

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4098022号
(P4098022)

(45) 発行日 平成20年6月11日(2008.6.11)

(24) 登録日 平成20年3月21日(2008.3.21)

(51) Int.Cl.	F I	
G 1 1 B 20/14 (2006.01)	G 1 1 B 20/14	3 4 1 A
G 1 1 B 7/004 (2006.01)	G 1 1 B 7/004	C
G 1 1 B 7/005 (2006.01)	G 1 1 B 7/005	B
G 1 1 B 20/10 (2006.01)	G 1 1 B 20/10	3 0 1 A
	G 1 1 B 20/10	3 2 1 A

請求項の数 6 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2002-221832 (P2002-221832)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成14年7月30日(2002.7.30)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2004-63024 (P2004-63024A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成16年2月26日(2004.2.26)	(74) 代理人	100109900
審査請求日	平成14年7月30日(2002.7.30)		弁理士 堀口 浩
前置審査		(72) 発明者	柏原 裕
			神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内
		(72) 発明者	長井 裕士
			神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内
		(72) 発明者	小川 昭人
			神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 記録補償方法及び記録再生装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

符号ビット列“10”または“01”を含む第1のパターン、前記第1のパターンと同一ビット数のパターンであり、前記第1のパターンの前記符号ビット列“10”または“01”に対応する箇所が“11”である第2のパターン、前記第1のパターンと同一ビット数のパターンであり、前記第1のパターンの前記符号ビット列“10”または“01”に対応する箇所が“00”である第3のパターンを用いて、情報記録媒体に情報記録を行いまたは記録情報の再生を行うものにおいて、

前記第1のパターンを記録しこの第1のパターンを再生して得られる再生信号と前記第1のパターンに対応する第1の理想信号との間の第1距離E1と、前記再生信号と前記第2のパターンに対応する第2の理想信号との間の第2距離E2と、前記再生信号と前記第3のパターンに対応する第3の理想信号との間の第3距離E3とを求め、

前記第1距離E1と前記第2距離E2との間の第1距離差D2 = E2 - E1と、前記第1距離E1と前記第3距離E3との間の第2距離差D3 = E3 - E1とを求め、

複数の前記再生信号のサンプルについて、前記第1距離差D2の分布および前記第2距離差D3の分布を求め、

前記求めた第1距離差D2の平均M2および前記求めた第1距離差D2の分布の標準偏差σ2と、前記求めた第2距離差D3の平均M3および前記求めた第2距離差D3の分布の標準偏差σ3とを求め、

記録補償パラメータE_c = (σ₂² * M₃ + σ₃² * M₂) / (σ₂² + σ₃²)に基づき、記

録補償パラメータ E_c を求め、

変調符号の性質に基づき決定される N 種類の第 1 のパターンの記録補償パラメータ E_{ci} ($i = 1 \sim N$) を定義し、変調符号の性質に基づき決定される N 種類の第 1 のパターン出現頻度情報 h_i ($i = 1 \sim N$ 、 $h_1 + h_2 + \dots + h_N = 1$) 及び N 種類の前記記録補償パラメータ E_{ci} ($i = 1 \sim N$) から

【数 1】

$$E_{ci}' = E_{ci} - \sum_{i=1}^N E_{ci} \cdot h_i$$

で変換された記録補償パラメータ E_{ci}' を求め、

前記記録補償パラメータ E_{ci}' に基づいて、前記 N 種類の第 1 のパターンに対応する信号記録波形を補償する、
ように構成されたことを特徴とする記録補償方法。

【請求項 2】

前記求めた前記第 1 距離差 D_2 の分布および前記第 2 距離差 D_3 の分布の全体を、前記第 1 距離差 D_2 または前記第 2 距離差 D_3 の軸上に沿って、前記求めた記録補償パラメータ E_{ci}' に対応する大きさだけシフトさせることにより、

前記情報記録媒体に前記第 1 のパターンを記録したときにこの前記情報記録媒体から得られる前記再生信号が前記第 2 のパターンに対応するものと誤認される第 1 の誤り易さと

、
前記情報記録媒体に前記第 1 のパターンを記録したときにこの前記情報記録媒体から得られる前記再生信号が前記第 3 のパターンに対応するものと誤認される第 2 の誤り易さとが実質的に等しくなるように設定することを特徴とする請求項 1 に記載の記録補償方法。

【請求項 3】

符号ビット列 “10” または “01” を含む N 種類のパターンを用いて、情報記録媒体に情報記録を行いまたは記録情報の再生を行うものにおいて、

前記 N 種類のパターンに対する記録補償パラメータ E_{ci} ($i = 1 \sim N$) を求め、変調符号の性質に基づき決定される N 種類のパターン出現頻度情報 h_i ($i = 1 \sim N$ 、 $h_1 + h_2 + \dots + h_N = 1$) 及び N 種類の前記記録補償パラメータ E_{ci} から

【数 2】

$$E_{ci}' = E_{ci} - \sum_{i=1}^N E_{ci} \cdot h_i$$

で変換された記録補償パラメータ E_{ci}' を求め、

前記記録補償パラメータ E_{ci}' に基づいて、前記 N 種類のパターンに対応する信号記録波形を補償する、
ように構成されたことを特徴とする記録補償方法。

【請求項 4】

符号ビット列 “10” または “01” を含む第 1 のパターン、前記第 1 のパターンと同一ビット数のパターンであり、前記第 1 のパターンの前記符号ビット列 “10” または “01” に対応する箇所が “11” である第 2 のパターン、前記第 1 のパターンと同一ビット数のパターンであり、前記第 1 のパターンの前記符号ビット列 “10” または “01” に対応する箇所が “00” である第 3 のパターンを用いて、情報記録媒体に情報記録を行いまたは記録情報の再生を行う記録再生装置であって、

前記第 1 のパターンを記録しこの第 1 のパターンを再生して得られる再生信号と前記第 1 のパターンに対応する第 1 の理想信号との間の第 1 距離 E_1 と、前記再生信号と前記第 2 のパターンに対応する第 2 の理想信号との間の第 2 距離 E_2 と、前記再生信号と前記第 3 のパターンに対応する第 3 の理想信号との間の第 3 距離 E_3 とを求める第 1 の演算手段と、

前記第 1 距離 E_1 と前記第 2 距離 E_2 との間の第 1 距離差 $D_2 = E_2 - E_1$ と、前記第

10

20

30

40

50

1 距離 E 1 と前記第 3 距離 E 3 との間の第 2 距離差 $D 3 = E 3 - E 1$ とを求める第 2 の演算手段と、

複数の前記再生信号のサンプルについて、前記第 1 距離差 D 2 の分布および前記第 2 距離差 D 3 の分布を求める第 3 の演算手段と、

前記求めた第 1 距離差 D 2 の平均 M 2 および前記求めた第 1 距離差 D 2 の分布の標準偏差 $\sigma 2$ と、前記求めた第 2 距離差 D 3 の平均 M 3 および前記求めた第 2 距離差 D 3 の分布の標準偏差 $\sigma 3$ とを求める第 4 の演算手段と、

記録補償パラメータ $E c = (\sigma 2 * M 3 + \sigma 3 * M 2) / (\sigma 2 + \sigma 3)$ に基づき、記録補償パラメータ $E c$ を求め、変調符号の性質に基づき決定される N 種類の第 1 のパターンの記録補償パラメータ $E c i (i = 1 \sim N)$ を定義し、変調符号の性質に基づき決定される N 種類の第 1 のパターン出現頻度情報 $h i (i = 1 \sim N, h 1 + h 2 + \dots + h N = 1)$ 及び N 種類の前記記録補償パラメータ $E c i (i = 1 \sim N)$ から

【数 3】

$$E c i ' = E c i - \sum_{i=1}^N E c i \cdot h i$$

で変換された記録補償パラメータ $E c i '$ を求める第 5 の演算手段と、

前記記録補償パラメータ $E c i '$ に基づいて、前記 N 種類の第 1 のパターンに対応する信号記録波形を補償する補償手段と、

を備えたことを特徴とする記録再生装置。

【請求項 5】

前記求めた前記第 1 距離差 D 2 の分布および前記第 2 距離差 D 3 の分布の全体を、前記第 1 距離差 D 2 または前記第 2 距離差 D 3 の軸上に沿って、前記求めた記録補償パラメータ $E c i '$ に対応する大きさだけシフトさせることにより、

前記情報記録媒体に前記第 1 のパターンを記録したときにこの前記情報記録媒体から得られる前記再生信号が前記第 2 のパターンに対応するものと誤認される第 1 の誤り易さと

