

(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2008-282501

(P2008-282501A)

(43) 公開日 平成20年11月20日(2008.11.20)

| (51) Int.Cl. | F 1 | テーマコード (参考) |
|-------------------------------|--------------|-------------|
| G 11 B 5/09 (2006.01) | G 11 B 5/09 | 3 3 1 |
| G 11 B 20/10 (2006.01) | G 11 B 20/10 | 3 2 1 Z |
| G 11 B 20/12 (2006.01) | G 11 B 20/10 | 3 1 1 |
| | G 11 B 20/12 | |
| | G 11 B 5/09 | 3 2 1 Z |

審査請求 未請求 請求項の数 21 O L (全 36 頁) 最終頁に続く

| | | | |
|-----------|------------------------------|------------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2007-127143 (P2007-127143) | (71) 出願人 | 000002185 ソニー株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号 |
| (22) 出願日 | 平成19年5月11日 (2007.5.11) | (74) 代理人 | 100104215 弁理士 大森 純一 |
| | | (74) 代理人 | 100117330 弁理士 折居 章 |
| | | (72) 発明者 | 中川 俊之 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 池上 友浩 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 |
| | | F ターム (参考) | 5D031 AA03 EE07 EE08 HH05 HH08 5D044 CC03 DE03 DE34 FG30 GK11 HH01 HH04 JJ01 JJ02 |

(54) 【発明の名称】再生装置、再生方法、記録装置、記録方法、記録再生装置、データフォーマット、及び記録媒体

(57) 【要約】

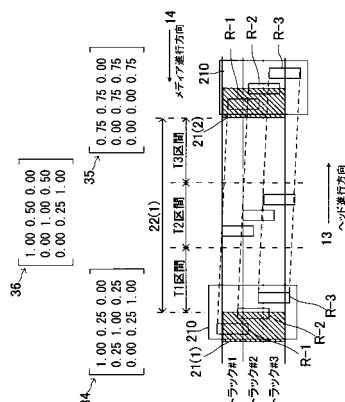
【課題】

メディアに記録ヘッドにより、データを再生するための信号処理の一単位である複数のトラックを記録し、複数のトラックに跨って信号を再生することが可能な再生ヘッドにより各トラックの信号を再生して、これらの再生信号を一単位にまとめ、信号処理を行うことによってトラックごとの再生信号を分離する磁気記録再生方式において、外乱等によるトラックずれに対するデータ再生の安定化を図る。

【解決手段】

データを挟んで連続する複数のプリアンブル内の分離パターンの再生信号からそれぞれチャネル推定演算の結果として求められた複数のチャネル行列をもとに、そのデータの区間内で可変のチャネル行列を推定し、この可変のチャネル行列を用いて、1ユニット分の再生信号からトラックごとの再生信号を分離する処理を行う。

【選択図】 図9



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数のトラックを有し、前記トラックごとに、データと、1以上の前記トラックに跨つて信号を再生することが可能な再生ヘッドと前記複数のトラックとの再生時のトラック幅方向の位置関係を検出するために必要なパターンを含むプリアンブルとが記録され、前記複数のトラックの前記データ及び前記プリアンブルを前記データを再生するための信号処理の一単位であるユニットとして、複数の前記ユニットがトラック方向に連続して記録された記録媒体から前記データを再生する装置であって、

前記ユニットごとの前記パターンの再生信号をもとに、前記再生ヘッドと前記複数のトラックとの再生時のトラック幅方向の位置関係に相当するチャネル行列を演算するチャネル推定演算部と、

前記ユニット内の前記パターンの再生信号をもとに前記チャネル推定演算部にて求められたチャネル行列を用いて、前記データの区間内で可変のチャネル行列を推定するチャネル行列推定部と、

前記チャネル行列推定部により推定された可変のチャネル行列を用いて、前記再生ヘッドによって再生された前記1ユニット分の前記データの再生信号から、前記トラックごとの前記データの再生信号を分離する信号分離演算部と

を具備することを特徴とする再生装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の再生装置であって、

前記チャネル行列推定部は、連続する複数の前記ユニット内の前記パターンの再生信号をもとに前記チャネル推定演算部にて求められた複数のチャネル行列を用いて、前記データの区間内で可変のチャネル行列を推定することを特徴とする再生装置。

【請求項 3】

請求項1に記載の再生装置であって、

前記チャネル行列推定部は、連続する複数の前記ユニット内の前記パターンの再生信号をもとに前記チャネル推定演算部によってそれぞれ求められた複数のチャネル行列から、前記データの区間を分割した個々の区間にそれぞれ対応する複数のチャネル行列を推定し、

前記信号分離演算部は、前記チャネル行列推定部によって得られた前記複数のチャネル行列を用いて、前記個々の区間ごとに、前記再生ヘッドによって再生された前記1ユニット分の前記データの再生信号から、前記トラックごとの前記データの再生信号を分離することを特徴とする再生装置。

【請求項 4】

請求項3に記載の再生装置であって、

前記チャネル行列推定部は、連続する複数の前記ユニット内の前記パターンの再生信号をもとに前記チャネル推定演算部によって求められた複数のチャネル行列から、直線補間によって、前記データの個々の区間にそれぞれ対応する複数のチャネル行列を推定することを特徴とする再生装置。

【請求項 5】

請求項1に記載の再生装置であって、

前記チャネル行列推定部は、連続する2つの前記ユニット内の前記パターンの再生信号をもとに前記チャネル推定演算部によって求められた2つのチャネル行列から、前記2つのユニット内の前記プリアンブルに挟まれたデータの区間内で可変のチャネル行列を推定することを特徴とする再生装置。

【請求項 6】

請求項1に記載の再生装置であって、

前記チャネル行列推定部は、連続する複数の前記ユニット内の前記パターンの再生信号をもとに前記チャネル推定演算部によって求められた複数のチャネル行列から、前記複数のパターンの両方よりも後方に位置するデータの区間内で可変のチャネル行列を推定する

10

20

30

40

50

ことを特徴とする再生装置。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の再生装置であって、

前記パターンが、前記トラックごとにユニークな位置に配置された、最小記録波長と同等あるいはそれ以上の記録波長の信号からなる分離パターンであることを特徴とする再生装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の再生装置であって、

前記パターンが、トラッキングサークル情報であることを特徴とする再生装置。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の再生装置であって、

前記信号分離演算部は、前記チャネル行列推定部により推定された前記可変のチャネル行列の一般化逆行列を求め、この一般化逆行列と、前記再生ヘッドによって再生された前記 1 ユニット分の前記データの再生信号とから、前記トラックごとの前記データの再生信号を分離することを特徴とする再生装置。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の再生装置であって、

前記信号分離演算部は、前記チャネル行列推定部により推定された可変のチャネル行列に対して、M M S E (Minimum Mean Squared Error) 法により、前記トラックごとの前記データの再生信号を分離することを特徴とする再生装置。

【請求項 11】

請求項 1 に記載の再生装置であって、

前記 1 ユニット分の複数のトラックに対してそれぞれ異なる位置関係で信号を再生可能なように、前記再生ヘッドを複数備えることを特徴とする再生装置。

【請求項 12】

請求項 1 に記載の再生装置であって、

前記 1 ユニット分の複数のトラックに対してそれぞれ異なる位置関係で信号を再生可能なように、前記再生ヘッドは前記トラックの幅方向に移動可能であることを特徴とする再生装置。

【請求項 13】

複数のトラックを有し、前記トラックごとに、データと、1 以上の前記トラックに跨って信号を再生することが可能な再生ヘッドと前記複数のトラックとの再生時のトラック幅方向の位置関係を検出するために必要なパターンを含むプリアンブルとが記録され、前記複数のトラックの前記データ及び前記プリアンブルを前記データを再生するための信号処理の一単位であるユニットとして、複数のユニットがトラック方向に連続して記録された記録媒体から前記データを再生する方法であって、

前記ユニットごとの前記パターンの再生信号をもとに、前記再生ヘッドと前記複数のトラックとの再生時のトラック幅方向の位置関係に相当するチャネル行列を演算するステップと、

連続する複数の前記ユニット内の前記パターンの再生信号をもとに前記チャネル行列演算ステップにてそれぞれ求められた複数のチャネル行列を用いて、前記データの区間内で可変のチャネル行列を推定するステップと、

前記推定された可変のチャネル行列を用いて、前記再生ヘッドによって再生された前記 1 ユニット分の前記データの再生信号から、前記トラックごとの前記データの再生信号を分離するステップと

を具備することを特徴とする再生方法。

【請求項 14】

記録媒体に複数のトラックを記録する装置であって、

前記トラックごとに記録すべきデータを符号化するマルチトラック記録符号化部と、

前記マルチトラック記録符号化部により符号化された前記トラックごとの前記データの

10

20

30

40

50

符号列にそれぞれ、1以上の前記トラックに跨って信号を再生することが可能な再生ヘッドと前記複数のトラックとの再生時のトラック幅方向の位置関係を検出するために必要なパターンを含むプリアンブルを付加するマルチトラックプリアンブル付加部と、

前記複数のトラックの前記プリアンブル及び前記データを、前記データを再生するための信号処理の一単位であるユニットとして、このユニットが前記トラック方向に複数配置されるように、前記マルチトラックプリアンブル付加部によって前記プリアンブルが付加された前記トラックごとのデータを前記記録ヘッドにより前記記録媒体に記録するマルチトラック記録部と

を具備することを特徴とする記録装置。

【請求項 15】

請求項14に記載の記録装置であって、

前記マルチトラックプリアンブル付加部は、前記トラックの最後に記録される前記データ以外のデータに対してはこのデータの前に前記プリアンブルを付加し、前記トラックの最後に記録される前記データに対してはこのデータの前後に前記プリアンブルを付加することを特徴とする記録装置。

【請求項 16】

記録媒体に複数のトラックを記録する方法であって、

前記トラックごとに記録すべきデータを符号化するステップと、

前記符号化された前記トラックごとの前記データの符号列にそれぞれ、1以上の前記トラックに跨って信号を再生することが可能な再生ヘッドと前記複数のトラックとの再生時のトラック幅方向の位置関係を検出するために必要なパターンを含むプリアンブルを付加するステップと、

前記複数のトラックの前記プリアンブル及び前記データを、前記データを再生するための信号処理の一単位であるユニットとして、このユニットが前記トラック方向に複数配置されるように、前記プリアンブルが付加された前記トラックごとのデータを前記記録ヘッドにより前記記録媒体に記録するステップと

を具備することを特徴とする記録方法。

【請求項 17】

複数のトラックを有し、前記トラックごとに、データと、1以上の前記トラックに跨って信号を再生することが可能な再生ヘッドと前記複数のトラックとの再生時のトラック幅方向の位置関係を検出するために必要なパターンを含むプリアンブルとが配置され、前記複数のトラックの前記データ及び前記プリアンブルが、前記データを再生するための信号処理の一単位として、前記複数のトラックにそれぞれ連続して配置されていることを特徴とするデータフォーマット。

【請求項 18】

請求項17に記載のデータフォーマットであって、

前記データの前後に前記プリアンブルが配置されていることを特徴とするデータフォーマット。

【請求項 19】

複数のトラックを有し、前記トラックごとに、データと、1以上の前記トラックに跨って信号を再生することが可能な再生ヘッドと前記複数のトラックとの再生時のトラック幅方向の位置関係を検出するために必要なパターンを含むプリアンブルとが記録され、前記複数のトラックの前記データ及び前記プリアンブルが、前記データを再生するための信号処理の一単位としてトラック方向に連続して記録された記録媒体。

【請求項 20】

請求項19に記載の記録媒体であって、

前記データの符号列の前後に前記プリアンブルが記録されていることを特徴とする記録媒体。

【請求項 21】

記録媒体に複数のトラックを記録する装置であって、

10

20

30

40

50

前記トラックごとに記録すべきデータを符号化するマルチトラック記録符号化部と、前記マルチトラック記録符号化部により符号化された前記トラックごとの前記データの符号列にそれぞれ、1以上の前記トラックに跨って信号を再生することが可能な再生ヘッドと前記複数のトラックとの再生時のトラック幅方向の位置関係を検出するために必要なパターンを含むプリアンブルを付加するマルチトラックプリアンブル付加部と、

前記複数のトラックの前記プリアンブル及び前記データを、前記データを再生するための信号処理の一単位であるユニットとして、このユニットが前記トラック方向に複数配置されるように、前記マルチトラックプリアンブル付加部によって前記プリアンブルが付加された前記トラックごとのデータを前記記録ヘッドにより前記記録媒体に記録するマルチトラック記録部と

10

を具備する記録装置と、

前記記録媒体から前記データを再生する装置であって、

前記ユニットごとの前記パターンの再生信号をもとに、前記再生ヘッドと前記複数のトラックとの再生時のトラック幅方向の位置関係に相当するチャネル行列を演算するチャネル推定演算部と、

前記ユニット内の前記パターンの再生信号をもとに前記チャネル推定演算部にて求められたチャネル行列を用いて、前記データの区間内で可変のチャネル行列を推定するチャネル行列推定部と、

前記チャネル行列推定部により推定された可変のチャネル行列を用いて、前記再生ヘッドによって再生された前記1ユニット分の前記データの再生信号から、前記トラックごとの前記データの再生信号を分離する信号分離演算部と

20

を具備する再生装置と

を具備することを特徴とする記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、データを再生するための信号処理の一単位が複数のトラックに分けて記録された記録媒体からデータを再生する再生装置及び再生方法、これに関連する記録装置、記録方法、記録再生装置、データフォーマット、及び記録媒体に関する。

30

【背景技術】

【0002】

近年、磁気ヘッドにおいては、磁気記録メディアの大容量化を図るために、更なる高密度記録が求められ、トラックのトラック幅を狭くすること（以下、「狭幅化」という。）に適した磁気ヘッドが採用されるようになってきている。一般的には、トラックの狭幅化にはトラック・サーボの精度向上が鍵となる。

【0003】

磁気テープ記録再生装置においては、狭幅化に伴い、サーボが困難になる対策案として、所謂ノントラッキング・システムが提唱され、実用化に至っている（たとえば特許文献1-5など）。このノントラッキング方式は、ヘリカル・スキャンにてダブルアジマス記録を行ったトラックに対し、識別のために、ブロックに分けてデータを記録することによって、目的のトラックを1回のトレースで再生できなくても、データを再構成できるものである。このノントラッキング方式によって、従来のトラック・サーボで必要とされる1トラック以内のトラック制御に対して、4倍以上のマージンが許容されるようになる。

