

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-293754

(P2005-293754A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int.Cl.⁷

G 1 1 B 20/10

G 1 1 B 5/706

F I

G 1 1 B 20/10

G 1 1 B 5/706

3 4 1 Z

テーマコード (参考)

5 D O O 6

5 D O 4 4

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2004-109231 (P2004-109231)

(22) 出願日 平成16年4月1日(2004.4.1)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼2 1 0 番地

(74) 代理人 100064414

弁理士 磯野 道造

(72) 発明者 阿部 直人

神奈川県小田原市扇町2 丁目 1 2 番 1 号

富士写真フイルム株

式会社内

(72) 発明者 永田 武史

神奈川県小田原市扇町2 丁目 1 2 番 1 号

富士写真フイルム株

式会社内

(72) 発明者 大澤 壽

愛媛県松山市桑原2 丁目 1 3 番 4 8 号

最終頁に続く

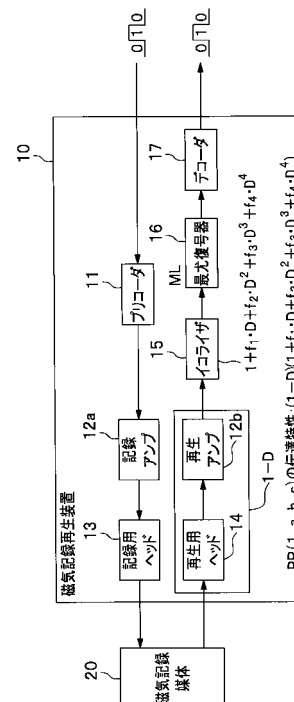
(54) 【発明の名称】 記録再生方法および記録再生装置並びに磁気記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 六方晶系フェライトを磁性層に含む磁気記録媒体に対して最適なPRML信号処理を行うことを目的とする。

【解決手段】 六方晶系フェライトを磁性層に含む磁気記録媒体20に記録された情報信号をPR(1, a, b, c, d, e) ML信号処理方式を用いて記録再生する装置10は、イコライザ15、最尤復号器16、デコーダ17などを実装している。そして、PR(1, a, b, c, d, e)の係数a, b, c, d, eがそれぞれ、 $0.4 < a < 3.0$, $-0.6 < b < 2.0$, $-2.0 < c < -0.2$, $-3.0 < d < -0.4$, $-1.0 < e < 0.0$ の条件を満たすようになっている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

六方晶系フェライトを含む磁性層を有する磁気記録媒体に記録された情報信号を $PR(1, a, b, c, d, e)$ ML 信号処理方式を用いて記録再生する方法であって、
 $PR(1, a, b, c, d, e)$ の係数 a, b, c, d, e がそれぞれ、
 $0.4 \leq a < 3.0, -0.6 \leq b < 2.0, -2.0 < c \leq -0.2,$
 $-3.0 < d \leq -0.4, -1.0 < e \leq 0.0$
 の条件を満たすようになっていることを特徴とする記録再生方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の記録再生方法において、さらに、
 $PR(1, a, b, c, d, e)$ の係数 a, b, c, d, e がそれぞれ、
 $0.4 \leq a \leq 1.3, -0.6 \leq b \leq 0.0, -1.1 \leq c \leq -0.2,$
 $-1.0 \leq d \leq -0.4, -0.3 \leq e \leq 0.0$
 の条件を満たすようになっていることを特徴とする記録再生方法。

10

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の記録再生方法において、
 規格化線密度 K が
 $K \leq 5.0$
 の条件を満たすようになっていることを特徴とする記録再生方法。

【請求項 4】

請求項 1 または請求項 2 に記載の記録再生方法において、さらに、
 前記磁気記録媒体から再生される孤立反転再生波形の非対称性を示す比率 γ (%) が、
 $9.8 \leq \gamma \leq 60$
 の条件を満たすようになっていることを特徴とする記録再生方法。

20

【請求項 5】

前記六方晶系フェライトが、バリウムフェライトであることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の記録再生方法。

