

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

磁気記録媒体に記録された情報信号をパーシャルレスポンス信号処理方式により等化復調して再生する記録再生方法であって、

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 γ が $\gamma > 0$ である波形を有する情報信号を、パーシャルレスポンスの係数項 (1, $a_1, a_2, \dots, a_m$ ($m = 2n$ または $2n+1$: n は 1 以上の整数)) が下記の式 (1) または式 (2) を満たす条件で等化復調することを特徴とする記録再生方法。

【数 1】

$$PR(1, a_1, a_2, \dots, a_{2n}) \text{ のときは、 } 1 + \left| \sum_{k=1}^{n-1} a_k \right| < \left| \sum_{k=n+1}^{2n} a_k \right| \quad (1)$$

10

$$PR(1, a_1, a_2, \dots, a_{2n+1}) \text{ のときは、 } 1 + \left| \sum_{k=1}^n a_k \right| < \left| \sum_{k=n+1}^{2n+1} a_k \right| \quad (2)$$

【請求項 2】

前記磁気記録媒体が、六方晶系フェライトを含む磁性層を有するものであることを特徴とする請求項 1 に記載の記録再生方法。

【請求項 3】

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 2 に記載の記録再生方法。

20

【請求項 4】

磁気記録媒体に記録された情報信号をパーシャルレスポンス信号処理方式により等化復調して再生する記録再生方法であって、

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 γ が $\gamma < 0$ である波形を有する情報信号を、パーシャルレスポンスの係数項 (1, $a_1, a_2, \dots, a_m$ ($m = 2n$ または $2n+1$: n は 1 以上の整数)) が下記の式 (3) または式 (4) を満たす条件で等化復調することを特徴とする記録再生方法。

【数 2】

$$PR(1, a_1, a_2, \dots, a_{2n}) \text{ のときは、 } 1 + \left| \sum_{k=1}^{n-1} a_k \right| > \left| \sum_{k=n+1}^{2n} a_k \right| \quad (3)$$

30

$$PR(1, a_1, a_2, \dots, a_{2n+1}) \text{ のときは、 } 1 + \left| \sum_{k=1}^n a_k \right| > \left| \sum_{k=n+1}^{2n+1} a_k \right| \quad (4)$$

【請求項 5】

磁気記録媒体に記録された情報信号をパーシャルレスポンス信号処理方式により等化処理する等化手段と、等化処理された情報信号を復調する復調手段とを有する記録再生装置であって、

40

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 γ が $\gamma > 0$ である波形を有する場合、前記復調手段は、前記等化手段によって等化処理された前記情報信号についてのパーシャルレスポンスの係数項 (1, $a_1, a_2, \dots, a_m$ ($m = 2n$ または $2n+1$: n は 1 以上の整数)) が下記の式 (1) または式 (2) を満たす条件で復調することを特徴とする記録再生装置。

【数 3】

$$\text{PR} (1, a_1, a_2, \dots, a_{2n}) \text{ のときは、 } 1 + \left| \sum_{k=1}^{n-1} a_k \right| < \left| \sum_{k=n+1}^{2n} a_k \right| \quad (1)$$

$$\text{PR} (1, a_1, a_2, \dots, a_{2n+1}) \text{ のときは、 } 1 + \left| \sum_{k=1}^n a_k \right| < \left| \sum_{k=n+1}^{2n+1} a_k \right| \quad (2)$$

【請求項 6】

前記磁気記録媒体が、六方晶系フェライトを含む磁性層を有するものであることを特徴とする請求項 5 に記載の記録再生装置。

10

【請求項 7】

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 に記載の記録再生装置。

【請求項 8】

磁気記録媒体に記録された情報信号をパーシャルレスポンス信号処理方式により等化处理する等化手段と、等化处理された情報信号を復調する復調手段とを有する記録再生装置であって、

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 γ が $\gamma < 0$ である波形を有する場合、前記復調手段は、前記等化手段によって等化处理された前記情報信号についてのパーシャルレスポンスの係数項 $(1, a_1, a_2, \dots, a_m)$ ($m = 2n$ または $2n+1$: n は 1 以上の整数) が下記の式 (3) または式 (4) を満たす条件で復調することを特徴とする記録再生装置。

