(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4154304号
(P4154304)
(45)発行日　平成20年9月24日(2008.9.24)　(24)登録日　平成20年7月11日(2008.7.11)

(51)Int.Cl.　F I
G11B 7/0045 (2006.01)　G11B 7/0045 A
G11B 7/125 (2006.01)　G11B 7/125 C

請求項の数 4　(全 16 頁)

(21)出願番号　特願2003-329289(P2003-329289)
(22)出願日　平成15年9月22日(2003.9.22)
(65)公開番号　特開2004-355787(P2004-355787A)
(43)公開日　平成16年12月16日(2004.12.16)
審査請求日　平成17年7月29日(2005.7.29)
(31)優先権主張番号　特願2003-129677(P2003-129677)
(32)優先日　平成15年5月8日(2003.5.8)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号
(73)特許権者　501009849
株式会社日立エルジーデータストレージ
東京都港区海岸三丁目２２番２３号
(74)代理人　100100310
弁理士　井上　学
(72)発明者　西村　孝一郎
神奈川県横浜市戸塚区吉田町２９２番地
株式会社日立製作所　デジタルメディア開発本部内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】記録媒体、光ディスク装置、および、記録方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数の記録速度におけるレーザーパルスのタイミングに関する情報が記載されている光ディスクに情報を記録する記録方法であって、
前記レーザーパルスのタイミングは、記録に用いられる基準クロックの立ち上がりエッジ又は立ち下がりエッジと、レーザーパルスの立ち上がりエッジ又は立ち下がりエッジの時間差であり、
光ディスクから異なる２つの記録速度におけるレーザーパルスのタイミングに関する情報を読み出し、
前記読み出された２つの記録速度におけるレーザーパルスのタイミングに関する情報から、前記異なる２つの記録速度以外の記録速度におけるレーザーパルスのタイミングが比例関係となるようにレーザーパルスのタイミングを決定し、
前記決定されたレーザーパルスのタイミングを用いてＣＡＶ記録する、
記録方法。
【請求項２】
複数の記録速度におけるレーザーパルスのタイミングに関する情報が記載されている光ディスクに情報を記録する記録方法であって、
前記レーザーパルスのタイミングは、ディスクに記録するマークの前エッジ又は後エッジの記録位置を決定するレーザーパルスのタイミングであり、
光ディスクから異なる２つの記録速度におけるレーザーパルスのタイミングに関する情

報を読み出し、
前記読み出された２つの記録速度におけるレーザーパルスのタイミングに関する情報から、前記異なる２つの記録速度以外の記録速度におけるレーザーパルスのタイミングが比例関係となるようにレーザーパルスのタイミングを決定し、
前記決定されたレーザーパルスのタイミングを用いてＣＡＶ記録する、
記録方法。
【請求項３】
複数の記録速度におけるレーザーパルスのタイミングに関する情報が記載されている光ディスクに情報を記録する記録装置であって、
前記レーザーパルスのタイミングは、記録に用いられる基準クロックの立ち上がりエッジ又は立ち下がりエッジと、レーザーパルスの立ち上がりエッジ又は立ち下がりエッジの時間差であり、
光ディスクから異なる２つの記録速度におけるレーザーパルスのタイミングに関する情報を読み出す再生回路と、
前記再生回路により読み出された２つの記録速度におけるレーザーパルスのタイミングに関する情報から、前記異なる２つの記録速度以外の記録速度におけるレーザーパルスのタイミングが比例関係となるようにレーザーパルスのタイミングを決定する信号処理回路と、
前記信号処理回路により決定されたレーザーパルスのタイミングを用いてＣＡＶ記録する記録回路と、
を有する記録装置。
【請求項４】
複数の記録速度におけるレーザーパルスのタイミングに関する情報が記載されている光ディスクに情報を記録する記録装置であって、
前記レーザーパルスのタイミングは、ディスクに記録するマークの前エッジ又は後エッジの記録位置を決定するレーザーパルスのタイミングであり、
光ディスクから異なる２つの記録速度におけるレーザーパルスのタイミングに関する情報を読み出す再生回路と、
前記再生回路により読み出された２つの記録速度におけるレーザーパルスのタイミングに関する情報から、前記異なる２つの記録速度以外の記録速度におけるレーザーパルスのタイミングが比例関係となるようにレーザーパルスのタイミングを決定する信号処理回路と、
前記信号処理回路により決定されたレーザーパルスのタイミングを用いてＣＡＶ記録する記録回路と、
を有する記録装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、レーザー光線を利用して光ディスクに情報を記録する技術に関する。
【背景技術】
【０００２】
DVD-RAM、DVD-RW、CD-RW等の書き換え可能な光ディスク、およびDVD-R、CD-Rなどの追記可能な光ディスクでは、ディスクの記録面上にレーザー光を照射して情報を記録する。光ディスクの記録面上に記録マークを形成するためのレーザー光の照射方法としては、CD-R等のように記録マークの長さに応じた時間幅を有する記録パルスを照射して記録マークを形成する方法、DVD-RAM等のように記録マーク形成途中のパルスをくし型にすることにより熱の蓄積を制御し最適な記録マークを形成する方法などがある。このような記録マークを最適にするような記録パルスの波形をライトストラテジと呼ぶ。
【０００３】
図1に書き換え可能な光ディスクの1種である4.7GB容量のDVD-RAM(以降単にDVD-RAMと記

す)のライトストラテジの模式図を示す。図は11T (Tは記録クロック周期)マーク記録時のライトストラテジを示したものである。図に示すように、DVD-RAMのライトストラテジはTSFP、TEFP、TFPで定義される先頭パルス、TMPで定義される繰り返しパルス（マルチパルスともいう）、TSLP、TELP、TLPで定義される後端パルスから構成されている。なお、レーザーパワーレベルは２値および３値のものがあるが、ここでは簡単化のために２値のものを示してある。

【０００４】

本ストラテジの先頭パルスは「TSFP、TEFPで波形の立ち上がり、立下り端部の絶対時間を定義する方法」または「TSFP、TFPで立ち上がりエッジの絶対時間とパルス時間幅で定義する方法」の２つの定義方法がある。

【０００５】

また、終端パルスにおいても、「TSLP、TELPで各エッジの絶対時間を定義する方法」または「TELP 、TLPで立ち下がりエッジの絶対時間とパルス時間幅で定義する方法」の２つの定義方法がある。

