

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5225005号
(P5225005)

(45) 発行日 平成25年7月3日(2013.7.3)

(24) 登録日 平成25年3月22日(2013.3.22)

(51) Int.Cl.		F I			
G 1 1 B	7/135	(2012.01)	G 1 1 B	7/135	Z
G 1 1 B	7/09	(2006.01)	G 1 1 B	7/135	A
			G 1 1 B	7/09	B

請求項の数 8 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2008-259463 (P2008-259463)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(22) 出願日	平成20年10月6日(2008.10.6)	(74) 代理人	100083840 弁理士 前田 実
(65) 公開番号	特開2009-211794 (P2009-211794A)	(74) 代理人	100116964 弁理士 山形 洋一
(43) 公開日	平成21年9月17日(2009.9.17)	(74) 代理人	100135921 弁理士 篠原 昌彦
審査請求日	平成23年10月4日(2011.10.4)	(72) 発明者	篠田 昌久 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2008-28340 (P2008-28340)	審査官	小山 和俊
(32) 優先日	平成20年2月8日(2008.2.8)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ピックアップ装置及び光ディスク装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転駆動手段によって回転する光ディスクにレーザ光を照射し、前記光ディスクで反射したレーザ光を検出する光ピックアップ装置であって、

2つ以上の波長のレーザ光を発振するレーザ光源と、

前記レーザ光源から出射したレーザ光を前記光ディスクに集光させる対物レンズと、

前記レーザ光源から前記対物レンズまでの光路中に配置されたビームスプリッタと、

前記光ディスクで反射し、前記対物レンズ及び前記ビームスプリッタを介して伝搬する前記レーザ光を検出する光検知器と、

前記ビームスプリッタから前記光検知器までの光路中に配置され、光軸に垂直な平面内における第1の方向に前記レーザ光を屈折させるレンズ作用を有し、このレンズ作用が可変である第1の光学素子と、

前記第1の光学素子のレンズ作用を変更する第1の光学素子駆動回路と、

前記ビームスプリッタから前記光検知器までの光路中に配置され、光軸に垂直な平面内の少なくとも前記第1の方向とは異なる方向に前記レーザ光を屈折させるレンズ作用を有し、このレンズ作用が可変である第2の光学素子と、

前記第2の光学素子のレンズ作用を変更する第2の光学素子駆動回路とを有し、

前記第1の光学素子駆動回路及び前記第2の光学素子駆動回路は、前記光検知器から出力される検出信号に基づく前記光ディスクの種類の判別結果に応じて、前記集光されるレーザ光の焦点ずれ量と前記光検知器の検出信号に基づいて算出される焦点誤差信号の振幅

10

20

との関係が線形になるリニア範囲が、前記光ディスクの種類、あるいは前記光ディスクに積層された信号面の層数、あるいは前記光ディスクに積層された信号面の層の間隔ごとに予め決められた設定値となるように、前記第1の光学素子及び前記第2の光学素子のレンズ作用を変更する

ことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項2】

前記光ディスクの種類、あるいは前記光ディスクに積層された信号面の層数、あるいは前記光ディスクに積層された信号面の層の間隔ごとに予め決められた設定値は、前記光ディスクの種類ごとに予め決められた光学的仕様が規定する範囲内であることを特徴とする請求項1に記載の光ピックアップ装置。

10

【請求項3】

前記第2の光学素子は、光軸に垂直な平面内における、前記第1の方向に直交する第2の方向に前記レーザ光を屈折させるレンズ作用を有することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の光ピックアップ装置。

【請求項4】

前記第1の光学素子は、第1の均一電極と、前記第1の方向に配列された複数の第1の分割型電極と、前記第1の均一電極と前記第1の分割型電極との間に備えられた第1の液晶層と、を含む第1の液晶素子であり、

前記第1の光学素子駆動回路は、第1の液晶素子駆動回路であり、

前記第2の光学素子は、第2の均一電極と、前記第2の方向に配列された複数の第2の分割型電極と、前記第2の均一電極と前記第2の分割型電極との間に備えられた第2の液晶層と、を含む第2の液晶素子であり、

20

前記第2の光学素子駆動回路は、第2の液晶素子駆動回路である

ことを特徴とする請求項3に記載の光ピックアップ装置。

【請求項5】

前記第2の光学素子は、光軸に垂直な平面内における光軸を中心とする円の径方向に前記レーザ光を屈折させるレンズ作用を有することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の光ピックアップ装置。

【請求項6】

前記第1の光学素子は、第1の均一電極と、前記第1の方向に配列された複数の第1の分割型電極と、前記第1の均一電極と前記第1の分割型電極との間に備えられた第1の液晶層と、を含む第1の液晶素子であり、

30

前記第1の光学素子駆動回路は、第1の液晶素子駆動回路であり、

前記第2の光学素子は、第2の均一電極と、同心円状に配列された複数の第2の分割型電極と、前記第2の均一電極と前記第2の分割型電極との間に備えられた第2の液晶層と、を含む第2の液晶素子であり

前記第2の光学素子駆動回路は、第2の液晶素子駆動回路である

ことを特徴とする請求項5に記載の光ピックアップ装置。

【請求項7】

前記2つ以上の波長のレーザ光は、

中心波長が0.405 μmである第1のレーザ光と、

中心波長が0.65 μmである第2のレーザ光と、

中心波長が0.78 μmである第3のレーザ光と

を含むことを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置。

40

【請求項8】

請求項1乃至7のいずれか1項に記載の光ピックアップ装置と、

前記光ピックアップ装置によってレーザ光が照射される光ディスクを回転させる回転駆動手段と

を有することを特徴とする光ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の光ディスク規格に対応する光ピックアップ装置及び光ディスク装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

光学的に情報の記録及び再生が行われる光ディスクには、中心波長が $0.78\mu\text{m}$ であるレーザ光を用いて情報の記録又は再生が行われるCD（コンパクトディスク）と、中心波長が $0.65\mu\text{m}$ であるレーザ光を用いて情報の記録又は再生が行われるDVD（デジタルバーサタイルディスク）と、中心波長が $0.405\mu\text{m}$ であるレーザ光を用いて情報の記録又は再生が行われるHD-DVD及びBlu-ray Disc（BD）がある。なお、HD-DVD及びBDを総称して「青色光ディスク」と言う。青色光ディスク用の記録再生装置には、従来のDVD規格やCD規格の光ディスクをも取り扱うことができる機能、すなわち、種々の規格の光ディスクに対する互換性が求められる。また、記録できる容量を増大させるため、DVD規格や青色光ディスクの規格では、信号層が2つの層に積層された2層ディスクが存在するとともに、さらに層数を増やす技術開発が進行している（例えば、非特許文献1参照）。

10

【0003】

また、光源である半導体レーザに着目すると、1つの半導体レーザパッケージ又は1つの半導体レーザ素子から、 $0.65\mu\text{m}$ 及び $0.78\mu\text{m}$ の2つの波長のレーザ光を発振できる半導体レーザが実用化されている。さらに、 $0.65\mu\text{m}$ 及び $0.78\mu\text{m}$ の2つの波長のレーザ光に加えて、 $0.405\mu\text{m}$ の波長も1つの半導体レーザパッケージから発振できる半導体レーザも同様に実用化されつつある（例えば、非特許文献2参照）。

20

【0004】

また、光ディスクの情報記録面にレーザ光を集光させる対物レンズに着目すると、従来のDVD規格及びCD規格の光ディスクに対して、1つの対物レンズで2つの異なる波長のレーザ光を集光できるような対物レンズが使用されている。さらに、青色レーザ光を含む3つの異なる波長のレーザ光を集光できるような対物レンズも実用化されるようになってきた。

【0005】

3つの異なる波長のレーザ光を発振するための2つの半導体レーザパッケージと1つの対物レンズで構成された光ピックアップ装置、及び、3つの異なる波長のレーザ光を発振するための1つの半導体レーザパッケージと1つの対物レンズで構成された光ピックアップ装置の提案がある（例えば、特許文献1参照）。

30

【0006】

【非特許文献1】O P L U S E、第27巻、第4号、「8層 200 Gbyte Blu-ray Disc」、2005年4月、新技術コミュニケーションズ発行、p. 425~430及び図9

【非特許文献2】O P L U S E、第27巻、第4号、「青紫色半導体レーザー」、2005年4月、新技術コミュニケーションズ発行、p. 339~404、図1及び図12

40

【特許文献1】特開2005-339771号公報（第7頁、図2、第13頁、図3）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記特許文献1に記載された光ピックアップ装置においては、光ディスクからの反射レーザ光を検出する検出光学系も1つに集約されている。この検出光学系では、光ディスクの再生信号以外に、焦点制御及びトラッキング制御に必要な信号も同時に検出されるようになってきている。しなしながら、青色光ディスク、DVD、CDの光ディスクはそれぞれ仕様が異なるため、各々の光ディスク仕様にとって所望となる信号を単一の検出光学系で検出することは極めて困難である。特に、焦点制御のために必要な焦点誤差信号を、単一の

