

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4405115号
(P4405115)

(45) 発行日 平成22年1月27日(2010.1.27)

(24) 登録日 平成21年11月13日(2009.11.13)

(51) Int.Cl.

F 1

G 11 B 7/0045 (2006.01)
G 11 B 7/125 (2006.01)G 11 B 7/0045
G 11 B 7/125A
C

請求項の数 8 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2001-266460 (P2001-266460)
 (22) 出願日 平成13年9月3日 (2001.9.3)
 (65) 公開番号 特開2003-77128 (P2003-77128A)
 (43) 公開日 平成15年3月14日 (2003.3.14)
 審査請求日 平成20年2月27日 (2008.2.27)

(73) 特許権者 000005016
 パイオニア株式会社
 東京都目黒区目黒1丁目4番1号
 (74) 代理人 100107331
 弁理士 中村 聰延
 (74) 代理人 100104765
 弁理士 江上 達夫
 (72) 発明者 佐々木 儀央
 埼玉県所沢市花園4丁目2610番地 パイオニア株式会社 所沢工場内
 (72) 発明者 古川 真和
 埼玉県所沢市花園4丁目2610番地 パイオニア株式会社 所沢工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】情報記録装置および情報記録方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

記録媒体にレーザ光を照射して、記録信号に応じた記録マークを形成する情報記録装置において、

前記レーザ光を出射する光源と、

前記記録信号に基づいて前記光源を駆動することにより、前記記録媒体上にレーザパルスを照射する制御手段と、を備え、

前記制御手段は、

前記記録信号のマーク期間中には、前記レーザパルスの出力レベルを、記録信号に対応して、通常レベルと、前記通常レベルよりも高い書き込みレベルとの間で変化させるマーク制御手段と、

前記記録信号の少なくともいくつかの時間幅のスペース期間中に、所定期間にわたって、前記レーザパルスの出力レベルを前記通常レベルより低いレベルに変化させるスペース制御手段と、備え、

前記スペース制御手段は、時間幅が長いスペース期間においては所定の第1期間にわたって前記レーザパルスの出力レベルを前記低いレベルに変化させ、時間幅が短いスペース期間においては、前記第1期間より長い第2期間にわたって前記レーザパルスの出力レベルを前記低いレベルに変化させることを特徴とする情報記録装置。

【請求項 2】

前記通常レベルより低いレベルは、ゼロレベルであることを特徴とする請求項1に記載

10

20

の情報記録装置。

【請求項 3】

前記スペース制御手段は、全ての時間幅のスペース期間において前記レーザパルスの出力レベルを前記通常レベルより低いレベルに変化させることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の情報記録装置。

【請求項 4】

前記時間幅が短いスペース期間は 3 T 又は 4 T のスペース期間であり、前記時間幅が長いスペース期間は 5 T 以上のスペース期間であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の情報記録装置。

【請求項 5】

前記記録媒体は 1 回に限り記録が可能な記録媒体であり、前記通常レベルは読み取りレベルであることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の情報記録装置。

【請求項 6】

前記記録媒体は複数回にわたって書き込み及び消去が可能な記録媒体であり、前記通常レベルは消去レベルであることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の情報記録装置。

【請求項 7】

前記スペース制御手段は、スペース期間の先頭から、前記レーザパルスの出力レベルを前記通常レベルより低いレベルに変化させることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の情報記録装置。

【請求項 8】

記録媒体にレーザ光を照射して、記録信号に応じた記録マークを形成する情報記録方法において、

前記レーザ光を出射するステップと、

前記記録信号に基づいて光源を駆動することにより、前記記録媒体上にレーザパルスを照射するステップと、を有し、

前記レーザパルスを照射するステップは、

前記記録信号のマーク期間中には、前記レーザパルスの出力レベルを、記録信号に対応して、通常レベルと、前記通常レベルよりも高い書き込みレベルとの間で変化させるステップと、

前記記録信号の少なくともいくつかの時間幅のスペース期間中に、所定期間にわたって、前記レーザパルスの出力レベルを、前記通常レベルより低いレベルに変化させるスペース制御ステップと、有し、

前記スペース制御ステップは、時間幅が長いスペース期間においては所定の第 1 期間にわたって前記レーザパルスの出力レベルを前記低いレベルに変化させ、時間幅が短いスペース期間においては、前記第 1 期間より長い第 2 期間にわたって前記レーザパルスの出力レベルを前記低いレベルに変化させることを特徴とする情報記録方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、レーザ光線などを利用して光ディスクに情報を記録する技術に属する。

【0002】

【従来の技術】

DVD-R (DVD-Recordable)、DVD-RW (DVD-Re-recordable) などの書き込み又は書き換え可能な光ディスクには、ディスクの記録面上にレーザ光を照射して情報を記録する。光ディスクの記録面上のレーザ光が照射された部分は、温度が上昇するために光ディスクを構成する光記録媒体に変化が生じ、これにより記録マークが記録面上に形成される。

【0003】

よって、記録すべき情報に応じた時間幅を有する記録パルスでレーザ光を変調して記録す

10

20

30

40

50

べき信号に応じた長さのレーザパルスを生成し、これを光ディスクに照射することにより、記録すべき情報に応じた長さの記録マークを光ディスク上に形成することができる。

【0004】

一方、最近では1つの記録マークを1つのレーザパルスで形成するのではなく、複数の短いパルスを含むパルス列により記録マークを形成する手法が利用されている。このような手法はライトストラテジとも呼ばれ、単一の記録パルスを照射する方法に比べて、光ディスクの記録面上における熱蓄積が減少するので、記録マークが形成される記録面上の温度分布を均一化することができる。その結果、記録マークが涙滴形状となることを防止して好ましい形状の記録マークを形成することができる。

