

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-97663

(P2010-97663A)

(43) 公開日 平成22年4月30日(2010.4.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 7/135 (2006.01)	G 1 1 B 7/135 Z	5 D 1 1 8
G 1 1 B 7/09 (2006.01)	G 1 1 B 7/135 A	5 D 7 8 9
	G 1 1 B 7/09 C	
	G 1 1 B 7/09 B	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 40 頁)

(21) 出願番号	特願2008-268437 (P2008-268437)	(71) 出願人	000005049
(22) 出願日	平成20年10月17日(2008.10.17)		シャープ株式会社
		(74) 代理人	100075557
			弁理士 西教 圭一郎
		(74) 代理人	100072235
			弁理士 杉山 毅至
		(72) 発明者	村上 晋三
			大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
			シャープ株式会社内
		(72) 発明者	塩本 武弘
			大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
			シャープ株式会社内

最終頁に続く

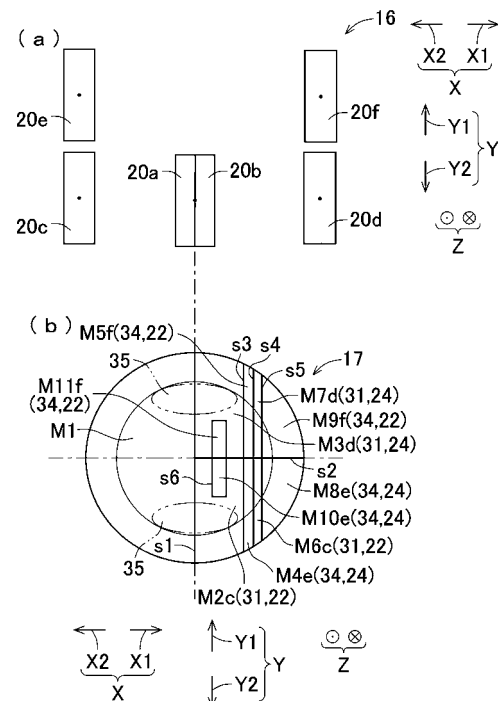
(54) 【発明の名称】 光ピックアップ装置

(57) 【要約】

【課題】 小形化することができ、安定したプッシュプル信号を生成することのできる光ピックアップ装置を提供することである。

【解決手段】 光ピックアップ装置10は、光源12と、対物レンズ13と、回折素子17と、受光素子16とを含んで構成される。回折素子17には、光学記録媒体11で反射された光が入射する。受光素子16は、回折素子17で回折した光線束が入射し、受光素子16には、複数の受光領域20が形成される。受光領域20は、入射した光線束の光量に応じた出力信号を出力する。光ピックアップ装置10は、制御駆動部に接続される。制御駆動部は、複数の受光領域20から出力される出力信号の差異を算出することによって、プッシュプル信号を求め、プッシュプル信号に基づいて、対物レンズ13を制御駆動する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源と、

前記光源から発せられる光を光学記録媒体の表面上に集光する対物レンズと、

前記光学記録媒体で反射された光が入射する回折素子と、

前記回折素子で回折した光線束が入射する受光素子であって、

入射した光線束の光量に応じた出力信号を出力する複数の受光領域が形成される受光素子とを含み、

複数の前記受光領域から出力される出力信号の差異を算出することによってプッシュプル信号を求め、前記プッシュプル信号に基づいて前記対物レンズを制御駆動する制御駆動部に接続され、

10

前記回折素子には、

前記複数の受光領域のうち、前記プッシュプル信号に同符号に対応する出力信号を出力する受光領域に、前記光線束を入射させる順領域と、

前記複数の受光領域のうち、前記プッシュプル信号に逆符号に対応する出力信号を出力する受光領域に、前記光線束を入射させる逆領域とが形成され、

前記順領域と前記逆領域とは、前記回折素子上のいずれか 1 つの方向において、複数かつ交互に配置されることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2】

前記回折素子には、

20

前記光学記録媒体で反射された光のうち、前記光学記録媒体の表面上のトラックからの回折反射光が入射する明暗領域と、

前記光学記録媒体で反射された光のうち、前記回折反射光が入射することなく、前記光学記録媒体からの単純反射光が入射する単純領域とが形成され、

前記受光領域には、

前記明暗領域で回折された光が入射するプッシュプル受光領域と、

前記明暗領域で回折された光が入射せず、前記単純領域で回折された光が入射するオフセット受光領域とが形成され、

前記回折素子には、入射する光を前記プッシュプル受光領域に向けて回折させる第 1 回折領域と、入射する光を前記オフセット受光領域に向けて回折させる第 2 回折領域とが形成され、

30

前記第 1 回折領域と前記第 2 回折領域とは、前記回折素子上のいずれか 1 つの方向において複数かつ交互に配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 3】

前記順領域と前記逆領域とは、前記回折素子において、前記回折素子に平行な方向のうち、前記光学記録媒体の表面上のトラックの、前記対物レンズによって集光された光が入射する位置における接線方向に対応するタンジェンシャル方向に複数かつ交互に配置されることを特徴とする請求項 2 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4】

前記第 2 回折領域の形状は、第 2 回折領域に入射する光の光量と、対物レンズのトラックからのずれ量とが比例関係となる形状に定められることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の光ピックアップ装置。

40

【請求項 5】

前記回折素子は、

前記順領域または前記逆領域のいずれか一方の、少なくとも一部を成し、前記タンジェンシャル方向を長手方向として長手形状に形成される領域を含むことを特徴とする請求項 3 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 6】

前記順領域と前記逆領域とは、前記回折素子において、前記回折素子に平行かつ前記タンジェンシャル方向に垂直なラジアル方向に複数かつ交互に配置されることを特徴とする

50

請求項 3 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 7】

前記回折素子には、

前記順領域および前記逆領域が前記タンジェンシャル方向に複数かつ交互に形成される第 1 配列群と、

前記順領域および前記逆領域が前記ラジアル方向に複数かつ交互に形成される第 2 配列群とが形成されることを特徴とする請求項 6 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 8】

前記受光素子には、出力信号がプッシュプル信号の算出に用いられない独立受光領域が形成され、

10

前記回折素子は、

前記回折素子におけるラジアル方向中央に形成され、入射する光を前記独立受光領域に向けて回折させる独立回折領域と、

前記独立回折領域よりもラジアル方向外方に形成される前記第 2 回折領域とを含むことを特徴とする請求項 4 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 9】

前記受光領域には、前記回折素子によって回折された ± 1 次回折光のうち、少なくともいずれか一方が入射することを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 つに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 10】

20

前記受光素子には、フォーカスエラーを検出するためのフォーカスエラー検出領域がさらに形成され、

前記回折素子には、入射する光を前記フォーカスエラー検出領域に向けて回折するフォーカスエラー用回折領域が、さらに形成されることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 つに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 11】

前記制御駆動部は、前記フォーカスエラー検出領域からの出力信号に基づいて、ナイフエッジ法によってフォーカスエラー信号を生成することを特徴とする請求項 10 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 12】

30

前記制御駆動部は、前記フォーカスエラー検出領域からの出力信号に基づいて、ビームサイズ法によってフォーカスエラー信号を生成することを特徴とする請求項 10 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 13】

前記光源と、前記回折素子と、前記受光素子とは、一体に形成されることを特徴とする請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 つに記載の光ピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学記録媒体に対して、情報の記録、再生、消去、および書換えの少なくともいずれか 1 つの処理を行う情報処理装置に搭載され、光学記録媒体に対する光の出射および光学記録媒体からの反射光の受光を行う光ピックアップ装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

光ピックアップ装置は、たとえばコンパクトディスク (Compact Disk, 略称「CD」)、デジタルバーサタイルディスク (Digital Versatile Disk, 略称:「DVD」)、ブルーレイディスク (blue-ray disk, 略称「BD」) などの光学記録媒体に対して、光の出射および受光を行う装置で、情報処理装置に搭載される。情報処理装置は、光学記録媒体に対して、情報の記録、再生、消去、および書換えの少なくともいずれか 1 つの処理を行う。半導体レーザ素子は、光ピックアップ装置に搭載され、光学記録媒体に対する情報処理

50

に用いられる光の出射を行う。

【0003】

情報処理装置による情報の記録、再生、消去、および書換えの少なくともいずれか1つの処理に対応したCD、追記型CDなどのCD系と呼ばれる光ディスクには、発光波長780nm近傍の光を発するレーザ光源が用いられて、信号の処理が行われる。これに対しDVD、追記型DVDなどのDVD系と呼ばれる光ディスクには、発光波長650nm近傍の光を発するレーザ光源が用いられて、信号の処理が行われる。BDには、波長405nm近傍のレーザ光源が用いられて、信号の処理が行われる。

【0004】

近年、複数の波長に対応し、複数種類の光学記録媒体に対して処理を行うことのできる光ピックアップ装置が求められており、単一種類の光学記録媒体に対して処理を行う場合に比べて、光ピックアップ装置が複雑化および大形化するという問題点がある。この課題を解決する従来技術として、フォーカスエラー検出およびラジアルエラー検出のための光学系を共通化する技術が知られる(たとえば特許文献1参照)。

【0005】

図13は、従来技術に係る光ピックアップ装置の受光素子および回折素子1を光軸方向Zに見た平面図である。図13(a)は、受光素子の平面図であり、図13(b)は、回折素子を光軸方向Zに見た平面図である。回折素子1は、光記録媒体によって反射された復路光を受光素子に向けて、±1次回折光を回折する回折素子1である。回折素子1は円状の外形をしており、その中心点Oは、光ピックアップ装置の光軸を通る位置に配置される。さらに、回折素子1は、中心点Oを通りタンジェンシャル方向に延びる第1分割線3と、第1分割線3に直交する第2分割線4および第3分割線5によって6つの領域に分割される。これに対し受光素子は、第1～第8領域に分割され、これらのうち第2、第4、第6および第8領域は、それぞれさらに3つの小領域a, b, cに分割される。

【0006】

図13(b)において、紙面の左右方向がタンジェンシャル方向である。図13(b)において紙面の上下方向が、円板状の光学記録媒体の半径方向に対応したラジアル方向とする。ラジアル方向は、タンジェンシャル方向に直交する。このラジアル方向のうち、紙面上方の向きをラジアル方向一方とし、これとは逆の向きをラジアル方向他方とする。ラジアル方向に平行な第2および第3分割線4, 5のうち、トラッキング方向一方に位置する分割線を、第2分割線4とする。

【0007】

図13(b)に示す回折素子1で、6つに分割されたそれぞれの領域のうち、最もタンジェンシャル方向一方かつラジアル方向一方側に位置する領域と、最もタンジェンシャル方向他方かつラジアル方向一方側に位置する領域とは、受光素子の8つの領域のうち、第1および第5領域に対応する。この領域に入射する光線束は、受光素子の受光面上で焦点を結ぶ向きで集光される。

【0008】

図13に示す回折素子1で、6つに分割されたそれぞれの領域のうち、最もタンジェンシャル方向一方かつラジアル方向他方側に位置する領域と、最もタンジェンシャル方向他方かつラジアル方向他方側に位置する領域とは、受光素子の8つの領域のうち、第3および第7領域に対応する。この領域に入射する光線束は、受光素子の受光面上で焦点を結ぶ向きで集光される。

【0009】

図13に示す回折素子1で、6つに分割されたそれぞれの領域のうち、タンジェンシャル方向中央かつラジアル方向一方側に位置する領域は、受光素子の8つの領域のうち、第2および第8領域に対応する。この領域に入射する光線束は、受光素子の受光面よりも回折素子1から遠い位置に焦点を結ぶ向きで集光される。

【0010】

図13に示す回折素子1で、6つに分割されたそれぞれの領域のうち、タンジェンシャル

10

20

30

40

50

ル方向中央かつラジアル方向他方側に位置する領域は、受光素子の 8 つの領域のうち、第 4 および第 6 領域に対応する。この領域に入射する光線束は、受光素子の受光面よりも回折素子 1 に近い位置に、焦点を結ぶ向きで集光される。ここで「対応する」とは、回折素子 1 の各領域で回折した反射復路光が、受光素子の各領域に入射することを意味する。

【 0 0 1 1 】

光学記録媒体に入射する往路光が、仮に光学記録媒体のトラックをラジアル方向に横断すると、タンジェンシャル方向中央でラジアル方向に離れる 2 つの領域において、大きな明暗の変化を示す。この明暗の大きな領域は、図 1 3 において二点鎖線で囲って表している。回折素子 1 のうち、この明暗の大きな領域を除く残余の領域においては、往路光が仮にトラックをラジアル方向に横断しても、明暗の変化は比較的小さい。これによって、明暗の大きな領域と明暗の小さな領域とに入射する光線束の光量の差をとることでプッシュプル信号を生成することができる。生成したプッシュプル信号に応じてトラッキングサーボ（図示せず）を駆動することによって、光学記録媒体に入射する往路光を、ラジアル方向に調整することができる。

10

【 0 0 1 2 】

従来技術に係る光ピックアップ装置において、トラッキングサーボを制御するためのラジアルエラーは、受光素子の各領域に入射する光線束の光量を用いて差動プッシュプル（differential push pull）法で求められ、具体的には以下の式で表される演算によって求められる。

$$\begin{aligned} D P P &= \{ (R 4 a 1 1 + R 6 a 1 1) - (R 2 a 1 1 + R 8 a 1 1) \} \\ &\quad - k \times \{ (R 1 + R 5) - (R 3 + R 7) \} \\ &= M P P - k \times S P P \end{aligned} \quad \dots (1)$$

20

【 0 0 1 3 】

式（ 1 ）において、D P P は差動プッシュプル法によって求められるプッシュプル信号を表し、R 1 ～ R 8 は、それぞれ受光素子の第 1 ～ 第 8 領域に入射した光線束の光量を表す。第 1 ～ 第 8 領域のうち、第 2、第 4、第 6 および第 8 領域は、それぞれさらに 3 つの小領域に分割されているけれども、式（ 1 ）において、R 2 a 1 1、R 4 a 1 1、R 6 a 1 1 および R 8 a 1 1 は、第 2、第 4、第 6 および第 8 領域のそれぞれに入射した光線束の光量を表しており、言わば 3 つの小領域に入射した光線束の光量の合計である。ただし具体的には、受光素子の各領域に入射した光線束の光量は、受光素子によって変換して出力される電気信号の信号強度として表される。

30

【 0 0 1 4 】

式（ 1 ）に示すように、 $M P P = (R 4 a 1 1 + R 6 a 1 1) - (R 2 a 1 1 + R 8 a 1 1)$ とおくと、M P P には、前記明暗の大きな領域に入射する光線束の光量が含まれるので、光学記録媒体に入射する往路光が光学記録媒体のトラックを横切ると、M P P は、大きく変化し、ラジアル方向のずれ、すなわちラジアルエラーの、A C 成分を反映する。

【 0 0 1 5 】

$S P P = (R 1 + R 5) - (R 3 + R 7)$ とおくと、S P P は、前記明暗の大きな領域に入射する光線束の光量を含まないのので、光学記録媒体に入射する往路光が光学記録媒体のトラックを横切っても、ラジアル方向のずれ量に対する光量の変化量は、M P P に比べて小さい。k は、これが S P P に乗算されることによって、対物レンズ位置のトラックに対するずれ量に対する、式（ 1 ）における第 2 項の変化の割合を、M P P の変化の割合と同等な程度とするための係数である。これら M P P、S P P および k によって、プッシュプル信号の D C 成分を生成することができ、ラジアルエラーのオフセット量をプッシュプル信号に反映することができる。受光素子の第 2、第 4、第 6 および第 8 領域においてそれぞれ 3 つずつに分割された小領域は、フォーカスエラーを検出するときに用いられる。

40

【 0 0 1 6 】

【特許文献 1】特開平 1 1 - 7 3 6 5 8 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 1 7 】

式 (1) に示される各項のうち、 $(R4a11 + R6a11)$ と $(R1 + R5)$ とは、理想的には、トラッキングのずれに対して増減の向きを同じくする。換言すれば同極性である。同様に $(R2a11 + R8a11)$ と $(R3 + R7)$ とは、同極性である。受光素子の各領域に入射する光量、換言すれば受光素子の各領域から出力される信号の信号強度である $(R4a11 + R6a11)$ と $(R1 + R5)$ とが、理想的に共に増減する場合には、ラジアルエラーを補正するためのサーボ信号として、安定したプッシュプル信号 D P P を生成することができる。

【 0 0 1 8 】

しかし同極性であるはずの $(R4a11 + R6a11)$ と $(R1 + R5)$ とが、たとえば異物、光学記録媒体の疵などによって同期せず、信号変動が互いにずれると、D P P 信号の振幅は振動し、安定したラジアル方向のサーボ制御を行うことができなくなるという問題点がある。異物、疵などによるプッシュプル信号 D P P のずれ量は、ラジアルエラーによるプッシュプル信号 D P P の変化量よりも大きくなる場合もある。

【 0 0 1 9 】

図 1 4 は、従来技術に係る光ピックアップ装置の回折素子 1 を光軸方向 Z に見た平面図である。図 1 4 には、光学記録媒体の表面上に付着した異物による陰影 2 と、その通過位置を表している。光学記録媒体上に異物または疵などがあると、異物および疵の部分では、往路光が正常に反射されず、反射復路光の光量は低下する。光学記録媒体が回転することによって、異物は光ピックアップ装置に対して、トラックとともにタンジェンシャル方向に移動する。図 1 4 には、異物の形状が円形で、その直径が回折素子 1 の第 2 および第 3 分割線 4 , 5 の間の距離よりも小さい場合について示している。

【 0 0 2 0 】

異物の陰影 2 が、反射復路光の入射する回折素子 1 に差し掛かると、タンジェンシャル方向に 3 つに分割された領域のうち、最もタンジェンシャル方向他方に位置する。これによって、受光素子の第 1、第 3、第 5 および第 7 領域における受光量が低下する。異物の陰影 2 が、回折素子 1 の中心を通る位置からラジアル方向にずれると、受光素子の第 1 および第 5 領域からの信号強度の合計と、第 3 および第 7 領域からの信号強度の合計との間に差異が生じる。従来技術に係る光ピックアップ装置におけるこの状態を、「第 1 状態」と称する。

【 0 0 2 1 】

次に異物の陰影 2 が回折素子 1 上の第 2 および第 3 分割線 4 , 5 の間に位置すると、受光素子の第 2、第 4、第 6 および第 8 領域における受光量が低下する。異物の陰影 2 が、回折素子 1 の中心を通る位置からラジアル方向にずれると、受光素子の第 2 および第 8 領域からの信号強度の合計と、第 4 および第 6 領域からの信号強度の合計との間に差異が生じる。従来技術に係る光ピックアップ装置におけるこの状態を、「第 2 状態」と称する。さらに異物の陰影 2 が回折素子 1 の、最もタンジェンシャル方向一方の領域に位置すると、受光素子の第 1、第 3、第 5 および第 7 領域における受光量が低下する。異物の陰影 2 が、回折素子 1 の中心を通る位置からラジアル方向にずれると、受光素子の第 1 および第 5 領域からの信号強度の合計と、第 3 および第 7 領域からの信号強度の合計との間に差異が生じる。従来技術に係る光ピックアップ装置におけるこの状態を、「第 3 状態」と称する。

【 0 0 2 2 】

第 1 ~ 第 3 状態は、互いに時間的なずれがあるので、第 1 ~ 第 3 状態の時間的な差異だけ、式 (1) における $(R4a11 + R6a11)$ と $(R1 + R5)$ とにも、その増減に時間的な差異が生じる。これによって、理想的には同極性であっても、完全に同期しないという問題点がある。

【 0 0 2 3 】

図 1 5 は、従来技術に係る光ピックアップの回折素子 1 に異物の陰影 2 がラジアル方向にずれた位置を通過するとき、受光素子で検出される光量を表す図である。図 1 5 (a