50

検出光学系で検出することには以下のような課題がある。

【 0 0 0 8 】

例えば、単一の検出光学系であるので、集光されるレーザ光の焦点ずれ量と検知器の検出信号に基づいて算出される焦点誤差信号の振幅との関係が線形になる範囲であるリニア範囲が、各光ディスクについて同一になってしまい、各光ディスクに対して最適な焦点制御を行うことができないという課題である。

【 0 0 0 9 】

この課題をさらに詳しく説明すると、焦点制御においては、焦点ずれ許容値の目安として、光源の波長と対物レンズの開口数から算出される焦点深度が適用される。上述の規格のうち、最も高密度の規格である Blu-ray Disc 規格 (BD 規格) と、最も低密度な CD 規格で比較すると、BD 規格での焦点深度は CD 規格のその約 1 / 7 と小さくなる。また、青色 DVD 規格や DVD 規格には信号面が積層された 2 層ディスクが規定されており、これらはすでに商用化されているのをはじめ、研究開発においては 3 層から 16 層に亘る範囲の多層化の開発成果が複数の機関から公表されており、将来これらの 3 層以上の多層ディスクが出現することを考慮する必要がある。そこで、このように多層化されたディスクの個々の層を明確に識別して焦点制御を行なうためには、リニア範囲を隣接する 2 つの層の間隔よりも充分小さくしておく必要がある。しかしながら、このようにリニア範囲が小さく設定された場合、CD に対する焦点制御が極めて厳しくなるという課題が発生する。その理由は、CD が他の規格の光ディスクと比較して、焦点方向の大きな光ディスク面の振れを許容しているからである。反対に CD 規格に適するようにリニア範囲が大きく設定されると、他の高密度な規格の光ディスクに対する焦点制御の精度が低下することや、多層化されたディスクの個々の層の識別ができなくなるという課題が発生する。さらに、多層ディスクの層間隔についても留意する必要がある。すでに商用化されている DVD 規格の 2 層ディスクの層間隔はその中心値が 55 μm 、BD 規格のそれは 25 μm と規定されているが、今後出現する多層ディスクにおいては、その層数や層と層の間隔が決まっているわけではなく、層数に応じて最適な層間隔が決定されるものと推測される。また、多層ディスクにおいては、記録再生が行われる信号層以外の他の層からの反射光が信号検出において有害な迷光成分となる可能性があるために、層の間隔を一様とするのではなく、故意に間隔に変化を持たせることで迷光成分の低減を図る手法も提案されている (例えば、非特許文献 1 参照)。従って、多層ディスクにおいては、ディスクの層数と層間隔の仕様に依って、それぞれ個々に最適なりニア範囲が適用されなければならない。以上のことを要約すると、BD 規格と CD 規格での焦点深度が約 7 倍もの差があるので、両方の規格に対して同時に満足するようなりニア範囲を設定できないという課題が存在する。つまり、従来の単一の検出光学系では、青色 DVD 規格、DVD 規格、及び CD 規格のそれぞれにおいて最適な焦点誤差信号を個別に検出できないということである。また、3 層以上の多層ディスクにおいては、リニア範囲が層数と層間隔に対応して適正に設定されていなければ、最適な焦点誤差信号を個別に検出できないということである。さらにまた、厳密な議論をするならば、リニア範囲は光ピックアップ装置を構成するレンズの焦点距離の製造誤差、光ピックアップ装置におけるレンズの配置精度や組立精度、レーザ光の発振波長のばらつきの影響を受けるので、適用する光ディスクが同じであっても、上述した誤差要因に依存して、光ピックアップ装置のリニア範囲は一品毎に異なるものとなる。リニア範囲の精度は、特に層間隔の精度が厳しくなる層数の多いディスクにおいて厳密性が要求されるため、従来の単一の検出光学系では、リニア範囲の可変化や、多層ディスクの仕様から決定されるリニア範囲の所望値へのアクティブな制御ができないという大きな課題がある。

【 0 0 1 0 】

そこで、本発明は、上記従来技術の課題を解決するためになされたものであり、その目的は、複数の異なる波長のレーザ光、及び多層ディスクに対して、それぞれ所望の焦点誤差信号を得ることができ、光ディスクへの記録及び再生を行うことができる光ピックアップ装置及び光ディスク装置を提供することである。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明に係る光ピックアップ装置は、回転駆動手段によって回転する光ディスクにレーザ光を照射し、前記光ディスクで反射したレーザ光を検出する光ピックアップ装置であって、2つ以上の波長のレーザ光を発振するレーザ光源と、前記レーザ光源から出射したレーザ光を前記光ディスクに集光させる対物レンズと、前記レーザ光源から前記対物レンズまでの光路中に配置されたビームスプリッタと、前記光ディスクで反射し、前記対物レンズ及び前記ビームスプリッタを介して伝搬する前記レーザ光を検出する光検知器と、前記ビームスプリッタから前記光検知器までの光路中に配置され、光軸に垂直な平面内における第1の方向に前記レーザ光を屈折させるレンズ作用を有し、このレンズ作用が可変である第1の光学素子と、前記第1の光学素子のレンズ作用を変更する第1の光学素子駆動回路と、前記ビームスプリッタから前記光検知器までの光路中に配置され、光軸に垂直な平面内の少なくとも前記第1の方向とは異なる方向に前記レーザ光を屈折させるレンズ作用を有し、このレンズ作用が可変である第2の光学素子と、前記第2の光学素子のレンズ作用を変更する第2の光学素子駆動回路とを有し、前記第1の光学素子駆動回路及び前記第2の光学素子駆動回路は、前記光検知器から出力される検出信号に基づく前記光ディスクの種類の判別結果に応じて、前記集光されるレーザ光の焦点ずれ量と前記光検知器の検出信号に基づいて算出される焦点誤差信号の振幅との関係が線形になるリニア範囲が、前記光ディスクの種類、あるいは前記光ディスクに積層された信号面の層数、あるいは前記光ディスクに積層された信号面の層の間隔ごとに予め決められた設定値となるように、前記第1の光学素子及び前記第2の光学素子のレンズ作用を変更することを特徴とするものである。

10

20

【0012】

また、本発明に係る光ディスク装置は、上記光ピックアップ装置と、この光ピックアップ装置によってレーザ光が照射される光ディスクを回転させる回転駆動手段とを有するものである。

【発明の効果】

【0013】

本発明の光ピックアップ装置によれば、焦点誤差信号のリニア範囲を光学的仕様の異なる複数の光ディスクの各々に対応して適正值とすることが可能になる。

30

【0014】

また、本発明の光ピックアップ装置によれば、光ピックアップ装置を構成する光学部品の光学的仕様の誤差や組立精度に起因する焦点誤差信号のリニア範囲の変動を吸収し、光学的仕様の異なる複数の光ディスクの各々に対応してリニア範囲を常に適正值とすることが可能になる。換言すれば、光ピックアップ装置の製造における組立精度の緩和や、光学部品精度の緩和を図ることができ、光ピックアップ装置を安価に提供できる。

【0015】

さらに、本発明の光ディスク装置によれば、光学的仕様の異なる複数の光ディスクの各々に対応して適正な焦点制御を行うことができるので、光学的仕様の異なる複数の光ディスクに対する互換性が向上する。

40

【0016】

さらにまた、本発明の光ディスク装置によれば、光ピックアップ装置が出力する焦点誤差信号のリニア範囲を所定値に制御を行うことができるので、光学的仕様の異なる複数の光ディスクに対する互換性が向上する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1に係る光ピックアップ装置及びこの光ピックアップ装置を含む光ディスク装置の構成を概略的に示す図である。図1において、光学系の構成(半導体レーザ10から光検知器43までの構成)は概略的な平面図で示され、制御系の構成

50

(液晶素子駆動回路44から球面収差補正機構駆動回路65までの構成)はブロック図で示されている。図1に示されるように、実施の形態1に係る光ピックアップ装置は、第1の波長を中心波長とする第1のレーザ光L_b、第1の波長より長い第2の波長を中心波長とする第2のレーザ光L_r、及び第2の波長より長い第3の波長を中心波長とする第3のレーザ光L_iを発振するレーザ光源である半導体レーザ10と、ビームスプリッタ21と、半導体レーザ10から出射されたレーザ光(L_b又はL_r又はL_i)を平行光にするためのコリメータレンズ22と、コリメータレンズ22を、半導体レーザ10及び対物レンズ24を含む光学系の光軸AXに平行なDa方向に前後移動させるレンズ移動機構23と、コリメータレンズ22を通過したレーザ光(L_b又はL_r又はL_i)を光ディスク31上に集光させる対物レンズ24と、対物レンズ24の光ディスク31に対する焦点追従及びトラッキング追従の動作を行うための対物レンズアクチュエータ25とを有している。なお、光ディスク31は、ターンテーブル及びモータ等から構成される回転駆動手段32に装着され、回転駆動手段32によって回転する。

