

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-322357

(P2005-322357A)

(43) 公開日 平成17年11月17日(2005.11.17)

(51) Int.Cl.⁷**G 11 B 7/135**
GO2B 13/00

F 1

G 11 B 7/135
GO2B 13/00

A

テーマコード(参考)

2H087
5D789

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願2004-141192 (P2004-141192)

(22) 出願日

平成16年5月11日 (2004.5.11)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100065385

弁理士 山下 機平

(74) 代理人 100122921

弁理士 志村 博

(72) 発明者 西川 幸一郎

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
ヤノン株式会社内

Fターム(参考) 2H087 KA13 LA25 PA02 PA19 PB04

QA01 QA02 QA13 QA14 QA22

QA26 QA34 QA42 QA46

5D789 AA22 BA01 EC03 FA05 JA02

JB04 LB08

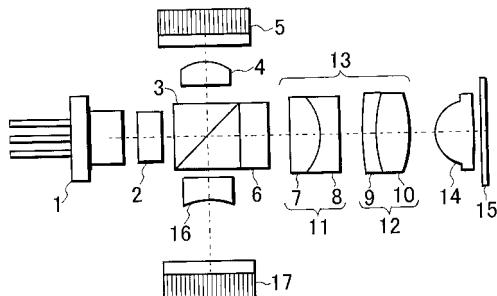
(54) 【発明の名称】光ピックアップ装置

(57) 【要約】

【課題】 安価で十分な色収差補正性能を有する光ピックアップ装置を提供する。

【解決手段】 コリメートレンズ13を各々正のパワーと負のパワーを有する2つのレンズ群11、12から構成し、正のパワーのレンズ群は半導体レーザ1の波長が長くなった時に、その焦点距離が変化しない、若しくは短くなるようにする。また、コリメートレンズ13は、少なくとも3枚の球面レンズで2群構成とする。更に、正のパワーを有するレンズ群は負のパワーを有するレンズ群と正のパワーを有するレンズ群から構成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光源からの出射光をコリメートレンズにより略平行光束として対物レンズに導き、前記対物レンズにより前記平行光束を透明基板を有する光記録媒体の記録面に集光して情報の記録或いは再生を行う光ピックアップ装置において、前記コリメートレンズは各々正のパワーと負のパワーを有する2つのレンズ群から構成されており、前記正のパワーのレンズ群は前記光源の波長が長くなった時に、その焦点距離が変化しない、若しくは短くなることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 2】

前記コリメートレンズは、少なくとも3枚の球面レンズで2群構成を成してい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。 10

【請求項 3】

前記正のパワーを有するレンズ群は、負のパワーを有するレンズと正のパワーを有するレンズから構成されていることを特徴とする請求項1乃至2に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 4】

前記負のパワーを有するレンズは相対的に高分散の硝材からなり、正のパワーを有するレンズは相対的に低分散の硝材からなる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。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】**【0001】**

本発明は、光ピックアップ装置の光学系に係り、特に、色収差補正の光学系に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

近年、光ディスク装置においては、高密度化を図るために、光源の短波長化、対物レンズの高NA化に対応した技術が盛んに研究されている。そして、一部で、405nm帯半導体レーザとNA=0.85の対物レンズを用いた装置が製品化され始めている。

【0003】

30

短波長光源、高NAの対物レンズを採用する場合、以下の基本的な課題がある。

- (1) ディスクのチルトに弱くなる。
- (2) 透明基板の厚み誤差に弱くなる。
- (3) 光源の波長跳びに弱くなる。

【0004】

このうち、(1)の課題に関しては、透明基板の厚みを薄くすることで解決している。例えば、透明基板厚 100 μmとしている。

【0005】

(2)、(3)に関しては、光学系の工夫により解決が試みられている。例えば、(2)の透明基板の厚みに誤差が生じた場合に対しては、ビームエクスパンダーを採用してそのレンズ間隔を変えて発生する球面収差を相殺する、という試みがなされている。 40

【0006】

(3)に関しては、光源の波長変動が生じた場合に発生する色収差を、例えば、(a)ビームエクスパンダーを構成するレンズの硝材の選択により、光源の波長変動が生じた場合に、特に対物レンズで大きく発生する色収差によるデフォーカスを軽減する。(b)張り合わせコリメートのレンズの硝材の選択により、色収差によるデフォーカスを軽減する。

