

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004年11月11日 (11.11.2004)

PCT

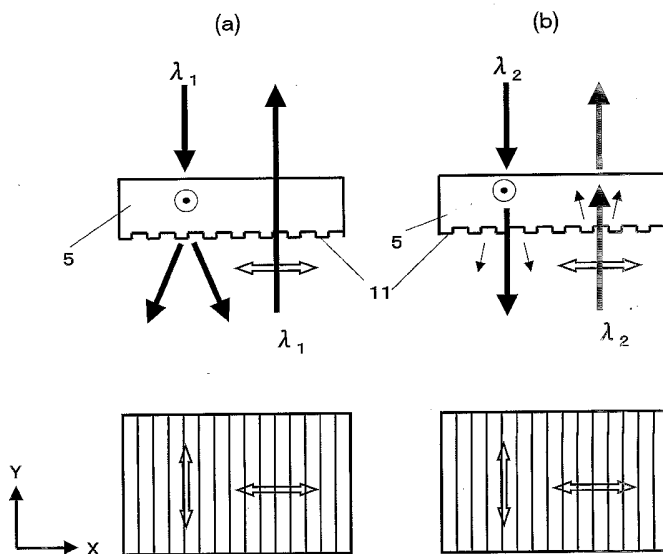
(10) 国際公開番号
WO 2004/097819 A1

- (51) 国際特許分類7: G11B 7/135, G02B 5/18, 5/30
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/005822
- (22) 国際出願日: 2004年4月22日 (22.04.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-122451 2003年4月25日 (25.04.2003) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてののみ): 麻田 潤一 (ASADA, Jun-ichi). 西脇 青児 (NISHIWAKI, Seiji).
- (74) 代理人: 奥田 誠司 (OKUDA, Seiji); 〒5400038 大阪府大阪市中央区内淡路町一丁目3番6号片岡ビル2階奥田国際特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL DIFFRACTION DEVICE AND OPTICAL INFORMATION PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 光回折素子および光情報処理装置



(57) Abstract: An optical diffraction device disposed in an optical path through which light beams having different wavelengths pass. The device has a periodical structure in which when, of the beams, a first light beam of wavelength λ_1 is linearly polarized along a first direction X, the first light beam is almost completely transmitted, and when the first light beam is linearly polarized along a second direction Y perpendicular to the first direction X, the first light beam is almost completely diffracted. Of the beams at least a part of the second beam having a wavelength λ_2 different from the first beam wavelength λ_1 is diffracted irrespective of its polarized state.

(57) 要約: 本発明は、波長が異なる複数の光ビームが通過する光路に配置される光回折素子である。複数の光ビームのうち、或る波長 λ_1 を有する第1光ビームが第1方向Xに偏光した直線偏光状態にあるときは、第1光ビームを略完全に透過させるが、第1光ビームが第1の方向に直交する第2方向Yに偏光した直線偏光状態にあるときは、第1光ビームを略完全に回折させる周期構造を有している。複数の光ビームのう

[続葉有]

WO 2004/097819 A1



SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

光回折素子および光情報処理装置

技 術 分 野

5 本発明は、光の波長および偏光状態に応じて回折作用を異ならせた光回折素子に関する。また、本発明は、基材厚の異なる複数種類の光ディスクに対してデータの記録および／または再生を行うことができる光情報処理装置に関する。

背 景 技 術

10 近年、光ディスクなどの記録媒体に情報を記録し、または記録媒体から情報を読み出す装置が普及している。記録媒体としては、CDやDVDなどが使用されており、BD(Blu-Ray Disc)などの新しい規格に基づく光ディスクも開発されている。このように多種多様な記録媒体は、それぞれ異なる規格に従って作られるため、記録／再生用光の波長、記録密度、記録容量、基材厚などの仕様などが異なっているが、多様な記録媒体に対する情報の記録／再生を1台で行うことができる装置が開発され、利用されつつある。

20 このような種々の規格に基づいて作製された記録媒体に対するデータの記録／再生を、1台の光ディスク装置で処理するためには、波長の異なる光を放射する複数の光源を搭載した光ピックアップが必要になる。「光ピックアップ」とは、光源、光検出器、対物レンズ、対物レンズを駆動するアクチュエータなどの要素が集積された小型の装置であり、DVDプレーヤやレコ

ーダなどの光ディスク装置にとって重要な構成要素である。

多様な光ディスクに対応するには、複数の光源を備えた光ピックアップを用い、記録／再生の対象となる光ディスクの種類に応じて光源を選択した上で、その光源から放射された光を用いてデータの書き込み、消去／再生動作を行う必要がある。

記録／再生の基本的な機能を担いつつ、光ディスク装置を小型化し、かつ製造コストを低減するためには、上記光ピックアップの光学系を可能な限りコンパクト化することが求められる。

複数種類の光ディスクに対応した光学系を有する光ピックアップの一例が特開2001-14714号公報に記載されている。以下、図11を参照しながら、光ピックアップの従来例を説明する。図11は、上記特開2001-14714号公報に開示されている光ピックアップの構成のうち、主要部のみを簡略的に記載した図面である。

図11に示す光ピックアップは、再生専用のDVD-ROMや、記録可能なDVD-RAM、DVD-R、DVD-RWなどの第1のタイプの光ディスクと、再生専用のCD-ROMや記録可能なCD-R、CD-RWなどの第2のタイプの光ディスクに対応できる。ここで、第1のタイプの光ディスクは、基材厚が0.6mmであり、このタイプの光ディスクに情報を記録／再生するために用いられるレーザ光の波長は650nm近傍(波長 λ_1 とする)である。一方、第2のタイプの光ディスクは、基材厚が1.2mmであり、このタイプの光ディスクに情報を記録／再生するために用いられるレーザ光の波長は800nm近傍(波長 λ_2 とする)である。

このため、上記の光ピックアップは、波長650nm程度(λ_1)のレーザ光を

発するレーザ光源101と、波長800nm近傍(λ_2)のレーザ光を発生させるレーザ光源102とを具備している。

レーザ光源101から出た波長 λ_1 の光(直線偏光)は、波長選択性を有する膜103aが表面に形成されたプリズム103で反射された後、コリメート
5 レンズ104で平行光となり、偏光素子109を透過する。偏光素子109は、偏光性ホログラム107および波長板(位相差板)108から構成されている。

ホログラム107が偏光依存性を有するため、ホログラム107に入射した光は回折されずに、ホログラム107を透過する。言い換えると、ホログラム
107に入射する光の偏光方向(電界ベクトル)は、ホログラム107によって
10 回折されない向きに設定されている。

波長板108は、波長 λ_1 の光に対して、 $(5/4)\lambda_1$ のリターデーション(R
etardation)を有しており、偏光素子109に入射した直線偏光を円偏光に
変換して出射する。偏光素子109から出た円偏光は、対物レンズ110によ
って、基材厚0.6mmの光ディスク(例えばDVD)の記録面111に集光さ
15 れる。記録面111で反射された光は、光源側からくる光とは反対の方向に
伝搬し、対物レンズ110を経て偏光素子109に入射する。このため、光デ
ィスクで反射された光は、波長板108により、光源の側からくる直線偏光の
偏光方向に対して直交する向きに偏光した直線偏光に変換され、偏光性
ホログラム107に入射する。このようにして、光ディスクで反射された光は、
20 波長板108で、偏光性ホログラム107によって回折される直線偏光に変
換されてから偏光性ホログラム107を透過するため、ホログラム107によ
って回折される。この回折は、光ディスクで反射された光の光束断面を分割
するようにして行われる。

上記回折光は、コリメートレンズ104を経てプリズム103によって反射される。プリズム103で反射された回折光は、レーザ光源101に近接して配置された光検出器群112に入射する。こうして、DVDなどの光ディスクで反射された光の光量変化が検出され、フォーカスおよびトラッキングなどの制御に用いられる信号や再生信号(RF信号)などが得られる。

一方、レーザ光源102を出射した波長 λ_2 の光は、樹脂などの透明部材に凹凸状のグレーティングが形成されたホログラム113によって一部が回折され、+1次光及び-1次光などの回折光を形成するが、大部分は0次光として透過する。

ホログラム113から出た0次光は、プリズム103および波長選択性薄膜103aを透過した後、コリメートレンズ104に入射する。コリメートレンズ104は、入射してきた発散光をある程度収束する。コリメートレンズ104を透過した波長 λ_2 の光は、偏光素子109に入射するが、その偏光方向が偏光性ホログラム107によって回折されない向きに設定されているため、波長 λ_1 の光と同様、偏光ホログラム107によって回折されずに、そのまま偏光ホログラム107を透過する。

波長板108は、前述したように、波長 λ_1 の光に対しては4分の5波長板として機能するが、波長 λ_2 の光に対しては、異なる位相差を与える。波長 $\lambda_1 = \text{約}650\text{nm}$ の光の4分の5波長は、以下の(式1)で示す大きさの波長を持つ位相差を形成する。

(式1)

$$650\text{nm} \times 5/4 = 812.5\text{nm} \doteq 800\text{nm}$$

CDなどに用いられるレーザ光の波長 λ_2 は約800nmであるため、波長

λ_2 の光にとって、波長板108は、略1波長板として機能することになる。このため、波長板108を透過する波長 λ_2 の光は、ほぼ直線偏光のまま、波長板108を透過することになる。

偏光素子109を透過した光(波長 λ_2)は、対物レンズ110によって、基
5 材厚1.2mmの光ディスク(CDなど)の記録面114に集光される。記録面
114で反射された光は、対物レンズ110を経て、再び偏光素子109に入
射する。このとき、波長板108は、上述したように1波長板として機能する
ため、復路においても、直線偏光のまま、波長 λ_2 の光は波長板108を透
過して、偏光性ホログラム107に入射する。このため、偏光性ホログラム1
10 07に入射する光(波長 λ_2)の偏光方向は往路における偏光方向と同じで
あり、波長 λ_2 の光は、ホログラム107による回折作用を受けずに、そのま
ま、ホログラム107を透過してコリメートレンズ104に入射する。

コリメートレンズ104に入射した光は、プリズム103を経て、偏光依存性
のないホログラム113で一部が回折分岐される。ホログラム113で回折さ
15 れた光は、レーザ光源102に近接して配置された光検出器群115に分割
されて入射する。こうして、CDなどの光ディスクで反射された光の光量変化
が検出され、フォーカスやトラッキングなどの制御信号やRF信号などが得
られる。

次に、上記の偏光素子109に用いられている偏光性ホログラム107の
20 構成および動作原理を更に詳しく説明する。

偏光性ホログラムは、例えば、ニオブ酸リチウムなどの屈折率異方性を
有する複屈折材料(屈折率: n_1 、 n_2 、屈折率差 Δn)の基板を用いて作製さ
れる。このような基板の表面には、深さ d の格子溝が形成されており、格子

溝内には、屈折率異方性を有しない等方性材料(屈折率: n_1)が充填されている。

5 屈折率異方性材料から形成されている基板の屈折率は、例えば、偏光方向が格子溝に平行な偏光に対しては n_1 であり、格子溝に垂直な偏光に対しては n_2 ($n_1 \neq n_2$)である。すなわち、偏光方向が格子溝に平行な偏光に対する屈折率は、格子溝の内外で等しく、 n_1 の大きさを持つ。これに対して、偏光方向が格子溝に垂直な偏光に対する屈折率は、格子溝の内部で n_1 、外部で n_2 である。このため、偏光方向が格子溝に垂直な偏光に対して、ホログラムは回折格子と機能するが、偏光方向が格子溝に平行な偏光に
10 に対して、ホログラムは回折格子としては機能しない。

ここで、格子溝の内部と外部(溝部間部分)を通る光の位相差を ϕ とすると、ホログラムを透過する光(波長 λ)の透過率 T は、以下の式2で表される。

(式2)

$$T = \cos^2(\phi / 2)$$

15 位相差 ϕ は一般に、以下の式3で表される。

(式3)

$$\phi = 2\pi \Delta n d / \lambda$$

ここで、 Δn は、格子溝の内部と溝間部分との間にある屈折率差である。本実施形態の場合、偏光方向が格子溝に垂直な偏光に対して、 $\Delta n = n_1 - n_2$ であるが、偏光方向が格子溝に平行な偏光に対して、 $\Delta n = n_1 - n_1 =$
20 0である。

このため、格子溝に平行な偏光の透過率 T は、式3に $\Delta n = 0$ を代入して $\phi = 0$ となるので、以下の式4で表される。

(式4)

$$T=1$$

これに対し、格子溝に垂直な偏光の場合、位相差 ϕ は、式5で表される。

(式5)

$$5 \quad \phi = 2\pi(n_1 - n_2)d/\lambda$$

式5において、 $\phi = \pi$ となるように格子溝の深さ d を設定すれば、格子溝に垂直な偏光の透過率 $T=0$ となり、この偏光は完全に回折されることになる。

したがって、光源側から光ディスクの方向に進む波長 λ_1 および波長 λ_2 の光は、偏光性ホログラム107の回折格子を感じることなく、そのまま透過するように光の偏光方向とホログラム107の格子溝の方向との関係が設定される。この場合、偏光素子109に入射する光は、その波長に関わらず、偏光性ホログラム107で回折しない。

これとは反対に、光ディスクから反射してきた光が偏光ホログラム107に入射するとき、波長 λ_1 の光の偏光方向は、往路における波長 λ_1 の光の偏光方向とは直交する。言い換えると、復路における波長 λ_1 の光の偏光方向は、格子溝に垂直になる。このため、前述の式における λ を λ_1 に等しく設定してホログラム107を作製しておけば、この光は、ホログラム107で完全に回折する。一方、復路における波長 λ_2 の光は、往路におけるときと同じ偏光状態にあるため、波長 λ_2 の光は、回折されずにホログラム107を透過する。

このように、偏光依存性を有するホログラムと、波長依存性を有する位相板とを用いた構成によれば、DVD用の光の往復光路とCD用の光の往復

光路とが大部分共用できるため、光ピックアップの総部品点数を低減できるとともに、小型化および低コスト化が可能となる。

近年、さらに構成部品を集積化して光ピックアップを小型化し、価格を低減することにより、更にコンパクト化されたより安価な光ディスク装置を実現するため、異なる波長の光源（半導体レーザチップ）を同一基板上に近接させて配置した光ピックアップや、これらの光源を一体化して形成した集積デバイスを用いた光ピックアップが提案されている。これらの光ピックアップによれば、異なる波長の光について光学系を略完全に共有化できる。

このように複数の光源を1チップ内で集積した光ピックアップの一例が特開平2000-76689号公報に開示されている。図12は、この特開平2000-76689号公報に記載されている光ピックアップの構成を示す図である。

図12の光ピックアップでは、近接配置された2つの半導体レーザ121、122が、それぞれ異なる波長の光（波長 λ_1 ）、光（波長 λ_2 ）を出射する。ここで、波長 λ_1 は例えば約650nmであり、波長 λ_2 は例えば約800nmである。図12では、実線が波長 λ_1 の光路を示し、破線が波長 λ_2 の光路を示している。

半導体レーザ122から放射された波長 λ_2 の光の一部は、透明部材123の光源側に形成された回折格子124で回折され、0次光と ± 1 次光の3つのビームが形成され、3つのビームはトラッキング検出に利用される。

回折格子124の格子溝の深さは、半導体レーザ121から放射された波長 λ_1 の光ビームを回折しない大きさに設定されている。波長 λ_1 の光の一部および波長 λ_2 の光ビームの一部は、透明部材125の表裏に形成されたホログラム126およびホログラム127で、それぞれ、回折されるが、大部

分の光はそのまま透過する。透過した光は、コリメートレンズ128および対物レンズ129を経て、各々の波長に適した基材厚を有する光ディスクの記録面130、131に集光される。これらの記録面130、131で反射された光は、逆の経路をたどってホログラム127、126に戻ってくる。

5 ホログラム127では、波長 λ_1 の光を回折するが、波長 λ_2 の光は回折しないように、その格子溝の深さが調節されている。これに対し、ホログラム126では、波長 λ_2 の光ビームを回折するが、波長 λ_1 の光ビームは回折しないように、その格子溝の深さが調節されている。

10 上記の構成により、異なる波長の光ビームに対して、異なるホログラムパターンで各光ビームの一部を回折することにより、光ディスクで反射された光を検出器群132に導くことができる。

15 図12に示す光ピックアップによれば、2つの光源(半導体レーザ121、122)を集積化することにより、更に小型化されるとともに、異なる波長の光について、光軸の相対関係を半導体チップの実装精度で固定することができる。このため、光学系のアライメントが容易になる結果、光ピックアップの組立調整を簡素化し、生産性を向上させることができる。

 しかしながら、上記従来の光ピックアップを用いた光ディスク装置には、以下に示す問題がある。

20 再生専用の光ディスク装置の場合は、信号のS/N比がそれほど高い値を示す必要が無いため、光源の出力が小さく、また、光学系による光伝達ロスがある程度の大きさを示しても、実用上差し支えない。しかし、情報(データ)の記録または書き換えを行う光ディスク装置の場合、光ディスクの記録層に相変化マークを形成するために十分に大きな光パワーが必要であ

