

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7359168号
(P7359168)

(45)発行日 令和5年10月11日(2023.10.11)

(24)登録日 令和5年10月2日(2023.10.2)

(51)国際特許分類		F I	
G 1 1 B	5/70 (2006.01)	G 1 1 B	5/70
G 1 1 B	5/78 (2006.01)	G 1 1 B	5/78
G 1 1 B	5/73 (2006.01)	G 1 1 B	5/73
G 1 1 B	5/714(2006.01)	G 1 1 B	5/714
G 1 1 B	5/706(2006.01)	G 1 1 B	5/706
請求項の数 21 (全48頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2021-11469(P2021-11469)	(73)特許権者	000002185
(22)出願日	令和3年1月27日(2021.1.27)		ソニーグループ株式会社
(62)分割の表示	特願2019-176039(P2019-176039)		東京都港区港南1丁目7番1号
)の分割	(74)代理人	110001357
原出願日	令和1年9月26日(2019.9.26)		弁理士法人つばさ国際特許事務所
(65)公開番号	特開2021-64436(P2021-64436A)	(72)発明者	寺川 潤
(43)公開日	令和3年4月22日(2021.4.22)		東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー
審査請求日	令和4年9月26日(2022.9.26)		ストレージメディアソリューションズ株
			式会社内
		(72)発明者	山鹿 実
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー
			ストレージメディアソリューションズ株
			式会社内
		審査官	中野 和彦
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 磁気記録媒体、磁気記録再生装置および磁気記録媒体カートリッジ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

テープ状の磁気記録媒体であって、
ポリエステルを主たる成分として含む基体と、
前記基体上に設けられ、磁性粉を複数含み、データ信号の記録が可能な磁性層と
を有し、
前記磁気記録媒体の平均厚みは、5．6 μm以下であり、
前記基体の平均厚みは、4．2 μm以下であり、
前記磁性層の平均厚みは、90 nm以下であり、
前記磁性粉の平均アスペクト比は、1．0以上3．0以下であり、
前記磁性粉の平均粒子体積は、2000 nm³以下であり、
前記磁気記録媒体の垂直方向における保磁力は、3000エルステッド以下であり、
前記磁気記録媒体の垂直方向における保磁力に対する前記磁気記録媒体の長手方向にお
ける保磁力の割合は、0．75以下であり、
前記磁性層は潤滑剤を含み、
前記潤滑剤を除去した状態における前記磁気記録媒体の全体のBET比表面積は、3．
0 m² / g以上であり、
前記磁気記録媒体の長手方向に0．4 Nの張力を加えた状態における前記磁性層の表面と
磁気ヘッドとの間の動摩擦係数μAと、前記磁気記録媒体の長手方向に1．2 Nの張力を
加えた状態における前記磁性層の表面と前記磁気ヘッドとの間の動摩擦係数μBとの摩擦

係数比 ($\mu B / \mu A$) は、1.0 以上 2.1 以下であり、
前記磁性層の表面の算術平均粗さ R_a は、2.5 nm 以下である
 磁気記録媒体。

【請求項 2】

前記潤滑剤を除去した状態における前記磁気記録媒体の全体の B E T 比表面積は、4.0 m² / g 以上である

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 3】

複数の前記磁性粉の平均粒子径は 8 nm 以上 22 nm 以下である

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

10

【請求項 4】

前記磁性粉の平均粒子体積は 1600 nm³ 以下である

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 5】

前記磁性粉の平均粒子体積は 1400 nm³ 以下である

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 6】

前記磁性粉の平均アスペクト比は、1.0 以上 2.8 以下である

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 7】

20

前記磁性粉の平均アスペクト比は、1.0 以上 2.0 以下である

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 8】

前記磁性粉は、Ba (バリウム) および Sr (ストロンチウム) のうちの少なくとも 1 種を含有する六方晶フェライト、Al (アルミニウム) および Ga (ガリウム) のうちの少なくとも 1 種を含有する 酸化鉄、または Co (コバルト) 含有スピネル型フェライトを含む

請求項 1 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 9】

前記磁性層の平均厚みは、80 nm 以下である

請求項 1 に記載の磁気記録媒体。

30

【請求項 10】

前記磁性層の平均厚みは、60 nm 以下である

請求項 1 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 11】

前記垂直方向における保磁力を H_{c1} とし、長手方向における保磁力を H_{c2} とするとき、下記の条件式 (1) を満たす

$$H_{c2} / H_{c1} \geq 0.7 \dots\dots (1)$$

請求項 1 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 12】

40

前記垂直方向における保磁力は、2200 Oe 以上である

請求項 1 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 13】

前記磁性層は、複数のサーボ信号の記録がそれぞれ可能な複数のサーボバンドを有し、
 前記磁性層の表面の面積に対する前記複数のサーボバンドの総面積の割合が 4.0 % 以下である

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 14】

前記複数のサーボバンドの数は、5 以上である

請求項 13 記載の磁気記録媒体。

50

【請求項 15】

前記サーボバンドの幅は、9.5 μm 以下である

請求項 13 記載の磁気記録媒体。

【請求項 16】

前記磁性層は、複数の記録トラックを形成可能であり、

前記記録トラックの幅は、3.0 μm 以下である

請求項 1 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 17】

前記磁性層は、磁化反転間距離の最小値が 48 nm 以下となるように、データを記録可能に構成されている

請求項 1 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 18】

前記磁気記録媒体の平均厚みは、5.2 μm 以下の平均厚みを有する

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 19】

前記磁気記録媒体の平均厚みは、5.0 μm 以下の平均厚みを有する

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 20】

テープ状の磁気記録媒体を順次送り出すことのできる送り出し部と、

前記送り出し部から送り出された前記磁気記録媒体を巻き取ることのできる巻き取り部と、

前記送り出し部から前記巻き取り部へ向けて走行する前記磁気記録媒体と接触しつつ、前記磁気記録媒体への情報書き込み、および前記磁気記録媒体からの情報読み出しを行うことのできる磁気ヘッドと

を備え、

前記磁気記録媒体は、

ポリエステルを主たる成分として含む基体と、

前記基体上に設けられ、磁性粉を複数含み、データ信号の記録が可能な磁性層とを有し、

前記磁気記録媒体の平均厚みは、5.6 μm 以下であり、

前記基体の平均厚みは、4.2 μm 以下であり、

前記磁性層の平均厚みは、90 nm以下であり、

前記磁性粉の平均アスペクト比は、1.0以上3.0以下であり、

前記磁性粉の平均粒子体積は、2000 nm³以下であり、

前記磁気記録媒体の垂直方向における保磁力は、3000 エルステッド以下であり、

前記磁気記録媒体の垂直方向における保磁力に対する前記磁気記録媒体の長手方向における保磁力の割合は、0.75以下であり、

前記磁性層は潤滑剤を含み、

前記潤滑剤を除去した状態における前記磁気記録媒体の全体の B E T 比表面積は、3.0 m² / g以上であり、

前記磁気記録媒体の長手方向に 0.4 Nの張力を加えた状態における前記磁性層の表面と磁気ヘッドとの間の動摩擦係数 μA と、前記磁気記録媒体の長手方向に 1.2 Nの張力を加えた状態における前記磁性層の表面と前記磁気ヘッドとの間の動摩擦係数 μB との摩擦係数比 ($\mu B / \mu A$) は、1.0以上2.1以下であり、

前記磁性層の表面の算術平均粗さ R_a は、2.5 nm以下である

磁気記録再生装置。

【請求項 21】

請求項 1 から請求項 19 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体と、

前記磁気記録媒体を収容する筐体と

を備えた

磁気記録媒体カートリッジ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、磁気記録媒体、ならびにそれを用いた磁気記録再生装置および磁気記録媒体カートリッジに関する。

【背景技術】

【0002】

電子データの保存のために、磁性層を有するテープ状の磁気記録媒体が幅広く利用されている。磁気記録媒体の磁性層には、複数の記録トラックを含むデータバンドが設けられており、この記録トラックに対してデータが記録される。また、磁性層には、幅方向においてデータバンドと隣り合う位置にサーボバンドが設けられており、このサーボバンドにサーボ信号が記録される。磁気ヘッドがサーボバンドに記録されたサーボ信号を読み取ることにより、記録トラックに対する磁気ヘッドの位置合わせが行われる。

10

【0003】

磁気記録媒体へのデータの記録方式としては、磁性層内の磁性粒子を水平方向に磁化させてデータを記録する水平磁気記録方式と、磁性層内の磁性粒子を垂直方向に磁化させてデータを記録する垂直磁気記録方式とが知られている。一般に、垂直磁気記録方式は、水平磁気記録方式と比較して高密度にデータを記録することができる。本出願人は、サーボ信号の磁化方向が垂直方向の成分を含む場合に、良好な対称性を有するサーボ信号の再生波形を得る技術を開示している（例えば特許文献1参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2014-199706号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

近年、記録すべきデータ量の増加に伴い、さらなる高密度記録化が要請されている。テープ状の磁気記録媒体は、例えば磁気記録カートリッジに收容される。磁気記録カートリッジ1つ当たりの記録容量をさらに増やすために、磁気記録カートリッジに收容される磁気記録媒体の全厚をより薄くし、磁気記録カートリッジ1つ当たりの磁気記録媒体の長さ（いわゆるテープ長）を増加させることが考えられる。しかしながら、全厚が薄い磁気記録媒体は走行安定性に劣る場合がある。特に、繰り返し記録および/または再生を行う場合に、全厚が薄い磁気記録媒体は、その表面状態（特に摩擦に関する表面状態）が変化し、走行安定性が劣化する場合がある。したがって、走行安定性を維持しつつさらなる高密度記録の実現が可能な磁気記録媒体が望まれる。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の一実施形態としての磁気記録媒体は、テープ状の磁気記録媒体であって、ポリエステルを主たる成分として含む基体と、その基体上に設けられ、磁性粉を複数含み、データ信号の記録が可能な磁性層とを有する。磁気記録媒体の平均厚みは、 $5.6\mu\text{m}$ 以下であり、基体の平均厚みは、 $4.2\mu\text{m}$ 以下であり、磁性層の平均厚みは、 90nm 以下である。磁性粉の平均アスペクト比は、 1.0 以上 3.0 以下である。磁気記録媒体の垂直方向における保磁力は、 3000 エルステッド以下である。磁気記録媒体の垂直方向における保磁力に対する磁気記録媒体の長手方向における保磁力の割合は、 0.8 以下である。磁性層は潤滑剤を含む。さらに、潤滑剤を除去した状態における磁気記録媒体の全体のBET比表面積は、 $2.5\text{m}^2/\text{g}$ 以上である。

40

【0007】

本開示の一実施形態としての磁気記録再生装置は、上述の磁気記録媒体を順次送り出す

50

ことのできる送り出し部と、その送り出し部から送り出された磁気記録媒体を巻き取ることのできる巻き取り部と、送り出し部から巻き取り部へ向けて走行する磁気記録媒体と接触しつつ、磁気記録媒体への情報書き込み、および磁気記録媒体からの情報読み出しを行うことのできる磁気ヘッドとを備える。

【0008】

本開示の一実施形態としての磁気記録媒体カートリッジは、上述の磁気記録媒体と、その磁気記録媒体を収容する筐体とを備える。

【0009】

本開示の一実施形態としての磁気記録媒体、磁気記録再生装置および磁気記録媒体カートリッジでは、上述の構成を有するようにしたので、良好な走行安定性を維持しつつ、データの高密度記録に有利である。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本開示の一実施の形態に係る磁気記録媒体の断面図である。

【図2】図1に示した磁性層に含まれる酸化鉄粒子の断面構造を模式的に表す断面図である。

【図3】図1に示した磁気記録媒体のSFD曲線の一例を示すグラフである。

【図4】図1に示した磁気記録媒体におけるデータバンドおよびサーボバンドのレイアウトを表す概略説明図である。

【図5】図4に示したデータバンドを拡大して表す概略説明図である。

【図6】図4に示したサーボバンドにおけるサーボ信号記録パターンを拡大して表す概略説明図である。

【図7】動摩擦係数の測定方法を説明する概略模式図である。

【図8】図1に示した磁気記録媒体を用いる記録再生装置の概略図である。

【図9】変形例としての酸化鉄粒子の断面構造を模式的に表す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本開示の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 一実施の形態

1-1. 磁気記録媒体の構成

1-2. 磁気記録媒体の製造方法

1-3. 記録再生装置の構成

1-4. 効果

2. 変形例

【0012】

< 1. 一実施の形態 >

[1-1 磁気記録媒体10の構成]

図1は、本開示の一実施の形態に係る磁気記録媒体10の断面構成例を表している。図1に示したように、磁気記録媒体10は複数層が積層された積層構造を有する。具体的には、磁気記録媒体10は、長尺のテープ状の基体11と、基体11の一方の主面11A上に設けられた下地層12と、下地層12の上に設けられた磁性層13と、基体11の他方の主面11B上に設けられたバック層14とを備える。磁性層13の表面13Sが、磁気ヘッドが当接しつつ走行することとなる表面となる。なお、下地層12およびバック層14は、必要に応じて備えられるものであり、無くてもよい。なお、磁気記録媒体10の平均厚みは、例えば5.6 μm以下であるとよい。

【0013】

磁気記録媒体10は長尺のテープ状をなし、記録動作および再生動作の際には、自らの長手方向に沿って走行することとなる。磁気記録媒体10は、例えば記録用ヘッドとしてリング型ヘッドを備える記録再生装置に用いられるものであることが好ましい。

【 0 0 1 4 】

(基 体 1 1)

基体 1 1 は、下地層 1 2 および磁性層 1 3 を支持する非磁性支持体である。基体 1 1 は、長尺のフィルム状をなしている。基体 1 1 の平均厚みの上限値は、好ましくは 4 . 2 μ m 以下、より好ましくは 4 . 0 μ m 以下である。基体 1 1 の平均厚みの上限値が 4 . 2 μ m 以下であると、1 データカートリッジ内に記録できる記録容量を一般的な磁気記録媒体よりも高めることができる。基体 1 1 の平均厚みの下限値は、好ましくは 3 μ m 以上、より好ましくは 3 . 2 μ m 以上である。基体 1 1 の平均厚みの下限値が 3 μ m 以上であると、基体 1 1 の強度低下を抑制することができる。

【 0 0 1 5 】

基体 1 1 の平均厚みは以下のようにして求められる。まず、1 / 2 インチ幅の磁気記録媒体 1 0 を準備し、それを 2 5 0 mm の長さになり出し、サンプルを作製する。続いて、サンプルの基体 1 1 以外の層、すなわち下地層 1 2 、磁性層 1 3 およびバック層 1 4 を M E K (メチルエチルケトン) または希塩酸等の溶剤で除去する。次に、測定装置としてミットヨ (Mitutoyo) 社製レーザーホログラジ (LGH-110C) を用いて、サンプルである基体 1 1 の厚みを 5 点以上の位置で測定する。その後、それらの測定値を単純に平均 (算術平均) して、基体 1 1 の平均厚みを算出する。なお、測定位置は、サンプルから無作為に選ばれるものとする。

【 0 0 1 6 】

基体 1 1 は、例えば、ポリエステル類を主たる成分として含んでいる。基体 1 1 は、ポリエステル類に加えて、ポリオレフィン類、セルロース誘導体、ビニル系樹脂、およびその他の高分子樹脂のうちの少なくとも 1 種を含んでいてもよい。基体 1 1 が上記材料のうちの 2 種以上を含む場合、それらの 2 種以上の材料は混合されていてもよいし、共重合されていてもよいし、積層されていてもよい。

【 0 0 1 7 】

基体 1 1 に含まれるポリエステル類は、例えば、P E T (ポリエチレンテレフタレート)、P E N (ポリエチレンナフタレート)、P B T (ポリブチレンテレフタレート)、P B N (ポリブチレンナフタレート)、P C T (ポリシクロヘキシレンジメチレンテレフタレート)、P E B (ポリエチレン - p - オキシベンゾエート) およびポリエチレンビスフェノキシカルボキシレートの中の少なくとも 1 種を含む。

【 0 0 1 8 】

基体 1 1 に含まれるポリオレフィン類は、例えば、P E (ポリエチレン) および P P (ポリプロピレン) のうちの少なくとも 1 種を含む。セルロース誘導体は、例えば、セルロースジアセテート、セルローストリアセテート、C A B (セルロースアセテートブチレート) および C A P (セルロースアセテートプロピオネート) のうちの少なくとも 1 種を含む。ビニル系樹脂は、例えば、P V C (ポリ塩化ビニル) および P V D C (ポリ塩化ビニリデン) のうちの少なくとも 1 種を含む。

【 0 0 1 9 】

基体 1 1 に含まれるその他の高分子樹脂は、例えば、P A (ポリアミド、ナイロン)、芳香族 P A (芳香族ポリアミド、アラミド)、P I (ポリイミド)、芳香族 P I (芳香族ポリイミド)、P A I (ポリアミドイミド)、芳香族 P A I (芳香族ポリアミドイミド)、P B O (ポリベンゾオキサゾール、例えばザイロン (登録商標))、ポリエーテル、P E K (ポリエーテルケトン)、ポリエーテルエステル、P E S (ポリエーテルサルホン)、P E I (ポリエーテルイミド)、P S F (ポリスルホン)、P P S (ポリフェニレンスルフィド)、P C (ポリカーボネート)、P A R (ポリアリレート) および P U (ポリウレタン) のうちの少なくとも 1 種を含む。

【 0 0 2 0 】

(磁 性 層 1 3)

磁性層 1 3 は、信号を記録するための記録層である。磁性層 1 3 は、例えば、磁性粉、結着剤および潤滑剤を含む。磁性層 1 3 が、必要に応じて、導電性粒子、研磨剤、防錆剤

10

20

30

40

50

等の添加剤をさらに含んでもよい。

【0021】

磁性層13は、多数の孔部が設けられた表面13Sを有している。これらの多数の孔部には、潤滑剤が蓄えられている。多数の孔部は、磁性層13の表面に対して垂直方向に延設されていることが好ましい。磁性層13の表面13Sに対する潤滑剤の供給性を向上することができるからである。なお、多数の孔部の一部が垂直方向に延設されていてもよい。

【0022】

磁性層13の表面13Sの算術平均粗さRaは、2.5nm以下、好ましくは2.2nm以下、より好ましくは1.9nm以下である。算術平均粗さRaが2.5nm以下であると、優れた電磁変換特性を得ることができる。磁性層13の表面13Sの算術平均粗さRaの下限値は、好ましくは1.0nm以上、より好ましくは1.2nm以上、さらにより好ましくは1.4nm以上である。磁性層13の表面13Sの算術平均粗さRaの下限値が1.0nm以上であると、摩擦の増大による走行性の低下を抑制することができる。

【0023】

表面13Sの算術平均粗さRaは以下のようにして求められる。まず、磁性層13の表面をAFM(Atomic Force Microscope)により観察し、40μm×40μmのAFM像を得る。AFMとしてはDigital Instruments社製、Nano Scope IIIa D3100を用い、カンチレバーとしてはシリコン単結晶製のものを用い、タッピング周波数として200Hz~400Hzのチューニングにて測定を行う。カンチレバーは、例えばNano World社製の「SPMプローブ NCH ノーマルタイプ PointProbe L(カンチレバー長)=125μm」を用いることができる。次に、AFM像を512×512(=262,144)個の測定点に分割し、各測定点にて高さZ(i)(i:測定点番号、i=1~262,144)を測定し、測定した各測定点の高さZ(i)を単純に平均(算術平均)して平均高さ(平均面)Zave(=(Z(1)+Z(2)+...+Z(262,144))/262,144)を求める。続いて、各測定点での平均中心線からの偏差Z''(i)(=|Z(i)-Zave|)を求め、算術平均粗さRa[nm](=(Z''(1)+Z''(2)+...+Z''(262,144))/262,144)を算出する。この際には、画像処理として、Flatten order2、ならびに、plane fit order 3 XYによりフィルタリング処理を行ったものをデータとして用いる。

