

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6777218号
(P6777218)

(45) 発行日 令和2年10月28日(2020.10.28)

(24) 登録日 令和2年10月12日(2020.10.12)

(51) Int.Cl.		F I
G 1 1 B	5/70	(2006.01)
G 1 1 B	5/738	(2006.01)
G 1 1 B	5/73	(2006.01)
G 1 1 B	5/706	(2006.01)
G 1 1 B	5/71	(2006.01)

請求項の数 27 (全 43 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2019-227536 (P2019-227536)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	令和1年12月17日(2019.12.17)		ソニー株式会社
(62) 分割の表示	特願2019-150696 (P2019-150696) の分割		東京都港区港南1丁目7番1号
原出願日	令和1年8月20日(2019.8.20)	(74) 代理人	110001357
審査請求日	令和2年7月20日(2020.7.20)		特許業務法人つばさ国際特許事務所
早期審査対象出願		(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、
 基体と、
 前記基体上に設けられた下地層と、
 前記下地層上に設けられた磁性層と
 を有し、
前記基体は、PET（ポリエチレンテレフタレート）、PEN（ポリエチレンナフタレート）、PBT（ポリブチレンテレフタレート）、PBN（ポリブチレンナフタレート）、PCT（ポリシクロヘキシレンジメチレンテレフタレート）、PEB（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うちの少なくとも1種を含み、

前記磁性層の表面には、前記磁性層の平均厚みの20%以上の深さを有する凹みが1600μm²あたり20個以上200個以下の割合で形成されており、

前記磁性層の表面における、10以上45以下の温度において振り子粘弾性試験により求められる対数減衰率は0.025以上0.035以下であり、

前記対数減衰率の最大値と前記対数減衰率の最小値との差は0以上0.020以下であり、

前記磁気記録媒体の垂直方向における角形比は、65%以上であり、

前記磁性層の平均厚みは、80nm以下であり、

前記磁気記録媒体の平均厚みは、5.4 μm以下である
磁気記録媒体。

【請求項2】

前記対数減衰率は0.025以上0.030以下である
請求項1記載の磁気記録媒体。

【請求項3】

前記磁性層の表面には、前記凹みが1600 μm²あたり40個以上200個以下の割合で形成されている

請求項1記載の磁気記録媒体。

【請求項4】

前記磁性層の表面には、前記凹みが1600 μm²あたり80個以上180個以下の割合で形成されている

請求項1記載の磁気記録媒体。

【請求項5】

前記磁性層は磁性粉を含み、

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、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6】

前記下地層および前記磁性層は、潤滑剤を含み、

前記潤滑剤は、下記の一般式<1>で示される化合物および下記の一般式<2>で示される化合物のうちの少なくとも一方、ならびに、下記の一般式<3>で示される化合物および下記の一般式<4>で示される化合物のうちの少なくとも一方を含む

請求項1に記載の磁気記録媒体。



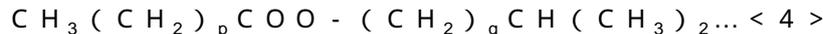
（但し、一般式<1>において、kは14以上22以下の範囲から選ばれる整数である。）



（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り、qは1以上3以下の範囲から選ばれる整数である。）

【請求項7】

前記下地層が、多数の孔部を有し、

前記磁性層の凹みと前記下地層の孔部とがつながっている

請求項6に記載の磁気記録媒体。

【請求項8】

前記磁気記録媒体の平均厚みは、5.0 μm以下である

請求項1記載の磁気記録媒体。

【請求項9】

前記磁気記録媒体の平均厚みは、4.6 μm以下である

請求項1記載の磁気記録媒体。

【請求項10】

前記磁気記録媒体の平均厚みは、4.4 μm以下である

10

20

30

40

50

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 1 1】

前記磁性層の平均厚みは、50 nm 以下である

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 1 2】

前記下地層の平均厚みは、0.5 μm 以上 0.9 μm 以下である

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 1 3】

前記下地層の平均厚みは、0.6 μm 以上 0.7 μm 以下である

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

10

【請求項 1 4】

前記磁気記録媒体の垂直方向における角形比は、67% 以上である

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 1 5】

前記磁気記録媒体の垂直方向における角形比は、70% 以上である

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 1 6】

前記磁気記録媒体の垂直方向における角形比は、75% 以上である

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 1 7】

前記磁気記録媒体の垂直方向における角形比は、80% 以上である

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

20

【請求項 1 8】

前記基体の、前記下地層と反対側に設けられたバック層をさらに有し、

前記バック層の平均厚みは、0.6 μm 以下である

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 1 9】

前記基体の、前記下地層と反対側に設けられたバック層をさらに有し、

前記バック層の平均厚みは、0.5 μm 以下である

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

30

【請求項 2 0】

前記磁性層は磁性粉を含み、

前記磁性粉の平均粒子サイズは、12 nm 以上 30 nm 以下である

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 2 1】

前記磁性層は磁性粉を含み、

前記磁性粉の平均粒子サイズは、12 nm 以上 25 nm 以下である

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 2 2】

前記磁性層は磁性粉を含み、

前記磁性粉の平均粒子サイズは、15 nm 以上 22 nm 以下である

請求項 1 記載の磁気記録媒体。

40

【請求項 2 3】

前記磁気記録媒体に加わる張力が 0.4 N であるときの前記表面と磁気ヘッドとの間の動摩擦係数 μ_A と、前記磁気記録媒体に加わる張力が 1.2 N であるときの前記表面と前記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) が 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 2 4】

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

50

から5回目の前記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0.6N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2.0以下である

請求項1に記載の磁気記録媒体。

【請求項25】

請求項1から請求項24のいずれか1項に記載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

を備えた

磁気記録再生装置。

【請求項26】

前記磁気記録媒体の長手方向に加わるテンションを調整可能な構成を有する

請求項25に記載の磁気記録再生装置。

【請求項27】

請求項1から請求項24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、および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、テープ状の磁気記録媒体が幅広く利用されている。例えば特許文献1には、磁気記録媒体の電磁変換特性を向上するために、磁性層の表面を平滑化することが記載されている。また、同文献では、磁気記録媒体とヘッドの接触による摩擦を抑えるために、磁性層に潤滑剤を添加することが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2006-65953号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

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収容される。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収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、走行安定性が劣化し、ひいては電磁変換特性が低下する場合がある。

【0005】

10

20

30

40

50

そこで、繰り返しの記録動作や再生動作を実施したあとであっても、走行安定性に優れた全厚の薄い磁気記録媒体が望まれる。

【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、基体と、その基体上に設けられた下地層と、その下地層上に設けられた磁性層とを有する。磁性層の表面には、磁性層の平均厚みの20%以上の深さを有する凹みが $1600\mu\text{m}^2$ あたり20個以上200個以下の割合で形成されている。磁性層の表面における、10以上45以下の温度において振り子粘弾性試験により求められる対数減衰率は0.025以上0.035以下である。対数減衰率の最大値と対数減衰率の最小値との差は0以上0.020以下である。磁気記録媒体の垂直方向における角形比は、65%以上である。磁性層の平均厚みは、80nm以下である。磁気記録媒体の平均厚みは、5.6 μm 以下である。

10

【0007】

本開示の一実施形態としての磁気記録再生装置は、上記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、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】

20

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、上記磁気記録媒体と、それ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ので、走行時において磁性層の表面とヘッドとの接触が良好に保たれる。

【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2A】図1に示した磁気記録媒体における凹みの面密度を測定する方法を表す第1の説明図である。

30

【図2B】図1に示した磁気記録媒体における凹みの面密度を測定する方法を表す第2の説明図である。

【図2C】図1に示した磁気記録媒体における凹みの面密度を測定する方法を表す第3の説明図である。

【図3A】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3B】図3A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4】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。

40

【図5】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6】振り子粘弾性試験による対数減衰率の測定方法の第1の説明図である。

【図7】振り子粘弾性試験による対数減衰率の測定方法の第2の説明図である。

【図8】振り子粘弾性試験による対数減衰率の測定方法の第3の説明図である。

【図9】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10】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。

【図11】他の変形例としての磁気記録媒体の断面図である。

【図12A】比較的粘弾性の低い磁性層を含む磁気記録媒体からの磁気ヘッドへの付着物を説明する概略模式図である。

【図12B】比較的粘弾性の高い磁性層を含む磁気記録媒体からの磁気ヘッドへの付着物

50

を説明する概略模式図である。

【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

10

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。

20

【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。

【0014】

(基体11)

基体11は、下地層12および磁性層13を支持する非磁性支持体である。基体11は、長尺のフィルム状をなしている。基体11の平均厚みの上限値は、好ましくは4.2 μm以下、より好ましくは4.0 μm以下である。基体11の平均厚みの上限値が4.2 μm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11の平均厚みの下限値は、好ましくは3 μm以上、より好ましくは3.2 μm以上である。基体11の平均厚みの下限値が3 μm以上であると、基体11の強度低下を抑制することができる。

30

【0015】

基体11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、サンプルの基体11以外の層、すなわち下地層12、磁性層13およびバック層14をMEK(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)社製レーザーホロゲージ(LGH-110C)を用いて、サンプルである基体11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11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たものとする。

40

【0016】

基体11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。または、基体11は、PEEK(ポリエーテルエーテルケトン)を主たる成分として含んでいてもよい。基体11は、ポリエステル類またはPEEK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11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

50

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。

【0017】

基体11に含まれるポリエステル類は、例えば、PET（ポリエチレンテレフタレート）、PEN（ポリエチレンナフタレート）、PBT（ポリブチレンテレフタレート）、PBN（ポリブチレンナフタレート）、PCT（ポリシクロヘキシレンジメチレンテレフタレート）、PEB（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うちの少なくとも1種を含む。

