

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7220165号
(P7220165)

(45)発行日 令和5年2月9日(2023.2.9)

(24)登録日 令和5年2月1日(2023.2.1)

(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 5/738(2006.01)

G 1 1 B 5/738

G 1 1 B 5/735(2006.01)

G 1 1 B 5/735

G 1 1 B 5/708(2006.01)

G 1 1 B 5/708

G 1 1 B 5/706(2006.01)

G 1 1 B 5/706

請求項の数 19 (全56頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2020-10312(P2020-10312)

(22)出願日 令和2年1月24日(2020.1.24)

(65)公開番号 特開2021-118013(P2021-118013
A)

(43)公開日 令和3年8月10日(2021.8.10)

審査請求日 令和4年2月25日(2022.2.25)

(73)特許権者 306037311

富士フイルム株式会社

東京都港区西麻布2丁目26番30号

(74)代理人 110000109

弁理士法人特許事務所サイクス

(72)発明者 笠田 成人

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士

フイルム株式会社内

(72)発明者 松山 想

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士

フイルム株式会社内

(72)発明者 武者 敦史

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士

フイルム株式会社内

(72)発明者 上村 翔太

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、磁気テープカートリッジおよび磁気テープカートリッジ群

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

非磁性支持体と、強磁性粉末を含む磁性層と、を有する磁気記録媒体であって、
前記磁性層の表面を走査型電子顕微鏡により加速電圧5kVで撮像して得られた二次電子像の二値化処理済み画像における複数の明部領域の円相当径の個数分布Aが、下記(1)～(3)：

(1) 円相当径が1nm以上50nm以下の明部領域が10000個以上30000個以下、

(2) 円相当径が51nm以上100nm以下の明部領域が7000個以上25000個以下、

(3) 円相当径が101nm以上の明部領域が1000個以上3000個以下、
を満たし、かつ

前記磁性層の表面を走査型電子顕微鏡により加速電圧2kVで撮像して得られた二次電子像の二値化処理済み画像における複数の暗部領域の円相当径の個数分布Bが、下記(4)～(6)：

(4) 円相当径が1nm以上50nm以下の暗部領域が1000個以上25000個以下、

(5) 円相当径が51nm以上100nm以下の暗部領域が200個以上5000個以下、

(6) 円相当径が101nm以上の暗部領域が0個以上200個以下、

を満たす磁気記録媒体。

【請求項2】

総厚が $5.3 \mu\text{m}$ 以下である、請求項 1 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 3】

前記非磁性支持体と前記磁性層との間に、非磁性粉末を含む非磁性層を有する、請求項 1 または 2 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 4】

前記非磁性支持体の前記磁性層を有する表面側とは反対の表面側に、非磁性粉末を含むバックコート層を有する、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 5】

前記磁性層は、2 種以上の非磁性粉末を含む、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 6】

前記磁性層の非磁性粉末は、アルミナ粉末を含む、請求項 5 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 7】

前記磁性層の非磁性粉末は、カーボンブラックを含む、請求項 5 または 6 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 8】

前記強磁性粉末は、六方晶バリウムフェライト粉末である、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 9】

前記強磁性粉末は、六方晶ストロンチウムフェライト粉末である、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 10】

前記強磁性粉末は、 ϵ -酸化鉄粉末である、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 11】

垂直方向角型比が 0.65 以上 1.00 以下である、請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 12】

垂直方向保磁力が 25000e 以上 35000e 以下である、請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 13】

磁気テープである、請求項 1 ～ 12 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 14】

請求項 1 ～ 13 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体を含む磁気記録再生装置。

【請求項 15】

磁界を発生させる第一の磁極と、
ライトギャップを挟んで前記第一の磁極と離隔する第二の磁極と、
を有するインダクティブ型記録素子を有する磁気ヘッドを含み、
前記第一の磁極は、前記ライトギャップを挟んで前記第二の磁極と対向する部分の最表層として Co および Fe を含む合金製の層を有し、
前記第二の磁極は、前記ライトギャップを挟んで前記第一の磁極と対向する部分の最表層として Co および Fe を含む合金製の層を有する、請求項 14 に記載の磁気記録再生装置。

【請求項 16】

ライトギャップのギャップ長が 120nm 以下のインダクティブ型記録素子を有する磁気ヘッドを含む、請求項 14 または 15 に記載の磁気記録再生装置。

【請求項 17】

請求項 13 に記載の磁気記録媒体を含む磁気テープカートリッジ。

【請求項 18】

請求項 17 に記載の磁気テープカートリッジを複数含む磁気テープカートリッジ群。

【請求項 19】

10

20

30

40

50

雰囲気温度 21℃ 相対湿度 50% の環境において、単一の磁気ヘッドを使用して合計 200 巻の磁気テープカートリッジの再生試験を行い得られた信号対雑音比の巻数に対する傾き α が、0.5 dB/decade 以下である、請求項 18 に記載の磁気テープカートリッジ群。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁気記録媒体、磁気記録再生装置、磁気テープカートリッジおよび磁気テープカートリッジ群に関する。

【背景技術】

【0002】

磁気記録媒体へのデータの記録および記録されたデータの再生は、通常、磁気記録媒体の磁性層表面と磁気ヘッド（以下、単に「ヘッド」とも記載する。）とを接触させ摺動させることにより行われる（例えば特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2005-92967 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

磁気記録媒体等の各種記録媒体に記録されるデータは、アクセス頻度（再生頻度）に応じて、ホットデータ、ウォームデータ、コールドデータと呼ばれる。アクセス頻度は、ホットデータ、ウォームデータ、コールドデータの順に低くなり、コールドデータは 10 年以上の長期間（例えば数十年）にわたって記録媒体に記録されたまま保管されることが通常である。このようなコールドデータを記録し保管することは、アーカイブ（archive）と呼ばれる。近年の情報量の飛躍的な増大および各種情報のデジタル化に伴い、磁気記録媒体に記録し保管されるコールドデータのデータ量は増大しているため、アーカイブに適した磁気記録再生システムに対する注目が高まりつつある。

【0005】

従来、磁気記録再生装置（一般に「ドライブ」と呼ばれる。）の試験では、アーカイブ用途と比べてアクセス頻度が高い使用形態が想定されていたため、通常、磁気記録媒体を新品に交換することなく、1 つの磁気記録媒体を同じヘッドと繰り返し摺動させることが行われていた。

これに対し、近年、磁気記録再生装置の試験として、グリーンテープテスト（GTT; Green Tape Test）が提案されている。GTT では、アクセス頻度が低いコールドデータを記録再生するというアーカイブ用途に特有の使用形態を想定し、1 つのヘッドに対して、磁気記録媒体を交換しながら複数（例えば数百）の新品の磁気記録媒体を摺動させることが行われる。

【0006】

上記のように GTT は従来の磁気記録再生装置の試験とは異なる。したがって、磁気記録再生装置の試験として GTT が採用されると、磁気記録媒体には、従来とは異なる新たな性能が求められることが予想される。この点に関して、本発明者は、今後、GTT において良好な再生品質を得ることに寄与できる磁気記録媒体が望まれるであろうと考えた。GTT において再生品質が良好であることは、例えば、室温程度の環境下での GTT において 1 つのヘッドに対して複数の磁気記録媒体を順次摺動させて各磁気記録媒体からデータを読み出す際に再生エラーの発生が抑制されていることによって評価できる。アーカイブ用途に特有の使用形態を想定した試験である GTT においてそのような性能を発揮できる磁気記録媒体は、アーカイブ用記録媒体に適した磁気記録媒体と言える。

【0007】

10

20

30

40

50

以上に鑑み本発明の一態様は、アーカイブ用記録媒体に適した磁気記録媒体を提供すること、詳しくは、室温程度の環境下でのグリーンテープテスト（GTT）において良好な再生品質を得ることに寄与できる磁気記録媒体を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様は、

非磁性支持体と、強磁性粉末を含む磁性層と、を有する磁気記録媒体であって、

上記磁性層の表面を走査型電子顕微鏡により加速電圧5kVで撮像して得られた二次電子像の二値化処理済み画像における複数の明部領域の円相当径の個数分布Aが、下記（1）～（3）：

（1）円相当径が1nm以上50nm以下の明部領域が10000個以上30000個以下、

（2）円相当径が51nm以上100nm以下の明部領域が7000個以上25000個以下、

（3）円相当径が101nm以上の明部領域が1000個以上3000個以下、

を満たし、かつ

上記磁性層の表面を走査型電子顕微鏡により加速電圧2kVで撮像して得られた二次電子像の二値化処理済み画像における複数の暗部領域の円相当径の個数分布Bが、下記（4）～（6）：

（4）円相当径が1nm以上50nm以下の暗部領域が1000個以上25000個以下、

（5）円相当径が51nm以上100nm以下の暗部領域が200個以上5000個以下、

（6）円相当径が101nm以上の暗部領域が0個以上200個以下、

を満たす磁気記録媒体、

に関する。

【0009】

一形態では、上記磁気記録媒体の総厚は、5.3μm以下であることができる。

【0010】

一形態では、上記磁気記録媒体は、上記非磁性支持体と上記磁性層との間に、非磁性粉末を含む非磁性層を有することができる。

【0011】

一形態では、上記磁気記録媒体は、上記非磁性支持体の上記磁性層を有する表面側とは反対の表面側に、非磁性粉末を含むバックコート層を有することができる。

【0012】

一形態では、上記磁性層は、2種以上の非磁性粉末を含むことができる。

【0013】

一形態では、上記磁性層の非磁性粉末は、アルミナ粉末を含むことができる。

【0014】

一形態では、上記磁性層の非磁性粉末は、カーボンブラックを含むことができる。

【0015】

一形態では、上記強磁性粉末は、六方晶バリウムフェライト粉末であることができる。

【0016】

一形態では、上記強磁性粉末は、六方晶ストロンチウムフェライト粉末であることができる。

【0017】

一形態では、上記強磁性粉末は、ε-酸化鉄粉末であることができる。

【0018】

一形態では、上記磁気記録媒体の垂直方向角型比は、0.65以上1.00以下であることができる。

10

20

30

40

50

【0019】

一形態では、上記磁気記録媒体の垂直方向保磁力は、25000e以上35000e以下であることができる。

【0020】

一形態では、上記磁気記録媒体は、磁気テープであることができる。

【0021】

本発明の一態様は、上記磁気記録媒体を含む磁気記録再生装置に関する。

【0022】

一形態では、上記磁気記録再生装置は、

磁界を発生させる第一の磁極と、

ライトギャップ (write gap) を挟んで上記第一の磁極と離隔する第二の磁極と、

を有するインダクティブ (inductive) 型記録素子を有する磁気ヘッドを含むことができる、

上記第一の磁極は、上記ライトギャップを挟んで上記第二の磁極と対向する部分の最表層としてCoおよびFeを含む合金製の層を有することができる、

上記第二の磁極は、上記ライトギャップを挟んで上記第一の磁極と対向する部分の最表層としてCoおよびFeを含む合金製の層を有することができる。

【0023】

一形態では、上記磁気記録再生装置は、ライトギャップのギャップ長が120nm以下のインダクティブ型記録素子を有する磁気ヘッドを含むことができる。

【0024】

本発明の一態様は、磁気テープである上記磁気記録媒体を含む磁気テープカートリッジに関する。

【0025】

本発明の一態様は、上記磁気テープカートリッジを複数含む磁気テープカートリッジ群に関する。

【0026】

一形態では、上記磁気テープカートリッジ群について、雰囲気温度21℃相対湿度50%の環境において、単一の磁気ヘッドを使用して合計200巻の磁気テープカートリッジの再生試験を行い得られた信号対雑音比 (SNR; Signal-to-Noise-Ratio) の巻数に対する傾き α (以下において、「GTT傾き α 」とも記載する。) は、0.5dB/decade以下であることができる。

【発明の効果】

【0027】

本発明の一態様によれば、アーカイブ用記録媒体に適した磁気記録媒体およびこの磁気記録媒体を含む磁気記録再生装置を提供することができる。また、本発明の一態様によれば、磁気テープである上記磁気記録媒体を含む磁気テープカートリッジおよび磁気テープカートリッジ群を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】記録素子の一例の一部拡大図である。

【図2】図1に示す記録素子のライトギャップ側先端部の構成を示す概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

[磁気記録媒体]

本発明の一態様は、非磁性支持体と、強磁性粉末を含む磁性層と、を有する磁気記録媒体であって、上記磁性層の表面を走査型電子顕微鏡により加速電圧5kVで撮像して得られた二次電子像の二値化処理済み画像における複数の明部領域の円相当径の個数分布Aが先に記載の(1)～(3)を満たし、かつ上記磁性層の表面を走査型電子顕微鏡により加

10

20

30

40

50

速電圧 2 k V で撮像して得られた二次電子像の二値化処理済み画像における複数の暗部領域の円相当径の個数分布が先に記載の (4) ~ (6) を満たす磁気記録媒体に関する。

【0030】

本発明者は、今後求められると考えられる先に記載した性能を発揮できる磁気記録媒体を得るために検討を重ねる中で、詳細を後述する G T T 傾き α の値が、室温程度の環境下でのグリーンテープテスト (G T T) における再生品質の良否と相関するのではないかと考えた。そして、かかる知見に基づき更に鋭意検討を重ねた結果、磁気記録媒体の磁性層表面の状態について、個数分布 A および個数分布 B を上記のように制御することに至った。かかる磁気記録媒体によれば、室温程度の環境下でのグリーンテープテスト (G T T) において、良好な再生品質を得ることが可能になる。

10

以下、上記磁気記録媒体について、更に詳細に説明する。

【0031】

本発明および本明細書において個数分布 A および個数分布 B をそれぞれ求めるために使用される走査型電子顕微鏡は、電界放射型走査型電子顕微鏡 (F E - S E M ; F i e l d E m i s s i o n - S c a n n i n g E l e c t r o n M i c r o s c o p e) である。F E - S E M としては、例えば、日立製作所製 F E - S E M S 4 8 0 0 を用いることができ、後述の実施例ではこの F E - S E M を用いた。

また、個数分布 A および個数分布 B をそれぞれ求める際、S E M 像を撮像する前に磁性層表面へのコーティング処理は行わない。

20

各撮像は、磁性層表面の未撮像領域を選択して実施する。

撮像される S E M 像は、二次電子 (S e c o n d a r y E l e c t r o n) 像である。円相当径は、小数点以下 1 桁を四捨五入し、小数点以下 2 桁以降は切り捨てて、1 n m 刻みで求めるものとする。

個数分布 A を求める際、明部領域の数の計測において、一部分のみが二値化処理済み画像に含まれ残りの部分が二値化処理済み画像の外にある明部領域は、計測対象から除外するものとする。

個数分布 B を求める際、暗部領域の数の計測において、一部分のみが二値化処理済み画像に含まれ残りの部分が二値化処理済み画像の外にある暗部領域は、計測対象から除外するものとする。

また、本発明および本明細書において、「磁性層 (の) 表面」とは、磁気記録媒体の磁性層側表面と同義である。

30

【0032】

<個数分布の測定方法>

(個数分布 A の測定方法)

本発明および本明細書において、「個数分布 A」は、以下の方法によって測定される個数分布である。

走査型電子顕微鏡 (F E - S E M) を用いて、測定対象の磁気記録媒体の磁性層表面の二次電子像を撮像する。撮像条件として、加速電圧は 5 k V とし、作動距離は 5 m m とし、撮影倍率は 1 万倍とする。撮像時には、磁性層表面の未撮像領域を選択し、上記の撮像条件下でフォーカス調整を行い、二次電子像を撮像する。撮像された画像からサイズ等を表示する部分 (ミクロンバー、クロスマーク等) を消し、9 6 0 p i x e l × 1 2 8 0 p i x e l の画素数の二次電子像を取得する。

40

以上の操作を、測定対象の磁気記録媒体の磁性層表面の異なる箇所において 1 0 0 回実施する。

こうして取得された二次電子像を、画像処理ソフトに取り込み、以下の手順により二値化処理を行う。画像解析ソフトとしては、例えば、フリーソフトの I m a g e J を使用することができる。二値化処理によって、画像は明部領域 (白色部分) と暗部領域 (黒色部分) とに区分けされる。

上記で取得された二次電子像を二値化処理するための閾値は、下限値を 2 1 0 階調、上限値を 2 5 5 階調とし、これら 2 つの閾値により二値化処理を実行する。二値化処理後に

50

画像解析ソフトによってノイズ成分除去処理を行う。ノイズ成分除去処理は、例えば以下の方法により行うことができる。画像解析ソフトImageJにおいて、ノイズカット処理Despeckleを選択しノイズ成分の除去を行う。

こうして得られた二値化処理済み画像について、画像解析ソフトによって、明部領域（即ち白色部分）の個数および各明部領域の面積を求める。ここで求められた明部領域の面積から、各明部領域の円相当径を求める。具体的には、求められた面積Aから、 $(A/\pi)^{(1/2)} \times 2 = L$ により、円相当径Lを算出する。ここで、演算子「 $\wedge$ 」は、べき乗を表す。

以上の工程を、上記で得られた二値化処理済み画像（100画像）について実施する。

こうして、個数分布Aが求められる。

【0033】

（個数分布Bの測定方法）

本発明および本明細書において、「個数分布B」は、以下の方法によって測定される個数分布である。

走査型電子顕微鏡（FE-SEM）を用いて、測定対象の磁気記録媒体の磁性層表面の二次電子像を撮像する。撮像条件として、加速電圧は2kVとし、作動距離は5mmとし、撮影倍率は1万倍とする。撮像時には、磁性層表面の未撮像領域を選択し、上記の撮像条件下でフォーカス調整を行い、二次電子像を撮像する。撮像された画像からサイズ等を表示する部分（ミクロンバー、クロスマーク等）を消し、960pixel×1280pixelの画素数の二次電子像を取得する。

以上の操作を、測定対象の磁気記録媒体の磁性層表面の異なる箇所において100回実施する。

こうして取得された二次電子像を、画像処理ソフトに取り込み、以下の手順により二値化処理を行う。画像解析ソフトとしては、例えば、フリーソフトのImageJを使用することができる。

上記で取得された二次電子像を二値化処理するための閾値は、下限値を0諧調、上限値を75諧調とし、これら2つの閾値により二値化処理を実行する。二値化処理後に画像解析ソフトによってノイズ成分除去処理を行う。ノイズ成分除去処理は、例えば以下の方法により行うことができる。画像解析ソフトImageJにおいて、ノイズカット処理Despeckleを選択しノイズ成分の除去を行う。

こうして得られた二値化処理済み画像において、画像解析ソフトによって、暗部領域（即ち黒色部分）の個数および各暗部領域の面積を求める。ここで求められた暗部領域の面積から、各暗部領域の円相当径を求める。具体的には、求められた面積Aから、 $(A/\pi)^{(1/2)} \times 2 = L$ により、円相当径Lを算出する。

以上の工程を、上記で得られた二値化処理済み画像（100画像）について実施する。こうして、個数分布Bが求められる。

【0034】

<個数分布Aおよび個数分布B>

上記磁気記録媒体において、先に記載の方法により求められる個数分布Aは、下記（1）～（3）：

（1）円相当径が1nm以上50nm以下の明部領域が10000個以上30000個以下、

（2）円相当径が51nm以上100nm以下の明部領域が7000個以上25000個以下、

（3）円相当径が101nm以上の明部領域が1000個以上3000個以下、を満たす。

【0035】

更に、上記磁気記録媒体において、先に記載の方法により求められる個数分布Bは、下記（4）～（6）：

（4）円相当径が1nm以上50nm以下の暗部領域が1000個以上25000個以

10

20

30

40

50

下、

(5) 円相当径が51nm以上100nm以下の暗部領域が200個以上5000個以下、

(6) 円相当径が101nm以上の暗部領域が0個以上200個以下、
を満たす。

【0036】

磁性層は、通常、強磁性粉末に加えて非磁性粉末の1種以上を含む磁性層形成用組成物を用いて形成される。本発明者は、先に記載の方法により求められる個数分布Aおよび個数分布Bについて、個数分布Aは、磁性層表面に研磨性を付与するために磁性層に含まれる非磁性粉末（以下、「研磨剤」とも呼ぶ。）の磁性層表面における存在状態の指標となり得るものであると考えている。また、個数分布Bは、摩擦特性制御のために磁性層表面に適度な突起を形成すべく磁性層に含まれる非磁性粉末（以下、「フィラー」とも呼ぶ。）の磁性層表面における存在状態の指標となり得るものであると本発明者は考えている。そして、個数分布Aと個数分布Bとを上記のように制御することによって、室温程度の環境下でのGTTにおいて、ヘッドが削れること、磁気記録媒体が削れること、および／または、何らかの原因によって発生した異物がヘッドに付着すること、を抑制できることが、室温程度の環境下でのGTTにおいて、良好な再生品質が得られることに寄与し得ると本発明者は推察している。室温程度の環境とは、例えば、雰囲気温度18～27℃程度の環境であることができる。その環境の湿度は、相対湿度として、例えば40～60%程度であることができる。

【0037】

上記(1)について、円相当径が1nm以上50nm以下の明部領域は、10000個以上30000個以下である。クリーニング性の観点からは、かかる明部領域の個数は、15000個以上であることが好ましく、20000個以上であることがより好ましい。また、表面性の観点からは、かかる明部領域の個数は、28000個以下であることが好ましく、25000個以下であることがより好ましい。

【0038】

上記(2)について、円相当径が51nm以上100nm以下の明部領域は、7000個以上25000個以下である。クリーニング性の観点からは、かかる明部領域の個数は、8000個以上であることが好ましく、9000個以上であることがより好ましい。また、表面性の観点からは、かかる明部領域の個数は、24000個以下であることが好ましく、23000個以下であることがより好ましい。

【0039】

上記(3)について、円相当径が101nm以上の明部領域は、1000個以上3000個以下である。クリーニング性の観点からは、かかる明部領域の個数は、1500個以上であることが好ましく、2000個以上であることがより好ましい。また、表面性の観点からは、かかる明部領域の個数は、2800個以下であることが好ましく、2500個以下であることがより好ましい。一形態では、上記明部領域の個数は、3000個未満であることができる。また、一形態では、上記明部領域の個数は、1000個超であることができる。

【0040】

上記(4)について、円相当径が1nm以上50nm以下の暗部領域は、1000個以上25000個以下である。摩擦特性の観点からは、かかる暗部領域の個数は、2000個以上であることが好ましく、3000個以上であることがより好ましい。また、クリーニング性の観点からは、かかる暗部領域の個数は、23000個以下であることが好ましく、20000個以下であることがより好ましい。一形態では、上記暗部領域の個数は、1000個超であることができる。

【0041】

上記(5)について、円相当径が51nm以上100nm以下の暗部領域は、200個以上5000個以下である。摩擦特性の観点からは、かかる暗部領域の個数は、250個

10

20

30

40

50

以上であることが好ましく、300個以上であることがより好ましい。また、クリーニング性の観点からは、かかる暗部領域の個数は、4500個以下であることが好ましく、4000個以下であることがより好ましい。