【0024】

また、磁性層13において、空間波長5μmまでのPSD(Power Spectrum Density)が例えば2.5μm以下であることが望ましい。PSDを一定値以下に抑えることにより、記録再生を行う際の記録/再生ヘッドとテープ状の磁気記録媒体10とのスペーシングを小さくすることができ、高記録密度に適する磁気記録媒体10とすることができる。PSDの測定は以下のように行う。上記段落0022記載のフィルター処理後のデータに対して、解析モードPower Spectral Density(付属の解析ソフト)を実施する。解析するデータは、測定データ中、サンプルの長手方向(X)のみを選択および処理し、ASCファイル形式で保存後、エクセル(Excel)ファイルでデータを処理する。各周波数の振幅データについて、5μm以下の振幅データの総和を算出して、PDSとする。

【0025】

潤滑剤を除去した状態における磁気記録媒体10の全体のBET比表面積の下限値は、2.5m²/g以上、好ましくは3.0m²/g以上、より好ましくは3.5m²/g以上、さらにより好ましくは4.0m²/g以上である。BET比表面積の下限値が2.5m²/g以上であると、繰り返し記録または再生を行った後にも(すなわち磁気ヘッドを磁気記録媒体10の表面に接触させて繰り返し走行を行った後にも)、磁性層13の表面と磁気ヘッドの間に対する潤滑剤の供給量の低下を抑制することができる。したがって、動摩擦係数の増加を抑制することができる。

【0026】

潤滑剤を除去した状態における磁気記録媒体10の全体のBET比表面積の上限値は、好ましくは7m²/g以下、より好ましくは6m²/g以下、さらにより好ましくは5.5m²/g以下である。BET比表面積の上限値が7m²/g以下であると、多数回走行後に

も潤滑剤を枯渇することなく十分に供給できる。したがって、動摩擦係数の増加を抑制することができる。

【 0 0 2 7 】

ここでいう潤滑剤を除去した状態における磁気記録媒体 1 0 とは、磁気記録媒体 1 0 を常温のヘキサンに 2 4 時間に亘って浸漬させたのち、ヘキサンから取り出して自然乾燥させた状態の磁気記録媒体 1 0 をいう。

【 0 0 2 8 】

B E T 比表面積は以下のようにして求められる。

【 0 0 2 9 】

まず、面積 0.1265 m^2 より 1 割程度大きいサイズの磁気記録媒体 1 0 をヘキサン中（磁気記録媒体 1 0 が十分に浸漬される量、例えば 150 ml のヘキサン中）に 2 4 時間浸したのち、自然乾燥させ、面積 0.1265 m^2 （例えば、乾燥後の磁気記録媒体 1 0 の両端 50 cm 分を切り落とし、幅 $\times 10 \text{ m}$ の磁気記録媒体 1 0 を準備する。）のサイズに切り出すことにより、測定サンプルを作製する。次に、比表面積・細孔分布測定装置を用いて、B E T 比表面積を求める。以下に、測定装置および測定条件を示す。

測定環境：室温

測定装置：マイクロメトリクス（Micromeritics）社製 3FLEX

測定吸着質： N_2 ガス

測定圧力範囲（ P / P_0 ）： $0 \sim 0.995$

前記測定圧力範囲に関して、圧力を以下の表 1 の通りに変化させる。以下の表 1 における圧力値は相対圧 P / P_0 である。以下の表において、例えばステップ 1 において、開始圧 0.000 から到達圧 0.010 へ、1 0 秒当たり 0.001 変化するように、圧力が変化される。圧力が到達圧に達したら、次のステップにおける圧力変化が行われる。ステップ 2 ～ 1 0 においても同様である。ただし、各ステップにおいて、圧力が平衡に達していない場合は、装置は圧力が平衡になるのを待ってから次のステップに移行する。

【表 1】

ステップ	開始圧	圧力変化	到達圧
1	0.000	0.001/10sec	0.010
2	0.010	0.02/10sec	0.100
3	0.100	0.05/10sec	0.600
4	0.600	0.05/10sec	0.950
5	0.950	0.05/10sec	0.990
6	0.990	0.05/10sec	0.995
7	0.995	0.01/10sec	0.990
8	0.990	0.01/10sec	0.950
9	0.950	0.05/10sec	0.600
10	0.600	0.05/10sec	0.300

【 0 0 3 0 】

磁性層 1 3 の平均厚みの上限値は、好ましくは 90 nm 以下、特に好ましくは 80 nm 以下、より好ましくは 70 nm 以下、さらにより好ましくは 60 nm 以下である。磁性層 1 3 の平均厚みの上限値が 90 nm 以下であると、記録ヘッドとしてはリング型ヘッドを用いた場合に、磁性層 1 3 の厚み方向に均一に磁化を記録できるため、電磁変換特性を向上することができる。また、磁性層 1 3 の平均厚みの上限値が 90 nm 以下であると、データ信号の再生波形における孤立波形の半値幅を狭くして（例えば 200 nm 以下として）、データ信号の再生波形のピークを鋭くすることができる。これにより、データ信号の

読み取り精度が向上するので、記録トラック数を増加させてデータの記録密度を向上させることができる。

【0031】

磁性層13の平均厚みの下限値は、好ましくは35nm以上である。磁性層13の平均厚みの上限値が35nm以上であると、再生ヘッドとしてはMR型ヘッドを用いた場合に、出力を確保できるため、電磁変換特性を向上することができる。

【0032】

磁性層13の平均厚みは以下のようにして求められる。まず、磁気記録媒体10の磁性層13の表面13Sおよびバック層14の表面14Sにカーボン膜を蒸着法により形成したのち、磁性層13の表面13Sを覆うカーボン膜の上にタングステン薄膜を蒸着法によりさらに形成する。これらのカーボン膜およびタングステン膜は、後述の薄片化処理においてサンプルを保護するものである。

10

【0033】

次に、磁気記録媒体10をFIB(Focused Ion Beam)法等により加工して薄片化を行う。FIB法を使用する場合には、後述の断面のTEM像を観察する前処理として、保護膜としてカーボン膜及びタングステン薄膜を形成する。当該カーボン膜は蒸着法により磁気記録媒体10の磁性層側表面及びバック層側表面に形成され、そして、当該タングステン薄膜は蒸着法又はスパッタリング法により磁性層側表面にさらに形成される。当該薄片化は磁気記録媒体10の長さ方向(長手方向)に沿って行われる。すなわち、当該薄片化によって、磁気記録媒体10の長手方向及び厚み方向の両方に平行な断面が形成される。得られた薄片化サンプルの前記断面を、透過型電子顕微鏡(Transmission Electron Microscope: TEM)により、下記の条件で観察し、TEM像を得る。なお、装置の種類に応じて、倍率及び加速電圧は適宜調整されてよい。

20

装置: TEM(日立製作所製H9000NAR)

加速電圧: 300kV

倍率: 100, 000倍

【0034】

次に、得られたTEM像を用い、磁気記録媒体10の長手方向の少なくとも10点以上の位置で磁性層13の厚みを測定する。得られた測定値を単純に平均(算術平均)した平均値を磁性層13の平均厚みとする。なお、前記測定が行われる位置は、試験片から無作為に選ばれるものとする。

30

【0035】

(磁性粉)

磁性粉は、例えば、酸化鉄を含有するナノ粒子(以下「酸化鉄粒子」という。)の粉末を含んでいる。酸化鉄粒子は微粒子でも高保磁力を得ることができる。酸化鉄粒子に含まれる酸化鉄は、磁気記録媒体10の厚み方向(垂直方向)に優先的に結晶配向していることが好ましい。

【0036】

図2は、磁性層13に含まれる酸化鉄粒子20の断面構造の一例を模式的に表す断面図である。図2に示したように、酸化鉄粒子20は、球状もしくはほぼ球状を有しているか、または立方体状もしくはほぼ立方体状を有している。酸化鉄粒子20が上記のような形状を有しているので、磁性粒子として酸化鉄粒子20を用いた場合、磁性粒子として六角板状のバリウムフェライト粒子を用いた場合に比べて、磁気記録媒体10の厚み方向における粒子同士の接触面積を低減し、粒子同士の凝集を抑制することができる。したがって、磁性粉の分散性を高め、より良好なSNR(Signal-to-Noise Ratio)を得ることができる。

40

【0037】

酸化鉄粒子20は、例えばコアシェル型構造を有する。具体的には、酸化鉄粒子20は、図2に示したように、コア部21と、このコア部21の周囲に設けられた2層構造のシェル部22とを備える。2層構造のシェル部22は、コア部21上に設けられた第1

50

シェル部 2 2 a と、第 1 シェル部 2 2 a 上に設けられた第 2 シェル部 2 2 b とを有する。

【 0 0 3 8 】

酸化鉄粒子 2 0 におけるコア部 2 1 は、酸化鉄を含んでいる。コア部 2 1 に含まれる酸化鉄は、 $\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 結晶を主相とするものが好ましく、単相の $\text{-Fe}_2\text{O}_3$ となるものがより好ましい。

【 0 0 3 9 】

第 1 シェル部 2 2 a は、コア部 2 1 の周囲のうちの少なくとも一部を覆っている。具体的には、第 1 シェル部 2 2 a は、コア部 2 1 の周囲を部分的に覆っていてもよいし、コア部 2 1 の周囲全体を覆っていてもよい。コア部 2 1 と第 1 シェル部 2 2 a の交換結合を十分なものとし、磁気特性を向上する観点からすると、コア部 2 1 の表面全体を覆っていることが好ましい。

10

【 0 0 4 0 】

第 1 シェル部 2 2 a は、いわゆる軟磁性層であり、例えば、 -Fe 、 Ni-Fe 合金または Fe-Si-Al 合金等の軟磁性体を含む。 -Fe は、コア部 2 1 に含まれる酸化鉄を還元することにより得られるものであってもよい。

【 0 0 4 1 】

第 2 シェル部 2 2 b は、酸化防止層としての酸化被膜である。第 2 シェル部 2 2 b は、酸化鉄、酸化アルミニウムまたは酸化ケイ素を含む。酸化鉄は、例えば Fe_3O_4 、 Fe_2O_3 および FeO のうちの少なくとも 1 種の酸化鉄を含んでいる。第 1 シェル部 2 2 a が -Fe (軟磁性体) を含む場合には、酸化鉄は、第 1 シェル部 2 2 a に含まれる -Fe を酸化することにより得られるものであってもよい。

20

【 0 0 4 2 】

酸化鉄粒子 2 0 が、上述のように第 1 シェル部 2 2 a を有することで、熱安定性を確保するためにコア部 2 1 単体の保磁力 H_c を大きな値に保ちつつ、酸化鉄粒子 (コアシェル粒子) 2 0 全体としての保磁力 H_c を記録に適した保磁力 H_c に調整できる。また、酸化鉄粒子 2 0 が、上述のように第 2 シェル部 2 2 b を有することで、磁気記録媒体 1 0 の製造工程およびその工程前において、酸化鉄粒子 2 0 が空気中に暴露されて粒子表面に錆び等が発生することにより酸化鉄粒子 2 0 の特性が低下するのを抑制することができる。したがって、第 1 シェル部 2 2 a を第 2 シェル部 2 2 b により覆うことで、磁気記録媒体 1 0 の特性劣化を抑制することができる。

30

【 0 0 4 3 】

磁性粉の平均粒子サイズ (平均最大粒子サイズ) は、好ましくは 25 nm 以下、より好ましくは 8 nm 以上 22 nm 以下、さらにより好ましくは 12 nm 以上 22 nm 以下である。磁気記録媒体 1 0 では、記録波長の $1/2$ のサイズの領域が実際の磁化領域となる。このため、磁性粉の平均粒子サイズを最短記録波長の半分以下に設定することで、良好な S/N を得ることができる。したがって、磁性粉の平均粒子サイズが 22 nm 以下であると、高記録密度の磁気記録媒体 1 0 (例えば 50 nm 以下の最短記録波長で信号を記録可能に構成された磁気記録媒体 1 0) において、良好な電磁変換特性 (例えば SNR) を得ることができる。一方、磁性粉の平均粒子サイズが 8 nm 以上であると、磁性粉の分散性がより向上し、より優れた電磁変換特性 (例えば SNR) を得ることができる。

40

【 0 0 4 4 】

磁性粉の平均アスペクト比は、好ましくは 1.0 以上 3.0 以下、より好ましくは 1.0 以上 2.8 以下、さらにより好ましくは 1.0 以上 2.0 以下である。磁性粉の平均アスペクト比が 1 以上 3.0 以下の範囲内であると、磁性粉の凝集を抑制することができると共に、磁性層 1 3 の形成工程において磁性粉を垂直配向させる際に、磁性粉に加わる抵抗を抑制することができる。したがって、磁性粉の垂直配向性を向上することができる。

【 0 0 4 5 】

上記の磁性粉の平均粒子サイズおよび平均アスペクト比は、以下のようにして求められる。まず、測定対象となる磁気記録媒体 1 0 を FIB (Focused Ion Beam) 法等により加工して薄片化を行う。薄片化は磁気テープの長さ方向 (長手方向) に沿うかたちで行う。

50

すなわち、この薄片化によって、磁気記録媒体 10 の長手方向および厚み方向の双方に平行な断面が形成される。得られた薄片サンプルについて、透過電子顕微鏡(日立ハイテクノロジー製 H-9500)を用いて、加速電圧：200 kV、総合倍率 500,000 倍で磁性層 13 の厚み方向に対して磁性層 13 全体が含まれるように断面観察を行い、TEM 写真を撮影する。次に、撮影した TEM 写真から 50 個の粒子を無作為に選び出し、各粒子の長軸長 DL と短軸長 DS とを測定する。ここで、長軸長 DL とは、各粒子の輪郭に接するように、あらゆる角度から引いた 2 本の平行線間の距離のうち最大のもの(いわゆる最大フェレ径)を意味する。一方、短軸長 DS とは、粒子の長軸長 DL と直交する方向における粒子の長さのうち最大のものを意味する。

【0046】

続いて、測定した 50 個の粒子の長軸長 DL を単純に平均(算術平均)して平均長軸長 DLave を求める。このようにして求めた平均長軸長 DLave を磁性粉の平均粒子サイズとする。また、測定した 50 個の粒子の短軸長 DS を単純に平均(算術平均)して平均短軸長 DSave を求める。そして、平均長軸長 DLave および平均短軸長 DSave から粒子の平均アスペクト比(DLave / DSave)を求める。

【0047】

磁性粉の平均粒子体積は、好ましくは 2300 nm³以下、より好ましくは 2200 nm³以下、より好ましくは 2100 nm³以下、より好ましくは 1950 nm³以下、より好ましくは 1600 nm³以下、さらにより好ましくは 1300 nm³以下である。磁性粉の平均粒子体積が 2300 nm³以下であると、データ信号の再生波形における孤立波形の半値幅を狭くして(200 nm以下)、データ信号の再生波形のピークを鋭くすることができる。これにより、データ信号の読み取り精度が向上するため、記録トラック数を増加させてデータの記録密度を向上させることができる(詳細は後述)。なお、磁性粉の平均粒子体積は、小さければ小さいほど良いので、体積の下限値については特に限定されないが、例えば、下限値は、1000 nm³以上とされる。

【0048】

酸化鉄粒子 20 が球状またはほぼ球状を有している場合には、磁性粉の平均粒子体積は以下のようにして求められる。まず、上記の磁性粉の平均粒子サイズの算出方法と同様に、平均長軸長 DLave を求める。次に、以下の式により、磁性粉の平均体積 V を求める。

$$V = (\pi / 6) \times (DLave)^3$$

【0049】

(結着剤)

結着剤としては、ポリウレタン系樹脂、塩化ビニル系樹脂等に架橋反応を付与した構造の樹脂が好ましい。しかしながら結着剤はこれらに限定されるものではなく、磁気記録媒体 10 に対して要求される物性等に応じて、その他の樹脂を適宜配合してもよい。配合する樹脂としては、通常、塗布型の磁気記録媒体 10 において一般的に用いられる樹脂であれば、特に限定されない。

【0050】

例えば、ポリ塩化ビニル、ポリ酢酸ビニル、塩化ビニル - 酢酸ビニル共重合体、塩化ビニル - 塩化ビニリデン共重合体、塩化ビニル - アクリロニトリル共重合体、アクリル酸エステル - アクリロニトリル共重合体、アクリル酸エステル - 塩化ビニル - 塩化ビニリデン共重合体、塩化ビニル - アクリロニトリル共重合体、アクリル酸エステル - アクリロニトリル共重合体、アクリル酸エステル - 塩化ビニリデン共重合体、メタクリル酸エステル - 塩化ビニリデン共重合体、メタクリル酸エステル - 塩化ビニル共重合体、メタクリル酸エステル - エチレン共重合体、ポリ弗化ビニル、塩化ビニリデン - アクリロニトリル共重合体、アクリロニトリル - ブタジエン共重合体、ポリアミド樹脂、ポリビニルブチラール、セルロース誘導体(セルロースアセテートブチレート、セルロースダイアセテート、セルローストリアセテート、セルロースプロピオネート、ニトロセルロース)、スチレンブタジエン共重合体、ポリエステル樹脂、アミノ樹脂、合成ゴム等が挙げられる。

【 0 0 5 1 】

また、熱硬化性樹脂、または反応型樹脂の例としては、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、アルキッド樹脂、シリコーン樹脂、ポリアミン樹脂、尿素ホルムアルデヒド樹脂等が挙げられる。

【 0 0 5 2 】

また、上述した各結着剤には、磁性粉の分散性を向上させる目的で、 $-SO_3M$ 、 $-OSO_3M$ 、 $-COOM$ 、 $P=O(OM)_2$ 等の極性官能基が導入されていてもよい。ここで、上記化学式中のMは、水素原子、またはリチウム、カリウム、ナトリウム等のアルカリ金属である。

【 0 0 5 3 】

さらに、極性官能基としては、 $-NR_1R_2$ 、 $-NR_1R_2R_3^+X^-$ の末端基を有する側鎖型のもの、 $>NR_1R_2^+X^-$ の主鎖型のものが挙げられる。ここで、上記式中の R_1 、 R_2 、 R_3 は、水素原子、または炭化水素基であり、 X^- は弗素、塩素、臭素、ヨウ素等のハロゲン元素イオン、または無機もしくは有機イオンである。また、極性官能基としては、 $-OH$ 、 $-SH$ 、 $-CN$ 、エポキシ基等も挙げられる。

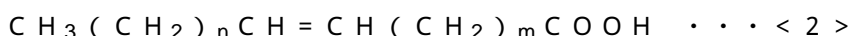
【 0 0 5 4 】

(潤滑剤)

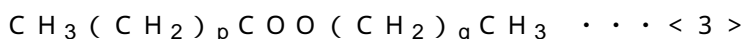
磁性層13に含まれる潤滑剤は、例えば脂肪酸および脂肪酸エステルを含有している。潤滑剤に含有される脂肪酸は、例えば下記の一般式<1>により示される化合物および一般式<2>により示される化合物のうちの少なくとも一方を含むことが好ましい。また、潤滑剤に含有される脂肪酸エステルは、下記の一般式<3>により示される化合物および一般式<4>により示される化合物のうちの少なくとも一方を含むことが好ましい。潤滑剤が、一般式<1>により示される化合物および一般式<3>により示される化合物の2種を含むことにより、一般式<2>により示される化合物および一般式<3>により示される化合物の2種を含むことにより、一般式<1>により示される化合物および一般式<4>により示される化合物の2種を含むことにより、一般式<2>により示される化合物および一般式<4>により示される化合物の2種を含むことにより、一般式<1>により示される化合物、一般式<2>により示される化合物および一般式<3>により示される化合物の3種を含むことにより、一般式<1>により示される化合物、一般式<2>により示される化合物および一般式<4>により示される化合物の3種を含むことにより、一般式<1>により示される化合物、一般式<3>により示される化合物および一般式<4>により示される化合物の3種を含むことにより、または、一般式<1>により示される化合物、一般式<2>により示される化合物、一般式<3>により示される化合物および一般式<4>により示される化合物の4種を含むことにより、磁気記録媒体10における繰り返しの記録又は再生による動摩擦係数の増加を抑制することができる。その結果、磁気記録媒体10の走行性をさらに向上させることができる。



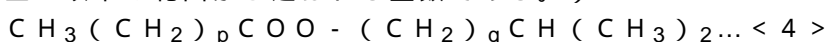
(但し、一般式<1>において、kは14以上22以下の範囲、より好ましくは14以上18以下の範囲から選ばれる整数である。)



(但し、一般式<2>において、nとmとの和は12以上20以下の範囲、より好ましくは14以上18以下の範囲から選ばれる整数である。)