【0018】

基体11に含まれるポリオレフィン類は、例えば、PE（ポリエチレン）およびPP（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、CAB（セルロースアセテートブチレート）およびCAP（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、PVC（ポリ塩化ビニル）およびPVDC（ポリ塩化ビニリデン）のうちの少なくとも1種を含む。

10

【0019】

基体11に含まれるその他の高分子樹脂は、例えば、PA（ポリアミド、ナイロン）、芳香族PA（芳香族ポリアミド、アラミド）、PI（ポリイミド）、芳香族PI（芳香族ポリイミド）、PAI（ポリアミドイミド）、芳香族PAI（芳香族ポリアミドイミド）、PBO（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、PEK（ポリエーテルケトン）、ポリエーテルエステル、PES（ポリエーテルサルホン）、PEI（ポリエーテルイミド）、PSF（ポリスルホン）、PPS（ポリフェニレンスルフィド）、PC（ポリカーボネート）、PAR（ポリアリレート）およびPU（ポリウレタン）のうちの少なくとも1種を含む。

20

【0020】

（磁性層13）

磁性層13は、信号を記録するための記録層である。磁性層13は、例えば、磁性粉、結着剤および潤滑剤を含む。磁性層13が、必要に応じて、導電性粒子、研磨剤、防錆剤等の添加剤をさらに含んでもよい。

【0021】

磁性層13は、多数の凹み13Aが設けられた表面13Sを有している。これらの多数の凹み13Aには、潤滑剤が蓄えられている。多数の凹み13A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、多数の凹み13Aの一部が垂直方向に延設されていてもよい。また、磁性層13の表面13Sには、磁性層13の平均厚みの20%以上の深さを有する凹み13Aが、例えば1600 μm^2 あたり20個以上200個以下、好ましくは40個以上200個以下、より好ましくは80個以上200個以下の割合で形成されている。

30

【0022】

磁性層13の表面13Sの凹み13Aの面密度は、例えば以下のようにして求められる。磁性層13の表面13SをAFMにより観察し、40 $\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$ のAFM像を得る。AFMとしてはDigital Instruments社製Dimension3100、NanoScopeIIIIaとその解析ソフトを用い、カンチレバーとしてはシリコン単結晶製のものを用い（注1）、タッピング周波数として、200-400Hzのチューニングにて測定を行う。次に、AFM像を512 \times 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、 $i = 1 \sim 262,144$ ）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（基準面） $Z_{ave} = (Z(1) + Z(2) + \dots + Z(262,144)) / 262,144$ を求める。この際には、画像処理として、Flatten order 2及び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。

40

（注1）Nano World社製 SPMプローブ NCH ノーマルタイプ PointProbe L（カンチレバー長）= 125 μm

50

【 0 0 2 3 】

図 2 A は、拡大観察した磁性層 1 3 の表面 1 3 S の一例である。図 2 A において、X Y 面が磁性層 1 3 の表面 1 3 S の広がる方向であり、例えば $40 \mu\text{m} \times 40 \mu\text{m} = 1600 \mu\text{m}^2$ の表面積を有する領域である。また、図 2 A において Z 軸が凹み 1 3 A の深さを表している。 $40 \mu\text{m} \times 40 \mu\text{m} = 1600 \mu\text{m}^2$ の表面積を有する領域において、磁性層 1 3 の平均厚み（例えば 70nm ）の 20% 以上に相当する基準面からの深さを有する凹み 1 3 A の個数をカウントすることで求める。図 2 B は、図 2 A に示した $1600 \mu\text{m}^2$ の表面積を有する領域における、複数の凹み 1 3 A の分布を模式的に表している。具体的には、図 2 A の IIB-IIB 切断線に沿った断面の一部を表している。図 2 B において、縦軸は Z 軸に沿った凹み 1 3 A の深さに対応しており、具体的には、磁性層 1 3 の平均厚み（例えば 70nm ）に対する凹み 1 3 A の深さの割合 [%] を表している。図 2 B の断面においては、磁性層 1 3 の平均厚み（例えば 70nm ）の 20% 以上に相当する深さを有する凹み 1 3 A の個数は、凹み 1 3 A - 1, 1 3 A - 2 の 2 個である。図 2 C は、図 2 A に示した $1600 \mu\text{m}^2$ の表面積を有する領域における、複数の凹み 1 3 A の分布を模式的に表している。図 2 C に示した例では、磁性層 1 3 の平均厚み（例えば 70nm ）の 20% 以上に相当する深さを有する凹み 1 3 A の個数は、33 個である。なお、図 2 C に示した凹み 1 3 A は図 2 A に示した凹み 1 3 A に対応し、図 2 C に示した凹み 1 3 A - 1 および凹み 1 3 A - 2 はそれぞれ図 2 B に示した凹み 1 3 A - 1 および凹み 1 3 A - 2 に対応している。また、磁性層 1 3 の平均厚みは、後述するように、磁気記録媒体 10 を、その主面に対して垂直に薄く加工して試料片を作製し、その試験片の断面を透過型電子顕微鏡（Transmission Electron Microscope: TEM）により観察することで求める。

10

20

【 0 0 2 4 】

磁性層 1 3 は、例えば図 3 A に示すように、複数のサーボバンド S B と複数のデータバンド D B とを予め有していることが好ましい。図 3 A は、磁気記録媒体 10 におけるデータバンド D B およびサーボバンド S B のレイアウトを表す概略説明図であり、積層構造を有する磁気記録媒体 10 における積層方向と直交する面内のレイアウトを表している。図 2 A に示したように、複数のサーボバンド S B は、磁気記録媒体 10 の幅方向に等間隔で設けられている。磁気記録媒体 10 の幅方向とは、磁気記録媒体 10 の長手方向および磁気記録媒体 10 の積層方向の双方に対して直交する方向である。幅方向において隣り合うサーボバンド S B 同士の間には、データバンド D B が設けられている。サーボバンド S B 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予め書き込まれている。データバンド D B には、ユーザデータが記録される。

30

【 0 0 2 5 】

磁性層 1 3 の表面 1 3 S 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 ($= (S_{SB} / S) \times 100$) 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 1 3 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。

【 0 0 2 6 】

磁性層 1 3 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 は、磁性層 1 3 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 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。

40

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

【 0 0 2 7 】

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 1

50

0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。

【0028】

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。

10

【0029】

磁性層13は、図3Bに示したように、データバンドDBに複数のデータトラックTkを形成可能に構成されている。この場合、データトラック幅 W_{Tk} の上限値は、高記録容量を確保する観点から、好ましくは $2.0\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $1.5\mu\text{m}$ 以下、さらにより好ましくは $1.0\mu\text{m}$ 以下である。データトラック幅 W_{Tk} の下限値は、磁性粒子サイズの観点から、好ましくは $0.02\mu\text{m}$ 以上である。

【0030】

磁性層13は、高記録容量を確保する観点から、磁化反転間距離Lの最小値が好ましくは 48nm 以下、より好ましくは 44nm 以下、さらにより好ましくは 40nm 以下となるように、データを記録可能に構成されている。磁化反転間距離Lの最小値の下限値は、磁性粒子サイズの観点から、好ましくは 20nm 以上である。

20

【0031】

磁性層13の平均厚みの上限値は、好ましくは 90nm 以下、特に好ましくは 80nm 以下、より好ましくは 70nm 以下、さらにより好ましくは 50nm 以下である。磁性層13の平均厚みの上限値が 90nm 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13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。

【0032】

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。

30

【0033】

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。

【0034】

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の長さ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。

40

装置: TEM(日立製作所製H9000NAR)

加速電圧: 300kV

50

倍率：100,000倍

【0035】

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。

【0036】

(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。

10

【0037】

図4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4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。

20

【0038】

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3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シェル部22aと、第1シェル部22a上に設けられた第2シェル部22bとを有する。

【0039】

酸化鉄粒子20におけるコア部21は、酸化鉄を含んでいる。コア部21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 $\text{-Fe}_2\text{O}_3$ からなるものがより好ましい。

30

【0040】

第1シェル部22aは、コア部21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22aは、コア部21の周囲を部分的に覆っていてもよいし、コア部21の周囲全体を覆っていてもよい。コア部21と第1シェル部22a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21の表面全体を覆っていることが好ましい。

【0041】

第1シェル部22a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21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。

40

【0042】

第2シェル部22bは、酸化防止層としての酸化被膜である。第2シェル部22b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22aが -Fe (軟磁性体)を含む場合には、酸化鉄は、第1シェル部22a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。

【0043】

酸化鉄粒子20が、上述のように第1シェル部22aを有することで、熱安定性を確保するためにコア部21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)20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、

50

酸化鉄粒子20が、上述のように第2シェル部22bを有することで、磁気記録媒体10の製造工程およびその工程前において、酸化鉄粒子20が空气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20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22aを第2シェル部22bにより覆うことで、磁気記録媒体10の特性劣化を抑制することができる。

【0044】

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25nm以下、より好ましくは8nm以上22nm以下、さらにより好ましくは12nm以上22nm以下である。磁気記録媒体10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22nm以下であると、高記録密度の磁気記録媒体10(例えば50nm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8nm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。

10

【0045】

磁性粉の平均アスペクト比が、好ましくは1以上3.0以下、より好ましくは1以上2.8以下、さらにより好ましくは1以上1.8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できると共に、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。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。

20

【0046】

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。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:200kV、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。

