

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4776005号

(P4776005)

(45) 発行日 平成23年9月21日 (2011.9.21)

(24) 登録日 平成23年7月8日 (2011.7.8)

(51) Int.Cl.

G O 2 B 15/10 (2006.01)

F I

G O 2 B 15/10

請求項の数 10 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2005-174826 (P2005-174826)	(73) 特許権者	504371974
(22) 出願日	平成17年6月15日 (2005.6.15)		オリンパスイメージング株式会社
(65) 公開番号	特開2006-349904 (P2006-349904A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(43) 公開日	平成18年12月28日 (2006.12.28)	(74) 代理人	100097777
審査請求日	平成20年4月10日 (2008.4.10)		弁理士 荏澤 弘
		(74) 代理人	100088041
			弁理士 阿部 龍吉
		(74) 代理人	100092495
			弁理士 蛭川 昌信
		(74) 代理人	100095120
			弁理士 内田 亘彦
		(74) 代理人	100095980
			弁理士 菅井 英雄
		(74) 代理人	100094787
			弁理士 青木 健二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リアコンバージョンレンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸正レンズを貼り合わせた正の屈折力を持つ接合レンズの第1レンズ群からなる前群と、両凹負レンズの第2レンズ群と、両凸正レンズの第3レンズ群と、両凹負レンズの第4レンズ群にて構成される後群とからなり、次の条件式を満足することを特徴とするリアコンバージョンレンズ。

$$0.7 < f_3 / \Sigma d < 1.7 \quad \dots (1)$$

ただし、 f_3 は第3レンズ群の焦点距離、 Σd はリアコンバージョンレンズの第1面から最終面までの軸上長さを表している。

【請求項2】

物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸正レンズを貼り合わせた正の屈折力を持つ接合レンズの第1レンズ群からなる前群と、両凹負レンズの第2レンズ群と、両凸正レンズの第3レンズ群と、両凹負レンズの第4レンズ群にて構成される後群とからなり、次の条件式を満足することを特徴とするリアコンバージョンレンズ。

$$0.3 < f_2 / f_4 < 0.7 \quad \dots (2)$$

ただし、 f_2 は第2レンズ群の焦点距離、 f_4 は第4レンズ群の焦点距離を表している。

【請求項3】

次の条件式を満足することを特徴とする請求項1又は2記載のリアコンバージョンレンズ。

$$1.0 < (n_1 - n_2) \times |f| / r_2 < 1.6 \quad \dots (3)$$

10

20

ただし、 f は全系の焦点距離、 r_2 は第1レンズ群の接合面の曲率半径、 n_1 、 n_2 は接合レンズのそれぞれ負メニスカスレンズと両凸正レンズの屈折率である。

【請求項4】

以下条件式を満足することを特徴とする請求項1から3の何れか1項記載のリアコンバージョンレンズ。

$$0.15 < d_3 / \Sigma d < 0.30 \quad \dots (4)$$

$$d_5 / \Sigma d < 0.27 \quad \dots (5)$$

$$0.16 < (d_3 + d_4 + d_5) / \Sigma d < 0.4 \quad \dots (6)$$

ただし、 d_3 は前群と後群の間隔、 d_4 は第2レンズ群の肉厚、 d_5 は第2レンズ群と第3レンズ群の間隔、 Σd はリアコンバージョンレンズの第1面から最終面までの軸上長さ
10

【請求項5】

以下条件式を満足することを特徴とする請求項1から3の何れか1項記載のリアコンバージョンレンズ。

$$0.15 < \Sigma d / |f| < 0.4 \quad \dots (7)$$

ただし、 f は全系の焦点距離、 Σd はリアコンバージョンレンズの第1面から最終面までの軸上長さ
20

【請求項6】

以下条件式を満足することを特徴とする請求項4又は5記載のリアコンバージョンレンズ。

$$n_2, n_4 \leq 1.62$$

$$n_1, n_3, n_5 \geq 1.62$$

$$\dots (8)$$

ただし、 n_1 、 n_2 、 n_3 、 n_4 、 n_5 はそれぞれ第1レンズ群の負メニスカスレンズ、第1レンズ群の両凸正レンズ、第2レンズ群の両凹負レンズ、第3レンズ群の両凸正レンズ、第4レンズ群の両凹負レンズの屈折率である。

【請求項7】

以下条件式を満足することを特徴とする請求項1から6の何れか1項記載のリアコンバージョンレンズ。

$$0.15 < d_3 / \Sigma d < 0.30 \quad \dots (4)$$

$$0.5 < r_2 / d_2 < 3.5 \quad \dots (9)$$

ただし、 d_3 は前群と後群の間隔、 Σd はリアコンバージョンレンズの第1面から最終面までの軸上長さ、 r_2 は第1レンズ群の接合面の曲率半径、 d_2 は前群の両凸正レンズの肉厚である。

【請求項8】

以下条件式を満足することを特徴とする請求項1から7の何れか1項記載のリアコンバージョンレンズ。

$$0.5 < r_2 / d_2 < 3.5 \quad \dots (9)$$

$$0.02 < r_1 / \Sigma d < 9.0 \quad \dots (10)$$

ただし、 r_2 は第1レンズ群の接合面の曲率半径、 d_2 は前群の両凸正レンズの肉厚、 r_1 は前群の最物体側面の曲率半径、 Σd はリアコンバージョンレンズの第1面から最終面までの軸上長さである。
40