40

【0004】

また、ノントラッキング技術は、ヘリカル・スキャンに留まらずリニア記録で使用されるための可能性が検討されている（たとえば特許文献6, 7など）。

【0005】

ところで、磁気記録メディアの基板に、たとえばポリエステルフィルムのような伸縮性をもった非磁性支持体を使用した場合、ダブルアジマス記録を行ったとしても、許容できる変形量はトラック・サーボを併用して、例えばトラック幅の2倍程度までであり、これ

50

以上の変形が発生する場合は、十分な S/N 比をもって信号を再生することができなかった。また、ダブルアジマスを持たない記録の場合では、トラックをまたがない所謂ガードバンドの幅を、トラック・サーボを併用した状態でも、エラーレート等の信頼性を劣化させないために、テープの変形量以下に押さえ込む必要があった

【0006】

このような問題は、これまで実現されていた信号再生方式においては、少なくとも 1 つの再生ヘッドが同時に複数のトラックから信号を読み込むことによって信号品質が著しく劣化することに起因する。それを回避するために、ガードバンドやダブルアジマス記録を行い、また再生ヘッドからは 1 つのトラックからの信号のみを拾うように工夫されてきた。

10

【0007】

しかし、さらに高トラック密度化を行う場合においては、先ずガードバンドの設置はその妨げとなる。また、再生時において隣接するトラックからの干渉を少なくすることができるダブルアジマス記録は、狭幅化した場合その効果は減少してしまう。

【0008】

このことは、ノントラッキング方式であっても同じであり、再生ヘッドは複数のトラックに跨って信号を再生するように見えるが、時間分割した場合、再生している信号は常に 1 つのトラックに対してだけであり、同一時間に複数のトラックを再生するということは行っていたなかった。

【0009】

また、ノントラッキング方式で高トラック密度化に対応しようとした際に、対象トラックの隣接するトラックからの信号を拾うことによってノイズが混入するようになるため、トラックの狭幅化対応が限界になってきている。

20

【0010】

磁気ヘッド装置の背景技術としてこのほか、記録密度を向上させるために、1 つのブロックに複数のヘッドを配置し、同一アジマスのブロックで形成する方式として、一度に複数のデータ・フレームを記録する技術がある（たとえば特許文献 8 及び特許文献 9 など）。

【0011】

これらの公知技術は、再生ヘッド幅をトラックの幅の半分程度にしなければならなくなるため、再生信号の出力を大きくとることができないという制約が生じ、たとえば S/N 比の確保の点で不利であり、更なる高密度記録化には必ずしも向いていなかった。

30

【0012】

MIMO (Multi-Input/Multi-Output) 技術は、無線通信に用いられるものとして広く知られている（たとえば特許文献 10 など）。

【0013】

また、MIMO に関する技術を磁気記録に使用する技術も知られている（たとえば非特許文献 1 など）。しかし、たとえば記録したトラックよりも広幅の再生ヘッドを使用する場合など、実用化に際して発生する課題が解決されていなかった。

40

【0014】

本発明においては、MIMO を使用した磁気記録方法としては前項で紹介した論文をもって実現しえなかった、磁気記録再生方法への MIMO 技術の実用化を実現するにあたり、公知技術からは予見しえなかった技術内容を明らかにするものである。

【特許文献 1】特許 1842057 号公報

【特許文献 2】特許 1842058 号公報

【特許文献 3】特許 1842059 号公報

【特許文献 4】特開平 04-370580 号公報

【特許文献 5】特開平 05-020788 号公報

【特許文献 6】特開平 10-283620 号公報

【特許文献 7】特開 2003-132504 号公報

50

【特許文献 8】特開 2003 - 338012 号公報

【特許文献 9】特開 2004 - 071014 号公報

【特許文献 10】特許 3664993 号公報

【非特許文献 1】論文 IEEE Trans. Mag. Vol. 30. No. 6 Nov. 1994 5100 ページ

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

上述したように従来の磁気記録再生方式では、記録密度を高めるに磁気記録メディアでのトラック幅を狭くする方法が採用されてきた。しかし、このまま高記録密度を追い求めてトラック幅を狭くしていくと、再生時にトラックを追いきれなくなるという問題が生じる。そこで、トラックに対する再生ヘッドの位置が多少とも外れていても、そのトラックから信号を読み取ることができるノントラッキング方式が提案されている。しかしながら、ノントラッキング方式で適切に再生信号を得るためには、再生ヘッドの設定に厳しい制約が伴う。この面からトラック幅の狭小化による高記録密度化には限界があった。

【0016】

そこで、本発明者らは、磁気記録メディアに記録ヘッドにより、データを再生するための信号処理の一単位である複数のトラックを記録し、磁気記録メディアの複数のトラックに跨って信号を再生することが可能な再生ヘッドにより、複数のトラックに対する信号を、複数のトラックに対して異なる位置関係で複数再生し、これら再生信号を一単位にまとめ、信号処理を行うことで、トラックごとの再生信号を生成するという方式を提案した。これによると、再生ヘッドの幅を決める制約が軽減し、トラック幅の狭小化、高記録密度化が可能である。

【0017】

図 20 は、上記の磁気記録再生方式を採用した記録装置 500 の構成を示す図である。

【0018】

同図に示すように、この記録装置 500 は、マルチトラック化部 110、マルチトラック記録符号化部 120、マルチトラックプリアンブル付加部 130、マルチトラック記録部 140、記録ヘッドアレイ 150 で構成される。

【0019】

マルチトラック化部 110 は、マルチトラック化のために記録データ 1 を記録ヘッドアレイ 150 に設けられた記録ヘッド W-1, W-2, W-3 の数 (M = 3) 分のデータに振り分けるデータ分配器 111 で構成される。

【0020】

マルチトラック記録符号化部 120 は、データ分配器 111 にて M 個に振り分けられた記録データを符号化する M 個の記録符号化部 121-1, 121-2, 121-3 で構成される。

【0021】

マルチトラックプリアンブル付加部 130 は、マルチトラック記録符号化部 120 によって符号化された各記録データに、トラックごとに特定のプリアンブルを付加する M 個のプリアンブル付加部 131-1, 131-2, 131-3 で構成される。

【0022】

マルチトラック記録部 140 は、プリアンブルが付加された各トラックの記録符号列を記録媒体に記録する手段であり、より詳細には、プリアンブルが付加された記録符号列に所望のタイミングを与える M 個の出力タイミング設定部 141-1, 141-2, 141-3 と、記録補償処理を行う M 個の記録補償部 144-1, 144-2, 144-3 と、記録補償処理後の記録符号列をもとに個々の記録ヘッド W-1, W-2, W-3 を駆動する M 個の記録アンプ 147-1, 147-2, 147-3 とで構成される。

【0023】

図 21 は、この記録装置 500 によるユニット記録の動作を示すフローチャートである。この記録装置 100 では、まず、入力された記録データ 1 がマルチトラック化部 110

10

20

30

40

50

にて、記録ヘッドW-1, W-2, W-3の数(M=3)のデータ、すなわちユニットを構成するトラック数分のデータに分配される(ステップS501)。

【0024】

分配された各データは、それぞれマルチトラック記録符号化部120の記録符号化部121-1, 121-2, 121-3にて、磁気記録メディア2の記録再生特性を考慮した符号列に符号化される。このときデータの符号列に、復調用同期パターンなどの、データ復調時に必要な情報も付加される(ステップS502)。

【0025】

次に、符号化されたそれぞれの記録データの所定の位置に、マルチトラックプリアンブル付加部130のプリアンブル付加部131-1, 131-2, 131-3にて、ユニット単位のデータを再生する制御のために必要なパターンがプリアンブルとして付加され、記録符号列が得られる(ステップS503)。

10

【0026】

ここで、符号化されたそれぞれの記録データの所定の位置とは、連続して記録符号列が記録再生されることを考慮して決められた位置である。また、プリアンブルとしては、例えば、再生信号に対するゲイン制御のための学習に用いられるゲイン制御パターン、ビット同期処理などに用いられる同期パターン、及び、複数の再生ヘッドと1ユニット分の複数のトラックとのトラック幅方向の位置関係に相当するチャネル行列を演算するために必要な分離パターンなどがある。ここで、1ユニット分の複数のトラックとは、データを再生するための信号処理の一単位を構成する複数のトラックである。同期パターンはトラックごとの分離パターンやデータの開始位置を特定するための情報としても用いられる。これらのパターンは、マルチトラック記録符号化部120の記録符号化部121-1, 121-2, 121-3で生成される符号列の規則を考慮して作成されたものである。

20

【0027】

それぞれのトラックごとの記録符号列は、マルチトラック記録部140の出力タイミング設定部141-1, 141-2, 141-3にて所望のタイミングが与えられた後、記録補償部144-1, 144-2, 144-3にて、磁気記録メディア2への記録に最適化するための記録補償処理が施される。

【0028】

この後、トラックごとの記録符号列は、記録アンプ147-1, 147-2, 147-3において電圧から電流に変換されて記録ヘッドW-1, W-2, W-3に送られ、記録ヘッドW-1, W-2, W-3によって磁気記録メディア2に記録される(ステップS504)。

30

【0029】

そして、以上の磁気記録メディア2へのユニット単位の記録動作は、トラック方向に複数のユニットが連続して配置されるように繰り返される。

【0030】

次に、上記の磁気記録再生方式を採用した再生装置について説明する。

【0031】

図22は上記の磁気記録再生方式を採用した再生装置600の構成を示す図である。

40

【0032】

同図に示すように、この再生装置600は、再生ヘッドアレイ210、チャネル再生部220、信号分離部230、マルチトラック復調部240、及び復元部260を備える。

【0033】

再生ヘッドアレイ210は、磁気記録メディア2に記録された各トラックから信号を読み出すN(N=3)個の再生ヘッドR-1, R-2, R-3を有する。それぞれの再生ヘッドR-1, R-2, R-3は、磁気記録メディア2上で隣接する1以上のトラックから信号を再生することが可能なように、そのヘッド幅及び配置が決められている。

【0034】

チャネル再生部220は、再生ヘッドアレイ210に搭載されたN個の再生ヘッドR-

50

1, R - 2, R - 3 によって再生された信号を増幅する N 個の再生アンプ 221 - 1, 221 - 2, 221 - 3 と、N 個の再生アンプ 221 - 1, 221 - 2, 221 - 3 の出力の振幅レベルが所定の値になるようにゲインを制御するゲイン調整部 224 - 1, 224 - 2, 224 - 3 と、ゲイン調整部 224 - 1, 224 - 2, 224 - 3 の出力を所定のビット幅のデジタル値に量子化する A/D コンバータ 225 - 1, 225 - 2, 225 - 3 とを備える。

【0035】

なお、A/D コンバータ 225 - 1, 225 - 2, 225 - 3 の直前には必要に応じて不要な高域成分を除去するローパス・フィルタが備えられていてもよい。

【0036】

また、ゲイン調整部 224 - 1, 224 - 2, 224 - 3 は、A/D コンバータ 225 - 1, 225 - 2, 225 - 3 の前段ではなく後段に配置されてもよい。これは、A/D コンバータ 225 - 1, 225 - 2, 225 - 3 のビット幅をより有効に用いたり、ゲイン調整部 224 - 1, 224 - 2, 224 - 3 の構成を、プリアンプに含まれる各パターンの検出を考慮した簡単なものとしたい場合に有効である。

【0037】

信号分離部 230 は、A/D コンバータ 225 - 1, 225 - 2, 225 - 3 の出力から同期パターンの検出を行う同期信号検出器 231 と、同期信号検出器 231 によって検出された同期信号をもとに分離パターンの開始位置を特定して、その分離パターンを用いてチャネル推定演算および信号分離演算を行うことによって、複数の再生ヘッド R - 1, R - 2, R - 3 によってそれぞれ再生された 1 ユニット分の再生信号からトラックごとの再生信号を分離する信号分離処理部 236 とを備える。

【0038】

マルチトラック復調部 240 は、信号分離処理部 236 にて分離されたトラックごとの再生信号に対して等化処理を行う M 個の等化器 241 - 1, 241 - 2, 241 - 3 と、等化器 241 - 1, 241 - 2, 241 - 3 の出力からビット同期を行う M 個の PLL 242 - 1, 242 - 2, 242 - 3 と、PLL 242 - 1, 242 - 2, 242 - 3 で生成されたビット同期信号を用いて各トラックごとの再生信号を二値化して符号列を生成する、たとえばビタビ検出器など M 個の検出器 243 - 1, 243 - 2, 243 - 3 と、検出器 243 - 1, 243 - 2, 243 - 3 の出力である 2 値化された再生信号から符号列上の同期パターンを検出する M 個の同期信号検出器 244 - 1, 244 - 2, 244 - 3 と、同期信号検出器 244 - 1, 244 - 2, 244 - 3 により検出された同期パターンをもとにデータの開始位置を特定して符号列からデータ列を復号する M 個の復号器 245 - 1, 245 - 2, 245 - 3 とを備える。

【0039】

復元部 260 は、マルチトラック復調部 240 内の M 個の復号器 245 - 1, 245 - 2, 245 - 3 より出力された各トラックのデータを、記録時と逆の動作により連結して再生データ 3 を復元するデータ結合器 261 を備える。

【0040】

図 23 は、この再生装置 600 のユニット再生の動作の流れを示すフローチャートである。この再生装置 600 では、まず、それぞれ隣接する 1 以上のトラックから信号を再生することが可能な N 個の再生ヘッド R - 1, R - 2, R - 3 によって、磁気記録メディア 2 の 1 ユニット分の複数のトラックから信号が再生される（ステップ S601）。

【0041】

次に、ゲイン調整部 224 - 1, 224 - 2, 224 - 3 にて、各再生アンプ 221 - 1, 221 - 2, 221 - 3 の出力の振幅レベルが調整された後、ゲイン調整部 224 - 1, 224 - 2, 224 - 3 の出力は A/D コンバータ 225 - 1, 225 - 2, 225 - 3 にてデジタル値に変換されて同期信号検出器 231 に出力される（ステップ S602）。

