

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6714548号  
(P6714548)

(45) 発行日 令和2年6月24日 (2020.6.24)

(24) 登録日 令和2年6月9日 (2020.6.9)

(51) Int.Cl.

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 5/706 (2006.01)

G 1 1 B 5/706

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

請求項の数 6 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2017-140021 (P2017-140021)  
 (22) 出願日 平成29年7月19日 (2017.7.19)  
 (65) 公開番号 特開2019-21362 (P2019-21362A)  
 (43) 公開日 平成31年2月7日 (2019.2.7)  
 審査請求日 令和1年8月8日 (2019.8.8)

(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  
 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  
 イルム株式会社内

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、  
 前記磁性層は、タイミングベースサーボパターンを有し、  
 前記磁性層の表面において測定される中心線平均表面粗さ  $R_a$  は、 $1.8\text{ nm}$ 以下であり、

前記強磁性粉末は強磁性六方晶フェライト粉末であり、

$\text{In-Plane}$ 法を用いた前記磁性層のX線回折分析により求められる六方晶フェライト結晶構造の(114)面の回折ピークのピーク強度  $\text{Int}(114)$  に対する(110)面の回折ピークのピーク強度  $\text{Int}(110)$  の強度比、 $\text{Int}(110)/\text{Int}(114)$ 、は0.5以上4.0以下であり、かつ

前記磁気テープの垂直方向角型比は、0.65以上1.00以下である、磁気テープ。

【請求項2】

前記磁気テープの垂直方向角型比は、0.65以上0.90以下である、請求項1に記載の磁気テープ。

【請求項3】

前記磁性層の表面において測定される中心線平均表面粗さ  $R_a$  は、 $1.2\text{ nm}$ 以上 $1.8\text{ nm}$ 以下である、請求項1または2に記載の磁気テープ。

【請求項4】

前記非磁性支持体と前記磁性層との間に、非磁性粉末および結合剤を含む非磁性層を有す

る、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、非磁性粉末および結合剤を含むバックコート層を有する、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の磁気テープ。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の磁気テープと、磁気ヘッドと、サーボヘッドと、を含む磁気テープ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁気テープ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、アーカイブ等のデータ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。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上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。

【0003】

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形成して記録密度を高めることが挙げられる。

【0004】

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、「ドライバ」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低減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

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】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】

【0006】

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、サーボ信号（サーボパターン）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氣的に読み取ってヘッドトラッキングを行う。より詳しくは、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、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、ヘッドトラッキングサーボを行うことにより、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

10

20

30

40

50

、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。

【0007】

上記の磁気サーボ方式のサーボシステムとしては、近年、タイミングベースサーボ方式が広く用いられている。タイミングベースサーボ方式のサーボシステム（以下、「タイミングベースサーボシステム」と記載する。）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再生した（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再生した時間間隔と、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コントロールされる。

10

【0008】

ところで、近年、磁気テープには、磁性層の表面平滑性を高めることが求められている。磁性層の表面平滑性を高めることは、電磁変換特性の向上につながるためである。しかるに本発明者が検討を重ねる中で、磁気テープの磁性層の表面平滑性が高くなると、タイミングベース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」という。）が低下してしまうという、従来知られていなかった現象が発生することが明らかとなった。

【0009】

そこで本発明の目的は、磁気テープにおける磁性層の表面平滑性の向上とタイミングベースサーボシステムにおけるヘッド位置決め精度向上とを両立することにある。

20

【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、タイミングベースサーボパターンを有し、

上記磁性層の表面において測定される中心線平均表面粗さ  $R_a$ （以下、「磁性層表面粗さ  $R_a$ 」とも記載する。）は、 $1.8\text{ nm}$ 以下であり、

上記強磁性粉末は強磁性六方晶フェライト粉末であり、

$\text{In-Plane}$ 法を用いた上記磁性層のX線回折分析により求められる六方晶フェライト結晶構造の(114)面の回折ピークのピーク強度  $I_{nt}(114)$  に対する(110)面の回折ピークのピーク強度  $I_{nt}(110)$  の強度比  $(I_{nt}(110)/I_{nt}(114))$ ；以下、「XRD(X-ray diffraction)強度比」とも記載する。)は0.5以上4.0以下であり、かつ

30

上記磁気テープの垂直方向角型比は、0.65以上1.00以下である、磁気テープ、に関する。

【0011】

一態様では、上記磁気テープの垂直方向角型比は、0.65以上0.90以下であることができる。

【0012】

一態様では、上記磁性層の表面において測定される中心線平均表面粗さ  $R_a$  は、 $1.2\text{ nm}$ 以上 $1.8\text{ nm}$ 以下であることができる。

40

【0013】

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。

【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】

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

50

## 【発明の効果】

## 【0016】

本発明の一態様によれば、表面平滑性が高い磁性層にタイミングベースサーボパターンを有する磁気テープであって、タイミングベースサーボシステムにおけるヘッド位置決め精度が向上した磁気テープ、ならびに、この磁気テープへ磁気信号を記録および／または再生する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】

## 【0017】

【図1】データバンドおよびサーボバンドの配置例を示す。

【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。

10

## 【発明を実施するための形態】

## 【0018】

## 〔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、タイミングベースサーボパターンを有し、上記磁性層の表面において測定される中心線平均表面粗さRaは1.8nm以下であり、上記強磁性粉末は強磁性六方晶フェライト粉末であり、In-Plane法を用いた上記磁性層のX線回折分析により求められる六方晶フェライト結晶構造の(114)面の回折ピークのピーク強度 $I_{nt}(114)$ に対する(110)面の回折ピークのピーク強度 $I_{nt}(110)$ の強度比( $I_{nt}(110)/I_{nt}(114)$ )は0.5以上4.0以下であり、かつ上記磁気テープの垂直方向角型比は0.65以上1.00以下である磁気テープに関する。

20

## 【0019】

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。

## 【0020】

本発明および本明細書において、磁気テープの「磁性層(の)表面」とは、磁気テープの磁性層側表面と同義である。また、本発明および本明細書において、「強磁性六方晶フェライト粉末」とは、複数の強磁性六方晶フェライト粒子の集合を意味するものとする。強磁性六方晶フェライト粒子とは、六方晶フェライト結晶構造を有する強磁性粒子である。以下では、強磁性六方晶フェライト粉末を構成する粒子(強磁性六方晶フェライト粒子)を、「六方晶フェライト粒子」または単に「粒子」とも記載する。「集合」とは、集合を構成する粒子が直接接触している態様に限定されず、結合剤、添加剤等が、粒子同士の間介在している態様も包含される。以上の点は、本発明および本明細書における非磁性粉末等の各種粉末についても同様とする。

30

## 【0021】

本発明および本明細書において、方向および角度に関する記載(例えば垂直、直交、平行等)には、特記しない限り、本発明が属する技術分野において許容される誤差の範囲を含むものとする。上記誤差の範囲とは、例えば、厳密な角度 $\pm 10^\circ$ 未満の範囲を意味し、厳密な角度 $\pm 5^\circ$ 以内であることが好ましく、 $\pm 3^\circ$ 以内であることがより好ましい。

