

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7358965号  
(P7358965)

(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	5/714(2006.01)	G 1 1 B	5/714
G 1 1 B	5/78 (2006.01)	G 1 1 B	5/78
G 1 1 B	5/706(2006.01)	G 1 1 B	5/706
G 1 1 B	5/73 (2006.01)	G 1 1 B	5/73
請求項の数 22 (全43頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2019-228063(P2019-228063)	(73)特許権者	000002185 ソニーグループ株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号
(22)出願日	令和1年12月18日(2019.12.18)	(74)代理人	100112874 弁理士 渡邊 薫
(62)分割の表示	特願2019-182547(P2019-182547) )の分割	(72)発明者	寺川 潤 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
原出願日	令和1年10月2日(2019.10.2)	(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
(65)公開番号	特開2021-61081(P2021-61081A)	審査官	中野 和彦
(43)公開日	令和3年4月15日(2021.4.15)	最終頁に続く	
審査請求日	令和4年9月26日(2022.9.26)		

(54)【発明の名称】 磁気記録媒体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基体と、  
前記基体上に設けられ、磁性粉を含む磁性層と  
を備えており、  
前記磁性層の平均厚みが、80 nm以下であり、  
前記磁性粉の平均アスペクト比が、1.0以上2.8以下であり、  
前記磁性粉の平均粒子体積が、2000 nm<sup>3</sup>以下であり、  
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)  
、PB T (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)、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)、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、  
磁気記録媒体の垂直方向における保磁力 H c 1 が、3000 Oe 以下で、平均厚みが 5  
.6 μm 以下であり、  
前記磁気記録媒体の長手方向における保磁力 H c 2 と前記保磁力 H c 1 とが、H c 2 /  
H c 1 0.75 の関係を満たし、且つ、  
パルス磁界を用いて測定した前記磁気記録媒体の残留保磁力 H r p と前記保磁力 H c 1  
との比 H r p / H c 1 が、2.0 以下である、  
テープ状の磁気記録媒体。

## 【請求項 2】

前記磁性粉は六方晶フェライトを含み、前記六方晶フェライトはBaおよびSrのうちの少なくとも1種を含む、請求項1に記載の磁気記録媒体。

## 【請求項 3】

前記比 $H_{rp}/H_{c1}$ が1.95以下である、請求項1又は2に記載の磁気記録媒体。

## 【請求項 4】

前記比 $H_{rp}/H_{c1}$ が1.90以下である、請求項1～3のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

## 【請求項 5】

前記比 $H_{rp}/H_{c1}$ が1.85以下である、請求項1～3のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

10

## 【請求項 6】

前記磁気記録媒体の長手方向における保磁力 $H_{c2}$ が、2000Oe以下である、請求項1～5のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

## 【請求項 7】

前記磁気記録媒体の平均厚みが5.3 $\mu\text{m}$ 以下である、請求項1～6のいずれか一項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が5.2 $\mu\text{m}$ 以下である、請求項1～6のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

20

## 【請求項 9】

前記磁気記録媒体の平均厚みが5.0 $\mu\text{m}$ 以下である、請求項1～6のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

## 【請求項 10】

前記基体の平均厚みが4.2 $\mu\text{m}$ 以下である、請求項1～9のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

## 【請求項 11】

前記基体の平均厚みは、3.8 $\mu\text{m}$ 以下である、請求項1～9のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

## 【請求項 12】

前記基体の平均厚みは、3.4 $\mu\text{m}$ 以下である、請求項1～9のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

30

## 【請求項 13】

前記磁性層の平均厚みが70nm以下である、請求項1～12のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

## 【請求項 14】

前記磁性層の平均厚みが60nm以下である、請求項1～12のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

## 【請求項 15】

前記磁性層の平均厚みが50nm以下である、請求項1～12のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

40

## 【請求項 16】

前記保磁力 $H_{c2}$ と前記保磁力 $H_{c1}$ とが、 $H_{c2}/H_{c1} \geq 0.7$ の関係を満たす、請求項1～15のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

## 【請求項 17】

前記磁性層と前記基体との間に下地層が設けられており、

前記下地層の平均厚みが0.8 $\mu\text{m}$ 以上、1.4 $\mu\text{m}$ 以下である、請求項1～16のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

## 【請求項 18】

前記基体の2つの面のうち、前記磁性層が設けられている側の面と反対側の面に、バック

50

層が設けられており、

前記バック層の平均厚みが  $0.6\ \mu\text{m}$  以下である、請求項 1 ~ 17 のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 19】

前記磁性粉の平均粒子サイズは、 $15\ \text{nm}$  以上  $22\ \text{nm}$  以下である、請求項 1 ~ 18 のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 20】

前記保磁力  $H_c2$  と前記保磁力  $H_c1$  とが、 $H_c2 / H_c1 \geq 0.65$  の関係を満たす、請求項 1 ~ 19 のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 21】

前記保磁力  $H_c2$  と前記保磁力  $H_c1$  とが、 $H_c2 / H_c1 \geq 0.60$  の関係を満たす、請求項 1 ~ 20 のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 22】

請求項 1 ~ 21 のいずれか一項に記載のテープ状の磁気記録媒体と、

記録再生装置と通信を行う通信部と、

記憶部と、

通信部を介して記録再生装置から受信した情報を記憶部に記憶し、かつ、記録再生装置の要求に応じて、記憶部から情報を読み出し、通信部を介して記録再生装置に送信する制御部と、を備え、

前記情報は、磁気記録媒体の長手方向にかかるテンションを調整するための調整情報を含む、テープカートリッジ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、磁気記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば IoT、ビッグデータ、及び人工知能などの発展に伴い、収集及び保存されるデータの量が大幅に増加している。大量のデータを記録するための媒体として、しばしば磁気記録媒体が用いられる。

【0003】

磁気記録媒体に関して、これまでに種々の技術が提案されている。例えば磁気記録媒体に含まれる磁性粉に関する技術として、下記特許文献 1 には、少なくとも、非磁性支持体上に、強磁性粉末と結合剤とを含有する磁性塗料を塗布することによって形成された磁性層を有する磁気記録媒体であって、上記磁性層中に、カルボキシル基と、少なくとも 1 以上のヒドロキシル基とを分子中に有し、芳香環が 2 個以上の場合には縮合環である芳香族化合物を、上記強磁性粉末 100 [重量部] に対し、0.4 [重量部] ~ 10 [重量部] 含有してなることを特徴とする磁気記録媒体が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2002 - 373413 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

磁気記録媒体の記録密度を高めるために、磁気記録媒体に含まれる磁性粉の粒子体積をより小さくすることが考えられる。また、電磁変換特性を向上するためにも、磁性粉の粒子体積をより小さくすることが考えられる。しかしながら、磁性粉の粒子体積がより小さくなるにつれて、磁気記録媒体の熱安定性がより悪くなる。

そこで、本開示は、磁性粉の粒子体積が小さい場合であっても熱安定性に優れている磁

10

20

30

40

50

気記録媒体を提供することを主目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示は、基体と、  
 前記基体上に設けられ、磁性粉を含む磁性層と  
 を備えており、  
 前記磁性層の平均厚みが、90 nm以下であり、  
 前記磁性粉の平均アスペクト比が、1.0以上3.0以下であり、  
 前記磁性粉の平均粒子体積が、2300 nm<sup>3</sup>以下であり、  
 磁気記録媒体の垂直方向における保磁力H<sub>c1</sub>が、4500 Oe以下であり、  
 前記磁気記録媒体の長手方向における保磁力H<sub>c2</sub>と前記保磁力H<sub>c1</sub>とが、 $H_{c2} / H_{c1} = 0.8$ の関係を満たし、且つ、  
 パルス磁界を用いて測定した前記磁気記録媒体の残留保磁力H<sub>r p</sub>と前記保磁力H<sub>c1</sub>  
 との比 $H_{r p} / H_{c1}$ が、2.0以下である、  
 テープ状の磁気記録媒体を提供する。  
 前記磁性粉の平均粒子体積は2200 nm<sup>3</sup>以下でありうる。  
 前記比 $H_{r p} / H_{c1}$ が1.95以下であってよい。  
 前記比 $H_{r p} / H_{c1}$ が1.90以下であってよい。  
 前記比 $H_{r p} / H_{c1}$ が1.85以下であってよい。  
 前記磁性粉は六方晶フェライトを含みうる。  
 前記六方晶フェライトは、BaおよびSrのうちの少なくとも1種を含みうる。  
 前記磁気記録媒体の長手方向における保磁力H<sub>c2</sub>は2000 Oe以下であってよい。  
 前記磁気記録媒体の平均厚みは5.6 μm以下でありうる。  
 前記基体の平均厚みは4.2 μm以下でありうる。  
 前記磁性層の平均厚みは80 nm以下でありうる。  
 前記保磁力H<sub>c2</sub>と前記保磁力H<sub>c1</sub>とが、 $H_{c2} / H_{c1} = 0.7$ の関係を満たしう  
 る。  
 前記保磁力H<sub>c1</sub>が5000 Oe以上でありうる。  
 前記磁気記録媒体は、前記磁性層と前記基体との間に下地層が設けられていてよく、  
 前記下地層の平均厚みが2.0 μm以下であってよい。  
 前記基体の2つの面のうち、前記磁性層が設けられている側の面と反対側の面に、バッ  
 ク層が設けられていてよく、  
 前記バック層の平均厚みが0.6 μm以下であってよい。  
 前記磁性粉の平均粒子サイズは50 nm以下でありうる。  
 また、本開示は、前記磁気記録媒体と、  
 記録再生装置と通信を行う通信部と、  
 記憶部と、  
 通信部を介して記録再生装置から受信した情報を記憶部に記憶し、かつ、記録再生装置  
 の要求に応じて、記憶部から情報を読み出し、通信部を介して記録再生装置に送信する制  
 御部と、を備え、  
 前記情報は、磁気記録媒体の長手方向にかかるテンションを調整するための調整情報を  
 含む  
 テープカートリッジも提供する。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本開示の一実施形態に係る磁気記録媒体の断面図である。  
 【図2】図2Aは、データバンドおよびサーボバンドのレイアウトの概略図である。図2  
 Bは、データバンドの拡大図である。  
 【図3】磁性層のTEM写真の例である。  
 【図4】磁性粒子の構成を示す断面図である。

10

20

30

40

50

【図 5】変形例における磁性粒子の構成を示す断面図である。

【図 6】M - H ループの一例を示すグラフである。

【図 7】残留磁化曲線の一例である。

【図 8】記録再生装置の概略図である。

【図 9】カートリッジの構成の一例を示す分解斜視図である。

【図 10】カートリッジメモリの構成の一例を示すブロック図である。

【図 11】変形例の磁気記録媒体の断面の模式図である。

【図 12】図 12 A は、波長  $\lambda$  でデータ信号を記録した場合の MFM 像を示す。図 12 B は、最短記録波長  $\lambda'$  でデータ信号を記録した場合の MFM 像を示す。

【図 13】磁化曲線及び残留磁化曲線の例を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本開示を実施するための好適な形態について説明する。なお、以下に説明する実施形態は、本開示の代表的な実施形態を示したものであり、本開示の範囲がこれらの実施形態のみに限定されることはない。

【0009】

本開示について、以下の順序で説明を行う。

1. 本開示の説明
2. 実施形態（塗布型の磁気記録媒体の例）
  - (1) 磁気記録媒体の構成
  - (2) 磁気記録媒体の製造方法
  - (3) 記録再生装置
  - (4) カートリッジ
  - (5) 効果
  - (6) 変形例
3. 実施例

20

【0010】

1. 本開示の説明

【0011】

本開示の磁気記録媒体は、特定の粒子体積を有する磁性粉を含む磁性層を有し、且つ、垂直方向における保磁力  $H_{c1}$ 、長手方向における保磁力  $H_{c2}$  と保磁力  $H_{c1}$  との比  $H_{c2}/H_{c1}$ 、及び、パルス磁界を用いて測定した残留保磁力  $H_{rp}$  と保磁力  $H_{c1}$  との比  $H_{rp}/H_{c1}$  がそれぞれ特定の数値範囲内にある。これによって、本開示の磁気記録媒体は、電磁変換特性に優れており、且つ、熱安定性にも優れている。当該熱安定性及び残留保磁力  $H_{rp}$  について、以下でより詳細に説明する。

30

【0012】

磁気記録媒体に含まれる磁性粉の粒子体積がより小さくなるにつれて、記録密度がより高くなり、さらには、電磁変化特性も向上しうる。しかしながら、前記粒子体積がより小さくなることによって、磁気記録媒体（具体的には磁性層）に記録された磁化が、熱エネルギーによって失われやすくなり、これは、データ信号の減衰をもたらす。このように、磁気記録媒体に含まれる磁性粉の粒子体積がより小さくなるにつれて、磁気記録媒体の熱に対する安定性（熱安定性ともいう）が低下しうる。

40

【0013】

磁気記録媒体の保存において保存環境から磁気記録媒体に与えられる熱エネルギーは、短期的には、当該磁気記録媒体に大きな影響を及ぼさないと考えられる。しかしながら、当該保存は長期間にわたることが想定され、当該保存環境において長期間にわたって当該熱エネルギーが磁気記録媒体に付与された場合には、許容されない影響が磁気記録媒体に及ぶ可能性がある。そのため、当該熱エネルギーによる信号減衰をできる限り低減するために、磁気記録媒体の熱安定性はより高いことが望ましい。

【0014】

50

本発明者らが磁気記録媒体の熱安定性について検討したところ、従来知られている垂直方向及び長手方向の保磁力だけでなく、さらに他の指標を調整することによって、より優れた熱安定性を有する磁気記録媒体を得ることができることが分かった。当該他の指標が、上記残留保磁力  $H_{rp}$  である。

【0015】

残留保磁力  $H_{rp}$  について、図13を参照しながら以下に説明する。

垂直方向における保磁力  $H_{c1}$  は、従来から用いられている指標であり、これを測定するために、例えば磁力計による測定結果に基づき  $M-H$  ループ（磁化曲線）が作成される。 $M-H$  ループの例が図13に示されている。図13に示されるとおり、当該  $M-H$  ループが  $X$  軸（磁界）を横切る位置での磁界が前記保磁力  $H_{c1}$  である。当該測定のために用いられる磁界掃引速度は遅い。

10

熱安定性の向上のために利用できる指標として本発明者らが新たに見出した残留保磁力  $H_{rp}$  は、前記保磁力  $H_{c1}$  の測定と異なり、パルス状の磁界を用いて測定される。すなわち、当該測定は、速い磁界掃引速度を用いて行われる。当該測定では、当該パルス状の磁界を用いて得られた磁化量に基づき磁化曲線を作成する。当該磁化曲線を残留磁化曲線と呼ぶ。残留磁化曲線の例も、図13に示されている。この残留磁化曲線が  $X$  軸（磁界）を横切る位置での磁界が、図13において「 $H_{rp}$ 」で示されており、当該磁界が残留保磁力である。

