(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2013-37747
(P2013-37747A)
(43)公開日　平成25年2月21日(2013.2.21)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
G11B	7/135	(2012.01)	G11B	7/135	A	2H249
G02B	5/18	(2006.01)	G02B	5/18		5D789

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 41 頁）

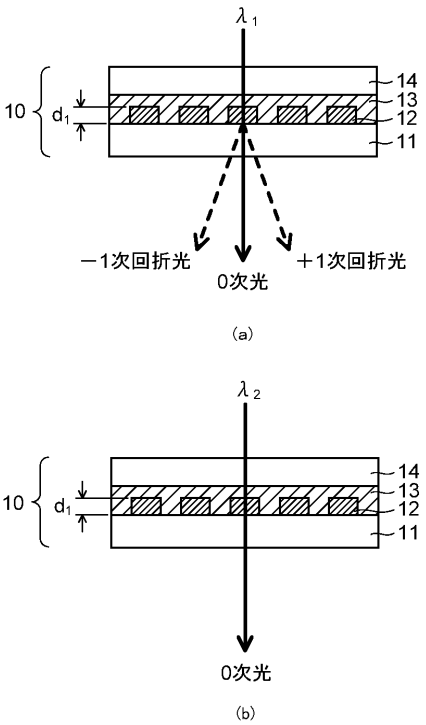
(21)出願番号　特願2011-174016 (P2011-174016)
(22)出願日　平成23年8月9日 (2011.8.9)

(71)出願人　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
(74)代理人　110001092
特許業務法人サクラ国際特許事務所
(72)発明者　中村　清久
東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号
旭硝子株式会社内
(72)発明者　保高　弘樹
東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号
旭硝子株式会社内
(72)発明者　有嶋　裕之
東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号
旭硝子株式会社内

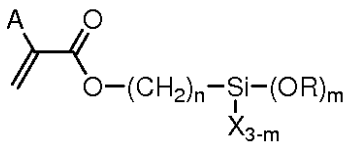
最終頁に続く

(54)【発明の名称】波長選択回折素子及びこれを用いた光ヘッド装置

(57)【要約】
【課題】従来のものよりも優れた回折効率を有する波長選択回折素子及びこれを用いた光ヘッド装置を提供する。
【解決手段】透明基板１１と、凹凸部材１２と、充填部材１３とを備え、少なくとも４０５ｎｍ波長帯、６６０ｎｍ波長帯及び７８５ｎｍ波長帯の波長λ_1、λ_2及びλ_3を有する入射光が入射される波長選択回折素子１０であって、凹凸部材１２または充填部材１３を構成する第２の光学材料Ｂは、重合性基を有する表面修飾剤で表面被覆された平均粒子径３ｎｍ以上１５ｎｍ以下の酸化ジルコニウム粒子と、１個の重合性基と炭素数１０以上１４以下の脂環式構造を有する一官能性化合物と、を含有する光重合性成組成物を硬化させてなる波長選択回折素子１０。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
透光性を有する透明基板と、前記透明基板上に形成され、一方向に延在するように周期的に形成された凹凸形状を有する凹凸部材と、少なくとも前記凹凸部材を埋めるように充填された充填部材とを備え、少なくとも４０５ｎｍ波長帯の波長（λ_1）、６６０ｎｍ波長帯の波長（λ_2）及び７８５ｎｍ波長帯の波長（λ_3）を有する入射光が入射される波長選択回折素子であって、前記凹凸部材及び充填部材はそれぞれ、高波長分散性を有する第１の光学材料Ａ又は低波長分散性を有する第２の光学材料Ｂのいずれか一方で形成されており、前記第１の光学材料Ａの屈折率ｎＡ及び前記第２の光学材料Ｂの屈折率ｎＢは、前記波長λ_1の光に対して｜ｎＡ－ｎＢ｜≦０．００６でありかつ前記波長λ_2及び前記波長λ_3の光に対して｜ｎＡ－ｎＢ｜＞０．００６であるか、または前記波長λ_2及び前記波長λ_3の光に対して｜ｎＡ－ｎＢ｜≦０．００６であり、かつ前記波長λ_1の光に対して｜ｎ（Ａ）－ｎ（Ｂ）｜＞０．００６の関係を満たしており、前記低波長分散性を有する第２の光学材料Ｂは、重合性基を有する表面修飾剤で表面被覆された平均粒子径３ｎｍ以上　１５ｎｍ以下の酸化ジルコニウム粒子と、１個の重合性基と炭素数１０以上１４以下の脂環式構造を有する一官能性化合物と、を含有する光重合性成組成物を硬化させてなることを特徴とする波長選択回折素子。
【請求項２】
前記第１の光学材料Ａの屈折率ｎＡ及び前記第２の光学材料Ｂの屈折率ｎＢが、前記波長λ_1、λ_2、λ_3のうち波長λ_1の光に関して｜ｎＡ－ｎＢ｜≦０．００６、かつ波長λ_2、波長λ_3の光に関して｜ｎＡ－ｎＢ｜≧０．０１３の関係にあり、波長λ_1の光に対する０次回折効率が９０％以上であるか、または、前記波長λ_1、λ_2、λ_3のうち波長λ_2、波長λ_3の光に関して｜ｎＡ－ｎＢ｜≦０．００６、かつ波長λ_1の光に関して｜ｎＡ－ｎＢ｜≧０．０１５の関係にあり、波長λ_2及びλ_3の光に対する０次回折効率が９０％以上である請求項１に記載の波長選択回折素子。
【請求項３】
前記一官能性化合物の脂環式骨格がアダマンタン、ジアマンタン、またはトリシクロデカンのいずれかであり、前記重合性基がアクリル基またはメタクリル基である請求項１又は２に記載の波長選択回折素子。
【請求項４】
前記表面修飾剤が、下記一般式（１）で示される化合物である請求項１乃至３のいずれか１項に記載の波長選択回折素子。
【化１】



・・・（１）

（式（１）中、Ａは水素原子又はメチル基を表し、Ｘはそれぞれ独立に水素原子、メチル基又はエチル基を表し、Ｒは水素原子、メチル基又はエチル基を表し、ｎは１～６の整数を表し、ｍは１～３の整数を表す。）
【請求項５】
前記酸化ジルコニウム粒子の含有量が４５質量％以上７０質量％以下である請求項１乃至４のいずれか１項に記載の波長選択回折素子。
【請求項６】
前記高波長分散性を有する第１の光学材料Ａは、芳香族化合物を含有する請求項１乃至５のいずれか１項に記載の波長選択回折素子。
【請求項７】
前記高波長分散性を有する第１の光学材料Ａの屈折率n_dとアッベ数ν_dが１０＜ν_d

＜３５、１．５５＜n_d＜１．７０の範囲内にあり、かつ、前記低波長分散性を有する第２の光学材料Ｂの屈折率n_dとアッベ数ν_dが３８＜ν_d＜５８、１．５３＜n_d＜１．７８、かつ、n_d＞１．８０４－０．００５ν_dの範囲内にある請求項１乃至６のいずれか１項に記載の波長選択回折素子。

【請求項８】

少なくとも４０５ｎｍ波長帯の波長（λ_1）、６６０ｎｍ波長帯の波長（λ_2）及び７８５ｎｍ波長帯の波長（λ_3）を有する入射光を出射する光源と、前記光を光ディスクの記録層に集光する対物レンズと、前記光記録媒体からの反射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、前記光源と前記対物レンズとの間の光路上、又は前記対物レンズと前記光検出器との間の光路上に、請求項１から７のいずれか１項に記載の波長選択回折素子を設置してなることを特徴とする光ヘッド装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、互いに異なる波長の光を選択的に透過または回折させる波長選択回折素子及びこれを用いた光ヘッド装置に係り、より詳細には、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）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／または再生（以下、「記録・再生」という。）を行う光ヘッド装置に用いる波長選択回折素子、及びこれを用いた光ヘッド装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

光記録媒体としてＤＶＤやＣＤなどの光ディスクが普及し、高密度情報記録光ディスクＢＤが製品化され、光ディスクへの情報の記録及び光ディスクに記録されている情報の再生に光ヘッド装置が用いられる。

【０００３】

光ヘッド装置では、半導体レーザ等の光源から、各光ディスクの規格に対応した波長の光を出射し、各波長に対応した開口数ＮＡを有する対物レンズにより、光源からの出射光を光ディスクの情報記録面に集光し、その反射光をビームスプリッタにより分岐して光検出器で受光し、これを電気信号に変換することで情報の記録・再生を行っている。

【０００４】

ＢＤ、ＤＶＤ、ＣＤでは、記録・再生に用いられるレーザ光の波長が異なり、ＢＤでは３９５ｎｍ～４２５ｎｍの波長帯のレーザ光、ＤＶＤでは６４０ｎｍ～６８０ｎｍの波長範囲のレーザ光、ＣＤでは７６５ｎｍ～８０５ｎｍの波長範囲のレーザ光がそれぞれ用いられている。

このため、ＢＤ、ＤＶＤ、ＣＤ等の複数の光ディスクに対応した光ヘッド装置では、各使用波長域に対応した波長帯の光を出射する光源、及びこれに対応した開口数ＮＡを有する対物レンズが用いられる。具体的には、ＢＤでは４０５ｎｍ波長帯、ＤＶＤでは６６０ｎｍ波長帯、ＣＤでは７８５ｎｍ波長帯の光を出射する半導体レーザが用いられる。

【０００５】

また、光ヘッド装置の記録・再生では、トラッキングサーボ信号の検出機能により、光源から発射されたレーザ光の動作を制御したうえで、光ディスクの情報記録面上にトレースする。

トラッキングサーボ信号としては、例えば、光ディスクに至る往路の光路中に配置した回折素子により、半導体レーザからの出射光を直進透過光（０次回折光）と±１次回折光に分岐させる３ビーム方式が用いられる。

また、複数に分割された領域に、入射光束毎に異なる格子パターンが形成された回折素子（以下、ホログラム回折素子と示す。）を、光ディスクから光検出器に至る復路の光路中に配設し、信号光を複数の回折光に分岐してトラッキングサーボ信号を生成するホログラム方式等も用いられる。

【０００６】
近年、ノートパソコン等の機器の小型化、薄型化に伴い、これに搭載されるＢＤ、ＤＶＤ、ＣＤ用の光ヘッド装置に関しても、より小型化、軽量化が求められている。
しかし、上記のような複数の光ディスクに対応した光ヘッド装置では、各光ディスクの使用波長毎に別個に各部材を配設すると、装置全体が大型化し、また構成部材の数が多くなり、装置の質量が増加するという問題がある。
【０００７】
このため、光ヘッド装置の小型化、軽量化の観点から、ＢＤ用、ＤＶＤ用、ＣＤ用の各波長帯の光の光路を共通化し、これら複数の波長帯の光に対して所望の光学特性を示す光学部品の使用が試みられている。
【０００８】
近年、光源としては、既にＤＶＤ用の波長帯の光を出射する半導体レーザとＣＤ用の光を発射する半導体レーザとを集積化した、２波長用半導体レーザが用いられており、またＤＶＤ用、ＣＤ用を含む２波長用半導体レーザに、ＢＤ用半導体レーザを一体化した３波長用半導体レーザも開発されている。
また、光検出器としては、ＤＶＤで反射される信号光とＣＤで反射される信号光とを共通の単一パッケージで受光可能なものも用いられている。
【０００９】
例えば特許文献１には、複数の波長の出射光を合波し、共通化した光路中に配設してなる波長選択回折素子が開示されている。
特許文献１の波長選択回折素子は、ＢＤ等の使用波長域で透明性を有する、ポリエステル系、ポリエーテル系、アクリル系、エポキシ系等の高分子材料からなる凹凸部及び充填部で構成されており、当該回折素子の格子ピッチや格子形状を調整することで、特定波長の光のみを選択的に回折するように構成されている。
【００１０】
また、ホログラム方式においても同様に、３波長の光を共通化した光路の復路中にホログラム回折素子を配設することが試みられている。
この場合、例えばホログラム回折格子のパターンを調整することで、単一パッケージとした光検出器の受光面に対して複数波長の回折光を共通に入射可能とし、光検出器の受光面数や受光面の面積の低減を図ることができる。
【００１１】
しかし、特許文献１に開示の波長選択回折素子では、凹凸部及び充填部で得られる屈折率が必ずしも高くなく、両者の屈折率差を十分に確保できない問題があった。
このため、例えば６６０ｎｍの波長域で凹凸部の屈折率と充填部の屈折率が一致するときに、４０５ｎｍの波長域での両者の屈折率差は０．００８程度であった。このため、例えばバイナリー形の格子形状を採用した場合には、所望の１次回折効率を得ることは困難であった。
【先行技術文献】
【特許文献】
【００１２】
【特許文献１】ＷＯ２００７／０６９６６０号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１３】
本発明は、上記課題の解決のためになされ、従来のものよりも優れた回折効率を有する波長選択回折素子及びこれを用いた光ヘッド装置の提供を目的とする。
【課題を解決するための手段】
【００１４】
すなわち、本発明の波長選択回折素子は、透光性を有する透明基板と、前記透明基板上に形成され、一方向に延在するように周期的に形成された凹凸形状を有する凹凸部材と、

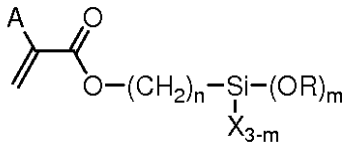
少なくとも前記凹凸部材を埋めるように充填された充填部材とを備え、少なくとも４０５ｎｍ波長帯の波長（λ_1）、６６０ｎｍ波長帯の波長（λ_2）及び７８５ｎｍ波長帯の波長（λ_3）を有する入射光が入射される波長選択回折素子であって、前記凹凸部材及び充填部材はそれぞれ、高波長分散性を有する第１の光学材料Ａ又は低波長分散性を有する第２の光学材料Ｂのいずれか一方で形成されており、前記第１の光学材料Ａの屈折率ｎＡ及び前記第２の光学材料Ｂの屈折率ｎＢは、前記波長λ_1の光に対して｜ｎＡ－ｎＢ｜≦０．００６でありかつ前記波長λ_2及び前記波長λ_3の光に対して｜ｎＡ－ｎＢ｜＞０．００６であるか、または前記波長λ_2及び前記波長λ_3の光に対して｜ｎＡ－ｎＢ｜≦０．００６であり、かつ前記波長λ_1の光に対して｜ｎ（Ａ）－ｎ（Ｂ）｜＞０．００６の関係を満たしており、前記低波長分散性を有する第２の光学材料Ｂは、重合性基を有する表面修飾剤で表面被覆された平均粒子径３ｎｍ以上１５ｎｍ以下の酸化ジルコニウム粒子と、１個の重合性基と炭素数１０以上１４以下の脂環式構造を有する一官能性化合物と、を含有する光重合性成組成物を硬化させてなることを特徴とする。

【００１５】

前記第１の光学材料Ａの屈折率ｎＡ及び前記第２の光学材料Ｂの屈折率ｎＢが、前記波長λ_1、λ_2、λ_3のうち波長λ_1の光に関して｜ｎＡ－ｎＢ｜≦０．００６、かつ波長λ_2、波長λ_3の光に関して｜ｎＡ－ｎＢ｜≧０．０１３の関係にあり、波長λ_1の光に対する０次回折効率が９０％以上であるか、または、前記波長λ_1、λ_2、λ_3のうち波長λ_2、波長λ_3の光に関して｜ｎＡ－ｎＢ｜≦０．００６、かつ波長λ_1の光に関して｜ｎＡ－ｎＢ｜≧０．０１５の関係にあり、波長λ_2及びλ_3の光に対する０次回折効率が９０％以上であることが好ましい。

また、前記一官能性化合物の脂環式骨格がアダマンタン、ジアマンタン、またはトリシクロデカンのいずれかであり、前記重合性基がアクリル基またはメタクリル基が好ましい。また、前記表面修飾剤は、下記一般式（１）で示される化合物が好ましい。

【化１】



・・・（１）

（式（１）中、Ａは水素原子又はメチル基を表し、Ｘはそれぞれ独立に水素原子、メチル基又はエチル基を表し、Ｒは水素原子、メチル基又はエチル基を表し、ｎは１～６の整数を表し、ｍは１～３の整数を表す。）

また、光重合性組成物における前記酸化ジルコニウム粒子の含有量は４５質量％以上７０質量％以下が好ましい。また、前記高波長分散性を有する第１の光学材料Ａは、芳香族化合物を含有することが好ましい。また、前記高波長分散性を有する第１の光学材料Ａの屈折率n_dとアッベ数ν_dが$10<\nu_d<35$、$1.55<n_d<1.70$の範囲内にあり、かつ、前記低波長分散性を有する第２の光学材料Ｂの屈折率n_dとアッベ数ν_dが$38<\nu_d<58$、$1.53<n_d<1.78$、かつ、$n_d>1.804-0.005\nu_d$の範囲内にあることが好ましい。