、前記情報記録媒体に前記第 1 のパターンを記録したときにこの前記情報記録媒体から得られる前記再生信号が前記第 3 のパターンに対応するものと誤認される第 2 の誤り易さが実質的に等しくなるように設定することを特徴とする請求項 4 に記載の記録再生装置。

【請求項 6】

符号ビット列 “10” または “01” を含む N 種類のパターンを用いて、情報記録媒体に情報記録を行いまたは記録情報の再生を行う記録再生装置であって、

前記 N 種類のパターンに対する記録補償パラメータ $E c i (i = 1 \sim N)$ を求め、下記数 4 により前記記録補償パラメータ $E c i$ から記録補償パラメータ $E c i '$ を求める演算手段と、

変調符号の性質に基づき決定される N 種類の第 1 のパターン出現頻度情報 $h i (i = 1 \sim N, h 1 + h 2 + \dots + h N = 1)$ 及び N 種類の前記記録補償パラメータ $E c i$ から

【数 4】

$$E c i ' = E c i - \sum_{i=1}^N E c i \cdot h i$$

で変換された記録補償パラメータ $E c i '$ を求め、前記記録補償パラメータ $E c i '$ に基づいて、前記 N 種類のパターンに対応する信号記録波形を補償する補償手段と、

を備えたことを特徴とする記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、光ディスク等の情報媒体を用いた情報記録再生における信号処理の改良に関する。より具体的には、記録補償方法の改善に関する。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

光ディスクを用いた情報記録システムの公知例として、特開 2 0 0 0 - 9 0 4 3 6 号がある。この公知例に開示されたシステムの概要は、次のようになっている。すなわち、光ディスクに記録された情報は、P U H (ピックアップヘッド)を用いて微弱なアナログ信号として再生される。再生されたアナログ信号は、プリアンプで増幅され十分な信号レベルとなった後、レベルスライサでマーク/スペースに対応した 2 値化信号となる。

【 0 0 0 3 】

一方、この 2 値化信号に位相同期したチャンネルクロックが、P L L (位相ロックループ)回路により生成される。上記 2 値化信号およびチャンネルクロックから、パラメータ算出手段により波形補正量が算出される。上記波形補正量、記録データおよび基準クロックから、記録波形作成手段により、記録波形パルスが作成される。この記録波形パルスに応じたレーザ光が P U H から光ディスクに照射され、記録データに相当する情報がマーク/スペースとして光ディスクに記録される。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

上記公知例の技術では、2 値化信号の立ち上がりエッジあるいは立ち下がりエッジとチャンネルクロックとの位相差から、波形補償量を算出している。これは、再生信号内容の識別方式としてスライス方式が採用されている場合には有効であるが、積分検出方式のように再生信号サンプルの振幅値から再生信号を識別する方式には適用できない。特に、ブルーレーザを用いた光ディスクシステムのように記録密度が高くなる場合では、識別方式にスライス方式を採用するのでは不十分であり、P R M L (Partial Response and Maximum Likelihood) 方式のような高級な識別方式が必要になる。この P R M L 方式も再生信号サンプルの振幅値から識別する方式であり、上記公知例の技術では対応できない。すなわち、再生信号サンプルの振幅値から再生信号を識別するものにおいて、再生信号の品質を適切に評価することができず、あるいは適切な波形補正量の算出をすることができない。

【 0 0 0 5 】

この発明は上記事情に鑑みなされたもので、その目的は、適切な記録波形補正量を算出できる記録補償方法及び記録再生装置を提供することである。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、この発明の記録補償方法及び記録再生装置は、以下のように構成されている。

【 0 0 0 7 】

(1) この発明の記録補償方法は、
 所定の再生信号 (E 2 0 0)、この再生信号の信号波形パターンに対応した第 1 のパターン、この第 1 のパターン以外であって前記再生信号の信号波形パターンに対応した第 2 のパターン、および前記第 1 および第 2 のパターン以外であって前記再生信号の信号波形パターンに対応した第 3 のパターンを用いて、情報記録媒体に情報記録を行いまたは記録情報の再生を行うものに適用される方法であって、
 前記再生信号と前記第 1 のパターンとの間の第 1 距離 E 1 (式 2) と、前記再生信号と前記第 2 のパターンとの間の第 2 距離 E 2 (式 3) と、前記再生信号と前記第 2 のパターンとの間の第 3 距離 E 3 (式 4) とを求め、前記第 1 距離 E 1 と前記第 2 距離 E 2 との間の第 1 距離差 D 2 = E 2 - E 1 (式 7) と、前記第 1 距離 E 1 と前記第 3 距離 E 3 との間の第 2 距離差 D 3 = E 3 - E 1 (式 8) とを求め、複数の前記再生信号のサンプルについて、前記第 1 距離差 D 2 の分布 (図 5 左) および前記第 2 距離差 D 3 の分布 (図 5 右) を求め、前記求めた第 1 距離差 D 2 の平均 M 2 および前記求めた第 1 距離差 D 2 の分布の標準偏差 σ_2 と、前記求めた第 2 距離差 D 3 の平均 M 3 および前記求めた第 2 距離差 D 3 の分布の標準偏差 σ_3 とを求め、 $(\sigma_2 * M_3 + \sigma_3 * M_2) / (\sigma_2 + \sigma_3)$ の関係から記録補償パラメータ E c (式 1 3 ; 単位はユークリッド距離) を求め、変調方式に基づき決

10

20

30

40

50

定される様々なパターンの出現頻度情報に基づき、前記記録補償パラメータ E_c を記録補償パラメータ $E_{c'}$ に変換し、前記記録補償パラメータ $E_{c'}$ に基づいて、前記情報記録媒体に対する信号記録波形を補償する。

【0008】

(2) この発明の記録再生装置は、
 所定の再生信号 (E_{200})、この再生信号の信号波形パターンに対応した第1のパターン、この第1のパターン以外であって前記再生信号の信号波形パターンに対応した第2のパターン、および前記第1および第2のパターン以外であって前記再生信号の信号波形パターンに対応した第3のパターンを用いて、情報記録媒体に情報記録を行いまたは記録情報の再生を行う記録再生装置であって、
 前記再生信号と前記第1のパターンとの間の第1距離 E_1 (式2)と、前記再生信号と前記第2のパターンとの間の第2距離 E_2 (式3)と、前記再生信号と前記第2のパターンとの間の第3距離 E_3 (式4)とを求める第1の演算手段と、前記第1距離 E_1 と前記第2距離 E_2 との間の第1距離差 $D_2 = E_2 - E_1$ (式7)と、前記第1距離 E_1 と前記第3距離 E_3 との間の第2距離差 $D_3 = E_3 - E_1$ (式8)とを求める第2の演算手段と、複数の前記再生信号のサンプルについて、前記第1距離差 D_2 の分布 (図5左) および前記第2距離差 D_3 の分布 (図5右) を求める第3の演算手段と、前記求めた第1距離差 D_2 の平均 M_2 および前記求めた第1距離差 D_2 の分布の標準偏差 σ_2 と、前記求めた第2距離差 D_3 の平均 M_3 および前記求めた第2距離差 D_3 の分布の標準偏差 σ_3 とを求める第4の演算手段と、
 $(\sigma_2^2 * M_3 + \sigma_3^2 * M_2) / (\sigma_2^2 + \sigma_3^2)$ の関係から記録補償パラメータ E_c (式13; 単位はユークリッド距離) を求める第5の演算手段と、変調方式に基づき決定される様々なパターンの出現頻度情報に基づき、前記記録補償パラメータ E_c を記録補償パラメータ $E_{c'}$ に変換する変換手段と、前記記録補償パラメータ $E_{c'}$ に基づいて、前記情報記録媒体に対する信号記録波形を補償する補償手段とを備えている。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0010】

図1は、この発明の一実施の形態に係る情報記録再生システム (第1の実施の形態) の構成を説明する図である。

【0011】

図1において、光ディスク100にマーク/スペース (図示せず) として記録された情報は、ピックアップヘッド (PUH) 200を介して、微弱なアナログ再生信号 E_{200} として読み出される。このアナログ再生信号 E_{200} は、プリアンプ202で十分な大きさに増幅される。増幅されたアナログ再生信号 E_{202} は、A/D変換器204によりデジタル再生信号 E_{204} へ変換される。このデジタル再生信号 E_{204} は遅延器206により適宜遅延され、遅延された信号 E_{206} は距離計算機208A~208Cそれぞれに入力される。