【０００６】

先頭パルスの前エッジの時間位置を決める値であるTSFP、および、後端パルスの後ろエッジの時間位置を決めるTELPについては記録マーク長さとその前後のスペース長さにより値を変化させる。これはマークを記録する際のレーザー光による熱蓄積および熱拡散の影響が、記録マークの長さ、およびその前後のスペースの長さによって異なることによる。

【０００７】

図２にTSFP、TELPの調整テーブルの一例を示す。TSFPテーブルの縦方向の3T、4T、5T、≧6T (6T以上)は記録マーク直前のスペース長を示し、横方向の3T、4T、5T、6T≧(6T以上)は記録対象のマーク長を示す。同様に、TELPテーブルの縦方向の3T、4T、5T、6T≧(6T以上)は記録マーク直後のスペース長を示し、横方向の3T、4T、5T、6T≧(6T以上)は記録対象のマーク長を示す。調整テーブル中の値はTSFP、TELPで決定されるライトストラテジのエッジをシフトさせることから、以降これらのテーブルをまとめてシフトテーブルと呼ぶ。また、図１に記載したTSFPなどの記録波形のエッジタイミングを決める値、および上記のシフトテーブル等をあわせて、以降では記録パラメータ群と呼ぶ。

【０００８】

このように記録マーク、スペースの長さの関係によりライトストラテジを変更する方法は、DVD-RAMのみでなく、その他の書き換え可能な相変化系媒体であるDVD－RW、CD－RW、追記可能な色素系媒体であるDVD－R、CD－Rなどでも広く採用されている。

【０００９】

従来、記録パラメータ群は媒体製造者が線速度一定の条件の下で最適と考える値を媒体に記録して提供してきた。これは、パワーレベル、タイミングを含めたライトストラテジの形態、およびシフトテーブルなどの記録パラメータ群の最適値が、記録媒体の組成、材料等により大きく異なるため、媒体製造者がライトストラテジを提案するのが好適であると考えられたためである。例えば、DVD-RAMでは内周のLead in areaに設けられたControl Data Zone内部のPhysical format information (PFI)エリアに、上記記録パラメータ群が記載されている。なお、上記に示した従来技術については特許文献１、および２に詳細が記載されている。

【００１０】

【特許文献１】特開２００３－８５７５３号公報

【００１１】

【特許文献２】特開２００２－２６０２２６号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１２】

記録媒体に組成、材料のばらつきがあるのと同様に、光ディスク記録装置（以降「ドライブ」と記す）にも、レーザ出力パワー、回路特性などの点でばらつきがある。このため

、特定のドライブでの最適記録パラメータが他のドライブでの最適記録パラメータであるとは限らない。特に、媒体に記録されている記録パラメータは特定の線速度で記録を行なった場合における最適パラメータであるため、当該特定の線速度以外の線速度で記録媒体に情報を記録する場合には、媒体に予め記録されている記録パラメータは最適なものではない。従って、予め記録されている最適パラメータに対応する線速度以外の線速度で記録を行なう際には、その線速度での最適パラメータをドライブが決定するのが好ましい。

【００１３】

しかし、特定の線速度での最適記録パラメータを予め記載した記録媒体に情報の記録を行なうドライブにおいて、当該特定の線速度以外の線速度における最適記録パラメータをドライブ側で求める方法については、従来考慮されていなかった。

【００１４】

本発明の第一の目的は、媒体製造者が提供する記録パラメータの好適な決定方法の提供、および、この記録パラメータを使用して、媒体製造者が想定した線速度以外の線速度での記録パラメータを求める方法を提供することである。

【００１５】

次に、所定の線速度に達したときにライトストラテジを切り替える可変速記録方法について検討する。

【００１６】

一般に、記録マークの前端での熱拡散量は記録線速度に比例し、記録マークの後端での熱蓄積量は記録線速度の平方根に比例する。また、記録パワー、消去パワーなど、所定のパワーレベルのレーザ光照射により記録媒体に与えられるエネルギー量は単位面積辺りのレーザー光照射パワーレベルに比例し、記録速度に略比例する。

【００１７】

しかし、ライトストラテジが異なる場合、上述した熱拡散量、熱蓄積量、記録レーザーパワーと記録速度との比例関係が崩れるため、予め記録媒体に記録されている複数の線速度における最適記録パラメータの単純な補間法（内挿法、外挿法）により求めた任意の線速度における記録パラメータは、一般に最適記録パラメータとはなりえない。このため、CAV(Constant Angler Velocity)記録のように、記録線速度が逐次変化するような記録方法において、前述のように異なるライトストラテジから単純補間方法により各々の記録線速度での最適記録パラメータを逐次計算し、好適な可変速記録を実現するのは困難という問題があった。

【００１８】

CAV記録時には所定の線速度に達するごとにライトストラテジを切り替える記録方法の採用も考えられるが、このような記録方法を用いた場合、ライトストラテジが所定の箇所において突如切り替わることとなり、上述したように上記比例関係が非連続となるため、ストラテジの切替えの前後では、同じマーク（例えば３Ｔマーク）であっても形状が異なってしまう。これにより、ライトストラテジ切替箇所の直後のデータの再生時には、記録マーク特性の切り替わりに、イコライズ、群遅延などの再生パラメータ特性の切替が追随できず、ライトストラテジ切替前後の両領域を連続再生した場合の再生品質が劣化するという問題が生じる。

【００１９】

本発明の第２の目的は、記録パラメータ群の連続性を確保することで、記録マーク形状の連続性を確保し、再生品質を向上させることである。

【課題を解決するための手段】

【００２０】

上記課題は、その一例として、特許請求の範囲に記載の構成により改善される。

【発明の効果】

【００２５】

本発明により、再生波形の形状の連続性を確保できるため、安定した再生を行うことができる。また、媒体製造者から提供される記録パラメータが定義されている記録速度以外

の記録速度における記録パラメータを媒体製造者から提供される記録パラメータから容易に算出することができ、CAV記録を行う場合、好適な記録パラメータを算出することができる。

また、ドライブ製造者にとっては、CAV記録による高速記録を実現する際にライトストラテジの設定方法を簡便化でき、ドライブ開発時間の短縮、およびドライブにおけるライトストラテジ調整時の学習時間の短縮を図ることができる。

