(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3671768号

(P3671768)

(45)発行日　平成17年7月13日(2005.7.13)　(24)登録日　平成17年4月28日(2005.4.28)

(51)Int.Cl.[7]　F I

G11B　7/135　G11B　7/135　A

G11B　7/135　Z

請求項の数 4　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願平11-279312

(22)出願日　平成11年9月30日(1999.9.30)

(65)公開番号　特開2001-101700(P2001-101700A)

(43)公開日　平成13年4月13日(2001.4.13)

審査請求日　平成13年11月16日(2001.11.16)

早期審査対象出願

(73)特許権者　000000044
旭硝子株式会社
東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号

(72)発明者　佐藤　弘昌
神奈川県横浜市神奈川区羽沢町１１５０番地　旭硝子株式会社内

審査官　五貫　昭一

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】

光源から出射する直線偏光のレーザ光を対物レンズにより集光して光記録媒体へ導き、光記録媒体からの反射光を光検出器で受光する光ヘッド装置において、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４３０ｎｍおよび７８９ｎｍと、６５８ｎｍおよび７８７ｎｍとの波長のうちのいずれか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λ_L、長い方の波長をλ_Hとし、波長λ_L、λ_Hの中間波長λを設計波長とし、

また、光源と対物レンズとの間に前記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に入射する位相差板のリタデーション値をR_1、第２に入射する位相差板のリタデーション値をR_2とすると、$R_1=\lambda/2$および$R_2=\lambda/4$の関係がほぼ成立するとともに、前記２つのリタデーション値の比R_1/R_2が１．８～２．２であり、前記２つのレーザ光が前記広帯域位相差板を透過するときの楕円率角がいずれのレーザ光に対しても８５度以上となるように、前記広帯域位相差板に入射する前記２つのレーザ光は同じ直線偏光の方向を有しており、前記方向と一方の位相差板の進相軸との方向が１０～２０度の角度をなし、前記方向と他方の位相差板の進相軸との方向が７０～８０度の角度をなすように２枚の位相差板の光軸の方向がそれぞれ調整されていることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項２】
前記短い方の波長をλ_L＝６５８ｎｍ、前記長い方の波長をλ_H＝７８７ｎｍとし、２つのレーザ光の同じ直線偏光の方向である前記方向と一方の位相差板の進相軸との方向のなす角度をθ_1、前記方向と他方の位相差板の進相軸との方向のなす角度をθ_2とするとき、θ_1とθ_2が（３ａ）または（３ｂ）の関係を満たす請求項１に記載の光ヘッド装置。

$\theta_2 = 2 \times \theta_1 + \pi / 4$　　・・・（３ａ）

$\theta_1 = 2 \times \theta_2 + \pi / 4$　　・・・（３ｂ）

【請求項３】
前記２つのリタデーション値の比が２でかつ前記２つのレーザ光が広帯域位相差板を通過するときの楕円率角が実質的に等しくされた請求項１または２に記載の光ヘッド装置。

【請求項４】
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、２または３に記載の光ヘッド装置。

【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、レーザ光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。

【０００２】
【従来の技術】
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が要求されるため、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６６０ｎｍの半導体レーザ３０１および出射波長７９０ｎｍ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６６０ｎｍ用の偏光ホログラム３０３および７９０ｎｍ用の偏光ホログラム３０４を各々透過する。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。

【０００７】

【発明が解決しようとする課題】

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。

【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。

【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が劣化する。

【００１１】

この劣化の問題は、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各問題を解決することである。

【００１３】

【課題を解決するための手段】

本発明は、光源から出射する直線偏光のレーザ光を対物レンズにより集光して光記録媒体へ導き、光記録媒体からの反射光を光検出器で受光する光ヘッド装置において、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４３０ｎｍおよび７８９ｎｍと、６５８ｎｍおよび７８７ｎｍとの波長のうちのいずれか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λ_L、長い方の波長をλ_Hとし、波長λ_L、λ_Hの中間波長λを設計波長とし、また、光源と対物レンズとの間に前記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に入射する位相差板のリタデーション値をR_1、第２に入射する位相差板のリタデーション値をR_2とすると、$R_1=\lambda/2$および$R_2=\lambda/4$の関係がほぼ成立するとともに、前記２つのリタデーション値の比比R_1/R_2が１．８～２．２であり、前記２つのレーザ光が前記広帯域位相差板を透過するときの楕円率角がいずれのレーザ光に対しても８５度以上となるように、前記広帯域位相差板に入射する前記２つのレーザ光は同じ直線偏光の方向を有しており、前記方向と一方の位相差板の進相軸との方向が１０～２０度の角度をなし、前記方向と他方の位相差板の進相軸との方向が７０～８０度の角度をなすように２枚の位相差板の光軸の方向がそれぞれ調整されていることを特徴とする光ヘッド装置。