【0012】

一方、パターン判別器210の内部には、予め設定された数種類のパターンが登録されている。パターン判別器210は、光ディスク100に記録しようとする記録データRDと内部の登録パターンとが一致 (または対応) した場合に、一致 (または対応) したパターンが登録されたどのパターンであるかを示すパターン指示信号 E_{210a} を出力する (使用するパターンが例えば3種類ならば、信号 E_{210a} は2ビットあればよい)。

【0013】

パターンメモリ212は、パターン判別器210からのパターン指示信号 E_{210a} の内容に従って、内部に登録された3種類の2値パターン (各々、パターン1、パターン2、パターン3とする) を出力する。出力された3種類の2値パターン (パターン1、パターン2、パターン3) は、それぞれ、理想信号算出器214A~214Cに供給される。

【0014】

10

20

30

40

50

理想信号算出器 214A ~ 214C では、供給された 2 値パターン（パターン 1、パターン 2、パターン 3）から、使用する PR 特性（パーシャルレスポンス特性）に応じた理想的な再生信号（以下、理想信号という；理想信号の信号パターンと再生信号との関係は、図 4 を参照して後述する）E 214A ~ E 214C が作成される。

【0015】

作成された理想信号 E 214A ~ E 214C は、それぞれ、距離計算機 208A ~ 208C に供給される。各距離計算機 208A ~ 208C には、遅延器 206 により適宜遅延された信号 E 206 が入力されている。遅延器 206 による遅延量は、理想信号 E 214A ~ E 214C と再生信号 E 204 との位相が合うように、設定される。

【0016】

距離計算器 208A ~ 208C では、理想信号 E 214A ~ E 214C と再生信号 E 204 との間の距離（後述するユークリッド距離）が計算される（算出された距離を各々、E 1、E 2、E 3 とする）。算出された距離 E 1 および E 2 は減算器 216 に入力され、算出された距離 E 1 および E 3 は減算器 218 に入力される。減算器 216 は距離 E 2 と距離 E 1 の差（E 2 - E 1）を算出し、減算器 218 は距離 E 3 と距離 E 1 の差（E 3 - E 1）を算出する。算出された差（E 2 - E 1）および（E 3 - E 1）は、それぞれ、距離差メモリ 220 および 222 に蓄えられる。

【0017】

ここで、上記差（E 2 - E 1 および E 3 - E 1）を距離差メモリ 220 および 222 内の何処に蓄えるかは、パターン判別器 210 から出力されるメモリセレクト信号 E 210b に依存する（つまり、メモリ 220 および 222 への書込 / 読出アドレスは信号 E 210b により決定できるようになっている）。

【0018】

所定量のデータが光ディスク 100 から記録再生された時点で、パラメータ算出部 224 は、距離差メモリ 220 および 222 に蓄えられたデータから、記録波形の波形補償量 WC を算出する。すなわち、パラメータ算出部 224 は、距離差メモリ 220 および 222 から読み出された距離差データ E 220（= E 2 - E 1）および E 222（= E 3 - E 1）に基づいて所定のパラメータ演算を行い、波形補償量 WC を出力する。この波形補償量 WC、基準クロック RC および記録データ RD が記録波形作成部 230 に供給される。記録波形作成部 230 は、供給された基準クロック RC と記録データ RD と波形補償量 WC から、適宜波形補償された（適応制御された）記録波形パルス E 230 を生成する。PUH 200 は、生成された記録波形パルス E 230 を用いて、光ディスク 100 上に情報を記録する。

【0019】

なお、記録波形作成部 230 は、例えば図 7 の（a）に示すような周期 T の基準クロック RC、および図 7 の（b）に示すような長さ n T の NRZI（Non-Return to Zero Inverted）波形（記録データ RD に対応）が与えられると、図 7 の（c）に示すような波形の記録パルス E 230 を生成するように構成されている。また、記録波形作成部 230 は、与えられた波形補償量 WC に応じて、図 7 の（c）に示す記録パルス E 230 の例えば先頭パルス（ファーストパルス）のパルス幅を増減させるように構成されている。このように、基準クロック RC、記録データ RD および波形補償量 WC に応じて変化する記録波形 E 230 を生成する記録波形作成部 230 の内部構成の具体例は、例えば前述した特開 2000 - 90436 号に「記録波形作成手段」として具体的な開示がある（ただし特開 2000 - 90436 号の実施の形態における波形補正量 WCA と本願発明の実施の形態における波形補償量 WC とは内容が異なる）。

【0020】

本願発明の実施の形態における波形補償量 WC がどのようにして得られるのかについては、図 6 その他を適宜参照して後述する。また、得られた波形補償量 WC により記録波形パルス E 230 の波形がどのように補償されるのかについては、図 7、図 8 その他を適宜参照して後述する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

図 2 は、図 1 のシステム（装置）で用いられる理想信号算出器 2 1 4（各 2 1 4 A ~ 2 1 4 C）の構成を説明する図である。ここでは、パーシャルレスポンス特性として P R（1, 2, 2, 1）特性を用いたときの理想信号算出器 2 1 4 の構成を例示している。この算出器 2 1 4 は、一般的な 4 タップの F I R（Finite Impulse Response）フィルタであり、そのタップ係数は、1, 2, 2, 1 となっている。

【 0 0 2 2 】

具体的には、理想信号算出器 2 1 4 内では、遅延時間が 1 T（基準クロック R C の 1 周期相当）の遅延器 2 1 4 1 ~ 2 1 4 3 が直列接続され、初段の遅延器 2 1 4 1 に所定パターン（パターン 1、2、または 3）のビット列 E 2 1 2 が入力される。入力されたビット列は、後続の遅延器 2 1 4 2 ~ 2 1 4 3 により、基準クロック R C に同期して 1 T ずつ遅延される。遅延前のビット列 E 2 1 2 は係数「1」で加算器 2 1 4 0 に入力される。遅延器 2 1 4 1 により 1 T 遅延されたビット列は、係数器 2 1 4 4 により係数「× 2」が掛けられて、加算器 2 1 4 0 に入力される。遅延器 2 1 4 2 により更に 1 T 遅延されたビット列は、係数器 2 1 4 5 により係数「× 2」が掛けられて、加算器 2 1 4 0 に入力される。遅延器 2 1 4 3 により更に 1 T 遅延されたビット列は、係数「1」で加算器 2 1 4 0 に入力される。こうして、加算器 2 1 4 0 から、P R（1, 2, 2, 1）特性に対応した演算を受けた理想信号 E 2 1 4（E 2 1 4 A、E 2 1 4 B、または E 2 1 4 C）を得ることができる。

【 0 0 2 3 】

この理想信号算出器 2 1 4 に例えば“00010000”という系列（E 2 1 2）が入力されると、その出力は“00012210”となる。同様に、“000110000”が入力されると“000134310”が出力され、“0001110000”が入力されると“000135531”が出力され、“00011110000”が入力されると“00013565310”が出力される。P R（1, 2, 2, 1）特性では、この F I R フィルタの出力（E 2 1 4）は、“0、1、2、3、4、5、6”の 7 レベルのいずれかになる。

【 0 0 2 4 】

以下、便宜上、符号ビット“1”が n 個連続する系列を n T マーク、同様に符号ビット“0”が n 個連続する系列を n T スペースと表現する。ここで、変調符号に R L L（1、7）符号（RLL: Run-Length Limited）を使用する場合には、記録データ中に現れる系列は、2 T ~ 8 T のマークおよびスペースに限定される。

【 0 0 2 5 】

以下に説明する実施の形態では、長さを 2 T、3 T、4 T の 3 種類に分け、マークとスペースとをペアにして、パターン毎に記録補償量を求めるようにしている。

【 0 0 2 6 】

図 3 は、図 1 のシステム（装置）で用いられるパターンメモリ 2 1 2 の内容（パターン 1、2、3）と距離差メモリ 2 2 0 / 2 2 2 の内容（マーク後端制御用、マーク前端制御用）との関係の一例を説明する図である。

【 0 0 2 7 】

例えば、図 3 右の第 1 行目は、2 T マーク / 2 T スペースを記録するためのパターンを示している。この第 1 行目のパターンを用いて算出される結果（M E C）は、マーク後端制御用の距離差メモリ 2 2 0 / 2 2 2 の矢印で示される箇所に対応するアドレスに蓄えられる。

