

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5083014号
(P5083014)

(45) 発行日 平成24年11月28日(2012.11.28)

(24) 登録日 平成24年9月14日(2012.9.14)

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

請求項の数 6 (全 24 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2008-110619 (P2008-110619) (22) 出願日 平成20年4月21日 (2008.4.21) (65) 公開番号 特開2009-266257 (P2009-266257A) (43) 公開日 平成21年11月12日 (2009.11.12) 審査請求日 平成23年3月3日 (2011.3.3)</p>	<p>(73) 特許権者 000000044 旭硝子株式会社 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 (72) 発明者 垣内 利昌 福島県郡山市待池台1-8 郡山西部第二 工業団地 AGCエレクトロニクス株式会 社内 審査官 中野 和彦</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 広帯域波長板および光ヘッド装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

平行に配置された第1の波長板と第2の波長板とを備え、
 m個(mは2以上の整数)の波長の光が入射する広帯域波長板であって、
 前記第1の波長板の光学軸と前記第2の波長板の光学軸が交差しており、
 入射する波長を、 $\lambda_j < \lambda_{j+1}$ ($j = 1 \sim m - 1$ の整数)の関係を満たすとして表し、波長 λ_n ($n = 1 \sim m$ の整数)に光に対する第iの波長板のリタレーション値を $R_i(\lambda_n)$ [度] (i は1または2)としたときに、
 少なくとも1組の波長 λ_1 と波長 λ_{j+1} に関して、
 $R_1(\lambda_{j+1}) / R_2(\lambda_{j+1})$ が 2 ± 0.1 の範囲内であるとともに、 $R_1(\lambda_1) / R_1(\lambda_{j+1})$ が 2 ± 0.1 の範囲内であって、
 kを奇数として、 $R_1(\lambda_1)$ が $(360 \times k) \pm 5$ [度]の範囲内であって、
 前記波長 λ_1 と前記波長 λ_{j+1} の直線偏光の光が同じ偏光方向で入射する偏光方向と前記第2の波長板の光学軸とがなす角度 θ_2 が 90 ± 5 [度]の範囲内であって、
 前記波長 λ_1 と前記波長 λ_{j+1} の直線偏光の光が同じ偏光方向で入射する偏光方向と前記第1の波長板の光学軸とがなす角度 θ_1 が $22.5 - \{(90 - \theta_2) / 2\} \pm 2.5$ [度]の範囲内である広帯域波長板。

【請求項2】

$R_1(\lambda_{j+1}) / R_2(\lambda_{j+1})$ が 2 ± 0.05 の範囲内であるとともに、前記角度 θ_1 が $22.5 - \{(90 - \theta_2) / 2\} \pm 1.5$ [度]の範囲内である少なくとも一

つの波長 λ_{j+1} の直線偏光の光が入射する請求項 1 に記載の広帯域波長板。

【請求項 3】

前記波長 λ_1 と前記波長 λ_2 と波長 λ_3 ($\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$) の直線偏光の光が入射する広帯域波長板であって、

前記 λ_1 が 405 nm 波長帯であり、前記 λ_2 が 660 nm 波長帯であり、前記 λ_3 が 785 nm 波長帯である請求項 1 または請求項 2 に記載の広帯域波長板。

【請求項 4】

少なくとも前記波長 λ_1 と前記波長 λ_2 の光を出射する光源と、

前記光源から出射した光を偏向分離する第 1 の分離手段と、

前記第 1 の分離手段から出射した光を前記波長 λ_1 の光と前記波長 λ_2 の光とを異なる光路に偏向分離する第 2 の分離手段と、

前記第 2 の分離手段から出射した光を光ディスク上に集光させる対物レンズと、

前記光ディスクで反射した光を検出する光検出器と、を備える光ヘッド装置であって、

前記第 2 の分離手段と前記対物レンズとの間の前記波長 λ_1 の光の光路中に $\lambda/4$ 板が配置されるとともに、

前記第 1 の分離手段と前記第 2 の分離手段との間の光路中に請求項 1 ~ 3 いずれか 1 項に記載の広帯域波長板が配置される光ヘッド装置。

【請求項 5】

前記光源は、前記波長 λ_1 、前記波長 λ_2 および前記波長 λ_3 を出射し、

前記第 2 の分離手段は、前記波長 λ_1 の波長の光の出射方向と、前記波長 λ_2 の光および前記波長 λ_3 の光の出射方向とを異なるようにするトリクロイックプリズムである請求項 4 に記載の光ヘッド装置。

【請求項 6】

前記第 1 の分離手段は、複屈折性を有する回折格子が等方性材料となる充填材で充填平坦化されてなるホログラム素子であって、

前記充填材の屈折率 n_s は、前記回折格子の常光屈折率 n_o または異常光屈折率 n_e に略等しい請求項 4 または請求項 5 に記載の光ヘッド装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、入射する光の偏光状態を制御するための広帯域波長板であり、特に、光ストレージを扱う光学系として、CD、DVD、光磁気ディスクなどの光記録媒体および、「Blu-ray」（登録商標：以下BD）、HD-DVDなどの高密度光記録媒体に情報の記録および再生を行う光ヘッド装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、例えば光ストレージを扱う光学系として、CD、DVD、光磁気ディスクなどの光記録媒体だけでなく、BD、HD-DVDなどの高密度光記録媒体（以下、「光ディスク」という）に情報の記録および再生を行う光ヘッド装置の開発が進んでいる。使用されるレーザ光の波長は、短波長であるほど記録密度を向上できるため光源の短波長化が進められている。一方、これまでに普及している多くの光ディスク用の長波長（赤色域、近赤外域）のレーザ光による再生もできるようにする必要があり、従来のDVDのような赤色域（660 nm 波長帯）、CDのような近赤外域（785 nm 波長帯）のレーザ光と、短波長（405 nm 波長帯）のレーザ光との互換性を有する様々な方式が提案されている。

【0003】

このように、高密度記録媒体だけでなく、従来の光ディスクに対してこの互換性を確保するために、短波長光源に加えて、赤色域、近赤外域の光源を併せて設置する方式がある。このため、3つの異なる広帯域の波長に対して一定の特性を有する光学部品のニーズも高まっている。したがって、BD/HD-DVD、DVD、CDなどを再生または記録（以下、「記録・再生」という）できる光ヘッド装置は少ない光学部品で構成できるような

10

20

30

40

50

小型化が要求されている。

【 0 0 0 4 】

図 2 2 に 3 つの異なる波長のレーザ光を使用した従来の光ヘッド装置 3 0 0 の構成の一例を示す。半導体レーザ等の光源 3 0 1 から出射される 4 0 5 n m 波長帯の光は、偏光ビームスプリッタ 3 0 7 で反射され、コリメータレンズ 3 1 0 で平行光となって / 4 板 3 1 2 によって円偏光となる。円偏光となった光は、ミラー 3 1 4 で反射し、対物レンズ 3 1 6 によって B D、H D - D V D 等の光ディスク 3 1 8 の情報記録面に集光される。情報記録面に形成されたピットの情報を含んだ反射光は上記の経路を逆方向に進行する。ここで、光源から光ディスクに到達するまでの光路を「往路」、光ディスクから光検出器に到達するまでの光路と「復路」として説明する。復路の光は往路の円偏光とは逆方向の円偏光となって / 4 板 3 1 2 を出射する復路の光は往路の直線偏光に対して直交する直線偏光となり、偏光ビームスプリッタ 3 0 7 を直進透過して光検出器 3 1 9 に到達する。光検出器 3 1 9 では、光ディスクで反射された光からピット情報を検出することで光ディスク 3 1 8 に記録された情報の読み出しを行っている。

10

【 0 0 0 5 】

同様に、半導体レーザ等の光源 3 0 2 から出射される 6 6 0 n m 波長帯の光、光源 3 0 3 から出射される 7 8 5 n m 波長帯の光も、ダイクロイックプリズム 3 0 8 を反射または透過し、偏光ビームスプリッタ 3 0 9 を透過する。そして、コリメータレンズ 3 1 1 で平行光となって、 / 4 板 3 1 3 で円偏光となって、ミラー 3 1 5 で反射され対物レンズ 3 1 7 で光ディスク 3 1 8 に集光される。復路の光は、それぞれ往路の直線偏光と直交する直線偏光となって、偏光ビームスプリッタ 3 0 9 で反射され、光検出器 3 2 0 に到達する。また、回折素子 3 0 4、3 0 5、3 0 6 は、メインビームと、例えばトラッキングサーボ信号となる 2 つのサブビームを発現させる光学素子であって、それぞれの往路の光源と偏光ビームスプリッタまたはダイクロイックプリズムとの間の光路中に配置することもできる。

20

【 0 0 0 6 】

このように、図 2 2 に示した光ヘッド装置 3 0 0 は、偏光ビームスプリッタや光検出器などの光学素子を 2 セット配置しており、部品点数が多く装置の小型化や、組立調整に時間がかかるといった問題がある。これに対し、例えば、図 2 3 に 3 つの異なる波長のレーザ光を使用した他の構成例となる光ヘッド装置 4 0 0 が報告されている（特許文献 1）。

30

【 0 0 0 7 】

これは、図 2 2 の光ヘッド装置 3 0 0 に対して、3 つの異なる波長の光に対して共通して使用するコリメータレンズ 1 1 0 および / 4 板 4 1 1 が採用されるものである。4 0 5 n m 波長帯の光源 1 0 1、6 6 0 n m 波長帯の光源 1 0 2、7 8 5 n m 波長帯の光源 1 0 3 から発する光の光路中にダイクロイックプリズム 1 0 7、トリクロイックプリズム 1 0 8 を配置して各波長の光を透過または反射させる。さらに 3 つの波長の光はコリメータレンズ 1 1 0 と / 4 板 4 1 1 を透過する。トリクロイックプリズム 1 1 2 では、4 0 5 n m 波長帯の光のみ反射させ、6 6 0 n m 波長帯および 7 8 5 n m 波長帯の光を透過させ、対物レンズ 1 1 4 により、B D、H D - D V D 等の光ディスク 1 1 6 の情報記録面に集光する。

40

【 0 0 0 8 】

一方、6 6 0 n m 波長帯、7 8 5 n m 波長帯の光は、トリクロイックプリズム 1 1 2 を直進透過し、ミラー 1 1 3 で反射し、対物レンズ 1 1 5 により、D V D、C D 等の光ディスク 1 1 6 の情報記録面に集光する。それぞれの光ディスクで反射された 4 0 5 n m 波長帯、6 6 0 n m 波長帯および 7 8 5 n m 波長帯の復路の光は、 / 4 板 4 1 1 にて往路の直線偏光に対して直交する直線偏光に変換され、偏光ビームスプリッタ 1 0 9 で反射し光検出器 1 1 7 に到達する。特許文献 1 において、特に 4 0 5 n m 波長帯、6 6 0 n m 波長帯および 7 8 5 n m 波長帯それぞれに / 4 板として機能する、広帯域波長板を特徴とする光ヘッド装置として報告されている。

【 0 0 0 9 】

50

【特許文献1】特開2007-086105号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、トリクロイックプリズム112の特性として、660nm波長帯および785nm波長帯の光の透過率を、入射する光の偏光状態によらずに高くしようとすると、405nm波長帯の光が入射する場合にS偏光とP偏光の光に位相差が生じてしまう。つまり、広帯域波長板411で円偏光となってトリクロイックプリズム112に円偏光で入射しても、405nm波長帯の光がこの位相差によって楕円偏光となる。したがって、光ディスク116で反射された復路の光も同様に楕円偏光となってしまう、広帯域波長板411を透過した復路の光も直線偏光ではなく、楕円偏光となってしまう。このため、例えば、405nm波長帯の復路の光が偏光ビームスプリッタ109に入射しても、反射される光量が低減され、一部の光量しか光検出器117に到達しないため、信号レベルの低下による光ヘッド装置の記録・再生特性を悪化させてしまう問題があった。