る。特に近年は、記録転送速度を高め、大容量のデータをより短い時間で記録することが求められているため、倍速記録性能の向上が必要である。倍速が高くなると、レーザー光による記録層の照射時間が短縮されるため、光パワーを更に向上することが要求される。このような要求に応えるため、
5 レーザの高出力化が進みつつあるが、レーザー出力が大きくなるほど、レーザー素子の作製が困難になるとともに、消費電力増加や発熱などの問題が顕著になる。このため、光学系の光伝達ロスができる限り小さくすることが必要になってきている。

特開2001-14714号公報に開示されている装置(図11)では、DVD
10 およびCDのいずれの記録/再生を行う場合でも、光源から光ディスクに向かう往路上で偏光性ホログラム107を透過するとき、回折格子による回折が生じず、光の伝達ロスが生じない。ただし、CDの再生を行うとき、光検出器へ信号光を分岐させるため使用されている他のホログラム113では、光の偏光方向によらず、光の回折が発生する。このホログラム113によって
15 形成される0次光の透過率(回折しない光の透過率)Tは、以下の式6によって表される。

(式6)

$$T = \cos^2(\pi t(n-1) / \lambda_2)$$

ここで、tは回折格子深さ(格子溝の深さ)、nは回折格子が形成されている透明部材の屈折率である。
20

CDからの信号を検出するためには、ある程度の回折光が発生させる必要があるため、CD再生用の光が光源から光ディスクに向かう過程でも、ホログラム113による回折ロスが発生する。ただし、CD再生用光源は、赤外

レーザと呼ばれる波長780nm程度の半導体レーザであるため、高出力化させやすく、動作電流値も低い。このため、上記のホログラム113を挿入したことによって生じる回折ロスを補うように、レーザ光の出力を高めることが可能である。

5 特開平2000-76689号公報に開示されている装置では、CD用またはDVD用光源として機能する半導体レーザ121、122から放射された光がCD用またはDVD用の検出ホログラム126、127を通過するとき、偏光方向に関係なく、回折が発生する。このため、往路における光に回折ロスが生じる。

10 また、いずれの光源(半導体レーザ121、122)から出た光も、光学系の往路では、DVD用およびCD用検出ホログラム126、127の両方を通過することになる。このため、回折ロスが2重に生じる。このような2重の回折ロスを防止するためには、回折格子の深さや屈折率を最適に設定することにより、2つの検出ホログラムのうち的一方では回折が生じないように工夫されている。例えば、CD再生用の光がDVD用検出ホログラムを通過すると、
15 CD再生用光の波長に対しては、DVD用検出ホログラムの回折格子の凹凸で 2π だけ位相がずれるように設定される。一方、DVD用の光がCD用検出ホログラムを透過するときには、DVDの波長に対して回折格子の凹凸が 2π ずれるようになっている。

20 上記の装置では、検出用ホログラム126、127が光源(半導体レーザ121、123)に近いので、回折格子の回折ピッチが小さく、また、2種類の光のうち他方の光を回折しないように格子溝が深く形成されている。例えば、DVD用の光の発光点(光源)から光軸上で2mm離れた位置の検出ホログ

ラムにより、光源から700 μm 離れた位置の光検出器に回折光を入射させるには、その検出ホログラムの回折ピッチ Λ を以下の式7で決まる大きさに設定する必要がある。

(式7)

$$5 \quad \Lambda = \lambda_1 / \sin(\text{atn}(\theta)) = 0.65 / \sin(\text{atn}(0.7/2)) = 2.0 \mu\text{m}$$

これに対し、DVD用の光に対して 2π の位相差を与えるが、CD用の光を回折させる格子溝深さ d_3 は、以下の式8に基づいて決定される。

(式8)

$$n_3 \times d_3 = m \lambda_1 \quad (m=1, 2, 3, \dots)$$

$$10 \quad n_3 = 2.0, \lambda_1 = 0.65 \text{ とすると, } d_3 = 0.33 \mu\text{m} \text{ となる。}$$

格子ピッチ Λ に対する格子溝深さ d_3 の比(アスペクト比= d_3/Λ)は $0.33/(2/2)=0.33$ 程度になる。

回折格子の加工寸法が大きい場合は、上記のアスペクト比を示す断面が理想的な矩形形状の格子溝パターンを形成できるが、微細加工の寸法が小さくなるほど、加工精度が低下し、断面が矩形形状から正弦波状に変化するため、10~20%程度の回折ロスが発生する。すなわち、レーザ光源からの光を効率よく光ディスク面に伝達させるためには、不要な回折が生じない偏光性タイプの回折素子を用いることが望ましい。

他の問題点は、光ディスクの基材が持つ複屈折に起因して生じる。光ディスクの基材は、光学的に透明な樹脂を成型することによって作製される。樹脂は高分子材料であるため、その屈折率は異方性を示す。このため、成型過程で樹脂の一部が流動して偏りが生じると、ディスクの一部または全体が複屈折性を示すことになる。特にCDなどのように基材厚が大きいほど、

複屈折性を顕著に示す場合が多くなる。また、価格を低く抑えつつ生産量を多くするため、規格で定められている複屈折性の許容範囲を超えた光ディスクも多く市販されており、このような光ディスクにも対応できることが光ディスク装置の側に求められている。なお、光ディスク基材の複屈折性は、ディスクの内周側から外周側に向かう径方向（ラジアル方向）に異方性の軸が表れやすい。

光ディスク基材が複屈折性を示すと、基材を透過する光の偏光状態が変化する。このため、偏光性ホログラムで回折される光量が基材の持つ複屈折性に依存して変動するという問題がある。極端な場合として、特開2001-14714号公報に開示されている装置（図11）では、光ディスクの基材の遅相軸がディスク径方向に対して45° 傾斜し、かつ、基材が1/4波長板と同じリターデーションを示す場合を考える。この場合、光ディスクから戻ってきた光の偏光方向は、光源から偏光ホログラムに入射する光偏光方向に直交することになり、光ディスクから戻ってきた光は偏光ホログラム109で完全に回折されてしまう。すると、CD用の検出ホログラム113で回折して光検出器115に導かれるべき光がなくなるため、信号光量が0になってしまう。

一方、特開平2000-76689号公報に開示されている装置（図12）では、CD検出用ホログラムおよびDVD検出用ホログラムのいずれもが、偏光に依存しないため、ディスク基材が複屈折性を有していても、その影響で検出光量が変動することがない。すなわち、ディスク基材の複屈折に起因する問題を回避する観点からは、偏光に依存しないタイプのホログラムを用いることが好ましいことになる。

以上に説明したように、特開2001-14714号公報に開示されている装置(図11)では、波長の短いDVD用の光を効率よく光ディスク面に導くことができるが、偏光性ホログラム109を用いているため、ディスク基材の複屈折に影響され、CDからの信号が0になってしまうことがある。このことは、RF信号の読みとりだけでなく、フォーカスやトラッキング制御にも悪い影響を及ぼす。

また、特開平2000-76689号公報に開示されている装置(図12)では、ホログラム126、127が偏光依存性を有していないため、光ディスク基材の複屈折性による影響は受けないが、光伝達効率が低いという問題がある。

このように、従来は、光の往復路ともに高い光伝達効率を示しながら、光ディスク基材の複屈折による影響も受けないようなホログラム(光回折素子)がなかった。

本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、その目的は、高い光伝達効率を示しながら、光ディスク基材の複屈折による影響も受けない光回折素子および当該素子を備えた光ディスク装置を提供することにある。

発明の開示

本発明の光回折素子は、波長が異なる複数の光ビームが通過する光路に配置される光回折素子であって、前記複数の光ビームのうち、或る波長 λ_1 を有する第1光ビームが第1方向Xに偏光した直線偏光状態にあるときは、前記第1光ビームを略完全に透過させるが、前記第1光ビームが前記

第1の方向に直交する第2方向Yに偏光した直線偏光状態にあるときは、前記第1光ビームを略完全に回折させる周期構造を有しており、前記複数の光ビームのうち、前記第1光ビームの波長 λ_1 とは異なる波長 λ_2 を有する第2光ビームの少なくとも一部は、その偏光状態によらず、回折させる。

5 好ましい実施形態において、前記周期構造は、前記第1光ビームが前記第1方向Xに偏光した直線偏光のとき、周期的に略 $2n\pi$ の位相差(n は0以外の整数)を有する光に変換し、前記第1光ビームが前記第2方向Yに偏光した直線偏光のとき、周期的に略 $(2m+1)\pi$ の位相差(m は整数)を有する光に変換し、しかも、前記第2光ビームが前記第1方向Xと略一致する方向に偏光した直線偏光であるとき、周期的に略 $2n\pi\lambda_1/\lambda_2$ の位相差を有する光に変換し、前記第2光ビームが前記第2方向Yと略一致する方向に偏光した直線偏光であるとき、略 $(2m+1)\pi\lambda_1/\lambda_2$ の位相差を有する光に変換する。

15 好ましい実施形態において、前記第1方向Xに偏光した直線偏光の波長が λ_1 であるときの周期的な屈折率差を Δn_1 、波長が λ_2 であるときの屈折率差を Δn_2 とし、かつ、前記第2方向Yに偏光した直線偏光の波長が λ_1 であるときの周期的な屈折率差を Δn_{11} 、波長が λ_2 であるときの屈折率差を Δn_{22} とした場合において、前記周期構造は、前記第1光ビームが前記第1方向Xに偏光した直線偏光のとき、周期的に略 $2N\pi$ の位相差(N は0以外の整数)を有する光に変換し、前記第1光ビームが前記第2方向Yに偏光した直線偏光のとき、周期的に略 $(2M+1)\pi$ の位相差(M は整数)を有する光に変換し、しかも、前記第2光ビームが前記第1方向Xと略一致する方向に偏光した直線偏光であるとき、周期的に略 $2N\pi\Delta n_2\lambda_1/(\Delta n_1\lambda_2)$ の位相差の位相差を有する光に変換し、前記第2光ビームが前記第2方向Yと略一致する方向に偏光した直線偏光であるとき、略 $(2M+1)\pi\Delta n_{22}\lambda_1/(\Delta n_{11}\lambda_2)$ の位相差を有する光に変換する。

好ましい実施形態において、前記周期構造は、交互に周期的に配列された第1領域Aおよび第2領域Bを有しており、前記第1および第2領域の各々は、少なくとも1つの層を有しており、ある方向Xに偏光方向を有する波長 λ_1 の直線偏光の光に対して領域Aの*i* ($i=1, 2, 3 \dots I$) 番目の層 (I は空気層を含むA領域の総層数)の屈折率が $n_{1A}(i)$ 、厚さが $t_A(i)$ 、領域Bの*j* ($j=1, 2, 3 \dots J$) 番の層 (J は空気層を含むB領域の総層数)の屈折率が $n_{1B}(j)$ 、厚さが $t_B(j)$ 、前記方向Xと直交する方向Yに偏光方向を有する波長 λ_1 の直線偏光に対して領域Aの*i* ($i=1, 2, 3 \dots I$) 番目の層の屈折率が $n_{11A}(i)$ 、領域Bの*j* ($j=1, 2, 3 \dots J$) 番の層の屈折率が $n_{11B}(j)$ とした場合において、

$$\sum t_A(i) = \sum t_B(j) \text{ が成立し、}$$

$$\sum (n_{1A}(i) \times t_A(i)) - \sum (n_{1B}(j) \times t_B(j)) = L \lambda_1 \quad (L \text{ は } 0 \text{ 以外の整数})$$

かつ

$$\sum (n_{11A}(i) \times t_A(i)) - \sum (n_{11B}(j) \times t_B(j)) = (2M+1) \lambda_1 / 2 \quad (M \text{ は整数})$$

または、

$$\sum (n_{1A}(i) \times t_A(i)) - \sum (n_{1B}(j) \times t_B(j)) = (2M+1) \lambda_1 / 2 \quad (M \text{ は整数})$$

かつ

$$\sum (n_{11A}(i) \times t_A(i)) - \sum (n_{11B}(j) \times t_B(j)) = L \lambda_1 \quad (L \text{ は } 0 \text{ 以外の整数})$$

を満足する。

好ましい実施形態において、前記周期構造は、厚さ*d*の層内に交互に周期的に配列された屈折率異方性領域および屈折率等方性領域を有しており、波長 λ_1 の常光および異常光に対する前記屈折率異方性領域の屈折率をそれぞれ n_0 および n_1 とし、波長 λ_1 の光に対する前記屈折率等方性領域の屈折率を n_3 とすると、 d, n_1, n_2, n_3 、および λ_1 が、

$$d(n_3 - n_1) = L \lambda_1 \quad (L \text{は} 0 \text{以外の整数})$$

かつ

$$d(n_3 - n_2) = (2M + 1) \lambda_1 / 2 \quad (M \text{は整数})$$

または

5 $d(n_3 - n_1) = (2M + 1) \lambda_1 / 2 \quad (M \text{は整数})$

かつ

$$d(n_3 - n_2) = L \lambda_1 \quad (L \text{は} 0 \text{以外の整数})$$

を満足する。

10 好ましい実施形態において、屈折率異方性領域は、透明基板上のパターンニングされた有機薄膜から形成されている。

好ましい実施形態において、前記周期構造は、厚さ d の層内に交互に周期的に第1および第2の屈折率異方性領域を有しており、波長 λ_1 の常光および異常光に対する前記第1の屈折率異方性領域の屈折率をそれぞれ n_0 、 n_1 とし、常光、異常光に対する前記第2の屈折率異方性領域の屈折率をそれぞれ n_{01} 、 n_{11} とする場合において、

d 、 n_0 、 n_1 、 n_{01} 、 n_{11} が、

$$d(n_0 - n_{01}) = L \lambda_1 \quad (L \text{は} 0 \text{以外の整数})$$

かつ

$$d(n_1 - n_{11}) = (2M + 1) \lambda_1 / 2 \quad (M \text{は整数})$$

20 または

$$d(n_0 - n_{01}) = (2M + 1) \lambda_1 / 2 \quad (M \text{は整数})$$

かつ

$$d(n_1 - n_{11}) = L \lambda_1 \quad (L \text{は} 0 \text{以外の整数})$$

を満足する。

5 好ましい実施形態において、前記周期構造は、交互に周期的に配列された厚さ d_1 の屈折率異方性領域および厚さ d_2 の第2の屈折率異方性領域を有し、波長 λ_1 の常光および異常光に対する前記第1の屈折率異方性領域の屈折率をそれぞれ n_0 、 n_1 とし、常光、異常光に対する前記第2の屈折率異方性領域の屈折率をそれぞれ n_{01} 、 n_{11} とする場合において、

$$d_2(n_{01}-1)-d_1(n_0-1)=L\lambda_1 \quad (Lは0以外の整数)$$

かつ

$$d_2(n_{11}-1)-d_1(n_1-1)=(2M+1)\lambda_1/2 \quad (Mは整数)$$

10 または、

$$d_2(n_{01}-1)-d_1(n_0-1)=(2M+1)\lambda_1/2 \quad (Mは整数)$$

かつ

$$d_2(n_{11}-1)-d_1(n_1-1)=L\lambda_1 \quad (Lは0以外の整数)$$

を満足する。

15 好ましい実施形態において、前記周期構造は、厚さ d の層内に交互に周期的に配列された第1および第2の屈折率異方性領域と、前記第1または第2の屈折率異方性領域上に形成された屈折率 n_4 、厚さ t の膜 F_1 とを有しており、波長 λ_1 の常光および異常光に対する前記第1の屈折率異方性領域の屈折率をそれぞれ n_0 、 n_1 とし、常光、異常光に対する前記第2の屈折率異方性領域の屈折率をそれぞれ n_{01} 、 n_{11} とする場合において、前記第1の屈折率異方性領域上に前記膜 F_1 が存在するときは、

20

$$d(n_{01}-n_0)-t(n_4-1)=L\lambda_1 \quad (Lは0以外の整数)$$

かつ

$$d(n_{11}-n_1)-t(n_4-1)=(2M+1)\lambda_1/2 \quad (Mは整数)$$

または、

$$d(n_{01}-n_0)-t(n_4-1)=(2M+1)\lambda_1/2 \quad (Mは整数)$$

かつ

$$5 \quad d(n_{11}-n_1)-t(n_4-1)=L\lambda_1 \quad (Lは0以外の整数)$$

を満たし、

前記第2の屈折率異方性領域上に前記膜F1が存在するときは、

$$d(n_{01}-n_0)-t(1-n_4)=L\lambda_1 \quad (Lは0以外の整数)$$

かつ

$$10 \quad d(n_{11}-n_1)-t(1-n_4)=(2M+1)\lambda_1/2 \quad (Mは整数)$$

または、

$$d(n_{01}-n_0)-t(1-n_4)=(2M+1)\lambda_1/2 \quad (Mは整数)$$

かつ

$$d(n_{11}-n_1)-t(1-n_4)=L\lambda_1 \quad (Lは0以外の整数)$$

15 を満足する。

好ましい実施形態において、前記膜F₁は、リフトオフ法により形成されたものである。

好ましい実施形態において、前記周期構造は、屈折率異方性基板に周期的に形成された凹凸の凹部に屈折率等方性材料を充填することによって形成されている。

20

好ましい実施形態において、前記周期構造は、屈折率異方性基板に周期的に形成された凹凸の凹部に屈折率異方性材料を充填することによって形成されている。

好ましい実施形態において、前記複数の光ビームのうちの少なくとも2つは、偏光方向が互いに略直交している。

5 好ましい実施形態において、前記光回折素子は、光ビームを透過し得る開口エリアを前記光ビームの波長に応じて変化させる開口制限手段を備えている。

好ましい実施形態において、異なる波長を有する前記複数の光ビームのうちの少なくとも1つの光ビームの波長の整数倍の段差を有する同心円状の階段構造が前記光回折素子上に形成されている。