【 0 0 2 8 】

ここで、パターン 2、3 がどのように選ばれているかの一例を説明する。パターン 2 は、パターン 1 中に出現する符号ビット列“10”（または“01”）に対応する箇所が“00”（または“11”）である条件と、変調符号（R L L（1、7）等）の規則を満たすという条件の下に、パターン 1 の理想信号（後述する図 4 の I E A）に対するユークリッド距離が最小となるパターンを採用している。また、パターン 3 は、パターン 1 の中央に出現する符号ビット列“10”（または“01”）に対応する箇所が“11”（または“00”）である条件と、変調符号（R L L（1、7）等）の規則を満たすという条件の下に、パターン 1 の

10

20

30

40

50

理想信号（図4のIEA）に対するユークリッド距離が最小となるパターンを採用している。

【0029】

なお、長さの同じ2つの系列を各々PA(n)、PB(n)（ここでn=0~N）としたとき、ユークリッド距離は、

$$\sum_{n=0}^N \{PA(n) - PB(n)\}^2 \dots \quad (1)$$

で与えられる。

【0030】

以下、具体例を挙げてユークリッド距離について説明する。図3の第2行では、パターン1として、“0111001111”が採用されている。これに対し、パターン2としては、“011001111”が採用されている。パターン1、2の違いは、4ビット目が“1”であるか“0”であるかの違いのみである。

【0031】

パターン1の理想信号（図4のIEA）は“5532356”であり、パターン2の理想信号（図4のIEB）は“4311356”である。これら2系列のユークリッド距離は「10」である。長さが10ビットで4ビット目が“0”のパターンであり、かつ、その理想信号とパターン1の理想信号とのユークリッド距離が「10」以下となるのは、上記“0001100011”のみである。このことから、“000110001111”がパターン2として採用される。

【0032】

図3の第2行のパターン3に着目すると、“0111100111”が採用されている。パターン1の5ビット目の“0”を“1”に変えたパターンは、“0111101111”である。パターン“0111101111”の理想信号“5654456”とパターン1の理想信号“5532356”とのユークリッド距離は「10」であり、長さが10ビットで5ビット目が“1”のパターンであり、かつ、その理想信号とパターン1の理想信号とのユークリッド距離が「10」以下となるのは、パターン“0111101111”のみである。

【0033】

しかし、パターン“0111101111”には、ビット系列“101”が含まれており、変調符号（RL L（1、7））の規則に違反するため、“0111101111”はパターン3として採用されない。パターン3として採用されるのは、変調符号（RL L（1、7））の規則を満たすパターン“0111100111”である。

【0034】

このパターン“0111100111”の理想信号“5653235”とパターン1の理想信号“5532356”とのユークリッド距離は「12」である。変調符号（RL L（1、7））の規則を満たし、長さが10ビットで5ビット目が“1”のパターンであり、かつ、その理想信号とパターン1の理想信号とのユークリッド距離が「12」以下となるのは、上記“0111100111”のみである。このことから、“0111100111”がパターン3として採用される。

【0035】

次に、この発明の実施の形態における記録補償量の算出方法の基本概念について、図4～図6その他を適宜参照しながら説明する。ここで説明する記録補償量は、演算手段、変換手段、及び補償手段として機能するパラメータ算出部224により算出される。即ち、以下説明する、分布や標準偏差などは、パラメータ算出部224により算出される。また、以下説明する、出現頻度に基づく記録補償量Ecから記録補償量Ec'への変換は、パラメータ算出部224により実行される。さらに、以下説明する、波形補償量WCは、パラメータ算出部224により算出される。

【0036】

図4は、図1の構成における再生信号（E200）とパターン1～3の理想信号（IEA、IEB、IEC）との関係を説明する図である。いま、図1のパターン判別器210により選択されるパターン1、2、3各々が、例えば図4の上部に示されるような内容である場合を考える。パターン1、2、3から算出される理想信号IEA、IEB、IECは、各々図4の下部に示されるような波形に対応するものとなる。この実施の形態における

10

20

30

40

50

PR特性は、拘束長「4」のPR(1,2,2,1)である。

【0037】

図4で示されるパターン1、2、3の理想信号系列(IEA、IEB、IEC)を各々P1(t)、P2(t)、P3(t)とし、再生信号をY(t)とする。すると、P1(t)、P2(t)、P3(t)とY(t)とのユークリッド距離E1、E2、E3は、

$$E1 = \{Y(t) - P1(t)\}^2 \quad \dots (2)$$

$$E2 = \{Y(t) - P2(t)\}^2 \quad \dots (3)$$

$$E3 = \{Y(t) - P3(t)\}^2 \quad \dots (4)$$

となる。パターン1を記録したにも拘わらず、その再生信号の識別結果がパターンE2となる条件は、

$$E1 > E2 \quad \dots (5)$$

同様に、パターン1を記録したにも拘わらず、その再生信号の識別結果がパターンE3となる条件は、

$$E1 > E3 \quad \dots (6)$$

である。

【0038】

ここで、次のように定義されるユークリッド距離差(D2、D3)

$$D2 = E2 - E1 \quad \dots (7)$$

$$D3 = E3 - E1 \quad \dots (8)$$

を考える。

【0039】

図5は、図1の構成において算出されるユークリッド距離差(D2 = E2 - E3、D3 = E3 - E1)の分布を例示する図である。図5において、ユークリッド距離差D2、D3の各分布が0以下となる領域がエラーに対応する。

【0040】

いま、ユークリッド距離差D2、D3の平均をそれぞれM2、M3とし、距離差D2、D3の標準偏差をそれぞれσ2、σ3とする。すると、パターン1を記録したときに、その再生信号の識別結果がパターン2にならないためのマージンMgn2は、

$$Mgn2 = M2 / \sigma2 \quad \dots (9)$$

となる。

【0041】

同様に、パターン1を記録したときに、その再生信号の識別結果がパターン3にならないためのマージンMgn3は、

$$Mgn3 = M3 / \sigma3 \quad \dots (10)$$

となる。

【0042】

ここで、パターン1を記録したときに、その再生信号の識別結果がパターン2となる事象(パターン1と識別されるべきところをパターン2と誤認される事象)と、その再生信号の識別結果がパターン3となる事象(パターン1と識別されるべきところをパターン3と誤認される事象)は相反する事象と考えられる。

【0043】

図6は、図1の構成において算出されるユークリッド距離差(D2 = E2 - E3、-D3 = E1 - E3)に基づくユークリッド距離補正量を説明する図である。

【0044】

図6は、ユークリッド距離差D2および-D3の分布を例示している。図6の横軸上には、ある値Ec(後述する記録補償パラメータ)が設定されている。そして、距離差分布D2および距離差分布-D3の、設定値EcまでのマージンMgn2'およびMgn3'は、

$$Mgn2' = (M2 - Ec) / \sigma2 \quad \dots (11)$$

$$Mgn3' = (M3 + Ec) / \sigma3 \quad \dots (12)$$

10

20

30

40

50

となる。

【0045】

式(11)および式(12)が等しい(2つのマージン Mgn_2' および Mgn_3' が等しい)として、 E_c について解くと、

$$E_c = (3 * M_2 + 2 * M_3) / (2 + 3) \quad \dots (13)$$

が得られる。

【0046】

式(13)により求めた E_c 分だけ図6の分布(距離差分布 D_2 および距離差分布 $-D_3$)を全体的にシフトさせれば(図6の例でいえば縦軸の原点“0”を記録補償パラメータ E_c の設定位置まで右方向にずらせば)、パターン1を記録したときにその再生信号の識別結果がパターン2となる確率と、その再生信号の識別結果がパターン3となる確率とが等しくなる。この状態が、最も誤り難い状態に対応する。

10

【0047】

つまり、記録補償パラメータ E_c (厳密には後述する記録補償パラメータ E_c')に対応する波形補償量 WC を図1のパラメータ算出部224で生成し、生成された補償量 WC を図1の記録波形作成部230に与えて上記「パターン1を記録したときに識別結果がパターン2となる確率と識別結果がパターン3となる確率とが等しくなる」ような記録補償を施すことにより、記録情報に対する再生信号の読み誤りの確率が最も低い状態が得られる。これにより、例えばブルーレーザを用いた高密度光ディスクにおいても、良好な記録/再生を行うことができるようになる。

20

【0048】

なお、記録補償パラメータ E_c の符号は「記録マークを大きくするのか小さくするのか」に対応し、 E_c の絶対値は「記録マークサイズの変化量」に対応している。また、図6の例示でいえば、記録補償パラメータ E_c の符号は「 E_c の設定位置を原点“0”の右側に設定するのか左側に設定するのか」を示し、 E_c の絶対値は「 E_c の設定位置が原点“0”からどれだけずれるのか」を示している。