40

## 【0022】

<タイミングベースサーボパターン>

上記磁気テープは、磁性層にタイミングベースサーボパターンを有する。本発明および本明細書における「タイミングベースサーボパターン」とは、タイミングベースサーボシステムにおけるヘッドトラッキングが可能なサーボパターンをいう。タイミングベースサーボシステムについては、先に記載した通りである。タイミングベースサーボシステムにおけるヘッドトラッキングが可能なサーボパターンは、サーボパターン記録ヘッド(「サーボライトヘッド(servo write head)」とも呼ばれる。)により、磁

50

性層に二種以上の異なる形状の複数のサーボパターンとして形成される。一例では、二種以上の異なる形状の複数のサーボパターンが、同種の形状の複数のサーボパターンごとに連続して一定の間隔をもって配置される。他の一例では、異なる種類のサーボパターンが交互に配置される。なおサーボパターンが同種の形状であることは、完全に同一の形状であることのみを意味するものではなく、サーボライトヘッド等の装置に起因して発生し得る形状誤差は許容されるものとする。タイミングベースサーボシステムにおけるヘッドトラッキングが可能な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り、具体的態様は後述する。以下、タイミングベースサーボパターンを、単にサーボパターンとも記載する。本明細書には、ヘッドとして、「サーボライトヘッド」、「サーボヘッド」、および「磁気ヘッド」が記載されている。サーボライトヘッドとは、上記の通りサーボ信号の記録（即ち、サーボパターンの形成）を行うヘッドである。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）を行うヘッドであり、磁気ヘッドとは、特記しない限り、情報の記録および／または再生を行うヘッドである。

#### 【 0 0 2 3 】

例えば、磁気テープ装置の記録方式として広く用いられているリニア記録方式に適用される磁気テープには、通常、磁性層に、サーボパターンが形成された領域（「サーボバンド」と呼ばれる）が磁気テープの長手方向に沿って複数存在する。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。情報（磁気信号）の記録はデータバンド上で行われ、各データバンドには複数のデータトラックが長手方向に沿って形成される。

#### 【 0 0 2 4 】

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、の配列で並べられた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、1つのサーボフレームを示したが、各サーボバンドには、複数のサーボフレームが走行方向に配置される。図2中、矢印は走行方向を示している。

#### 【 0 0 2 5 】

タイミングベースサーボシステムでは、異なる形状の2つのサーボパターンをサーボヘッドが再生した（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再生した時間間隔と、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再生した時間間隔とは、例えば、Aバーストのいずれかのサーボパターンを再生した時間とBバーストのいずれか

のサーボパターンを再生し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再生した時間間隔とは、例えば、Ａバーストのいずれかのサーボパターンを再生した時間とＣバーストのいずれかのサーボパターンを再生した時間との間隔である。

【００２６】

タイミングベースサーボシステムは、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。

【００２７】

以上の点に関して、本発明者は、上記磁気テープについて、次のように推察している。

磁性層の表面平滑性を高めた磁気テープにおいて、タイミングベースサーボシステムにおけるヘッド位置決め精度の低下が生じる理由は、上記の時間間隔の設定値からのズレの要因が、磁気テープの幅方向の位置変動以外の要因（以下、「他の要因」と記載する。）も含むことにあると考えられる。タイミングベースサーボシステムが、他の要因によってもたらされるズレも磁気テープの幅方向の位置変動によりもたらされるズレと認識する結果、磁気ヘッドを、磁気テープの幅方向の位置変動に追従させるために要する移動距離より多く移動させてしまうことが、タイミングベースサーボシステムにおけるヘッド位置決め精度の低下の要因と推察される。

本発明者は、上記の他の要因について、サーボヘッドの走行速度の変動が生じることが、他の要因となる（即ち、上記の時間間隔の設定値からのズレの要因となる）と考え、更に検討を重ねた。その結果、ＸＲＤ強度比を０．５以上４．０以下とし、かつ垂直方向角型比を０．６５以上１．００以下とすることにより、磁性層表面粗さＲ<sub>a</sub>が１．８ｎｍ以下の磁気テープにおいて、タイミングベースサーボシステムにおけるヘッド位置決め精度を向上させることが可能になることを、新たに見出した。この点について更に説明する。

磁性層表面粗さＲ<sub>a</sub>が１．８ｎｍ以下の磁気テープでは、これより磁性層表面が粗い磁気テープと比べて、サーボヘッドがサーボ信号を読み取るために磁性層表面上を走行する際、サーボヘッドが磁性層表面と貼り付き易いと考えられる。この貼り付きの発生によってサーボヘッドと磁性層表面との円滑な摺動が妨げられ（即ち摺動性が低下し）サーボヘッドの走行安定性が低下することが、サーボヘッドの走行速度の変動をもたらすと、本発明者は推察している。

これに対し、ＸＲＤ強度比を０．５以上４．０以下とすること、および垂直方向角型比を０．６５以上１．００以下とすることは、以下のようにサーボヘッドと磁性層表面との円滑な摺動を促進することに寄与すると本発明者は考えている。

【００２８】

上記磁気テープは、磁性層に強磁性六方晶フェライト粉末を含む。本発明者は、磁性層に含まれる強磁性六方晶フェライト粉末の中には、強磁性六方晶フェライト粉末（粒子の集合）の磁気特性に影響を及ぼす粒子（以下、「前者の粒子」ともいう。）と、影響を及ぼさないか影響が少ないと考えられる粒子（以下、「後者の粒子」ともいう。）とが含まれていると推察している。後者の粒子は、例えば磁性層形成用組成物の調製時に行われる分散処理により粒子が一部欠けること（チップング（ｃｈｉｐｐｉｎｇ））により発生した微細な粒子と考えられる。

一方、垂直方向角型比とは、磁性層表面に対して垂直な方向で測定される飽和磁化に対する残留磁化の比であって、残留磁化が小さいほど値が小さくなる。上記の後者の粒子は微細であり磁化を保持し難いと考えられるため、磁性層において後者の粒子が多く含まれるほど、垂直方向角型比は小さくなる傾向があると推察される。そのため、垂直方向角型比は、磁性層における上記の後者の粒子（微細な粒子）の存在量の指標になり得ると本発

10

20

30

40

50

明者は考えている。更に本発明者は、かかる微細な粒子が磁性層に多く含まれるほど、磁性層の強度が低下し磁性層表面とサーボヘッドとの摺動時に磁性層表面が削れて発生した削れ屑が磁性層表面とサーボヘッドとの間に介在して、サーボヘッドと磁性層表面と円滑な摺動の妨げとなると推察している。これに対し、垂直方向角型比が0.65以上1.00以下の磁性層は、上記の後者の粒子（微細な粒子）の存在量が低減されているためサーボヘッドとの摺動により削れ難いことが、サーボヘッドと磁性層表面と円滑な摺動を促進することにつながると、本発明者は考えている。

