

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年8月17日(17.08.2023)



(10) 国際公開番号
WO 2023/153024 A1

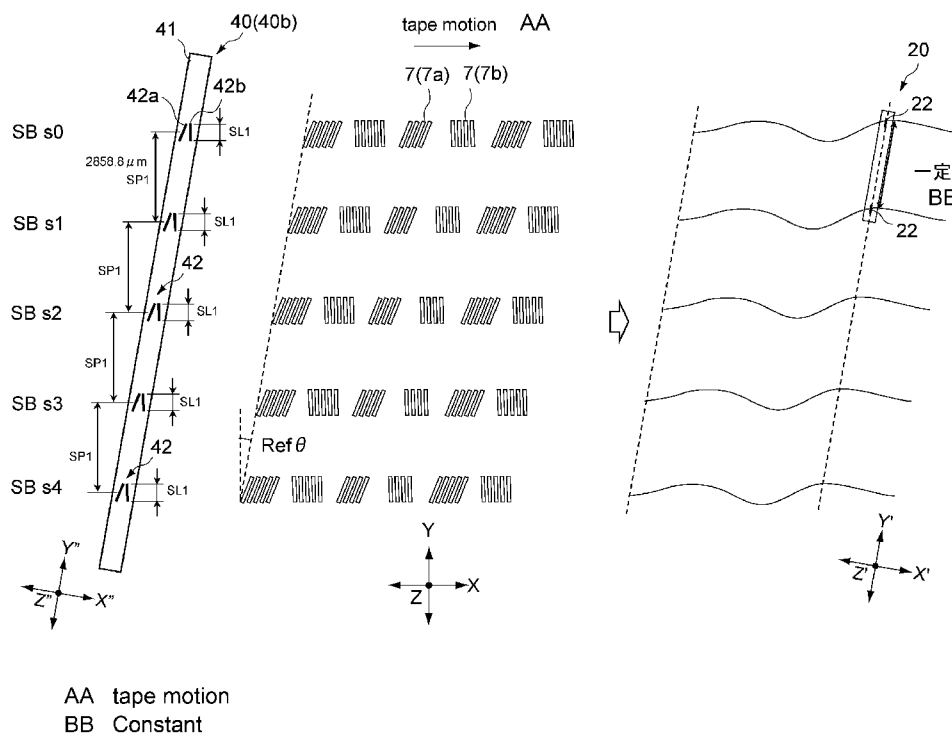
- (51) 国際特許分類:

<i>G11B 21/10</i> (2006.01)	<i>G11B 5/31</i> (2006.01)
<i>G11B 5/127</i> (2006.01)	<i>G11B 5/58</i> (2006.01)
<i>G11B 5/187</i> (2006.01)	<i>G11B 5/78</i> (2006.01)
<i>G11B 5/29</i> (2006.01)	<i>G11B 5/84</i> (2006.01)
- (71) 出願人: ソニーグループ株式会社(SONY GROUP CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 森田 博司 (MORITA, Hiroshi); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーストレージメディアソリューションズ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人南青山国際特許事務所(MINAMI AOYAMA PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS); 〒1070052 東京都港区赤坂7-5-47 U & M 赤坂ビル2F Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/038907
- (22) 国際出願日: 2022年10月19日(19.10.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:

特願 2022-020837	2022年2月14日(14.02.2022)	JP
特願 2022-117550	2022年7月22日(22.07.2022)	JP

(54) Title: SERVO RECORDING DEVICE, SERVO WRITING HEAD, METHOD FOR MANUFACTURING MAGNETIC TAPE, AND MAGNETIC TAPE

(54) 発明の名称: サーボ記録装置、サーボライトヘッド、磁気テープの製造方法及び磁気テープ



(57) Abstract: [Problem] To provide a technique for, for example, writing a servo pattern that can be correctly read even when a data write head is disposed diagonally with respect to the width direction of a magnetic tape. [Solution] A servo recording device according to the present technique comprises a servo write head. The servo write head writes a first servo pattern and a second servo pattern that are asymmetric with respect to the width direction of a magnetic tape respectively in a plurality of servo bands of the magnetic tape, which is used in a data recording device including a data write head



WO 2023/153024 A1

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

that is disposed with the longitudinal direction thereof inclined with respect to the width direction of the magnetic tape by a first head azimuth angle.

(57) 要約 : 【課題】磁気テープの幅方向に対してデータライトヘッドが傾いて配置されるような場合でも、正確に読み取ることができるサーボパターンを書き込む技術等を提供することにある。【解決手段】本技術に係るサーボ記録装置は、サーボライトヘッドを具備する。前記サーボライトヘッドは、磁気テープの幅方向に対してその長手方向が第1のヘッドアジマス角傾斜するように配置されるデータライトヘッドを含むデータ記録装置に用いられる前記磁気テープの複数のサーボバンドに、前記磁気テープの幅方向に対して非対称な第1のサーボパターン及び第2のサーボパターンをそれぞれ書き込む。

明 細 書

発明の名称：

サーボ記録装置、サーボライトヘッド、磁気テープの製造方法及び磁気テープ

技術分野

[0001] 本技術は、磁気テープにサーボパターンを記録するサーボ記録装置等の技術に関する。

背景技術

[0002] 磁気テープには、データが記録される複数のデータバンドと、サーボパターンが記録される複数のサーボバンドが設けられている。磁気テープにおいては、まず、サーボ記録装置のサーボライトヘッドにより、サーボバンドに対してサーボパターンが記録される（例えば、特許文献1参照）。

[0003] データ記録装置のデータライトヘッドは、サーボパターンに基づいて磁気テープの位置を認識しつつ、データバンドの任意の位置にデータを書き込む（例えば、下記特許文献2参照）。

[0004] ここで、磁気テープの幅は、温度、湿度等により変動する場合がある。これに対処するため、下記特許文献2では、データライトヘッドを磁気テープの幅方向に対して傾けて配置することが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2014-199706号公報
特許文献2：特開2005-259198号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 磁気テープの幅方向に対してデータライトヘッドが傾いて配置される場合、サーボパターンの読み取りがアジマス損失の違いにより不正確になるとい

った問題がある。

[0007] 以上のような事情に鑑み、本技術の目的は、磁気テープの幅方向に対してデータライトヘッドが傾いて配置されるような場合でも、正確に読み取ることができるサーボパターンを書き込む技術等を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 本技術に係るサーボ記録装置は、サーボライトヘッドを具備する。

前記サーボライトヘッドは、磁気テープの幅方向に対してその長手方向が第1のヘッドアジマス角傾斜するように配置されるデータライトヘッドを含むデータ記録装置に用いられる前記磁気テープの複数のサーボバンドに、前記磁気テープの幅方向に対して非対称な第1のサーボパターン及び第2のサーボパターンをそれぞれ書き込む。

[0009] これにより、磁気テープの幅方向に対してデータライトヘッドが傾いて配置されるような場合でも、正確に読み取ることができるサーボパターンを書き込むことができる。

[0010] 上記サーボ記録装置において、前記サーボライトヘッドは、第1のサーボパターンを書き込む第1のサーボ素子と、前記第2のサーボパターンを書き込む第2のサーボ素子をそれぞれ有し、前記複数のサーボバンドに対応する複数対のサーボ素子を有していてもよい。

[0011] 上記サーボ記録装置において、前記第1のサーボ素子及び前記第2のサーボ素子は、前記磁気テープの幅方向に対して非対称となるように前記サーボライトヘッドに設けられていてもよい。

[0012] 上記サーボ記録装置において、前記第1のサーボ素子は、前記磁気テープの幅方向に対して第1の角度で傾斜し、前記第2のサーボ素子は、前記磁気テープの幅方向に対して、前記第1の角度とは逆向きに、前記第1の角度とは異なる第2の角度で傾斜してもよい。

[0013] 上記サーボ記録装置において、前記データ記録装置の前記データライトヘッドは、前記第1のヘッドアジマス角が調整されてもよい。

[0014] 上記サーボ記録装置において、前記データ記録装置における前記データラ

イトヘッドの第1のヘッドアジマス角は、基準角 $\pm x^\circ$ の範囲で調整されてもよい。

- [0015] 上記サーボ記録装置において、前記第1の角度及び前記第2の角度は、前記基準角と関連していてもよい。
- [0016] 上記サーボ記録装置において、前記第1の角度は、前記基準角に対してサーボアジマス角を加算した値であってもよい。
- [0017] 上記サーボ記録装置において、前記第2の角度は、前記基準角から前記サーボアジマス角を減算した値であってもよい。
- [0018] 上記サーボ記録装置において、前記サーボライトヘッドは、その長手方向が、前記磁気テープの幅方向に対して第2のヘッドアジマス角傾斜するように配置されてもよい。
- [0019] 上記サーボ記録装置において、前記第1のサーボ素子及び第2のサーボ素子は、前記サーボライトヘッドの長手方向に対して、互いに逆向きに同じ角度で傾斜してもよい。
- [0020] 上記サーボ記録装置において、前記第2のヘッドアジマス角は、前記基準角と一致していてもよい。
- [0021] 上記サーボ記録装置において、前記第1のサーボ素子及び前記第2のサーボ素子は、それぞれ長手方向を有し、前記第1のサーボ素子の長手方向における長さ、と、前記第2のサーボ素子の長手方向における長さとは異なってもよい。
- [0022] 上記のサーボ記録装置において、前記第1のサーボ素子の長さにおける前記磁気テープの幅方向の成分と、前記第2のサーボ素子の長さにおける前記磁気テープの幅方向の成分とは同じであってもよい。
- [0023] 上記サーボ記録装置において、サーボライトヘッドは、幅方向を有し、前記サーボライトヘッドは、磁気テープに対向する対向面を有し、前記対向面は、サーボライトヘッドの幅方向に対して非平行な方向に沿う複数の溝を含んでいてもよい。
- [0024] 上記サーボ記録装置において、前記基準角は、前記磁気テープの幅方向に

対して 2.5° 以上であってもよい。

[0025] 上記サーボ記録装置において、前記 x の値は、 0.7° 以下であってもよい。

[0026] 上記サーボ記録装置において、前記基準角を $Ref\theta$ とし、互いに隣接する前記サーボバンドにおける前記磁気テープの幅方向でのピッチを SP としたとき、前記第1のサーボパターン及び前記第2のサーボパターンを含むサーボパターンについて、互いに隣接するサーボバンドにおける前記サーボパターンの位相差が、 $SP \times \tan(Ref\theta)$ で表されてもよい。

[0027] 本技術に係るサーボライトヘッドは、磁気テープの幅方向に対してその長手方向が第1のヘッドアジマス角傾斜するように配置されるデータライトヘッドを含むデータ記録装置に用いられる前記磁気テープの複数のサーボバンドに、前記磁気テープの幅方向に対して非対称な第1のサーボパターン及び第2のサーボパターンをそれぞれ書き込む。

[0028] 本技術に係る磁気テープの製造方法は、磁気テープの幅方向に対してその長手方向が第1のヘッドアジマス角傾斜するように配置されるデータライトヘッドを含むデータ記録装置に用いられる前記磁気テープの複数のサーボバンドに対して、サーボ記録装置のサーボライトヘッドにより、前記磁気テープの幅方向に対して非対称な第1のサーボパターン及び第2のサーボパターンをそれぞれ書き込む。

[0029] 本技術に係る磁気テープは、基体と、前記基体上に積層された非磁性層と、前記非磁性層上に積層された磁性層とを含む磁気テープであって、

磁気テープの幅方向に対して非対称な第1のサーボパターン及び第2のサーボパターンを含むサーボパターンがそれぞれ書き込まれた複数のサーボバンドを有し、

互いに隣接するサーボバンドにおける前記サーボパターンは、位相差を有する。

[0030] 上記磁気テープにおいて、前記第1のサーボパターンは、前記磁気テープの幅方向に対して第1の角度で傾斜し、前記第2のサーボパターンは、前記

磁気テープの幅方向に対して、前記第1の角度とは逆向きに、前記1の角度とは異なる第2の角度で傾斜していてもよい。

[0031] 上記磁気テープにおいて、前記第1のサーボパターン及び前記第2のサーボパターンは、それぞれ長手方向を有し、前記第1のサーボパターンの長手方向における長さ、前記第2のサーボパターンの長手方向における長さとは異なっていてもよい。

[0032] 上記磁気テープにおいて、前記第1のサーボパターンの長さにおける前記磁気テープの幅方向の成分と、前記第2のサーボパターンの長さにおける前記磁気テープの幅方向の成分とは同じであってもよい。

[0033] 上記磁気テープにおいて、前記磁気テープは、前記磁気テープの幅方向に対してその長手方向が第1のヘッドアジマス角傾斜するように配置されるデータライトヘッドを含むデータ記録装置に用いられてもよい。

[0034] 上記磁気テープにおいて、前記第1のヘッドアジマス角は、基準角を基準とした所定の範囲内において調整されてもよい。

[0035] 上記磁気テープにおいて、前記位相差は、基準角と関連していてもよい。

[0036] 上記磁気テープにおいて、前記基準角を $Ref\theta$ とし、互いに隣接する前記サーボバンドにおける前記磁気テープの幅方向でのピッチを SP としたとき、前記位相差は、 $SP \times \tan(Ref\theta)$ で表されてもよい。

[0037] 上記磁気テープにおいて、前記磁気テープの幅方向に対して前記基準角の方向では、前記サーボパターンの位相は、同位相であってもよい。

[0038] 上記磁気テープにおいて、前記第1の角度及び前記第2の角度は、前記基準角と関連していてもよい。

[0039] 上記磁気テープにおいて、前記第1の角度は、前記基準角に対してサーボアジマス角を加算した値であってもよい。

[0040] 上記磁気テープにおいて、前記第2の角度は、前記基準角から前記サーボアジマス角を減算した値であってもよい。

図面の簡単な説明

[0041] [図1]磁気テープを側方から見た模式図である。

[図2]磁気テープを上方（磁性層側）からみた模式図である。

[図3]データ記録再生装置を示す図である。

[図4]データライトヘッドを下方（バック層側）から見た概略図である。

[図5]データライトヘッドのアジマス角の角度範囲 $Ref\theta \pm x^\circ$ と、アジマス損失 L_θ との関係を示す図である（記録波長： $0.1\mu m$ ）。

[図6]データライトヘッドのアジマス角 θ における角度範囲 $Ref\theta \pm x^\circ$ と、磁気テープ1の幅変動に基づくサーボバンドピッチ差に対する補正量との関係を示す図である。

[図7]磁気テープの幅変動に基づくサーボバンドピッチ差に対する補正量を示す図である。

[図8]データライトヘッドのアジマス角 θ の角度範囲 $Ref\theta \pm x^\circ$ と、アジマス損失 L_θ との関係を示す図である（記録波長： $0.07\mu m$ ）。

[図9]本技術の第1実施形態に係るサーボ記録再生装置を示す図である。

[図10]第1実施例に係るサーボライトヘッド及びサーボライトヘッドに入力されるパルス信号を示す図である。

[図11]第1実施例に係るサーボライトヘッドが有するサーボ素子の拡大図である。

[図12]第1実施例に係るサーボライトヘッドにより磁気テープにサーボパターンが書き込まれるときの様子を示す図である。

[図13]第2実施例に係るサーボライトヘッド及びサーボライトヘッドが有するサーボ素子の拡大図である。

[図14]第2実施例に係るサーボライトヘッドにより磁気テープにサーボパターンが書き込まれるときの様子を示す図である。

[図15]第2実施例において、サーボライトヘッドの座標系を基準としてサーボライトヘッドを表した図である。

[図16]サーボライトヘッドの対向面において低摩擦加工が施されたときの様子を示す図である。

[図17]第1比較例、第2比較例及び本実施形態において、データライトヘッ

ドのサーボリード部によりサーボパターンを読み取ったときの様子を示す図である。

[図18]図13の右側の図の拡大図であって、第1のサーボ素子及び第2のサーボ素子における具体的な寸法の一例を示す図である（XYZ座標系基準）

。

[図19]図15の右側の図の拡大図であって、第1のサーボ素子及び第2のサーボ素子における具体的な寸法の一例を示す図である（X”Y”Z”座標系基準）。

[図20]磁気テープがデータライトヘッド傾斜タイプのデータ記録再生装置に用いられる磁気テープであるかどうかを確認する方法における第1の例を示す図である。

[図21]磁気テープがデータライトヘッド傾斜タイプのデータ記録再生装置に用いられる磁気テープであるかどうかを確認する方法における第2の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0042] 以下、本技術に係る実施形態を、図面を参照しながら説明する。

[0043] ≪第1実施形態≫

本実施形態においては、サーボ記録再生装置101（サーボ記録装置）（図9参照）が、データ記録再生装置100（データ記録装置）（図3参照）のデータライトヘッド20により正確に読み取ることが可能なサーボパターン7を磁気テープ1（図2参照）のサーボバンドs上に書き込むように構成されている。

[0044] データ記録再生装置100のデータライトヘッド20は、磁気テープ1の幅方向に対して傾斜して配置される（図4参照）。このため、本実施形態では、磁気テープの幅方向に対して非対称な第1のサーボパターン7a（「／」）及び第1のサーボパターン7b（「＼」）がサーボバンドsに書き込まれる（図2参照）。

[0045] 本実施形態の説明では、磁気テープ1の構成、データ記録再生装置100

の構成、サーボ記録再生装置101の構成の順番で説明する。

[0046] <磁気テープ1の構成>

図1は、磁気テープ1を側方から見た模式図であり、図2は、磁気テープ1を上方（磁性層4側）からみた模式図である。図1及び図2に示すように、磁気テープ1は、長手方向（X軸方向）に長く、幅方向（Y軸方向）に短く、厚さ方向（Z軸方向）に薄いテープ状に構成されている。

[0047] 磁気テープ1の幅（Y軸方向）は、典型的には、1/2インチ程度とされるが、磁気テープ1の幅は、1インチ程度であってもよく、そのサイズについては、適宜変更可能である。

[0048] 磁気テープ1は、長手方向（X軸方向）に長いテープ状の基材2と、基材2の一方の主面上に設けられた下地層3（非磁性層）と、下地層3上に設けられた磁性層4と、基材2の他方の主面上に設けられたバック層5とを含む。

[0049] なお、バック層5は、必要に応じて設けられればよく、このバック層5は省略されてもよい。磁性層4は、垂直配向型であってもよいし、長手配向型であってもよい。また、磁性層4は、磁性材料の塗布膜であってもよいし、磁性材料の蒸着膜あるいはスパッタ膜であってもよい。なお、磁気テープ1を構成する各層の詳細については後述する。

[0050] 図2に示すように、磁性層4は、データが書き込まれる複数のデータバンドd（データバンドd0～d3）と、サーボパターン7が書き込まれる複数のサーボバンドs（サーボバンドs0～s4）とを有している。複数のデータバンドd及び複数のサーボバンドsは、それぞれ、長手方向（X軸方向）に長く、幅方向（Y軸方向）に短い形状を有している。サーボバンドsは、幅方向（Y軸方向）で各データバンドdを挟み込む位置に配置される。

[0051] 図2に示す例では、データバンドdの本数が4本とされ、サーボバンドsの本数が5本とされた場合の例が示されている。なお、データバンドdの本数、サーボバンドsの本数は、適宜変更することができる。

[0052] 磁性層4の表面全体の面積に対するサーボバンドsの面積の比率は、例え

ば、4.0%以下とされる。なお、サーボバンドsの幅は、1/2インチのテープ幅で、例えば96 μ m以下とされる。磁性層43の表面全体の面積に対するサーボバンドsの面積の比率は、例えば、磁気テープ1を、フェリコロイド現像液等の現像液を用いて現像し、その後、現像した磁気テープ1を光学顕微鏡で観察することで測定することができる。

[0053] データバンドdは、長手方向に長く、幅方向に整列された複数の記録トラック6を含む。1本のデータバンドdに含まれる記録トラック6の本数は、例えば、1000本から2500本程度とされる。データは、この記録トラック6に沿って、記録トラック6内に記録される。データバンドdに記録されるデータにおける長手方向の1ビット長は、例えば、48nm以下とされる。

[0054] また、記録トラック6の幅（トラックピッチ：Y軸方向）は、例えば、2.0 μ m以下とされる。なお、このような記録トラック幅は、例えば、磁気テープ1の磁性層4を、フェリコロイド現像液等の現像液を用いて現像し、その後、現像した磁気テープ1の磁性層4を光学顕微鏡で観察することで測定することができる。

[0055] 若しくは、記録トラック幅の測定方法として、データライトヘッド20（後述の図4参照）を利用した方法が用いられてもよい。この場合、磁気テープ1走行時の変動を無視するため、データライトヘッド20を記録及び再生状態とし、データライトヘッド20のアジマス角 θ を変化させた場合の出力変化から記録トラック幅を測定することができる。（IEEE_Sept1996_Crosstrack Profiles of Thin Film MR Tape Heads Using the Azimuth Displacement Method）

[0056] サーボバンドsは、後述するサーボ記録再生装置101（図9参照）によって記録される所定形状のサーボパターン7を含む。サーボパターン7は、第1のサーボパターン7a（「/」）及び第2のサーボパターン7b（「\」）を含む。

[0057] なお、本明細書中において、第1のサーボパターン7a及び第2のサーボ

パターン7 bにおける、「/」、「\」の符号は、磁気テープ1を下方（バック層側）から見た場合のサーボパターンの傾斜方向を示す符号として用いられる。従って、第1のサーボパターン7 a及び第2のサーボパターン7 bにおける、「/」、「\」の符号は、図2において、磁性層側から見た場合とは逆になる。一方、後述の図10～図19等では、ヘッド摺動面において、第1のサーボパターン7 a（「/」）を書き込む第1のサーボ素子4 2 a（「/」）、第2のサーボパターン7 b（「\」）を書き込む第2のサーボ素子4 2 b（「\」）と、前記サーボ素子4 2 a、4 2 bによって磁性層に記録されるサーボパターン7 a、7 bとを、バック層側から見た様子として示している。

[0058] 本実施形態において、第1のサーボパターン7 a（「/」）及び第2のサーボパターン7 b（「\」）は、磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）に対して非対称となるようにサーボバンドsに書き込まれている。なお、一般的なサーボパターンの場合、第1のサーボパターン7 a（「/」）及び第2のサーボパターン7 b（「\」）は、磁気テープ1の幅方向に対して対称（線対称）となるようにサーボバンドsに書き込まれている。

[0059] 第1のサーボパターン7 a（「/」）は、磁気テープ1の幅方向に対して第1の角度 θ_{s1} で傾斜し、第2のサーボパターン7 b（「\」）は、磁気テープ1の幅方向に対して、第1の角度 θ_{s1} とは逆向きに、第1の角度 θ_{s1} とは異なる第2の角度 θ_{s2} で傾斜する（後述の図11、図13を参照）。

[0060] 1群の第1のサーボパターン7 a（「/」）及び1群の第2サーボパターン7 b（「\」）は、磁気テープ1の長手方向で交互に配置される。1群の第1のサーボパターン7 a（「/」）に含まれる第1のサーボパターン7 a（「/」）の数は、典型的には、4本又は5本とされ、同様に、1群の第2のサーボパターン7 b（「\」）に含まれる第2のサーボパターン7 b（「\」）の数は、典型的には、4本又は5本とされる。

[0061] サーボパターン7の形状については、例えば、磁気テープ1の磁性層4を

、フェリコロイド現像液等の現像液を用いて現像し、その後、現像した磁気テープ1の磁性層4を光学顕微鏡で観察することで測定することができる。

[0062] なお、第1のサーボパターン7a（「/」）及び第2のサーボパターン7b（「\」）の詳細については、このサーボパターン7を書き込むサーボ記録再生装置101のサーボライトヘッド40の説明箇所において説明する。

[0063] ここで、LTO規格の磁気テープ1は、世代ごとに記録トラック6の数が増加して記録容量が飛躍的に向上している。一例を挙げると、初代のLTO-1では記録トラック6の数が384本であったが、LTO-2からLTO-9では記録トラック6の数がそれぞれ順に、512本、704本、896本、1280本、2176本、3584本及び6656本、8960本である。データの記録容量についても同様に、LTO-1では100GB（ギガバイト）であったのが、LTO-2からLTO-9ではそれぞれ順に、200GB、400GB、800GB、1.5TB（テラバイト）、2.5TB、6.0TB、12TB、18TBである。

[0064] 本実施形態では、記録トラック6の本数や記録容量は、特に限定されず、適宜変更可能である。但し、例えば、記録トラック6の本数や記録容量が多く（例えば、6656本以上、12TB以上：LTO8以降）、磁気テープ1の幅の変動の影響を受けやすいような磁気テープ1に本技術が適用されると有利である。

[0065] <データ記録再生装置100>

図3は、データ記録再生装置100を示す図である。データ記録再生装置100は、磁気テープ1にデータを記録することが可能とされており、また、磁気テープ1に記録されたデータを再生することが可能とされている。

[0066] データ記録再生装置100は、カートリッジ10を装填可能に構成されている。カートリッジ10は、巻回された磁気テープ1をその内部において回転可能に収容可能に構成されている。データ記録再生装置100は、1つのカートリッジ10を装填可能に構成されていてもよいし、複数のカートリッジ10を同時に装填可能に成されてもよい。

- [0067] データ記録再生装置100は、スピンドル11と、巻取りリール12と、スピンドル駆動装置13と、リール駆動装置14と、データライトヘッド20と、制御装置15と、幅測定部16と、角度調整部17と、複数のガイドローラ18とを備えている。
- [0068] スピンドル11は、その回転により、カートリッジ10内部に収容された磁気テープ1を回転させることが可能に構成されている。スピンドル駆動装置13は、制御装置15からの指令に応じて、スピンドル11を回転させる。
- [0069] 巻取りリール12は、テープローディング機構（不図示）を介してカートリッジ10から引き出された磁気テープ1の先端を固定可能に構成されている。リール駆動装置14は、制御装置15からの指令に応じて、巻取りリール12を回転させる。
- [0070] 複数のガイドローラ18は、カートリッジ10と巻取りリール12との間に形成される搬送経路がデータライトヘッド20に対して所定の相対位置関係となるように磁気テープ1の走行をガイドする。
- [0071] データライトヘッド20は、磁気テープ1がデータライトヘッド20の下側を通過するとき、制御装置15からの指令に応じて、磁気テープ1のデータバンドd（記録トラック6）に対して、データを記録することが可能に構成されており、また、記録したデータを再生することが可能に構成されている。
- [0072] データライトヘッド20により磁気テープ1に対してデータの記録／再生が行われるとき、スピンドル駆動装置13及びリール駆動装置14により、スピンドル11及び巻取りリール12が回転し、磁気テープ1が走行する。磁気テープ1の走行方向は、図6において矢印A1で示す順方向（スピンドル11側から巻取りリール12側へ巻き出す方向）、及び、矢印A2で示す逆方向（巻取りリール12側からスピンドル11側へ巻き戻す方向）での往復が可能とされている。
- [0073] データライトヘッド20は、磁気テープ1の順方向での走行及び逆方向で

の走行の両方向において、データの記録／再生が可能とされている。

- [0074] 特に、本実施形態では、データライトヘッド20は、データライトヘッド20の長手方向（Y'軸方向）が、磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）に対して、所定の角度 θ （第1のヘッドアジマス角 θ ）傾斜して配置される（後述の図4参照）。
- [0075] 本実施形態の説明において、データライトヘッド20の長手方向（Y'軸方向）が、磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）に対して傾斜する角度を、データライトヘッド20のアジマス角 θ と呼ぶ。なお、データライトヘッド20の構成についての詳細は、図4等を参照して後述する。
- [0076] 幅測定部16は、幅測定部16の下側を磁気テープ1が通過するときの磁気テープ1の幅を測定することが可能に構成されている。つまり、幅測定部16は、データライトヘッド20が磁気テープ1に対してデータの記録／再生を行うときの磁気テープ1の幅を測定することが可能に構成されている。幅測定部16は、磁気テープ1の幅を測定して制御装置15へと送信する。
- [0077] 幅測定部16は、例えば、光センサ等のような各種のセンサにより構成される。幅測定部16は、磁気テープ1の幅を測定可能なセンサであればどのようなセンサが用いられてもよい。なお、磁気テープ1の幅は、それぞれ隣接するサーボパターン7を読み取り、位置信号の差分を求めることで、予測することもできる。この場合、幅測定部16は省略することができる。
- [0078] 角度調整部17は、データライトヘッド20を上下方向の軸（Z軸）周りに回動可能に保持することが可能に構成されている。角度調整部17は、制御装置15からの指令に応じて、データライトヘッド20のアジマス角 θ を調整することが可能に構成されている。
- [0079] 制御装置15は、例えば、制御部、記憶部、通信部などを含む。制御部は、例えば、CPU（Central Processing Unit）等により構成されており、記憶部に記憶されたプログラムに従い、データ記録再生装置100の各部を統括的に制御する。
- [0080] 記憶部は、各種のデータや各種のプログラムが記録される不揮発性のメモ

りと、制御部の作業領域として用いられる揮発性のメモリとを含む。上記各種のプログラムは、光ディスク、半導体メモリ等の可搬性の記録媒体から読み取られてもよいし、ネットワーク上のサーバ装置からダウンロードされてもよい。通信部は、PC (Personal Computer)、サーバ装置等の他の装置との間で互いに通信可能に構成されている。