【請求項 6】

六方晶系フェライトを含む磁性層を有する磁気記録媒体に記録された情報信号を $PR(1, a, b, c, d, e)$ ML 信号処理方式を用いて記録再生する装置であって、
 $PR(1, a, b, c, d, e)$ の係数 a, b, c, d, e がそれぞれ、
 $0.4 \leq a < 3.0, -0.6 \leq b < 2.0, -2.0 < c \leq -0.2,$
 $-3.0 < d \leq -0.4, -1.0 < e \leq 0.0$
 の条件を満たすようになっていることを特徴とする記録再生装置。

30

【請求項 7】

請求項 6 記載の記録再生装置において、さらに、
 $PR(1, a, b, c, d, e)$ の係数 a, b, c, d, e がそれぞれ、
 $0.4 \leq a \leq 1.3, -0.6 \leq b \leq 0.0, -1.1 \leq c \leq -0.2,$
 $-1.0 \leq d \leq -0.4, -0.3 \leq e \leq 0.0$
 の条件を満たすようになっていることを特徴とする記録再生装置。

40

【請求項 8】

請求項 6 または請求項 7 に記載の記録再生装置において、さらに、
 前記磁気記録媒体から再生される孤立反転再生波形の非対称性を示す比率 γ (%) が、
 $9.8 \leq \gamma \leq 60$
 の条件を満たすようになっていることを特徴とする記録再生装置。

【請求項 9】

前記六方晶系フェライトが、バリウムフェライトであることを特徴とする請求項 6 乃至請求項 8 のいずれか 1 項に記載の記録再生装置。

【請求項 10】

請求項 6 乃至請求項 9 のいずれか 1 項に記載の記録再生装置に用いられる磁気記録媒体

50

。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高密度記録に適した記録再生方法および記録再生装置並びに磁気記録媒体に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、磁気記録テープや磁気ディスクなどの磁気記録媒体における記録密度の向上は目覚ましいものがある。そのため、記録媒体の高記録密度化に対応して、記録再生装置に関する種々の技術が提案され実用化されている。例えば、再生ヘッドとしてMRヘッドの採用、記録媒体とヘッドとのインターフェースの改善などに種々の技術が提案され実用化されている。さらに、信号処理技術の面においても、高密度記録化に伴うS/Nの劣化を挽回するため、パーシャルレスポンス(PR: Partial Response)と最尤復号(ML: Maximum Likelihood)方式とを組み合わせたPRML方式が、磁気ディスク、デジタルVTR、コンピュータバックアップ用磁気テープ、光ディスクなどの記録媒体を用いる記録再生装置に実用化されている(特許文献1参照)。

10

【特許文献1】特開2002-157827号公報(段落0051、図10)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0003】

しかしながら、従来、六方晶系フェライトの結晶構造を磁性層に含む磁気記録媒体は、高記録密度での再生出力に優れ、かつ低ノイズ特性を有するのにもかかわらず、面内配向または無配向において垂直方向の磁化成分を有するため、その孤立反転再生波形が面内方向および垂直方向の孤立反転波形を重ね合わせた特有の波形となり、面内方向の磁化を記録した磁気記録媒体に最適化された従来のPRML(ここではEEEPR4ML: PR(1, 3, 2, -2, -3, -1))信号処理方式を適用することができなかった。

【0004】

そこで、本発明は、前記した課題を解決するためになされたものであり、その目的は、六方晶系フェライトを含む磁性層を有する磁気記録媒体に対して最適なPRML信号処理方式を適用した記録再生方法および記録再生装置並びに当該磁気記録媒体を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

前記課題を解決するため、本発明は、六方晶系フェライトを含む磁性層を有する磁気記録媒体に記録された情報信号をPR(1, a, b, c, d, e)ML信号処理方式を用いて記録再生する方法であって、PR(1, a, b, c, d, e)の係数a, b, c, d, eがそれぞれ、 $0.4 < a < 3.0$, $-0.6 < b < 2.0$, $-2.0 < c < -0.2$, $-3.0 < d < -0.4$, $-1.0 < e < 0.0$ の条件を満たすようになっている、という手法を採用している。

40

【0006】

この記録再生方法では、前記した所定の条件を満たすPR(1, a, b, c, d, e)を磁気記録媒体に適用して信号処理を行うこととなり、六方晶系フェライトを結晶構造に持つ磁気記録媒体に最適なPRML信号処理を適用することができる。