本発明者らは、前記保磁力  $H_{c1}$  と残留保磁力  $H_{rp}$  との差が小さいことによって、より具体的には残留保磁力  $H_{rp}$  と前記保磁力  $H_{c1}$  との比  $H_{rp}/H_{c1}$  が特定の数値範囲内にあることによって、磁気記録媒体の熱安定性が向上されることを見出した。

20

なお、残留保磁力  $H_{rp}$  の測定は、上記のとおり速い磁界掃引速度を用いて行われる。この速い磁界掃引速度は、前記保持力  $H_{c1}$  の測定において用いられる遅い磁界掃引速度と比べて、磁気記録媒体の記録において印可される磁界により近い。この観点からも、残留保磁力  $H_{rp}$  は有用な指標であると考えられる。

【0016】

本開示の磁気記録媒体の、前記残留保磁力  $H_{rp}$  と前記保磁力  $H_{c1}$  との比率  $H_{rp}/H_{c1}$  は、2.0以下であり、より好ましくは1.95以下、さらにより好ましくは1.90以下、さらにより好ましくは1.85以下であってもよい。前記比率  $H_{rp}/H_{c1}$  が上記数値範囲内にあることによって、本開示の磁気記録媒体は優れた熱安定性を有し、これにより例えば長期保存時の信号減衰を防ぐことができる。

30

さらに、本開示の磁気記録媒体に含まれる磁性粉の平均粒子体積が  $2300\text{ nm}^3$  以下であり、より好ましくは  $2200\text{ nm}^3$  以下、さらにより好ましくは  $2100\text{ nm}^3$  以下、特に好ましくは  $2000\text{ nm}^3$  以下であってもよい。当該平均粒子体積が上記数値範囲内にあることによって、電磁変換特性が向上される。本開示の磁気記録媒体に含まれる磁性粉の平均粒子体積はこのように非常に小さいにもかかわらず、本開示の磁気記録媒体は上記のとおり熱安定性に優れている。電磁変換特性及び熱安定性の両立は難しいところ、本開示によって電磁変換特性及び熱安定性の両方を向上させることができる。

【0017】

本開示の磁気記録媒体は、基体と、前記基体上に設けられており且つ磁性粉を含む磁性層とを備えており、前記磁性層の平均厚みが  $90\text{ nm}$  以下であり、前記磁性粉の平均アスペクト比が1.0以上3.0以下である。これらによって、電磁変換特性が向上される。

40

【0018】

本開示の磁気記録媒体は、さらに、前記保磁力  $H_{c1}$  が  $4500\text{ Oe}$  以下であり、且つ、前記磁気記録媒体の長手方向における保磁力  $H_{c2}$  と前記保磁力  $H_{c1}$  とが、 $H_{c2}/H_{c1} = 0.8$  の関係を満たす。これらによっても、電磁変換特性が向上される。

【0019】

本開示の磁気記録媒体の平均厚み  $t_T$  は、好ましくは  $5.6\text{ }\mu\text{m}$  以下であり、より好ましくは  $5.3\text{ }\mu\text{m}$  以下であり、さらにより好ましくは  $5.2\text{ }\mu\text{m}$  以下、 $5.0\text{ }\mu\text{m}$  以下又は  $4.6\text{ }\mu\text{m}$  以下でありうる。本開示の磁気記録媒体はこのように全厚が薄いものであ

50

てよい。本開示の磁気記録媒体の全厚をこのように薄くすることによって、例えば1つの磁気記録カートリッジ中に巻き取られるテープ長をより長くすることができ、これにより1つの磁気記録カートリッジ当たりの記録容量を高めることができる。すなわち、本開示によって、電磁変換特性及び熱安定性の向上に加えて、記録容量も向上することができる。

本開示に従う磁気記録媒体の幅は、例えば5 mm ~ 30 mmであり、特に7 mm ~ 25 mmであり、より特に10 mm ~ 20 mm、さらにより特に11 mm ~ 19 mmでありうる。本開示に従うテープ状磁気記録媒体の長さは、例えば500 m ~ 1500 mでありうる。例えばLTO8規格に従うテープ幅は12.65 mmであり、長さは960 mである。

#### 【0020】

本開示に従う磁気記録媒体はテープ状であり、例えば長尺状の磁気記録テープでありうる。本開示に従うテープ状磁気記録媒体は、例えば磁気記録カートリッジ内に収容されていてよい。より具体的には、当該磁気記録カートリッジ内のリールに巻き付けられた状態で、当該カートリッジ内に収容されていてよい。

#### 【0021】

本開示の一つの好ましい実施態様において、本開示の磁気記録媒体は、磁性層、下地層、基体（ベース層ともいう）、及びバック層を備えていてよい。これら4層は、この順に積層されていてよい。本開示に従う磁気記録媒体は、これらの層に加えて、他の層を含んでいてもよい。当該他の層は、磁気記録媒体の種類に応じて適宜選択されてよい。本開示に従う磁気記録媒体は、例えば塗布型の磁気記録媒体でありうる。前記塗布型の磁気記録媒体について、以下2.においてより詳細に説明する。

#### 【0022】

### 2. 実施形態（塗布型の磁気記録媒体の例）

#### 【0023】

#### （1）磁気記録媒体の構成

#### 【0024】

まず、図1を参照して、一実施形態に係る磁気記録媒体10の構成について説明する。磁気記録媒体10は、長尺状の基体11と、基体11の一方の主面上に設けられた下地層12と、下地層12上に設けられた磁性層13と、基体11の他方の主面上に設けられたバック層14とを備える。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。

#### 【0025】

磁気記録媒体10は長尺のテープ状を有し、記録再生の際には長手方向に走行される。なお、磁性層13の表面が、磁気ヘッドが走行される表面となる。磁気記録媒体10は、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で用いられることが好ましい。なお、本明細書において、“垂直方向”とは、磁気記録媒体10の表面に対して垂直な方向（磁気記録媒体10の厚み方向）を意味し、“長手方向”とは、磁気記録媒体10の長手方向（走行方向）を意味する。

#### 【0026】

#### （基体）

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有する。基体11の平均厚みは、好ましくは4.2 μm以下、より好ましくは3.8 μm以下、さらにより好ましくは3.4 μm以下である。基体11の平均厚みが4.2 μm以下であると、一つのデータカートリッジ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。

#### 【0027】

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、

10

20

30

40

50

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 及びバック層 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 Mitutoyo 社製レーザーホログレージ（LGH-110C）を用いて、サンプル（基体 1 1）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、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。

#### 【0028】

基体 1 1 は、例えば、ポリエステル類、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 種を含む。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。

10

#### 【0029】

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。

#### 【0030】

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。

20

#### 【0031】

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。

30

#### 【0032】

（磁性層）

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、磁性粉および結着剤を含む。磁性層 1 3 が、必要に応じて、潤滑剤、帯電防止剤、研磨剤、硬化剤、防錆剤および非磁性補強粒子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。

#### 【0033】

磁性層 1 3 は、図 2 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。複数のサーボバンド S B は、磁気記録媒体 1 0 の幅方向に等間隔で設けられている。隣り合うサーボバンド S B 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。

40

#### 【0034】

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  $R_S (= (S_{SB} / S) \times 100)$  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  $R_S$  は、5 以上のサーボトラッ

50



クを確保する観点から、好ましくは0.8%以上である。

#### 【0035】

磁性層13の表面全体の面積Sに対するサーボバンドSBの総面積 $S_{SB}$ の比率 $R_S$ は、以下のようにして求められる。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、シグママーク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し、サーボバンド幅 $W_{SB}$ およびサーボバンドSB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

#### 【0036】

サーボバンドSB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、さらにより好ましくは $9 + 4n$ 以上である。サーボバンドSB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、より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。サーボバンドSBの数は、特に限定されるものではないが、例えば33以下である。

#### 【0037】

サーボバンドSBの数は以下のようにして確認可能である。まず、磁性層13の表面を磁気力顕微鏡（MFM）を用いて観察し、MFM像を取得する。次に、MFM像を用いてサーボバンドSBの数をカウントする。

#### 【0038】

サーボバンド幅 $W_{SB}$ 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 $W_{SB}$ は、好ましくは $10\mu\text{m}$ 以上である。 $10\mu\text{m}$ 未満のサーボバンド幅 $W_{SB}$ のサーボ信号を読み取り可能な記録ヘッドの製造は、困難を伴いうる。

#### 【0039】

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、磁性層13の表面を、磁気力顕微鏡（MFM）を用いて観察し、MFM像を取得する。次に、MFM像を用いてサーボバンド幅 $W_{SB}$ の幅を測定する。

#### 【0040】

磁性層13は、図2Bに示すように、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。データトラック幅W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は、好ましくは $0.02\mu\text{m}$ 以上である。

#### 【0041】

データトラック幅Wは以下のようにして求められる。例えば、データが全面に記録された磁性層13のデータバンド部分のデータ記録パターンを磁気力顕微鏡（Magnetic Force Microscope：MFM）を用いて観察し、MFM像を得る。MFMとしてはDigital Instruments社製Dimension3100とその解析ソフトが用いられる。当該MFM像の測定領域は $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ とし、当該 $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ の測定領域は $512 \times 512$ （ $= 262,144$ ）個の測定点に分割される。場所の異なる3つの $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ 測定領域についてMFMによる測定が行われ、すなわち3つのMFM像が得られる。得られた3つのMFM像から、Dimension3100に付属の解析ソフトを用いて、トラック幅を10ヶ所測定し平均値（単純平均である）をとる。当該平均値が、データトラック幅Wである。なお、前記MFMの測定条件は掃引速度：1Hz、使用チップ：MFM R-20、リフトハイト：20nm、補正：Flatten order 3である。

#### 【0042】

磁性層13は、磁化反転間距離の最小値Lとデータトラック幅Wが好ましくは $W/L$  200、より好ましくは $W/L$  60、さらにより好ましくは $W/L$  45、特に好ましくは $W/L$  30となるように、データを記録可能に構成されている。磁化反転間距離の最小値Lが一定値であり、磁化反転間距離の最小値Lとトラック幅Wが $W/L > 200$ で

10

20

30

40

50

あると（すなわちトラック幅 $W$ が大きいと）、トラック記録密度が上がらないため、記録容量を十分に確保できなくなる虞がある。また、トラック幅 $W$ が一定値であり、磁化反転間距離の最小値 $L$ とトラック幅 $W$ が $W/L > 200$ であると（すなわち磁化反転間距離の最小値 $L$ が小さいと）、ビット長さが小さくなり、線記録密度が上がるが、スペーシングロスの影響により、 $SNR$ が著しく悪化してしまう虞がある。したがって、記録容量を確保しながら、 $SNR$ の悪化を抑えるためには、上記のように $W/L$ が $W/L \leq 60$ の範囲にあることが好ましい。但し、 $W/L$ は上記範囲に限定されるものではなく、 $W/L \geq 23$ または $W/L \geq 13$ であってもよい。 $W/L$ の下限値は特に限定されるものではないが、例えば $1 \leq W/L$ である。

#### 【0043】

磁性層13は、高記録容量を確保する観点から、磁化反転間距離の最小値 $L$ が好ましくは $55\text{ nm}$ 以下、より好ましくは $53\text{ nm}$ 以下、さらにより好ましくは $52\text{ nm}$ 以下、 $50\text{ nm}$ 以下、 $48\text{ nm}$ 以下、又は $44\text{ nm}$ 以下、特に好ましくは $40\text{ nm}$ 以下となるように、データを記録可能に構成されている。磁化反転間距離の最小値 $L$ の下限値は、磁性粒子サイズを考慮すると、好ましくは $20\text{ nm}$ 以上である。磁化反転間距離の最小値 $L$ は、磁性粒子サイズによって考慮される。

#### 【0044】

磁化反転間距離の最小値 $L$ は以下のようにして求められる。例えば、データが全面に記録された磁性層13のデータバンド部分のデータ記録パターンを磁気力顕微鏡（Magnetic Force Microscope：MFM）を用いて観察し、MFM像を得る。MFMとしてはDigital Instruments社製Dimension3100とその解析ソフトが用いられる。当該MFM像の測定領域は $2\text{ }\mu\text{m} \times 2\text{ }\mu\text{m}$ とし、当該 $2\text{ }\mu\text{m} \times 2\text{ }\mu\text{m}$ の測定領域は $512 \times 512 (= 262,144)$ 個の測定点に分割される。場所の異なる3つの $2\text{ }\mu\text{m} \times 2\text{ }\mu\text{m}$ 測定領域についてMFMによる測定が行われ、すなわち3つのMFM像が得られる。得られたMFM像の記録パターンの二次元の凹凸チャートからビット間距離を50個測定する。当該ビット間距離の測定は、Dimension3100に付属の解析ソフトを用いて行われる。測定された50個のビット間距離のおよそ最大公約数となる値を磁化反転間距離の最小値 $L$ とする。なお、測定条件は掃引速度： $1\text{ Hz}$ 、使用チップ：MFM R-20、リフトハイト： $20\text{ nm}$ 、補正：Flatten order 3である。

#### 【0045】

磁性層13の平均厚みは、好ましくは $90\text{ nm}$ 以下、特に好ましくは $80\text{ nm}$ 以下、より好ましくは $70\text{ nm}$ 以下、さらにより好ましくは $50\text{ nm}$ 以下である。磁性層13の平均厚みが $90\text{ nm}$ 以下であると、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（例えば $C/N$ （Carrier to Noise Ratio））を向上することができる。

#### 【0046】

磁性層13の平均厚みは、好ましくは $30\text{ nm}$ 以上、より好ましくは $35\text{ nm}$ 以上である。磁性層13の平均厚みが $30\text{ nm}$ 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（例えば $C/N$ ）を向上することができる。

#### 【0047】

磁性層13の平均厚みは、例えば、以下のようにして求められる。

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。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ゲ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、当該タンゲ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

10

20

30

40

50

Microscope : T E M ) により、下記の条件で観察し、T E M 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。

装置 : T E M ( 日立製作所製 H 9 0 0 0 N A R )

加速電圧 : 3 0 0 k V

倍率 : 1 0 0 , 0 0 0 倍

次に、得られた T E M 像を用い、磁気記録媒体 1 0 の長手方向の少なくとも 1 0 点以上の位置で磁性層 1 3 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 ) して得られた平均値を磁性層 1 3 の平均厚み [ n m ] 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。

【 0 0 4 8 】

( 磁性粉 )