【００２６】

また、ドライブにおいても本発明の手順を用いることにより、媒体製造者から可変速記録に対応した記録パラメータが提供されていない媒体においても、可変速記録に対応したライトストラテジおよび記録パラメータを求めてCAV記録などの可変速記録を実現することができる。さらに可変速記録フラグを参照することにより可変速記録をサポートしている媒体の判別が容易に行え、可変速記録を行う際のライトストラテジ学習時間を短縮することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２７】

以下DVD-RAMを例として第１の実施例を説明する。先に述べたようにDVD-RAMでは、記録パラメータは媒体製造者が選定しDVD-RAMに記録して出荷する。

【００２８】

現在DVD-RAM規格として、２倍速（以下「2x」と称す）記録規格、３倍速（以下「3x」と称す）記録規格がリリース済みであり、５倍速（以下「5x」と称す）記録規格のリリースも予定されてる。すなわち、5x記録対応ディスク（以下DVD-RAM 5x媒体と記す）には下位装置での互換性確保の観点から2x記録、3x記録に対応する記録パラメータも記録して提供されるものと考えられる。また、各々の記録速度での記録パラメータを利用することで5x記録ドライブでは最内周2x、最外周5xの記録速度となるCAV記録も可能となる。DVD-RAMに記録する各々の記録速度での記録パラメータの決定手順の一例を以下に示す。

手順１．記録パラメータの暫定

手順１では、まず提供する各記録速度、この場合2x、3x、5xでの記録パラメータ群を記録速度の線形値に暫定的に設定する。CAV記録などの可変速記録に対応するには、提供する記録パラメータと記録速度の間に線形性が必要となるからである。

手順２．長マーク再生波形調整および基本記録パラメータ線形性確認

手順２では、手順１で設定した暫定記録パラメータを使って各記録速度で6T以上の長マークを記録し、一定速度で再生を行ったときの再生波形の比較を行う。

【００２９】

一般に光ディスクの再生では、スポット径とほぼ同等以上のマークを再生する場合、再生信号の振幅レベルは飽和し、スポット形状の違いによる波形のシフトの差の発生量も小さい。本実施例でのＤＶＤ－ＲＡＭの場合、再生時のビームの直径は、０．８６μｍのものを用いており、ビーム径とほぼ等しい０．８４μｍの長さに相当する６Ｔ信号以上の振幅値はほぼ一定となる。従って、６Ｔ以上の長マークでの波形を基準として記録パラメータの初期調整を行い、その後、短マーク形成のための記録パラメータを調整する。この再生速度は媒体で規定されている最低再生速度であっても良い。

【００３０】

図３はDVD-RAMにおいてある記録速度で記録を行った長マークの再生波形を示す。同図は10T波形の例であり、波形の低い部分が暗部（マーク部）を示す。また、再生速度は2x、再生系のパラメータはDVD-RAM規格に記載された標準パラメータで再生している。図３の右図は左図の波形を模式的に取り出したものである。ここで、記録マーク波形の中心、この場合は5Tの位置３０２に対して波形を前後に分け、前半部分の波形の最低値３０３と後半部分の波形の最低値３０４を取り出し、この両者の波形位置を結ぶ直線３０５の傾きA2xを算出する。3x、5x記録での傾きも算出し、それぞれをA3x、A5xとする。媒体製造者は提供する記録パラメータを決定する際に、A2x、A3x、A5xの値が略一致（望ましくは±10%の範囲内）となるように各速度の記録パラメータ群を調整する。

【００３１】
なお、ここでは、前半部分の最低値と、後半部分の最低値の二点の傾きに基づき調整を行ったが、本発明はこれに限られるものではなく、マーク中心から所定の距離だけ離れた二点間の傾きを求め、この傾きに基づき調整を行う構成としても良い。
【００３２】
この調整時に、媒体の規格においてドライブでの調整を行わないことが推奨されている記録パラメータ（以降これを基本記録パラメータと呼ぶ）について、記録速度に対する線形性の確認を行う。本実施例のDVD-RAMでは図１における「TFP、TMP、TLP、TCL、TEFP、TSLP」、図２における「6T以上のスペースの次に6T以上のマークが続く時のTSFP（図2の２０１）、6T以上のマークの次に6T以上のスペースが続く時のTELP（図2の２０２）」がこの基本記録パラメータに相当する。
【００３３】
先に述べたように、上記の基本記録パラメータはいずれも記録速度に対して理論的に線形の関係を持つように設定することが可能である。但し、記録パラメータの決定手順、および数値の丸め込みにより各記録パラメータ値で若干の誤差が生じることが考えられる。
【００３４】
そのため、図4に示すように最高記録速度（本例の場合5x記録）で求められた記録パラメータ値４０１と最低記録速度（本例の場合2x記録）で求められた記録パラメータ値４０２から、その間で媒体製造者が記録パラメータを提供する速度（本例の場合3x記録）の記録パラメータ値４０４を算出し、その値と手順１、手順２で求めた上記速度、本例の場合3x記録のパラメータ値４０３との差ΔＰｔ４０６を算出する。
【００３５】
このΔＰｔとあらかじめ定義した各記録パラメータに対する誤差許容値を比較し、ΔＰｔが誤差許容値以下であれば調整終了とする。誤差許容値以上の誤差がある場合は再度長マーク再生波形による記録パラメータの調整を行う。その結果、上記で定義した長マークの再生波形の各記録速度での傾きおよび基本記録パラメータの線形性が所定の条件を満足できない場合は、記録媒体の組成、材料の見直し等による記録媒体の改善を行う。
【００３６】
なお、上記における記録パラメータの条件抽出は、記録波形の再生時のデータtoクロックジッタ（以降単にジッタと記す）、再生波形アシンメトリなどの規格値との比較を同時に行いながら進める。
手順３．シフトテーブル、パワーレベル調整
手順３では、記録パラメータの調整後、各記録速度において手順２で調整した基本記録パラメータ以外の記録パラメータの調整を行う。本実施例ではシフトテーブル図２の２０１、２０２以外の領域、および記録パワーレベルの調整がこれに相当する。調整方法としては再生ジッタを最小にするなどの方法があり、例えばDVD-RAMのように媒体の規格において定義されている手法を採用してもよい。
【００３７】
なお、手順３においては手順２で調整した基本記録パラメータは変更しない。これは手順２での長マーク再生波形の形状および記録パラメータの記録速度に対する線形性を保存するためである。
手順４．記録パラメータ線形性確認
手順４では、手順３で抽出された各記録速度での記録パラメータについて、記録速度に対する線形性を調べる。本例のDVD-RAMでは図１に示す各記録パラメータ、および図２に示すTSFP、TELPの各シフトテーブルについて記録速度に対する線形性を確認する。
【００３８】
手順２で基本記録パラメータの線形性が保証されている場合、これらの記録パラメータはいずれも記録速度に対して理論的に線形の関係を持つように設定することが可能である。ただし、手順２と同様に各記録パラメータ値で丸め込みなどによる誤差を持つことが考えられるため、手順２と同様に各記録パラメータに対して許容誤差値を設定し、線形性の