【0007】

また、本発明の記録再生装置は、六方晶系フェライトを含む磁性層を有する磁気記録媒体に記録された情報信号をPR(1, a, b, c, d, e)ML信号処理方式を用いて記録再生する装置であって、PR(1, a, b, c, d, e)の係数a, b, c, d, eがそれぞれ、 $0.4 < a < 3.0$, $-0.6 < b < 2.0$, $-2.0 < c < -0.2$, $-3.0 < d < -0.4$, $-1.0 < e < 0.0$ の条件を満たすようになっている、という構

50

成を採用している。

【0008】

この記録再生装置では、前記した所定の条件を満たすPR(1, a, b, c, d, e)を磁気記録媒体に適用して信号処理を行うこととなり、六方晶系フェライトを結晶構造に持つ磁気記録媒体に最適なPRML信号処理を適用することができる。

【発明の効果】

【0009】

本発明によると、六方晶系フェライトを含む磁性層を有する磁気記録媒体に対して最適化されたPRML方式を適用してその磁気記録媒体の信号処理を行うことができるので、記録密度を向上させることができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

本発明を実施するための最良の形態である「磁気記録媒体」および「記録再生装置」並びに「記録再生方法」を説明する。

【0011】

[磁気記録媒体]

まず、磁気記録媒体について説明する。

磁気記録媒体は、支持体の一方または両方の面に、非磁性層および磁性層が積層されている。支持体は、テープ状、フレキシブルディスク状のものがある。支持体としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレン、ポリピレン、ポリカーボネート、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、ポリイミド、ポリサルホン、ポリエーテルサルホンなどの各種の合成樹脂からなるフィルムが形成されたものを用いることができる。また、支持体としては、例えば、アルミ、ステンレスなどの金属からなるフィルム、板などが形成されたものを用いることができる。

20

【0012】

この磁気記録媒体は、記録ヘッドまたは再生ヘッドと摺接する場合には、磁性層とは反対側の支持体の表面に摺接を円滑にするバック層を有するものが好ましい。

また、磁気記録媒体は、非磁性層、磁性層、バック層以外の層を有していてもよい。例えば、軟磁性粉末を含む軟磁性層、第2の磁性層、クッション層、オーバーコート層、接着層、保護層を有していてもよい。これらの層は、その機能を有効に発揮することができるように適切な位置に設けることができる。磁性層の厚さは、10～300nmが好ましく、さらに好ましくは10～200nmである。特に好ましくは、10～100nmである。また、非磁性層は、0.5～3μmにすることができる。非磁性層の厚さは、磁性層よりも厚くするようにすることが望ましい。

30

【0013】

[六方晶系フェライト]

磁性層には、六方晶系フェライトが形成される。六方晶系フェライトとしては、例えば、バリウムフェライト、ストロンチウムフェライト、鉛フェライト、カルシウムフェライトおよびこれらの各種の置換体、例えば、Co置換体などが挙げられる。具体的には、マグネトプランバイト型のバリウムフェライトおよびストロンチウムフェライト、スピネルで粒子表面を被覆したマグネトプランバイト型フェライト、さらに一部スピネル相を含有した複合マグネトプランバイト型のバリウムフェライトおよびストロンチウムフェライトなどが挙げられ、その他所定の原子以外にAl、Si、S、Sc、Ti、V、Cr、Cu、Y、Mo、Rh、Pd、Ag、Sn、Sb、Te、Ba、Ta、W、Re、Au、Hg、Pb、Bi、La、Ce、Pr、Nd、P、Co、Mn、Zn、Ni、Sr、B、Ge、Nbなどの原子を含んでいてもよい。一般にはCo-Zn、Co-Ti、Co-Ti-Zr、Co-Ti-Zn、Nb-Zn-Co、Sn-Zn-Co、Sn-Co-Ti、Nb-Znなどの元素を添加した物を使用することができる。また、W型六方晶系フェライトを用いることも可能である。さらに、原料・製法に由来する特有の不純物を含有しているものでもよい。これらの六方晶系フェライトは、六角板状の粉末の形態で用いられる。