【0042】

上記(6)について、円相当径が101nm以上の暗部領域は、0個以上200個以下である。摩擦特性の観点からは、かかる暗部領域の個数は、10個以上であることが好ましく、20個以上であることがより好ましい。また、クリーニング性の観点からは、かかる暗部領域の個数は、180個以下であることが好ましく、150個以下であることがより好ましい。一形態では、上記暗部領域の個数は、200個未満であることができる。

【0043】

個数分布Aおよび個数分布Bは、磁性層を形成するために使用する磁性層形成用組成物に添加する成分の種類、かかる組成物の調製方法(例えば、分散方法、分級方法等)によって制御することができる。制御方法の具体例については、後述の実施例も参照できる。

【0044】

以下、上記磁気記録媒体について、更に詳細に説明する。

【0045】

<磁性層>

(強磁性粉末)

磁性層に含まれる強磁性粉末としては、各種磁気記録媒体の磁性層において用いられる強磁性粉末として公知の強磁性粉末を1種または2種以上組み合わせて使用することができる。強磁性粉末として平均粒子サイズの小さいものを使用することは記録密度向上の観点から好ましい。この点から、強磁性粉末の平均粒子サイズは50nm以下であることが好ましく、45nm以下であることがより好ましく、40nm以下であることが更に好ましく、35nm以下であることが一層好ましく、30nm以下であることがより一層好ましく、25nm以下であることが更に一層好ましく、20nm以下であることがなお一層好ましい。一方、磁化の安定性の観点からは、強磁性粉末の平均粒子サイズは5nm以上であることが好ましく、8nm以上であることがより好ましく、10nm以上であることが更に好ましく、15nm以上であることが一層好ましく、20nm以上であることがより一層好ましい。

【0046】

六方晶フェライト粉末

強磁性粉末の好ましい具体例としては、六方晶フェライト粉末を挙げることができる。六方晶フェライト粉末の詳細については、例えば、特開2011-225417号公報の段落0012~0030、特開2011-216149号公報の段落0134~0136、特開2012-204726号公報の段落0013~0030および特開2015-127985号公報の段落0029~0084を参照できる。

【0047】

本発明および本明細書において、「六方晶フェライト粉末」とは、X線回折分析によって、主相として六方晶フェライト型の結晶構造が検出される強磁性粉末をいうものとする。主相とは、X線回折分析によって得られるX線回折スペクトルにおいて最も高強度の回折ピークが帰属する構造をいう。例えば、X線回折分析によって得られるX線回折スペクトルにおいて最も高強度の回折ピークが六方晶フェライト型の結晶構造に帰属される場合、六方晶フェライト型の結晶構造が主相として検出されたと判断するものとする。X線回折分析によって単一の構造のみが検出された場合には、この検出された構造を主相とする。六方晶フェライト型の結晶構造は、構成原子として、少なくとも鉄原子、二価金属原子および酸素原子を含む。二価金属原子とは、イオンとして二価のカチオンになり得る金属原子であり、ストロンチウム原子、バリウム原子、カルシウム原子等のアルカリ土類金属原子、鉛原子等を挙げることができる。本発明および本明細書において、六方晶ストロンチウムフェライト粉末とは、この粉末に含まれる主な二価金属原子がストロンチウム原子であるものをいい、六方晶バリウムフェライト粉末とは、この粉末に含まれる主な二価金

10

20

30

40

50

属原子がバリウム原子であるものをいう。主な二価金属原子とは、この粉末に含まれる二価金属原子の中で、原子%基準で最も多くを占める二価金属原子をいうものとする。ただし、上記の二価金属原子には、希土類原子は含まれないものとする。本発明および本明細書における「希土類原子」は、スカンジウム原子（Sc）、イットリウム原子（Y）、およびランタノイド原子からなる群から選択される。ランタノイド原子は、ランタン原子（La）、セリウム原子（Ce）、プラセオジウム原子（Pr）、ネオジウム原子（Nd）、プロメチウム原子（Pm）、サマリウム原子（Sm）、ユウロピウム原子（Eu）、ガドリニウム原子（Gd）、テルビウム原子（Tb）、ジスプロシウム原子（Dy）、ホルミウム原子（Ho）、エルビウム原子（Er）、ツリウム原子（Tm）、イッテルビウム原子（Yb）、およびルテチウム原子（Lu）からなる群から選択される。

10

【0048】

以下に、六方晶フェライト粉末の一形態である六方晶ストロンチウムフェライト粉末について、更に詳細に説明する。

【0049】

六方晶ストロンチウムフェライト粉末の活性化体積は、好ましくは $800 \sim 1600 \text{ nm}^3$ の範囲である。上記範囲の活性化体積を示す微粒子化された六方晶ストロンチウムフェライト粉末は、優れた電磁変換特性を発揮する磁気記録媒体の作製のために好適である。六方晶ストロンチウムフェライト粉末の活性化体積は、好ましくは 800 nm^3 以上であり、例えば 850 nm^3 以上であることもできる。また、電磁変換特性の更なる向上の観点から、六方晶ストロンチウムフェライト粉末の活性化体積は、 1500 nm^3 以下であることがより好ましく、 1400 nm^3 以下であることが更に好ましく、 1300 nm^3 以下であることが一層好ましく、 1200 nm^3 以下であることがより一層好ましく、 1100 nm^3 以下であることが更により一層好ましい。六方晶バリウムフェライト粉末の活性化体積についても、同様である。

20

【0050】

「活性化体積」とは、磁化反転の単位であって、粒子の磁気的な大きさを示す指標である。本発明および本明細書に記載の活性化体積および後述の異方性定数 K_u は、振動試料型磁力計を用いて保磁力 H_c 測定部の磁場スイープ速度3分と30分とで測定し（測定温度： $23^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ ）、以下の H_c と活性化体積 V との関係式から求められる値である。なお異方性定数 K_u の単位に関して、 $1 \text{ erg/cc} = 1.0 \times 10^{-1} \text{ J/m}^3$ である。

30

$$H_c = 2K_u / M_s \{1 - [(kT / K_u V) \ln(At / 0.693)]^{1/2}\}$$

【上記式中、 K_u ：異方性定数（単位： J/m^3 ）、 M_s ：飽和磁化（単位： kA/m ）、 k ：ボルツマン定数、 T ：絶対温度（単位： K ）、 V ：活性化体積（単位： cm^3 ）、 A ：スピン歳差周波数（単位： s^{-1} ）、 t ：磁界反転時間（単位： s ）】

【0051】

熱揺らぎの低減、換言すれば熱的安定性の向上の指標としては、異方性定数 K_u を上げることができる。六方晶ストロンチウムフェライト粉末は、好ましくは $1.8 \times 10^5 \text{ J/m}^3$ 以上の K_u を有することができ、より好ましくは $2.0 \times 10^5 \text{ J/m}^3$ 以上の K_u を有することができる。また、六方晶ストロンチウムフェライト粉末の K_u は、例えば $2.5 \times 10^5 \text{ J/m}^3$ 以下であることができる。ただし K_u が高いほど熱的安定性が高いことを意味し好ましいため、上記例示した値に限定されるものではない。

40

【0052】

六方晶ストロンチウムフェライト粉末は、希土類原子を含んでいてもよく、含まなくてもよい。六方晶ストロンチウムフェライト粉末が希土類原子を含む場合、鉄原子100原子%に対して、0.5～5.0原子%の含有率（バルク含有率）で希土類原子を含むことが好ましい。希土類原子を含む六方晶ストロンチウムフェライト粉末は、一形態では、希土類原子表層部偏在性を有することができる。本発明および本明細書における「希土類原子表層部偏在性」とは、六方晶ストロンチウムフェライト粉末を酸により部分溶解して得られた溶解液中の鉄原子100原子%に対する希土類原子含有率（以下、「希土類原子表層部含有率」または希土類原子に関して単に「表層部含有率」と記載する。）が、六方晶

50

ストロンチウムフェライト粉末を酸により全溶解して得られた溶解液中の鉄原子 100 原子%に対する希土類原子含有率（以下、「希土類原子バルク含有率」または希土類原子に関して単に「バルク含有率」と記載する。）と、

希土類原子表層部含有率／希土類原子バルク含有率 > 1.0

の比率を満たすことを意味する。後述の六方晶ストロンチウムフェライト粉末の希土類原子含有率とは、希土類原子バルク含有率と同義である。これに対し、酸を用いる部分溶解は六方晶ストロンチウムフェライト粉末を構成する粒子の表層部を溶解するため、部分溶解により得られる溶解液中の希土類原子含有率とは、六方晶ストロンチウムフェライト粉末を構成する粒子の表層部における希土類原子含有率である。希土類原子表層部含有率が、「希土類原子表層部含有率／希土類原子バルク含有率 > 1.0 」の比率を満たすことは、六方晶ストロンチウムフェライト粉末を構成する粒子において、希土類原子が表層部に偏在（即ち内部より多く存在）していることを意味する。本発明および本明細書における表層部とは、六方晶ストロンチウムフェライト粉末を構成する粒子の表面から内部に向かう一部領域を意味する。

【0053】

六方晶ストロンチウムフェライト粉末が希土類原子を含む場合、希土類原子含有率（バルク含有率）は、鉄原子 100 原子%に対して 0.5～5.0 原子%の範囲であることが好ましい。上記範囲のバルク含有率で希土類原子を含み、かつ六方晶ストロンチウムフェライト粉末を構成する粒子の表層部に希土類原子が偏在していることは、繰り返し再生における再生出力の低下を抑制することに寄与すると考えられる。これは、六方晶ストロンチウムフェライト粉末が上記範囲のバルク含有率で希土類原子を含み、かつ六方晶ストロンチウムフェライト粉末を構成する粒子の表層部に希土類原子が偏在していることにより、異方性定数 K_u を高めることができるためと推察される。異方性定数 K_u は、この値が高いほど、いわゆる熱揺らぎと呼ばれる現象の発生を抑制すること（換言すれば熱的安定性を向上させること）ができる。熱揺らぎの発生が抑制されることにより、繰り返し再生における再生出力の低下を抑制することができる。六方晶ストロンチウムフェライト粉末の粒子表層部に希土類原子が偏在することが、表層部の結晶格子内の鉄（Fe）のサイトのスピンを安定化することに寄与し、これにより異方性定数 K_u が高まるのではないかと推察される。

また、希土類原子表層部偏在性を有する六方晶ストロンチウムフェライト粉末を磁性層の強磁性粉末として用いることは、磁気ヘッドとの摺動によって磁性層表面が削れることを抑制することにも寄与すると推察される。即ち、磁気記録媒体の走行耐久性の向上にも、希土類原子表層部偏在性を有する六方晶ストロンチウムフェライト粉末が寄与し得ると推察される。これは、六方晶ストロンチウムフェライト粉末を構成する粒子の表面に希土類原子が偏在することが、粒子表面と磁性層に含まれる有機物質（例えば、結合剤および／または添加剤）との相互作用の向上に寄与し、その結果、磁性層の強度が向上するためではないかと推察される。

繰り返し再生における再生出力の低下をより一層抑制する観点および／または走行耐久性の更なる向上の観点からは、希土類原子含有率（バルク含有率）は、0.5～4.5 原子%の範囲であることがより好ましく、1.0～4.5 原子%の範囲であることが更に好ましく、1.5～4.5 原子%の範囲であることが一層好ましい。

【0054】

上記バルク含有率は、六方晶ストロンチウムフェライト粉末を全溶解して求められる含有率である。なお本発明および本明細書において、特記しない限り、原子について含有率とは、六方晶ストロンチウムフェライト粉末を全溶解して求められるバルク含有率をいうものとする。希土類原子を含む六方晶ストロンチウムフェライト粉末は、希土類原子として 1 種の希土類原子のみ含んでもよく、2 種以上の希土類原子を含んでもよい。2 種以上の希土類原子を含む場合の上記バルク含有率は、2 種以上の希土類原子の合計について求められる。この点は、本発明および本明細書における他の成分についても同様である。即ち、特記しない限り、ある成分は、1 種のみ用いてもよく、2 種以上用いてもよい。2 種

以上用いられる場合の含有量または含有率とは、２種以上の合計についていうものとする。

【００５５】

六方晶ストロンチウムフェライト粉末が希土類原子を含む場合、含まれる希土類原子は、希土類原子のいずれか１種以上であればよい。繰り返し再生における再生出力の低下をより一層抑制する観点から好ましい希土類原子としては、ネオジム原子、サマリウム原子、イットリウム原子およびジスプロシウム原子を挙げることができ、ネオジム原子、サマリウム原子およびイットリウム原子がより好ましく、ネオジム原子が更に好ましい。

【００５６】

希土類原子表層部偏在性を有する六方晶ストロンチウムフェライト粉末において、希土類原子は六方晶ストロンチウムフェライト粉末を構成する粒子の表層部に偏在していればよく、偏在の程度は限定されるものではない。例えば、希土類原子表層部偏在性を有する六方晶ストロンチウムフェライト粉末について、後述する溶解条件で部分溶解して求められた希土類原子の表層部含有率と後述する溶解条件で全溶解して求められた希土類原子のバルク含有率との比率、「表層部含有率／バルク含有率」は１．０超であり、１．５以上であることができる。「表層部含有率／バルク含有率」が１．０より大きいことは、六方晶ストロンチウムフェライト粉末を構成する粒子において、希土類原子が表層部に偏在（即ち内部より多く存在）していることを意味する。また、後述する溶解条件で部分溶解して求められた希土類原子の表層部含有率と後述する溶解条件で全溶解して求められた希土類原子のバルク含有率との比率、「表層部含有率／バルク含有率」は、例えば、１０．０以下、９．０以下、８．０以下、７．０以下、６．０以下、５．０以下、または４．０以下であることができる。ただし、希土類原子表層部偏在性を有する六方晶ストロンチウムフェライト粉末において、希土類原子は六方晶ストロンチウムフェライト粉末を構成する粒子の表層部に偏在していればよく、上記の「表層部含有率／バルク含有率」は、例示した上限または下限に限定されるものではない。

【００５７】

六方晶ストロンチウムフェライト粉末の部分溶解および全溶解について、以下に説明する。粉末として存在している六方晶ストロンチウムフェライト粉末については、部分溶解および全溶解する試料粉末は、同一ロットの粉末から採取する。一方、磁気記録媒体の磁性層に含まれている六方晶ストロンチウムフェライト粉末については、磁性層から取り出した六方晶ストロンチウムフェライト粉末の一部を部分溶解に付し、他の一部を全溶解に付す。磁性層からの六方晶ストロンチウムフェライト粉末の取り出しは、例えば、特開２０１５－９１７４７号公報の段落００３２に記載の方法によって行うことができる。

上記部分溶解とは、溶解終了時に液中に六方晶ストロンチウムフェライト粉末の残留が目視で確認できる程度に溶解することをいう。例えば、部分溶解により、六方晶ストロンチウムフェライト粉末を構成する粒子について、粒子全体を１００質量％として１０～２０質量％の領域を溶解することができる。一方、上記全溶解とは、溶解終了時に液中に六方晶ストロンチウムフェライト粉末の残留が目視で確認されない状態まで溶解することをいう。

上記部分溶解および表層部含有率の測定は、例えば、以下の方法により行われる。ただし、下記の試料粉末量等の溶解条件は例示であって、部分溶解および全溶解が可能な溶解条件を任意に採用できる。

試料粉末１２ｍｇおよび１ｍｏｌ／Ｌ塩酸１０ｍＬを入れた容器（例えばビーカー）を、設定温度７０℃のホットプレート上で１時間保持する。得られた溶解液を０．１μｍのメンブレンフィルタでろ過する。こうして得られたる液の元素分析を誘導結合プラズマ（ＩＣＰ；Ｉｎｄｕｃｔｉｖｅｌｙ Ｃｏｕｐｌｅｄ Ｐｌａｓｍａ）分析装置によって行う。こうして、鉄原子１００原子％に対する希土類原子の表層部含有率を求めることができる。元素分析により複数種の希土類原子が検出された場合には、全希土類原子の合計含有率を、表層部含有率とする。この点は、バルク含有率の測定においても、同様である。

一方、上記全溶解およびバルク含有率の測定は、例えば、以下の方法により行われる。

試料粉末１２ｍｇおよび４ｍｏｌ／Ｌ塩酸１０ｍＬを入れた容器（例えばビーカー）を

10

20

30

40

50

、設定温度 80℃ のホットプレート上で 3 時間保持する。その後は上記の部分溶解および表層部含有率の測定と同様に行い、鉄原子 100 原子% に対するバルク含有率を求めることができる。

【0058】

磁気記録媒体に記録されたデータを再生する際の再生出力を高める観点から、磁気記録媒体に含まれる強磁性粉末の質量磁化 σ_s が高いことは望ましい。この点に関して、希土類原子を含むものの希土類原子表層部偏在性を持たない六方晶ストロンチウムフェライト粉末は、希土類原子を含まない六方晶ストロンチウムフェライト粉末と比べて σ_s が大きく低下する傾向が見られた。これに対し、そのような σ_s の大きな低下を抑制するうえでも、希土類原子表層部偏在性を有する六方晶ストロンチウムフェライト粉末は好ましいと考えられる。一形態では、六方晶ストロンチウムフェライト粉末の σ_s は、 $45 \text{ A} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}$ 以上であることができ、 $47 \text{ A} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}$ 以上であることもできる。一方、 σ_s は、ノイズ低減の観点からは、 $80 \text{ A} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}$ 以下であることが好ましく、 $60 \text{ A} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}$ 以下であることがより好ましい。 σ_s は、振動試料型磁力計等の磁気特性を測定可能な公知の測定装置を用いて測定することができる。本発明および本明細書において、特記しない限り、質量磁化 σ_s は、磁場強度 15 kOe で測定される値とする。 $1 [\text{kOe}] = 10^6 / 4\pi [\text{A/m}]$ である。

【0059】

六方晶ストロンチウムフェライト粉末の構成原子の含有率（バルク含有率）に関して、ストロンチウム原子含有率は、鉄原子 100 原子% に対して、例えば 2.0～15.0 原子% の範囲であることができる。一形態では、六方晶ストロンチウムフェライト粉末は、この粉末に含まれる二価金属原子がストロンチウム原子のみであることができる。また他の一形態では、六方晶ストロンチウムフェライト粉末は、ストロンチウム原子に加えて 1 種以上の他の二価金属原子を含むこともできる。例えば、バリウム原子および／またはカルシウム原子を含むことができる。ストロンチウム原子以外の他の二価金属原子が含まれる場合、六方晶ストロンチウムフェライト粉末におけるバリウム原子含有率およびカルシウム原子含有率は、それぞれ、例えば、鉄原子 100 原子% に対して、0.05～5.0 原子% の範囲であることができる。

【0060】

六方晶フェライトの結晶構造としては、マグネトプランバイト型（「M 型」とも呼ばれる。）、W 型、Y 型および Z 型が知られている。六方晶ストロンチウムフェライト粉末は、いずれの結晶構造を取るものであってもよい。結晶構造は、X 線回折分析によって確認することができる。六方晶ストロンチウムフェライト粉末は、X 線回折分析によって、単一の結晶構造または 2 種以上の結晶構造が検出されるものであることができる。例えば一形態では、六方晶ストロンチウムフェライト粉末は、X 線回折分析によって M 型の結晶構造のみが検出されるものであることができる。例えば、M 型の六方晶フェライトは、 $\text{AFe}_{12}\text{O}_{19}$ の組成式で表される。ここで A は二価金属原子を表し、六方晶ストロンチウムフェライト粉末が M 型である場合、A はストロンチウム原子（Sr）のみであるか、または A として複数の二価金属原子が含まれる場合には、上記の通り原子% 基準で最も多くをストロンチウム原子（Sr）が占める。六方晶ストロンチウムフェライト粉末の二価金属原子含有率は、通常、六方晶フェライトの結晶構造の種類により定まるものであり、特に限定されるものではない。鉄原子含有率および酸素原子含有率についても、同様である。六方晶ストロンチウムフェライト粉末は、少なくとも、鉄原子、ストロンチウム原子および酸素原子を含み、更に希土類原子を含むこともできる。更に、六方晶ストロンチウムフェライト粉末は、これら原子以外の原子を含んでもよく、含まなくてもよい。一例として、六方晶ストロンチウムフェライト粉末は、アルミニウム原子（Al）を含むものであってもよい。アルミニウム原子の含有率は、鉄原子 100 原子% に対して、例えば 0.5～10.0 原子% であることができる。繰り返し再生における再生出力低下をより一層抑制する観点からは、六方晶ストロンチウムフェライト粉末は、鉄原子、ストロンチウム原子、酸素原子および希土類原子を含み、これら原子以外の原子の含有率が、鉄原子 100 原

子%に対して、10.0原子%以下であることが好ましく、0～5.0原子%の範囲であることがより好ましく、0原子%であってもよい。即ち、一形態では、六方晶ストロンチウムフェライト粉末は、鉄原子、ストロンチウム原子、酸素原子および希土類原子以外の原子を含まなくてもよい。上記の原子%で表示される含有率は、六方晶ストロンチウムフェライト粉末を全溶解して求められる各原子の含有率（単位：質量%）を、各原子の原子量を用いて原子%表示の値に換算して求められる。また、本発明および本明細書において、ある原子について「含まない」とは、全溶解してICP分析装置により測定される含有率が0質量%であることをいう。ICP分析装置の検出限界は、通常、質量基準で0.01ppm（parts per million）以下である。上記の「含まない」とは、ICP分析装置の検出限界未満の量で含まれることを包含する意味で用いるものとする。六方晶ストロンチウムフェライト粉末は、一形態では、ビスマス原子（Bi）を含まないものであることができる。

10

【0061】

金属粉末

強磁性粉末の好ましい具体例としては、強磁性金属粉末を挙げることができる。強磁性金属粉末の詳細については、例えば特開2011-216149号公報の段落0137～0141および特開2005-251351号公報の段落0009～0023を参照できる。

【0062】

ε-酸化鉄粉末

強磁性粉末の好ましい具体例としては、ε-酸化鉄粉末を挙げることができる。本発明および本明細書において、「ε-酸化鉄粉末」とは、X線回折分析によって、主相としてε-酸化鉄型の結晶構造が検出される強磁性粉末をいうものとする。例えば、X線回折分析によって得られるX線回折スペクトルにおいて最も高強度の回折ピークがε-酸化鉄型の結晶構造に帰属される場合、ε-酸化鉄型の結晶構造が主相として検出されたと判断するものとする。ε-酸化鉄粉末の製造方法としては、ゲーサイトから作製する方法、逆ミセル法等が知られている。上記製造方法は、いずれも公知である。また、Feの一部がGa、Co、Ti、Al、Rh等の置換原子によって置換されたε-酸化鉄粉末を製造する方法については、例えば、J. Jpn. Soc. Powder Metallurgy Vol. 61 Supplement, No. S1, pp. S280-S284、J. Mater. Chem. C, 2013, 1, pp. 5200-5206等を参照できる。ただし、上記磁気記録媒体の磁性層において強磁性粉末として使用可能なε-酸化鉄粉末の製造方法は、ここで挙げた方法に限定されない。

