

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 5 月 30 日 (30.05.2003)

PCT

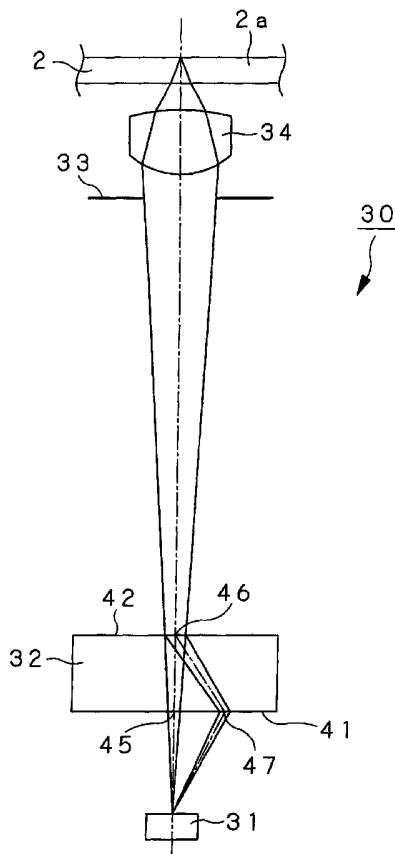
(10) 国際公開番号
WO 03/044785 A1

- (51) 国際特許分類: G11B 7/135, 7/09 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/12080 (72) 発明者: および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 深澤 宣雄 (FUKASAWA, Norio) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 鈴木 潤一 (SUZUKI, Junichi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 豊田 清 (TOYOTA, Kiyoshi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 田中 徹 (TANAKA, Tetsu) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 石井 聡 (ISHII, Satoru) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北
- (22) 国際出願日: 2002 年 11 月 19 日 (19.11.2002)
- (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 2001-358244 2001 年 11 月 22 日 (22.11.2001) JP
特願 2002-226764 2002 年 8 月 2 日 (02.08.2002) JP

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL PICKUP DEVICE AND OPTICAL DISK DEVICE AND OPTICAL DEVICE AND COMPOSITE OPTICAL ELEMENT

(54) 発明の名称: 光ピックアップ装置及び光ディスク装置並びに光学装置及び複合光学素子



(57) Abstract: An optical pickup device comprising an object lens (34) for condensing output light beams having mutually different wavelengths and output from a light reception/emission integral type element (31) for shining onto an optical disk (2) and for condensing a light beam returned from the optical disk, a first diffraction grating (45) for dividing a light beam from the light reception/emission integral-type element into a zero-order light beam and $\pm$ first-order light beams, a second diffraction grating (46) for diffracting the optical path of a returned light beam, and a third diffraction grating (47) for diffracting a + first-order light beam diffracted by the second diffraction grating to correct variations in optical path, wherein the light reception/emission integral-type element receives a - first-order light beam diffracted by the third diffraction grating to generate a focusing error signal FE and receives the returned light beams of $\pm$ first-order light beams divided by the first diffraction grating to generate a tracking error signal.

[続葉有]



品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
久保 毅 (KUBO, Takeshi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都
品川区 北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内
Tokyo (JP). 齊藤 政宏 (SAITO, Masahiro) [JP/JP]; 〒
141-0001 東京都 品川区 北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソ
ニー株式会社内 Tokyo (JP).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

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。

(74) 代理人: 小池 晃, 外(KOIKE, Akira et al.); 〒100-0011
東京都千代田区内幸町一丁目 1 番 7 号 大和生命ビ
ル 11 階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

(57) 要約:

光ディスク (2) に受発光一体型素子 (31) から出射された互いに異なる波長の出射光を集光すると共に光ディスクからの戻り光を集光する対物レンズ (34) と、受発光一体型素子の出射光を 0 次光及び ±1 次光に分割する第 1 の回折格子 (45) と、戻り光の光路を回折させる第 2 の回折格子 (46) と、第 2 の回折格子で回折された +1 次光を回折させることで光路変動を補正する第 3 の回折格子 (47) とを備え、受発光一体型素子は第 3 の回折格子で回折された −1 次光を受光することによりフォーカシングエラー信号 F E を生成すると共に、第 1 の回折格子で分割された ±1 次光の戻り光を受光することによりトラッキングエラー信号を生成する。

明細書

光ピックアップ装置及び光ディスク装置並びに光学装置及び複合光学素子

技術分野

本発明は、光磁気ディスク、相変化型の光ディスク等の光学的に情報の記録再生が行われる光ディスクに対して情報を記録し記録された情報の再生を行うために用いられる光ピックアップ装置及びこの光ピックアップ装置を備える光ディスク装置に関し、さらにはこれら装置に用いられる光学装置及び光学装置を一体に形成した複合光学素子に関する。

本出願は、日本国において2001年11月22日に出願された日本特許出願番号2001-358244及び2002年8月2日に出願された日本特許出願番号2002-226764を基礎として優先権を主張するものであり、これらの出願は参照することにより、本出願に援用される。

背景技術

従来、それぞれ異なる記録フォーマットで情報信号を記録した光ディスク、例えば、CD (Compact Disk) やDVD (Digital Versatile Disk) といった光ディスクを再生するために、それぞれのフォーマットに対応する波長のレーザ光を出射することができる光源と光学系を備えた光ピックアップ装置がある。

この種の光ピックアップ装置として、図1に示すような光学系201を備えたものがある。図1に示す光学系201は、光路順に、光ディスク204に互いに異なる波長のレーザ光を選択的に出射する2波長光源211と、この2波長光源211から出射された出射光を3分割する3ビーム用回折格子212と、出射光と光ディスク204からの戻り光とを分離するビームスプリッタ213と、出射光を所定の開口数NAに絞るための開口絞り214と、光ディスク204に出射光を集光する2波長対物レンズ215と、光ディスク204からの戻り光を受光

する受光部 2 1 6 とを備えている。

2 波長光源 2 1 1 は、半導体レーザが用いられており、発光点 2 1 1 a から例えば略 7 8 5 n m のレーザ光と略 6 5 5 n m の波長のレーザ光を選択的に出射する。

3 ビーム用回折格子 2 1 2 は、いわゆる 3 ビーム法によってトラッキングエラー信号を得るために、2 波長光源 2 1 1 から出射された出射光を 0 次光及び± 1 次光からなる 3 ビームに分割する。

ビームスプリッタ 2 1 3 は、2 波長光源 2 1 1 から出射された出射光を光ディスク 2 0 4 方向へ反射するハーフミラー面 2 1 3 a を有し、2 波長光源 2 1 1 から出射された出射光を光ディスク 2 0 4 方向へ反射するとともに光ディスク 2 0 4 からの戻り光を透過して受光部 2 1 6 へ導くことで、出射光と戻り光との光路を分離する。

受光部 2 1 6 は、受光面 2 1 6 a 上に、戻り光のうち 3 ビーム用回折格子 2 1 2 で分割された 0 次光を受光する後述するメインビーム用フォトディテクタ 2 2 1 と、戻り光のうち 3 ビーム用回折格子 2 1 2 で分割された± 1 次光をそれぞれ受光する一組の図示しないサイドビーム用フォトディテクタとを有している。

光学系 2 0 1 には、フォーカシングエラー信号を検出する検出方法として、いわゆる非点収差法が用いられている。このため、図 2 A、図 2 B、図 2 C に示すように、メインビーム用フォトディテクタ 2 2 1 は、戻り光を受光する受光面が略方形状に形成されており、受光面の中央を通り互いに直交する一組の分割線により 4 等分割された各受光領域 a_s 、 b_s 、 c_s 、 d_s を有する分割パターンとされている。また、サイドビーム用フォトディテクタは、メインビーム用フォトディテクタ 2 2 1 を間に挟んで対向する位置にそれぞれ配設されている。

光学系 2 0 1 は、図 1 に示すように、2 波長光源 2 1 1 から光ディスク 2 0 4 までの往路において、2 波長光源 2 1 1 の発光点 2 1 1 a 又は発光点 2 1 1 b を物点として、その共役点である像点が、光ディスク 2 0 4 の記録面 2 0 5 上に位置するように各光学部品がそれぞれ配設されている。

光学系 2 0 1 は、光ディスク 2 0 4 から受光部 2 1 6 までの復路において、光ディスク 2 0 4 の記録面 2 0 5 上の点を物点として、その共役点である像点が受

光部 2 1 6 のメインビーム用フォトディテクタ 2 2 1 の受光面上に位置するように各光学部品がそれぞれ配設されている。

したがって、光学系 2 0 1 は、2 波長光源 2 1 1 の発光点と受光部 2 1 6 のメインビーム用フォトディテクタ 2 2 1 の受光面上における点も、また互いに共役な関係とされている。

上述したメインビーム用フォトディテクタ 2 2 1 の各受光領域 a_s , b_s , c_s , d_s により、フォーカシングエラー信号を得る方法を以下説明する。

まず、光ディスク 2 0 4 の記録面 2 0 5 に対して 2 波長対物レンズ 2 1 5 が最適な位置とされて、光ディスク 2 0 4 の記録面 2 0 5 に対して合焦された、いわゆるジャストフォーカスの状態であれば、メインビーム用フォトディテクタ 2 2 1 の受光面上におけるビームスポットの形状は、図 2 B に示すように、円形となる。

2 波長対物レンズ 2 1 5 が光ディスク 2 0 4 の記録面 2 0 5 に近づき過ぎた場合、ジャストフォーカスの状態から外れて、ビームスプリッタ用回折格子 2 1 2 b で分離された戻り光が複合光学素子 2 1 2 を通過することによって発生した非点収差によって、メインビーム用フォトディテクタ 2 2 1 の受光面上におけるビームスポットの形状は、図 2 A に示すように長軸が受光領域 a_s 及び受光領域 c_s に跨った楕円形状になる。

さらに、2 波長対物レンズ 2 1 5 が光ディスク 2 0 4 の記録面 2 0 5 から遠ざかり過ぎた場合、ジャストフォーカスの状態から外れて、ビームスプリッタ用回折格子 2 1 2 b で分離された戻り光が複合光学素子 2 1 2 を通過することによって発生した非点収差によって、メインビーム用フォトディテクタ 2 2 1 の受光面上におけるビームスポットの形状は、図 2 C に示すように長軸が受光領域 b_s 及び受光領域 d_s に跨った楕円形状になり、上述した図 2 A に示すビームスポットの形状に比して長軸方向が 90 度だけ傾いた楕円形状になる。

メインビーム用フォトディテクタ 2 2 1 は、各受光領域 a_s , b_s , c_s , d_s による戻り光の出力を各々 $S a_s$, $S b_s$, $S c_s$, $S d_s$ とすると、フォーカシングエラー信号 $F E$ は、以下の式 1 に示すように計算される。

$$F E = (S a_s + S c_s) - (S b_s + S d_s) \quad \dots \dots (1)$$

すなわち、図 2 B に示すように、メインビーム用フォトディテクタ 2 2 1 は、2 波長対物レンズ 2 1 5 が合焦位置に位置された、いわゆるジャストフォーカスの状態の場合、上述した式 1 により演算されるフォーカシングエラー信号 F E が 0 となる。

メインビーム用フォトディテクタ 2 2 1 は、2 波長対物レンズ 2 1 5 が光ディスク 2 0 4 の記録面 2 0 5 に近づき過ぎた場合、フォーカシングエラー信号 F E が正となり、また 2 波長対物レンズ 2 1 5 が光ディスク 2 0 4 の記録面 2 0 5 から遠ざかり過ぎた場合、フォーカシングエラー信号 F E が負となる。

トラッキングエラー信号 T E は、3 ビーム用回折格子 2 1 2 a で分割された ± 1 次光をサイドビーム用フォトディテクタがそれぞれ受光して、各サイドビーム用フォトディテクタの各出力の差分を演算することにより得られる。

以上のように構成された光学系 2 0 1 を備える光ピックアップ装置は、受光部 2 1 6 のメインビーム用フォトディテクタ 2 2 1 によって得られたフォーカシングエラー信号 F E、及びサイドビーム用フォトディテクタによって得られたトラッキングエラー信号 T E に基づいて、2 波長対物レンズ 2 1 5 を駆動変位させることによって、光ディスク 2 0 4 の記録面 2 0 5 に対して 2 波長対物レンズ 2 1 5 が合焦位置に移動されて、出射光が光ディスク 2 0 4 の記録面 2 0 5 上に合焦されて、光ディスク 2 0 4 から情報が再生される。

ところで、一般的に 2 波長光源 2 1 1 のような半導体レーザは、レーザ光の発振波長が周囲の温度に依存するという性質を有している。周囲の温度が T である場合、半導体レーザによるレーザ光の発振波長は、温度 T での発振波長を λ_T 、常温での発振波長を λ_0 、常温からの変化温度を ΔT 、温度係数を c として、以下に示す式 2 で近似的に表すことができる。

$$\lambda_T = \lambda_0 + c \cdot \Delta T \quad \dots \dots (2)$$

また、レーザ光が回折格子に入射して回折する場合、入射角を θ 、回折角を θ' として、入射角 θ と回折角を θ' との関係は、以下に示す式 3 で表すことができる。

$$n' \cdot \sin \theta' - n \cdot \sin \theta = m \cdot \lambda / d \quad \dots \dots (3)$$

なお、 λ はレーザ光の波長、d は回折格子の格子定数、m は回折次数、n は入

射側媒質の屈折率、 n' は出射側媒質の屈折率である。例えば、戻り光を回折格子で回折して光路分離をする場合に、メインビームに関して $n = 1$ 、 $\theta = 0$ であるので、回折次数を +1 次とすれば、式 3 を以下に示す式 4 とすることができる。

$$n' \cdot \sin \theta' = \lambda / d \quad \dots (4)$$

上述した式 2 乃至式 4 より、この光学系が置かれた周囲の温度が変化した場合には、温度 T における回折角を θ'_T として式 4 に式 2 を代入すると以下に示す式 5 を得ることができる。

$$n' \cdot \sin \theta'_T = (\lambda_0 + c \cdot \Delta T) / d \quad \dots (5)$$

さらに、常温での回折角を θ'_0 として回折角 θ'_0 を用いて式 5 から以下に示す式 6 を得ることができる。

$$n' \cdot \sin \theta'_T = n' \cdot \sin \theta'_0 + c \cdot \Delta T / d \quad \dots (6)$$

式 6 より、温度 T での回折角 θ'_T は、以下に示す式 7 で表すことができる。

$$\theta'_T = \theta'_0 + \sin^{-1} \left((c \cdot \Delta T) / (d \cdot n') \right) \quad \dots (7)$$

式 7 より、戻り光の温度 T における回折角 θ'_T は、 ΔT に依存する、すなわち光学系の周囲の温度変化に依存することがわかる。

次に、光ピックアップ装置においては、製造工程が常温で行われているので、受光部の位置が戻り光の回折角を θ'_0 であるとして調整されている。しかし、受光部の位置を調整した後に、周囲の温度が変化すると、式 3 に示すように戻り光の回折角が変化して、例えば、図 3 に示すように、受光部 216 のメインビーム用フォトディテクタ 221 の受光面上に照射されるビームスポットの中心は、所定の位置からずれる。

上述した光ピックアップ装置が備える光学系 201 は、上述した受光部 216 によってフォーカシングエラー信号 FE を得る場合、メインビーム用フォトディテクタ 221 の受光面上に照射されるビームスポットの中心が、メインビーム用フォトディテクタ 221 の中央からいずれかの方向に少しでも外れることにより、ジャストフォーカス状態の場合の出力が 0 でなくなるため、結果的にフォーカシングエラー信号 FE にオフセットがかかることになる。

上述したように光ピックアップ装置では、フォーカシングエラー信号 FE が 0

になるようにフォーカシング制御が行われるため、２波長対物レンズ２１５を正確な合焦位置に駆動制御することができなくなるという問題がある。

また、上述した光ピックアップ装置では、受光部２１６のパッケージの位置基準に受光部２１６を正確に配設しなければならず、位置精度が厳しくなるため生産性が悪くなるという問題がある。

発明の開示

本発明の目的は、光ディスクからの戻り光を適切な位置に導き、フォーカシングエラー信号の信頼性を向上することができる光学装置、複合光学素子、光ピックアップ装置及び光ディスク装置を提供することを目的とする。

上述した目的を達成するために提案される本発明に係る光ピックアップ装置は、互いに異なる波長の出射光を出射する光源と、光ディスクに光源から出射された出射光を集光するとともに光ディスクからの戻り光を集光する対物レンズと、光源から出射された出射光を透過し光ディスクからの戻り光を回折させる第１の回折素子と第１の回折素子で回折された戻り光が入射される位置に配置され、光源から出射される出射光の波長変動により第１の回折素子で発生する戻り光の光路変動を補正し、所定の位置に戻り光を導く少なくとも一つの光路変動補正手段とを有する複合光学素子と、光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光を複数の受光領域で受光する受光手段とを備える。

この光ピックアップ装置は、光源から出射された出射光を対物レンズにより光ディスクに集光し、光ディスクからの戻り光を複合光学素子内の第１の回折素子により回折させて出射光の光路と分離する。そして、光ピックアップ装置は、光源から出射する出射光の波長変動により第１の回折素子で発生する戻り光の光路変動を光路変動補正手段により補正して戻り光を受光手段の所定の位置に導き、所定の位置に導かれた戻り光を受光手段が複数の受光領域で受光することにより適切なフォーカシングエラー信号を得る。

本発明に係る他の光ピックアップ装置は、互いに異なる波長の光を出射する光源と、光ディスクに光源から出射された出射光を集光するとともに光ディスクか

らの戻り光を集光する対物レンズと、光源から出射された出射光と光ディスクで反射された戻り光との光路を分離するビームスプリッタと、光源のそれぞれの波長の発光点の位置のずれによる、一方の波長の出射光の光路に対する他方の波長の出射光の光路のずれを補正する光路合成手段と、ビームスプリッタで分離され、光路合成手段により光路のずれが補正された戻り光が入射される位置に配置され、戻り光を複数の分割する光分割手段と、光分割手段により分割された複数の戻り光を複数の受光領域で受光する受光手段とを備え、光分割手段として複数の平面又は曲面により構成されたプリズムを用いる。

この光ピックアップ装置は、光源から出射された出射光を光ディスクに導き、光ディスクからの戻り光をビームスプリッタにより出射光と異なる光路に分離し、発光点の位置のずれによる、一方の波長の出射光の光路に対する他方の波長の出射光の光路のずれを補正することで、戻り光を光分割手段の所定の位置に入射するように調整する。

本発明に係る光ディスク装置は、光ディスクに対して情報を記録及び／又は再生する光ピックアップと、光ディスクを回転駆動するディスク回転駆動手段とを備える光ディスク装置において、光ピックアップは、互いに異なる波長の光を出射する光源と、光ディスクに光源から出射された出射光を集光するとともに上記光ディスクからの戻り光を集光する対物レンズと、光源から出射された出射光を透過させ光ディスクからの戻り光を回折させる第1の回折素子と第1の回折素子で回折された戻り光が入射される位置に配置され光源から出射される出射光の波長変動により第1の回折素子で発生する戻り光の光路変動を補正し所定の位置に戻り光を導く少なくとも一つの光路変動補正手段とを有する複合光学素子と、光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光を複数の受光領域で受光する受光手段とを有する。

この光ディスク装置は、ディスク回転駆動手段により光ディスクが回転駆動されて、光ピックアップにより情報の記録及び／又は再生が行われる。このとき光ディスク装置は、光ピックアップが、光源から出射された出射光を対物レンズにより光ディスクに集光し、光ディスクからの戻り光を複合光学素子の第1の回折素子により回折させて出射光の光路と分離する。そして、光ディスク装置は、光

ピックアップ装置が、光源から出射された出射光の波長変動により第1の回折素子で発生する戻り光の光路変動を光路変動補正手段により補正して戻り光を受光手段の所定の位置に導き、所定の位置に導かれた戻り光を受光手段が複数の受光領域で受光することにより適切なフォーカシングエラー信号を得る。

本発明に係る他の光ディスク装置は、光ディスクに対して情報を記録及び／又は再生する光ピックアップと、光ディスクを回転駆動するディスク回転駆動手段とを備える光ディスク装置において、光ピックアップは、互いに異なる波長の光を出射する光源と、光ディスクに光源から出射された出射光を集光するとともに光ディスクからの戻り光を集光する対物レンズと、光源から出射された出射光と光ディスクで反射された戻り光との光路を分離するビームスプリッタと、光源のそれぞれの波長の発光点の位置のずれによる、一方の波長の出射光の光路に対する他方の波長の出射光の光路のずれを補正する光路合成手段と、ビームスプリッタで分離され、光路合成手段により光路のずれが補正された戻り光が入射される位置に配置され、戻り光を複数の分割する光分割手段と、光分割手段により分割された複数の戻り光を複数の受光領域で受光する受光手段とを備え、光分割手段として複数の平面又は曲面により構成されたプリズムを用いる。

この光ディスク装置は、光源から出射された出射光を光ディスクに導き、光ディスクからの戻り光をビームスプリッタにより出射光と異なる光路に分離し、発光点の位置のずれによる、一方の波長の出射光の光路に対する他方の波長の出射光の光路のずれを補正することで、戻り光を光分割手段の所定の位置に入射するように調整する。

上述した光ピックアップ装置に用いられる光学装置は、光源から出射された互いに異なる波長の出射光を透過させ、光ディスクからの戻り光を回折させる第1の回折素子と、第1の回折素子で回折された戻り光が入射される位置に配置され、光源から出射される出射光の波長変動により第1の回折素子で発生する戻り光の光路変動を補正し、所定の位置に戻り光を導く少なくとも一つの光路変動補正手段とを備える。

この光学装置は、光源から出射された出射光を光ディスクに導き、光ディスクからの戻り光を第1の回折素子により回折させて出射光の光路と分離し、光源か

ら出射される出射光の波長変動により第1の回折素子で発生する戻り光の光路変動を光路変動補正手段により補正することで、光ピックアップ装置におけるフォーカシングエラー信号を得るための複数の受光領域を有する受光手段の適切な位置に戻り光を導く。

本発明に係る他の光学装置は、光源から出射された互いに異なる波長の出射光と光ディスクで反射された戻り光との光路を分離するビームスプリッタと、ビームスプリッタで分離された戻り光が入射される位置に配置され、戻り光を複数に分割して複数の受光領域を有する受光手段に導く光分割手段と、ビームスプリッタと光分割手段との間に配され、光源のそれぞれの波長の発光点の位置のずれによる、一方の波長の出射光の光路に対する他方の波長の出射光の光路のずれを補正する光路合成手段とを備え、光分割手段として複数の平面又は曲面により構成されたプリズムを用いる。

この光学装置は、光源から出射された出射光を光ディスクに導き、光ディスクからの戻り光をビームスプリッタにより出射光と異なる光路に分離し、発光点の位置のずれによる、一方の波長の出射光の光路に対する他方の波長の出射光の光路のずれを適切に補正することで、戻り光を光分割手段の所定の位置に入射するように調整する。

本発明に係る複合光学素子は、光源から出射された互いに異なる波長の出射光を透過させ、光ディスクからの戻り光を回折させる第1の回折素子と、第1の回折素子で回折された戻り光が入射される位置に配置され、光源から出射される出射光の波長変動により第1の回折素子で発生する戻り光の光路変動を補正し、所定の位置に戻り光を導く少なくとも一つの光路変動補正手段とを備える。

この複合光学素子は、光源から出射された出射光を光ディスクに導き、光ディスクからの戻り光を第1の回折素子により回折させて出射光の光路と分離し、光源から出射される出射光の波長変動により第1の回折素子で発生する戻り光の光路変動を光路変動補正手段により補正することで、光ピックアップ装置におけるフォーカシングエラー信号を得るための複数の受光領域を有する受光手段の適切な位置に戻り光を導く。

図面の簡単な説明

図 1 は、従来の光ピックアップ装置が備える光学系を示す側面図である。

図 2 A 乃至図 2 C は、従来の光学系が有するメインビーム用フォトディテクタの各受光領域のビームスポットを示し、図 2 A は対物レンズが光ディスクに近い状態を示し、図 2 B は対物レンズが合焦位置に位置する状態を示し、図 2 C は対物レンズが光ディスクから遠い状態を示す図である。

図 3 は、従来の光学系のメインビーム用フォトディテクタにおける受光面の中央に対してビームスポットの中心が外れた状態を示す図である。

図 4 は、本発明に係る光ディスク装置の構成を示すブロック図である。

図 5 は、光ディスク装置が備える光ピックアップの光学系の概略を示す図である。

図 6 は、光ピックアップの光学系に設けられた複合光学素子の斜視図である。

図 7 は、光ピックアップの光学系に設けられた複合光学素子内の戻り光の光路を示す斜視図である。

図 8 は、光ピックアップの光学系に設けられた複合光学素子内における戻り光の光路変動を説明する図である。

図 9 は、光ピックアップの光学系に設けられた受光部のメインビーム用フォトディテクタ及びサイドビーム用フォトディテクタを説明する図である。

図 10 A 乃至図 10 C は、光ピックアップが有するメインビーム用フォトディテクタの各受光領域のビームスポットを示し、図 10 A は対物レンズが光ディスクに近い状態を示し、図 10 B は対物レンズが合焦位置に位置する状態を示し、図 10 C は対物レンズが光ディスクから遠い状態を示す図である。

図 11 は、光ディスク装置が備える光ピックアップにおける他の光学系の概略を示す図である。

図 12 は、図 11 に示す光ピックアップの他の光学系に設けられた複合光学素子の斜視図である。

図 13 は、図 11 に示す光ピックアップの他の光学系に設けられた複合光学素子内の分割プリズムを説明する斜視図である。

図 1 4 は、図 1 1 に示す光ピックアップの他の光学系に設けられた複合光学素子内の分割プリズムを戻り光の入射面側から見た図である。

図 1 5 は、図 1 1 に示す光ピックアップの他の光学系に設けられた受光部のメインビーム用フォトディテクタ及びサイドビーム用フォトディテクタを説明する図である。

図 1 6 は、図 1 1 に示す光ピックアップの他の光学系における複合光学素子が有する分割プリズムと同等の機能を有するグレーティングを示す平面図である。

図 1 7 A 乃至図 1 7 C は、図 1 1 に示す光ピックアップにおける複合光学素子が有する分割プリズムに入射される回折光を示し、図 1 7 A は対物レンズが光ディスクに近い状態を示し、図 1 7 B は対物レンズが合焦位置に位置する状態を示し、図 1 7 C は対物レンズが光ディスクから遠い状態を示す図である。

図 1 8 A 乃至図 1 8 C は、図 1 1 に示す光ピックアップが有するメインビーム用フォトディテクタの各受光領域のビームスポットを示し、図 1 8 A は対物レンズが光ディスクに近い状態を示し、図 1 8 B は対物レンズが合焦位置に位置する状態を示し、図 1 8 C は対物レンズが光ディスクから遠い状態を示す図である。

図 1 9 は、光ディスク装置が備える光ピックアップにおける更に他の他の光学系の概略を示す図である。

図 2 0 は、図 1 9 に示す光ピックアップの更に他の光学系に設けられた 2 波長光源の発光点を説明するための図である。

図 2 1 は、図 1 9 に示す光ピックアップの更に他の光学系に設けられた分割プリズムを説明する斜視図である。

図 2 2 は、図 1 9 に示す光ピックアップの更に他の光学系に設けられた分割プリズムを説明する側面図である。

図 2 3 は、図 1 9 に示す光ピックアップの更に他の光学系に設けられた受光部のメインビーム用フォトディテクタ及びサイドビーム用フォトディテクタを説明する図である。

図 2 4 A 乃至図 2 4 C は、図 1 9 に示す光ピックアップにおける複合光学素子が有する分割プリズムに入射される回折光を示し、図 2 4 A は対物レンズが光ディスクに近い状態を示し、図 2 4 B は対物レンズが合焦位置に位置する状態を示

し、図 2 4 C は対物レンズが光ディスクから遠い状態を示す図である。

図 2 5 A 乃至図 2 5 C は、図 1 9 に示す光ピックアップが有するメインビーム用フォトディテクタの各受光領域のビームスポットを示し、図 2 5 A は対物レンズが光ディスクに近い状態を示し、図 2 5 B は対物レンズが合焦位置に位置する状態を示し、図 2 5 C は対物レンズが光ディスクから遠い状態を示す図である。

図 2 6 は、光ディスク装置が備える光ピックアップにおける更に他の光学系の概略を示す図である。

図 2 7 は、光ディスク装置が備える光ピックアップにおける更に他の光学系の概略を示す図である。

図 2 8 は、光ディスク装置が備える光ピックアップにおける更に他の光学系の概略を示す図である。

図 2 9 は、光ディスク装置が備える光ピックアップにおける更に他の光学系の概略を示す図である。

図 3 0 は、図 2 9 に示す光ピックアップの更に他の光学系に設けられた複合光学素子の斜視図である。

図 3 1 は、図 2 9 に示す光ピックアップの更に他の光学系に設けられた複合光学素子内の分割プリズムを説明する斜視図である。

図 3 2 は、図 2 9 に示す光ピックアップの更に他の光学系に設けられた複合光学素子内の分割プリズムを戻り光の入射面側から見た図である。

図 3 3 は、図 2 9 に示す光ピックアップの更に他の光学系に設けられた受光部のメインビーム用フォトディテクタ及びサイドビーム用フォトディテクタを説明する図である。

図 3 4 A 乃至図 3 4 C は、図 2 9 に示す光ピックアップにおける複合光学素子が有する分割プリズムに入射される回折光を示し、図 3 4 A は対物レンズが光ディスクに近い状態を示し、図 3 4 B は対物レンズが合焦位置に位置する状態を示し、図 3 4 C は対物レンズが光ディスクから遠い状態を示す図である。

図 3 5 A 乃至図 3 5 C は、図 2 9 に示す光ピックアップが有するメインビーム用フォトディテクタの各受光領域のビームスポットを示し、図 3 5 A は対物レンズが光ディスクに近い状態を示し、図 3 5 B は対物レンズが合焦位置に位置する

状態を示し、図 3 5 C は対物レンズが光ディスクから遠い状態を示す図である。

図 3 6 は、光ディスク装置が備える光ピックアップにおける更に他の光学系の概略を示す図である。

図 3 7 は、光ディスク装置が備える光ピックアップにおける更に他の光学系の概略を示す図である。

図 3 8 は、光ディスク装置が備える光ピックアップにおける更に他の光学系の概略を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明が適用された光ディスク装置について、図面を参照して説明する。

光ディスク装置 1 は、図 4 に示すように、例えば、C D (Compact Disc)、D V D (Digital Versatile Disc)、情報の追記が可能とされる C D - R (Recordable)、情報の書換えが可能とされる C D - R W (ReWritable) 等の光ディスクや、光磁気ディスク等の光ディスク 2 に対して情報の記録及び／又は再生（以下では記録再生と記述する。）を行うことができるようにされている。特に、以下で光ディスク装置 1 は、光ディスク 2 として C D 又は D V D を用い、これら C D 又は D V D から情報の再生行いあるいは記録を行うものとして説明する。

光ディスク装置 1 は、光ディスク 2 から情報の記録再生を行う光ピックアップ 3 と、光ディスク 2 を回転駆動するディスク回転駆動機構 4 と、光ピックアップ 3 を光ディスク 2 の径方向に移動させる送り機構 5 と、これら光ピックアップ 3、ディスク回転駆動機構 4、送り機構 5 を制御する制御部 6 とを備えている。

ディスク回転駆動機構 4 は、光ディスク 2 が載置されるディスクテーブル 7 と、このディスクテーブル 7 を回転駆動するスピンドルモータ 8 とを有している。送り機構 5 は、図示しないが、光ピックアップ 3 を支持する支持ベースと、この支持ベースを移動可能に支持する主軸及び副軸と、支持ベースを移動させるスレッドモータとを有している。

制御部 6 は、図 4 に示すように、送り機構 5 を駆動制御して光ディスク 2 の径方向に対する光ピックアップ 3 の位置を制御するアクセス制御回路 9 と、光ピッ

クアップ 3 の二軸アクチュエータを駆動制御するサーボ回路 10 と、これらアクセス制御回路 9、サーボ回路 10 と光ピックアップ 3 を制御するドライブコントローラ 11 とを有している。また、この制御部 6 は、光ピックアップ 3 からの信号を復調処理する信号復調回路 12 と、復調処理された信号を誤り訂正する誤り訂正回路 13 と、誤り訂正された信号を外部コンピュータ等の電子機器に出力するためのインタフェース 14 とを有している。

以上のように構成された光ディスク装置 1 は、ディスク回転駆動機構 4 のスピンドルモータ 8 によって、光ディスク 2 が載置されたディスクテーブル 7 を回転駆動し、制御部 6 のアクセス制御回路 9 からの制御信号に応じて送り機構 5 を駆動制御し、光ピックアップ 3 を光ディスク 2 の所望の記録トラックに対応する位置に移動することで、光ディスク 2 に対して情報の記録再生を行う。

ここで、上述した光ピックアップ 3 について詳しく説明する。

光ピックアップ 3 は、例えば、図 5 に示すように、光ディスク 2 から情報を再生する光学系 30 と、この光学系 30 が有する後述する対物レンズを駆動変位させる図示しないレンズ駆動機構とを有している。

光ピックアップ 3 が有する光学系 30 は、光路順に、レーザ光を出射する光源と光ディスク 2 からの戻り光を受光する受光素子とが一体に形成された受発光一体型素子 31 と、この受発光一体型素子 31 から出射された出射光を分割し、光ディスク 2 からの戻り光を出射光と分離する複合光学素子 32 と、受発光一体型素子 31 から出射され複合光学素子 32 を透過した出射光を所定の開口数 NA に絞る開口絞り 33 と、この開口絞り 33 により絞られた出射光を光ディスク 2 の記録面 2a に集光させる 2 波長対物レンズ 34 とを有している。

受発光一体型素子 31 は、波長が例えば 780 nm 程度のレーザ光と波長が 650 nm 程度のレーザ光とを選択的に出射する半導体レーザと、詳細を後述する受光領域が分割された受光素子とを有している。ここで、受発光一体型素子 31 は、光ディスク 2 が CD フォーマットとされた光ディスクである場合に、ドライブコントローラ 11 からの制御信号に基づき波長が略 780 nm のレーザ光を出射し、光ディスク 2 が DVD フォーマットとされた光ディスクである場合に、ドライブコントローラ 11 からの制御信号に基づき波長が略 650 nm のレーザ光

を出射するように切り換え可能とされている。

複合光学素子 3 2 は、図 5 乃至図 7 に示すように、例えば樹脂材料を射出成型することでブロック状に形成されており、受発光一体型素子 3 1 に臨まされるとともにこの受発光一体型素子 3 1 から出射される出射光の光軸に直交する第 1 の面 4 1 と、この第 1 の面 4 1 と平行に対向する第 2 の面 4 2 とを有している。

第 1 の面 4 1 には、受発光一体型素子 3 1 から出射された出射光を、0 次光及び±1 次光からなる 3 ビームに分割する第 1 の回折格子 4 5 が設けられている。光学系 3 0 は、トラッキングエラー信号 T E を得るために、いわゆる 3 スポット法（3 ビーム法）が適用されており、第 1 の回折格子 4 5 により分割された±1 次光を受発光一体型素子 3 1 で受光し±1 次光の各出力の差分を検出することによってトラッキングサーボを行うように構成されている。