【００１４】

また、前記短い方の波長を$\lambda_L=658nm$、前記長い方の波長を$\lambda_H=787nm$とし、２つのレーザ光の同じ直線偏光の方向である前記方向と一方の位相差板の進相軸との方向のなす角度をθ_1、前記方向と他方の位相差板の進相軸との方向のなす角度をθ_2とするとき、θ_1とθ_2が（３ａ）または（３ｂ）の関係を満たす請求項１に記載の光ヘッド装置。

$\theta_2=2\times\theta_1+\pi/4$　　・・・（３ａ）

$\theta_1=2\times\theta_2+\pi/4$　　・・・（３ｂ）

また、前記リタデーション値の比が２でかつ前記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が実質的に等しくされた上記の光ヘッド装置を提供する。

さらに、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上記の光ヘッド装置を提供する。

【００１５】

【発明の実施の形態】

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、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、光源と対物レンズとの間に２つ以上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デーション値が第２に入射する位相差板のリタデーション値より大きく、それらのリタデーション値の比が１．８～２．２であるように構成されている。そして、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率角がいずれのレーザ光に対しても８５度以上となるように、前記広帯域位相差板に入射する前記２つのレーザ光は同じ直線偏光の方向を有しており、前記方向と一方の位相差板の進相軸との方向が１０～２０度の角度をなし、前記方向と他方の位相差板の進相軸との方向が７０～８０度の角度をなすように２枚の位相差板の光軸の方向がそれぞれ調整されている。

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。

【００１６】

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_2などの無機材料でもよく、水晶基板、$LiNbO_3$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。

【００１７】

出射する異なる波長のレーザ光の数は２つである。

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デーション値を各々R_1およびR_2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_L、長い方の波長をλ_Hとし、$\lambda_L \leqq \lambda \leqq \lambda_H$なる波長λを、使用する２つのレーザ光の波長$\lambda_L$、$\lambda_H$の中間波長として定義する。

【００１８】

このとき、R_1が波長λの約１／２倍でR_2が約１／４倍であり、これらリタデーション値の比R_1/R_2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。

【００１９】

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デーション値R_1が第２に入射する位相差板のリタデーション値R_2より大きく、それらリタデーション値の比が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率角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デーション分散係数をk_L、長い波長の方に対するそれをk_Hとした。

【００２０】

【数１】

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

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

【００２１】

ここで、複屈折材料のリタデ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／（λ－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（２ａ）、（２ｂ）のように定義される。

ここで、数値５８９はリタデ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。

【００２２】

【数２】

$$k_L = R(\lambda_L)/R(589) = \{A + B/(\lambda_L - C)\} / \{A + B/(589 - C)\} \quad \cdots (2a)$$

$$k_H = R(\lambda_H)/R(589) = \{A + B/(\lambda_H - C)\} / \{A + B/(589 - C)\} \quad \cdots (2b)$$

【００２３】

また、既に述べたとおり、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１０～２０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７０～８０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１０～２０度で後（第２）の位相差板における角度が７０～８０度であっても、または最初の角度が７０～８０度で後の角度が１０～２０度であっても効果に変りはない。

【００２４】

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θ_1およびθ_2とする。波長λ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、θ_1およびθ_2の関数として楕円率角を計算できる。

【００２５】

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９０度の条件を満たしている。図２（ａ）の稜は式（３ａ）で表わされ、θ_2がθ_1より大きい場合のグラフであり、図２（ｂ）の稜は式（３ｂ）で表わされ、θ_1がθ_2よりより大きい場合のグラフである。式（３ａ）、（３ｂ）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。

$\theta_2=2\times\theta_1+\pi/4$・・・（３ａ）

$\theta_1=2\times\theta_2+\pi/4$・・・（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。

【００２６】

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、θ_1とθ_2とが式（３ａ）または式（３ｂ）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、θ_1とθ_2とが式（３ａ）または式（３ｂ）の関係を満足する角度の組み合わせの中でも、式（４ａ）、（４ｂ）の関係が成立するとき、もっとも円偏光に近くなる。

（θ_1、θ_2）＝（１５、７５）・・・（４ａ）

（θ_1、θ_2）＝（７５、１５）・・・（４ｂ）

このことから、θ_1とθ_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±５度の範囲内の角度のときが特に好ましい。例えば、（４ａ）に対しては、上記のとおり（θ_1、θ_2）＝（１０～２０、７０～８０）となる。