40

50

【 0 0 1 4 】

六方晶系フェライト磁性粉の平均板径を 5 0 n m 以下、平均厚さを 1 5 n m 以下とすることで、高密度記録媒体を再生する場合、特に M R ヘッドで再生する場合にノイズが低減し高 S / N が得られる。B E T 法による比表面積は通常、3 0 ~ 2 0 0 m² / g であり、5 0 ~ 1 0 0 m² / g が好ましい。比表面積は概ね粉体板径と板厚からの算術計算値と符合する。板径・板厚の分布は狭いほど好ましい。分布は正規分布ではない場合が多いが、計算して粉体サイズに対する標準偏差で表すと $\sigma / (\text{平均板径または平均板厚}) = 0.1 \sim 0.5$ である。粉体サイズ分布をシャープにするには粉体生成反応系をできるだけ均一にすると共に、生成した粉体に分布改良処理を施すことも行われている。例えば、酸溶液中で超微細粉体を選別的に溶解する方法なども知られている。ガラス化結晶法では、熱処理を複数回行い、核生成と成長を分離することでより均一な粉体を得ている。磁性粉で測定された抗磁力 H c は、4 0 ~ 4 0 0 k A / m 程度まで作成できるが、1 4 4 ~ 3 0 0 k A / m が好ましい。高 H c の方が高密度記録に遊離であるが、記録ヘッドの能力で制限される。H c は、粉体サイズ(板径・板厚)、含有元素の種類と量、元素の置換サイト、粉体生成反応条件などにより制御することができる。

10

【 0 0 1 5 】

六方晶系フェライト粉体の飽和磁化 σS は、3 0 ~ 7 0 A · m² / k g が好ましい。 σS は、微粉体になるほど小さくなる傾向がある。

【 0 0 1 6 】

六方晶系フェライトとしてのバリウムフェライト粉体を含む分散液を支持体上に塗布して磁性層を形成した塗布型バリウムフェライト(B a F e)磁性層、特に、板径が 4 0 n m 以下のバリウムフェライト磁性体を用いた塗布型バリウムフェライト磁性層を有する磁気記録媒体は、高密度記録(特に、1 0 0 k f c i を超える線記録密度)での再生出力に優れ、かつ低ノイズ特性を有するので、有効である。

20

【 0 0 1 7 】

[P R (1 , a , b , c , d , e) M L 技術]

次に、P R (1 , a , b , c , d , e) M L 技術について説明する。P R (1 , a , b , c , d , e) M L は、高密度記録時に生じる既知の符号間干渉を利用して最も確からしい信号系列を復号することを基礎とする。この信号系列を P R (1 , a , b , c , d , e) で表す。

30

【 0 0 1 8 】

前記した内容を踏まえ、本発明に係る記録再生装置および記録再生方法並びに磁気記録媒体について説明する。

図 1 は、本発明に係る磁気記録媒体および記録再生装置を示す説明図である。

図 1 において、記録再生装置 1 0 は、P R (1 , a , b , c , d , e) M L 信号処理により、磁気記録媒体 2 0 にデータを記録したり、その磁気記録媒体 2 0 に記録されたデータを再生したりする。ここでは、例えば、バリウムフェライトを磁性層に形成した磁気記録媒体 2 0 を準備している。

【 0 0 1 9 】

記録再生装置 1 0 は、プリコード 1 1、記録アンプ 1 2 a、再生アンプ 1 2 b、記録用ヘッド 1 3、再生用ヘッド 1 4、イコライザ(等化手段) 1 5、最尤復号器 1 6 およびデコード(復調手段) 1 7 を備えている。

40

プリコード 1 1 は、データ記録の前に置くことにより、復調時に生じるデータの誤りの伝播を妨げるようになる。

【 0 0 2 0 】

記録アンプ 1 2 a は、プリコード 1 1 によって符号化された信号を増幅する。また、再生アンプ 1 2 b は、後記の再生用ヘッド 1 4 によって生じた信号を増幅する。記録用ヘッド 1 3 は、磁気記録媒体 2 0 の磁性層に形成されたバリウムフェライトを磁化させて、所定のクロック周期のデータを磁気記録媒体 2 0 に記録する。

【 0 0 2 1 】

50

再生用ヘッド 14 は、磁気記録媒体 20 と摺接して、その磁気記録媒体 20 に形成された磁性層の磁化の変化を読み取る。すると、アナログ信号が再生信号として生じることとなる。なお、アナログ信号は、磁気記録媒体 20 に記録された信号を微分した信号であり、 $(1 - D)$ の伝達特性で表される。