【００１６】

また、本発明の光ヘッド装置は、少なくとも４０５ｎｍ波長帯の波長（λ_1）、６６０ｎｍ波長帯の波長（λ_2）及び７８５ｎｍ波長帯の波長（λ_3）を有する入射光を出射する光源と、前記光を光ディスクの記録層に集光する対物レンズと、前記光記録媒体からの反射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、前記光源と前記対物レンズとの間の光路上、又は前記対物レンズと前記光検出器との間の光路上に、上記した本発明の波長選択回折素子を設置してなることを特徴とする。

【発明の効果】

【００１７】

本発明によれば、低波長分散性を有する光学材料として、脂環式構造を有する重合性モ

ノマー成分（一官能性化合物）とともに、酸化ジルコニウム粒子を含有してなる重合性組成物の硬化体を用いることで、当該低波長分散性を有する光学材料の屈折率を向上でき、従来のものよりも回折効率に優れた波長選択回折素子とできる。

【図面の簡単な説明】

【００１８】

【図１】本発明の第１の実施形態に係る波長選択性回折素子の態様を示す模式的な横断面図。

【図２】本発明の第１の実施形態に係る波長選択性回折素子において、凹凸部材及び充填部材に入射する入射光の波長と透過率との関係を示す図。

【図３】本発明の第２の実施形態に係る波長選択性回折素子の態様を示す模式的な横断面図。

【図４】本発明の第２の実施形態に係る波長選択性回折素子において、凹凸部材及び充填部材に入射する入射光の波長と透過率との関係を示す図。

【図５】本発明の波長選択回折素子の製造工程を示す断面図。

【図６】本発明の第３の実施形態に係る波長選択性回折素子の態様を示す模式的な横断面図。

【図７】本発明の一実施形態である光ヘッド装置の構成を模式的に示す図。

【発明を実施するための形態】

【００１９】

以下、本発明の実施形態について詳細に説明する。

なお、以下の説明で用いられる「平均粒子径」は、透過型走査顕微鏡（ＴＥＭ）により評価した値である。

また、「光重合性組成物」とは、紫外線の照射によって重合反応を起こすラジカル重合性の化合物を含む組成物をいう。

また、「（メタ）アクリル基」は、「アクリル基」または「メタクリル基」をいう。

また、本明細書において、凹凸部材及び充填部材を構成する光学材料のうち、高波長分散性を有する光学材料を第１の光学材料Ａとし、低波長分散性を有する光学材料を第２の光学材料Ｂとする。

【００２０】

本発明の波長選択回折素子は、透光性を有する透明基板と、前記透明基板上に形成され、一方向に延在するように周期的に形成された凹凸形状を有する凹凸部材と、少なくとも前記凹凸部材を埋めるように充填された充填部材とを備え、少なくとも４０５ｎｍ波長帯の波長（λ_1）、６６０ｎｍ波長帯の波長（λ_2）及び７８５ｎｍ波長帯の波長（λ_3）を有する入射光が入射される波長選択回折素子であって、前記凹凸部材及び充填部材はそれぞれ、高波長分散性を有する第１の光学材料Ａ又は低波長分散性を有する第２の光学材料Ｂのいずれか一方で形成されており、前記第１の光学材料Ａの屈折率ｎＡ及び前記第２の光学材料Ｂの屈折率ｎＢは、前記波長λ_1の光に対して｜ｎＡ－ｎＢ｜≦０．００６でありかつ前記波長λ_2及び前記波長λ_3の光に対して｜ｎＡ－ｎＢ｜＞０．００６であるか、または前記波長λ_2及び前記波長λ_3の光に対して｜ｎＡ－ｎＢ｜≦０．００６であり、かつ前記波長λ_1の光に対して｜ｎ（Ａ）－ｎ（Ｂ）｜＞０．００６の関係を満たしており、前記低波長分散性を有する第２の光学材料Ｂは、重合性基を有する表面修飾剤で表面被覆された平均粒子径３ｎｍ以上１５ｎｍ以下の酸化ジルコニウム粒子と、１個の重合性基と炭素数１０以上１４以下の脂環式構造を有する一官能性化合物と、を含有する光重合性成組成物を硬化させてなることを特徴とする。

【００２１】

本発明の波長選択回折素子は、凹凸部材または充填部材を構成する第２の光学材料Ｂとして、脂環式構造を有する重合性モノマー成分（一官能性化合物）とともに、酸化ジルコニウム粒子を含有する光重合性組成物の硬化体を用いることで、当該第２の光学材料Ｂの屈折率を向上でき、波長λ_1、λ_2、λ_3のうちの少なくとも一の波長域において、第１の光学材料Ａと第２の光学材料Ｂとの間で高い屈折率差を確保できる。このため、回折効

率の高められた波長選択回折素子とできる。

【００２２】

また、本発明の波長選択回折素子は、高波長分散性を有する光学材料Ａの屈折率ｎＡと低波長分散性を有する第２の光学材料Ｂの屈折率ｎＢとが上述の関係を有することにより、λ_1、λ_2、λ_3のうち少なくとも一つの光を回折し、その他の光を透過するため、これら３つの波長域の波長光を合波し共通化した光路に配設したとき、所望の波長光のみを選択的に回折でき、それ以外の波長を有する入射光の光量損失や迷光の発生を抑制できる。

【００２３】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。

【００２４】

（第１の実施の形態）

まず、本発明の第１の実施の形態に係る波長選択回折素子１０の構成について図１を用いて説明する。なお、本実施の形態に係る波長選択回折素子をＢＤと、ＤＶＤ及びＣＤとの規格に対応させる例を挙げて説明する。また、ＢＤ、ＤＶＤ及びＣＤの記録再生に用いられる光の波長をそれぞれλ_1、λ_2及びλ_3で表す。ここで、波長λ_1、λ_2及びλ_3の光は、それぞれ、波長４０５ｎｍ帯、６６０ｎｍ帯及び７８５ｎｍ帯の光である。なお、波長４０５ｎｍ帯、６６０ｎｍ帯及び７８５ｎｍ帯とは、それぞれ、４０５±２０ｎｍ、６６０±２０ｎｍ及び７８５±２０ｎｍの波長範囲をいう。

【００２５】

ここで、図１（ａ）は、波長選択性回折素子１０に波長λ_1の光が入射したときの作用を示す模式的な横断面図であり、図１（ｂ）は、波長選択性回折素子１０に波長λ_2の光が入射したときの作用を示す模式的な横断面図である。

【００２６】

図１に示すように、本実施形態に係る波長選択回折素子１０は、透明基板１１と、透明基板１１上に形成され、一方向に延在するように周期的に形成された凹凸形状を有する凹凸部材１２と、凹凸部材１２の少なくとも凹部を埋めるように充填された充填部材１３と、充填部材１３の上面に設けられ、充填部材１３を保護する透明基板１４と、を備えている。

【００２７】

基板面内における凹凸部材１２が延在する方向は、互いに平行としてもよく、あるいは同心円状としてもよい。凹凸部材１２すなわち格子の断面形状は、矩形、鋸歯形状あるいは所望の鋸歯形状を階段状に近似した形状を使用できる。また基板面に対して入射光が入射する有効領域の全面に同様の格子を形成してもよく、基板面内を分割し、分割した部位により格子の伸張方向や断面形状を変化させたり、有効領域の一部のみに格子を形成することもできる。

【００２８】

透明基板１１及び１４は、透光性を有するものであれば特に限定されず、例えばアクリル等のプラスチック基板や、ガラス等の無機材料製の基板を使用できる。信頼性確保の観点からガラス基板で構成されるのが好ましい。量産性を考慮すると透明基板１１及び１４は図示のような平面が好ましいが、これに限定されず、例えばプラスチックレンズのような基板面が曲面形状である基板を用いてもよい。

【００２９】

また、透明基板１１及び１４上には、反射ロスを低減するため、４０５ｎｍ波長帯（λ_1）、６６０ｎｍ波長帯（λ_2）及び７８５ｎｍ波長帯（λ_3）の光の反射防止膜を付与することが好ましい。反射防止膜としては、さらに波長３３０ｎｍ以下の紫外光を遮断する性質を有するものも使用できる。

【００３０】

波長選択回折素子１０の格子形状としては、例えばバイナリ形状、ブレーズ形状、疑似ブレーズ形状（マルチレベル構造の階段状格子形状）、フレネル形状等が挙げられる。

これらの格子形状は、例えばフォトリソグラフィーとエッチングとを繰り返すことにより形成できる。また、これに限らず、ブレーズ形状や他の任意の凹凸形状も含め、上記の格子形状は、切削加工や研削加工、金型を用いたプレス加工、モールドを用いたインプリント法などでも形成できる。

【００３１】

本実施形態において、凹凸部材１２及び充填部材１３は、図２に示すように、波長４０５ｎｍ帯（λ_1）の入射光に対して異なる屈折率を有し、波長６６０ｎｍ帯（λ_2）及び７８５ｎｍ帯（λ_3）の入射光に対しては略同じ屈折率を有する光学材料で構成される。なお、前述の「略同じ屈折率」とは、完全に一致する屈折率のみに限定するものではなく、使用上ほぼ同一と見なせる値であればよい。

【００３２】

本実施形態では、凹凸部材１２は、高波長分散性を有する第１の光学材料Ａで構成され、充填部材１３は、低波長分散性を有する第２の光学材料Ｂで構成される。

高波長分散性を有する第１の光学材料Ａ及び低波長分散性を有する第２の光学材料Ｂに関しては、後に詳述する。

【００３３】

すなわち、本実施形態では、凹凸部材１２を構成する第１の光学材料Ａの屈折率nA_{12}、及び充填部材１３を構成する第２の光学材料Ｂの屈折率nB_{13}は、波長λ_1の光に対して$|nA_{12}-nB_{13}|>0.006$であり、かつ波長λ_2及び波長λ_3の光に対して$|nA_{12}-nB_{13}|\leqq 0.006$の関係を満たしている。

【００３４】

波長λ_1、λ_2、λ_3の各波長での、光学材料Ａの屈折率ｎＡ、及び光学材料Ｂの屈折率ｎＢ、及びこれらの屈折率差は、光学材料Ａを形成する光重合性組成物（α）や光学材料Ｂを形成する光重合性組成物（β）の構成材料及びその配合比率等を適宜調整して、制御できる。

【００３５】

なお、本実施形態では、凹凸部材１２を構成する光学材料Ａの波長λ_1の光に対する屈折率を$nA_{12}(\lambda_1)$、充填部材１３を構成する光学材料Ｂの波長λ_1の光に対する屈折率を$nB_{13}(\lambda_1)$とし、凹凸部材１２を構成する光学材料Ａの波長λ_2の光に対する屈折率を$nA_{12}(\lambda_2)$、充填部材１３を構成する光学材料Ｂの波長λ_2の光に対する屈折率を$nB_{13}(\lambda_2)$としたとき、$nA_{12}(\lambda_1)>nB_{13}(\lambda_1)>0$、$|nA_{12}(\lambda_2)-nB_{13}(\lambda_2)|\leqq 0.006$であり、かつ、$nA_{12}(\lambda_1)>nA_{12}(\lambda_2)$、$nB_{13}(\lambda_1)>nB_{13}(\lambda_2)$の関係を満たす場合、すなわち正常分散を示す場合について示している。

この場合、$nA_{12}(\lambda_1)>nB_{13}(\lambda_1)>nA_{12}(\lambda_2)$、$nA_{12}(\lambda_1)>nB_{13}(\lambda_1)>nB_{13}(\lambda_2)$、$|nA_{12}(\lambda_2)-nB_{13}(\lambda_2)|\leqq 0.006$の関係を満たしている。

【００３６】

したがって、本実施形態に係る波長選択回折素子１０に照射された波長λ_1の光は、凹凸部材１２に進入すると、図１（ａ）に示すように、波長選択回折素子１０によって回折され、回折光を得られる。一方、凹凸部材１２に進入した波長λ_2の光は、波長選択回折素子１０によって回折されることなく、直進透過する。

【００３７】

波長λ_1の光に対する、第１の光学材料Ａの屈折率nA_{12}と第２の光学材料Ｂの屈折率nB_{13}との差$|nA_{12}-nB_{13}|$が０．００６超だと、波長選択回折素子１０により、十分な回折効率が得られる。

波長λ_1の光に対する第１の光学材料Ａの屈折率nA_{12}と、第２の光学材料Ｂの屈折率nB_{13}との差$|nA_{12}-nB_{13}|$は、０．０１５以上であることがより好ましい。

【００３８】

また、本実施形態において、波長λ_2及び波長λ_3の光に対する、第１の光学材料Ａの屈折率nA_{12}と第２の光学材料Ｂの屈折率nB_{13}との差｜$nA_{12}-nB_{13}$｜が０．００６以下だと、波長λ_2及び波長λ_3の光の回折が生じ難く、光量損失や迷光の発生が抑制される。波長λ_2及び波長λ_3の光に対する、第１の光学材料Ａの屈折率nA_{12}と第２の光学材料Ｂの屈折率nB_{13}との差｜$nA_{12}-nB_{13}$｜は、より好ましくは０．００５以下である。

【００３９】

このとき、例えば凹凸部材１２の格子ピッチを調整することにより、回折角度を制御できる。また、格子高さd_1や凹凸部材１２の格子形状を変化させることにより、直進光の透過効率や回折光の回折効率を調整できる。

このようにして、波長λ_1の光に対して回折機能を発現し、波長λ_2、λ_3の光に対しては機能しない波長選択性回折素子１０が得られる。

【００４０】

波長選択回折素子１０の格子高さd_1は、５μｍ以上１００μｍ以下が好ましく、５μｍ以上４５μｍ以下がより好ましく、５μｍ以上３０μｍ以下がさらに好ましい。格子高さd_1が５μｍ以上であると、所望の回折効率が得られる。一方、格子高さd_1が１００μｍ以下だと、外圧等による、波長選択回折素子１０の各構成部材の破損が生じ難い。

【００４１】

波長選択回折素子１０の格子ピッチは、１μｍ以上１ｍｍ以下が好ましく、１μｍ以上１００μｍ以下がより好ましく、１μｍ以上５０μｍ以下がさらに好ましい。

格子ピッチが１μｍ以上であると、波長選択回折素子１０を効率的に製造できる。一方、格子ピッチが１ｍｍ以下だと、所望の回折効率が得られる。

【００４２】

波長選択回折素子１０において、回折素子１０全体の厚み１μｍ以上３０μｍ以下における、波長λ_2及びλ_3の光に対する０次回折効率（透過率）は、９０％以上であることが好ましい。

【００４３】

（第２の実施形態）

以下、本発明の第２の実施の形態に係る波長選択回折素子２０について図面を用いて説明する。なお、本発明の第１実施形態に係る波長選択回折素子１０と同様に、本実施形態に係る波長選択回折素子２０をＢＤ、ＤＶＤ、ＣＤの規格に対応させる例を挙げて説明し、重複する説明は省略する。

【００４４】

ここで、図３（ａ）は、波長選択性回折素子２０に波長λ_1の光が入射したときの作用を示す模式的な横断面図であり、図３（ｂ）は、波長選択性回折素子２０に波長λ_2の光が入射したときの作用を示す模式的な横断面図である。

【００４５】

図３に示すように、本実施の形態に係る波長選択回折素子２０は、透明基板２１と、透明基板２１上に形成され、一方向に延在するように周期的に形成された凹凸形状を有する凹凸部材２２と、凹凸部材２２の少なくとも凹部を埋めるように充填された充填部材２３と、充填部材２３の上面に設けられ、充填部材２３を保護する透明基板２４と、を備えている。

【００４６】

本実施形態において、凹凸部材２２及び充填部材２３は、図４に示すように、波長４０５ｎｍ帯（λ_1）の入射光に対して略同じ屈折率を有し、波長６６０ｎｍ帯（λ_2）及び７８５ｎｍ帯（λ_3）の入射光に対しては異なる屈折率を有する光学材料で構成されている。

【００４７】

本実施形態では、凹凸部材２２は、低波長分散性を有する第２の光学材料Ｂで構成され、充填部材２３は、高波長分散性を有する第１の光学材料Ａで構成される。高波長分散性

を有する第１の光学材料Ａ及び低波長分散性を有する第２の光学材料Ｂに関しては、後に詳述する。

【００４８】

すなわち、本実施形態では、凹凸部材２２を構成する第２の光学材料Ｂの屈折率nB_{22}、及び充填部材２３を構成する第１の光学材料Ａの屈折率nA_{23}は、波長λ_1の光に対して$|nA_{23}-nB_{22}|\leqq 0.006$であり、かつ前記波長$\lambda_2$及び前記波長$\lambda_3$の光に対して$|nA_{23}-nB_{22}|>0.006$の関係を満たしている。

