

(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2012-243378

(P2012-243378A)

(43) 公開日 平成24年12月10日(2012.12.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 7/135 (2012.01)	G 1 1 B 7/135 A	2H087
G 1 1 B 7/13 (2012.01)	G 1 1 B 7/13	2H249
G 1 1 B 7/125 (2012.01)	G 1 1 B 7/125 A	2K009
G O 2 B 3/08 (2006.01)	G O 2 B 3/08	5D789
G O 2 B 13/00 (2006.01)	G O 2 B 13/00	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-116137 (P2011-116137)
 (22) 出願日 平成23年5月24日 (2011.5.24)

(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 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (72) 発明者 埜 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) 2H087 KA13 LA01 RA45 RA46 RA47
 RA48 UA01
 2H249 AA03 AA04 AA13 AA14 AA44
 AA57 AA63 AA64
 最終頁に続く

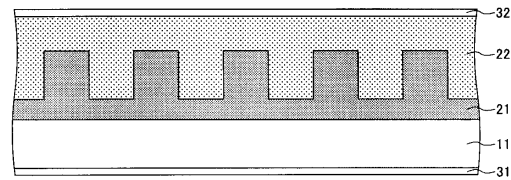
(54) 【発明の名称】 光学素子及び光ヘッド装置

(57) 【要約】

【課題】 波長により光学的な作用の異なる光学素子の耐久性を高める。

【解決手段】 光を透過する光学部材と、前記光学部材の表面に形成された第1の材料層と、前記第1の材料層の上に形成された第2の材料層と、を有し、前記第1の材料層と前記第2の材料層との界面には、フレネルレンズまたは回折構造または凹凸構造が形成されており、前記第1の材料層及び前記第2の材料層は、ともに無機材料により形成されており、前記第1の材料層の屈折率と前記第2の材料層の屈折率との差は、390nmから830nmの波長の光のうち、1の波長 λ_A の光における屈折率差 n_A は、0.05以上であり、他の波長 λ_B の光における屈折率差 n_B とした場合、 $(\lambda_B n_A / \lambda_A n_B) \geq 5$ を満たすものであり、前記他の波長 λ_B の光は1または2の波長の光であって、390nmから830nmまでの波長の光における透過率が50%以上であることを特徴とする光学素子を提供することにより上記課題を解決する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光を透過する光学部材と、
前記光学部材の表面に形成された第 1 の材料層と、
前記第 1 の材料層の上に形成された第 2 の材料層と、を有し、
前記第 1 の材料層と前記第 2 の材料層との界面には、フレネルレンズまたは回折構造または凹凸構造が形成されており、

前記第 1 の材料層及び前記第 2 の材料層は、ともに無機材料により形成されており、
前記第 1 の材料層の屈折率と前記第 2 の材料層の屈折率との差は、 390 nm から 830 nm の波長の光のうち、1 の波長 λ_A の光における屈折率差 n_A は、 0.05 以上であり、他の波長 λ_B の光における屈折率差 n_B とした場合、 $(\lambda_B n_A / \lambda_A n_B) \geq 5$ を満たすものであり、前記他の波長 λ_B の光は 1 または 2 の波長の光であって、

390 nm から 830 nm までの波長の光における透過率が 50% 以上であることを特徴とする光学素子。

【請求項 2】

前記 1 の波長 λ_A の光は、波長 λ_1 の光であり、
前記他の波長 λ_B の光は、波長 λ_2 の光及び波長 λ_3 の光であって、
 $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ である請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 3】

前記 1 の波長 λ_A の光は、波長 λ_2 の光又は波長 λ_3 の光であり、
前記他の波長 λ_B の光は、波長 λ_1 の光であって、
 $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ である請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 4】

前記波長 λ_1 の光は、 405 nm 波長帯の光であって、
前記波長 λ_2 の光は、 660 nm 波長帯の光であって、
前記波長 λ_3 の光は、 785 nm 波長帯の光である請求項 2 または 3 に記載の光学素子。

【請求項 5】

前記第 1 の材料層には、酸化チタン、酸化ニオブ、硫化亜鉛、酸化亜鉛、酸化ビスマス、チタン酸バリウム及びチタン酸ストロンチウムのうちから選ばれる 1 また 2 以上のものと、酸化シリコン及び酸化アルミニウムのいずれかまたは双方を含む材料もしくはこれらを含まず、酸化チタン、酸化ニオブ、硫化亜鉛、酸化亜鉛、酸化ビスマス、チタン酸バリウム及びチタン酸ストロンチウムがポーラスとなっている材料により形成されている請求項 1 から 4 のいずれかに記載の光学素子。

【請求項 6】

前記第 2 の材料層は、五酸化タンタル、酸化イットリウム、酸化ジルコニウム、酸化窒化シリコン、窒化シリコン、ダイヤモンド及びダイヤモンドライクカーボンのうちから選ばれる 1 また 2 以上のものを含む材料により形成されている請求項 1 から 5 のいずれかに記載の光学素子。

【請求項 7】

前記光学素子の両面には、各々反射防止膜が形成されている請求項 1 から 6 のいずれかに記載の光学素子。

【請求項 8】

前記光学部材と前記第 1 の材料層との間には反射防止膜が形成されている請求項 1 から 7 のいずれかに記載の光学素子。

【請求項 9】

複数の波長の光を出射する光源と、
前記光源から出射された各々の波長帯の光を各々の波長帯の光に対応した光ディスクの情報記録面に集光させる対物レンズと、
前記光ディスクの情報記録面において反射された信号光を検出するための光検出器と、

前記光ディスクに向かう光と前記光ディスクより反射された光とを分岐するビームスプリッタと、

を有する光ヘッド装置において、

前記光源から前記光検出器までの光路上に請求項 1 から 8 のいずれかに記載の光学素子が設置されていることを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項 10】

前記光源は、3つの異なる波長の光を出射するものであって、

前記光検出器は、前記3つの異なる波長の光を検出するものである請求項 9 に記載の光ヘッド装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学素子及び光ヘッド装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

光ディスクとして、Blu-ray（商品名、以下、BD）、DVD、CDが幅広く普及している。これらBD、DVD、CDは、記録及び再生に用いる光の波長等が異なっている。具体的には、BDは、カバー層の厚さが0.1mmの情報記録媒体に、波長405nmの光源から出射された光をNA（開口数）が0.85の対物レンズにより集光させることにより情報の記録及び再生を行う。DVDは、カバー層の厚さが0.6mmの情報記録媒体に、波長660nmの光源から出射された光をNAが0.65の対物レンズにより集光させることにより情報の記録及び再生を行う。CDは、カバー層の厚さが1.2mmの情報記録媒体に、波長785nmの光源から出射された光をNAが、0.45の対物レンズにより集光し、情報の記録及び再生を行う。

20

【0003】

BD、DVD、CDにおける光ディスクにおいては、現在、低コスト化と省スペース化の要求より、1つの光ピックアップ装置、即ち、光ヘッド装置により各々の光ディスクに使用する波長の光を用いて情報の記録及び再生がなされており、更には、光検出器、コリメータレンズ等の部品の共有化が進んでいる。しかしながら、BD、DVD、CDでは、開口数等が異なることや、サーボ信号の方式が異なること、出射光源の位置が異なることから、同一の光ヘッド装置では、各々の条件を満たす特性を得ることができないため、光学的な作用が波長により異なる光学素子を用いた光ヘッド装置が開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特表2008-216882号公報

【特許文献2】特開2009-20923号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

40

ところで、特許文献1及び2に開示されている光ヘッド装置に用いられている光学素子は、波長により光学的作用が異なる光学素子であり、樹脂材料により形成されたものや、所望の特性を得るため色素材料を混入したものである。樹脂材料により形成されたものの場合では、長時間光が照射されることにより、光学素子を構成する樹脂材料が変質して光学的な特性が変化し所望の特性を満たさない場合がある。また、色素材料を混入したものの場合では、色素材料が光を吸収してしまい十分な特性を得ることができない。特に、BDでは、波長が405nmの青色光が用いられており、紫外線に近い短波長の光であることから、長時間の使用により光照射による特性の低下が顕著となる。また、色素材料を混入したものの場合では、波長が405nm等の短波長の光においては十分な透過率が得られないといった問題がある。

50

【0006】

本発明は、上記点を鑑みてなされたものであり、波長により光学的作用が異なる光学素子において、短波長の光に対応した耐久性の高い光学素子を提供することを目的とし、更には、この光学素子を有する複数の種類の光ディスクに対応した耐久性の高い光ヘッド装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、光を透過する光学部材と、前記光学部材の表面に形成された第1の材料層と、前記第1の材料層の上に形成された第2の材料層と、を有し、前記第1の材料層と前記第2の材料層との界面には、フレネルレンズまたは回折構造または凹凸構造が形成されており、前記第1の材料層及び前記第2の材料層は、ともに無機材料により形成されており、前記第1の材料層の屈折率と前記第2の材料層の屈折率との差は、390nmから830nmの波長の光のうち、1の波長 λ_A の光における屈折率差 n_A は、0.05以上であり、他の波長 λ_B の光における屈折率差 n_B とした場合、 $(\lambda_B n_A / \lambda_A n_B)^5$ を満たすものであり、前記他の波長 λ_B の光は1または2の波長の光であって、390nmから830nmまでの波長の光における透過率が50%以上であることを特徴とする。

10

【0008】

また、本発明は、前記1の波長 λ_A の光は、波長 λ_1 の光であり、前記他の波長 λ_B の光は、波長 λ_2 の光及び波長 λ_3 の光であって、 $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ である。

20

【0009】

また、本発明は、前記1の波長 λ_A の光は、波長 λ_2 の光又は波長 λ_3 の光であり、前記他の波長 λ_B の光は、波長 λ_1 の光であって、 $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ である。

【0010】

また、本発明は、前記波長 λ_1 の光は、405nm波長帯の光であって、前記波長 λ_2 の光は、660nm波長帯の光であって、前記波長 λ_3 の光は、785nm波長帯の光である。