10 本発明の光情報処理装置は、複数の種類の光情報媒体にデータを書き込むこと及び／または前記光情報媒体からデータを読み出すことができる光情報処理装置であって、波長の異なる複数の光ビームを形成する光源と、前記光ビームを集光し、前記光情報媒体の信号面上に光スポットを形成する対物レンズと、前記光源と前記対物レンズとの間に配置された光回折素子および波長板と、前記光情報媒体から反射された前記光ビームの

15 強度を検出する光検出器とを備えており、前記複数の光ビームのうちの少なくとも2つの光ビームについて、前記光源から前記対物レンズに至るまでの光路と、光情報媒体の信号面により反射されて前記光検出器に至るまでの光路とが共通する部分において、前記光回折素子が配置されており、前記光回折素子は、前記少なくとも2つの光ビームのうち、波長 λ_1 を有する

20 第1の光ビームに対しては周期的に略 $2n\pi$ の位相差(n は0以外の整数)を与え、波長 λ_2 を有する第2の光ビームに対しては周期的に略 $2n\pi$
 λ_1/λ_2 の位相差を与え、前記光回折素子を透過した前記第1の光ビームは、前記対物レンズを経て第1の光情報媒体の信号面上に集光され、

前記信号面で反射された第1の光ビームは前記対物レンズを経て前記光回折素子に入射し、前記光回折素子によって周期的に略 $2n\pi + \alpha$ の位相差(α は0以外の実数)が与えられ、前記光回折素子を透過した前記第2の光ビームは、前記対物レンズを経て第2の光情報媒体の信号面上に集光され、前記信号面で反射された第2の光ビームは前記対物レンズを経て前記光回折素子に入射し、前記光回折素子によって周期的に略 $(2n\pi + \alpha)\lambda_1/\lambda_2$ の位相差が与えられる。

好ましい実施形態において、前記第1の光ビームに関する α は $(2m+1)\pi$ (m は整数)である。

本発明の光情報処理装置は、複数の種類の光情報媒体にデータを書き込むこと及び/または前記光情報媒体からデータを読み出すことができる光情報処理装置であって、波長の異なる複数の光ビームを形成する光源と、前記光ビームを集光し、前記光情報媒体の信号面上に光スポットを形成する対物レンズと、前記光源から前記対物レンズに至るまでの光路と前記光情報媒体から反射され前記光検出器に至るまでの光路とが共通する部分に配置された光回折素子および波長板と、前記光情報媒体から反射された前記光ビームの強度を検出する光検出器とを備えており、前記光回折素子は、上記何れかに記載された光回折素子から構成されている。

好ましい実施形態において、前記対物レンズを移動する手段を備えており、前記光回折素子が前記対物レンズを移動する手段に搭載されている。

好ましい実施形態において、前記波長板は、前記複数の光ビームのうち、波長 λ_1 を有する光ビームに対しては、略 $(2M+1)\lambda_1/4$ のリターデーション(M は整数)を有し、波長 λ_2 を有する光ビームに対しては、略 $N\lambda_2$ のリ

ターデーション(Nは整数)を有する。

好ましい実施形態において、前記波長板は、前記複数の光ビームのうち、波長 λ_1 を有する光ビームに対しては、略 $(2M+1)\lambda_1/4$ のリターデーション(Mは整数)を有し、波長 λ_2 の光ビームに対しては $(2N+1)\lambda_2/2$ のリターデーション(Nは整数)を有する。

好ましい実施形態において、前記少なくとも2つの光ビームは、前記光源から出て前記光回折素子に入射するとき、互いに直交する方向に偏光している。

本発明の電子機器は、上記いずれかの光情報処理装置と、複数の異なる規格に基づいて作製された記録媒体を回転させる駆動部とを備えている。

図面の簡単な説明

図1(a)および(b)は、本発明における光回折素子の基本的な動作を示す図である。

図2は、本発明の光情報処理装置の第1の実施形態の構成を示す断面図である。

図3(a)および(b)は、本発明による光回折素子と波長板から構成される偏光素子の動作を示す図である。

図4(a)は、第1の実施形態における光回折素子5によって分岐された光が検出器3a、3b、3c、3dに入射する状態を示す図であり、図4(b)は、検出光と検出器3a、3b、3c、3dの位置関係の一例を示す平面図であり、図4(c)は、光回折素子5の溝パターンを模式的に示す平面図である。

図5は、本発明の第1の実施形態に用いられる光回折素子の構成を示す

す断面図である。

図6(a)から(c)は、本発明による光回折素子の種々の実施形態を示す図である。

5 図7は、本発明による光回折素子の他の実施形態の構成を示す断面図である。

図8は、本発明による光回折素子の更に他の実施形態の構成を示す断面図である。

図9は、本発明による光回折素子の更に他の実施形態の構成を示す断面図である。

10 図10は、本発明の光回折素子におけるサイドエッチングとテーパと回折効率との関係を示すグラフである。

図11は、光ディスク装置の第1の従来例の構成を示す断面図である。

図12は、光ディスク装置の第2の従来例の構成を示す断面図である。

15 発明を実施するための最良の形態

本発明では、光ピックアップを小型化するため、異なる波長の光ビームを放射する光源を近接または1つのチップに一体化するとともに、異なる波長の光ビームに対して光回折素子や光検出器を共用化して使用する。

20 図1(a)は、本発明による光回折素子5に波長 λ_1 の光ビームが入射する様子を示している。図1(a)の上側には光回折素子5の断面が示されており、その下側には光回折素子5の正面部分が模式的に示されている。偏光方向が第1方向Xに平行な方向に偏光した光ビーム(波長 λ_1)は、図1(a)に示すように、光回折素子5の周期構造11によってほとんど回折されるこ

となく光回折素子5を透過することができるが、偏光方向が第2方向Yに平行な方向に偏光した光ビーム(波長 λ_1)は、光回折素子5の周期構造11によって略完全に回折される。

一方、図1(b)は、光回折素子5に波長 λ_2 の光ビームが入射する様子を示している。ここで、 $\lambda_1 < \lambda_2$ の関係が成立しているとする。図1(b)の上側には光回折素子5の断面が示されており、その下側には光回折素子5の正面部分が模式的に示されている。波長が λ_2 の光ビームの場合は、その偏光方向が第1方向Xに平行な方向に偏光している場合も、また、第2方向Yに平行な方向に偏光している場合も、ともに、図1(b)に示すように、光回折素子5の周期構造11によって一部が回折され、残りが透過することになる。

このように、本発明の光回折素子5は、偏光依存性と波長依存性を有している点に特徴があるが、波長 λ_1 の光ビームについては偏光方向によって回折の有無が大きく異なるのに対して、波長 λ_2 の光ビームについては、偏光方向にかかわらず常に入射光の一部が回折する点に最も重要な特徴を有している。

このように新規な光回折素子5を光ピックアップに用いることにより、相対的に波長が長く、出力を大きくしやすい光ビーム(例えばCD用の光ビーム)に対しては、その偏光状態の変化によらず、常に回折光を生成することができる。このため、図11に示す従来の装置で生じていた問題、すなわちディスク基材の複屈折に影響されてCDからの信号検出が0になってしまうという問題を解決することができる。

なお、図11の偏光ホログラム107は、DVD用の波長を有する光ビームに

対しては光回折素子として機能するが、CD用の波長を有する光ビームに対しては光回折素子として機能しないため、CD用に別のホログラム113が不可欠になる。また、図12に示す従来の装置でも、CD用の光ビームとDVD用の光ビームに対して別々の回折格子を用いる必要がある。

5 これらの従来技術に対して、本発明では、1つの光回折素子5でDVD用の光ビームだけではなく、CD用の光ビームに対しても適切な回折を行なうことができる。

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。

(実施形態1)

10 まず、図2から図5を参照しながら、本発明による光情報処理装置の第1の実施形態を説明する。本実施形態の光情報処理装置は、本発明の光回折素子を備えた光ピックアップである。図2は、この光ピックアップの全体構成を示している。

15 図2の光ピックアップは、複数の種類の光ディスクにデータを書き込むこと、および／または光ディスクからデータを読み出すことができる光ディスク装置に用いられる。記録再生動作を行なうとき、光ディスクは光ディスク装置内のモータなどの駆動部(不図示)によって回転させられる。

20 本実施形態の光ピックアップは、波長の異なる複数の光ビームを形成する光源と、光ビームを集光し、光ディスクの信号面上に光スポットを形成する対物レンズと、光源と対物レンズとの間に配置された光回折素子および波長板と、光ディスクから反射された光ビームの強度を検出する光検出器とを備えている。なお、光源は、異なる波長の光を放射する単一のレーザチップから構成されることが好ましいが、2種類のレーザチップを近接配置し

たものであってもよい。

光源から対物レンズに至るまでの光路と、光ディスクの信号面で反射されて光検出器に至るまでの光路とが共通する部分において、本発明による光回折素子が配置されている。

5 以下、本実施形態の光ピックアップの構成を、より詳細に説明する。

まず、図2を参照する。本実施形態における光検出器3は、シリコンチップなどの半導体基板2に形成されており、波長 λ_1 および波長 λ_2 の2種類のレーザー光を出射するレーザーチップ1が基板2にマウントされている。光検出器3は、光電効果によって光を電気信号に変換する複数のフォトダイオードから構成されている。レーザーチップ1が放射するレーザー光のうち、例えば、波長 λ_1 は約650nmであり、波長 λ_2 は約800nmである。本実施形態では、波長 λ_1 のレーザー光はDVD用に用いられ、波長 λ_2 のレーザー光はCD用に用いられる。

15 レーザーチップ1から出射された波長 λ_1 の光は、コリメートレンズ4によって平行化された後、偏光素子7を透過する。偏光素子7は、光回折素子5と波長板6とが一体化された素子である。偏光素子7は、対物レンズ8とともに支持部材35に取り付けられており、アクチュエータ36によって対物レンズ8とともに一体的に駆動される。

20 偏光素子7に含まれる光回折素子5は、光源であるレーザーチップ1の側から入射してくる波長 λ_1 の光に対して、周期的に略 $2n\pi$ の位相差(n は0以外の整数)を与える。すなわち、光源側から入射してくる波長 λ_1 の光に対しては殆んど回折することなく透過させることができる。

偏光素子7を透過した光(波長 λ_1)は、対物レンズ8によって光ディスクの

記録面9上に集光され、反射される。反射光は、再び対物レンズ8を経て偏光素子7に入射し、偏光素子7内の光回折素子5によって回折される。光回折素子5は、光ディスクから反射されてきた波長 λ_1 の光に対して周期的に略 $2n\pi + \alpha$ の位相差(α は0以外の実数)を与える。すなわち、光回折素子5は、光ディスク側から入射してきて波長 λ_1 の光の少なくとも一部を回折する。なお、 α が $(2m+1)\pi$ のとき(m は整数)、光ディスク側から入射してきて波長 λ_2 の光の略全てが回折されることになる。光回折素子5で回折された光は、コリメートレンズ4を経て光検出器3に入射する。光検出器3は、光量変化に応じた電気信号を生成し、この電気信号は、フォーカス制御信号、トラッキング制御信号、およびRF信号である。

一方、レーザチップ1を出射した波長 λ_2 の光も、コリメートレンズ4によって平行化され、偏光素子7を透過する。偏光素子7に含まれる光回折素子5は、光源であるレーザチップ1の側から入射してくる波長 λ_2 の光に対して、周期的に略 $2n\pi \lambda_1 / \lambda_2$ の位相差を与える。このため、波長 λ_2 の光の一部は光回折素子5によって回折されるが、残りは光回折素子5を透過する。

光回折素子5を透過した光は、対物レンズ8によって基材厚の異なる光ディスクの記録面10上に集光され、記録面10で反射される。反射光は、再び対物レンズ8を経て偏光素子7に入射し、偏光素子7内の光回折素子5によって回折される。光回折素子5は、光ディスクから反射されてきた波長 λ_2 の光に対して、周期的に略 $(2n\pi + \alpha) \lambda_1 / \lambda_2$ の位相差(α は0以外の実数)を与える。光回折素子5で回折された光は、コリメートレンズ4を経て光検出器3に入射する。光検出器3は、光量変化に応じた電気信号を生成し、この電気信号は、フォーカス制御信号、トラッキング制御信号、お

よびRF信号である。

図3(a)および(b)は、図2の偏光素子7について、波長 λ_1 、 λ_2 の光について、回折の偏光依存性を模式的に示す図である。

図3(a)は、波長 λ_1 の光が偏光素子7を反対方向に通過する場合を模式的に示している。光源側(図中下側)から偏光素子7に入射する波長 λ_1 の光は、例えば、紙面に平行な偏光方向を持つ直線偏光である。このような光は、周期構造11を有する回折素子5を透過することができる。なお、図示されている偏光素子7の周期構造11は、紙面に垂直な方向に延びる回折溝によって構成されている。光回折素子5の周期構造11は、偏光依存性を有しており、偏光方向が紙面に平行な直線偏光(波長 λ_1)が光回折素子5を透過するとき、周期構造11の入射位置に応じて、 $2N\pi$ (N は0以外の整数)の位相差が透過光に生じる。 N が0でない点で、本実施形態の光回折素子5は、特開2001-14714号公報に記載されている回折格子(図11のホログラム107)から大きく異なっている。本実施形態では、光回折素子5の透過光に生じる周期的な位相差が 2π の整数倍に等しい(光回折素子5で生じる光路差が波長 λ_1 の整数倍に等しい)ため、光の回折原理に従い、波長 λ_1 の光にとっては周期構造1が無い状態に等しくなる。このため、上記の光は、光回折素子5によって回折されず、透過する。

このようにして光回折素子5を透過した光は、次に波長板6を通過する。波長板6は、波長 λ_1 の光に対して、 $(m \pm 1/4)$ 波長(m は整数)相当のリターデーションを有している。本実施形態では、波長板6は、波長 λ_1 (650 nm)の光に対して、4分の5波長板として機能する。このため、波長 λ_1 の直線偏光は、波長板6によって円偏光に変換される。

不図示の光ディスクで反射されて戻ってきた光(円偏光)は、波長板6によって直線偏光に変換される。この直線偏光の偏光方向(紙面に垂直)は、光源側から光回折素子5に入射した光の偏光方向と直交する。このような直線偏光に対して、回折素子5の周期構造11は、入射位置に応じて(2M + 1)πの位相差(Mは整数)を周期的に発生させる。このため、この直線偏光は、光の回折原理により、完全に回折される(式2参照)。

次に、図3(b)を参照しながら、波長λ₂の光について偏光素子7の動作を説明する。

図3(b)に示すように、光源側から光回折素子5に入射する波長λ₂の光(偏光方向が紙面に平行な直線偏光)が偏光素子7に入射するとき、光回折素子5の周期構造11により、ほぼ2Nπλ₁/λ₂の位相差が発生する。Nは0でないため、発生する位相差は0にならない。このため、光回折素子5では、波長λ₂の光の回折がある程度は発生してしまう。

また、厳密には、光回折素子5の材料には波長分散があるため、波長λ₁の光と波長λ₂の光との間に屈折率差が生じる。ここで、周期構造11を構成する媒質の周期的屈折率差を波長λ₁、λ₂の光の各々についてΔn₁、Δn₂とする。この場合、周期構造11で2NπΔn₂・λ₁/(Δn₁・λ₂)の位相差が発生し、この位相差は、光回折素子5の材料に波長分散が大きいと無視できない。

λ₁=650nm(DVD用の波長の光)、λ₂=800nm(CD用の波長の光)、N=1とすると、回折しない光(0次光)の透過効率は、以下の式9で示される。

(式9)

$$\cos^2((2\pi\lambda_1/\lambda_2)/2) = \cos^2((2\pi \times 650/800)/2) = 69\%$$

式9から、入射した光の39%が光回折素子5によって回折されることがわかる。

一方、光ディスクから戻ってくる波長 λ_2 の光が、図3(b)に示すように、偏光素子7に入射したとき、光回折素子5の周期構造11によって(2M+1)
5 $\pi\lambda_1/\lambda_2$ の位相差が発生する。従って、波長 λ_1 の光または波長 λ_2 の光のうち相対的に大きな波長を持つ光が、他方の光の波長の整数倍(2倍、3倍、...)の大きさを持たない限り、両方の光に対する回折光を0に設定することはできない。

10 なお、前述した波長分散により、厳密には(2M+1) $\pi\Delta n_{22}\lambda_1/(\Delta n_{11}\lambda_2)$ の位相差が発生する。 Δn_{11} 、 Δn_{22} は、それぞれ、光ディスクから戻ってきた波長 λ_1 、 λ_2 の光が波長板6を経て光回折素子5に入射するときの偏光状態に対する周期構造の周期的な屈折率差である。