また、本発明者は、サーボヘッドと磁性層表面との摺動時に磁性層表面が適度に変形することが、サーボヘッドと磁性層表面との円滑な摺動を促進することにつながると考えている。一方、本発明者は、磁性層に含まれる強磁性六方晶フェライト粉末に含まれる粒子の中で、前者の粒子は、In-Plane法を用いたX線回折分析において回折ピークをもたらす粒子であり、後者の粒子は微細なため回折ピークをもたらさないか回折ピークへの影響は小さいと考えている。そのため、In-Plane法を用いた磁性層のX線回折分析によってもたらされる回折ピークの強度に基づけば、強磁性六方晶フェライト粉末の磁気特性に影響を及ぼす粒子の磁性層における存在状態を制御することができると推察している。XRD強度比は、この点に関する指標と本発明者は考えている。詳しくは、XRD強度比が大きいほど、磁化容易軸方向と直交する方向が磁性層表面に対してより平行に近い状態で存在する前者の粒子が磁性層に多く存在することを意味し、XRD強度比が小さいほど、そのような状態で存在する前者の粒子が磁性層に少ないことを意味すると本発明者は推察している。更に本発明者は、磁化容易軸方向と直交する方向が磁性層表面に対してより平行に近い状態で存在する前者の粒子が磁性層に多く存在するほど、サーボヘッドとの接触によって磁性層表面が変形する変形量は小さく、そのような状態で存在する前者の粒子が磁性層に少ないほど、サーボヘッドとの接触によって磁性層表面が変形する変形量が大きくなると考えている。XRD強度比を0.5以上4.0以下とすることは、サーボヘッドとの接触によって磁性層表面が適度に変形することにつながり、その結果、サーボヘッドと磁性層表面との円滑な摺動を促進することができると本発明者は推察している。

以上のように、XRD強度比を0.5以上4.0以下とし、かつ垂直方向角型比を0.65以上1.00以下とすることは、サーボヘッドと磁性層表面との円滑な摺動を促進することにつながると推察される。磁性層表面粗さRaが1.8nm以下の磁気テープは、サーボヘッドとの摺動性が低下しやすいと考えられる。かかる磁気テープとサーボヘッドとの円滑な摺動が促進されることが、サーボヘッドの走行速度の変動を抑制することに寄与し、結果的に、タイミングベースサーボシステムにおけるヘッド位置決め精度を向上させることにつながると、本発明者は考えている。

ただし、以上は本発明者の推察であって、本発明を何ら限定するものではない。

【0029】

以下、上記磁気テープについて、更に詳細に説明する。

【0030】

<磁性層表面粗さRa>

上記磁気テープの磁性層表面において測定される中心線平均表面粗さRa（磁性層表面粗さRa）は、1.8nm以下である。磁性層表面粗さRaが1.8nm以下の磁気テープは、何ら対策を施さなければ、タイミングベースサーボシステムにおいてヘッド位置決め精度が低下する現象が発生してしまう。これに対し、XRD強度比が0.5以上4.0以下であり、かつ垂直方向角型比が0.65以上1.00以下である上記磁気テープは、磁性層表面粗さRaが1.8nm以下であるにもかかわらず、タイミングベースサーボシステムにおけるヘッド位置決め精度の低下を抑制することができる。この点に関する本発明者の推察は、先に記載した通りである。また、磁性層表面粗さRaが1.8nm以下である上記磁気テープは、優れた電磁変換特性を示すことができる。電磁変換特性の更なる向上の観点からは、磁性層表面粗さRaは、1.7nm以下であることが好ましく、1.6nm以下であることが更に好ましい。また、磁性層表面粗さRaは、例えば1.2nm

以上または1.3nm以上であることができる。ただし電磁変換特性向上の観点からは磁性層表面粗さRaが低いほど好ましいため、上記例示した値を下回ってもよい。

#### 【0031】

本発明および本明細書における磁気テープの磁性層の表面において測定される中心線平均表面粗さRaは、原子間力顕微鏡(Atomic Force Microscope; AFM)により磁性層表面の面積40 $\mu$ m $\times$ 40 $\mu$ mの領域において測定される値とする。測定条件の一例としては、下記の測定条件を挙げることができる。後述の実施例に示す磁性層表面粗さRaは、下記測定条件下での測定によって求めた値である。

AFM(Veeco社製Nanoscope4)をタッピングモードで用いて磁気テープの磁性層の表面の面積40 $\mu$ m $\times$ 40 $\mu$ mの領域を測定する。探針としてはBRUKER社製RTESP-300を使用し、スキャン速度(探針移動速度)は40 $\mu$ m/秒、分解能は512pixel $\times$ 512pixelとする。

#### 【0032】

磁性層表面粗さRaは、公知の方法により制御することができる。例えば、磁性層に含まれる各種粉末(例えば、強磁性六方晶フェライト粉末、任意に含まれ得る非磁性粉末等)のサイズ、磁気テープの製造条件等により磁性層表面粗さRaは変わり得る。したがって、これらを調整することにより、磁性層表面粗さRaが1.8nm以下の磁気テープを得ることができる。

#### 【0033】

<XRD強度比>

XRD強度比は、強磁性六方晶フェライト粉末を含む磁性層をIn-Plane法を用いてX線回折分析することによって求められる。以下において、In-Plane法を用いて行われるX線回折分析を、「In-Plane XRD」とも記載する。In-Plane XRDは、薄膜X線回折装置を用いて、以下の条件で、磁性層表面にX線を照射して行うものとする。測定方向は、磁気テープの長手方向とする。

Cu線源使用(出力45kV、200mA)

Scan条件: 20~40degreeの範囲を0.05degree/step、0.1degree/min

使用光学系: 平行光学系

測定方法: :2 スキャン(X線入射角0.25°)

上記条件は、薄膜X線回折装置における設定値である。薄膜X線回折装置としては、公知の装置を用いることができる。薄膜X線回折装置の一例としては、リガク社製SmartLabを挙げることができる。In-Plane XRDの分析に付す試料は、測定対象の磁気テープから切り出したテープ試料であって、後述する回折ピークが確認できればよく、その大きさおよび形状は限定されるものではない。

#### 【0034】

X線回折分析の手法としては、薄膜X線回折と粉末X線回折が挙げられる。粉末X線回折は粉末試料のX線回折を測定するのに対し、薄膜X線回折によれば基板上に形成された層等のX線回折を測定することができる。薄膜X線回折は、In-Plane法とOut-Of-Plane法とに分類される。測定時のX線入射角は、Out-Of-Plane法では5.00~90.00°の範囲であるのに対し、In-Plane法では通常0.20~0.50°の範囲である。本発明および本明細書におけるIn-Plane XRDでは、上記の通りX線入射角は0.25°とする。In-Plane法は、Out-Of-Plane法と比べてX線入射角が小さいためX線の侵入深さが浅い。したがって、In-Plane法を用いるX線回折分析(In-Plane XRD)によれば、測定対象試料の表層部のX線回折分析を行うことができる。テープ試料については、In-Plane XRDによれば磁性層のX線回折分析を行うことができる。上記のXRD強度比とは、かかるIn-Plane XRDにより得られたX線回折スペクトルの中で、六方晶フェライト結晶構造の(114)面の回折ピークのピーク強度Int(114)に対する(110)面の回折ピークのピーク強度Int(110)の強度比(Int(11



0) / Int ( 1 1 4 ) ) である。Int は、Intensity ( 強度 ) の略称として用いている。In - Plane XRD により得られる X 線回折スペクトル ( 縦軸 : Intensity、横軸 : 回折角  $2\theta$  ( degree ) ) において、( 1 1 4 ) 面の回折ピークは、 $2\theta$  が  $33 \sim 36 \text{ degree}$  の範囲で検出されるピークであり、( 1 1 0 ) 面の回折ピークは、 $2\theta$  が  $29 \sim 32 \text{ degree}$  の範囲で検出されるピークである。