20

【数 4】

$$\text{PR} (1, a_1, a_2, \dots, a_{2n}) \text{ のときは、 } 1 + \left| \sum_{k=1}^{n-1} a_k \right| > \left| \sum_{k=n+1}^{2n} a_k \right| \quad (3)$$

$$\text{PR} (1, a_1, a_2, \dots, a_{2n+1}) \text{ のときは、 } 1 + \left| \sum_{k=1}^n a_k \right| > \left| \sum_{k=n+1}^{2n+1} a_k \right| \quad (4)$$

【請求項 9】

30

請求項 5 ~ 請求項 8 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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、記録再生方法および記録再生装置ならびに磁気記録媒体に関し、特に、高記録密度の磁気記録媒体に適した記録再生方法および記録再生装置、ならびに磁気記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、磁気記録テープや磁気ディスク等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、また、実用化されている。例えば、記録再生ヘッドとして MR ヘッドの採用、記録媒体とヘッドとのインターフェイスの改善などに種々の技術が提案され、また、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 比の劣化を挽回するため、パーシャルレスポンス (PR: Partial Response) 方式と最尤復号 (ML: Maximum Likelihood) 方式を組み合わせた 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、光ディスク等の記録媒体を用いる記録再生装置で実用化されている (特許文献 1 参照)。この PRML 信号処理方式は、等化处理する信号系列の項数に応じて、PR 4 ML (PR (1, 0, -1) ML)、EPR 4 ML (PR (1, 1, -1, -1) ML)

40

50

)、E E P R 4 M L (P R (1 , 2 , 0 , - 2 , - 1) M L)、E E E P R 4 M L (P R (1 , 3 , 2 , - 2 , - 3 , - 1) M L)等の各種の方式が知られている。

【 0 0 0 3 】

そして、用いる磁性体の特性に応じて、最適なパーシャルレスポンス信号処理を適用すれば、磁気記録媒体に高密度に記録されている情報信号を低エラーレートで復元できるため、有効である。例えば、磁性体として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は、高密度記録での再生出力が高く、また、低ノイズであるという特性を有する。しかし、六方晶系フェライトは、その結晶構造に由来して、面内配向または無配向においても垂直方向の磁化成分を有するため、孤立反転再生波形は、面内配向の孤立反転再生波形と垂直方向の孤立反転再生波形とを足し合わせた特有の波形となり、例えば、図2に示すように、非対称性の波形を示す。こうした六方晶系フェライトを磁性体として用いる場合に得られる特有の孤立反転再生波形に対して、面内方向の磁化を記録した磁気記録媒体に対して最適化された従来のP R M L信号処理を適用しても、最適な信号処理ができず、高密度記録での再生出力が高く、低ノイズである、という六方晶系フェライト磁性体に特有な特性を活かすことができなかった。

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】

【 0 0 0 4 】

そこで本発明の課題は、高記録密度の磁気記録媒体からの情報信号の再生に際して、パーシャルレスポンス信号処理方式に最適化した記録再生方法および記録再生装置を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 5 】

前記課題を解決するため、本発明は、磁気記録媒体に記録された情報信号をパーシャルレスポンス信号処理方式により等化復調して再生する記録再生方法であって、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 γ が $\gamma > 0$ である波形を有する場合には、パーシャルレスポンスの係数項 $(1, a_1, a_2, \dots, a_m)$ ($m = 2n$ または $2n+1$: n は1以上の整数)が下記の式(1)または式(2)を満たす条件で、 γ が $\gamma < 0$ である波形を有する場合には、前記パーシャルレスポンスの係数項が下記の式(3)または式(4)を満たす条件で等化復調することを特徴とする記録再生方法を提供する。