【0042】

10

20

30

40

50

同期信号検出器 231 は、A/D コンバータ 225-1, 225-2, 225-3 の出力ごとに、プリアンブル内の分離パターンの開始位置などを知るための同期パターンの検出を行う（ステップ S603）。

【0043】

次に、信号分離処理部 236 は、同期信号検出器 231 によって検出された同期信号をもとに分離パターンの開始位置を特定して、その分離パターンを用いてチャネル推定演算によって各再生ヘッド R-1, R-2, R-3 と 1 ユニット分の複数のトラックとのトラック幅方向の位置関係に相当するチャネル行列を求めた後（ステップ S604）、このチャネル行列をもとに、各再生ヘッド R-1, R-2, R-3 によって再生された 1 ユニット分の再生信号から、トラック R-1, R-2, R-3 ごとの再生信号を分離する（ステップ S605）。

10

【0044】

この後は、トラックごとの再生信号からマルチトラック復調部 240 にてデータ列の復号が行われ（ステップ S606）、復元部 260 にて各トラックごとのデータが連結されて再生データ 3 が得られる（ステップ S607）。

【0045】

ところで上記の磁気記録再生方式を採用する場合における、より安定した再生信号を得るために技術的課題の一つとしては、例えば、トラックずれに対する追随性の向上がある。

【0046】

すなわち、上記の磁気記録再生方式では、再生中に外乱等によりトラッキングが不安定となった場合、個々の再生ヘッドの各トラックに対するトラック幅方向での位置関係が変動し、これによって良好なチャネル推定情報が得られなくなることで、再生が不安定になるおそれがある。

20

【0047】

本発明は、かかる事情を鑑み、トラックずれに対するデータ再生の安定化を図ることのできる再生装置、再生方法、記録装置、記録方法、記録再生装置、データフォーマット、及び記録媒体を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0048】

上記の課題を解決するために、本発明の再生装置は、複数のトラックを有し、前記トラックごとに、データと、1 以上の前記トラックに跨って信号を再生することが可能な再生ヘッドと前記複数のトラックとの再生時のトラック幅方向の位置関係を検出するために必要なパターンを含むプリアンブルとが記録され、前記複数のトラックの前記データ及び前記プリアンブルを前記データを再生するための信号処理の一単位であるユニットとして、複数の前記ユニットがトラック方向に連続して記録された記録媒体から前記データを再生する装置であって、前記ユニットごとの前記パターンの再生信号をもとに、前記再生ヘッドと前記複数のトラックとの再生時のトラック幅方向の位置関係に相当するチャネル行列を演算するチャネル推定演算部と、前記ユニット内の前記パターンの再生信号をもとに前記チャネル推定演算部にて求められたチャネル行列から、前記データの区間内で可変のチャネル行列を推定するチャネル行列推定部と、前記チャネル行列推定部により推定された可変のチャネル行列を用いて、前記再生ヘッドによって再生された前記 1 ユニット分の前記データの再生信号から、前記トラックごとの前記データの再生信号を分離する信号分離演算部とを具備する。

30

【0049】

この発明によれば、データの区間内で、再生ヘッドと複数のトラックとのトラック幅方向の位置関係に相当するチャネル行列をトラックずれの状況に応じて可変にすることによって、トラックずれに対するデータ再生の安定化を図ることができる。

40

【0050】

本発明の再生装置において、前記チャネル行列推定部は、連続する複数の前記ユニット

50

内の前記パターンの再生信号をもとに前記チャネル推定演算部にて求められた複数のチャネル行列を用いて、前記データの区間内で可変のチャネル行列を推定することとしてよい。これにより、トラックずれの状況をより正確に検出することができ、トラックずれに対するデータ再生の安定化を図ることができる。

【0051】

本発明の再生装置において、前記チャネル行列推定部は、連続する複数の前記ユニット内の前記パターンの再生信号をもとに前記チャネル推定演算部によってそれぞれ求められた複数のチャネル行列から、前記データの区間を分割した個々の区間にそれぞれ対応する複数のチャネル行列を推定し、前記信号分離演算部は、前記チャネル行列推定部によって得られた前記複数のチャネル行列を用いて、前記個々の区間ごとに、前記再生ヘッドによって再生された前記1ユニット分の前記データの再生信号から、前記トラックごとの前記データの再生信号を分離することとしてもよい。これにより、データの区間を分割した個々の区間ごとに、トラックずれの状況に応じた適切なチャネル行列を得ることができ、トラックずれに対するデータ再生の安定化を図ることができる。

10

【0052】

本発明の再生装置において、前記チャネル行列推定部は、連続する複数の前記ユニット内の前記パターンの再生信号をもとに前記チャネル推定演算部によって求められた複数のチャネル行列から、直線補間によって、前記データの個々の区間にそれぞれ対応する複数のチャネル行列を推定することとしてもよい。このようにして直線補間を用いることで、データの区間を分割した個々の区間ごとに、トラックずれの状況に応じた適切なチャネル行列を得ることができ、トラックずれに対するデータ再生の安定化を図ることができる。

20

【0053】

本発明の再生装置において、前記チャネル行列推定部は、連続する2つの前記ユニット内の前記パターンの再生信号をもとに前記チャネル推定演算部によって求められた2つのチャネル行列から、前記2つのユニット内の前記プリアンブルに挟まれたデータの区間内で可変のチャネル行列を推定することとしてもよい。また、前記チャネル行列推定部は、連続する複数の前記ユニット内の前記パターンの再生信号をもとに前記チャネル推定演算部によって求められた複数のチャネル行列から、前記複数のパターンの両方よりも後方に位置するデータの区間内で可変のチャネル行列を推定することとしてもよい。

30

【0054】

前記パターンとしては、前記トラックごとにユニークな位置に配置された、最小記録波長と同等あるいはそれ以上の記録波長の信号からなる分離パターンを用いることができる。また、トラッキングサーボ情報を用いてもよい。

【0055】

本発明の再生装置において、前記信号分離演算部は、前記チャネル行列推定部により推定された前記可変のチャネル行列の一般化逆行列を求め、この一般化逆行列と、前記再生ヘッドによって再生された前記1ユニット分の前記データの再生信号とから、前記トラックごとの前記データの再生信号を分離することとしてもよい。また、前記信号分離演算部は、前記チャネル行列推定部により推定された可変のチャネル行列に対して、M M S E (Minimum Mean Squared Error) 法により、前記トラックごとの前記データの再生信号を分離することとしてもよい。

40

【0056】

本発明の再生装置は、前記1ユニット分の複数のトラックに対してそれぞれ異なる位置関係で信号を再生可能なように、前記再生ヘッドを複数備えたものであってもよい。

【0057】

本発明の別の観点に基づく再生方法は、複数のトラックを有し、前記トラックごとに、データと、1以上の前記トラックに跨って信号を再生することが可能な再生ヘッドと前記複数のトラックとの再生時のトラック幅方向の位置関係を検出するためには必要なパターンを含むプリアンブルとが記録され、前記複数のトラックの前記データ及び前記プリアンブルを前記データを再生するための信号処理の一単位であるユニットとして、複数のユニッ

50

トがトラック方向に連続して記録された記録媒体から前記データを再生する方法であって、前記ユニットごとの前記パターンの再生信号をもとに、前記再生ヘッドと前記複数のトラックとの再生時のトラック幅方向の位置関係に相当するチャネル行列を演算するステップと、連続する複数の前記ユニット内の前記パターンの再生信号をもとに前記チャネル行列演算ステップにてそれぞれ求められた複数のチャネル行列を用いて、前記データの区間内で可変のチャネル行列を推定するステップと、前記推定された可変のチャネル行列を用いて、前記再生ヘッドによって再生された前記1ユニット分の前記データの再生信号から、前記トラックごとの前記データの再生信号を分離するステップとを具備する。

【0058】

この発明によれば、データの区間内で、再生ヘッドと複数のトラックとのトラック幅方向の位置関係に相当するチャネル行列をトラックずれの状況に応じて可変することによって、トラックずれに対するデータ再生の安定化を図ることができる。

【0059】

本発明の別の観点に基づく記録装置は、記録媒体に複数のトラックを記録する装置であって、前記トラックごとに記録すべきデータを符号化するマルチトラック記録符号化部と、前記マルチトラック記録符号化部により符号化された前記トラックごとの前記データの符号列にそれぞれ、1以上の前記トラックに跨って信号を再生することが可能な再生ヘッドと前記複数のトラックとの再生時のトラック幅方向の位置関係を検出するために必要なパターンを含むプリアンブルを付加するマルチトラックプリアンブル付加部と、前記複数のトラックの前記プリアンブル及び前記データを、前記データを再生するための信号処理の一単位であるユニットとして、このユニットが前記トラック方向に複数配置されるように、前記マルチトラックプリアンブル付加部によって前記プリアンブルが付加された前記トラックごとのデータを前記記録ヘッドにより前記記録媒体に記録するマルチトラック記録部とを具備する。

【0060】

この発明によれば、複数のトラックのプリアンブル及びデータを、データを再生するための信号処理の一単位であるユニットとして、このユニットをトラック方向に複数配置して記録媒体に記録することができるので、本発明の再生装置において、連続する複数のユニット内のパターンの再生信号からチャネル推定演算によってそれぞれのチャネル行列を求め、これら複数のチャネル行列を用いて、データの区間内で可変のチャネル行列を推定して、推定された可変のチャネル行列を用いて、前記再生ヘッドによって再生された前記1ユニット分の前記データの再生信号から、前記トラックごとの前記データの再生信号を分離することが可能になる。

【0061】

本発明の記録装置において、前記マルチトラックプリアンブル付加部は、前記トラックの最後に記録される前記データ以外のデータに対してはこのデータの前に前記プリアンブルを付加し、前記トラックの最後に記録される前記データに対してはこのデータの前後に前記プリアンブルを付加することとしてもよい。これにより、本発明の再生装置にて、データの前後に配置された2つのプリアンブル内のパターンの再生信号からそれぞれチャネル推定演算によって複数のチャネル行列を演算して、これら複数のチャネル行列を用いて、データの区間内で可変のチャネル行列を推定することが可能になる。

【0062】

本発明の別の観点に基づく記録方法は、記録媒体に複数のトラックを記録する方法であって、前記トラックごとに記録すべきデータを符号化するステップと、前記符号化された前記トラックごとの前記データの符号列にそれぞれ、1以上の前記トラックに跨って信号を再生することが可能な再生ヘッドと前記複数のトラックとの再生時のトラック幅方向の位置関係を検出するために必要なパターンを含むプリアンブルを付加するステップと、前記複数のトラックの前記プリアンブル及び前記データを、前記データを再生するための信号処理の一単位であるユニットとして、このユニットが前記トラック方向に複数配置されるように、前記プリアンブルが付加された前記トラックごとのデータを前記記録ヘッドに

10

20

30

40

50

より前記記録媒体に記録するステップとを具備する。

【0063】

この発明によれば、複数のトラックのプリアンブル及びデータを、データを再生するための信号処理の一単位であるユニットとして、このユニットをトラック方向に複数配置して記録媒体に記録することができるので、本発明の再生装置において、連続する複数のユニット内のパターンの再生信号からチャネル推定演算によってそれぞれのチャネル行列を求め、これら複数のチャネル行列を用いて、データの区間内で可変のチャネル行列を推定して、推定された可変のチャネル行列を用いて、前記再生ヘッドによって再生された前記1ユニット分の前記データの再生信号から、前記トラックごとの前記データの再生信号を分離することが可能になる。

10

【0064】

本発明の別の観点に基づくデータフォーマットは、複数のトラックを有し、前記トラックごとに、データと、1以上の前記トラックに跨って信号を再生することができる再生ヘッドと前記複数のトラックとの再生時のトラック幅方向の位置関係を検出するために必要なパターンを含むプリアンブルとが配置され、前記複数のトラックの前記データ及び前記プリアンブルが、前記データを再生するための信号処理の一単位として、前記複数のトラックにそれぞれ連続して配置されたものである。

【0065】

このデータフォーマットによれば、本発明の再生装置において、連続する複数のユニット内のパターンの再生信号からチャネル推定演算によってそれぞれのチャネル行列を求め、これら複数のチャネル行列を用いて、データの区間内で可変のチャネル行列を推定して、推定された可変のチャネル行列を用いて、前記再生ヘッドによって再生された前記1ユニット分の前記データの再生信号から、前記トラックごとの前記データの再生信号を分離することが可能になる。

20

【0066】

本発明のデータフォーマットは、前記データの前後に前記プリアンブルが配置されたものであってもよい。これにより、これにより、本発明の再生装置にて、データの前後に配置された2つのプリアンブル内のパターンの再生信号からそれぞれチャネル推定演算によって複数のチャネル行列を演算して、これら複数のチャネル行列を用いて、データの区間内で可変のチャネル行列を推定することが可能になる。

30

【0067】

本発明の別の観点に基づく記録媒体は、複数のトラックを有し、前記トラックごとに、データと、1以上の前記トラックに跨って信号を再生することができる再生ヘッドと前記複数のトラックとの再生時のトラック幅方向の位置関係を検出するために必要なパターンを含むプリアンブルとが記録され、前記複数のトラックの前記データ及び前記プリアンブルが、前記データを再生するための信号処理の一単位としてトラック方向に連続して記録されたものである。

【発明の効果】

【0068】

本発明の再生装置、再生方法、記録装置、記録方法、記録再生装置、データフォーマット、及び記録媒体によれば、トラックずれに対するデータ再生の安定化を図ることができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0069】

以下、本発明の実施形態を図面に基づき詳細に説明する。

【0070】

(第1の実施形態)

【0071】

本発明の第1の実施形態として、マルチヘッドを用いた磁気記録再生方式について説明する。ここで記録ヘッドの数をM、再生ヘッドの数をNとし、この実施形態では、M = 3

50

、 $N = 3$ とする。

【0072】

図1は、本発明の第1の実施形態の磁気記録再生方式における記録装置100の構成を示す図である。

【0073】

同図に示すように、この記録装置100は、マルチトラック化部110、マルチトラック記録符号化部120、マルチトラックプリアンブル付加部130、マルチトラック記録部140、記録ヘッドアレイ150で構成される。