#### 【 0 0 3 5 】

回折面の中で、六方晶フェライト結晶構造の ( 1 1 4 ) 面は、強磁性六方晶フェライト粉末の粒子 ( 六方晶フェライト粒子 ) の磁化容易軸方向 ( c 軸方向 ) 近くに位置する。また、六方晶フェライト結晶構造の ( 1 1 0 ) 面は、磁化容易軸方向と直交する方向に位置する。

本発明者は、In - Plane XRD によって求められる X 線回折スペクトルにおいて、六方晶フェライト結晶構造の ( 1 1 4 ) 面の回折ピークのピーク強度 Int ( 1 1 4 ) に対する ( 1 1 0 ) 面の回折ピークのピーク強度 Int ( 1 1 0 ) の強度比 ( Int ( 1 1 0 ) / Int ( 1 1 4 ) ; XRD 強度比 ) が大きいほど、磁化容易軸方向と直交する方向が磁性層表面に対してより平行に近い状態で存在する前者の粒子が磁性層に多く存在することを意味し、XRD 強度比が小さいほど、そのような状態で存在する前者の粒子が磁性層に少ないことを意味すると推察している。そして、XRD 強度比が 0 . 5 以上 4 . 0 以下である状態とは、前者の粒子が磁性層において適度に整列した状態にあることを意味すると考えられる。このことが、サーボヘッドと磁性層表面との円滑な摺動を促進することにつながると推察される。そして結果的に、磁性層表面粗さ Ra が 1 . 8 nm 以下の磁気テープを用いるタイミングベースサーボシステムにおいてヘッド位置決め精度を向上させることができると、本発明者は考えている。

XRD 強度比は、タイミングベースサーボシステムにおけるヘッド位置決め精度の更なる向上の観点から、3 . 5 以下であることが好ましく、3 . 0 以下であることがより好ましい。また、同様の観点から、XRD 強度比は、0 . 7 以上であることが好ましく、1 . 0 以上であることがより好ましい。XRD 強度比は、例えば、磁気テープの製造工程において行われる配向処理の処理条件によって制御することができる。配向処理としては、垂直配向処理を行うことが好ましい。垂直配向処理は、好ましくは、湿潤状態 ( 未乾燥状態 ) の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を印加することにより行うことができる。配向条件を強化するほど、XRD 強度比の値は大きくなる傾向がある。配向処理の処理条件としては、配向処理における磁場強度等が挙げられる。配向処理の処理条件は特に限定されるものではない。0 . 5 以上 4 . 0 以下の XRD 強度比が実現できるように配向処理の処理条件を設定すればよい。一例として、垂直配向処理における磁場強度は、0 . 1 0 ~ 0 . 8 0 T とすることができ、または 0 . 1 0 ~ 0 . 6 0 T とすることもできる。磁性層形成用組成物における強磁性六方晶フェライト粉末の分散性を高めるほど、垂直配向処理により XRD 強度比の値は大きくなる傾向がある。

#### 【 0 0 3 6 】

< 垂直方向角型比 >

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。即ち磁気テープについて、垂直方向は、磁気テープの長手方向と直交する方向でもある。垂直方向角型比は、振動試料型磁束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、振動試料型磁束計において、 $23 \pm 1$  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  $4.8 \text{ kA/m/秒}$  (  $600 \text{ Oe/秒}$  ) 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。

#### 【 0 0 3 7 】

上記磁気テープの垂直方向角型比は、0 . 6 5 以上である。本発明者は、磁気テープの

垂直方向角型比は、先に記載した後者の粒子（微細な粒子）の存在量の指標になり得ると推察している。磁気テープの垂直方向角型比が0.65以上である磁性層は、かかる微細な粒子の存在量が少ないと考えられる。このことも、先に記載したように、結果的に、磁性層表面粗さRaが1.8nm以下の磁気テープを用いるタイミングベースサーボシステムにおいてヘッド位置決め精度を向上させることにつながると、本発明者は考えている。

タイミングベースサーボシステムにおけるヘッド位置決め精度の更なる向上の観点から、上記垂直方向角型比は0.68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、0.73以上であることが更に好ましく、0.75以上であることが一層好ましい。また、角型比は、原理上、最大で1.00である。したがって、上記磁気テープの垂直方向角型比は1.00以下である。上記垂直方向角型比は、例えば0.95以下、0.90以下、0.87以下または0.85以下であってもよい。上記垂直方向角型比の値が大きいほど、磁性層中に上記の微細な後者の粒子が少なくサーボ信号の出力低下をより一層抑制する観点から好ましいと考えられる。したがって、上記垂直方向角型比は、上記例示した値を上回ってもよい。

10

【0038】

上記垂直方向角型比を0.65以上とするためには、磁性層形成用組成物の調製工程において、粒子が一部欠けること（チップング）によって微細な粒子が発生することを抑制することが好ましいと本発明者は考えている。チップングの発生を抑制するための具体的手段は後述する。

【0039】

20

次に、上記磁気テープに含まれる磁性層等について、更に詳細に説明する。

【0040】

<磁性層>

（強磁性粉末）

上記磁気テープの磁性層は、強磁性粉末として強磁性六方晶フェライト粉末を含む。強磁性六方晶フェライト粉末に関して、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。上記磁性層に含まれる強磁性六方晶フェライト粉末は、いずれの結晶構造を取るものであってもよい。また、六方晶フェライトの結晶構造には、構成原子として、鉄原子および二価金属原子が含まれる。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、バリウム原子、ストロンチウム原子、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。例えば、二価金属原子としてバリウム原子を含む六方晶フェライトは、バリウムフェライトであり、ストロンチウム原子を含む六方晶フェライトは、ストロンチウムフェライトである。また、六方晶フェライトは、二種以上の六方晶フェライトの混晶であってもよい。混晶の一例としては、バリウムフェライトとストロンチウムフェライトの混晶を挙げることができる。

30

【0041】

強磁性六方晶フェライト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ができる。「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分とで測定し（測定温度：23 ± 1）、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。

40

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

[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]

【0042】

高密度記録化を達成するための方法としては、磁性層に含まれる強磁性粉末の粒子サイズを小さくし、磁性層の強磁性粉末の充填率を高める方法が挙げられる。この点から、強磁性六方晶フェライト粉末の活性化体積は、2500nm<sup>3</sup>以下であることが好ましく、2300nm<sup>3</sup>以下であることがより好ましく、2000nm<sup>3</sup>以下であることが更に好

50

ましい。一方、磁化の安定性の観点からは、活性化体積は、例えば  $800\text{ nm}^3$  以上であることが好ましく、 $1000\text{ nm}^3$  以上であることがより好ましく、 $1200\text{ nm}^3$  以上であることが更に好ましい。