(但し、一般式<3>において、pは14以上22以下、より好ましくは14以上18以下の範囲から選ばれる整数であり、且つ、qは2以上5以下の範囲、より好ましくは2以上4以下の範囲から選ばれる整数である。)



(但し、前記一般式<4>において、pは14以上22以下の範囲から選ばれる整数であ

10

20

30

40

50

り、 q は 1 以上 3 以下の範囲から選ばれる整数である。)

【0055】

(添加剤)

磁性層 13 は、非磁性補強粒子として、酸化アルミニウム(、 または アルミナ)、酸化クロム、酸化珪素、ダイヤモンド、ガーネット、エメリー、窒化ホウ素、チタンカーバイド、炭化珪素、炭化チタン、酸化チタン(ルチル型またはアナターゼ型の酸化チタン)等をさらに含んでもよい。

【0056】

(下地層 12)

下地層 12 は、非磁性粉および結着剤を含む非磁性層である。下地層 12 が、必要に応じて、潤滑剤、導電性粒子、硬化剤および防錆剤等のうちの少なくとも 1 種の添加剤をさらに含んでもよい。また、下地層 12 は、複数層が積層されてなる多層構造を有していてもよい。下地層 12 の平均厚みは、好ましくは $0.4\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $1.4\text{ }\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $0.6\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $1.2\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。

【0057】

なお、下地層 12 の平均厚みは、例えば次のように求められる。まず、 $1/2$ インチ幅の磁気記録媒体 10 を準備し、それを 250 mm の長さに切り出し、サンプルを作製する。続いて、サンプルの磁気記録媒体 10 について、下地層 12 および磁性層 13 を基体 11 から剥がす。次に、測定装置としてミツトヨ(Mitutoyo)社製レーザーホログラフ(LGH-110C)を用い、基体 11 から剥がした下地層 12 と磁性層 13 との積層体の厚みを、5 点以上の位置で測定する。そのうち、それらの測定値を単純平均(算術平均)し、下地層 12 と磁性層 13 との積層体の平均厚みを算出する。なお、測定位置は、サンプルから無作為に選ばれるものとする。最後に、その積層体の平均厚みから、上述のように TEM を用いて測定した磁性層 13 の平均厚みを差し引くことにより、下地層 12 の平均厚みを求める。

【0058】

下地層 12 は、多数の孔部を有していることが好ましい。これらの多数の孔部に潤滑剤が蓄えられることで、繰り返し記録または再生を行った後にも(すなわち磁気ヘッドを磁気記録媒体 10 の表面に接触させて繰り返し走行を行った後にも)、磁性層 13 の表面 13S と磁気ヘッドとの間に対する潤滑剤の供給量の低下をさらに抑制することができる。したがって、動摩擦係数の増加をさらに抑制することができる。

【0059】

繰り返し記録または再生後における動摩擦係数の低下を抑制する観点からすると、下地層 12 の孔部と磁性層 13 の孔部とが繋がっていることが好ましい。ここで、下地層 12 の孔部と磁性層 13 の孔部とが繋がっているとは、下地層 12 の多数の孔部のうちの一部のものと、磁性層 13 の多数の孔部のうちの一部のものとが繋がっている状態を含むものとする。

【0060】

磁性層 13 の表面 13S に対する潤滑剤の供給性を向上する観点からすると、多数の孔部は、磁性層 13 の表面 13S に対して垂直方向に延設されているものを含んでいることが好ましい。また、磁性層 13 の表面 13S に対する潤滑剤の供給性を向上する観点からすると、磁性層 13 の表面 13S に対して垂直方向に延設された下地層 12 の孔部と、磁性層 13 の表面 13S に対して垂直方向に延設された磁性層 13 の孔部とが繋がっていることが好ましい。

【0061】

(下地層 12 の非磁性粉)

非磁性粉は、例えば無機粒子粉または有機粒子粉の少なくとも 1 種を含む。また、非磁性粉は、カーボンブラック等の炭素粉を含んでもよい。なお、1 種の非磁性粉を単独で用いてもよいし、2 種以上の非磁性粉を組み合わせ用いてもよい。無機粒子は、例えば、金属、金属酸化物、金属炭酸塩、金属硫酸塩、金属窒化物、金属炭化物または金属硫

10

20

30

40

50

化物等を含む。非磁性粉の形状としては、例えば、針状、球状、立方体状、板状等の各種形状が挙げられるが、これに限定されるものではない。

【 0 0 6 2 】

(下地層 1 2 の結着剤)

下地層 1 2 における結着剤は、上述の磁性層 1 3 と同様である。

【 0 0 6 3 】

(バック層 1 4)

バック層 1 4 は、例えば結着剤および非磁性粉を含んでいる。バック層 1 4 が、必要に応じて潤滑剤、硬化剤および帯電防止剤等のうちの少なくとも 1 種の添加剤をさらに含んでいてもよい。バック層 1 4 における結着剤および非磁性粉は、上述の下地層 1 2 における結着剤および非磁性粉と同様である。

10

【 0 0 6 4 】

バック層 1 4 における非磁性粉の平均粒子サイズは、好ましくは 1 0 n m 以上 1 5 0 n m 以下、より好ましくは 1 5 n m 以上 1 1 0 n m 以下である。バック層 1 4 の非磁性粉の平均粒子サイズは、上記の磁性層 1 3 における磁性粉の平均粒子サイズと同様にして求められる。非磁性粉が、2 以上の粒度分布を有するものを含んでいてもよい。

【 0 0 6 5 】

バック層 1 4 の平均厚みの上限値は、好ましくは 0 . 6 μ m 以下であり、特に好ましくは 0 . 5 μ m 以下である。バック層 1 4 の平均厚みの上限値が 0 . 6 μ m 以下であると、磁気記録媒体 1 0 の平均厚みが 5 . 6 μ m 以下である場合でも、下地層 1 2 や基体 1 1 の厚みを厚く保つことができるので、磁気記録媒体 1 0 の記録再生装置内での走行安定性を保つことができる。バック層 1 4 の平均厚みの下限値は特に限定されるものではないが、例えば 0 . 2 μ m 以上であり、特に好ましくは 0 . 3 μ m 以上である。

20

【 0 0 6 6 】

バック層 1 4 の平均厚みは以下のようにして求められる。まず、1 / 2 インチ幅の磁気記録媒体 1 0 を準備し、それを 2 5 0 m m の長さに切り出し、サンプルを作製する。次に、測定装置としてミットヨ (Mitutoyo) 社製レーザーホロゲージ (LGH-110C) を用いて、サンプルである磁気記録媒体 1 0 の厚みを 5 点以上で測定し、それらの測定値を単純に平均 (算術平均) して、磁気記録媒体 1 0 の平均厚み $t_T [\mu m]$ を算出する。なお、測定位置は、サンプルから無作為に選ばれるものとする。続いて、サンプルの磁気記録媒体 1 0 からバック層 1 4 を M E K (メチルエチルケトン) または希塩酸等の溶剤で除去する。そののち、再び上記のレーザーホロゲージを用い、磁気記録媒体 1 0 からバック層 1 4 を除去したサンプルの厚みを 5 点以上で測定し、それらの測定値を単純に平均 (算術平均) してバック層 1 4 を除去した磁気記録媒体 1 0 の平均厚み $t_B [\mu m]$ を算出する。なお、測定位置は、サンプルから無作為に選ばれるものとする。最後に、以下の式よりバック層 1 4 の平均厚み $t_b [\mu m]$ を求める。

30

$$t_b [\mu m] = t_T [\mu m] - t_B [\mu m]$$

【 0 0 6 7 】

バック層 1 4 は、多数の突部が設けられた表面を有している。多数の突部は、磁気記録媒体 1 0 をロール状に巻き取った状態において、磁性層 1 3 の表面に多数の孔部を形成するためのものである。多数の孔部は、例えば、バック層 1 4 の表面から突出された多数の非磁性粒子により構成されている。

40

【 0 0 6 8 】

ここでは、バック層 1 4 の表面に設けられた多数の突部を、磁性層 1 3 の表面に転写することにより磁性層 1 3 の表面に多数の孔部を形成する場合について説明したが、多数の孔部の形成方法はこれに限定されるものではない。例えば、磁性層形成用塗料に含まれる溶剤の種類および磁性層形成用塗料の乾燥条件等を調整することで、磁性層 1 3 の表面に多数の孔部を形成するようにしてもよい。

【 0 0 6 9 】

[磁気記録媒体の平均厚み]

50

磁気記録媒体 10 の平均厚み（平均全厚）の上限値は、好ましくは $5.6 \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $5.0 \mu\text{m}$ 以下、特に好ましくは $4.6 \mu\text{m}$ 以下、さらにより好ましくは $4.4 \mu\text{m}$ 以下である。磁気記録媒体 10 の平均厚みが $5.6 \mu\text{m}$ 以下であると、1 データカートリッジ内に記録できる記録容量を一般的な磁気記録媒体よりも高めることができる。磁気記録媒体 10 の平均厚みの下限値は特に限定されるものではないが、例えば $3.5 \mu\text{m}$ 以上である。

【0070】

磁気記録媒体 10 の平均厚み t_T は以下のようにして求められる。まず、1/2 インチ幅の磁気記録媒体 10 を準備し、それを 250 mm の長さに切り出し、サンプルを作製する。次に、測定装置として Mitutoyo 社製レーザーホログラジ（LGH-110C）を用いて、

10

【0071】

（垂直方向における保磁力 H_{c1} ）

垂直方向における保磁力 H_{c1} の上限値が、 3000 Oe 以下、より好ましくは 2900 Oe 以下、さらにより好ましくは 2850 Oe 以下である。保磁力 H_{c1} が大きいことは、熱擾乱および反磁界の影響を受けにくくなり好ましい。ただし、保磁力 H_{c1} が 3000 Oe を超えると記録ヘッドでの飽和記録が困難となり、それによって記録できない部分が存在しノイズが増加し、結果として電磁変換特性（例えば C/N ）が悪化してしまうおそれがある。

20

【0072】

垂直方向における保磁力 H_{c1} の下限値が、好ましくは 2200 Oe 以上、より好ましくは 2400 Oe 以上、さらにより好ましくは 2600 Oe 以上である。保磁力 H_{c1} が 2200 Oe 以上であると、熱擾乱の影響および反磁界の影響による、高温環境下における電磁変換特性（例えば C/N ）の低下を抑制することができる。

【0073】

上記の保磁力 H_{c1} は以下のようにして求められる。磁気記録媒体 10 を 3 枚重ね合わせて両面テープで接着したのち、 6.39 mm のパンチで打ち抜くことにより測定サンプルを作成する。この際に、磁気記録媒体の長手方向（走行方向）が認識できるように、磁性を持たない任意のインクでマーキングを行う。そして、振動試料型磁力計（Vibrating Sample Magnetometer: VSM）を用いて磁気記録媒体 10 の長手方向（磁気記録媒体 10 の走行方向）に対応する測定サンプル（磁気記録媒体 10 全体）の $M-H$ ループを測定する。次に、アセトンまたはエタノール等を用いて塗膜（下地層 12、磁性層 13 およびバック層 14 等）を払拭し、基体 11 のみを残す。そして、得られた基体 11 を両面テープで 3 枚重ね合わせて接着したのち、 6.39 mm のパンチで打ち抜くことによりバックグラウンド補正用のサンプル（以下、単に補正用サンプルという。）を得る。そののち、VSM を用いて基体 11 の垂直方向（磁気記録媒体 10 の厚み方向）に対応する補正用サンプル（基体 11）の $M-H$ ループを測定する。

30

【0074】

測定サンプル（磁気記録媒体 10 全体）の $M-H$ ループおよび補正用サンプル（基体 11）の $M-H$ ループの測定においては、例えば東英工業製の好感度振動試料型磁力計「VSM-P7-15 型」が用いられる。測定条件は、測定モード：フルループ、最大磁界： 15 kOe 、磁界ステップ： 40 bit 、Time constant of Locking amp： 0.3 sec 、Waiting time： 1 sec 、MH 平均数： 20 とする。

40

【0075】

2 つの $M-H$ ループを得たのち、測定サンプル（磁気記録媒体 10 全体）の $M-H$ ループから補正用サンプル（基体 11）の $M-H$ ループが差し引かれることで、バックグラウンド補正が行われ、バックグラウンド補正後の $M-H$ ループが得られる。このバックグラウンド補正の計算には、「VSM-P7-15 型」に付属されている測定・解析プログラム

50

が用いられる。

【 0 0 7 6 】

得られたバックグラウンド補正後の M - H ループから保磁力 $H_c 1$ が求められる。なお、この計算には、「V S M - P 7 - 1 5 型」に付属されている測定・解析プログラムが用いられる。なお、上記の M - H ループの測定はいずれも、2 5 にて行われるものとする。また、M - H ループを磁気記録媒体 1 0 の垂直方向に測定する際の"反磁界補正"は行わないものとする。

【 0 0 7 7 】

(長手方向における保磁力 $H_c 2$)

磁気記録媒体 1 0 の長手方向における保磁力 $H_c 2$ の上限値は、好ましくは 2 0 0 0 O e 以下、より好ましくは 1 9 0 0 O e 以下、さらにより好ましくは 1 8 0 0 O e 以下である。長手方向における保磁力 $H_c 2$ が 2 0 0 0 O e 以下であると、記録ヘッドからの垂直方向の磁界により感度良く磁化が反応するため、良好な記録パターンを形成することができる。

10

【 0 0 7 8 】

磁気記録媒体 1 0 の長手方向に測定した保磁力 $H_c 2$ の下限値は、好ましくは 1 0 0 0 O e 以上である。長手方向にける保磁力 H_c の下限値が 1 0 0 0 O e 以上であると、記録ヘッドからの漏れ磁束による減磁を抑制することができる。

【 0 0 7 9 】

上記の保磁力 $H_c 2$ は、測定サンプル全体およびバックグラウンド補正用のサンプルの M - H ループを磁気記録媒体 1 0 の長手方向 (走行方向) に対応する方向に測定すること以外は、垂直方向における保磁力 $H_c 1$ と同様にして求められる。

20

【 0 0 8 0 】

($H_c 2 / H_c 1$)

垂直方向における保磁力 $H_c 1$ と、長手方向における保磁力 $H_c 2$ の比 $H_c 2 / H_c 1$ が、 $H_c 2 / H_c 1 = 0.8$ 、好ましくは $H_c 2 / H_c 1 = 0.75$ 、より好ましくは $H_c 2 / H_c 1 = 0.7$ 、さらにより好ましくは $H_c 2 / H_c 1 = 0.65$ 、特に好ましくは $H_c 2 / H_c 1 = 0.6$ の関係を満たす。保磁力 $H_c 1$ 、 $H_c 2$ が $H_c 2 / H_c 1 = 0.8$ の関係を満たすことで、磁性粉の垂直配向度を高めることができる。したがって、磁化遷移幅を低減し、かつ信号再生時に高出力の信号を得ることができるので、電磁変換特性 (例えば C / N) を向上することができる。なお、上述したように、 $H_c 2$ が小さいと、記録ヘッドからの垂直方向の磁界により感度良く磁化が反応するため、良好な記録パターンを形成することができる。

30

【 0 0 8 1 】

比 $H_c 2 / H_c 1$ が $H_c 2 / H_c 1 = 0.8$ である場合、磁性層 1 3 の平均厚みが 9 0 nm 以下であることが特に有効である。磁性層 1 3 の平均厚みが 9 0 nm を超えると、記録ヘッドとしてリング型ヘッドを用いた場合に、磁性層 1 3 の下部領域 (下地層 1 2 側の領域) が長手方向に磁化されてしまい、磁性層 1 3 を厚み方向に均一に磁化することができなくなるおそれがある。したがって、比 $H_c 2 / H_c 1$ を $H_c 2 / H_c 1 = 0.8$ としても (すなわち、磁性粉の垂直配向度を高めても)、電磁変換特性 (例えば C / N) を向上することができなくなるおそれがある。

40

【 0 0 8 2 】

$H_c 2 / H_c 1$ の下限値は特に限定されるものではないが、例えば $0.5 = H_c 2 / H_c 1$ である。

【 0 0 8 3 】

なお、 $H_c 2 / H_c 1$ は磁性粉の垂直配向度を表しており、 $H_c 2 / H_c 1$ が小さいほど磁性粉の垂直配向度が高くなる。以下に、本実施形態において、磁性粉の垂直配向度を示す指標として $H_c 2 / H_c 1$ を用いる理由について説明する。

【 0 0 8 4 】

従来、一般的には磁性粉の垂直配向度を示す指標 (パラメータ) としては、角形比 $S Q$

50

($= (M_r / M_s) \times 100$ 、但し、 M_r (emu) : 残留磁化、 M_s (emu) : 飽和磁化) が用いられてきた。しかしながら、本発明者らの知見によれば、角形比 S Q という指標は、以下の理由により磁性粉の垂直配向度を示す指標としては適当でない。

(1) 角形比 S Q は、磁性粉の保磁力 H_c の値により変動してしまう。例えば、図 5 に示すように、磁性粉の保磁力 H_c が大きくなると、見かけ上、角形比 S Q も大きい値となる。

(2) 角形比 S Q は、過分散による M - H ループの歪みの影響を受ける。

【0085】

そこで、本実施形態においては、より適切に磁性粉の配向度を示す指標として、 H_{c2} / H_{c1} を用いる。保磁力 H_{c1} 、 H_{c2} は磁性粉の配向方向によって単純に変化するため、 H_{c2} / H_{c1} が磁性粉の配向度を示す指標としてより適切である。

【0086】

(角形比)

磁気記録媒体 10 の垂直方向 (厚み方向) における角形比 S 1 は、例えば 65 % 以上であり、好ましくは 70 % 以上、より好ましくは 75 % 以上、さらにより好ましくは 80 % 以上、特に好ましくは 85 % 以上である。角形比 S 1 が 65 % 以上であると、磁性粉の垂直配向性が十分に高くなるため、より優れた S N R を得ることができる。

【0087】

角形比 S 1 は以下のようにして求められる。磁気記録媒体 10 を 3 枚重ね合わせて両面テープで接着したのち、6.39 mm のパンチで打ち抜くことにより測定サンプルを作成する。この際に、磁気記録媒体の長手方向 (走行方向) が認識できるように、磁性を持たない任意のインクでマーキングを行う。そして、振動試料型磁力計 (Vibrating Sample Magnetometer : VSM) を用いて磁気記録媒体 10 の長手方向 (磁気記録媒体 10 の走行方向) に対応する測定サンプル (磁気記録媒体 10 全体) の M - H ループを測定する。次に、アセトンまたはエタノール等を用いて塗膜 (下地層 12、磁性層 13 およびバック層 14 等) を払拭し、基体 11 のみを残す。そして、得られた基体 11 を両面テープで 3 枚重ね合わせて接着したのち、6.39 mm のパンチで打ち抜くことによりバックグラウンド補正用のサンプル (以下、単に補正用サンプルという。) を得る。そののち、VSM を用いて基体 11 の長手方向 (磁気記録媒体 10 の走行方向) に対応する補正用サンプル (基体 11) の M - H ループを測定する。

【0088】

測定サンプル (磁気記録媒体 10 全体) の M - H ループおよび補正用サンプル (基体 11) の M - H ループの測定においては、例えば東英工業製の好感度振動試料型磁力計「VSM - P7 - 15 型」が用いられる。測定条件は、測定モード : フルループ、最大磁界 : 15 kOe、磁界ステップ : 40 bit、Time constant of Locking amp : 0.3 sec、Waiting time : 1 sec、MH 平均数 : 20 とする。

【0089】

2 つの M - H ループを得たのち、測定サンプル (磁気記録媒体 10 全体) の M - H ループから補正用サンプル (基体 11) の M - H ループが差し引かれることで、バックグラウンド補正が行われ、バックグラウンド補正後の M - H ループが得られる。このバックグラウンド補正の計算には、「VSM P7 - 15 型」に付属されている測定・解析プログラムが用いられる。

【0090】

得られたバックグラウンド補正後の M - H ループの飽和磁化 M_s (emu) および残留磁化 M_r (emu) を以下の式に代入して、角形比 S 1 (%) を計算する。

$$\text{角形比 } S 1 (\%) = (M_r / M_s) \times 100$$

なお、上記の M - H ループの測定はいずれも、25 °C にて行われるものとする。また、M - H ループを磁気記録媒体 10 の垂直方向に測定する際の“反磁界補正”は行わないものとする。

