に示す。また、実施例 1 と同様の手順を用いて、磁気記録媒体の特性を評価した。測定結果を第 4 表に示す。

[0042] [表 1]

第 1 表：磁気記録媒体の構成

	下層		上層		磁気記録層 総膜厚 (nm)
	C 含有量 (体積%)	膜厚 (nm)	C 含有量 (体積%)	膜厚 (nm)	
実施例 1	25	1	25	3	4
実施例 2	25	1	25	5	6
実施例 3	25	1	25	7	8
実施例 4	25	1	30	3	4
実施例 5	25	1	35	3	4
実施例 6	25	1	40	3	4
比較例 1	—	—	25	4	4
比較例 2	—	—	25	6	6
比較例 3	—	—	25	8	8
比較例 4	—	—	30	4	4
比較例 5	—	—	35	4	4
比較例 6	—	—	40	4	4

[0043]

[表2]

第2表：磁気記録媒体の特性

	磁気異方性定数 Ku_grain^{*1} ($\times 10^7 erg/cm^3$)	飽和磁化 Ms^{*2} (emu/cm^3)	保磁力 Hc^{*3} (kOe)	α	角形比 Mr/Ms
実施例1	2.80	802	24.13	0.71	0.91
実施例2	2.66	750	27.26	0.49	0.85
実施例3	2.34	750	27.05	0.40	0.78
実施例4	3.96	773	20.36	0.91	0.92
実施例5	2.58	692	20.16	0.77	0.91
実施例6	2.68	655	19.96	0.65	0.89
比較例1	3.25	802	26.95	0.48	0.91
比較例2	2.88	750	31.99	0.37	0.82
比較例3	1.90	750	24.88	0.36	0.66
比較例4	2.91	723	30.62	0.45	0.90
比較例5	2.55	645	29.46	0.30	0.86
比較例6	2.14	568	24.62	0.32	0.77

*1: $10^7 erg/cm^3 = 1 J/cm^3$ 2: $1 emu/cm^3 = 1 A/mm$ 3: $1 kOe = 79.6 A/mm$

[0044] [表3]

第3表：磁気記録媒体の構成

	下層		上層		磁気記録層 総膜厚 (nm)
	C含有量 (体積%)	膜厚 (nm)	C含有量 (体積%)	膜厚 (nm)	
比較例1	—	—	25	4	4
実施例7	25	0.5	25	3.5	4
実施例1	25	1	25	3	4
実施例8	25	1.5	25	2.5	4

[0045] [表4]

第4表：磁気記録媒体の特性

	磁気異方性定数 Ku_grain^{*1} ($\times 10^7 erg/cm^3$)	飽和磁化 Ms^{*2} (emu/cm^3)	保磁力 Hc^{*3} (kOe)	α	角形比 Mr/Ms
比較例1	3.25	802	26.95	0.48	0.91
実施例7	3.10	754	29.83	0.59	0.96
実施例1	2.80	802	24.13	0.71	0.91
実施例8	2.46	791	19.08	0.78	0.90

*1: $10^7 erg/cm^3 = 1 J/cm^3$ 2: $1 emu/cm^3 = 1 A/mm$ 3: $1 kOe = 79.6 A/mm$

[0046] (評価)

実施例 6 および比較例 6 で得られた磁気記録媒体の M-H ヒステリシスループを図 3 A および図 3 B に示す。図 3 B に示す比較例 6 の磁気記録媒体の M-H ヒステリシスループでは、曲線の平滑性が失われ、二段に分離したヒステリシスループが観察された。この結果は、Bi を使用せずに形成した FePt-C 膜において、FePt 磁性結晶粒の柱状成長が一定の膜厚で停止し、その後に FePt 磁性結晶粒の二次成長が起きたためと考えられる。一方、図 3 A に示す実施例 6 の磁気記録媒体の M-H ヒステリシスループでは、得られる曲線が平滑であり、ヒステリシスループの二段分離は観察されなかった。この結果は、Bi を併用して下層 5 1 を形成することにより FePt 磁性結晶粒の二次成長が抑制され、下層 5 1 および上層 5 2 全体を通して FePt 磁性結晶粒の柱状成長がなされたためと考えられる。