【0011】

また、本発明は、前記第1の材料層には、酸化チタン、酸化ニオブ、硫化亜鉛、酸化亜鉛、酸化ビスマス、チタン酸バリウム及びチタン酸ストロンチウムのうちから選ばれる1または2以上のものと、酸化シリコン及び酸化アルミニウムのいずれかまたは双方を含む材料もしくはこれらを含まず、酸化チタン、酸化ニオブ、硫化亜鉛、酸化亜鉛、酸化ビスマス、チタン酸バリウム及びチタン酸ストロンチウムがポーラスとなっている材料により形成されている。

30

【0012】

また、本発明は、前記第2の材料層は、五酸化タンタル、酸化イットリウム、酸化ジルコニウム、酸化窒化シリコン、窒化シリコン、ダイヤモンド及びダイヤモンドライクカーボンのうちから選ばれる1または2以上のものを含む材料により形成されている。

【0013】

また、本発明は、前記光学素子の両面には、各々反射防止膜が形成されている。

40

【0014】

また、本発明は、前記光学部材と前記第1の材料層との間には反射防止膜が形成されている。

【0015】

また、本発明は、複数の波長の光を出射する光源と、前記光源から出射された各々の波長帯の光を各々の波長帯の光に対応した光ディスクの情報記録面に集光させる対物レンズと、前記光ディスクの情報記録面において反射された信号光を検出するための光検出器と、前記光ディスクに向かう光と前記光ディスクより反射された光とを分岐するビームスプリッタと、を有する光ヘッド装置において、前記光源から前記光検出器までの光路上に前記記載の光学素子が設置されていることを特徴とする。

50

【 0 0 1 6 】

また、本発明は、前記光源は、3つの異なる波長の光を出射するものであって、前記光検出器は、前記3つの異なる波長の光を検出するものである。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 7 】

本発明によれば、波長により光学的作用が異なる光学素子において、短波長の光に対応した耐久性の高い光学素子を提供できる。また、この光学素子を用いることにより複数の種類の光ディスクに対応した耐久性の高い光ヘッド装置を提供できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 8 】

【 図 1 】 第 1 の実施の形態における光学素子の構造図

【 図 2 】 第 1 の実施の形態における光学素子の説明図

【 図 3 】 $(\frac{n_2}{n_1})$ の値と n_2 における透過率との相関図

【 図 4 】 第 1 の実施の形態における他の光学素子の説明図

【 図 5 】 第 1 の実施の形態における光学素子の製造方法の工程図 (1)

【 図 6 】 第 1 の実施の形態における光学素子の製造方法の工程図 (2)

【 図 7 】 第 2 の実施の形態における光学素子の構造図

【 図 8 】 第 3 の実施の形態における光学素子の構造図

【 図 9 】 第 4 の実施の形態における光学素子の製造方法の工程図

【 図 1 0 】 第 5 の実施の形態における光学素子の構造図 (1)

【 図 1 1 】 第 5 の実施の形態における光学素子の構造図 (2)

【 図 1 2 】 第 6 の実施の形態における光ヘッド装置の構造図

【 図 1 3 】 第 7 の実施の形態における光ヘッド装置の構造図

【 図 1 4 】 第 8 の実施の形態における光ヘッド装置の構造図

【 図 1 5 】 第 9 の実施の形態における光ヘッド装置の構造図

【 図 1 6 】 第 9 の実施の形態における光ヘッド装置に用いられる光学素子の構造図

【 図 1 7 】 第 1 0 の実施の形態における光学素子の構造図

【 図 1 8 】 第 1 1 の実施の形態における光学素子の構造図

【 図 1 9 】 第 1 1 の実施の形態における光学素子の上面図

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 9 】

本発明を実施するための形態について、以下に説明する。尚、同じ部材等については、同一の符号を付して説明を省略する。

【 0 0 2 0 】

〔 第 1 の実施の形態 〕

(光学素子の構造)

第 1 の実施の形態における光学素子について説明する。本実施の形態における光学素子は、透明基板 1 1 上に第 1 の材料層 2 1 が形成され、第 1 の材料層 2 1 上に第 2 の材料層 2 2 が形成されたものであって、第 1 の材料層 2 1 の表面にはバイナリの回折格子が形成されており、第 2 の材料層 2 2 は、この回折格子上に形成されているものである。第 1 の材料層 2 1 及び第 2 の樹脂層 2 2 は、ともに無機材料により形成されている。無機材料は、高照度のレーザ光や紫外線等を照射した場合においても材料が変質等することがなく、耐候性に優れ、長期間において安定した光学的特性を得ることができる。本実施の形態においては、無機材料とは、炭素を含まない化合物を意味し、炭素と酸素、窒素等が結合した有機材料を除くものを意味する。具体的には、金属等の酸化物等を意味するものであるが、ダイヤモンドまたはダイヤモンドライクカーボンを含むものとする。尚、第 1 の材料層 2 1 及び第 2 の材料層 2 2 を形成する工程においては、界面活性剤等の添加剤、溶媒、不純物として有機材料が混入する可能性があるが、微量であり、無機材料としての性質が変化するようなものではない。よって、本実施の形態における光学素子の効果に影響を与えない限り、不純物等として有機物が含まれているものも含むものとする。

10

20

30

40

50

【0021】

透明基板11は、有機樹脂、有機無機ハイブリッド材料等が利用できるが、無機材料で構成されていることが、耐久性、信頼性の観点から好ましく、加工性、入手性の点でガラスであることがより好ましい。用いることができるガラス材料は、石英等が利用可能であり、BK7、B270等の低価格な光学ガラス材料等も利用できる。また、透明基板11の光学特性には、特に制限は無いが、光学的に等方性であることが好ましい。

【0022】

また、本実施の形態における光学素子は、両面に反射防止膜31及び32が形成されている。即ち、透明基板11において第1の材料層21が形成されている面とは反対側の面には、反射防止膜31が形成されており、第2の材料層22の表面には反射防止膜32が形成されている。反射防止膜31及び32は、屈折率の異なる誘電体材料を所定の膜厚ごとに交互に積層することにより形成されている。

10

【0023】

図2は、第1の材料層21を構成する材料の屈折率 $n_1(\lambda_1)$ と第2の材料層22を構成する材料の屈折率 $n_2(\lambda_1)$ との関係を示す。波長 λ_1 においては、第1の材料層21を構成する材料の屈折率 $n_1(\lambda_1)$ と第2の材料層22を構成する材料の屈折率 $n_2(\lambda_1)$ は異なり、屈折率 $n_1(\lambda_1)$ は屈折率 $n_2(\lambda_1)$ よりも高い。また、波長 λ_2 においては、第1の材料層21を構成する材料の屈折率 $n_1(\lambda_2)$ と第2の材料層22を構成する材料の屈折率 $n_2(\lambda_2)$ は略等しく、波長 λ_3 においては、第1の材料層21を構成する材料の屈折率 $n_1(\lambda_3)$ と第2の材料層22を構成する材料の屈折率 $n_2(\lambda_3)$ は略等しい。尚、本実施の形態では、BD、DVD、CDに対応した光学素子であるため、波長 λ_1 は約405nmであり、波長 λ_2 は約660nmであり、波長 λ_3 は約785nmであるものとする。ここで屈折率が略等しいとは、波長 λ_1 における屈折率差 Δn_1 を $|n_1(\lambda_1) - n_2(\lambda_1)|$ とし、波長 λ_2 における屈折率差 Δn_2 を $|n_1(\lambda_2) - n_2(\lambda_2)|$ とした場合に、下記(1)に示す式の値が5以上となることを指す。

20

$$\left(\frac{n_1(\lambda_2)}{n_2(\lambda_2)} - \frac{n_1(\lambda_1)}{n_2(\lambda_1)} \right) \cdots \cdots (1)$$

上記(1)に示す式と本実施の形態の光学素子の回折部分を形成する回折格子の透過率の関係を図3に示す。回折格子は、格子深さによって回折効率が異なるが、波長 λ_1 にて回折効率が最大となり、波長 λ_2 の透過率が実用上最も小さくなる深さとして計算を行った。図3より、上記(1)に示す式の値が5以上となると、透過率が85%以上となり、透明材料として実用上十分な透過率を確保することができるため、屈折率の略等しい条件として、上記(1)に示す式の値が5以上となることとする。さらに、5.5以上となると、透過率が90%以上となり、8以上となると、透過率が95%以上となるため、このような条件下で素子を作製することができればより好ましい。尚、上記(1)に示す式は、一般的には、波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 のいずれか1つを波長 λ_A とし、他の1または2を波長 λ_B として考えることができる。この場合、波長 λ_A における屈折率差 Δn_A を $|n_1(\lambda_A) - n_2(\lambda_A)|$ とし、波長 λ_B における屈折率差 Δn_B を $|n_1(\lambda_B) - n_2(\lambda_B)|$ とすると、 $\left(\frac{n_1(\lambda_B)}{n_2(\lambda_B)} - \frac{n_1(\lambda_A)}{n_2(\lambda_A)} \right)$ となる。

30

40

【0024】

第1の材料層21は、酸化チタン(TiO_2)、酸化ニオブ(Nb_2O_5)、硫化亜鉛(ZnS)、酸化亜鉛(ZnO)、酸化ビスマス(Bi_2O_3)、チタン酸バリウム($BaTiO_3$)等と酸化シリコン(SiO_2)または酸化アルミニウム(Al_2O_3)等との混合物により形成されている。また、酸化シリコンや酸化アルミニウムを利用せず、ポーラス構造とすることで、屈折率を調整することも可能である。また、第2の材料層22は、五酸化タンタル(Ta_2O_5)、酸化イットリウム(Y_2O_3)、酸化ジルコニウム(ZrO_2)、窒化シリコン(Si_3N_4)、窒化シリコン(Si_3N_4)、ダイヤモンド、ダイヤモンドライクカーボン等、またはこれらの材料と酸化シリコン或いは酸化アルミ

50

ニウム等との混合物により形成されている。

【0025】

第1の材料層21と第2の材料層22を構成する材料は、光学的に均質とみなせる材料とすることが、作成の容易さの点や、任意な回折構造として所望の回折効率に調整する設計の自由度が大幅に高まるため好ましい。回折構造を多層膜にて作製する方法も考えられるが、光学特性や作成上の制約から、現実的には回折構造がバイナリ型に制限されたり、回折効率を変更しようとする、単純に回折格子深さを変えるだけでなく、多層膜設計等も変更する必要があるため、本発明の材料構成とする方が利点は多い。