【0022】

再生用ヘッド 14 の読み取りによって生じたアナログ信号の波形の一例を図 2 に示す。ここでは、磁気記録媒体 20 に記録されたパルス信号の立ち上がりのタイミングで生じる孤立反転再生波形を例にして説明する。

図 2 に示す孤立反転再生波形は、正方向にピークを有し、そのピークの左右が非対称となっている。そして、この孤立反転再生波形は、ピーク値の半値幅 $PW50$ のうちの右側の幅 $PW1$ が左側の幅 $PW2$ よりも大きくなっている。これは、バリウムフェライトの垂直磁化成分の影響を受けたからである。

10

【0023】

なお、図 2 では、正方向にピークを持つ孤立反転再生波形をアナログ信号の波形として記載したが、実際には、アナログ信号の波形は、正方向および負方向にピークを持つ 2 つの孤立反転再生波形が重なり合って構成される。これは、負方向にピークを持つ孤立反転再生波形も、磁気記録媒体 20 に記録されたパルス信号の立ち下りのタイミングで生じるからである。

【0024】

イコライザ 15 は、再生用ヘッド 14 から再生アンプ 12 b を介して転送された信号をイコライズする。具体的には、 $PR(1, a, b, c, d, e)$ の伝達特性が $1 + a \cdot D + b \cdot D^2 + c \cdot D^3 + d \cdot D^4 + e \cdot D^5 = (1 - D)(1 + f_1 \cdot D + f_2 \cdot D^2 + f_3 \cdot D^3 + f_4 \cdot D^4)$ のときに、イコライザ 15 は、伝達特性が $1 + f_1 \cdot D + f_2 \cdot D^2 + f_3 \cdot D^3 + f_4 \cdot D^4$ で表されるようにイコライズを行う。これにより、イコライズ後の信号系列は、図 3 に示す $PR(1, a, b, c, d, e)$ で表されることとなる。なお、 $PR(1, a, b, c, d, e)$ の係数 a, b, c, d, e はそれぞれ、所定の値を示すが、これらの係数 a, b, c, d, e は、後記のシミュレーションによって求められているので、後記する。

20

【0025】

最尤復号器 16 は、イコライザ 15 によってイコライズされたデータの識別を行う。最尤復号は、データ間に相関を持たせて記録再生したときに、最も確からしいデータ系列を検出する方法で周知の技術である。

30

【0026】

デコーダ 17 は、 $PR(1, a, b, c, d, e)$ をもとに元のデータ（例えば $(0, 1, 0)$ ）に復号する。これにより、磁気記録媒体 20 に記録された記録データを元のデータに正しく復元することが可能となる。

【実施例】

【0027】

次に、前記したシミュレーションについて説明する。磁気記録媒体 20 に記録された記録データの再生波形は、隣接磁化の影響を受けて多様に変化するので、ここでは、さまざまな形状の再生波形を使って後記のシミュレーション (1) および (2) を行い、隣接磁化の影響によって変形した再生波形を記録再生装置 10 が元のデータに正しく復元するための $PR(1, a, b, c, d, e)$ の最適値を求めている。

40

【0028】

[シミュレーション (1) の概要]

まず、シミュレーション (1) について説明する。このシミュレーション (1) では、磁気記録媒体 20 に記録される最短ビットの長さ（以下「ビット長」という。）を T とした場合の規格化線密度 K 、すなわち $K = [(PW50) / (\text{ビット長 } T)]$ を変化させる。そして、規格化線密度 K ごとに、ビットエラーレートが最も低くなる係数 a, b, c, d, e を求めるとともに、そのときのビットエラーレートを求めている。なお、ビットエラーレートは、元のビット数に対するビットエラー数の比率を表す。

50

【 0 0 2 9 】

[シミュレーション (1) の目的]

そして、前記した規格化線密度 K ごとに求めたビットエラーレートが、それらの各規格化線密度 K における通常の E E E P R M L 方式を採用した場合のビットエラーレート、すなわち $P R (1 , 3 , 2 , - 2 , - 3 , - 1)$ を採用した場合のビットエラーレートよりも改善されていれば、シミュレーション (1) の目的を達成したとして、その条件を満たす係数 a , b , c , d , e を最適値として規定する。

