

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4422780号
(P4422780)

(45) 発行日 平成22年2月24日 (2010. 2. 24)

(24) 登録日 平成21年12月11日 (2009. 12. 11)

(51) Int. Cl.

F I

G 1 1 B 7/125 (2006. 01)

G 1 1 B 7/125 C

G 1 1 B 7/005 (2006. 01)

G 1 1 B 7/005 A

請求項の数 1 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2008-556592 (P2008-556592)	(73) 特許権者	000005821
(86) (22) 出願日	平成19年5月31日 (2007. 5. 31)		パナソニック株式会社
(65) 公表番号	特表2009-540478 (P2009-540478A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公表日	平成21年11月19日 (2009. 11. 19)	(74) 代理人	100101454
(86) 国際出願番号	PCT/JP2007/061505		弁理士 山田 卓二
(87) 国際公開番号	W02007/145124	(74) 代理人	100081422
(87) 国際公開日	平成19年12月21日 (2007. 12. 21)		弁理士 田中 光雄
審査請求日	平成21年7月10日 (2009. 7. 10)	(74) 代理人	100091524
(31) 優先権主張番号	特願2006-162295 (P2006-162295)		弁理士 和田 充夫
(32) 優先日	平成18年6月12日 (2006. 6. 12)	(72) 発明者	中村 敦史
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
早期審査対象出願		(72) 発明者	宮川 直康
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学的情報記録媒体の再生装置および再生方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

再生するための線速度が複数可能な記録媒体に対し、駆動電流に高周波電流を変調して半導体レーザを駆動し、出射したレーザ光を記録媒体に照射して再生する、記録媒体の再生方法であって、

複数の線速度の内、一つの線速度を選択するステップ、および

レーザ光の光強度の最大瞬時光強度 (P_p) と平均リードパワー (P_r) の比を光変調率 (P_p / P_r) としたときに、選択した線速度に応じて光変調率を変えるステップ、を有し、

第1の線速度 (L_v1) で再生するときの、レーザ光の平均リードパワーを第1の平均リードパワー (P_r1)、前記光変調率を第1の光変調率 (M_{od1}) とし、前記第1の線速度より大きい第2の線速度 (L_v2) で再生するときの、レーザ光の平均リードパワーを第2の平均リードパワー (P_r2)、前記光変調率を第2の光変調率 (M_{od2}) としたときに、

前記第2の平均リードパワー (P_r2) が前記第1の平均リードパワー (P_r1) より大きく、前記第2の光変調率 (M_{od2}) が前記第1の光変調率 (M_{od1}) 以下であることを特徴とする記録媒体の再生方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

本発明は、デジタルビデオ情報などの情報が高密度に記録された光学的情報記録媒体から、情報を再生する再生装置および再生方法に関する。

【背景技術】

【0002】

高密度・大容量の記録媒体として、ブルーレイ・ディスク(BD)、デジタル・バーサタイト・ディスク(DVD)、ビデオディスク、および文書ファイルディスク等が実用化されている。これらの光学的情報記録媒体(一般に、「光ディスク」とも呼ばれる)は、ピット状パターンを有し、光メモリ技術を用いる。光メモリ技術は、はデータファイルにおいても実用化されている。

【0003】

近年、光ディスクの記録密度を一層高くすることが検討されている。具体的には、記録および/または再生に用いる対物レンズの開口数(NA)を拡大することが検討されている。対物レンズは、光ディスク上に光ビームを収束させ、回折限界の微小スポットを形成する。一般に、光ディスクのビームスポット径が小さくなると、集光される光のエネルギー密度が向上する。但し、追記型光ディスク、および書き換え可能な光ディスクに記録した情報は、ディスクに書き込まれているマークあるいはピットを消去しないパワーを有するレーザ光を照射して、再生される。そのため、これらの媒体を再生するときの照射レーザパワーは、制限される。

【0004】

一方、記録または再生時のデータ転送レートを向上させるためには、光ディスクの回転速度を上げ、チャンネルビットレートを向上させることが行われている。一般的に、DVDおよびBD規格等に従って提供される書換型の光ディスクは、結晶-アモルファス間の相変化を利用した記録膜を備えている。これらの媒体への記録は、対物レンズにより絞り込んだ強いレーザ光を光ディスクの記録膜に照射して、記録膜の温度を融点以上に上昇させた後、溶融部分を急速に冷却して非晶質(アモルファス)状態の記録マークを形成することにより行う。また、記録膜の温度を、融点近傍まで上昇させる程度のレーザ光を集束して光ディスクに照射すると、照射部の記録膜は結晶化温度以上に昇温し、徐冷されて結晶状態になる。このような記録膜の性質を利用して、2値化された記録信号(NRZI)に応じて、レーザ光の強度を変調することにより、情報(記録マーク)を記録/消去することができ、書き換えが実現される。

【0005】

また、光ディスクから情報を再生するとき時には、記録膜の反射率等の光学的特性が、非晶質状態と結晶状態とでは異なることを利用する。具体的には、弱いレーザ光(レーザ光の平均リードパワー P_{ave})を集束して光ディスクに照射し、その反射光量の変化を検出して、記録データの再生信号を得る。さらに、PRML等のデジタル信号処理回路によって、アナログ信号を2値化し、エラー訂正回路によってエラー訂正および復調処理を施して、所望の情報を得る。

【0006】

また、ライトワンスと呼ばれる追記型の光ディスクは、記録膜を、例えば、Te-O-M(但し、Mは金属元素、半金属元素及び半導体元素から選ばれる少なくとも一つの元素である。)を含有する材料で形成することにより得られる。そのような追記型の光ディスクは、特許文献1に開示されている。記録材料として用いられるTe-O-Mは、Te、O及びMを含有する材料であり、成膜直後でTeO₂のマトリクス中に、Te、Te-M及びMの微粒子が、一様にランダムに分散された複合材料である。この記録材料で形成された膜にレーザ光を照射すると、膜の溶融が起こり、粒径の大きいTeまたはTe-Mの結晶が析出する。このディスクにおいても、記録膜のレーザ光が照射された部分と、照射されていない部分の光学状態の違いを信号として検出することができ、この特性を利用して、1回のみ書き込み可能な、いわゆる追記型の記録が可能となる。

【0007】

これらの書換型および追記型の光ディスクを再生する場合には、高周波変調回路によっ

10

20

30

40

50

て半導体レーザの駆動電流に数百MHzの高周波を変調する。これは、光ディスクで反射した戻り光によってレーザ光のノイズが増加して、再生信号のS/N（信号対雑音比）が低下することを防ぐためである。高周波変調を用いてレーザ光の戻り光に起因するノイズの増加を抑えることにより、再生信号のS/N低下を防ぐ方法は、例えば以下の文献に開示されている。

【0008】

特許文献第2には、光ディスクの種別に応じて、再生時のレーザ光に変調する高周波信号の振幅を切り替える方法が示されている。特許文献2に示される光ディスク装置では、判別した光学的情報記録媒体の種類に応じて、半導体レーザを駆動するための駆動信号に変調する高周波信号の振幅が切り替えられる。また、特許文献3には、光ディスク装置の記録あるいは再生の各動作モードに応じて、半導体レーザの出力パワーの変調周波数および振幅を切り替える方法が開示されている。

10

【0009】

高密度の光ディスクに対応した微小な集束スポットサイズのレーザ光を低密度の光ディスクの記録再生に使用すると、記録マークの大きさやガイド溝ピッチに比べて集束スポットのサイズが小さいために、サーボ信号が歪むという欠点が生ずる。これを解決するため、特許文献第4には、記録密度の異なる少なくとも2種類の光ディスクを記録または再生する場合に、記録密度の低い光ディスクを記録または再生するときには、記録密度の高い光ディスクを記録または再生するときよりも、高周波変調電流による変調度を大きくする方法が開示されている。

20

【0010】

また、特許文献5には、半導体レーザを駆動する電流量から前記半導体レーザの駆動微分効率を算出し、算出された前記駆動微分効率に対して前記高周波電流の振幅を決定する方法が開示されている。特許文献5の方法によると、半導体レーザの微分効率にばらつきがある場合や、経時変化により半導体レーザの微分効率に変化が生じた場合に、常に最適かつ必要最小限の高周波電流を変調でき、消費電力および不要輻射を低減できる。また、同文献には、算出された前記駆動微分効率に対して、予め設定された複数の高周波電流の振幅から選択して前記高周波電流の振幅を決定し、前記決定した振幅を有する高周波電流が変調するように前記高周波変調手段を制御する方法が開示されている。

30

【0011】

【特許文献1】特開2004-362748号公報

【特許文献2】特開2004-355723号公報

【特許文献3】特開2000-1490302号公報

【特許文献4】特開平10-228645号公報

【特許文献5】特開2003-308624号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

光ディスクの転送レートを向上させるために、光ディスクの回転線速度を上げた場合、再生信号の信号帯域が広がるために、信号のS/N（信号対雑音比）比が低下する。回路から発せられる周波数の高いノイズが支配的な場合、再生時のレーザ照射パワーを線速度に応じて高くすることによって、信号帯域が広がったことによるS/N比の低下を補償することができる。しかしながら、再生時のレーザ照射パワーを高くすると、追記型光ディスクおよび書き換え可能な光ディスクでは、記録しているマークまたはピットを消去してしまうおそれがあり、記録しているデータの信頼性を維持することができないという課題があった。

40

【0013】

本発明は、上述の課題を解決するために、光ディスクに代表される光学的情報記録媒体から情報を再生するときに、線速度を大きくしても、レーザ光により記録マークが消去されることなく、再生信号のS/N比を低くして、情報を再生することが可能な方法を提供

