

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3968593号

(P3968593)

(45) 発行日 平成19年8月29日(2007.8.29)

(24) 登録日 平成19年6月15日(2007.6.15)

(51) Int. Cl.

F I

G 1 1 B 7/135 (2006.01)

G 1 1 B 7/135

A

G 1 1 B 7/135

Z

請求項の数 3 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2004-255817 (P2004-255817)	(73) 特許権者	000000044
(22) 出願日	平成16年9月2日(2004.9.2)		旭硝子株式会社
(62) 分割の表示	特願平11-279312の分割		東京都千代田区有楽町一丁目12番1号
原出願日	平成11年9月30日(1999.9.30)	(74) 代理人	100105647
(65) 公開番号	特開2004-335108 (P2004-335108A)		弁理士 小栗 昌平
(43) 公開日	平成16年11月25日(2004.11.25)	(74) 代理人	100105474
審査請求日	平成17年1月13日(2005.1.13)		弁理士 本多 弘徳
早期審査対象出願		(74) 代理人	100108589
			弁理士 市川 利光
		(74) 代理人	100115107
			弁理士 高松 猛
		(74) 代理人	100132986
			弁理士 矢澤 清純
		(74) 代理人	100119552
			弁理士 橋本 公秀

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ヘッド装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

直線偏光のレーザ光を出射する光源と、  
レーザ光を集光して光記録媒体へ導く対物レンズと、  
光記録媒体からの反射光を受光する光検出器と、を備える光ヘッド装置であって、  
前記レーザ光は波長が異なる、光ヘッド装置において用いられる2つのレーザ光であり、  
前記2つのレーザ光の波長のうち短い方の波長を  $\lambda_L$ 、長い方の波長を  $\lambda_H$  とし、波長  $\lambda_L$ 、 $\lambda_H$  の中間波長  $\lambda_M$  を設計波長とし、また、光源と対物レンズとの間に前記レーザ光の位相状態を制御する広帯域位相差板が設置されており、

前記広帯域位相差板は、2枚の位相差板がそれぞれの光軸を交差するように重ねられていて、前記レーザ光が第1に入射する前記位相差板のリタレーション値を  $R_1$ 、第2に入射する前記位相差板のリタレーション値を  $R_2$ 、とすると、 $R_1 = \lambda_L / 2$  および  $R_2 = \lambda_H / 4$  の関係がほぼ成立するとともに、前記2つのリタレーション値の比  $R_1 / R_2$  が  $1.8 \sim 2.2$  であり、

前記広帯域位相差板に入射する前記レーザ光の偏光方向と一方の位相差板の進相軸方向とが角度  $\theta_1$  をなし、前記偏光方向と他方の位相差板の進相軸方向とが角度  $\theta_2$  をなし、

かつ、 $(\theta_1, \theta_2) = (75^\circ, 15^\circ)$  または  $(15^\circ, 75^\circ)$  の設定角度から、2枚の位相差板の進相軸各々を回転して設定することにより、前記2つのレーザ光の光ヘッド装置における使用波長下での楕円率角を、前記設定角度における前記使用波長下での楕円率角よりも改善したことを特徴とする光ヘッド装置。

## 【請求項 2】

直線偏光のレーザ光を出射する光源と、  
 レーザ光を集光して光記録媒体へ導く対物レンズと、  
 光記録媒体からの反射光を受光する光検出器と、を備える光ヘッド装置であって、  
 前記レーザ光は波長が異なる、光ヘッド装置において用いられる 2 つのレーザ光であり、  
 前記 2 つのレーザ光の波長のうち短い方の波長を  $\lambda_L$ 、長い方の波長を  $\lambda_H$  とし、波長  $\lambda_L$ 、 $\lambda_H$  の中間波長  $\lambda_M$  を設計波長とし、また、光源と対物レンズとの間に前記レーザ光の位相状態を制御する広帯域位相差板が設置されており、

前記広帯域位相差板は、2 枚の位相差板がそれぞれの光軸を交差するように重ねられていて、前記 2 つのレーザ光が第 1 に入射する前記位相差板のリタレーション値を  $R_1$ 、第 2 に入射する位相差板のリタレーション値を  $R_2$ 、とすると、 $R_1 = \lambda_M / 2$  および  $R_2 = \lambda_M / 4$  の関係がほぼ成立するとともに、前記 2 つのリタレーション値の比  $R_1 / R_2$  が  $1.8 \sim 2.2$  であり、

前記広帯域位相差板に入射する前記レーザ光の直線偏光の偏光方向と前記 2 枚の位相差板のそれぞれの進相軸とのなす角度を、入射する位相差板の順にそれぞれ  $\theta_1$  および  $\theta_2$  とするとき、 $\theta_1$  と  $\theta_2$  が、 $0^\circ < \theta < 5^\circ$  において、以下の (5a) または (5b) の関係を満たすことを特徴とする光ヘッド装置。

$$(\theta_1, \theta_2) = (15^\circ + a, 75^\circ - a) \cdots (5a)$$

$$(\theta_1, \theta_2) = (75^\circ - a, 15^\circ + a) \cdots (5b)$$

## 【請求項 3】

前記広帯域位相差板が前記 2 つの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請求項 1 または 2 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、レーザ光の位相状態を制御するための広帯域位相差板を搭載した光ヘッド装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

光ディスクおよび光磁気ディスクなどの光記録媒体に光学的情報を書き込んだり、光記録媒体から光学的情報を読み取ったりするのに光ヘッド装置が用いられる。光ヘッド装置は、ディスク状の光記録媒体（以下、ディスクという）の記録面上に光源である半導体レーザの出射光を集光して、情報の書き込み・読み出しを行う。

## 【0003】

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。一方で、これまでに普及している多くのディスク用の長波長（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、従来の近赤外域のレーザ光と短波長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。従来のディスクに対してこの互換性を確保するために、高記録密度用の短波長光源に加えて、近赤外域の光源を併せて設置する方式がある。

## 【0004】

一方、高密度ディスクと CD-R / RW などの書き込み型のディスクに対応する光ヘッド装置においては、それぞれのディスク用のいずれの波長に対しても高い光利用効率を要求されるため、往路高透過率 / 復路高回折効率を有する偏光型回折素子を用いた偏光系光ヘッド装置が考えられる。