【請求項9】

以下条件式を満足することを特徴とする請求項1から8の何れか1項記載のリアコンバージョンレンズ。

$$0.5 < r_2 / d_2 < 3.5 \quad \dots (9)$$

$$0.1 < r_1 / |f| < 2.0 \quad \dots (11)$$

ただし、 r_2 は第1レンズ群の接合面の曲率半径、 d_2 は前群の両凸正レンズの肉厚、 r_1 は前群の最物体側面の曲率半径、 f は全系の焦点距離である。

【請求項10】

以下条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から 9 の何れか 1 項記載のリアコンバージョンレンズ。

$$0.5 < r_2 / d_2 < 3.5 \quad \dots (9)$$

$$-0.5 < (r_1 + r_3) / (r_1 - r_3) < 0.5 \quad \dots (12)$$

ただし、 r_2 は第 1 レンズ群の接合面の曲率半径、 d_2 は前群の両凸正レンズの肉厚、 r_1 は前群の最物体側面の曲率半径、 r_3 は前群の最像側面の曲率半径である。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、リアコンバージョンレンズに関し、特に、撮影用レンズの像側に装着して焦点距離を長くするために用いるリアコンバージョンレンズに関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

この種のリアコンバージョンレンズは、負の屈折力を有し、しかも、マスターレンズに装着した際のレンズ面同士の干渉を始めとする機械的制約のために、リアコンバージョンレンズ自体をマスターレンズの像位置に接近させることが多い。そのために、リアコンバージョンレンズは、大きな負の屈折力を持つことになり、ペッツパール和が大きな負の値になりやすい。したがって、この種のリアコンバージョンレンズを設計する場合、いかにペッツパール和を小さくするかが重要になる。

【0003】

20

この種のリアコンバージョンレンズとしては、主にマスターレンズの焦点距離を 2 倍にするものと、1.4 倍にするものが存在する。前者のリアコンバージョンレンズは、小型軽量で簡単に画面を 2 倍にすることができるメリットがあるが、その反面、明るさがマスターレンズの 1/4 になり、かつ、一般には画質が低下する欠点を有している。この画面の低下は、前述のように、リアコンバージョンレンズ自体が負の強い屈折力を持つためにペッツパール和が負の大きな値になり、そのために非点収差を生ずることによる場合がほとんどである。これを防ぐために、特許文献 1 に記載されたように、リアコンバージョンレンズを負の屈折力の前群と正の屈折力の後群とにて構成し、前群と後群の主点間隔を大きくとり、リアコンバージョンレンズ全系の主点位置をマスターレンズのみの結像位置より物体側に遠ざけて、リアコンバージョンレンズ全系のパワーを弱くしたものである。

30

【0004】

この方法では、前群と後群との主点間隔が広がるにつれて、リアコンバージョンレンズ系の対称性が崩れていき、そのためにコマ収差が発生しやすいという問題がある。

【0005】

一方、後者の 1.4 倍のリアコンバージョンレンズは、パワーが 2 倍のリアコンバージョンレンズのパワーに比べてかなり小さく、したがって、ペッツパール和は各レンズの硝材の屈折率配分にて十分小さくすることができる。したがって、特許文献 1 記載のもののように前群と後群の主点間隔を大きくとる必要はなく、主点間隔を小さくすることによってコマ収差の発生を抑えることができ、大口径比のマスターレンズに使用しても優れた性能の像を得ることができる。

40

【0006】

この 1.4 倍のリアコンバージョンレンズの先行例として、特許文献 2 や特許文献 3 や特許文献 4 に記載されたものが知られている。

【特許文献 1】特公昭 51-12421 号公報

【特許文献 2】特公昭 55-42726 号公報

【特許文献 3】特開昭 56-39513 号公報

【特許文献 4】特開昭 58-86511 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

50

しかしながら、特許文献2に記載のものは、F2.0クラスの大口径のマスターレンズに使用できる5群5枚構成のレンズ系で、前群、後群共に発散系であって、リアコンバージョンレンズ系の主点位置が像面に近すぎてペッツバル和の負の残存量が大きい。また、特許文献3に記載のものは、3群4枚構成のレンズ系で、主点位置は特許文献2に記載のレンズ系よりも像面から離れペッツバル和の残存量は少ない。しかし、F2.8よりも小さい口径比のマスターレンズにしか使用できない。また、特許文献4に記載のものは、F2.0クラスの大口径のマスターレンズに使用できる5群5枚構成で、リアコンバージョンレンズの主点位置をレンズ系の対称性を損なわぬ範囲で物体側に寄せ、ペッツバル和、球面収差、コマ収差を始めとする諸収差を良好に補正している。しかし、バックフォーカスが長いこと、使用できるマスターレンズにかなりの制限があった。さらに、特許文献4に記載のリアコンバージョンレンズは、上記のように、F2.0程度の大口径マスターレンズに適用可能であるが、撮像素子の大きさが小さいものや、フランジバックの短いものに適用させようとすると、球面収差を始めとする諸収差が発生しやすいという問題がある。

10

【0008】

本発明は従来技術のこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、諸収差を良好に補正すると共に、大口径のマスターレンズに適用可能なリアコンバージョンレンズを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