第 2 の面 4 2 には、光ディスク 2 からの各戻り光のうち第 1 の回折格子 4 5 で分割された 0 次光及び±1 次光を回折させて、それぞれをさらに 0 次光及び±1 次光に分割して、例えば、この+1 次光を戻り光として出射光の光路と分離する第 2 の回折格子 4 6 が設けられている。

第 1 の面 4 1 には、第 2 の回折格子 4 6 によって分離された戻り光の光路上に位置して、この戻り光を回折させて、さらに 0 次光及び±1 次光に分割して、例えばこの-1 次光を受発光一体型素子 3 1 に導く第 3 の回折格子 4 7 が設けられている。この第 3 の回折格子 4 7 は、第 1 の回折格子 4 5 に対して同一面内で一方側に隣接して配設されている。

複合光学素子 3 2 は、第 2 の回折格子 4 6 で分離された戻り光が通過することによって、第 3 の回折格子 4 7 に入射される戻り光に非点収差を所定量だけ付与する。複合光学素子 3 2 は、受発光一体型素子 3 1 から出射された出射光の光軸方向の位置を調動することによって、光ディスク 2 に対するデフォーカスを容易に調整することが可能とされる。

複合光学素子 3 2 は、上述したように樹脂材料を射出成型することにより形成される。その他の形成方法としては、エッチング加工により上述の第 1 の回折格子 4 5、第 2 の回折格子 4 6 及び第 3 の回折格子 4 7 を形成してもよいし、機械加工により形成してもよい。なお、複合光学素子 3 2 を形成する材料としては、

樹脂材料に限定されるものではなく、硝材等の透光性を有する光学材料を用いることができ、さらにこれらの光学材料の組み合わせにより、部分的に材料構成を変えるようにしてもよい。

複合光学素子 3 2 は、内部に反射面を有するように設計してもよく、反射面を利用して光路を曲げることでより光学設計の自由度を向上させることができる。

ここで、複合光学素子 3 2 内において、受発光一体型素子 3 1 から出射される出射光の波長変動により、光ディスク 2 からの戻り光に発生する光路変動について説明する。

複合光学素子 3 2 は、図 7 に示すように、光ディスク 2 からの戻り光を L とし、戻り光 L を第 2 の回折格子 4 6 で +1 次光として回折させて出射光の光路と分離し、第 2 の回折格子 4 6 で光路が分離された戻り光 L を第 3 の回折格子 4 7 で -1 次光として回折させて受発光一体型素子 3 1 に導くように構成されている。

ここで、複合光学素子 3 2 内では、図 8 に示すように、戻り光の波長を λ 、第 2 の回折格子 4 6 での回折角を θ_1 、第 3 の回折格子 4 7 での回折角を θ_2 、第 2 の回折格子 4 6 の格子定数を d_1 、第 3 の回折格子 4 7 の格子定数を d_2 、第 2 の回折格子 4 6 での回折次数を +1、第 3 の回折格子 4 7 での回折次数を -1、第 2 の回折格子 4 6 と第 3 の回折格子 4 7 との間の媒質の屈折率を n 、すなわち複合光学素子 3 2 を形成する樹脂材料の屈折率を n とすると、前述した式 3 より以下の式 8 及び式 9 が導き出される。

$$n \cdot \sin \theta_1 = \lambda / d_1 \quad \dots \dots (8)$$

$$\sin \theta_2 - n \cdot \sin \theta_1 = -\lambda / d_2 \quad \dots \dots (9)$$

次に、式 8 及び式 9 より、 $\sin \theta_1$ 及び $\sin \theta_2$ は、以下の式 10 及び式 11 に示すように表すことができる。

$$\sin \theta_1 = \lambda / (d_1 \cdot n) \quad \dots \dots (10)$$

$$\sin \theta_2 = \lambda \cdot (1 / d_1 - 1 / d_2) \quad \dots \dots (11)$$

次に、式 10 及び式 11 より、 $\cos \theta_1$ 及び $\cos \theta_2$ は、以下の式 12 及び式 13 に示すように表すことができる。

$$\cos \theta_1 = (1 - \lambda^2 / (d_1 \cdot n)^2)^{1/2} \quad \dots \dots (12)$$

$$\cos \theta_2 = (1 - \lambda^2 \cdot (1 / d_1 - 1 / d_2)^2)^{1/2} \quad \dots \dots (13)$$

次に、第2の面42を $x = 0$ として第2の面42から垂直に第1の面41側へ x 軸をとり、この x 軸からのずれを y 軸にとり、第2の回折格子46で+1次光として回折された光ディスク2からの戻り光のうち第1の回折格子45で0次光とされたメインビームを光線 1_1 とすると、この光線 1_1 の光路は、以下の式14に示すように表すことができる。

$$y = \tan \theta_1 \cdot x \quad \dots \dots (14)$$

次に、第1の面41と第2の面42との間隔を a として、光線 1_1 と第1の面41とが交差する、すなわち第3の回折格子47に入射する位置は、以下の式15に示すように表すことができる。

$$x = a, \quad y = a \cdot \tan \theta_1 \quad \dots \dots (15)$$

したがって、第3の回折格子47で-1次光として回折された戻り光を光線 1_2 とすると、この光線 1_2 の光路は、以下の式16で表すことができる。

$$y = \tan \theta_2 \cdot x + a (\tan \theta_1 - \tan \theta_2) \quad \dots \dots (16)$$

次に、光線 1_2 と x 軸とが交差する点をBとして、B点の位置は、以下の式17に示すように表すことができる。

$$x = a (1 - \tan \theta_1 / \tan \theta_2), \quad y = 0 \quad \dots \dots (17)$$

式17より、 x 軸上の位置 x が第2の回折格子46の回折角 θ_1 に依存していることがわかる。回折角 θ_1 が式8より波長 λ の関数であるので、上述した例の場合は、 λ が変化すれば回折角 θ_1 が変化してB点の座標が変わることとなり、出射光の波長変動により受発光一体型素子31の受光領域でのビームスポットの位置が変わることとなる。

したがって、受発光一体型素子31の受光領域でのビームスポットの位置が波長変動にかかわらず一定であるために、式17の x を表す式の右辺第2項を、式17乃至式20を用いて λ で表すと、以下の式18に示すように表すことができる。

$$\begin{aligned} & d_2 < d_1 \text{とすると、} \\ & \tan \theta_1 / \tan \theta_2 \\ &= (\sin \theta_1 / \cos \theta_1) / (\sin \theta_2 / \cos \theta_2) \\ &= - \left((d_1^2 d_2^2 / (d_2 - d_1)^2 - \lambda^2) / (n^2 d_1^2 - \lambda^2) \right)^{1/2} \end{aligned}$$

$$\cdots (18)$$

ここで、式18は、例えば、以下の式19に示すような条件を代入して整理すると以下の式20に示すように表すことができる。

$$(n+1) d_2 = n d_1 \quad \cdots (19)$$

$$\tan \theta_1 / \tan \theta_2 = -1 \quad \cdots (20)$$

式19及び式20より、第3の回折格子47のB点のx座標はλによらず一定となることがわかる。

すなわち、例えば、第2の回折格子46の格子定数 d_1 と第3の回折格子47の格子定数 d_2 とが式19を満たすように複合光学素子32を設計することで、波長変動により受発光一体型素子31の受光領域でのビームスポットの位置を一定にすることができる。

このように複合光学素子32は、例えば、第2の回折格子46の格子定数 d_1 と第3の回折格子47の格子定数 d_2 とを定めることで、受発光一体型素子31から出射される出射光の波長変動により、光ディスク2からの戻り光が第2の回折格子46で+1次光として回折されて出射光と分離される際に、この分離された戻り光の光路が変動しても、この戻り光を第3の回折格子47で-1次光として回折させることにより、光ディスク2からの戻り光を常に受発光一体型素子31の受光領域の所定の位置に適切に導くことができるようにされている。

開口絞り33は、複合光学素子32の第2の回折格子46を通過した出射光の光軸上に位置して配設されている。

2波長対物レンズ34は、受発光一体型素子31から出射された互いに異なる波長のレーザ光に対応する集光レンズであり、少なくとも1つの凸レンズにより構成され、受発光一体型素子31から出射され開口絞り33で絞られた出射光を光ディスク2に集光するように配設されている。

受発光一体型素子31は、図9に示すように、第1の回折格子45で分割された0次光であるメインビームを受光する略方形状のメインビーム用フォトディテクタ51と、第1の回折格子45で分割された±1次光である2つのサイドビームをそれぞれ受光する一組の略帯状のサイドビーム用フォトディテクタ52, 53とを有している。受発光一体型素子31は、複合光学素子32の第3の回折格

子 4 7 によって光路変動が補正された戻り光が入射される位置に対応するように配設されている。受発光一体型素子 3 1 には、中央に位置して略方形状のメインビーム用フォトディテクタ 5 1 が配設されるとともに、このメインビーム用フォトディテクタ 5 1 を間に挟み込んで両側に位置して一組の略帯状のサイドビーム用フォトディテクタ 5 2, 5 3 がそれぞれ配設されている。

受発光一体型素子 3 1 のメインビーム用フォトディテクタ 5 1 は、図 9 に示すように、互いに直交する一組の分割線によって 4 等分割された各受光領域 a_1 , b_1 , c_1 , d_1 を有している。これら各受光領域 a_1 , b_1 , c_1 , d_1 には、第 3 の回折格子 4 7 によって光路変動が補正された戻り光が入射される。

光ピックアップ 3 が有するレンズ駆動機構は、図示しないが、2 波長対物レンズ 3 4 を保持するレンズホルダと、このレンズホルダを 2 波長対物レンズ 3 4 の光軸に平行なフォーカシング方向及び 2 波長対物レンズ 3 4 の光軸に直交するトラッキング方向との二軸方向に変位可能に支持するホルダ支持部材と、レンズホルダを二軸方向に電磁力により駆動変位させる電磁駆動部とを有している。

レンズ駆動機構は、受発光一体型素子 3 1 のメインビーム用フォトディテクタ 5 1 が検出するフォーカシングエラー信号及びサイドビーム用フォトディテクタ 5 2, 5 3 が検出するトラッキングエラー信号に基づいて、2 波長対物レンズ 3 4 をフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位させて、光ディスク 2 の記録面 2 a の記録トラックに出射光を合焦させる。

なお、複合光学素子 3 2 は、第 1 の回折格子 4 5、第 2 の回折格子 4 6 及び第 3 の回折格子 4 7 がそれぞれホログラム素子として所定のホログラムパターンをエッチング処理等によって形成するとしてもよい。ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、ブレイズ化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

以上のように構成された光ディスク装置 1 は、光ディスク 2 からの戻り光によって光ピックアップ 3 が検出したフォーカシングエラー信号及びトラッキングエラー信号に基づいて、サーボ回路 1 0 から光ピックアップ 3 の二軸アクチュエータに制御信号が出力されて、2 波長対物レンズ 3 4 がフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位されることにより、出射光が 2 波長対物レン

ズ 3 4 を介して光ディスク 2 の所望の記録トラックに合焦される。そして、光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 によって読み取られた信号が信号復調回路 1 2 及び誤り訂正回路 1 3 により、復調処理及び誤り訂正処理された後、インタフェース 1 4 から再生信号として出力される。

ここで、光ディスク装置 1 について、光ピックアップ 3 内の出射光及び戻り光の光路を、図面を参照して説明する。

光ディスク装置 1 は、図 5 に示すように、光ディスク 2 の記録面 2 a から情報を再生する場合、受発光一体型素子 3 1 から出射された出射光が、複合光学素子 3 2 の第 1 の回折格子 4 5 によって 0 次光及び± 1 次光からなる 3 ビームにそれぞれ分割される。3 ビームに分割された出射光は、複合光学素子 3 2 の第 2 の回折格子 4 6 を透過し、2 波長対物レンズ 3 4 により光ディスク 2 の記録面 2 a にそれぞれ集光される。

光ディスク 2 の記録面 2 a からの戻り光は、複合光学素子 3 2 の第 2 の回折格子 4 6 により回折され、0 次光及び± 1 次光に分割され、この + 1 次光が戻り光として出射光と分離されて第 3 の回折格子 4 7 に入射される。第 3 の回折格子 4 7 に入射された戻り光は、第 3 の回折格子 4 7 により回折され、さらに 0 次光及び± 1 次光に分割され、この - 1 次光が戻り光として受発光一体型素子 3 1 のメインビーム用フォトディテクタ 5 1 の各受光領域 a_1 , b_1 , c_1 , d_1 にそれぞれ入射する。

ここで、複合光学素子 3 2 内では、第 2 の回折格子 4 6 で発生する戻り光の光路変動は第 3 の回折格子 4 7 により補正されることとなり、戻り光が受発光一体型素子 3 1 のメインビーム用フォトディテクタ 5 1 の各受光領域 a_1 , b_1 , c_1 , d_1 に適切に入射する。

ここで、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して 2 波長対物レンズ 3 4 が最適な位置とされて、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して合焦された、いわゆるジャストフォーカスの状態であれば、メインビーム用フォトディテクタ 5 1 の各受光領域 a_1 , b_1 , c_1 , d_1 に入射した戻り光によるビームスポットの形状は、図 10 B に示すように円形となる。

図 10 B に示すような円形のビームスポットである場合、メインビーム用フォ

トディテクタ 5 1 は、それぞれ対向する各受光領域 a_1 , c_1 と各受光領域 b_1 , d_1 の各受光量が等しくなる。

対物レンズ 3 2 が光ディスク 2 の記録面 2 a に近づき過ぎた場合、ジャストフォーカスの状態から外れて、第 2 の回折格子 4 6 で分離された戻り光が複合光学素子 3 2 を通過することによって発生した非点収差によって、メインビーム用フォトディテクタ 5 1 の各受光領域 a_1 , b_1 , c_1 , d_1 に入射した戻り光によるビームスポットの形状は、図 10 A に示すように長軸が受光領域 a_1 及び受光領域 c_1 に跨った楕円形状になる。

さらに、2 波長対物レンズ 3 4 が光ディスク 2 の記録面 2 a から遠ざかり過ぎた場合、ジャストフォーカスの状態から外れて、第 2 の回折格子 4 6 で分離された戻り光が複合光学素子 3 2 を通過することによって発生した非点収差によって、メインビーム用フォトディテクタ 5 1 の各受光領域 a_1 , b_1 , c_1 , d_1 に入射した戻り光によるビームスポットの形状は、図 10 C に示すように長軸が受光領域 b_1 及び受光領域 d_1 に跨った楕円形状になり、上述した図 10 A に示すビームスポットの形状に比して長軸方向が 90 度だけ傾いた楕円形状になる。

このため、図 10 A 及び図 10 B に示すような楕円形状のビームスポットである場合、メインビーム用フォトディテクタ 5 1 の互いに対向する二組の各受光領域 a_1 , c_1 と各受光領域 b_1 , d_1 とでは、一方の組の各受光領域が受光する受光量が多くなるとともに、他方の組の各受光領域が受光する受光量が少なくなる。

したがって、メインビーム用フォトディテクタ 5 1 において各受光領域 a_1 , b_1 , c_1 , d_1 がそれぞれ検出する各出力を S_{a_1} , S_{b_1} , S_{c_1} , S_{d_1} とすると、フォーカシングエラー信号 FE は、以下に示す式 2 1 で計算することができる。

$$FE = (S_{a_1} + S_{c_1}) - (S_{b_1} + S_{d_1}) \quad \dots \dots (21)$$

すなわち、メインビーム用フォトディテクタ 5 1 では、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して 2 波長対物レンズ 3 4 が合焦位置に位置された場合、式 2 1 によって演算されるフォーカシングエラー信号 FE が 0 となる。メインビーム用フォトディテクタ 5 1 では、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して 2 波長対物レンズ 3 4 が近づき過ぎた場合、フォーカシングエラー信号 FE が正となり、また光ディスク 2 の記録面 2 a に対して 2 波長対物レンズ 3 4 が遠ざかり過ぎた場合、フォー

カシングエラー信号F Eが負となる。

上述のように受発光一体型素子31のメインビーム用フォトディテクタ51は、各受光領域 a_1 、 b_1 、 c_1 、 d_1 にそれぞれ入射された各ビームスポットの出力により、フォーカシングエラー信号F Eを得るとともに再生信号を得る。

一組の各サイドビーム用フォトディテクタ52、53は、第1の回折格子45で±1次光に分割されたサイドビームが、光ディスク2で反射されて戻り光とされ、第2の回折格子46で+1次光として出射光と分離され、第3の回折格子47で光路変動を補正されて入射され各受光領域の各受光量を検出し、これら±1次光の各出力の差分を演算することによってトラッキングエラー信号T Eを得る。

なお、光ピックアップ3は、例えば、図11に示すように、光ディスク2から情報を再生する光学系60と、この光学系60が有する後述する対物レンズを駆動変位させる図示しないレンズ駆動機構とを有するとしてもよい。以下で、光学系60を有する光ピックアップ3について説明するが、光学系30を有する光ピックアップ3と略同等の構成については同じ符号を付して説明を省略する。

光ピックアップ3が有する光学系60は、光路順に、互いに異なる波長のレーザ光を選択的に光ディスク2に出射する2波長光源61と、この2波長光源61から出射された出射光を分割し、光ディスク2からの戻り光を出射光と分離するとともに、出射光と分離された戻り光をさらに分割する複合光学素子62と、2波長光源61から出射され複合光学素子62を透過した出射光を所定の開口数N Aに絞る開口絞り33と、この開口絞り33により絞られた出射光を光ディスク2の記録面2aに集光させる2波長対物レンズ34と、光ディスク2からの戻り光を受光する受光部63とを有している。また、光学系60は、2波長光源61と複合光学素子62との間に出射光における有効光束以外の不要な光束を遮光する第1の遮光板64と、複合光学素子62と受光部63との間に戻り光における有効光束以外の不要な光束を遮光する第2の遮光板65とを有している。

2波長光源61は、波長が例えば780nm程度のレーザ光と波長が例えば650nm程度のレーザ光を選択的に発光点61a又は発光点61bから出射する半導体レーザを備えている。ここで、2波長光源61は、光ディスク2がCDフォーマットとされた光ディスクである場合に、ドライブコントローラ11からの

制御信号に基づき波長が略780nmのレーザ光を出射し、光ディスク2がDVDフォーマットとされた光ディスクである場合に、ドライブコントローラ11からの制御信号に基づき波長が略650nmのレーザ光を出射するように切り換え可能とされている。

複合光学素子62は、図11及び図12に示すように、例えば樹脂材料を射出成型することでブロック状に形成されており、2波長光源61に臨まされるとともにこの2波長光源61の発光点61a又は発光点61bから出射される出射光の光軸に直交する第1の面81と、この第1の面81と平行に対向する第2の面82と、第2の面82に対して所定の角度だけ傾斜して対向する第3の面83と、第1の面81及び第2の面82に対して垂直且つ第3の面83に対して所定の角度だけ傾斜して対向する第4の面84とを有している。

第1の面81には、2波長光源61の発光点61a又は発光点61bから出射された出射光を、0次光及び±1次光からなる3ビームに分割する第1の回折格子75が設けられている。光学系60は、トラッキングエラー信号TEを得るために、いわゆる3スポット法（3ビーム法）が適用されており、第1の回折格子75により分割された±1次光を受光部63で受光し±1次光の各出力の差分を検出することによってトラッキングサーボを行うように構成されている。

第2の面82には、光ディスク2からの各戻り光のうち第1の回折格子75で分割された0次光及び±1次光を回折させて、それぞれをさらに0次光及び±1次光に分割して、例えば、この+1次光を戻り光として出射光の光路と分離する第2の回折格子76が設けられている。

第3の面83には、第2の回折格子76によって分離された戻り光の光路上に位置して、この戻り光を反射及び回折させて、さらに0次光及び±1次光に分割して、例えばこの-1次光を戻り光として第2の回折格子76で発生する光路変動を補正する第3の回折格子77が設けられている。

この第3の回折格子77は、入射された戻り光が全反射するように第3の面83に所定の反射膜が設けられており、いわゆる反射型の回折格子として機能する。

第4の面84には、第3の回折格子77によって光路変動が補正された戻り光の光路上に位置して、この戻り光を4分割する分割プリズム78が設けられてい

る。

この分割プリズム 7 8 は、図 1 3 及び図 1 4 に示すように、略正四角錐をなす形状に形成されており、第 3 の回折格子 7 7 によって反射及び回折された - 1 次光が、この回折光の焦点又は焦点近傍で、回折光の中心が正四角錐の頂角の中心に入射されるように配設されている。

また、分割プリズム 7 8 は、複合光学素子 6 2 の内方に位置して、この内方側に頂角を向けて設けられている。すなわち、分割プリズム 7 8 は、第 1 の回折格子 7 5 で分割された 3 ビームにおける 0 次光が、第 2 の回折格子 7 6 で回折され、第 3 の回折格子 7 7 で反射及び回折されて、頂角に入射されるように配設されている。なお、分割プリズム 7 8 は、正四角錐の底面が、第 3 の回折格子 7 7 で反射及び回折された - 1 次光の光軸に対して直交するように配設されている。

また、複合光学素子 6 2 は、第 2 の回折格子 7 6 で分離された戻り光が通過することによって、分割プリズム 7 8 に入射される戻り光に非点収差を所定量だけ付与する。複合光学素子 6 2 は、2 波長光源 6 1 から選択的に出射された出射光の光軸方向の位置を調動することによって、光ディスク 2 に対するデフォーカスを容易に調整することが可能とされる。

複合光学素子 6 2 は、上述したように樹脂材料を射出成型することにより形成される。また、その他の形成方法としては、エッチング加工により上述の第 1 の回折格子 7 5、第 2 の回折格子 7 6、第 3 の回折格子 7 7 及び分割プリズム 7 8 を形成してもよいし、機械加工により形成してもかまわない。なお、複合光学素子 6 2 を形成する材料としては、樹脂材料に限定されるものではなく、硝材等の透光性を有する光学材料を用いることができ、さらにこれらの光学材料の組み合わせにより、部分的に材料構成を変えるようにしてもよい。

ここで、複合光学素子 3 2 で説明した場合と同様に、例えば、第 2 の回折格子 7 6 及び第 3 の回折格子 7 7 の格子定数や第 3 の面 8 3 と第 2 の面 8 2 とがなす角度などを計算して複合光学素子 6 2 を設計することで、波長変動による戻り光の光路変動を補正し分割プリズム 7 8 の頂角にこの戻り光を正確に導くことができる。

このように設計された複合光学素子 6 2 は、2 波長光源 6 1 から選択的に出射

される出射光の波長変動により、光ディスク 2 からの戻り光が第 2 の回折格子 7 6 で +1 次光として回折されて出射光と分離される際に、この分離された戻り光の光路が変動しても、この戻り光を第 3 の回折格子 7 7 で -1 次光として反射及び回折させることにより、光ディスク 2 からの戻り光を常に分割プリズム 7 8 の頂角に導き、分割プリズム 7 8 で分割された各戻り光を受光部 6 3 の受光領域の所定の位置に正確に導くことができるようにされている。

開口絞り 3 3 は、複合光学素子 6 2 の第 2 の回折格子 7 6 を通過した出射光の光軸上に位置して配設されている。

2 波長対物レンズ 3 4 は、少なくとも 1 つの凸レンズにより構成され、2 波長光源 6 1 から出射された互いに異なる波長の出射光を集光する集光レンズであり、開口絞り 3 3 で絞られた出射光を光ディスク 2 に集光するように配設されている。

受光部 6 3 は、図 1 2 に示すように、第 1 の回折格子 7 5 で分割された 0 次光であるメインビームを受光する略方形状のメインビーム用フォトディテクタ 9 1 と、第 1 の回折格子 7 5 で分割された ±1 次光である 2 つのサイドビームをそれぞれ受光する一組の略帯状のサイドビーム用フォトディテクタ 9 2, 9 3 とを有している。受光部 6 3 は、複合光学素子 6 2 の分割プリズム 7 8 によって分割された各戻り光に対応する位置に配設されている。受光部 6 3 には、中央に位置して略方形状のメインビーム用フォトディテクタ 9 1 が配設されるとともに、このメインビーム用フォトディテクタ 9 1 を間に挟み込んで両側に位置して一組の略帯状のサイドビーム用フォトディテクタ 9 2, 9 3 がそれぞれ配設されている。

また、受光部 6 3 のメインビーム用フォトディテクタ 9 1 は、互いに直交する一組の分割線によって 4 等分割された各受光領域 a_2 , b_2 , c_2 , d_2 を有している。これら各受光領域 a_2 , b_2 , c_2 , d_2 には、分割プリズム 7 8 によって 4 分割された各戻り光がそれぞれ照射される。

第 1 の遮光板 6 4 は、2 波長光源 6 1 と複合光学素子 6 2 との間に、出射光の有効光束に対応する略円形状の開口部が設けられており、有効光束以外の不要な光束を開口制限することで遮光するようにされており、複合光学素子 6 2 内に迷光が入り込まないようにすることができる。

第 2 の遮光板 6 5 は、複合光学素子 6 2 と受光部 6 3 との間に戻り光の有効光

束に対応する略円形状の開口部が設けられており、有効光束以外の不要な光束を開口制限することで遮光するようにされており、複合光学素子 6 2 内の分割プリズム 7 8 を透過しない迷光が受光部 6 3 に入り込まないようにすることができる。

なお、第 1 の遮光板 6 4 及び第 2 の遮光板 6 5 は、開口部の形状が略円形に限定されるものではなく、略楕円形状や略多角形状等の他の形状とされていてもよい。

また、第 1 の遮光板 6 4 及び第 2 の遮光板 6 5 は、図 1 4 及び図 1 5 中において、第 1 の回折格子 7 5 により分割された 0 次光、すなわちメインビームに対応する開口部のみが設けられた形状を示しているが、±1 次光、すなわちサイドビームに対応する開口部を設けるか、開口部の形状を変形させる必要がある。

光ピックアップ 3 が有するレンズ駆動機構は、図示しないが、2 波長対物レンズ 3 4 を保持するレンズホルダと、このレンズホルダを 2 波長対物レンズ 3 4 の光軸に平行なフォーカシング方向及び 2 波長対物レンズ 3 4 の光軸に直交するトラッキング方向との二軸方向に変位可能に支持するホルダ支持部材と、レンズホルダを二軸方向に電磁力により駆動変位させる電磁駆動部とを有している。

レンズ駆動機構は、受光部 6 3 のメインビーム用フォトディテクタ 9 1 が検出するフォーカシングエラー信号及びサイドビーム用フォトディテクタ 9 2, 9 3 が検出するトラッキングエラー信号に基づいて、2 波長対物レンズ 3 4 をフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位させて、光ディスク 2 の記録面 2 a の記録トラックに出射光を合焦させる。

上述した複合光学素子 6 2 は、分割プリズム 7 8 が例えば八角錐に形成されるとしてもよい。この場合には、受光部 6 3 のメインビーム用フォトディテクタ 9 1 が、受光面の中央から放射状の分割線によって 8 分割されるように構成されてもよい。複合光学素子 6 2 は、分割プリズム 7 8 が、第 4 の面 8 4 に対して内方側に設けられたが、第 4 の面 8 4 に対して外方側に突設されてもよい。さらに、複合光学素子 6 2 は、分割プリズム 7 8 が、平面を有する角錐に限定されずに、複数の曲面を有する形状とされていてもよい。この場合には、受光部 6 3 のメインビーム用フォトディテクタ 9 1 の分割領域を対応するように設けることとなる。さらに、複合光学素子 6 2 は、第 1 の回折格子 7 5、第 2 の回折格子 7 6、及び

第3の回折格子77がそれぞれホログラム素子として所定のホログラムパターンをエッチング処理等によって形成する構成とされてもよい。また、ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、また、ブレイズ化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

複合光学素子62は、分割プリズム78の代わりに、図16に示すように、4つの領域に分割されたグレーティング79を用いても同等の効果を達成することができる。この場合に、グレーティング79は、分割プリズム78と同等の効果が得られるように、分割領域 y_1 、 y_2 、 y_3 、 y_4 が設けられ、各分割領域 y_1 、 y_2 、 y_3 、 y_4 において溝を形成する方向がそれぞれ異なっている。具体的には、分割領域 y_1 と y_3 との溝を形成する方向と、分割領域 y_2 と y_4 との溝を形成する方向とが互いに直交するようにされている。グレーティング79は、入射した光ディスク2からの戻り光を、各分割領域 y_1 、 y_2 、 y_3 、 y_4 におけるそれぞれの溝の向き及び格子定数に応じて回折させて4分割し、受光部63のメインビーム用フォトディテクタ91に導く。グレーティング79は、ホログラム素子として所定のホログラムパターンをエッチング処理等によって形成される。また、ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、また、ブレイズ化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

さらに、複合光学素子62は、内部に反射面を有する設計にしてもよく、反射面を利用して光路を曲げることでより光学設計の自由度を向上させることができる。

さらにまた、複合光学素子62は、分割プリズム78に入射する光ディスク2からの戻り光の入射角が分割プリズム78の各面に対して 45° 以下となるようにする、すなわち分割プリズム78の各面の傾角を 45° 以下とすることで、入射する戻り光が全反射条件に入らないように、屈折角を大きくすることができるので、分割された各戻り光のビームスポット間隔を離すことができ、メインビーム用フォトディテクタ91内の各分割領域の間隔や、メインビーム用フォトディテクタ91とサイドビーム用フォトディテクタ92、93との間隔を広く取ることができ、光ピックアップ3の組立精度を緩くすることができる。

以上のような光学系60を有する光ピックアップ3を備える光ディスク装置1

は、光ディスク 2 からの戻り光によって光ピックアップ 3 が検出したフォーカシングエラー信号及びトラッキングエラー信号に基づいて、サーボ回路 10 から光ピックアップ 3 の二軸アクチュエータに制御信号が出力されて、2 波長対物レンズ 34 がフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位されることにより、出射光が 2 波長対物レンズ 34 を介して光ディスク 2 の所望の記録トラックに合焦される。光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 によって読み取られた信号が信号復調回路 12 及び誤り訂正回路 13 により、復調処理及び誤り訂正処理された後、インタフェース 14 から再生信号として出力される。

ここで、上述した光学系 60 を有する光ピックアップ 3 を備える光ディスク装置 1 について、光ピックアップ 3 内の出射光及び戻り光の光路を、図面を参照して説明する。

光ディスク装置 1 が、図 11 に示すように、光ディスク 2 の記録面 2a から情報を再生する場合、2 波長光源 61 から出射された出射光は、第 1 の遮光板 64 に不要光を遮光されて有効光束のみ複合光学素子 62 に入射し、複合光学素子 62 の第 1 の回折格子 75 によって 0 次光及び±1 次光からなる 3 ビームにそれぞれ分割される。3 ビームに分割された出射光は、複合光学素子 62 の第 2 の回折格子 76 を透過されて、2 波長対物レンズ 34 により光ディスク 2 の記録面 2a に集光される。

光ディスク 2 の記録面 2a からの戻り光は、複合光学素子 62 の第 2 の回折格子 76 により回折し、第 3 の面 83 に向かう光路に導かれて、+1 次光が第 3 の回折格子 77 に入射される。第 3 の回折格子 77 に入射された第 2 の回折格子 76 からの+1 次光は、第 3 の回折格子 77 により反射及び回折し、-1 次光が分割プリズム 78 の頂角に入射される。分割プリズム 78 の正四角錐の頂角に入射された-1 次光は、正四角錐の各周面にそれぞれ入射されることにより、互いに異なる方向にそれぞれ屈折し、4 本の戻り光に 4 分割されて、第 2 の遮光板 65 により不要光が遮光されて有効光束のみ受光部 63 のメインビーム用フォトディテクタ 91 の各受光領域 a_2 , b_2 , c_2 , d_2 にそれぞれ照射される。

第 3 の回折格子 77 で回折された回折光が分割プリズム 78 の頂角に入射されるとき、図 17B に示すように、光ディスク 2 の記録面 2a に対して 2 波長対物

レンズ 3 4 が合焦位置に位置されている場合、分割プリズム 7 8 の頂角には、ほぼ円形とされた回折光が入射される。

一方、回折光が分割プリズム 7 8 の頂角に入射されるとき、図 1 7 A に示すように、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して 2 波長対物レンズ 3 4 が近づき過ぎた場合、2 波長対物レンズ 3 4 が合焦位置から外れるため、回折光が複合光学素子 6 2 を通過することにより発生する非点収差によって、分割プリズム 7 8 の頂角には、長軸が図中右上がりの楕円形とされた回折光が入射される。

回折光が分割プリズム 7 8 の頂角に入射されるとき、図 1 7 C に示すように、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して 2 波長対物レンズ 3 4 が遠ざかり過ぎた場合、2 波長対物レンズ 3 4 が合焦位置から外れるため、回折光が複合光学素子 6 2 を通過することにより発生する非点収差によって、分割プリズム 7 8 の頂角には、長軸が図中左上がりの楕円形とされた回折光が入射される。

したがって、2 波長対物レンズ 3 4 が合焦位置から外れた状態で、分割プリズム 7 8 の頂角に回折光が入射するとき、分割プリズム 7 8 の互いに対向する二組の周面 x_1 , x_3 と周面 x_2 , x_4 には、一方の組の各周面に回折光の大部分が入射するとともに、他方の組の各周面に回折光のごく僅かが入射するように分かれる。

すなわち、図 1 7 A に示すように楕円形とされた回折光が入射する分割プリズム 7 8 には、回折光の大部分が一組の対向する各周面 x_1 , x_3 に入射するとともに、回折光のごく僅かが一組の対向する各周面 x_2 , x_4 に入射する。また、図 1 7 C に示すように楕円形とされた回折光が入射する分割プリズム 7 8 には、回折光の大部分が一組の各周面 x_2 , x_4 に入射するとともに、回折光のごく僅かが一組の対向する各周面 x_1 , x_3 に入射する。

第 1 の回折格子 7 5 で分割された 0 次光のうち光ディスク 2 からの戻り光は、第 2 の回折格子 7 7 で回折され -1 次光とされて、この -1 次光が分割プリズム 7 8 の各周面 x_1 , x_2 , x_3 , x_4 にそれぞれ入射されることにより、互いに異なる方向に屈折されるため、4 本の戻り光に分割されて、受光部 6 3 のメインビーム用フォトディテクタ 9 1 の各受光領域 a_2 , b_2 , c_2 , d_2 にそれぞれ入射する。

このため、図 1 8 A 及び図 1 8 C に示すように、メインビーム用フォトディテクタ 9 1 の互いに対向する二組の各受光領域 a_2 , c_2 と各受光領域 b_2 , d_2 とで

は、一方の組の各受光領域が受光する受光量が多くなるとともに、他方の組の各受光領域が受光する受光量が少なくなる。

すなわち、図 1 7 A に示すような楕円形の回折光が分割プリズム 7 8 に入射した場合、メインビーム用フォトディテクタ 9 1 は、図 1 8 A に示すように、対向する各受光領域 a_2 , c_2 が受光する受光量が多くなるとともに、対向する各受光領域 b_2 , d_2 が受光する受光量が少なくなる。図 1 7 C に示すような楕円形の回折光が分割プリズム 7 8 に入射した場合、メインビーム用フォトディテクタ 9 1 は、図 1 8 C に示すように、対向する各受光領域 b_2 , d_2 が受光する受光量が多くなるとともに、対向する各受光領域 a_2 , c_2 が受光する受光量が少なくなる。

