

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4159478号

(P4159478)

(45) 発行日 平成20年10月1日(2008.10.1)

(24) 登録日 平成20年7月25日(2008.7.25)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>G O 2 B 13/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G O 2 B 13/00	
<b>G O 2 B 13/18</b>	<b>(2006.01)</b>	G O 2 B 13/18	
<b>G O 2 B 17/08</b>	<b>(2006.01)</b>	G O 2 B 17/08	A
<b>G 1 1 B 7/135</b>	<b>(2006.01)</b>	G 1 1 B 7/135	A
		G 1 1 B 7/135	Z

請求項の数 7 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2003-582758 (P2003-582758)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成15年3月20日(2003.3.20)		コーニンクレッカ フィリップス エレク
(65) 公表番号	特表2005-522723 (P2005-522723A)		トロニクス エヌ ヴィ
(43) 公表日	平成17年7月28日(2005.7.28)		オランダ国 5621 ベーアー アイ
(86) 国際出願番号	PCT/IB2003/001189		ドーフエン フルーネヴァウツウェッハ
(87) 国際公開番号	W02003/085654		1
(87) 国際公開日	平成15年10月16日(2003.10.16)	(74) 代理人	100087789
審査請求日	平成18年3月17日(2006.3.17)		弁理士 津軽 進
(31) 優先権主張番号	02076386.8	(74) 代理人	100114753
(32) 優先日	平成14年4月9日(2002.4.9)		弁理士 宮崎 昭彦
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100122769
			弁理士 笛田 秀仙

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フォールドミラーを備えた複合対物レンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1のレンズ素子と第2のレンズ素子とを有する複合対物レンズであって、前記第1の素子は前記第1の素子を通る放射ビームの方向を内部で転換させるためのミラー面を有し、前記対物レンズは0.65より大きな開口数を持ち、前記第1の素子の焦点距離 $F_1$ は、関係式：

$$F_1 / F > 2.5$$

によって前記対物レンズの焦点距離 $F$ と関連付けられ、前記第1の素子は、第1の光軸に沿って配置された第1のレンズ面と、前記第1の光軸に略直交する第2の光軸に沿って配置された第2のレンズ面とを有し、前記第1及び第2の光軸は前記ミラー面における点において交わり、

$$d_1 > s a g_1 + D_1$$

を満たし、ここで $d_1$ は前記第1のレンズ面の頂点と前記2つの光軸が交わる点との間の距離であり、 $s a g_1$ は入射瞳 $D_1$ における前記第1のレンズ面のサグである複合対物レンズ。

【請求項 2】

【数 1】

$$d_2 > D_1 + sag_2 - \frac{NA_1}{\sqrt{n_1^2 - NA_1^2}} [d_1 - D_2 - sag_1]$$

を満たし、ここで  $d_2$  は前記第 2 のレンズ面の頂点と前記 2 つの光軸が交わる点との間の距離であり、 $sag_1$  は入射瞳  $D_1$  における前記第 1 のレンズ面のサグであり、 $NA_1$  は前記第 1 の素子における前記ビームの開口数であり、 $n_1$  は前記第 1 の素子の屈折率であり、 $D_2$  は入射瞳  $D_1$  において前記第 1 の面に入射する平行光線の前記第 2 の面における出射点に対応する前記第 2 の面における半径であり、 $sag_2$  は半径  $D_2$  における前記第 2 の面の対応するサグである、請求項 1 に記載の複合対物レンズ。

10

【請求項 3】

前記ミラー面は平面ミラー面である、請求項 1 又は 2 に記載の複合対物レンズ。

【請求項 4】

前記対物レンズの焦点距離  $F$  は 1 mm よりも小さい、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の複合対物レンズ。

【請求項 5】

$$F_1 / F < 4$$

である、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の複合対物レンズ。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の対物レンズを有する光走査装置であって、光記録担体を走査するために前記対物レンズを通過させられる放射ビームを生成する放射源を有する光走査装置。