10

【0018】

半導体レーザ10は、第1のレーザ光L_bを発振する第1の光源11と、第2のレーザ光L_rを発振する第2の光源12と、第3のレーザ光L_iを発振する第3の光源13とを有している。半導体レーザ10から出射されるレーザ光は、記録又は再生される光ディスク31の種類に応じて、レーザ光L_b、L_r、L_iの中から選択される。ビームスプリッタ21は、半導体レーザ10から出射されたレーザ光(L_b又はL_r又はL_i)を透過させ、光ディスク31からの反射レーザ光(R_b又はR_r又はR_i)の伝搬方向を変える。光ディスク31からの反射レーザ光(R_b又はR_r又はR_i)は、ビームスプリッタ21に入射する前に、図示しない偏光素子によって偏光状態を変えられている。

20

【0019】

コリメータレンズ22のレンズ移動機構23は、コリメータレンズ22を保持するレンズホルダ23aと、レンズホルダ23aをDa方向に移動可能に支持するガイドシャフト23bと、モータ23cと、モータ23cの回転シャフトに連結されると共にレンズホルダ23aのスクリューネジ孔に係合するスクリューネジ23dとを有している。モータ23cが駆動し、スクリューネジ23dが回転することによって、レンズホルダ23a及びコリメータレンズ22がガイドシャフト23bに沿ってDa方向に移動する。

30

【0020】

実施の形態1において、第1のレーザ光L_bは、青色レーザ光であり、第1の波長は、例えば、0.405 μmである。また、第2のレーザ光L_rは、赤色レーザ光であり、第2の波長は、例えば、0.65 μmであり、第3のレーザ光L_iは、赤外レーザ光であり、第3の波長は、例えば、0.78 μmである。ただし、本発明は、レーザ光源が、2つのレーザ光のみを発振するレーザ光源である場合にも適用可能である。また、本発明は、レーザ光源が、4種類以上のレーザ光を発振するレーザ光源である場合にも適用可能である。

【0021】

また、実施の形態1に係る光ピックアップ装置は、光ディスク31からの反射レーザ光R_b、R_r、及びR_iを検出する検出光学系40を有している。検出光学系40は、ビームスプリッタ21で反射した光ディスク31からの反射レーザ光(R_b、R_r、及びR_iのいずれか)を検出する光検知器43と、光ディスク31から光検知器43までの光路中に配置され、光ディスク31から光検知器43までの光学系の光軸(レーザ光(L_b又はR_r又はR_i)の伝搬方向)に垂直な平面内における第1の方向(後述する図3におけるDb方向)にレーザ光を屈折させるレンズ作用を有し、このレンズ作用が可変である光学素子である液晶素子41と、光ディスク31から光検知器43までの光学系の光軸(レーザ光(L_b又はR_r又はR_i)の伝搬方向)に垂直な平面内における第2の方向(後述する図3におけるDc方向)にレーザ光を屈折させるレンズ作用を有し、このレンズ作用が可変である光学素子である液晶素子42と、液晶素子41のレンズ作用(屈折率分布)及び液晶素子42のレンズ作用(屈折率分布)を変更する光学素子駆動回路である液晶素子

40

50

駆動回路 4 4 とを有している。実施の形態 1 において、第 1 の方向 D b と第 2 の方向 D c とは直交することが望ましい。

【 0 0 2 2 】

さらに、実施の形態 1 に係る光ピックアップ装置は、光検知器 4 3 の検出信号に基づいて光ディスク装置の回転駆動手段 3 2 に装着された光ディスク 3 1 の種類を判別するメディア判別手段 6 1 と、光検知器 4 3 の検出信号から焦点誤差信号を検出する制御信号検出回路 6 2 と、光検知器 4 3 の検出信号から再生信号を検出する再生信号検出回路 6 3 と、メディア判別手段 6 1 から出力される判別信号に基づいてレンズ移動機構 2 3 のモータ 2 3 c を駆動させる球面収差補正機構駆動回路 6 5 と、制御信号検出回路 6 2 から出力される焦点誤差信号に基づいて対物レンズアクチュエータ 2 5 を駆動させる対物レンズ駆動回路 6 4 とを有している。

10

【 0 0 2 3 】

図 2 は、実施の形態 1 に係る光ピックアップ装置のレーザ光源である半導体レーザ（半導体レーザパッケージ）1 0 をレーザ光の光路上から見た状態を概略的に示す正面図である。図 2 に示されるように、半導体レーザ 1 0 は、第 1 の光源 1 1 を備えた第 1 の半導体レーザ素子 1 4 と、第 2 の光源 1 2 及び第 3 の光源 1 3 を備えた第 2 の半導体レーザ素子 1 5 と、第 1 の半導体レーザ素子 1 4 及び第 2 の半導体レーザ素子 1 5 を支持する放熱部材 1 6 と、放熱部材 1 6 が支持されるパッケージ 1 7 とを有している。第 1 の半導体レーザ素子 1 4 の第 1 の光源 1 1 は、半導体素子のレーザ光を発振する領域であり、第 1 のレーザ光 L b を発振する。第 2 の半導体レーザ素子 1 5 の第 2 の光源 1 2 は、半導体素子のレーザ光を発振する領域であり、第 2 のレーザ光 L r を発振する。第 2 の半導体レーザ素子 1 5 の第 3 の光源 1 3 は、半導体素子のレーザ光を発振する領域であり、第 3 のレーザ光 L i を発振する。

20

【 0 0 2 4 】

図 3 は、実施の形態 1 に係る光ピックアップ装置の検出光学系 4 0 を構成する部品の配置を概略的に示す斜視図である。図 3 において、x 軸及び y 軸はそれぞれ、例えば、光ディスク 3 1 の半径方向及び接線方向に対応する。液晶素子 4 1 及び 4 2 は、それぞれ 1 つの方向に光を屈折させるレンズ作用（「一軸方向のレンズ作用」とも言う。）を有し、実施の形態 1 においては、液晶素子 4 1 と液晶素子 4 2 とは同一の構成を有している場合を例示している。液晶素子 4 1 は、光を屈折させる方向（「レンズ作用の方向」とも言う。）が D b 方向である。D b 方向は、x y 座標系の原点を通り第 2 象限（x 軸負側且つ y 軸正側）及び第 4 象限（x 軸正側且つ y 軸負側）に延びる方向であり、x 軸及び y 軸のそれぞれに対して略 4 5 度の角度をなす方向である。液晶素子 4 2 は、光を屈折させる方向（「レンズ作用の方向」とも言う。）が D c 方向である。D c 方向は、x y 座標系の原点を通り第 1 象限（x 軸正側且つ y 軸正側）及び第 3 象限（x 軸負側且つ y 軸負側）に延びる方向であり、x 軸及び y 軸のそれぞれに対して略 4 5 度の角度をなす方向である。実施の形態 1 においては、D b 方向と D c 方向は略 9 0 度の角度をなしている。さらに、図 3 に示されるように、検出光学系 4 0 の光検知器 4 3 の光検知領域は、x 軸方向の直線と y 軸方向の直線とによって 4 つに分割された 4 つの受光面 4 3 1, 4 3 2, 4 3 3, 4 3 4 から構成されている。なお、D b 方向は、x 軸及び y 軸のそれぞれに対して略 4 5 度の角度をなすことが望ましいが、必ずしも 4 5 度の角度である必要ななく、少なくとも 4 5 度 ± 1 0 度の範囲内であれば光ピックアップ装置に実用可能である。また、D c 方向は、x 軸及び y 軸のそれぞれに対して略 4 5 度の角度をなすことが望ましいが、必ずしも 4 5 度の角度である必要ななく、少なくとも 4 5 度 ± 1 0 度の範囲内であれば光ピックアップ装置に実用可能である。さらに、D b 方向と D c 方向は略 9 0 度の角度をなすことが望ましいが、必ずしも 9 0 度の角度である必要ななく、少なくとも 9 0 度 ± 1 0 度の範囲内であれば光ピックアップ装置に実用可能である。

30

40

【 0 0 2 5 】

図 4 (A) 乃至 (C) は、実施の形態 1 に係る光ピックアップ装置の 1 つの液晶素子 4 1 又は 4 2 を説明するための図であり、同図 (A) は、液晶素子 4 1 又は 4 2 の構成を示

