

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-166221

(P2005-166221A)

(43) 公開日 平成17年6月23日(2005.6.23)

(51) Int.Cl.⁷

G 1 1 B 20/14

G 1 1 B 20/10

G 1 1 B 20/18

H 0 3 M 13/39

F I

G 1 1 B 20/14

G 1 1 B 20/10

G 1 1 B 20/18

G 1 1 B 20/18

G 1 1 B 20/18

3 4 1 B

3 2 1 A

5 3 4 A

5 7 0 F

5 7 2 C

テーマコード (参考)

5 D 0 4 4

5 J 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-407577 (P2003-407577)

(22) 出願日 平成15年12月5日(2003.12.5)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100065385

弁理士 山下 穰平

(74) 代理人 100122921

弁理士 志村 博

(72) 発明者 片山 達嗣

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ

ヤノン株式会社内

Fターム(参考) 5D044 BC02 CC06 FG02 FG05 GL02
GL32

5J065 AB01 AC03 AF02 AG05 AH09

AH13 AH15 AH17

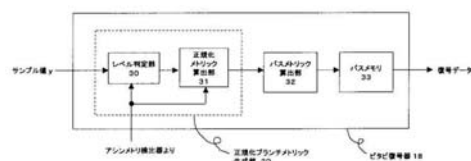
(54) 【発明の名称】 情報再生方法及び情報再生装置

(57) 【要約】

【課題】 アシンメトリ等の非線形歪みが存在する再生信号に対して正確に最尤復号を行う装置を提供する。

【解決手段】 複数の基準値に対する記録媒体から得られた再生信号の値の尤度を計算し、尤度に基づいて再生信号を復号する最尤復号法を用いた情報再生装置において、記録媒体から得られた再生信号から再生信号のアシンメトリに応じた複数の識別値を検出するアシンメトリ検出器と、再生信号が識別値間のどのレベル範囲に属するかを判定する判定部30と、判定部の判定結果と再生信号と複数の識別値とに基づいて再生信号を正規化し、正規化された再生信号の値の尤度を求める算出部31とを備える。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の基準値に対する記録媒体から得られた再生信号の値の尤度を計算し、該尤度に基づいて再生信号を復号する最尤復号法を用いた情報再生装置において、

前記記録媒体から得られた再生信号から該再生信号の特性に対応した複数の基準値を検出する検出手段と、前記複数の基準値に応じて前記再生信号または前記尤度を補正する補正手段と、を備えることを特徴とする情報再生装置。

【請求項 2】

前記検出手段は、前記再生信号を基に再生信号の特性に対応した複数の基準値を生成する請求項 1 に記載の情報再生装置。

【請求項 3】

前記検出手段は、前記再生信号の分布を基に再生信号の特性に対応した複数の基準値を生成する請求項 2 に記載の情報再生装置。

【請求項 4】

前記補正手段は、前記基準値同士の間隔を基に再生信号の補正値を算出し保持する保持手段を備え、前記保持手段に保持されている再生信号の補正値を基に前記再生信号を補正する請求項 1 に記載の情報再生装置。

【請求項 5】

前記検出手段は前記再生信号を基に、前記複数の基準値を逐次更新する手段を備え、前記補正手段は逐次更新された複数の基準値を基に前記再生信号または前記尤度を補正する請求項 1 に記載の情報再生装置。

【請求項 6】

前記補正手段は、前記再生信号が前記基準値間のどのレベル範囲に属するかを判定する判定部と、判定部の判定結果と前記複数の基準値とに基づいて前記再生信号を正規化し、正規化された再生信号の値の尤度を求める算出部とを備えた請求項 1 に記載の情報再生装置。

【請求項 7】

前記補正手段は、前記再生信号の値の尤度を計算し、前記複数の基準値に基づいて前記尤度を正規化する算出部とを備えた請求項 1 に記載の情報再生装置。

【請求項 8】

前記基準値は非線形歪に応じた識別値である請求項 1 ～ 7 に記載のいずれか 1 項に記載の情報再生装置。

【請求項 9】

複数の基準値に対する記録媒体から得られた再生信号の値の尤度を計算し、該尤度に基づいて再生信号を復号する最尤復号法を用いた情報再生方法において、

前記記録媒体から得られた再生信号から該再生信号の特性に対応した複数の基準値を検出する第 1 ステップと、前記複数の基準値に応じて前記再生信号または前記尤度を補正する第 2 ステップとを有することを特徴とする情報再生方法。

【請求項 10】

前記第 1 ステップにおいて、前記再生信号を基に再生信号の特性に対応した複数の基準値を検出する請求項 9 に記載の情報再生方法。

【請求項 11】

前記第 1 ステップにおいて、前記再生信号の分布を基に再生信号の特性に対応した複数の基準値を検出する請求項 10 に記載の情報再生方法。

【請求項 12】

前記第 2 ステップにおいて、前記基準値同士の間隔を基に再生信号の補正値を算出し、この補正値を保持手段に保持し、前記保持手段に保持されている再生信号の補正値を基に前記再生信号を補正する請求項 9 に記載の情報再生方法。

【請求項 13】

前記第 1 ステップにおいて、前記再生信号を基に、前記複数の基準値を逐次更新し、前記第 2 ステップにおいて、逐次更新された複数の基準値を基に前記再生信号または前記尤度

10

20

30

40

50

を補正する請求項 9 に記載の情報再生方法。

【請求項 14】

前記第 2 ステップにおいて、前記再生信号が前記基準値間のどのレベル範囲に属するかを判定し、その判定結果と前記複数の基準値とに基づいて前記再生信号を正規化し、

正規化された再生信号の値の尤度を求める第 3 のステップを有する請求項 9 記載の情報再生方法。

【請求項 15】

前記第 2 ステップにおいて、前記再生信号の値の尤度を計算し、前記複数の基準値に基づいて前記尤度を正規化する請求項 9 記載の情報再生方法。

【請求項 16】

前記基準値は非線形歪に応じた識別値である請求項 9 ~ 15 記載のいずれか 1 項に記載の情報再生方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は情報再生方法及び情報再生装置に係わり、特に光ディスク、光磁気ディスク、コンパクトディスク (CD)、CD-R 等の情報記録媒体に用いられる情報再生方法及び情報再生装置に用いられるものである。