【0026】

ここで、第1の材料層21に、 TiO_2 と SiO_2 との混合物を用いた場合について説明する。この場合において、第2の材料層22として Ta_2O_5 を用いた場合は、第1の材料層21におけるTiとSiに対するTiの比率は、70~80atm%となるように形成される。また、第2の材料層22として Y_2O_3 を用いた場合は、第1の材料層21におけるTiとSiに対するTiの比率は、40~60atm%となるように形成される。また、第2の材料層22として ZrO_2 を用いた場合は、第1の材料層21におけるTiとSiに対するTiの比率は、40~60atm%となるように形成される。また、第2の材料層22として $SiON$ を用いた場合は、第1の材料層21におけるTiとSiに対するTiの比率は、50~90atm%となるように形成される。

【0027】

同様に、第1の材料層21に、 TiO_2 のポーラス体を用いた場合について説明する。この場合において、第2の材料層22として Ta_2O_5 を用いた場合は、第1の材料層21における TiO_2 の密度は、通常のものと比較して、70~90%となるように形成される。また、第2の材料層22として Y_2O_3 を用いた場合は、第1の材料層21における TiO_2 の密度は、通常のものと比較して、60~80%となるように形成される。また、第2の材料層22として ZrO_2 を用いた場合は、第1の材料層21における TiO_2 の密度は、通常のものと比較して、60~80%となるように形成される。また、第2の材料層22として $SiON$ を用いた場合は、第1の材料層21における TiO_2 の密度は、通常のものと比較して、30~85%となるように形成される。

【0028】

例えば、第1の材料層21に、 TiO_2 が70%となる SiO_2 との混合物を用い、第2の材料層22として Ta_2O_5 を用いた光学素子の場合において、図2に示されるように、波長 λ_1 が405nmでは、第1の材料層21の屈折率 $n_1(\lambda_1)$ では約2.30であり、第2の材料層22の屈折率 $n_2(\lambda_1)$ では約2.21であり、第1の材料層21の屈折率 $n_1(\lambda_1)$ と第2の材料層22の屈折率 $n_2(\lambda_1)$ との差は、約0.09である。また、波長 λ_2 が660nmでは、第1の材料層21の屈折率 $n_1(\lambda_2)$ と、第2の材料層22の屈折率 $n_2(\lambda_2)$ は略等しく約2.11であり、同様に、波長 λ_3 が785nmでは、第1の材料層21の屈折率 $n_1(\lambda_3)$ と、第2の材料層22の屈折率 $n_2(\lambda_3)$ は略等しく約2.10である。

【0029】

このように、本実施の形態における光学素子では、波長 λ_1 では、第1の材料層21の屈折率 $n_1(\lambda_1)$ と第2の材料層22の屈折率 $n_2(\lambda_1)$ との差は0.05以上となるように形成されており、波長 λ_2 では、第1の材料層21の屈折率 $n_1(\lambda_2)$ と第2の材料層22の屈折率 $n_2(\lambda_2)$ との差は0.01以下、上記(1)に示す式の値が8以上、波長 λ_3 では、第1の材料層21の屈折率 $n_1(\lambda_3)$ と第2の材料層22の屈折率 $n_2(\lambda_3)$ との差は0.01以下、上記(1)に示す式の値が8以上となるように形成されている。これにより、波長 λ_2 の光及び波長 λ_3 の光においては屈折率差が殆どないため、波長 λ_2 の光及び波長 λ_3 の光が入射した際には、光の屈折または回折等の光学的な作用がなく、単に透明の基板となるが、波長 λ_1 の光においては屈折率差が大きいため、波長 λ_1 の光が入射した場合には、光を屈折または回折等の光学的に作用する光学素子として機能する。

10

20

30

40

50

【0030】

本実施の形態における光学素子は、405 nmの波長₁、660 nmの波長₂、785 nmの波長₃において使用するものであるため、これらの波長の光を透過することが必要となる。具体的には、本実施の形態における光学素子は、波長が390 nmから830 nmの全域において、透過率が50%以上であることが好ましく、より好ましくは透過率が70%以上、更には、95%以上であることが好ましい。

【0031】

上記において説明した光学素子は、第1の材料層21を形成する材料と第2の材料層22を形成する材料は、波長₂及び波長₃において屈折率が略等しく、波長₁において屈折率が異なる材料の組み合わせにより形成されるものである。しかしながら、図1に示す構造の光学素子において、材料を組み合わせることにより、図4に示すように第1の材料層21を形成する材料と第2の材料層22を形成する材料は、波長₂及び波長₃において屈折率が異なり、波長₁において屈折率が略等しくなるように、光学素子を形成することも可能である。このように形成された光学素子は、波長₁の光においては光学的に作用することがなく、波長₂及び波長₃において光学的に作用するものとなる。尚、図4においては、第1の材料層21を形成する材料の屈折率を n_3 ()で示し、第2の材料層22を形成する材料の屈折率を n_4 ()で示す。

【0032】

このような光学素子の作製方法としては、第1の材料層21を形成する材料に屈折率 n_1 ()の材料と同じ材料を用い(n_3 () = n_1 ())、第2の材料層22を形成する材料の組成比等を変えることにより屈折率を全体的に高くして屈折率 n_4 ()とすることにより作製することができる。また、第2の材料層22を形成する材料に屈折率 n_2 ()の材料と同じ材料を用い(n_4 () = n_2 ())、第1の材料層21を形成する材料の組成比等を変えることにより屈折率を全体的に低くして屈折率 n_3 ()とすることにより作製することができる。また、第1の材料層21と第2の材料層22の両方の屈折率を変化させて作製することができる。

【0033】

(光学素子の製造方法)

次に、本実施の形態における光学素子の製造方法について説明する。

【0034】

最初に、図5(a)に示すように、透明基板11の一方の面上に第1の材料層21を形成するための無機材料膜21aを形成する。具体的には、透明基板11の一方の面にスパッタリング、真空蒸着、CVD (Chemical Vapor Deposition) により無機材料膜21aを成膜することにより形成する。本実施の形態では、スパッタリングにより膜厚2.0 μmのTiO₂とSiO₂からなる無機材料膜21aを形成する。この無機材料膜21aは、波長₂となる660 nmと波長₃となる785 nmとの略中間の波長となる波長730 nmにおいて、屈折率が2.00となるようにTiとSiの比率が調節されており、Ti比率が64%となっている。このように波長730 nmにおいて屈折率が2.00となるように調整することにより、この波長に近い波長₂となる660 nmの光及び波長₃となる785 nmの光においても屈折率が2.00となる。

【0035】

具体的に、スパッタリングにより所定の比率でTiとSiとが含まれる無機材料膜21aを形成する方法としては、所定の比率により形成されたTiとSiからなる合金ターゲットを用いて酸素ガスを導入しリアクティブスパッタにより成膜する方法、所定の比率により形成されたTiO₂とSiO₂からなる焼結体ターゲットを用いてスパッタリングにより成膜する方法、TiターゲットとSiターゲットを用いて酸素ガスを導入し各々のターゲットに印加されるパワーを調節してリアクティブによるコスパッタリングにより成膜する方法、TiO₂ターゲットとSiO₂ターゲットを用いて各々のターゲットに印加されるパワーを調節してコスパッタリングにより成膜する方法等が挙げられる。

【0036】

10

20

30

40

50

次に、図5(b)に示すように、第1の材料層21の表面に形成される回折格子のパターンに対応してレジストパターン41を形成する。具体的には、無機材料膜21aの表面にフォトリソを塗布し、露光装置による露光及び現像を行うことによりレジストパターン41を形成する。

【0037】

次に、図5(c)に示すように、RIE(Reactive Ion Etching)等によるドライエッチングを行うことにより、レジストパターン41の形成されていない領域の無機材料膜21aを $0.5\mu\text{m}\sim 2.0\mu\text{m}$ の深さまで除去し、この後、レジストパターン41を有機溶剤等により除去する。これにより、ピッチが $4\mu\text{m}$ のバイナリの回折格子が表面に形成された第1の材料層21が形成される。尚、形成される回折格子のピッチは用途等により定まるものであり、本実施の形態における光学素子においては、 $0.9\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 程度のピッチの回折格子が形成される。また、これまでの説明では、回折格子の形状をバイナリ格子としたが、用途によっては所望の回折効率が異なるため、所望の回折効率が所望の回折次数に得られるような回折構造とすることが求められる。本発明では、回折構造においては、その構造上の利点より制約がなく作製できるため、回折構造の形状はバイナリ形状に限定せず、種々の形状を取ることができ、回折格子の形状をブレード形状、擬似ブレード形状、特定の周期によって変化する凹凸構造を持った回折構造としてもよい。また、回折像のフーリエ変換によって形成される回折構造としてもよく、その場合は、1周期のピッチが $10\mu\text{m}\sim 50\text{nm}$ 程度で、1周期のみの構造としてもよい。

【0038】

次に、図6(a)に示すように、第1の材料層21の回折格子が形成されている面上に、第2の材料層22を形成するための無機材料膜22aを形成する。具体的には、第1の材料層21の回折格子が形成されている面に、スパッタリング、真空蒸着、CVDにより無機材料膜22aを成膜することにより形成する。本実施の形態では、スパッタリングにより膜厚 $3.0\mu\text{m}$ の Ta_2O_5 と SiO_2 からなる無機材料膜21aを成膜する。尚、 SiO_2 は、屈折率を調節するために混入されており、この無機材料膜22aは、波長 730nm において、屈折率が2.0となるようにTaとSiの比率が調節されており、Taが85%となっている。このように波長 730nm において屈折率が2.00となるように調整することにより、波長の近い波長 λ_2 となる 660nm の光及び波長 λ_3 となる 785nm の光においても屈折率が2.00となる。これにより、波長 λ_2 の光において第1の材料層21の屈折率と第2の材料層22の屈折率を略同じとすることができ、また、波長 λ_3 の光において第1の材料層21の屈折率と第2の材料層22の屈折率を略同じとすることができる。

【0039】

このように所定の比率でTaとSiとが含まれる無機材料膜22aをスパッタリングにより形成する方法としては、無機材料膜21aを形成する場合と同様の方法により形成することができる。また、無機材料膜22aを形成する方法としてはゾルゲル法等であってもよい。

