

(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2005-292344

(P2005-292344A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005. 10. 20)

(51) Int.Cl.⁷

G02B 13/04

G02B 13/18

F I

G02B 13/04

G02B 13/18

テーマコード (参考)

2H087

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2004-105415 (P2004-105415)

(22) 出願日 平成16年3月31日 (2004. 3. 31)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(74) 代理人 100077919

弁理士 井上 義雄

(72) 発明者 芝山 敦史

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72) 発明者 木村 陽子

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72) 発明者 佐藤 治夫

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

最終頁に続く

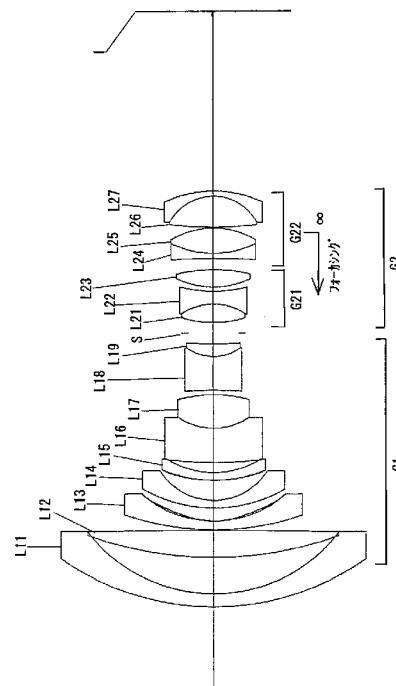
(54) 【発明の名称】 レトロフォーカスレンズ

(57) 【要約】

【課題】フィルム又は固体撮像素子を用いる一眼レフカメラに適し、焦点距離の3．5倍以上のバックフォーカスを有し、良好な結像性能を有するレトロフォーカスレンズを提供する。

【解決手段】物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、開口絞りSと、正の屈折力を有する第2レンズ群G2とを有し、第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた第1負メニスカスレンズL11と、物体側に凸面を向けた正レンズとL12、物体側に凸面を向けた第2負メニスカスレンズL13とを有し、第2負メニスカスレンズL13は、非球面レンズであり、焦点距離の3．5倍以上のバックフォーカスを有し、所定の条件式を満足することを特徴とする。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力を有する第 2 レンズ群とを有し、

前記第 1 レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた第 1 負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正レンズと、物体側に凸面を向けた第 2 負メニスカスレンズとを有し、

前記第 2 負メニスカスレンズは、非球面レンズであり、

焦点距離の 3 . 5 倍以上のバックフォーカスを有し、

以下の条件式を満足することを特徴とするレトロフォーカスレンズ。

10

$$-1.80 < f_1 / f < -0.50$$

$$2.00 < f_2 / f < 3.60$$

ただし、

f : 前記レトロフォーカスレンズの焦点距離

f₁ : 前記第 1 レンズ群の焦点距離

f₂ : 前記第 2 レンズ群の焦点距離

【請求項 2】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のレトロフォーカスレンズ。

$$4.5 < R_1 / f < 9.0$$

$$3.0 < R_2 / f < 4.5$$

20

$$6.0 < R_3 / f < 15.0$$

ただし、

R₁ : 前記第 1 負メニスカスレンズの物体側レンズ面の曲率半径

R₂ : 前記第 1 負メニスカスレンズの像側レンズ面の曲率半径

R₃ : 前記正レンズの物体側レンズ面の曲率半径

【請求項 3】

前記第 1 レンズ群は、前記第 2 負メニスカスレンズよりも像側に、少なくとも 3 枚のレンズを有し、

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のレトロフォーカスレンズ。

$$2.0 < \Sigma D / f < 4.0$$

30

ただし、

ΣD : 前記第 1 レンズ群中にあって、前記第 2 負メニスカスレンズよりも像側に位置するレンズの光軸上の厚さの和

【請求項 4】

前記第 2 負メニスカスレンズの像側面は、周辺部において中心部よりも負の屈折力が小さくなる非球面であることを特徴とする請求項 1 に記載のレトロフォーカスレンズ。

【請求項 5】

前記第 2 レンズ群は、少なくとも 1 枚の正レンズを有し、

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のレトロフォーカスレンズ。

$$7.5 < v_P$$

40

ただし、

v_P : 前記第 2 レンズ群における前記正レンズの硝材の d 線 (λ = 587.6 nm) に対するアッペ数

【請求項 6】

前記第 2 レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 2 - 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 - 2 レンズ群とからなり、

遠距離から近距離へのフォーカシングに際して前記第 2 - 2 レンズ群のみを物体側へ移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のレトロフォーカスレンズ。

$$0.4 < f_{21} / f_{22} < 0.8$$

50

$$0.1 < M_{22} < 0.4$$

ただし、

f_{21} : 前記第 2 - 1 レンズ群の焦点距離

f_{22} : 前記第 2 - 2 レンズ群の焦点距離

M_{22} : 前記第 2 - 2 レンズ群の結像倍率

【請求項 7】

前記第 2 レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 2 - 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 - 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 - 3 レンズ群とからなり、遠距離から近距離へのフォーカシングに際して前記第 2 - 2 レンズ群のみを物体側へ移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のレトロフォーカスレンズ。

$$0.5 < f_{22} / f_{23} < 1.2$$

$$0.3 < M_{22} < 0.9$$

ただし、

f_{22} : 前記第 2 - 2 レンズ群の焦点距離

f_{23} : 前記第 2 - 3 レンズ群の焦点距離

M_{22} : 前記第 2 - 2 レンズ群の結像倍率

【請求項 8】

前記第 2 レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 2 - 1 レンズ群と、第 2 - 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 - 3 レンズ群とからなり、

遠距離から近距離へのフォーカシングに際して前記第 2 - 2 レンズ群と前記第 2 - 3 レンズ群とを物体側へ異なる比率で移動し、

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のレトロフォーカスレンズ。

$$0 < A < 1$$

ただし、

A : フォーカシングの際の前記第 2 - 2 レンズ群の移動量に対する前記第 2 - 3 レンズ群の移動量

【請求項 9】

物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力を有する第 2 レンズ群とを有し、

前記第 1 レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた第 1 負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正レンズと、物体側に凸面を向けた第 2 負メニスカスレンズと、少なくとも 3 枚のレンズとを有し、

前記第 2 負メニスカスレンズは、非球面レンズであり、

焦点距離の 3.5 倍以上のバックフォーカスを有し、

以下の条件式を満足することを特徴とするレトロフォーカスレンズ。

$$2.0 < \Sigma D / f < 4.0$$

ただし、

ΣD : 前記第 1 レンズ群中にあって、前記第 2 負メニスカスレンズよりも像側に位置するレンズの光軸上の厚さの和

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、フィルムまたは固体撮像素子を用いる一眼レフカメラに好適なレンズに関し、特に、長いバックフォーカスを有するレトロフォーカスレンズに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、フィルムまたは固体撮像素子を用いる一眼レフカメラに適したレトロフォーカスレンズが知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【特許文献 1】特開平 5 - 34592 号公報