20

上記目的を達成する本発明の第1のリアコンバージョンレンズは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸正レンズを貼り合わせた正の屈折力を持つ接合レンズの第1レンズ群からなる前群と、両凹負レンズの第2レンズ群と、両凸正レンズの第3レンズ群と、両凹負レンズの第4レンズ群にて構成される後群とからなり、次の条件式を満足することを特徴とするものである。

【0010】

$$0.7 < f_3 / \Sigma d < 1.7 \quad \dots (1)$$

ただし、 f_3 は第3レンズ群の焦点距離、 Σd はリアコンバージョンレンズの第1面から最終面までの軸上長さを表している。

【0011】

30

以下に、第1のリアコンバージョンレンズにおいて上記構成をとる理由と作用効果を説明する。

【0012】

第3レンズ群の焦点距離を条件式(1)の範囲にすることにより、第2レンズ群及び第4レンズ群の負のパワーで発生したペッツバル和を良好に補正することができる。

【0013】

条件式(1)の上限値の1.7を越えると、第3レンズ群の正のパワーが弱くなりすぎ、ペッツバル和が十分に補正できず、正の像面湾曲が発生しやすい。下限値の0.7を越えると、第3レンズ群の正のパワーが強くなりすぎ、ペッツバル和が十分に補正できず、負の像面湾曲が発生しやすい。又は、リアコンバージョンレンズの軸上の厚さ Σd が大きくなり、コンパクト性が損なわれる。

40

【0014】

また、後群を上記のように対称な配置とすることにより、光線を徐々に曲げることができ、諸収差が補正しやすい。

【0015】

本発明の第2のリアコンバージョンレンズは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸正レンズを貼り合わせた正の屈折力を持つ接合レンズの第1レンズ群からなる前群と、両凹負レンズの第2レンズ群と、両凸正レンズの第3レンズ群と、両凹負レンズの第4レンズ群にて構成される後群とからなり、次の条件式を満足することを特徴とするものである。

50

【0016】

$$0.3 < f_2 / f_4 < 0.7 \quad \dots (2)$$

ただし、 f_2 は第2レンズ群の焦点距離、 f_4 は第4レンズ群の焦点距離を表している。

【0017】

以下に、第2のリアコンバージョンレンズにおいて上記構成をとる理由と作用効果を説明する。

【0018】

上記条件式(2)を満足することにより、後群の主点を前群側に近づけられ、前群と後群の主点間隔差が小さくなることにより対称性が良くなり、コマ収差を始めとする諸収差を良好に補正できる。

10

【0019】

条件式(2)の上限値の0.7を越えると、主点間隔が大きくなりコマ収差が発生しやすい。逆に、下限値の0.3を越えると、第2レンズ群の負のパワーが強くなりすぎペッツバル和が十分に補正できず、特に正の像面湾曲が発生しやすい。

【0020】

また、後群を上記のように対称な配置とすることにより、光線を徐々に曲げることができ、諸収差が補正しやすい。

【0021】

本発明の第3のリアコンバージョンレンズは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸正レンズを貼り合わせた正の屈折力を持つ接合レンズの第1レンズ群からなる前群と、両凹負レンズの第2レンズ群と、両凸正レンズの第3レンズ群と、両凹負レンズの第4レンズ群にて構成される後群とからなり、次の条件式を満足することの特徴とするものである。

20

【0022】

$$1.0 < (n_1 - n_2) \times |f| / r_2 < 1.6 \quad \dots (3)$$

ただし、 f は全系の焦点距離、 r_2 は第1レンズ群の接合面の曲率半径、 n_1 、 n_2 は接合レンズのそれぞれ負メニスカスレンズと両凸正レンズの屈折率である。

【0023】

以下に、第3のリアコンバージョンレンズにおいて上記構成をとる理由と作用効果を説明する。

30

【0024】

条件式(3)は第1レンズ群の接合面のパワーを規定するものである。この条件式の上限値の1.6を越えると、球面収差やコマ収差が発生しやすく、逆に下限値の1.0を越えると、ペッツバル和を十分に補正し難くなる。

【0025】

また、後群を上記のように対称な配置とすることにより、光線を徐々に曲げることができ、諸収差が補正しやすい。

【0026】

本発明の第4のリアコンバージョンレンズは、第1～第3のリアコンバージョンレンズにおいて、以下条件式を満足することの特徴とするものである。

40

【0027】

$$0.15 < d_3 / \Sigma d < 0.30 \quad \dots (4)$$

$$d_5 / \Sigma d < 0.27 \quad \dots (5)$$

$$0.16 < (d_3 + d_4 + d_5) / \Sigma d < 0.4 \quad \dots (6)$$

ただし、 d_3 は前群と後群の間隔、 d_4 は第2レンズ群の肉厚、 d_5 は第2レンズ群と第3レンズ群の間隔、 Σd はリアコンバージョンレンズの第1面から最終面までの軸上長さを表している。

【0028】

以下に、第4のリアコンバージョンレンズにおいて上記構成をとる理由と作用効果を説明する。

50

【0029】

条件式(4)はレンズ系の全長に対する第1レンズ群と第2レンズ群の空気間隔の比率を規定するものである。この条件式(4)の上限値の0.30を越えると、 Σd に対する d_3 の割合が大きくなりレンズ配置部が少なくなり、収差を十分に補正し難くなる。下限値の0.15を越えると、ペッツバール和が十分に補正できないか、若しくは、 Σd が大きくなりコンパクト性が損なわれる。