## 【0005】

従来の 2 つのレーザ光を使用した偏光系光ヘッド装置の構成の一例を図 9 に示す。図 9 において、出射波長  $660\text{ nm}$  の半導体レーザ 301 および出射波長  $790\text{ nm}$  の半導体レーザ 302 からの直線偏光のレーザ光は、入射偏光方向に対して高透過である  $660\text{ nm}$  用の偏光ホログラム 303 および  $790\text{ nm}$  用の偏光ホログラム 304 を各々透過する

10

20

30

40

50

。そして、直線偏光のレーザ光はそれぞれの偏光ホログラムと一体化された660nm用の1/4波長板305および790nm用の1/4波長板306によりそれぞれ円偏光に変換される。その後、個別に配置されたコリメートレンズ307、308でレーザ光は平行光となり、660nm透過/790nm反射の特性を持つプリズム309を透過および反射し、アクチュエータ310に保持された、2つの波長に共通の対物レンズ311によりディスク312表面上に集光される。

#### 【0006】

さらに、ディスク312の表面に形成されたピットの情報を含んだディスク312からの反射光は、それぞれの経路を逆方向に進行する。ディスク312表面の反射により回転方向が逆転した円偏光はそれぞれ1/4波長板305および1/4波長板306を再度透過し、入射偏光方向とは直交する偏光方向の直線偏光に変換され、それぞれ偏光ホログラム303および偏光ホログラム304で回折される。これら回折光が持つディスクのピットの情報を660nm用のフォトダイオード313および790nm用のフォトダイオード314により検出することでディスク312に記録された情報の読み出しを行っている。

10

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0007】

従来の光ヘッド装置では、例えば2つの波長を用いる場合、偏光回折素子や1/4波長板などの光学素子を波長ごとに2セット配置しており、部品点数が多く装置の体積が大きくなり、さらに組立調整にも時間がかかる問題がある。

20

#### 【0008】

一方光ヘッド装置を小型化するために、2つの半導体レーザを接近させて配置したり、複数の波長を発振できる半導体レーザを用いたりすることが提案されているが、この場合波長により反射率の異なるプリズムなどを使用しても波長ごとに光路を切り換えることは困難である。

#### 【0009】

しかし、図8に示すように楕円率角は一方の波長の光、例えば660nmの光に対して円偏光(1/4波長)となる位相差板では、790nmの波長の他方の光に対しては楕円偏光となり所望の特性が得られない。同様に790nmの光に対して円偏光(1/4波長)となる位相差板では、660nmの波長の光に対しては楕円偏光となり所望の特性が得られない。ここで、図8において、ある波長の光に対して1/4波長板となることはその波長で楕円率角が90度であることであり、したがって円偏光となることが所望の特性が得られるということである。

30

#### 【0010】

また、例えば、波長660nmと790nmの中間値の波長である728nmに対する1/4波長板とした場合でも、660nmと790nmのいずれの波長の光に対しても出射偏光は楕円化し、1/4波長板として不十分な特性となっている。この1/4波長板の特性不良により、復路の偏光特性が設計した復路直線偏光から乖離して回折効率が低下し、結果として信号レベルの低下による光ヘッド装置の性能劣化が生ずる。

40

#### 【0011】

この劣化により、上述のように特に光ヘッド装置の小型化のために半導体レーザのチップを接近させて配置するとき、または2波長の光を発振できるレーザチップを用いるときには、プリズムなどを用いて2つの波長の光の光路を分離できないという問題が発生する。

#### 【0012】

また、より記録密度を向上させるためにディスクで使用する波長を短波長化するが、この短波長は従来のディスクで使用する波長である790nmと比べ波長差が大きく、1/4波長板透過後の楕円率角が90度から大きくずれる。

本発明の目的は、光源として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

50

おける上述の各問題を解決することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、直線偏光のレーザ光を出射する光源と、レーザ光を集光して光記録媒体へ導く対物レンズと、光記録媒体からの反射光を受光する光検出器と、を備える光ヘッド装置であって、前記レーザ光は波長が異なる、光ヘッド装置において用いられる2つのレーザ光であり、前記2つのレーザ光の波長のうち短い方の波長を  $\lambda_1$ 、長い方の波長を  $\lambda_2$  とし、波長  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  の中間波長  $\lambda_m$  を設計波長とし、また、光源と対物レンズとの間に前記レーザ光の位相状態を制御する広帯域位相差板が設置されており、前記広帯域位相差板は、2枚の位相差板がそれぞれの光軸を交差するように重ねられていて、前記レーザ光が第1に入射する前記位相差板のリタレーション値を  $R_1$ 、第2に入射する前記位相差板のリタレーション値を  $R_2$ 、とすると、 $R_1 = \lambda_1 / 2$  および  $R_2 = \lambda_2 / 4$  の関係がほぼ成立するとともに、前記2つのリタレーション値の比  $R_1 / R_2$  が  $1.8 \sim 2.2$  であり、前記広帯域位相差板に入射する前記レーザ光の偏光方向と一方の位相差板の進相軸方向とが角度  $\theta_1$  をなし、前記偏光方向と他方の位相差板の進相軸方向とが角度  $\theta_2$  をなし、かつ、 $(\theta_1, \theta_2) = (75^\circ, 15^\circ)$  または  $(15^\circ, 75^\circ)$  の設定角度から、2枚の位相差板の進相軸各々を回転して設定することにより、前記2つのレーザ光の光ヘッド装置における使用波長下での楕円率角を、前記設定角度における前記使用波長下での楕円率角よりも改善したことを特徴とする光ヘッド装置を提供する。

【0014】

また、本発明は、直線偏光のレーザ光を出射する光源と、レーザ光を集光して光記録媒体へ導く対物レンズと、光記録媒体からの反射光を受光する光検出器と、を備える光ヘッド装置であって、前記レーザ光は波長が異なる、光ヘッド装置において用いられる2つのレーザ光であり、前記2つのレーザ光の波長のうち短い方の波長を  $\lambda_1$ 、長い方の波長を  $\lambda_2$  とし、波長  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  の中間波長  $\lambda_m$  を設計波長とし、また、光源と対物レンズとの間に前記レーザ光の位相状態を制御する広帯域位相差板が設置されており、