【0040】

次に、図6(b)に示すように、無機材料膜22aの表面を研磨することにより平坦化し、平坦な表面を有する第2の材料層22を形成する。尚、無機材料膜22aをゾルゲル法等の塗布等することにより形成する場合には、表面が比較的平坦に形成されるため、無機材料膜22aの表面の平坦化を要しない場合がある。

【0041】

平坦化を要しない場合とは、凹凸構造の高さが 50nm 以下であることを言い、この状態を略平坦とする。また、平坦度に関しては、 50nm 以下であれば、90%以上の透過率が得られるが、好ましくは、95%以上の透過率が得られる 20nm 以下であり、さらに好ましくは、透過率劣化をほぼ抑制可能な 10nm 以下である。

【0042】

次に、図6(c)に示すように、透明基板11の他方の面に反射防止膜31を形成し、

第2の材料層22の平坦化された面に反射防止膜32を形成する。

【0043】

これにより本実施の形態における光学素子を作製することができる。このように形成された光学素子は、波長が405nmの光を入射させた場合には1次回折光効率が38%となり、波長が660nmの光を入射させた場合には0次回折効率が90%となり、波長が785nmの光を入射させた場合には0次回折効率が90%となる。即ち、405nmの波長 λ_1 の光においては回折格子として作用し、660nmの波長 λ_2 の光及び785nmの波長 λ_3 の光においては、光学的には作用しない光学素子を得ることができる。

【0044】

また、無機材料膜21aを成膜する際に、Tiの比率を58%となるようにすることで、405nmの屈折率を2.21、730nmの屈折率を2.02とすることができ、図4のような屈折率の関係を得ることができる。

【0045】

〔第2の実施の形態〕

次に、第2の実施の形態について説明する。本実施の形態における光学素子は、第1の実施の形態における光学素子と構造が異なるものである。図7に基づき本実施の形態における光学素子について説明する。

【0046】

本実施の形態における光学素子は、基板13の表面に回折格子を形成したものであり、具体的には、第1の実施の形態における第1の材料層21を形成する材料により、基板13が形成されているものである。基板13としては、株式会社住田光学ガラス製商品名K-PSFn214やK-PSFn203等や、酸化チタン、酸化ニオブ、ニオブ酸リチウム等を主成分とした材料を用いることができる。基板13の表面には、回折格子が形成されているが、この回折格子は、図5(b)に示す方法と同様に、基板13となるものの表面にレジストパターン41を形成し、ドライエッチングによりレジストパターンの形成されていない領域を所定の深さまで除去することにより形成することができる。これにより、より低コストで光学素子を形成することができる。尚、上記以外の内容については、第1の実施の形態と同様である。

【0047】

〔第3の実施の形態〕

次に、第3の実施の形態について説明する。本実施の形態における光学素子は、第1の実施の形態における光学素子と構造が異なるものである。図8に基づき本実施の形態における光学素子について説明する。

【0048】

本実施の形態における光学素子は、透明基板11と第1の材料層21との間に反射防止膜34を設けた構造のものである。第1の材料層21及び第2の材料層22は無機材料により形成されているが、これらの無機材料は透明基板11との屈折率差が大きく、透明基板11と第1の材料層21との界面における反射率は高くなる。このため、透明基板11と第1の材料層21との間に反射防止膜34を設けることにより、この界面における反射を防ぎ、光学素子における光の透過率を高くすることができる。反射防止膜34に関しては、高屈折率膜と低屈折率膜からなる多層膜の構成や中間屈折率膜を用いた構成等が利用できる。多層膜の構成例を表1に示す。また、中間屈折率膜の構成例を表2に示す。

【0049】

10

20

30

40

【表 1】

	材料	膜厚(nm)
1	TiO ₂	304.13
2	SiO ₂	19.95
3	TiO ₂	24.53
4	SiO ₂	38.47
5	TiO ₂	12.1
基板	B270	

10

【 0 0 5 0 】

【表 2】

	材料	膜厚(nm)
1	材料A	63.9
2	材料B	66.32
基板	B270	

20

材料 A、材料 B は、共に、Ti と Si の混合酸化物であり、材料 A は、Ti の比率が 43 % であり、d 線の屈折率は 1.94 であり、材料 B は、Ti の比率が 22 % であり、d 線の屈折率は 1.71 である。

30

【 0 0 5 1 】

また、AR を構成する材料は、特に制限は無いが、回折格子材料と接する界面に、Ti と Si の複合酸化物のエッチングレートに対して、大きな選択比を持つ材料であるチタニア、ジルコニア、フッ化マグネシウム等の光学膜を利用すると格子高さを一定することが容易となり、歩留まりが向上するといったメリットがあるため好ましい。

【 0 0 5 2 】

また、別の側面として、中間屈折率を利用すると、反射防止膜 34 の厚み、または、層数を薄くすることができ、スループット向上や作成コストの低減等が行いやすくなるメリットがある。

40

【 0 0 5 3 】

この結果、波長が 405 nm の光を入射させた場合には 1 次回折光効率が 39 % となり、波長が 660 nm の光を入射させた場合には 0 次回折効率が 95 % となり、波長が 785 nm の光を入射させた場合には 0 次回折効率が 95 % となる。

尚、上記以外の内容については、第 1 の実施の形態と同様である。

【 0 0 5 4 】

〔第 4 の実施の形態〕

次に、第 4 の実施の形態について説明する。本実施の形態は、第 1 の実施の形態における光学素子の製造方法とは異なる方法により、第 1 の実施の形態における光学素子を製造

50

する光学素子の製造方法である。

【 0 0 5 5 】

図 9 に基づき、本実施の形態における光学素子の製造方法について説明する。最初に、ケイ酸ソーダに適量の水を加え、この後、 TiO_2 微粒子を加えて屈折率が所望の値となるように調節し、第 1 の水ガラスを作製する。この際、イオン交換により Na の量を調節してもよい。この第 1 の水ガラスをスピコートにより、透明基板 1 1 の一方の面上に塗布し、インプリントにより表面に回折格子を形成した後、焼成する。これにより、図 9 (a) に示すように、透明基板 1 1 の一方の面上には、表面に回折格子が形成された第 1 の材料層 2 1 が形成される。

【 0 0 5 6 】

次に、ケイ酸ソーダに適量の水を加え、この後、 ZrO_2 微粒子を加えて屈折率が所望の値となるように調節し、第 2 の水ガラスを作製する。この際、イオン交換により Na の量を調節してもよい。この第 2 の水ガラスをスピコートにより、表面に回折格子が形成された第 1 の材料層 2 1 上に塗布した後、焼成する。これにより、図 9 (b) に示すように、表面に回折格子が形成された第 1 の材料層 2 1 上には、第 2 の材料層 2 2 が形成される。本実施の形態では、第 2 の材料層 2 2 はスピコートにより形成されているため、第 2 の材料層 2 2 の表面は略平坦に形成されているが、必要に応じて研磨等を行ってもよい。

【 0 0 5 7 】

この後、図 9 (c) に示すように、透明基板 1 1 の他方の面に反射防止膜 3 1 を形成し、第 2 の材料層 2 2 の表面に反射防止膜 3 2 を形成する。

【 0 0 5 8 】

これにより、本実施の形態における光学素子の形成方法により、第 1 の実施の形態における光学素子を作製することができる。尚、本実施の形態における光学素子の製造方法の一部または全部は、第 2 の実施の形態及び第 3 の実施の形態における光学素子を作製する場合にも適用することができる。

【 0 0 5 9 】

また、本実施の形態においては、図 9 (a) に示す工程に代えて、図 5 (a) ~ (c) に示す工程を行うものであってもよい。即ち、図 5 (a) ~ (c) に示す工程を行なった後、図 9 (b)、図 9 (c) に示す工程を行うものであってもよい。また、図 9 (b) に示す工程に代えて、図 6 (a)、(b) に示す工程を行うものであってもよい。即ち、図 9 (a) に示す工程を行なった後、図 6 (a)、(b) に示す工程を行い、更に、図 9 (c) に示す工程を行うものであってもよい。尚、上記以外の内容については、第 1 の実施の形態と同様である。

【 0 0 6 0 】

〔 第 5 の実施の形態 〕

次に、第 5 の実施の形態について説明する。本実施の形態における光学素子は、第 1 の材料層の表面にフレネルレンズ形状のブレード、擬似ブレード等が形成されているものである。

【 0 0 6 1 】

本実施の形態における光学素子は、図 1 0 に示すように、透明基板 1 1 の一方の面に表面にフレネルレンズ形状のブレード等が形成された第 1 の材料層 2 3 が形成されており、第 1 の材料層 2 3 のフレネルレンズ形状のブレード等が形成されている面の全体を覆うように、第 2 の材料層 2 4 が形成されている。第 1 の材料層 2 3 は第 1 の実施の形態における第 1 の材料層 2 1 を形成する材料と同一の材料が用いられており、第 2 の材料層 2 4 は第 1 の実施の形態における第 2 の材料層 2 2 を形成する材料と同一の材料が用いられている。

【 0 0 6 2 】

本実施の形態における光学素子の製造方法において第 1 の材料層 2 3 の表面にフレネルレンズ形状のブレード等を形成する際は、図 5 (b) と図 5 (c) に示す工程を繰り返す

10

20

30

40

50

行うことにより、多段の擬似ブレードを形成することができる。また、また、第4の実施の形態における製造方法におけるインプリントによりブレード等の形状に形成することができる。

【0063】

また、本実施の形態における光学素子は、図11に示すように、透明基板11と第1の材料層23との間に反射防止膜34を形成したものであってもよい。尚、上記以外の内容については、第1の実施の形態から第3の実施の形態と同様である。

【0064】

〔第6の実施の形態〕

次に、第6の実施の形態について説明する。本実施の形態は、第1の実施の形態における光学素子を有する光ヘッド装置である。本実施の形態における光ヘッド装置は、図12に示すように、3種類の異なる光ディスク、例えば、BD、DVD、CDの光ディスクに対応したものであり、1つの光ヘッド装置により3種類の異なる光ディスクの記録及び再生を行うことができるものである。即ち、この光ヘッド装置は、405nm波長帯、660nm波長帯、785nm波長帯の光に対応したものである。