【0005】

上記の記録パルス列は、所定のリード（読み取り）パワーとライト（書き込み）パワーとの間で振幅が変動する複数のパルスにより構成されている。即ち、記録信号に従って、記録マークを形成しない光ディスクの記録面上の領域（以下、「スペース部」とも呼ぶ。）ではリードパワーでレーザ光が記録面上に照射され、記録マークを形成すべき光ディスクの記録面上の領域（以下、「マーク部」とも呼ぶ。）では、リードパワーとライトパワーの間で振幅が変化する記録パルス列に応じたパワーでレーザ光が記録面上に照射され、それにより記録マークが記録面上に形成される。

10

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、記録パルスに対応するレーザパルスを光ディスクの記録面に照射すると、そのパルスの過渡応答により、記録パルスの照射後におけるレーザ照射レベル（バイアスレベル）が上昇することになる。記録パルスはリードパワーとライトパワーとの間で振幅が変動し、記録パルスの終了後は、理論的にはレーザ照射レベルは瞬時にリードパワーに戻る。しかし、現実には、記録パルスの終了時にレーザ照射レベルがライトパワーからリードパワーに瞬時に変化するために記録パルスの過渡応答が生じ、レーザ照射レベルは瞬間にリードパワーに戻らず、むしろ一定期間はレーザ照射レベルが上昇することになる。その結果、記録パルス終了後も短時間ではあるがレーザ照射レベルがリードパワーとより高い期間が生じる。これは熱干渉として次の記録マークの形成に影響を与えることがある。特に、次の記録マークまでの間のスペース期間が短い場合には、次の記録マークの形成時に上述の過渡応答による残留熱があるために、次の記録マークが正しく形成できなくなることがある。

20

【0007】

そして、この影響は、記録速度が増加した場合、つまり光ディスクに高速記録を行う場合には特に顕著となる。通常速度（低速）の記録の場合は、次の記録マークに対応するマーク期間までの時間がある程度確保できるので、上記過渡応答の影響が緩和されるが、記録速度が通常の2倍、3倍などと高速化すると、記録パルス列の時間的間隔が短くなるので、残留熱が残った状態で次の記録パルス列が到来することになり、上記過渡応答による残留熱が次の記録マークに対して熱干渉として影響する可能性が高くなる。

30

【0008】

さらに、記録速度が高速化すると、正しく記録マークを形成するために、記録速度の增加分に応じて記録パワーを上げてやる必要がある。そのため、上記の過渡応答によるレーザ照射レベルの上昇が大きくなり、悪影響が増大することになる。

40

【0009】

そして、上述のような、記録パルスの過渡応答に起因するレーザ照射レベルの増加は、記録パルスの印加後、即ち記録信号のスペース期間において生じるため、記録パルスのパルス幅などを調整して記録マーク形状を調整するライトストラテジ技術によっては、この影響を除去することはできない。

【0010】

本発明は、以上の点に鑑みてなされたものであり、高速記録時においても、記録パルス列の過渡応答の影響を排除して正しい記録マークを形成することが可能な情報記録装置及び

50

方法を提供することを課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明の1つの観点では、記録媒体にレーザ光を照射して、記録信号に応じた記録マークを形成する情報記録装置において、前記レーザ光を出射する光源と、前記記録信号に基づいて前記光源を駆動することにより、前記記録媒体上にレーザパルスを照射する制御手段と、を備え、前記制御手段は、前記記録信号のマーク期間中には、前記レーザパルスの出力レベルを、記録信号に対応して、通常レベルと、前記通常レベルよりも高い書き込みレベルとの間で変化させるマーク制御手段と、前記記録信号の少なくともいくつかの時間幅のスペース期間中に、所定期間にわたって、前記レーザパルスの出力レベルを、前記通常レベルより低いレベルに変化させるスペース制御手段と、備え、前記スペース制御手段は、時間幅が長いスペース期間においては所定の第1期間にわたって前記レーザパルスの出力レベルを前記低いレベルに変化させ、時間幅が短いスペース期間においては、前記第1期間より長い第2期間にわたって前記レーザパルスの出力レベルを前記低いレベルに変化させる。

10

【0012】

上記の情報記録装置によれば、記録信号に応じたパルス信号で光源を駆動することにより、記録信号に応じたレーザパルスが記録媒体上に照射される。記録信号は、記録マークを形成するマーク期間と、記録マークの形成が行われないスペース期間を有する。マーク期間中においては、レーザパルスの出力レベルは、通常レベルと書き込みレベルとの間で変化し、これにより記録マークが記録媒体上に形成される。一方、スペース期間中の所定の期間にわたって、レーザパルスの出力レベルは通常レベルより低いレベルに変化される。これにより、マーク期間中のレーザパルスの過渡応答に起因する、記録媒体への熱蓄積が減少し、その後のマーク期間において正しい記録マークが形成できる。また、短いスペース期間では、その前のマーク期間中のレーザパルスの過渡応答が次のマーク期間に影響を与えるやすいので、より長い期間にわたってレーザパルスの出力レベルを低下させる。

20

【0013】

上記の情報記録装置の一態様では、前記通常レベルより低いレベルは、ゼロレベルとする。

【0014】

30

この態様によれば、スペース期間中に一時的にレーザパルスのレベルがゼロになるので、その間に記録媒体に対する熱の蓄積が十分に減少する。

【0018】

上記の情報記録装置のさらに他の一態様では、前記スペース制御手段は、全ての時間幅のスペース期間において前記レーザパルスの出力レベルを前記通常レベルより低いレベルに変化させる。