前記広帯域位相差板は、2枚の位相差板がそれぞれの光軸を交差するように重ねられていて、前記2つのレーザ光が第1に入射する前記位相差板のリタレーション値を  $R_1$ 、第2に入射する位相差板のリタレーション値を  $R_2$ 、とすると、 $R_1 = \lambda_1 / 2$  および  $R_2 = \lambda_2 / 4$  の関係がほぼ成立するとともに、前記2つのリタレーション値の比  $R_1 / R_2$  が  $1.8 \sim 2.2$  であり、前記広帯域位相差板に入射する前記レーザ光の直線偏光の偏光方向と前記2枚の位相差板のそれぞれの進相軸とのなす角度を、入射する位相差板の順にそれぞれ  $\theta_1$  および  $\theta_2$  とするとき、 $\theta_1$  と  $\theta_2$  が、 $0^\circ < \theta_1, \theta_2 < 5^\circ$  において、以下の(5a)または(5b)の関係を満たすことを特徴とする光ヘッド装置を提供する。

$$(\theta_1, \theta_2) = (15^\circ + a, 75^\circ - a) \cdots (5a)$$

$$(\theta_1, \theta_2) = (75^\circ - a, 15^\circ + a) \cdots (5b)$$

また、前記広帯域位相差板が前記2つの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光ヘッド装置を提供する。

【発明の効果】

【0015】

本発明は、光ヘッド装置中の光源と対物レンズとの間に広帯域位相差板が設置されており、この広帯域位相差板は2枚の位相差板がそれぞれの光軸を交差するように重ねられていて、レーザ光が第1に入射する位相差板のリタレーション値が第2に入射する位相差板のリタレーション値より大きく、それらの比が  $1.8 \sim 2.2$  であるように構成されている。

【0016】

この構成をとることによって、この広帯域位相差板は透過する異なる波長の直線偏光のレーザ光に対してほぼ  $1/4$  波長板として機能し、直線偏光をほぼ円偏光に変換できる。したがって、この広帯域位相差板を光ヘッド装置中に組み込むことによって、ディスクが

10

20

30

40

50

らの反射戻り光として検出された異なる波長の信号光はそれぞれ光利用効率の高い信号光となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

本発明の光ヘッド装置においては、光源から出射するレーザ光は波長が異なる2つのレーザ光であり、光源と対物レンズとの間に2つのレーザ光の位相状態を制御する広帯域位相差板が設置されている。この広帯域位相差板は、2枚の位相差板がそれぞれの光軸を交差するように重ねられていて、レーザ光が第1に入射する位相差板のリタレーション値が第2に入射する位相差板のリタレーション値より大きく、それらのリタレーション値の比が1.8～2.2であるように構成されている。

10

このように構成することにより、広帯域位相差板は透過するいずれの波長の直線偏光のレーザ光に対してもほぼ1/4波長板として機能し、直線偏光をほぼ円偏光とできる。

【0018】

位相差板として用いる複屈折材料としては、延伸により複屈折性を持たせた、例えばポリカーボネートフィルムがよい。さらに、延伸により複屈折性を有する有機系高分子フィルムも使用できる。また、複屈折材料として、複屈折性を有する有機材料を基板上に配向させたものでもよい。また、基板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<sub>2</sub>などの無機材料でもよく、水晶基板、LiNbO<sub>3</sub>などのように基板自身が複屈折性を有しているものでもよい。

【0019】

以下、出射する異なる波長のレーザ光の数は2つとして説明する。

20

本発明における広帯域位相差板を構成する2枚の位相差板の代表的な位相差の組み合わせ、および代表的な進相軸の配置については例えば次のとおりとする。

また、重ねられた位相差板にレーザ光が入射する順の第1、第2位相差板が生ずるリタレーション値を各々R<sub>1</sub>およびR<sub>2</sub>とする。さらに、2つのレーザ光の異なる波長のうち、短い方の波長をλ<sub>L</sub>、長い方の波長をλ<sub>H</sub>とし、λ<sub>L</sub>とλ<sub>H</sub>なる波長を、使用する2つのレーザ光の波長λ<sub>L</sub>、λ<sub>H</sub>の中間波長として定義する。

【0020】

このとき、R<sub>1</sub>が波長λ<sub>L</sub>の約1/2倍でR<sub>2</sub>が約1/4倍であり、これらリタレーション値の比R<sub>1</sub>/R<sub>2</sub>が1.8～2.2であり、さらに2枚の位相差板の光軸が交差している。この交差角は45～75度の角度をなしていることが好ましい。このとき上述の効果、すなわち直線偏光をほぼ円偏光とする効果をもたらす。

30

【0021】

一方、2つのレーザ光に対し第1に入射する位相差板のリタレーション値R<sub>1</sub>が第2に入射する位相差板のリタレーション値R<sub>2</sub>より大きく、それらリタレーション値の比が2であり、かつ前記2つのレーザ光が広帯域位相差板を透過するときの楕円偏光度を実質的に等しくしたとき、すなわち式(1a)、(1b)の関係を成立させたとき、使用するいずれの波長に対しても光の利用効率が等しくなり好ましい。ここで、短い波長のレーザ光に対するリタレーション分散係数をk<sub>L</sub>、長い波長の方に対するそれをk<sub>H</sub>とした。

【0022】

40

【数1】

$$R_1 = (\lambda_L \cdot \lambda_H) / \{ 2 \cdot (k_L \cdot \lambda_H + k_H \cdot \lambda_L) \} \quad \dots (1a)$$

$$R_2 = (\lambda_L \cdot \lambda_H) / \{ 4 \cdot (k_L \cdot \lambda_H + k_H \cdot \lambda_L) \} \quad \dots (1b)$$

50

## 【 0 0 2 3 】

ここで、複屈折材料のリタレーション値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  $R = A + B / (\lambda - C)$  と表わせる。また、分散係数である  $k_L$  および  $k_H$  は、各々式 ( 2 a )、( 2 b ) のように定義される。