10

【0065】

本実施の形態における光ヘッド装置では、光源111、第1の光学素子112、偏光ビームスプリッタ113、コリメータレンズ115、第1の立ち上げミラー116、1/4波長板117、対物レンズ118、第2の立ち上げミラー119、1/4波長板120、第2の対物レンズ121、第2の光学素子122、シリンダリカルレンズ123、光検出器124を有している。

20

【0066】

光源111は、3つの波長の光を出射することのできる3波長レーザであり、具体的には、405nm波長帯である波長 λ_1 の光、660nm波長帯である波長 λ_2 の光、785nm波長帯である波長 λ_3 の光の3つの波長の光に対応する光ディスクに応じて出射することができる。

【0067】

第1の光学素子112は、光源111より出射された波長 λ_2 及び波長 λ_3 の光をトラッキング信号用とデータ読み取り用の信号に分離するものである。具体的には、波長 λ_1 の光においては光学的に作用することなく、波長 λ_2 の光及び波長 λ_3 の光においては回折格子として作用する光学素子であり、この光学素子における第1の材料層21を形成する材料と第2の材料層22を形成する材料は、図4に示すような屈折率の特性を有している。

30

【0068】

偏光ビームスプリッタ113は、所定の偏光の光を透過し、所定の偏光に対し垂直方向の偏光の光を偏向するものである。

【0069】

コリメータレンズ115は、光源111から出射された各々の波長の光を略平行光となるようにコリメートするものである。略平行光とは、ピックアップの再生、記録が可能な程度の収差を対物レンズ入射時に維持できる程度に光軸と平行であることを示す。

40

【0070】

第1の立ち上げミラー116は、ダイクロイックミラーであり、波長 λ_1 の光は偏向されて分岐され、波長 λ_2 及び波長 λ_3 の光は偏向されることなくそのまま透過するように形成されている。具体的には、第1の立ち上げミラー116は、所定の膜厚の高屈折率と低屈折率の誘電体材料を交互に積層することにより形成されている。

【0071】

1/4波長板117及び120は、入射した直線偏光の光を円偏光に、円偏光の光を直線偏光に変換する機能を有している。

【0072】

第1の対物レンズ118は、光ディスク131の情報記録面に光を集光するためのもの

50

である。尚、本実施の形態では、光ディスク 131 は BD である。

【0073】

第2の立ち上げミラー 119 は、波長 λ_2 及び波長 λ_3 の光を偏向するものであり、例えば、ダイクロックミラー等により形成されている。具体的には、第2の立ち上げミラー 119 は、所定の膜厚の高屈折率と低屈折率の誘電体材料を交互に積層形成することにより形成されている。

【0074】

第2の対物レンズ 121 は、光ディスク 132 の情報記録面に光を集光するためのものである。尚、本実施の形態では、光ディスク 132 は DVD または CD である。

【0075】

第2の光学素子 122 は、波長 λ_1 の光をトラッキング信号用とデータ読み取り用の信号に分離するものである。具体的には、波長 λ_2 の光及び波長 λ_3 の光においては光学的に作用することなく、波長 λ_1 の光においては回折格子として作用する光学素子である。この光学素子における第1の材料層 21 を形成する材料と第2の材料層 22 を形成する材料は、図2に示すような屈折率の特性を有している。

【0076】

シリンドリカルレンズ 123 は、波長 λ_1 、波長 λ_2 及び波長 λ_3 の光を光検出器 124 に入射させるためのものである。

【0077】

光検出器 124 は、入射した波長 λ_1 、波長 λ_2 及び波長 λ_3 の光の光量に応じた電気信号を出力するものである。

【0078】

次に、本実施の形態における光ヘッド装置において、光ディスク 131 における情報を再生等する場合について説明する。本実施の形態では、光ディスク 131 は BD であり、光源 111 より BD に対応した波長 λ_1 の光が出射される。光源 111 より出射された波長 λ_1 の光は、第1の光学素子 112 を光学的な作用を受けることなく透過し、偏光ビームスプリッタ 113 に入射する。偏光ビームスプリッタ 113 に入射した光はそのまま透過し、コリメータレンズ 115 により略平行光にコリメートされ、第1の立ち上げミラー 116 により反射され偏向される。第1の立ち上げミラー 116 により偏向された光は、1/4波長板 117 に入射し左回りの円偏光の光となって出射され、第1の対物レンズ 118 により、光ディスク 131、即ち、BD の情報記録面に集光されて照射される。光ディスク 131 に照射された光は、光ディスク 131 の情報記録面において反射され、第1の対物レンズ 118 を介し、1/4波長板 117 に入射する。1/4波長板 117 では入射の際の偏光方向と直交する偏光方向の光に変換され、第1の立ち上げミラー 116 において偏向され、コリメータレンズ 115 を介し、偏光ビームスプリッタ 113 に入射する。偏光ビームスプリッタ 113 に入射した光は、偏光ビームスプリッタ 113 において偏向され、第2の光学素子 122 に入射する。第2の光学素子 122 に入射した光は第2の光学素子 122 によりトラッキング信号用とデータ読み取り用の信号とに分離されて、シリンドリカルレンズ 123 により集光され、光検出器 124 に入射する。光検出器 124 からは入射した光の光量に応じた電気信号が出力されるため、この電気信号に基づき光ディスク 131 である BD に記録されていた情報が再生される。

【0079】

次に、本実施の形態における光ヘッド装置において、光ディスク 132 における情報を再生等する場合について説明する。本実施の形態では、光ディスク 132 は DVD または CD であり、光源 111 より DVD に対応した波長 λ_2 の光、または、CD に対応した波長 λ_3 の光が出射される。光源 111 より出射された波長 λ_2 または波長 λ_3 の光は、第1の光学素子 112 によりトラッキング信号用とデータ読み取り用の信号とに分離され、この後、偏光ビームスプリッタ 113 を透過し、コリメータレンズ 115 に入射する。コリメータレンズ 115 に入射した光は、コリメータレンズ 115 により略平行光にコリメートされ、第1の立ち上げミラー 116 を透過し、第2の立ち上げミラー 119 により反

10

20

30

40

50

射され偏向される。第2の立ち上げミラー119により偏向された光は、1/4波長板120に入射し左回りの円偏光の光となって出射され、第2の対物レンズ121により、光ディスク132、即ち、DVDまたはCDの情報記録面に集光されて照射される。光ディスク132に照射された光は、光ディスク132の情報記録面において反射され、第2の対物レンズ121を介し、1/4波長板120に入射する。1/4波長板120では入射の際の偏光方向と直交する偏光方向の光に変換され、第2の立ち上げミラー119において偏向され、第1の立ち上げミラー116を透過し、コリメータレンズ115を介し、偏光ビームスプリッタ113に入射する。偏光ビームスプリッタ113に入射した光は、偏光ビームスプリッタ113において偏向され、第2の光学素子122において光学的な作用を受けることなく透過し、シリンドリカルレンズ123により集光され、光検出器124に入射する。光検出器124からは入射した光の光量に応じた電気信号が出力されるため、この電気信号に基づき光ディスク132であるDVDまたはCDに記録されていた情報が再生される。

10

【0080】

本実施の形態における光ヘッド装置では、第1の光学素子112及び第2の光学素子122は、第1の実施の形態における光学素子を用いているため、耐久性が高い。

【0081】

また、第1の光学素子112、第2の光学素子122を同時に利用せずに光ヘッド装置を構成してもよい。

【0082】

また、第1の光学素子112では、波長 λ_1 の光においては光学的に作用することなく、波長 λ_2 及び波長 λ_3 の光をトラッキング信号用とデータ読み取り用の信号に分離するものとし、第2の光学素子122では、波長 λ_1 の光をトラッキング信号用とデータ読み取り用の信号に分離し、波長 λ_2 及び波長 λ_3 の光においては光学的に作用しないとしたが、波長に対する作用を逆転させてもよい。

20

【0083】

また、波長 λ_1 の光をトラッキング信号用とデータ読み取り用の信号に分離する素子を通常の回折素子としても、回折効率が小さいような素子とすれば、より波長の長い波長 λ_2 及び波長 λ_3 の光の透過率は高くなる。よって、第1の光学素子112、第2の光学素子122のいずれかを通常の回折素子として、利用することも可能である。

30

【0084】

また、第2の光学素子122を利用せず、第1の光学素子112の構成を、波長 λ_1 の光においては光学的に作用することなく、波長 λ_2 及び波長 λ_3 の光をトラッキング信号用とデータ読み取り用の信号に分離する回折素子と、波長 λ_1 の光をトラッキング信号用とデータ読み取り用の信号に分離し、波長 λ_2 及び波長 λ_3 の光においては光学的に作用しない素子を積層した構成としてもよい。このとき、上記と同様に、通常の回折素子と波長によって作用が異なる本発明の回折素子を積層する構成としてもよい。

【0085】

また、第1の光学素子112を利用せず、第2の光学素子122の構成を、波長 λ_1 の光においては光学的に作用することなく、波長 λ_2 及び波長 λ_3 の光をトラッキング信号用とデータ読み取り用の信号に分離する回折素子と、波長 λ_1 の光をトラッキング信号用とデータ読み取り用の信号に分離し、波長 λ_2 及び波長 λ_3 の光においては光学的に作用しない素子を積層した構成としてもよい。このとき、上記と同様に、通常の回折素子と波長によって作用が異なる本発明の回折素子を積層する構成としてもよい。

40

【0086】

尚、本実施の形態における光ヘッド装置には、第2から第4の実施の形態における光学素子を用いることも可能である。

【0087】

〔第7の実施の形態〕

次に、第7の実施の形態について説明する。本実施の形態は、第6の実施の形態におけ

50

る光ヘッド装置の光源 1 1 1 を異なる構造のものに置き換えたものである。即ち、本実施の形態における光ヘッド装置は、図 1 3 に示すように、光源 1 1 1 に代えて、第 1 の光源 1 5 1、第 2 の光源 1 5 2、レンズ 1 5 3、ダイクロイックプリズム 1 5 4 が設けられているものである。