10

【0011】

なお、トリクロイックプリズム112の特性として405nm波長帯の偏光依存性をないようにすると、660nm波長帯および785nm波長帯の透過偏光依存性が発現するといったトレードオフの問題により、図23のような光ヘッド装置400では各光ディスクの高品質な記録・再生を得ることが困難であった。本発明の目的は、光源として405nmの波長の光を含む2つ以上の異なる波長のレーザ光を用いた光ヘッド装置における上述の問題を解決するために、405nm波長帯の直線偏光の光の偏光状態を変えず、長波長側の波長帯では光の偏光状態を直線偏光から円偏光とする機能を有する広帯域波長板を得ることであり、特に、660nm波長帯、785nm波長帯の2つの波長帯で光の偏光状態を直線偏光から円偏光とする機能を有する広帯域波長板を得ることである。

20

【課題を解決するための手段】

【0012】

本願発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、平行に配置された第1の波長板と第2の波長板とを備え、 m 個(m は2以上の整数)の波長の光が入射する広帯域波長板であって、前記第1の波長板の光学軸と前記第2の波長板の光学軸が交差しており、入射する波長を、 $\lambda_j < \lambda_{j+1}$ ($j = 1 \sim m-1$ の整数)の関係を満たすとして表し、波長 λ_n ($n = 1 \sim m$ の整数)に光に対する第 i の波長板のリタレーション値を $R_i(\lambda_n)$ [度] (i は1または2)としたときに、少なくとも1組の波長 λ_1 と波長 λ_{j+1} に関して、 $R_1(\lambda_{j+1}) / R_2(\lambda_{j+1})$ が 2 ± 0.1 の範囲内であるとともに、 $R_1(\lambda_1) / R_1(\lambda_{j+1})$ が 2 ± 0.1 の範囲内であって、 k を奇数として、 $R_1(\lambda_1)$ が $(360 \times k) \pm 5$ [度]の範囲内であって、前記波長 λ_1 と前記波長 λ_{j+1} の直線偏光の光が同じ偏光方向で入射する偏光方向と前記第2の波長板の光学軸とがなす角度 θ_2 が 90 ± 5 [度]の範囲内であって、前記波長 λ_1 と前記波長 λ_{j+1} の直線偏光の光が同じ偏光方向で入射する偏光方向と前記第1の波長板の光学軸とがなす角度 θ_1 が $22.5 - \{ (90 - \theta_2) / 2 \} \pm 2.5$ [度]の範囲内である広帯域波長板を提供する。

30

40

【0014】

この構成により、例えば λ_1 で入射する光の偏光状態はそのままの直線偏光で出射させ、 λ_2 で入射する光の偏光状態を直線偏光から円偏光に変えることができる。また、 λ_1 に対する楕円率は 0 ± 0.1 の範囲内となるとともに、 λ_2 に対する楕円率の絶対値は 0.7 以上とすることができる。

【0015】

また、 $R_1(\lambda_{j+1}) / R_2(\lambda_{j+1})$ が 2 ± 0.05 の範囲内であるとともに、前記角度 θ_1 が $22.5 - \{ (90 - \theta_2) / 2 \} \pm 1.5$ [度]の範囲内である少なくとも一つの波長 λ_{j+1} の直線偏光の光が入射する上記に記載の広帯域波長板広帯域波長板を提供する。さらに、前記波長 λ_1 と前記波長 λ_2 と波長 λ_3 ($\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$)の

50

直線偏光の光が入射する広帯域波長板であって、前記 λ_1 が 405 nm 波長帯であり、前記 λ_2 が 660 nm 波長帯であり、前記 λ_3 が 785 nm 波長帯である上記に記載の広帯域波長板を提供する。

【0016】

この構成により、 λ_1 に対する楕円率は 0 ± 0.1 の範囲内となるとともに、 λ_2 に対する楕円率の絶対値は 0.85 以上とすることができる。また、3つの異なる波長の光が直線偏光で入射して、 λ_1 の波長の光は偏光状態を変えず、 λ_2 および λ_3 の波長の光は直線偏光から楕円率の高い(円)偏光状態で出射させることができる。さらに、異なる3つの波長をそれぞれ、405 nm 波長帯、660 nm 波長帯、785 nm 波長帯に設定して具体的に、2枚の波長板の設計条件によって構成することができる。なお、本発明では、405 nm 波長帯は 405 ± 15 nm の範囲の波長帯域、660 nm 波長帯は 660 ± 20 nm の範囲の波長帯域、785 nm 波長帯は 785 ± 20 nm の範囲の波長帯域として定義する。

【0017】

また、少なくとも前記波長 λ_1 と前記波長 λ_2 の光を出射する光源と、前記光源から出射した光を偏向分離する第1の分離手段と、前記第1の分離手段から出射した光を前記波長 λ_1 の光と前記波長 λ_2 の光とを異なる光路に偏向分離する第2の分離手段と、前記第2の分離手段から出射した光を光ディスク上に集光させる対物レンズと、前記光ディスクで反射した光を検出する光検出器と、を備える光ヘッド装置であって、前記第2の分離手段と前記対物レンズとの間の前記波長 λ_1 の光の光路中に λ_1/λ_2 板が配置されるとともに、前記第1の分離手段と前記第2の分離手段との間の光路中に上記に記載の広帯域波長板が配置される光ヘッド装置を提供する。また、前記光源は、前記波長 λ_1 、前記波長 λ_2 および前記波長 λ_3 を出射し、前記第2の分離手段は、前記波長 λ_1 の波長の光の出射方向と、前記波長 λ_2 の光および前記波長 λ_3 の光の出射方向とを異なるようにするトリックロイックプリズムである上記に記載の光ヘッド装置を提供する。

【0018】

この構成により、規格の異なる光ディスクを記録・再生する光ヘッド装置においてそれぞれの波長の光を楕円率が高い円偏光で各規格の光ディスクに集光させることができ、光利用効率が高く品質の向上した光ヘッド装置を実現できる。さらに、異なる2つおよび3つの波長において共通した光学系で広帯域波長板を利用することで光ヘッド装置の小型化および軽量化を実現することができる。

【0019】

さらに、前記第1の分離手段は、複屈折性を有する回折格子が等方性材料となる充填材で充填平坦化されてなるホログラム素子であって、前記充填材の屈折率 n_s は、前記回折格子の常光屈折率 n_o または異常光屈折率 n_e に略等しい上記に記載の光ヘッド装置を提供する。

【0020】

この構成により、光検出器の位置を自由に設定できるとともに、広帯域波長板とホログラム素子を一体化させることができ、さらに他の光学素子とも合わせて一体化させることで小型化となる光ヘッド装置を実現することができる。

【発明の効果】

【0021】

本発明は、異なる複数の波長の光が入射してそれぞれの光の偏光状態を変えることができる広帯域波長板を提供するとともに、3つの異なる波長の光を使用する光ヘッド装置において光学素子の部品点数の削減により小型化を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

(第1の実施の形態)

図1に本実施形態にかかる広帯域波長板10の構成を示す。図1(a)は広帯域波長板10の模式的断面図であり、図1(b)は広帯域波長板に含まれる2枚の波長板の積層状

10

20

30

40

50

態を説明する平面模式図である。広帯域波長板 10 は、2枚の波長板 13 a と 13 b とが、透明基板 11 a、11 b および接着剤 11 c を介して一体化されてなるものである。また、後述するように波長板 13 a、13 b が高分子液晶からなる場合は、それぞれ配向膜 12 a、12 b を配してもよい。

【0023】

透明基板 11 a、11 b および接着剤 11 c は入射する光に対して透明であれば、樹脂板、樹脂フィルムなど種々の材料を用いることができるが、ガラスや石英ガラスなどの光学的等方性材料を用いると、透過光に複屈折性の影響を与えないため好ましい。波長板 13 a、13 b は、光学的に複屈折性を有する材料からなり、液晶を高分子化した高分子液晶を用いることで液晶の配向方向を制御して波長板 13 a、13 b の光学軸方向を設定しやすく好ましい。なお、波長板 13 a、13 b の材料は、高分子液晶に限らず水晶や LiNbO_3 (ニオブ酸リチウム) のような光学的に複屈折性を有する単結晶材料を加工したり、延伸により複屈折性を持たせたポリカーボネートフィルムや有機系高分子フィルムであったり、基板の上に異方性蒸着などの成膜方法で複屈折性を持たせて形成した TiO_2 などの無機材料、樹脂の射出成型品によって作製されたものでもよく、その場合、配向膜 12 a、12 b を配さなくてもよい。

【0024】

2つの波長板 13 a、13 b の接着には、粘着フィルム、UV硬化型や熱硬化型の接着剤を使用できる。広帯域波長板の波面収差の低減、温度特性や信頼性の向上のためには、できるだけ薄い接着層として貼り合わせることが望ましく、接着層の厚さを $10\ \mu\text{m}$ 以下にすることが特に望ましい。また、広帯域波長板は、透過光の波面収差の劣化を回避するために、表面の平滑化処理や基板による接着保持が望ましい。具体的には、少なくとも1枚の透明基板に広帯域波長板を接着して使用することが望ましい。他の光学素子と積層一体化せずに広帯域波長板を単独で用いる場合には、2枚の透明基板 11 a、11 b により挟み込む構成が波面収差低減・強度確保の点から特に望ましい。

【0025】

次に、波長板 13 a、13 b を構成する条件について説明する。なお、広帯域波長板 10 に対して入射する光は、透明基板 11 a 側から透明基板 11 a 面に垂直方向から入射するものとし、光が入射する順にそれぞれ第1の波長板 13 a、第2の波長板 13 b とする。また、広帯域波長板 10 には、少なくとも波長 λ_1 と波長 λ_2 の光が入射する ($\lambda_1 < \lambda_2$) ものとする。次に、第1の波長板 13 a と第2の波長板 13 b とを重ねるとき、それぞれの光学軸および入射する直線偏光の光の方向との関係を説明する。ここでは、図 1 (b) において入射する直線偏光の光の方向 15 として、これを基準に反時計回りをプラスとして第1の波長板 13 a の光学軸 16 となす角度を θ_1 とし、第2の波長板 13 b の光学軸 17 となす角度を θ_2 とする。なお、波長 λ_1 の光の直線偏光方向と波長 λ_2 の光の直線偏光方向とは同じ方向で入射するものとする。また、光学軸は、進相軸と遅相軸とが含まれるが、本実施形態では第1の波長板 13 a、第2の波長板 13 b の進相軸どうしの組み合わせまたは、遅相軸どうしの組み合わせ、において有効である。したがって、以下、光学軸を用いてなす角度という場合、2つの波長板がともに進相軸であるかまたは、ともに遅相軸であるという意味とする。

【0026】

また、第1の波長板 13 a、第2の波長板 13 b はそれぞれリタレーション値を有する。ここでリタレーション値は、入射する光に対する進相軸と遅相軸との位相差の値 (単位は、[度]) で表すものとする。また、これらを構成する材料により、常光屈折率 n_o と異常光屈折率 n_e との差である屈折率異方性 $n = |n_e - n_o|$ が入射する光の波長によって異なる特性 (以下、波長分散特性という) があり、同じ材料であっても入射する光の波長によってリタレーション値は異なる。ここで、波長 λ_1 および波長 λ_2 の光に対する第1の波長板 13 a のリタレーション値をそれぞれ、 $R_1(\lambda_1)$ 、 $R_1(\lambda_2)$ とする。また、波長 λ_1 および波長 λ_2 の光に対する第2の波長板 13 b のリタレーション値をそれぞれ、 $R_2(\lambda_1)$ 、 $R_2(\lambda_2)$ とする。本実施形態の広帯域波長板 10 は