[0081] 特に、本実施形態では、制御装置15 (制御部) は、幅測定部16から磁気テープ1の幅の情報を取得し (あるいは、サーボ信号から磁気テープの幅を予測し)、磁気テープ1の幅の情報に基づいて、角度調整部17によりデータライトヘッド20のアジマス角 θ (図4参照) を調整する。

[0082] 本実施形態では、データライトヘッド20のアジマス角 θ を調整することで、磁気テープ1の幅の変動に対応している。典型的には、磁気テープ1の幅が相対的に広がったとき、データライトヘッド20のアジマス角 θ は小さくされ、逆に、磁気テープ1の幅が相対的に狭くなったとき、データライトヘッド20のアジマス角 θ は大きくされる。

[0083] 磁気テープ1の幅は、例えば、温度、湿度、磁気テープ1の長手方向に加えられるテンション等、様々な理由で変動する場合がある。

[0084] [データライトヘッド20]

次に、データライトヘッド20の構成について詳細に説明する。図4は、データライトヘッド20を下方 (バック層側) から見た概略図である。

[0085] データライトヘッド20の説明では、データライトヘッド20の長手方向をY'軸方向とし、データライトヘッド20の幅方向をX'軸方向とし、データライトヘッド20の上下方向をZ'軸方向とする。また、磁気テープ1の長手方向 (走行方向) をX軸方向とし、磁気テープ1の幅方向をY軸方向とし、磁気テープ1の厚さ方向をZ軸方向とする。なお、磁気テープ1の方向は、データライトヘッド20の下側を通過するときの磁気テープ1の方向が基準である。

[0086] 図4に示すように、データライトヘッド20は、第1のデータライトヘッド20aと、第2のデータライトヘッド20bとを含む。なお、本明細書中

の説明において、2つのデータライトヘッド20を特に区別しない場合には、これらをまとめて単にデータライトヘッド20と呼び、2つのデータライトヘッド20を特に区別する場合に、これらを第1のデータライトヘッド20a及び第2のデータライトヘッド20bと呼ぶ。

[0087] 第1のデータライトヘッド20a及び第2のデータライトヘッド20bは、データライトヘッド20の幅方向（Y'軸方向）で対象に構成されているが、基本的に同様の構成である。第1のデータライトヘッド20及び第2のデータライトヘッド20は、磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）に一体的に移動可能とされており、これにより、全てのデータバンドd0～d3のうちいずれかのデータバンドdに対してデータを書き込むことができる。

[0088] 第1のデータライトヘッド20aは、磁気テープ1が順方向（図3においてA1方向）に走行しているときに使用されるヘッドである。一方、第2のデータライトヘッド20bは、磁気テープ1が逆方向（図3においてA2方向）に走行しているときに使用されるヘッドである。

[0089] データライトヘッド20は、磁気テープ1に対向する対向面21を有している。対向面21は、データライトヘッド20の長手方向（Y'軸方向）に長くデータライトヘッド20の幅方向（X'軸方向）に短い形状を有している。対向面21には、2つのサーボリード部22と、複数のデータライト／リード部23が設けられている。

[0090] サーボリード部22は、データライトヘッド20の長手方向（Y'軸方向）の両端側にそれぞれ1つずつ設けられる。サーボリード部22は、磁気テープ1のサーボバンドsに記録されたサーボパターン7による磁界をMR素子（MR：Magneto Resistive effect）などにより読み取ることで、サーボ信号を再生可能に構成されている。

[0091] MR素子としては、例えば、異方性磁気抵抗効果素子（AMR：Anisotropic Magneto Resistive effect）、巨大磁気抵抗効果素子（GMR：Giant Magneto Resistive effect）、トンネル磁気抵抗効果素子（TMR：Tunnel Magneto Resistive effect）などが用いられる。

- [0092] データライト／リード部23は、データライトヘッド20の長手方向（Y'軸方向）に沿って、等間隔に配置されている。また、データライト／リード部23は、2つのサーボリード部22に挟み込まれる位置に配置されている。データライト／リード部23の数は、例えば、20個～40個程度とされるが、この個数については特に限定されない。
- [0093] データライト／リード部23は、データライト部24と、データリード部25とを含む。データライト部24は、磁気ギャップから発生する磁界によって、磁気テープ1のデータバンドdに対してデータを記録することが可能に構成されている。
- [0094] また、データリード部25は、磁気テープ1のデータバンドdに記録されたデータによる磁界をMR素子などにより読み取ることで、データ信号を再生可能に構成されている。MR素子としては、異方性磁気抵抗効果素子（AMR）、巨大磁気抵抗効果素子（GMR）、トンネル磁気抵抗効果素子（TMR）などが用いられる。
- [0095] 第1のデータライトヘッド20aにおいては、データライト部24が、データリード部25の左側（磁気テープ1が順方向に流れる場合の上流側）に配置される。一方、第2のデータライトヘッド20bにおいては、データライト部24が、データリード部25の右側（磁気テープ1が逆方向に流れる場合の上流側）に配置される。
- [0096] データリード部25は、そのデータリード部25と組とされるデータライト部24が磁気テープ1にデータを書き込んだ直後に、そのデータ信号を再生可能とされている。なお、上記に代えて、第1のデータライトヘッド20a及び第2のデータライトヘッド20bのうち、一方のデータライトヘッド20のデータライト部24で書き込まれたデータが他方のデータライトヘッド20のデータリード部25で再生されてもよい。
- [0097] 磁気テープ1は、順方向及び逆方向に走行方向が変えられて何往復もされながら、第1のデータライトヘッド20a及び第2のデータライトヘッド20bにより、記録トラック6に対してデータが記録される。

- [0098] 角度調整部17は、第1のデータライトヘッド20a及び第2のデータライトヘッド20bを上下方向の軸（Z'軸）回りに回動可能に保持することが可能とされている。また、角度調整部17は、第1のデータライトヘッド20a及び第2のデータライトヘッド20bを、上下方向の軸回りに個別に回動させることが可能とされている。
- [0099] 角度調整部17は、第1のデータライトヘッド20a及び第2のデータライトヘッド20bの長手方向が、磁気テープ1の幅方向に対して、アジマス角 θ 傾斜して配置されるように、第1のデータライトヘッド20a及び第2のデータライトヘッド20bの角度を調整する。
- [0100] ここで、第1のデータライトヘッド20aのサーボリード部22及びデータライト／リード部23におけるY軸方向（磁気テープ1の幅方向）の位置と、第2のデータライトヘッド20bのサーボリード部22及びデータライト／リード部23のY軸方向の位置は、同じである。これらの位置関係は、第1のデータライトヘッド20及び第2のデータライトヘッド20がZ軸回りに回動しても変わらない。
- [0101] つまり、角度調整部17は、第1のデータライトヘッド20のサーボリード部22及びデータライト／リード部23におけるY軸方向（磁気テープ1の幅方向）の位置と、第2のデータライトヘッド20bのサーボリード部22及びデータライト／リード部23のY軸方向の位置とが同じとなるように、第1のデータライトヘッド20a及び第2のデータライトヘッド20bを個別に回動可能とされる。
- [0102] 本実施形態では、データライトヘッド20のアジマス角 θ に対して、基準となる基準角 $Ref\theta$ が設定されており、また、データライトヘッド20のアジマス角 θ は、基準角 $Ref\theta \pm x^\circ$ で表される角度範囲が設定されている。
- [0103] 図4に示す例では、基準角 $Ref\theta$ が、磁気テープ1の幅方向に対して時計回り（下側：磁気テープ1側から見て）の方向に設定されている場合の一例が示されている。一方、基準角 $Ref\theta$ は、磁気テープ1の幅方向に対し

て反時計回り（下側：磁気テープ1側から見て）の方向に設定されていてもよい。

[0104] [基準角 $R e f \theta$ 及び角度範囲 $R e f \theta \pm x^\circ$ 等]

次に、データライトヘッド20のアジマス角 θ における基準角 $R e f \theta$ 、並びに、データライトヘッド20のアジマス角 θ における角度範囲 $R e f \theta \pm x^\circ$ について説明する。

[0105] 図5は、データライトヘッド20のアジマス角 θ の角度範囲 $R e f \theta \pm x^\circ$ と、アジマス損失 L_θ との関係を示す図である（記録波長： $0.1 \mu m$ ）。図5において、横軸は、データライトヘッド20のアジマス角 θ の角度範囲 $R e f \theta \pm x^\circ$ における x の値を示しており、縦軸は、アジマス損失 L_θ を示している。

[0106] アジマス損失 L_θ [dB] は、以下の式により表される。

$$L_\theta = -20 \log_{10} [\sin \{ (\pi W / \lambda) \tan \theta \} / (\pi W / \lambda) \tan \theta]$$

式中、 W は、再生トラック幅であり、 λ は、データの記録波長であり、 θ は、データライトヘッド20のアジマス角である。

[0107] 図5では、再生トラック幅 W が、それぞれ、 $0.8 \mu m$ 、 $0.5 \mu m$ 、 $0.4 \mu m$ 、 $0.3 \mu m$ 、 $0.2 \mu m$ とされた場合の5つのグラフが示されている。図5では、記録波長 λ は、 $0.1 \mu m$ とされた。ここで、再生トラック幅 W が $0.8 \mu m$ とされたグラフは、LTO-9に対応しており、再生トラック幅 W が $0.5 \mu m$ 、 $0.4 \mu m$ 、 $0.3 \mu m$ 、 $0.2 \mu m$ とされたグラフは、LTO-10以降（推定値）に対応している。

[0108] 図5から理解されるように、データライトヘッド20のアジマス角 θ における角度範囲 $R e f \theta \pm x^\circ$ が同じ場合、再生トラック幅 W が狭い方がアジマス損失 L_θ が小さいことが分かる。

[0109] これは、つまり、本実施形態のように、データライトヘッド20のアジマス角 θ の調整により、磁気テープ1の幅の変動に対処する形態の場合、アジマス損失 L_θ の観点からは、記録トラック6の数が多く、再生トラック幅 W が

狭い磁気テープ1（例えば、LTO-10以降）であるほど有利であることを意味している。

[0110] ここで、アジマス損失 L_{θ} を許容することができる値が、0.05 [dB]以下であると仮定する。また、磁気テープ1における再生トラック幅 W が $0.5 \mu\text{m}$ 以下であると仮定する（LTO-10以降（推定値））。

[0111] この場合、図5の点線で示されているように、データライトヘッド20のアジマス角 θ における角度範囲は、最大で $\text{Ref } \theta \pm 0.7^{\circ}$ とされる。このため、本実施形態では、データライトヘッド20のアジマス角 θ における角度範囲において、 $\text{Ref } \theta \pm x^{\circ}$ の x の値は、典型的には 0.7° 以下とされる。

[0112] 図6は、データライトヘッド20のアジマス角 θ における角度範囲 $\text{Ref } \theta \pm x^{\circ}$ と、磁気テープ1の幅変動に基づくサーボバンドピッチ差に対する補正量との関係を示す図である。

[0113] 図6において、横軸は、データライトヘッド20のアジマス角 θ の角度範囲 $\text{Ref } \theta \pm x^{\circ}$ における x の値を示しており、縦軸は、磁気テープ1の幅変動に基づくサーボバンドピッチ差に対する補正量を示している。

[0114] 図7は、磁気テープ1の幅変動に基づくサーボバンドピッチ差に対する補正量を示す図である。図7に示すように、この補正量は、 $a-b$ で表される。

[0115] ここで、 a の値は、データライトヘッド20のアジマス角 θ が $\text{Ref } \theta - x^{\circ}$ とされた場合における、磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）での2つのサーボリード部22間の距離である。一方、 b の値は、データライトヘッド20のアジマス角 θ が $\text{Ref } \theta + x^{\circ}$ とされた場合における、磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）での2つのサーボリード部22間の距離である。

[0116] 図6に戻り、図6では、データライトヘッド20のアジマス角 θ における基準角 $\text{Ref } \theta$ が、 2.5° 、 5° 、 7.5° 、 10° 、 12.5° 、 15° で変化された場合における6つのグラフが示されている。

[0117] 図6から、角度範囲 $\text{Ref } \theta \pm x^{\circ}$ が同じであれば、基準角 $\text{Ref } \theta$ が大きくなるほど補正量が大きくなることが分かる。

- [0118] ここで、上述のように、アジマス損失 L_{θ} が 0.05 [dB] 以下であり、再生トラック幅 W が $0.5 \mu\text{m}$ 以下であるとする、データライトヘッド20のアジマス角 θ における角度範囲は、最大で $\text{Ref } \theta \pm 0.7^{\circ}$ である（図6の縦の破線参照）。この条件に加えて、さらに、上記補正量が $10 \mu\text{m}$ 以上であるとする（図6の横の破線参照）。
- [0119] 図6から理解されるように、これらの条件を満たすためには、データライトヘッド20の基準角 $\text{Ref } \theta$ が 7.5° では若干不足であり、基準角 $\text{Ref } \theta$ が 10° であれば十分であることが分かる。つまり、上記条件を満たすためには、基準角 $\text{Ref } \theta$ は、 8° 以上とされる。
- [0120] なお、ここでの説明は、本実施形態において、基準角 $\text{Ref } \theta$ を 8° 以上にしなければならないといった趣旨ではない。つまり、本実施形態においては、基準角 $\text{Ref } \theta$ は、 2.5° 以上、 5° 以上、 7.5° 以上、 8° 以上、 10° 以上、 12.5° 以上、 15° 以上等、適宜設定することができる。
- [0121] 図8は、データライトヘッド20のアジマス角 θ の角度範囲 $\text{Ref } \theta \pm x^{\circ}$ と、アジマス損失 L_{θ} との関係を示す図である（記録波長： $0.07 \mu\text{m}$ ）。図8において、横軸は、データライトヘッド20のアジマス角 θ の角度範囲 $\text{Ref } \theta \pm x^{\circ}$ における x の値を示しており、縦軸は、アジマス損失 L_{θ} を示している。図8では、データの記録波長 λ が、 $0.07 \mu\text{m}$ とされた。
- [0122] 図5及び図8の違いは、図5では、データの記録波長 λ が $0.1 \mu\text{m}$ とされていたのに対して、図8では、データの記録波長 λ が $0.07 \mu\text{m}$ とされている点である。なお、 L_{TO-10} 以降では、データの記録波長 λ は、 $0.1 \mu\text{m}$ 以下、 $0.07 \mu\text{m}$ 以下等とされることが推定される。
- [0123] 図5及び図8の比較から理解されるように、データの記録波長 λ が小さくなるほどアジマス損失は増加することが分かる。
- [0124] 図8において、再生トラック幅 W が $0.5 \mu\text{m}$ であるグラフに着目する。データの記録波長 λ が $0.07 \mu\text{m}$ であり、かつ、再生トラック幅 W が $0.5 \mu\text{m}$ である場合において、アジマス損失を 0.05 [dB] 以下とするた

めには、データライトヘッド20のアジマス角 θ の角度範囲 $Ref\theta \pm x^\circ$ における x の値を 0.48° 以下とすればよい。

[0125] 図6において、データライトヘッド20のアジマス角 θ の角度範囲 $Ref\theta \pm x^\circ$ における x の値が 0.48° である箇所に着目する(図6の横軸参照)。データライトヘッド20のアジマス角 θ の角度範囲が、 $Ref\theta \pm 0.48^\circ$ である場合において、上記補正量を $10\mu m$ 以上とする場合、基準角 $Ref\theta$ を 12.5° 以上とすればよいことが分かる。

[0126] また、図8において、再生トラック幅 W が $0.4\mu m$ であるグラフに着目する。データの記録波長 λ が $0.07\mu m$ であり、かつ、再生トラック幅 W が $0.4\mu m$ である場合において、アジマス損失を $0.05[dB]$ 以下とするためには、データライトヘッド20のアジマス角 θ の角度範囲 $Ref\theta \pm x^\circ$ における x の値を 0.6° 以下とすればよい。

[0127] 図6において、データライトヘッド20のアジマス角 θ の角度範囲 $Ref\theta \pm x^\circ$ における x の値が 0.6° である箇所に着目する(図6の横軸参照)。データライトヘッド20のアジマス角 θ の角度範囲が、 $Ref\theta \pm 0.6^\circ$ である場合において、上記補正量を $10\mu m$ 以上とする場合、基準角 $Ref\theta$ を 10° 以上とすればよいことが分かる。

[0128] なお、ここでの説明から理解されるように、データライトヘッド20のアジマス角 θ の角度範囲 $Ref\theta \pm x^\circ$ は、データの記録波長 λ が小さくなるほど小さくなる。また、データライトヘッド20のアジマス角 θ の角度範囲 $Ref\theta \pm x^\circ$ は、再生トラック幅 W が小さくなるほど大きくなる(図5、図8参照)。

[0129] また、データライトヘッド20のアジマス角 θ における基準角 $Ref\theta$ は、データの記録波長 λ が小さくなるほど大きくなる。また、データライトヘッド20のアジマス角 θ における基準角 $Ref\theta$ は、再生トラック幅 W が小さくなるほど小さくなる(図6参照)。

[0130] ここで、LTOの規格が、LTO-9からLTO-10、LTO-11、
・・・と世代が進むに従って、データの記録波長 λ が順次小さくなることが

予測され、また、再生トラック幅 W も順次小さくなることが予測される。これに応じて、データライトヘッド20のアジマス角 θ の角度範囲 $Ref\theta \pm x^\circ$ における x の値を適切な値に設定し（例えば、 0.7° 以下、 0.6° 以下、 0.5° 以下、 0.4° 以下・・・等）、また、データライトヘッド20のアジマス角 θ の基準角 $Ref\theta$ を適切な値に設定すればよい（例えば、 2.5° 以上、 5° 以上、 7.5° 以上、 8° 以上、 10° 以上、 12.5° 以上、 15° 以上・・・等）。

[0131] <サーボ記録再生装置101>

次に、本技術の一実施形態に係るサーボ記録再生装置101について説明する。図9は、本技術の第1実施形態に係るサーボ記録再生装置101を示す図である。

[0132] 図9に示すように、サーボ記録再生装置101は、送り出しローラ31、消磁部32、サーボライトヘッド40、サーボリードヘッド35、巻き取りローラ36及び4対のキャプスタンローラ37を備えている。

[0133] 送り出しローラ31は、ロール状の磁気テープ1を回転可能に支持することが可能とされている。送り出しローラ31は、モータ等の駆動に応じて回転され、回転に応じて磁気テープ1を下流側に向けて送り出す。

[0134] 巻き取りローラ36は、ロール状の磁気テープ1を回転可能に支持することが可能とされている。巻き取りローラ36は、モータ等の駆動に応じて回転し、回転に応じて磁気テープ1を巻き取っていく。

[0135] 4対のキャプスタンローラ37は、それぞれ、磁気テープ1を上下方向の両側から挟み込むことが可能とされている。4対のキャプスタンローラ37は、モータ等の駆動に応じて回転し、回転に応じて磁気テープ1を搬送経路において搬送する。

[0136] 送り出しローラ31、巻き取りローラ36及び4対のキャプスタンローラ37は、搬送経路内において磁気テープ1を一定の速度で搬送させることが可能とされている。

[0137] サーボライトヘッド40は、例えば、磁気テープ1の上方側（磁性層4側

)に配置される。サーボライトヘッド40は、矩形波のパルス信号に応じて所定のタイミングでサーボバンドsに磁場を印加し、サーボバンドsにサーボパターン7を記録する。

[0138] サーボライトヘッド40は、サーボライトヘッド40の下側を磁気テープ1が通過するときに、全てのサーボバンドs (s0~s4)に対してそれぞれサーボパターン7を記録することが可能とされている。なお、サーボライトヘッド40の構成についての詳細は、図10~図16を参照して後述する。

[0139] 消磁部32は、例えば、サーボライトヘッド40よりも上流側において、磁気テープ1の下側(基材2側)に配置される。消磁部32は、例えば、2つの永久磁石33、34により構成される。永久磁石33、34は、サーボライトヘッド40によってサーボパターン7が記録される前に、直流磁界によって磁性層4の全体に対して磁場を印加して、磁性層4の全体を消磁する。

[0140] サーボリードヘッド35は、サーボライトヘッド40よりも下流側において、磁気テープ1の上側(磁性層4側)に配置される。サーボリードヘッド35は、磁気テープ1に記録されたサーボパターン7から発生する磁界を読み取ることで、サーボパターン7の情報を再生可能に構成されている。

[0141] サーボリードヘッド35は、サーボリードヘッド35の下側を磁気テープ1が通過するときに、全てのサーボバンドs (s0~s4)からサーボパターン7を読み取ることが可能とされている。サーボリードヘッド35によって読み取られたサーボパターン7の情報は、サーボパターン7が正確に記録されたかどうかの確認のために用いられる。

[0142] サーボリードヘッド35のタイプは、例えば、インダクティブ型、MR型(Magneto Resistive)、GMR型(Giant Magneto Resistive)、TMR型(Tunnel Magneto Resistive)等である。

[0143] 図示は省略しているが、サーボ記録再生装置101は、サーボ記録再生装置101の各部を統括的に制御する制御装置を備えている。

[0144] 制御装置は、例えば、制御部、記憶部、通信部などを含む。制御部は、例えば、CPU (Central Processing Unit) 等により構成されており、記憶部に記憶されたプログラムに従い、サーボ記録再生装置101の各部を統括的に制御する。

[0145] 記憶部は、各種のデータや各種のプログラムが記録される不揮発性のメモリと、制御部の作業領域として用いられる揮発性のメモリとを含む。上記各種のプログラムは、光ディスク、半導体メモリ等の可搬性の記録媒体から読み取られてもよいし、ネットワーク上のサーバ装置からダウンロードされてもよい。通信部は、例えば、PCやサーバ装置等の他の装置との間で互いに通信可能に構成されている。

[0146] [サーボライトヘッド40]

次に、サーボライトヘッド40の構成について詳細に説明する。上述のように、データ記録再生装置100におけるデータライトヘッド20は、磁気テープ1の幅方向に対して傾いて配置される。従って、データライトヘッド20が正確にサーボパターン7を読み取ることができるよう、第1のサーボパターン7a (「/」) 及び第2のサーボパターン7b (「\」) は、磁気テープ1の幅方向に対して非対称となるように書き込まれる。この非対称のサーボパターン7の書き込みは、本実施形態に係るサーボライトヘッド40により実行される。

[0147] 本実施形態においては、サーボライトヘッド40の形態について、第1実施例及び第2実施例の2種類が存在する。第1実施例では、サーボライトヘッド40aの長手方向(Y'軸方向)が、磁気テープ1の幅方向(Y軸方向)に対して平行に配置される(後述の図10~図12参照)。一方、第2実施例では、サーボライトヘッド40bの長手方向(Y'軸方向)が、磁気テープ1の幅方向(Y軸方向)に対して所定の角度傾斜して配置される(後述の図13~図16参照)。

[0148] (第1実施例)

まず、サーボライトヘッド40の第1実施例について説明する。図10は

、サーボライトヘッド40aと、サーボライトヘッド40aに入力されるパルス信号とを示す図である。図11は、サーボライトヘッド40aが有するサーボ素子42の拡大図である。図12は、サーボライトヘッド40aにより磁気テープ1にサーボパターン7が書き込まれるときの様子を示す図である。なお、図10～図12では、サーボライトヘッド40aの磁気テープ1と対向する面が示されている。

[0149] これらの図に示すように、サーボライトヘッド40aは、長手方向（Y”軸方向）に長く、幅方向（X”軸方向）に短い形状を有している。なお、図10～図11では、サーボライトヘッド40aの長手方向がY”軸方向とされ、サーボライトヘッド40aの幅方向がX”軸方向とされ、サーボライトヘッド40aの上下方向がZ”軸方向とされている。また、磁気テープ1の長手方向（搬送方向）がX軸方向とされ、磁気テープ1の幅方向がY軸方向とされ、磁気テープ1の厚さ方向がZ軸方向とされている。なお、これについては、図13～図16においても同様である。

[0150] 第1実施例では、サーボライトヘッド40aの長手方向（Y”軸方向）が磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）に一致しており、サーボライトヘッド40aの幅方向（X”軸方向）が磁気テープ1の長手方向（X軸方向）に一致している。

[0151] サーボライトヘッド40aは、磁気テープ1に対向する対向面41を有している。対向面41は、長手方向（Y”軸方向）に長く、幅方向（X”軸方向）に短い形状を有している。

[0152] サーボライトヘッド40aは、対向面41上において、5対のサーボ素子42（磁気ギャップ）を有している。5対のサーボ素子42は、サーボライトヘッド40aの長手方向（Y”軸方向）において、所定の間隔（サーボ素子ピッチ：SP）を開けて配置される。

[0153] サーボライトヘッド40aの長手方向（Y”軸方向）（磁気テープ1の幅方向：Y軸方向）において、互いに隣接する2対のサーボ素子42の間隔（サーボ素子ピッチ）は、例えば、 $2858.8 \pm 4.6 \mu\text{m}$ とされる。なお、

この値は、磁気テープ1において、磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）で互いに隣接する2本のサーボバンドsの間隔（サーボバンドピッチ：SP）に対応する。

[0154] 一对のサーボ素子42は、サーボライトヘッド40aの長手方向（Y'軸方向）（磁気テープ1の幅方向：Y軸方向）に対して非対称に構成された第1のサーボ素子42a（「/」）及び第2のサーボ素子42b（「\」）を含む（特に、図11参照）。

[0155] 第1のサーボ素子42a（「/」）は、サーボライトヘッド40aの長手方向（Y'軸方向）（磁気テープ1の幅方向：Y軸方向）に対して、第1の角度 θ_{s1} で傾斜する。第2のサーボ素子42b（「\」）は、サーボライトヘッド40aの長手方向（Y'軸方向）（磁気テープ1の幅方向：Y軸方向）に対して、第1の角度 θ_{s1} とは逆向きに第2の角度 θ_{s2} で傾斜する。

[0156] 第1の角度 θ_{s1} 及び第2の角度 θ_{s2} は、データライトヘッド20の基準角 $Ref\theta$ と関連しており、それぞれ以下の式により表される。

$$\theta_{s1} = Ref\theta + \theta_a$$

$$\theta_{s2} = Ref\theta - \theta_a$$

ここで、 $Ref\theta$ は、データライトヘッド20の基準角 $Ref\theta$ であり、 θ_a は、サーボアジマス角である。

[0157] 仮に、データライトヘッド20の基準角 $Ref\theta$ が 10° とされ、サーボアジマス角 θ_a が 12° とされた場合、第1のサーボ素子42a（「/」）の第1の角度 θ_{s1} は、 22° とされ、第2のサーボ素子42b（「\」）の第2の角度 θ_{s2} は、 2° とされる。

[0158] サーボライトヘッド40aの幅方向（X'軸方向）（磁気テープ1の長手方向：X軸方向）において、第1のサーボ素子42a（「/」）及び第2のサーボ素子42b（「\」）の間隔は、例えば、サーボ素子の長さの幅方向成分SLの $1/2$ の位置において $38\mu m$ とされる。

[0159] ここで、第1のサーボ素子42a（「/」）において、第1の角度 θ_{s1} に沿う方向（磁気テープ1の幅方向に対して 22° の方向）を第1のサーボ

素子42a（「/」）の長手方向とする。また、第2のサーボ素子42b（「\」）において、第2の角度 θ_{s2} に沿う方向（磁気テープ1の幅方向に対して -2° の方向）を第2のサーボ素子42b（「\」）の長手方向とする。

[0160] 第1のサーボ素子42a（「/」）の長手方向における長さは、第2のサーボ素子42b（「\」）の長手方向における長さとは異なっており、ここでの例では、第1のサーボ素子42a（「/」）の長手方向での長さは、第2のサーボ素子42b（「\」）の長手方向での長さよりも長い。

[0161] 一方、第1のサーボ素子42a（「/」）の長手方向の長さにおける、磁気テープ1の幅方向の成分SL（Y軸方向）と、第2のサーボ素子42b（「\」）の長手方向の長さにおける、磁気テープ1の幅方向の成分SL（Y軸方向）とは同じである。サーボ素子42の長さの幅方向成分SLは、例えば、 $96 \pm 3 \mu\text{m}$ とされる。

[0162] 図10には、5対のサーボ素子42に対してそれぞれ入力されるパルス信号が示されている。また、図12には、そのパルス信号が5対のサーボ素子42に入力されることにより、磁気テープ1のサーボバンドsに書き込まれたサーボパターン7が示されている。

[0163] ここで、上述のように、データライトヘッド20は、磁気テープ1の幅方向に対して、アジマス角 θ 傾斜して配置される。この場合において、5対のサーボ素子42に対して、同時刻に同位相のパルス信号が入力され、磁気テープ1の幅方向に平行な位置に同位相のサーボパターン7が書き込まれた場合を想定する。この場合、傾斜して配置されたデータライトヘッド20の2つのサーボリード部22により同時刻に読み取られるサーボパターン7の位相が異なってしまうことになる。

[0164] そこで、第1実施例では、5対のサーボ素子42に同時刻に入力されるパルス信号の位相を異ならせることで、同位相のサーボパターン7を磁気テープ1の幅方向に対して非平行に書き込むこととしている。

