

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4510812号
(P4510812)

(45) 発行日 平成22年7月28日 (2010.7.28)

(24) 登録日 平成22年5月14日 (2010.5.14)

(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
G 1 1 B	5/84	(2006.01)	G 1 1 B 5/84 Z

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2006-510350 (P2006-510350)	(73) 特許権者	593116962
(86) (22) 出願日	平成17年2月25日 (2005.2.25)		学校法人日本大学
(86) 国際出願番号	PCT/JP2005/003655		東京都千代田区九段南4丁目8番24号
(87) 国際公開番号	W02005/081233	(74) 代理人	100067736
(87) 国際公開日	平成17年9月1日 (2005.9.1)		弁理士 小池 晃
審査請求日	平成20年2月7日 (2008.2.7)	(74) 代理人	100096677
(31) 優先権主張番号	特願2004-50366 (P2004-50366)		弁理士 伊賀 誠司
(32) 優先日	平成16年2月25日 (2004.2.25)	(72) 発明者	伊藤 彰義
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		日本国東京都千代田区九段南四丁目8番24号 学校法人 日本大学内
前置審査		(72) 発明者	中川 活二
			日本国東京都千代田区九段南四丁目8番24号 学校法人 日本大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に、均等に微小な凹部が表出されている下地層が積層され、
 上記微小な凹部が表出されている下地層の表面上に、非晶質磁性膜が積層されてなり、
 上記下地層は、テトラエトキシシランを原材料とし、面心立方構造状に均等に自己配列された $F_{68}(EO_{77}-PO_{29}-EO_{77})$ 又は $F_{108}(EO_{133}-PO_{50}-EO_{133})$ のトリブロック・コポリマーからなる球状ミセルが取り除かれることにより、同一サイズの球状の空孔が面心立方体構造状に均等に形成されてなる酸化珪素からなる層であり、上記非晶質磁性膜が積層される面に、均等に微小な凹部が表出されるように表面処理が施され、

上記非晶質磁性膜は、上記下地層に表出されている各凹部上に互いに独立して積層されて各凸部を形成し、各凸部同士は非連続であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 2】

上記下地層は、直径が数 nm 乃至数十 nm の同一サイズの球状の空孔が面心立方構造状に均等に形成されてなることを特徴とする請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、微小記録マークが形成される磁気記録媒体に関する。

【0002】

本出願は、日本国において2004年2月25日に出願した日本特許出願番号2004-50366を基礎として優先権を主張するものであり、この出願を参照することにより、本出願に援用される。

【背景技術】

【0003】

現在、薄膜材料の生産においては、それぞれの目的に応じて、基板上に多種多様な性質を有する膜を積層させることで、活用を図っている。例えば、磁気記録媒体においては、基板上に磁性膜又は非磁性膜を積層させている。

【0004】

例えば、基板上に磁性膜が積層されている磁気記録媒体においては、近年、IT産業の目覚ましい発展により、家庭等においてもデータ量の大きな情報を扱う機会が多くなってきている。これにともない、磁気記録媒体の大容量化が求められており、様々な技術が提案されている。

10

【0005】

例えば、磁気記録媒体上に形成する記録マークのサイズを小さくすることにより、磁気記録媒体の面内方向の記録密度を高める方法がある。現在、 $100\text{ Gbit/inch}^2 \sim 1\text{ Tbit/inch}^2$ の超高記録密度を目指して厳しい競争が展開されている。

【0006】

ところで、記録密度の向上にともなって記録マークサイズを微小化していくと、熱ゆらぎ現象により記録マークが消滅してしまう問題がある。

20

【0007】

したがって、微小な記録マークを形成する磁性材料として、熱ゆらぎ現象を抑制し、記録マークを安定的に形成するために、例えば、垂直磁気異方性が大きいTbFeCo等の低ノイズ非晶質磁性材料を用いている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2002-334414号公報