【背景技術】

【0002】

従来より光ディスクドライブ等の光学的情報再生装置における信号処理方式として PRML (Partial Response Maximum Likelihood) がある。PRML 方式では記録再生系の特性に応じた PR (パースナルレスポンス) 方式で再生信号を波形等化し、ピタビ復号等の最尤復号により復号処理を行うことにより符号間干渉の大きい再生信号においても誤り率の低いデータを得ることができる。ピタビ復号において尤度を算出するためには、波形等化処理に用いられる PR 方式によって定まる理想サンプル値が識別点の値として用いられる。

【0003】

しかしながら、光ディスクにおいては、再生信号のアイ・パターンが非対称となるアシンメトリと呼ばれる現象等の非線形歪みのために、PR 方式に応じて一義的に定まる識別点と再生信号のレベルが異なり、ピタビ復号の復号性能を劣化させる要因となっている。

【0004】

これに対して、特許文献 1 には、最短記録情報の振幅最大値及び振幅最小値、再生信号エンベロープの最大値及び最小値、再生信号 2 値化の際の中心値をもとに識別点を設定することにより、ピタビ復号の識別点を実際の再生波形に即したものとする情報再生装置及び再生方法が開示されている。

【特許文献 1】特開 2001-250334 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記従来例では、再生信号のアシンメトリに応じた識別点を設定しピタビ復号を行っている。しかしながら、アシンメトリに対応するために隣接する識別点の間隔が不等間隔になると、各時刻で算出する尤度の値がばらついてしまい、ピタビ復号における各時刻の遷移系列の尤度を正確に判断できないという課題が生じる。これを図 9 により説明する。

【0006】

図 9 は、PR (1, 2, 2, 1) に対応したピタビ復号の識別点をアシンメトリに応じて設定した値を示したものである。アシンメトリがない場合の識別点は 0 ~ 6 の 7 値となるが、図 9 ではアシンメトリ等の非線形な歪みに対応すべく不等間隔に識別点 $g_0 \sim g_6$ を設定している。

【0007】

ここで、再生信号の値が 4.6 (図 9 中 B) の場合、これと識別点 g_4 及び g_5 の尤度は

10

20

30

40

50

各々以下ようになる。

【0008】

$$B(g_4) = (4.6 - g_4)^2 = 0.16$$

$$B(g_5) = (4.6 - g_5)^2 = 0.16$$

また、再生信号の値1.6(図9中A)の場合、これと識別点 g_1 及び g_2 の尤度は各々以下ようになる。

【0009】

$$B(g_1) = (1.6 - g_1)^2 = 0.36$$

$$B(g_2) = (1.6 - g_2)^2 = 0.36$$

図9に示すように、再生信号4.6は g_4 及び g_5 から同じ距離にあり、再生信号1.6は g_1 及び g_2 から同じ距離にある。従って、再生信号4.6が g_4 または g_5 である確率と再生信号1.6が g_1 または g_2 である確率は同じであると考えるのが妥当であるが、上記のブランチメトリックは各々0.16と0.36となり異なった値を示す。このように、再生信号と識別点との関係に依存して確からしさにばらつきが生じ、ビタビ復号の復号データを決定する際のパスメトリックの評価が正確に行われないうえに復号性能が低下する。

【0010】

そこで、本発明ではアシンメトリ等の非線形歪みが存在する再生信号に対して正確に最尤復号を行う装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的は、複数の基準値に対する記録媒体から得られた再生信号の値の尤度を計算し、該尤度に基づいて再生信号を復号する最尤復号法を用いた情報再生装置において、前記記録媒体から得られた再生信号から該再生信号の特性に対応した複数の基準値を検出する検出手段と、前記複数の基準値に応じて前記再生信号または前記尤度を補正する補正手段と、を備えることを特徴とする、本発明の情報再生装置によって達成される。

上記本発明の情報再生装置において、前記検出手段は、前記再生信号を基に再生信号の特性に対応した複数の基準値を生成するように構成できる。また上記本発明の情報再生装置において、前記検出手段は、前記再生信号の分布を基に再生信号の特性に対応した複数の基準値を生成するように構成できる。また上記本発明の情報再生装置において、前記補正手段は、前記基準値同士の間隔を基に再生信号の補正值を算出し保持する保持手段を備え、前記保持手段に保持されている再生信号の補正值を基に前記再生信号を補正するように構成できる。また上記本発明の情報再生装置において、前記検出手段は前記再生信号を基に、前記複数の基準値を逐次更新する手段を備え、前記補正手段は逐次更新された複数の基準値を基に前記再生信号または前記尤度を補正するように構成できる。また上記本発明の情報再生装置において、前記補正手段は、前記再生信号が前記基準値間のどのレベル範囲に属するかを判定する判定部と、判定部の判定結果前記複数の基準値とに基づいて前記再生信号を正規化し、正規化された再生信号の値の尤度を求める算出部とを備えるように構成できる。また上記本発明の情報再生装置において、前記補正手段は、前記再生信号の値の尤度を計算し、前記複数の基準値に基づいて前記尤度を正規化する算出部とを備えるように構成できる。また上記本発明の情報再生装置において、前記基準値は非線形歪に

【0012】

また、上記目的は、複数の基準値に対する記録媒体から得られた再生信号の値の尤度を計算し、該尤度に基づいて再生信号を復号する最尤復号法を用いた情報再生方法において、

前記記録媒体から得られた再生信号から該再生信号の特性に対応した複数の基準値を検出する第1ステップと、前記複数の基準値に応じて前記再生信号または前記尤度を補正する第2ステップとを有することを特徴とする、本発明の情報再生方法によって達成される。