【００２７】

式（３ａ）を満たすθ_1とθ_2との角度の種々の組み合わせの中で（θ_1、θ_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（θ_1、θ_2）＝（１５、７５）（実線）に対する波長依存性の方が（θ_1、θ_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。

【００２８】

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。

【００２９】

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。

【００３０】
参考として、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θ_1とθ_2は、式（５ａ）（図４（ａ））または式（５ｂ）（図４（ｂ））の関係を満たす。
（θ_1、θ_2）＝（１５＋ａ、７５－ａ）・・（５ａ）
（θ_1、θ_2）＝（７５－ａ、１５＋ａ）・・（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。
【００３１】
【表１】

	θ_1 (度)	θ_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

【００３２】
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θ_1とθ_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（θ_1、θ_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４２５ｎｍと７９０ｎｍ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（θ_1、θ_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。
【００３３】
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）を満たすリタデ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６６０ｎｍと７９０ｎｍの場合は、０．２で、また４２５ｎｍと７９０ｎｍの場合は、３．２である。
【００３４】
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。
【００３５】
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１０μｍ以下にすることが特に好ましい。
【００３６】
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好ましい。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好ましい。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好ましい。

【００３７】

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。

【００３８】

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。

【００３９】

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位板である。波長６６０ｎｍの半導体レーザ４０５および波長７９０ｎｍ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。

【００４０】

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６６０ｎｍ用のフォトダイオード４１１および７９０ｎｍ用のフォトダイオード４１２により検出される。

【００４１】

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。

【００４２】

【実施例】

［例１］

本例を図１（ａ）、図１（ｂ）に基づいて説明する。厚さ０．５ｍｍ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デーション値が２６０ｎｍ、厚さ３０μｍ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。

【００４３】

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上に加重のための厚さ１ｍｍのガラス基板（図示せず）を乗せた後、１０００ｒｐｍの回転速度で２０秒間、５０００ｒｐｍ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５μｍとした。さらに、積層体に波長３６５ｎｍのＵＶ光を５０００ｍＪ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デーション値が１３０ｎｍ、厚さ３０μｍ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。

【００４４】
各々の位相差板１０４、１０７について、波長６６０ｎｍの半導体レーザ光を用いてリタデ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。
【００４５】
２枚の位相差板１０４、１０７の間にＵＶ接着剤１０２を滴下し、１０００ｒｐｍの回転速度で２０秒間、５０００ｒｐｍで１００秒間回転させ、接着層の厚さを５μｍとした。回転時の軸方向のずれを修正した後に、５０００ｍＪ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。
【００４６】
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５ｍｍ×５ｍｍ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。
【００４７】
波長８６０ｎｍ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$KNbO_3$を用いて発生させた第２高調波の波長４３０ｎｍのレーザ光と波長７８９ｎｍ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４３０ｎｍのレーザ光に対し約８６度、７８９ｎｍに対し約８８度となって、実用上充分な特性であった。
【００４８】
また、広帯域位相差素子の透過波面収差は、波長６３３ｎｍのＨｅ－Ｎｅレーザを用いて測定した結果、２５ｍλ_{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。
【００４９】
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７８９ｎｍの半導体レーザ４０６とした。他方の光源は波長６６０ｎｍの半導体レーザ４０５の代わりに８６０ｎｍ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$KNbO_3$（図示せず）を配置して波長を４３０ｎｍとした。その結果、２つの波長４３０ｎｍ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た。
【００５０】
［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１２．５ｃｍ、厚さ０．５ｍｍ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。
【００５１】
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３μｍのSiO_2ビーズを５０００個／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３μｍ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。

【００５２】

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３６５ｎｍ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３μｍの水平配向した高分子液晶２０４の有機薄膜を形成した。

【００５３】

この高分子液晶２０４の有機薄膜上にスパッタ法によりSiO_2の無機薄膜を約５０ｎｍ成膜し、フォトリソグラフィー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１００ＳＣＣＭのCF_4ガスを用いて圧力０．２Ｔｏｒｒ、出力３００Ｗの条件下で３分間のエッチングを行い、ピッチ６μｍの格子状に加工しSiO_2マスク２０５を作製した。

【００５４】

作製したSiO_2マスク２０５を使用し、ドライエッチング法により、流量１００ＳＣＣＭのO_2ガスを用いて、圧力０．２Ｔｏｒｒ、出力３００Ｗ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６μｍで、厚さが３μｍの高分子液晶２０４の有機格子を作製した。

