

(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2005-4964

(P2005-4964A)

(43) 公開日 平成17年1月6日(2005.1.6)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 1 1 B 7/135

G 1 1 B 7/125

F I

G 1 1 B 7/135

G 1 1 B 7/125

Z

A

テーマコード (参考)

5 D 7 8 9

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2004-284477 (P2004-284477)  
 (22) 出願日 平成16年9月29日 (2004. 9. 29)  
 (62) 分割の表示 特願2000-1525 (P2000-1525)  
                   の分割  
           原出願日 平成12年1月7日 (2000.1.7)  
 (31) 優先権主張番号 特願平11-11209  
 (32) 優先日 平成11年1月19日 (1999.1.19)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000005821  
 松下電器産業株式会社  
 大阪府門真市大字門真1006番地  
 (74) 代理人 110000040  
 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ  
 (72) 発明者 北岡 康夫  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下  
 電器産業株式会社内  
 (72) 発明者 笠澄 研一  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下  
 電器産業株式会社内  
 (72) 発明者 熊川 克彦  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下  
 電器産業株式会社内

最終頁に続く

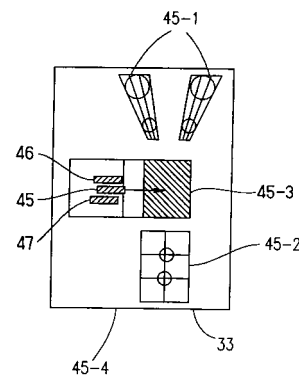
(54) 【発明の名称】 光ピックアップ、多波長半導体レーザユニット及び光情報記録再生方法

## (57) 【要約】

【課題】 簡易な構成で多種類の光ディスク間での互換性を実現することができ、偏光性の検出光学系を用いた場合であっても、安定に信号の検出を行うことのできる小型の光ピックアップを提供する。

【解決手段】 Siサブマウント45-4の上に、GaN系青色半導体レーザチップ45とAlGaInP系赤色半導体レーザチップ46とAlGaAs系近赤外半導体レーザチップ47とを実装する。最短波長である青色半導体レーザチップ45（波長405nm）を中央に実装し、赤色半導体レーザチップ46（波長650nm）と近赤外半導体レーザチップ47（波長790nm）とを、青色半導体レーザチップ45（波長405nm）の両側に実装する。それぞれのレーザチップ45～47から出射された光は、エッチドミラー45-3で反射されて光路の方向が変えられた後、焦点距離25mmのコリメートレンズによって平行光となる。

【選択図】 図5



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

同一のサブマウント上に実装され、互いに異なる波長 ( $\lambda_1 < \lambda_2 < \dots$ ) の光ビームをそれぞれ出射する複数のコヒーレント光源と、前記異なる波長の光ビームの全てを平行光に変換するコリメートレンズとを備えた光ピックアップ。

## 【請求項 2】

前記コリメートレンズは、最短波長  $\lambda_1$  の前記光ビームを出射する前記コヒーレント光源から出射される光ビームが前記コリメートレンズの光軸上に位置するように配置されている請求項 1 に記載の光ピックアップ。

## 【請求項 3】

前記複数のコヒーレント光源が異なる波長 ( $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ ) の光ビームをそれぞれ出射する 3 つのコヒーレント光源であり、前記 3 つのコヒーレント光源の波長が、それぞれ  $370\text{ nm} < \lambda_1 < 430\text{ nm}$ 、 $635\text{ nm} < \lambda_2 < 690\text{ nm}$ 、 $760\text{ nm} < \lambda_3 < 810\text{ nm}$  の範囲にある請求項 1 に記載の光ピックアップ。

## 【請求項 4】

同心円状の領域に分割され、前記コヒーレント光源と光ディスクとの間の光路中に挿入された可変位相板と、前記コヒーレント光源の各々から出射される各波長の前記光ビームを前記光ディスク上に集光する対物レンズとをさらに備え、前記可変位相板によって前記対物レンズで発生する球面収差が補償される請求項 1 に記載の光ピックアップ。

## 【請求項 5】

同一のサブマウント上に実装され、互いに異なる波長 ( $\lambda_1 < \lambda_2 < \dots$ ) の光ビームをそれぞれ出射する複数の半導体レーザチップを備え、

前記複数の半導体レーザチップは、それらの出射端面位置がそれぞれ光軸方向で異なるように配置されていることを特徴とする多波長半導体レーザユニット。

## 【請求項 6】

同一のサブマウント上に実装され、互いに異なる波長 ( $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ ) の光ビームをそれぞれ出射する 3 つの半導体レーザチップを備え、

最短波長  $\lambda_1$  の前記光ビームを出射する前記半導体レーザチップは、前記 3 つの半導体レーザチップの中央に位置することを特徴とする多波長半導体レーザユニット。

## 【請求項 7】

同一のサブマウント上に実装され、互いに異なる波長 ( $\lambda_1 < \lambda_2 < \dots$ ) の光ビームをそれぞれ出射する複数のコヒーレント光源から前記光ビームを出射するステップと、コリメートレンズによって前記光ビームを平行光に変換するステップとを備え、

前記コリメートレンズは、最短波長  $\lambda_1$  の前記光ビームを出射する前記コヒーレント光源から出射される光ビームが前記コリメートレンズの光軸上に位置するように配置されていることを特徴とする光情報記録再生方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、異なる波長の光ビームを出射する複数の光源（例えば、半導体レーザ）を備えた光ピックアップ、多波長半導体レーザユニット及び光情報記録再生方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

1996 年に、AlGaInP 系の赤色半導体レーザ（波長 650 nm 近傍）を用いて、4.7 GB の記録容量を有する DVD (digital versatile disk) システムが開発された。従来の CD (compact disk) システムでは、AlGaAs 系の近赤外半導体レーザ（波長 780 nm 近傍）が用いられ、その記録容量は 650 MB であった。

## 【0003】

CD システムと DVD システムとでは異なる点は数多くあるが、その 1 つとして、使用する光ディスクの基材の厚みが異なる。具体的には、CD システムでは光ディスクの基材

10

20

30

40

50

の厚みが 1.2 mm であるのに対して、DVD システムでは光ディスクの基材の厚みが 0.6 mm である。そのため、DVD システムでは、CD システムとの互換性を得るために、いろいろな方法が提案されている。

【0004】

その 1 つとして、2 焦点レンズを用いた構成がある（例えば、非特許文献 1 参照）。

【0005】

2 焦点レンズは、波長 650 nm に対して設計された開口数 NA が 0.6 の対物レンズ上に同心円状のホログラム素子を形成したものである。そして、この 2 焦点レンズを用いれば、ホログラム素子の +1 次光を利用して基材厚み 1.2 mm の CD の上に収差なく集光される光と、通常対物レンズ（ホログラム素子の 0 次光）として利用して基材厚み 0.6 mm の DVD の上に収差なく集光される光との間の分離を可能にして、CD と DVD との間の互換を実現することができる。

10

【0006】

しかし、2 焦点レンズを用いた光学系では、CD との互換性は実現されているが、CD-R との互換性は得られていない。CD-R では赤色領域に対する反射特性が著しく小さいため、十分な再生信号を得ることができないからである。そのため、図 21 に示すような 2 つの集積ユニット 125、126（波長 650 nm、780 nm）を有する光ピックアップが提案されている。

【0007】

図 21 の構成において、DVD 用集積ユニット 125 から出射された波長 650 nm のレーザ光は、波長分離プリズム 127 を透過した後、偏光ホログラム 128（LiNbO<sub>3</sub>。基板上にプロトン交換によって回折格子が形成されている）と波長板 129（波長 650 nm に対して（5/4）板）とを透過し、対物レンズ 132 によって光ディスク（DVD-ROM）131 の上に集光される。光ディスク 131 からの反射光は、波長板 129 によって往路と 90 度偏光方向が回転し、偏光ホログラム 128 によって回折され、DVD 用集積ユニット 125 の中の光検出器（PD）の上に結像される。検出光学系は、フォーカス方向が SSD（spot size detection）法によって制御され、トラッキング方向が位相差検出法によって制御される。

20

【0008】

一方、CD 用集積ユニット 126 から出射された波長 780 nm のレーザ光は、狭ピッチのプラスチックホログラム素子 126b を透過した後、波長分離プリズム 127 で反射する。そして、DVD 用集積ユニット 125 からの波長 650 nm のレーザ光と同様に、偏光ホログラム 128 と波長板 129 とを透過し、対物レンズ 132 によって光ディスク（CD あるいは CD-R）130 の上に集光される。光ディスク 130 からの反射光は、波長板 129 と偏光ホログラム 128 とを再び透過する。このとき、波長板 129 は波長 780 nm に対しては板として作用するため、偏光方向は維持され、また、偏光ホログラム 128 でも回折作用を受けない。波長分離プリズム 127 での反射後にプラスチックホログラム素子 126b で回折された光は、CD 用集積ユニット 126 の中の光検出器（PD）の上に結像される。検出光学系は、フォーカス方向が SSD 法によって制御され、トラッキング方向が 3 ビーム法によって制御される。

30

40

【0009】

対物レンズ 132 は、波長 780 nm の光が基材厚み 1.2 mm の光ディスク（CD あるいは CD-R）130 に対して収差が小さくなり、波長 650 nm の光が基材厚み 0.6 mm の光ディスク（DVD-ROM）131 に対して収差が小さくなるように設計されている。

【0010】

以上のような構成を有する光ピックアップを用い、CD 用集積ユニット 126 から出射される波長 780 nm のレーザ光によって基材厚み 1.2 mm の光ディスク（CD あるいは CD-R）130 を再生し、DVD 用集積ユニット 125 から出射される波長 650 nm のレーザ光によって基材厚み 0.6 mm の光ディスク（DVD-ROM）131 は再生

50

することにより、良好な再生特性を得ることができる。

【非特許文献1】オプティカル・レビュー、Vol.1、No.1、第27～29頁(1997)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

現行のDVDの記録容量は4.7GBであり、NTSC方式(National Television System Committee standard)の放送データを約2時間記録することができる。しかし、今後、high-visionやhigh-definition(以下、総じて『HD』と称する)の画像データに対するメディアを開発するためには、光ディスクの記録密度をさらに向上させることが必要不可欠となる。

10

【0012】

光ディスクの記録密度を向上させる手段として、(1)光源を短波長化する、(2)対物レンズの開口数NAを大きくする、等の手段が考えられる。しかし、システムのマージンなどの観点から、対物レンズの開口数NAを現行の0.6よりも大きくすることは困難であり、また、CDやDVDとの互換性の観点からも厳しい。

【0013】

一方、光源を短波長化する手段としては、近赤外半導体レーザの第2高調波発生(SHG)技術を利用する方法、あるいは、GaN系の半導体レーザを使用する方法等が考えられる。波長400nm程度の青色光を用いることにより、現行のDVDの記録密度を約2.3倍に向上させることができる。以下、このようにして得られるDVDを、『HD-DVD』と称する。

20

【0014】

青色光を利用したHD-DVDの時代においても、DVDやCDとの互換性を得ることが重要である。CD-Rと同様に色素系のDVD-Rも現在開発されているが、CD-RやDVD-Rは青色領域においては反射特性が劣化する。従って、互換性を実現するためには、青色領域、赤色領域及び赤外領域の3つの波長領域の光をそれぞれ出射するコヒーレント光源が搭載された光ピックアップが必要となる。

【0015】

しかし、多波長のコヒーレント光源を用いて構成される光ピックアップは、多数の光学部品を必要とするため、実用レベルの量産可能な光ピックアップを設計することは困難である。具体的には、例えば、

30

(1)光学部品の点数が多くなるために、各光学部品の収差に対する精度が厳しくなったり集積化が困難となったりして、小型(薄型)の光ピックアップの設計が厳しくなる、

(2)多波長の光のそれぞれに対する検出光学系を同時に実現する必要があるために、偏光性ホログラム素子や偏光分離素子を検出光学系に利用しようとする、1/4波長板の構成が複雑になる、

などの問題点が発生する。

【0016】

本発明は、従来技術における前記課題を解決するためになされたものであり、簡易な構成で多種類の光ディスク間での互換性を実現することができ、偏光性の検出光学系を用いた場合であっても、安定に信号の検出を行うことのできる小型の光ピックアップ、多波長半導体レーザユニット及び光情報記録再生方法を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0017】

前記目的を達成するため、本発明に係る光ピックアップの構成は、同一のサブマウント上に実装され、互いに異なる波長( $\lambda_1 < \lambda_2 < \dots$ )の光ビームをそれぞれ出射する複数のコヒーレント光源と、前記異なる波長の光ビームの全てを平行光に変換するコリメートレンズとを備えたことを特徴とする。この光ピックアップの構成によれば、光源から出射された光ビームを平行光に変換するコリメートレンズが1つであるため、コリメートレンズの調整を簡素化することができる。

