

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6914663号  
(P6914663)

(45) 発行日 令和3年8月4日(2021.8.4)

(24) 登録日 令和3年7月16日(2021.7.16)

(51) Int. Cl. F I  
**G 1 1 B 5/738 (2006.01)** G 1 1 B 5/738  
**G 1 1 B 5/65 (2006.01)** G 1 1 B 5/65

請求項の数 5 (全 16 頁)

|  |  |
|--|--|
| <p>(21) 出願番号 特願2017-20745 (P2017-20745)<br/>                 (22) 出願日 平成29年2月7日(2017.2.7)<br/>                 (65) 公開番号 特開2018-129106 (P2018-129106A)<br/>                 (43) 公開日 平成30年8月16日(2018.8.16)<br/>                 審査請求日 令和1年11月8日(2019.11.8)</p> | <p>(73) 特許権者 000002004<br/>                 昭和電工株式会社<br/>                 東京都港区芝大門1丁目13番9号<br/>                 (74) 代理人 100107766<br/>                 弁理士 伊東 忠重<br/>                 (74) 代理人 100070150<br/>                 弁理士 伊東 忠彦<br/>                 (72) 発明者 福島 隆之<br/>                 千葉県市原市八幡海岸通5-1 昭和電工<br/>                 エレクトロニクス株式会社内<br/>                 (72) 発明者 大橋 栄久<br/>                 千葉県市原市八幡海岸通5-1 昭和電工<br/>                 エレクトロニクス株式会社内</p> |
|--|--|

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気記録媒体および磁気記憶装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、下地層と、 $L1_0$ 型結晶構造を有し、面方位が(001)である合金を含有する磁性層を、この順で含み、

前記下地層は、第1の下地層を含み、

前記第1の下地層は、Al、Ag、Cu、WまたはMoを主成分とする材料および前記主成分の元素の酸化物を含有し、かつ、前記主成分の元素の酸化物の含有量が2mol%~30mol%の範囲内である結晶質の層であり、

前記下地層は、第2の下地層をさらに含み、

前記第2の下地層は、前記基板と、前記第1の下地層との間に設けられており、前記主成分の元素と同一の結晶構造および面方位を有する元素として、Ag、Cu、WまたはMoを主成分とし、かつ、酸化物を含有しない結晶質の層であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】

前記第1の下地層が非グラニューラ構造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3】

前記下地層と前記磁性層との間に、バリア層をさらに含み、

前記バリア層は、MgO、TiO、NiO、TiN、Ta<sub>2</sub>N、HfN、NbN、ZrC、HfC、TaC、NbC、TiCからなる群から選択される1種以上を含み、NaCl

型構造を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 4】

前記基板と前記下地層との間に、配向制御層をさらに含み、

前記配向制御層は、BCC構造を有する、Cr層もしくは、Crを主成分とする合金層、または、B2構造を有する合金層であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体を含むことを特徴とする磁気記憶装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁気記録媒体および磁気記憶装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ハードディスク装置に対する大容量化の要求は、益々強くなっている。

【0003】

しかしながら、現行の記録方式では、ハードディスク装置の記録密度の向上が難しくな

【0004】

20

ってきている。熱アシスト磁気記録方式は、次世代の記録方式として盛んに研究され、注目されている技術の1つである。熱アシスト磁気記録方式は、磁気ヘッドから磁気記録媒体に近接場光を照射し、磁気記録媒体の表面を局所的に加熱することにより、磁気記録媒体の保磁力を低下させて書き込む記録方式である。

【0005】

熱アシスト磁気記録方式では、磁性層を構成する材料として、 $L1_0$ 型結晶構造を有するFePt ( $K_u \sim 7 \times 10^7 \text{ erg/cm}^3$ )、 $L1_0$ 型結晶構造を有するCoPt ( $K_u \sim 5 \times 10^7 \text{ erg/cm}^3$ )のような高 $K_u$ 材料が用いられている。

【0006】

磁性層を構成する材料として、高 $K_u$ 材料を用いると、 $K_u V / k T$ が大きくなる。ここで、 $K_u$ は、磁性粒子の磁気異方性定数であり、 $V$ は、磁性粒子の体積であり、 $k$ は、ボルツマン定数であり、 $T$ は、温度である。このため、熱ゆらぎを悪化させることなく、磁性粒子の体積を小さくすることができる。このとき、磁性粒子を微細化することにより、熱アシスト磁気記録方式では、遷移幅を狭くすることができるので、ノイズを低減することができる。シグナルノイズ比(SNR)を改善することができる。

30

【0007】

また、垂直磁気異方性が高い熱アシスト磁気記録媒体を得るには、磁性層を構成する材料として用いられる $L1_0$ 型結晶構造を有する合金を(001)配向させる必要がある。ここで、磁性層の(001)配向性は、下地層によって制御されるものであるため、下地層を構成する材料を適切に選択する必要がある。

40

【0008】

熱アシスト磁気記録媒体の下地層を構成する材料としては、従来から、MgO、CrN、TiNなどが知られている。

【0009】

例えば、特許文献1には、MgOを主成分とする下地層を作製し、更にFePt合金からなる $L1_0$ 形規則合金層を作製する情報記録媒体の製造方法が開示されている。

【0010】

また、特許文献2には、下地層としての、Wを主成分とし、かつ、B、Si、C、または、酸化物を含有する結晶質下地層と、 $L1_0$ 構造を有する合金を主成分とする磁性層と、を有する磁気記録媒体が開示されている。

