

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4685745号
(P4685745)

(45) 発行日 平成23年5月18日(2011.5.18)

(24) 登録日 平成23年2月18日(2011.2.18)

(51) Int.Cl.

F I

G 1 1 B 7/0045 (2006.01)

G 1 1 B 7/0045

A

G 1 1 B 7/125 (2006.01)

G 1 1 B 7/125

C

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2006-287886 (P2006-287886)
 (22) 出願日 平成18年10月23日(2006.10.23)
 (65) 公開番号 特開2008-108300 (P2008-108300A)
 (43) 公開日 平成20年5月8日(2008.5.8)
 審査請求日 平成21年6月15日(2009.6.15)

(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
 (74) 代理人 100091096
 弁理士 平木 祐輔
 (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 中央研究所内
 審査官 早川 卓哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 記録方法及びそれを用いた光ディスク装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光ディスク媒体に強度変調されたレーザパルスを照射して記録マークを形成することにより情報を記録する記録方法において、

前記記録マークの先行スペース長と、更に先行する先行マーク長の少なくとも一方が、最短ラン長でない場合、前記記録マークの記録マーク長と前記記録マークに先行するスペース長をパラメータとして、前記記録マークを形成するためのレーザパルスの開始位置に関する情報を格納した第1の開始位置テーブルと、

前記記録マークの先行スペース長と、更に先行する先行マーク長が、共に最短ラン長の場合、前記記録マーク長と前記記録マークに先行するスペース長をパラメータとして、前記記録マークを形成するためのレーザパルスの開始位置に関する情報を格納した、前記第1の開始位置テーブルとは異なる第2の開始位置テーブルとを用意し、

前記第1の開始位置テーブルと前記第2の開始位置テーブルを用いて、前記レーザパルスの開始位置に関する情報を取得し、

取得した開始位置に関する情報に基づいて前記レーザパルスの照射を開始することを特徴とする記録方法。

【請求項 2】

請求項1記載の記録方法において、前記第2の開始位置テーブルに格納された前記記録マークに先行するスペース長が最短ラン長よりも長い場合の情報は、前記第1の開始位置テーブルに格納された情報と同一であることを特徴とする記録方法。

10

20

【請求項 3】

請求項 1 記載の記録方法において、更に、

前記記録マークの先行スペース長と、更に先行する先行マーク長の少なくとも一方が最短ラン長の場合でない場合、前記記録マークの記録マーク長と前記記録マークに後続するスペース長をパラメータとして、前記記録マークを形成するためのレーザパルスの終了位置に関する情報を格納した第 1 の終了位置テーブルと、

前記記録マークの先行スペース長と、更に先行する先行マーク長が、共に最短ラン長の場合、前記記録マーク長と前記記録マークに後続するスペース長をパラメータとして、前記記録マークを形成するためのレーザパルスの終了位置に関する情報を格納した、前記第 1 の終了位置テーブルとは異なる第 2 の終了位置テーブルとを用意し、

前記第 1 の終了位置テーブルと前記第 2 の終了位置テーブルを用いて、前記レーザパルスの終了位置に関する情報を取得し、

取得した終了位置に関する情報に基づいて前記レーザパルスの照射を終了することを特徴とする記録方法。

【請求項 4】

光ディスクに強度変調されたレーザパルスを照射して記録マークを形成することにより情報を記録する光ディスク装置において、

レーザ光源と、

前記レーザ光源を強度変調してレーザパルスを発生させるレーザドライバと、

前記光ディスクに記録する前記記録マーク及びスペースに対応するデータ列を生成するエンコーダと、

前記記録マークを形成するための前記レーザパルスの開始位置と終了位置に関する情報を格納した記録パルステーブルと、

前記記録パルステーブルを参照して、前記エンコーダが生成したデータ列から、前記記録マークを形成するための前記レーザパルスの開始位置と終了位置を設定し、前記レーザドライバを駆動するコントローラとを有し、

前記記録パルステーブルは、少なくとも、

前記記録マークの先行スペース長と、更に先行する先行マーク長の少なくとも一方が、最短ラン長でない場合、前記記録マークの記録マーク長と前記記録マークに先行するスペース長をパラメータとして、前記記録マークを形成するためのレーザパルスの開始位置に関する情報を格納した第 1 の開始位置テーブルと、

前記記録マークの先行スペース長と、更に先行する先行マーク長が、共に最短ラン長の場合、前記記録マーク長と前記記録マークに先行するスペース長をパラメータとして、前記記録マークを形成するためのレーザパルスの開始位置に関する情報を格納した、前記第 1 の開始位置テーブルとは異なる第 2 の開始位置テーブルと

を備えることを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 5】

請求項 4 記載の光ディスク装置において、前記第 2 の開始位置テーブルに格納された前記記録マークに先行するスペース長が最短ラン長よりも長い場合の情報は、前記第 1 の開始位置テーブルに格納された情報と同一であることを特徴とする光ディスク装置。

【請求項 6】

請求項 4 記載の光ディスク装置において、

前記記録パルステーブルは、更に、

前記記録マークの先行スペース長と、更に先行する先行マーク長の少なくとも一方が最短ラン長の場合でない場合、前記記録マークの記録マーク長と前記記録マークに後続するスペース長をパラメータとして、前記記録マークを形成するためのレーザパルスの終了位置に関する情報を格納した第 1 の終了位置テーブルと、

前記記録マークの先行スペース長と、更に先行する先行マーク長が、共に最短ラン長の場合、前記記録マーク長と前記記録マークに後続するスペース長をパラメータとして、前記記録マークを形成するためのレーザパルスの終了位置に関する情報を格納した、前記第

10

20

30

40

50

1の終了位置テーブルとは異なる第2の終了位置テーブルと
を備えることを特徴とする光ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、記録媒体上に物理的性質が他の部分とは異なる記録マークを形成し、情報を記録する光ディスクの情報記録方法、レーザ駆動装置及び光ディスク装置に関する。

【背景技術】

【0002】

記録型の光ディスク媒体としてはCD-R/RW、DVD-RAM、DVD±R/RW、Blu-ray Disc（以下BD）、HD DVD等多くのものが存在し、記録層を2層持つ媒体も含めて広く一般に普及している。対応する光ディスク装置としては、CD-R/RW、DVD-RAM、DVD±R/RWの記録/再生に対応した、いわゆるDVDスーパーマルチドライブが普及している。今後はBlu-ray DiscやHD DVDへの対応機能をも追加した究極のスーパーマルチドライブが開発されると考えられる。

【0003】

一方、光ディスク装置では、記録速度の高速化も同様に重要な技術課題であって、現在ではCD 52倍速、DVD 16倍速、BD 2.4倍速のドライブ装置が製品化されている。今後はBD及びHD DVDの高速記録技術がこの分野の主な技術課題となると予想される。

【0004】

従来の光ディスクでは強度変調されたレーザパルス列により記録マークを形成しており、レーザパルス列の開始タイミングと終了タイミングとを記録するマーク長や前後のスペース長に応じて補正する記録ストラテジが主に用いられている。図2Aは、特開2003-187443号公報の図1に記載されている4.7GB DVD-RAM向けの記録ストラテジである。図に見られるように1つの記録マークを形成するために、先頭パルス、中間パルス、最終パルス、クーリングパルスからなるパルス列が用いられる。パワーレベルに関しては、記録のためのパワーレベル（ピークパワー）、消去のためのパワーレベル（バイアスパワー1）、クーリングパルスのパワーレベル（バイアスパワー2）、中間パルスの底のパワーレベル（バイアスパワー3）が用いられ、全部で4つパワー値がある。