30

【0047】

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。

40

【0048】

磁性粉の平均粒子体積は、好ましくは5500nm³以下、より好ましくは270nm³以上5500nm³以下、さらにより好ましくは900nm³以上5500nm³以下である。磁性粉の平均粒子体積が5500nm³以下であると、磁性粉の平均粒子サイズを22nm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270nm³以上であると、磁性粉の平均粒子サイズを8nm以上とする場合と同様の効果が得られる。

【0049】

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

50

にして、平均長軸長 D_{Lave} 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。

$$V = \left(\frac{1}{6} \right) \times (D_{Lave})^3$$

【0050】

(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。

10

【0051】

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。

20

【0052】

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。

【0053】

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。

30

【0054】

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R1、R2、R3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。

【0055】

(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

40

50

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、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。

10



(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。)

20



(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り、qは1以上3以下の範囲から選ばれる整数である。)

【0056】

(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、チタンカーバイト、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。

【0057】

30

(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0.5μm以上0.9μm以下、より好ましくは0.6μm以上0.7μm以下である。下地層12の平均厚みを0.9μm以下に薄くすることにより、基体11の厚みを薄くする場合よりも磁気記録媒体10全体のヤング率が効果的に低下する。このため、磁気記録媒体10に対するテンションコントロールが容易となる。また、下地層12の平均厚みを0.5μm以上とすることにより、基体11と下地層12との接着力が確保される。そのうえ、下地層12の厚みのばらつきを抑えることができ、磁性層13の表面13Sの粗さが大きくなるのを防ぐことができる。

40

【0058】

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250mm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、測定装置としてミットヨ(Mitutoyo)社製レーザーホロゲージ(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。そののち、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

50

用いて測定した磁性層 1 3 の平均厚みを差し引くことにより、下地層 1 2 の平均厚みを求める。

【 0 0 5 9 】

下地層 1 2 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 1 0 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 1 3 の表面 1 3 S 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。

【 0 0 6 0 】

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 1 2 の孔部と磁性層 1 3 の凹み 1 3 A とが繋がっていることが好ましい。ここで、下地層 1 2 の孔部と磁性層 1 3 の凹み 1 3 A とが繋がっているとは、下地層 1 2 の多数の孔部のうちの一部のものと、磁性層 1 3 の多数の凹み 1 3 A のうちの一部のものと繋がっている状態を含むものとする。

10

【 0 0 6 1 】

磁性層 1 3 の表面 1 3 S 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 1 3 の表面 1 3 S 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 1 3 の表面 1 3 S 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 1 3 の表面 1 3 S に対して垂直方向に延設された下地層 1 2 の孔部と、磁性層 1 3 の表面 1 3 S に対して垂直方向に延設された磁性層 1 3 の凹み 1 3 A とが繋が

20

【 0 0 6 2 】

（下地層 1 2 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 3 】

（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 4 】

（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。

【 0 0 6 5 】

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もよい。

40

【 0 0 6 6 】

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。

50

【 0 0 6 7 】

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 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 [μm] 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 MEK (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 [μm] 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 [μm] を求める。

$$t_b \text{ [} \mu\text{m} \text{]} = t_T \text{ [} \mu\text{m} \text{]} - t_B \text{ [} \mu\text{m} \text{]}$$

【 0 0 6 8 】

図 1 に示したように、バック層 1 4 は、多数の突部 1 4 A が設けられた表面を有している。多数の突部 1 4 A 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 1 3 S に多数の凹み 1 3 A を形成するためのものである。多数の凹み 1 3 A 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形成される。

【 0 0 6 9 】

(磁気記録媒体 1 0 の平均厚み)

磁気記録媒体 1 0 の平均厚み (平均全厚) の上限値は、好ましくは 5 . 6 μm 以下、より好ましくは 5 . 0 μm 以下、特に好ましくは 4 . 6 μm 以下、さらにより好ましくは 4 . 4 μm 以下である。磁気記録媒体 1 0 の平均厚みが 5 . 6 μm 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 1 0 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 μm 以上である。

【 0 0 7 0 】

磁気記録媒体 1 0 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 1 0 を準備し、それを 2 5 0 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 社製レーザーホロゲージ (LGH-110C) を用いて、サンプルの厚みを 5 点以上の位置で測定し、それらの測定値を単純に平均 (算術平均) して、平均値 t_T [μm] 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 7 1 】

(保磁力 H_c)

磁気記録媒体 1 0 の長手方向における保磁力 H_c の上限値は、好ましくは 2 0 0 0 0 e 以下、より好ましくは 1 9 0 0 0 e 以下、さらにより好ましくは 1 8 0 0 0 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 0 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。

【 0 0 7 2 】

磁気記録媒体 1 0 の長手方向に測定した保磁力 H_c の下限値が、好ましくは 1 0 0 0 0 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 0 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 3 】

上記の保磁力 H_c は以下のようにして求められる。磁気記録媒体 1 0 を 3 枚重ね合わせて両面テープで接着したのち、6 . 3 9 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

10

20

30

40

50

Sample Magnetometer : V S M) を用いて磁気記録媒体 1 0 の長手方向 (磁気記録媒体 1 0 の走行方向) に対応する測定サンプル (磁気記録媒体 1 0 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 1 2、磁性層 1 3 およびバック層 1 4 等) を払拭し、基体 1 1 のみを残す。そして、得られた基体 1 1 を両面テープで 3 枚重ね合わせて接着したのち、 6 . 3 9 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、V S M を用いて基体 1 1 の長手方向 (磁気記録媒体 1 0 の走行方向) に対応する補正用サンプル (基体 1 1) の M - H ループを測定する。

【 0 0 7 4 】

測定サンプル (磁気記録媒体 1 0 全体) の M - H ループおよび補正用サンプル (基体 1 1) 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「V S M - P 7 - 1 5 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：1 5 k O e、磁界ステップ：4 0 b i t、Time constant of Locking amp：0 . 3 s e c、Waiting time：1 s e c、MH 平均数：2 0 とする。

10

【 0 0 7 5 】

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 1 0 全体) の M - H ループから補正用サンプル (基体 1 1) 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、「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。

20

【 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 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 の長手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 】

(角形比)

磁気記録媒体 1 0 の垂直方向 (厚み方向) における角形比 S_1 は、例えば 6 5 % 以上であり、好ましくは 6 7 % 以上、より好ましくは 7 0 % 以上、さらにより好ましくは 7 5 % 以上、特に好ましくは 8 0 % 以上である。角形比 S_1 が 6 5 % 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/NR を得ることができる。

30

【 0 0 7 8 】

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 1 0 を 3 枚重ね合わせて両面テープで接着したのち、 6 . 3 9 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 : V S M) を用いて磁気記録媒体 1 0 の長手方向 (磁気記録媒体 1 0 の走行方向) に対応する測定サンプル (磁気記録媒体 1 0 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 1 2、磁性層 1 3 およびバック層 1 4 等) を払拭し、基体 1 1 のみを残す。そして、得られた基体 1 1 を両面テープで 3 枚重ね合わせて接着したのち、 6 . 3 9 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、V S M を用いて基体 1 1 の長手方向 (磁気記録媒体 1 0 の走行方向) に対応する補正用サンプル (基体 1 1) の M - H ループを測定する。

40

【 0 0 7 9 】

測定サンプル (磁気記録媒体 1 0 全体) の M - H ループおよび補正用サンプル (基体 1 1) 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「V S M - P 7 - 1 5 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：1 5 k O e、磁界ステップ：4 0 b i t、Time constant of Locking amp：0 . 3 s e c

50

、Waiting time：1 s e c、M H平均数：2 0とする。

【0080】

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、「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。

【0081】

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 (e m u)および残留磁化 M_r (e m u)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。

【0082】

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 S_2 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S N Rを得ることができる。

【0083】

角形比 S_2 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 S_1 と同様にして求められる。

【0084】

(S F D)

磁気記録媒体10のS F D (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5参照）。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S N R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。

【0085】

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 H_c 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S F Dカーブを算出する。S F D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S F D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 H_c 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 H_c 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V S M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。

【0086】

(活性化体積 V_{act})

活性化体積 V_{act} が、好ましくは 8000 nm^3 以下、より好ましくは 6000 nm^3 以下、さらにより好ましくは 5000 nm^3 以下、特に好ましくは 4000 nm^3 以下、最も好ましくは 3000 nm^3 以下である。活性化体積 V_{act} が 8000 nm^3 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

10

20

30

40

50

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S N Rが得られる。

【0087】

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

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

(但し、 kB :ボルツマン定数($1.38 \times 10^{-23} J/K$)、 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、 M_s :飽和磁化(emu/cm^3))

【0088】

上記式に代入される非可逆磁化率 irr 、飽和磁化 M_s 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 μm 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:15kOe、磁界ステップ:40bit、Time constant of Locking amp:0.3sec、Waiting time:1sec、MH平均数:20とされる。

【0089】

(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 H_r 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-1193kA/m(15kOe)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15.9kA/m(200Oe)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15.9kA/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 H_r 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 H_r 付近の傾きが irr となる。

【0090】

(飽和磁化 M_s)

まず、上記の保磁力 H_c 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 M_s (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 (emu/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。

【0091】

(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-1193kA/m(15kOe)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 H_r 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、 M_0 : 初期の磁化量、 S : 磁気粘性係数、 $\ln(t)$: 時間の自然対数)

【0092】

(摩擦係数比 (μ_B / μ_A))

磁気記録媒体 10 は、好ましくは、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) が 1.0 以上 2.0 以下であり、より好ましくは 1.0 以上 1.8 以下であり、さらにより好ましくは 1.0 以上 1.6 以下である。摩擦係数比 (μ_B / μ_A) が上記数値範囲内にあることによって、走行時の張力変動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。