50

## 【0011】

また、特許文献3には、熱アシスト磁気記録媒体の温度制御層として、膜厚を貫通して延在する低熱伝導率材料の領域と、低熱伝導率材料の領域を分離する高熱伝導率材料の領域としての、連続するマトリックスとを含む薄膜を用いることが開示されている。このとき、高熱伝導率材料として、Cu、Ag、Al、Mo、Wが例示されている。また、低熱伝導率材料として、 $Al_2O_3$ が例示されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0012】

【特許文献1】特開平11-353648号公報

10

【特許文献2】特開2014-220029号公報

【特許文献3】特開2006-196151号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0013】

熱アシスト磁気記録媒体において、良好な磁気記録特性を得るためには、前述のように、特定の下地層を用いて、磁性層を構成する $L_1_0$ 型結晶構造を有する合金を(001)配向させることが必要である。

## 【0014】

しかしながら、従来の技術では、磁性層の(001)配向性が不十分であるため、熱アシスト磁気記録媒体の磁性層の(001)配向性を向上させることが可能な下地層が求められていた。

20

## 【0015】

また、熱アシスト磁気記録媒体の下地層には、温度制御層としての機能が求められる。すなわち、熱アシスト磁気記録媒体に近接場光を照射し、熱アシスト磁気記録媒体の表面を局所的に加熱するのに際し、加熱スポットの拡がりを抑制することで、平面方向における磁化遷移領域を狭くし、ノイズを低減すること、すなわち、シグナルノイズ比(SNR)を高くすることが求められていた。

## 【0016】

本発明は、上記の事情に鑑み、シグナルノイズ比(SNR)が高い磁気記録媒体を提供することを目的とする。

30

## 【課題を解決するための手段】

## 【0017】

(1)基板と、下地層と、 $L_1_0$ 型結晶構造を有し、面方位が(001)である合金を含有する磁性層を、この順で含み、前記下地層は、第1の下地層を含み、前記第1の下地層は、Al、Ag、Cu、WまたはMoを主成分とする材料および前記主成分の元素の酸化物を含有し、かつ、前記主成分の元素の酸化物の含有量が2mol%~30mol%の範囲内である結晶質の層であり、前記下地層は、第2の下地層をさらに含み、前記第2の下地層は、前記基板と、前記第1の下地層との間に設けられており、前記主成分の元素と同一の結晶構造および面方位を有する元素として、Ag、Cu、WまたはMoを主成分とし、かつ、酸化物を含有しない結晶質の層であることを特徴とする磁気記録媒体。

40

(2)前記第1の下地層が非グラニュラ構造であることを特徴とする(1)に記載の磁気記録媒体。

(3)前記下地層と前記磁性層との間に、バリア層をさらに含み、前記バリア層は、MgO、TiO、NiO、TiN、Ta<sub>2</sub>N<sub>5</sub>、HfN、NbN、ZrC、HfC、TaC、NbC、TiCからなる群から選択される1種以上を含み、NaCl型構造を有することを特徴とする(1)又は(2)に記載の磁気記録媒体。

(4)前記基板と前記下地層との間に、配向制御層をさらに含み、前記配向制御層は、BCC構造を有する、Cr層もしくは、Crを主成分とする合金層、または、B2構造を有する合金層であることを特徴とする(1)~(3)のいずれか1項に記載の磁気記録媒体

50

。 (5) (1) ~ (4) のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体を含むことを特徴とする磁気記憶装置。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、シグナルノイズ比 (SNR) が高い磁気記録媒体を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本実施形態の磁気記録媒体の一例を示す模式図である。

【図2】本実施形態の磁気記憶装置の一例を示す模式図である。

【図3】図2の磁気ヘッドの一例を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明を実施するための形態について説明するが、本発明は、下記の実施形態に制限されることはなく、本発明の範囲を逸脱することなく、下記の実施形態に種々の変形および置換を加えることができる。

【0021】

(磁気記録媒体)

図1に、本実施形態の磁気記録媒体の一例を示す。

【0022】

磁気記録媒体100は、基板1と、下地層2と、L1<sub>0</sub>型結晶構造を有し、面方位が(001)である合金を含有する磁性層3を、この順で含む。下地層2は、第1の下地層5を含む。第1の下地層5は、Al、Ag、Cu、WまたはMoを主成分とする材料および第1の下地層5に含まれる主成分の元素の酸化物を含有し、かつ、主成分の元素の酸化物の含有量が2mol%~30mol%の範囲内である結晶質の層である。

【0023】

磁気記録媒体100は、このような構成を採用することで、SNRが高くなる。

【0024】

磁気記録媒体100のSNRが高くなる理由を以下に説明する。

【0025】

まず、第1の下地層5に含まれるAl、Ag、Cuが面心立方(FCC)構造であり、W、Moが体心立方(BCC)構造であり、(100)配向性が高いため、磁性層3を構成するL1<sub>0</sub>型結晶構造を有する合金の(001)配向性を高めることが可能である。また、第1の下地層5に含まれる主成分の元素の酸化物は、主成分の元素の結晶性、配向性を損なうことなく、第1の下地層5と磁性層3との格子整合性を高めることができる。さらに、磁気記録媒体100の表面を局所的に加熱することで磁性層3の保磁力を低下させて書き込むのに際し、下地層2は、加熱スポットの拡がりを抑制することで、平面方向における磁化遷移領域を狭くすることができる。