【 0 0 4 9 】

磁性層 1 3 に含まれる磁性粉をなす磁性粒子として、例えば六方晶フェライト、イプシロン型酸化鉄 ( 酸化鉄 )、C o 含有スピネルフェライト、ガンマヘマタイト、マグネタイト、二酸化クロム、コバルト被着酸化鉄、及びメタル ( 金属 ) などを挙げることができるが、これらに限定されない。前記磁性粉は、これらのうちの 1 種であってよく、又は、2 種以上の組合せであってもよい。好ましくは、前記磁性粉は、六方晶フェライト、酸化鉄、又は C o 含有スピネルフェライトを含みうる。特に好ましくは、前記磁性粉は、六方晶フェライトである。前記六方晶フェライトは、特に好ましくは B a 及び S r のうちの少なくとも 1 種を含みうる。前記 酸化鉄は、特に好ましくは A l 及び G a のうちの少なくとも 1 種を含みうる。これらの磁性粒子については、例えば磁性層 1 3 の製造方法、テープの規格、及びテープの機能などの要因に基づいて当業者により適宜選択されてよい。

【 0 0 5 0 】

磁性粒子の形状は、磁性粒子の結晶構造に依拠している。例えば、バリウムフェライト ( B a F e ) 及びストロンチウムフェライトは六角板状でありうる。酸化鉄は球状でありうる。コバルトフェライトは立方状でありうる。メタルは紡錘状でありうる。磁気記録媒体 1 0 の製造工程においてこれらの磁性粒子が配向される。

磁性粉の平均粒子サイズは、好ましくは 5 0 n m 以下、より好ましくは 4 0 n m 以下、さらにより好ましくは 3 0 n m 以下、2 5 n m 以下、2 2 n m 以下、2 1 n m 以下、又は 2 0 n m 以下でありうる。前記平均粒子サイズは、例えば 1 0 n m 以上、好ましくは 1 2 n m 以上でありうる。

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 . 9 以下でありうる。

【 0 0 5 1 】

( 磁性粉が六方晶フェライトを含む実施態様 )

【 0 0 5 2 】

本開示の好ましい実施態様に従い、磁性粉は六方晶フェライトを含み、より特には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。 ) の粉末を含みうる。六方晶フェライト粒子は、例えば、六角板状又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 B a、S r、P b、及び C a のうちの少なくとも 1 種、より好ましくは B a 及び S r のうちの少なくとも 1 種を含みうる。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又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、B a 以外に、S r、P b、及び C a のうちの少なくとも 1 種をさらに含んでいてもよい。ストロンチウムフェライトは、S r 以外に、B a、P b、及び C a のうちの少なくとも 1 種をさらに含んでいてもよい。

【 0 0 5 3 】

より具体的には、六方晶フェライトは、一般式  $M F e_{12} O_{19}$  で表される平均組成を有しうる。ここで、M は、例えば B a、S r、P b、及び C a のうちの少なくとも 1 種の金属、好ましくは B a 及び S r のうちの少なくとも 1 種の金属である。M が、B a と、S r、P b、及び C a 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

10

20

30

40

50

。また、Mが、Srと、Ba、Pb、及び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。

#### 【0054】

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、25nm以下、22nm以下、21nm以下、又は20nm以下でありうる。前記平均粒子サイズは、例えば10nm以上、好ましくは12nm以上、より好ましくは15nm以上でありうる。例えば、前記磁性粉の平均粒子サイズは、10nm以上50nm以下、10nm以上40nm以下、12nm以上30nm以下、12nm以上25nm以下、又は15nm以上22nm以下でありうる。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。

10

#### 【0055】

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1.0以上3.0以下、より好ましくは1.0以上2.9以下、さらにより好ましくは2.0以上2.9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。

20

#### 【0056】

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。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ゲ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、当該タンゲ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。

30

得られた薄片サンプルの前記断面を、透過電子顕微鏡（日立ハイテクノロジーズ社製 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、観察面の方向に側面を向けており且つ粒子の厚みが明らかに確認できる粒子を50個選び出す。例えば、図3にTEM写真の例を示す。図3において、例えばa及びdで示される粒子が、その厚みを明らかに確認できるので、選択される。選択された50個の粒子それぞれの最大板厚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DA<sub>ave</sub>を求める。

40

続いて、各磁性粉の板径DBを測定する。粒子の板径DBを測定するために、撮影したTEM写真から、粒子の板径が明らかに確認できる粒子を50個選び出す。例えば、図3において、例えばb及びcで示される粒子が、その板径を明らかに確認できるので、選択される。選択された50個の粒子それぞれの板径DBを測定する。このようにして求めた板径DBを単純平均（算術平均）して平均板径DB<sub>ave</sub>を求める。平均板径DB<sub>ave</sub>が、平均粒子サイズである。

そして、平均最大板厚DA<sub>ave</sub>及び平均板径DB<sub>ave</sub>から粒子の平均アスペクト比（DB<sub>ave</sub>/DA<sub>ave</sub>）を求める。

50

## 【 0 0 5 7 】

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  $2300\text{ nm}^3$  以下、より好ましくは  $2200\text{ nm}^3$  以下、さらにより好ましくは  $2100\text{ nm}^3$  以下、特に好ましくは  $2000\text{ nm}^3$  以下でありうる。磁性粉の平均粒子体積は、好ましくは  $500\text{ nm}^3$  以上、より好ましくは  $700\text{ nm}^3$  以上、さらにより好ましくは  $1000\text{ nm}^3$  以上でありうる。

磁性粉の平均粒子体積が上記上限値以下である場合（例えば  $2300\text{ nm}^3$  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 S N R）を得ることができる。磁性粉の平均粒子体積が上記下限値以上である場合（例えば  $500\text{ nm}^3$  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 S N R）を得ることができる。

10

## 【 0 0 5 8 】

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関して述べたとおり、平均最大板厚  $DA_{ave}$  および平均板径  $DB_{ave}$  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。

## 【 0 0 5 9 】

## 【 数 1 】

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

20

## 【 0 0 6 0 】

本開示の特に好ましい実施態様に従い、前記磁性粉は、バリウムフェライト磁性粉又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、前記磁性粉として好ましい。

## 【 0 0 6 1 】

30

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

## 【 0 0 6 2 】

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  $t_m [\text{nm}]$  が、好ましくは  $90\text{ nm}$  以下であり、より好ましくは  $80\text{ nm}$  以下である。例えば磁性層 13 の平均厚み  $t_m$  は、 $35\text{ nm} \leq t_m \leq 90\text{ nm}$  であってよい。

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  $160\text{ kA/m}$  以上  $280\text{ kA/m}$  以下、より好ましくは  $165\text{ kA/m}$  以上  $275\text{ kA/m}$  以下、更により好ましくは  $170\text{ kA/m}$  以上  $270\text{ kA/m}$  以下である。

## 【 0 0 6 3 】

40

（磁性粉が 酸化鉄を含む実施態様）

## 【 0 0 6 4 】

本開示の他の好ましい実施態様に従い、前記磁性粉は、好ましくは 酸化鉄を含むナノ粒子（以下「酸化鉄粒子」という。）の粉末を含みうる。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。

## 【 0 0 6 5 】

酸化鉄粒子は、球状若しくはほぼ球状を有しているか、又は、立方体状若しくはほぼ立方体状を有している。酸化鉄粒子が上記のような形状を有しているため、磁性粒子として酸化鉄粒子を用いた場合、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

50

いた場合に比べて、媒体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できる。したがって、磁性粉の分散性を高め、より良好な S N R (Signal-to-Noise Ratio) を得ることができる。

【 0 0 6 6 】

酸化鉄粒子は、コアシェル型構造を有していてもよい。具体的には、酸化鉄粒子は、図 4 に示すように、コア部 2 1 と、このコア部 2 1 の周囲に設けられた 2 層構造のシェル部 2 2 とを備える。2 層構造のシェル部 2 2 は、コア部 2 1 上に設けられた第 1 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 とを備える。

【 0 0 6 7 】

コア部 2 1 は、酸化鉄を含む。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  $\text{-Fe}_2\text{O}_3$  からなるものがより好ましい。

10

【 0 0 6 8 】

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。

【 0 0 6 9 】

第 1 シェル部 2 2 a は、いわゆる軟磁性層であり、例えば、 $\text{-Fe}$ 、 $\text{Ni-Fe}$  合金又は  $\text{Fe-Si-Al}$  合金などの軟磁性体を含みうる。 $\text{-Fe}$  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。

20

【 0 0 7 0 】

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、又は酸化ケイ素を含みうる。酸化鉄は、例えば  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、及び  $\text{FeO}$  のうちの少なくとも 1 種の酸化鉄を含みうる。第 1 シェル部 2 2 a が  $\text{-Fe}$  (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  $\text{-Fe}$  を酸化することにより得られるものであってもよい。

【 0 0 7 1 】

酸化鉄粒子が、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ことができ、これによりコア部 2 1 単体の保磁力  $H_c$  を大きな値に保ちつつ且つ / 又は酸化鉄粒子 (コアシェル粒子) 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。また、酸化鉄粒子が、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 の製造工程及びその工程前において、酸化鉄粒子が空気中に暴露されて、粒子表面に錆びなどが発生することにより、酸化鉄粒子の特性が低下することを抑制することができる。したがって、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 7 2 】

酸化鉄粒子は、図 5 に示されるとおり、単層構造のシェル部 2 3 を有していてもよい。この場合、シェル部 2 3 は、第 1 シェル部 2 2 a と同様の構成を有する。但し、酸化鉄粒子の特性劣化を抑制する観点からすると、酸化鉄粒子が 2 層構造のシェル部 2 2 を有していることがより好ましい。

40

【 0 0 7 3 】

酸化鉄粒子は、コアシェル構造に代えて添加剤を含んでいてもよく、又は、コアシェル構造を有すると共に添加剤を含んでいてもよい。これらの場合、酸化鉄粒子の  $\text{Fe}$  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も、酸化鉄粒子全体の保磁力  $H_c$  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、より好ましくはアルミニウム (Al)、ガリウム (Ga)、及びインジウム (In) からなる群より選ばれる 1 種以上である。

具体的には、添加剤を含む酸化鉄は、 $\text{-Fe}_{2-x}\text{M}_x\text{O}_3$  結晶 (ここで、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、及び In から

50

なる群より選ばれる 1 種以上である。x は、例えば  $0 < x < 1$  である。) である。

【0074】

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 22 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 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分以上以下に設定することで、良好な S/N R 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 10 (例えば 44 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 10) において、良好な電磁変換特性(例えば S/N R)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 S/N R)を得ることができる。

10

【0075】

磁性粉の平均アスペクト比が、好ましくは 1.0 以上 3.0 以下、より好ましくは 1.0 以上 2.9 以下、さらにより好ましくは 1.0 以上 2.5 以下である。磁性粉の平均アスペクト比が上記数値範囲にあると、磁性粉の凝集を抑制することができると共に、磁性層 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。

【0076】

磁性粉が酸化鉄粒子を含む場合、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。

20

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。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。薄片化は磁気記録媒体 10 の長さ方向(長手方向)に沿うかたちで行って行われる。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。

得られた薄片サンプルの前記断面を、透過電子顕微鏡(日立ハイテクノロジーズ社製 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。

30

次に、撮影した TEM 写真から、粒子の形状を明らかに確認することができる 50 個の粒子を選び出し、各粒子の長軸長 DL と短軸長 DS 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(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。

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  $DL_{ave}$  を求める。このようにして求めた平均長軸長  $DL_{ave}$  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  $DS_{ave}$  を求める。そして、平均長軸長  $DL_{ave}$  および平均短軸長  $DS_{ave}$  から粒子の平均アスペクト比( $DL_{ave} / DS_{ave}$ )を求める。

40

【0077】

磁性粉の平均粒子体積は、好ましくは  $2300 \text{ nm}^3$  以下、より好ましくは  $2200 \text{ nm}^3$  以下、さらにより好ましくは  $2100 \text{ nm}^3$  以下、特に好ましくは  $2000 \text{ nm}^3$  以下でありうる。磁性粉の平均粒子体積は、好ましくは  $500 \text{ nm}^3$  以上、より好ましくは  $700 \text{ nm}^3$  以上、さらにより好ましくは  $1000 \text{ nm}^3$  以上でありうる。

磁性粉の平均粒子体積が上記上限値以下である場合(例えば  $2300 \text{ nm}^3$  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 S/N R)を得ることができる。磁性粉の平均粒子体積が上記下限値以上である場合(例えば  $500 \text{ nm}^3$  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 S

50

N R ) を得ることができる。

【 0 0 7 8 】

酸化鉄粒子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し、平均長軸長  $D_{L_{ave}}$  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。

$$V = \left( \frac{\pi}{6} \right) \times D_{L_{ave}}^3$$

【 0 0 7 9 】

酸化鉄粒子が立方体状の形状を有している場合、磁性粉の平均体積は以下のようにして求められる。

磁気記録媒体 10 を F I B ( Focused Ion Beam ) 法等により加工して薄片化を行う。F I B 法を使用する場合には、後述の断面の T E M 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。

得られた薄片サンプルを透過電子顕微鏡 ( 日立ハイテクノロジーズ社製 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、T E M 写真を得る。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。

次に、撮影した T E M 写真から粒子の形状が明らかである 50 個の粒子を選び出し、各粒子の辺の長さ  $D_C$  を測定する。続いて、測定した 50 個の粒子の辺の長さ  $D_C$  を単純に平均 ( 算術平均 ) して平均辺長  $D_{C_{ave}}$  を求める。次に、平均辺長  $D_{C_{ave}}$  を用いて以下の式から磁性粉の平均体積  $V_{ave}$  ( 粒子体積 ) を求める。

$$V_{ave} = D_{C_{ave}}^3$$

酸化鉄粒子の保磁力  $H_c$  は、好ましくは 2500 Oe 以上、より好ましくは 2800 Oe 以上 4200 Oe 以下である。

【 0 0 8 0 】

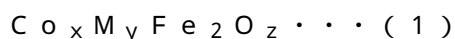
( 磁性粉が C o 含有スピネルフェライトを含む実施態様 )

【 0 0 8 1 】

本開示のさらに他の好ましい実施態様に従い、磁性粉は、C o 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」ともいう ) の粉末を含みうる。すなわち、当該磁性粉は、コバルトフェライト磁性粉でありうる。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磁性粒子は、例えば、立方体状又はほぼ立方体状を有している。C o 含有スピネルフェライトは、C o 以外に N i、M n、A l、C u、及び Z n からなる群より選ばれる 1 種以上をさらに含んでもよい。

【 0 0 8 2 】

コバルトフェライトは、例えば以下の式 ( 1 ) で表される平均組成を有する。



( 但し、式 ( 1 ) 中、M は、例えば、N i、M n、A l、C u、及び Z n からなる群より選ばれる 1 種以上の金属である。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 及び 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。F e の一部が他の金属元素で置換されていてもよい。 )

【 0 0 8 3 】

コバルトフェライト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 23 nm 以下である。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。

【 0 0 8 4 】

10

20

30

40

50



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及び平均粒子サイズは、磁性粉が酸化鉄粒子を含む場合と同じ方法で求められる。