【特許文献2】特開2004-164692号公報

【特許文献3】特開2004-86968号公報

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、TbFeCoは、隣接する記録マーク(磁区)同士が異なる方向に磁化される場合には、磁区の境界(磁壁)が、連続的に変化するため、記録マーク(磁区)サイズの微小化にともない磁壁収縮力が増大してしまい、微小な記録マークの不安定化を招き、記録マークが消滅してしまう問題がある。

【0010】

本発明の目的は、TbFeCo等の大きな磁気異方性を有する低ノイズ非晶質磁性材料を用い、微小な記録マークを形成しても磁壁収縮力により記録マークが消滅しない磁気記録媒体を提供することにある。

40

【0011】

本発明に係る磁気記録媒体は、基板上に、均等に微小な凹部が表出されている下地層が積層され、上記微小な凹部が表出されている下地層の表面上に、非晶質磁性膜が積層されてなり、上記下地層は、テトラエトキシシランを原材料とし、面心立方構造状に均等に自己配列されたF68($\text{EO}_{77} - \text{PO}_{29} - \text{EO}_{77}$)又はF108($\text{EO}_{133} - \text{PO}_{50} - \text{EO}_{133}$)のトリブロック・コポリマーからなる球状ミセルが取り除かれることにより、同一サイズの球状の空孔が面心立方体構造状に均等に形成されてなる酸化珪素からなる層であり、上記非晶質磁性膜が積層される面に、均等に微小な凹部が表出されるように表面処理が施され、上記非晶質磁性膜は、上記下地層に表出されている各凹部に互

50

いに独立して積層されて各凸部を形成し、各凸部同士は非連続であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

以上詳細に説明したように、本発明に係る磁気記録媒体は、均等に微小な凹部が表出されている下地層上に磁性層が積層されることにより、磁壁抗磁力 H_w が増し、磁性膜に微小な磁区（記録マーク）が形成された場合、磁区の境界（磁壁）は、下地層上に表出されている凹部の影響によりピンニング点が形成されるので、磁壁収縮力により記録マークが消滅せず、微小な記録マークを安定的に形成することができる。そして、上記下地層は、テトラエトキシシランを原材料とし、面心立方構造状に均等に自己配列されたF68（EO₇₇-PO₂₉-EO₇₇）又はF108（EO₁₃₃-PO₅₀-EO₁₃₃）のトリブロック・コポリマーからなる球状ミセルが取り除かれることにより、同一サイズの球状の空孔が面心立方体構造状に均等に形成されてなる酸化珪素からなる層であり、上記非晶質磁性膜が積層される面に、均等に微小な凹部が表出されるように表面処理が施され、上記非晶質磁性膜は、上記下地層に表出されている各凹部上に互いに独立して積層されて各凸部を形成し、各凸部同士は非連続であるので、微小スケール（ナノサイズ）の記録マークからなるパターンドメディアとして活用することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0017】

20

本発明に係る磁気記録媒体は、例えば、図1に示すような構造の薄膜材料1からなる。薄膜材料1は、基板10上に、少なくとも、均等に微小な凹部が表出されている下地層11が積層され、該下地層11上に表出されている凹部に基づいて、規則的な構造により所定の膜12が形成されてなる。

【0018】

基板10は、例えば、Si基板を採用する。また、下地層11は、空孔が所定の立方体構造状（例えば、面心立方構造状）に均等に形成されてなる酸化珪素及びその混合物からなる層であり、規則的な構造によりなる所定の膜が形成される面に、均等に微小な凹部が表出されるように表面処理が施されている。

【0019】

30

ここで、下地層11の形成方法について説明する。

【0020】

まず、反応溶液（Reaction Solution）の作成を行う。反応溶液は、例えば、塩化水素（HCl）を混ぜた純水（pH1.4）4.7mlに、エタノールを22mlと、純度98%のテトラエトキシシラン（TEOS, Tetraethoxysilane（Si（C₂H₅O）₄））を6.4ml混ぜ合わせて生成する。そして、生成した反応溶液に、両媒性物質であるトリブロック・コポリマー（Triblock Copolymer）を0.008mol混入させ、室温で攪拌する。なお、本実施例では、トリブロック・コポリマーとして、F68（EO₇₇-PO₂₉-EO₇₇）又は、F108（EO₁₃₃-PO₅₀-EO₁₃₃）を用いるが、他のトリブロック・コポリマーであっても良い。また、EOは、Ethylene Oxideを示し、POは、Propylene Oxideを示し、数字は、モノマー（単量体）の数を示している。