【0091】

磁気記録媒体 10 の長手方向 (走行方向) における角形比 S 2 は、好ましくは 35 % 以

10

20

30

40

50

下、より好ましくは30%以下、さらにより好ましくは25%以下、特に好ましくは20%以下、最も好ましくは15%以下である。角形比S2が35%以下であると、磁性粉の垂直配向性が十分に高くなるため、より優れたSNRを得ることができる。

【0092】

角形比S2は、M-Hループを磁気記録媒体10および基体11の長手方向（走行方向）に測定すること以外は角形比S1と同様にして求められる。

【0093】

（SFD）

磁気記録媒体10のSFD（Switching Field Distribution）曲線において、メインピーク高さXと磁場ゼロ付近のサブピークの高さYとのピーク比X/Yは、好ましくは3.0以上であり、より好ましくは5.0以上、さらにより好ましくは7.0以上、特に好ましくは10.0以上、最も好ましくは20.0以上である（図3参照）。ピーク比X/Yが3.0以上であると、実際の記録に寄与する酸化鉄粒子20の他に酸化鉄特有の低保磁力成分（例えば軟磁性粒子や超常磁性粒子等）が磁性粉中に多く含まれることを抑制できる。したがって、記録ヘッドからの漏れ磁界により、隣接するトラックに記録された磁化信号が劣化することを抑制できるので、より優れたSNRを得ることができる。ピーク比X/Yの上限値は特に限定されるものではないが、例えば100以下である。

【0094】

上記のピーク比X/Yは、以下のようにして求められる。まず、上記の保磁力Hcの測定方法と同様にして、バックグラウンド補正後のM-Hループを得る。次に、得られたM-HループからSFDカーブを算出する。SFDカーブの算出には測定機に付属のプログラムを用いてもよいし、その他のプログラムを用いてもよい。算出したSFDカーブがY軸（dM/dH）を横切る点の絶対値を「Y」とし、M-Hループで言うところの保磁力Hc近傍に見られるメインピークの高さを「X」として、ピーク比X/Yを算出する。なお、M-Hループの測定は、上記の保磁力Hcの測定方法と同様に25℃にて行われるものとする。また、M-Hループを磁気記録媒体10の厚み方向（垂直方向）に測定する際の“反磁界補正”は行わないものとする。また、使用するVSMの感度に合わせて、測定するサンプルを複数枚重ねてM-Hループを測定してもよい。

【0095】

（活性化体積Vact）

活性化体積Vactが、好ましくは8000nm³以下、より好ましくは6000nm³以下、さらにより好ましくは5000nm³以下、特に好ましくは4000nm³以下、最も好ましくは3000nm³以下である。活性化体積Vactが8000nm³以下であると、磁性粉の分散状態が良好になるため、ビット反転領域を急峻にすることができ、記録ヘッドからの漏れ磁界により、隣接するトラックに記録された磁化信号が劣化することを抑制できる。したがって、より優れたSNRが得られる。

【0096】

上記の活性化体積Vactは、Street & Woollleyにより導出された下記の式により求められる。

$$V_{act} \text{ (nm}^3\text{)} = k_B \times T \times \text{irr} / (\mu_0 \times M_s \times S)$$

（但し、kB：ボルツマン定数（ $1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ ）、T：温度（K）、irr：非可逆磁化率、 μ_0 ：真空の透磁率、S：磁気粘性係数、Ms：飽和磁化（emu/cm³））

【0097】

上記式に代入される非可逆磁化率irr、飽和磁化Msおよび磁気粘性係数Sは、VSMを用いて以下のようにして求められる。VSMに用いる測定サンプルは、磁気記録媒体10を両面テープで3枚重ね合わされたものを6.39mmのパンチで打ち抜くことにより作製される。この際に、磁気記録媒体10の長手方向（走行方向）が認識できるように、磁性を持たない任意のインクでマーキングを行う。なお、VSMによる測定方向は、磁気記録媒体10の厚み方向（垂直方向）とする。また、VSMによる測定は、長尺状の磁

10

20

30

40

50

気記録媒体 10 から切り出された測定サンプルに対して 25 にて行われるものとする。また、M - H ループを磁気記録媒体 10 の厚み方向（垂直方向）に測定する際の“反磁界補正”は行わないものとする。さらに、測定サンプル（磁気記録媒体 10 の全体）の M - H ループ、補正用サンプル（基体 11）の M - H ループの測定においては、東英工業社製の高感度振動試料型磁力計「VSM - P7 - 15 型」が用いられる。測定条件は、測定モード：フルループ、最大磁界：15 kOe、磁界ステップ：40 bit、Time constant of Locking amp：0.3 sec、Waiting time：1 sec、MH 平均数：20 とされる。

【0098】

（非可逆磁化率 irr）

非可逆磁化率 irr は、残留磁化曲線（DCD 曲線）の傾きにおいて、残留保磁力 Hr 付近における傾きと定義される。まず、磁気記録媒体 10 全体に -1193 kA/m （15 kOe）の磁界を印加し、磁界をゼロに戻し残留磁化状態とする。その後、反対方向に約 15.9 kA/m （200 Oe）の磁界を印加し再びゼロに戻し残留磁化量を測定する。その後も同様に、先ほどの印加磁界よりもさらに 15.9 kA/m 大きい磁界を印加しゼロに戻す測定を繰り返し行い、印加磁界に対して残留磁化量をプロットし DCD 曲線を測定する。得られた DCD 曲線から、磁化量ゼロとなる点を残留保磁力 Hr とし、さらに DCD 曲線を微分し、各磁界における DCD 曲線の傾きを求める。この DCD 曲線の傾きにおいて、残留保磁力 Hr 付近の傾きが irr となる。

【0099】

（飽和磁化 Ms）

まず、上記の保磁力 Hc の測定方法と同様にして、バックグラウンド補正後の M - H ループを得る。次に、得られた M - H ループの飽和磁化 Ms（emu）の値と、測定サンプル中の磁性層 13 の体積（ cm^3 ）から、 $M_s (\text{emu} / \text{cm}^3)$ を算出する。なお、磁性層 13 の体積は測定サンプルの面積に磁性層 13 の平均厚みを乗ずることにより求められる。磁性層 13 の体積の算出に必要な磁性層 13 の平均厚みの算出方法は、上述した通りである。

【0100】

（磁気粘性係数 S）

まず、磁気記録媒体 10（測定サンプル）全体に -1193 kA/m （15 kOe）の磁界を印加し、磁界をゼロに戻し残留磁化状態とする。そののち、反対方向に、DCD 曲線より得られた残留保磁力 Hr の値と同等の磁界を印加する。磁界を印加した状態で 1000 秒間、磁化量を一定の時間間隔で継続的に測定する。このようにして得られた、時間 t と磁化量 M（t）との関係を以下の式に照らし合わせて磁気粘性係数 S を算出する。

$$M(t) = M_0 + S \times \ln(t)$$

（但し、M（t）：時間 t の磁化量、M0：初期の磁化量、S：磁気粘性係数、 $\ln(t)$ ：時間の自然対数）

【0101】

（データバンドおよびサーボバンド）

図 4 は、磁気記録媒体 10 を上方から見た模式図である。図 4 に示したように、磁性層 13 は、磁気記録媒体 10 の長手方向（X 軸方向）に延在する複数のデータバンド DB（図 4 ではデータバンド DB0 ~ DB3 を示す）と、磁気記録媒体 10 の長手方向（X 軸方向）に延在する延在する複数のサーボバンド SB（図 4 ではサーボバンド SB0 ~ SB4 を示す）とを有している。複数のデータバンド DB には、それぞれデータ信号が書き込まれるようになっており、複数のサーボバンド SB には、磁気ヘッドのトラッキング制御をするためのサーボ信号がそれぞれ書き込まれるようになっている。また、各データバンド DB は、幅方向（Y 軸方向）において隣り合う複数のサーボバンド SB によって挟み込まれるように配置されている。

【0102】

磁性層 13 の表面 13S の面積 S に対するサーボバンド S の総面積 S_{SB} の割合 $R_S (= (S_{SB} / S) \times 100)$ の上限値は、高記録容量を確保する観点から、好ましくは 4.0 %

以下、より好ましくは 3.0% 以下、さらにより好ましくは 2.0% 以下である。一方、磁性層 13 の表面の面積 S に対するサーボバンド S_B の総面積 S_{SB} の割合 R_S の下限値は、5 以上のサーボトラックを確保する観点から、好ましくは 0.8% 以上である。

【0103】

磁性層 13 の表面 13S の面積 S に対するサーボバンド S_B の総面積 S_{SB} の割合 R_S は、例えば、磁気記録媒体 10 を、フェリコロイド現像液（株式会社シグマハイケミカル製、シグマカー Q）を用いて現像し、その後、現像した磁気記録媒体 10 を光学顕微鏡で観察することで測定することができる。光学顕微鏡の観察像から、サーボバンド幅 W_{SB} およびサーボバンド S_B の本数を測定する。次に、以下の式から割合 R_S を求める。

割合 R_S [%] = (((サーボバンド幅 W_{SB}) × (サーボバンド本数)) / (磁気記録媒体 10 の幅)) × 100

10

【0104】

サーボバンド S_B の数は、好ましくは 5 以上、より好ましくは $5 + 4n$ （但し、 n は正の整数である。）以上である。サーボバンド S_B の数が 5 以上であると、磁気記録媒体 10 の幅方向の寸法変化によるサーボ信号への影響を抑制し、オフトラックが少ない安定した記録再生特性を確保できる。

【0105】

サーボバンド幅 W_{SB} の上限値は、高記録容量を確保する観点から、好ましくは $95\ \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $60\ \mu\text{m}$ 以下、さらにより好ましくは $30\ \mu\text{m}$ 以下である。サーボバンド幅 W_{SB} の下限値は、記録ヘッド製造の観点から、好ましくは $10\ \mu\text{m}$ 以上である。サーボバンド幅 W_{SB} の幅は以下のようにして求められる。まず、磁気記録媒体 10 を、フェリコロイド現像液（株式会社シグマハイケミカル製、シグマカー Q）を用いて現像する。次に、現像した磁気記録媒体 10 を光学顕微鏡で観察することでサーボバンド幅 W_{SB} の幅を測定することができる。

20

【0106】

図 4 に示したように、データバンド DB は、 X 軸方向に沿ってそれぞれ延在すると共に Y 軸方向において隣り合うように整列された複数の記録トラック 5 を形成可能である。データ信号は、この記録トラック 5 に沿って、記録トラック 5 内に記録される。なお、本技術において、データバンド DB に記録されるデータ信号における長手方向の 1 ビット長（磁化反転間距離）は、典型的には $48\ \text{nm}$ 以下とされる。サーボバンド S_B は、サーボ信号記録装置（不図示）によってサーボ信号が記録された所定パターンのサーボ信号記録パターン 6 を含んでいる。

30

【0107】

図 5 は、データバンド DB における記録トラック 5 を示す拡大図である。図 5 に示したように、各記録トラック 5 は、 Y 軸方向において所定の記録トラック幅 W_d を有している。記録トラック幅 W_d は、典型的には、 $3.0\ \mu\text{m}$ 以下とされる。なお、このような記録トラック幅 W_d は、例えば、磁気記録媒体 10 を、フェリコロイド現像液等の現像液を用いて現像したのち、現像した磁気記録媒体 10 を光学顕微鏡で観察することで測定することができる。

【0108】

1 本のデータバンド DB に含まれる記録トラック 5 の本数は、例えば、1000 本から 2000 本程度とされる。

40

【0109】

図 6 は、サーボバンド S_B におけるサーボ信号記録パターン 6 を示す拡大図である。図 6 に示すように、サーボ信号記録パターン 6 は、幅方向（ Y 軸方向）に対して所定のアジマス角を持って傾斜する複数のストライプ 7 を含む。この複数のストライプ 7 は、幅方向（ Y 軸方向）に対して時計回りに傾斜する第 1 のストライプ群 8 と、幅方向に対して反時計回りに傾斜する第 2 のストライプ群 9 とに分類される。なお、このようなストライプ 7 の形状などは、例えば、磁気記録媒体 10 を、フェリコロイド現像液等の現像液を用いて現像し、その後、現像した磁気記録媒体 10 を光学顕微鏡で観察することで測定するこ

50

とができる。

【 0 1 1 0 】

図 6 には、サーボ信号記録パターン 6 上をサーボリードヘッドによってトレースされるラインであるサーボトレースライン T が破線により示されている。サーボトレースライン T は、長手方向（X 軸方向）に沿って設定され、また、幅方向に所定の間隔 P s を開けて設定される。

【 0 1 1 1 】

1 本のサーボバンド S B あたりのサーボトレースライン T の本数は、例えば、30 本から 60 本程度とされる。

【 0 1 1 2 】

隣接する 2 つのサーボトレースライン T の間隔 P s は、記録トラック幅 W d の値と同じであり、例えば、2.0 μ m 以下とされる。ここで、隣接する 2 つのサーボトレースライン T の間隔 P s は、記録トラック幅 W d を決定付ける値とされている。つまり、サーボトレースライン T の間隔 P s が狭められると、記録トラック幅 W d が小さくなり、1 本のデータバンド D B に含まれる記録トラック 5 の本数が増える。結果として、データの記録容量が増えることになる（間隔 P s が広くなる場合は、その逆）。したがって、記録容量の増加を図るには記録トラック幅 W d を小さくする必要があるが、サーボトレースライン T の間隔 P s も狭められることになる結果、隣接するサーボトレースラインを正確にトレースすることが困難になる。そこで本実施形態では、後述するように、再生信号幅すなわちデータ信号の再生波形における孤立波形の半値幅を狭くすることで、記録トラック幅 W d

【 0 1 1 3 】

（摩擦係数比（ μ_B / μ_A ））

磁気記録媒体 10 の長手方向に 0.4 N の張力を加えた状態における磁気記録媒体 10 の磁性層 13 の表面 13 S と磁気ヘッドとの間の動摩擦係数 μ_A と、磁気記録媒体 10 の長手方向に 1.2 N の張力を加えた状態における磁気記録媒体 10 の磁性層 13 の表面 13 S と磁気ヘッドとの間の動摩擦係数 μ_B との摩擦係数比（ μ_B / μ_A ）は、好ましくは 1.0 以上で 2.1 以下、より好ましくは 1.2 以上で 1.8 以下である。摩擦係数比（ μ_B / μ_A ）が 1.0 以上で 2.1 以下であると、走行時の張力変動による動摩擦係数の変化を小さくできるため、磁気記録媒体 10 の走行を安定させることができる。

【 0 1 1 4 】

摩擦係数比（ μ_B / μ_A ）を算出するための動摩擦係数 μ_A および動摩擦係数 μ_B は以下のとおりにして求められる。まず、図 7 に示したように、1/2 インチ幅の磁気記録媒体 10 を、互いに離間して平行に配置された 1 インチ径の円柱状の 2 本のガイドロール 91, 92 に磁性層 13 の表面 13 S が接触するように載せる。2 本のガイドロール 91, 92 は、互いの位置関係が固定されている。

【 0 1 1 5 】

次いで、L T O 5 ドライブに搭載されているヘッドブロック（記録再生用）93 に対し、磁気記録媒体 10 を、磁性層 13 の表面 13 S が接触し、かつ抱き角 $1 [^\circ] = 5.6^\circ$ となるように接触させ、磁気記録媒体 10 の一端を掴み治具 94 により把持して可動式ストレインゲージ 95 と繋ぐと共に、磁気記録媒体 10 の他端に錘 96 を吊り下げ、0.4 N のテンション T0 を付与する。なお、ヘッドブロック 74 は、抱き角 $1 [^\circ]$ が 5.6° となった位置において固定されるようになっている。これにより、ガイドロール 91, 92 とヘッドブロック 93 との位置関係も固定される。

【 0 1 1 6 】

次いで、可動式ストレインゲージ 95 によって、磁気記録媒体 10 を、ヘッドブロック 93 に対して 10 mm / s の速度で可動式ストレインゲージ 95 へ向かうように 60 mm 摺動させる。この摺動時の可動式ストレインゲージ 95 の出力値（電圧）を、事前に取得されている出力値と荷重との直線関係（後述する）に基づき、T [N] に変換する。上記 60 mm の摺動の摺動開始から摺動停止までの間に、13 回 T [N] を取得し、最初と最

10

20

30

40

50

後の計 2 回を除いた 11 個の $T [N]$ を単純平均することによって、 $T_{ave} [N]$ が得られる。

その後、以下の式より動摩擦係数 μ_A を求める。

【数 1】

$$\mu_A = \frac{1}{(\theta_1 [^\circ]) \times (\pi/180)} \times \ln \left(\frac{T_{ave} [N]}{T_0 [N]} \right)$$

【0117】

10

上述の直線関係は以下のとおり得られる。すなわち、可動式ストレインゲージ 95 に 0.4 N の荷重をかけた場合と 1.5 N の荷重をかけた場合のそれぞれについて、可動式ストレインゲージ 95 の出力値（電圧）を得る。得られた 2 つの出力値と前記 2 つの荷重とから、出力値と荷重との直線関係が得られる。当該直線関係を用いて、上記のとおり、摺動時の可動式ストレインゲージ 95 による出力値（電圧）が $T [N]$ に変換される。

【0118】

動摩擦係数 μ_B は、磁気記録媒体 10 の他端に付与されるテンション T_0 を 1.2 N とすること以外は動摩擦係数 μ_A の測定方法と同じ方法で測定される。

【0119】

以上のように測定された動摩擦係数 μ_A および動摩擦係数 μ_B から、摩擦係数比（ μ_B / μ_A ）が算出される。

20

【0120】

磁気記録媒体 10 に加わる張力が 0.6 N であるときの磁性層 13 の表面 13 S と磁気ヘッドの間の動摩擦係数を μ_C とした場合、走行開始から 5 回目の動摩擦係数 $\mu_C (5)$ と走行開始から 1000 回目の動摩擦係数 $\mu_C (1000)$ との摩擦係数比（ $\mu_C (1000) / \mu_C (5)$ ）が、好ましくは 1.0 以上 1.8 以下、より好ましくは 1.0 以上 1.6 以下である。摩擦係数比（ $\mu_C (1000) / \mu_C (5)$ ）が 1.0 以上で 1.8 以下であると、多数回走行による動摩擦係数の変化を小さくできるため、磁気記録媒体 10 の走行を安定させることができる。ここで、磁気ヘッドとしては磁気記録媒体 10 に対応したドライブのものをを用いるものとする。

30

【0121】

（摩擦係数比（ $\mu_C (1000) / \mu_C (5)$ ））

摩擦係数比（ $\mu_C (1000) / \mu_C (5)$ ）を算出するための動摩擦係数 $\mu_C (5)$ および動摩擦係数 $\mu_C (1000)$ は以下のとおりにして求められる。

【0122】

磁気記録媒体 10 は、好ましくは、長手方向に 0.6 N の張力を加えた状態にある前記磁気記録媒体を、磁気ヘッド上を 5 往復摺動させた場合の 5 往復目における動摩擦係数 $\mu_C (5)$ と、当該磁気ヘッド上を 1000 往復させた場合の 1000 往復目における動摩擦係数 $\mu_C (1000)$ との摩擦係数比（ $\mu_C (1000) / \mu_C (5)$ ）が 1.0 ~ 2.0 であり、より好ましくは 1.0 ~ 1.8 であり、さらにより好ましくは 1.0 ~ 1.6 である。摩擦係数比（ $\mu_C (1000) / \mu_C (5)$ ）が上記数値範囲内にあることによって、多数回走行による動摩擦係数の変化を小さくすることができるため、磁気記録媒体 10 の走行を安定させることができる。

40

【0123】

摩擦係数比（ $\mu_C (1000) / \mu_C (5)$ ）を算出するための動摩擦係数 $\mu_C (5)$ 及び動摩擦係数 $\mu_C (1000)$ は以下のとおりにして求められる。

磁気記録媒体 10 の前記他端に付与されるテンション $T_0 [N]$ を 0.6 N とすること以外は動摩擦係数 μ_A の測定方法と同じようにして、磁気記録媒体 10 を可動式ストレインゲージ 71 と繋ぐ。そして、磁気記録媒体 10 を、ヘッドブロック 74 に対して 10 mm/s にて可動式ストレインゲージへ向かって 60 mm 摺動させ（往路）及び可動式ストレインゲージから離れるように 60 mm 摺動させる（復路）。この往復動作を 1000 回繰り返す。