図 1 7 B に示すような円形の回折光が分割プリズム 7 8 の頂角に入射した場合、メインビーム用フォトディテクタ 9 1 は、図 1 8 B に示すように、対向する各受光領域 a_2 , c_2 と各受光領域 b_2 , d_2 の各受光量が等しくなる。

したがって、メインビーム用フォトディテクタ 9 1 は、各受光領域 a_2 , b_2 , c_2 , d_2 がそれぞれ検出する各出力を $S a_2$, $S b_2$, $S c_2$, $S d_2$ とすると、フォーカシングエラー信号 FE は、以下に示す式 2 2 で計算することができる。

$$FE = (S a_2 + S c_2) - (S b_2 + S d_2) \quad \cdots \cdots (22)$$

すなわち、メインビーム用フォトディテクタ 9 1 は、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して 2 波長対物レンズ 3 4 が合焦位置に位置された場合、式 2 2 によって演算されるフォーカシングエラー信号 FE が 0 となる。メインビーム用フォトディテクタ 9 1 は、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して 2 波長対物レンズ 3 4 が近づき過ぎた場合、フォーカシングエラー信号 FE が正となり、また光ディスク 2 の記録面 2 a に対して 2 波長対物レンズ 3 4 が遠ざかり過ぎた場合、フォーカシングエラー信号 FE が負となる。

上述のように受光部 6 3 のメインビーム用フォトディテクタ 9 1 は、各受光領域 a_2 , b_2 , c_2 , d_2 にそれぞれ入射された各ビームスポットの出力により、フォーカシングエラー信号 FE を得るとともに再生信号を得る。

また、一組の各サイドビーム用フォトディテクタ 9 2, 9 3 は、第 1 の回折格子 7 5 で分割された ± 1 次光のうち光ディスク 2 からの戻り光の各受光量を検出し、これら ± 1 次光の各出力の差分を演算することによってトラッキングエラー

信号TEを得る。

以上のように光ディスク装置1は、光学系30又は光学系60を有する光ピックアップ3により得られたフォーカシングエラー信号FE及びトラッキングエラー信号TEに基づいて、サーボ回路10がレンズ駆動機構を制御して2波長対物レンズ34をフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位させることにより、光ディスク2の記録面2aに出射光を合焦させて、光ディスク2から情報を再生する。

上述したように、本発明に係る光ディスク装置1は、光学系30を有する光ピックアップ3が、光ディスク2からの戻り光を回折する第2の回折格子46と、この第2の回折格子46により回折された+1次光を戻り光として、この戻り光をさらに回折する第3の回折格子47とが設けられた複合光学素子32を有することにより、周囲の温度変化により受発光一体型素子31から選択的に出射される出射光の発振波長が変動しても適切な位置に導くことができる。

このため、光ディスク装置1は、従来の複合光学素子のように部品点数の増加もなく簡単な構造の光ピックアップを用いることで、得られるフォーカシングエラー信号FEの信頼性を向上することができる。

また、光ディスク装置1は、光学系60を有する光ピックアップ3が、光ディスク2からの戻り光を回折する第2の回折格子76と、この第2の回折格子76により回折された+1次光を戻り光として、この戻り光をさらに回折する第3の回折格子77と、この第3の回折格子77により回折された-1次光を戻り光としてこの戻り光を4分割する分割プリズム78とが設けられた複合光学素子62を有することにより、周囲の温度変化により2波長光源61から選択的に出射される出射光の発振波長が変動しても適切な位置に導くことができる。

このため、光ディスク装置1は、従来の複合光学素子のように部品点数の増加もなく簡単な構造の光ピックアップを用いることで、得られるフォーカシングエラー信号FEの信頼性を向上することができる。

光ディスク装置1は、光学系30を有する光ピックアップ3において、複合光学素子32のみで、出射光と戻り光とを分離し、受発光一体型素子31から出射される出射光の波長変動により発生する光路変動を補正する機能を備えているた

め、光学部品の点数を必要最小限に留めて、光学系 30 の構成を簡素化、小型化を図るとともに製造コストを低減することが可能とされる。

したがって、光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 内の光学系 30 が複合光学素子 32 有することで、生産性が向上し、製造コストの低減を図り、信頼性を向上させることができる。

光ディスク装置 1 は、光学系 60 を有する光ピックアップ 3 において、複合光学素子 62 のみで、出射光と戻り光とを分離し、2 波長光源 61 から出射される出射光の波長変動により発生する光路変動を補正する機能を備えているため、光学部品の点数を必要最小限に留めて、光学系 60 の構成を簡素化、小型化を図るとともに製造コストを低減することが可能とされる。

したがって、光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 内の光学系 60 が複合光学素子 62 有することで、生産性が向上し、製造コストの低減を図り、信頼性を向上させることができる。

光ディスク装置 1 は、光学系 30 を有する光ピックアップ 3 を用いる場合、光源と受光素子とが一体化された受発光一体型素子 31 を用いた光学ユニットとされているので、さらに部品点数を削減し、製造コストの低減を実現することが可能とされる。

光ディスク装置 1 は、光学系 60 を有する光ピックアップ 3 が、光ディスク 2 からの戻り光を分割する分割プリズム 78 を有する複合光学素子 62 を有することにより、メインビーム用フォトディテクタの分割線によってビームスポットを分割する形式に比して光路上で戻り光が分割されるため、分割プリズム 78 で分割された 4 本の各戻り光を受光するようにメインビーム用フォトディテクタ 91 の各受光領域 a_2 , b_2 , c_2 , d_2 を所定の大きさに確保することで、メインビーム用フォトディテクタの分割位置等に要求される精度が緩和される。

このため、光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 におけるメインビーム用フォトディテクタ 91 の製造コストを低減するとともに、光ピックアップ 3 の製造工程でメインビーム用フォトディテクタ 91 の位置調整を容易に行うことが可能とされて、得られるフォーカシングエラー信号 FE の信頼性を向上することができる。

光ディスク装置 1 は、光学系 60 を有する光ピックアップ 3 が、2 波長光源 61 から出射された出射光の有効光束のみを複合光学素子 62 に導く第 1 の遮光板 64 を有することにより、複合光学素子 62 内に入射する不要光を遮光し、複合光学素子 62 内における迷光の乱反射を低減させることができる。この光ディスク装置 1 は、光学系 60 を有する光ピックアップ 3 が、複合光学素子 62 を透過する戻り光の有効光束のみを受光部 63 に導く第 2 の遮光板 65 を有することにより、受光部 63 に入射する不要光を遮光し、受光部 63 における光検出レベルの信頼性を向上させることができる。

なお、本発明に係る光ディスク装置 1 は、光学系 60 のように第 1 の遮光板 64 及び第 2 の遮光板 65 を有する光ピックアップ 3 の例に限定されず、例えば、複合光学素子 62 の表面に光を吸収する塗料を塗布したり、複合光学素子 62 の表面に光を透過しない膜を蒸着したり、若しくは、複合光学素子 62 の表面を粗面化することで、不要光を遮光するようにしてもよい。

光ディスク装置 1 は、上述した光ピックアップ 3 においてフォーカシングエラー信号 FE を得るために、いわゆる非点収差法が採用されたが、フーコー法等の他の検出方法が用いられてもよい。

光ディスク装置 1 は、上述した複合光学素子 32 及び複合光学素子 62 のように 1 つの素子を構成することが難しい場合、各光学素子を個別に上述と同じような配置とする光学系とすることで同様の機能を得ることができることは言うまでもない。

そこで、以下では、複合光学素子 32 及び複合光学素子 62 のように 1 つの素子により構成せずに各光学素子を上述と同じような配置とする光学系を備える光ピックアップ 3 の構成例について説明する。なお、上述の複合光学素子 32 又は複合光学素子 62 を備えた光ピックアップ 3 では、光路変動を補正する光学系を備えていたが、以下での例では、互いに異なる波長のレーザ光の発光点 61a 及び 61b の位置が離れて場合に、互いに異なる波長のレーザ光における互いの光路の差が大きくなるので、互いに異なる波長のレーザ光の発光点ずれによる光路変動を補正する光学系を有する例を説明する。

まず、第 1 の例として、光ピックアップ 3 は、例えば、図 19 に示すように、

光ディスク 2 から情報を再生する光学系 100 と、この光学系 100 が有する後述する対物レンズを駆動変位させる図示しないレンズ駆動機構とを有する。以下で、光学系 100 を有する光ピックアップ 3 について説明するが、光学系 30 又は 60 を有する光ピックアップ 3 と共通の構成については共通の符号を付して詳細な説明は省略する。

光ピックアップ 3 が有する光学系 100 は、図 19 に示すように、光路順に、互いに異なる波長のレーザ光を選択的に出射する 2 波長光源 101 と、この 2 波長光源 101 から選択的に出射された出射光を 3 分割する回折格子 102 と、この回折格子 102 により 3 分割された出射光を反射させるとともに光ディスク 2 からの戻り光を透過させるビームスプリッタ 103 と、このビームスプリッタ 103 で反射された出射光を所定の開口数 NA に絞る開口絞り 104 と、この開口絞り 104 により絞られた出射光を光ディスク 2 の記録面 2a に集光させる 2 波長対物レンズ 105 と、ビームスプリッタ 103 を透過した光ディスク 2 からの戻り光の発光点ずれによる光路変動を補正する光路合成回折素子 106 と、この光路合成回折素子 106 により光路変動が補正された戻り光を 4 分割する分割プリズム 107 と、この分割プリズム 107 で分離された戻り光を受光する受光部 108 とを有している。

2 波長光源 101 は、図 20 に示すように、例えば、波長が 780 nm 程度のレーザ光と波長が 650 nm 程度のレーザ光とを発光点 101a と発光点 101b とからそれぞれ出射する半導体レーザを有している。2 波長光源 101 は、ドライブコントローラ 11 からの制御信号に基づき光ディスク 2 のフォーマットに対応して発光点を切り換えて、出射光の波長を切り換える。2 波長光源 101 は、短い波長のレーザ光を出射する発光点 101b が光軸中心となるように配設されている。

回折格子 102 は、2 波長光源 101 から選択的に出射された出射光を 0 次光及び±1 次光となるように 3 分割する回折素子であり、出射光の分散方向は、光ディスク 2 の記録トラック方向に対応するようにされている。光学系 100 は、トラッキングエラー信号 TE を得るために、いわゆる DPP (Differential Push-Pull) 法が適用されており、回折格子 102 により分割された±1 次光を受光

部 1 0 8 で受光してトラッキングサーボを行うように構成されている。

ビームスプリッタ 1 0 3 は、第 1 の面 1 0 3 a と第 2 の面 1 0 3 b とからなる透光性を有する平行平板部材であり、2 波長光源 1 0 1 から出射された出射光に対して第 1 の面 1 0 3 a と第 2 の面 1 0 3 b とが所定の角度を有するように配置され、2 波長光源 1 0 1 から出射されたレーザ光を第 1 の面 1 0 3 a で反射して光ディスク 2 側に導くとともに、光ディスク 2 で反射された戻り光を第 1 の面 1 0 3 a 及び第 2 の面 1 0 3 b を透過させて分割プリズム 1 0 7 に導くようになっている。

ビームスプリッタ 1 0 3 は、光ディスク 2 からの戻り光が通過することによって、分割プリズム 1 0 7 に入射される戻り光に非点収差を所定量だけ付与する。ビームスプリッタ 1 0 3 は、2 波長光源 1 0 1 から出射された選択的に出射光の光軸方向の位置を調動することによって、光ディスク 2 に対するデフォーカスを容易に調整することが可能とされる。

ここで、ビームスプリッタ 1 0 3 の第 1 の面 1 0 3 a には、2 波長光源 1 0 1 から選択的に出射された出射光を反射し、光ディスク 2 からの戻り光を透過させるハーフミラー面が設けられている。

開口絞り 1 0 4 は、所定の開口数となるようにレーザ光を絞るために、ビームスプリッタ 1 0 3 の第 1 の面 1 0 3 a で反射した出射光の光軸上に位置して配設されている。

2 波長対物レンズ 1 0 5 は、2 波長光源 1 0 1 から出射された互いに異なる波長のレーザ光に対応する集光レンズであり、少なくとも 1 つの凸レンズにより構成され、2 波長光源 1 0 1 から出射され開口絞り 1 0 4 で絞られた出射光を光ディスク 2 に集光するように配設されている。

光路合成回折素子 1 0 6 は、2 波長光源 1 0 1 の発光点ずれによる光路変動を補正する回折素子である。ここで、光ディスク 2 が C D に対応するフォーマットである場合に 2 波長光源 1 0 1 の発光点 1 0 1 a から波長が略 7 8 0 n m のレーザ光が出射されるが、発光点 1 0 1 a が光軸中心から外れているため、光ディスク 2 からの戻り光の集光位置のずれを発生させ、光ディスク 2 からの戻り光が分割プリズム 1 0 7 の頂角に適切に入射しなくなってしまう。光路合成回折素子 1

06は、波長が略650nmのレーザ光の光路に対する波長が略780nmのレーザ光の光路のずれを補正することで光路を合成するようになっている。ここで、光路合成回折素子106における、光路変動を補正する原理については、上述の発振波長の変動による光路変動を補正する場合と同様の原理を用いることができるので説明を省略する。

光路合成回折素子106は、略平板形状の光透過部材上にホログラム素子として所定のホログラムパターンをエッチング処理等によって形成する構成とされてもよい。また、ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、また、ブレース化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

分割プリズム107は、図21及び図22に示すように、略正四角錐をなす形状に形成されており、ビームスプリッタ103を通過した戻り光の焦点又は焦点近傍で、戻り光の中心が正四角錐の頂角の中心に入射されるように配設されている。分割プリズム107は、ビームスプリッタ103を透過した戻り光の光路上に位置して、この戻り光を4分割する。

分割プリズム107は、回折格子102で分割された3ビームにおける0次光が、頂角に入射されるように配設されている。なお、分割プリズム107は、正四角錐の底面が、回折格子102で分割された3ビームにおける0次光の光軸に対して直交するように配設されている。

分割プリズム107は、樹脂材料を射出成型することにより形成される。なお、分割プリズム107を形成する材料としては、樹脂材料に限定されるものではなく、硝材等の透光性を有する光学材料を用いることができ、さらにこれらの光学材料の組み合わせにより、部分的に材料構成を変えるようにしてもよい。

受光部108は、図23に示すように、回折格子102で分割された0次光であるメインビームを受光する略方形状のメインビーム用フォトディテクタ111と、回折格子102で分割された±1次光である2つのサイドビームをそれぞれ受光する一組の略帯状のサイドビーム用フォトディテクタ112、113とを有している。受光部108は、分割プリズム107によって分割された各戻り光に対応する位置に配設されている。受光部108には、中央に位置して略方形状の

メインビーム用フォトディテクタ 111 が配設されるとともに、このメインビーム用フォトディテクタ 111 を間に挟み込んで両側に位置して一組の略方形状のサイドビーム用フォトディテクタ 112, 113 がそれぞれ配設されている。

受光部 108 のメインビーム用フォトディテクタ 111 は、互いに直交する一組の分割線によって 4 等分割された各受光領域 a_s , b_s , c_s , d_s を有している。これら各受光領域 a_s , b_s , c_s , d_s には、分割プリズム 107 によって 4 分割された各戻り光がそれぞれ照射される。

受光部 108 のサイドビーム用フォトディテクタ 112, 113 は、それぞれ分割線によって 2 等分割された受光領域 e_s , f_s , 受光領域 g_s , h_s を有している。これら各受光領域 e_s , f_s には、回折格子 102 で分割された ± 1 次光に対応する光ディスク 2 からの戻り光の一方が照射され、これら各受光領域 g_s , h_s には、回折格子 102 で分割された ± 1 次光に対応する光ディスク 2 からの戻り光の他方が照射される。

光ピックアップ 3 が有するレンズ駆動機構は、図示しないが、2 波長対物レンズ 105 を保持するレンズホルダと、このレンズホルダを 2 波長対物レンズ 105 の光軸に平行なフォーカシング方向及び 2 波長対物レンズ 105 の光軸に直交するトラッキング方向との二軸方向に変位可能に支持するホルダ支持部材と、レンズホルダを二軸方向に電磁力により駆動変位させる電磁駆動部とを有している。

レンズ駆動機構は、受光部 108 のメインビーム用フォトディテクタ 111 が検出するフォーカシングエラー信号及びサイドビーム用フォトディテクタ 112, 113 が検出するトラッキングエラー信号に基づいて、2 波長対物レンズ 105 をフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位させて、光ディスク 2 の記録面 2a の記録トラックに出射光を合焦させる。

以上のような光学系 100 を有する光ピックアップ 3 を備える光ディスク装置 1 は、光ディスク 2 からの戻り光によって光ピックアップ 3 が検出したフォーカシングエラー信号及びトラッキングエラー信号に基づいて、サーボ回路 10 から光ピックアップ 3 の二軸アクチュエータに制御信号が出力されて、2 波長対物レンズ 105 がフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位されることにより、出射光が 2 波長対物レンズ 105 を介して光ディスク 2 の所望の

記録トラックに合焦される。光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 によって読み取られた信号が信号復調回路 1 2 及び誤り訂正回路 1 3 により、復調処理及び誤り訂正処理された後、インタフェース 1 4 から再生信号として出力される。

ここで、上述した光学系 1 0 0 を有する光ピックアップ 3 内の出射光及び戻り光の光路を、図面を参照して説明する。

光ディスク装置 1 が、光ディスク 2 の記録面 2 a から情報を再生する場合、図 2 2 に示すように、2 波長光源 1 0 1 から選択的に出射された光ディスク 2 に対応する波長の出射光は、回折格子 1 0 2 によって 0 次光及び±1 次光からなる 3 ビームにそれぞれ分割される。3 ビームに分割された出射光は、ビームスプリッタ 1 0 3 の第 1 の面 1 0 3 a で反射されて、開口絞り 1 0 4 により所定の開口数に絞られ、2 波長対物レンズ 1 0 5 により光ディスク 2 の記録面 2 a に集光される。

光ディスク 2 の記録面 2 a からの戻り光は、ビームスプリッタ 1 0 3 の第 1 の面 1 0 3 a で屈折してビームスプリッタ 1 0 3 内を透過して、第 2 の面 1 0 3 b で屈折し、光路合成回折素子 1 0 6 により光源 1 0 1 の発光点ずれによる光路変動が補正されて光路が合成され、回折格子 1 0 2 で分割された 0 次光に対応する戻り光が分割プリズム 1 0 7 の頂角に入射される。分割プリズム 1 0 7 の正四角錐の頂角に入射された戻り光は、正四角錐の各周面にそれぞれ入射されることにより、互いに異なる方向にそれぞれ屈折し、4 本の戻り光に 4 分割されて、受光部 1 0 8 のメインビーム用フォトディテクタ 1 1 1 の各受光領域 a_s, b_s, c_s, d_s にそれぞれ照射される。また、回折格子 1 0 2 で分割された±1 次光に対応するビームスプリッタ 1 0 3 を透過した戻り光の一方は、受光部 1 0 8 のサイドビーム用フォトディテクタ 1 1 2 の各受光領域 e_s, f_s にそれぞれ照射され、他方は、受光部 1 0 8 のサイドビーム用フォトディテクタ 1 1 3 の各受光領域 g_s, h_s にそれぞれ照射される。

ここで、ビームスプリッタ 1 0 3 を透過した戻り光が分割プリズム 1 0 7 の頂角に入射されるとき、図 2 4 B に示すように、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して 2 波長対物レンズ 1 0 5 が合焦位置に位置されている場合、分割プリズム 1 0 7 の頂角には、ほぼ円形とされた戻り光が入射される。

一方、戻り光が分割プリズム 107 の頂角に入射されるとき、図 24A に示すように、光ディスク 2 の記録面 2a に対して 2 波長対物レンズ 105 が近づき過ぎた場合、2 波長対物レンズ 105 が合焦位置から外れるため、戻り光がビームスプリッタ 103 を通過することにより発生する非点収差によって、分割プリズム 107 の頂角には、長軸が図中右上がりの楕円形とされた戻り光が入射される。

戻り光が分割プリズム 107 の頂角に入射されるとき、図 24C に示すように、光ディスク 2 の記録面 2a に対して 2 波長対物レンズ 105 が遠ざかり過ぎた場合、2 波長対物レンズ 105 が合焦位置から外れるため、戻り光がビームスプリッタ 103 を通過することにより発生する非点収差によって、分割プリズム 107 の頂角には、長軸が図中左上がりの楕円形とされた戻り光が入射される。

したがって、2 波長対物レンズ 105 が合焦位置から外れた状態で、分割プリズム 107 の頂角に戻り光が入射するとき、分割プリズム 107 の互いに対向する二組の周面 x_5 , x_7 と周面 x_6 , x_8 には、一方の組の各周面に戻り光の大部分が入射するとともに、他方の組の各周面に戻り光のごく僅かが入射するように分かれる。

すなわち、図 24A に示すように楕円形とされた戻り光が入射する分割プリズム 107 には、戻り光の大部分が一組の対向する各周面 x_5 , x_7 に入射するとともに、戻り光のごく僅かが一組の対向する各周面 x_6 , x_8 に入射する。また、図 24C に示すように楕円形とされた戻り光が入射する分割プリズム 107 には、戻り光の大部分が一組の各周面 x_6 , x_8 に入射するとともに、戻り光のごく僅かが一組の対向する各周面 x_5 , x_7 に入射する。

光ディスク 2 からの戻り光のうち回折格子 102 で分割された 0 次光は、分割プリズム 107 の各周面 x_5 , x_6 , x_7 , x_8 にそれぞれ入射されることにより、互いに異なる方向に屈折されるため、4 本の戻り光に分割されて、受光部 108 のメインビーム用フォトディテクタ 111 の各受光領域 a_3 , b_3 , c_3 , d_3 にそれぞれ入射する。

このため、図 25A 及び図 25C に示すように、メインビーム用フォトディテクタ 111 の互いに対向する二組の各受光領域 a_3 , c_3 と各受光領域 b_3 , d_3 とでは、一方の組の各受光領域が受光する受光量が多くなるとともに、他方の組の

各受光領域が受光する受光量が少なくなる。

すなわち、図 2 4 A に示すような楕円形の戻り光が分割プリズム 1 0 7 に入射した場合、メインビーム用フォトディテクタ 1 1 1 は、図 2 5 A に示すように、対向する各受光領域 a_s , c_s が受光する受光量が多くなるとともに、対向する各受光領域 b_s , d_s が受光する受光量が少なくなる。図 2 4 C に示すような楕円形の戻り光が分割プリズム 1 0 7 に入射した場合、メインビーム用フォトディテクタ 1 1 1 は、図 2 5 C に示すように、対向する各受光領域 b_s , d_s が受光する受光量が多くなるとともに、対向する各受光領域 a_s , c_s が受光する受光量が少なくなる。

図 2 4 B に示すような円形の戻り光が分割プリズム 1 0 7 の頂角に入射した場合、メインビーム用フォトディテクタ 1 1 1 は、図 2 5 B に示すように、対向する各受光領域 a_s , c_s と各受光領域 b_s , d_s の各受光量が等しくなる。

したがって、メインビーム用フォトディテクタ 1 1 1 は、各受光領域 a_s , b_s , c_s , d_s がそれぞれ検出する各出力を $S a_s$, $S b_s$, $S c_s$, $S d_s$ とすると、フォーカシングエラー信号 $F E$ は、以下の式 2 3 に示すように計算することができる。

$$F E = (S a_s + S c_s) - (S b_s + S d_s) \quad \cdots (23)$$

すなわち、メインビーム用フォトディテクタ 1 1 1 は、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して 2 波長対物レンズ 1 0 5 が合焦位置に位置された場合、式 2 3 によって演算されるフォーカシングエラー信号 $F E$ が 0 となる。メインビーム用フォトディテクタ 1 1 1 は、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して 2 波長対物レンズ 1 0 5 が近づき過ぎた場合、フォーカシングエラー信号 $F E$ が正となり、また光ディスク 2 の記録面 2 a に対して 2 波長対物レンズ 1 0 5 が遠ざかり過ぎた場合、フォーカシングエラー信号 $F E$ が負となる。

上述のように受光部 1 0 8 のメインビーム用フォトディテクタ 1 1 1 は、各受光領域 a_s , b_s , c_s , d_s にそれぞれ入射された各ビームスポットの出力により、フォーカシングエラー信号 $F E$ を得るとともに再生信号を得る。

一組の各サイドビーム用フォトディテクタ 1 1 2, 1 1 3 は、光ディスク 2 からの戻り光うち回折格子 1 0 2 で分割された ± 1 次光の各受光量を各受光領域 e

e_3, f_3, g_3, h_3 で受光する。

したがって、サイドビーム用フォトディテクタ112, 113は、各受光領域 e_3, f_3, g_3, h_3 がそれぞれ検出する各出力を $S_{e_3}, S_{f_3}, S_{g_3}, S_{h_3}$ とすると、トラッキングエラー信号TEは、以下の式24に示すように計算することができる。

$$TE = (S_{a_3} + S_{c_3}) - (S_{b_3} + S_{d_3}) - \alpha ((S_{e_3} - S_{f_3}) + (S_{g_3} - S_{h_3})) \cdots (24)$$

以上のように構成された光学系100を有する光ピックアップ3では、光路合成回折素子106により、2波長光源101が選択的に出射する出射光の波長の違いによる発光点の位置ずれで変動した光路を補正することができ、分割プリズム107の頂角にそれぞれの波長の戻り光を導き4分割することができるので、受光部108の各受光領域に戻り光を適切に導くことができる。

次に、第2の例として、光ピックアップ3は、例えば、図26に示すように、光ディスク2から情報を再生する光学系120と、この光学系120が有する後述する対物レンズを駆動変位させる図示しないレンズ駆動機構とを有する。以下で、光学系120を有する光ピックアップ3について説明するが、光学系100を有する光ピックアップ3と共通する構成については共通の符号を付して詳細な説明は省略する。

光ピックアップ3が有する光学系120は、光路順に、互いに異なる波長のレーザ光を選択的に出射する2波長光源101と、この2波長光源101から出射された出射光を3分割する回折格子102と、回折格子102により3分割された出射光と光ディスク2からの戻り光との光路を分離するビームスプリッタ123と、ビームスプリッタ123で分離された出射光を所定の開口数NAに絞る開口絞り104と、この開口絞り104により絞られた出射光を光ディスク2の記録面2aに集光させる2波長対物レンズ105と、ビームスプリッタ123を透過した光ディスク2からの戻り光の発光点ずれによる光路の変動を補正する光路合成回折素子106と、光路合成回折素子106により光路の変動が補正された戻り光を4分割する分割プリズム107と、分割プリズム107で分離された戻り光を受光する受光部108とを有している。

ビームスプリッタ 123 は、第 1 の面 123 a と第 2 の面 123 b とからなる透光性を有する平行平板部材であり、2 波長光源 101 から出射されたレーザ光に対して第 1 の面 123 a と第 2 の面 123 b とが所定の角度を有するように配置され、2 波長光源 101 から選択的に出射された出射光を第 1 の面 123 a で反射して光ディスク 2 側に導くとともに、光ディスク 2 で反射された戻り光を第 1 の面 123 a を透過させ第 2 の面 123 b で反射させて分割プリズム 107 に導くようになっている。

ビームスプリッタ 123 は、第 1 の面 123 a の入射領域がハーフミラー面とされ、また、第 2 の面 123 b が全反射面とされており、この第 2 の面 123 b が、例えば反射膜を蒸着するなどの手法で形成され、戻り光を全反射するようになっている。

ビームスプリッタ 123 は、光ディスク 2 からの戻り光が通過することによって、分割プリズム 107 に入射される戻り光に非点収差を所定量だけ付与する。ビームスプリッタ 123 は、2 波長光源 101 から選択的に出射された出射光の光軸方向の位置を調動することによって、光ディスク 2 に対するデフォーカスを容易に調整することが可能とされる。

分割プリズム 107 は、図 21 及び図 22 に示すように、略正四角錐をなす形状に形成されており、ビームスプリッタ 123 を通過した戻り光の焦点又は焦点近傍で、戻り光の中心が正四角錐の頂角の中心に入射されるように配設されている。分割プリズム 107 は、ビームスプリッタ 123 を通過した戻り光の光路上に位置して、この戻り光を 4 分割する。

以上のような光学系 120 を有する光ピックアップ 3 を備える光ディスク装置 1 は、光ディスク 2 からの戻り光によって光ピックアップ 3 が検出したフォーカシングエラー信号及びトラッキングエラー信号に基づいて、サーボ回路 10 から光ピックアップ 3 の二軸アクチュエータに制御信号が出力されて、2 波長対物レンズ 105 がフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位されることにより、出射光が 2 波長対物レンズ 105 を介して光ディスク 2 の所望の記録トラックに合焦される。そして、光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 によって読み取られた信号が信号復調回路 12 及び誤り訂正回路 13 により、復調

処理及び誤り訂正処理された後、インタフェース 14 から再生信号として出力される。

ここで、上述した光学系 120 を有する光ピックアップ 3 内の出射光及び戻り光の光路を、図面を参照して説明する。

光ディスク装置 1 が、光ディスク 2 の記録面 2a から情報を再生する場合、図 26 に示すように、2 波長光源 101 から選択的に出射された光ディスク 2 に対応する波長の出射光は、回折格子 102 によって 0 次光及び±1 次光からなる 3 ビームにそれぞれ分割される。3 ビームに分割された出射光は、ビームスプリッタ 123 の第 1 の面 123a で反射されて、開口絞り 104 により所定の開口数に絞られ、2 波長対物レンズ 105 により光ディスク 2 の記録面 2a に集光される。

光ディスク 2 の記録面 2a からの戻り光は、ビームスプリッタ 123 の第 1 の面 123a を透過して第 2 の面 123b で反射され、第 1 の面 123a を透過し、光路合成回折素子 106 により光源 101 の発光点ずれによる光路変動が補正されて光路が合成され、回折格子 102 で分割された 0 次光に対応する戻り光が分割プリズム 107 の頂角に入射される。分割プリズム 107 の正四角錐の頂角に入射された戻り光は、正四角錐の各周面にそれぞれ入射されることにより、互いに異なる方向にそれぞれ屈折し、4 本の戻り光に 4 分割されて、受光部 108 のメインビーム用フォトディテクタ 111 の各受光領域 a_s , b_s , c_s , d_s にそれぞれ照射される。また、回折格子 102 で分割された±1 次光に対応するビームスプリッタ 123 を透過した戻り光の一方は、受光部 108 のサイドビーム用フォトディテクタ 112 の各受光領域 e_s , f_s にそれぞれ照射され、他方は、受光部 108 のサイドビーム用フォトディテクタ 113 の各受光領域 g_s , h_s にそれぞれ照射される。

以上のように構成された光学系 120 を有する光ピックアップ 3 では、光路合成回折素子 106 により、2 波長光源 101 が選択的に出射する出射光の波長の違いによる発光点の位置ずれで変動した光路を補正することができ、分割プリズム 107 の頂角にそれぞれの波長の戻り光を導き 4 分割することができるので、受光部 108 の各受光領域に戻り光を適切に導くことができる。

次に、第3の例として、光ピックアップ3は、例えば、図27に示すように、光ディスク2から情報を再生する光学系130と、この光学系130が有する後述する対物レンズを駆動変位させる図示しないレンズ駆動機構とを有する。以下で、光学系130を有する光ピックアップ3について説明するが、光学系100を有する光ピックアップ3と共通する構成については共通の符号を付して詳細な説明は省略する。

光ピックアップ3が有する光学系130は、光路順に、互いに異なる波長のレーザ光を選択的に出射する2波長光源101と、この2波長光源101から選択的に出射された出射光を3分割する回折格子102と、回折格子102により3分割された出射光と光ディスク2からの戻り光との光路を分離するビームスプリッタ133と、ビームスプリッタ133で分離された出射光を所定の開口数NAに絞る開口絞り104と、この開口絞り104により絞られた出射光を光ディスク2の記録面2aに集光させる2波長対物レンズ105と、ビームスプリッタ133を通過した光ディスク2からの戻り光の発光点ずれによる光路の変動を補正する光路合成回折素子106と、光路合成回折素子106により光路の変動が補正された戻り光を4分割する分割プリズム107と、分割プリズム107で分離された戻り光を受光する受光部108とを有している。

ビームスプリッタ133は、第1の面133aと、この第1の面133aに対して平行な第2の面133bと、第1の面133a及び第2の面133bとの間に出射光の光軸に対して所定の角度だけ傾いた第3の面133cと、第1の面133a及び第2の面133bと直交する第4の面133dと、第3の面133cと略平行とされた第5の面133eとからなる透光性を有する部材である。ビームスプリッタ133は、2波長光源101から選択的に出射された出射光に対して第1の面133aと第2の面133bとが略直交するように配置され、2波長光源101から選択的に出射された出射光を、第1の面133aを透過させて第3の面133cで反射し、第4の面133dを透過させて光ディスク2側に導くとともに、光ディスク2で反射された戻り光を第4の面133d及び第3の面133cを透過させ第5の面133eで反射させ、第1の面133aの出射領域を透過させて光路合成回折素子106に導く。

ビームスプリッタ133は、第3の面133cがハーフミラー面とされ、また、第5の面133eが全反射面とされており、この第5の面133eが、例えば反射膜を蒸着するなどの手法で形成され、戻り光を全反射する。

ビームスプリッタ133は、光ディスク2からの戻り光が通過することによって、光路合成回折素子106に入射される戻り光に非点収差を所定量だけ付与する。ビームスプリッタ133は、2波長光源101から出射された出射光の光軸方向の位置を調動することによって、光ディスク2に対するデフォーカスを容易に調整することが可能とされる。

分割プリズム107は、図21及び図22に示すように、略正四角錐をなす形状に形成されており、ビームスプリッタ133を通過した戻り光の焦点又は焦点近傍で、戻り光の中心が正四角錐の頂角の中心に入射されるように配設されている。分割プリズム107は、ビームスプリッタ133を通過した戻り光の光路上に位置して、この戻り光を4分割する。

以上のような光学系130を有する光ピックアップ3を備える光ディスク装置1は、光ディスク2からの戻り光によって光ピックアップ3が検出したフォーカシングエラー信号及びトラッキングエラー信号に基づいて、サーボ回路10から光ピックアップ3の二軸アクチュエータに制御信号が出力されて、2波長対物レンズ105がフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位されることにより、出射光が2波長対物レンズ105を介して光ディスク2の所望の記録トラックに合焦される。そして、光ディスク装置1は、光ピックアップ3によって読み取られた信号が信号復調回路12及び誤り訂正回路13により、復調処理及び誤り訂正処理された後、インタフェース14から再生信号として出力される。

ここで、上述した光学系130を有する光ピックアップ3内の出射光及び戻り光の光路を、図面を参照して説明する。

光ディスク装置1が、光ディスク2の記録面2aから情報を再生する場合、図27に示すように、2波長光源101から選択的に出射された光ディスク2に対応する波長の出射光は、回折格子102によって0次光及び±1次光からなる3ビームにそれぞれ分割される。3ビームに分割された出射光は、ビームスプリッ

タ 1 3 3 の第 1 の面 1 3 3 a を透過して第 3 の面 1 3 3 c で反射され第 4 の面 1 3 3 d を透過して、開口絞り 1 0 4 により所定の開口数に絞られ、2 波長対物レンズ 1 0 5 により光ディスク 2 の記録面 2 a に集光される。