30

【数5】

$$P R (1, a_1, a_2, \dots, a_{2n}) \text{ のときは、 } 1 + \left| \sum_{k=1}^{n-1} a_k \right| < \left| \sum_{k=n+1}^{2n} a_k \right| \quad (1)$$

$$P R (1, a_1, a_2, \dots, a_{2n+1}) \text{ のときは、 } 1 + \left| \sum_{k=1}^n a_k \right| < \left| \sum_{k=n+1}^{2n+1} a_k \right| \quad (2)$$

$$P R (1, a_1, a_2, \dots, a_{2n}) \text{ のときは、 } 1 + \left| \sum_{k=1}^{n-1} a_k \right| > \left| \sum_{k=n+1}^{2n} a_k \right| \quad (3)$$

40

$$P R (1, a_1, a_2, \dots, a_{2n+1}) \text{ のときは、 } 1 + \left| \sum_{k=1}^n a_k \right| > \left| \sum_{k=n+1}^{2n+1} a_k \right| \quad (4)$$

【 0 0 0 6 】

この記録再生方法では、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に応じて、パーシャルレスポンスの係数項 $(1, a_1, a_2, \dots, a_m)$ ($m = 2n$ または $2n+1$: n は1以上の整数)の前半の項の和と、後半の項の和を前記の式(1)および式(2)または前記の式(3)および式(4)を満たすように等化復調することによって、六方晶系フェライト磁性体の特性に最適なP R M L信号処理を適用することができる。

50

【 0 0 0 7 】

また、本発明は、磁気記録媒体に記録された情報信号をパーシャルレスポンス信号処理方式により等化処理する等化手段と、等化処理された情報信号を復調する復調手段とを有する記録再生装置であって、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 γ が $\gamma > 0$ である波形を有する場合、前記復調手段は、前記等化手段によって等化処理された前記情報信号についてのパーシャルレスポンスの係数項 ($1, a_1, a_2, \dots, a_m$ ($m = 2n$ または $2n + 1$: n は 1 以上の整数)) が前記の式 (1) または式 (2) を満たす条件で復調し、前記 γ が $\gamma < 0$ である波形を有する場合には、前記復調手段は、前記等化手段によって等化処理された前記情報信号についてのパーシャルレスポンスの係数項 ($1, a_1, a_2, \dots, a_m$ ($m = 2n$ または $2n + 1$: n は 1 以上の整数)) が下記の式 (3) または式 (4) を満たす条件で復調することを特徴とする記録再生装置を提供する。

【 0 0 0 8 】

この記録再生装置では、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に応じて、等化手段によって等化処理された前記情報信号についてのパーシャルレスポンスの係数項の前半の項の和と、後半の項の和を前記の式 (1) および式 (2) または前記の式 (3) および式 (4) を満たすように、復調手段が情報信号を復調することによって、六方晶系フェライト磁性体の特性に最適なパーシャルレスポンス信号処理を行なうことができる。

【 0 0 0 9 】

本発明において、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 γ とは、孤立反転再生波形のピーク位置が前半の波形部分または後半の波形部分のいずれに偏っているかを示す指標であり、例えば、図 2 に示す左右非対称の孤立反転再生波形の半値幅を $PW50$ 、半値幅 $PW50$ のうちの右側の幅を $PW1$ 、左側の幅を $PW2$ としたとき、下記式 (5) で表わされる比率を言う。

$$\gamma (\%) = [(PW1) - (PW2)] \div (PW50) \times 100 \quad \dots (5)$$

【 0 0 1 0 】

さらに、本発明は、前記記録再生装置に用いられる磁気記録媒体を提供する。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 1 】

本発明の記録再生方法および記録再生装置は、磁気記録媒体に記録された情報信号の再生に際して、磁気記録媒体の磁性層を形成する磁性体の特性に最適なパーシャルレスポンス信号処理を行なうことによって、高密度に情報が記録された磁気記録媒体から高 S/N 比の再生信号を得ることができる。そのため、再生信号を低エラーレートで得ることができる。特に、六方晶系フェライト磁性体を用いる磁気記録媒の場合には、高密度記録での再生出力が高く、低ノイズである、という六方晶系フェライト磁性体の特性を活かすことができる。

【 0 0 1 2 】

また、本発明の磁気記録媒体は、前記記録再生装置において、磁性層を形成する磁性体の特性に最適なパーシャルレスポンス信号処理を行なうことによって、磁性体の特性を発揮して、高密度に情報を記録でき、かつ高 S/N 比の再生信号を得ることができる。そのため、再生信号を低エラーレートで得ることができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 3 】