20

30

【0063】

ε-酸化鉄粉末の活性化体積は、好ましくは300～1500nm³の範囲である。上記範囲の活性化体積を示す微粒子化されたε-酸化鉄粉末は、優れた電磁変換特性を発揮する磁気記録媒体の作製のために好適である。ε-酸化鉄粉末の活性化体積は、好ましくは300nm³以上であり、例えば500nm³以上であることもできる。また、電磁変換特性の更なる向上の観点から、ε-酸化鉄粉末の活性化体積は、1400nm³以下であることがより好ましく、1300nm³以下であることが更に好ましく、1200nm³以下であることが一層好ましく、1100nm³以下であることがより一層好ましい。

40

【0064】

熱揺らぎの低減、換言すれば熱的安定性の向上の指標としては、異方性定数Kuを挙げることができる。ε-酸化鉄粉末は、好ましくは3.0×10⁴J/m³以上のKuを有することができ、より好ましくは8.0×10⁴J/m³以上のKuを有することができる。また、ε-酸化鉄粉末のKuは、例えば3.0×10⁵J/m³以下であることができる。ただしKuが高いほど熱的安定性が高いことを意味し、好ましいため、上記例示した値に限定されるものではない。

【0065】

磁気記録媒体に記録されたデータを再生する際の再生出力を高める観点から、磁気記録

50

媒体に含まれる強磁性粉末の質量磁化 σ_s が高いことは望ましい。この点に関して、一形態では、 ε -酸化鉄粉末の σ_s は、 $8\text{ A}\cdot\text{m}^2/\text{kg}$ 以上であることができ、 $12\text{ A}\cdot\text{m}^2/\text{kg}$ 以上であることもできる。一方、 ε -酸化鉄粉末の σ_s は、ノイズ低減の観点からは、 $40\text{ A}\cdot\text{m}^2/\text{kg}$ 以下であることが好ましく、 $35\text{ A}\cdot\text{m}^2/\text{kg}$ 以下であることがより好ましい。

【0066】

本発明および本明細書において、特記しない限り、強磁性粉末等の各種粉末の平均粒子サイズは、透過型電子顕微鏡を用いて、以下の方法により測定される値とする。

粉末を、透過型電子顕微鏡を用いて撮影倍率100000倍で撮影し、総倍率500000倍になるように印画紙にプリントして粉末を構成する粒子の写真を得る。得られた粒子の写真から目的の粒子を選びデジタイザーで粒子の輪郭をトレースし粒子（一次粒子）のサイズを測定する。一次粒子とは、凝集のない独立した粒子をいう。

以上の測定を、無作為に抽出した500個の粒子について行う。こうして得られた500個の粒子の粒子サイズの算術平均を、粉末の平均粒子サイズとする。上記透過型電子顕微鏡としては、例えば日立製透過型電子顕微鏡H-9000型を用いることができる。また、粒子サイズの測定は、公知の画像解析ソフト、例えばカールツァイス製画像解析ソフトKS-400を用いて行うことができる。後述の実施例に示す平均粒子サイズは、特記しない限り、透過型電子顕微鏡として日立製透過型電子顕微鏡H-9000型、画像解析ソフトとしてカールツァイス製画像解析ソフトKS-400を用いて測定された値である。本発明および本明細書において、粉末とは、複数の粒子の集合を意味する。例えば、強磁性粉末とは、複数の強磁性粒子の集合を意味する。また、複数の粒子の集合とは、集合を構成する粒子が直接接触している形態に限定されず、後述する結合剤、添加剤等が、粒子同士の間に介在している形態も包含される。粒子との語が、粉末を表すために用いられることもある。

【0067】

粒子サイズ測定のために磁気記録媒体から試料粉末を採取する方法としては、例えば特開2011-048878号公報の段落0015に記載の方法を採用することができる。

【0068】

本発明および本明細書において、特記しない限り、粉末を構成する粒子のサイズ（粒子サイズ）は、上記の粒子写真において観察される粒子の形状が、

（1）針状、紡錘状、柱状（ただし、高さが底面の最大長径より大きい）等の場合は、粒子を構成する長軸の長さ、即ち長軸長で表され、

（2）板状または柱状（ただし、厚みまたは高さが板面または底面の最大長径より小さい）の場合は、その板面または底面の最大長径で表され、

（3）球形、多面体状、不定形等であって、かつ形状から粒子を構成する長軸を特定できない場合は、円相当径で表される。円相当径とは、円投影法で求められるものを言う。

【0069】

また、粉末の平均針状比は、上記測定において粒子の短軸の長さ、即ち短軸長を測定し、各粒子の（長軸長／短軸長）の値を求め、上記500個の粒子について得た値の算術平均を指す。ここで、特記しない限り、短軸長とは、上記粒子サイズの定義で（1）の場合は、粒子を構成する短軸の長さを、同じく（2）の場合は、厚みまたは高さを各々指し、（3）の場合は、長軸と短軸の区別がないから、（長軸長／短軸長）は、便宜上1とみなす。

そして、特記しない限り、粒子の形状が特定の場合、例えば、上記粒子サイズの定義（1）の場合、平均粒子サイズは平均長軸長であり、同定義（2）の場合、平均粒子サイズは平均板径である。同定義（3）の場合、平均粒子サイズは、平均直径（平均粒径、平均粒子径ともいう）である。

【0070】

磁性層における強磁性粉末の含有量（充填率）は、好ましくは50～90質量%の範囲であり、より好ましくは60～90質量%の範囲である。磁性層において強磁性粉末の充

填率が高いことは、記録密度向上の観点から好ましい。

【0071】

(結合剤)

上記磁気記録媒体は塗布型の磁気記録媒体であることができ、磁性層に結合剤を含むことができる。結合剤とは、1種以上の樹脂である。結合剤としては、塗布型磁気記録媒体の結合剤として通常使用される各種樹脂を用いることができる。例えば、結合剤としては、ポリウレタン樹脂、ポリエステル樹脂、ポリアミド樹脂、塩化ビニル樹脂、スチレン、アクリロニトリル、メチルメタクリレート等を共重合したアクリル樹脂、ニトロセルロース等のセルロース樹脂、エポキシ樹脂、フェノキシ樹脂、ポリビニルアセタール、ポリビニルブチラール等のポリビニルアルキラール樹脂等から選ばれる樹脂を単独で用いるか、

10

または複数の樹脂を混合して用いることができる。これらの中で好ましいものはポリウレタン樹脂、アクリル樹脂、セルロース樹脂、および塩化ビニル樹脂である。これらの樹脂は、ホモポリマーでもよく、コポリマー（共重合体）でもよい。これらの樹脂は、後述する非磁性層および／またはバックコート層においても結合剤として使用することができる。

【0072】

(硬化剤)

結合剤として使用可能な樹脂とともに硬化剤を使用することもできる。硬化剤は、一態様では加熱により硬化反応（架橋反応）が進行する化合物である熱硬化性化合物であることができ、他の一態様では光照射により硬化反応（架橋反応）が進行する光硬化性化合物であることができる。硬化剤は、磁性層形成工程の中で硬化反応が進行することにより、少なくとも一部は、結合剤等の他の成分と反応（架橋）した状態で磁性層に含まれ得る。この点は、他の層を形成するために用いられる組成物が硬化剤を含む場合に、この組成物を用いて形成される層についても同様である。好ましい硬化剤は、熱硬化性化合物であり、ポリイソシアネートが好適である。ポリイソシアネートの詳細については、特開2011-216149号公報の段落0124～0125を参照できる。硬化剤は、磁性層形成用組成物中に、結合剤100.0質量部に対して例えば0～80.0質量部、磁性層の強度向上の観点からは好ましくは50.0～80.0質量部の量で使用する

20

30

【0073】

(添加剤)

磁性層には、必要に応じて1種以上の添加剤が含まれていてもよい。添加剤としては、一例として、上記の硬化剤が挙げられる。また、磁性層に含まれる添加剤としては、非磁性粉末、潤滑剤、分散剤、分散助剤、防黴剤、帯電防止剤、酸化防止剤等を挙げることができる。例えば、潤滑剤については、特開2016-126817号公報の段落0030～0033、0035および0036を参照できる。後述する非磁性層に潤滑剤が含まれていてもよい。非磁性層に含まれ得る潤滑剤については、特開2016-126817号公報の段落0030、0031、0034～0036を参照できる。分散剤については、特開2012-133837号公報の段落0061および0071を参照できる。

40

【0074】

磁性層形成用組成物に添加し得る分散剤としては、カルボキシ基含有化合物、含窒素化合物等の強磁性粉末の分散性を高めるための公知の分散剤を挙げることができる。例えば、含窒素化合物は、 NH_2R で表される一級アミン、 NHR_2 で表される二級アミン、 NR_3 で表される三級アミンのいずれであってもよい。上記において、Rは含窒素化合物を構成する任意の構造を示し、複数存在するRは同一であっても異なってもよい。含窒素化合物は、分子中に複数の繰り返し構造を有する化合物（ポリマー）であってもよい。含窒素化合物の含窒素部が強磁性粉末の粒子表面への吸着部として機能することが、含窒素化合物が分散剤として働くことができる理由と考えられる。カルボキシ基含有化合物は、例えばオレイン酸等の脂肪酸を挙げることができる。カルボキシ基含有化合物については

50

、カルボキシ基が強磁性粉末の粒子表面への吸着部として機能することが、カルボキシ基含有化合物が分散剤として働くことができる理由と考えられる。カルボキシ基含有化合物と含窒素化合物を併用することも、好ましい。これらの分散剤の使用量は適宜設定することができる。

【0075】

分散剤を非磁性層形成用組成物に添加してもよい。非磁性層形成用組成物に添加し得る分散剤については、特開2012-133837号公報の段落0061を参照できる。

【0076】

研磨剤

先に記載したように、個数分布Aは、研磨剤の磁性層表面における存在状態の指標になり得ると考えられる。したがって、個数分布Aは、研磨剤として添加する非磁性粉末の種類等によって制御できる。研磨剤としては、モース硬度8超の非磁性粉末が好ましく、モース硬度9以上の非磁性粉末がより好ましい。モース硬度の最大値は10である。研磨剤は、無機物質の粉末であることができ、有機物質の粉末であることもできる。研磨剤は、無機または有機の酸化物の粉末または炭化物（カーバイド）の粉末であることができる。カーバイドとしては、ボロンカーバイド（例えば B_4C ）、チタンカーバイド（例えば TiC ）等を挙げることができる。また、研磨剤としては、ダイヤモンドも使用可能である。研磨剤は、一形態では、無機酸化物の粉末であることが好ましい。具体的には、無機酸化物としては、アルミナ（例えば Al_2O_3 ）、酸化チタン（例えば TiO_2 ）、酸化セリウム（例えば CeO_2 ）、酸化ジルコニウム（例えば ZrO_2 ）等を挙げることができ、中でもアルミナが好ましい。アルミナのモース硬度は約9である。アルミナ粉末については、特開2013-229090号公報の段落0021も参照できる。また、研磨剤の粒子サイズの指標としては、比表面積を用いることができる。比表面積が大きいほど研磨剤を構成する粒子の一次粒子の粒子サイズが小さいと考えることができる。研磨剤としては、BET（Brunauer-Emmett-Teller）法によって測定された比表面積（以下、「BET比表面積」と記載する。）が $14\text{ m}^2/\text{g}$ 以上の研磨剤を使用することが好ましい。また、分散性の観点からは、BET比表面積が $40\text{ m}^2/\text{g}$ 以下の研磨剤を使用することが好ましい。磁性層における研磨剤の含有量は、強磁性粉末100.0質量部に対して1.0～20.0質量部であることが好ましく、1.0～15.0質量部であることがより好ましい。研磨剤としては、1種の非磁性粉末のみ使用することもでき、組成および／または物性（例えばサイズ）の異なる2種以上の非磁性粉末を使用することもできる。研磨剤として2種以上の非磁性粉末を使用する場合、研磨剤の含有量とは、それら2種以上の非磁性粉末の合計含有量をいうものとする。以上の点は、本発明および本明細書における各種成分の含有量についても同様である。研磨剤は、強磁性粉末と別に分散処理に付すこと（別分散）が好ましく、後述のフィラーとも別に分散処理に付すこと（別分散）がより好ましい。磁性層形成用組成物の調製時、研磨剤の分散液（以下、「研磨剤液」とも記載する。）として、成分および／または分散条件が異なる2種以上の分散液を調製することは、個数分布Aを制御するうえで好ましい。

【0077】

研磨剤の分散液の分散状態の調整のために、分散剤を使用することもできる。研磨剤の分散性を高めるための分散剤として機能し得る化合物としては、フェノール性ヒドロキシ基を有する芳香族炭化水素化合物を挙げることができる。「フェノール性ヒドロキシ基」とは、芳香環に直接結合したヒドロキシ基をいう。上記芳香族炭化水素化合物に含まれる芳香環は、単環であってもよく、多環構造であってもよく、縮合環であってもよい。研磨剤の分散性向上の観点からは、ベンゼン環またはナフタレン環を含む芳香族炭化水素化合物が好ましい。また、上記芳香族炭化水素化合物は、フェノール性ヒドロキシ基以外の置換基を有していてもよい。フェノール性ヒドロキシ基以外の置換基としては、例えば、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基、アミノ基、アシル基、ニトロ基、ニトロソ基、ヒドロキシアルキル基等を挙げることができ、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基、アミノ基、ヒドロキシアルキル基が好ましい。上記芳香族炭化水素化合物1分子中に含

10

20

30

40

50

まれるフェノール性ヒドロキシ基は、1つであってもよく、2つ、3つ、またはそれ以上であってもよい。

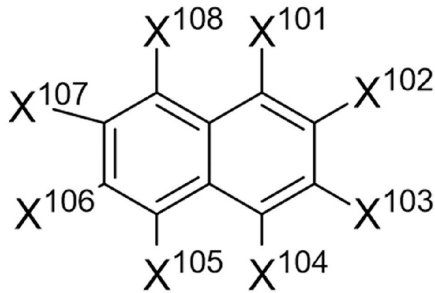
【0078】

フェノール性ヒドロキシ基を有する芳香族炭化水素化合物の好ましい一形態としては、下記式100で表される化合物を挙げることができる。

【0079】

【化1】

式100



10

〔式100中、 $X^{101} \sim X^{108}$ のうちの2つはヒドロキシ基であり、他の6つはそれぞれ独立に水素原子または置換基を表す。〕

【0080】

式100で表される化合物において、2つのヒドロキシ基（フェノール性ヒドロキシ基）の置換位置は特に限定されるものではない。

20

【0081】

式100で表される化合物は、 $X^{101} \sim X^{108}$ のうちの2つがヒドロキシ基（フェノール性ヒドロキシ基）であり、他の6つはそれぞれ独立に水素原子または置換基を表す。また、 $X^{101} \sim X^{108}$ のうち、2つのヒドロキシ基以外の部分がすべて水素原子であってもよく、一部またはすべてが置換基であってもよい。置換基としては、先に記載した置換基を例示することができる。2つのヒドロキシ基以外の置換基として、1つ以上のフェノール性ヒドロキシ基が含まれていてもよい。研磨剤の分散性向上の観点からは、 $X^{101} \sim X^{108}$ のうちの2つのヒドロキシ基以外はフェノール性ヒドロキシ基ではないことが好ましい。即ち、式100で表される化合物は、ジヒドロキシナフタレンまたはその誘導体であることが好ましく、2,3-ジヒドロキシナフタレンまたはその誘導体であることがより好ましい。 $X^{101} \sim X^{108}$ で表される置換基として好ましい置換基としては、ハロゲン原子（例えば塩素原子、臭素原子）、アミノ基、炭素数1～6（好ましくは1～4）のアルキル基、メトキシ基およびエトキシ基、アシル基、ニトロ基およびニトロソ基、ならびに $-CH_2OH$ 基を挙げることができる。

30

【0082】

また、研磨剤の分散性を高めるための分散剤については、特開2014-179149号公報の段落0024～0028も参照できる。

【0083】

研磨剤の分散性を高めるための分散剤は、例えば研磨剤液の調製時（複数の研磨剤液を調製する場合には各研磨剤液について）、研磨剤100.0質量部に対して、例えば0.5～20.0質量部の割合で使用することができ、1.0～10.0質量部の割合で使用することが好ましい。

40

【0084】

フィラー

先に記載したように、個数分布Bは、摩擦特性制御のために磁性層表面に適度な突起を形成すべく磁性層に含まれる非磁性粉末（フィラー）の磁性層表面における存在状態の指標になり得ると考えられる。したがって、個数分布Bは、フィラーとして添加する非磁性粉末の種類等によって制御できる。フィラーの一形態としては、カーボンブラックを挙げ

50

ることができる。カーボンブラックのBET比表面積は、 $10\text{ m}^2/\text{g}$ 以上であることが好ましく、 $15\text{ m}^2/\text{g}$ 以上であることがより好ましい。カーボンブラックのBET比表面積は、分散性向上の容易性の観点からは、 $50\text{ m}^2/\text{g}$ 以下であることが好ましく、 $40\text{ m}^2/\text{g}$ 以下であることがより好ましい。また、フィラーの他の一形態としては、コロイド粒子を挙げることができる。コロイド粒子としては、入手容易性の点から無機コロイド粒子が好ましく、無機酸化物コロイド粒子がより好ましく、シリカコロイド粒子（コロイダルシリカ）がより一層好ましい。本発明および本明細書において、「コロイド粒子」とは、メチルエチルケトン、シクロヘキサノン、トルエンもしくは酢酸エチル、または上記溶媒の2種以上を任意の混合比で含む混合溶媒の少なくとも1つの有機溶媒 100 mL あたり 1 g 添加した際に、沈降せず分散しコロイド分散体をもたらすことのできる粒子をいうものとする。コロイド粒子の平均粒子サイズは、例えば $30\sim300\text{ nm}$ であることができ、 $40\sim200\text{ nm}$ であることが好ましい。磁性層におけるフィラーの含有量は、強磁性粉末 100.0 質量部に対して、 $0.5\sim4.0$ 質量部であることが好ましく、 $0.5\sim3.5$ 質量部であることがより好ましい。フィラーは、強磁性粉末と別に分散処理に付すことが好ましく、研磨剤とも別に分散処理に付すことがより好ましい。磁性層形成用組成物の調製時、フィラーの分散液（以下、「フィラー液」とも記載する。）として、成分および／または分散条件が異なる2種以上の分散液を調製することは、個数分布Bを制御するうえで好ましい。

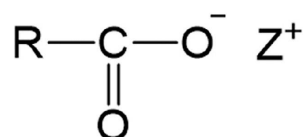
【0085】

カーボンブラックの分散性向上の観点から、フィラー液の調製時、一形態では、下記式1で表されるアルキルエステルアニオンのアンモニウム塩構造を有する化合物を使用することができる。なお「アルキルエステルアニオン」は、「アルキルカルボキシレートアニオン」と呼ぶこともできる。

【0086】

【化2】

式1



【0087】

式1中、Rは炭素数7以上のアルキル基または炭素数7以上のフッ化アルキル基を表し、 Z^+ はアンモニウムカチオンを表す。

【0088】

また、カーボンブラックの分散性向上の観点から、一形態では、上記塩構造を有する化合物を形成し得る2種以上の成分を、フィラー液の調製時に使用することができる。これにより、フィラー液の調製時、それら成分の少なくとも一部が、上記塩構造を有する化合物を形成し得る。

【0089】

特記しない限り、以下に記載されている基は置換基を有してもよく無置換であってもよい。また、置換基を有する基について「炭素数」とは、特記しない限り、置換基の炭素数を含まない炭素数を意味するものとする。本発明および本明細書において、置換基としては、例えば、アルキル基（例えば炭素数1～6のアルキル基）、ヒドロキシ基、アルコキシ基（例えば炭素数1～6のアルコキシ基）、ハロゲン原子（例えばフッ素原子、塩素原子、臭素原子等）、シアノ基、アミノ基、ニトロ基、アシル基、カルボキシ基、カルボキシ基の塩、スルホン酸基、スルホン酸基の塩等を挙げることができる。

【0090】

以下、式1について更に詳細に説明する。

【0091】

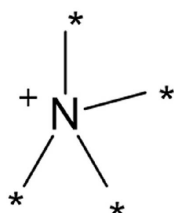
式1中、Rは、炭素数7以上のアルキル基または炭素数7以上のフッ化アルキル基を表す。フッ化アルキル基は、アルキル基を構成する水素原子の一部または全部がフッ素原子により置換された構造を有する。Rで表されるアルキル基またはフッ化アルキル基は、直鎖構造であってもよく、分岐を有する構造であってもよく、環状のアルキル基またはフッ化アルキル基でもよく、直鎖構造であることが好ましい。Rで表されるアルキル基またはフッ化アルキル基は、置換基を有していてもよく、無置換であってもよく、無置換であることが好ましい。Rで表されるアルキル基は、例えば $C_nH_{2n+1}-$ で表すことができる。ここでnは7以上の整数を表す。また、Rで表されるフッ化アルキル基は、例えば $C_nH_{2n+1}-$ で表されるアルキル基を構成する水素原子の一部または全部がフッ素原子により置換された構造を有することができる。Rで表されるアルキル基またはフッ化アルキル基の炭素数は、7以上であり、8以上であることが好ましく、9以上であることがより好ましく、10以上であることが更に好ましく、11以上であることが一層好ましく、12以上であることがより一層好ましく、13以上であることが更に一層好ましい。また、Rで表されるアルキル基またはフッ化アルキル基の炭素数は、20以下であることが好ましく、19以下であることがより好ましく、18以下であることが更に好ましい。

【0092】

式1中、 Z^+ はアンモニウムカチオンを表す。アンモニウムカチオンは、詳しくは、以下の構造を有する。本発明および本明細書において、化合物の一部を表す式中の「*」は、その一部の構造と隣接する原子との結合位置を表す。

【0093】

【化3】



【0094】

アンモニウムカチオンの窒素カチオン N^+ と式1中の酸素アニオン O^- とが塩架橋基を形成して式1で表されるアルキルエステルアニオンのアンモニウム塩構造が形成され得る。式1で表されるアルキルエステルアニオンのアンモニウム塩構造を有する化合物が磁性層に含まれていることは、磁気記録媒体についてX線光電子分光法（ESCA; Electron Spectroscopy for Chemical Analysis）、赤外分光法（IR; infrared spectroscopy）等により分析を行うことによって確認できる。

【0095】

一形態では、 Z^+ で表されるアンモニウムカチオンは、例えば、含窒素ポリマーの窒素原子がカチオンとなることによってもたらされ得る。含窒素ポリマーとは、窒素原子を含むポリマーを意味する。本発明および本明細書において、「ポリマー」および「重合体」との語は、ホモポリマーとコポリマーとを包含する意味で用いられる。窒素原子は、一形態ではポリマーの主鎖を構成する原子として含まれることができ、また一形態ではポリマーの側鎖を構成する原子として含まれることができる。

【0096】

含窒素ポリマーの一形態としては、ポリアルキレンイミンを挙げることができる。ポリアルキレンイミンは、アルキレンイミンの開環重合体であって、下記式2で表される繰り返し単位を複数有するポリマーである。