【0013】

上記本発明の情報再生方法において、前記第1ステップで、前記再生信号を基に再生信号の特性に対応した複数の基準値を検出することができる。また上記本発明の情報再生方法において、前記第1ステップで、前記再生信号の分布を基に再生信号の特性に対応した複数の基準値を検出することができる。また上記本発明の情報再生方法において、前記第2ステップで、前記基準値同士の間隔を基に再生信号の補正値を算出し、この補正値を保持手段に保持し、前記保持手段に保持されている再生信号の補正値を基に前記再生信号を補正することができる。また上記本発明の情報再生方法において、前記第1ステップで、前記再生信号を基に、前記複数の基準値を逐次更新し、前記第2ステップで、逐次更新された複数の基準値を基に前記再生信号または前記尤度を補正することができる。また上記本発明の情報再生方法において、前記第2ステップで、前記再生信号が前記基準値間のどのレベル範囲に属するかを判定し、その判定結果と前記複数の基準値とに基づいて前記再生信号を正規化し、正規化された再生信号の値の尤度を求める第3のステップを有するようすることができる。また上記本発明の情報再生方法において、前記第2ステップで、前記再生信号の値の尤度を計算し、前記複数の基準値に基づいて前記尤度を正規化することができる。また上記本発明の情報再生方法において、前記基準値は非線形歪に応じた識別値であるようにすることができる。

10

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、アシンメトリ等に対応するために各基準値間の間隔が不等間隔となっても、それに対応して等化信号または尤度を補正するので正確に尤度を算出することができ、従って復号性能が向上する。

20

【0015】

また、本発明によれば、アシンメトリ等に対応した基準値を検出する際に最尤復号の復号2値化信号を基に各基準値に対応する等化信号を設定することで、基準値検出の信頼性が向上し、よって等化信号または尤度の補正精度が向上する。

【0016】

また、本発明によれば、再生等化信号の分布を基に前記アシンメトリ等に対応した識別値を検出することで、信号の特性に一致した識別値の検出が可能となり、よって復号性能が向上する。

【0017】

また、本発明によれば、前記等化信号または尤度の補正値をメモリに保持し、補正の際にメモリにアクセスすることにより補正値が得られるので高速な補正処理が可能となる。

30

【0018】

また、本発明によれば、前記再生信号を基にアシンメトリ等に対応した基準値を逐次更新して検出することで、再生信号の時間的な変動にも柔軟に対応した補正が可能となり、よって復号性能が著しく向上する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。

【0020】

(第1の実施形態)

以下において、本発明に係る情報再生装置の第1の実施の形態を図面を参照して説明する。図1に本発明に係る装置の第1の実施形態を示す。

40

【0021】

図1において、11は光ディスクであり光学的に情報の記録・再生を行う媒体である。12は光学ヘッドであり光ディスク11からの再生信号を検知する。13はプリアンプであり光学ヘッド12からの再生アナログ信号を増幅する。14はAGC (Automatic Gain Control) であり、信号振幅が一定となるようにゲイン調整を行う。15は波形等化器であり波形整形を行う。16はA/D変換器であり再生アナログ信号をサンプリングしデジタル再生信号に変換する。

50

【 0 0 2 2 】

17 はデジタルフィルタであり、変換されたデジタル再生信号を所望の P R 特性となるように等化する。18 はビタビ復号器であり、PR等化された信号からメトリックを算出して復号データを生成する。19 はアシンメトリ検出器であり、等化信号を基にアシンメトリを検出しアシンメトリに対応した識別値をビタビ復号器 18 に与える。

【 0 0 2 3 】

ここで、図 6 に示すビタビ復号 18 の動作について説明する。図 6 は、ビタビ復号器の内部ブロックを示す図であり、各時刻毎に正規化したブランチメトリックを算出する正規化ブランチメトリック生成部 20、各状態に遷移するパスの確からしさを算出するパスメトリック算出部 32、各状態に遷移するパスに対応する復号データを保持するパスメモリ 33 より構成される。正規化ブランチメトリック生成部 20 はレベル判定部 30 と正規化メトリック算出部 31 とで構成される。正規化ブランチメトリック生成部 20 についてはその詳細を後述する。

10

【 0 0 2 4 】

図 2 に PR(1,2,2,1) によるビタビ復号の状態遷移図を示す。尚、記録符号として RLL(1,7) 符号を用い、記録の際には NRZI 変換して記録する場合について示す。PR(1,2,2,1) による P R 方式を用いると図 2 に示すように 6 状態の遷移により復号過程を表すことができる。

ここで、各時刻における状態 $S(0, 0, 0)$ を S_0 、状態 $S(0, 0, 1)$ を S_1 、状態 $S(0, 1, 1)$ を S_2 、状態 $S(1, 0, 0)$ を状態 S_3 、状態 $S(1, 1, 0)$ を状態 S_4 、状態 $S(1, 1, 1)$ を状態 S_5 とする。

20

【 0 0 2 5 】

尚、状態 $S(d_{k-2}, d_{k-1}, d_k)$ とは、現時刻の復号データが d_k 、1 時刻前の復号データが d_{k-1} 、2 時刻前の復号データが d_{k-2} であることを示す。また、各遷移の際の復号データ及び PR(1,2,2,1) による理想サンプル値を d_k / P_k と表している。

【 0 0 2 6 】

図 3 は、図 2 の状態遷移図を時間軸方向に展開したトレリス線図である。ビタビ復号では、図 3 に示すトレリス線図に従って、各状態 $S_0 \sim S_5$ の時刻 k でのパスメトリック $m_0[k] \sim m_5[k]$ は、時刻 $k-1$ の所定の状態のメトリック $m_0[k-1] \sim m_5[k-1]$ と時刻 k での実際の PR 出力値 $y[k]$ とを用いて以下のようにになる。

30

【 0 0 2 7 】

【 数 1 】

$$m_0[k] = \min\{m_0[k-1] + (y'[k] - a_0)^2, m_3[k-1] + (y'[k] - a_1)^2\}$$

$$m_1[k] = \min\{m_0[k-1] + (y'[k] - a_1)^2, m_3[k-1] + (y'[k] - a_2)^2\}$$

$$m_2[k] = m_1[k-1] + (y'[k] - a_3)^2$$

$$m_3[k] = m_4[k-1] + (y'[k] - a_3)^2$$

$$m_4[k] = \min\{m_5[k-1] + (y'[k] - a_5)^2, m_2[k-1] + (y'[k] - a_4)^2\}$$

40

$$m_5[k] = \min\{m_5[k-1] + (y'[k] - a_6)^2, m_2[k-1] + (y'[k] - a_5)^2\}$$

【 0 0 2 8 】

但し、上記の数式 (1) において $a_0 \sim a_6$ は振幅基準値である。この振幅基準値はアシンメトリに対応しなくてよい。ここで、 y' は正規化した再生信号である。