ここで、数値 5 8 9 はリタレーション値の測定基準波長として用いた、ナトリウムの D 線の波長である。

## 【 0 0 2 4 】

## 【 数 2 】

$$\begin{aligned} k_L &= R(\lambda_L) / R(589) \\ &= \{A + B / (\lambda_L - C)\} / \{A + B / (589 - C)\} \\ &\dots (2a) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k_H &= R(\lambda_H) / R(589) \\ &= \{A + B / (\lambda_H - C)\} / \{A + B / (589 - C)\} \\ &\dots (2b) \end{aligned}$$

10

20

## 【 0 0 2 5 】

また、上記の広帯域位相差板に入射する 2 つのレーザ光は同じ直線偏光の方向を有しており、この直線偏光の方向に対して一方の位相差板の光軸のうち進相軸の方向が 1 0 ~ 2 0 度の角度をなし他方の位相差板の光軸のうち進相軸の方向が 7 0 ~ 8 0 度の角度をなしている。これらの角度のとき、楕円率角の波長依存性が小さく、すなわち楕円率角が波長によって大きく変化せず好ましい。この変化しない効果は、入射する最初 ( 第 1 ) の位相差板における角度が 1 0 ~ 2 0 度で後 ( 第 2 ) の位相差板における角度が 7 0 ~ 8 0 度であっても、または最初の角度が 7 0 ~ 8 0 度で後の角度が 1 0 ~ 2 0 度であっても効果に変わりはない。

## 【 0 0 2 6 】

以下、これらの角度について詳しく説明する。入射するレーザ光の直線偏光の方向と 2 枚の位相差板のそれぞれの進相軸とのなす角度を、入射する位相差板の順にそれぞれ  $\theta_1$  および  $\theta_2$  とする。波長  $\lambda$  が  $R_1$  の約 2 倍および  $R_2$  の約 4 倍、すなわち  $R_1 = \lambda / 2$  および  $R_2 = \lambda / 4$  の関係がほぼ成立するとき、 $\theta_1$  および  $\theta_2$  の関数として楕円率角を計算できる。

## 【 0 0 2 7 】

図 2 はこの楕円率角を表わしており、図中の 2 つの傾いた平面が形成する稜は楕円率角がほぼ 9 0 度の条件を満たしている。図 2 ( a ) の稜は式 ( 3 a ) で表わされ、 $\theta_2$  が  $\theta_1$  より大きい場合のグラフであり、図 2 ( b ) の稜は式 ( 3 b ) で表わされ、 $\theta_1$  が  $\theta_2$  より大きい場合のグラフである。式 ( 3 a )、( 3 b ) の条件下で広帯域位相差板は、ほぼ 1 / 4 波長板として機能する。

$$\theta_2 = 2 \times \theta_1 + \lambda / 4 \dots (3a)$$

$$\theta_1 = 2 \times \theta_2 + \lambda / 4 \dots (3b)$$

なお、透過光の楕円偏光度は楕円率角として、透過楕円偏光の長軸強度  $I_a$  と短軸強度  $I_b$  とを用いて  $\cos^{-1} \{ (I_a - I_b) / (I_a + I_b) \}$  と定義される。

## 【 0 0 2 8 】

使用するレーザ光の波長が、完全に設計波長と一致する場合には、 $\theta_1$  と  $\theta_2$  とが式 ( 3 a ) または式 ( 3 b ) を満足する角度関係のとき、透過光として完全な円偏光が得られる。しかし、波長が設計波長からわずかずれた場合には、 $\theta_1$  と  $\theta_2$  とが式 ( 3 a ) または式 ( 3 b ) の関係を満足する角度の組み合わせの中でも、式 ( 4 a )、( 4 b ) の関係が成

30

40

50

立するとき、もっとも円偏光に近くなる。

$$(\theta_1, \theta_2) = (15, 75) \cdots (4a)$$

$$(\theta_1, \theta_2) = (75, 15) \cdots (4b)$$

このことから、 $\theta_1$ と $\theta_2$ とが式(4a)または式(4b)で与えられる角度のとき、またはこの角度の近傍で $\pm 5$ 度の範囲内の角度のときが特に望ましい。例えば、(4a)に対しては、上記のとおり $(\theta_1, \theta_2) = (10 \sim 20, 70 \sim 80)$ となる。

#### 【0029】

式(3a)を満たす $\theta_1$ と $\theta_2$ との角度の種々の組み合わせの中で $(\theta_1, \theta_2) = (15, 75)$ および $(10, 65)$ に対し、透過光の楕円率角の波長依存性を図3に示す。図3より、設計波長(718nm)において楕円率角は90度であるので、完全な円偏光が得られていること、および $(\theta_1, \theta_2) = (15, 75)$ (実線)に対する波長依存性の方が $(\theta_1, \theta_2) = (10, 65)$ (破線)における波長依存性よりも変化が小さいことがわかる。

#### 【0030】

また図3から、使用するレーザ光の波長が設計波長から離れるにつれて、楕円率角が90度からずれ透過光は楕円化している。この楕円化から、例えば高密度記録ディスクに用いられる400nmおよびCDに用いられる790nmの波長の組み合わせについては、いずれの波長に対しても大幅に円偏光から乖離することが予想される。

#### 【0031】

この円偏光からの乖離は、結果として復路の回折特性を劣化させディスクからの反射光の読みとり信号強度を低下させるため、光ヘッド装置においてはこの乖離は問題となる。光ヘッド装置で実際に使用する波長は、搭載した光源の2つの波長を含む全ての波長帯域ではなく、2つの波長のみであり、この波長における偏光性能のみが問題となる。したがって、本発明においては、使用する2つの波長について楕円率角が最も大きくなる2枚の位相差板の進相軸方向の関係を決定した。

#### 【0032】

図4(a)の斜めの実線は式(3a)を、図4(b)のそれは式(3b)を示している。図4(a)、(b)中の黒丸が示すように、2つの使用波長で完全な1/4波長板として機能する $\theta_1$ と $\theta_2$ は、式(5a)(図4(a))または式(5b)(図4(b))の関係を満たす。

$$(\theta_1, \theta_2) = (15 + a, 75 - a) \cdots (5a)$$

$$(\theta_1, \theta_2) = (75 - a, 15 + a) \cdots (5b)$$

ここでaは、2波長の間隔により決まる正の係数である。

#### 【0033】

##### 【表1】

	$\theta_1$ (度)	$\theta_2$ (度)	a (度)	$R_1$ (nm)	$R_2$ (nm)
条件1	75.0	15.0	0.0	260	130
条件2	71.8	18.2	3.2	260	130