50

することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明は、再生するための線速度が複数可能な記録媒体に対し、駆動電流に高周波電流を変調して半導体レーザを駆動し、出射したレーザ光を記録媒体に照射して再生する、記録媒体の再生方法であって、複数の線速度の内、一つの線速度を選択するステップ、およびレーザ光の光強度の最大瞬時光強度（ P_p ）と平均リードパワー（ P_{ave} ）の比を光変調率（ P_p / P_{ave} ）としたときに、選択した線速度に応じて光変調率を変えるステップ、を含む、記録媒体の再生方法である。

好ましくは、前記選択するステップは、線速度が、第1の線速度（ L_{v1} ）、および該第1の線速度の2倍以上である第2の線速度（ L_{v2} ）から選択され、該第1の線速度（ L_{v1} ）で再生するときの、前記光変調率を第1の光変調率（ $Mod1$ ）とし、該第2の線速度（ L_{v2} ）で再生するときの、前記光変調率を第2の光変調率（ $Mod2$ ）としたとき、第2の光変調率が第1の光変調率に比べ小さい（ $Mod2 < Mod1$ ）ことを特徴とする。

【0015】

好ましくは、前記第1の線速度（ L_{v1} ）、前記第2の線速度（ L_{v2} ）、前記第1の光変調率（ $Mod1$ ）および前記第2の光変調率（ $Mod2$ ）が、下記の式（1）

【数1】

$$\sqrt{L_{v2}/L_{v1}} \geq (Mod1/Mod2) \geq 1 \quad (1)$$

を満たすことを特徴とする。

【0016】

好ましくは、前記第1の線速度（ L_{v1} ）で再生するときの、前記高周波変調されたレーザ光の平均パワーを第1の平均リードパワー（ $Pr1$ ）とし、前記第2の線速度（ L_{v2} ）で再生するときの、レーザ光の平均リードパワー（ $Pr2$ ）としたときに、前記第1の線速度（ L_{v1} ）、前記第2の線速度（ L_{v2} ）、前記第1の光変調率（ $Mod1$ ）、前記第2の光変調率（ $Mod2$ ）、当該第1の平均リードパワー（ $Pr1$ ）および当該第2の平均リードパワー（ $Pr2$ ）が、下記の式（2）

【数2】

$$\sqrt{L_{v2}/L_{v1}} \geq (Pr2 \times Mod2)/(Pr1 \times Mod1) \geq 1 \quad (2)$$

を満たすことを特徴とする。

【0017】

好ましくは、前記記録媒体が、少なくとも前記第1の線速度（ L_{v1} ）と、前記第2の線速度（ L_{v2} ）のいずれでも情報を再生することが可能であり、且つ前記記録媒体に前記第1の平均リードパワー（ $Pr1$ ）および前記第2の平均リードパワー（ $Pr2$ ）が予め記録されており、当該記録媒体から、これらの平均リードパワーを読み出すステップを含むことを特徴とする。

好ましくは、前記記録媒体が、少なくとも前記第1の線速度（ L_{v1} ）と、前記第2の線速度（ L_{v2} ）のいずれでも情報を再生することが可能であり、且つ前記記録媒体に前記第1の光変調率（ $Mod1$ ）および前記第2の光変調率（ $Mod2$ ）とが予め記録されており、当該記録媒体から、これらの光変調率を読み出すステップを含むことを特徴とする。

【0018】

好ましくは、前記第1の線速度（ L_{v1} ）で記録するときのスペース区間の消去パワーを第1の消去パワー（ $Pe1$ ）とし、前記第2の線速度（ L_{v2} ）で記録するときのスペース区間の消去パワーを第2の消去パワー（ $Pe2$ ）としたとき、前記第1の光変調率（ $Mod1$ ）、前記第2の光変調率（ $Mod2$ ）、および当該第1の消去パワー（ $Pe1$ ）および当該第2の消去パワー（ $Pe2$ ）が、下記の式（3）

$(P_{e2} / P_{e1}) (Mod1 / Mod2) = 1$ (3)
を満たすことを特徴とする。

【0019】

好ましくは、前記第1の線速度 (L_{v1}) で再生するときのレーザ光の平均リードパワーを第1の平均リードパワー (P_{r1}) とし、前記第2の線速度 (L_{v2}) で再生するときのレーザ光の平均リードパワー (P_{r2}) とし、かつ前記第1の線速度 (L_{v1}) で記録するときのスペース区間の消去パワーを第1の消去パワー (P_{e1}) とし、前記第2の線速度 (L_{v2}) で記録するときのスペース区間の消去パワーを第2の消去パワー (P_{e2}) としたとき、前記第1の光変調率 ($Mod1$)、前記第2の光変調率 ($Mod2$)、当該第1の平均リードパワー (P_{r1})、当該第2の平均リードパワー (P_{r2})、当該第1の消去パワー (P_{e1}) および当該第2の消去パワー (P_{e2}) が、下記の式 (4)

$(P_{e2} / P_{e1}) (P_{r2} \times Mod2) / (P_{r1} \times Mod1) = 1$ (4)
を満たすことを特徴とする。

【0020】

好ましくは、前記記録媒体が、少なくとも前記第1の線速度 (L_{v1}) と、前記第2の線速度 (L_{v2}) のいずれでも情報を再生することが可能であり、且つ前記第1の消去パワー (P_{e1}) および前記第2の消去パワー (P_{e2}) が予め記録されており、当該記録媒体から、これらの消去パワーを読み出すステップを含むことを特徴とする。

好ましくは、前記第1の線速度 (L_{v1}) と前記第2の線速度 (L_{v2}) の比率 (L_{v2} / L_{v1}) が4以上であり、線速度に応じて光変調率が変わることを特徴とする。

好ましくは、前記記録媒体が、書き換え可能型またはライトワンス型であることを特徴とする。

【0021】

好ましくは、選択した線速度が、記録媒体全域において大略一定である場合、光変調率は、テーブルから読み出して求めるステップを含むことを特徴とする。

好ましくは、選択した線速度が、記録媒体の外周側になるほど早くなる線速度である場合、基準線速度の所定倍数である設定線速度から外れた線速度については、一つの設定線速度に対する光変調率と次の設定線速度に対する光変調率の中間値を計算で求めるステップを含むことを特徴とする。

【0022】

本発明は、再生するための線速度が複数可能な記録媒体に対し、駆動電流に高周波電流を変調して半導体レーザを駆動し、出射したレーザ光を記録媒体に照射して再生する、記録媒体の再生装置であって、複数の線速度の内、一つの線速度を選択する手段、およびレーザ光の光強度の最大瞬時光強度 (P_p) と平均リードパワー (P_{ave}) の比を光変調率 (P_p / P_{ave}) としたときに、選択した線速度に応じて光変調率を変える手段、を含む、記録媒体の再生装置である。

好ましくは、前記光変調率を変える手段は、該半導体レーザの駆動電流に高周波を変調する高周波変調と、該半導体レーザを駆動するレーザ駆動器と、高周波変調されたレーザ光の光強度のうち最大瞬時光強度 (P_p) と平均リードパワー (P_{ave}) の比を光変調率 (P_p / P_{ave}) としたときに、記録媒体を再生するときの線速度に応じて、当該光変調率を変化させる、高周波変調制御器とを備えたことを特徴とする。

【0023】

本発明は、装置で読み取り可能なディスクインフォーメーションを含み、再生するための線速度が複数可能な記録媒体であって、該ディスクインフォーメーションに、複数の線速度に関する情報と、それぞれの線速度に対応する、再生するときのレーザ光の平均リードパワーと、それぞれの線速度に対応する、再生するときの変調電流の振幅とを記録した、記録媒体である。

【発明の効果】

【0024】

以上説明したように、本発明によれば、光学的情報記録媒体を再生する際、再生時の線

10

20

30

40

50

速度に応じて、高周波変調電流による変調度を変えることを特徴とし、再生時のレーザ平均パワーをより適切に高くすることが可能となる。したがって、本発明の方法および装置によれば、記録されたマークが、レーザ平均パワーを有する再生レーザにより不必要に消されことなく、高線速再生時に問題となる、再生信号帯域が広がることによるS/N比の低下を防ぐこと、および再生信号の信号品質を向上させ良好な読み取りエラー率を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

(実施の形態1)

以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態を説明する。光学的情報記録媒体は一般にディスク形状の媒体(以下、これを「光ディスク」と呼ぶことがある)として提供される。光ディスクの種類は、再生専用の光ディスク、1回だけ書き込めるライトワンス型光ディスク、複数回書き換えができるリライタブル型光ディスクに大別される。本実施の形態は上記光ディスクのうち、1回のみ書き込み可能なライトワンス型光ディスク、複数回書き換え可能なリライタブル型光ディスク、またはリードオンリ型ディスクに主に適用される。

【0026】

まず、複数回書き換え可能なリライタブル型光ディスクの一例として、BD-RE(Blu-ray Disc Rewritable)を説明する。ここで説明する好ましい実施の形態においては、以下のパラメータや設定値が用いられる。レーザの波長、405ナノメートル;対物レンズの開口数、 $NA = 0.85$;光ディスクのトラックピッチ、0.32ミクロン;単一又は2層記録面を有する相変化型光ディスクへのレーザの入射方向は一方向で、記録層の深さは75~100ミクロン;変調は、17PP(Party Preserve/Prohibit RMT (Repeated Minimum Transition Runlength))変調;記録マークの最短マーク長(2T)、0.149ミクロン;1層当たりの記録容量、25GB;2層式ディスクの記録容量、50GB;チャンネルクロック周波数(BD標準速度1X)、66MHz(BD4Xで264MHz、BD8Xで528MHz);標準線速度、4.917m/s。