15 $\lambda_1=650\text{nm}$ (DVD用の光)、 $\lambda_2=800\text{nm}$ (CD用の光)、 $M=1$ とすると、±1次回折光の各回折効率は、以下の式10で表される。

(式10)

$$(2/\pi)^2 \times \cos^2((\pi\lambda_1/\lambda_2)/2) = \cos^2((\pi \times 650/800)/2) = 8.4\%$$

±1次回折光以外の光は、ほとんど0次光として回折格子を透過する。

20 なお、最も偏光の影響を大きく受けるのは、CDの基材が1/4波長板とほぼ等価な複屈折を持つ場合である。この場合、入射時と直交する方向の直線偏光となる。このときの±1次回折光の回折効率は、完全回折条件を満たし、±1次回折光の約37%程度が信号光として帰還する。すなわち、

帰還光量は、様々な偏光状態に応じて変化するが、最悪の場合でも0にならない。

図4(a)は、光回折素子5によって分岐された光が検出器3a、3b、3c、3dに入射する状態を示す図であり、図4(b)は、検出光と検出器3a、3b、3c、3dの位置関係の一例を示す平面図である。また、図4(b)は、光回折素子5の溝パターンを模式的に示す平面図である。

光回折素子5は、図4(b)に示すように、光ディスクのトラック方向に対応する方向に延びる境界線を境にして2分割されている。分割された2つの領域の一方は、光ディスクの外周側から反射された光を検出器3b、3dへ回折し、分割された2つの領域の他方は、光ディスクの内周側から反射された光を検出器3a、3cへ回折する。図4(a)では、実線で波長 λ_2 の光ビームを示し、破線で波長 λ_1 の光ビームを示している。光回折素子5から光検出器3a、3bの方向に回折される光が+1次光であるとする、光回折素子5から光検出器3c、3dの方向に回折される光が-1次光である。

上記の光回折素子5では、境界線の右側における格子間隔と左側における格子間隔との間に差異を設けることにより、+1次光と-1次光との間に形成される角度を境界線の左右で変化させることができる。図4の例では、境界線より右側の格子間隔を左側の格子間隔に比べて相対的に短く設定している。

光ビームスポットの光ディスク面での位置がトラックの中心からずれると、回折光量に非対称性が現れる。この回折光量の非対称性は、光ビームスポットのトラック中心からのずれの大きさに依存する。従って、光検出器3cの出力から光検出器3dの出力を引く演算をすることにより、上記回折光量

の非対称性を定量的に検出できる。このような演算によって得られる信号（トラッキングエラー信号）に基づいて、プッシュプル法によるトラッキング検出を行うことができる。

5 また、光ディスク面に対するフォーカスのずれは、検出器に形成されるビームスポットのサイズの変化として現れる。光検出器3aの出力から光検出器3bの出力を引く演算をすることにより、ビームスポットサイズの変化を検出できる。上記の演算によって得られる信号に基づいて、SSD法（Spot Size Detection法）によるフォーカス検出ができる。

10 なお、光ディスクのトラックに沿って書き込まれたデータは、例えば、光検出器3cからの出力と光検出器3dからの出力を足し合わせる演算を行うことにより、検出（再生）することができる。このような演算によって得られる再生信号を、以下「RF信号」と称する場合がある。

15 本実施形態における偏光素子7は、前述のように、対物レンズ8とともにアクチュエータ36で一体的に駆動される。このため、光ディスクの偏芯運動などに追従して対物レンズ8がトラッキング方向（ディスク径方向）にシフトしたときでも、上記の演算によって求められる信号にオフセットは発生しない。これは、対物レンズ8がトラッキング方向にシフトしても、検出器3a～3d上に形成される光スポットの位置が検出器上のX方向にシフトするのみだからである。このような光スポットのシフトを考慮して、検出器の受光エリアが充
20 分に広く形成されていれば、光スポットの位置が検出器の受光エリア内で移動したとしても、上記の演算によって求められる信号のレベルに変化は生じない。

光回折素子5に入射する光は、波長の違いに応じて、異なる角度（回折

角)で回折される。例えば、波長 λ_1 の光は、参照符号12a~12dで示される領域に入射し、光スポットを形成する。これに対し、波長 λ_2 の光は、参照符号13a~13dで示される領域に入射し、光スポットを形成する。本実施形態では、各検出器3a~3dの受光エリアが、これら光スポットの全体を受け
5 けることができる大きさを有しているため、波長の異なる光を同じ検出器で検出することが可能である。図11の装置では、DVD用およびCD用に2種類の光検出器を必要としたため、装置の小型が困難であったが、本発明によれば、小型化が容易になる。

本実施形態の偏光素子7を用いることにより、波長 λ_1 の光(例えばDVD用の光)は、光源から出て光回折素子5を透過する際、ほとんど回折されない(図3(a))。このため、光源から出た光は、光量の損失を避けつつ、高い効率で光ディスク面へ導かれる。一方、波長 λ_2 の光(例えばCD用の光)は、ディスク基材が有する複屈折性のために偏光状態が変化した光が光ディスクから戻ってきたとしても、回折後、光量の低下が抑制され、最悪の場合でも、信号レベルが0になってしまうことはない(図3(b))。
10 15

なお、本実施形態における波長板6は、波長 λ_1 の光に対しては、 $5/4$ 波長板として機能する。すなわち、波長 λ_2 の光に対しては、ほぼ1波長板として機能する。

本発明では、上記の波長板の代わりに、波長 λ_1 の光に対して $1/4$ 波長板として機能するリターデーションを有する波長板6を用いてもよい。このよ
20 うな波長板6は、波長 λ_2 の光に対して、ほぼ $1/5$ 波長板と機能する。このため、ディスク基材に複屈折が無い場合、ディスクから戻ってきた光が波長板6を通過して光回折素子5に入射するときの偏光状態は、楕円偏光にな

る。この楕円偏光は、光源から出た光が最初に光回折素子5に入射するときの偏光方向に対して略直交する方向に主軸を持ち、かつ直線偏光に近い楕円度を有する。このような偏光が光回折素子5に入射すると、回折光量が大きくなるため、信号光量も大きくなる。

5 本発明で用いることのできる波長板は、上記の具体的なリターデーションを有する2種類の波長板に限定されない。すなわち、波長 λ_1 の光に対して略 $(2M+1)\lambda_1/4$ のリターデーション(Mは整数)を有し、かつ、波長 λ_2 の光に対して略 $N\lambda_2$ のリターデーション(Nは整数)を有している波長板でも同様の効果を得ることができる。

10 また、波長 λ_1 の光に対して略 $(2M+1)\lambda_1/4$ のリターデーション(Mは整数)を有し、かつ、波長 λ_2 の光に対して略 $(2N+1)\lambda_2/2$ のリターデーション(Nは整数)を有している波長板でもよい。このような波長板を用いると、波長 λ_2 の光が光ディスクから反射して戻ってきたとき、再び同じ偏光状態に戻るため、波長板6が波長 λ_2 の光に対して1波長板として機能する場合の
15 効果と同様の効果が発揮される。

 ディスク基材が複屈折性を有すると、光ディスクで反射された光の偏光状態は様々に変化するが、本実施形態によれば、信号光量が検出できないレベルに低下することはない。なぜなら、信号光量が最も少なくなるのは、光ディスクから戻ってきた光の偏光状態が往路における光の偏光状態と同じ直線偏光となるときであるが、このような場合でも、本実施形態によれば、
20 回折効率が8.4%であり、0にはならないからである。従って、本実施形態によれば、複屈折性の大きい光ディスクに対しても、安定して信号の再生および制御を行うことができる。

このように、本実施形態の光ピックアップによれば、DVD用光源のように、波長が短いため、低コストで作製または入手しにくい高出力光源から出る光については、その利用効率を高めている(図3(a))。一方、高出力の光源を比較的安価で作製または入手できるが、基材が厚いために複屈折性による偏光状態の変化が生じやすいCDなどの光ディスクについては、偏光状態の変化による影響を低減することができる(図3(b))。

また、本実施形態によれば、異なる波長の光に対して、光源からの光は効率良く透過させながらも、光ディスクから戻ってきた光を検出器に導く機能を発揮させることができる光ピックアップを実現できるため、小型化で部品点数の少ない光ピックアップを低コストで提供することが可能になる。

次に、図5を参照しながら、本実施形態の光ピックアップに好適に用いられ得る光回折素子の構造を説明する。図5は、このような光回折素子の周期構造を模式的に示す断面図である。

図5に示す光回折素子は、領域Aと領域Bとが面内方向に交互に規則的に配列した周期構造を有している。この周期構造が格子パターンを構成し、光を回折する。領域A及び領域Bの各々は、屈折率及び/または厚さが異なる複数の媒質層が積層された構造を有している。図5の回折素子を光が透過するとき、領域Aを透過する光と領域Bを透過する光との間に位相差が発生し、これによって回折現象が生じる。

ここで、偏光方向が図5の紙面に平行な直線偏光が、図5の回折格子を透過するとき、領域Aと領域Bとの間で発生する位相差を δ とする。一方、偏光方向が図5の紙面に垂直な直線偏光が、図5の回折格子を透過するとき、領域Aと領域Bとの間で発生する位相差を δ_1 とする。更に、偏光方

向が紙面に平行な直線偏光である波長 λ_1 の光に対する領域Aの i ($i=1, 2, 3 \dots I$) 番目の層の屈折率が $n_{1A}(i)$ 、厚さが $t_A(i)$ 、領域Bの j ($j=1, 2, 3 \dots J$) 番の層の屈折率が $n_{1B}(j)$ 、厚さが $t_B(j)$ とする。一方、偏光方向が紙面に垂直な直線偏光に対する領域Aの i ($i=1, 2, 3 \dots I$) 番目の層の
 5 屈折率は $n_{11A}(i)$ 、領域Bの j ($j=1, 2, 3 \dots J$) 番の層の屈折率は $n_{11B}(j)$ とする。なお、本明細書における「媒質層」には、空気の層も含まれるものとする。

このような標記方法に従うと、以下の式11が成立する。

(式11)

$$10 \quad \sum t_A(i) = \sum t_B(j)$$

そして、位相差 δ は、以下の式12で表される。

(式12)

$$\delta = \sum (n_{1A}(i) \times t_A(i)) - \sum (n_{1B}(j) \times t_B(j))$$

ここで、 Σ は各層の屈折率と層厚の積の総和を意味する。

15 一方、位相差 δ_1 は、以下の式13で表される。

(式13)

$$\delta_1 = \sum (n_{11A}(i) \times t_A(i)) - \sum (n_{11B}(j) \times t_B(j))$$

(式2)および(式3)より、位相差 δ や位相差 δ_1 が $L\lambda_1$ (L は0以外の整数)に等しくなるとき、回折が生じない「完全透過」の状態となり、位相差 δ
 20 や位相差 δ_1 が $(2M+1)\lambda_1/2$ に等しくなるとき、「完全回折」の状態になる。すなわち、光回折素子の周期構造が、以下の式14及び式15の両方を満足するとき、波長 λ_1 の光が光回折素子に対して、光源側から入射する場合には「完全透過」が実現し、ディスク側から入射する場合には「完全

回折」が実現する。

(式14)

$$\sum (n_{1A}(i) \times t_A(i)) - \sum (n_{1B}(j) \times t_B(j)) = L \lambda_1 \quad (Lは0以外の整数)$$

(式15)

$$5 \quad \sum (n_{11A}(i) \times t_A(i)) - \sum (n_{11B}(j) \times t_B(j)) = (2M+1) \lambda_1 / 2 \quad (Mは整数)$$

一方、上記の条件が満足されるとき、波長 λ_2 の光については、位相差 δ と位相差 δ_1 との間に、 $(2M+1) \pi \lambda_1 / \lambda_2$ の位相差が発生するため、以下の(式16)に表される1次回折光が発生する。

(式16)

$$10 \quad (2/\pi)^2 \times \cos^2((2M+1)(\pi \lambda_1 / \lambda_2) / 2)$$

波長 λ_1 の光または波長 λ_2 の光との間に、一方が他方の波長の整数倍(2倍以上)になるような差がなければ、回折光はゼロにならない。DVD用の光の波長($\lambda_1 = 650\text{nm}$)と、CD用の光の波長($\lambda_2 = 800\text{nm}$)との間には、このような大きな差異は無いため、回折光はゼロにならない。

15 各媒質層は、光源側からの光が紙面に垂直な直線偏光となり、かつ、ディスク側からの光が紙面に平行な直線偏光となる場合であっても、上記の作用と同じ作用を光に与える。このため、以下の式17及び式18が満足される条件を採用しても良い。

(式17)

$$20 \quad \sum (n_{1A}(i) \times t_A(i)) - \sum (n_{1B}(j) \times t_B(j)) = (2M+1) \lambda_1 / 2 \quad (Mは整数)$$

(式18)

$$\sum (n_{11A}(i) \times t_A(i)) - \sum (n_{11B}(j) \times t_B(j)) = L \lambda_1 \quad (Lは0以外の整数)$$

(実施形態2)

図6(a)から(c)を参照しながら、本発明による光回折素子の第2の実施形態を説明する。

図6(a)は、本実施形態の光回折素子と波長板とを含む偏光素子の構成を示す断面図である。

5 この偏光素子は、第1のガラス基板15と、前記ガラス基板15上に形成された薄膜周期構造16と、薄膜周期構造16を覆うようにガラス基板15上に形成された等方性媒質17と、等方性媒質17上に設けられた波長板21と、波長板21上に設けられた第2のガラス基板14とを備えている。ここで、
10 薄膜周期構造16は屈折率異方性を有しており、波長板21はフィルム状シートから形成されている。

上記の偏光素子の回折格子の部分は、例えば、次のようにして製造される。

まず、ガラス基板15上に、厚さdの有機膜からなる屈折率異方性薄膜(屈折率 n_1 、 n_2)の格子パターンを形成する。次に、この薄膜周期構造16
15 の溝を等方性屈折率の媒質17(屈折率 n_3)で充填する。

この場合、実施形態1について説明した理由と同様の理由により、厚さd、屈折率 n_1 、 n_2 、 n_3 、および光の波長 λ_1 は、以下の式19および式20、または式21及び式22を満足するように選択される。

(式19)

$$20 \quad d(n_3 - n_1) = L\lambda_1 \quad (Lは0以外の整数)$$

(式20)

$$d(n_3 - n_2) = (2M + 1)\lambda_1 / 2 \quad (Mは整数)$$

(式21)

$$d(n_3 - n_1) = (2M + 1) \lambda_1 / 2 \quad (M \text{は整数})$$

(式22)

$$d(n_3 - n_2) = L \lambda_1 \quad (L \text{は0以外の整数})$$

また、本実施形態の構成によれば、素子の作製が容易になり、波長板も
5 含めて構成が簡素化される。このため、光ピックアップの小型化に適している。

さらに、図6(b)および図6(c)に示すように、ガラス基板上に他の機能をもつ薄膜や構造を設ければ、他の機能も偏光素子の機能に付与できる。

図6(b)に示す素子は、ガラス基板14上に形成された開口制限膜18および位相補正膜19を更に備えている。開口制限膜18は、例えば波長 λ_2
10 の光は透過するが、波長 λ_1 の光は遮断するような波長選択性を有する材料から形成されている。このため、開口制限膜18は、波長 λ_1 の光に対して、選択的な「絞り」として機能する。位相補正膜19は、開口制限膜18の存在する領域と存在しない領域との間で生じる位相のずれを補正する。

DVDやCDなどのように記録密度が異なる複数の光ディスクに対してデータの記録／再生を行う場合、記録密度に応じて光ディスク上に形成する光スポットのサイズ(直径)が異なる。図6(b)の素子によれば、波長選択性を有する膜を用いているため、入射する光の波長に応じて開口数NA(Numerical Aperture)を調節することができ、光ディスク上に最適なサイズの光
20 スポットを形成することができる。

図6(c)に示す素子は、厚さが同心円状に変化する位相段差構造20を備えている。本実施形態における位相段差構造20の各段差は、波長 λ_1 の整数倍の光学厚さを有しているため、波長 λ_1 の光は、波面が揃った状

態（平面波と等価な状態）で素子を透過することができる。一方、波長 λ_2 の光が、図6(c)の素子を透過すると、その位相は同心円状に変化したものとなる。すなわち、光軸の中心から外側に向かって、少しずつ位相がずれた波面、すなわち略球面波が形成される。このような球面波が、集光レンズ
5 によって、波長 λ_1 の光と同じように同一基材厚の光ディスクの記録面上に集光されると、球面収差のためぼやけた像が形成されるが、波長 λ_2 の光は、もともと、波長 λ_1 の光が照射されるべき光ディスクとは異なる基材厚のディスクへ適用される。位相段差構造20を最適に設計することにより、基材厚の差によって生じる収差を補正することができる。

10 波長 λ_1 の光源および波長 λ_2 の光源がともに実質的に等しい位置に発光点を有し、いずれの光もコリメートレンズで平行化される無限系を採用する場合、同じレンズを用いても、異なる基材厚のディスク記録面に対して、球面収差の抑制された最適な集光を行うことができる。