50

## 【0018】

また、前記本発明の光ピックアップの構成においては、前記コリメートレンズは、最短波長 $\lambda_1$ の前記光ビームを出射する前記コヒーレント光源から出射される光ビームが前記コリメートレンズの光軸上に位置するように配置されているのが好ましい。この好ましい例によれば、全ての波長の光に対して収差の小さい光ピックアップを実現することができる。

## 【0019】

また、前記本発明の光ピックアップの構成においては、前記複数のコヒーレント光源が異なる波長( $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ )の光ビームをそれぞれ出射する3つのコヒーレント光源であり、前記3つのコヒーレント光源の波長が、それぞれ $370\text{ nm} < \lambda_1 < 430\text{ nm}$ 、 $635\text{ nm} < \lambda_2 < 690\text{ nm}$ 、 $760\text{ nm} < \lambda_3 < 810\text{ nm}$ の範囲にあるのが好ましい。

## 【0020】

また、前記本発明の光ピックアップの構成においては、同心円状の領域に分割され、前記コヒーレント光源と光ディスクとの間の光路中に挿入された可変位相板と、前記コヒーレント光源の各々から出射される各波長の前記光ビームを前記光ディスク上に集光する対物レンズとをさらに備え、前記可変位相板によって前記対物レンズで発生する球面収差が補償されるのが好ましい。

## 【0021】

また、本発明に係る多波長半導体レーザユニットの第1の構成は、同一のサブマウント上に実装され、互いに異なる波長( $\lambda_1 < \lambda_2 < \dots$ )の光ビームをそれぞれ出射する複数の半導体レーザチップを備え、前記複数の半導体レーザチップは、それらの出射端面位置がそれぞれ光軸方向で異なるように配置されていることを特徴とする。

## 【0022】

また、本発明に係る多波長半導体レーザユニットの第2の構成は、同一のサブマウント上に実装され、互いに異なる波長( $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ )の光ビームをそれぞれ出射する3つの半導体レーザチップを備え、最短波長 $\lambda_1$ の前記光ビームを出射する前記半導体レーザチップは、前記3つの半導体レーザチップの中央に位置することを特徴とする。

## 【0023】

また、本発明に係る光情報記録再生方法は、同一のサブマウント上に実装され、互いに異なる波長( $\lambda_1 < \lambda_2 < \dots$ )の光ビームをそれぞれ出射する複数のコヒーレント光源から前記光ビームを出射するステップと、コリメートレンズによって前記光ビームを平行光に変換するステップとを備え、前記コリメートレンズは、最短波長 $\lambda_1$ の前記光ビームを出射する前記コヒーレント光源から出射される光ビームが前記コリメートレンズの光軸上に位置するように配置されていることを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0024】

本発明によれば、簡易な構成で多種類の光ディスク間での互換性を実現することができ、偏光性の検出光学系を用いた場合であっても、安定に信号の検出を行うことのできる光ピックアップ、多波長半導体レーザユニット及び光情報記録再生方法を提供することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0025】

以下、実施の形態を用いて本発明をさらに具体的に説明する。

## 【0026】

## 第1の実施の形態

本実施の形態においては、青色領域及び赤色領域の2波長領域の光をそれぞれ出射するコヒーレント光源が搭載され、偏光性ホログラム素子と波長板とを用いた検出光学系を有する光ピックアップについて説明する。

## 【0027】

図 1 は本発明の第 1 の実施の形態における光ピックアップを示す概略構成図である。

【0028】

本実施の形態においては、青色領域のコヒーレント光源として、第 2 高調波発生 (SHG) 技術を利用した SHG ブルーレーザユニット 1 が用いられている。図 2 に、SHG ブルーレーザユニット 1 の構成を示す。SHG ブルーレーザユニット 1 は、近赤外半導体レーザと光導波路型波長変換素子とにより構成されている。

【0029】

図 2 の構成においては、近赤外半導体レーザとして、波長可変が可能な分布ブラッグ反射型 (DBR) 半導体レーザ 11 が用いられている。DBR 半導体レーザ 11 は、活性領域と DBR 領域とからなり、それぞれ独立した電極を有している。DBR 半導体レーザ 11 の発振波長は 810 nm であり、出力は 50 mW である。 10

【0030】

一方、光導波路型波長変換素子としては、Mg が 5 mol % ドープされた LiNbO<sub>3</sub> 基板 15 上に周期的な分極反転領域 17 とプロトン交換光導波路 (以下『光導波路』という) 16 とが形成された擬似位相整合方式 (QPM) の分極反転型光導波路デバイス 14 が用いられている。

【0031】

DBR 半導体レーザ 11 から出射されたレーザ光は、コリメートレンズ 12 とフォーカスレンズ 13 とによって光導波路 16 内に結合され、DBR 半導体レーザ 11 の出力 50 mW に対して光導波路 16 からの出力光として 3 mW の青色光 (波長 405 nm) が得られる。ビームの広がり角は、垂直方向が 13.2 度、水平方向が 5.7 度である。 20

【0032】

また、本実施の形態においては、赤色領域のコヒーレント光源として、AlGaInP 系の赤色半導体レーザユニット 2 が用いられている。赤色半導体レーザユニット 2 の発振波長は 670 nm であり、閾値 76 mA 及び 5 mW での動作電流は 90 mA である。

【0033】

以下に、図 1 を用いて、本実施の形態の光ピックアップの構成について、さらに具体的に説明する。

【0034】

それぞれ検出用フォトディテクタを有する SHG ブルーレーザユニット 1 及び赤色半導体レーザユニット 2 から出射されたレーザ光は、それぞれコリメートレンズ 3、4 によって平行光となり、光合波手段としての誘電体多層膜ミラー 5 によって同一光軸上を伝搬するように合波される。このように、本実施の形態においては、光合波手段として誘電体多層膜ミラー 5 が用いられているが、回折格子などを用いて同一光軸上を伝搬させることも可能である。しかし、光利用効率を考慮すると、誘電体多層膜ミラー 5 を用いるのが望ましい。この誘電体多層膜ミラー 5 は、P 波、S 波ともに波長 500 nm 以下の光を透過し、波長 500 nm 以上の光を反射する構成となっている。誘電体多層膜ミラー 5 を透過及び反射した光は、偏光性ホログラム 6 及び波長板 7 を透過した後、立ち上げミラー 8 によって紙面の垂直方向に曲げられ (但し、図 1 においては、紙面の上方に曲げられているように描かれている)、対物レンズ 9 によって光ディスク 10 上に集光される。 40

【0035】

偏光性ホログラム 6 は、LiNbO<sub>3</sub> 基板上にプロトン交換 ( $n = 0.04$ ) 及びエッチング (深さ 100  $\mu\text{m}$ ) によってグレーティングが形成された構成となっている。ここで、グレーティングのピッチは 8  $\mu\text{m}$  (= ) に設定されている。プロトン交換によって異常光の屈折率は増加し、常光の屈折率は低下するので、プロトン交換領域をエッチングすることにより、異常光の屈折率変化が厚みの低減によって補償され、常光のみに感度を有するグレーティングが形成される。このため、偏光性ホログラム 6 は、往路の偏光方向が異常光方向 (C 軸方向もしくは結晶主軸) と平行になるように配置されている。尚、偏光方向は、図 1 に示されている。

【0036】

波長板 7 は、波長  $504\text{ nm}$  ( $3/4 \cdot \lambda_2 < \lambda < 5/4 \cdot \lambda_1$ ) の光に対しての位相変調 (遅延量) が得られるように設計されている。このため、波長板 7 は、青色光 (波長  $\lambda_1$ ) に対して  $5/4$  波長板 ( $506\text{ nm}$ ) として作用し、赤色光 (波長  $\lambda_2$ ) に対して  $3/4$  波長板 ( $502\text{ nm}$ ) として作用する。従って、青色光及び赤色光は、波長板 7 によって共に円偏光に変換され、その後、対物レンズ 9 によって光ディスク 10 上に集光される。

#### 【0037】

すなわち、波長板 7 の遅延量  $\Delta$  は、青色光 (波長  $\lambda_1$ ) に対して  $\lambda_1/4$  の略奇数倍であり、赤色光 (波長  $\lambda_2$ ) に対しても  $\lambda_2/4$  略奇数倍である。従って、波長板 7 は、どちらの波長の光に対しても  $1/4$  波長板として作用する。また、対物レンズ 9 は、青色光及び赤色光に対して収差が小さくなるように設計されている。

10

#### 【0038】

光ディスク 10 からの反射光は、再び対物レンズ 9、立ち上げミラー 8 を通過した後、波長板 7 によって直線偏光に変換される。反射光の偏光方向は往路の偏光方向に対して  $90$  度回転しているので、反射光は、偏光性ホログラム 6 に対して常光方向に平行に入射し、偏光性ホログラム 6 のグレーティングによって ( $\theta = \theta_0$ ) 方向に回折する。波長板 7 は、往復で、青色光に対して  $10/4$  波長板として作用し、赤色光に対して  $6/4$  波長板として作用し、ともに半波長板として作用するため、偏光方向が  $90$  度回転する。偏光性ホログラム 6 の回折効率としては、青色光に対して  $60\%$ 、赤色光に対して  $50\%$  が実現された。

20

#### 【0039】

誘電体多層膜ミラー 5 を透過及び反射した青色光及び赤色光は、それぞれコリメートレンズ 3、4 を透過した後、各レーザユニット 1、2 に集積化された検出用フォトディテクタ上に集光される。そして、検出用フォトディテクタによってフォーカス信号、トラッキングサーボ信号及び RF 信号が検出される。この場合、フォーカスサーボは 3 分割フォトディテクタを用いてスポットサイズディテクション法 (以下『SSD 法』という) によって行われ、トラッキングサーボは 4 分割フォトディテクタを用いて位相差法によって行われる。本実施の形態においては、光ディスク 10 からの反射光の  $50\%$  以上がフォトディテクタ上に到達し、安定なサーボ動作及び再生信号が得られた。

30

#### 【0040】

本実施の形態の波長板 7 は、その厚みを所定の値に設定することにより、DVD や HD-DVD で用いられる赤色光及び青色光に対して、ともに  $1/4$  波長板として作用することができる。そして、このような波長板 7 を備えていることにより、偏光分離手段である偏光性ホログラム 6 を利用して構成された検出光学系を用いて安定にサーボ動作及び再生信号の検出を行うことができる。この波長板 7 は、従来と同様に水晶などを用いて容易に作製することができるので、その実用的効果は大きい。

#### 【0041】

本実施の形態においては、青色領域のコヒーレント光源として SHG ブルーレーザユニット 1 を用いているが、GaN 系青色半導体レーザを用いても同様の効果が得られる。

#### 【0042】

ここで、GaN 系青色半導体レーザの作製方法について説明する。まず、SiC 基板の上に n 型 GaN を成長させて、n 型 AlGaIn/GaN 超格子のクラッド層及び n 型 GaN 光ガイド層を形成し、InGaIn の多重量子井戸活性層を形成した後に、p 型 AlGaIn 層、p 型 GaN 光ガイド層、p 型 AlGaIn/GaN 超格子クラッド層、p 型 GaN 層を形成し、さらに p 型電極を形成する。尚、SiC 基板は導電性であるため、基板の裏面に n 型電極を形成する。これにより、動作電流  $I_{op} = 100\text{ mA}$  に対して  $5\text{ mW}$  の青色光 (波長  $405\text{ nm}$ ) が得られる。

40

#### 【0043】

本実施の形態の光ピックアップにおいては、青色光の光源と赤色光の光源とが搭載され、それぞれが偏光性の検出光学系を有しているため、検出用フォトディテクタに大きな光

50

量の光を導くことができる。従って、本実施の形態の光ピックアップを用いれば、赤色光によってDVD-Rを、青色光によってHD-DVD-Rを、それぞれ安定に再生することができる。

#### 【0044】

次に、検出用フォトディテクタがコヒーレント光源から分離され、偏光性ホログラムの代わりに偏光分離素子(PBS)が用いられた構成について、図3を参照しながら説明する。

#### 【0045】

図3の構成において、SHGブルーレーザ18及び赤色半導体レーザ19から出射された光は、それぞれコリメートレンズ20、20-1とPBS21、22を透過した後、光合波手段としての誘電体多層膜ミラー23によって同一光軸上を伝搬するように合波される。合波された光ビームは、図1の構成で用いられた波長板7と同じように作用する波長板24を透過した後、立ち上げミラー25-1によって紙面に垂直な方向に曲げられ(但し、図3においては、紙面の上方に曲げられているように描かれている)、対物レンズ25によって光ディスク26上に集光される。

#### 【0046】

光ディスク26からの反射光は、再び対物レンズ25、立ち上げミラー25-1、波長板24を通過した後、誘電体多層膜ミラー23で透過及び反射し、それぞれの光路に配置されたPBS21、22に導かれる。青色光及び赤色光の偏光方向は、波長板24によってもとの偏光方向に対して90度回転されているために、それぞれPBS21、22によって光路が90度曲げられ、それぞれ検出レンズ27、28及びシリンドリカルレンズ29、30を透過した後に、フォトディテクタ31、32上に集光される。