【0027】

BD-REは、レーザ光照射により相変化記録層が相変化を起こすことを利用して、情報を記録する媒体である。記録および再生は、波長405nm程度の青紫色領域のレーザ光を照射して行う。情報は、レーザ光照射により形成された記録マークの有無による反射率の変化を、デジタル信号として読み取って再生する。より具体的には、対物レンズにより絞り込んだ強い記録用のレーザ光(レーザ光の強度 P_w)を光ディスクの記録膜に照射して、記録膜の温度を融点以上に上昇させると、溶融部分は急速に冷却されて非晶質(アモルファス)状態の記録マークになる。また、記録膜の温度を融点近傍まで上昇させる程度の消去用のレーザ光(レーザ光の強度 P_e)を集束して照射すると、前に記録されていた記録マークは消去され、結果としてスペースが形成される。消去の場合は、非晶質状態にあった記録膜は、レーザ光 P_e により結晶化温度以上に昇温され、結晶状態になり、消去がなされる。2値化された記録信号に応じて、レーザ光の強度を P_w と P_e の間で変調することにより、情報(記録マーク)をBD-REに記録/消去することができる。

【0028】

次に1回のみ書き込み可能なライトワンス型光ディスクの一例として、BD-R(Blu-ray Disc Recordable)を説明する。BD-Rの記録層を構成する材料として、様々なものがある。ここでは、Te-O-Mを含有する無機材料を用いた追記型光ディスクを例に説明する。ここで、Mは金属元素、半金属(誘電体)元素及び半導体元素から選ばれる少なくとも一つの元素であり、好ましくはPdである。記録層を構成するTe-O-Mは、Te、O及びMを含有する材料であり、成膜直後において、 TeO_2 のマトリクス中にTe、Te-M及びMの微粒子が、一様にランダムに分散された複合材料である。この記録材料で形成された膜に、レーザ光を照射すると、膜の溶融が起こり、粒径の大きいTeまたはTe-Mの結晶が析出する。レーザ光が照射された部分と照射されていない部分は、

10

20

30

40

50

光学状態が異なるものとなる。この光学状態の違いは、信号として検出することができる。T e - O - Mのこの特性を利用して、1回のみ書き込み可能な、いわゆる追記型の記録が可能となる。情報は、レーザ光を照射して、記録マークの有無による反射率の変化をデジタル信号として読み取って再生する。

【 0 0 2 9 】

図 6 は、光ディスクの領域構成図の概略を示す平面図である。光ディスクの情報面内の領域としては、内周側から 6 0 2 の B C A (Burst Cutting Area)、6 0 3 のディスクインフォメーション領域、6 0 4 の O P C (Optimum Power Control) 領域および D M A (Defect Management Area) がある。6 0 2、6 0 3 および 6 0 4 を含むリードイン領域と言う。更に、6 0 1 のデータ領域および 6 0 5 のリードアウト領域が配置されている。基本的には、光ディスクは、公称の線速度 (4 . 9 1 7 m / s) で記録 / 再生される。かかる公称の線速度を 1 倍の線速度 (1 X) であらわす。光ディスクの記録層の構成材料をより反応速度 (結晶化速度) が速いものを用いれば、2 倍の線速度 (2 X) で記録 / 再生が可能な光ディスクもある。この場合は、記録膜材料や積層材料の構成を最適化することにより、線速度が 1 倍 (1 X)、2 倍 (2 X) のいずれでも記録 / 再生が可能である。このように、記録層の構成材料を選ぶことにより、記録 / 再生ができる最高線速度が 1 倍 (1 X)、2 倍 (2 X)、4 倍 (4 X)、8 倍 (8 X)、又は 1 2 倍 (1 2 X) のいずれかである光ディスクを構成することができる。

【 0 0 3 0 】

例えば、最高線速度が 4 倍 (4 X) の光ディスクにあつては、それよりも遅い線速度 1 倍 (1 X)、または 2 倍 (2 X) での記録 / 再生も可能である。各光ディスクのリードイン領域には、記録 / 再生が可能な線速度の情報と、各線速度についてのレーザ光の記録パワー (P w)、消去パワー (P e)、再生パワー (リードパワー) (P r)、が記録されている。なお、再生に用いられる再生パワー P r (リードパワー) は、再生パワー P r を所定の単位期間で積分し、平均した平均リードパワーに等しいので、平均リードパワー P a v e と表すこともできる。

【 0 0 3 1 】

最高線速度が 1 倍の光ディスクには次の情報がリードイン領域に記録されている。

1 X、P 1 w、P 1 e、P 1 a v e

最高線速度が 2 倍の光ディスクには次の情報がリードイン領域に予め記録されている。

1 X、P 1 w、P 1 e、P 1 a v e

2 X、P 2 w、P 2 e、P 2 a v e

最高線速度が 4 倍の光ディスクには次の情報がリードイン領域に記録されている。

1 X、P 1 w、P 1 e、P 1 a v e

2 X、P 2 w、P 2 e、P 2 a v e

4 X、P 4 w、P 4 e、P 4 a v e

最高線速度が 8 倍の光ディスクには次の情報がリードイン領域に記録されている。

1 X、P 1 w、P 1 e、P 1 a v e

2 X、P 2 w、P 2 e、P 2 a v e

4 X、P 4 w、P 4 e、P 4 a v e

8 X、P 8 w、P 8 e、P 8 a v e

最高線速度が 1 2 倍の光ディスクには次の情報がリードイン領域に記録されている。

1 X、P 1 w、P 1 e、P 1 a v e

2 X、P 2 w、P 2 e、P 2 a v e

4 X、P 4 w、P 4 e、P 4 a v e

8 X、P 8 w、P 8 e、P 8 a v e

1 2 X、P 1 2 w、P 1 2 e、P 1 2 a v e

【 0 0 3 2 】

媒体毎に上記の値の最適値を予め記録しておき、各媒体から情報を読み取ることにより再生装置に、例えば後で説明するメモリ 1 1 6 に記録しておいても良い。別の方法として

、上記の最適値は、ディスクのリードイン領域の書き換えが可能な領域でのテスト書込や学習処理を、記録装置により行うことにより得ることもできる。

【0033】

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る光学的情報記録媒体の再生装置の構成を示す。図1において、101は光ディスク、102はシステム制御器、103は記録信号処理器、104はレーザ制御器、105はサーボ制御器、106は高周波変調制御器、116はメモリ、107は高周波変調、108は再生信号処理器である。また、破線120で囲まれた光ピックアップ内の光学のモジュールは、図中110で示される半導体レーザ、111で示される前光検出器、112で示される光検出器、113で示される偏光ビームスプリッタ、114で示される対物レンズアクチュエータ、115で示される対物レンズを含む。また、破線121で囲まれた部分102、103、104、105、106、107、108、116は、ICチップで構成されても良い。

10

【0034】

以上のように構成された光学的情報記録媒体の記録再生装置について、詳しく説明する。

再生信号処理器108は、光ディスクからの再生信号を読み取るが、本発明においては、特にリードイン領域から最高線速度に関する情報を読む。

サーボ制御器105は、リードイン領域から読まれた最高線速度の情報を取り込み、最高線速度の情報に基づいて、スピンドルモータ109の回転速度を制御する。CLV (Constant Linear Velocity)の光ディスクにあっては、レーザ光が当たっている位置が内周部から外周部に变化するに従い、半径位置に応じて回転速度が低くなるよう、サーボ制御器105により制御されて、スピンドルモータ109が回転する。サーボ制御器105は、リードイン領域から読まれた最高線速度の情報を優先的に選択するが、操作部(図示せず)からのユーザ入力に基づき、最高線速度よりも低い線速度を選択することもできる。サーボ制御器105は、選択された線速度でスピンドルモータ109の回転速度(rpm)を制御する。

20

【0035】

システム制御器102は、選択された線速度のデータを再生信号処理器108から受けると共に、選択された線速度に対応する種々のパワー、たとえば記録パワー(Pw)、消去パワー(Pe)、平均リードパワー(Pave)、のデータも再生信号処理機108から受ける。選択された線速度とは、優先的に選択される最高線速度、又はユーザによって選択される線速度を言う。システム制御器102は、フォーカスおよびトラッキング制御を行うサーボ制御器105を制御して、光スポットを光ディスク101上に予めプリグリップとして形成されている案内溝に沿って光ビームがトレースされるようにする。また、サーボ制御器105は、スピンドルモータ109を制御して光ディスクの回転数制御を行う。

30

【0036】

記録モードの場合は、システム制御器102からの信号に基づき、記録信号処理器103、メモリ116、レーザ制御器104が動作して、レーザを照射し、光ディスクにデータを書き込む。

40

再生モードの場合は、システム制御器102からの信号に基づき、高周波変調制御器106、メモリ116、レーザ制御器104、高周波変調器107が動作して、レーザを照射し、光ディスクに書かれているデータを読み出す。

【0037】

半導体レーザ110から出射されたレーザ光は、コリメータレンズ、および偏光ビームスプリッタ113等の各種光学部品を通過して、対物レンズ115により光ディスク101の記録膜面上に集光照射される。

半導体レーザ110から出射されたレーザ光の一部は、偏光ビームスプリッタ113で反射して前光検出器111へ入射する。前光検出器111は、レーザ光の強度を検出するためのものであり、入射した光の強度を電気信号に変換してこれをレーザ制御器104に

50

出力する。レーザ制御器 104 は、前光検出器 111 からの電気信号を所定の値と比較し、その偏差がなくなるように半導体レーザ 110 に与える駆動電流を制御する。即ち、半導体レーザ 110 のレーザパワーが常に一定値になるようにフィードバック制御する。