【0049】

ここで、記録補償パラメータ E_c の単位はユークリッド距離である。ユークリッド距離(E_c)を信号の振幅(V_c)に変換するには、理想信号の系列長が「7」であるので、

$$V_c = (E_c / 7) \quad \dots (14)$$

30

とすればよい。あるいは、使用するPR特性の拘束長が「4」であることから、

$$V_c = (E_c / 4) \quad \dots (15)$$

とすればよい。

【0050】

記録パルス E_{230} の補償量 WC を求めるには、式(14)または式(15)で示される振幅補償値 V_c から時間補償量を求め、更にパルス補償量を求める必要がある。しかし、このような2段階の変換内容は、マーク長やスペース長の他に記録媒体特性によっても変わってくるため、 V_c から WC を得るための変換式を求めることは、容易ではない。

【0051】

しかし、式(13)の E_c (厳密には後述する E_c')、あるいは式(14)または式(15)の V_c から、次のようにして記録補償を施す方法ならば、容易に実施できる。すなわち、例えば、 E_c (厳密には後述する E_c')から記録補償量を求めるには、図6の原点“0”近傍に不感帯を設ける。そして、 E_c (厳密には後述する E_c')がこの不感帯内にあれば、次の記録補償量 WC は変化無しとする。 E_c (厳密には後述する E_c')が不感帯よりも大きければ、次の記録補償量は+1ステップとする。逆に E_c (厳密には後述する E_c')が不感帯よりも小さければ、次回記録補償量は-1ステップとする。こうして求めた記録補償量(WC)の増減/無変化[-1、0、+1]に応じて、例えば、図7に例示されるような記録波形 E_{230} のファーストパルスの幅を増減することで、記録波形 E_{230} に対する補償を行うことができる。

40

【0052】

50

なお、上記不感帯の幅（サイズ）およびステップの大きさ（1ステップあたりWCをどの程度変化させるか）は、実際の装置において試験することで決定すればよい。

【0053】

記録波形E230に対する補償方法は、記録波形E230のファーストパルスの幅を増減することに限られない。ファーストパルス、ラストパルスおよび/またはクーリングパルスの幅を増減する方法もある。

【0054】

また、記録波形パルスE230の変化のさせ方は、図8(b)の破線で例示されるようなパルス幅変化に限られない。すなわち、図8(c)の破線で例示されるようなパルス高変化であっても、図8(d)の破線で例示されるようなパルスの位相変化であってもよい。また、図8(b)~(d)のパルス幅変化、パルス高変化、および/またはパルス位相変化は、適宜組み合わせ用いられてもよい。

【0055】

このように、波形補償量WCに基づいて記録波形E230のパルス幅、パルス高、および/またはパルス位相を変化させることにより、前記「パターン1を記録したときに識別結果がパターン2となる確率と識別結果がパターン3となる確率とが等しくなる」ように制御することを、この実施の形態では、「記録波形の適応制御」と呼ぶことにする。

【0056】

このようにして、「記録波形の適応制御」により新しくできた記録波形パルスE230を用いて記録再生を行い、その記録再生に伴い前述した方法でEcを計算し、以下同様の手順を数回繰り返す。この操作の繰り返しにより、記録波形パルスE230は（個別の記録再生システムおよび/または個々の光ディスクに対して）最適化され、良好な記録再生ができるようになる。

【0057】

なお、上記の例では記録波形パルスE230の変化量を[-1、0、+1]の3ステップとしたが、Ecの区間をもっと細かく分割し、例えば、[-2、-1、0、+1、+2]のように5ステップにしてもよい。

【0058】

ところで、記録波形パルスE230算出の繰り返しを何回行うかは、予めその回数を決めておく方法が考えられる。別の方法として、再生信号の信号品質を示す評価指標値（以下に述べるMgn）が規定の値を満たすまでとする方法も考えられる。

【0059】

再生信号の信号品質を示す評価指標値として、式(9)または式(10)を用いることができる。以下、式(9)または式(10)を一般化して説明する。あるデータを記録したときの再生信号をY(t)、記録したデータの理想信号をp(t)とし、記録したデータ以外の任意のデータの理想信号をp'(t)とする。Y(t)とp(t)とのユークリッド距離Eoは、

$$E_o = \{ Y(t) - p(t) \}^2 \quad \dots (16)$$

であり、同様に、Y(t)とp'(t)とのユークリッド距離Eeは、

$$E_e = \{ Y(t) - p'(t) \}^2 \quad \dots (17)$$

である。EoとEeとから、ユークリッド距離差

$$D = E_e - E_o \quad \dots (18)$$

を求める。このユークリッド距離差Dの平均Mおよびその標準偏差から、

$$M_{gn} = M / \quad \dots (19)$$

を求める。式(19)に示される評価指標値Mgnがある値以上となるまで、先の記録波形パルスE230の算出を繰り返し行う。

【0060】

上記のように記録補償量(Ec)を決定した場合、記録補償の前後でDCレベルが変化する。あるパターンの補償の実施により、DCレベルが変化し、それ以外のパターンの記録補償が必要になる場合がある。その結果、何回記録補償を施しても収束しない可能性があ

10

20

30

40

50

る。記録補償の前後でDCレベルが変化しないようにするには、次のようにすればよい。図9に示すように、パターン毎算出されたEcを保存しておくEcメモリM1と、各パターンの出現頻度を保存した出現頻度メモリM2と、DCレベルが変化しないようにEcを補正したEc'を保存するためのEc'メモリM3を準備する。即ち、図1に示すように、パラメータ算出部224に、EcメモリM1、出現頻度メモリM2、Ec'メモリM3を設ける。パラメータ算出部224は、記録補償パラメータEc'に対応する波形補償量WCを記録波形作成部230に供給する。

【0061】

出現頻度メモリに保存される a, b, \dots は、各パターンの出現頻度であり、 $a + b + \dots = 1$ である。出現頻度は、パターン判別器210の結果からカウンタを用いて算出される。また、変調符号の性質から出現頻度を予め算出しておくこともできる。Ec'メモリM3に保存される値 (a', b', \dots, r') は、次のように算出される。

【0062】

$$a' = a - \{ a + b + \dots + r \}$$

$$b' = b - \{ a + b + \dots + r \}$$

...

$$r' = r - \{ a + b + \dots + r \} \quad \dots (20)$$

式(20)は、 a, b, \dots, c の各値から出現頻度を考慮した平均値を減算した結果である。したがって、 $a' + b' + \dots + r' = 0$ となる。

【0063】

上記の方法は、マーク前後端合わせてDC成分が0となる方法である。マーク前端のみ、あるいは、マーク後端のみでDC成分が0とした方が記録補償の系が安定する場合がある。

【0064】

この場合、 a', b', \dots, r' は、 $a + b + \dots + i = 1$ 、 $a + b + \dots + j = 1$ として、

$$a' = a - \{ a + b + \dots + i \}$$

$$b' = b - \{ a + b + \dots + i \}$$

...

$$i' = i - \{ a + b + \dots + i \} \quad \dots (21)$$

$$j' = j - \{ a + b + \dots + i \}$$

$$k' = k - \{ a + b + \dots + i \}$$

...

$$r' = r - \{ a + b + \dots + i \} \quad \dots (22)$$

のように求める。

【0065】

ここで、図15に示すフローチャートを参照して、上記説明した記録補償方法についてまとめる。まず、所定の再生信号、この再生信号の信号波形パターンに対応した第1のパターン、この第1のパターン以外であって前記再生信号の信号波形パターンに対応した第2のパターン、および前記第1および第2のパターン以外であって前記再生信号の信号波形パターンに対応した第3のパターンを定義する。

【0066】

再生信号と第1のパターンとの間の第1距離E1と、再生信号と第2のパターンとの間の第2距離E2と、再生信号と第2のパターンとの間の第3距離E3とがパラメータ算出部224により演算される(ST1)。続いて、第1距離E1と第2距離E2との間の第1距離差D2 = E2 - E1と、第1距離E1と第3距離E3との間の第2距離差D3 = E3 - E1とがパラメータ算出部224により演算される(ST2)。続いて、複数の再生信号のサンプルについて、第1距離差D2の分布および第2距離差D3の分布がパラメータ算出部224により演算される(ST3)。続いて、第1距離差D2の平均M2および第1距離差D2の分布の標準偏差σ2と、第2距離差D3の平均M3および第2距離差D3の分布の標準偏差σ3とがパラメータ算出部224により演算される(ST4)