また、 $P R (1 , a , b , c , d , e)$ を採用した場合のビットエラーレートが 10 のマイナス 4 乗 ($1 E - 0 4$) 以下であれば、そのときの係数 a , b , c , d , e もより好適な最適値として規定する。

10

【 0 0 3 0 】

[シミュレーション (1) の結果]

シミュレーション (1) の結果を表 1 に示す。

【 0 0 3 1 】

【表 1】

規格化線密度 K	係数 a	係数 b	係数 c	係数 d	係数 e	BER at PR(1,a,b,c,d,e)	BER at PR(1,3,2,-2,-3,-1)	PR(1,3,2,-2,-3,-1) との比較判定	$\leq 1E-04$ の エラーシート判定
2.3	0.4	-0.6	-0.2	-0.4	0.0	<1E-06	<1E-06	O	O
2.6	0.9	-0.5	-0.8	-0.5	-0.1	<1E-06	<1E-06	O	O
3.1	0.9	-0.4	-0.8	-0.6	-0.1	<1E-06	4.1E-06	O	O
3.4	1.3	0.0	-1.1	-1.0	-0.2	<1E-06	7.6E-05	O	O
3.9	1.2	-0.1	-1.0	-0.9	-0.2	4.00E-06	2.1E-03	O	O
4.7	1.3	-0.1	-1.0	-0.9	-0.2	1.50E-05	6.0E-03	O	O
5.2	1.3	-0.1	-1.1	-1.0	-0.3	7.00E-03	8.4E-02	O	x

表 1 によると、規格化線密度 K は、2.3 から 5.2 までの間で変化し、それらの規格化線密度 K ごとに係数 a, b, c, d, e などが求められている。

【0033】

例えば、規格化線密度 K が 2.3 のとき、係数 a, b, c, d, e はそれぞれ、「0.4」、「-0.6」、「-0.2」、「-0.4」、「0.0」を示している。そして、そのときのビットエラーレートは、10 のマイナス 6 乗 (1×10^{-6}) 未満になっている (表 1 中、「BER at PR (1, a, b, c, d, e)」欄参照)。つまり、このときのビットエラーレートは、10 のマイナス 4 乗 (1×10^{-4}) 以下という結果を得ている (表 1 中、最右欄の丸印はそのことを表している)。なお、表 1 中、BER は、ビットエラーレートの略である。

10

また、規格化線密度 K が 2.3 のときのビットエラーレートは、PR (1, 3, 2, -2, -3, -1) を採用した場合のビットエラーレートよりも低いと判定されている (表 1 中、「PR (1, 3, 2, -2, -3, -1) との比較判定」欄の丸印参照)。

【0034】

このようにして、表 1 に示したシミュレーション (1) の結果を考察してみると、表 1 に示した規格化線密度 K すべての場合のビットエラーレートが、PR (1, 3, 2, -2, -3, -1) を採用した場合のビットエラーレートよりも低くなっている (表 1 中、「PR (1, 3, 2, -2, -3, -1) との比較判定」欄の丸印参照)。そして、規格化線密度 K が「2.3」、「2.6」、「3.1」、「3.4」、「3.9」、「4.7」の場合の PR (1, a, b, c, d, e) におけるビットエラーレートが 10 のマイナス 4 乗以下になっている (表 1 中、最右欄の丸印参照)。

20

【0035】

以上より、PR (1, a, b, c, d, e) の係数 a, b, c, d, e は、それぞれ、 $0.4 > a > 3.0$, $-0.6 > b > 2.0$, $-2.0 > c > -0.2$, $-3.0 > d > -0.4$, $-1.0 > e > 0.0$ の条件を満たすと規定する。これにより、PR (1, a, b, c, d, e) を採用した場合のビットエラーレートが通常の PR (1, 3, 2, -2, -3, -1) を採用した場合に比べて改善されることとなる。したがってこの場合、六方晶系フェライトの結晶構造を持つ磁気記録媒体 20 に最適な PRML 方式を適用することが可能となり、記録密度の向上を実現することができる。