光ディスク 2 の記録面 2 a からの戻り光は、ビームスプリッタ 1 3 3 の第 4 の面 1 3 3 d 及び第 3 の面 1 3 3 c を透過し第 5 の面 1 3 3 e で反射され、第 1 の面 1 3 3 a の入射領域とは異なる出射領域を透過し、光路合成回折素子 1 0 6 により光源 1 0 1 の発光点ずれによる光路変動が補正されて光路が合成され、回折格子 1 0 2 で分割された 0 次光に対応する戻り光が分割プリズム 1 0 7 の頂角に入射される。分割プリズム 1 0 7 の正四角錐の頂角に入射された戻り光は、正四角錐の各周面にそれぞれ入射されることにより、互いに異なる方向にそれぞれ屈折し、4 本の戻り光に 4 分割されて、受光部 1 0 8 のメインビーム用フォトディテクタ 1 1 1 の各受光領域 a_s , b_s , c_s , d_s にそれぞれ照射される。また、回折格子 1 0 2 で分割された ± 1 次光に対応するビームスプリッタ 1 3 3 を通過した戻り光の一方は、受光部 1 0 8 のサイドビーム用フォトディテクタ 1 1 2 の各受光領域 e_s , f_s にそれぞれ照射され、他方は、受光部 1 0 8 のサイドビーム用フォトディテクタ 1 1 3 の各受光領域 g_s , h_s にそれぞれ照射される。

以上のように構成された光学系 1 3 0 を有する光ピックアップ 3 では、光路合成回折素子 1 0 6 により、2 波長光源 1 0 1 が選択的に出射する出射光の波長の違いによる発光点の位置ずれで変動した光路を補正することができ、分割プリズム 1 0 7 の頂角にそれぞれの波長の戻り光を導き 4 分割することができるので、受光部 1 0 8 の各受光領域に戻り光を適切に導くことができる。

次に、第 4 の例として、光ピックアップ 3 は、例えば、図 2 8 に示すように、光ディスク 2 から情報を再生する光学系 1 4 0 と、この光学系 1 4 0 が有する後述する対物レンズを駆動変位させる図示しないレンズ駆動機構とを有する。以下で、光学系 1 4 0 を有する光ピックアップ 3 について説明するが、光学系 1 0 0 を有する光ピックアップ 3 と共通する構成については共通の符号を付して詳細な説明は省略する。

光ピックアップ 3 が有する光学系 1 4 0 は、光路順に、互いに異なる波長のレーザ光を選択的に出射する 2 波長光源 1 0 1 と、この 2 波長光源 1 0 1 から選択

的に出射された出射光を3分割する回折格子102と、回折格子102により3分割された出射光と光ディスク2からの戻り光との光路を分離するビームスプリッタ143と、ビームスプリッタ143で分離された出射光を所定の開口数NAに絞る開口絞り104と、この開口絞り104により絞られた出射光を光ディスク2の記録面2aに集光させる2波長対物レンズ105と、ビームスプリッタ143を通過した光ディスク2からの戻り光の発光点ずれによる光路の変動を補正する光路合成回折素子106と、光路合成回折素子106により光路の変動が補正された戻り光を4分割する分割プリズム107と、分割プリズム107で分離された戻り光を受光する受光部108とを有している。

ビームスプリッタ143は、第1の面143aと、この第1の面143aに垂直な第2の面143bと、第1の面143a及び第2の面143bと接する第3の面143cが略二等辺三角形をなす略三角柱形状された透光性を有する部材である。ビームスプリッタ143は、2波長光源101から選択的に出射された出射光を第1の面143aで反射して光ディスク2側に導くとともに、光ディスク2で反射された戻り光を、第1の面143aを透過させて第3の面143cで反射し、第2の面143bを透過させて光路合成回折素子106に導く。

ビームスプリッタ143は、第1の面143aがハーフミラー面とされ、第3の面143cが全反射面とされており、この第3の面143cが、例えば反射膜を蒸着するなどの手法で形成され、戻り光を全反射する。ビームスプリッタ143は、光ディスク2からの戻り光が通過することによって、光路合成回折素子106に入射される戻り光に非点収差を所定量だけ付与する。ビームスプリッタ143は、2波長光源101から出射された出射光の光軸方向の位置を調動することによって、光ディスク2に対するデフォーカスを容易に調整することが可能とされる。

分割プリズム107は、図21及び図22に示すように、略正四角錐をなす形状に形成されており、ビームスプリッタ143を通過した戻り光の焦点又は焦点近傍で、戻り光の中心が正四角錐の頂角の中心に入射されるように配設されている。分割プリズム107は、光路合成回折素子106を透過した戻り光の光路上に位置して、この戻り光を4分割する。

以上のような光学系 140 を有する光ピックアップ 3 を備える光ディスク装置 1 は、光ディスク 2 からの戻り光によって光ピックアップ 3 が検出したフォーカシングエラー信号及びトラッキングエラー信号に基づいて、サーボ回路 10 から光ピックアップ 3 の二軸アクチュエータに制御信号が出力されて、2 波長対物レンズ 105 がフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位されることにより、出射光が 2 波長対物レンズ 105 を介して光ディスク 2 の所望の記録トラックに合焦される。光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 によって読み取られた信号が信号復調回路 12 及び誤り訂正回路 13 により、復調処理及び誤り訂正処理された後、インタフェース 14 から再生信号として出力される。

ここで、上述した光学系 140 を有する光ピックアップ 3 内の出射光及び戻り光の光路を、図面を参照して説明する。

光ディスク装置 1 が、光ディスク 2 の記録面 2a から情報を再生する場合、図 26 に示すように、2 波長光源 101 から選択的に出射された光ディスク 2 に対応する波長の出射光は、回折格子 102 によって 0 次光及び±1 次光からなる 3 ビームにそれぞれ分割される。3 ビームに分割された出射光は、ビームスプリッタ 143 の第 1 の面 143a で反射され、開口絞り 104 により所定の開口数に絞られ、2 波長対物レンズ 105 により光ディスク 2 の記録面 2a に集光される。

光ディスク 2 の記録面 2a からの戻り光は、ビームスプリッタ 143 の第 1 の面 143a を透過し第 3 の面 143c で反射され、第 2 の面 143b を透過し、光路合成回折素子 106 により光源 101 の発光点ずれによる光路変動が補正されて光路が合成され、回折格子 102 で分割された 0 次光に対応する戻り光が分割プリズム 107 の頂角に入射される。分割プリズム 107 の正四角錐の頂角に入射された戻り光は、正四角錐の各周面にそれぞれ入射されることにより、互いに異なる方向にそれぞれ屈折し、4 本の戻り光に 4 分割されて、受光部 108 のメインビーム用フォトディテクタ 111 の各受光領域 a_s , b_s , c_s , d_s にそれぞれ照射される。また、回折格子 102 で分割された±1 次光に対応するビームスプリッタ 143 を透過した戻り光の一方は、受光部 108 のサイドビーム用フォトディテクタ 112 の各受光領域 e_s , f_s にそれぞれ照射され、他方は、受光部 108 のサイドビーム用フォトディテクタ 113 の各受光領域 g_s , h_s にそれ

ぞれ照射される。

以上のように構成された光学系 140 を有する光ピックアップ 3 では、光路合成回折素子 106 により、2 波長光源 101 が選択的に出射する出射光の波長の違いによる発光点の位置ずれで変動した光路を補正することができ、分割プリズム 107 の頂角にそれぞれの波長の戻り光を導き 4 分割することができるので、受光部 108 の各受光領域に戻り光を適切に導くことができる。

上述したように、光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 が、光ディスク 2 からの戻り光をビームスプリッタ 103, 123, 133, 143 により、2 波長光源 61 の発光点ずれによる光路変動を補正することができるので、光ディスク 2 に対応する波長の互いに異なる戻り光を分割プリズム 107 の頂角に適切に入射させることで、フォーカシングエラー信号の信頼性を向上することができる。

光ディスク装置 1 は、光学系 100, 120, 130, 140 を有する光ピックアップ 3 が、分割プリズム 107 の代わりに、図 16 に示すように、4 つの領域に分割されたグレーティング 79 を用いても同等の効果を達成することができる。この場合に、グレーティング 79 は、分割プリズム 107 と同等の効果が得られるように、分割領域 y1, y2, y3, y4 が設けられ、各分割領域 y1, y2, y3, y4 において溝を形成する方向がそれぞれ異なっている。具体的には、分割領域 y1 と y3 との溝を形成する方向と、分割領域 y2 と y4 との溝を形成する方向とが互いに直交するようにされている。グレーティング 79 は、入射した光ディスク 2 からの戻り光を、各分割領域 y1, y2, y3, y4 におけるそれぞれの溝の向き及び格子定数に応じて回折させて 4 分割し、受光部 108 のメインビーム用フォトディテクタ 111 に導く。グレーティング 79 は、ホログラム素子として所定のホログラムパターンをエッチング処理等によって形成される。また、ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、また、ブレイズ化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

上述した分割プリズム 107 は、例えば八角錐に形成されるとしてもよい。この場合には、受光部 108 のメインビーム用フォトディテクタ 111 が、受光面の中央から放射状の分割線によって 8 分割されるように構成されてもよい。また、

分割プリズム 107 は、平面を有する角錐に限定されずに、複数の曲面を有する形状とされていてもよい。この場合には、受光部 108 のメインビーム用フォトディテクタ 111 の分割領域を対応するように設けることとなる。

分割プリズム 107 は、略平板形状の光透過部材上にホログラム素子として所定のホログラムパターンをエッチング処理等によって形成する構成とされてもよい。また、ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、また、ブレイズ化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

光ディスク装置 1 は、光学系 100, 120, 130, 140 を有する光ピックアップ 3 が、光路中に反射面を有する設計にしてもよく、反射面を利用して光路を曲げることににより光学設計の自由度を向上させることができる。

さらに、光ディスク装置 1 は、光学系 100, 120, 130, 140 を有する光ピックアップ 3 が、分割プリズム 107 に入射する光ディスク 2 からの戻り光の入射角が分割プリズム 107 の各面に対して 45° 以下となるようにする。すなわち、分割プリズム 107 の各面の傾角を 45° 以下とすることで、入射する戻り光が全反射条件に入らないように、屈折角を大きくすることができるので、分割された各戻り光のビームスポット間隔を離すことができ、メインビーム用フォトディテクタ 111 内の各分割領域の間隔や、メインビーム用フォトディテクタ 111 とサイドビーム用フォトディテクタ 112, 113 との間隔を広く取ることができ、光ピックアップ 3 の組立精度を緩くすることができる。

光ディスク装置 1 は、光学系 100, 120, 130, 140 を有する光ピックアップ 3 が、従来の光ピックアップと同様の構成を用いることができ、製造コストの低減を図ることができるとともに、光学素子の配置の自由度が広がり、光学系の設計を容易とすることができる。

光ディスク装置 1 は、光学系 100, 120, 130, 140 を有する光ピックアップ 3 が、光ディスク 2 からの戻り光を分割する分割プリズム 107 を有することにより、メインビーム用フォトディテクタの分割線によってビームスポットを分割する形式に比して光路上で戻り光が分割されるため、分割プリズム 107 で分割された 4 本の各戻り光を受光するようにメインビーム用フォトディテク

タ 1 1 1 の各受光領域 a_3 , b_3 , c_3 , d_3 を所定の大きさに確保することで、メインビーム用フォトディテクタ 1 1 1 の分割位置等に要求される精度が緩和される。

このため、光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 におけるメインビーム用フォトディテクタ 1 1 1 の製造コストを低減するとともに、光ピックアップ 3 の製造工程でメインビーム用フォトディテクタ 1 1 1 の位置調整を容易に行うことが可能とされて、得られるフォーカシングエラー信号 F E の信頼性を向上することができる。

光ディスク装置 1 は、発光点 1 0 1 a 又は発光点 1 0 1 b から選択的に異なる波長のレーザ光を出射する 2 波長光源 1 0 1 を用いることにより、それぞれの波長の出射光の間で光路変動が発生してしまうが、光路合成回折格子 1 0 6 を有することで、異なる光路を合成して分割プリズム 1 0 7 の頂角に出射光の光軸を合わせることができる。これにより、光ディスク装置 1 は、異なる波長の戻り光を適切に分割プリズム 1 0 7 の頂角に導くことができ、この戻り光を分割することができる。

これにより、光ディスク装置 1 は、受光部 1 0 8 の各受光領域に適切に戻り光を導くことができ、フォーカシングエラー信号 F E を安定化することができる。

なお、光ディスク装置 1 は、上述した光ピックアップ 3 においてフォーカシングエラー信号 F E を得るために、いわゆる非点収差法が採用されたが、フーコー法等の他の検出方法が用いられてもよい。また、光ディスク装置 1 は、上述した光ピックアップ 3 においてトラッキングエラー信号 T E を得るために、いわゆる D P P 法が採用されたが、D P D (Differential Phase Detection) 法等の他の検出方法が用いられてもよい。

上述した例では、受発光一体型素子 3 1 又は 2 波長光源 6 1 における出射光の波長変動による光路変動を補正する光学系 3 0 又は 6 0 を有する場合と、2 波長光源 6 1 の出射波長の違いによる発光点ずれによる光路変動を補正する光学系 1 0 0, 1 2 0, 1 3 0 又は 1 4 0 を有する場合とで、光ピックアップ 3 の構成及び動作について説明したが、出射光の波長変動による光路変動を補正し、且つ出射波長の違いによる発光点ずれによる光路変動を補正する光学系を有するとして

もよい。

以下では、出射光の波長変動による光路変動を補正し、且つ出射波長の違いによる発光点ずれによる光路変動を補正する光学系を備える光ピックアップ3の構成例について説明する。なお、光学系30及び光学系60を有する光ピックアップ3と略同等の構成については同じ符号を付して説明を省略する。

第5の例として示す光ピックアップ3が有する光学系150は、図29に示すように、光路順に、互いに異なる波長のレーザ光を選択的に出射する2波長光源61と、この2波長光源61から出射された出射光を透過し、光ディスク2からの戻り光を後述する受光部156に導く複合光学素子151と、複合光学素子151を透過した出射光と光ディスク2からの戻り光との光路を分離する板状光学素子152と、板状光学素子152を透過した出射光を平行光とするコリメータレンズ153と、コリメータレンズ153により平行光とされた出射光の偏光状態を変化させる1/4波長板154と、1/4波長板154を透過した出射光を光ディスク2の記録面2aに集光させる2波長対物レンズ155と、光ディスク2からの戻り光を受光する受光部156とを有している。

2波長光源61は、波長が例えば780nm程度のレーザ光と波長が例えば650nm程度のレーザ光を選択的に発光点61aと発光点61bとからそれぞれ出射する半導体レーザを有している。ここで、2波長光源61は、光ディスク2がCDフォーマットとされた光ディスクである場合に、ドライブコントローラ11からの制御信号に基づき波長が略780nmのレーザ光を発光点61aから出射し、光ディスク2がDVDフォーマットとされた光ディスクである場合に、ドライブコントローラ11からの制御信号に基づき波長が略650nmのレーザ光を発光点61bから出射するように切り換え可能とされている。また、2波長光源61は、発光点61bが2波長対物レンズ155の光軸中心に位置するように配されている。

複合光学素子151は、図30に示すように、例えば樹脂材料を射出成型することでブロック状に形成されており、2波長光源61に臨まされるとともにこの2波長光源61の発光点61bから出射される出射光の光軸に直交する第1の面151aと、この第1の面151aと略平行に対向する第2の面151bと、第

2の面151bに対して所定の角度だけ傾斜して対向する第3の面151dと、第1の面151a及び第2の面151bに対して垂直且つ第3の面151dに対して所定の角度だけ傾斜して対向する第4の面151eとを有している。

第1の面151aには、2波長光源61の発光点61a又は発光点61bから出射された出射光を、0次光及び±1次光からなる3ビームに分割する3ビーム生成回折格子161が設けられている。光学系150は、トラッキングエラー信号TEを得るために、いわゆるDPP法が適用されており、3ビーム生成回折格子161により分割された±1次光を受光部156で受光して各出力を検出することによってトラッキングサーボを行うように構成されている。

第2の面151bには、2波長光源61から選択的に出射された出射光の光路上に、2波長光源61の発光点ずれによる光路変動を補正する光路合成回折素子162が設けられており、また、戻り光の光路上にこの戻り光を回折させて、さらに0次光及び±1次光に分割して、例えばこの−1次光を戻り光として後述する光路分岐回折格子152aで発生する光路変動を補正する第1の色補償回折格子163が設けられている。光路合成回折素子162は、発光点61bから出射される波長が650nm程度の出射光の光軸が対物レンズ155の光軸中心に位置合わせされているので、発光点61aから出射される波長が略780nm程度の出射光を発光点61bから出射された出射光の光軸に合わせるようになっている。

第3の面151dには、第1の色補償回折格子163によって補正された戻り光の光路上に位置して、この戻り光を反射及び回折させて、さらに0次光及び±1次光に分割して、例えばこの−1次光を戻り光として後述する光路分岐回折格子152aで発生する光路変動を第1の色補償回折格子163とともに補正する第2の色補償回折格子164が設けられている。この第2の色補償回折格子164は、入射された戻り光が全反射するように第3の面151dに所定の反射膜が設けられており、いわゆる反射型の回折格子として機能する。

第4の面151eには、第2の色補償回折格子164で光路変動が補正された戻り光の光路上に位置して、この戻り光を4分割する分割プリズム165が設けられている。

この分割プリズム 1 6 5 は、図 3 1 及び図 3 2 に示すように、略正四角錐をなす形状に形成されており、第 2 の色補償回折格子 1 6 4 によって反射及び回折された - 1 次光が、この回折光の焦点又は焦点近傍で、回折光の中心が正四角錐の頂角の中心に入射されるように配設されている。

分割プリズム 1 6 5 は、複合光学素子 1 5 1 の内方に位置して、この内方側に頂角を向けて設けられている。すなわち、分割プリズム 1 6 5 は、3 ビーム生成回折格子 1 6 1 で分割された 3 ビームにおける 0 次光が、第 1 の色補償回折格子 1 6 3 で回折され、第 2 の色補償回折格子 1 6 4 で反射及び回折されて、頂角に入射されるように配設されている。なお、分割プリズム 1 6 5 は、正四角錐の底面が、第 2 の色補償回折格子 1 4 3 で反射及び回折された - 1 次光の光軸に対して直交するように配設されている。

複合光学素子 1 5 1 は、光路分岐回折格子 1 5 2 a で分離された戻り光が通過することによって、分割プリズム 1 6 5 に入射される戻り光に非点収差を所定量だけ付与する。複合光学素子 1 5 1 は、2 波長光源 6 1 から選択的に出射された出射光の光軸方向の位置を調動することによって、光ディスク 2 に対するデフォーカスを容易に調整することが可能とされる。

複合光学素子 1 5 1 は、例えば、透光性を有する樹脂材料を射出成型することにより形成される。また、その他の形成方法としては、エッチング加工により上述の 3 ビーム生成回折格子 1 6 1、光路合成回折格子 1 6 2、第 1 の色補償回折格子 1 6 3、第 2 の色補償回折格子 1 6 4 及び分割プリズム 1 6 5 を形成してもよいし、機械加工により形成してもよい。なお、複合光学素子 1 5 1 を形成する材料としては、樹脂材料に限定されるものではなく、硝材等の透光性を有する光学材料を用いることができ、さらにこれらの光学材料の組み合わせにより、部分的に材料構成を変えるようにしてもよい。

複合光学素子 1 5 1 は、3 ビーム生成回折格子 1 6 1、光路合成回折格子 1 6 2、第 1 の色補償回折格子 1 6 3、第 2 の色補償回折格子 1 6 4 がそれぞれホログラム素子として所定のホログラムパターンをエッチング処理等によって形成する構成とされてもよい。ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、ブレード化ホログラムとすることで回折効率を向上させるよ

うにしてもよい。

ここで、複合光学素子 3 2 で説明した場合と同様に、例えば、第 1 の色補償回折格子 1 6 3 及び第 2 の色補償回折格子 1 6 4 の格子定数や第 3 の面 1 5 1 d と第 2 の面 1 5 1 b とがなす角度などを計算して複合光学素子 1 5 1 を設計することで、波長変動による戻り光の光路変動を補正し分割プリズム 1 6 5 の頂角にこの戻り光を正確に導くことができる。

このように設計された複合光学素子 1 5 1 は、2 波長光源 6 1 から選択的に出射される出射光の波長変動により、光ディスク 2 からの戻り光が光路分岐回折格子 1 5 2 a で +1 次光として回折されて出射光と分離される際に、この分離された戻り光の光路が変動しても、この戻り光を第 1 の色補償回折格子 1 6 3 で -1 次光として回折し、第 2 の色補償回折格子 1 6 4 で -1 次光として反射及び回折させることにより、光ディスク 2 からの戻り光を常に分割プリズム 1 6 5 の頂角に導き、分割プリズム 1 6 5 で分割された各戻り光を受光部 1 5 6 の受光領域の所定の位置に正確に導くことができるようにされている。

板状光学素子 1 5 2 は、例えば、透光性を有する板状の光学素子であり、複合光学素子 1 5 1 を通過した出射光の入射面に、光ディスク 2 からの戻り光のうち 3 ビーム生成回折格子 1 6 1 で分割された 0 次光及び ±1 次光を回折させて、それぞれをさらに 0 次光及び ±1 次光に分割して、例えば、この +1 次光を戻り光として出射光の光路と分離する光路分岐回折格子 1 5 2 a が設けられている。この光路分岐回折格子 1 5 2 a は、特定方向の偏光成分のみを回折するようにされており、光ディスク 2 からの戻り光だけを回折するようになっている。

板状光学素子 1 5 2 は、樹脂材料を射出成型することにより形成される。その他の形成方法としては、エッチング加工により上述の光路分岐回折格子 1 5 2 a を形成してもよいし、機械加工により形成してもよい。なお、板状光学素子 1 5 2 を形成する材料としては、樹脂材料に限定されるものではなく、硝材等の透光性を有する光学材料を用いることができ、さらにこれらの光学材料の組み合わせにより、部分的に材料構成を変えるようにしてもよい。

板状光学素子 1 5 2 は、光路分岐回折格子 1 5 2 a がホログラム素子として所定のホログラムパターンをエッチング処理等によって形成する構成とされてもよ

い。また、ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、また、ブレイズ化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

コリメータレンズ 153 は、平行光を生成するレンズであり、板状光学素子 152 を透過した出射光を平行光束として 1/4 波長板 154 へ透過するとともに、光ディスク 2 からの戻り光を板状光学素子 152 へ透過させる。

1/4 波長板 154 は、偏光状態を変化させる素子であり、コリメータレンズ 153 で平行光とされた出射光と光ディスク 2 からの戻り光とがそれぞれ透過するようにされており、出射光に対する戻り光の偏光方向を 90 度回転させる。

2 波長対物レンズ 155 は、少なくとも 1 つの凸レンズにより構成され、2 波長光源 61 から出射された互いに異なる波長の出射光を集光する集光レンズであり、1/4 波長板 154 で偏光状態が変化された出射光を光ディスク 2 に集光するように配設されている。

受光部 156 は、図 33 に示すように、3 ビーム生成回折格子 161 で分割された 0 次光であるメインビームを受光する略形状のメインビーム用フォトディテクタ 171 と、3 ビーム生成回折格子 161 で分割された ±1 次光である 2 つのサイドビームをそれぞれ受光する一組の略帯状のサイドビーム用フォトディテクタ 172, 173 とを有している。受光部 156 は、複合光学素子 151 の分割プリズム 165 によって分割された各戻り光に対応する位置に配設されている。受光部 156 には、中央に位置して略形状のメインビーム用フォトディテクタ 171 が配設されるとともに、このメインビーム用フォトディテクタ 171 を間に挟み込んで両側に位置して一組の略帯状のサイドビーム用フォトディテクタ 172, 173 がそれぞれ配設されている。

受光部 156 のメインビーム用フォトディテクタ 171 は、互いに直交する一組の分割線によって 4 等分割された各受光領域 a_4 , b_4 , c_4 , d_4 を有している。これら各受光領域 a_4 , b_4 , c_4 , d_4 には、分割プリズム 165 によって 4 分割された各戻り光がそれぞれ照射される。

受光部 156 のサイドビーム用フォトディテクタ 172, 173 は、それぞれ分割線によって 2 等分割された受光領域 e_4 , f_4 , 受光領域 g_4 , h_4 を有してい

る。これら各受光領域 e_4 , f_4 には、光路分岐回折格子 152a で分割された ± 1 次光に対応する光ディスク 2 からの戻り光の一方が照射され、これら各受光領域 g_4 , h_4 には、光路分岐回折格子 152a で分割された ± 1 次光に対応する光ディスク 2 からの戻り光の他方が照射される。

光ピックアップ 3 が有するレンズ駆動機構は、図示しないが、2 波長対物レンズ 155 を保持するレンズホルダと、このレンズホルダを 2 波長対物レンズ 155 の光軸に平行なフォーカシング方向及び 2 波長対物レンズ 155 の光軸に直交するトラッキング方向との二軸方向に変位可能に支持するホルダ支持部材と、レンズホルダを二軸方向に電磁力により駆動変位させる電磁駆動部とを有している。

レンズ駆動機構は、受光部 156 のメインビーム用フォトディテクタ 171 が検出するフォーカシングエラー信号及びサイドビーム用フォトディテクタ 172, 173 が検出するトラッキングエラー信号に基づいて、2 波長対物レンズ 155 をフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位させて、光ディスク 2 の記録面 2a の記録トラックに出射光を合焦させる。

以上のような光学系 150 を有する光ピックアップ 3 を備える光ディスク装置 1 は、光ディスク 2 からの戻り光によって光ピックアップ 3 が検出したフォーカシングエラー信号及びトラッキングエラー信号に基づいて、サーボ回路 10 から光ピックアップ 3 の二軸アクチュエータに制御信号が出力されて、2 波長対物レンズ 155 がフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位されることにより、出射光が 2 波長対物レンズ 155 を介して光ディスク 2 の所望の記録トラックに合焦される。光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 によって読み取られた信号が信号復調回路 12 及び誤り訂正回路 13 により、復調処理及び誤り訂正処理された後、インタフェース 14 から再生信号として出力される。

上述した光学系 150 を有する光ピックアップ 3 を備える光ディスク装置 1 について、光ピックアップ 3 内の出射光及び戻り光の光路を、図面を参照して説明する。

光ディスク装置 1 が、図 29 に示すように、光ディスク 2 の記録面 2a から情報を再生する場合、2 波長光源 61 から選択的に出射された互いに異なる波長の出射光は、複合光学素子 151 の 3 ビーム生成回折格子 161 によって 0 次光及

び±1次光からなる3ビームにそれぞれ分割される。3ビームに分割された出射光は、複合光学素子151の光路合成回折格子162により光路変動が補正されて、板状光学素子152の光路分岐回折格子152aを透過する。光路分岐回折格子152aを透過した出射光は、コリメータレンズ153により平行光とされ、1/4波長板154により偏光状態が変化され、2波長対物レンズ155により光ディスク2の記録面2aに集光される。

光ディスク2の記録面2aからの戻り光は、2波長対物レンズ155を透過して、1/4波長板154により偏光状態が変化され、コリメータレンズ153を透過して板状光学素子152の光路分岐回折格子152aにおいて出射光に対して偏光方向が90度回転した戻り光のみ回折し、複合光学素子151の第2の面151bの第1の色補償回折格子163に向かう光路に導かれて、+1次光が第1の色補償回折格子163に入射される。第1の色補償回折格子163に入射された光路分岐回折格子152aからの戻り光は、第1の色補償回折格子163により回折し、-1次光が戻り光として第2の色補償回折格子164に入射され、第2の色補償回折格子164より反射及び回折し、-1次光が戻り光として分割プリズム165の頂角に入射される。分割プリズム165の正四角錐の頂角に入射された戻り光は、頂角を含む正四角錐の各周面にそれぞれ入射されることにより、互いに異なる方向にそれぞれ屈折し、4本の戻り光に4分割されて、受光部156のメインビーム用フォトディテクタ171の各受光領域 a_4 , b_4 , c_4 , d_4 にそれぞれ照射される。また、光路分岐回折格子151aで分割された±1次光に対応する複合光学素子151を通過した戻り光の一方は、受光部156のサイドビーム用フォトディテクタ172の各受光領域 e_4 , f_4 にそれぞれ照射され、他方は、受光部156のサイドビーム用フォトディテクタ173の各受光領域 g_4 , h_4 にそれぞれ照射される。

第2の色補償回折格子164で反射及び回折された戻り光が分割プリズム165の頂角に入射されるとき、図34Bに示すように、光ディスク2の記録面2aに対して2波長対物レンズ155が合焦位置に位置されている場合、分割プリズム165の頂角には、ほぼ円形とされた回折光が入射される。

一方、回折光が分割プリズム165の頂角に入射されるとき、図34Aに示す

ように、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して 2 波長対物レンズ 1 5 5 が近づき過ぎた場合、2 波長対物レンズ 1 5 5 が合焦位置から外れるため、回折光が複合光学素子 1 5 1 を通過することにより発生する非点収差によって、分割プリズム 1 6 5 の頂角には、長軸が図中右上がりの楕円形とされた回折光が入射される。

回折光が分割プリズム 1 6 5 の頂角に入射されるとき、図 3 4 C に示すように、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して 2 波長対物レンズ 1 5 5 が遠ざかり過ぎた場合、2 波長対物レンズ 1 5 5 が合焦位置から外れるため、回折光が複合光学素子 1 5 1 を通過することにより発生する非点収差によって、分割プリズム 1 6 5 の頂角には、長軸が図中左上がりの楕円形とされた回折光が入射される。

したがって、2 波長対物レンズ 1 5 5 が合焦位置から外れた状態で、分割プリズム 1 6 5 の頂角に回折光が入射するとき、分割プリズム 1 6 5 の互いに対向する二組の周面 x_9 , x_{11} と周面 x_{10} , x_{12} には、一方の組の各周面に回折光の大部分が入射するとともに、他方の組の各周面に回折光のごく僅かが入射するように分かれる。

すなわち、図 3 4 A に示すように楕円形とされた回折光が入射する分割プリズム 1 6 5 には、回折光の大部分が一組の対向する各周面 x_9 , x_{11} に入射するとともに、回折光のごく僅かが一組の対向する各周面 x_{10} , x_{12} に入射する。図 3 4 C に示すように楕円形とされた回折光が入射する分割プリズム 1 6 5 には、回折光の大部分が一組の各周面 x_{10} , x_{12} に入射するとともに、回折光のごく僅かが一組の対向する各周面 x_9 , x_{11} に入射する。

3 ビーム生成回折格子 1 6 1 で分割された 0 次光のうち光ディスク 2 からの戻り光は、第 2 の色補償回折格子 1 6 4 で反射及び回折され -1 次光とされて、この -1 次光が分割プリズム 1 6 5 の頂角を含む各周面 x_9 , x_{10} , x_{11} , x_{12} にそれぞれ入射されることにより、互いに異なる方向に屈折されるため、4 本の戻り光に分割されて、受光部 1 5 6 のメインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 の各受光領域 a_4 , b_4 , c_4 , d_4 にそれぞれ入射する。

このため、図 3 5 A 及び図 3 5 C に示すように、メインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 の互いに対向する二組の各受光領域 a_4 , c_4 と各受光領域 b_4 , d_4 とでは、一方の組の各受光領域が受光する受光量が多くなるとともに、他方の組の

各受光領域が受光する受光量が少なくなる。

すなわち、図 3 4 A に示すような楕円形の回折光が分割プリズム 1 6 5 に入射した場合、メインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 は、図 3 5 A に示すように、対向する各受光領域 a_4 、 c_4 が受光する受光量が多くなるとともに、対向する各受光領域 b_4 、 d_4 が受光する受光量が少なくなる。図 3 4 C に示すような楕円形の回折光が分割プリズム 1 6 5 に入射した場合、メインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 は、図 3 5 C に示すように、対向する各受光領域 b_4 、 d_4 が受光する受光量が多くなるとともに、対向する各受光領域 a_4 、 c_4 が受光する受光量が少なくなる。

図 3 4 B に示すような円形の回折光が分割プリズム 1 6 5 の頂角に入射した場合、メインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 は、図 3 5 B に示すように、対向する各受光領域 a_4 、 c_4 と各受光領域 b_4 、 d_4 の各受光量が等しくなる。

したがって、メインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 は、各受光領域 a_4 、 b_4 、 c_4 、 d_4 がそれぞれ検出する各出力を $S a_4$ 、 $S b_4$ 、 $S c_4$ 、 $S d_4$ とすると、フォーカシングエラー信号 $F E$ は、以下の式 2 5 に示すように計算することができる。

$$F E = (S a_4 + S c_4) - (S b_4 + S d_4) \cdots \cdots (25)$$

すなわち、メインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 は、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して 2 波長対物レンズ 1 5 5 が合焦位置に位置された場合、式 2 5 によって演算されるフォーカシングエラー信号 $F E$ が 0 となる。メインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 は、光ディスク 2 の記録面 2 a に対して 2 波長対物レンズ 1 5 5 が近づき過ぎた場合、フォーカシングエラー信号 $F E$ が正となり、また光ディスク 2 の記録面 2 a に対して 2 波長対物レンズ 1 5 5 が遠ざかり過ぎた場合、フォーカシングエラー信号 $F E$ が負となる。

上述のように受光部 1 5 6 のメインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 は、各受光領域 a_4 、 b_4 、 c_4 、 d_4 にそれぞれ入射された各ビームスポットの出力により、フォーカシングエラー信号 $F E$ を得るとともに再生信号を得る。

また、一組の各サイドビーム用フォトディテクタ 1 7 2、1 7 3 は、光ディスク 2 からの戻り光うち光路分岐回折格子 1 5 2 a で分割された ± 1 次光の各受光

量を各受光領域 e_4 , f_4 , g_4 , h_4 で受光する。

したがって、サイドビーム用フォトディテクタ 112, 113 は、各受光領域 e_4 , f_4 , g_4 , h_4 がそれぞれ検出する各出力を S_{e_4} , S_{f_4} , S_{g_4} , S_{h_4} とすると、トラッキングエラー信号 TE は、以下の式 26 に示すように計算することができる。

$$TE = (S_{a_4} + S_{c_4}) - (S_{b_4} + S_{d_4}) - \alpha ((S_{e_4} - S_{f_4}) + (S_{g_4} - S_{h_4})) \dots (26)$$

以上のように光ディスク装置 1 は、光学系 150 を有する光ピックアップ 3 により得られたフォーカシングエラー信号 FE 及びトラッキングエラー信号 TE に基づいて、サーボ回路 10 がレンズ駆動機構を制御して 2 波長対物レンズ 155 をフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位させることにより、光ディスク 2 の記録面 2a に出射光を合焦させて、光ディスク 2 から情報を再生する。

次に、第 6 の例として示す光ピックアップ 3 が有する光学系 180 は、図 36 に示すように、光路順に、互いに異なる波長のレーザ光を選択的に出射する 2 波長光源 61 と、この 2 波長光源 61 から出射された出射光を透過し、光ディスク 2 からの戻り光を後述する受光部 156 に導く複合光学素子 151 と、複合光学素子 151 を透過した出射光を平行光とするとともに、複合光学素子 151 を透過した出射光と光ディスク 2 からの戻り光との光路を分離するコリメータレンズ 153 と、コリメータレンズ 153 により平行光とされた出射光の偏光状態を変化させる $1/4$ 波長板 154 と、 $1/4$ 波長板 154 を透過した出射光を光ディスク 2 の記録面 2a に集光させる 2 波長対物レンズ 155 と、光ディスク 2 からの戻り光を受光する受光部 156 とを有している。