10

20

30

40

50

次に、 $(2 * M3 + 3 * M2) / (2 + 3)$ の関係から記録補償パラメータ E_c がパラメータ算出部 224 により演算され (ST5)、演算された記録補償パラメータ E_c が E_c メモリ M1 に保持される。続いて、出現頻度メモリ M2 に保持された出現頻度情報に基づき、 E_c メモリ M1 に保持された記録補償パラメータ E_c が記録補償パラメータ $E_{c'}$ に変換され (ST6)、変換された記録補償パラメータ $E_{c'}$ が $E_{c'}$ メモリ M3 に保持される。

【0067】

最終的に、 $E_{c'}$ メモリ M3 に保持された記録補償パラメータ $E_{c'}$ に基づいて、情報記録媒体に対する信号記録波形を補償する波形補償量 WC が算出され (ST7)、この波形補償量 WC に基づき信号記録波形が補償される (ST8)。

10

【0068】

図1その他を参照して説明した第1の実施の形態では、光ディスク100に記録されるマーク/スペースの長さを2T、3T、4Tの3種類に分けたが、マーク/スペースの長さの分類はもっと多くしてもよい。例えば、マーク/スペースの長さを2T、3T、4T、5Tの4種類に分けてもよい。

【0069】

図10は、マーク/スペースの長さを2T、3T、4T、5Tの4種類に分けた場合の、パターン1、2、3と距離差メモリ220/222の構成との対応関係を例示している。パターンの種類が異なる(3種類が4種類に増えた)こと以外は、図1その他を参照して説明した第1の実施の形態と同様の手順で記録波形パルスE230を求めることができる。

20

【0070】

この発明の実施の形態によれば、再生信号E200を記録データRDの理想信号と一致させる場合よりも、更に良好な再生信号が得られるような記録再生が可能となる。

【0071】

例えば、図3の第4行において、パターン1とパターン2の理想信号のユークリッド距離は「12」であり、パターン1とパターン3の理想信号のユークリッド距離は「10」である。パターン1の理想信号と一致するような記録が行われた場合、再生信号劣化の支配的要因を白色雑音とすると、 $Mgn2 > Mgn3$ となり、 $E_c < 0$ となる。つまり、2Tマークが小さくなるように記録することとなる。

30

【0072】

2Tマークが小さくなる場合でも、ビタビ復号器(後述する図15の240)を利用すれば、再生信号の読み取りエラーを回避できる。これは、ビタビ復号器では変調符号規則の1Tが含まれないことが利用されており、2T信号が多少小さくてもエラーを生じないことに対応する。

【0073】

しかしながら、再生信号が理想信号よりもずれるようになった場合、別の不都合が起きる場合がある。例えば、再生信号E200が中心レベルを通過するタイミングからクロックを抽出するタイミング生成回路が用いられる場合、図1の第1の実施の形態では、クロックの精度が劣化する恐れがある。その場合には、図3のパターンの代わりに、図11のパターンを使用すればよい。図11のパターンでは、実際にはビタビ復号器が出力しない1T信号をパターン2、3に採用することで、再生信号E200はパターン1の理想信号に近づく。同様に、図10のパターンの代わりに、図12のパターンを採用すればよい。

40

【0074】

記録補償量(WC)決定用パターン(記録データRD)としては、ランダムなデータを採用し、その中からパターン1を抽出する方法が考えられる。

【0075】

記録補償量決定用パターン(記録データ)としてはランダムなデータを採用し、その中からパターン1を抽出する方式が考えられる。記録補償量決定用パターンについては、情報記録装置に予め記憶しておく(図1の210、212など)方法がある。一方、記録再生に

50

使用される個々の媒体（光ディスク100）により、これらのパターンが異なる場合もある。このことを考慮して、個々の媒体の一部、例えば図13に示される光ディスク100のリードインエリア102に、パターン1、2、3および/または記録補償量決定パターンを予め記録しておく方法も考えられる。

【0076】

このように個々の情報記録媒体（記録再生可能な生ディスク/ブランクディスク）に最適記録再生のためのパターンデータおよび/または記録補償量データを予め記録しておけば、その媒体を用いるシステム（記録再生装置など）は、素早く的確に、その媒体に合った記録波形で情報記録再生できるようになる。

【0077】

なお、上記情報記録媒体（記録再生可能な生ディスク/ブランクディスク）の具体例として、DVD-RAM、DVD-RW、DVD-R等がある。また、最適記録再生のためのパターンデータおよび/または記録補償量データの記録場所は、図13のリードインエリア102に限定する必要はなく、データエリア104中の特定位置でも、リードアウトエリア106でもよい。

【0078】

最適記録再生のためのパターンデータおよび/または記録補償量データの記録場所としては、通常はリードインエリア102が適当であるが、状況により別の場所が良いこともあり得る。例えば媒体がDVD-Rであり、このDVD-Rのデータエリア104の途中までデータ記録が済んでいる場合を考えてみる。この場合、データ記録が済んだ直後に続く僅かな記録エリアXを利用して最適記録再生のためのパターンデータおよび/または記録補償量データを記録しておくことができる。そのDVD-Rに新たなデータ記録を行う際は、エリアXの記録内容（パターンデータおよび/または記録補償量データ）を利用して記録波形補償を行い、補償された記録波形でもって（エリアXの直後から）新たなデータをDVD-Rの未記録エリアに記録するように構成できる。

【0079】

また、媒体が例えば両面に記録層を持つタイプの場合、A面記録が終了してB面記録に移る状況では、データ記録スタート位置がリードインエリア102よりもリードアウトエリア106の方に近いことがある。この場合、パターンデータおよび/または記録補償量データは、PUH200のシーク距離が短くて済むリードアウトエリア106に記録されているほうがよいこともある（このような場合でも、パターンデータおよび/または記録補償量データの記録場所をリードインエリア102にしておくことは妨げない）。

【0080】

図14は、この発明の他の実施の形態に係る情報記録再生システム（装置）（第2の実施の形態）の構成を説明する図である。図14の実施の形態は、図1の実施の形態にビタビ復号器240を追加した構成を持っている。別の言い方をすると、図14の実施の形態では、パターン判別器210の入力として、記録データRDではなく、ビタビ復号器240からの識別結果D240が利用されている。このビタビ識別結果D240を利用する場合、図5に例示された分布の0以下は無くなり、記録波形パルスE230を求める際に算出誤差が生じるようになる。しかしながら、記録データRDと再生信号E200との位相調整が難しい場合には、図14の実施の形態のようにビタビ復号器240を利用することは有効な方法である。

【0081】

なお、この発明は上記各実施の形態に限定されるものではなく、その実施の段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々な変形・変更が可能である。

【0082】

例えば、式2～式4ではユークリッド距離Eaを“ $Ea = \{Y(t) - Px(t)\}^2$ ”という算出方法（2乗することで大きさの累積値を求める）で求めているが、このEaに対応する別の情報として“ $Eb = |Y(t) - Py(t)|$ ”を算出してもよい（絶対値をとることで大きさの累積値を求める）。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 3 】

また、以上述べた実施の形態の説明では P R (1,2,2,1) 特性を用いたが、その他の P R 特性を用いてもこの発明を実施することは可能である。また、 R L L (1, 7) 符号以外の変調符号を用いてもこの発明を実施することができる。

【 0 0 8 4 】

また、各実施の形態は可能な限り適宜組み合わせる実施されてもよく、その場合組み合わせによる効果が得られる。

【 0 0 8 5 】

さらに、上記実施の形態には種々な段階の発明が含まれており、この出願で開示される複数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。たとえば、実施の形態に示される全構成要件から 1 または複数の構成要件が削除されても、この発明の効果あるいはこの発明の実施に伴う効果のうち少なくとも 1 つが得られるときは、この構成要件が削除された構成が発明として抽出され得るものである。

10

【 0 0 8 6 】

< 各実施の形態の要点まとめ >

(1) 符号ビット列 “ 10 ” または “ 01 ” を含む第 1 のパターンと、前記符号ビット列 “ 10 ” または “ 01 ” に対応する箇所が “ 00 ” である第 2 のパターンと、前記符号ビット列 “ 10 ” または “ 01 ” に対応する箇所が “ 11 ” である第 3 のパターンを対象パターンとして用意し、第 1 のパターンを記録したときの再生信号の第 2 のパターンへの誤り易さと、前記再生信号の第 3 のパターンへの誤り易さが等しくなるように、記録補償を施す。