[0165] サーボライトヘッド40aの長手方向（Y'軸方向：磁気テープ1の幅方向

)で互いに隣接する2対のサーボ素子42に対して入力されるパルス信号の位相差は、 $SP \times \tan(\text{Ref}\theta)$ に対応する。ここで、SP(サーボバンドピッチ=サーボ素子ピッチ)は、互いに隣接する2つのサーボバンドsにおける磁気テープ1の幅方向での間隔、または、互いに隣接する2対のサーボ素子42における磁気テープ1の幅方向での間隔である。また、 $\text{Ref}\theta$ は、データライトヘッド20における基準角である。

[0166] 仮に、SPの値が $2858.8\mu\text{m}$ であるとし、データライトヘッド20における基準角 $\text{Ref}\theta$ が 10° であるとする。この場合、互いに隣接する2対のサーボ素子42に対して入力されるパルス信号の位相差は、 $2858.8\mu\text{m} \times \tan 10^\circ = 504.08\mu\text{m}$ に対応する。

[0167] ここで、サーボバンドs4のサーボ素子42の入力パルスを基準としたサーボバンドs3、サーボバンドs2、サーボバンドs1、サーボバンドs0のサーボ素子42の入力パルスの位相差は、順番に、 $504.08\mu\text{m}$ 、 $1008.17\mu\text{m}$ 、 $1512.25\mu\text{m}$ 、 $2016.33\mu\text{m}$ に対応する位相とされる。

[0168] 5本のサーボバンドsに対応する5対のサーボ素子42に対して、同時刻に入力されるパルス信号の位相について、最も先に進んだ位相の入力パルスが入力されるのは、サーボバンドs0のサーボ素子42である。入力パルスの位相の順番は、次いで、サーボバンドs1のサーボ素子42、サーボバンドs2のサーボ素子42、サーボバンドs3のサーボ素子42、サーボバンドs4のサーボ素子42の順番である。

[0169] 例えば、サーボバンドs0のサーボ素子42及びサーボバンドs1のサーボ素子42で説明すると、同時刻において、サーボバンドs0のサーボ素子42には、サーボバンドs1のサーボ素子42よりも $504.08\mu\text{m}$ に対応する位相分、先の位相のパルス信号が入力される。

[0170] 同様に、磁気テープ1の幅方向で互いに隣接する2つのサーボバンドsに書き込まれるサーボパターン7の、磁気テープ1の幅方向(Y軸方向)での位相差は、 $SP \times \tan(\text{Ref}\theta)$ で表される。

[0171] 仮に、SPの値が2858.8 μm であるとし、データライトヘッド20における基準角 $\text{Ref}\theta$ が 10° であるとする。この場合、互いに隣接する2つのサーボバンドsに書きこまれるサーボパターン7における、磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）での位相差は、 $2858.8\mu\text{m} \times \tan 10^\circ = 504.08\mu\text{m}$ に対応する。

[0172] サーボバンドs4のサーボパターン7を基準としたサーボバンドs3、サーボバンドs2、サーボバンドs1、サーボバンドs2のサーボパターン7の位相差は、順番に、504.08 μm 、1008.17 μm 、1512.25 μm 、2016.33 μm に対応する位相とされる。

[0173] 5本のサーボバンドsにそれぞれ書き込まれたサーボパターン7について、磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）で、最も先に進んだ位相となるのは、サーボバンドs0のサーボパターン7である。位相の順番は、次いで、サーボバンドs1のサーボパターン7、サーボバンドs2、のサーボパターン7、サーボバンドs3のサーボパターン7、サーボバンドs4のサーボパターン7の順番である。

[0174] 例えば、サーボバンドs0のサーボパターン7及びサーボバンドs1のサーボパターン7で説明すると、磁気テープ1の幅方向で、サーボバンドs0のサーボパターン7の位相は、サーボバンドs1のサーボパターン7よりも504.08 μm に対応する位相分、先の位相とされる。

[0175] 磁気テープ1において、磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）に対してデータライトヘッド20の基準角 $\text{Ref}\theta$ （ 10° ）の方向では、5本のサーボバンドsに書きこまれたサーボパターン7の位相は、同位相とされる。

[0176] （第2実施例）

次に、サーボライトヘッド40の第2実施例について説明する。図13は、第2実施例に係るサーボライトヘッド40b及びサーボライトヘッド40bが有するサーボ素子42の拡大図である。図14は、第2実施例に係るサーボライトヘッド40bにより磁気テープ1にサーボパターン7が書き込まれるときの様子を示す図である。図13及び図14では、サーボライトヘッ

ド40bの磁気テープ1と対向する面が示されている。なお、後述の図15～図19についても同様に、サーボライトヘッド40の磁気テープ1と対向する面が示されている。

[0177] これらの図に示すように、サーボライトヘッド40bは、長手方向（Y”軸方向）に長く、幅方向（X”軸方向）に短い形状を有している。

[0178] 第2実施例では、サーボライトヘッド40bの長手方向（Y”軸方向）が磁気テープ1の幅方向に対して所定の角度（第2のヘッドアジマス角）傾斜して配置される。サーボライトヘッド40bの長手方向（Y”軸方向）が磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）に対して傾斜する角度は、データライトヘッド20の基準角 $Ref\theta$ と関連しており、データライトヘッド20の基準角 $Ref\theta$ と一致している（例えば、 10° ）。

[0179] サーボライトヘッド40bは、磁気テープ1に対向する対向面41を有している。対向面41は、長手方向（Y”軸方向）に長く、幅方向（X”軸方向）に短い形状を有している。

[0180] サーボライトヘッド40bは、対向面41上において、5対のサーボ素子42（磁気ギャップ）を有している。5対のサーボ素子42は、磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）において、所定の間隔（サーボ素子ピッチ：SP1）を開けて配置される。

[0181] 互いに隣接する2対のサーボ素子42における、磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）での間隔（サーボ素子ピッチ：SP1）は、例えば、 $2858.8 \pm 4.6 \mu\text{m}$ とされる。なお、この値は、磁気テープ1において、磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）で互いに隣接する2本のサーボバンドsの間隔（サーボバンドピッチ：SP1）に対応する。

[0182] また、互いに隣接する2対のサーボ素子42において、磁気テープの長手方向（X軸方向）での位置の差は、 $SP1 \times \tan(Ref\theta)$ で表される。ここで、SP1（サーボバンドピッチ＝サーボ素子ピッチ）は、互いに隣接する2つのサーボバンドsにおける磁気テープ1の幅方向での間隔、または、互いに隣接する2対のサーボ素子42における磁気テープ1の幅方向で

の間隔である。また、 $Ref\theta$ は、データライトヘッド20における基準角である。

[0183] 仮に、 $SP1$ の値が $2858.8\mu m$ であるとし、データライトヘッド20における基準角 $Ref\theta$ が 10° であるとする。この場合、互いに隣接する2対のサーボ素子42において、磁気テープの長手方向（X軸方向）での位置の差は、 $2858.8\mu m \times \tan 10^\circ = 504.08\mu m$ である。

[0184] 一对のサーボ素子42は、磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）に対して非対称に構成された第1のサーボ素子42a（「/」）及び第2のサーボ素子42b（「\」）を含む（特に、図13の右側参照）。

[0185] 第1のサーボ素子42a（「/」）は、磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）に対して、第1の角度 θ_{s1} で傾斜する。第2のサーボ素子42b（「\」）は、磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）に対して、第1の角度 θ_{s1} とは逆向きに第2の角度 θ_{s2} で傾斜する。

[0186] 第1の角度 θ_{s1} 及び第2の角度 θ_{s2} は、データライトヘッド20の基準角 $Ref\theta$ と関連しており、それぞれ以下の式により表される。

$$\theta_{s1} = Ref\theta + \theta_a$$

$$\theta_{s2} = Ref\theta - \theta_a$$

ここで、 $Ref\theta$ は、データライトヘッド20の基準角 $Ref\theta$ であり、 θ_a は、サーボアジマス角である。

[0187] 仮に、データライトヘッド20の基準角 $Ref\theta$ が 10° とされ、サーボアジマス角 θ_a が 12° とされた場合、第1のサーボ素子42a（「/」）の第1の角度 θ_{s1} は、 22° とされ、第2のサーボ素子42b（「\」）の第2の角度 θ_{s2} は、 2° とされる。

[0188] 磁気テープ1の長手方向（X軸方向）において、第1のサーボ素子42a（「/」）及び第2のサーボ素子42b（「\」）の間隔は、例えば、サーボ素子42の長さの幅方向成分 SL の $1/2$ の位置において、 $38\mu m$ とされる。

[0189] ここで、第1のサーボ素子42a（「/」）において、第1の角度 θ_{s1}

に沿う方向（磁気テープ1の幅方向に対して 22° の方向）を第1のサーボ素子42a（「/」）の長手方向とする。また、第2のサーボ素子42b（「\」）において、第2の角度 θ_{s2} に沿う方向（磁気テープ1の幅方向に対して -2° の方向）を第2のサーボ素子42b（「\」）の長手方向とする。

[0190] 第1のサーボ素子42a（「/」）の長手方向における長さは、第2のサーボ素子42b（「\」）の長手方向における長さとは異なっており、ここでの例では、第1のサーボ素子42a（「/」）の長手方向での長さは、第2のサーボ素子42b（「\」）の長手方向での長さよりも長い。

[0191] 一方、第1のサーボ素子42a（「/」）の長手方向の長さにおける、磁気テープ1の幅方向の成分（Y軸方向） $SL1$ と、第2のサーボ素子42b（「\」）の長手方向の長さにおける、磁気テープ1の幅方向の成分（Y軸方向） $SL1$ とは同じである。サーボ素子42の長さの幅方向成分 $SL1$ は、例えば、 $96 \pm 3 \mu\text{m}$ とされる。

[0192] 図18は、図13の右側の図の拡大図であって、第1のサーボ素子42a（「/」）及び第2のサーボ素子42b（「\」）における具体的な寸法の一例を示す図である（XYZ座標系基準）。

[0193] 図18に示すように、第1のサーボ素子42a（「/」）の長手方向における長さは、 $103.5393 \mu\text{m} (=96 \mu\text{m} / \cos 22^\circ)$ とされる。また、第2のサーボ素子42b（「\」）の長手方向における長さは、 $96.0585 \mu\text{m} (=96 \mu\text{m} / \cos 2^\circ)$ とされる。

[0194] また、第1のサーボ素子42aの上端部と、第2のサーボ素子42bの上端部との間の間隔（X軸方向）は、 $16.9306 \mu\text{m} (=38 \mu\text{m} - 48 \mu\text{m} \times \tan 22^\circ - 48 \mu\text{m} \times \tan 2^\circ = 38 \mu\text{m} - 19.3932 \mu\text{m} - 1.6762 \mu\text{m})$ である。

[0195] また、第1のサーボ素子42aの下端部と、第2のサーボ素子42bの下端部との間の間隔（X軸方向）は、 $59.0695 \mu\text{m} (=96 \mu\text{m} \times \tan 22^\circ + 16.9306 \mu\text{m} + 96 \mu\text{m} \times \tan 2^\circ = 38.7865 \mu\text{m} + 16.9306 \mu\text{m} + 3.3524 \mu\text{m})$ である。

$m + 16.9306 \mu\text{m} + 3.3524 \mu\text{m}$) である。

[0196] ここで、上述の第1実施形態では、5対のサーボ素子42に対してそれぞれ入力されるパルス信号に位相差が設定されていた。一方、第2実施例においては、サーボライトヘッド40bが傾けて配置されているので、パルス信号に対して位相差を設定する必要はない。つまり、5対のサーボ素子42に対しては、同時刻に同位相に対応するパルス信号がそれぞれ入力される。

[0197] 図14には、5対のサーボ素子42によって5本のサーボバンドsにそれぞれ書き込まれたサーボパターン7が示されている。

[0198] 磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）で互いに隣接する2つのサーボバンドsに書き込まれるサーボパターン7の、磁気テープ1の幅方向での位相差は、 $SP1 \times \tan(\text{Ref}\theta)$ で表される。

[0199] 仮に、SP1の値が $2858.8 \mu\text{m}$ であるとし、データライトヘッド20における基準角 $\text{Ref}\theta$ が 10° であるとする。この場合、互いに隣接する2つのサーボバンドsに書き込まれるサーボパターン7の位相差は、 $2858.8 \mu\text{m} \times \tan 10^\circ = 504.08 \mu\text{m}$ とされる。

[0200] なお、サーボバンドs4のサーボパターン7を基準としたサーボバンドs3、サーボバンドs2、サーボバンドs1、サーボバンドs0のサーボパターン7の位相差は、順番に、 $504.08 \mu\text{m}$ 、 $1008.17 \mu\text{m}$ 、 $1512.25 \mu\text{m}$ 、 $2016.33 \mu\text{m}$ に対応する位相とされる。

[0201] 5本のサーボバンドsにそれぞれ書き込まれたサーボパターン7について、磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）で、最も先に進んだ位相となるのは、サーボバンドs0のサーボパターン7である。位相の順番は、次いで、サーボバンドs1のサーボパターン7、サーボバンドs2、のサーボパターン7、サーボバンドs3のサーボパターン7、サーボバンドs4のサーボパターン7の順番である。

[0202] 例えば、サーボバンドs0のサーボパターン7及びサーボバンドs1のサーボパターン7で説明すると、磁気テープ1の幅方向で、サーボバンドs0のサーボパターン7の位相は、サーボバンドs1のサーボパターン7よりも

504. $08 \mu\text{m}$ に対応する位相分、先の位相とされる。

[0203] 磁気テープ1において、磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）に対してデータライトヘッド20の基準角 $\text{Ref}\theta$ （ 10° ）の方向では、5本のサーボバンドsに書きこまれたサーボパターン7の位相は、同位相とされる。

[0204] 以上の説明では、磁気テープ1の座標系（XYZ座標系）を基準したサーボライトヘッド40bの構成について説明した。以降では、サーボライトヘッド40bの座標系（X'Y'Z'座標系）を基準したサーボライトヘッド40bの構成について説明する。

[0205] 図15は、第2実施例において、サーボライトヘッド40bの座標系を基準としてサーボライトヘッド40bを表した図である。

[0206] 図15に示すように、5対のサーボ素子42は、サーボライトヘッド40bの長手方向（Y'軸方向）において、所定の間隔（サーボ素子ピッチ：SP2）を開けて配置される。サーボライトヘッド40bの長手方向（Y'軸方向）において、互いに隣接する2対のサーボ素子42の間隔（サーボ素子ピッチ：SP2）は、 $\text{SP}1 \times \cos^{-1}(\text{Ref}\theta)$ で表される。

[0207] 例えば、磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）において、互いに隣接する2対のサーボ素子42の間隔（サーボ素子ピッチ：SP1）が、 $2858.8 \mu\text{m}$ であり、データライトヘッド20の基準角 $\text{Ref}\theta$ が 10° であるとする。この場合、サーボライトヘッド40bの長手方向（Y'軸方向）において、互いに隣接する2対のサーボ素子42の間隔（サーボ素子ピッチ：SP2）は、 $2902.9 \mu\text{m}$ となる。

[0208] ここで、上述の第1実施例では、第1のサーボ素子42a（「/」）及び第2のサーボ素子42b（「\」）の対称軸は、磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）に非平行とされており、サーボライトヘッド40bの長手方向（Y'軸方向）に対しても非平行とされていた。一方、第2実施例では、第1のサーボ素子42a（「/」）及び第2のサーボ素子42b（「\」）の対称軸は、磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）に対して非平行とされ、一方でサーボライトヘッド40bの長手方向（Y'軸方向）に対しては平行とされている。

- 。
- [0209] 第1のサーボ素子42a（「/」）は、サーボライトヘッド40bの長手方向（Y”軸方向）に対して、サーボアジマス角 θ_a で傾斜する。一方、第2のサーボ素子42b（「\」）は、サーボライトヘッド40bの長手方向（Y”軸方向）に対して、第1のサーボ素子42a（「/」）とは逆向きに、第1のサーボ素子42a（「/」）と同じサーボアジマス角 θ_a で傾斜する。
- [0210] ここで、第1のサーボ素子42a（「/」）において、サーボアジマス角 θ_a に沿う方向（サーボライトヘッド40bの長手方向に対して $+12^\circ$ の方向）を第1のサーボ素子42a（「/」）の長手方向とする。また、第2のサーボ素子42b（「\」）において、サーボアジマス角 θ_a に沿う方向（サーボライトヘッド40bの長手方向に対して -12° の方向）を第2のサーボ素子42b（「\」）の長手方向とする。
- [0211] 第1のサーボ素子42a（「/」）の長手方向における長さは、第2のサーボ素子42b（「\」）の長手方向における長さとは異なっており、ここでの例では、第1のサーボ素子42a（「/」）の長手方向での長さは、第2のサーボ素子42b（「\」）の長手方向での長さよりも長い。
- [0212] さらに、第1のサーボ素子42a（「/」）の長手方向の長さにおける、サーボライトヘッド40bの長手方向成分SL21（Y”軸方向）、及び、第2のサーボ素子42b（「\」）の長手方向の長さにおける、サーボライトヘッド40bの長手方向成分SL22（Y”軸方向）も異なっている。
- [0213] 図19は、図15の右側の図の拡大図であって、第1のサーボ素子42a（「/」）及び第2のサーボ素子42b（「\」）における具体的な寸法の一例を示す図である（X”Y”Z”座標系基準）。
- [0214] 仮に、サーボ素子42の長さにおける、磁気テープ1の幅方向成分SL1（Y軸方向）が、 $96\mu\text{m}$ であり、データライトヘッド20の基準角Ref θ が 10° であり、サーボアジマス角 θ_a が 12° であるとする。この場合、第1のサーボ素子42a（「/」）の長さにおける、サーボライトヘッド40のb長手方向成分SL21（Y”軸方向）は、 $101.2767\mu\text{m}$ （＝

103.5093 $\mu\text{m} \times \cos 12^\circ$) である。また、この場合、第2のサーボ素子42b (「\」) の長さにおける、サーボライトヘッド40bの長手方向成分SL22 (Y”軸方向) は、93.959 μm (=96.0585 $\mu\text{m} \times \cos 12^\circ$) μm である。

[0215] また、サーボライトヘッド40bの幅方向 (X”軸方向) において、第1のサーボ素子42aの上端部と、第2のサーボ素子42bの上端部との間の間隔は、16.673 μm (=16.9306 $\mu\text{m} \times \cos 10^\circ$) である。また、サーボライトヘッド40bの長手方向 (Y”軸方向) において、第1のサーボ素子42a (「/」) の上端部の位置と、第2のサーボ素子42b (「\」) の上端部の位置との差は、2.94 μm (=16.9306 $\mu\text{m} \times \sin 10^\circ$) である。

[0216] また、サーボライトヘッド40bの幅方向 (X”軸方向) において、第1のサーボ素子42aの下端部と、第2のサーボ素子42bの下端部との間の間隔は、58.1721 μm (=59.0695 $\mu\text{m} \times \cos 10^\circ$) である。また、サーボライトヘッド40bの長手方向 (Y”軸方向) において、第1のサーボ素子42a (「/」) の下端部の位置と、第2のサーボ素子42b (「\」) の下端部の位置との差は、10.2573 μm (=59.0695 $\mu\text{m} \times \sin 10^\circ$) である。

[0217] また、サーボライトヘッド40bの幅方向 (X”軸方向) において、第1のサーボ素子42a (「/」) 及び第2のサーボ素子42b (「\」) の間隔 (中央) は、例えば、38.8253 μm ($38 \mu\text{m} \times \cos 10^\circ + (38 \mu\text{m} \times \sin 10^\circ) \times \tan 12^\circ = 37.4227 \mu\text{m} + 6.5986 \mu\text{m} \times \tan 12^\circ = 37.4227 \mu\text{m} + 1.4026 \mu\text{m}$) である。

[0218] (第1実施例及び第2実施例の比較)

次に、第1実施例及び第2実施例の比較について説明する。

[0219] 図12の右側には、第1実施例に係るサーボライトヘッド40aにより書き込まれたサーボパターン7を、データライトヘッド20の2つのサーボリード部22により読み取っているときの様子が示されている。

- [0220] 上述のように、第1実施例に係るサーボライトヘッド40aでは、サーボライトヘッド40aを磁気テープ1の幅方向に対して傾けずに配置し、サーボ素子42に入力されるパルス信号の位相を調整することでサーボパターン7を書き込むといった方法が用いられている。
- [0221] ここで、サーボライトヘッド40aによって磁気テープ1に対してサーボパターン7を書き込むとき、磁気テープ1が幅方向（Y軸方向に）に微動する場合がある。
- [0222] 仮に、第1実施例のサーボライトヘッド40aにおいて、サーボバンドs0のサーボ素子42が、サーボバンドs0に対して、或る時刻t1に或る位相 $p h 1$ のサーボパターン7を書き込んだとする。その後の時刻t2（磁気テープ1が搬送方向に504.08 μ m搬送された時刻）に、サーボバンドs1のサーボ素子42が、サーボバンドs1に対して、その位相 $p h 1$ のサーボパターン7を書き込んだとする。
- [0223] この場合において、時刻t1から時刻t2の間に、磁気テープ1が幅方向に微動してしまった場合を想定する。この場合、サーボバンドs0での位相 $p h 1$ のサーボパターン7の位置と、サーボバンドs1での位相 $p h 1$ のサーボパターン7の位置との間隔（基準角 $R e f \theta (10^\circ)$ の方向）が、既定の値（2つのサーボリード部22の間隔：基準角 $R e f \theta (10^\circ)$ の方向）とは異なってしまうことになる。
- [0224] これが原因で誤差が生じ、データライトヘッド20がサーボパターン7を正確にサーボトレースできない場合がある。
- [0225] 一方、図14の右側には、第2実施例に係るサーボライトヘッド40bにより書き込まれたサーボパターン7を、データライトヘッド20の2つのサーボリード部22により読み取っているときの様子が示されている。
- [0226] 第2実施例に係るサーボライトヘッド40bでは、サーボライトヘッド40bを磁気テープ1の幅方向に対して傾けて配置し、サーボ素子42に入力されるパルス信号の位相を同位相としてサーボパターン7を書き込むといった方法が用いられている。

- [0227] 仮に、第2実施例のサーボライトヘッド40bにおいて、サーボバンドs0のサーボ素子42及びサーボバンドs1のサーボ素子42が、サーボバンドs0及びサーボバンドs1に対して、同時刻t1に同位相ph1のサーボパターン7を書き込んだとする。
- [0228] その後、サーボバンドs0のサーボ素子42及びサーボバンドs1のサーボ素子42が、サーボバンドs0及びサーボバンドs1に対して、同時刻t2に同位相ph2のサーボパターン7を書き込んだとする。
- [0229] この場合において、時刻t1から時刻t2の間に、磁気テープ1が幅方向に微動してしまった場合を想定する。この場合、サーボバンドs0での位相ph1のサーボパターン7の位置と、サーボバンドs1での位相ph1のサーボパターン7の位置との間隔（基準角Ref θ （10°）の方向）は、サーボバンドs0での位相ph2のサーボパターン7の位置と、サーボバンドs1での位相ph2のサーボパターン7の位置との間隔と同じである。これらの間隔は、既定の値（2つのサーボリード部22の間隔：基準角Ref θ （10°）の方向）と同じであり、一定である。
- [0230] つまり、第2実施例では、サーボパターン7書き込み時の磁気テープ1の幅方向への微動によらず、互いに隣接するサーボバンドsにおける同位相のサーボパターン7の間隔（基準角Ref θ の方向）を一定にすることができる。これにより、データライトヘッド20がサーボパターン7を正確にサーボトレースすることができる。
- [0231] ここでの説明から理解されるように、サーボパターン7書き込み時の磁気テープ1の幅方向への微動の観点からは、第1実施例よりも第2実施例の方が有利である。但し、これは、第1実施例による方法を採用することができないといった趣旨ではなく、第1実施例についても本技術の一例として含まれる。例えば、サーボパターン7書き込み時の磁気テープ1の幅方向への微動が無視できるレベルであったり、あるいは、サーボパターン7書き込み時の磁気テープ1の幅方向への微動を無視できる程度に抑制することができたりするのであれば、第1実施例による方法が採用されてもよい。

[0232] [対向面41の低摩擦加工]

サーボライトヘッド40は、その対向面41において、磁気テープ1との間に意図的に空気を巻き込み摩擦抵抗を低減するための低摩擦加工が施されていてもよい。

[0233] 図16は、サーボライトヘッド40の対向面41において低摩擦加工が施されたときの様子を示す図である。図16の左側には、第1実施例に係るサーボライトヘッド40aの対向面41に低摩擦加工が施されたときの様子が示されている。また、図16の右側には、第2実施例に係るサーボライトヘッド40bの対向面41に低摩擦加工が施されたときの様子が示されている。

[0234] 図16の左側（第1実施例）を参照して、サーボライトヘッド40aの対向面41は、サーボライトヘッド40の長手方向（Y軸方向：磁気テープ1の幅方向）において、サーボ素子42が設けられた領域に対応する第1の領域43と、サーボ素子42が設けられていない領域に対応する第2の領域44を有する。

[0235] 第2の領域44には、サーボライトヘッド40aの幅方向（X軸方向：磁気テープ1の長手方向）に沿う複数の溝が、サーボライトヘッド40aの長手方向（Y軸方向：磁気テープ1の幅方向）に沿って整列されている。

[0236] 図16の右側（第2実施例）を参照して、サーボライトヘッド40bの対向面41は、サーボライトヘッド40の長手方向（磁気テープ1の幅方向に対して基準角 $\text{Ref}\theta$ の方向）において、サーボ素子42が設けられた領域に対応する第1の領域43と、サーボ素子42が設けられていない領域に対応する第2の領域44を有する。

[0237] 第2の領域44には、サーボライトヘッド40bの幅方向（X'軸方向）に対して基準角 $\text{Ref}\theta$ の方向（X軸方向：磁気テープ1の長手方向）に沿う複数の溝が、サーボライトヘッド40の長手方向（Y'軸方向）に対して基準角 $\text{Ref}\theta$ の方向（Y軸方向：磁気テープ1の幅方向）に沿って整列されている。

[0238] ここで、図16の左側の例（第1実施例）では、サーボライトヘッド40aの幅方向に対して平行な方向に沿う複数の溝が、サーボライトヘッド40aの長手方向に対して平行な方向に沿って整列されている。これに対して、図16の右側の例（第2実施例）では、サーボライトヘッド40bの幅方向に対して非平行な方向に沿う複数の溝が、サーボライトヘッド40の長手方向に対して非平行な方向に沿って整列されている。

[0239] 図16に示す2つの例（第1実施例及び第2実施例）では、対向面41に低摩擦加工が施されているので、摩擦による磁気テープ1の振動を抑制することができ、これにより、サーボパターン7を正確に書き込むことができる。

[0240] 特に、図16の右側の例では、サーボライトヘッド40bの幅方向（X'軸方向）に対して基準角 $Ref\theta$ の方向（X軸方向：磁気テープ1の長手方向）に沿う複数の溝が、サーボライトヘッド40の長手方向（Y'軸方向）に対して基準角 $Ref\theta$ の方向（Y軸方向：磁気テープ1の幅方向）に沿って整列されている。これにより、サーボライトヘッド40を、磁気テープ1の幅方向に対して基準角 $Ref\theta$ 傾けて配置したとしても、適切に磁気テープ1との間の摩擦を低減させることができる。

[0241] <作用等>

以上説明したように、本実施形態では、サーボライトヘッド40により、各サーボバンド $s_0 \sim s_4$ に対して、磁気テープ1の幅方向に対して非対称な第1のサーボパターン7a（「/」）及び第2のサーボパターン7b（「\」）をそれぞれ書き込むことができる。これにより、データライトヘッド20が磁気テープ1の幅方向に対して傾いて配置された場合に、そのデータライトヘッド20により、サーボパターン7を正確に読み取ることができる。

[0242] 図17は、第1比較例、第2比較例及び本実施形態において、データライトヘッド20のサーボリード部22によりサーボパターン7を読み取ったときの様子を示す図である。

- [0243] 図17の左側を参照して、第1比較例では、磁気テープ1において、第1のサーボパターン7a（「/」）及び第2のサーボパターン7b（「\」）は、磁気テープ1の幅方向に対して対称とされている。また、データライトヘッド20の長手方向は、磁気テープ1の幅方向に対して平行とされている。
- [0244] 第1比較例では、データライトヘッド20のサーボリード部22に対するサーボパターン7のアジマス損失は、サーボパターン7群毎に同じである。従って、サーボライトヘッド40のサーボリード部22によりそのサーボパターン7を読み取ったとき、そのサーボ信号の出力は、サーボパターン7群に対応するサーボバースト毎に同じとなる。
- [0245] 図17の中央を参照して、第2比較例では、磁気テープ1において、第1のサーボパターン7a（「/」）及び第2のサーボパターン7b（「\」）は、磁気テープ1の幅方向に対して対称とされている。一方、データライトヘッド20の長手方向は、磁気テープ1の幅方向に対して傾斜して配置されている。
- [0246] 第2比較例では、データライトヘッド20のサーボリード部22に対するサーボパターン7のアジマス損失は、サーボパターン7群毎に異なる。従って、サーボライトヘッド40のサーボリード部22によりそのサーボパターン7を読み取ったとき、そのサーボ信号において、アジマス損失が少ないサーボパターン7群に対応するサーボバーストの出力は大きくなり、一方で、アジマス損失が大きいサーボパターン7群に対応するサーボバーストの出力は小さくなる。このため、トラッキング基準位置に誤差が生じてしまう可能性がある。
- [0247] 図17の右側を参照して、本実施形態では、磁気テープ1において、第1のサーボパターン7a（「/」）及び第2のサーボパターン7b（「\」）は、磁気テープ1の幅方向に対して非対称とされている。また、データライトヘッド20の長手方向は、磁気テープ1の幅方向に対して非平行とされている。