【 0 0 8 8 】

第 1 の光源 1 5 1 は、波長 λ_1 の 4 0 5 n m の光を出射する半導体レーザであり、第 2 の光源 1 5 2 は、波長 λ_2 の 6 6 0 n m の光及び波長 λ_3 の 7 8 5 n m の光を出射する半導体レーザである。レンズ 1 5 3 は、第 1 の光源より出射された波長 λ_1 の光を所定の R I M 強度となるように R I M 強度補正を行うものであり、レンズ 1 5 3 に入射した所定の倍率に変換される。ダイクロイックプリズム 1 5 4 は、波長 λ_1 の光を透過し、波長 λ_2 の光及び波長 λ_3 の光を偏向する機能を有するものである。

10

【 0 0 8 9 】

本実施の形態では、第 1 の光源 1 5 1 より出射された波長 λ_1 の光は、レンズ 1 5 3 に入射し所定の倍率に変換された後、ダイクロイックプリズム 1 5 4 を透過し、第 1 の光学素子 1 1 2 に入射する。また、第 2 の光源 1 5 2 より出射された波長 λ_2 の光及び波長 λ_3 の光は、ダイクロイックプリズム 1 5 4 において偏向された後、第 1 の光学素子 1 1 2 に入射する。

【 0 0 9 0 】

本実施の形態では、ダイクロイックプリズム 1 5 4 を出射した光が、第 1 の光学素子 1 1 2 に入射する構造であるため、一般的に多層膜層数が多いこと等によって高価になり易いダイクロイックプリズム 1 5 4 の大きさを小さくすることができ、より一層光ヘッド装置を小型化することができ、また低コストなものとすることができる。尚、上記以外の内容については、第 6 の実施の形態と同様である。

20

【 0 0 9 1 】

〔 第 8 の実施の形態 〕

次に、第 8 の実施の形態について説明する。図 1 4 に基づき、本実施の形態における光ヘッド装置について説明する。本実施の形態における光ヘッド装置は、第 6 の実施の形態における光ヘッド装置の偏光ビームスプリッタ 1 1 3 とコリメータレンズ 1 1 5 との間に波長選択レンズ 1 1 4 を設けた構造のものである。

【 0 0 9 2 】

波長選択レンズ 1 1 4 は、波長 λ_2 及び波長 λ_3 の光に対しては、レンズとして作用することなく、そのまま光を透過し、波長 λ_1 の光に対しては、レンズとして作用するものである。このような波長選択レンズ 1 1 4 としては、第 5 の実施の形態における光学素子を用いることができる。

30

【 0 0 9 3 】

尚、B D、D V D、C D では、必要となる R I M 強度や、光源から出射されるレーザ光の利用効率等が異なるため、光源とコリメータレンズの位置関係が異なり、同じ光検出器に集光できないという問題や、また、B D、D V D、C D に対応した各々の波長の光を出射できる 3 波長レーザを光源として用いることができるが、B D では R I M 強度を大きくしたいことから、焦点距離を長くすることが求められており、D V D、C D では、レーザ光の利用効率を高めるため、焦点距離を短くすることが求められており、相互の要求が相反するといった問題などを解決するために、波長選択レンズは用いられる。

40

【 0 0 9 4 】

次に、本実施の形態における光ヘッド装置において、光ディスク 1 3 1 における情報を再生等する場合について説明する。本実施の形態では、光ディスク 1 3 1 は B D であり、光源 1 1 1 より B D に対応した波長 λ_1 の光が出射される。光源 1 1 1 より出射された波長 λ_1 の光は、第 1 の光学素子 1 1 2 及び偏光ビームスプリッタ 1 1 3 を透過し、波長選択レンズ 1 1 4 に入射する。波長選択レンズ 1 1 4 は、波長 λ_1 の光については、レンズとして作用するため、入射した波長 λ_1 の光は屈折する。この後、波長選択レンズ 1 1 4 を出射した光は、コリメータレンズ 1 1 5 により略平行光にコリメートされ、第 1 の立ち

50

上げミラー 116 により反射され偏向される。第 1 の立ち上げミラー 116 により偏向された光は、1/4 波長板 117 に入射し左回りの円偏光の光となって出射され、第 1 の対物レンズ 118 により、光ディスク 131、即ち、BD の情報記録面に集光されて照射される。光ディスク 131 に照射された光は、光ディスク 131 の情報記録面において反射され、第 1 の対物レンズ 118 を介し、1/4 波長板 117 に入射する。1/4 波長板 117 では入射の際の偏光方向と直交する偏光方向の光に変換され、第 1 の立ち上げミラー 116 において偏向され、コリメータレンズ 115 を介し、波長選択レンズ 114 に入射する。波長選択レンズ 114 に入射した光は、波長選択レンズ 114 により屈折し、偏光ビームスプリッタ 113 において偏向され第 2 の光学素子 122 に入射する。第 2 の光学素子 122 に入射した光は、第 2 の光学素子 122 によりトラッキング信号用とデータ読み取り用の信号とに分離されて、シリンドリカルレンズ 123 により集光され、光検出器 124 に入射する。光検出器 124 からは入射した光の光量に応じた電気信号が出力されるため、この電気信号に基づき光ディスク 131 である BD に記録されていた情報が再生される。

10

20

30

40

50

【0095】

次に、本実施の形態における光ヘッド装置において、光ディスク 132 における情報を再生等する場合について説明する。本実施の形態では、光ディスク 132 は DVD または CD であり、光源 111 より DVD に対応した波長₂の光、または、CD に対応した波長₃の光が出射される。光源 111 より出射された波長₂または波長₃の光は、第 1 の光学素子 112 によりトラッキング信号用とデータ読み取り用の信号とに分離され、この後、偏光ビームスプリッタ 113 を透過し、波長選択レンズ 114 に入射する。波長選択レンズ 114 は、波長₂及び波長₃の光については、レンズとして作用することなく、そのまま透過する。この後、波長選択レンズ 114 を出射した光は、コリメータレンズ 115 により略平行光にコリメートされ、第 1 の立ち上げミラー 116 を透過し、第 2 の立ち上げミラー 119 により反射され偏向される。第 2 の立ち上げミラー 119 により偏向された光は、1/4 波長板 120 に入射し左回りの円偏光の光となって出射され、第 2 の対物レンズ 121 により、光ディスク 132、即ち、DVD または CD の情報記録面に集光されて照射される。光ディスク 132 に照射された光は、光ディスク 132 の情報記録面において反射され、第 2 の対物レンズ 121 を介し、1/4 波長板 120 に入射する。1/4 波長板 120 では入射の際の偏光方向と直交する偏光方向の光に変換され、第 2 の立ち上げミラー 119 において偏向され、第 1 の立ち上げミラー 116 を透過し、コリメータレンズ 115 を介し、波長選択レンズ 114 に入射する。波長選択レンズ 114 に入射した光は、そのまま透過し、偏光ビームスプリッタ 113 において偏向され、第 2 の光学素子 122 を透過し、シリンドリカルレンズ 123 により集光され、光検出器 124 に入射する。光検出器 124 からは入射した光の光量に応じた電気信号が出力されるため、この電気信号に基づき光ディスク 132 である DVD または CD に記録されていた情報が再生される。

【0096】

本実施の形態における光ヘッド装置では、波長選択レンズ 114 を、偏光ビームスプリッタ 113 とコリメータレンズ 115 との間に設置することにより、光ディスク 131 を照射する光と光ディスク 131 により反射された光との双方においてレンズとして作用させることができる。

【0097】

尚、波長選択レンズ 114 は、コリメータレンズ 115 と第 1 の立ち上げミラー 116 との間に設置した場合においても同様の効果を得ることができる。また、上記以外の内容については、第 6 の実施の形態と同様である。

【0098】

以上、本発明の実施に係る形態について説明したが、上記内容は、発明の内容を限定するものではない。

【0099】

〔第9の実施の形態〕

次に、第9の実施の形態について説明する。本実施の形態は、第1の実施の形態における光学素子を有する光ヘッド装置である。本実施の形態における光ヘッド装置は、図15に示すように、3種類の異なる光ディスク、例えば、BD、DVD、CDの光ディスクに対応したものであり、1つの光ヘッド装置により3種類の異なる光ディスクの記録及び再生を行うことができるものである。即ち、この光ヘッド装置は、405nm波長帯、660nm波長帯、785nm波長帯の光に対応したものである。

【0100】

本実施の形態における光ヘッド装置では、光源111、第1の光学素子112、第3の光学素子125、偏光ビームスプリッタ113、コリメータレンズ115、第1の立ち上げミラー116、1/4波長板117、対物レンズ118、第2の立ち上げミラー119、1/4波長板120、第2の対物レンズ121、第2の光学素子122、シリンドリカルレンズ123、光検出器124を有している。

10

【0101】

光源111は、3つの波長の光を出射することのできる3波長レーザであり、具体的には、405nm波長帯である波長 λ_1 の光、660nm波長帯である波長 λ_2 の光、785nm波長帯である波長 λ_3 の光の3つの波長の光に対応する光ディスクに応じて出射することができる。ただし、3波長レーザは、作成上の問題から、同一の出射位置から全ての波長のレーザ光を出射できない場合がある。

【0102】

光源111から出射される光線の実線で表したものを660nmと785nm波長帯の光とし、破線で表したものを405nm波長帯の光とし、実線の光線と破線の光線の光軸は一致していないとする。

20

【0103】

第3の光学素子125は、405nm波長帯の光のみを回折し、660nmと785nm波長帯の光と同様の光軸が一致するようにする作用を持つ。ただし、第3の光学素子125は、光軸を一致させる作用だけでなく、光軸方向の発光点位置を調整する機能や光軸を補正する際に発生する光量分布を補正する機能を付随させてもよく、また、複数枚の組み合わせによって機能を発現しても良い。

【0104】

第3の光学素子125の構造の1例を、図16に示す。図16に示すように、透明基板11の一方の面に表面にブレード等が形成された第1の材料層23が形成されており、第1の材料層23のブレード等が形成されている面の全体を覆うように、第2の材料層24が形成されている。第1の材料層23は第1の実施の形態における第1の材料層21を形成する材料と同一の材料が用いられており、第2の材料層24は第1の実施の形態における第2の材料層22を形成する材料と同一の材料が用いられている。

30

【0105】

第1の光学素子112と第2の光学素子122、その他の光学部材、ピックアップの機能については、実施の形態7と同様である。

【0106】

〔第10の実施の形態〕

次に、第10の実施の形態について説明する。本実施の形態は、第1の実施の形態における光学素子と第6の実施の形態から第8の実施の形態におけるコリメータレンズ115とを一体化した構造の波長選択コリメータレンズである。