【0074】

マルチトラック化部110は、マルチトラック化のために記録データ1を記録ヘッドアレイ150に設けられた記録ヘッドW-1, W-2, W-3の数($M = 3$)分のデータに振り分けるデータ分配器111で構成される。

【0075】

マルチトラック記録符号化部120は、データ分配器111にて M 個に振り分けられた記録データを符号化する M 個の記録符号化部121-1, 121-2, 121-3で構成される。

【0076】

マルチトラックプリアンブル付加部130は、マルチトラック記録符号化部120によって符号化された各記録データに、トラックごとに特定のプリアンブルを付加する M 個のプリアンブル付加部131-1, 131-2, 131-3で構成される。

【0077】

マルチトラック記録部140は、プリアンブルが付加された各トラックの記録符号列を記録媒体に記録する手段であり、より詳細には、プリアンブルが付加された記録符号列に所望のタイミングを与える M 個の出力タイミング設定部141-1, 141-2, 141-3と、記録補償処理を行う M 個の記録補償部144-1, 144-2, 144-3と、記録補償処理後の記録符号列をもとに個々の記録ヘッドW-1, W-2, W-3を駆動する M 個の記録アンプ147-1, 147-2, 147-3とで構成される。

【0078】

図2は、この記録装置100によるユニット記録の動作を示すフローチャートである。この記録装置100では、まず、入力された記録データ1がマルチトラック化部110にて、記録ヘッドW-1, W-2, W-3の数($M = 3$)のデータ、すなわちユニットを構成するトラック数分のデータに分配される(ステップS101)。

【0079】

分配された各データは、それぞれマルチトラック記録符号化部120の記録符号化部121-1, 121-2, 121-3にて、磁気記録メディア2の記録再生特性を考慮した符号列に符号化される。このときデータの符号列に、復調用同期パターンなどの、データ復調時に必要な情報も付加される(ステップS102)。

【0080】

次に、符号化されたそれぞれの記録データの所定の位置に、マルチトラックプリアンブル付加部130のプリアンブル付加部131-1, 131-2, 131-3にて、ユニット単位のデータを再生する制御のために必要なパターンがプリアンブルとして付加され、記録符号列が得られる(ステップS103)。

【0081】

ここで、符号化されたそれぞれの記録データの所定の位置とは、連続して記録符号列が記録再生されることを考慮して決められた位置である。また、プリアンブルとしては、例えば、再生信号に対するゲイン制御のための学習に用いられるゲイン制御パターン、ビット同期処理などに用いられる同期パターン、及び、複数の再生ヘッドと1ユニット分の複数のトラックとのトラック幅方向の位置関係に相当するチャネル行列を演算するために必要な分離パターンなどがある。ここで、1ユニット分の複数のトラックとは、データを再生するための信号処理の一単位を構成する複数のトラックである。同期パターンはトラック

10

20

30

40

50

クごとの分離パターンやデータの開始位置を特定するための情報としても用いられる。これらのパターンは、マルチトラック記録符号化部120の記録符号化部121-1, 121-2, 121-3で生成される符号列の規則を考慮して作成されたものである。

【0082】

それぞれのトラックごとの記録符号列は、マルチトラック記録部140の出力タイミング設定部141-1, 141-2, 141-3にて所望のタイミングが与えられた後、記録補償部144-1, 144-2, 144-3にて、磁気記録メディア2への記録に最適化するための記録補償処理が施される。

【0083】

この後、トラックごとの記録符号列は、記録アンプ147-1, 147-2, 147-3において電圧から電流に変換されて記録ヘッドW-1, W-2, W-3に送られ、記録ヘッドW-1, W-2, W-3によって磁気記録メディア2に記録される（ステップS104）。

【0084】

そして、以上の磁気記録メディア2へのユニット単位の記録動作は、トラック方向に複数のユニットが連続して配置されるように繰り返される。

【0085】

次に、本発明の第1の実施形態の磁気記録再生方式における再生装置について説明する。

【0086】

図3は本発明の第1の実施形態の磁気記録再生方式における再生装置200の構成を示す図である。

【0087】

同図に示すように、再生装置200は、再生ヘッドアレイ210、チャネル再生部220、信号分離処理部230、マルチトラック復調部240、及び復元部260を備える。

【0088】

再生ヘッドアレイ210は、磁気記録メディア2に記録された各トラックから信号を読み出すN（N=3）個の再生ヘッドR-1, R-2, R-3を有する。それぞれの再生ヘッドR-1, R-2, R-3は、磁気記録メディア2上で隣接する1以上のトラックから信号を再生することが可能なように、そのヘッド幅及び配置が決められている。

【0089】

チャネル再生部220は、再生ヘッドアレイ210に搭載されたN個の再生ヘッドR-1, R-2, R-3によって再生された信号を増幅するN個の再生アンプ221-1, 221-2, 221-3と、N個の再生アンプ221-1, 221-2, 221-3の出力の振幅レベルが所定の値になるようにゲインを制御するゲイン調整部224-1, 224-2, 224-3と、ゲイン調整部224-1, 224-2, 224-3の出力を所定のビット幅のデジタル値に量子化するA/Dコンバータ225-1, 225-2, 225-3とを備える。

【0090】

なお、A/Dコンバータ225-1, 225-2, 225-3の直前には必要に応じて不要な高域成分を除去するローパス・フィルタが備えられていてもよい。

【0091】

また、ゲイン調整部224-1, 224-2, 224-3は、A/Dコンバータ225-1, 225-2, 225-3の前段ではなく後段に配置されてもよい。これは、A/Dコンバータ225-1, 225-2, 225-3のビット幅をより有効に用いたり、ゲイン調整部224-1, 224-2, 224-3の構成を、プリアンプに含まれる各パターンの検出を考慮した簡単なものとしたい場合に有効である。

【0092】

信号分離処理部230は、A/Dコンバータ225-1, 225-2, 225-3の出力から同期パターンの検出を行う同期信号検出器231と、同期信号検出器231によっ

10

20

30

40

50

て検出された同期パターンをもとに分離パターンの開始位置を特定して、この分離パターンの再生信号を用いてチャネル推定演算を行うチャネル推定演算部 232 と、データを挟んで連続する複数のブリアンブルの再生信号からチャネル推定演算によってそれぞれ求められた複数のチャネル行列を用いて、データの区間内で可変のチャネル行列を推定するチャネル行列推定部 233 と、チャネル行列推定部 233 によって推定された、データの区間内で可変のチャネル行列を用いて、各再生ヘッド R-1, R-2, R-3 によって再生された 1 ユニット分の再生信号から、トラックごとの再生信号を分離する信号分離演算部 234 とを備える。

【0093】

なお、信号分離処理部 230 は、処理を行うために必要なデータ等の情報を記憶する図示しない記憶部を持っている。信号分離処理部 230 は、この記憶部に、例えば、ブリアンブルとデータからなる所定のユニット分の情報を記憶して処理を行う。

【0094】

マルチトラック復調部 240 は、図 4 に示すように、信号分離演算部 234 にて分離されたトラックごとの再生信号に対して等化処理を行う M 個の等化器 241-1, 241-2, 241-3 と、等化器 241-1, 241-2, 241-3 の出力からビット同期を行う M 個の PLL 242-1, 242-2, 242-3 と、PLL 242-1, 242-2, 242-3 で生成されたビット同期信号を用いて各トラックごとの再生信号を二値化して符号列を生成する、たとえばビタビ検出器など M 個の検出器 243-1, 243-2, 243-3 と、検出器 243-1, 243-2, 243-3 の出力である 2 値化された再生信号から符号列上の同期パターンを検出する M 個の同期信号検出器 244-1, 244-2, 244-3 と、同期信号検出器 244-1, 244-2, 244-3 により検出された同期パターンをもとにデータの開始位置を特定して符号列からデータ列を復号する M 個の復号器 245-1, 245-2, 245-3 とを備える。なお、マルチトラック復調部 240 は、上記の処理を行うために必要なデータ等の情報を記憶する、図示しない記憶部を有している。

【0095】

図 3 に戻って、復元部 260 は、マルチトラック復調部 240 内の M 個の復号器 245-1, 245-2, 245-3 より出力された各トラックのデータを、記録時と逆の動作により連結して再生データ 3 を復元するデータ結合器 261 を備える。

【0096】

図 5 は、この再生装置 200 のユニット再生の動作の流れを示すフローチャートである。この再生装置 200 では、まず、それぞれ隣接する 1 以上のトラックから信号を再生することが可能な N 個の再生ヘッド R-1, R-2, R-3 によって、磁気記録メディア 2 の 1 ユニット分の複数のトラックから信号が再生される（ステップ S201）。

【0097】

次に、ゲイン調整部 224-1, 224-2, 224-3 にて、各再生アンプ 221-1, 221-2, 221-3 の出力の振幅レベルが調整された後、ゲイン調整部 224-1, 224-2, 224-3 の出力は A/D コンバータ 225-1, 225-2, 225-3 にてデジタル値に変換されて同期信号検出器 231 に出力される（ステップ S202）。

【0098】

同期信号検出器 231 は、A/D コンバータ 225-1, 225-2, 225-3 の出力ごとに、ブリアンブル内の分離パターンの開始位置などを知るための同期パターンの検出を行う（ステップ S203）。

【0099】

次に、チャネル推定演算部 232 は、同期信号検出器 231 によって検出された同期パターンをもとに各再生信号に配置されている分離パターンの開始位置を特定し、その分離パターンの再生信号をもとに所定のチャネル推定演算によって各再生ヘッド R-1, R-2, R-3 と 1 ユニット分の複数のトラックとのトラック幅方向の位置関係に相当するチ

10

20

30

40

50

チャネル行列を求める（ステップ S 204）。

【0100】

次に、チャネル行列推定部 233 は、トラック上でデータを挟んで連続する複数のプリアンブル中の分離パターンの再生信号からチャネル推定演算によって求められた複数のチャネル行列を用いて、そのデータの区間内で可変のチャネル行列を推定する（ステップ S 205）。

【0101】

次に、信号分離演算部 234 は、チャネル推定演算部 232 によって推定された、データの区間内で可変のチャネル行列をもとに、各再生ヘッド R-1, R-2, R-3 によって再生された 1 ユニット分の再生信号から、トラックごとの再生信号を分離する（ステップ S 206）。

【0102】

この後は、トラックごとの再生信号からマルチトラック復調部 240 にてデータ列の復号が行われ（ステップ S 207）、復元部 260 にて各トラックごとのデータが連結されて再生データ 3 が得られる（ステップ S 208）。

【0103】

図 6 は、上記の本実施形態の記録装置 100 によって記録が行われた磁気記録メディア 2 上のデータフォーマットの概念図である。

【0104】

トラック #1、トラック #2、トラック #3 はそれぞれ、記録装置 100 の M (M = 3) 個の記録ヘッドによって磁気記録メディア 2 に記録されたトラックである。トラック #1、トラック #2、トラック #3 にはそれぞれ、プリアンブル 21 (1), 21 (2), … とデータ 22 (1), 22 (2), … が記録されている。プリアンブル 21 (1) は、前述したように、データ 22 (1) を再生するために必要な情報として、再生信号に対するゲイン制御のための学習に用いられるゲイン制御パターン、ビット同期処理などに用いられる同期パターン、及び、複数の再生ヘッドと 1 ユニット分の複数のトラックとのトラック幅方向の位置関係に相当するチャネル行列を演算するために必要な分離パターンを含むものであり、プリアンブル 21 (2) も同様にデータ 22 (2) を再生するために必要な上記の各パターンを含むものである。

【0105】

ここで M 個のトラック #1、トラック #2、トラック #3 それぞれの、M 個のプリアンブル 21 と M 個のデータ 22 とのまとまりが、データを再生するための信号処理の一単位としてのユニット 53 (1), 53 (2), …, 53 (E) である。また、M 個のトラック #1、トラック #2、トラック #3 のまとまりを、以降「ユニット構成トラック列」と呼ぶこととする。

【0106】

ユニット構成トラック列 51 には、複数のユニット 53 (1), 53 (2), …, 53 (E) がトラック方向に連続して配置されている。この実施形態では、トラック上でデータ 22 を挟んで連続する複数のプリアンブル 21、例えば 2 つのプリアンブル 21 内の分離パターンの再生信号をもとに、チャネル推定演算によってそれぞれ求められた例えば 2 つのチャネル行列から、そのデータ 22 の区間内で可変のチャネル行列として、データ 22 の区間を分割した各区間にそれぞれ対応する複数のチャネル行列を推定することとしている。このため、M 個のトラック #1、トラック #2、トラック #3 それぞれの最後のデータ 22 (E) の後にもプリアンブル 21 (E + 1) が追加されている。

【0107】

また、磁気記録メディア 2 には、S 個のユニット構成トラック列 51 が互いに平行に配置され、隣接する各ユニット構成トラック列 51 の間にはガードバンド 52 と呼ばれる、何も記録されていない領域が設けられている。このガードバンド 52 の目的は、隣のユニット構成トラック列 51 のトラックが再生されないようにすることにある。なお、符号 26 はトラックの最後に設けられたマージンであり、ここには何も記載されていない。

10

20

30

40

50

【0108】

図7は、図6に示すフォーマット上での各再生ヘッドR-1, R-2, R-3のトラックずれの例を示す図である。

【0109】

再生ヘッドR-1, R-2, R-3の移動方向を符号13の矢印方向とすると、各トラック#1, #2, #3からプリアンブルは、プリアンブル21(1)、プリアンブル21(2)の順で再生される。再生時に例えば外乱等によりトラッキングが不安定となった場合に、プリアンブル21(1)の位置では各再生ヘッドR-1, R-2, R-3と各トラック#1, #2, #3との位置関係が適正であったのが、プリアンブル21(2)の位置では適正な位置関係から逸脱してしまうことがある。図7の例では、プリアンブル21(2)の位置で、各再生ヘッドR-1, R-2, R-3と各トラック#1, #2, #3との位置関係は適正な状態から図中下方にトラック幅の50%ずれた状態を示している。このような場合、プリアンブル21(1)の再生信号に基いて得られた分離信号は、データ22(1)区間の後半部分において、品質が低下する。なお、ここでは再生ヘッドR-1, R-2, R-3が移動するものとして説明したが、再生ヘッドR-1, R-2, R-3が固定で、磁気記録メディア2が符号14の矢印方向に移動する場合も同様である。