#### 【0047】

以上のような構成において、フォーカス方向のサーボ動作を非点収差法によって行い、トラッキング方向のサーボ動作を位相差法によって行うことにより、良好な再生信号が得られた。

#### 【0048】

図3の構成においても、波長板24は、波長 $504\text{ nm}$  ( $3/4 \cdot \lambda_2 < < 5/4 \cdot \lambda_1$ )の光に対しての位相変調(遅延量)が得られるように設計されているので、青色光(波長 $\lambda_1$ )に対して $5/4$ 波長板( $506\text{ nm}$ )として作用し、赤色光(波長 $\lambda_2$ )に対して $3/4$ 波長板( $502\text{ nm}$ )として作用する。すなわち、波長板24の遅延量は、青色光(波長 $\lambda_1$ )に対して $\lambda_1/4$ の略奇数倍であり、赤色光(波長 $\lambda_2$ )に対しても $\lambda_2/4$ の略奇数倍である。従って、波長板24は、どちらの波長の光に対しても $1/4$ 波長板として作用する。このため、図3のように偏光分離素子(PBS)を用いた検出光学系においても、検出用フォトディテクタ上に十分な光量の光を導くことができるので、安定なサーボ動作及び信号検出が可能となる。特に、SHGブルーレーザと異なり、GaN系及びAlGaInP系の半導体レーザなどはサンプル間での発振波長のばらつきが大きいので、図3の構成によって得られる効果は大きい。

#### 【0049】

また、本実施の形態の波長板は $1/4$ 波長板として作用するように設計されているので、波長の許容幅も大きく、実用的効果は大きい。

#### 【0050】

さらに、波長 $650\text{ nm}$ のAlGaInP系半導体レーザと波長 $395\text{ nm}$ のGaN系半導体レーザとを用いた光ピックアップにおいても、波長 $490\text{ nm}$ に対する波長板を設計することにより、上記と同様の効果を奏する光ピックアップを実現することができる。

#### 【0051】

尚、上記したように、本実施の形態の波長板は、水晶などを用いて容易に作製することができるが、複屈折の波長分散の大きい材料を用いて作製することもできる。例えば、芳香族ポリスルファン系樹脂は、赤色波長( $690\text{ nm}$ )での複屈折に対して青色波長( $380\text{ nm}$ )での複屈折が1.65倍大きくなる。従って、この樹脂を用いれば、波長69

10

20

30

40

50



0 nmの光に対して1/4波長板として作用し、波長380 nmの光に対して3/4波長板として作用する波長板を作製することができる。以下、複屈折の波長分散の大きい材料を用いて作製した波長板について説明する。

#### 【0052】

ここで、芳香族ポリスルファン系樹脂における波長690 nmの光に対する複屈折を $n_a$ 、芳香族ポリスルファン系樹脂を用いて作製した波長板の厚さを $d$ とする。このとき、波長380 nmの光に対する複屈折は $1.65 n_a$ となる。この場合、波長690 nmの光に与えられる位相差は $n_a \times d$ となるので、これが690 nmの1/4となるように、すなわち、 $n_a \times d = 690 \times 1/4$ の関係が成り立つように厚さ $d$ を選定する。

#### 【0053】

芳香族ポリスルファン系樹脂を用いて作製した波長板の厚さが $d$ の場合、波長380 nmの光に与えられる位相差は $1.65 n_a \times d$ となり、上記 $n_a \times d = 690 \times 1/4$ の関係を用いれば、 $1.65 \times 690 \times 1/4 = 285 \text{ nm}$ となる。この位相差は、380 nmの3/4に相当する。従って、芳香族ポリスルファン系樹脂を用いれば、赤色(波長690 nm)の光に対して直線偏光を円偏光に変換することができ、さらに青色(波長380 nm)の光に対しても直線偏光を円偏光に変換することのできる波長板を作製することができる。

#### 【0054】

尚、ここでは、樹脂として芳香族ポリスルファン系樹脂を用いたが、構成単位として主鎖をなす結合中にビフェニル骨格、ナフタレン骨格もしくはスチルベン骨格を含む単位を有するポリエステル(特開平7-233249号公報参照)などの複屈折の波長分散の大きい材料であれば何ら問題はない。

#### 【0055】

さらに、大きな複屈折を有する材料を用いることにより、波長400 nm前後の青色光を用いて、上記と同じことを実現することができる。

#### 【0056】

以上のように複屈折の波長分散の大きい材料を用いて作製した波長板を用いる場合、この波長板の遅延量は、波長 $\lambda_1$ の光に対して $\lambda_1/4$ の $(2n+3)$ 倍であり、波長 $\lambda_2$ ( $\lambda_2 > \lambda_1$ )の光に対して $\lambda_2/4$ の $(2n+1)$ 倍(但し、 $n=0, 1, 2, \dots$ )であるのが望ましい。

#### 【0057】

##### 第2の実施の形態

本実施の形態においては、異なる波長の光を出射する複数のコヒーレント光源が同一の基板(サブマウント)の上に実装されたレーザユニットを用いた光ピックアップについて説明する。

#### 【0058】

具体的には、本実施の形態においては、Ga<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>系青色半導体レーザチップ(波長405 nm)とAlGaInP系赤色半導体レーザチップ(波長650 nm)とAlGaAs系近赤外半導体レーザチップ(波長790 nm)とがSiサブマウント上に実装されたレーザユニットについて説明する。図4は本実施の形態の光ピックアップを示す概略構成図、図5はそれを用いられるレーザユニットを示す概要図である。

#### 【0059】

図5に示すように、Siサブマウント45-4の上には、Ga<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>系青色半導体レーザチップ45とAlGaInP系赤色半導体レーザチップ46とAlGaAs系近赤外半導体レーザチップ47とが実装されている。ここで、最短波長である青色半導体レーザチップ45(波長405 nm)が中央に実装されており、赤色半導体レーザチップ46(波長650 nm)と近赤外半導体レーザチップ47(波長790 nm)とは、青色半導体レーザチップ45(波長405 nm)の両側に200 μm離間して実装されている。

#### 【0060】

それぞれのレーザチップ45~47から出射された光は、エッチドミラー45-3で反

10

20

30

40

50

射されて光路の方向が変えられた後、焦点距離 25 mm のコリメートレンズ 34 によって平行光となる（図 4 参照）。本実施の形態において、コリメートレンズ 34 は、青色半導体レーザチップ 45（波長 405 nm）から出射される光がレンズの中心（すなわち、光軸上）に位置するように配置されている。各レーザチップ 45～47 の位置は、コリメートレンズ 34 によって平行光が得られるように、それぞれ最適な焦点位置に調整されている。

#### 【0061】

図 4 に示すように、コリメートレンズ 34 によって平行光となった光は、偏光性ホログラム 35 及び誘電体多層膜ミラー 36 を透過した後、立ち上げミラー 37 によって紙面に垂直な方向に曲げられる（但し、図 4 においては、紙面の左方向に曲げられているように描かれている）。そして、可変位相板 44 及び波長板 38 を透過した後、対物レンズ 39 によって光ディスク 40 上に集光される。ここで、誘電体多層膜ミラー 36 は、波長 780 nm の光に対する反射率が 50 % で、青色領域及び赤色領域の光を 100 % 透過するように設計されており、波長板 38 は、上記第 1 の実施の形態で用いられた波長板と同じように作用する。

10

#### 【0062】

波長板 38 としては、波長 504 nm の光に対しての位相変調（遅延量）が得られるように設計された上記第 1 の実施の形態の波長板と同じ波長板が用いられているので、光ディスク 40 からの反射光は偏光性ホログラム 35 で回折し、その回折効率として 50 % 以上の高い値が得られた。

20

#### 【0063】

立ち上げミラー 37 と波長板 38 との間に設置された可変位相板 44 は、対物レンズ 39 で発生する球面収差を補正するためのものである。図 6（a）、（b）に、可変位相板 44 の構成を示す。

#### 【0064】

図 6（b）に示すように、可変位相板 44 は、液晶 48-3 と、それを両側から挟み込むように配置された配向膜（ポリイミド系）48-2 と ITO（ $\text{InSnO}_x$ ）電極 48-1 とガラス基板 49 とにより構成されている。液晶 48-3 の厚みは 2  $\mu\text{m}$  であり、各配向膜 48-2 の厚みは 80 nm である。配向膜 48-2 は、液晶 48-3 の長軸（矢印）が図 6（a）に示す C 軸の方向に並ぶようにラビングされている。

30

#### 【0065】

液晶 48-3 としては、誘電率の異方性が正の液晶（例えば、メルク社の ZLI-4792）が用いられている。液晶 48-3 は、電圧（ $\sim 60\text{Hz}$ ）を印加することにより、Z 軸方向に徐々に傾き、C 軸の偏光方向に対して屈折率が低下する。このため、印加電圧を調整することにより、液晶 48-3 に C 軸方向の屈折率変化、すなわち位相変化を与えることができる。図 6（a）は、印加電圧が 0 V のときの液晶 48-3 の状態を示している。

#### 【0066】

ITO 電極 48-1 は、半径 500  $\mu\text{m}$  ごとに同心円状の領域に分割されている。但し、図 6（a）においては、概念的に 4 つの ITO 電極 48-1 のみが描かれている。

40

#### 【0067】

対物レンズ 39 は、青色光に対して収差が最も小さくなるように設計された非球面レンズである。図 7（a）に、対物レンズ 39 に赤色光が入射したときに発生する球面収差の分布を示している。この場合、図 7（b）に示すような分布の電圧を可変位相板 44 に印加することにより、図 7（a）に示す球面収差を補償することができる。

#### 【0068】

具体的には、対物レンズ 39 が有効ビーム径 4 mm の非球面レンズである場合に、赤色光に対して最大で  $r_1 = 100\text{m}$  の球面収差が発生した。この場合、 $V_1 = 5\text{V}$  なる電圧を印加することにより、図 7（c）に示すような屈折率分布を生じさせることができ、赤色光に対する非球面レンズ（対物レンズ 39）の球面収差を補償することができた。そ

50

の結果、直線偏光で可変位相板 44 の C 軸方向に入射した赤色光は、波長板 38 を透過した後、対物レンズ 39 によって基材厚み 0.6 mm の光ディスク 40 上に集光され、良好な集光特性が得られた。近赤外光に対しても同様であり、対物レンズ 39 で発生する球面収差を補償するような電圧を印加することにより、良好な集光特性が得られる。

【0069】

尚、本実施の形態においては、色収差によって発生する球面収差を補償する場合を例に挙げて説明したが、基材厚みの誤差によって発生する球面収差を補償することもできる。特に、青色光に対しては、基材厚みの誤差によって発生する球面収差が大きくなるので、その実用的効果は大きい。

【0070】

また、本実施の形態においては、液晶材料として誘電率の異方性が正の液晶を用いたが、誘電率の異方性が負の液晶（例えば、メルク社の MLC-6608）を用いても、同様の効果が得られる。尚、誘電率の異方性が負の液晶を用いる場合には、液晶の長軸が Z 軸方向から少し C 軸方向に傾くように配向処理を行うのが望ましい。

【0071】

図 4、図 5 に示すように、光ディスク 40 からの反射光は、それぞれ、検出用フォトディテクタ 43 と、レーザユニット 33 に集積化された検出用フォトディテクタ 45-1 及び 45-2 に導かれる。

【0072】

波長 790 nm の近赤外光は、誘電体多層膜ミラー 36 で反射し、検出レンズ 41 及びシリンドリカルレンズ 42 を透過した後、4 分割フォトディテクタ 43 に導かれる。この場合、フォーカスサーボは非点収差法によって行われ、トラッキングサーボはプッシュプル法によって行われる。

【0073】

一方、波長 405 nm の青色光と波長 650 nm の赤色光は、偏光性ホログラム 35 で回折し、コリメートレンズ 34 を透過した後、レーザユニット 33 の上に設けられた 3 分割フォトディテクタ 45-1 及び 6 分割フォトディテクタ 45-2 に導かれる。この場合、フォーカスサーボは 3 分割フォトディテクタ 45-1 を用いて SSD 法によって行われ、トラッキングサーボは 6 分割フォトディテクタ 45-2 を用いて位相差法によって行われる。特に、図 5 に示すように、6 分割フォトディテクタ 45-2 の上方の 4 つのフォトディテクタによって青色光の検出を行い、下方の 4 つのフォトディテクタによって赤色光の検出を行うように構成することにより、フォトディテクタ 45-2 の分割数を 8 から 6 に減らすことができる。

【0074】

図 4、図 5 の構成においては、最短波長である青色半導体レーザチップ 45 がコリメートレンズ 34 の中心に調整され（すなわち、サブマウント 45-4 の上で、コリメートレンズ 34 の光軸中心に対応する位置に実装され）、また、液晶レンズ（可変位相板 44）によって対物レンズ 39 の収差を補正することができるため、全ての波長の光に対してトータルの透過波面収差を 50 m 以下の小さな値に抑えることができる。これにより、良好な再生特性が得られる。