、少なくとも λ_1 の波長の直線偏光の光が入射して偏光状態を変えないで出射させるとともに、 λ_2 の波長の直線偏光の光が入射して円偏光で出射させる特性を有する構成を提供するものである。

【0027】

上記のように第1の波長板13aと第2の波長板13bが有するリタレーション値および積層条件となる λ_1 と λ_2 を用いて、次の(A)~(D)の条件すべてを満たすように広帯域波長板を構成するとよい。

(A) $R_1(\lambda_2)$ [度] > $R_2(\lambda_2)$ [度] であり、 $R_1(\lambda_2)$ [度] / $R_2(\lambda_2)$ [度] が 2 ± 0.1 の範囲内にある。

(B) $R_1(\lambda_1)$ [度] > $R_1(\lambda_2)$ [度] であり、 $R_1(\lambda_1)$ [度] / $R_1(\lambda_2)$ [度] が 2 ± 0.1 の範囲内にある。

(C) $R_1(\lambda_1)$ [度] が、 $(360 \times k) \pm 5$ [度] の範囲 (k は奇数: 1, 3, 5, ...) である。

(D) λ_2 が 90 ± 5 [度] の範囲である。

【0028】

このように構成することにより、広帯域波長板10は、波長 λ_1 の入射光に対して偏光状態を変化させないで出射する板として機能する。一方、波長 λ_2 ($> \lambda_1$) の光が入射すると、図2に示すポアンカレ球においてS1からS3を通る経線近傍上の偏光状態をとる。つまり、図2の矢印26の軌道に沿って直線偏光で入射する光が楕円偏光、円偏光を経て入射する光と直交する直線偏光、までの幅広い偏光状態を取ることができ、例えば、光ヘッド装置の設計をするときに光学設計の自由度が増す効果をもたらす。

【0029】

図2に示すポアンカレ球を用いて具体的に説明する。入射する光の偏光方向をS1の極点とすると波長 λ_2 の光は、まず第1の波長板13aによって、偏光状態はS1軸と λ_1 の角度をなす軸22を中心として $R_1(\lambda_2)$ ほど回転した地点に移動する。 $R_1(\lambda_2) = 180$ [度] の場合、その地点はS1とS2とを通る赤道線上に位置する。そして、第2の波長板13bによって、S1軸と λ_2 の角度をなす軸23を中心として $R_2(\lambda_2)$ ほど回転した地点に移動する。特に $R_1(\lambda_2) = 180$ [度] でかつ、 $\lambda_2 = 90$ [度]、 $R_2(\lambda_2) = 90$ [度] の場合、その地点はS1、S3を通る経線上の偏光状態をとる。つまり、矢印26の軌道に沿って直線偏光で入射する光が楕円偏光、円偏光を経て入射する光と直交する直線偏光、までの幅広い偏光状態を取ることができる。特に $R_1(\lambda_2) = 180$ [度]、 $\lambda_2 = 90$ [度]、 $R_2(\lambda_2) = 90$ [度] でかつ、 $\lambda_1 = 22.5$ [度] の場合、S3の極点に位置し、偏光状態が円偏光となる。

【0030】

また、上記(A)~(D)の条件に次の(E)条件を加え、(A)~(E)の条件すべてを満たすように広帯域波長板を構成する。

(E) λ_1 が $22.5 - \{(90 - \lambda_2) / 2\} \pm 2.5$ [度] の範囲である。

この構成により、広帯域波長板10は、波長 λ_1 の直線偏光の光の状態を変えずに出射させるとともに、波長 λ_2 の直線偏光の光に対して $\lambda_1 / 4$ 板として機能し、偏光状態を円偏光とすることができる。

【0031】

上記の説明では、 $m = 2$ 、すなわち使用される波長が2つの場合について説明した。 $m = 2$ の場合には、波長は λ_1 と λ_2 のみとなるので、上記の設定で使用する。一方、使用する波長が $m = 3$ の場合には、上記の(A)、(B)の条件は、少なくとも1組の波長 λ_1 と波長 λ_{j+1} に関して、以下の関係を満足するように設定することになる。

(A') $R_1(\lambda_{j+1})$ [度] / $R_2(\lambda_{j+1})$ [度] が 2 ± 0.1 の範囲内にある。

(B') $R_1(\lambda_1)$ [度] / $R_2(\lambda_{j+1})$ [度] が 2 ± 0.1 の範囲内にある。

さらに具体的には、例えば $m = 3$ 、 λ_1 と λ_2 と λ_3 の場合 ($\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$) には、上記の(A)、(B)の条件は、以下のように設定すればよい。 $j = 1$ の場合の(A1

10

20

30

40

50

) および (B 1) を満足するか、 $j = 2$ の場合の (A 2) および (B 2) を満足するように設定すればよい。

(A 1) $R_1(\theta_2)$ [度] / $R_2(\theta_2)$ [度] が 2 ± 0.1 の範囲内にある。

(B 1) $R_1(\theta_1)$ [度] / $R_1(\theta_2)$ [度] が 2 ± 0.1 の範囲内にある。

(A 2) $R_1(\theta_3)$ [度] / $R_2(\theta_3)$ [度] が 2 ± 0.1 の範囲内にある。

(B 2) $R_1(\theta_1)$ [度] / $R_1(\theta_3)$ [度] が 2 ± 0.1 の範囲内にある。

【 0 0 3 2 】

次に、広帯域波長板 1 0 には互いに波長が異なる 3 つの光 (λ_1 、 λ_2 および λ_3 : $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$) が入射するものとして説明する。本発明における広帯域波長板 1 0 を構成する 2 枚の波長板 (1 3 a および 1 3 b) のリタレーション値について、以下のように一般化して表す。

$$R_i(\theta_j) = \{ n_{ij} \cdot d_i / \lambda_j \} \cdot 360 \text{ [度]} \cdots (1)$$

ここで、 i は光が入射する順を表し (第 i の波長板)、 j は入射する光の波長のうち短い波長から数えた順を表すものである。つまり本発明では、 i のとり得る値は 1 と 2 のいずれかであり、 j のとり得る値は 1、2 および 3 のいずれかである。また、 n は波長板の屈折率異方性、 d は波長板の厚さである。したがって、 n_{ij} は波長 λ_j における広帯域位相差の第 i の波長板に使用される複屈折材料の屈折率異方性、 d_i は広帯域位相差の第 i の波長板の厚さを表す。

【 0 0 3 3 】

ここで、 $R_1(\theta_1)$ が 360 [度] であり、 $R_1(\theta_1) / R_1(\theta_2)$ および $R_1(\theta_1) / R_1(\theta_3)$ が 2 ± 0.1 の範囲内とすると、 $R_1(\theta_2)$ および $R_1(\theta_3)$ は約 180 [度] となる。さらに、 $R_1(\theta_2) / R_2(\theta_2)$ および $R_1(\theta_3) / R_2(\theta_3)$ が 2 ± 0.1 の範囲内であるとすると、 $R_2(\theta_2)$ および $R_2(\theta_3)$ は約 90 [度] となる。このとき、前述のように、広帯域波長板 1 0 を透過した波長 λ_2 および波長 λ_3 の直線偏光の光はほぼ円偏光となる。

【 0 0 3 4 】

ここで、光の偏光状態を表すミュラー行列を用いて、直線偏光の光で広帯域波長板に入射して透過するまでの偏光状態を記述する。広帯域波長板へ入射する光のストークスベクトルを S_i とし、広帯域波長板を出射する光のストークスベクトルを S_o とすると、ストークスベクトル S_o は、式 (2) を用いて表される。

$$S_o = G_2(\theta_2, \theta_2) \times G_1(\theta_1, \theta_1) \times S_i \cdots (2)$$

なお、ストークスベクトル S_i は、 $[1, 1, 0, 0]^T$ である。ただし、記号 T は転置を意味する。

【 0 0 3 5 】

また、変換行列 $G_1(\theta_1, \theta_1)$ および $G_2(\theta_2, \theta_2)$ は、それぞれ第 1 の波長板 1 3 a および第 2 の波長板 1 3 b で生じる偏光状態の変化を表すものであり、前述の θ_1 、 θ_2 はそれぞれ入射偏光方向 S_i と複屈折層の光学軸とがなす角、 λ_1 、 λ_2 はそれぞれ波長板 1 3 a と波長板 1 3 b のリタレーション値を表すものであり、式 (3) を用いて表される。

$$= n \times d \times 2 / \lambda \text{ [rad]} \cdots (3)$$

ここで、 n は波長板の屈折率異方性を表し、 d は波長板の厚さ、 λ は波長を表す。

【 0 0 3 6 】

変換行列 $G(\theta, \theta)$ は、さらに以下に示すように 3 つの変換行列に分けられる。

【 0 0 3 7 】

$$G(\theta, \theta) = T(\theta) C(\theta) T(-\theta) \cdots (4)$$

【 0 0 3 8 】

10

20

30

40

【数 1】

$$T(\theta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(2\theta) & -\sin(2\theta) & 0 \\ 0 & \sin(2\theta) & \cos(2\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \dots (5)$$

【0039】

【数 2】

$$C(\Gamma) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \cos(\Gamma) & \sin(\Gamma) \\ 0 & 0 & -\sin(\Gamma) & \cos(\Gamma) \end{bmatrix} \dots (6)$$

10

【0040】

ここで、式(5)の $T(\theta)$ は旋光子行列であり、旋光子行列 $T(\theta)$ は、式(5)に示すように、ポアンカレ球の S_3 軸の周りにストークスベクトルを2回回転させる変換行列である。また、 $C(\Gamma)$ は位相子行列であり、位相子行列 $C(\Gamma)$ は、式(6)に示すように、ポアンカレ球の S_1 軸の周りにストークスベクトルを Γ 回回転させる変換行列である。

20

【0041】

ここで、複屈折材料の屈折率異方性である n は一般に波長依存性を有し、 A 、 B 、 C を材料に依存する分散係数とすると、近似的に以下のコーシーの式で表される。

$$n(\lambda) = A + B/\lambda^2 + C/\lambda^4 \dots (7)$$

ここで、 λ は波長であり、表1および表2に、それぞれ複屈折材料を水晶、高分子液晶としたとき入射する光の波長に対するそれぞれの n の値を示す。

【0042】

【表 1】

複屈折材料	波長		
	405 nm	589 nm	656 nm
水晶	0.00950	0.00910	0.00900

30

【0043】

【表 2】

複屈折材料	波長		
	412 nm	633 nm	780 nm
高分子液晶	0.0452	0.0387	0.0376

40

【0044】

表1の各波長における特性から水晶では、それぞれ $A = 0.00849$ 、 $B = 0.000255$ 、 $C = -1.46E-05$ の値が求められる。一方、表2の各波長における特性から高分子液晶では、それぞれ $A = 0.0360$ 、 $B = 0.000751$ 、 $C = 0.000140$ の値が求められる。また、波長分散がない、すなわち波長に依存しない複屈折材料を仮定すると、それぞれの分散係数は $A = \text{定数}$ 、 $B = 0$ 、 $C = 0$ の値として求められる。以上の各複屈折材料の分散係数を用いて計算した楕円率および方位角の結果を図3に示す。図3(a)および図3(b)は、波長板を1枚として各複屈折材料で構成したときの特性、図3(c)および図3(d)は、波長板を2枚積層して各複屈折材料で構成したと