#### 【0043】

強磁性六方晶フェライト粉末を構成する粒子の形状は、強磁性六方晶フェライト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得た粒子写真において、デジタイザーで粒子（一次粒子）の輪郭をトレースして特定するものとする。一次粒子とは、凝集のない独立した粒子をいう。透過型電子顕微鏡を用いる撮影は、加速電圧  $300\text{ kV}$  で透過型電子顕微鏡を用いて直接法により行うものとする。透過型電子顕微鏡観察および測定は、例えば日立製透過型電子顕微鏡 H-9000 型および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。強磁性六方晶フェライト粉末を構成する粒子の形状に関して、「板状」とは、対向する 2 つの板面を有する形状をいう。一方、そのような板面を持たない粒子形状の中で、長軸と短軸の区別のある形状が「楕円状」である。長軸とは、粒子の長さを最も長く取ることができる軸（直線）として決定する。一方、短軸とは、長軸と直交する直線で粒子長さを取ったときに長さが最も長くなる軸として決定する。長軸と短軸の区別がない形状、即ち長軸長 = 短軸長となる形状が「球状」である。形状から長軸および短軸が特定できない形状を不定形と呼ぶ。上記の粒子形状特定のための透過型電子顕微鏡を用いる撮影は、撮影対象粉末に配向処理を施さずに行う。磁性層形成用組成物の調製に用いる強磁性六方晶フェライト粉末および磁性層に含まれる強磁性六方晶フェライト粉末の形状は、板状、楕円状、球状および不定形のいずれでもよい。

#### 【0044】

なお本発明および本明細書に記載の各種粉末に関する平均粒子サイズは、上記のように撮影された粒子写真を用いて、無作為に抽出した  $500$  個の粒子について求められた値の算術平均とする。後述の実施例に示す平均粒子サイズは、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 を用いて得られた値である。

#### 【0045】

強磁性六方晶フェライト粉末の詳細については、例えば特開  $2011-216149$  号公報の段落  $0134 \sim 0136$  も参照できる。

#### 【0046】

磁性層における強磁性六方晶フェライト粉末の含有量（充填率）は、好ましくは  $50 \sim 90$  質量％の範囲であり、より好ましくは  $60 \sim 90$  質量％の範囲である。磁性層の強磁性六方晶フェライト粉末以外の成分は少なくとも結合剤であり、任意に一種以上の添加剤が含まれ得る。磁性層において強磁性六方晶フェライト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。

#### 【0047】

（結合剤）

上記磁気テープは塗布型磁気テープであって、磁性層に、強磁性六方晶フェライト粉末とともに結合剤を含む。結合剤としては、一種以上の樹脂を使用する。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。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ル樹脂等から選ばれる樹脂を単独で用いるか、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。以上の結合剤については、特開  $2010-24113$  号公報の段落  $0028$

～ 0 0 3 1 を参照できる。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 1 0 , 0 0 0 以上 2 0 0 , 0 0 0 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 ( 東ソー社製 )

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

溶離液 : テトラヒドロフラン ( T H F )

10

#### 【 0 0 4 8 】

また、結合剤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。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 2 0 1 1 - 2 1 6 1 4 9 号公報の段落 0 1 2 4 ~ 0 1 2 5 を参照できる。硬化剤は、磁性層形成用組成物中に、結合剤 1 0 0 . 0 質量部に対して例えば 0 ~ 8 0 . 0 質量部、磁性層等の各層の強度向上の観点からは好ましくは 5 0 . 0 ~ 8 0 . 0 質量部の量で使用することができる。

20

#### 【 0 0 4 9 】

( その他成分 )

磁性層には、上記の各種成分とともに、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。または、公知の方法で合成された化合物を添加剤として使用することもできる。添加剤の一例としては、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、非磁性フィラー、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。非磁性フィラーとは、非磁性粉末と同義である。非磁性フィラーとしては、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フィラー ( 以下、「突起形成剤」と記載する。 )、および研磨剤として機能することができる非磁性フィラー ( 以下、「研磨剤」と記載する。 ) を挙げることができる。

30

#### 【 0 0 5 0 】

- 非磁性フィラー -

非磁性フィラーの一態様である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、無機物質であっても有機物質であってもよい。一態様では、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、単一ピークを示す単分散であることが好ましい。単分散粒子の入手容易性の点からは、突起形成剤は無機物質の粉末 ( 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、単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を構成する無機酸化物は二酸化珪素 ( シリカ ) であることが好ましい。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、シクロヘキサノン、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 1 0 0 m L 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

40

50

のとする。また、他の一態様では、突起形成剤は、カーボンブラックであることも好ましい。

【0051】

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。

【0052】

非磁性フィラーの他の一態様である研磨剤は、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( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、炭化珪素、ボロンカーバイド( $\text{B}_4\text{C}$ )、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiC}$ 、酸化クロム( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )、酸化セリウム、酸化ジルコニウム( $\text{ZrO}_2$ )、酸化鉄、ダイヤモンド等の粉末を挙げることができる。中でも、アルミナ等のアルミナ粉末および炭化珪素粉末が好ましい。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 $14\text{m}^2/\text{g}$ 以上、好ましくは $16\text{m}^2/\text{g}$ 以上、より好ましくは $18\text{m}^2/\text{g}$ 以上である。また、研磨剤の比表面積は、例えば $40\text{m}^2/\text{g}$ 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って、一次粒子について測定する値とする。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。

【0053】

また、突起形成剤および研磨剤が、それらの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、好ましくは強磁性六方晶フェライト粉末100.0質量部に対して、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、好ましくは強磁性六方晶フェライト粉末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。

【0054】

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させるための分散剤として挙げることができる。研磨剤等の非磁性フィラーの磁性層形成用組成物における分散性を向上させることは、磁性層表面粗さRaを小さくするうえで好ましい。

【0055】

また、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、 $\text{NH}_2\text{R}$ で表される第一級アミン、 $\text{NHR}_2$ で表される第二級アミン、 $\text{NR}_3$ で表される第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。本発明者は、含窒素化合物の含窒素部が強磁性六方晶フェライト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ている。カルボキシ基含有化合物としては、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、カルボキシ基が強磁性六方晶フェライト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本発明者は考えている。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。

【0056】

<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

10

20

30

40

50

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。

#### 【0057】

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。

#### 【0058】

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。

#### 【0059】

##### <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。

#### 【0060】

##### <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。バックコート層に含まれる結合剤および任意に含まれ得る各種添加剤については、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ができる。

#### 【0061】

##### <非磁性支持体および各層の厚み>

非磁性支持体の厚みは、好ましくは3.00~4.50μmである。磁性層の厚みは、近年求められている高密度記録化の観点からは0.15μm以下であることが好ましく、0.10μm以下であることがより好ましい。磁性層の厚みは、更に好ましくは0.01~0.10μmの範囲である。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。

#### 【0062】

非磁性層の厚みは、例えば0.10~1.50μmであり、0.10~1.00μmであることが好ましい。

#### 【0063】

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

#### 【0064】

磁気テープの各層および非磁性支持体の厚みは、公知の膜厚測定法により求めることが

10

20

30

40

50

できる。一例として、例えば、磁気テープの厚み方向の断面を、イオンビーム、マイクロ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電子顕微鏡を用いて断面観察を行う。断面観察において厚み方向の1箇所において求められた厚み、または無作為に抽出した2箇所以上の複数箇所、例えば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、各層の厚みは、製造条件から算出される設計厚みとして求めてもよい。