【0075】

本実施の形態の光ピックアップにおいては、青色光、赤色光及び近赤外光の各光源が搭載され、それぞれが検出光学系を有しているので、青色光によって HD-DVD-R を、赤色光によって DVD-R を、近赤外光によって CD-R を、それぞれ安定に再生することができる。

【0076】

また、図 4、図 5 の構成においては、3 つの波長の光源（GaN 系青色半導体レーザチップ 45、AlGaInP 系赤色半導体レーザチップ 46、AlGaAs 系近赤外半導体レーザチップ 47）が実装されたレーザユニット 33 を例に挙げて説明したが、GaN 系青色半導体レーザチップと AlGaInP 系赤色半導体レーザチップの 2 つの波長の半導

10

20

30

40

50

体レーザチップが実装されたレーザユニットを用いた場合であっても、同様の効果が得られる。図 8 に、その場合の概略構成図を示す。

#### 【0077】

図 8 の構成において、レーザユニット 50 には、GaN 系青色半導体レーザチップと AlGaInP 系赤色半導体レーザチップの 2 つの半導体レーザチップが実装されており、また、図 5 の場合と同様に、3 分割及び 6 分割のフォトディテクタが実装されている（但し、これらは図 8 には図示されていない）。コリメートレンズ 51 は、より短波長である GaN 系青色半導体レーザチップから出射される光がレンズの中心（すなわち、光軸上）に位置するように配置されている。偏光性ホログラム 52 を透過した後の光は、立ち上げミラー 53 によって紙面に垂直な方向に曲げられ（但し、図 8 においては、紙面の左方向に曲げられているように描かれている）、上記第 1 の実施の形態で用いられた波長板と同じように作用する波長板 54 を透過した後に、対物レンズ 55 によって光ディスク 56 上に集光される。

10

#### 【0078】

光ディスク 56 からの反射光は、再び対物レンズ 55、波長板 54、立ち上げミラー 53 を通過した後、偏光性ホログラム 52 によって回折され、レーザユニット 50 に集積化された検出用フォトディテクタに導かれて、サーボ動作及び RF 信号の検出が行われる。

#### 【0079】

図 8 の構成においても、最短波長である青色半導体レーザチップがコリメートレンズ 51 の中心に調整されている（すなわち、サブマウントの上で、コリメートレンズ 51 の光軸中心に対応する位置に実装されている）。これにより、全ての波長の光に対してトータルの透過波面収差を 50 m 以下の小さな値に抑えることができるので、良好な再生特性が得られる。また、光ピックアップに青色光の光源と赤色光の光源が搭載され、それぞれが検出光学系を有しているので、青色光によって HD-DVD-R を、赤色光によって DVD-R を、それぞれ安定に再生することができる。

20

#### 【0080】

本実施の形態のように、同一のサブマウント上に複数の半導体レーザチップを実装し、1 つのコリメートレンズによって平行光に変換するようにすれば、小型の光ピックアップを実現することができ、光ディスクドライブの厚みを大幅に薄くすることができる。また、直接結合による小型の SHG ブルーレーザも提案されており、GaN 系半導体レーザの代わりに SHG ブルーレーザを搭載しても、同様の効果が得られる。

30

#### 【0081】

また、対物レンズとして非球面レンズを用いた場合、異なる波長の光が入射すると、色収差によって球面収差が発生するが、本実施の形態のように同心円状の領域に分割された液晶からなる可変位相板を用いることにより、対物レンズで発生する球面収差を補償することができる。特に、多波長のコヒーレント光源が搭載された光ピックアップにおいて、その実用的効果が大きい。

#### 【0082】

##### 第 3 の実施の形態

本実施の形態においては、複数のコヒーレント光源から出射される光を光合波手段としての誘電体多層膜ミラーによって合波し、1 つの対物レンズによって光ディスク上に集光することのできる光ピックアップについて説明する。複数の光学部品を透過及び反射した光は、その光学部品の収差の影響を受けるが、本実施の形態の構成は、かかる問題点を解決するために有効である。

40

#### 【0083】

図 9 に、本実施の形態における光ピックアップの概略構成図を示す。図 8 に示すように、本実施の形態の光ピックアップは、それぞれ検出用フォトディテクタが集積化された GaN 系青色半導体レーザユニット 57（波長 405 nm）と、AlGaInP 系赤色半導体レーザユニット 58（波長 650 nm）と、AlGaAs 系近赤外半導体レーザユニット 59（波長 790 nm）とを有している。そして、これらの各レーザユニット 57 ~ 5

50

9 から出射される光は、光合波手段としての 2 つの誘電体多層膜ミラー M 1、M 2 によって合波される。

【0084】

各半導体レーザユニット 57 ~ 59 から出射された光は、それぞれコリメートレンズ 60 ~ 62 によって平行光となった後、偏光性ホログラム 63 ~ 65 と波長板 66 ~ 68 を透過する。波長板 66 ~ 68 は、それぞれの波長の光に対して  $\pi/4$  の位相変調（遅延量）が得られるように設計されており、それぞれの波長の光は、波長板 66 ~ 68 によって円偏光に変換される。

【0085】

図 10 (a)、(b) に、誘電体多層膜ミラー M 1、M 2 の透過特性を示す。図 10 (a) に示すように、誘電体多層膜ミラー M 1 は、波長 500 nm 以下の光を P 波、S 波ともに 95% 以上透過し、波長 500 nm 以上の光を P 波、S 波ともに 95% 以上反射する。一方、図 10 (b) に示すように、誘電体多層膜ミラー M 2 は、波長 700 nm 以下の光を P 波、S 波ともに 95% 以上透過し、波長 700 nm 以上の光を P 波、S 波ともに 95% 以上反射する。

10

【0086】

これらの誘電体多層膜ミラー M 1、M 2 は、 $\text{SiO}_2$  と  $\text{TiO}_2$  の多層膜（計 20 層以上）により構成されている。尚、2 つの誘電体多層膜ミラー M 1、M 2 のうち、誘電体多層膜ミラー M 2 は、膜厚制御を高精度で行うことにより、P 波と S 波の立ち上がりの波長差が 50 nm 以下となるように作製されている。

20

【0087】

青色半導体レーザユニット 57 から出射された波長 405 nm の青色光は、誘電体多層膜ミラー M 1、M 2 を透過する。赤色半導体レーザユニット 58 から出射された波長 650 nm の赤色光は、誘電体多層膜ミラー M 1 で反射した後、誘電体多層膜ミラー M 2 を透過する。また、近赤外半導体レーザユニット 59 から出射された波長 790 nm の近赤外光は、誘電体多層膜ミラー M 2 で反射する。これにより、3 つの光は同一光軸上を伝搬するように合波される。合波された光は、立ち上げミラー 69 によって紙面に垂直な方向に曲げられ（但し、図 9 においては、紙面の上方に曲げられているように描かれている）、対物レンズ 70 によって光ディスク 71 上に集光される。図 8 の構成においては、3 つの波長の光に対して収差を小さくするために、対物レンズ 70 として開口数 (NA) 0.6 の組レンズが用いられている。

30

【0088】

光ディスク 71 からの反射光は、それぞれ往路と同じ光路を通るが、波長板 66 ~ 68 により、偏光方向が往路に対して 90 度回転される。その後、光ディスク 71 からの反射光は、偏光性ホログラム 63 ~ 65 によって回折され、各レーザユニット 57 ~ 59 に集積化されたそれぞれの検出用フォトディテクタに導かれる。フォトディテクタは、上記第 2 の実施の形態と同様に、3 分割フォトディテクタと 6 分割フォトディテクタとにより構成されている。この場合、フォーカスサーボは 3 分割フォトディテクタを用いて SSD 法によって行われ、トラッキングサーボは 6 分割フォトディテクタを用いて位相差法によって行われる。

40

【0089】

一般に、光学部品は、反射波面収差よりも透過波面収差の方が小さい。光学部品を光が透過する場合には、表面と裏面で収差を打ち消し合うため、表面状態で発生する収差のみを考えればよい。一方、光学部品で反射する光に対しては、光学部品の歪みなどが直接波面収差に影響を及ぼす。従って、光学部品は、透過部品として用いる方が収差が小さくなるため望ましい。また、同じ波面収差の光学部品は、より短い波長の光に対してより大きな収差として影響を及ぼす。

【0090】

以上の点を考慮して、図 9 に示す本実施の形態の光ピックアップにおいては、最短波長である GaN 系青色半導体レーザユニット 57 から出射される光が誘電体多層膜ミラー M

50

1、M2を透過するように構成されている。

【0091】

図9の構成においては、各波長の光に対する対物レンズ通過後の透過波面収差を50m以下に抑圧することができ、再生特性において良好な結果を得ることができた。また、図9の構成の光ピックアップにおいては、青色光、赤色光及び近赤外光の各光源が搭載され、それぞれが検出光学系を有しているため、青色光によってHD-DVD-Rを、赤色光によってDVD-Rを、近赤外光によってCD-Rを、それぞれ安定に再生することができる。

【0092】

図11に、本実施の形態における他の光ピックアップの概略構成図を示す。図11に示す光ピックアップにおいては、誘電体多層膜ミラーM2の代わりに、透過特性がP波とS波で異なる誘電体多層膜ミラーM3が用いられている。

【0093】

誘電体多層膜ミラーにおいてS波とP波のどちらに対しても同じ透過特性を得るためには、蒸着時の制御を精密に行う必要がある。量産時の歩留まりを考慮すると、図12(a)、(b)に示すような透過特性をそれぞれ有する誘電体多層膜ミラーM1、M3を備えた構成の方が有利である。具体的には、図12(b)に示すように、誘電体多層膜ミラーM3は、波長790nmの光に対してP波の透過率が95%以上、S波の反射率が95%以上となるように設計されている。一方、図12(a)に示すように、誘電体多層膜ミラーM1は、図10(a)に示したものと同様に、波長500nm以下の光をP波、S波ともに95%以上透過し、波長500nm以上の光をP波、S波ともに95%以上反射する。

【0094】

図11の構成において、GaN系青色半導体レーザユニット72(波長405nm)とAlGaInP系赤色半導体レーザユニット73(波長650nm)から出射された光は、コリメートレンズ75、76によってそれぞれ平行光となった後、誘電体多層膜ミラーM1によって同一光軸上を伝搬するように合波される。合波された2つの光は、偏光性ホログラム78及び波長板80を透過し、それぞれの光が円偏光に変換される。ここで、波長板80は、上記第1の実施の形態で用いられた波長板と同じように作用する。すなわち、波長板80の遅延量は、青色光(波長 $\lambda_1$ )に対して $\lambda_1/4$ の略奇数倍であり、赤色光(波長 $\lambda_2$ )に対しても $\lambda_2/4$ の略奇数倍である。従って、波長板80は、どちらの波長の光に対しても $1/4$ 波長板として作用する。

【0095】

一方、AlGaAs系近赤外半導体レーザユニット74から出射された波長790nmの近赤外光は、コリメートレンズ77によって平行光となり、無偏光性のガラスホログラム79を透過した後に、誘電体多層膜ミラーM3で反射する。これにより、3つの光は、最終的に同一光軸上を伝搬するように合波される。

【0096】

合波された3つの光は、立ち上げミラー81によって紙面に垂直な方向に曲げられ(但し、図11においては、紙面の上方に曲げられているように描かれている)、対物レンズ82によって光ディスク83上に集光される。尚、図11の構成においても、3つの波長の光に対して収差を小さくするために、対物レンズ82として開口数(NA)0.6の組レンズが用いられている。

【0097】

光ディスク83からの反射光は、それぞれ往路と同じ光路を通過して、各レーザユニット72~74に集積化されたそれぞれの検出用フォトディテクタ上に導かれる。

【0098】

すなわち、青色光(波長405nm)及び赤色光(波長650nm)は、その偏光方向が波長板80によってもとの偏光方向に対して90度回転された後、偏光性ホログラム78によって回折され、レーザユニット72、73に集積化されたそれぞれの検出用フォト

ディテクタ上に導かれる。

【0099】

一方、近赤外光（波長790nm）に関しては、誘電体多層膜ミラーM3の透過特性がP波とS波で異なるため、AlGaAs系近赤外半導体レーザユニット74に対応して設けられた検出光学系を構成する光学部品として無偏光性のガラスホログラム79が用いられている。そして、光ディスク83で反射した近赤外光（波長790nm）は、誘電体多層膜ミラーM3で反射し、ガラスホログラム79及びコリメートレンズ77を透過した後、レーザユニット74に集積化された検出用フォトディテクタ上に導かれる。図9の構成と比較すると、ガラスホログラム79が用いられており、検出用フォトディテクタ上に導かれる近赤外光の光量が小さくなるため、サーボ系のゲインなどを調整する必要があるが、再生特性などの劣化は観測されなかった。

10

【0100】

図11の構成においても、最短波長であるGaN系青色半導体レーザユニット72から出射される光が、誘電体多層膜ミラーM1、M3を透過するように構成されているため、各波長の光に対する対物レンズ通過後の透過波面収差を50m以下に抑圧することができ、再生特性においても良好な結果を得ることができた。また、図11の構成の光ピックアップにおいては、青色光、赤色光及び近赤外光の各光源が搭載され、それぞれが検出光学系を有しているので、青色光によってHD-DVD-Rを、赤色光によってDVD-Rを、近赤外光によってCD-Rを、それぞれ安定に再生することができる。