10

【0110】

そこで本実施形態では、データを挟んで連続する複数のプリアンブルの再生信号からそれぞれチャネル推定演算の結果として求められた複数のチャネル行列をもとに、そのデータの区間内で可変のチャネル行列を推定し、この可変のチャネル行列を用いて、1ユニット分の各再生ヘッドR-1, R-2, R-3の再生信号からトラックごとの再生信号を分離する処理を行うこととしている。

20

【0111】

このチャネル行列の推定の動作を説明する前に、磁気記録メディア2に記録されるプリアンブル21の構成を説明する。

【0112】

図8は、磁気記録メディア2に記録されるプリアンブル21の構成を示す図である。

【0113】

同図に示すように、プリアンブル21は、第1のプリアンブル23、同期パターン24、及び第2のプリアンブル25で構成されている。トラック上では、先頭より、第1のプリアンブル23、同期パターン24、第2のプリアンブル25の順に配置される。第2のプリアンブル25の後にはデータ22が配置される。データ22は、記録時に図1の記録装置100の記録符号化部121-1, 121-2, 121-3で作成された記録符号列である。第1のプリアンブル23、同期パターン24、第2のプリアンブル25は、プリアンブル付加部131-1, 131-2, 131-3によって記録符号列に対して付加されたものである。

30

【0114】

再生時において、第1のプリアンブル23は、図3に示した再生装置200の中のゲイン調整部224-1, 224-2, 224-3による再生アンプ221-1, 221-2, 221-3のゲイン制御のための学習信号として使用される。また、第1のプリアンブル23は、必要に応じて、同期信号検出器231にて、ビット同期検出のための学習や、再生信号のレベル調整等にも用いられる。

40

【0115】

同期パターン24は、同期信号検出器231によって第2のプリアンブル25の開始位置及びデータ22の開始位置を知るための情報として使用される。

【0116】

第2のプリアンブル25は、再生時に複数の再生ヘッドR-1, R-2, R-3と1ユニット分の複数のトラック#1, #2, #3とのトラック幅方向における位置関係に相当するチャネル行列をチャネル推定演算部232にて求めるために使用されるパターンである。

50

【0117】

第2のプリアンブル25は、トラック#1, #2, #3ごとに、隣りのトラックとの間で、トラック方向での位置が重ならないように配置された分離パターン31, 32, 33で構成される。すなわち、トラック#1の分離パターン31はT1区間に、トラック#2の分離パターン32はT2区間に、トラック#3の分離パターン33はT3区間にそれぞれ記録されている。これにより分離パターンの種類は、トラック数に対応する3種類となる。隣り合うトラックの分離パターン31, 32, 33どうしの間には所定の時間分の隙間34が設けられており、ユニット内で各トラック#1, #2, #3の各分離パターン31, 32, 33が重ならないようにしてある。

【0118】

なお、分離パターン31, 32, 33は、最小記録波長と同等か、あるいはそれ以上の所定の記録波長で記録されたものである。

【0119】

チャネル推定演算部232は、この分離パターン31, 32, 33の再生信号を用いてチャネル推定演算を行い、その結果としてチャネル行列を生成する。このチャネル行列は、1ユニット内の各トラック#1, #2, #3に対する個々の再生ヘッドR-1, R-2, R-3のトラック幅方向での位置情報に相当するもので、言い換えると、個々の再生ヘッドR-1, R-2, R-3がそれぞれ、ユニット内のどのトラックとどんな割合で位置的に重なるかを示した情報である。

【0120】

次に、チャネル行列推定部233によるチャネル行列推定動作の詳細を説明する。なお、この詳細説明では、データ区間内で可変のチャネル行列の例として、データ区間を分割した各区間ごとのチャネル行列を採用することとする。

【0121】

チャネル行列推定部233は、チャネル推定演算部232によって、連続する複数のユニット、例えば2つのユニットのプリアンブル21内の分離パターンの再生信号をもとに、チャネル推定演算部232によってそれぞれ求められた2つのチャネル行列を用いて、その2つのプリアンブル21の間のデータ22の個々の分割区間に応する複数のチャネル行列を推定する。

【0122】

図9は、このチャネル行列推定部233によるチャネル行列推定動作の具体例を示す図である。

【0123】

この例では、2つのプリアンブル21(1), 21(2)の間のデータ22(1)の区間をn分割する。ここではn=3とする。この場合、チャネル行列推定部233は、2つのプリアンブル21(1), 21(2)内の分離パターンの再生信号からチャネル推定演算によってそれぞれ得られた2つのチャネル行列を用いて、例えば、直線補間などによって、データ22(1)の区間をn分割した各区間に応するn個のチャネル行列を推定する。

【0124】

この例において、チャネル行列を推定するための前提条件を示す。チャネル行列に用いられる値の最大値は1.0、最小値は0.0とする。例えば推定演算において、チャネル行列の値が0.0を下回る場合は0.0に固定し、1.0を上回る場合は1.0に固定する。また再生ヘッドR-1, R-2, R-3の幅はトラック幅の1.5倍とする。すなわち、再生ヘッドR-1, R-2, R-3の幅は、記録ヘッドW-1, W-2, W-3のヘッド幅の1.5倍とされ、個々の再生ヘッドR-1, R-2, R-3はそれぞれ複数のトラックから信号を再生できるものとする。図9の場合には、再生ヘッドR-1は、トラック#1とトラック#2から信号を再生し、再生ヘッドR-2は、3本のトラック#1, #2, #3から信号を再生し、再生ヘッドR-3はトラック#2とトラック#3から信号を再生する。

10

20

30

40

50

【0125】

チャネル行列推定部233は、まず、2つのプリアンブル21(1), 21(2)内のそれぞれの分離パターンの再生信号から、チャネル推定演算によって求められた2つのチャネル行列34, 35を比較し、最大差分及び正負変移方向を検出する。まず、最大差分と与えられた分割の数から、変移量を求める。次に、最大差分と与えられた分割の数から、変移量を求める。ここでは $n = 3$ であって、かつ推定を行うのがT2区間のみであるから、最大差分の1/2倍の値を変位量とする。すなわち、最大差分が0.5であるため、変位量として0.25が得られる。そして変移量と変移方向をもとに、図9に示すチャネル行列36が、データ区間の中間であるT2区間に対応するチャネル行列として推定される。また、チャネル行列推定部233は、プリアンブル21(1)の再生信号からチャネル推定演算によって求められたチャネル行列34を、データ区間のT1区間にに対するチャネル行列の推定結果とし、さらにプリアンブル21(2)の再生信号からチャネル推定演算によって求められたチャネル行列35を、データ区間のT3区間にに対するチャネル行列の推定結果とする。

10

【0126】

なお、ここでは $n = 3$ としてT2区間を推定する場合とし、最大差分の1/2倍を変移量としたが、例えば $n = 4$ として、T1からT4の区間のうち、T2とT3の区間を推定とする場合は、最大差分の1/3倍を変移量とする。

【0127】

信号分離演算部234による信号分離処理は、分割区間T1, T2, T3のそれぞれに対して推定された各チャネル行列を用いて、分割区間T1, T2, T3ごとに行われる。すなわち、信号分離演算部234は、T1区間ではプリアンブル21(1)の再生信号からチャネル推定演算によって求められたチャネル行列34を用いて信号分離処理を行い、T2区間ではチャネル行列推定部233により推定されたチャネル行列36を用いて信号分離処理を行い、T3区間ではプリアンブル21(2)の再生信号からチャネル推定演算によって求められたチャネル行列35を用いて信号分離処理を行う。

20

【0128】

なお、信号分離演算部234による信号分離処理の演算方法としては、例えば、チャネル行列に対する一般化逆行列を求める方法などが挙げられる。このチャネル行列に対して一般化逆行列を求める方法は、一般に、ゼロ・フォーシング(Zero·Forcing)法と呼ばれる。但し、信号分離処理の方法はこれに限定されるものではなく、例えば、M M S E(Minimum Mean Squared Error)法を用いることもできる。

30

【0129】

以上説明したように、本実施形態によれば、データを挟んで連続する複数のプリアンブルの再生信号からそれぞれチャネル推定演算の結果として求められた複数のチャネル行列をもとに、そのデータの区間内で可変のチャネル行列を推定し、この可変のチャネル行列を用いて、1ユニット分の各再生ヘッドR-1, R-2, R-3の再生信号からトラックごとの再生信号を分離する処理を行うことによって、各再生ヘッドと1ユニット分の各トラックとのトラック幅方向での位置関係が、外乱等によるトラックずれによって適正な状態から外れた場合においても、データ再生を良好に行うことが可能になる。

40

【0130】

なお、上記では、連続する2つのユニット内のプリアンブル内の分離パターンの再生信号をもとにチャネル推定演算によって求められた2つのチャネル行列から、トラックずれの状況を反映した、データ区間で可変のチャネル行列を推定することとしたが、連続する3つ以上のユニット内のプリアンブル内の分離パターンの再生信号をもとにチャネル推定演算によって求められた3つ以上のチャネル行列から、各々のデータ区間ごとに可変のチャネル行列を推定して、信号分離処理に用いるようにしてもよい。さらに、複数の参照するプリアンブルは、必ずしも連続していなくても良く、チャネル推定演算が行うための情報が得られることが出来れば良い。また、チャネル行列推定部233によるチャネル行列の補間方法としては、直線補間以外の手法を用いても構わない。

50

【0131】

また、図9では、各チャネル行列34, 35, 36が適用される分割区間T1, T2, T3の長さは均等としたが、各チャネル行列34, 35, 36がそれぞれ適用される分割区間の長さは均等である必要はない。例えば、図10に示すように、データ区間を均等に4分割して、T1区間では最初のブリアンブル21(1)内の分離パターンの再生信号より得られたチャネル行列34を用いて信号分離処理を行い、T2区間とT3区間では、2つのチャネル行列34, 35からチャネル行列推定部233により補間されたチャネル行列36を用いて信号分離処理を行い、T4区間ではブリアンブル21(2)内の分離パターンの再生信号より得られたチャネル行列35を用いて分離処理を行うようにしてもよい。

10

【0132】

また、データ区間を均等に5分割して、T2区間からT4区間でチャネル行列推定部233により補間されたチャネル行列36を用いて信号分離処理を行うようにしたり、データ区間を均等に7分割して、T3区間からT5区間でチャネル行列推定部233により補間されたチャネル行列36を用いて信号分離処理を行うようにしてもよい。その他の数にデータ区間を分割した場合も同様である。

【0133】

さらに、データ区間の均等に2分割し、T1区間ではブリアンブル21(1)内の分離パターンの再生信号より得られたチャネル行列34を用いて信号分離処理を行い、T2区間ではブリアンブル21(2)内の分離パターンの再生信号より得られたチャネル行列35を用いて信号分離処理を行うようにしてもよい。この方式では、チャネル行列推定部233によるチャネル行列36の補間は不要である。

20

【0134】

さらに、データ区間の分割数nを1として、ブリアンブル21(1)内の分離パターンの再生信号より得られたチャネル行列34とブリアンブル21(2)内の分離パターンの再生信号より得られたチャネル行列35とを所定の条件で選択して分離処理を行うようにしても構わない。この場合も、チャネル行列推定部233によるチャネル行列36の補間は不要である。

【0135】

本発明は、所定の複数のチャネル行列から、そのシステム及びその時の状況に適したチャネル行列を再生成し、これを用いることによって、よりデータ再生を良好に行うものである。

30

【0136】

なお、本発明において、ブリアンブル21の構成は図8に示したものに限定されるものではなく、チャネル行列の演算に使用できるものであれば何でもよい。

【0137】

図11は、本発明に係るデータフォーマットの別の例を示す図である。先に説明した図6のデータフォーマットでは、データ22(1)を挟んで連続する2つのブリアンブル21(1), 21(2)内の分離パターンの再生信号からチャネル推定演算によってそれぞれ得られた2のチャネル行列を用いて、データ22(1)の区間内で可変のチャネル行列を推定することとしたが、例えば、データ22(2)よりも前方に配置された複数のブリアンブル、例えば、2つのブリアンブル21(1), 21(2)内の分離パターンの再生信号からチャネル推定演算によって得られた2つのチャネル行列を用いて、データ22(2)の区間内で可変のチャネル行列を推定することによっても同様の効果を期待できる。このような場合には、図6に示した最後のデータ22(E)の後のブリアンブル21(E+1)は不要である。なお、この場合には、ブリアンブル21とデータ22の再生信号を信号分離処理部230の記憶部内に記憶していなくても信号分離処理を行うことが可能である。

40

【0138】

また、各再生ヘッドR-1, R-2, R-3と1ユニット分の複数のトラックとの再生

50

時のトラック幅方向の位置関係を検出するために必要なパターンとして、上記の実施形態では、図8に示したような分離パターンを用いたが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、トラッキングサーボ情報などを用いることも可能である。この場合には、トラッキングサーボ情報の各記録パターンと各再生ヘッドとの位置関係をユニット単位にまとめたものがチャネル推定情報として生成される。

【0139】

また、分離パターンを用いて上記の位置関係を検出する手段と、トラッキングサーボ情報用いて位置関係を検出する手段の両方を併用して、チャネル推定演算を行ってもよい。

【0140】

さらに、上記の実施形態では、3行3列の行列をチャネル推定情報として算出する場合を説明したが、例えば、4行4列の行列や、その他の正方行列であっても、その一般化逆行列を求めることによって信号分離処理を行うことが可能である。さらに、正方行列以外の行列でも、同様にしてその一般化逆行列を求めるようにすればよい。

【0141】

なお、行列の一般化逆行列を求められるようにするために、分離パターンの種類はトラック数に対応させておく必要がある。

【0142】

また、分離パターンは、互いに一次独立なトラック数のパターンとする。例えば、記録ヘッドの数を3、再生ヘッドの数を4とした場合、すなわち、記録トラックの数を3とし、再生信号の数を4とした場合は、分離パターンは、互いに一次独立な3通りのパターンで構成されるものとする。

【0143】

第1のプリアンブル23に配置されているゲイン制御パターンを、同期パターン24の後方に追加配置することによって、ゲイン制御のための情報量を増やしてもよい。

【0144】

第1のプリアンブル23に配置されているゲイン制御パターンと、第2のプリアンブル25に配置されている分離パターンとには、同一のパターンを採用してもかまわない。

【0145】

上記の実施形態では、時間軸上で直交する分離パターンを用いたが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、周波数軸上で直交するような分離パターン、あるいは、直交符号を用いた分離パターンなどを用いてもよい。

