

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4776604号
(P4776604)

(45) 発行日 平成23年9月21日(2011.9.21)

(24) 登録日 平成23年7月8日(2011.7.8)

(51) Int.Cl.

G 11 B 20/10 (2006.01)
G 11 B 20/18 (2006.01)

F 1

G 11 B 20/10 321 A
G 11 B 20/10 341 B
G 11 B 20/18 534 A
G 11 B 20/18 570 D
G 11 B 20/18 570 F

請求項の数 8 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2007-252935 (P2007-252935)

(22) 出願日

平成19年9月28日 (2007.9.28)

(65) 公開番号

特開2009-87411 (P2009-87411A)

(43) 公開日

平成21年4月23日 (2009.4.23)

審査請求日

平成21年10月16日 (2009.10.16)

(73) 特許権者 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号

(74) 代理人 100088672

弁理士 吉竹 英俊

(74) 代理人 100088845

弁理士 有田 貴弘

(72) 発明者 道旗 聰

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72) 発明者 石塚 充

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 五貫 昭一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】信号処理装置および信号処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

記録媒体に記録された情報を再生する信号処理装置であって、前記記録媒体から再生した再生信号から最短記録情報が連続した区間を検出する連続最短記録情報検出手段と、

前記最短記録情報が連続していると検出した区間の再生信号の振幅を調整する振幅調整手段と、

前記振幅調整手段から出力された再生信号に対してパーシャルレスポンス等化を行う波形等化手段と、

前記波形等化手段から出力された等化信号に対してビタビ復号処理を行う復号手段と、

10

を備える信号処理装置。

【請求項 2】

前記振幅調整手段は、前記検出した最短記録情報が連続した区間の再生信号の振幅をゼロレベルに調整する請求項1に記載の信号処理装置。

【請求項 3】

前記連続最短記録情報検出手段は、前記再生信号が所定のスレッショルドの範囲内に所定の期間以上収まった場合、前記スレッショルドの範囲内に収まった区間を最短記録情報が連続した区間であると検出する請求項1または2に記載の信号処理装置。

【請求項 4】

前記スレッショルドは、前記再生信号の振幅の大きさによってスレッショルドレベルが

20

可変であることを特徴とする請求項 3 に記載の信号処理装置。

【請求項 5】

記録媒体に記録された情報を再生する信号処理方法であって、

前記記録媒体から再生した再生信号から最短記録情報が連続した区間を検出する連続最短記録情報検出工程と、

前記最短記録情報が連続していると検出した区間の再生信号の振幅を調整する振幅調整工程と、

前記振幅調整された再生信号に対してバーチャルレスポンス等化を行う波形等化工程と、

前記等化された等化信号に対してビタビ復号処理を行う復号工程と、を備える信号処理方法。

【請求項 6】

前記振幅調整工程は、前記検出した最短記録情報が連続した区間の再生信号の振幅をゼロレベルに調整する請求項 5 に記載の信号処理方法。

【請求項 7】

前記連続最短記録情報検出工程は、再生信号が所定のスレッショルドの範囲内に所定の期間以上収まった場合、前記スレッショルドの範囲内に収まった区間を最短記録情報が連続した区間であると検出する請求項 5 または 6 に記載の信号処理方法。

【請求項 8】

前記スレッショルドは、前記再生信号の振幅の大きさによってスレッショルドレベルが可変であることを特徴とする請求項 7 に記載の信号処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、記録媒体に記録された情報を再生する信号処理装置および信号処理方法に関するものであり、特にPRML (Partial Response Maximum Likelihood) 方式を利用した信号処理装置及び信号処理方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、デジタル放送が徐々に広まり、デジタル放送の大容量高精細な映像をそのままの画質で記録したいという需要が高まっている。それに伴い、光ディスクなどの記録媒体の容量も大きくする必要があり、そのためには記録密度を高くすることが必要となっている。しかし、高い記録密度で記録を行った光ディスクを再生する場合、いくつかの要因により再生信号品質の劣化を招いてしまう。例えば、記録密度が向上したことにより、相変化ディスクでは、隣接ピットからの熱干渉などの影響を受けて再生信号が非対称となるアシンメトリが大きくなるという問題があった。