#### 【0085】

磁性粉の平均粒子体積は、好ましくは $2300\text{ nm}^3$ 以下、より好ましくは $2200\text{ nm}^3$ 以下、さらにより好ましくは $2100\text{ nm}^3$ 以下、特に好ましくは $2000\text{ nm}^3$ 以下でありうる。磁性粉の平均粒子体積は、好ましくは $500\text{ nm}^3$ 以上、より好ましくは $700\text{ nm}^3$ 以上、さらにより好ましくは $1000\text{ nm}^3$ 以上でありうる。

10

磁性粉の平均粒子体積が上記上限値以下である場合（例えば $2300\text{ nm}^3$ 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。磁性粉の平均粒子体積が上記下限値以上である場合（例えば $500\text{ nm}^3$ 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。

#### 【0086】

（結着剤）

20

#### 【0087】

結着剤としては、ポリウレタン系樹脂又は塩化ビニル系樹脂などに架橋反応が行われた構造を有する樹脂が好ましい。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などに応じて、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。

#### 【0088】

前記結着剤として、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、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、ポリビニルブチラル、セルロース誘導体（セルロースアセートブチレート、セルロースダイアセレート、セルローストリアセレート、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、及び合成ゴムから選ばれる1つ又は2つ以上の組み合わせが用いられうる。

30

#### 【0089】

また、前記結着剤として、熱硬化性樹脂又は反応型樹脂が用いられてもよい。熱硬化性樹脂又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、シリコン樹脂、ポリアミン樹脂、及び尿素ホルムアルデヒド樹脂などが挙げられる。

40

#### 【0090】

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、 $-\text{SO}_3\text{M}$ 、 $-\text{OSO}_3\text{M}$ 、 $-\text{COOM}$ 、 $\text{P}=\text{O}(\text{OM})_2$ などの極性官能基が導入されていてもよい。ここで、式中Mは、水素原子、又は、例えばリチウム、カリウム、及びナトリウムなどのアルカリ金属である。

#### 【0091】

更に、極性官能基としては、 $-\text{NR}_1\text{R}_2$ 、 $-\text{NR}_1\text{R}_2\text{R}_3^+\text{X}^-$ の末端基を有する

50

側鎖型のもの、及び、 $>NR_1R_2^+X^-$ の主鎖型のもものが挙げられる。ここで、式中 $R_1$ 、 $R_2$ 、及び $R_3$ は、互いに独立に水素原子又は炭化水素基であり、 $X^-$ は、例えば弗素、塩素、臭素、若しくはヨウ素などのハロゲン元素イオン、又は、無機若しくは有機イオンである。また、極性官能基としては、 $-OH$ 、 $-SH$ 、 $-CN$ 、及びエポキシ基なども挙げられる。これら極性官能基の結着剤への導入量は、 $10^{-1} \sim 10^{-8}$ モル/gであるのが好ましく、 $10^{-2} \sim 10^{-6}$ モル/gであるのがより好ましい。

#### 【0092】

(潤滑剤)

#### 【0093】

前記磁性層は、潤滑剤を含みうる。前記潤滑剤は、例えば脂肪酸及び/又は脂肪酸エステルから選ばれる1種又は2以上であってよく、好ましくは脂肪酸及び脂肪酸エステルの両方を含みうる。前記脂肪酸は、好ましくは下記の一般式(1)又は(2)により示される化合物であってよい。例えば、前記脂肪酸として下記の一般式(1)により示される化合物及び一般式(2)により示される化合物の一方が含まれていてよく又は両方が含まれていてもよい。

10

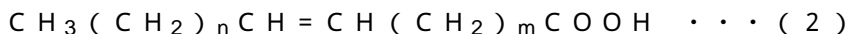
また、前記脂肪酸エステルは、好ましくは下記一般式(3)又は(4)により示される化合物であってよい。例えば、前記脂肪酸エステルとして下記の一般式(3)により示される化合物及び一般式(4)により示される化合物の一方が含まれていてよく又は両方が含まれていてもよい。

前記潤滑剤が、一般式(1)に示される化合物及び一般式(2)に示される化合物のいずれか一方若しくは両方と、一般式(3)に示される化合物及び一般式(4)に示される化合物のいずれか一方若しくは両方と、を含むことによって、磁気記録媒体を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。

20



(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。)

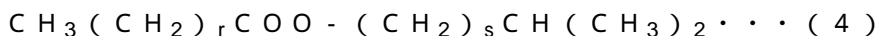


(但し、前記一般式(2)において、 $n$ と $m$ との和は12以上20以下の範囲、より好ましくは14以上18以下の範囲から選ばれる整数である。)



30

(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、 $r$ は14以上22以下の範囲から選ばれる整数であり、 $s$ は1以上3以下の範囲から選ばれる整数である。)

#### 【0094】

前記潤滑剤として、例えば、炭素数10~24の一塩基性脂肪酸と、炭素数2~12の1価~6価アルコールのいずれかとのエステル、これらの混合エステル、ジ脂肪酸エステル、トリ脂肪酸エステル等が挙げられる。前記潤滑剤の具体例としては、ラウリン酸、ミリスチン酸、パルミチン酸、ステアリン酸、ベヘン酸、オレイン酸、リノール酸、リノレン酸、エライジン酸、ステアリン酸ブチル、ステアリン酸ペンチル、ステアリン酸ヘプチル、ステアリン酸オクチル、ステアリン酸イソオクチル、ミリスチン酸オクチル等が挙げられる。

40

#### 【0095】

(帯電防止剤)

帯電防止剤としては、例えば、カーボンブラック、天然界面活性剤、ノニオン性界面活性剤、カチオン性界面活性剤等が挙げられる。

#### 【0096】

(研磨剤)

50

研磨剤としては、例えば、化率 90% 以上の - アルミナ、 - アルミナ、 - アルミナ、炭化ケイ素、酸化クロム、酸化セリウム、 - 酸化鉄、コランダム、窒化珪素、チタンカーバイド、酸化チタン、二酸化珪素、酸化スズ、酸化マグネシウム、酸化タングステン、酸化ジルコニウム、窒化ホウ素、酸化亜鉛、炭酸カルシウム、硫酸カルシウム、硫酸バリウム、2 硫化モリブデン、磁性酸化鉄の原料を脱水、アニール処理した針状 酸化鉄、必要によりそれらをアルミおよび / またはシリカで表面処理したもの等が挙げられる。

【0097】

(硬化剤)

硬化剤としては、例えば、ポリイソシアネート等が挙げられる。ポリイソシアネートとしては、例えば、トリレンジイソシアネート (TDI) と活性水素化合物との付加体等の芳香族ポリイソシアネート、ヘキサメチレンジイソシアネート (HMDI) と活性水素化合物との付加体等の脂肪族ポリイソシアネート等が挙げられる。これらポリイソシアネートの重量平均分子量は、100 ~ 4500 の範囲であることが望ましい。

10

【0098】

(防錆剤) 防錆剤としては、例えばフェノール類、ナフトール類、キノン類、窒素原子を含む複素環化合物、酸素原子を含む複素環化合物、硫黄原子を含む複素環化合物等が挙げられる。

【0099】

(非磁性補強粒子)

非磁性補強粒子として、例えば、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) 等が挙げられる。

20

【0100】

(下地層)

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、帯電防止剤、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。

【0101】

下地層 12 の平均厚みは、好ましくは 0.6  $\mu\text{m}$  以上 2.0  $\mu\text{m}$  以下、より好ましくは 0.8  $\mu\text{m}$  以上 1.4  $\mu\text{m}$  以下である。なお、下地層 12 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、下地層 12 の厚みに応じて適宜調整される。

30

本開示の好ましい実施態様において、磁性層 13 と基体 11 との間に下地層 12 が設けられており、下地層 12 の平均厚みが 2.0  $\mu\text{m}$  以下であってよい。

【0102】

(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、これらの形状に限定されるものではない。

40

【0103】

(結着剤)

上述の磁性層 13 に含まれる結着剤に関する説明が、下地層に含まれる結着剤についても当てはまる。

【0104】

(添加剤)

上述の磁性層 13 に含まれる潤滑剤、帯電防止剤、硬化剤および防錆剤に関する説明が

50

、下地層に含まれる潤滑剤、帯電防止剤、硬化剤および防錆剤についても当てはまる。

【0105】

(バック層)

バック層14は、結着剤および非磁性粉を含みうる。バック層14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。上述の下地層12に含まれる結着剤および非磁性粉に関する説明が、バック層に含まれる結着剤および非磁性粉についても当てはまる。

【0106】

非磁性粉の平均粒子サイズは、好ましくは10nm以上150nm以下、より好ましくは15nm以上110nm以下である。非磁性粉の平均粒子サイズは、上記の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非磁性粉を含んでいてもよい。

10

【0107】

バック層14の平均厚み(本明細書内において「平均厚み $t_b$ 」又は「 $t_b$ 」ともいう)は0.6 $\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。バック層14の平均厚み $t_b$ が上記範囲内にあることで、磁気記録媒体10の平均厚みを例えば5.6 $\mu\text{m}$ 以下にした場合でも、下地層12及び基体11の厚みを厚く保つことが出来、これにより磁気記録媒体10の記録再生装置内での走行安定性を保つことが出来る。バック層14の平均厚み $t_b$ の下限値は特に限定されるものではないが、例えば0.2 $\mu\text{m}$ 以上である。

本開示の好ましい実施態様において、基体11の2つの面のうち、磁性層13が設けられている側の面と反対側の面に、バック層14が設けられており、バック層14の平均厚みが0.6 $\mu\text{m}$ 以下であってよい。

20

【0108】

バック層14の平均厚み $t_b$ は以下のようにして求められる。まず、磁気記録媒体10の平均厚み $t_T$ を測定する。平均厚み $t_T$ の測定方法は本明細書内に以下に記載されているとおりである。続いて、サンプルのバック層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、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 $t_B$ [ $\mu\text{m}$ ]を算出する。その後、以下の式よりバック層14の平均厚み $t_b$ [ $\mu\text{m}$ ]を求める。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。

30

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

【0109】

(磁気記録媒体の平均厚み $t_T$ )

【0110】

磁気記録媒体10の平均厚み(本明細書内において「平均厚み $t_T$ 」又は「 $t_T$ 」ともいう)は、 $t_T$  5.6 $\mu\text{m}$ であり、より好ましくは5.3 $\mu\text{m}$ 以下であり、さらにより好ましくは5.2 $\mu\text{m}$ 以下、5.0 $\mu\text{m}$ 以下、又は4.6 $\mu\text{m}$ 以下でありうる。磁気記録媒体10の平均厚み $t_T$ が上記数値範囲内にあることによって(例えば $t_T$  5.6 $\mu\text{m}$ であることによって)、1データカートリッジ内に記録できる記録容量を従来よりも高めることができる。磁気記録媒体10の平均厚み $t_T$ の下限値は特に限定されるものではないが、例えば、3.5 $\mu\text{m}$   $t_T$ である。

40

【0111】

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250mmの長さに取り出し、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 $t_T$ [ $\mu\text{m}$ ]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。

【0112】

50

( 垂直方向における保磁力  $H_c 1$  )

【 0 1 1 3 】

垂直方向における保磁力  $H_c 1$  は、4 5 0 0 O e 以下であり、より好ましくは3 5 0 0 O e 以下であり、さらにより好ましくは3 0 0 0 O e 以下、2 9 0 0 O e 以下、又は2 8 5 0 O e 以下であってもよい。保磁力  $H_c 1$  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が、保磁力  $H_c 1$  が4 5 0 0 O e を超えると、記録ヘッドでの飽和記録が困難となる虞があり、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。

【 0 1 1 4 】

垂直方向における保磁力  $H_c 1$  は、好ましくは5 0 0 O e 以上であり、より好ましくは1 0 0 0 O e 以上であり、さらに好ましくは1 5 0 0 O e 以上又は2 0 0 0 O e 以上でありうる。保磁力  $H_c 1$  が上記下限値以上であると、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。

【 0 1 1 5 】

垂直方向の保磁力  $H_c 1$  は以下のようにして求められる。まず、磁気記録媒体 1 0 が両面テープで3枚重ね合わされた後、6 . 3 9 mm のパンチで打ち抜かれて、測定サンプルが作成される。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 の垂直方向 ( ( 磁気記録媒体 1 0 の厚み方向 ) ) に対応する測定サンプル ( 磁気記録媒体 1 0 全体 ) の M - H ループが測定される。次に、アセトンまたはエタノール等が用いられて塗膜 ( 下地層 1 2、磁性層 1 3 およびバック層 1 4 等 ) が払拭され、基体 1 1 のみが残される。そして、得られた基体 1 1 が両面テープで3枚重ね合わされた後、6 . 3 9 mm のパンチで打ち抜かれて、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 ) とされる。その後、V S M が用いられて基体 1 1 の垂直方向 ( 磁気記録媒体 1 0 の厚み方向 ) に対応する補正用サンプル ( 基体 1 1 ) の M - H ループが測定される。

【 0 1 1 6 】

測定サンプル ( 磁気記録媒体 1 0 全体 ) の M - H ループ、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、東英工業製の高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、M H 平均数：2 0 とされる。

【 0 1 1 7 】

2 つの M - H ループが得られた後、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。

【 0 1 1 8 】

得られたバックグラウンド補正後の M - H ループから垂直方向の保磁力  $H_c 1$  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 1 1 9 】

( 長手方向における保磁力  $H_c 2$  )

【 0 1 2 0 】

長手方向における保磁力  $H_c 2$  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

10

20

30

40

50

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 1 2 1 】

長手方向における保磁力  $H_c 2$  は、好ましくは  $1000\text{ Oe}$  以上である。長手方向における保磁力  $H_c 2$  が  $1000\text{ Oe}$  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 1 2 2 】

上記の保磁力  $H_c 2$  は以下のようにして求められる。

まず、磁気記録媒体 10 が両面テープで 3 枚重ね合わされた後、 $6.39\text{ mm}$  のパンチで打ち抜かれて、測定サンプルが作製される。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。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（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 ループが測定される。次に、アセトン又はエタノールなどが用いられて塗膜（下地層 12、磁性層 13 及びバック層 14 など）が払拭され、基体 11 のみが残される。そして、得られた基体 11 が両面テープで 3 枚重ね合わされた後、 $6.39\text{ mm}$  のパンチで打ち抜かれて、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」）が作製される。その後、VSM を用いて基体 11 の垂直方向（磁気記録媒体 10 の垂直方向）に対応する補正用サンプル（基体 11）の M - H ループが測定される。

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： $15\text{ kOe}$ 、磁界ステップ： $40\text{ bit}$ 、Time constant of Locking amp： $0.3\text{ sec}$ 、Waiting time： $1\text{ sec}$ 、MH 平均数： $20$  とされる。

測定サンプル（磁気記録媒体 10 の全体）の M - H ループ及び補正用サンプル（基体 11）の M - H ループが得られた後、測定サンプル（磁気記録媒体 10 の全体）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。

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、「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。なお、上記の M - H ループの測定はいずれも、 $25^\circ$  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 1 2 3 】