【0065】

<製造方法>

<<サーボパターンが形成される磁気テープの製造>>

(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は、先に説明した各種成分とともに、通常、溶媒を含む。溶媒としては、塗布型磁気記録媒体を製造するために一般に使用される各種有機溶媒を用いることができる。中でも、塗布型磁気記録媒体に通常使用される結合剤の溶解性の観点からは、各層形成用組成物には、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、ジイソブチルケトン、シクロヘキサノン、イソホロン、テトラヒドロフラン等のケトン溶媒の一種以上が含まれることが好ましい。各層形成用組成物における溶媒量は特に限定されるものではなく、通常の塗布型磁気記録媒体の各層形成用組成物と同様にすることができる。また、各層形成用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2段階以上に分かれていてもかまわ  
20  
ない。本発明で用いられるすべての原料は、どの工程の最初または途中で添加してもかまわ  
ない。また、個々の原料を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。磁気テープの製造工程では、従来の公知の製造技術の一部または全部の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ニーダ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号公報に記載されている。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、塗布工程に付す前に公知の方法によつてろ過してもよい。ろ過は、例えばフィルタろ過  
30  
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0.01~3μm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。

【0066】

磁性層形成用組成物の分散処理に関しては、先に記載したように、チップングの発生を抑制することが好ましい。そのためには、磁性層形成用組成物を調製する工程において、強磁性六方晶フェライト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六方晶フェライト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六方晶フェライト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好ましい。かかる分散処理によれば、強磁性六方晶フェライト粉末の分散性向上とチップングの発生の抑制とを両立することが  
40  
できる。

【0067】

上記の二段階の分散処理の好ましい態様としては、強磁性六方晶フェライト粉末、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、上記の好ましい態様の分散処理について、更に説明する。

【0068】

強磁性六方晶フェライト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、強磁性六方晶フェライト粉末を他の粉末成分と混合する前の分散処理として行  
50

うことが好ましい。例えば、上記非磁性フィラーを含む磁性層を形成する場合、上記非磁性フィラーと混合する前に、強磁性六方晶フェライト粉末、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。

#### 【0069】

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 $1/10$ 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。

10

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。

#### 【0070】

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。

#### 【0071】

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」とは、分散ビーズの質量（単位： $\text{g}$ ）を体積（単位： $\text{cm}^3$ ）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 $3.7 \text{ g/cm}^3$ 以下であり、より好ましくは $3.5 \text{ g/cm}^3$ 以下である。第二の分散ビーズの密度は、例えば $2.0 \text{ g/cm}^3$ 以上であってもよく、 $2.0 \text{ g/cm}^3$ 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。

20

一方、第一の分散ビーズとしては、密度が $3.7 \text{ g/cm}^3$ 超の分散ビーズが好ましく、密度が $3.8 \text{ g/cm}^3$ 以上の分散ビーズがより好ましく、 $4.0 \text{ g/cm}^3$ 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 $7.0 \text{ g/cm}^3$ 以下であってもよく、 $7.0 \text{ g/cm}^3$ 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。

30

#### 【0072】

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。

#### 【0073】

##### （塗布工程）

磁性層は、磁性層形成用組成物を非磁性支持体の表面に直接塗布するか、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（または磁性層が追って設けられる）表面側とは反対の表面側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。

40

#### 【0074】

##### （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 $0067 \sim 0070$ を参照できる。磁性層形成用組成物の塗布層には、この塗布層が湿潤（未乾燥）状態にあるうちに配向処理を施すことが好ましい。配向処理については、特開 $2010-231843$ 号公報の段落 $0067$ の記載をはじめとする各種公知

50



技術を何ら制限なく適用することができる。先に記載したように、配向処理としては垂直配向処理を行うことが、XRD強度比を制御する観点から好ましい。配向処理については、先の記載も参照できる。

【0075】

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。ただし上記の製造方法は例示であって、XRD強度比および垂直方向角型比を調整可能な任意の手段によって、XRD強度比および垂直方向角型比をそれぞれ上記範囲に制御することができ、そのような態様も本発明に包含される。

【0076】

<<サーボパターンの形成>>

上記磁気テープは、磁性層に、タイミングベースサーボパターンを有する。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何ら制限なく適用することができる。

【0077】

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何ら制限なく採用できる。

【0078】

磁気テープは、通常、磁気テープカートリッジに收容され、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。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收容されている。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、磁気信号の記録および/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。本発明の一態様にかかる磁気テープは、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に收容されてもよい。磁気テープカートリッジの構成は公知である。

【0079】

以上説明した上記磁気テープは、磁性層表面粗さRaが1.8nm以下の高い表面平滑性を有し、かつタイミングベースサーボシステムにおけるヘッド位置決め精度の向上が可能である。

【0080】

### [ 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、サーボヘッドと、を含む磁気テープ装置に関する。

#### 【 0 0 8 1 】

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、タイミングベース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タイミングベースサーボ方式の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。ヘッド位置決め精度の指標としては、後述の実施例に示す方法により求められる P E S ( P o s i t i o n E r r o r S i g n a l ) を挙げることができる。P E S は、磁気テープが磁気テープ装置内を走行する際、サーボシステムによりヘッドトラッキングを行ったとしても、磁気ヘッドが走行すべき位置からずれて走行したことの指標であって、値が大きいほどズレが大きくサーボシステムにおけるヘッド位置決め精度が低いことを意味する。本発明の一態様にかかる磁気テープは、例えば 9 . 0 n m 以下 ( 例えば 7 . 0 ~ 9 . 0 n m の範囲 ) の P E S を達成することができる。

10

#### 【 0 0 8 2 】

上記磁気テープ装置に搭載される磁気ヘッドとしては、磁気テープへの磁気信号の記録および/または再生を行うことが可能な公知の磁気ヘッドを用いることができる。記録ヘッドと再生ヘッドは、1つの磁気ヘッドであってもよく分離した磁気ヘッドであってもよい。サーボヘッドとしては、上記磁気テープのタイミングベースサーボパターンを読み取り可能な公知のサーボヘッドを用いることができる。サーボヘッドは、上記磁気テープ装置に少なくとも1つ含まれ、2つ以上含まれてもよい。また、磁気信号を記録するための素子および/または再生するための素子を含む磁気ヘッドに、サーボパターン読み取り素子が含まれていてもよい。即ち、磁気ヘッドとサーボヘッドとが単一のヘッドであってもよい。

20

#### 【 0 0 8 3 】

タイミングベースサーボシステムにおけるヘッドトラッキングの詳細については、例えば、米国特許第 5 6 8 9 3 8 4 号、米国特許第 6 5 4 2 3 2 5 号、および米国特許第 7 8 7 6 5 2 1 号に記載の技術をはじめとする公知技術を何ら制限なく適用することができる。

30

#### 【 0 0 8 4 】

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およびサーボ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、規格に応じたタイミングベース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 】

#### 【 0 0 8 5 】

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。

40

#### 【 0 0 8 6 】

##### 1 . 磁気テープの作製

#### 【 実施例 1 】

各層形成用組成物の処方を、下記に示す。

#### 【 0 0 8 7 】

< 磁性層形成用組成物の処方 >

50

(磁性液)