20

【 0 0 8 7 】

(2) 再生信号と第 1 のパターンとの距離 E_0 と、再生信号と第 2 または第 3 のパターンの距離 E_e とから、距離差 $D = E_e - E_0$ を求める。D の平均 M とその標準偏差 σ を用いて、 M / σ で表される値から、再生信号の品質を判断する。

【 0 0 8 8 】

(3) 再生信号と第 1 のパターンとの距離 E_1 と、再生信号と第 2 のパターンの距離 E_2 と、再生信号と第 3 のパターンの距離 E_3 を求める。続いて $D_2 = E_2 - E_1$ 、 $D_3 = E_3 - E_1$ を求める。D₂ の平均を M_2 、標準偏差を σ_2 とし、D₃ の平均を M_3 、標準偏差を σ_3 としたとき、 $E_c = (\sigma_2 * M_3 + \sigma_3 * M_2) / (\sigma_2 + \sigma_3)$ なる E_c を求める。ここで、出現頻度に基づき E_c が E_c' に変換される。変換された E_c' から記録波形補償量を求める。

30

【 0 0 8 9 】

【発明の効果】

以上述べたように、この発明の実施によれば、再生信号の品質を適切に評価することができる。あるいは、適切な波形補正量を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の一実施の形態に係る情報記録再生システム（第 1 の実施の形態）の構成を説明する図。

【図 2】図 1 のシステムで用いられる理想信号算出器の構成の一例を説明する図。

【図 3】図 1 のシステムで用いられるパターンメモリの内容（パターン 1、2、3）と距離差メモリの内容（マーク後端制御用、マーク前端制御用）との関係の一例を説明する図。

40

【図 4】図 1 の構成における再生信号（ E_{200} ）と理想信号（ I_{EA} 、 I_{EB} 、 I_{EC} ）との関係を説明する図。

【図 5】図 1 の構成において算出されるユークリッド距離差（ $D_2 = E_2 - E_3$ 、 $D_3 = E_3 - E_1$ ）の分布を例示する図。

【図 6】図 1 の構成において算出されるユークリッド距離差（ $D_2 = E_2 - E_3$ 、 $D_3 = E_1 - E_3$ ）に基づくユークリッド距離補正量を説明する図。

【図 7】図 1 のシステムで用いられる記録波形パルスの具体例を説明する図。

【図 8】図 1 のシステムで用いられる記録波形補償方法の一例を説明する図。

50

【図9】記録補償の前後でDCレベルが変化しないように、出現頻度による品質評価パラメータEcから品質評価パラメータEc'への変換を説明するための図。

【図10】図1のシステムで用いられるパターンメモリの内容(パターン1、2、3)と距離差メモリの内容(マーク後端制御用、マーク前端制御用)との関係の第2の例を説明する図。

【図11】図1のシステムで用いられるパターンメモリの内容(パターン1、2、3)と距離差メモリの内容(マーク後端制御用、マーク前端制御用)との関係の第3の例を説明する図。

【図12】図1のシステムで用いられるパターンメモリの内容(パターン1、2、3)と距離差メモリの内容(マーク後端制御用、マーク前端制御用)との関係の第4の例を説明する図。

10

【図13】この発明により情報記録または情報再生を行う媒体としての光ディスク(DVD-RAM、DVD-RW、DVD-R等)の構成を説明する図。

【図14】この発明の他の実施の形態に係る情報記録再生システム(第2の実施の形態)の構成を説明する図。

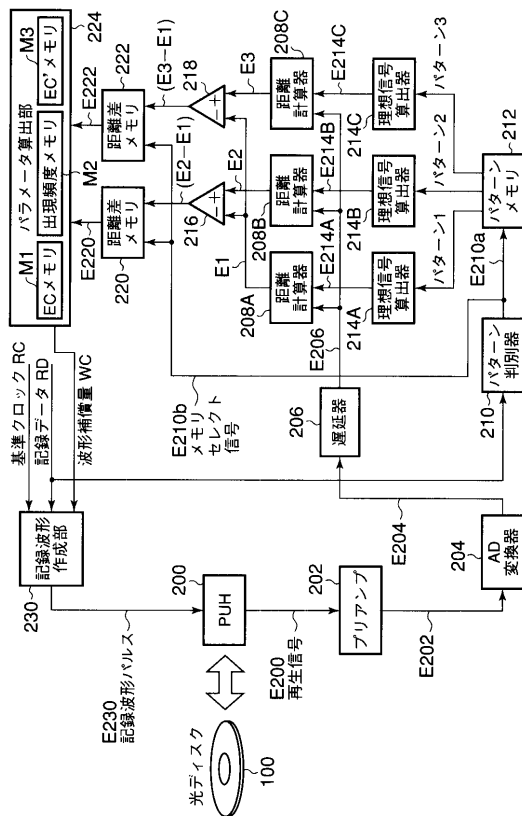
【図15】記録補償方法の一例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

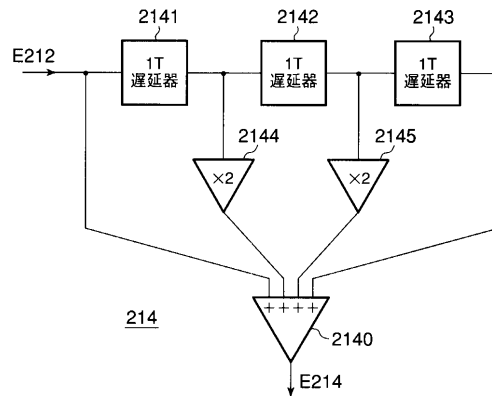
100...光ディスク(DVD-RAM、DVD-RW、DVD-R等); 200...光ヘッド(PUH); 208(208A~208C)...距離計算器; 210...パターン判別器; 212...パターンメモリ; 214(214A~214C)...理想信号算出器; 220、222...距離差メモリ; 224...パラメータ算出部; 230...記録波形作成部; 240...ピタビ復号器。

20

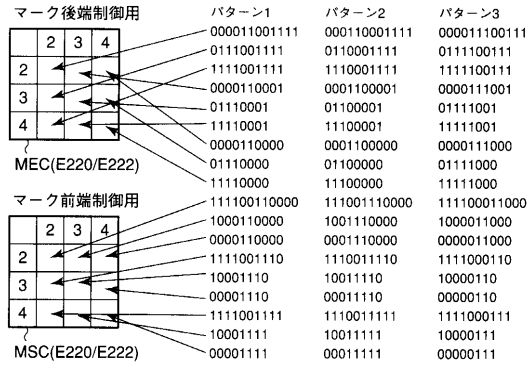
【図1】



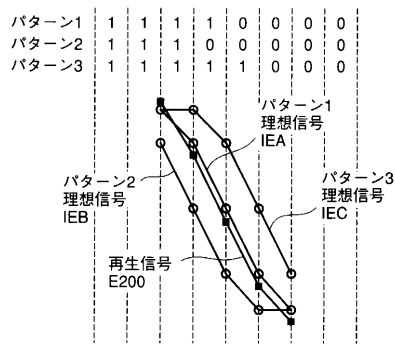
【図2】



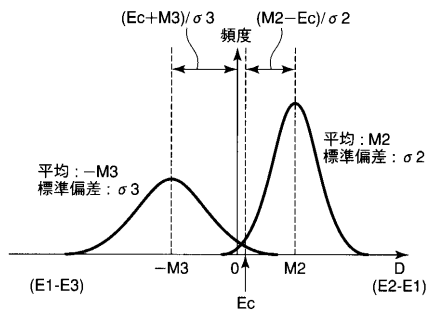
【図3】



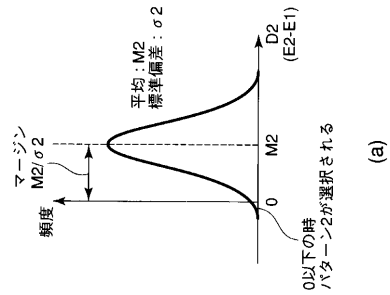
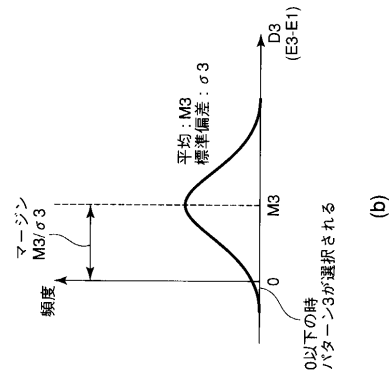
【図4】