コリメータレンズ 153 は、平行光を生成するレンズであり、複合光学素子 151 を透過した出射光を平行光束として $1/4$ 波長板 154 へ透過するとともに、光ディスク 2 からの戻り光のうち 3 ビーム生成回折格子 161 で分割された 0 次光及び ± 1 次光を回折させて、それぞれをさらに 0 次光及び ± 1 次光に分割して、例えば、この $+1$ 次光を戻り光として出射光の光路と分離する光路分岐回折格子 153a が設けられている。この光路分岐回折格子 153a は、コリメータレン

ズ 1 5 3 の出射光の入射面に設けられており、特定方向の偏光成分のみを回折するようにされ、出射光を透過し光ディスク 2 からの戻り光だけを回折するようになっている。

コリメータレンズ 1 5 3 は、例えば、透光性を有する樹脂材料を射出成型することにより形成される。その他の形成方法としては、エッチング加工により上述の 光路分岐回折格子 1 5 3 a を形成してもよいし、機械加工により形成してもよい。コリメータレンズ 1 5 3 を形成する材料としては、樹脂材料に限定されるものではなく、硝材等の透光性を有する光学材料を用いることができ、さらにこれらの光学材料の組み合わせにより、部分的に材料構成を変えるようにしてもよい。

コリメータレンズ 1 5 3 は、光路分岐回折格子 1 5 3 a がホログラム素子として所定のホログラムパターンをエッチング処理等によって形成する構成とされてもよい。ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、ブレイズ化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

以上のような光学系 1 8 0 を有する光ピックアップ 3 を備える光ディスク装置 1 は、光ディスク 2 からの戻り光によって光ピックアップ 3 が検出したフォーカシングエラー信号及びトラッキングエラー信号に基づいて、サーボ回路 1 0 から光ピックアップ 3 の二軸アクチュエータに制御信号が出力されて、2 波長対物レンズ 1 5 5 がフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位されることにより、出射光が 2 波長対物レンズ 1 5 5 を介して光ディスク 2 の所望の記録トラックに合焦される。光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 によって読み取られた信号が信号復調回路 1 2 及び誤り訂正回路 1 3 により、復調処理及び誤り訂正処理された後、インタフェース 1 4 から再生信号として出力される。

ここで、上述した光学系 1 5 0 を有する光ピックアップ 3 を備える光ディスク装置 1 について、光ピックアップ 3 内の出射光及び戻り光の光路を、図面を参照して説明する。

光ディスク装置 1 が、図 3 6 に示すように、光ディスク 2 の記録面 2 a から情報を再生する場合、2 波長光源 6 1 から選択的に出射された互いに異なる波長の出射光は、複合光学素子 1 5 1 の 3 ビーム生成回折格子 1 6 1 によって 0 次光及

び±1次光からなる3ビームにそれぞれ分割される。3ビームに分割された出射光は、複合光学素子151の光路合成回折格子162により光路変動が補正されて、コリメータレンズ153の光路分岐回折格子153aを透過するとともに平行光とされ、1/4波長板154により偏光状態が変化され、2波長対物レンズ155により光ディスク2の記録面2aに集光される。

光ディスク2の記録面2aからの戻り光は、2波長対物レンズ155を透過して、1/4波長板154により偏光状態が変化され、コリメータレンズ153の光路分岐回折格子153aにおいて出射光に対して偏光方向が90度回転した戻り光のみ回折し、複合光学素子151の第2の面151bの第1の色補償回折格子163に向かう光路に導かれて、+1次光が第1の色補償回折格子163に入射される。第1の色補償回折格子163に入射された光路分岐回折格子153aからの戻り光は、第1の色補償回折格子163により回折し、-1次光が戻り光として第2の色補償回折格子164に入射され、第2の色補償回折格子164より反射及び回折し、-1次光が戻り光として分割プリズム165の頂角に入射される。分割プリズム165の正四角錐の頂角に入射された戻り光は、頂角を含む正四角錐の各周面にそれぞれ入射されることにより、互いに異なる方向にそれぞれ屈折し、4本の戻り光に4分割されて、受光部156のメインビーム用フォトディテクタ171の各受光領域a₄, b₄, c₄, d₄にそれぞれ照射される。また、光路分岐回折格子153aで分割された±1次光に対応する複合光学素子151を通過した戻り光の一方は、受光部156のサイドビーム用フォトディテクタ172の各受光領域e₄, f₄にそれぞれ照射され、他方は、受光部156のサイドビーム用フォトディテクタ173の各受光領域g₄, h₄にそれぞれ照射される。

以上のように光ディスク装置1は、光学系180を有する光ピックアップ3により得られたフォーカシングエラー信号FE及びトラッキングエラー信号TEに基づいて、サーボ回路10がレンズ駆動機構を制御して2波長対物レンズ155をフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位させることにより、光ディスク2の記録面2aに出射光を合焦させて、光ディスク2から情報を再生する。

次に、第7の例として示す光ピックアップ3が有する光学系185は、図37

に示すように、光路順に、互いに異なる波長のレーザ光を選択的に出射する2波長光源61と、この2波長光源61から出射された出射光を透過し、光ディスク2からの戻り光を後述する受光部156に導く複合光学素子151と、複合光学素子151を透過した出射光を平行光とするコリメータレンズ153と、コリメータレンズ153により平行光とされた出射光を光ディスク2の記録面2aに集光させるとともに、出射光と光ディスク2からの戻り光との光路を分離する2波長対物レンズ155と、光ディスク2からの戻り光を受光する受光部156とを有している。

2波長対物レンズ155は、少なくとも1つの凸レンズにより構成され、2波長光源61から出射された互いに異なる波長の出射光を集光する集光レンズであり、出射光を光ディスク2に集光するように配設されている。また、2波長対物レンズ155は、出射光の入射面側に光ディスク2からの戻り光のうち3ビーム生成回折格子161で分割された0次光及び±1次光を回折させて、それぞれをさらに0次光及び±1次光に分割して、例えば、この+1次光を戻り光として出射光の光路と分離する光路分岐回折格子155aが設けられている。この光路分岐回折格子155aは、2波長対物レンズ155の出射光の入射面に設けられている。

2波長対物レンズ155は、例えば、透光性を有する樹脂材料を射出成型することにより形成される。また、その他の形成方法としては、エッチング加工により上述の光路分岐回折格子155aを形成してもよいし、機械加工により形成してもかまわない。なお、2波長対物レンズ155を形成する材料としては、樹脂材料に限定されるものではなく、硝材等の透光性を有する光学材料を用いることができ、さらにこれらの光学材料の組み合わせにより、部分的に材料構成を変えるようにしてもよい。

2波長対物レンズ155は、光路分岐回折格子155aがホログラム素子として所定のホログラムパターンをエッチング処理等によって形成する構成とされてもよい。ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、ブレード化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

以上のような光学系185を有する光ピックアップ3を備える光ディスク装置

1 は、光ディスク 2 からの戻り光によって光ピックアップ 3 が検出したフォーカシングエラー信号及びトラッキングエラー信号に基づいて、サーボ回路 10 から光ピックアップ 3 の二軸アクチュエータに制御信号が出力されて、2 波長対物レンズ 155 がフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位されることにより、出射光が 2 波長対物レンズ 155 を介して光ディスク 2 の所望の記録トラックに合焦される。光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 によって読み取られた信号が信号復調回路 12 及び誤り訂正回路 13 により、復調処理及び誤り訂正処理された後、インタフェース 14 から再生信号として出力される。

ここで、上述した光学系 185 を有する光ピックアップ 3 を備える光ディスク装置 1 について、光ピックアップ 3 内の出射光及び戻り光の光路を、図面を参照して説明する。

光ディスク装置 1 が、図 37 に示すように、光ディスク 2 の記録面 2a から情報を再生する場合、2 波長光源 61 から選択的に出射された互いに異なる波長の出射光は、複合光学素子 151 の 3 ビーム生成回折格子 161 によって 0 次光及び±1 次光からなる 3 ビームにそれぞれ分割される。3 ビームに分割された出射光は、複合光学素子 151 の光路合成回折格子 162 により光路変動が補正されて、コリメータレンズ 153 により平行光とされ、2 波長対物レンズ 155 において光路分岐回折格子 155a を透過するとともに光ディスク 2 の記録面 2a に集光される。

光ディスク 2 の記録面 2a からの戻り光は、2 波長対物レンズ 155 の光路分岐回折格子 155a において出射光を回折し、コリメータレンズ 153 を透過して、複合光学素子 151 の第 2 の面 151b の第 1 の色補償回折格子 163 に向かう光路に導かれて、+1 次光が第 1 の色補償回折格子 163 に入射される。第 1 の色補償回折格子 163 に入射された光路分岐回折格子 155a からの戻り光は、第 1 の色補償回折格子 163 により回折し、-1 次光が戻り光として第 2 の色補償回折格子 164 に入射され、第 2 の色補償回折格子 164 より反射及び回折し、-1 次光が戻り光として分割プリズム 165 の頂角に入射される。分割プリズム 165 の正四角錐の頂角に入射された戻り光は、頂角を含む正四角錐の各周面にそれぞれ入射されることにより、互いに異なる方向にそれぞれ屈折し、4

本の戻り光に4分割されて、受光部156のメインビーム用フォトディテクタ171の各受光領域 a_4 , b_4 , c_4 , d_4 にそれぞれ照射される。3ビーム生成回折格子161で分割された±1次光に対応する複合光学素子151を通過した戻り光の一方は、受光部156のサイドビーム用フォトディテクタ172の各受光領域 e_4 , f_4 にそれぞれ照射され、他方は、受光部156のサイドビーム用フォトディテクタ173の各受光領域 g_4 , h_4 にそれぞれ照射される。

以上のように光ディスク装置1は、光学系185を有する光ピックアップ3により得られたフォーカシングエラー信号FE及びトラッキングエラー信号TEに基づいて、サーボ回路10がレンズ駆動機構を制御して2波長対物レンズ155をフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位させることにより、光ディスク2の記録面2aに出射光を合焦させて、光ディスク2から情報を再生する。

次に、第8の例として示す光ピックアップ3が有する光学系190は、図38に示すように、光路順に、互いに異なる波長のレーザ光を選択的に出射する2波長光源61と、この2波長光源61から出射された出射光を透過し、光ディスク2からの戻り光を後述する受光部156に導く複合光学素子151と、複合光学素子151を透過した出射光と光ディスク2からの戻り光との光路を分離する板状光学素子158と、板状光学素子158を透過した出射光を平行光とするコリメータレンズ153と、コリメータレンズ153により平行光とされた出射光の偏光状態を変化させる1/4波長板154と、1/4波長板154を透過した出射光を光ディスク2の記録面2aに集光させる2波長対物レンズ155と、光ディスク2からの戻り光を受光する受光部156とを有している。

複合光学素子151は、戻り光の光路上に、この戻り光を回折させて、さらに0次光及び±1次光に分割して、例えばこの-1次光を戻り光として後述する光路分岐回折格子158aで発生する光路変動を補正する第1の色補償回折格子163が設けられている。なお、この光学系190における複合光学素子151は、前述した光学系150, 180, 185で説明した光路合成回折格子162を備えないものとする。

板状光学素子158は、透光性を有する板状の光学素子であり、複合光学素子

151を通過した出射光を透過させる。板状光学素子158は、光ディスク2からの戻り光の入射面側に、光ディスク2からの戻り光のうち3ビーム生成回折格子161で分割された0次光及び±1次光を回折させて、それぞれをさらに0次光及び±1次光に分割して、例えば、この+1次光を戻り光として出射光の光路と分離する光路分岐回折格子158aが設けられている。この光路分岐回折格子158aは、特定方向の偏光成分のみを回折するようにされており、光ディスク2からの戻り光だけを回折するようになっている。

また、板状光学素子158は、2波長光源61から出射された光の入射面側における出射光の光路上に、2波長光源61の発光点ずれによる光路変動を補正する光路合成回折格子158bが設けられ、光ディスク2からの戻り光の出射面側における戻り光の光路上に、2波長光源61の波長変動による光路変動を補正する第3の色補償回折格子158cが設けられている。

板状光学素子158は、例えば、透光性を有する樹脂材料を射出成型することにより形成される。その他の形成方法としては、エッチング加工により上述の光路分岐回折格子158a、光路合成回折格子158b及び第3の色補償回折格子158cを形成してもよいし、機械加工により形成してもよい。なお、板状光学素子158を形成する材料としては、樹脂材料に限定されるものではなく、硝材等の透光性を有する光学材料を用いることができ、さらにこれらの光学材料の組み合わせにより、部分的に材料構成を変えるようにしてもよい。

板状光学素子158は、光路分岐回折格子158a、光路合成回折格子158b及び第3の色補償回折格子158cがそれぞれホログラム素子として所定のホログラムパターンをエッチング処理等によって形成する構成とされてもよい。ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、ブレイズ化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

以上のような光学系190を有する光ピックアップ3を備える光ディスク装置1は、光ディスク2からの戻り光によって光ピックアップ3が検出したフォーカシングエラー信号及びトラッキングエラー信号に基づいて、サーボ回路10から光ピックアップ3の二軸アクチュエータに制御信号が出力されて、2波長対物レンズ155がフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位され

ることにより、出射光が2波長対物レンズ155を介して光ディスク2の所望の記録トラックに合焦される。そして、光ディスク装置1は、光ピックアップ3によって読み取られた信号が信号復調回路12及び誤り訂正回路13により、復調処理及び誤り訂正処理された後、インタフェース14から再生信号として出力される。

ここで、上述した光学系190を有する光ピックアップ3を備える光ディスク装置1について、光ピックアップ3内の出射光及び戻り光の光路を、図面を参照して説明する。

光ディスク装置1が、図38に示すように、光ディスク2の記録面2aから情報を再生する場合、2波長光源61から選択的に出射された互いに異なる波長の出射光は、複合光学素子151の3ビーム生成回折格子161によって0次光及び±1次光からなる3ビームにそれぞれ分割される。3ビームに分割された出射光は、複合光学素子151を透過して、板状光学素子158の光路合成回折格子158bにより光路変動が補正されて、板状光学素子158の光路分岐回折格子158bを透過する。光路分岐回折格子158bを透過した出射光は、板状光学素子158を透過し、コリメータレンズ153により平行光とされ、1/4波長板154により偏光状態が変化され、2波長対物レンズ155により光ディスク2の記録面2aに集光される。

光ディスク2の記録面2aからの戻り光は、2波長対物レンズ155を透過して、1/4波長板154により偏光状態が変化され、コリメータレンズ153を透過して板状光学素子158の光路分岐回折格子158aにおいて出射光に対して偏光方向が90度回転した戻り光のみ回折し、第3の色補償回折格子158cにより回折して、複合光学素子151の第2の面151cの第1の色補償回折格子163に向かう光路に導かれて、+1次光が第1の色補償回折格子163に入射される。第1の色補償回折格子163に入射された第3の色補償回折格子158cからの戻り光は、第1の色補償回折格子163により回折し、-1次光が戻り光として第2の色補償回折格子164に入射され、第2の色補償回折格子164より反射及び回折し、-1次光が戻り光として分割プリズム165の頂角に入射される。分割プリズム165の正四角錐の頂角に入射された戻り光は、頂角を

含む正四角錐の各周面にそれぞれ入射されることにより、互いに異なる方向にそれぞれ屈折し、4本の戻り光に4分割されて、受光部156のメインビーム用フォトディテクタ171の各受光領域 a_4 , b_4 , c_4 , d_4 にそれぞれ照射される。

3ビーム生成回折格子161で分割された±1次光に対応する複合光学素子151を通過した戻り光の一方は、受光部156のサイドビーム用フォトディテクタ172の各受光領域 e_4 , f_4 にそれぞれ照射され、他方は、受光部156のサイドビーム用フォトディテクタ173の各受光領域 g_4 , h_4 にそれぞれ照射される。

以上のように光ディスク装置1は、光学系190を有する光ピックアップ3により得られたフォーカシングエラー信号FE及びトラッキングエラー信号TEに基づいて、サーボ回路10がレンズ駆動機構を制御して2波長対物レンズ155をフォーカシング方向及びトラッキング方向にそれぞれ駆動変位させることにより、光ディスク2の記録面2aに出射光を合焦させて、光ディスク2から情報を再生する。

上述したように、光ディスク装置1は、光学系150, 180又は185を有する光ピックアップ3が、光ディスク2からの戻り光を回折する第1の色補償回折格子163と、この第1の色補償回折格子163により回折された+1次光を戻り光として、この戻り光をさらに回折する第2の色補償回折格子164とが設けられた複合光学素子151を有することにより、周囲の温度変化により2波長光源61から選択的に出射される出射光の発振波長が変動しても適切な位置に導くことができる。

光ディスク装置1は、光学系190を有する光ピックアップ3が、光ディスク2からの戻り光を回折する第1の色補償回折格子163と、この第1の色補償回折格子163により回折された+1次光を戻り光として、この戻り光をさらに回折する第2の色補償回折格子164とが設けられた複合光学素子151に加えて、第3の色補償回折格子158cを有する板状光学素子158を有することにより、周囲の温度変化により2波長光源61から選択的に出射される出射光の発振波長が変動しても適切な位置に導くことができる。

このため、光ディスク装置1は、従来に比して部品点数の増加もなく簡単な構造の光ピックアップを用いることで、得られるフォーカシングエラー信号FEの

信頼性を向上することができる。

したがって、光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 内の光学系 150, 180 又は 185 が複合光学素子 151 を有することで、生産性が向上し、製造コストの低減を図り、信頼性を向上させることができる。

光ディスク装置 1 は、光学系 150, 180 又は 185 を有する光ピックアップ 3 において、複合光学素子 151 のみで、2 波長光源 61 から出射光の波長変動により発生する光路変動を補正する機能を備えているため、光学部品の点数を必要最小限に留めて、光学系 150, 180 又は 185 の構成を簡素化、小型化を図るとともに製造コストを低減することが可能とされる。

光ディスク装置 1 は、光学系 150, 180, 185 又は 190 を有する光ピックアップ 3 が、光ディスク 2 からの戻り光を分割する分割プリズム 165 を有する複合光学素子 151 を有することにより、メインビーム用フォトディテクタの分割線によってビームスポットを分割する形式に比して光路上で戻り光が分割されるため、分割プリズム 165 で分割された 4 本の各戻り光を受光するようにメインビーム用フォトディテクタ 171 の各受光領域 a_4 , b_4 , c_4 , d_4 を所定の大きさに確保することで、メインビーム用フォトディテクタ 171 の分割位置等に要求される精度が緩和される。

このため、光ディスク装置 1 は、光ピックアップ 3 におけるメインビーム用フォトディテクタ 171 の製造コストを低減するとともに、光ピックアップ 3 の製造工程でメインビーム用フォトディテクタ 171 の位置調整を容易に行うことが可能とされて、得られるフォーカシングエラー信号 FE の信頼性を向上することができる。

光ディスク装置 1 は、発光点 61 a 又は発光点 61 b から選択的に異なる波長のレーザ光を出射する 2 波長光源 61 を用いることにより、それぞれの波長の出射光の間で光路変動が発生してしまうが、複合光学素子 151 が光路合成回折格子 151 b 又は板状光学素子 158 が光路合成回折格子 158 b を有することで、異なる光路を合成して 2 波長対物レンズ 155 の光軸中心に出射光の光軸を合わせることができる。これにより、光ディスク装置 1 は、異なる波長の出射光を適切に光ディスク 2 の信号記録面 2 a に導くことができる。

光ディスク装置 1 は、色補償回折格子を 2 つ以上備えることで、1 つの色補償回折格子あたりが補正する光路変動の補正量を少なくすることができる。これにより、光ディスク装置 1 は、それぞれの色補償回折格子の格子ピッチを広く設計することが可能となり、一つの色補償回折格子で光路変動を補正する場合と比して製造が容易となる。

光ディスク装置 1 は、上述した光ピックアップ 3 においてフォーカシングエラー信号 F E を得るために、いわゆる非点収差法が採用されたが、フーコー法等の他の検出方法が用いられてもよい。

光ディスク装置 1 は、3 ビームを用いてトラッキング制御を行わず、1 ビームのみを用いる場合に、複合光学素子 1 5 1 に 3 ビーム生成回折格子 1 6 1 を設けなくともよい。光ディスク装置 1 は、3 ビーム生成回折格子 1 6 1 を設けないことにより複合光学素子 1 5 1 の第 1 の面 1 5 1 a に光路変動や収差などの補正機能を有する回折格子等を配設することができ、この複合光学素子 1 5 1 に更なる機能を追加することで、部品点数を減らすことが可能となり、生産性が向上する。ここで、複合光学素子 1 5 1 は、非点収差量を補正する回折格子を設けるようにすることが好ましく、分割プリズム 1 6 5 の頂角にビーム形状が略円形状となるように、適切に戻り光を集光させることができるようになる。

上述した複合光学素子 1 5 1 は、分割プリズム 1 6 5 が例えば八角錐に形成されるとしてもよい。この場合には、受光部 1 5 6 のメインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 が、受光面の中央から放射状の分割線によって 8 分割されるように構成されてもよい。複合光学素子 1 5 1 は、分割プリズム 1 6 5 が、第 4 の面 8 4 に対して内方側に設けられたが、第 4 の面 1 5 1 e に対して外方側に突設されてもよい。さらに、複合光学素子 1 5 1 は、分割プリズム 1 6 5 が、平面を有する角錐に限定されずに、複数の曲面を有する形状とされていてもよい。この場合には、受光部 1 5 6 のメインビーム用フォトディテクタ 1 7 1 の分割領域を対応するように設けることとなる。

上述した複合光学素子 1 5 1 は、分割プリズム 1 6 5 の代わりに、図 2 2 に示すように、4 つの領域に分割されたグレーティング 7 9 を用いても同等の効果を得ることができる。この場合に、グレーティング 7 9 は、分割プリズム 1 6 5 と

同等の効果が得られるように、分割領域 y_1 , y_2 , y_3 , y_4 が設けられ、各分割領域 y_1 , y_2 , y_3 , y_4 において溝を形成する方向がそれぞれ異なっている。具体的には、分割領域 y_1 と y_3 との溝を形成する方向と、分割領域 y_2 と y_4 との溝を形成する方向とが互いに直交するようにされている。グレーティング 79 は、入射した光ディスク 2 からの戻り光を、各分割領域 y_1 , y_2 , y_3 , y_4 におけるそれぞれの溝の向き及び格子定数に応じて回折させて 4 分割し、受光部 156 のメインビーム用フォトディテクタ 171 に導く。グレーティング 79 は、ホログラム素子として所定のホログラムパターンをエッチング処理等によって形成される。ホログラム素子を用いる場合には、表面レリーフ型ホログラムが好ましく、また、ブレース化ホログラムとすることで回折効率を向上させるようにしてもよい。

複合光学素子 151 は、内部に反射面を有する設計にしてもよく、反射面を利用して光路を曲げることにより光学設計の自由度を向上させることができる。

さらにまた、複合光学素子 151 は、分割プリズム 165 に入射する光ディスク 2 からの戻り光の入射角が分割プリズム 165 の各面に対して 45° 以下となるようにする、すなわち分割プリズム 165 の各面の傾角を 45° 以下とすることで、入射する戻り光が全反射条件に入らないように、屈折角を大きくすることができるので、分割された各戻り光のビームスポット間隔を離すことができ、メインビーム用フォトディテクタ 171 内の各分割領域の間隔や、メインビーム用フォトディテクタ 171 とサイドビーム用フォトディテクタ 172, 173 との間隔を広く取ることができ、光ピックアップ 3 の組立精度を緩くすることができる。

なお、本発明は、図面を参照して説明した上述の実施例に限定されるものではなく、添付の請求の範囲及びその主旨を逸脱することなく、様々な変更、置換又はその同等のものを行うことができることは当業者にとって明らかである。

産業上の利用可能性

上述したように、本発明に係る光ピックアップ装置は、光ディスクからの戻り

光を回折素子により分離する際に、光源から出射する出射光の波長変動による光路のずれを波長変動補正手段により補正する光学装置を用いることで、生産性を向上し、製造コストの低減を図り、フォーカシングエラー信号の信頼性を向上することができる。

本発明に係る光ピックアップ装置に用いられる光学装置は、光ディスクからの戻り光を回折素子により分離する際に、光源から出射する出射光の波長変動による光路のずれを波長変動補正手段により補正することで、受光手段に適切に光を導くことができるので、光ディスク装置におけるフォーカシングエラー信号の信頼性を向上することができる。

本発明に係る光ピックアップ装置に用いられる光学装置は、光ディスクからの戻り光を出射光の光路と分離する際に、最適な非点収差量となるように補正することで、光分割手段に導く戻りの光ビームの形状を良好なものとすることができるので、光ディスク装置におけるフォーカシングエラー信号の信頼性を向上することができる。

請求の範囲

1. 互いに異なる波長の出射光を出射する光源と、

光ディスクに上記光源から出射された出射光を集光するとともに上記光ディスクからの戻り光を集光する対物レンズと、

上記光源から出射された出射光を透過し上記光ディスクからの戻り光を回折させる第1の回折素子と、上記第1の回折素子で回折された戻り光が入射される位置に配置され、上記光源から出射される出射光の波長変動により上記第1の回折素子で発生する戻り光の光路変動を補正し、所定の位置に戻り光を導く少なくとも一つの光路変動補正手段とを有する複合光学素子と、

上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光を複数の受光領域で受光する受光手段とを備える光ピックアップ装置。

2. 上記複合光学素子は、上記第1の回折素子と上記光路変動補正手段とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第1項記載の光ピックアップ装置。

3. 上記第1の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第1項記載の光ピックアップ装置。

4. 上記光路変動補正手段は、第2の回折素子であり、上記第1の回折素子で回折された戻り光を更に回折させることを特徴とする請求の範囲第1項記載の光ピックアップ装置。

5. 上記第2の回折素子は、反射型の回折素子であることを特徴とする請求の範囲第4項記載の光ピックアップ装置。

6. 上記第2の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第4項記載の光ピックアップ装置。

7. 更に、上記複合光学素子は、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光が入射される位置に配置され、上記戻り光を複数の分割して上記受光手段の各受光領域に導く光分割手段を有する請求の範囲第1項記載の光ピックアップ装置。

8. 上記複合光学素子は、上記第1の回折素子と上記光路変動補正手段と上記光

分割手段とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第7項記載の光ピックアップ装置。

9. 上記光分割手段は、複数の平面又は曲面により構成されたプリズムであることを特徴とする請求の範囲第7項記載の光ピックアップ装置。

10. 上記複合光学素子は、上記プリズムが、略四角錐状に形成されてなり、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光を4分割するとともに、

上記受光手段は、上記複合光学素子の上記プリズムで4分割された各戻り光を受光する上記受光領域が4分割されたことを特徴とする請求の範囲第9項記載の光ピックアップ装置。

11. 上記プリズムは、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光の各面への入射角が 45° 以下となるようにされていることを特徴とする請求の範囲第10項記載の光ピックアップ装置。

12. 更に、上記複合光学素子は、上記光源から出射された出射光の光路上で上記出射光を上記第1の回折素子へ反射させ、及び／又は上記第1の回折素子で回折された戻り光の光路上で当該戻り光を上記所定の位置へ反射させる反射手段を有することを特徴とする請求の範囲第1項記載の光ピックアップ装置。

13. 上記複合光学素子は、上記第1の回折素子と上記光路変動補正手段と上記反射手段とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第12項記載の光ピックアップ装置。

14. 更に、上記複合光学素子は、上記光源と上記第1の回折素子との間の光路上に配置され、上記光源から出射された出射光を0次光及び±1次光に3分割する第3の回折素子を有し、

上記受光手段は、上記光分割手段で分割された各戻り光のうち、上記第3の回折素子で分割された0次光を、フォーカシングエラー信号を得るために受光し、上記第3の回折素子で分割された±1次光を、トラッキングエラー信号を得るために受光することを特徴とする請求の範囲第1項記載の光ピックアップ装置。

15. 上記複合光学素子は、上記第1の回折素子と上記光路変動補正手段と上記第3の回折素子とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第14項記載の光ピックアップ装置。

16. 上記第3の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第14項記載の光ピックアップ装置。

17. 更に、上記複合光学素子は、上記光源と上記第1の回折素子との間に配設され、上記光源のそれぞれの波長の発光点の位置のずれによる、一方の波長の出射光の光路に対する他方の波長の出射光の光路のずれを補正する光路合成手段を有することを特徴とする請求の範囲第1項記載の光ピックアップ装置。

18. 上記複合光学素子は、上記第1の回折素子と上記光路変動補正手段と上記光路合成手段とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第17項記載の光ピックアップ装置。

19. 上記光路合成手段は、第4の回折素子であり、上記第1の回折素子で回折された戻り光を更に回折させることを特徴とする請求の範囲第17項記載の光ピックアップ装置。

20. 上記第4の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第19項記載の光ピックアップ装置。

21. 上記複合光学素子は、上記光路合成手段と上記少なくとも一つの光路変動補正手段とが第5の回折素子により同一面内に形成されていることを特徴とする請求の範囲第17項記載の光ピックアップ装置。

22. 上記第5の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第21項記載の光ピックアップ装置。

23. 上記光ディスクからの戻り光を回折させる第1の回折素子は、上記対物レンズ表面に設けられていることを特徴とする請求の範囲第1項記載の光ピックアップ装置。

24. 更に、上記光源から出射された互いに異なる波長の出射光を平行光とするコリメータレンズを備え、

上記光ディスクからの戻り光を回折させる第1の回折素子は、上記コリメータレンズ表面に設けられていることを特徴とする請求の範囲第1項記載の光ピックアップ装置。

25. 更に、上記光源と上記第1の回折素子との間に上記光源から出射された出射光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とす

る請求の範囲第1項記載の光ピックアップ装置。

26. 更に、上記光路変動補正手段により所定の位置に導かれる戻り光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求の範囲第1項記載の光ピックアップ装置。

27. 互いに異なる波長の光を出射する光源と、

上記光ディスクに上記光源から出射された出射光を集光するとともに上記光ディスクからの戻り光を集光する対物レンズと、

上記光源から出射された出射光と光ディスクで反射された戻り光との光路を分離するビームスプリッタと、

上記光源のそれぞれの波長の発光点の位置のずれによる、一方の波長の出射光の光路に対する他方の波長の出射光の光路のずれを補正する光路合成手段と、

上記ビームスプリッタで分離され、上記光路合成手段により光路のずれが補正された戻り光が入射される位置に配置され、上記戻り光を複数に分割する光分割手段と、

上記光分割手段により分割された複数の戻り光を複数の受光領域で受光する受光手段とを備え、

上記光分割手段は、複数の平面又は曲面により構成されたプリズムであることを特徴とする光ピックアップ装置。

28. 上記プリズムは、略四角錐状に形成されてなり、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光を4分割することを特徴とする請求の範囲第27項記載の光ピックアップ装置。

29. 上記プリズムは、ビームスプリッタで分離された戻り光の各面への入射角が 45° 以下となるようにされていることを特徴とする請求の範囲第27項記載の光ピックアップ装置。

30. 更に、上記光源から出射された出射光の光路上で当該出射光を上記ビームスプリッタへ反射させ、及び／又は上記ビームスプリッタで分離された戻り光の光路上で上記戻り光を上記所定の位置へ反射させる反射手段を備える請求の範囲第27項記載の光ピックアップ装置。

31. 更に、上記光源と上記ビームスプリッタとの間の光路上に配置され、上記

光源から出射された出射光を 0 次光及び±1 次光に 3 分割する第 3 の回折素子を備える請求の範囲第 2 7 項記載の光ピックアップ装置。

3 2. 上記ビームスプリッタは、第 1 の面及び第 2 の面からなる略平板状に形成され、上記光源から出射された出射光を上記第 1 の面で反射するとともに、戻りの光ビームを上記第 1 の面及び第 2 の面ともに透過させることを特徴とする請求の範囲第 2 7 項記載の光ピックアップ装置。

3 3. 上記ビームスプリッタは、第 1 の面及び第 2 の面からなる略平板状に形成され、上記光源から出射された出射光を上記第 1 の面で反射するとともに、戻りの光ビームを上記第 1 の面から入射させ上記第 2 の面で反射して再び上記第 1 の面を透過させることを特徴とする請求の範囲第 2 7 項記載の光ピックアップ装置。

3 4. 上記ビームスプリッタは、少なくとも第 1 の面、第 2 の面及び第 3 の面からなり、これらの面を略二等辺三角形状に配設して形成され、上記光源から出射された出射光を上記第 1 の面で反射するとともに、戻りの光ビームを上記第 1 の面から入射させ上記第 2 の面で反射して上記第 3 の面を透過させることを特徴とする請求の範囲第 2 7 項記載の光ピックアップ装置。

3 5. 更に、上記光源と上記ビームスプリッタとの間に上記光源から出射された出射光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求の範囲第 2 7 項記載の光ピックアップ装置。

3 6. 更に、上記ビームスプリッタにより分離される戻り光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求の範囲第 2 7 項記載の光ピックアップ装置。

3 7. 光ディスクに対して情報を記録及び／又は再生する光ピックアップと、上記光ディスクを回転駆動するディスク回転駆動手段とを備える光ディスク装置において、

上記光ピックアップは、互いに異なる波長の光を出射する光源と、

上記光ディスクに上記光源から出射された出射光を集光するとともに上記光ディスクからの戻り光を集光する対物レンズと、

上記光源から出射された出射光を透過させ、上記光ディスクからの戻り光を回折させる第 1 の回折素子と、上記第 1 の回折素子で回折された戻り光が入射され

る位置に配置され、上記光源から出射される出射光の波長変動により上記第1の回折素子で発生する戻り光の光路変動を補正し、所定の位置に戻り光を導く少なくとも一つの光路変動補正手段とを有する複合光学素子と、

上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光を複数の受光領域で受光する受光手段とを有することを特徴とする光ディスク装置。

38. 上記複合光学素子は、上記第1の回折素子と上記光路変動補正手段とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第37項記載の光ディスク装置。

39. 上記第1の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第38項記載の光ディスク装置。

40. 上記光路変動補正手段は、第2の回折素子であり、上記第1の回折素子で回折された戻り光を更に回折させることを特徴とする請求の範囲第37項記載の光ディスク装置。

41. 上記第2の回折素子は、反射型の回折素子であることを特徴とする請求の範囲第40項記載の光ディスク装置。

42. 上記第2の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第40項記載の光ディスク装置。

43. 更に、上記複合光学素子は、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光が入射される位置に配置され、上記戻り光を複数の分割して上記受光手段の各受光領域に導く光分割手段を有することを特徴とする請求の範囲第37項記載の光ディスク装置。

44. 上記複合光学素子は、上記第1の回折素子と上記光路変動補正手段と上記光分割手段とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第43項記載の光ディスク装置。

45. 上記光分割手段は、複数の平面又は曲面により構成されたプリズムであることを特徴とする請求の範囲第43項記載の光ディスク装置。

46. 上記複合光学素子は、上記プリズムが、略四角錐状に形成されてなり、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光を4分割するとともに、