- [0248] 本実施形態では、データライトヘッド20のサーボリード部22に対するサーボパターン7のアジマス損失は、サーボパターン7群毎に同じである。従って、サーボライトヘッド40のサーボリード部22によりそのサーボパターン7を読み取ったとき、そのサーボ信号の出力は、サーボパターン7群に対応するサーボバースト毎に同じとなる。
- [0249] このように、本実施形態では、第1のサーボパターン7a（「/」）及び第2のサーボパターン7b（「\」）が磁気テープ1の幅方向に対して非対称とされているので、データライトヘッド20が磁気テープ1の幅方向に対して傾いて配置された場合に、そのデータライトヘッド20により、サーボパターン7を正確に読み取ることができる。
- [0250] また、本実施形態では、データ記録再生装置100におけるデータライトヘッド20の長手方向が、磁気テープ1の幅方向に対してアジマス角 θ 傾斜して配置され、そのアジマス角 θ が調整される。これにより、磁気テープ1の幅の変動に対応することができる。
- [0251] また、本実施形態では、データ記録再生装置100におけるデータライトヘッド20において、データライトヘッド20のアジマス角 θ は、基準角 $Ref\theta \pm x^\circ$ の範囲で調整される。
- [0252] このとき、 x の値を 0.7° 以下とすることで、再生トラック幅 W が小さな磁気テープ1（例えば、 $0.5\mu m$ 以下）に対応しつつ、アジマス損失 L を小さくすることができる。また、このとき、基準角 $Ref\theta$ を 8° 以上とすることで、上記補正量を大きくすることができる（例えば、 $10\mu m$ 以上）。
- [0253] また、本実施形態では、サーボ記録再生装置101において、第1のサーボ素子42a（「/」）及び第2のサーボ素子42b（「\」）は、磁気テープ1の幅方向に対して非対称となるようにサーボライトヘッド40に設けられる。これにより、第1のサーボ素子42a（「/」）及び第2のサーボ素子42b（「\」）により、磁気テープ1の幅方向に対して非対称なサーボパターン7を適切に書き込むことができる。

- [0254] また、本実施形態では、第1のサーボ素子42a（「/」）は、磁気テープ1の幅方向に対して第1の角度 θ_{s1} で傾斜し、第2のサーボ素子42b（「\」）は、磁気テープ1の幅方向に対して、第1の角度 θ_{s1} とは逆向きに、第1の角度 θ_{s1} とは異なる第2の角度 θ_{s2} で傾斜する。
- [0255] そして、本実施形態では、この第1の角度 θ_{s1} 及び第2の角度 θ_{s2} が、データライトヘッド20の基準角 $Ref\theta$ と関連している。これにより、第1のサーボ素子42a（「/」）及び第2のサーボ素子42b（「\」）により、データライトヘッド20が正確に読み取ることが可能な非対称なサーボパターン7を適切に書き込むことができる。
- [0256] また、本実施形態では、第1のサーボ素子42a（「/」）の長手方向における長さ、第1のサーボ素子42a（「/」）の長手方向における長さとは異なっているが、第1のサーボ素子42a（「/」）の長さにおける磁気テープ1の幅方向の成分と、第2のサーボ素子42b（「\」）の長さにおける磁気テープ1の幅方向の成分とは同じである。これにより、第1のサーボ素子42a（「/」）及び第2のサーボ素子42b（「\」）により書き込まれる第1のサーボパターン7a（「/」）及び第2のサーボパターン7b（「\」）について、磁気テープ1の幅方向の長さを揃えることができる。
- [0257] また、本実施形態において、サーボライトヘッド40の長手方向が、磁気テープ1の幅方向に対して所定の角度傾斜するように配置されてもよく（第2実施例参照）、この場合、サーボパターン7書き込み時における磁気テープ1の幅方向への微動に適切に対応することができる。
- [0258] また、本実施形態において、サーボライトヘッド40の長手方向が、磁気テープ1の幅方向に対して傾斜する角度は、データライトヘッド20の基準角 $Ref\theta$ と関連していてもよく、また、この角度は、データライトヘッド20の基準角 $Ref\theta$ と一致していてもよい。これにより、傾斜して配置されたデータライトヘッド20が正確に読み取ることが可能な非対称なサーボパターン7を適切に書き込むことができる。

[0259] また、本実施形態に係る磁気テープ1では、互いに隣接するサーボバンドsにおけるサーボパターン7の、磁気テープ1の幅方向での位相差が、サーボライトヘッド40の基準角 $Ref\theta$ と関連しており、 $SP \times \tan(Ref\theta)$ で表される。これにより、傾斜して配置されたデータライトヘッド20により、サーボパターン7を正確に読み取ることができる。

[0260] <磁気テープ1がデータライトヘッド傾斜タイプのデータ記録再生装置100に用いられる磁気テープ1であるかどうかの確認方法>

次に、磁気テープ1が、データライトヘッド20が磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）に対して傾斜して配置されるタイプのデータ記録再生装置100に用いられる磁気テープ1であるかどうかを確認するための方法について説明する。

[0261] [確認方法：第1の例]

図20は、磁気テープ1がデータライトヘッド傾斜タイプのデータ記録再生装置100に用いられる磁気テープ1であるかどうかを確認する方法における第1の例を示す図である。第1の例では、第1のサーボパターン7a（「/」）が磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）に対して傾斜する角度（第1の角度 θ_{s1} ）、及び、第2のサーボパターン7b（「\」）が磁気テープ1の幅方向に対して傾斜する角度（第2の角度 θ_{s2} ）等に基づいて、下記確認が行われる。

[0262] なお、図20では、磁気テープ1を上側（磁性層側）から見た様子が示されている（従って、第1のサーボパターン7a（「/」）、第2のサーボパターン7b（「\」）において、「/」「\」の符号は、見た目とは逆になる）。

[0263] 図20に示すように、まず、磁気テープ1の磁性層4に対して、フェリコロイド現像液（例えば、シグマハイケミカル社製のシグマーカQ（登録商標））等の現像液を塗布して現像を行う。その後、現像した磁気テープ1の磁性層4を光学顕微鏡で観察することで、サーボパターン7の形状を確認する。

[0264] このとき、まず、第1のサーボパターン7 a (「/」)の上端部及び下端部、並びに、第2のサーボパターン7 b (「\」)の上端部及び下端部が測定点として測定される。そして、磁気テープ1の幅方向(Y軸方向)において、サーボパターン7の上端部と、下端部との間の距離a(サーボバンド幅に対応)が測定される。

[0265] また、磁気テープ1の長手方向(X軸方向)において、第1のサーボパターン7 a (「/」)の上端部と、下端部との間の距離bが測定される。また、磁気テープ1の長手方向(X軸方向)において、第2のサーボパターン7 b (「\」)の上端部と、下端部との間の距離cが測定される。

[0266] この場合、第1のサーボパターン7 a (「/」)が、磁気テープ1の幅方向(Y軸方向)に対して傾斜する角度(第1の角度 θ_{s1})は、 $\tan^{-1}(b/a)$ により求められる。また、第2のサーボパターン7 b (「\」)が、磁気テープ1の幅方向(Y軸方向)に対して傾斜する角度(第2の角度 θ_{s2})は、 $\tan^{-1}(c/a)$ により求められる。

[0267] 例えば、aの値が $96\mu\text{m}$ であり、bの値が $39\mu\text{m}$ であり、cの値が $3\mu\text{m}$ であったとする。この場合、第1のサーボパターン7 a (「/」)が、磁気テープ1の幅方向(Y軸方向)に対して傾斜する角度(第1の角度 θ_{s1})は、 $\tan^{-1}(39/96) = 21.59^\circ$ で、約 22° である。また、第2のサーボパターン7 b (「\」)が、磁気テープ1の幅方向(Y軸方向)に対して傾斜する角度(第2の角度 θ_{s2})は、 $\tan^{-1}(3/96) = 1.79^\circ$ で、約 2° である。

[0268] 次に、(第1のサーボパターン7 a (「/」)の傾斜角(第1の角度 θ_{s1}) - 第2のサーボパターン7 b (「\」)の傾斜角(第2の角度 θ_{s2})) / 2により、所定の角度を求める(($22 - 2$) / 2 = 10°)。このとき求められる角度は、第1のサーボパターン7 a及び第2のサーボパターン7 bの対称軸が磁気テープ1の幅方向(Y軸方向)に対して傾斜する角度に対応する。

[0269] (第1の角度 θ_{s1} - 第2の角度 θ_{s2}) / 2により求められた角度が、

データライトヘッド20が磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）に対して傾斜する角度（基準角）と一致したとする（ $\theta_{s1} - \theta_{s2} / 2 = \text{ref } \theta$ ）（ある程度の誤差を含んでいてもよい）。

[0270] この場合、図17の右側を参照して既に説明したように、データライトヘッド20のサーボリード部22に対するサーボパターン7のアジマス損失が、サーボパターン7群毎に同じとなる。これにより、サーボライトヘッド40のサーボリード部22によりそのサーボパターン7を読み取ったとき、そのサーボ信号の出力は、サーボパターン7群に対応するサーボバースト毎に同じとなる。

[0271] 従って、 $(\theta_{s1} - \theta_{s2}) / 2$ により求められた角度が、データライトヘッド20が磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）に対して傾斜する角度（基準角）と一致した場合、この磁気テープ1は、データライトヘッド20が磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）に対して傾斜して配置されるタイプのデータ記録再生装置100に用いられる磁気テープ1であると見做すことができる。

[0272] [確認方法：第2の例]

図21は、磁気テープ1がデータライトヘッド傾斜タイプのデータ記録再生装置100に用いられる磁気テープ1であるかどうかを確認する方法における第2の例を示す図である。第2の例では、互いに隣接するサーボバンドにおけるサーボパターン7における位相差に基づいて、上記確認が行われる。

[0273] この第2の例では、データ記録再生装置が用いられるが、このデータ記録再生装置では、データライトヘッド20が磁気テープ1の幅方向（Y軸方向）に対して平行に配置される。

[0274] まず、データライトヘッド20の2つのサーボリード部22により、互いに隣接するサーボバンドにおけるサーボパターン7がそれぞれ読み取られ、サーボ信号がそれぞれ再生される。

[0275] 下側のサーボリード部22により再生されるサーボ信号の位相は、上側の

サーボリード部22により再生されるサーボ信号の位相よりも先であり、位相差が生じる。このとき、下側のサーボリード部22により再生されるサーボ信号と、上側のサーボリード部22により再生されるサーボ信号との間で、同じLPOS (Longitudinal Position) 情報を読み取った時刻の差が求められる。そして、この時刻の差が、距離に換算されて、磁気テープの長さ方向における位相差dが求められる(例えば、 $0.505\mu\text{m}$)。

[0276] 次に、求められた位相差d(例えば、 $0.505\mu\text{m}$)と、サーボバンドピッチSP(既知)(例えば、 $2.8588\mu\text{m}$)とに基づいて、 $\tan^{-1}(d/SP)$ により、所定の角度が求められる($\tan^{-1}(0.505/2.8588) = 10.017^\circ$)。

[0277] このとき求められる角度は、一方のサーボバンドのサーボパターン7と、他方のサーボバンドのサーボパターン7とで同位相の情報が書き込まれた位置を結ぶ直線が、磁気テープの幅方向に対して成す角度に対応する。

[0278] $\tan^{-1}(d/SP)$ により求められた角度が、データライトヘッド20が磁気テープ1の幅方向(Y軸方向)に対して傾斜する角度(基準角)と一致したとする($\tan^{-1}(d/SP) = \text{ref}\theta$)(ある程度の誤差を含んでいてもよい)。この場合、この磁気テープ1は、データライトヘッド20が磁気テープ1の幅方向(Y軸方向)に対して傾斜して配置されるタイプのデータ記録再生装置100に用いられる磁気テープ1であると見做すことができる。

[0279] <磁気テープ1の詳細>

続いて、磁気テープ1の詳細について説明する。

[0280] 磁気テープ1は長尺のテープ状を有し、データ及びサーボパターン7の記録/再生の際には長手方向に走行される。なお、磁性層4の表面が、データライトヘッド20及びサーボライトヘッド40が走行される表面となる。磁気テープ1は、記録ヘッドとしてリング型ヘッドを備える記録再生装置で用いられることが好ましい。磁気テープ1は、 1200nm 以下または 1000nm 以下のデータトラック幅でデータを記録可能に構成された記録再生装

置に用いられることが好ましい。

[0281] (基材2)

図2に示すように、基材2は、下地層3および磁性層4を支持する非磁性支持体である。基材2は、長尺のフィルム状を有する。基材2の平均厚みの上限値は、好ましくは4.4 μm 以下、より好ましくは4.2 μm 以下、さらに好ましくは4.0 μm 以下、最も好ましくは3.6 μm 以下である。基材2の平均厚みの上限値が4.4 μm 以下であると、1データカートリッジ10内に記録できる記録容量を一般的な磁気テープ1よりも高めることができる。基材2の平均厚みの下限値は、好ましくは3 μm 以上、より好ましくは3.2 μm 以上である。基材2の平均厚みの下限値が3 μm 以上であると、基材2の強度低下を抑制することができる。

[0282] 基材2の平均厚みは以下のようにして求められる。まず、1/2インチ幅の磁気テープ1を準備し、それを250mmの長さに切り出し、サンプルを作製する。続いて、サンプルの基材2以外の層（すなわち下地層3、磁性層4およびバック層5）をMEK（メチルエチルケトン）または希塩酸等の溶剤で除去する。次に、測定装置としてMitutoyo社製レーザーホロゲージ（LGH-110C）を用いて、サンプル（基材2）の厚みを5点以上の位置で測定し、それらの測定値を単純に平均（算術平均）して、基材2の平均厚みを算出する。なお、測定位置は、サンプルから無作為に選ばれるものとする。

[0283] 基材2は、ポリエステルを含むことが好ましい。基材2の長手方向のヤング率は、例えば、2.5 GPa以上10 GPa以下であり、好ましくは2.5 GPa以上7.8 GPa以下、より好ましくは3.0 GPa以上7.0 GPa以下である。

[0284] ポリエステルは、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリブチレンナフタレート（PBN）、ポリシクロヘキシレンジメチレンテレフタレート（PCT）、ポリエチレン-p-オキシベンゾエート（PEB）およびポリエチレンビスフェノキシカルボキシレートのうちの少なくとも

も1種を含む。基材2が2種以上のポリエステルを含む場合、それらの2種以上のポリエステルは混合されていてもよいし、共重合されていてもよいし、積層されていてもよい。ポリエステルの末端および側鎖の少なくとも一方が変性されていてもよい。

[0285] 基材2にポリエステルが含まれていることは、例えば、次のようにして確認される。まず、基材2の平均厚みの測定方法と同様、磁気テープ1を準備し、それを250mmの長さに切り出し、サンプルを作製した後、サンプルの基材2以外の層を除去する。次に、赤外吸収分光法（Infrared Absorption Spectrometry：IR）によりサンプル（基材2）のIRスペクトルを取得する。このIRスペクトルに基づき、基材2にポリエステルが含まれていることを確認することができる。

[0286] 基材2は、ポリエステル以外に、例えば、ポリアミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリイミドおよびポリアミドイミド、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリオレフィン類、セルロース誘導体、ビニル系樹脂、およびその他の高分子樹脂でもよいし、ポリアミドは、芳香族ポリアミド（アラミド）であってもよい。ポリイミドは、芳香族ポリイミドであってもよい。ポリアミドイミドは、芳香族ポリアミドイミドであってもよい。

[0287] 基材2は、ポリアミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリイミドおよびポリアミドイミド、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）のうちの少なくとも1種を含んでいてもよいし、ポリアミド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリオレフィン類、セルロース誘導体、ビニル系樹脂などの樹脂を主成分としてもよい。

[0288] 基材2が、ポリエステル以外的高分子樹脂を含む場合、基材2はポリエステルの主成分とすることが好ましい。ここで、主成分とは、基材2に含まれる高分子樹脂のうち、最も含有量（質量比率）が多い成分を意味する。基材2がポリエステル以外的高分子樹脂を含む場合、ポリエステルと、ポリエステル以外的高分子樹脂は、混合されていてもよいし、共重合されていてもよい。

[0289] 基材2は、長手方向および幅方向に二軸延伸されていてもよい。基材2に含まれる高分子樹脂は、基材2の幅方向に対して斜め方向に配向されていることが好ましい。

[0290] (磁性層4)

磁性層4は、信号を磁化パターンにより記録するための記録層である。磁性層4は、垂直記録型の記録層であってもよいし、長手記録型の記録層であってもよい。磁性層4は、例えば、磁性粉、結着剤および潤滑剤を含む。磁性層4が、必要に応じて、帯電防止剤、研磨剤、硬化剤、防錆剤および非磁性補強粒子等のうちの少なくとも1種の添加剤をさらに含んでもよい。磁性層4は、磁性材料の塗布膜で構成される場合に限られず、磁性材料のスパッタ膜や蒸着膜で構成されてもよい。

[0291] 磁性層4の表面の算術平均粗さ R_a は、 2.0 nm 以下、好ましくは 1.8 nm 以下、より好ましくは 1.6 nm 以下である。算術平均粗さ R_a が 2.0 nm 以下であると、スペーシングロスによる出力低下を抑制することができるため、優れた電磁変換特性を得ることができる。磁性層4の表面の算術平均粗さ R_a の下限値は、好ましくは 1.0 nm 以上、より好ましくは 1.2 nm 以上である。磁性層4の表面の算術平均粗さ R_a の下限値が 1.0 nm 以上であると、摩擦の増大による走行性の低下を抑制することができる。

[0292] 算術平均粗さ R_a は次のようにして求められる。まず、磁性層4の表面をAFM (Atomic Force Microscope) により観察し、 $40\text{ }\mu\text{m} \times 40\text{ }\mu\text{m}$ のAFM像を得る。AFMとしてはDigital Instruments社製、Nano Scope IIIa D3100を用い、カンチレバーとしてはシリコン単結晶製のものを用い(注1)、タッピング周波数として、 $200\text{ Hz} \sim 400\text{ Hz}$ のチューニングにて測定を行う。次に、AFM像を 512×512 ($= 262, 144$)個の測定点に分割し、各測定点にて高さ $Z(i)$ (i :測定点番号、 $i = 1 \sim 262, 144$)を測定し、測定した各測定点の高さ $Z(i)$ を単純に平均(算術平均)して平均高さ(平均面) $Z_{ave} (= (Z(1) + Z(2) + \dots + Z(262, 144)) / (262, 144))$ を算出する。

2、144)) / 262、144) を求める。続いて、各測定点での平均中心線からの偏差 $Z''(i)$ ($= Z(i) - Z_{ave}$) を求め、算術平均粗さ R_a [nm] ($= (Z''(1) + Z''(2) + \dots + Z''(262、144)) / 262、144)$ を算出する。この際には、画像処理として、Flattenorder2、ならびに、planefit order 3 XYによりフィルタリング処理を行ったものをデータとして用いる。

(注1) Nano World社製SPMプローブNCH ノーマルタイプPointProbe L

(カンチレバー長) = 125 μ m

[0293] 磁性層4の平均厚み t_m の上限値は、80 nm以下、好ましくは70 nm以下、より好ましくは50 nm以下である。磁性層4の平均厚み t_m の上限値が80 nm以下であると、記録ヘッドとしてリング型ヘッドを用いた場合に、反磁界の影響を軽減できるため、さらに優れた電磁変換特性を得ることができる。

[0294] 磁性層4の平均厚み t_m の下限値は、好ましくは35 nm以上である。磁性層4の平均厚み t_m の下限値が35 nm以上であると、再生ヘッドとしてはMR型ヘッドを用いた場合に、出力を確保できるため、さらに優れた電磁変換特性を得ることができる。

[0295] 磁性層4の平均厚み t_m は以下のようにして求められる。まず、カートリッジ10に収容された磁気テープ1を巻き出し、最外周側の一端から10 m、30 m、50 mの3か所の位置でそれぞれ磁気テープ1を切り出し3つのサンプルを作製する。続いて、各サンプル(測定対象となる磁気テープ1)をFIB法等により加工して薄片化を行う。FIB法を使用する場合には、後述の断面のTEM像を観察する前処理として、保護膜としてカーボン層およびタングステン層を形成する。当該カーボン層は蒸着法により磁気テープ1の磁性層4側の表面およびバック層5側の表面に形成され、そして、当該タングステン層は蒸着法またはスパッタリング法により磁性層4側の表面にさらに形成される。当該薄片化は磁気テープ1の長手方向(長手方向)に沿って行われる。すなわち、当該薄片化によって、磁気テープ1の長手方向およ

び厚み方向の両方に平行な断面が形成される。

[0296] 得られた薄片化サンプルの上記断面を、透過型電子顕微鏡 (Transmission Electron Microscope : TEM) により、下記の条件で観察し、各薄片化サンプルのTEM像を得る。なお、装置の種類に応じて、倍率および加速電圧は適宜調整されてよい。

装置 : TEM (日立製作所製H9000NAR)

加速電圧 : 300 kV

倍率 : 100、000倍

[0297] 次に、得られた各薄片化サンプルのTEM像を用い、各薄片化サンプルの10点以上の位置で磁性層4の厚みを測定する。なお、上記のように薄片化は磁気テープ1の長手方向に沿って行われるため、各薄片化サンプルの10点の測定位置は、磁気テープ1の長手方向においてそれぞれ異なる位置となるように試験片から無作為に選ばれる。得られた各薄片化サンプルの測定値 (合計で30点の磁性層4の厚み) を単純に平均 (算術平均) して得られた平均値を磁性層4の平均厚み t_m [nm] とする。

[0298] (磁性粉)

磁性粉は、複数の磁性粒子を含む。磁性粒子は、例えば、六方晶フェライトを含む粒子 (以下「六方晶フェライト粒子」という。)、イプシロン型酸化鉄 (ϵ 酸化鉄) を含む粒子 (以下「 ϵ 酸化鉄粒子」という。) またはCo含有スピネルフェライトを含む粒子 (以下「コバルトフェライト粒子」という。) である。磁性粉は、結晶磁気異方性で、一軸異方性を有していることが好ましい。

[0299] (六方晶フェライト粒子)

六方晶フェライト粒子は、例えば、六角板状等の板状または六角柱状等の柱状 (但し、厚さまたは高さが板面または底面の長径より小さい。) を有する。本明細書において、六角板状は、ほぼ六角板状を含むものとする。六方晶フェライトは、好ましくはBa、Sr、PbおよびCaのうちの少なくとも1種、より好ましくはBaおよびSrのうちの少なくとも1種を含む。六

方晶フェライトは、具体的には例えばバリウムフェライトまたはストロンチウムフェライトであってもよい。バリウムフェライトは、Ba以外にSr、PbおよびCaのうちの少なくとも1種をさらに含んでもよい。ストロンチウムフェライトは、Sr以外にBa、PbおよびCaのうちの少なくとも1種をさらに含んでもよい。

[0300] より具体的には、六方晶フェライトは、一般式 $MFe_{12}O_{19}$ で表される平均組成を有する。但し、Mは、例えばBa、Sr、PbおよびCaのうちの少なくとも1種の金属、好ましくはBaおよびSrのうちの少なくとも1種の金属である。Mが、Baと、Sr、PbおよびCaからなる群より選ばれる1種以上の金属との組み合わせであってもよい。また、Mが、Srと、Ba、PbおよびCaからなる群より選ばれる1種以上の金属との組み合わせであってもよい。上記一般式においてFeの一部が他の金属元素で置換されていてもよい。

[0301] 磁性粉が六方晶フェライト粒子粉を含む場合、磁性粉の平均粒子サイズは、好ましくは13 nm以上22 nm以下、より好ましくは13 nm以上19 nm以下、さらにより好ましくは13 nm以上18 nm以下、特に好ましくは14 nm以上17 nm以下、最も好ましくは14 nm以上16 nm以下である。磁性粉の平均粒子サイズが22 nm以下であると、高記録密度の磁気テープ1において、さらに優れた電磁変換特性（例えばSNR）を得ることができる。一方、磁性粉の平均粒子サイズが13 nm以上であると、磁性粉の分散性がより向上し、さらに優れた電磁変換特性（例えばSNR）を得ることができる。

[0302] 磁性粉が六方晶フェライト粒子粉を含む場合、磁性粉の平均アスペクト比は、好ましくは1.0以上3.0以下、より好ましくは1.5以上2.8以下、さらにより好ましくは1.8以上2.7以下である。磁性粉の平均アスペクト比が1.0以上3.0以下の範囲内であると、磁性粉の凝集を抑制することができる。また、磁性層4の形成工程において磁性粉を垂直配向させる際に、磁性粉に加わる抵抗を抑制することができる。したがって、磁性粉

の垂直配向性を向上することができる。

- [0303] 磁性粉が六方晶フェライト粒子粉を含む場合、磁性粉の平均粒子サイズおよび平均アスペクト比は以下のようにして求められる。まず、測定対象となる磁気テープ1をFIB法等により加工して薄片化を行う。FIB法を使用する場合には、後述の断面のTEM像を観察する前処理として、保護膜としてカーボン層およびタングステン層を形成する。当該カーボン層は蒸着法により磁気テープ1の磁性層4側の表面およびバック層5側の表面に形成され、そして、当該タングステン層は蒸着法またはスパッタリング法により磁性層4側の表面にさらに形成される。当該薄片化は磁気テープ1の長手方向（長手方向）に沿って行われる。すなわち、当該薄片化によって、磁気テープ1の長手方向および厚み方向の両方に平行な断面が形成される。
- [0304] 得られた薄片サンプルの上記断面を、透過電子顕微鏡（日立ハイテクノロジー社製H-9500）を用いて、加速電圧：200kV、総合倍率500、000倍で磁性層4の厚み方向に対して磁性層4全体が含まれるように断面観察を行い、TEM写真を撮影する。TEM写真は、下記で示す板径DBおよび板厚DA（図34参照）を測定できる粒子を50個抽出できる枚数準備する。
- [0305] 本明細書では、六方晶フェライトの粒子のサイズ（以下、「粒子サイズ」という。）は、上記のTEM写真において観察される粒子の形状が、板状または柱状（但し、厚さまたは高さが板面または底面の長径より小さい。）である場合には、その板面または底面の長径を板径DBの値とする。上記のTEM写真において観察される粒子の厚さまたは高さを板厚DAの値とする。一粒子内にて粒子の厚さまたは高さが一定でない場合には、最大の粒子の厚さまたは高さを板厚DAとする。
- [0306] 次に、撮影したTEM写真から抽出する50個の粒子を、下記の基準に基づき選び出す。粒子の一部がTEM写真の視野の外にはみだしている粒子は測定せず、輪郭がはっきりしており、孤立して存在している粒子を測定する。粒子同士に重なりがある場合は、両者の境界が明瞭で、粒子全体の形状も判断可能な粒子は、それぞれの粒子を単独粒子として測定するが、境界がは

っきりせず、粒子の全形も判らない粒子は、粒子の形状が判断できないものとして測定しない。

[0307] 選択された50個の粒子それぞれの板厚 DA を測定する。このようにして求めた板厚 DA を単純に平均（算術平均）して平均板厚 DA_{ave} を求める。平均板厚 DA_{ave} が平均粒子板厚である。続いて、各磁性粉の板径 DB を測定する。粒子の板径 DB を測定するために、撮影したTEM写真から、粒子の板径 DB を明らかに確認できる粒子を50個選び出す。選択された50個の粒子それぞれの板径 DB を測定する。このようにして求めた板径 DB を単純平均（算術平均）して平均板径 DB_{ave} を求める。平均板径 DB_{ave} が、平均粒子サイズである。そして、平均板厚 DA_{ave} および平均板径 DB_{ave} から粒子の平均アスペクト比（ DB_{ave}/DA_{ave} ）を求める。

[0308] 磁性粉が六方晶フェライト粒子粉を含む場合、磁性粉の平均粒子体積は、好ましくは 500 nm^3 以上 2500 nm^3 以下、より好ましくは 500 nm^3 以上 1600 nm^3 以下、さらに好ましくは 500 nm^3 以上 1500 nm^3 以下、特に好ましくは 600 nm^3 以上 1200 nm^3 以下、最も好ましくは 600 nm^3 以上 1000 nm^3 以下である。磁性粉の平均粒子体積が 2500 nm^3 以下であると、磁性粉の平均粒子サイズを 22 nm 以下とする場合と同様の効果が得られる。一方、磁性粉の平均粒子体積が 500 nm^3 以上であると、磁性粉の平均粒子サイズを 13 nm 以上とする場合と同様の効果が得られる。

[0309] 磁性粉の平均粒子体積は以下のようにして求められる。まず、上記の磁性粉の平均粒子サイズの算出方法に関して述べた通り、平均長軸長 DA_{ave} および平均板径 DB_{ave} を求める。次に、以下の式により、磁性粉の平均体積 V を求める。

