

(19)日本国特許庁(JP)

**(12)特許公報(B2)**

(11)特許番号  
**特許第7109508号**  
**(P7109508)**

(45)発行日 令和4年7月29日(2022.7.29)

(24)登録日 令和4年7月21日(2022.7.21)

(51)国際特許分類

F I

G 1 1 B	5/70 (2006.01)	G 1 1 B	5/70
G 1 1 B	5/78 (2006.01)	G 1 1 B	5/78
G 1 1 B	5/738(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	5/584(2006.01)	G 1 1 B	5/584

請求項の数 9 (全27頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2020-122807(P2020-122807)  
 (22)出願日 令和2年7月17日(2020.7.17)  
 (62)分割の表示 特願2018-141867(P2018-141867  
     )の分割  
     原出願日 平成30年7月27日(2018.7.27)  
 (65)公開番号 特開2020-177722(P2020-177722  
     A)  
 (43)公開日 令和2年10月29日(2020.10.29)  
 審査請求日 令和3年7月15日(2021.7.15)

(73)特許権者 306037311  
     富士フィルム株式会社  
     東京都港区西麻布2丁目26番30号  
 (74)代理人 110000109  
     特許業務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  
     フィルム株式会社内  
 審査官 川中 龍太

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気テープ、磁気テープカートリッジおよび磁気テープ装置

**(57)【特許請求の範囲】****【請求項1】**

非磁性支持体上に強磁性粉末を含む磁性層を有する磁気テープであって、前記磁性層はサーボパターンを有し、前記磁気テープの総厚は、1.00 μm以上6.00 μm以下であり、前記磁性層の面内方向について測定される屈折率N<sub>x y</sub>と前記磁性層の厚み方向について測定される屈折率N<sub>z</sub>との差分、N<sub>x y</sub> - N<sub>z</sub>、は0.25以上0.40以下である磁気テープ。

**【請求項2】**

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に記載の磁気テープ。

**【請求項3】**

前記磁性層と前記非磁性層との合計厚みは0.60 μm以下である、請求項2に記載の磁気テープ。

**【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ツクコート層を有する、請求項1～3のいずれか1項に記載の磁気テープ。

**【請求項5】**

前記サーボパターンはタイミングベースサーボパターンである、請求項1～4のいずれか1項に記載の磁気テープ。

10

20

**【請求項 6】**

前記磁気テープの総厚は、 $1.00\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $5.70\text{ }\mu\text{m}$ 以下である、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の磁気テープ。

**【請求項 7】**

前記磁気テープの総厚は、 $1.00\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $5.50\text{ }\mu\text{m}$ 以下である、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の磁気テープ。

**【請求項 8】**

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の磁気テープを含む磁気テープカートリッジ。

**【請求項 9】**

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の磁気テープと、磁気ヘッドと、を含む磁気テープ装置。10

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、磁気テープ、磁気テープカートリッジおよび磁気テープ装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

磁気記録媒体にはテープ状のものとディスク状のものがあり、データバックアップ等のストレージ用途には、テープ状の磁気記録媒体、即ち磁気テープが主に用いられている。

**【0003】**

磁気テープは、通常、磁気テープカートリッジ内にリールに巻き取られた状態で収容される。磁気テープへの情報の記録および再生は、通常、磁気テープカートリッジを、ドライブと呼ばれる磁気テープ装置にセットし、磁気テープ装置内で磁気テープを走行させて磁気テープ表面（磁性層表面）と磁気ヘッドとを接触させ摺動させることにより行われる。詳しくは、磁気テープへの情報の記録は、通常、磁気テープのデータバンドに磁気信号を記録することにより行われる。これによりデータバンドにデータトラックが形成される。

**【0004】**

近年の情報量の莫大な増大に伴い、磁気テープには記録容量を高めること（高容量化）が求められている。この高容量化のための手段としては、データトラックの幅を狭くすることにより、磁気テープの幅方向に、より多くのデータトラックを配置して記録密度を高めることが挙げられる。20

**【0005】**

しかしデータトラックの幅を狭くすると、磁気テープを磁気テープ装置（一般に、「ドライブ」と呼ばれる。）内で走行させて情報の記録および／または再生を行う際、磁気テープの位置変動によって、磁気ヘッドがデータトラックに正確に追従することが困難となり、記録および／または再生時にエラーを起こし易くなってしまう。そこで、かかるエラーの発生を抑制するための手段として、近年、サーボ信号を利用するヘッドトラッキングサーボを用いた行うシステム（以下、「サーボシステム」と記載する。）が提案され、実用化されている（例えば特許文献 1 参照）。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0006】****【文献】米国特許第 5 6 8 9 3 8 4 号****【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

サーボシステムの中で、磁気サーボ方式のサーボシステムでは、サーボパターン（サーボ信号）を磁気テープの磁性層に形成し、このサーボパターンを磁気的に読み取ってヘッドトラッキングを行う。詳しくは、次の通りである。

まずサーボヘッドにより、磁性層に形成されているサーボパターンを読み取る（即ち、

1020304050

サーボ信号を再生する)。サーボパターンを読み取ることにより得られた値に応じて、磁気テープ装置内で磁気ヘッドの位置を制御する。これにより、情報の記録および/または再生のために磁気テープ装置内で磁気テープを搬送する際、磁気テープの位置が変動しても、磁気ヘッドがデータトラックに追従する精度を高めることができる。例えば、磁気テープを磁気テープ装置内で搬送して情報の記録および/または再生を行う際、磁気テープの位置が磁気ヘッドに対して幅方向に変動しても、サーボシステムによりヘッドトラッキングを行うことによって、磁気テープ装置内で磁気テープの幅方向における磁気ヘッドの位置を制御することができる。こうして、磁気テープ装置において磁気テープに正確に情報を記録すること、および/または、磁気テープに記録されている情報を正確に再生すること、が可能となる。

10

#### 【0008】

しかし、本発明者が検討する中で、サーボシステムにおいて、磁気テープを走行させながらヘッドトラッキングを続けていくと、サーボヘッドにより再生されるサーボ信号の出力が走行初期と比べて低下する現象(以下、「サーボ信号の出力低下」とも記載する。)が発生することが明らかとなった。サーボ信号の出力低下は、サーボシステムにおいて磁気ヘッドをデータトラックに追従させる精度(以下、「ヘッド位置決め精度」と記載する。)の低下の原因となってしまう。したがって、サーボシステムにおいて、磁気テープへ情報をより正確に記録し、および/または、磁気テープに記録されている情報をより正確に再生するためには、サーボ信号の出力低下を抑制することが望ましい。

20

#### 【0009】

本発明の一態様は、サーボシステムにおけるサーボ信号の出力低下が少ない磁気テープ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】

#### 【0010】

本発明の一態様は、  
非磁性支持体上に強磁性粉末および結合剤を含む磁性層を有する磁気テープであって、  
上記磁性層はサーボパターンを有し、  
上記磁性層の面内方向について測定される屈折率 $N_x y$ と上記磁性層の厚み方向について測定される屈折率 $N_z$ との差分の絶対値 $|N|$ (以下、「(磁性層の) $|N|$ 」とも記載する。)は0.25以上0.40以下の磁気テープ、

30

に関する。

#### 【0011】

一態様では、上記屈折率 $N_x y$ と上記屈折率 $N_z$ との差分( $N_x y - N_z$ )は0.25以上0.40以下であることができる。

#### 【0012】

一態様では、上記磁気テープは、上記非磁性支持体と上記磁性層との間に、非磁性粉末および結合剤を含む非磁性層を有することができる。

#### 【0013】

一態様では、上記磁性層と上記非磁性層との合計厚みは、0.60 $\mu m$ 以下であることができる。

40

#### 【0014】

一態様では、上記磁気テープは、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、非磁性粉末および結合剤を含むバックコート層を有することができる。

#### 【0015】

一態様では、上記サーボパターンは、タイミングベースサーボパターンであることができる。

#### 【0016】

本発明の更なる態様は、上記磁気テープを含む磁気テープカートリッジに関する。

#### 【0017】

本発明の更なる態様は、上記磁気テープと、磁気ヘッドと、を含む磁気テープ装置に関

50

する。

**【発明の効果】**

**【0018】**

本発明の一態様によれば、磁性層にサーボパターンが形成された磁気テープであって、サーボシステムにおけるサーボ信号の出力低下が抑制された磁気テープを提供することができる。また、本発明の一態様によれば、上記磁気テープを含む磁気テープカートリッジおよび磁気テープ装置を提供することができる。

**【図面の簡単な説明】**

**【0019】**

**【図1】データバンドおよびサーボバンドの配置例を示す。**

10

**【図2】LTO (Linear-Tape-Open) Ultriumフォーマットテープのサーボパターン配置例を示す。**

**【発明を実施するための形態】**

**【0020】**

**[磁気テープ]**

本発明の一態様は、非磁性支持体上に強磁性粉末および結合剤を含む磁性層を有する磁気テープであって、上記磁性層はサーボパターンを有し、上記磁性層の面内方向について測定される屈折率 $N_x \times y$ と上記磁性層の厚み方向について測定される屈折率 $N_z$ との差分の絶対値 $|N|$ は0.25以上0.40以下である磁気テープに関する。

以下、上記磁気テープについて、更に詳細に説明する。以下の記載には、本発明者の推察が含まれる。かかる推察によって本発明は限定されるものではない。また、以下では、図面に基づき例示的に説明することがある。ただし、例示される態様に本発明は限定されるものではない。