【0005】

図2Bに示すように、先頭パルスの開始タイミング T_{sfp} は、先行するスペース長 s_0 と記録するマーク長 m_1 に応じて定められる。最終パルスの終了タイミング T_{elp} は記録するマーク長 m_1 と後続するスペース長 s_1 に応じて定められる。これらのタイミングは、マーク及びスペースの長さを4つに分けて扱われているため4×4テーブル型ストラテジと呼ばれる。また、特開平05-234079号公報においては、さらに先行するマーク長まで考慮したテーブル型記録ストラテジが開示されている。

【0006】

BDライトワンスディスクの高速記録技術に関しては、12倍速記録・再生の結果がJpn. J. Appl. Phys. Vol.45, (2006) pp. 1213-1218に報告されており、現在の最高速である。記録ストラテジとしては基本的に4×4のテーブル型ストラテジを用いたと報告されている。またProc. IOSM/ODS '05, TuP26, (2005)にはBD 8倍速の記録結果が報告されており、前者に次ぐ高速記録の実験結果である。

【0007】

【特許文献1】特開2003-187443号公報

【非特許文献1】Jpn. J. Appl. Phys. Vol.45, (2006) pp. 1213-1218

【非特許文献2】Proc. IOSM/ODS '05, TuP26, (2005)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

BDでは、最短記録マーク長は約150nm（2T）であり、DVDの最短記録マーク

10

20

30

40

50

約400nm(3T)に比較して非常に小さい記録マークを形成している。一方、光ディスクの膜構成とその熱拡散率について考えると、記録膜の厚さは10~20nm程度であって、周辺の保護膜を含めるとBDもDVDも薄膜構造の厚さは同等と考えることが出来る。使用される材料も概ね同等の熱伝導率を有すると予想される。従って、BDの場合には、DVDに比較して記録マークが小さくなった割には記録マークとその周辺の熱拡散率はそれほど変わらないと言える。このため、高速に記録すると先行するマークからの熱影響(以下、熱干渉)が大きくなっているはずである。

【0009】

ここで、前述の文献からそのジッター値を比較してみると、Proc. IOSM/ODS '05, TuP 26, (2005)では、4倍速において約6.5%、8倍速において約8%であり、高速化によってジッター値の悪化が顕著であり、上の予測のとおりである。その他の報告例でも同様な傾向があり、6倍速を超える記録速度ではジッター値の悪化が顕著である。一方、Jpn. J. Appl. Phys. Vol.45, (2006) pp. 1213-1218では、ジッター値は1~9倍速において約4.9%、12倍速においても約5.5%であり、高速化によるジッター値の悪化があまり見られない。後者には、高速再生技術や記録ストラテジの調整方法について詳細な記載があるが、記録ストラテジについては詳細な記載がなかった。

【0010】

本発明の目的は、BDの高速記録を実現する記録ストラテジの検討を通じて、光ディスクの高速記録に好適な記録方法及びそれを用いた光ディスク装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、光ディスク媒体に強度変調されたレーザパルスを照射して記録マークを形成することにより情報を記録する記録方法において、第1のテーブルを参照して記録マークを形成するためのレーザパルスの開始位置と終了位置に関する情報を取得する工程と、記録マーク長、先行するスペース長、さらに先行するマーク長、及び記録マークに後続するスペース長をもとに、第2のテーブルを参照してレーザパルスの開始位置の補正量と終了位置の補正量を取得する工程と、開始位置の補正量によって補正した開始位置で開始され、終了位置の補正量によって補正した終了位置で終了するレーザパルスを発生させる工程とを有するものである。

【0012】

本発明は、また、光ディスク媒体に強度変調されたレーザパルスを照射して記録マークを形成することにより情報を記録する記録方法において、第1のテーブルを参照して記録マークを形成するためのレーザパルスの開始位置と終了位置に関する情報を取得する工程と、記録マークに先行するスペース長と、さらに先行するマーク長の組み合わせのパターンが予め登録されたパターンであるかどうか判定する工程と、パターンが予め登録されたパターンでなければ、開始位置で開始され、終了位置で終了するレーザパルスを発生させる工程と、パターンが予め登録されたパターンであれば、記録マーク長、先行するスペース長及び記録マークに後続するスペース長をもとに、第2のテーブルを参照してレーザパルスの開始位置の補正量と終了位置の補正量を取得する工程と、開始位置の補正量によって補正した開始位置で開始され、終了位置の補正量によって補正した終了位置で終了するレーザパルスを発生させる工程とを有するものである。予め登録するパターンは、記録マークに先行する最短スペースのスペース長と、さらに先行する最短マークのマーク長の組み合わせとすることができる。

【0013】

本発明は、また、光ディスク媒体に強度変調されたレーザパルスを照射して記録マークを形成することにより情報を記録する記録方法において、記録マーク長と当該記録マークに先行するスペース長をもとに、第1のテーブルを参照して記録マークを形成するためのレーザパルスの開始位置と終了位置に関する情報を取得する工程と、記録マークに先行するマーク長が予め登録されたマーク長に一致するか否か判定する工程と、記録マークに先行するマーク長が予め登録されたマーク長に一致しないとき、第1のテーブルから取得し

た開始位置で開始され、終了位置で終了するレーザパルスが発生させる工程と、マーク長が予め登録されたマーク長に一致したとき、記録マーク長及び記録マークに先行するスペース長をもとに、第2のテーブルを参照してレーザパルスの開始位置の補正量と終了位置の補正量を取得する工程と、開始位置の補正量によって補正した開始位置で開始され、終了位置の補正量によって補正した終了位置で終了するレーザパルスが発生させる工程とを有するものである。

【0014】

本発明による光ディスク装置は、レーザ光源と、レーザ光源を強度変調してレーザパルスが発生させるレーザドライバと、光ディスクに記録する記録マーク及びスペースに対応するデータ列を生成するエンコーダと、記録マークを形成するためのレーザパルスの開始位置と終了位置に関する情報、及び開始位置と終了位置の補正量に関する情報を格納した記録パルステーブルと、記録パルステーブルを参照して、エンコーダが生成したデータ列から、記録マークを形成するためのレーザパルスの開始位置と終了位置を設定し、レーザドライバを駆動するコントローラとを有し、記録パルステーブルは、記録マーク長と当該記録マークに先行するスペース長をパラメータとして開始位置を格納した開始位置テーブルと、記録マーク長と後続するスペース長をパラメータとして終了位置を格納した終了位置テーブルと、記録マーク長、先行するスペース長、さらに先行するマーク長をパラメータとして開始位置の補正量を格納した開始位置補正テーブルと、記録マーク長、先行するスペース長、さらに先行するマーク長及び記録マークに後続するスペース長をパラメータとして終了位置の補正量を格納した終了位置補正テーブルとを備えるものである。

【0015】

上記以外の記録パルステーブルを用いることもできる。例えば、第2のテーブルには、記録マークに先行するスペース長と、さらに先行するマーク長の組み合わせのパターンが予め登録されたパターンである場合に第1のテーブルに格納されたレーザパルスの開始位置と終了位置を補正する補正量に関する情報を格納し、具体的には、記録マーク長、先行するスペース長及び記録マークに後続するスペース長をパラメータとしてレーザパルスの開始位置の補正量と終了位置の補正量を格納したものでよい。このとき、予め登録されたパターンは、記録マークに先行する最短スペースのスペース長と、さらに先行する最短マークのマーク長の組み合わせとすることができる。

【0016】

また、記録パルステーブルは、記録マーク長と当該記録マークに先行するスペース長をパラメータとして記録マークを形成するためのレーザパルスの開始位置と終了位置に関する情報を格納した第1のテーブルと、記録マークに先行するマーク長が予め登録されたマーク長に一致する場合に第1のテーブルに格納されたレーザパルスの開始位置と終了位置を補正する補正量に関する情報を格納した第2のテーブルとを有し、第2のテーブルには、記録マーク長及び記録マークに先行するスペース長をパラメータとしてレーザパルスの開始位置の補正量と終了位置の補正量を格納してもよい。