【 0 0 2 9 】

状態 S_0 、状態 S_1 、状態 S_4 及び状態 S_5 では、各時刻毎に 2 つのパスが合流するため、合流する 2 つのパスのうち、パスメトリック値が小さい方を生き残りパスとして選択する。

50

【0030】

また、図3のトレリス線図に示すように時刻 $k-1$ から時刻 k の各状態に遷移する際には、各遷移により定まる $PR(1,2,2,1)$ の理想サンプル値と実際の再生信号を正規化処理した出力値とのユークリッド距離をブランチメトリックとして正規化メトリック算出部31で算出し、パスメトリック算出部32において、上記数式(1)に従いブランチメトリックを加算し、パスメトリックを比較し、確からしいパスを選択することによりパスメトリック逐次更新する。尚、 $PR(1,2,2,1)$ の理想サンプル値は0, 1, 2, 3, 4, 5, 6の7値となる。

【0031】

ビタビ復号器18においては、各時刻毎に上記数式(1)に従い各状態に至るパスのメトリック値を算出する。また、各パスに対応した復号データに従いパスメモリ33を更新する。 10

【0032】

図5は図4のトレリス線図に示すように状態遷移した場合の時刻 k における各状態 $S_0 \sim S_5$ に至る生き残りパスに対応したパスメモリ33を示したものである。時刻 k における各状態の尤度を比較し、最も確からしい状態を判定し、その状態のパスメモリ33を参照することにより、ビタビ復号器の2値化データを予測することは可能である。

【0033】

アシンメトリ検出部19ではアシンメトリに対応した識別値を検出する。前述のように $PR(1,2,2,1)$ の特性においては、識別点のレベルは理想的には0~6の7値である。しかしながら、図7に示すように等化信号の分布を求めるとアシンメトリがあると識別点のレベルは図7に示すように理想的なものからピークの位置がずれたものとなっている。ここでは、記録信号が既知である所定の領域を再生することにより7つのレベル毎の分布を抽出して、その平均値を基に図7に示すような識別値 $g_0 \sim g_6$ を得るものとする。 20

【0034】

但し、識別値の検出は、上述した特開2001-250334号公報に開示されているような他の公知の技術を用いることができるのは言うまでもない。

【0035】

また、アシンメトリの検出は所定の学習領域における再生信号を基に検出し、検出した値を用いて以後の復号処理を行っても良いし、あるいはユーザデータ再生中の信号を用いて各基準値に対応する信号を統計処理するなどして逐次基準値を更新するようにすることも可能である。 30

【0036】

次に、図6の本発明の特徴である正規化ブランチメトリック生成部20の動作について説明する。ブランチメトリックを生成する際に、本実施形態においては各識別点の間隔を1として再生信号を正規化する。図8に正規化の概略を示す。図8は、アシンメトリに対応した識別値 $g_0 \sim g_6$ と再生信号 y_1 及び y_2 を示したものである。ここで、説明のために $g_0 \sim g_6$ を以下とした場合について示す。

【0037】

$g_0 = 0.0, g_1 = 0.9, g_2 = 1.9, g_3 = 3.0, g_4 = 3.9, g_5 = 4.7, g_6 = 6.0$

例えば再生信号 $y_1 = 4.2$ の場合には、 g_4 と g_5 の間となるので正規化後の再生信号 y_1' は以下ようになる。

$$\begin{aligned} y_1' &= 4.0 + (y_1 - g_4) / (g_5 - g_4) \\ &= 4.0 + (4.2 - 3.9) / (4.7 - 3.9) \\ &= 4.375 \end{aligned}$$

また、 $y_2 = 1.6$ の場合には、 g_1 と g_2 の間となるので正規化後の再生信号 y_2' は以下となる。

$$\begin{aligned} y_2' &= 1.0 + (y_2 - g_1) / (g_2 - g_1) \\ &= 1.0 + (1.6 - 0.9) / (1.9 - 0.9) \end{aligned}$$

40

50

= 1.7

正規化ブランチメトリック生成部 20 においては、再生信号及びアシンメトリに対応した識別値を基にレベル判定部 30 において、再生信号が図 8 の R0 ~ R5 のいずれのレンジに存在するのかを判定する。正規化メトリック算出部 31 においては、再生信号、レベル判定結果及びアシンメトリに対応した識別値を基に、前述のように再生信号を正規化してブランチメトリックを生成する。正規化したブランチメトリックは、パスメトリック算出部 32 に出力される。以降、通常のビタビ復号と同様の復号処理により 2 値化出力を得ることができる。

【0038】

10

上記のように、本実施形態においてはアシンメトリに対応した識別値を基に再生信号を正規化するので、ビタビ復号のブランチメトリックは理想的な振幅基準値 $a_0 \sim a_6$ を用いて算出することができる。また、アシンメトリに対応した不等間隔な識別値により生じるブランチメトリックのばらつきもなくなるので、正確な復号処理が可能となる。

【0039】

(第2の実施形態)

本実施形態においては、アシンメトリに対応した各識別値間の間隔を所定の値で離散化して、再生信号に対応した正規化後の再生信号の値を算出したテーブルを作成しメモリに保持する。図 11 は、テーブルの概略を示したもので、再生信号の値に対応した正規化後の再生信号がテーブルを参照することにより得ることができる。

20

【0040】

図 10 は、本実施形態のビタビ復号器 25 の構成を示すブロック図である。正規化ブランチメトリック生成部 21 は、所定の再生信号からアシンメトリを検出して、正規化信号生成部 34 において所定の間隔で離散化した再生信号に対応する正規化信号を生成しメモリ 36 に保持する。

【0041】

再生信号 y を入力すると信号変換器 37 において再生信号のレベルを基に、メモリ 36 を参照して正規化再生信号を読み出す。ブランチメトリック算出部 35 においては、正規化再生信号を基にブランチメトリックを算出する。

【0042】

30

正規化したブランチメトリックは、パスメトリック算出部 32 に出力される。以降は、第1の実施形態と同様である。

【0043】

(第3の実施形態)

図 12 に本発明に係る第3の実施形態のブロック図を示す。本実施形態においては、ビタビ復号の復号結果である 2 値化データを基に等化信号に対応する理想値を算出する構成となっている。図 12 においてビタビ復号器 40 は、アシンメトリ検出器 41 で逐次更新される識別値を基に復号動作を実行する。