40

【0021】

反応溶液にトリブロック・コポリマーを混入させ、攪拌すると、反応溶液中に図2に示すようなトリブロック・コポリマーからなる球状ミセルが形成される。球状ミセルは、複数のトリブロック・コポリマーからなり、内側に疎水基Aを内包し、外側に親水基Bが表れる構造となっている。なお、本実施例では、トリブロック・コポリマーから球状ミセルを形成することとしたが、後述するように、下地層11内に空孔を形成できれば良く、トリブロック・コポリマーから形成されるミセルの形状は球状に限定されるものではない。

【0022】

次に、上述のようにして複数の球状ミセルが含まれる反応溶液により薄膜層を作成する

50

。薄膜層の形成は、例えば、回転速度が5000rpm、回転時間が30sの条件下にスピコートにより行う。

【0023】

そして、スピコートにより薄膜層化された反応溶液を室温にて乾燥させ、球状ミセルを含んだSiO₂薄膜層を形成する。なお、SiO₂薄膜層は、テトラエトキシシランが原材料となっている。また、SiO₂薄膜層は、球状ミセルが面心立方構造状に均等に自己配列されてなっている。

【0024】

次に、SiO₂薄膜層から球状ミセルを取り除く作業を行う。球状ミセルを取り除く作業は、例えば、アニール時間を1時間とし、アニール温度を400とするアニール処理により行う。アニール処理により、球状ミセルが取り除かれ、その球状ミセルが取り除かれた部分が空孔となる。したがって、SiO₂薄膜層は、空孔が面心立方構造で均等に形成された多孔質SiO₂層となる。

【0025】

上述のように、多孔質SiO₂層は、FIB (Focused Ion Beam) 等の物理的な手法ではなく、化学的な合成方法により形成される。

【0026】

次に、多孔質SiO₂層の表面処理について以下に説明する。上述のようにして形成された多孔質SiO₂層の表面(規則的な構造によりなる膜が形成される面)に対して、均等に微小な凹部が表出するようにエッチング処理を施す。エッチング処理は、多孔質SiO₂層の表面に、均等に微小な凹部が表出されれば良く、例えば、Arイオンによりエッチングを行う。

【0027】

また、空孔のサイズは、球状ミセルの大きさ、すなわちトリブロック・コポリマーの種類によって決まり、約数nm乃至数十nmまで形成可能である。なお、本実施例においては、空孔サイズが約5nm及び約8nmのトリブロック・コポリマーを採用した例について述べる。

【0028】

したがって、上記薄膜材料1は、均等に微小な凹部が表出されている下地層11上に、該凹部に基づいて、規則的な構造により所定の膜が形成されるので、下地層11に表出される凹部のサイズを任意のサイズに変更したり、該凹部の間隔を任意の間隔に変更することにより、下地層11上に任意の構造の膜を形成することができる。なお、下地層11上に形成する膜は、例えば、Co, Fe, CoPd, CoPt, TbFeCo, GdFeCoや、高い異方性(Ku)を有するL1₀構造のFePt孤立ナノ微粒子等である。

【0029】

また、このような構造の薄膜材料1は、様々なタイプの媒体に応用することができる。なお、以下の説明において、薄膜材料1と同一の構成には同一の番号を付し、詳細な説明を省略する。

【0030】

例えば、この薄膜材料1は、図3に示すような構造の磁気記録媒体2に適用される。磁気記録媒体2は、基板10上に、少なくとも、均等に微小な凹部が表出されている下地層11と、磁気異方性を有し、記録磁区(記録マーク)が形成される磁性膜13とが積層されてなる。また、図4には、均等に微小な凹部が表出されている下地層11上に磁性膜13が積層されるとききの拡大断面図を示す。