【００４９】

波長λ_1、λ_2、λ_3の各波長での、光学材料Ａの屈折率ｎＡ、及び光学材料Ｂの屈折率ｎＢ、及びこれらの屈折率差は、光学材料Ａを形成する光重合性組成物（α）や光学材料Ｂを形成する光重合性組成物（β）の構成材料及びその配合比率等を適宜調整して、制御できる。

【００５０】

なお、本実施形態では、充填部材２３を構成する光学材料Ａの波長λ_1の光に対する屈折率を$nA_{23}(\lambda_1)$、凹凸部材２２を構成する光学材料Ｂの波長λ_1の光に対する屈折率を$nB_{22}(\lambda_1)$とし、充填部材２３を構成する光学材料Ａの波長λ_2の光に対する屈折率を$nA_{23}(\lambda_2)$、凹凸部材２２を構成する光学材料Ｂの波長λ_2の光に対する屈折率を$nB_{22}(\lambda_2)$としたとき、$|nA_{23}(\lambda_1)-nB_{22}(\lambda_1)|\leqq 0.006$、$nB_{22}(\lambda_2)>nA_{23}(\lambda_2)>0$であり、かつ、$nA_{23}(\lambda_1)>nA_{23}(\lambda_2)$、$nB_{22}(\lambda_1)>nB_{22}(\lambda_2)$の関係を満たす場合、すなわち正常分散を示すについて示している。

この場合、$nB_{22}(\lambda_1)>nB_{22}(\lambda_2)>nA_{23}(\lambda_2)$、$nA_{23}(\lambda_1)>nB_{22}(\lambda_2)>nA_{23}(\lambda_2)$、$|nA_{23}(\lambda_1)-nB_{22}(\lambda_1)|\leqq 0.006$の関係を満たしている。

【００５１】

したがって、本実施形態に係る波長選択性回折素子２０に照射された波長λ_1の光は、凹凸部材２２、充填部材２３での屈折率がそれぞれ略等しいため、図３（ａ）に示すように、波長選択性回折素子２０による回折作用を受けることなく凹凸部材２２を直進透過する。

一方、波長λ_2の光は、凹凸部材２２の屈折率と充填部材２３の屈折率が異なるため、凹凸部材２２に進入すると、図３（ｂ）に示すように、その屈折率差によって回折され、回折光が得られる。

【００５２】

本実施形態において、波長λ_2及び波長λ_3の光に対する、第１の光学材料Ａの屈折率nA_{23}と第２の光学材料Ｂの屈折率nB_{22}との差$|nA_{23}-nB_{22}|$が０．００６超だと、波長選択回折素子２０により、十分な回折効率が得られる。

波長λ_2及び波長λ_3の光に対する、第１の光学材料Ａの屈折率nA_{23}と第２の光学材料Ｂの屈折率nB_{22}との差$|nA_{23}-nB_{22}|$は、０．０１３以上がより好ましい。

【００５３】

また、本実施形態において、波長λ_1の光に対する、第１の光学材料Ａの屈折率nA_{23}と第２の光学材料Ｂの屈折率nB_{22}との差$|nA_{23}-nB_{22}|$が０．００６以下だと、波長λ_1の光の回折が生じ難く、光量損失や迷光の発生が抑制される。

波長λ_1の光に対する第１の光学材料Ａの屈折率nA_{23}と、第２の光学材料Ｂの屈折率nB_{22}との差$|nA_{23}-nB_{22}|$は、より好ましくは０．００５以下である。

【００５４】

このとき、例えば格子高さd_2、凹凸部材２２の格子形状などを調整することにより、回折効率を調整できる。また、凹凸部材２２の格子ピッチを調整することにより、回折角度を制御できる。このようにして、波長λ_1の光に対しては機能せず、波長λ_2、λ_3の光に対して回折機能を発現する波長選択性回折素子２０が得られる。

【００５５】
なお、波長選択回折素子２０の格子高さｄ$_2$、格子ピッチの好ましい範囲は、上記第１実施形態で説明した、波長選択回折素子１０の格子高さｄ$_1$、格子ピッチの好適な範囲と同様である。
【００５６】
波長選択回折素子２０において、回折素子２０全体の厚み１μｍ以上３０μｍ以下における、波長λ$_2$及びλ$_3$の光に対する１次回折効率は、２０％以上が好ましい。
但し、回折素子２０全体の厚みが１μｍ以上５μｍの場合、波長λ$_2$及びλ$_3$の光に対する１次回折効率が２０％以下であっても、波長λ$_1$の光に対し、９０％以上の０次回折効率（透過率）を得られる場合には、波長選択回折素子として用いるメリットを有する場合がある。したがって、この場合には、必ずしも１次回折効率は、２０％以上でなくてもよい。
【００５７】
また、波長選択回折素子２０において、回折素子２０全体の厚み１μｍ以上３０μｍ以下における波長λ$_1$の光に対する０次回折効率（透過率）は、９０％以上が好ましい。
【００５８】
［光重合性組成物（β）］
低波長分散性を有する第２の光学材料Ｂは、重合性結合基を有する表面修飾剤で表面被覆された平均粒子径３ｎｍ以上１５ｎｍ以下の酸化ジルコニウム粒子と、１個の重合性基と炭素数１０以上１４以下の脂環式構造を有する一官能性化合物と、を含有する光重合性組成物（β）を光重合してなる硬化体で構成されている。
【００５９】
（酸化ジルコニウム）
酸化ジルコニウム粒子は、光重合性組成物の屈折率や波長分散性等の光学特性を制御するため重合性モノマー中に添加、分散させる。
酸化ジルコニウムは、酸化アルミニウム等の他の無機微粒子と比較して、屈折率が高く、かつ屈折率の波長分散性が小さいため、これを重合性モノマー中に分散させることで、高屈折率、かつ低波長分散性を有する光重合性組成物（β）が得られる。
また、酸化ジルコニウムは４００～８００ｎｍの可視域に吸収帯を有しないため、光照射による樹脂材料の変性が抑制された組成物（β）である。
【００６０】
酸化ジルコニウムは、単斜晶系、正方晶、立方晶などの結晶形態をとり得るが、本発明の目的（高屈折率、低波長分散）に沿うものであれば、いずれの結晶形態でもよい。
また、酸化ジルコニウムは、結晶体でもよく、アモルファスでもよく、高屈折率を得る観点からは、結晶体が好ましい。
【００６１】
酸化ジルコニウム粒子の平均粒子径は、３ｎｍ以上１５ｎｍ以下である。
酸化ジルコニウム粒子の平均粒子径が３ｎｍ以上であると、その粒子表面積の増大が抑制され、組成物中における、酸化ジルコニウム粒子の体積当たりの表面修飾剤量の増大が抑制される。このため、表面修飾剤量の増大による、組成物中の酸化ジルコニウムの含有率の相対的な低下が抑制され、屈折率を高める効果を十分に得られる。
また、酸化ジルコニウム粒子の平均粒子径が３ｎｍ以上であると、適度の添加量で十分な屈折率を得ることができ、組成物の粘度上昇が抑制される。したがって、これを基板上に塗布する場合、塗布量や面内分布を制御し易く、優れた成形性を得られる。
一方、酸化ジルコニウム粒子の平均粒子径が１５ｎｍ以下だと、凝集粒子による二次粒子の平均粒径が３０ｎｍ以下となり、光硬化後の光学材料Ｂにおいて、散乱による透過損失が生じず、優れた透過率を得られる。
粘度上昇による成形性の低下を抑制するとともに、高屈折率かつ高透過率を得る観点から、酸化ジルコニウム粒子の平均粒子径は、６ｎｍ以上１４ｎｍ以下であることがより好ましい。

また、酸化ジルコニウム粒子の、平均粒子径分布における３０ｎｍ以上の粒子の割合は１％未満が好ましい。

【００６２】

（表面修飾剤）

表面被覆剤は、酸化ジルコニウム粒子と重合性モノマー成分との相溶性を高めるため、当該粒子表面を被覆して設けるものであり、重合性基を有するものであれば、特に限定なく使用できる。

【００６３】

表面修飾剤としては、例えば、シランカップリング剤、チタネートカップリング剤、アルミネートカップリング剤、有機酸（カルボン酸類、スルホン酸類、リン酸類、ホスホン酸類等）または有機酸基を持つ分散剤などが用いられる。これらの中でも、シランカップリング剤は、酸化ジルコニウムとの反応により、粒子表面にメタロキサン結合（Ｓｉ－ＯＭ）を形成して高い安定性を得られるとともに、吸湿性が少ないため好ましい。

【００６４】

なお、シランカップリング剤と酸化ジルコニウムとの反応は、従来知られている条件を適用可能であり、例えば、酸やアルカリなどの触媒を用いてもよく、また加熱してもよい。

【００６５】

表面修飾剤の重合性基としては、特に限定されないが、二重結合を含む基は、後述する光重合性化合物の（メタ）アクリル基等との反応により緻密な硬化物（光学材料）を形成できるため好適に用いられる。具体的には、例えばアクリル基、メタクリル基、アリル基、ビニル基が好ましく挙げられる。

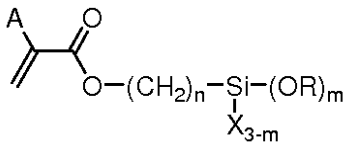
これらの中でも、アクリル基、メタクリル基は、光重合性組成物において、温度変化に伴う屈折率の変動が抑えられるため重合性基として好ましい。

【００６６】

シランカップリング剤としては、例えば下記一般式（１）～（５）の化合物を使用できる。

【００６７】

【化２】



・・・（１）

（式（１）中、Ａは水素原子又はメチル基を表し、Ｘはそれぞれ独立に水素原子、メチル基又はエチル基を表し、Ｒは水素原子、メチル基又はエチル基を表し、ｎは１～６の整数を表し、ｍは１～３の整数を表す。）

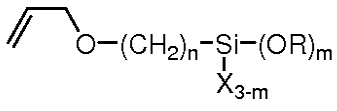
【００６８】

式（１）で表される化合物（化合物（１））としては、例えば３－メタクリロキシプロピルジメチルメトキシシラン、３－メタクリロキシプロピルメチルジメトキシシラン、３－メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、３－メタクリロキシプロピルジメチルエトキシシラン、３－メタクリロキシプロピルメチルジエトキシシラン、３－メタクリロキシプロピルトリエトキシシラン、３－アクリロキシプロピルトリメトキシシランが挙げられる。

化合物（１）としては、より好ましくは、３－メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、３－アクリロキシプロピルトリメトキシシランである。

【００６９】

【化３】



・・・（２）

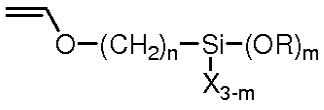
（式（２）中、Ｘはそれぞれ独立に水素原子、メチル基又はエチル基を表し、Ｒは水素原子、メチル基又はエチル基を表し、ｎは１～６の整数を表し、ｍは１～３の整数を表す。）

【００７０】

式（２）で表される化合物（化合物（２））としては、例えば３－アリルオキシエチルトリメトキシシラン、３－アリルオキシエチルトリエトキシシラン、２－アリルオキシプロピルトリメトキシシラン等が挙げられ、好ましくは３－アリルオキシプロピルトリメトキシシランである。

【００７１】

【化４】



・・・（３）

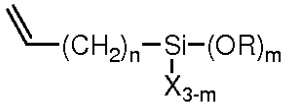
（式（３）中、Ｘはそれぞれ独立に水素原子、メチル基又はエチル基を表し、Ｒは水素原子、メチル基又はエチル基を表し、ｎは０～６の整数を表し、ｍは１～３の整数を表す。）

【００７２】

式（３）で表される化合物（化合物（３））としては、具体的には、例えばビニルオキシトリメトキシシラン、ビニルオキシトリエトキシシラン、が挙げられ、好ましくはビニルオキシトリメトキシシランである。

【００７３】

【化５】



・・・（４）

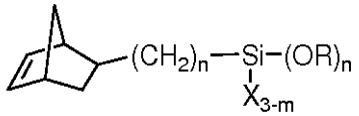
（式（４）中、Ｘはそれぞれ独立に水素原子、メチル基又はエチル基を表し、Ｒは水素原子、メチル基又はエチル基を表し、ｎは０～６の整数を表し、ｍは１～３の整数を表す。）

【００７４】

式（４）で表される化合物（化合物（４））としては、例えばビニルトリメトキシシラン、ビニルトリエトキシシラン、アリルトリメトキシシラン、が挙げられ、好ましくはビニルトリメトキシシランである。

【００７５】

【化６】



・・・（５）

（式（５）中、Ｘはそれぞれ独立に水素原子、メチル基又はエチル基を表し、Ｒは水素原子、メチル基又はエチル基を表し、ｎは０～６の整数を表し、ｍは１～３の整数を表す。）

【００７６】

式（５）で表される化合物（化合物（５））としては、例えば５－（ビシクロヘプテニ

ル）トリエトキシシラン、（ビシクロヘプテニル）エチルトリメトキシシランが挙げられ、好ましくは（ビシクロヘプテニル）エチルトリメトキシシランである。

【００７７】

上記化合物（１）～（５）の中でも、一般式（１）で示される化合物（１）は、（メタ）アクリル基により、温度変化に伴う屈折率の変動が抑えられており、また重合性モノマー成分と反応して緻密な成形体を得られるため、好適に用いられる。

【００７８】

表面修飾剤の添加量は、酸化ジルコニウム粒子に対して１５～４０質量％が好ましい。

表面修飾剤の添加量が、酸化ジルコニウム粒子に対して１５質量％以上であると、酸化ジルコニウムと樹脂との相溶性が十分に高められる。

一方、表面修飾剤の添加量が、酸化ジルコニウム粒子に対して４０質量％以下だと、光重合性組成物（β）における酸化ジルコニウムの含有量の相対的な低下が抑制され、十分な屈折率が得られる。

【００７９】

光重合性組成物（β）における酸化ジルコニウムの含有量は、４５～７０質量％が好ましく、４５～６０質量％が好ましい。

酸化ジルコニウムの含有量が４５質量％以上であると、光重合性組成物（β）において、十分な屈折率が得られ、例えば波長５８９ｎｍにおいて１．６以上の屈折率が得られる。

一方、酸化ジルコニウムの含有量が７０質量％以下だと、光重合性組成物（β）の粘度の上昇が抑制され、これを基板上に塗布する場合、塗布量や面内分布を制御し易く、成形性に優れ、基板上への塗布、成形がし易い。

【００８０】

（一官能性化合物（Ｉ））

一官能性化合物（Ｉ）は、紫外線等の照射によって光重合反応を起こすモノマーであり、炭素数１０以上１４以下の脂環式構造を主骨格とし、かつ１つの分子内に１個の重合性基を有するものである。特に、脂環式構造が三次元的な架橋構造を有するものは、分子が高密度となり、高屈折率を得られるため好ましい。

脂環式構造の炭素数が１０以上の場合には、屈折率を高める効果を十分に得られる。また、炭素－炭素間において安定した結合角が十分に確保され、一官能性化合物（Ｉ）全体の分子骨格が、歪みの小さい安定なものとなる。

一方、脂環式構造の炭素数が１４以下の場合には、室温で液体状態であり、取り扱い易い。脂環式構造の炭素数は、より好ましくは１０～１２である。

【００８１】

一官能性化合物（Ｉ）の脂環式構造としては、例えば、下記式（６）～（９）で示されるアダマンタン（式（６）、炭素数１０）、トリシクロデカン（式（７）、炭素数１０）、テトラシクロドデカン（式（８）、炭素数１２）またはジアマンタン（式（９）、炭素数１４）等が、高屈折率を得られるため、好適に用いられる。

【００８２】

【化７】



(6) (7) (8) (9)

【００８３】

一官能性化合物（Ｉ）の重合性基としては、特に限定されないが、アクリル基、メタクリル基は、光反応性が高いため好適に用いられる。

【００８４】
一官能性化合物（Ｉ）としては、例えば１－アダマンチルアクリレート、１－アダマンチルメタノールアクリレート、１－アダマンチルエタノールアクリレート、２－メチル－２－アダマンチルアクリレート、２－エチル－２－アダマンチルアクリレート、２－プロピル－２－アダマンチルアクリレート、２－ブチル－２－アダマンチルアクリレート、トリシクロデカンアクリレート、トリシクロデカンメタノールアクリレート、トリシクロデカン－エタノールアクレート、テトラシクロドデカニルアクリレート、ジアマンチルアクリレート、２－メチル－２－ジアマンチルアクリレート、２－エチル－２－ジアマンチルアクリレート、及びそのメタクリレート体が挙げられる。好ましくは、アダマンチルアクリレート、２－メチル－２－アダマンチルアクリレート、２－エチル－２－アダマンチルアクリレート、トリシクロデカンアクリレート、ジアマンチルアクリレートが好ましく挙げられる。