【0030】

条件式(5)はレンズ系の全長に対する第2レンズ群と第3レンズ群の空気間隔の比率を規定するものである。間隔 d_5 は機械的支障のない限り小さい方がよく、これが大きくなって上限の0.27を越えると、コマ収差が悪化しやすくなる。

10

【0031】

なお、後群との対称性等と考慮すると、条件式(5)に下限値として0.02を設定することが望ましい。これにより、諸収差をバランス良く補正できる。

【0032】

条件式(6)は第1レンズ群の最も像面側の面から第3レンズ群の最も物体側の面までの軸上長さを規定したものである。この条件の上限値の0.4を越えると、コマ収差が発生しやすく、逆に下限値の0.16を越えると、ペッツバール和が大きな値になりやすい。

【0033】

本発明の第5のリアコンバージョンレンズは、第1～第3のリアコンバージョンレンズにおいて、以下条件式を満足することを特徴とするものである。

20

【0034】

$$0.15 < \Sigma d / |f| < 0.4 \quad \dots (7)$$

ただし、 f は全系の焦点距離、 Σd はリアコンバージョンレンズの第1面から最終面までの軸上長さを表している。

【0035】

以下に、第5のリアコンバージョンレンズにおいて上記構成をとる理由と作用効果を説明する。

【0036】

条件式(7)は全系の焦点距離 f に対するレンズ系全長 Σd を規定するものである。その条件式(7)の上限値の0.4を越えると、コンパクト性が損なわれる。あるいは、レンズ系中の各レンズのパワーを強くしなければならなくなり、そのために球面収差を始めとする諸収差が悪化しやすい。逆に、下限値の0.15を越えると、レンズ系の焦点距離が大きくなってしまい、小型の撮像素子を用いるもの等に対応できなくなる。

30

【0037】

本発明の第6のリアコンバージョンレンズは、第4、第5のリアコンバージョンレンズにおいて、以下条件式を満足することを特徴とするものである。

【0038】

$$n_2, n_4 \leq 1.62$$

$$n_1, n_3, n_5 \geq 1.62$$

40

$$\dots (8)$$

ただし、 n_1, n_2, n_3, n_4, n_5 はそれぞれ第1レンズ群の負メニスカスレンズ、第1レンズ群の両凸正レンズ、第2レンズ群の両凹負レンズ、第3レンズ群の両凸正レンズ、第4レンズ群の両凹負レンズの屈折率である。

【0039】

以下に、第6のリアコンバージョンレンズにおいて上記構成をとる理由と作用効果を説明する。

【0040】

条件式(8)は各レンズに用いられる硝材の屈折率を規定するものである。ペッツバール和を補正するためには、正レンズの屈折率は1.62以下に、そして負レンズの屈折率

50

は1.62以上にすることが好ましい。

【0041】

本発明の第7のリアコンバージョンレンズは、第1～第6のリアコンバージョンレンズにおいて、以下条件式を満足することを特徴とするものである。

【0042】

$$0.15 < d_3 / \Sigma d < 0.30 \quad \dots (4)$$

$$0.5 < r_2 / d_2 < 3.5 \quad \dots (9)$$

ただし、 d_3 は前群と後群の間隔、 Σd はリアコンバージョンレンズの第1面から最終面までの軸上長さ、 r_2 は第1レンズ群の接合面の曲率半径、 d_2 は前群の両凸正レンズの肉厚である。

10

【0043】

以下に、第7のリアコンバージョンレンズにおいて上記構成をとる理由と作用効果を説明する。

【0044】

前群と後群との間隔を条件式(4)を満足させて適度に保ちつつ、同時に、前群の接合レンズの接合面と両凸正レンズの肉厚の関係式(9)を満足させることにより、特に色収差を良好に補正することができる。

【0045】

条件式(4)式の下限値の0.15を越えると、前群と後群の間隔が小さくなり、前群の射出面が後群に近づきすぎてこの面でリアコンバージョン機能(倍率)が確保し難くなる。倍率を確保するためには前群の入射面の曲率をきつくする必要があるが、前群の入射面の曲率をきつくすると、諸収差、特に球面収差やコマ収差が発生しやすくなる。条件式(4)式の上限値の0.30を越えると、前群の両凸正レンズの肉厚が薄くなり、前群の接合面や射出面の曲率をきつくすることができなくなる。接合面の曲率が緩いと、色収差が発生しやすくなる。また、射出面の曲率が緩いと、リアコンバージョン機能(倍率)を確保するために前群の入射面の曲率をきつくする必要があるが、前群の入射面の曲率をきつくすると、諸収差、特に球面収差やコマ収差が発生しやすくなる。

20

【0046】

条件式(9)式は、前群の接合レンズの接合面と両凸正レンズの肉厚の関係を示す。条件式(9)の下限値の0.5を越えると、接合面の曲率がきつくなりすぎて球面収差やコマ収差が発生しやすい。また、上限値の3.5を越えると、接合面の曲率が緩くなりすぎて色収差が補正し難くなる。