以下、本発明の記録再生方法および記録再生装置ならびに磁気記録媒体について説明する。

本発明の磁気記録媒体は、支持体の一方または両方の面に、記録再生装置の記録ヘッドによって情報信号が書き込まれる磁性体を含む磁性層を有し、その磁性層の下に非磁性層を有するものである。この磁気記録媒体の具体例として、磁気テープ、磁気ディスク (ハードディスク、フレキシブルディスク)、Fe を主成分とする強磁性合金粉末等の磁性体

10

20

30

40

50

を含む磁性層に磁気記録ヘッドによって情報信号を残留磁化の形態で記録することができる記録媒体が挙げられる。

【0014】

支持体としては、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレン、ポリプロピレン、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、およびアルミ、ステンレスなどの金属からなるフィルム、板等を磁気記録媒体の用途、形態等に応じて、適宜成形されたものを用いることができる。

【0015】

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。 10

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であり、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、磁性層よりも厚いことが望ましい。

【0016】

磁性体としては、強磁性金属粉末または六方晶系フェライト粉末が用いられる。 20

強磁性金属粉末の具体例としては、Fe、Ni、Fe-Co、Fe-Ni、Co-Ni、Co-Ni-Fe等の金属単体または合金が挙げられ、金属成分の20質量%以下の範囲内で、アルミニウム、ケイ素、硫黄、スカンジウム、チタン、バナジウム、クロム、マンガン、銅、亜鉛、イットリウム、モリブデン、ロジウム、パラジウム、金、錫、アンチモン、ホウ素、バリウム、タンタル、タングステン、レニウム、銀、鉛、リン、ランタン、セリウム、プラセオジウム、ネオジウム、テルル、ビスマス等を含むことができる。また、強磁性金属粉末は、少量の水、水酸化物または酸化物を含むものであってもよい。

【0017】

強磁性粉末の平均粒径サイズは、20～60nmが好ましい。用いる強磁性粉末が、針状等である場合には、平均長軸長が30～100nm、好ましくは35～90nm、さらに好ましくは40～80nmである。平均長軸長を100nm以下とすることで、ノイズが低減でき、良好な信号のSNが得られる。また、平均長軸長を30nm以上とすることで良好な保持力Hcが確保できる。粉末粒子の平均針状比は3～10、好ましくは3～8、さらに好ましくは4～8である。板状である場合には、平均粉体サイズは、平均板径で表され、好ましくは25～35nmであり、平均板状比は、2～5が好ましい。 30

【0018】

また、強磁性金属粉末は、 S_{BET} (BET比表面積)が通常40～80m²/g、好ましくは50～70m²/gであるものである。結晶子サイズは、通常、10～25nm、好ましくは11～22nmである。強磁性金属粉末のpHは7以上が好ましい。

【0019】

これらの強磁性金属粉末は、公知の方法に従って製造することができる。強磁性金属粉末の形状に特に制限はないが、通常、針状、粒状、サイコロ状、米粒状および板状のものが使用される。特に、針状の強磁性粉末を使用することが好ましい。 40

【0020】

強磁性金属粉末の抗磁力Hcは、144～300kA/mが好ましく、160～224kA/mがさらに好ましい。また、その飽和磁化は、85～150A・m²/kgが好ましく、100～130A・m²/kgがさらに好ましい。

【0021】

六方晶系フェライトとしては、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各置換体、例えば、Co置換体等 50

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等が挙げられ、その他所定の原子以外にAl、Si、S、Nb、Sn、Ti、V、Cr、Cu、Y、Mo、Rh、Pd、Ag、Sn、Sb、Te、W、Re、Au、Bi、La、Ce、Pr、Nd、P、Co、Mn、Zn、Ni、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、Ni-Ti-Zn、Nb-Zn-Co、Sn-Zn-Co、Sn-Co-Ti、Nb-Zn等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。