【0026】

磁気記録媒体100についてより詳細に説明する。

【0027】

磁気記録媒体100では、下地層2を2層構造とし、基板1と第1の下地層5との間に、第2の下地層4として、第1の下地層5に含まれる主成分の元素と同一の結晶構造および面方位を有する元素を主成分とし、かつ、酸化物を含有しない結晶質の層が設けられている。前述のように、第1の下地層5は、Al、Ag、Cu、WまたはMoを主成分とする材料を含有する結晶質の層であり、(100)配向性が高いため、その上に形成するL1<sub>0</sub>型結晶構造を有し、面方位が(001)である合金を含有する磁性層3と格子整合する。そして、第1の下地層5の下に、第2の下地層4として、第1の下地層5に含まれる

10

20

30

40

50

主成分の元素と同一の結晶構造および面方位を有する元素を主成分とする結晶質の層を設けることで、第1の下地層5の結晶性、(100)配向性をより高めることができる。

【0028】

熱アシスト方式の磁気記録媒体では、平面方向における磁化遷移領域を狭くし、磁気記録媒体のノイズを低減するために、加熱スポットの拡がりを抑制することが必要である。このため、下地層を、例えば、特許文献3に記載されているように、基板の表面に対して垂直な柱状の高熱伝導率材料(例えば、金属)の領域と、それを分離する低熱伝導率材料(例えば、酸化物)の領域のいわゆるグラニューラ構造で構成した場合、柱状の領域の界面部で熱の滞留が生じるため、加熱スポットの横方向の拡がりを抑制することが可能となる。

10

【0029】

これに対し、第1の下地層5は、グラニューラ構造のように、大きな柱状の高熱伝導率材料の領域を厚い低熱伝導率材料の領域で分離した構造ではなくてもよく、薄い酸化物粒界を介して、柱状結晶粒同士が部分的につながった非グラニューラ構造であることが好ましい。

【0030】

このような非グラニューラ構造では、同じ体積の酸化物を含む場合、従来のグラニューラ構造と比較すると、熱の滞留が生じる酸化物層が薄くなった分、酸化物粒界のピッチが細くなり、柱状結晶粒と酸化物の粒界部を単位長さあたりに多く含む構成となるため、加熱スポットの拡がりを抑制する効果が高くなる。このような構成を採用する場合、柱状結晶粒の比表面積が大きくなるため、成膜時に酸化物が部分還元する影響が一般的なグラニューラ構造より顕著になるが、第1の下地層5に含まれる主成分の元素の酸化物を構成する金属元素は、Al、Ag、Cu、WまたはMoを主成分とする材料の結晶粒に全率固溶することが可能なものであるため、結晶粒の結晶性の低下を防ぐことができる。

20

【0031】

本明細書及び特許請求の範囲において、第1の下地層5に含まれる主成分の元素と同一の結晶構造および面方位を有する元素を主成分とする結晶質の層とは、第1の下地層5に含まれる主成分の元素と同一の結晶構造および面方位を有する元素の含有量が50at%以上である結晶質の層を意味する。このとき、第1の下地層5に含まれる主成分の元素と同一の結晶構造および面方位を有する元素を主成分とする結晶質の層の第1の下地層5に含まれる主成分の元素と同一の結晶構造および面方位を有する元素の含有量は、好ましくは80at%以上であり、より好ましくは100at%である。

30

【0032】

Alを主成分とする結晶質の層としては、特に限定されないが、Al-Cu層、Al-Mn層、Al-Si層、Al-Fe層、Al-Cr層、Al-Ti層、Al-Zn層などが挙げられる。

【0033】

Agを主成分とする結晶質の層としては、特に限定されないが、Ag-Au層、Ag-Pt層、Ag-Pd層、Ag-Cu層、Ag-In層、Ag-Sn層などが挙げられる。

【0034】

Cuを主成分とする結晶質の層としては、特に限定されないが、Cu-Al層、Cu-Ag層、Cu-Be層、Cu-Co層、Cu-Cr層、Cu-Fe層、Cu-Mn層、Cu-Ni層、Cu-Zr層などが挙げられる。

40

【0035】

Wを主成分とする結晶質の層としては、特に限定されないが、W層、W-Mo層、W-Cu層、W-Ni層、W-Fe層、W-Re層、W-C層などが挙げられる。

【0036】

Moを主成分とする結晶質の層としては、特に限定されないが、Mo-W層、Mo-Re層、Mo-Hf層、Mo-Zr層などが挙げられる。

【0037】

50

第2の下地層4は、Ag、Cu、WまたはMoを主成分とすることが好ましい。これにより、SNRがさらに高くなる。

【0038】

また、本明細書及び特許請求の範囲において、Al、Ag、Cu、WまたはMoを主成分とする材料とは、Al、Ag、Cu、WまたはMoの含有量が50at%以上である材料を意味する。このとき、Al、Ag、Cu、WまたはMoを主成分とする材料のAl、Ag、Cu、WまたはMoの含有量は、好ましくは70at%以上であり、より好ましくは90at%以上である。

【0039】

第1の下地層5に含まれるAlを主成分とする材料としては、特に限定されないが、Al-Cu、Al-Mn、Al-Si、Al-Fe、Al-Cr、Al-Ti、Al-Znなどが挙げられる。

10

【0040】

第1の下地層5に含まれるAgを主成分とする材料としては、特に限定されないが、Ag-Au、Ag-Pt、Ag-Pd、Ag-Cu、Ag-In、Ag-Snなどが挙げられる。

【0041】

第1の下地層5に含まれるCuを主成分とする材料としては、特に限定されないが、Cu-Al、Cu-Ag、Cu-Be、Cu-Co、Cu-Cr、Cu-Fe、Cu-Mn、Cu-Ni、Cu-Zrなどが挙げられる。