20

【請求項 7】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の複合対物レンズを含み、

$$d_3 < d_4$$

を満たし、ここで  $d_3$  は、前記第 1 の光軸に平行に測定される、前記第 1 のレンズ面の最も近い点と前記記録担体の位置との間の最短距離であり、 $d_4$  は、前記第 2 の光軸に平行に測定される、前記第 2 のレンズ面と前記記録担体の位置との最も遠い距離である、請求項 6 に記載の光走査装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、結合された対物レンズ及びフォールドミラーを含む光学系に関し、限定するものではないがより詳細には、内蔵型の放射源を利用して光記録担体を走査する光走査装置における使用のためのかようなレンズに関する。

【背景技術】

【0002】

例えば携帯型の装置における利用のためには、光走査装置のサイズを減少させることが望ましい。光学系の構造高 (build height) を減少させることにより、装置のサイズを減少させることが可能である。光走査装置における典型的な光学系は対物レンズを含む。対物レンズは、単一のレンズであっても良く、又は複合レンズ即ち複数素子のレンズ及びフォールドミラーであっても良い。構造高は、対物レンズの全高とによって及びフォールドミラーの高さによって決定される。典型的な光走査装置においては、フォールドミラーの高さは入射瞳の直径よりも大きい。

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

米国特許第 5,432,763 号は、構造高が減少させられた、結合された単一の対物レンズ及びフォールドミラーを記載している。更なるかようなレンズはドイツ国特許出願

50

公開 A - 1 9 6 5 4 3 8 8 に記載されている。

【 0 0 0 4 】

比較的高い開口数 ( N A )、即ち  $N A > 0 . 6 5$  の系については、製造公差を許容可能なレベルに緩和するために 2 素子の対物レンズが望ましい。

【 0 0 0 5 】

米国特許第 6 , 0 5 8 , 0 9 5 号は、結合されたフォールドミラーを持たない 2 素子の高 N A 対物レンズ設計を記載している。前記設計の特性の 1 つは、放射源に面した第 1 の素子の焦点距離  $F_1$  と、システム全体の総焦点距離  $F$  とが、

$$1 . 7 < F_1 / F < 2 . 5 \quad (1)$$

の関係を満たす点である。

10

【 0 0 0 6 】

特開平 8 - 2 0 1 6 9 8 は、結合されたレンズ素子及びフォールドミラーを記載している。前記フォールドミラーは曲面の形をとり、前記素子は像面湾曲を補正するためのものである。前記素子は、 $N A = 0 . 5 5$  の対物レンズと組み合わせて利用される。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、第 1 のレンズ素子と第 2 のレンズ素子とを有する複合対物レンズが提供される。前記第 1 の素子は前記第 1 の素子を通る放射ビームの方向を内部で転換させるためのミラー面を有し、前記対物レンズは  $0 . 6 5$  より大きな開口数を持つ。前記第 1 の素子の焦点距離  $F_1$  は前記対物レンズの焦点距離  $F$  に以下の関係によって関係付けられる

20

$$F_1 / F > 2 . 5 \quad (2)$$

【 0 0 0 8 】

本発明は、1つの素子内にフォールドミラーを組み込むことを可能とし、かような対物レンズを組み込んだ光走査装置の構造高を減少し、一方で前記第 2 の素子の偏心化に対して耐性を持ちかなりの像面性能を持つ、複数素子の対物レンズを提供する。

【 0 0 0 9 】

本発明の更なる目的、利点及び特徴は、添付する図において示されるような本発明の好適な実施例のより詳細な以下の説明より明らかとなるであろう。

【 発明を実施するための最良の形態 】

30

【 0 0 1 0 】

図 1 は、本発明の実施例における光走査装置の構成要素を示す。本実施例においては、光記録担体 2 を走査するための光ヘッドにおいて 2 素子の複合レンズが利用される。