【0044】

40

ここで、アシンメトリによる基準値を逐次更新する場合について説明する。図 13 は、アシンメトリ検出器 41 の概略を示したものである。図 13 において 401 は遅延器であり、デジタルフィルタからの等化再生信号を所定時間遅延し、ビタビ復号器 40 より得られる復号 2 値化データと同期させる。理想値生成器 403 は、復号 2 値化データ列を基に $PR(1, 2, 2, 1)$ 特性の理想等化信号を算出し、等化再生信号に対する理想等化信号を生成する。スイッチ 402 は、理想等化信号を基に等化再生信号を各理想値に対応する平均値生成器 404 に振り分ける。

【0045】

平均値生成器 404 では、各理想値に対応する実際の等化再生信号を所定サンプル分に渡って逐次平均化処理を施し、この平均値をアシンメトリに対応した識別値としてビタビ復号器 40 に出力する。ビタビ復号器 40 の内部動作は第1の実施形態と同様である。

50

【 0 0 4 6 】

従って、本実施形態の装置においては再生信号の状態に柔軟に対応した識別値を常に生成しビタビ復号器 4 0 に供給するので、正規化メトリック生成の精度が著しく向上する。よって信号の状態が変動しても最適な復号動作を実現でき、低エラーレートの復号性能を得ることが可能となる。

【 0 0 4 7 】

また、ビタビ復号の復号結果である 2 値化データを基に等化信号に対応する理想値を算出する構成なので、アシンメトリ検出 4 1 における識別値の検出の際の信頼度が向上する。

【 0 0 4 8 】

10

(第 4 の実施形態)

本実施形態における特徴は、ビタビ復号のブランチメトリックの算出方法である。他の構成は第 1 の実施形態と同様であるので省略する。

【 0 0 4 9 】

図 1 4 にブランチメトリック算出の概略を示す。図 1 4 にあるようにアシンメトリ検出器により、基準値 $g_0 \sim g_6$ が得られている。ここで、再生信号 y_1 が与えられた場合、図 3 の S 2 から S 5 に遷移するパスのアシンメトリに対応したブランチメトリック B_5 を以下により算出する。

$$B_5 = (y_1 - g_5)^2$$

20

次に、アシンメトリに対応した g_5 から g_3 間の距離を理想値による距離 2 (= 5 - 3) で正規化してブランチメトリックを補正する。

【 0 0 5 0 】

$$B'_5 = B_5 \cdot \{ 2 / (g_5 - g_3) \}^2$$

他のブランチメトリックも同様に正規化処理し、これを基にパスメトリックを算出しビタビ復号を行う。これにより、アシンメトリに対応するためにビタビ復号の基準値をシフトした場合でも、ブランチメトリックを正確に得ることができる。

【 0 0 5 1 】

図 1 5 は、本実施形態に係るビタビ復号器 5 0 のブロック図である。尚、ビタビ復号の基準値は図 1 4 の $g_0 \sim g_6$ を用いるものとする。算出するブランチメトリックは以下の 7 個となる。

30

【 0 0 5 2 】

【 数 2 】

$$B_0 = (y - g_0)^2$$

$$B_1 = (y - g_1)^2$$

$$B_2 = (y - g_2)^2$$

$$B_3 = (y - g_3)^2$$

$$B_4 = (y - g_4)^2$$

$$B_5 = (y - g_5)^2$$

$$B_6 = (y - g_6)^2$$

40

【 0 0 5 3 】

また、ブランチメトリックを正規化するための係数 $K_0 \sim K_6$ を算出する。例えば図 1 4 に示すように等化信号 $y = 1 \sim 6$ の場合、正規化係数 $K_0 \sim K_6$ は以下となる。

$$K_0 = \{ 2 / (g_2 - g_0) \}^2$$

$$K_1 = \{ 1 / (g_2 - g_1) \}^2$$

$$K_2 = \{ 1 / (g_2 - g_1) \}^2$$

$$K_3 = \{ 2 / (g_3 - g_1) \}^2$$

$$K_4 = \{ 3 / (g_4 - g_1) \}^2$$

50

$$K_5 = \{ 4 / (g_5 - g_1) \}^2$$

$$K_6 = \{ 5 / (g_6 - g_1) \}^2$$

従って、図 15 のブランチメトリック算出器 51 においては、等化信号及びアシンメトリ検出器より得られる基準値を基にブランチメトリック $B_0 \sim B_6$ を算出し、正規化係数算出器 52 により正規化係数 $K_0 \sim K_6$ を算出する。

【0054】

次に、正規化ブランチメトリック算出器 53 においてブランチメトリック及び正規化係数を乗算し正規化ブランチメトリックを生成する。

$$B'_n = B_n \cdot K_n \quad (n = 0 \sim 6)$$

以下、正規化ブランチメトリックを基にパスメトリックを算出してビタビ復号処理を行う。 10

【0055】

本実施形態においては、ブランチメトリックをアシンメトリに対応した基準値を基に算出し、かつ基準値の間隔に応じてブランチメトリックを正規化しているので、パスメトリックの精度が向上し、復号性能が向上する。

【0056】

以上説明した実施形態では、基準値として、非線形歪に応じた識別値となるアシンメトリに応じた識別値を取り上げて説明したが、アシンメトリ以外に基準値が理想値からずれる要因としては他に、1) 再生信号にオフセットが生じている場合、2) エンベロップ(再生信号の振幅)が変動している場合、3) 波形等化器の誤差、などがあり、かかる場合にも本発明を用いることができる。 20

【0057】

なお、デジタル再生信号を処理する回路(ビタビ復号器、アシンメトリ検出器など)は専用設計されたハード構成でも良いが、全て或いは一部の処理を他の処理と兼用の CPU に担わせても構わない。