【００５５】

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０．５ｍｍ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１８０ｎｍ、厚さ３０μｍ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５μｍとした。その後、５０００ｍＪのＵＶ光を照射し接着層２０８を硬化させた。

【００５６】

同様にして、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。

【００５７】

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。

【００５８】

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。

【００５９】

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。

【００６０】

【表２】

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

【００６１】

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、実用上充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、２５ｍλ$_{rms}$（２乗平均）以下であり良好であった。

【００６２】

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に対し充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。

【００６３】

【発明の効果】

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デーション値が第２に入射する位相差板のリタデーション値より大きく、それらの比が１．８～２．２であり、前記２つのレーザ光が前記広帯域位相差板を透過するときの楕円偏光度がいずれのレーザ光に対しても８５度以上となるように、前記広帯域位相差板に入射する前記２つのレーザ光は同じ直線偏光の方向を有しており、前記方向と一方の位相差板の進相軸との方向が１０～２０度の角度をなし、前記方向と他方の位相差板の進相軸との方向が７０～８０度の角度をなすように２枚の位相差板の光軸の方向がそれぞれ調整されている。

【００６４】

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組み込むことによって、ディスクか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。

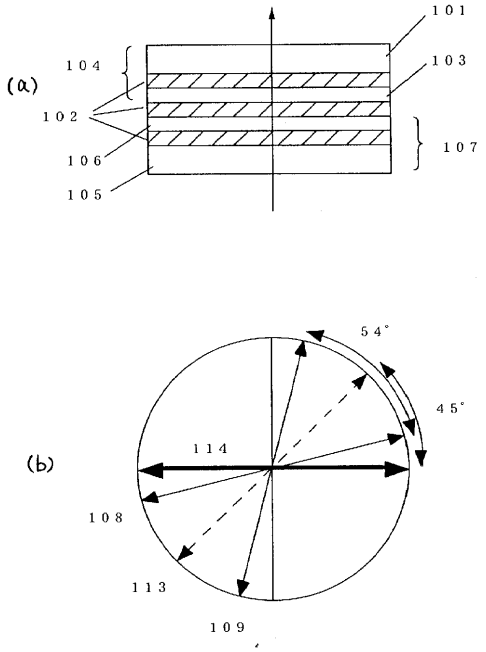
【図面の簡単な説明】

【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。

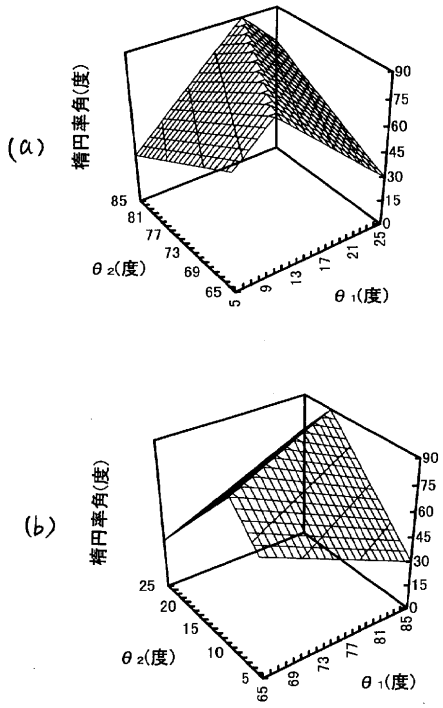
【図２】本発明における広帯域位相差板の透過光に対する楕円率角の設置角度（θ_1、θ

$_2$）依存性を示し、（ａ）θ_2がθ_1より大きい場合のグラフ、（ｂ）θ_1がθ_2より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】本発明における参考例として広帯域位相差板の、２波長光に対して１／４波長板となる設置角度（θ_1、θ_2）を示し、（ａ）θ_1＝１５＋ａおよびθ_2＝７５－ａで、ａが１０度以内のグラフ、（ｂ）θ_1＝７５－ａおよびθ_2＝１５＋ａで、ａが１０度以内のグラフ。
【図５】本発明における参考例として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】
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_2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
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
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
３０９、４０９：プリズム
３１０、４０３：アクチュエータ
３１１、４０４：対物レンズ
３１２、４１０：ディスク
３１３、３１４、４１１、４１２：フォトダイオード