【0097】

10

20

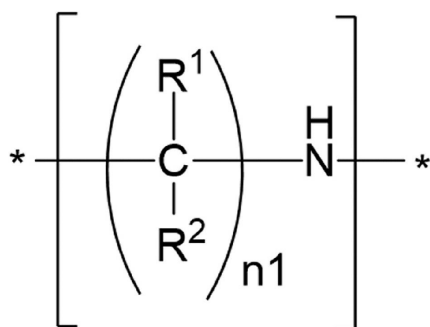
30

40

50

【化 4】

式2



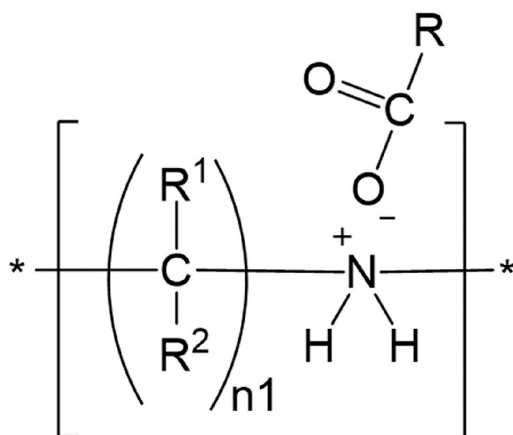
10

【0098】

式2中の主鎖を構成する窒素原子Nが窒素カチオン N^+ となって式1中の Z^+ で表されるアンモニウムカチオンがもたらされ得る。そしてアルキルエステルアニオンと、例えば以下のようにアンモニウム塩構造を形成し得る。

【0099】

【化 5】



20

30

【0100】

以下、式2について更に詳細に説明する。

【0101】

式2中、 R^1 および R^2 は、それぞれ独立に水素原子またはアルキル基を表し、 $n1$ は2以上の整数を表す。

【0102】

R^1 または R^2 で表されるアルキル基としては、例えば、炭素数1～6のアルキル基を挙げることができ、好ましくは炭素数1～3のアルキル基であり、より好ましくはメチル基またはエチル基であり、更に好ましくはメチル基である。 R^1 または R^2 で表されるアルキル基は、好ましくは無置換アルキル基である。式2中の R^1 および R^2 の組み合わせとしては、一方が水素原子であって他方がアルキル基である形態、両方が水素原子である形態および両方がアルキル基（同一または異なるアルキル基）である形態があり、好ましくは両方が水素原子である形態である。ポリアルキレンイミンをもたらすアルキレンイミンとして、環を構成する炭素数が最少の構造はエチレンイミンであり、エチレンイミンの開環により得られたアルキレンイミン（エチレンイミン）の主鎖の炭素数は2である。したがって、式2中の $n1$ は2以上である。式2中の $n1$ は、例えば10以下、8以下、6以下または4以下であることができる。ポリアルキレンイミンは、式2で表される繰り返

40

50

し構造として同一構造のみを含むホモポリマーであってもよく、式2で表される繰り返し構造として2種以上の異なる構造を含むコポリマーであってもよい。式1で表されるアルキルエステルアニオンのアンモニウム塩構造を有する化合物を形成するために使用可能なポリアルキレンイミンの数平均分子量は、例えば200以上であることができ、300以上であることが好ましく、400以上であることがより好ましい。また、上記ポリアルキレンイミンの数平均分子量は、例えば10,000以下であることができ、5,000以下であることが好ましく、2,000以下であることがより好ましい。

【0103】

本発明および本明細書において、平均分子量（重量平均分子量および数平均分子量）とは、ゲル浸透クロマトグラフィー（GPC；Gel Permeation Chromatography）により測定され、標準ポリスチレン換算により求められる値をいうものとする。後述の実施例に示す平均分子量は、特記しない限り、GPCを用いて下記測定条件により測定された値を標準ポリスチレン換算して求めた値（ポリスチレン換算値）である。

GPC装置：HLC-8220（東ソー社製）

ガードカラム：TSKguardcolumn Super HZM-H

カラム：TSKgel Super HZ 2000、TSKgel Super HZ 4000、TSKgel Super HZ-M（東ソー社製、4.6mm（内径）×15.0cm、3種カラムを直列連結）

溶離液：テトラヒドロフラン（THF）、安定剤（2,6-ジ-tert-ブチル-4-メチルフェノール）含有

溶離液流速：0.35mL／分

カラム温度：40℃

インレット温度：40℃

屈折率（RI；Refractive Index）測定温度：40℃

サンプル濃度：0.3質量%

サンプル注入量：10μL

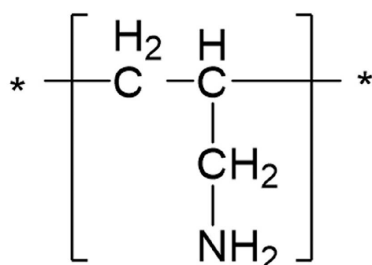
【0104】

また、含窒素ポリマーの他の一形態としては、ポリアリルアミンを挙げることができる。ポリアリルアミンは、アリルアミンの重合体であって、下記式3で表される繰り返し単位を複数有するポリマーである。

【0105】

【化6】

式3



【0106】

式3中の側鎖のアミノ基を構成する窒素原子Nが窒素カチオンN⁺となって式1中のZ⁺で表されるアンモニウムカチオンがもたらされ得る。そしてアルキルエステルアニオンと、例えば以下のようにアンモニウム塩構造を形成し得る。

【0107】

10

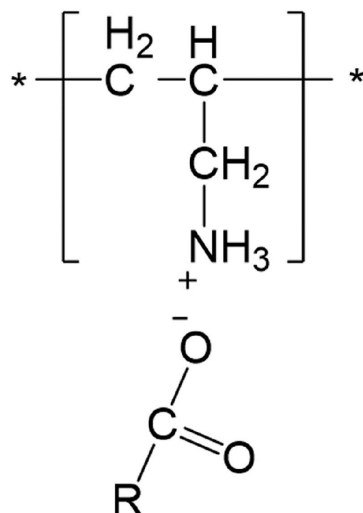
20

30

40

50

【化 7】



10

【0108】

式1で表されるアルキルエステルアニオンのアンモニウム塩構造を有する化合物を形成するために使用可能なポリアリルアミンの重量平均分子量は、例えば 200 以上であることができ、1,000 以上であることが好ましく、1,500 以上であることがより好ましい。また、上記ポリアルキレンイミンの重量平均分子量は、例えば15,000 以下であることができ、10,000 以下であることが好ましく、8,000 以下であることがより好ましい。

20

【0109】

式1で表されるアルキルエステルアニオンのアンモニウム塩構造を有する化合物として、ポリアルキレンイミンまたはポリアリルイミン由来の構造を有する化合物が磁性層に含まれることは、磁性層表面を飛行時間型二次イオン質量分析法（TOF-SIMS: Time-of-Flight Secondary Ion Mass Spectrometry）等により分析することによって確認できる。

【0110】

式1で表されるアルキルエステルアニオンのアンモニウム塩構造を有する化合物は、含窒素ポリマーと炭素数7以上の脂肪酸および炭素数7以上のフッ化脂肪酸からなる群から選ばれる脂肪酸類の1種以上との塩であることができる。塩を形成する含窒素ポリマーは、1種または2種以上の含窒素ポリマーであることができ、例えばポリアルキレンイミンおよびポリアリルアミンからなる群から選択される含窒素ポリマーであることができる。塩を形成する脂肪酸類は、炭素数7以上の脂肪酸および炭素数7以上のフッ化脂肪酸からなる群から選ばれる脂肪酸類の1種または2種以上であることができる。フッ化脂肪酸は、脂肪酸においてカルボキシ基COOHと結合しているアルキル基を構成する水素原子の一部または全部がフッ素原子に置換された構造を有する。例えば、含窒素ポリマーと上記脂肪酸類とを室温で混合することによって、塩形成反応は容易に進行し得る。室温とは、例えば20～25℃程度である。一形態では、フィラー液の成分として含窒素ポリマーの1種以上と上記脂肪酸類の1種以上を使用し、フィラー液の調製工程においてこれらを混合することによって、塩形成反応を進行させることができる。また、一形態では、フィラー液の調製前に、含窒素ポリマーの1種以上と上記脂肪酸類の1種以上とを混合して塩を形成した後に、この塩をフィラー液の成分として使用してフィラー液を調製することができる。なお、含窒素ポリマーと上記脂肪酸類とを混合して式1で表されるアルキルエステルアニオンのアンモニウム塩を形成する際、併せて含窒素ポリマーを構成する窒素原子と上記脂肪酸類のカルボキシ基とが反応して下記構造が形成される場合もあり、そのような構造を含む形態も上記化合物に包含される。

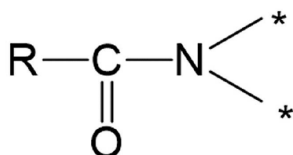
30

40

【0111】

50

【化 8】



【0112】

上記脂肪酸類としては、先に式 1 中の R として記載したアルキル基を有する脂肪酸および先に式 1 中の R として記載したフッ化アルキル基を有するフッ化脂肪酸を挙げることができる。

10

【0113】

式 1 で表されるアルキルエステルアニオンのアンモニウム塩構造を有する化合物を形成するために使用する含窒素ポリマーと上記脂肪酸類との混合比は、含窒素ポリマー：上記脂肪酸類の質量比として、10：90～90：10であることが好ましく、20：80～85：15であることがより好ましく、30：70～80：20であることが更に好ましい。また、式 1 で表されるアルキルエステルアニオンのアンモニウム塩構造を有する化合物は、フィラー液の調製時（複数のフィラー液を調製する場合には各フィラー液について）、カーボンブラック 100.0 質量部に対して、例えば 1.0～20.0 質量部使用することができ、1.0～10.0 質量部使用することが好ましい。また、例えばフィラー液の調製時（複数のフィラー液を調製する場合には各フィラー液について）、カーボンブラック 100.0 質量部あたり、0.1～10.0 質量部の含窒素ポリマーを使用することができ、0.5～8.0 質量部の含窒素ポリマーを使用することが好ましい。上記脂肪酸類は、カーボンブラック 100.0 質量部あたり、例えば 0.05～10.0 質量部使用することができ、0.1～5.0 質量部使用することが好ましい。

20

【0114】

<非磁性層>

次に非磁性層について説明する。上記磁気記録媒体は、非磁性支持体表面上に直接磁性層を有していてもよく、非磁性支持体表面上に非磁性粉末を含む非磁性層を介して磁性層を有していてもよい。非磁性層に使用される非磁性粉末は、無機物質の粉末でも有機物質の粉末でもよい。また、カーボンブラック等も使用できる。無機物質の粉末としては、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、金属硫化物等の粉末が挙げられる。これらの非磁性粉末は、市販品として入手可能であり、公知の方法で製造することもできる。その詳細については、特開 2011-216149 号公報の段落 0146～0150 を参照できる。非磁性層に使用可能なカーボンブラックについては、特開 2010-24113 号公報の段落 0040 および 0041 も参照できる。非磁性層における非磁性粉末の含有量（充填率）は、好ましくは 50～90 質量%の範囲であり、より好ましくは 60～90 質量%の範囲である。

30

【0115】

非磁性層は、結合剤を含むことができ、添加剤を含むこともできる。非磁性層の結合剤、添加剤等のその他詳細については、非磁性層に関する公知技術を適用できる。また、例えば、結合剤の種類および含有量、添加剤の種類および含有量等に関しては、磁性層に関する公知技術も適用できる。

40

【0116】

本発明および本明細書において、非磁性層には、非磁性粉末とともに、例えば不純物として、または意図的に、少量の強磁性粉末を含む実質的に非磁性な層も包含されるものとする。ここで実質的に非磁性な層とは、この層の残留磁束密度が 10 mT 以下であるか、保磁力が 7.96 kA/m (100 Oe) 以下であるか、または、残留磁束密度が 10 mT 以下であり、かつ保磁力が 7.96 kA/m (100 Oe) 以下である層をいうものとする。非磁性層は、残留磁束密度および保磁力を持たないことが好ましい。

50

【0117】

＜非磁性支持体＞

次に、非磁性支持体（以下、単に「支持体」とも記載する。）について説明する。

非磁性支持体としては、二軸延伸を行ったポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリアミド、ポリアミドイミド、芳香族ポリアミド等の公知のものが挙げられる。これらの中でもポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリアミドが好ましい。これらの支持体はあらかじめコロナ放電、プラズマ処理、易接着処理、熱処理等を行ってもよい。

【0118】

＜バックコート層＞

上記磁気記録媒体は、非磁性支持体の磁性層を有する表面側とは反対の表面側に、非磁性粉末を含むバックコート層を有することもでき、有さなくてもよい。バックコート層には、カーボンブラックおよび無機粉末のいずれか一方または両方が含有されていることが好ましい。バックコート層は、結合剤を含むことができ、添加剤を含むこともできる。バックコート層の結合剤および添加剤については、バックコート層に関する公知技術を適用することができ、磁性層および／または非磁性層の処方に関する公知技術を適用することもできる。例えば、特開2006-331625号公報の段落0018～0020および米国特許第7,029,774号明細書の第4欄65行目～第5欄38行目の記載を、バックコート層について参照できる。

【0119】

＜各種厚み＞

磁気記録媒体の厚み（総厚）に関して、近年の情報量の莫大な増大に伴い、磁気記録媒体には記録容量を高めること（高容量化）が求められている。例えば、テープ状の磁気記録媒体（即ち磁気テープ）について、高容量化のための手段としては、磁気テープの厚みを薄くし、磁気テープカートリッジ1巻あたりに収容される磁気テープ長を増すことが挙げられる。この点から、上記磁気記録媒体の厚み（総厚）は、5.6 μm 以下であることが好ましく、5.5 μm 以下であることがより好ましく、5.4 μm 以下であることがより好ましく、5.3 μm 以下であることが更に好ましい。また、ハンドリングの容易性の観点からは、磁気記録媒体の厚みは3.0 μm 以上であることが好ましく、3.5 μm 以上であることがより好ましい。

【0120】

磁気記録媒体の厚み（総厚）は、以下の方法によって測定することができる。

磁気記録媒体の任意の部分からサンプル（例えば長さ5～10 cm）を10枚切り出し、これらサンプルを重ねて厚みを測定する。測定された厚みを10分の1して得られた値（サンプル1枚当たりの厚み）を、総厚とする。上記厚み測定は、0.1 μm オーダーでの厚み測定が可能な公知の測定器を用いて行うことができる。

【0121】

非磁性支持体の厚みは、好ましくは3.0～5.0 μm である。

磁性層の厚みは、用いる磁気ヘッドの飽和磁化量、ヘッドギャップ長、記録信号の帯域等に応じて最適化することができ、一般には0.01 μm ～0.15 μm であり、高密度記録化の観点から、好ましくは0.02 μm ～0.12 μm であり、更に好ましくは0.03 μm ～0.1 μm である。磁性層は少なくとも一層あればよく、磁性層を異なる磁気特性を有する二層以上に分離してもかまわず、公知の重層磁性層に関する構成が適用できる。二層以上に分離する場合の磁性層の厚みとは、これらの層の合計厚みとする。

非磁性層の厚みは、例えば0.1～1.5 μm であり、0.1～1.0 μm であることが好ましい。

バックコート層の厚みは、0.9 μm 以下が好ましく、0.1～0.7 μm が更に好ましい。

磁性層の厚み等の各種厚みは、以下の方法により求めることができる。

磁気記録媒体の厚み方向の断面を、イオンビームにより露出させた後、露出した断面に

10

20

30

40

50

において走査型電子顕微鏡による断面観察を行う。断面観察において任意の2箇所において求められた厚みの算術平均として、各種厚みを求めることができる。または、各種厚みは、製造条件等から算出される設計厚みとして求めることもできる。

【0122】

<製造工程>

(各層形成用組成物の調製)

磁性層、非磁性層またはバックコート層を形成するための組成物を調製する工程は、通常、少なくとも混練工程、分散工程、およびこれらの工程の前後に必要なに応じて設けた混合工程を含むことができる。個々の工程はそれぞれ二段階以上に分かれていてもかまわない。各層形成用組成物の調製に用いられる成分は、どの工程の最初または途中で添加してもかまわない。溶媒としては、塗布型磁気記録媒体の製造に通常用いられる各種溶媒の1種または2種以上を用いることができる。溶媒については、例えば特開2011-216149号公報の段落0153を参照できる。また、個々の成分を2つ以上の工程で分割して添加してもかまわない。例えば、結合剤を混練工程、分散工程および分散後の粘度調整のための混合工程で分割して投入してもよい。上記磁気記録媒体を製造するためには、従来の公知の製造技術を各種工程において用いることができる。混練工程ではオープンニード、連続ニード、加圧ニード、エクストルーダ等の強い混練力をもつものを使用することが好ましい。これらの混練処理の詳細については特開平1-106338号公報および特開平1-79274号公報を参照できる。分散機は公知のものを使用することができる。各層形成用組成物を調製する任意の段階において、公知の方法によってろ過を行ってもよい。ろ過は、例えばフィルタろ過によって行うことができる。ろ過に用いるフィルタとしては、例えば孔径0.01~3 μm のフィルタ（例えばガラス繊維製フィルタ、ポリプロピレン製フィルタ等）を用いることができる。

【0123】

研磨剤液は、強磁性粉末およびフィラーとは別分散して調製することが好ましい。研磨剤液における研磨剤の分散状態は、研磨剤の分散性向上のための分散剤の使用の有無、かかる分散剤の使用量、ビーズ分散等の分散処理の処理条件、遠心分離等の分級処理の処理条件等によって調整できる。そして研磨剤の分散状態を調整することは、個数分布Aを制御するうえで好ましい。研磨剤液は、好ましくは、強磁性粉末およびフィラーとは別に、研磨剤と溶媒と好ましくは結合剤とを含む研磨剤液の1種または2種以上として準備して、磁性層形成用組成物の調製に使用することができる。分散処理および分級処理には、市販の装置を使用することができる。これら処理を行うための条件は、特に限定されるものではなく、個数分布Aが先に記載した(1)~(3)を満たすように、使用する装置の種類等に応じて設定すればよい。

【0124】

また、フィラー液は、強磁性粉末および研磨剤とは別分散して調製することが好ましい。フィラー液におけるフィラーの分散状態は、フィラーの分散性向上のための成分の使用の有無、かかる成分の使用量、ビーズ分散等の分散処理の処理条件、遠心分離等の分級処理の処理条件等によって調整できる。一形態では、フィラー液の成分として、含窒素ポリマーの1種以上と先に記載した脂肪酸類の1種以上とを使用し、フィラー液の調製工程においてこれらを混合することによって、塩形成反応を進行させることができる。また、一形態では、フィラー液の調製前に、含窒素ポリマーの1種以上と上記脂肪酸類の1種以上とを混合して塩を形成した後に、この塩をフィラー液の成分として使用してフィラー液を調製することができる。フィラーの分散状態を調整することは、個数分布Bを制御するうえで好ましい。フィラー液は、好ましくは、強磁性粉末および研磨剤とは別に、フィラーと溶媒と好ましくは結合剤とを含む研磨剤液の1種または2種以上として準備して、磁性層形成用組成物の調製に使用することができる。攪拌、分散処理および分級処理には、市販の装置を使用することができる。これら処理を行うための条件は、特に限定されるものではなく、個数分布Bが先に記載した(4)~(6)を満たすように、使用する装置の種類等に応じて設定すればよい。

【0125】

磁性層形成用組成物の分散処理に関しては、一形態では、強磁性粉末の分散処理を二段階の分散処理により行い、第一の段階の分散処理により強磁性粉末の粗大な凝集物を解砕した後、分散ビーズとの衝突によって強磁性粉末の粒子に加わる衝突エネルギーが第一の分散処理より小さな第二の段階の分散処理を行うことができる。かかる分散処理によれば、強磁性粉末の分散性向上とチップング（粒子が一部欠けること）の発生の抑制とを両立することができると考えられる。この点は、後述するように、垂直方向角型比を制御するうえで好ましい。

【0126】

上記の二段階の分散処理の一例としては、強磁性粉末、結合剤および溶媒を、第一の分散ビーズの存在下で分散処理することにより分散液を得る第一の段階と、第一の段階で得られた分散液を、第一の分散ビーズよりビーズ径および密度が小さい第二の分散ビーズの存在下で分散処理する第二の段階と、を含む分散処理を挙げることができる。以下に、上記の分散処理について、更に説明する。

【0127】

強磁性粉末の分散性を高めるためには、上記の第一の段階および第二の段階は、強磁性粉末を他の粉末成分と混合する前の分散処理として行うことが好ましい。例えば、研磨剤およびフィラーと混合する前に、強磁性粉末、結合剤、溶媒および任意に添加される添加剤を含む液（磁性液）の分散処理として、上記の第一の段階および第二の段階を行うことが好ましい。

【0128】

第二の分散ビーズのビーズ径は、好ましくは、第一の分散ビーズのビーズ径の $1/100$ 以下であり、より好ましくは $1/500$ 以下である。また、第二の分散ビーズのビーズ径は、例えば第一の分散ビーズのビーズ径の $1/10000$ 以上であることができる。ただし、この範囲に限定されるものではない。例えば、第二の分散ビーズのビーズ径は、 $80 \sim 1000 \text{ nm}$ の範囲であることが好ましい。一方、第一の分散ビーズのビーズ径は、例えば $0.2 \sim 1.0 \text{ mm}$ の範囲であることができる。

なお本発明および本明細書におけるビーズ径は、先に記載した粉末の平均粒子サイズの測定方法と同様の方法で測定される値とする。

【0129】

上記の第二の段階は、質量基準で、第二の分散ビーズが、強磁性六方晶フェライト粉末の 10 倍以上の量で存在する条件下で行うことが好ましく、 10 倍～ 30 倍の量で存在する条件下で行うことがより好ましい。

一方、第一の段階における第一の分散ビーズ量も、上記範囲とすることが好ましい。

【0130】

第二の分散ビーズは、第一の分散ビーズより密度が小さいビーズである。「密度」は、分散ビーズの質量（単位：g）を体積（単位： cm^3 ）で除して求められる。測定は、アルキメデス法によって行われる。第二の分散ビーズの密度は、好ましくは 3.7 g/cm^3 以下であり、より好ましくは 3.5 g/cm^3 以下である。第二の分散ビーズの密度は、例えば 2.0 g/cm^3 以上であってもよく、 2.0 g/cm^3 を下回ってもよい。密度の点から好ましい第二の分散ビーズとしては、ダイヤモンドビーズ、炭化ケイ素ビーズ、窒化ケイ素ビーズ等を挙げることができ、密度および硬度の点で好ましい第二の分散ビーズとしては、ダイヤモンドビーズを挙げることができる。

一方、第一の分散ビーズとしては、密度が 3.7 g/cm^3 超の分散ビーズが好ましく、密度が 3.8 g/cm^3 以上の分散ビーズがより好ましく、 4.0 g/cm^3 以上の分散ビーズが更に好ましい。第一の分散ビーズの密度は、例えば 7.0 g/cm^3 以下であってもよく、 7.0 g/cm^3 超でもよい。第一の分散ビーズとしては、ジルコニアビーズ、アルミナビーズ等を用いることが好ましく、ジルコニアビーズを用いることがより好ましい。

【0131】

分散時間は特に限定されるものではなく、用いる分散機の種類等に応じて設定すればよい。

【0132】

(塗布工程)