15 なお、開口制限膜18および位相段差板20を、それぞれ、ガラス基板15およびガラス基板14に形成することにより、多機能な偏光素子を構成することも可能である。

（実施形態3）

図7を参照しながら、本発明の光回折素子と波長板とを備えた偏光素子の他の構成を説明する。

20 本実施形態の光回折素子は、屈折率異方性領域22が周期的に形成された基板23を有している。基板23は、ニオブ酸リチウムなどの異方性材料から形成されており、屈折率異方性領域22は、プロトン交換などの方法によって極性が反転された領域（厚さ： d 、プロトン交換部）である。

基板23の周期構造は、波長 λ_1 の常光、異常光に対して、それぞれ、屈折率 n_0 、 n_1 である部分と、波長 λ_1 の常光、異常光に対してそれぞれ屈折率 n_{01} 、 n_{11} である部分とからなっている。

これらの数値は、以下の式23および式24または式25および式26を満足するように設定される。

(式23)

$$d(n_0 - n_{01}) = L\lambda_1 \quad (Lは0以外の整数)$$

(式24)

$$d(n_1 - n_{11}) = (2M + 1)\lambda_1 / 2 \quad (Mは整数)$$

10 (式25)

$$d(n_0 - n_{01}) = (2M + 1)\lambda_1 / 2 \quad (Mは整数)$$

(式26)

$$d(n_1 - n_{11}) = L\lambda_1 \quad (Lは0以外の整数)$$

本実施形態によれば、素子の作製が簡単になるという利点がある。

15 (実施形態4)

図8を参照しながら、本発明の光回折素子と波長板とを備えた偏光素子の他の構成を説明する。

上記の各実施形態の場合、偏光素子の作製が容易であるという利点があるが、選択できる材料の屈折率範囲が比較的狭い。したがって、利用する光の波長によっては、上記式を満足するような解がない場合もある。

20 図8の光回折素子は、屈折率異方性領域25が周期的に形成された基板26を有している。基板26は、ニオブ酸リチウムなどの異方性材料から形成されており、屈折率異方性領域25は、プロトン交換などの方法によって

極性が反転された領域(厚さ: d_1 、プロトン交換部)である。このような構造は、厚さ d_2 のプロトン交換部25を基板26に形成したあと、プロトン交換部25のみを選択的にエッチングし、その厚さを d_1 に設定することにより作成され得る。

- 5 ここで、波長 λ_1 の常光、異常光に対するプロトン交換部25の屈折率を n_0 、 n_1 、厚さを d_1 とし、波長 λ_1 の常光、異常光に対する基板26の屈折率を n_{01} 、 n_{11} とする。

このとき、各数値は、以下の式27および式28、または式29および式30を満足するように設定される。

10 (式27) $d_2(n_{01}-1) - d_1(n_0-1) = L\lambda_1$ (Lは0以外の整数)

(式28)

$$d_2(n_{11}-1) - d_1(n_1-1) = (2M+1)\lambda_1/2 \quad (Mは整数)$$

(式29)

$$d_2(n_{01}-1) - d_1(n_0-1) = (2M+1)\lambda_1/2 \quad (Mは整数)$$

15 (式30)

$$d_2(n_{11}-1) - d_1(n_1-1) = L\lambda_1 \quad (Lは0以外の整数)$$

本実施形態によれば、プロトン交換部25のエッチング量を調節することにより、厚さ d_2 および厚さ d_1 を独立した値に設定できるため、上記の式を満足する屈折率を持つ材料の選択範囲が拡大する。

20 (実施形態5)

図9を参照しながら、本発明による光回折素子の他の実施形態を説明する。

実施形態4の光回折素子にれば、必要な条件を満足する材料を見い出

し易いが、基板のエッチング量をそれほど大きくすることができない。なぜなら、エッチング量を大きくすると、深さ方向だけでなく横方向のエッチング(サイドエッチング)も進行する。サイドエッチングが生じると、格子溝の側面にテーパが形成され、溝の断面形状が理想的な矩形ではなくなる。

5 図10は、格子ピッチが $10\mu\text{m}$ および $20\mu\text{m}$ の周期構造を有する光回折素子を作製する場合において、サイドエッチングに起因するテーパ部の幅と、波長 λ_1 の光の0次透過効率との関係を示すグラフである。このグラフからわかるように、テーパ部の幅が大きくなるほど、言い換えると、サイドエッチングが進行するほど、透過効率が低下し、損失が大きくなる。

10 これに対して、図9に示す構造の光回折素子によれば、屈折率異方性基板29にプロトン交換などにより形成した屈折率異方性部分28をエッチングする代わりに、その上にタンタルなどの高屈折率薄膜(屈折率 n_4 、厚さ t)30を成長させている。高屈折率薄膜30のパターニングは、例えば、リフトオフ法によって行われ得る。高屈折率の薄膜を用いる理由は、屈折率 n_4 が
15 高いほど、必要な薄膜30の厚さ t を小さくすることができるからである。

このような構成を採用することにより、サイドエッチングによるテーパが形成されず、また、高屈折率膜30の屈折率や厚さを調節できるため、前述の式で規定される条件を満足する周期構造を作成しやすくなる。

本実施形態では、波長 λ_1 の常光、異常光に対して、それぞれ屈折率 n_0 、
20 n_1 である領域Gと、波長 λ_1 の常光、異常光に対してそれぞれ屈折率 n_{01} 、 n_{11} である領域Hとによって、屈折率異方性領域が構成されている。

この場合において、領域G上に膜30があるとき、 d 、 t 、 n_0 、 n_1 、 n_{01} 、 n_{11} 、 n_4 は、以下の式31および式32、または式33および式34を満足するよう

に設定される。

(式31)

$$d(n_{01}-n_0)-t(n_4-1)=L\lambda_1 \quad (Lは0以外の整数)$$

(式32)

5 $d(n_{11}-n_1)-t(n_4-1)=(2M+1)\lambda_1/2 \quad (Mは整数)$

(式33)

$$d(n_{01}-n_0)-t(n_4-1)=(2M+1)\lambda_1/2 \quad (Mは整数)$$

(式34)

$$d(n_{11}-n_1)-t(n_4-1)=L\lambda_1 \quad (Lは0以外の整数)$$

10 領域H上に膜30がある場合は、 d 、 t 、 n_0 、 n_1 、 n_{01} 、 n_{11} 、 n_4 は、以下の式35および式36、または式37および式38を満足するように設定される。

(式35)

$$d(n_{01}-n_0)-t(1-n_4)=L\lambda_1 \quad (Lは0以外の整数)$$

(式36)

15 $d(n_{11}-n_1)-t(1-n_4)=(2M+1)\lambda_1/2 \quad (Mは整数)$

(式37)

$$d(n_{01}-n_0)-t(1-n_4)=(2M+1)\lambda_1/2 \quad (Mは整数)$$

(式38)

$$d(n_{11}-n_1)-t(1-n_4)=L\lambda_1 \quad (Lは0以外の整数)$$

20 なお、サイドエッチングによる回折効率の低下を防ぐためには、屈折率異方性基板の表面に回折溝を形成した後、溝の内部を適切な厚さの異方性材料で埋め込んでもよい。屈折率異方性基板に矩形の回折溝を形成するには、サイドエッチングが少ないイオンミリングなどの物理エッチングを用い

ることが好ましい。

以上説明してきた実施形態では、波長の異なる光が同じ偏光方向で光回折素子に入射しているが、これらの波長の異なる光が互いに直交する方向に偏光していてもよい。この場合、特定波長の光に対して1/2波長板として機能する偏光板を、光源と光回折素子との間に配置すればよい。

本発明によれば、1つの光回折素子により、異なる波長の光に対して光ディスクからの光を分岐して検出器に導く光分岐素子可以实现できる。このため、光ピックアップの光学系を簡素化でき、基材厚や記録密度が異なる光ディスクへの記録再生が1つの小型で安価な光ピックアップを用いて行うことができるようになる。

また、CDのように基材が厚く、複屈折性の高いディスクに対して記録・再生を行う場合でも、偏光依存性が低いため、検出光量の変化も小さく、最悪でも信号がなくなってしまうことがない。

15

産業上の利用可能性

本発明によれば、1つの光回折素子により、CD用の光ビームとDVD用の光ビームの両方に対して必要な回折を引き起こすことができるため、光情報処理装置を小型化することが容易になる。

請求の範囲

1. 波長が異なる複数の光ビームが通過する光路に配置される光回折素子であって、

5 前記複数の光ビームのうち、或る波長 λ_1 を有する第1光ビームが第1方向Xに偏光した直線偏光状態にあるときは、前記第1光ビームを略完全に透過させるが、前記第1光ビームが前記第1の方向に直交する第2方向Yに偏光した直線偏光状態にあるときは、前記第1光ビームを略完全に回折させる周期構造を有しており、

10 前記複数の光ビームのうち、前記第1光ビームの波長 λ_1 とは異なる波長 λ_2 を有する第2光ビームの少なくとも一部は、その偏光状態によらず、回折させる光回折素子。

2. 前記周期構造は、

15 前記第1光ビームが前記第1方向Xに偏光した直線偏光のとき、周期的に略 $2n\pi$ の位相差(n は0以外の整数)を有する光に変換し、前記第1光ビームが前記第2方向Yに偏光した直線偏光のとき、周期的に略 $(2m+1)\pi$ の位相差(m は整数)を有する光に変換し、しかも、

20 前記第2光ビームが前記第1方向Xと略一致する方向に偏光した直線偏光であるとき、周期的に略 $2n\pi \lambda_1 / \lambda_2$ の位相差を有する光に変換し、前記第2光ビームが前記第2方向Yと略一致する方向に偏光した直線偏光であるとき、略 $(2m+1)\pi \lambda_1 / \lambda_2$ の位相差を有する光に変換する、請求項1に記載の光回折素子。

25 3. 前記第1方向Xに偏光した直線偏光の波長が λ_1 であるときの周期

的な屈折率差を Δn_1 、波長が λ_2 であるときの屈折率差を Δn_2 とし、しかも、前記第2方向Yに偏光した直線偏光の波長が λ_1 であるときの周期的な屈折率差を Δn_{11} 、波長が λ_2 であるときの屈折率差を Δn_{22} とした場合において、

5 前記周期構造は、

前記第1光ビームが前記第1方向Xに偏光した直線偏光のとき、周期的に略 $2N\pi$ の位相差(Nは0以外の整数)を有する光に変換し、前記第1光ビームが前記第2方向Yに偏光した直線偏光のとき、周期的に略 $(2M+1)\pi$ の位相差(Mは整数)を有する光に変換し、しかも、

10 前記第2光ビームが前記第1方向Xと略一致する方向に偏光した直線偏光であるとき、周期的に略 $2N\pi \Delta n_2 \lambda_1 / (\Delta n_1 \lambda_2)$ の位相差の位相差を有する光に変換し、前記第2光ビームが前記第2方向Yと略一致する方向に偏光した直線偏光であるとき、略 $(2M+1)\pi \Delta n_{22} \lambda_1 / (\Delta n_{11} \lambda_2)$ の位相差を有する光に変換する、請求項1に記載の光回折素子。

15

4. 前記周期構造は、交互に周期的に配列された第1領域Aおよび第2領域Bを有しており、

前記第1および第2領域の各々は、少なくとも1つの層を有しており、

20 ある方向Xに偏光方向を有する波長 λ_1 の直線偏光の光に対して領域Aの*i*(*i*=1、2、3...*I*)番目の層(*I*は空気層を含むA領域の総層数)の屈折率が $n_{1A}(i)$ 、厚さが $t_A(i)$ 、領域Bの*j*(*j*=1、2、3...*J*)番の層(*J*は空気層を含むB領域の総層数)の屈折率が $n_{1B}(j)$ 、厚さが $t_B(j)$ 、前記方向Xと直交する方向Yに偏光方向を有する波長 λ_1 の直線偏光に対して領域Aの*i*(*i*=1、2、3...*I*)番目の層の屈折率が $n_{11A}(i)$ 、領域Bの*j*(*j*=1、2、3...
25 *J*)番の層の屈折率が $n_{11B}(j)$)とした場合において、

$\sum t_A(i) = \sum t_B(j)$ が成立し、

$$\sum (n_{1A}(i) \times t_A(i)) - \sum (n_{1B}(j) \times t_B(j)) = L \lambda_1 \quad (L \text{は} 0 \text{以外の整数})$$

かつ

$$\sum (n_{11A}(i) \times t_A(i)) - \sum (n_{11B}(j) \times t_B(j)) = (2M+1) \lambda_1 / 2 \quad (M \text{は整数})$$

5 または、

$$\sum (n_{1A}(i) \times t_A(i)) - \sum (n_{1B}(j) \times t_B(j)) = (2M+1) \lambda_1 / 2 \quad (M \text{は整数})$$

かつ

$$\sum (n_{11A}(i) \times t_A(i)) - \sum (n_{11B}(j) \times t_B(j)) = L \lambda_1 \quad (L \text{は} 0 \text{以外の整数})$$

を満足する請求項2または3に記載の光回折素子。

10

5. 前記周期構造は、厚さ d の層内に交互に周期的に配列された屈折率異方性領域および屈折率等方性領域を有しており、

波長 λ_1 の常光および異常光に対する前記屈折率異方性領域の屈折率をそれぞれ n_0 および n_1 とし、波長 λ_1 の光に対する前記屈折率等方性領域

15 の屈折率を n_3 とするとき、 d 、 n_1 、 n_2 、 n_3 、および λ_1 が、

$$d(n_3 - n_1) = L \lambda_1 \quad (L \text{は} 0 \text{以外の整数})$$

かつ

$$d(n_3 - n_2) = (2M+1) \lambda_1 / 2 \quad (M \text{は整数})$$

または

20 $d(n_3 - n_1) = (2M+1) \lambda_1 / 2 \quad (M \text{は整数})$

かつ

$$d(n_3 - n_2) = L \lambda_1 \quad (L \text{は} 0 \text{以外の整数})$$

を満足する請求項2または3に記載の光回折素子。

6. 前記周期構造は、厚さ d の層内に交互に周期的に第1および第2の屈折率異方性領域を有しており、

5 波長 λ_1 の常光および異常光に対する前記第1の屈折率異方性領域の屈折率をそれぞれ n_0 、 n_1 とし、常光、異常光に対する前記第2の屈折率異方性領域の屈折率をそれぞれ n_{01} 、 n_{11} とする場合において、

d 、 n_0 、 n_1 、 n_{01} 、 n_{11} が、

$$d(n_0 - n_{01}) = L\lambda_1 \quad (Lは0以外の整数)$$

かつ

10 $d(n_1 - n_{11}) = (2M+1)\lambda_1/2 \quad (Mは整数)$

または

$$d(n_0 - n_{01}) = (2M+1)\lambda_1/2 \quad (Mは整数)$$

かつ

$$d(n_1 - n_{11}) = L\lambda_1 \quad (Lは0以外の整数)$$

15 を満足する請求項2または3に記載の光回折素子。

7. 前記周期構造は、交互に周期的に配列された厚さ d_1 の屈折率異方性領域および厚さ d_2 の第2の屈折率異方性領域を有し、

20 波長 λ_1 の常光および異常光に対する前記第1の屈折率異方性領域の屈折率をそれぞれ n_0 、 n_1 とし、常光、異常光に対する前記第2の屈折率異方性領域の屈折率をそれぞれ n_{01} 、 n_{11} とする場合において、

$$d_2(n_{01} - 1) - d_1(n_0 - 1) = L\lambda_1 \quad (Lは0以外の整数)$$

かつ

$$d_2(n_{11}-1) - d_1(n_1-1) = (2M+1)\lambda_1/2 \quad (M \text{は整数})$$

または、

$$d_2(n_{01}-1) - d_1(n_0-1) = (2M+1)\lambda_1/2 \quad (M \text{は整数})$$

かつ

$$5 \quad d_2(n_{11}-1) - d_1(n_1-1) = L\lambda_1 \quad (L \text{は} 0 \text{以外の整数})$$

を満足する請求項2または3に記載の光回折素子。

8. 前記周期構造は、

10 厚さ d の層内に交互に周期的に配列された第1および第2の屈折率異方性領域と、前記第1または第2の屈折率異方性領域上に形成された屈折率 n_4 、厚さ t の膜 F_1 とを有しており、

15 波長 λ_1 の常光および異常光に対する前記第1の屈折率異方性領域の屈折率をそれぞれ n_0 、 n_1 とし、常光、異常光に対する前記第2の屈折率異方性領域の屈折率をそれぞれ n_{01} 、 n_{11} とする場合において、