等の方法が検討されている。

【0007】

そのような技術が、例えば、特開2002-236252号公報に開示されている(特 50

許文献 1)。

【 0 0 0 8 】

簡単に説明すると、ビームエクスパンダーを用いる場合には、図 3 (a) に示すようにビームエクスパンダー 3 3 を負のパワーを持つレンズ 3 1 と正のパワーを持つレンズ 3 2 から構成し、レンズ 3 1 を相対的に高分散の硝材とし、レンズ 3 2 を相対的に低分散の硝材として、対物レンズで発生する波長シフトによるデフォーカスを軽減させている。

【 0 0 0 9 】

また、コリメートレンズの場合には、図 3 (b) に示すように負のパワーを持つレンズと正のパワーを持つレンズで、上述と同様に負のパワーを持つレンズを相対的に高分散の硝材として、且つ、光学性能を得るための非球面を採用してコリメートレンズ 3 4 を構成し、対物レンズで発生する波長シフトによるデフォーカスを軽減させている。図中 3 5 は対物レンズ、 3 6 は光ディスクの透明基板を示す。

【特許文献 1】特開 2002 - 236252 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

ところが、上記従来例のような場合、以下のような課題がある。即ち、ビームエクスパンダーの場合には、正のパワーを持つレンズは低分散の硝材採用とはいえ、対物レンズで発生する波長シフトによるデフォーカスを助長する方向に作用するので、負のパワーを持つレンズに対する色収差補正の負荷が大きくなり、対物レンズとしてガラス単玉レンズを採用する場合等に補正不足になる恐れがあった。

【 0 0 1 1 】

また、コリメートレンズを用いる場合には、非球面レンズ採用（回折素子等の特殊非球面をも含む）、及び非球面レンズと球面レンズ張り合わせのため、製造の難度が上がり、高価なコリメートレンズとなってしまい、光ピックアップ装置が高価な装置になってしまうという恐れがあった。

【 0 0 1 2 】

本発明は、上記従来の問題点に鑑みなされたもので、その目的は、安価で十分な色収差補正性能を有する光ピックアップ装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

本発明は、上記課題を解決するため、光源からの出射光をコリメートレンズにより略平行光束として対物レンズに導き、前記対物レンズにより前記平行光束を透明基板を有する光記録媒体の記録面に集光して情報の記録或いは再生を行う光ピックアップ装置において、前記コリメートレンズは各々正のパワーと負のパワーを有する 2 つのレンズ群から構成されており、前記正のパワーのレンズ群は前記光源の波長が長くなった時に、その焦点距離が変化しない、若しくは短くなることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

また、本発明においては、コリメートレンズは少なくとも 3 枚の球面レンズで 2 群構成を成し、正のパワーを有するレンズ群は、負のパワーを有するレンズと正のパワーを有するレンズから構成し、負のパワーを有するレンズは相対的に高分散の硝材、正のパワーを有するレンズは相対的に低分散の硝材で構成する。

【 0 0 1 5 】

こうすることにより、安価で十分な色収差補正性能を有する光ピックアップ装置の提供が可能となる。

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、球面レンズによる 2 つのレンズ群によりコリメートレンズを構成し、負のパワーを有するレンズ群のみならず、正のパワーを有するレンズにも色収差補正の役割を分担させたので、安価で十分な色収差補正性能を有する光ピックアップ装置を提供す

10

20

30

40

50

ることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

次に、本発明を実施するための最良の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0018】

(第1の実施形態)

図1は本発明による光ピックアップ装置の第1の実施形態の構成を示す図である。図1において、まず、光源である半導体レーザ1からの出射ビームは、回折格子2でメインビームと2つのサブビームに分離される。サブビームはDPP(ディファレンシャルプッシュ)用のサーボ用信号生成に利用され、メインビームは情報の記録或いは記録情報の再生に用いられる。
10

【0019】

回折格子2からの光ビームは、一部が偏光ビームスプリッタ(PBS)3で反射され、集光レンズ4によりモニター用PD5に集光される。このモニター用PD5出力は、半導体レーザ1からの出射パワーのコントロールに使用される。