[数1]

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

[0310] (ϵ 酸化鉄粒子)

ϵ 酸化鉄粒子は、微粒子でも高保磁力を得ることができる硬磁性粒子である。 ϵ 酸化鉄粒子は、球状を有しているか、または立方体状を有している。本明細書において、球状は、ほぼ球状を含むものとする。また、立方体状には、ほぼ立方体状を含むものとする。 ϵ 酸化鉄粒子が上記のような形状を有しているため、磁性粒子として ϵ 酸化鉄粒子を用いた場合、磁性粒子として六角板状のバリウムフェライト粒子を用いた場合に比べて、磁気テープ1の厚み方向における粒子同士の接触面積を低減し、粒子同士の凝集を抑制することができる。したがって、磁性粉の分散性を高め、さらに優れた電磁変換特性（例えばSNR）を得ることができる。

[0311] ϵ 酸化鉄粒子は、コアシェル型構造、ヤヌス構造あるいは面で接合した形などの複合粒子構造を有する。

[0312] 複合構造の一部は、 ϵ 酸化鉄を含む。 ϵ 酸化鉄は、 ϵ - Fe_2O_3 結晶を主相とするものが好ましく、単相の ϵ - Fe_2O_3 からなるものがより好ましい。

[0313] 複合構造の他の部分は、 ϵ 酸化鉄部とその他の部分は交換結合をして磁気特性として、

一つの粒子のようなふるまいをすることが好ましい。

[0314] 他の部分は、軟磁性層4が好ましく、例えば、 α - Fe 、 Ni-Fe 合金または Fe-Si-Al 合金等の軟磁性体を含む。 α - Fe は、コア部に含まれる ϵ 酸化鉄を還元することにより得られるものであってもよい。または、軟磁性でなくとも ϵ 酸化鉄より、高い σ_s を持ち、低い H_c を持つものであってもよい。

[0315] ϵ 酸化鉄粒子が、上記構造に代えて添加剤を含んでいてもよいし、上記構造を有すると共に添加剤を含んでいてもよい。この場合、 ϵ 酸化鉄粒子の Fe の一部が添加剤で置換される。 ϵ 酸化鉄粒子が添加剤を含むことによっても、 ϵ 酸化鉄粒子全体としての保磁力 H_c を記録に適した保磁力 H_c に調整できるため、記録容易性を向上することができる。添加剤は、鉄以外の金属元素、好ましくは3価の金属元素、より好ましくは Al 、 Ga および In の

うちの少なくとも1種、さらにより好ましくはAlおよびGaのうちの少なくとも1種である。

[0316] 具体的には、添加剤を含む ϵ 酸化鉄は、 $\epsilon - \text{Fe}_{2-x}\text{M}_x\text{O}_3$ 結晶である。添加剤は、鉄以外の金属元素、より好ましくはAl（アルミニウム）、Ga（ガリウム）、In（インジウム）、Co（コバルト）、Mn（マンガン）、Zr（ジルコニウム）、Hf（ハフニウム）、Cs（セシウム）及びTi（チタン）、Sm（サマリウム）、Nd（ネオジウム）、Pr（プラセオジウム）及びTb（テルビウム）のうちの少なくとも1種を含む。

[0317] 磁性粉が ϵ 酸化鉄粒子を含む場合、磁性粉の平均粒子サイズは、好ましくは10nm以上20nm以下、より好ましくは10nm以上18nm以下、さらにより好ましくは10nm以上16nm以下、特に好ましくは10nm以上15nm以下、最も好ましくは10nm以上14nm以下である。磁気テープ1では、記録波長の1/2のサイズの領域が実際の磁化領域となる。このため、磁性粉の平均粒子サイズを最短記録波長の半分以下に設定することで、さらに優れた電磁変換特性（例えばSNR）を得ることができる。したがって、磁性粉の平均粒子サイズが20nm以下であると、高記録密度の磁気テープ1（例えば40nm以下の最短記録波長で信号を記録可能に構成された磁気テープ1）において、さらに優れた電磁変換特性（例えばSNR）を得ることができる。一方、磁性粉の平均粒子サイズが10nm以上であると、磁性粉の分散性がより向上し、さらに優れた電磁変換特性（例えばSNR）を得ることができる。

[0318] 磁性粉が ϵ 酸化鉄粒子を含む場合、磁性粉の平均アスペクト比は、好ましくは1.0以上3.0以下、より好ましくは1.0以上2.5以下、さらにより好ましくは1.0以上2.1以下、特に好ましくは1.0以上1.8以下である。磁性粉の平均アスペクト比が1.0以上3.0以下の範囲内であると、磁性粉の凝集を抑制することができる。また、磁性層4の形成工程において磁性粉を垂直配向させる際に、磁性粉に加わる抵抗を抑制することができる。したがって、磁性粉の垂直配向性を向上することができる。

- [0319] 磁性粉が ϵ 酸化鉄粒子粉を含む場合、磁性粉の平均粒子サイズおよび平均アスペクト比は、以下のようにして求められる。まず、測定対象となる磁気テープ1をFIB (Focused Ion Beam) 法等により加工して薄片化を行う。FIB法を使用する場合には、後述の断面のTEM像を観察する前処理として、保護層としてカーボン層およびタングステン層を形成する。当該カーボン層は蒸着法により磁気テープ1の磁性層4側の表面およびバック層5側の表面に形成され、そして、当該タングステン層は蒸着法またはスパッタリング法により磁性層4側の表面にさらに形成される。薄片化は磁気テープ1の長手方向（長手方向）に沿うかたちで行って行われる。すなわち、当該薄片化によって、磁気テープ1の長手方向および厚み方向の両方に平行な断面が形成される。
- [0320] 得られた薄片サンプルの上記断面を、透過電子顕微鏡（日立ハイテクノロジー社製H-9500）を用いて、加速電圧：200kV、総合倍率500、000倍で磁性層4の厚み方向に対して磁性層4全体が含まれるように断面観察を行い、TEM写真を撮影する。次に、撮影したTEM写真から、粒子の形状を明らかに確認することができる50個の粒子を選び出し、各粒子の長軸長 D_L と短軸長 D_S を測定する。ここで、長軸長 D_L とは、各粒子の輪郭に接するように、あらゆる角度から引いた2本の平行線間の距離のうち最大のもの（いわゆる最大フェレ径）を意味する。一方、短軸長 D_S とは、粒子の長軸（ D_L ）と直交する方向における粒子の長さのうち最大のものを意味する。続いて、測定した50個の粒子の長軸長 D_L を単純に平均（算術平均）して平均長軸長 $D_{L_{ave}}$ を求める。このようにして求めた平均長軸長 $D_{L_{ave}}$ を磁性粉の平均粒子サイズとする。また、測定した50個の粒子の短軸長 D_S を単純に平均（算術平均）して平均短軸長 $D_{S_{ave}}$ を求める。そして、平均長軸長 $D_{L_{ave}}$ および平均短軸長 $D_{S_{ave}}$ から粒子の平均アスペクト比（ $D_{L_{ave}}/D_{S_{ave}}$ ）を求める。
- [0321] 磁性粉が ϵ 酸化鉄粒子を含む場合、磁性粉の平均粒子体積は、好ましくは 500 nm^3 以上 4000 nm^3 以下、より好ましくは 500 nm^3 以上 300

0 nm³以下、さらにより好ましくは500 nm³以上2000 nm³以下、特に好ましくは600 nm³以上1600 nm³以下、最も好ましくは600 nm³以上1300 nm³以下である。一般的に磁気テープ1のノイズは粒子個数の平方根に反比例（すなわち粒子体積の平方根に比例）するため、粒子体積をより小さくすることで、さらに優れた電磁変換特性（例えばSNR）を得ることができる。したがって、磁性粉の平均粒子体積が4000 nm³以下であると、磁性粉の平均粒子サイズを20 nm以下とする場合と同様に、さらに優れた電磁変換特性（例えばSNR）を得ることができる。一方、磁性粉の平均粒子体積が500 nm³以上であると、磁性粉の平均粒子サイズを10 nm以上とする場合と同様の効果が得られる。

[0322] ε酸化鉄粒子が球状を有している場合には、磁性粉の平均粒子体積は以下のようにして求められる。まず、上記の磁性粉の平均粒子サイズの算出方法と同様にして、平均長軸長 DL_{ave} を求める。次に、以下の式により、磁性粉の平均体積 V を求める。

$$V = (\pi/6) \times DL_{ave}^3$$

[0323] ε酸化鉄粒子が立方体状を有している場合、磁性粉の平均体積は以下のようにして求められる。磁気テープ1をFIB（Focused Ion Beam）法等により加工して薄片化を行う。FIB法を使用する場合には、後述の断面のTEM像を観察する前処理として、保護膜としてカーボン膜およびタングステン薄膜を形成する。当該カーボン膜は蒸着法により磁気テープ1の磁性層4側の表面およびバック層5側の表面に形成され、そして、当該タングステン薄膜は蒸着法またはスパッタリング法により磁性層4側の表面にさらに形成される。当該薄片化は磁気テープ1の長手方向（長手方向）に沿って行われる。すなわち、当該薄片化によって、磁気テープ1の長手方向および厚み方向の両方に平行な断面が形成される。

[0324] 得られた薄片サンプルを透過電子顕微鏡（日立ハイテクノロジーズ社製H-9500）を用いて、加速電圧：200kV、総合倍率500、000倍で磁性層4の厚み方向に対して磁性層4全体が含まれるように断面観察を行い、TEM写真を得

る。なお、装置の種類に応じて、倍率および加速電圧は適宜調整されてよい。次に、撮影したTEM写真から粒子の形状が明らかである50個の粒子を選び出し、各粒子の辺の長さDCを測定する。続いて、測定した50個の粒子の辺の長さDCを単純に平均（算術平均）して平均辺長 DC_{ave} を求める。次に、平均辺長 DC_{ave} を用いて以下の式から磁性粉の平均体積 V_{ave} （粒子体積）を求める。

$$V_{ave} = DC_{ave}^3$$

[0325] （コバルトフェライト粒子）

コバルトフェライト粒子は、一軸結晶異方性を有することが好ましい。コバルトフェライト粒子が一軸結晶異方性を有することで、磁性粉を磁気テープ1の厚み方向（垂直方向）に優先的に結晶配向させることができる。コバルトフェライト粒子は、例えば、立方体状を有している。本明細書において、立方体状は、ほぼ立方体状を含むものとする。Co含有スピネルフェライトが、Co以外にNi、Mn、Al、CuおよびZnのうちの少なくとも1種をさらに含んでいてもよい。

[0326] Co含有スピネルフェライトは、例えば以下の式で表される平均組成を有する。



（但し、式中、Mは、例えば、Ni、Mn、Al、CuおよびZnのうちの少なくとも1種の金属である。xは、 $0.4 \leq x \leq 1.0$ の範囲内の値である。yは、 $0 \leq y \leq 0.3$ の範囲内の値である。但し、x、yは $(x+y) \leq 1.0$ の関係を満たす。zは $3 \leq z \leq 4$ の範囲内の値である。Feの一部が他の金属元素で置換されていてもよい。）

[0327] 磁性粉がコバルトフェライト粒子粉を含む場合、磁性粉の平均粒子サイズは、好ましくは8nm以上16nm以下、より好ましくは8nm以上13nm以下、さらにより好ましくは8nm以上10nm以下である。磁性粉の平均粒子サイズが16nm以下であると、高記録密度の磁気テープ1において、さらに優れた電磁変換特性（例えばSNR）を得ることができる。一方、

磁性粉の平均粒子サイズが8 nm以上であると、磁性粉の分散性がより向上し、さらに優れた電磁変換特性（例えばSNR）を得ることができる。磁性粉の平均粒子サイズの算出方法は、磁性粉が ϵ 酸化鉄粒子粉を含む場合における磁性粉の平均粒子サイズの算出方法と同様である。

[0328] 磁性粉がコバルトフェライト粒子粉を含む場合、磁性粉の平均アスペクト比が、好ましくは1.0以上3.0以下、より好ましくは1.0以上2.5以下、さらにより好ましくは1.0以上2.1以下、特に好ましくは1.0以上1.8以下である。磁性粉の平均アスペクト比が1.0以上3.0以下の範囲内であると、磁性粉の凝集を抑制することができる。また、磁性層4の形成工程において磁性粉を垂直配向させる際に、磁性粉に加わる抵抗を抑制することができる。したがって、磁性粉の垂直配向性を向上することができる。磁性粉の平均アスペクト比の算出方法は、磁性粉が ϵ 酸化鉄粒子粉を含む場合における磁性粉の平均アスペクト比の算出方法と同様である。

[0329] 磁性粉がコバルトフェライト粒子粉を含む場合、磁性粉の平均粒子体積は、好ましくは500 nm³以上4000 nm³以下、より好ましくは600 nm³以上2000 nm³以下、さらにより好ましくは600 nm³以上1000 nm³以下である。磁性粉の平均粒子体積が4000 nm³以下であると、磁性粉の平均粒子サイズを16 nm以下とする場合と同様の効果が得られる。一方、磁性粉の平均粒子体積が500 nm³以上であると、磁性粉の平均粒子サイズを8 nm以上とする場合と同様の効果が得られる。磁性粉の平均粒子体積の算出方法は、 ϵ 酸化鉄粒子が立方体状を有している場合の平均粒子体積の算出方法と同様である。

[0330] （結着剤）

結着剤としては、例えば、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂、反応型樹脂等が挙げられる。熱可塑性樹脂としては、例えば、塩化ビニル、酢酸ビニル、塩化ビニル-酢酸ビニル共重合体、塩化ビニル-塩化ビニリデン共重合体、塩化ビニル-アクリロニトリル共重合体、アクリル酸エステル-アクリロニトリル共重合体、アクリル酸エステル-塩化ビニル-塩化ビニリデン共重合体

、アクリル酸エステル-アクリロニトリル共重合体、アクリル酸エステル-塩化ビニリデン共重合体、メタクリル酸エステル-塩化ビニリデン共重合体、メタクリル酸エステル-塩化ビニル共重合体、メタクリル酸エステル-エチレン共重合体、ポリフッ化ビニル、塩化ビニリデン-アクリロニトリル共重合体、アクリロニトリル-ブタジエン共重合体、ポリアミド樹脂、ポリビニルブチラール、セルロース誘導体（セルロースアセテートブチレート、セルロースダイアセテート、セルローストリアセテート、セルロースプロピオネート、ニトロセルロース）、スチレンブタジエン共重合体、ポリウレタン樹脂、ポリエステル樹脂、アミノ樹脂、合成ゴム等が挙げられる。

[0331] 熱硬化性樹脂としては、例えば、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、ポリウレタン硬化型樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、アルキッド樹脂、シリコーン樹脂、ポリアミン樹脂、尿素ホルムアルデヒド樹脂等が挙げられる。

[0332] 上記の全ての結着剤には、磁性粉の分散性を向上させる目的で、 $-SO_3M$ 、 $-OSO_3M$ 、 $-COOM$ 、 $P=O(OM)_2$ （但し、式中Mは水素原子またはリチウム、カリウム、ナトリウム等のアルカリ金属を表す）や、 $-NR_1R_2$ 、 $-NR_1R_2R_3^+X^-$ で表される末端基を有する側鎖型アミン、 $>NR_1R_2^+X^-$ で表される主鎖型アミン（但し、式中R1、R2、R3は水素原子または炭化水素基を表し、X⁻はフッ素、塩素、臭素、ヨウ素等のハロゲン元素イオン、無機イオンまたは有機イオンを表す。）、さらに-OH、-SH、-CN、エポキシ基等の極性官能基が導入されていてもよい。これら極性官能基の結着剤への導入量は、 $10^{-1} \sim 10^{-8}$ モル/gであるのが好ましく、 $10^{-2} \sim 10^{-6}$ モル/gであるのがより好ましい。

[0333] （潤滑剤）

潤滑剤は、例えば脂肪酸および脂肪酸エステルから選ばれる少なくとも1種、好ましくは脂肪酸および脂肪酸エステルの両方を含む。磁性層4が潤滑剤を含むことが、特に磁性層4が脂肪酸および脂肪酸エステルの両方を含むことが、磁気テープ1の走行安定性の向上に貢献する。特に、磁性層4が潤滑剤を含み且つ細孔を有することによって、良好な走行安定性が達成され

る。当該走行安定性の向上は、磁気テープ1の磁性層4側表面の動摩擦係数が上記潤滑剤により、磁気テープ1の走行に適した値へ調整されるためと考えられる。

[0334] 脂肪酸は、好ましくは下記の一般式(1)または(2)により示される化合物であってよい。例えば、脂肪酸として下記の一般式(1)により示される化合物および一般式(2)により示される化合物の一方が含まれていてよく、または両方が含まれていてもよい。

[0335] また、脂肪酸エステルは、好ましくは下記一般式(3)または(4)により示される化合物であってよい。例えば、脂肪酸エステルとして下記の一般式(3)により示される化合物および一般式(4)により示される化合物の一方が含まれていてよく、または両方が含まれていてもよい。

[0336] 潤滑剤が、一般式(1)に示される化合物および一般式(2)に示される化合物のいずれか一方若しくは両方と、一般式(3)に示される化合物および一般式(4)に示される化合物のいずれか一方若しくは両方と、を含むことによって、磁気テープ1を繰り返しの記録または再生による動摩擦係数の増加を抑制することができる。

[0337] $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_k\text{COOH} \dots (1)$

(但し、一般式(1)において、kは14以上22以下の範囲、より好ましくは14以上18以下の範囲から選ばれる整数である。)

[0338] $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_m\text{COOH} \dots (2)$

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

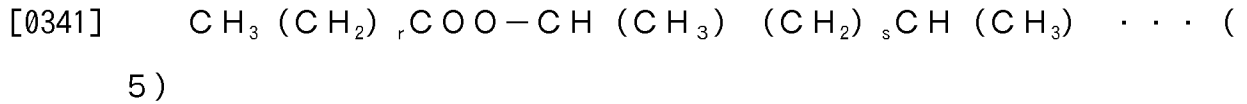
[0339] $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_p\text{COO}(\text{CH}_2)_q\text{CH}_3 \dots (3)$

(但し、一般式(3)において、pは14以上22以下、より好ましくは14以上18以下の範囲から選ばれる整数であり、且つ、qは2以上5以下の範囲、より好ましくは2以上4以下の範囲から選ばれる整数である。)

[0340] $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_r\text{COO}-(\text{CH}_2)_s\text{CH}(\text{CH}_3)_2 \dots (4)$

(但し、一般式(4)において、rは14以上22以下の範囲から選ばれる

整数であり、 s は 1 以上 3 以下の範囲から選ばれる整数である。）



(但し、一般式 (5) において、 r は 14 以上 22 以下の範囲から選ばれる整数であり、 s は 1 以上 3 以下の範囲から選ばれる整数である。)

[0342] (帯電防止剤)

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

[0343] (研磨剤)

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

[0344] (硬化剤)

硬化剤としては、例えば、ポリイソシアネート等が挙げられる。ポリイソシアネートとしては、例えば、トリレンジイソシアネート (TDI) と活性水素化合物との付加体等の芳香族ポリイソシアネート、ヘキサメチレンジイソシアネート (HMDI) と活性水素化合物との付加体等の脂肪族ポリイソシアネート等が挙げられる。これらポリイソシアネートの重量平均分子量は、100~3000 の範囲であることが望ましい。

[0345] (防錆剤)

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

[0346] (非磁性補強粒子)

非磁性補強粒子として、例えば、酸化アルミニウム (α 、 β または γ アルミナ)、酸化クロム、酸化珪素、ダイヤモンド、ガーネット、エメリー、窒化ホウ素、チタンカーバイト、炭化珪素、炭化チタン、酸化チタン (ルチル型またはアナターゼ型の酸化チタン) 等が挙げられる。

[0347] (下地層3)

下地層3は、基材2の表面の凹凸を緩和し、磁性層4の表面の凹凸を調整するためのものである。下地層3は、非磁性粉、結着剤および潤滑剤を含む非磁性層4である。下地層3は、磁性層4の表面に潤滑剤を供給する。下地層3が、必要に応じて、帯電防止剤、硬化剤および防錆剤等のうちの少なくとも1種の添加剤をさらに含んでもよい。

[0348] 下地層3の平均厚み t_2 は、好ましくは $0.3\mu\text{m}$ 以上 $1.2\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $0.3\mu\text{m}$ 以上 $0.9\mu\text{m}$ 以下、 $0.3\mu\text{m}$ 以上 $0.6\mu\text{m}$ 以下である。なお、下地層3の平均厚み t_2 は、磁性層4の平均厚み t_1 と同様にして求められる。但し、TEM像の倍率は、下地層3の厚みに応じて適宜調整される。下地層3の平均厚み t_2 が $1.2\mu\text{m}$ 以下であると、外力による磁気テープ1の伸縮性がさらに高くなるため、テンション調整による磁気テープ1の幅の調整がさらに容易となる。

[0349] (非磁性粉)

非磁性粉は、例えば無機粒子粉または有機粒子粉の少なくとも1種を含む。また、非磁性粉は、カーボンブラック等の炭素粉を含んでもよい。なお、1種の非磁性粉を単独で用いてもよいし、2種以上の非磁性粉を組み合わせ用いてもよい。無機粒子は、例えば、金属、金属酸化物、金属炭酸塩、金属硫酸塩、金属窒化物、金属炭化物または金属硫化物等を含む。非磁性粉の形状としては、例えば、針状、球状、立方体状、板状等の各種形状が挙げられるが、これらの形状に限定されるものではない。

[0350] (結着剤、潤滑剤)

結着剤および潤滑剤は、上述の磁性層4と同様である。

[0351] (添加剤)

帯電防止剤、硬化剤および防錆剤はそれぞれ、上述の磁性層4と同様である。

[0352] (バック層5)

バック層5は、結着剤および非磁性粉を含む。バック層5が、必要に応じて潤滑剤、硬化剤および帯電防止剤等のうちの少なくとも1種の添加剤をさらに含んでいてもよい。結着剤および非磁性粉は、上述の下地層3と同様である。

[0353] 非磁性粉の平均粒子サイズは、好ましくは10nm以上150nm以下、より好ましくは15nm以上110nm以下である。非磁性粉の平均粒子サイズは、上記の磁性粉の平均粒子サイズと同様にして求められる。非磁性粉が、2以上の粒度分布を有する非磁性粉を含んでいてもよい。

[0354] バック層5の平均厚みの上限値は、好ましくは0.6μm以下である。バック層5の平均厚みの上限値が0.6μm以下であると、磁気テープ1の平均厚みが5.6μm以下である場合でも、下地層3や基材2の厚みを厚く保つことができるので、磁気テープ1の記録再生装置内での走行安定性を保つことができる。バック層5の平均厚みの下限値は特に限定されるものではないが、例えば0.2μm以上である。

[0355] バック層5の平均厚み t_b は以下のようにして求められる。まず、磁気テープ1の平均厚み t_T を測定する。平均厚み t_T の測定方法は、以下の「磁気テープ1の平均厚み」に記載されている通りである。続いて、サンプルのバック層5をMEK（メチルエチルケトン）または希塩酸等の溶剤で除去する。次に、Mitutoyo社製レーザーホログージ（LGH-110C）を用いて、サンプルの厚みを5点以上の位置で測定し、それらの測定値を単純に平均（算術平均）して、平均値 t_B [μm] を算出する。その後、以下の式よりバック層5の平均厚み t_b [μm] を求める。なお、測定位置は、サンプルから無作為に選ばれるものとする。

$$t_b [\mu m] = t_T [\mu m] - t_B [\mu m]$$

[0356] バック層5は、多数の突部が設けられた表面を有している。多数の突部は、磁気テープ1をロール状に巻き取った状態において、磁性層4の表面に多数の孔部を形成するためのものである。多数の孔部は、例えば、バック層5の表面から突出された多数の非磁性粒子により構成されている。

[0357] (磁気テープ1の平均厚み)

磁気テープ1の平均厚み(平均全厚) t_T の上限値が、 $5.4 \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $5.2 \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $4.9 \mu\text{m}$ 以下、さらにより好ましくは $4.6 \mu\text{m}$ 以下である。磁気テープ1の平均厚み t_T が $5.4 \mu\text{m}$ 以下であると、1データカートリッジ10内に記録できる記録容量を一般的な磁気テープ1よりも高めることができる。磁気テープ1の平均厚み t_T の下限値は特に限定されるものではないが、例えば $3.5 \mu\text{m}$ 以上である。

[0358] 磁気テープ1の平均厚み t_T は以下のようにして求められる。まず、 $1/2$ インチ幅の磁気テープ1を準備し、それを 250mm の長さに切り出し、サンプルを作製する。次に、測定装置としてMitutoyo社製レーザーホロゲージ(LGH-110C)を用いて、サンプルの厚みを5点以上の位置で測定し、それらの測定値を単純に平均(算術平均)して、平均値 $t_T [\mu\text{m}]$ を算出する。なお、測定位置は、サンプルから無作為に選ばれるものとする。

[0359] (保磁力 H_c)

磁気テープ1の長手方向における磁性層4の保磁力 $H_c 2$ の上限値が、好ましくは 22000e 以下、より好ましくは 20000e 以下、より好ましくは 18000e 以下、さらにより好ましくは 16000e 以下である。長手方向における磁性層4の保磁力 $H_c 2$ が 22000e 以下であると、高記録密度であっても十分な電磁変換特性を有することができる。

[0360] 磁気テープ1の長手方向に測定した磁性層4の保磁力 $H_c 2$ の下限値が、好ましくは 10000e 以上である。長手方向に測定した磁性層4の保磁力 $H_c 2$ が 10000e 以上であると、記録ヘッドからの漏れ磁束による減磁を抑制することができる。

[0361] 上記の保磁力 $H_c 2$ は以下のようにして求められる。まず、カートリッジ

10に收容された磁気テープ1を巻き出し、最外周側の一端から30mの位置で磁気テープ1を切り出し、磁気テープ1の長手方向の向きが同じになるように、両面テープで3枚重ね合わされた後、φ6.39mmのパンチで打ち抜かれて、測定サンプルが作製される。この際に、磁気テープ1の長手方向（走行方向）が認識できるように、磁性を持たない任意のインクでマーキングを行う。そして、振動試料型磁力計（Vibrating Sample Magnetometer：VSM）を用いて磁気テープ1の長手方向（走行方向）に対応する測定サンプル（磁気テープ1全体）のM-Hループが測定される。次に、上記で切り出した磁気テープ1の塗膜（下地層3、磁性層4およびバック層5等）を、アセトンまたはエタノール等を用いて拭拭し、基材2のみを残す。そして、得られた基材2が両面テープで3枚重ね合わされた後、φ6.39mmのパンチで打ち抜かれて、バックグラウンド補正用のサンプル（以下、単に「補正用サンプル」）が作製される。その後、VSMを用いて基材2の垂直方向（磁気テープ1の垂直方向）に対応する補正用サンプル（基材2）のM-Hループが測定される。

[0362] 測定サンプル（磁気テープ1の全体）のM-Hループ、補正用サンプル（基材2）のM-Hループの測定においては、東英工業社製の高感度振動試料型磁力計「VSM-P7-15型」が用いられる。測定条件は、測定モード：フルループ、最大磁界：15kOe、磁界ステップ：40bit、Time constant of Locking amp：0.3sec、Waiting time：1sec、MH平均数：20とされる。

[0363] 測定サンプル（磁気テープ1の全体）のM-Hループおよび補正用サンプル（基材2）のM-Hループが得られた後、測定サンプル（磁気テープ1の全体）のM-Hループから補正用サンプル（基材2）のM-Hループが差し引かれることで、バックグラウンド補正が行われ、バックグラウンド補正後のM-Hループが得られる。このバックグラウンド補正の計算には、「VSM-P7-15型」に付属されている測定・解析プログラムが用いられる。得られたバックグラウンド補正後のM-Hループから保磁力Hc2が求めら

れる。なお、この計算には、「VSM-P7-15型」に付属されている測定・解析プログラムが用いられる。なお、上記のM-Hループの測定はいずれも、 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $50\% \text{RH} \pm 5\% \text{RH}$ にて行われるものとする。また、M-Hループを磁気テープ1の長手方向に測定する際の”反磁界補正”は行わないものとする。

[0364] (角形比)

磁気テープ1の垂直方向（厚み方向）における磁性層4の角形比S1が、好ましくは60%以上、より好ましくは65%以上、さらにより好ましくは70%以上、特に好ましくは75%以上、最も好ましくは80%以上である。角形比S1が60%以上であると、磁性粉の垂直配向性が十分に高くなるため、さらに優れた電磁変換特性（例えばSNR）を得ることができる。