【0031】

ここで、磁性膜13上に形成される記録マークの微小化にともなう磁壁エネルギー(磁壁収縮力)の増大と、それに抗する磁壁抗磁力Hwの関係について説明する。

【0032】

磁性膜13に形成する記録マーク(記録磁区)のサイズを微小化してゆくと、磁壁エネルギー(磁壁収縮力)が支配的となり、記録マークは、磁壁に押し潰されて消滅してしま

10

20

30

40

50

う。したがって、この磁壁収縮力よりも磁壁抗磁力 H_w を大きくする必要がある。

【0033】

ここで、磁壁抗磁力 H_w について説明する。磁壁が磁性体内を移動するとき、磁性膜 13 内の欠陥、形状の変化、歪み及び磁気異方性の不均一な分布等によって、エネルギーポテンシャルの凹凸が生じる。磁壁抗磁力 H_w とは、このようなエネルギーポテンシャルに抗して磁壁が移動するために必要な磁場の強さのことである。

【0034】

例えば、垂直磁化膜中に平面磁壁を考え、膜厚を h とし、磁壁エネルギー密度 w が x 方向に変化しているものと仮定すると磁壁抗磁力 H_w は、(1) 式で表される。

【0035】

【数1】

$$H_w = \frac{\sigma_w}{2Ms} \frac{\partial(\sigma_w h)}{\partial x} \Big|_{\max} = \frac{\sigma_w}{2Ms} \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{1}{Ku} \frac{\partial Ku}{\partial x} + \frac{1}{A} \frac{\partial A}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial h}{\partial x} \right\} \Big|_{\max} \dots (1)$$

【0036】

(1) 式から磁壁抗磁力 H_w を増加するには、膜厚 h 、磁気異方性エネルギー Ku 、交換定数 A の場所による変動を大きくすれば良いことが分かる。なお、(1) 式は、磁性材料において磁壁抗磁力 H_w の最大値を示している。

【0037】

本願発明では、磁壁抗磁力 H_w を磁壁収縮力よりも大きくするために、均等に微小な凹部が表出されている下地層 11 に磁性膜 13 を積層させ、例えば、(1) 式に示した膜厚 h を変動させることにより磁壁抗磁力 H_w の増加を行わせる。

【0038】

なお、下地層 11 は、磁性膜 13 に形成される記録マークを有効にピンニングするように、該記録マークのサイズよりも小さな凹部を表出されるように作成される。

【0039】

また、磁性膜 13 は、大きな磁気異方性を有する低ノイズ非晶質磁性材料を用い、例えば、 $TbFeCo$ を採用する。また、本願で採用する $TbFeCo$ は、組成比が $Tb : Fe : Co = 18 : 70 : 12$ で構成されている。

【0040】

また、磁性膜 13 は、非晶質なので、隣接する磁区(記録マーク)が異なる向きに磁化されているときには、磁区の境界(磁壁)は、連続的に変化する。

【0041】

また、磁性膜 13 は、 $TbFeCo$ 以外の $GdFeCo$ 等のアモルファス材料でも良いし、また、 $CoPd$ 、 $CoPt$ 又は $FePt$ 等の単結晶材料でも良い。

【0042】

なお、理想的には、記録媒体 2 を作成する各工程は、外気に晒すことなくすべて同一装置内で行う方が良いが、例えば、下地層 11 に、微小な凹部が均等に表出されるようにエッチング処理を施した後、エッチング装置から下地層 11 を取り出し、別体の磁性膜 13 を積層する装置に下地層 11 を移動する必要がある場合には、磁性膜 13 を積層する前に、移動時に下地層 11 の表面に付着した不純物を除去する手段を設けた方が良い。例えば、不純物を除去する手段として、装置内部でプラズマを起こし、そのプラズマで基板表面の不純物を落とすことである。