【００８５】
（多官能性化合物（ＩＩ））
また、光学材料Ｂを構成する光重合性組成物（β）は、上述した一官能性化合物（Ｉ）とともに、多官能性化合物（ＩＩ）を含有することが好ましい。
多官能性化合物（ＩＩ）は、紫外線等の照射によって光重合反応を起こすモノマーであり、炭素数１０以上１４以下の脂環式構造を主骨格とし、かつ１つの分子内に２個以上の重合性基を有するものである。

【００８６】
光重合性組成物（β）は、重合性モノマー成分としての一官能性化合物（Ｉ）が、柔軟性の小さい脂環式構造を有するうえ、さらに、柔軟性に劣る酸化ジルコニウム粒子を含むため、光硬化後の成型体は脆くなりやすく、重合性モノマー成分を一官能性化合物（Ｉ）のみとした場合、光インプリントのモールドの離型時に破壊等を生じ易くなる。このような傾向は、酸化ジルコニウム粒子の粒子径の増加や、その含有量の増大により、より顕著となる。
光重合性組成物（β）では、一官能性化合物（Ｉ）とともに、さらに多官能性化合物（ＩＩ）を含有させることで、光重合性組成物（β）を硬化した成型体において、脆性が改善され、離型性に優れた光学材料Ｂが得られる。

【００８７】
多官能性化合物（ＩＩ）の脂環式構造は、上述した一官能性化合物（Ｉ）と同様、三次元的な架橋構造を有するものが、分子構造が高密度となり、高屈折率を得られるため好ましい。

【００８８】
脂環式骨格の炭素数が１０以上の場合には、屈折率を高める効果が十分に得られる。また、炭素－炭素間において安定した結合角が十分に確保され、多官能性化合物（ＩＩ）全体の分子骨格が、歪みの小さい安定なものとなる。
一方、脂環式骨格の炭素数が１４以下の場合には、室温で液体状態であり、取り扱い易い。脂環式構造の炭素数は、より好ましくは１０～１２である。

【００８９】
多官能性化合物（ＩＩ）の脂環式構造としては、高屈折率を得る観点から、上述した一官能性化合物（Ｉ）のものと同様、上記式（６）～（９）で示されるアダマンタン、トリシクロデカン、テトラシクロドデカン、またはジアマンタン等が好適なものとして挙げられる。

【００９０】
多官能性化合物（ＩＩ）の重合性基としては、特に限定されないが、アクリル基、メタクリル基は、光反応性が高いため好適に用いられる。
多官能性化合物（ＩＩ）に含まれる重合性基の数は、２以上がよく、より好ましくは２～４である。

【００９１】

多官能性化合物（ＩＩ）としては、例えば、トリシクロデカンジアクリレート、トリシクロデカンジメタノールジアクリレート、アダマンタンジアクリレート、アダマンタンジメタノールジアクリレート、ジアマンタンジアクリレート、ジアマンタンジメタノールジアクリレート、アダマンタントリアクリレート等が挙げられ、好ましくは、二官能性のトリシクロデカンジメタノールジアクリレート、アダマンタンジアクリレートが好適なものとして挙げられる。

【００９２】

光重合性組成物（β）における一官能性化合物（Ｉ）の含有量は、１５質量％以上４５質量％以下が好ましく、２０質量％以上４５質量％以下がより好ましい。

一官能性化合物（Ｉ）の含有量が１５質量％以上であると、光重合性組成物（β）において適度な粘度を得られ易く、製膜性に優れる。

一方、一官能性化合物（Ｉ）の含有量が４５質量％以下だと、光重合組成物（β）において、酸化ジルコニウム粒子の含有量を相対的に高めることができ、高い屈折率を得られやすい。

【００９３】

光重合性組成物（β）における多官能性化合物（ＩＩ）の含有量は、１質量％以上３０質量％以下が好ましく、５質量％以上２０質量％以下がより好ましい。

多官能性化合物（ＩＩ）の含有量が１質量％以上であると、光重合組成物（β）の硬化体である光学材料Ｂの外圧による損傷が抑制され、離型時に剥離等が生じ難く、製品の歩留まりが向上する。

一方、多官能性化合物（ＩＩ）の含有量が３０質量％以下だと、光重合性組成物（β）の硬化体である光学材料Ｂの強度の過度の上昇が抑制され、石英ガラスに対し優れた密着性を得られる。このため、光学材料Ｂの基板表面からの剥離が生じ難く、製品の歩留まりが向上する。

【００９４】

光重合性組成物（β）における一官能性化合物（Ｉ）と多官能性化合物（ＩＩ）との含有比率（質量比率）は、一官能性化合物（Ｉ）／多官能性化合物（ＩＩ）で１～４０が好ましい。

一官能性化合物（Ｉ）／多官能性化合物（ＩＩ）が１以上であると、光重合組成物（β）の硬化体である光学材料Ｂの強度の過度の上昇が抑制され、石英ガラス等の基板に対し優れた密着性を得られる。

一方、一官能性化合物（Ｉ）／多官能性化合物（ＩＩ）が４０以下だと、光重合組成物（β）の硬化体である光学材料Ｂにおいて十分な強度を得られ、離型時に破壊等を生じ難い。

【００９５】

［光重合性組成物（α）］

高波長分散性を有する第１の光学材料Ａは、芳香族化合物を含有する光重合性組成物（α）を光重合したものが、高波長分散性に優れるため好ましい。

【００９６】

光重合性組成物（α）における芳香族化合物としては、フェニル骨格、ビフェニル骨格、又はフルオレン骨格を有するものが、より高い高波長分散性を得られるため好ましい。芳香族化合物は、さらに一以上の重合性基を有するものが、光反応性に優れるため好ましい。

【００９７】

光重合性組成物（α）に含有させる芳香族化合物としては、例えば下記式（１０）～（１２）で示されるものが好ましい。

【００９８】

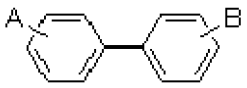
【化８】



(10)

【００９９】

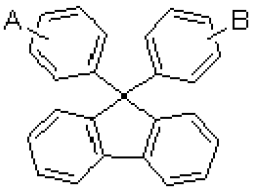
【化９】



(11)

【０１００】

【化１０】



(12)

【０１０１】

但し、上記式（１０）～（１２）中の記号は以下の意味を示す。

Ａ：水素原子又は下記式（１３）～（１６）から選択される基。

$V_wH_{(3-W)}C-$ ・・・ （１３）

$Ph_xY_{(3-x)}Si-$ ・・・ （１４）

$J-(CH_2)_{m1}-CH_l(CH_3)_{(2-l)}-$ ・・・（１５）

$J-(CH_2)_{n1}-SiPh_{p1}(CH_3)_{(2-p1)}-$ ・・・（１６）

Ｂ：下記式（１７）～（１８）から選択される基。

$J-(CH_2)_{m2}-CH_k(CH_3)_{(2-k)}-$ ・・・（１７）

$J-(CH_2)_{n2}-SiPh_{p2}(CH_3)_{(2-p2)}-$ ・・・（１８）

ｗ：０～３の整数。

Ｖ：メチル基またはエチル基。但し、ｗが２～３のときにはＶはそれぞれ異なる基であってもよい。

ｘ：０～３の整数。

Ｙ：メチル基、シクロヘキシル基、ｔｅｒｔ－ブチル基、ｓｅｃ－ブチル基およびｉｓｏ－プロピル基から選択される基。但しｘが０又は１のとき、Ｙは異なる基であってもよい。

Ｊ：$CH_2=CR-COO-$、エポキシ基、ビニル基及びビニルエーテル基から選択される基。

Ｒ：水素原子又はメチル基。

ｌ：０～１の整数。

ｋ：０～２の整数。ただし、Ａが水素原子の場合、ｋは２を除く。

m_1、m_2：それぞれ独立して０～１２。

n_1、n_2：それぞれ独立して１～１２。p_1、p_2：それぞれ独立して０～２。

【０１０２】

但し、式（１３）の置換基Ｖ、式（１４）のフェニル基及び置換基Ｙ並びに式（１５）～（１８）のアルキレン基の水素原子の一部または全部が、メチル基、メトキシ基、フッ素原子に置換されていてもよく、ビフェニル基又はビフェニレン基の水素原子の一部または全部がメチル基、メトキシ基、フッ素原子に置換されていてもよい。

【０１０３】

芳香族化合物の重合性基としては、アクリル基、メタクリル基が、光反応性が高いため好適に用いられる。

【０１０４】

高波長分散性を有する第１の光学材料Ａを構成する光重合性組成物（α）は、一の芳香族化合物を含むものであってもよく、二以上の芳香族化合物を混合したものであってもよい。上記式（１０）～（１２）で示される芳香族化合物（以下、芳香族化合物（１０）～（１２）と示す。）を、少なくとも一つ含有することが好ましい。

なお、光重合性組成物（α）は、一の化合物のみで構成されてもよく、例えば芳香族化合物（１０）～（１２）のいずれか一の化合物のみで構成されてもよい。

【０１０５】

光重合性組成物（α）における、芳香族化合物（１０）～（１２）の含有量は、５０質量％以上が好ましい。

芳香族化合物（１０）～（１２）の含有量が５０質量％以上であると、光重合性組成物（α）の光重合後に得られる光学材料Ａにおいて、十分に高い波長分散性が得られる。

【０１０６】

光重合性組成物（α）及び光重合性組成物（β）には、光重合開始剤、及び紫外線吸収剤、酸化防止剤、光安定化剤等の安定剤等の、他の成分を添加できる。

【０１０７】

（光重合開始剤）

光重合開始剤としては、例えば、アセトフェノン類、ベンゾフェノン類、アシルホスフィンオキサイド類、ベンゾイン類、ベンジル類、ミヒラーケトン類、ベンゾインアルキルエーテル類、ベンジルジメチルケタール類等を挙げることができ、上記から１種または２種以上を適宜選択して使用できる。

アセトフェノン類としては、２，２－ジメトキシ－１，２－ジフェニルエタン－１－オン、１－ヒドロキシ－シクロヘキシル－フェニル－ケトン、２－ヒドロキシ－２－メチル－１－フェニル－プロパン－１－オン、１－［４－（２－ヒドロキシエトキシ）－フェニル］－２－ヒドロキシ－２－メチル－１－プロパン－１－オン、２－ベンジル－２－ジメチルアミノ－１－（４－モルフォリノフェニル）－ブタノン－１２－（ジメチルアミノ）－２－［（４－メチルフェニル）メチル］－１－［４－（４－モルホリニル）フェニル］－１－ブタノン、２－ヒロドキシ－１－｛４－［４－（２－ヒドロキシ－２－メチル－プロピオニル）－ベンジル］フェニル｝－２－メチル－プロパン－１－オン、２－メチル－１－（４－メチルチオフェニル）－２－モルフォリノプロパン－１－オン等が挙げられる。

アシルホスフィンオキサイド類としては２，４，６－トリメチルベンゾイル－ジフェニル－ホスフィンオキサイド、ビス（２，４，６－トリメチルベンゾイル）－ジフェニル－ホスフィンオキサイド等が挙げられる。

【０１０８】

光重合開始剤の添加量は、光重合性組成物（α）及び光重合性組成物（β）それぞれにおいて、各光重合性組成物の総量に対して、０．０１質量％～５質量％が好ましく、０．１質量％～２質量％がより好ましい。

光重合開始剤の添加量が５質量％以下だと、光重合性組成物に着色が生じ難い。

一方、光重合開始剤の添加量が０．０１質量％以上だと、光重合反応が十分に進行する。

【０１０９】

紫外線吸収剤としては、例えばＴＩＮＵＢＩＮ　Ｐ（チバスペシャリディケミカル製）、ＴＩＮＵＢＩＮ２３４（チバスペシャリディケミカル製）、ＴＩＮＵＢＩＮ３２６（チバスペシャリディケミカル製）、ＴＩＮＵＢＩＮ３２８（チバスペシャリディケミカル製）、ＴＩＮＵＢＩＮ３２９（チバスペシャリディケミカル製）、ＴＩＮＵＢＩＮ２１３（チバスペシャリディケミカル製）、ＴＩＮＵＢＩＮ５７１（チバスペシャリディケミカル製）、ＴＩＮＵＢＩＮ１５７７ＦＦ（チバスペシャリディケミカル製）が挙げられる。

【０１１０】

酸化防止剤としては、例えば２－ノルマルドデシルフェノール、パラ－メトキシフェノール、ペンタエリスリチル・テトラキス［３－（３，５－ジ－ｔ－ブチル－４－ヒドロキ

シフェニル）プロピオネート］（ＩＲＧＡＮＯＸ１０１０、チバスペシャリディケミカル製）、２，２－チオ－ジエチレンビス［２－（３，５－ジ－ｔ－ブチル－４－ヒドロキシフェニル）プロピオネート］（ＩＲＧＡＮＯＸ１０３５、チバスペシャリディケミカル製）、オクタデシル－３－（３，５－ジ－ｔ－ブチル－４－ヒドロキシフェニル）プロピオネート（ＩＲＧＡＮＯＸ１０７６、チバスペシャリディケミカル製）、Ｎ，Ｎ‘－ヘキサメチレンビス（３，５－ジ－ｔ－ブチル－４－ヒドロキシ－ヒドロシンナマミド）（ＩＲＧＡＮＯＸ１０９８、チバスペシャリディケミカル製）、イソオクチル－３－（３，５－ジ－ｔ－ブチル－４－ヒドロキシフェニル）プロピオネート（ＩＲＧＡＮＯＸ１１３５、チバスペシャリディケミカル製）、１，３，５－トリメチル－２，４，６－トリス（３，５－ジ－ｔ－ブチル－４－ヒドロキシベンジル）ベンゼン（ＩＲＧＡＮＯＸ１３３０、チバスペシャリディケミカル製）、２，４－ビス［（オクチルチオ）メチル］－ｏ－クレゾール（ＩＲＧＡＮＯＸ１５２０Ｌ、チバスペシャリディケミカル製）、トリエチレングリコール－ビス［３－（３－ｔ－ブチル－５－メチル－４－ヒドロキシフェニル）プロピオネート］（ＩＲＧＡＮＯＸ２４５、チバスペシャリディケミカル製）、１，６－ヘキサンジオール－ビス［３－（３，５－ジ－ｔ－ブチル－４－ヒドロキシフェニル）プロピオネート］（ＩＲＧＡＮＯＸ２５９、チバスペシャリディケミカル製）、２，４－ビス－（ｎ－オクチルチオ）－６－（４－ヒドロキシ－３，５－ジ－ｔ－ブチルアニリノ）－１，３，５－トリアジン（ＩＲＧＡＮＯＸ５６５、チバスペシャリディケミカル製）、３－（３’，５’－ジ－ｔ－ブチル－４’－ヒドロキシフェニル）プロピオン酸オクタデシル（ＡＯ－５０、ＡＤＥＫＡ製）、テトラ３－（３’，５’－ジ－ｔ－ブチル－４’－ヒドロキシフェニル）プロポキシブタン（ＡＯ－６０、ＡＤＥＫＡ製）、３－（３’，５’－ジ－ｔ－ブチル－４’－ヒドロキシフェニル）プロピオン酸メチル（ＡＯ－５０Ｍｅ、ＡＤＥＫＡ製）、３－（３’，５’－ジ－ｔ－ブチル－４’－ヒドロキシフェニルプロピオン酸イソオクチル（ＡＯ－５０ｉｓｏ－Ｏｃｔｙｌ、ＡＤＥＫＡ製）、ヒドロキノン等が挙げられる。

【０１１１】

光安定化剤としては、例えばＴＩＮＵＢＩＮ１４４（チバスペシャリディケミカル製）、ＴＩＮＵＢＩＮＴＩＮＵＢＩＮ７６５（チバスペシャリディケミカル製）、ＴＩＮＵＢＩＮ７７０ＤＦ（チバスペシャリディケミカル製）、ＣＨＩＭＡＳＳＯＲＢ２０２０ＦＤＬ（チバスペシャリディケミカル製）、ＣＨＩＭＡＳＳＯＲＢ９４４ＤＬ（チバスペシャリディケミカル製）、ＴＩＮＵＢＩＮ６２２ＬＤ（チバスペシャリディケミカル製）、ＴＩＮＵＢＩＮ１２３（チバスペシャリディケミカル製）、ＬＡ６２（ＡＤＥＫＡ製）、ＬＡ６７（ＡＤＥＫＡ製）等が挙げられる。

【０１１２】

紫外線吸収剤、酸化防止剤、光安定化剤等の安定化剤の含有量は、その合計量が、光重合性組成物（α）及び光重合性組成物（β）それぞれにおいて、各光重合性組成物の全体量（１００質量％）に対して５質量％以下が好ましく、２質量％以下がより好ましい。