磁性層は、磁性層形成用組成物を、非磁性支持体表面上に直接塗布するか、または非磁性層形成用組成物と逐次もしくは同時に重層塗布することにより形成することができる。バックコート層は、バックコート層形成用組成物を、非磁性支持体の非磁性層および／または磁性層を有する（または非磁性層および／または磁性層が追って設けられる）表面とは反対側の表面に塗布することにより形成することができる。各層形成のための塗布の詳細については、特開2010-231843号公報の段落0066を参照できる。

10

【0133】

(その他の工程)

磁気記録媒体の製造のためのその他の各種工程については、公知技術を適用できる。各種工程については、例えば特開2010-231843号公報の段落0067～0070を参照できる。例えば、磁性層形成用組成物の塗布層には、この塗布層が湿潤状態にあるうちに、配向ゾーンにおいて配向処理を行うことができる。配向処理については、特開2010-24113号公報の段落0052の記載をはじめとする各種公知技術を適用することができる。例えば、垂直配向処理は、異極対向磁石を用いる方法等の公知の方法によって行うことができる。配向ゾーンでは、乾燥風の温度、風量および／または配向ゾーンにおける搬送速度によって塗布層の乾燥速度を制御することができる。また、配向ゾーンに搬送する前に塗布層を予備乾燥させてもよい。一例として、垂直配向処理における磁場強度は、0.1～1.5 Tとすることができる。垂直配向処理における磁場強度を高くするほど、詳細を後述する垂直方向角型比の値および垂直方向保磁力の値は大きくなる傾向がある。

20

【0134】

本発明の一態様にかかる磁気記録媒体は、テープ状の磁気記録媒体（磁気テープ）であることができ、ディスク状の磁気記録媒体（磁気ディスク）であることもできる。例えば、磁気テープについては、各種工程を経ることによって、長尺状の磁気テープ原反を得ることができる。得られた磁気テープ原反は、公知の裁断機によって、磁気テープカートリッジに巻装すべき磁気テープの幅に裁断（スリット）される。上記の幅は規格にしたがい決定され、通常、1/2インチである。1/2インチ=12.65 mmである。スリットして得られた磁気テープには、通常、サーボパターンが形成される。サーボパターンについて、詳細は後述する。磁気テープは、通常、磁気テープカートリッジに収容され、磁気テープカートリッジが磁気記録再生装置に装着される。

30

【0135】

(サーボパターンの形成)

磁気記録媒体には、磁気記録再生装置における磁気ヘッドのトラッキング制御、磁気記録媒体の走行速度の制御等を可能とするために、公知の方法によってサーボパターンを形成することができる。「サーボパターンの形成」は、「サーボ信号の記録」ということもできる。以下に、磁気テープを例にサーボパターンの形成について説明する。

40

【0136】

サーボパターンは、通常、磁気テープの長手方向に沿って形成される。サーボ信号を利用する制御（サーボ制御）の方式としては、タイミングベースサーボ（TBS）、アンプリチュードサーボ、周波数サーボ等が挙げられる。

【0137】

ECMA (European Computer Manufacturers Association) - 319 (June 2001) に示される通り、LTO (Linear Tape-Open) 規格に準拠した磁気テープ（一般に「LTOテープ」と呼ばれる。）では、タイミングベースサーボ方式が採用されている。このタイミングベースサーボ方式において、サーボパターンは、互いに非平行な一対の磁気ストライプ（「サーボ

50

ストライプ」とも呼ばれる。)が、磁気テープの長手方向に連続的に複数配置されることによって構成されている。上記のように、サーボパターンが互いに非平行な一対の磁気ストライプにより構成される理由は、サーボパターン上を通過するサーボ信号読み取り素子に、その通過位置を教えるためである。具体的には、上記の一対の磁気ストライプは、その間隔が磁気テープの幅方向に沿って連続的に変化するように形成されており、サーボ信号読み取り素子はその間隔を読み取ることによって、サーボパターンとサーボ信号読み取り素子との相対位置を知ることができる。この相対位置の情報が、データトラックのトラッキングを可能にする。そのために、サーボパターン上には、通常、磁気テープの幅方向に沿って、複数のサーボトラックが設定されている。

【0138】

サーボバンドは、磁気テープの長手方向に連続するサーボ信号により構成される。このサーボバンドは、通常、磁気テープに複数本設けられる。例えば、LTOテープにおいて、その数は5本である。隣接する2本のサーボバンドに挟まれた領域は、データバンドと呼ばれる。データバンドは、複数のデータトラックで構成されており、各データトラックは、各サーボトラックに対応している。

【0139】

また、一形態では、特開2004-318983号公報に示されているように、各サーボバンドには、サーボバンドの番号を示す情報(「サーボバンドID (identification)」または「UDIM (Unique Data Band Identification Method) 情報」とも呼ばれる。)が埋め込まれている。このサーボバンドIDは、サーボバンド中に複数ある一対のサーボストライプのうちの特定のものを、その位置が磁気テープの長手方向に相対的に変位するように、ずらすことによって記録されている。具体的には、複数ある一対のサーボストライプのうちの特定のもののずらし方を、サーボバンド毎に変えている。これにより、記録されたサーボバンドIDはサーボバンド毎にユニークなものとなるため、一つのサーボバンドをサーボ信号読み取り素子で読み取るだけで、そのサーボバンドを一意に (uniquely) 特定することができる。

【0140】

なお、サーボバンドを一意に特定する方法には、ECMA-319 (June 2001) に示されているようなスタッガード方式を用いたものもある。このスタッガード方式では、磁気テープの長手方向に連続的に複数配置された、互いに非平行な一対の磁気ストライプ (サーボストライプ) の群を、サーボバンド毎に磁気テープの長手方向にずらすように記録する。隣接するサーボバンド間における、このずらし方の組み合わせは、磁気テープ全体においてユニークなものとされているため、2つのサーボ信号読み取り素子によりサーボパターンを読み取る際に、サーボバンドを一意に特定することも可能となっている。

【0141】

また、各サーボバンドには、ECMA-319 (June 2001) に示されている通り、通常、磁気テープの長手方向の位置を示す情報(「LPOS (Longitudinal Position) 情報」とも呼ばれる。)も埋め込まれている。このLPOS情報も、UDIM情報と同様に、一対のサーボストライプの位置を、磁気テープの長手方向にずらすことによって記録されている。ただし、UDIM情報とは異なり、このLPOS情報では、各サーボバンドに同じ信号が記録されている。

【0142】

上記のUDIM情報およびLPOS情報とは異なる他の情報を、サーボバンドに埋め込むことも可能である。この場合、埋め込まれる情報は、UDIM情報のようにサーボバンド毎に異なるものであってもよいし、LPOS情報のようにすべてのサーボバンドに共通のものであってもよい。

また、サーボバンドに情報を埋め込む方法としては、上記以外の方法を採用することも可能である。例えば、一対のサーボストライプの群の中から、所定の対を間引くことによって、所定のコードを記録するようにしてもよい。

10

20

30

40

50

【0143】

サーボパターン形成用ヘッドは、サーボライトヘッドと呼ばれる。サーボライトヘッドは、上記一対の磁気ストライプに対応した一対のギャップを、サーボバンドの数だけ有する。通常、各一対のギャップには、それぞれコアとコイルが接続されており、コイルに電流パルスを供給することによって、コアに発生した磁界が、一対のギャップに漏れ磁界を生じさせることができる。サーボパターンの形成の際には、サーボライトヘッド上に磁気テープを走行させながら電流パルスを入力することによって、一対のギャップに対応した磁気パターンを磁気テープに転写させて、サーボパターンを形成することができる。各ギャップの幅は、形成されるサーボパターンの密度に応じて適宜設定することができる。各ギャップの幅は、例えば、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下、 $1\sim 10\text{ }\mu\text{m}$ 、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上等に設定可能である。

10

【0144】

磁気テープにサーボパターンを形成する前には、磁気テープに対して、通常、消磁（イレース）処理が施される。このイレース処理は、直流磁石または交流磁石を用いて、磁気テープに一樣な磁界を加えることによって行うことができる。イレース処理には、DC（Direct Current）イレースとAC（Alternating Current）イレースとがある。ACイレースは、磁気テープに印加する磁界の方向を反転させながら、その磁界の強度を徐々に下げることによって行われる。一方、DCイレースは、磁気テープに一方向の磁界を加えることによって行われる。DCイレースには、更に2つの方法がある。第一の方法は、磁気テープの長手方向に沿って一方向の磁界を加える、水平DCイレースである。第二の方法は、磁気テープの厚み方向に沿って一方向の磁界を加える、垂直DCイレースである。イレース処理は、磁気テープ全体に対して行ってもよいし、磁気テープのサーボバンド毎に行ってもよい。

20

【0145】

形成されるサーボパターンの磁界の向きは、イレースの向きに応じて決まる。例えば、磁気テープに水平DCイレースが施されている場合、サーボパターンの形成は、磁界の向きがイレースの向きと反対になるように行われる。これにより、サーボパターンが読み取られて得られるサーボ信号の出力を、大きくすることができる。なお、特開2012-53940号公報に示されている通り、垂直DCイレースされた磁気テープに、上記ギャップを用いた磁気パターンの転写を行った場合、形成されたサーボパターンが読み取られて得られるサーボ信号は、単極パルス形状となる。一方、水平DCイレースされた磁気テープに、上記ギャップを用いた磁気パターンの転写を行った場合、形成されたサーボパターンが読み取られて得られるサーボ信号は、双極パルス形状となる。

30

【0146】

<垂直方向角型比>

一形態では、上記磁気記録媒体の垂直方向角型比は、 0.65 以上 1.00 以下であることができる。本発明および本明細書において、「垂直方向角型比」とは、磁気記録媒体の垂直方向において測定される角型比である。角型比および後述の保磁力に関して記載する「垂直方向」とは、磁性層表面と直交する方向であり、厚み方向ということもできる。垂直方向角型比は、振動試料型磁力計を用いて測定される。詳しくは、本発明および本明細書における垂直方向角型比は、振動試料型磁力計を用いて、 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ の測定温度において、磁気記録媒体に外部磁場を最大外部磁場 15 kOe かつスキャン速度 $600\text{ e}/\text{秒}$ の条件で掃引して求められる値であって、反磁界補正後の値とする。測定値は、振動試料型磁力計のサンプルプローブの磁化をバックグラウンドノイズとして差し引いた値として得るものとする。

40

【0147】

先に記載したGTTにおける良好な再生品質とは別観点として、磁気記録媒体に記録されたデータを再生する際の電磁変換特性向上の観点から、磁気記録媒体の個数分布Aおよび個数分布Bが先に記載した分布であることは好ましい。これは、かかる分布を満たすように非磁性の成分である非磁性粉末が存在することが、磁気記録媒体へのデータの記録時に磁化遷移領域の幅を狭くできることに寄与し得ると考えられるためである。磁化遷移領

50

域の幅を狭くできることは、電磁変換特性の向上に有効である。更に、磁気記録媒体の磁気分布が急峻であることは磁化遷移領域の幅を狭くできることに寄与し得るため、この点から、磁気記録媒体の垂直方向角型比が0.65以上1.00以下であることは好ましい。この点から、上記磁気記録媒体の垂直方向角型比は、0.65以上であることが好ましく、0.70以上であることがより好ましく、0.80以上であることがより好ましい。また、角型比は、原理上、最大で1.00である。したがって、上記磁気記録媒体の垂直方向角型比は1.00以下である。上記磁気記録媒体の垂直方向角型比は、例えば0.95以下、0.90以下、0.87以下または0.85以下であることができる。磁気記録媒体の垂直方向角型比の値が大きいほど、上記の電磁変換特性向上の観点からは好ましい。上記磁気記録媒体の垂直方向角型比は、上記例示した値を上回ってもよい。更に、上記の電磁変換特性向上の観点からは、詳細を後述する記録素子と上記磁気記録媒体とを組み合わせることでデータの記録を行うことがより好ましい。

10

【0148】

<垂直方向保磁力>

一形態では、上記磁気記録媒体の垂直方向保磁力は、25000e以上35000e以下であることができる。本発明および本明細書において、「垂直方向保磁力」とは、磁気記録媒体の垂直方向において測定される保磁力である。本発明および本明細書において、垂直方向保磁力は、振動試料型磁力計を用いて、23℃±1℃の測定温度において、磁気記録媒体に外部磁場を最大外部磁場15kOeかつスキャン速度600e/秒の条件で掃引して求められる値である。測定値は、振動試料型磁力計のサンプルプローブの磁化をバックグラウンドノイズとして差し引いた値として得るものとする。単位に関して、10e（1エルステッド）=79.6A/mである。

20

【0149】

先に記載したGTTにおける良好な再生品質とは別観点として、磁気記録媒体に記録されたデータを再生する際の電磁変換特性向上の観点から、上記の通り、磁気記録媒体の個数分布Aおよび個数分布Bが先に記載した分布であることは好ましい。更に上記の電磁変換特性向上の観点から、ライトギャップ長が120nm以下の記録素子との組み合わせにおいて、磁気記録媒体の垂直方向保磁力が35000e以下であることは好ましい。これは、以下の理由による。ライトギャップ長が小さい記録素子は、磁気記録媒体に印加可能な記録磁界勾配を大きくできるため、磁化遷移領域の幅を狭くすることに寄与できる。この点から、ライトギャップ長が120nm以下の記録素子は好ましい。他方、かかる記録素子の使用により、記録磁界勾配を大きくできるものの、記録磁界強度は低下する傾向がある。そのような場合、磁気記録媒体の垂直方向保磁力が35000e以下であることが、上記の電磁変換特性の向上に寄与し得る。この点から、垂直方向保磁力は、32000e以下であることがより好ましく、30000e以下であることが更に好ましい。一方、上記の電磁変換特性向上のためには、磁気的な安定性が高いことが好ましく、この点から磁気記録媒体の垂直方向保磁力は25000e以上であることが好ましく、27000e以上であることがより好ましい。

30

【0150】

[磁気テープカートリッジ]

本発明の一態様は、磁気テープである上記磁気記録媒体を含む磁気テープカートリッジに関する。

40

【0151】

上記テープカートリッジに含まれる磁気テープの詳細は、先に記載した通りである。

【0152】

磁気テープカートリッジでは、一般に、カートリッジ本体内部に磁気テープがリールに巻き取られた状態で収容されている。リールは、カートリッジ本体内部に回転可能に備えられている。磁気テープカートリッジとしては、カートリッジ本体内部にリールを1つ具備する単リール型の磁気テープカートリッジおよびカートリッジ本体内部にリールを2つ具備する双リール型の磁気テープカートリッジが広く用いられている。単リール型の磁気

50

テープカートリッジは、磁気テープへのデータの記録および／または再生のために磁気テープ装置に装着されると、磁気テープカートリッジから磁気テープが引き出されて磁気テープ装置側のリールに巻き取られる。磁気テープカートリッジから巻き取りリールまでの磁気テープ搬送経路には、磁気ヘッドが配置されている。磁気テープカートリッジ側のリール（供給リール）と磁気テープ装置側のリール（巻き取りリール）との間で、磁気テープの送り出しと巻き取りが行われる。この間、磁気ヘッドと磁気テープの磁性層表面とが接触し摺動することにより、データの記録および／または再生が行われる。これに対し、双リール型の磁気テープカートリッジは、供給リールと巻き取りリールの両リールが、磁気テープカートリッジ内部に具備されている。

【0153】

〔磁気テープカートリッジ群〕

本発明の一態様は、上記磁気テープカートリッジを複数含む磁気テープカートリッジ群に関する。

【0154】

上記磁気テープカートリッジ群には、個数分布Aが上記（1）～（3）を満たし、かつ個数分布Bが上記（4）～（6）を満たす磁気テープを含む磁気テープカートリッジが複数含まれる。含まれる磁気テープカートリッジの数（「巻数」とも呼ぶ。）は、200巻以上であることができ、1000巻以上であることもでき、3000巻以上であることもできる。巻数は、一形態では、例えば5000巻以下または4000巻以下であることができる。かかる磁気テープカートリッジ群は、例えば、同一製造業者から同一の規格用磁気テープカートリッジとして販売されている磁気テープカートリッジ群であることができる。

【0155】

上記磁気テープカートリッジ群については、雰囲気温度21℃相対湿度50%の環境において、単一の磁気ヘッドを使用して合計200巻の磁気テープカートリッジの再生試験を行い得られた信号対雑音比の巻数に対する傾き α （GTT傾き α ）が、室温程度の環境下でのGTTにおいて良好な再生品質を得る観点から、0.5dB/decade以下であることが好ましく、0.4dB/decade以下であることがより好ましく、0.3dB/decade以下であることが更に好ましい。GTT傾き α は、例えば0dB/decade以上、0dB/decade超または0.1dB/decade以上であることができる。GTT傾き α の値がより小さいことは室温程度の環境下でのGTTにおいてより良好な再生品質を得る観点から好ましい。

【0156】

GTT傾き α は、以下の方法によって求められる。

測定対象の磁気テープカートリッジ群が200巻の磁気テープカートリッジからなる場合には、全磁気テープカートリッジを使用する。測定対象の磁気テープカートリッジ群が200巻を超える巻数の磁気テープカートリッジからなる場合には、無作為に抽出した200巻の磁気テープカートリッジを使用する。評価に使用する各磁気テープカートリッジに、1から200までの番号を無作為に付与する。

雰囲気温度21℃相対湿度50%の環境において、磁気テープカートリッジ1巻ごとの信号対雑音比（SNR）の全チャンネルの平均値をLTO8ドライブで評価する。評価結果を最小二乗法（対数近似）により解析する。詳しくは、グラフの横軸（X軸）をカートリッジの番号の対数表示とし、縦軸（Y軸）を各磁気テープカートリッジについて求められたSNR（全チャンネルの平均値）とし、最小二乗法によって線形近似し、 $Y = \alpha X + \beta$ （ α は傾き、 β は切片）の傾き α として、GTT傾き α （単位：dB/decade）を求める。

【0157】

また、本発明の一態様は、上記の方法により求められるGTT傾き α が、0.5dB/decade以下である磁気テープカートリッジ群に関する。かかる磁気テープカートリッジ群の詳細については、上記を参照できる。

10

20

30

40

50

【0158】

〔磁気記録再生装置〕

本発明の一態様は、上記磁気記録媒体を含む磁気記録再生装置に関する。

【0159】

本発明および本明細書において、「磁気記録再生装置」とは、磁気記録媒体へのデータの記録および磁気記録媒体に記録されたデータの再生の少なくとも一方を行うことができる装置を意味するものとする。かかる装置は、一般にドライブと呼ばれる。上記磁気記録再生装置は、摺動型の磁気記録再生装置であることができる。摺動型の磁気記録再生装置とは、磁気記録媒体へのデータの記録および／または記録されたデータの再生を行う際に磁性層表面と磁気ヘッドとが接触し摺動する装置をいう。例えば、上記磁気記録再生装置は、上記磁気テープカートリッジを着脱可能に含むことができる。

10

【0160】

上記磁気記録再生装置に含まれる磁気ヘッドは、磁気記録媒体へのデータの記録を行うことができる記録ヘッドであることができ、磁気記録媒体に記録されたデータの再生を行うことができる再生ヘッドであることもできる。また、上記磁気記録再生装置は、一形態では、別々の磁気ヘッドとして、記録ヘッドと再生ヘッドの両方を含むことができる。他の一形態では、上記磁気記録再生装置に含まれる磁気ヘッドは、データの記録のための素子（記録素子）とデータの再生のための素子（再生素子）の両方を1つの磁気ヘッドに備えた構成を有することもできる。以下において、データの記録のための素子および再生のための素子を、「データ用素子」と総称する。再生ヘッドとしては、磁気テープに記録されたデータを感度よく読み取ることができる磁気抵抗効果型（MR；Magnetoresistive）素子を再生素子として含む磁気ヘッド（MRヘッド）が好ましい。MRヘッドとしては、AMR（Anisotropic Magnetoresistive）ヘッド、GMR（Giant Magnetoresistive）ヘッド、TMR（Tunnel Magnetoresistive）ヘッド等の公知の各種MRヘッドを用いることができる。また、データの記録および／またはデータの再生を行う磁気ヘッドには、サーボ信号読み取り素子が含まれていてもよい。または、データの記録および／またはデータの再生を行う磁気ヘッドとは別のヘッドとして、サーボ信号読み取り素子を備えた磁気ヘッド（サーボヘッド）が上記磁気記録再生装置に含まれていてもよい。例えば、データの記録および／または記録されたデータの再生を行う磁気ヘッド（以下、「記録再生ヘッド」とも呼ぶ。）は、サーボ信号読み取り素子を2つ含むことができ、2つのサーボ信号読み取り素子のそれぞれが、隣接する2つのサーボバンドを同時に読み取ることができる。2つのサーボ信号読み取り素子の間に、1つまたは複数のデータ用素子を配置することができる。

20

30

【0161】

上記磁気記録再生装置において、磁気記録媒体へのデータの記録および／または磁気記録媒体に記録されたデータの再生は、磁気記録媒体の磁性層表面と磁気ヘッドとを接触させて摺動させることにより行うことができる。上記磁気記録再生装置は、本発明の一態様にかかる磁気記録媒体を含むものであればよく、その他については公知技術を適用することができる。

40

【0162】

例えば、サーボパターンが形成された磁気記録媒体へのデータの記録および／または記録されたデータの再生の際には、まず、サーボパターンを読み取って得られるサーボ信号を用いたトラッキングが行われる。すなわち、サーボ信号読み取り素子を所定のサーボトラックに追従させることによって、データ用素子が、目的とするデータトラック上を通過するように制御される。データトラックの移動は、サーボ信号読み取り素子が読み取るサーボトラックを、テープ幅方向に変更することにより行われる。

また、記録再生ヘッドは、他のデータバンドに対する記録および／または再生を行うことも可能である。その際には、先に記載したUDI M情報を利用してサーボ信号読み取り素子を所定のサーボバンドに移動させ、そのサーボバンドに対するトラッキングを開始す

50

ればよい。

【0163】

上記磁気記録再生装置では、例えば、磁気記録媒体（例えば磁気テープカートリッジ）を新品のものに交換しながらGTTを行うことができる。本発明の一態様にかかる磁気記録媒体は、室温程度の環境下でのグリーンテープテスト（GTT）において良好な再生品質を得ることに寄与することができる。

【0164】

一形態では、記録素子は、インダクティブ型記録素子であることができる。インダクティブ型記録素子は、一般に電磁誘導型記録素子または磁気誘導型記録素子とも呼ばれる。インダクティブ型記録素子は、コイルに電流を流してヘッドコアのギャップ部（ライトギャップ）から漏れ磁界を発生させ、この漏れ磁界によって磁性層に磁化領域を形成（即ちデータを記録）する。記録素子に関して、先に記載したGTTにおける良好な再生品質とは別観点として、磁気記録媒体に記録されたデータを再生する際の電磁変換特性向上の観点から、記録素子は、一形態では、以下の構成を有するインダクティブ型記録素子（以下、「記録素子a」とも呼ぶ。）であることが好ましい。