前記第1の屈折率異方性領域上に前記膜 F_1 が存在するときは、

$$d(n_{01}-n_0) - t(n_4-1) = L\lambda_1 \quad (L \text{は} 0 \text{以外の整数})$$

かつ

$$d(n_{11}-n_1) - t(n_4-1) = (2M+1)\lambda_1/2 \quad (M \text{は整数})$$

20 または、

$$d(n_{01}-n_0) - t(n_4-1) = (2M+1)\lambda_1/2 \quad (M \text{は整数})$$

かつ

$$d(n_{11}-n_1) - t(n_4-1) = L\lambda_1 \quad (L \text{は} 0 \text{以外の整数})$$

を満たし、

前記第2の屈折率異方性領域上に前記膜F1が存在するときは、

$$d(n_{01}-n_0)-t(1-n_4)=L\lambda_1 \quad (Lは0以外の整数)$$

かつ

$$5 \quad d(n_{11}-n_1)-t(1-n_4)=(2M+1)\lambda_1/2 \quad (Mは整数)$$

または、

$$d(n_{01}-n_0)-t(1-n_4)=(2M+1)\lambda_1/2 \quad (Mは整数)$$

かつ

$$d(n_{11}-n_1)-t(1-n_4)=L\lambda_1 \quad (Lは0以外の整数)$$

10 を満足する請求項2または3に記載の光回折素子。

9. 前記複数の光ビームのうちの少なくとも2つは、偏光方向が互いに略直交している請求項1に記載の光回折素子。

15 10. 光ビームを透過し得る開口エリアを前記光ビームの波長に応じて変化させる開口制限手段を備えている請求項1に記載の光回折素子。

20 11. 異なる波長を有する前記複数の光ビームのうちの少なくとも1つの光ビームの波長の整数倍の段差を有する同心円状の階段構造を有している請求項1に記載の光回折素子。

12. 複数の種類の光情報媒体にデータを書き込むこと及び／または前記光情報媒体からデータを読み出すことができる光情報処理装置であって、

波長の異なる複数の光ビームを形成する光源と、

前記光ビームを集光し、前記光情報媒体の信号面上に光スポットを形成する対物レンズと、

5 前記光源と前記対物レンズとの間に配置された光回折素子および波長板と、

前記光情報媒体から反射された前記光ビームの強度を検出する光検出器と

を備えており、

10 前記複数の光ビームのうちの少なくとも2つの光ビームについて、前記光源から前記対物レンズに至るまでの光路と、光情報媒体の信号面により反射されて前記光検出器に至るまでの光路とが共通する部分において、前記光回折素子が配置されており、

15 前記光回折素子は、前記少なくとも2つの光ビームのうち、波長 λ_1 を有する第1の光ビームに対しては周期的に略 $2n\pi$ の位相差(n は0以外の整数)を与え、波長 λ_2 を有する第2の光ビームに対しては周期的に略 $2n\pi$
 λ_1/λ_2 の位相差を与え、

20 前記光回折素子を透過した前記第1の光ビームは、前記対物レンズを経て第1の光情報媒体の信号面上に集光され、前記信号面で反射された第1の光ビームは前記対物レンズを経て前記光回折素子に入射し、前記光回折素子によって周期的に略 $2n\pi + \alpha$ の位相差(α は0以外の実数)が与えられ、

前記光回折素子を透過した前記第2の光ビームは、前記対物レンズを経て第2の光情報媒体の信号面上に集光され、前記信号面で反射された第

2の光ビームは前記対物レンズを経て前記光回折素子に入射し、前記光回折素子によって周期的に略 $(2n\pi + \alpha)\lambda_1/\lambda_2$ の位相差が与えられる光情報処理装置。

5 13. 前記第1の光ビームに関する α は $(2m+1)\pi$ (m は整数)である請求項12に記載の光情報処理装置。

10 14. 複数の種類の光情報媒体にデータを書き込むこと及び/または前記光情報媒体からデータを読み出すことができる光情報処理装置であって、

波長の異なる複数の光ビームを形成する光源と、

前記光ビームを集光し、前記光情報媒体の信号面上に光スポットを形成する対物レンズと、

前記光源から前記対物レンズに至るまでの光路と前記光情報媒体から反射され前記光検出器に至るまでの光路とが共通する部分に配置された

15 光回折素子および波長板と、

前記光情報媒体から反射された前記光ビームの強度を検出する光検出器と

を備えており、

20 前記光回折素子は、請求項1に記載されている光回折素子から構成されている、光情報処理装置。

15. 前記対物レンズを移動する手段を備えており、前記光回折素子が前記対物レンズを移動する手段に搭載されている請求項14に記載の光情

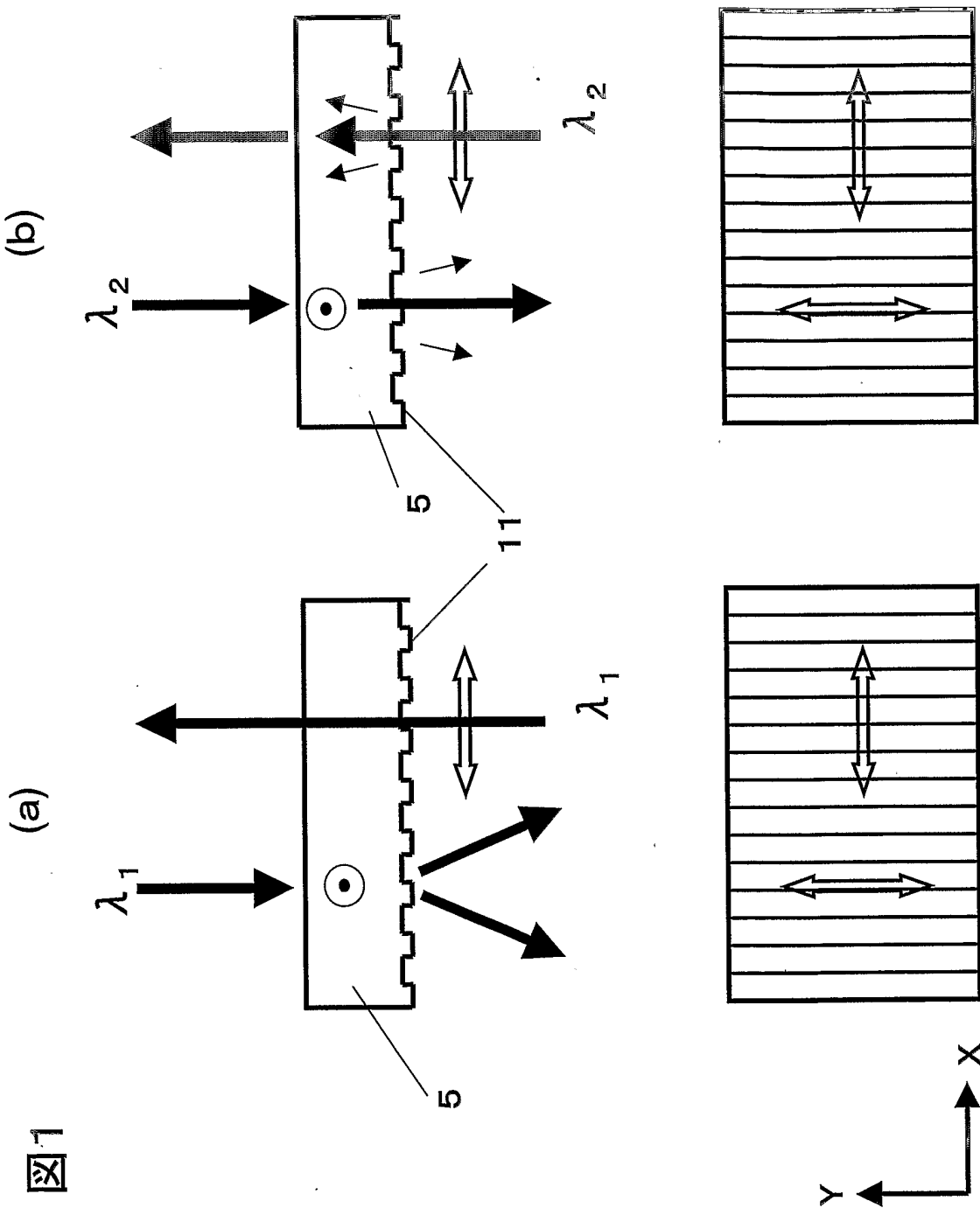
報処理装置。

16. 前記波長板は、前記複数の光ビームのうち、波長 λ_1 を有する光ビームに対しては、略 $(2M+1)\lambda_1/4$ のリターデーション(Mは整数)を有し、
5 波長 λ_2 を有する光ビームに対しては、略 $N\lambda_2$ のリターデーション(Nは整数)を有する請求項14に記載の光情報処理装置。

17. 前記波長板は、前記複数の光ビームのうち、波長 λ_1 を有する光ビームに対しては、略 $(2M+1)\lambda_1/4$ のリターデーション(Mは整数)を有し、
10 波長 λ_2 の光ビームに対しては $(2N+1)\lambda_2/2$ のリターデーション(Nは整数)を有する請求項14に記載の光情報処理装置。

18. 前記少なくとも2つの光ビームは、前記光源から出て前記光回折素子に入射するとき、互いに直交する方向に偏光している請求項14に記載の光情報処理装置。
15

19. 請求項14に記載の光情報処理装置と、
複数の異なる規格に基づいて作製された記録媒体を回転させる駆動部と、
20 を備えた電子機器。



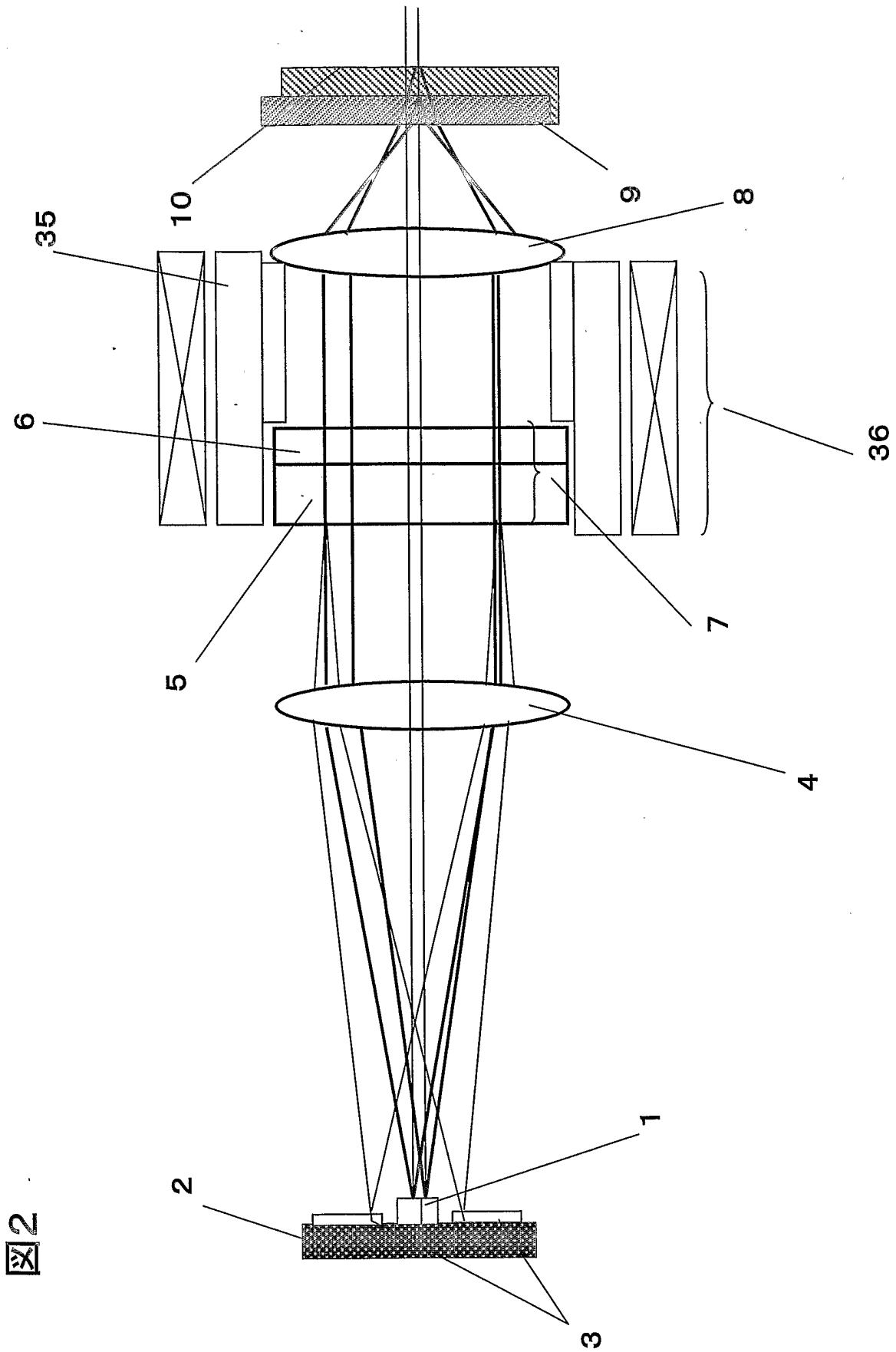
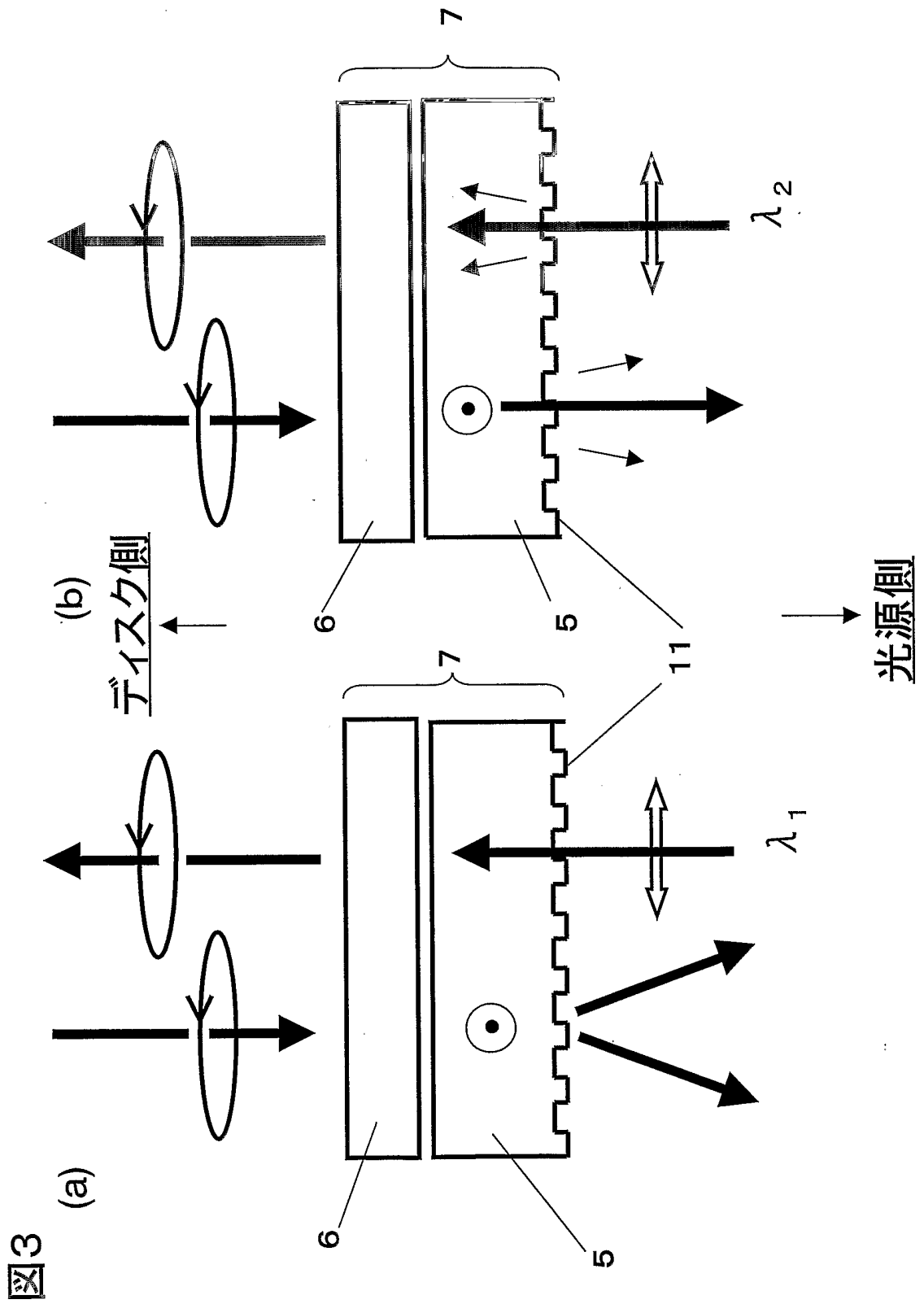