【 0 0 1 1 】

記録担体 2 は、透過層を有する光ディスクの形をとり、一方の側には少なくとも 1 つの情報層が配置される。前記透過層と反対側に面する前記情報層の側面は、保護層により環境の影響から保護される。前記装置に面する前記透過層の側は入射面と呼ばれる。前記透過層は、前記情報層のための力学的な支持を提供することにより、前記記録担体のための基板としての役割を果たす。代替として、前記透過層は前記情報層を保護するだけの機能を持って良く、このとき前記力学的な支持は、例えば保護層のような前記情報層の反対側の層によって提供される。情報は、略平行の、同心円の又は螺旋のトラックに配置された、光学的に検出可能なマークの形で前記記録担体の前記情報層に保存されても良い。前記マークは、例えばピットの形のように、光学的に読み取り可能な形態であっても良く、周囲と異なる反射係数若しくは磁化の方向を持つエリアであっても良く、又はこれらの形態の組み合わせであっても良い。

40

【 0 0 1 2 】

前記走査装置は、放射ビーム 6 を発する半導体レーザ 4 の形をとる直線偏光の放射源を有する。前記放射ビームは、光記録担体 2 の前記情報層を走査するために利用される。偏光ビームスプリッタミラー 8 が、光路上の発散する放射ビーム 6 をコリメータレンズ 1 0 に向けて通過させる。コリメータレンズ 1 0 は、発散する放射ビーム 6 を平行ビーム 1 2

50

に変換する。ビーム 12 は 1/4 波長板 14 を通って伝送される。1/4 波長板 14 は、前記放射を円偏光ビームを形成するように変換する。開口絞り 16 が、対物レンズ系 18 及び 22 の入射瞳  $D_1$  (図 2 を参照) を規定する。前記対物レンズ系は、2 以上のレンズ及び/又は格子を有しても良い。図 1 における対物レンズ系は、本例においては 2 つの素子、即ち第 1 のレンズ 18、及び前記第 1 のレンズ 18 と記録担体 2 の位置との間に配置された第 2 のレンズ 22 から成る。前記第 1 のレンズ素子は、ミラーを付けられた外側の面を持つ内部フォールドミラー 28 を利用して前記ビームを 90° 反射させ、平行ビーム 12 を第 2 のレンズ素子 22 に入射する集束ビーム 20 に変換する。第 2 のレンズ素子 22 は、前記ビームを、記録担体 2 の前記入射面に入射する、より強く集束するビームに変換する。前記強く集束するビームは、現在走査されている前記情報層上にスポット 24 を形成する。

10

#### 【0013】

前記情報層によって反射された放射は、発散する円偏光のビームを形成し、対物レンズ系 18 及び 22 によって略平行なビームに変換される。1/4 波長板 14 が、前記ビームを、元々発せられたビームとは直交する偏光を持つ、直線偏光のビームを形成するように変換する。前記ビームは、前記コリメータレンズにより屈折させられ、集束するビームを形成する。ビームスプリッタ 18 は、前記集束するビームの大部分を検出システム 26 の方向に伝送することにより、前方のビームと反射ビームとに分離する。前記検出システムは前記放射を捕捉し、該放射を電気的な出力信号 26 に変換する。前記出力信号 26 は、信号処理回路によって処理される。前記信号の 1 つは情報信号を形成するためのものであり、該信号の値は、情報層から読み取られた情報、フォーカスエラー信号、及びラジアルエラー信号を表す。

20

#### 【0014】

図 2 は、2 素子対物レンズ 18 及び 22 を、詳細な断面図で示す。複合レンズ 18 及び 22 は、比較的高い、即ち 0.65 より大きな開口数を持つ。より好ましくは、複合レンズ 18 及び 22 は、0.8 より大きな開口数を持つ。

#### 【0015】

第 1 のレンズ 18 は一体成型されたプラスチック物質から形成されても良い。素子 18 は、光軸 31 にセンタリングされた第 1 のレンズ面 30 と、第 2 の光軸 33 にセンタリングされた第 2 のレンズ面 32 とを含む。前記第 1 及び第 2 の光軸は互いに垂直に配置される。平面ミラー面 28 は前記第 1 及び第 2 の光軸のそれぞれに対して 45° に配置され、これら 2 つの光軸が交差する点に重なる。第 1 のレンズ素子 18 は屈折率  $n_1$  を持ち、前記第 1 の素子内のビームは開口数  $NA_1$  を持つ。