#### 【0034】

表1に、条件1(a=0)と条件2(a=3.2)に対して、式(5b)が成立する $\theta_1$ と $\theta_2$ およびこれらの角度における $R_1$ と $R_2$ の値を示す。

図5に、 $a = 0$ （破線）と $a = 3.2$ （実線）について、広帯域位相差板の透過光の楕円率角の波長依存性を示す。設定中心値である $(\theta_1, \theta_2) = (75, 15)$ から、適切な回転角度 $3.2$ 度を設定することで、2つの使用波長 $425\text{ nm}$ と $790\text{ nm}$ に対する楕円率角が大きく改善され、この2つの使用波長に対しては楕円率角が $90$ 度となり完全な円偏光となる。設定中心値が $(\theta_1, \theta_2) = (15, 75)$ の場合にも適切な回転角度を設定すれば同様に完全な円偏光とできる。

#### 【0035】

上記のように、本発明において任意の2つの波長に対して、式(1a)、(1b)を満たすリタレーション値を有する位相差板を用い、最適な $a$ を設定して2枚の位相差板の進相軸方向を決定することで、2つの使用波長に対して完全に広帯域位相差板を $1/4$ 波長板として機能させることができる。ここで $a$ の値は、例えば2つの波長が $660\text{ nm}$ と $790\text{ nm}$ の場合は、 $0.2$ で、また $425\text{ nm}$ と $790\text{ nm}$ の場合は、 $3.2$ である。

#### 【0036】

したがって、特定の2つの波長の光に対し、式(5a)または式(5b)が成立する範囲内で広帯域位相差板が完全に $1/4$ 波長板として機能するように、すなわち楕円率角が $90$ 度となるように、 $a$ の値を設定することが極めて好ましい。

#### 【0037】

本発明における2つの位相差板の接着には、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。広帯域位相差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張り合わせることが好ましく、接着層の厚さを $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下にすることが特に好ましい。

#### 【0038】

本発明における広帯域位相差板を使用する際には、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位相差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位相差板を単独で用いる場合には、2枚の透明基板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。

#### 【0039】

本発明における広帯域位相差板は、単独で使用することもできるが、光ヘッド装置に用いられるその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。したがって、広帯域位相差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ことは好ましい。

#### 【0040】

具体的に光学素子とは、ディスク上での集光特性を改善する例えば液晶を用いた位相補正素子や、回折により信号光を検出器に導く回折格子、特に偏光による回折特性の違いを用いた偏光型回折素子などが挙げられる。

本発明における広帯域位相差板は、偏光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・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。

#### 【0041】

図6において、偏光ホログラム401および $1/4$ 波長板402は一体化され、アクチュエータ403に搭載された対物レンズ404に取り付けられている。ここで使用している $1/4$ 波長板402は本発明における広帯域位相差板である。波長 $660\text{ nm}$ の半導体レーザ405および波長 $790\text{ nm}$ の半導体レーザ406からのそれぞれのレーザ光は、コリメートレンズ407、408で平行化され、プリズム409を介して、偏光ホログラム401および $1/4$ 波長板402を透過し、対物レンズ404でディスク410に集光される。

#### 【0042】

ディスク410の表面上に形成されたピットの情報を含んだ反射光は、それぞれの経路

10

20

30

40

50



を逆方向に進行する。プリズム 409 を透過または反射した戻り光は、それぞれコリメートレンズ 407、408 を透過後 660 nm 用のフォトダイオード 411 および 790 nm 用のフォトダイオード 412 により検出される。

#### 【0043】

この図 6 の構成で、2 つの波長のうちいずれか一方の波長のレーザ光に対して最適化した、または 2 つの波長の中間値の波長のレーザ光に対して最適化した偏光ホログラムを使用すると、いずれの波長の光に対しても、往路は高透過の特性を示し、復路は問題となる効率の低下が発生しない。

#### 【実施例】

#### 【0044】

10

##### [例 1]

本例を図 1 (a)、図 1 (b) に基づいて説明する。厚さ 0.5 mm のガラス基板 101 に UV 硬化型の接着剤 102 を滴下し、ポリカーボネートを延伸して得られたリタレーション値が 260 nm、厚さ 30  $\mu$ m の複屈折フィルム 103 を接着剤 102 上に重ねて、積層体を形成した。

#### 【0045】

その後、この積層体を複屈折フィルム 103 側を上にし、この複屈折フィルム 103 上加重のための厚さ 1 mm のガラス基板 (図示せず) を乗せた後、1000 rpm の回転速度で 20 秒間、5000 rpm で 100 秒間回転させ、基板 101 と複屈折フィルム 103 の間の接着層の厚さを 5  $\mu$ m とした。さらに、積層体に波長 365 nm の UV 光を 5000 mJ 照射し、接着層を硬化させ位相差板 104 とした。同様にして、新たなガラス基板 105 に同じくポリカーボネートを延伸して得られたリタレーション値が 130 nm、厚さ 30  $\mu$ m の複屈折フィルム 106 を張り合わせ、位相差板 107 を作製した。また、この位相差板 107 にも同様に UV 光の照射を行った。

20

#### 【0046】

各々の位相差板 104、107 について、波長 660 nm の半導体レーザ光を用いてリタレーション値および光学軸方位を測定した。測定した光学軸を用いて、位相差板 104 の光軸のうちの進相軸方向 108 に対して、位相差板 107 の光軸のうちの進相軸方向 109 が約 54 度の角度となるように配置した。角度の測定方向は、位相差板 104 が上のときに、位相差板 104 側から見て反時計回り方向を正 (+) とした。

30

#### 【0047】

2 枚の位相差板 104、107 の間に UV 接着剤 102 を滴下し、1000 rpm の回転速度で 20 秒間、5000 rpm で 100 秒間回転させ、接着層の厚さを 5  $\mu$ m とした。回転時の軸方向のずれを修正した後に、5000 mJ の UV 光を照射し接着層を硬化させ広帯域位相差板とした。