図2



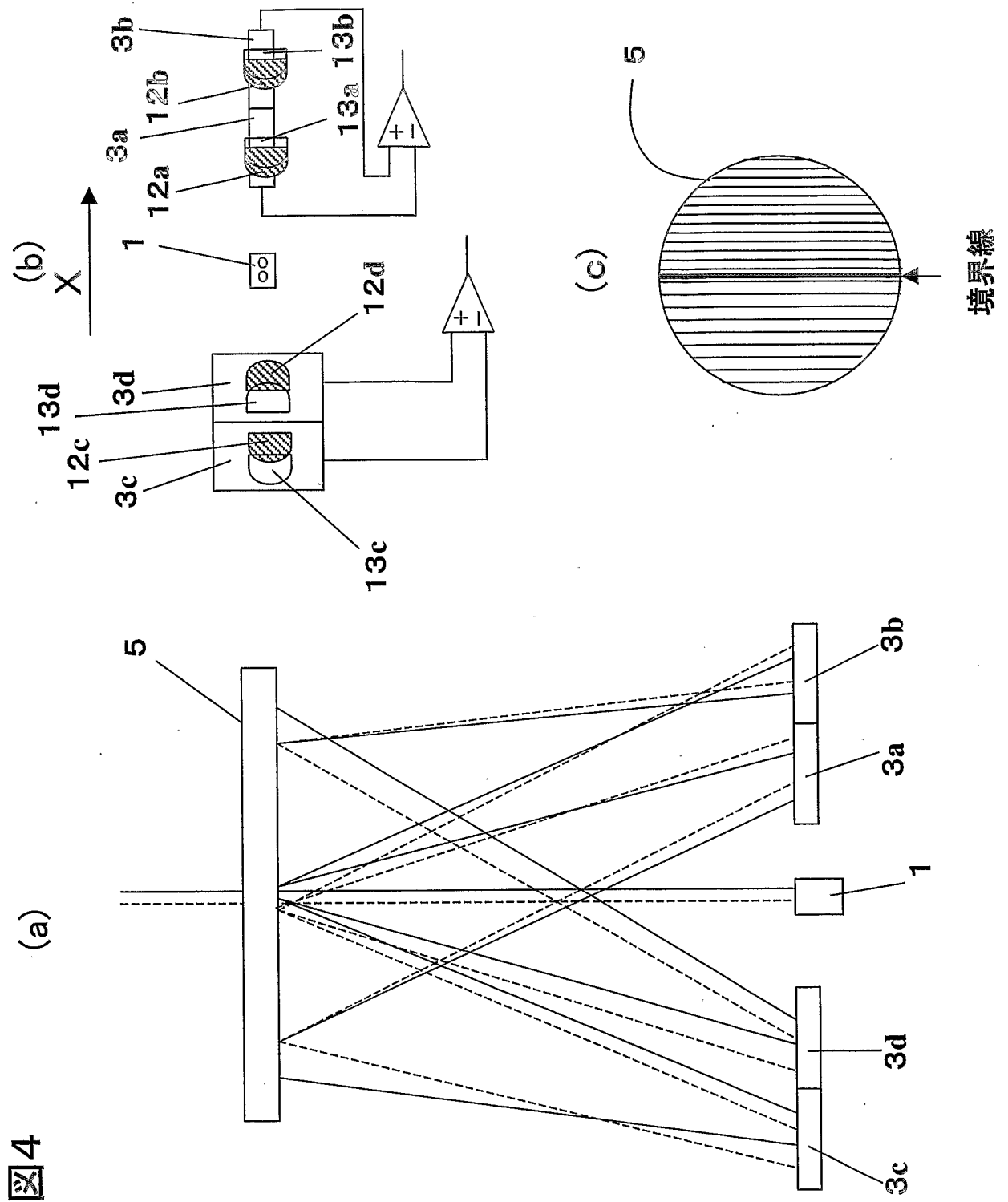


図4

図5

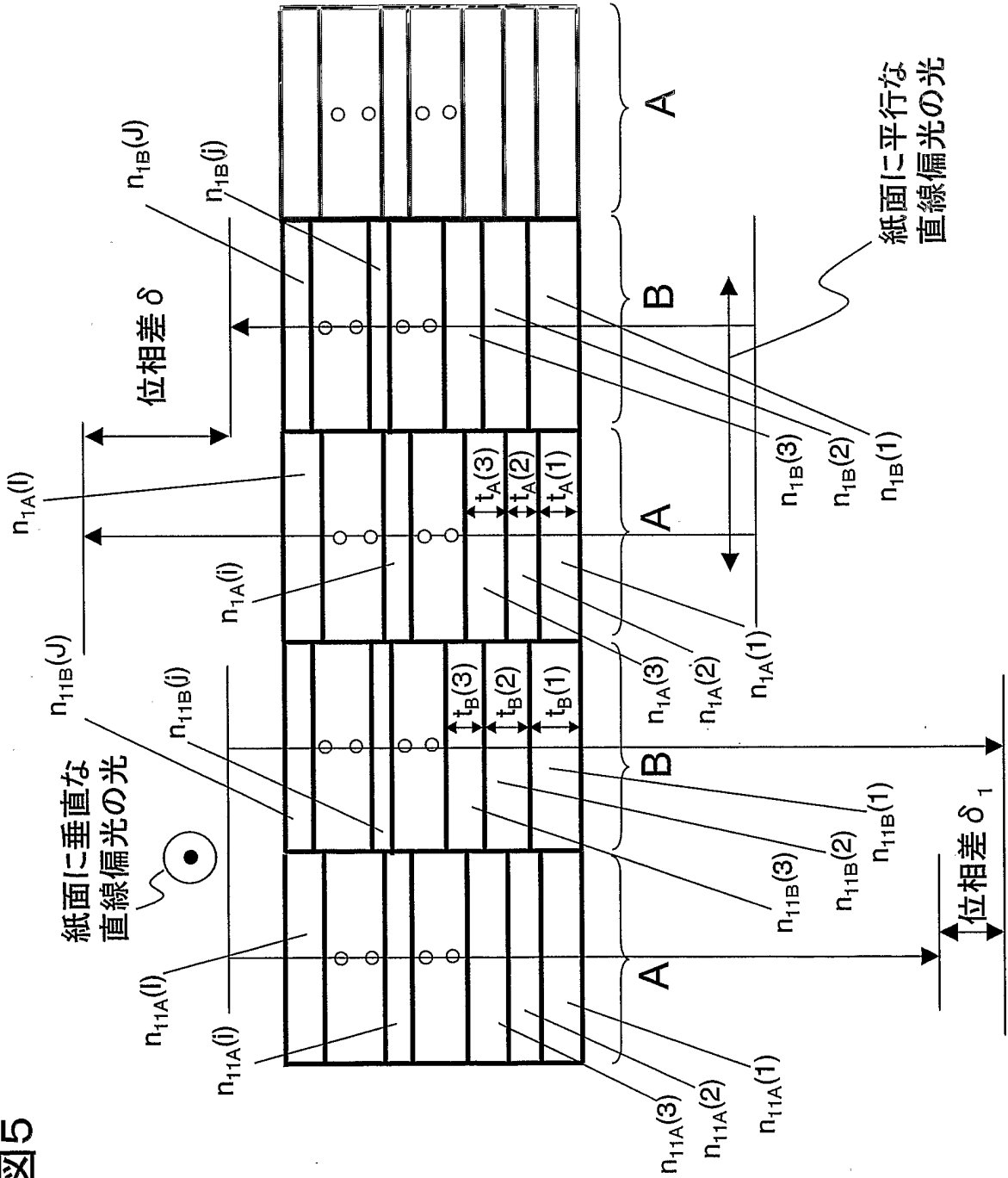


図6

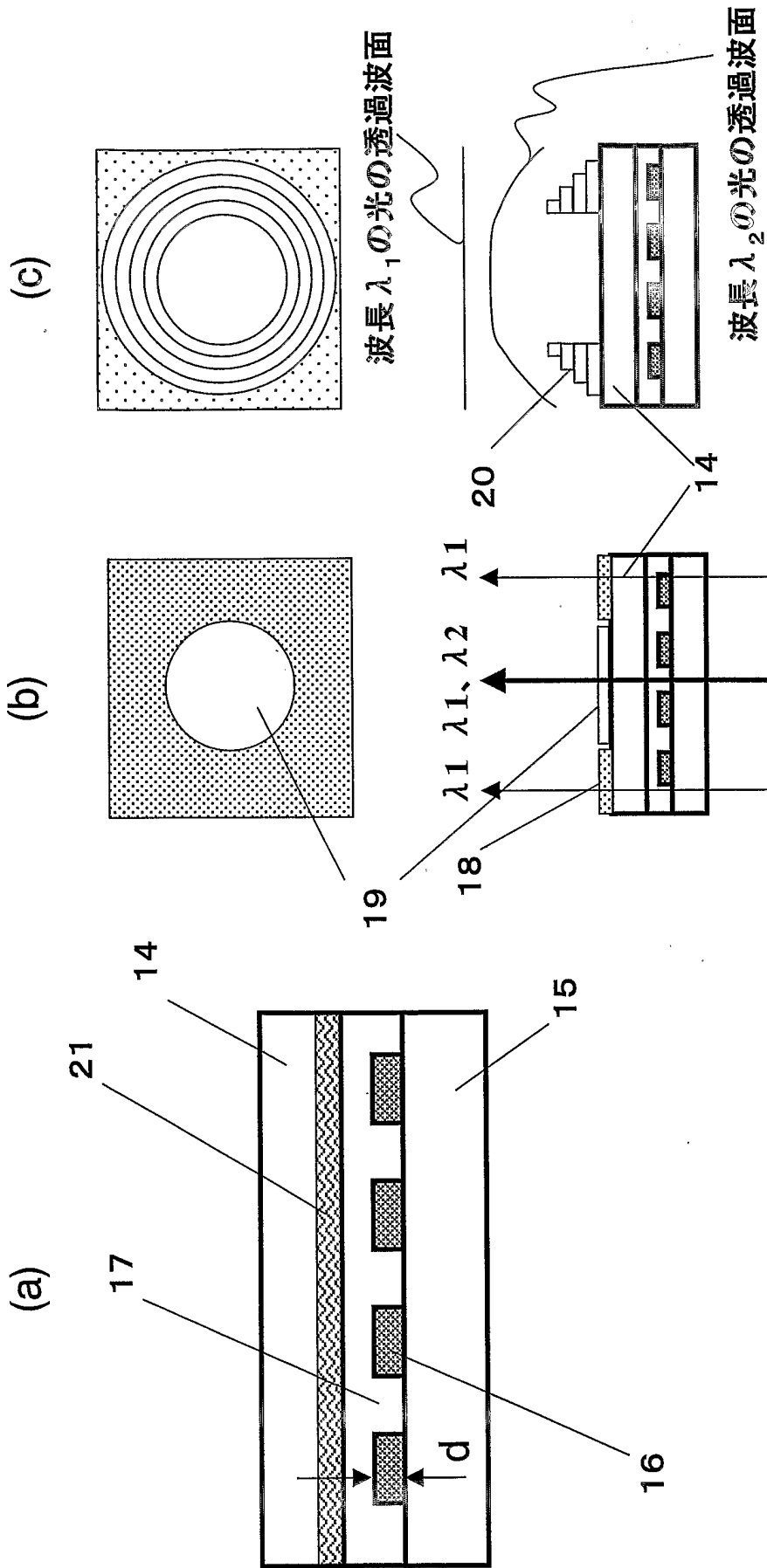


図7

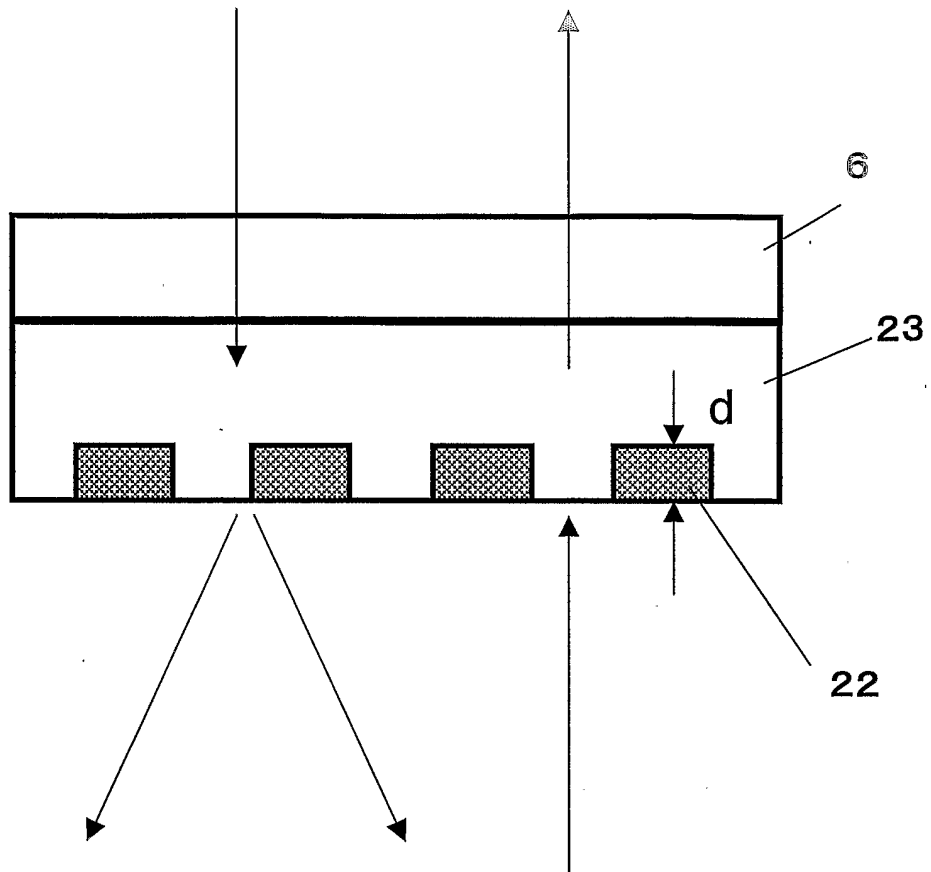


図 8

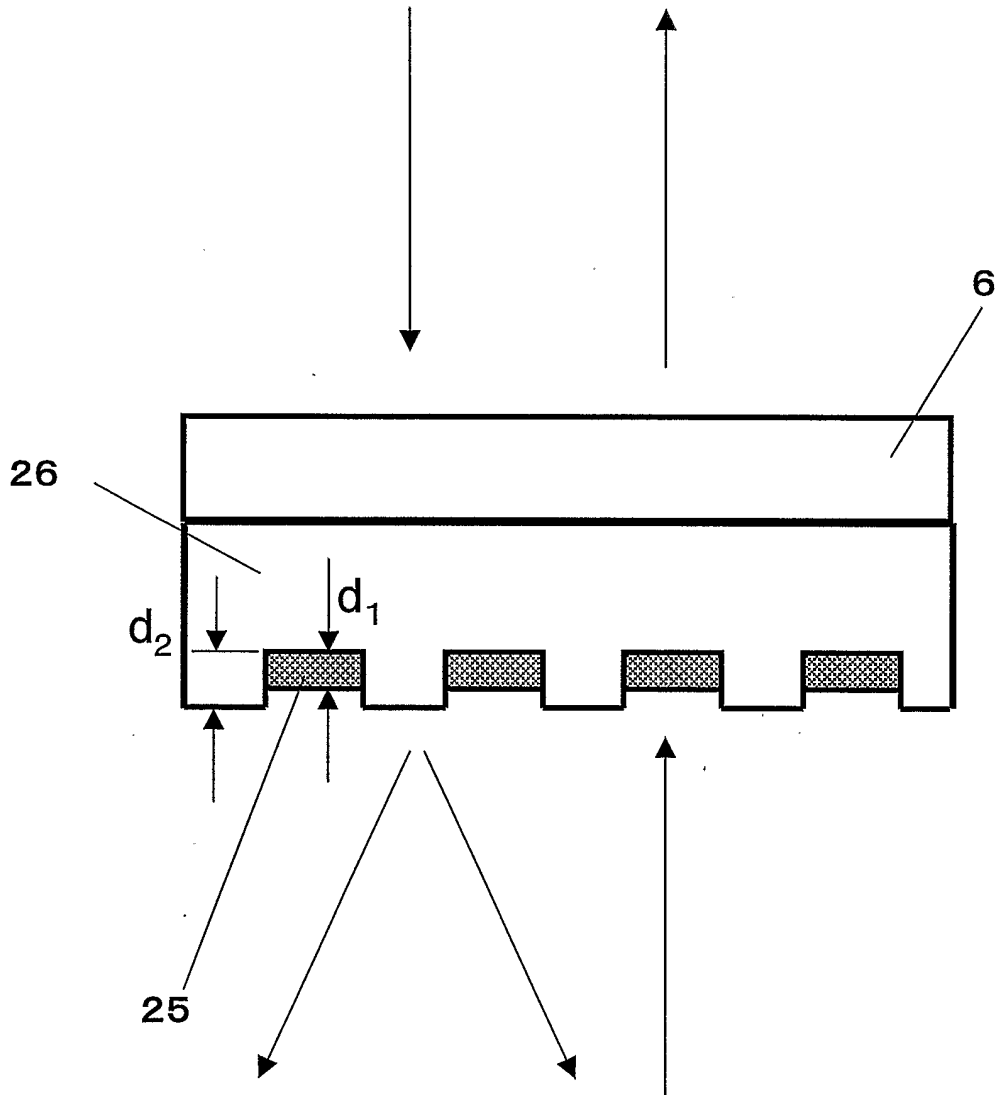


図9

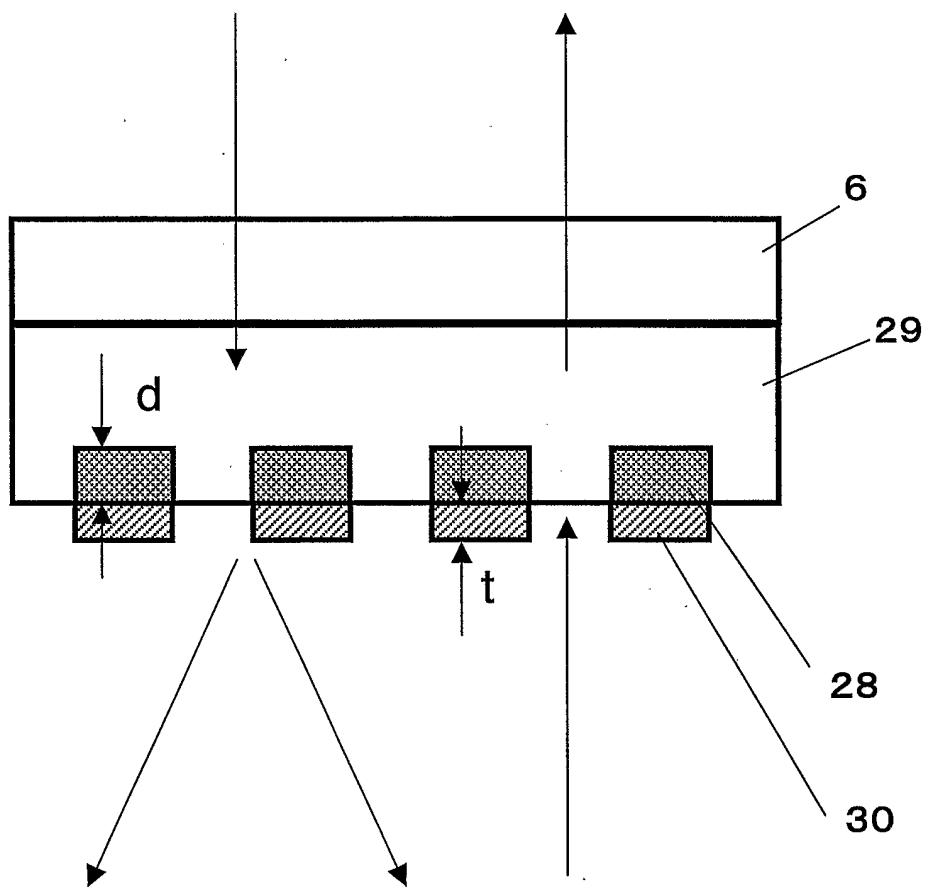


図10

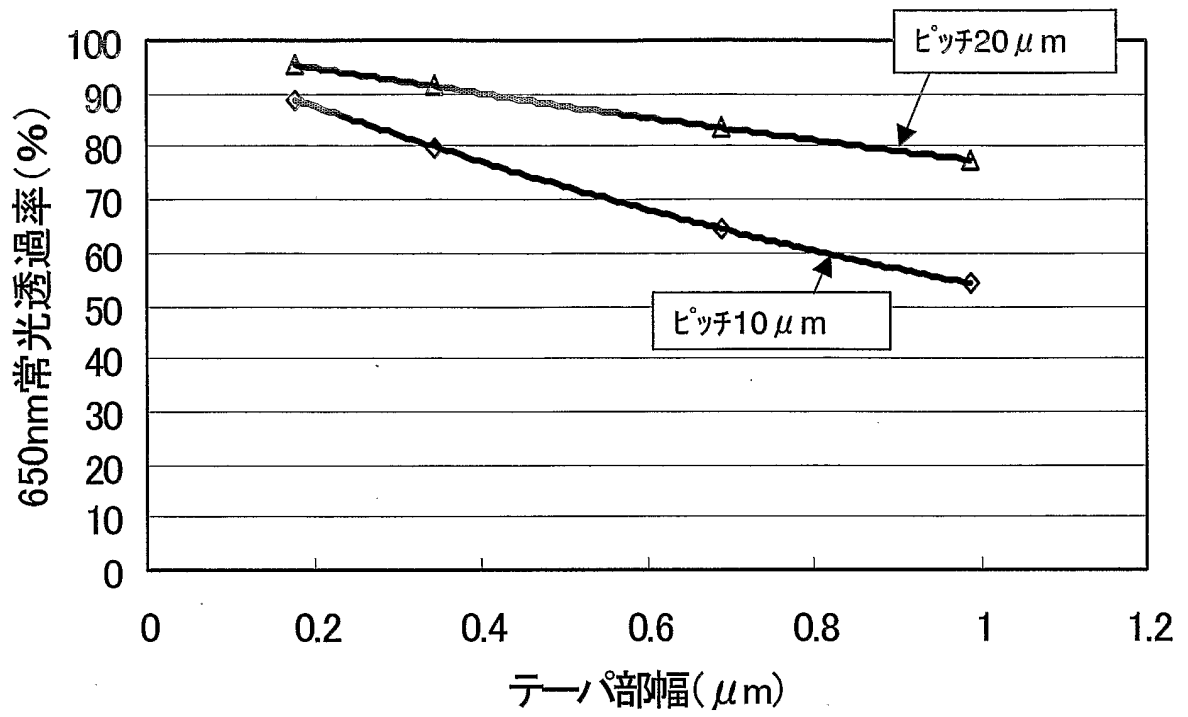
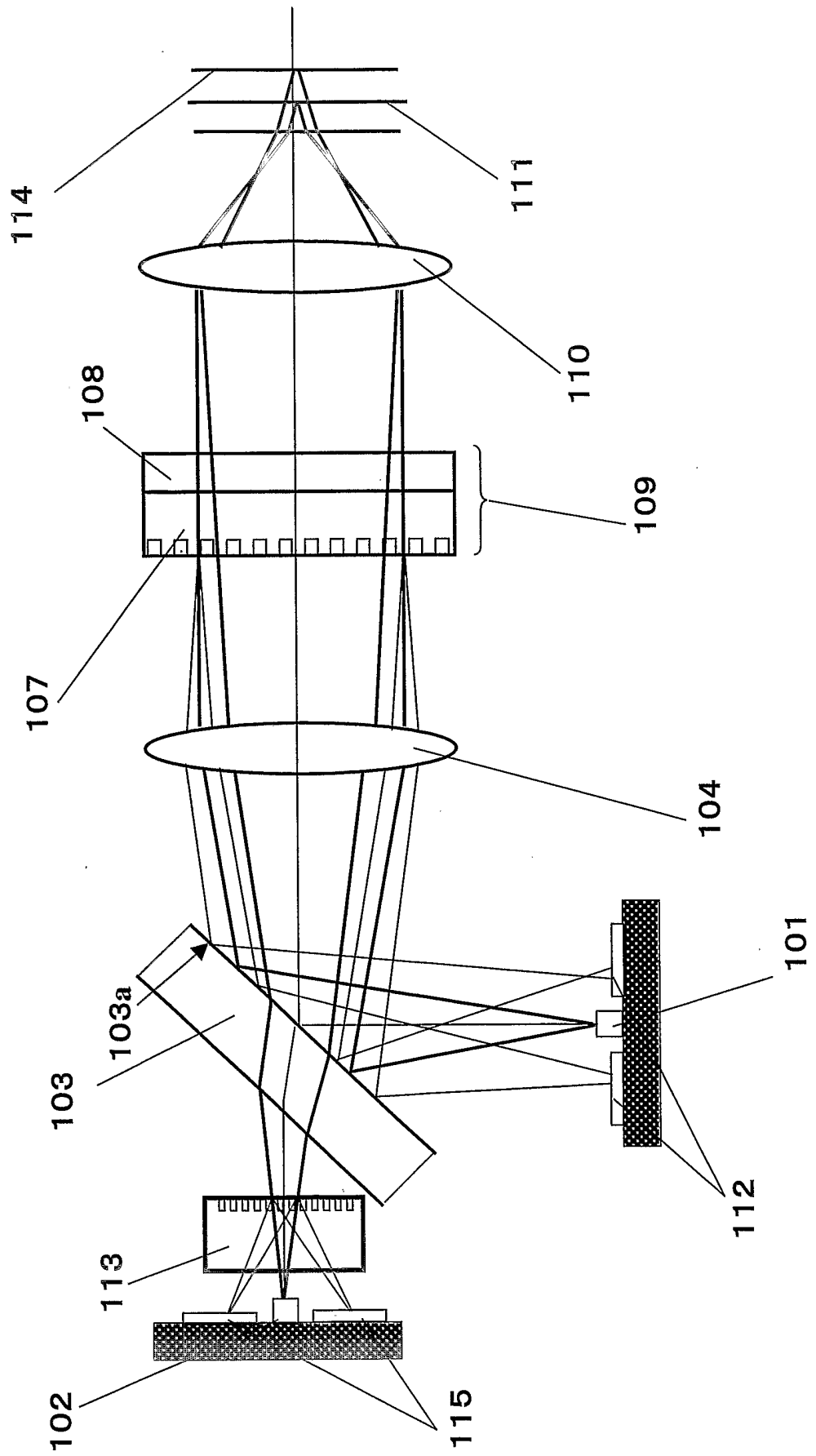
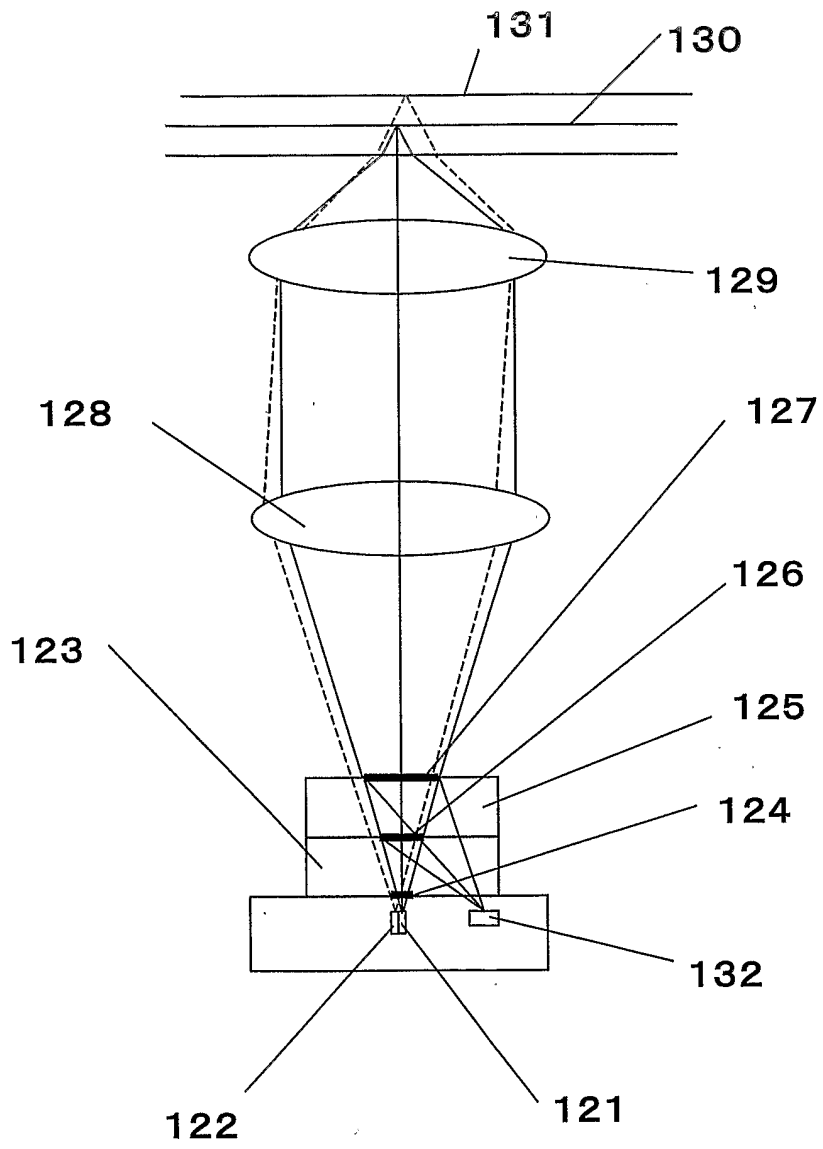


図11



12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2004/005822

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G11B7/135, G02B5/18, 5/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G11B7/09, 7/095, 7/135, G02B5/18, 5/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-40567 A (Hitachi, Ltd.), 13 February, 1998 (13.02.98), Full text; Figs. 1 to 12 (Family: none)	1-19
A	JP 2001-174614 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 29 June, 2001 (29.06.01), Full text; Figs 1 to 6 (Family: none)	1-19
A	JP 2002-182034 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 26 June, 2002 (26.06.02), Full text; Figs. 1 to 5 & US 2002/114073 A1	1-19

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
13 August, 2004 (13.08.04)

Date of mailing of the international search report
31 August, 2004 (31.08.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005822

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims 1-11, 14-19 relate to a constituent feature using an optical diffraction device which has a periodical structure in which when the first light beam is linearly polarized along a first direction X, the first light beam is almost completely transmitted, and when the first light beam is linearly polarized along a second direction Y perpendicular to the first direction X, the first light beam is almost completely diffracted, and at least a part of the second beam having a different wavelength from that of the first beam is diffracted irrespective of its polarized state.

Claims 12,13 relate to an optical information processing device using
(Continued to extra sheet.)

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
 No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005822

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

an optical diffraction element which periodically imparts an approximately $2\pi n$ phase difference to a first light beam having a wavelength λ_1 and an approximately $2\pi n \lambda_1 / \lambda_2$ phase difference to a second light beam having a wavelength λ_2 .

<p>A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))</p> <p>Int. Cl⁷ G11B 7/135 , G02B 5/18 , 5/30</p>											
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))</p> <p>Int. Cl⁷ G11B 7/09, 7/095, 7/135 , G02B 5/18, 5/30</p>											
<p>最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの</p> <table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2004年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2004年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2004年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2004年	日本国登録実用新案公報	1994-2004年	日本国実用新案登録公報	1996-2004年	
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2004年										