50

きの特性を示す。また、これらは、405 nmの波長の光が入射するとき、リタレーション値が360 [度]となる板として規格化するときの各特性である。なお、1枚の波長板で構成する場合、入射する光の偏光方向に対して光学軸は45°の角度をなし、2枚の波長板で構成する場合、入射する光の偏光方向に対して、最初に入射する波長板の光学軸は $\theta_1 = 22.5^\circ$ の角度をなし、次に入射する波長板の光学軸は $\theta_2 = 90^\circ$ の角度をなすものである。なお、(偏光方向の)方位角は、入射光の偏光方向と出射光の偏光方向とがなす角度である。

【0045】

このように波長板1枚の構成に比べて2枚の構成の方が、405 nm波長帯で板として機能するとともに、DVD用波長である660 nm波長帯とCD用波長である785 nm波長帯の双方に対して楕円率が高い値となり、本発明の目的とする効果が得られやすい。また、各波長帯は、上記のように波長の幅を持たせている。例えば、光源となる半導体レーザそのものの個体素子のばらつきや温度変化によって変化する波長において、2枚の構成では、楕円率を大きく低下させず安定した特性を得ることができるものである。図3(a)および図3(c)に入射する光の波長に対する楕円率を示しているが、660 nm波長帯および785 nm波長帯の双方で高い楕円率を有するためには、660 nmから785 nmの間の波長を λ_c として、各リタレーション値の比が、

$$R_1(\theta_1) / R_1(\theta_c) = 2 \cdots (8)$$

$$R_1(\theta_c) / R_2(\theta_c) = 2 \cdots (9)$$

を満たすことが好ましい。この条件を満たす複屈折材料としては特に水晶および高分子液晶が好ましく、さらに λ_c の値が660 nmと785 nmとの中間波長723 nmにおいて、上記条件式を満たすとより好ましい。また、上記(A)~(E)の条件は θ_1 と θ_2 の波長の光に対する条件であるが、 θ_1 、 θ_2 および θ_3 ($\theta_1 < \theta_2 < \theta_3$)の光が入射するとき、 θ_2 に関する(A)~(E)のパラメータは θ_3 のパラメータとして置き換えてもよい。

【0046】

次に、広帯域波長板10に波長 λ_1 の光で入射して、出射する光の楕円率および偏光の方位角と、広帯域波長板10を構成する第1の波長板13aおよび第2の波長板13bの各設定条件について説明する。まず、第1の波長板13aの光学軸と入射光の偏光方向とがなす角度 θ_1 を22.5 [度]、第2の波長板13bの光学軸と入射光の偏光方向とがなす角度 θ_2 を90 [度]とする。そして、各波長板のリタレーション値の比、 $R_1(\theta_1) / R_2(\theta_1)$ を2とする。

【0047】

図4(a)および図4(b)にそれぞれ、第1の波長板13aのリタレーション値($R_1(\theta_1)$)に対する楕円率、 $R_1(\theta_1)$ に対する偏光方向の方位角との関係を示す。これらは、いずれも連続的に変化する特性を有する。また、波長板としての機能するため、楕円率の絶対値が0.1以下であるとともに、偏光方向の方位角が 0 ± 10 [度]の範囲内であると、直線偏光で入射する光の偏光状態を大きく変化させることがないので好ましい。ここでは、 $R_1(\theta_1)$ が 360 ± 5 [度]の範囲内では上記の波長板としての機能を満たしている。また、図4(a)の特性より、 $R_1(\theta_1)$ が上記範囲から大きく外れると、楕円率の絶対値が0.1を超える。

【0048】

図5は、 $R_1(\theta_1) / R_2(\theta_1)$ と $R_1(\theta_1)$ の関係による広帯域波長板10の特性を示す図であり、図5(a)はこれらの組み合わせによって得られる楕円率を示し、図5(b)はこれらの組み合わせによって得られる偏光方向の方位角を示すものである。また、図5(a)において楕円率範囲を示すとともに、それぞれの楕円率が得られる上記2つの組み合わせからなる領域を太線の枠で示す。図5(a)より、 $R_1(\theta_1)$ が 360 ± 5 [度]の範囲内かつ、 $R_1(\theta_1) / R_2(\theta_1)$ が 2 ± 0.1 の範囲内では、楕円率が $-0.05 \sim 0.05$ の範囲内に入っており、波長板としての機能を満たしている。そして、 $R_1(\theta_1)$ が上記範囲から大きく外れると、楕円率の絶対値が0.1を超

10

20

30

40

50

える。また、図5(b)に示す $R_1(\theta_1)/R_2(\theta_1)$ と $R_1(\theta_1)$ の範囲の組み合わせでは偏光方向の方位角はいずれも $0.0 \sim 1.0$ の範囲となる。なお、楕円率および偏光方向の方位角は領域分けしているが連続して変化する特性を有する。

【0049】

図6は、 θ_1 と θ_2 との関係による広帯域波長板10の特性を示す図であり、図6(a)はこれらの組み合わせによって得られる楕円率を示し、図6(b)はこれらの組み合わせによって得られる偏光方向の方位角を示すものである。また、図6(b)において偏光方向の方位角の範囲を示すとともに、それぞれの偏光方向の方位角が得られる θ_1 と θ_2 との組み合わせからなる領域を太線の枠で示す。図6(b)において θ_1 が 22.5 ± 2.5 [度]の範囲内かつ、 θ_2 が 90 ± 5 [度]の範囲内では、偏光方向の方位角が 0 ± 10 [度]の範囲内に入っており、波長板としての機能を満たしている。また、 θ_2 が 90 ± 5 [度]の範囲内から外れる場合は偏光方向の方位角が 0 ± 10 [度]の範囲内からも外れる。

10

【0050】

図7は、波長 λ_1 の光が入射して、上記条件(B)と(D)との範囲内でそれぞれ、上限値((B): 2.1 、(D): 95 [度])、中間値((B): 2.0 、(D): 90 [度])、下限値((B): 1.9 、(D): 85 [度])で固定し、他の上記条件(A)および(C)の範囲内で値を変化させて出射光の楕円率および偏光方向の方位角を示したものである。図7(a)は、 θ_1 に対する楕円率を示したものであり、点線は上記上限値において最大となる楕円率、一点鎖線は上記下限値において最小となる楕円率、実線は上記中間値において中間となる楕円率の特性である。これにより上記条件(A)および(C)を変化させて変動する楕円率は、図7(a)の θ_1 の範囲において 0 ± 0.1 の範囲内となる。

20

【0051】

また、図7(b)も図7(a)と同じ条件において、 θ_1 に対する偏光方向の方位角を示したものであり、点線は上記上限値において最大となる偏光方向の方位角、一点鎖線は上記下限値において最小となる偏光方向の方位角、実線は上記中間値において中間となる偏光方向の方位角の特性である。これにより上記条件(A)および(C)を変化させて変動する偏光方向の方位角は、図7(b)の θ_1 の範囲において、ほぼ 0 ± 10 [度]の範囲内となる。図7(a)および図7(b)より、上記(A)~(D)の範囲内で設定することによって、 λ_1 の波長の光に対して波長板として機能していることが示されている。

30

【0052】

次に、広帯域波長板10に波長 λ_2 の光で入射して、出射する光の楕円率について説明する。上記条件(A)~(E)をそれぞれ中間値、つまり、(A)として $R_1(\theta_2)/R_2(\theta_2)$ が2、(B)として $R_1(\theta_1)/R_1(\theta_2)$ が2、(C)として $R_1(\theta_1)$ を 360 [度]、(D)として θ_2 が 90 [度]、そして(E)として θ_1 が 22.5 [度]とする。

【0053】

このときの条件において、 $R_1(\theta_2)/R_2(\theta_2)$ と楕円率との関係を図8に示す。 λ_2 の波長の光が入射するときに円偏光で出射されることが望ましく、楕円率では1となれば最も好ましい。このように λ_2 の波長の光に対して $\lambda/4$ 板として機能するには、楕円率の絶対値は 0.7 以上であることが好ましく、 0.85 以上であればより好ましい。そして図8より、 $R_1(\theta_2)/R_2(\theta_2) = 2$ のとき楕円率を最大値(=1.0)として $R_1(\theta_2)/R_2(\theta_2)$ が 2 ± 0.1 の範囲内においても波長 λ_2 において $\lambda/4$ 板の機能を満たしている。また、この条件が大きく外れることで楕円率の絶対値が 0.7 を下回る。

40

【0054】

また、上記条件(A)~(E)をそれぞれ中間値として、 $R_1(\theta_1)/R_1(\theta_2)$ と楕円率との関係を図9に示す。 $R_1(\theta_1)/R_1(\theta_2) = 2$ のとき楕円率を最大値

50

($\theta_1 = 1.0$)として $R_1(\theta_1) / R_1(\theta_2)$ が 2 ± 0.1 の範囲内においても波長 λ_2 において $\lambda_2 / 4$ 板の機能を満たしている。また、この条件が大きく外れることで楕円率の絶対値が 0.7 を下回る。

【0055】

次に、 θ_2 と楕円率との関係を図10に示す。上記条件(A)~(C)、(E)をそれぞれ中間値として、上記(D)の条件において $\theta_2 = 90$ [度]において楕円率 $= 1$ となり、 θ_2 が 90 ± 5 [度]の範囲内においても波長 λ_2 において $\lambda_2 / 4$ 板の機能を満たしている。また、この条件が大きく外れることで楕円率の絶対値が 0.7 を下回る。

【0056】

同様に、 θ_1 と楕円率との関係を図11に示す。上記条件(A)~(D)をそれぞれ中間値として、上記(E)の条件、つまり θ_2 が 90 [度]であるとき、 θ_1 が 22.5 ± 2.5 [度]の範囲では、波長 λ_2 において $\lambda_2 / 4$ 板としての機能を満たしている。また、この条件が大きく外れることで楕円率の絶対値が 0.7 を下回る。

【0057】

次に、 $R_1(\theta_1) / R_1(\theta_2)$ と $R_1(\theta_2) / R_2(\theta_2)$ との組み合わせにより得られる楕円率の関係を図12に示す。また、各楕円率の範囲となる上記組み合わせの領域は、太線で囲ってその領域を表している。これより、 $R_1(\theta_1) / R_1(\theta_2)$ が 2 ± 0.1 であるとともに $R_1(\theta_2) / R_2(\theta_2)$ が 2 ± 0.1 である条件では、ほぼ 0.9 以上の楕円率が得られ、波長 λ_2 において楕円率が 0.7 以上となる $\lambda_2 / 4$ 板の機能を満たしている。なお、楕円率は領域分けしているが連続して変化する特性を有する。

【0058】

同様に、 θ_1 と θ_2 との組み合わせにより得られる楕円率の関係を図13に示す。また、各楕円率の範囲となる上記組み合わせの領域は、太線で囲ってその領域を表している。この特性より、楕円率が同値をとるための θ_1 と θ_2 との関係は、

$$\theta_1 = 22.5 - \{ (90 - \theta_2) / 2 \} \text{ [度]}$$

で示すことができる。また、このとき、 θ_2 が 90 ± 5 [度]、かつ θ_1 が $22.5 - \{ (90 - \theta_2) / 2 \} \pm 2.5$ [度]の範囲では、波長 λ_2 において $\lambda_2 / 4$ 板としての機能を満たしている。上記範囲から大きく外れる場合、楕円率の絶対値は 0.7 を下回る。なお、同様に楕円率は領域分けしているが連続して変化する特性を有する。