) ~ (c) は、それぞれ異なる異物の陰影 2 が、回折素子 1 に投影されたときの図で、横軸は異物の陰影 2 の回折素子 1 上におけるタンジェンシャル方向の位置を、縦軸は受光素子からの出力を表している。図 15 (a) において太い線は、 $(R2_{all} + R8_{all})$ を表しており、細い線は、 $(R1 + R5)$ を表している。図 15 (b) において太い線は、 $(R4_{all} + R6_{all})$ を表しており、細い線は、 $(R3 + R7)$ を表している。

【0024】

図 15 (c) では式 (1) における MPP と、 $k \times SPP$ と、DPP との値を表している。異物がタンジェンシャル方向に移動するときに、回折素子 1 のラジアル方向の中央からずれた位置を移動すると、理想的には同極性であるべき受光素子からの出力が同期せず、図 15 (c) に示すように、DPP が大きく変動してしまうという問題点がある。

10

【0025】

本発明の目的は、小形化することができ、安定したプッシュプル信号を生成することのできる光ピックアップ装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0026】

本発明に従えば、光ピックアップ装置は、光源と、対物レンズと、回折素子と、受光素子とを含んで構成される。対物レンズは、光源から発せられる光を光学記録媒体の表面上に集光するレンズであり、回折素子には、光学記録媒体で反射された光が入射する。受光素子は、回折素子で回折した光線束が入射し、受光素子には、複数の受光領域が形成される。受光領域は、入射した光線束の光量に応じた出力信号を出力する。光ピックアップ装置は、制御駆動部に接続される。制御駆動部は、複数の受光領域から出力される出力信号の差異を算出することによって、プッシュプル信号を求め、プッシュプル信号に基づいて、対物レンズを制御する。

20

【0027】

回折素子には、順領域と逆領域とが形成される。順領域は、複数の受光領域のうち、プッシュプル信号に同符号に対応する出力信号を出力する受光領域に、光線束を入射させる領域である。逆領域は、複数の受光領域のうち、プッシュプル信号に逆符号に対応する出力信号を出力する受光領域に、光線束を入射させる領域である。順領域と逆領域とは、回折素子上のいずれか 1 つの方向において、複数かつ交互に配置される。

30

【0028】

また本発明に従えば、回折素子には明暗領域と単純領域とが形成される。明暗領域は、光学記録媒体で反射された光のうち、光学記録媒体の表面上のトラックからの回折反射光が入射する領域である。単純領域は、光学記録媒体で反射された光のうち、回折反射光が入射することなく、光学記録媒体からの単純反射光が入射する領域である。受光領域には、プッシュプル受光領域と、オフセット受光領域とが形成される。回折素子には第 1 回折領域と第 2 回折領域とが形成される。第 1 回折領域は、入射する光をプッシュプル受光領域に向けて回折させ、第 2 回折領域は、入射する光をオフセット受光領域に向けて回折させる。第 1 回折領域と第 2 回折領域とは、回折素子上のいずれか 1 つの方向において複数かつ交互に配置される。

40

【0029】

また本発明に従えば、順領域と逆領域とは、回折素子において、回折素子に平行な方向のうち、光学記録媒体の表面上のトラックの、対物レンズによって集光された光が入射する位置における接線方向に対応するタンジェンシャル方向に複数かつ交互に配置される。

【0030】

また本発明に従えば、第 2 回折領域の形状は、第 2 回折領域に入射する光の光量と、対物レンズのトラックからのずれ量とが比例関係となる形状に定められる。

【0031】

また本発明に従えば、回折素子は、順領域または逆領域のいずれか一方の、少なくとも一部を成す領域を含み、この領域の少なくとも一部は、タンジェンシャル方向を長手方向

50

として長手形状に形成される。

【0032】

また本発明に従えば、順領域と逆領域とは、回折素子において、回折素子に平行かつタンジェンシャル方向に垂直なラジアル方向に複数かつ交互に配置される。

【0033】

また本発明に従えば、回折領域には、第1配列群と第2配列群とが形成される。第1配列群には、順領域および逆領域が、タンジェンシャル方向に複数かつ交互に形成される。第2配列群には、順領域および逆領域が、ラジアル方向に複数かつ交互に形成される。

【0034】

また本発明に従えば、受光素子には、独立受光領域が形成され、独立受光領域の出力信号は、プッシュプル信号の算出に用いられない。回折素子は、独立回折領域と、第2回折領域とを含み、独立回折領域は、回折素子におけるラジアル方向中央に形成される。独立回折領域は、入射する光を独立受光領域に向けて回折させる。第2回折領域は、独立回折領域よりもラジアル方向外方に形成される。

【0035】

また本発明に従えば、受光領域には、回折素子で回折した後の ± 1 次回折光のうち、少なくともいずれか一方が入射する。

【0036】

また本発明に従えば、受光素子には、さらにフォーカスエラー検出領域が形成され、回折素子には、フォーカスエラー用回折領域がさらに形成される。受光素子に形成されるフォーカスエラー検出領域は、フォーカスエラーを検出するための領域であり、回折素子に形成されるフォーカスエラー用回折領域は、入光する光をフォーカスエラー検出領域に向けて回折させる。

【0037】

また本発明に従えば、制御駆動部は、フォーカスエラー検出領域からの出力信号に基づいて、ナイフエッジ法によってフォーカスエラー信号を生成する。

【0038】

また本発明に従えば、制御駆動部は、フォーカスエラー検出領域からの出力信号に基づいて、ビームサイズ法によってフォーカスエラー信号を生成する。

【0039】

また本発明に従えば、光源と、回折素子と、受光素子とは、一体に形成される。

【発明の効果】

【0040】

本発明によれば、回折素子には、順領域と逆領域とが形成される。順領域は、受光領域のうち、プッシュプル信号に同符号に対応する出力信号を出力する受光領域に、光線束を入射させる領域である。逆領域は、受光領域のうち、プッシュプル信号に逆符号に対応する出力信号を出力する受光領域に、光線束を入射させる領域である。順領域と逆領域とは、回折素子上のいずれか1つの方向において、複数かつ交互に配置される。

【0041】

これによって、順領域と逆領域とは、回折素子上のいずれか1つの方向において、複数かつ交互に配置されるので、順領域と逆領域とが交互に複数配置されない場合に比べて、異物の陰影が、隣合う順領域と逆領域とにまたがる可能性を高くすることができる。これによって、プッシュプル信号に対する異物の陰影の影響について、順領域に対応した出力信号と逆領域に対応した出力信号とで生じる時間的なずれを低減することができる。したがって、順領域への異物の陰影の影響と、逆領域への異物の陰影の影響とを、プッシュプル信号の算出において互いに相殺することができる。したがって、回折素子に投影される異物の陰影が、回折素子を移動することに伴うプッシュプル信号の変動を抑制することができる。またプッシュプル信号を算出してラジアルエラーを補正するので、光学記録媒体に記録される信号を読み取るための受光素子を、対物レンズの制御駆動にも共用ことができ、共用をしない場合に比べて小形化することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 2 】

また本発明によれば、回折素子には第1回折領域と第2回折領域とが形成される。第1回折領域は、入射する光をプッシュプル受光領域に向けて回折させ、第2回折領域は、入射する光をオフセット受光領域に向けて回折させる。第1回折領域と第2回折領域とは、回折素子上のいずれか1つの方向において複数かつ交互に配置される。これによって、異物の陰影が回折素子上の第1回折領域および第2回折領域のいずれか一方にのみ影響する可能性を低減することができる。したがって、異物の陰影が受光素子のプッシュプル受光領域およびオフセット受光領域のいずれか一方にのみ影響する可能性を低減することができる。これによって、回折素子上の明暗領域に入射する光の光量から単純領域に入射する光の光量の影響を差引いた上で、プッシュプル信号を算出するときに、明暗領域に入射する単純回折光の影響を除去するとともに、異物の陰影による影響をも相殺することが可能となり、従来技術に比べて、プッシュプル信号の精度を高くすることができる。

10

【 0 0 4 3 】

また本発明によれば、順領域と逆領域とは、回折素子において、回折素子に平行な方向のうち、光学記録媒体の表面上のトラックの、対物レンズによって集光された光が入射する位置における接線方向に対応するタンジェンシャル方向に複数かつ交互に配置される。これによって、光学記録媒体の表面上に付着する異物の陰影が回折素子においてタンジェンシャル方向に移動する場合、少なくとも一部の異物の陰影は、順領域と逆領域とを交互に複数回、通過する。これによって、プッシュプル信号に対する異物の陰影の影響について、順領域に対応した出力信号と逆領域に対応した出力信号とで生じる時間的なずれを低減することができる。したがって、回折素子に投影される異物の陰影が、回折素子を移動することに伴うプッシュプル信号の変動を抑制することができる。また、異物の陰影が順領域と逆領域とのいずれか一方に偏って投影される可能性を低減することができるので、順領域と逆領域とに投影された異物の陰影による影響を、互いに相殺することができ、異物の陰影が、回折素子を移動することに伴うプッシュプル信号の変動を抑制することができる。

20

【 0 0 4 4 】

また本発明によれば、第2回折領域の形状は、第2回折領域に入射する光の光量と、対物レンズのトラックからのずれ量とが比例関係となる形状に定められる。これによって、第2回折領域に入射する光の光量が、対物レンズのトラックからのずれ量に対して非線形の場合に比べて、プッシュプル信号を算出する計算式を簡単化することができる。したがって、プッシュプル信号を算出するときの演算コストを低減することができる。これによって、ラジアルエラーを短時間にかつ高い精度で求めることが容易となり、またラジアルエラーの補正に係る時間を可及的に短くすることができる。したがって、高い精度で対物レンズを制御駆動することが可能となる。

30

【 0 0 4 5 】

また本発明によれば、回折素子は、順領域または逆領域のいずれか一方の、少なくとも一部を成す領域を含み、この領域の少なくとも一部は、タンジェンシャル方向を長手方向として長手形状に形成される。これによって、回折素子において異物の陰影が、ラジアル方向に隣合う順領域および逆領域にまたがる可能性を高くすることができる。異物の陰影が、隣合う順領域と逆領域とにまたがる場合に、プッシュプル信号における異物の陰影による順領域への影響と、逆領域への影響とを同期させることができる。したがって、回折素子に投影される異物の陰影が、回折素子を移動することに伴うプッシュプル信号の変動を抑制することができる。これによって、順領域への異物の影響と逆領域への異物の影響とを互いに相殺することができる。

40

【 0 0 4 6 】

また本発明によれば、順領域と逆領域とは、回折素子において、回折素子に平行かつタンジェンシャル方向に垂直なラジアル方向に複数かつ交互に配置される。これによって、順領域と逆領域とが、回折素子におけるタンジェンシャル方向に複数かつ交互に配置される場合に比べて、異物の陰影が順領域に位置する時刻と逆領域に位置する時刻とを同じに

50

することが容易となる。順領域と逆領域とがタンジェンシャル方向に交互に配置される場合には、異物の陰影が順領域と逆領域とのいずれか一方に偏って投影される可能性を低減できるという利点があり、これに対し順領域と逆領域とがラジアル方向に交互に配置される場合には、隣合う順領域と逆領域とをまたいで投影された異物の陰影による、順領域と逆領域とに対する影響を、完全に同期させることができる。これによって、順領域への異物の影響と逆領域への異物の影響とを互いに相殺することができる。

【 0 0 4 7 】

また本発明によれば、第 1 配列群には、順領域および逆領域が、タンジェンシャル方向に複数かつ交互に、第 2 配列群には、順領域および逆領域が、ラジアル方向に複数かつ交互に形成される。これによって、回折素子のうち、順領域に対応する出力信号の波形と逆領域に対応する出力信号の波形とで、位相差が生じる部分には第 1 配列群を形成し、回折素子のうち、順領域に対応する出力信号の波形と逆領域に対応する出力信号の波形とで、同位相となる部分には第 2 配列群を形成することが可能となる。したがって、順領域と逆領域とを、回折素子で 1 つの方向にのみ複数かつ交互に配置する構成に比べて、プッシュプル信号に対する異物の陰影の影響について、順領域に対応する出力信号と逆領域に対応する出力信号との同期の精度を、高くすることができる。これによって、プッシュプル信号を、さらに安定化することができる。

【 0 0 4 8 】

また本発明によれば、独立回折領域は、回折素子におけるラジアル方向中央に、入射する光の光量の増減がプッシュプル信号の増減に対して独立する。第 2 回折領域は、独立回折領域よりもラジアル方向外方に、タンジェンシャル方向およびラジアル方向に延びる辺を有する長手形状に形成される。これによって、回折素子のうちラジアル方向中央の、単位面積当たりに入射する光強度が比較的大きい部分に入射する光量を、プッシュプル信号の算出に用いる光量からは除外することができる。これによって、第 2 回折領域の形状を、第 2 回折領域における光量と、対物レンズのトラックからのずれ量とが、比例関係となる形状に定めることが容易となる。

【 0 0 4 9 】

また本発明によれば、受光領域には、回折素子で回折した後の ± 1 次回折光のうち、少なくともいずれか一方が入射する。これによって、0 次回折光を用い、 ± 1 次回折光を利用しない場合に比べて、回折素子と受光素子との距離を短く設定することができる。複数の受光領域を、受光素子において明確に区別するために、互いに離して形成するには、回折素子と受光素子との距離を大きく取る必要が生じる。 ± 1 次回折光を利用すれば、回折素子と受光素子との距離を短く設定し、かつ複数の受光領域を互いに離して形成することができる。

【 0 0 5 0 】

また本発明によれば、受光素子には、さらにフォーカスエラー検出領域が形成され、回折素子には、フォーカスエラー用回折領域がさらに形成される。受光素子に形成されるフォーカスエラー検出領域は、フォーカスエラーを検出するための領域であり、回折素子に形成されるフォーカスエラー用回折領域は、入光する光をフォーカスエラー検出領域に向けて回折する。これによって、フォーカスエラーの検出とラジアルエラーの検出とについて、回折素子および受光素子を共通化することができる。したがって、フォーカスエラーの検出とラジアルエラーの検出とに対して、回折素子および受光素子のいずれかを別体に設ける場合に比べて、光ピックアップ装置を小形化することができる。

【 0 0 5 1 】

また本発明によれば、制御駆動部は、フォーカスエラー検出領域からの出力信号に基づいて、ナイフエッジ法によってフォーカスエラー信号を生成する。これによって、フォーカスエラーを差動プッシュプル法によって検出する場合に比べて、フォーカスエラーを検出するための受光領域を小さく設定することが可能となる。したがって、光ピックアップ装置を小形化することが可能となる。

【 0 0 5 2 】

また本発明によれば、制御駆動部は、フォーカスエラー検出領域からの出力信号に基づいて、ビームサイズ法によってフォーカスエラー信号を生成する。これによって、フォーカスエラーをたとえば差動プッシュプル法によって検出する場合に比べて、フォーカスエラーを検出するための受光領域を小さく設定することが可能となる。したがって、光ピックアップ装置を小形化することが可能となる。

【 0 0 5 3 】

また本発明によれば、光源と、回折素子と、受光素子とは、一体に形成される。これによって、他の部品と組合わせて実装するときに、光源と回折素子と受光素子とを、互いの相対位置が固定された状態で、取扱うことが可能となる。したがって、実装を容易にすることができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 5 4 】

以下、図面を参照しながら本発明を実施するための形態を、複数の形態について説明する。以下の説明においては、各形態に先行する形態ですでに説明している事項に対応している部分には同一の参照符を付し、重複する説明を略する場合がある。構成の一部のみを説明している場合、構成の他の部分は、先行して説明している形態と同様とする。実施の各形態で具体的に説明している部分の組合せばかりではなく、特に組合せに支障が生じなければ、実施の形態同士を部分的に組合せることも可能である。またそれぞれの実施形態は、本発明に係る技術を具体化するために例示するものであり、本発明の技術的範囲を限定するものではない。本発明に係る技術内容は、特許請求の範囲に記載された技術的範囲内において、種々の変更を加えることが可能である。

20

【 0 0 5 5 】

(第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態に係る光ピックアップ装置10における受光素子16および回折素子17を光軸方向Zに見た平面図である。図2は、本発明の第1実施形態に係る光ピックアップ装置10の構成を表す側面図である。本実施形態に係る光ピックアップ装置10は、たとえばCD、DVD、BDなどの光学記録媒体11に対して、光の出射および受光を行う装置で、情報処理装置に搭載される。情報処理装置は、光学記録媒体11に対して、情報の記録、再生、消去、および書換えの少なくともいずれか1つの処理を行う。

30

【 0 0 5 6 】

光ピックアップ装置10は、光源12と、対物レンズ13と、回折素子17と、受光素子16とを含んで構成される。光源12は、たとえば半導体レーザ素子によって実現され、光ピックアップ装置10に搭載されて、光学記録媒体11に対する情報処理に用いられる光の出射を行う。対物レンズ13は、光源12から発せられる光を光学記録媒体11の表面上に集光するレンズである。光学記録媒体11の記録面上の、対物レンズ13によって集光された光が入射する位置を「集光位置」と称することがある。

【 0 0 5 7 】

回折素子17には、光学記録媒体11で反射された光が入射する。受光素子16は、回折素子17で回折した光線束が入射し、受光素子16には、複数の受光領域20が形成される。受光領域20は、入射した光線束の光量に応じた出力信号を出力する。光ピックアップ装置10は、制御駆動部に接続される。制御駆動部は、複数の受光領域20から出力される出力信号の差異を算出することによって、プッシュプル信号を求め、プッシュプル信号に基づいて、対物レンズ13を制御駆動する。これによって制御駆動部は、ラジアルエラーを補正する。

40

【 0 0 5 8 】

制御駆動部(図示外)は、対物レンズ13を駆動するアクチュエータを含み、アクチュエータによって対物レンズ13のフォーカスサーボ制御およびラジアルサーボ制御を行う。具体的には、アクチュエータは、フォーカスサーボ制御を行うことによって対物レンズ13透過後の往路光を光記録媒体11の記録表面上に集光させる。また対物レンズ13の

50

ラジアルサーボ制御を行うことによって、対物レンズ 13 透過後、集光された往路光を、所定のトラックに追従させる。

【0059】

光源 12 から発せられた往路光 27 は、光学記録媒体 11 で反射された後、反射復路光 28 として回折素子 17 に到達する。回折素子 17 は、大略的に平板状かつ円板状に形成される。光学記録媒体 11 から回折素子 17 に到達する光の進行方向は、ほぼ回折素子 17 に垂直に入射する。

【0060】

回折素子 17 には、順領域 22 と逆領域 24 とが形成される。順領域 22 は、複数の受光領域 20 のうち、プッシュプル信号に同符号に対応する出力信号を出力する受光領域に、光線束を入射させる領域である。逆領域 24 は、複数の受光領域 20 のうち、プッシュプル信号に逆符号に対応する出力信号を出力する受光領域に、光線束を入射させる領域である。順領域 22 と逆領域 24 とは、回折素子 17 上のいずれか 1 つの方向において、複数かつ交互に配置される。具体的には、順領域 22 と逆領域 24 とは、回折素子 17 におけるタンジェンシャル方向 X に垂直なラジアル方向 Y に対して角度を成すいずれか 1 つの方向において、複数かつ交互に配置される。特に本実施形態では、順領域 22 と逆領域 24 とは、回折素子 17 におけるタンジェンシャル方向 X に複数かつ交互に配置される。本実施形態において、回折素子 17 に平行な方向のうち、光学記録媒体 11 の表面上のトラックの、集光位置における接線方向を「タンジェンシャル方向」X と称し、回折素子 17 に平行かつタンジェンシャル方向 X に垂直な方向を「ラジアル方向」Y と称する。