【発明の効果】

【0017】

本発明の記録方法及びそれを用いた光ディスク装置によって、BD等の高密度光ディスクの高速記録が実現できるようになった。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

Jpn. J. Appl. Phys. Vol.45, (2006) pp. 1213-1218には、記録ストラテジの詳細についての記述がなく、基本的に4×4テーブル型の記録ストラテジを用いたとだけあるため、高速化に伴うジッター値の悪化が少ない結果が得られた理由が不明である。そこで、実際に4×4型記録ストラテジを用いて12倍速記録実験を実施した。図3は実験装置の構成を、図4はその主な仕様を示す。全体構成はスピンドル、記録パルス発生器、及び再生信号処理部からなる。光ヘッドは波長405nm、NA0.85である。記録パルス発生器は、最高周波数12.8GHzのMUX (Multiplexer) 型バルサーを用いた。再

生信号部は、リミットイコライザでジッターの測定ができる他に適応型ビタビ復号の機能を有する。使用した媒体は相変化ライトワンスディスクである。この記録膜は高感度、かつ高S/Nであり、10mW以下の記録パワーで12倍速記録が可能である。

【0019】

図5に、MUX型記録パルス発生器の構成を示す。並列データ発生器(DTG)からの32チャンネル出力データを2つの16:1MUXチップにより2チャンネルの12.8GHzレーザスイッチ制御信号を得ることができる。MUXチップは光通信用のデバイスの中から、PLL(Phase Locked Loop)回路を内蔵しない特別なものを選択した。これは、外部クロックの周波数を変えて記録速度を可変にするためである。対応する記録速度の範囲は1T(Tはクロック周期)を16分割して記録パルス幅を制御する場合に、BD1倍速から12倍速に対応する。また、記録パルスの形状データを保有するDTGは、専用の制御プログラムで制御するため、任意の記録パルス形状を設定することができる。また、記録するユーザデータ列についても、DVD、DVD-RAM、HD DVD、BDのフォーマットに沿ったものを選択できる他、試し書き用の特殊パターンや繰り返しパターン等の生成もできる。こうした機器を使うことによって、前述の4×4テーブル型記録ストラテジの他、後述する様々な記録ストラテジの性能検討が可能である。

【0020】

図6は、レーザドライバの構成を模式的に示したものである。MUX型記録パルス発生器の2チャンネルの制御信号はそれぞれレーザ電流源に差動ECL方式で接続されており、これにより3つのパワーレベルの任意のレーザパルスを発光することができる。レーザドライバ立ち上がり時間が0.7nsであった。12倍速記録の場合には1Tが約1.2nsとなるため、0.5T幅のマルチパルスを用いた記録ストラテジでは、高速記録が困難である。そこで、各パルス幅が広くできる所謂モノパルス型の記録ストラテジを用いて実験を行った。これは、Jpn. J. Appl. Phys. Vol.45, (2006) pp. 1213-1218に記載されているものと同様な選択である。

【0021】

図7は、12倍速記録実験結果の一例を示す図である。記録パワーは6.6mW、再生パワーは0.3mWである。従来の4×4テーブル型記録ストラテジを使った場合には、1倍速で再生した時のリミットイコライザで等化した後のジッター値が12.8%と大きかった。図中のジッター計測結果に見られるように、特に先行スペース2T、マーク2Tのパターン(図中にTSFP(2,2)と示す)の分布の広がりが顕著であり、エッジ位置が2つにスプリットしているように見受けられる。これは図中の2Tマーク-2Tスペース-2Tマークの抽出信号(2m-2s-2m)に見られるように、2Tマークのレベル変動が大きいことから明らかである。そこで、先行マーク長を m_0 、先行スペース長を s_0 、当該マーク長を m_1 、後続スペース長を s_1 として、先行パターンが $(m_0, s_0) = (2T, 2T)$ の場合とそれ以外の場合とで、補正パラメータを切り替えることを試みた。結果は、先行パターン補正4×4テーブル型ストラテジとして図中に示している。ジッター値は5.6%と大きく改善した。最短マークと最短スペースの繰り返しパターンでは、隣接マーク間の熱干渉も最大であるため、このパターンが連続すると余分な熱がデータトラックに蓄積し、後続するマークのエッジ位置をシフトさせるものと考えられる。従って、このパターンだけを補正することによっても、ジッター計測結果に見られたエッジ位置のスプリットの抑圧効果が大きいと考えられる。

【0022】

さらに、記録性能を向上するには、次に熱蓄積の大きな3Tマーク2Tスペース等のパターンについても抽出して補正をすればよい。パラメータ数はかなり多くなるが、一般の (m_0, s_0, m_1, s_1) 型パターンテーブルの全てについて、適正な値を設定可能な記録ストラテジを用いれば、さらに記録性能が向上することは自明である。

【0023】

図8に、 (m_0, s_0, m_1, s_1) 型記録ストラテジのパラメータテーブルの構成を示す。補正パラメータは、光パルスの開始位置が4枚の4×4テーブルになり、光パルスの

10

20

30

40

50

終了位置が 16 枚の 4 × 4 テーブルになる。これを用いれば，BD の高速記録が良好に実現可能になる。これを Type-1 ストラテジと呼ぶことにする。

【0024】

図 9 は，Type-1 ストラテジの一部をリスト表示したものである。ここで，Pulse (m_0 , s_0 , m_1 , s_1) は前述の (m_0 , s_0 , m_1 , s_1) 型ストラテジを表わす。パルス幅の分解能は $T/16$ であり，図中の “0” は再生パワーレベル，“2” は記録パワーレベルを表している。例えば “2” が 16 個連続したものは 1 T の記録パルスを意味する。このリストは，前述の MUX 型記録パルス発生器の DTG にパルス波形データを転送する制御ソフトウェアのデータ様式をそのまま掲載した。ここに示した記録ストラテジのパラメータの総数は 320 となり，従来の 4 × 4 テーブル型ストラテジの 32 に比較して非常に多いが，後述するように，記録性能はさらに約 0.2 % のジッターの低減ができた。

【0025】

ストラテジは，記録パターンによってきめ細かな制御が可能な万能タイプであって，実験結果については後述するが，BD 12 倍速まで非常に良好な記録性能を有する。今回は，相変化型のライトワンディスクを使った実験であるが，例えば，2 種類の無機材料を反応させて記録する方式の光ディスクや有機色素を用いる方式の光ディスク等についても，それぞれの特徴にあわせた制御が可能である。例えば，有機色素を用いた光ディスクでは，記録膜の厚さが 100 nm 程度と厚く（相変化型記録膜は 10 nm 程度），記録材料の熱拡散率も小さいと考えられるため，筆者の経験では，熱蓄積等の非線形要素が相対的に大きい。こうした場合には，本ストラテジは強力な制御性能を発揮する。

【0026】

図 1 は，最小マークと最小スペースの繰り返しパターンが先行した場合に記録パルスを補正する方式の記録ストラテジである。図 1 A は，一般化した 4 パワーレベルの記録ストラテジのパルス形状を示している。記録パルスは先頭パルス，中間パルス（図中ではバイアスパワー 3 の発光期間），最終パルス，及びクーリングパルス（バイアスパワー 2 の発光期間）からなる。先頭パルスの開始位置 T_{sfp} ，及び最終パルスの終了位置 T_{elp} が記録パターンに応じたパラメータテーブルとして定義される。図 1 B は T_{sfp} 及び T_{elp} のパラメータテーブルの構成を示す。前述のように，先行マーク長と先行スペース長が共に最小ラン長（この場合は 2 T）の時にサブテーブルを用いることが特徴である。パルスパラメータの総数は 52 であって，Type-1 ストラテジに比較して大幅に簡素化しても，後述のようにジッター値は同等という結果が得られた。これを Type-2 ストラテジと呼ぶ。Type-2 ストラテジはパラメータ数が少なく，その決定作業やドライブ装置での学習時間が少なくなるという特徴がある。これは，前述のように，高速記録時に特定のパターン，ここでは 2 T マークと 2 T スペースの繰り返しパターンの熱干渉が大きく，マークエッジシフトも大きい場合に効果的である。前述のように，記録膜の特性によって，熱干渉の影響が十分に抑圧できない場合には，例えば 3 T マーク 2 T スペース等のパターンが先行した場合に，補正テーブルを追加すればよい。これは，図 7 に示したような特定パターンのエッジシフトを分離して記録したデータを評価する手法によって見極めることができる。