30

#### 【0016】

前記入射瞳は図 2 において距離  $D_1$  として示されている。第 2 のレンズ面 32 における第 1 の素子 18 からの出射部におけるビームの半径は、図 2 において距離  $D_2$  として示されている。第 1 のレンズ面 30 の頂点と前記 2 つの光軸の交差点との間の軸距離は、図 2 において距離  $d_1$  として示されている。第 2 のレンズ面 32 の頂点と前記 2 つの光軸が交差する位置との距離は、図 2 において距離  $d_2$  として示されている。第 1 の光軸 31 と平行に測定される、第 1 のレンズ面 30 とディスク 2 の位置の入射面との間の最短距離は、図 2 において距離  $d_3$  として示されている。第 2 の軸 33 と平行に測定される、第 2 のレンズ面 32 と前記ディスクの入射面との間の最も遠い距離は、図 2 において距離  $d_4$  として示される。第 1 のレンズ面 30 は、前記第 1 の光軸について回転対称であり、曲率半径  $R_1$  を持つ。第 1 のレンズ面 30 は好ましくは、開口絞り 16 としての役割を果たす、断面図における不連続性及び/又は不透明な環状の被覆のような、レンズ 18 の入射瞳  $D_1$  を規定する物理的な特徴を含む。

40

#### 【0017】

前記入射瞳における前記第 1 のレンズ面のサグ  $sag_1$  即ち、前記レンズの頂点から、前記放射源から前記レンズに入射する光線の方向に測定される、第 1 のレンズ面 30 の頂点と前記レンズの入射瞳との間の軸距離は、一般に正の値であるが、ゼロであっても良く

50

又は負の値を持って良い。

【0018】

第2のレンズ面32は、前記第2の光軸について回転対称であり、曲率半径 $R_2$ を持つ。出射ビームの半径の位置における前記第2の面のサグ $sag_2$ 、即ち前記レンズの頂点から、前記放射源から前記レンズを通過する光線の方向と反対の方向に測定される、前記レンズの出射瞳に一致する最も外側の光線がレンズ素子18を出射する位置までの軸距離は、一般に正の値であるが、ゼロであっても良く又は負の値を持って良い。

【0019】

第2のレンズ素子22は、平-凸レンズ素子であり、成型されたプラスチック物質から形成されても良い。しかしながら、前記第2のレンズ素子は、凸-凸又は凸-凹のデザインを持って良いことに留意されたい。第2のレンズ素子22は屈折率 $n_2$ を持ち、前記第2のレンズ素子内のビームは、前記第2のレンズ素子内において $NA_2$ の開口数を持つ。

10

【0020】

前記2素子対物レンズ18及び22は、前記第1の素子においてフォールドミラーを組み込むことを可能とし、前記第2の素子の偏心化に対して耐性を持ちかなりの像面性能を持つ。前記2素子対物レンズ18及び22は、前記放射源に面する前記第1の素子の焦点距離 $F_1$ と、系全体の焦点距離 $F$ とが、以下の関係を満たすことを特徴とする：

$$F_1 / F > 2.5 \quad (3)$$

【0021】

好ましくは、前記第1の素子による改善された製造公差の利点を提供するため、以下の関係が当てはまる：

$$F_1 / F > 4 \quad (4)$$

20

【0022】

改善された性能のため、第1の素子18の厚さ $d_1$ 及び $d_2$ は以下の関係に従う：

【数2】

$$d_1 > sag_1 + D_1 \equiv Q_1 \quad (5)$$

$$d_2 > D_1 + sag_2 - \frac{NA_1}{\sqrt{n_1^2 - NA_1^2}} [d_1 - D_2 - sag_1] \equiv Q_2 \quad (6)$$