10

20

30

40

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、上記特許文献1に開示されているレトロフォーカスレンズは、バックフォーカスが焦点距離の2.73～2.75倍である。このため、このレトロフォーカスレンズでより短い焦点距離を得ようとする、一眼レフファインダ用のクイックリターンミラーと干渉してしまうという問題がある。

【0004】

そこで本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、フィルム又は固体撮像素子を用いる一眼レフカメラに適し、焦点距離の3.5倍以上のバックフォーカスを有し、良好な結像性能を有するレトロフォーカスレンズを提供することを目的とする。 10

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するために本発明は、

物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力を有する第2レンズ群とを有し、

前記第1レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた第1負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正レンズと、物体側に凸面を向けた第2負メニスカスレンズとを有し、

前記第2負メニスカスレンズは、非球面レンズであり、 20

焦点距離の3.5倍以上のバックフォーカスを有し、

以下の条件式(1)、(2)を満足することを特徴とするレトロフォーカスレンズを提供する。

$$(1) \quad -1.80 < f_1 / f < -0.50$$

$$(2) \quad 2.00 < f_2 / f < 3.60$$

ただし、

f : 前記レトロフォーカスレンズの焦点距離

f₁ : 前記第1レンズ群の焦点距離

f₂ : 前記第2レンズ群の焦点距離

【発明の効果】 30

【0006】

本発明によれば、フィルム又は固体撮像素子を用いる一眼レフカメラに適し、焦点距離の3.5倍以上のバックフォーカスを有し、良好な結像性能を有するレトロフォーカスレンズを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

本発明のレトロフォーカスレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力を有する第2レンズ群とを有し、前記第1レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた第1負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正レンズと、物体側に凸面を向けた第2負メニスカスレンズとを有し、前記第2負メニスカスレンズは、非球面レンズであり、焦点距離の3.5倍以上のバックフォーカスを有し、以下の条件式(1)、(2)を満足するように構成されている。 40

$$(1) \quad -1.80 < f_1 / f < -0.50$$

$$(2) \quad 2.00 < f_2 / f < 3.60$$

ただし、

f : 前記レトロフォーカスレンズの焦点距離

f₁ : 前記第1レンズ群の焦点距離

f₂ : 前記第2レンズ群の焦点距離

【0008】

上述のように本発明のレトロフォーカスレンズは、前記第1レンズ群が、物体側から順 50

に、物体側に凸面を向けた第1負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正レンズとを有する構成とすることによって、少ない歪曲収差で約110°の超広角を実現することができる。また、前記正レンズの像側に、物体側に凸面を向け非球面を有する第2負メニスカスレンズを配置することによって、超広角レンズで問題となりしがちな歪曲収差と像面湾曲とを良好に補正することができる。

【0009】

上記条件式(1)、(2)は、本発明のレトロフォーカスレンズにおいて焦点距離の3.5倍以上のバックフォーカスを得るための条件式である。

条件式(1)は、第1レンズ群の焦点距離の適切な範囲を規定するものである。条件式(1)の下限値を下回ると、十分なバックフォーカスを得ることが困難となってしまう。一方、条件式(1)の上限値を上回ると、第1レンズ群の屈折力が過大となり良好な収差補正を行うことが困難となってしまう。 10

条件式(2)は、第2レンズ群の焦点距離の適切な範囲を規定するものである。条件式(2)の下限値を下回ると、第2レンズ群の屈折力が過大となり良好な収差補正を行うことが困難となってしまう。一方、条件式(2)の上限値を上回ると、十分なバックフォーカスを得ることが困難となってしまう。

【0010】

なお、本発明の効果をさらに確実なものとするために、条件式(1)の下限値を-1.43とすることが望ましい。また、条件式(1)の上限値を-0.60とすることが望ましい。また、条件式(2)の下限値を2.20とすることが望ましい。また、条件式(2)の上限値を3.30とすることが望ましい。 20

【0011】

また、本発明の好ましい態様によれば、本発明のレトロフォーカスレンズは、以下の条件式(3)、(4)、(5)を満足することが望ましい。

$$(3) \quad 4.5 < R1 / f < 9.0$$

$$(4) \quad 3.0 < R2 / f < 4.5$$

$$(5) \quad 6.0 < R3 / f < 15.0$$

ただし、

R1：前記第1負メニスカスレンズの物体側レンズ面の曲率半径

R2：前記第1負メニスカスレンズの像側レンズ面の曲率半径 30

R3：前記正レンズの物体側レンズ面の曲率半径

【0012】

条件式(3)、(4)、(5)は、本発明のレトロフォーカスレンズにおける前記第1負メニスカスレンズの小型化と加工の容易性の向上、及び良好な結像性能の確保を両立するための条件式である。

条件式(3)は、第1負メニスカスレンズの物体側レンズ面の曲率半径の適切な範囲を規定するものである。条件式(3)の上限値を上回ると、第1負メニスカスレンズの物体側レンズ面の曲率半径が大きくなり、110°程度の超広画角を得ようとすれば第1負メニスカスレンズのレンズ径が著しく増大してしまう。一方、条件式(3)の下限値を下回ると、第1負メニスカスレンズの物体側レンズ面の曲率半径が小さくなり、これにしたがい第1負メニスカスレンズの像側レンズ面の曲率半径も小さくなる。この結果、第1負メニスカスレンズの加工が著しく困難となってしまう。 40

【0013】

条件式(4)は、第1負メニスカスレンズの像側レンズ面の曲率半径の適切な範囲を規定するものである。条件式(4)の上限値を上回ると、第1負メニスカスレンズの像側レンズ面の曲率半径が大きくなり、110°程度の超広画角を得ることが困難となってしまう。一方、条件式(4)の下限値を下回ると、第1負メニスカスレンズの加工が著しく困難となってしまう。

条件式(5)は、前記正レンズの物体側レンズ面の曲率半径の適切な範囲を規定するものである。条件式(5)の上限値又は下限値を越えると、歪曲収差を良好に補正すること 50

が困難となってしまう。

【0014】

また、本発明の好ましい態様によれば、本発明のレトロフォーカスレンズにおける前記第1レンズ群は、前記第2負メニスカスレンズよりも像側に、少なくとも3枚のレンズを有し、以下の条件式(6)を満足することが、歪曲収差並びに像面湾曲収差を補正する上で望ましい。

$$(6) \quad 2.0 < \Sigma D / f < 4.0$$

ただし、

ΣD ：前記第1レンズ群中にあって、前記第2負メニスカスレンズよりも像側に位置するレンズの光軸上の厚さの和

10

【0015】

条件式(6)は、前記第1レンズ群中にあって、前記第2負メニスカスレンズよりも像側に位置するレンズの光軸上の厚さの和の適切な範囲を規定するものである。

条件式(6)の下限値を下回ると、歪曲収差・像面湾曲収差を良好に補正することが困難となってしまう。一方、条件式(6)の上限値を上回ると、第1レンズ群の全長の増大を招くだけでなく、レトロフォーカスレンズ全体の全長の増大やレンズ径の増大を招くこととなってしまう。