（ $H_c 2 / H_c 1$ ）

長手方向における保磁力  $H_c 2$  と垂直方向における保磁力  $H_c 1$  との比  $H_c 2 / H_c 1$  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  $H_c 1$  及び  $H_c 2$  が上記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。

【 0 1 2 4 】

比  $H_c 2 / H_c 1$  が  $H_c 2 / H_c 1 = 0.8$  である場合、磁性層 13 の平均厚みが  $90\text{ nm}$  以下であることが特に有効である。磁性層 13 の平均厚みが  $90\text{ nm}$  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 13 の下部領域（下地層 12 側の領域）が長手方向に磁化されてしまい、磁性層 13 を厚み方向に均一に磁化することがで

10

20

30

40

50

きなくなる虞がある。したがって、比  $H_{c2} / H_{c1}$  を  $H_{c2} / H_{c1} = 0.8$  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虞がある。

【0125】

$H_{c2} / H_{c1}$  の下限値は特に限定されるものではないが、例えば  $0.5 H_{c2} / H_{c1}$  である。

【0126】

なお、 $H_{c2} / H_{c1}$  は磁性粉の垂直配向度を表しており、 $H_{c2} / H_{c1}$  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  $H_{c2} / H_{c1}$  を用いる理由について説明する。

10

【0127】

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  $SQ$ （ $= (M_r / M_s) \times 100$ 、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  $SQ$  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、 $H_{c2} / H_{c1}$  よりも適当でない。

(1) 角形比  $SQ$  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6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  $SQ$  も大きい値となる。

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

【0128】

20

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。

【0129】

(残留保磁力  $H_{rp}$  及び比  $H_{rp} / H_{c1}$ )

【0130】

本開示の磁気記録媒体において、パルス磁界を用いて測定した前記磁気記録媒体の残留保磁力  $H_{rp}$  と前記磁気記録媒体の垂直方向における保磁力  $H_{c1}$  との比  $H_{rp} / H_{c1}$  が  $2.0$  以下であり、より好ましくは  $1.95$  以下であり、さらにより好ましくは  $1.90$  以下であり、特に好ましくは  $1.85$  以下である。本開示の磁気記録媒体は、上記数値範囲内の比  $H_{rp} / H_{c1}$  を有することによって、磁性粉の平均粒子体積が小さいにもかかわらず、熱安定性に優れている。

30

前記比  $H_{rp} / H_{c1}$  は、例えば  $0$  以上、 $0.5$  以上、又は  $1.0$  以上であってよい。

【0131】

前記比  $H_{rp} / H_{c1}$  の算出のために用いられる  $H_{c1}$  は、上記で述べたとおりに測定される。

前記比  $H_{rp} / H_{c1}$  の算出のために用いられる  $H_{rp}$  は以下のように求められる。

測定サンプルとして、前記保磁力  $H_{c1}$  の算出に使用したサンプルと同様のサンプルを準備し、ハヤマ社製高速応答特性評価装置  $HR-PVSM20$  を用いて膜面に対して垂直方向に残留磁化曲線を、以下のようにして得る。

40

まず、測定サンプルに約  $-3980 \text{ kA/m}$  ( $-50 \text{ kOe}$ ) の垂直方向の磁界を印加し、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  $40.2 \text{ kA/m}$  (約  $505 \text{ Oe}$ ) の磁界を印加し再びゼロに戻し残留磁化量を測定する。この際の印加磁界はパルス幅が  $10^{-8} \text{ sec}$  台のパルス磁界である。その後も同様に、先ほどの印加磁界よりもさらに約  $40.2 \text{ kA/m}$  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  $DCD$  曲線を作成する。測定磁界は約  $20 \text{ kOe}$  までとする。なお、バックグラウンド補正及び反磁界補正は行わない。

測定条件を以下に示す。

初期着磁電圧： $220 \text{ V}$  ( $-3980 \text{ kA/m}$  に相当)

測定開始電圧： $0 \text{ V}$  ( $0 \text{ Oe}$  に相当)

50

ステップ電圧：17.5 V（約5050 eに相当）

最大電圧：350 V（20 kOeに相当）

ロックインアンプの待ち時間：10秒

以上のとおりの測定によって得られるデータから、例えば図7に示されるような残留磁化曲線が得られる。当該データから当該残留磁化曲線を得るために、必要に応じて位相補正が行われる。当該位相補正については後述する。得られた残留磁化曲線を形成する点のうち、X軸を挟む2点（X軸に最も近い2点）を直線で結び、当該直線がX軸と交わる点をH<sub>r p</sub>として算出する。

#### 【0132】

前記位相補正に関して、以下でより詳細に説明する。

磁化量の単位は本来はemuであるが、前記高速応答特性評価装置に関しては、各印可磁界での磁化量は電圧Vとして出力され、且つ、当該各印可磁界での磁化量（電圧V）は、正又は負のいずれの値も正の値として出力される。そのため、各印可磁界での位相に応じた補正が必要である。当該補正のために、前記高速応答特性評価装置による出力結果に含まれる位相情報データが用いられる。位相情報データも、各印可磁界での磁化量（電圧V）と一緒に、各印可磁界について出力される。

或る磁界について測定された磁化量（電圧V）の位相情報データが負の値である場合は、当該測定された磁化量（電圧V）に「-1」を乗じる必要があり、当該測定された磁化量（電圧V）に「-1」を乗じて得られた値が、前記残留磁化曲線を得るために用いられる。当該「-1」を乗じる処理が、前記位相補正である。

他方で、或る磁界について測定された磁化量（電圧V）の位相情報データが正の値である場合は、当該測定された磁化量（電圧V）に「-1」を乗じる必要はなく、測定された磁化量（電圧V）がそのまま、前記残留磁化曲線を得るために用いられる。

以上の通りにして得られた位相補正後の磁化量（「-1」が乗じられたもの）及び測定された磁化量（「-1」が乗じられていないもの）を、磁界に対してプロットすることによって、図7に示されるような残留磁化曲線が得られる。

#### 【0133】

#### （2）磁気記録媒体の製造方法

#### 【0134】

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、非磁性粉および結着剤等を溶剤に混練、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、磁性粉および結着剤等を溶剤に混練、分散させることにより、磁性層形成用塗料を調製する。磁性層形成用塗料および下地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。

#### 【0135】

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。

#### 【0136】

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

10

20

30

40

50



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。

#### 【0137】

次に、下地層形成用塗料を基体11の一方の主面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。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、比 $H_c2/H_c1$ を低くすることができる。したがって、磁性粉の垂直配向度を向上することができる。磁性層13の形成後、基体11の他方の主面にバック層14を形成する。これにより、磁気記録媒体10が得られる。

10

#### 【0138】

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3倍以下であることが好ましい。比 $H_c2/H_c1$ をさらに高めるためには、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、比 $H_c2/H_c1$ 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、上記の比 $H_c2/H_c1$ 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

#### 【0139】

比 $H_{rp}/H_c1$ は、例えば前記磁場配向処理における配向条件を調整すること及び/又は磁性粉の保持力を調整することによって制御することができる。また、磁性粉の種類又は磁性粉の平均粒子体積、平均アスペクト比、若しくは平均粒子サイズの変更によって、比 $H_{rp}/H_c1$ を調整することもできる。

#### 【0140】

その後、得られた磁気記録媒体10を大径コアに巻き直し、硬化処理を行う。最後に、磁気記録媒体10に対してカレンダー処理を行った後、所定の幅(例えば1/2インチ幅)に裁断する。以上により、目的とする細長い長尺状の磁気記録媒体10が得られる。

30

#### 【0141】

#### (3) 記録再生装置

#### 【0142】

#### [ 記録再生装置の構成 ]

#### 【0143】

次に、図8を参照して、上述の構成を有する磁気記録媒体10の記録及び再生を行う記録再生装置30の構成の一例について説明する。

#### 【0144】

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が、記録再生装置30が、複数の磁気記録カートリッジ10Aを装填可能な構成を有していてもよい。

40

#### 【0145】

記録再生装置30は、ネットワーク43を介してサーバ41及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カートリッジ10Aに記録可能に構成されている。記録再生装置30の最短記録波長は、好ましくは100nm以下、より好ましくは75nm

50

m以下、更により好ましくは60nm以下、特に好ましくは50nm以下である。

【0146】

記録再生装置30は、図8に示すように、スピンドル31と、記録再生装置側のリール32と、スピンドル駆動装置33と、リール駆動装置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)37と、制御装置38とを備えている。

【0147】

スピンドル31は、磁気記録カートリッジ10Aを装着可能に構成されている。磁気記録カートリッジ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。

10

【0148】

スピンドル駆動装置33は、スピンドル31を回転駆動させる装置である。リール駆動装置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又は再生を行う際には、スピンドル駆動装置33とリール駆動装置34とが、スピンドル31とリール32とを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。

【0149】

20

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るが、記録ヘッドの種類はこれに限定されるものではない。

【0150】

通信I/F37は、サーバ41及び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。

【0151】

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及び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及び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。

30

【0152】

[ 記録再生装置の動作 ]

【0153】

次に、上記構成を有する記録再生装置30の動作について説明する。

【0154】

まず、磁気記録カートリッジ10Aを記録再生装置30に装着し、磁気記録媒体10の先端を引き出して、複数のガイドローラ35及びヘッドユニット36を介してリール32まで移送し、磁気記録媒体10の先端をリール32に取り付ける。

40

【0155】

次に、図示しない操作部を操作すると、スピンドル駆動装置33とリール駆動装置34とが制御装置38の制御により駆動され、リール10Cからリール32へ向けて磁気記録媒体10が走行されるように、スピンドル31とリール32とが同方向に回転される。これにより、磁気記録媒体10がリール32に巻き取られつつ、ヘッドユニット36によって、磁気記録媒体10への情報の記録または磁気記録媒体10に記録された情報の再生が行われる。

【0156】

50

また、リール１０Ｃに磁気記録媒体１０を巻き戻す場合は、上記とは逆方向に、スピンドル３１とリール３２とが回転駆動されることにより、磁気記録媒体１０がリール３２からリール１０Ｃに走行される。この巻き戻しの際にも、ヘッドユニット３６による、磁気記録媒体１０への情報の記録または磁気記録媒体１０に記録された情報の再生が行われる。

【０１５７】

(４) カートリッジ

【０１５８】

[ カートリッジの構成 ]

【０１５９】

本開示は、本開示に従う磁気記録媒体を含む磁気記録カートリッジ（テープカートリッジともいう）も提供する。当該磁気記録カートリッジ内において、前記磁気記録媒体は、例えばリールに巻き付けられていてよい。当該磁気記録カートリッジは、例えば 記録再生装置と通信を行う通信部と、記憶部と、前記通信部を介して前記記録再生装置から受信した情報を記憶部に記憶し、かつ、前記記録再生装置の要求に応じて、前記記憶部から情報を読み出し、通信部を介して記録再生装置に送信する制御部と、を備えていてよい。前記情報は、磁気記録媒体の長手方向にかかるテンションを調整するための調整情報を含みうる。前記調整情報は、例えば、前記磁気記録媒体の長手方向の複数位置での幅方向の寸法情報を含みうる。当該幅方向の寸法情報は、以下 [ カートリッジメモリの構成 ] において述べる磁気記録媒体の製造時（製造後の初期）の寸法情報、及び／又は、当該磁気記録媒体の記録及び／又は再生処理において取得される寸法情報であってよい。

【０１６０】

図９を参照して、上述の構成を有する磁気記録媒体１０を備えるカートリッジ１０Ａの構成の一例について説明する。

【０１６１】

図９は、カートリッジ１０Ａの構成の一例を示す分解斜視図である。カートリッジ１０Ａは、ＬＴＯ（Linear Tape-Open）規格に準拠した磁気記録媒体カートリッジであり、下シェル２１２Ａと上シェル２１２Ｂとで構成されるカートリッジケース１０Ｂの内部に、磁気テープ（テープ状の磁気記録媒体）１０が巻かれたリール１０Ｃと、リール１０Ｃの回転をロックするためのリールロック２１４およびリールスプリング２１５と、リール１０Ｃのロック状態を解除するためのスパイダ２１６と、下シェル２１２Ａと上シェル２１２Ｂに跨ってカートリッジケース１０Ｂに設けられたテープ引出口２１２Ｃを開閉するスライドドア２１７と、スライドドア２１７をテープ引出口２１２Ｃの閉位置に付勢するドアスプリング２１８と、誤消去を防止するためのライトプロテクト２１９と、カートリッジメモリ２１１とを備える。リール１０Ｃは、中心部に開口を有する略円盤状であって、プラスチック等の硬質の材料からなるリールハブ２１３Ａとフランジ２１３Ｂとにより構成される。磁気テープ１０の一端部には、リーダーピン２２０が設けられている。

【０１６２】

カートリッジメモリ２１１は、カートリッジ１０Ａの１つの角部の近傍に設けられている。カートリッジ１０Ａが記録再生装置３０にロードされた状態において、カートリッジメモリ２１１は、記録再生装置３０のリーダライタ（図示せず）と対向するようになっている。カートリッジメモリ２１１は、ＬＴＯ規格に準拠した無線通信規格で記録再生装置３０、具体的にはリーダライタ（図示せず）と通信を行う。

【０１６３】

[ カートリッジメモリの構成 ]

【０１６４】

図１０を参照して、カートリッジメモリ２１１の構成の一例について説明する。

【０１６５】

図１０は、カートリッジメモリ２１１の構成の一例を示すブロック図である。カートリッジメモリ２１１は、規定の通信規格でリーダライタ（図示せず）と通信を行うアンテナコイル（通信部）３３１と、アンテナコイル３３１により受信した電波から、誘導起電力

10

20

30

40

50

を用いて発電、整流して電源を生成する整流・電源回路 332 と、アンテナコイル 331 により受信した電波から、同じく誘導起電力を用いてクロックを生成するクロック回路 333 と、アンテナコイル 331 により受信した電波の検波およびアンテナコイル 331 により送信する信号の変調を行う検波・変調回路 334 と、検波・変調回路 334 から抽出されるデジタル信号から、コマンドおよびデータを判別し、これを処理するための論理回路等で構成されるコントローラ（制御部）335 と、情報を記憶するメモリ（記憶部）336 とを備える。また、カートリッジメモリ 211 は、アンテナコイル 331 に対して並列に接続されたキャパシタ 337 を備え、アンテナコイル 331 とキャパシタ 337 により共振回路が構成される。

【0166】

メモリ 336 は、カートリッジ 10A に関連する情報等を記憶する。メモリ 336 は、不揮発性メモリ（Non Volatile Memory：NVM）である。メモリ 336 の記憶容量は、好ましくは約 32KB 以上である。例えば、カートリッジ 10A が LTO-9 規格または LTO-10 規格に準拠したものである場合には、メモリ 336 は、約 32KB の記憶容量を有する。