安定化剤が５質量％以下だと、青色レーザーに対する耐久性に優れ、また耐候性に優れる。

【０１１３】

［光重合性組成物（β）の製造方法］

光重合性組成物（β）は、表面被覆された酸化ジルコニウム粒子、一官能性化合物（Ｉ）、多官能性化合物（ＩＩ）を、上述した重合開始剤、安定化剤等の他の成分と混合して製造できる。

【０１１４】

光重合性組成物（β）の製造には、製造工程の便宜のため、溶媒を用いてもよい。溶媒は、一官能性化合物（Ｉ）、多官能性化合物（ＩＩ）、光重合開始剤、安定化剤のうちの少なくとも一つを溶解させる化合物であり、常圧における沸点が２００℃以下の化合物が好ましく、１５０℃以下の化合物がより好ましい。沸点が２００℃以下の化合物では、該化合物を除去するのに高温での加熱を要しないため、該化合物を除去する際に、一官

能性化合物（Ｉ）、多官能性化合物（ＩＩ）、光重合開始剤、安定化剤の変質や揮散等が生じ難い。

【０１１５】

溶媒としては、ジクロロメタン、クロロホルム、四塩化炭素、ジクロロエタン、シクロヘキサン、メチルシクロヘキサン、エチルシクロヘキサン、トルエン、キシレン、ジエチルエーテル、テトラヒドロフラン、ジオキサン、酢酸イソブチル、酢酸ｎブチル、酢酸イソペンチル、酪酸エチル、ＰＧＭＥＡ、ブタノール、ｔｅｒｔ－ブタノール、２－ブタノン、４－メチル－２－ペンタノン、γ-ブチロラクトン、シクロヘキサノン、Ｎ－メチル－２－ピロリジノン等が挙げられる。

【０１１６】

光重合性組成物（β）の製造方法は、具体的には、例えば（ｉ）酸化ジルコニウム粒子を溶媒に分散させた分散液（以下、単に酸化ジルコニウム粒子の分散液ともいう）から溶媒を除去した後、一官能性化合物（Ｉ）、多官能性化合物（ＩＩ）、重合開始剤、安定剤を添加して混合する方法、（ｉｉ）酸化ジルコニウム粒子の分散液に、一官能性化合物（Ｉ）、多官能性化合物（ＩＩ）、重合開始剤、安定剤を添加した後、溶媒を除去して混合する方法、（ｉｉｉ）酸化ジルコニウム粒子の分散液に一官能性化合物（Ｉ）を添加し、溶媒を除去した後、多官能性化合物（ＩＩ）と重合開始剤、安定剤を添加し、混合する方法などが挙げられる。

【０１１７】

光重合性組成物（β）の残留溶媒量は、光重合性組成物（β）全体（１００質量％）に対して１質量％以下が好ましく、０．５質量％以下がより好ましい。光重合性組成物（β）の残留溶媒量が１質量％以下だと、光重合性組成物（β）の成形体内部での気泡の発生が生じ難く、均一な光学材料Ｂが得られる。また、光重合性組成物（β）中の溶媒による、基板表面の損傷も生じ難い。

さらに、上述した一官能性化合物（Ｉ）等の脂環式化合物は昇華し易いため、光重合性組成物（β）の残留溶媒量が多いと、加熱処理により溶媒を除去する際に、組成比率の変動が生じ易く、各成分組成の精密な調整が困難となり、光硬化後に得られる光学材料Ｂにおいて、屈折率にバラツキが生じ易い。

光重合性組成物（β）の残留溶媒量が光重合性組成物（β）全体に対して１質量％以下だと、溶媒除去に伴う上述した現象が生じ難く、屈折率のバラツキが抑制される。

【０１１８】

光重合性組成物（α）は、上記式（１０）～（１２）等で示される芳香族化合物を、上述した重合開始剤、安定化剤等の他の成分と混合して製造できる。

【０１１９】

光重合性組成物（α）及び光重合性組成物（β）の各成分の混合は、スターラーチップによる撹拌や、自転公転回転型ミキサー、三本ロールミル、ビーズミル分散機、超音波分散機等を用いた撹拌による方法が挙げられる。

【０１２０】

光重合性組成物（α）及び光重合性組成物（β）の粘度は、２５℃で１００ｍＰａ・ｓ以上１００００ｍＰａ・ｓ以下が好ましく、５００ｍＰａ・ｓ以上８５００ｍＰａ・ｓ以下がより好ましい。

光重合性組成物の２５℃における粘度が１００００ｍＰａ・ｓ以下であると、外気の巻き込み量が少なく、成形体に気泡が混入しにくく、均一な光学材料が得られる。またこの場合、光重合性組成物において良好な流動性が得られ、基板上に、均一な厚みを有する膜が成膜できる。

一方、光重合性組成物の２５℃における粘度が１００ｍＰａ・ｓ以上であると、例えばスピンコート等による成膜時に、十分な膜厚が確保できる。

【０１２１】

［波長選択回折素子の製造方法］

本発明の波長選択回折素子は、上述した光重合性組成物（α）、光重合性組成物（β）

を基材上に塗布した後、これを光硬化させて形成できる。

【０１２２】

波長選択回折素子の製造には、公知の方法を用いることができ、格子形状の光学材料を形成する場合には、光インプリントによる加工方法が好ましい。

【０１２３】

以下、第１の実施形態の波長選択回折素子１０を例に図５を用いて説明する。

【０１２４】

光インプリント法は、例えば以下の（ａ）～（ｇ）の工程により行うことができる。

（ａ）透明基材上に光重合性組成物（α）を塗布し、光重合性組成物（α）の塗布層を形成する工程。

（ｂ）基板上に形成された光重合性組成物（α）の塗布層の上に、形成すべき格子パターンの反転パターンを有するモールドを押し付ける工程。

（ｃ）モールドを介して加圧した状態で、塗布層に紫外線等の光線を照射し、光重合性組成物（α）を硬化させて硬化層を形成する工程。

（ｄ）光重合性組成物（α）の硬化層からモールドを分離し、表面に格子パターンが形成された成型体を得る工程。

（ｅ）光重合性組成物（α）の硬化層上に光重合性組成物（β）を塗布し、光重合性組成物（β）の塗布層を形成する工程。

（ｆ）光重合性組成物（β）の塗布層の上に、透明基板を押し付ける工程。

（ｇ）透明基板を介して加圧した状態で、光重合性組成物（β）の塗布層に紫外線等の光線を照射し、光重合性組成物（β）を硬化させて硬化層を形成する工程。

【０１２５】

＜工程（ａ）＞

図５（ａ）に示すように、平板状の基板１１の表面に形成された接着層１５上に、未硬化の光重合性組成物（α）をスピンコート法等により塗布し、光重合性組成物（α）の塗布層１２ａを形成する。

【０１２６】

光重合性組成物（α）の塗布方法としては、スピンコート法、ロールコート法、キャスト法、ディップコート法、ダイコート法、バーコート法等が挙げられ、光重合性組成物（α）の塗布層１２ａの厚さの均一性と塗布の簡便性の点から、スピンコート法が好ましい。光重合性組成物（α）の塗布は、常圧下で行っても、３０００Ｐａ以上の減圧下で行ってもよい。光重合性組成物（α）が感光しない環境（イエロールーム等）で行うことが好ましい。また、空気中で行うことが好ましく、窒素雰囲気、二酸化炭素雰囲気等の不活性ガス雰囲気で行ってもよい。

【０１２７】

塗布処理は、ホットプレート等の加熱装置により加熱しながら行ってもよい。この場合、組成物の粘度が低下して作業効率が向上することがある。コーティング処理時の加熱温度は１００℃以下とすることが好ましい。

加熱温度が１００℃以下だと、意図しない熱重合反応の進行や、重合性モノマー成分の揮発が生じ難く、得られる成型体において、屈折率の再現性が良好である。

【０１２８】

＜工程（ｂ）＞

図５（ｂ）に示すように、工程（ａ）において形成された光重合性組成物（α）の塗布層１２ａの上に、減圧雰囲気で、形成すべき格子パターンの反転パターンを表面に有するモールド１６を押し当てる。このとき、真空環境のような減圧雰囲気であると、空気の介在がなく、成型体に格子パターンを転写した際の泡の巻き込みによる欠陥を低減できる。ここで、真空環境とは、３０００Ｐａ以上の減圧雰囲気を指す。３０００Ｐａ以上の減圧雰囲気であれば、光重合性組成物（α）の揮発による組成の大幅な変化が生じ難い。

【０１２９】

＜工程（ｃ）＞

図５（ｃ）に示すように、モールド１６または基板１１を介して光重合性組成物（α）の塗布層１２ａを加圧しながら、基板１１またはモールド１６のいずれか紫外線を透過する側から、紫外線を照射し、塗布層１２ａの光重合性組成物（α）を完全に硬化させる。

【０１３０】

加圧は、モールド１６側または基板１１側、もしくは両方の側から行うことが好ましい。加圧する方法としては、機械的にプレスする方法、気体または液体を媒介としてプレスする方法等が挙げられる。プレスの圧力（ゲージ圧）は、０超～１０ＭＰａ以下が好ましく、０．１～５ＭＰａがより好ましい。加圧する際の温度は、０～１００℃が好ましく、１０～８０℃がより好ましい。

【０１３１】

光重合性組成物（α）の光硬化反応は、紫外線または可視光線等の光線を用いて行う。光硬化反応に用いる光線は目的に応じて選定し、その波長は特に制限されず、高い反応性を得られるため、紫外線が好ましい。

【０１３２】

紫外線の光源としては、紫外ＬＥＤ、殺菌灯、紫外線用蛍光灯、カーボンアーク、キセノンランプ、複写用高圧水銀灯、中圧または高圧水銀灯、超高圧水銀灯、無電極ランプ、メタルハライドランプ、自然光等が挙げられ、硬化の制御の簡便性の点から高圧水銀灯が好ましい。また、紫外線の光源は、４５０～２００ｎｍの波長領域の紫外線を発生する光源が好ましく、単一波長の紫外線を発する光源でも、複数の波長を含む紫外線を発する光源でもよい。紫外線における波長３６５ｎｍの光の照度は、１ｍＷ／ｃｍ^{2}以上であり、５ｍＷ／ｃｍ^{2}以上が好ましい。波長３６５ｎｍの照度が１ｍＷ／ｃｍ^{2}以上であれば、光重合性組成物（α）が硬化するまでの時間が適度に短く、生産性がよい。

【０１３３】

モールド１６としては、非透光性材料または透光性材料からなるモールドが好ましい。非透光性材料としては、シリコン、ニッケル、銅、ステンレス、チタン、ＳｉＣ、マイカ等が挙げられる。透光性材料としては、石英、ガラス、ポリジメチルシロキサン、環状ポリオレフィン、ポリカーボネート、ポリエチレンテレフタレート、透明フッ素樹脂等が挙げられる。これらの中でも、石英ガラスは、紫外線透過率が高く、照射方向の制限が少ないため、モールド材の材料として好ましい。

【０１３４】

また、モールド１６は、表面に反転パターンを有する。反転パターンは、成型体の表面に形成すべき格子パターンを反転させたパターンである。反転パターンは、微細な凸部および／または凹部を有する。凸部としては、モールドの表面に延在する長尺の凸条等が挙げられる。凹部としては、モールドの表面に延在する長尺の溝等が挙げられる。

【０１３５】

前記凸条または溝の長手方向に沿った中心線の形状としては、直線、曲線、折れ曲がり直線等の形状が挙げられる。凸条または溝は、複数が平行に存在して縞状をなしていてもよい。凸条または溝の、長手方向に直交する方向の断面形状としては、長方形、台形、三角形、半円形等が挙げられる。

【０１３６】

凸条または溝の幅は、平均で１ｎｍ～５０ｍｍが好ましく、１ｎｍ～５００μｍがより好ましく、１０ｎｍ～１００μｍがさらに好ましい。凸条の幅とは、長手方向に直交する方向の断面における底辺の長さを意味する。溝の幅とは、長手方向に直交する方向の断面における上辺の長さを意味する。

【０１３７】

凸部の高さは、平均で１ｎｍ～５０ｍｍが好ましく、１ｎｍ～５００μｍがより好ましく、１０ｎｍ～５０μｍがさらに好ましい。凹部の深さは、平均で１ｎｍ～５０ｍｍが好ましく、１ｎｍ～５００μｍがより好ましく、１０ｎｍ～５０μｍがさらに好ましい。

【０１３８】

モールド１６の表面は、光重合性組成物（α）とモールド表面との剥離性を向上させる

ため、離型剤により表面処理を行うことが好ましい。
モールド１６の表面処理に用いる離型剤としては特に制限されないが、光重合組成物を硬化させてなる光学材料に対する離型性、およびモールドへの接着性の点から、ケイ素原子に加水分解可能な基が結合した含フッ素有機シラン化合物が好ましい。特にアルコキシシリル基、シラノール基を有する含フッ素系有機シラン化合物は、石英ガラスと反応して高い密着性を得られるため好ましい。
具体的には、例えばオプツールＤＳＸ（商品名、ダイキン工業株式会社製）、Ｎｏｖｅｃ　ＥＧＣ－１７２０（商品名、住友スリーエム株式会社製）、トリメトキシ（１Ｈ，１Ｈ，２Ｈ，２Ｈ－パーフルオロデシル)シラン、トリメトキシ（１Ｈ，１Ｈ，２Ｈ，２Ｈ－パーフルオロオクチル）シラン等の市販の離型剤が好ましい。
モールド１６の表面処理に用いるフッ素系有機材料は、１種類のみを用いても良く、２種類以上を用いてもよい。
【０１３９】
＜工程（ｄ）＞
図５（ｄ）に示すように、工程（ｃ）で形成された光重合性組成物（α）の硬化層１２からモールド１６を分離し、表面に格子パターンを有する成型体１７を得る。成型体１７とモールド１６とを分離する方法としては、真空吸着によって双方を固定して片方を離す方向に移動させる方法、機械的に双方を固定して片方を離す方向に移動させる方法等が挙げられる。
【０１４０】
＜工程（ｅ）＞
図５（ｅ）に示すように、工程（ｃ）で形成された硬化層１２の上に、未硬化の光重合性組成物（β）をスピンコート法等により塗布し、光重合性組成物（β）の塗布層１３ａを形成する。
【０１４１】
光重合性組成物（β）の塗布方法としては、スピンコート法、ロールコート法、キャスト法、ディップコート法、ダイコート法、バーコート法等が挙げられ、光重合性組成物（β）の塗布層２の厚さの均一性と塗布の簡便性の点から、スピンコート法が好ましい。
光重合性組成物（β）の塗布時の圧力、周辺雰囲気、温度等に関する好適な条件は、光重合性組成物（α）の塗布時の条件（工程（ａ））と同様である。
【０１４２】
＜工程（ｆ）＞
図５（ｆ）に示すように、工程（ｅ）において形成された光重合性組成物（β）の塗布層１３ａの上に、減圧雰囲気で、透明基板１４を押し当てる。このとき、真空環境のような減圧雰囲気であると、空気の介在がなく、押圧時における泡の巻き込みによる欠陥の発生を低減できる。ここで、真空環境とは、３０００Ｐａ以上の減圧雰囲気を指す。
３０００Ｐａ以上の減圧雰囲気であれば、光重合性組成物（β）の揮発による組成の大幅な変化が生じ難い。
【０１４３】
＜工程（ｇ）＞
図５（ｇ）に示すように、透明基板１１または透明基板１４を介して光重合性組成物（β）の塗布層１３ａを加圧しながら、透明基板１１または透明基板１４のいずれか紫外線を透過する側から、紫外線を照射し、塗布層１３ａの光重合性組成物（β）を完全に硬化させる。これにより、透明基板１１及び透明基板１４間に、光重合性組成物（α）の硬化層１２とともに、光重合性組成物（β）の硬化層１３が形成された波長選択回折素子１０を得る（図５（ｈ）参照）。
【０１４４】
加圧は、透明基板１１側または透明基板１４側、もしくは両方の側から行うことが好ましい。加圧する方法としては、上述した光重合性組成物（α）の塗布層１２ａの場合と同様、機械的にプレスする方法、気体または液体を媒介としてプレスする方法等が挙げられ

る。プレスの圧力（ゲージ圧）は、０超～１０ＭＰａ以下が好ましく、０．１～５ＭＰａがより好ましい。加圧する際の温度は、０～１００℃が好ましく、１０～８０℃がより好ましい。

【０１４５】

光重合性組成物（β）の光硬化反応に使用する光線及び光源や、その波長領域及び照度は、上述した光重合性組成物（α）の塗布層１２ａの場合と同様の態様が好適に用いられる。