なお、本発明の効果をさらに確実なものとするためには、条件式(6)の下限値を2.5とすることが望ましい。

【0016】

20

また、本発明の好ましい態様によれば、本発明のレトロフォーカスレンズにおける前記第2負メニスカスレンズの像側面は、周辺部において中心部よりも負の屈折力が小さくなる非球面であることが望ましい。斯かる非球面形状により、歪曲収差並びに像面湾曲収差を良好に補正することができる。

【0017】

また、本発明の好ましい態様によれば、本発明のレトロフォーカスレンズにおいて、前記第2レンズ群は、少なくとも1枚の正レンズを有し、以下の条件式(7)を満足することが、倍率色収差を補正する上で望ましい。

$$(7) \quad 75 < v_P$$

ただし、

v_P ：前記第2レンズ群における前記正レンズの硝材のd線($\lambda = 587.6 \text{ nm}$)に対するアッペ数

30

【0018】

条件式(7)は、前記第2レンズ群における正レンズの硝材のd線($\lambda = 587.6 \text{ nm}$)に対するアッペ数の適切な範囲を規定するものである。条件式(7)の下限値を下回ると、倍率色収差を良好に補正することが困難となってしまう。

なお、本発明のさらに好ましい態様によれば、本発明のレトロフォーカスレンズにおいて、前記第2レンズ群は、少なくとも2枚の正レンズを有し、当該2枚の正レンズがともに上記条件式(7)を満足することが望ましい。

【0019】

40

また、本発明の好ましい態様によれば、本発明のレトロフォーカスレンズにおいて、前記第2レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第2-1レンズ群と、正の屈折力を有する第2-2レンズ群とからなり、遠距離から近距離へのフォーカシングに際して前記第2-2レンズ群のみを物体側へ移動し、以下の条件式(8)、(9)を満足することが望ましい。

$$(8) \quad 0.4 < f_{21} / f_{22} < 0.8$$

$$(9) \quad 0.1 < M_{22} < 0.4$$

ただし、

f_{21} ：前記第2-1レンズ群の焦点距離

f_{22} ：前記第2-2レンズ群の焦点距離

50

M 2 2 : 前記第 2 - 2 レンズ群の結像倍率

【 0 0 2 0 】

本発明のレトロフォーカスレンズは、比較的小さく軽い第 2 - 2 レンズ群によってフォーカシングを行う構成であるため、オートフォーカスカメラに好適である。また、全体繰り出しによるフォーカシングの場合に比べて、フォーカシングによる諸収差の変動が少なく、近距離撮影時にも良好な結像性能を達成することができる。

上記条件式 (8) は、第 2 - 1 レンズ群の焦点距離と第 2 - 2 レンズ群の焦点距離との比の適切な範囲を規定するものである。条件式 (8) の上限値を上回ると、フォーカシングによる諸収差の変動が増大し、近距離撮影時の良好な結像性能の確保が困難となってしまう。一方、条件式 (8) の下限値を下回ると、第 2 - 2 レンズ群の焦点距離が大きくなり、第 2 - 2 レンズ群のフォーカシング移動量が増大する。このため、フォーカシングのためのレンズ移動スペースを確保するために、レンズが大型化してしまうという問題が生じてしまう。

【 0 0 2 1 】

条件式 (9) は、第 2 - 2 レンズ群の結像倍率の適切な範囲を規定するものである。条件式 (9) の下限値を下回ると、フォーカシングによる諸収差の変動が増大し、近距離撮影時の良好な結像性能の確保が困難となってしまう。一方、条件式 (9) の上限値を上回ると、第 2 - 2 レンズ群のフォーカシング移動量が増大する。このため、フォーカシングのためのレンズ移動スペースを確保するために、レンズが大型化してしまうという問題が生じてしまう。

【 0 0 2 2 】

また、本発明の好ましい態様によれば、本発明のレトロフォーカスレンズにおいて、前記第 2 レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 2 - 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 - 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 - 3 レンズ群とからなり、遠距離から近距離へのフォーカシングに際して前記第 2 - 2 レンズ群のみを物体側へ移動し、以下の条件式 (1 0) , (1 1) を満足することが望ましい。

$$(1 0) \quad 0 . 5 < f_{22} / f_{23} < 1 . 2$$

$$(1 1) \quad 0 . 3 < M_{22} < 0 . 9$$

ただし、

f_{22} : 前記第 2 - 2 レンズ群の焦点距離

f_{23} : 前記第 2 - 3 レンズ群の焦点距離

M 2 2 : 前記第 2 - 2 レンズ群の結像倍率

【 0 0 2 3 】

本発明のレトロフォーカスレンズは、比較的小さく軽い第 2 - 2 レンズ群によってフォーカシングを行う構成であるため、オートフォーカスカメラに好適である。また、全体繰り出しによるフォーカシングの場合に比べて、フォーカシングによる諸収差の変動が少なく、近距離撮影時にも良好な結像性能を達成することができる。

【 0 0 2 4 】

上記条件式 (1 0) は、第 2 - 2 レンズ群の焦点距離と第 2 - 3 レンズ群の焦点距離との比の適切な範囲を規定するものである。条件式 (1 0) の下限値を下回ると、フォーカシングによる諸収差の変動が増大し、近距離撮影時の良好な結像性能の確保が困難となってしまう。一方、条件式 (1 0) の上限値を上回ると、第 2 - 2 レンズ群の焦点距離が大きくなり、第 2 - 2 レンズ群のフォーカシング移動量が増大する。このため、フォーカシングのためのレンズ移動スペースを確保するために、レンズが大型化してしまうという問題が生じてしまう。

上記条件式 (1 1) は、第 2 - 2 レンズ群の結像倍率の適切な範囲を規定するものである。条件式 (1 1) の下限値を下回ると、フォーカシングによる諸収差の変動が増大し、近距離撮影時の良好な結像性能の確保が困難となってしまう。一方、条件式 (1 1) の上限値を上回ると、第 2 - 2 レンズ群のフォーカシング移動量が増大する。このため、フォーカシングのためのレンズ移動スペースを確保するために、レンズが大型化してしまうと

10

20

30

40

50

いう問題が生じてしまう。

【 0 0 2 5 】

また、本発明の好ましい態様によれば、本発明のレトロフォーカスレンズにおいて、前記第 2 レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 2 - 1 レンズ群と、第 2 - 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 - 3 レンズ群とからなり、遠距離から近距離へのフォーカシングに際して前記第 2 - 2 レンズ群と前記第 2 - 3 レンズ群とを物体側へ異なる比率で移動し、以下の条件式 (1 2) を満足することが望ましい。

$$(1 2) \quad 0 < A < 1$$

ただし、

A : フォーカシングの際の前記第 2 - 2 レンズ群の移動量に対する前記第 2 - 3 レンズ群の移動量 10

【 0 0 2 6 】

本発明のレトロフォーカスレンズは、第 2 - 2 レンズ群と第 2 - 3 レンズ群を異なる比率で移動させてフォーカシングを行うことにより、全体繰り出しによるフォーカシングの場合に比べて、フォーカシングによる諸収差の変動が少なく、近距離撮影時にも良好な結像性能を達成することができる。