[0365] 垂直方向における角形比S1は以下のようにして求められる。まず、カートリッジ10に收容された磁気テープ1を巻き出し、最外周側の一端から30mの位置で磁気テープ1を切り出し、磁気テープ1の長手方向の向きが同じになるように、両面テープで3枚重ね合わされた後、 $\phi 6.39\text{mm}$ のパンチで打ち抜かれて、測定サンプルが作製される。この際に、磁気テープ1の長手方向（走行方向）が認識できるように、磁性を持たない任意のインクでマーキングを行う。そして、振動試料型磁力計（Vibrating Sample Magnetometer : VSM）を用いて磁気テープ1の長手方向（走行方向）に対応する測定サンプル（磁気テープ1全体）のM-Hループが測定される。次に、上記で切り出した磁気テープ1の塗膜（下地層3、磁性層4およびバック層5等）を、アセトンまたはエタノール等を用いて払拭し、基材2のみを残す。そして、得られた基材2が両面テープで3枚重ね合わされた後、 $\phi 6.39\text{mm}$ のパンチで打ち抜かれて、バックグラウンド補正用のサンプル（以下、単に「補正用サンプル」）が作製される。その後、VSMを用いて基材2の垂直方向（磁気テープ1の垂直方向）に対応する補正用サンプル（基材2）のM-Hループが測定される。

[0366] 測定サンプル（磁気テープ1の全体）のM-Hループ、補正用サンプル（

基材2)のM-Hループの測定においては、東英工業社製の高感度振動試料型磁力計「VSM-P7-15型」が用いられる。測定条件は、測定モード：フルループ、最大磁界：15kOe、磁界ステップ：40bit、Time constant of Locking amp：0.3sec、Waiting time：1sec、MH平均数：20とされる。

[0367] 測定サンプル（磁気テープ1の全体）のM-Hループおよび補正用サンプル（基材2）のM-Hループが得られた後、測定サンプル（磁気テープ1の全体）のM-Hループから補正用サンプル（基材2）のM-Hループが差し引かれることで、バックグラウンド補正が行われ、バックグラウンド補正後のM-Hループが得られる。このバックグラウンド補正の計算には、「VSM-P7-15型」に付属されている測定・解析プログラムが用いられる。

[0368] 得られたバックグラウンド補正後のM-Hループの飽和磁化 M_s (emu) および残留磁化 M_r (emu) が以下の式に代入されて、角形比 S_1 (%) が計算される。なお、上記のM-Hループの測定はいずれも、 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $50\%RH \pm 5\%RH$ にて行われるものとする。また、M-Hループを磁気テープ1の垂直方向に測定する際の”反磁界補正”は行わないものとする。なお、この計算には、「VSM-P7-15型」に付属されている測定・解析プログラムが用いられる。

$$\text{角形比 } S_1 (\%) = (M_r / M_s) \times 100$$

[0369] 磁気テープ1の長手方向（走行方向）における磁性層4の角形比 S_2 が、好ましくは35%以下、より好ましくは30%以下、さらにより好ましくは25%以下、特に好ましくは20%以下、最も好ましくは15%以下である。角形比 S_2 が35%以下であると、磁性粉の垂直配向性が十分に高くなるため、さらに優れた電磁変換特性（例えばSNR）を得ることができる。

[0370] 角形比は、垂直方向及び長手方向のうちいずれかの値を満足すればよい。特に磁性層が100nm以下のように薄い磁気テープ1では、反磁界の影響に差が出やすい垂直方向より、長手方向の角形比をより重視したほうがよい。

[0371] 長手方向における角形比 S_2 は、M-Hループを磁気テープ1 および基材2の長手方向（走行方向）に測定すること以外は角形比 S_1 と同様にして求められる。

[0372] (バック面の表面粗度 R_b)

バック面の表面粗度（バック層5の表面粗度） R_b が、 $R_b \leq 6.0$ [nm]であることが好ましい。バック面の表面粗度 R_b が上記範囲であると、さらに優れた電磁変換特性を得ることができる。

[0373] <その他>

本技術は以下の構成をとることもできる。

(1) 磁気テープの幅方向に対してその長手方向が第1のヘッドアジマス角傾斜するように配置されるデータライトヘッドを含むデータ記録装置に用いられる前記磁気テープの複数のサーボバンドに、前記磁気テープの幅方向に対して非対称な第1のサーボパターン及び第2のサーボパターンをそれぞれ書き込むサーボライトヘッド

を具備するサーボ記録装置。

(2) 上記(1)に記載のサーボ記録装置であって、

前記サーボライトヘッドは、第1のサーボパターンを書き込む第1のサーボ素子と、前記第2のサーボパターンを書き込む第2のサーボ素子をそれぞれ有し、前記複数のサーボバンドに対応する複数対のサーボ素子を有するサーボ記録装置。

(3) 上記(2)に記載のサーボ記録装置であって、

前記第1のサーボ素子及び前記第2のサーボ素子は、前記磁気テープの幅方向に対して非対称となるように前記サーボライトヘッドに設けられるサーボ記録装置。

(4) 上記(3)に記載のサーボ記録装置であって、

前記第1のサーボ素子は、前記磁気テープの幅方向に対して第1の角度で傾斜し、

前記第2のサーボ素子は、前記磁気テープの幅方向に対して、前記第1の

角度とは逆向きに、前記 1 の角度とは異なる第 2 の角度で傾斜する

サーボ記録装置。

(5) 上記 (4) に記載のサーボ記録装置であって、

前記データ記録装置において、前記データライトヘッドは、前記第 1 のヘッドアジマス角が調整される

サーボ記録装置。

(6) 上記 (5) に記載のサーボ記録装置であって、

前記データ記録装置において、前記データライトヘッドの第 1 のヘッドアジマス角は、基準角 $\pm x^\circ$ の範囲で調整される

サーボ記録装置。

(7) 上記 (6) に記載のサーボ記録装置であって、

前記第 1 の角度及び前記第 2 の角度は、前記基準角と関連する

サーボ記録装置。

(8) 上記 (7) に記載のサーボ記録装置であって、

前記第 1 の角度は、前記基準角に対してサーボアジマス角を加算した値である

サーボ記録装置。

(9) 上記 (7) 又は (8) に記載のサーボ記録装置であって、

前記第 2 の角度は、前記基準角から前記サーボアジマス角を減算した値である

サーボ記録装置。

(10) 上記 (7) に記載のサーボ記録装置であって、

前記サーボライトヘッドは、その長手方向が、前記磁気テープの幅方向に対して第 2 のヘッドアジマス角傾斜するように配置される

サーボ記録装置。

(11) 上記 (10) に記載のサーボ記録装置であって、

前記第 1 のサーボ素子及び第 2 のサーボ素子は、前記サーボライトヘッドの長手方向に対して、互いに逆向きに同じ角度で傾斜する

サーボ記録装置。

(12) 上記(10)又は(11)に記載のサーボ記録装置であって、
前記第2のヘッドアジマス角は、前記基準角と一致する

サーボ記録装置。

(13) 上記(4)～(12)のうちいずれか1つに記載のサーボ記録装置であって、

前記第1のサーボ素子及び前記第2のサーボ素子は、それぞれ長手方向を有し、

前記第1のサーボ素子の長手方向における長さ、前記第1のサーボ素子の長手方向における長さとは異なる

サーボ記録装置。

(14) 上記(13)に記載のサーボ記録装置であって、

前記第1のサーボ素子の長さにおける前記磁気テープの幅方向の成分と、
前記第2のサーボ素子の長さにおける前記磁気テープの幅方向の成分とは同じである

サーボ記録装置。

(15) 上記(10)～(14)のうちいずれか1つに記載のサーボ記録装置であって、

サーボライトヘッドは、幅方向を有し、

前記サーボライトヘッドは、磁気テープに対向する対向面を有し、

前記対向面は、サーボライトヘッドの幅方向に対して非平行な方向に沿う複数の溝を含む

サーボ記録装置。

(16) 上記(6)～(15)のうちいずれか1つに記載のサーボ記録装置であって、

前記基準角は、前記磁気テープの幅方向に対して 2.5° 以上である

サーボ記録装置。

(17) 上記(6)～(16)のうちいずれか1つに記載のサーボ記録装

置であって、

前記 x の値は、 0.7° 以下である

サーボ記録装置。

(18) 上記(6)～(17)のうちいずれか1つに記載のサーボ記録装置であって、

前記基準角を $Ref\theta$ とし、互いに隣接する前記サーボバンドにおける前記磁気テープの幅方向でのピッチを SP としたとき、

前記第1のサーボパターン及び前記第2のサーボパターンを含むサーボパターンについて、互いに隣接するサーボバンドにおける前記サーボパターンの位相差が、 $SP \times \tan(Ref\theta)$ で表される

サーボ記録装置。

(19) 磁気テープの幅方向に対してその長手方向が第1のヘッドアジマス角傾斜するように配置されるデータライトヘッドを含むデータ記録装置に用いられる前記磁気テープの複数のサーボバンドに、前記磁気テープの幅方向に対して非対称な第1のサーボパターン及び第2のサーボパターンをそれぞれ書き込むサーボライトヘッド。

(20) 磁気テープの幅方向に対してその長手方向が第1のヘッドアジマス角傾斜するように配置されるデータライトヘッドを含むデータ記録装置に用いられる前記磁気テープの複数のサーボバンドに対して、サーボ記録装置のサーボライトヘッドにより、前記磁気テープの幅方向に対して非対称な第1のサーボパターン及び第2のサーボパターンをそれぞれ書き込む

磁気テープの製造方法。

(21) 基体と、前記基体上に積層された非磁性層と、前記非磁性層上に積層された磁性層とを含む磁気テープであって、

磁気テープの幅方向に対して非対称な第1のサーボパターン及び第2のサーボパターンを含むサーボパターンがそれぞれ書き込まれた複数のサーボバンドを有し、

互いに隣接するサーボバンドにおける前記サーボパターンは、位相差を有

する

磁気テープ。

(22) 上記(21)に記載の磁気テープであって、

前記第1のサーボパターンは、前記磁気テープの幅方向に対して第1の角度で傾斜し、

前記第2のサーボパターンは、前記磁気テープの幅方向に対して、前記第1の角度とは逆向きに、前記第1の角度とは異なる第2の角度で傾斜する

磁気テープ。

(23) 上記(21)又は(22)に記載の磁気テープであって、

前記第1のサーボパターン及び前記第2のサーボパターンは、それぞれ長手方向を有し、

前記第1のサーボパターンの長手方向における長さ、と、前記第2のサーボパターンの長手方向における長さとは異なる

磁気テープ。

(24) 上記(23)に記載の磁気テープであって、

前記第1のサーボパターンの長さにおける前記磁気テープの幅方向の成分と、前記第2のサーボパターンの長さにおける前記磁気テープの幅方向の成分とは同じである

磁気テープ。

(25) 上記(22)に記載の磁気テープであって、

前記磁気テープは、前記磁気テープの幅方向に対してその長手方向が第1のヘッドアジマス角傾斜するように配置されるデータライトヘッドを含むデータ記録装置に用いられる

磁気テープ。

(26) 上記(25)に記載の磁気テープであって、

前記第1のヘッドアジマス角は、基準角を基準とした所定の範囲内において調整される

磁気テープ。

(27) 上記(26)に記載の磁気テープであって、
前記位相差は、基準角と関連する
磁気テープ。

(28) 上記(27)に記載の磁気テープであって、
前記基準角を $Ref\theta$ とし、互いに隣接する前記サーボバンドにおける前記磁気テープの幅方向でのピッチを SP としたとき、
前記位相差は、 $SP \times \tan(Ref\theta)$ で表される
磁気テープ。

(29) 上記(26)～(28)のうちいずれか1つに記載の磁気テープ
であって、
前記磁気テープの幅方向に対して前記基準角の方向では、前記サーボパターンの位相は、同位相である
磁気テープ。

(30) 上記(26)～(29)のうちいずれか1つに記載の磁気テープ
であって、
前記第1の角度及び前記第2の角度は、前記基準角と関連する
磁気テープ。

(31) 上記(30)に記載の磁気テープであって、
前記第1の角度は、前記基準角に対してサーボアジマス角を加算した値である
磁気テープ。

(32) 上記(31)に記載の磁気テープであって、
前記第2の角度は、前記基準角から前記サーボアジマス角を減算した値である
磁気テープ。

符号の説明

- [0374] 1…磁気テープ
7…サーボパターン

7 a …第1のサーボパターン

7 b …第2のサーボパターン

2 0 …データライトヘッド

4 0 …サーボライトヘッド

4 2 …サーボ素子

4 2 a …第1のサーボ素子

4 2 b …第2のサーボ素子

1 0 0 …データ記録再生装置

1 0 1 …サーボ記録再生装置

請求の範囲

- [請求項1] 磁気テープの幅方向に対してその長手方向が第1のヘッドアジマス角傾斜するように配置されるデータライトヘッドを含むデータ記録装置に用いられる前記磁気テープの複数のサーボバンドに、前記磁気テープの幅方向に対して非対称な第1のサーボパターン及び第2のサーボパターンをそれぞれ書き込むサーボライトヘッドを具備するサーボ記録装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のサーボ記録装置であって、前記サーボライトヘッドは、第1のサーボパターンを書き込む第1のサーボ素子と、前記第2のサーボパターンを書き込む第2のサーボ素子をそれぞれ有し、前記複数のサーボバンドに対応する複数対のサーボ素子を有するサーボ記録装置。
- [請求項3] 請求項2に記載のサーボ記録装置であって、前記第1のサーボ素子及び前記第2のサーボ素子は、前記磁気テープの幅方向に対して非対称となるように前記サーボライトヘッドに設けられるサーボ記録装置。
- [請求項4] 請求項3に記載のサーボ記録装置であって、前記第1のサーボ素子は、前記磁気テープの幅方向に対して第1の角度で傾斜し、前記第2のサーボ素子は、前記磁気テープの幅方向に対して、前記第1の角度とは逆向きに、前記第1の角度とは異なる第2の角度で傾斜するサーボ記録装置。
- [請求項5] 請求項4に記載のサーボ記録装置であって、前記データ記録装置において、前記データライトヘッドは、前記第1のヘッドアジマス角が調整される

サーボ記録装置。

[請求項6] 請求項5に記載のサーボ記録装置であって、
前記データ記録装置において、前記データライトヘッドの第1のヘッドアジマス角は、基準角 $\pm x^\circ$ の範囲で調整される
サーボ記録装置。

[請求項7] 請求項6に記載のサーボ記録装置であって、
前記第1の角度及び前記第2の角度は、前記基準角と関連する
サーボ記録装置。

[請求項8] 請求項7に記載のサーボ記録装置であって、
前記第1の角度は、前記基準角に対してサーボアジマス角を加算した値である
サーボ記録装置。

[請求項9] 請求項7に記載のサーボ記録装置であって、
前記第2の角度は、前記基準角から前記サーボアジマス角を減算した値である
サーボ記録装置。

[請求項10] 請求項7に記載のサーボ記録装置であって、
前記サーボライトヘッドは、その長手方向が、前記磁気テープの幅方向に対して第2のヘッドアジマス角傾斜するように配置される
サーボ記録装置。

[請求項11] 請求項10に記載のサーボ記録装置であって、
前記第1のサーボ素子及び第2のサーボ素子は、前記サーボライトヘッドの長手方向に対して、互いに逆向きに同じ角度で傾斜する
サーボ記録装置。

[請求項12] 請求項10に記載のサーボ記録装置であって、
前記第2のヘッドアジマス角は、前記基準角と一致する
サーボ記録装置。

[請求項13] 請求項4に記載のサーボ記録装置であって、

前記第1のサーボ素子及び前記第2のサーボ素子は、それぞれ長手方向を有し、

前記第1のサーボ素子の長手方向における長さ、と、前記第2のサーボ素子の長手方向における長さとは異なるサーボ記録装置。

[請求項14]

請求項13に記載のサーボ記録装置であって、

前記第1のサーボ素子の長さにおける前記磁気テープの幅方向の成分と、前記第2のサーボ素子の長さにおける前記磁気テープの幅方向の成分とは同じである

サーボ記録装置。

[請求項15]

請求項10に記載のサーボ記録装置であって、

サーボライトヘッドは、幅方向を有し、

前記サーボライトヘッドは、磁気テープに対向する対向面を有し、

前記対向面は、サーボライトヘッドの幅方向に対して非平行な方向に沿う複数の溝を含む

サーボ記録装置。

[請求項16]

請求項6に記載のサーボ記録装置であって、

前記基準角は、前記磁気テープの幅方向に対して 2.5° 以上である

サーボ記録装置。

[請求項17]

請求項6に記載のサーボ記録装置であって、

前記 x の値は、 0.7° 以下である

サーボ記録装置。

[請求項18]

請求項6に記載のサーボ記録装置であって、

前記基準角を $Ref\theta$ とし、互いに隣接する前記サーボバンドにおける前記磁気テープの幅方向でのピッチを SP としたとき、

前記第1のサーボパターン及び前記第2のサーボパターンを含むサーボパターンについて、互いに隣接するサーボバンドにおける前記サ

ーボパターンの位相差が、 $SP \times \tan(\text{Ref } \theta)$ で表される
サーボ記録装置。

[請求項19] 磁気テープの幅方向に対してその長手方向が第1のヘッドアジマス角傾斜するように配置されるデータライトヘッドを含むデータ記録装置に用いられる前記磁気テープの複数のサーボバンドに、前記磁気テープの幅方向に対して非対称な第1のサーボパターン及び第2のサーボパターンをそれぞれ書き込むサーボライトヘッド。

[請求項20] 磁気テープの幅方向に対してその長手方向が第1のヘッドアジマス角傾斜するように配置されるデータライトヘッドを含むデータ記録装置に用いられる前記磁気テープの複数のサーボバンドに対して、サーボ記録装置のサーボライトヘッドにより、前記磁気テープの幅方向に対して非対称な第1のサーボパターン及び第2のサーボパターンをそれぞれ書き込む

磁気テープの製造方法。

[請求項21] 基体と、前記基体上に積層された非磁性層と、前記非磁性層上に積層された磁性層とを含む磁気テープであって、

磁気テープの幅方向に対して非対称な第1のサーボパターン及び第2のサーボパターンを含むサーボパターンがそれぞれ書き込まれた複数のサーボバンドを有し、

互いに隣接するサーボバンドにおける前記サーボパターンは、位相差を有する

磁気テープ。

[請求項22] 請求項21に記載の磁気テープであって、

前記第1のサーボパターンは、前記磁気テープの幅方向に対して第1の角度で傾斜し、

前記第2のサーボパターンは、前記磁気テープの幅方向に対して、前記第1の角度とは逆向きに、前記第1の角度とは異なる第2の角度で傾斜する

磁気テープ。

[請求項23]

請求項21に記載の磁気テープであって、

前記第1のサーボパターン及び前記第2のサーボパターンは、それぞれ長手方向を有し、

前記第1のサーボパターンの長手方向における長さ、と、前記第2のサーボパターンの長手方向における長さとは異なる

磁気テープ。

[請求項24]

請求項23に記載の磁気テープであって、

前記第1のサーボパターンの長さにおける前記磁気テープの幅方向の成分と、前記第2のサーボパターンの長さにおける前記磁気テープの幅方向の成分とは同じである

磁気テープ。

[請求項25]

請求項22に記載の磁気テープであって、

前記磁気テープは、前記磁気テープの幅方向に対してその長手方向が第1のヘッドアジマス角傾斜するように配置されるデータライトヘッドを含むデータ記録装置に用いられる

磁気テープ。

[請求項26]

請求項25に記載の磁気テープであって、

前記第1のヘッドアジマス角は、基準角を基準とした所定の範囲内において調整される

磁気テープ。

[請求項27]

請求項26に記載の磁気テープであって、

前記位相差は、基準角と関連する

磁気テープ。

[請求項28]

請求項27に記載の磁気テープであって、

前記基準角を $Ref\theta$ とし、互いに隣接する前記サーボバンドにおける前記磁気テープの幅方向でのピッチを SP としたとき、

前記位相差は、 $SP \times \tan(Ref\theta)$ で表される

磁気テープ。

[請求項29]

請求項26に記載の磁気テープであって、
前記磁気テープの幅方向に対して前記基準角の方向では、前記サーボパターンの位相は、同位相である

磁気テープ。

[請求項30]

請求項26に記載の磁気テープであって、
前記第1の角度及び前記第2の角度は、前記基準角と関連する
磁気テープ。

[請求項31]

請求項30に記載の磁気テープであって、
前記第1の角度は、前記基準角に対してサーボアジマス角を加算した値である

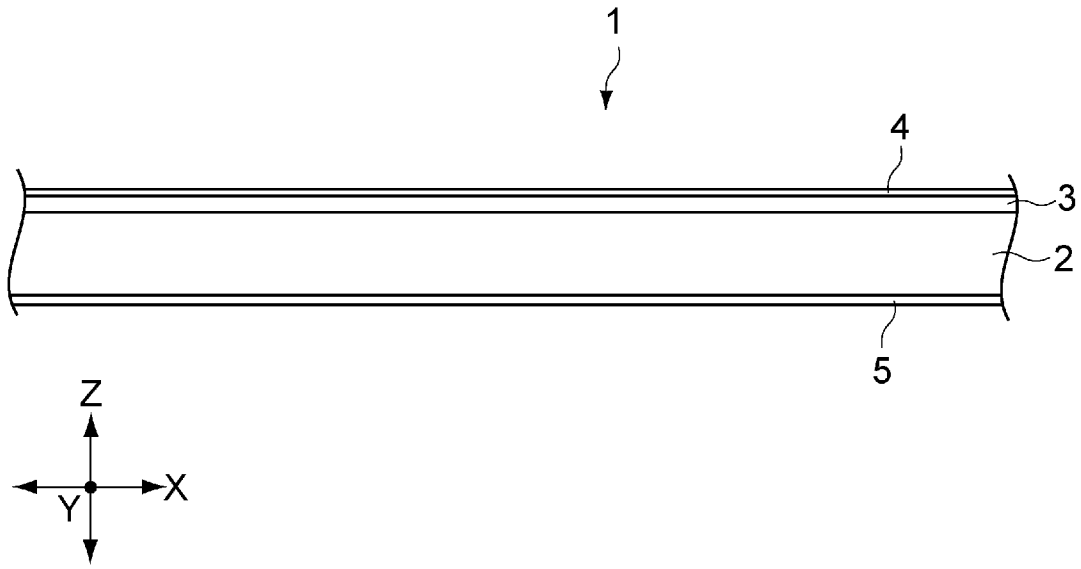
磁気テープ。

[請求項32]

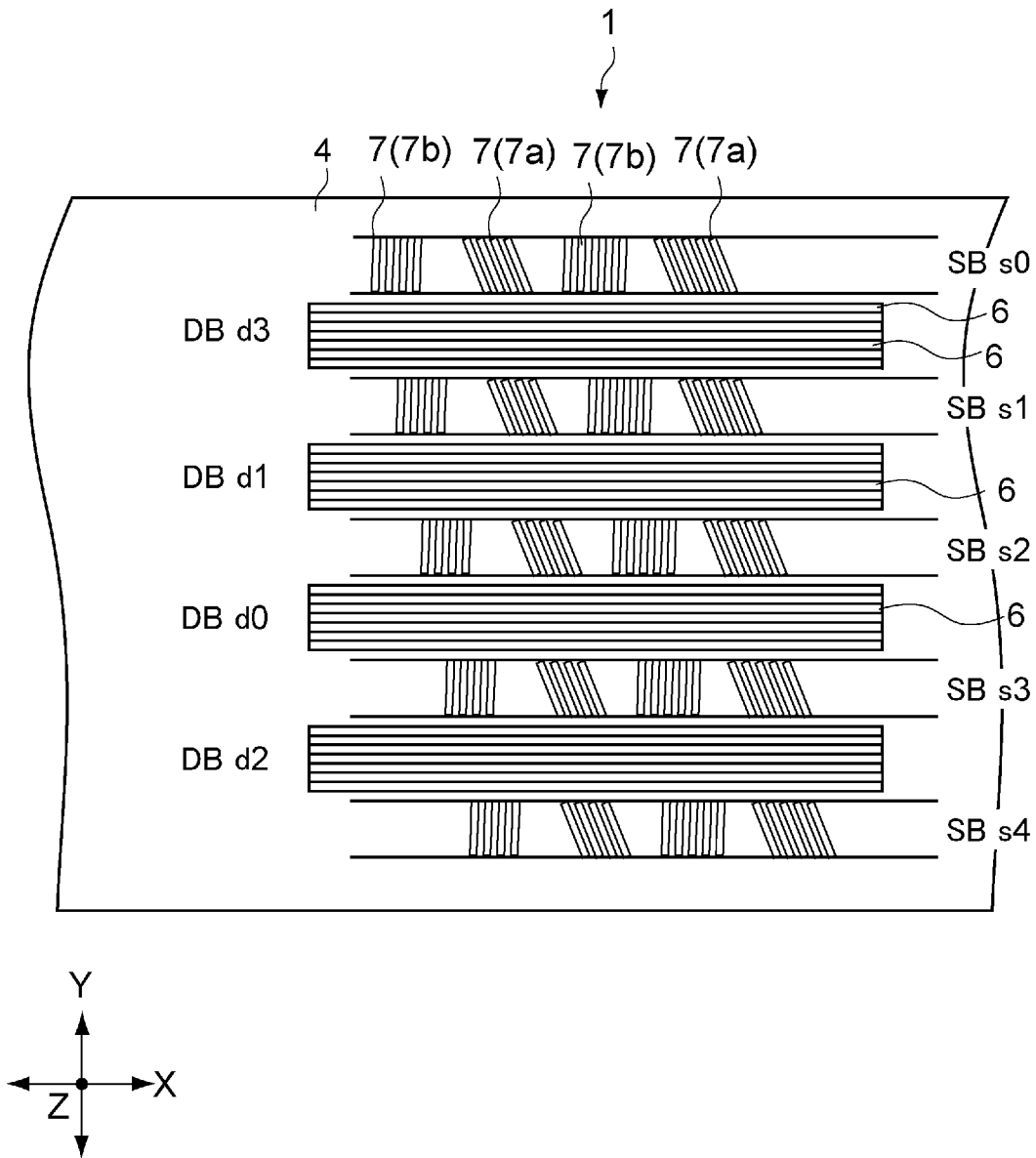
請求項31に記載の磁気テープであって、
前記第2の角度は、前記基準角から前記サーボアジマス角を減算した値である

磁気テープ。

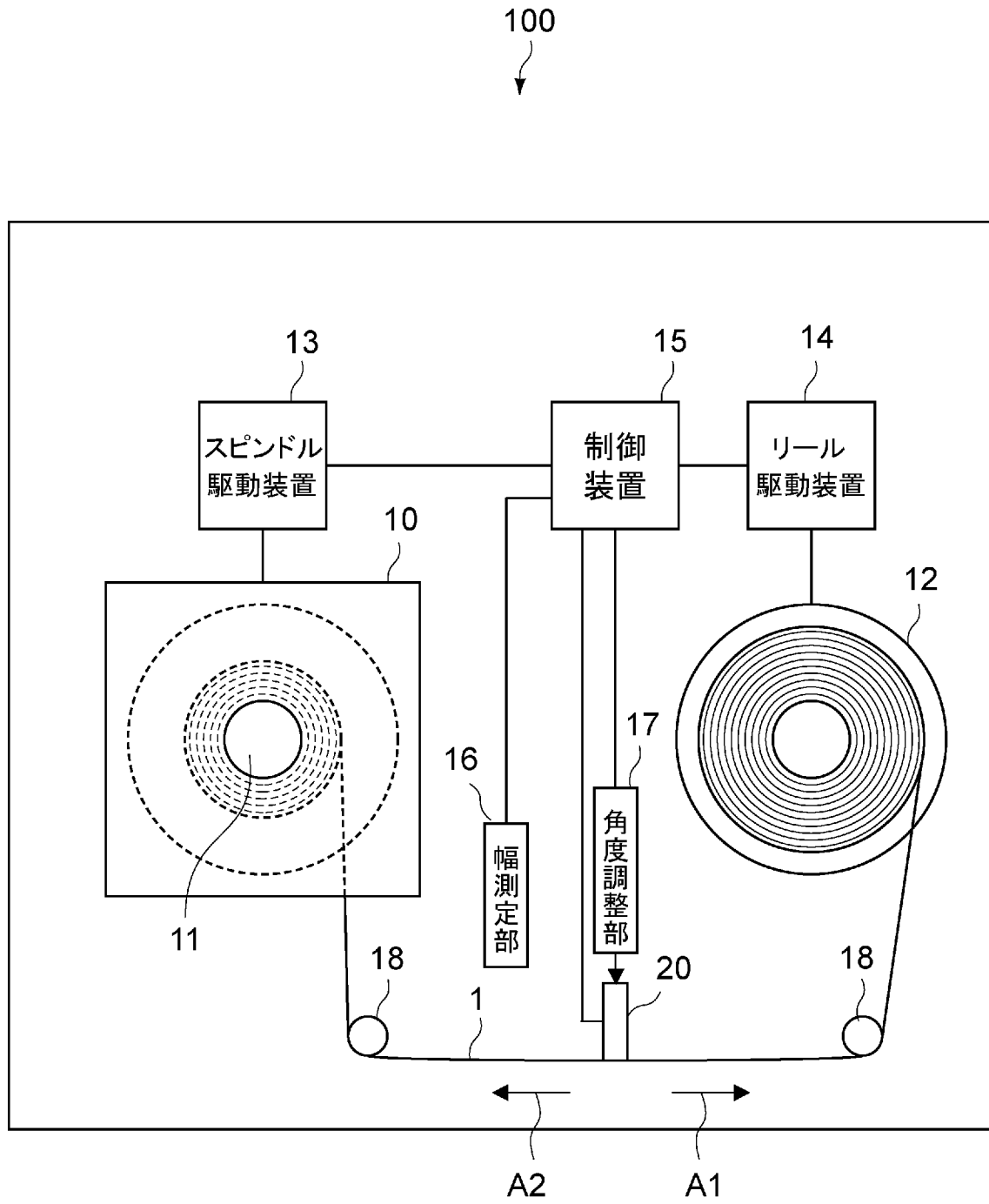
[図1]