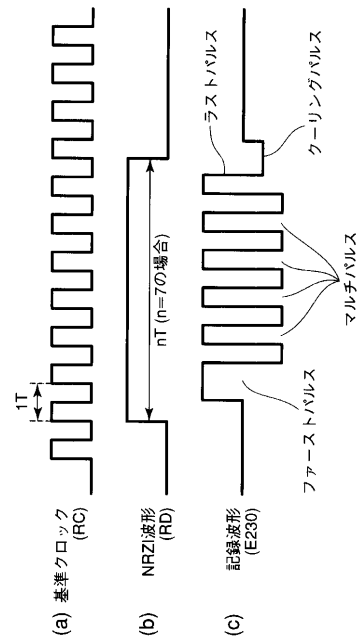
【図6】



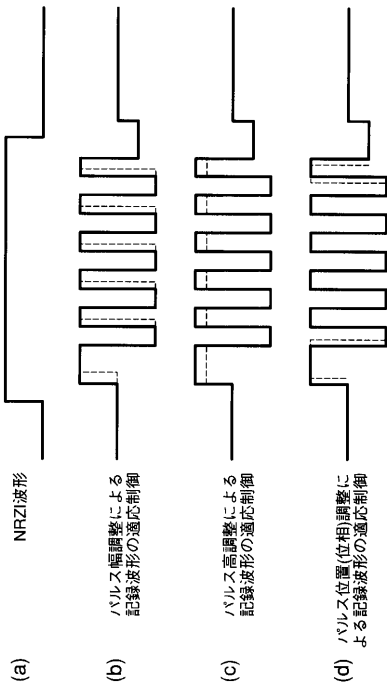
【図5】



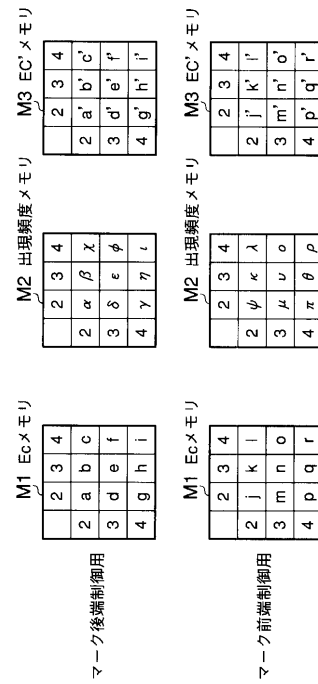
【図7】



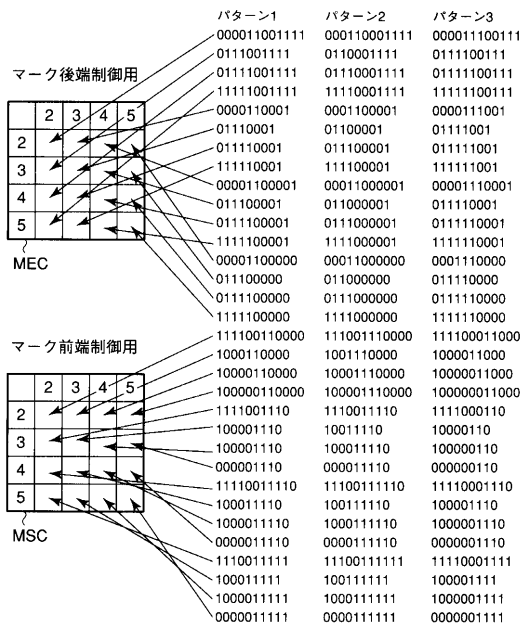
【図8】



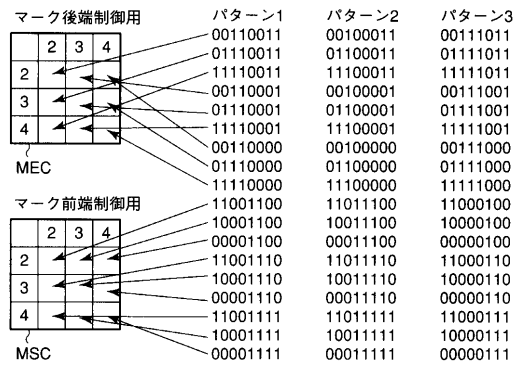
【図9】



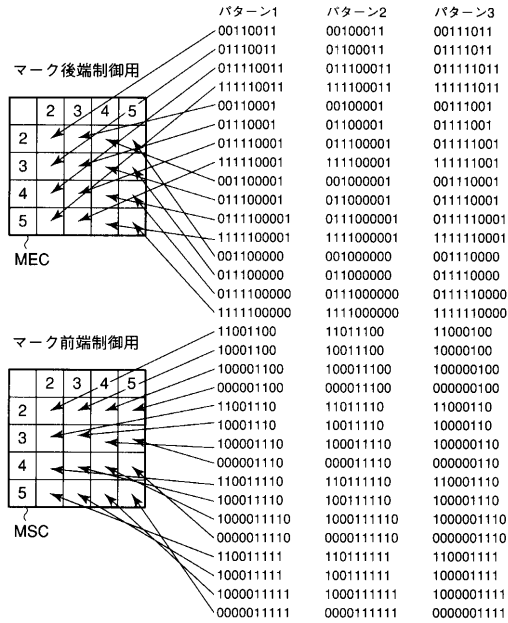
【図10】



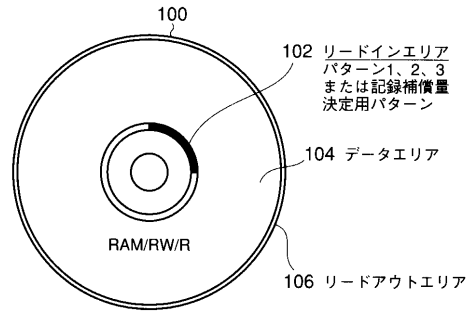
【図11】



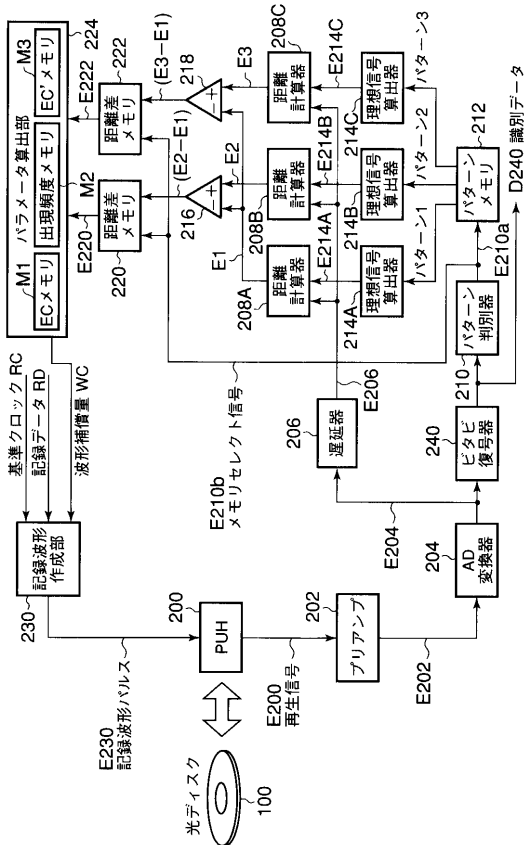
【図12】



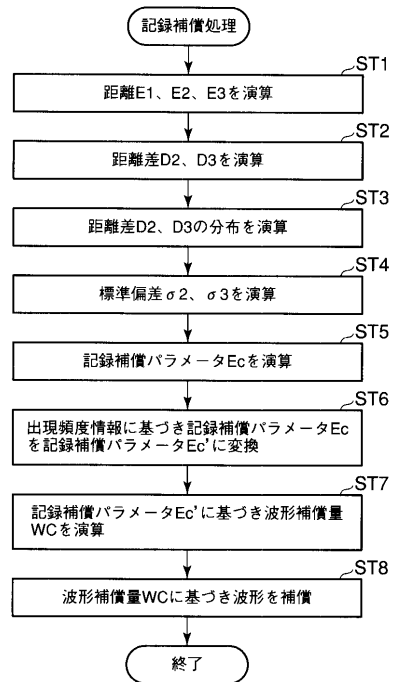
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

審査官 山崎 達也

(56)参考文献 特開2002-008237(JP,A)
特開平06-139574(JP,A)
特開2003-151219(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G11B 20/14
G11B 20/10