20

**【0021】**

**<磁性層>**

**(サーボパターン)**

上記磁気テープは、磁性層にサーボパターンを有する。磁性層へのサーボパターンの形成は、サーボライトヘッド(servo write head)により、磁性層の特定の位置を磁化することにより行われる。サーボライトヘッドとは、サーボ信号の記録(即ち、サーボパターンの形成)を行うヘッドである。ヘッドトラッキングサーボを可能とするためのサーボパターンの形状および磁性層における配置は公知である、上記磁気テープの磁性層が有するサーボパターンについては、公知技術を適用することができる。例えば、ヘッドトラッキングサーボの方式としては、タイミングベースサーボ方式と振幅ベースサーボ方式が知られている。上記磁気テープの磁性層が有するサーボパターンは、いずれの方式のヘッドトラッキングサーボを可能とするサーボパターンでもよい。また、タイミングベースサーボ方式でのヘッドトラッキングサーボを可能とするサーボパターン(即ち、タイミングベースサーボパターン)と振幅ベースサーボ方式でのヘッドトラッキングサーボを可能とするサーボパターンとが磁性層に形成されていてもよい。

30

**【0022】**

以下に、ヘッドトラッキングサーボの具体的な態様の1つとして、タイミングベースサーボ方式のヘッドトラッキングサーボについて記載する。ただし本発明におけるヘッドトラッキングサーボは、下記具体的な態様に限定されるものではない。

40

**【0023】**

タイミングベースサーボ方式のヘッドトラッキングサーボでは、二種以上の異なる形状の複数のサーボパターンを磁性層に形成し、サーボヘッドが、異なる形状の2つのサーボパターンを読み取った時間間隔と、同種の形状の2つのサーボパターンを読み取った時間間隔と、によりサーボヘッドの位置を認識する。こうして認識されたサーボヘッドの位置に基づき、磁気テープの幅方向における磁気ヘッドの位置が制御される。ここで位置制御が行われる磁気ヘッドは、一態様では磁気テープに記録された情報を再生する磁気ヘッド(再生ヘッド)であり、他の一態様では磁気テープに情報を記録する磁気ヘッド(記録ヘ

50

ツド)である。

#### 【0024】

図1に、データバンドおよびサーボバンドの配置例を示す。図1中、磁気テープ1の磁性層には、複数のサーボバンド10が、ガイドバンド12に挟まれて配置されている。2本のサーボバンドに挟まれた複数の領域11が、データバンドである。サーボパターンは、磁化領域であって、サーボライトヘッドにより磁性層の特定の領域を磁化することによって形成される。サーボライトヘッドにより磁化する領域(サーボパターンを形成する位置)は規格により定められている。例えば、業界標準規格であるLTO Ultriumフォーマットテープには、磁気テープ製造時に、図2に示すようにテープ幅方向に対して傾斜した複数のサーボパターンが、サーボバンド上に形成される。詳しくは、図2中、サーボバンド10上のサーボフレームSFは、サーボサブフレーム1(SSF1)およびサーボサブフレーム2(SSF2)から構成される。サーボサブフレーム1は、Aバースト(図2中、符号A)およびBバースト(図2中、符号B)から構成される。AバーストはサーボパターンA1~A5から構成され、BバーストはサーボパターンB1~B5から構成される。一方、サーボサブフレーム2は、Cバースト(図2中、符号C)およびDバースト(図2中、符号D)から構成される。CバーストはサーボパターンC1~C4から構成され、DバーストはサーボパターンD1~D4から構成される。このような18本のサーボパターンが5本と4本のセットで、5、5、4、4、の配列でサブフレームに配置され、サーボフレームを識別するために用いられる。図2には、説明のために1つのサーボフレームを示した。ただし、実際には、タイミングベースサーボ方式のヘッドトラッキングサーボが行われる磁気テープの磁性層では、各サーボバンドに、複数のサーボフレームが走行方向に配置されている。図2中、矢印は走行方向を示している。例えば、LTO Ultriumフォーマットテープは、通常、磁性層の各サーボバンドに、テープ長1mあたり5000以上のサーボフレームを有する。サーボヘッドは、磁気テープ装置内で搬送される磁気テープの磁性層表面と接触し摺動しながら、複数のサーボフレームにおいて順次サーボパターンの読み取りを行う。

#### 【0025】

タイミングベースサーボ方式のヘッドトラッキングサーボでは、異なる形状の2つのサーボパターンをサーボヘッドが読み取った(サーボ信号を再生した)時間間隔と、同種の形状の2つのサーボパターンを読み取った時間間隔と、によりサーボヘッドの位置を認識する。時間間隔は、通常、サーボ信号の再生波形のピークの時間間隔として求められる。例えば、図2に示す態様では、AバーストのサーボパターンとCバーストのサーボパターンが同種の形状のサーボパターンであり、BバーストのサーボパターンとDバーストのサーボパターンが同種の形状のサーボパターンである。AバーストのサーボパターンおよびCバーストのサーボパターンは、BバーストのサーボパターンおよびDバーストのサーボパターンとは形状が異なるサーボパターンである。異なる形状の2つのサーボパターンをサーボヘッドが読み取った時間間隔とは、例えば、Aバーストのいずれかのサーボパターンを読み取った時間とBバーストのいずれかのサーボパターンを読み取った時間との間隔である。同種の形状の2つのサーボパターンをサーボヘッドが読み取った時間間隔とは、例えば、Aバーストのいずれかのサーボパターンを読み取った時間とCバーストのいずれかのサーボパターンを読み取った時間との間隔である。タイミングベースサーボ方式のヘッドトラッキングサーボは、上記の時間間隔が設定値からずれた場合、時間間隔のズレは磁気テープの幅方向の位置変動に起因して発生することを前提とするシステムである。設定値とは、磁気テープが幅方向で位置変動を起こさずに走行する場合の時間間隔である。タイミングベースサーボシステムでは、求められた時間間隔の設定値からのズレの程度に応じて、磁気ヘッドを幅方向に移動させる。詳しくは、時間間隔の設定値からのズレが大きいほど、磁気ヘッドを幅方向に大きく移動させる。この点は、図1および図2に示す態様に限定されずタイミングベースサーボシステム全般に当てはまる。

#### 【0026】

例えばタイミングベースサーボシステムを用いる磁気テープ装置内で磁気テープを走行

10

20

30

40

50

させて磁気ヘッドによって磁気信号（情報）の記録または再生を行う際、サーボヘッドによってサーボパターンを読み取り続ける（サーボ信号を再生し続ける）うちにサーボ信号の出力が低下することは、上記の時間間隔の測定精度の低下をもたらす。その結果、走行を続けるうちにヘッド位置決め精度は低下してしまう。タイミングベースサーボシステムに限らず、サーボシステムを用いる磁気テープ装置においてサーボヘッドによってサーボパターンを読み取り続けるうちにサーボ信号の出力が低下すると、走行を続けるうちにヘッド位置決め精度は低下してしまう。

以上の点に関し、本発明者は、サーボ信号の出力低下の主な原因としては、サーボライトヘッドが磁気テープの磁性層表面と接触し摺動しながら磁性層に複数のサーボパターンを順次形成していくうちに、サーボライトヘッドに異物が付着することにあると考えている。付着した異物の影響によってサーボライトヘッドのサーボパターン形成能力が低下する結果、サーボパターンの形成を続けるうちに、形成されるサーボパターンの磁気力が徐々に低下すると推察される。このように形成されたサーボパターンを有する磁性層では、サーボヘッドによってサーボパターンを読み取り続ける（サーボ信号を再生し続ける）うちに、サーボ信号の出力が低下してしまうと考えられる。サーボヘッドとは、サーボ信号の再生（即ち、サーボパターンの読み取り）を行うヘッドである。

これに対し、かかるサーボ信号の出力低下は、磁性層の  $N$  を  $0.25$  以上  $0.40$  以下とすることにより抑制できることが、本発明者の鋭意検討の結果、明らかとなった。この点に関する本発明者の推察は、後述する。

#### 【0027】

##### (磁性層の $N$ )

本発明および本明細書において、磁性層の面内方向について測定される屈折率  $N_{xy}$  と磁性層の厚み方向について測定される屈折率  $N_z$  との差分の絶対値  $|N|$  は、以下の方法によって求められる値とする。

磁性層の各方向についての屈折率は、分光エリプソメトリーにより 2 層モデルを用いて求めるものとする。分光エリプソメトリーにより 2 層モデルを用いて磁性層の屈折率を求めるためには、磁性層と隣接する部分の屈折率の値が用いられる。以下では、非磁性支持体上に非磁性層と磁性層とがこの順に積層された層構成を有する磁気テープについて、磁性層の屈折率  $N_{xy}$  および  $N_z$  を求める場合を例に説明する。ただし、本発明の一態様にかかる磁気テープは、非磁性支持体上に非磁性層を介さずに磁性層が直接積層された層構成の磁気テープであることもできる。かかる構成の磁気テープについては、磁性層と非磁性支持体との 2 層モデルを用いて、以下の方法と同様に磁性層の各方向についての屈折率を求める。また、以下に記載の入射角度は、垂直入射の場合の入射角度を  $0^\circ$  としたときの入射角度である。