#### 【0048】

位相差板 104 の進相軸方向 108 に対して、-18 度 (角度方向の符号は上に定義) の方向を基準として、広帯域位相差板を外形 5 mm  $\times$  5 mm にダイシング・ソーにより切断し、広帯域位相差板素子を得た。ここで、広帯域位相差板の進相軸方向 113 は、積層された 2 枚の位相差板のそれぞれの進相軸方向の中間の方向と定義した。

40

#### 【0049】

波長 860 nm の半導体レーザからの出射光を基本波とし、非線形光学結晶 KNbO<sub>3</sub> を用いて発生させた第 2 高調波の波長 430 nm のレーザ光と波長 789 nm の半導体レーザからの出射光とを用いて広帯域位相差板素子の楕円率角を測定した。上記 2 種類の波長のレーザ光の直線偏光方向 114 は、広帯域位相差板素子の進相軸方向 113 に対して -45 度となっている広帯域位相差板素子外辺と平行な方向であり、入射はガラス基板 101 側から行った。測定した楕円率角は、波長 430 nm のレーザ光に対し約 86 度、789 nm に対し約 88 度となって、実用上十分な特性であった。

#### 【0050】

また、広帯域位相差素子の透過波面収差は、波長 633 nm の He-Ne レーザを用い

50

て測定した結果、 $25\text{ m}_{\text{rms}}$  (2乗平均)以下であり、光学素子として充分使用できるレベルであった。

【0051】

この広帯域位相差素子を図6の光ヘッド装置の1/4波長板402として組み込んだ。1つの光源は波長 $789\text{ nm}$ の半導体レーザ406とした。他方の光源は波長 $660\text{ nm}$ の半導体レーザ405の代わりに $860\text{ nm}$ の半導体レーザを設置し、半導体レーザとコリメートレンズ407との間に非線形光学結晶 $\text{KNbO}_3$  (図示せず)を配置して波長を $430\text{ nm}$ とした。その結果、2つの波長 $430\text{ nm}$ および $789\text{ nm}$ 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た。

【0052】

10

[例2]

本例を図7(a)、図7(b)に基づいて説明する。図7(a)に示すように、レーザ光の入射側面(図中、下側の面)に低反射コート膜201が施された直径 $12.5\text{ cm}$ 、厚さ $0.5\text{ mm}$ のガラス基板202を用意し、ガラス基板202の光ディスク側の面(図中、上側の面)にポリイミドの膜を形成し、ラビングによる水平配向処理を施してポリイミド配向膜203とした。

【0053】

配向処理を施したガラス基板上に、液晶セルとなるガラス基板面間のギャップを保持するために図示しない直径 $3\text{ }\mu\text{m}$ の $\text{SiO}_2$ ビーズを $5000\text{ 個}/\text{cm}^2$ の密度で散布した。その後、離型化処理を施された図示しない水平配向ガラス基板と上記配向処理を施したガラス基板と対向させ、基板外周部に印刷された図示しない熱硬化型のエポキシシール剤を用いて、2枚のガラス基板間のギャップを $3\text{ }\mu\text{m}$ とした。そのギャップに4-(3-アクリロイルオキシプロピル)オキシ-4'-シアノビフェニルと、アクリル酸4-(4-n-ブチルベンゾイルオキシ)フェニルを主成分とする液状の液晶材料(液晶性モノマー)を注入し、2枚のガラス基板間に挟持させた。

20

【0054】

このとき、液晶性モノマーには光重合開始材としてベンゾインイソプロピルエーテルを1%添加してUV硬化性の液晶性モノマー組成物とした。その後、波長 $365\text{ nm}$ のUV光を液晶材料全体に照射し、水平配向状態のまま液晶性モノマー組成物全体を重合・固化することによって、ガラス基板による構成物全体を固定した。140、30分間の熱処理の後に、上記の図示しない水平配向対向ガラス基板を離型除去して、厚さ $3\text{ }\mu\text{m}$ の水平配向した高分子液晶204の有機薄膜を形成した。

30

【0055】

この高分子液晶204の有機薄膜上にスパッタ法により $\text{SiO}_2$ の無機薄膜を約 $50\text{ nm}$ 成膜し、フォトリソグラフィ法によりレジストパターン(図示せず)を作製した。このレジストパターンを使用し、ドライエッチング法により流量 $100\text{ SCCM}$ の $\text{CF}_4$ ガスを用いて圧力 $0.2\text{ Torr}$ 、出力 $300\text{ W}$ の条件下で3分間のエッチングを行い、ピッチ $6\text{ }\mu\text{m}$ の格子状に加工し $\text{SiO}_2$ マスク205を作製した。

【0056】

作製した $\text{SiO}_2$ マスク205を使用し、ドライエッチング法により、流量 $100\text{ SCCM}$ の $\text{O}_2$ ガスを用いて、圧力 $0.2\text{ Torr}$ 、出力 $300\text{ W}$ の条件下で20分間エッチングを行い、図示しないフォトレジストを除去すると同時に、ピッチが $6\text{ }\mu\text{m}$ で、厚さが $3\text{ }\mu\text{m}$ の高分子液晶204の有機格子を作製した。

40

【0057】

図7(a)のように、上側の片面に低反射コート膜201を施された厚さ $0.5\text{ mm}$ のカバーガラス206に、UV接着剤を滴下し、ポリカーボネートを延伸して得られたリタデーション値が $180\text{ nm}$ 、厚さ $30\text{ }\mu\text{m}$ の複屈折フィルム207を張り合わせた。1000rpmの回転速度で20秒間、5000rpmで100秒間回転させ、接着層208を厚さ $5\text{ }\mu\text{m}$ とした。その後、 $5000\text{ mJ}$ のUV光を照射し接着層208を硬化させた。

50

## 【 0 0 5 8 】

同様にして、ポリカーボネートを延伸して得られたリタレーション値が360nm、厚さ30μmの複屈折フィルム209の進相軸方向210が、複屈折フィルム207の進相軸方向211に対して-60度となるよう張り合わせた。その後、1000rpmで20秒間、5000rpmで100秒間回転させ、接着層208を厚さ5μmとしたのち、波長365nmのUV光を5000mJ照射し、広帯域位相差板付きカバーガラス212とした。ここで、カバーガラスの進相軸方向213は、積層された2枚の位相差板のそれぞれの進相軸方向の中間の方向と定義した。角度は、広帯域位相差板を下からみて、反時計回りを正とした。