【産業上の利用可能性】

【0058】

本発明は、光ディスク、光磁気ディスク、コンパクトディスク(CD)、CD-R等の情報記録媒体の情報再生方法及び情報再生装置に用いられる。

【図面の簡単な説明】 30

【0059】

【図1】本発明に係る第1の実施形態のブロック図である。

【図2】ビタビ復号の状態遷移を説明する状態遷移図である。

【図3】ビタビ復号の状態遷移を説明するトレリス線図である。

【図4】ビタビ復号の復号動作の概略を説明する図である。

【図5】パスメモリの概略図である。

【図6】本発明に係る第1の実施形態のビタビ復号器のブロック図である。

【図7】再生信号のアシンメトリを説明する図である。

【図8】アシンメトリに対応した再生信号の補正を説明する図である。

【図9】ビタビ復号の基準値と再生信号の概略図である。 40

【図10】本発明に係る第2の実施形態のビタビ復号器のブロック図である。

【図11】再生信号の補正值テーブルの概略図である。

【図12】本発明に係る第3の実施形態のブロック図である。

【図13】本発明に係る第3の実施形態のアシンメトリ検出器の概略図である。

【図14】ブランチメトリックの正規化を説明する図である。

【図15】本発明に係る第4の実施形態のブロック図である。

【符号の説明】

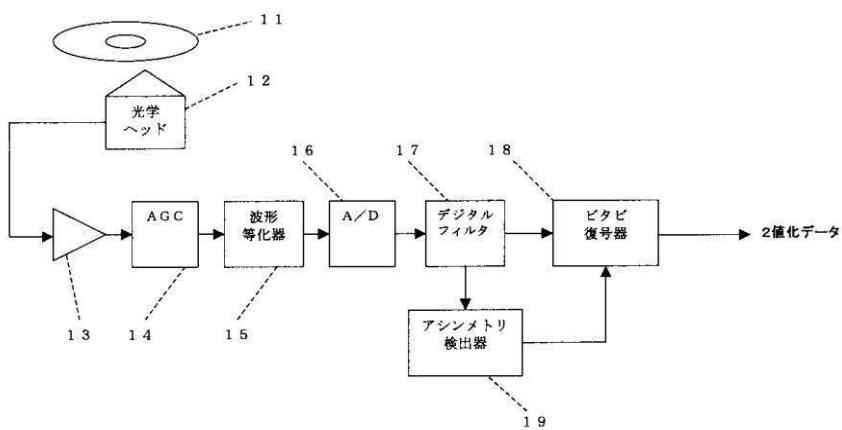
【0060】

11 光ディスク

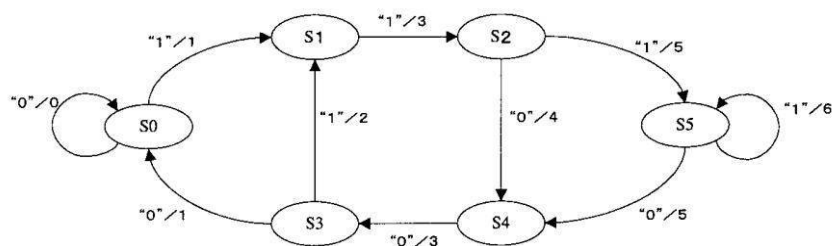
12 光ピックアップ

- 1 3 プリアンプ
- 1 4 A G C
- 1 5 波形等化器
- 1 6 A / D 変換器
- 1 7 デジタルフィルタ
- 1 8 ビタビ復号器
- 1 9 アシンメトリ検出器