確認を行う。
手順５．可変速記録対応フラグの設定
記録媒体の膜組成および材料によっては、手順１から４による調整により適切な記録パラメータを選定できないものも考えられる。このような媒体はCAV記録などの可変速記録について対応困難であるため、手順１から４による調整を満足したものとの区別を行う必要がある。手順５では、手順１－４により調整された記録パラメータの記録の有無を示す判定フラグを設けることにより、差別化を行う。
【００３９】
例えば、DVD-RAM規格では、媒体製造者から提供される記録パラメータ群が記録されたPFI 1セクタ内部の613ビット以降がリザーブ（空きビット）となっており、ここに１ビットの上記判定フラグを設けることで区別を行なうことができる。
【００４０】
ドライブでは媒体挿入時に判定フラグの有無の確認を行い、ビットが１の場合は可変速記録対応媒体と認識し、媒体の最低記録速度と最高記録速度の間の記録速度においては、前記最低記録速度と最高記録速度に対して媒体製造者から提供されている記録パラメータから線形補間した記録パラメータを用いて記録を行う。本例のDVD-RAM5x記録対応媒体の場合は、2x記録と5x記録に対して媒体製造者より提供された記録パラメータから、その間の例えば2.5x、3x、4x等の記録速度での記録パラメータを算出できる。
【００４１】
本実施例に示す手順１－４を用いることにより、媒体製造者から提供される記録パラメータに対応する記録速度以外の記録速度での記録パラメータを、媒体製造者から提供される記録パラメータから容易に算出することができ、記録速度が逐次的に変化するCAV記録などにおいて連続記録動作を行う場合、常に最適な記録パラメータを算出できる。また、本実施例の光ディスクにより高い品質でのCAV記録が保証されることなり、ユーザは高速で高品質のデータ記録を行なうことができる。
【００４２】
また、手順１－４の採用を示すフラグを設けることにより、その記録媒体がCAV記録に対応したものかどうか識別することができ、CAV記録に対応したものであると確認できたときには、CAV記録を行い、CAV記録に対応しないものであると確認できたときには、CAV記録を行なわないという適切な記録制御を行なうことができる。また、ドライブ製造者にとっては、CAV記録による高速記録を実現する際にライトストラテジの設定方法を簡便化でき、ドライブ開発時間の短縮、およびドライブにおけるライトストラテジ調整時の学習時間の短縮を図ることができる。
【００４３】
但し、媒体の規格等で手順１－４の採用が保証される場合は、その記録媒体がCAV記録に対応したものかどうか識別する必要がなくなるため、上記フラグを設ける必要はない。
【００４４】
更に、異なる記録速度で記録した領域が隣接した場合においても、再生波形の形状が一致するため、安定した再生を行うことができる。
【００４５】
次に第２の実施例を説明する。本実施例は、第１の実施例と同様に記録パラメータの設定を行なうものであるが、第１の実施例とは手順２が異なる。以下本実施例の手順２について説明する。
【００４６】
第１の実施例における手順２では速度の異なる各記録パラメータを用いて記録した6T以上の長マークの再生波形をモニタし、そのマーク部の傾きを各記録速度の間で略一致させるものであったが、本実施例では6T以上の長マークの再生波形の傾きと6T以上の長スペース部、もしくは未記録領域での再生波形の傾きとの比較を行い最適な記録パラメータを決定するものである。
【００４７】

例えばスペース部であれば図５に示すようにスペース部の波形の中心５０１、10Tスペースの場合は5Tの部分の前後の領域に対して、各領域のピーク５０２、５０３を結んだ直線５０４の傾きを基準値Aspとする。あるいは、未記録領域の１トラック内における任意の２領域間の平均電位を計測し、その差から未記録領域の波形傾き基準値Anwを算出する。例えばDVD-RAMでは、図６に示すようにPID（Physical ID）領域の前後ｍセクタのｎセクタ（ｍ、ｎは任意の数）の平均電位Ｖ６１，Ｖ６２から傾き６０１を算出し、基準値Anwとする。

【００４８】

次に、第一の実施例で求めたように、マーク部での傾きAx2、Ax3、Ax5を求める。本実施例では、マーク部でのAx2、Ax3、Ax5を、スペース部での傾き、Asp、Anwとを略一致させるように、記録パラメータを設定する。図７には、実際の調整後のマーク部の再生波形を示す。第1の実施例と同様に長マーク再生波形のマーク部の傾きを中心点７０１、その左右のピーク７０２、７０３とし、求めた傾き７０４を各速度に対してAx2、Ax3、Ax5として定義した場合、これらの傾き値Ax2、Ax3、Ax5とAsp、Anwの差が図７の７０４に示すように略ゼロとなるとなるように記録パラメータの調整を行っている。

【００４９】

本実施例の手順により記録パラメータの調整を行うことにより、第１の実施例の長マークと比較してマークの形状が均一な楕円に近くなり、オーバーライト時の消去特性およびクロストーク特性の改善、さらには書き換えに対するディスクの耐性を向上させることができる。

【００５０】

次に第３の実施例を説明する。本実施例では、記録パラメータの設定方法、および可変速記録対応ビットなどについては第1の実施例と同様であるが、手順２、４での記録パラメータ線形性確認の方法が異なる。以下本実施例の手順２、４について説明する。