20

【0042】

第1の下地層5に含まれるWを主成分とする材料としては、特に限定されないが、W、WMo、WCu、WNi、WFe、WRe、WCなどが挙げられる。

【0043】

第1の下地層5に含まれるMoを主成分とする材料としては、特に限定されないが、Mo-W、Mo-Re、Mo-Hf、Mo-Zrなどが挙げられる。

【0044】

第1の下地層5は、第1の下地層5に含まれる主成分の元素の酸化物を2mol%~30mol%の範囲内で含有する結晶質の層である。このため、第1の下地層5に含まれる主成分の元素の酸化物が部分還元されて生成する主成分の元素は、第1の下地層5を構成するAl、Ag、Cu、WまたはMoを主成分とする材料の結晶粒に特に容易に全率固溶することができる。

30

【0045】

Alの酸化物としては、 $Al_2O_3$ が挙げられる。

【0046】

Agの酸化物としては、 $Ag_2O$ が挙げられる。

【0047】

Cuの酸化物としては、CuO、 $Cu_2O$ が挙げられる。

【0048】

Wの酸化物としては、 $WO_2$ 、 $WO_3$ 、 $WO_6$ が挙げられる。

40

【0049】

Moの酸化物としては、 $MoO_2$ 、 $MoO_3$ が挙げられる。

【0050】

なお、第1の下地層5に含まれる主成分の元素の酸化物は、これらに限定されず、これらの還元物、混合物、複合酸化物であってもよい。

【0051】

本実施形態では、第1の下地層5の主成分の元素の酸化物の含有量は、2mol%~30mol%の範囲内であり、10mol%~25mol%の範囲内であることが好ましい。第1の下地層5の主成分の元素の酸化物の含有量が30mol%を超えると、第1の下地層5の(100)配向性が低下し、また、2mol%未満であると、磁性層3の(00

50

1) 配向性を高める効果を発揮できなくなる。

【0052】

本実施形態では、磁性層3に含まれる $L1_0$ 型結晶構造を有する合金は、磁気異方性定数 $K_u$ が高い。

【0053】

$L1_0$ 型結晶構造を有する合金としては、例えば、FePt合金、CoPt合金等が挙げられる。

【0054】

磁性層3を形成する時に、 $L1_0$ 型結晶構造を有する合金の規則化を促進するために、加熱処理することが好ましい。この場合、加熱温度(規則化温度)を低減するために、 $L1_0$ 型結晶構造を有する合金に、Ag、Au、Cu、Ni等を添加してもよい。

10

【0055】

また、磁性層3に含まれる $L1_0$ 型結晶構造を有する合金の結晶粒は、磁氣的に孤立していることが好ましい。このため、磁性層3は、 $SiO_2$ 、 $TiO_2$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $Al_2O_3$ 、 $Ta_2O_5$ 、 $ZrO_2$ 、 $Y_2O_3$ 、 $CeO_2$ 、 $MnO$ 、 $TiO$ 、 $ZnO$ 、 $B_2O_3$ 、C、B、BNからなる群から選択される1種以上の物質をさらに含有していることが好ましい。これにより、結晶粒間の交換結合をより確実に分断し、磁気記録媒体100のSNRをより高めることができる。

【0056】

本実施形態では、第1の下地層5を非グラニューラ構造とするのが好ましい。前述のように、第1の下地層5は、加熱スポットの横方向の拡がりを抑制する機能を有する層である。そのためには、いわゆるグラニューラ構造のように、大きな柱状の金属結晶粒を厚い酸化物層で分離した構造ではなく、薄い酸化物粒界を介して柱状結晶粒同士が部分的につながった構造とするのが好ましい。

20

【0057】

スパッタリング法を用いて、非グラニューラ構造の第1の下地層5を成膜する方法としては、スパッタガスに酸素を導入して反応性スパッタとする方法、ターゲットに含まれる酸化物の量を減らし、酸化物の粒径を小さくする方法、還元されやすい酸化物を用いる方法などが挙げられる。

【0058】

本実施形態では、下地層2と磁性層3との間に、バリア層6が設けられている。

30

【0059】

バリア層6は、 $MgO$ 、 $TiO$ 、 $NiO$ 、 $TiN$ 、 $TaN$ 、 $HfN$ 、 $NbN$ 、 $ZrC$ 、 $HfC$ 、 $TaC$ 、 $NbC$ 、 $TiC$ からなる群から選択される1種以上を含み、NaCl型構造を有する。

【0060】

本実施形態では、磁性層3として、 $L1_0$ 型結晶構造を有し、面方位が(001)である合金を含有する磁性層を用いるが、 $L1_0$ 型結晶構造を有する合金の規則化を促進するため、磁性層3を形成する時に、基板1を加熱する場合がある。バリア層6は、この際の下地層2と磁性層3との間の界面拡散を抑制するために設けられる層である。

40

【0061】

バリア層6の厚さは、0.5nm~10nmの範囲内とするのが好ましい。バリア層6の厚さが0.5nm以上であることにより、基板1を加熱する際の下地層2と磁性層3との間の界面拡散を抑制しやすくなる。また、バリア層6の厚さが10nm以下であることにより、磁性層3から第2の下地層5に熱が伝導しやすくなる。

【0062】

本実施形態では、基板1と下地層2との間に、配向制御層7として、BCC構造を有する、Cr層、もしくは、Crを主成分とする合金層、または、B2構造を有する合金層が設けられている。配向制御層7は、その上に設ける下地層2の配向をより確実に(100)配向とするために設ける層である。そのため、配向制御層7も(100)配向している