日本国登録実用新案公報	1994-2004年										
日本国実用新案登録公報	1996-2004年										
<p>国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)</p>											
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">引用文献の カテゴリー*</th> <th style="width: 70%;">引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th style="width: 20%;">関連する 請求の範囲の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>JP 10-40567 A (株式会社日立製作所) 1998. 02. 13 全文, 図1-12 (ファミリーなし)</td> <td style="text-align: center;">1-19</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>JP 2001-174614 A (旭硝子株式会社) 2001. 06. 29 全文, 図1-6 (ファミリーなし)</td> <td style="text-align: center;">1-19</td> </tr> </tbody> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	A	JP 10-40567 A (株式会社日立製作所) 1998. 02. 13 全文, 図1-12 (ファミリーなし)	1-19	A	JP 2001-174614 A (旭硝子株式会社) 2001. 06. 29 全文, 図1-6 (ファミリーなし)	1-19
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号									
A	JP 10-40567 A (株式会社日立製作所) 1998. 02. 13 全文, 図1-12 (ファミリーなし)	1-19									
A	JP 2001-174614 A (旭硝子株式会社) 2001. 06. 29 全文, 図1-6 (ファミリーなし)	1-19									
<p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>											
<table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</p> <p>「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)</p> <p>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>の日の後に公表された文献</p> <p>「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「&」 同一パテントファミリー文献</p> </td> </tr> </table>			<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</p> <p>「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)</p> <p>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p>	<p>の日の後に公表された文献</p> <p>「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「&」 同一パテントファミリー文献</p>							
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</p> <p>「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)</p> <p>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p>	<p>の日の後に公表された文献</p> <p>「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「&」 同一パテントファミリー文献</p>										
<p>国際調査を完了した日</p> <p style="text-align: center;">13. 08. 2004</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">31. 8. 2004</p>										
<p>国際調査機関の名称及びあて先</p> <p style="text-align: center;">日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>特許庁審査官 (権限のある職員)</p> <p style="text-align: center;">五貫 昭一</p>	<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">5D</td> <td style="padding: 2px;">9368</td> </tr> </table>	5D	9368							
5D	9368										
<p>電話番号 03-3581-1101 内線 3550</p>											

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2002-182034 A (松下電器産業株式会社) 2002.06.26 全文, 図1-5 & US 2002/114073 A1	1-19

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるときの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-11、14-19は、第1光ビームが第1方向Xに偏光した直線偏光状態にあるときは略完全に透過し、第1光ビームが第1方向に直交する第2方向Yに偏光した直線偏光状態にあるときは略完全に回折させる周期構造を有し、第1光ビームとは波長の異なる第2光ビームの少なくとも一部は、その偏光状態によらず回折させる光回折素子を用いる構成に関する。

請求の範囲12、13は、波長 λ_1 を有する第1の光ビームに対しては周期的に略 $2n\pi$ の位相差を与え、波長 λ_2 を有する第2の光ビームに対しては周期的に略 $2n\pi\lambda_1/\lambda_2$ の位相差を与える光回折素子を用いる光情報処理装置に関する。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。