【0167】

メモリ 336 は、第 1 の記憶領域 336A と第 2 の記憶領域 336B とを有する。第 1 の記憶領域 336A は、LTO8 以前の LTO 規格のカートリッジメモリ（以下「従来のカートリッジメモリ」という。）の記憶領域に対応しており、LTO8 以前の LTO 規格に準拠した情報を記憶するための領域である。LTO8 以前の LTO 規格に準拠した情報は、例えば製造情報（例えばカートリッジ 10A の固有番号等）、使用履歴（例えばテープ引出回数（Thread Count）等）等である。

【0168】

第 2 の記憶領域 336B は、従来のカートリッジメモリの記憶領域に対する拡張記憶領域に相当する。第 2 の記憶領域 336B は、付加情報を記憶するための領域である。ここで、付加情報とは、LTO8 以前の LTO 規格で規定されていない、カートリッジ 10A に関連する情報を意味する。付加情報の例としては、テンション調整情報、管理台帳データ、Index 情報、または磁気テープ 10 に記憶された動画のサムネイル情報等が挙げられるが、これらのデータに限定されるものではない。テンション調整情報は、磁気テープ 10 に対するデータ記録時における、隣接するサーボバンド間の距離（隣接するサーボバンドに記録されたサーボパターン間の距離）を含む。隣接するサーボバンド間の距離は、磁気テープ 10 の幅に関連する幅関連情報の一例である。サーボバンド間の距離の詳細については後述する。以下の説明において、第 1 の記憶領域 336A に記憶される情報を「第 1 の情報」といい、第 2 の記憶領域 336B に記憶される情報を「第 2 の情報」ということがある。

【0169】

メモリ 336 は、複数のバンクを有していてもよい。この場合、複数のバンクのうちの一部のバンクにより第 1 の記憶領域 336A が構成され、残りのバンクにより第 2 の記憶領域 336B が構成されてもよい。具体的には、例えば、カートリッジ 10A が LTO-9 規格または LTO-10 規格に準拠したものである場合には、メモリ 336 は約 16KB の記憶容量を有する 2 つのバンクを有し、2 つのバンクのうち一方のバンクにより第 1 の記憶領域 336A が構成され、他のバンクにより第 2 の記憶領域 336B が構成されてもよい。

【0170】

アンテナコイル 331 は、電磁誘導により誘起電圧を誘起する。コントローラ 335 は、アンテナコイル 331 を介して、規定の通信規格で記録再生装置 30 と通信を行う。具体的には、例えば、相互認証、コマンドの送受信またはデータのやり取り等を行う。

【0171】

コントローラ 335 は、アンテナコイル 331 を介して記録再生装置 30 から受信した情報をメモリ 336 に記憶する。コントローラ 335 は、記録再生装置 30 の要求に応じ

10

20

30

40

50

て、メモリ 336 から情報を読み出し、アンテナコイル 331 を介して記録再生装置 30 に送信する。

【0172】

(5) 効果

【0173】

磁気記録媒体 10 は、磁性層 13 の平均厚みが 90 nm 以下であり、磁性層 13 に含まれる磁性粉の平均アスペクト比が 1.0 以上 3.0 以下であり且つ前記磁性粉の平均粒子体積が 2300 nm<sup>3</sup> 以下であり、さらに、磁気記録媒体 10 の垂直方向における保磁力  $H_c1$  が 4500 Oe 以下であり、磁気記録媒体 10 の長手方向における保磁力  $H_c2$  と前記保磁力  $H_c1$  とが  $H_c2/H_c1 = 0.8$  の関係を満たし、且つ、パルス磁界を用いて測定した磁気記録媒体 10 の残留保磁力  $H_{rp}$  と前記保磁力  $H_c1$  との比  $H_{rp}/H_c1$  が 2.0 以下であるという構成を有する。これにより、磁気記録媒体 10 は、電磁変換特性及び熱安定性の両方に優れている。

【0174】

(6) 変形例

【0175】

(変形例 1)

【0176】

磁気記録媒体 10 が、図 11 に示すように、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。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 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。

【0177】

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。

【0178】

(変形例 2)

【0179】

磁気記録媒体 10 は、ライブラリ装置に組み込まれてもよい。すなわち、本開示は、少なくとも一つの磁気記録媒体 10 を備えているライブラリ装置も提供する。当該ライブラリ装置は、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おり、上記で述べた記録再生装置 30 を複数備えるものであってもよい。

【0180】

3. 実施例

【0181】

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。

【0182】

本実施例において、ベースフィルム (基体) の平均厚み、磁性層の平均厚み、下地層の

10

20

30

40

50

平均厚み、バック層の平均厚み、磁気テープ（磁気記録媒体）の平均厚み、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、垂直方向における磁気テープの保磁力  $H_c 1$ 、長手方向における磁気テープの保磁力  $H_c 2$ 、及び残留保磁力  $H_r p$  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ものである。

#### 【0183】

##### [ 実施例 1 ]

##### （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、

10

フィルター処理を行い、磁性層形成用塗料を調製した。

#### 【0184】

##### （第 1 組成物）

磁性粉：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％）：60 質量部

（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：5 質量部

（ $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 、平均粒径  $0.2 \mu\text{m}$ ）

カーボンブラック：2 質量部

20

（東海カーボン社製、商品名：シースト TA）

なお、磁性粉としては、表 1 に示すものを用いた。

#### 【0185】

##### （第 2 組成物）

塩化ビニル系樹脂：1.1 質量部

（樹脂溶液：樹脂分 30 質量％、シクロヘキサノン 70 質量％）

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

30

#### 【0186】

最後に、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、ミリスチン酸：2 質量部とを添加した。

#### 【0187】

##### （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 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。

40

#### 【0188】

##### （第 3 組成物）

針状酸化鉄粉末：100 質量部

（ $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 、平均長軸長  $0.15 \mu\text{m}$ ）

塩化ビニル系樹脂：55.6 質量部

（樹脂溶液：樹脂分 30 質量％、シクロヘキサノン 70 質量％）

カーボンブラック：10 質量部

（平均粒径  $20 \text{ nm}$ ）

#### 【0189】

##### （第 4 組成物）

50

ポリウレタン系樹脂UR8200（東洋紡績製）：18.5質量部  
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  
【0190】

最後に、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、ミリスチン酸：2質量部とを添加した。

【0191】

（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。  
カーボンブラック（旭社製、商品名：#80）：100質量部  
ポリエステルポリウレタン：100質量部  
（日本ポリウレタン社製、商品名：N-2304）  
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

【0192】

（成膜工程）

上述のようにして作製した塗料を用いて、下記表2に示されるとおりの媒体構成1の磁気テープを以下のようにして作製した。まず、支持体として、長尺状を有する、平均厚み4.0  $\mu\text{m}$ のPENフィルム（ベースフィルム）を準備した。次に、PENフィルムの一方向の主面上に下地層形成用塗料を塗布し、乾燥させることにより、PENフィルムの一方向の主面上に平均厚み1.1  $\mu\text{m}$ の下地層を形成した。次に、下地層上に磁性層形成用塗料を塗布し、乾燥させることにより、下地層上に平均厚み80 nmの磁性層を形成した。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PENフィルムの厚み方向に磁場配向させた。具体的には、ソレノイドコイルにより、磁性粉をPENフィルムの走行方向（長手方向）に一旦磁場配向させたのちに、PEN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、垂直方向における保磁力 $H_c1$ 及び長手方向における保磁力 $H_c2$ を、表1に示されるとおりに設定した。

【0193】

続いて、下地層及び磁性層が形成されたPENフィルムの他方の主面上にバック層形成用塗料を塗布し、乾燥させることにより、平均厚み0.4  $\mu\text{m}$ のバック層を形成した。そして、下地層、磁性層、およびバック層が形成されたPENフィルムに対して硬化処理を行った。その後、カレンダー処理を行い、磁性層表面を平滑化した。

【0194】

（裁断の工程）

上述のようにして得られた磁気テープを1/2インチ（12.65 mm）幅に裁断した。これにより、長尺状を有する、平均厚み5.6  $\mu\text{m}$ の磁気テープが得られた。得られた磁気テープの残留保磁力 $H_{rp}$ を測定したところ、5000 Oeであった。

【0195】

（サーボ信号およびデータ信号の書き込み）

上述のようにして得られた長尺状の磁気テープにサーボ信号およびデータ信号を以下のようにして書き込んだ。まず、サーボライタを用いて、磁気テープにサーボ信号を書き込むことにより、サーボバンド幅 $W_{SB}$ が96  $\mu\text{m}$ である5本のサーボバンドを形成した。なお、サーボ信号の書き込みにより、各サーボバンドには、八の字の磁気パターンの列が形成された。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 9 6 】

次に、記録再生装置を用いて、サーボバンド間のデータバンドにデータ信号を書き込んだ。この際、記録トラック幅 $W$ が $2.9\text{ }\mu\text{m}$ 、記録波長が $0.208\text{ }\mu\text{m}$ の単一記録波長となるように記録再生装置を制御した。なお、データ信号の記録波長 $[\text{nm}]$ は、最短記録波長で記録された際の磁化反転間距離の最小値 $L[\text{nm}]$ ( $=0.052\text{ }\mu\text{m}$ )の4倍(すなわち、最短記録波長 $L'=2\times L$ であり、記録波長 $= (L'$ の2倍長 $)$ )とした。記録ヘッドにはギャップ長 $0.2\text{ }\mu\text{m}$ のリングヘッドを用いた。

## 【 0 1 9 7 】

ここで、記録波長を最短記録波長 $L'$ の2倍にしているのは、以下の理由による。すなわち、短波長を用いた記録再生系では、 $C/N$ としては一般的に最短記録波長の2倍の記録波長で記録再生した際の出力/ノイズの比を用いることが多い。また、2倍の記録波長での $C/N$ は、最短記録波長での $C/N$ よりもエラーレートとの相関性が高い。更に、最短記録波長で $C/N$ 計測を行った場合、記録再生系の波長特性によっては、テープノイズが記録再生系のシステムノイズに隠れてしまい、メディアのノイズ特性が正しく反映されない場合もある。特に高線記録密度記録の場合、メディアのノイズ特性が正しく反映されない場合が多い。

## 【 0 1 9 8 】

磁化反転間距離の最小値 $L$ とデータトラック幅 $W$ は、以下のようにして求められた。まず、磁性層13の表面を磁気力顕微鏡(MFM)を用いて観察し、MFM像を取得した。図12中のA及びBに、MFM像の一例を示す。次に、取得したMFM像から、磁気テープの幅方向における磁化パターン列の寸法を測定し、トラック幅 $W[\text{nm}]$ とした。また、磁気テープの長手方向における明部と明部の距離または暗部と暗部の距離を $[\text{nm}]$ とした。その後、 $[\text{nm}]$ の半分の値を $L'[\text{nm}]$ とし、更に $L'[\text{nm}]$ の半分を $L[\text{nm}]$ とした。

## 【 0 1 9 9 】

## [ 実施例 2 ~ 7 ]

表1に示されるとおりの平均アスペクト比、平均粒子サイズ、及び平均粒子体積を有する磁性粉に変更したこと、及び、磁性層の平均厚み、 $H_{c1}$ 、 $H_{c2}$ 、及び $H_{rp}$ を表1に示されるとおりに変更したこと以外は、実施例1と同じ方法で磁気テープを得た。

## 【 0 2 0 0 】

## [ 実施例 8 ]

磁気テープの媒体構成を表2に示される媒体構成2に変更したこと、及び、磁性層の平均厚みを $80\text{ nm}$ に変更したこと以外は、実施例4と同じ方法で磁気テープを得た。得られた磁気テープの $H_{rp}$ は、 $49200\text{ e}$ であった。

## 【 0 2 0 1 】

## [ 実施例 9 ]

磁気テープの媒体構成を表2に示される媒体構成3に変更したこと以外は、実施例2と同じ方法で磁気テープを得た。

## 【 0 2 0 2 】

## [ 実施例 1 0 ]

磁気テープの媒体構成を表2に示される媒体構成4に変更したこと以外は、実施例6と同じ方法で磁気テープを得た。

## 【 0 2 0 3 】

## [ 実施例 1 1 ]

磁気テープの媒体構成を表2に示される媒体構成5に変更したこと及び下地層の平均厚みを $1.0\text{ }\mu\text{m}$ に変更したこと以外は、実施例6と同じ方法で磁気テープを得た。

## 【 0 2 0 4 】

## [ 実施例 1 2 ]

磁気テープの媒体構成を表2に示される媒体構成6に変更したこと及び下地層の平均厚みを $1.0\text{ }\mu\text{m}$ に変更したこと以外は、実施例7と同じ方法で磁気テープを得た。



## 【 0 2 0 5 】

## [ 実施例 1 3 ]

H c 1、H c 2、及びH r pを表 1 に示されるとおりに変更したこと以外は実施例 4 と同じ方法で磁気テープを得た。

## 【 0 2 0 6 】

## [ 実施例 1 4 ]

磁性層の平均厚みを 8 0 n mに変更したこと、及び、H c 1、H c 2、及びH r pを表 1 に示されるとおりに変更したこと以外は実施例 4 と同じ方法で磁気テープを得た。

## 【 0 2 0 7 】

## [ 実施例 1 5 ]

H c 1、H c 2、及びH r pを表 1 に示されるとおりに変更したこと以外は実施例 7 と同じ方法で磁気テープを得た。

## 【 0 2 0 8 】

## [ 実施例 1 6 ]

磁性粉を、表 1 に示されるとおりの平均アスペクト比、平均粒子サイズ、及び平均粒子体積を有するイブシロン酸化鉄に変更したこと、及び、H c 1、H c 2、及びH r pを表 1 に示されるとおりに変更したこと以外は実施例 1 と同じ方法で磁気テープを得た。

## 【 0 2 0 9 】

## [ 実施例 1 7 ]

磁性粉を、表 1 に示されるとおりの平均アスペクト比、平均粒子サイズ、及び平均粒子体積を有するイブシロン酸化鉄に変更したこと、及び、H c 1、H c 2、及びH r pを表 1 に示されるとおりに変更したこと以外は実施例 1 と同じ方法で磁気テープを得た。

## 【 0 2 1 0 】

## [ 比較例 1 ]

表 1 に示されるとおりの平均アスペクト比、平均粒子サイズ、及び平均粒子体積を有する磁性粉に変更したこと、及び、磁性層の平均厚み、H c 1 及びH r pを表 1 に示されるとおりに変更したこと以外は、実施例 1 と同じ方法で磁気テープを得た。

## 【 0 2 1 1 】

## [ 比較例 2 ]

磁性層の平均厚みを表 1 に示されるとおりに変更したこと以外は、実施例 4 と同じ方法で磁気テープを得た。

## 【 0 2 1 2 】

## [ 比較例 3 ]

磁性層の平均厚み、H c 1、H c 2、H r pを表 1 に示されるとおりに変更したこと以外は、実施例 1 と同じ方法で磁気テープを得た。

## 【 0 2 1 3 】

## [ 比較例 4 ]

H c 1、H c 2、H r pを表 1 に示されるとおりに変更したこと以外は、実施例 1 と同じ方法で磁気テープを得た。

## 【 0 2 1 4 】

## [ 比較例 5 ]

H c 1、H c 2、H r pを表 1 に示されるとおりに変更したこと以外は、実施例 5 と同じ方法で磁気テープを得た。

## 【 0 2 1 5 】

## [ 比較例 6 ]

表 1 に示されるとおりの平均アスペクト比、平均粒子サイズ、及び平均粒子体積を有する磁性粉に変更したこと、及び、磁性層の平均厚み、H c 1 及びH r pを表 1 に示されるとおりに変更したこと以外は、実施例 1 と同じ方法で磁気テープを得た。