【0020】

PBS3を透過した光ビームは、/4板6を介してコリメートレンズ13で平行光束とされ、対物レンズ14により透明基板を通して情報記録面に結像される。光ディスク15は透明基板と情報記録面から形成されている。

【0021】

ここで、コリメートレンズ13は球面レンズ7、8(第1のレンズ群11)と、球面レンズ9、10(第2のレンズ群12)の2つのレンズ群から構成されている。第1のレンズ群11と第2のレンズ群12の間隔は可変可能に構成されており、第1、第2のレンズ群の間隔を可変することで球面収差を補正する。これは、例えば、ステッピングモータ等の駆動手段を用いて、第1のレンズ群11や第2のレンズ群12を光軸方向に駆動することで実現できる。
20

【0022】

光ディスク15で反射した光ビームは、再び対物レンズ14を通り、更にコリメートレンズ13、/4板6を介してPBS3で反射され、センサレンズ16によりRFサーボPD17上に集光される。このRFサーボPD17からの出力により、情報信号、サーボ用信号が得られる。
30

【0023】

ここで、半導体レーザ1の波長は、室温で情報再生時は、約407nmであり、対物レンズ14のNAは0.85、焦点距離は1.1765mmであり、ガラス単玉レンズである。

【0024】

本実施形態の投光系の設計値を表1に示す。N(407)は波長407nmでの屈折率、Nは波長が1nm増加した時の屈折率変化を表しており、波長407nm付近での分散に対応する。また、rはレンズ曲率、dは面間隔である。

【0025】

対物レンズの非球面形状は、光軸方向の距離をX、光軸に垂直な方向の高さをh、円錐係数kとして、
40

【0026】

【数1】

$$X = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1+k)h^2/r^2}} + Bh^4 + Ch^6 + Dh^8 + Eh^{10} + Fh^{12} + Gh^{14}$$

で表される。表2はk、B～Gの非球面係数を示す。

【0027】

10

【表1】

	備考	r	d	N(407)	ΔN
1	LD	∞	0.78		
2		∞	0.25	1.52947	-0.00008
3		∞	1.19		
4	回折格子	∞	1	1.52947	-0.00008
5		∞	1.6		
6	PBS	∞	2.6	1.72840	-0.00042
7	λ/4板	∞	1.15	1.56020	-0.00020
8		∞	1.46		
9	コリメート レンズ	∞	1.29	1.58345	-0.00014
10		-2.28	0.71	1.80480	-0.00053
11		∞	0.8		
12		13.49	0.74	1.80480	-0.00053
13		4.967	1.26	1.58345	-0.00014
14		-4.411	6.5		
15(非球面1)		0.89427	1.57	1.70930	-0.00021
16(非球面2)	対物レンズ	-3.88795	0.27		
17	透明基板	∞	0.08	1.62068	-0.00038
18		∞	0		

20

30

40

【0028】

【表2】

非球面係数	非球面1	非球面2
k	-4.71569E-01	-8.03122E+02
B	1.85624E-02	6.93685E-01
C	-3.32437E-03	-7.23881E-01
D	2.00843E-02	-1.08028E+01
E	-2.46799E-02	5.02375E+01
F	3.71610E-02	-6.88792E+01
G	-2.00730E-02	0

10

20

30

40

50

表1から分かるように、コリメートレンズ13は球面レンズのみからなっており、製造も容易で安価な光学素子となっている。

【0029】

ここで、光ディスク15の透明基板に厚み誤差が生じた場合について述べる。透明基板に厚み誤差が生じた場合、周知のように球面収差が発生する。そこで、本実施形態の光学系では、コリメートレンズ13の第1のレンズ群11と第2のレンズ群12との間隔を変えることにより発生した球面収差を補正する。

【0030】

図2は透明基板の厚み誤差とそれを補正するためのレンズ群間距離の関係を示す。なお、図2は第1のレンズ群11を移動させた場合の関係を示す。第2のレンズ群12は固定である。透明基板厚み誤差1μm当たりの移動量は約28μmである。