【0038】

光ディスク 101 で反射されたレーザ光は、対物レンズ 115 に戻り、偏光ビームスプリッタ 113 に入射する。レーザ光の偏光方向により、偏光ビームスプリッタ 113 で反射されて光路分離が行われ、光検出器 112 に入射する。光検出器 112 に入射したレーザ光は光电変換されて、光検出器 112 内の各受光領域に入射した光量に比例した電気信号を出力する。この電気信号に対して再生信号処理器 108 で所定の演算が行われ、フォーカス誤差信号 (F E)、トラッキング誤差信号 (F E)、及び再生信号である R F 信号が生成される。サーボ制御器 105 はフォーカス誤差信号、トラッキング誤差信号を用いて、それぞれ光ディスク 101 の面振れ、偏心に追従するよう、対物レンズアクチュエータ 114 を駆動する。

10

【0039】

ここでディスクインフォメーションの読み出しについて説明する。

ディスクインフォメーションを読み出すために、光ピックアップは、前記光ディスクの内周部の B C A 領域 602 およびディスクインフォメーション領域 603 を再生する。受光された光は、光検出器 112 で電気信号に変換され、再生信号処理器 108 により、再生信号 (R F 信号) が P R M L (Partial Response Maximum-Likelihood) 回路を含む信号処理回路によって 2 値化され、システム制御器 102 に送信される。システム制御器 102 は、エラー訂正処理や復調処理を行い、ディスクの種別 (B D - R あるいは B D - R E)、最大線速度 (1 X、2 X あるいは 4 X 等)、記録パルス条件およびレーザパワー条件等のディスクに予め記録されているディスクインフォメーションをシステム制御器内のメモリに格納する。ここでは、ディスクインフォメーションの読み出し (判別) は、光検出器 112、再生信号処理器 108、およびシステム制御器 102 によって行われ、これらの要素が全体として判別部として機能している。

20

【0040】

まず、記録モードの場合について説明する。

記録モードの場合、システム制御器 102 は、選ばれた線速度を表す信号、選ばれた線速度に対応する消去パワーを表す信号、および記録パワーを表す信号を光ディスクから受け、それを記録信号処理器 103 に送る。

30

更に、記録信号処理器 103 は、図示しない記録データ生成部から「0」、「1」で表される 2 値の記録データ (N R Z I 信号) を受ける。この記録データに基づき記録パルス信号が生成され、レーザ制御器 104 に送られる。例えば、選ばれた線速度が 4 X であった場合、図 2 において点線で示される消去パワー 4、ライトパルス 4 で示すような記録パルス信号が生成され、レーザ制御器 104 に送られる。なお、消去パワー 4 は「0」に対応する部分での信号であり、ライトパルス 4 は「1」に対応する部分での信号である。

【0041】

図 2 において、実線で示す消去パワー 1 は、線速度 1 X の場合に対応し、P 1 e の光強度を有する一方、点線で示す消去パワー 4 は、線速度 4 X の場合に対応し、P 4 e の光強度を有する。これらの光強度を表すデータは、光ディスクから読み出されたものが用いられる。または、メモリ 116 に予め書かれた最適値を用いても良い。更には、ディスクのリードイン領域の書き換えが可能な領域でのテスト書込により得られたものを初期値として用いても良い。また、実線で示すライトパルス 1 は、線速度 1 X の場合に対応し、P 1 w の光強度を有する場合に用いられる、マルチパルス型の記録パルス信号である一方、点線で示すライトパルス 4 は、線速度 4 X の場合に対応し、P 4 w の光強度を有する場合に用いられる、キャスル型の記録信号である。なお、これらの消去パワー、ライトパルスは、次に説明する再生の場合と異なり、高周波信号との変調は行わない。

40

【0042】

レーザ制御器 104 は、消去パワー 4、ライトパルス 4 が交互に現れる記録信号に基づ

50

き、レーザ駆動信号を出力し、半導体レーザ 110 を駆動する。これによりレーザ照射が行われる。消去パワーが出力されている場合は、ディスクに以前書かれたマーク（もし、あるとした場合であるが）が消され、「0」を記録する一方、ライトパルスが出力されている場合は、ディスクにマークを書込み、「1」を記録する。消去パワーとライトパルスが繰り返されることにより、「0」と「1」が交互に記録される。

【0043】

次に再生モードの場合について説明する。

再生モードの場合、システム制御器 102 は、選ばれた線速度を表す信号をメモリ 116 に送る。メモリ 116 には、次のテーブル 1 が予め書かれている。

10

テーブル 1

	P a v e (mW)	変調電流の振幅 (mA)
X 1	P 1 a v e = 0.30	A 1
X 2	P 2 a v e = 0.35	A 2 = A 1
X 4	P 4 a v e = 0.60	A 4 = A 1
X 8	P 8 a v e = 0.80	A 8 < A 1
X 1 2	P 1 2 a v e = 1.00	A 1 2 = A 8

【0044】

20

すなわち、テーブル 1 には、各線速度に対する平均リードパワー（再生パワー）の目標値、および変調電流の振幅が書かれている。平均リードパワーの代わりに、対応するレーザドライブ電流 I_{op} を書いても良い。テーブル 1 には、更に各線速度に対する最大瞬時光強度（ P_p ）を書いても良い。この場合、変調電流の振幅の代わりに、最大瞬時光強度（ P_p ）を書いても良い。テーブル 1 から明らかなように、変調電流の振幅は、平均リードパワー（ $P a v e$ ）が大きくなると、小さくなるような値、または大きくなっても同じ値を取るように選ばれている。

【0045】

このテーブル 1 に基づき、メモリ 116 は、選ばれた線速度に基づき、それに対応する平均リードパワー $P a v e$ と変調電流の振幅を読み出す。例えば、選ばれた線速度が 4 倍（4X）であった場合、平均リードパワー（ $P a v e$ ）として 0.60（mW）が読み出され、変調電流の振幅として A 4（mA）が読み出される。なお、平均リードパワー（ $P a v e$ ）は、テーブルから読み出された値を用いても良いし、ディスクから読み出された値を用いても良いし、記録装置により行われたテストおよび学習により求められた値を用いても良い。ここではテーブルから読み出された値（ $P a v e$ ）を用いるものとする。

30

【0046】

読み出された平均リードパワー 0.60（mW）は、レーザ制御器 104 に送られ、変調電流の振幅 A 4 は、高周波変調制御器 106 に送られる。高周波変調制御器 106 は、高周波信号を生成する。高周波信号は、周波数と電流振幅で特定される。この実施の形態においては、変調されるべき高周波信号の周波数は、予め決められた値、例えば 400 MHz とする。そして、電流振幅は、読み出された変調電流の振幅 A 4 が用いられる。高周波変調制御器 106 で生成された高周波信号は高周波変調器 107 に送られる。また、レーザ制御部 104 からは、平均リードパワー $P a v e$ に対応する駆動 DC 電流が生成され、高周波変調器 107 に送られる。

40

高周波変調器 107 は、駆動 DC 電流を高周波信号に変調し、DC シフトされた高周波信号を出力し、半導体レーザ 110 を駆動する。

【0047】

図 3 A は、半導体レーザ 110 の動作特性を示し、曲線 H は、半導体レーザの特性曲線である。駆動電流が閾値（ I_{th} ）未満であれば、半導体レーザからはほとんどレーザが出力されないが、駆動電流が閾値（ I_{th} ）を超えると、ほぼ電流に比例した光強度で波

50

長 405 nm のレーザが出力される。

図 3 A に示すレーザ駆動電流 I と光出力強度 P の関係において、例えば再生時の平均リードパワー (P_{ave}) を得るための駆動電流の DC レベルを I_{op} とすると、駆動電流の DC レベル (I_{op}) は平均リードパワー (P_{ave}) が決まれば一義的に決まる。従って、レーザ光の一部 (レーザ光出力に対して常に一定の割合となる) を検出する前光検出器 111 の出力が所定値となった時に (または所定の値となるように)、再生パワー出力時の駆動電流値 (I_{op}) は、容易に得ることができる (または容易に設定することができる)。また、閾値 (I_{th}) は前光検出器 111 の出力が急激に増加する点であり、同様に容易に得ることができる (または容易に設定することができる)。

【0048】

10

このようにして得られた再生パワー出力時の駆動電流の DC レベル (I_{op})、閾値 (I_{th}) により、変調すべき高周波電流の振幅 A を得ることができる。レーザ光の高周波変調において、良好なノイズ特性を得るためには、所定値以上の高周波電流振幅が必要であることは知られている。そこで一般的には、半導体レーザの特性のばらつき及び経時変化を考慮し、最悪の場合であっても高周波変調の効果が得られるよう、高周波電流の周波数および振幅などを再生装置の製造時に決定し、メモリ 116 に記録している。

DC シフトされた高周波信号 B1 (実線) の中心レベルの電流が I_{op1} であるように設定されている。DC シフトされた高周波信号 B1 (実線) を半導体レーザ 110 に加わえると、高周波信号 B1 の電流値が閾値 (I_{th}) よりも大きくなる区分においてレーザが出力される。その時の出力レーザを C1 (実線) で示す。この時、出力レーザ C1 を所定の単位期間で平均した平均リードパワーは、 P_{1ave} である。この平均リードパワー (P_{1ave}) は、図 2 で示した平均リードパワー (P_{lave}) と同じものである。すなわち、平均リードパワーが P_{1ave} である出力レーザ C1 を得るためには、高周波信号の DC レベルをおよそ I_{op1} に設定すればよい。レーザ制御器 104 では、例えば平均リードパワー (P_{1ave}) をメモリ 116 から受けると、所定の式またはテーブルを用いてそれに対応する DC レベル (I_{op1}) を生成する。

20

【0049】

なお、実際の平均リードパワーが、目標平均リードパワーになるようにするには、前光検出器 111 で実際のパワーをモニタし、レーザ制御器 104 で、自動パワー制御 APC を行えばよい。ここで示した出力レーザ C1 は、線速度が 1 倍 ($X1$) である時の最適な出力レーザである。