10

20

【0061】

受光領域 20 には、回折素子 17 で回折した後の ± 1 次回折光のうち、少なくともいずれか一方が入射する。受光素子 16 には、さらにフォーカスエラー検出領域 21 が形成され、回折素子 17 には、フォーカスエラー用回折領域がさらに形成される。受光素子 16 に形成されるフォーカスエラー検出領域 21 は、フォーカスエラーを検出するための領域であり、回折素子 17 に形成されるフォーカスエラー用回折領域は、入光する光をフォーカスエラー検出領域 21 に向けて回折させる。制御駆動部は、フォーカスエラー検出領域 21 からの出力信号に基づいて、ナイフエッジ法によってフォーカスエラー信号を生成する。光源 12 と、回折素子 17 と、受光素子 16 とは、一体に形成される。

30

【0062】

光ピックアップ装置 10 は、さらにコリメートレンズ 26 を含んで構成され、コリメートレンズ 26 は、光源 12 からの光を光学記録媒体 11 に向けて平行光にして透過させるレンズである。光源 12 から出射された光は、コリメートレンズ 26 を透過した後、対物レンズ 13 によって光学記録媒体 11 の記録面上に集光される。光学記録媒体 11 の記録面は、光学記録媒体 11 の表面のうち、情報が記録される表面である。光源 12 から出射されてから光学記録媒体 11 の記録面に到達するまでの光を「往路光」27 と称し、光学記録媒体 11 の記録面で反射されて以降の光を「反射復路光」28 と称する。反射復路光 28 は、受光素子 16 に到達することで光以外の、たとえば電気信号、熱などのエネルギーに変換される。

40

【0063】

光学記録媒体 11 の記録面で反射された後の反射復路光 28 は、対物レンズ 13 を透過し、その後回折素子 17 で回折し、その後受光素子 16 に入射する。光ピックアップ装置 10 は、たとえば、 $\lambda/4$ 板、 $\lambda/2$ 板などの偏光素子を含んで構成されることもあり、またビームスプリッタを備える場合もあり、往路光 27 および復路光の少なくともいずれかが、これらの光学部品を透過する構成であってもよい。

【0064】

図 2 に示す本実施形態における光ピックアップ装置 10 では、対物レンズ 13 を透過した反射復路光 28 は、コリメートレンズ 26 を透過した後、回折素子 17 に入射する。光ピックアップ装置 10 は、対物レンズ 13 を駆動するフォーカシングサーボおよびアクチュエータ（いずれも図示外）を備え、これらによって対物レンズ 13 の位置調整を行うこ

50

とによって、対物レンズ 13 の光学記録媒体 11 に対する相対位置を調整する。図 2 に示す本実施形態における光ピックアップ装置 10 において、少なくとも光源 12、回折素子 17、コリメートレンズ 26 および対物レンズ 13 は、光軸上に配置される。回折素子 17 は、光学記録媒体 11 にほぼ平行に配置され、光軸に沿って回折素子 17 に入射した反射復路光 28 は、光軸からずれて、受光素子 16 に向かう。

【0065】

光軸は、光学記録媒体 11 および回折素子 17 に垂直で、光軸が延びる方向を「光軸方向」Z と称する。光学記録媒体 11 のトラックのうち、往路光 27 が照射される位置におけるトラックに対する接線方向がタンジェンシャル方向 X である。回折素子 17 に入射する光線束は、光学記録媒体 11 のタンジェンシャル方向 X に対応した向きの変化を回折素子 17 にもたす。すなわち回折素子 17 には、光学記録媒体 11 のタンジェンシャル方向 X に対応した向きが定められ、本実施形態においては、光学記録媒体 11 の記録面上におけるタンジェンシャル方向 X と、回折素子 17 において光学記録媒体 11 の記録面におけるタンジェンシャル方向 X に対応した方向とは、一致している。

【0066】

タンジェンシャル方向 X と光軸方向 Z とに垂直な方向はラジアル方向 Y である。ラジアル方向 Y は、たとえば光学記録媒体 11 が CD の場合において、CD の回転の中心軸に対して半径方向となる。本実施形態において、光学記録媒体 11 の記録面における半径方向と、回折素子 17 において光学記録媒体 11 の記録面におけるラジアル方向 Y とは一致する。

【0067】

図 1 (a) には、受光素子 16 を光軸方向 Z に見た平面図を示しており、図 1 (b) には、回折素子 17 を光軸方向 Z の光学記録媒体 11 側から見た平面図を示している。受光素子 16 には、第 1 ~ 第 6 受光領域 20a, 20b, ..., 20f の 6 つの受光領域 20 が形成される。各受光領域 20 は、フォトダイオードなどの光電変換を行う素子によって実現され、入射した光の光量に応じて出力信号を出力する。具体的には、単位時間当たりに受光した光量を電圧として出力する。各受光領域 20 から出力される出力信号は、制御駆動部に入力され、フォーカスエラーの補正およびラジアルエラーの補正のための情報として用いられる。実施形態によっては、受光領域 20 からの出力信号は、光電増倍管などを介して制御駆動部に入力されてもよい。

【0068】

図 1 (b) に示すように、第 1 実施形態における回折素子 17 は、光軸方向 Z に見て円形に形成され、複数の分割線によって複数の回折領域 32 に分割されている。分割線のうち第 1 分割線 s1 は、回折素子 17 の円の中心点を通りラジアル方向 Y に延び、回折素子 17 の円の直径を成す。第 2 分割線 s2 は、中心点からタンジェンシャル方向一方 X1 に延びる。第 2 分割線 s2 は、中心点よりもタンジェンシャル方向他方 X2 には形成されていない。第 2 分割線 s2 は、そのタンジェンシャル方向一方 X1 の端において、回折素子 17 の外形を成す円に交わる。

【0069】

図 1 (b) のように、光学記録媒体 11 側から光軸方向 Z に回折素子 17 を見て、第 1 分割線 s1、すなわちラジアル方向 Y を上下方向とし、第 2 分割線 s2 すなわちタンジェンシャル方向一方 X1 を右方としたときに、上方に向かう向きを「ラジアル方向一方」Y1 とし、下方に向かう向きを「ラジアル方向他方」Y2 とする。

【0070】

第 3 分割線 s3 は、中心点からタンジェンシャル方向一方 X1 に半径の半分程度の距離離れた点で第 2 分割線 s2 と直交し、ラジアル方向 Y に延びる弦を成す。第 4 分割線 s4 は、第 3 分割線 s3 よりもわずかにタンジェンシャル方向一方 X1 に位置し、第 3 分割線 s3 に平行に形成される。換言すれば第 4 分割線 s4 は、第 3 分割線 s3 に平行に、第 3 分割線 s3 よりも中心点から同じ向きかつ外方に形成される弦である。

【0071】

第 5 分割線 s_5 は、第 4 分割線 s_4 よりもさらにタンジェンシャル方向一方 X_1 に、第 4 分割線 s_4 に平行な弦として形成される。第 3 ~ 第 5 分割線 s_3 , s_4 , s_5 は、いずれもラジアル方向 Y に延びるその長手方向の中央で、第 2 分割線 s_2 に垂直に交わる。第 6 分割線 s_6 は、第 1 分割線 s_1 と第 3 分割線 s_3 との間に位置し、矩形の領域を切り取る形状に形成される。すなわち、第 6 分割線 s_6 はラジアル方向 Y に延びる長辺を有する長方形の形状に形成され、この長方形は、第 2 分割線 s_2 をラジアル方向 Y 両側にまたがる。第 2 分割線 s_2 は、第 6 分割線 s_6 によって形成される長方形のラジアル方向 Y 中央を横切り、この長方形を 2 つの領域に分割する。この長方形は、第 1 分割線 s_1 と第 3 分割線 s_3 とのタンジェンシャル方向 X およそ中央に配置される。

【 0 0 7 2 】

10

回折素子 17 のうち、第 1 分割線 s_1 よりもタンジェンシャル方向他方 X_2 の回折領域 32 は、第 1 受光領域 20a と第 2 受光領域 20b とに対応する。この回折領域 32 を領域 M1 とする。すなわち、回折領域 32 のうち領域 M1 で回折した反射復路光 28 は、回折によってその進行方向が第 1 および第 2 受光領域 20a , 20b に向けられ、第 1 および第 2 受光領域 20a , 20b に入射する。

【 0 0 7 3 】

第 1 分割線 s_1 よりもタンジェンシャル方向一方 X_1 、第 2 分割線 s_2 よりもラジアル方向他方 Y_2 、第 3 分割線 s_3 よりもタンジェンシャル方向他方 X_2 で、かつ第 6 分割線 s_6 の外方に位置する回折領域 32 は、第 3 受光領域 20c に対応する。この回折領域 32 を領域 M2c とする。第 1 分割線 s_1 よりもタンジェンシャル方向一方 X_1 、第 2 分割線 s_2 よりもラジアル方向一方 Y_1 、第 3 分割線 s_3 よりもタンジェンシャル方向他方 X_2 で、かつ第 6 分割線 s_6 の外方に位置する回折領域 32 は、第 4 受光領域 20d に対応する。この回折領域 32 を領域 M3d とする。

20

【 0 0 7 4 】

第 3 分割線 s_3 よりもタンジェンシャル方向一方 X_1 、第 4 分割線 s_4 よりもタンジェンシャル方向他方 X_2 かつ第 2 分割線 s_2 よりもラジアル方向他方 Y_2 の回折領域 32 は、第 5 受光領域 20e に対応する。この回折領域 32 を領域 M4e とする。第 3 分割線 s_3 よりもタンジェンシャル方向一方 X_1 、第 4 分割線 s_4 よりもタンジェンシャル方向他方 X_2 かつ第 2 分割線 s_2 よりもラジアル方向一方 Y_1 の回折領域 32 は、第 6 受光領域 20f に対応する。この回折領域 32 を領域 M5f とする。

30

【 0 0 7 5 】

第 4 分割線 s_4 よりもタンジェンシャル方向一方 X_1 、第 5 分割線 s_5 よりもタンジェンシャル方向他方 X_2 かつ第 2 分割線 s_2 よりもラジアル方向他方 Y_2 の回折領域 32 は、第 3 受光領域 20c に対応する。この回折領域 32 を領域 M6c とする。第 4 分割線 s_4 よりもタンジェンシャル方向一方 X_1 、第 5 分割線 s_5 よりもタンジェンシャル方向他方 X_2 かつ第 2 分割線 s_2 よりもラジアル方向一方 Y_1 の回折領域 32 は、第 4 受光領域 20d に対応する。この回折領域 32 を領域 M7d とする。

【 0 0 7 6 】

第 5 分割線 s_5 よりもタンジェンシャル方向一方 X_1 かつ第 2 分割線 s_2 よりもラジアル方向他方 Y_2 に位置する回折領域 32 は、第 5 受光領域 20e に対応する。この回折領域 32 を領域 M8e とする。第 5 分割線 s_5 よりもタンジェンシャル方向一方 X_1 かつ第 2 分割線 s_2 よりもラジアル方向一方 Y_1 に位置する回折領域 32 は、第 6 受光領域 20f に対応する。この回折領域 32 を領域 M9f とする。

40

【 0 0 7 7 】

第 6 分割線 s_6 よりも内側の回折領域 32 のうち、第 2 分割線 s_2 よりもラジアル方向他方 Y_2 の回折領域 32 は、第 5 受光領域 20e に対応する。この回折領域 32 を領域 M10f とする。第 6 分割線 s_6 よりも内側の回折領域 32 のうち、第 2 分割線 s_2 よりもラジアル方向一方 Y_1 の回折領域 32 は、第 6 受光領域 20f に対応する。この回折領域 32 を領域 M11e とする。

【 0 0 7 8 】

50

回折素子 17 には、明暗領域 35 と単純領域 37 とが形成される。明暗領域 35 は、光学記録媒体 11 で反射された光のうち、光学記録媒体 11 の表面上のトラックからの回折反射光が入射する領域である。単純領域 37 は、光学記録媒体 11 で反射された光のうち、回折反射光が入射することなく、光学記録媒体 11 からの単純反射光が入射する領域である。受光領域 20 には、プッシュプル受光領域と、オフセット受光領域とが形成される。回折素子 17 には、第 1 回折領域 31 と第 2 回折領域 34 とが形成される。第 1 回折領域 31 は、入射する光をプッシュプル受光領域に向けて回折させ、第 2 回折領域 34 は、入射する光をオフセット受光領域に向けて回折させる。第 1 回折領域 31 と第 2 回折領域 34 とは、回折素子 17 上のいずれか 1 つの方向において複数かつ交互に配置される。

【0079】

10

光学記録媒体 11 で反射された後の反射復路光 28 は、回折素子 17 よりも小さい円形の断面を有する光線束として、回折素子 17 に入射する。回折素子 17 のうち、反射復路光 28 の光線束によって照射される領域、換言すれば、反射復路光 28 の光線束が回折素子 17 に投影される範囲は、第 6 分割線 s6 によって形成される長方形の回折領域 32 を内包し、第 5 分割線 s5 よりもタンジェンシャル方向一方 X1 の回折領域 32 の一部をも内包する。反射復路光 28 の光線束によって照射される領域を「照射領域」と称すると、照射領域は、円形に形成され、その円の中心は、回折素子 17 の円の中心点に一致する。照射領域の半径は、タンジェンシャル方向 X に離れる第 1 分割線 s1 と第 5 分割線 s5 との距離よりも大きく設定される。

【0080】

20

照射領域のうち、最もラジアル方向一方 Y1 および最もラジアル方向他方 Y2 に位置する位置には、光学記録媒体 11 に入射する往路光 27 がトラックをラジアル方向に横断したときに、大きな明暗の変化を示す領域が位置する。この領域を「明暗領域」35 と称すると、明暗領域 35 はラジアル方向 Y に離れる 2 つの領域として形成され、それぞれの明暗領域 35 は、およそ楕円形に形成される。明暗領域 35 とは、対物レンズ 13 がラジアル方向に変位することによってラジアルエラーを生じたときに、照射領域のうちで、単位面積当たりの光量の変化が最も大きい部分である。

【0081】

回折素子 17 に入射する反射復路光 28 は、単純反射光と回折反射光とを含む。回折素子 17 上において円形に形成される照射領域には、その全体に単純反射光が入射する。これに対し、回折反射光は、ラジアル方向 Y に離れる 2 つの領域として形成される明暗領域 35 に入射する。照射領域のうち、明暗領域 35 を除く領域を「単純領域」と称すると、回折反射光は、単純領域には入射しない。したがって、対物レンズ 13 透過後の往路光が光学記録媒体 11 の記録面上のトラックを横切ると、明暗領域 35 においては大きな明暗の変化を示すけれども、単純反射光に入射する光の光量の変化は、明暗領域 35 における変化に比べて小さい変化となる。

30

【0082】

図 1 (b) において明暗領域 35 は、二点鎖線で囲うことによって表している。照射領域のうち、明暗領域 35 を除く残余の領域においては、往路光 27 が仮にトラックをラジアル方向に横断したとしても、単位面積当たりの光量すなわち光強度の変化は、明暗領域 35 における変化に比べて小さい。これによって、光強度の変化の大きな領域と、光強度の変化の小さな領域とに入射する光線束の光量の差をとることで、プッシュプル信号を生成することができる。生成したプッシュプル信号に応じて対物レンズ 13 を制御駆動することによって、光学記録媒体 11 に入射する往路光 27 のラジアル方向のずれ、すなわちラジアルエラーを補正することができる。

40

【0083】

2 つの明暗領域 35 のうち、ラジアル方向一方 Y1 に位置する明暗領域 35 は、第 1 分割線 s1 を越えて第 1 分割線 s1 よりもタンジェンシャル方向他方 X2 の領域と、第 1 分割線 s1 よりもタンジェンシャル方向一方 X1、第 2 分割線 s2 よりもラジアル方向一方 Y1、第 3 分割線 s3 よりもタンジェンシャル方向他方 X2、かつ第 6 分割線 s6 よりも

50

外方の領域とにまたがる。したがって、2つのうちラジアル方向一方Y1の明暗領域35のおよそ半分は第1および第2受光領域20a, 20bに対応し、残るおよそ半分は第4受光領域20dに対応する。

【0084】

2つの明暗領域35のうち、ラジアル方向他方Y2に位置する明暗領域35は、第1分割線s1を越えて第1分割線s1よりもタンジェンシャル方向他方X2の領域と、第1分割線s1よりもタンジェンシャル方向一方X1、第2分割線s2よりもラジアル方向他方Y2、第3分割線s3よりもタンジェンシャル方向他方X2、かつ第6分割線s6よりも外方の領域とにまたがる。したがって、2つのうちラジアル方向他方Y2の明暗領域35のおよそ半分は第1および第2受光領域20a, bに対応し、残るおよそ半分は第3受光領域20cに対応する。2つの領域に「またがる」とは、光線束または陰影が、2つの領域間の境界を越えて、または他の領域を含めて、2つの領域の両方に入射または投影されることを意味する。

10

【0085】

本実施形態においてラジアルエラーは、差動プッシュプル(differential push pull, 略称「DPP」)法を用いて補正される。差動プッシュプル法によって得られる出力信号の信号強度をDPPと表し、第1受光領域20aからの信号強度をA、第2受光領域20bからの信号強度をB、第3受光領域20cからの信号強度をC、第4受光領域20dからの信号強度をD、第5受光領域20eからの信号強度をE、第6受光領域20fからの信号強度をFで表すと、プッシュプル信号DPPは、次の式(2)で表される。

20

$$\begin{aligned} DPP &= (C - D) - k \times (E - F) \\ &= MPP - k \times SPP \end{aligned} \quad \dots (2)$$

【0086】

式(2)において各項は全てスカラー量であり、MPPは(C-D)を、SPPは(E-F)を表す。第1および第2受光領域20a, 20bは、フォーカスエラーの補正に用いるので、それらの受光素子16からの信号強度AおよびBは、プッシュプル信号を算出する式(2)には現れない。本実施形態においてラジアルエラー補正のためのプッシュプル信号は、第1分割線s1よりもタンジェンシャル方向一方X1の回折領域32に対応する出力信号によって求められる。これらのうち、明暗領域35からの信号強度が反映されるCおよびDを含む項を、MPPとし、明暗領域35からの信号強度が反映されないEおよびFを含む項を、SPPとする。

30

【0087】

MPPに含まれるCおよびDを出力する第3および第4受光領域20c, 20dには、明暗領域35からの光が入射するので、第3および第4受光領域20c, 20dには、反射復路光28のうちの回折反射光が入射する。回折反射光は、プッシュプル信号に如実に反映されるので、CおよびDを出力する第3および第4受光領域20c, 20dを、「プッシュプル受光領域」と称する。これに対し、EおよびFを出力する第5および第6受光領域20e, 20fには、単純領域からの光は入射するけれども、明暗領域35からの光は入射しない。したがって、第5および第6受光領域20e, 20fには、単純反射光は入射するけれども、回折反射光は入射しない。第5および第6受光領域20e, 20fに入射する光の光量は、トラックに対する対物レンズ13のずれ量、すなわちオフセット量に、およそ比例するので、第5および第6受光領域20e, 20fを「オフセット受光領域」と称する。

40

【0088】

第3および第4受光領域20c, 20dからの出力信号CおよびDは、明暗領域35で回折した光線束の光量を反映するので、交流成分のプッシュプル出力信号が得られる。第5および第6受光領域20e, 20fからの出力信号EおよびFは、制御駆動部による対物レンズ13の変位で、回折素子17上の照射領域が回折素子17の中心点からずれることによって、変化を示す。このEおよびFの信号強度の変化は、ラジアルエラーの大きさの変化に対するCおよびDの変化の割合よりも、小さな変化の割合を示す。