【００５１】

実施例１の手順２では、第1の実施例では線形補間により求められた記録パラメータと、6T以上の長マーク再生波形に対して定義された波形傾きの条件から求められた記録パラメータとの誤差をあらかじめ設定した誤差許容値と比較し、記録パラメータの線形成の判定を行った。

【００５２】

本実施例の手順２では媒体の最高記録速度（本実施例の場合は5x記録）での基本記録パラメータ（これを基本記録パラメータＡとする）、および最低記録速度（本実施例の場合2x記録）での基本記録パラメータ（これを基本記録パラメータＢとする）のみを求める。その間の記録速度で媒体製造者より提供される基本記録パラメータ（これを基本記録パラメータＣとする）については、基本記録パラメータＡ、Ｂから線形補間により求める。

【００５３】

これを図４に当てはめると、４０１が基本記録パラメータＡ、４０２が基本記録パラメータＢ，４０４が基本記録パラメータＣとなる。次に基本パラメータＣの適応記録速度において基本パラメータＣを用いて記録された領域を所定の再生速度、例えばDVD-RAMであれば2xで再生し、再生ジッタを求める。このときのジッタ値σが、あらかじめ設定した所定の許容ジッタ値σｒに対してσ＜σｒの場合は調整を終了し、σ＞σｒの場合は第１の実施例と同様に、「長マーク再生波形による記録パラメータの再調整」「記録媒体の組成、材料の見直し等による記録媒体の改善」等を行う。

【００５４】

手順４についても手順２と同様に媒体の最高記録速度と最低記録速度で求められた記録パラメータからその間の記録速度で媒体製造者より提供される記録パラメータを補間し、その記録パラメータにより記録を行った結果の再生ジッタσｓとあらかじめ設定した所定の許容ジッタ値σｒｓとの比較から、記録パラメータの線形性の確認を行う。

【００５５】

本実施例の手順では、最高記録速度、最低記録速度以外での基本記録パラメータおよび

その他の記録パラメータの抽出を行う必要がないため、基本記録パラメータ、および記録パラメータ決定時間の短縮を図ることができる。

【００５６】

また、本実施例では基本記録パラメータ、およびその他の記録パラメータの補間を行うために、媒体で規定されている最高記録速度と最低記録速度での基本記録パラメータ、およびその他の記録パラメータを求めたが、媒体製造者より提供される２つ以上の任意の異なる速度における基本記録パラメータ、およびその他の記録パラメータから内挿、外挿により補間を行っても良い。

【００５７】

次に本発明の第４の実施例として、本発明を適用したドライブの一例を説明する。図１０は、複数の記録速度に対する推奨記録パラメータが記載されたディスクに、可変速記録を行うドライブの処理手順の一例である。

【００５８】

本実施例のドライブの構成を図１１に示す。本実施例のドライブでは、ピックアップ１１０上に搭載されたレーザー駆動ドライバ（LDD）１１２により、レーザーダイオード１１１を駆動し、対物レンズ１１３からレーザー光を出射する。このレーザー発光タイミングはDSP１０５内の波形パラメータ制御部で制御される。なお本実施例では、波形制御部がＤＳＰに内蔵された構成をとっているが、これが別チップであっても良いし、またＬＤＤに搭載されるような構成であっても良い。

【００５９】

再生信号は、ピックアップからＲＦ　Ｆ／Ｅ　ＬＳＩ１０４を通して、ＤＳＰ内部の波形取り込み部および波形解析部により波形処理される。波形取り込み部では、取り込んだ波形データをＡ／Ｄ変換しデジタルデータとして、波形解析部におくる。また一部は直接マイコン１０６がデータを取り込みマイコンで波形解析を行う。更に、ＤＳＰ内部には、可変速記録対応フラグ検出機能があり、このフラグの有無を判定する。なお、フラグの有無は、マイコンにより判別することも可能であり、必ずしもＤＳＰ内部にある必要は無い。

手順１．可変速記録対応フラグの確認

まず、再生対象媒体に第１の実施例の手順５で示した可変速記録対応フラグが記録されているかの確認を行う（ステップ１００３）。可変速記録フラグが立っている（可変速記録に対応した媒体である）媒体に対しては、媒体に記録されている特定線速度での記録パラメータを基に、それ以外の線速度での記録パラメータの値を線形演算により求め、可変速記録を行う（ステップ１００４－１００８）。

手順２．媒体製造者推奨記録パラメータの線形性の確認

可変速記録フラグが立っていない、もしくは可変速記録フラグそのものが設定されていない場合は、媒体に記録された媒体製造者推奨の記録パラメータのうち、ドライブにおいて変更しないことが推奨されている基本記録パラメータと記録速度との線形性の確認を行う（ステップ１００９）。なお、確認の方法としては、例えば所定の記録パラメータ誤差値を定義する本発明の第１の実施例の手順２に示した方法、または所定のジッタ許容値を定義する本発明の第３の実施例の手順2に示した方法などがある。

【００６０】

線形性が確認できた場合は、これら媒体から読み出した記録パラメータから各線速度における記録パラメータを補間しながらCAV記録などの可変速記録を行う（ステップ１００４－１００８）。

【００６１】

線形性が確認されない場合は、媒体に記録された記録パラメータの一部を用いて、基本記録パラメータおよびその他の記録パラメータの抽出を行う（ステップ１０１０）。

手順３．長マーク波形による基本記録パラメータの抽出と線形性の確認

媒体製造者から提供される複数の記録速度での記録パラメータを用いて、各記録速度で6T以上の長マーク、長スペースの記録を行う。それらを記録した領域において6T以上の長

マークの再生波形を抽出し、第１の実施例で定義したものと同様に一定速度で再生を行った場合の長マーク再生波形の傾きを測定する。その結果において、各記録速度における長マーク再生波形の傾きが略一致するように、6T以上の長マーク、長スペースに対する記録パラメータを調整する。この記録パラメータは第１の実施例における基本記録パラメータに相当する。