【0022】

六方晶系フェライト磁性粉の平均板径を50nm以下、平均厚さを15nm以下とすることで、高密度記録、特にMRヘッドで再生する場合にノイズを低減させ、高S/Nが得られる。BET法による比表面積は通常、30~200m²/gであり、50~100m²/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。たとえば酸溶液中で超微細粉体を選別的に溶解する方法等も知られている。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Hcは40~400kA/m程度まで作成できるが、144~300kA/mが好ましい。高Hcの方が高密度記録に有利であるが、記録ヘッドの能力で制限される。Hc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、粉体生成反応条件等により制御できる。

【0023】

六方晶系フェライト粉末の飽和磁化 σ_s は30~70A・m²/kgが好ましい。 σ_s は、微粉体になるほど小さくなる傾向がある。

【0024】

本発明において、六方晶系フェライトのバリウムフェライト粉末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(BaFe)磁性層、特に、板径が40nm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、100kfc iを超える線記録密度)での再生出力に優れ、また低ノイズである特性を有するため、有効である。

【0025】

一般に、磁性体として、酸化鉄またはコバルト含有強磁性酸化鉄を用いた磁気記録媒体では、再生される孤立反転再生波形は、 $y = 0$ の非対称性を示し、磁性体として六方晶系フェライトを用いた磁気記録媒体では、再生される孤立反転再生波形は、 $y > 0$ の非対称性を示す。また、蒸着法を用いて形成された磁性層を有する磁気記録媒体では、再生される孤立反転再生波形は $y < 0$ の比対称性を示す。したがって、この非対称性に応じて、パーシャルレスポンス信号処理を前記(1)および(2)、または(3)および(4)で表わされる条件を満たすように等化処理を行なうことにより、磁気記録媒体の磁性層を形成する磁性体に応じた最適なパーシャルレスポンス信号処理を行なうことができる。

【0026】

すなわち、本発明の記録再生方法および記録再生装置においては、この磁気記録媒体から情報信号を再生するに際して、まず、記録再生ヘッドによって磁気記録媒体から読み出されるアナログ信号において、磁気記録媒体に用いられている磁性体に応じた、孤立反転再生波形の非対称性を示す y が $y > 0$ であるか、 $y = 0$ であるか、あるいは $y < 0$ である

かを予め推測することができる。したがって、本発明の記録再生方法および記録再生装置においては、用いる磁気記録媒体の磁性体に応じて、再生される孤立反転再生波形の非対称性を示す γ が $\gamma > 0$ である波形を有する場合には、パーシャルレスポンスの係数項 ($1, a_1, a_2, \dots, a_m$ ($m = 2n$ または $2n + 1$: n は 1 以上の整数)) が前記の式 (1) または式 (2) を満たす条件で、パーシャルレスポンス信号処理方式によって、磁気記録媒体から読み取られた情報信号が等化処理され、等化処理された信号を復調して、元の信号が復元される。また、孤立反転再生波形の非対称性を示す γ が $\gamma < 0$ である波形を有する場合には、前記パーシャルレスポンスの係数項 ($1, a_1, a_2, \dots, a_m$ ($m = 2n$ または $2n + 1$: n は 1 以上の整数)) が前記の式 (3) または式 (4) を満たす条件で、パーシャルレスポンス信号処理方式によって、磁気記録媒体から読み取られた情報信号が等化処理され、等化処理された信号を復調して、元の信号が復元される。このように、孤立反転再生波形の非対称性に応じて、最適なパーシャルレスポンス信号処理、すなわち、PR4ML (PR (1, 0, -1) ML)、EPR4ML (PR (1, 1, -1, -1) ML)、E²PR4ML (PR (1, 2, 0, -2, -1) ML)、E³PR4ML (PR (1, 3, 2, -2, -3, -1) ML) 等のいずれのパーシャルレスポンス信号処理方式による等化処理を行なうかを選択することによって、再生信号の復元を低いエラーレートで行なうことができる。

【0027】

次に、磁性体としてバリウムフェライトを含む磁性層を有する磁気記録媒体を例にとって、本発明の記録再生方法および記録再生装置について、図 1 ~ 3 を参照して説明する。