【0059】

図14は、上記条件(A)~(C)との範囲内でそれぞれ、中間値((A): 2.0 、(B): 2.0 、(C): 360 [度])、条件1((A): 1.9 、(B): 2.1 、(C): 355 [度])、条件2((A): 2.1 、(B): 1.9 、(C): 365 [度])で固定し、他の上記条件(D)および(E)の範囲内で値を変化させて出射光の楕円率を示したものである。図14(a)は、 θ_2 を 95 [度]と固定して、 θ_1 に対する楕円率を示したものであり、点線は上記中間値において最大となる楕円率、一点鎖線は上記条件1において最小となる楕円率、実線は上記条件2において最小となる楕円率の特性である。

【0060】

同様に、図14(b)は、 θ_2 を 90 [度]と固定したとき、図14(c)は、 θ_2 を 85 [度]と固定して θ_1 を変化させたときの楕円率を示したものである。なお、このほかの条件における楕円率は、いずれも図14(a)~図14(c)に示した中間値における楕円率と条件1における楕円率との間をとる。また、図15(a)は図14(a)~図14(c)の中間値において、 θ_1 および θ_2 を変化させたときの楕円率の特性をまとめたものである。また、図15(b)、図15(c)は、それぞれ図14(a)~図14(c)の条件1、図14(a)~図14(c)の条件2において、 θ_1 および θ_2 を変化させたときの楕円率の特性をまとめたものである。これらの特性から、上記条件(A)~(E)の範囲内では、波長 λ_2 において楕円率が 0.7 以上となり、 $\lambda_2 / 4$ 板として機能していることが示されている。

10

20

30

40

50

【0061】

(第2の実施の形態)

第1の実施の形態では、波長 λ_1 の光に対して板としての機能を有するとともに、波長 λ_2 の光に対して楕円率が0.7以上となる λ_1/λ_2 板としての機能を有する広帯域波長板について説明した。第2の実施の形態では、波長 λ_1 の光に対して板としての機能を有するとともに、波長 λ_2 の光に対して楕円率が0.85以上となる λ_1/λ_2 板となる広帯域波長板の構成条件について説明する。

【0062】

第1の実施の形態と同様に第1の波長板13aと第2の波長板13bが有するリタレーション値および積層条件となる θ_1 と θ_2 を用いて、次の(A')、(B)~(D)および(E')の条件すべてを満たすように広帯域波長板を構成するとよい。なお、(B)~(D)は、第1の実施の形態と同じ条件である。

(A') $R_1(\theta_2)$ [度] > $R_2(\theta_2)$ [度] であり、 $R_1(\theta_2)/R_2(\theta_2)$ が 2 ± 0.05 の範囲内にある。

(B) $R_1(\theta_1)$ [度] > $R_1(\theta_2)$ [度] であり、 $R_1(\theta_1)/R_1(\theta_2)$ が 2 ± 0.1 の範囲内にある。

(C) $R_1(\theta_1)$ [度] が、 $(360 \times k) \pm 5$ [度] の範囲 (k は奇数: 1, 3, 5, ...) である。

(D) θ_2 が 90 ± 5 [度] の範囲である。

(E') θ_1 が $22.5 - \{ (90 - \theta_2) / 2 \} \pm 1.5$ [度] の範囲である。

【0063】

図16は、上記条件(A')、(B)および(C)の範囲内でそれぞれ、中間値((A') : 2.0、(B) : 2.0、(C) : 360 [度])、条件3((A') : 1.95、(B) : 2.1、(C) : 355 [度])、条件4((A') : 2.05、(B) : 1.9、(C) : 365 [度])で固定し、他の上記条件(D)および(E')の範囲内で値を変化させて出射光の楕円率を示したものである。図16(a)は、 θ_2 を95 [度]と固定して、 θ_1 に対する楕円率を示したものであり、点線は上記中間値において最大となる楕円率、一点鎖線は上記条件3において最小となる楕円率、実線は上記条件4において最小となる楕円率の特性である。

【0064】

同様に、図16(b)は、 θ_2 を90 [度]と固定したとき、図16(c)は、 θ_2 を85 [度]と固定して θ_1 を変化させたときの楕円率を示したものである。なお、このほかの条件における楕円率は、いずれも図16(a)~図16(c)に示した中間値における楕円率と条件4における楕円率との間をとる。また、図17(a)は図16(a)~図16(c)の中間値において、 θ_1 および θ_2 を変化させたときの楕円率の特性をまとめたものである。また、図17(b)、図17(c)は、それぞれ図16(a)~図16(c)の条件3、図16(a)~図16(c)の条件4において、 θ_1 および θ_2 を変化させたときの楕円率の特性をまとめたものである。これらの特性から、上記条件(A')、(B)~(C)および(E')の範囲内では、波長 λ_2 において楕円率が0.85以上となり、 λ_1/λ_2 板として機能していることが示されている。なお、波長 λ_1 の光が入射するときの楕円率および偏光方向の方位角は図7に示す範囲内であり、波長 λ_1 の光に対して板としての機能を有する。また、上記(A')、(B)~(C)および(E')の条件は θ_1 と θ_2 の波長の光に対する条件であるが、 θ_1 、 θ_2 および θ_3 ($\theta_1 < \theta_2 < \theta_3$)の光が入射するとき、 θ_2 に関する(A)~(E)のパラメータは θ_3 のパラメータとして置き換えてもよい。

【0065】

なお、第1の実施形態においても共通するが、 θ_1 および θ_2 は符号が反転しても成立する。つまり、 θ_1 を $-\theta_1$ に、 θ_2 を $-\theta_2$ としても、上記の関係を満足するものである。また、これまでの説明では、波長 λ_1 の第1の波長板13aのリタレーション値($R_1(\theta_1)$) [度]を 360 ± 5 度の波長板としたが、 $(360 \times k) \pm 5$ 度 (k は奇数

10

20

30

40

50

: 1, 3, 5 ···)としても成立する。360 ± 5度はk = 1としたときの一つの例である。

【0066】

(第3の実施の形態)

図18に広帯域波長板付き偏光型回折格子40の断面模式図を示す。広帯域波長板付き偏光型回折格子40は、第1または第2の実施形態にかかる広帯域波長板10に偏光ホログラム30を積層したものである。偏光ホログラム30は、透明基板11d上に断面が周期的な凹凸形状であって、Y方向に平行なストライプ状となる回折格子31と光学的に透明となる充填材32から構成される。また、回折格子31は複屈折性を示すとともに、充填材32の等方性屈折率 n_s が、回折格子31の常光屈折率 n_o と異常光屈折率 n_e のいずれか一方に略等しいものとする。

10

【0067】

例えば、回折格子31が常光屈折率 n_o を示す方向が図18のX方向であって、充填材32の屈折率 n_s が n_o に略等しい場合、Z方向に進行するX方向の直線偏光の光は偏光状態をほぼ変えないで広帯域波長板付き偏光型回折格子40を直進透過する。また、Y方向の直線偏光の光は、屈折率 n_s と屈折率 n_e との差を感じるので回折する。このように、広帯域波長板10にホログラム素子を積層することで入射する光の偏光方向に対して出射させる光の作用を変えることができる。なお、回折格子の断面の形状は矩形を例として示したが、これに限らず、ブレード形状やブレード形状を階段状に近似した擬似ブレード形状であってもよい。

20

【0068】

(第4の実施の形態)

次に本願発明の第4の実施の形態として、第1または第2の実施形態の設計に基づく広帯域波長板10を光ヘッド装置の光学部品として配置する場合について説明する。図19は、異なる3つの波長、405nm波長帯、660nm波長帯、785nm波長帯の光を用いた光ヘッド装置100の構成を示すものである。また、光ヘッド装置100を構成する光学部品として従来の光ヘッド装置400と同じ光学部品は同じ番号を付して説明の重複を避ける。第3の実施形態にかかる光ヘッド装置100は、広帯域波長板111として第1の実施形態にかかる広帯域波長板10を配置する。さらに、トリクロイックプリズム112と対物レンズ114との間の光路中に405nm波長帯の光に対応する / 4板118を配置する。

30

【0069】

ここで、図19において、405nm波長帯の光は光源101から出射してダイクロイックプリズム108で反射される。このとき反射される光はZ方向に進行するX方向の直線偏光(P偏光とする)となって広帯域波長板111に入射する。広帯域波長板111では偏光状態を変えないでそのまま出射させるので、トリクロイックプリズム112によって405nm波長帯のP偏光の光は反射されて進行方向を変えてX方向へ進み、 / 4板118によって円偏光となって光ディスク116の情報記録面に集光される。このように広帯域波長板111を透過する405nm波長帯の光は特定の偏光成分(P偏光)を有する直線偏光の状態トリクロイックプリズム112によって反射されて / 4板に入射するので、良好な円偏光の光で集光させることができる。

40

【0070】

また、光ディスク116の情報記録面上に形成されたピットの情報を含んだ信号光は、再び / 4板118を透過して直線偏光となってトリクロイックプリズム112で反射されるが、このときY方向の直線偏光の光(S偏光とする)となり、同じように広帯域波長板111を、偏光状態を変えずに出射する。そして、偏光ビームスプリッタ109によって反射され、光検出器117に集光される。

【0071】

一方で、光源102および光源103より出射された660nm波長帯の光および785nm波長帯の光は、それぞれP偏光の直線偏光で広帯域波長板111に入射して円偏光

50

となり、トリクロイックプリズム 112 を直進透過してミラー 113 で反射されて光ディスク 116 に集光される。光ディスク 116 で反射された信号光は、再びミラー 113 で反射され、トリクロイックプリズム 112 を直進透過して、広帯域波長板 111 で円偏光から S 偏光となる。そして、偏光ビームスプリッタ 109 によって反射され、光検出器 117 に集光される。このように広帯域波長板 111 と /4 板 118 とを含む構成とすることで、3つの異なる波長の光に対して良好な円偏光で光ディスクに集光して記録・再生ができるので、品質の良い光ヘッド装置を実現することができる。

【0072】

(第5の実施の形態)

次に本願発明の第5の実施の形態として、第3の実施形態の設計に基づく広帯域波長板付き偏光型回折格子 40 を光ヘッド装置の光学部品として配置する場合について説明する。図 20 は、異なる3つの波長、405 nm 波長帯、660 nm 波長帯、785 nm 波長帯の光を用いて第3の実施形態の光ヘッド装置 100 と異なる光ヘッド装置 200 の構成を示すものである。また、光ヘッド装置 200 を構成する光学部品として第3の実施形態の光ヘッド装置 100 と同じ光学部品は同じ番号を付して説明の重複を避ける。第4の実施形態にかかる光ヘッド装置 200 は、広帯域波長板付き偏光型回折格子 211 として第2の実施形態にかかる広帯域波長板付き偏光型回折格子 40 を配置する。さらに、光検出器 217 は広帯域波長板付き偏光型回折格子 211 によって回折された光が到達する位置に配置する。

【0073】

広帯域波長板付き偏光型回折格子 211 は第2の実施形態のように光ヘッド装置に用いられる他の光学素子と積層一体化することで部品点数の削減、光ヘッド装置組み立ての簡略化並びに装置の小型化が実現できる。このような構成にすることで、各波長の光源の出射直後の光路中にそれぞれ配置された回折格子を配さないようにでき、より小型化が実現できる。このように、広帯域波長板がレーザ光の光学的性質を変化させる少なくとも1つの光学素子と一体化されているとより好ましい。