[0047] 次に、下層 5 1 の膜厚を 1 nm に固定し、上層 5 2 の膜厚を変化させた磁気記録層 5 0 の膜厚の影響を説明する。ここで、上層 5 2 の C 含有量を 25 体積% に固定した。Bi を併用して下層 5 1 を形成した実施例 1、2 および 3、ならびに下層 5 1 を形成しなかった比較例 1、2 および 3 の磁気記録媒体について、磁気記録層 5 0 の膜厚と α 値との関係を図 4 に示す。磁気記録層 5 0 の膜厚の増大にともなって α 値が減少するものの、いずれの膜厚においても、Bi を併用して下層 5 1 を形成した実施例 1、2 および 3 の α 値が、比較例 1、2 および 3 の α 値よりも大きかった。この結果から、Bi を併用する下層 5 1 の形成が FePt 磁性結晶粒の磁気的分離の促進および二次成長の抑制に有効であることが分かる。

[0048] 次に、上層 5 2 の C 含有量の影響を説明する。ここで、実施例としては、下層 5 1 および上層 5 2 の膜厚をそれぞれ 1 nm および 3 nm に固定した。比較例としては、磁気記録層 5 0 の膜厚が実施例と同じ 4 nm である例を用いて比較した。Bi を併用して下層 5 1 を形成した実施例 1、4、5 および 6、ならびに下層 5 1 を形成しなかった比較例 1、4、5 および 6 の磁気記録媒体について、上層 5 2 の C 含有量と α 値との関係を図 5 に示す。下層 5

1を形成しなかった比較例1、4、5および6の磁気記録媒体において、上層52のC含有量の増大に伴って α 値が減少した。一方、Biを併用して下層51を形成した実施例1、4、5および6において、上層52のC含有量と α 値との間に明瞭な相関が認められなかった。いずれのC含有量においても、Biを併用して下層51を形成した実施例1、4、5および6の α 値が、比較例1、4、5および6の α 値よりも大きかった。この結果からも、Biを併用する下層51の形成がFePt磁性結晶粒の磁気的分離の促進および二次成長の抑制に有効であることが分かる。

[0049] 次に、Biを併用して形成した下層51の膜厚の影響を説明する。ここで、上層52の膜厚を変化させて磁気記録層50の膜厚を4nmに固定し、上層52のC含有量を25体積%に固定した。Biを併用して下層51を形成した実施例7、1、および8、ならびに下層51を形成しなかった比較例1の磁気記録媒体について、下層51の膜厚と α 値との関係を図6に示し、下層51の膜厚と磁性結晶粒の正味の磁気異方性定数 K_{u_grain} との関係を図7に示し、下層51の膜厚と保磁力 H_c との関係を図8に示す。図6から分かるように、下層51の膜厚の増大につれて α 値が1に接近し、磁性結晶粒が磁気的に良好に分離され、かつ磁性結晶粒の二次成長が抑制される。一方、図7および図8から分かるように、 K_{u_grain} および保磁力 H_c は、下層51の膜厚に伴って減少する傾向がある。一般的に、1Tbps（テラビット毎平方インチ）より高い磁気記録密度を達成するためには、 K_{u_grain} が $1.5 \times 10^7 \text{ erg/cm}^3$ （ 1.5 J/cm^3 ）以上であることが必要である。図7のデータを外挿すると、 $1.5 \times 10^7 \text{ erg/cm}^3$ （ 1.5 J/cm^3 ）以上の K_{u_grain} を有するためには、下層51の膜厚を約3nm以下とすることが好ましいことが分かる。

[0050] さらに、X線電子分光法（ESCA）を用いて、実施例1の磁気記録媒体の深さ方向の元素分布を分析した。その結果、430℃において形成された磁気記録層50中に、磁気記録層50の全原子を基準として約0.1原子%のBiが残存していることが分かった。Biの残存量は、下層51の形成の

際に積層体表面に到達したB iの量に比較して著しく小さかった。この結果から、磁気記録層5 0の形成時にB iの再蒸発などが起こっていることが分かる。飽和磁化M sの減少ならびに磁気スペーシングの損失を防止するためにB iの残存量をできるだけ少なくすることが好ましいこと、ならびに磁性結晶粒中の規則合金の規則化を促進することから、磁気記録層5 0、すなわち下層5 1および上層5 2の形成温度を上昇させることが好ましい。