30

【0050】

本発明においては、この最適な出力レーザ C1 を評価するパラメータとして光変調率 (Mod) を用いる。光変調率は次のように定義される。

図 4 において、401 は高周波信号で出力されたレーザ光の最大瞬時光強度 (Pp) を表わし、402 はレーザパワーの光強度を単位時間当たりで平均リードした平均リードパワー ($Pave$) を表わし、403 は最大瞬時光強度 (Pp) と平均リードパワー ($Pave$) の比率である光変調率 ($Mod = Pp / Pave$) を表わす。更に、404 は光変調の周期 ($1/f$ 、 f は周波数) を表わし、405 は高周波変調の半値全幅 ($FWHM$) を表わす。例えば半値全幅 405 は 300 ps である。BD の場合、線速度が 1 倍のとき、光変調率が 7 ($MOD1 = 7$) となるように設定されている。この設定は、変調電流の振幅 ($A1$) と中心レベル (I_{op1}) を設定することにより得られる。また、中心レベル (I_{op1}) は、半導体レーザの特性曲線 H を用い、平均リードパワー (P_{1ave}) から求められる。従って、平均リードパワー (P_{1ave}) と変調電流の振幅 $A1$ を所望の値に設定すれば、目標とする光変調率 ($MOD1 = 7$) を得ることができる。ここで $MOD1$ 、 $MOD2$ 、... は、具体的な値に対する変調率を表し、 Mod は、変調率一般を表す。また、後で説明する $Mod1$ 、 $Mod2$ は任意の 2 つの線速度の場合の光変調率を示す。

40

【0051】

本発明では、線速度に応じて光変調率が変化するような設定がなされている。より好ましくは、線速度が早くなると光変調率が小さくなるように、平均リードパワー ($Pave$)

50

と変調電流の振幅が設定される。更により好ましくは、線速度がある一定の線速度以上になると光変調率が小さくなるように、設定される。すなわち、線速度が速くなると、平均リードパワーが大きくなるような値を選ぶと共に、変調電流の振幅を同じ又は小さくするような値を選ぶ。

【 0 0 5 2 】

テーブル 2 は、テーブル 1 と同じ平均リードパワー P_{ave} と変調電流の振幅を示すと共に、更に、光変調率も示している。テーブル 2 において、変調電流の振幅は、省略しても良い。テーブルに示される値は一例に過ぎず、これに限定されるものではない。

テーブル 2

	P_{ave} (mW)	変調電流の振幅 (mA)	光変調率
X 1	$P_{1ave}=0.30$	A_1	$MOD_1=7$
X 2	$P_{2ave}=0.35$	$A_2=A_1$	$MOD_2=7$
X 4	$P_{4ave}=0.60$	$A_4=A_1$	$MOD_4=4.0$
X 8	$P_{8ave}=0.80$	$A_8<A_1$	$MOD_8=3.5$
X 1 2	$P_{12ave}=1.00$	$A_{12}=A_8$	$MOD_{12}=3.0$

【 0 0 5 3 】

テーブル 1 の代わりにテーブル 2 をメモリ 1 1 6 に記録するようにしても良い。また、テーブル 1 又はテーブル 2 の内容は、各記録媒体のディスクインフォメーションに書かれていても良い。この場合は、ディスクインフォメーションから読み出されたテーブル 1 又はテーブル 2 の内容を、メモリ 1 1 6 に書き込むようにすればよい。選択した線速度が、記録媒体全域において大略一定である場合 (CLV)、光変調率は、テーブル 2 から読み出して求めるようにすればよい。テーブル 2 から明らかなように、光変調率は、平均リードパワー (P_{ave}) が大きくなると、小さくなるような値、または大きくなっても同じ値を取るように選ばれている。

【 0 0 5 4 】

図 3 A は、更に、線速度が 4 倍である場合の高周波信号 B 4 と、そのとき得られる出力レーザ C 4 を示す。高周波信号 B 1 の振幅 A_1 と比べ、高周波信号 B 4 の振幅 A_4 は同じであるが、中心レベルが I_{op4} に大きくなっている。これは、平均リードパワーが P_{1ave} から P_{4ave} に大きくなったからである。このように、線速度が 1 倍から 4 倍の 4 倍早くなると、光変調率 (Mod) は、7 から 4 に小さくなっている。

図 3 B は、線速度が 1 倍である場合の高周波信号 B 1 と、そのとき得られる出力レーザ C 1、並びに線速度が 8 倍である場合の高周波信号 B 4 と、そのとき得られる出力レーザ C 8 を示す。高周波信号 B 1 の振幅 A_1 と比べ、高周波信号 B 8 の振幅 A_8 は小さくなっている一方、中心レベルが I_{op8} に大きくなっている。これは、平均リードパワーが P_{1ave} から P_{8ave} に大きくなったからである。このように、線速度が 1 倍から 8 倍の 8 倍早くなると、光変調率 (Mod) は、7 から 3.5 に小さくなっている。

【 0 0 5 5 】

以上より明らかなように、レーザ制御器 1 0 4 は、再生モードの場合は、再生パワーである平均リードパワー (P_{ave}) に相当する一定の DC レベル、例えば I_{op1} , I_{op4} 等、が出力される。この DC レベルも線速度 1 X、2 X、4 X、8 X、又は 1 2 X に応じて、 I_{op1} , I_{op2} , I_{op4} , I_{op8} , I_{op12} と変化し、 $I_{op1}<I_{op2}<I_{op4}<I_{op8}<I_{op12}$ の関係が成り立つ。

また、高周波信号の振幅は、線速度 1 X、2 X、4 X、8 X、又は 1 2 X に応じて A_1 , A_2 , A_4 , A_8 , A_{12} となり、

$$A_1 \quad A_2 \quad A_4 \quad A_8 \quad A_{12}$$

の関係が成り立つ。たとえ線速度が変わったとしても、変調されるべき高周波信号の周波数 f は同じ値、すなわち 4 0 0 M H z、に保持される。ただし、この周波数や振幅の関係は、好ましい実施の形態における場合についてであって、必ずしもこの関係である必要は

10

20

30

40

50

ない。

【 0 0 5 6 】

システム制御器 1 0 2 から送られてくる選ばれた線速度 1 X、2 X、4 X、8 X、又は 1 2 X のそれぞれに基づき、高周波変調制御器 1 0 6 は、高周波信号の振幅を制御する一方、レーザ制御器 1 0 4 は、D C レベルを制御する。

高周波変調器 1 0 7 は、高周波変調制御器 1 0 6 からの高周波信号とレーザ制御器 1 0 4 からの D C レベル信号を変調し、半導体レーザ 1 1 0 を駆動する。

半導体レーザ 1 1 0 は、レーザ制御器 1 0 4 により駆動され、波長 4 0 5 n m のレーザ光を出射する。

【 0 0 5 7 】

10

本発明の光学的情報記録媒体再生装置の動作を、図 5 A、図 5 B、図 5 C に示すフローチャートを用いて説明する。これらの図において、同じ記号で示された中断箇所は互いに接続されているものとする。

ステップ S 1 で、光ディスクが記録再生装置に装填されたのち、基準の線速度 1 X でスピンドルを回転させる。ピックアップから光ディスクに照射されている光スポットのディスク上の半径位置情報と線速度から、スピンドルモータの回転数を決定し、線速度が一定となるようスピンドルモータを回転制御する。

ステップ S 2 で、高周波変調制御器 1 0 6 において、線速度 1 X に対応した変調電流の振幅 A 1 と、所定の周波数 f (4 0 0 M H z) で高周波信号 B 1 を生成する。

【 0 0 5 8 】

20

ステップ S 3 で、レーザ制御器 1 0 4 において、線速度 1 X に対応した P 1 a v e に基づいて D C レベル I o p 1 を設定する。このステップ S 3 により、光変調率を M O D 1 (= 7) に設定の準備がなされる。

ステップ S 4 で、高周波変調器 1 0 7 において、高周波信号 B 1 と D C レベル I o p 1 を変調し、半導体レーザ 1 1 0 を駆動し、レーザ照射を行う。

ステップ S 5 で、フォーカス・トラッキングシークを行う。

ステップ S 6 で、光ディスクに予め記録されたディスクインフォメーションを読み出す。読み出されたディスクインフォメーションは、メモリ 1 1 6 に書き込まれる。

【 0 0 5 9 】

ステップ S 7 で、手動による線速度の選択があったかどうか判断される。Y E S の場合は後で説明する。N O の場合は、ステップ S 1 3 に進む。

30

ステップ S 1 3 で、光ディスクの最高線速度が 1 X であるか否かが判断される。Y E S の場合はステップ S 3 0 に進み、そのままレーザ照射を実行する。N O の場合はステップ S 1 4 に進み、光ディスクの最高線速度が 2 X であるか否かが判断される。Y E S の場合は、ステップ S 1 8 に進み、N O の場合はステップ S 1 5 にすすむ。

ステップ S 1 8 で、線速度 2 X でスピンドルを回転させる。

ステップ S 1 9 で、高周波変調制御器 1 0 6 において、線速度 2 X に対応した振幅 A 2 、周波数 f で高周波信号 B 2 を生成する。

【 0 0 6 0 】

ステップ S 2 0 で、レーザ制御器 1 0 4 において、線速度 2 X に対応した P 2 a v e に基づいて D C レベル I o p 2 を設定する。このステップ S 2 0 により、光変調率を M O D 2 (= 7) に設定の準備がなされる。