【００６２】

長マークの再生波形傾きの測定方法としては、例えばDVD-RAMの場合ドライブにおいてシンクパターンである14Tを抽出し、図８に示すように14Tマーク再生波形に対して８０２、８０３に示すようなサンプルパルスを生成する方法がある。シンクパターンは同じタイミングで繰り返し現れるため、このようなサンプルパルスの生成は可能である。このサンプルパルスは14Tマーク再生波形の中心から両側に等しい位置に等しい幅だけウインドウを生成する。サンプルパルス８０２、８０３のウインドウ期間のみホールドされたホールド信号８０４、８０５の電圧値V1、V2の差分ΔVを計算し、この値を長マーク再生波形の傾きとして定義する。

【００６３】

また、他の手法として図９に示すように再生波形９０１を例えば再生クロック周期ＴでＡＤ変換し、得られたサンプリング系列において、所定の長マーク再生波形、本例の場合14T再生波形を抽出し、この長マーク波形の時間中心から等しい時間幅だけ離れた部分において等しいサンプル数のサンプル値９０２、９０３の平均値を算出し、得られた平均値の差分を長マーク再生波形の傾きとして定義する手法なども考えられる。以上の方法により、線形性のパラメータを決定する。

【００６４】

更に、確認のため、上記で得られた各記録速度における基本記録パラメータについて、実際に記録を行って、線形性の確認を行なう（ステップ１０１１）。確認は第１および第２の実施例で述べた手順３の方法などを用いることができる。本手順において基本記録パラメータの線形性が確認されない場合は、手順２に戻って長マーク再生波形の傾きを変更するなどの手段をとる。それでも基本記録パラメータの線形性が確認されない場合はCLV記録などの定速度記録のみの実施とする（ステップ１０１３）。

【００６５】

これらの基本記録パラメータの抽出および線形性の確認と同時に、記録波形の再生時のデータtoクロックジッタ（以降単にジッタと記す）、再生波形アシンメトリなどの規格値との比較を行いながら進めることがより望ましい。

手順４．シフトテーブル、パワーレベル調整

基本記録パラメータの調整後、各記録速度において手順２で調整した基本記録パラメータ以外の記録パラメータの調整を行う。このとき、第１の実施例と同様に手順２で調整した基本記録パラメータは変更しない。調整方法はさまざまな手法が提案されているが、DVD-RAMのように媒体の規格において定義されている手法を採用してもよい。

手順５．記録パラメータ線形性確認

手順３で抽出された各記録速度での記録パラメータについて、記録速度に対する線形性を調べる。この場合も、本発明の第１の実施例と同様に手順２と同様に各記録パラメータ値で丸め込みなどによる誤差を持つことが考えられるため、手順２と同様に各記録パラメータに対して許容誤差値を設定し、線形性の確認を行う。

【００６６】

以上の手順を用いたドライブでは、以下の利点がある。

１．可変速記録フラグを参照することにより可変速記録をサポートしている媒体の判別が容易に行える。

２．可変速記録をサポートしている媒体であることが判別された場合、CAV等の可変速記録を行う際のライトストラテジ設定が容易になり、ライトストラテジ学習時間を短縮することができる。

３．可変速記録フラグを参照することにより可変速記録をサポートしていない媒体におい

て、媒体製造者から提供された記録パラメータを用いて可変速記録を行った場合の記録不良を未然に防ぐことができる。
４．上記手順により媒体製造者から可変速記録に対応した記録パラメータが提供されていない媒体においても、可変速記録に対応したライトストラテジおよび記録パラメータを求めてCAV記録などの可変速記録を実現することができる。
【００６７】
なお、本手順により得られた記録パラメータをドライブ内部の例えばＥＥＰＲＯＭなどに保持することにより、以降同じ媒体がドライブに挿入された場合速やかに記録パラメータを設定することができ、記録パラメータ学習時間の低減などの効果が得られる。
【００６８】
また、上記において媒体製造者より提供された記録パラメータを基に可変速記録を行う変わりに、媒体製造者より提供された記録パラメータを基に、媒体の規格で定義された手法等を用いてドライブに最適な記録パラメータを学習した結果を、媒体製造者より提供された記録パラメータの代わりに用いて可変速記録を行うことも考えられる。
【００６９】
次に本発明の第５の実施例を示す。本実施例では、記録パラメータの設定方法、および可変速記録対応ビットなどについては第1の実施例と同様であるが、手順２、４での記録パラメータ線形性確認の方法が異なる。以下本実施例の手順２、４について説明する。
【００７０】
本実施例は、第１の実施例の手順２、４において、記録パルスの時間軸方向の情報を規定するパラメータの記録速度に対する線形性を確認する際に、該パラメータを記録クロック周期で正規化した値を用いることを特徴とする。例えばＤＶＤ－ＲＡＭの場合、対象となる記録パラメータは、TFP、TMP、TLP、TCL、TEFP、TSLP、TSFP、TELPである。
【００７１】
これらをまとめてTprとし、図１２を用いて説明する。最高記録速度（本例の場合5x記録）で求められた記録パラメータ値（これをTpr5x)、最低記録速度（本例の場合2x記録）で求められた記録パラメータ値（これをTpr2x)を、それぞれ各記録速度での記録クロック周期で正規化し、それらを正規化記録パラメータ値Tpr5xs、Tpr2xsとする。正規化は以下に示す式(1)で行われる。
【００７２】