50

のが好ましい。

【0063】

本明細書及び特許請求の範囲において、Crを主成分とする合金とは、Crの含有量が50at%以上である合金を意味する。このとき、Crを主成分とする合金のCrの含有量は、好ましくは70at%以上であり、より好ましくは90at%以上である。

【0064】

Crを主成分とする合金としては、特に限定されないが、CrMn合金、CrMo合金、CrW合金、CrV合金、CrTi合金、CrRu合金等が挙げられる。

【0065】

また、Crを主成分とする合金に、B、Si、C等の元素を添加すれば、下地層2の結晶粒子サイズ、分散度等をより改善することができる。ただし、これらの元素を添加する場合、配向制御層7の結晶性が劣化しない範囲で添加することが好ましい。

10

【0066】

また、B2構造を有する合金としては、例えば、RuAl合金、NiAl合金等が挙げられる。

【0067】

磁性層3の上には、炭素保護層8およびパーフルオロポリエーテル系のフッ素樹脂からなる潤滑層9が設けられている。

【0068】

炭素保護層8および潤滑層9としては、公知のものを用いることができる。

20

【0069】

なお、バリア層6、配向制御層7、炭素保護層8、潤滑層9は、必要に応じて、省略してもよい。

【0070】

また、磁性層3を速やかに冷却するために、磁気記録媒体100にヒートシンク層をさらに設けても良い。

【0071】

ヒートシンク層には、Ag、Cu、Al、Au等の熱伝導率の高い金属や、Ag、Cu、Al、Au等の熱伝導率の高い金属を主成分とする合金を用いることができる。

【0072】

ヒートシンク層は、例えば、配向制御層7の下、または、配向制御層7とバリア層6の間に設けることができる。

30

【0073】

また、書込み特性を改善するために、磁気記録媒体100に軟磁性層をさらに設けてもよい。

【0074】

軟磁性層を構成する材料としては、特に限定されないが、CoTaZr合金、CoFeTaB合金、CoFeTaSi合金、CoFeTaZr合金等の非晶質合金、FeTaC合金、FeTaN合金等の微結晶合金、NiFe合金等の多結晶合金を用いることができる。

40

【0075】

軟磁性層は、単層膜であってもよいし、適切な膜厚のRu層を挟んで反強磁性結合している積層膜であってもよい。

【0076】

また、上述した層以外にも、シード層、接着層等を、必要に応じて、磁気記録媒体100にさらに設けることができる。

【0077】

(磁気記憶装置)

本実施形態の磁気記憶装置の構成例について説明する。

【0078】

50

本実施形態の磁気記憶装置は、本実施形態の磁気記録媒体を含む。

【0079】

磁気記憶装置は、例えば、磁気記録媒体を回転させるための磁気記録媒体駆動部と、先端部に近接場光発生素子を備えた磁気ヘッドとを有する構成とすることができる。また、磁気記憶装置は、磁気記録媒体を加熱するためのレーザー発生部と、レーザー発生部から発生したレーザー光を近接場光発生素子まで導く導波路と、磁気ヘッドを移動させるための磁気ヘッド駆動部と、記録再生信号処理系をさらに有することができる。

【0080】

図2に、本実施形態の磁気記憶装置の一例を示す。

【0081】

図2に示す磁気記憶装置は、磁気記録媒体100と、磁気記録媒体100を回転させるための磁気記録媒体駆動部101と、磁気ヘッド102と、磁気ヘッドを移動させるための磁気ヘッド駆動部103と、記録再生信号処理系104を含む。

【0082】

図3に、磁気ヘッド102の一例を示す。

【0083】

磁気ヘッド102は、記録ヘッド208と、再生ヘッド211を備えている。

【0084】

記録ヘッド208は、主磁極201、補助磁極202、磁界を発生させるためのコイル203、レーザー発生部となるレーザーダイオード(LD)204、LDから発生したレーザー光205を近接場光発生素子206まで伝達するための導波路207を有する。

【0085】

再生ヘッド211は、シールド209で挟まれた再生素子210を有する。

【0086】

図2に示す磁気記憶装置は、磁気記録媒体100が用いられているため、SNRを高めることが可能となり、高記録密度の磁気記憶装置を提供することが可能となる。

【実施例】

【0087】

以下に、具体的な実施例を挙げて説明するが、本発明は、これらの実施例に限定されるものではない。

【0088】

(実施例1)

磁気記録媒体100(図1参照)を作製した。以下に、磁気記録媒体100の製造工程を説明する。

【0089】

外径2.5インチのガラス製の基板1上に、シード層として、膜厚25nmのCr-50at%Ti(Crの含有量50at%、Tiの含有量50at%)膜を形成した後、300で基板1を加熱した。そして、配向制御層7として、膜厚20nmのCr-5at%Mn(Crの含有量95at%、Mnの含有量5at%)膜を形成した。次いで、第2の下地層4として膜厚20nmのW層を形成し、第2の下地層4の上に、第1の下地層5として、膜厚20nmの非グラニューラ構造のW-3.2WO<sub>3</sub>(Wの含有量96.8mol%、WO<sub>3</sub>の含有量3.2mol%)膜を形成した。さらに、バリア層6として、膜厚2nmのMgO膜を形成した。その後、580で基板1を加熱し、磁性層3として、膜厚10nmの(Fe-45at%Pt)-12mol%SiO<sub>2</sub>-6mol%BN(Feの含有量55at%、Ptの含有量45at%の合金の含有量82mol%、SiO<sub>2</sub>の含有量12mol%、BNの含有量6mol%)膜を形成した。さらに、膜厚3nmの炭素保護層8を形成した後、炭素保護層8の表面にパーフルオロポリエーテル系のフッ素樹脂からなる潤滑層9を形成し、磁気記録媒体100を作製した。