50

【 0 0 8 9 】

式(2)に現れる各項のうち、CとFとは、プッシュプル信号DPPに対して同符号に対応する。換言すれば、CとFとは、大きくなることによってDPPの値も大きくなる。このCとFとを、互いに「同極性」と称することとする。式(2)に現れる各項のうち、DとEとは、プッシュプル信号DPPに対して逆符号に対応する。換言すれば、DとEとは、大きくなることによって、DPPの値は小さくなる。DとEとは、互いに同極性である。同様に、CとFとを出力する第3受光領域20cと第6受光領域20fとは、互いに同極性であり、DとEとを出力する第4受光領域20dと第5受光領域20eとは、互いに同極性である。

【 0 0 9 0 】

式(2)に現れる項のうち、プッシュプル信号DPPに同符号に対応するCおよびFに、対応する回折領域32を「順領域」22と称する。これに対し、式(2)に現れる項のうち、プッシュプル信号DPPに逆符号に対応するDおよびEに、対応する回折領域32を「逆領域」24と称する。

【 0 0 9 1 】

受光領域20のうち、プッシュプル受光領域に対応する回折素子17上の領域を第1回折領域31とし、オフセット受光領域に対応する回折素子17上の領域を第2回折領域34とすると、第3受光領域20cは、プッシュプル受光領域であり、これに対応する回折素子17上の領域M2cおよび領域M6cは、第1回折領域31である。第4受光領域20dは、プッシュプル受光領域であり、これに対応する回折素子17上の領域M3dおよび領域M7dは、第1回折領域31である。第5受光領域20eは、オフセット受光領域であり、これに対応する回折素子17上の領域M4e、領域M8eおよび領域M10eは、第2回折領域34である。第6受光領域20fは、オフセット領域であり、これに対応する回折素子17上の領域M5f、領域M9fおよび領域M11fは、第2回折領域34である。

【 0 0 9 2 】

回折素子17上の領域M2cおよび領域M6cは、第1回折領域31であるとともに、順領域22である。回折素子17上の領域M3dおよび領域M7dは、第1回折領域31であるとともに、逆領域24である。回折素子17上の領域M4e、領域M8eおよび領域M10eは、第2回折領域34であるとともに、逆領域24である。回折素子17上の領域M5f、領域M9fおよび領域M11fは、第2回折領域34であるとともに、順領域22である。

【 0 0 9 3 】

回折素子17において、たとえば第2分割線s2よりもラジアル方向一方Y1かつ第2分割線s2近傍に形成される回折領域32を、タンジェンシャル方向一方X1から他方に順次見ていくと、出力信号Fを出力する第6受光領域20fに対応した回折領域32と、出力信号Dを出力する第4受光領域20dに対応した回折領域32とが、交互に繰返される。出力信号Fに対応する回折領域32は、順領域22であり、出力信号Dに対応する回折領域32は、逆領域24であるので、第2分割線s2よりもラジアル方向一方Y1では、複数の順領域22と複数の逆領域24とが、タンジェンシャル方向Xに交互に繰返されて配置される。

【 0 0 9 4 】

また出力信号Fに対応する回折領域32は、第2回折領域34であり、出力信号Dに対応する回折領域32は、第1回折領域31であるので、第2分割線s2よりもラジアル方向一方Y1では、複数の第1回折領域31と複数の第2回折領域34とが、タンジェンシャル方向Xに交互に繰返されて配置される。第1回折領域31には、明暗領域35で回折された光が入射するので、回折反射光は、第1回折領域31に対応するプッシュプル受光領域に入射する。第2回折領域34には、明暗領域35で回折された光が入射しないので、第2回折領域34に対応するオフセット受光領域には、単純反射光のみが入射する。

【 0 0 9 5 】

10

20

30

40

50

図 3 は、本発明の第 1 実施形態における回折素子 17 と、これに投影される異物の陰影 33 とを光軸方向 Z に見て表す平面図である。図 3 には、異物の陰影 33 が回折素子 17 のタンジェンシャル方向一方 X 1 から他方に向けて移動する場合について示しており、異物の陰影 33 が円形であり、この円の直径が第 1 分割線 s 1 と第 5 分割線 s 5 との距離にほぼ等しい場合について示している。

【0096】

回折素子 17 において、たとえば第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向他方 Y 2 かつ第 2 分割線 s 2 近傍に形成される回折領域 32 を、タンジェンシャル方向一方 X 1 から他方に順次見ていくと、出力信号 E を出力する第 5 受光領域 20e に対応した回折領域 32 と、出力信号 C を出力する第 3 受光領域 20c に対応した回折領域 32 とが、交互に繰返される。出力信号 C に対応する回折領域 32 は、順領域 22 であり、出力信号 E に対応する回折領域 32 は、逆領域 24 であるので、第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向他方 Y 2 では、複数の順領域 22 と複数の逆領域 24 とが、タンジェンシャル方向 X に交互に繰返されて配置される。

【0097】

回折素子 17 に形成される複数の回折領域 32 と、それぞれの回折領域 32 に入射した光の光量に応じて出力される出力信号の演算とについて、前述のように設定することによって、光学記録媒体 11 のトラック上に付着する異物の陰影 33 が回折素子 17 に投影されても、順領域 22 と逆領域 24 とに、同時に投影される可能性を高くすることができる。仮に異物の陰影 33 が順領域 22 と逆領域 24 とに時間的な差異を伴って入射しても、順領域 22 および逆領域 24 のそれぞれは、複数かつ交互に配置されるので、出力信号が演算されるときには、時間的な差が平均化され、順領域 22 に対応する信号の増減と、逆領域 24 に対応する信号の増減とを同期させ、かつ互いに相殺させることができる。

【0098】

図 4 は、本発明の第 1 実施形態において回折素子 17 上で異物の陰影 33 が移動するときの、各受光領域 20 からの信号強度およびプッシュプル信号 DPP の変化を表す図である。図 4 (a) には、出力信号 C および E を示し、図 4 (b) には、出力信号 D および F を示している。図 4 において、横軸は異物のタンジェンシャル方向 X の位置を表しており、異物の中心が回折素子 17 の中心点に一致するときの位置を零としている。縦軸は、信号強度を表す。出力信号 C は、順領域 22 に対応した出力信号であり、出力信号 E は、逆領域 24 に対応した出力信号である。

【0099】

図 4 (a) に示すように、異物の移動に応じて出力信号 C および E は、変動するけれども、出力信号 C と E とは互いによく同期している。これによって、異物の陰影 33 が回折素子 17 の第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向他方 Y 2 を移動しても、出力信号 C と E との変動は互いに相殺され、プッシュプル信号 DPP への影響は小さなものとなる。この様子を図 4 (c) に示している。図 4 (c) において、MPP の値と $k \times SPP$ の値とは、異物の陰影 33 の移動に伴って変動するけれども、演算結果として出力されるプッシュプル信号 DPP には、変動が押えられている。

【0100】

第 1 ~ 第 4 受光領域 20a, 20b, ..., 24d に対応して形成される明暗領域 35 に入射する光のうち、第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向他方 Y 2 の回折領域 32 に到達する光は、逆領域 24 には入射せず、順領域 22 に入射する。明暗領域 35 に入射する光のうち、第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向一方 Y 1 の回折領域 32 に到達する光は、順領域 22 には入射せず、逆領域 24 に入射する。したがって、ラジアルエラーが生じて光量にラジアル方向 Y の偏りが生じた場合には、この光量の偏りが相殺されることはなく、ラジアルエラーの補正を行うことに支障はない。

【0101】

具体的に、第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向一方 Y 1 に異物の陰影 33 が影響せず、第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向他方 Y 2 に異物の陰影 33 が影響した場合を考えると

10

20

30

40

50

、出力信号 C に対する異物の陰影 3 3 の影響は、出力信号 E にも影響するので、出力信号 C に対応する順領域 2 2 と出力信号 E に対応する逆領域 2 4 とで、異物の陰影 3 3 の影響は相殺される。異物の陰影 3 3 は、プッシュプル受光領域に入射する第 1 受光領域 3 1 に影響することで、対物レンズ 1 3 透過後の往路光のトラックからのずれ量は、出力信号 C および出力信号 D のうちでは、出力信号 C にのみ影響するけれども、異物の陰影 3 3 は、オフセット受光領域に入射する第 2 受光領域 3 4 に影響することで、対物レンズ 1 3 透過後の往路光のトラックからのずれ量は、出力信号 E および出力信号 F のうちでは、出力信号 E にのみ影響する。出力信号 C への異物の影響は、出力信号 F によって相殺される。

【 0 1 0 2 】

仮に、第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向他方 Y 2 に、第 1 回折領域 3 1 で順領域 2 2 でかつ出力信号 C に対応する領域と、第 2 回折領域 3 4 で順領域 2 2 でかつ出力信号 F に対応する領域とをタンジェンシャル方向に、複数かつ交互に並べると、式 (2) を参照しても分かるように、異物の陰影 3 3 による影響を相殺することができない。

10

【 0 1 0 3 】

式 (2) に従って算出されたプッシュプル信号 D P P の値は、制御駆動部に入力され、制御駆動部は、プッシュプル信号 D P P に基づいて対物レンズ 1 3 を制御駆動する。これによって、対物レンズ 1 3 はラジアル方向 Y に調整、変位駆動され、ラジアルエラーが補正される。

【 0 1 0 4 】

受光素子 1 6 には、フォーカスエラーを検出するためのフォーカスエラー検出領域 2 1 がさらに形成され、回折素子 1 7 には、入射する光を前記フォーカスエラー検出領域 2 1 に向けて回折するフォーカスエラー用回折領域が形成される。フォーカスエラー検出領域 2 1 は、第 1 実施形態において第 1 および第 2 受光領域 2 0 a , 2 0 b であり、フォーカスエラー用回折領域は、回折素子 1 7 において到達する光を第 1 および第 2 受光領域 2 0 a , 2 0 b に向けて回折する領域、すなわち第 1 分割線 s 1 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 の領域である。

20

【 0 1 0 5 】

フォーカスエラーは、第 1 および第 2 受光領域 2 0 a , 2 0 b からの信号 A および B を用いて補正する。第 1 および第 2 受光領域 2 0 a , 2 0 b は、受光素子 1 6 において互いに隣接して配置されている。フォーカシングエラー信号 F E S は、次の式 (3) によって算出される。

30

$$F E S = A - B \quad \dots (3)$$

【 0 1 0 6 】

これは、回折素子 1 7 における第 1 分割線 s 1 を境界としたナイフエッジを利用して、ナイフエッジ法によってフォーカスエラーの補正を行うものである。

【 0 1 0 7 】

再生信号 R F は、次の式 (4) によって算出される。

$$R F = A + B + C + D + E + F \quad \dots (4)$$

【 0 1 0 8 】

ラジアルエラーを、高効率高精度に補正することができるので、再生信号 R F の安定化も図ることができる。

40

【 0 1 0 9 】

第 1 実施形態によれば、回折素子 1 7 には、順領域 2 2 と逆領域 2 4 とが形成される。順領域 2 2 は、受光領域 2 0 のうち、プッシュプル信号に同符号に対応する出力信号を出力する受光領域 2 0 に反射復路光 2 8 を入射させる領域である。逆領域 2 4 は、受光領域 2 0 のうち、プッシュプル信号に逆符号に対応する出力信号を出力する受光領域 2 0 に反射復路光 2 8 を入射させる領域である。順領域 2 2 と逆領域 2 4 とは、回折素子 1 7 上のいずれか 1 つの方向において、複数かつ交互に配置される。順領域 2 2 と逆領域 2 4 とは、回折素子 1 7 におけるタンジェンシャル方向 X に垂直なラジアル方向 Y に対して角度を成すいずれか 1 つの方向において、複数かつ交互に配置される。

50

【 0 1 1 0 】

これによって、順領域 2 2 と逆領域 2 4 とは、回折素子 1 7 上のいずれか 1 つの方向において、複数かつ交互に配置されるので、順領域 2 2 と逆領域 2 4 とが交互に複数配置されない場合に比べて、異物の陰影 3 3 が、隣合う順領域 2 2 と逆領域 2 4 とにまたがる可能性を高くすることができる。これによって、プッシュプル信号に対する異物の陰影 3 3 の影響について、順領域 2 2 に対応した出力信号と逆領域 2 4 に対応した出力信号とで生じる時間的なずれを低減することができる。したがって、順領域 2 2 への異物の陰影 3 3 の影響と、逆領域 2 4 への異物の陰影 3 3 の影響とを、プッシュプル信号の算出において互いに相殺することができる。したがって、回折素子 1 7 に投影される異物の陰影 3 3 が、回折素子 1 7 を移動することに伴うプッシュプル信号の変動を抑制することができる。またプッシュプル信号を算出してラジアルエラーを補正するので、光学記録媒体 1 1 に記録される信号を読み取るための受光素子 1 6 を、対物レンズ 1 3 の制御駆動にも共用ことができ、共用をしない場合に比べて小形化することができる。

10

【 0 1 1 1 】

また第 1 実施形態によれば、回折素子 1 7 には第 1 回折領域 3 1 と第 2 回折領域 3 4 とが形成される。第 1 回折領域 3 1 は、入射する光をプッシュプル受光領域に向けて回折させ、第 2 回折領域 3 4 は、入射する光をオフセット受光領域に向けて回折させる。第 1 回折領域 3 1 と第 2 回折領域 3 4 とは、回折素子 1 7 上のいずれか 1 つの方向において複数かつ交互に配置される。これによって、異物の陰影 3 3 が回折素子 1 7 上の第 1 回折領域 3 1 および第 2 回折領域 3 4 のいずれか一方にのみ影響する可能性を低減することができる。したがって、異物の陰影 3 3 が受光素子 1 6 のプッシュプル受光領域およびオフセット受光領域のいずれか一方にのみ影響する可能性を低減することができる。これによって、回折素子 1 7 上の明暗領域 3 5 に入射する光の光量から単純領域に入射する単純回折光の影響を除去するとともに、異物の陰影 3 3 による影響をも相殺することが可能となり、従来技術に比べてプッシュプル信号の精度を高くすることができる。

20

【 0 1 1 2 】

また第 1 実施形態によれば、順領域 2 2 と逆領域 2 4 とは、回折素子 1 7 におけるタンジェンシャル方向 X に複数かつ交互に配置される。これによって、光学記録媒体の表面上に付着する異物の陰影 3 3 が回折素子 1 7 においてタンジェンシャル方向 X に移動する場合、少なくとも一部の異物の陰影 3 3 は、順領域 2 2 と逆領域 2 4 とを交互に複数回、通過する。これによって、プッシュプル信号に対する異物の陰影 3 3 の影響について、順領域 2 2 に対応した出力信号と逆領域 2 4 に対応した出力信号とで生じる時間的なずれを低減することができる。したがって、回折素子 1 7 に投影される異物の陰影 3 3 が、回折素子 1 7 を移動することに伴うプッシュプル信号の変動を抑制することができる。また、異物の陰影 3 3 が順領域 2 2 と逆領域 2 4 とのいずれか一方に偏って投影される可能性を低減することができるので、順領域 2 2 と逆領域 2 4 とに投影された異物の陰影 3 3 による影響を、互いに相殺することができ、異物の陰影 3 3 が、回折素子 1 7 を移動することに伴うプッシュプル信号の変動を抑制することができる。

30

【 0 1 1 3 】

また第 1 実施形態によれば、受光領域 2 0 には、回折素子 1 7 で回折した後の ± 1 次回折光のうち、少なくともいずれか一方が入射する。これによって、0 次回折光を用い、 ± 1 次回折光を利用しない場合に比べて、回折素子 1 7 と受光素子 1 6 との距離を短く設定することができる。複数の受光領域 2 0 を、受光素子 1 6 において明確に区別するために、互いに離して形成するには、回折素子 1 7 と受光素子 1 6 との距離を大きく取る必要が生じる。 ± 1 次回折光を利用すれば、回折素子 1 7 と受光素子 1 6 との距離を短く設定し、かつ複数の受光領域 2 0 を互いに離して形成することができる。

40

【 0 1 1 4 】

また第 1 実施形態によれば、受光素子 1 6 には、さらにフォーカスエラー検出領域 2 1 が形成され、回折素子 1 7 には、フォーカスエラー用回折領域がさらに形成される。受光素子 1 6 に形成されるフォーカスエラー検出領域 2 1 は、フォーカスエラーを検出するた

50

めの領域であり、回折素子 17 に形成されるフォーカスエラー用回折領域は、入光する光をフォーカスエラー検出領域 21 に向けて回折する。

【0115】

これによって、フォーカスエラーの検出とラジアルエラーの検出とについて、回折素子 17 および受光素子 16 を共通化することができる。したがって、フォーカスエラーの検出とラジアルエラーの検出とに対して、回折素子 17 および受光素子 16 のいずれかを別体に設ける場合に比べて、光ピックアップ装置 10 を小形化することができる。

【0116】

また第 1 実施形態によれば、制御駆動部は、フォーカスエラー検出領域 21 からの出力信号に基づいて、ナイフエッジ法によってフォーカスエラー信号を生成する。これによって、フォーカスエラーを差動プッシュプル法によって検出する場合に比べて、フォーカスエラーを検出するための受光領域 20 を小さく設定することが可能となる。したがって、光ピックアップ装置 10 を小形化することが可能となる。

【0117】

また第 1 実施形態によれば、光源 12 と、回折素子 17 と、受光素子 16 とは、一体に形成される。これによって、他の部品と組合わせて実装するときに、光源 12 と回折素子 17 と受光素子 16 とを、互いの相対位置が固定された状態で、取扱うことが可能となる。したがって、実装を容易にすることができる。

【0118】

(第 2 実施形態)

図 5 は、本発明の第 2 実施形態に係る光ピックアップ装置 10 における受光素子 16 および回折素子 17 を光軸方向 Z に見た平面図である。第 2 実施形態に係る光ピックアップ装置 10 は、第 1 実施形態に係る光ピックアップ装置 10 に類似しており、以下、第 1 実施形態に対する第 2 実施形態の相違点を中心に説明する。

【0119】

図 5 (a) は、受光素子 16 を光軸方向 Z に見た平面図であり、図 5 (b) は、回折素子 17 を光軸方向 Z に、光学記録媒体 11 側から見た平面図である。第 2 実施形態において受光素子 16 には、図 5 (a) に示すように、第 1 ~ 第 7 受光領域 20a, 20b, ..., 20g の 7 つの受光領域 20 が形成される。回折素子 17 は、図 5 (b) に示すように、光軸方向 Z に見て円形に形成され、複数の分割線によって複数の回折領域 32 に分割されている。分割線のうち第 1 分割線 s1 は、回折素子 17 の円の中心点を通りラジアル方向 Y に延び、回折素子 17 の円の直径を成す。

【0120】

回折素子 17 に入射する反射復路光 28 は、回折素子 17 上において複数の回折素子 17 にまたがる照射領域を円形に形成する。照射領域のうちでは、回折素子 17 の円の中心点付近で最も光強度が強く、明るい。第 2 および第 3 分割線 s2, s3 は、照射領域のうちで最も明るい回折素子 17 の円の中心点付近を避けて配置される。第 2 分割線 s2 は、第 1 分割線 s1 上の、中心点よりも少しラジアル方向一方 Y1 の点から、タンジェンシャル方向一方 X1 に延びて形成される。

【0121】

第 3 分割線 s3 は、第 1 分割線 s1 上の、中心点よりも少しラジアル方向他方 Y2 の点から、タンジェンシャル方向一方 X1 に延びて形成される。第 2 および第 3 分割線 s2, s3 は、第 1 分割線 s1 よりもタンジェンシャル方向他方 X2 には形成されていない。第 2 および第 3 分割線 s2, s3 は、それらのタンジェンシャル方向一方 X1 の端において、回折素子 17 の外形を成す円に交わる。