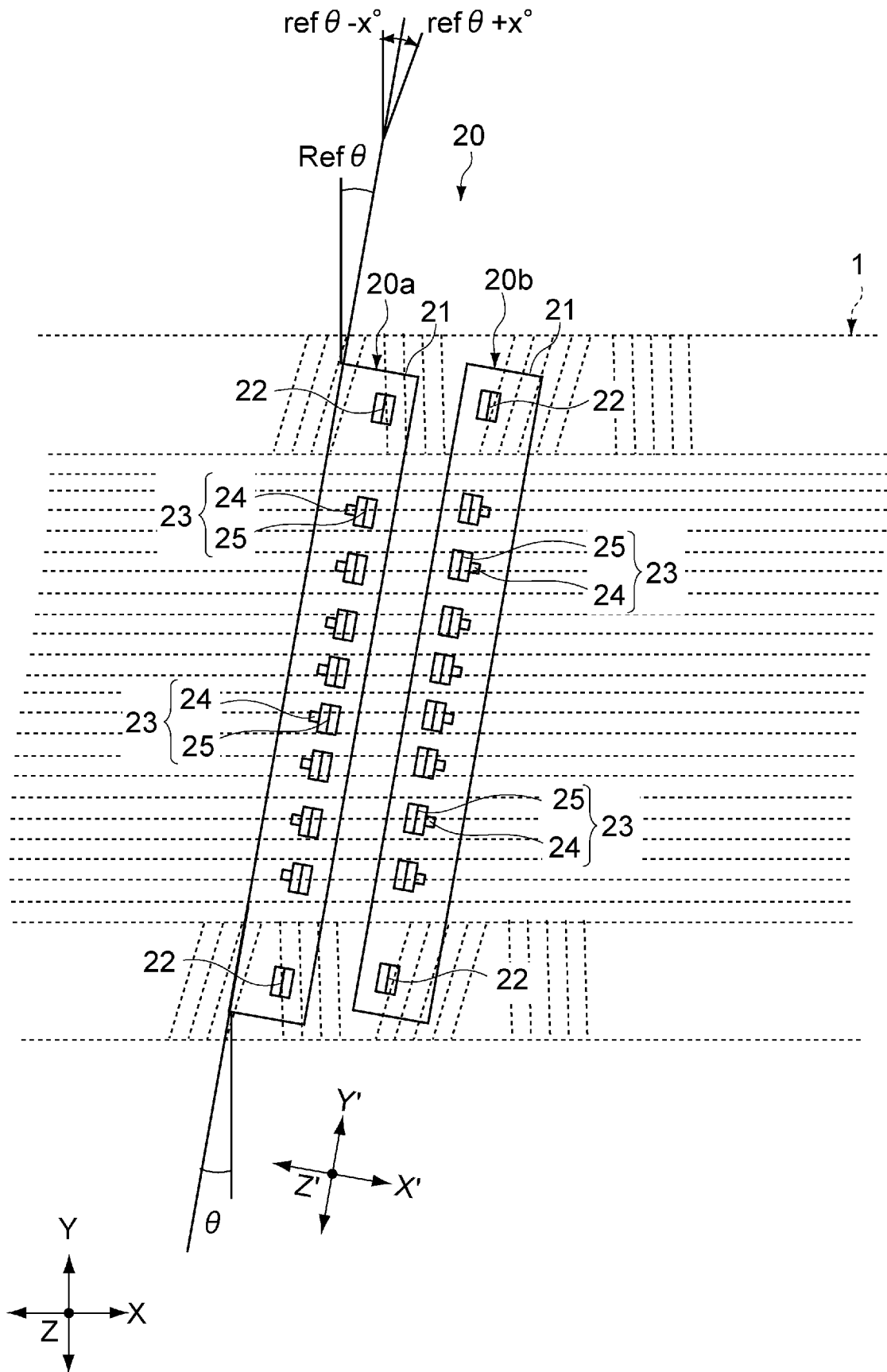
[図2]



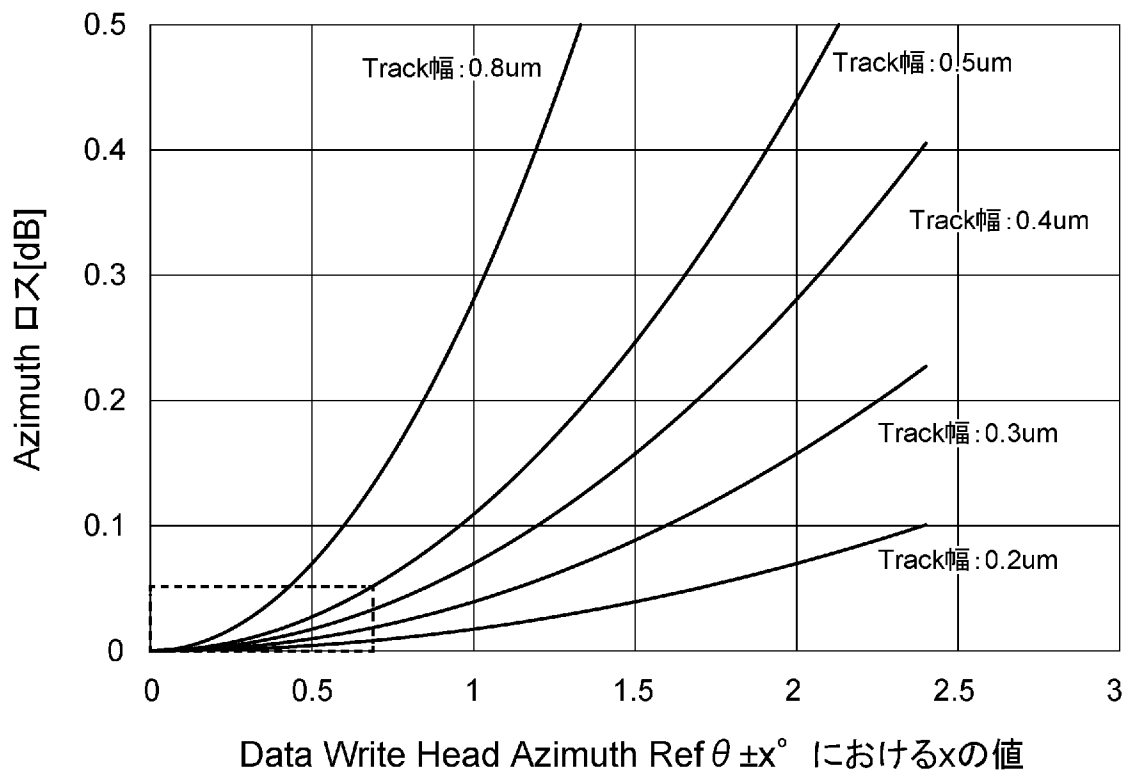
[図3]



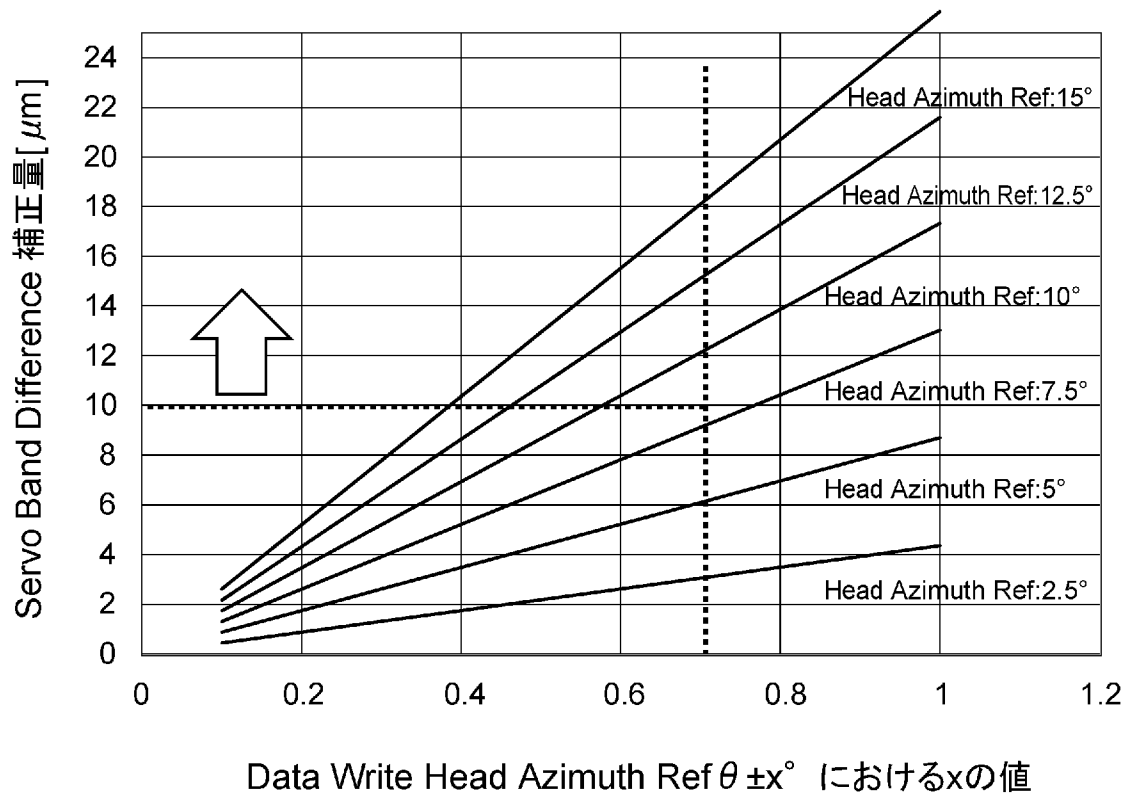
[図4]



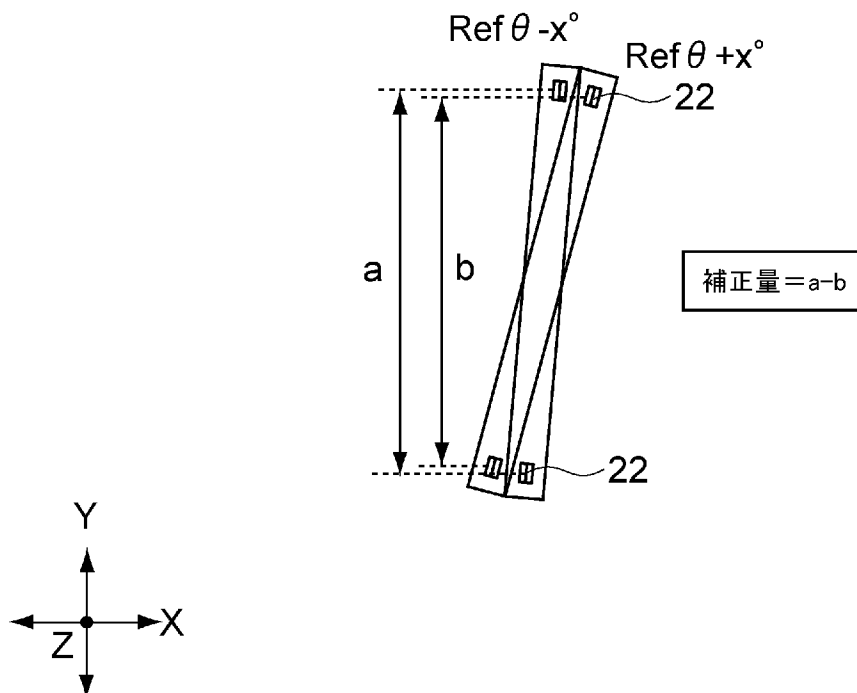
[図5]



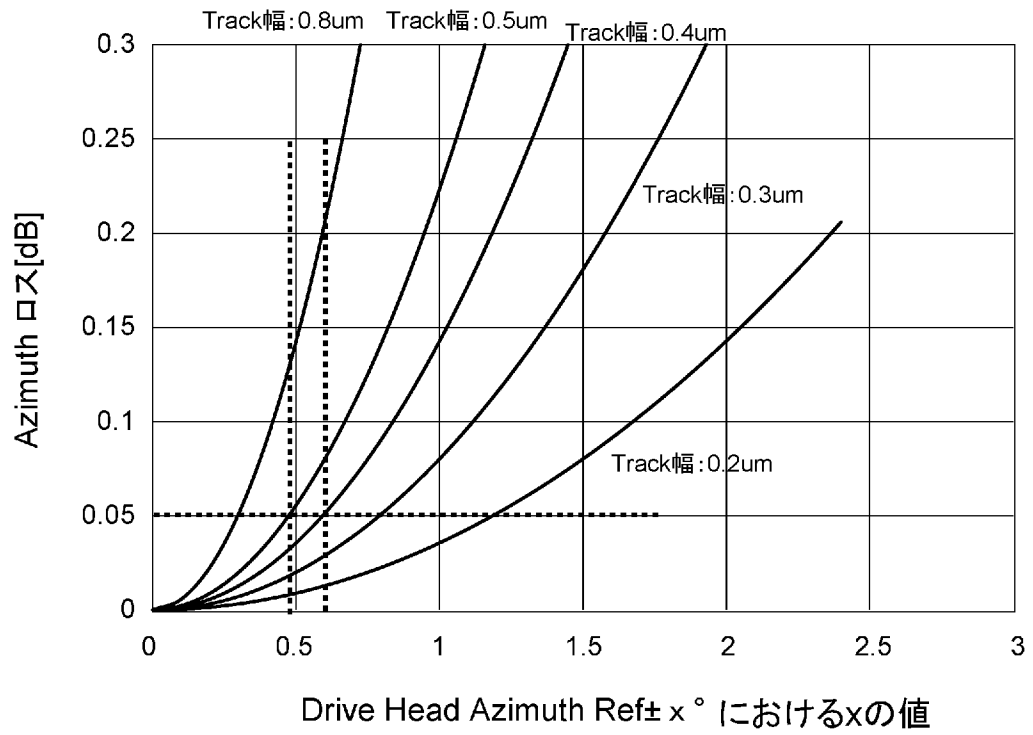
[図6]



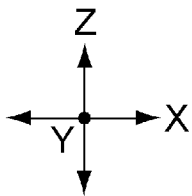
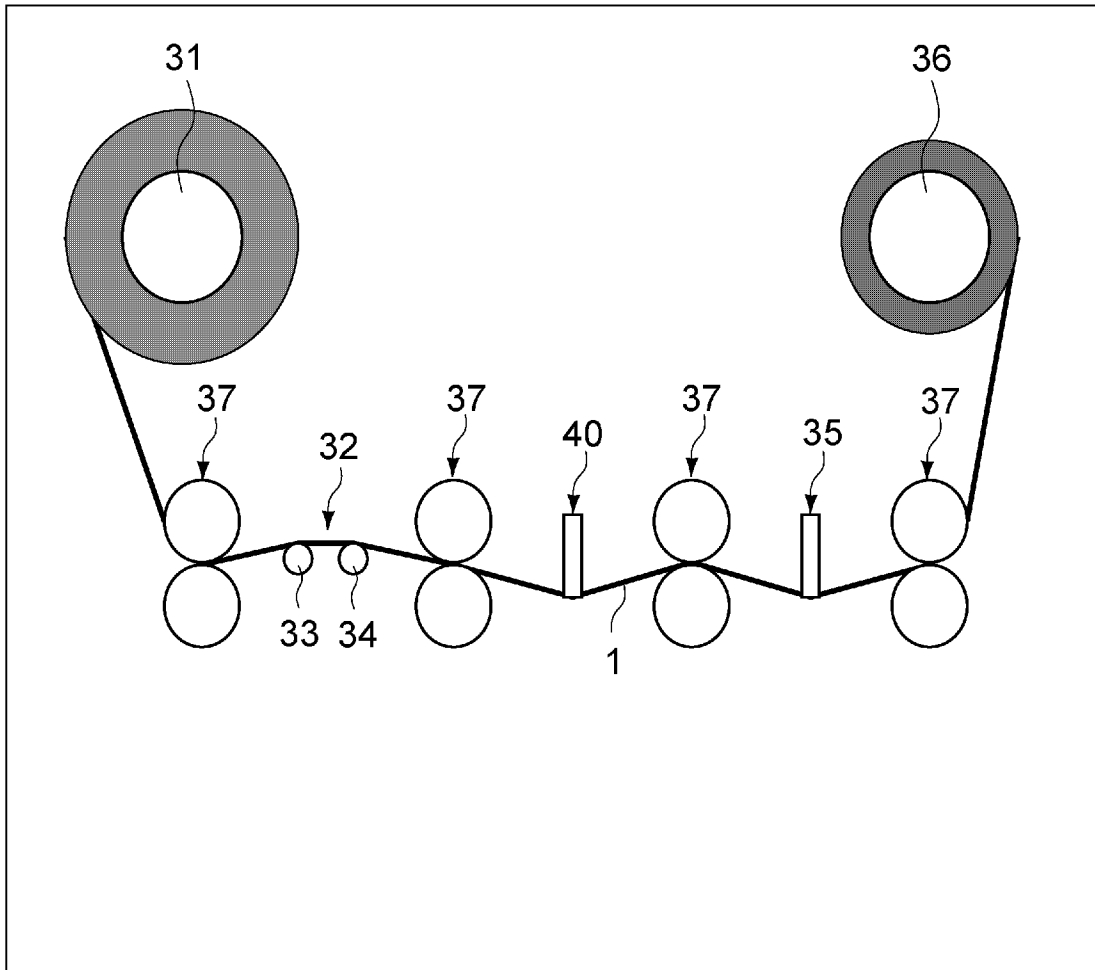
[図7]



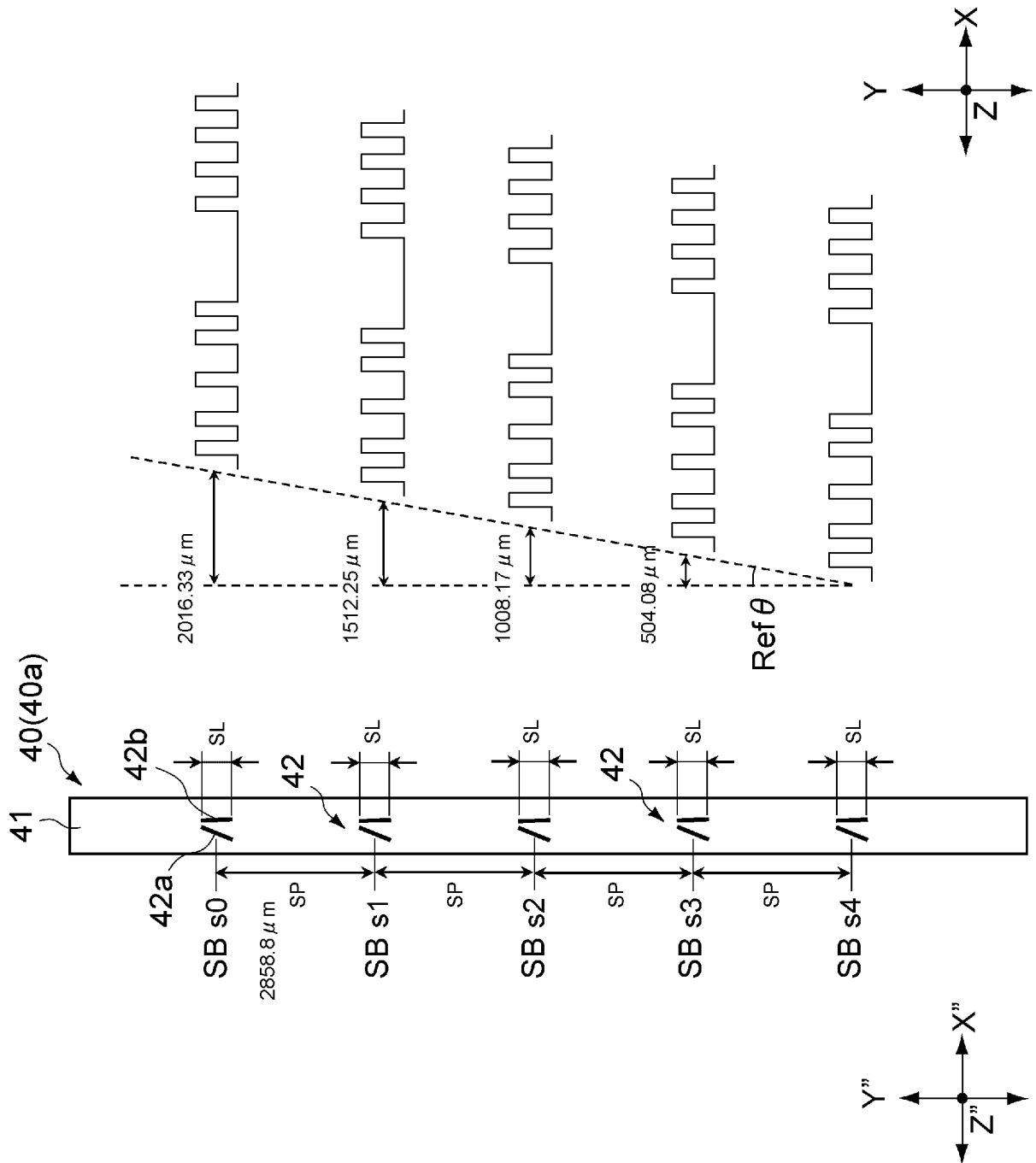
[図8]



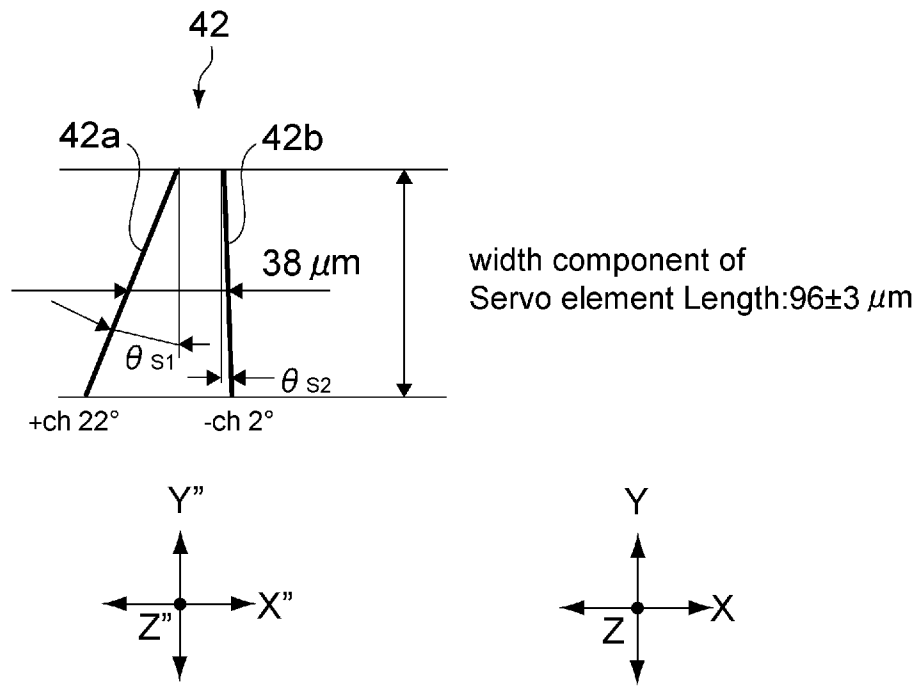
[図9]

101
↓

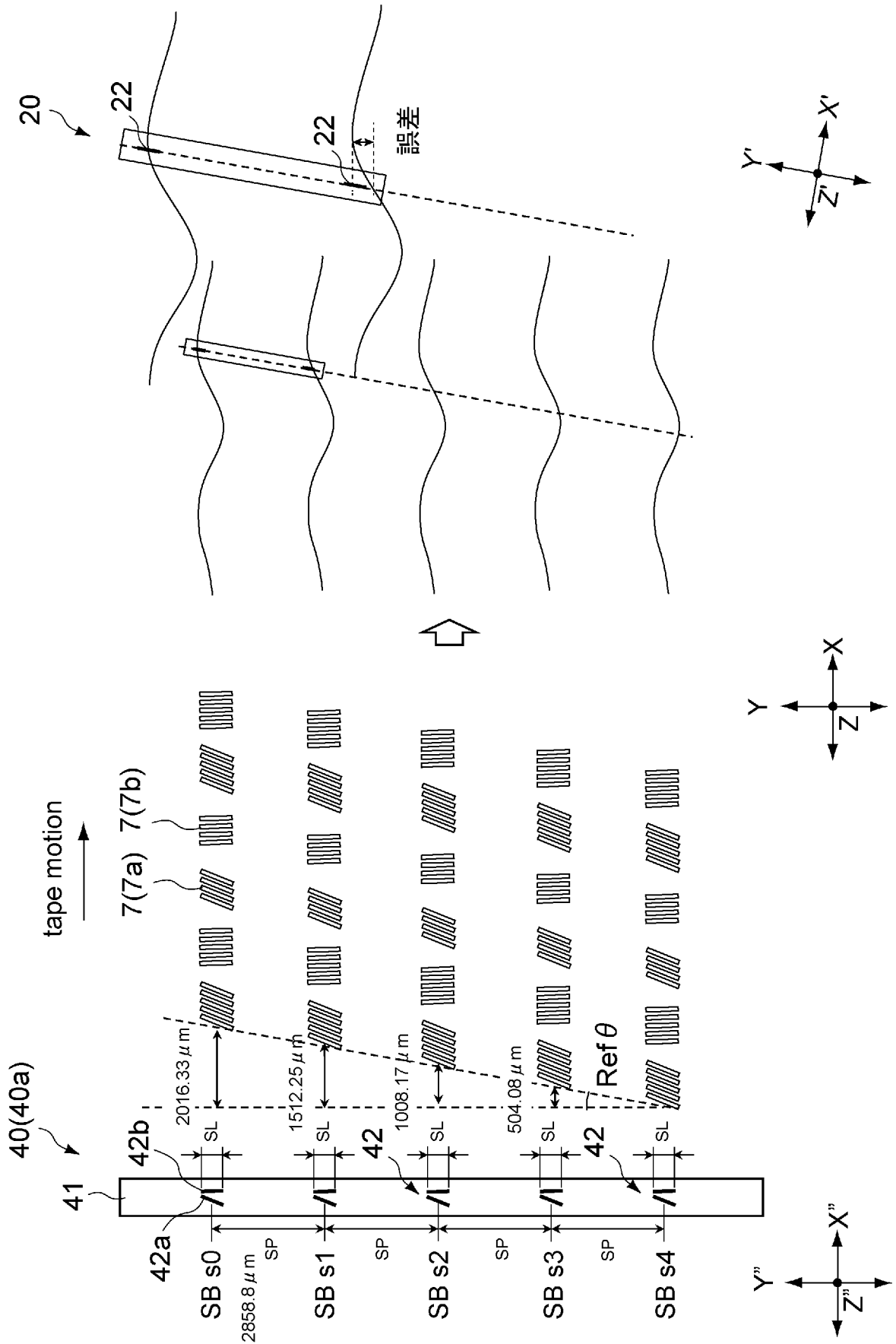
[図10]