【0090】

(実施例2~4)

10

20

30

40

50

第1の下地層5の組成を、それぞれ $W - 6.9WO_3$ 、 $W - 16.5WO_3$ 、 $W - 25WO_3$ に変更した以外は、実施例1と同様にして、磁気記録媒体を作製した。

【0091】

(実施例5)

第2の下地層4の組成を $W - 10Mo$  ( $W$ の含有量90at%、 $Mo$ の含有量10at%)に変更した以外は、実施例3と同様にして、磁気記録媒体を作製した。

【0092】

(実施例6、7)

第1の下地層5の組成を、それぞれ $W - 10Mo - 16.5WO_3$  ( $W$ の含有量73.5mol%、 $Mo$ の含有量10mol%、 $WO_3$ の含有量16.5mol%)、 $W - 8WO_2 - 8WO_3$  ( $W$ の含有量84mol%、 $WO_2$ の含有量8mol%、 $WO_3$ の含有量8mol%)に変更した以外は、実施例1と同様にして、磁気記録媒体を作製した。

10

【0093】

(実施例8)

第2の下地層4の組成を $Mo$ に変更した以外は、実施例3と同様にして、磁気記録媒体を作製した。

【0094】

(実施例9)

第1の下地層5および第2の下地層4の組成を、それぞれ $Al - 16.5Al_2O_3$ および $Ti$ に変更した以外は、実施例1と同様にして、磁気記録媒体を作製した。

20

【0095】

(実施例10)

第2の下地層4の組成を $Cu$ に変更した以外は、実施例9と同様にして、磁気記録媒体を作製した。

【0096】

(実施例11)

第1の下地層5および第2の下地層4の組成を、それぞれ $Ag - 16.5Ag_2O$ および $Ag$ に変更した以外は、実施例1と同様にして、磁気記録媒体を作製した。

【0097】

(実施例12)

第2の下地層4の組成を $Ti$ に変更した以外は、実施例11と同様にして、磁気記録媒体を作製した。

30

【0098】

(実施例13)

第1の下地層5および第2の下地層4の組成を、それぞれ $Cu - 16.5CuO$ および $Cu$ に変更した以外は、実施例1と同様にして、磁気記録媒体を作製した。

【0099】

(実施例14)

第2の下地層4の組成を $Ag$ に変更した以外は、実施例13と同様にして、磁気記録媒体を作製した。

40

【0100】

(実施例15)

第2の下地層4の組成を $Ti$ に変更した以外は、実施例13と同様にして、磁気記録媒体を作製した。

【0101】

(実施例16~18)

第1の下地層5の組成を、それぞれ $Mo - 7.1MoO_3$ 、 $Mo - 16.9MoO_3$ 、 $Mo - 23.3MoO_3$ に変更した以外は、実施例8と同様にして、磁気記録媒体を作製した。

【0102】

50

(実施例 19)

第2の下地層4の組成をWに変更した以外は、実施例17と同様にして、磁気記録媒体を作製した。

【0103】

(比較例1)

第1の下地層5を形成しなかった以外は、実施例8と同様にして、磁気記録媒体を作製した。

【0104】

(比較例2、3)

第1の下地層5の組成を、それぞれMo - 1.6MoO<sub>3</sub>、Mo - 31.3MoO<sub>3</sub>に変更した以外は、実施例8と同様にして、磁気記録媒体を作製した。

【0105】

(比較例4)

第1の下地層5を形成しなかった以外は、実施例1と同様にして、磁気記録媒体を作製した。

【0106】

(比較例5、6)

第1の下地層5の組成を、それぞれW - 1.6WO<sub>3</sub>、W - 30.7WO<sub>3</sub>に変更した以外は、実施例1と同様にして、磁気記録媒体を作製した。

【0107】

(比較例7~9)

第2の下地層4の組成をAl、Ag、Cuに変更した以外は、比較例1と同様にして、磁気記録媒体を作製した。

【0108】

次に、FePt(200)ピークの半値幅、CTTGおよびSNRを評価した。

【0109】

(FePt(200)ピークの半値幅)

X線回折装置(Philips社製)を用いて、磁性層3まで形成した磁気記録媒体の中間サンプルのX線回折スペクトルを測定し、FePt(200)ピークの半値幅を求めた。

【0110】

なお、磁性層3の(001)配向性は、磁性層3に含まれるL1<sub>0</sub>型結晶構造を有するFePt合金の(200)ピーク、即ち、FePt(200)ピークの半値幅を用いて評価した。ここで、FePt合金の(001)ピーク、即ち、FePt(001)ピークは、出現角度2θが十分に大きくない。このため、ロックングカーブを測定する時に低角度側を測定限界まで広げても、FePt(001)ピークの強度が、ピークが存在していない場合に対して安定しておらず、半値幅を解析するのが困難である。このような装置測定上の理由により、FePt(001)ピークの半値幅を用いて、磁性層3の(001)配向性を評価するのが困難である。一方、FePt(200)ピークは、FePt合金が(001)配向する際に現れるが、出現角度2θが十分に大きいため、磁性層の(001)配向性を評価するのに適している。

【0111】

(CT-TG)

リードライトアナライザRWA1632およびスピスタンドS1701MP(以上、GUZIK社製)を用いて、磁気記録媒体のCT-TG(Cross-Track Thermal Gradient)を測定した。ここで、CT-TGは、トラック方向に垂直な方向の熱勾配[K/nm]であり、値が大きいほど、熱勾配が急峻であること、すなわち、記録ビット間の記録温度の差が大きく、書きにじみが少ないことを示している。