【0003】

そこで、このアシンメトリのような非線形歪みを持つ信号に対する信号処理技術が下記特許文献 1 に開示されている。この信号処理装置は、非線形な歪みをもつ再生信号を帯域制限するとともにアナログ等化を行うアナログフィルタと、アナログフィルタの出力信号に対して線形成分の信号を等化するための第 1 の適応フィルタと、第 1 の適応フィルタに並列に接続され、アナログフィルタ出力の非線形歪みを補正する第 2 の適応フィルタとを備えたものである。この構成により、下記特許文献 1 に記載されている信号処理装置は、再生信号に含まれる非線形歪みを補正することができる。

【0004】

【特許文献 1】特開 2004 - 348929 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、高い記録密度で記録を行った光ディスクを再生する場合、再生信号品質

10

20

30

40

50

の劣化を招く要因はアシンメトリだけではない。例えば、光ディスクから信号を読み取る光ヘッドの光学的空間周波数特性により、再生信号の広域成分が著しく劣化してしまう。また、記録密度が高くなるにつれ、隣接する記録ピットからの符号間干渉の影響が大きくなり、波形の歪みが顕著になる。このような符号間干渉による波形の歪みはランレンゲスの短い記録ピットで大きくなり、特に、ランレンゲスの短い記録ピットが連続して記録されている部分に大きな影響が出てしまう。

【0006】

このように光ディスクの記録密度が高くなると、アシンメトリの補正を行っただけでは、最短記録ピットが連続して記録されている部分の再生信号を正しく二値化することが難しくなり、エラーレートが増加してしまうという課題があった。

10

【0007】

そこで本発明はかかる問題を解決するためになされたものであり、高い記録密度で記録された光ディスクなどの記録媒体において、光学的空間周波数特性や符号間干渉の影響を受けた再生信号を正しく二値化することができ、かつ、従来のPRML方式の構成を変えることなく実現することができる信号処理装置および信号処理方法を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明における信号処理装置は、記録媒体に記録された情報を再生する信号処理装置であって、前記記録媒体から再生した再生信号から最短記録情報が連続した区間を検出する連続最短記録情報検出手段と、前記最短記録情報が連続していると検出した区間の再生信号の振幅を調整する振幅調整手段と、前記振幅調整手段から出力された再生信号に対してパーシャルレスポンス等化を行う波形等化手段と、前記波形等化手段から出力された等化信号に対してビタビ復号処理を行う復号手段とを備える。

20

【0009】

本発明における信号処理方法は、記録媒体に記録された情報を再生する信号処理方法であって、前記記録媒体から再生した再生信号から最短記録情報が連続した区間を検出する連続最短記録情報検出工程と、前記最短記録情報が連続していると検出した区間の再生信号の振幅を調整する振幅調整工程と、前記振幅調整された再生信号に対してパーシャルレスポンス等化を行う波形等化工程と、前記等化された等化信号に対してビタビ復号処理を行う復号工程とを備える。

30

【発明の効果】

【0010】

本発明の信号処理装置によれば、連続最短記録情報検出手段および振幅調整手段を備え、記憶媒体から再生された再生信号から連続した最短記録情報を検出し、検出した連続最短記録情報の振幅を例えばゼロレベルに振幅調整してPRMLを行うことで、光学的空間周波数特性や符号間干渉の影響を受けた再生信号を正しく二値化することができる。また、従来の復号手段の性質を利用して再生信号を正しく二値化することができるため、従来のPRMLの構成を変えることなく、容易に実現することができる。

【0011】

本発明の信号処理方法によれば、記憶媒体から再生された再生信号から連続した最短記録情報を検出し、検出した連続最短記録情報の振幅を例えばゼロレベルに振幅調整してPRMLを行うことで、光学的空間周波数特性や符号間干渉の影響を受けた再生信号を正しく二値化することができる。また、従来のビタビ復号処理の性質を利用して再生信号を正しく二値化することができるため、従来のPRMLの構成を変えることなく、容易に実現することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

<実施の形態1>

図1は、本実施の形態における光ディスク等の記録媒体を再生する信号処理装置10の構成を示した図である。信号処理装置10は、A/Dコンバータ2、AGC3 (Auto gain con

50

trol)、連続最短記録情報検出手段4、振幅調整手段5、プリイコライザ6、リミットトイコライザ7、波形等化手段(以下、適応イコライザ8と記載)、復号手段(以下、ビタビ復号器9と記載)を備えている。