【0036】

また、PR (1, a, b, c, d, e) の係数 a, b, c, d, e は、それぞれ、 $0.4 > a > 3.0$, $-0.6 > b > 2.0$, $-2.0 > c > -0.2$, $-3.0 > d > -0.4$, $-1.0 > e > 0.0$ の条件をさらに満たすと規定するとともに、規格化線密度 K は、 $K > 5.0$ の条件を満たすように規定する。これにより、PR (1, a, b, c, d, e) におけるビットエラーレートが 10 のマイナス 4 乗以下になり、より好適な PRML 方式を磁気記録媒体 20 に適用することが可能となる。

30

【0037】

[シミュレーション (2) の概要]

次に、シミュレーション (2) について説明する。このシミュレーション (2) では、表 1 に示した PR (1, 0.9, -0.4, -0.8, -0.6, -0.1), $K = 3.1$ で、図 2 に示した孤立反転再生波形の非対称性を表す比率 γ (%)、すなわち $\gamma = [(PW1) - (PW2)] / (PW50) \times 100$ を変化させ (図 2 参照)、そのときのビットエラーレートを測定している。そして、比率 γ を変化させた場合の複数のビットエラーレートのうちの最も低い値を示したビットエラーレートと、各比率 γ の場合のビットエラーレートとの桁数の差 (以下「BER 相対値」という。) をそれぞれ求めている。なお、BER は、ビットエラーレートの略である。

40

【0038】

[シミュレーション (2) の目的]

そして、前記した比率 γ ごとに求めた BER 相対値が 1.0 桁以内を示していれば、シミュレーション (2) の目的を達成したとして、その条件を満たす比率 γ を最適値として

50

規定する。

【 0 0 3 9 】

[シミュレーション (2) の結果]

シミュレーション (2) の結果を表 2 に示す。

【 0 0 4 0 】

【 表 2 】

比率 γ	BER相対値(桁)	
4.8	1.7	×
9.8	1.0	○
14.7	0.7	○
20.5	0.4	○
25.2	0.2	○
30.4	0.0	○
36.0	0.1	○
40.2	0.3	○
44.6	0.5	○
51.2	0.7	○
59.6	0.9	○
60.0	1.0	○

10

20

【 0 0 4 1 】

表 2 によると、比率 γ は、4.8% から 60.0% までの間で変化し、比率 γ ごとに BER 相対値が求められている。この BER 相対値によると、ビットエラーレートが最も低くなった比率 γ は、BER 相対値が 0 の場合、すなわち、30.4 の場合である。そして、BER 相対値が 1.0 桁以内となった比率 γ は、9.8% から 60.0% までの範囲になっている (表 2 中、丸印参照)。

30

【 0 0 4 2 】

以上より、比率 γ が 9.8 γ 60 の関係を満たす場合、好適なエラーレート特性を有することとなる。

【 0 0 4 3 】

< 磁性塗料の作製 >

バリウムフェライト磁性粉

1 0 0 部

ポリウレタン樹脂

1 4 部

40

質量平均分子量：1 0 0 0 0

スルホン酸官能基：0.5 meq / g

研磨剤

8 部

カーボンブラック (粒子サイズ：0.015 μ m)

0.5 部

55 (旭カーボン社製)

ステアリン酸

0.5 部

ブチルステアレート

2 部

メチルエチルケトン

1 8 0 部

シクロヘキサノン

1 0 0 部

【 0 0 4 4 】

50

非磁性塗料

非磁性粉体： α 酸化鉄 100部

平均一次粒子径：0.09 μm 、BET法による非表面積：50 m^2/g

PH：7 DBP吸油量：27～38 $\text{ml}/100\text{g}$ 、

表面処理層： Al_2O_3 が粒子全体に対して8質量%存在

カーボンブラック 25部

コンダクテックスSC-U（コロンビアンカーボン社製）

塩化ビニル共重合体：MR104（日本ゼオン社製） 13部

ポリウレタン樹脂：UR8200（東洋紡社製） 5部

フェニルホスホン酸 3.5部 10

ブチルステアレート 1部

スエアリン酸 2部

メチルエチルケトン 205部

シクロヘキサノン 135部

【0045】

<テープの製法>

前記の塗料のそれぞれについて、各成分をニーダで混練した。1.0mmφのジルコニアビーズを分散部の容積に対し80%充填する量を入れた横型サンドミルにポンプで通液し、2000rpmで120分間、（実質的に分散部に滞留した時間）分散させた。得られた分散液にポリイソシアネートを非磁性層の塗布液には2.5部、さらにメチルエチルケトン3部を加え、1 μm の平均孔径を有するフィルターを用いて濾過し、非磁性層形成用および磁性層形成用の塗布液をそれぞれ調製した。 20