符号の説明

- [0051] 1 0 基板
- 2 0 密着層
- 3 0 下地層
- 4 0 シード層
- 5 0 磁気記録層
- 5 1 下層
- 5 2 上層
- 5 3 グラニューラー構造構成原子
- 5 4 サーファクタント原子
- 5 5 サーファクタント原子の移動により発生する空隙
- 6 0 保護層

請求の範囲

- [請求項1] 基板と、下層および上層を含む磁気記録層とを含む磁気記録媒体であって、前記下層および上層は、規則合金からなる磁性結晶粒と、非磁性結晶粒界とを含み、
- 前記下層は、規則合金を構成する元素と、B i と、C とを堆積させることによって形成されており、
- 前記上層は、規則合金を構成する元素と、C とを堆積させることによって形成されている
- ことを特徴とする磁気記録媒体。
- [請求項2] 前記規則合金は、F e およびC o からなる群から選択される少なくとも1つの元素と、P t、P d、A u およびI r からなる群から選択される少なくとも1つの元素と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] 前記規則合金は、N i、M n、C u、A g、A u、R u およびC r からなる群から選択される少なくとも1つの元素をさらに含むことを特徴とする請求項2に記載の磁気記録媒体。
- [請求項4] 前記規則合金は、L 1₀型F e P tである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5] 前記下層は、0.1nm以上3nm以下の膜厚を有する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6] 基板を準備する工程と
- 規則合金を構成する元素と、B i と、C とをスパッターして、磁気記録層の下層を形成する工程と、
- 前記規則合金を構成する元素と、C とをスパッターして、磁気記録層の上層を形成する工程と
- を含むことを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
- [請求項7] 前記磁気記録層の下層および上層は、前記規則合金からなる磁性結晶粒と、Cを含む非磁性結晶粒界とを含むことを特徴とする請求項6

に記載の磁気記録媒体の製造方法。

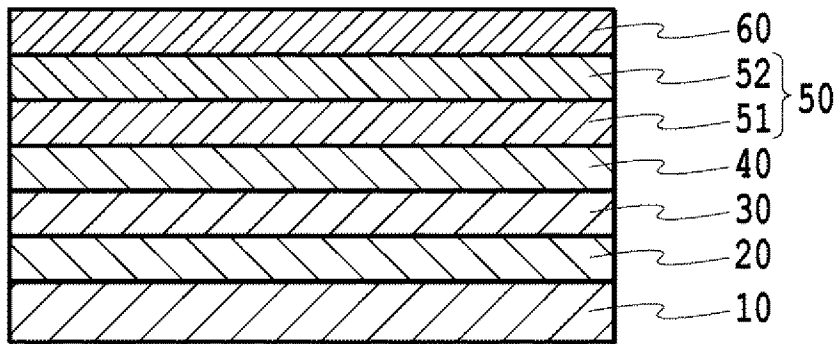
[請求項8] 前記規則合金は、F eおよびC oからなる群から選択される少なくとも1つの元素と、P t、P d、A uおよびI rからなる群から選択される少なくとも1つの元素とを含むことを特徴とする請求項6に記載の磁気記録媒体の製造方法。

[請求項9] 前記規則合金は、N i、M n、C u、A g、A u、R uおよびC rからなる群から選択される少なくとも1つの元素をさらに含むことを特徴とする請求項8に記載の磁気記録媒体の製造方法。