【0019】

この態様によれば、全ての時間幅のスペース期間でレーザパルスの出力レベルを下げる所以、マーク期間中のレーザパルスの過渡応答による熱干渉の影響を効果的に排除することができる。

40

【0022】

上記の情報記録装置のさらに他の一態様では、前記時間幅が短いスペース期間は3T又は4Tのスペース期間とし、前記時間幅が長いスペース期間は5T以上のスペース期間とすることができる。

【0029】

上記の情報記録装置のさらに他の一態様では、前記記録媒体は1回に限り記録が可能な記録媒体とし、前記通常レベルは読み取りレベルとすることができます。

【0030】

この態様によれば、CD-R、DVD-Rなどの記録媒体に本発明を適用することができる。

50

【0031】

上記の情報記録装置のさらに他の一態様では、前記記録媒体は複数回にわたって書き込み及び消去が可能な記録媒体とし、前記通常レベルは消去レベルとすることができる。

【0032】

この態様によれば、CD-RW、DVD-RWなどの記録媒体に本発明を適用することができる。

【0033】

上記の情報記録装置のさらに他の一態様では、前記スペース制御手段は、スペース期間の先頭から、前記レーザパルスの出力レベルを前記通常レベルより低いレベルに変化させる。10

【0034】

この態様によれば、スペース期間の先頭からレーザパルスの出力レベルを下げる所以、書き込みレベルのレーザパルスが照射されるマーク期間終了後直ちにレーザパワーを下げて過渡応答の影響を効率的に排除することができる。

【0035】

本発明の他の観点では、記録媒体にレーザ光を照射して、記録信号に応じた記録マークを形成する情報記録方法において、前記レーザ光を射出するステップと、前記記録信号に基づいて光源を駆動することにより、前記記録媒体上にレーザパルスを照射するステップと、を有し、前記レーザパルスを照射するステップは、前記記録信号のマーク期間中には、前記レーザパルスの出力レベルを、記録信号に対応して、通常レベルと、前記通常レベルよりも高い書き込みレベルとの間で変化させるステップと、前記記録信号の少なくともいくつかの時間幅のスペース期間中に、所定期間にわたって、前記レーザパルスの出力レベルを、前記通常レベルより低いレベルに変化させるスペース制御ステップと、有し、前記スペース制御ステップは、時間幅が長いスペース期間においては所定の第1期間にわたって前記レーザパルスの出力レベルを前記低いレベルに変化させ、時間幅が短いスペース期間においては、前記第1期間より長い第2期間にわたって前記レーザパルスの出力レベルを前記低いレベルに変化させる。20

【0036】

上記の情報記録方法によれば、記録信号に応じたパルス信号で光源を駆動することにより、記録信号に応じたレーザパルスが記録媒体上に照射される。記録信号は、記録マークを形成するためのマーク期間と、記録マークの形成が行われないスペース期間を有する。マーク期間中においては、レーザパルスの出力レベルは、通常レベルと書き込みレベルとの間で変化し、これにより記録マークが記録媒体上に形成される。一方、スペース期間中の所定の期間にわたって、レーザパルスの出力レベルは通常レベルより低いレベルに変化される。これにより、マーク期間中のレーザパルスの過渡応答に起因する、記録媒体への熱蓄積が減少し、その後のマーク期間において正しい記録マークが形成できる。また、短いスペース期間では、その前のマーク期間中のレーザパルスの過渡応答が次のマーク期間に影響を与えるので、より長い期間にわたってレーザパルスの出力レベルを低下させる。30

【0037】**【発明の実施の形態】**

以下、図面を参照して本発明の好適な実施の形態について説明する。

【0038】**[1] 装置構成**

図1に、本発明の実施形態にかかる情報記録再生装置の全体構成を概略的に示す。情報記録再生装置1は、光ディスクDに情報を記録し、また、光ディスクDから情報を再生する。光ディスクDとしては、例えば1回に限り記録が可能なCD-R(Compact Disc-Recordable)、DVD-Rや、複数回にわたって消去及び記録が可能なCD-RW(Compact Disc-Rewritable)、DVD-RWなどの種々の光ディスクを使用することができる。

【0039】

情報記録再生装置1は、光ディスクDに対して記録ビーム及び再生ビームを照射する光ビ50

ックアップ2と、光ディスクDの回転を制御するスピンドルモータ3と、光ディスクDへの情報の記録を制御する記録制御部10と、光ディスクに既に記録されている情報の再生を制御する再生制御部20と、スピンドルモータ3の回転を制御するスピンドルサーボ、並びに光ピックアップ2の光ディスクDに対する相対的位置制御であるフォーカスサーボ及びトラッキングサーボを含む各種サーボ制御を行うためのサーボ制御部30と、を備える。

【0040】

記録制御部10は記録信号を受け取り、後述の処理により光ピックアップ2内部のレーザダイオードを駆動するための駆動信号SDを生成して、これを光ピックアップ2へ供給する。

10

【0041】

再生制御部20は、光ピックアップ2から出力される読み取りRF信号Srfを受け取り、これに対して所定の復調処理、復号化処理などを施して再生信号を生成して出力する。

【0042】

サーボ制御部30は、光ピックアップ2からの読み取りRF信号Srfを受け取り、これに基づいてトラッキングエラー信号及びフォーカス信号などのサーボ信号S1を光ピックアップ2へ供給するとともに、スピンドルサーボ信号S2をスピンドルモータ3へ供給する。これにより、トラッキングサーボ、フォーカスサーボ、スピンドルサーボなどの各種サーボ処理が実行される。

【0043】

なお、本発明は主として記録制御部10における記録方法に関するものであり、再生制御及びサーボ制御については既知の種々の方法が適用できるので、それらについての詳細な説明は行わない。