##### (1) 測定用試料の準備

非磁性支持体の磁性層を有する表面とは反対側の表面上にバックコート層を有する磁気テープについては、磁気テープから切り出した測定用試料のバックコート層を除去した後に測定を行う。バックコート層の除去は、バックコート層を溶媒を用いて溶解する等の公知の方法により行うことができる。溶媒としては、例えばメチルエチルケトンを用いることができる。ただし、バックコート層を除去できる溶媒であればよい。バックコート層除去後の非磁性支持体表面は、エリプソメーターでの測定において、この表面での反射光が検出されないように公知の方法により粗面化する。粗面化は、例えばバックコート層除去後の非磁性支持体表面をサンドペーパーを用いて研磨する方法等によって行うことができる。バックコート層を持たない磁気テープから切り出した測定用試料については、磁性層を有する表面とは反対側の非磁性支持体表面について、粗面化を行う。

また、下記の非磁性層の屈折率測定のためには、更に磁性層を除去して非磁性層表面を露出させる。下記の非磁性支持体の屈折率測定のためには、更に非磁性層も除去して非磁性支持体の磁性層側の表面を露出させる。各層の除去は、バックコート層の除去について記載したように、公知の方法により行うことができる。なお以下に記載の長手方向とは、測定用試料が切り出される前に磁気テープに含まれていたときに、磁気テープの長手方向

10

20

30

40

50

であった方向をいうものとする。この点は、以下に記載のその他の方向についても、同様である。

### (2) 磁性層の屈折率測定

エリプソメーターを用いて、入射角度を 65°、70° および 75° とし、長手方向から磁性層表面にビーム径 300 μm の入射光を照射することにより、(s 偏光と p 偏光の位相差) および (s 偏光と p 偏光の振幅比) を測定する。測定は入射光の波長を 400 ~ 700 nm の範囲で 1.5 nm 刻みで変化させて行い、各波長について測定値を求める。

各波長における磁性層の および の測定値、下記方法により求められる各方向における非磁性層の屈折率、ならびに磁性層の厚みを用いて、以下のように 2 層モデルによって各波長における磁性層の屈折率を求める。

2 層モデルの基板である第 0 層を非磁性層とし、第 1 層を磁性層とする。空気 / 磁性層と磁性層 / 非磁性層の界面の反射のみを考慮し非磁性層の裏面反射の影響はないものと見做して 2 層モデルを作成する。得られた測定値に最も整合する第 1 層の屈折率を最小二乗法によってフィッティングにより求める。フィッティングの結果から得られた波長 600 nm における値として、長手方向における磁性層の屈折率  $N_x$  、および長手方向から入射光を入射させて測定した磁性層の厚み方向における屈折率  $N_{z_1}$  を求める。

入射光を入射させる方向を磁気テープの幅方向とする点以外は上記と同様として、フィッティングの結果から得られた波長 600 nm における値として、幅方向における磁性層の屈折率  $N_y$  、および幅方向から入射光を入射させて測定した磁性層の厚み方向における屈折率  $N_{z_2}$  を求める。

フィッティングは、以下の手法により行う。

一般的に「複素屈折率  $n = n_r + i n_i$ 」である。ここで、 $n_r$  は屈折率の実数部であり、 $n_i$  は消光係数であり、 $i$  は虚数である。複素誘電率  $\epsilon = \epsilon_1 + i \epsilon_2$  ( $\epsilon_1$  と  $\epsilon_2$  はクラマース・クローニッヒの関係を満たしている) と  $\epsilon_1 = \epsilon_2 - \epsilon_2^2$ 、 $\epsilon_2 = 2 \epsilon_1$  の関係にあり、 $N_x$  および  $N_{z_1}$  算出の際は、 $N_x$  の複素誘電率を  $\epsilon_x = \epsilon_{x1} + i \epsilon_{x2}$ 、 $N_{z_1}$  の複素誘電率を  $\epsilon_{z1} = \epsilon_{z11} + i \epsilon_{z12}$  とする。

$\epsilon_x$  を 1 つのガウシアンとし、ピーク位置が 5.8 ~ 5.1 eV、 $\epsilon_{z1}$  が 4 ~ 3.5 eV の任意の点を出発点とし、測定波長域 (400 ~ 700 nm) の外に誘電率にオフセットとなるパラメータを置き、測定値を最小二乗フィッティングすることにより  $N_x$  を求める。同様に、 $\epsilon_{z1}$  はピーク位置が 3.2 ~ 2.9 eV、 $\epsilon_{z1}$  が 1.5 ~ 1.2 eV の任意の点を出発点とし、オフセットパラメータを置き、測定値を最小二乗フィッティングすることにより  $N_{z_1}$  を求める。 $N_y$  および  $N_{z_2}$  も同様に求める。磁性層の面内方向について測定される屈折率  $N_{xy}$  は、「 $N_{xy} = (N_x + N_y) / 2$ 」として求める。磁性層の厚み方向について測定される屈折率  $N_z$  は、「 $N_z = (N_{z_1} + N_{z_2}) / 2$ 」として求める。求められた  $N_{xy}$  と  $N_z$  から、これらの差分の絶対値  $|N|$  を求める。

### (3) 非磁性層の屈折率測定

以下の点を除き、上記方法と同様に非磁性層の波長 600 nm における屈折率（長手方向における屈折率、幅方向における屈折率、長手方向から入射光を入射させて測定される厚み方向における屈折率、および幅方向から入射光を入射させて測定される厚み方向における屈折率）を求める。

入射光の波長は、250 ~ 700 nm の範囲で 1.5 nm 刻みで変化させる。

非磁性層と非磁性支持体の 2 層モデルを用いて、2 層モデルの基板である第 0 層を非磁性支持体とし、第 1 層を非磁性層とする。空気 / 非磁性層と非磁性層 / 非磁性支持体の界面の反射のみを考慮し非磁性支持体の裏面反射の影響はないものと見做して 2 層モデルを作成する。

フィッティングにおいて、複素誘電率の虚部 ( $\epsilon_2$ ) に、7か所のピーク (0.6 eV、2.3 eV、2.9 eV、3.6 eV、4.6 eV、5.0 eV、6.0 eV) を仮定し、測定波長域 (250 ~ 700 nm) の外に誘電率にオフセットとなるパラメータを置く。

#### (4) 非磁性支持体の屈折率測定

2層モデルにより非磁性層の屈折率を求めるために用いられる非磁性支持体の波長600 nmにおける屈折率(長手方向における屈折率、幅方向における屈折率、長手方向から入射光を入射させて測定される厚み方向における屈折率、および幅方向から入射光を入射させて測定される厚み方向における屈折率)は、以下の点を除き、磁性層の屈折率測定のための上記方法と同様に求める。

2層モデルを用いず、表面反射のみの1層モデルを用いる。

フィッティングは、コーチーモデル( $n = A + B / \lambda^2$ 、nは屈折率、AおよびBはそれぞれフィッティングにより定まる定数、 $\lambda$ は波長)により行う。

#### 【0028】

本発明者は、上記磁気テープにおいて、サーボ信号の出力低下の抑制が可能な理由について、以下のように推察している。

先に記載したように、サーボライトヘッドが磁気テープの磁性層表面と接触し摺動しながら磁性層に複数のサーボパターンを順次形成していくうちに、サーボライトヘッドに異物が付着することが、結果的に、サーボヘッドによってサーボパターンを読み取り続ける(サーボ信号を再生し続ける)うちに、サーボ信号の出力が低下してしまう原因と考えられる。

以上の点に関して、本発明者は、上記方法により求められるNは、磁性層の表層領域における強磁性粉末の存在状態の指標となり得る値と考えている。このNは、磁性層における強磁性粉末の配向状態に加えて、結合剤の存在状態、強磁性粉末の密度分布等の各種要因の影響を受ける値と推察される。そして、各種要因を制御することによってNを0.25以上0.40以下とした磁性層は、磁性層表面の強度が高くサーボライトヘッドと摺動しても削れ難いと考えられる。その結果、磁性層表面が削れて発生した削れ屑が異物としてサーボライトヘッドに付着することを抑制できることが、サーボ信号の出力低下の抑制に寄与するのではないかと本発明者は推察している。ただし推察に過ぎず、本発明は上記推察に何ら限定されない。

#### 【0029】

上記磁気テープの磁性層のNは、0.25以上0.40以下である。サーボ信号の出力低下をより一層抑制する観点からは、Nは0.25以上0.35以下であることが好ましい。Nを調整するための手段の具体的な様子は、後述する。

#### 【0030】

Nは、Nx yとNzとの差分の絶対値である。Nx yは磁性層の面内方向について測定される屈折率であり、Nzは磁性層の厚み方向について測定される屈折率である。一様では、Nx y > Nz ことができ、他の一様ではNx y < Nz ができる。磁気テープの電磁変換特性の観点からは、Nx y > Nz であることが好ましく、したがってNx yとNzとの差分(Nx y - Nz)が0.25以上0.40以下であることが好ましく、0.25以上0.35以下であることがより好ましい。

#### 【0031】

以上説明したNを調整するための各種手段については後述する。

#### 【0032】

##### (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通常用いられる強磁性粉末を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、磁気記録媒体の記録密度向上の観点から好ましい。この点から、強磁性粉末としては、平均粒子サイズが50 nm以下の強磁性粉末を用いることが好ましく、平均粒子サイズが40 nm以下の強磁性粉末を用いることがより好ましい。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5 nm以上であることが好ましく、10 nm以上であることがより好ましく、15 nm以上であることが更に好ましい。