【0027】

以上，先行マーク長 m_0 ，先行スペース長 s_0 ，当該マーク長 m_1 ，後続スペース長 s_1 に応じて，記録パルスの開始位置と終了位置を変える方式の記録ストラテジによって，BD 12 倍速でも良好なジッター値が得られた。また，全ての (m_0 , s_0 , m_1 , s_1) の組み合わせに対応した Type-1 ストラテジだけでなく，先行パターンが最短マーク長と最短スペース長の場合とそうでない場合に分けて扱う Type-2 ストラテジにおいても良好なジッター値が得られることを示した。さらに，記録膜の特性によっては 3 T マーク 2 T スペース等のパターンについても同様な補正が有効であることを述べた。

【0028】

図 10 は，本発明の記録ストラテジの別の形態を示す図である。（ m_0 , s_0 , m_1 , s_1 ）型記録ストラテジにおいて，先行パターンが (m_0 , s_0) = (2 T, 2 T) の場合の，記録パルスの終了タイミング T_{elp} の補正量をマーク長ごとに一定とし，さらに記録マーク

が5 T以上の場合には補正量をゼロとすることによって、Type-2ストラテジよりパラメータ数を少なくしたものである。これをType-3ストラテジと呼ぶ。Type-2ストラテジでは、最終パルスのサブテーブルのパラメータ数が16あるが、実験結果からそれらマーク長ごとにほぼ一定値として近似できる。例えば、図9において、Pulse(2, 2, 2, 3), Pulse(2, 2, 2, 4), Pulse(2, 2, 2, 5)は同じパルスであって、後続スペース長に対する依存性が少ない。これを利用することによって、Type-2ストラテジのTelPサブテーブルを簡略化することができる。記録マークの後続スペース長に対する各マークのエッジシフトの変化が小さい記録膜を用いた光ディスクでは、こうしたType-3パルスが有効である。前述のように、記録パラメータが少なければ、ドライブの学習処理の簡素化や、回路規模の削減ができるという効果がある。各ストラテジの記録性能の違いに関しては、後でまとめた実験結果を示す。

10

【0029】

図11は、本発明のType-1ストラテジを(m_0 , s_0 , m_1)型に簡素化した例を示す図である。記録パルスの終了タイミングTelPも先行スペース長と当該マーク長の関数として定義することによって、大幅な簡素化が実現できる。本発明では、記録ストラテジの基本をDVD-RAMに置いているので、記録マークの後エッジの位置制御に後続スペースとの関係を使う。しかし、例えばDVD-RやBDの標準速度の記録ストラテジはこうした(m_0 , s_0 , m_1)タイプである。従って、例えばBDの高速化のための記録ストラテジとするならば、標準速の記録ストラテジを正常進化させたものが好ましい。以下、こうした(m_0 , s_0 , m_1)型ストラテジの実施例について述べる。

20

【0030】

図12は、本発明の記録ストラテジの別の形態を示す図である。これは(m_0 , s_0 , m_1)型ストラテジにおけるType-2ストラテジの実施形態である。先行マーク長 m_0 が2 Tの場合とそうでない場合に分けていることに特徴がある。これをType-4ストラテジと呼ぶ。これは最短マークと最短スペースの繰り返しパターンが先行したときに記録パルスを補正するものである。効果や性能についてはType-2と同様と考えて良い。実験結果については後述する。

【0031】

図13は、本発明の記録ストラテジの別の形態を示す図である。これは(m_0 , s_0 , m_1)型ストラテジにおけるType-3ストラテジの実施形態である。先行マーク長 m_0 が2 Tの場合とそうでない場合に分け、TelPの補正量をマーク長ごとに一定とすることによってパラメータの簡素化をしていることが特徴である。これをType-5ストラテジと呼ぶ。これは記録マークの後エッジの位置の先行スペース長に対する依存性が小さい記録膜に対する簡略化である。前述の効果と性能についてはType-3と同様と考えて良い。実験結果については後述する。

30

【0032】

図14は、本発明の記録ストラテジの別の形態を示す図である。これは(m_0 , s_0 , m_1)型ストラテジでメインテーブルのTelP値がマーク長ごとに一定である場合に対応したものである。これをType-6ストラテジと呼ぶ。これについては(m_0 , s_0 , m_1 , s_1)型ストラテジで対応するものを説明していない。例えば、2種類の無機材料を反応させて記録する方式の光ディスクや有機色素を用いる方式の光ディスクについては、基本的に不可逆な反応によって記録マークを形成するので、記録するマークの前エッジについては先行パターンの熱干渉の影響を強く受けるが、マーク内で一度反応が始まると熱干渉の影響が小さくなると考えられる。従って、こうした記録膜をもつ光ディスクについては、基本的に記録マークの後エッジはそのマークの長さだけによって定められると考えられる。また、結晶成長型あるいは共晶型と呼ばれる相変化記録膜を有する光ディスクについても、マークの後エッジは最終パルスの照射終了後の冷却過程によって形状が定まるので、熱干渉の影響が小さい。これは、DVD±RWやBD-RE等の書換え型光ディスクの記録ストラテジを見れば明らかである。以上のような光ディスクについては、ここに示すType-6ストラテジを用いて、先行パターンの熱干渉さえ十分に抑圧できれば良好な記録性能を得ること

40

50

ができると考えられる。なお、 (m_0, s_0, m_1, s_1) 型ストラテジについても、こうしたType-6型ストラテジを簡単に構築できるので、ここでは具体的には説明しない。

【0033】

以上に示した、本発明のType-1からType-6までの記録ストラテジを用いて、BDライトワンスディスクを用いて1倍速から12倍速までの記録実験を実施した。結果を図15に示す。ここではType-2ストラテジを基準として各記録速度で記録パワーとパルスの調整を行い、それ以外のストラテジについては同じ記録パワーを用いて、記録パルス条件だけを調整した。図15Aは、各ストラテジの記録ジッター値を示す。再生は1倍速でリミットイコライザを用いて評価した。図に示すように、従来の4×4型ストラテジに比較して、本発明のType-1からType-6のストラテジは全て、6倍速以上でのジッター値が大きく改善することが確かめられた。12倍速でジッター値6.5%以下を目標とすると、Type-6ストラテジまでの簡素化が限界に近いと言える。図15Bは、各ストラテジのテーブルパラメータの数をまとめたものである。Type-1ストラテジはパラメータ数が320と極端に多いが、Type-2からType-6までの記録ストラテジでは、従来の4×4テーブル型記録ストラテジのパラメータ数32に比較して2倍未満のパラメータ数で良好な記録が実現可能であることが判った。

10

【0034】

以上により、光ディスクの高速記録に好適な記録方法及びそれを用いた光ディスク装置を提供することができるようになった。なお、HDDVDやその他の高密度光ディスクについても、高速記録を実現するには本発明が効果的であること言うまでもない。