図 1 は、本発明に係る記録再生装置の構成例を示し、この記録再生装置 10 は、プリコーダ 11 と、記録再生アンプ 12 と、記録用ヘッド 13 と、再生用ヘッド 14 と、イコライザ (等化手段) 15 と、最尤復号器 16 と、デコーダ (復調手段) 17 とを備える。

【0028】

プリコーダ 11 は、データ記録の前に置くことにより、復調時に生じる誤りの伝搬を防げるようになる。

【0029】

記録再生アンプ 12 は、プリコーダ 11 によって符号化された信号を増幅し、また、後記の再生用ヘッド 14 によって生じた信号を増幅するものである。

記録用ヘッド 13 は、磁気記録媒体 20 の磁性層に含まれるバリウムフェライト磁性体を磁化させて、所定のクロック周期のデータを磁気記録媒体 20 に記録するものである。

【0030】

再生用ヘッド 14 は、磁気記録媒体 20 の磁性層に摺接して、その磁性層の磁化の変化を読み取り、アナログの再生信号を得る。このアナログ信号は、磁気記録媒体 20 の磁性層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。

【0031】

再生用ヘッド 14 による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。

【0032】

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、面内配向の磁化成分と、バリウムフェライトに特有の垂直磁化成分を足し合わせたものである。

【0033】

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示したが、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がりのタイミングで生じるからである。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

イコライザ 1 5 (等化手段) は、再生用ヘッド 1 4 から記録再生アンプ 1 2 を介して転送された信号をイコライズする。PR (1 , a , b , c , d , e , . . .) の伝達特性が $1 + a \cdot D + b \cdot D^2 + c \cdot D^3 + d \cdot D^4 + e \cdot D^5 + \dots = (1 - D) (1 + f_1 \cdot D + f_2 \cdot D^2 + f_3 \cdot D^3 + f_4 \cdot D^4 + \dots)$ のときに、具体的には、イコライザ 1 5 は、伝達特性が $1 + f_1 \cdot D + f_2 \cdot D^2 + f_3 \cdot D^3 + f_4 \cdot D^4 + \dots$ で表わされるようにイコライズを行う。

【 0 0 3 5 】

最尤復号器 1 6 は、イコライザ 1 5 によってイコライズされたデータの識別を行なう。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。そして、デコーダ 1 7 は、等化处理された信号を元のデータ (例えば (0 , 1 , 0)) に復号する。これにより、磁気記録媒体 2 0 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 】

【 0 0 3 6 】

以下、本発明の記録再生方法を具体的に行なった例を示す。

【 0 0 3 7 】

< B a F e 磁性層用塗布液の処方 >

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	20
質量平均分子量 : 1 0 0 0 0		
スルホン酸官能基 : 0 . 0 5 m e q / g		
研磨剤	8 部	
カーボンブラック (粒子サイズ : 0 . 0 1 5 μ m)	0 . 5 部	
# 5 5 (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 3 8 】

< 非磁性層用塗布液の処方 >

非磁性粉体 : α 酸化鉄	1 0 0 部	
平均一次粒子径 : 0 . 0 9 μ m 、 B E T 法による比表面積 : 5 0 m ² / g		
p H : 7 D B P 吸油量 : 2 7 ~ 3 8 m l / 1 0 0 g 、		
表面処理層 : A l ₂ O ₃ が粒子全体に対して 8 質量 % 存在		
カーボンブラック	2 5 部	
コンダクテックス S C - U (コロンビアンカーボン社製)		
塩化ビニル共重合体 : M R 1 0 4 (日本ゼオン社製)	1 3 部	
ポリウレタン樹脂 : U R 8 2 0 0 (東洋紡社製)	5 部	
フェニルホスホン酸	3 . 5 部	40
ブチルステアレート	1 部	
ステアリン酸	2 部	
メチルエチルケトン	2 0 5 部	
シクロヘキサノン	1 3 5 部	

【 0 0 3 9 】

< テープの製造 >

上記の塗布液の処方にしたがって、各成分をニーダで混練した。得られた混練液を、1 . 0 m m ϕ のジルコニアビーズを分散部の容積に対し 8 0 % 充填する量を入れた横型サンドミルにポンプで通液し、2 0 0 0 r p m で 1 2 0 分間 (実質的に分散部に滞留した時間) 分散処理を行なって磁性層用の分散液と非磁性層の分散液をそれぞれ調製した。得られ