10

【0093】

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 8 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。

【0094】

20

次いで、LTO5 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 $\theta_1 [^\circ] = 5.6^\circ$ 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 T_0 を付与する。なお、ヘッドブロック 93 は、抱き角 $\theta_1 [^\circ]$ 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。

【0095】

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。

30

その後、以下の式より動摩擦係数 μ_A を求める。

【数 1】

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

40

【0096】

上述の直線関係は以下のとおりで得られる。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。

【0097】

動摩擦係数 μ_B は、前記他端に付与されるテンション $T_0 [N]$ を 1.2 N とすること

50

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。

以上のとおりにして測定された動摩擦係数 μ_A 及び動摩擦係数 μ_B から、摩擦係数比 (μ_B / μ_A) が算出される。

【 0 0 9 8 】

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 1.9 以下、より好ましくは 1.2 以上 1.8 以下である。摩擦係数比 ($\mu_C(1000) / \mu_C(5)$) が 1.0 以上で 1.9 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。

【 0 0 9 9 】

(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。

【 0 1 0 0 】

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。

【 0 1 0 1 】

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。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】

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

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。

【 0 1 0 2 】

(振り子粘弾性試験により求められる対数減衰率)

磁性層13の表面13Sにおける、10以上45以下の温度において、振り子粘弾性試験により求められる対数減衰率(以下、単に対数減衰率という。)は0.025以上0.035以下である。また、10以上45以下の温度において、対数減衰率の最大値と対数減衰率の最小値との差は0以上0.020以下である。ここでいう対数減衰率は、高いほど粘性が強く、低いほど弾性が強いことを意味する。なお、10以上45以下の温度範囲は、通常、磁気記録媒体10の使用が想定される温度範囲である。そのような温度範囲において磁性層13の表面13Sの粘弾性を最適化することにより、いわゆる粉落ちと呼ばれることもある磁性層13の構成材料そのものの粉化が抑制される。その結果、磁気記録媒体10の記録動作および/または再生動作の際、磁気ヘッドと磁性層表面との接触を良好かつ安定的に維持できる。

10

【0103】

上記の対数減衰率は、例えば振り子粘弾性試験機を用いた以下の方法により求められる値である。振り子粘弾性試験機としては、例えばA&D社製剛体振り子型物性試験器RPT-3000Wを用いることができる。図6~図8は、振り子粘弾性試験による対数減衰率の測定方法の第1~第3の説明図である。以下、これら図面を参照し対数減衰率の測定方法を説明する。ただし、図示された態様は例示であって、本開示を何ら限定するものではない。

【0104】

測定対象の磁気記録媒体10から測定用試料100として1/2インチ幅のテープを25mmを切り出す。切り出した測定用試料100を、振り子粘弾性試験機内の試料ステージ101において、基板103上に測定面(磁性層13の表面13S)を上方に向けて載置し、目視で確認できる明らかなしわが入っていない状態で、カプトンテープ105で固定する。

20

【0105】

次に、測定用試料100の測定面上に、質量13gの振り子付円柱型シリンダエッジ104(直径4mm)を、シリンダエッジ104の長軸方向が測定用試料100の長手方向と垂直になるように載せる。こうして測定用試料100の測定面に、振り子付円柱型シリンダエッジ104を載せた状態(上方から見た状態)の例を、図6に示す。図6に示した態様では、温度センサー102をテープの温度が測定できるようにテープ上に設置し、基板103の表面温度をモニタリングできる構成になっている。なお測定用試料100の長手方向とは、図6に示した態様では図中に矢印によって示した方向であり、測定用試料100を切り出した磁気記録媒体10における長手方向をいう。本開示において、「垂直」とは、本開示が属する技術分野において許容される誤差の範囲を含むものとする。上記誤差の範囲とは、例えば、厳密な垂直 $\pm 10^\circ$ 未満の範囲を意味する。また、振り子107(図7参照)としては、マグネットに吸着される性質を有する材料製(例えば金属製、合金製等)の振り子を用いる。

30

【0106】

測定用試料100を載置した基板103の表面温度を2.5/min以下の昇温速度で0から50まで昇温しながら、振り子運動を、振り子107とマグネット106との吸着を解除することにより開始(初期振動を誘起)させる。振り子運動している振り子107の状態(横から見た状態)の一例が、図7である。図7に示した態様では、振り子粘弾性試験機内で、試料ステージ下方に配置されたマグネット(電磁石)106への通電を停止して(スイッチをオフにして)吸着を解除することにより振り子運動を開始し、電磁石への通電を再開して(スイッチをオンにして)振り子107をマグネット106に吸着させることにより振り子運動を停止させる。振り子運動中、図7に示したように、振り子107は振幅を繰り返す。振り子が振幅を繰り返している間、振り子の変位を変位センサー108によりモニタリングして得られる結果から、変位を縦軸に取り、経過時間を横軸に取った変位-時間曲線を得る。変位-時間曲線の一例を、図8に示す。図8では、振り子107の状態と変位-時間曲線との対応が模式的に示されている。一定の測定間隔で、静止(吸着)と振り子運動とを繰り返し、得られた変位-時間曲線を用いて、対数減衰

40

50

率（無単位）を、下記の式から求め、この値を磁気記録媒体10の磁性層13の表面13Sの対数減衰率とする。1回の吸着の吸着時間は1秒以上（1秒以上であれば任意の時間でよい。）とし、吸着終了から次の吸着開始までの間隔は6秒以上（6秒以上であれば任意の時間でよい。）とする。測定間隔とは、吸着開始から次の吸着開始までの時間の間隔である。また、振り子運動を行う環境の湿度は、相対湿度40～70%の範囲であれば任意の相対湿度でよい。

【0107】

【数3】

$$\Delta = \frac{\ln\left(\frac{A_1}{A_2}\right) + \ln\left(\frac{A_2}{A_3}\right) + \dots + \ln\left(\frac{A_n}{A_{n+1}}\right)}{n}$$

10

【0108】

変位 - 時間曲線において、変位が極小から再び極小になるまでの間隔を、波の一周期とする。nを、測定間隔中の変位 - 時間曲線に含まれる波の数とし、Anを、n番目の波における極小変位と極大変位との差とする。図8では、n番目の波の変位が極小から再び極小になるまでの間隔を、Tn（例えば1番目の波についてはT1、2番目についてはT2、3番目についてはT3）と表示している。対数減衰率の算出には、n番目の波の次に現れる極小変位と極大変位との差（上記数1中、An+1、図8に示した変位 - 時間曲線ではA4）も用いるが、極大以降に振り子107が静止（吸着）している部分は波の数のカウントには用いない。また、極大変位以前に振り子107が静止（吸着）している部分も、波の数のカウントには用いない。したがって、図8に示した変位 - 時間曲線では、波の数は3つ（n = 3）である。

20

【0109】

【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。

30

【0110】

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。

40

【0111】

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

50

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。

【0112】

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）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。

10

【0113】

角形比S1、S2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S1をさらに高めるためには（すなわち角形比S2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S1をさらに高めるためには、磁性粉を磁場配向させるための配向装置に磁性層形成用塗料が入る前の段階で、磁性粉を磁化させておくことも有効である。なお、上記の角形比S1、S2の調整方法は単独で使用されてもよいし、2以上組み合わせられて使用されてもよい。

20

【0114】

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14A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に多数の凹み13Aが形成される。

30

【0115】

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の潤滑剤が過剰になってしまうおそれがある。ここで、加熱処理の温度は、磁気記録媒体10を保持する雰囲気温度である。

【0116】

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。

40

【0117】

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150kg/cm以上400kg/cm以下であるとよい。

【0118】

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。

【0119】

[1-3 記録再生装置30の構成]

次に、図9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。

50

【0120】

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

10

【0121】

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。

【0122】

記録再生装置30は、図9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。

20

【0123】

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、サーボ信号として八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。

30

【0124】

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。

【0125】

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、磁気記録媒体10に記録されているサーボ信号を再生するための複数のサーボヘッドとを備える。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。

40

【0126】

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。

【0127】

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

50

は、サーバ 4 1 および P C 4 2 等の情報処理装置の要求に応じて、ヘッドユニット 3 6 により、磁気記録媒体 1 0 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。

【 0 1 2 8 】

[1 - 4 効果]

このように、本実施の形態の磁気記録媒体 1 0 は、基体 1 1 と下地層 1 2 と磁性層 1 3 とバック層 1 4 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) 磁性層 1 3 の表面 1 3 S には、磁性層 1 3 の平均厚みの 2 0 % 以上の深さを有する凹み 1 3 A が $1 6 0 0 \mu m^2$ あたり 2 0 個以上 2 0 0 個以下の割合で形成されている。

(2) 磁性層 1 3 の表面 1 3 S には、磁性層 1 3 の平均厚みの 2 0 % 以上の深さを有する凹み 1 3 A が、 $1 6 0 0 \mu m^2$ あたり 2 0 個以上 2 0 0 個以下の割合で形成されている。

(3) 磁性層 1 3 の表面 1 3 S における、1 0 以上 4 5 以下の温度において振り子粘弾性試験により求められる対数減衰率は 0 . 0 2 5 以上 0 . 0 3 5 以下である。

(4) 1 0 以上 4 5 以下の温度において振り子粘弾性試験により求められる対数減衰率の最大値と、1 0 以上 4 5 以下の温度において振り子粘弾性試験により求められる対数減衰率の最小値との差は 0 以上 0 . 0 2 0 以下である。