【0074】

ここで、図 20 において、405 nm 波長帯の光は光源 101 から出射してダイクロイックプリズム 108 で反射される。このとき反射される光は Z 方向に進行する P 偏光となって広帯域波長板付き偏光型回折格子 211 に入射する。また、広帯域波長板付き偏光型回折格子 211 に含まれるホログラム素子 30 は、P 偏光の光に対して回折しないように屈折率が調整されている。したがって、広帯域波長板付き偏光型回折格子 211 では偏光状態を変えないでそのまま出射させるので、トリクロイックプリズム 112 によって 405 nm 波長帯の P 偏光の光は反射されて進行方向を変えて X 方向へ進み、/4 板 118 によって円偏光となって光ディスク 116 の情報記録面に集光される。

【0075】

また、光ディスク 116 の情報記録面上に形成されたピットの情報を含んだ信号光は、再び /4 板 118 を透過して直線偏光となってトリクロイックプリズム 112 で反射され、このとき S 偏光となって広帯域波長板付き偏光型回折格子 211 に入射する。広帯域波長板付き偏光型回折格子 211 のうち広帯域波長板 10 で偏光状態を変えずに、ホログラム素子 30 では回折格子と充填材との屈折率の差を感じるため回折し、コリメートレンズ 110 により光検出器 217 に集光される。

【0076】

一方で、光源 102 および光源 103 より出射された 660 nm 波長帯の光および 785 nm 波長帯の光は、それぞれ P 偏光の直線偏光で広帯域波長板付き偏光型回折格子 211 に入射して円偏光となり、トリクロイックプリズム 112 を直進透過してミラー 113 で反射されて光ディスク 116 に集光される。光ディスク 116 で反射された信号光は、再びミラー 113 で反射され、トリクロイックプリズム 112 を直進透過して広帯域波長板付き偏光型回折格子 211 に入射する。広帯域波長板付き偏光型回折格子 211 のうち広帯域波長板 10 で円偏光から直線偏光 (S 偏光) となり、さらに、ホログラム素子 30

10

20

30

40

50

では回折格子と充填材との屈折率の差を感じるため回折し、対物レンズ 110 により光検出器 217 に集光される。

【0077】

また、広帯域波長板付き偏光型回折格子 211 に含まれるホログラム素子 30 は、入射する 3 つの異なる波長の光のうち、いずれか一つの波長の光に対して最適化するかまたは、3 つの波長の中間値の光に対して最適化する設計とすると、いずれの波長の光に対しても往路は直進透過の高い特性となり、復路では回折効率を大きく低下させることなく光検出器 217 に信号光を集光させることができる。光検出器 217 の配置や構成にもよるが、ホログラム素子 30 の回折格子構造は、矩形であってもよいが、ブレード形状であれば一方向の回折効率を大きく、光利用効率を上げることができ好ましい。このように広帯域波長板付き偏光型回折格子 211 を含む構成とすることで、3 つの異なる波長の光に対して良好な円偏光で光ディスクに集光して記録・再生ができるとともに構成する光学部品点数を低減することができるので、品質が良く小型化された光ヘッド装置を実現することができる。

10

【0078】

また、光ヘッド装置において一体化できる光学素子の例として、広帯域波長板 10 とホログラム素子 30 を挙げたがこれに限らない。他に一体化できる光学素子の例として、光ディスク上での集光特性を改善するために使用される液晶を用いた位相補正素子や、光ディスクで反射された信号光を回折作用によって光検出器に導く回折格子が挙げられる。本発明における広帯域波長板付き偏光型回折格子 211 は、光の偏光状態による特性の違いを利用した光学素子を有する光ヘッド装置に用いると特に効果が大きく、さらに小型化および軽量化が要求される光情報の記録・再生に用いる光ヘッド装置用の部品に適している。

20

【0079】

(実施例 1)

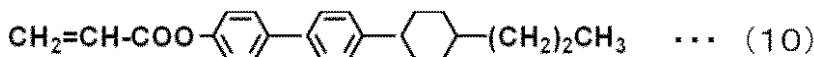
図 1 に示す広帯域波長板 10 の作製方法について説明する。透明基板 11a、11b となる石英ガラス基板に、面に対して水平に配向された配向膜 12a、12b となるポリイミド膜を形成しシールを施して、図示しないもう一方の基板を重ね、基板間隔がそれぞれ 8.9 μm、4.5 μm の空セルを 2 組形成する。ラビングの方向は、基板間隔 8.9 μm の空セルに対しては、基板を対向させたときに基準方向 14 (X 方向) とした基板の

一辺となす角度 θ_1 が 22.5 度の方向、基板間隔 4.5 μm の空セルに対してなす角度 θ_2 が 90 度の方向となるように施す。次いで、[化 1] に示す液晶化合物 (10)、(11)、(12) および (13) を重量比 15.6 : 16.9 : 32.1 : 35.4 で混合した光重合性液晶化合物を調整し、それぞれのセルに注入し光重合させて波長板 13a、13b となる高分子液晶層を形成する。このようにして形成された高分子液晶層は、波長 405 nm、660 nm、785 nm における常光屈折率と異常光屈折率の差となる屈折率異方性 n がそれぞれ 0.0457、0.0384、0.0375 であった。

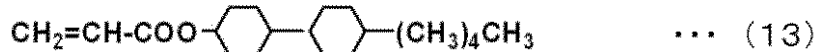
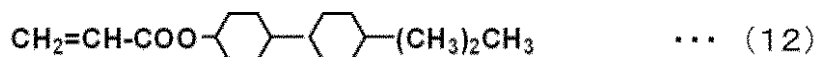
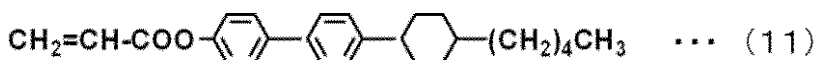
30

【0080】

【化 1】



40



【0081】

次いで、高分子液晶層を挟持する液晶セルの図示しない一方の基板を離型剥離し、基準

50

方向 1 4 が一致するように高分子液晶層を重ね合わせて前記異なる 3 つの波長帯で透明な材料として接着剤 1 1 c を用いて接着して、本例の高分子液晶層が 2 層積層された構成の広帯域波長板を得る。前記の広帯域波長板に対して前記基準方向 1 4 と平行な偏光方向 1 5 となる直線偏光の光を入射し出射する光の楕円率を求める。このとき、 θ_2 を 90 [度]、 $\lambda_2 = 660 \text{ nm}$ のときの $R_1(\theta_2) / R_2(\theta_2)$ を 2、 $R_1(\theta_1)$ を 360 [度] とし、 θ_1 に対する波長 660 nm、785 nm の入射光に対する楕円率を図 2 1 (a) に示す。これより、 $\theta_1 = 22.5$ [度] における楕円率は、波長 405 nm、660 nm および 785 nm の光に対して、それぞれ 0.00、0.98 および 0.90 である。かつ、波長 405 nm の偏光方向の方位角は、入射偏光方向 1 5 と同方向の 0 [度] となり、波長板として機能していることが確認できる。さらに、 $\theta_1 = 22.5$ [度] より変化しても、波長 405 nm の光に対して 0 ± 0.1 の範囲の楕円率および ± 10 [度] の範囲内の偏光方向の方位角であり、波長 660 nm および 785 nm の光に対して高い楕円率が得られる。

【0082】

(実施例 2)

図 2 1 (b) に $\theta_2 = 660 \text{ nm}$ のときの $R_1(\theta_2) / R_2(\theta_2)$ を 2.05、 $R_1(\theta_1)$ を 365 [度] とする以外は、実施例 1 と同じ条件とするとき、 θ_1 に対する 660 nm、785 nm の入射光に対する楕円率を示す。これより、 $\theta_1 = 22.5$ [度] における楕円率は、波長 405 nm、660 nm および 785 nm の光に対して、それぞれ -0.03、0.93 および 0.93 である。かつ、波長 405 nm の偏光方向の方位角は、0.3 [度] となり、波長板として機能していることが確認できる。さらに、 $\theta_1 = 22.5$ [度] より変化しても、波長 405 nm の光に対して 0 ± 0.1 の範囲の楕円率および ± 10 [度] の範囲内の偏光方向の方位角であり、波長 660 nm および 785 nm の光に対して高い楕円率が得られる。

【0083】

(実施例 3)

図 2 1 (c) に $\theta_2 = 85$ [度] とする以外は、実施例 1 と同じ条件とするとき、 θ_1 に対する 660 nm、785 nm の入射光に対する楕円率を示す。これより、 $\theta_1 = 20$ [度] における楕円率は、波長 405 nm、660 nm および 785 nm の光に対して、それぞれ 0.00、0.99 および 0.92 である。かつ、波長 405 nm の偏光方向の方位角は、-1.0 [度] となり、波長板として機能していることが確認できる。さらに、 $\theta_1 = 20$ [度] より変化しても、波長 405 nm の光に対して 0 ± 0.1 の範囲の楕円率および ± 10 [度] の範囲内の偏光方向の方位角であり波長 660 nm および 785 nm の光に対して高い楕円率が得られる。

【0084】

(実施例 4)

図 2 1 (d) に $\theta_2 = 85$ [度] とする以外は、実施例 2 と同じ条件とするとき、 θ_1 に対する 660 nm、785 nm の入射光に対する楕円率を示す。これより、 $\theta_1 = 20$ [度] における楕円率は、波長 405 nm、660 nm および 785 nm の光に対して、それぞれ -0.05、0.94 および 0.95 である。かつ、波長 405 nm の偏光方向の方位角は、-9.6 [度] となり、波長板として機能していることが確認できる。さらに、 $\theta_1 = 20$ [度] より変化しても、波長 405 nm の光に対して 0 ± 0.1 の範囲の楕円率および ± 10 [度] の範囲内の偏光方向の方位角であり波長 660 nm および 785 nm の光に対して高い楕円率が得られる。

【0085】

(実施例 5)

図 1 8 に示す広帯域波長板付き偏光型回折格子 4 0 の作製方法について説明する。広帯域波長板 1 0 は、実施例 1 と同じ作製方法を用いるので省略し、ホログラム素子 3 0 について説明する。透明基板 1 1 d となる石英ガラス基板に、表面がラビングされたポリイミド膜からなる図示しない水平配向膜を形成しシールを施して、基板間隔が 4.4 μm の空

10

20

30

40

50

セルを形成する。ラビングは、入射する光の偏光方向に直交する方向となるように施す。次いで、[化1]に示す液晶化合物(10)、(11)、(12)および(13)を重量比15.6:16.9:32.1:35.4で混合した光重合性液晶化合物を調整し、それぞれのセルに注入し光重合させて高分子液晶層を形成する。このようにして形成された高分子液晶層は、波長405nm、660nm、785nmにおける常光屈折率と異常光屈折率の差となる屈折率異方性 n がそれぞれ0.0457、0.0384、0.0375であった。予め405nmで1次回折効率が最大となるように空セルの基板間隔を設定しておく。そのため高分子液晶層のリタレーション値は波長405nmにおいて179[度]であった。

【0086】

次いで、高分子液晶層を挟持する液晶セルの図示しない一方の基板を離型剥離し、フォトリソグラフィ技術とエッチング技術を用いて幅5 μ mのストライプ状の高分子液晶を形成する。その際、1次回折効率が最大となるように高分子液晶のストライプ幅と高分子液晶のない溝幅は1:1になるように設定した。これにより格子ピッチ10 μ mの回折格子31を形成できる。