上記条件式 (1 2) は、フォーカシングに必要な空気間隔を少なくしつつ、フォーカシング時の諸収差の変動を抑えるために、第 2 - 2 レンズ群と第 2 - 3 レンズ群の移動比率を規定するものである。条件式 (1 2) の上限値又は下限値を越えると、フォーカシングに必要な空気間隔を少なくすることができず、また、フォーカシング時の諸収差の変動を抑えることができなくなってしまうため好ましくない。 20

【 0 0 2 7 】

また、本発明のレトロフォーカスレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力を有する第 2 レンズ群とを有し、前記第 1 レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた第 1 負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正レンズと、物体側に凸面を向けた第 2 負メニスカスレンズと、少なくとも 3 枚のレンズとを有し、前記第 2 負メニスカスレンズは、非球面レンズであり、焦点距離の 3 . 5 倍以上のバックフォーカスを有し、以下の条件式 (6) を満足するように構成されている。

$$(6) \quad 2 . 0 < \Sigma D / f < 4 . 0$$

30

ただし、

ΣD : 前記第 1 レンズ群中にあって、前記第 2 負メニスカスレンズよりも像側に位置するレンズの光軸上の厚さの和

【 0 0 2 8 】

以下、添付図面に基づき本発明の各実施例に係るレトロフォーカスレンズについて詳細に説明する。

(第 1 実施例)

図 1 は、本発明の第 1 実施例に係るレトロフォーカスレンズのレンズ構成を示す図である。

図 1 に示すように、本実施例に係るレトロフォーカスレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、開口絞り S と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 とから構成されている。 40

【 0 0 2 9 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ (第 1 負メニスカスレンズ) L 1 1 と、物体側に曲率のより大きい凸面を向けた両凸形状の正レンズ L 1 2 と、物体側に凸面を向け像側面が周辺部において中心部よりも負の屈折力が小さくなる非球面である負メニスカスレンズ (第 2 負メニスカスレンズ) L 1 3 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 4 と、物体側に凸面を向け物体側面が非球面である負メニスカスレンズ L 1 5 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 6 と両凸形状の正レンズ L 1 7 との接合レンズと、両凹形状の負レンズ L 1 8 と物体側に凸面を 50

向けた正メニスカスレンズ L 1 9 との接合レンズとからなる。

【 0 0 3 0 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 2 - 1 レンズ群 G 2 1 と、正の屈折力を有する第 2 - 2 レンズ群 G 2 2 とからなる。

第 2 - 1 レンズ群 G 2 1 は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ L 2 1 と両凹形状の負レンズ L 2 2 との接合レンズと、物体側面が非球面である両凸形状の正レンズ L 2 3 とからなる。

第 2 - 2 レンズ群 G 2 2 は、物体側から順に、両凹形状の負レンズ L 2 4 と両凸形状の正レンズ L 2 5 との接合レンズと、両凸形状の正レンズ L 2 6 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 2 7 との接合レンズとからなる。

10

【 0 0 3 1 】

ここで、上記非球面レンズ L 1 3 , L 1 5 は、それぞれ球面レンズ面上に薄い樹脂層を設け、該樹脂層の表面を非球面として成形することによって構成されたものである。

また、第 2 - 2 レンズ群 G 2 2 中の 2 つの正レンズ L 2 5 , L 2 6 は、それぞれ d 線 ($\lambda = 587.6 \text{ nm}$) に対するアッペ数が 82.52 の低分散レンズである。

本実施例に係るレトロフォーカスレンズにおいて、遠距離から近距離へのフォーカシングに際して、第 2 - 2 レンズ群 G 2 2 のみが物体側へ移動するように構成されている。

【 0 0 3 2 】

以下の表 1 に、本発明の第 1 実施例に係るレトロフォーカスレンズの諸元の値を掲げる。

20

[全体諸元] において、f は焦点距離、F N O は F ナンバー、 2ω は画角をそれぞれ示す。

[レンズデータ] において、第 1 カラムの面番号は物体側からのレンズ面の順序、第 2 カラムの r はレンズ面の曲率半径、第 3 カラムの d はレンズ面の間隔、第 4 カラムの v は d 線 ($\lambda = 587.6 \text{ nm}$) に対するアッペ数、第 5 カラムの n は d 線 ($\lambda = 587.6 \text{ nm}$) に対する屈折率をそれぞれ示す。また、 ∞ は平面、B.f. はバックフォーカスをそれぞれ示し、空気の屈折率 1.0000 はその記載を省略している。

【 0 0 3 3 】

[非球面データ] には、非球面を次式で表した場合の非球面係数を示す。ここで、X (y) を非球面の頂点における接平面から高さ y における非球面上の位置までの光軸方向に沿った距離、r を近軸の曲率半径 (基準球面の曲率半径)、 κ を円錐定数、 C_i を第 i 次の非球面係数とする。

30

$$X(y) = y^2 / [r \cdot \{ 1 + (1 - \kappa \cdot y^2 / r^2)^{1/2} \}] \\ + C_3 \cdot |y|^3 + C_4 \cdot y^4 + C_5 \cdot |y|^5 + C_6 \cdot y^6 \\ + C_8 \cdot y^8 + C_{10} \cdot y^{10} + C_{12} \cdot y^{12}$$

尚、「E-n」は「 $\times 10^{-n}$ 」を示し、例えば「1.234E-05」は「 1.234×10^{-5} 」を示す。

【 0 0 3 4 】

[フォーカシングデータ] には、無限遠合焦状態の焦点距離 f、撮影倍率 1/40 倍状態の撮影倍率 β 、および可変間隔の値を示す。D 0 は物体から第 1 レンズ面までの距離を示し、R は物体から像面 I までの距離を示し、B.f. はバックフォーカスの値をそれぞれ示す。

40

ここで、以下の各実施例の全ての諸元値において掲載されている焦点距離 f、曲率半径 r、その他長さの単位は一般に「mm」が使われる。しかし光学系は、比例拡大または比例縮小しても同等の光学性能が得られるため、単位は「mm」に限られるものではない。

なお、以下の全実施例の諸元値においても、本実施例と同様の符号を用いる。

【 0 0 3 5 】

(表 1)

[全体諸元]

f = 9.601

F N O = 2.90

50

$$2 \omega = 114.6^\circ$$

[レンズデータ]

面 番 号	r	d	v	n		
1	60.2661	3.0000	42.72	1.834807		
2	36.0000	8.4044				
3	83.8526	6.1778	38.03	1.603420		
4	-1743.6769	0.2000				
5	62.2757	2.0000	42.72	1.834807		
6	24.7178	0.0300	38.09	1.553890		10
7	16.0000	3.0000			非 球 面	
8	32.0080	1.8000	46.57	1.804000		
9	14.4893	4.5658				
10	28.5432	0.0300	38.09	1.553890	非 球 面	
11	30.0496	1.8000	46.57	1.804000		
12	19.9120	2.3084				
13	85.2909	7.9000	42.72	1.834807		
14	14.3748	7.7710	40.75	1.581439		
15	-29.9543	1.0000				
16	-124.0020	7.9000	42.72	1.834807		20
17	10.4109	2.9009	31.07	1.688931		
18	107.6002	2.5000				
19	∞	2.5000			開 口 絞 り S	
20	25.4917	4.2387	30.13	1.698947		
21	-13.1233	2.9254	42.72	1.834807		
22	30.3460	1.0000				
23	18.6639	4.0275	59.37	1.583126	非 球 面	
24	-34.1660	(d24)				
25	-146.3255	1.2000	34.97	1.800999		
26	21.8526	5.9159	82.52	1.497820		30
27	-17.9639	0.2000				
28	94.0076	7.1721	82.52	1.497820		
29	-11.2149	1.2000	34.97	1.800999		
30	-26.0232	(B.f.)				