(5) 磁気記録媒体 1 0 の垂直方向における角形比は、6 5 % 以上である。

(6) 磁性層 1 3 の平均厚みは、9 0 n m 以下である。

(7) 磁気記録媒体 1 0 の平均厚みは、5 . 6 μm 以下である。

【 0 1 2 9 】

本実施の形態の磁気記録媒体 1 0 は、このような構成を有することにより、全厚を薄くし、繰り返し記録または繰り返し再生を実行したのちであっても、良好な電磁変換特性を維持できる。適切な面密度で形成された複数の凹み 1 3 A を設けることで、磁気記録媒体 1 0 の走行中に巻き込まれる空気を磁性層 1 3 の表面 1 3 S とヘッドとの界面から逃がすことができるうえ、振り子粘弾性試験により求められる対数減衰率をコントロールすることにより、磁性層 1 3 の表面 1 3 S とヘッドとの接触を良好に保つことができるためと考えられる。

【 0 1 3 0 】

< 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 2 2 を有する酸化鉄粒子 2 0 (図 4) 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 1 0 に示したように、単層構造のシェル部 2 3 を有する酸化鉄粒子 2 0 A を含むようにしてもよい。酸化鉄粒子 2 0 A におけるシェル部 2 3 は、例えば第 1 シェル部 2 2 a 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 2 0 A 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 2 2 を有する酸化鉄粒子 2 0 が好ましい。

【 0 1 3 1 】

(変形例 2)

上記一実施の形態の磁気記録媒体 1 0 では、コアシェル構造を有する酸化鉄粒子 2 0 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 F e 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も、

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 A l (アルミニウム)、G a (ガリウム) および I n (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 A l および G a のうちの少なくとも 1 種である。

【 0 1 3 2 】

具体的には、添加剤を含む酸化鉄は、 $- F e_{2-x} M_x O_3$ 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 A l、G a および I n のうちの少

10

20

30

40

50

なくとも1種、さらにより好ましくはA1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。

【0133】

(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。

10

【0134】

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

20

【0135】

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

30

【0136】

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

40

【0137】

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

50

大板厚 D_A を測定する。このようにして求めた最大板厚 D_A を単純に平均（算術平均）して平均最大板厚 D_{Aave} を求める。続いて、各磁性粉の板径 D_B を測定する。ここで、板径 D_B 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 D_B を単純平均（算術平均）して平均板径 D_{Bave} を求める。そして、平均最大板厚 D_{Aave} および平均板径 D_{Bave} から粒子の平均アスペクト比（ D_{Bave} / D_{Aave} ）を求める。

【0138】

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 5900 nm^3 以下、より好ましくは 500 nm^3 以上 3400 nm^3 以下、さらにより好ましくは 1000 nm^3 以上 2500 nm^3 以下である。磁性粉の平均粒子体積が 5900 nm^3 以下であると、磁性粉の平均粒子サイズを 30 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 500 nm^3 以上であると、磁性粉の平均粒子サイズを 12 nm 以上とする場合と同様の効果が得られる。

10

【0139】

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 D_{Aave} および平均最大板径 D_{Bave} 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4】

$$V = \frac{3\sqrt{3}}{8} \times D_{Aave} \times D_{Bave} \times D_{Bave}$$

20

【0140】

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。

【0141】

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。

30

【0142】

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、 $35 \text{ nm} < t_m < 100 \text{ nm}$ 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。

【0143】

（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、一軸結晶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。

40

【0144】

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。



50

(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。)

【0145】

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。

10

【0146】

磁性粉の平均粒子体積は、好ましくは15000 nm³以下、より好ましくは1000 nm³以上12000 nm³以下である。磁性粉の平均粒子体積が15000 nm³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 nm³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。

20

【0147】

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。

【0148】

(変形例5)

磁気記録媒体10は、例えば図11に示したように、基体11の少なくとも一方の表面に設けられたバリア層15をさらに備えるようにしてもよい。バリア層15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15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15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、Al₂O₃、CuO、CoO、SiO₂、Cr₂O₃、TiO₂、Ta₂O₅ およびZrO₂ 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15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。

30

【0149】

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。

40

【0150】

(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に多数の凹み13Aを形成する場合について説明したが、多数の凹み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

50

塗料の乾燥条件等を調整することで、磁性層 13 の表面 13 S に多数の凹み 13 A を形成するようにしてもよい。

【0151】

(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。

【実施例】

【0152】

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

【0153】

以下の実施例および比較例において、磁性層の平均厚みの 20% 以上の深さを有する凹みの面密度、10 以上 45 以下の温度範囲において振り子粘弾性試験により求められる対数減衰率、垂直方向における角形比（垂直配向度）、磁性層の平均厚み、および磁気記録媒体の平均厚みについては、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。

【0154】

[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。

【0155】

<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ーダで混練した。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。

【0156】

(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 ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$) 粒子の粉末 (六角板状、平均アスペクト比 2.8、平均粒子体積 1950 nm^3) : 100 質量部
- ・塩化ビニル系樹脂のシクロヘキサノン溶液 65 質量部
(当該溶液の組成は、樹脂分 30 質量% 及びシクロヘキサノン 70 質量% である。塩化ビニル系樹脂の詳細は以下のとおりであった：重合度 300、 $M_n = 10000$ 、極性基として $\text{OSO}_3\text{K} = 0.07 \text{ mmol/g}$ 、2級 $\text{OH} = 0.3 \text{ mmol/g}$ を含有する)
- ・酸化アルミニウム粉末 (Al_2O_3 、平均粒径 $0.2 \mu\text{m}$) : 5 質量部

【0157】

(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 : 1.1 質量部
(当該溶液の組成は、樹脂分 30 質量% 及びシクロヘキサノン 70 質量% である。)
- ・カーボンブラック : 2 質量部
(東海カーボン社製、商品名：シースト TA)
- ・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

【0158】

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、東ソー株式会社製) : 4 質量部と、脂肪酸としてステアリン酸 : 2

10

20

30

40

50

質量部とを添加した。

【0159】

<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ータで混練した。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。

【0160】

(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 $0.15 \mu\text{m}$) : 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 20nm) : 10質量部

10

【0161】

(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 UR8200 (東洋紡績製) : 18.5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 : 108.2質量部
- ・トルエン : 108.2質量部
- ・シクロヘキサノン : 18.5質量部

20

【0162】

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、東ソー株式会社製) : 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。

【0163】

<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 (D50) 20nm) : 100質量部
- ・大粒径のカーボンブラックの粉末 (平均粒径 (D50) 300nm) : 0質量部
- ・ポリエステルポリウレタン (東ソー株式会社製、商品名：N-2304) : 100質量部
- ・メチルエチルケトン : 500質量部
- ・トルエン : 400質量部
- ・シクロヘキサノン : 100質量部

30

【0164】

<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 $4.0 \mu\text{m}$ の長尺のポリエステルフィルムの一方向の主面上に、カレンダー後に平均厚み $0.6 \mu\text{m}$ の下地層、および平均厚み 80nm の磁性層になるように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向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、磁性層の結着剤における塩化ビニル系樹脂とポリウレタン系樹脂との重量比は、後出の表1に示したように1:1となるようにした。また、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。磁気記録媒体の厚み方向 (垂直方向) における角形比は67%とした。続いて、ポリエステルフィルムの他方向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 $0.3 \mu\text{m}$ のバック層を形成した。こ

40

50

れにより、磁気記録媒体が得られた。

【0165】

<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60、10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60、10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凹みが形成された。磁性層の平均厚みの20%以上の深さを有する凹みは、 $1600\mu\text{m}^2$ あたり20個となるようにした

10

【0166】

<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(12.65mm)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 μm)が得られた。

【0167】

[実施例2]

カレンダー処理の温度を調整する(実施例1よりも低くする)ことにより、磁性層の平均厚みの20%以上の深さを有する凹みが $1600\mu\text{m}^2$ あたり40個となるようにした。これを除き、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。

20

【0168】

[実施例3]

バック層形成用塗料における、小粒径のカーボンブラックの粉末(平均粒径(D50)20nm)を95質量部とし、大粒径のカーボンブラックの粉末(平均粒径(D50)300nm)を5質量部として、磁性層の平均厚みの20%以上の深さを有する凹みが $1600\mu\text{m}^2$ あたり80個となるようにした。これを除き、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。

【0169】

[実施例4]

バック層形成用塗料における、小粒径のカーボンブラックの粉末(平均粒径(D50)20nm)を95質量部とし、大粒径のカーボンブラックの粉末(平均粒径(D50)300nm)を5質量部とした。さらに、カレンダー処理の温度を調整する(実施例1よりも低くする)ようにした。これにより、磁性層の平均厚みの20%以上の深さを有する凹みが $1600\mu\text{m}^2$ あたり100個となるようにした。これを除き、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。

30

【0170】

[実施例5]

バック層形成用塗料における、小粒径のカーボンブラックの粉末(平均粒径(D50)20nm)を90質量部とし、大粒径のカーボンブラックの粉末(平均粒径(D50)300nm)を10質量部とした。これにより、磁性層の平均厚みの20%以上の深さを有する凹みが $1600\mu\text{m}^2$ あたり150個となるようにした。これを除き、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。

40

【0171】

[実施例6]

バック層形成用塗料における、小粒径のカーボンブラックの粉末(平均粒径(D50)20nm)を90質量部とし、大粒径のカーボンブラックの粉末(平均粒径(D50)300nm)を10質量部とした。さらに、カレンダー処理の温度を調整する(実施例1よりも低くする)ようにした。これにより、磁性層の平均厚みの20%以上の深さを有する凹みが $1600\mu\text{m}^2$ あたり180個となるようにした。これを除き、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。

50

【0172】

[実施例7]