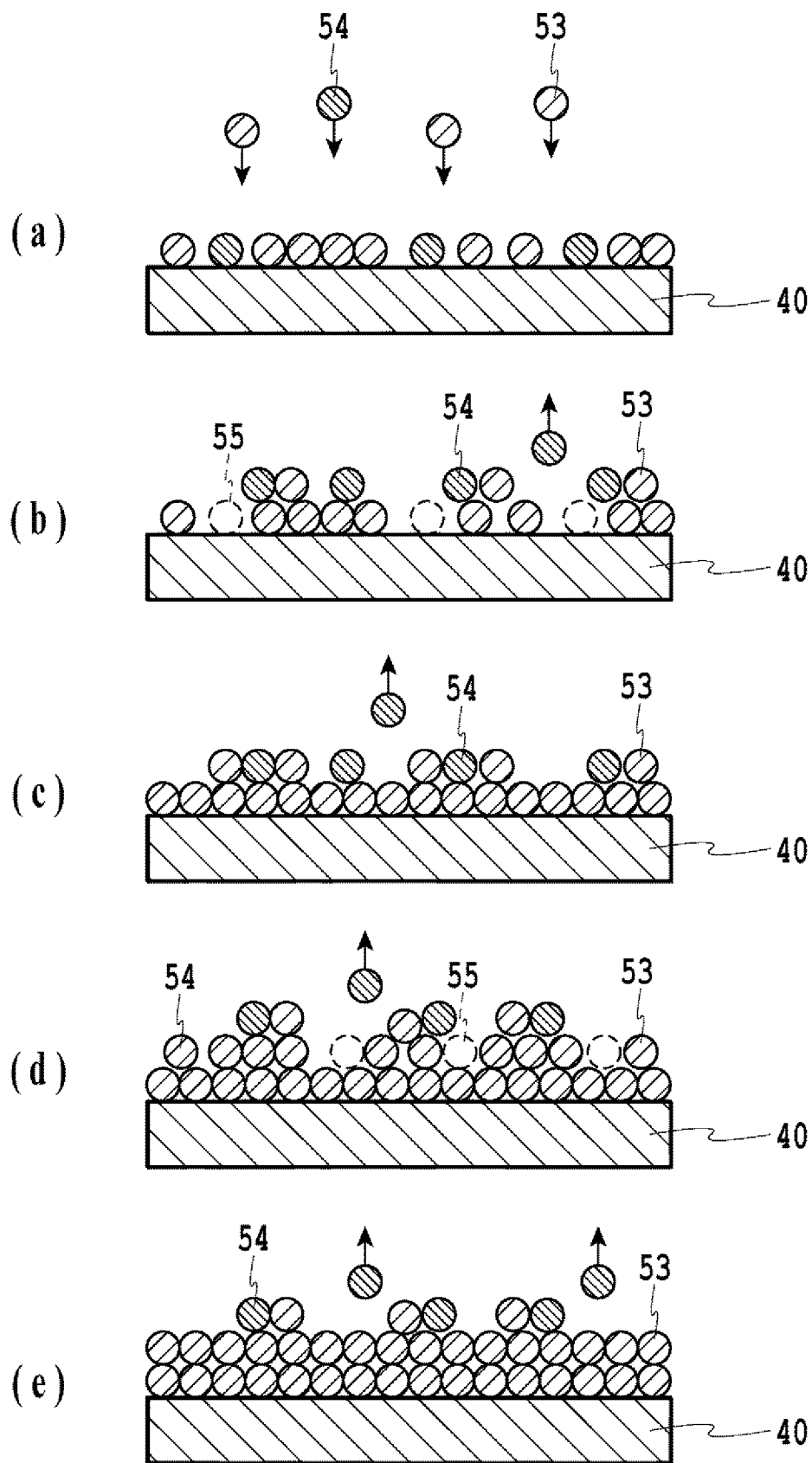
[請求項10] 前記規則合金は、L 1₀型F e P tであることを特徴とする請求項6に記載の磁気記録媒体の製造方法。

[請求項11] 前記下層は、0. 1 n m以上3 n m以下の膜厚を有することを特徴とする請求項6に記載の磁気記録媒体の製造方法。

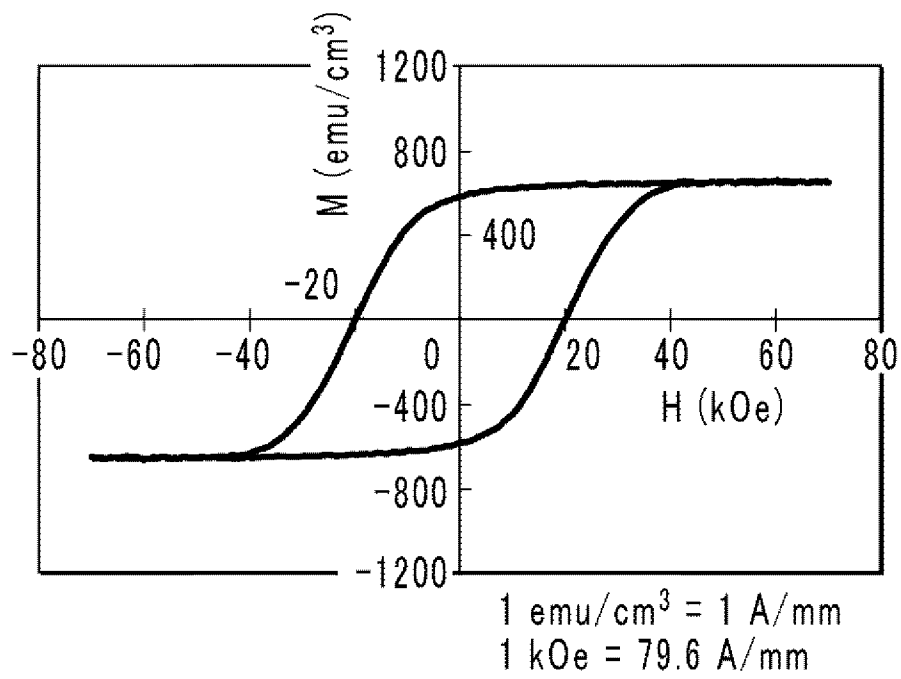
[図1]