[非球面データ]

(第 7 面)

K	=	0.5846	
C 3	=	-3.3743E-04	
C 4	=	-5.5950E-05	40
C 5	=	-9.1178E-07	
C 6	=	2.5516E-07	
C 8	=	-1.0582E-09	
C 1 0	=	2.5841E-12	
C 1 2	=	-1.1711E-15	

(第 1 0 面)

K	=	-97.0000	
C 3	=	1.0204E-03	
C 4	=	1.8608E-05	
C 5	=	-6.8249E-06	50

C 6 = 1.0391E-07
 C 8 = 1.5121E-09
 C 1 0 = 7.5178E-12
 C 1 2 = -1.8108E-14
 (第 2 3 面)
 K = 0.8836
 C 3 = -6.2430E-05
 C 4 = -2.8643E-06
 C 5 = -8.1856E-07
 C 6 = -9.4280E-08
 C 8 = 2.1543E-09
 C 1 0 = -2.1539E-11
 C 1 2 = 7.6069E-14

10

[フォーカシングデータ]

	無限遠合焦状態	撮影倍率1/40倍状態
f , β	9.60105	-0.02500
R	∞	495.23665
D 0	∞	359.4769
d24	2.59195	2.34124
B.f.	39.49999	39.75070

20

【 0 0 3 6 】

図 2 (a) , (b) は、それぞれ本発明の第 1 実施例に係るレトロフォーカスレンズの無限遠合焦状態、撮影倍率1/40倍状態の諸収差図である。

各収差図において、F N O は F ナンバー、N A は開口数、Y は像高をそれぞれ示す。尚、球面収差図では最大口径に対応する F ナンバーの値を示し、非点収差図および歪曲収差図では像高の最大値をそれぞれ示し、コマ収差図では各像高の値を示す。また、d は d 線 ($\lambda = 587.6 \text{ nm}$)、g は g 線 ($\lambda = 435.8 \text{ nm}$)、C は C 線 ($\lambda = 656.3 \text{ nm}$)、F は F ($\lambda = 486.1 \text{ nm}$) をそれぞれ示す。さらに、非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面をそれぞれ示す。

30

尚、以下に示す各実施例の諸収差図において、本実施例と同様の符号を用いる。

【 0 0 3 7 】

各諸収差図より本実施例に係るレトロフォーカスレンズは、諸収差を良好に補正し、優れた結像性能を有することがわかる。

【 0 0 3 8 】

(第 2 実施例)

図 3 は、本発明の第 2 実施例に係るレトロフォーカスレンズのレンズ構成を示す図である。

図 3 に示すように、本実施例に係るレトロフォーカスレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、開口絞り S と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 とから構成されている。

40

【 0 0 3 9 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ (第 1 負メニスカスレンズ) L 1 1 と、物体側に曲率のより大きい凸面を向けた両凸形状の正レンズ L 1 2 と、物体側に凸面を向け像側面が周辺部において中心部よりも負の屈折力が小さくなる非球面である負メニスカスレンズ (第 2 負メニスカスレンズ) L 1 3 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 4 と、物体側に凸面を向け物体側面が非球面である負メニスカスレンズ L 1 5 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 6 と両凸形状の正レンズ L 1 7 との接合レンズと、両凹形状の負レンズ L 1 8 と両凸形状の正レンズ L 1 9 との接合レンズとからなる。

50

【 0 0 4 0 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 2 - 1 レンズ群 G 2 1 と、正の屈折力を有する第 2 - 2 レンズ群 G 2 2 と、正の屈折力を有する第 2 - 3 レンズ群 G 2 3 とからなる。

第 2 - 1 レンズ群 G 2 1 は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L 2 1 と両凹形状の負レンズ L 2 2 との接合レンズと、物体側面が非球面である両凸形状の正レンズ L 2 3 とからなる。

第 2 - 2 レンズ群 G 2 2 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 4 と両凸形状の正レンズ L 2 5 との接合レンズからなる。

第 2 - 3 レンズ群 G 2 3 は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ L 2 6 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 2 7 との接合レンズからなる。 10

【 0 0 4 1 】

ここで、上記非球面レンズ L 1 3 , L 1 5 は、それぞれ球面レンズ面上に薄い樹脂層を設け、該樹脂層の表面を非球面として成形することによって構成されたものである。

また、第 2 - 2 レンズ群 G 2 2 中の正レンズ L 2 5 , 第 2 - 3 レンズ群 G 2 3 中の L 2 6 は、それぞれ d 線 ($\lambda = 587.6 \text{ nm}$) に対するアッペ数が 82.52 の低分散レンズである。

本実施例に係るレトロフォーカスレンズにおいて、遠距離から近距離へのフォーカシングに際して、第 2 - 2 レンズ群 G 2 2 のみが物体側へ移動するように構成されている。

以下の表 2 に、本発明の第 2 実施例に係るレトロフォーカスレンズの諸元の値を掲げる 20

【 0 0 4 2 】

(表 2)

[全体諸元]

f = 9.600

F N O = 2.91

2 ω = 114.6°

[レンズデータ]

面番号	r	d	v	n		
1	60.1249	3.0000	42.72	1.834807		
2	36.0000	10.0898				
3	117.2702	5.6999	38.03	1.603420		
4	-492.5233	0.2000				
5	63.6210	2.0000	42.72	1.834807		
6	23.9941	0.0300	38.09	1.553890		
7	16.0045	3.1212			非球面	
8	31.8950	1.8000	46.57	1.804000		
9	15.0108	5.1519				
10	26.1235	0.0300	38.09	1.553890	非球面	40
11	27.7603	1.8000	46.57	1.804000		
12	21.3064	2.2465				
13	93.4386	7.8645	42.72	1.834807		
14	15.0138	7.8966	40.75	1.581439		
15	-22.8094	1.0000				
16	-49.2357	5.2516	42.72	1.834807		
17	11.1925	3.6385	31.07	1.688931		
18	-48.2372	2.5000				
19	∞	2.5000			開口絞り S	
20	-58.7292	7.2984	30.13	1.698947		50

21	-9.9231	1.2000	42.72	1.834807	
22	64.6725	1.0000			
23	21.0819	4.6115	59.37	1.583126	非球面
24	-18.9298	(d24)			
25	252.2779	1.2000	34.97	1.800999	
26	16.3556	7.3092	82.52	1.497820	
27	-21.5606	(d27)			
28	214.8765	5.8458	82.52	1.497820	
29	-16.2225	1.2000	34.97	1.800999	
30	-34.4814	(B.f.)			