上記受光手段は、上記複合光学素子の上記プリズムで4分割された各戻り光を

受光する受光領域が4分割されたことを特徴とする請求の範囲第45項記載の光ディスク装置。

47. 上記プリズムは、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光の各面への入射角が 45° 以下となるようにされていることを特徴とする請求の範囲第45項記載の光ディスク装置。

48. 更に、上記複合光学素子は、上記光源から出射された出射光の光路上で上記出射光を上記第1の回折素子へ反射させ、及び／又は上記第1の回折素子で回折された戻り光の光路上で当該戻り光を上記所定の位置へ反射させる反射手段を有することを特徴とする請求の範囲第37項記載の光ディスク装置。

49. 上記複合光学素子は、上記第1の回折素子と上記光路変動補正手段と上記反射手段とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第48項記載の光ディスク装置。

50. 更に、上記複合光学素子は、上記光源と上記第1の回折素子との間の光路上に配置され、上記光源から出射された出射光を0次光及び ± 1 次光に3分割する3の回折素子を有し、

上記受光手段は、上記光分割手段で分割された各戻り光のうち、上記第3の回折素子で分割された0次光を、フォーカシングエラー信号を得るために受光し、上記更に他の回折素子で分割された ± 1 次光を、トラッキングエラー信号を得るために受光することを特徴とする請求の範囲第37項記載の光ディスク装置。

51. 上記複合光学素子は、上記第1の回折素子と上記光路変動補正手段と上記第3の回折素子とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第50項記載の光ディスク装置。

52. 上記第3の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第50項記載の光ディスク装置。

53. 更に、上記複合光学素子は、上記光源と上記第1の回折素子との間に配設され、上記光源のそれぞれの波長の発光点の位置のずれによる、一方の波長の出射光の光路に対する他方の波長の出射光の光路のずれを補正する光路合成手段を有することを特徴とする請求の範囲第37項記載の光ディスク装置。

54. 上記複合光学素子は、上記第1の回折素子と上記光路変動補正手段と上記

光路合成手段とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第53項記載の光ディスク装置。

55. 上記光路合成手段は、第4の回折素子であり、上記第1の回折素子で回折された戻り光を更に回折させることを特徴とする請求の範囲第53項記載の光ディスク装置。

56. 上記第4の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第55項記載の光ディスク装置。

57. 上記複合光学素子は、上記光路合成手段と上記少なくとも一つの光路変動補正手段とが第5の回折素子により同一面内に形成されていることを特徴とする請求の範囲第53項記載の光ディスク装置。

58. 上記第5の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第57項記載の光ディスク装置。

59. 上記光ディスクからの戻り光を回折させる第1の回折素子は、上記対物レンズ表面に設けられていることを特徴とする請求の範囲第37項記載の光ディスク装置。

60. 更に、上記光源から出射された互いに異なる波長の出射光を平行光とするコリメータレンズを備え、

上記光ディスクからの戻り光を回折させる第1の回折素子は、上記コリメータレンズ表面に設けられていることを特徴とする請求の範囲第37項記載の光ディスク装置。

61. 更に、上記光源と上記第1の回折素子との間に上記光源から出射された出射光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求の範囲第37項記載の光ディスク装置。

62. 更に、上記光路変動補正手段により所定の位置に導かれる戻り光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求の範囲第37項記載の光ディスク装置。

63. 光ディスクに対して情報を記録及び／又は再生する光ピックアップと、上記光ディスクを回転駆動するディスク回転駆動手段とを備える光ディスク装置において、

上記光ピックアップは、互いに異なる波長の光を出射する光源と、

上記光ディスクに上記光源から出射された出射光を集光するとともに上記光ディスクからの戻り光を集光する対物レンズと、

上記光源から出射された出射光と光ディスクで反射された戻り光との光路を分離するビームスプリッタと、

上記光源のそれぞれの波長の発光点の位置のずれによる、一方の波長の出射光の光路に対する他方の波長の出射光の光路のずれを補正する光路合成手段と、

上記ビームスプリッタで分離され、上記光路合成手段により光路のずれが補正された戻り光が入射される位置に配置され、上記戻り光を複数の分割する光分割手段と、

上記光分割手段により分割された複数の戻り光を複数の受光領域で受光する受光手段とを備え、

上記光分割手段は、複数の平面又は曲面により構成されたプリズムであることを特徴とする光ディスク装置。

64. 上記プリズムは、略四角錐状に形成されてなり、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光を4分割することを特徴とする請求の範囲第63項記載の光ディスク装置。

65. 上記プリズムは、ビームスプリッタで分離された戻り光の各面への入射角が 45° 以下となるようにされていることを特徴とする請求の範囲第63項記載の光ディスク装置。

66. 更に、上記光源から出射された出射光の光路上で当該出射光を上記ビームスプリッタへ反射させ、及び／又は上記ビームスプリッタで分離された戻り光の光路上で上記戻り光を上記所定の位置へ反射させる反射手段を備える請求の範囲第63項記載の光ディスク装置。

67. 更に、上記光源と上記ビームスプリッタとの間の光路上に配置され、上記光源から出射された出射光を0次光及び±1次光に3分割する第3の回折素子を備える請求の範囲第63項記載の光ディスク装置。

68. 上記ビームスプリッタは、第1の面及び第2の面からなる略平板状に形成され、上記光源から出射された出射光を上記第1の面で反射するとともに、戻り

の光ビームを上記第1の面及び第2の面ともに透過させることを特徴とする請求の範囲第63項記載の光ディスク装置。

69. 上記ビームスプリッタは、第1の面及び第2の面からなる略平板状に形成され、上記光源から出射された出射光を上記第1の面で反射するとともに、戻りの光ビームを上記第1の面から入射させ上記第2の面で反射して再び上記第1の面を透過させることを特徴とする請求の範囲第63項記載の光ディスク装置。

70. 上記ビームスプリッタは、少なくとも第1の面、第2の面及び第3の面からなり、これらの面を略二等辺三角形状に配設して形成され、上記光源から出射された出射光を上記第1の面で反射するとともに、戻りの光ビームを上記第1の面から入射させ上記第2の面で反射して上記第3の面を透過させることを特徴とする請求の範囲第63項記載の光ディスク装置。

71. 更に、上記光源と上記ビームスプリッタとの間に上記光源から出射された出射光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求の範囲第63項記載の光ディスク装置。

72. 更に、上記ビームスプリッタにより分離される戻り光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求の範囲第63項記載の光ディスク装置。

73. 光源から出射された互いに異なる波長の出射光を透過させ、光ディスクからの戻り光を回折させる第1の回折素子と、

上記第1の回折素子で回折された戻り光が入射される位置に配置され、上記光源から出射される出射光の波長変動により上記第1の回折素子で発生する戻り光の光路変動を補正し、所定の位置に戻り光を導く少なくとも一つの光路変動補正手段とを備える光学装置。

74. 上記第1の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第73項記載の光学装置。

75. 上記光路変動補正手段は、第2の回折素子であり、上記第1の回折素子で回折された戻り光を更に回折させることを特徴とする請求の範囲第73項記載の光学装置。

76. 上記第2の回折素子は、反射型の回折素子であることを特徴とする請求の

範囲第 7 5 項記載の光学装置。

7 7. 上記第 2 の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第 7 5 項記載の光学装置。

7 8. 更に、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光が入射される位置に配置され、上記戻り光を複数に分割して複数の受光領域を有する受光手段に導く光分割手段を備える請求の範囲第 7 3 項記載の光学装置。

7 9. 上記光分割手段は、複数の平面又は曲面により構成されたプリズムであることを特徴とする請求の範囲第 7 8 項記載の光学装置。

8 0. 上記プリズムは、略四角錐状に形成されてなり、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光を 4 分割することを特徴とする請求の範囲第 7 9 項記載の光学装置。

8 1. 上記プリズムは、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光の各面への入射角が 45° 以下となるようにされていることを特徴とする請求の範囲第 7 9 項記載の光学装置。

8 2. 更に、上記光源から出射された互いに異なる波長の出射光の光路上で当該出射光を上記第 1 の回折素子へ反射させ、及び／又は上記第 1 の回折素子で回折された戻り光の光路上で上記戻り光を上記所定の位置へ反射させる反射手段を備える請求の範囲第 7 3 項記載の光学装置。

8 3. 更に、上記光源と上記第 1 の回折素子との間の光路上に配置され、上記光源から出射された出射光を 0 次光及び±1 次光に 3 分割する第 3 の回折素子を備える請求の範囲第 7 3 項記載の光学装置。

8 4. 上記第 3 の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第 8 3 項記載の光学装置。

8 5. 更に、上記光源と上記第 1 の回折素子との間に配設され、上記光源のそれぞれの波長の発光点の位置のずれによる、一方の波長の出射光の光路に対する他方の波長の出射光の光路のずれを補正する光路合成手段を備えることを特徴とする請求の範囲第 7 3 項記載の光学装置。

8 6. 上記光路合成手段は、第 4 の回折素子であり、上記第 1 の回折素子で回折された戻り光を更に回折させることを特徴とする請求の範囲第 8 5 項記載の光学

装置。

87. 上記第4の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第86項記載の光学装置。

88. 上記光路合成手段と上記少なくとも一つの光路変動補正手段とが第5の回折素子により同一面内に形成されていることを特徴とする請求の範囲第85項記載の光学装置。

89. 上記第5の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第88項記載の光学装置。

90. 更に、上記光源と上記第1の回折素子との間に上記光源から出射された出射光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求の範囲第73項記載の光学装置。

91. 更に、上記光路変動補正手段により所定の位置に導かれる戻り光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求の範囲第73項記載の光学装置。

92. 光源から出射された互いに異なる波長の出射光と光ディスクで反射された戻り光との光路を分離するビームスプリッタと、

上記ビームスプリッタで分離された戻り光が入射される位置に配置され、上記戻り光を複数に分割して複数の受光領域を有する受光手段に導く光分割手段と、

上記ビームスプリッタと上記光分割手段との間に配され、上記光源のそれぞれの波長の発光点の位置のずれによる、一方の波長の出射光の光路に対する他方の波長の出射光の光路のずれを補正する光路合成手段とを備え、

上記光分割手段は、複数の平面又は曲面により構成されたプリズムであることを特徴とする光学装置。

93. 上記プリズムは、略四角錐状に形成されてなり、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光を4分割することを特徴とする請求の範囲第92項記載の光学装置。

94. 上記プリズムは、ビームスプリッタで分離された戻り光の各面への入射角が 45° 以下となるようにされていることを特徴とする請求の範囲第93項記載の光学装置。

95. 更に、上記光源から出射された出射光の光路上で当該出射光を上記ビームスプリッタへ反射させ、及び／又は上記ビームスプリッタで分離された戻り光の光路上で上記戻り光を上記所定の位置へ反射させる反射手段を備える請求の範囲第92項記載の光学装置。

96. 更に、上記光源と上記ビームスプリッタとの間の光路上に配置され、上記光源から出射された出射光を0次光及び±1次光に3分割する更に他の回折素子を備える請求の範囲第92項記載の光学装置。

97. 上記ビームスプリッタは、第1の面及び第2の面からなる略平板状に形成され、上記光源から出射された出射光を上記第1の面で反射するとともに、戻りの光ビームを上記第1の面及び第2の面ともに透過させることを特徴とする請求の範囲第92項記載の光学装置。

98. 上記ビームスプリッタは、第1の面及び第2の面からなる略平板状に形成され、上記光源から出射された出射光を上記第1の面で反射するとともに、戻りの光ビームを上記第1の面から入射させ上記第2の面で反射して再び上記第1の面を透過させることを特徴とする請求の範囲第92項記載の光学装置。

99. 上記ビームスプリッタは、少なくとも第1の面、第2の面及び第3の面からなりこれらの面を略二等辺三角形状に配設して形成され、上記光源から出射された出射光を上記第1の面で反射するとともに、戻りの光ビームを上記第1の面から入射させ上記第2の面で反射して上記第3の面を透過させることを特徴とする請求の範囲第92項記載の光学装置。

100. 更に、上記光源と上記ビームスプリッタとの間に上記光源から出射された出射光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求の範囲第92項記載の光学装置。

101. 更に、上記ビームスプリッタにより分離された戻り光の光路中で有効光束以外の光束を遮光する遮光手段を備えることを特徴とする請求の範囲第92項記載の光学装置。

102. 光源から出射された互いに異なる波長の出射光を透過させ、光ディスクからの戻り光を回折させる第1の回折素子と、

上記第1の回折素子で回折された戻り光が入射される位置に配置され、上記光

源から出射される出射光の波長変動により上記第1の回折素子で発生する戻り光の光路変動を補正し、所定の位置に戻り光を導く少なくとも一つの光路変動補正手段とを備える複合光学素子。

103. 上記第1の回折素子と上記光路変動補正手段とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第102項記載の複合光学素子。

104. 上記第1の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第102項記載の複合光学素子。

105. 上記光路変動補正手段は、第2の回折素子であり、上記第1の回折素子で回折された戻り光を更に回折させることを特徴とする請求の範囲第102項記載の複合光学素子。

106. 上記第2の回折素子は、反射型の回折素子であることを特徴とする請求の範囲第105項記載の複合光学素子。

107. 上記第2の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第105項記載の複合光学素子。

108. 更に、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光が入射される位置に配置され、上記戻り光を複数に分割して複数の受光領域を有する受光手段に導く光分割手段を備える請求の範囲第102項記載の複合光学素子。

109. 上記第1の回折素子と上記光路変動補正手段と上記光分割手段とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第108項記載の複合光学素子。

110. 上記光分割手段は、複数の平面又は曲面により構成されたプリズムであることを特徴とする請求の範囲第108項記載の複合光学素子。

111. 上記プリズムは、略四角錐状に形成されてなり、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光を4分割することを特徴とする請求の範囲第110項記載の複合光学素子。

112. 上記プリズムは、上記光路変動補正手段で光路変動が補正された戻り光の各面への入射角が 45° 以下となるようにされていることを特徴とする請求の範囲第110項記載の複合光学素子。

113. 更に、上記光源から出射された互いに異なる波長の出射光の光路上で当

該出射光を上記第 1 の回折素子へ反射させ、及び／又は上記第 1 の回折素子で回折された戻り光の光路上で上記戻り光を上記所定の位置へ反射させる反射手段を備える請求の範囲第 1 0 2 項記載の複合光学素子。

1 1 4. 上記第 1 の回折素子と上記光路変動補正手段と上記反射手段とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第 1 1 3 項記載の複合光学素子。

1 1 5. 更に、上記光源と上記第 1 の回折素子との間の光路上に配置され、上記光源から出射された出射光を 0 次光及び±1 次光に 3 分割する第 3 の回折素子を備える請求の範囲第 1 0 2 項記載の複合光学素子。

1 1 6. 上記第 1 の回折素子と上記光路変動補正手段と上記第 3 の回折素子とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第 1 1 5 項記載の複合光学素子。

1 1 7. 上記第 3 の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第 1 1 5 項記載の複合光学素子。

1 1 8. 更に、上記光源と上記第 1 の回折素子との間に配設され、上記光源のそれぞれの波長の発光点の位置のずれによる、一方の波長の出射光の光路に対する他方の波長の出射光の光路のずれを補正する光路合成手段を備えることを特徴とする請求の範囲第 1 0 2 項記載の複合光学素子。

1 1 9. 上記第 1 の回折素子と上記光路変動補正手段と上記光路合成手段とが樹脂材料により一体成型されてなることを特徴とする請求の範囲第 1 1 8 項記載の複合光学素子。

1 2 0. 上記光路合成手段は、第 4 の回折素子であり、上記第 1 の回折素子で回折された戻り光を更に回折させることを特徴とする請求の範囲第 1 1 8 項記載の複合光学素子。

1 2 1. 上記第 4 の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第 1 2 0 項記載の複合光学素子。

1 2 2. 上記光路合成手段と上記少なくとも一つの光路変動補正手段とが第 5 の回折素子により同一面内に形成されていることを特徴とする請求の範囲第 1 1 8 項記載の複合光学素子。

1 2 3. 上記第 5 の回折素子は、ホログラムであることを特徴とする請求の範囲第 1 2 2 項記載の複合光学素子。

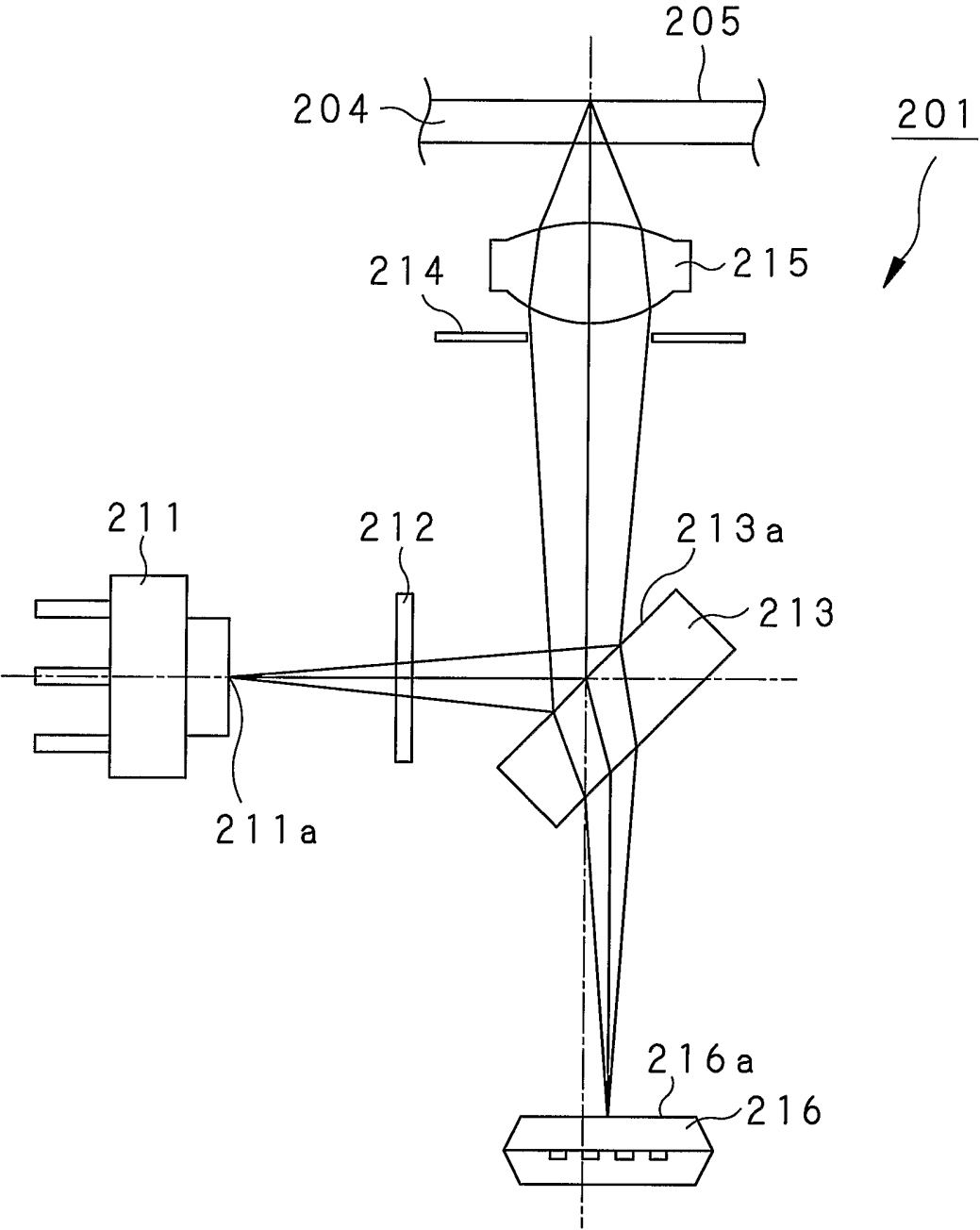
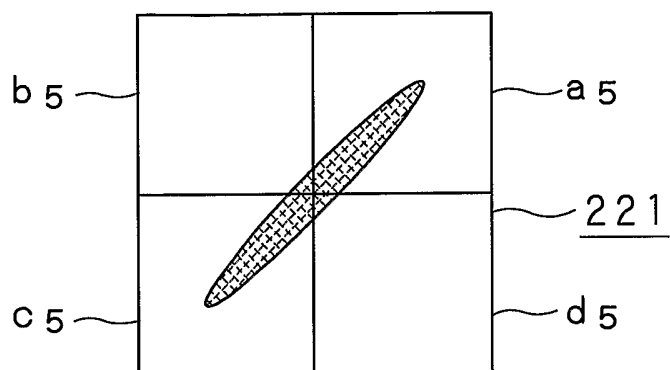
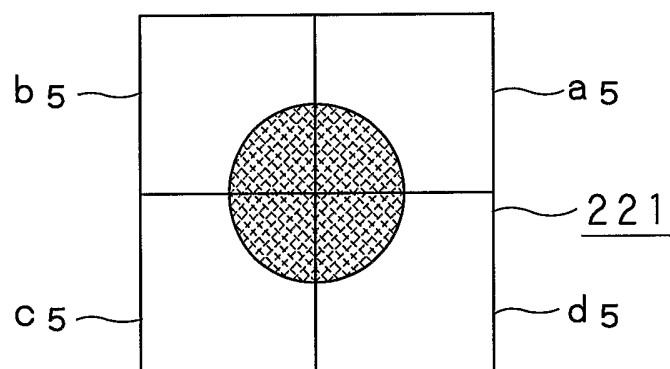
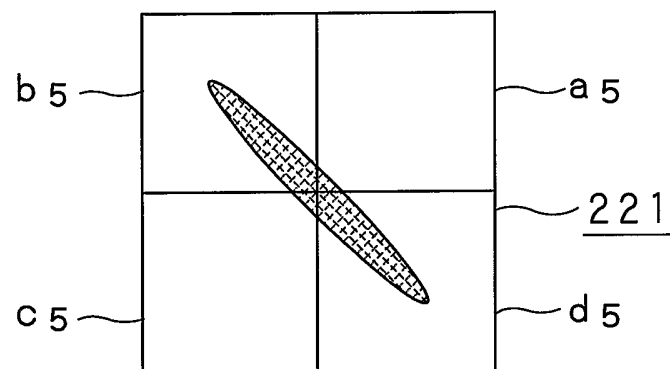