#### 【0033】

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。

10

20

30

40

50

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。

#### 【0034】

強磁性粉末の好ましい具体例としては、金属粉末を挙げることもできる。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。

#### 【0035】

強磁性粉末の好ましい具体例としては、-酸化鉄粉末を挙げることもできる。-酸化鉄粉末の製造方法としては、グ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-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、上記磁性層において強磁性粉末として使用可能な-酸化鉄粉末の製造方法は限定されない。

#### 【0036】

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50000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等の粉末のサイズに関する値は、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。

#### 【0037】

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。

#### 【0038】

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、不特定形等であって、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。

#### 【0039】

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、

10

20

30

40

50

(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。

#### 【0040】

一態様では、磁性層に含まれる強磁性粉末を構成する強磁性粒子の形状は板状であることができる。以下において、板状の強磁性粒子から構成される強磁性粉末を、板状強磁性粉末と記載する。板状強磁性粉末の平均板状比は、好ましくは 2.5 ~ 5.0 の範囲であることができる。平均板状比とは、上記の定義(2)の場合における(最大長径 / 厚みまたは高さ)の算術平均である。平均板状比が大きいほど、配向処理によって、板状強磁性粉末を構成する強磁性粒子の配向状態の均一性が高まり易い傾向があり、N の値は大きくなる傾向がある。

10

#### 【0041】

また、強磁性粉末の粒子サイズの指標としては、活性化体積を用いることもできる。「活性化体積」とは、磁化反転の単位である。本発明および本明細書に記載の活性化体積は、振動試料型磁束計を用いて保磁力 Hc 測定部の磁場スイープ速度 3 分と 30 分とで雰囲気温度 23 ± 1 の環境下で測定し、以下の Hc と活性化体積 V との関係式から求められる値である。後述の実施例に示されている活性化体積は、東英工業社製振動試料型磁束計を用いて測定を行って求められた値である。

20

$$Hc = 2 Ku / Ms \{ 1 - [ (KT / KuV) \ln (At / 0.693) ]^{1/2} \}$$

[上記式中、Ku : 異方性定数、Ms : 飽和磁化、k : ボルツマン定数、T : 絶対温度、V : 活性化体積、A : スピン歳差周波数、t : 磁界反転時間]

記録密度向上の観点からは、強磁性粉末の活性化体積は、2500 nm³ 以下であることが好ましく、2300 nm³ 以下であることがより好ましく、2000 nm³ 以下であることが更に好ましい。一方、磁化の安定性の観点からは、強磁性粉末の活性化体積は、例えば 800 nm³ 以上であることが好ましく、1000 nm³ 以上であることがより好ましく、1200 nm³ 以上であることが更に好ましい。

30

#### 【0042】

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。磁性層の強磁性粉末以外の成分は、少なくとも結合剤であり、任意に一種以上の更なる添加剤が含まれ得る。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。

#### 【0043】

##### (結合剤、硬化剤)

上記磁気テープは塗布型磁気テープであって、磁性層に結合剤を含む。結合剤とは、一種以上の樹脂である。樹脂はホモポリマーであってもコポリマー(共重合体)であってもよい。磁性層に含まれる結合剤としては、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択したものを単独で用いることができ、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、後述する非磁性層および/またはバッカート層においても結合剤として使用することができる。以上の結合剤については、特開 2010-24113 号公報の段落 0029 ~ 0031 を参照できる。また、結合剤は、電子線硬化型樹脂等の放射線硬化型樹脂であってもよい。放射線硬化型樹脂については、特開 2011-048878 号公報の段落 0044 ~ 0045 を参照できる。

40

結合剤として使用される樹脂の平均分子量は、重量平均分子量として、例えば 10,000

50

00以上200,000以下であることができる。本発明および本明細書における重量平均分子量とは、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー（G P C）によって測定された値をポリスチレン換算して求められる値である。測定条件としては、下記条件を挙げることができる。後述の実施例に示す重量平均分子量は、下記測定条件によって測定された値をポリスチレン換算して求めた値である。

G P C 装置 : H L C - 8 1 2 0 ( 東ソーソー社製 )

カラム : T S K gel M u l t i p o r e H X L - M ( 東ソーソー社製、 7 . 8 m m I D ( Inner Diameter ) × 3 0 . 0 c m )

溶離液 : テトラヒドロフラン ( T H F )

#### 【 0 0 4 4 】

一態様では、結合剤として、酸性基を含む結合剤を用いることができる。本発明および本明細書における酸性基とは、水中または水を含む溶媒（水性溶媒）中で H<sup>+</sup>を放出してアニオンに解離可能な基およびその塩の形態を包含する意味で用いるものとする。酸性基の具体例としては、例えば、スルホン酸基、硫酸基、カルボキシ基、リン酸基、それらの塩の形態等を挙げることができる。例えば、スルホン酸基 (-SO<sub>3</sub>H) の塩の形態とは、-SO<sub>3</sub>M で表され、M が水中または水性溶媒中でカチオンになり得る原子（例えばアルカリ金属原子等）を表す基を意味する。この点は、上記の各種の基の塩の形態についても同様である。酸性基を含む結合剤の一例としては、例えば、スルホン酸基およびその塩からなる群から選ばれる少なくとも一種の酸性基を含む樹脂（例えばポリウレタン樹脂、塩化ビニル樹脂等）を挙げることができる。ただし、磁性層に含まれる樹脂は、これらの樹脂に限定されるものではない。また、酸性基を含む結合剤において、酸性基含有量は、例えば 20 ~ 500 eq / t o n の範囲であることができる。なお eq は当量 ( e q u i v a l e n t ) であり、SI 単位に換算不可の単位である。樹脂に含まれる酸性基等の各種官能基の含有量は、官能基の種類に応じて公知の方法で求めることができる。酸性基含有量が多い結合剤を使用するほど、N の値は大きくなる傾向がある。結合剤は、磁性層形成用組成物中に、強磁性粉末 100 . 0 質量部に対して、例えば 1 . 0 ~ 3 0 . 0 質量部の量で使用することができ、好ましくは 1 . 0 ~ 2 0 . 0 質量部の量で使用することができる。強磁性粉末に対する結合剤の使用量を多くするほど、N の値は大きくなる傾向がある。

#### 【 0 0 4 5 】

また、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 ~ 8 0 . 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 ~ 8 0 . 0 質量部の量で使用することができる。

#### 【 0 0 4 6 】

##### ( 添加剤 )

磁性層には、強磁性粉末および結合剤が含まれ、必要に応じて一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、磁性層に含まれ得る添加剤としては、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、カーボンブラック等を挙げることができる。添加剤は、所望の性質に応じて市販品を適宜選択して使用することができる。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

10

20

30

40

50

照できる。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、0035および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。分散剤は、非磁性層に含まれていてもよい。非磁性層に含まれ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。

#### 【0047】

磁性層には、一種または二種以上の非磁性粉末が含まれることが好ましい。非磁性粉末としては、磁性層表面に適度に突出する突起を形成する突起形成剤として機能することができる非磁性粉末（以下、「突起形成剤」と記載する。）を挙げることができる。突起形成剤は、磁気テープの磁性層表面の摩擦特性制御に寄与し得る成分である。また、磁性層には、研磨剤として機能することができる非磁性粉末（以下、「研磨剤」と記載する。）が含まれてもよい。上記磁気テープの磁性層には、突起形成剤および研磨剤の少なくとも一方が含まれることが好ましく、両方が含まれることがより好ましい。

10

#### 【0048】

突起形成剤としては、一般に突起形成剤として使用される各種非磁性粉末を用いることができる。これらは、無機物質の粉末であっても有機物質の粉末であってもよい。一様では、摩擦特性の均一化の観点からは、突起形成剤の粒度分布は、分布中に複数のピークを有する多分散ではなく、単一ピークを示す单分散であることが好ましい。单分散粒子の入手容易性の点からは、磁性層に含まれる非磁性粉末は無機物質の粉末（無機粉末）であることが好ましい。無機粉末としては、金属酸化物等の無機酸化物、金属炭酸塩、金属硫酸塩、金属窒化物、金属炭化物、金属硫化物等の各粉末を挙げることができ、無機酸化物の粉末であることが好ましい。突起形成剤は、より好ましくはコロイド粒子であり、更に好ましくは無機酸化物コロイド粒子である。また、单分散粒子の入手容易性の観点からは、無機酸化物コロイド粒子は、コロイダルシリカ（シリカコロイド粒子）であることがより好ましい。本発明および本明細書において、「コロイド粒子」とは、少なくとも、メチルエチルケトン、シクロヘキサン、トルエンもしくは酢酸エチル、または上記溶媒の二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100mLあたり1g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。コロイド粒子については、平均粒子サイズは、特開2011-048878号公報の段落0015に平均粒径の測定方法として記載されている方法により求められる値とする。また、他の一様では、突起形成剤は、カーボンブラックであることも好ましい。