50

返す。この 1000 回の往復動作のうち、5 回目の往路の 60 mm の摺動の摺動開始から摺動停止までの間に、ストレインゲージの出力値（電圧）を 13 回を取得し、動摩擦係数 μ_A で求めた出力値と荷重との直線関係（後述する）に基づき、 $T [N]$ に変換する。最初と最後の計 2 回を除いた 11 個を単純平均することにより $T_{ave} [N]$ を求める。

以下の式により、動摩擦係数 $\mu_{C(5)}$ を求める。

【数 2】

$$\mu_{C(5)} = \frac{1}{(\theta_1 [^\circ]) \times (\pi/180)} \times \ln \left(\frac{T_{ave} [N]}{T_0 [N]} \right)$$

10

さらに、動摩擦係数 $\mu_{C(1000)}$ は、1000 回目の往路の測定をすること以外は動摩擦係数 $\mu_{C(5)}$ と同様にして求める。

以上のとおりにして測定された動摩擦係数 $\mu_{C(5)}$ 及び動摩擦係数 $\mu_{C(1000)}$ から、摩擦係数比 $\mu_{C(1000)} / \mu_{C(5)}$ が算出される。

【0124】

[1-2 磁気記録媒体 10 の製造方法]

次に、上述の構成を有する磁気記録媒体 10 の製造方法について説明する。まず、非磁性粉、結着剤および潤滑剤等を溶剤に混練、分散させることにより、下地層形成用塗料を調製する。次に、磁性粉、結着剤および潤滑剤等を溶剤に混練、分散させることにより、磁性層形成用塗料を調製する。次に、結着剤および非磁性粉等を溶剤に混練、分散させることにより、バック層形成用塗料を調製する。磁性層形成用塗料、下地層形成用塗料およびバック層形成用塗料の調製には、例えば、以下の溶剤、分散装置および混練装置を用いることができる。

20

【0125】

上述の塗料調製に用いられる溶剤としては、例えば、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノン等のケトン系溶媒、メタノール、エタノール、プロパノール等のアルコール系溶媒、酢酸メチル、酢酸エチル、酢酸ブチル、酢酸プロピル、乳酸エチル、エチレングリコールアセテート等のエステル系溶媒、ジエチレングリコールジメチルエーテル、2-エトキシエタノール、テトラヒドロフラン、ジオキサン等のエーテル系溶媒、ベンゼン、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素系溶媒、メチレンクロライド、エチレンクロライド、四塩化炭素、クロロホルム、クロロベンゼン等のハロゲン化炭化水素系溶媒等が挙げられる。これらは単独で用いてもよく、適宜混合して用いてもよい。

30

【0126】

上述の塗料調製に用いられる混練装置としては、例えば、連続二軸混練機、多段階で希釈可能な連続二軸混練機、ニーダー、加圧ニーダー、ロールニーダー等の混練装置を用いることができるが、特にこれらの装置に限定されるものではない。また、上述の塗料調製に用いられる分散装置としては、例えば、ロールミル、ボールミル、横型サンドミル、縦型サンドミル、スパイクミル、ピンミル、タワーミル、パールミル（例えばアイリッヒ社製「DCPミル」等）、ホモジナイザー、超音波分散機等の分散装置を用いることができるが、特にこれらの装置に限定されるものではない。

40

【0127】

次に、下地層形成用塗料を基体 11 の一方の主面 11A に塗布して乾燥させることにより、下地層 12 を形成する。続いて、この下地層 12 上に磁性層形成用塗料を塗布して乾燥させることにより、磁性層 13 を下地層 12 上に形成する。なお、乾燥の際に、例えばソレノイドコイルにより、磁性粉を基体 11 の厚み方向に磁場配向させることが好ましい。また、乾燥の際に、例えばソレノイドコイルにより、磁性粉を基体 11 の走行方向（長手方向）に磁場配向させたのちに、基体 11 の厚み方向に磁場配向させるようにしてもよい。このような磁場配向処理をすることで、磁性粉の垂直配向度（すなわち角形比 S1）

50

を向上することができる。磁性層 13 の形成後、バック層形成用塗料を基体 11 の他方の主面 11B に塗布して乾燥させることにより、バック層 14 を形成する。これにより、磁気記録媒体 10 が得られる。

【0128】

角形比 S_1 、 S_2 や比 H_{c2} / H_{c1} は、例えば、磁性層形成用塗料の塗膜に印加される磁場の強度、磁性層形成用塗料中における固形分の濃度、磁性層形成用塗料の塗膜の乾燥条件（乾燥温度および乾燥時間）を調整することにより所望の値に設定される。塗膜に印加される磁場の強度は、磁性粉の保磁力の 2 倍以上であることが好ましい。角形比 S_1 をさらに高めるためには（すなわち角形比 S_2 をさらに低めるためには）、磁性層形成用塗料中における磁性粉の分散状態を向上させることが好ましい。また、角形比 S_1 をさら

10

【0129】

その後、得られた磁気記録媒体 10 にカレンダー処理を行い、磁性層 13 の表面 13S を平滑化する。次に、カレンダー処理が施された磁気記録媒体 10 をロール状に巻き取ったのち、この状態で磁気記録媒体 10 に加熱処理を行うことにより、バック層 14 の表面 14S の多数の突部を磁性層 13 の表面 13S に転写する。これにより、磁性層 13 の表面 13S に多数の孔部が形成される。

【0130】

加熱処理の温度は、50 以上 80 以下であることが好ましい。加熱処理の温度が 50 以上であると、良好な転写性を得ることができる。一方、加熱処理の温度が 80 以下であると、細孔量が多くなりすぎ、磁性層 13 の表面 13S の潤滑剤が過多になってしまふおそれがある。ここで、加熱処理の温度は、磁気記録媒体 10 を保持する雰囲気

20

【0131】

加熱処理の時間は、15 時間以上 40 時間以下であることが好ましい。加熱処理の時間が 15 時間以上であると、良好な転写性を得ることができる。一方、加熱処理の時間が 40 時間以下であると、生産性の低下を抑制することができる。

【0132】

また、加熱処理の際に磁気記録媒体 10 に対して付与する圧力の範囲は 150 kg/cm 以上 400 kg/cm 以下であるとよい。

30

【0133】

最後に、磁気記録媒体 10 を所定の幅（例えば 1/2 インチ幅）に裁断する。以上により、目的とする磁気記録媒体 10 が得られる。

【0134】

[1-3 記録再生装置 30 の構成]

次に、図 8 を参照して、上述の磁気記録媒体 10 への情報の記録、および上述の磁気記録媒体 10 からの情報の再生を行う記録再生装置 30 の構成について説明する。

【0135】

記録再生装置 30 は、磁気記録媒体 10 の長手方向に加わるテンションを調整可能な構成を有している。また、記録再生装置 30 は、磁気記録媒体カートリッジ 10A を装填可能な構成を有している。ここでは、説明を容易とするために、記録再生装置 30 が 1 つの磁気記録媒体カートリッジ 10A を装填可能な構成を有している場合について説明する。但し、本開示では、記録再生装置 30 が、複数の磁気記録媒体カートリッジ 10A を装填可能な構成を有していてもよい。先に述べたように、磁気記録媒体 10 はテープ状であり、例えば長尺状の磁気記録テープであってもよい。磁気記録媒体 10 は、例えば磁気記録媒体カートリッジ 10A の内部のリールに巻き付けられた状態で筐体に収容されていてよい。磁気記録媒体 10 は、記録再生の際に長手方向に走行されるようになっている。また、磁気記録媒体 10 は、好ましくは 100 nm 以下、より好ましくは 75 nm 以下、さら

40

50

により好ましくは60nm以下、特に好ましくは50nm以下の最短記録波長で信号を記録可能に構成されていてよく、例えば最短記録波長が上記範囲内にある記録再生装置30に用いられうる。記録トラック幅は、例えば2μm以下でありうる。

【0136】

記録再生装置30は、例えばネットワーク43を介してサーバ41およびパーソナルコンピュータ（以下「PC」という。）42等の情報処理装置に接続されており、これらの情報処理装置から供給されたデータを磁気記録媒体カートリッジ10Aに記録可能に構成されている。

【0137】

記録再生装置30は、図8に示したように、スピンドル31と、リール32と、駆動装置33と、駆動装置34と、複数のガイドローラ35と、ヘッドユニット36と、通信インターフェース（以下、I/Fと記す）37と、制御装置38とを備える。

【0138】

スピンドル31は、磁気記録媒体カートリッジ10Aを装着可能に構成されている。磁気記録媒体カートリッジ10Aは、LTO（Linear Tape Open）規格に準拠しており、カートリッジケース10Bに磁気記録媒体10を巻装した単一のリール10Cを回転可能に収容している。磁気記録媒体10には、サーボ信号としてハの字状のサーボパターンが予め記録されている。リール32は、磁気記録媒体カートリッジ10Aから引き出された磁気記録媒体10の先端を固定可能に構成されている。

【0139】

駆動装置33は、スピンドル31を回転駆動させる装置である。駆動装置34は、リール32を回転駆動させる装置である。磁気記録媒体10に対してデータの記録または再生を行う際には、駆動装置33と駆動装置34とが、スピンドル31とリール32とをそれぞれ回転駆動させることによって、磁気記録媒体10を走行させる。ガイドローラ35は、磁気記録媒体10の走行をガイドするためのローラである。

【0140】

ヘッドユニット36は、磁気記録媒体10にデータ信号を記録するための複数の記録ヘッドと、磁気記録媒体10に記録されているデータ信号を再生するための複数の再生ヘッドとを備えている。記録ヘッドとしては例えばリング型ヘッドを用いることができ、再生ヘッドとしては例えば磁気抵抗効果型磁気ヘッドを用いることができるが、記録ヘッドおよび再生ヘッドの種類はこれに限定されるものではない。

【0141】

I/F37は、サーバ41およびPC42等の情報処理装置と通信するためのものであり、ネットワーク43に対して接続される。

【0142】

制御装置38は、記録再生装置30の全体を制御する。例えば、制御装置38は、サーバ41およびPC42等の情報処理装置の要求に応じて、情報処理装置から供給されるデータ信号をヘッドユニット36により磁気記録媒体10に記録する。また、制御装置38は、サーバ41およびPC42等の情報処理装置の要求に応じて、ヘッドユニット36により、磁気記録媒体10に記録されたデータ信号を再生し、情報処理装置に供給する。

【0143】

[1-4 効果]

このように、本実施の形態の磁気記録媒体10は、基体11と下地層12と磁性層13とが順に積層されたテープ状の部材であり、以下の(1)から(9)の各構成要件を満たすようにしたものである。

(1) 基体11は、ポリエステルを主たる成分として含む。

(2) 磁性層13は、基体11上に設けられ、磁性粉を複数含み、データ信号の記録が可能なものである。

(3) 磁気記録媒体の平均厚みは、5.6μm以下である。

(4) 基体の平均厚みは、4.2μm以下である。

10

20

30

40

50

- (5) 磁性層 13 の平均厚みは、90 nm 以下である。
- (6) 磁性層 13 における磁性粉の平均アスペクト比は、1.0 以上 3.0 以下である。
- (7) 垂直方向における保磁力 H_c1 は、3000 エルステッド以下である。
- (8) 垂直方向における保磁力 H_c1 に対する長手方向における保磁力 H_c2 の割合 H_c2 / H_c1 は、0.8 以下である。
- (9) 潤滑剤を除去した状態における磁気記録媒体の全体の BET 比表面積は、 $2.5 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以上である。

【0144】

本実施の形態の磁気記録媒体 10 は、このような構成を有することにより、磁化遷移幅を急峻としつつ、良好な電磁変換特性（例えば C/N ）を確保することができる。また、繰り返し記録および/または再生を行う場合に、磁気記録媒体の表面に潤滑剤を安定的に存在させ、摺動による摩擦上昇を抑制することができる。さらに、磁気記録媒体 10 の平均厚みは、 $5.6 \mu\text{m}$ 以下であり、基体 11 の平均厚みは $4.2 \mu\text{m}$ 以下であるので、1 つの磁気記録媒体カートリッジ 10 A（図 8 参照）内に記録できる記憶容量を従来よりも高めることができる。したがって、高密度記録に有利な構成を実現することができる。

10

【0145】

また、本実施の形態の磁気記録媒体 10 では、潤滑剤を除去した状態における磁気記録媒体の全体の BET 比表面積を $3.0 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以上とすれば、BET 比表面積が $3.0 \text{ m}^2 / \text{g}$ 未満の場合と比較して摩擦係数比（ μ_B / μ_A ）を低減でき、走行時の張力変動による動摩擦係数の変化が小さくなるので、磁気記録媒体 10 の走行をより安定させることができる。

20

【0146】

また、本実施の形態の磁気記録媒体 10 では、潤滑剤を除去した状態における磁気記録媒体の全体の BET 比表面積を $3.5 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以上とすれば、BET 比表面積が $3.5 \text{ m}^2 / \text{g}$ 未満の場合と比較して摩擦係数比（ μ_B / μ_A ）をより低減でき、走行時の張力変動による動摩擦係数の変化がより小さくなるので、磁気記録媒体 10 の走行をいっそう安定させることができる。特に、潤滑剤を除去した状態における磁気記録媒体の全体の BET 比表面積を $4.0 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以上とすれば、磁気記録媒体 10 の走行をよりいっそう安定させることができる。

【0147】

また、本実施の形態の磁気記録媒体 10 では、摩擦係数比（ $\mu_C(1000) / \mu_C(5)$ ）が 1.0 以上 1.8 以下である場合、多数回走行による動摩擦係数の変化を小さくできるため、磁気記録媒体 10 の走行を安定させることができる。

30

【0148】

また、本実施の形態の磁気記録媒体 10 では、磁性粉の平均粒子径が 8 nm 以上 22 nm 以下であると、磁気記録媒体 10 において、良好な電磁変換特性（例えば SNR ）を得ることができる。

【0149】

また、本実施の形態の磁気記録媒体 10 では、複数の磁性粉の平均粒子体積が 2300 nm^3 以下であると、データ信号の再生波形における孤立波形の半値幅を狭くして、データ信号の再生波形のピークを鋭くすることができる。これにより、データ信号の読み取り精度が向上するため、記録トラック数を増加させてデータの記録密度を向上させることができる。

40

【0150】

また、本実施の形態の磁気記録媒体 10 では、磁性層 13 の表面の算術平均粗さ R_a を 2.5 nm 以下であれば優れた電磁変換特性を得ることができる。また、空間波長 $5 \mu\text{m}$ までの PSD が $2.5 \mu\text{m}$ 以下であると、記録再生を行う際の記録/再生ヘッドとテープ状の磁気記録媒体 10 とのスペーシングを小さくすることができ、磁気記録媒体 10 は高記録密度に適するものとなる。

【0151】

50

また、本実施の形態の磁気記録媒体 10 では、長手方向における保磁力が 2000 Oe 以下であると、記録ヘッドからの垂直方向の磁界により感度良く磁化が反応するため、良好な記録パターンを形成することができる。

【0152】

また、本実施の形態の磁気記録媒体 10 では、垂直方向における保磁力 H_{c1} に対する、長手方向における保磁力 H_{c2} の比 H_{c2}/H_{c1} が、 $H_{c2}/H_{c1} = 0.7$ の関係を満たすことで、磁性粉の垂直配向度を高めることができる。したがって、磁化遷移幅を低減し、かつ信号再生時に高出力の信号を得ることができるので、電磁変換特性（例えば C/N ）を向上することができる。

【0153】

また、本実施の形態の磁気記録媒体 10 では、垂直方向における保磁力 H_{c1} が 2200 Oe 以上であると、熱擾乱の影響および反磁界の影響による、高温環境下における電磁変換特性（例えば C/N ）の低下を抑制することができる。

【0154】

< 2. 変形例 >

（変形例 1）

上記の一実施の形態では、2層構造のシェル部 22 を有する 酸化鉄粒子 20（図 2）を例示して説明したが、本技術の磁気記録媒体は、例えば図 9 に示したように、単層構造のシェル部 23 を有する 酸化鉄粒子 20A を含むようにしてもよい。酸化鉄粒子 20A におけるシェル部 23 は、例えば第 1 シェル部 22a と同様の構成を有する。但し、特性劣化を抑制する観点においては、変形例 1 の 酸化鉄粒子 20A よりも上記の一実施の形態で説明した 2 層構造のシェル部 22 を有する 酸化鉄粒子 20 が好ましい。

【0155】

（変形例 2）

上記一実施の形態の磁気記録媒体 10 では、コアシェル構造を有する 酸化鉄粒子 20 を例示して説明したが、酸化鉄粒子が、コアシェル構造に代えて添加剤を含んでもよいし、コアシェル構造を有すると共に添加剤を含んでもよい。この場合、酸化鉄粒子の Fe の一部が添加剤で置換される。酸化鉄粒子が添加剤を含むことによって、

酸化鉄粒子全体としての保磁力 H_c を記録に適した保磁力 H_c に調整できるため、記録容易性を向上することができる。添加剤は、鉄以外の金属元素、好ましくは 3 価の金属元素、より好ましくは Al（アルミニウム）、Ga（ガリウム）および In（インジウム）のうちの少なくとも 1 種、さらにより好ましくは Al および Ga のうちの少なくとも 1 種である。

【0156】

具体的には、添加剤を含む 酸化鉄は、 $-Fe_{2-x}M_xO_3$ 結晶（但し、M は鉄以外の金属元素、好ましくは 3 価の金属元素、より好ましくは Al、Ga および In のうちの少なくとも 1 種、さらにより好ましくは Al および Ga のうちの少なくとも 1 種である。x は、例えば $0 < x < 1$ である。）である。

【0157】

（変形例 3）

本開示の磁性粉は、酸化鉄粒子の粉末に代えて、六方晶フェライトを含有するナノ粒子（以下「六方晶フェライト粒子」という。）の粉末を含むようにしてもよい。六方晶フェライト粒子は、例えば、六角板状またはほぼ六角板状を有する。六方晶フェライトは、好ましくは Ba（バリウム）、Sr（ストロンチウム）、Pb（鉛）および Ca（カルシウム）のうちの少なくとも 1 種、より好ましくは Ba および Sr のうちの少なくとも 1 種を含む。六方晶フェライトは、具体的には例えばバリウムフェライトまたはストロンチウムフェライトであってもよい。バリウムフェライトは、Ba 以外に Sr、Pb および Ca のうちの少なくとも 1 種をさらに含んでもよい。ストロンチウムフェライトは、Sr 以外に Ba、Pb および Ca のうちの少なくとも 1 種をさらに含んでもよい。

【0158】

10

20

30

40

50

より具体的には、六方晶フェライトは、一般式 $MFe_{12}O_{19}$ で表される平均組成を有する。但し、Mは、例えばBa、Sr、PbおよびCaのうちの少なくとも1種の金属、好ましくはBaおよびSrのうちの少なくとも1種の金属である。Mが、Baと、Sr、PbおよびCaからなる群より選ばれる1種以上の金属との組み合わせであってもよい。また、Mが、Srと、Ba、PbおよびCaからなる群より選ばれる1種以上の金属との組み合わせであってもよい。上記一般式においてFeの一部が他の金属元素で置換されていてもよい。

【0159】

磁性粉が六方晶フェライト粒子の粉末を含む場合、磁性粉の平均粒子サイズは、好ましくは50nm以下、より好ましくは40nm以下、さらにより好ましくは30nm以下である。磁性粉の平均粒子サイズは、25nm以下、22nm以下、21nm以下、もしくは20nm以下であるとなおよい。また、磁性粉の平均粒子サイズは、例えば10nm以上であり、好ましくは12nm以上、より好ましくは15nm以上であるとよい。したがって、六方晶フェライト粒子の粉末を含む磁性粉の平均粒子サイズは、例えば10nm以上50nm以下、10nm以上40nm以下、12nm以上30nm以下、12nm以上25nm以下、または15nm以上22nm以下とすることができる。磁性粉の平均粒子サイズが上記上限値以下である場合（例えば50nm以下、特には30nm以下である場合）、高記録密度の磁気記録媒体10において、良好な電磁変換特性（例えばSNR）を得ることができる。磁性粉の平均粒子サイズが上記下限値以上である場合（例えば10nm以上、好ましくは12nm以上である場合）、磁性粉の分散性がより向上し、より優れた電磁変換特性（例えばSNR）を得ることができる。