磁界を発生させる第一の磁極と、

ライトギャップを挟んで上記第一の磁極と離隔する第二の磁極と、

を有するインダクティブ型記録素子であって、

上記第一の磁極は、上記ライトギャップを挟んで上記第二の磁極と対向する部分の最表面層としてCoおよびFeを含む合金製の層を有し、

上記第二の磁極は、上記ライトギャップを挟んで上記第一の磁極と対向する部分の最表面層としてCoおよびFeを含む合金製の層を有する。

【0165】

また、先に記載したGTTにおける良好な再生品質とは別観点として、磁気記録媒体に記録されたデータを再生する際の電磁変換特性向上の観点から、記録素子は、一形態では、ライトギャップ長が120nm以下のインダクティブ型記録素子（以下、「記録素子b」とも呼ぶ。）であることが好ましい。ライトギャップ長は、一般に、記録ギャップ長とも呼ばれる。ライトギャップ長は、110nm以下であることもでき、100nm以下であることもできる。また、記録磁界強度の観点から、ライトギャップ長は、60nm以上であることが好ましく、70nm以上であることがより好ましい。

【0166】

また、記録素子aが、記録素子bの構成を有することも好ましい。

【0167】

記録素子aおよび記録素子bは、上記の構成を有する点以外は、公知のインダクティブ型記録素子と同様の構成を有することができる。公知のインダクティブ型記録素子の構成については、例えば、US2011/0273797A1のFig. 1～Fig. 6およびこれら図面の説明等を参照できる。

【0168】

以下に、図面を参照して記録素子aについて更に詳細に説明する。ただし、図面に示す形態は例示であって、記録素子aは、例示した形態に限定されるものではない。

【0169】

図1は、記録素子の一例の一部拡大図である。図1中、左図の更なる一部拡大図が、右図である。図1の左図中、点線矢印は、磁気記録媒体にデータを記録する際の磁気記録媒体の走行方向を示している。図1に示す記録素子10は、第一の磁極11と、第二の磁極12と、コイル13とを含む。第二の磁極12は、ライトギャップGを挟んで第一の磁極11と離隔している。

【0170】

第一の磁極11は、一般にリーディング（leading）側磁極と呼ばれる磁極であり、磁界を発生させる磁極である。第一の磁極から発生する磁界は、ライトギャップから漏れて漏れ磁界となり、この漏れ磁界によって磁気記録媒体へのデータの記録が行われる。

【0171】

コイル13に電流を流すことによって、第一の磁極11に磁束を流して磁界を発生させることができる。

【0172】

第二の磁極12は、一般にトレーリング (trailing) 側磁極と呼ばれる磁極であり、磁気記録媒体との間で磁路を閉じる磁極である。

【0173】

図2は、図1に示す記録素子10のライトギャップ側先端部の構成を示す概略断面図である。第一の磁極11は、基材110上に最表層111を有する。第二の磁極12は、基材120上に最表層121を有する。最表層111および最表層121は、それぞれCoおよびFeを含む合金製の層である。かかる層がライトギャップを挟んで対向する最表層として、上記両磁極に位置することが、データ記録時に高い記録磁界および高い記録磁界勾配をもたらすことに寄与し得ると本発明者は推察している。これは、CoおよびFeを含む合金が、一般に記録素子の磁極を構成する合金と比べて飽和磁束密度が高い傾向があることによるものと本発明者は考えている。より高い飽和磁束密度を得る観点から、上記合金の組成において、原子%基準で、Coの含有量は10～60%の範囲であることが好ましく、Feの含有量は20～90%の範囲であることが好ましい。また、上記合金は、Niを含むことがより好ましく、上記合金の組成において、原子%基準で、Niの含有量が5～50%の範囲であることが更に好ましい。上記最表層の厚みは、10nm以上であることが好ましく、30nm以上であることがより好ましい。また上記最表層の厚みは、例えば300nm以下または200nm以下であることができる。かかる最表層は、スパッタ、蒸着等の合金製の膜を製膜するための公知の製膜方法によって形成することができる。上記最表層は、各磁極の少なくともライトギャップを挟んで他方の磁極と対向する部分に設けられていればよい。第一の磁極11の基材110および第二の磁極12の基材120は、それぞれ通常の記録素子の磁極を構成する合金製の基材であることができる。かかる合金としては、例えば、FeおよびNiを含む合金を挙げることができる。かかる合金としては、一般にパーマロイと呼ばれるFeNi合金を挙げることができる。パーマロイは、原子%基準で、Niを35～80%含むFeとNiとからなる合金である。

【0174】

磁気ヘッドに含まれる記録素子の数および配置は、磁気記録再生装置の規格にしたがい決定することができる。

【0175】

記録素子aおよび記録素子bは、磁気記録媒体に記録されたデータを再生する際の電磁変換特性向上に寄与することができ、高記録密度でデータを記録して再生する際の電磁変換特性向上に寄与することもできる。記録密度は、例えば、線記録密度として200kfc以上（例えば200～600kfcの範囲）であることができる。単位kfcは、線記録密度の単位（SI単位系に換算不可）である。

【実施例】

【0176】

以下に、本発明を実施例に基づき説明する。ただし、本発明は実施例に示す態様に限定されるものではない。以下に記載の「部」、「%」の表示は、特に断らない限り、「質量部」、「質量%」を示す。また、以下に記載の工程および評価は、特記しない限り、雰囲気温度23℃±1℃の環境において行った。また、以下に記載の「eq」は、SI単位系に換算不可の単位である当量 (equivalent) を示す。

【0177】

〔研磨剤液の調製〕

<研磨剤液Aの調製>

表1に示す研磨剤（アルミナ粉末）100.0部に対し、表1に示す量の2,3-ジヒドロキシナフタレン（東京化成社製）、極性基としてSO₃Na基を有するポリエステルポリウレタン樹脂（東洋紡社製UR-4800（極性基量：80meq/kg））の32

10

20

30

40

50

% 溶液（溶媒はメチルエチルケトンとトルエンの混合溶媒） 3 1 . 3 部、溶媒としてメチルエチルケトンとシクロヘキサノン 1 : 1（質量比）の混合液 5 7 0 . 0 部を混合し、ジルコニアビーズ（ビーズ径：0 . 1 mm）存在下で、ペイントシェーカーにより、表 1 に示す時間（ビーズ分散時間）、分散させた。

分散後、メッシュにより分散液とビーズとを分離して得られた分散液の遠心分離処理を実施した。遠心分離処理は、遠心分離器として日立工機社製 C S 1 5 0 G X L（使用ローターは同社製 S 1 0 0 A T 6）を使用し、表 1 に示す回転数（rpm；rotation per minute）で表 1 に示す時間（遠心分離時間）、実施した。この遠心分離処理により、粒子サイズが比較的大きい粒子は沈殿し、粒子サイズが比較的小さい粒子は上澄み液に分散する。

その後、デカンテーションにより上澄み液を回収した。この回収された液を、「研磨剤液 A」と呼ぶ。

【0178】

＜研磨剤液 B、C の調製＞

各種項目を表 1 に示すように変更した点以外、研磨剤液 A の調製方法と同様にして研磨剤液 B および研磨剤液 C をそれぞれ調製した。

【0179】

【表 1】

		研磨剤液 A	研磨剤液 B	研磨剤液 C
研磨剤液の調製	研磨剤商品名（住友化学社製）	Hit80	Hit70	Hit70
	研磨剤の BET 比表面積（m ² /g）	30	20	20
	研磨剤液分散剤の含有量（2,3-ジヒドロキシナフタレン）	3.0 部	3.0 部	なし
	ビーズ分散時間	360 分	180 分	60 分
	遠心分離	回転数 5500rpm 遠心分離時間 4 分	3500rpm 4 分	1000rpm 4 分

【0180】

【フィラー液の調製】

＜フィラー液 D の調製＞

表 2 に示すフィラー（カーボンブラック） 1 0 0 . 0 部に対し、表 2 に示す量のポリエチレンイミン、表 2 に示す量のステアリン酸、溶媒としてメチルエチルケトンとシクロヘキサノン 1 : 1（質量比）の混合液 5 7 0 . 0 部を混合し、ジルコニアビーズ（ビーズ径：0 . 1 mm）存在下で、ペイントシェーカーにより、表 2 に示す時間（ビーズ分散時間）、分散させた。

分散後、メッシュにより分散液とビーズとを分離して得られた分散液の遠心分離処理を実施した。遠心分離処理は、遠心分離器として日立工機社製 C S 1 5 0 G X L（使用ローターは同社製 S 1 0 0 A T 6）を使用し、表 2 に示す回転数（rpm；rotation per minute）で表 2 に示す時間（遠心分離時間）、実施した。この遠心分離処理により、粒子サイズが比較的大きい粒子は沈殿し、粒子サイズが比較的小さい粒子は上澄み液に分散する。

その後、デカンテーションにより上澄み液を回収した。この回収された液を、「フィラー液 D」と呼ぶ。

【0181】

上記ポリエチレンイミンは、日本触媒社製の市販品（数平均分子量 6 0 0）である。

【0182】

＜フィラー液 E～G の調製＞

各種項目を表 2 に示すように変更した点以外、フィラー液 D の調製方法と同様にしてフィラー液 E～G をそれぞれ調製した。

【 0 1 8 3 】

【表 2】

		フィラー液D	フィラー液E	フィラー液F	フィラー液G
フィラー液の調製	フィラー商品名 (旭カーボン社製カーボンブラック)	旭#50	旭#50	旭#50	旭#50
	フィラーのBET比表面積(m^2/g)	23	23	23	23
	ポリエチレンイミン	1.0部	1.0部	1.0部	なし
	ステアリン酸	2.0部	2.0部	2.0部	なし
	ビーズ分散時間	360分	60分	10分	180分
	遠心分離	回転数	5500rpm	3500rpm	1000rpm
		遠心分離時間	4分	4分	4分

10

【 0 1 8 4 】

【実施例 1】

【 0 1 8 5 】

<磁性層形成用組成物の調製>

(磁性液)

強磁性粉末：1 0 0 . 0 部

平均粒子サイズ (平均板径) 2 1 n m の六方晶バリウムフェライト粉末 (表 3 中、「B a F e」)

20

オレイン酸：2 . 0 部

塩化ビニル共重合体 (日本ゼオン製 M R - 1 0 4) : 1 0 . 0 部

S O ₃ N a 基含有ポリウレタン樹脂：4 . 0 部(重量平均分子量 7 0 0 0 0、S O ₃ N a 基：0 . 0 7 m e q / g)

アミン系ポリマー (ビックケミー社製 D I S P E R B Y K - 1 0 2) : 6 . 0 部

メチルエチルケトン：1 5 0 . 0 部

シクロヘキサノン：1 5 0 . 0 部

(研磨剤液)

表 3 に示す研磨剤液を、研磨剤液中の研磨剤量が表 3 に示す量となるように使用

30

(フィラー液)

表 3 に示すフィラー液を、フィラー液中のフィラー量が表 3 に示す量となるように使用

(その他の成分)

ステアリン酸：3 . 0 部

ステアリン酸アミド：0 . 3 部

ステアリン酸ブチル：6 . 0 部

メチルエチルケトン：1 1 0 . 0 部

シクロヘキサノン：1 1 0 . 0 部

ポリイソシアネート (東ソー社製コロネート (登録商標) L) : 3 . 0 部

【 0 1 8 6 】

40

(調製方法)

上記磁性液の各種成分を、バッチ式縦型サンドミルによりビーズ径 0 . 5 m m のジルコニアビーズ (第一の分散ビーズ、密度 6 . 0 g / c m ³) を使用して 2 4 時間分散し (第一の段階)、その後、0 . 5 μ m の孔径を有するフィルタを用いてろ過することにより分散液 A を調製した。ジルコニアビーズは、強磁性粉末の質量に対して、質量基準で 1 0 倍量用いた。

その後、分散液 A をバッチ式縦型サンドミルによりビーズ径 5 0 0 n m のダイヤモンドビーズ (第二の分散ビーズ、密度 3 . 5 g / c m ³) を使用して 1 時間分散し (第二の段階)、遠心分離器を用いてダイヤモンドビーズを分離した分散液 (分散液 B) を調製した。ダイヤモンドビーズは、強磁性粉末の質量に対して、質量基準で 1 0 倍量用いた。

50

上記で得た分散液B、研磨剤液、フィラー液、および上記のその他の成分をディゾルバー攪拌機に導入し、周速10m/秒で360分間攪拌した。その後、フロー式超音波分散機により流量7.5kg/分で60分間超音波分散処理を行った後に、孔径0.3μmのフィルタで3回ろ過して磁性層形成用組成物を調製した。

【0187】

＜非磁性層形成用組成物の調製＞

下記の非磁性層形成用組成物の各種成分を、バッチ式縦型サンドミルによりビーズ径0.1mmのジルコニアビーズを使用して24時間分散し、その後、0.5μmの孔径を有するフィルタを用いてろ過することにより、非磁性層形成用組成物を調製した。

【0188】

非磁性無機粉末 α酸化鉄：100.0部

(平均粒子サイズ10nm、BET比表面積75m²/g)

カーボンブラック：25.0部

(平均粒子サイズ20nm)

SO₃Na基含有ポリウレタン樹脂：18.0部

(重量平均分子量70000、SO₃Na基含有量0.2meq/g)

ステアリン酸：1.0部

シクロヘキサノン：300.0部

メチルエチルケトン：300.0部

【0189】

＜バックコート層形成用組成物の調製＞

下記のバックコート層形成用組成物の各種成分のうち潤滑剤（ステアリン酸およびステアリン酸ブチル）、ポリイソシアネートならびにシクロヘキサノン200.0部を除いた成分をオープンニードにより混練および希釈した後、横型ビーズミル分散機によりビーズ径1mmのジルコニアビーズを用い、ビーズ充填率80体積%、ローター先端周速10m/秒で1パスあたりの滞留時間を2分間とし、12パスの分散処理に供した。その後、上記の残りの成分を添加してディゾルバーで攪拌し、得られた分散液を1μmの孔径を有するフィルタを用いてろ過することにより、バックコート層形成用組成物を調製した。

【0190】

非磁性無機粉末 α酸化鉄：80.0部

(平均粒子サイズ0.15μm、BET比表面積52m²/g)

カーボンブラック：20.0部

(平均粒子サイズ20nm)

塩化ビニル共重合体：13.0部

スルホン酸塩基含有ポリウレタン樹脂：6.0部

フェニルホスホン酸：3.0部

シクロヘキサノン：155.0部

メチルエチルケトン：155.0部

ステアリン酸：3.0部

ステアリン酸ブチル：3.0部

ポリイソシアネート：5.0部

シクロヘキサノン：200.0部

【0191】

＜磁気テープおよび磁気テープカートリッジ群の作製＞

厚み4.2μmのポリエチレンナフタレート製支持体の表面上に、乾燥後の厚みが0.7μmとなるように上記で調製した非磁性層形成用組成物を塗布および乾燥させて非磁性層を形成した。

次いで、非磁性層上に乾燥後の厚みが0.1μmとなるように上記で調製した磁性層形成用組成物を塗布して塗布層を形成した。

その後、磁性層形成用組成物の塗布層が湿潤状態にあるうちに、磁場強度0.3Tの磁

10

20

30

40

50

場を塗布層の表面に対し垂直方向に印加して垂直配向処理を行った後、乾燥させ、磁性層を形成した。

その後、支持体の非磁性層および磁性層を形成した表面とは反対側の表面に、乾燥後の厚みが $0.3\mu\text{m}$ となるように上記で調製したバックコート層形成用組成物を塗布および乾燥させてバックコート層を形成した。

その後、金属ロールのみから構成されるカレンダーロールを用いて、速度 $100\text{m}/\text{分}$ 、線圧 $300\text{kg}/\text{cm}$ 、および 90°C のカレンダー温度（カレンダーロールの表面温度）にて、表面平滑化処理（カレンダー処理）を行った。

その後、雰囲気温度 70°C の環境で36時間加熱処理を行った後、長尺状の磁気テープ原反を $1/2$ インチ幅にスリットして、磁気テープを得た。得られた磁気テープの磁性層に市販のサーボライターによってサーボ信号を記録することにより、LTO（Linear Tape-Open）Ultriumフォーマットにしたがう配置でサーボパターン（タイミングベースサーボパターン）を有する磁気テープを得た。得られた磁気テープ（テープ長： 960m ）を単リール型の磁気テープカートリッジに収容した。

以上の工程を繰り返し、合計200巻超の磁気テープカートリッジ（磁気テープカートリッジ群）を作製した。

【0192】

磁気テープの磁性層にポリエチレンイミンとステアリン酸により形成された、式1で表されるアルキルエステルアニオンのアンモニウム塩構造を含む化合物が含まれることは、以下の方法により確認できる。

磁気テープからサンプルを切り出し、磁性層表面（測定領域： $300\mu\text{m}\times 700\mu\text{m}$ ）においてESCA装置を用いてX線光電子分光分析を行う。詳しくは、下記測定条件でESCA装置によりワイドスキャン測定を行う。測定結果では、エステルアニオンの結合エネルギーの位置およびアンモニウムカチオンの結合エネルギーの位置にピークが確認される。

装置：島津製作所製AXIS-ULTRA

励起X線源：単色化Al-K α 線

スキャン範囲： $0\sim 1200\text{eV}$

パスエネルギー： 160eV

エネルギー分解能 $1\text{eV}/\text{step}$

取り込み時間： $100\text{ms}/\text{step}$

積算回数：5

また、磁気テープから長さ 3cm のサンプル片を切り出し、磁性層表面のATR-FT-IR（Attenuated total reflection-fourier transform-infrared spectrometer）測定（反射法）を行い、測定結果において、 COO^- の吸収に対応する波数（ 1540cm^{-1} または 1430cm^{-1} ）、およびアンモニウムカチオンの吸収に対応する波数（ 2400cm^{-1} ）に吸収が確認される。

【0193】

【実施例2～20、比較例1～18】

各種項目を表3に示すように変更した点以外、実施例1と同様に磁気テープカートリッジ群を作製した。

【0194】

【実施例21】

強磁性粉末として、以下のように作製された六方晶ストロンチウムフェライト粉末（表3中、「SrFe1」）を使用した点以外、実施例3と同様に磁気テープカートリッジ群を作製した。

SrCO_3 を 1707g 、 H_3BO_3 を 687g 、 Fe_2O_3 を 1120g 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ を 45g 、 BaCO_3 を 24g 、 CaCO_3 を 13g 、および Nd_2O_3 を 235g 秤量し、ミキサーにて混合し原料混合物を得た。

得られた原料混合物を、白金ルツボで熔融温度 1390°C で熔融し、融液を攪拌しつつ白金ルツボの底に設けた出湯口を加熱し、融液を約 $6\text{ g}/\text{秒}$ で棒状に出湯させた。出湯液を水冷双ローラーで圧延急冷して非晶質体を作製した。

作製した非晶質体 280 g を電気炉に仕込み、昇温速度 $3.5^{\circ}\text{C}/\text{分}$ にて 635°C (結晶化温度) まで昇温し、同温度で5時間保持して六方晶ストロンチウムフェライト粒子を析出(結晶化)させた。

次いで六方晶ストロンチウムフェライト粒子を含む上記で得られた結晶化物を乳鉢で粗粉碎し、ガラス瓶に粒径 1 mm のジルコニアビーズ 1000 g と濃度 1% の酢酸水溶液を 800 mL 加えてペイントシェーカーにて3時間分散処理を行った。その後、得られた分散液をビーズと分離させステンレスビーカーに入れた。分散液を液温 100°C で3時間静置させてガラス成分の溶解処理を行った後、遠心分離器で沈澱させてデカンテーションを繰り返して洗浄し、炉内温度 110°C の加熱炉内で6時間乾燥させて六方晶ストロンチウムフェライト粉末を得た。

上記で得られた六方晶ストロンチウムフェライト粉末の平均粒子サイズは 18 nm 、活性化体積は 902 nm^3 、異方性定数 K_u は $2.2 \times 10^5\text{ J}/\text{m}^3$ 、質量磁化 σ_s は $49\text{ A} \cdot \text{m}^2/\text{kg}$ であった。

上記で得られた六方晶ストロンチウムフェライト粉末から試料粉末を 12 mg 採取し、この試料粉末を先に例示した溶解条件によって部分溶解して得られたる液の元素分析をICP分析装置によって行い、ネオジム原子の表層部含有率を求めた。

別途、上記で得られた六方晶ストロンチウムフェライト粉末から試料粉末を 12 mg 採取し、この試料粉末を先に例示した溶解条件によって全溶解して得られたる液の元素分析をICP分析装置によって行い、ネオジム原子のバルク含有率を求めた。

上記で得られた六方晶ストロンチウムフェライト粉末の鉄原子 100 原子%に対するネオジム原子の含有率(バルク含有率)は、 2.9 原子%であった。また、ネオジム原子の表層部含有率は 8.0 原子%であった。表層部含有率とバルク含有率との比率、「表層部含有率/バルク含有率」は 2.8 であり、ネオジム原子が粒子の表層に偏在していることが確認された。

【0195】

上記で得られた粉末が六方晶フェライトの結晶構造を示すことは、 $\text{CuK}\alpha$ 線を電圧 45 kV かつ強度 40 mA の条件で走査し、下記条件でX線回折パターンを測定すること(X線回折分析)により確認した。上記で得られた粉末は、マグネトプランバイト型(M型)の六方晶フェライトの結晶構造を示した。また、X線回折分析により検出された結晶相は、マグネトプランバイト型の単一相であった。

PANalytical X'Pert Pro回折計、PIXcel検出器

入射ビームおよび回折ビームのSollerスリット： 0.017 ラジアン

分散スリットの固定角： $1/4$ 度

マスク： 10 mm

散乱防止スリット： $1/4$ 度

測定モード：連続

1段階あたりの測定時間： 3 秒

測定速度：毎秒 0.017 度

測定ステップ： 0.05 度

【0196】

[実施例22]

強磁性粉末として、以下のように作製された六方晶ストロンチウムフェライト粉末(表3中、「 SrFe_2 」)を使用した点以外、実施例3と同様に磁気テープカートリッジ群を作製した。

SrCO_3 を 1725 g 、 H_3BO_3 を 666 g 、 Fe_2O_3 を 1332 g 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ を 52 g 、 CaCO_3 を 34 g 、 BaCO_3 を 141 g 秤量し、ミキサーにて混合し原料混合物を得た。

得られた原料混合物を、白金ルツボで熔融温度 1380°C で溶解し、融液を攪拌しつつ白金ルツボの底に設けた出湯口を加熱し、融液を約 $6\text{ g}/\text{秒}$ で棒状に出湯させた。出湯液を水冷双ロールで急冷圧延して非晶質体を作製した。

得られた非晶質体 280 g を電気炉に仕込み、 645°C (結晶化温度) まで昇温し、同温度で5時間保持し六方晶ストロンチウムフェライト粒子を析出(結晶化)させた。

次いで六方晶ストロンチウムフェライト粒子を含む上記で得られた結晶化物を乳鉢で粗粉碎し、ガラス瓶に粒径 1 mm のジルコニアビーズ 1000 g と濃度 1% の酢酸水溶液を 800 mL 加えてペイントシェーカーにて3時間分散処理を行った。その後、得られた分散液をビーズと分離させステンレスビーカーに入れた。分散液を液温 100°C で3時間静置させてガラス成分の溶解処理を行った後、遠心分離器で沈澱させてデカンテーションを繰り返して洗浄し、炉内温度 110°C の加熱炉内で6時間乾燥させて六方晶ストロンチウムフェライト粉末を得た。