【0013】

図3は、従来における光ディスク等の記録媒体を再生する信号処理装置20の構成を示した図である。信号処理装置20は、A/Dコンバータ2、AGC3、プリイコライザ6、リミットトイコライザ7、適応イコライザ8、ビタビ復号器9を備えている。

【0014】

図1,3より、本実施の形態における信号処理装置10の構成は、従来における信号処理装置20の構成に、連続最短記録情報検出手段4、振幅調整手段5をさらに備えた構成である。
10

【0015】

次に図1を参照して、信号処理装置10の構成について説明する。また、本実施の形態では、高密度に記録された光ディスクの場合について説明し、この光ディスクは17PPの変調方式に従い、最短記録ピットのランレンジスが2Tであるとする。

【0016】

光ディスク1から読み出された再生アナログ信号は、アナログ信号処理が行われた後A/Dコンバータ2へ出力される。A/Dコンバータ2は、所定のサンプリング周波数にて再生アナログ信号をサンプリングし、デジタル信号に変換する。このA/Dコンバータ2でサンプリングされた再生信号はAGC3へ出力される。
20

【0017】

AGC3は、入力された再生信号の振幅のピーク値を求め、理想検出値との誤差を計算する。求めた理想検出値との誤差がなくなるように自動で再生信号の振幅値の調整を行う。AGC3で振幅調整が行われた再生信号は連続最短記録情報検出手段4へ出力される。

【0018】

連続最短記録情報検出手段4は、最短記録情報部分である2Tが連続した区間を再生した場合に得られる振幅レベル付近にスレッショルドが設けられている。連続最短記録情報検出手段4は、入力された再生信号がスレッショルドの範囲内に所定の期間収まった場合、スレッショルドの範囲内に収まった区間を連続2T部分として検出し、その区間の検出信号をアサートする。この連続2T部分として検出された区間を表す検出信号および再生信号は振幅調整手段5へ出力される。
30

【0019】

振幅調整手段5は、検出信号がアサートされた区間、すなわち2T部分が連続した区間の再生信号の振幅を例えばゼロレベルに調整する。連続2T区間がゼロレベルに調整された再生信号はプリイコライザ6へ出力される。

【0020】

プリイコライザ6は、4タップのデジタルフィルタで構成され、高域を強調する周波数特性を持つ。また、タップ係数はそれぞれ固定している。プリイコライザ6で高域強調された再生信号はリミットトイコライザ7へ出力される。

【0021】

リミットトイコライザ7は、2Tの振幅レベル付近にリミッタがついており、2Tの振幅レベル付近よりも大きい振幅の信号はリミッタがかかるように構成されている。リミッタがかかった信号は振幅が制限のために増幅されず、リミッタのかからない2T信号のみを効率よく増幅することができる。リミットトイコライザ7の出力信号はパーシャルレスポンス等化を行う適応イコライザ8へ出力される。
40

【0022】

適応イコライザ8はパーシャルレスポンス等化器として入力信号の特性に追従してタップ係数を最適な値に更新する。適応アルゴリズムとしてはLMS(Least Mean Square)アルゴリズムを用いている。タップ係数の更新は、後述するビタビ復号器9の復号結果をフィードバックして、予め決められたパーシャルレスポンスパターンに入力信号を等化する。
50

本実施の形態ではパーシャルレスポンスパターンとしてPR(1, 2, 2, 1)を用いるものとする。

【0023】

パーシャルレスポンス等化された再生信号はビタビ復号器9に入力され二値化される。また、ビタビ復号器9の復号結果はLMSアルゴリズムの誤差信号を求めるために適応イコライザ8にフィードバックされる。

【0024】

次に、図2は記録容量が27GBを超えるような高密度化された光ディスク1を再生したときに得られる再生波形を示した図である。以下に図2に基づいて本実施の形態における信号処理装置10の動作について説明する。

10

【0025】

A/Dコンバータ2は、光ディスク1から再生されたアナログ再生信号を、チャネルクロックとしたサンプリング周波数でサンプリングし、デジタル信号に変換する。変換されたデジタル信号はAGC3に出力される。

【0026】

AGC3は、ある一定期間（本実施の形態では2000サンプルとした）入力される再生信号の振幅のピーク値 A_p を保持し、理想振幅値 A_i との誤差係数を A_i / A_p として求めることで求める。この誤差係数を入力される再生信号に乗じることで再生信号の振幅を調整する。