20

【0101】

尚、本実施の形態においては、青色半導体レーザとしてGaN系半導体レーザが用いられているが、GaN系半導体レーザの代わりにSHGブルーレーザを用いても、同様の効果が得られる。

【0102】

また、本実施の形態においては、3つの波長の光に対して収差を小さくするために、対物レンズとして組レンズが用いられているが、上記第2の実施の形態のように、対物レンズとして非球面レンズを用い、液晶レンズ（可変位相板）によって非球面レンズ（対物レンズ）の収差を補正する構成であっても、同様の効果が得られる。

【0103】

第4の実施の形態

30

本実施の形態においては、複数のコヒーレント光源と、偏光性ホログラムを用いた検出光学系とを有し、1つの波長板によって安定なサーボ動作及び再生信号の検出を行うことのできる光ピックアップ及び光情報記録再生装置について説明する。

【0104】

このような光ピックアップ及び光情報記録再生装置を実現するために、本実施の形態においては、液晶材料から構成される位相可変型波長板が用いられる。また、コヒーレント光源としては、GaN系青色半導体レーザ（波長405nm）とAlGaInP系赤色半導体レーザ（波長650nm）とAlGaAs系近赤外半導体レーザ（波長790nm）とが用いられる。

【0105】

図13（a）は本実施の形態における光ピックアップを示す概略構成図、図13（b）は図13（a）の構成における偏光性ホログラムや光ディスクの複屈折性の結晶主軸とコヒーレント光源の偏光方向との関係を示す図である。この構成においても、図9に示した構成と同様の誘電体多層膜ミラーM1、M2が用いられ、これらの誘電体多層膜ミラーM1、M2は、各波長においてP波、S波ともに同じ透過特性を示す。

40

【0106】

図13の構成において、GaN系青色半導体レーザユニット84（波長405nm）とAlGaInP系赤色半導体レーザユニット85（波長650nm）から出射された光は、コリメートレンズ87、88によってそれぞれ平行光となった後、誘電体多層膜ミラーM1によって同一光軸上を伝搬するように合波される。一方、AlGaAs系近赤外半導

50

体レーザユニット 86 から出射された波長 790 nm の近赤外光は、コリメートレンズ 89 によって平行光となった後、誘電体多層膜ミラー M2 で反射する。これにより、3 つの光は、同一光軸上を伝搬するように合波される。合波された 3 つの光は、偏光性ホログラム 90 を透過した後、立ち上げミラー 91 によって紙面に垂直な方向に曲げられる（但し、図 13 (a) においては、紙面の上方に曲げられているように描かれている）。そして、位相可変型波長板 R1 を透過した後、対物レンズ 93 によって光ディスク 94 上に集光される。尚、対物レンズ 93 としては、組レンズが用いられている。

#### 【0107】

本実施の形態においては、誘電体多層膜ミラー M1、M2 の透過特性が P 波と S 波で同じであるため、全ての波長の光に対して、偏光性ホログラム 90 を用いて検出光学系が構成されている。従って、位相可変型波長板 R1 を、全ての波長の光に対して 1/4 波長板として作用するように調整する必要がある。そこで、本実施の形態においては、位相可変型波長板 R1 として、図 14 (a) ~ (c) に示すような液晶材料から構成される位相可変型波長板が用いられている。

10

#### 【0108】

ここで、位相可変型波長板 R1 の構成について説明する。図 14 (b) に示すように、位相可変型波長板 R1 は、上記第 2 の実施の形態で説明した可変位相板 44 と同様に、液晶 98 と、それを両側から挟み込むように配置された配向膜（ポリイミド系）97 と ITO (InSnO<sub>x</sub>) 電極 96 とガラス基板 95 とにより構成されている。液晶 98 の厚みは 3 μm であり、配向膜 97 の厚みは 80 nm である。配向膜 97 は、液晶 98 の長軸（矢印）が図 13 (a) に示す C 軸の方向に並ぶようにラビングされている。

20

#### 【0109】

液晶 98 としては、誘電率の異方性が正の液晶（例えば、メルク社の ZLI-4792）が用いられている。液晶 98 は、電圧（～60 Hz）を印加することにより、Z 軸方向に徐々に傾き、C 軸の偏光方向に対して屈折率が低下する。このため、印加電圧を調整することにより、液晶 98 に C 軸方向の屈折率変化、すなわち位相変化を与えることができる。図 14 (b) は、印加電圧 V = 0 のときの液晶 98 の傾きを示し、図 14 (c) は、印加電圧 V = V1 のときの液晶 98 の傾きを示している。

#### 【0110】

液晶 98 の傾きによる位相変調（rad）は、液晶の複屈折量を  $n$ 、液晶の厚みを  $d$ 、液晶の傾きを  $\theta$  としたとき、近似的に、 $(\text{rad}) \sim 2 \times n \times d \times (\cos^2 \theta) / \lambda$  によって表記される。従って、 $\lambda = 780 \text{ nm}$ 、 $n = 0.1$  に対して、 $\theta = 0$ （印加電圧 V = 0）のとき、位相変調として 0.385 が得られる。そこで、1.5 V の電圧を印加して、液晶 98 を図 13 (c) に示すような角度  $\theta$  を有するように傾けることにより、波長  $\lambda = 780 \text{ nm}$  の光に対して位相変調が 0.25（ $\pi/4$ ）となるように位相可変型波長板 R1 を調整した。

30

#### 【0111】

このように、本実施の形態で使用される可変位相型波長板 R1 は、印加電圧を変化させることによって位相変調を任意に変化させることができるので、赤色光及び青色光に対しても  $\pi/4$  の位相変調を得ることができる。具体的には、本実施の形態においては、位相可変型波長板 R1 に、赤色光に対しては 2 V、青色光に対しては 5 V の電圧を印加することにより、位相可変型波長板 R1 をそれぞれの波長の光に対して 1/4 波長板として作用させることができる。

40

#### 【0112】

尚、位相可変型波長板 R1 は、その結晶主軸（C 軸：異常光方向）が合波された光の偏光方向に対して 45 度傾いた状態で設置されている。

#### 【0113】

光ディスク 94 からの反射光は、位相可変型波長板 R1 によってその偏光方向がもとの偏光方向に対して 90 度回転され、偏光性ホログラム 90 によって回折された後、それぞれの半導体レーザユニット 84 ~ 86 に集積化された検出用フォトディテクタ上に導かれ

50



る。

#### 【0114】

位相可変型波長板 R 1 は、印加電圧を調整することによって C 軸方向の屈折率が変化するため、得られる位相変調を変化させることができる。また、合波された光の偏光方向は位相可変型波長板 R 1 の結晶主軸 (C 軸) に対して 45 度傾いているので、光ディスク 94 上に集光される光の波長に対して  $1/4$  の位相変調が得られるように位相可変型波長板 R 1 への印加電圧を調整することにより、合波されたそれぞれの光を円偏光に変換することができる。光ディスク 94 からの反射光については、さらに  $1/4$  の位相変調が得られるため、往路に対して偏光方向が 90 度回転した直線偏光に変換される。そして、このような位相可変型波長板 R 1 を備えていることにより、複数の波長の光源を備えた光ピックアップにおいても、偏光分離手段を利用して構成された検出光学系を用いて安定にサーボ動作及び再生信号の検出を行うことができるので、その実用的効果は大きい。

10

#### 【0115】

図 14 の構成においては、液晶材料が単独で用いられているが、屈折率の波長分散関係の異なる 2 つの液晶材料から構成される位相可変型波長板 R 1 b を用いることにより、さらに実用的なデバイスを実現することができる。以下、その構成について、図 15 (a)、(b) を参照しながら説明する。

#### 【0116】

具体的には、この位相可変型波長板 R 1 b は、トラン系を含む液晶 124 とフェニルシクロヘキサン系を主成分とする液晶 123 とにより構成されている。図 15 (a)、(b) に示すように、それぞれの配向方向 (矢印で図示) は、互いに直交する関係にある (印加電圧  $V = 0$  の場合)。尚、トラン系を含む液晶 124 とフェニルシクロヘキサン系を主成分とする液晶 123 とは、それぞれ配向膜 (ポリイミド系) 122 と ITO (InSnO<sub>x</sub>) 電極 121 とガラス基板 120 とに挟まれている。

20

#### 【0117】

図 16 (a)、(b) は、トラン系を含む液晶 124 とフェニルシクロヘキサン系を主成分とする液晶 123 のそれぞれについての、波長と位相変調量との関係を示している。図 16 (a) に示すように、トラン系を含む液晶 124 は、波長分散の大きい材料である。一方、図 16 (b) に示すように、フェニルシクロヘキサン系を主成分とする液晶 123 は、波長分散の小さい材料である。尚、図 16 (b) のフェニルシクロヘキサン系を主成分とする液晶 123 の厚みは、図 16 (a) のトラン系を含む液晶 124 の厚みの 2 倍になっている。

30

#### 【0118】

2 つの液晶 123、124 の遅光軸 (C 軸) を直交させて構成することにより、複屈折が生じる C 軸方向も直交方向となる。その結果、2 つの液晶 123、124 の組合せによって得られる位相変調量は、両液晶 123、124 でそれぞれ生じる複屈折量の差となる。従って、フェニルシクロヘキサン系を主成分とする液晶 123 の厚みを、トラン系を含む液晶 124 の厚みの 2 倍に設定することにより、図 16 (c) に示す波長分散特性が得られる。これは、図 16 (b) の特性から図 16 (a) の特性を減じたものに相当する。

#### 【0119】

本実施の形態においては、トラン系を含む液晶 124 の厚みを 2  $\mu\text{m}$ 、フェニルシクロヘキサン系を主成分とする液晶 123 の厚みを 4  $\mu\text{m}$  に設定することにより、波長 780 nm の光に対して 200 nm の位相差、波長 650 nm の光に対して 160 nm の位相差、波長 405 nm の光に対して 90 nm の位相差をそれぞれ得ることができ、それぞれの波長の光に対してほぼ  $1/4$  波長板として作用することのできる位相可変型波長板 R 1 b を実現することができた。また、フェニルシクロヘキサン系を主成分とする液晶 123 への印加電圧を調整することによって特性の微調整を行うことができるので、環境温度が変化等した場合であっても、安定に  $1/4$  波長板として作用させることができる。

40

#### 【0120】

尚、図 15 の位相可変型波長板 R 1 b は液晶材料のみによって構成されているが、図 1

50

7 ( a )、( b ) に示すように、屈折率の波長分散関係の異なる液晶とフィルムとの組合わせから構成される位相可変型波長板 R 1 c を用いることにより、さらに実用的な光ピックアップを実現することができる。

#### 【 0 1 2 1 】

この位相可変型波長板 R 1 c は、液晶 2 3 2 とポリビニルアルコール系フィルム 1 3 3 とを組み合わせることによって構成されている。尚、液晶 2 3 2 は、配向膜（ポリイミド系）1 3 4 と I T O (  $I n S n O_x$  ) 電極 1 3 5 とガラス基板 1 3 6 とに挟まれている。また、ポリビニルアルコール系フィルム 1 3 3 は、ガラス基板 1 3 6 の上に形成されている。

#### 【 0 1 2 2 】

液晶 2 3 2 としては、波長分散の大きい材料（例えば、トラン系を含む液晶）が用いられている。一方、ポリビニルアルコール系フィルム 1 3 3 は、波長分散の小さい材料である。液晶 2 3 2 とポリビニルアルコール系フィルム 1 3 3 とを、その遅相軸（C 軸）が図 1 7 ( a )、( b ) に矢印などで示すように互いに直交する関係となる（印加電圧  $V = 0$  の場合）ように配置することにより、複屈折が生じる C 軸方向も直交方向となる。従って、この位相可変型波長板 R 1 c においても、液晶 2 3 2 とポリビニルアルコール系フィルム 1 3 3 でそれぞれ生じる複屈折量の差が、実際の位相変調量となる。

#### 【 0 1 2 3 】

具体的には、液晶 2 3 2 の厚みを  $2 \mu m$  に設定したとき、波長  $780 nm$  の光に対して  $200 nm$  の位相変調量が得られ、図 1 6 ( a ) に示すような波長分散関係となった。一方、ポリビニルアルコール系フィルム 1 3 3 の厚みを  $100 \mu m$  に設定したとき、波長  $780 nm$  の光に対して  $400 nm$  の位相変化量が得られ、図 1 6 ( b ) に示すような波長分散関係となった。結果として得られる位相変調量は、図 1 6 ( c ) に示すような波長分散特性となった。これにより、波長  $780 nm$  の光に対して  $200 nm$  の位相差、波長  $650 nm$  の光に対して  $160 nm$  の位相差、波長  $405 nm$  の光に対して  $90 nm$  の位相差をそれぞれ得ることができ、それぞれの波長の光に対してほぼ  $1/4$  波長板として作用することのできる位相可変型波長板 R 1 c を実現することができた。