30

【0023】

更に、改善された構造高のため、第1の素子18に関連する距離 $d_3$ 及び $d_4$ は、以下の関係に従う：

$$d_3 < d_4 \quad (7)$$

【0024】

前記第1のレンズ素子の焦点距離 $F_1$ は、以下の関係式により、第1及び第2のレンズ面30及び32の曲率半径 $R_1$ 及び $R_2$ と関連付けられる：

【数3】

$$\frac{1}{F_1} = (n_1 - 1) \left[ \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} + \frac{(n_1 - 1)(d_1 + d_2)}{n_1 R_1 R_2} \right] \quad (8)$$

40

【0025】

符号規約は、(図2に示される実施例のように)前記2つの面が凸である場合に、第1の面30の半径 $R_1$ が正であり、一方第2の面32の半径 $R_2$ が負であるように選択される。

【0026】

系全体の焦点距離 $F$ は、以下の関係式により与えられる：

$$F = D_1 / NA \quad (9)$$

50

ここで、NAは対物レンズ18及び22全体の開口数である。

【0027】

以下の表1は、本発明による第1のレンズ素子の9つの異なる実施例の特性を説明するものである。これらの例の開口数は0.85であり、前記放射ビームは405nmの波長を持つ。前記ディスクの被覆層は0.1mmの厚さを持ち、ポリカーボネート(屈折率1.622)で作られている。一方、以下の表2は、これらの例に関連する更に詳細な特性を説明するものである。

【0028】

デザイン1乃至8においては、第1の素子18はPMMA(屈折率1.506)から作られており、第2の素子22はポリカーボネート(屈折率1.622)から作られている。デザイン9においては、両方の素子ともCOC(屈折率1.550)から作られている。全ての例において、第2の素子22の入射面は非球面であり、出射面は平面である。当該平面の前面と前記ディスクとの間の距離は、全ての例において0.075mmである。全ての例について、第1の素子18は非球面の第1のレンズ面30を持つ。例1乃至3については、前記第1の素子の第2のレンズ面32は平面であり、他の例については非球面である。

【0029】

【表1】

表1:全ての距離は[mm]で示される:

例番号	D <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F	F <sub>1</sub> /F
1	0.75	1.128	無限大	2.229	0.882	2.527
2	0.65	1.247	無限大	2.464	0.765	3.220
3	0.50	1.010	無限大	1.996	0.588	3.395
4	0.50	1.077	-2.452	1.684	0.588	2.864
5	0.45	1.087	-1.747	1.540	0.529	2.911
6	0.40	1.405	-0.955	1.350	0.471	2.866
7	0.35	2.495	-0.674	1.199	0.412	2.910
8	0.30	15.769	-0.529	1.037	0.353	2.938
9	0.65	1.093	無限大	1.987	0.765	2.597

【0030】

【表2】

表2:全ての距離は[mm]で示される:

例番号	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	sag <sub>1</sub>	sag <sub>2</sub>	n <sub>1</sub>	NA <sub>1</sub>	d <sub>1</sub> /Q <sub>1</sub>	d <sub>2</sub> /Q <sub>2</sub>
1	1.20	0.80	0.75	0.358	0.259	0	1.506	0.331	1.189	1.293
2	0.98	0.62	0.65	0.407	0.169	0	1.506	0.253	1.197	1.067
3	0.78	0.50	0.50	0.330	0.112	0	1.506	0.217	1.275	1.109
4	0.73	0.55	0.50	0.368	0.104	0.033	1.506	0.173	1.209	1.093
5	0.68	0.50	0.45	0.348	0.084	0.040	1.506	0.145	1.273	1.073
6	0.60	0.58	0.40	0.359	0.045	0.072	1.506	0.057	1.348	1.249
7	0.60	0.58	0.35	0.375	0.011	0.106	1.506	-0.035	1.662	1.258
8	0.60	0.58	0.30	0.387	-0.011	0.142	1.506	-0.123	2.076	1.260
9	1.00	0.70	0.65	0.353	0.193	0.004	1.550	0.301	1.186	1.240