20

#### 【0049】

突起形成剤の平均粒子サイズは、例えば30～300nmであり、好ましくは40～200nmである。

30

#### 【0050】

一方、研磨剤は、好ましくはモース硬度8超の非磁性粉末であり、モース硬度9以上の非磁性粉末であることがより好ましい。なおモース硬度の最大値は、ダイヤモンドの10である。具体的には、アルミナ（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）、炭化ケイ素、ボロンカーバイド（B<sub>4</sub>C）、SiO<sub>2</sub>、TiC、酸化クロム（Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）、酸化セリウム、酸化ジルコニウム（ZrO<sub>2</sub>）、酸化鉄、ダイヤモンド等の各粉末を挙げることができ、中でも-Alumin等のアルミナ粉末および炭化ケイ素粉末が好ましい。また、研磨剤の粒子サイズに関しては、粒子サイズの指標である比表面積として、例えば14m<sup>2</sup>/g以上、好ましくは16m<sup>2</sup>/g以上、より好ましくは18m<sup>2</sup>/g以上である。また、研磨剤の比表面積は、例えば40m<sup>2</sup>/g以下であることができる。比表面積とは、窒素吸着法（BET（Brunauer - Emmett - Teller）1点法とも呼ばれる。）により求められる値である。以下において、かかる方法により求められる比表面積を、BET比表面積とも記載する。

40

#### 【0051】

また、突起形成剤および研磨剤が、各機能をより良好に発揮することができるという観点から、磁性層における突起形成剤の含有量は、好ましくは強磁性粉末100.0質量部

50

に対して、1.0～4.0質量部であり、より好ましくは1.5～3.5質量部である。一方、研磨剤については、磁性層における含有量は、好ましくは強磁性粉末100.0質量部に対して1.0～20.0質量部であり、より好ましくは3.0～15.0質量部であり、更に好ましくは4.0～10.0質量部である。

#### 【0052】

研磨剤を含む磁性層に使用され得る添加剤の一例としては、特開2013-131285号公報の段落0012～0022に記載の分散剤を、磁性層形成用組成物における研磨剤の分散性を向上するための分散剤として挙げることができる。

#### 【0053】

##### <非磁性層>

次に非磁性層について説明する。上記磁気テープは、非磁性支持体上に直接磁性層を有していてもよく、非磁性支持体と磁性層との間に非磁性粉末および結合剤を含む非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0040～0041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。

10

#### 【0054】

非磁性層の結合剤、添加剤等のその他詳細は、非磁性層に関する公知技術が適用できる。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。

#### 【0055】

上記磁気テープの非磁性層には、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含まれるものとする。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10mT以下であるか、保磁力が7.96kA/m(100Oe)以下であるか、または、残留磁束密度が10mT以下であり、かつ保磁力が7.96kA/m(100Oe)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。

30

#### 【0056】

##### <非磁性支持体>

次に、非磁性支持体について説明する。非磁性支持体(以下、単に「支持体」とも記載する。)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。これらの支持体には、あらかじめコロナ放電、プラズマ処理、易接着処理、加熱処理等を行ってもよい。

40

#### 【0057】

##### <バックコート層>

上記磁気テープは、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、非磁性粉末および結合剤を含むバックコート層を有することもできる。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。バックコート層に含まれる結合剤、任意に含まれ得る各種添加剤については、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。

50

## 【0058】

## &lt;各種厚み&gt;

磁気テープカートリッジの1巻あたりの記録容量を高めるためには、磁気テープカートリッジ1巻に収められる磁気テープ全長を長くすることが望ましい。そのためには、磁気テープを薄くすること（以下、「薄型化」と記載する。）が求められる。磁気テープの薄型化のための手段の1つとして、非磁性支持体上に非磁性層と磁性層とをこの順に有する磁気テープについては、非磁性層と磁性層との合計厚みを薄くすることが挙げられる。上記磁気テープが非磁性支持体と磁性層との間に非磁性層を有する場合、非磁性層と磁性層との合計厚みは、磁気テープの薄型化の観点から、0.60 μm以下であることが好ましく、0.50 μm以下であることがより好ましい。また、非磁性層と磁性層との合計厚みは、例えば0.10 μm以上、または0.20 μm以上であることができる。本発明者の検討によれば、非磁性層と磁性層の合計厚みが薄い磁気テープでは、サーボ信号の出力低下が発生し易い傾向が見られた。これに対し、非磁性層と磁性層の合計厚みが薄い磁気テープにおいて、磁性層のNを0.25以上0.40以下とすることにより、サーボ信号の出力低下を抑制することができる。

上記磁気テープの非磁性支持体の厚みは、好ましくは3.00～4.50 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る。磁性層の厚みは、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～0.10 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2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。2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0.10～0.55 μmであり、0.10～0.50 μmであることが好ましい。

バックコート層の厚みは、0.90 μm以下であることが好ましく、0.10～0.70 μmの範囲であることが更に好ましい。

また、磁気テープの総厚は、磁気テープカートリッジ1巻あたりの記録容量向上の観点から、6.00 μm以下であることが好ましく、5.70 μm以下であることがより好ましく、5.50 μm以下であることが更に好ましい。一方、磁気テープの取り扱いの容易性（ハンドリング性）等の観点からは、磁気テープの総厚は1.00 μm以上であることが好ましい。

## 【0059】

各層および非磁性支持体の厚みは、磁気テープの厚み方向の断面を、イオンビーム、ミクロトーム等の公知の手法により露出させた後、露出した断面において走査型透過電子顕微鏡（S T E M ; Scanning Transmission Electron Microscope）により断面観察を行い求めるものとする。厚みの測定方法の具体例については、後述の実施例における厚みの測定方法に関する記載を参照できる。

## 【0060】

## &lt;製造工程&gt;

## (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に応じて設けた混合工程を含む。個々の工程はそれぞれ2段階以上に分かれてもかまわない。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一一種または二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。上記磁気テープ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。混練工程ではオーブンニーダ、連続ニーダ、加圧ニーダ、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。また、強磁性粉末と研磨剤とを別分散することもできる。別分散とは、より詳しくは、研磨剤および溶媒を含む研磨剤液（但し、強磁性粉末を実質的に含まない）を、強磁性粉末、溶媒および結合剤を含む磁性液と混合する工程を経て磁性層形成用組成物を調製する方法である。上記の「強磁性粉末を実質的に含まない」とは、研磨剤液の構成成分として強磁性粉末を添加しないことを意味するものであって、意図せず混入した不純物として微量の強磁性粉末が存在することは許容されるものとする。10  
 Nに関しては、上記磁性液の分散時間を長くするほど、Nの値が大きくなる傾向がある。これは、磁性液の分散時間を長くするほど、磁性層形成用組成物の塗布層における強磁性粉末の分散性が高まり、配向処理によって強磁性粉末を構成する強磁性粒子の配向状態の均一性が高まり易い傾向があるためと考えられる。また、非磁性層形成用組成物の各種成分を混合し分散する際の分散時間を長くするほど、Nの値は大きくなる傾向がある。磁性液の分散時間および非磁性層形成用組成物の分散時間は、0.25以上0.40以下のNが実現できるように設定すればよい。

各層形成用組成物を調製する任意の段階において、公知の方法によつてろ過を行つてもよい。ろ過は、例えはフィルタろ過によつて行うことができる。ろ過に用いるフィルタとしては、例えは孔径0.01~3μmのフィルタ（例えはガラス纖維製フィルタ、ポリプロピレン製フィルタ等）を用いることができる。20

#### 【0061】

##### (塗布工程)

磁性層は、磁性層形成用組成物を、例えは、非磁性支持体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、非磁性支持体の磁性層を有する（または磁性層が追つて設けられる）側とは反対側に塗布することにより形成することができる。また、各層を形成するための塗布工程は、2段階以上の工程に分けて行うこともできる。例えは一態様では、磁性層形成用組成物を2段階以上の工程に分けて塗布することができる。この場合、2つの段階の塗布工程の間に乾燥処理を施してもよく、施さなくてもよい。また、2つの段階の塗布工程の間に配向処理を施してもよく、施さなくてもよい。30  
 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も参照できる。また、各層形成用組成物を塗布した後の乾燥工程については、公知技術を適用できる。磁性層形成用組成物に関しては、磁性層形成用組成物を塗布して形成された塗布層（以下、「磁性層形成用組成物の塗布層」または単に「塗布層」とも記載する。）の乾燥温度を低くするほど、Nの値は大きくなる傾向がある。乾燥温度は、例えは乾燥工程を行う雰囲気温度であることができ、0.25以上0.40以下のNが実現できるように設定すればよい。

#### 【0062】

##### (その他の工程)

磁気テープ製造のためのその他の各種工程については、特開2010-231843号公報の段落0067~0070を参照できる。40

例えは、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処理を施すことが好ましい。0.25以上0.40以下のNを実現する容易性の観点からは、配向処理は、磁性層形成用組成物の塗布層の表面に対して垂直に磁場が印加されるよう磁石を配置して行うこと（即ち垂直配向処理）が好ましい。配向処理時の磁場の強度は、0.25以上0.40以下のNが実現できるように設定すればよい。また、磁性層形成用組成物の塗布工程を2段階以上の塗布工程により行う場合には、少なくとも最後の塗布工程の後に配向処理を行うことが好ましく、垂直配向処理を行うことがより好ましい。例えは2段階の塗布工程によつて磁性層を形成する場合、1段階目の塗布工程の後には配向処理を行うことなく乾燥工程を行い、その後に2段階目の塗布工程で形成された塗布

10

20

30

40

50

層に対して配向処理を施すことができる。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磁気テープの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。

また、磁性層形成用組成物の塗布層を乾燥させた後の任意の段階でカレンダ処理を行うことができる。カレンダ処理の条件については、例えば特開2010-231843号公報の段落0026を参照できる。カレンダ温度（カレンダロールの表面温度）を高くするほど、Nの値は大きくなる傾向がある。カレンダ温度は、0.25以上0.40以下のNが実現できるように設定すればよい。