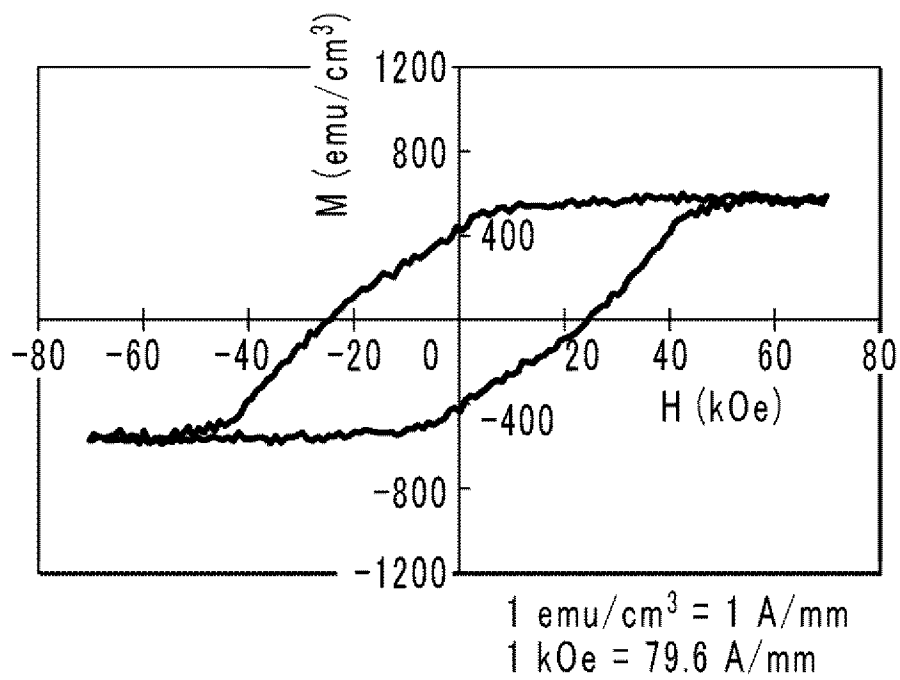
[図2]



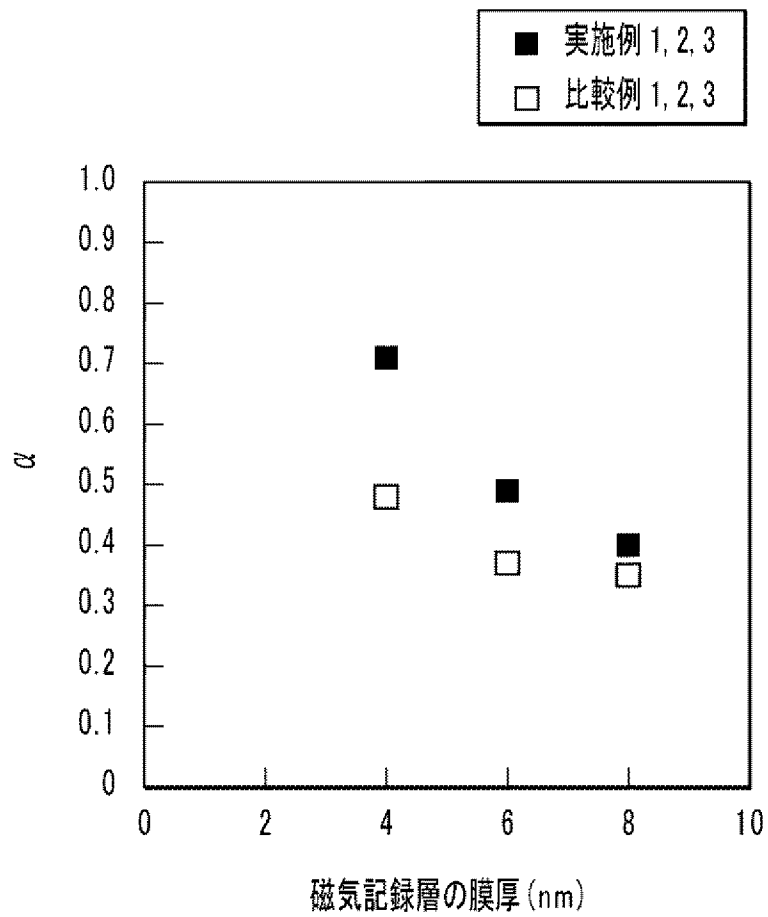
[図3A]