得られた非磁性層塗布液を、4 μm ポリエチレンナフタレートベース上に乾燥後の厚さが1.5 μm になるように塗布乾燥させた後、磁性層の厚さが30～210nmになるように逐次重層塗布をおこない、磁性層がまだ湿潤状態にあるうちに600mTの磁力を持つコバルト磁石と600mTの磁力を持つソレノイドにより面内配向させ、その後600mTのコバルト磁石で、垂直方向に磁界を印加して、斜めに配向し、乾燥が終了するまでそれを保持した。次いで7段のカレンダで温度90、線圧300kg/cm（294kN/m）にて処理を行った。その後、厚み0.5 μm のバック層（カーボンブラック 平均粒子サイズ：17nm 100部、炭酸カルシウム 平均粒子サイズ：40nm 80部、 α アルミナ 平均粒子サイズ：200nm 5部をニトロセルロース樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリイソシアネートに分散）を塗布した。3.8mmの幅にスリットし、スリット品の送り出し、巻き取り装置を持った装置に不織布とカミソリブレードが磁性面に押し当たるように取り付け、テープクリーニング装置で磁性層の表面のクリーニングを行い、磁気テープ媒体を得た。 30

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】本発明に係る磁気記録媒体および記録再生装置を示す説明図である。

【図2】図1の記録再生装置によって生じるアナログ信号の波形の一例を示す説明図である。 40

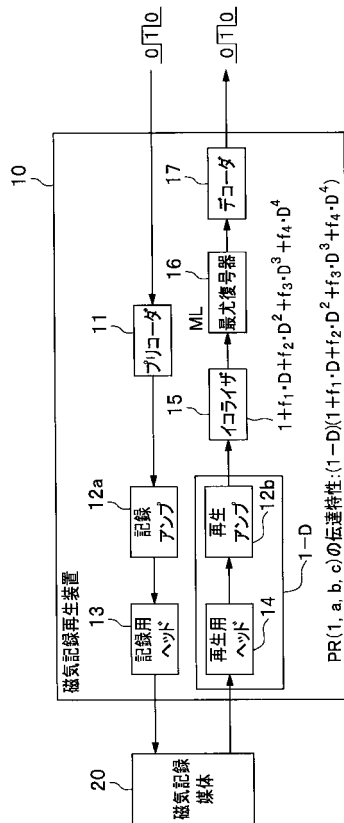
【図3】図1の記録再生装置におけるPR（1，a，b，c，d，e）の信号系列を示す説明図である。

【符号の説明】

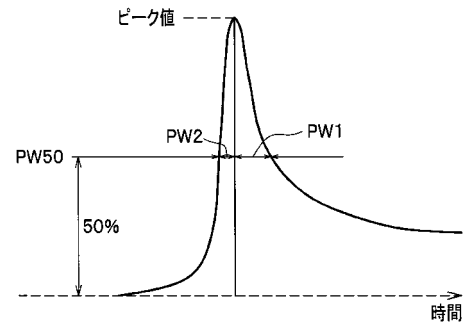
【0047】

- 10 記録再生装置
- 11 プリコーダ
- 15 イコライザ
- 16 最尤復号器
- 17 デコーダ
- 20 磁気記録媒体

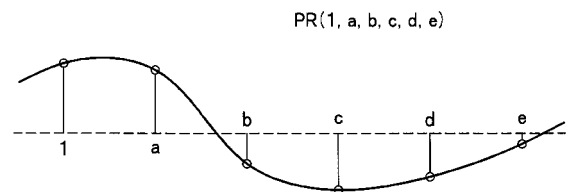
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 岡本 好弘

愛媛県松山市今在家2丁目2番14号

Fターム(参考) 5D006 BA06 EA01 FA09

5D044 BC01 CC01 CC04 FG01 GL01 GL02 GL31