カレンダー処理の温度を調整する（実施例6よりもさらに低くする）ようにした。これにより、磁性層の平均厚みの20%以上の深さを有する凹みが $1600\mu\text{m}^2$ あたり200個となるようにした。これを除き、他は上記実施例6と同様にして実施例7としての磁気記録媒体を得た。

【0173】

[実施例8]

バック層形成用塗料における、小粒径のカーボンブラックの粉末（平均粒径（D50）20nm）を95質量部とし、大粒径のカーボンブラックの粉末（平均粒径（D50）300nm）を5質量部とした。カレンダー処理の温度を調整する（実施例1よりも低くする）ようにした。さらに、磁性層の結着剤における塩化ビニル系樹脂とポリウレタン系樹脂との重量比は、表1に示したように3:1となるようにした。これにより、磁性層の平均厚みの20%以上の深さを有する凹みが $1600\mu\text{m}^2$ あたり100個となるようにした。これを除き、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。

10

【0174】

[実施例9]

磁性層の結着剤における塩化ビニル系樹脂とポリウレタン系樹脂との重量比を表1に示したように1:1.5となるようにした。これにより、磁性層の平均厚みの20%以上の深さを有する凹みが $1600\mu\text{m}^2$ あたり100個となるようにした。これを除き、他は

20

【0175】

[実施例10]

バック層形成用塗料における、小粒径のカーボンブラックの粉末（平均粒径（D50）20nm）を95質量部とし、大粒径のカーボンブラックの粉末（平均粒径（D50）300nm）を5質量部とした。カレンダー処理の温度を調整する（実施例1よりも低くする）ようにした。さらに、磁性層の結着剤におけるポリウレタン系樹脂として、表1に示したように100のガラス転移点を有するものを用いた。これにより、磁性層の平均厚みの20%以上の深さを有する凹みが $1600\mu\text{m}^2$ あたり100個となるようにした。これを除き、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。

30

【0176】

[実施例11]

バック層形成用塗料における、小粒径のカーボンブラックの粉末（平均粒径（D50）20nm）を95質量部とし、大粒径のカーボンブラックの粉末（平均粒径（D50）300nm）を5質量部とした。カレンダー処理の温度を調整する（実施例1よりも低くする）ようにした。さらに、磁性層の結着剤におけるポリウレタン系樹脂として、表1に示したように60のガラス転移点を有するものを用いた。これにより、磁性層の平均厚みの20%以上の深さを有する凹みが $1600\mu\text{m}^2$ あたり100個となるようにした。これを除き、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。

40

【0177】

[実施例12]

磁性層形成用塗料の調製工程において、磁性粉としてストロンチウムフェライト粒子の粉末（六角板状、平均アスペクト比3.0、平均粒子サイズ21.3nm、粒子体積 2000nm^3 ）を用いた。これを除き、他は上記実施例4と同様にして実施例12としての磁気記録媒体を得た。

【0178】

[実施例13]

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1.1、平均粒子サイズ16nm、粒子体積 2150nm^3 ）を用いた。これを除き、他は上記実施例4と同様にして実施例13としての磁気記録媒体を得た。

50

【 0 1 7 9 】

[実施例 1 4]

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 1.7、平均粒子サイズ 18.5 nm、粒子体積 2200 nm³）を用いた。これを除き、他は上記実施例 4 と同様にして実施例 1 4 としての磁気記録媒体を得た。

【 0 1 8 0 】

[実施例 1 5]

塗布工程において、磁性層形成用塗料および下地層形成用塗料が塗布される基体としてのポリエステルの（PEN）フィルム代わりに、PET（ポリエチレンテレフタレート）のフィルムを用いるようにした。これを除き、他は上記実施例 4 と同様にして実施例 1 5 としての磁気記録媒体を得た。

10

【 0 1 8 1 】

[実施例 1 6]

塗布工程において、磁性層形成用塗料および下地層形成用塗料が塗布される基体としてのポリエステルのフィルムの代わりに、PEEK（ポリエーテルエーテルケトン）のフィルムを用いるようにした。これを除き、他は上記実施例 4 と同様にして実施例 1 6 としての磁気記録媒体を得た。

【 0 1 8 2 】

[実施例 1 7]

塗布工程において、乾燥条件を調整し、磁気記録媒体の厚み方向（垂直方向）における角形比を 65% とした。これを除き、他は上記実施例 4 と同様にして実施例 1 7 としての磁気記録媒体を得た。

20

【 0 1 8 3 】

[実施例 1 8]

塗布工程において、磁性層の平均厚みを 80 nm とした。これを除き、他は上記実施例 4 と同様にして実施例 1 8 としての磁気記録媒体を得た。

【 0 1 8 4 】

[比較例 1]

カレンダー処理の温度を調整する（実施例 1 よりも高くする）ことにより、磁性層の平均厚みの 20% 以上の深さを有する凹みが 1600 μm²あたり 15 個となるようにした。これを除き、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。

30

【 0 1 8 5 】

[比較例 2]

バック層形成用塗料における、小粒径のカーボンブラックの粉末（平均粒径（D50）20 nm）を 80 質量部とし、大粒径のカーボンブラックの粉末（平均粒径（D50）300 nm）を 20 質量部として、磁性層の平均厚みの 20% 以上の深さを有する凹みが 1600 μm²あたり 230 個となるようにした。これを除き、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。

【 0 1 8 6 】

[比較例 3]

磁性層の結着剤における塩化ビニル系樹脂とポリウレタン系樹脂との重量比を、表 1 に示したように 1 : 0 となるようにした。これにより、磁性層の平均厚みの 20% 以上の深さを有する凹みが 1600 μm²あたり 100 個となるようにした。これを除き、他は上記実施例 4 と同様にして比較例 3 としての磁気記録媒体を得た。

40

【 0 1 8 7 】

[比較例 4]

磁性層の結着剤における塩化ビニル系樹脂とポリウレタン系樹脂との重量比を、表 1 に示したように 4 : 1 となるようにした。これにより、磁性層の平均厚みの 20% 以上の深さを有する凹みが 1600 μm²あたり 100 個となるようにした。これを除き、他は上

50

記実施例 4 と同様にして比較例 4 としての磁気記録媒体を得た。

【 0 1 8 8 】

[比較例 5]

磁性層の結着剤における塩化ビニル系樹脂とポリウレタン系樹脂との重量比を、表 1 に示したように 1 : 4 となるようにした。これにより、磁性層の平均厚みの 20 % 以上の深さを有する凹みが $1600 \mu\text{m}^2$ あたり 100 個となるようにした。これを除き、他は上記実施例 4 と同様にして比較例 5 としての磁気記録媒体を得た。

【 0 1 8 9 】

[比較例 6]

磁性層の結着剤におけるポリウレタン系樹脂として、表 1 に示したように 30 のガラス転移点を有するものを用いた。これにより、磁性層の平均厚みの 20 % 以上の深さを有する凹みが $1600 \mu\text{m}^2$ あたり 100 個となるようにした。これを除き、他は上記実施例 4 と同様にして比較例 6 としての磁気記録媒体を得た。

【 0 1 9 0 】

[比較例 7]

磁性層の結着剤における塩化ビニル系樹脂とポリウレタン系樹脂との重量比を、表 1 に示したように 1 : 1.5 となるようにした。さらに、磁性層の結着剤におけるポリウレタン系樹脂として、表 1 に示したように 30 のガラス転移点を有するものを用いた。これにより、磁性層の平均厚みの 20 % 以上の深さを有する凹みが $1600 \mu\text{m}^2$ あたり 100 個となるようにした。これを除き、他は上記実施例 4 と同様にして比較例 6 としての磁気記録媒体を得た。

【 0 1 9 1 】

[評価]

上述のようにして得られた実施例 1 ~ 18 および比較例 1 ~ 7 の磁気記録媒体について以下の評価を行った。

【 0 1 9 2 】

(室温 S N R)

記録 / 再生ヘッドおよび記録 / 再生アンプを取り付けた 1 / 2 インチテープ走行装置 (Mountain Engineering II 社製、MTS Transport) を用いて、25 環境における磁気記録媒体の S N R (電磁変換特性) を測定した。記録ヘッドにはギャップ長 $0.2 \mu\text{m}$ のリングヘッドを用い、再生ヘッドにはシールド間距離 $0.1 \mu\text{m}$ の G M R ヘッドを用いた。相対速度は 6 m / s 、記録クロック周波数は 160 MHz 、記録トラック幅は $2.0 \mu\text{m}$ とした。また、S N R は、下記の文献に記載の方法に基づき算出した。その結果を、実施例 1 の S N R を 0 dB とする相対値で表 1 に示した。

Y.Okazaki: " An Error Rate Emulation System. ", IEEE Trans. Man., 31, pp.3093-3095(1995)

【 0 1 9 3 】

(S N R 低下)

45 において、磁気記録媒体に対する全面記録 (フルポリリウム記録) を行ったのち、すなわち磁気記録媒体の全長に亘って記録領域の全てに記録を行ったのち、その磁気記録媒体に記録された全ての情報の再生を行う際の S N R を測定した。次に、10 において、磁気記録媒体に対する全面記録 (フルポリリウム記録) を行ったのち、その磁気記録媒体に記録された全ての情報の再生を行う際の S N R を測定した。そのようにして得た 45 での S N R と 10 での S N R との差分を S N R 低下とした。