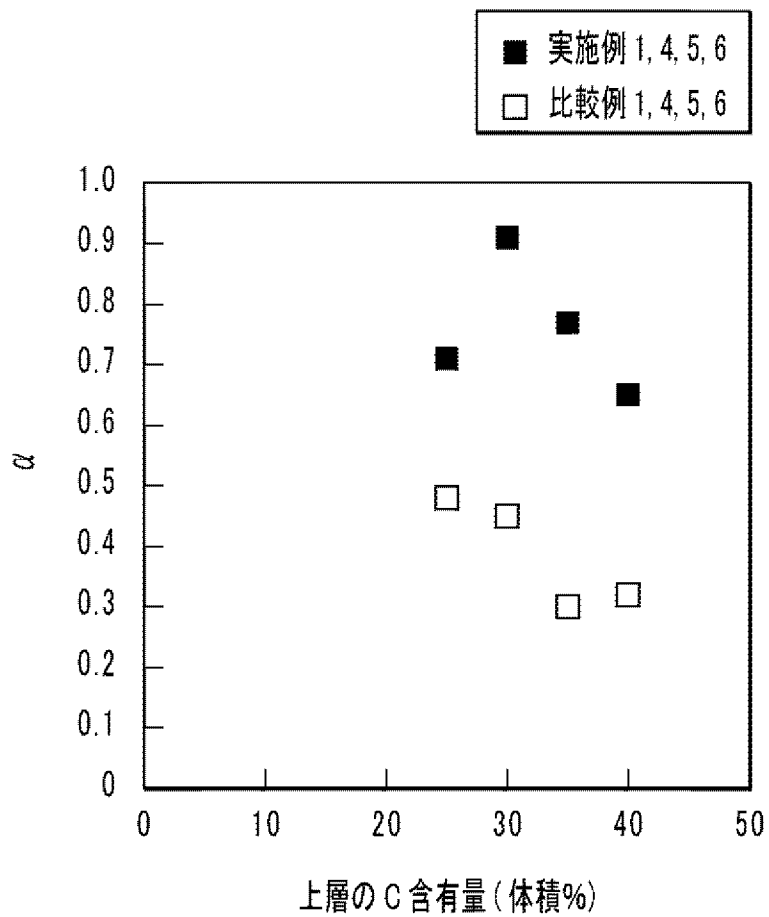
[図3B]



[図4]