【0087】

次に、高分子液晶からなる回折格子31上に3つの異なる波長帯において充填材32として透明となる接着剤を塗布して広帯域波長板10を積層し、広帯域波長板付き偏光型回折格子40を作製する。このとき、高分子液晶の常光屈折率と屈折率が同じになる接着剤を使用した。作製した広帯域波長板付き偏光型回折格子40にラビングと同方向の直線偏光を入射した結果、波長405nmのレーザ光に対して、+1次および-1次回折効率は各々39%の値が得られる。一方、ラビングと直交方向の直線偏光を入射した結果、0次透過率が97%の値が得られる。

【0088】

(実施例6)

例1に記載した広帯域波長板10を図19の光ヘッド装置100の広帯域波長板111として配置する。各半導体レーザの波長は、光源101が405nm、光源102が658nm、そして光源103が789nmである。これらの光は全て同じ直線偏光の方向で広帯域波長板111に入射し、その結果、3つの波長405nmでは偏光状態が変化せず直線偏光のまま出射し、658nmおよび789nmに対して満足できる円偏光が得られ、光利用効率の高い信号光を得ることができる。

【産業上の利用可能性】

【0089】

以上のように、複数の異なる波長の光が入射する、波長板を2枚積層してなる広帯域波長板として、積層する波長板の光学軸および各波長におけるリタレーション値を組み合わせることで、 λ_1 の波長の直線偏光の光は偏光状態を変えずに出射し、 λ_2 および λ_3 ($\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$)の波長の光は円偏光となって出射させることができる。さらに、この広帯域波長板を規格が異なる光ディスクの記録・再生をする光ヘッド装置に配置することで小型化、軽量化となる光ヘッド装置を実現することができ、有用である。

【図面の簡単な説明】

【0090】

【図1】本発明の広帯域波長板の断面模式図および波長板の各光学軸の角度など関係を示す平面模式図。

【図2】本発明の広帯域波長板の偏光状態を表すポアンカレ球。

【図3】本発明の広帯域波長板の透過光の対する楕円率および方位角の波長依存性。

【図4】波長 λ_1 における第1の波長板13aのリタレーション値 $R_1(\lambda_1)$ に対する、楕円率および偏光方向の方位角の特性。

【図5】 $R_1(\lambda_1)/R_2(\lambda_1)$ と $R_1(\lambda_1)$ との組み合わせに対する、楕円率および偏光方向の方位角の特性。

【図6】入射する光の偏光方向と各波長板の光学軸とがなす角度 θ_1 と θ_2 との組み合わせ

10

20

30

40

50

せに対する、楕円率および偏光方向との方位角の特性。

【図 7】 R_2 、 $R_1(\theta_1)$ および $R_1(\theta_1)/R_2(\theta_1)$ の有効条件下（上限値、中間値、下限値）における、 θ_1 に対する、楕円率および偏光方向の方位角の特性。

【図 8】 $R_1(\theta_2)/R_2(\theta_2)$ に対する、楕円率の特性。

【図 9】 $R_1(\theta_1)/R_1(\theta_2)$ に対する、楕円率の特性。

【図 10】 θ_2 に対する、楕円率の特性。

【図 11】 θ_1 に対する、楕円率の特性。

【図 12】 $R_1(\theta_1)/R_1(\theta_2)$ と $R_1(\theta_2)/R_2(\theta_2)$ との組み合わせに対する、楕円率の特性。

【図 13】 θ_1 と θ_2 との組み合わせに対する、楕円率の特性。

【図 14】 θ_2 、 $R_1(\theta_2)/R_2(\theta_2)$ 、 $R_1(\theta_1)/R_2(\theta_1)$ および $R_1(\theta_1)$ の有効条件下（中間値、条件 1、条件 2）における、 θ_1 に対する、楕円率の特性。

【図 15】 θ_2 、 $R_1(\theta_2)/R_2(\theta_2)$ 、 $R_1(\theta_1)/R_2(\theta_1)$ および $R_1(\theta_1)$ の有効条件下（中間値、条件 1、条件 2）における、 θ_1 に対する、楕円率の特性。

【図 16】 θ_2 、 $R_1(\theta_2)/R_2(\theta_2)$ 、 $R_1(\theta_1)/R_2(\theta_1)$ および $R_1(\theta_1)$ の有効条件下（中間値、条件 3、条件 4）における、 θ_1 に対する、楕円率の特性。

【図 17】 θ_2 、 $R_1(\theta_2)/R_2(\theta_2)$ 、 $R_1(\theta_1)/R_2(\theta_1)$ および $R_1(\theta_1)$ の有効条件下（中間値、条件 3、条件 4）における、 θ_1 に対する、楕円率の特性。

【図 18】 本発明における広帯域波長板付き偏光型回折格子の断面模式図。

【図 19】 本発明の第 3 の実施形態にかかる光ヘッド装置の構成図。

【図 20】 本発明の第 4 の実施形態にかかる光ヘッド装置の構成図。

【図 21】 実施例 1 ~ 4 にかかる広帯域波長板の楕円率の特性。

【図 22】 従来の光ヘッド装置の構成図 1。

【図 23】 従来の光ヘッド装置の構成図 2。

【符号の説明】

【0091】

10、111 広帯域波長板（本発明）

11a、11b、11d 透明基板

11c 接着剤

12a、12b 配向膜

13a 第 1 の波長板

13b 第 2 の波長板

14 基準方向

15 入射する光の偏光方向

16 第 1 の波長板の光学軸方向

17 第 2 の波長板の光学軸方向

21 ポアンカレ球上の入射偏光状態

22 第 1 の波長板に対応する回転軸

23 第 2 の波長板に対応する回転軸

24 第 1 の波長板 ($R_1(\theta_2) < 180$ [度]) により変換されたポアンカレ球上の偏光状態

25 第 1 の波長板 ($R_1(\theta_2) > 180$ [度]) により変換されたポアンカレ球上の偏光状態

26 広帯域波長板により変換されたポアンカレ球上の偏光状態の軌跡

30 ホログラム素子

31 回折格子

10

20

30

40

50

3 2 充填材

4 0、2 1 1 広帯域波長板付き偏光型回折格子

1 0 0、2 0 0 光ヘッド装置(本発明)

1 0 1、3 0 1 光源(405nm波長帯)

1 0 2、3 0 2 光源(660nm波長帯)

1 0 3、3 0 3 光源(785nm波長帯)

1 0 4、1 0 5、1 0 6、3 0 4、3 0 5、3 0 6 回折素子

1 0 7、3 0 8 ダイクロイックプリズム

1 0 8、1 1 2 トリクロイックプリズム

1 0 9、3 0 7、3 0 9 偏光ビームスプリッタ

1 1 0、3 1 0、3 1 1 コリメータレンズ

1 1 3、3 1 4、3 1 5 ミラー

1 1 4、1 1 5、3 1 6、3 1 7 対物レンズ

1 1 6、3 1 8 光ディスク

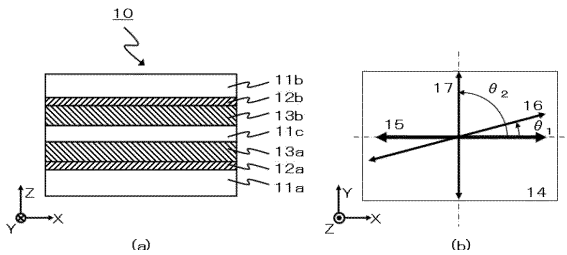
1 1 7、2 1 7、3 1 9、3 2 0 光検出器

1 1 8、3 1 2、3 1 3 / 4 板

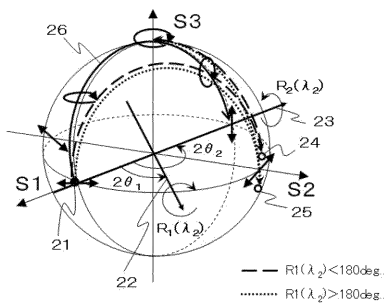
3 0 0、4 0 0 光ヘッド装置(従来)

4 1 1 広帯域波長板(従来)