#### 【 0 1 2 4 】

この位相可変型波長板 R 1 c においては、液晶 2 3 2 への印加電圧を調整することによって特性の微調整を行うことができるので、環境温度が変化等した場合であっても、安定に  $1/4$  波長板として作用させることができる。

#### 【 0 1 2 5 】

異なる波長のコヒーレント光源を備えた従来の光ピックアップにおいては、検出光学系の 1 つが偏光分離手段を利用して構成されている場合、 $1/4$  波長板をそれぞれの波長の光ごとに切り替えなければ安定なサーボ動作及び信号の検出を行うことができない。これに対して、本実施の形態のように、液晶材料から構成される位相可変型波長板を光ピックアップに挿入し、印加電圧の調整によって位相変調量を制御するように構成すれば、1 つの位相可変型波長板を全ての波長の光に対して  $1/4$  波長板として作用させることができるので、安定に信号の検出を行うことができると共に、各種のメディアとの互換性も実現することができる。従って、その実用的効果は大きい。また、屈折率の波長分散関係の異なる液晶又はフィルムとの組合わせにより、位相可変型波長板への印加電圧を低減することができるので、さらに実用的なデバイスを実現することができる。

#### 【 0 1 2 6 】

##### 第 5 の実施の形態

上記第 4 の実施の形態においては、複数の波長の光に対して  $1/4$  波長板として作用する位相可変型波長板 R 1、R 1 b 又は R 1 c を用いた光ピックアップ及び光情報記録再生装置について説明した。本実施の形態においては、位相可変型波長板を光ディスクで生じる複屈折量を補正するために用いた光ピックアップ及び光情報記録再生装置について説明する。

#### 【 0 1 2 7 】

光ディスクの基板として用いられるポリカーボネートは、その成形時に屈折率の異方性が生じ、複屈折性が発生する。図18に、ポリカーボネート基板の波長632.8nmに対する複屈折性の一例を示す。図18より、光ディスクの内周方向では大きな複屈折性を示し、往復行路で100nm程度の位相差（波長405nmの光に対して約1/4波長の位相差）が生じることが分かる。

#### 【0128】

検出光学系に偏光性ホログラムやPBS（偏光分離素子）などを用いた構成においては、1/4波長板が偏光性ホログラムあるいはPBS（偏光分離素子）と光ディスクとの間に存在するため、上記のように光ディスクに複屈折性が生じると、検出用フォトディテクタ上に導かれる光の光量に変化する。これに対して、本実施の形態においては、位相可変型波長板を用いることにより、検出用フォトディテクタ上に導かれる光量を一定に保つことが可能となる。

10

#### 【0129】

図19(a)は本実施の形態における光ピックアップを示す概略構成図、図19(b)は図19(a)の構成における偏光性ホログラムや光ディスクの複屈折性の結晶主軸とコヒーレント光源の偏光方向との関係を示す図である。

#### 【0130】

図19の構成において、GaN系青色半導体レーザユニット110（波長405nm）とAlGaInP系赤色半導体レーザユニット111（波長650nm）から出射された光は、コリメートレンズ113、114によってそれぞれ平行光となった後、誘電体多層膜ミラーM1によって同一光軸上を伝搬するように合波される。一方、AlGaAs系近赤外半導体レーザユニット112から出射された波長790nmの近赤外光は、コリメートレンズ115によって平行光となった後、誘電体多層膜ミラーM2で反射する。これにより、3つの光は、同一光軸上を伝搬するように合波される。合波された3つの光は、偏光性ホログラム116を透過した後、立ち上げミラー117によって紙面に垂直な方向に曲げられる（但し、図19(a)においては、紙面の上方に曲げられているように描かれている）。そして、位相可変型波長板R1、R2を透過した後、対物レンズ118によって光ディスク119上に集光される。

20

#### 【0131】

位相可変型波長板R1は、そのC軸方向が合波された光の偏光方向に対して45度傾いた状態で設置されており、全ての波長の光に対して1/4波長板として作用するように調整されている。光ディスク119からの反射光は、位相可変型波長板R1によってその偏光方向がもとの偏光方向に対して90度回転され、偏光性ホログラム116によって回折された後、それぞれの半導体レーザユニット110～112に集積化された検出用フォトディテクタ上に導かれる。

30

#### 【0132】

図19(a)、(b)に示す構成において、位相可変型波長板R2を、そのC軸方向が光ディスク119の半径方向と平行になるように設置することにより、位相可変型波長板R2を用いて、光ディスク119で生じる複屈折量を補正することができる。光ディスク119で生じる複屈折量に対しては、光ディスク119の半径方向とそれに垂直な方向に結晶軸ができるので、その結晶軸と位相可変型波長板R2の結晶軸とを平行に位置させることにより、光ディスク119で生じる複屈折量を補正することができる。これにより、光ディスク119で生じる複屈折量が大きくても、位相可変型波長板R2によって反射光の偏光方向を往路に対して90度回転させることができるので、各レーザユニット110～112に集積化された検出用フォトディテクタ上に導かれる光の光量を一定に保つことができる。すなわち、位相可変型波長板R2は、位相波長可変型波長板R1と光ディスク119とで生じる遅延量の和が入射する光の波長に対して1/4波長板として作用するように、言い換えれば、検出用フォトディテクタ上に導かれる光の光量が最大となるように、その位相差を調整する。

40

#### 【0133】

50

例えば、青色光を用いて再生する場合には、位相可変型波長板 R 1 が波長 405 nm の光に対して 1/4 波長板として作用するように位相可変型波長板 R 1 への印加電圧を調整し、検出用フォトディテクタ上に導かれる光の光量が一定となるように位相可変波長板 R 2 への印加電圧を調整する。これにより、光ディスク 119 間で複屈折量がばらついていても、安定にサーボ動作及び再生を行うことができる。

#### 【0134】

特に、青色領域では、その複屈折量が波長分散関係により大きくなる。また、波長が短くなるので位相変調量はさらに大きくなる。従って、本実施の形態のように、光ディスク 119 で生じる複屈折量を補償するための位相可変型波長板 R 2 が搭載された光ピックアップの実用的効果は大きい。また、光ディスク 119 の複屈折性によって生じる位相変調量は波長によって異なるため、異なる波長のコヒーレント光源を備えた光ピックアップにおいて、特にその効果が大きい。

10

#### 【0135】

##### 第 6 の実施の形態

図 20 (a) は位相可変型波長板を 1 つにまとめた本実施の形態における光ピックアップを示す概略構成図、図 20 (b) は図 20 (a) の構成における偏光性ホログラムや光ディスクの複屈折性の結晶主軸とコヒーレント光源の偏光方向との関係を示す図である。

#### 【0136】

本構成においては、図 20 (b) に示すように、光ピックアップと光ディスク 109 とが互いに 45 度傾いた状態で設置されている。このため、位相可変型波長板 R 3 の結晶主軸 (C 軸) と光ディスク 109 の基板の半径方向とが互いに平行となるので、1 枚の位相可変型波長板 R 3 に、1/4 波長板としての機能と光ディスク 109 で生じる複屈折量を補償する機能とを併有させることができる。そして、このような位相可変型波長板 R 3 を備えていることにより、異なる波長のコヒーレント光源を備えた光ピックアップにおいても、偏光分離手段を利用して構成された検出光学系を用いて安定にサーボ動作及び再生信号の検出を行うことができる。また、光ディスクの複屈折性を補償することができ、さらに光ピックアップの簡素化や消費電力の低減を図ることもできるので、その実用的効果は大きい。尚、位相可変型波長板 R 3 の結晶主軸 (C 軸) と光ディスク 109 の基板の半径方向とが互いに垂直であっても、同様の効果が得られる。

20

#### 【0137】

光ディスク 109 に複屈折性がある場合、位相可変型波長板 R 3 の位相変調と光ディスク 109 の位相変調との合計がトータルの位相変調となる。このため、光ディスク 109 の位相変調が 1/4 と大きい場合、トータルで 1/2 の位相差が生じる。これは、往復では 1 の位相差となるため、偏光性の検出光学系を用いた場合、検出用フォトディテクタ上に導かれる光の光量がゼロとなる。これに対して、本実施の形態においては、1 枚の位相可変型波長板 R 3 に、1/4 波長板としての機能と光ディスク 109 で生じる複屈折量を補償する機能とを併有させているので、偏光性の検出光学系を用いた場合であっても、検出用フォトディテクタ上に導かれる光の光量がゼロとなることはない。

30

#### 【0138】

本実施の形態の構成においても、図 9、図 13、図 19 と同様に、誘電体多層膜ミラー M 1、M 2 が用いられており、これらの誘電体多層膜ミラー M 1、M 2 は、各波長において P 波、S 波ともに同じ透過特性を示す。

40

#### 【0139】

図 20 の構成において、GaIn系青色半導体レーザユニット 99 (波長 405 nm) と AlGaInP 系赤色半導体レーザユニット 100 (波長 650 nm) から出射された光は、コリメートレンズ 102、103 によってそれぞれ平行光となった後、誘電体多層膜ミラー M 1 によって同一光軸上を伝搬するように合波される。一方、AlGaAs 系近赤外半導体レーザユニット 101 から出射された波長 790 nm の近赤外光は、コリメートレンズ 104 によって平行光となった後、誘電体多層膜ミラー M 2 で反射する。これにより、3 つの光は、同一光軸上を伝搬するように合波される。合波された 3 つの光は、偏光

50

性ホログラム 105 を透過した後、立ち上げミラー 106 によって紙面に垂直な方向に曲げられる（但し、図 20 (a) においては、紙面の上方に曲げられているように描かれている）。そして、位相可変型波長板 R3 を透過した後、対物レンズ 108 によって光ディスク 109 上に集光される。

#### 【0140】

光ディスク 109 からの反射光は、再び対物レンズ 108、位相可変型波長板 R3、立ち上げミラー 106 を通過した後、偏光性ホログラム 105 によって回折されて、それぞれの半導体レーザユニット 99 ~ 101 に集積化された検出用フォトディテクタ上に導かれる。

#### 【0141】

本実施の形態の光ピックアップの構成においては、合波された光の偏光方向が光ディスク 109 の半径方向に対して 45 度傾いており、かつ、位相可変型波長板 R3 の結晶主軸（C 軸）と光ディスク 109 の半径方向とが互いに平行となっている。そのため、直線偏光で出射された光の偏光方向は、位相可変型波長板 R3 の結晶主軸（C 軸）に対して 45 度の角をなすので、位相可変型波長板 R3 を 1/4 波長板として作用させることができる。また、光ディスク 109 で発生する複屈折量は半径方向に生じ、その方向は位相可変型波長板 R3 の結晶主軸（C 軸）と平行であるため、位相可変型波長板 R3 を用いて光ディスク 109 で生じる複屈折量を補償することもできる。

#### 【0142】

本実施の形態においては、全ての波長の光に対して、偏光性ホログラム 105 を用いて検出光学系が構成されている。このため、位相可変型波長板 R3 を、全ての波長の光に対して 1/4 波長板として作用するように調整する必要がある。コヒーレント光源から出射された光は、直線偏光で偏光性ホログラム 105 の異常光方向に入射する。偏光性ホログラム 105 は異常光方向の光に対して屈折率変化を感じないので、光は回折しない。位相可変型波長板 R3 の位相変調と光ディスク 109 で生じる片道の位相変調との和が  $n/4$ （往復で  $n/2$ ）（但し、 $n = 1, 3, 5, 7, \dots$ ）となるように制御すれば、光ディスク 109 からの反射光は、位相可変型波長板 R3 を通過した後に、偏光方向がもとの偏光方向に対して 90 度回転した直線偏光に変換される。すなわち、各レーザユニット 99 ~ 101 に集積化された検出用フォトディテクタ上に導かれる光の光量が最大となるように位相変調が制御されることとなり、安定なサーボ動作及び信号の検出が可能となる。

#### 【0143】

本実施の形態においては、3 波長領域の光をそれぞれ出射する光源を備えた光ピックアップについて説明したが、2 波長領域の光をそれぞれ出射する光源を備えた光ピックアップにおいても、同様の効果が得られる。特に、光ディスクの複屈折量は短波長領域において大きくなるので、短波長の光源を備えた光ピックアップにおいて、特にその効果が大きい。

#### 【0144】

本実施形態においても、上記第 4 の実施の形態において説明した屈折率の波長分散関係の異なる 2 つの液晶材料から構成される位相可変型波長板を用いることにより、さらに実用的なデバイスを実現することができる。この場合、トラン系を含む液晶及びフェニルシクロヘキサン系を主成分とする液晶のそれぞれへの印加電圧を調整することによって特性の微調整を行うことができるので、環境温度が変化等した場合であっても、位相可変型波長板を安定に 1/4 波長板として作用させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0145】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態における光ピックアップを示す概略構成図