$$Tpr[n]xs = Tpr[n]x / Tw[n] \quad \cdots \quad (1)$$

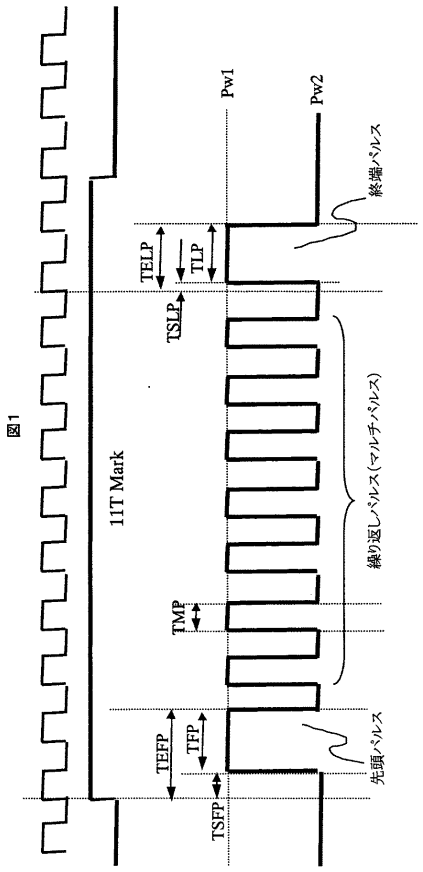
式(1)において[n]は倍速（記録速度）を示し、Tw[n]はn倍速での記録クロック周期を示す。Tpr5xsは図１２上では１２０１で示される。同様にTpr2xsは図１２上では１２０２で示される。
【００７３】
これらから媒体製造者が記録パラメータを提供する速度（本例の場合3x記録）の正規化された記録パラメータ値１２０４(これをTpr3xs_l)を算出する。このTpr3xs_lと第１の実施例で示した手順と同様の手順１、２で求められた上記速度、本例の場合3x記録のパラメータ値(これをTpr3x)を式(1)で正規化した正規化記録パラメータ値Tpr3xs（図１２の１２０３）との差分ΔTpr3xs １２０６を算出し、あらかじめ定義した正規化記録パラメータに対する誤差許容値を比較して、調整終了を判定する。
【００７４】
これにより記録速度に依存しない記録パルスの時間軸方向の情報で線形性の確認を行うことができ、線形性の確保がより容易になる。
【００７５】
なお、本実施例では正規化記録パラメータ値の差分を用いて誤差許容値との比較を行ったが、上記で求められたTpr3xs_lを以下の式(2)により元の時間情報Tpr3x_lに戻して、正規化されていない上記のTpr3xとの差分ΔTpr3xを算出し、あらかじめ定義した記録パラメータに対する誤差許容値を比較して、調整終了を判定してもよい。

【００７６】
Tpr3x_l=Tpr3xs_l×Tw[3]　　…　(2)

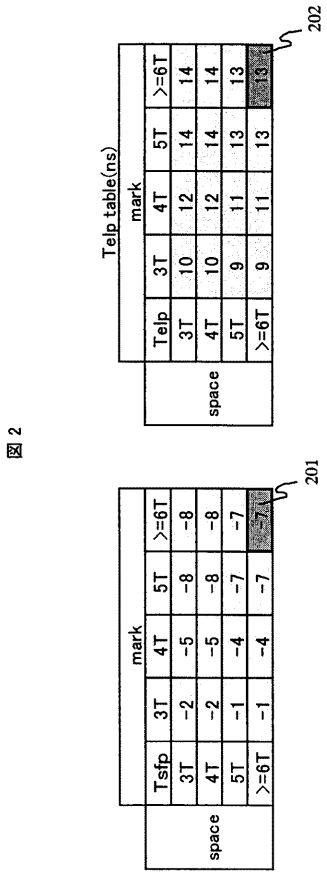
次に本発明の第６の実施例を示す。本実施例は、記録パラメータの設定方法、および可変速記録対応ビットなどについては第３の実施例と同様であるが、手順２、４での記録パラメータ線形性確認の方法が異なる。以下本実施例の手順２、４について説明する。
【００７７】
本実施例は、第３の実施例の手順２、４において、記録パルスの時間軸方向の情報を規定するパラメータの記録速度に対する線形性を確認する際に、該パラメータを記録クロック周期で正規化した値を用いることを特徴とする。前述の第５の実施例で述べた手法で、正規化した記録パラメータTpr5xs、Tpr2xsから正規化された記録パラメータTpr3xs_lを求め、上記式(2)を用いて時間情報Tpr3x_lを算出する。このようにして得られた記録パラメータTpr3x_lで記録を行った結果の再生ジッタσｓとあらかじめ設定した所定の許容ジッタ値σｒｓとの比較から、記録パラメータの線形性の確認を行う。
【００７８】
これにより記録速度に依存しない記録パルスの時間軸方向の情報で線形性の確認を行うことができ、線形性の確保がより容易になる。
【００７９】
次に本発明の第７の実施例を説明する。本実施例では本発明の第４に示す実施例の手順１において可変速記録を行う場合の記録パラメータを算出する場合に、時間情報を示す記録パラメータの算出において、本発明の第５の実施例に示した方法を同様の方法で記録クロック周期により正規化したパラメータを用いて線形演算を行うことを特徴とする。
【００８０】
また、本発明の第４に示す実施例の手順２から手順４での記録パラメータの線形性の確認のうち、時間情報を示す記録パラメータの線形性の確認において、本発明の第５の実施例に示した方法を同様の方法で記録クロック周期により正規化したパラメータを用いて線形性の確認を行うことを特徴とする。
【００８１】
これにより記録速度に依存しない記録パルスの時間軸方向の情報で線形性の確認を行うことができ、線形性の確保がより容易になる。
【００８２】
なお、以上の実施例における６Ｔ以上の長マーク、長スペースとは、再生時の波形のマーク部分、スペース部分の電圧がその前後のマーク、スペースに影響されないマーク、スペースの長さを意図したものであり、これを記録媒体上に集光されるレーザースポット径の１倍以上のマーク、スペースと定義してもよい。例えばDVD-RAM記録装置でのレーザースポット径を１μｍとした場合、これは７．１４Ｔの長さに相当する。すなわち、８Ｔ以上の長マーク、長スペースを用いて上記諸手順を行なっても良い。
【図面の簡単な説明】
【００８３】
【図１】4.7GB DVD-RAMの11Tマーク記録波形の模式図
【図２】記録パラメータ制御テーブルの一例を示す図
【図３】10Tマーク再生波形の一例とその模式図
【図４】記録速度と記録パラメータの関係の一例を示す模式図
【図５】10Tスペース再生波形の一例とその模式図
【図６】4.7GB DVD-RAM未記録領域の波形図
【図７】調整後の10Tマーク再生波形の一例とその模式図
【図８】14Tマーク再生波形とサンプルパルスの一例を示す模式図
【図９】14Tマーク再生波形とそのサンプル系列の一例を示す模式図
【図１０】ドライブの動作シーケンスを示すフローチャート
【図１１】本発明を適用したドライブのブロック図

【図１２】記録速度と正規化記録パラメータの関係の一例を示す模式図
【符号の説明】
【００８４】
２０１：6T以上の長スペースに続く6T以上の長マーク記録時の先頭パルスパラメータ
２０２：6T以上の長マークに続く6T以上の長スペース記録時の後端パルスパラメータ
３０１：10Ｔマーク再生波形
３０２：10Ｔマーク再生波形の時間軸中心
３０５：10Ｔマーク再生波形の傾き
５０１：10Ｔスペース再生波形
８０１、９０１：14Tマーク再生波形
８０２、８０３：サンプルパルス
９０２、９０３：再生波形サンプリングデータ