【０１４６】

（基板）

透明基板１１、１４としては、透光性を有する無機材料製または有機材料製の基板が用いられる。無機材料としては、シリコン、ガラス、石英ガラス、金属酸化物（アルミナ（サファイア含む）等）、窒化珪素、窒化アルミニウム、ニオブ酸リチウム、化合物半導体（窒化ガリウム、ヒ化ガリウムなど）等が挙げられる。有機材料としては、フッ素樹脂、シリコーン樹脂、アクリル樹脂、ポリカーボネート、ポリエステル（ポリエチレンテレフタレート等）、ポリイミド、ポリプロピレン、ポリエチレン、ナイロン樹脂、ポリフェニレンサルファイド、環状ポリオレフィン等が挙げられる。

【０１４７】

光重合性組成物との密着性に優れる点から、基板として、表面処理された基板を用いてもよい。表面処理としては、プライマー塗布処理、オゾン処理、プラズマエッチング処理等が挙げられる。プライマーとしては、ポリメチルメタクリレート、シランカップリング剤、シラザン等が挙げられる。

【０１４８】

透明基板１１、１４の表面処理剤としては、ガラス基板、光重合性組成物の双方に対して高い密着性を得られるため、シランカップリング剤が好ましい。

シランカップリング剤としては、例えばビニルトリクロロシラン、ビニルトリメトキシシラン、ビニルトリエトキシシラン、２－（３，４－エポキシシクロヘキシル）エチルトリメトキシシラン、３－グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、３－グリシドキシプロピルメチルジエトキシシラン、３－グリシドキシプロピルトリエトキシシラン、ｐ－スチリルトリメトキシシラン、３－メタクリロキシプロピルメチルジメトキシシラン、３－メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、３－メタクリロキシプロピルメチルジエトキシシラン、３－メタクリロキシプロピルトリエトキシシラン、３－アクリロキシプロピルトリメトキシシラン、Ｎ－２－（アミノエチル）－３－アミノプロピルメチルジメトキシシラン、Ｎ－２－（アミノエチル）－３－アミノプロピルトリメトキシシラン、Ｎ－２－（アミノエチル）－３－アミノプロピルトリエトキシシラン、３－アミノプロピルトリメトキシシラン、３－アミノプロピルトリエトキシシラン、３－トリエトキシシリル－Ｎ－（１，３－ジメチルーブチリデン）プロピルアミン、Ｎ－フェニル－３－アミノプロピルトリメトキシシラン、Ｎ－（ビニルベンジル）－２－アミノエチル－３－アミノプロピルトリメトキシシランの塩酸塩、３－ウレイドプロピルトリエトキシシラン、３－クロロプロピルトリメトキシシラン、３－メルカプトプロピルメチルジメトキシシラン、３－メルカプトプロピルトリメトキシシラン、ビス(トリエトキシシリルプロピル)テトラスルフィド、３－イソシアネ―トプロピルトリエトキシシラン等が挙げられる。

透明基板１１、１４の表面処理に用いるシランカップリング剤は、１種類のみを用いてもよく、２種類以上を用いてもよい。

【０１４９】

光重合組成物（β）を硬化させてなる第２の光学材料Ｂの屈折率n_dとアッベ数ν_dは、$38 < \nu_d < 58$、$1.53 < n_d < 1.78$、かつ、$n_d > 1.804 - 0.005\nu_d$の範囲内にあることが好ましい。

【０１５０】

例えば、一官能性化合物（Ｉ）である２－エチル－２－アダマンチルアクリレートの屈折率n_dは$n_d = 1.53$、アッベ数ν_dは$\nu_d = 58$であり、３－メタクリロキシプロ

ピルトリメトキシシランで表面処理した粒径９ｎｍのＺｒＯ$_2$粒子の屈折率ｎ$_d$はｎ$_d$＝１．７８、ν$_d$＝３８であり、これらの含有量等を、本発明の範囲内で適宜調整して光重合性組成物（β）としたものを、光硬化することで、屈折率ｎ$_d$及びアッベ数ν$_d$が上記範囲内にある光学材料が得られる。

【０１５１】

なお、従来より光学材料として用いられてきた硫黄化合物としては、例えば１，２－ビス（アクリロイルオキシエチルチオ）エタン（特開平１－１２８９６６）、ビス（アクリロイルオキシエチルチオエチル）スルフィド（特開２０００－９５７３１）、２，２’－チオジエタンチオールジアクリレート（特開昭６３－１８８６６０）を代表的なものとして挙げられる。

これら化合物の硬化物の屈折率ｎ$_d$とアッベ数ν$_d$を測定したところ、それぞれ１，２－ビス（アクリロイルオキシエチルチオ）エタンはν$_d$＝４５、ｎ$_d$＝１．５８であり、ビス（アクリロイルオキシエチルチオエチル）スルフィドは、ν$_d$＝４２、ｎ$_d$＝１．５９であり、２，２’－チオジエタンチオールジアクリレートはν$_d$＝３４、ｎ$_d$＝１．６３であり、これら化合物のｎ$_d$とν$_d$は、それぞれ関係式ｎ$_d$＝１．８０４－０．００５ν$_d$を満たしていた。

これに対し、光重合組成物（β）を硬化させてなる第２の光学材料Ｂは、屈折率ｎ$_d$が、（１．８０４－０．００５ν$_d$）を超える範囲にあり、上記の硫黄化合物と比較して、アッベ数ν$_d$に対してより高い屈折率が得られる。

【０１５２】

光重合組成物（α）を硬化させてなる第１の光学材料Ａの屈折率ｎ$_d$とアッベ数ν$_d$は、１０＜ν$_d$＜３５、１．５５＜ｎ$_d$＜１．７０の範囲内が好ましく、より好ましくは、１５＜νｄ＜３５、１．５５＜ｎｄ＜１．７０である。

【０１５３】

（第３の実施形態）

次に、本発明の第３の実施形態に係る波長選択性回折素子について図６を用いて説明する。図６（ａ）は、波長選択性回折素子３０に波長λ$_1$の光が入射したときの作用を示す模式的な横断面図であり、図６（ｂ）は、波長選択性回折素子３０に波長λ$_2$の光が入射したときの作用を示す模式的な横断面図である。

【０１５４】

図６において、波長選択性回折素子３０は、上述した第１の実施態様である波長選択性回折素子１０と第２の実施態様である波長選択性回折素子２０とを組み合わせて構成されており、透明基板３１と、透明基板３１の表面に形成された、凹凸部材３２と、凹凸部材３２の凹凸部の間に充填された充填部材３３とを備えた第１部材３２０を有する。また、第１部材３２０の上方には、透明基板３６と、透明基板３６の表面に形成された、凹凸部材３５と、凹凸部材３５の凹凸部間に充填された充填部材３４とを備えた第２部材３１０が設けられ、充填部材３３と充填部材３４とで透明基板３７が挟持された状態で、第１部材３２０と第２部材３１０とが積層されている。

なお、波長選択性回折素子３０において、第１部材３２０を構成する透明基板３１、凹凸部材３２及び充填部材３３、並びに透明基板３７は、それぞれ、上述した波長選択性回折素子２０（図３参照。）における透明基板２１、回折格子２２、充填部材２３及び透明基板２４に該当する。

また、波長選択性回折素子３０において、第２部材３１０を構成する透明基板３６、凹凸部材３５及び充填部材３４、並びに透明基板３７は、それぞれ、上述した波長選択性回折素子１０（図１参照。）における透明基板１１、凹凸部材１２、充填部材１３及び透明基板１４に該当する。

【０１５５】

波長選択性回折素子３０は、波長λ$_1$の光に対する凹凸部材３２の屈折率と充填部材３３の屈折率が等しく、波長λ$_2$の光に対する凹凸部材３２の屈折率と充填部材３３の屈折率が異なるように形成されている。また、波長選択性回折素子３０は、波長λ$_1$の光に対

する凹凸部材３５の屈折率と充填部材３４の屈折率が異なり、波長λ$_2$の光に対する凹凸部材３５の屈折率と充填部材３４の屈折率が等しくなるように形成されている。

【０１５６】

このため、図６（ａ）において、波長λ$_1$の光は、波長選択性回折素子３０の第２部材３１０に進入すると、凹凸部材３５で回折され、次いで第１部材３２０に進入すると、凹凸部材３２では回折されず、透過する。すなわち、波長λ$_1$の光に対しては、凹凸部材３５のみが回折格子として機能する。一方、図３（ｂ）において、波長λ$_2$の光は、波長選択性回折素子３０の第２部材３１０に進入すると、凹凸部材３５を透過し、次いで第１部材３２０に進入すると、凹凸部材３２で回折される。すなわち、波長λ$_2$の光に対しては、凹凸部３２のみが回折格子として機能する。

したがって、波長選択性回折素子３０は、異なる素子を複合して形成された一つの素子により、２種の波長に対して、それぞれ独立に回折素子として機能できる。

【０１５７】

例えば、上述した波長λ$_1$、及び波長λ$_2$を、それぞれＢＤで使用される４０５ｎｍ波長帯、及びＤＶＤで使用される６６０ｎｍ波長帯とする。

このとき、図１に示す波長選択性回折素子１０の凹凸部材１２及び充填部材１３が、第１の実施形態の関係を有する場合には、４０５ｎｍ波長帯の光を回折し、６６０ｎｍ波長帯の光を透過する波長選択性回折素子を作製できる。なお、７８５ｎｍ波長帯は６６０ｎｍ波長帯と屈折率が近いため、７８５ｎｍ波長帯の光も透過する波長選択性回折素子を作製できる。

また、図３に示す波長選択性回折素子２０の凹凸部材２２及び充填部材２３が、第２実施形態の関係を有する場合には、４０５ｎｍ波長帯の光を透過し、６６０ｎｍ波長帯の光を回折できる。なお、ＣＤで使用される７８５ｎｍ波長帯は、６６０ｎｍ波長帯と屈折率が近いため、７８５ｎｍ波長帯の光も回折可能な波長選択性回折素子を作製することもできる。

【０１５８】

以上説明した波長選択性回折素子１０、２０、３０においては、凹凸部材１２、２２、３２、３５の格子高さｄ$_1$、ｄ$_2$を調整したり、その格子形状を変化させることで、回折効率を調整できる。したがって、３ビーム発生用素子またはホログラムビームスプリッタとして、好適な効率を得られる格子高さを用いればよい。また、波長選択性回折素子の凹凸部材をブレーズド格子形状またはマルチレベル構造の階段状格子形状とすることにより、特定の次数における回折効率を高めて用いてもよい。またさらに、回折格子のピッチを調整することで、回折角度が調整でき、所望の回折角度が得られる。これらの素子は、従来の３ビーム発生用素子やホログラムビームスプリッタに用いられている手法を、そのまま波長選択性回折素子に適用できる。

【０１５９】

上述した光学材料Ａ、Ｂを本発明の波長選択回折素子に適用する場合、その手法は上述した態様には限定されず、従来から知られた公知の方法を適用できる。なお、光重合性組成物（α）、光重合性組成物（β）は、光学素子同士を積層したり、光学部品を固定したりする際の接着剤として用いることもできる。

【０１６０】

また、上述した光学材料Ａ及びＢを用いた本発明の波長選択回折素子は、青色レーザに対する耐光性に優れている。このため、光ピックアップ装置の用途において好ましく用いることができ、大容量化に適した光ヘッド装置の製造に用いることができる。すなわち、上述した光学材料Ａ及びＢを用いた本発明の波長選択回折素子は、光記録媒体情報を記録する、および／または、光記録媒体に記録された情報を再生する光ヘッド装置に適しており、特にＢＤのような青色レーザを用いた光情報記録再生装置用の光ヘッド装置に好適である。具体的には、光ヘッド装置のレーザ光の光路中に好ましく配置される。また、従来から高屈折率樹脂が必要とされている、その他の用途においても、好適に用いることができる。

【０１６１】
［光ヘッド装置］
図７は、本発明の一実施形態である光ヘッド装置の構成を模式的に示す図である。
図７に示すように、光ヘッド装置１１１は、レーザ光を出射する光源１１２と、波長選択性回折格子１１３と、レーザ光を透過するビームスプリッタ１１４と、レーザ光を平行化するコリメータレンズ１１５と、光ディスク１１６の記録層１１７に集光する対物レンズ１１８と、光ディスク１１６からの反射光を検出する光検出器１１９とを有している。波長選択性回折格子１１３は、３ビーム発生用回折格子であり、本実施形態では、上述した波長選択性回折格子１０（図１参照。）を適用する。波長選択性回折格子１１３で得られた３ビームは、光ヘッド装置１１１において、ＢＤなどに記録された情報を読み取る際のトラッキング制御において用いられる。
【０１６２】
なお、図７では、光源１１２とビームスプリッタ１１４との間に波長選択性回折格子１１３が設けられているが、波長選択性回折格子１１３は、光源１１２と対物レンズ１１８の間の光路中に設けられていればよく、例えば、ビームスプリッタ１１４と対物レンズ１１８との間に波長選択性回折格子１１３を設けてもよい。ただし、図７に示すように、光源１１２とビームスプリッタ１１４の間に波長選択性回折格子１１３を配置することが、光ディスクからの反射光が、波長選択性回折格子１１３で回折されず、その大半が光検出器１１９に到達するため、光の利用効率が高められるため好ましい。
【０１６３】
光源１１２は、例えば半導体レーザダイオードで構成されており、光ディスク１１６の種類に適した波長のレーザ光を生成し、波長選択性回折格子１１３に出射する。光源１１２には、通常の光ヘッド装置に使用される、一般的なレーザ光源が使用される。具体的には、半導体レーザが好適に用いられ、半導体レーザ以外のレーザ光源であってもよい。本発明に適用される光学材料は、青色レーザに対して優れた耐光性を有するため、青色レーザを光源とした光ヘッド装置に好適に使用される。本実施形態では、レーザ光として、波長４０５ｎｍ（波長λ_1）、及び６６０ｎｍ（波長λ_2）のものを使用する。なお、互いに異なる波長のレーザ光を出射する光源を複数備え、各光源から波長選択性回折格子１１３にレーザ光を出射する構成としてもよい。
【０１６４】
波長選択性回折格子１１３は、波長λ_1のレーザ光を回折せずに透過した光（０次回折光）と、波長λ_1のレーザ光を回折した光（±１次回折光）とを含む３つのビーム（図１（ａ）参照。）をビームスプリッタ１１４に出力する。さらに、波長選択性回折格子１１３は、波長λ_2のレーザ光を透過してビームスプリッタ１１４に出力する。ビームスプリッタ１１４は、透過性の材料、例えば、ガラス、プラスチック等で構成されており、光ディスク１１６からの反射光を反射する反射面を備えている。コリメータレンズ１１５も、透過性の材料、例えば、ガラス、プラスチック等で構成されており、入射したレーザ光を平行化するように構成されている。
対物レンズ１１８は、所定の開口数ＮＡを有しており、コリメータレンズ１１５からの入射光を光ディスク１１６の記録層１１７に集光し、さらに、記録層１１７からの反射光を捕捉するように構成されている。光検出器１１９は、レンズやフォトダイオードなどを含んでおり、ビームスプリッタ１１４の反射面によって反射された光ディスク１１６からの反射光を電気信号に変換する。また、光検出器１１９は、波長λ_1の３ビームの反射光を受光し、０次回折光により生成された主ビームと、±１次回折光により生成された２つの副ビームとを受光し、２つの副ビーム間の光量差に基づいてトラッキングエラーを検出し、トラッキング制御部（図示せず）に出力する。
【０１６５】
光ディスク１１６がＢＤである場合、光ヘッド装置１１１は次のように動作する。まず、図７に示すように、光源１１２から出射された波長λ_1の光は、波長選択性回折格子１１３によって出射光の一部が回折される。これにより、波長選択性回折格子１１３からは

、０次回折光と±１次回折光を含む光が出射され、ビームスプリッタ１１４を透過して、コリメータレンズ１１５によって平行光とされる。コリメータレンズ１１５から出射された平行光は、対物レンズ１１８によって、０次回折光と±１次回折光とが３ビームとなって光ディスク１１６の情報記録トラック上に集光される。次に、光ディスク１１６によって反射された光は、再び対物レンズ１１８よりコリメータレンズ１１５を透過し、ビームスプリッタ１１４で反射されて、０次回折光により生成された主ビームと、±１次回折光により生成された２つの副ビームとが光検出器１１９の受光面に集光される。そして、光検出器１１９によって、２つの副ビーム間の光量差に基づいてトラッキングエラー信号が検出され、トラッキング制御部（図示せず）に出力される。