40

【0107】

具体的には、図17に示すように、本実施の形態における波長選択コリメータレンズ310は、第6の実施の形態等におけるコリメータレンズ115と同様の構造のコリメータレンズ本体315の一方の面に、表面がフレネルレンズ形状の第1の材料層321を形成し、この第1の材料層321上に第2の材料層322を形成したものである。これにより本実施の形態における波長選択コリメータレンズ310は、波長によって焦点距離の異なる

50

るコリメータレンズとなる。本実施の形態では、コリメータレンズ本体 3 1 5 は、ガラス材料 B K 7 により形成されており、第 1 の材料層 3 2 1 は水ガラスとチタニア微粒子コンポジットにより形成されるシリカ - チタニアコンポジット材料により形成されており、第 2 の材料層 3 2 2 は水ガラスとジルコニア微粒子コンポジットにより形成されるシリカ - ジルコニアコンポジット材料により形成されている。尚、本実施の形態は、他の実施の形態を適用したものであってもよい。

【 0 1 0 8 】

〔 第 1 1 の実施の形態 〕

次に、第 1 1 の実施の形態について説明する。本実施の形態における光学素子は、第 1 の材料層の表面に凹凸構造が形成されているものである。凹凸形状は、各種収差形状等にすることにより光学系の残留収差を波長によって取り除いたり、または、特定の波長に対して選択的に付与することができる。

10

【 0 1 0 9 】

本実施の形態における光学素子 4 0 0 は、図 1 8 に示すように、透明基板 1 1 の一方の面に表面に凹凸形状が形成された第 1 の材料層 2 3 が形成されており、第 1 の材料層 2 3 の凹凸形状が形成されている面の全体を覆うように、第 2 の材料層 2 4 が形成されている。第 1 の材料層 2 3 は第 1 の実施の形態における第 1 の材料層 2 1 を形成する材料と同一の材料が用いられており、第 2 の材料層 2 4 は第 1 の実施の形態における第 2 の材料層 2 2 を形成する材料と同一の材料が用いられている。

20

【 0 1 1 0 】

図 1 9 に、本実施の形態における光学素子 4 0 0 を光線の入射方向から見た図を示しており、領域 4 0 1、領域 4 0 2、領域 4 0 3、領域 4 0 4 の順に第 1 の材料層が薄くなるようになっている。このような形状とすることで、本素子に入射した光線のうち、B D 波長にて選択的に非点収差 (A S) の収差を付与するような機能を得ることができる。本実施の形態では、A S の形状としたが、任意の形状のものを作成することができる。

【 0 1 1 1 】

本実施の形態における光学素子の製造方法において第 1 の材料層 2 3 の表面に凹凸形状を形成する際は、図 5 (b) と図 5 (c) に示す工程を繰り返し行うことにより、多段の擬似ブレーズを形成することができる。また、また、第 4 の実施の形態における製造方法におけるインプリントによりブレーズ等の形状に形成することができる。

30

【 0 1 1 2 】

また、本実施の形態における光学素子は、図 1 1 に示すように、透明基板 1 1 と第 1 の材料層 2 3 との間に反射防止膜 3 4 を形成したものであってもよい。尚、上記以外の内容については、第 1 の実施の形態から第 3 の実施の形態と同様である。

【 0 1 1 3 】

以上、本発明の実施に係る形態について説明したが、上記内容は、発明の内容を限定するものではない。

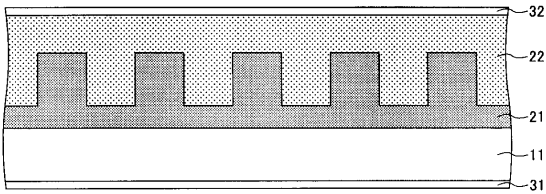
【 符号の説明 】

【 0 1 1 4 】

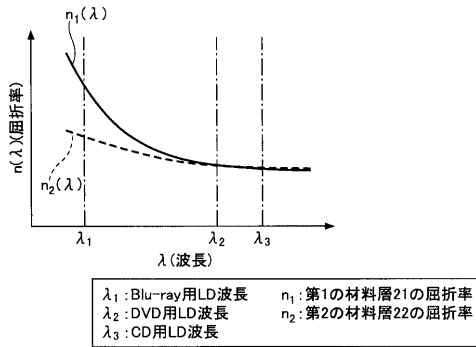
- | | | |
|-------|----------------------|----|
| 1 1 | 透明基板 | 40 |
| 2 1 | 第 1 の材料層 | |
| 2 2 | 第 2 の材料層 | |
| 3 1 | 反射防止膜 | |
| 3 2 | 反射防止膜 | |
| 1 1 1 | 光源 | |
| 1 1 2 | 第 1 の光学素子 (回折光学素子) | |
| 1 1 3 | 偏光ビームスプリッタ | |
| 1 1 4 | 波長選択レンズ | |
| 1 1 5 | コリメータレンズ | |
| 1 1 6 | 第 1 の立ち上げミラー | 50 |

- 1 1 7 1 / 4 波長板
- 1 1 8 第 1 の対物レンズ
- 1 1 9 第 2 の立ち上げミラー
- 1 2 0 1 / 4 波長板
- 1 2 1 第 2 の対物レンズ
- 1 2 2 第 2 の光学素子 (回折光学素子)
- 1 2 3 シリンドリカルレンズ
- 1 2 4 光検出器
- 1 3 1 光ディスク
- 1 3 2 光ディスク