30

【0047】

本発明の第8のリアコンバージョンレンズは、第1～第7のリアコンバージョンレンズにおいて、以下条件式を満足することを特徴とするものである。

【0048】

$$0.5 < r_2 / d_2 < 3.5 \quad \dots (9)$$

$$0.02 < r_1 / \Sigma d < 9.0 \quad \dots (10)$$

ただし、 r_2 は第1レンズ群の接合面の曲率半径、 d_2 は前群の両凸正レンズの肉厚、 r_1 は前群の最物体側面の曲率半径、 Σd はリアコンバージョンレンズの第1面から最終面までの軸上長さである。

40

【0049】

以下に、第8のリアコンバージョンレンズにおいて上記構成をとる理由と作用効果を説明する。

【0050】

条件式(9)式は、前群の接合レンズの接合面と両凸正レンズの肉厚の関係を示す。条件式(9)の下限値の0.5を越えると、接合面の曲率がきつくなりすぎて球面収差やコマ収差が発生しやすい。また、上限値の3.5を越えると、接合面の曲率が緩くなりすぎて色収差が補正し難くなる。

【0051】

50

条件式(10)はレンズ系全長に対する最物体側面の曲率を規定したものである。条件式(10)の下限値の0.02を越えると、最物体側面の曲率がきつくなりすぎて球面収差やコマ収差等が発生しやすくなる。又は、レンズ系の全長が大きくなり、コンパクト化がし難い。上限値の9.0を越えると、最物体側面の曲率が緩くなってしまい、前群で色収差が補正し難くなる。

【0052】

本発明の第9のリアコンバージョンレンズは、第1～第8のリアコンバージョンレンズにおいて、以下条件式を満足することを特徴とするものである。

【0053】

$$0.5 < r_2 / d_2 < 3.5 \quad \dots (9) \quad 10$$

$$0.1 < r_1 / |f| < 2.0 \quad \dots (11)$$

ただし、 r_2 は第1レンズ群の接合面の曲率半径、 d_2 は前群の両凸正レンズの肉厚、 r_1 は前群の最物体側面の曲率半径、 f は全系の焦点距離である。

【0054】

以下に、第9のリアコンバージョンレンズにおいて上記構成をとる理由と作用効果を説明する。

【0055】

条件式(9)式は、前群の接合レンズの接合面と両凸正レンズの肉厚の関係を示す。条件式(9)の下限値の0.5を越えると、接合面の曲率がきつくなりすぎて球面収差やコマ収差が発生しやすい。また、上限値の3.5を越えると、接合面の曲率が緩くなりすぎて色収差が補正し難くなる。

【0056】

条件式(11)は全系の焦点距離に対する最物体側面の曲率を規定したものである。条件式(11)の下限値の0.1を越えると、最物体側面の曲率がきつくなりすぎて球面収差やコマ収差等が発生しやすくなる。又は、全系の焦点距離が大きくなってしまい、小型の撮像素子に対応できなくなる。上限値の2.0を越えると、最物体側面の曲率が緩くなってしまい、前群で色収差が補正し難くなる。

【0057】

本発明の第10のリアコンバージョンレンズは、第1～第9のリアコンバージョンレンズにおいて、以下条件式を満足することを特徴とするものである。

【0058】

$$0.5 < r_2 / d_2 < 3.5 \quad \dots (9)$$

$$-0.5 < (r_1 + r_3) / (r_1 - r_3) < 0.5 \quad \dots (12)$$

ただし、 r_2 は第1レンズ群の接合面の曲率半径、 d_2 は前群の両凸正レンズの肉厚、 r_1 は前群の最物体側面の曲率半径、 r_3 は前群の最像側面の曲率半径である。

【0059】

以下に、第10のリアコンバージョンレンズにおいて上記構成をとる理由と作用効果を説明する。

【0060】

条件式(9)式は、前群の接合レンズの接合面と両凸正レンズの肉厚の関係を示す。条件式(9)の下限値の0.5を越えると、接合面の曲率がきつくなりすぎて球面収差やコマ収差が発生しやすい。また、上限値の3.5を越えると、接合面の曲率が緩くなりすぎて色収差が補正し難くなる。

【0061】

条件式(12)は前群のシェイピングファクターを規定するものである。条件式(10)の下限値の-0.5を越えると、最物体側面の曲率がきつくなりすぎて球面収差やコマ収差等が発生しやすくなる。上限値の0.5を越えると、最物体側面の曲率が緩くなってしまい、前群で色収差が補正し難くなる。

【0062】

以上の第8～第10のリアコンバージョンレンズにおいて、条件式(9)+(10)、

(9) + (11)、(9) + (12) を満足させることにより、諸収差をバランスよく補正することができる。

【0063】

すなわち、色収差補正の観点から、上記条件式(9)を満足することが好ましい。

【0064】

さらに、上記条件式(10)を満足することがより好ましい。

【0065】

また、上記条件式(11)を満足することがさらに好ましい。

【0066】

加えて、上記条件式(12)を満足することが好ましい。

10

【0067】

以上の、条件式(1)～(12)各々のさらに好ましい範囲を以下に示す。複数の数値が示されている場合は、右の数値程より好ましい限界値である。

【0068】

条件式	下限値	上限値	
(1)	0.9 / 1.0	1.5 / 1.3	
(2)	0.4 / 0.45	0.58 / 0.55	
(3)	1.2 / 1.3	1.5 / 1.4	
(4)	0.20 / 0.21	0.24 / 0.23	
(5)	0.02 (追加した場合)	0.20 / 0.15	20
(6)	0.28	0.3	
(7)	0.20 / 0.25	0.35 / 0.30	
(8)	—	—	
(9)	1.0 / 1.5	3.0 / 2.5	
(10)	0.1 / 0.5 / 1.0 / 2.0	7.5 / 5.5 / 4.0 / 3.0	
(11)	0.5	1.5	
(12)	-0.2 / -0.1	0.2 / 0.1	。