50

す側面図（光ピックアップ装置の光学系の平面図に相当する。）、同図（B）は、液晶素子41又は42の分割型電極53の電極パターンを示す平面図、同図（C）は、液晶素子41又は42の屈折率分布を示す図である。図4（A）に示されるように、液晶素子41及び42のそれぞれは、均一電極51と、1つの方向に配列された複数の分割型電極53と、均一電極51と分割型電極53との間に備えられた液晶層52と、均一電極51の外側に配置されたガラス基板54と、分割型電極53の外側に配置されたガラス基板55とを有している。均一電極51と分割型電極53の間には、液晶素子駆動回路44によってパルス電圧Vが印加される。図4（B）に示されるように、分割型電極53の電極パターンは、中央から配列方向の外側に向かって次第にストライプ状の各電極部の幅が狭くなるように形成されている。より正確に言えば、分割型電極53の中心から配列方向の最も外側までの距離（後述する実施の形態2（図11）においては、円環状の分割型電極の半径）を1に正規化させた場合に、分割型電極53の中心から、中心の電極部から数えてM（Mは正の整数）番目の電極部までの距離（後述する実施の形態2においては半径）は、分割数をNとすると、 M/N の平方根で与えられる。さらに、分割された各電極部の隣接するもの同士は高い抵抗を持つ導体で接続されている。図4（C）の階段状の実線は、実施の形態1における液晶素子41及び42の均一電極51と分割型電極53の間に、電圧を印加した場合に生じる階段型の屈折率分布を示しており、円弧状の破線で示すように、屈折率は、分割型電極53の中心からの距離（後述する実施の形態2においては半径）の2乗に比例して減少する変化を示す。なお、図4（B）及び（C）には、分割型電極の好ましいパターン及び好ましい屈折率分布を示したが、分割型電極のパターン及び屈折率分布は、図示の例に限定されず、他のパターン及び屈折率分布とすることもできる。

10

20

【0026】

図5は、実施の形態1に係る光ピックアップ装置に使用される1つの液晶素子41又は42のレンズ作用を説明するための図である。図5においては、分割型電極53は、図5における上下方向（図3におけるD_b方向又はD_c方向）に並ぶ複数のストライプ状の電極部を有し、一軸方向のレンズ作用は、図5における上下方向に発生する。図5において実線で示すレーザー光Lは、液晶素子41又は42に収束的に入射するレーザー光を示し、液晶素子41又は42に電圧が印加されていない場合に、液晶素子41又は42を透過したレーザー光を破線L₀で示す。この場合には、液晶素子41又は42によるレンズ作用が働かないので、透過したレーザー光L₀は、入射したレーザー光Lが直進したレーザー光となり、光軸AX上の点P₀で収束する。液晶素子41又は42に電圧V₁を印加した場合には、レンズ作用が現れ、透過したレーザー光L₁（細い実線で示す）は点P₀より手前（液晶素子側）の点P₁で収束する。さらに、電圧V₁よりも高い電圧V₂を印加した場合には、さらに強いレンズ作用が現れ、透過したレーザー光L₂（太い実線で示す）は点P₁より手前（液晶素子側）の点P₂で収束する。このように、液晶素子41又は42に印加する電圧に応じてレンズ作用を変更することができ、このため、レンズの焦点距離を変えることができ、収束点の位置を可変とすることができる。

30

【0027】

図6は、実施の形態1に係る光ピックアップ装置の2つの液晶素子41及び42の組合せのレンズ作用を説明するための図である。液晶素子41は、その分割型電極53が図6における上下方向（図6が描かれた紙面に平行な上下方向）に並ぶように配置されている。液晶素子42は、液晶素子41のすぐ後側（光検知器43側）に置かれ、かつその分割型電極53が図6が描かれた紙面に垂直な方向に配置されている。図6及び図3に示されるように、実施の形態1においては、液晶素子41の分割型電極の配列方向と、液晶素子42の分割型電極の配列方向は、略直交していることが好ましい。図6において、実線で示されるレーザー光Lは液晶素子41に収束的に入射するレーザー光を示し、液晶素子41及び42とともに電圧が印加されていない場合に透過したレーザー光を破線L₀で示す。この場合には、液晶素子41及び42のレンズ作用が働かないので、透過したレーザー光L₀は入射したレーザー光Lが直進したレーザー光となり、光軸AX上の点P₀で収束する。液晶素子41に電圧V₁を印加し、液晶素子42に電圧V₂を印加した場合には、液晶素子4

40

50

1において図6における上下方向に一軸方向のレンズ作用が現れ、液晶素子42において図6が描かれた紙面に垂直な方向に一軸方向のレンズ作用が現れる。この場合、液晶素子41でレンズ作用を受けたレーザ光L3(太い実線で示す)は、液晶素子42ではレンズ作用を受けずに直進し、点P3で収束する。一方、液晶素子41でレンズ作用を受けないレーザ光L4(細い実線で示す)は、反対に液晶素子42でレンズ作用を受け、光軸AX上の点P4で収束する。それぞれ直交する方向の収束点が一点に収束せず、点P3及びP4に分離するので光学的には非点収差と呼ばれる現象を示すことになる。従って、液晶素子41及び42に印加する電圧を変えることで、収束点P3とP4を変位させることができるので、非点収差の大きさを可変とすることができる。

【0028】

検出光学系40において、1つの方向にレンズ作用を有する2つの液晶素子41及び42を、それぞれのレンズ作用が略直交する方向に配置する構成を用いて非点収差を作り出せることは、光ピックアップ装置における焦点検出方式として周知な非点収差法が、検出光学系40において実現でき、焦点誤差信号が検出できることを示している。

【0029】

次に、図7に示す光ディスク規格の仕様に基づいて、検出光学系40を構成する1つの方向にレンズ作用を有する2つの液晶素子41及び42に求められる動作を説明する。図7は、光ディスクの各規格における、中心波長()、対物レンズの開口数(NA)、中心波長と開口数から算出される焦点深度($\lambda / (NA)^2$)を示した表である。図7には、さらにCD規格での焦点深度を基準にして、他の規格での焦点深度の比率である焦点深度比を示している。ここで焦点深度に着目すると、DVD規格の焦点深度はCD規格のその約半分であり、また、青色光ディスク規格の焦点深度はDVD規格のその約半分以下という関係となっている。さらに、最も高密度なBD規格の焦点深度は、最も低密度なCD規格のその約1/7となっており、このような事情のために、既に説明したように、従来の検出光学系においてはすべての規格に対して同時に満足するような焦点誤差信号のリニア範囲を設定できないという課題があった。ここで、リニア範囲とは、集光されるレーザ光の焦点ずれ量と光検知器の検出信号に基づいて算出される焦点誤差信号の振幅との関係が略線形(略1次関数)になる範囲(後述する図9における、符号71, 72, 73で示される焦点誤差信号の範囲LZ1, LZ2, LZ3)である。

【0030】

上記のような事情において、単一の検出光学系でありながら、光ディスクの各規格に対して、個別に最適な焦点誤差信号の検出やリニア範囲の設定を行うことができれば、性能面に関しては最良の形態を実現することが可能になる。実施の形態1の検出光学系40においては、一軸方向にレンズ作用を有する(すなわち、一軸性の)2つの液晶素子41及び42を用い、印加する電圧の大きさによって非点収差の大きさを変えることができるので、リニア範囲を光ディスクの各規格に対して個別に最適値に設定することができる。

【0031】

次に、実施の形態1における光ディスク装置及び光ピックアップ装置の動作を説明する。上述したように、光ディスク装置が種々の規格の光ディスクに対する互換性を保持するためには、焦点誤差信号のリニア範囲が最適でなければならず、且つ、光ディスク基板の厚みに起因した球面収差が補正されていなければならない。

【0032】

そのためには、光ディスクが光ディスク装置に装着されると、まず光ディスクの種類を判別動作が必要となる。図8は、実施の形態1における光ディスク装置及び光ピックアップ装置が、光ディスクが装着されてから光ディスクの種類を判別した後、記録動作、若しくは再生動作を開始するまでの動作を示すフローチャートである。ここで、第1の波長のレーザ光Lbはその波長が0.405μm近傍であり、第1の光ディスクである青色光ディスクに使用される。また、青色光ディスクにはHD-DVDと呼ばれる規格と、BDと呼ばれる2つの規格が存在するが、ここでは何れか一方を指すものとする。青色光ディスクに最適なコリメータレンズ22の位置を、第1のコリメータレンズ位置とする。さらに

10

20

30

40

50

、青色光ディスクに最適な焦点誤差信号のリニア範囲を第1のリニア範囲（後述する図9（A）の範囲LZ1）とする。同様に、第2の波長のレーザ光3はその波長が $0.65\mu\text{m}$ 近傍であり、第2の光ディスクであるDVDに使用される。第2の光ディスクに最適なコリメータレンズ22の位置を、第2のコリメータレンズ位置とする。さらに、第2の光ディスクに最適な焦点誤差信号のリニア範囲を第2のリニア範囲（後述する図9（B）の範囲LZ2）とする。さらに同様に、第3の波長のレーザ光Liはその波長が $0.78\mu\text{m}$ 近傍であり、第3の光ディスクであるCDに使用される。第3の光ディスクに最適なコリメータレンズ22の位置を、第3のコリメータレンズ位置とする。さらに、第3の光ディスクに最適な焦点誤差信号のリニア範囲を第3のリニア範囲（後述する図9（C）の範囲LZ3）とする。