得られた六方晶ストロンチウムフェライト粉末の平均粒子サイズは 19 nm 、活性化体積は 1102 nm^3 、異方性定数 K_u は $2.0 \times 10^5\text{ J}/\text{m}^3$ 、質量磁化 σ_s は $50\text{ A} \cdot \text{m}^2/\text{kg}$ であった。

【0197】

[実施例23]

強磁性粉末として、以下のように作製された ϵ -酸化鉄粉末(表3中、「 ϵ -酸化鉄」)を使用した点以外、実施例3と同様に磁気テープカートリッジ群を作製した。

純水 90 g に、硝酸鉄(III) 9水和物 8.3 g 、硝酸ガリウム(III) 8水和物 1.3 g 、硝酸コバルト(II) 6水和物 190 mg 、硫酸チタン(IV) 150 mg 、およびポリビニルピロリドン(PVP) 1.5 g を溶解させたものを、マグネチックスターラーを用いて攪拌しながら、大気雰囲気中、雰囲気温度 25°C の条件下で、濃度 25% のアンモニア水溶液 4.0 g を添加し、雰囲気温度 25°C の温度条件のまま2時間攪拌した。得られた溶液に、クエン酸 1 g を純水 9 g に溶解させて得たクエン酸水溶液を加え、1時間攪拌した。攪拌後に沈殿した粉末を遠心分離によって採集し、純水で洗浄し、炉内温度 80°C の加熱炉内で乾燥させた。

乾燥させた粉末に純水 800 g を加えて再度粉末を水に分散させて分散液を得た。得られた分散液を液温 50°C に昇温し、攪拌しながら濃度 25% アンモニア水溶液を 40 g 滴下した。 50°C の温度を保ったまま1時間攪拌した後、テトラエトキシシラン(TEOS) 14 mL を滴下し、24時間攪拌した。得られた反応溶液に、硫酸アンモニウム 50 g を加え、沈殿した粉末を遠心分離によって採集し、純水で洗浄し、炉内温度 80°C の加熱炉内で24時間乾燥させ、強磁性粉末の前駆体を得た。

得られた強磁性粉末の前駆体を、大気雰囲気下、炉内温度 1000°C の加熱炉内に装填し、4時間の加熱処理を施した。

加熱処理した強磁性粉末の前駆体を、 $4\text{ mol}/\text{L}$ の水酸化ナトリウム(NaOH)水溶液中に投入し、液温を 70°C に維持して24時間攪拌することにより、加熱処理した強磁性粉末の前駆体から不純物であるケイ酸化合物を除去した。

その後、遠心分離処理により、ケイ酸化合物を除去した強磁性粉末を採集し、純水で洗浄を行い、強磁性粉末を得た。

得られた強磁性粉末の組成を高周波誘導結合プラズマ発光分光分析(ICP-OES; Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry)により確認したところ、Ga、CoおよびTi置換型 ϵ -酸化鉄($\epsilon\text{-Ga}_{0.28}\text{Co}_{0.05}\text{Ti}_{0.05}\text{Fe}_{1.62}\text{O}_3$)であった。また、先に六方晶ストロンチウムフェライト粉末SrFe₁に関して記載した条件と同様の条件でX線回折分析を行い、X線回折パターンのピークから、得られた強磁性粉末が、 α 相および γ 相の結晶構造を含まない、 ϵ 相の単相の結晶構造(ϵ -酸化鉄型の結晶構造)を有することを確認した。

得られた ϵ -酸化鉄粉末の平均粒子サイズは 12 nm 、活性化体積は 746 nm^3 、異方性定数 K_u は $1.2 \times 10^5\text{ J}/\text{m}^3$ 、質量磁化 σ_s は $16\text{ A} \cdot \text{m}^2/\text{kg}$ であった。

【0198】

上記の六方晶ストロンチウムフェライト粉末および ε -酸化鉄粉末の活性化体積および異方性定数Kuは、各強磁性粉末について、振動試料型磁力計（東英工業社製）を用いて、先に記載の方法により求められた値である。

また、質量磁化 σ_s は、振動試料型磁力計（東英工業社製）を用いて磁場強度1194 kA/m（15 kOe）で測定された値である。

【0199】

【表3】

	強磁性粉末	研磨剤液			フィラー液			
		A	B	C	D	E	F	G
実施例1	BaFe	6.0部	2.5部	3.0部	1.3部	1.7部	0.3部	0.0部
実施例2	BaFe	2.0部	2.5部	3.0部	1.3部	1.7部	0.3部	0.0部
実施例3	BaFe	6.0部	2.5部	3.0部	0.1部	1.7部	0.3部	0.0部
実施例4	BaFe	6.0部	0.7部	3.0部	1.3部	0.1部	0.3部	0.0部
実施例5	BaFe	6.0部	2.5部	1.0部	0.1部	0.1部	0.3部	0.0部
実施例6	BaFe	6.0部	0.7部	3.0部	1.3部	0.1部	0.0部	0.0部
実施例7	BaFe	6.0部	0.7部	1.0部	1.3部	1.7部	0.0部	0.0部
実施例8	BaFe	4.0部	1.6部	2.0部	1.3部	1.7部	0.0部	0.0部
実施例9	BaFe	6.0部	2.5部	1.0部	0.5部	0.7部	0.1部	0.0部
実施例10	BaFe	4.0部	1.6部	2.0部	0.5部	0.7部	0.1部	0.0部
実施例11	BaFe	4.0部	0.7部	2.0部	0.1部	0.1部	0.1部	0.0部
実施例12	BaFe	6.0部	1.6部	1.0部	0.1部	0.7部	0.3部	0.0部
実施例13	BaFe	2.0部	2.5部	3.0部	0.1部	0.1部	0.3部	0.0部
実施例14	BaFe	2.0部	0.7部	1.0部	1.3部	1.7部	0.3部	0.0部
実施例15	BaFe	6.0部	2.5部	3.0部	0.1部	0.1部	0.0部	0.0部
実施例16	BaFe	2.0部	0.7部	1.0部	1.3部	0.1部	0.3部	0.0部
実施例17	BaFe	6.0部	0.7部	3.0部	0.1部	0.1部	0.0部	0.0部
実施例18	BaFe	6.0部	0.7部	1.0部	1.3部	0.1部	0.0部	0.0部
実施例19	BaFe	2.0部	0.7部	3.0部	0.1部	0.1部	0.3部	0.0部
実施例20	BaFe	2.0部	0.7部	1.0部	0.1部	0.1部	0.0部	0.0部
実施例21	SrFe1	6.0部	2.5部	3.0部	0.1部	1.7部	0.3部	0.0部
実施例22	SrFe2	6.0部	2.5部	3.0部	0.1部	1.7部	0.3部	0.0部
実施例23	ε -酸化鉄	6.0部	2.5部	3.0部	0.1部	1.7部	0.3部	0.0部
比較例1	BaFe	1.6部	3.0部	1.0部	0.0部	0.0部	0.0部	2.0部
比較例2	BaFe	4.0部	1.6部	5.0部	0.0部	0.7部	0.1部	0.0部
比較例3	BaFe	6.4部	1.6部	0.5部	0.5部	0.7部	0.4部	0.0部
比較例4	BaFe	4.0部	1.6部	5.0部	0.5部	0.7部	0.4部	0.0部
比較例5	BaFe	6.4部	1.6部	0.5部	0.0部	0.7部	0.6部	0.0部
比較例6	BaFe	6.4部	1.6部	2.0部	0.0部	0.0部	0.0部	2.4部
比較例7	BaFe	4.0部	3.0部	2.0部	0.0部	0.0部	0.0部	2.4部
比較例8	BaFe	4.0部	3.0部	5.0部	0.0部	0.0部	0.0部	2.4部
比較例9	BaFe	1.6部	1.6部	2.0部	0.0部	0.0部	0.0部	0.8部
比較例10	BaFe	6.4部	0.5部	2.0部	0.0部	0.0部	0.0部	0.8部
比較例11	BaFe	6.4部	1.6部	5.0部	0.0部	0.0部	0.0部	0.8部
比較例12	BaFe	4.0部	0.5部	2.0部	0.0部	0.0部	0.0部	2.4部
比較例13	BaFe	8.0部	1.6部	2.0部	0.5部	0.7部	0.1部	0.0部
比較例14	BaFe	4.0部	3.0部	2.0部	0.5部	0.7部	0.1部	0.0部
比較例15	BaFe	4.0部	1.6部	5.0部	0.5部	0.7部	0.1部	0.0部
比較例16	BaFe	4.0部	1.6部	2.0部	0.0部	0.0部	0.0部	0.8部
比較例17	BaFe	4.0部	1.6部	2.0部	0.5部	2.3部	0.1部	0.0部
比較例18	BaFe	4.0部	1.6部	2.0部	0.5部	0.7部	0.6部	0.0部

【0200】

【磁気テープの評価】

実施例および比較例の各磁気テープカートリッジ群から磁気テープカートリッジを1巻抽出し、抽出した磁気テープカートリッジに収容されていた磁気テープについて、以下の方法によって物性評価を行った。

【0201】

10

20

30

40

50

<個数分布 A および 個数分布 B>

走査型電子顕微鏡（F E - S E M）として、日立製作所製 F E - S E M S 4 8 0 0 を用いて、以下の方法によって、各磁気テープの磁性層表面について個数分布 A および個数分布 B を求めた。

【 0 2 0 2 】

（個数分布 A）

走査型電子顕微鏡（F E - S E M）を用いて、測定対象の磁気記録媒体の磁性層表面の二次電子像を撮像する。撮像条件として、加速電圧は 5 k V とし、作動距離は 5 mm とし、撮影倍率は 1 万倍とする。撮像時には、磁性層表面の未撮像領域を選択し、上記の撮像条件下でフォーカス調整を行い、二次電子像を撮像する。撮像された画像からサイズ等を表示する部分（ミクロンバー、クロスマーク等）を消し、9 6 0 p i x e l × 1 2 8 0 p i x e l の画素数の二次電子像を取得する。

以上の操作を、測定対象の磁気記録媒体の磁性層表面の異なる箇所において 1 0 0 回実施する。

こうして取得された二次電子像を、画像処理ソフト（フリーソフトの I m a g e J）に取り込み、以下の手順により二値化処理を行う。

上記で取得された二次電子像を二値化処理するための閾値は、下限値を 2 1 0 階調、上限値を 2 5 5 階調とし、これら 2 つの閾値により二値化処理を実行する。二値化処理後、画像解析ソフト（フリーソフトの I m a g e J）において、ノイズカット処理 D e s p e c k l e を選択しノイズ成分の除去を行う。

こうして得られた二値化処理済み画像について、画像解析ソフト（フリーソフトの I m a g e J）によって、明部領域（即ち白色部分）の個数および各明部領域の面積を求める。ここで求められた明部領域の面積 A から、各明部領域の円相当径 L を、 $(A / \pi)^{(1 / 2)} \times 2 = L$ により、算出する。

以上の工程を、上記で得られた二値化処理済み画像（1 0 0 画像）について実施する。以上により、個数分布 A を求める。

【 0 2 0 3 】

（個数分布 B）

走査型電子顕微鏡（F E - S E M）を用いて、測定対象の磁気記録媒体の磁性層表面の二次電子像を撮像する。撮像条件として、加速電圧は 2 k V とし、作動距離は 5 mm とし、撮影倍率は 1 万倍とする。撮像時には、磁性層表面の未撮像領域を選択し、上記の撮像条件下でフォーカス調整を行い、二次電子像を撮像する。撮像された画像からサイズ等を表示する部分（ミクロンバー、クロスマーク等）を消し、9 6 0 p i x e l × 1 2 8 0 p i x e l の画素数の二次電子像を取得する。

以上の操作を、測定対象の磁気記録媒体の磁性層表面の異なる箇所において 1 0 0 回実施する。

こうして取得された二次電子像を、画像処理ソフト（フリーソフトの I m a g e J）に取り込み、以下の手順により二値化処理を行う。

上記で取得された二次電子像を二値化処理するための閾値は、下限値を 0 階調、上限値を 7 5 階調とし、これら 2 つの閾値により二値化処理を実行する。二値化処理後、画像解析ソフト（フリーソフトの I m a g e J）において、ノイズカット処理 D e s p e c k l e を選択しノイズ成分の除去を行う。

こうして得られた二値化処理済み画像において、画像解析ソフト（フリーソフトの I m a g e J）によって、暗部領域（即ち黒色部分）の個数および各暗部領域の面積を求める。ここで求められた暗部領域の面積 A から、各暗部領域の円相当径 L を、 $(A / \pi)^{(1 / 2)} \times 2 = L$ により、算出する。

以上の工程を、上記で得られた二値化処理済み画像（1 0 0 画像）について実施する。以上により、個数分布 B を求める。

【 0 2 0 4 】

<磁気テープの総厚（テープ厚み）>

磁気テープの任意の部分からテープサンプル（長さ5 cm）を10枚切り出し、これらテープサンプルを重ねて厚みを測定した。厚みの測定は、MARH社製Millimar 1240コンパクトアンプとMillimar 1301誘導プローブのデジタル厚み計を用いて行った。測定された厚みを10分の1して得られた値（テープサンプル1枚当たりの厚み）を、テープ厚みとした。各磁気テープについて、テープ厚みは、 $5.3\text{ }\mu\text{m}$ であった。

【0205】

〔磁気テープカートリッジ群の評価〕

＜GTT傾き α

実施例および比較例の各磁気テープカートリッジ群から無作為に合計200巻の磁気テープカートリッジを抽出し、これら磁気テープカートリッジについて、LTO8ドライブを使用し、先に記載した方法によって、雰囲気温度 21°C 相対湿度50%の環境において、GTT傾き α を求めた。

10

【0206】

＜GTTにおける再生品質＞

チャンネル数とは同時に再生されるべきトラック数をいい、LTO8ドライブにおけるチャンネル数は32チャンネルである。再生時、同時に再生されるべきトラックの一部について再生不良が発生した場合、ドライブにおいて再生エラー情報が表示される。

上記のGTT傾き α の評価で、合計200巻の磁気テープカートリッジにおける記録データの再生において、再生エラー情報が表示されなかった場合（即ち、同時に再生されるべき全トラックが再生不良の発生なく再生可能であった場合）、評価結果を「A」とし、再生エラー情報が表示された場合、評価結果を「B」とした。

20

以上の評価基準によって、雰囲気温度 21°C 相対湿度50%の環境でのGTTにおける再生品質を評価した。

【0207】

以上の結果を、表4（表4-1～表4-2）に示す。

【0208】

30

40

50

【表 4 - 1】

	個数分布A			個数分布B			GTT傾きα (dB/decade)	GTTにおける 再生品質
	1nm以上50nm以下	51nm以上100nm以下	101nm以上	1nm以上50nm以下	51nm以上100nm以下	101nm以上		
実施例1	30000	25000	3000	25000	5000	200	0.3	A
実施例2	10000	25000	3000	25000	5000	200	0.2	A
実施例3	30000	25000	3000	1000	5000	200	0.1	A
実施例4	30000	7000	3000	25000	200	200	0.1	A
実施例5	30000	25000	1000	1000	200	200	0.1	A
実施例6	30000	7000	3000	25000	200	0	0.3	A
実施例7	30000	7000	1000	25000	5000	0	0.2	A
実施例8	20000	16000	2000	25000	5000	0	0.1	A
実施例9	30000	25000	1000	10000	2000	100	0.1	A
実施例10	20000	16000	2000	1000	2000	100	0.1	A
実施例11	20000	7000	2000	1000	200	100	0.1	A
実施例12	30000	16000	1000	1000	2000	200	0.1	A
実施例13	10000	25000	3000	1000	200	200	0.2	A
実施例14	10000	7000	1000	25000	5000	200	0.3	A
実施例15	30000	25000	3000	1000	200	0	0.2	A
実施例16	10000	7000	1000	25000	200	200	0.1	A
実施例17	30000	7000	3000	1000	200	0	0.2	A
実施例18	30000	7000	1000	25000	200	0	0.1	A
実施例19	10000	7000	3000	1000	200	200	0.2	A
実施例20	10000	7000	1000	1000	200	0	0.3	A
実施例21	30000	25000	3000	1000	5000	200	0.1	A
実施例22	30000	25000	3000	1000	5000	200	0.1	A
実施例23	30000	25000	3000	1000	5000	200	0.1	A

【 0 2 0 9 】

10

20

30

40

50

【表 4 - 2】

	個数分布A			個数分布B			GTT傾き α (dB/decade)	GTTにおける 再生品質
	1nm以上50nm以下	51nm以上100nm以下	101nm以上	1nm以上50nm以下	51nm以上100nm以下	101nm以上		
比較例1	8000	30000	1000	0	7000	200	0.8	B
比較例2	20000	16000	5000	600	2000	100	1.1	B
比較例3	32000	16000	500	10000	2000	280	0.9	B
比較例4	20000	16000	5000	10000	2000	280	1.3	B
比較例5	32000	16000	500	600	2000	450	1.6	B
比較例6	32000	16000	2000	0	7000	240	1.0	B
比較例7	20000	30000	2000	0	7000	240	1.9	B
比較例8	20000	30000	5000	0	7000	240	2.0	B
比較例9	8000	16000	2000	0	2000	80	1.8	B
比較例10	32000	5000	2000	0	2000	80	1.5	B
比較例11	32000	16000	5000	0	2000	80	2.8	B
比較例12	20000	5000	2000	0	7000	240	3.0	B
比較例13	40000	16000	2000	10000	2000	100	0.8	B
比較例14	20000	30000	2000	10000	2000	100	1.0	B
比較例15	20000	16000	5000	10000	2000	100	1.5	B
比較例16	20000	16000	2000	0	2000	80	1.6	B
比較例17	20000	16000	2000	10000	7000	100	0.9	B
比較例18	20000	16000	2000	10000	2000	450	1.2	B

10

20

30

40

【0 2 1 0】

【実施例 2 4 ~ 5 4、比較例 1 9 ~ 3 7】

各種項目を表 5 に示すように変更した点以外、実施例 1 と同様に磁気テープを作製し、作製した磁気テープについて以下の方法によって電磁変換特性（S N R）の評価を行った。

表 5 中、「垂直配向時磁場強度」の欄に「0 T」と記載されている実施例および比較例については、垂直配向処理は実施しなかった。

【0 2 1 1】

< 電磁変換特性の評価方法 >

雰囲気温度 2 3 °C ± 1 °C 相対湿度 5 0 % の環境にて、磁気テープを、記録ヘッドおよび

50

再生ヘッドを固定した1／2インチリールテスターに取り付け、記録および再生を行う際の記録ヘッドまたは再生ヘッドと磁気テープとの相対速度を4 m／秒として、データの記録および再生を行った。

記録ヘッドとしては、表5中、「記録素子製膜」の欄に「両側」と記載されている実施例および比較例については、両側の磁極がいずれもパーマロイ（原子％でFe 45％、Ni 55％）製の記録素子（ライトギャップ長150 nm、トラック幅3.0 μm）の両側の磁極のライトギャップを挟んで対向する先端部にそれぞれ100 nmの厚みのCoFeNi合金をスパッタにより製膜したインダクティブ型記録素子を備えた磁気ヘッドを使用した。表5中、「記録素子製膜」の欄に「片側」と記載されている実施例および比較例については、上記CoFeNi合金の製膜を片側の磁極（第二の磁極（トレーリング側））のみに行った記録素子を備えた磁気ヘッドを記録ヘッドとして使用した。

10

いずれの実施例および比較例についても、再生ヘッドとしては市販のTMRヘッド（素子幅1000 nm）を使用した。記録は線記録密度300 kfc iで行い、再生を行った際の再生出力を測定し、信号対雑音比（再生出力とノイズとの比）としてSNRを求めた。SNRは、比較例19について測定されたSNRを0.0 dBとした相対値として算出した。評価結果を表6（表6－1～表6－2）に示す。

【0212】

表6に示されている垂直方向角型比は、各磁気テープについて、振動試料型磁力計（東英工業社製）を用いて先に記載した方法により求めた値である。

【0213】

20

表6に示されている個数分布Aおよび個数分布Bは、実施例1等と同様の方法により求めた。

【0214】

30

40

50

【表 5】

	研磨剤液			フィラー液				垂直配向時 磁場強度	記録素子 製膜
	A	B	C	D	E	F	G		
実施例24	6.0部	2.5部	3.0部	1.3部	1.7部	0.3部	0.0部	0.3T	両側
実施例25	2.0部	2.5部	3.0部	1.3部	1.7部	0.3部	0.0部	0.3T	両側
実施例26	6.0部	2.5部	3.0部	0.1部	1.7部	0.3部	0.0部	0.3T	両側
実施例27	6.0部	0.7部	3.0部	1.3部	0.1部	0.3部	0.0部	0.3T	両側
実施例28	6.0部	2.5部	1.0部	0.1部	0.1部	0.3部	0.0部	0.3T	両側
実施例29	6.0部	0.7部	3.0部	1.3部	0.1部	0.0部	0.0部	0.3T	両側
実施例30	6.0部	0.7部	1.0部	1.3部	1.7部	0.0部	0.0部	0.3T	両側
実施例31	4.0部	1.6部	2.0部	1.3部	1.7部	0.0部	0.0部	0.3T	両側
実施例32	6.0部	2.5部	1.0部	0.5部	0.7部	0.1部	0.0部	0.3T	両側
実施例33	4.0部	1.6部	2.0部	0.5部	0.7部	0.1部	0.0部	0.3T	両側
実施例34	4.0部	0.7部	2.0部	0.1部	0.1部	0.1部	0.0部	0.3T	両側
実施例35	6.0部	1.6部	1.0部	0.1部	0.7部	0.3部	0.0部	0.3T	両側
実施例36	2.0部	2.5部	3.0部	0.1部	0.1部	0.3部	0.0部	0.3T	両側
実施例37	2.0部	0.7部	1.0部	1.3部	1.7部	0.3部	0.0部	0.3T	両側
実施例38	6.0部	2.5部	3.0部	0.1部	0.1部	0.0部	0.0部	0.3T	両側
実施例39	2.0部	0.7部	1.0部	1.3部	0.1部	0.3部	0.0部	0.3T	両側
実施例40	6.0部	0.7部	3.0部	0.1部	0.1部	0.0部	0.0部	0.3T	両側
実施例41	6.0部	0.7部	1.0部	1.3部	0.1部	0.0部	0.0部	0.3T	両側
実施例42	2.0部	0.7部	3.0部	0.1部	0.1部	0.3部	0.0部	0.3T	両側
実施例43	2.0部	0.7部	1.0部	0.1部	0.1部	0.0部	0.0部	0.3T	両側
実施例44	2.0部	0.7部	1.0部	0.1部	0.1部	0.0部	0.0部	0.5T	両側
実施例45	2.0部	0.7部	1.0部	0.1部	0.1部	0.0部	0.0部	1.0T	両側
実施例46	6.0部	2.5部	3.0部	1.3部	1.7部	0.3部	0.0部	0.5T	両側
実施例47	6.0部	2.5部	3.0部	1.3部	1.7部	0.3部	0.0部	1.0T	両側
実施例48	6.0部	0.7部	1.0部	1.3部	1.7部	0.0部	0.0部	0.5T	両側
実施例49	6.0部	0.7部	1.0部	1.3部	1.7部	0.0部	0.0部	1.0T	両側
実施例50	4.0部	1.6部	2.0部	0.5部	0.7部	0.1部	0.0部	0.5T	両側
実施例51	4.0部	1.6部	2.0部	0.5部	0.7部	0.1部	0.0部	1.0T	両側
実施例52	0.6部	0.1部	2.0部	0.2部	0.1部	0.0部	0.0部	0T	片側
実施例53	2.0部	2.5部	20.0部	0.6部	5.0部	0.3部	0.0部	0T	片側
実施例54	1.6部	0.5部	4.0部	0.3部	1.0部	0.1部	0.0部	0T	片側
比較例19	1.6部	3.0部	1.0部	0.0部	0.0部	0.0部	2.0部	0T	片側
比較例20	4.0部	1.6部	5.0部	0.0部	0.7部	0.1部	0.0部	0T	片側
比較例21	6.4部	1.6部	0.5部	0.5部	0.7部	0.4部	0.0部	0T	片側
比較例22	4.0部	1.6部	5.0部	0.5部	0.7部	0.4部	0.0部	0T	片側
比較例23	6.4部	1.6部	0.5部	0.0部	0.7部	0.6部	0.0部	0T	片側
比較例24	6.4部	1.6部	2.0部	0.0部	0.0部	0.0部	2.4部	0T	片側
比較例25	4.0部	3.0部	2.0部	0.0部	0.0部	0.0部	2.4部	0T	片側
比較例26	4.0部	3.0部	5.0部	0.0部	0.0部	0.0部	2.4部	0T	片側
比較例27	1.6部	1.6部	2.0部	0.0部	0.0部	0.0部	0.8部	0T	片側
比較例28	6.4部	0.5部	2.0部	0.0部	0.0部	0.0部	0.8部	0T	片側
比較例29	6.4部	1.6部	5.0部	0.0部	0.0部	0.0部	0.8部	0T	片側
比較例30	4.0部	0.5部	2.0部	0.0部	0.0部	0.0部	2.4部	0T	片側
比較例31	1.6部	3.0部	6.7部	0.0部	7.0部	0.3部	0.0部	0.3T	片側
比較例32	6.4部	1.6部	3.3部	0.0部	2.0部	0.6部	0.0部	0.3T	片側
比較例33	4.0部	0.5部	13.3部	0.0部	0.0部	0.0部	3.0部	0.3T	片側
比較例34	1.6部	3.0部	6.7部	0.0部	7.0部	0.3部	0.0部	1.0T	片側
比較例35	1.6部	3.0部	6.7部	0.0部	7.0部	0.3部	0.0部	0T	両側
比較例36	1.6部	3.0部	6.7部	0.0部	7.0部	0.3部	0.0部	0.3T	両側
比較例37	1.6部	3.0部	6.7部	0.0部	7.0部	0.3部	0.0部	1.0T	両側