FIG. 1

2/30

 $FE > 0$ **FIG. 2A** $FE = 0$ **FIG. 2B** $FE < 0$ **FIG. 2C**

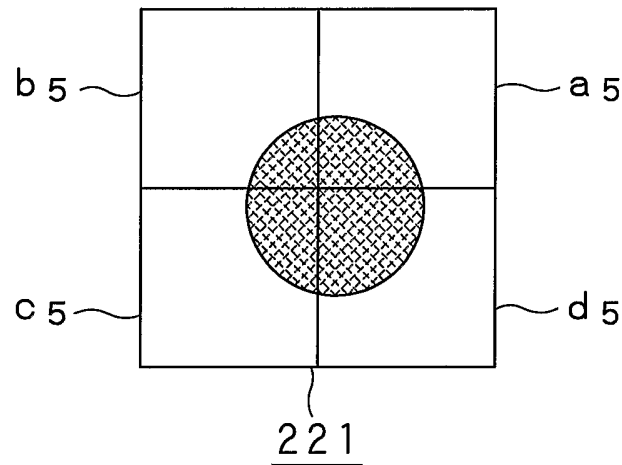


FIG.3

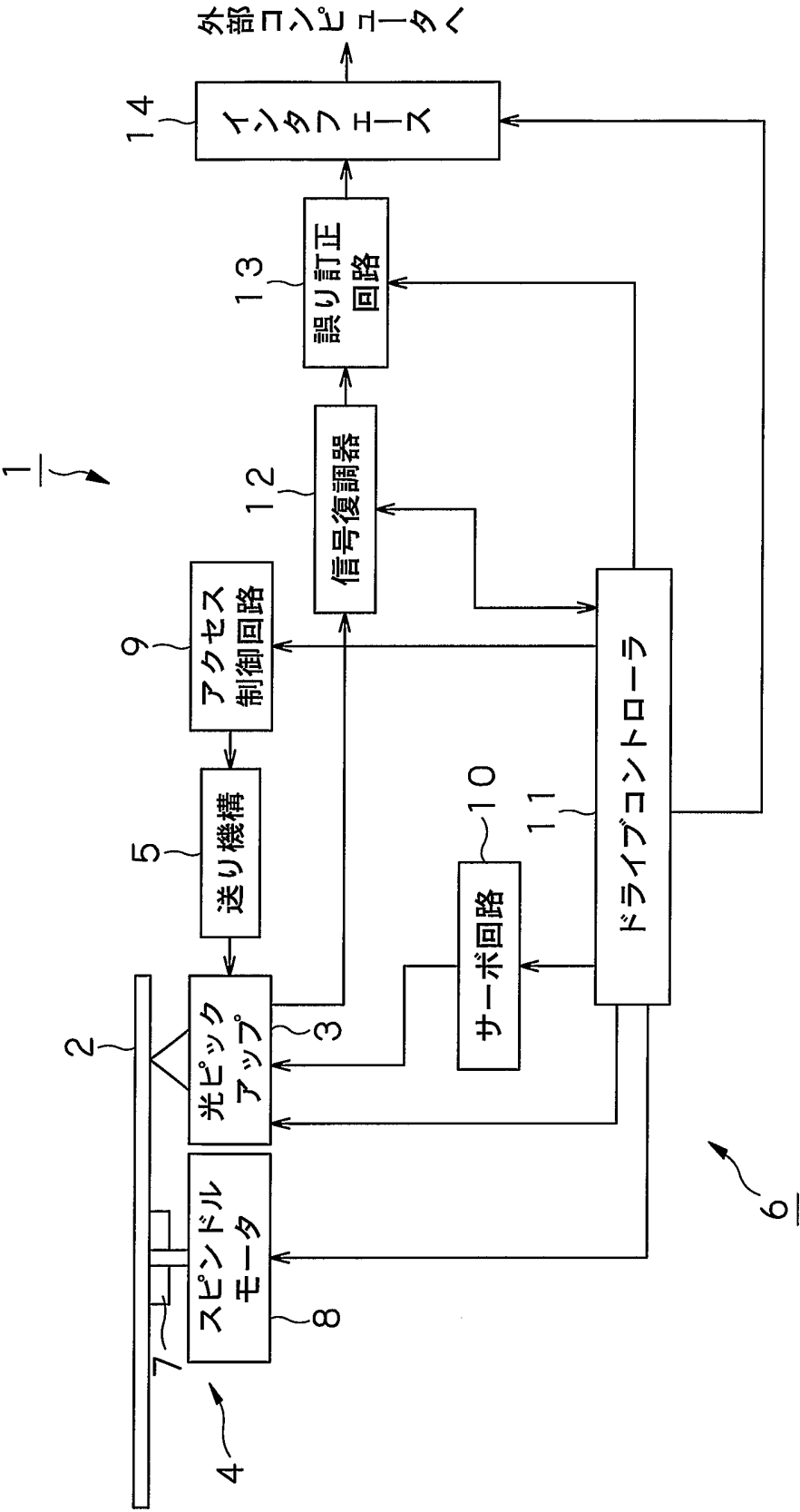


FIG.4

5/30

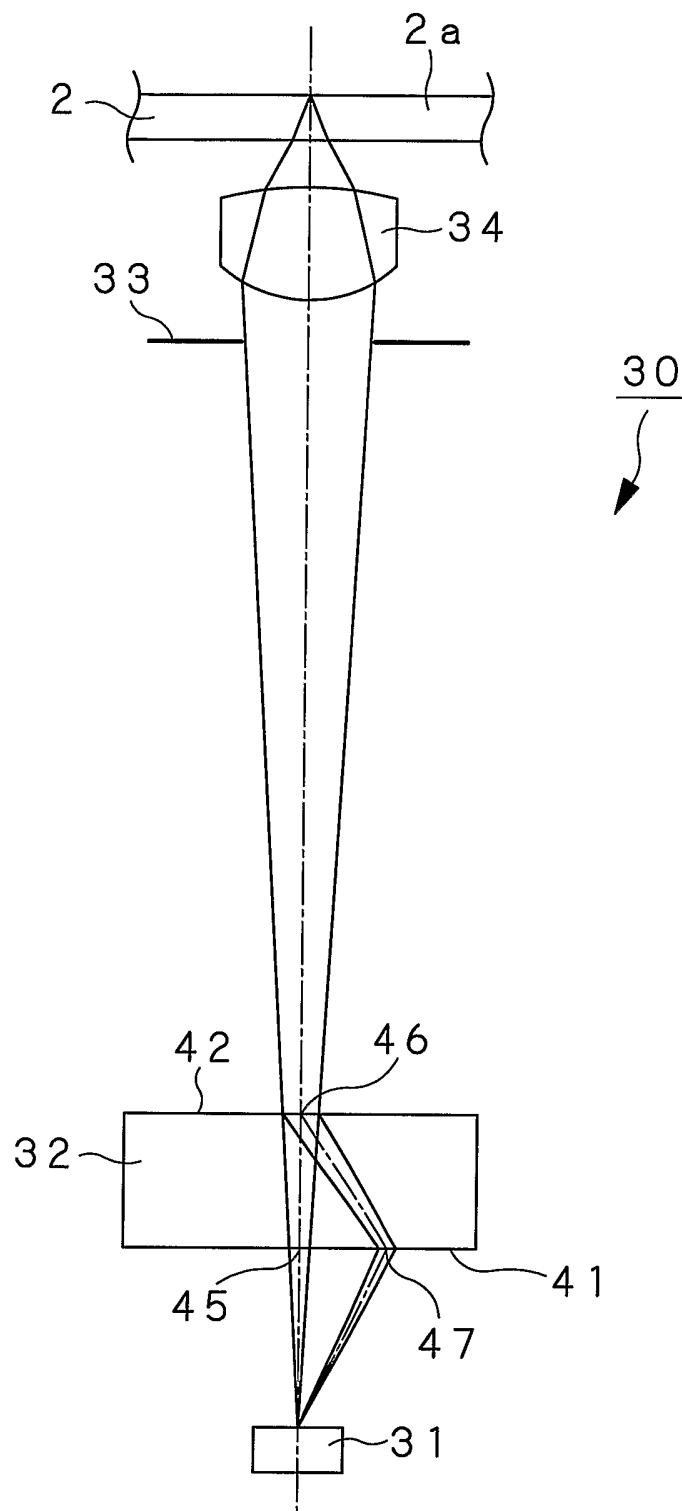


FIG. 5

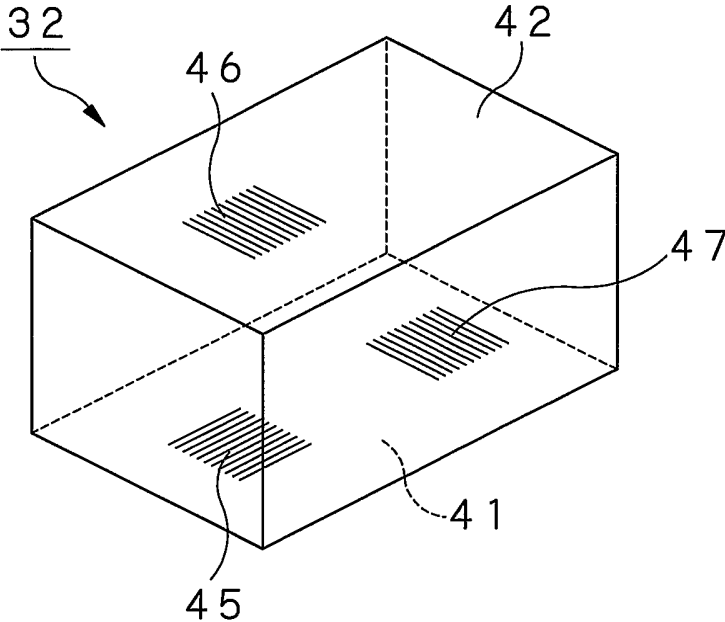


FIG. 6

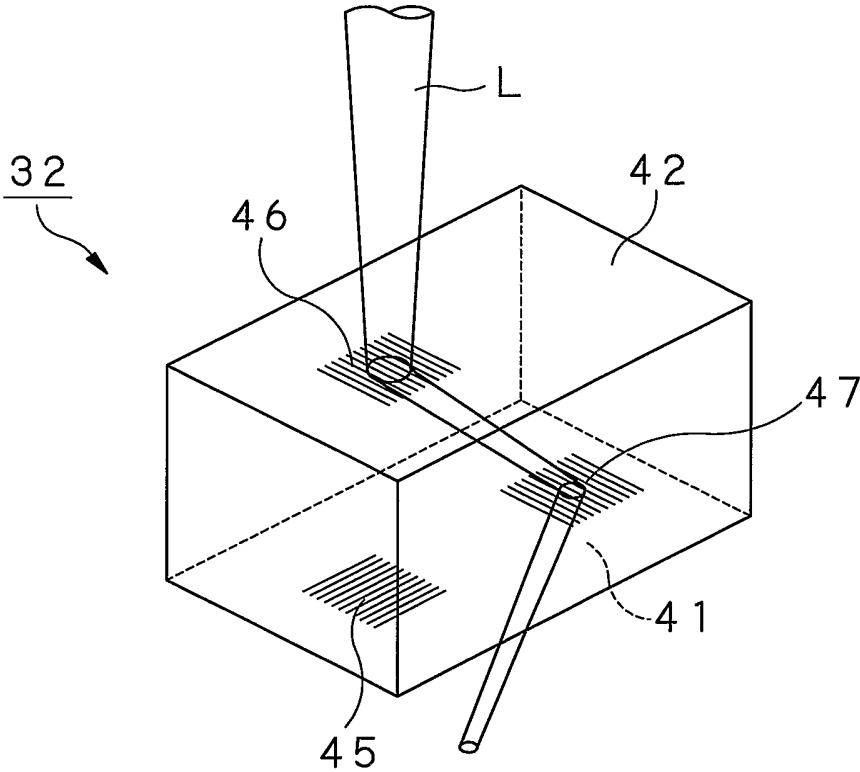


FIG. 7

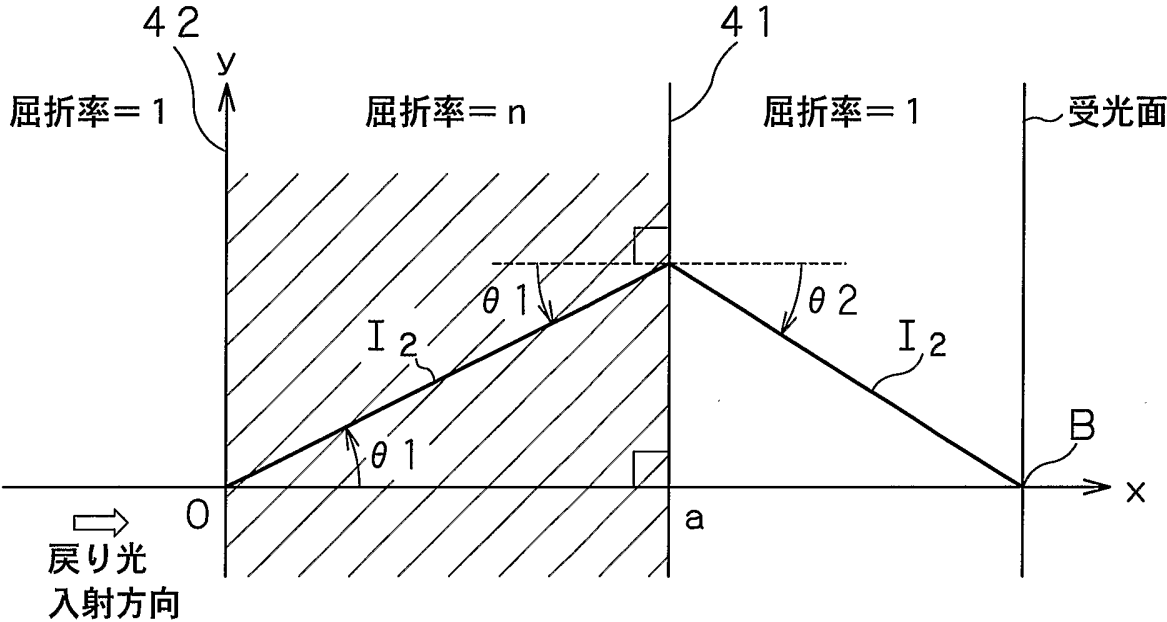


FIG.8

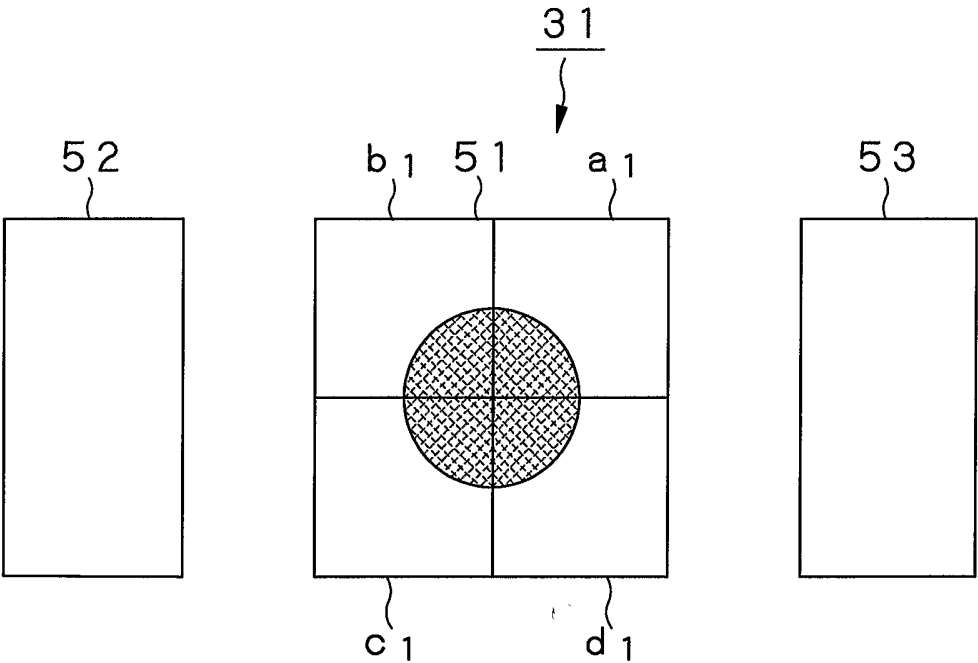


FIG.9

8/30

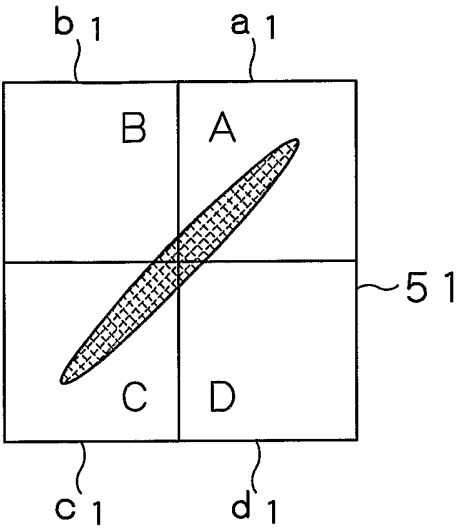


FIG. 1 OA

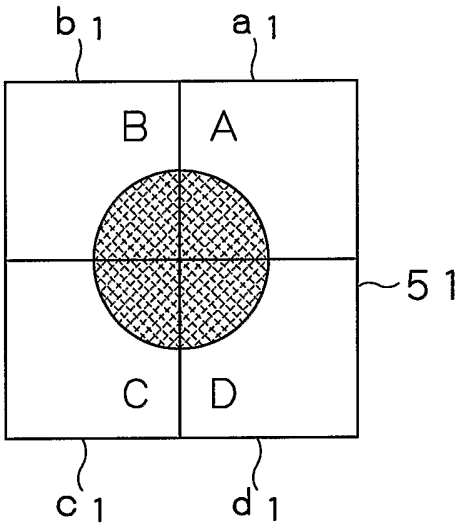


FIG. 1 OB

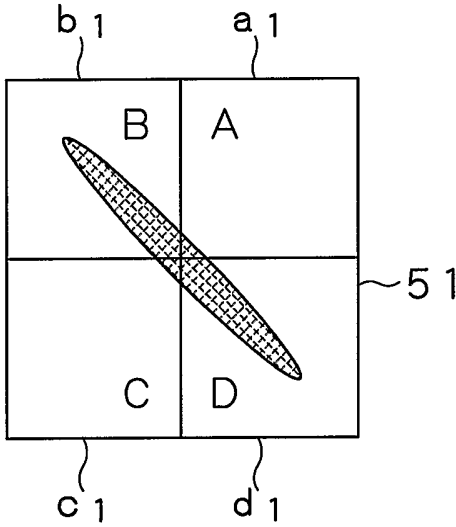


FIG. 1 OC

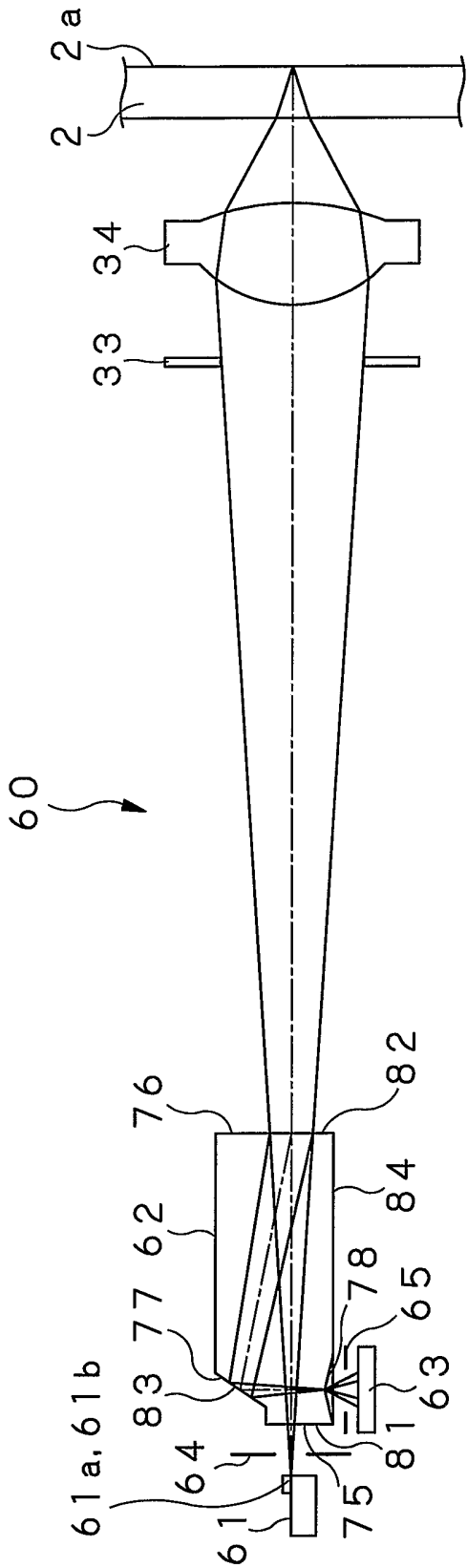


FIG. 11

10/30

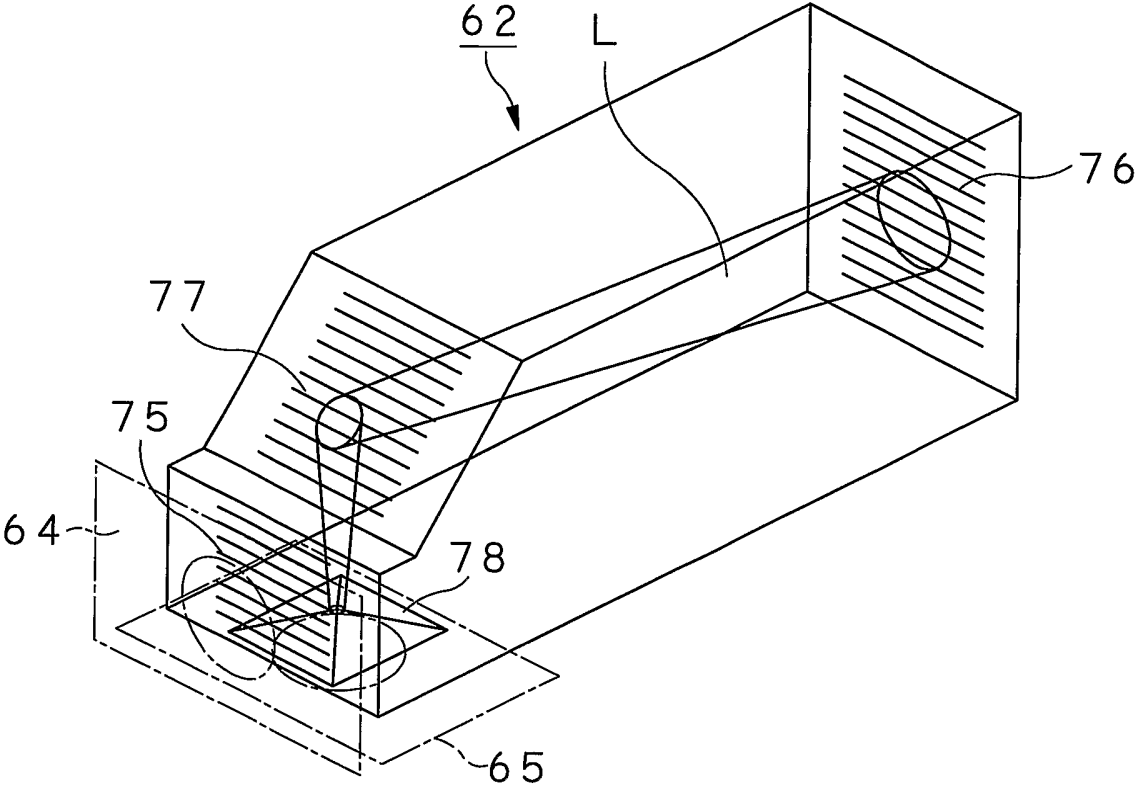


FIG. 1 2

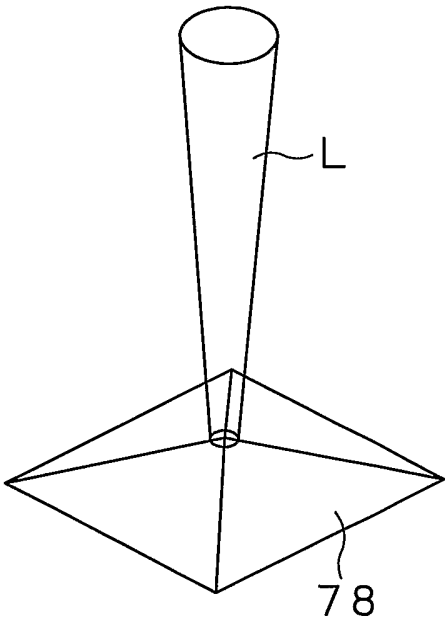


FIG. 1 3

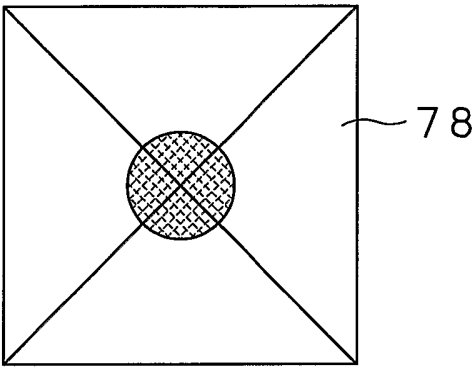


FIG. 14

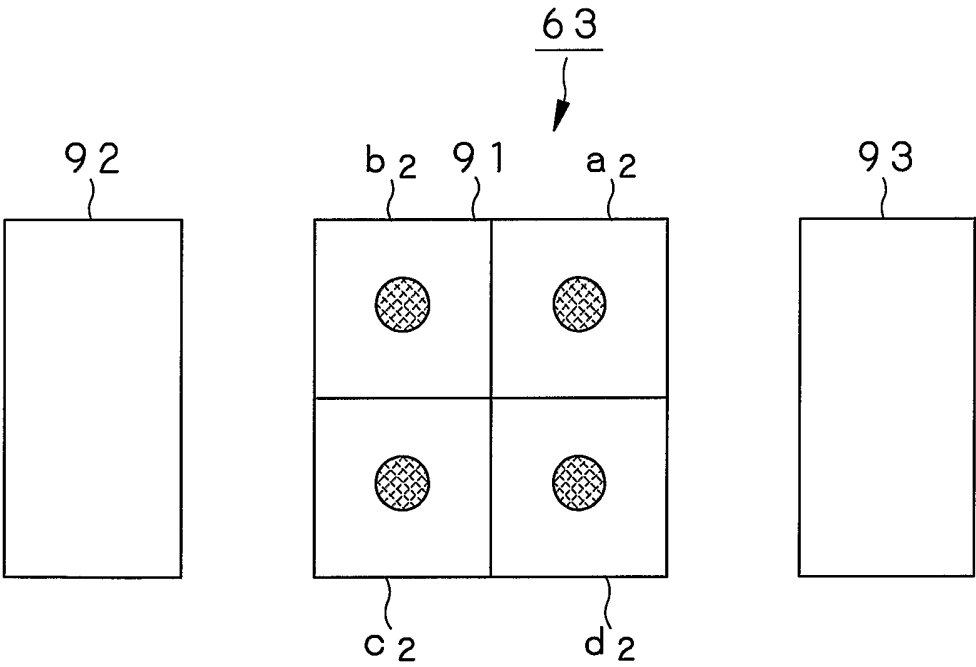


FIG. 15

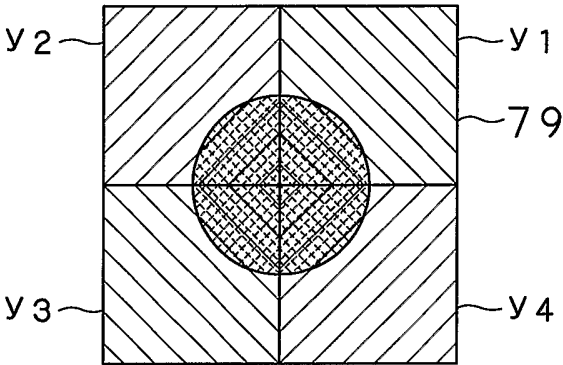


FIG. 16

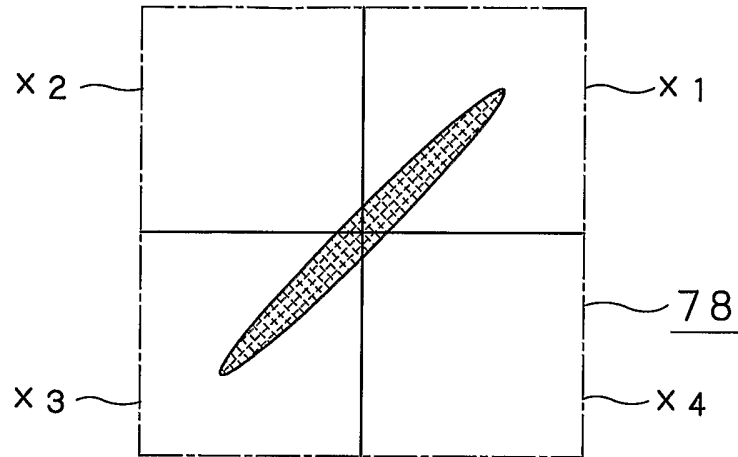


FIG.17A

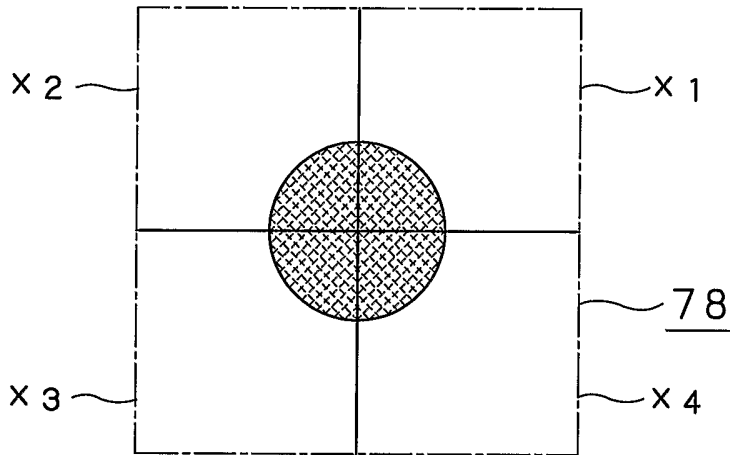


FIG.17B

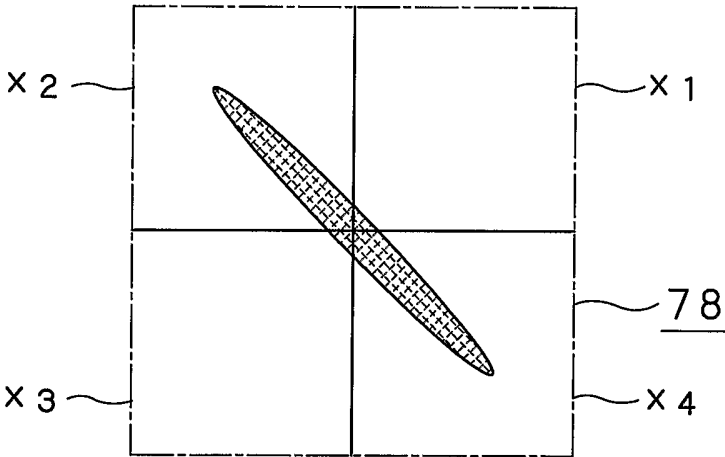
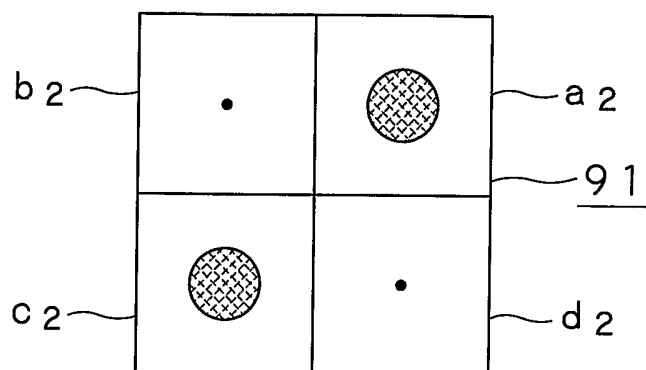
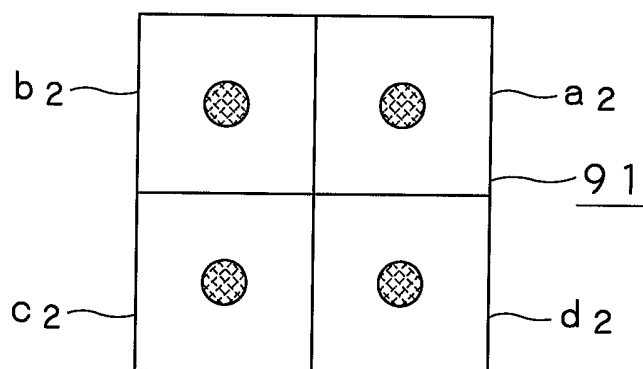


FIG.17C

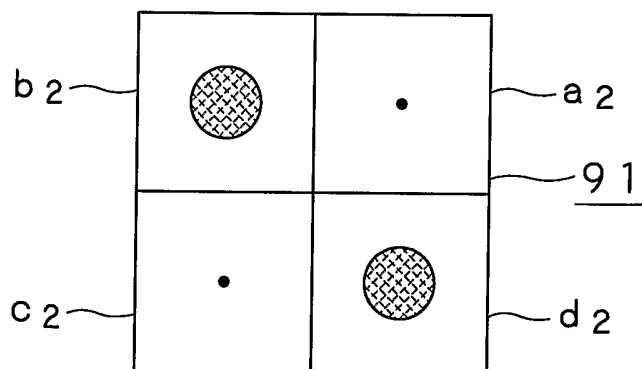
14/30



$$FE > 0$$

FIG. 18A

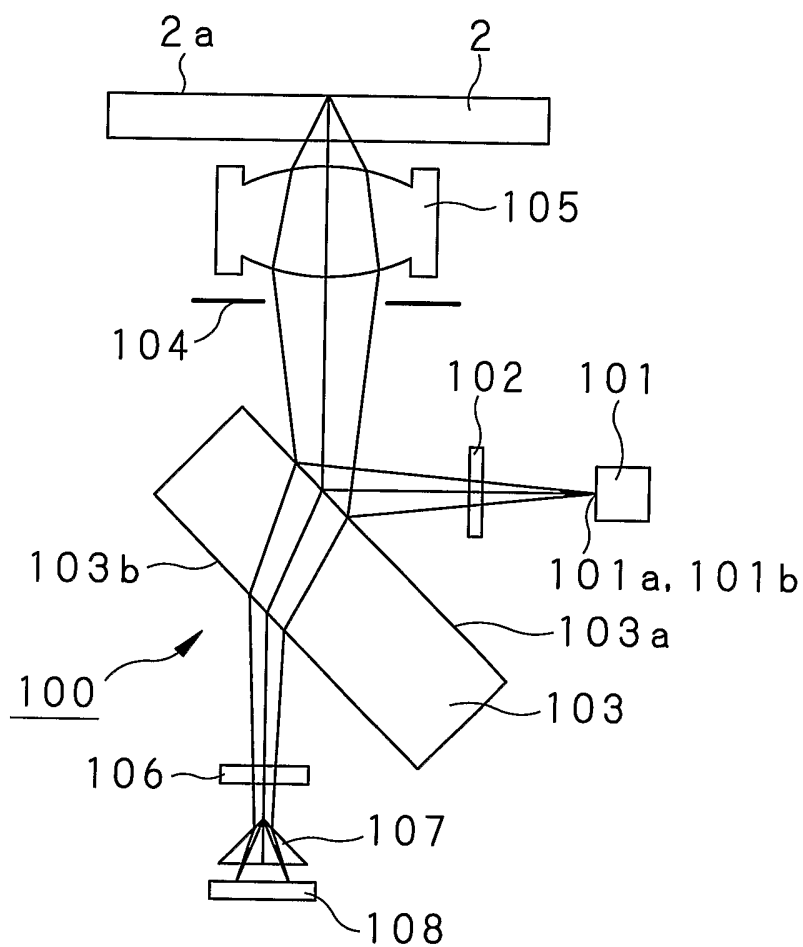
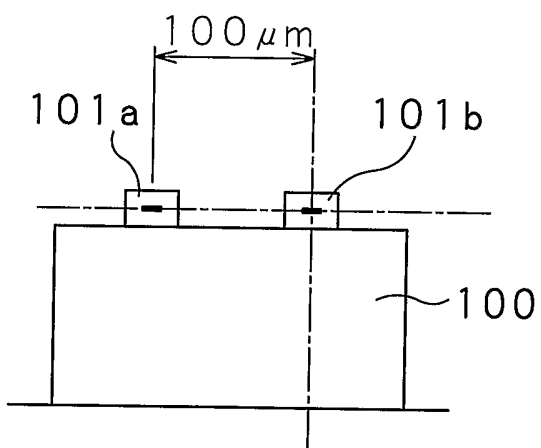
$$FE = 0$$

FIG. 18B

$$FE < 0$$

FIG. 18C

15/30

**FIG. 19****FIG. 20**

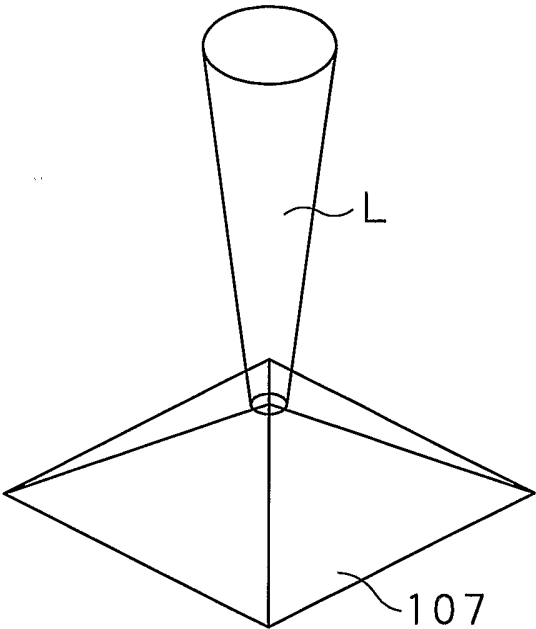


FIG. 21

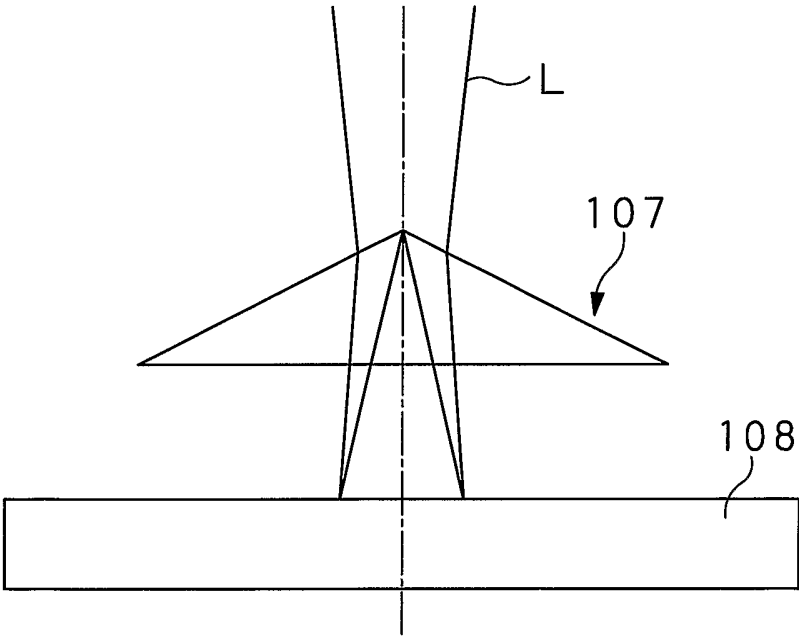


FIG. 22

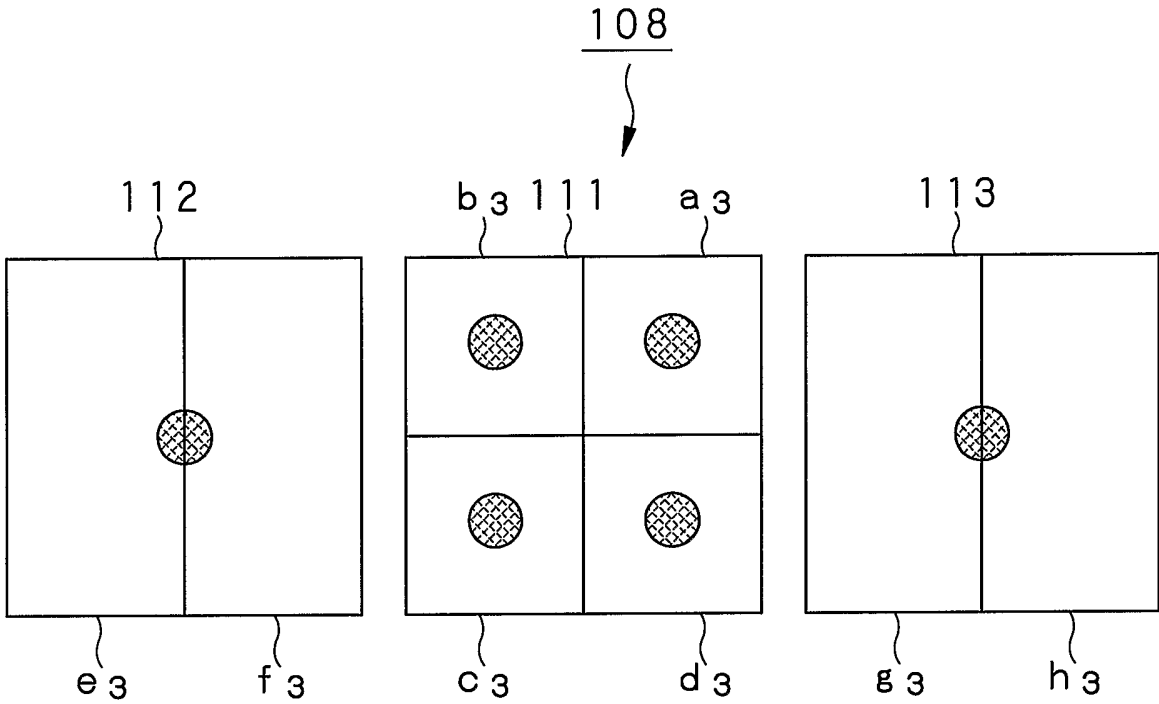


FIG.23

18/30

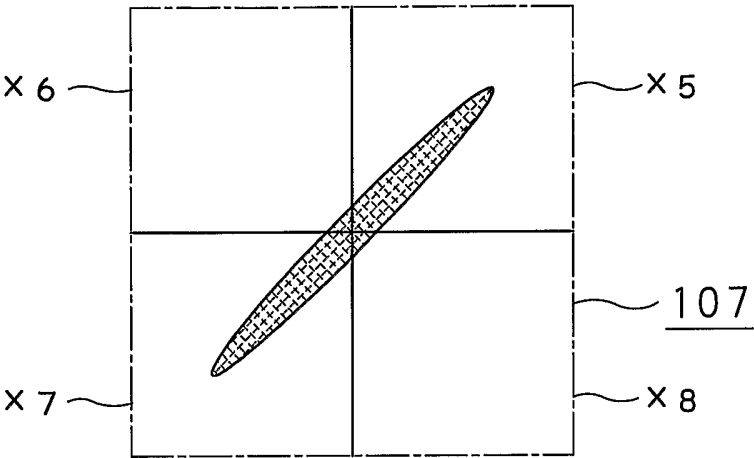


FIG.24A

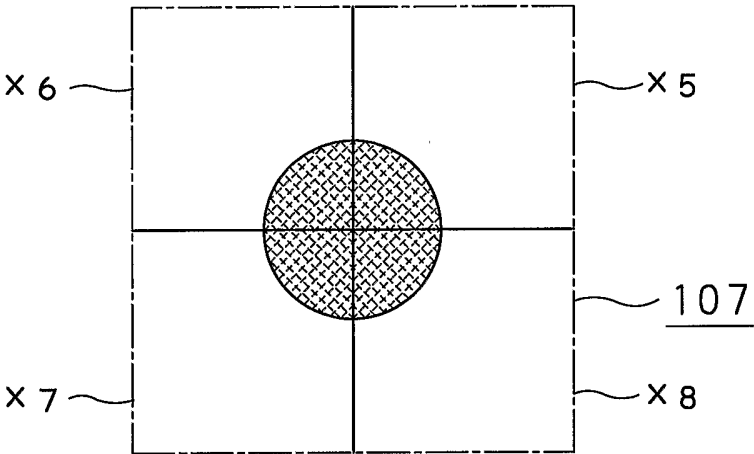


FIG.24B

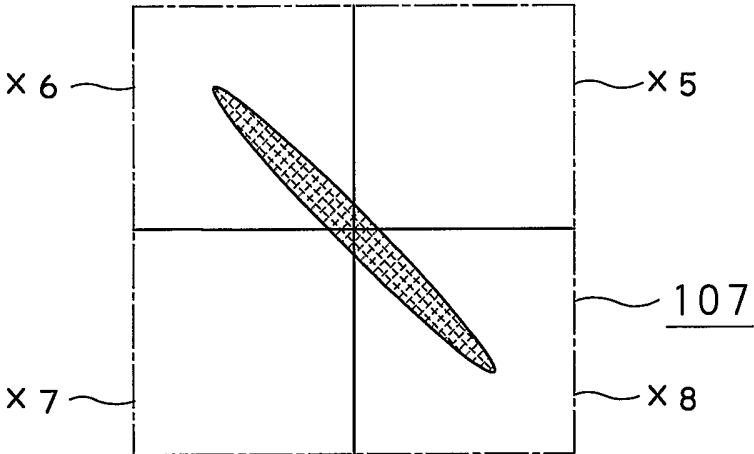
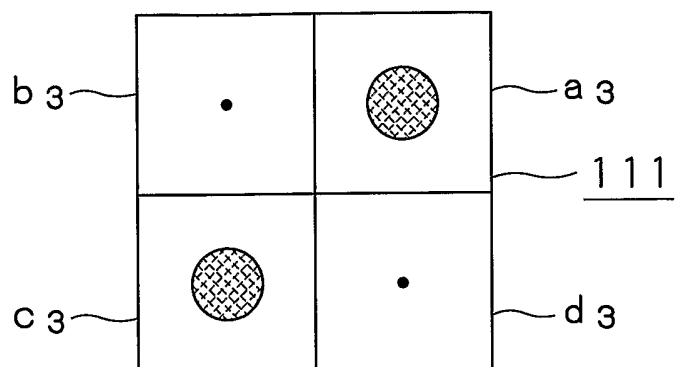
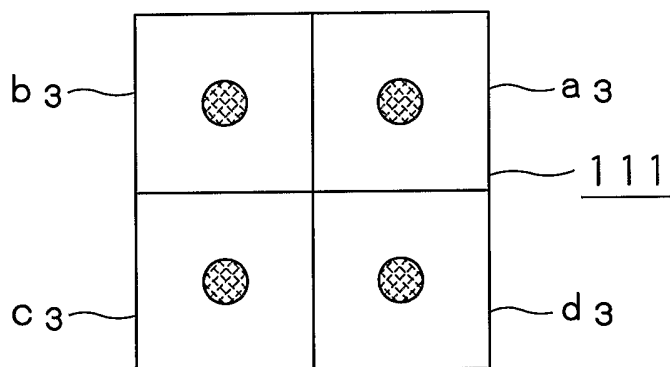