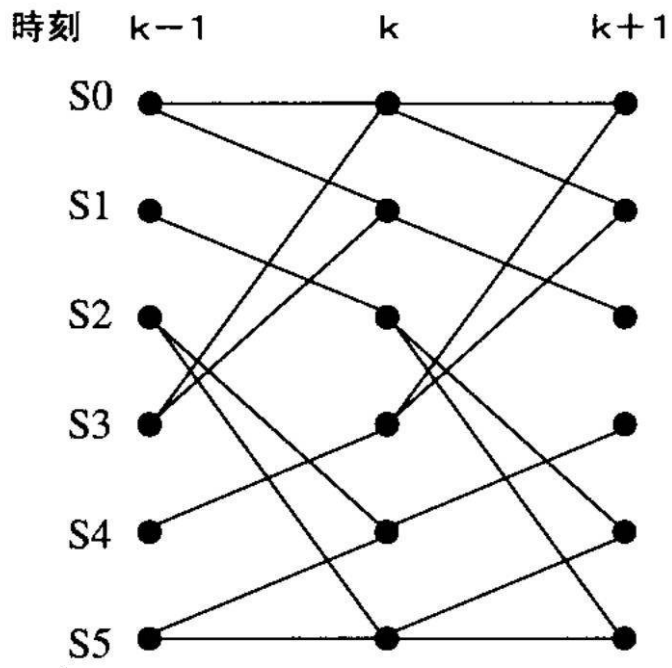
【 図 1 】



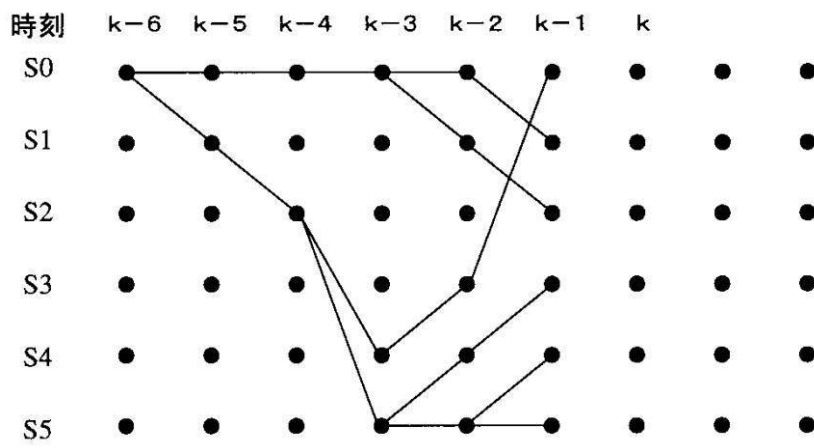
【 図 2 】



【 図 3 】



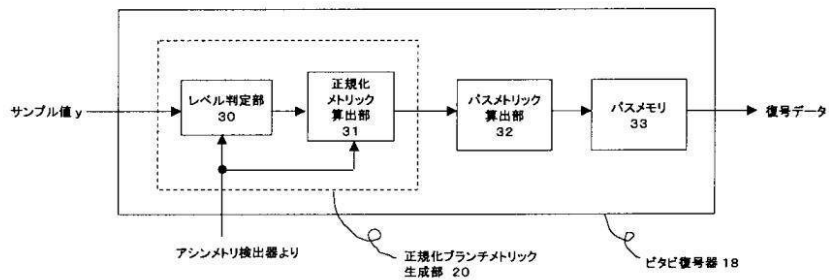
【 図 4 】



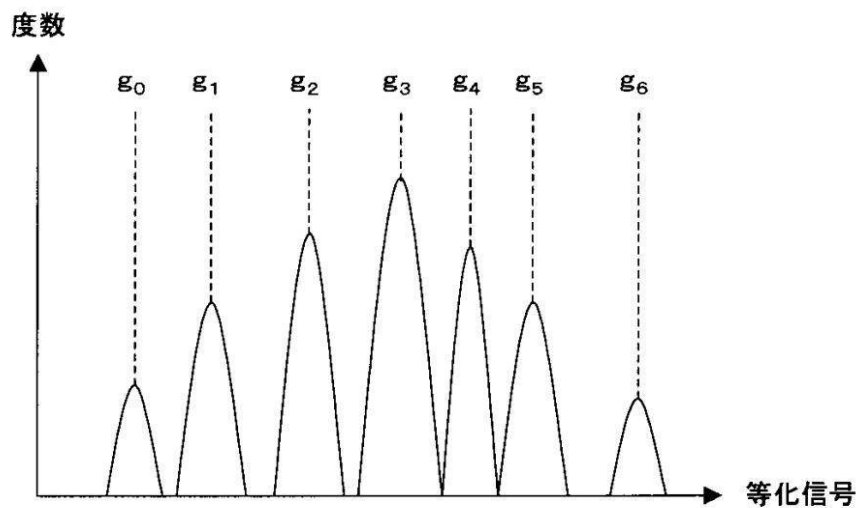
【図 5】

時刻	k-6	k-5	k-4	k-3	k-2	k-1	k
PM0	0	1	1	0	0	0	x
PM1	0	0	0	0	0	1	x
PM2	0	0	0	0	1	1	x
PM3	0	1	1	1	0	0	x
PM4	0	1	1	1	1	0	x
PM5	0	1	1	1	1	1	x