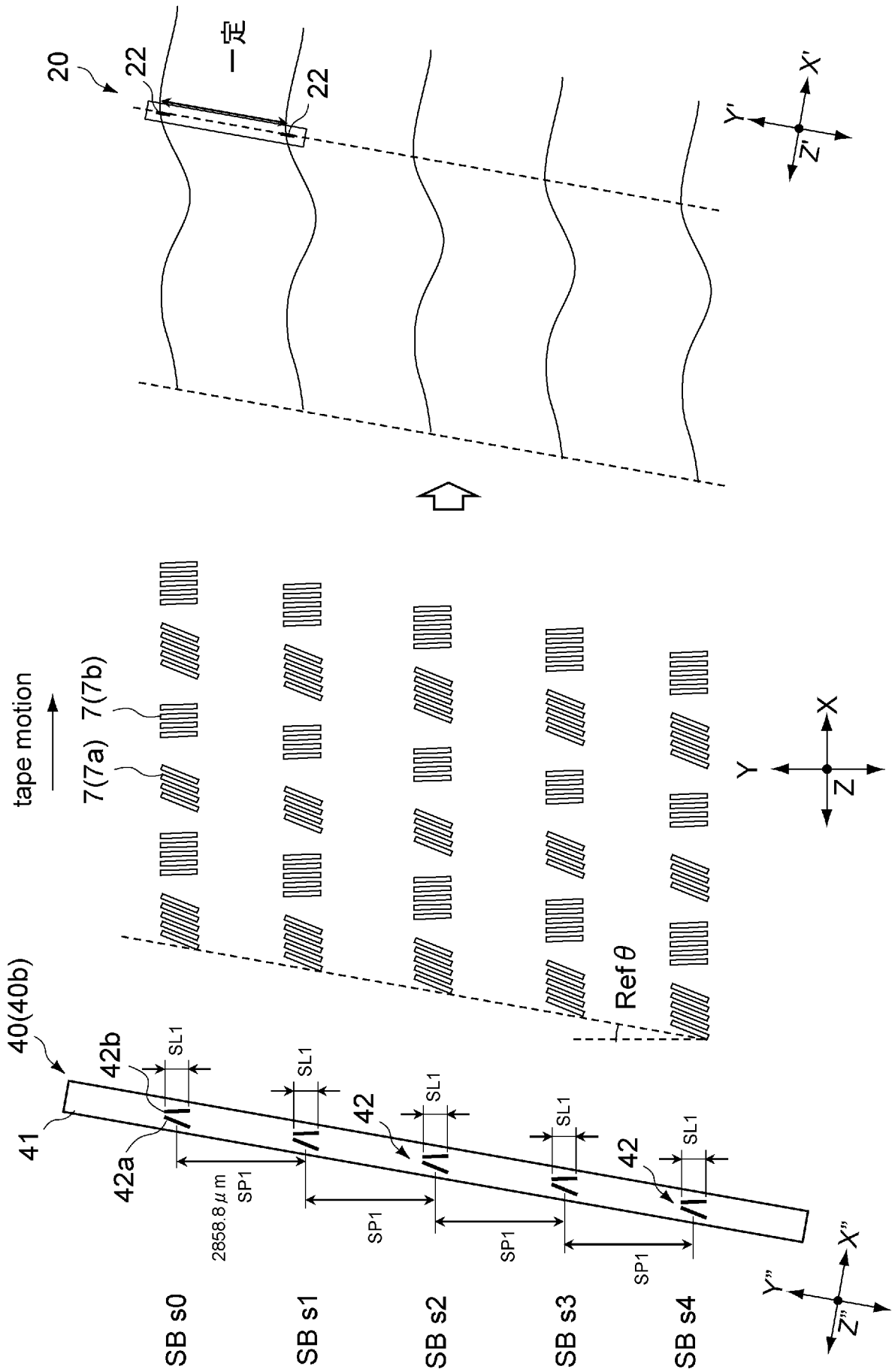
[図11]



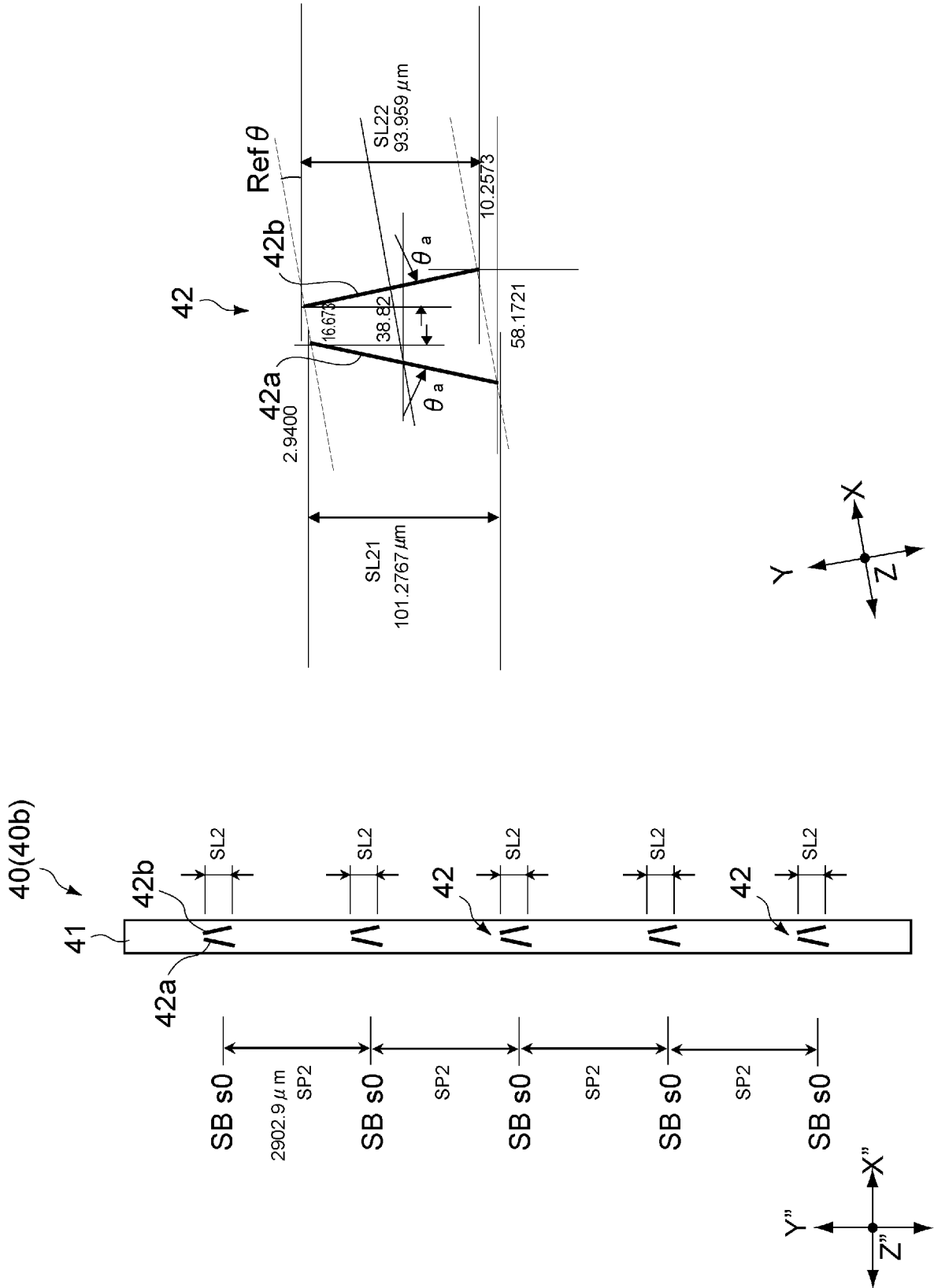
[図12]



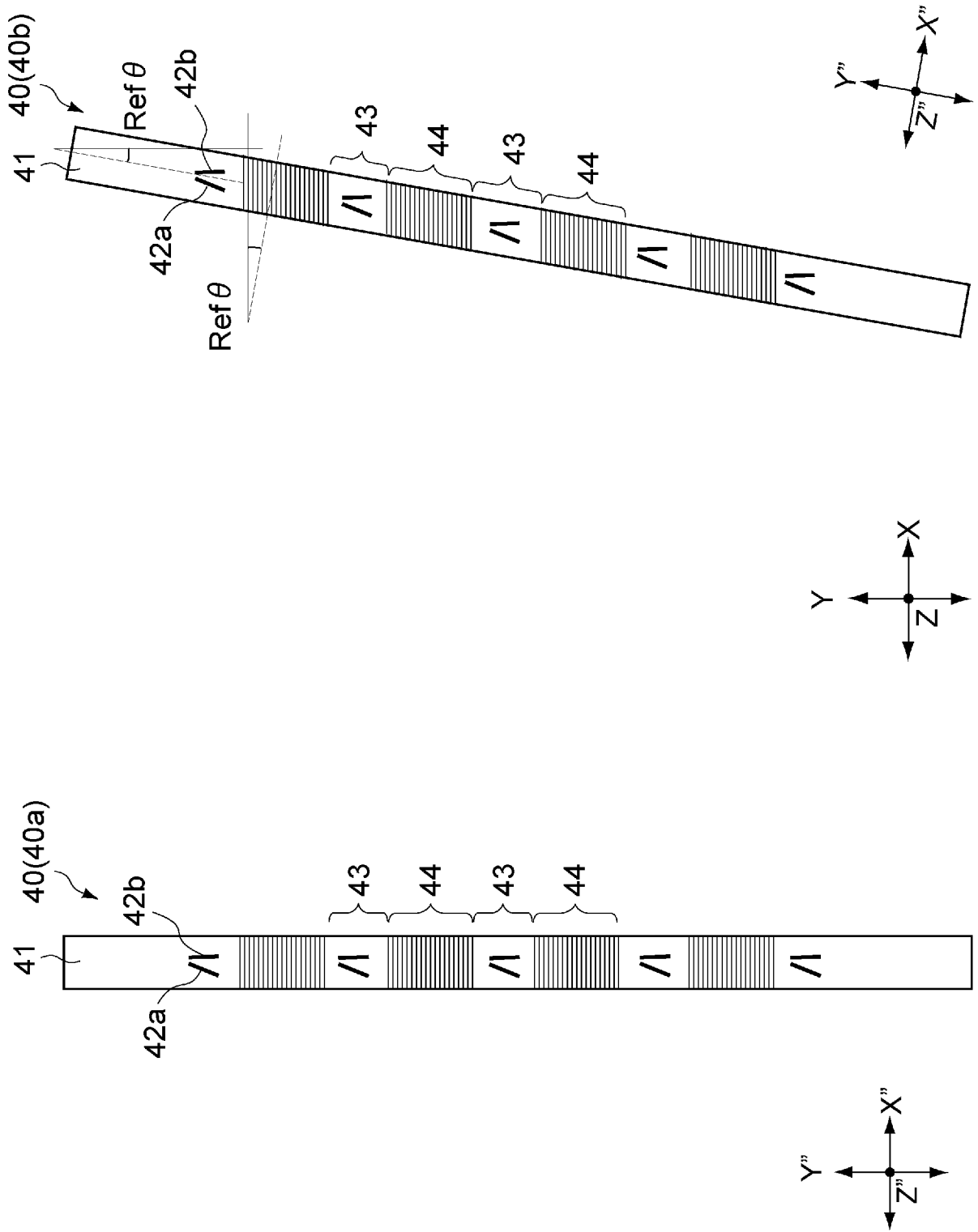
[図14]



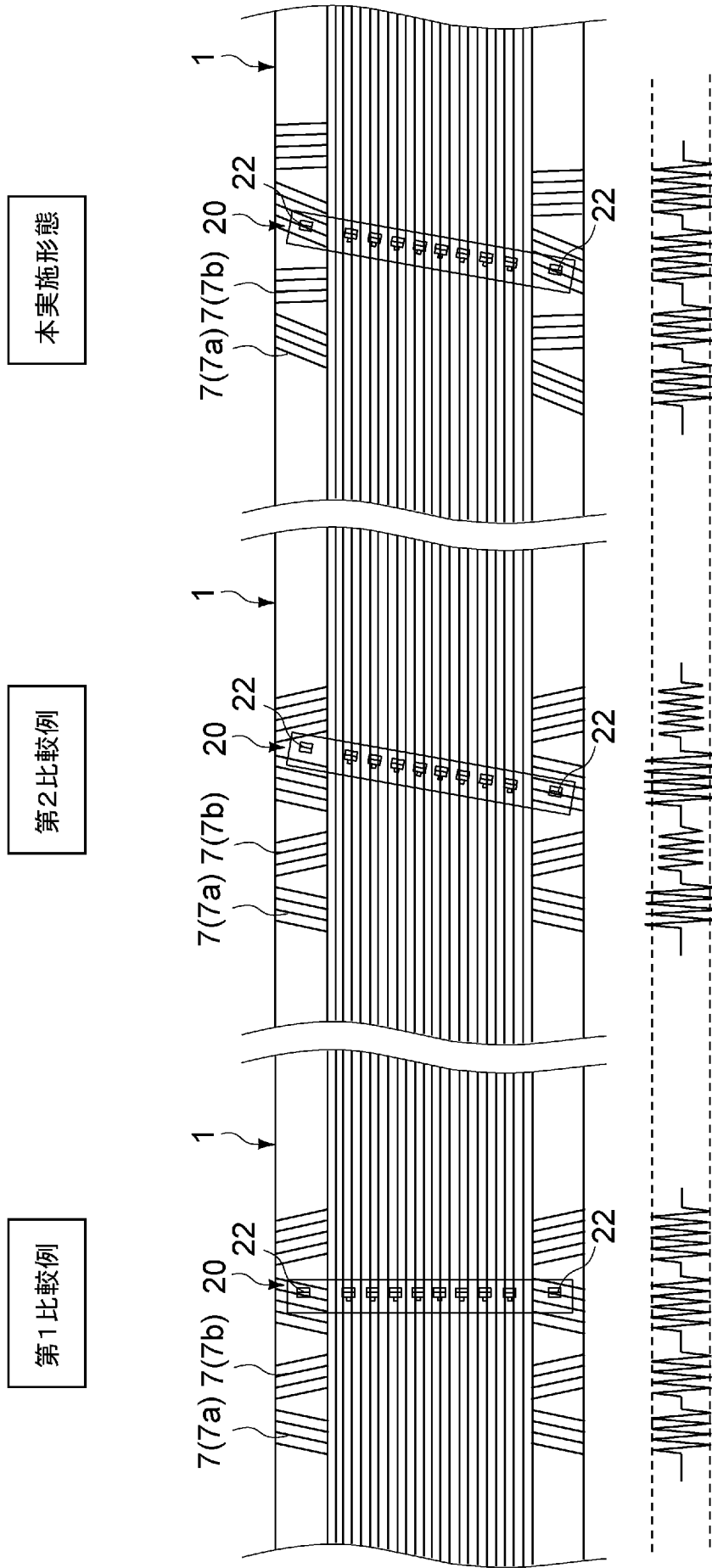
[図15]



[図16]

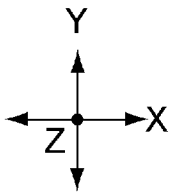
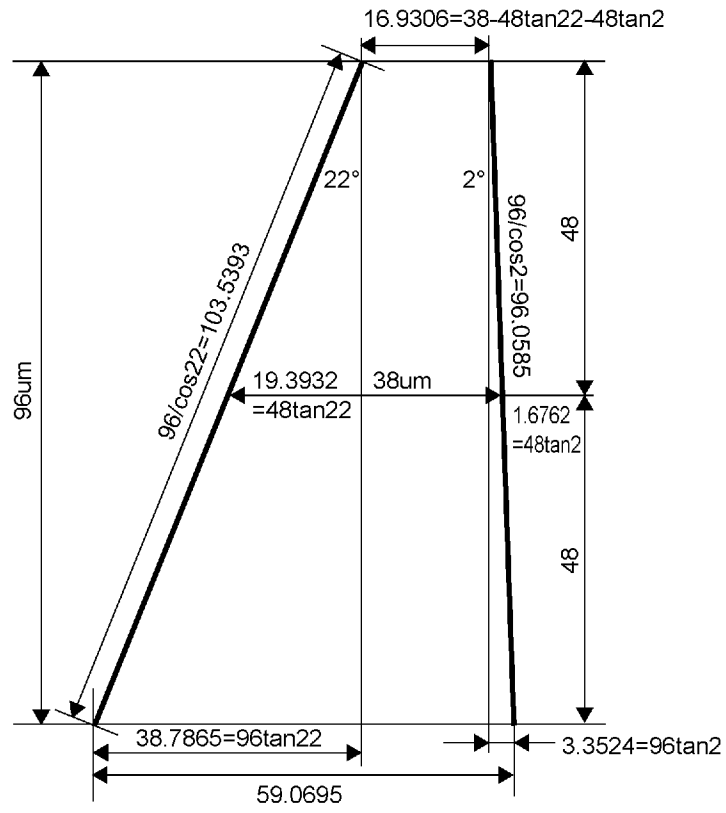


[図17]

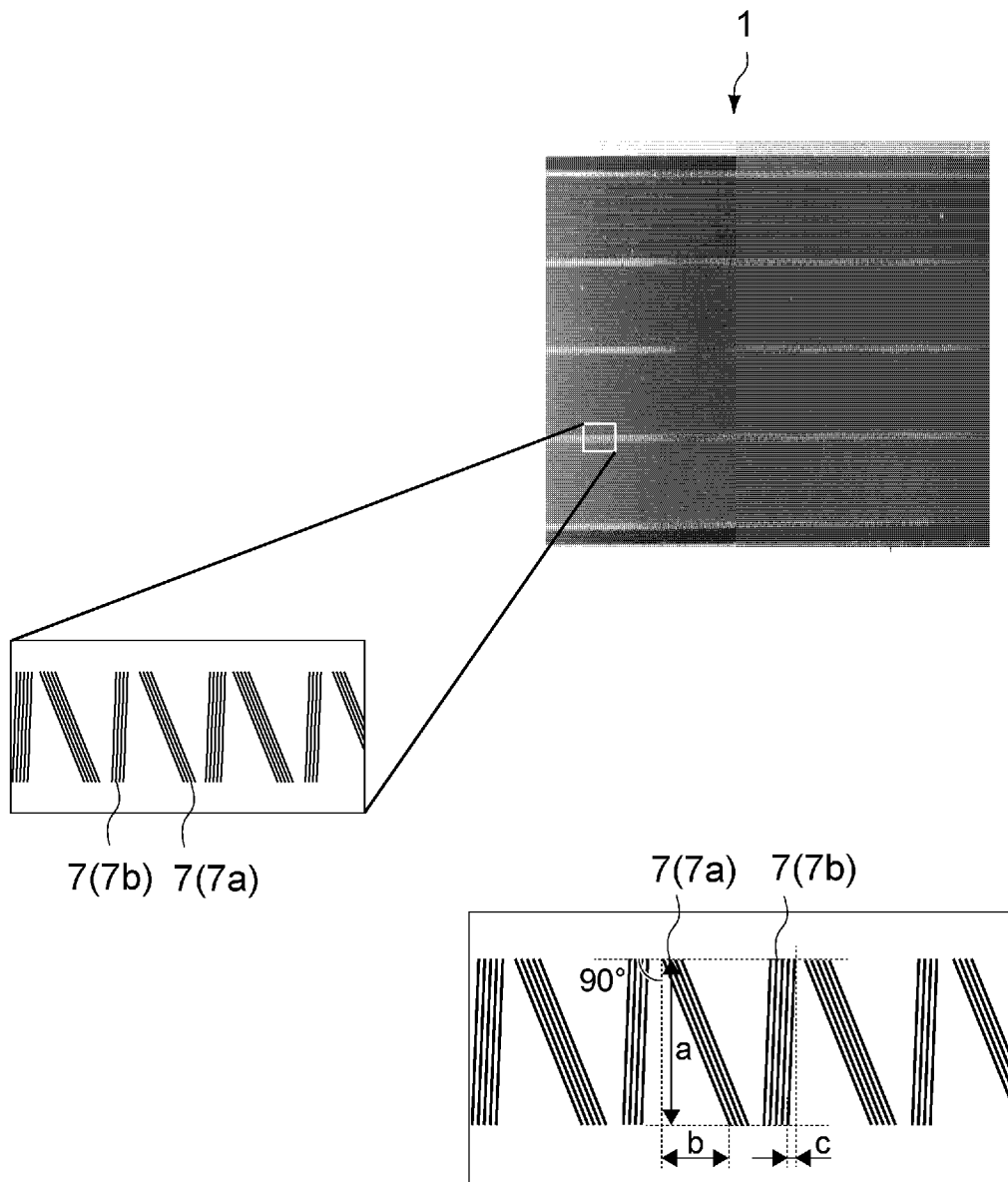


[圖18]

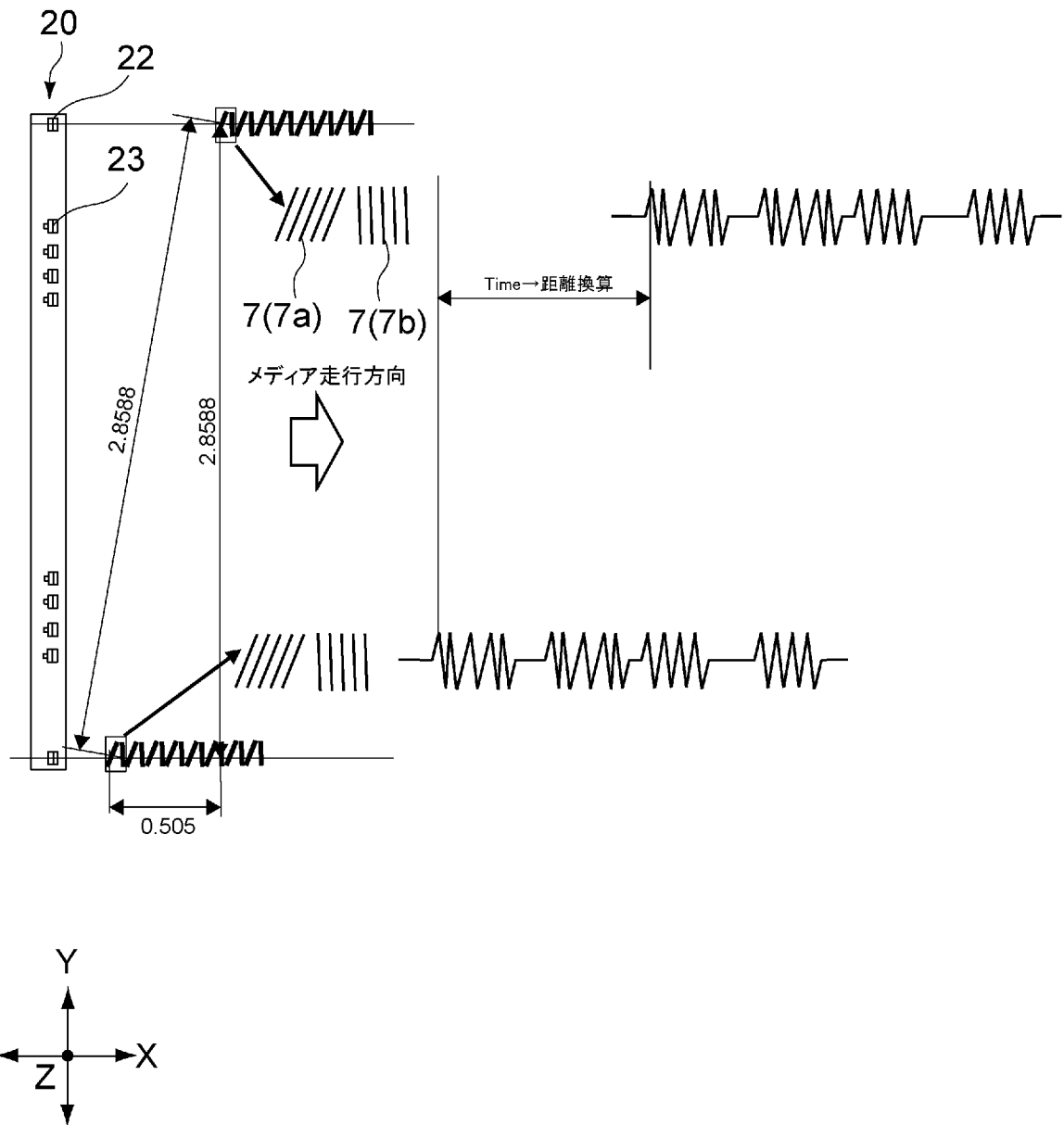
42
↓



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/038907

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<p><i>G11B 21/10</i>(2006.01)i; <i>G11B 5/127</i>(2006.01)i; <i>G11B 5/187</i>(2006.01)i; <i>G11B 5/29</i>(2006.01)i; <i>G11B 5/31</i>(2006.01)i; <i>G11B 5/58</i>(2006.01)i; <i>G11B 5/78</i>(2006.01)i; <i>G11B 5/84</i>(2006.01)i FI: G11B21/10 W; G11B5/127 J; G11B5/187 M; G11B5/29 A; G11B5/31 L; G11B5/58; G11B5/58 A; G11B5/78; G11B5/84 Z; G11B21/10 B</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G11B21/10; G11B5/127; G11B5/187; G11B5/29; G11B5/31; G11B5/58; G11B5/78; G11B5/84		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2005-327386 A (FUJI PHOTO FILM CO LTD) 24 November 2005 (2005-11-24) paragraphs [0029]-[0033], [0053]-[0056], fig. 3, 7, 8	1-4, 13, 14, 19, 20
X	JP 2010-182411 A (SONY CORP) 19 August 2010 (2010-08-19) claim 9, paragraphs [0134]-[0135], [0205], fig. 2, 17	1, 19, 20
A	JP 2003-168269 A (FUJI PHOTO FILM CO LTD) 13 June 2003 (2003-06-13) paragraphs [0022]-[0023], fig. 3	1-32
A	JP 2011-192341 A (FUJIFILM CORP) 29 September 2011 (2011-09-29) fig. 2, 6	15
A	US 2015/0356993 A1 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 10 December 2015 (2015-12-10) fig. 2-8	1-32
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 14 December 2022		Date of mailing of the international search report 17 January 2023
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/038907

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2005-327386	A	24 November 2005	US 2005/0254163 A1 paragraphs [0047]-[0053], [0081]-[0084], fig. 3, 7, 8 EP 1596370 A3 EP 1596370 A2	
JP	2010-182411	A	19 August 2010	(Family: none)	
JP	2003-168269	A	13 June 2003	US 2003/0099059 A1 paragraphs [0084]-[0091], fig. 3	
JP	2011-192341	A	29 September 2011	(Family: none)	
US	2015/0356993	A1	10 December 2015	US 2014/0002923 A1 fig. 2-8 GB 2503483 A fig. 2-8 US 2015/0356984 A1 US 2017/0076747 A1	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>G11B 21/10(2006.01)i; G11B 5/127(2006.01)i; G11B 5/187(2006.01)i; G11B 5/29(2006.01)i; G11B 5/31(2006.01)i; G11B 5/58(2006.01)i; G11B 5/78(2006.01)i; G11B 5/84(2006.01)i FI: G11B21/10 W; G11B5/127 J; G11B5/187 M; G11B5/29 A; G11B5/31 L; G11B5/58; G11B5/58 A; G11B5/78; G11B5/84 Z; G11B21/10 B</p>																				
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>G11B21/10; G11B5/127; G11B5/187; G11B5/29; G11B5/31; G11B5/58; G11B5/78; G11B5/84</p> <p>最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table> <p>国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年										
日本国実用新案公報	1922 - 1996年																			
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年																			
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年																			
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年																			
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>JP 2005-327386 A（富士写真フイルム株式会社）24.11.2005（2005 - 11 - 24） 段落0029-0033, 0053-0056, 図3, 7, 8</td> <td>1-4, 13, 14, 19, 20</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>JP 2010-182411 A（ソニー株式会社）19.08.2010（2010 - 08 - 19） 請求項9, 段落0134-0135, 0205, 図2, 17</td> <td>1, 19, 20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2003-168269 A（富士写真フイルム株式会社）13.06.2003（2003 - 06 - 13） 段落00022-0023, 図3</td> <td>1-32</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2011-192341 A（富士フイルム株式会社）29.09.2011（2011 - 09 - 29） 図2, 6</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2015/0356993 A1（International Business Machines Corporation）10.12.2015 （2015 - 12 - 10） 図2-8</td> <td>1-32</td> </tr> </tbody> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	X	JP 2005-327386 A（富士写真フイルム株式会社）24.11.2005（2005 - 11 - 24） 段落0029-0033, 0053-0056, 図3, 7, 8	1-4, 13, 14, 19, 20	X	JP 2010-182411 A（ソニー株式会社）19.08.2010（2010 - 08 - 19） 請求項9, 段落0134-0135, 0205, 図2, 17	1, 19, 20	A	JP 2003-168269 A（富士写真フイルム株式会社）13.06.2003（2003 - 06 - 13） 段落00022-0023, 図3	1-32	A	JP 2011-192341 A（富士フイルム株式会社）29.09.2011（2011 - 09 - 29） 図2, 6	15	A	US 2015/0356993 A1（International Business Machines Corporation）10.12.2015 （2015 - 12 - 10） 図2-8	1-32
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号																		
X	JP 2005-327386 A（富士写真フイルム株式会社）24.11.2005（2005 - 11 - 24） 段落0029-0033, 0053-0056, 図3, 7, 8	1-4, 13, 14, 19, 20																		
X	JP 2010-182411 A（ソニー株式会社）19.08.2010（2010 - 08 - 19） 請求項9, 段落0134-0135, 0205, 図2, 17	1, 19, 20																		
A	JP 2003-168269 A（富士写真フイルム株式会社）13.06.2003（2003 - 06 - 13） 段落00022-0023, 図3	1-32																		
A	JP 2011-192341 A（富士フイルム株式会社）29.09.2011（2011 - 09 - 29） 図2, 6	15																		
A	US 2015/0356993 A1（International Business Machines Corporation）10.12.2015 （2015 - 12 - 10） 図2-8	1-32																		
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>																				
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</p> <p>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</p> <p>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</p> <p>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</p> <p>“&” 同一パテントファミリー文献</p>																				
<p>国際調査を完了した日</p> <p>14. 12. 2022</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>17. 01. 2023</p>																			
<p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>中野 和彦 5C 3564</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3541</p>																			

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2022/038907

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2005-327386 A	24.11.2005	US 2005/0254163 A1 段落0047-0053, 0081-0084, 図3, 7, 8 EP 1596370 A3 EP 1596370 A2	
JP 2010-182411 A	19.08.2010	(ファミリーなし)	
JP 2003-168269 A	13.06.2003	US 2003/0099059 A1 段落00084-0091, 図3	
JP 2011-192341 A	29.09.2011	(ファミリーなし)	
US 2015/0356993 A1	10.12.2015	US 2014/0002923 A1 図2-8 GB 2503483 A 図2-8 US 2015/0356984 A1 US 2017/0076747 A1	