20

【0035】

図16は、本発明の光ディスク装置に好適な、記録再生システム制御回路の構成例を示す模式図である。図において、記録再生システム制御回路200は、データエンコーダ201、再生信号2値化回路202、フォーマットデコーダ203、ウォブルデータデコーダ204、初期記録パラメータテーブル205、調整記録パラメータテーブル206、記録データ品質評価回路207を有する。図示していない光ヘッドで再生したデータ信号とウォブル信号50は再生信号前段処理回路130に入力され、フィルター処理、等化処理、ゲイン及びオフセット補正処理等がなされて、データ信号は再生信号2値化回路202に送られる。再生信号2値化回路202では、ビット復号方式やダイレクトスライス方式によってデータ信号を2値化し、その結果はフォーマットデコーダ203に送られる。フォーマットデコーダ203では、それぞれのディスクフォーマットに沿って、シンク検出処理やセクター検出処理、コードデータの復調処理、エラー訂正処理等が施され、インターフェース170を介して、ホストコンピュータ180にデータが再生されたユーザデータが転送される。これが、データ再生の流れである。

30

【0036】

一方、データ記録時には、フォーマットデコーダ203やウォブルデータデコーダ204によって、コントロールデータ等と呼ばれるディスクの特定領域から、記録のためのパワーやパルスパラメータ等の情報が読み出され、結果は初期記録パラメータテーブル205に保存される。初期記録パラメータテーブル205のデータはワークエリアである調整記録パラメータテーブル206に初期値としてコピーされるとともに、データ内容に応じて、レーザパワー/パルス制御器120を介して、図示していない光ヘッドに搭載された半導体レーザをパルス駆動し、データの記録が実施される。このときデータエンコーダ201はディスクに記録するデータ列を生成する機能をする。記録データ品質評価回路207は試し書きやOPC(Optimum Power Control)と呼ばれる記録パラメータの調整処理の際に、試し記録したデータを再生してその品質を評価するための機能をする。具体的には、ビットエラー率、ジッター、アシンメトリ、信号変調度などをディスクの種別とフォーマットに沿って評価することができる。こうした試し書きやOPCの結果、最適化された記録パラメータは最終的に調整記録パラメータテーブル206に保存され、インターフェース170を介して、ホストコンピュータから記録指示が発行された場合には、そのデータに沿ってエンコーダ201がデータ列を生成し、それらに応じてレーザパワー/パル

40

50

ス制御器 120 が記録パルスの発光制御を実施する。

【0037】

図 17 は、本発明の光ディスク装置の構成例を示す概略図である。光ディスク媒体 100 はモータ 160 により回転される。再生時には、CPU 140 によって指令された光強度になるようにレーザパワー／パルス制御器 120 が光ヘッド 110 内のレーザドライバ 116 を介して半導体レーザ 112 に流す電流を制御し、レーザ光 114 を発生させる。レーザ光 114 は対物レンズ 111 によって集光され、光スポット 101 を光ディスク媒体 100 上に形成する。この光スポット 101 からの反射光 115 は対物レンズ 111 を介して、光検出器 113 で検出される。光検出器は複数に分割された光検出素子から構成されている。再生信号処理回路 130 は、光ヘッド 110 で検出された信号を用いて、光ディスク媒体 100 上に記録された情報を再生する。

10

【0038】

記録時には、レーザパワー／パルス制御器 120 は、所定の記録データを所定の記録パルス電流に変換し、レーザドライバ 116 に対して指令信号を送信し、パルス光が半導体レーザ 112 から出射されるように制御する。前述の記録再生システム制御回路 200 は装置の主要部品の 1 つとして実装される。こうした各部品の動作の制御は記録再生システム制御回路 200 を介して、CPU 140 内の制御プログラムによって実施される。こうした構成によって本発明光ディスク装置を提供することができる。本発明の type-1 から type-6 のストラテジは、CPU の制御下にレーザドライバ 116 で実行される。

【0039】

20

図 18 は、本発明の光ディスク装置を用いて、記録パワーやパルスパラメータを調整する試し書き手順のシーケンスの一例である。ディスクローディング時やホストコンピュータからのデータ記録指示が発行された場合に試し書き処理が実施される。試し書き処理では、先ずコントロールデータまたはウォブル信号として記録された初期記録パラメータを読み取る。次いで、試し書き領域にシークして、パワーもしくはパルスパラメータを変化させながらデータの記録を実施し、それを再生することによって、良好な記録パラメータを決定してゆく。試し書きの具体的な手法については、数多くの提案があり、周知の技術であるので、本発明では詳細な説明はしない。こうして、試し書き処理が終了した後は、決定した記録パラメータを記録再生システム制御回路等に設定することによって、ユーザデータの記録を開始することができる。

30

【0040】

ここに示した、記録パラメータの調整手法は、図 16 や図 17 に示した本発明の光ディスク装置及びその構成を使うことによって実現できる。

【0041】

また、図 19 は、本発明による情報記録方法を説明するフローチャートである。ユーザデータに応じて第 1 のテーブルを参照して記録マークを形成するためのレーザパルスの開始位置と終了位置に関する情報を取得する。レーザパルスの開始位置と終了位置を補正する必要がない場合には、取得した開始位置と終了位置をもとにレーザを駆動して光ディスクに記録マークを形成する。レーザパルスの開始位置と終了位置を補正する必要がある場合には、記録マーク長、先行するスペース長、さらに先行するマーク長、及び記録マークに後続するスペース長をもとに、第 2 のテーブルを参照してレーザパルスの開始位置の補正量と終了位置の補正量を取得し、開始位置の補正量によって補正した開始位置で開始され、終了位置の補正量によって補正した終了位置で終了するレーザパルスを発生させて光ディスクに記録マークを形成する。