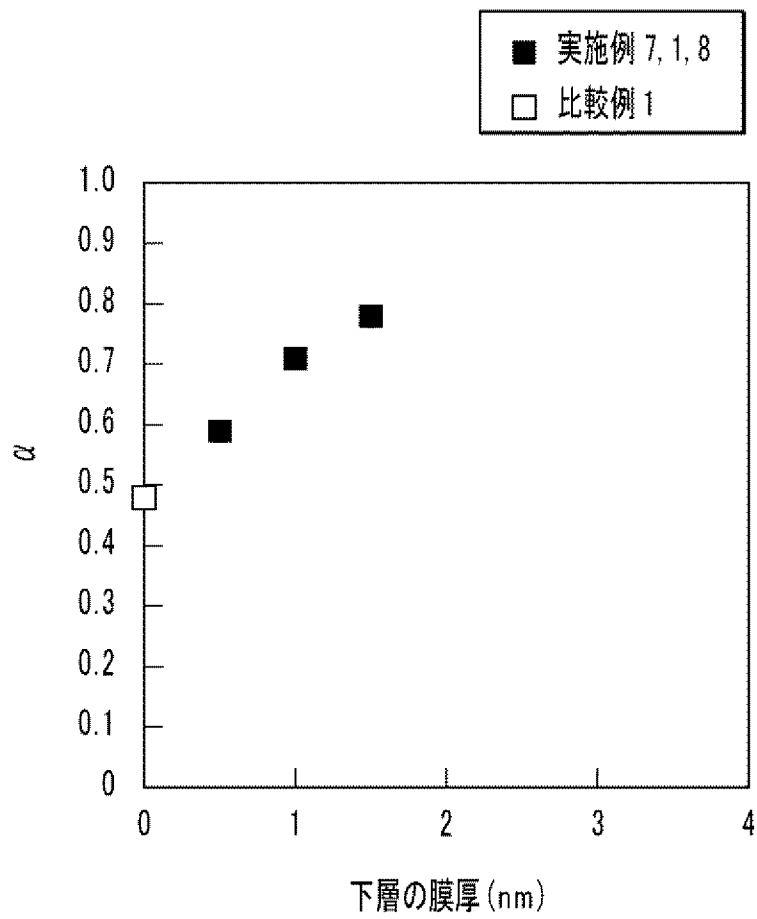


[図5]



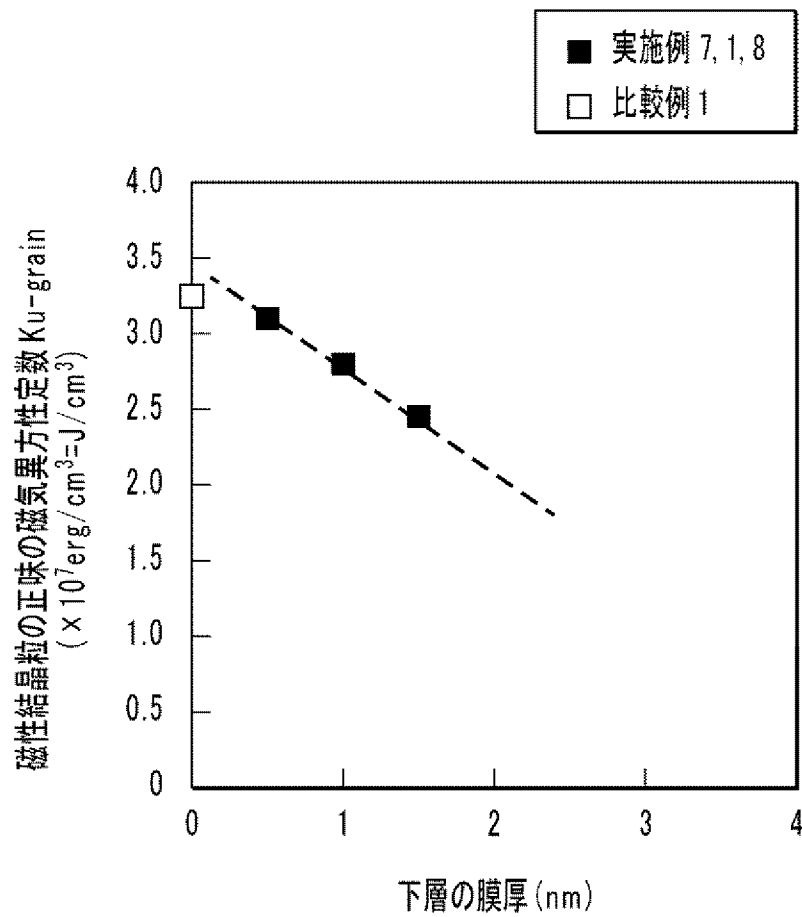
※ 磁気記録層の膜厚は 4nm

[図6]