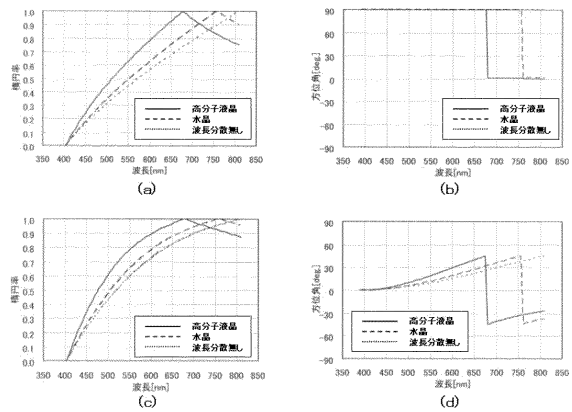
【図1】



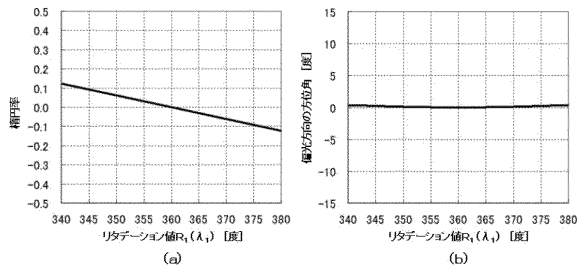
【図2】



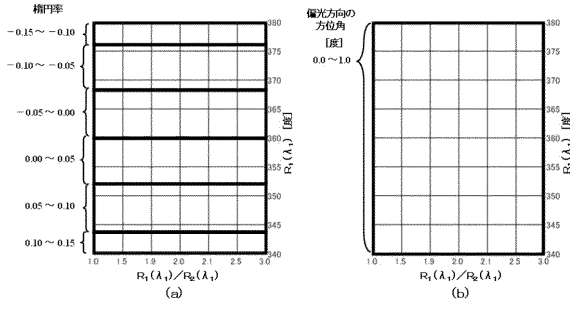
【図3】



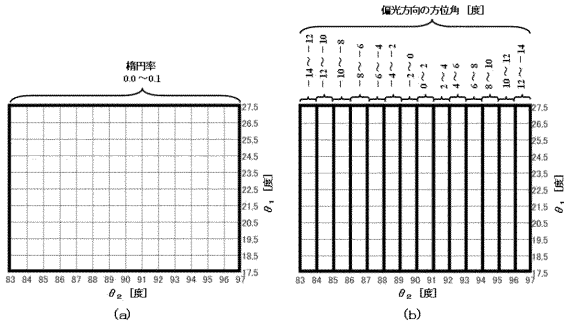
【図4】



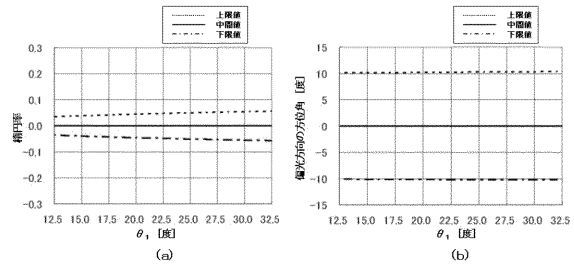
【図5】



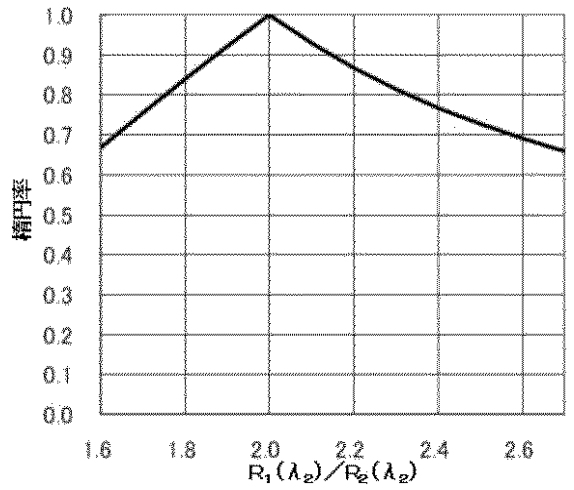
【図6】



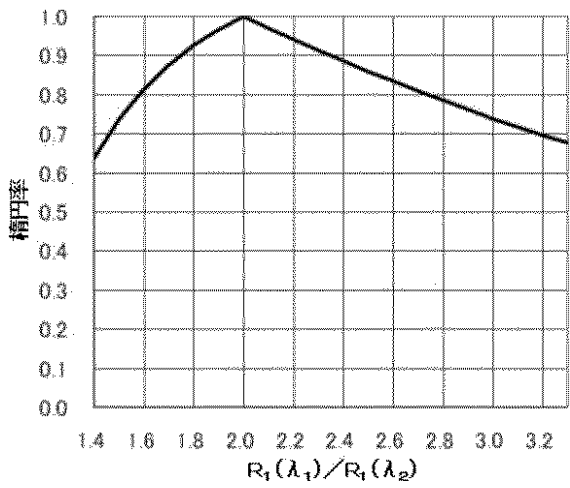
【図7】



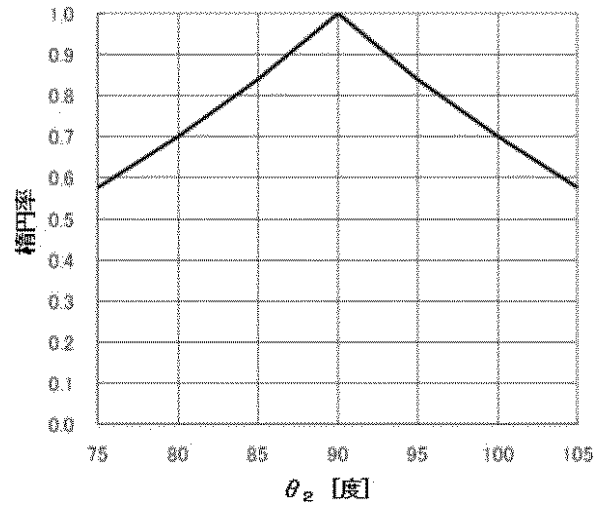
【図8】



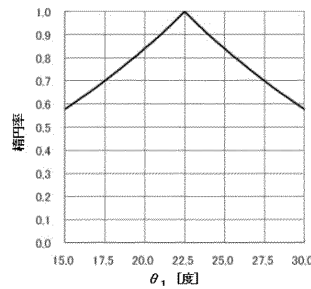
【図9】



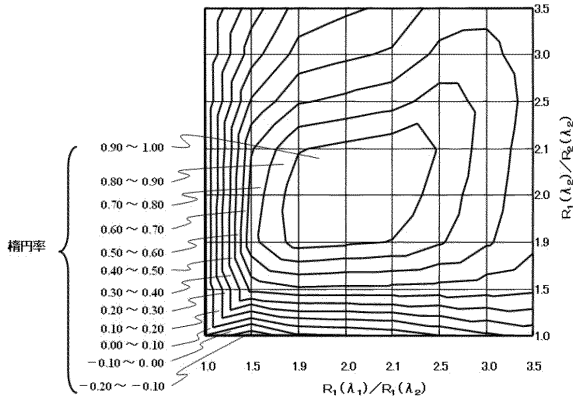
【図10】



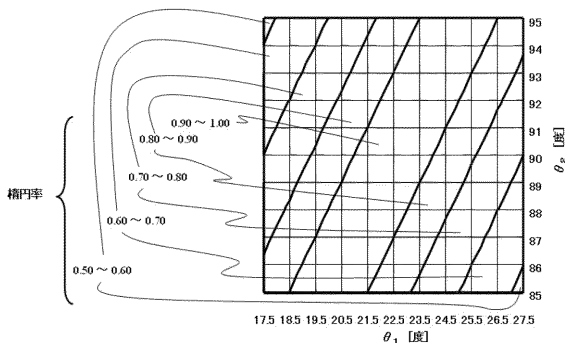
【図11】



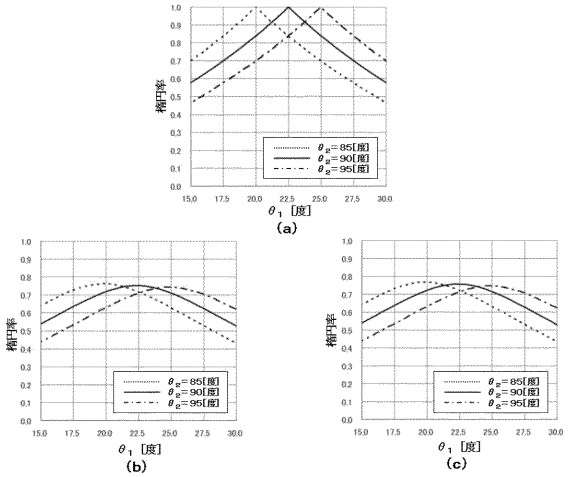
【図12】



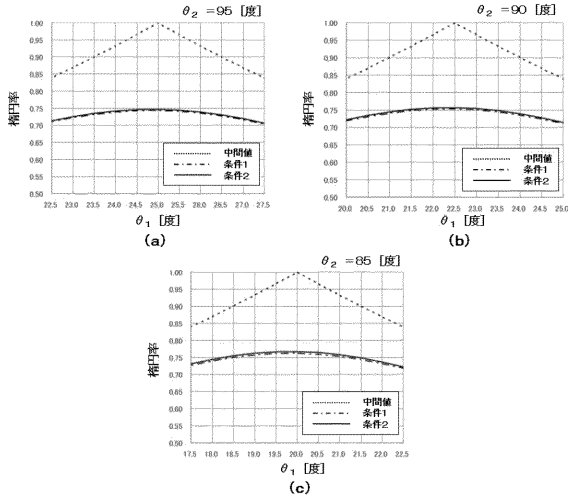
【図13】



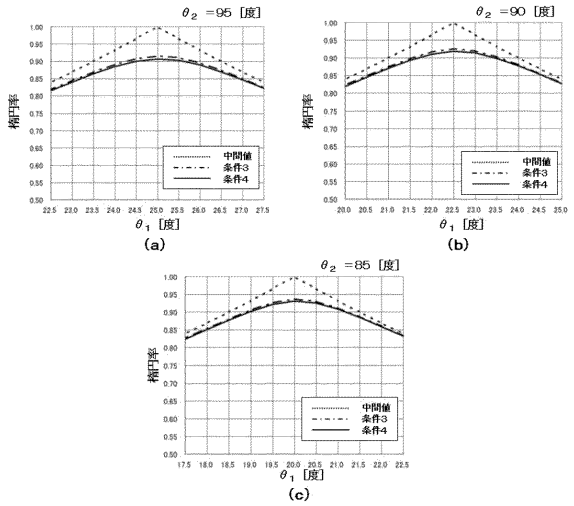
【図15】



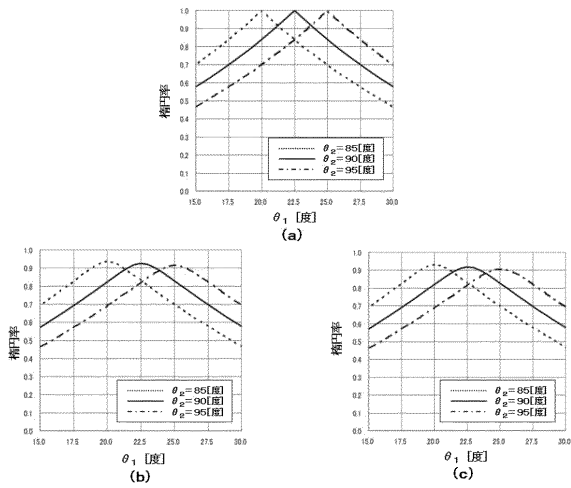
【図14】



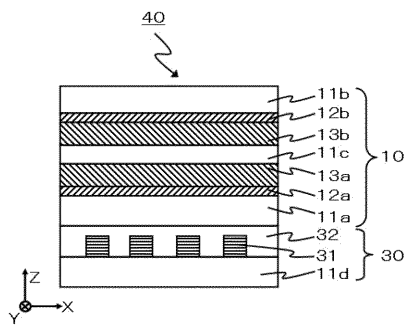
【図16】



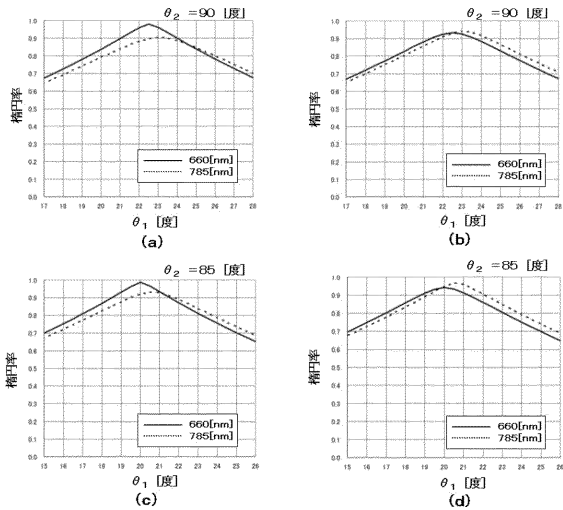
【図17】



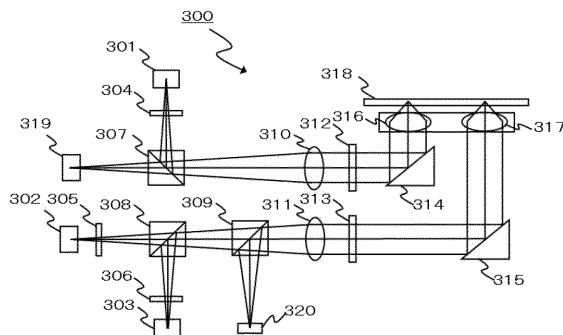
【図18】



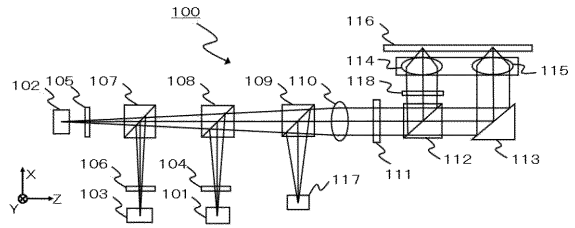
【図21】



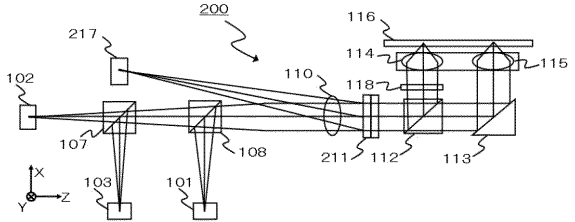
【図22】



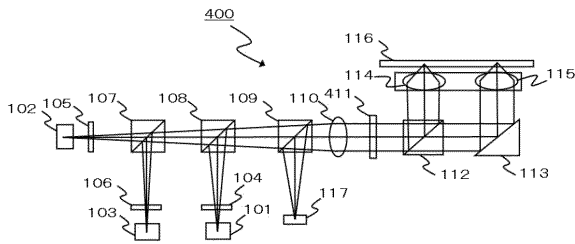
【図19】



【図20】



【図23】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-236549(JP,A)
特開2006-024333(JP,A)
特開2004-296041(JP,A)
特開平11-039701(JP,A)

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