#### 【0063】

##### （サーボパターンの形成）

上記磁気テープは、磁性層にサーボパターンを有する。サーボパターンについて、詳細は先に記載した通りである。例えば、タイミングベースサーボパターンが形成された領域（サーボバンド）および2本のサーボバンドに挟まれた領域（データバンド）の配置例が、図1に示されている。タイミングベースサーボパターンの配置例は、図2に示されている。ただし、各図面に示す配置例は例示であって、磁気テープ装置（ドライブ）の方式に応じた配置でサーボパターン、サーボバンドおよびデータバンドを配置すればよい。また、タイミングベースサーボパターンの形状および配置については、例えば、米国特許第5689384号のFIG.4、FIG.5、FIG.6、FIG.9、FIG.17、FIG.20等に例示された配置例等の公知技術を適用することができる。

#### 【0064】

サーボパターンは、磁性層の特定の領域をサーボライターに搭載されたサーボライトヘッドにより磁化することによって形成することができる。サーボライトヘッドにより磁化する領域（サーボパターンを形成する位置）は規格により定められている。サーボライターとしては、市販のサーボライターまたは公知の構成のサーボライターを用いることができる。サーボライターの構成については、例えば特開2011-175687号公報、米国特許第5689384号、米国特許第6542325号等に記載の技術等の公知技術を採用できる。

#### 【0065】

以上により、本発明の一態様にかかる磁気テープを得ることができる。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テープ装置に装着される。

#### 【0066】

##### 〔磁気テープカートリッジ〕

本発明の一態様は、上記磁気テープを含む磁気テープカートリッジに関する。

#### 【0067】

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。単リール型の磁気テープカートリッジは、磁気テープへの情報（磁気信号）の記録および／または再生のために磁気テープ装置（ドライブ）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ドライブ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）とドライブ側のリール（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、情報の記録および／または再生が行われる。これ

10

20

30

40

50

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。上記磁気テープカートリッジは、単リール型および双リール型のいずれの磁気テープカートリッジであってもよい。上記磁気テープカートリッジは、本発明の一態様にかかる磁気テープ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。

#### 【0068】

##### [磁気テープ装置]

本発明の一態様は、上記磁気テープと、磁気ヘッドと、を含む磁気テープ装置に関する。

#### 【0069】

本発明および本明細書において、「磁気テープ装置」とは、磁気テープへの情報の記録および磁気テープに記録された情報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。上記磁気テープ装置は、摺動型の磁気テープ装置であることができる。摺動型の装置とは、磁気テープへの情報の記録および/または記録された情報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。

10

#### 【0070】

上記磁気テープ装置に含まれる磁気ヘッドは、磁気テープへの情報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、磁気テープに記録された情報の再生を行うことができる再生ヘッドであること也可以。また、上記磁気テープ装置は、一態様では、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。他の一態様では、上記磁気テープに含まれる磁気ヘッドは、記録素子と再生素子の両方を1つの磁気ヘッドに備えた構成を有することもできる。再生ヘッドとしては、磁気テープに記録された情報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、公知の各種MRヘッドを用いることができる。また、情報の記録および/または情報の再生を行う磁気ヘッドには、サーボパターン読み取り素子が含まれていてもよい。または、情報の記録および/または情報の再生を行う磁気ヘッドとは別のヘッドとして、サーボパターン読み取り素子を備えた磁気ヘッド(サーボヘッド)が上記磁気テープ装置に含まれていてもよい。

20

#### 【0071】

上記磁気テープ装置に搭載される磁気テープの詳細は、先に記載した通りである。かかる磁気テープは、サーボパターンを有する。したがって、磁気ヘッドによりデータバンド上に磁気信号を記録してデータトラックを形成し、および/または、記録された信号を再生する際、サーボヘッドによりサーボパターンを読み取りながら読み取られたサーボパターンに基づきヘッドトラッキングを行うことによって、磁気ヘッドをデータトラックに高精度に追従させることができる。

30

#### 【0072】

タイミングベースサーボ方式のヘッドトラッキングサーボの詳細については、例えば、米国特許第5689384号、米国特許第6542325号、および米国特許第7876521号に記載の技術をはじめとする公知技術を適用することができる。また、振幅ベースサーボ方式のヘッドトラッキングサーボの詳細については、例えば、米国特許第5426543号および米国特許第5898533号をはじめとする公知技術を適用することができる。

40

#### 【0073】

市販の磁気テープ装置には、通常、規格に応じた磁気ヘッドが備えられている。また、市販の磁気テープ装置には、通常、規格に応じたサーボシステムにおけるヘッドトラッキングを可能にするためのサーボ制御機構が備えられている。本発明の一態様にかかる磁気テープ装置は、例えば、市販の磁気テープ装置に本発明の一態様にかかる磁気テープを組み込むことにより構成することができる。

#### 【実施例】

50

## 【0074】

以下に、本発明を実施例に基づき説明する。但し、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。

## 【0075】

## 1. 磁気テープの作製

## [実施例1]

## &lt;研磨剤液の調製&gt;

アルファ化率約65%、BET比表面積20m<sup>2</sup>/gのアルミナ粉末（住友化学社製HIT-80）100.0部に対し、2,3-ジヒドロキシナフタレン（東京化成社製）を3.0部、SO<sub>3</sub>Na基含有ポリエステルポリウレタン樹脂（東洋紡社製UR-4800（SO<sub>3</sub>Na基：0.08meq/g））の32%溶液（溶媒はメチルエチルケトンとトルエンの混合溶媒）を31.3部、溶媒としてメチルエチルケトンとシクロヘキサン1:1（質量比）の混合溶媒570.0部を混合し、ジルコニアビーズの存在下で、ペイントシェーカーにより5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け、アルミナ分散物を得た。

10

## 【0076】

## &lt;磁性層形成用組成物の調製&gt;

## (磁性液)

板状強磁性六方晶バリウムフェライト粉末 100.0部

（活性化体積：1600nm<sup>3</sup>、平均板状比：3.5）

SO<sub>3</sub>Na基含有ポリウレタン樹脂 表1参照

重量平均分子量：70,000、SO<sub>3</sub>Na基含有量：表1参照

シクロヘキサン 150.0部

メチルエチルケトン 150.0部

## (研磨剤液)

上記で調製したアルミナ分散物 6.0部

## (シリカゾル（突起形成剤液）)

コロイダルシリカ（平均粒子サイズ：100nm） 2.0部

20

メチルエチルケトン 1.4部

## (その他成分)

ステアリン酸 2.0部

ブチルステアレート 2.0部

ポリイソシアネート（東ソー社製コロネット（登録商標）） 2.5部

## (仕上げ添加溶媒)

シクロヘキサン 200.0部

メチルエチルケトン 200.0部

## 【0077】

## (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おいて分散メディアとしてビーズを用いてビーズ分散することにより、磁性液を調製した。ビーズとしてはジルコニアビーズ（ビーズ径：表1参照）を用いて、表1に記載の時間（磁性液ビーズ分散時間）、ビーズ分散を行った。

40

こうして得られた磁性液、上記の研磨剤液、シリカゾル、その他成分および仕上げ添加溶媒を混合し5分間ビーズ分散した後、バッチ型超音波装置（20kHz、300W）で0.5分間処理（超音波分散）を行った。その後、0.5μmの孔径を有するフィルタを用いてろ過を行い磁性層形成用組成物を調製した。

## 【0078】

## &lt;非磁性層形成用組成物の調製&gt;

50

下記の非磁性層形成用組成物の各種成分のうち、ステアリン酸、ブチルステアレート、シクロヘキサンオノンおよびメチルエチルケトンを除いた成分を、バッヂ式縦型サンドミルを用いてビーズ分散（分散メディア：ジルコニアビーズ（ビーズ径：0.1 mm）、分散時間：表1参照）して分散液を得た。その後、得られた分散液に残りの成分を添加し、ディゾルバー攪拌機により攪拌した。次いで、得られた分散液をフィルタ（孔径0.5 μm）を用いてろ過し、非磁性層形成用組成物を調製した。

## 【0079】

非磁性無機粉末：	- 酸化鉄	100.0部	
平均粒子サイズ（平均長軸長）：	0.15 μm		10
平均針状比：	7		
BET比表面積：	52 m <sup>2</sup> /g		
カーボンブラック		20.0部	
平均粒子サイズ：	20 nm		
電子線硬化型塩化ビニル共重合体		13.0部	
電子線硬化型ポリウレタン樹脂		6.0部	
ステアリン酸		1.0部	
ブチルステアレート		1.0部	
シクロヘキサンオノン		300.0部	
メチルエチルケトン		300.0部	

## 【0080】

## &lt;バックコート層形成用組成物の調製&gt;

下記のバックコート層形成用組成物の各種成分のうち、ステアリン酸、ブチルステアレート、ポリイソシアネートおよびシクロヘキサンオノンを除いた成分をオープンニーダにより混練および希釈して混合液を得た。その後、得られた混合液に対して横型ビーズミルにより、ビーズ径1.0 mmのジルコニアビーズを用い、ビーズ充填率80体積%およびローター先端周速10 m/秒で、1パスあたりの滞留時間を2分とし、12パスの分散処理を行った。その後、得られた分散液に残りの成分を添加し、ディゾルバー攪拌機により攪拌した。次いで、得られた分散液をフィルタ（孔径：1.0 μm）を用いてろ過し、バックコート層形成用組成物を調製した。