## 【 0 2 1 6 】

以上のとおりにして得られた実施例 1 ～ 1 5 及び比較例 1 ～ 6 の磁気テープについて、

10

20

30

40

50

10年経過後の信号減衰量及び電磁変換特性(C/N)を評価した。これらの評価方法を以下に記載する。

【0217】

(10年経過後の信号減衰量)

【0218】

各実施例および各比較例のサンプルについて、以下のようにして10年経過後の信号減衰量を求めた。具体的には、Micro Physics社製「Tape Head Tester (以下THTとする)」を用いた。記録再生ヘッドにはIBM社製テープドライブ「TS1140」に搭載されているものをそのまま使用した。測定に際して磁気記録媒体としての磁気テープを90cmの長さ

10

【0219】

次に、Tektronix社製信号発生機「ARBITRARY WAVEFORM GENERATOR AWG2021」を用いて発生させた10MHzの信号を、磁気テープに最適記録電流を用いて、テープ全長一周分だけ記録した。記録に続いて、次の周回からは、テープに記録された信号を連続して再生させ、再生出力をHewlett Packard社製スペクトラムアナライザー「8591E」にて計測した。尚、この際のスペクトラムアナライザーの設定はRBW: 1MHz、VBW: 1MHz、SWP: 500msec、point: 400、ゼロスパンモードとした。計測は、十分な記録が行われていない「テープ接合部近傍」を除いた「記録部」のみの間の0.4sec間だけ行い、この間の再生出力の平均値Yを計算した。計測はテープ一周毎に行い、其々の周回における再生出力の平均値Yを、信号記録終了時(t=0)からの経過時間における再生出力平均値Y(t)とした。計測は、t=100secまで行い、接続したパソコンへと適時送信し、記録させた。

20

【0220】

上述の測定フローを、同一の磁気テープを用いて4度行い、各測定により得られたY(t)値を、同じ経過時間t毎に平均化してY<sub>ave</sub>(t)の数列とした。得られたY<sub>ave</sub>(t)をY軸、経過時間tをX軸にとりグラフにプロットし、このグラフから対数近似を用いて近似曲線を作成した。得られた近似曲線を用いて10年後の信号減衰量を算出した。

30

【0221】

(C/N)

【0222】

Micro Physics社製「Tape Head Tester (以下THTとする)」を用いた。記録再生ヘッドとして、IBM社製テープドライブ「TS1140」に搭載されている記録再生ヘッドをそのまま使用した。測定に際して磁気記録媒体としての磁気テープを90cmの長さ

40

【0223】

まず、磁気テープ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。  
signal: 単一記録周波数(10MHz)  
記録電流: 最適記録電流

【0224】

次に、再生信号をスペクトラムアナライザ(spectrum analyzer)によりで取り込み、10MHzの再生出力値と、10MHz±1MHz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0dBとする相対値で表1に示した。なお、C/Nが1.5dB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。

50

【 0 2 2 5 】

以下表 1 に、実施例 1 ～ 1 5 及び比較例 1 ～ 6 の磁気テープの磁気特性および評価結果が示されている。以下表 2 には、各媒体構成の詳細が示されている。

【 0 2 2 6 】

【表 1】

	磁性粉					テープ										評価結果	
	組成	粒子形状	平均 $\gamma/\lambda^\circ$ 外比	平均 粒子サイズ [nm]	平均 粒子体積 [nm <sup>3</sup> ]	媒体 構成	下地層 平均厚み [μm]	磁性層 平均厚み [nm]	テープ 平均厚み [μm]	Hc1 [Oe]	Hc2 [Oe]	Hc2 /Hc1	Hrp [Oe]	Hrp /Hc1	10年経過後の 信号減衰量 [dB]	C/N [dB]	
実施例1	BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>	板状	2.8	20.3	1950	1	1.1	80	5.6	2750	2000	0.73	5000	1.82	-0.30	2.0	
実施例2	BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>	板状	2.6	18.6	1600	1	1.1	60	5.6	2920	1920	0.66	5100	1.75	-0.21	3.8	
実施例3	BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>	板状	3	21.3	2100	1	1.1	80	5.6	2750	2000	0.73	4800	1.75	-0.22	1.7	
実施例4	BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>	板状	2.8	20.3	1950	1	1.1	90	5.6	2750	2000	0.73	5000	1.82	-0.30	1.6	
実施例5	BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>	板状	2.9	20.9	2050	1	1.1	80	5.6	2980	2000	0.67	5000	1.68	-0.10	2.6	
実施例6	BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>	板状	2.3	17.0	1400	1	1.1	60	5.6	2550	1820	0.71	4850	1.90	-0.52	3	
実施例7	BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>	板状	2	15.0	1100	1	1.1	60	5.6	2500	1840	0.74	4960	1.98	-0.95	3.3	
実施例8	BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>	板状	2.8	20.3	1950	2	1.1	80	5.6	2750	2000	0.73	4920	1.79	-0.24	1.6	
実施例9	BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>	板状	2.6	18.6	1600	3	1.1	60	5.2	2920	1920	0.66	5100	1.75	-0.20	3.3	
実施例10	BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>	板状	2.3	17.0	1400	4	1.1	60	5.2	2550	1820	0.71	4850	1.90	-0.52	2.5	
実施例11	BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>	板状	2.3	17.0	1400	5	1.0	60	4.5	2550	1820	0.71	4850	1.90	-0.52	2	
実施例12	BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>	板状	2	15.0	1100	6	1.0	60	4.5	2500	1840	0.74	4960	1.98	-0.95	2.3	
実施例13	BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>	板状	2.8	20.3	1950	1	1.1	90	5.6	2990	1500	0.50	4880	1.63	-0.08	3.0	
実施例14	BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>	板状	2.8	20.3	1950	1	1.1	80	5.6	2690	2150	0.80	5050	1.88	-0.48	1.3	
実施例15	BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>	板状	2	15.0	1100	1	1.1	60	5.6	2980	1960	0.66	5400	1.81	-0.30	4.5	
実施例16	ε-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	球状	1.3	15.7	2050	1	1.1	80	5.6	2850	2020	0.71	5400	1.89	-0.50	2.1	
実施例17	ε-Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	球状	1.3	15.7	2050	1	1.1	80	5.6	4450	3200	0.72	8000	1.8	-0.3	1.7	
比較例1	BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>	板状	3.5	23.6	2450	1	1.1	85	5.6	2820	2000	0.71	4800	1.70	-0.12	0	
比較例2	BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>	板状	2.8	20.3	1950	1	1.1	100	5.6	2750	2000	0.73	5000	1.82	-0.30	1	
比較例3	BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>	板状	2.8	20.3	1950	1	1.1	85	5.6	2500	2100	0.84	4780	1.91	-0.55	0.3	
比較例4	BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>	板状	3.0	21.3	2300	1	1.1	80	5.6	4550	3400	0.75	8300	1.82	-0.05	1.5	
比較例5	BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>	板状	2.9	20.9	2050	1	1.1	80	5.6	2100	1600	0.76	4400	2.10	-1.8	1.5	
比較例6	BaFe <sub>12</sub> O <sub>19</sub>	板状	1.9	14.1	950	1	1.1	80	5.6	2300	1800	0.78	5800	2.52	-3	1.5	

【 0 2 2 7 】

10

20

30

40

50

【表 2】

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

10

## 【0228】

表1及び2から、以下のことが分かる。

## 【0229】

実施例1～15の磁気テープはいずれも、磁性粉の平均粒子体積が $2300\text{nm}^3$ 以下であるにもかかわらず、10年経過後の信号減衰量が $-1.0\text{dB}$ 以上であった。そのため、実施例1～15の磁気テープはいずれも、磁性粉の平均粒子体積が小さいにもかかわらず、熱安定性に優れていた。さらに、実施例1～15の磁気テープはいずれも、 $C/N$ が $1.5\text{dB}$ 以上であり、電磁変換特性に優れていた。これらの結果より、本開示の磁気記録媒体は、電磁変換特性及び熱安定性に優れていることが分かる。

20

## 【0230】

実施例3と比較例1との対比から、磁性粉の平均アスペクト比が $3.0$ 以下であること及び磁性粉の平均粒子体積が $2300\text{nm}^3$ 以下であることが、 $C/N$ を $1.5\text{dB}$ 以上とすることに貢献していることが分かる。

実施例4と比較例2との対比から、磁性層の平均厚みが $90\text{nm}$ 以下であることが、 $C/N$ を $1.5\text{dB}$ 以上とすることに貢献していることが分かる。

実施例1と比較例3との対比から、 $H_{c1}$ と $H_{c2}$ とが $H_{c2}/H_{c1} = 0.8$ の関係を満たすことが、 $C/N$ を $1.5\text{dB}$ 以上とすることに貢献していることが分かる。

実施例1と比較例4との対比から、 $H_{c1}$ が $4500\text{Oe}$ 以下であることが、 $C/N$ を $1.5\text{dB}$ 以上とすることに貢献していることが分かる。

30

これらの対比から、磁性粉の平均アスペクト比が $3.0$ 以下であり且つ平均粒子体積が $2300\text{nm}^3$ 以下であること、磁性層の平均厚みが $90\text{nm}$ 以下であること、 $H_{c2}$ と $H_{c1}$ とが $H_{c2}/H_{c1} = 0.8$ の関係を満たすこと、及び、 $H_{c1}$ が $4500\text{Oe}$ 以下であることが、電磁変換特性の向上をもたらすことが分かる。

しかしながら、比較例5及び6に示されるとおり、これらの要件を満たしても、10年経過後の信号減衰量は $-1.0\text{dB}$ より低く、優れた熱安定性は得られない場合があることが分かる。

ここで、実施例5と比較例5とを見ると、 $H_{rp}/H_{c1}$ が $2.0$ 以下であることが、10年経過後の信号減衰量を低下させることに貢献しており、すなわち熱安定性の向上をもたらすことが分かる。

40

また、他の実施例についても $H_{rp}/H_{c1}$ が $2.0$ 以下であり、これら実施例では10年経過後の信号減衰量が $-1.0\text{dB}$ 以上である。比較例6については、 $H_{rp}/H_{c1}$ が $2.0$ 超であり、10年経過後の信号減衰量が $-1.0\text{dB}$ より低い。これらの結果も、 $H_{rp}/H_{c1}$ が $2.0$ 以上であることが、熱安定性の向上をもたらすことを示している。

以上のとおりであるので、磁性粉の平均アスペクト比及び平均粒子体積、磁性層の平均厚み、比 $H_{c2}/H_{c1}$ 、及び、 $H_{c1}$ が特定の数値範囲内にあり、さらに、 $H_{rp}/H_{c1}$ が $2.0$ 以下であることによって、磁気記録媒体が電磁変換特性及び熱安定性に優れたものとなることが分かる。

## 【0231】

50

実施例 7 及び 12 では  $H_{rp} / H_{c1}$  が 1.98 であり、この場合 10 年後の信号減衰量が -0.95 dB である。一方で、他の実施例では  $H_{rp} / H_{c1}$  がより低く、10 年後の信号減衰量の評価結果がより良い。これらの結果より、熱安定性をさらに向上させるために、 $H_{rp} / H_{c1}$  は、より好ましくは 1.95 以下であり、さらにより好ましくは 1.90 以下であり、特に好ましくは 1.85 以下である。例えば  $H_{rp} / H_{c1}$  が 1.85 以下であることによって、10 年後の信号減衰量を -0.50 dB 以上とすることができることが分かる。

#### 【0232】

実施例 1 ~ 7 及び実施例 13 ~ 15 と実施例 8 ~ 12 とは、磁気テープの媒体構成が異なる。例えば媒体構成 2 ~ 6 の  $W / L$  は媒体構成 1 のものよりも小さい。また、媒体構成 3 ~ 6 の磁気テープの平均厚みは、媒体構成 1 及び 2 のものよりも小さい。また、媒体構成 4 ~ 6 のサーボトラックの数は、媒体構成 1 ~ 3 のものよりも多い。

10

このように異なる媒体構成を有する磁気テープについても、実施例 1 ~ 15 に示されるとおり、優れた電磁変換特性及び熱安定性が得られている。そのため、本開示の効果は、種々の媒体構成を有する磁気テープにより奏されることが分かる。

#### 【0233】

以上、本開示の実施形態及び実施例について具体的に説明したが、本開示は、上述の実施形態及び実施例に限定されるものではなく、本開示の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。

#### 【0234】

20

例えば、上述の実施形態及び実施例において挙げた構成、方法、工程、形状、材料、及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、及び数値等を用いてもよい。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。

#### 【0235】

また、上述の実施形態及び実施例の構成、方法、工程、形状、材料、及び数値等は、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。

#### 【0236】

また、本明細書において、「~」を用いて示された数値範囲は、「~」の前後に記載される数値をそれぞれ最小値及び最大値として含む範囲を示す。本明細書に段階的に記載されている数値範囲において、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。本明細書に例示する材料は、特に断らない限り、1 種を単独でまたは 2 種以上を組み合わせる用いることができる。

30

#### 【0237】

なお、本開示は、以下のような構成をとることもできる。

#### 〔1〕基体と、

前記基体上に設けられ、磁性粉を含む磁性層と

を備えており、

前記磁性層の平均厚みが、90 nm 以下であり、

前記磁性粉の平均アスペクト比が、1.0 以上 3.0 以下であり、

40

前記磁性粉の平均粒子体積が、 $2300 \text{ nm}^3$  以下であり、

磁気記録媒体の垂直方向における保磁力  $H_{c1}$  が、4500 Oe 以下であり、

前記磁気記録媒体の長手方向における保磁力  $H_{c2}$  と前記保磁力  $H_{c1}$  とが、 $H_{c2} / H_{c1} = 0.8$  の関係を満たし、且つ、

パルス磁界を用いて測定した前記磁気記録媒体の残留保磁力  $H_{rp}$  と前記保磁力  $H_{c1}$  との比  $H_{rp} / H_{c1}$  が 2.0 以下である、