【0027】

ここで、図2(a)のように2Tが3回連続した連続2T信号を再生した場合の理想的な再生信号の波形は図2(b)のようになる。しかし、実際の再生波形では、光学的空間周波数特性や符号間干渉の影響により連続2T信号の波形は図2(c)のように真ん中の2T波形が潰れてしまい、振幅のへこみがなくなってしまう。

20

【0028】

連続最短記録情報検出手段4は、図2(e)のようにあらかじめ連続2T信号の振幅ピーク値付近にスレッショルド Th を設けておく。再生信号の振幅レベルがサンプリングクロックで例えば4サンプリング以上スレッショルドの範囲内に収まった場合に、そのスレッショルドの範囲内に収まった区間を2Tが連続している連続最短記録情報区間とする。図2(e)に示すように、連続最短記録情報検出手段4は、連続最短記録情報区間が検出されると、その区間にに対して連続最短記録情報検出信号を1にアサートし、再生信号とともに振幅調整手段5へ出力する。また、連続最短記録情報区間ではない区間にに対しては連続最短記録情報検出信号を0にネゲートする。ここで、スレッショルドは任意の固定値としてもいいし、入力信号に応じて可変する値としてもよい。

30

【0029】

振幅調整手段5は、図2(f)に示すように連続最短記録情報検出手段4より入力された連続最短記録情報検出信号が1にアサートされている区間の再生信号の振幅レベルをゼロレベルにする。また、連続最短記録情報検出信号が0にネゲートされている区間は再生信号に対して何も処理を行わずにスルーしてプリイコライザ6へ再生信号を出力する。

【0030】

プリイコライザ6は、4タップのFIRフィルタで構成されており、2Tや3Tの高域成分を增幅する周波数特性となっている。振幅調整手段5で連続最短記録情報区間の振幅レベルがゼロレベルに調整された再生信号がプリイコライザ6に入力されると、振幅レベルがゼロレベルに調整された区間は、サンプリング値がゼロとなるためにプリイコライザ6で増幅されずに、増幅レベルがゼロレベルを保ったままリミットイコライザ7へ出力される。

40

【0031】

次にリミットイコライザ7は、リミッタと増幅用のFIRフィルタで構成されており、再生信号の一部がリミッタで振幅制限される。リミッタは2Tの振幅レベルピーク付近に設定されており、2T信号にはリミッタが働かず振幅が増幅される。一方、2T以外の信号にはリミッタが働き、振幅制限がかかるためゲインは小さくなる。なお、プリイコライザ

50

6の出力信号で振幅がゼロレベルに調整されている区間はリミットイコライザ7のFIRフィルタでも出力がゼロレベルとなる。よって、図2(g)に示すように、ここでも増幅レベルをゼロレベルに保ったまま出力される。また、連続していない単発の2T信号については、プリイコライザ6とリミットイコライザ7により振幅レベルが増幅される。

【0032】

適応イコライザ8は、リミットイコライザ7により振幅が増幅された再生信号をパーシャルレスポンスパターンに等化する。適応イコライザ8の係数更新にはLMSアルゴリズムを用いている。LMSアルゴリズムによる更新式は数1で表される。

【0033】

【数1】

$$h(k, i) = h(k-1, i) + \mu \cdot e(k) \cdot x(k-i)$$

10

【0034】

ここで、数1の $e(k)$ は誤差信号であり、時刻kにおけるフィルタ出力の目標信号を $d(k)$ とすると、目標信号 $d(k)$ とフィルタ出力 $y(k)$ の間で求められる誤差信号 $e(k)$ は数2で表される。

【0035】

【数2】

$$e(k) = d(k) - y(k)$$

20

【0036】

また、目標信号 $d(k)$ はビタビ復号器9で二値化された出力信号をパーシャルレスポンスの目標等化パターンにデコードすることで得られる。ここではPR(1, 2, 2, 1)を用いているため、ビタビ復号器9の出力信号を4タップのタップ係数が(1, 2, 2, 1)であるFIRフィルタと畳み込むことで目標信号 $d(k)$ が得られることになる。

【0037】

また、数1の μ は適応フィルタ8のステップサイズパラメータである。ステップサイズパラメータには適応フィルタ8の収束をコントロールするための任意の値が設定される。ここではパーシャルレスポンス等化パターンとしてPR(1, 2, 2, 1)を用いたが、実際に用いるパーシャルレスポンスパターンはこれに限るものではない。