10

[非球面データ]

(第7面)

κ	=	0.5601
C 3	=	-2.1219E-04
C 4	=	-6.2117E-05
C 5	=	-7.7649E-07
C 6	=	2.6144E-07
C 8	=	-1.0854E-09
C 1 0	=	2.5097E-12
C 1 2	=	-4.3508E-16

20

(第10面)

κ	=	-97.0000
C 3	=	1.5638E-03
C 4	=	-2.2761E-05
C 5	=	-6.9812E-06
C 6	=	1.3536E-07
C 8	=	1.6737E-09
C 1 0	=	8.3830E-12
C 1 2	=	-3.0489E-14

30

(第10面)

κ	=	-0.1486
C 3	=	-8.5063E-05
C 4	=	-1.4591E-05
C 5	=	-5.2319E-07
C 6	=	-8.0478E-08
C 8	=	1.6567E-09
C 1 0	=	-1.5604E-11
C 1 2	=	6.4136E-14

40

[フォーカシングデータ]

無限遠合焦状態

撮影倍率1/40倍状態

f, β	9.60000	-0.02500
R	∞	499.28597
D 0	∞	358.5661
d24	5.03444	4.41809
d27	0.70000	1.31636
B.f.	39.50002	39.50002

【0043】

図4(a), (b)は、それぞれ本発明の第2実施例に係るレトロフォーカスレンズの

50

無限遠合焦状態，撮影倍率1/40倍状態の諸収差図である。

各諸収差図より本実施例に係るレトロフォーカスレンズは、諸収差を良好に補正し、優れた結像性能を有することがわかる。

【0044】

(第3実施例)

図5は、本発明の第3実施例に係るレトロフォーカスレンズのレンズ構成を示す図である。

図5に示すように、本実施例に係るレトロフォーカスレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、開口絞りSと、正の屈折力を有する第2レンズ群G2とから構成されている。

10

【0045】

第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ(第1負メニスカスレンズ)L11と、物体側に曲率のより大きい凸面を向けた両凸形状の正レンズL12と、物体側に凸面を向け像側面が周辺部において中心部よりも負の屈折力が小さくなる非球面である負メニスカスレンズ(第2負メニスカスレンズ)L13と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL14と、物体側に凸面を向け物体側面が非球面である負メニスカスレンズL15と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL16と両凸形状の正レンズL17との接合レンズと、両凹形状の負レンズL18と両凸形状の正レンズL19との接合レンズとからなる。

【0046】

第2レンズ群G2は、物体側から順に、正の屈折力を有する第2-1レンズ群G21と、正の屈折力を有する第2-2レンズ群G22と、正の屈折力を有する第2-3レンズ群G23とからなる。

20

第2-1レンズ群G21は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL21と両凹形状の負レンズL22との接合レンズと、物体側面が非球面である両凸形状の正レンズL23とからなる。

第2-2レンズ群G22は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL24と両凸形状の正レンズL25との接合レンズからなる。

第2-3レンズ群G23は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL26と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL27との接合レンズからなる。

30

【0047】

ここで、上記非球面レンズL13，L15は、それぞれ球面レンズ面上に薄い樹脂層を設け、該樹脂層の表面を非球面として成形することによって構成されたものである。

また、第2-2レンズ群G22中の正レンズL25，第2-3レンズ群G23中のL26は、それぞれd線($\lambda = 587.6 \text{ nm}$)に対するアッペ数が82.52の低分散レンズである。

本実施例に係るレトロフォーカスレンズにおいて、遠距離から近距離へのフォーカシングに際して、第2-2レンズ群G22のみが物体側へ移動するように構成されている。

以下の表3に、本発明の第3実施例に係るレトロフォーカスレンズの諸元の値を掲げる。

40

【0048】

(表3)

[全体諸元]

$f = 9.600$

$FNO = 2.89$

$2\omega = 114.6^\circ$

[レンズデータ]

面番号	r	d	v	n
1	62.4243	3.0000	42.72	1.834807
2	36.0000	8.5125		

50

3	88.9172	5.9757	38.03	1.603420	
4	-1035.1271	0.2000			
5	55.6701	2.0000	42.72	1.834807	
6	24.4921	0.0300	38.09	1.553890	
7	16.0000	3.0000			非球面
8	31.6577	1.8000	46.57	1.804000	
9	13.9993	4.6833			
10	27.9422	0.0300	38.09	1.553890	非球面
11	30.0568	1.8000	46.57	1.804000	
12	21.3769	2.0484			10
13	83.3011	7.9000	42.72	1.834807	
14	13.6672	7.2189	40.75	1.581439	
15	-23.8796	1.0000			
16	-51.5310	7.5482	42.72	1.834807	
17	11.7021	2.8501	31.07	1.688931	
18	-511.4076	2.5000			
19	∞	2.5000			開口絞り S
20	49.3837	3.8308	30.13	1.698947	
21	-11.5535	5.4132	42.72	1.834807	
22	45.1690	1.0000			20
23	21.9416	4.3577	59.37	1.583126	非球面
24	-23.4144	(d24)			
25	931.0004	1.2000	34.97	1.800999	
26	16.5951	6.8029	82.52	1.497820	
27	-20.8577	(d27)			
28	129.9447	5.6592	82.52	1.497820	
29	-16.0099	1.2000	34.97	1.800999	
30	-35.6169	(B.f.)			

[非球面データ]

30

(第7面)

$\kappa = 0.5999$
 $C_3 = -2.7406E-04$
 $C_4 = -6.3204E-05$
 $C_5 = -7.7218E-07$
 $C_6 = 2.6957E-07$
 $C_8 = -1.0800E-09$
 $C_{10} = 2.3419E-12$
 $C_{12} = -4.9029E-16$

(第10面)

40

$\kappa = -97.0000$
 $C_3 = 1.2351E-03$
 $C_4 = -1.7517E-05$
 $C_5 = -4.8500E-06$
 $C_6 = 1.0460E-07$
 $C_8 = 7.1238E-10$
 $C_{10} = 1.2855E-11$
 $C_{12} = -2.5861E-14$

(第23面)

$\kappa = 0.4762$

50

C 3 = -6.2611E-05
 C 4 = -6.7244E-06
 C 5 = -4.1881E-07
 C 6 = -9.8355E-08
 C 8 = 1.5649E-09
 C 10 = -1.2689E-11
 C 12 = 3.6962E-14

[フォーカシングデータ]

	無限遠合焦状態	撮影倍率1/40倍状態
f, β	9.59998	-0.02500
R	∞	497.88726
D 0	∞	359.6655
d24	3.66092	2.94751
d27	1.00000	1.71342
B.f.	39.50006	39.50006