10

20

30

40

50

た磁性層用の分散液には、さらにメチルエチルケトン 3 部を加え、 $1\ \mu\text{m}$ の平均粒径を有するフィルターを用いて濾過して磁性層形成用の塗布液を得た。また、非磁性層用の分散液には、ポリイソシアネートを 2.5 部、さらにメチルエチルケトン 3 部を加え、 $1\ \mu\text{m}$ の平均粒径を有するフィルターを用いて濾過して、非磁性層形成用の塗布液をそれぞれ調製した。

【0040】

得られた非磁性層形成用塗布液を、厚さ $4\ \mu\text{m}$ のポリエチレンナフタレートベース上に乾燥後の厚さが $1.5\ \mu\text{m}$ になるように塗布して乾燥させて非磁性層を形成した。その後、非磁性層の上に磁性層形成用の塗布液を磁性層の厚さが $30 \sim 210\ \text{nm}$ になるように逐次重層塗布を行ない、磁性層がまだ湿潤状態にあるうちに $600\ \text{mT}$ の磁力を持つコバルト磁石と $600\ \text{mT}$ の磁力を持つソレノイドにより磁性層内の BaFe 磁性体を面内配向させ、さらに $600\ \text{mT}$ のコバルト磁石で、垂直方向に磁界を印加して、斜めに磁性体を配向させ、磁性層の乾燥が終了するまでその垂直方向の磁界を保持した。次いで、7 段のカレンダで温度 90°C 、線圧 $300\ \text{kg/cm}$ ($294\ \text{kN/m}$) にて処理を行なった。その後、非磁性層および磁性層を形成した面と反対側の面に、下記処方のバック層形成層塗布液を塗布して、厚み $0.5\ \mu\text{m}$ のバック層を形成してウェブ原反を得た。

10

【0041】

バック層形成用塗布液

カーボンブラック (平均粒子サイズ: $17\ \text{nm}$) 100 部

炭酸カルシウム (平均粒子サイズ: $40\ \text{nm}$) 80 部

α アルミナ (平均粒子サイズ: $200\ \text{nm}$) 5 部

分散液 (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)

20

【0042】

前記のとおり、一面に非磁性層および磁性層を有し、他面にバック層を有するウェブ原反を、 $3.8\ \text{mm}$ の幅にスリットし、スリット品の送り出し部および巻き取り部を備える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ない、BaFe 磁性体を含む磁性層を有する磁気テープを得た。

【0043】

BaFe 磁性体を含む磁性層を有する磁気テープに、前記図 1 に示す構成を有する記録再生装置を用いて、規格化線密度 $K = (PW50) / (\text{bit 長})$ が異なるデータ波形を記録して、3 種類の再生用サンプルを用意した。これらの 3 種の磁気テープのそれぞれから再生される孤立反転再生波形 ($\gamma = 22\%$) について、PR (1, a, b, c) ML 方式、PR (1, a, b, c, d) ML 方式、PR (1, a, b, c, d, e) ML 方式によって、特性項の前半の項の和の絶対値が後半の項の和の絶対値よりも小さい係数でのエラーレートを測定した。また、通常の PRML 方式 (= PR (1, 1, -1, -1) ML 方式、PR (1, 2, 0, -2, -1) ML 方式、PR (1, 3, 2, -2, -3, -1) ML 方式) でのエラーレートも測定した。

30

【0044】

また、磁性体として、メタル (Fe を主成分とする強磁性合金粉末、 $\gamma = 3\%$) を用いた磁気テープ、ME (蒸着法による磁性層、 $\gamma = -13\%$) 磁気テープについても、同様にして、エラーレートを測定した。