30

【0038】

適応イコライザ8は4タップで構成されており、この適応イコライザ8においても連続最短記録情報検出手段4と振幅調整手段5によりゼロレベルに振幅調整された再生信号箇所は増幅されずにゼロレベルを保ったまま出力され、それ以外の箇所はPR(1, 2, 2, 1)特性に等化された状態でビタビ復号器9に出力されることになる。

【0039】

ビタビ復号器9は、適応イコライザ8から入力されたPR等化信号のPRレベルと自らが保持しているリファレンスレベルとの二乗誤差を求め、二乗誤差の総和が小さいパスをパスメトリックとして選択し、パスメモリを更新する。また、パスメトリックの選択には、変調方式による制限を反映した状態遷移も用いる。このパスメモリの結果によって時系列での二値化を行う。

40

【0040】

このようにビタビ復号器9には、17PP変調、およびPR(1, 2, 2, 1)特性に合ったリファレンスレベルが設定されている。PR(1, 2, 2, 1)の場合、PR(1, 2, 2, 1)等化された再生信号は7レベルのPRレベルしか取らないため、それに対応した7つのリファレンスレベルが設定されている。それぞれのリファレンスレベルを値の低い方からレベル0, 1, 2, 3, 4, 5, 6とし、レベル3がゼロレベルを表していることになる。また、ビタビ復号器9ではパスメトリックの選択を行う際に、17PP変調とPR(1, 2, 2, 1)特性から制限が生じるため、図6に示すような状態遷移を考えることでPRレベルの判定の制限を行い、計算量およびビットエラーの減少を行っている。

50

【0041】

図6のS000～S111は現在のビタビ復号器9内の下位3ビットの状態を表す。これらの状態と各状態から出ている矢印との関係について説明する。例えば、現在S110の状態にある場合、次にビット0となるPR等化信号が入力されるとPRレベル判定はレベル3であり、S100状態に遷移する。一方、S110から1となるPR等化信号が入力される場合については、それに相当する矢印がS110から出でていないため、状態遷移が禁止されていることを表している。つまり、S110からはS100となり、PRレベル判定はレベル3にしか判定することができない。また、2Tが連続した再生信号が入力された場合は、図6の状態遷移図からS110 S100 S001 S011 S110 …の繰り返しとなるため、対応するPRレベル判定はレベル3 2 3 4 3 …となる。

10

【0042】

図5は、連続最短記録情報検出手段4と振幅調整手段5にて連続最短記録情報の再生信号の振幅がゼロレベルに調整された波形である。このような波形がビタビ復号器9に入力された場合、ビタビ復号器9のレベル3が7回連続することになる。まず、レベル3が入力される2サンプリング前のA点ではレベル0である状態S000にある。B点ではビット1となる等化信号が入力されたため、図6に示すようにPR判定レベルはレベル1であり、状態S001へ遷移する。次に、C点ではS001からはS011にしか状態遷移しないため、PR判定レベルはレベル3となり、状態S011となる。次に、D点では図6の状態遷移図からS110またはS111への遷移となるが、PR等化信号のレベルとリファレンスレベルとの二乗誤差の大小からS110へと遷移し、レベル4として判定される。次に、E点ではS110からはS100へ遷移するのでレベル3であり、S100となる。F点ではS001またはS000への遷移となるが、PR等化信号のレベルとリファレンスレベルとの二重誤差の大小からS001へ遷移し、レベル2として判定される。G、H、I点でも同様に状態遷移を行い、PRレベル判定が3 4 3と判定され、J点でレベル1となる。結果として図5の再生信号はレベル0 1 3 4 3 2 3 4 3 1となり、図2(h)に示すように、2Tが連続して記録された箇所を正しく判定することができる。

20

【0043】

次に、本発明の信号処理装置10と比較するため、従来の信号処理装置20の動作を説明する。上述したとおり、図2(a)のように2Tが3回連続した連続2T信号を再生した場合の理想的な再生信号の波形は図2(b)のようになる。しかし、実際の再生波形では、光学的空間周波数特性や符号間干渉の影響により連続2T信号の波形は図2(c)のように真ん中の2T波形が潰れてしまい、振幅のへこみがなくなってしまう。