40

ステップ S 1 5 , S 2 1 , S 2 2 , S 2 3 は、ステップ S 1 4 , S 1 8 , S 1 9 , S 2 0 と同様な動作を行うが、線速度 4 X に対応した動作になっている。このステップ S 2 3 により、光変調率を M O D 4 (= 4 . 0) に設定の準備がなされる。

ステップ S 1 6 , S 2 4 , S 2 5 , S 2 6 は、ステップ S 1 4 , S 1 8 , S 1 9 , S 2 0 と同様な動作を行うが、線速度 8 X に対応した動作になっている。このステップ S 2 6 により、光変調率を M O D 8 (= 3 . 5) に設定の準備がなされる。

ステップ S 1 7 , S 2 7 , S 2 8 , S 2 9 は、ステップ S 1 4 , S 1 8 , S 1 9 , S 2 0 と同様な動作を行うが、線速度 1 2 X に対応した動作になっている。このステップ S 2

50

9 により、光変調率を $MOD12 (= 3.0)$ に設定の準備がなされる。

【0061】

ステップ S30 で、ステップ S20, S23, S26 または S29 からの条件でレーザを照射する。

ステップ S7 で YES の場合は、ステップ S8, S9, S10, S11, S12 において、手動で設定された線速度が $1X, 2X, 4X, 8X, 12X$ のいずれであるかが判断され、判断結果により、対応する最高線速度の YES 側の動作につながる。例えば、手動で設定された線速度が $4X$ であった場合、ステップ S10 からステップ S21、すなわちステップ S15 の YES 側の動作につながる。

上記の実施の形態においては、線速度が $8X, 12X$ の場合の動作は、CAV (角速度一定) の基で制御が行われていた。この場合、最大線速度は、記録/再生ヘッドが所定の半径位置で得られ所定の線速度に設定 (選定) することができる。

【0062】

例えば上述のように 1 倍 ($1X$) から 4 倍 ($4X$) へ光ディスクの回転線速度を上げる場合、再生パワーを上昇させるとともに、再生時のレーザの最大瞬時強度 (Pp) と平均リードパワー ($Pave$) の光変調率 ($Mod = Pp / Pave$) を低下させる。例えば、1 倍 ($1X$) において、 $P1ave = 0.30mW$ であるときに、光変調率を 7 とし、4 倍 ($4X$) において、 $P4ave = 0.60mW$ であるときに、光変調率を 4 とすれば、最大瞬時強度 (Pp) が、1 倍再生時では $0.30mW \times 7 = 2.1mW$ 、4 倍再生時では $0.60mW \times 4 = 2.4mW$ となり、4 倍での最大瞬時光強度は、光変調率が 7 のままであるときよりも小さい。

【0063】

また、高速回転時 (例えば、4 倍 ($4X$) 回転時) においては、単位時間あたりに単位区間に照射される光エネルギーが $1/2$ 程度になることから、瞬時に最大となる光強度 Pp が上昇しても、それに正比例して記録層の温度が上昇することではなく、記録膜の溶融が起こるような温度に直ちに達するわけではない。実際には、光エネルギーは線速度の変化倍率の $1/2$ 乗 ~ 1 乗に比例する。

【0064】

例えば、第 1 の線速度 ($Lv1$) および第 2 の線速度 ($Lv2$) で光ディスクを再生した場合、下記の式 (1) を満たすことが好ましい。なお、 $Lv1, Lv2$ は任意の線速度であり、 $Lv2 \geq Lv1$ を満たす。

【数 3】

$$\sqrt{Lv2/Lv1} \geq (Mod1/Mod2) \geq 1 \quad (1)$$

ここで、第 1 の光変調率 ($Mod1$) は、第 1 の線速度 ($Lv1$) で再生するときの光変調率を示し、第 2 の光変調率 ($Mod2$) は、第 2 の線速度 ($Lv2$) で再生するときの光変調率を示す。

【0065】

さらに、第 1 の線速度 ($Lv1$) で再生したときの、平均リードパワーを第 1 の平均リードパワー ($Pave1$) とし、第 2 の線速度 ($Lv2$) で再生したときの、平均リードパワーを第 2 の平均リードパワー ($Pave2$) としたときに、 $Lv1, Lv2, Mod1, Mod2, Pave1$ および $Pave2$ は、下記の式 (2) を満たすことが好ましい。

【数 4】

$$\sqrt{Lv2/Lv1} \geq (Pr2 \times Mod2) / (Pr1 \times Mod1) \geq 1 \quad (2)$$

ここで、 $Pave$ と Mod の積は、最大瞬時光強度となり、上記式 (2) は、

【数 5】

$$\sqrt{Lv2/Lv1} \geq Pp2 / Pp1 \geq 1 \quad (2')$$

と書き表すことができる。式 (2') において、 $Pp2$ は、 $Lv2$ で再生するときの最大

10

20

30

40

50

瞬時光強度であり、 P_{p1} は、 L_{v1} で再生するときの最大瞬時光強度である。

【0066】

また、上述のように、ディスクインフォメーションに記載されている各線速の平均リードパワー（再生光強度）に応じて、光変調率を切り替える方法のほかに、記録時のスペース区間への消去パワー（ P_e ）を読み出し、前記スペースパワーレベルの各線速での比率に基づいて、光変調率を切り替える方法がある。例えば、第1の線速度（ L_{v1} ）で記録するときのスペース区間の消去パワー（ P_{e1} ）と、第2の線速度（ L_{v2} ）で記録するときのスペース区間の消去パワー（ P_{e2} ）とが予め記録された光ディスクのディスクインフォメーションエリアから、 P_{e1} および P_{e2} を読み出し、下記の式（4）を満たすように、光変調率と再生時の出射パワーを切り替えることも、有効な手法である。

$$(P_{e2} / P_{e1}) = (P_{ave2} \times Mod2) / (P_{ave1} \times Mod1) \quad (4)$$

【0067】

あるいは、平均リードパワーを変えない場合には光変調率が、下記の式（3）

$$(P_{e2} / P_{e1}) = (Mod1 / Mod2) \quad (3)$$

を満たすように、光変調率を選択することが有効である。

【0068】

光変調率を線速度に応じて設定することは、媒体の最大再生速度を判別してから、例えば上記関係を満たすように、その場で適当な演算処理装置等を用いて決定してよい。あるいは、予め、媒体の種類ごとに、各線速度における光変調率を設定しておき、それを再生装置に保存しておいて、再生する線速度とともに選択してよい。

【0069】

光変調率は、光学的情報記録媒体に予め記録されている情報を再生装置の判別部で読み出し、当該情報に基づいて、線速度に応じて設定してよい。例えば、前述のように、光学的情報記録媒体には、各線速度で記録するときのスペース区間の消去パワーが記録されていてよく、または、各線速度での平均リードパワー（再生パワー）が予め記録されていてよい。あるいは、光学的情報記録媒体には、各線速度で適用される光変調率を予め記録しておいてよい。その場合、再生装置の高周波変調制御器106は、読み出された光変調率又はそれに近い光変調率が得られるように、高周波変調器107に制御信号を送ることができる。

【0070】

以上のように線速度に応じて高周波変調されるレーザの光変調率切り替えることにより、再生光による記録マークの消去を防ぐことができる。また、再生信号のS/N比の低下を補償することにより再生信号の誤り率を改善することが可能である。即ち、本発明を用いれば、記録マークの信頼性を損なうことを防ぐことができる。

【0071】

上記においては、好ましい形態として、BD-REを再生する方法およびその再生装置を説明した。本発明は、BD-REの再生のみに限定されず、他の媒体、例えば、DVD-RAM、DVD-RW、およびCD-RW等に適用可能である。更に、本発明は、追記型（write-once type）ディスク、たとえばBD-R、DVD-R、CD-Rや、リードオンリー型ディスク、例えばBD-ROM、DVD-ROM等に適用可能である。更に、本発明が、青色レーザまたは青紫色レーザ用のディスクに適用される場合、レーザビームのスポットは非常に小さくなり、ディスクの記録面における単位面積当たりの光エネルギーは非常に高くなる。例えば、一例として、青色レーザまたは青紫色レーザの場合は、波長が405ナノメートル程度で、開口数が $NA = 0.65 \sim 0.85$ であるのに対し、赤色レーザの場合は、波長が650ナノメートル程度で開口数が $NA = 0.60 \sim 0.65$ となり、記録パワー密度は前者の方がより高い。このような場合でも、本発明によれば、再生時のレーザビームの劣化を防ぐことができる。

【0072】

上記において、 L_{v1} および L_{v2} は、媒体の種類に応じて適宜選択され、例えば、BDについては、1倍速と4倍速であってよく、あるいは、DVD（例えば、DVD-R

10

20

30

40

50

M) について、2 倍速と 5 倍速であってよく、または 1 倍速と 16 倍速であってよい。いずれの媒体についても、Lv1 と Lv2 は、再生可能な最低線速度と、再生可能な最高線速度の組み合わせであってよい。あるいは、3 以上の線速度（例えば、1X、2X、4X、4）で 1 つの媒体から情報を再生することが可能である場合、1X および 4X をそれぞれ、Lv1 および Lv2 とみなしてよく、あるいは、1X と 2X との組み合わせ、または 2X と 4X の組み合わせを、Lv1 と Lv2 の組み合わせとみなしてよい。

【0073】

図 1 に示す実施の形態の記録再生装置は、再生装置だけの機能を備えた装置として提供されてよい。

【0074】

本実施の形態においては、装填された光ディスクの最低線速度（1X）の 4 倍以上の線速度でスピンドルモータを回転させる場合、起動時のレーザ照射パワー（平均リードパワー）を変更するとともに、高周波変調されたレーザ強度の光変調率を切替える動作を行うようにしても良い。