【0112】

(SNR)

磁気ヘッド102(図3参照)を用いて、線記録密度1500kFCIのオールワンパターン信号を磁気記録媒体に記録し、SNRを測定した。ここで、レーザーダイオードに投入するパワーは、トラックプロファイルの半値幅と定義したトラック幅MWWが60nmとなるように調整した。

【0113】

表1に、FePt(200)ピークの半値幅、CT-TGおよびSNRの評価結果を示す。

【0114】

【表 1】

|       | 第1の下地層                                |        |      |           | 第2の下地層 |     |       |      | FePt (200) ピークの半値幅 [°] | CT-TG [K/nm] | SNR [dB] |     |
|-------|---------------------------------------|--------|------|-----------|--------|-----|-------|------|------------------------|--------------|----------|-----|
|       | 組成 [mol%]                             | 主成分の元素 |      | 組成 [mol%] | 主成分の元素 |     | 種類    | 結晶構造 |                        |              |          | 面方位 |
|       |                                       | 種類     | 結晶構造 |           | 面方位    | 種類  |       |      |                        |              |          |     |
| 実施例1  | W-3.2WO <sub>3</sub>                  | W      | bcc  | (100)     | W      | bcc | (100) | W    | bcc                    | (100)        | 4.99     | 4.8 |
| 実施例2  | W-6.9WO <sub>3</sub>                  | W      | bcc  | (100)     | W      | bcc | (100) | W    | bcc                    | (100)        | 5.39     | 4.7 |
| 実施例3  | W-16.5WO <sub>3</sub>                 | W      | bcc  | (100)     | W      | bcc | (100) | W    | bcc                    | (100)        | 5.98     | 5.3 |
| 実施例4  | W-25WO <sub>3</sub>                   | W      | bcc  | (100)     | W      | bcc | (100) | W    | bcc                    | (100)        | 5.86     | 5.1 |
| 実施例5  | W-16.5WO <sub>3</sub>                 | W      | bcc  | (100)     | W-10Mo | bcc | (100) | W    | bcc                    | (100)        | 5.88     | 5.2 |
| 実施例6  | W-10Mo-16.5WO <sub>3</sub>            | W      | bcc  | (100)     | W      | bcc | (100) | W    | bcc                    | (100)        | 5.75     | 5.0 |
| 実施例7  | W-8WO <sub>2</sub> -8WO <sub>3</sub>  | W      | bcc  | (100)     | W      | bcc | (100) | W    | bcc                    | (100)        | 5.69     | 5.2 |
| 実施例8  | W-16.5WO <sub>3</sub>                 | W      | bcc  | (100)     | Mo     | bcc | (100) | Mo   | bcc                    | (100)        | 5.91     | 5.3 |
| 実施例9  | Al-16.5Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Al     | fcc  | (111)     | Ti     | hcp | (001) | Ti   | hcp                    | (001)        | 5.83     | 4.6 |
| 実施例10 | Al-16.5Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Al     | fcc  | (111)     | Cu     | fcc | (111) | Cu   | fcc                    | (111)        | 5.83     | 4.6 |
| 実施例11 | Ag-16.5Ag <sub>2</sub> O              | Ag     | fcc  | (111)     | Ag     | fcc | (111) | Ag   | fcc                    | (111)        | 6.10     | 4.9 |
| 実施例12 | Ag-16.5Ag <sub>2</sub> O              | Ag     | fcc  | (111)     | Ti     | hcp | (001) | Ti   | hcp                    | (001)        | 6.14     | 4.9 |
| 実施例13 | Cu-16.5CuO                            | Cu     | fcc  | (111)     | Cu     | fcc | (111) | Cu   | fcc                    | (111)        | 6.00     | 4.8 |
| 実施例14 | Cu-16.5CuO                            | Cu     | fcc  | (111)     | Ag     | fcc | (111) | Ag   | fcc                    | (111)        | 5.95     | 4.8 |
| 実施例15 | Cu-16.5CuO                            | Cu     | fcc  | (111)     | Ti     | hcp | (001) | Ti   | hcp                    | (001)        | 5.98     | 4.8 |
| 実施例16 | Mo-7.1MoO <sub>3</sub>                | Mo     | bcc  | (100)     | Mo     | bcc | (100) | Mo   | bcc                    | (100)        | 5.26     | 4.6 |
| 実施例17 | Mo-16.9MoO <sub>3</sub>               | Mo     | bcc  | (100)     | Mo     | bcc | (100) | Mo   | bcc                    | (100)        | 5.83     | 5.2 |
| 実施例18 | Mo-23.3MoO <sub>3</sub>               | Mo     | bcc  | (100)     | Mo     | bcc | (100) | Mo   | bcc                    | (100)        | 5.71     | 5.0 |
| 実施例19 | Mo-16.9MoO <sub>3</sub>               | Mo     | bcc  | (100)     | W      | bcc | (100) | W    | bcc                    | (100)        | 5.98     | 5.3 |
| 比較例1  | -                                     | -      | -    | -         | Mo     | bcc | (100) | Mo   | bcc                    | (100)        | 4.47     | 3.8 |
| 比較例2  | Mo-1.6MoO <sub>3</sub>                | Mo     | bcc  | (100)     | Mo     | bcc | (100) | Mo   | bcc                    | (100)        | 4.74     | 4.0 |
| 比較例3  | Mo-31.3MoO <sub>3</sub>               | Mo     | bcc  | (100)     | Mo     | bcc | (100) | Mo   | bcc                    | (100)        | 5.63     | 3.5 |
| 比較例4  | -                                     | -      | -    | -         | W      | bcc | (100) | W    | bcc                    | (100)        | 4.58     | 4.0 |
| 比較例5  | W-1.6WO <sub>3</sub>                  | W      | bcc  | (100)     | W      | bcc | (100) | W    | bcc                    | (100)        | 4.86     | 4.2 |
| 比較例6  | W-30.7WO <sub>3</sub>                 | W      | bcc  | (100)     | W      | bcc | (100) | W    | bcc                    | (100)        | 5.77     | 3.7 |
| 比較例7  | -                                     | -      | -    | -         | Al     | fcc | (100) | Al   | fcc                    | (100)        | 4.47     | 3.4 |
| 比較例8  | -                                     | -      | -    | -         | Ag     | fcc | (100) | Ag   | fcc                    | (100)        | 4.70     | 3.6 |
| 比較例9  | -                                     | -      | -    | -         | Cu     | fcc | (100) | Cu   | fcc                    | (100)        | 4.58     | 3.5 |