【0069】

なお、上述の各構成や条件式は、適宜組み合わせることによって、それぞれの効果を奏するので、より効果的である。

30

【発明の効果】

【0070】

本発明により、諸収差を良好に補正すると共に、大口径のマスターレンズに適用可能なリアコンバージョンレンズを得ることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0071】

以下、本発明のリアコンバージョンレンズの実施例について説明する。

【0072】

実施例1のリアコンバージョンレンズRCLの断面図を図1に示す。また、この実施例1のリアコンバージョンレンズRCLを後側に装着する1例のマスターレンズMSLの断面図を図2に示す。なお、リアコンバージョンレンズRCL、マスターレンズMSL及びそのリアコンバージョンレンズRCLを装着したレンズ系の数値データは後記する。

40

【0073】

実施例1のリアコンバージョンレンズRCLは、図1に示すように、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸正レンズを貼り合わせた正の屈折力を持つ接合レンズの第1レンズ群LG1と、両凹負レンズの第2レンズ群LG2と、両凸正レンズの第3レンズ群LG3と、両凹負レンズの第4レンズ群LG4からなる。そして、全系の焦点距離は-99.601である。

【0074】

また、このリアコンバージョンレンズRCLを装着するマスターレンズMSLの1例は

50

図2に示すように、両凸正レンズ、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ、両凹負レンズ、両凸正レンズ、両凸正レンズと両凹負レンズの接合レンズ、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズ、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ、絞り、両凹負レンズ、両凸正レンズの9群11枚構成であり、全系の焦点距離は149.5で、Fナンバーは2.0、半画角は4.3°のレンズ系である。

【0075】

実施例1のリアコンバージョンレンズRCLを図2のマスターレンズMSLの後側に装着した状態の断面図を図3に示す。全系の焦点距離は209.35、Fナンバーは2.8、半画角は3.1°となり、リアコンバージョンレンズRCLの倍率は1.40倍である。

10

【0076】

以下に、上記実施例のリアコンバージョンレンズRCL、マスターレンズMSL、及び、そのリアコンバージョンレンズRCLをマスターレンズMSLの後側に装着したレンズ系の数値データを示すが、記号は、 f はそれぞれの系の焦点距離、 F_{NO} はそれぞれの系のFナンバー、 ω はそれぞれの系の半画角、 β はリアコンバージョンレンズの倍率、 r_1 、 $r_2 \dots$ はそれぞれの系の各レンズ面の曲率半径、 d_1 、 $d_2 \dots$ は各レンズ面間の間隔、 n_{d1} 、 $n_{d2} \dots$ は各レンズのd線の屈折率、 v_{d1} 、 $v_{d2} \dots$ は各レンズのアッペ数である。

【0077】

なお、以下の実施例の数値データ中、長さを示す値はmm単位の長さであるが、もちろん任意の係数倍した値でもよい。

20

【0078】

実施例1（リアコンバージョンレンズRCL）

$$f \text{ (mm)} = -99.601$$

$r_1 = 74.9190$	$d_1 = 1.5000$	$n_{d1} = 1.83481$	$v_{d1} = 42.71$
$r_2 = 18.2260$	$d_2 = 8.2000$	$n_{d2} = 1.59270$	$v_{d2} = 35.31$
$r_3 = -88.6830$	$d_3 = 5.5000$		
$r_4 = -50.3810$	$d_4 = 1.5000$	$n_{d3} = 1.83400$	$v_{d3} = 37.16$
$r_5 = 50.3810$	$d_5 = 0.6100$		
$r_6 = 33.3930$	$d_6 = 6.9500$	$n_{d4} = 1.54814$	$v_{d4} = 45.79$
$r_7 = -33.3930$	$d_7 = 0.2000$		
$r_8 = -86.7090$	$d_8 = 1.5100$	$n_{d5} = 1.65844$	$v_{d5} = 50.88$
$r_9 = 86.7090$			

30

（マスターレンズMSL）

$$f \text{ (mm)} = 149.5$$

$$F_{NO} = 2.0$$

$$\omega \text{ (}^\circ\text{)} = 4.3^\circ$$

$r_1 = 279.8890$	$d_1 = 9.1200$	$n_{d1} = 1.48749$	$v_{d1} = 70.23$
$r_2 = -653.2230$	$d_2 = 0.2000$		
$r_3 = 86.7090$	$d_3 = 10.5300$	$n_{d2} = 1.49700$	$v_{d2} = 81.54$
$r_4 = 672.7620$	$d_4 = 3.0600$		
$r_5 = -372.7730$	$d_5 = 4.4600$	$n_{d3} = 1.78472$	$v_{d3} = 25.68$
$r_6 = 115.6090$	$d_6 = 7.8600$		
$r_7 = 103.0860$	$d_7 = 11.7000$	$n_{d4} = 1.43875$	$v_{d4} = 94.93$
$r_8 = -247.8130$	$d_8 = 1.0000$		
$r_9 = 89.6280$	$d_9 = 12.3000$	$n_{d5} = 1.78472$	$v_{d5} = 25.68$
$r_{10} = -137.9070$	$d_{10} = 3.8500$	$n_{d6} = 1.74400$	$v_{d6} = 44.78$
$r_{11} = 80.1870$	$d_{11} = 29.7563$		