【0146】

(第2の実施形態)

【0147】

次に、本発明の第2の実施形態として、シングルヘッドを用いた磁気記録再生方式を説明する。

【0148】

この実施形態の磁気記録再生方式は、1個、又はユニット当たりのトラック数より少ない個数の記録ヘッド及び再生ヘッドを有し、トラックごとに記録位置を揃えることなく記録されている記録媒体を、トラックごとに再生位置を揃えることなく再生する方式である。

【0149】

図12は本発明の第2の実施形態である磁気記録再生方式における記録装置300の構成を示す図である。

【0150】

この記録装置300は、シングルヘッドでユニットの記録を行うものである。ここで、一つの記録ヘッドによってユニットの記録を行う所定の回数をMとし、また一つの再生ヘッドによってユニットの再生を行う所定の回数をNとし、この実施形態では、M=3、N=3とする。

10

20

30

40

50

【0151】

同図に示すように、この記録装置300は、マルチトラック化部110、マルチトラック記録符号化部120、マルチトラックプリアンブル付加部130、マルチトラック記録部140、記録ヘッドアレイ150で構成される。

【0152】

マルチトラック記録符号化部120は、データ分配器111にてM個に振り分けられた記録データを符号化するM個の記録符号化部121-1, 121-2, 121-3で構成される。

【0153】

マルチトラックプリアンブル付加部130は、マルチトラック記録符号化部120によって符号化された各記録データに、トラックごとに特定のプリアンブルを付加するM個のプリアンブル付加部131-1, 131-2, 131-3で構成される。 10

【0154】

マルチトラック記録部140は、少なくとも1ユニット分の記録データを記憶する記憶部149と、プリアンブルが付加された記録符号列に所望のタイミングを与える1個の出力タイミング設定部141と、記録補償処理を行う1個の記録補償部144と、記録補償処理後の記録符号列をもとに記録ヘッドW-1を駆動する1個の記録アンプとで構成される。

【0155】

図13は、この記録装置300のユニット記録時の動作の流れを示すフローチャートである。この記録装置300では、まず、入力された記録データ1がマルチトラック化部110にて、M(M=3)個のデータ(トラックごとのデータ)に分配される(ステップS301)。 20

【0156】

分配された各データは、それぞれマルチトラック記録符号化部120の記録符号化部121-1, 121-2, 121-3にて、磁気記録メディア2の記録再生特性を考慮した符号列に符号化される。このとき符号列に、復調用同期パターンなどの、データ復調時に必要な情報も付加される(ステップS302)。

【0157】

次に、符号化されたそれぞれの記録データの所定の位置に、マルチトラックプリアンブル付加部130のプリアンブル付加部131-1, 131-2, 131-3にて、ユニット単位のデータの再生制御のために必要なパターンがプリアンブルとして付加され、記録符号列が得られる(ステップS303)。このようにしてプリアンブルが付加されたトラックごとの記録符号列は記憶部149に記憶される(ステップS304)。 30

【0158】

この後、記憶部149から、最初に記録するトラックの記録符号列が読み出され(ステップS305)、このトラックの記録符号列に対して出力タイミング設定部141によって所望のタイミングが与えられた後、記録補償部144にて、磁気記録メディア2への記録に最適化するための記録補償処理が施され、記録アンプ147にて電圧から電流に変換されて、記録ヘッドW-1によって磁気記録メディア2に記録される(ステップS306)。 40

【0159】

この後、1ユニット分のトラックの記録が終了したかどうかを判定し(ステップS307)、終了していなければ(ステップS307のNO)、記録ヘッドW-1を次の位置に移動させる(ステップS308)。この後、記憶部149から次のトラックの記録符号列を読み出して同様に記録のための処理を繰り返す。以上の動作を、1ユニット分のトラックの記録が終了するまで繰り返す。

【0160】

そして、以上の磁気記録メディア2へのユニット単位の記録動作は、トラック方向に複数のユニットが連続して配置されるように繰り返される。 50

【0161】

次に、この第2の実施形態の磁気記録再生方式における記録装置の変形例を示す。

【0162】

図14は、この第2の実施形態の磁気記録再生方式における記録装置の変形例である記録装置301の構成を示す図である。

【0163】

同図に示すように、この記録装置301は、所定の単位の記録データ、例えば所定のトラック数分の記録データを記録符号化する記録符号化部121と、トラックごとの符号化された記録データにトラックごとに特定のプリアンブルを付加するプリアンブル付加部131と、記憶部149と、プリアンブルが付加された記録符号列に所望のタイミングを与える出力タイミング設定部141と、記録補償処理を行う記録補償部144と、記録補償処理後の記録符号列をもとに記録ヘッドW-1を駆動する記録アンプ147とで構成されている。すなわち、図12に示す記録装置300の構成から、マルチトラック化部110（データ分配器111）が省かれているとともに、マルチトラック記録符号化部120は一つの記録符号化部121で構成され、マルチトラックプリアンブル付加部130は一つのプリアンブル付加部131で構成されている。

10

【0164】

図15は、この記録装置301のユニット記録の動作の流れを示すフローチャートである。

20

【0165】

この記録装置301では、まず、記録符号化部121にて、所定の単位の記録データ、例えば所定のトラック数分の記録データが、磁気記録メディア2の記録再生特性を考慮した符号列に符号化される。このときデータの符号列に、復調用同期パターンなどの、データ復調時に必要な情報も付加される（ステップS311）。

30

【0166】

次に、符号化されたそれぞれの記録データの所定の位置に、プリアンブル付加部131にて、ユニット単位のデータを再生する制御のために必要なパターンがプリアンブルとして付加され、記録符号列が得られる（ステップS312）。このようにしてプリアンブル符号が付加されたトラックごとの記録符号列は記憶部149に記憶される（ステップS313）。

30

【0167】

この後、記憶部149から最初に記録するトラックの記録符号列が読み出され（ステップS314）、このトラックの記録符号列に対して出力タイミング設定部141によって所望のタイミングが与えられた後、記録補償部144にて、磁気記録メディア2への記録に最適化するための記録補償処理が施され、記録アンプ147にて電圧から電流に変換されて、記録ヘッドW-1によって磁気記録メディア2に記録される（ステップS315）。

40

【0168】

この後、1ユニット分のトラックの記録が終了したかどうかを判定し（ステップS316）、終了していないければ（ステップS316のNO）、記録ヘッドW-1を次の位置に移動させ（ステップS317）、記憶部149から次のトラックの記録符号列を読み出して同様に記録のための処理を繰り返す。以上の動作を、1ユニット分のトラックの記録が終了するまで繰り返す。

【0169】

そして、以上の磁気記録メディア2へのユニット単位の記録動作は、トラック方向に複数のユニットが連続して配置されるように繰り返される。

【0170】

次に、本発明の第2の実施形態である磁気記録再生方式における再生装置について説明する。

【0171】

50

図16は本発明の第2の実施形態である磁気記録再生方式における再生装置400の構成を示す図である。

【0172】

同図に示すように、この再生装置400は、再生ヘッドアレイ210、チャネル再生部220、信号分離処理部230、マルチトラック復調部240、及び復元部260を備える。

【0173】

再生ヘッドアレイ210は、磁気記録メディア2に記録された各トラックから信号を読み出す1個の再生ヘッドR-1を有する。

【0174】

チャネル再生部220は、再生ヘッドアレイ210に搭載された再生ヘッドR-1によって再生された信号を増幅する1個の再生アンプ221と、再生アンプ221の出力の振幅レベルが所定の値になるようにゲインを制御する1個のゲイン調整部224と、ゲイン調整部224の出力を所定のビット幅のデジタル値に量子化する1個のA/Dコンバータ225とを備える。

【0175】

信号分離処理部230は、A/Dコンバータ225の出力から同期パターンの検出を行う同期信号検出器231と、同期信号検出器231によって検出された同期パターンをもとに分離パターンの開始位置を特定して、この分離パターンの再生信号を用いてチャネル推定演算を行うチャネル推定演算部232と、データを挟んで連続する複数のプリアンブルの再生信号からチャネル推定演算によってそれぞれ求められた複数のチャネル行列を用いて、データの区間内で可変のチャネル行列を推定するチャネル行列推定部233と、チャネル行列推定部233によって推定された、データの区間内で可変のチャネル行列を用いて、各再生ヘッドR-1によって再生された1ユニット分の再生信号から、トラックごとの再生信号を分離する信号分離演算部234と、同期信号検出器231と信号分離演算部234との間に配置され、少なくとも1ユニット分の再生信号を記憶する記憶部235とを有している。

【0176】

マルチトラック復調部240は、図4に示したように、信号分離演算部234にて分離されたトラックごとの再生信号に対して等化処理を行うM個の等化器241-1, 241-2, 241-3と、等化器241-1, 241-2, 241-3の出力からビット同期を行うM個のPLL242-1, 242-2, 242-3と、PLL242-1, 242-2, 242-3で生成されたビット同期信号を用いて各トラックごとの再生信号を二値化して符号列を生成する、たとえばビタビ検出器などM個の検出器243-1, 243-2, 243-3と、検出器243-1, 243-2, 243-3の出力である2値化された再生信号から符号列上の同期パターンを検出するM個の同期信号検出器244-1, 244-2, 244-3と、同期信号検出器244-1, 244-2, 244-3により検出された同期パターンをもとにデータの開始位置を特定して符号列からデータ列を復号するM個の復号器245-1, 245-2, 245-3とを備える。なお、マルチトラック復調部240は、上記の処理を行うために必要なデータ等の情報を記憶する、図示しない記憶部を有している。

【0177】

図16に戻って、復元部260は、マルチトラック復調部240内のM個の復号器245-1, 245-2, 245-3より出力された各トラックのデータを、記録時と逆の動作により連結して再生データ3を復元するデータ結合器261を備える。

【0178】

なお、シングルヘッドによる再生時のトラックのトレースは、少なくとも1ユニットの記録トラック数の回数だけ繰り返される。すなわち、トラック数以上の回数トレースを繰り返してもよい。その際、1ユニット分の全てのトラックが少なくとも1回はトレースされるようにする。記憶部235には、再生ヘッドR-1が移動した各位置で再生したユニー

ット分の信号、すなわち再生ヘッド R - 1 が各位置で複数のトラックからそれぞれ再生した信号であり、同期信号検出器 231 によって分離パターン以降の必要な再生信号が記憶される。

【0179】

図17は、この再生装置400のユニット再生動作を示すフローチャートである。

【0180】

この再生装置400では、まず、再生ヘッドR-1によって、最初の位置で複数のトラックから信号が再生される（ステップS401）。次に、ゲイン調整部224にて、再生アンプ221の出力の振幅レベルが調整された後、その出力はA/Dコンバータ225にてディジタル値に変換されて同期信号検出器231に出力される（ステップS402）。

10

【0181】

同期信号検出器231では、A/Dコンバータ225の出力から分離パターンの開始位置を知るための同期パターンの検出が行われた後（ステップS403）、トラックの再生信号は記憶部235に記憶される（ステップS404）。

【0182】

次に、1ユニット分の再生信号が記憶部235に記憶されたかどうかを判断し（ステップS405）、1ユニット分の再生信号が記憶部235にまだ記憶されていない場合には、

【0183】

再生ヘッドR-1をトラック幅方向の次の位置にずらし（ステップ406）、ステップS401からステップS405までの動作を繰り返す。

20

【0184】

1ユニット分の再生信号が記憶部235に記憶された場合、チャネル推定演算部232は、記憶部235に記憶された1ユニット分の再生信号を読み出し、その再生信号に配置されている同期パターンをもとに分離パターンの開始位置を特定してその分離パターンの再生信号を用いてチャネル推定演算を行う（ステップS407）。

30

【0185】

この後、チャネル行列推定部233は、トラック上でデータを挟んで連続する複数のプリアンブル中の分離パターンの再生信号からチャネル推定演算によって求められた複数のチャネル行列を用いて、そのデータの区間内で可変のチャネル行列を推定する（ステップS408）。

30

【0186】

次に、信号分離演算部234は、記憶部235から1ユニット分の再生信号を読み出し、チャネル行列推定部233によって推定された、データの区間内で可変のチャネル行列をもとに、1ユニット分の再生信号から、トラックごとの再生信号を分離する（ステップS410）。

【0187】

この後は、トラックごとに分離された再生信号からマルチトラック復調部240にてデータ列の復号が行われ（ステップS411）、復元部260にて各トラックごとのデータが連結されて再生データ3が得られる（ステップS412）。

40

【0188】

なお、A/Dコンバータ225の直前には必要に応じて不要な高域成分を除去するローパス・フィルタが備えられていてもよい。また、ゲイン調整部224については、A/Dコンバータ225の後段に接続して量子化後にゲインを制御するようにもよい。これは、A/Dコンバータ225のビット幅をより有効に用いたり、ゲイン調整部224の構成を、プリアンブルに含まれる各パターンの検出を考慮した簡単なものとしたい場合に有効である。あるいは、同期信号検出器231において利得目標値との誤差をとった情報を用いてゲイン調整部224においてゲイン調整を行うようにしてもよい。

【0189】

また、マルチトラック復調部240にて、トラックごとの出力タイミングを制御しながら

50

ら復調処理を行うようすれば、復元部 260 でのデータの連結処理は不要となる。したがって、この場合には復元部 260 は不要である。

【0190】

以上の実施形態では、図 6 に示したように、磁気記録メディア 2 のトラック方向に複数のユニット 53 (1), 53 (2), . . . , 53 (E) を配置した。このため、シングルヘッドを用いた磁気記録再生方式でのデータの分配方法には次の二通りが考えられる。

【0191】

第 1 の方法は、トラック一本ごとにデータを埋めて行く方法であり、図 6 において、まず、トラック #1 にユニット 53 (1), 53 (2), . . . , 53 (E) の順にデータを配した後、次のトラック #2 にも同様にユニット 53 (1), 53 (2), . . . , 53 (E) の順にデータを配し、続いて次のトラック #3 にも同様にユニット 53 (1), 53 (2), . . . , 53 (E) の順にデータを配する、という方法である。この場合、再生時に 1 ユニット分の再生信号から得られるトラックごとの再生信号は不連続のデータとなるので、連続記録再生期間のすべてのユニットのトラックごとの再生信号を得た後、各再生データを、分配方法に応じた方法で連結することで元の記録データが復元されることになる。