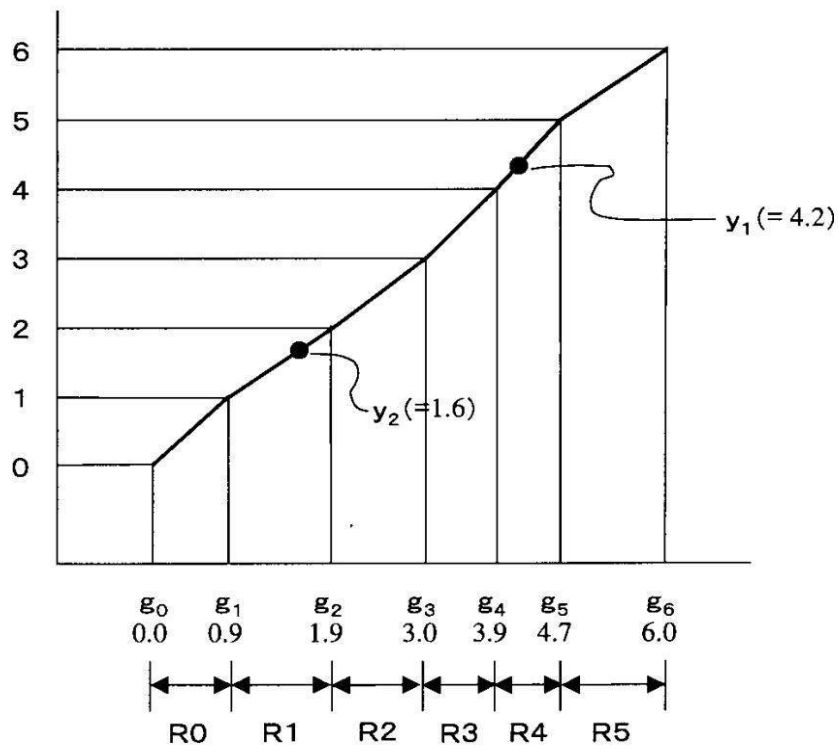
【図 6】



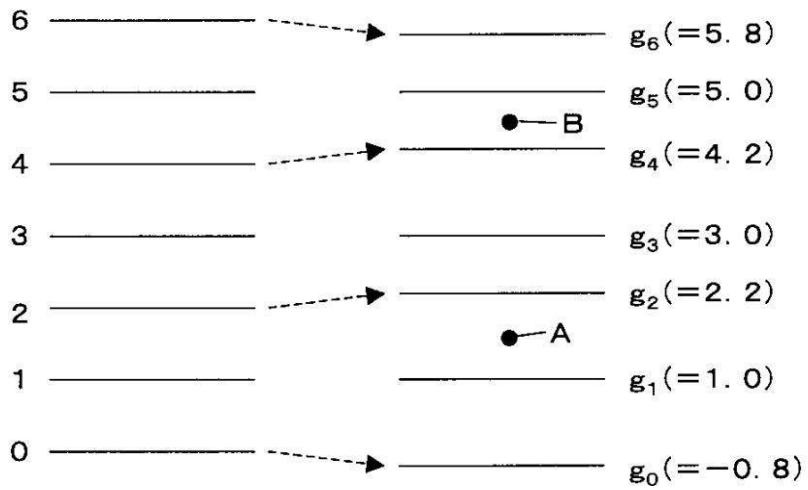
【図 7】



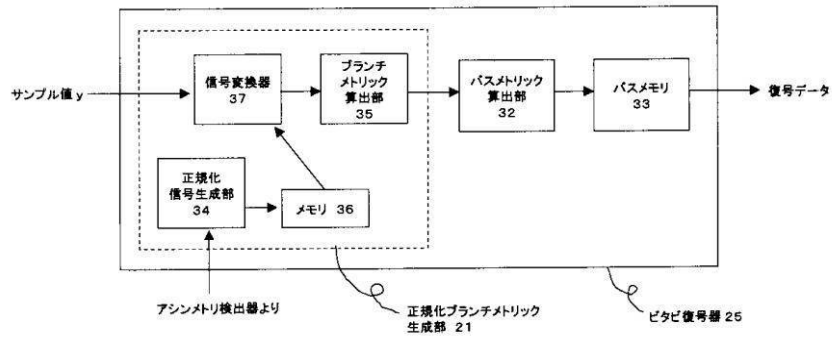
【 図 8 】



【 図 9 】



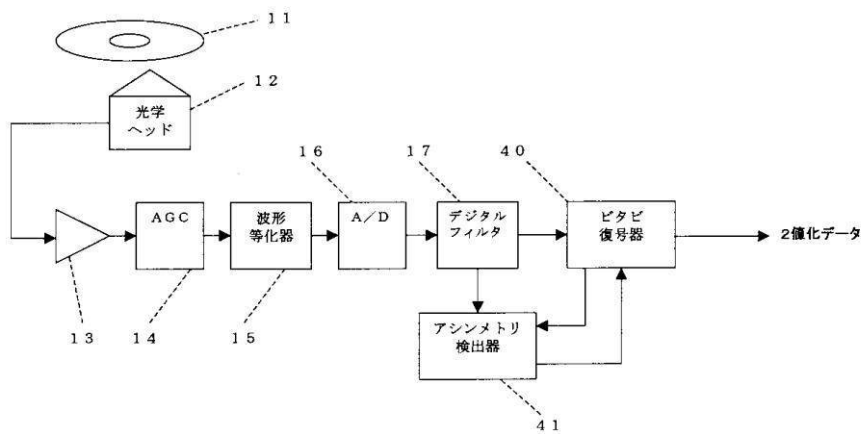
【図 10】



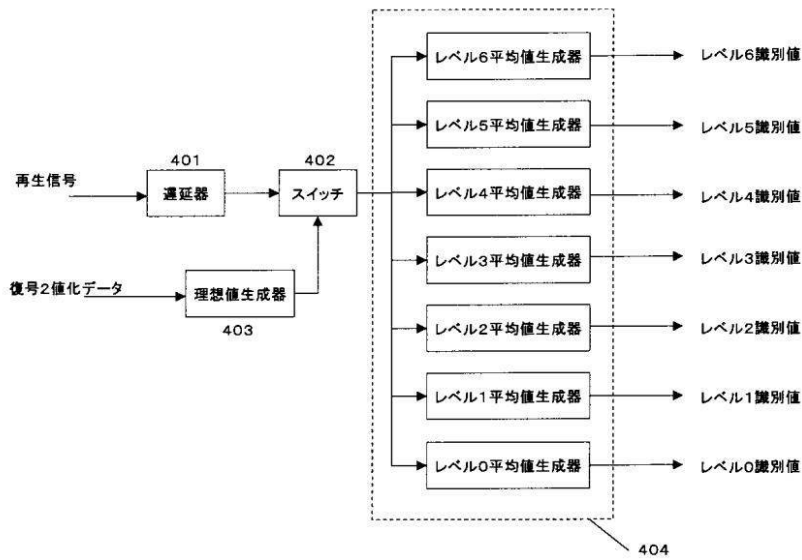
【図 11】

再生信号	正規化再生信号
0.0	0.00
0.1	0.11
0.2	0.22
0.3	0.33
~~~~~	
3.5	3.72
3.6	3.85
3.7	4.01
3.8	4.15
~~~~~	

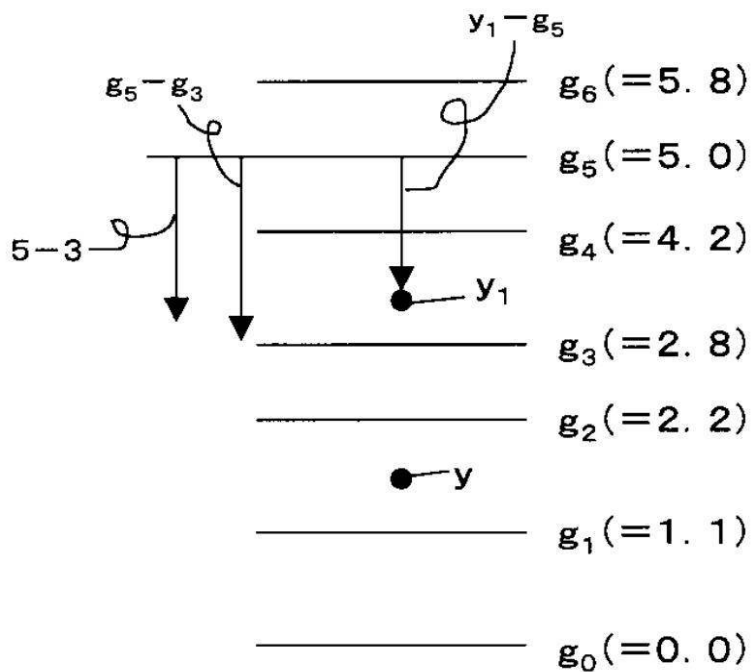
【図 12】



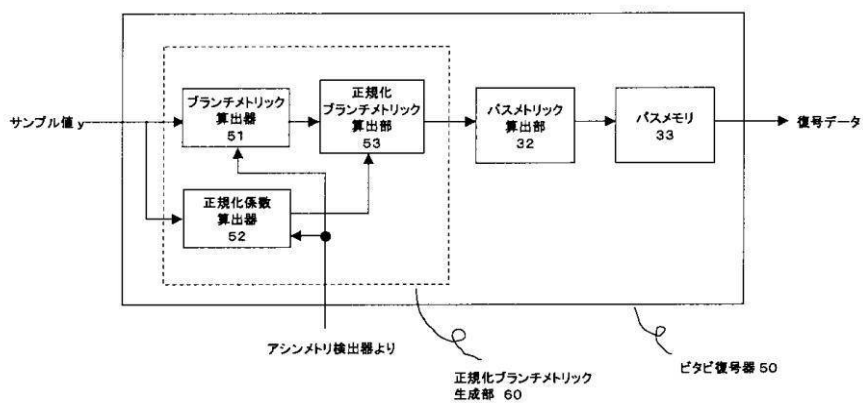
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

F I

テーマコード(参考)

G 1 1 B 20/18

5 7 2 F

H 0 3 M 13/39