40

50

$r_{12} = 36.9760$	$d_{12} = 9.0000$	$n_{d7} = 1.62280$	$v_{d7} = 57.05$
$r_{13} = 548.9690$	$d_{13} = 5.1900$	$n_{d8} = 1.71736$	$v_{d8} = 29.52$
$r_{14} = 30.7220$	$d_{14} = 3.1000$		
$r_{15} = 55.9130$	$d_{15} = 4.4000$	$n_{d9} = 1.80518$	$v_{d9} = 25.42$
$r_{16} = 148.2540$	$d_{16} = 3.6000$		
$r_{17} = \infty$ (絞り)	$d_{17} = 2.5000$		
$r_{18} = -672.7620$	$d_{18} = 2.6000$	$n_{d10} = 1.60342$	$v_{d10} = 38.03$
$r_{19} = 38.8390$	$d_{19} = 7.3000$		
$r_{20} = 104.6070$	$d_{20} = 4.2000$	$n_{d11} = 1.78800$	$v_{d11} = 47.37$
$r_{21} = -301.3180$	$d_{21} = 44.5951$		
$r_{22} = \infty$ (像面)			。
【0079】			

10

(マスターレンズMSL+リアコンバージョンレンズRCL)

 f (mm) = 209.35 $F_{NO} = 2.8$ ω (°) = 3.1 ° $\beta = 1.40$

$r_1 = 279.8890$	$d_1 = 9.1200$	$n_{d1} = 1.48749$	$v_{d1} = 70.23$
$r_2 = -653.2230$	$d_2 = 0.2000$		
$r_3 = 86.7090$	$d_3 = 10.5300$	$n_{d2} = 1.49700$	$v_{d2} = 81.54$
$r_4 = 672.7620$	$d_4 = 3.0600$		
$r_5 = -372.7730$	$d_5 = 4.4600$	$n_{d3} = 1.78472$	$v_{d3} = 25.68$
$r_6 = 115.6090$	$d_6 = 7.8600$		
$r_7 = 103.0860$	$d_7 = 11.7000$	$n_{d4} = 1.43875$	$v_{d4} = 94.93$
$r_8 = -247.8130$	$d_8 = 1.0000$		
$r_9 = 89.6280$	$d_9 = 12.3000$	$n_{d5} = 1.78472$	$v_{d5} = 25.68$
$r_{10} = -137.9070$	$d_{10} = 3.8500$	$n_{d6} = 1.74400$	$v_{d6} = 44.78$
$r_{11} = 80.1870$	$d_{11} = 29.7593$		
$r_{12} = 36.9760$	$d_{12} = 9.0000$	$n_{d7} = 1.62280$	$v_{d7} = 57.05$
$r_{13} = 548.9690$	$d_{13} = 5.1900$	$n_{d8} = 1.71736$	$v_{d8} = 29.52$
$r_{14} = 30.7220$	$d_{14} = 3.1000$		
$r_{15} = 55.9130$	$d_{15} = 4.4000$	$n_{d9} = 1.80518$	$v_{d9} = 25.42$
$r_{16} = 148.2540$	$d_{16} = 3.6000$		
$r_{17} = \infty$ (絞り)	$d_{17} = 2.5000$		
$r_{18} = -672.7620$	$d_{18} = 2.6000$	$n_{d10} = 1.60342$	$v_{d10} = 38.03$
$r_{19} = 38.8390$	$d_{19} = 7.3000$		
$r_{20} = 104.6070$	$d_{20} = 4.2000$	$n_{d11} = 1.78800$	$v_{d11} = 47.37$
$r_{21} = -301.3180$	$d_{21} = 2.8068$		
$r_{22} = 74.9190$	$d_{22} = 1.5000$	$n_{d12} = 1.83481$	$v_{d12} = 42.71$
$r_{23} = 18.2260$	$d_{23} = 8.2000$	$n_{d13} = 1.59270$	$v_{d13} = 35.31$
$r_{24} = -88.6830$	$d_{24} = 5.5000$		
$r_{25} = -50.3810$	$d_{25} = 1.5000$	$n_{d14} = 1.83400$	$v_{d14} = 37.16$
$r_{26} = 50.3810$	$d_{26} = 0.6100$		
$r_{27} = 33.3930$	$d_{27} = 6.9500$	$n_{d15} = 1.54814$	$v_{d15} = 45.79$
$r_{28} = -33.3930$	$d_{28} = 0.2000$		
$r_{29} = -86.7090$	$d_{29} = 1.5100$	$n_{d16} = 1.65844$	$v_{d16} = 50.88$
$r_{30} = 86.7090$	$d_{30} = 34.5437$		
$r_{31} = \infty$ (像面)			。
【0080】			