20

【0044】

また、図1には本発明の1つの実施形態として情報記録再生装置を例示しているが、本発明は記録専用の情報記録装置に適用することも可能である。

【0045】

図2に、光ピックアップ2及び記録制御部10の内部構成を示す。図2に示すように、光ピックアップ2は、光ディスクDに対して情報を記録するための記録ビーム及び光ディスクDから情報を再生するための再生ビームを生成するレーザダイオードLDと、レーザダイオードLDから出射されたレーザ光を受光して、レーザ光に対応するレーザパワーレベル信号LDoutを出力するフロントモニタダイオード(FMD)16とを備える。

30

【0046】

なお、光ピックアップ2は、この他に再生ビームの光ディスクDによる反射ビームを受光して読み取りRF信号Srfを生成するための光検出器や、記録ビーム及び再生ビーム並びに反射ビームを適切な方向に案内する光学系などの既知の構成要素を備えるが、それらの図示及び詳細な説明は省略する。

【0047】

一方、記録制御部10は、レーザダイオード(LD)ドライバ12と、APC(Automatic Power Control)回路13と、サンプルホールド(S/H)回路14と、コントローラ15とを備える。

40

【0048】

LDドライバ12は、記録信号に応じた電流をレーザダイオードLDに供給して、光ディスクDへ情報の記録を行う。フロントモニタダイオード16は、光ピックアップ2内のレーザダイオードLDの近傍に配置され、レーザダイオードLDから出射されるレーザ光を受光して、そのレベルを示すレーザパワーレベル信号LDoutを出力する。

【0049】

サンプルホールド回路14は、サンプルホールド信号APC-S/Hにより規定されるタイミングでレーザパワーレベル信号LDoutのレベルをサンプルし、ホールドする。APC回路13は、サンプルホールド回路14の出力信号に基づき、レーザダイオードLDから出射

50

されるレーザ光のリードパワー レベルが一定となるように LD ドライバ 1 2 のパワー制御を行う。

【 0 0 5 0 】

コントローラ 1 5 は、主として記録動作と APC 動作とを行う。まず、記録動作について説明する。記録動作では、コントローラ 1 5 はレーザダイオード LD へ供給される電流量を制御するスイッチの切換信号 SW_R 及び SW_W を生成して、LD ドライバ 1 2 へ供給する。

【 0 0 5 1 】

図 3 に LD ドライバ 1 2 の詳細構成を示す。図 3 に示すように、LD ドライバ 1 2 は、リードレベル用の電流源 1 7 R、ライトレベル用の電流源 1 7 W、スイッチ 1 8 R 及び 1 8 W を備える。
10

【 0 0 5 2 】

リードレベル用の電流源 1 7 R は、レーザダイオード LD にリードパワーでレーザ光を射出させるための駆動電流 I_R を流す電流源であり、駆動電流 I_R はスイッチ 1 8 R を介してレーザダイオード LD に供給される。よって、スイッチ 1 8 R をオンにするとレーザダイオード LD にリードパワーの駆動電流 I_R が供給され、スイッチ 1 8 R をオフにすると駆動電流 I_R の供給は停止される。電流源 1 7 R からの電流の大きさは、制御信号 S_{APC} により変化する。

【 0 0 5 3 】

ライトレベル用の電流源 1 7 W は、レーザダイオード LD にライトパワーでレーザ光を射出させるための駆動電流 I_W を流す電流源であり、駆動電流 I_W はスイッチ 1 8 W を介してレーザダイオード LD に供給される。よって、スイッチ 1 8 W をオンにすると、レーザダイオード LD にライトパワーの駆動電流 I_W が供給され、スイッチ 1 8 W をオフにすると駆動電流 I_W の供給は停止される。
20

【 0 0 5 4 】

図 4 に、レーザダイオード LD に供給される駆動電流と、レーザダイオード LD から射出されるレーザ光の出力パワーとの関係を示す。図 4 からわかるように、レーザダイオード LD に駆動電流 I_R を供給すると、リードパワー P_R でレーザ光が出射される。その状態でさらに駆動電流 I_W を加えると、ライトパワー P_W でレーザ光が出射される。

【 0 0 5 5 】

光ディスクへの情報の記録時には、基本的には駆動電流 I_R を常に供給してリードパワー P_R でレーザ光を射出しておき、さらに記録パルスに従って駆動電流 I_W を追加することによりライトパワー P_W が印加されて、情報が光ディスクに記録される。但し、本発明では、以下に詳しく述べるように、ライトパワーの記録パルス列の最後のパルスが印加された後、一時的にスイッチ 1 8 R と 1 8 W の両方を同時にオフにして駆動電流をゼロにして、過渡応答の影響を除去することを特徴とする。
30

【 0 0 5 6 】

次に、APC 動作について説明する。APC 動作は、レーザダイオード LD により出力されるレーザ光のリードパワーのレベルが一定となるように、LD ドライバ 1 2 からレーザダイオード LD に供給される駆動電流レベルを調整するものである。より詳細には、記録信号 (8 - 1 6 变調されており、3 T ~ 1 1 T、1 4 T の長さのマーク期間及びスペース期間を有する) のスペース部のうち、長いスペース期間 (例えば 5 T ~ 1 1 T、1 4 T のスペース期間) 中において、リードパワーのレベルが一定となるように LD ドライバ 1 2 からの駆動信号 S_D を調整する。
40

【 0 0 5 7 】

具体的には以下のように動作する。コントローラ 1 5 は、上述のように記録信号に対応する記録パルスを生成して、当該記録パルスによって LD ドライバ 1 2 を駆動してレーザダイオード LD からレーザ光を射出させる。