【 0 1 9 4 】

表 1 に、各実施例および各比較例における磁気記録媒体の構成および評価結果をまとめて示す。

【 0 1 9 5 】

【表 1】

	20%深さ凹み 個数 /1600mm ²	振り子粘弾性減衰率		磁性粉	垂直 配向度 %	磁性層 厚み μm	全厚 μm	基板	室温 SNR	45°C70μm ² リニア走行 後、10°C70μm ² リニア走行 した時のSNR 低下	バック層の カーボン組成	接着剤 組成	PU種 (Tg) °C
		10-45°Cの 最小値	最大値-最小値										
実施例 1	20	0.030	0.015	BaFe ₂ O ₁₉	67	70	5.4	PEN	0.0	-0.5	100:0	1:1	75
実施例 2	40	0.030	0.015	BaFe ₂ O ₁₉	67	70	5.4	PEN	0.2	-0.5	100:0	1:1	75
実施例 3	80	0.030	0.015	BaFe ₂ O ₁₉	67	70	5.4	PEN	0.4	-0.5	95:5	1:1	75
実施例 4	100	0.030	0.015	BaFe ₂ O ₁₉	67	70	5.4	PEN	0.5	-0.3	95:5	1:1	75
実施例 5	150	0.030	0.015	BaFe ₂ O ₁₉	67	70	5.4	PEN	0.8	-0.3	90:10	1:1	75
実施例 6	180	0.030	0.015	BaFe ₂ O ₁₉	67	70	5.4	PEN	0.7	-0.3	90:10	1:1	75
実施例 7	200	0.030	0.015	BaFe ₂ O ₁₉	67	70	5.4	PEN	0.3	-0.3	90:10	1:1	75
実施例 8	100	0.025	0.013	BaFe ₂ O ₁₉	67	70	5.4	PEN	0.5	0.0	95:5	3:1	75
実施例 9	100	0.035	0.018	BaFe ₂ O ₁₉	67	70	5.4	PEN	0.5	-0.5	95:5	1:1.5	75
実施例 10	100	0.031	0.010	BaFe ₂ O ₁₉	67	70	5.4	PEN	0.5	-0.1	95:5	1:1	100
実施例 11	100	0.032	0.018	BaFe ₂ O ₁₉	67	70	5.4	PEN	0.5	-0.5	95:5	1:1	60
実施例 12	100	0.030	0.015	SrFe ₂ O ₁₉	67	70	5.4	PEN	0.5	-0.3	95:5	1:1	75
実施例 13	100	0.030	0.015	ε-酸化鉄	67	70	5.4	PEN	0.5	-0.3	95:5	1:1	75
実施例 14	100	0.030	0.015	Co ₂ Ti ₂ T	67	70	5.4	PEN	0.5	-0.3	95:5	1:1	75
実施例 15	100	0.030	0.015	BaFe ₂ O ₁₉	67	70	5.4	PET	0.5	-0.3	95:5	1:1	75
実施例 16	100	0.030	0.015	BaFe ₂ O ₁₉	67	70	5.4	PEEK	0.5	-0.3	95:5	1:1	75
実施例 17	100	0.030	0.015	BaFe ₂ O ₁₉	65	70	5.4	PEN	0.3	-0.3	95:5	1:1	75
実施例 18	100	0.030	0.015	BaFe ₂ O ₁₉	67	80	5.4	PEN	0.3	-0.3	95:5	1:1	75
比較例 1	15	0.030	0.015	BaFe ₂ O ₁₉	67	70	5.4	PEN	-1.0	-0.5	100:0	1:1	75
比較例 2	230	0.030	0.015	BaFe ₂ O ₁₉	67	70	5.4	PEN	-0.5	-0.7	100:0	1:1	75
比較例 3	100	0.015	0.011	BaFe ₂ O ₁₉	67	70	5.4	PEN	-0.5	-1.0	100:0	1:0	-
比較例 4	100	0.018	0.012	BaFe ₂ O ₁₉	67	70	5.4	PEN	-0.2	-1.0	100:0	4:1	75
比較例 5	100	0.040	0.019	BaFe ₂ O ₁₉	67	70	5.4	PEN	0.2	-1.5	100:0	1:4	75
比較例 6	100	0.034	0.021	BaFe ₂ O ₁₉	67	70	5.4	PEN	0.0	-1.9	100:0	1:1	30
比較例 7	100	0.035	0.022	BaFe ₂ O ₁₉	67	70	5.4	PEN	0.0	-2.1	100:0	1:1.5	30

10

20

30

40

【0196】

表 1 に示したように、実施例 1 ~ 18 では、磁性層 13 の表面 13 S には、磁性層 13 の平均厚みの 20% 以上の深さを有する凹み 13 A が 1600 μm² あたり 20 個以上 200 個以下の割合で形成されており、磁性層 13 の表面 13 S における、10 以上 45 以下の温度において振り子粘弾性試験により求められる対数減衰率 は 0.025 以上 0.035 以下であり、対数減衰率 の最大値と対数減衰率 の最小値との差は 0 以上 0.020 以下であるので、室温 SNR および SNR 劣化の双方において良好な結果が得ら

50

れた。

【0197】

比較例1では、磁性層13の平均厚みの20%以上の深さを有する凹部13Aが1600 μm^2 あたり15個の割合で形成されているので、室温SNRの悪化が認められる。磁気記録媒体の走行中に巻き込まれる空気を磁性層の表面とヘッドとの界面から十分に逃がすことができず、磁性層13の表面13Sとヘッドとの間に空気層が生じ、磁性層13の表面13Sがヘッドに対し十分に接触していないためと考えられる。また、比較例2では、磁性層13の平均厚みの20%以上の深さを有する凹部13Aが1600 μm^2 あたり230個の割合で形成されているので、やはり室温SNRの悪化が認められる。さらに、SNR低下も顕著となった。この理由として、凹部の面密度が高すぎることにより、磁性層13の表面13Sとヘッドとの接触面積が減少したためと考えられる。

10

【0198】

比較例3では、磁性層13の結着剤にポリウレタン系樹脂が含まれていない。また、比較例4においても磁性層13の結着剤に含まれる塩化ビニル系樹脂の重量がポリウレタン系樹脂の重量よりも十分に多い。このため、10以上45以下の温度において振り子粘弾性試験により求められる対数減衰率の最小値がそれぞれ0.015および0.018となった。それらの結果、いずれも、室温SNRの悪化が認められると共にSNR低下も顕著となった。比較例3,4におけるSNR低下を測定した際の磁気ヘッド周辺の様子を、図12Aに示す。図12Aに示したように、磁気記録媒体10が磁気ヘッドと接触する領域の脇に、磁性層13から離脱した磁性層13の構成材料が付着している。

20

【0199】

比較例5では、磁性層13の結着剤に含まれる塩化ビニル系樹脂の重量がポリウレタン系樹脂の重量よりも十分に少ない。このため、10以上45以下の温度において振り子粘弾性試験により求められる対数減衰率の最小値が0.040となった。その結果、室温SNRの悪化が認められると共にSNR低下も顕著となった。比較例5におけるSNR低下を測定した際の磁気ヘッド周辺の様子を、図12Bに示す。図12Bに示したように、磁気記録媒体10と接触する磁気ヘッドの表面に、磁性層13から離脱した、粘性の高い磁性層13の構成材料が付着している。

【0200】

比較例6,7では、10以上45以下の温度範囲において振り子粘弾性試験により求められる対数減衰率のばらつき(最大値と最小値との差分)が、それぞれ0.021および0.022となった。このため、室温SNRは良好であったものの、SNR低下が顕著となった。高温下での形状変化が発生しやすく、磁性層13の表面13Sの摩擦が増大したためと考えられる。

30

【0201】

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。

【0202】

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あ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。

40

【0203】

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。

【0204】

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。

50

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て用いることもできる。

【0205】

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、全厚を薄くし、繰り返し記録または繰り返し再生を実行したのちであっても、良好な電磁変換特性を維持できる。

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、
基体と、
前記基体上に設けられた下地層と、
前記下地層上に設けられた磁性層と
を有し、

前記磁性層の表面には、前記磁性層の平均厚みの20%以上の深さを有する凹部が1600 μm^2 あたり20個以上200個以下の割合で形成されており、

前記磁性層の表面における、10以上45以下の温度において振り子粘弾性試験により求められる対数減衰率は0.025以上0.035以下であり、

前記対数減衰率の最大値と前記対数減衰率の最小値との差は0以上0.020以下であり、

前記磁気記録媒体の垂直方向における角形比は、65%以上であり、
前記磁性層の平均厚みは、80nm以下であり、
前記磁気記録媒体の平均厚みは、5.6 μm 以下である
磁気記録媒体。

(2)

前記対数減衰率は0.025以上0.030以下である
上記(1)記載の磁気記録媒体。

(3)

前記磁性層の表面には、前記凹部が1600 μm^2 あたり40個以上200個以下の割合で形成されている

上記(1)または(2)記載の磁気記録媒体。

(4)

前記磁性層の表面には、前記凹部が1600 μm^2 あたり80個以上180個以下の割合で形成されている

上記(1)から(3)のいずれか1つに記載の磁気記録媒体。

(5)

前記基体は、ポリエステルまたはポリエーテルエーテルケトン(PEEK)を主たる成分として含む

上記(1)から(4)のいずれか1つに記載の磁気記録媒体。

(6)

前記磁性層は磁性粉を含み、

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、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(5)のいずれか1つに記載の磁気記録媒体。

(7)

前記下地層および前記磁性層は、潤滑剤を含み、

前記潤滑剤は、下記的一般式<1>で示される化合物および下記的一般式<2>で示される化合物のうちの少なくとも一方、ならびに、下記的一般式<3>で示される化合物および下記的一般式<4>で示される化合物のうちの少なくとも一方を含む