板状強磁性六方晶フェライト粉末 (M型バリウムフェライト) : 100.0部

(活性化体積 :  $1500 \text{ nm}^3$ )

オレイン酸 : 2.0部

塩化ビニル共重合体 (日本ゼオン製MR-104) : 10.0部

$\text{SO}_3\text{Na}$ 基含有ポリウレタン樹脂 : 4.0部

(重量平均分子量 : 70000、 $\text{SO}_3\text{Na}$ 基 :  $0.07 \text{ meq/g}$ )

アミン系ポリマー (ビッケミー社製DISPERBYK-102) : 6.0部

メチルエチルケトン : 150.0部

シクロヘキサノン : 150.0部

10

(研磨剤液)

- アルミナ : 6.0部

(BET比表面積 :  $19 \text{ m}^2/\text{g}$ 、モース硬度 : 9)

$\text{SO}_3\text{Na}$ 基含有ポリウレタン樹脂 : 0.6部

(重量平均分子量 : 70000、 $\text{SO}_3\text{Na}$ 基 :  $0.1 \text{ meq/g}$ )

2,3-ジヒドロキシナフタレン : 0.6部

シクロヘキサノン : 23.0部

(突起形成剤液)

コロイダルシリカ : 2.0部

(平均粒子サイズ :  $80 \text{ nm}$ )

20

メチルエチルケトン : 8.0部

(潤滑剤および硬化剤液)

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 : 110.0部

シクロヘキサノン : 110.0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

【0088】

<非磁性層形成用組成物の処方>

30

非磁性無機粉末 - 酸化鉄 : 100.0部

(平均粒子サイズ :  $10 \text{ nm}$ 、BET比表面積 :  $75 \text{ m}^2/\text{g}$ )

カーボンブラック : 25.0部

(平均粒子サイズ :  $20 \text{ nm}$ )

$\text{SO}_3\text{Na}$ 基含有ポリウレタン樹脂 : 18.0部

(重量平均分子量 : 70000、 $\text{SO}_3\text{Na}$ 基含有量 :  $0.2 \text{ meq/g}$ )

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

【0089】

40

<バックコート層形成用組成物の処方>

非磁性無機粉末 - 酸化鉄 : 80.0部

(平均粒子サイズ :  $0.15 \mu\text{m}$ 、BET比表面積 :  $52 \text{ m}^2/\text{g}$ )

カーボンブラック : 20.0部

(平均粒子サイズ :  $20 \text{ nm}$ )

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

シクロヘキサノン : 155.0部

メチルエチルケトン : 155.0部

50

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

#### 【0090】

##### <磁性層形成用組成物の調製>

磁性層形成用組成物を、以下の方法によって調製した。

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0.5mmのジルコニアビーズ（第一の分散ビーズ、密度 $6.0\text{ g/cm}^3$ ）を使用して24時間分散し（第一の段階）、その後、 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 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、強磁性六方晶フェライト粉末に対して、質量基準で10倍量用いた。

10

その後、分散液Aをバッチ式縦型サンドミルにより表1に示すビーズ径のダイヤモンドビーズ（第二の分散ビーズ、密度 $3.5\text{ g/cm}^3$ ）を使用して1時間分散し（第二の段階）、遠心分離機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。下記磁性液は、こうして得られた分散液Bである。ダイヤモンドビーズは、強磁性六方晶フェライト粉末に対して、質量基準で10倍量用いた。

研磨剤液は、上記の研磨剤液の各種成分を混合してビーズ径0.3mmのジルコニアビーズとともに横型ビーズミル分散機に入れ、ビーズ体積ノ（研磨剤液体積+ビーズ体積）が80%になるように調整し、120分間ビーズミル分散処理を行い、処理後の液を取り出し、フロー式の超音波分散ろ過装置を用いて、超音波分散ろ過処理を施した。こうして研磨剤液を調製した。

20

調製した磁性液、研磨剤液、上記の突起形成剤液、ならびに潤滑剤および硬化剤液をディゾルバーに導入し、周速10m/秒で30分間攪拌した後、フロー式超音波分散機により流量 $7.5\text{ kg/分}$ で3パス処理した後に、孔径 $1\text{ }\mu\text{m}$ のフィルタでろ過して磁性層形成用組成物を調製した。

#### 【0091】

先に記載した強磁性六方晶フェライト粉末の活性化体積は、磁性層形成用組成物の調製に用いた強磁性六方晶フェライト粉末と同じ粉末ロットの粉末を使用して測定し算出した値である。測定は、振動試料型磁束計（東英工業社製）を用いて保磁力Hc測定部の磁場スweep速度3分と30分とで行い、先に記載した関係式から活性化体積を算出した。測定は $23\pm 1$ の環境で行った。

30

#### 【0092】

##### <非磁性層形成用組成物の調製>

上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、 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ の孔径を有するフィルタを用いてろ過することにより、非磁性層形成用組成物を調製した。

#### 【0093】

##### <バックコート層形成用組成物の調製>

上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 $1\text{ }\mu\text{m}$ の孔径を有するフィルタを用いてろ過することにより、バックコート層形成用組成物を調製した。

40

#### 【0094】

##### <磁気テープの作製方法>

厚み $4.30\text{ }\mu\text{m}$ 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 $1.00\text{ }\mu\text{m}$ に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し乾燥させて非磁性

50

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  $0.10 \mu\text{m}$  に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。この磁性層形成用組成物の塗布層が湿潤（未乾燥）状態にあるうちに、表 1 に示す強度の磁場を上記塗布層の表面に対し垂直方向に印加し垂直配向処理を施した。その後、上記塗布層を乾燥させて磁性層を形成した。

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の表面上に乾燥後の厚みが  $0.60 \mu\text{m}$  に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し、乾燥させた。

こうして得られた磁気テープを金属ロールのみから構成されるカレンダーにより、速度  $100 \text{ m/min}$ 、線圧  $300 \text{ kg/cm}$  ( $294 \text{ kN/m}$ )、表 1 に示す表面温度のカレンダーロールを用いてカレンダー処理（表面平滑化処理）し、その後雰囲気温度  $70^\circ\text{C}$  の環境で  $36$  時間熱処理を施した。熱処理後  $1/2$  インチ ( $0.0127$  メートル) 幅にスリットし、磁気テープを作製した。作製された磁気テープの磁性層を消磁した状態で、サーボライター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（タイミングベースサーボパターン）を有する実施例 1 の磁気テープを得た。

【0095】

[ 実施例 2 ~ 6、比較例 1 ~ 6、参考例 1、2 ]

表 1 に示す各種項目を表 1 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た。

表 1 中、分散ビーズの欄および時間の欄に「なし」と記載されている比較例および参考例については、磁性液分散処理において第二の段階を実施せずに磁性層形成用組成物を調製した。

表 1 中、垂直配向処理磁場強度の欄に「なし」と記載されている比較例および参考例については、配向処理を行わずに磁性層を形成した。

【0096】

## 2. 各種評価

### (1) XRD 強度比

作製した磁気テープから、テープ試料を切り出した。

切り出したテープ試料について、薄膜 X 線回折装置（リガク社製 SmartLab）を用いて磁性層表面に X 線を入射させて、先に記載した方法により In-Plane XRD を行った。