【0122】

第 4 分割線 s4 は、第 2 分割線 s2 をタンジェンシャル方向 X におよそ 2 等分する点から、ラジアル方向一方 Y1 に延びて形成される。第 5 分割線 s5 は、第 2 分割線 s2 と第 4 分割線 s4 との交点よりも、わずかにタンジェンシャル方向一方 X1 側の点から、ラジアル方向一方 Y1 に延びて形成される。第 6 分割線 s6 は、第 5 分割線 s5 と第 2 分割線

10

20

30

40

50

s 2 との交点よりも、わずかにタンジェンシャル方向一方 X 1 側の点から、ラジアル方向一方 Y 1 に延びて形成される。第 4 ~ 第 6 分割線 s 4 , s 5 , s 6 は、互いに平行に形成され、ラジアル方向他方 Y 2 では第 2 分割線 s 2 に交わり、ラジアル方向一方 Y 1 では、回折素子 1 7 の外形を成す円に交わる。

【 0 1 2 3 】

第 7 分割線 s 7 は、第 3 分割線 s 3 をタンジェンシャル方向 X におよそ 2 等分する点から、ラジアル方向他方 Y 2 に延びて形成される。第 8 分割線 s 8 は、第 3 分割線 s 3 と第 7 分割線 s 7 との交点よりも、わずかにタンジェンシャル方向一方 X 1 側の点から、ラジアル方向他方 Y 2 に延びて形成される。第 9 分割線 s 9 は、第 8 分割線 s 8 と第 3 分割線 s 3 との交点よりも、わずかにタンジェンシャル方向一方 X 1 側の点から、ラジアル方向他方 Y 2 に延びて形成される。第 7 ~ 第 9 分割線 s 7 , s 8 , s 9 は、互いに平行に形成され、ラジアル方向一方 Y 1 では第 3 分割線 s 3 に交わり、ラジアル方向他方 Y 2 では、回折素子 1 7 の外形を成す円に交わる。

【 0 1 2 4 】

第 1 0 分割線 s 1 0 は、コの字形に形成され、第 2 分割線 s 2 の一部と共に、矩形の形状の回折領域 3 2 を外囲する。この矩形の形状の領域は、第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向一方 Y 1 に、第 2 分割線 s 2 に接して配置され、第 1 分割線 s 1 と第 4 分割線 s 4 との間のタンジェンシャル方向 X ほぼ中央に位置する。この矩形の形状の領域は、2 つの明暗領域 3 5 のうちラジアル方向一方 Y 1 の明暗領域 3 5 よりもラジアル方向他方 Y 2 に位置する。

【 0 1 2 5 】

第 1 1 分割線 s 1 1 は、コの字形に形成され、第 3 分割線 s 3 の一部と共に、矩形の形状の回折領域 3 2 を外囲する。この矩形の形状の領域は、第 3 分割線 s 3 よりもラジアル方向一方 Y 1 に、第 3 分割線 s 3 に接して配置され、第 1 分割線 s 1 と第 7 分割線 s 7 との間のタンジェンシャル方向 X ほぼ中央に位置する。この矩形の形状の領域は、2 つの明暗領域 3 5 のうちラジアル方向他方 Y 2 の明暗領域 3 5 よりもラジアル方向一方 Y 1 に位置する。

【 0 1 2 6 】

光学記録媒体 1 1 から回折素子 1 7 に到達する反射復路光 2 8 のうち、第 1 分割線 s 1 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 に位置する回折領域 3 2 で回折した光線束は、第 1 および第 2 受光領域 2 0 a , 2 0 b に入射する。この回折領域 3 2 を領域 M 1 2 とする。この状態を、この回折領域 3 2 が第 1 および第 2 受光領域 2 0 a , 2 0 b に対応する、と表現することにする。第 1 および第 2 受光領域 2 0 a , 2 0 b からは、それぞれ出力信号 A および B が出力される。

【 0 1 2 7 】

第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向一方 Y 1 、第 1 分割線 s 1 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1 、第 4 分割線 s 4 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 、かつ第 1 0 分割線 s 1 0 の外方に位置する回折領域 3 2 は、第 4 受光領域 2 0 d に対応する。この回折領域 3 2 を領域 M 1 3 d とする。第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向一方 Y 1 、第 4 分割線 s 4 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1 、かつ第 5 分割線 s 5 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 の回折領域 3 2 は、第 6 受光領域 2 0 f に対応する。この回折領域 3 2 を領域 M 1 4 f とする。

【 0 1 2 8 】

第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向一方 Y 1 、第 5 分割線 s 5 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1 、かつ第 6 分割線 s 6 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 の回折領域 3 2 は、第 4 受光領域 2 0 d に対応する。この回折領域 3 2 を領域 M 1 5 d とする。第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向一方 Y 1 、第 6 分割線 s 6 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1 の回折領域 3 2 は、第 6 受光領域 2 0 f に対応する。この回折領域 3 2 を領域 M 1 6 f とする。第 2 分割線 s 2 の一部と第 1 0 分割線 s 1 0 とによって外囲される矩形の形状の回折領域 3 2 は、第 6 受光領域 2 0 f に対応する。この回折領域 3 2 を領域 M 1 7 f とす

る。

【 0 1 2 9 】

第 3 分割線 s 3 よりもラジアル方向他方 Y 2、第 1 分割線 s 1 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1、第 7 分割線 s 7 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2、かつ第 1 1 分割線 s 1 1 の外方に位置する回折領域 3 2 は、第 3 受光領域 2 0 c に対応する。この回折領域 3 2 を領域 M 1 8 c とする。第 3 分割線 s 3 よりもラジアル方向他方 Y 2、第 7 分割線 s 7 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1、かつ第 8 分割線 s 8 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 の回折領域 3 2 は、第 5 受光領域 2 0 e に対応する。この回折領域 3 2 を領域 M 1 9 e とする。

【 0 1 3 0 】

第 3 分割線 s 3 よりもラジアル方向他方 Y 2、第 8 分割線 s 8 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1、かつ第 9 分割線 s 9 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 の回折領域 3 2 は、第 3 受光領域 2 0 c に対応する。この回折領域 3 2 を領域 M 2 0 c とする。第 3 分割線 s 3 よりもラジアル方向他方 Y 2、第 9 分割線 s 9 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1 の回折領域 3 2 は、第 5 受光領域 2 0 e に対応する。この回折領域 3 2 を領域 M 2 1 e とする。第 3 分割線 s 3 の一部と第 1 1 分割線 s 1 1 とによって外囲される矩形の形状の回折領域 3 2 は、第 5 受光領域 2 0 e に対応する。この回折領域 3 2 を領域 M 2 2 e とする。

【 0 1 3 1 】

第 1 分割線 s 1 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1、第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向他方 Y 2、かつ第 3 分割線 s 3 よりもラジアル方向一方 Y 1 の領域は、第 7 受光領域 2 0 g に対応する。第 1 受光領域 2 0 a から出力される信号を A、第 2 受光領域 2 0 b から出力される信号を B、第 3 受光領域 2 0 c から出力される信号を C、第 4 受光領域 2 0 d から出力される信号を D、第 5 受光領域 2 0 e から出力される信号を E、第 6 受光領域 2 0 f から出力される信号を F および第 7 受光領域 2 0 g から出力される信号を G とすると、第 2 実施形態においてプッシュプル信号 D P P は、第 1 実施形態と同様の、式 (2) によって算出される。

【 0 1 3 2 】

したがって、第 3 受光領域 2 0 c および C に対応する回折領域 3 2 は順領域 2 2 であり、第 4 受光領域 2 0 d および D に対応する回折領域 3 2 は逆領域 2 4 であり、第 5 受光領域 2 0 e および E に対応する回折領域 3 2 は逆領域 2 4 であり、第 6 受光領域 2 0 f および F に対応する回折領域 3 2 は順領域 2 2 である。

【 0 1 3 3 】

したがって、第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向一方 Y 1、かつ第 2 分割線 s 2 近傍の回折領域 3 2 をタンジェンシャル方向一方 X 1 からタンジェンシャル方向他方 X 2 に順次見ていくと、第 6 受光領域 2 0 f および F に対応する順領域 2 2 と、第 4 受光領域 2 0 d および D に対応する逆領域 2 4 とが交互に繰返して配置される。

【 0 1 3 4 】

第 3 分割線 s 3 よりもラジアル方向他方 Y 2、かつ第 3 分割線 s 3 近傍の回折領域 3 2 をタンジェンシャル方向一方 X 1 からタンジェンシャル方向他方 X 2 に順次見ていくと、第 5 受光領域 2 0 e および E に対応する逆領域 2 4 と、第 3 受光領域 2 0 c および C に対応する順領域 2 2 とが交互に繰返して配置される。

【 0 1 3 5 】

第 2 実施形態において回折素子 1 7 は、第 2 回折領域 3 4 を含み、第 2 回折領域 3 4 は、ラジアル方向 Y を長手方向として長手形状に形成される。ラジアル方向 Y は、回折素子 1 7 上においてタンジェンシャル方向 X に垂直な方向である。第 2 回折領域 3 4 の形状は、第 2 回折領域 3 4 に入射する光の光量と、ラジアル方向 Y に対応する方向への対物レンズ 1 3 のトラックからのずれ量とが比例関係となる形状に定められる。

【 0 1 3 6 】

受光素子 1 6 には、独立受光領域が形成され、独立受光領域の出力信号は、プッシュプ

ル信号の算出には用いられない。回折素子 17 は、独立回折領域 36 と、第 2 回折領域 34 とをさらに含み、独立回折領域 36 は、回折素子 17 におけるラジアル方向 Y 中央に形成される。独立回折領域 36 は、入射する光を独立受光領域に向けて回折させる。第 2 回折領域 34 は、独立回折領域 36 よりもラジアル方向 Y 外方に形成される。第 2 回折領域 34 は、タンジェンシャル方向 X に長い長手形状に形成される。タンジェンシャル方向 X に互いに離れる複数の第 2 回折領域 34 のラジアル方向 Y の長さは、互いに異なる。

【0137】

第 2 回折領域 34 は、図 5 (b) を参照して示すと、第 2 分割線 s2 の一部と第 10 分割線 s10 とに囲まれた矩形の形状の回折領域 32 と、第 3 分割線 s3 の一部と第 11 分割線 s11 とに囲まれた矩形の形状の回折領域 32 と、第 4 分割線 s4 よりもタンジェンシャル方向一方 X1 および第 6 分割線 s6 よりもタンジェンシャル方向他方 X2 に形成される各回折領域 32 と、第 7 分割線 s7 よりもタンジェンシャル方向一方 X1 および第 9 分割線 s9 よりもタンジェンシャル方向他方 X2 に形成される各回折領域 32 によって実現される。

10

【0138】

独立回折領域 36 は、第 1 分割線 s1 よりもタンジェンシャル方向一方 X1、第 2 分割線 s2 よりもラジアル方向他方 Y2、かつ第 3 分割線 s3 よりもラジアル方向一方 Y1 に位置する回折領域 32 である。この独立回折領域 36 に対応する第 7 受光領域 20g からの出力信号 G は、ラジアルエラーの補正のためのプッシュプル信号の算出には利用しない。したがって、独立回折領域 36 からの出力信号 G は、プッシュプル信号 DPP とは独立している。この第 7 受光領域 20g を独立受光領域とする。受光素子 16 上に、独立受光領域を形成せず、独立回折領域 36 で回折した光は、プッシュプル信号の算出に利用しない受光素子 16 以外の部分に入射させてもよく、また独立回折領域 36 からは、出力信号を出力しなくてもよい。

20

【0139】

前記複数の第 2 回折領域 34 は、本実施形態では順領域 22 および逆領域 24 の両方によって実現される。複数の第 2 回折領域 34 の形状およびラジアル方向 Y の長さは、予め定められる。複数の第 2 回折領域 34 からの出力信号を合計すると、対物レンズ 13 のトラッキングからのラジアル方向 Y のずれ量に対して比例関係となる。これは、回折素子 17 上に形成される照射領域の直径にも対応して予め定められる。

30

【0140】

独立回折領域 36 は、照射領域のうち最も反射復路光 28 の光強度の大きい領域を含むので、第 2 回折領域 34 を独立回折領域 36 とは異なる回折領域 32 として定めることによって、第 2 回折領域 34 を、光強度の比較的小さい領域に限定することができ、対物レンズ 13 のトラッキングからのずれ量と、複数の第 2 回折領域 34 からの出力信号の合計とが比例する構成にすることができる。

【0141】

第 2 回折領域 34 は、回折素子 17 の中心点よりもラジアル方向一方 Y1 側に配置される複数の第 2 回折領域 34 と、回折素子 17 の中心点よりもラジアル方向他方 Y2 側に配置される複数の第 2 回折領域 34 とに分類される。ラジアル方向一方 Y1 側およびラジアル方向他方 Y2 側のそれぞれ複数の第 2 回折領域 34 は、タンジェンシャル方向 X に区分され、ラジアル方向 Y を長手方向とする形状に形成される。ラジアル方向一方 Y1 側またはラジアル方向他方 Y2 側で各第 2 回折領域 34 のラジアル方向 Y の長さを比較すると、それぞれ異なる。

40

【0142】

ラジアル方向一方 Y1 側の複数の第 2 回折領域 34 の、ラジアル方向他方 Y2 の端は、同一のラジアル方向 Y の位置に設定され、ラジアル方向他方 Y2 側の複数の第 2 回折領域 34 の、ラジアル方向一方 Y1 の端は、同一のラジアル方向 Y の位置に設定される。したがって、第 2 回折領域 34 の面積について、ラジアル方向 Y に分布をとれば、第 2 分割線 s2 よりもラジアル方向一方 Y1 では、ラジアル方向一方 Y1 に向かうにつれて減少し、

50

第 3 分割線 s_3 よりもラジアル方向他方 Y_2 では、ラジアル方向他方 Y_2 に向かうにつれて減少する。このような構成とすることによって、各第 2 回折領域 34 からの出力信号の合計を、図 6 (a) に示すように、対物レンズ 13 のラジアルエラーの量に比例させることができる。

【0143】

図 6 は、本発明の第 2 実施形態における受光素子 16、回折素子 17 および制御駆動部を用いたときのプッシュプル信号 DP_P に関する値を表す図である。図 6 (a) に示すように、 MP_P の対物レンズ 13 のラジアルエラーの量に対する変化割合は、 SP_P のそれに比べて大きい。第 2 回折領域 34 を前述のように設定することによって、図 6 (a) に示すように、 SP_P も対物レンズ 13 のラジアルエラーの量に比例させることができる。これによって、 MP_P と定数 k 倍の SP_P との差を取ることによって、 DP_P を高精度に求めることができる。

【0144】

図 6 (b) には、第 2 実施形態における回折素子 17 上を、異物の陰影 33 がタンジェンシャル方向 X に移動したときの MP_P 、 $k \times SP_P$ 、および DP_P の大きさを異物の陰影 33 の移動量に対して表した図である。図 6 (b) から、 MP_P と $k \times SP_P$ とが、互いによく同期することが分かる。

【0145】

第 2 実施形態によれば、第 2 回折領域 34 の形状は、第 2 回折領域 34 に入射する光の光量と、ラジアル方向 Y に対応する方向への対物レンズ 13 のトラックからのずれ量とが比例関係となる形状に定められる。これによって、第 2 回折領域 34 に入射する光の光量が対物レンズ 13 のトラックからのずれ量に対して非線形の場合に比べて、プッシュプル信号を算出する計算式を簡単化することができる。したがって、プッシュプル信号を算出するときの演算コストを低減することができる。これによって、ラジアルエラーを短時間にかつ高い精度で求めることが容易となり、またラジアルエラーの補正にかかる時間を可及的に短くすることができる。したがって、時間の経過とともに最適位置が変化する対物レンズ 13 の位置を、高い精度で制御駆動することができる。

【0146】

第 2 実施形態によれば、独立回折領域 36 は、回折素子 17 におけるラジアル方向 Y 中央に、入射する光の光量の増減がプッシュプル信号の増減に対して独立する。第 2 回折領域 34 は、独立回折領域 36 よりもラジアル方向 Y 外方に、タンジェンシャル方向 X およびラジアル方向 Y に延びる辺を有する長手形状に形成される。各第 2 回折領域 34 の形状およびラジアル方向 Y の寸法は、予め定められる。これによって、回折素子 17 のうちラジアル方向 Y 中央の、単位面積当たりに入射する光強度が比較的大きい部分に入射する光量を、プッシュプル信号の算出に用いる光量からは除外することができる。これによって、第 2 回折領域 34 の形状を、第 2 回折領域 34 における光量と、対物レンズ 13 のトラックからのずれ量とが、比例関係となる形状に定めることが容易となる。

【0147】

(第 3 実施形態)

図 7 は、本発明の第 3 実施形態に係る光ピックアップ装置 10 における受光素子 16 および回折素子 17 を光軸方向 Z に見た平面図である。第 3 実施形態に係る光ピックアップ装置 10 は、第 1 実施形態に係る光ピックアップ装置 10 に類似しており、以下、第 1 実施形態に対する第 3 実施形態の相違点を中心に説明する。

【0148】

第 3 実施形態において回折素子 17 は、順領域 22 または逆領域 24 のいずれか一方の、少なくとも一部を成す領域 39 を含み、この領域 39 の少なくとも一部は、タンジェンシャル方向 X を長手方向として長手形状に形成される。この領域 39 を、「タンジェンシャル方向所定領域」39 と称する。順領域 22 と逆領域 24 とは、回折素子 17 におけるラジアル方向 Y に複数かつ交互に配置される。また回折領域 32 には、第 1 配列群と第 2 配列群とが形成される。第 1 配列群には、順領域 22 および逆領域 24 が、タンジェンシ

ヤル方向 X に複数かつ交互に形成される。第 2 配列群には、順領域 2 2 および逆領域 2 4 が、ラジアル方向 Y に複数かつ交互に形成される。

【 0 1 4 9 】

第 3 実施形態における受光素子 1 6 は、図 7 (a) に示すように、第 1 実施形態の受光素子と同様である。回折素子 1 7 は図 7 (b) に示すように、光軸方向 Z に見て円形に形成され、複数の分割線によって複数の回折領域 3 2 に分割される。分割線のうち第 1 分割線 s 1 は回折素子 1 7 の円の中心を通りラジアル方向 Y に延び、回折素子 1 7 の円の直径を成す。第 2 分割線 s 2 は、中心点からタンジェンシャル方向一方 X 1 に延びる。第 2 分割線 s 2 は、中心点よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 には形成されていない。第 2 分割線 s 2 は、そのタンジェンシャル方向一方 X 1 の端において、回折素子 1 7 の外形を成す円に交わる。

10

【 0 1 5 0 】

第 3 分割線 s 3 は、中心点からタンジェンシャル方向一方 X 1 に半径の半分程度の距離離れた点で第 2 分割線 s 2 と直交し、ラジアル方向 Y に延びる弦を成す。第 4 分割線 s 4 は、第 3 分割線 s 3 よりもわずかにタンジェンシャル方向一方 X 1 に位置し、第 3 分割線 s 3 に平行に形成される。換言すれば第 4 分割線 s 4 は、第 3 分割線 s 3 に平行に、第 3 分割線 s 3 よりも中心点から同じ向きかつ外方に形成される弦である。

【 0 1 5 1 】

第 5 分割線 s 5 は、第 4 分割線 s 4 よりもさらにタンジェンシャル方向一方 X 1 に、第 4 分割線 s 4 に平行な弦として形成される。第 3 ~ 第 5 分割線 s 3 , s 4 , s 5 は、いずれもラジアル方向 Y に延びるその長手方向の中央で、第 2 分割線 s 2 に垂直に交わる。第 6 分割線 s 6 は、第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向一方 Y 1、第 1 分割線 s 1 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1、かつ第 3 分割線 s 3 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 に配置され、タンジェンシャル方向 X に延びる矩形の領域を切り取る形状に形成される。第 7 分割線 s 7 は、第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向他方 Y 2、第 1 分割線 s 1 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1、かつ第 3 分割線 s 3 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 に配置され、タンジェンシャル方向 X に延びる矩形の領域を切り取る形状に形成される。