10

【0033】

図8に示されるように、光ディスク装置に種類が未知な光ディスクが装着されると（ステップS1）、メディア判別手段61が第1の光ディスクである青色光ディスクの条件に初期設定するよう指令する。この指令に基づいて、球面収差補正機構駆動回路65がレンズ移動機構23を動作させ、コリメータレンズ22を第1の光ディスクの基板の厚みに起因する球面収差が極小となる所定の位置に変位させる（ステップS2）。次に、指令に基づいて、液晶素子駆動回路44を動作させて、光ピックアップ装置のリニア範囲が第1のリニア範囲となるように、液晶素子41及び42にそれぞれ所定の電圧を印加させる（ステップS3）。この状態から、第1のレーザ光Lbを発振させる（ステップS4）。出射された第1のレーザ光Lbは、ビームスプリッタ21を透過し、コリメータレンズ22によって略平行光に変換され、対物レンズ24によって光ディスク31上に光スポットを形成する。光ディスク31で反射された第1のレーザ光Lbは、対物レンズ24とコリメータレンズ22を順に経てビームスプリッタ21で反射して、液晶素子41及び42を順に透過する。既に説明したように、レーザ光は、液晶素子41及び42を透過した後に光検知器43で検出されることによって、周知の非点収差法による焦点誤差信号が検出される（ステップS5）。ここで、装着された光ディスクが第1の光ディスクであれば、制御信号検出回路62から所望の焦点誤差信号が検出されるので、メディア判別手段61は第1の光ディスクであると判断する（ステップS6）。すると、次の動作として、対物レンズ駆動回路64からの出力信号で対物レンズアクチュエータ25を駆動させてトラック追従の制御に進む。次に、再生信号検出回路63からの再生信号が最も良好なものとなるように、球面収差補正機構駆動回路65がレンズ移動機構23を動作させ、コリメータレンズ22をさらに球面収差が極小となる最適な位置に変位させる（ステップS7）。以後、第1の光ディスクにおいて、情報の記録動作若しくは再生動作が行われる（ステップS8）。もしも装着された光ディスクが第1の光ディスクで無い場合には、制御信号検出回路62から所望の焦点誤差信号が検出されないため、メディア判別手段61は第1の光ディスクでは無いと判断する。

20

30

【0034】

ステップS6における判断がNoの場合には、メディア判別手段61は、第2の光ディスクであるDVDの条件に初期設定するよう指令する。この指令に基づいて、球面収差補正機構駆動回路65がレンズ移動機構23を動作させ、コリメータレンズ22を第2の光ディスクの基板の厚みに起因する球面収差が極小となる所定の位置に変位させる（ステップS9）。次に、液晶素子駆動回路44を動作させて、光ピックアップ装置のリニア範囲が第2のリニア範囲となるように、液晶素子41及び42にそれぞれ所定の電圧を印加させる（ステップS10）。この状態から、第2のレーザ光Lrを発振させる（ステップS11）。ステップS6と同様の処理により、制御信号検出回路62で検出された焦点誤差信号（ステップS12）に基づいて、装着された光ディスクが第2の光ディスクであるかどうかの判別を行なわれ（ステップS13）、第2の光ディスクであれば対物レンズ駆動回路64からの出力信号で対物レンズアクチュエータ25を駆動させてトラック追従の制御に進む。次に、再生信号検出回路63からの再生信号が最も良好なものとなるように、球面収差補正機構駆動回路65がレンズ移動機構23を動作させ、コリメータレンズ22

40

50

をさらに球面収差が極小となる最適な位置に変位させて（ステップS 1 4）、以後、第2の光ディスクにおいて、情報の記録動作若しくは再生動作が行われる（ステップS 1 5）。もしも装着された光ディスクが第2の光ディスクでは無い場合には、制御信号検出回路6 2から所望の焦点誤差信号が検出されないので、メディア判別手段6 1は第2の光ディスクで無いと判断する。

【0035】

ステップS 1 3における判断がNoの場合には、メディア判別手段6 1は第3の光ディスクであるCDの条件に初期設定するよう指令する。この指令に基づいて、球面収差補正機構駆動回路6 5がレンズ移動機構2 3を動作させ、コリメータレンズ2 2を第3の光ディスクの基板の厚みに起因する球面収差が極小となる所定の位置に変位させる（ステップS 1 6）。次に、液晶素子駆動回路4 4を動作させて、光ピックアップ装置のリニア範囲が第3のリニア範囲となるように、液晶素子4 1及び4 2にそれぞれ所定の電圧を印加させる（ステップS 1 7）。この状態から、第3の波長のレーザ光L_iを発振させる（ステップS 1 8）。ステップS 6と同様の処理により、制御信号検出回路6 2からの検出された焦点誤差信号（ステップS 1 9）に基づいて、装着された光ディスクが第3の光ディスクであるかどうかの判別を行なわれ（ステップS 2 0）、第3の光ディスクであれば対物レンズ駆動回路6 4からの出力信号で対物レンズアクチュエータ2 5を駆動させてトラック追従の制御に進む。次に、再生信号検出回路6 3からの再生信号が最も良好なものとなるように、球面収差補正機構駆動回路6 5がレンズ移動機構2 3を動作させ、コリメータレンズ2 2をさらに球面収差が極小となる最適な位置に変位させて（ステップS 2 1）、以後、第3の光ディスクにおいて、情報の記録動作若しくは再生動作が行われる（ステップS 2 2）。もしも装着された光ディスクが第3の光ディスクで無いと判断された場合（ステップS 2 0における判断がNoの場合）には、光ディスク装置が対応できる互換の範囲以外の光ディスクである可能性があるため、対応不可と判断される（ステップS 2 3）。あるいは、第1乃至第3の光ディスクのいずれかであっても、光ディスクが著しく汚れている場合や、破損等がある場合には、正しく判別されない可能性があり、やはり対応不可と判断される（ステップS 2 3）。

【0036】

図9（A）乃至（C）は、実施の形態1に係る光ピックアップ装置における検出光学系4 0の動作及びリニア範囲LZ 1, LZ 2, LZ 3を示す図である。図9（A）乃至（C）において、検出光学系4 0は概略的な平面図（左側）で示され、リニア範囲LZ 1, LZ 2, LZ 3は焦点誤差信号7 1, 7 2, 7 3の波形図（右側）で示されている。図9（A）乃至（C）の焦点誤差信号7 1, 7 2, 7 3の波形において、横方向は焦点ずれ量を示し、縦方向は焦点ずれ検出信号の振幅を示す。また、図9（A）乃至（C）は、光軸AXの上側と下側で異なる場所を示しており、光軸AXより上側には、液晶素子4 1のレンズ作用を有する方向（図3のDb方向）の動作を示し、光軸AXより下側には、液晶素子4 2のレンズ作用を有する方向（図3のDc方向）の動作を示している。図9（A）は、第1の光ディスクである青色光ディスクのうちBDの場合、図9（B）は、第2の光ディスクであるDVDの場合、図9（C）は第3の光ディスクであるCDの場合をそれぞれ示している。図9（A）乃至（C）において、光ディスク3 1はレーザ光が入射する側の面が、同一の基準位置Q_aに固定されている。また、液晶素子4 1及び4 2の配置位置も、光ディスク3 1の種類に拘わらず固定である。さらに、光検知器4 3は図示していないが、光ディスクの種類に拘わらず位置Q_bに配置されている。コリメータレンズ2 2と対物レンズ2 4は、光ディスク3 1の種類に応じてそれぞれ異なる最適な位置が存在する。

【0037】

図9（A）に示すBDの場合、信号面（情報記録面）3 1 bは光ディスク3 1のレーザ光L_bが入射する側の表面から約0.1 mmの深さに存在する。対物レンズ2 4は、対物レンズ駆動回路6 4及び対物レンズアクチュエータ2 5によって、信号面3 1 b上に光スポットを形成できる位置に焦点制御される。また、コリメータレンズ2 2は、球面収差補正機構駆動回路6 5及びレンズ移動機構2 3によって、球面収差が極小となり再生信号が

10

20

30

40

50

最も良好となる位置に制御される。液晶素子 4 1 には電圧 V 3 が印加され、液晶素子 4 1 によってレンズ作用を受けたレーザ光 L 3 (図示の実線) は点 P 3 で収束する。また、液晶素子 4 2 には電圧 V 4 が印加され、液晶素子 4 2 によってレンズ作用を受けたレーザ光 L 4 (図示の破線) は点 P 4 で収束する。点 P 3 と点 P 4 は、光検知器 4 3 の位置 Q b を間に挟むように、かつ位置 Q b から略等距離となるように設定される。焦点誤差信号 3 9 におけるリニア範囲 L Z 1 は B D の場合の所定値となり、2 つの収束点 P 3 と P 4 の間隔に比例する。