【0192】

第 2 の方法は、まず、先頭のユニットより順にデータを埋めて行く方法であり、まず、トラック #1 の先頭のユニット 53 (1)、トラック #2 の先頭のユニット 53 (1)、トラック #3 の先頭のユニット 53 (1) の順にデータを配した後、次に、トラック #1 の 2 番目のユニット 53 (2)、トラック #2 の 2 番目のユニット 53 (2)、トラック #3 の 2 番目のユニット 53 (2) の順に、続いて同様にトラック #1 の 3 番目のユニット 53 (3)、トラック #2 の 3 番目のユニット 53 (3)、トラック #3 の 3 番目のユニット 53 (3) の順にそれぞれデータを配して行く、という方法である。この方法によれば、再生時に 1 ユニット分の再生信号から得られるトラックごとの再生信号は連続するデータとなるので、連続記録再生期間のすべてのユニットのトラックごとの再生信号を得た後、各再生データを再生順に連結することで元の記録データが復元されることになる。

【0193】

本発明は、上記で説明したリニア記録方式、ノンアジマス記録方式の磁気記録再生に適用されることに限らず、ヘリカル記録方式、アジマス記録方式にも適用可能である。

【0194】

その具体例を以下に示す。

【0195】

図 18 は、複数の記録ヘッド W-1, W-2, W-3 を用いて、ノンアジマス方式とヘリカル・スキャン方式で磁気記録メディア 2 に記録されるデータフォーマットの概念図である。ヘリカル・スキャン方式においても、トラック #1, トラッカ #2, トラッカ #3 で構成されるユニット構成トラック列 51 の間にはガードバンド 52 が配置される。トラック #1, トラッカ #2, トラッカ #3 に記録されるプリアンブル 21 は、例えば図 8 に示したものと同様でよい。このようなヘリカル・スキャン方式の磁気記録再生方式においても、本発明は適用可能であり、第 1 の実施形態の磁気記録再生方式における記録装置 100 及び再生装置 200 の構成を採用することができる。

【0196】

図 19 は、複数の記録ヘッド W-1, W-2, W-3, W-4, W-5, W-6 を用いて、ダブルアジマス方式とヘリカル・スキャン方式により記録媒体に記録されるデータフォーマットの概念図である。

【0197】

本例では、記録用と再生用のそれぞれに 6 つの記録ヘッド W-1, W-2, W-3, W-4, W-5, W-6 が用いられている。これらの記録ヘッドのうち、連続する 3 つの記録ヘッド W-1, W-2, W-3 と、残る連続する 3 つの記録ヘッド W-4, W-5, W-6 とは、互いにトラックの磁化方向であるアジマス方向が異なるようにしてある。すな

10

20

30

40

50

わち、トラック # 1 - # 3 と トラック # 4 - # 6 とはアジマス方向が異なる。これらのトラック # 1 - # 6 が、データを再生するための処理の一単位であるユニットを複数含むユニット構成トラック列 5 1 となる。なお、このダブルアジマスの場合においては、ガードバンドは不要である。

【0198】

なお、この例では、トラック # 1 - # 6 のまとまりを、データを再生するための信号処理の一単位（ユニット）としているが、アジマス方向が同一である 3 つの連続するトラック（例えばトラック # 1 - # 3、トラック # 4 - # 6）を、それぞれ一つのユニットとして信号処理を行うようにしてもよい。

【0199】

各トラック # 1 - # 6 に記録されるプリアンブルは、例えば図 8 に示したものと同様でよい。このようなダブルアジマス方式とヘリカル・スキャン方式の磁気記録再生方式においても、本発明は適用可能であり、第 1 の実施形態の磁気記録再生方式における記録装置 100 及び再生装置 200 の構成を採用することができる。

【0200】

なお、本発明は、上記実施の形態に示す構成のものに限定されるものではなく、請求項に記載した技術的範囲を逸脱しない範囲において種々に変更し変形することは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【0201】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態の磁気記録再生方式における記録装置の構成を示す図である。

【図 2】図 1 の記録装置によるユニット記録の動作を示すフロー・チャートである。

【図 3】本発明の第 1 の実施形態の磁気記録再生方式における再生装置の構成を示す図である。

【図 4】図 3 の再生装置の中のマルチトラック復調部の構成を示す図である。

【図 5】図 3 の再生装置によるユニット再生の動作を示すフロー・チャートである。

【図 6】図 1 の記録装置によって記録が行われた磁気記録メディア上のデータフォーマットの概念図である。

【図 7】図 6 に示すフォーマット上での各再生ヘッドのトラックずれの様子の例を示す図である。

【図 8】磁気記録メディアに記録されるプリアンブルの構成を示す図である。

【図 9】チャネル行列推定部によるチャネル行列推定動作の具体例を示す図である。

【図 10】チャネル行列推定部によるチャネル行列推定動作の他の具体例を示す図である。

【図 11】本発明に係るデータフォーマットの別の例を示す図である。

【図 12】本発明の第 2 の実施形態の磁気記録再生方式における記録装置の構成を示す図である。

【図 13】図 12 の記録装置によるユニット記録の動作を示すフロー・チャートである。

【図 14】第 2 の実施形態の磁気記録再生方式における記録装置の変形例である記録装置の構成を示す図である。

【図 15】図 14 の記録装置によるユニット記録の動作を示すフロー・チャートである。

【図 16】本発明の第 2 の実施形態である磁気記録再生方式における再生装置 400 の構成を示す図である。

【図 17】図 16 の再生装置によるユニット再生の動作を示すフロー・チャートである。

【図 18】複数の記録ヘッドを用いてノンアジマス方式とヘリカル・スキャン方式で磁気記録メディアに記録されるデータフォーマットの概念図である。

【図 19】複数の記録ヘッドを用いてダブルアジマス方式とヘリカル・スキャン方式により記録媒体に記録されるデータフォーマットの概念図である

【図 20】本発明者らが過去に提案した磁気記録再生方式を採用した記録装置の構成を示す図である。

10

20

30

40

50

す図である。

【図21】図20の記録装置によるユニット記録の動作を示すフローチャートである。

【図22】本発明者らが過去に提案した磁気記録再生方式を採用した再生装置の構成を示す図である。

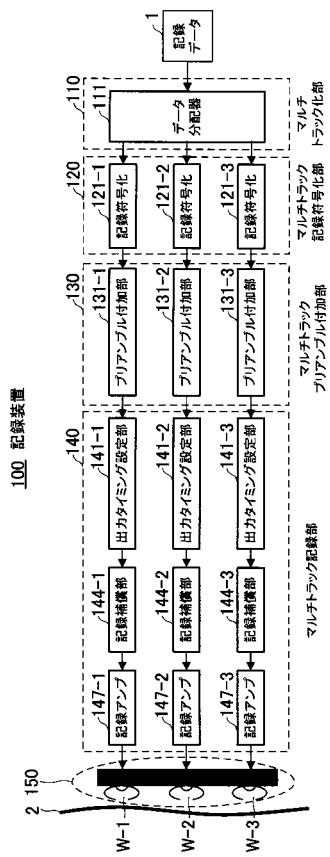
【図23】図22の再生装置のユニット再生の動作の流れを示すフローチャートである。

【符号の説明】

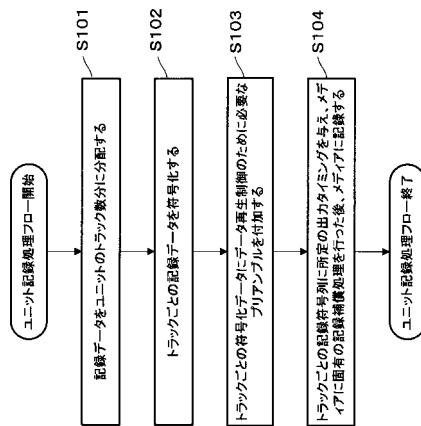
【0202】

| | | |
|---------------------|------------------|----|
| 1 | 記録データ | 10 |
| 2 | 磁気記録メディア | |
| 3 | 再生データ | |
| 21 | プリアンブル | |
| 22 | データ | |
| 31, 32, 33 | チャネル行列 | |
| 34, 35, 36 | 分離パターン | |
| 53 | ユニット | |
| 100 | 記録装置 | |
| 110 | マルチトラック化部 | |
| 111 | データ分配器 | |
| 120 | マルチトラック記録符号化部 | 20 |
| 121-1, 121-2, 121-3 | 記録符号化部 | |
| 130 | マルチトラックプリアンブル附加部 | |
| 131-1, 131-2, 131-3 | プリアンブル附加部 | |
| 140 | マルチトラック記録部 | |
| 141-1, 141-2, 141-3 | 出力タイミング設定部 | |
| 144-1, 144-2, 144-3 | 記録補償部 | |
| 147-1, 147-2, 147-3 | 記録アンプ | |
| 149 | 記憶部 | |
| 150 | 記録ヘッドアレイ | |
| 200 | 再生装置 | |
| 210 | 再生ヘッドアレイ | 30 |
| 220 | チャネル再生部 | |
| 221-1, 221-2, 221-3 | 再生アンプ | |
| 224-1, 224-2, 224-3 | ゲイン調整部 | |
| 225-1, 225-2, 225-3 | A/Dコンバータ | |
| 230 | 信号分離処理部 | |
| 231 | 同期信号検出器 | |
| 232 | チャネル推定演算部 | |
| 233 | チャネル行列推定部 | |
| 234 | 信号分離演算部 | |
| 235 | 記憶部 | 40 |
| 240 | マルチトラック復調部 | |
| 241-1, 241-2, 241-3 | 等化器 | |
| 243-1, 243-2, 243-3 | 検出器 | |
| 244-1, 244-2, 244-3 | 同期信号検出器 | |
| 245-1, 245-2, 245-3 | 復号器 | |
| 260 | 復元部 | |
| 261 | データ結合器 | |
| R-1, R-2, R-3 | 再生ヘッド | |
| W-1, W-2, W-3 | 記録ヘッド | |