## 【 0 0 5 9 】

10

その後、広帯域位相差板付きカバーガラス212とガラス基板202の有機格子側との間にUV接着剤214を滴下し、カバーガラスの進相軸方向213と往路入射のレーザ光の直線偏光方向215が45度の角度をなすように配置した。その後、広帯域位相差板付きカバーガラス212と基板202を同時に1000rpmの回転速度で20秒間、5000rpmで100秒間回転させて、接着層214を厚さ5μmとするとともに高分子液晶204の有機格子の格子間に充填接着した。回転時の軸方位のずれを修正した後に、5000mJのUV光を照射し接着層214硬化させた。

## 【 0 0 6 0 】

ここで、使用した接着剤は、有機格子に用いた高分子液晶204（常光屈折率 $n_o = 1.5$ 、異常光屈折率 $n_e = 1.6$ ）の、常光屈折率 $n_o$ と等しい屈折率（ $n = 1.5$ ）を、硬化後に有する紫外線硬化型の接着剤であった。最後にダイシング・ソーにより切断して、外径4mm×4mm、厚さ約1.1mmの広帯域位相差板付き偏光型回折素子216を作製した。

20

## 【 0 0 6 1 】

このように作製された広帯域位相差板付き偏光型回折素子の波長658nmおよび787nmにおける光学特性を表2に示す。658nmと787nmのいずれの波長に対しても、85度以上の楕円率角が得られており、広帯域位相差板付き偏光型回折素子は実用上充分使用できるレベルの1/4波長板として機能していることが確認された。

## 【 0 0 6 2 】

## 【表2】

30

測定波長 (nm)	往路透過率 (%)	透過光楕円率角 (度)	復路回折効率 (%)
658	98.0	87.5	76
787	97.5	88.2	60

40

## 【 0 0 6 3 】

この広帯域位相差板付き偏光型回折素子は、波長660nm付近での回折特性が最適となるように設計されているため、790nm付近での回折特性は660nmと比べると多少劣るが、実用上十分に高い透過率が得られた。

さらに、透過光の波面収差は、偏光型回折素子の光の入出射面の中心部（直径2.5mmの円内）において、25m<sub>rms</sub>（2乗平均）以下であり良好であった。

## 【 0 0 6 4 】

この広帯域位相差板付き偏光型回折素子216を図6の光ヘッド装置の偏光ホログラム

50

401と1/4波長板402の代わりに組み込んだ。その結果、使用した2つの波長658nmと787nmに対し十分な円偏光が得られ、また偏光型回折素子も充分機能して波面収差が抑えられて、光利用効率が極めて高い信号光を得ることができた。

【産業上の利用可能性】

【0065】

本発明における広帯域位相差板は光ヘッド装置に搭載されて用いられ、1/4波長板として機能して、異なる波長の信号光をそれぞれ光利用効率の高い信号光として検出できる装置となる。

【図面の簡単な説明】

【0066】

10

【図1】本発明における広帯域位相差板の構成を示し、(a)2枚の位相差板を重ねた断面図、(b)重ねられた2枚の位相差板の各光軸などの角度関係を示す平面図。

【図2】本発明における広帯域位相差板の透過光に対する楕円率角の設置角度( $\theta_1$ 、 $\theta_2$ )依存性を示し、(a) $\theta_2$ が $\theta_1$ より大きい場合のグラフ、(b) $\theta_1$ が $\theta_2$ より大きい場合のグラフ。

【図3】本発明における広帯域位相差板の透過光に対する楕円率角の波長依存性を示すグラフ。

【図4】本発明における広帯域位相差板の、2波長光に対して1/4波長板となる設置角度( $\theta_1$ 、 $\theta_2$ )を示し、(a) $\theta_1 = 15^\circ + a$ および $\theta_2 = 75^\circ - a$ で、aが10度以内のグラフ、(b) $\theta_1 = 75^\circ - a$ および $\theta_2 = 15^\circ + a$ で、aが10度以内のグラフ。

20

【図5】本発明における広帯域位相差板に対する透過光の楕円率角の波長依存性を示すグラフ(図4(b)の $a = 0$ と $a = 3.2$ の場合)。

【図6】本発明の光ヘッド装置の構成例を示す図。

【図7】本発明における広帯域位相差板付き偏光型回折素子の構成を示し、(a)広帯域位相差板と偏光型回折素子とを重ねた断面図、(b)重ねられた2枚の位相差板の各光軸などの角度関係を示す平面図。