【 0 0 5 8 】

フロントモニタダイオード 1 6 は、光ピックアップ 2 内のレーザダイオード LD の近傍に
50

配置され、レーザダイオード LD から出射したレーザ光を受光してそのレベルを示すレーザパワーレベル信号 LDout を生成し、サンプルホールド回路 14 に供給する。

【 0 0 5 9 】

サンプルホールド回路 14 は、コントローラ 15 から入力されるサンプルホールド信号 APC-S/H により与えられるタイミングで、フロントモニタダイオード 16 から供給されるレーザパワーレベル信号 LDout をサンプルし、そのレベルを所定期間ホールドする。コントローラ 15 から出力されるサンプルホールド信号 APC-S/H は、APC を実行する期間を示すパルスであり、具体的には、記録信号中の比較的長いスペース期間 (5T ~ 11T) 中の所定期間 (APC を実行する期間であり、以下「APC 期間」とも呼ぶ。) を示すパルス信号である。

10

【 0 0 6 0 】

よってサンプルホールド回路 14 は、記録信号のスペース期間中の APC 期間においてレーザパワーレベル信号 LDout のレベルをホールドして APC 回路 13 へ供給する。APC 回路 13 は、APC 期間におけるレーザパワーレベル信号 LDout のレベルが一定となるように、LD ドライバ 12 へ制御信号 S_{APC} を供給する。

【 0 0 6 1 】

制御信号 S_{APC} は、図 3 に示すように、LD ドライバ 12 内のリードレベル用電流源 17R に入力される。これにより、制御信号 S_{APC} に応じて、リードレベル用電流源 17R から流れる電流 I_R が変化する。つまり、レーザダイオード LD により得られるリードパワーが一定となるように APC が実行される。

20

【 0 0 6 2 】

[2] 第 1 実施形態

次に、記録制御部 10 による記録制御の第 1 実施形態について図 5 を参照して説明する。図 5 は、記録制御部 10 の各部の波形を示すタイミングチャートである。なお、第 1 実施形態は本発明の記録制御を D V D - R の記録に適用した例である。

【 0 0 6 3 】

図 5において、記録信号は 8 - 16 变調信号であり、光ディスクの記録面上に形成すべきマークに対応し、マーク期間とスペース期間とを有する。光ディスクの記録面上には、3T ~ 11T、14T のいずれかの長さを有するピットが形成されるので、記録信号には 3T ~ 11T、14T のマーク期間とスペース期間とが含まれる。図 5 の例では記録信号のうち、長さ 6T のマーク期間、5T のスペース期間、5T のマーク期間が示されている。

30

【 0 0 6 4 】

切換信号 SW_R は図 3 に示すリードパワー用電流源 17R に接続されたスイッチ 18R を切り換える信号であり、原則としてマーク期間とスペース期間の両方でオンとなっている。マーク期間においては、さらにライトパワー用電流源 17W に接続されたスイッチ 18W を切り換える切換信号 SW_W は記録パルス列に従って切り換えられる。記録パルス列は、時間幅の長いトップパルス 120 とそれに続くマルチパルス（「パルストレイン」とも呼ばれる。）121 に対応して切り換えられる。そして、パルストレインの最後のパルスが終了したタイミングから所定の期間（パルス 122 の期間）は、スイッチ 18R と 18W の双方をオフとして、レーザダイオード LD に流れる電流をゼロとする。

40

【 0 0 6 5 】

パルストレインの最後のパルスが終了してからしばらくの期間は、前述のようにパルスの過渡応答により、レーザパワーレベルがリードパワーとリードパワーレベルより高い期間が生じるが、このように、パルストレインの最後のパルスの終了後一定期間はリードパワーもオフとして（以下、この期間を「レーザオフ期間」と呼ぶ。）、レーザダイオード LD の電流をゼロとすることにより、過渡応答により生じるレーザパワーレベルの上昇を吸収することができる。

【 0 0 6 6 】

図 5 に示すレーザパワーレベル信号 LDout の波形はこの様子を示している。即ち、最初の 6T のマーク期間内においては、まず継続的にリードパワー P_R が印加されており、それ

50

にライトパワー P_w の振幅を有するトップパルス 120 及び 3 つのパルスによるパルストレイン 121 が印加される。これにより光ディスクの記録面上に長さ 6T の記録マークが形成される。

【0067】

そして、6T のマーク期間に続くスペース期間では、パルストレイン 121 の最後のパルスの終了後のレーザオフ期間中 122 においては、ライトパワーのみならずリードパワーもオフとなり、その結果、レーザパワーレベル信号 L_{Dout} はゼロレベル L_{Doff} まで落ちる。そして、レーザオフ期間 122 が終わると、レーザパワーレベル信号 L_{Dout} はリードパワーレベル P_R に上昇する。

【0068】

図 5 の右側の 5T のマーク期間においても、同様にレーザオフ期間 122 が設けられている（但し、5T マーク期間であるので、パルストレイン 121 が 2 つのパルスにより構成されている）。

【0069】

このように、全てのマーク期間の終了後、即ち、マーク期間中の最後の記録パルス直後に一定のレーザオフ期間を設けることにより、マーク期間終了後の過渡応答の影響を除去することができる。

【0070】

レーザオフ期間の時間幅は可変とすることができます、例えば 1T ~ 2T の間の任意の長さに設定することができる。但し、レーザオフ期間の時間幅には APC との関係で制限がある。前述のように、例えば 5T 以上の長いスペース期間においては、APC 期間が設定され、レーザパワーレベル信号 L_{Dout} がサンプルホールド回路 14 によりサンプルホールドされて、そのレベルを維持するように APC が行われるので、APC 期間中にはレーザパワーレベル信号 L_{Dout} はリードパワーレベルになければならず、その間にレーザをオフとすると APC に支障が出てしまう。