10

20

30

【 0 2 1 5 】

40

50

【表 6 - 1】

	個数分布A			個数分布B			垂直方向 角型比	SNR (dB)
	1nm以上50nm以下	51nm以上100nm以下	101nm以上	1nm以上50nm以下	51nm以上100nm以下	101nm以上		
実施例24	30000	25000	3000	25000	5000	200	0.65	3.0
実施例25	10000	25000		25000	5000	200	0.65	3.0
実施例26	30000	25000	3000	1000	5000	200	0.65	3.0
実施例27	30000	7000	3000	25000	200	200	0.65	3.0
実施例28	30000	25000	1000	1000	200	200	0.65	3.0
実施例29	30000	7000	3000	25000	200	0	0.65	3.5
実施例30	30000	7000	1000	25000	5000	0	0.65	3.5
実施例31	20000	16000	2000	25000	5000	0	0.65	3.5
実施例32	30000	25000	1000	10000	2000	100	0.65	3.0
実施例33	20000	16000	2000	10000	2000	100	0.65	3.0
実施例34	20000	7000	2000	1000	200	100	0.65	3.0
実施例35	30000	16000	1000	1000	2000	200	0.65	3.0
実施例36	10000	25000	3000	1000	200	200	0.65	3.0
実施例37	10000	7000	1000	25000	5000	200	0.65	3.0
実施例38	30000	25000	3000	1000	200	0	0.65	3.5
実施例39	10000	7000	1000	25000	200	200	0.65	3.0
実施例40	30000	7000	3000	1000	200	0	0.65	3.5
実施例41	30000	7000	1000	25000	200	0	0.65	3.5
実施例42	10000	7000	3000	1000	200	200	0.65	3.0
実施例43	10000	7000	1000	1000	200	0	0.65	3.5
実施例44	10000	7000	1000	1000	200	0	0.70	5.0
実施例45	10000	7000	1000	1000	200	0	0.85	6.0
実施例46	30000	25000	3000	25000	5000	200	0.70	4.0
実施例47	30000	25000	3000	25000	5000	200	0.85	5.0
実施例48	30000	7000	1000	25000	5000	0	0.70	5.0
実施例49	30000	7000	1000	25000	5000	0	0.85	6.0
実施例50	20000	16000	2000	10000	2000	100	0.70	4.0
実施例51	20000	16000	2000	10000	2000	100	0.85	5.0
実施例52	30000	25000	3000	25000	5000	200	0.50	0.5
実施例53	10000	25000	3000	25000	5000	200	0.50	0.5
実施例54	30000	25000	3000	1000	5000	200	0.50	0.5

【 0 2 1 6 】

10

20

30

40

50

【表 6 - 2】

	個数分布A				個数分布B			垂直方向 角型比	SNR (dB)
	1nm以上50nm以下	51nm以上100nm以下	101nm以上		1nm以上50nm以下	51nm以上100nm以下	101nm以上		
比較例19	8000	30000	1000			0	200	0.50	0.0
比較例20	20000	16000	5000			600	100	0.50	0.0
比較例21	32000	16000	500			10000	280	0.50	0.0
比較例22	20000	16000	5000			10000	280	0.50	0.0
比較例23	32000	16000	500			600	450	0.50	0.0
比較例24	32000	16000	2000			0	240	0.50	0.0
比較例25	20000	30000	2000			0	240	0.50	0.0
比較例26	20000	30000	5000			0	240	0.50	0.0
比較例27	8000	16000	2000			0	80	0.50	0.0
比較例28	32000	5000	2000			0	80	0.50	0.0
比較例29	32000	16000	5000			0	80	0.50	0.0
比較例30	20000	5000	2000			0	240	0.50	0.0
比較例31	8000	30000	1000			0	200	0.65	0.5
比較例32	32000	16000	500			600	450	0.65	0.5
比較例33	20000	5000	2000			0	240	0.65	0.5
比較例34	8000	30000	1000			0	200	0.85	1.0
比較例35	8000	30000	1000			0	200	0.50	1.0
比較例36	8000	30000	1000			0	200	0.65	1.3
比較例37	8000	30000	1000			0	200	0.85	1.5

【0 2 1 7】

表 6 に示された結果から、個数分布 A が上記 (1) ～ (3) を満たし、個数分布 B が上記 (4) ～ (6) を満たし、かつ垂直方向角型比が 0.65 以上 1.00 以下の磁気テープと、両側の磁極に Co および Fe を含む合金製の層を設けた記録素子を備えた記録ヘッドとを組み合わせ使用することが（実施例 24 ～ 実施例 51）、電磁変換特性の向上に有効であることが確認できる。

【0 2 1 8】

[実施例 55 ～ 92、比較例 38 ～ 54]

各種項目を表 7 に示すように変更した点以外、実施例 1 と同様に磁気テープを作製し、

10

20

30

40

50

作製した磁気テープについて以下の方法によって電磁変換特性（S N R）の評価を行った。

表 7 中、「垂直配向時磁場強度」の欄に「0 T」と記載されている実施例および比較例については、垂直配向処理は実施しなかった。

【0 2 1 9】

＜電磁変換特性の評価方法＞

記録ヘッドとして、ライトギャップ長が表 7 に記載の値である点以外は上記の実施例 2 4 等で使用した記録素子と同様の構成（即ち両側の磁極に C o および F e を含む合金製の層を設けた構成）の記録素子を備えた記録ヘッドを使用した。この点以外、上記の実施例 2 4 等と同様に記録および再生を行った。再生を行った際の再生出力を測定し、信号対雑音比（再生出力とノイズとの比）として S N R を求めた。S N R は、比較例 3 8 について測定された S N R を 0 . 0 d B とした相対値として算出した。評価結果を表 8（表 8 - 1 ～表 8 - 2）に示す。

10

【0 2 2 0】

表 8 に示されている垂直方向保磁力は、各磁気テープについて、振動試料型磁力計（東英工業社製）を用いて先に記載した方法により求めた値である。

【0 2 2 1】

表 8 に示されている個数分布 A および個数分布 B は、実施例 1 等と同様の方法により求めた。

【0 2 2 2】

20

30

40

50

【表 7】

	研磨剤液			フィラー液				垂直配向時 磁場強度	記録素子 ライトギャップ長 (nm)
	A	B	C	D	E	F	G		
実施例55	6.0部	2.5部	20.0部	0.6部	0.8部	0.3部	0.0部	0.3T	120
実施例56	2.0部	2.5部	20.0部	0.6部	5.0部	0.3部	0.0部	0.3T	120
実施例57	6.0部	2.5部	20.0部	0.0部	5.0部	0.3部	0.0部	0.3T	120
実施例58	6.0部	0.7部	20.0部	0.6部	0.2部	0.3部	0.0部	0.3T	120
実施例59	6.0部	2.5部	6.7部	0.0部	0.2部	0.3部	0.0部	0.3T	120
実施例60	6.0部	0.7部	20.0部	0.6部	0.2部	0.0部	0.0部	0.3T	120
実施例61	6.0部	0.7部	6.7部	0.6部	5.0部	0.0部	0.0部	0.3T	120
実施例62	4.0部	1.6部	13.3部	0.6部	5.0部	0.0部	0.0部	0.3T	120
実施例63	6.0部	2.5部	6.7部	0.3部	2.0部	0.1部	0.0部	0.3T	120
実施例64	4.0部	1.6部	13.3部	0.3部	2.0部	0.1部	0.0部	0.3T	120
実施例65	4.0部	0.7部	13.3部	0.0部	0.2部	0.1部	0.0部	0.3T	120
実施例66	6.0部	1.6部	6.7部	0.0部	2.0部	0.3部	0.0部	0.3T	120
実施例67	2.0部	2.5部	20.0部	0.0部	0.2部	0.3部	0.0部	0.3T	120
実施例68	2.0部	0.7部	6.7部	0.6部	5.0部	0.3部	0.0部	0.3T	120
実施例69	6.0部	2.5部	20.0部	0.0部	0.2部	0.0部	0.0部	0.3T	120
実施例70	2.0部	0.7部	6.7部	0.6部	0.2部	0.3部	0.0部	0.3T	120
実施例71	6.0部	0.7部	20.0部	0.0部	0.2部	0.0部	0.0部	0.3T	120
実施例72	6.0部	0.7部	6.7部	0.6部	0.2部	0.0部	0.0部	0.3T	120
実施例73	2.0部	0.7部	20.0部	0.0部	0.2部	0.3部	0.0部	0.3T	120
実施例74	0.6部	0.1部	2.0部	0.2部	0.1部	0.0部	0.0部	0.3T	120
実施例75	0.6部	0.1部	2.0部	0.2部	0.1部	0.0部	0.0部	0.3T	100
実施例76	0.6部	0.1部	2.0部	0.2部	0.1部	0.0部	0.0部	0.3T	80
実施例77	0.6部	0.1部	2.0部	0.2部	0.1部	0.0部	0.0部	0.5T	120
実施例78	0.6部	0.1部	2.0部	0.2部	0.1部	0.0部	0.0部	0.8T	120
実施例79	0.6部	0.1部	2.0部	0.2部	0.1部	0.0部	0.0部	0.4T	120
実施例80	2.8部	0.9部	6.0部	0.5部	0.3部	0.2部	0.0部	0.5T	120
実施例81	2.8部	0.9部	6.0部	0.5部	0.3部	0.2部	0.0部	0.8T	120
実施例82	6.0部	0.7部	6.7部	0.6部	5.0部	0.0部	0.0部	0.5T	120
実施例83	6.0部	0.7部	6.7部	0.6部	5.0部	0.0部	0.0部	0.8T	120
実施例84	1.6部	0.5部	4.0部	0.3部	1.0部	0.1部	0.0部	0.5T	120
実施例85	1.6部	0.5部	4.0部	0.3部	1.0部	0.1部	0.0部	0.8T	120
実施例86	6.0部	0.7部	6.7部	0.6部	5.0部	0.0部	0.0部	0.8T	100
実施例87	6.0部	0.7部	6.7部	0.6部	5.0部	0.0部	0.0部	0.8T	80
比較例38	1.6部	3.0部	6.7部	0.0部	7.0部	0.3部	0.0部	0T	150
比較例39	4.0部	1.6部	33.3部	0.0部	2.0部	0.1部	0.0部	0T	150
比較例40	6.4部	1.6部	3.3部	0.3部	2.0部	0.4部	0.0部	0T	150
比較例41	4.0部	1.6部	33.3部	0.3部	2.0部	0.4部	0.0部	0T	150
比較例42	6.4部	1.6部	3.3部	0.0部	2.0部	0.6部	0.0部	0T	150
比較例43	6.4部	1.6部	13.3部	0.0部	0.0部	0.0部	3.0部	0T	150
比較例44	4.0部	3.0部	13.3部	0.0部	0.0部	0.0部	3.0部	0T	150
比較例45	4.0部	3.0部	33.3部	0.0部	0.0部	0.0部	3.0部	0T	150
比較例46	1.6部	1.6部	13.3部	0.0部	0.0部	0.0部	1.0部	0T	150
比較例47	6.4部	0.5部	13.3部	0.0部	0.0部	0.0部	1.0部	0T	150
比較例48	6.4部	1.6部	33.3部	0.0部	0.0部	0.0部	1.0部	0T	150
比較例49	4.0部	0.5部	13.3部	0.0部	0.0部	0.0部	3.0部	0T	150
比較例50	1.6部	3.0部	6.7部	0.0部	7.0部	0.3部	0.0部	0.3T	120
比較例51	6.4部	1.6部	3.3部	0.3部	2.0部	0.4部	0.0部	0.5T	120
比較例52	1.6部	3.0部	6.7部	0.0部	0.0部	0.0部	2.5部	0.8T	120
比較例53	1.6部	3.0部	6.7部	0.0部	7.0部	0.3部	0.0部	0.8T	100
比較例54	2.0部	2.5部	20.0部	0.6部	5.0部	0.3部	0.0部	0T	100
実施例88	6.0部	2.5部	20.0部	0.0部	5.0部	0.3部	0.0部	0T	100
実施例89	6.0部	0.7部	20.0部	0.6部	0.2部	0.3部	0.0部	0T	100
実施例90	2.0部	2.5部	20.0部	0.6部	5.0部	0.3部	0.0部	1.0T	120
実施例91	6.0部	2.5部	20.0部	0.0部	5.0部	0.3部	0.0部	1.0T	120
実施例92	6.0部	0.7部	20.0部	0.6部	0.2部	0.3部	0.0部	1.0T	120

【 0 2 2 3 】

【表 8 - 1】

	個数分布A			個数分布B			垂直方向保磁力 (Oe)	SNR (dB)
	1nm以上50nm以下	51nm以上100nm以下	101nm以上	1nm以上50nm以下	51nm以上100nm以下	101nm以上		
実施例55	30000	25000	3000	25000	5000	200	2500	3.0
実施例56	10000	25000	3000	25000	5000	200	2500	3.0
実施例57	30000	25000	3000	1000	5000	200	2500	3.0
実施例58	30000	7000	3000	25000	200	200	2500	3.0
実施例59	30000	25000	1000	1000	200	200	2500	3.0
実施例60	30000	7000	3000	25000	200	0	2500	3.5
実施例61	30000	7000	1000	25000	5000	0	2500	3.5
実施例62	20000	16000	2000	25000	5000	0	2500	3.5
実施例63	30000	25000	1000	10000	2000	100	2500	3.0
実施例64	20000	16000	2000	10000	2000	100	2500	3.0
実施例65	20000	7000	2000	1000	200	100	2500	3.0
実施例66	30000	16000	1000	1000	2000	200	2500	3.0
実施例67	10000	25000	3000	1000	200	200	2500	3.0
実施例68	10000	7000	1000	25000	5000	200	2500	3.0
実施例69	30000	25000	3000	1000	200	0	2500	3.5
実施例70	10000	7000	1000	25000	200	200	2500	3.0
実施例71	30000	7000	3000	1000	200	0	2500	3.5
実施例72	30000	7000	1000	25000	200	0	2500	3.5
実施例73	10000	7000	3000	1000	200	200	2500	3.0
実施例74	10000	7000	1000	1000	200	0	2500	3.5
実施例75	10000	7000	1000	1000	200	0	2500	5.0
実施例76	10000	7000	1000	1000	200	0	2500	6.0
実施例77	10000	7000	1000	1000	200	0	3200	5.0
実施例78	10000	7000	1000	1000	200	0	3500	6.0
実施例79	10000	7000	1000	1000	200	0	2800	4.5
実施例80	30000	25000	3000	25000	5000	200	3200	4.0
実施例81	30000	25000	3000	25000	5000	200	3500	5.0
実施例82	30000	7000	1000	25000	5000	0	3200	5.0
実施例83	30000	7000	1000	25000	5000	0	3500	6.0
実施例84	20000	16000	2000	10000	2000	100	3200	4.0
実施例85	20000	16000	2000	10000	2000	100	3500	5.0
実施例86	30000	7000	1000	25000	5000	0	3500	7.0
実施例87	30000	7000	1000	25000	5000	0	3500	8.0

【 0 2 2 4】

10

20

30

40

50

【表 8 - 2】

	個数分布A			個数分布B			垂直方向保磁力 (Oe)	SNR (dB)
	1nm以上50nm以下	51nm以上100nm以下	101nm以上	1nm以上50nm以下	51nm以上100nm以下	101nm以上		
比較例38	8000	30000	1000	0	7000	200	2000	0.0
比較例39	20000	16000	5000	600	2000	100	2000	0.0
比較例40	32000	16000	500	10000	2000	280	2000	0.0
比較例41	20000	16000	5000	10000	2000	280	2000	0.0
比較例42	32000	16000	500	600	2000	450	2000	0.0
比較例43	32000	16000	2000	0	7000	240	2000	0.0
比較例44	20000	30000	2000	0	7000	240	2000	0.0
比較例45	20000	30000	5000	0	7000	240	2000	0.0
比較例46	8000	16000	2000	0	2000	80	2000	0.0
比較例47	32000	5000	2000	0	2000	80	2000	0.0
比較例48	32000	16000	5000	0	2000	80	2000	0.0
比較例49	20000	5000	2000	0	2000	240	2000	0.0
比較例50	8000	30000	1000	0	7000	200	2500	0.5
比較例51	32000	16000	500	10000	2000	280	3200	0.5
比較例52	8000	30000	1000	0	7000	200	3500	1.0
比較例53	8000	30000	1000	0	7000	200	3500	1.0
比較例54	10000	25000	3000	25000	5000	200	2000	1.0
実施例88	30000	25000	3000	1000	5000	200	2000	1.0
実施例89	30000	7000	3000	25000	200	200	2000	1.5
実施例90	10000	25000	3000	25000	5000	200	3600	1.5
実施例91	30000	25000	3000	1000	5000	200	3600	0.5
実施例92	30000	7000	3000	25000	200	200	3600	0.5

【0225】

表 8 に示された結果から、個数分布 A が上記 (1) ~ (3) を満たし、個数分布 B が上記 (4) ~ (6) を満たし、かつ垂直方向保磁力が 25000 Oe 以上 35000 Oe 以下の磁気テープと、ライトギャップ長が 120 nm 以下の記録素子を備えた記録ヘッドとを組み合わせ使用することが（実施例 55 ~ 実施例 87）、電磁変換特性の向上に有効であることが確認できる。

【産業上の利用可能性】

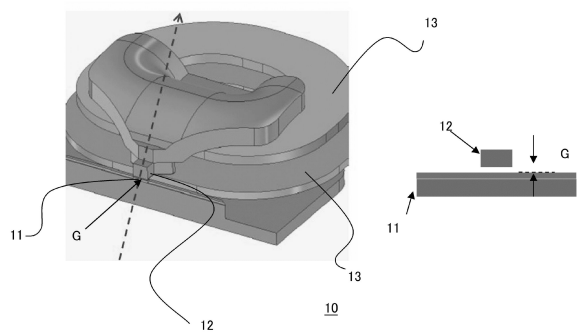
【0226】

本発明の一態様は、アーカイブ用記録媒体として用いられる磁気記録媒体の技術分野に

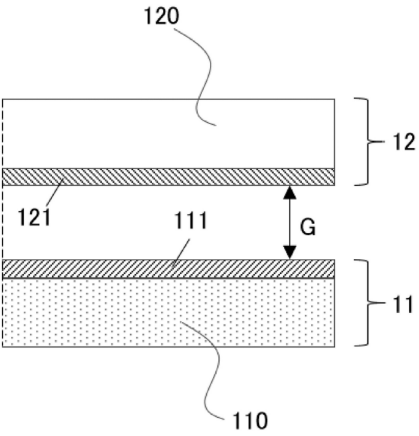
において有用である。また、本発明の一態様は、高密度記録用磁気記録媒体の技術分野において有用である。

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

G 1 1 B	5/78 (2006.01)	G 1 1 B	5/78	
G 1 1 B	5/31 (2006.01)	G 1 1 B	5/31	D
G 1 1 B	23/30 (2006.01)	G 1 1 B	5/31	E
G 1 1 B	5/84 (2006.01)	G 1 1 B	23/30	E
		G 1 1 B	5/84	C

神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地 富士フイルム株式会社内

審査官 中野 和彦

(56)参考文献

特開 2 0 1 9 - 0 0 3 7 1 1 (J P , A)
 特開 2 0 1 9 - 0 6 7 4 7 9 (J P , A)
 特開 2 0 1 6 - 1 9 4 9 6 2 (J P , A)
 特開 2 0 1 8 - 1 3 7 0 2 6 (J P , A)
 特開 2 0 0 4 - 0 3 9 0 7 8 (J P , A)
 特開 2 0 0 2 - 0 0 8 2 1 9 (J P , A)
 特開 2 0 1 9 - 0 2 3 9 5 0 (J P , A)
 特開平 0 9 - 2 1 9 0 0 8 (J P , A)
 特開平 0 8 - 0 6 9 6 0 8 (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 3 8**
G 1 1 B **5 / 7 3 5**
G 1 1 B **5 / 7 0 8**
G 1 1 B **5 / 7 0 6**
G 1 1 B **5 / 7 8**
G 1 1 B **5 / 3 1**
G 1 1 B **2 3 / 3 0**
G 1 1 B **5 / 8 4**