【0043】

また、本願の発明者は、上記磁気記録媒体 2 に関する磁気特性評価を行った。以下に、磁気記録媒体 2 の印加磁界の変化に対する磁化の変化について評価結果とともに説明する。なお、磁気特性の評価には、最大印加磁場が 13 kOe の振動試料型磁力計 (VSM , Vibrating Sample Magnetometer) と、最大印加磁場が 13 kOe のカー効果測定装置を用いて行った。また、磁気特性評価のために、磁気記録媒体 2 は、基板 10 上に下地層 11 を積層し、該下地層 11 上に磁性膜 13 を積層し、該磁性膜 13 上に SiN を積層した

10

20

30

40

50

構造となっている。また、比較媒体 3 は、基板上に磁性膜を積層し、該磁性層上に S i N を積層した下地層 1 1 を設けない構造となっている。

【 0 0 4 4 】

図 5 に磁気記録媒体 2 と比較媒体 3 の磁化曲線（磁化 K e r r 効果ヒステリシスループ）を示し、図 6 に各媒体における磁壁抗磁力 H w と、磁壁抗磁力 H w と保磁力 H c の比（ $H w / H c$ ）と、飽和磁化 M s をそれぞれ示す。なお、 $H w / H c$ は、1（すなわち $H w = H c$ ）に近いほど理想的な値となる。

【 0 0 4 5 】

図 6 に示すように、磁気記録媒体 2 は、磁壁抗磁力 H w が 4 8 1 0 O e（図 5 中 H w 1）となり、 $H w / H c$ が 0 . 7 0 4 となった。一方で、図 6 示すように、比較媒体 3 は、磁壁抗磁力 H w が 4 1 3 0 O e（図 5 中 H w 2）となり、 $H w / H c$ の比が 0 . 6 7 4 となった。

10

【 0 0 4 6 】

したがって、磁壁抗磁力 H w 及び $H w / H c$ とともに上記磁気記録媒体 2 の方が高いことが分かる。

【 0 0 4 7 】

したがって、上記磁気記録媒体 2 は、均等に微小な凹部が表出されている下地層 1 1 上に磁性膜 1 3 が積層されることにより、磁壁抗磁力 H w が増すので、磁性膜 1 3 に微小な磁区（記録マーク）が形成された場合、磁区の境界（磁壁）は、下地層 1 1 上に表出されている凹部の影響によりピンニング点が形成されるので、磁壁収縮力により記録マークが消滅せず、微小な記録マークを安定的に形成することができる。なお、ピンニング点の位置は、（1）式に示した膜厚 h、磁気異方性エネルギー K u 及び交換定数 A によって決まる。

20

【 0 0 4 8 】

また、上記磁気記録媒体 2 は、ナノオーダーの微小な記録マークが形成される磁気記録媒体及び光磁気記録媒体に応用することができる。

【 0 0 4 9 】

また、上記磁気記録媒体 2 は、下地層 1 1 上全体に磁性膜 1 3 が積層されてなる構造としたが、図 7 に示すように、下地層 1 1 上に表出されている凹部に凸部が形成されるように磁性膜 1 3 を積層させる構造であっても良い。このとき、凸部は、互いに独立して積層される。なお、記録媒体 2 を図 7 に示すような構造にした場合には、微小スケール（ナノサイズ）の記録マークからなるパターンメディアとして活用することができる。

30

【 0 0 6 1 】

本発明は、図面を参照して説明した上述の実施例に限定されるものではなく、添付の請求の範囲及びその主旨を逸脱することなく、様々な変更、置換又はその同等のものを行うことができることは当業者にとって明らかである。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 2 】