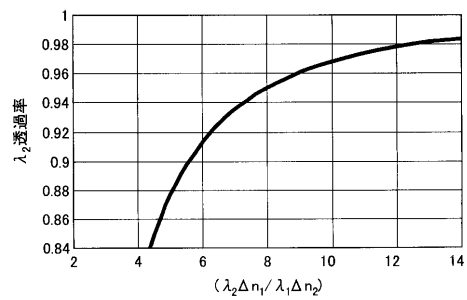
【 図 1 】



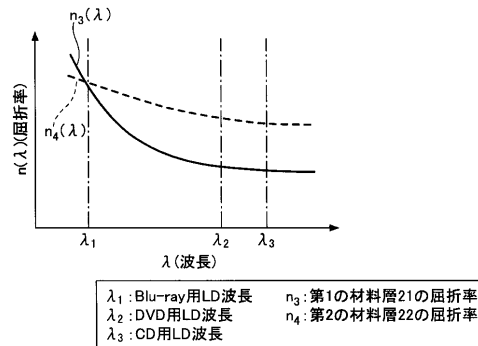
【 図 2 】



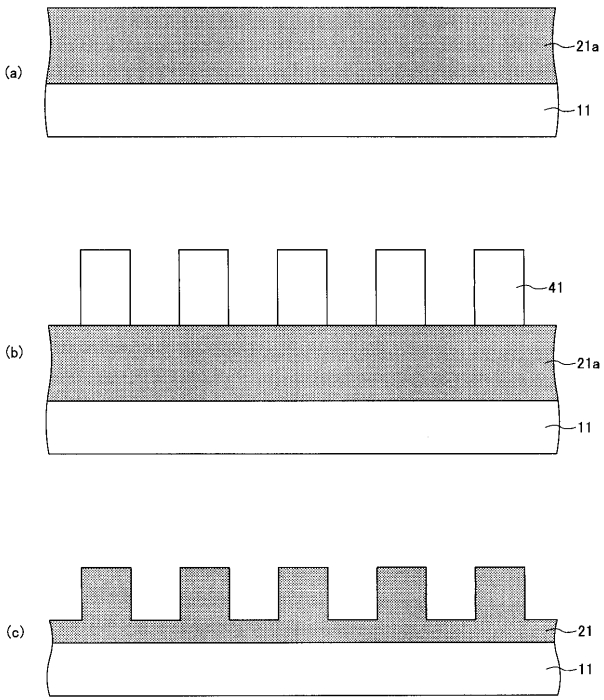
【 図 3 】



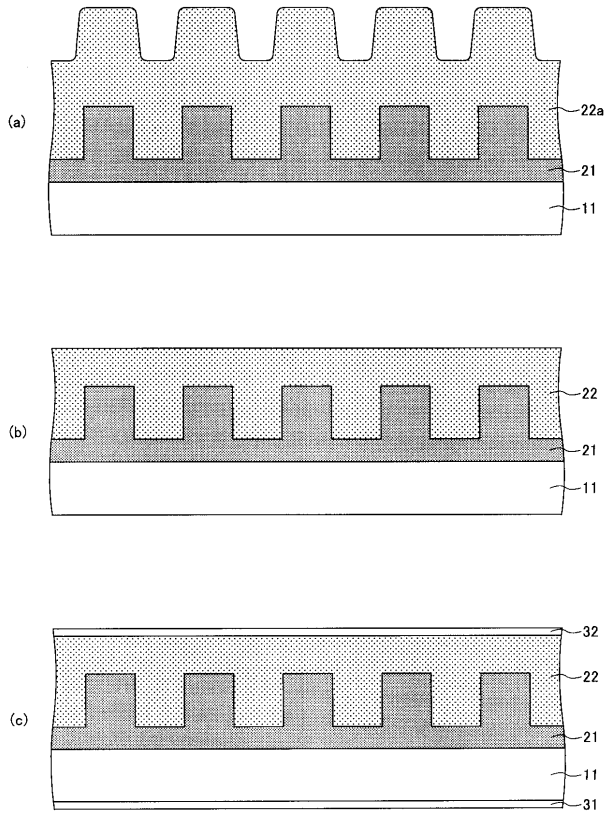
【 図 4 】



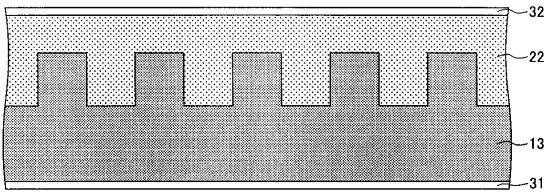
【 図 5 】



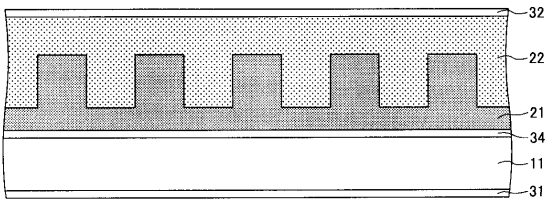
【 図 6 】



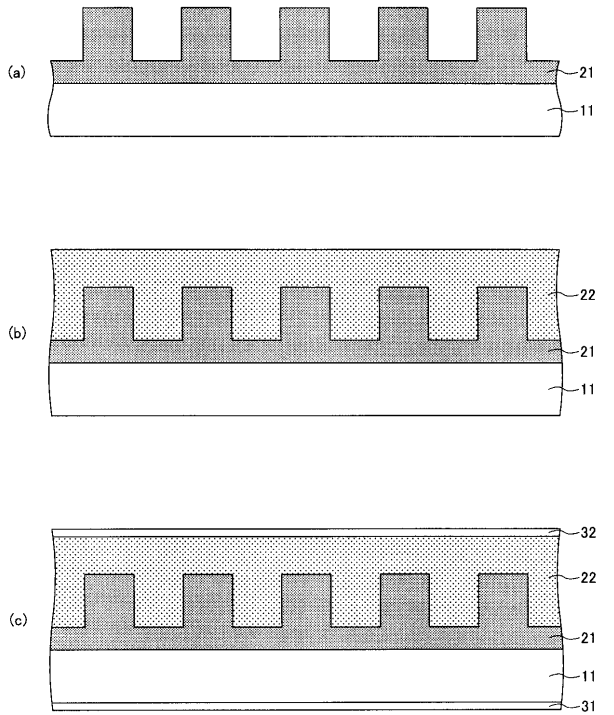
【 図 7 】



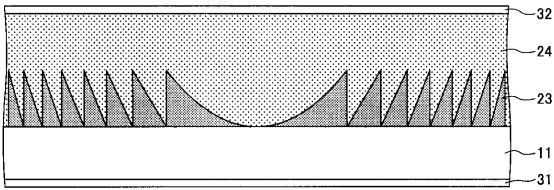
【 図 8 】



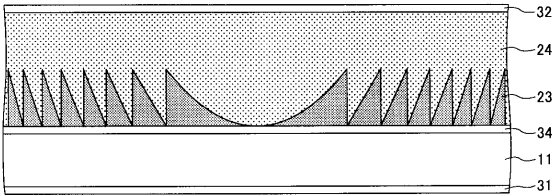
【 図 9 】



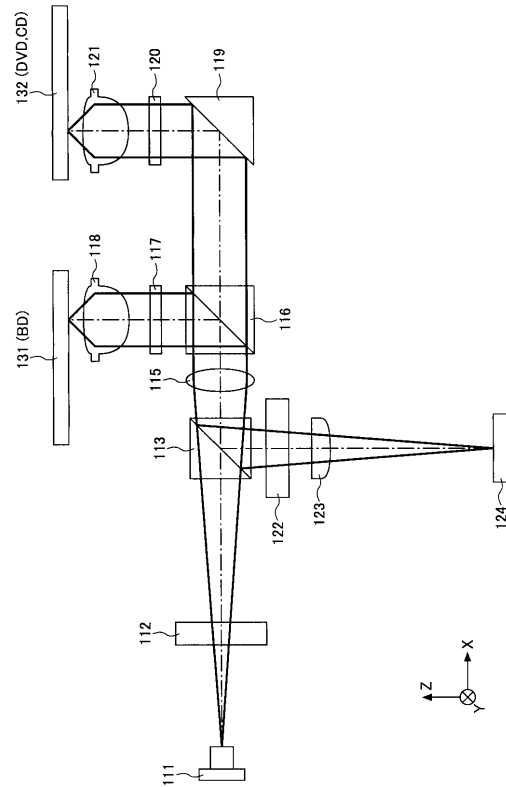
【図 10】



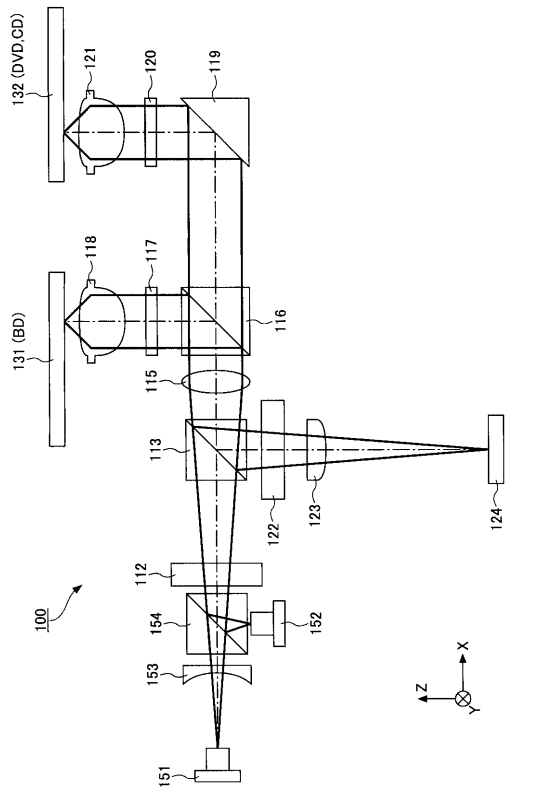
【図 11】



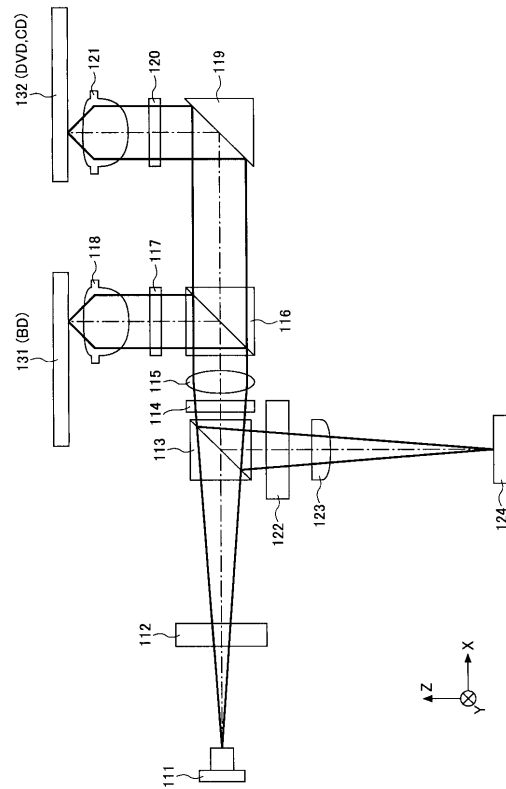
【図 12】



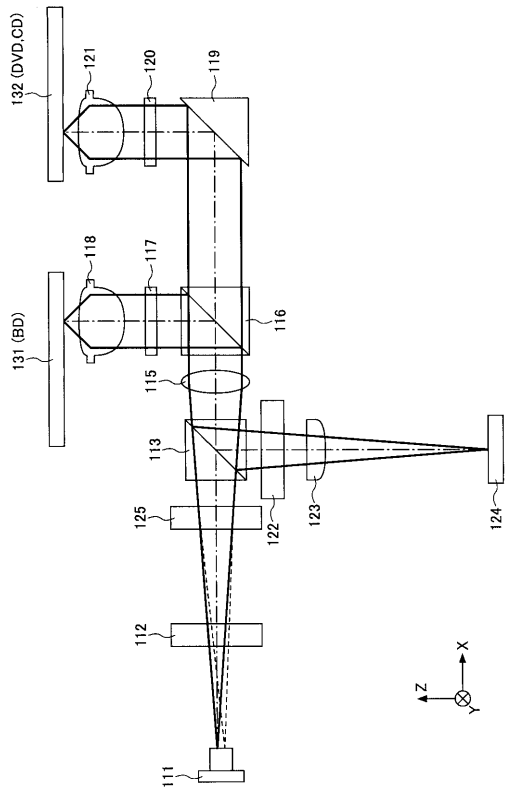
【図 13】



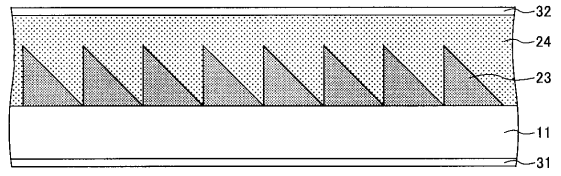
【図 14】



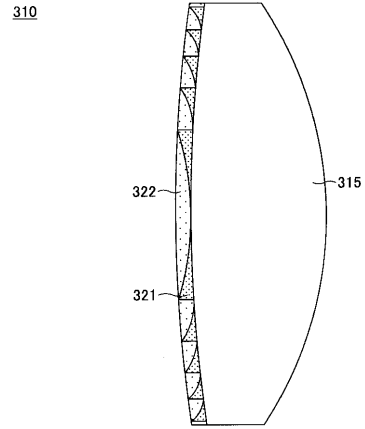
【 図 1 5 】



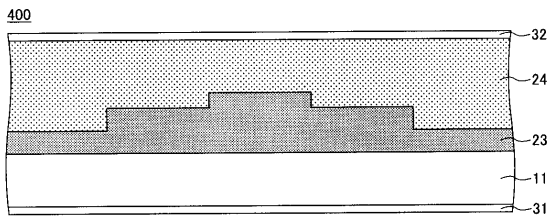
【 図 1 6 】



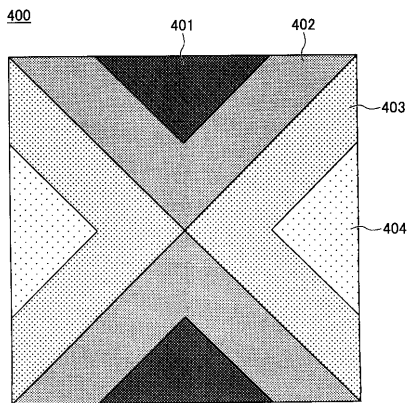
【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)
G 0 2 B	5/18	(2006.01)		G 0 2 B	5/18	
G 0 2 B	1/11	(2006.01)		G 0 2 B	1/10	A

Fターム(参考) 2K009 AA02

5D789 AA32 AA41 BA01 CA16 EC45 EC47 FA08 JA02 JA12 JA32
JA44 JA49 JA65