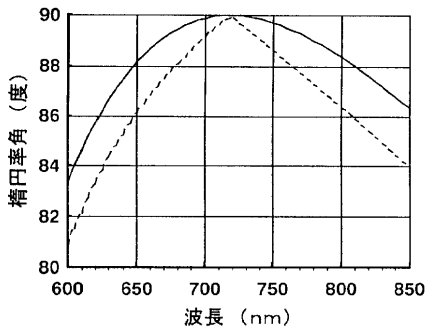
【図１】


(a)
101
103
104
102
107
106
105
(b)
54°
45°
114
108
113
109

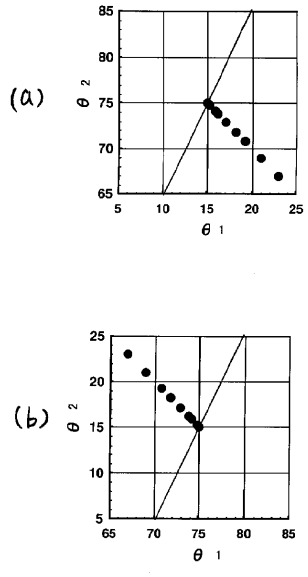
【図２】


(a)
楕円率角(度)
θ 2(度)
θ 1(度)
(b)
楕円率角(度)
θ 2(度)
θ 1(度)

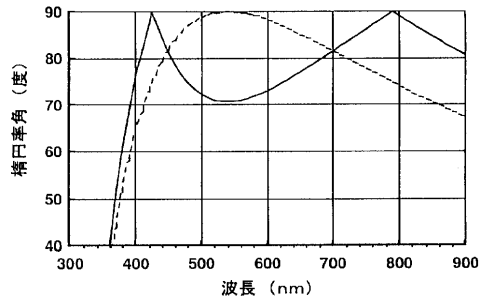
【図３】


楕円率角（度）
波長（nm）

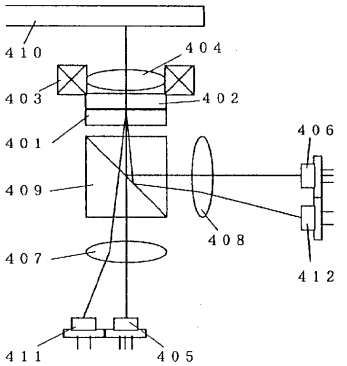
【図４】


(a)
θ 2
θ 1
(b)
θ 2
θ 1

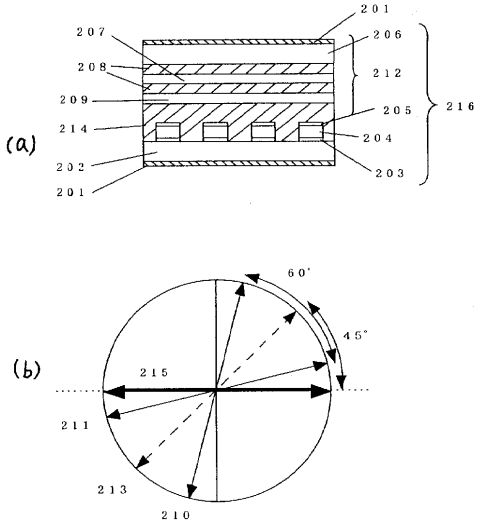
【図５】


楕円率角（度）
90
80
70
60
50
40
300
400
500
600
700
800
900
波長（nm）

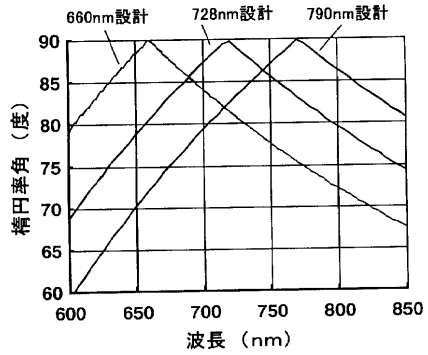
【図６】


410
404
403
402
401
406
409
408
407
412
411
405

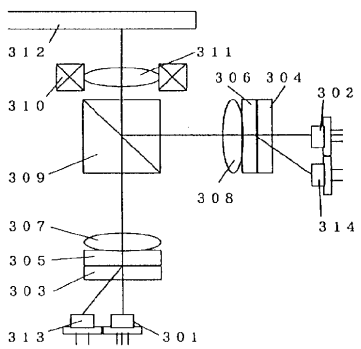
【図７】


201
207
206
208
212
209
205
216
214
204
202
203
201
(a)
60°
45°
(b)
215
211
213
210

【図８】


660nm設計
728nm設計
790nm設計
楕円率角（度）
90
85
80
75
70
65
60
600
650
700
750
800
850
波長（nm）

【図９】


312
311
306
304
302
310
309
308
314
307
305
303
313
301

フロントページの続き

(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.[7]，ＤＢ名)
G11B 7/135
G02B 5/30