本実施の形態では、線速度を 1 倍から 4 倍に切り替える場合において、レーザの平均リードパワーを変更すると共に、レーザの光変調率を切り替えることとした。

しかし、変形例においては、1 倍から 2 倍のように比較的低倍率の比率で線速度を変える場合、平均リードパワー（再生パワー）を上げることによってサーボ制御器および再生信号処理器内の電気的な回路オフセットを再調整するための学習動作等の時間が必要となることがある。そこで、この時間を省略するために、平均リードパワーを変えないようにす

【0075】

すなわち、変形例においては、上述のように平均リードパワーと光変調率の両方を切り替えるのではなく、一方だけを切り替えても良い。例えば、再生時の平均リードパワーを一定に保ったまま、光変調率だけを切り替えてもよい。この場合、平均リードパワーの変化による電気信号のゲインの大幅な変化に伴う回路オフセットの学習を省略でき、起動時間または線速度の切替時間を短縮することが可能である。

例えば、テーブル 2 によると、線速度を 4 倍から 2 倍に切り替える場合、平均リードパワーを 0.60 (mW) から 0.35 (mW) に変えると共に、光変調率を 4.0 から 7 に変えていたが、この変形例のあつては、平均リードパワーを 0.60 (mW) に保つと共に、光変調率を 4.0 から小さい値、例えば 3.5 に変えるようにしても良い。また、線速度を 4 倍から 8 倍に切り替える場合、又は線速度が、CAV 制御のように徐々に増加する場合、平均リードパワーを 0.60 (mW) から 0.80 (mW) に変えると共に、光変調率を 4.0 から 3.5 に変えていたが、この変形例のあつては、平均リードパワーを 0.60 (mW) に保つと共に、光変調率を 4.0 から大きい値、例えば 6.0 に変えるようにしても良いし、線速度の変化に伴い徐々に変化させても良い。

【0076】

本発明の変形例では、線速度に応じて光変調率が変わるような設定がなされている。より好ましくは、ある一定の速さ（例えば 4 倍）以上では、線速度が速くなると、平均リードパワーを一定に保ち、光変調率を大きくするように変調電流の振幅を設定する。

次に、別の変形例を説明する。選択した線速度が、記録媒体の外周側になるほど早くなる線速度である場合、基準線速度の所定倍数である設定線速度から外れた線速度については、一つの設定線速度に対する光変調率と次の設定線速度に対する光変調率の中間値を計算で求める。選択した線速度が CAV (Constant Angular Velocity) である場合、記録媒体の外周側になるほど線速度は早くなる。CAV の場合、最内周での線速度が 4 倍であったとすると、最外周での線速度は 8 倍以上となる。この場合、線速度は、最内周から最外周に至るまで、リニアに変化する。一方、光変調率は、1 倍、2 倍、4 倍、8 倍、12 倍などの予め設定された線速度（「設定線速度」と言う）に対応する値が、テーブル 2 等与えられているが、設定線速度から外れた線速度に対しては、光変調率の値は与えられていない。この場合は、一つの設定線速度、例えば 4 倍、に対する光変調率（4.0）と次

10

20

30

40

50

の設定線速度、例えば 8 倍、に対する光変調率 (3 . 5) の中間値を計算で求める。計算は、内分した割合に基づいて求めるようにしても良い。

【 0 0 7 7 】

以上の説明から明らかなように、同じ光ディスクに対して、複数の線速度で記録または再生が可能である場合に、選択した線速度に応じて適切に信号が再生されるために、平均リードパワー (再生パワー) を調整する必要がある。例えば、1 ~ 4 倍速対応の B D - R E は、スピンドルモータを高速回転させることで、記録または再生時の転送レートをより大きくすることが可能である。しかし、前述のように、回転速度が上がると、光ディスクから読みだされる再生信号の帯域が広がり、再生信号の S / N 比が低下する。この再生信号の S / N 比の低下を改善するために、高い線速度で回転させるときには、平均リードパワーを上げる。平均リードパワーの調整は、出荷時に 1 X、2 X、4 X 等の各線速度の平均リードパワーと高周波変調された電流の周波数および振幅に関するデータを、予め記録再生装置に記録し、このデータに基づいて実施できる。あるいは、平均リードパワーの調整は、光ディスクに予め記録されているディスクインフォメーションを読み出し、読み出された値に応じて、予め記録されていた複数の条件のなかからもっとも近い条件を設定することにより実施してよい。

10

【 0 0 7 8 】

また、前記平均リードパワーの設定は、記録媒体の再生耐久性にも依存する。平均リードパワーを上げると、集光されているレーザ光によって、記録膜が熱せられて、結晶化温度以上に昇温することがあり、その結果、記録膜は結晶状態に遷移することがある。すなわち、再生時に高い平均リードパワーを照射することによって、記録マークを消去してしまう。ただし、ディスクの回転速度が上がると、単位時間あたりに単位区間に照射されるレーザパワーは低下するため、レーザ光がもたらす熱エネルギーも低下する。そのため、実際には、線速度の変化倍率の 1 / 2 乗 ~ 1 乗に比例して再生時の平均リードパワーを高くすることが有効である。また、記録マークは、最大瞬時光強度が大きい場合にも劣化することがある。

20

【 0 0 7 9 】

このように、記録マークの再生による劣化は、記録膜の材料にもよるが、平均リードパワーが高い場合の消去と、最大瞬時光強度が高いことによるダメージの 2 つのパターンがあると考えられる。このような再生時のレーザ照射による記録マークの消去 (劣化) を防ぐために、再生のときには、記録膜を溶融するレーザ強度よりも低い強度のレーザを照射する必要がある。そのために、本発明の再生方法においては、レーザ出力の最大瞬時光強度 (P p) と平均リードパワー (P a v e) の比率である光変調率 (M o d) を下げる。それにより、前述の再生光による劣化を改善することが可能である。

30

【 0 0 8 0 】

以上のように、本発明に係る実施の形態によれば、再生時の線速度に応じて、光変調率が異なるように高周波変調電流の変調度を変化させることにより、再生信号帯域が広がることによる S / N 比を改善することが可能である。また、ディスクは、相変化型のものだけでなく、光磁気ディスクのように磁化の方向により記録されるもの、または、色素記録膜を要する追記型光ディスクであってよく、あるいは再生専用ディスクのようにディスク基板上のくぼみ (ピット) で記録されるものなどでもよい。さらに、これら異なる記録方式のものを組み合わせただけのものでもよい。いずれも、線速度ごとに、光変調率が異なるように高周波変調電流の変調度を変えることにより同様の効果が得られる。

40

【 0 0 8 1 】

また、同一の線速度でも、1 枚の光ディスク媒体の情報記録層が単層ディスクのものと 2 層ディスクとで高周波変調されるレーザ光の光変調率を変えることも可能である。2 層ディスクのレーザ入射側から奥の層には、手前の層から透過した光が照射されて、情報が再生される。手前の層の透過率が 5 0 % の場合、平均リードパワーを 2 倍にすることで、実質的に照射されるパワーは単層ディスクと同等となるが、手前の層の透過率が 5 0 % を超える場合、実質的に照射されるレーザ照射エネルギーは単層ディスクに照射されるエネ

50

ルギーよりも高くなる。そのため、２層ディスクと単層ディスクで、再生パワーを変えるだけでなく、照射するレーザ光の光変調率が異なるように制御することによって、各ディスクで最適な信号品質を得て、安定に情報を再生できる効果が得られる。

【 0 0 8 2 】

即ち、本発明を応用して、独立して記録可能な複数の記録層を有する光学的情報記録媒体の各記録層に記録された情報を、記録層の位置に応じて光変調率が変わるように、レーザ光を出射して、情報を再生する方法を実施することができる。あるいは、本発明を応用して、独立して記録可能な複数の記録層を有する光学的情報記録媒体（ Mm ）および記録層を一層のみ有する光学的情報記録媒体（ Ms ）に記録された情報を再生することが可能な再生装置であって、記録媒体（ Mm ）の少なくとも１つの記録層に記録された情報を再生するときの光変調率を、当該少なくとも１つの記録層の位置に応じて、記録媒体（ Ms ）を再生するときの光変調率とは異なるように制御する、高周波変調制御器を備えた、再生装置を提供することができる。

10

【 0 0 8 3 】

また、高周波変調電流の変調度を相対的に小さくして、記録または再生する場合、高周波電流の変調を停止（変調度が０に相当）しても良い。この場合には高周波変調制御器による高周波変調器の制御がオン／オフのみになるので、高周波変調制御器の構成が簡単なものになるという効果がある。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 8 4 】

20

本発明の光学的情報記録媒体の再生方法およびこの方法を実施するための再生装置は、デジタル機器および情報処理装置に利用可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 5 】