## 【0081】

非磁性無機粉末：	- 酸化鉄	80.0部	
平均粒子サイズ（平均長軸長）：	0.15 μm		30
平均針状比：	7		
BET比表面積：	52 m <sup>2</sup> /g		
カーボンブラック		20.0部	
平均粒子サイズ：	20 nm		
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	
メチルエチルケトン		155.0部	40
ステアリン酸		3.0部	
ブチルステアレート		3.0部	
ポリイソシアネート		5.0部	
シクロヘキサンオノン		355.0部	

## 【0082】

## &lt;磁気テープの作製&gt;

ポリエチレンナフタレート支持体上に、非磁性層形成用組成物を塗布し乾燥させた後、125 kVの加速電圧で40 kGyのエネルギーとなるように電子線を照射して非磁性層を形成した。

形成した非磁性層の表面上に乾燥後の厚みが50 nmになるように磁性層形成用組成物

を塗布して塗布層を形成した。この塗布層が湿潤状態にあるうちに、表1に記載の雰囲気温度（磁性層乾燥温度）の雰囲気中で異極対向磁石を用いて表1の「磁性層の形成と配向」欄に記載の強度の磁場を塗布層の表面に対して垂直方向に印加して垂直配向処理および乾燥処理を行い、磁性層を形成した。

その後、上記支持体の、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上に、バックコート層形成用組成物を塗布し乾燥させた。

その後、金属ロールのみから構成されるカレンダロールを用いて、カレンダ処理速度80 m / min、線圧300 kg / cm (294 kN / m)、および表1に記載のカレンダ温度（カレンダロールの表面温度）の条件下で、表面平滑化処理（カレンダ処理）を行った。

その後、雰囲気温度70 の環境で36時間熱処理を行った。熱処理後、1/2インチ（1インチは0.0254メートル）幅にスリットし、スリット品の送り出しおよび巻き取り装置を持った装置に不織布とカミソリブレードが磁性層表面に押し当たるように取り付けたテープクリーニング装置で磁性層の表面のクリーニングを行った。

上記で得られた磁気テープの磁性層を消磁した状態で、サーボ試験機に搭載されたサーボライトヘッドによって、LTO Ultriumフォーマットにしたがう配置および形状のサーボパターンを磁性層に形成した。これにより、磁性層に、LTO Ultriumフォーマットにしたがう配置でデータバンド、サーボバンド、およびガイドバンドを有し、かつサーボバンド上にLTO Ultriumフォーマットにしたがう配置および形状のサーボパターンを有する磁気テープを得た。この磁気テープには、図2に示す配置でAバースト、Bバースト、CバーストおよびDバーストを有するサーボフレームが合計5,000,000サーボフレーム形成されている。なお上記サーボ試験機は、サーボライトヘッドおよびサーボヘッドを備えている。このサーボ試験機を後述する評価でも使用した。

以上の工程により、磁性層にタイミングベースサーボパターンが形成された実施例1の磁気テープが作製された。

#### 【0083】

##### [実施例2、4、比較例1～5]

表1に記載の各種項目を表1に記載のように変更した点以外、実施例1と同じ方法により磁気テープを作製した。

表1中、「磁性層の形成と配向」欄に「配向処理なし」と記載されている比較例は、磁性層形成用組成物の塗布層について配向処理を行わずに磁気テープを作製した。

#### 【0084】

##### [実施例3]

非磁性層形成後、非磁性層の表面上に乾燥後の厚みが50 nmになるように磁性層形成用組成物を塗布して第一の塗布層を形成した。この第一の塗布層を、磁場の印加なしに表1に記載の雰囲気温度（磁性層乾燥温度）の雰囲気中を通過させて第一の磁性層（配向処理なし）を形成した。

その後、第一の磁性層の表面上に乾燥後の厚みが50 nmになるように磁性層形成用組成物を塗布して第二の塗布層を形成した。この第二の塗布層が湿潤状態にあるうちに、表1の「磁性層の形成と配向」欄に示す雰囲気温度（磁性層乾燥温度）の雰囲気中で異極対向磁石を用いて表1に記載の強度の磁場を第二の塗布層の表面に対して垂直方向に印加して垂直配向処理および乾燥処理を行い、第二の磁性層を形成した。

以上のように重層磁性層を形成した点以外、実施例1と同じ方法により磁気テープを作製した。

#### 【0085】

##### [比較例6]

非磁性層形成後、非磁性層の表面上に乾燥後の厚みが50 nmになるように磁性層形成用組成物を塗布して第一の塗布層を形成した。この第一の塗布層が湿潤状態にあるうちに、表1に記載の雰囲気温度（磁性層乾燥温度）の雰囲気中で異極対向磁石を用いて表1の「磁性層の形成と配向」欄に記載の強度の磁場を第一の塗布層の表面に対して垂直方向に

10

20

30

40

50

印加して垂直配向処理および乾燥処理を行い、第一の磁性層を形成した。

その後、第一の磁性層の表面上に乾燥後の厚みが 50 nm になるように磁性層形成用組成物を塗布して第二の塗布層を形成した。この第二の塗布層を、磁場の印加なしに表 1 に記載の雰囲気温度（磁性層乾燥温度）の雰囲気中を通過させて第二の磁性層（配向処理なし）を形成した。

以上のように重層磁性層を形成した点以外、実施例 1 と同じ方法により磁気テープを作製した。

#### 【0086】

##### 2. 各種評価

###### (1) 非磁性支持体および各層の厚み

作製した各磁気テープの磁性層、非磁性層、非磁性支持体およびバックコート層の厚みを以下の方法によって測定した。測定の結果、各種厚みは表 1 に示す値であった。

ここで測定された磁性層、非磁性層および非磁性支持体の厚みを、以下の屈折率の算出のために用いた。

###### (i) 断面観察用試料の作製

特開 2016 - 177851 号公報の段落 0193 ~ 0194 に記載の方法にしたがい、磁気テープの磁性層側表面からバックコート層側表面までの厚み方向の全領域を含む断面観察用試料を作製した。

###### (ii) 厚み測定

作製した試料を STEM 観察し、STEM 像を撮像した。この STEM 像は、加速電圧 300 kV および撮像倍率 450000 倍で撮像した STEM - HAADF (High-Angle Annular Dark Field) 像であり、1 画像に、磁気テープの磁性層側表面からバックコート層側表面までの厚み方向の全領域が含まれるように撮像した。こうして得られた STEM 像において、磁性層表面を表す線分の両端を結ぶ直線を、磁気テープの磁性層側表面を表す基準線として定めた。上記の線分の両端を結ぶ直線とは、例えば、STEM 像を、断面観察用試料の磁性層側が画像の上方に位置しバックコート層側が下方に位置するように撮像した場合には、STEM 像の画像（形状は長方形または正方形）の左辺と上記線分との交点と STEM 像の右辺と上記線分との交点とを結ぶ直線である。同様に磁性層と非磁性層との界面を表す基準線、非磁性層と非磁性支持体との界面を表す基準線、非磁性支持体とバックコート層との界面を表す基準線、磁気テープのバックコート層側表面を表す基準線を定めた。

磁性層の厚みは、磁気テープの磁性層側表面を表す基準線上の無作為に選んだ 1 箇所から、磁性層と非磁性層との界面を表す基準線までの最短距離として求めた。同様に、非磁性層、非磁性支持体およびバックコート層の厚みを求めた。

#### 【0087】

##### (2) 磁性層の N

以下では、エリプソメーターとしてウーラム社製 M - 2000 U を使用した。2 層モデルまたは 1 層モデルの作成およびフィッティングは、解析ソフトとしてウーラム社製 WVASE 32 を使用して行った。

###### (i) 非磁性支持体の屈折率測定

各磁気テープから測定用試料を切り出した。未使用的布にメチルエチルケトンを染み込ませ、この布を用いて測定用試料のバックコート層をふき取り除去して非磁性支持体表面を露出させた後、露出した表面の反射光がこの後に行われるエリプソメーターでの測定において検出されないように、この表面をサンドペーパーにより粗面化した。

その後、未使用的布にメチルエチルケトンを染み込ませ、この布を用いて測定用試料の磁性層および非磁性層をふき取り除去した後、シリコンウェハー表面と粗面化した表面とを静電気を利用して貼り付けることにより、測定用試料を、磁性層および非磁性層を除去して露出した非磁性支持体表面（以下、「非磁性支持体の磁性層側表面」と記載する。）を上方に向けてシリコンウェハー上に配置した。

エリプソメーターを用いて、このシリコンウェハー上の測定用試料の非磁性支持体の磁

10

20

30

40

50

性層側表面に先に記載したように入射光を入射させて および を測定した。得られた測定値および上記(2)で求めた非磁性支持体の厚みを用いて、先に記載した方法によって非磁性支持体の屈折率(長手方向における屈折率、幅方向における屈折率、長手方向から入射光を入射させて測定される厚み方向における屈折率、および幅方向から入射光を入射させて測定される厚み方向における屈折率)を求めた。

#### ( i i ) 非磁性層の屈折率測定

各磁気テープから測定用試料を切り出した。未使用の布にメチルエチルケトンを染み込ませ、この布を用いて測定用試料のバックコート層をふき取り除去して非磁性支持体表面を露出させた後、露出した表面の反射光がこの後に行われる分光エリプソメーターでの測定において検出されないように、この表面をサンドペーパーにより粗面化した。