10

20

30

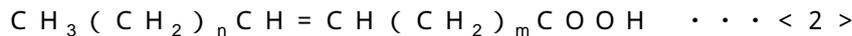
40

50

上記(1)から(6)のいずれか1つに記載の磁気記録媒体。



(但し、一般式<1>において、kは14以上22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り、qは1以上3以下の範囲から選ばれる整数である。)

(8)

前記下地層が、多数の孔部を有し、

前記磁性層の凹みと前記下地層の孔部とがつながっている

上記(7)記載の磁気記録媒体。

(9)

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、

基体と、

前記基体上に設けられた下地層と、

前記下地層上に設けられた磁性層と

を有し、

前記磁性層の表面には、前記磁性層の平均厚みの20%以上の深さを有する凹部が1600 μm^2 あたり20個以上200個以下の割合で形成されており、

前記磁性層の表面における、10以上45以下の温度において振り子粘弾性試験により求められる対数減衰率は0.025以上0.035以下であり、

前記対数減衰率の最大値と前記対数減衰率の最小値との差は0以上0.020以下であり、

前記磁気記録媒体の垂直方向における角形比は、65%以上であり、

前記磁性層の平均厚みは、80nm以下であり、

前記磁気記録媒体の平均厚みは、5.6 μm 以下である

磁気記録再生装置。

(10)

前記磁気記録媒体の長手方向に加わるテンションを調整可能な構成を有する

上記(9)に記載の磁気記録再生装置。

(11)

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、

前記磁気記録媒体は、

基体と、

10

20

30

40

50

前記基体上に設けられた下地層と、
前記下地層上に設けられた磁性層と
を有し、

前記磁性層の表面には、前記磁性層の平均厚みの20%以上の深さを有する凹部が1600 μm^2 あたり20個以上200個以下の割合で形成されており、

前記磁性層の表面における、10以上45以下の温度において振り子粘弾性試験により求められる対数減衰率は0.025以上0.035以下であり、

前記対数減衰率の最大値と前記対数減衰率の最小値との差は0以上0.020以下であり、

前記磁気記録媒体の垂直方向における角形比は、65%以上であり、

前記磁性層の平均厚みは、80nm以下であり、

前記磁気記録媒体の平均厚みは、5.6 μm 以下である

磁気記録媒体カートリッジ。

【符号の説明】

【0206】

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、100...測定用試料、101...試料ステージ、103...基板、104...振り子付円柱型シリンダエッジ、105...固定用テープ。

【要約】

【課題】使用時における良好な走行性能を発揮することのできる磁気記録媒体を提供する。

【解決手段】この磁気記録媒体は、テープ状の磁気記録媒体であって、基体と、その基体上に設けられた下地層と、その下地層上に設けられた磁性層とを有する。磁性層の表面には、磁性層の平均厚みの20%以上の深さを有する凹部が1600 μm^2 あたり20個以上200個以下の割合で形成されている。磁性層の表面における、10以上45以下の温度において振り子粘弾性試験により求められる対数減衰率は0.025以上0.040以下である。対数減衰率の最大値と対数減衰率の最小値との差は0以上0.020以下である。垂直方向における角形比は、65%以上である。磁性層の平均厚みは、80nm以下である。磁気記録媒体の平均厚みは、5.6 μm 以下である。

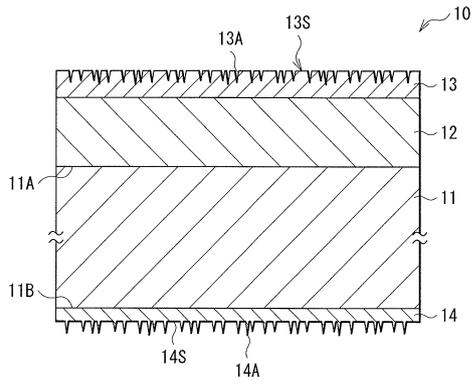
【選択図】図1

10

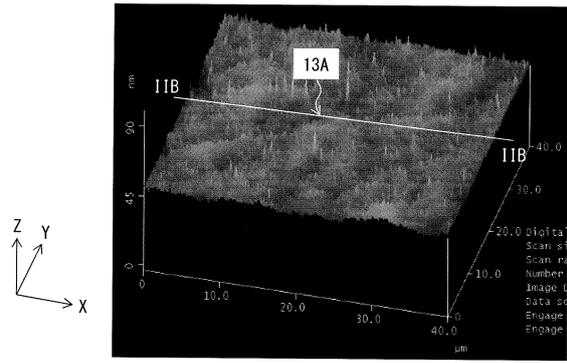
20

30

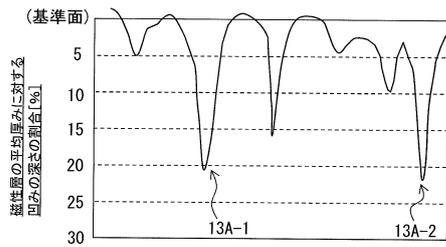
【図1】



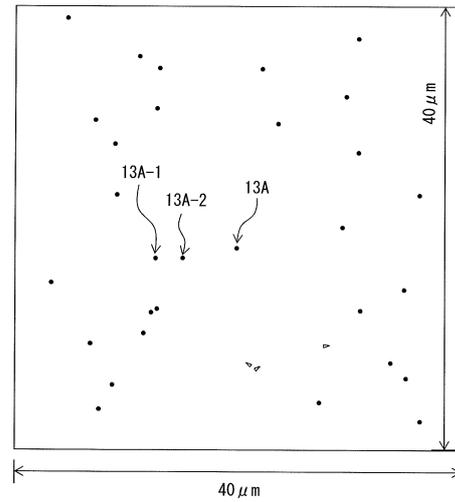
【図2A】



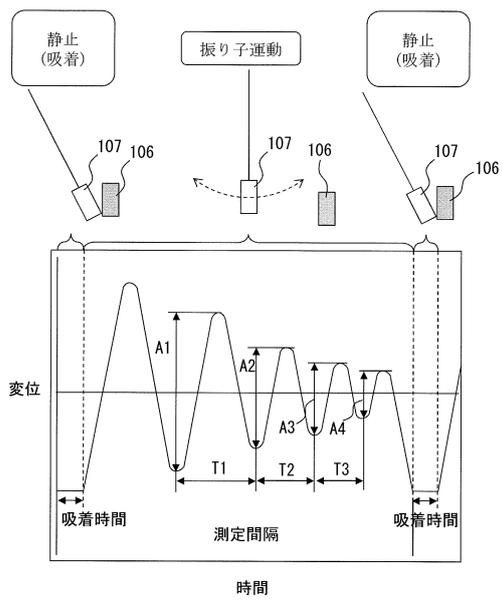
【図2B】



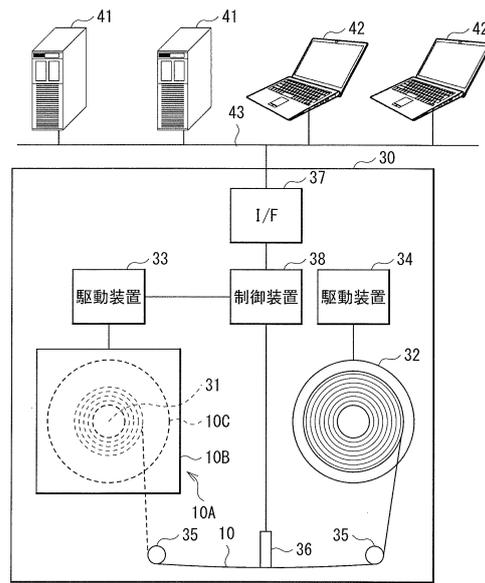
【図2C】



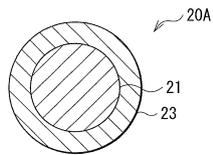
【図8】



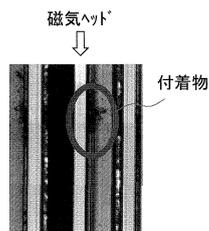
【図9】



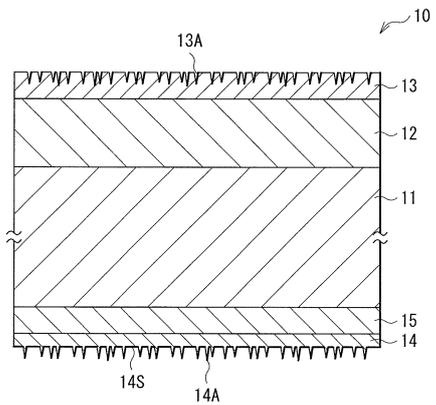
【図10】



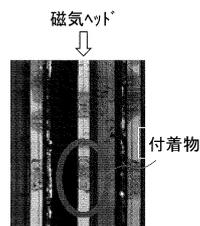
【図12A】



【図11】



【図12B】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I	
G 1 1 B	5/78	(2006.01)	G 1 1 B	5/78
G 1 1 B	15/43	(2006.01)	G 1 1 B	15/43

(56) 参考文献 特開 2017 - 228333 (JP, A)
特開 2017 - 228328 (JP, A)
特開 2009 - 087468 (JP, A)
特開 2004 - 273070 (JP, A)
特開 2019 - 003712 (JP, A)
特開 2006 - 065953 (JP, A)
特開 2007 - 273036 (JP, A)
特開 2006 - 099919 (JP, A)
特開 2004 - 005891 (JP, A)

(58) 調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G 1 1 B 5 / 7 0
G 1 1 B 5 / 7 0 6
G 1 1 B 5 / 7 1
G 1 1 B 5 / 7 3
G 1 1 B 5 / 7 3 8
G 1 1 B 5 / 7 8
G 1 1 B 1 5 / 4 3