【図１】

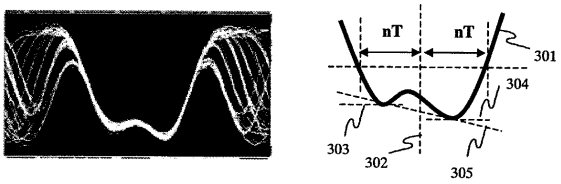


【図２】



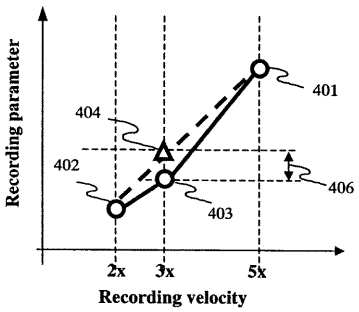
【図３】

図３



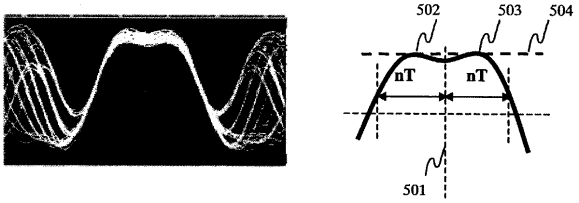
【図４】

図４



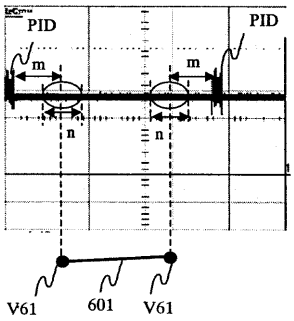
【図５】

図５



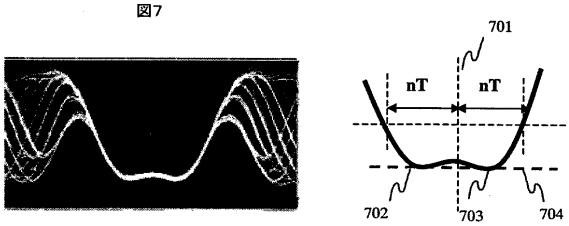
【図６】

図６



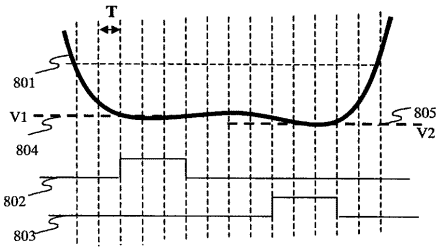
【図７】

図７



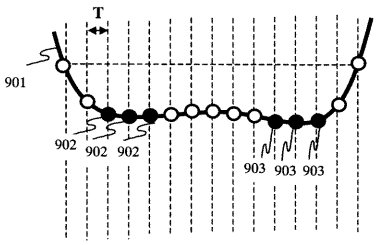
【図８】

図８



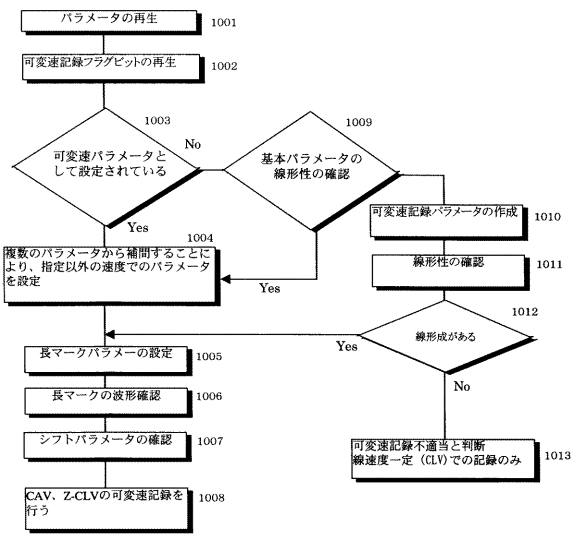
【図９】

図９



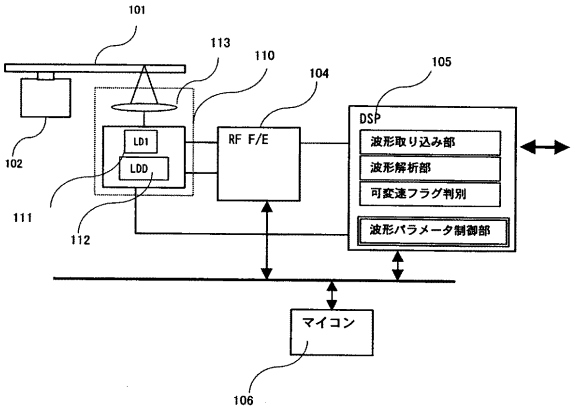
【図１０】

図１０



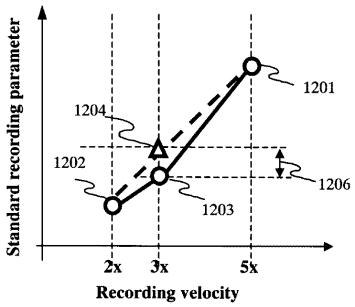
【図１１】

図 11



【図１２】

図 12



フロントページの続き

(72)発明者　樽林　正明
神奈川県横浜市戸塚区吉田町２９２番地　株式会社日立製作所　デジタルメディア開発本部内
(72)発明者　戸田　剛
神奈川県横浜市戸塚区吉田町２９２番地　株式会社日立製作所　デジタルメディア開発本部内
(72)発明者　峯邑　浩行
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目２８０番地　株式会社日立製作所　研究開発本部内

審査官　早川　卓哉

(56)参考文献　特開２０００－１４９２６５（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－０９１９６１（ＪＰ，Ａ）
国際公開第０２／０８９１２３（WO，Ａ１）
特開平０５－２２５５７０（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－１８４６５１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ１１Ｂ　７／００－７／０１３
Ｇ１１Ｂ　７／１２－７／２２