【 0 0 3 8 】

なお、上記説明においては、青色光ディスクが B D である場合を示したが、青色光ディスクが H D - D V D である場合も同様に、本発明を適用できる。ただし、青色光ディスクが H D - D V D である場合には、信号面 3 1 b は光ディスク 3 1 のレーザ光 L b が入射する側の表面から約 0 . 6 mm の深さに存在する点が異なる。

【 0 0 3 9 】

装着された光ディスクが、図 9 (B) に示す第 2 の光ディスクである場合、信号面 3 1 r は光ディスク 3 1 のレーザ光 L r が入射する側の表面から約 0 . 6 mm の深さに存在する。対物レンズ 2 4 は、B D の場合よりも、光ディスク 3 1 に近づいて信号面 3 1 r 上に光スポットを形成できる位置に焦点制御される。また、コリメータレンズ 2 2 は、球面収差補正機構駆動回路 6 5 及びレンズ移動機構 2 3 によって、球面収差が極小となり再生信号が最も良好となる位置に制御されるため、光ディスク 3 1 に近づく方向に変位する。液晶素子 4 1 には電圧 V 5 が印加され、液晶素子 4 1 によってレンズ作用を受けたレーザ光 L 3 (図示の実線) は点 P 5 で収束する。また、液晶素子 4 2 には電圧 V 6 が印加され、液晶素子 4 2 によってレンズ作用を受けたレーザ光 L 4 (図示の破線) は点 P 6 で収束する。点 P 5 と点 P 6 は、光検知器 4 3 の位置 Q b を間に挟むように、かつ位置 Q b から略等距離となるように設定される。焦点誤差信号 4 0 におけるリニア範囲 L Z 2 は第 2 の光ディスクの場合の所定値となり、2 つの収束点 P 5 と P 6 の間隔に比例し、図 7 で示す関係に従って、 $L Z 2 > L Z 1$ となるように、収束点 P 5 と P 6 の位置が設定される。

【 0 0 4 0 】

同様に、装着された光ディスクが、図 9 (C) に示す第 3 の光ディスクである場合、信号面 3 1 i は光ディスク 3 1 のレーザ光 L i が入射する側の表面から約 1 . 2 mm の深さに存在する。対物レンズ 2 4 は、第 2 の光ディスクの場合よりも、光ディスク 3 1 に近づいて信号面 3 1 i 上に光スポットを形成できる位置に焦点制御される。また、コリメータレンズ 2 2 は、球面収差補正機構駆動回路 6 5 及びレンズ移動機構 2 3 によって、球面収差が極小となり再生信号が最も良好となる位置に制御され変位する。液晶素子 4 1 には電圧 V 7 が印加され、液晶素子 4 1 によってレンズ作用を受けたレーザ光 L 3 (図示の実線) は点 P 7 で収束する。また、液晶素子 4 2 には電圧 V 8 が印加され、液晶素子 4 2 によってレンズ作用を受けたレーザ光 L 4 (図示の破線) は点 P 8 で収束する。点 P 7 と点 P 8 は、光検知器 4 3 の位置 Q b を間に挟むように、かつ位置 Q b から略等距離となるように設定される。焦点誤差信号 4 1 におけるリニア範囲 L Z 3 は第 3 の光ディスクの場合の所定値となり、2 つの収束点 P 7 と P 8 の間隔に比例し、図 7 で示す関係に従って、 $L Z 3 > L Z 2$ となるように、収束点 P 7 と P 8 の位置が設定される。

【 0 0 4 1 】

なお、第 1 乃至第 3 の光ディスクにおけるそれぞれのリニア範囲 L Z 1、L Z 2、L Z 3 において、 $L Z 1 < L Z 2 < L Z 3$ を満たす関係となるように説明したが、焦点制御上の支障が無ければ、例えば、L Z 1 と L Z 2 は略等しい関係、あるいは L Z 2 と L Z 3 は略等しい関係となるように、各液晶素子の印加電圧を設定してもよい。

【 0 0 4 2 】

また、第 1 の光ディスクである青色光ディスクと、第 2 の光ディスクである D V D はともに 2 層ディスクが規格として存在する。上記した図 8 のステップ S 1 ~ S 1 5 に関する説明、及び、上記図 9 (A) 及び (B) に関する説明では、単層ディスクあるいは 2 層ディスクという層数に関わらず、各規格内では同一のリニア範囲を設定すればよいとした。

10

20

30

40

50

ところが、2層ディスクでは、1層目の信号面と2層目の信号面の光ディスク基板からの距離がそれぞれ異なるので、各信号面に対して球面収差が極小となるように、コリメータレンズ22を変位させる必要がある。コリメータレンズ22の変位の結果、コリメータレンズ22と対物レンズ24の配置関係から光学系の縦倍率が変化し、これに連動してリニア範囲も僅かながら変化する。そこで、2層ディスクの1層目と2層目において、リニア範囲を同一とするために、各層の信号面に対して液晶素子の印加電圧を変更してもよい。

【0043】

さらにまた、現在商用化されている多層ディスクは2層ディスクが中心であり、1層目と2層目の層間隔は規格によって規定されている。しかしながら、記録容量増大の要求にともなって、3層以上の多層化に関する研究開発が進められている。多層化は、層数に比例して記録容量を増大できる長所があるため、どのような層数及び層の間隔であっても最適なリニア範囲が設定できることが好ましい。

【0044】

図10(A)乃至(C)は、光ディスク31が例えば4層以上の信号層からなり、また層の間隔が異なる場合において、実施の形態1に係る光ピックアップ装置における検出光学系40の動作及びリニア範囲LZ4、LZ5、LZ6を示す図である。図10(A)乃至(C)において、検出光学系40は概略的な平面図(左側)で示され、リニア範囲LZ4、LZ5、LZ6は焦点誤差信号74、75、76の波形図(右側)で示されている。図10(A)乃至(C)の焦点誤差信号74、75、76の波形において、横方向は焦点ずれ量を示し、縦方向は焦点ずれ検出信号の振幅を示す。また、図10(A)乃至(C)は、光軸AXの上側と下側で異なる場所を示しており、光軸AXより上側には、液晶素子41のレンズ作用を有する方向(図3のDb方向)の動作を示し、光軸AXより下側には、液晶素子42のレンズ作用を有する方向(図3のDc方向)の動作を示している。図10(A)乃至(C)に記載されたディスク31は、全て同じ波長、及び同じ仕様の対物レンズ24で記録もしくは再生され、層数と層間隔のみが異なるものを示している。図10(A)のディスク31は、例えば、1層目から4層目までがDxの間隔を有し、等間隔に形成された4つの信号層31xを有する4層ディスクの場合を示している。図10(B)のディスク31は図10(A)と同様に4つの信号層31yを有するが、1層目から4層目までがDyの間隔を有し、例えば、Dy>Dxの関係があるとする。図10(C)のディスク31は、例えば、6つの信号層31zを有し、1層目から6層目までの間隔はDyであるとする。図10(A)と図10(B)を比較すると、光ディスク31の層数は同じであるが、層の間隔が図10(B)に示す光ディスク31の方が大きいため、液晶素子41及び42に印加する電圧を変化させることで、リニア範囲をLZ5>LZ4とすることができ、層の間隔に対応して最適なリニア範囲の設定が行える。図10(C)に示す光ディスク31は、6つの層でありながら、全体の層の間隔が図10(B)に示す光ディスク31と同じであるために、各信号層を明確に分離するためには、リニア範囲LZ6がLZ6<LZ5となるように、液晶素子41及び42に印加する電圧を調整すればよい。

【0045】

なお、上記説明においては、各信号層の間隔が等間隔であると仮定したが、これに制限されることはない。層間隔が不等間隔である場合には、最も狭い間隔に面した信号層の焦点誤差信号が十分に検出できるようなリニア範囲となるように、液晶素子41及び42に印加する電圧を調整すればよい。また、層数の例として、4層と6層を用いて説明したが、他の層数でも構わない。

【0046】

また、焦点誤差信号のリニア範囲は、光ピックアップ装置を構成するレンズの焦点距離の製造誤差、光ピックアップ装置におけるレンズの配置精度や組立精度、レーザ光の発振波長のばらつきの影響を受けて変化するため、光ピックアップ装置の単体毎にばらつきが発生する。リニア範囲の精度は、特に層間隔の精度が厳しくなる層数の多いディスクにおいては高い厳密性が要求されるが、液晶素子41及び42に印加する電圧でリニア範囲を可変できる本方式では、上述した誤差要因や精度の問題を補償し、常に一定値のリニア範

10

20

30

40

50

困を維持することが可能である。具体的には、図 8 で示したフローチャートにおいて、ステップ S 5、あるいはステップ S 13、あるいはステップ S 19 において焦点誤差信号の検出が行われるので、例えば焦点誤差信号のピークレベルとボトムレベルのサンプルホールドを行ってリニア範囲を割り出し、上記誤差要因に起因したりニア範囲の最適値からの偏差を補正することにも適用できる。