30

【0044】

次に、図2(c)の再生信号はプリイコライザ6、リミットイコライザ7、適応イコライザ8によりさらに増幅されるため、振幅は持ち上がり図2(d)のようになる。図4は、図2(d)を詳細に示した再生波形図である。図4の場合、2Tが3回連続している箇所のPRレベルは順にレベル3 5 6 6 5 3となっている。

【0045】

次に、図4に示すような波形がビタビ復号器9に入力された場合について説明する。まず、A点ではレベル0である状態S000にある。B点ではビット1となる等化信号が入力されたため、図6に示すようにPR判定レベルは1であり、状態S001へ遷移する。次に、C点ではS001からはS011にしか状態遷移しないため、PR判定レベルはレベル3となり、状態S011となる。次に、D点では図6の状態遷移図からS110またはS111への遷移となるが、PR等化信号のレベルとリファレンスレベルとの二乗誤差の大小からS111へと遷移し、レベル5として判定される。次に、E点では図6の状態遷移図からS110またはS111への遷移となるが、PR等化信号のレベルとリファレンスレベルとの二乗誤差の大小からS111へと遷移し、レベル6として判定される。次に、F点、G点では図6の状態遷移図からS110またはS111への遷移となるが、PR等化信号のレベルとリファレンスレベルとの二乗誤差の大小からS111へと遷移し、レベル6として判定される。次に、H点では図6の状態遷移図からS110またはS111への遷移となるが、PR等化信号のレベルとリファレンスレベルとの二乗誤差の大小からS111へと遷移し、レベル6として判定される。

40

50

信号のレベルとリファレンスレベルとの二乗誤差の大小からS110へと遷移し、レベル5として判定される。次に、I点ではS110からはS100へ遷移するのでレベル3であり、S100となり、J点でレベル1となる。結果として図4の再生信号はレベル0 1 3 5 6 6 5 3 1となり、2Tが連続して記録された箇所を正しく判定することができない。

【0046】

以上より、記録媒体から再生された再生信号から連続した最短記録情報を検出し、検出した連続最短記録情報の振幅をゼロレベルに振幅調整してPRMLを行うことで、光学的空間周波数特性や符号間干渉の影響を受けた再生信号を正しく二値化することが可能となる。

【0047】

また、本実施の形態の信号処理装置10は従来のビタビ復号器9の性質を利用することで再生信号を正しく二値化することができるため、従来のPRMLの構成を変えることなく、容易に実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】本発明の実施の形態における信号処理装置の構成を示した図である。