テープ状の磁気記録媒体。

〔2〕前記磁性粉の平均粒子体積が  $2200 \text{ nm}^3$  以下である、〔1〕に記載の磁気記録媒体。

〔3〕前記比  $H_{rp} / H_{c1}$  が 1.95 以下である、〔1〕又は〔2〕に記載の磁気記録

50

媒体。

〔４〕前記比  $H_{rp}/H_{c1}$  が 1.90 以下である、〔１〕又は〔２〕に記載の磁気記録媒体。

〔５〕前記比  $H_{rp}/H_{c1}$  が 1.85 以下である、〔１〕又は〔２〕に記載の磁気記録媒体。

〔６〕前記磁性粉が六方晶フェライトを含む、〔１〕～〔５〕のいずれか一つに記載の磁気記録媒体。

〔７〕前記六方晶フェライトが、Ba および Sr のうちの少なくとも１種を含む、〔６〕に記載の磁気記録媒体。

〔８〕前記磁気記録媒体の長手方向における保磁力  $H_{c2}$  が 2000 Oe 以下である、〔１〕～〔７〕のいずれか一つに記載の磁気記録媒体。

10

〔９〕前記磁気記録媒体の平均厚みが 5.6  $\mu\text{m}$  以下である、〔１〕～〔８〕のいずれか一つに記載の磁気記録媒体。

〔１０〕前記基体の平均厚みが 4.2  $\mu\text{m}$  以下である、〔１〕～〔９〕のいずれか一つに記載の磁気記録媒体。

〔１１〕前記磁性層の平均厚みが 80 nm 以下である、〔１〕～〔１０〕のいずれか一つに記載の磁気記録媒体。

〔１２〕前記保磁力  $H_{c2}$  と前記保磁力  $H_{c1}$  とが、 $H_{c2}/H_{c1} = 0.7$  の関係を満たす、〔１〕～〔１１〕のいずれか一つに記載の磁気記録媒体。

〔１３〕前記保磁力  $H_{c1}$  が 5000 Oe 以上である、〔１〕～〔１２〕のいずれか一つに記載の磁気記録媒体。

20

〔１４〕前記磁性層と前記基体との間に下地層が設けられており、

前記下地層の平均厚みが 2.0  $\mu\text{m}$  以下である、

〔１〕～〔１３〕のいずれか一つに記載の磁気記録媒体。

〔１５〕前記基体の２つの面のうち、前記磁性層が設けられている側の面と反対側の面に、バック層が設けられており、

前記バック層の平均厚みが 0.6  $\mu\text{m}$  以下である、

〔１〕～〔１４〕のいずれか一つに記載の磁気記録媒体。

〔１６〕前記磁性粉の平均粒子サイズが 50 nm 以下である、〔１〕～〔１５〕のいずれか一つに記載の磁気記録媒体。

30

〔１７〕〔１〕～〔１６〕のいずれか一つに記載のテープ状の磁気記録媒体と、

記録再生装置と通信を行う通信部と、

記憶部と、

通信部を介して記録再生装置から受信した情報を記憶部に記憶し、かつ、記録再生装置の要求に応じて、記憶部から情報を読み出し、通信部を介して記録再生装置に送信する制御部と、を備え、

前記情報は、磁気記録媒体の長手方向にかかるテンションを調整するための調整情報を含む

テープカートリッジ。

【符号の説明】

40

【０２３８】

１０ 磁気記録媒体

１１ 基体（ベース層）

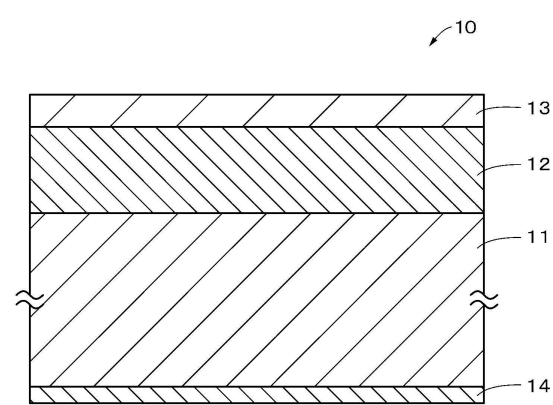
１２ 下地層

１３ 磁性層

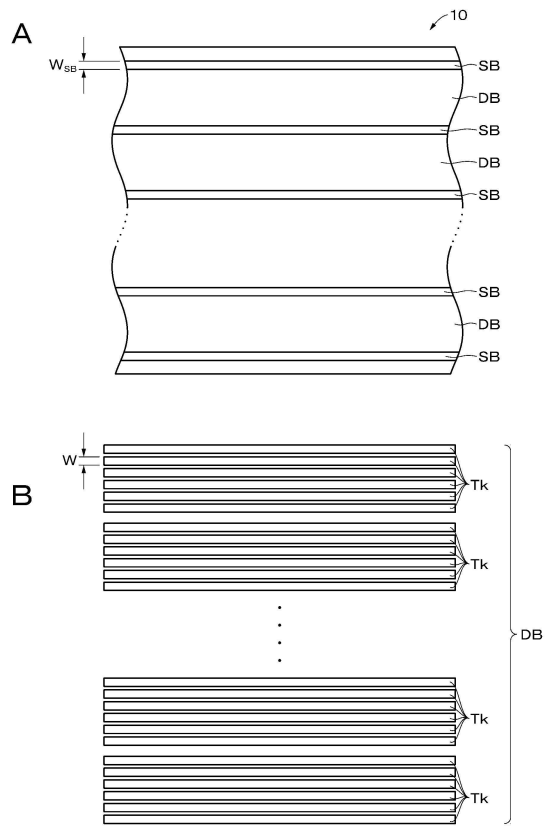
１４ バック層

【図面】

【図 1】



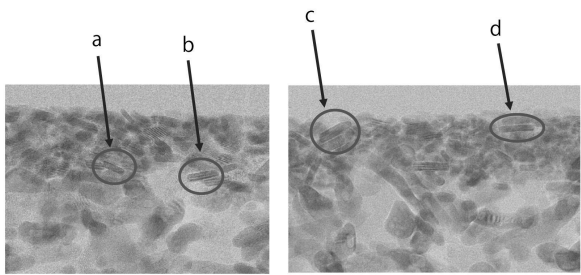
【図 2】



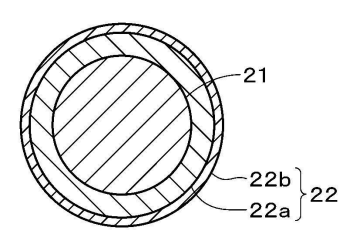
10

20

【図 3】



【図 4】

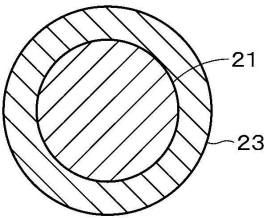


30

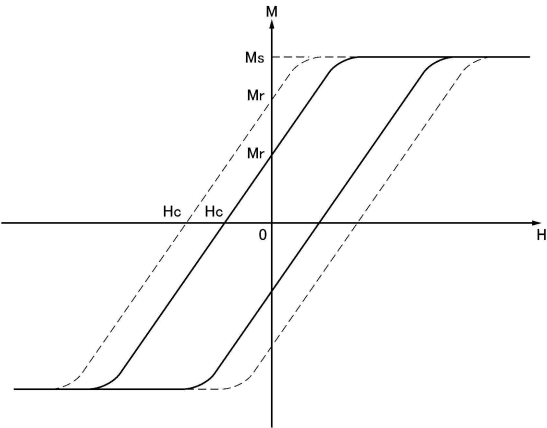
40

50

【図 5】

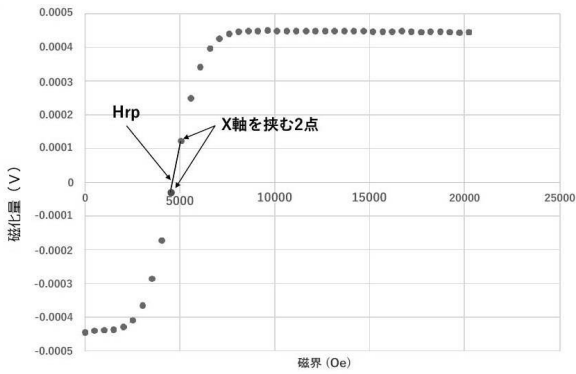


【図 6】

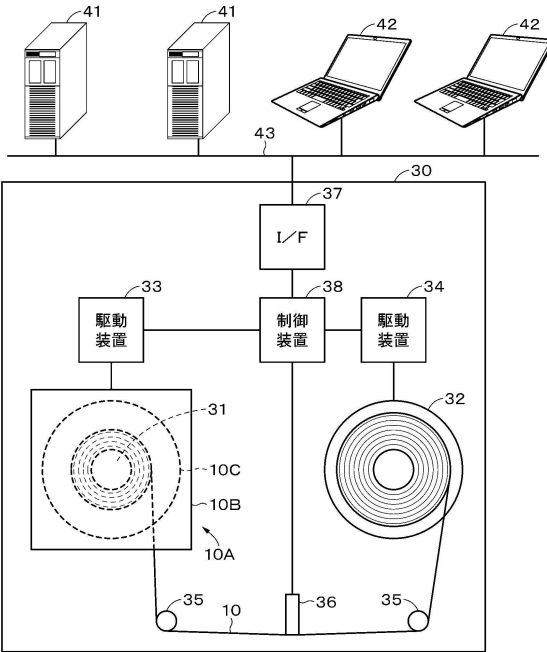


10

【図 7】



【図 8】



20

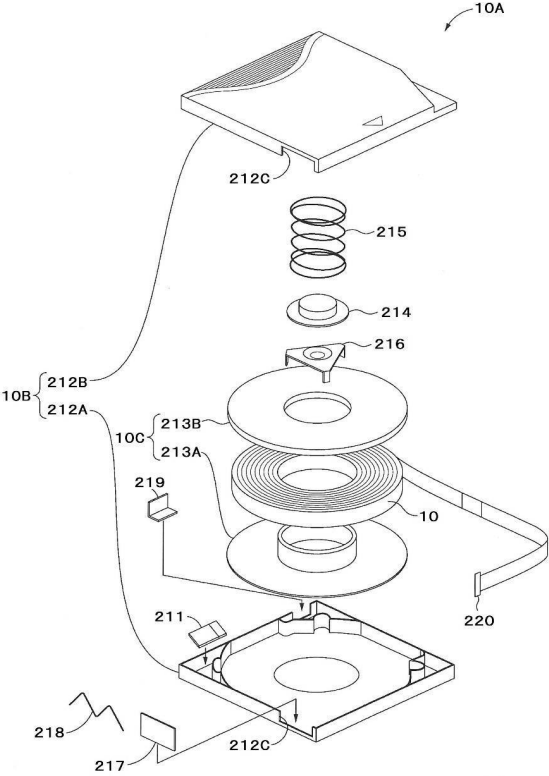
30

40

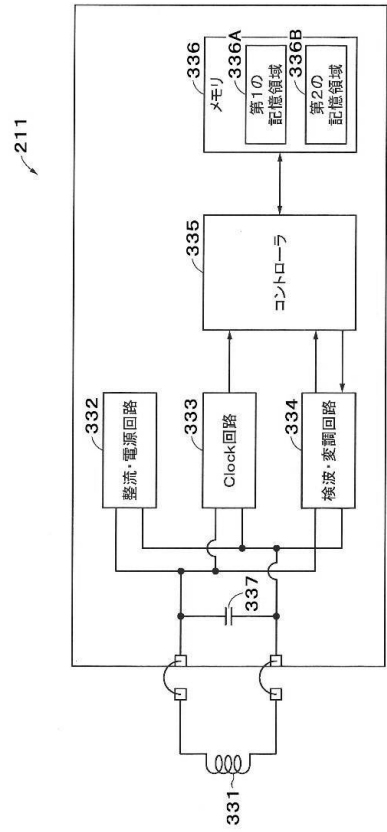
50



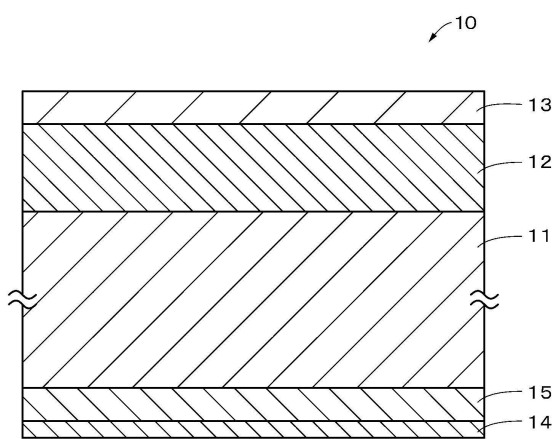
【図 9】



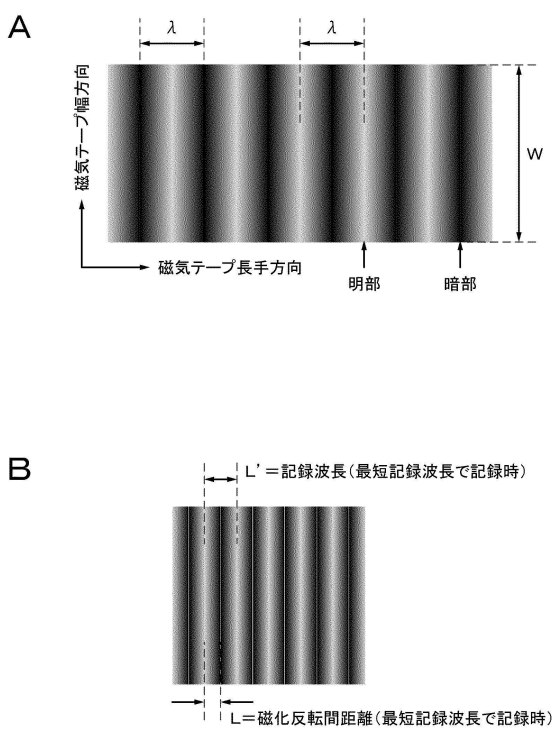
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

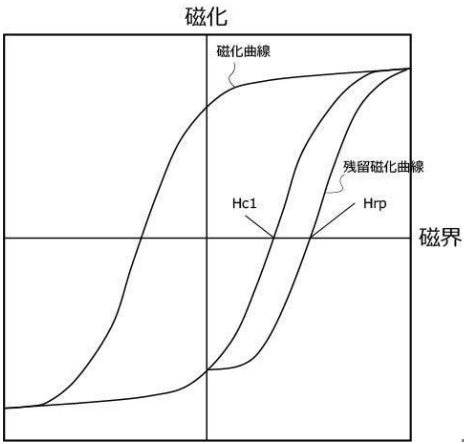
20

30

40

50

【図 13】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

(51)国際特許分類	F I		
<b>G 1 1 B</b> <b>5/738(2006.01)</b>	G 1 1 B	5/738	
<b>G 1 1 B</b> <b>5/735(2006.01)</b>	G 1 1 B	5/735	
<b>G 1 1 B</b> <b>15/43 (2006.01)</b>	G 1 1 B	15/43	
<b>G 1 1 B</b> <b>23/30 (2006.01)</b>	G 1 1 B	23/30	E
	G 1 1 B	23/30	Z

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