10

【 0 0 4 9 】

図 6 (a) , (b) は、それぞれ本発明の第 3 実施例に係るレトロフォーカスレンズの無限遠合焦状態、撮影倍率 1/40 倍状態の諸収差図である。

各諸収差図より本実施例に係るレトロフォーカスレンズは、諸収差を良好に補正し、優れた結像性能を有することがわかる。

20

【 0 0 5 0 】

(第 4 実施例)

図 7 は、本発明の第 4 実施例に係るレトロフォーカスレンズのレンズ構成を示す図である。

図 7 に示すように、本実施例に係るレトロフォーカスレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、開口絞り S と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 とから構成されている。

【 0 0 5 1 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ (第 1 負メニスカスレンズ) L 1 1 と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 2 と、物体側に凸面を向け像側面が周辺部において中心部よりも負の屈折力が小さくなる非球面である負メニスカスレンズ (第 2 負メニスカスレンズ) L 1 3 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 4 と、物体側に凸面を向け物体側面が非球面である負メニスカスレンズ L 1 5 と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 6 と両凸形状の正レンズ L 1 7 との接合レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 8 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 9 との接合レンズとからなる。

30

【 0 0 5 2 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 2 - 1 レンズ群 G 2 1 と、小さい負の屈折力を有する第 2 - 2 レンズ群 G 2 2 と、正の屈折力を有する第 2 - 3 レンズ群 G 2 3 とからなる。

40

第 2 - 1 レンズ群 G 2 1 は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ L 2 1 と両凹形状の負レンズ L 2 2 との接合レンズと、物体側面が非球面である両凸形状の正レンズ L 2 3 とからなる。

第 2 - 2 レンズ群 G 2 2 は、物体側から順に、両凹形状の負レンズ L 2 4 と両凸形状の正レンズ L 2 5 との接合レンズからなる。

第 2 - 3 レンズ群 G 2 3 は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ L 2 6 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 2 7 との接合レンズからなる。

【 0 0 5 3 】

ここで、上記非球面レンズ L 1 3 , L 1 5 は、それぞれ球面レンズ面上に薄い樹脂層を

50

設け、該樹脂層の表面を非球面として成形することによって構成されたものである。

また、第2 - 2レンズ群G 2 2中の正レンズL 2 5，第2 - 3レンズ群G 2 3中のL 2 6は、それぞれd線($\lambda = 587.6 \text{ nm}$)に対するアッペ数が82.52の低分散レンズである。

本実施例に係るレトロフォーカスレンズにおいて、遠距離から近距離へのフォーカシングに際して、第2 - 2レンズ群G 2 2と第2 - 3レンズ群G 2 3とが物体側へ異なる比率で移動するように構成されている。本実施例において、第2 - 2レンズ群G 2 2の移動量に対する第2 - 3レンズ群G 2 3の移動量の比率は、0.6である。

以下の表3に、本発明の第3実施例に係るレトロフォーカスレンズの諸元の値を掲げる

10

【0054】

(表4)

[全体諸元]

$f = 9.628$

$FNO = 2.95$

$2\omega = 114.4^\circ$

[レンズデータ]

面番号	r	d	v	n	
1	58.4292	3.0000	42.71	1.834807	
2	36.0000	7.6967			
3	75.1398	5.9012	38.03	1.603420	
4	601.4064	0.2000			
5	50.6865	1.2000	42.71	1.834807	
6	22.2573	0.0300	38.09	1.553890	
7	16.0000	3.7432			非球面
8	30.2496	1.2000	46.57	1.804000	
9	14.0919	5.6545			
10	26.0274	0.0300	38.09	1.553890	非球面
11	21.9587	1.2000	46.57	1.804000	
12	17.2090	4.8526			
13	63.1242	7.9000	42.71	1.834807	
14	16.2777	7.9000	40.75	1.581439	
15	-33.9387	1.0000			
16	2064.5567	7.9000	42.71	1.834807	
17	9.3971	3.2400	31.07	1.688931	
18	99.6249	2.5000			
19	∞	2.5000			開口絞りS
20	32.8606	4.6032	30.13	1.698947	
21	-11.8057	1.2622	42.71	1.834807	
22	33.6284	1.0000			
23	19.1849	4.5441	59.37	1.583126	非球面
24	-21.3033	(d24)			
25	-48.2311	1.2000	34.97	1.800999	
26	21.4610	5.4940	82.52	1.497820	
27	-18.7540	(d27)			
28	139.9642	7.1163	82.52	1.497820	
29	-10.9318	1.2000	34.97	1.800999	
30	-21.8963	(B.f.)			

50

[非球面データ]

(第7面)

$\kappa = 0.5976$
 $C_3 = 1.2583E-04$
 $C_4 = -8.3647E-05$
 $C_5 = -9.9926E-07$
 $C_6 = 3.3825E-07$
 $C_8 = -1.0738E-09$
 $C_{10} = 2.0744E-12$
 $C_{12} = -4.7611E-16$

10

(第10面)

$\kappa = -20.8868$
 $C_3 = 1.6188E-04$
 $C_4 = 8.6571E-05$
 $C_5 = -4.3923E-06$
 $C_6 = 1.2587E-07$
 $C_8 = 7.2683E-10$
 $C_{10} = 3.0768E-12$
 $C_{12} = 1.9553E-14$

20

(第23面)

$\kappa = 0.9254$
 $C_3 = -5.7983E-05$
 $C_4 = -1.3631E-06$
 $C_5 = -8.3413E-07$
 $C_6 = -1.1313E-07$
 $C_8 = 1.9868E-09$
 $C_{10} = -2.0715E-11$
 $C_{12} = 7.0028E-14$

[フォーカシングデータ]

30

無限遠合焦状態

撮影倍率1/40倍状態

f, β	9.62842	-0.02500
R	∞	496.05261
D_0	∞	359.6926
d_{24}	2.59194	1.88841
d_{27}	0.20000	0.48141
$B.f.$	39.50005	39.92217

【0055】

図8(a), (b)は、それぞれ本発明の第4実施例に係るレトロフォーカスレンズの無限遠合焦状態、撮影倍率1/40倍状態の諸収差図である。

40

各諸収差図より本実施例に係るレトロフォーカスレンズは、諸収差を良好に補正し、優れた結像性能を有することがわかる。

【0056】

(第5実施例)

図9は、本発明の第5実施例に係るレトロフォーカスレンズのレンズ構成を示す図である。

図9に示すように、本実施例に係るレトロフォーカスレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、開口絞りSと、正の屈折力を有する第2レンズ群G2とから構成されている。

【0057】

50

第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ（第1負メニスカスレンズ）L11と、物体側に曲率のより大きい凸面を向けた両凸形状の正レンズL12と、物体側に凸面を向け像側面が周辺部において中心部よりも負の屈折力が小さくなる非球面である負メニスカスレンズ（第2負メニスカスレンズ）L13と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL14と、物体側に凸面を向け物体側面が非球面である負メニスカスレンズL15と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL16と両凸形状の正レンズL17との接合レンズと、両凹形状の負レンズL18と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL19との接合レンズとからなる。