20

【 0 1 5 2 】

回折素子 1 7 のうち、第 1 分割線 s 1 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 の回折領域 3 2 は、第 1 受光領域 2 0 a と第 2 受光領域 2 0 b とに対応する。この回折領域 3 2 を領域 M 2 3 とする。第 1 分割線 s 1 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1、第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向他方 Y 2、第 3 分割線 s 3 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 で、かつ第 7 分割線 s 7 の外方に位置する回折領域 3 2 は、第 3 受光領域 2 0 c に対応する。この回折領域 3 2 を領域 M 2 4 c とする。第 1 分割線 s 1 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1、第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向一方 Y 1、第 3 分割線 s 3 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 で、かつ第 6 分割線 s 6 の外方に位置する回折領域 3 2 は、第 4 受光領域 2 0 d に対応する。この回折領域 3 2 を領域 M 2 5 d とする。

30

【 0 1 5 3 】

第 3 分割線 s 3 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1、第 4 分割線 s 4 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 かつ第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向他方 Y 2 の回折領域 3 2 は、第 5 受光領域 2 0 e に対応する。この回折領域 3 2 を領域 M 2 6 e とする。第 3 分割線 s 3 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1、第 4 分割線 s 4 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 かつ第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向一方 Y 1 の回折領域 3 2 は、第 6 受光領域 2 0 f に対応する。この回折領域 3 2 を領域 M 2 7 f とする。

40

【 0 1 5 4 】

第 4 分割線 s 4 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1、第 5 分割線 s 5 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 かつ第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向他方 Y 2 の回折領域 3 2 は、第 3 受光領域 2 0 c に対応する。この回折領域 3 2 を領域 M 2 8 c とする。第 4 分割線 s 4 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1、第 5 分割線 s 5 よりもタンジェンシャル方向

50

他方 X 2 かつ第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向一方 Y 1 の回折領域 3 2 は、第 4 受光領域 2 0 d に対応する。この回折領域 3 2 を領域 M 2 9 d とする。

【 0 1 5 5 】

第 5 分割線 s 5 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1 かつ第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向他方 Y 2 に位置する回折領域 3 2 は、第 5 受光領域 2 0 e に対応する。この回折領域 3 2 を領域 M 3 0 e とする。第 5 分割線 s 5 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1 かつ第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向一方 Y 1 に位置する回折領域 3 2 は、第 6 受光領域 2 0 f に対応する。この回折領域 3 2 を領域 M 3 1 f とする。第 6 分割線 s 6 に外囲される矩形の領域は、第 6 受光領域 2 0 f に対応し、この回折領域 3 2 を領域 M 3 2 f とする。第 7 分割線 s 7 に外囲される矩形の領域は、第 5 受光領域 2 0 e に対応する。この回折領域 3 2 を領域 M 3 3 e とする。本実施形態において領域 M 3 2 f と領域 M 3 3 e とがタンジェンシャル方向所定領域 3 9 であり、これらは第 2 回折領域 3 4 でもある。

10

【 0 1 5 6 】

第 3 実施形態における複数の回折領域 3 2 は、第 1 配列群として形成される回折領域 3 2 の配列群と、第 2 配列群として形成される回折領域 3 2 の配列群とを含む。第 1 配列群と第 2 配列群とは、第 3 分割線 s 3 によってタンジェンシャル方向 X に分割され、第 3 分割線 s 3 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1 には第 1 配列群が、第 3 分割線 s 3 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 には、第 2 配列群が形成される。第 1 分割線 s 1 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 の回折領域 3 2 は、第 1 および第 2 配列群のいずれにも属さない。

20

【 0 1 5 7 】

第 1 受光領域 2 0 a からの信号強度を A、第 2 受光領域 2 0 b からの信号強度を B、第 3 受光領域 2 0 c からの信号強度を C、第 4 受光領域 2 0 d からの信号強度を D、第 5 受光領域 2 0 e からの信号強度を E、第 6 受光領域 2 0 f からの信号強度を F で表すと、プッシュプル信号 D P P は、第 1 実施形態と同様に、式 (2) で表される。第 3 受光領域 2 0 c および C に対応する回折領域 3 2 は順領域 2 2 であり、第 4 受光領域 2 0 d および D に対応する回折領域 3 2 は逆領域 2 4 であり、第 5 受光領域 2 0 e および E に対応する回折領域 3 2 は逆領域 2 4 であり、第 6 受光領域 2 0 f および F に対応する回折領域 3 2 は順領域 2 2 である。

【 0 1 5 8 】

30

したがって、第 3 分割線 s 3 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1 において、第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向一方 Y 1 の複数の回折領域 3 2 を、タンジェンシャル方向一方 X 1 からタンジェンシャル方向他方 X 2 に見ると、第 6 受光領域 2 0 f および F に対応する順領域 2 2 と、第 4 受光領域 2 0 d および D に対応する逆領域 2 4 とがタンジェンシャル方向 X に繰返される。第 3 分割線 s 3 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1 において、第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向他方 Y 2 の複数の回折領域 3 2 を、タンジェンシャル方向一方 X 1 からタンジェンシャル方向他方 X 2 に見ると、第 5 受光領域 2 0 e および E に対応する逆領域 2 4 と、第 3 受光領域 2 0 c および C に対応する順領域 2 2 とがタンジェンシャル方向 X に繰返される。第 1 配列群には、図 7 (b) に示した順領域 2 2 および逆領域 2 4 よりもさらに多くの順領域 2 2 および逆領域 2 4 が、タンジェンシャル方向 X に交互に繰返して配置されていてもよい。

40

【 0 1 5 9 】

第 3 分割線 s 3 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 において、第 1 分割線 s 1 と第 3 分割線 s 3 とのタンジェンシャル方向 X およそ中央をラジアル方向一方 Y 1 からラジアル方向他方 Y 2 に見ていくと、第 4 受光領域 2 0 d および D に対応する逆領域 2 4、第 6 受光領域 2 0 f および F に対応する順領域 2 2、再び第 4 受光領域 2 0 d および D に対応する逆領域 2 4 が配置され、そのさらにラジアル方向他方 Y 2 には、第 3 受光領域 2 0 c および C に対応する順領域 2 2、第 5 受光領域 2 0 e および E に対応する逆領域 2 4、再び第 3 受光領域 2 0 c および C に対応する順領域 2 2 が配置される。これによって、第 3 分割線 s 3 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 には、第 2 配列群として、順領域 2 2 と逆

50

領域 2 4 とが、ラジアル方向 Y に複数、交互に繰返して配置される。

【 0 1 6 0 】

第 3 実施形態によれば、第 6 分割線 s 6 によって外囲される、タンジェンシャル方向 X に長い矩形の回折領域 3 2 と、第 7 分割線 s 7 によって外囲される、タンジェンシャル方向 X に長い矩形の回折領域 3 2 とが、タンジェンシャル方向所定領域 3 9 として形成される。タンジェンシャル方向所定領域 3 9 は、タンジェンシャル方向 X を長手方向として長手形状に形成される。これによって、回折素子 1 7 において異物の陰影 3 3 が、ラジアル方向 Y に隣合う順領域 2 2 および逆領域 2 4 にまたがる可能性を高くすることができる。異物の陰影 3 3 が、隣合う順領域 2 2 と逆領域 2 4 とにまたがる場合に、プッシュプル信号における異物の陰影 3 3 による影響を、順領域 2 2 からの信号と逆領域 2 4 からの信号とを同期させることができる。したがって、回折素子 1 7 に投影される異物の陰影 3 3 が、回折素子 1 7 を移動することに伴うプッシュプル信号の変動を抑制することができる。

10

【 0 1 6 1 】

また第 3 実施形態によれば、順領域 2 2 と逆領域 2 4 とは、回折素子 1 7 におけるラジアル方向 Y に複数かつ交互に配置される。これによって、順領域 2 2 と逆領域 2 4 とが、回折素子 1 7 におけるタンジェンシャル方向 X に複数かつ交互に配置される場合に比べて、異物の陰影 3 3 が順領域 2 2 に位置する時刻と逆領域 2 4 に位置する時刻とを同じにすることが容易となる。順領域 2 2 と逆領域 2 4 とがタンジェンシャル方向 X に交互に配置される場合には、異物の陰影 3 3 が順領域 2 2 と逆領域 2 4 とのいずれか一方に偏って投影される可能性を低減できるという利点があり、これに対し順領域 2 2 と逆領域 2 4 とがラジアル方向 Y に交互に配置される場合には、隣合う順領域 2 2 と逆領域 2 4 とをまたいで投影された異物の陰影 3 3 による、順領域 2 2 と逆領域 2 4 とに対する影響を、完全に同期させることができる。これによって、順領域 2 2 への異物の影響と逆領域 2 4 への異物の影響とを互いに相殺することができる。

20

【 0 1 6 2 】

また第 3 実施形態によれば、回折領域 3 2 には、第 1 配列群と第 2 配列群とが形成される。第 1 配列群には、順領域 2 2 および逆領域 2 4 が、タンジェンシャル方向 X に複数かつ交互に形成される。第 2 配列群には、順領域 2 2 および逆領域 2 4 が、ラジアル方向 Y に複数かつ交互に形成される。これによって、回折素子 1 7 のうち、順領域 2 2 に対応する出力信号の波形と逆領域 2 4 に対応する出力信号の波形とで、位相差が生じる部分には第 1 配列群を形成し、回折素子 1 7 のうち、順領域 2 2 に対応する出力信号の波形と逆領域 2 4 に対応する出力信号の波形とで、同位相となる部分には第 2 配列群を形成することも可能となる。したがって、順領域 2 2 と逆領域 2 4 とを、回折素子 1 7 で 1 つの方向にのみ複数かつ交互に配置する構成に比べて、プッシュプル信号に対する異物の陰影 3 3 の影響について、順領域 2 2 に対応する出力信号と逆領域 2 4 に対応する出力信号との同期の精度を、高くすることができる。これによって、プッシュプル信号 D P P を、さらに安定化することができる。

30

【 0 1 6 3 】

(第 4 実施形態)

図 8 は、本発明の第 4 実施形態に係る光ピックアップ装置 1 0 における受光素子 1 6 および回折素子 1 7 を光軸方向 Z に見た平面図である。第 4 実施形態に係る光ピックアップ装置 1 0 は、第 1 実施形態に係る光ピックアップ装置 1 0 に類似しており、以下、第 1 実施形態に対する第 4 実施形態の相違点を中心に説明する。

40

【 0 1 6 4 】

第 4 実施形態において、回折素子 1 7 に形成される第 1 ~ 第 6 分割線 s 1 , s 2 , ... , s 6 は、第 1 実施形態における第 1 ~ 第 6 分割線 s 1 , s 2 , ... , s 6 と同様である。第 4 実施形態では、第 1 分割線 s 1 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 に、さらに 4 つの分割線、第 7 ~ 10 分割線 s 7 , s 8 , s 9 , s 10 が形成される。回折素子 1 7 を光軸方向 Z に見たときの中心点を通りタンジェンシャル方向 X に延びる直線を「所定直線」3 8 と称し、第 1 分割線 s 1 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 において、所定直線 3 8

50

と回折素子 17 の外形の円とが交わる交点を「第 1 交点」42 と称し、所定直線 38 上、中心点と第 1 交点 42 とのおよそ中央付近に、第 7 分割線 s 7 と第 8 分割線 s 8 との交点が配置される。この交点を「第 2 交点」44 と称する。第 7 分割線 s 7 は、第 2 交点 44 から第 1 交点 42 までの位置に配置される。

【0165】

第 8 分割線 s 8 は、第 2 交点 44 を通りラジアル方向 Y に延びて形成される。第 8 分割線 s 8 よりもわずかにタンジェンシャル方向他方 X 2 には、第 9 分割線 s 9 がラジアル方向 Y に延びて配置される。第 9 分割線 s 9 よりもわずかにタンジェンシャル方向他方 X 2 には、第 10 分割線 s 10 がラジアル方向 Y に延びて配置される。第 8 ~ 第 10 分割線 s 8, s 9, s 10 は、いずれもそれらのラジアル方向 Y 両端において、回折素子 17 の外形を成す円に交わる。回折素子 17 を光軸方向 Z に見て、第 3 ~ 第 5 分割線 s 3, s 4, s 5 と、第 8 ~ 第 10 分割線 s 8, s 9, s 10 とは、中心点 O を通りタンジェンシャル方向 X に垂直な平面に関して対称に形成される。

【0166】

第 7 分割線 s 7 よりもラジアル方向一方 Y 1、第 8 分割線 s 8 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2、かつ第 9 分割線 s 9 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1 の回折領域 32 は、第 6 受光領域 20 f および F に対応して形成される。この回折領域 32 を領域 M 34 f とする。第 7 分割線 s 7 よりもラジアル方向一方 Y 1、第 9 分割線 s 9 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2、かつ第 10 分割線 s 10 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1 の回折領域 32 は、第 4 受光領域 20 d および D に対応して形成される。この回折領域 32 を領域 M 35 d とする。第 7 分割線 s 7 よりもラジアル方向一方 Y 1、かつ第 10 分割線 s 10 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 の回折領域 32 は、第 6 受光領域 20 f および F に対応して形成される。この回折領域 32 を領域 M 36 f とする。

【0167】

第 7 分割線 s 7 よりもラジアル方向他方 Y 2、第 8 分割線 s 8 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2、かつ第 9 分割線 s 9 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1 の回折領域 32 は、第 5 受光領域 20 e および E に対応して形成される。この回折領域 32 を領域 M 37 e とする。第 7 分割線 s 7 よりもラジアル方向他方 Y 2、第 9 分割線 s 9 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2、かつ第 10 分割線 s 10 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1 の回折領域 32 は、第 3 受光領域 20 c および C に対応して形成される。この回折領域 32 を領域 M 38 c とする。第 7 分割線 s 7 よりもラジアル方向他方 Y 2、かつ第 10 分割線 s 10 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 の回折領域 32 は、第 5 受光領域 20 e および E に対応して形成される。この回折領域 32 を領域 M 39 e とする。

【0168】

これによって、第 7 分割線 s 7 よりもラジアル方向一方 Y 1、第 8 分割線 s 8 よりもタンジェンシャル方向一方 X 2、第 3 分割線 s 3 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2、かつ第 6 分割線 s 6 の外方の回折領域 32 は、D に対応する。この回折領域 32 を領域 M 40 d とする。同様に、第 7 分割線 s 7 よりもラジアル方向一方 Y 1、第 3 分割線 s 3 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1 の回折領域 32 には、F に対応する順領域 22 と、D に対応する逆領域 24 とが、タンジェンシャル方向 X に繰返して交互に配置される。タンジェンシャル方向 X に繰返されるこれら順領域 22 および逆領域 24 の個数は、さらに多く設定されてもよい。第 6 分割線 s 6 の内方に形成される矩形の領域は、第 2 分割線 s 2 をラジアル方向にまたいで形成され、第 6 分割線 s 6 の内方、第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向一方 Y 1 の回折領域 32 は、F に対応する。

【0169】

第 7 分割線 s 7 よりもラジアル方向他方 Y 2、第 8 分割線 s 8 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1、タンジェンシャル方向他方 X 2、かつ第 6 分割線 s 6 の外方の回折領域 32 は、C に対応する。この回折領域を M 41 c とする。同様に、第 7 分割線 s 7 よりもラジアル方向他方 Y 2、第 3 分割線 s 3 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1 の回折領域 32 には、E に対応する逆領域 24 と、C に対応する順領域 22 とが、タンジェンシャル方

10

20

30

40

50

向 X に繰返して交互に配置される。タンジェンシャル方向 X に繰返されるこれら順領域 2 2 および逆領域 2 4 の個数は、さらに多く設定されてもよい。第 6 分割線 s 6 の内方、第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向他方 Y 2 の回折領域 3 2 は、E に対応する。

【0170】

これによって、第 1 実施形態に比べて、第 5 および第 6 受光領域 2 0 e , 2 0 f に入射する光の光量を増大することができる。したがって、プッシュプル信号 D P P を算出する式 (2) において、k の値を低減することができる。これによって、光学記録媒体 1 1 に異物、疵などがある場合に、プッシュプル信号 D P P に対する異物、疵などの陰影の影響を、第 1 実施形態よりもさらに低減することができる。

【0171】

10

(第 5 実施形態)

図 9 は、本発明の第 5 実施形態に係る光ピックアップ装置 1 0 における受光素子 1 6 および回折素子 1 7 を光軸方向 Z に見た平面図である。第 5 実施形態に係る光ピックアップ装置 1 0 は、第 1 実施形態に係る光ピックアップ装置 1 0 に類似しており、以下、第 1 実施形態に対する第 5 実施形態の相違点を中心に説明する。

【0172】

図 9 (a) は、受光素子 1 6 の平面図であり、図 9 (b) は、回折素子 1 7 を光軸方向 Z に光学記録媒体 1 1 側から見た平面図である。第 5 実施形態において受光素子 1 6 には、8 つの受光領域 2 0、第 1 ~ 第 8 受光領域 2 0 A , 2 0 B , ... , 2 0 H が形成される。これらのうち第 2、第 4、第 6 および第 8 受光領域 2 0 B , 2 0 D , 2 0 F , 2 0 H のそれぞれは、さらに 3 つの小領域に分割され、それぞれが受光した光の光量に応じた出力信号を、互いに独立して出力することができる。

20

【0173】

第 5 実施形態において、回折素子 1 7 に形成される第 2 ~ 第 6 分割線 s 2 , s 3 , ... , s 6 は、第 1 実施形態における第 2 ~ 第 6 分割線 s 2 , s 3 , ... , s 6 と同様である。第 5 実施形態では、第 1 実施形態における第 1 分割線 s 1 に類似するものは形成されない。回折素子 1 7 の中心点を通り、タンジェンシャル方向 X に垂直な平面を「仮想平面」4 6 と称すると、第 5 実施形態では、仮想平面 4 6 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 には、仮想平面 4 6 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1 と同様に、複数の分割線が形成される。回折素子 1 7 に形成される複数の分割線は、光軸方向 Z に回折素子 1 7 を見て、仮想平面 4 6 に関して対称に形成される。

30

【0174】

第 2 分割線 s 2 と対称な分割線を第 1 2 分割線 s 1 2、第 3 分割線 s 3 と対称な分割線を第 1 3 分割線 s 1 3、第 4 分割線 s 4 と対称な分割線を第 1 4 分割線 s 1 4、第 5 分割線 s 5 と対称な分割線を第 1 5 分割線 s 1 5、第 6 分割線 s 6 と対称な分割線を第 1 6 分割線 s 1 6 とする。第 2 分割線 s 2 と第 1 2 分割線 s 1 2 とは、同一直線上に位置する。

【0175】

第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向一方 Y 1、第 3 分割線 s 3 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2、第 1 3 分割線 s 1 3 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1、かつ第 6 および第 1 6 分割線 s 6 , s 1 6 よりも外方の回折領域 3 2 は、第 4 および第 6 受光領域 2 0 D , 2 0 F に対応する。第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向一方 Y 1、第 3 分割線 s 3 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1、かつ第 4 分割線 s 4 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 の回折領域 3 2 は、第 1 および第 5 受光領域 2 0 A , 2 0 E に対応する。

40

【0176】

第 2 および第 1 2 分割線 s 2 , s 1 2 よりもラジアル方向一方 Y 1、第 4 分割線 s 4 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1、かつ第 5 分割線 s 5 よりもタンジェンシャル方向他方 X 2 の回折領域 3 2 は、第 4 および第 6 受光領域 2 0 D , 2 0 F に対応する。第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向一方 Y 1、かつ第 5 分割線 s 5 よりもタンジェンシャル方向一方 X 1 の回折領域 3 2 は、第 1 および第 5 受光領域 2 0 A , 2 0 E に対応する。第 2 分割線 s 2 よりもラジアル方向一方 Y 1、かつ第 6 分割線 s 6 の内方に位置する回折領域 3 2