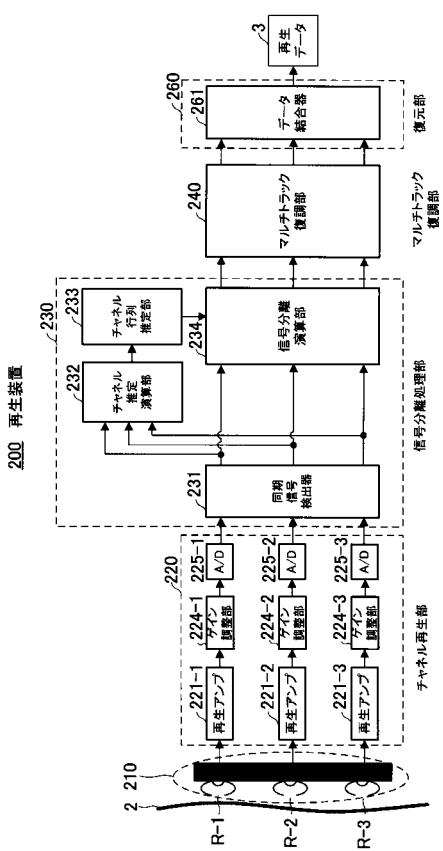
【図 1】



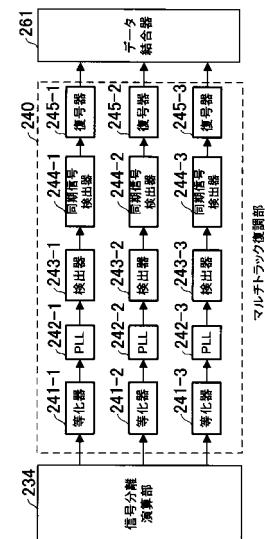
【図 2】



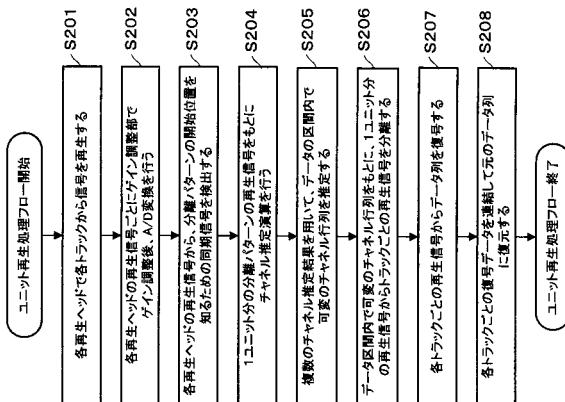
【図 3】



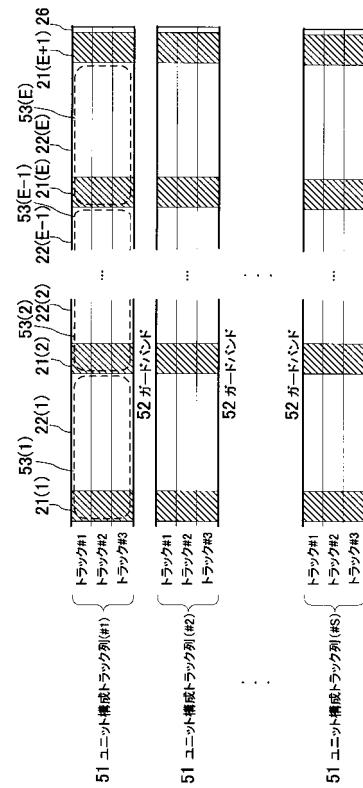
【図 4】



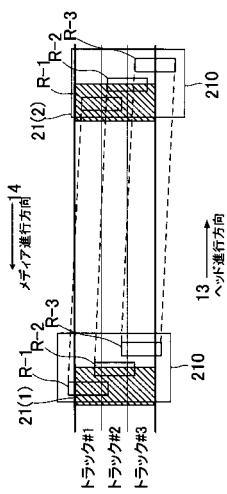
【図5】



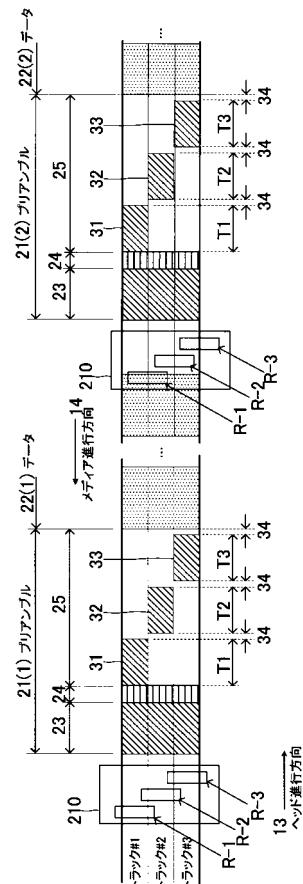
【図6】



【図7】

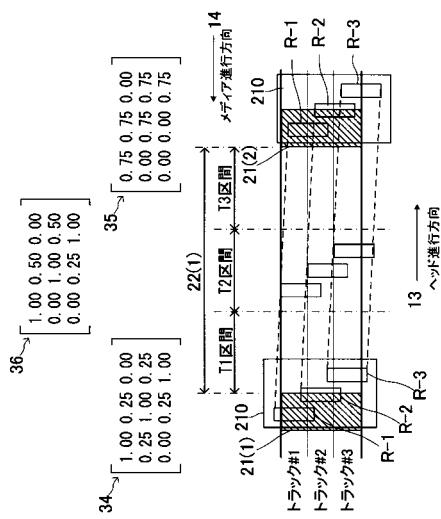


【図8】



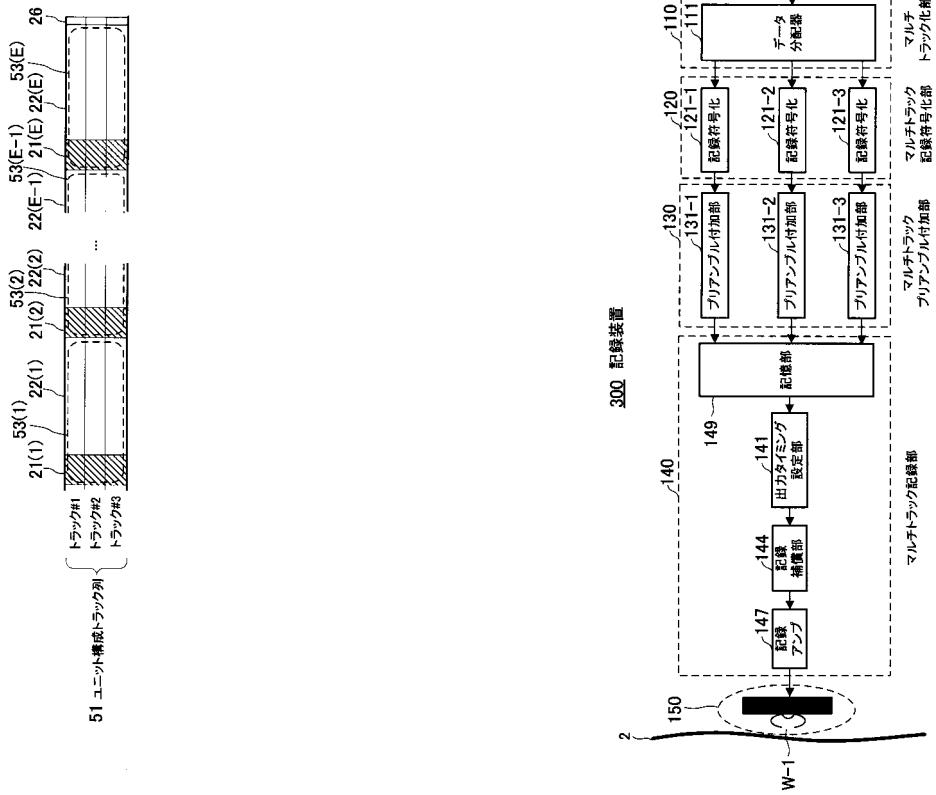
【 図 9 】

【 図 1 0 】

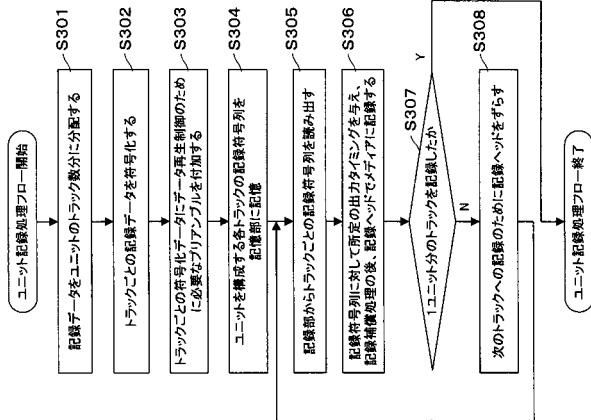


【 図 1 1 】

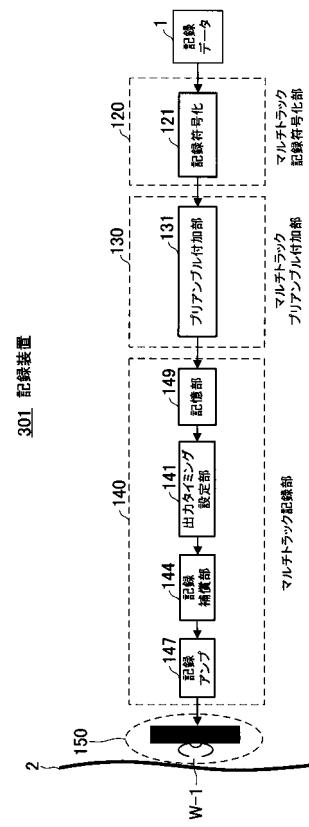
【 図 1 2 】



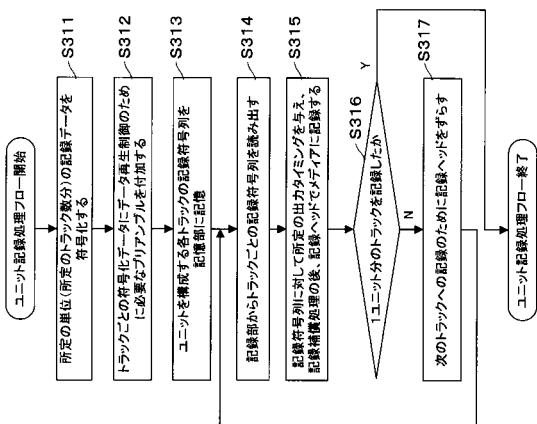
【 図 1 3 】



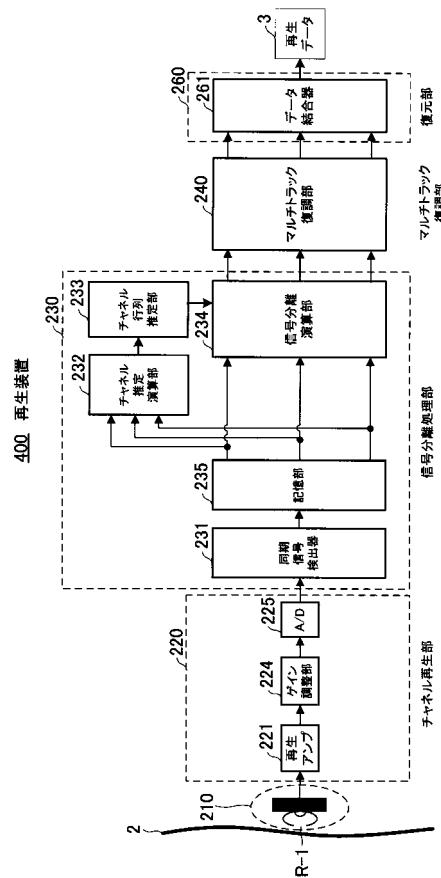
【 図 1 4 】



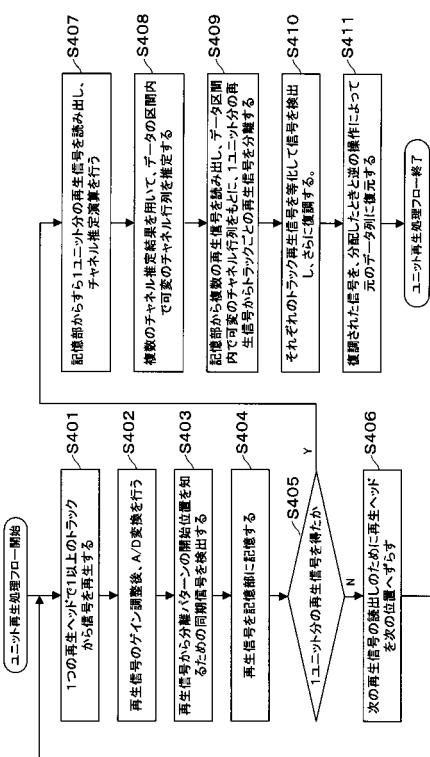
【 図 1 5 】



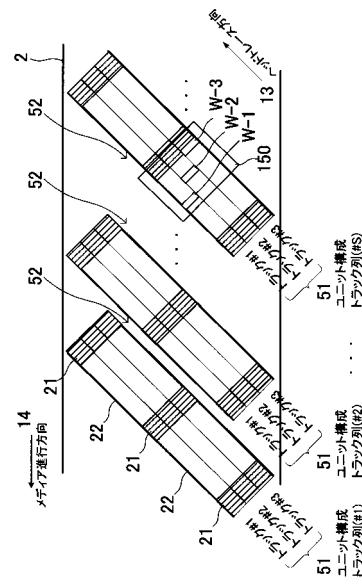
【 図 1 6 】



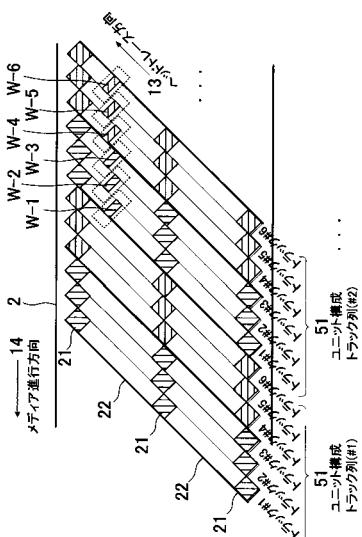
【図 17】



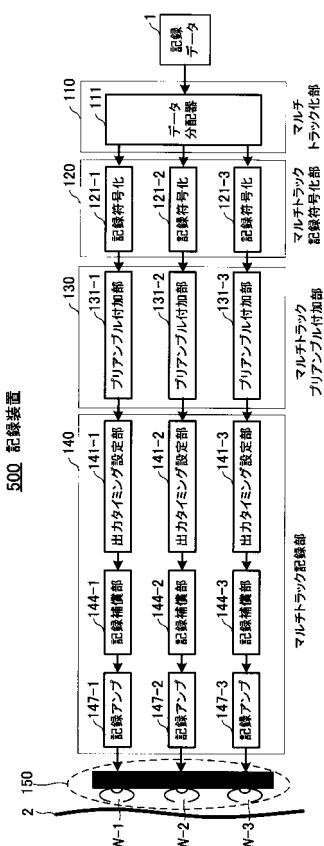
【図 18】



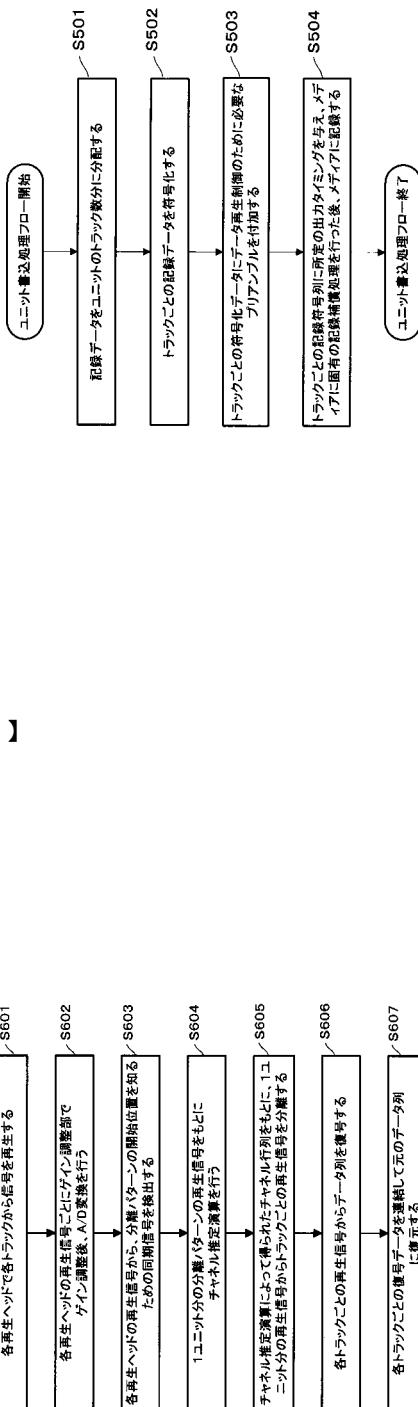
【図 19】



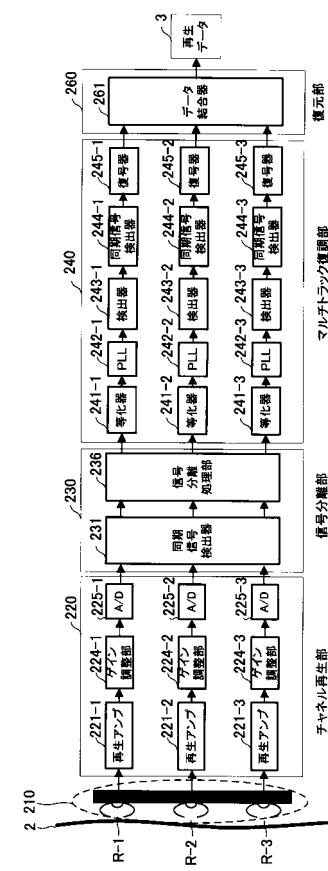
【図 20】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

G 1 1 B 5/09 3 1 1 Z

テーマコード(参考)