40

【産業上の利用可能性】

【0042】

本発明は、記録型光ディスク媒体にデータを記録するための記録方法、レーザ駆動装置、及び光ディスク装置に用いられる。

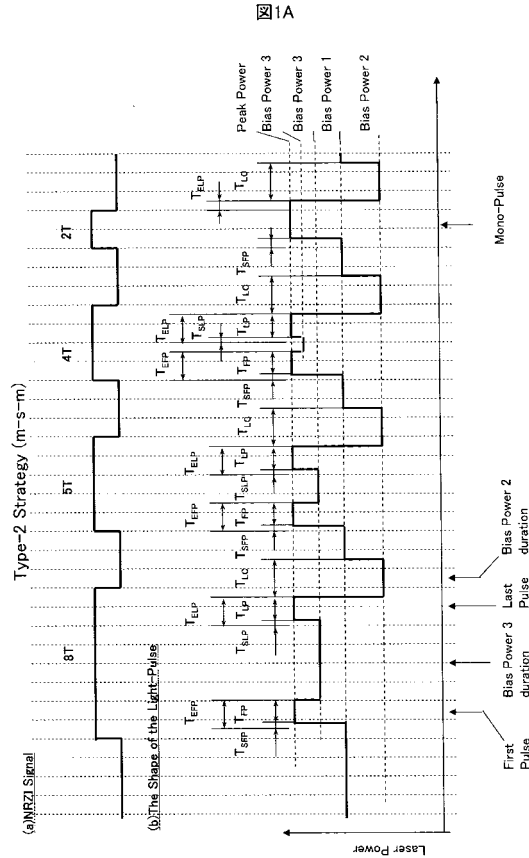
【図面の簡単な説明】

【0043】

50

【図 1 A】本発明のType-2記録ストラテジを示す図。	
【図 1 B】Tsfp及びTelpのパラメータテーブルの構成を示す図。	
【図 2 A】DVD-RAMの記録パルスを示す公知例。	
【図 2 B】Tsfp及びTelpのパラメータテーブルの構成を示す図。	
【図 3】評価装置の構成図。	
【図 4】評価装置の主な仕様を表す図。	
【図 5】M U X型記録パルス発生器の構成を示す図。	
【図 6】レーザ駆動回路の構成図。	
【図 7】1 2 倍速記録実験の結果を示す図。	
【図 8】本発明のType-1記録ストラテジを示す図。	10
【図 9】本発明のType-1記録ストラテジの一例を示す図。	
【図 1 0】本発明のType-3記録ストラテジを示す図。	
【図 1 1】本発明の(m , s , m)型記録ストラテジの一例。	
【図 1 2】本発明のType-4記録ストラテジを示す図。	
【図 1 3】本発明のType-5記録ストラテジを示す図。	
【図 1 4】本発明のType-6記録ストラテジを示す図。	
【図 1 5 A】各ストラテジの記録ジッター値を示す図。	
【図 1 5 B】各ストラテジのテーブルパラメータの数をまとめた図。	
【図 1 6】本発明の記録再生システム制御回路の構成を示す図。	
【図 1 7】本発明の光ディスクの構成例を示す概略図。	20
【図 1 8】本発明の光ディスク装置を用いた記録条件の調整手順を示す実施例。	
【図 1 9】本発明による記録方法の処理手順を示すフローチャート。	
【符号の説明】	
【 0 0 4 4 】	
1 0 0 光ディスク	
1 0 1 光スポット	
1 1 0 光ヘッド	
1 1 1 対物レンズ	
1 1 2 半導体レーザ	
1 1 3 光検出器	30
1 1 4 レーザ光	
1 1 5 反射光	
1 1 6 レーザドライバ	
1 2 0 レーザパワー / パルス制御器	
1 3 0 再生信号処理器	
1 4 0 C P U	
1 5 0 サーボ制御器	
1 6 0 スピンドルモータ	
1 7 0 インターフェース	
1 8 0 ホストコンピュータ	40
2 0 0 記録再生システム制御回路	

【図 1 A】



【図 1 B】

図1B

Type-2 Strategy (m-s-m)

Adaptive parameters, T_{sfp} and T_{elp} , for m_1T marks in NRZI sequence of (m_0T) mark - (s_0T) space - (m_1T) mark - (s_1T) space; see Fig.1A.

(a) Main Table; T_{sfp} and T_{elp} table for $m_0 \neq 2$ or $s_0 \neq 2$

T_{sfp}	$m_1=2$	$m_1=3$	$m_1=4$	$m_1 \geq 5$
$s_0=2$	F1	F2	F3	F4
$s_0=3$	F5	F6	F7	F8
$s_0=4$	F9	F10	F11	F12
$s_0 \geq 5$	F13	F14	F15	F16

T_{elp}	$m_1=2$	$m_1=3$	$m_1=4$	$m_1 \geq 5$
$s_1=2$	L1	L2	L3	L4
$s_1=3$	L5	L6	L7	L8
$s_1=4$	L9	L10	L11	L12
$s_1 \geq 5$	L13	L14	L15	L16

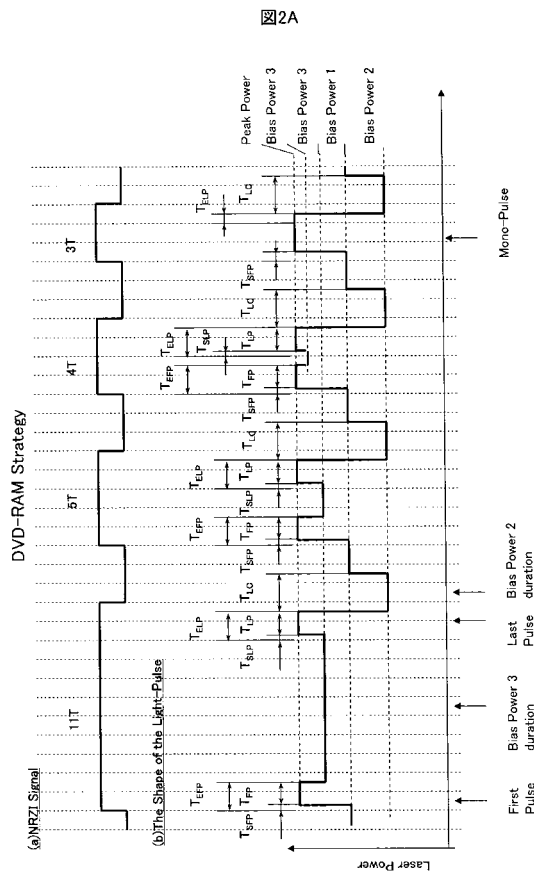
(b) Sub Table; T_{sfp} and T_{elp} table for $m_0=2$ and $s_0=2$

T_{sfp}	$m_1=2$	$m_1=3$	$m_1=4$	$m_1 \geq 5$
$s_0=2$	F'1	F'2	F'3	F'4
$s_0=3$	Same as Main Table			
$s_0=4$				
$s_0 \geq 5$				

T_{elp}	$m_1=2$	$m_1=3$	$m_1=4$	$m_1 \geq 5$
$s_1=2$	L'1	L'2	L'3	L'4
$s_1=3$	L'5	L'6	L'7	L'8
$s_1=4$	L'9	L'10	L'11	L'12
$s_1 \geq 5$	L'13	L'14	L'15	L'16

Parameters F'5 to F'16 are equal to F5 to F16

【図 2 A】



【図 2 B】

図2B

DVD-RAM Strategy

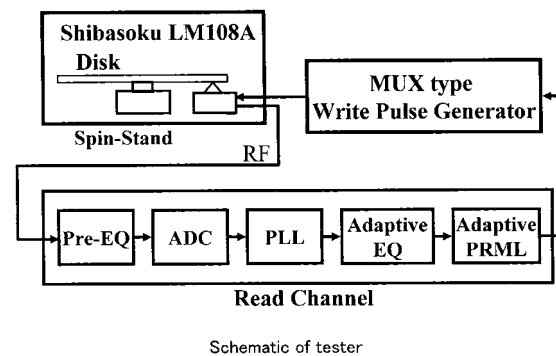
Adaptive parameters, T_{sfp} and T_{elp} , for m_1T marks in NRZI sequence of (s_0T) space - (m_1T) mark - (s_1T) space; see Fig.2A.

T_{sfp}	$m_1=2$	$m_1=3$	$m_1=4$	$m_1 \geq 5$
$s_0=2$	F1	F2	F3	F4
$s_0=3$	F5	F6	F7	F8
$s_0=4$	F9	F10	F11	F12
$s_0 \geq 5$	F13	F14	F15	F16

T_{elp}	$m_1=2$	$m_1=3$	$m_1=4$	$m_1 \geq 5$
$s_1=2$	L1	L2	L3	L4
$s_1=3$	L5	L6	L7	L8
$s_1=4$	L9	L10	L11	L12
$s_1 \geq 5$	L13	L14	L15	L16