【0160】

磁性粉が六方晶フェライト粒子の粉末を含む場合、磁性粉の平均アスペクト比は、好ましくは1以上3.5以下、より好ましくは1以上3.1以下、又は2以上3.1以下、さらにより好ましくは2以上3以下でありうる。磁性粉の平均アスペクト比が上記数値範囲内にあることによって、磁性粉の凝集を抑制することができ、さらに、磁性層13の形成工程において磁性粉を垂直配向させる際に、磁性粉に加わる抵抗を抑制することができる。これは、磁性粉の垂直配向性の向上をもたらさう。

【0161】

なお、六方晶フェライト粒子の粉末を含む磁性粉の平均粒子サイズおよび平均アスペクト比は以下のようにして求められる。まず、測定対象となる磁気記録媒体10をFIB（Focused Ion Beam）法等により加工して薄片化を行う。薄片化は磁気テープの長さ方向（長手方向）に沿うかたちで行う。得られた薄片サンプルについて、透過電子顕微鏡（日立ハイテクノロジーズ製H-9500）を用いて、加速電圧：200kV、総合倍率500,000倍で記録層の厚み方向に対して記録層全体が含まれるように断面観察を行う。次に、撮影したTEM写真から観察面の方向に側面を向けている粒子を50個選び出し、各粒子の最大板厚DAを測定する。このようにして求めた最大板厚DAを単純に平均（算術平均）して平均最大板厚DAaveを求める。続いて、各磁性粉の板径DBを測定する。ここで、板径DBとは、磁性粉の輪郭に接するように、あらゆる角度から引いた2本の平行線間の距離のうち最大のもの（いわゆる最大フェレ径）を意味する。続いて、測定した板径DBを単純平均（算術平均）して平均板径DBaveを求める。そして、平均最大板厚DAaveおよび平均板径DBaveから粒子の平均アスペクト比（DBave / DAave）を求める。

【0162】

磁性粉が六方晶フェライト粒子の粉末を含む場合、磁性粉の平均粒子体積は、好ましくは5900nm³以下、より好ましくは500nm³以上3400nm³以下、さらにより好ましくは1000nm³以上2500nm³以下である。磁性粉の平均粒子体積が5900nm³以下であると、磁性粉の平均粒子サイズを30nm以下とする場合と同様の効果が得られる。一方、磁性粉の平均粒子体積が500nm³以上であると、磁性粉の平均粒子サイズを12nm以上とする場合と同様の効果が得られる。

【0163】

10

20

30

40

50

なお、磁性粉の平均粒子体積は以下のようにして求められる。まず、上記の磁性粉の平均粒子サイズの算出方法により、平均最大板厚 DA_{ave} および平均最大板径 DB_{ave} を求める。次に、以下の式により、酸化鉄粒子の平均体積 V を求める。

【数 3】

$$V = \frac{3\sqrt{3}}{8} \times DA_{ave} \times DB_{ave} \times DB_{ave}$$

【0164】

10

本技術の特に好ましい実施態様に従い、磁性粉は、バリウムフェライト磁性粉またはストロンチウムフェライト磁性粉であり、より好ましくはバリウムフェライト磁性粉でありうる。バリウムフェライト磁性粉は、バリウムフェライトを主相とする鉄酸化物の磁性粒子（以下「バリウムフェライト粒子」という。）を含む。バリウムフェライト磁性粉は、例えば高温多湿環境でも抗磁力が落ちないなど、データ記録の信頼性が高い。このような観点から、バリウムフェライト磁性粉は、磁性粉として好ましい。

【0165】

バリウムフェライト磁性粉の平均粒子サイズは、50 nm 以下、より好ましくは 10 nm 以上 40 nm 以下、さらにより好ましくは 12 nm 以上 25 nm 以下である。

【0166】

20

磁性層 13 が磁性粉としてバリウムフェライト磁性粉を含む場合、磁性層 13 の平均厚み t_m [nm] が、35 nm t_m 100 nm であることが好ましく、特に好ましくは 80 nm 以下である。また、磁気記録媒体 10 の厚み方向（垂直方向）に測定した保磁力 H_c が、好ましくは 160 kA/m 以上 280 kA/m 以下、より好ましくは 165 kA/m 以上 275 kA/m 以下、更により好ましくは 170 kA/m 以上 270 kA/m 以下である。

【0167】

（変形例 4）

磁性粉は、酸化鉄粒子の粉末に代えて、Co 含有スピネルフェライトを含有するナノ粒子（以下「コバルトフェライト粒子」という。）の粉末を含むようにしてもよい。コバルトフェライト粒子は、一軸異方性を有することが好ましい。コバルトフェライト粒子は、例えば、立方体状またはほぼ立方体状を有している。Co 含有スピネルフェライトが、Co 以外に Ni、Mn、Al、Cu および Zn のうちの少なくとも 1 種をさらに含んでいてもよい。

30

【0168】

Co 含有スピネルフェライトは、例えば以下の式で表される平均組成を有する。



（但し、式（1）中、M は、例えば、Ni、Mn、Al、Cu および Zn のうちの少なくとも 1 種の金属である。x は、0.4 x 1.0 の範囲内の値である。y は、0 y 0.3 の範囲内の値である。但し、x、y は $(x + y) = 1.0$ の関係を満たす。z は 3 z 4 の範囲内の値である。Fe の一部が他の金属元素で置換されていてもよい。）

40

【0169】

磁性粉がコバルトフェライト粒子の粉末を含む場合、磁性粉の平均粒子サイズは、好ましくは 25 nm 以下、より好ましくは 10 nm 以上 23 nm 以下である。磁性粉の平均粒子サイズが 25 nm 以下であると、高記録密度の磁気記録媒体 10 において、良好な電磁変換特性（例えば SNR）を得ることができる。一方、磁性粉の平均粒子サイズが 10 nm 以上であると、磁性粉の分散性がより向上し、より優れた電磁変換特性（例えば SNR）を得ることができる。磁性粉がコバルトフェライト粒子の粉末を含む場合、磁性粉の平均アスペクト比は上述の一実施形態と同様である。また、磁性粉の平均粒子サイズおよび平均アスペクト比も上述の一実施形態の算出方法と同様にして求められる。

50

【0170】

磁性粉の平均粒子体積は、好ましくは 15000 nm^3 以下、より好ましくは 1000 nm^3 以上 12000 nm^3 以下である。磁性粉の平均粒子体積が 15000 nm^3 以下であると、磁性粉の平均粒子サイズを 25 nm 以下とする場合と同様の効果が得られる。一方、磁性粉の平均粒子体積が 1000 nm^3 以上であると、磁性粉の平均粒子サイズを 10 nm 以上とする場合と同様の効果が得られる。なお、磁性粉の平均粒子体積は、上述の一実施形態における磁性粉の平均粒子体積の算出方法（酸化鉄粒子が立方体状またはほぼ立方体状を有している場合の平均粒子体積の算出方法）と同様である。

【0171】

コバルトフェライト磁性粉の保磁力 H_c は、好ましくは 2500 Oe 以上、より好ましくは 2600 Oe 以上 3500 Oe 以下である。

10

【0172】

(変形例5)

磁気記録媒体10は、基体11の少なくとも一方の表面に設けられたバリア層をさらに備えるようにしてもよい。このバリア層は、基体11が有する環境に応じた寸法変化を抑制するための層である。例えば、その寸法変化を及ぼす原因の一例として、基体11の吸湿性があるが、バリア層を設けることにより基体11への水分の侵入速度を低減することができる。バリア層は、例えば、金属または金属酸化物を含む。ここでいう金属としては、例えば、Al、Cu、Co、Mg、Si、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Ni、Zn、Ga、Ge、Y、Zr、Mo、Ru、Pd、Ag、Ba、Pt、AuおよびTaのうちの少なくとも1種を用いることができる。金属酸化物としては、例えば、上記金属を1種または2種以上含む金属酸化物を用いることができる。より具体的には例えば、 Al_2O_3 、 CuO 、 CoO 、 SiO_2 、 Cr_2O_3 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 および ZrO_2 のうちの少なくとも1種を用いることができる。また、バリア層が、ダイヤモンド状炭素（Diamond-Like Carbon：DLC）またはダイヤモンド等を含むようにしてもよい。

20

【0173】

バリア層15の平均厚みは、好ましくは 20 nm 以上 1000 nm 以下、より好ましくは 50 nm 以上 1000 nm 以下である。バリア層15の平均厚みは、磁性層13の平均厚みと同様にして求められる。但し、TEM像の倍率は、バリア層15の厚みに応じて適宜調整される。

30

【0174】

(変形例6)

上記の一実施の形態では、バック層14の表面14Sに設けられた多数の突部14Aを、磁性層13の表面13Sに転写することにより、磁性層13の表面13Sに多数の孔部13Aを形成する場合について説明したが、多数の孔部13Aの形成方法はこれに限定されるものではない。例えば、磁性層形成用塗料に含まれる溶剤の種類および磁性層形成用塗料の乾燥条件等を調整することで、磁性層13の表面13Sに多数の孔部13Aを形成するようにしてもよい。

【0175】

(変形例7)

上述の一実施形態に係る磁気記録媒体10をライブラリ装置に用いるようにしてもよい。この場合、ライブラリ装置は、上述の一実施形態における記録再生装置30を複数備えるものであってもよい。

40

【実施例】

【0176】

以下、実施例により本開示を具体的に説明するが、本開示はこれらの実施例のみに限定されるものではない。

【0177】

以下の実施例および比較例において、垂直方向における磁性粉の平均アスペクト比、磁性粉の平均粒子サイズ、磁性粉の平均粒子体積、下地層の平均厚み、磁気記録媒体の全体

50

の平均厚み（テープ平均厚み）、磁性層の平均厚み、保磁力 $H_c 1$ 、保磁力 $H_c 2$ 、比 $H_c 2 / H_c 1$ 、磁気記録媒体の全体の BET 比表面積、摩擦係数比 $\mu C (1000) / \mu C (5)$ および磁性層の表面の算術平均粗さ（磁性層 R_a ）、磁性層 $PSD (0.5 \mu m)$ は上述の一実施形態にて説明した測定方法により求められた値である。

【0178】

[実施例 1]

実施例 1 としての磁気記録媒体を以下のようにして得た。

【0179】

< 磁性層形成用塗料の調製工程 >

磁性層形成用塗料を以下のようにして調製した。まず、下記配合の第 1 組成物をエクストルuderで混練した。次に、ディスパーを備えた攪拌タンクに、混練した第 1 組成物と、下記配合の第 2 組成物を加えて予備混合を行った。続いて、さらにサンドミル混合を行い、フィルター処理を行い、磁性層形成用塗料を調製した。

【0180】

（第 1 組成物）

第 1 組成物における各構成要素および重量は以下の通りである。

・バリウムフェライト ($BaFe_{12}O_{19}$) 粒子の粉末（六角板状、平均アスペクト比 2.8、平均粒子サイズ 20.3 nm 、平均粒子体積 1950 nm^3 ）：100 質量部・塩化ビニル系樹脂（シクロヘキサノン溶液 30 質量%）：40 質量部（シクロヘキサノン溶液を含む）

（重合度 300、 $M_n = 10000$ 、極性基として $OSO_3K = 0.07 \text{ mmol/g}$ 、2 級 $OH = 0.3 \text{ mmol/g}$ を含有する。）

・酸化アルミニウム粉末（ Al_2O_3 、平均粒径 $0.2 \mu m$ ）：5 質量部

・カーボンブラック（東海カーボン社製、商品名：シースト TA）：2 質量部

【0181】

（第 2 組成物）

第 2 組成物における各構成要素および重量は以下の通りである。

・塩化ビニル系樹脂：20 質量部（シクロヘキサノン溶液を含む）

（樹脂溶液：樹脂分 30 質量%、シクロヘキサノン 70 質量%）

・脂肪酸エステルとして n -ブチルステアレート：2 質量部

・メチルエチルケトン：121.3 質量部

・トルエン：121.3 質量部

・シクロヘキサノン：60.7 質量部

【0182】

上述のようにして調製した磁性層形成用塗料に、硬化剤としてポリイソシアネート（商品名：コロネート L、日本ポリウレタン社製）：4 質量部と、脂肪酸としてステアリン酸：2 質量部とを添加した。

【0183】

< 下地層形成用塗料の調製工程 >

下地層形成用塗料を以下のようにして調製した。まず、下記配合の第 3 組成物をエクストルuderで混練した。次に、ディスパーを備えた攪拌タンクに、混練した第 3 組成物と、下記配合の第 4 組成物を加えて予備混合を行った。続いて、さらにサンドミル混合を行い、フィルター処理を行い、下地層形成用塗料を調製した。

【0184】

（第 3 組成物）

第 3 組成物における各構成要素および重量は以下の通りである。

・針状酸化鉄粉末（ Fe_2O_3 、平均長軸長 $0.15 \mu m$ ）：100 質量部

・塩化ビニル系樹脂（樹脂溶液：樹脂分 30 質量%、シクロヘキサノン 70 質量%）：55.6 質量部

・カーボンブラック（平均粒径 20 nm ）：10 質量部

【 0 1 8 5 】

(第 4 組 成 物)

第 4 組 成 物 における各構成要素および重量は以下の通りである。

- ・ポリウレタン系樹脂 U R 8 2 0 0 (東洋紡績製) : 1 8 . 5 質量部
- ・脂肪酸エステルとして n - ブチルステアレート : 2 質量部
- ・メチルエチルケトン : 1 0 8 . 2 質量部
- ・トルエン : 1 0 8 . 2 質量部
- ・シクロヘキサノン : 1 8 . 5 質量部

【 0 1 8 6 】

上述のようにして調製した下地層形成用塗料に、硬化剤としてポリイソシアネート (商品名 : コロネート L 、日本ポリウレタン社製) : 4 質量部と、脂肪酸としてステアリン酸 : 2 質量部とを添加した。

【 0 1 8 7 】

< バック層形成用塗料の調製工程 >

バック層形成用塗料を以下のようにして調製した。下記原料を、ディスパーを備えた攪拌タンクで混合を行い、フィルター処理を行うことで、バック層形成用塗料を調製した。

- ・小粒径のカーボンブラックの粉末 (平均粒径 (D 5 0) 2 0 n m) : 9 0 質量部
- ・大粒径のカーボンブラックの粉末 (平均粒径 (D 5 0) 2 7 0 n m) : 1 0 質量部
- ・ポリエステルポリウレタン (日本ポリウレタン社製、商品名 : N - 2 3 0 4) : 1 0 0 質量部

- ・メチルエチルケトン : 5 0 0 質量部

- ・トルエン : 4 0 0 質量部

- ・シクロヘキサノン : 1 0 0 質量部

【 0 1 8 8 】

< 塗布工程 >

上述のようにして調製した磁性層形成用塗料および下地層形成用塗料を用いて、非磁性支持体である、平均厚み 4 . 0 μ m の長尺のポリエステルフィルムの一方の主面上に平均厚み 1 . 1 μ m の下地層、および平均厚み 8 0 n m の磁性層を以下のようにして形成した。まず、ポリエステルフィルムの一方の主面上に下地層形成用塗料を塗布、乾燥させることにより、下地層を形成した。次に、下地層上に磁性層形成用塗料を塗布、乾燥させることにより、磁性層を形成した。なお、磁性層形成用塗料の乾燥の際に、ソレノイドコイルにより、磁性粉をフィルムの厚み方向に磁場配向させた。また、磁性層形成用塗料の乾燥条件 (乾燥温度および乾燥時間) を調整し、磁気記録媒体の厚み方向 (垂直方向) における保磁力 H c 1 および長手方向における保磁力 H c 2 を後出の表 2 に示す値に設定した。続いて、ポリエステルフィルムの他方の主面上にバック層形成用塗料を塗布、乾燥させることにより、平均厚み 0 . 3 μ m のバック層を形成した。

【 0 1 8 9 】

< カレンダー工程および転写工程 >

続いて、カレンダー処理を行い、磁性層の表面を平滑化した。次に、磁性層の表面が平滑化された磁気記録媒体をロール状に巻き取ったのち、その状態のまま磁気記録媒体に 6 0 、 1 0 時間の加熱処理を行った。そして、内周側に位置している端部が反対に外周側に位置するように、磁気記録媒体をロール状に巻き直したのち、その状態のまま磁気記録媒体に 6 0 、 1 0 時間の加熱処理を再度行った。これにより、バック層の表面の多数の突部が磁性層の表面に転写され、磁性層の表面に多数の孔部が形成された。

【 0 1 9 0 】

< 裁断工程 >

上述のようにして得られた磁気記録媒体を 1 / 2 インチ (1 2 . 6 5 m m) 幅に裁断した。これにより、目的とする長尺状の磁気記録媒体 (平均厚み 5 . 6 μ m) が得られた。この磁気記録媒体は、後出の表 2 に示したように 4 層構造を有し、全体の平均厚み (テープ平均厚み) が 5 . 6 μ m 、サーボトラックの数が 5 、基体 (ベースフィルム) の平均厚

10

20

30

40

50

みが $4.0\ \mu\text{m}$ のものである。また W は $2.9\ \mu\text{m}$ であり、 L は $0.052\ \mu\text{m}$ である。以上の構成をメディア構成 1 とする。また、 W は記録トラック幅を表し、 L は最短波長で記録されている部位の磁化反転間距離(ビット長)を表している。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層 R_a は $1.9\ \text{nm}$ 、磁性層 PSD は $2.1\ \mu\text{m}$ 、再生波形における孤立波形の半値幅 $PW50$ は $175\ \text{nm}$ であった。

【0191】

[実施例 2]

磁性層形成用塗料の調製工程において、第 1 組成物におけるバリウムフェライト ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$) 粒子について、粉末平均アスペクト比を 2.6、平均粒子サイズを $18.6\ \text{nm}$ 、平均粒子体積を $1600\ \text{nm}^3$ とした。また、塗布工程において、磁性層の平均厚みを $60\ \text{nm}$ とし、保磁力 H_c1 を $2920\ \text{Oe}$ とし、保磁力 H_c2 を $1920\ \text{Oe}$ とした。さらに、転写工程において加熱条件を調整し、 BET 比表面積を $3.3\ \text{m}^2/\text{g}$ とし、摩擦係数比 $\mu C(1000)/\mu C(5)$ を 1.3 とした。上記の点を除き、他は上記実施例 1 と同様にして実施例 2 としての磁気記録媒体を得た。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層 R_a は $1.85\ \text{nm}$ 、磁性層 PSD は $2.0\ \mu\text{m}$ であった。

【0192】

[実施例 3]

磁性層形成用塗料の調製工程において、第 1 組成物におけるバリウムフェライト ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$) 粒子について、粉末平均アスペクト比を 3.0、平均粒子サイズを $21.3\ \text{nm}$ 、平均粒子体積を $2100\ \text{nm}^3$ とした。さらに、転写工程において加熱条件を調整し、 BET 比表面積を $3.6\ \text{m}^2/\text{g}$ とした。上記の点を除き、他は上記実施例 1 と同様にして実施例 3 としての磁気記録媒体を得た。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層 R_a は $1.9\ \text{nm}$ 、磁性層 PSD は $2.1\ \mu\text{m}$ であった。

【0193】

[実施例 4]

塗布工程において、磁性層の平均厚みを $90\ \text{nm}$ とした点を除き、他は上記実施例 1 と同様にして実施例 4 としての磁気記録媒体を得た。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層 R_a は $1.9\ \text{nm}$ 、磁性層 PSD は $2.1\ \mu\text{m}$ であった。

【0194】

[実施例 5]

磁性層形成用塗料の調製工程において、第 1 組成物におけるバリウムフェライト ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$) 粒子について、粉末平均アスペクト比を 2.9、平均粒子サイズを $20.9\ \text{nm}$ 、平均粒子体積を $2050\ \text{nm}^3$ とした。また、塗布工程において、保磁力 H_c1 を $2980\ \text{Oe}$ とした。上記の点を除き、他は上記実施例 1 と同様にして実施例 5 としての磁気記録媒体を得た。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層 R_a は $1.9\ \text{nm}$ 、磁性層 PSD は $2.1\ \mu\text{m}$ であった。

【0195】

[実施例 6]