50

は、第 1 および第 5 受光領域 20A, 20E に対応する。第 12 分割線 s12 よりもラジアル方向一方 Y1、かつ第 16 分割線 s16 の内方に位置する回折領域 32 は、第 1 および第 5 受光領域 20A, 20E に対応する。

【0177】

第 2 および第 12 分割線 s2, s12 よりもラジアル方向他方 Y2、第 3 分割線 s3 よりもタンジェンシャル方向他方 X2、第 13 分割線 s13 よりもタンジェンシャル方向一方 X1、かつ第 6 および第 16 分割線 s6, s16 よりも外方の回折領域 32 は、第 2 および第 8 受光領域 20B, 20H に対応する。第 2 分割線 s2 よりもラジアル方向他方 Y2、第 3 分割線 s3 よりもタンジェンシャル方向一方 X1、かつ第 4 分割線 s4 よりもタンジェンシャル方向他方 X2 の回折領域 32 は、第 3 および第 7 受光領域 20C, 20G に対応する。第 2 分割線 s2 よりもラジアル方向他方 Y2、第 4 分割線 s4 よりもタンジェンシャル方向一方 X1、かつ第 5 分割線 s5 よりもタンジェンシャル方向他方 X2 の回折領域 32 は、第 2 および第 8 受光領域 20B, 20H に対応する。

10

【0178】

第 2 分割線 s2 よりもラジアル方向他方 Y2、かつ第 5 分割線 s5 よりもタンジェンシャル方向一方 X1 の回折領域 32 は、第 3 および第 7 受光領域 20C, 20G に対応する。第 2 分割線 s2 よりもラジアル方向他方 Y2、かつ第 6 分割線 s6 の内方に位置する回折領域 32 は、第 3 および第 7 受光領域 20C, 20G に対応する。第 12 分割線 s12 よりもラジアル方向他方 Y2、かつ第 16 分割線 s16 の内方に位置する回折領域 32 は、第 3 および第 7 受光領域 20C, 20G に対応する。

20

【0179】

前記仮想平面 46 よりもタンジェンシャル方向他方 X2 は、タンジェンシャル方向一方 X1 に形成される領域に対し、仮想平面 46 に関して対称に設定される。第 12 分割線 s12 よりもラジアル方向一方 Y1、第 13 分割線 s13 よりもタンジェンシャル方向他方 X2、かつ第 14 分割線 s14 よりもタンジェンシャル方向一方 X1 の回折領域 32 は、第 1 および第 5 受光領域 20A, 20E に対応する。

【0180】

第 12 分割線 s12 よりもラジアル方向一方 Y1、第 14 分割線 s14 よりもタンジェンシャル方向他方、かつ第 15 分割線 s15 よりもタンジェンシャル方向一方 X1 の回折領域 32 は、第 4 および第 6 受光領域 20D, 20F に対応する。第 12 分割線 s12 よりもラジアル方向一方 Y1、かつ第 15 分割線 s15 よりもタンジェンシャル方向他方 X2 の回折領域 32 は、第 1 および第 5 受光領域 20A, 20E に対応する。

30

【0181】

第 12 分割線 s12 よりもラジアル方向他方 Y2、第 13 分割線 s13 よりもタンジェンシャル方向他方 X2、かつ第 14 分割線 s14 よりもタンジェンシャル方向一方 X1 の回折領域 32 は、第 3 および第 7 受光領域 20C, 20G に対応する。第 12 分割線 s12 よりもラジアル方向他方 Y2、第 14 分割線 s14 よりもタンジェンシャル方向他方 X2、かつ第 15 分割線 s15 よりもタンジェンシャル方向一方 X1 の回折領域 32 は、第 2 および第 8 受光領域 20B, 20H に対応する。第 12 分割線 s12 よりもラジアル方向他方 Y2、かつ第 15 分割線 s15 よりもタンジェンシャル方向他方 X2 の回折領域 32 は、第 3 および第 7 受光領域 20C, 20G に対応する。

40

【0182】

第 4 および第 6 受光領域 20D, 20F に到達する光線束は、受光素子 16 に向かうにつれて集光され、これが 1 つの点で集光されるはずの点から回折素子 17 までの距離は、回折素子 17 から受光素子 16 までの距離よりも長く設定される。第 2 および第 8 受光領域 20B, 20H に到達する光線束は、受光素子 16 に向かうにつれて集光され、これが 1 つの点で集光する点から回折素子 17 までの距離は、回折素子 17 から受光素子 16 までの距離よりも短い。第 1、第 3、第 5 および第 7 受光領域 20A, 20C, 20E, 20G に到達する光は、受光素子 16 に向かうにつれて集光され、これが 1 つの点で集光する点から回折素子 17 までの距離は、回折素子 17 から受光素子 16 までの距離に等しく

50

設定される。

【 0 1 8 3 】

第 1 受光領域 2 0 A に光が入射されることによって出力される出力信号を R 1 とする。第 2 受光領域 2 0 B に光が入射されることによって出力される出力信号を R 2 とする。第 3 ~ 第 8 受光領域 2 0 C , 2 0 D , 2 0 E , 2 0 F , 2 0 G , 2 0 H についても同様に、光が入射されることによって出力される出力信号を、それぞれ R 3 ~ R 8 とする。

【 0 1 8 4 】

これによって、第 2 および第 1 2 分割線 s 2 , s 1 2 よりもラジアル方向一方 Y 1 で、第 2 および第 1 2 分割線 s 2 , s 1 2 に近い回折領域 3 2 を、タンジェンシャル方向一方 X 1 からタンジェンシャル方向他方 X 2 に向かって見ていくと、2 種類の回折領域 3 2 が複数、交互に繰り返して配置されていることが分かる。2 種類の回折領域 3 2 のうちの10
一つは、第 1 および第 5 受光領域 2 0 A , 2 0 E と、R 1 および R 5 とに対応する回折領域 3 2 であり、2 種類の回折領域 3 2 のうちの他の一つは、第 4 および第 6 受光領域 2 0 D , 2 0 F と、R 4 および R 6 とに対応する回折領域 3 2 である。

【 0 1 8 5 】

同様に、第 2 および第 1 2 分割線 s 2 , s 1 2 よりもラジアル方向他方 Y 2 で、第 2 および第 1 2 分割線 s 2 , s 1 2 に近い回折領域 3 2 を、タンジェンシャル方向一方 X 1 からタンジェンシャル方向他方 X 2 に向かって見ていくと、2 種類の回折領域 3 2 が複数、交互に繰り返して配置されていることが分かる。2 種類の回折領域 3 2 のうちの10
一つは、第 3 および第 7 受光領域 2 0 C , 2 0 G と、R 3 および R 7 とに対応する回折領域 3 2 であり、2 種類の回折領域 3 2 のうちの他の一つは、第 2 および第 8 受光領域 2 0 B , 2 0 H と、R 2 および R 8 とに対応する回折領域 3 2 である。20

【 0 1 8 6 】

第 5 実施形態において、ラジアルエラーを補正するためのプッシュプル信号 D P P は、次の式 (5) を用いて算出される。

$$\begin{aligned} D P P &= \{ (R 4 a 1 1 + R 6 a 1 1) - (R 2 a 1 1 + R 8 a 1 1) \} \\ &\quad - k \times \{ (R 1 + R 5) - (R 3 + R 7) \} \\ &= M P P - k \times S P P \end{aligned} \quad \dots (5)$$

【 0 1 8 7 】

第 1 ~ 第 8 領域のうち、第 2、第 4、第 6 および第 8 領域は、それぞれさらに 3 つの小領域に分割されているけれども、式 (5) において、R 2 a 1 1、R 4 a 1 1、R 6 a 1 1 および R 8 a 1 1 は、第 2、第 4、第 6 および第 8 領域のそれぞれに入射した光線束の光量を表しており、言わば 3 つの小領域に入射した光線束の光量の合計である。受光素子 1 6 の各領域に入射した光線束の光量は、受光素子から出力される信号の信号強度として表される。30

【 0 1 8 8 】

式 (5) から、(R 4 a 1 1 + R 6 a 1 1) と (R 3 + R 7) とは増大することによって D P P の値も増大するので、プッシュプル信号 D P P に対して同符号に対応する。したがって、回折素子 1 7 のうち、第 4 および第 6 受光領域 2 0 D , 2 0 F に対応する回折領域 3 2 と、第 3 および第 7 受光領域 2 0 C , 2 0 G に対応する回折領域 3 2 とは、順領域 2 2 である。式 (5) から、(R 2 a 1 1 + R 8 a 1 1) と (R 1 + R 5) とは増大することによって D P P の値が減少するので、プッシュプル信号 D P P に対して逆符号に対応する。したがって、回折素子 1 7 のうち、第 2 および第 8 受光領域 2 0 B , 2 0 H に対応する回折領域 3 2 と、第 1 および第 5 受光領域 2 0 A , 2 0 E に対応する回折領域 3 2 とは、逆領域 2 4 である。40

【 0 1 8 9 】

再度、第 2 および第 1 2 分割線 s 2 , s 1 2 よりもラジアル方向一方 Y 1 で、第 2 および第 1 2 分割線 s 2 , s 1 2 に近い回折領域 3 2 を、タンジェンシャル方向一方 X 1 からタンジェンシャル方向他方 X 2 に向かって見ていくと、R 1 および R 5 とに対応する逆領域 2 4 と、R 4 および R 6 とに対応する順領域 2 2 とが、複数、交互に繰り返して配置さ50

れていることが分かる。同様に、第2および第12分割線s2, s12よりもラジアル方向他方Y2で、第2および第12分割線s2, s12に近い回折領域32を、タンジェンシャル方向一方X1からタンジェンシャル方向他方X2に向かって見ていくと、R3およびR7とに対応する順領域22と、R2およびR8とに対応する逆領域24とが、複数、交互に繰り返して配置されていることが分かる。

【0190】

第5実施形態において、フォーカスエラー信号FESは、第2、第4、第6および第8受光領域20B, 20D, 20F, 20Hを利用し、次の式(6)によって求められる。第2、第4、第6および第8受光領域20B, 20D, 20F, 20Hは、それぞれ3つの小領域に分割されており、それぞれの小領域から出力される信号を20Ba, 20Bb, 20Bc, 20Da, 20Db, 20Dc, ..., 20Ha, 20Hb, 20Hcと表すこととし、各小領域a, b, cのうち、bがタンジェンシャル方向中央に位置するものとする。

$$FES = (20Db + 20Hb + 20Ba + 20Bc + 20Fa + 20Fc) - (20Bb + 20Fb + 20Da + 20Dc + 20Ha + 20Hc) \dots (6)$$

【0191】

これは、回折素子17の第2および第12分割線s2, s12を境界とし、ラジアル方向一方Y1側の回折領域32で回折して、受光領域20に入射する光線束の各受光領域20でのスポット径と、ラジアル方向他方Y2側の回折領域32で回折して、受光領域20に入射する光線束の各受光領域20でのスポット径とを比較することによって、フォーカシングサーボの駆動制御を行うものである。

【0192】

さらに、全受光素子16の出力信号を合計することによって、第1の実施形態と同様に、RF信号を再生する。順領域22と逆領域24とは、回折素子17におけるタンジェンシャル方向Xに複数かつ交互に配置されるので、光記録媒体のトラック上に異物、傷などがある場合、少なくとも一部の異物の陰影33は、順領域22と逆領域24とを交互に複数回、通過する。これによって、プッシュプル信号に対する異物の陰影33の影響について、順領域22に対応した出力信号と逆領域24に対応した出力信号とで生じる時間的なずれを低減することができる。したがって、回折素子17に投影される異物の陰影33が、回折素子17を移動することに伴って、プッシュプル信号にノイズが含まれることを抑制することができる。また、異物の陰影33が順領域22と逆領域24とのいずれか一方に偏って投影される可能性を低減することができるので、順領域22と逆領域24とに投影された異物の陰影33による影響を、互いに相殺することができ、異物の陰影33が、回折素子17を移動することに伴うプッシュプル信号の変動を抑制することができる。

【0193】

図10は、本発明の第5実施形態における光ピックアップ装置10の構成を表す図である。図11は、本発明の第5実施形態における光源12と、回折素子17と、受光素子16とを含む光源ユニットを、その側方から見た断面図である。本実施形態において、光源12と、回折素子17と、受光素子16とは、一体に形成される。光源12は、半導体レーザ素子である。光源12と受光素子16とは、金属および樹脂の少なくともいずれか一方からなるフレーム48に搭載され、フレーム48には、光軸を中心として孔が形成されるキャップが設けられる。フレーム48のキャップの孔には、回折格子パターンが形成された樹脂またはガラス製の回折素子17が配置される。受光素子16は、回折素子17の光軸上にその中心が配置され、回折素子17と光軸を一致させて配置される。

【0194】

このように、回折素子17、光源12および受光素子16を一体化したものを、光ピックアップ装置10の組立調整に導入することによって、他の部品と組合わせて実装するときに、光源12と回折素子17と受光素子16とを、互いの相対位置が固定された状態で、取扱うことが可能となる。したがって光ピックアップ装置10の製造を容易にすること

ができる。

【0195】

(変形例)

図12は、本発明の他の実施形態における光源12と、回折素子17と、受光素子16を含む光源ユニットを、その側方から見た断面図である。本実施形態では、たとえば第5実施形態に係る光ピックアップ装置10とは異なり、受光素子は、光源12を中心とした光軸からは、ずれて配置される。フレーム48に、孔が形成されるキャップを設け、これに回折素子17を配置することなどは、図11に示す光源ユニットと同様でよい。

【0196】

第1～第5実施形態は、順領域22と逆領域24とが直線を境にして互いに隣接する構成としたけれども、他の実施形態において順領域22と逆領域24とは、曲線に形成される境界で互いに隣接して配置されてもよい。また順領域22と逆領域24とが1つの方向に、あるいは複数の方向に交互に繰り返して配置されるとき、順領域22と逆領域24との数は、第1～第5実施形態よりもさらに多くすることもできる。

【0197】

さらに、第1～第5実施形態では、回折素子17に形成される複数の回折領域32は、回折素子17の中心点を通りタンジェンシャル方向Xに延びる直線を境に対称な形状に形成されるものとした。ただし他の実施形態において、回折素子17に形成される複数の回折領域32は、線対称、面对称、または点对称などの形状でなくてもよい。

【0198】

他の実施形態において、制御駆動部は、フォーカスエラー検出領域21からの出力信号に基づいて、ビームサイズ法によってフォーカスエラー信号を生成する構成とすることもできる。これによって、フォーカスエラーをたとえば差動プッシュプル法によって検出する場合に比べて、フォーカスエラーを検出するための受光領域20を小さく設定することが可能となる。したがって、光ピックアップ装置10を小形化することが可能となる。

【0199】

回折素子17において、1つの方向または複数の所定方向に繰り返される。順領域22および逆領域24の所定方向の寸法を「幅寸法」と称すると、幅寸法が前記範囲を超えて大きければ大きいほど、異物の陰影33が回折素子17に投影されたときの同極性の領域の同期の精度が低くなる。

【0200】

また、たとえば所定方向がラジアル方向Yに一致する場合などには、異物が順領域22と逆領域24との両方にまたがる可能性が低減する場合もある。前記幅寸法が前記範囲よりも小さく、小さくなれば小さくなるほど、回折素子17の製造が困難になる。また回折素子17によって集光するときの集光の精度が低下する場合もある。

【0201】

本発明において回折素子17に形成される複数の分割線は、交互に配置される順領域22または逆領域24を形成する。回折素子17に形成される複数の分割線およびこれによって形成される複数の回折領域32は、第1～第5実施形態に示した形状に限定されるものではない。たとえば第3実施形態に類似する他の実施形態として、第6および第7分割線s6, s7のそれぞれによって形成される矩形の形状は、さらにタンジェンシャル方向Xに長く形成され、第1および第3分割線s1, s3の少なくともいずれか一方に到達する形状に定められてもよい。

【0202】

差動プッシュプル法によって対物レンズ13を制御および駆動し、ラジアルエラーを補正するには、受光素子16に、互いに独立して信号を出力することのできる複数の受光領域20が必要となる。複数の受光領域20に光を入射させるときに、回折素子17に複数の回折領域32を形成することによって、受光素子16における受光領域20の設計の自由度を高くすることができ、これによって±1次回折光を利用することもできる。したがって、光ピックアップ装置10の小形化を図ることができる。

10

20

30

40

50

【 0 2 0 3 】

しかし、受光素子 1 6 において受光領域 2 0 の個数が多くなれば多くなるほど、またこれに対応して回折素子 1 7 において回折領域 3 2 の個数が多くなれば多くなるほど、異物の陰影 3 3 が影響する領域と影響しない領域とが現れる。すなわち、異物の陰影 3 3 の回折素子 1 7 上における位置の差異が、互いに異なる回折領域 3 2 による光の回折を介して、異なる複数の受光領域 2 0 に反映されることとなる。したがって異物の陰影 3 3 が経時的に変位する場合に、複数の受光領域 2 0 によって検出される検出信号にも、経時的な変化が生じる。

【 0 2 0 4 】

このように、プッシュプル信号 D P P として算出される信号に振動が生じてしまうという現象は、差動プッシュプル法を利用することによる光ピックアップ装置 1 0 の小型化に付随して生じるものであり、受光素子 1 6 における受光領域 2 0 の設計の自由度を高くすることに付随する現象でもある。前述した複数の実施形態によってプッシュプル信号 D P P の振動を防止することは、光ピックアップ装置 1 0 の小型化に貢献するものである。

【図面の簡単な説明】

【 0 2 0 5 】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係る光ピックアップ装置 1 0 における受光素子 1 6 および回折素子 1 7 を光軸方向 Z に見た平面図である。

【図 2】本発明の第 1 実施形態に係る光ピックアップ装置 1 0 の構成を表す側面図である。

【図 3】本発明の第 1 実施形態における回折素子 1 7 と、これに投影される異物の陰影 3 3 とを光軸方向 Z に見て表す平面図である。

【図 4】本発明の第 1 実施形態において回折素子 1 7 上で異物の陰影 3 3 が移動するときの、各受光領域 2 0 からの信号強度およびプッシュプル信号 D P P の変化を表す図である。

【図 5】本発明の第 2 実施形態に係る光ピックアップ装置 1 0 における受光素子 1 6 および回折素子 1 7 を光軸方向 Z に見た平面図である。

【図 6】本発明の第 2 実施形態における受光素子 1 6、回折素子 1 7 および制御駆動部を用いたときのプッシュプル信号 D P P に関係する値を表す図である。