【 0 0 4 7 】

さらに、上記説明においては、液晶素子 4 1 及び 4 2 は一軸方向のレンズ作用を有するものであり、これらのレンズ作用方向が互いに略直交するように配置する場合を説明したが、液晶素子 4 1 及び 4 2 を一体的に構成した液晶素子としてもよい。

【 0 0 4 8 】

また、上記説明においては、実施の形態 1 の検出光学系 4 0 において液晶素子 4 1 及び 4 2 を用いた構成と動作を説明したが、可変的に非点収差作用を調節可能な素子であるならば、液晶素子以外の素子を用いてもよい。

【 0 0 4 9 】

なお、実施の形態 1 の半導体レーザ 1 0 は、放熱部材 1 6 上に 3 つのレーザ発振する領域 1 1、1 2、1 3 が並置されている形態としたが、図 1 1 に示す形態でもよい。図 1 1 は、実施の形態 1 の変形例に係る光ピックアップ装置の半導体レーザをレーザ光の光路上から見た状態を概略的に示す正面図である。図 1 1 に示される半導体レーザ 1 0 a は、放熱部材 1 6 の上に、レーザ発振する領域 1 1 a を有する第 1 の半導体レーザ素子 1 4 a とレーザ発振する領域 1 2 a、1 3 a を有する第 2 の半導体レーザ素子 1 5 a が積層されている形態である。また、第 2 の半導体レーザ素子 1 5 又は 1 5 a にはレーザ発振する 2 つの領域がある形態としたが、本発明の光ピックアップ装置の半導体レーザの構成は、このような構成に限定されず、複数の異なる波長のレーザ光を発振する光源であれば、他の構成の光源であってもよい。

【 0 0 5 0 】

また、図 8 における説明では、光ディスク装置に装着された未知の光ディスク 3 1 の種類を判別していく過程において、最初に、装着されて光ディスクを青色光ディスクと想定し（ステップ S 1 ~ S 8）、次に装着されて光ディスクを DVD と想定し（ステップ S 9 ~ S 15）、最後に装着されて光ディスクを CD と想定する（ステップ S 16 ~ S 22）場合を説明したが、処理の順番（光ディスクの想定順番）は他の順番であってもよい。

【 0 0 5 1 】

さらに、上記説明においては、光ディスク装置に装着された未知の光ディスク 3 1 を判別していく過程において、所望の焦点誤差信号が検出できるかどうかに基づいて光ディスクの種類を判別する場合を説明したが、光ディスクの判別方法は、他の方法を採用してもよい。

【 0 0 5 2 】

さらにまた、上記説明においては、BD、DVD、及び CD という、適正なりニア範囲が異なる 3 種類の光ディスクを例に挙げて説明したが、液晶素子の採用で焦点誤差検出信号のリニア範囲を可変できるので、本発明の光ピックアップ装置及び光ディスク装置が対応可能な、ディスクの種類はこれら 3 種類に限るものではない。

【 0 0 5 3 】

また、上記説明においては、光ディスク 3 1 の球面収差を補正する方法として、コリメータレンズ 2 2 を移動させる方法を例示したが、他の方法によって球面収差を補正してもよい。

【 0 0 5 4 】

実施の形態 2 .

図 1 2 は、本発明の実施の形態 2 に係る光ピックアップ装置の検出光学系を構成する部品の配置を概略的に示す斜視図である。図 1 2 において、図 3 と同一又は対応する構成には、同じ符号を付す。図 1 2 において、ビームスプリッタ 2 1、液晶素子 4 2 と光検知器 4 3 は図 3 と同じものであり、かつ同じように配置されている。液晶素子 4 5 は、図 3 に

10

20

30

40

50

おける液晶素子 4 1 に代えて配置されたものである。液晶素子 4 5 は、分割型電極 4 6 が中央から外側に向かって同心円状に次第に各電極の幅が狭くなるように形成されていることである。より正確に言えば、分割型電極 4 6 の中心から最も外側までの距離（円環状の分割型電極の半径）を 1 に正規化させた場合に、分割型電極 4 6 の中心から、中心の電極部から数えて M (M は正の整数) 番目の電極部までの距離（半径）は、分割数を N とすると、 M/N の平方根で与えられる。さらに、分割された各電極部の隣接するもの同士は高い抵抗を持つ導体で接続されている。実施の形態 2 における液晶素子 4 5 の均一電極（図示せず）と分割型電極 4 6 の間に、電圧を印加した場合に生じる階段型の屈折率分布を示しており、屈折率は、分割型電極 4 6 の中心からの距離（半径）の 2 乗に比例して減少する変化を示す。したがって、液晶素子 4 5 は通常の凸レンズ又は凹レンズと同様の作用を示す。検出光学系 4 0 a において、通常のレンズ作用を有する液晶素子 4 5 と 1 つの方向にレンズ作用を有する液晶素子 4 2 を組み合わせることで非点収差を作り出すことができるので、液晶素子 4 2 及び 4 5 に印加する電圧を変えることで、所望のリニア範囲を有する焦点誤差信号を検出できる。

10

【0055】

なお、液晶素子 4 5 は液晶素子 4 2 の前側（ビームスプリッタ 2 1 側）に配置されても、後ろ側（光検知器 4 3 側）に配置されてもよい。また、分割型電極の好ましいパターン及び好ましい屈折率分布を説明したが、分割型電極のパターン及び屈折率分布は、上記例に限定されない。さらにまた、実施の形態 2 において、上記以外の点は、実施の形態 1 の場合と同じである。

20

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図 1】本発明の実施の形態 1 に係る光ピックアップ装置及び光ディスク装置の構成を概略的に示す図である。

【図 2】実施の形態 1 に係る光ピックアップ装置の半導体レーザをレーザ光の光路上から見た状態を概略的に示す正面図である。

【図 3】実施の形態 1 に係る光ピックアップ装置の検出光学系を構成する部品の配置を概略的に示す斜視図である。

【図 4】実施の形態 1 に係る光ピックアップ装置の 1 つの液晶素子を説明するための図であり、(A) は、液晶素子の構成を示す側面図（光ピックアップ装置の平面図に相当）、(B) は、液晶素子の分割型電極の電極パターンを示す平面図、(C) は、液晶素子の屈折率分布を示す図である。

30

【図 5】実施の形態 1 に係る光ピックアップ装置に使用される 1 つの液晶素子のレンズ作用を説明するための図である。

【図 6】実施の形態 1 に係る光ピックアップ装置の 2 つの液晶素子の組合せのレンズ作用を説明するための図である。

【図 7】光ディスクの各規格の仕様を示す表である。

【図 8】実施の形態 1 に係る光ディスク装置による、光ディスクの装着から記録又は再生開始までの動作を示すフローチャートである。

【図 9】(A) 乃至 (C) は、実施の形態 1 に係る光ピックアップ装置における検出光学系の動作及びリニア範囲を示す図である。

40

【図 10】(A) 乃至 (C) は、実施の形態 1 に係る光ピックアップ装置における多層ディスクでの検出光学系の動作及びリニア範囲を示す図である。

【図 11】実施の形態 1 の変形例に係る光ピックアップ装置の半導体レーザをレーザ光の光路上から見た状態を概略的に示す正面図である。

【図 12】本発明の実施の形態 2 に係る光ピックアップ装置の検出光学系を構成する部品の配置を概略的に示す斜視図である。

【符号の説明】

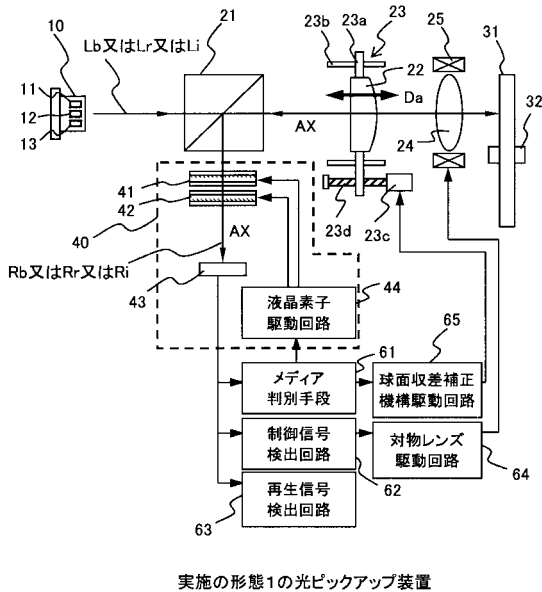
【0057】

10 半導体レーザ、 11 第 1 の光源（レーザ発振する領域）、 12 第 2 の光

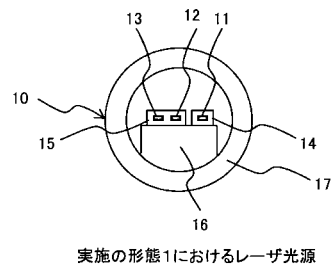
50

源（レーザ発振する領域）、 13 第3の光源（レーザ発振する領域）、 21 ビームスプリッタ、 22 コリメータレンズ、 23 コリメータレンズ駆動機構、 24 対物レンズ、 25 対物レンズ駆動機構、 31 光ディスク、 40 検出光学系、 41、 42、 42 a 液晶素子、 43 光検知器、 44 液晶素子駆動回路、 51 均一電極、 52 液晶層、 53 分割型電極、 61 メディア判別手段、 62 制御信号検出回路、 63 再生信号検出回路、 L b 第1のレーザ光、 L r 第2のレーザ光、 L i 第3のレーザ光。