【図8】従来の位相差板の透過光に対する楕円率角の波長依存性を示すグラフ。

【図9】従来の光ヘッド装置の構成例を示す図。

【符号の説明】

【0067】

30

201：低反射コート膜

101、105、202：ガラス基板

203：ポリイミド配向膜

204：高分子液晶

205：SiO<sub>2</sub>マスク

206：カバーガラス

103、106、207、209：複屈折フィルム

104、107：位相差板

102、208：接着層

108、109、210、211：進相軸方向

40

212：広帯域位相差板付きカバーガラス

113：広帯域位相差板(素子)の進相軸方向

213：カバーガラスの進相軸方向

102、214：接着剤

114、215：直線偏光方向

216：広帯域位相差板付き偏光型回折素子

301、302、405、406：半導体レーザー

303、304、401：偏光ホログラム

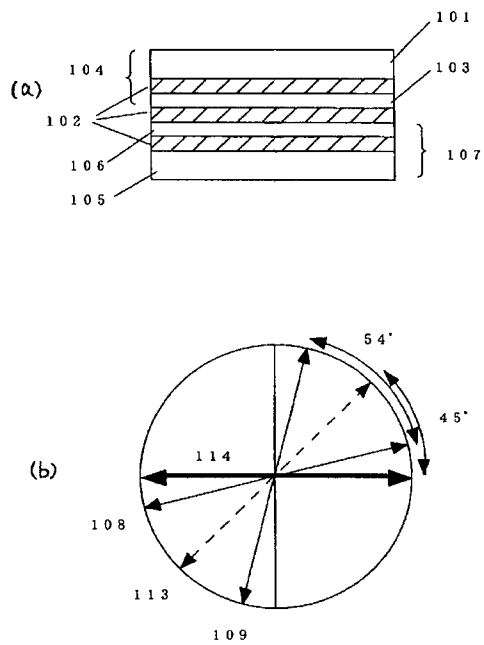
305、306、402：1/4波長板

307、308、407、408：コリメートレンズ

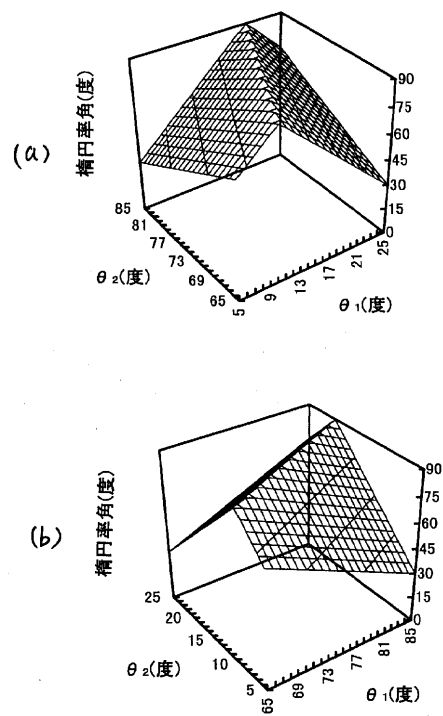
50

3 0 9、4 0 9 : プリズム  
 3 1 0、4 0 3 : アクチュエータ  
 3 1 1、4 0 4 : 対物レンズ  
 3 1 2、4 1 0 : ディスク  
 3 1 3、3 1 4、4 1 1、4 1 2 : フォトダイオード

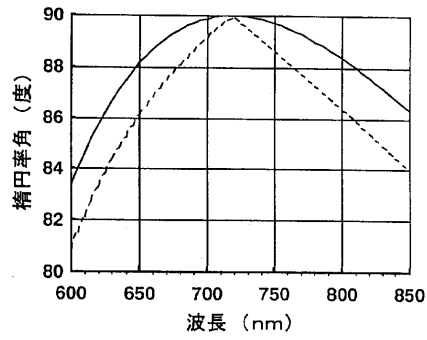
【図 1】



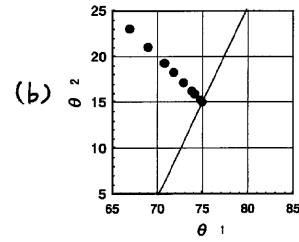
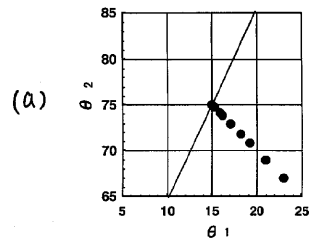
【図 2】



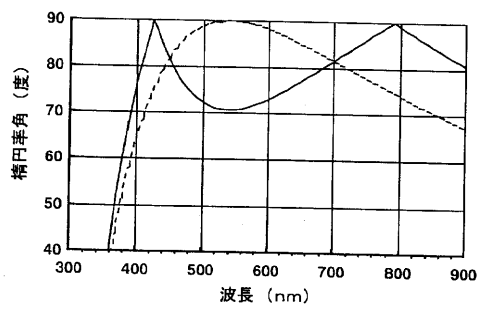
【図 3】



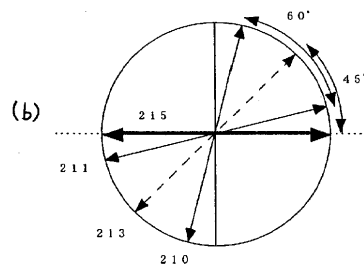
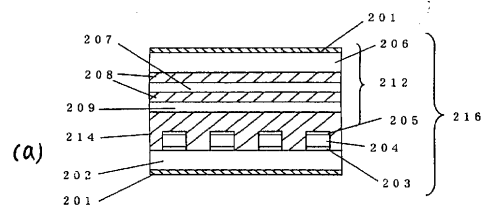
【図 4】



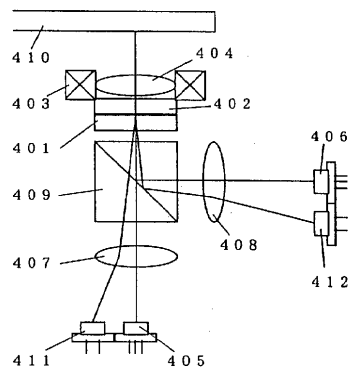
【図 5】



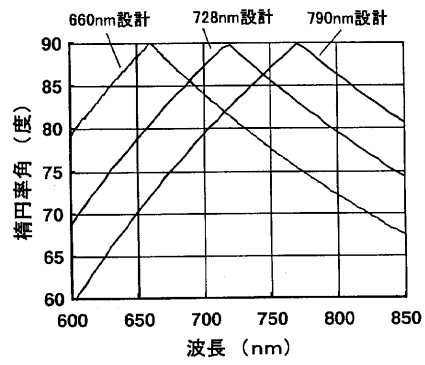
【図 7】



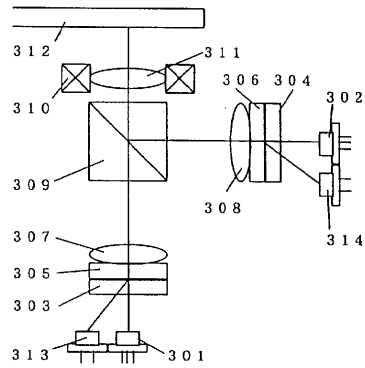
【図 6】



【 図 8 】



【 図 9 】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100073874

弁理士 萩野 平

(74)代理人 100093573

弁理士 添田 全一

(72)発明者 佐藤 弘昌

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1 1 5 0 番地 旭硝子株式会社内

審査官 五貫 昭一

(56)参考文献 特開2000-147260(JP,A)

特開2000-206331(JP,A)

特開2000-284120(JP,A)

特開2001-4841(JP,A)

特開平10-68816(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G11B 7/135

G02B 5/30