【図 7】本発明の第 3 実施形態に係る光ピックアップ装置 1 0 における受光素子 1 6 および回折素子 1 7 を光軸方向 Z に見た平面図である。

【図 8】本発明の第 4 実施形態に係る光ピックアップ装置 1 0 における受光素子 1 6 および回折素子 1 7 を光軸方向 Z に見た平面図である。

【図 9】本発明の第 5 実施形態に係る光ピックアップ装置 1 0 における受光素子 1 6 および回折素子 1 7 を光軸方向 Z に見た平面図である。

【図 1 0】本発明の第 5 実施形態における光ピックアップ装置 1 0 の構成を表す図である。

【図 1 1】本発明の第 5 実施形態における光源 1 2 と、回折素子 1 7 と、受光素子 1 6 とを含む光源ユニットを、その側方から見た断面図である。

【図 1 2】本発明の他の実施形態における光源 1 2 と、回折素子 1 7 と、受光素子 1 6 とを含む光源ユニットを、その側方から見た断面図である。

【図 1 3】従来技術に係る光ピックアップ装置の受光素子および回折素子 1 を光軸方向 Z に見た平面図である。

【図 1 4】従来技術に係る光ピックアップ装置の回折素子を光軸方向 Z に見た平面図である。

【図 1 5】従来技術に係る光ピックアップの回折素子に異物の陰影がラジアル方向にずれた位置を通過するときに、受光素子で検出される光量を表す図である。

【符号の説明】

【 0 2 0 6 】

1 0 光ピックアップ装置

10

20

30

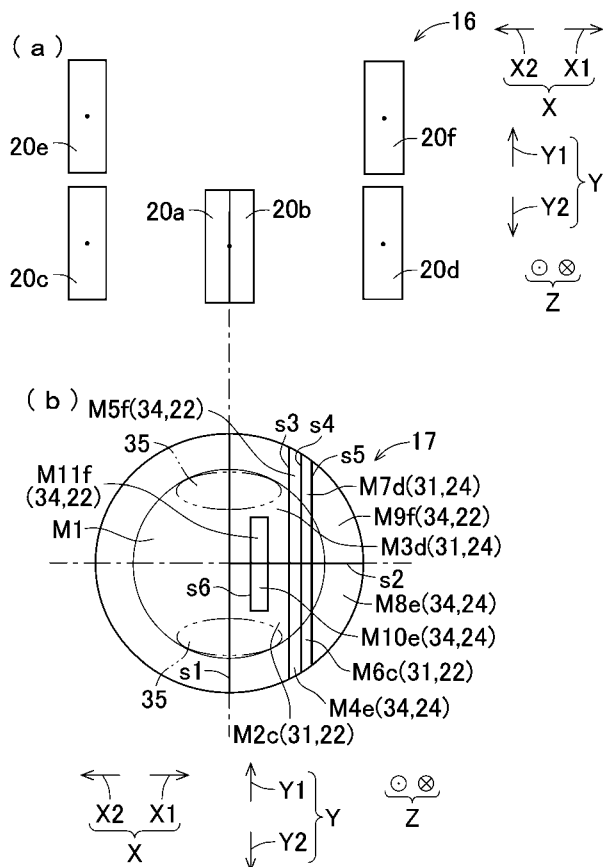
40

50

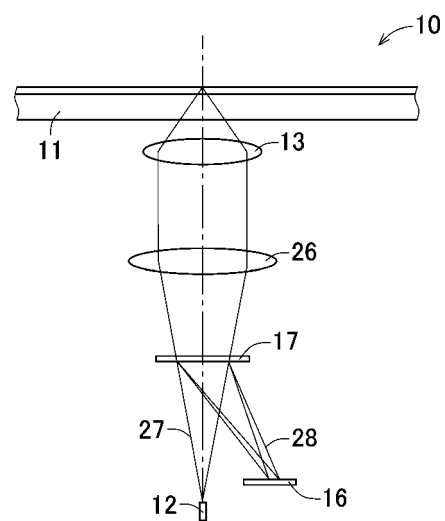
- 1 1 光学記録媒体
- 1 2 光源
- 1 3 対物レンズ
- 1 6 受光素子
- 1 7 回折素子
- 2 0 受光領域
- 2 2 順領域
- 2 4 逆領域
- 2 7 往路光
- 2 8 反射復路光
- 3 1 第 1 回折領域
- 3 2 回折領域
- 3 3 異物の陰影
- 3 4 第 2 回折領域
- 3 6 独立回折領域
- 3 8 所定直線
- 3 9 タンジェンシャル方向所定領域

10

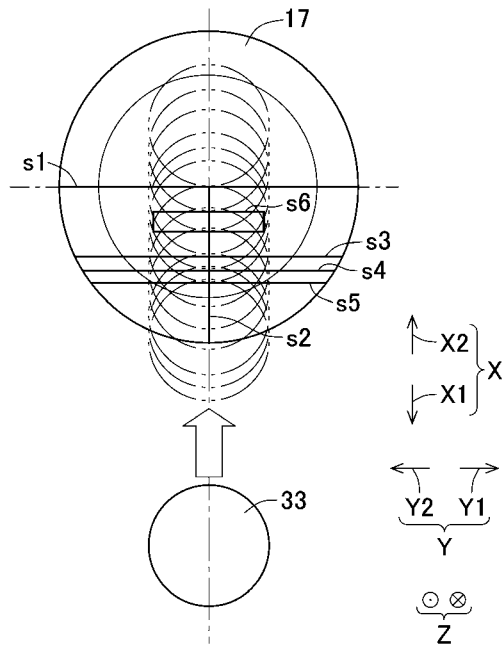
【 図 1 】



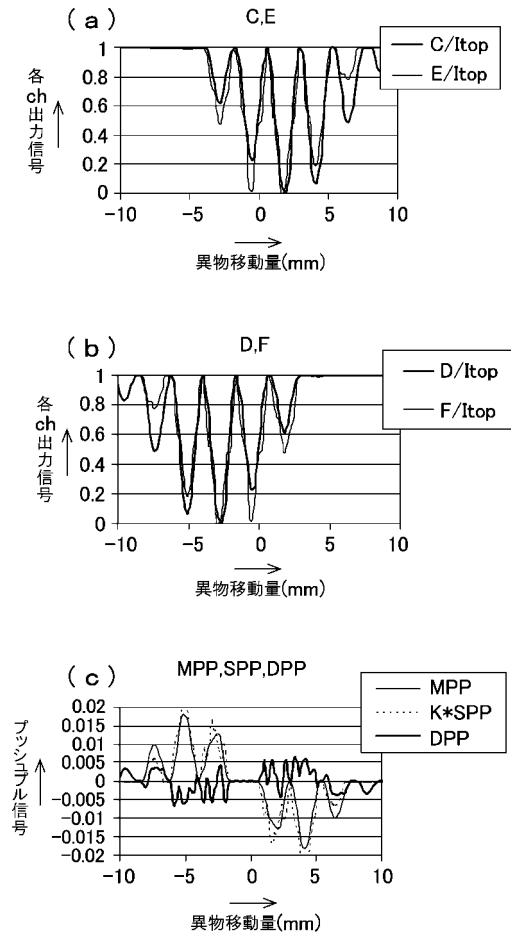
【 図 2 】



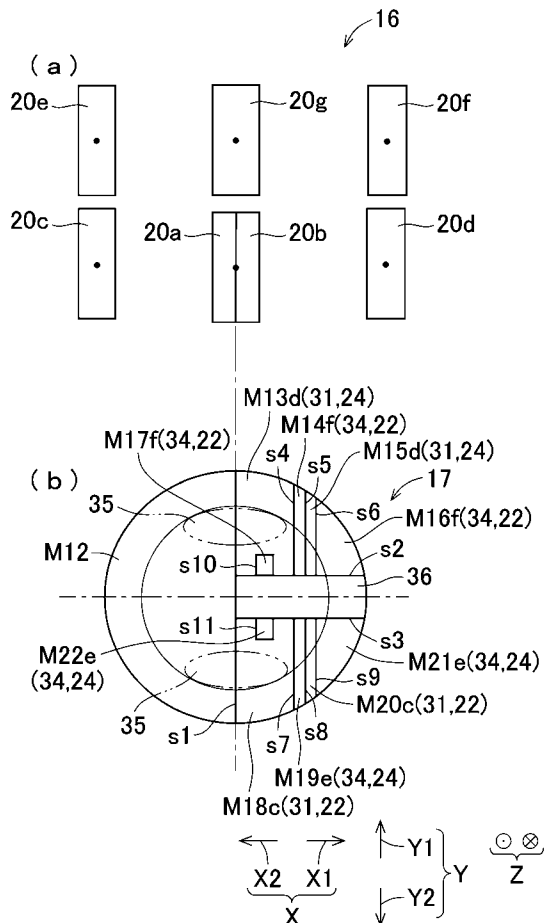
【 図 3 】



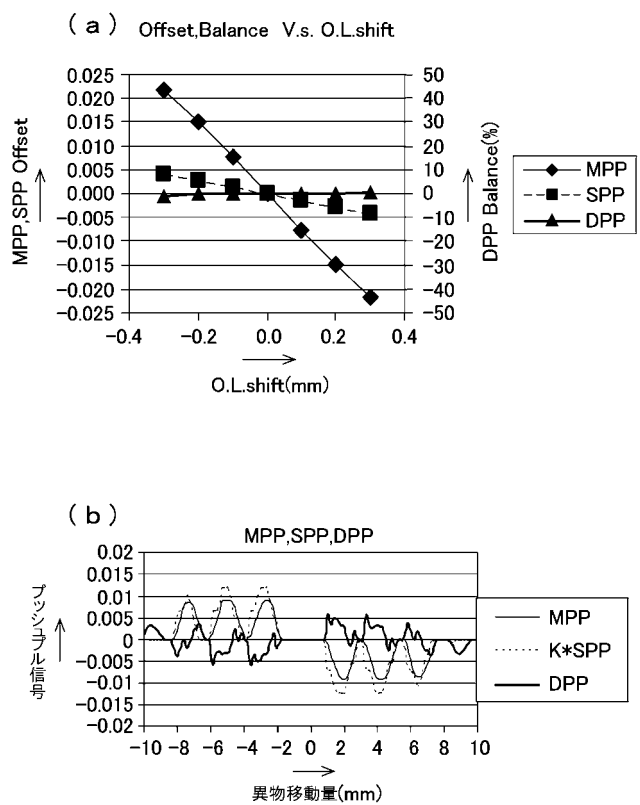
【 図 4 】



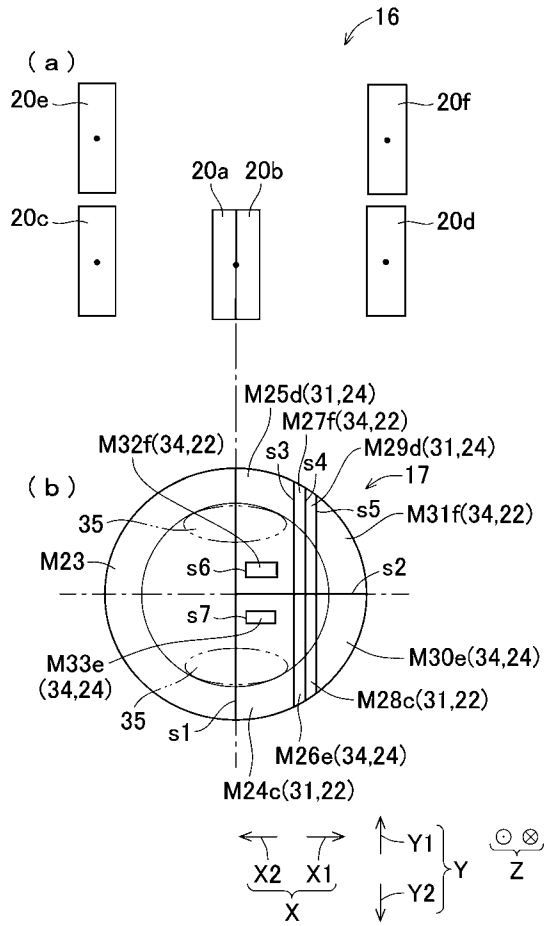
【 図 5 】



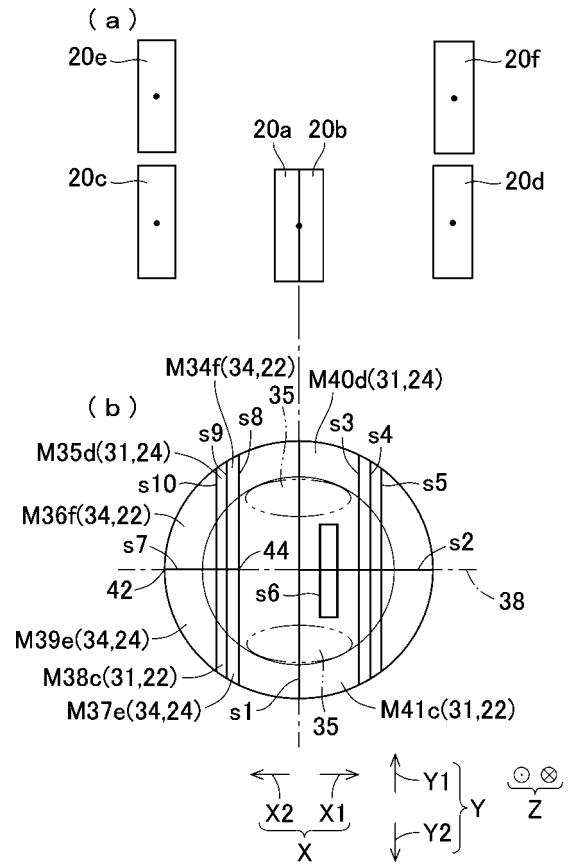
【 図 6 】



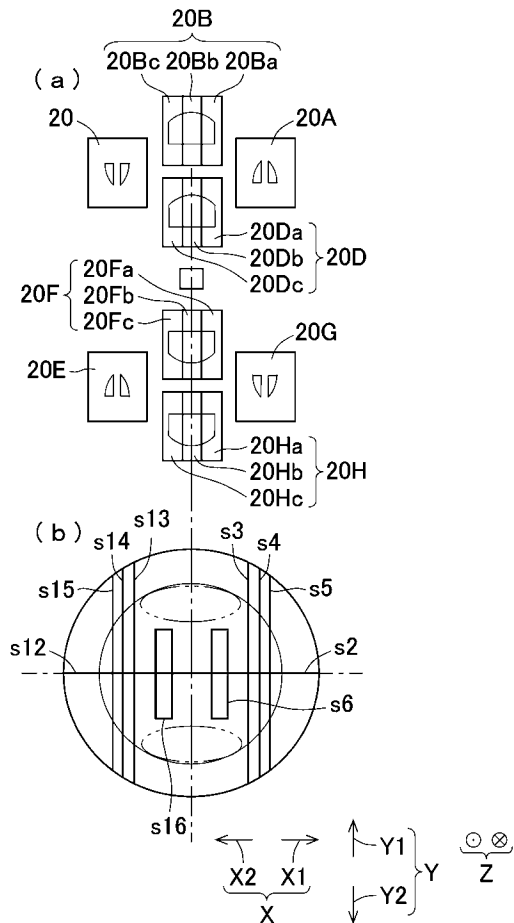
【図 7】



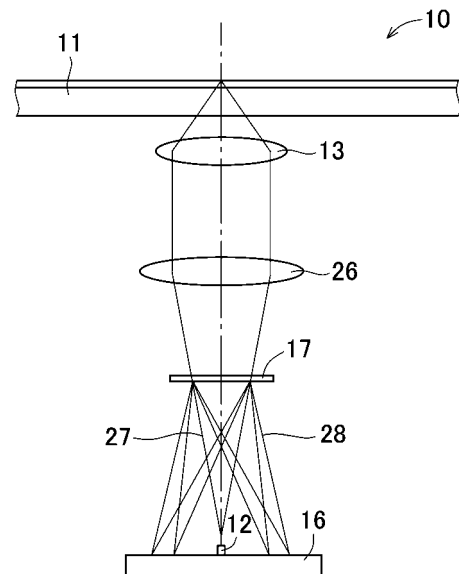
【図 8】



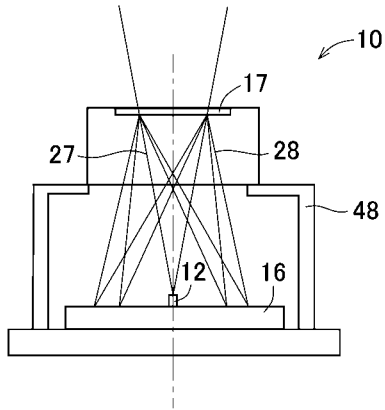
【図 9】



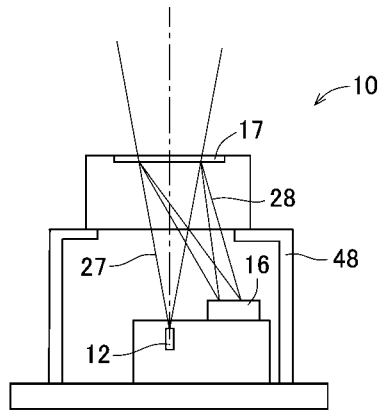
【図 10】



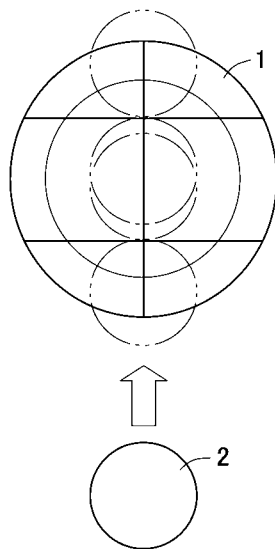
【図 1 1】



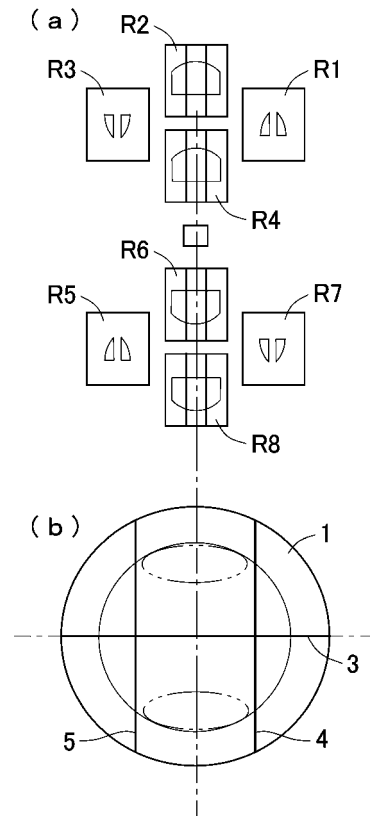
【図 1 2】



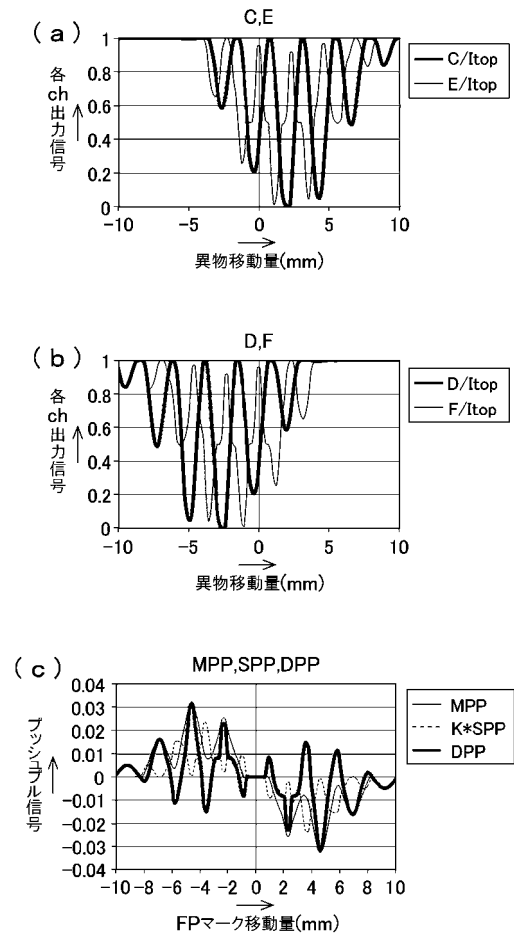
【図 1 4】



【図 1 3】



【図 1 5】



フロントページの続き

(72)発明者 増井 克栄

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

(72)発明者 濱岡 治

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

F ターム(参考) 5D118 AA01 AA17 BA01 CA11 CA13 CD02 CD03 CF08 CF17 CG24

DA12 DA20 DA35

5D789 AA01 AA28 BA01 EA02 EA03 JA13 JA15 KA20