【０１６６】

光ディスク１１６がＤＶＤである場合には、光ヘッド装置１１１は次のように動作する。まず、図７に示すように、光源１１２から出射された波長λ_2の光は、波長選択性回折格子１１３で回折されることなく透過した後、さらにビームスプリッタ１１４を透過して、コリメータレンズ１１５で平行光とされる。その後、この平行光は、対物レンズ１１８によって光ディスク１１６の情報記録トラック上に集光される。そして、光ディスク１１６で反射された光は、再び対物レンズ１１８とコリメータレンズ１１５を透過し、ビームスプリッタ１１４で反射されて光検出器１１９の受光面に集光される。

以上述べたように本発明の波長選択回折素子を用いることにより、大容量化に適し、信頼性の高い光ヘッド装置を構成できる。

【０１６７】

本実施形態では、波長選択性回折格子１１３を、光源１１２と対物レンズ１１８との間の光路上に設けることとしたが、本発明の光ヘッド装置１１１はこのような態様に限定されず、例えば対物レンズ１１８と光検出器１１９との間の光路上に、本発明の波長選択性回折格子をホログラム回折素子として設ける構成としてもよい。これにより、光検出器１１９の受光面数や受光面の面積を低減でき、装置全体の小型化が図れる。

【０１６８】

また、本発明の光ヘッド装置は、記録・再生する光ディスクの種類に応じて、３ビーム方式とホログラム方式とを使い分け可能としたものでもよく、また、トラッキングサーボ信号の検出を３ビーム方式で行い、フォーカスサーボ信号の検出をホログラム方式で行うようにしたものでもよい。例えば、ＤＶＤとＣＤを記録・再生する場合は３ビーム方式を用い、ＢＤを記録・再生する場合はホログラム方式を用いるものでもよい。

【０１６９】

尚、本発明は上記実施の形態に限定されず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内において、適宜変形して実施できる。

【実施例】

【０１７０】

以下に実施例を挙げて本発明を説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されない。

【０１７１】

（酸化ジルコニウム粒子の平均１次粒子径の測定）

ジルコニア粒子の平均粒子径は、透過型電子顕微鏡を用いて約２００個の粒子径を測定し平均値を使用した。

【０１７２】

（光重合性成組成物の粘度測定）

光重合性成組成物の粘度測定は、粘度計（Ｂｒｏｏｋｆｉｅｌｄ社製、商品名「ＨＢＤＶ-III Ｕｌｔｒａ　ＣＰ」）により、２５℃においてせん断速度$10s^{-1}$にて測定した。

【０１７３】

（光重合性成組成物を硬化した硬化物の屈折率測定）

光重合性成組成物を硬化した硬化物の屈折率はプリズムカプラ（Ｍｅｔｒｉｃｏｎ社製、商品名「Ｍｏｄｅｌ２０１０」）により、室温で測定した。４０４、６３３、７９１ｎ

mにて測定された3波長の屈折率を、コーシーの式（$n(\lambda)=A+B/\lambda^2+C/\lambda^4$）のパラメーターA、B、Cを最小2乗法にてフィッティングを行い、波長589nmにおける屈折率n_dとアッベ数ν_dを求めた。

【0174】

＜酸化ジルコニウム粒子の表面修飾＞

（調製例1）

撹拌機を備えた100mLガラス製容器に、平均1次粒子径7nmの酸化ジルコニウム粒子2g、トルエン20gを入れ激しく撹拌し、さらに表面処理剤として3－メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン0．6gを投入した。その後、24時間撹拌を続けた後、エバポレータにて液体を除去し、白粉を得た。

得られた白粉の一部を採取し、$CDCl_3$を加えて^1H－NMRで分析したところ、メトキシ基に特有のスペクトルが消失していた。また、採取した残りの白粉にトルエンを加えたところ、透明な液体が得られた。

これにより、酸化ジルコニウム粒子表面が、3－メタクリロキシプロピルトリメトキシシランと反応した表面処理酸化ジルコニウム粒子（Z－1）の生成が確認された。

【0175】

（調製例2）

平均1次粒子径7nmの酸化ジルコニウム粒子2gに代えて、平均1次粒子径9nmの酸化ジルコニウム粒子2gを使用し、3－メタクリロキシプロピルトリメトキシシランの添加量を0．6gから0．4gに変更した以外は、（調製例1）と同様にして白粉の作製、及び酸化ジルコニウム粒子の表面状態の確認を行い、表面処理酸化ジルコニウム粒子（Z－2）を得た。

【0176】

＜光重合性組成物βの作製＞

［例1］

100mLガラス製容器に、調製例1で得られた表面処理酸化ジルコニウム粒子（Z－1）1．30g、トルエン10gを入れ、トルエン分散液を調製した。

これに2－エチル－2－アダマンチルアクリレート（出光興産株式会社製）0．70gを加えて1時間撹拌した後、ロータリーエバポレーターにて溶媒を留去した。留去後に得られた組成物の一部を採取し、$CDCl_3$を加えて^1H－NMRで分析した。

NMR分析で得られたスペクトル強度から、組成物中のトルエン濃度は1％未満であることを確認した。

この組成物1．00gとトリシクロデカンジメタノールジアクリレート（共栄社化学株式会社製）0．03g、光重合開始剤として1－ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン0．005gとを混合し、超音波分散機にて分散処理を行って、光重合性組成物（A）を得た。

光重合性組成物（A）に占める、酸化ジルコニウム粒子の含有量は48．9質量％であり、トリシクロデカンジメタノールジアクリレートの含有量は2．7質量％であった。

また、光重合性組成物（A）中のトルエンの残留濃度（残留溶媒量）は光重合性組成物（100質量％）に対して0．1質量％であり、粘度は2900mPa・sであった。

【0177】

［例2］

調製例1で得られた表面処理酸化ジルコニウム粒子（Z－1）1．30gに代えて、調製例2で得られた表面処理酸化ジルコニウム粒子（Z－2）1．37gを用い、2－エチル－2－アダマンチルアクリレートの添加量を0．70gから0．63gに変更し、トリシクロデカンジメタノールジアクリレート（共栄社化学株式会社製）の添加量を0．03gから0．20gに変更した以外は、［例1］と同様にして光重合性組成物（B）を得た。

光重合性組成物（B）に占める、酸化ジルコニウム粒子の含有量は47．2質量％、トリシクロデカンジメタノールジアクリレートの含有量は16．9質量％であった。また、

光重合性組成物（Ｂ）中のトルエンの残留濃度（残留溶媒量）は光重合性組成物（１００質量％）に対して０．１質量％であり、粘度は２６００ｍＰａ・ｓであった。

【０１７８】

［例３］

調製例１で得られた表面処理酸化ジルコニウム粒子（Ｚ－１）１．３０ｇに代えて、調製例２で得られた酸化ジルコニウム粒子（Ｚ－２）１．３７ｇを用い、２－エチル－２－アダマンチルアクリレート０．７０ｇに代えてジアダマンチルアクリレート０．６３ｇを用い、トリシクロデカンジメタノールジアクリレート（共栄社化学株式会社製）の添加量を０．０３ｇから０．２０ｇに変更した以外は、［例１］と同様にして光重合性組成物（Ｃ）を得た。

光重合性組成物（Ｃ）に占める、酸化ジルコニウム粒子の濃度は４７．２質量％であり、トリシクロデカンジメタノールジアクリレートの濃度は１６．９質量％であった。

また、光重合性組成物（Ｃ）中のトルエンの残留濃度（残留溶媒量）は、光重合性組成物（１００質量％）に対して　０．１質量％であり、粘度は７０００ｍＰａ・ｓであった。

【０１７９】

［例４］

調製例１で得られた表面処理酸化ジルコニウム粒子（Ｚ－１）の添加量を、１．３０ｇから１．３９ｇに変更し、２－エチル－２－アダマンチルアクリレートの添加量を０．７０ｇから０．６１ｇに変更し、トリシクロデカンジメタノールジアクリレート０．０３ｇをアダマンチルジアクリレート（三菱ガス化学株式会社製）０．０５ｇに変更した以外は、［例１］と同様にして光重合性組成物（Ｄ）を得た。

光重合性組成物（Ｄ）に占める、酸化ジルコニウム粒子の濃度は５１．７質量％、アダマンチルジアクリレートの濃度は５．０質量％であった。

また、光重合性組成物（Ｄ）中のトルエンの残留濃度（残留溶媒量）は光重合性組成物（１００質量％）に対して０．１質量％であり、粘度は８４００ｍＰａ・ｓであった。

【０１８０】

［例５］

調製例１で得られた表面処理酸化ジルコニウム粒子（Ｚ－１）の添加量を、１．３０ｇから１．５５ｇに変更し、２－エチル－２－アダマンチルアクリレート（出光興産株式会社製）の添加量を０．７０ｇから０．４５ｇに変更し、トリシクロデカンジメタノールジアクリレートを添加しなかったこと以外は、［例１］と同様にして光重合性組成物（Ｅ）を得た。

光重合性組成物（Ｅ）に占める、酸化ジルコニウム粒子の濃度は６０．５質量％であった。

また、光重合性組成物（Ｅ）中のトルエンの残留濃度（残留溶媒量）は光重合性組成物（１００質量％）に対して０．４質量％であり、粘度は１００００ｍＰａ・ｓを超える値を示した。

【０１８１】

［例６］

調製例１で得られた表面処理酸化ジルコニウム粒子（Ｚ－１）１．３０ｇに代えて、調製例２で得られた酸化ジルコニウム粒子（Ｚ－２）１．５９ｇを用い、２－エチル－２－アダマンチルアクリレートの添加量を０．７０ｇから０．４１ｇに変更し、トリシクロデカンジメタノールジアクリレートを添加しなかった以外は、［例１］と同様にして光重合性組成物（Ｆ）を得た。

光重合性組成物（Ｆ）に占める、酸化ジルコニウム粒子の濃度は６５．７質量％であった。また、光重合性組成物（Ｆ）中のトルエンの残留濃度は光重合性組成物（１００質量％）に対して０．５質量％であり、粘度は１００００ｍＰａ・ｓを超える値を示した。

【０１８２】

例１～６の各光重合組成物（Ａ）～（Ｆ）における、酸化ジルコニウム粒子の平均一次

粒子径及びその含有量とともに、一官能性化合物（Ｉ）、多官能性化合物（ＩＩ）の含有量を表１に示す。

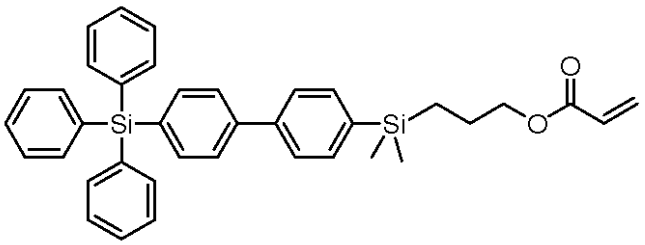
【０１８３】

【表１】

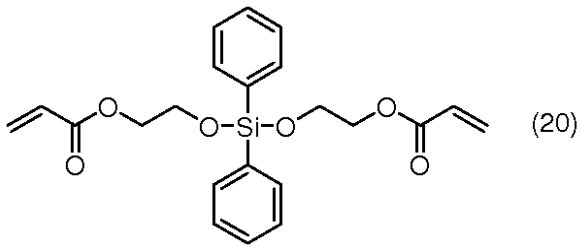
		酸化ジルコニウム粒子			重合性モノマー				
					一官能化合物（Ｉ）		多官能化合物（ＩＩ）		
		使用粒子	平均一次粒子径[ｎｍ]	含有量[質量％（ｇ）]	化合物	含有量[質量％（ｇ）]	化合物	含有量[質量％（ｇ）]
例１	組成物（Ａ）	Ｚ－１	７	４８．９（１．３０）	2-エチル-2-アダマンチルアクリレート	３４．２（０．７０）	トリシクロデカンジメタノールジアクリレート	２．７（０．０３）
例２	組成物（Ｂ）	Ｚ－２	９	４７．２（１．３７）	2-エチル-2-アダマンチルアクリレート	２６．１（０．６３）	トリシクロデカンジメタノールジアクリレート	１６．９（０．２０）
例３	組成物（Ｃ）	Ｚ－２	９	４７．２（１．３７）	ジアマンチルアクリレート	２６．１（０．６３）	トリシクロデカンジメタノールジアクリレート	１６．９（０．２０）
例４	組成物（Ｄ）	Ｚ－１	７	５１．７（１．３９）	2-エチル-2-アダマンチルアクリレート	２８．８（０．６１）	アダマンチルジアクリレート	５．０（０．０５）
例５	組成物（Ｅ）	Ｚ－１	７	６０．５（１．５５）	2-エチル-2-アダマンチルアクリレート	２２．６（０．４５）	—	—
例６	組成物（Ｆ）	Ｚ－２	９	６５．７（１．５９）	2-エチル-2-アダマンチルアクリレート	２０．６（０．４１）	—	—

【０１８４】

＜光重合性組成物（α）の作製＞
［例７］
ビスアリールフルオレン骨格を有するオグソールＥＡ－Ｆ５００３（大阪ガスケミカル株式会社製）１．００ｇと光重合開始剤である１－ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン０．００５ｇとを１００ｍＬガラス製容器に入れ、十分に撹拌し、光重合性組成物（Ｇ）を得た。
光重合性組成物（Ｇ）に占める、オグソールＥＡ－Ｆ５００３（大阪ガスケミカル株式会社製）の割合は９９．５質量％であった。
【０１８５】
［例８］
下式（１９）で示される芳香族化合物（１９）１．００ｇと、光重合開始剤である１－ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン０．００５ｇとを１００ｍＬガラス製容器に入れ、十分に撹拌し、光重合性組成物（Ｈ）を得た。
光重合性組成物（Ｈ）に占める、芳香族化合物（１９）の割合は９９．５質量％であった。
【０１８６】
【化１１】


(19)

【０１８７】
［例９］
１００ｍＬガラス製容器に、オグソールＥＡ－Ｆ５００３（大阪ガスケミカル株式会社製）と、下式（２０）で示される芳香族化合物（２０）との混合物１．０ｇと、光重合開始剤である１－ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン０．００５ｇとを１００ｍＬガラス製容器に入れ十分に撹拌し、光重合性組成物（Ｉ）を得た。
光重合性組成物（Ｉ）に占める、オグソールＥＡ－Ｆ５００３（大阪ガスケミカル株式会社製）の割合は５８．９質量％であり、芳香族化合物（２０）の割合は４０．６質量％であった。
【０１８８】
【化１２】


(20)

【０１８９】
＜光学材料の屈折率＞
［例１０］
２枚のガラス板の角４箇所を、直径１０μｍのガラスビーズを配合した接着剤を用いて貼り合わせて、ガラス間に１０μｍの間隔を設けたガラスセルを作製した。このガラスセルの内部に、上記の光重合性組成物（Ａ）を液体状態で注入した後、ガラス板に対して垂直方向から紫外線を２分間照射し、光重合性組成物（Ａ）を硬化させ硬化物Ａを得た。
光硬化に用いた高圧水銀灯の照度は、波長３６５ｎｍで１００ｍＷ／ｃｍ^{2}であった。

硬化物Ａの屈折率を測定したところ、屈折率n_dは１．６０３、アッベ数ν_dは４７であり、高屈折率かつ屈折率の波長依存性が小さいことが確認された。

【０１９０】

［例１１］～［例１８］

光重合性組成物（Ａ）に代えて光重合性組成物（Ｂ）～（Ｉ）を用いた以外は、［例１０］と同様にして、光重合性組成物（Ｂ）～（Ｉ）を硬化させ硬化物Ｂ～Ｉを得た。

【０１９１】

例１０～１８で得られた硬化物（Ａ）～（Ｉ）の屈折率n_d、アッベ数ν_dを表２に示す。

【０１９２】

【表２】

	硬化物	光重合性組成物	屈折率n_d	アッベ数ν_d
例１０	硬化物（Ａ）	組成物（Ａ）	１．６０３	４７
例１１	硬化物（Ｂ）	組成物（Ｂ）	１．６０３	４８
例１２	硬化物（Ｃ）	組成物（Ｃ）	１．６２０	４５
例１３	硬化物（Ｄ）	組成物（Ｄ）	１．６０７	４４
例１４	硬化物（Ｅ）	組成物（Ｅ）	１．６３８	４１
例１５	硬化物（Ｆ）	組成物（Ｆ）	１．６７０	４１
例１６	硬化物（Ｇ）	組成物（Ｇ）	１．６０４	２７
例１７	硬化物（Ｈ）	組成物（Ｈ）	１．６４０	２０
例１８	硬化物（Ｉ）	組成物（Ｉ）	１．５８７	３０

【０１９３】

＜波長選択回折素子＞

［例１９］

石英ガラス基板（以下、支持ガラス基板ともいう）上に光重合性組成物（Ａ）を滴下し、次いでオプツールＤＳＸ（ダイキン工業株式会社製）で表面が処理された凹凸形状を有する石英ガラス基板（以下、離型性凹凸ガラス基板ともいう）を用いて気泡の巻き込みに注意しながらゆっくりと加圧した。