【図 3】

図3



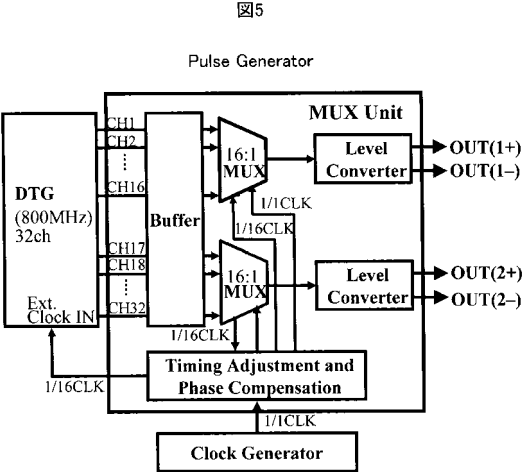
【 図 4 】

図4

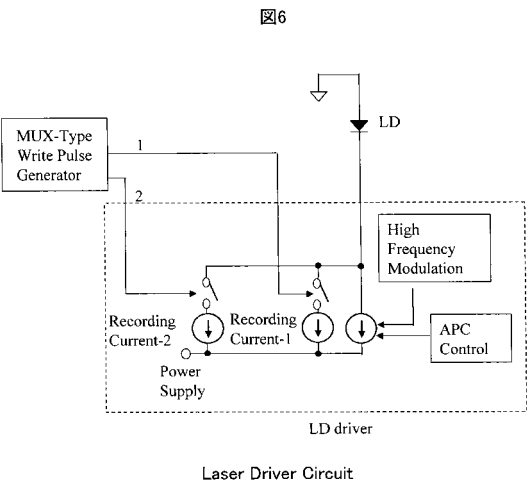
Tester Specifications

Model Number of Spin Stand		Shibasaku LM330A
Write Pulse	Pulse Generator	12.8GHz
	Rise Time	0.7ns
	Peak Power	17mW
Head Amp	Fc	145MHz
Spindle	Rot. Speed	11,000rpm
Disk	Track Pitch	0.32 μ m
	Groove	
Recording Density	Tw	74.5nm
	Capacity	25GB

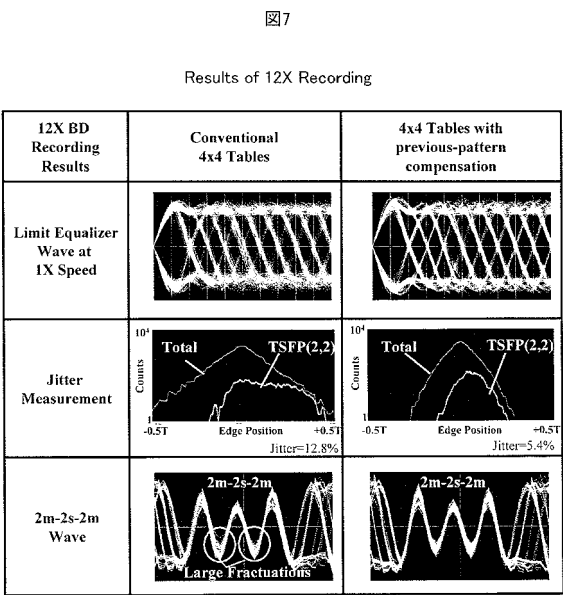
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【图 9】

图9

[illegible]

【 ㄨ 1 1 】

图 11

Pulse for 2T mark

Pulse for 2T mark
Pulse(2, 2, 2)=002222222222222222222222222222222222
Pulse(3, 2, 2)=22222222222222222222222222222222222
Pulse(4, 2, 2)=22222222222222222222222222222222222

[illegible]

```
Pulse( 2, 4, 2)=????????????????????????????????????
Pulse( 3, 4, 2)=????????????????????????????????????
Pulse( 4, 4, 2)=????????????????????????????????????
```

Pulse for 3T mark

Pulse(2, 3, 3)=0022222222222222222222222222222222222222
Pulse(3, 3, 3)=0022222222222222222222222222222222222222
Pulse(2, 4, 3)=02222222222222222222222222222222222222

[illegible][illegible][illegible]

Pulse{ 2 , 4 , 4}=022
Pulse{ 3 , 4 , 4}=022
Pulse{ 4 , 4 , 4}=022

(c) The results of the numerical solution of the coupled equations are shown in Fig. 6.

(a) Main Table; Tsfp and Telp table for $m_0 \neq 2$ or $s_0 \neq 2$

Telp	$m_1=2$	$m_1=3$	$m_1=4$	$m_1 \geq 5$
$s_1=2$	L1	L2	L3	L4
$s_1=3$	L5	L6	L7	L8
$s_1=4$	L9	L10	L11	L12
$s_1 \geq 5$	L13	L14	L15	L16

(b) Sub Table; Tsfp and Telp table for $m_0=2$ and $s_0=2$.

Thermal interference compensation parameter Δ_{F1} to Δ_{F4} , and Δ_{L1} to Δ_{L3} are introduced.

Parameters F1 to F4 are modified as follows.

$$\begin{aligned} F_1 &= F_1 + \Delta_{F_1} \\ F_2 &= F_2 + \Delta_{F_2} \\ F_3 &= F_3 + \Delta_{F_3} \\ F_4 &= F_4 + \Delta_{F_4} \end{aligned}$$

Parameters L1 to L16 are modified as follows.

$L_1 = L_1 + \Delta_{i-1}$ (L_{n+1} $n=4m$, $m=0,1,2,3$)
 $L_2 = L_2 + \Delta_{i-2}$ (L_{n+2} $n=4m$, $m=0,1,2,3$)
 $L_3 = L_3 + \Delta_{i-3}$ (L_{n+3} $n=4m$, $m=0,1,2,3$)
 $L_4 = L_4 + 0$ (L_{n+4} $n=4m$, $m=0,1,2,3$, are not changed
 for stable recording for longer marks)

Then, parameters are defined as follows.

Telp	$m_1=2$	$m_1=3$	$m_1=4$	$m_1 \geq 5$
$s_1=2$	$L1+ \Delta_{1,1}$	$L2+ \Delta_{1,2}$	$L3+ \Delta_{1,3}$	L4
$s_1=3$	$L5+ \Delta_{1,1}$	$L6+ \Delta_{1,2}$	$L7+ \Delta_{1,3}$	L8
$s_1=4$	$L9+ \Delta_{1,1}$	$L10+ \Delta_{1,2}$	$L11+ \Delta_{1,3}$	L12
$s_1 \geq 5$	$L13+ \Delta_{1,1}$	$L14+ \Delta_{1,2}$	$L15+ \Delta_{1,3}$	L16

【図 1 2】

図12

Type-4 Strategy (m-s-m)

Adaptive parameters, Tsfp and Telp, for m_1 T marks in NRZI sequence of $(m_0$ T) mark - $(s_0$ T) space - $(m_1$ T) mark.

Main Table: Tsfp and Telp table for $m_0 \geq 3$

Tsfp	$m_1=2$	$m_1=3$	$m_1 \geq 4$
$s_0=2$	F1	F2	F3
$s_0=3$	F4	F5	F6
$s_0 \geq 4$	F7	F8	F9

Telp	$m_1=2$	$m_1=3$	$m_1 \geq 4$
$s_0=2$	L1	L2	L3
$s_0=3$	L4	L5	L6
$s_0 \geq 4$	L7	L8	L9

Sub Table: Tsfp and Telp table for $m_0=2$

Tsfp	$m_1=2$	$m_1=3$	$m_1 \geq 4$
$s_0=2$	F'1	F'2	F'3
$s_0=3$	F'4	F'5	F'6
$s_0 \geq 4$	F'7	F'8	F'9

Telp	$m_1=2$	$m_1=3$	$m_1 \geq 4$
$s_0=2$	L'1	L'2	L'3
$s_0=3$	L'4	L'5	L'6
$s_0 \geq 4$	L'7	L'8	L'9

【図 1 3】

図13

Type-5 Strategy (modified m-s-m)

Adaptive parameters, Tsfp and Telp, for m_1 T marks in NRZI sequence of $(m_0$ T) mark - $(s_0$ T) space - $(m_1$ T) mark.

Main Table: Tsfp and Telp table for $m_0 \geq 3$

Tsfp	$m_1=2$	$m_1=3$	$m_1 \geq 4$
$s_0=2$	F1	F2	F3
$s_0=3$	F4	F5	F6
$s_0 \geq 4$	F7	F8	F9

Telp	$m_1=2$	$m_1=3$	$m_1 \geq 4$
$s_0=2$	L1	L2	L3
$s_0=3$	L4	L5	L6
$s_0 \geq 4$	L7	L8	L9

Sub Table: Tsfp and Telp table for $m_0=2$

Thermal interference compensation parameter $\Delta_{F1}, \Delta_{F2}, \Delta_{F3}, \Delta_{L1},$ and Δ_{L2} are introduced.