【図 2】本発明の第 1 の実施の形態における光ピックアップに用いられる SHG ブルーレーザユニットを示す概略構成図

【図 3】本発明の第 1 の実施の形態における他の光ピックアップを示す概略構成図

10

20

30

40

50

- 【図 4】本発明の第 2 の実施の形態における光ピックアップを示す概略構成図
- 【図 5】本発明の第 2 の実施の形態における光ピックアップに用いられるレーザユニットを示す概要図
- 【図 6】本発明の第 2 の実施の形態における光ピックアップに用いられる可変波長板を示す概略構成図
- 【図 7】本発明の第 2 の実施の形態における可変位相板を用いて球面収差を補正する概念を説明するための図
- 【図 8】本発明の第 2 の実施の形態における他の光ピックアップを示す概略構成図
- 【図 9】本発明の第 3 の実施の形態における光ピックアップを示す概略構成図
- 【図 10】本発明の第 3 の実施の形態における光ピックアップに用いられる 2 つの誘電体多層膜ミラーの透過特性を示す図 10
- 【図 11】本発明の第 3 の実施の形態における他の光ピックアップを示す概略構成図
- 【図 12】本発明の第 3 の実施の形態における他の光ピックアップに用いられる 2 つの誘電体多層膜ミラーの透過特性を示す図
- 【図 13】(a) は本発明の第 4 の実施の形態における光ピックアップを示す概略構成図、(b) は (a) の構成における偏光性ホログラムや光ディスクの複屈折性の結晶主軸とコヒーレント光源の偏光方向との関係を示す図
- 【図 14】本発明の第 4 の実施の形態における光ピックアップに用いられる可変波長板を示す構成図
- 【図 15】本発明の第 4 の実施の形態における光ピックアップに用いられる位相可変型波長板を示す概略構成図 20
- 【図 16】本発明の第 4 の実施の形態における光ピックアップに用いられる位相可変型波長板の動作原理を説明するための図
- 【図 17】本発明の第 4 の実施の形態における光ピックアップに用いられる他の位相可変型波長板を示す概略構成図
- 【図 18】光ディスクの複屈折性を示す図
- 【図 19】(a) は本発明の第 5 の実施の形態における光ピックアップを示す概略構成図、(b) は (a) の構成における偏光性ホログラムや光ディスクの複屈折性の結晶主軸とコヒーレント光源の偏光方向との関係を示す図
- 【図 20】(a) は本発明の第 6 の実施の形態における光ピックアップを示す概略構成図、(b) は (a) の構成における偏光性ホログラムや光ディスクの複屈折性の結晶主軸とコヒーレント光源の偏光方向との関係を示す図 30
- 【図 21】従来の 2 波長の半導体レーザを備えた光ピックアップを示す概略構成図
- 【符号の説明】
- 【0146】
- 1 SHG ブルーレーザユニット
  - 2 赤色半導体レーザユニット
  - 3 コリメートレンズ
  - 4 コリメートレンズ
  - 5 誘電体多層膜ミラー 40
  - 6 偏光性ホログラム
  - 7 波長板
  - 8 立ち上げミラー
  - 9 対物レンズ
  - 10 光ディスク
  - 11 DBR 半導体レーザ
  - 12 コリメートレンズ
  - 13 フォーカスレンズ
  - 14 分極反転型光導波路デバイス
  - 15 MgドープLiNbO<sub>3</sub>基板 50

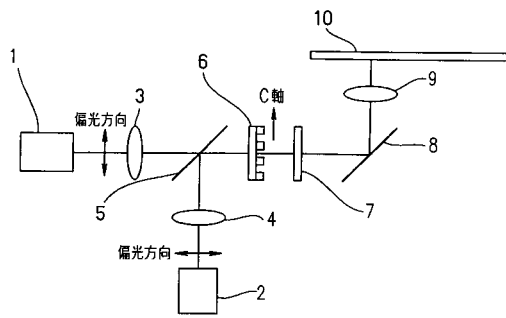
1 6	光導波路	
1 7	分極反転領域	
1 8	S H G ブルーレーザ	
1 9	赤色半導体レーザ	
2 0	コリメートレンズ	
2 0 - 1	コリメートレンズ	
2 1	P B S	
2 2	P B S	
2 3	誘電体多層膜ミラー	
2 4	波長板	10
2 5	対物レンズ	
2 6	光ディスク	
2 7	検出レンズ	
2 8	検出レンズ	
2 9	シリンドリカルレンズ	
3 0	シリンドリカルレンズ	
3 1	フォトディテクタ	
3 2	フォトディテクタ	
3 3	レーザユニット	
3 4	コリメートレンズ	20
3 5	偏光性ホログラム	
3 6	誘電体多層膜ミラー	
3 7	立ち上げミラー	
3 8	波長板	
3 9	対物レンズ	
4 0	光ディスク	
4 1	検出レンズ	
4 2	シリンドリカルレンズ	
4 3	フォトディテクタ	
4 4	可変位相板	30
4 5 - 1	3 分割フォトディテクタ	
4 5 - 2	6 分割フォトディテクタ	
4 5 - 3	エッチドミラー	
4 5	青色半導体レーザチップ	
4 6	赤色半導体レーザチップ	
4 7	近赤外半導体レーザチップ	
4 8 - 1	I T O 電極	
4 8 - 2	配向膜	
4 8 - 3	液晶	
4 9	ガラス基板	40
5 0	レーザユニット	
5 1	コリメートレンズ	
5 2	偏光性ホログラム	
5 3	立ち上げミラー	
5 4	波長板	
5 5	対物レンズ	
5 6	光ディスク	
5 7	青色半導体レーザユニット	
5 8	赤色半導体レーザユニット	
5 9	近赤外半導体レーザユニット	50

6 0	コリメートレンズ	
6 1	コリメートレンズ	
6 2	コリメートレンズ	
6 3	偏光性ホログラム	
6 4	偏光性ホログラム	
6 5	偏光性ホログラム	
6 6	波長板	
6 7	波長板	
6 8	波長板	
6 9	立ち上げミラー	10
7 0	対物レンズ	
7 1	光ディスク	
M 1	誘電体多層膜ミラー	
M 2	誘電体多層膜ミラー	
7 2	青色半導体レーザユニット	
7 3	赤色半導体レーザユニット	
7 4	近赤外半導体レーザユニット	
7 5	コリメートレンズ	
7 6	コリメートレンズ	
7 7	コリメートレンズ	20
7 8	偏光性ホログラム	
7 9	ガラスホログラム	
8 0	波長板	
8 1	立ち上げミラー	
8 2	対物レンズ	
8 3	光ディスク	
M 3	誘電体多層膜ミラー	
8 4	青色半導体レーザユニット	
8 5	赤色半導体レーザユニット	
8 6	近赤外半導体レーザユニット	30
8 7	コリメートレンズ	
8 8	コリメートレンズ	
8 9	コリメートレンズ	
9 0	偏光性ホログラム	
9 1	立ち上げミラー	
R 1、R 1 b、R 1 c	位相可変型波長板	
9 3	対物レンズ	
9 4	光ディスク	
9 5	ガラス基板	
9 6	I T O 電極	40
9 7	配向膜	
9 8	液晶	
9 9	青色半導体レーザユニット	
1 0 0	赤色半導体レーザユニット	
1 0 1	近赤外半導体レーザユニット	
1 0 2	コリメートレンズ	
1 0 3	コリメートレンズ	
1 0 4	コリメートレンズ	
1 0 5	偏光性ホログラム	
1 0 6	立ち上げミラー	50

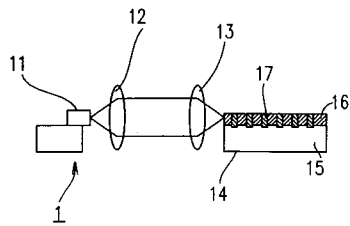


R 3	位相可変型波長板	
1 0 8	対物レンズ	
1 0 9	光ディスク	
1 1 0	青色半導体レーザユニット	
1 1 1	赤色半導体レーザユニット	
1 1 2	近赤外半導体レーザユニット	
1 1 3	コリメートレンズ	
1 1 4	コリメートレンズ	
1 1 5	コリメートレンズ	
1 1 6	偏光性ホログラム	10
1 1 7	立ち上げミラー	
R 2	位相可変型波長板	
1 1 8	対物レンズ	
1 1 9	光ディスク	
1 2 0	ガラス基板	
1 2 1	I T O 電極	
1 2 2	配向膜	
1 2 3	液晶	
1 2 4	液晶	
1 2 5	D V D 用集積ユニット	20
1 2 6	C D 用集積ユニット	
1 2 7	波長分離プリズム	
1 2 8	偏光ホログラム	
1 2 9	波長板	
1 3 0	C D ( C D - R )	
1 3 1	D V D - R O M 相変化型記録再生ディスク	
1 3 2	対物レンズ	
1 3 3	フィルム	
1 3 4	配向膜	
1 3 5	I T O 電極	30
1 3 6	ガラス基板	
2 3 2	液晶	