【0071】

よって、レーザオフ期間 122 は、APC 期間（即ち、サンプルホールド信号 APC-S/H がローレベルの期間）と重複することはできない。通常、APC 期間は、5T ~ 11T のスペース期間中の前後の 1 ~ 2T の期間をマージンとして除外し、残りの期間に設定される。よって、スペース期間の先頭における 1 ~ 2T のマージン以内であればレーザをオフにしても APC に支障が生じることはない。このことより、APC が実行されるスペース期間では、レーザオフ期間はマーク期間の終了後、APC 期間の開始前に設定するのが好ましい。実際には、上述のように、スペース期間の先頭に設けられる 1T ~ 2T のマージン中にレーザオフ期間を設定することが好ましい。

【0072】

図 6 に実際のレーザ光の波形例を示す。図 6 (a) は比較のために用意した、レーザオフ期間を設けない場合のレーザパワーレベル信号 L_{Dout} の波形であり、図 6 (b) は本願の方法（レーザオフ期間を設けた）のレーザパワーレベル信号 L_{Dout} の波形である。図 6 (a) に示すように、レーザオフ期間を設けない場合は、パルストレインの最後のパルスの後に過渡応答が発生してレーザパワーレベルが高くなっている（符号 130 の部分を参照）。これに対して、図 6 (b) に示すように、レーザオフ期間を設けた場合は、パルストレインの最後のパルスの後にレーザパワーレベル信号 L_{Dout} が一旦ゼロレベルまで落ちる（符号 131 の部分参照）。よって、光ディスクの記録面上の残留熱は小さく、後続のマーク期間におけるマーク形成に熱干渉による悪影響を及ぼすことが防止できる。

【0073】

図 7 は、レーザオフ期間を設けた場合と設けない場合に、光ディスクに実験的に形成した記録マークの読み取り RF 信号波形を示す。図 7 (a) はレーザオフ期間を設けた場合であり、3T マーク、4T マーク、5T マーク、6T マークの読み取り RF 信号のエンベロープ波形は明確な輪郭を有している。

【0074】

10

20

30

40

50

一方、図7(b)及び7(c)は、レーザオフ期間を設けない場合のエンベロープ波形であり、パルスの過渡応答による熱干渉が後続のマーク形成に影響を与えている。図7(b)の場合は、各エンベロープ波形の輪郭がぼやけて太くなっている、図7(c)の場合はさらに各エンベロープ波形が2つに枝分かれしたように見える。このような現象は、熱干渉により記録マークが不適切に変形していることに起因している。

【0075】

このように、本発明によれば、マーク期間の後にレーザオフ期間を設けることにより、記録パルスの過渡応答による熱干渉の影響を排除し、正しい記録マークを形成することが可能となる。

【0076】

[3] 第2実施形態

次に、本発明の第2実施形態について説明する。上述の第1実施形態においては、マーク期間後の全てのスペース期間中にレーザオフ期間を設けているが、第2実施形態においては、短いスペース期間（例えば3T及び4Tのスペース期間）のみでレーザオフ期間を設け、長いスペース期間（例えば5T以上のスペース期間）ではレーザオフ期間を設けないこととする。なお、第2実施形態も本発明の記録制御をDVD-Rの記録に適用した例である。

【0077】

レーザオフ期間は、前述のように記録パルスの終了後の過渡応答によりレーザパワーレベルが増加してしまうことによる影響を除去する目的で設けられるが、マーク期間に続くスペース期間が長い場合には、次のマーク期間までに時間的余裕があるので、過渡応答の影響は次のマーク期間には比較的及びにくい。これに対し、マーク期間に続くスペース期間が短い場合には、次のマーク期間までの時間が短いので、過渡応答によるレベル増加分の残留熱が次のマーク期間における記録マーク形成に悪影響を及ぼす確率が高くなる。

【0078】

このような理由から、短いスペース期間のみにおいてレーザオフ期間を設けることによっても、過渡応答により次のマーク期間のマーク形成に与える悪影響を排除することが可能である。

【0079】

この場合、レーザオフ期間は第1の実施形態の場合より長く設定することができる。先に述べたように、5T～11T、14Tの長いスペース期間には、APCのためにレーザパワーレベル信号LDoutをサンプルホールドするAPC期間が設定される。このため、レーザオフ期間がAPC期間と重複してはならず、レーザオフ期間の時間幅は実質的に1T～2T程度の長さに限られていた。

【0080】

これに対し、第2の実施形態では、短いスペース期間（3T又は4Tのスペース期間）においてのみレーザオフ期間が設定され、しかも短いスペース期間中にはAPC期間は設定されないので、レーザオフ期間を長く設定することができる。

【0081】

これを図8を参照して説明する。図8は第2実施形態における記録制御部10の各部の波形を示し、6Tのマーク期間後に3Tのスペース期間があり、さらに5Tのマーク期間が続いている。3Tのスペース期間中にはAPC期間は設定されないためサンプルホールド信号APC-S/Hはハイレベルのままであり、レーザパワーレベル信号LDoutのサンプルホールドは行われない。よって、6Tのマーク期間の終了後の3Tのスペース期間中において、レーザオフ期間122は十分に長く設定されている。これにより光ディスクの情報記録面上の残留熱は減少し、記録パルスの過渡応答の影響が次のマーク期間に及ぶことを効果的に防止することができる。

【0082】

なお、この意味では、第2実施形態は、APCが行われないスペース期間にのみレーザオフ期間を設定する方法であるということもできる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 3 】