なお、凹凸形状はｄｕｔｙ０．５５のバイナリー形状であり、格子高さは９．４μｍ、格子ピッチは１０μｍであった。

石英ガラス基板及び離型性凹凸ガラス基板に対して、垂直方向から紫外線を２分間照射し、両ガラス基板内部に光重合性組成物（Ａ）の硬化体が形成された積層体を得た。

光硬化に用いた高圧水銀灯の照度は、波長３６５ｎｍで１００ｍＷ／ｃｍ^{2}であった。

その後、離型性凹凸ガラス基板を注意しながら硬化体から剥離したところ、支持ガラス基板上に、凹凸形状が転写された光学材料が得られた。次に、光重合性組成物（Ａ）の硬化体からなる光学材料上に光重合性組成物（Ｇ）を滴下した後、組成物（Ｇ）上に石英ガラス基板（以下、保護ガラス基板ともいう）を載置し、気泡の巻き込みに注意しながら、保護ガラス基板をゆっくりと加圧した。

支持ガラス基板及び保護ガラス基板に対して、垂直方向から紫外線を２分間照射し、ガラス基板内部に、光重合性組成物（Ａ）の硬化体及び光重合性組成物（Ｇ）の硬化体からなる光学材料が形成された波長選択回折素子を得た。

【０１９４】

［例２０］

光重合性組成物（Ａ）に代えて光重合性組成物（Ｅ）、光重合性組成物（Ｇ）に代えて光重合性組成物（Ｈ）を用い、凹凸形状の格子高さを６．３μｍとしたこと以外は、実施例１６と同様にして波長選択回折素子を得た。

【０１９５】
［例２１］
光重合性組成物（Ｇ）に代えて光重合性組成物（Ｉ）を用い、凹凸形状を、ｄｕｔｙ０．４５のバイナリー形状とし、格子高さを２１．５μｍとしたこと以外は、実施例１６と同様にして波長選択回折素子を得た。
【０１９６】
［例２２］
光重合性組成物（Ａ）に代えて光重合性組成物（Ｆ）、光重合性組成物（Ｇ）に代えて光重合性組成物（Ｈ）を用い、凹凸形状を、ｄｕｔｙ０．４５のバイナリー形状とし、格子高さを１１．０μｍとしたこと以外は、実施例１６と同様にして波長選択回折素子を得た。
【０１９７】
［例２３］
凹凸形状を８ステップブレーズ形状とし、格子高さを１６．５μｍとしたこと以外は、実施例１６と同様にして波長選択回折素子を得た。
【０１９８】
［例２４］
凹凸形状を８ステップブレーズ形状とし、格子高さを１０．９μｍとしたこと以外は、実施例１７と同様にして波長選択回折素子を得た。
【０１９９】
［例２５］
凹凸形状を８ステップブレーズ形状とし、格子高さを４２．０μｍとしたこと以外は、実施例１８と同様にして波長選択回折素子を得た。
【０２００】
［例２６］
凹凸形状を８ステップブレーズ形状とし、格子高さを２１．０μｍとしたこと以外は、実施例１９と同様にして波長選択回折素子を得た。
【０２０１】
バイナリー形または８ステップブレーズ形の格子形状を有する、例１９～２６で得られた各波長選択回折素子に、４０５、６６０、７８５ｎｍの３波長のレーザー光をそれぞれ垂直に入射させて、０次回折効率及び＋１次回折効率を測定した。評価結果を、各凹凸部の格子高さ、格子ピッチ及び格子形状並びに各硬化物（光学材料）の屈折率n_d、アッベ数ν_d及び屈折率差Δｎと併せて、表３及び表４に示す。
【０２０２】

【表３】

		例１９		例２０		例２１		例２２	
		低波長分散	高波長分散	低波長分散	高波長分散	低波長分散	高波長分散	低波長分散	高波長分散
		組成物（Ａ）	組成物（Ｇ）	組成物（Ｅ）	組成物（Ｈ）	組成物（Ａ）	組成物（Ｉ）	組成物（Ｆ）	組成物（Ｈ）
n_d		１．６０３	１．６０４	１．６３８	１．６４０	１．６０３	１．５８７	１．６７０	１．６４０
v_d		４７	２７	４１	２０	４７	３０	４１	２０
｜Δｎ（４０５ｎｍ）｜		０．０２１		０．０３２		０．０００		０．００１	
｜Δｎ（６６０ｎｍ）｜		０．００２		０．００２		０．０１８		０．０３３	
｜Δｎ（７８５ｎｍ）｜		０．００４		０．００６		０．０１９		０．０３７	
格子高さ［μｍ］		９．４		６．３		２１．５		１１．０	
ピッチ［μｍ］		１０		１０		１０		１０	
格子形状		バイナリー（Ｄｕｔｙ　０．５５）		バイナリー（Ｄｕｔｙ　０．５５）		バイテリー（Ｄｕｔｙ　０．４５）		バイナリー（Ｄｕｔｙ　０．４５）	
０次回折効率［％］	４０５ｎｍ	０．７		０．５		９９．９		９９．０	
	６６０ｎｍ	９９．３		９９．８		１．１		０．３	
	７８５ｎｍ	９８．４		９７．９		１．４		０．２	
＋１次回折効率［％］	４０５ｎｍ	４０．７		４０．３		－		－	
	６６０ｎｍ	－		－		４０．２		４０．３	
	７８５ｎｍ	－		－		４２．２		４１．２	

【０２０３】

【表４】

		例２３		例２４		例２５		例２６	
		低波長分散	高波長分散	低波長分散	高波長分散	低波長分散	高波長分散	低波長分散	高波長分散
		組成物（Ａ）	組成物（Ｇ）	組成物（Ｅ）	組成物（Ｈ）	組成物（Ａ）	組成物（Ｉ）	組成物（Ｆ）	組成物（Ｈ）
n_d		１．６０３	１．６０４	１．６３８	１．６４０	１．６０３	１．５８７	１．６７０	１．６４０
v_d		４７	２７	４１	２０	４７	３０	４１	２０
｜Δｎ（４０５ｎｍ）｜		０．０２１		０．０３２		０．０００		０．００１	
｜Δｎ（６６０ｎｍ）｜		０．００２		０．００２		０．０１８		０．０３３	
｜Δｎ（７８５ｎｍ）｜		０．００４		０．００６		０．０１９		０．０３７	
格子高さ［μｍ］		１６．５		１０．９		４２．０		２１．０	
ピッチ［μｍ］		１０		１０		１０		１０	
格子形状		８ステップブレーズ		８ステップブレーズ		８ステップブレーズ		８ステップブレーズ	
０次回折効率［％］	４０５ｎｍ	１．３		０．８		９９．８		９９．０	
	６６０ｎｍ	９９．３		９９．４		３．１		１．８	
	７８５ｎｍ	９８．０		９７．５		３．５		１．７	
＋１次回折効率［％］	４０５ｎｍ	８４．６		８５．１		－		－	
	６６０ｎｍ	－		－		６７．３		７６．２	
	７８５ｎｍ	－		－		６７．３		７７．０	

【０２０４】

表３から明らかなように、低波長分散性を有する光学材料として、酸化ジルコニウム粒子を含む光重合性組成物（Ａ）、（Ｅ）、（Ｆ）の硬化物を用いた例１９～２２の波長選択回折素子では、波長４０５ｎｍ帯域または波長７８５ｎｍ帯域で、０．０１９以上の屈折率差を得られており、バイナリー形状の回折格子でも、４０．３～４２．２％と３０％以上の高い一次回折効率が得られた。

【０２０５】

また、表４から明らかなように、８ステップブレーズ形の格子形状を有する例２３～２６の波長選択回折素子でも同様に、低波長分散性を有する光学材料として、酸化ジルコニウム粒子を含む光重合性組成物（Ａ）、（Ｅ）、（Ｆ）の硬化物を用いており、波長４０５ｎｍ帯域または波長７８５ｎｍ帯域で、０．０１９以上の屈折率差が得られ、６７．３～８５．１％と５０％以上高い一次回折効率が得られた。

また、例１９～２６の波長選択回折素子では、迷光や光量損失が抑制されており、波長４０５ｎｍ帯域または波長７８５ｎｍ帯域で、９７．５％以上と高い０次回折効率が得られた。

【産業上の利用可能性】

【０２０６】

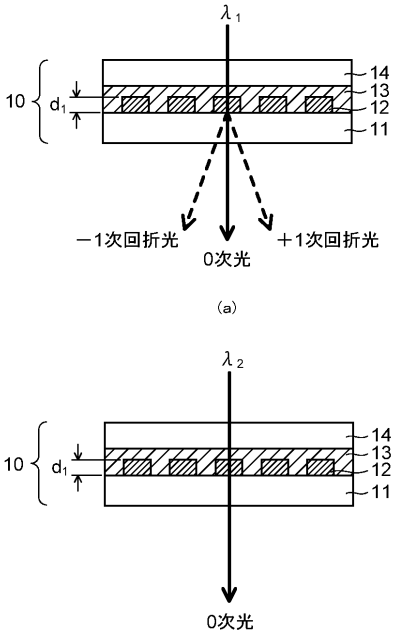
本発明の波長選択回折素子を用いることにより、ＢＤ、ＤＶＤ、ＣＤ各波長帯域に対応した、信頼性の高い光ヘッド装置を構成できる。

【符号の説明】

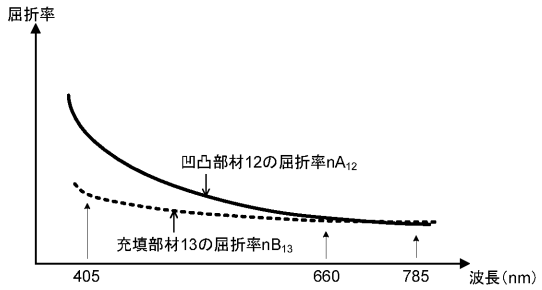
【０２０７】

１０，２０，３０…波長選択回折素子、１１，１４，２１，２４，３１，３６，３７…透明基板、１２，２２，３２，３５…凹凸部材、１３，２３，３３，３４…充填部材、１５…接着層、１６…モールド、１７…成型体、３１０…第２部材、３２０…第１部材、１１１…光ヘッド装置、１１２…光源、１１３…波長選択性回折格子、１１４…ビームスプリッタ、１１５…コリメータレンズ、１１６…光ディスク、１１７…記録層、１１８…対物レンズ、１１９…光検出器

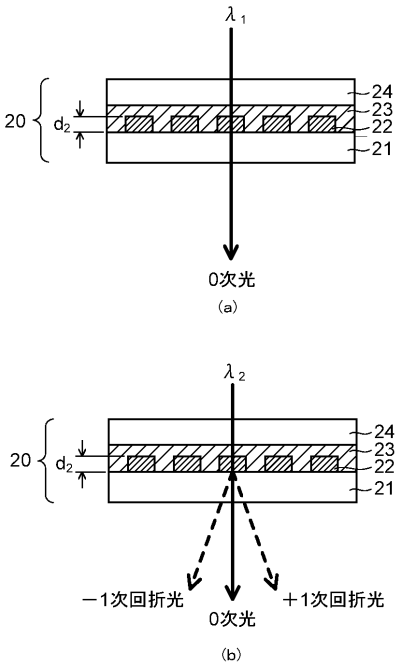
【図１】


λ1
10
d1
14
13
12
11
－1次回折光
0次光
＋1次回折光
(a)
λ2
10
d1
14
13
12
11
0次光
(b)

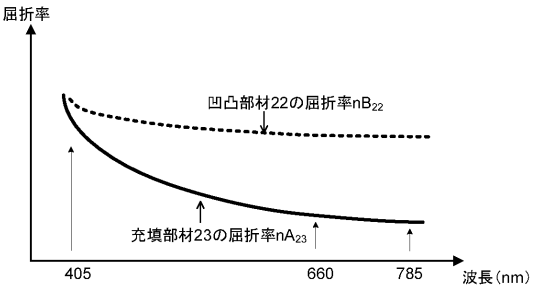
【図２】


屈折率
凹凸部材12の屈折率nA12
充填部材13の屈折率nB13
405
660
785
波長(nm)

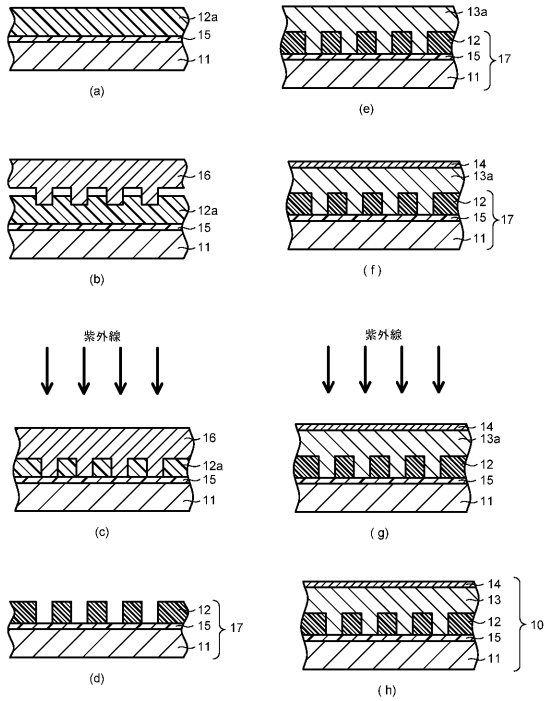
【図３】


λ1
20
d2
24
23
22
21
0次光
(a)
λ2
20
d2
24
23
22
21
－1次回折光
0次光
＋1次回折光
(b)

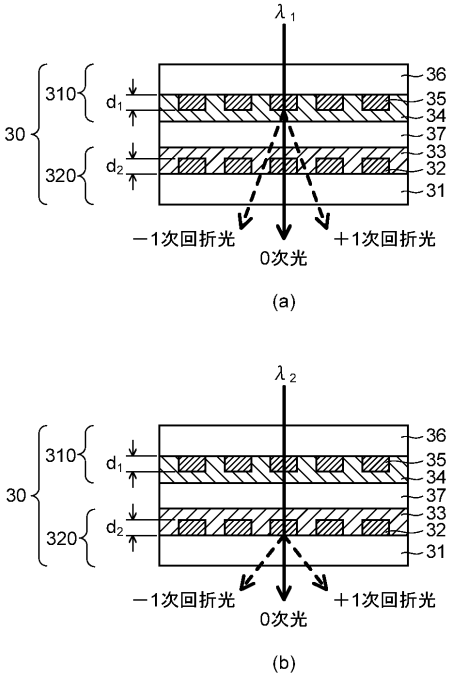
【図４】


屈折率
凹凸部材22の屈折率nB22
充填部材23の屈折率nA23
405
660
785
波長(nm)

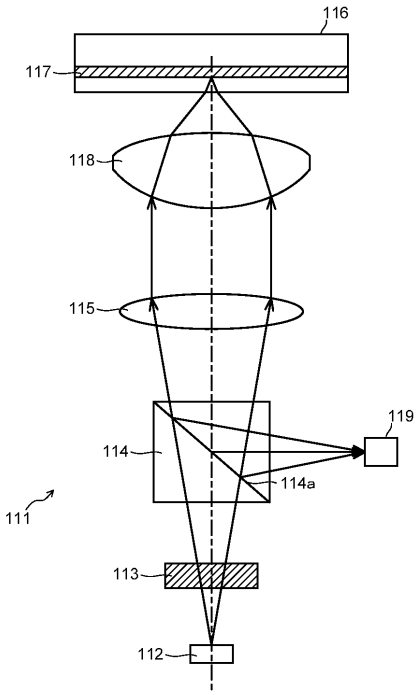
【図５】


12a
15
11
(a)
13a
12
15
11
17
(e)
16
12a
15
11
(b)
14
13a
12
15
11
17
(f)
紫外線
16
12a
15
11
(c)
紫外線
14
13a
12
15
11
(g)
12
15
11
17
(d)
14
13
12
15
11
10
(h)

【図６】


λ1
310
d1
320
d2
30
36
35
34
37
33
32
31
−1次回折光
0次光
＋1次回折光
(a)
λ2
310
d1
320
d2
30
36
35
34
37
33
32
31
−1次回折光
0次光
＋1次回折光
(b)

【図７】


116
117
118
115
119
114
114a
111
113
112

フロントページの続き

(72)発明者　垰　幸宏
東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号　旭硝子株式会社内
(72)発明者　野村　琢治
東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号　旭硝子株式会社内

Ｆターム(参考) 2H249 AA03 AA13 AA31 AA41 AA50 AA51 AA57 AA64
5D789 AA05 AA41 AA43 CA16 EC47 JA13 JA22 JA26 JB03 JB04
NA05