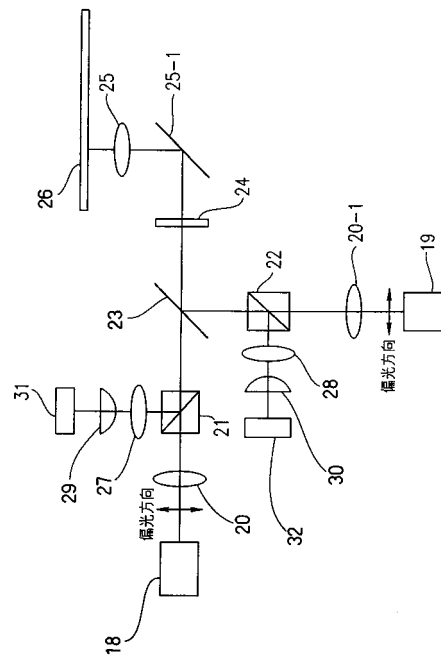
【図 1】



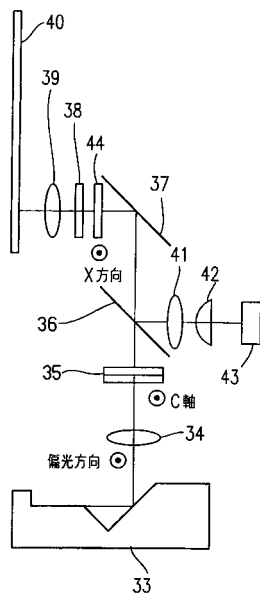
【図 2】



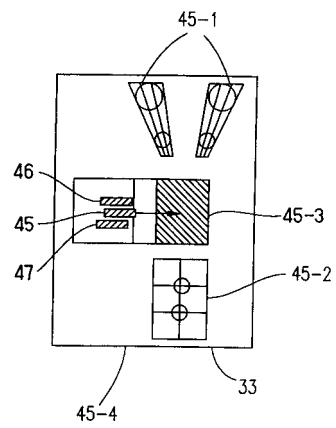
【図 3】



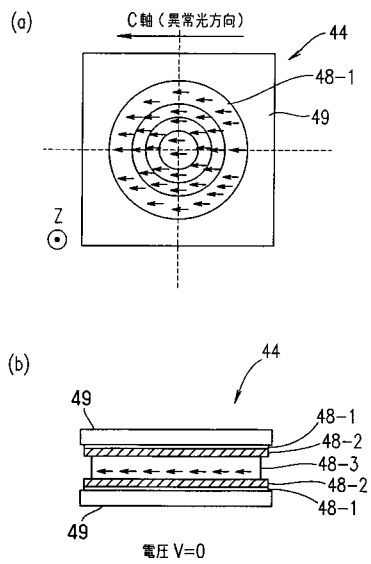
【図 4】



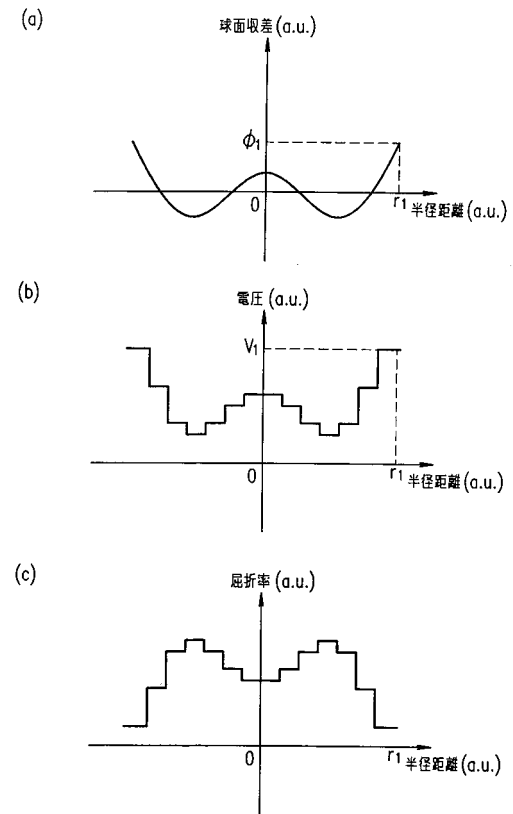
【図 5】



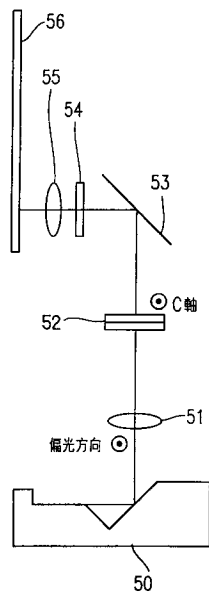
【 図 6 】



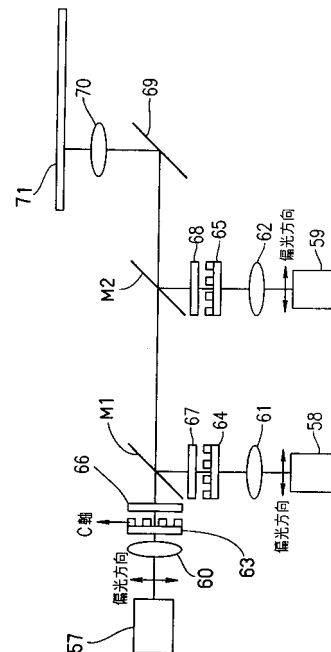
【 図 7 】



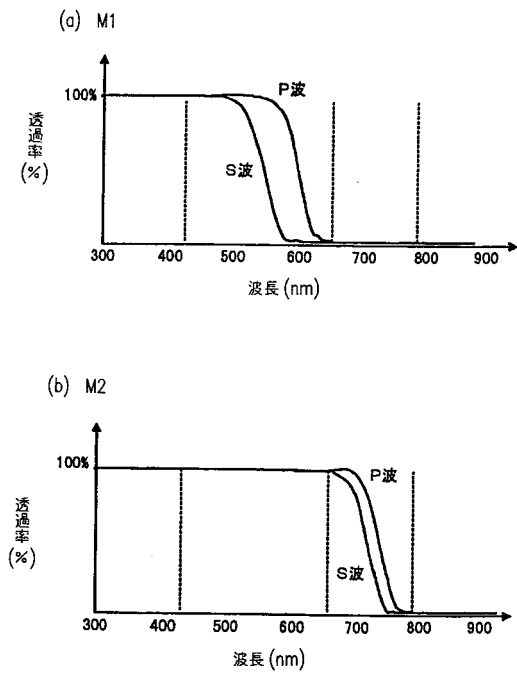
【 図 8 】



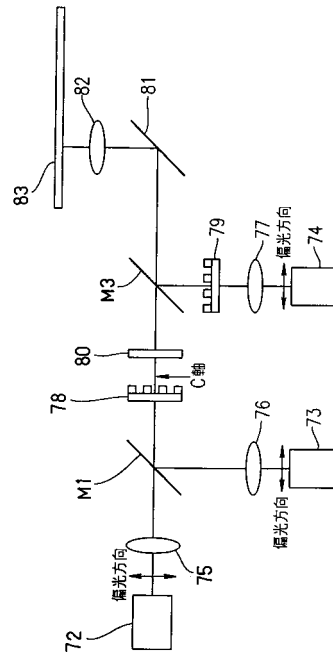
【 図 9 】



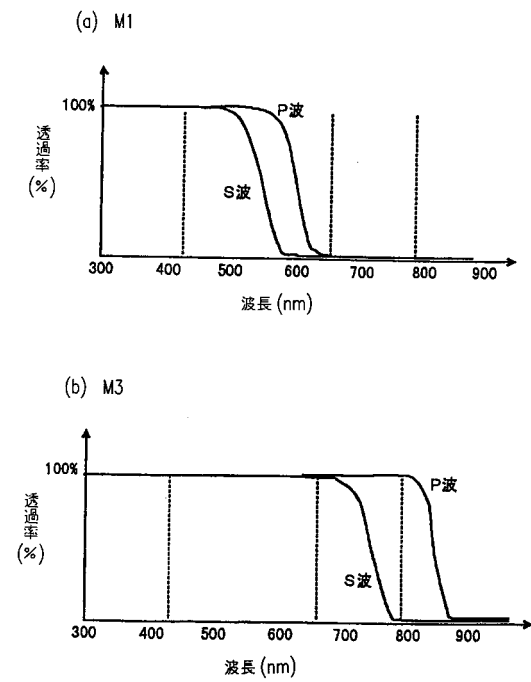
【図 10】



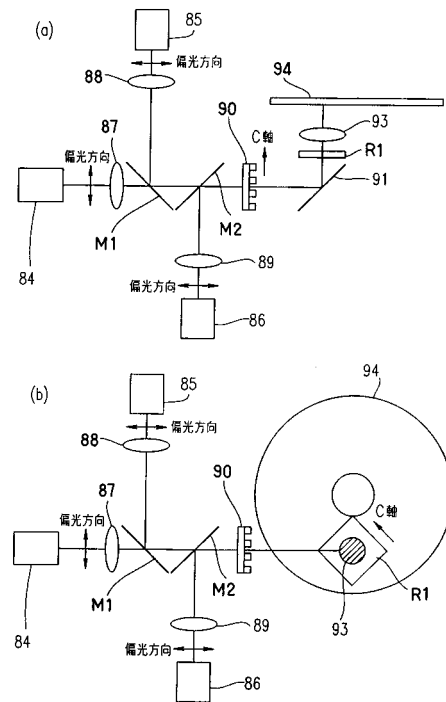
【図 11】



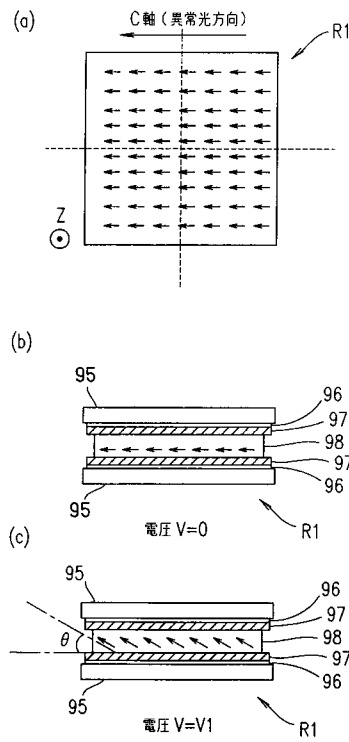
【図 12】



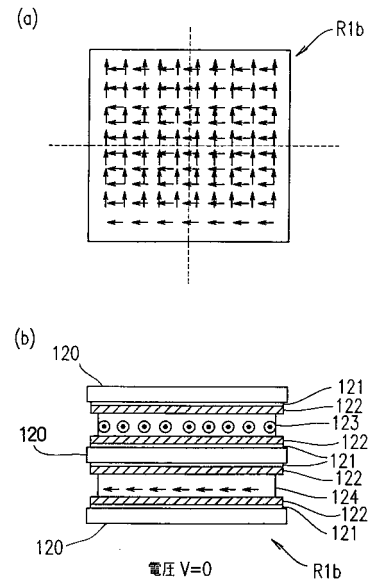
【図 13】



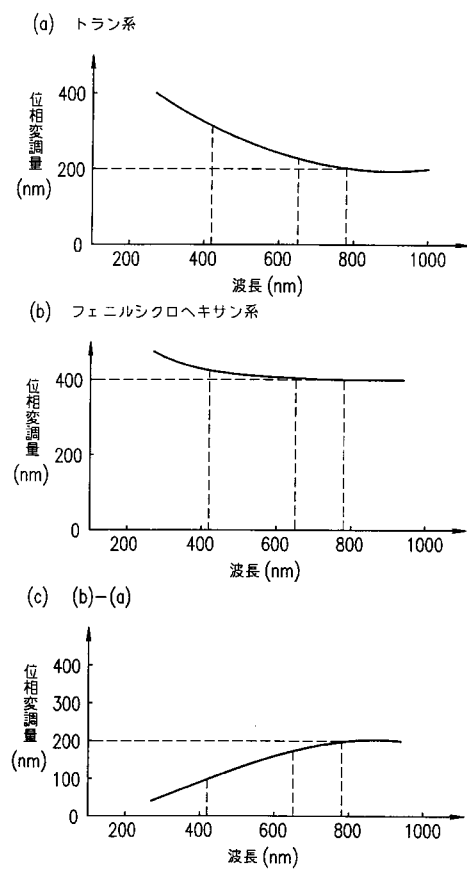
【図 1 4】



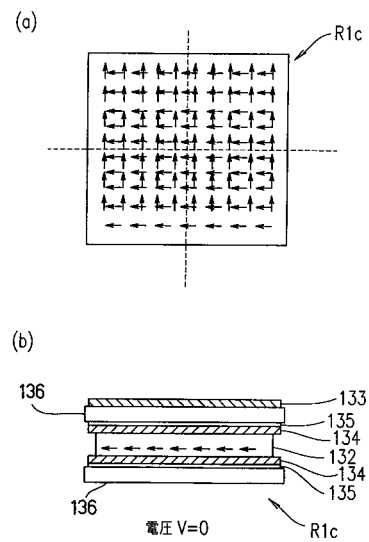
【図 1 5】



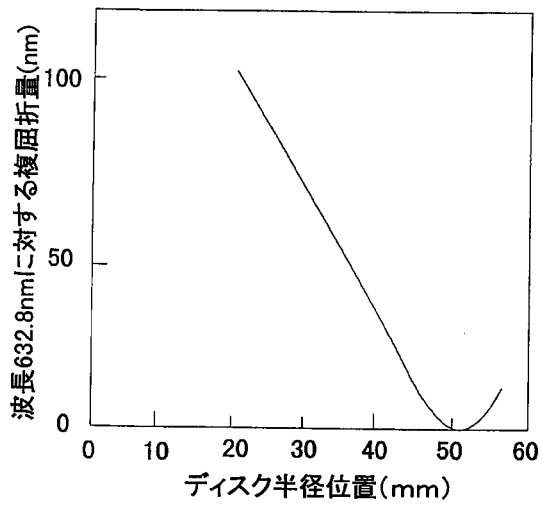
【図 1 6】



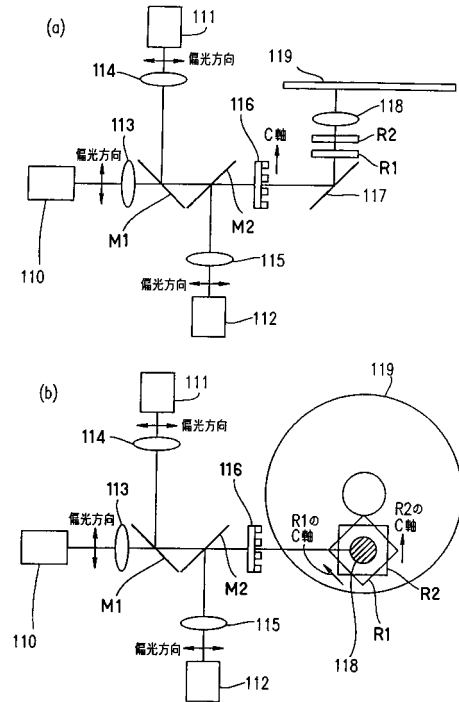
【図 1 7】



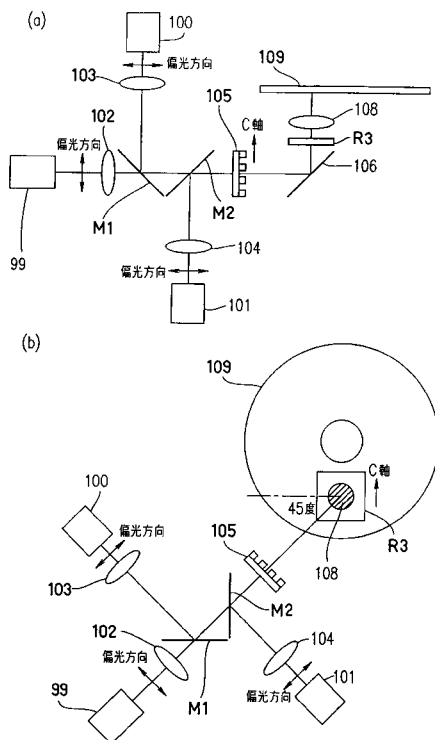
【図 18】



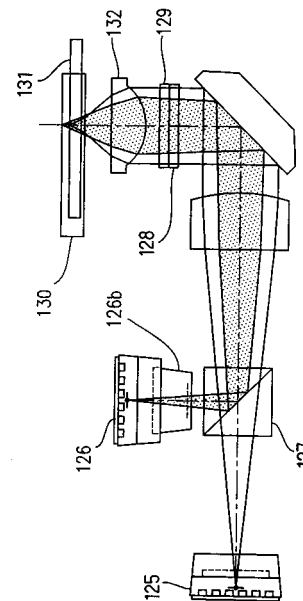
【図 19】



【図 20】



【図 21】



---

フロントページの続き

(72)発明者 山本 和久

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

(72)発明者 和田 秀彦

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

F ターム(参考) 5D789 AA41 BA01 EC01 FA08 JA02 JA31 JA43 LB04