【0031】

本実施形態においては、第1のレンズ群11を移動させている。その結果、光学系の全長に変化は無く光学系をコンパクトに形成出来る。

【0032】

更に、図1、表1から分かるように第1のレンズ群11はレンズ群としては負のパワーを持つレンズとなっていて、第2のレンズ群12はレンズ群としては正のパワーを持つレンズとなっている。そのため、コリメートレンズ13は望遠系となり、半導体レーザ1からコリメートレンズ13までの距離の短縮が図られ、光学系のコンパクト化を実現することが出来る。

【0033】

次に、半導体レーザ1の波長が変化した場合について述べる。問題となるのは、再生から記録へ移った直後のようなフォーカスサーボ制御の追随が不可能な場合である。比較的ゆっくりとした波長変化の場合には、その波長変化によるデフォーカスはフォーカスサーボにより相殺される。

【0034】

再生から記録へ移った場合の波長シフトは、青紫色半導体レーザの場合、1nm前後である。通常、波長が伸びる。その時、表1に示す対物レンズでは、波長が1nm伸びると屈折率が下がり、対物レンズの正のパワーが低下して焦点距離が伸びたようになり、0.

$243\mu m$ のデフォーカスが生じる。NA 0.85、波長 $407 nm$ の場合には、その焦点深度は約 $0.28\mu m$ であり、波長シフトが $2 nm$ の場合は焦点深度を大きく超えるデフォーカスが生じてしまい、情報の記録／再生に適さなくなる。

【0035】

そこで、本実施形態では、コリメートレンズ 13 の構成を、表 1 に示すように第 1 のレンズ群 11 は相対的に低分散の正パワーレンズ 7 と相対的に高分散の負パワーレンズ 8 から構成し、一方、第 2 のレンズ群 12 は相対的に高分散の負パワーレンズ 9 と相対的に低分散の正パワーレンズ 10 から構成し、波長が伸びた場合には、屈折率変化により第 1 のレンズ群 11 の負のパワーは小さくなるように、そして、第 2 のレンズ群 12 の正のパワーは大きくなるように硝材を選択している。

10

【0036】

特に、正のパワーを有するレンズ群は、単一硝材で構成したり、単レンズで構成した場合には、波長が伸びたことに伴い、正のパワーは小さくなり、対物レンズのデフォーカスを助長してより大きなデフォーカスを発生させることとなる。即ち、最低限パワーが変わらなければ、色収差補正性能を有すると言える。

【0037】

この観点により、本実施形態では、表 1 に示すように正のパワーを有するレンズ群でも、波長が伸びたことに伴う対物レンズのデフォーカスを相殺する傾向となるように、硝材を選択している。その結果、波長が伸びた場合には、第 2 のレンズ群 12 の焦点距離は短くなり（若しくは変化しないでもよい）、パワーは大きくなり、十分な色収差補正性能を持たせることが出来る。

20

【0038】

更に、負のパワーを有するレンズ群に関しては、単レンズでも屈折率変化により負のパワーは小さくなるのであるが、本実施形態の場合には、そのパワー変化の程度がより大きくなるように 2 枚構成とし、高分散且つ負のパワーのより大きいレンズを含めたレンズ群としている。

【0039】

表 3 は各レンズ群のパワーの変化を焦点距離の変化として示す。

【0040】

【表 3】

30

	f (407)	f (408)
第 1 のレンズ群	-10.3004	-10.3186
第 2 のレンズ群	6.9678	6.9676

$f(407)$ は波長 $407 nm$ 時の焦点距離、 $f(408)$ は波長 $408 nm$ 時の焦点距離を示している。表 3 より第 1 のレンズ群 11 では負の焦点距離が伸び（即ち、パワーが小さくなっている）、第 2 のレンズ群 12 では僅かながら焦点距離が縮んでいることが分かる。

40

【0041】

以上のようにして、対物レンズの波長シフトによるデフォーカス、即ち、色収差を十分に補正することができる。

【0042】

投光光学系全体に関する結果を表 4 に示す。

【0043】

【表4】

	対物レンズ単体	全系	内訳(寄与分)	
			第1群	第2群
ピントずれ量	0.243 μm	0.141 μm	(0.091 μm)	(0.007 μm)