FIG.24C

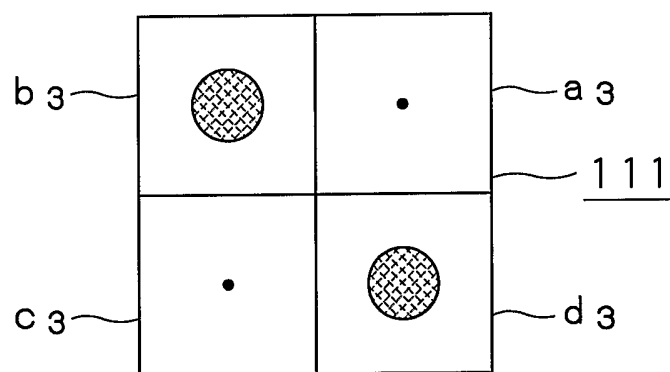
19/30



$FE > 0$
FIG. 25A

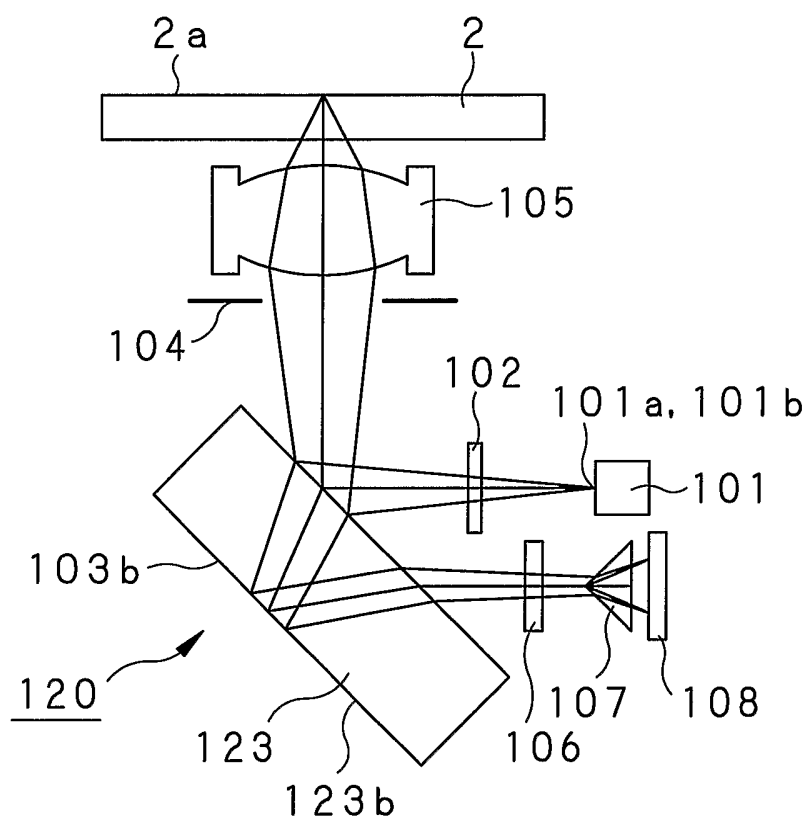


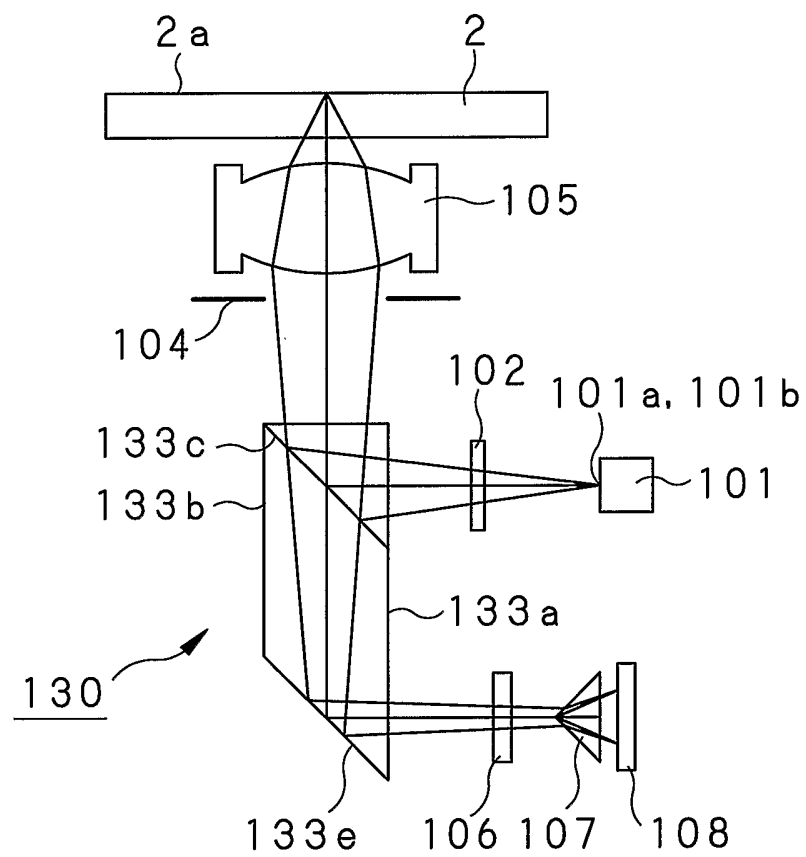
$FE = 0$
FIG. 25B



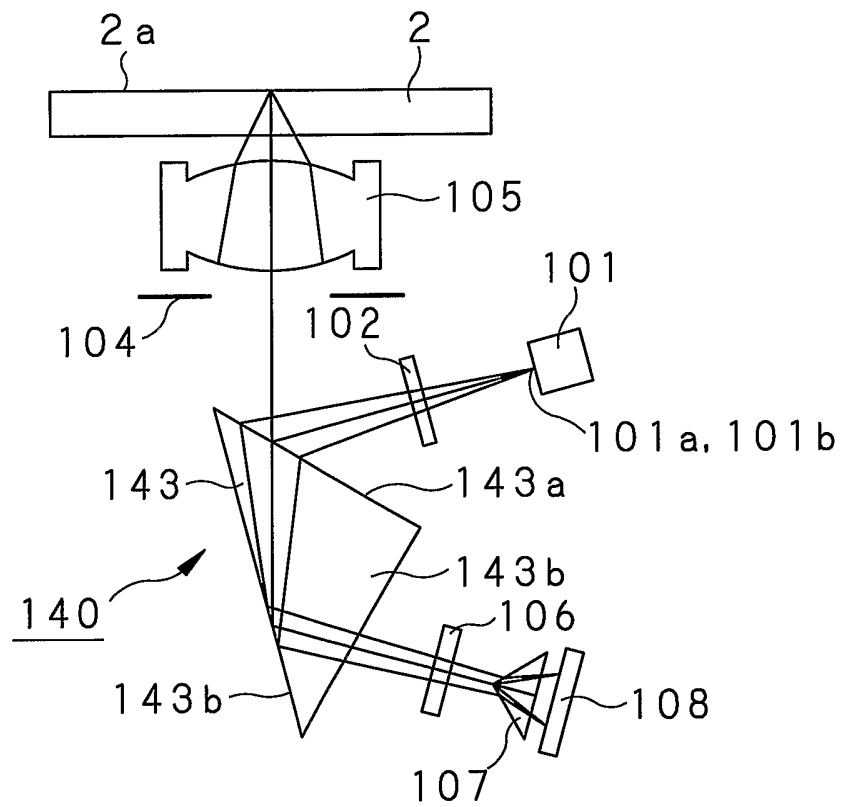
$FE < 0$
FIG. 25C

20/30

**FIG.26**

**FIG.27**

22/30

**FIG. 28**

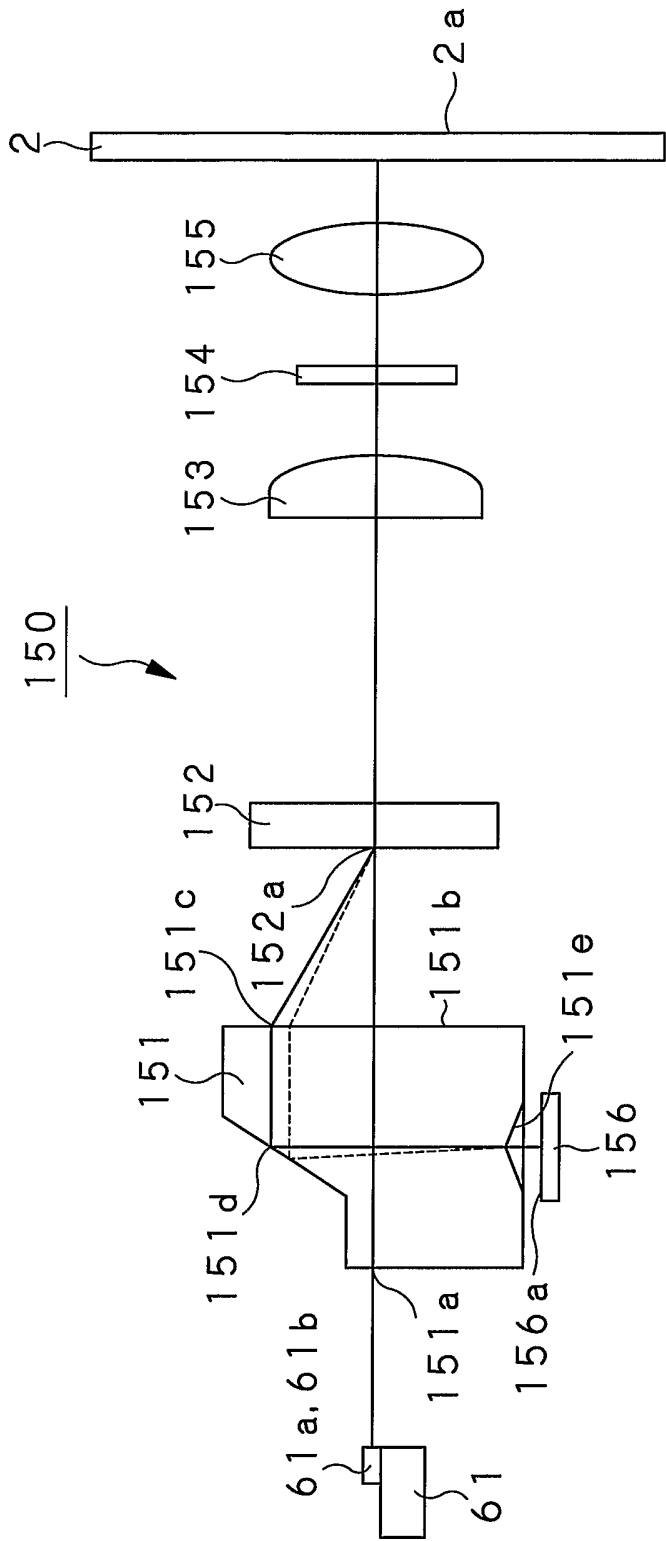
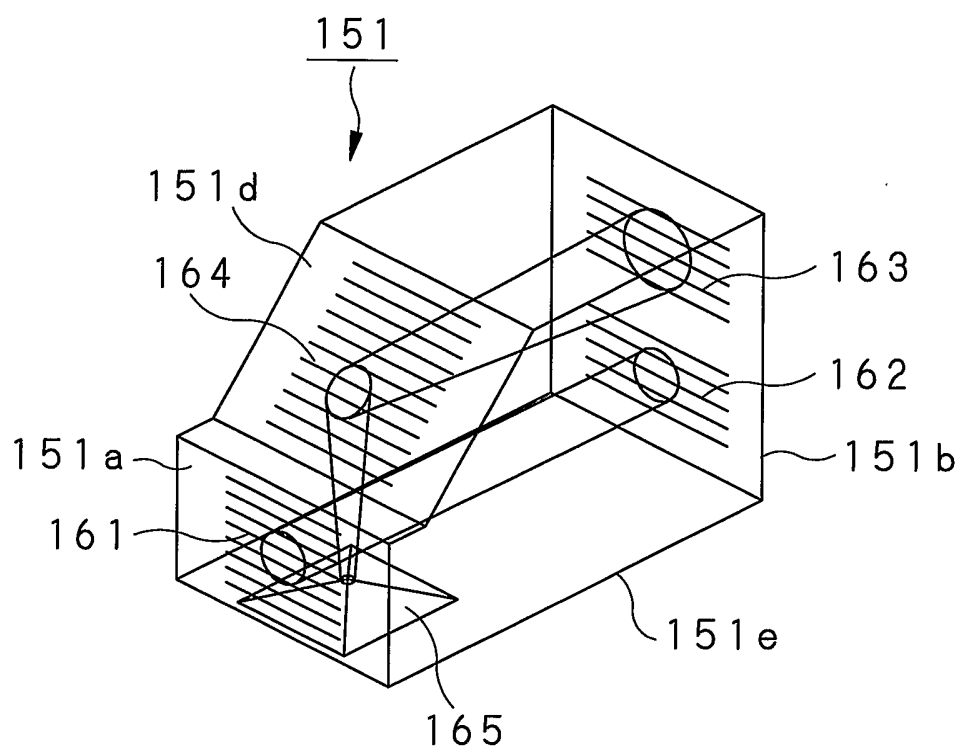
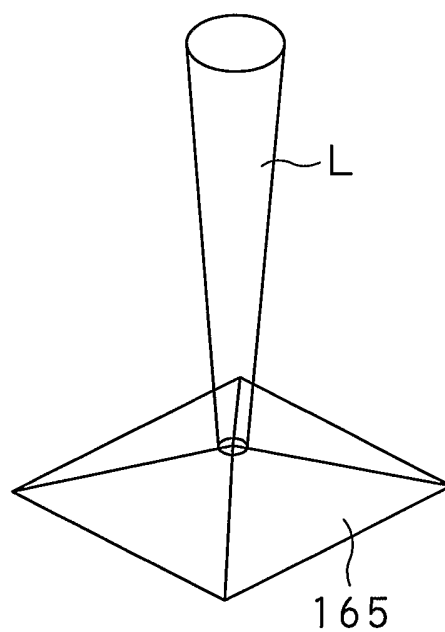


FIG.29

24/30

**FIG.30****FIG.31**

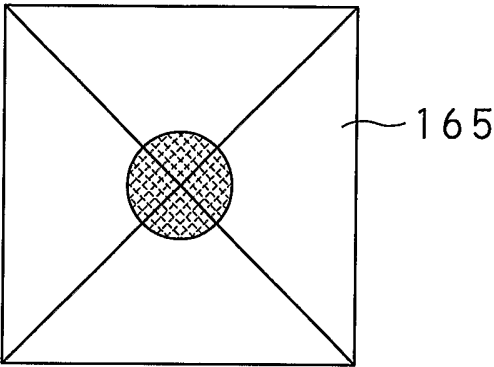


FIG. 32

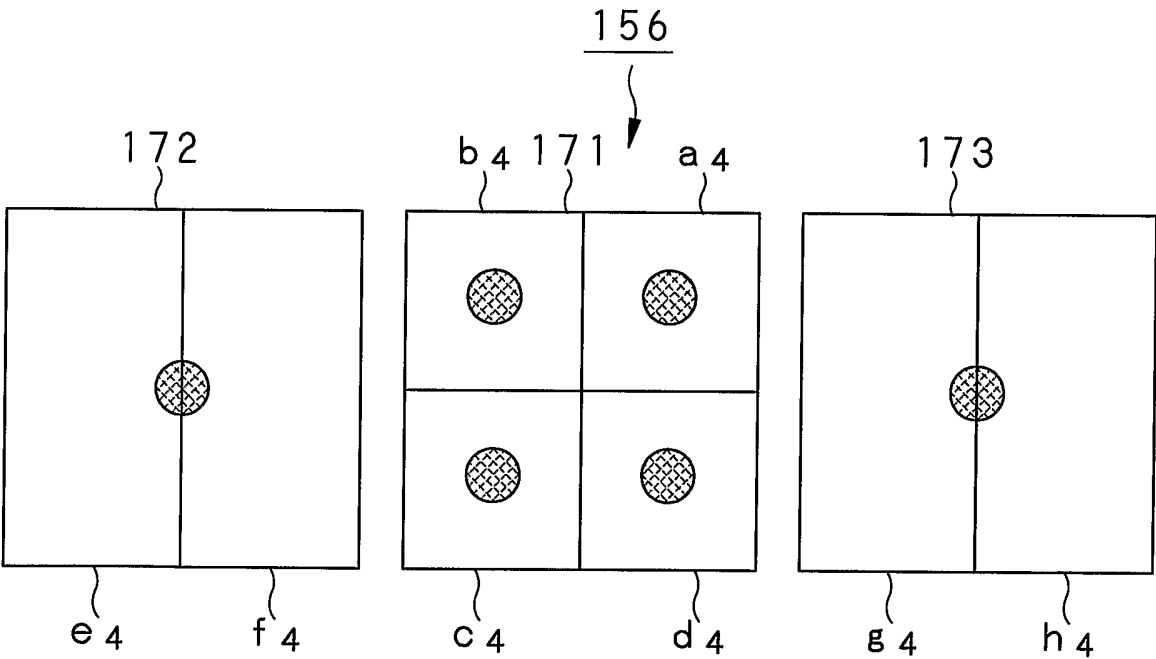


FIG. 33

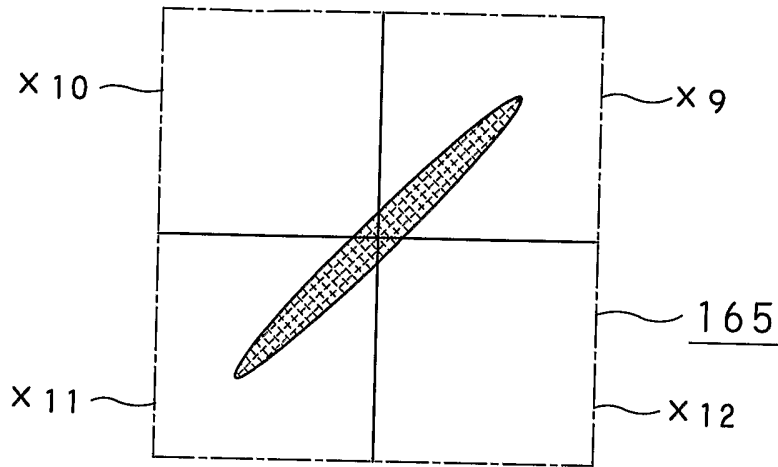


FIG. 34A

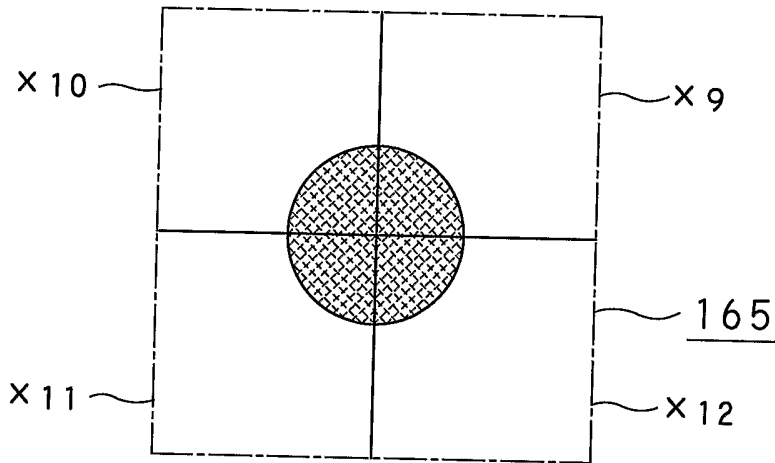


FIG. 34B

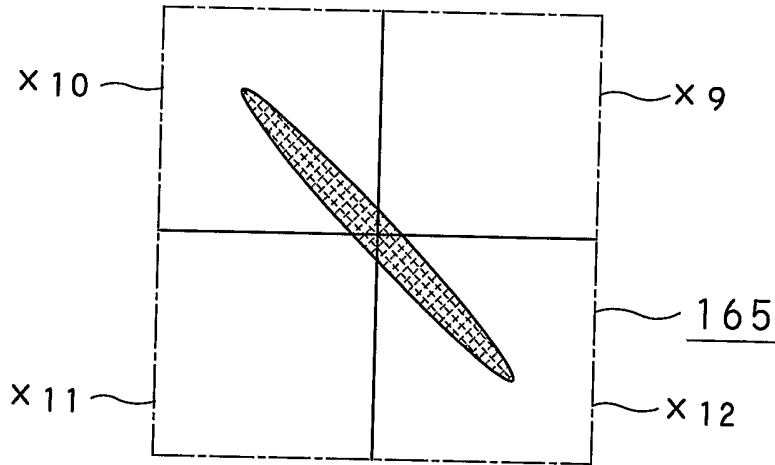
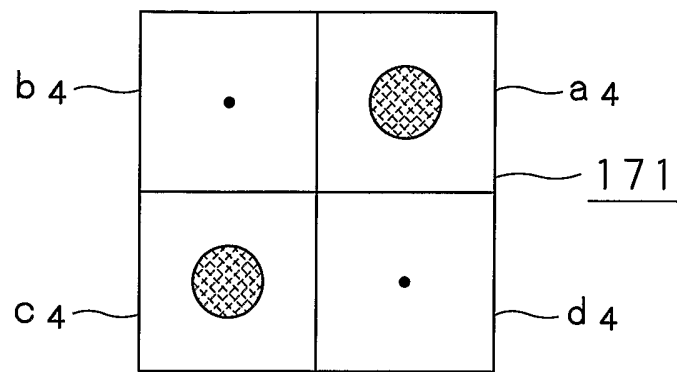


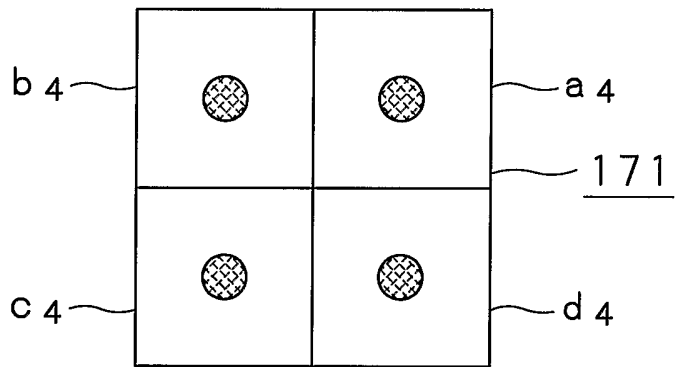
FIG. 34C

27/30



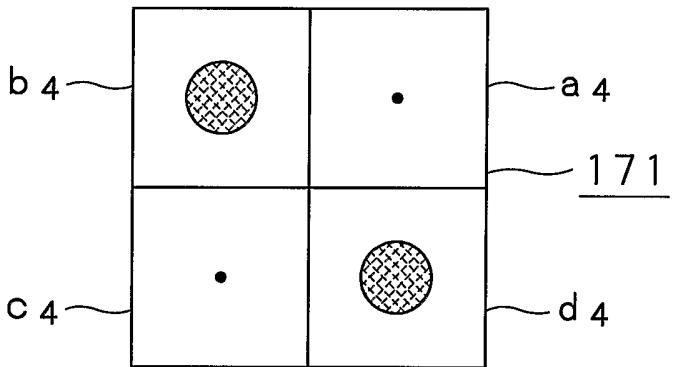
$FE > 0$

FIG.35A



$FE = 0$

FIG.35B



$FE < 0$

FIG.35C

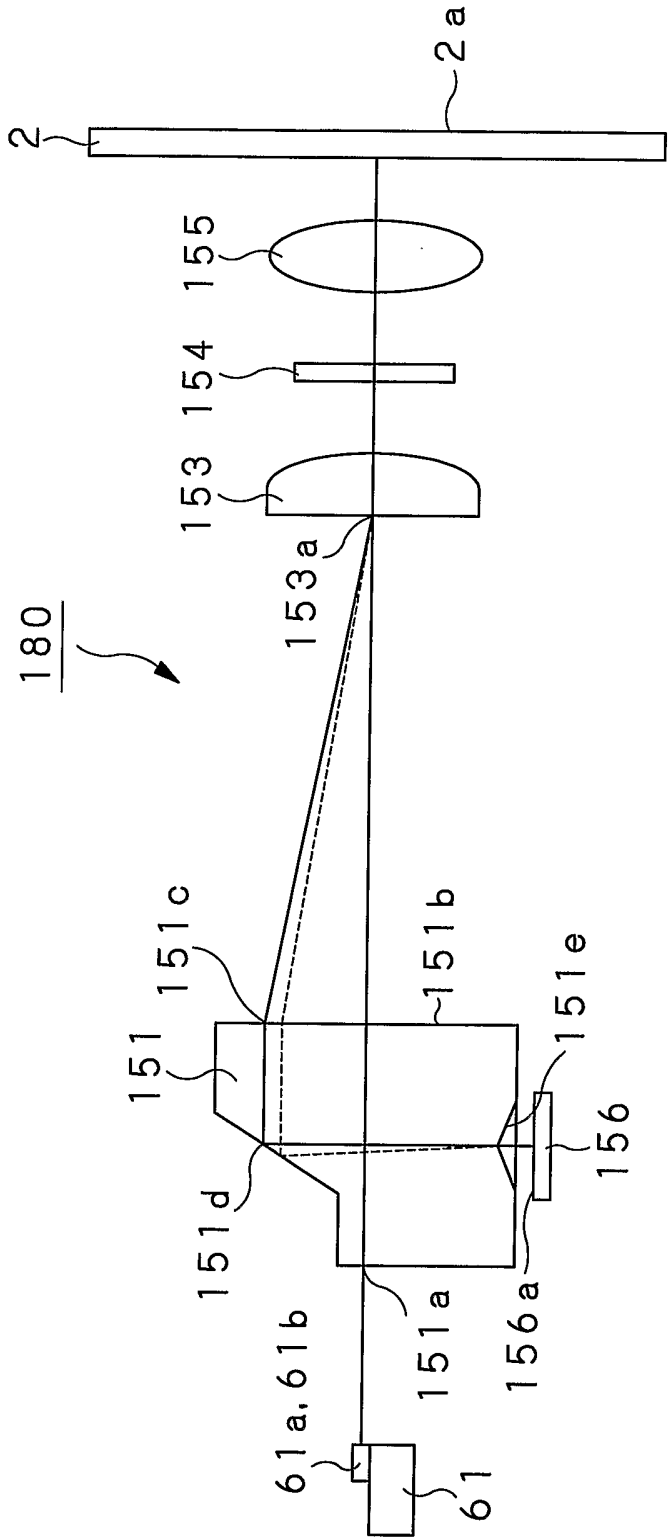


FIG. 36

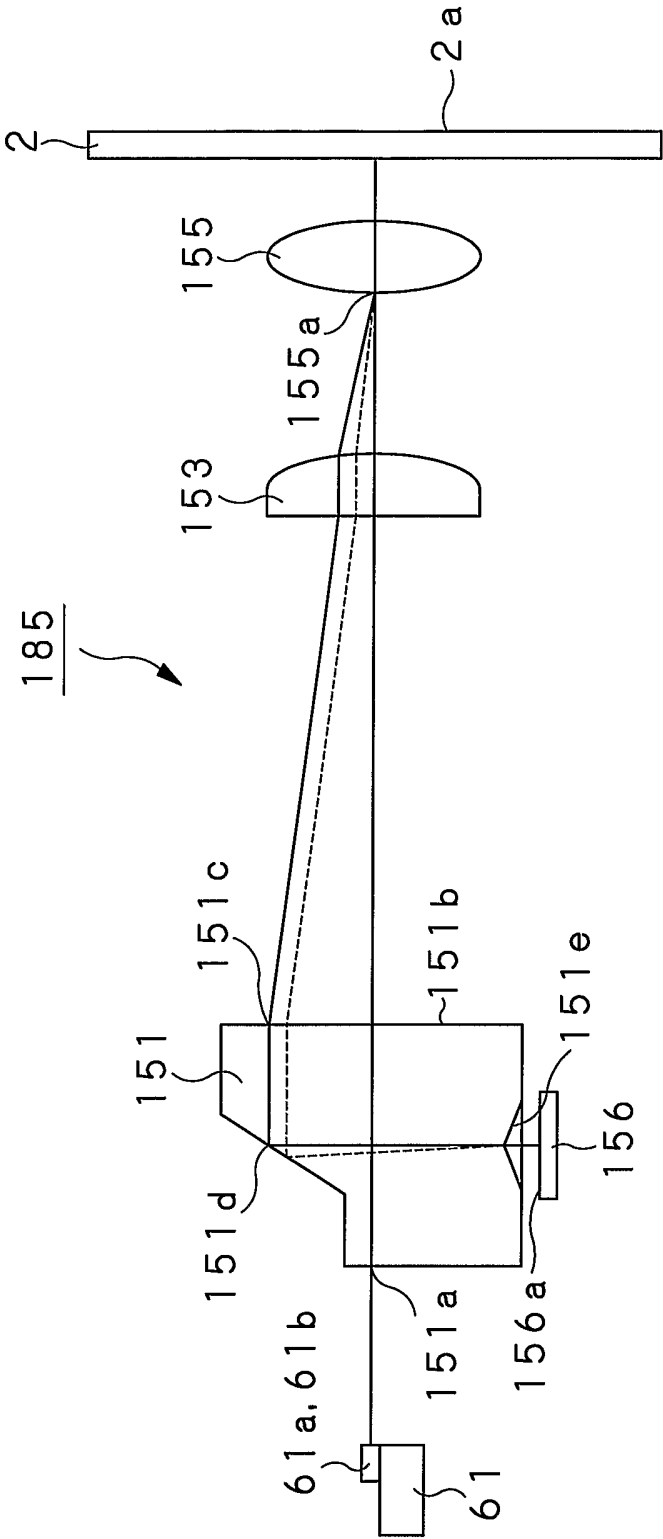


FIG.37

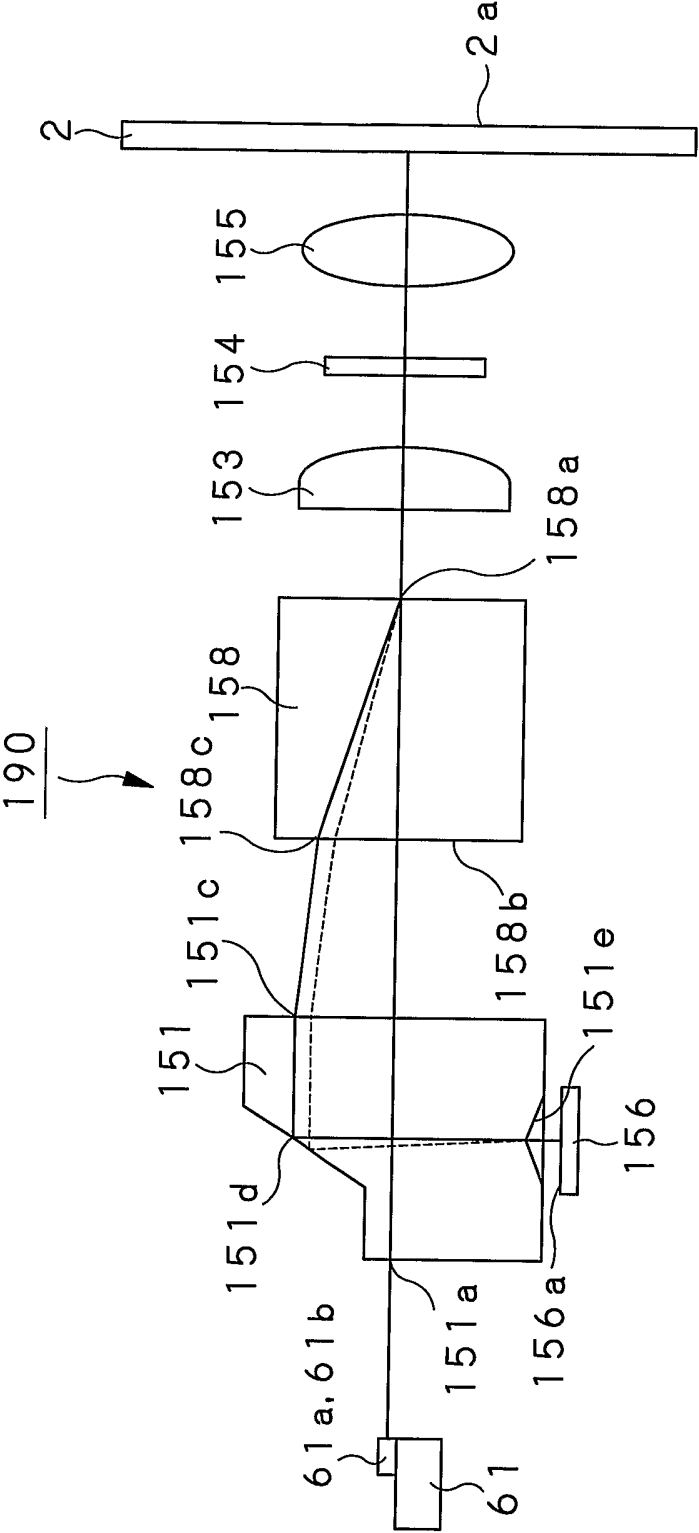


FIG. 38

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/12080

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ G11B7/135, 7/09

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.Cl.⁷ G11B7/135, 7/09, 7/095

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	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

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.
X	JP 11-134700 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 21 May, 1999 (21.05.99), Full text; Figs. 1 to 24	1-4, 12-13, 37-40, 48-49, 73-75, 82, 102-105, 113-114
A	Full text; Figs. 1 to 24 & CN 1214503 A & US 6487016 B1	5-11, 14-36, 41-47, 50-72, 76-81, 83-101, 106-112, 115-123

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"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
12 February, 2003 (12.02.03)

Date of mailing of the international search report
25 February, 2003 (25.02.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/12080

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,A	JP 2002-298423 A (Sharp Corp.), 11 October, 2002 (11.10.02), Full text; Figs. 1 to 14 & US 2002/0097773 A1	1-123
P,A	JP 2002-311220 A (Alps Electric Co., Ltd.), 23 October, 2002 (23.10.02), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1-123
P,A	JP 2002-311221 A (Alps Electric Co., Ltd.), 23 October, 2002 (23.10.02), Full text; Figs. 1 to 9 (Family: none)	1-123

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/12080

Box I 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 II 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 1-26, 37-62, 73-91, 102-123 relate to correcting variations in the optical path of a returned light beam that are generated at a diffraction grating by variations in output light's wavelength.

Claims 27-36, 63-72, 92-101 relate to correcting deviations between respective output light beams that are caused by deviations in light emitting point position between two light sources.

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.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B 7/135 , 7/09

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B 7/135 , 7/09 , 7/095

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

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

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)

C. 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
X	JP 11-134700 A (松下電器産業株式会社) 1999.05.21 全文, 図1-24	1-4, 12-13, 37-40, 48-49, 73-75, 82, 102-105, 113-114
A	全文, 図1-24 & CN 1214503 A & US 6487016 B1	5-11, 14-36, 41-47, 50-72, 76-81, 83-101, 106-112, 115-123

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「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
 「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
 「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)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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
 「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
 「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
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12.02.03

国際調査報告の発送日

25.02.03

国際調査機関の名称及びあて先

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

特許庁審査官 (権限のある職員)

五貫 昭一



5D

9368

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

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
P, A	JP 2002-298423 A (シャープ株式会社) 2002. 10. 11 全文, 図1-14 & US 2002/0097773 A1	1-123
P, A	JP 2002-311220 A (アルプス電気株式会社) 2002. 10. 23 全文, 図1-7 (ファミリーなし)	1-123
P, A	JP 2002-311221 A (アルプス電気株式会社) 2002. 10. 23 全文, 図1-9 (ファミリーなし)	1-123

第Ⅰ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（PCT17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Ⅱ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ころこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-26、37-62、73-91、102-123は、出射光の波長変動により回折格子で発生する戻り光の光路変動を補正するものに関する。

請求の範囲27-36、63-72、92-101は、二つの光源の発光点の位置ずれによる、それぞれの出射光の光路間のずれを補正するものに関する。

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。