磁性層形成用塗料の調製工程において、磁性粉として 酸化鉄粒子の粉末 (球状、平均アスペクト比 1.3、平均粒子サイズ $15.7\ \text{nm}$ 、粒子体積 $2050\ \text{nm}^3$) を用いた。また、塗布工程において、保磁力 H_c1 を $2850\ \text{Oe}$ とし、保磁力 H_c2 を $2020\ \text{Oe}$ とした。さらに、転写工程において加熱条件を調整し、 BET 比表面積を $3.6\ \text{m}^2/\text{g}$ とした。上記の点を除き、他は上記実施例 1 と同様にして実施例 6 としての磁気記録媒体を得た。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層 R_a は $2\ \text{nm}$ 、磁性層 PSD は $2.1\ \mu\text{m}$ であった。

【0196】

[実施例 7]

磁性層形成用塗料の調製工程において、磁性粉としてコバルトフェライトの粉末 (立方体状、平均アスペクト比 1.1、平均粒子サイズ $12.6\ \text{nm}$ 、粒子体積 $2030\ \text{nm}^3$) を用いた。また、塗布工程において、保磁力 H_c1 を $2800\ \text{Oe}$ とし、保磁力 H_c2 を

20200eとした。さらに、転写工程において加熱条件を調整し、BET比表面積を $3.6\text{ m}^2/\text{g}$ とした。上記の点を除き、他は上記実施例1と同様にして実施例7としての磁気記録媒体を得た。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層Raは2nm、磁性層PSDは $2.1\text{ }\mu\text{m}$ であった。

【0197】

[実施例8]

磁性層形成用塗料の調製工程において、第1組成物におけるバリウムフェライト($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$)粒子について、粉末平均アスペクト比を2.3、平均粒子サイズを17nm、平均粒子体積を 1400 nm^3 とした。また、塗布工程において、磁性層の平均厚みを60nmとし、保磁力Hc1を25500eとし、保磁力Hc2を18200eとした。さらに、転写工程において加熱条件を調整し、BET比表面積を $3.2\text{ m}^2/\text{g}$ とした。上記の点を除き、他は上記実施例1と同様にして実施例8としての磁気記録媒体を得た。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層Raは1.8nm、磁性層PSDは $1.9\text{ }\mu\text{m}$ であった。

【0198】

[実施例9]

磁性層形成用塗料の調製工程において、第1組成物におけるバリウムフェライト($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$)粒子について、粉末平均アスペクト比を2.0、平均粒子サイズを15nm、平均粒子体積を 1100 nm^3 とした。また、塗布工程において、磁性層の平均厚みを60nmとし、保磁力Hc1を25000eとし、保磁力Hc2を18400eとした。さらに、転写工程において加熱条件を調整し、BET比表面積を $3.1\text{ m}^2/\text{g}$ とした。上記の点を除き、他は上記実施例1と同様にして実施例9としての磁気記録媒体を得た。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層Raは1.75nm、磁性層PSDは $1.8\text{ }\mu\text{m}$ 、再生波形における孤立波形の半値幅PW50は160nmであった。

【0199】

[実施例10]

メディア構成を2とした(表3)ことを除き、他は上記実施例1と同様にして実施例10としての磁気記録媒体を得た。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層Raは1.9nm、磁性層PSDは $2.1\text{ }\mu\text{m}$ 、再生波形における孤立波形の半値幅PW50は175nmであった。

【0200】

[実施例11]

メディア構成を3とした(表3)。磁性層形成用塗料の調製工程において、第1組成物におけるバリウムフェライト($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$)粒子について、粉末平均アスペクト比を2.6、平均粒子サイズを18.6nm、平均粒子体積を 1600 nm^3 とした。また、塗布工程において、磁性層の平均厚みを60nmとし、保磁力Hc1を29200eとし、保磁力Hc2を19200eとした。テープ平均厚みを $5.2\text{ }\mu\text{m}$ とした。さらに、転写工程において加熱条件を調整し、BET比表面積を $3.3\text{ m}^2/\text{g}$ とした。上記の点を除き、他は上記実施例1と同様にして実施例11としての磁気記録媒体を得た。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層Raは1.85nm、磁性層PSDは $2.0\text{ }\mu\text{m}$ であった。

【0201】

[実施例12]

メディア構成を4とした(表3)。磁性層形成用塗料の調製工程において、第1組成物におけるバリウムフェライト($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$)粒子について、粉末平均アスペクト比を2.3、平均粒子サイズを17nm、平均粒子体積を 1400 nm^3 とした。また、塗布工程において、磁性層の平均厚みを60nmとし、保磁力Hc1を25500eとし、保磁力Hc2を18200eとした。テープ平均厚みを $5.2\text{ }\mu\text{m}$ とした。さらに、転写工程において加熱条件を調整し、BET比表面積を $3.6\text{ m}^2/\text{g}$ とした。上記の点を除き、他は上記実施例1と同様にして実施例12としての磁気記録媒体を得た。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層Raは1.8nm、磁性層PSDは $1.9\text{ }\mu\text{m}$ であった。

【0202】

[実施例 1 3]

メディア構成を 5 とした (表 3)。磁性層形成用塗料の調製工程において、第 1 組成物におけるバリウムフェライト ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$) 粒子について、粉末平均アスペクト比を 2.3、平均粒子サイズを 17 nm、平均粒子体積を 1400 nm^3 とした。また、塗布工程において、磁性層の平均厚みを 60 nm とし、保磁力 H_c1 を 2550 Oe とし、保磁力 H_c2 を 1820 Oe とした。テープ平均厚みを 4.5 μm とした。さらに、転写工程において加熱条件を調整し、BET 比表面積を $3.3\text{ m}^2/\text{g}$ とした。上記の点を除き、他は上記実施例 1 と同様にして実施例 1 3 としての磁気記録媒体を得た。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層 Ra は 1.8 nm、磁性層 PSD は 1.9 μm であった。

【 0 2 0 3 】

10

[実施例 1 4]

メディア構成を 6 とした (表 3)。磁性層形成用塗料の調製工程において、第 1 組成物におけるバリウムフェライト ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$) 粒子について、粉末平均アスペクト比を 2.0、平均粒子サイズを 15 nm、平均粒子体積を 1100 nm^3 とした。また、塗布工程において、磁性層の平均厚みを 60 nm とし、保磁力 H_c1 を 2500 Oe とし、保磁力 H_c2 を 1840 Oe とした。テープ平均厚みを 4.5 μm とした。さらに、転写工程において加熱条件を調整し、BET 比表面積を $3.0\text{ m}^2/\text{g}$ とした。上記の点を除き、他は上記実施例 1 と同様にして実施例 1 4 としての磁気記録媒体を得た。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層 Ra は 1.75 nm、磁性層 PSD は 1.8 μm であった。

【 0 2 0 4 】

20

[実施例 1 5]

塗布工程において、磁性層の平均厚みを 90 nm とし、保磁力 H_c1 を 2990 Oe とし、保磁力 H_c2 を 1500 Oe とした。上記の点を除き、他は上記実施例 1 と同様にして実施例 1 5 としての磁気記録媒体を得た。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層 Ra は 1.85 nm、磁性層 PSD は 2.0 μm であった。

【 0 2 0 5 】

[実施例 1 6]

塗布工程において、保磁力 H_c1 を 2690 Oe とし、保磁力 H_c2 を 2150 Oe とした。上記の点を除き、他は上記実施例 1 と同様にして実施例 1 6 としての磁気記録媒体を得た。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層 Ra は 1.85 nm、磁性層 PSD は 2.0 μm であった。

30

【 0 2 0 6 】

[実施例 1 7]

磁性層形成用塗料の調製工程において、磁性粉として 酸化鉄粒子の粉末 (球状、平均アスペクト比 1.3、平均粒子サイズ 15.7 nm、粒子体積 2050 nm^3) を用いた。また、塗布工程において、磁性層の平均厚みを 90 nm とし、保磁力 H_c1 を 2900 Oe とし、保磁力 H_c2 を 1950 Oe とした。さらに、転写工程において加熱条件を調整し、BET 比表面積を $3.3\text{ m}^2/\text{g}$ とした。上記の点を除き、他は上記実施例 1 と同様にして実施例 1 7 としての磁気記録媒体を得た。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層 Ra は 2 nm、磁性層 PSD は 2.1 μm であった。

40

【 0 2 0 7 】

[実施例 1 8]

カレンダー処理の条件を変更することにより、得られた磁気記録媒体の BET 比表面積を $2.5\text{ m}^2/\text{g}$ 、摩擦係数比 $\mu C(1000)/\mu C(5)$ を 1.8、磁性層 Ra を 1.6 nm、磁性層 PSD を 1.7 μm とした。

【 0 2 0 8 】

[実施例 1 9]

カレンダー処理の条件を変更することにより、得られた磁気記録媒体の BET 比表面積を $4.2\text{ m}^2/\text{g}$ 、摩擦係数比 $\mu C(1000)/\mu C(5)$ を 1.1、磁性層 Ra を 2.4 nm、磁性層 PSD を 2.5 μm とした。なお、再生波形における孤立波形の半値幅 P

50

W 5 0 は 1 7 5 n m であった。

【 0 2 0 9 】

[比較例 1]

磁性層形成用塗料の調製工程において、第 1 組成物におけるバリウムフェライト ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$) 粒子について、粉末平均アスペクト比を 3 . 5、平均粒子サイズを 2 3 . 6 n m、平均粒子体積を 2450 nm^3 とした。また、塗布工程において、磁性層の平均厚みを 8 5 n m とし、保磁力 H_c1 を 2 8 2 0 O e とした。さらに、転写工程において加熱条件を調整し、B E T 比表面積を $3.7\text{ m}^2/\text{g}$ とし、摩擦係数比 $\mu C(1000)/\mu C(5)$ を 1 . 1 とした。上記の点を除き、他は上記実施例 1 と同様にして比較例 1 としての磁気記録媒体を得た。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層 R a は 1 . 9 n m、磁性層 P S D は 2 . 1 μm であった。

10

【 0 2 1 0 】

[比較例 2]

塗布工程において、磁性層の平均厚みを 1 0 0 n m とした。上記の点を除き、他は上記実施例 1 と同様にして比較例 2 としての磁気記録媒体を得た。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層 R a は 1 . 9 n m、磁性層 P S D は 2 . 1 μm であった。

【 0 2 1 1 】

[比較例 3]

塗布工程において、磁性層の平均厚みを 8 5 n m とし、保磁力 H_c1 を 2 5 0 0 O e とし、保磁力 H_c2 を 2 1 0 0 O e とした。上記の点を除き、他は上記実施例 1 と同様にして比較例 3 としての磁気記録媒体を得た。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層 R a は 1 . 9 n m、磁性層 P S D は 2 . 1 μm であった。

20

【 0 2 1 2 】

[比較例 4]

磁性層形成用塗料の調製工程において、第 1 組成物におけるバリウムフェライト ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$) 粒子について、粉末平均アスペクト比を 3 . 0、平均粒子サイズを 2 1 . 3 n m、平均粒子体積を 2090 nm^3 とした。また、塗布工程において、保磁力 H_c1 を 3 1 0 0 O e とした。上記の点を除き、他は上記実施例 1 と同様にして比較例 4 としての磁気記録媒体を得た。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層 R a は 1 . 9 n m、磁性層 P S D は 2 . 1 μm であった。

30

【 0 2 1 3 】

[比較例 5]

磁性層形成用塗料の調製工程において、磁性粉として 酸化鉄粒子の粉末 (球状、平均アスペクト比 1 . 3、平均粒子サイズ 1 5 . 7 n m、粒子体積 2050 nm^3) を用いた。また、塗布工程において、保磁力 H_c1 を 2 5 5 0 O e とし、保磁力 H_c2 を 2 0 8 0 O e とした。上記の点を除き、他は上記実施例 1 と同様にして比較例 5 としての磁気記録媒体を得た。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層 R a は 1 . 9 n m、磁性層 P S D は 2 . 1 μm であった。

【 0 2 1 4 】

[比較例 6]

磁性層形成用塗料の調製工程において、磁性粉としてコバルトフェライトの粉末 (立方体状、平均アスペクト比 1 . 1、平均粒子サイズ 1 2 . 6 n m、粒子体積 2030 nm^3) を用いた。また、塗布工程において、保磁力 H_c1 を 2 4 5 0 O e とし、保磁力 H_c2 を 2 0 8 0 O e とした。上記の点を除き、他は上記実施例 1 と同様にして比較例 6 としての磁気記録媒体を得た。なお、得られた磁気記録媒体の磁性層 R a は 1 . 9 n m、磁性層 P S D は 2 . 1 μm であった。

40

【 0 2 1 5 】

[比較例 7]

磁性層の添加剤を調整することにより、得られた磁気記録媒体の磁性層 R a を 2 . 5 5 n m、磁性層 P S D を 3 . 2 μm とした。なお、B E T 比表面積は $3.7\text{ m}^2/\text{g}$ であり、

50

摩擦係数比 $\mu C(1000) / \mu C(5)$ は 1.1 であった。

【0216】

[比較例 8]

磁性層の添加剤を調整することにより、得られた磁気記録媒体の磁性層 R_a を 1.66 nm、磁性層 PSD を 1.7 μm とした。なお、BET 比表面積は 3.4 m^2/g であり、摩擦係数比 $\mu C(1000) / \mu C(5)$ は 2.4 であった。

【0217】

[比較例 9]

カレンダー処理の条件を変更することにより、得られた磁気記録媒体の磁性層 R_a を 1.3 nm、磁性層 PSD を 1.4 μm とした。なお、BET 比表面積は 2.4 m^2/g であり、摩擦係数比 $\mu C(1000) / \mu C(5)$ は 2.4 であった。

【0218】

[評価]

上述のようにして得られた実施例 1 ~ 19 および比較例 1 ~ 9 の磁気記録媒体について以下の評価を行った。

【0219】

(C/N)

まず、ループテスター (Microphysics 社製) を用いて、磁気記録媒体の再生信号を取得した。以下に、再生信号の取得条件について示す。

ヘッド: GMR ヘッド

速度: 2 m/s

再生信号: 単一記録周波数 (10 MHz)

記録電流: 最適記録電流

【0220】

次に、再生信号をスペクトラムアナライザ (spectrum analyze) により取り込み、10 MHz の再生出力値と、10 MHz \pm 1 MHz のノイズの平均値を計測し、それらの差を C/N とした。その結果を、比較例 1 の C/N を 0 dB とする相対値で表 2 に示した。なお、C/N が 1.5 dB 以上であると、短波長・狭トラック密度にも耐えうるメディアを実現できる。

【0221】

走行安定性の良否の判断は、例えば図 8 に示すような記録再生装置を用いて行う。まず、テープのデータ領域全面 (テープ全幅、全長) にランダムなデータを記録し、再生できることを確認する。その後、テープ上の特定の領域 (今回はテープ上のデータ記録領域の開始から 20 m までの位置) を 20000 回往復走行させる。往復走行後、再度、データ領域全面 (テープ全幅、全長) のデータを再生し、データが読み出せるかを確認する。データが読み出せたものを走行安定性が良好なものと定義する。走行安定性が悪いものは、サーボ信号が読み出せない、エラーレートが高くなり、全てのデータを読み出すことができないなどの問題が発生する。

【0222】

10

20

30

40

50

【表 2】

磁性粉										テープ										評価結果	
No.	組成	粒子形状	平均アスペクト比	平均粒子サイズ [nm]	粒子体積 [nm ³]	メディア構成	下地層平均厚み [μm]	テープ平均厚み [μm]	磁性層平均厚み [nm]	Hc1 [Oe]	Hc2 [Oe]	Hc2 / Hc1	BET _{tape} [m ² /g]	摩擦係数比μC (1000) / μC (5)	磁性層 Ra [nm]	磁性層 PSD (Σμm)	C/N [dB]	走行安定性			
実施例1	1A BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	2.8	20.3	1950	1	1.1	5.6	80	2750	2000	0.73	3.5	1.2	1.9	2.1	2.0	可			
実施例2	2A BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	2.6	18.6	1600	1	1.1	5.6	60	2920	1920	0.66	3.3	1.3	1.85	2	3.8	可			
実施例3	3A BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	3	21.3	2100	1	1.1	5.6	80	2750	2000	0.73	3.6	1.2	1.9	2.1	1.7	可			
実施例4	1A BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	2.8	20.3	1950	1	1.1	5.6	90	2750	2000	0.73	3.5	1.3	1.9	2.1	1.6	可			
実施例5	4A BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	2.9	20.9	2050	1	1.1	5.6	80	2980	2000	0.67	3.5	1.2	1.9	2.1	2.6	可			
実施例6	7A ε-Fe ₂ O ₃	球状	1.3	15.7	2050	1	1.1	5.6	80	2850	2020	0.71	3.6	1.3	2	2.1	2.1	可			
実施例7	8A CoO(Fe ₂ O ₃)	立方体	1.1	12.6	2030	1	1.1	5.6	80	2800	2020	0.72	3.6	1.3	2	2.1	1.9	可			
実施例8	5A BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	2.3	17	1400	1	1.1	5.6	60	2550	1820	0.71	3.2	1.3	1.8	1.9	3	可			
実施例9	6A BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	2	15	1100	1	1.1	5.6	60	2500	1840	0.74	3.1	1.4	1.75	1.8	3.3	可			
実施例10	1A BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	2.8	20.3	1950	2	1.1	5.6	80	2750	2000	0.73	3.5	1.2	1.9	2.1	1.6	可			
実施例11	2A BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	2.6	18.6	1600	3	1.1	5.2	60	2920	1920	0.66	3.3	1.3	1.85	2	3.3	可			
実施例12	5A BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	2.3	17	1400	4	1.1	5.2	60	2550	1820	0.71	3.3	1.3	1.8	1.9	2.5	可			
実施例13	5A BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	2.3	17	1400	5	1.0	4.5	60	2550	1820	0.71	3.3	1.3	1.8	1.9	2	可			
実施例14	6A BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	2	15	1100	6	1.0	4.5	60	2500	1840	0.74	3	1.4	1.75	1.8	2.3	可			
実施例15	1A BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	2.8	20.3	1950	1	1.1	5.6	90	2990	1500	0.5	3.5	1.2	1.85	2	3	可			
実施例16	1A BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	2.8	20.3	1950	1	1.1	5.6	80	2690	2150	0.8	3.5	1.2	1.85	2	1.3	可			
実施例17	7A ε-Fe ₂ O ₃	球状	1.3	15.7	2050	1	1.1	5.6	90	2900	1950	0.67	3.3	1.3	2	2.1	2.5	可			
実施例18	1A BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	2.8	20.3	1950	1	1.1	5.6	80	2750	2000	0.73	2.5	1.8	1.6	1.7	3	可			
実施例19	1A BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	2.8	20.3	1950	1	1.1	5.6	80	2750	2000	0.73	4.2	1.1	2.4	2.5	1.2	可			
比較例1	2B BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	3.5	23.6	2450	1	1.1	5.6	85	2820	2000	0.71	3.7	1.1	1.9	2.1	0	可			
比較例2	1A BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	2.8	20.3	1950	1	1.1	5.6	100	2750	2000	0.73	3.5	1.2	1.9	2.1	1	可			
比較例3	1A BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	2.8	20.3	1950	1	1.1	5.6	85	2500	2100	0.84	3.5	1.2	1.9	2.1	0.3	可			
比較例4	9A BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	3.0	21.3	2090	1	1.1	5.6	80	3100	2000	0.65	3.5	1.2	1.9	2.1	0.9	可			
比較例5	7A ε-Fe ₂ O ₃	球状	1.3	15.7	2050	1	1.1	5.6	80	2550	2080	0.82	3.5	1.2	1.9	2.1	0.7	可			
比較例6	8A CoO(Fe ₂ O ₃)	立方体	1.1	12.6	2030	1	1.1	5.6	80	2450	2080	0.85	3.5	1.2	1.9	2.1	0.6	可			
比較例7	1A BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	2.8	20.3	1950	1	1.1	5.6	80	2750	2000	0.73	3.7	1.1	2.55	3.2	0.2	可			
比較例8	1A BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	2.8	20.3	1950	1	1.1	5.6	80	2750	2000	0.73	3.4	2.4	1.6	1.7	2.6	不可			
比較例9	1A BaFe ₁₂ O ₁₉	板状	2.8	20.3	1950	1	1.1	5.6	80	2750	2000	0.73	2.4	2.4	1.3	1.4	3.2	不可			