【0115】

表1から、比較例1、2、4、5、7~9の磁気記録媒体に対して、実施例1~19の磁気記録媒体は、CT-TGが高く、SNRも高いことがわかる。

【0116】

10

20

30

40

50

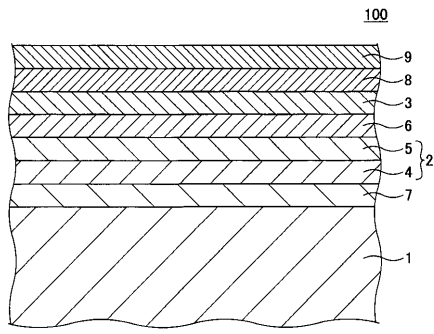
一方、酸化物の粒界が多くなるほど、熱が広がりにくくなるので、酸化物の量や種類によっては、比較例 3、6 の磁気記録媒体のように、C T - T G が高くなることもある。しかしながら、S N R は、C T T G 以外に、下地層 2、磁性層 3 の配向性などの要因も含む。このため、比較例 3、6 の磁気記録媒体は、下地層、磁性層の配向性が崩れ、S N R が低い。

【符号の説明】

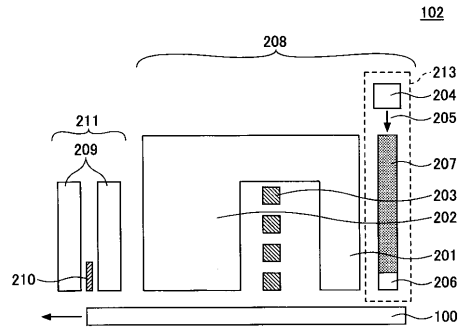
【 0 1 1 7 】

|       |           |    |
|-------|-----------|----|
| 1     | 基板        |    |
| 2     | 下地層       |    |
| 3     | 磁性層       | 10 |
| 4     | 第 2 の下地層  |    |
| 5     | 第 1 の下地層  |    |
| 6     | バリア層      |    |
| 7     | 配向制御層     |    |
| 8     | 炭素保護層     |    |
| 9     | 潤滑層       |    |
| 1 0 0 | 磁気記録媒体    |    |
| 1 0 1 | 磁気記録媒体駆動部 |    |
| 1 0 2 | 磁気ヘッド     |    |
| 1 0 3 | 磁気ヘッド駆動部  | 20 |
| 1 0 4 | 記録再生信号処理系 |    |
| 2 0 1 | 主磁極       |    |
| 2 0 2 | 補助磁極      |    |
| 2 0 3 | コイル       |    |
| 2 0 4 | レーザーダイオード |    |
| 2 0 5 | レーザー光     |    |
| 2 0 6 | 近接場光発生素子  |    |
| 2 0 7 | 導波路       |    |
| 2 0 8 | 記録ヘッド     |    |
| 2 0 9 | シールド      | 30 |
| 2 1 0 | 再生素子      |    |
| 2 1 1 | 再生ヘッド     |    |
| 2 1 2 | 磁気記録媒体    |    |

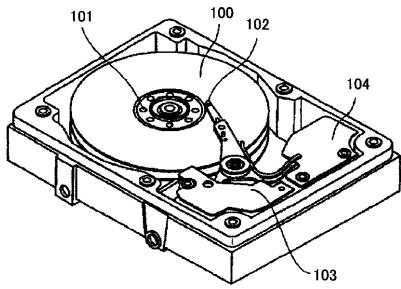
【図1】



【図3】



【図2】



## フロントページの続き

- (72)発明者 張 磊  
千葉県市原市八幡海岸通5 - 1 昭和電工エレクトロニクス株式会社内
- (72)発明者 村上 雄二  
千葉県市原市八幡海岸通5 - 1 昭和電工エレクトロニクス株式会社内
- (72)発明者 柴田 寿人  
千葉県市原市八幡海岸通5 - 1 昭和電工エレクトロニクス株式会社内
- (72)発明者 山口 健洋  
千葉県市原市八幡海岸通5 - 1 昭和電工エレクトロニクス株式会社内
- (72)発明者 神邊 哲也  
千葉県市原市八幡海岸通5 - 1 昭和電工エレクトロニクス株式会社内

審査官 中野 和彦

- (56)参考文献 特開2006-196151(JP, A)  
特開2015-005317(JP, A)  
国際公開第2011/132747(WO, A1)  
米国特許出願公開第2004/0072036(US, A1)  
特開2015-088197(JP, A)  
国際公開第02/039433(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B 5/738

G11B 5/65