【図2】信号処理装置の信号処理過程を示した再生信号の波形図である。

【図3】従来技術における信号処理装置の構成を示した図である。

【図4】従来技術における信号処理装置がリファレンス等化を行った後の再生信号を示した波形図である。

【図5】本発明の実施の形態における信号処理装置がリファレンス等化を行った後の再生信号を示した波形図である。

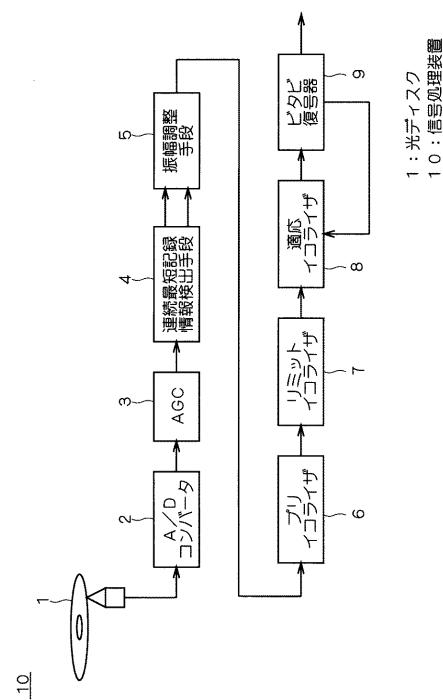
【図6】ビタビ復号器がPRレベル判定を行う際の状態遷移を示した図である。

【符号の説明】

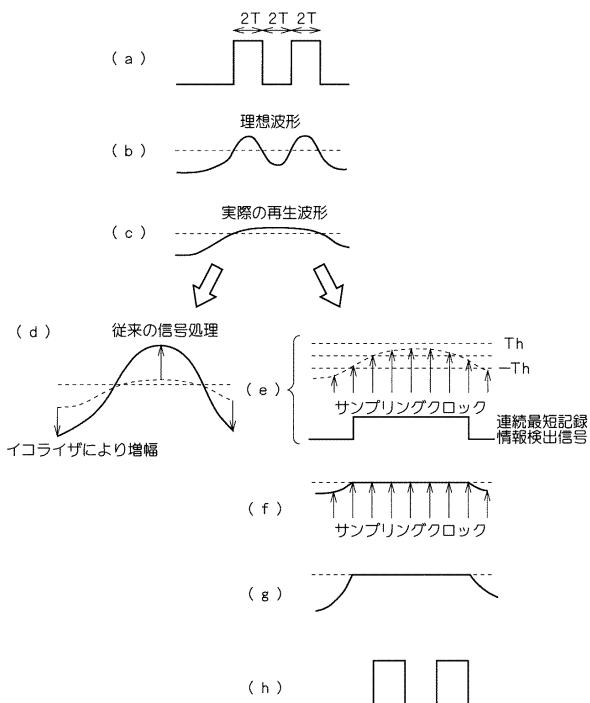
【0049】

1 光ディスク、2 A/Dコンバータ、3 AGC、4 連続最短記録情報検出手段、5 振幅調整手段、6 プライイコライザ、7 リミットイコライザ、8 適応イコライザ、9 ビタビ復号器、10, 20 信号処理装置。

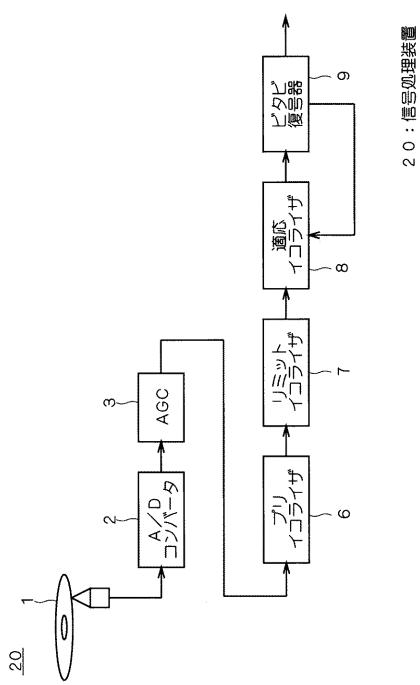
【図1】



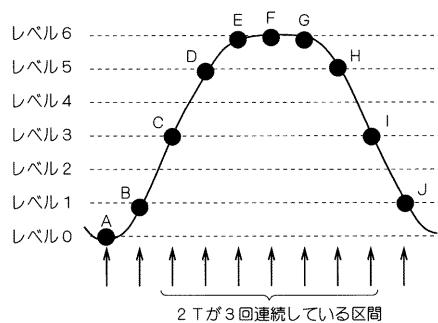
【図2】



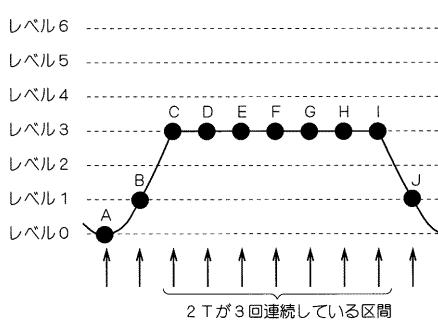
【図3】



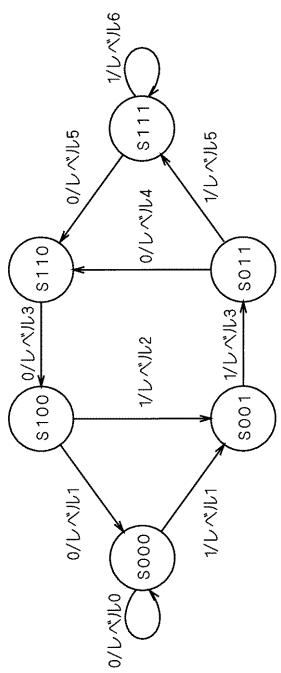
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

G 11 B 20/18 572 C
G 11 B 20/18 572 D
G 11 B 20/18 572 F

(56)参考文献 特開2006-351106(JP,A)

特開2006-344294(JP,A)

特開平10-106161(JP,A)

特開2004-310991(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 11 B 20 / 10

G 11 B 20 / 18