表4からも分かるように正のパワーを持つレンズ群(第2群)でも色収差補正を分担できる。結果として、たとえ波長のシフトが2nmであっても、デフォーカス量が焦点深度内であるようにして、フォーカスサーボが追随出来ていない時間領域でも、記録/再生性能を確保することができる。

10

20

30

40

【0044】

(第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態を説明する。表5は第2の実施形態の設計値、表6は各レンズ群の焦点距離変化、表7は投光系全体の色収差補正の結果を示す。なお、光学系の構成は図1と同様である。対物レンズも第1の実施形態と同じである。

【0045】

【表5】

	備考	r	d	N(407)	ΔN
1	LD	∞	0.78		
2		∞	0.25	1.52947	-0.00008
3		∞	1.191		
4	回折格子	∞	1	1.52947	-0.00008
5		∞	1.605		
6	PBS	∞	2.6	1.72840	-0.00042
7	$\lambda/4$ 板	∞	1.15	1.56020	-0.00020
8		∞	1.46		
9	コリメート レンズ	28.405	1.3	1.58345	-0.00014
10		-2.4	0.7	1.86286	-0.00055
11		∞	0.8		
12		14.622	0.7	1.86286	-0.00055
13		5.398	1.3	1.58345	-0.00014
14		-4.195	6.5		
15	対物レンズ	0.89427	1.57	1.70930	-0.00021
16		-3.38795	0.27		
17	透明基板	∞	0.08	1.62068	-0.00038
18		∞	0		

【0046】

【表6】

	f (407)	f (408)
第1のレンズ群	-10.6477	-10.6699
第2のレンズ群	6.9717	6.9713

【0047】

【表7】

	対物レンズ単体	全系	内訳(寄与分)	
			第1群	第2群
ピントずれ量	0.243 μm	0.123 μm	(0.111 μm)	(0.009 μm)

第2の実施形態においては、球面収差補正の状況は第1の実施形態とほぼ同じであるが、色収差の補正に関しては、第1群、第2群ともに色収差補正性能を更に向上させることができる。

【0048】

こうして、製造容易な球面レンズの組み合わせにより、正負パワーを有するレンズ群からコリメートレンズを構成したので、球面収差、色収差の補正が可能な安価でコンパクトな光ピックアップを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】本発明に係る光ピックアップ装置の光学系を示す図である。

【図2】第1のレンズ群を移動させた場合の透明基板の厚み誤差とそれを補正するためのレンズ群間距離の関係を示すグラフである。

【図3】従来例の波長シフトによるデフォーカスを低減する方法を説明する図である。

【符号の説明】

【0050】

- 1 半導体レーザ
- 2 回折格子
- 3 偏光ビームスプリッタ(PBS)
- 4 集光レンズ
- 5 モニター用PD
- 6 /4板
- 7~10 球面レンズ
- 11 第1のレンズ群
- 12 第2のレンズ群
- 13 コリメートレンズ
- 14 対物レンズ
- 15 光ディスク
- 16 センサレンズ
- 17 RFサーボPD

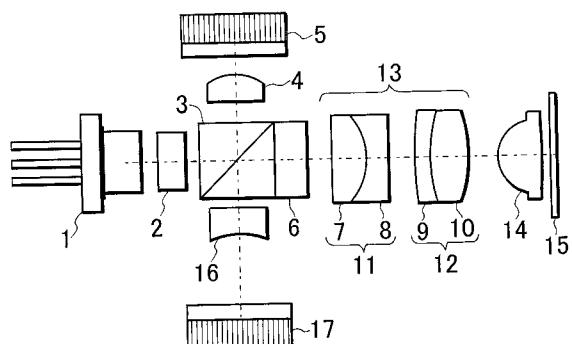
10

20

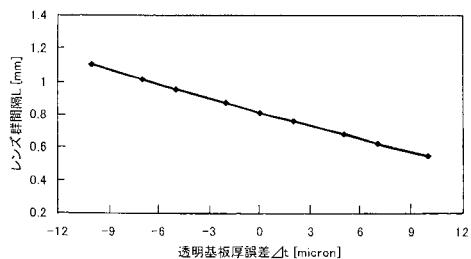
30

40

【図1】



【図2】



【図3】