【図 1】本願発明に係る磁気記録媒体となる薄膜材料の構造を示す断面図である。

【図 2】球状ミセルの構造を示す図である。

40

【図 3】上記薄膜材料を適用した磁気記録媒体の構造例を示す断面図である。

【図 4】図 3 に示す磁気記録媒体の下地層と該下地層上に積層される磁性膜の境界付近を示す断面図である。

【図 5】上記磁気記録媒体と比較媒体の磁化曲線を示す図である。

【図 6】上記磁気記録媒体と比較媒体の磁壁抗磁力 H w、 $H w / H c$ 及び飽和磁化 M s を比較したときの図である。

【図 7】本願発明に係る磁気記録媒体の構造例を示す断面図である。

【図1】

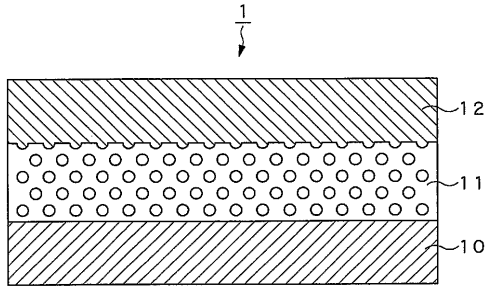


FIG. 1

【図3】

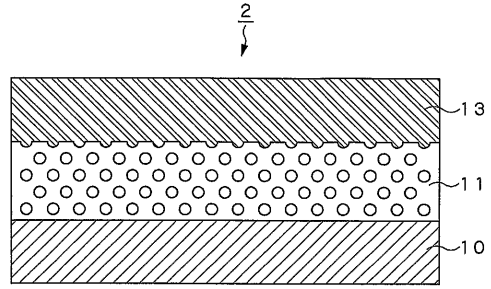


FIG. 3

【図2】

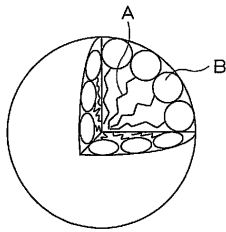


FIG. 2

【図4】

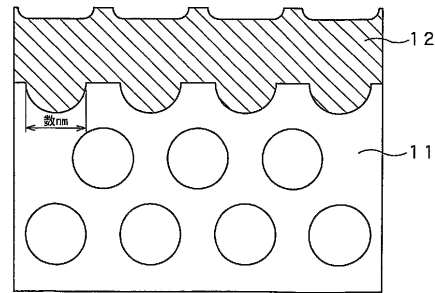


FIG. 4

【図5】

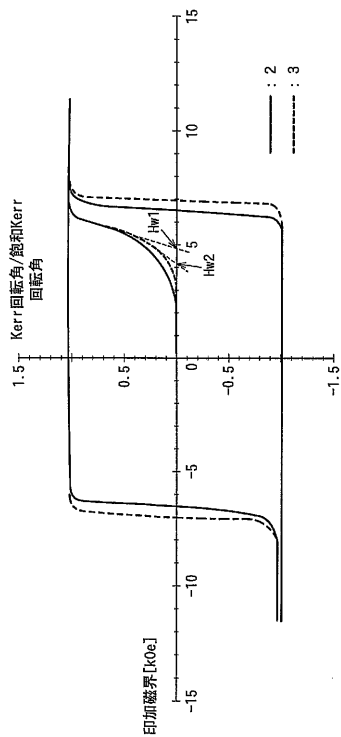


FIG. 5

【図6】

媒体	Hw (Oe)	Hw/Hc	Ms (emu/cc)
記録媒体 2	4810	0.704	245
比較媒体 3	4130	0.674	242

FIG. 6

【図7】

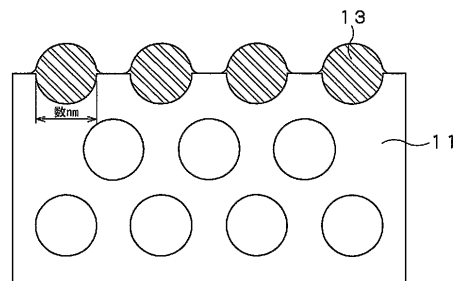


FIG. 7

フロントページの続き

(72)発明者 塚本 新

日本国東京都千代田区九段南四丁目8番24号 学校法人 日本大学内

審査官 馬場 慎

(56)参考文献 特開2004-071096(JP,A)

特開2003-016636(JP,A)

特開2002-083417(JP,A)

特開2004-047052(JP,A)

特開2004-253103(JP,A)

特開昭62-289921(JP,A)

特開2003-317222(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B 5/62 - 5/84