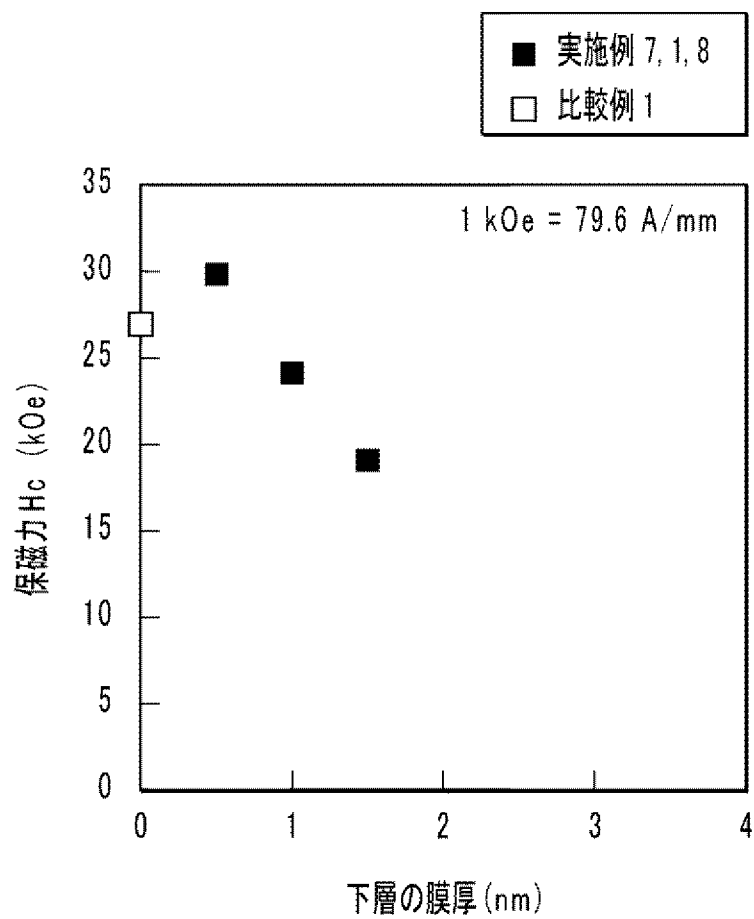
※ 磁気記録層の膜厚は 4nm
上層の C 含有量は 25 体積%

[図7]



※ 磁気記録層の膜厚は 4nm
上層の C 含有量は 25 体積%

[図8]



※ 磁気記録層の膜厚は 4nm
上層の C 含有量は 25 体積%

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/004860

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11B5/66(2006.01)i, G11B5/851(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)

G11B5/66, G11B5/851

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.
A	JP 2008-052869 A (Hitachi Global Storage Technologies Netherlands B.V.), 06 March 2008 (06.03.2008), paragraphs [0056] to [0057], [0064]; fig. 13 & US 2008/0074776 A1 paragraphs [0089] to [0090], [0097]	1-11
A	JP 2009-087501 A (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 23 April 2009 (23.04.2009), paragraphs [0011] to [0012], [0020]; fig. 1 & US 2010/0246060 A1 paragraphs [0028] to [0029], [0039] & WO 2009/044733 A1 & CN 101809659 A	1-11

☒ 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
26 November 2015 (26.11.15)

Date of mailing of the international search report
08 December 2015 (08.12.15)

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/JP2015/004860

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 2010-108571 A (Hitachi, Ltd.), 13 May 2010 (13.05.2010), paragraph [0042]; fig. 10 & US 2010/0110576 A1 paragraphs [0067] to [0068]	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G11B5/66(2006.01)i, G11B5/851(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. G11B5/66, G11B5/851

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
A	J P 2008-052869 A（ヒタチグローバルストレージテクノロジーズネザーランドビービー） 2008.03.06, 段落[0056] - [0057]、[0064]、図13 & US 2008/0074776 A1、段落[0089] - [0090]、[0097]	1-11
A	J P 2009-087501 A（昭和電工株式会社） 2009.04.23, 段落[0011] - [0012]、[0020]、図1	1-11

☒ 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

26.11.2015

国際調査報告の発送日

08.12.2015

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）

斎藤 眞

5 D

3793

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
A	& US 2010/0246060 A1、段落 [0028] – [0029]、[0039] & WO 2009/044733 A1 & CN 101809659 A J P 2010-108571 A (株式会社日立製作所) 2 010.05.13, 段落 [0042]、図10 & US 2010/0110576 A1、段落 [0067] – [0068]	1-11