また、第1実施形態と第2実施形態とを組み合わせることもできる。即ち、第1実施形態のようにレーザオフ期間を全てのマーク期間に設けることとし、かつ、第2実施形態のように短いスペース期間においてはレーザオフ期間を長く設定することができる。これによれば、短いスペースの場合にはレーザオフ期間が長くなるので、熱干渉を効果的に防止することができる。

【 0 0 8 4 】**[4] 第3実施形態**

次に、本発明の第3実施形態について説明する。上述の第1及び第2実施形態は、本発明をDVD-Rに適用した例であったが、第3実施形態は本発明をDVD-RWに適用した例である。図10に、DVD-RWへの記録における記録制御部10の各部の波形図を示す。DVD-RWでは、基本的にDVD-Rと同様の方法により記録マークが形成されるが、記録動作に先行して消去動作が実行されるので、図10のレーザパワーレベル信号LDoutに示すように、通常はレーザダイオードLDからのレーザパワーは消去レベルPEにある。よって、APCも、長いスペース期間中に設定されるAPC期間において消去レベルPEをサンプルホールドすることにより行われる。

10

【 0 0 8 5 】

記録パルス列はDVD-Rの場合と同様に、トップパルス120とパルストレイン121から構成される。そして、パルストレイン121の終了後に、レーザオフ期間122を設け、レーザパワーレベルを一時的にゼロレベルLDoffまで落とす。その後、レーザパワーレベルは定常状態である消去レベルPEに戻る。

20

【 0 0 8 6 】

このように、DVD-RWの場合も、記録パルスの終了後にレーザオフ期間を設けることにより、過渡応答による熱干渉の影響を除去することができる。

【 0 0 8 7 】

なお、DVD-RWの場合は、レーザオフ期間の時間幅は消去動作に影響を与えない範囲に限定される。即ち、レーザオフ期間中はレーザパワーレベルが消去レベルに至っていないため、DVD-RW上に既に記録されている情報の消去が行えないことになる。よって、レーザオフ期間を長くしすぎると、既に記録されている情報の消去を行えず、情報の消し残りが生じてしまうという不具合がある。よって、レーザオフ期間の時間幅は情報の消去に影響を与えない、比較的短い期間に限定される。実際には、DVD-RWの場合は、記録パルス終了後に一旦レーザパワーレベルをリードレベルまで落とす期間（「クールパルス期間」と呼ばれる。図9の破線140を参照）が設けられる。よって、1つの好適な方法として、クールパルス期間内においてレーザオフ期間を設ければ、消し残りなどの問題を生じることがない。

30

【 0 0 8 8 】**[5] 変形例**

上述のレーザオフ期間では、レーザパワーレベルが完全にゼロレベルとなるように、レーザダイオードLDに与える電流値をゼロとしていた。しかし、レーザパワーレベルを完全にゼロレベルとしなくても、リードパワーレベルより低いレベルに設定すれば、その分だけディスクへの残留熱は低下するので、熱干渉の影響を減らす効果を得ることができる。

40

【 0 0 8 9 】

また、上記の実施形態では、マーク期間中の最後のパルス終了後にレーザオフ期間を開始しているが、理論的には次のマーク期間が到来する前であれば、スペース期間中のどこかにレーザオフ期間を設けることにより、次の記録マーク形成への熱干渉を低下させることができる。特に、APC期間が設定されないスペース期間においては十分な時間幅のレーザオフ期間を設定できるので、レーザオフ期間は必ずしもマーク期間終了直後から開始しなくてもよい。

【 0 0 9 0 】**【発明の効果】**

50

以上説明したように、本発明によれば、マーク期間の終了後のスペース期間中において、一時的にレーザパワーをゼロレベル付近まで落とすレーザオフ期間を設けたので、記録パルスの過渡応答によるレーザパワーレベル（バイアスレベル）の上昇を緩和し、熱干渉による次の記録マーク形成への悪影響を防止することができる。これは、特に記録速度が高速化した場合にも好ましい形状の記録マークを形成できるという点で有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した情報記録再生装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示す記録制御部の構成を示すブロック図である。