Tsfp	$m_1=2$	$m_1=3$	$m_1 \geq 4$
$s_0=2$	$F1 + \Delta_{F1}$	$F2 + \Delta_{F2}$	$F3 + \Delta_{F3}$
$s_0=3$	F4	F5	F6
$s_0 \geq 4$	F7	F8	F9

Telp	$m_1=2$	$m_1=3$	$m_1 \geq 4$
$s_0=2$	$L1 + \Delta_{L1}$	$L2 + \Delta_{L2}$	L3
$s_0=3$	$L4 + \Delta_{L1}$	$L5 + \Delta_{L1}$	L6
$s_0 \geq 4$	$L7 + \Delta_{L1}$	$L8 + \Delta_{L1}$	L9

【図 1 4】

図14

Type-6 Strategy (modified m-s-m)

Adaptive parameters, Tsfp and Telp, for m_1 T marks in NRZI sequence of $(m_0$ T) mark - $(s_0$ T) space - $(m_1$ T) mark.

Main Table: Tsfp and Telp table for $m_0 \geq 3$

Tsfp	$m_1=2$	$m_1=3$	$m_1 \geq 4$
$s_0=2$	F1	F2	F3
$s_0=3$	F4	F5	F6
$s_0 \geq 4$	F7	F8	F9

Telp	$m_1=2$	$m_1=3$	$m_1 \geq 4$
$s_0=2$			
$s_0=3$	L1	L2	L3
$s_0 \geq 4$			

Sub Table: Tsfp and Telp table for $m_0=2$

Thermal interference compensation parameters $\Delta_{F1}, \Delta_{F2}, \Delta_{F3}, \Delta_{L1},$ and Δ_{L2} are introduced.

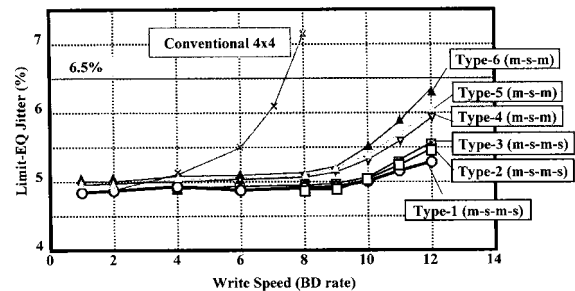
Tsfp	$m_1=2$	$m_1=3$	$m_1 \geq 4$
$s_0=2$	$F1 + \Delta_{F1}$	$F2 + \Delta_{F2}$	$F3 + \Delta_{F3}$
$s_0=3$	F4	F5	F6
$s_0 \geq 4$	F7	F8	F9

Telp	$m_1=2$	$m_1=3$	$m_1 \geq 4$
$s_0=2$			
$s_0=3$	$L1 + \Delta_{L1}$	$L2 + \Delta_{L2}$	L3
$s_0 \geq 4$			

【図 1 5 A】

図15A

Limit equalizer jitter at 1X read speed as function of write speed.



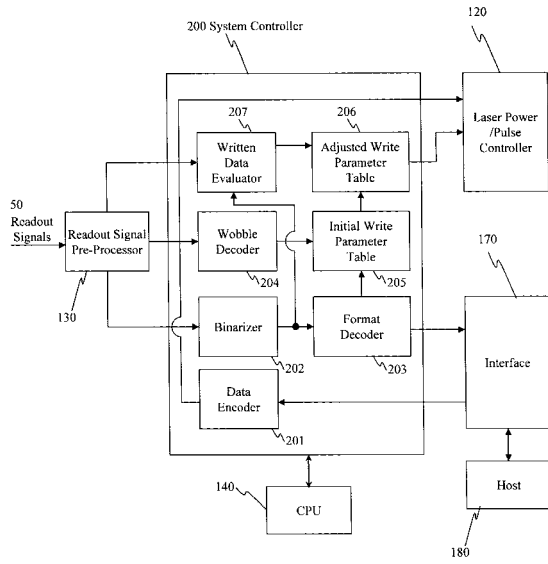
【図 1 5 B】

図15B

Write Strategy	Description	Number of Table Parameters	Remarks
Conventional	Tsfp(s,m) and Telp(s,m) 4x4	32	16 for Tsfp and Telp
Type-1	Full (m-s-m-s) 4x4	320	64 for Tsfp 256 for Telp
Type-2	Modified (m-s-m-s) 4x4x2	52	16 for Tsfp and Telp x 2 case with overlap
Type-3	Modified (m-s-m-s) 4x4	39	16 for Tsfp and Telp 7 for Δ
Type-4	Modified (m-s-m) 3x3x2	36	9 for Tsfp and Telp x 2 case
Type-5	Modified (m-s-m) 3x3	23	9 for Tsfp and Telp 5 for Δ
Type-6	Modified (m-s-m) Tsfp 3x3, Telp 3	17	9 for Tsfp, 3 for Telp 5 for Δ

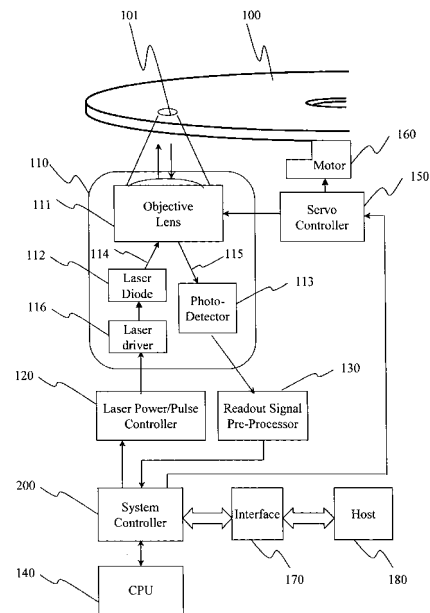
【 図 1 6 】

图16



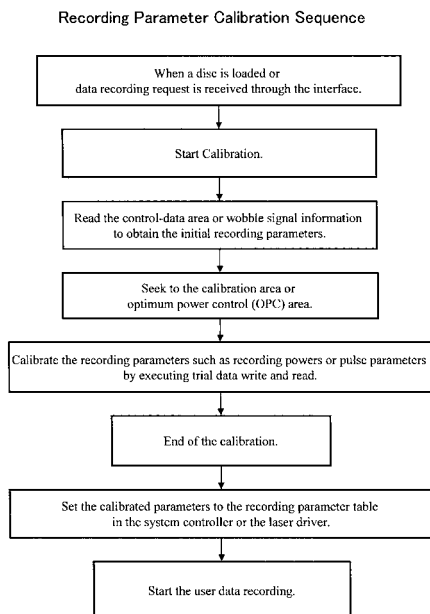
【 図 1 7 】

图17



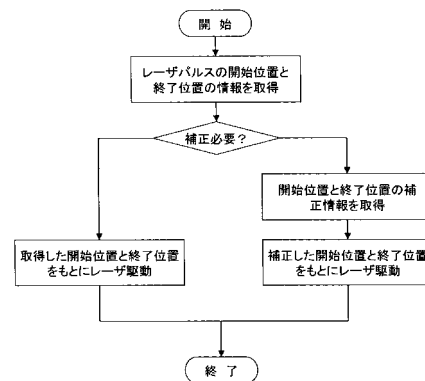
【 図 1 8 】

图18



【 図 1 9 】

图19



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-149540(JP,A)
特開2004-192798(JP,A)
特開2006-012226(JP,A)
特開2000-231719(JP,A)
特開2001-067671(JP,A)
特開2001-351239(JP,A)
特開2000-200418(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B7/00-7/013

G11B7/12-7/22

G11B7/28-7/30