【 図 １ 】 本発明の実施の形態に係る光学的情報記録媒体の再生装置の構成を示すブロック図。

【 図 ２ 】 レーザの再生パワー、消去パワー、記録パワーを示したグラフ。

【 図 ３ Ａ 】 再生するときのレーザの駆動電流 I （横軸）と光出力強度 P （縦軸）との関係の一例を示したグラフ。

【 図 ３ Ｂ 】 再生するときのレーザの駆動電流 I （横軸）と光出力強度 P （縦軸）との関係の別の例を示したグラフ。

30

【 図 ４ 】 高周波信号が変調されたレーザ光を示すグラフ。

【 図 ５ Ａ 】 本発明の実施の形態に係る再生装置の動作のフローチャート。

【 図 ５ Ｂ 】 本発明の実施の形態に係る再生装置の動作のフローチャート。

【 図 ５ Ｃ 】 本発明の実施の形態に係る再生装置の動作のフローチャート。

【 図 ６ 】 光学的情報記録媒体の領域構成を示す平面図。

【 符号の説明 】

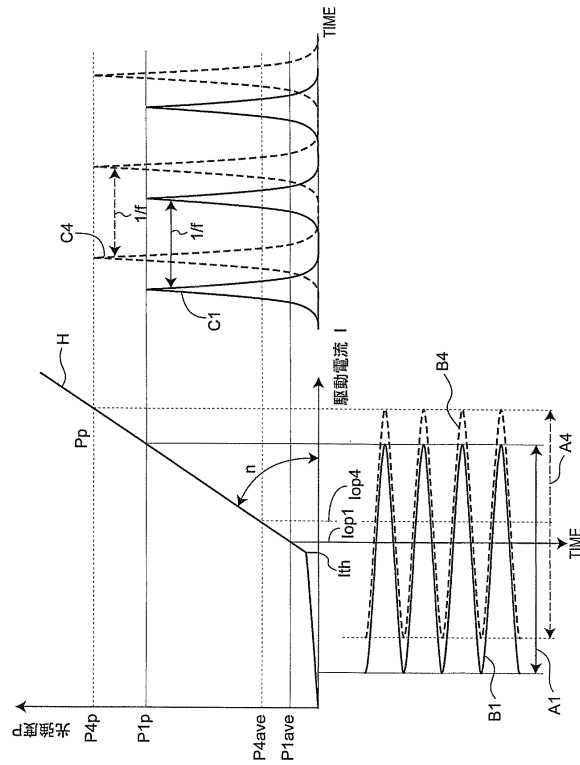
【 0 0 8 6 】

- 1 0 1 光ディスク（光学的情報記録媒体）
- 1 0 2 システム制御器
- 1 0 3 記録信号処理器
- 1 0 4 レーザ制御器
- 1 0 5 サーボ制御器
- 1 0 6 高周波変調制御器
- 1 0 7 高周波変調器
- 1 0 8 再生信号処理器
- 1 1 0 半導体レーザ
- 1 1 1 前光検出器
- 1 1 3 偏光ビームスプリッタ
- 1 1 4 対物レンズアクチュエータ

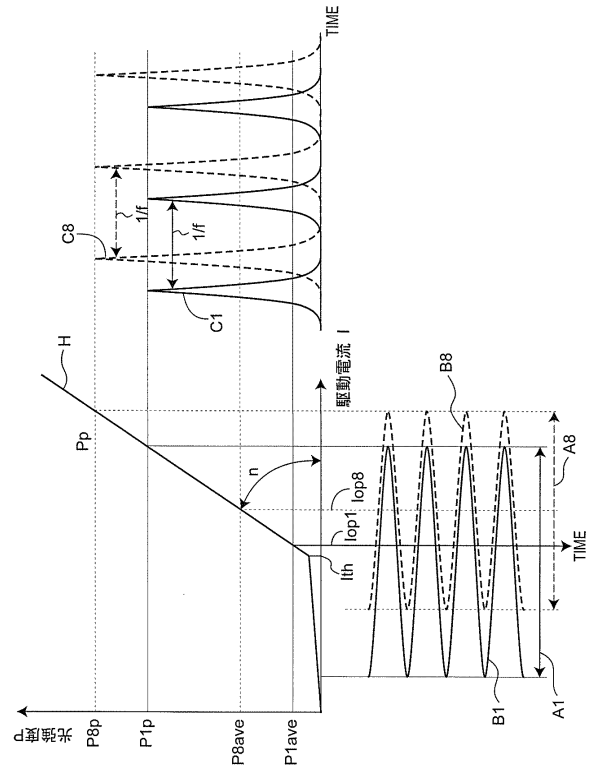
40

50

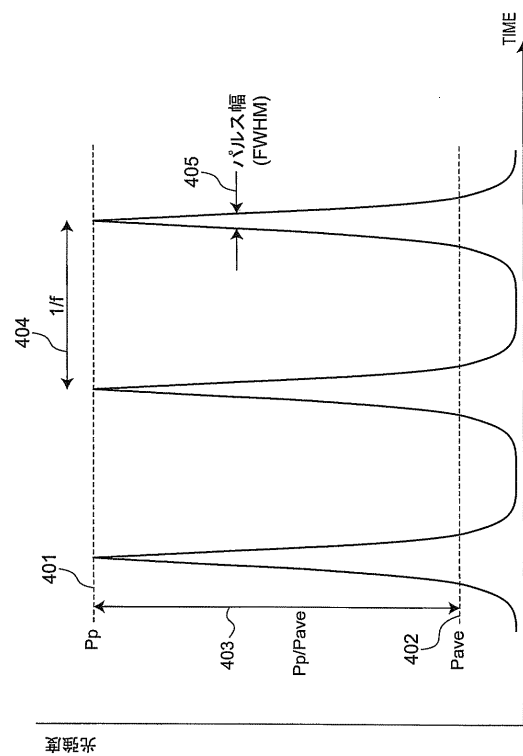
【図 3 A】



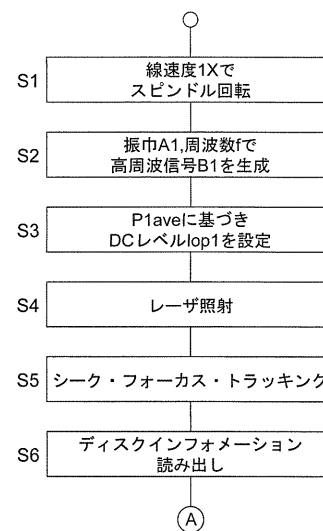
【図 3 B】



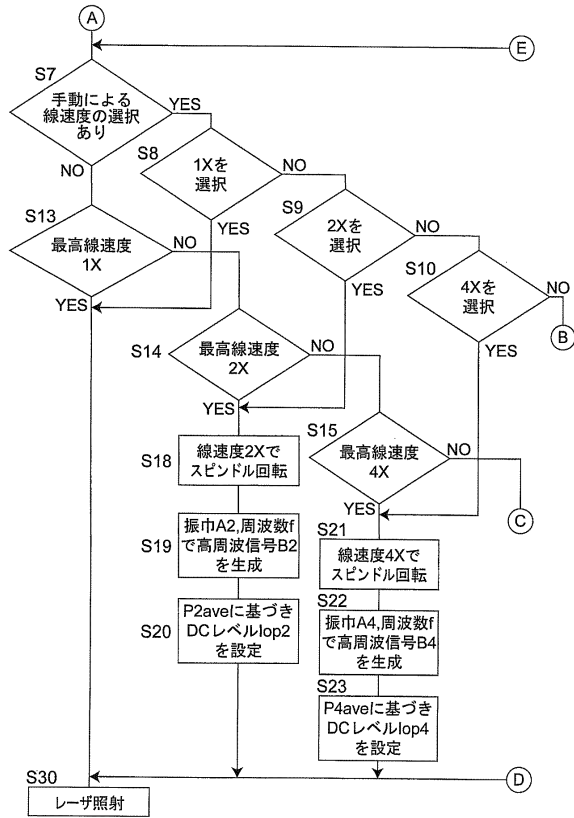
【図 4】



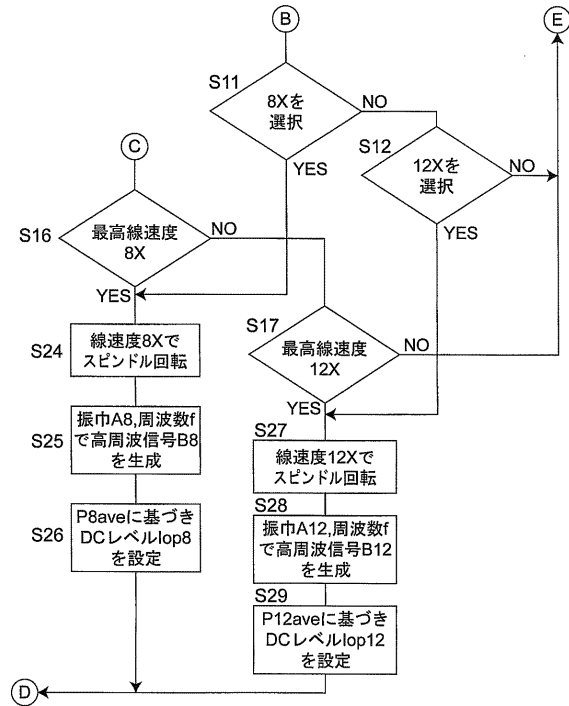
【図 5 A】



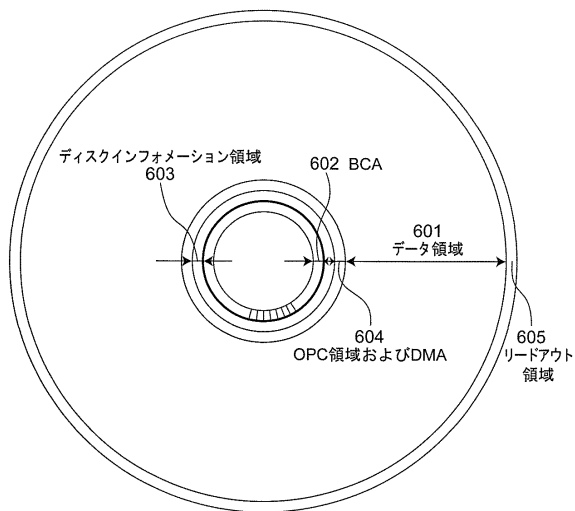
【図 5 B】



【図 5 C】



【図 6】



フロントページの続き

審査官 井上 信一

- (56)参考文献 国際公開第2004/038711(WO, A1)
特開平11-096602(JP, A)
特開2003-099948(JP, A)
特開2007-134003(JP, A)
国際公開第2007/043406(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B 7/005

G11B 7/007

G11B 7/125