40

得られた結果を表 1 に示す。

【0045】

【表 1】

整数型PR方式に対する エラーレート(桁)									
		前半項:下線 後半項:イタリック					前半項和	後半項和	波形1 BaFe $\gamma=22\%$
		係数a	係数b	係数c	係数d	係数e			
K=3.4	PR(1,a,b,c)	1.0	0.6	-0.7	-	-	1.6	< 1.8	波形2 メタル $\gamma=3\%$
		1.0	1.0	-1.0	-	-	2.0	= 2.0	波形3 ME $\gamma=-13\%$
		1.0	1.0	-0.9	-	-	2.0	> 1.7	
K=3.9	PR(1,a,b,c,d)	1.0	0.5	-0.7	-0.7	-	1.5	< 1.7	
		1.0	2.0	-2.0	-1.0	-	3.0	= 3.0	
		1.0	0.8	-0.7	-0.3	-	1.8	> 1.1	
K=4.7	PR(1,a,b,c,d,e)	1.0	1.1	-0.4	-0.8	-0.2	1.7	< 2.0	
		1.0	3.0	2.0	-3.0	-1.0	6.0	= 6.0	
		1.0	1.3	0.1	-0.9	-0.3	2.4	> 2.0	

表 1 に示す結果から、 $\gamma (= 22\%) > 0$ であるバリウムフェライト (BaFe) 磁性

10

20

30

40

50

体および γ ($= 3\%$) > 0 であるメタル (Fe を主成分とする強磁性合金粉末) 磁性体を用いた磁気テープでは、前記式 (1) または (2) の場合にエラーレートが低減することが分かった。

また、 γ ($= -13\%$) < 0 である ME (蒸着法による磁性層) 磁気テープでは、前記式 (3) または (4) の場合にエラーレートが低減することが分かった。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】本発明の記録再生装置の構成例を示すブロック図である。

【図2】孤立反転再生波形の一例を示す図である。

【図3】パーシャルレスポンス信号処理における信号系列の一例を示す図である。

【符号の説明】

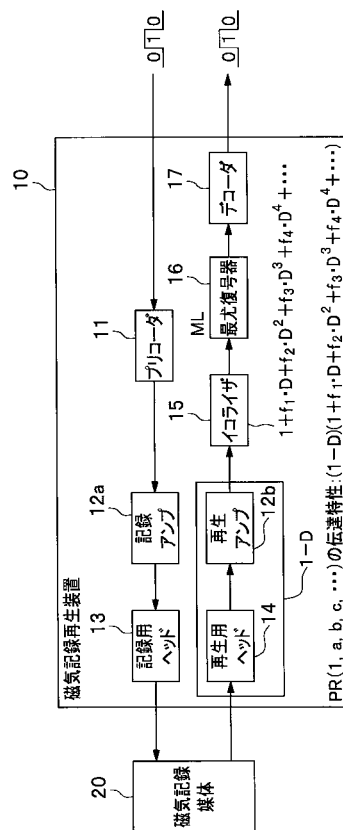
【0047】

- 10 記録再生装置
- 11 プリコーダ
- 12 記録再生アンプ
- 13 記録用ヘッド
- 14 再生用ヘッド
- 15 イコライザ
- 16 最尤復号器
- 17 デコーダ
- 20 磁気記録媒体

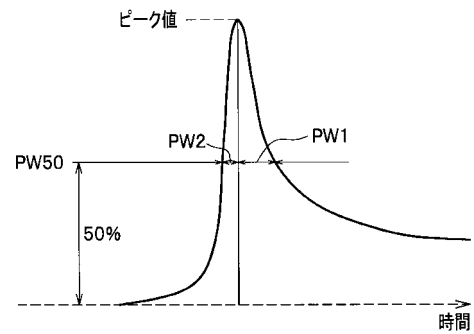
10

20

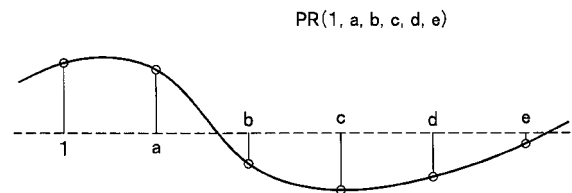
【図1】



【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2-14

Fターム(参考) 5D006 BA06

5D044 BC01 CC01 CC04 FG01 GL01 GL02 GL31