20

30

40

50

上記マスターレンズM S Lの無限遠合焦状態の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差、コマ収差を示す収差図を図4に、また、実施例1のリアコンバージョンレンズR C LをマスターレンズM S Lの後側に装着したレンズ系の同様の収差図を図5に示す。図4、図5中、“F I Y”は像高を表している。

【0081】

次に、実施例1における条件式(1)～(12)の値を以下に示す。

【0082】

条件式	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
実施例1	1.22	0.46	1.32	0.21	0.02	0.29	0.26

10

条件式	(8)	n_1	n_2	n_3	n_4	n_5
実施例1		1.83481	1.59270	1.83400	1.54814	1.65844

条件式	(9)	(10)	(11)	(12)
実施例1	2.22	2.89	0.75	-0.084

。

【0083】

以上において、もちろん、本発明によるリアコンバージョンレンズR C Lは、別のマスターレンズM S Lに装着するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0084】

20

【図1】本発明の実施例1のリアコンバージョンレンズの断面図である。

【図2】本発明のリアコンバージョンレンズを後側に装着する1例のマスターレンズの断面図である。

【図3】本発明の実施例1のリアコンバージョンレンズを図2のマスターレンズの後側に装着した状態の断面図である。

【図4】図2のマスターレンズの無限遠合焦状態の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差、コマ収差を示す収差図である。

【図5】図1の実施例1のリアコンバージョンレンズを図2のマスターレンズの後側に装着したレンズ系の図4と同様の収差図である。

【符号の説明】

30

【0085】

R C L…リアコンバージョンレンズ

M S L…マスターレンズ

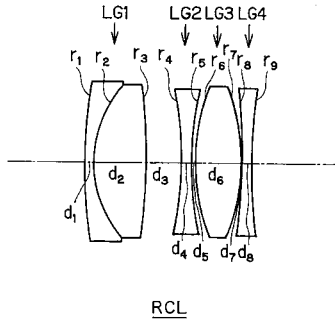
L G 1…第1レンズ群

L G 2…第2レンズ群

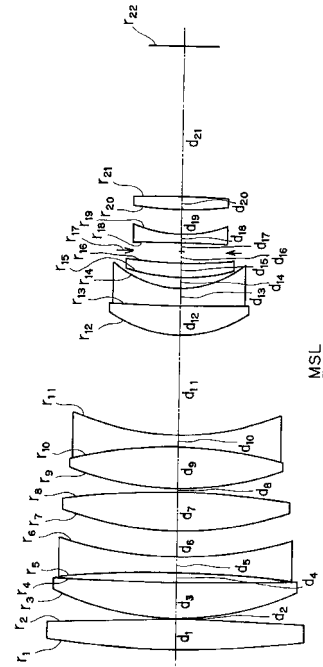
L G 3…第3レンズ群

L G 4…第4レンズ群

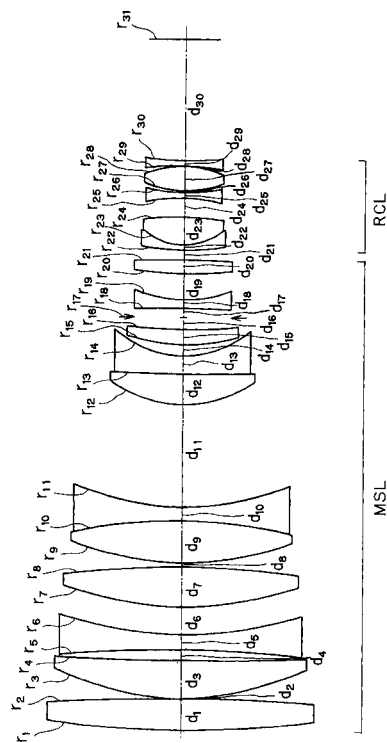
【図 1】



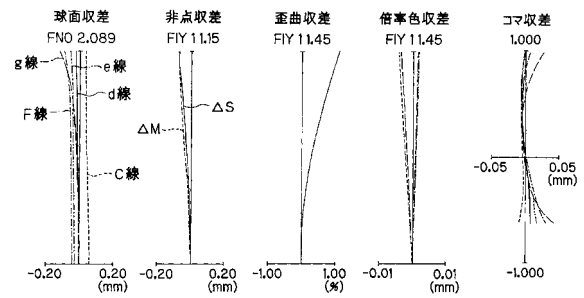
【図 2】



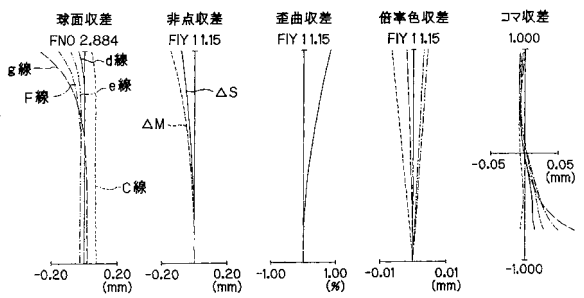
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(74)代理人 100091971

弁理士 米澤 明

(72)発明者 三尾 輝久

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリnpasイメージング株式会社内

審査官 原田 英信

(56)参考文献 特開昭58-086511 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08

G02B 21/02 - 21/04

G02B 25/00 - 25/04