【0031】

上記の表を参照すると、本発明の好適な実施例の上述の例に関して、以下の更なる関係

式が当てはまる：

$$1 \text{ mm} < F_1 < 2.5 \text{ mm} \quad (10)$$

$$F < 1 \text{ mm} \quad (11)$$

【0032】

上述の実施例のうち例4が、本発明の実施例に適用され得る更なる特徴の説明の目的のために、更に詳細に述べられる。第1の素子18における2つの非球面30及び32並びに第2の素子22の入射面における非球面の回転対称形状は、以下の式により記述されることができる：

【数4】

$$z(r) = \frac{r^2/R}{1+(1-r^2/R^2)^{1/2}} + B_4 \frac{r^4}{r_0^4} + B_6 \frac{r^6}{r_0^6} + B_8 \frac{r^8}{r_0^8} + B_{10} \frac{r^{10}}{r_0^{10}} + B_{12} \frac{r^{12}}{r_0^{12}} + B_{14} \frac{r^{14}}{r_0^{14}} + B_{16} \frac{r^{16}}{r_0^{16}} \quad (12)$$

10

ここで、 $z$  は前記光軸の方向における前記面の位置をミリメートルで、 $r$  は前記光軸までの距離をミリメートルで、 $R$  は前記面の半径を、 $r_0$  は正規化半径 (normalization radius) を、 $B_k$  は  $r$  の  $k$  乗の係数をそれぞれ示す。

【0033】

第1のレンズ面30については、 $R$  の値は  $1.077 \text{ mm}$  であり、正規化半径  $r_0$  は  $1.0 \text{ mm}$  である。該面についての  $B_4$  乃至  $B_{16}$  の値はそれぞれ、 $-1.2272049$ 、 $25.404755$ 、 $-322.03916$ 、 $2344.2049$ 、 $-9920.327$ 、 $22580.5$ 、及び  $-21393.565$  である。

20

【0034】

第2のレンズ面32については、 $R$  の値は  $-2.452 \text{ mm}$  であり、正規化半径  $r_0$  は  $0.8 \text{ mm}$  である。該面についての  $B_4$  乃至  $B_{16}$  の値はそれぞれ、 $0.30668874$ 、 $-5.3977186$ 、 $46.80716$ 、 $-102.58899$ 、 $-645.43643$ 、 $3792.223$ 、及び  $-5471.5526$  である。軸における第1の素子18と第2の素子22との間の距離は  $0.05 \text{ mm}$  である。軸における第2の素子22の厚さは  $0.342 \text{ mm}$  である。

【0035】

第2の素子22の入射面については、 $R$  の値は  $0.338 \text{ mm}$  であり、正規化半径  $r_0$  は  $0.35 \text{ mm}$  である。該面についての  $B_4$  乃至  $B_{16}$  の値はそれぞれ、 $-0.09902575$ 、 $0.90152635$ 、 $-4.0445013$ 、 $10.373491$ 、 $-14.93898$ 、 $11.348149$  及び  $-3.465529$  である。

30

【0036】

上述のパラメータは、例4の実施例についての詳細なレンズデザインの結果であるが、同様の議論が残りの例にも当てはまり得ることは留意されるべきである。

【0037】

本発明は、以上に説明された本発明の実施例に限定されるものではなく、添付する請求項において説明されるような本発明の範囲内である本発明の更なる実施例が構想されることもまた留意されるべきである。

40

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明の実施例により構成された光走査装置の構成要素の模式的な図である。

【図2】本発明の実施例による対物レンズ系の断面図である。



---

フロントページの続き

(72)発明者 ヘンドリクス ベルナルダス エイチ ダブリュ  
オランダ国 5656 アーアー アインドーフエン プロフ ホルストラーン 6 シーオー

審査官 瀬川 勝久

(56)参考文献 特開2001-194581(JP,A)  
特開平09-190640(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G02B 9/00-17/08