In-Plane XRD により得られた X 線回折スペクトルから、六方晶フェライト結晶構造の (114) 面の回折ピークのピーク強度  $I_{nt}(114)$  および (110) 面の回折ピークのピーク強度  $I_{nt}(110)$  を求め、XRD 強度比 ( $I_{nt}(110) / I_{nt}(114)$ ) を算出した。

【0097】

### (2) 垂直方向角型比

作製した磁気テープについて、振動試料型磁束計（東英工業社製）を用いて先に記載した方法により垂直方向角型比を求めた。

【0098】

### (3) 磁性層の表面において測定される中心線平均表面粗さ $R_a$

原子間力顕微鏡（AFM、Veeco 社製 Nanoscope 4）をタッピングモードで用いて、磁気テープの磁性層表面において測定面積  $40 \mu\text{m} \times 40 \mu\text{m}$  の範囲を測定し、中心線平均表面粗さ  $R_a$  を求めた。探針としては BRUKER 社製 RTESP-300 を使用し、スキャン速度（探針移動速度）は  $40 \mu\text{m/秒}$ 、分解能は  $512 \text{ pixel} \times 512 \text{ pixel}$  とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 9 】

( 4 ) P E S

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について、サーボパターンの形成に用いたサーボライター上のベリファイ ( v e r i f y ) ヘッドでサーボパターンを読み取った。ベリファイヘッドは、磁気テープに形成されたサーボパターンの品質を確認するための読取用磁気ヘッドであり、公知の磁気テープ装置 ( ドライブ ) の磁気ヘッドと同様に、サーボパターンの位置 ( 磁気テープの幅方向の位置 ) に対応した位置に読取用の素子が配置されている。

ベリファイヘッドには、ベリファイヘッドでサーボパターンを読み取って得た電気信号から、サーボシステムにおけるヘッド位置決め精度を P E S として演算する公知の P E S 演算回路が接続されている。P E S 演算回路は、入力された電気信号 ( パルス信号 ) から磁気テープの幅方向への変位を随時計算し、この変位の時間的变化情報 ( 信号 ) に対してハイパスフィルタ ( カットオフ : 5 0 0 c y c l e s / m ) を適用した値を、P E S として算出した。

【 0 1 0 0 】

以上の結果を、表 1 に示す。

【 0 1 0 1 】

【表 1】

	磁性液分散処理 第二の段階					垂直配向処理 磁場強度	カレンダーロールの 表面温度	磁性層 表面粗さ Ra	XRD強度比 Int(110)/Int(114)	垂直方向 角型比	PES
	分散ビーズ			時間							
	種類	ビーズ径	処分量 (強磁性六方晶 フェライト粉末の 質量に対する ビーズの質量)								
参考例1	なし	なし	なし	なし	なし	80℃	2.5nm	0.2	0.55	8.0nm	
参考例2	なし	なし	なし	なし	なし	95℃	2.0nm	0.2	0.55	8.5nm	
比較例1	なし	なし	なし	なし	なし	100℃	1.8nm	0.2	0.55	23.4nm	
比較例2	なし	なし	なし	なし	なし	110℃	1.5nm	0.2	0.55	測定不可	
比較例3	なし	なし	なし	なし	0.15T	100℃	1.8nm	3.8	0.63	21.5nm	
比較例4	なし	なし	なし	なし	0.30T	100℃	1.8nm	5.0	0.75	22.8nm	
比較例5	ダイヤモンド	500nm	10倍	1h	1.00T	100℃	1.8nm	6.1	0.90	25.9nm	
比較例6	ダイヤモンド	500nm	10倍	1h	なし	100℃	1.8nm	0.3	0.66	24.3nm	
実施例1	ダイヤモンド	500nm	10倍	1h	0.15T	100℃	1.8nm	0.5	0.70	8.8nm	
実施例2	ダイヤモンド	500nm	10倍	1h	0.20T	100℃	1.8nm	1.5	0.75	8.7nm	
実施例3	ダイヤモンド	500nm	10倍	1h	0.30T	100℃	1.8nm	2.3	0.80	8.5nm	
実施例4	ダイヤモンド	500nm	10倍	1h	0.50T	100℃	1.8nm	4.0	0.85	8.6nm	
実施例5	ダイヤモンド	500nm	20倍	1h	0.15T	100℃	1.8nm	0.7	0.83	8.2nm	
実施例6	ダイヤモンド	500nm	20倍	1h	0.15T	110℃	1.5nm	0.7	0.83	8.7nm	

上記方法により求められるP E Sが9 . 0 n m以下であることは、タイミングベースサーボシステムにおけるヘッドトラッキングによって、磁気ヘッドを高精度に位置決め可能であることを意味する。

参考例 1 および 2 と比較例 1 ～ 6 との対比により、磁性層表面粗さ R a が 1 . 8 n m 以下の磁気テープ（比較例 1 ～ 6 ）では、P E S が 9 . 0 n m を大きく超える現象（ヘッド位置決め精度の低下）が発生することが確認された。

比較例 2 の磁気テープは、サーボヘッドの摺動性がきわめて低く、サーボヘッドが磁性層表面との貼り付きにより走行不可であった。そのため、比較例 2 については P E S を測定することができなかった。比較例 2 の磁気テープが磁性層表面粗さ R a が 1 . 8 n m 以下であり磁性層の表面平滑性が高いにもかかわらず、X R D 強度比が 0 . 5 未満かつ垂直方向角型比が 0 . 6 5 未満であったことが、走行不可であった原因と考えられる。

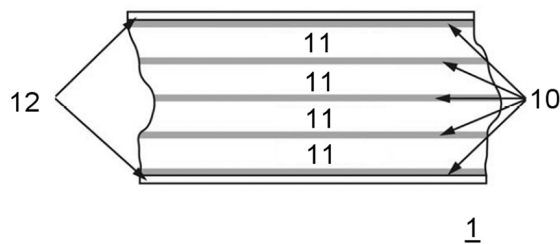
これに対し実施例 1 ～ 6 の磁気テープは、磁性層表面粗さ R a が 1 . 8 n m 以下であるものの、9 . 0 n m 以下の P E S を達成すること、即ちタイミングベースサーボシステムにおけるヘッド位置決め精度の向上が可能であった。

【産業上の利用可能性】

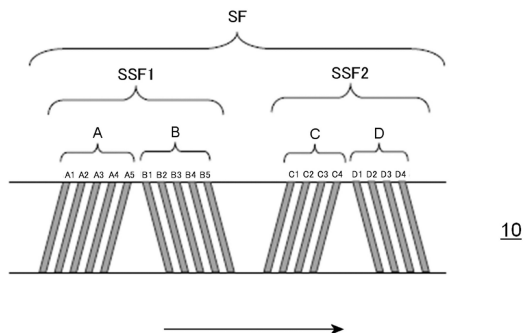
【 0 1 0 3 】

本発明は、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。

【図 1】



【図 2】





---

フロントページの続き

(56)参考文献 特許第6585570(JP, B2)  
特開2011-138566(JP, A)  
特開2017-054564(JP, A)  
特開2010-027123(JP, A)  
特開2012-038419(JP, A)  
特開2017-117505(JP, A)  
特開2007-272956(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G11B 5/62 - 5/82