その後、未使用の布にメチルエチルケトンを染み込ませ、この布を用いて測定用試料の磁性層表面を軽くふき取り磁性層を除去して非磁性層表面を露出させた後、上記(i)と同様にシリコンウェハー上に測定用試料を配置した。

このシリコンウェハー上の測定用試料の非磁性層表面について、エリプソメーターを用いて測定を行い、分光エリプソメトリーにより、先に記載した方法によって非磁性層の屈折率(長手方向における屈折率、幅方向における屈折率、長手方向から入射光を入射させて測定される厚み方向における屈折率、および幅方向から入射光を入射させて測定される厚み方向における屈折率)を求めた。

#### ( i i i ) 磁性層の屈折率測定

各磁気テープから測定用試料を切り出した。未使用の布にメチルエチルケトンを染み込ませ、この布を用いて測定用試料のバックコート層をふき取り除去して非磁性支持体表面を露出させた後、露出した表面の反射光がこの後に行われる分光エリプソメーターでの測定において検出されないように、この表面をサンドペーパーにより粗面化した。

その後、測定用試料を、上記(i)と同様にシリコンウェハー上に測定用試料を配置した。

このシリコンウェハー上の測定用試料の磁性層表面について、エリプソメーターを用いて測定を行い、分光エリプソメトリーにより、先に記載した方法によって磁性層の屈折率(長手方向における屈折率 $N_x$ 、幅方向における屈折率 $N_y$ 、長手方向から入射光を入射させて測定される厚み方向における屈折率 $N_z$ 、および幅方向から入射光を入射させて測定される厚み方向における屈折率 $N_{z2}$ )を求めた。求められた値から、 $N_x$ 、 $N_y$ 、 $N_z$ を求める、更にこれらの差分の絶対値 $N$ を求めた。実施例および比較例のいずれの磁気テープについても、求められた $N_x$ は、 $N_z$ より大きな値(即ち $N_x > N_z$ )であった。

#### 【 0 0 8 8 】

##### ( 3 ) 垂直方向角型比( S Q ; S q u a r e n e s s R a t i o )

磁気テープの垂直方向角型比とは、磁気テープの垂直方向において測定される角型比である。角型比に関して記載する「垂直方向」とは、磁性層表面と直交する方向をいう。実施例および比較例の各磁気テープについて、振動試料型磁束計(東英工業社製)を用いて、 $23 \pm 1$  の測定温度において、磁気テープに外部磁場を最大外部磁場 $1194\text{ kA/m}$ ( $15\text{ kOe}$ )かつスキャン速度 $4.8\text{ kA/m/s}$ ( $60\text{ Oe/s}$ )の条件で掃引して垂直方向角型比を求めた。測定値は反磁界補正後の値であり、振動試料型磁束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。一態様では、磁気テープの垂直方向角型比は $0.60$ 以上 $1.00$ 以下であることが好ましく、 $0.65$ 以上 $1.00$ 以下であることがより好ましい。また、一態様では、磁気テープの垂直方向角型比は、例えば $0.90$ 以下、 $0.85$ 以下、または $0.80$ 以下であることもでき、これらの値を上回ることもできる。

#### 【 0 0 8 9 】

##### ( 4 ) サーボ信号の出力低下分

上記タイミングベースサーボパターンが形成された磁気テープをサーボ試験機に取り付けた。上記サーボ試験機において、走行する上記磁気テープの磁性層表面とサーボヘッドとを接触させ摺動させながら、サーボヘッドによって上記磁気テープに形成された1番目

10

20

30

40

50

のサーボフレームのサーボパターンから最終の 5 , 0 0 0 , 0 0 0 番目のサーボフレームのサーボパターンまで順次サーボパターンの読み取り(サーボ信号の再生)を行った。1番目～100番目のサーボフレームにおいて得られた信号出力の算術平均を A として、4 , 9 9 9 , 9 0 0 番目～5 , 0 0 0 , 0 0 0 番目のサーボフレームにおいて得られた信号出力の算術平均を B として、「 $[ ( B - A ) / A ] \times 100$ 」として、サーボ信号の出力低下分(単位：%)を算出した。

### 【0090】

以上の結果を、表1(表1-1および表1-2)に示す。

### 【0091】

#### 【表1-1】

10

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
磁性層厚み	μm	0.10	0.10	0.10	0.10
非磁性層厚み	μm	0.50	0.10	0.50	0.50
非磁性支持体厚み	μm	4.30	4.30	4.30	4.30
バックコート層厚み	μm	0.60	0.60	0.60	0.60
磁気テープ総厚	μm	5.50	5.10	5.50	5.50
磁性液ビーズ分散時間		50時間	50時間	50時間	50時間
磁性液分散ビーズ径	0.1mm	0.1mm	0.1mm	0.1mm	0.1mm
磁性液 ポリウレタン樹脂のSO <sub>3</sub> Na基含有量	330 eq/ton	330 eq/ton	330 eq/ton	330 eq/ton	330 eq/ton
磁性液 SO <sub>3</sub> Na基含有ポリウレタン樹脂含有量	15.0部	15.0部	15.0部	15.0部	15.0部
非磁性層形成用組成物分散時間	24時間	24時間	24時間	24時間	24時間
磁性層乾燥温度	50°C	50°C	50°C	50°C	50°C
カレンダ温度	100°C	100°C	100°C	100°C	100°C
磁性層の形成と配向					
結果	垂直方向角型比 (SQ)	0.66	0.66	0.60	0.2T
	△N	0.30	0.30	0.35	0.60
	サーボ信号出力低下分 (%)	-0.4	-1.0	-0.2	0.25
					-0.5

20

30

40

50

【0092】

【表1 - 2】

	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5	比較例6
磁性層厚み μm	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
非磁性層厚み μm	0.50	0.10	0.50	0.50	0.50	0.50
非磁性支持体厚み μm	4.30	4.30	4.30	4.30	4.30	4.30
バッフルート層厚み μm	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
磁気テープ総厚 μm	5.50	5.10	5.50	5.50	5.50	5.50
磁性液分散時間 6時間		6時間	6時間	50時間	96時間	50時間
磁性液分散ビーズ径 1.0mm		1.0mm	1.0mm	0.1mm	0.1mm	0.1mm
磁性液 ポリウレタン樹脂のSO <sub>3</sub> Na基含有量 60 eq/ton		60 eq/ton	60 eq/ton	330 eq/ton	330 eq/ton	330 eq/ton
磁性液 SO <sub>3</sub> Na基含有量 25.0部		25.0部	25.0部	10.0部	10.0部	15.0部
磁性層形成用組成物分散時間 3時間		3時間	3時間	24時間	48時間	24時間
磁性層乾燥温度 70°C		70°C	70°C	50°C	30°C	50°C
カレンダ温度 80°C		80°C	80°C	100°C	110°C	100°C
磁性層の形成と配向 配向処理なし		配向処理なし	垂直配向 0.5T	配向処理なし	垂直配向 0.5T	第二の磁性層:配向処理なし /第一の磁性層:垂直配向0.5T
結果 △N サード信号出力低下分 (%)	0.50 0.10 -5.0	0.50 0.10 -25.0	0.55 0.20 -8.0	0.53 0.20 -10.0	0.80 0.45 -5.0	0.60 0.20 -10.0

【0093】

表1に示す結果から、磁性層のNが先に記載した範囲である実施例1～4の磁気テープでは、比較例1～6の磁気テープと比べて、サーボ信号の出力低下が抑制されていることが確認できる。

なお一般に、角型比は磁性層における強磁性粉末の存在状態の指標として知られている。ただし、表1に示すように、垂直方向角型比が同じ磁気テープであってもNは相違している（例えば実施例3、4、比較例6）。このことは、Nは、磁性層における強磁性粉末の存在状態に加えて他の要因の影響も受ける値であることを示していると本発明者は

考えている。

【産業上の利用可能性】

【0094】

本発明の一態様は、高密度記録用磁気テープの技術分野において有用である。

10

20

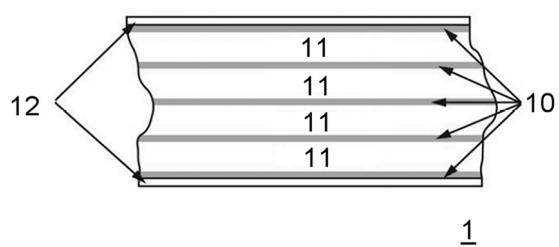
30

40

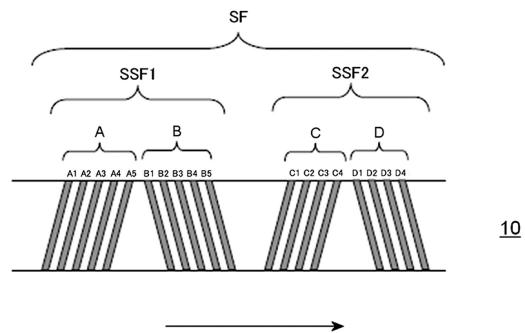
50

【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

**G 1 1 B** 23/107 (2006.01)

F I

G 1 1 B 23/107

(56)参考文献

特開2017-228328 (JP, A)

特開2009-093738 (JP, A)

米国特許出願公開第2010/0284105 (US, A1)

特開平07-114723 (JP, A)

国際公開第2019/065199 (WO, A1)

特開2019-169230 (JP, A)

特許第6830931 (JP, B2)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G 1 1 B 5 / 6 2 - 5 / 8 2

G 1 1 B 2 3 / 1 0 7