【図3】図2に示すLDドライバの構成を示す図である。

【図4】レーザダイオードに与えられる駆動電流と出力パワーとの関係を示すグラフである。
10

【図5】本発明の第1実施形態による記録制御時の記録制御部各部の波形を示すタイミングチャートである。

【図6】レーザオフ期間を含むレーザ出力レベルを示す波形図である。

【図7】記録マークの読み取りRF信号の波形図である。

【図8】本発明の第2実施形態による記録制御時の記録制御部各部の波形を示すタイミングチャートである。

【図9】本発明の第3実施形態による記録制御時の記録制御部各部の波形を示すタイミングチャートである。

【符号の説明】

1 情報記録再生装置

2 光ピックアップ

3 スピンドルモータ

10 記録制御部

12 LDドライバ

13 APC回路

14 サンプルホールド回路

15 コントローラ

16 フロントモニタダイオード

17 R、17 W 電流源

18 R、18 W スイッチ

20 再生制御部

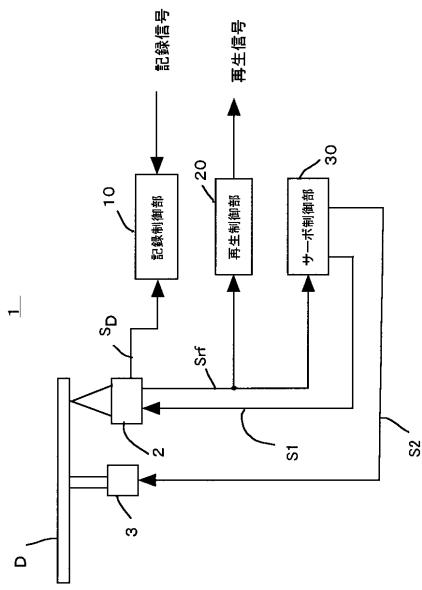
30 サーボ制御部

10

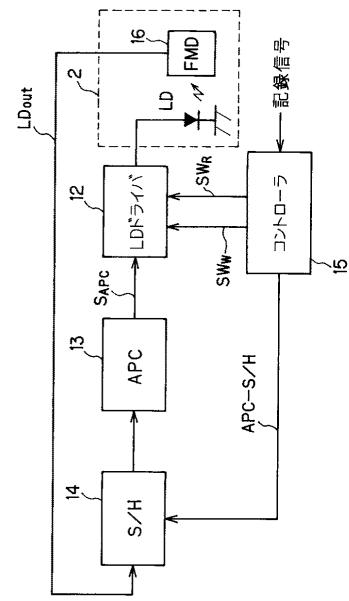
20

30

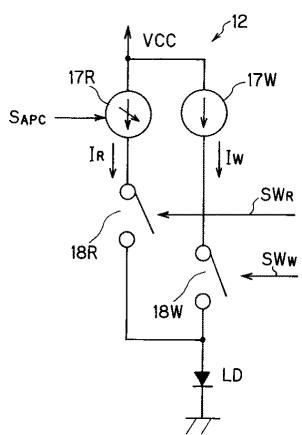
【図1】



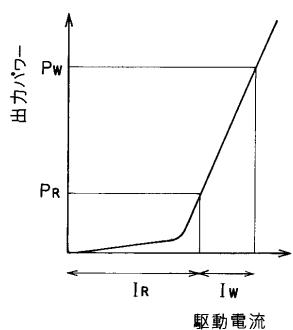
【図2】



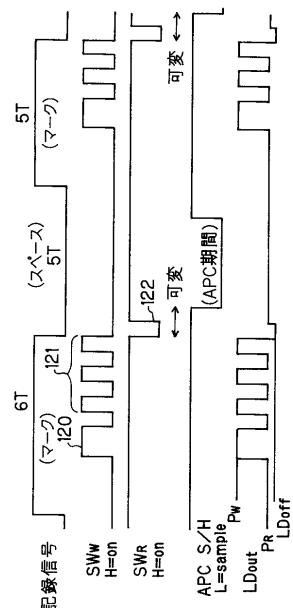
【図3】



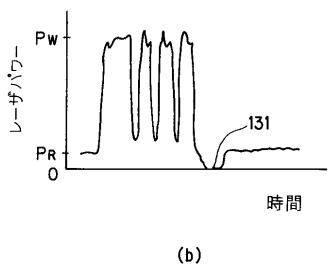
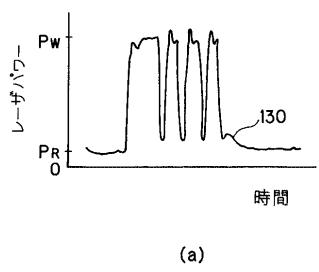
【図4】



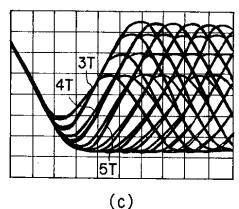
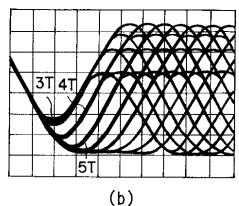
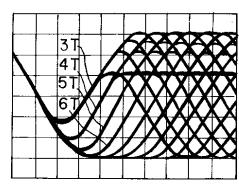
【図5】



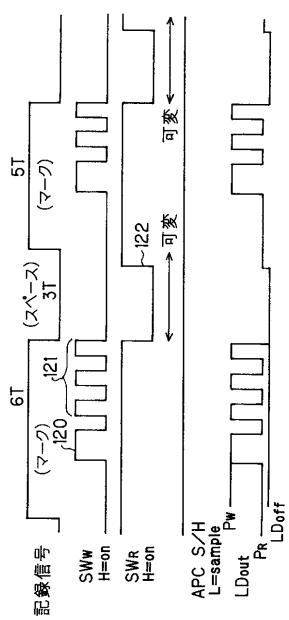
【図6】



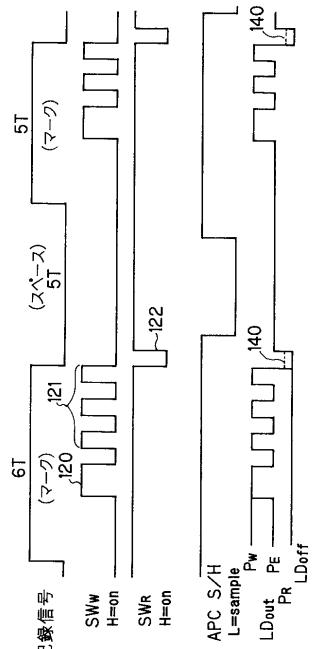
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 久生

埼玉県所沢市花園4丁目2610番地 パイオニア株式会社 所沢工場内

(72)発明者 内野 裕行

埼玉県所沢市花園4丁目2610番地 パイオニア株式会社 所沢工場内

審査官 井上 信一

(56)参考文献 国際公開第98/028735 (WO, A1)

国際公開第97/014143 (WO, A1)

特開平09-044848 (JP, A)

特開平06-295440 (JP, A)

特開平06-150319 (JP, A)

特開2000-298832 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B 7/0045

G11B 7/125