【 0 2 2 3 】

表 2 は、実施例 1 ～ 1 9 および比較例 1 ～ 9 における各磁気記録媒体の磁気特性および評価結果を示す。

【 0 2 2 4 】

10

20

30

40

50

【表 3】

	テープ構成	磁気テープ 平均厚み [μm]	サーボ トラックの数	ベースフィルム 平均厚み [μm]	W/L	W [μm]	L [μm]
メディア構成1	磁性層/下地層/ベースフィルム/バック層	5.6	5	4.0	50	2.9	0.052
メディア構成2	磁性層/下地層/ベースフィルム/バック層	5.6	5	4.0	30	1.5	0.048
メディア構成3	磁性層/下地層/ベースフィルム/バック層	5.2	5	3.6	23	0.95	0.042
メディア構成4	磁性層/下地層/ベースフィルム/バック層	5.2	9	3.6	13	0.51	0.039
メディア構成5	磁性層/下地層/ベースフィルム/バック層	4.5	9	3.1	21	0.83	0.039
メディア構成6	磁性層/下地層/ベースフィルム/バック層	4.5	9	3.1	16	0.63	0.038

【0225】

表3は、実施例1～19および比較例1～9の磁気記録媒体で採用したメディア構成を示す。

【0226】

表2～表3に示したように、実施例1～19では、磁性層の平均厚みが90nm以下であり、磁性粉の平均アスペクト比が1.0以上3.0以下であり、垂直方向における保磁力 H_c1 が3000Oe以下であり、 H_c2/H_c1 が0.8以下であり、潤滑剤を除去した状態における磁気記録媒体の全体のBET比表面積は、 $2.5\text{ m}^2/\text{g}$ 以上である。このため、磁気記録媒体の走行安定性を良好に維持しつつ、良好な電磁変換特性(C/N)

を確保することができる。したがって、高密度記録に有利な構成を実現することができる。

【0227】

特に、実施例1～17, 19では、潤滑剤を除去した状態における磁気記録媒体の全体のBET比表面積を $3.0\text{ m}^2/\text{g}$ 以上としたので、摩擦係数比(μ_B/μ_A)が1.4以下となった。このため、BET比表面積が $3.0\text{ m}^2/\text{g}$ 未満の場合と比較して走行時の張力変動による動摩擦係数の変化が小さくなり、磁気記録媒体の走行をより安定させることができた。

【0228】

特に、実施例1, 3～7, 10, 15, 16, 19では、潤滑剤を除去した状態における磁気記録媒体の全体のBET比表面積を $3.5\text{ m}^2/\text{g}$ 以上としたので、摩擦係数比(μ_B/μ_A)が1.3以下となった。このため、BET比表面積が $3.5\text{ m}^2/\text{g}$ 未満の場合と比較して走行時の張力変動による動摩擦係数の変化がより小さくなり、磁気記録媒体の走行をいっそう安定させることができた。なかでも、実施例19では、潤滑剤を除去した状態における磁気記録媒体の全体のBET比表面積を $4.2\text{ m}^2/\text{g}$ としたので、摩擦係数比(μ_B/μ_A)が1.1以下となり、磁気記録媒体の走行をよりいっそう安定させることができた。

【0229】

また、実施例1～19では、摩擦係数比($\mu_C(1000)/\mu_C(5)$)が1.0以上1.8以下であるので、多数回走行による動摩擦係数の変化を小さくでき、磁気記録媒体の走行を安定させることができた。

【0230】

また、実施例1～19では、磁性粉の平均粒子サイズが 8 nm 以上 22 nm 以下であるので、良好な電磁変換特性(C/N)を確保することができた。

【0231】

また、実施例1～19では、磁性層の表面の算術平均粗さ R_a を 2.5 nm 以下としたので、優れた電磁変換特性を得ることができた。実施例1～19では、さらに、空間波長 $5\text{ }\mu\text{m}$ までのPSDを $2.5\text{ }\mu\text{m}$ 以下としたので、記録再生を行う際の記録/再生ヘッドとテープ状の磁気記録媒体とのスペーシングを小さくすることができ、高記録密度に適するものとなった。

【0232】

比較例1では、磁性粉の平均アスペクト比が3.0を上回ったので、磁気テープのスタッキングが生じ、電磁変換特性が劣化した。

【0233】

比較例2では、磁性層の平均厚みが大きく、短波長での電磁変換特性が劣化した。

【0234】

比較例3では、垂直配向度が低く、電磁変換特性が劣化した。

【0235】

比較例4では、垂直方向の保磁力 H_{c1} が大きすぎるので、未飽和領域の発生が生じ、電磁変換特性が劣化した。

【0236】

比較例5, 6では、垂直配向度が低く、電磁変換特性が劣化した。

【0237】

比較例7では、磁性層の表面性の悪化により、電磁変換特性が劣化した。

【0238】

比較例8では、電磁変換特性は向上したが、磁性層表面の摩擦力の上昇により、磁気記録媒体の走行が不能となった。

【0239】

比較例9では、電磁変換特性は向上したが、磁性層表面の摩擦力の上昇により、磁気記録媒体の走行が不能となった。

【0240】

以上、実施の形態およびその変形例を挙げて本開示を具体的に説明したが、本開示は上記実施の形態等に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。

【0241】

例えば、上述の実施形態およびその変形例において挙げた構成、方法、工程、形状、材料および数値等はいくまでも例に過ぎず、必要に応じてこれと異なる構成、方法、工程、形状、材料および数値等を用いてもよい。具体的には、本開示の磁気記録媒体は、基体、下地層、磁性層、バック層およびバリア層以外の構成要素を含んでいてもよい。また、化合物等の化学式は代表的なものであって、同じ化合物の一般名称であれば、記載された価数等に限定されない。

【0242】

また、上述の実施形態およびその変形例の構成、方法、工程、形状、材料および数値等は、本開示の主旨を逸脱しない限り、互いに組み合わせることが可能である。

【0243】

また、本明細書において段階的に記載された数値範囲において、ある段階の数値範囲の上限値または下限値は、他の段階の数値範囲の上限値または下限値に置き換えてもよい。本明細書に例示した材料は、特に断らない限り、1種を単独で用いることができるし、2種以上を組み合わせ用いることもできる。

【0244】

以上説明したように、本開示の一実施形態としての磁気記録媒体によれば、さらなる高密度記録の実現が可能である。

なお、本開示の効果はこれに限定されるものではなく、本明細書に記載のいずれの効果であってもよい。また、本技術は以下のような構成を取り得るものである。

(1)

テープ状の磁気記録媒体であって、
ポリエステルを主たる成分として含む基体と、
前記基体上に設けられ、磁性粉を複数含み、データ信号の記録が可能な磁性層とを有し、
前記磁気記録媒体の平均厚みは、 $5.6\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、
前記基体の平均厚みは、 $4.2\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、
前記磁性層の平均厚みは、 90 nm 以下であり、
前記磁性粉の平均アスペクト比は、 1.0 以上 3.0 以下であり、
前記磁気記録媒体の垂直方向における保磁力は、 3000 エルステッド以下であり、
前記磁気記録媒体の垂直方向における保磁力に対する前記磁気記録媒体の長手方向における保磁力の割合は、 0.8 以下であり、
前記潤滑剤を除去した状態における前記磁気記録媒体の全体のBET比表面積は、 $2.5\text{ m}^2/\text{g}$ 以上である
磁気記録媒体。

(2)

前記潤滑剤を除去した状態における前記磁気記録媒体の全体のBET比表面積は、 $3.0\text{ m}^2/\text{g}$ 以上である
上記(1)記載の磁気記録媒体。

(3)

前記潤滑剤を除去した状態における前記磁気記録媒体の全体のBET比表面積は、 $3.5\text{ m}^2/\text{g}$ 以上である
上記(1)記載の磁気記録媒体。

(4)

前記潤滑剤を除去した状態における前記磁気記録媒体の全体のBET比表面積は、 $4.0\text{ m}^2/\text{g}$ 以上である
上記(1)記載の磁気記録媒体。

(5)

10

20

30

40

50

前記磁気記録媒体に加わる張力が 0.6 N であるときの、前記磁気記録媒体の走行開始から 5 回目の前記磁気記録媒体の表面と磁気ヘッドとの間の動摩擦係数 $\mu_c(5)$ と、前記磁気記録媒体に加わる張力が 0.6 N であるときの、前記磁気記録媒体の走行開始から 1000 回目の前記表面と前記磁気ヘッドとの間の動摩擦係数 $\mu_c(1000)$ との摩擦係数比 $\mu_c(1000) / \mu_c(5)$ が、 1.0 以上 1.8 以下である

上記 (1) から (4) のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体。

(6)

複数の前記磁性粉の平均粒子径は 8 nm 以上 22 nm 以下である

上記 (1) から (6) のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体。

(7)

複数の前記磁性粉の平均粒子体積は 2300 nm^3 以下である

上記 (1) から (6) のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体。

(8)

前記磁性層の表面の算術平均粗さ R_a は、 2.5 nm 以下であり、

空間波長 $5 \mu\text{m}$ までの PSD (Power Spectrum Density) が $2.5 \mu\text{m}$ 以下である

上記 (1) から (7) のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体。

(9)

前記長手方向における保磁力が 2000 Oe 以下である

上記 (1) から (8) のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体。

(10)

$5.6 \mu\text{m}$ 以下の平均厚みを有する

上記 (1) から (9) のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体。

(11)

前記基体は、 $4.2 \mu\text{m}$ 以下の平均厚みを有する

上記 (1) から (10) のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体。

(12)

前記磁性粉は、 Ba (バリウム) および Sr (ストロンチウム) のうちの少なくとも 1 種を含有する六方晶フェライト、 Al (アルミニウム) および Ga (ガリウム) のうちの少なくとも 1 種を含有する 酸化鉄、または Co (コバルト) 含有スピネル型フェライトを含む

上記 (1) から (11) のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体。

(13)

前記磁性層の平均厚みは、 80 nm 以下である

上記 (1) から (12) のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体。

(14)

前記磁性層の平均厚みは、 60 nm 以下である

上記 (1) から (13) のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体。

(15)

前記垂直方向における保磁力を H_{c1} とし、長手方向における保磁力を H_{c2} とするとき、下記の条件式 (1) を満たす

$$H_{c2} / H_{c1} \geq 0.7 \quad \dots\dots (1)$$

上記 (1) から (14) のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体。

(16)

前記垂直方向における保磁力は、 2200 Oe 以上である

上記 (1) から (15) のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体。

(17)

前記磁性層は、複数のサーボ信号の記録がそれぞれ可能な複数のサーボバンドを有し、前記磁性層の表面の面積に対する前記複数のサーボバンドの総面積の割合が 4.0% 以下である

上記 (1) から (16) のいずれか 1 つに記載の磁気記録媒体。

10

20

30

40

50

(1 8)

前記複数のサーボバンドの数は、5以上である

上記(1 7)記載の磁気記録媒体。

(1 9)

前記サーボバンドの幅は、95nm以下である

上記(1 7)または(1 8)に記載の磁気記録媒体。

(2 0)

前記磁性層は、複数の記録トラックを形成可能であり、

前記記録トラックの幅は、3.0μm以下である

上記(1)から(1 9)のいずれか1つに記載の磁気記録媒体。

10

(2 1)

前記磁性層は、磁化反転間距離の最小値が48nm以下となるように、データを記録可能に構成されている

上記(1)から(2 0)のいずれか1つに記載の磁気記録媒体。

(2 2)

テープ状の磁気記録媒体を順次送り出すことのできる送り出し部と、

前記送り出し部から送り出された前記磁気記録媒体を巻き取ることのできる巻き取り部と、

前記送り出し部から前記巻き取り部へ向けて走行する前記磁気記録媒体と接触しつつ、前記磁気記録媒体への情報書き込み、および前記磁気記録媒体からの情報読み出しを行うことのできる磁気ヘッドと

20

を備え、

前記磁気記録媒体は、

ポリエステルを主たる成分として含む基体と、

前記基体上に設けられ、磁性粉を複数含み、データ信号の記録が可能な磁性層とを有し、

前記磁気記録媒体の平均厚みは、5.6μm以下であり、

前記基体の平均厚みは、4.2μm以下であり、

前記磁性層の平均厚みは、90nm以下であり、

前記磁性粉の平均アスペクト比は、1.0以上3.0以下であり、

30

前記磁気記録媒体の垂直方向における保磁力は、3000エルステッド以下であり、

前記磁気記録媒体の垂直方向における保磁力に対する前記磁気記録媒体の長手方向における保磁力の割合は、0.8以下であり、

前記潤滑剤を除去した状態における前記磁気記録媒体の全体のBET比表面積は、2.5m²/g以上である

磁気記録再生装置。

(2 3)

テープ状の磁気記録媒体と、

前記磁気記録媒体を収容する筐体と

を備え、

40

前記磁気記録媒体は、

ポリエステルを主たる成分として含む基体と、

前記基体上に設けられ、磁性粉を複数含み、データ信号の記録が可能な磁性層とを有し、

前記磁気記録媒体の平均厚みは、5.6μm以下であり、

前記基体の平均厚みは、4.2μm以下であり、

前記磁性層の平均厚みは、90nm以下であり、

前記磁性粉の平均アスペクト比は、1.0以上3.0以下であり、

前記磁気記録媒体の垂直方向における保磁力は、3000エルステッド以下であり、

前記磁気記録媒体の垂直方向における保磁力に対する前記磁気記録媒体の長手方向にお

50

ける保磁力の割合は、0.8以下であり、

前記潤滑剤を除去した状態における前記磁気記録媒体の全体のBET比表面積は、 $2.5 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以上である

磁気記録媒体カートリッジ。

【符号の説明】

【0245】

5...記録トラック、6...サーボ信号記録パターン、7...ストライプ、8...第1のストライプ群、9...第2のストライプ群、10...磁気記録媒体、11...基体、11A, 11B...主面、12...下地層、13...磁性層、14...バック層、20, 20A...酸化鉄粒子、21...コア部、22...シェル部、22a...第1シェル部、22b...第2シェル部、30...記録再生装置、31...スピンドル、32...リール、33, 34...駆動装置、35...ガイドローラ、36...ヘッドユニット、37...通信インターフェース、38...制御装置、41...サーバ、42...パーソナルコンピュータ、43...ネットワーク、51...前処理部、52...サーボ信号記録ヘッド、53...サーボ信号再生ヘッド。

10

20

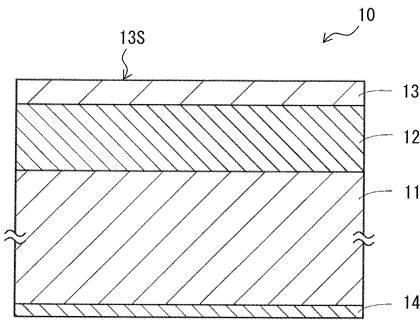
30

40

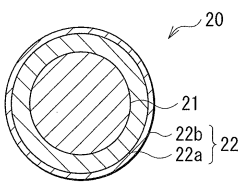
50

【図面】

【図 1】

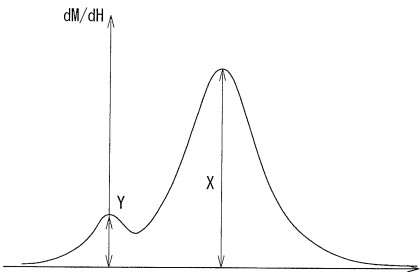


【図 2】

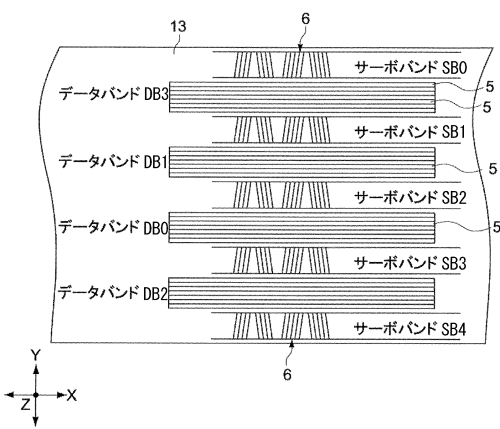


10

【図 3】



【図 4】



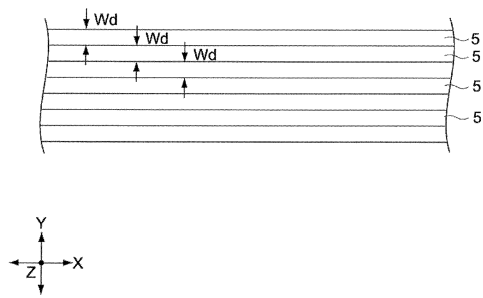
20

30

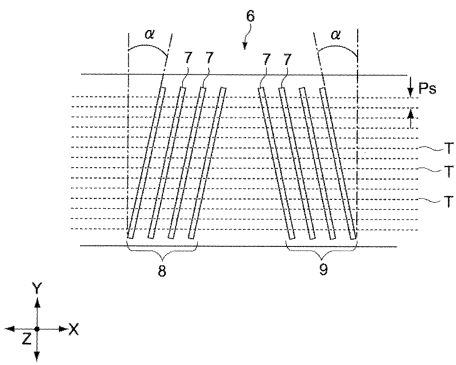
40

50

【図 5】

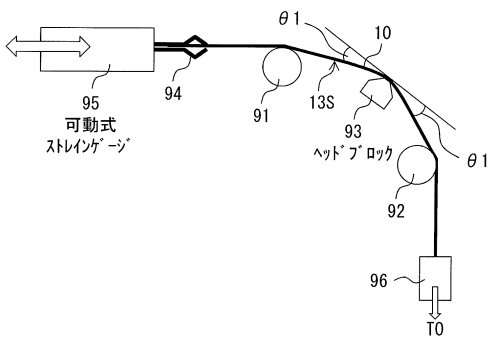


【図 6】

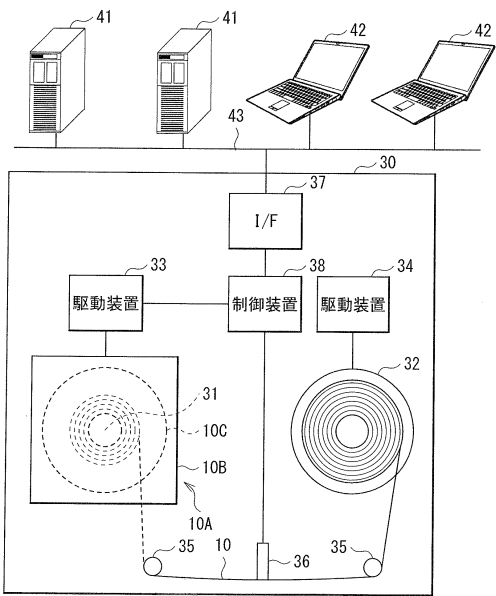


10

【図 7】



【図 8】



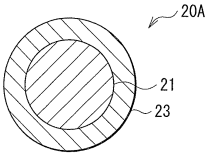
20

30

40

50

【 図 9 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類	F I			
G 1 1 B 5/84 (2006.01)	G 1 1 B	5/84		C
G 1 1 B 21/10 (2006.01)	G 1 1 B	21/10		B
G 1 1 B 5/09 (2006.01)	G 1 1 B	5/09	3 3 1	
G 1 1 B 23/037 (2006.01)	G 1 1 B	23/037		

- (56)参考文献 国際公開第 2 0 1 9 / 1 5 9 4 6 6 (W O , A 1)
 特開 2 0 0 3 - 3 3 8 0 2 3 (J P , A)
 特開 2 0 1 7 - 2 2 8 3 2 8 (J P , A)
 国際公開第 2 0 1 5 / 1 9 8 5 1 4 (W O , A 1)
 特開 2 0 0 7 - 2 7 3 0 3 6 (J P , A)
 特開 2 0 0 7 - 2 9 9 5 1 3 (J P , A)
 特開平 0 6 - 1 9 5 6 8 7 (J P , A)

- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-------------|
| G 1 1 B | 5 / 7 0 |
| G 1 1 B | 5 / 7 8 |
| G 1 1 B | 5 / 7 3 |
| G 1 1 B | 5 / 7 1 4 |
| G 1 1 B | 5 / 7 0 6 |
| G 1 1 B | 5 / 8 4 |
| G 1 1 B | 2 1 / 1 0 |
| G 1 1 B | 5 / 0 9 |
| G 1 1 B | 2 3 / 0 3 7 |