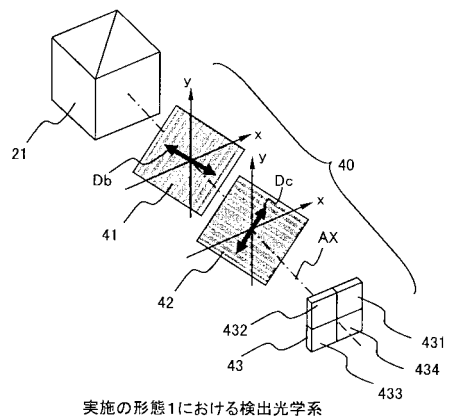
【図1】



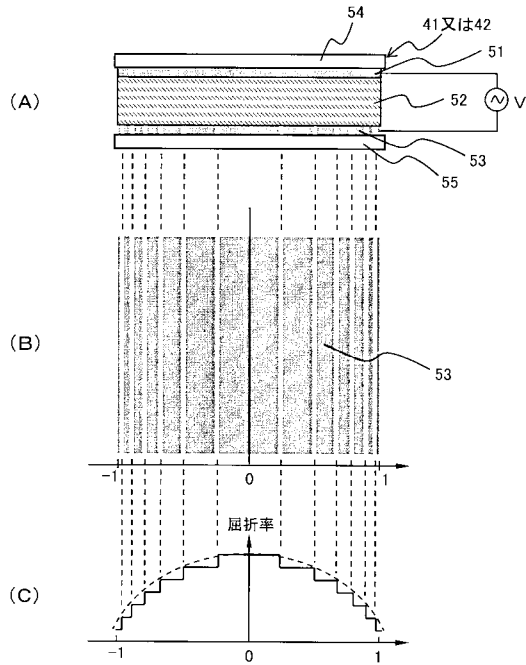
【図2】



【図3】

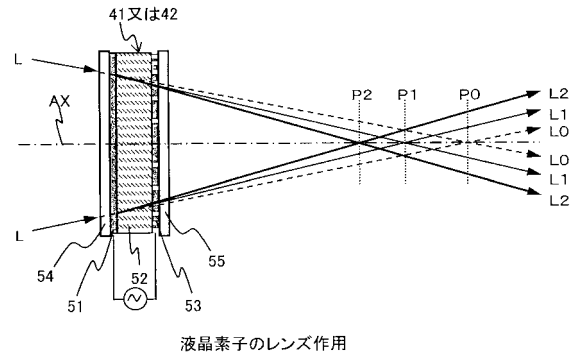


【図4】



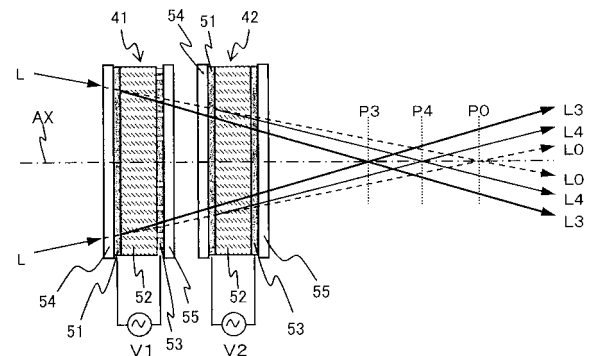
実施の形態1における液晶素子、分割型電極、及び屈折率分布

【図5】



液晶素子のレンズ作用

【図6】



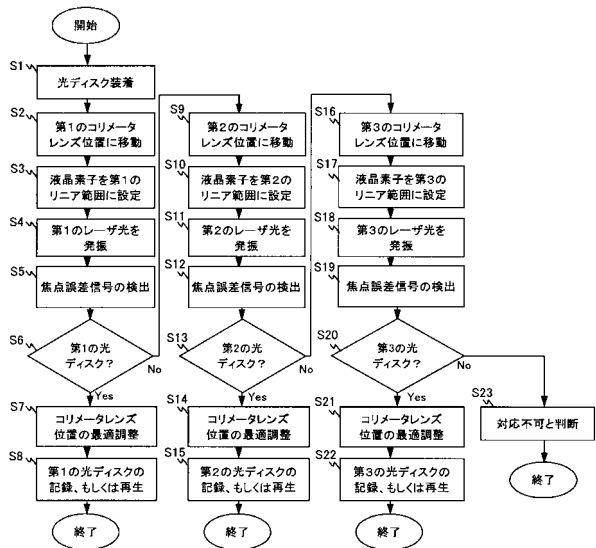
実施の形態1における液晶素子のレンズ作用

【図7】

規格			CD規格	DVD規格	青色光ディスク規格	
仕様項目	記号	単位			HD-DVD	Blu-ray
波長	λ	μm	0.78	0.65	0.405	0.405
対物レンズ開口数	NA		0.45	0.60	0.65	0.85
焦点深度	$\lambda / (\text{NA})^2$	μm	3.85	1.81	0.96	0.56
焦点深度比 (CDを基準)			1	0.47	0.25	0.15

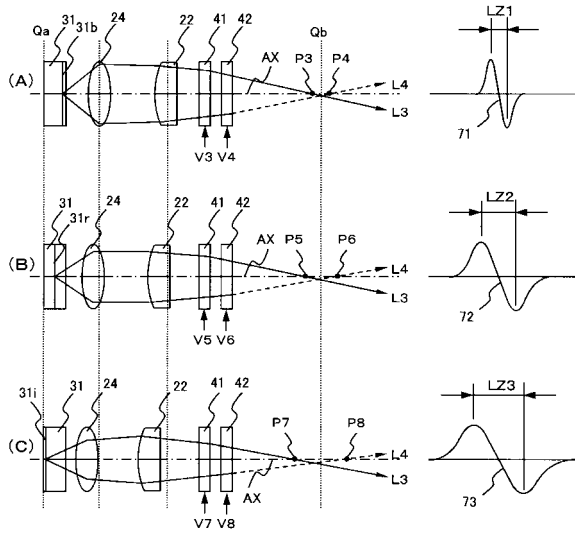
光ディスク規格の仕様

【図8】



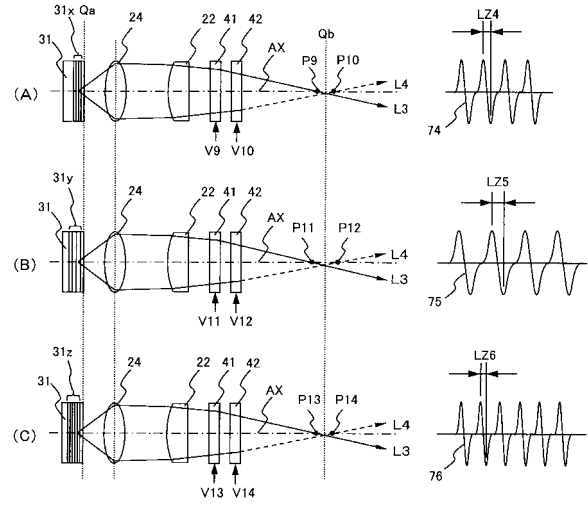
実施の形態1における光ディスク装着から記録又は再生開始までの動作

【図9】



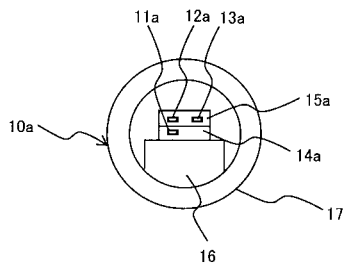
実施の形態1における検出光学系の動作及びビニア範囲

【図10】



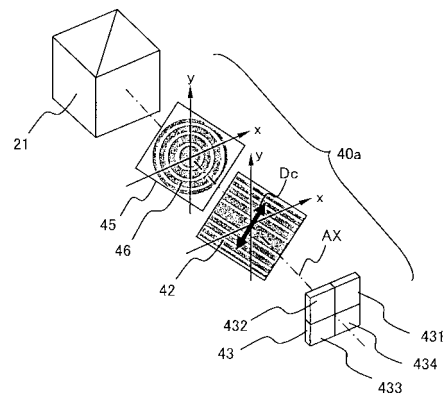
実施の形態1における多層ディスクでの検出光学系の動作及びビニア範囲

【図11】



実施の形態1の変形例のレーザー光源

【図12】



実施の形態2における検出光学系

フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭61-140920(JP,A)
特開昭58-155525(JP,A)
国際公開第2006/054215(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G11B 7/135
G11B 7/09