【0058】

第2レンズ群G2は、物体側から順に、正の屈折力を有する第2-1レンズ群G21と、正の屈折力を有する第2-2レンズ群G22とからなる。 10

第2-1レンズ群G21は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL21と両凹形状の負レンズL22との接合レンズと、物体側面が非球面である両凸形状の正レンズL23とからなる。

第2-2レンズ群G22は、物体側から順に、両凹形状の負レンズL24と両凸形状の正レンズL25との接合レンズと、両凸形状の正レンズL26と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL27との接合レンズとからなる。

【0059】

ここで、上記非球面レンズL13，L15，L23は、それぞれ球面レンズ面上に薄い樹脂層を設け、該樹脂層の表面を非球面として成形することによって構成されたものである。 20

また、第2-2レンズ群G22中の2つの正レンズL25，L26は、それぞれd線（ $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ）に対するアッペ数が82.52の低分散レンズである。

本実施例に係るレトロフォーカスレンズにおいて、遠距離から近距離へのフォーカシングに際して、第2-2レンズ群G22のみが物体側へ移動するように構成されている。

以下の表5に、本発明の第5実施例に係るレトロフォーカスレンズの諸元の値を掲げる。

【0060】

（表5）

[全体諸元]

$f = 9.567$

$FNO = 2.90$

$2\omega = 114.8^\circ$

[レンズデータ]

面番号	r	d	v	n	
1	60.2661	3.0000	42.72	1.834807	
2	36.0000	8.8000			
3	83.8526	6.1778	38.03	1.603420	
4	-1743.6769	0.2000			
5	62.2757	2.0000	42.72	1.834807	
6	24.7178	0.0300	38.09	1.553890	
7	16.0000	3.0000			非球面
8	32.0080	1.8000	46.57	1.804000	
9	14.4893	4.5658		1.000000	
10	28.5432	0.0300	38.09	1.553890	非球面
11	30.0496	1.8000	46.57	1.804000	
12	19.9120	2.3084			
13	85.2909	7.9000	42.72	1.834807	
14	14.3748	7.7710	40.75	1.581439	

30

40

50

15	-29.9543	1.0000			
16	-124.0020	7.9000	42.72	1.834807	
17	10.4109	2.9009	31.07	1.688931	
18	107.6002	2.5000			
19	∞	2.5000			開口絞り S
20	25.4917	4.2387	30.13	1.698947	
21	-13.1233	2.9254	42.72	1.834807	
22	30.3460	1.0000			
23	18.6462	0.1000	38.09	1.553890	非球面
24	18.7816	3.9274	59.38	1.583130	10
25	-34.1660	(d25)			
26	-146.3255	1.2000	34.97	1.800999	
27	21.8526	5.9159	82.52	1.497820	
28	-17.9639	0.2000			
29	94.0076	7.1721	82.52	1.497820	
30	-11.2149	1.2000	34.97	1.800999	
31	-26.0232	(B.f.)			

[非球面データ]

(第7面)

κ = 0.5846
 C_3 = -3.3743E-04
 C_4 = -5.5904E-05
 C_5 = -9.1178E-07
 C_6 = 2.5516E-07
 C_8 = -1.0582E-09
 C_{10} = 2.5841E-12
 C_{12} = -1.1711E-15

(第10面)

κ = -97.0000
 C_3 = 1.0204E-03
 C_4 = 1.8608E-05
 C_5 = -6.8053E-06
 C_6 = 1.0391E-07
 C_8 = 1.5151E-09
 C_{10} = 7.5178E-12
 C_{12} = -1.8108E-14

(第23面)

κ = 0.8611
 C_3 = -6.2430E-05
 C_4 = -4.5806E-06
 C_5 = -8.1856E-07
 C_6 = -6.5984E-08
 C_8 = 1.9593E-09
 C_{10} = -2.1539E-11
 C_{12} = 7.6069E-14

[フォーカシングデータ]

無限遠合焦状態

撮影倍率1/40倍状態

f, β 9.56691 -0.02500

R	∞	493.96041
D 0	∞	357.8430
d25	2.59195	2.34205
B.f.	39.46205	39.71195

【 0 0 6 1 】

以下の表 6 に、上記各実施例に係るレトロフォーカスレンズの条件式対応値を掲げる。

(表 6)

	第 1 実施例	第 2 実施例	第 3 実施例	第 4 実施例	第 5 実施例	
(1)	-0.756	-1.406	-0.879	-0.868	-0.756	
(2)	2.359	2.782	2.522	3.237	2.366	10
(3)	6.277	6.263	6.503	6.054	6.299	
(4)	3.750	3.750	3.750	3.739	3.763	
(5)	8.734	12.216	9.262	7.804	8.765	
(6)	3.135	2.946	3.036	3.050	3.146	
(7)	82.52	82.52	82.52	82.52	82.52	
(8)	0.562	-	-	-	0.562	
(9)	0.209	-	-	-	0.209	
(1 0)	-	0.748	0.906	-	-	
(1 1)	-	0.507	0.697	-	-	
(1 2)	-	-	-	0.600	-	20

【 0 0 6 2 】

図 1 0 (a) , (b) は、それぞれ本発明の第 5 実施例に係るレトロフォーカスレンズの無限遠合焦状態、撮影倍率 1/40 倍状態の諸収差図である。

各諸収差図より本実施例に係るレトロフォーカスレンズは、諸収差を良好に補正し、優れた結像性能を有することがわかる。

【 0 0 6 3 】

上記各実施例によれば、フィルム又は固体撮像素子を用いる一眼レフカメラに適し、焦点距離の 3 . 5 倍以上のバックフォーカスを有し、良好な結像性能を有するレトロフォーカスレンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 4 】

【図 1】本発明の第 1 実施例に係るレトロフォーカスレンズのレンズ構成を示す図である。

【図 2】(a) , (b) は、それぞれ本発明の第 1 実施例に係るレトロフォーカスレンズの無限遠合焦状態、撮影倍率 1/40 倍状態の諸収差図である。

【図 3】本発明の第 2 実施例に係るレトロフォーカスレンズのレンズ構成を示す図である。

【図 4】(a) , (b) は、それぞれ本発明の第 2 実施例に係るレトロフォーカスレンズの無限遠合焦状態、撮影倍率 1/40 倍状態の諸収差図である。

【図 5】本発明の第 3 実施例に係るレトロフォーカスレンズのレンズ構成を示す図である。

【図 6】(a) , (b) は、それぞれ本発明の第 3 実施例に係るレトロフォーカスレンズの無限遠合焦状態、撮影倍率 1/40 倍状態の諸収差図である。

【図 7】本発明の第 4 実施例に係るレトロフォーカスレンズのレンズ構成を示す図である。

【図 8】(a) , (b) は、それぞれ本発明の第 4 実施例に係るレトロフォーカスレンズの無限遠合焦状態、撮影倍率 1/40 倍状態の諸収差図である。

【図 9】本発明の第 5 実施例に係るレトロフォーカスレンズのレンズ構成を示す図である。

【図 1 0】(a) , (b) は、それぞれ本発明の第 5 実施例に係るレトロフォーカスレン

ズの無限遠合焦状態，撮影倍率1/40倍状態の諸収差図である。

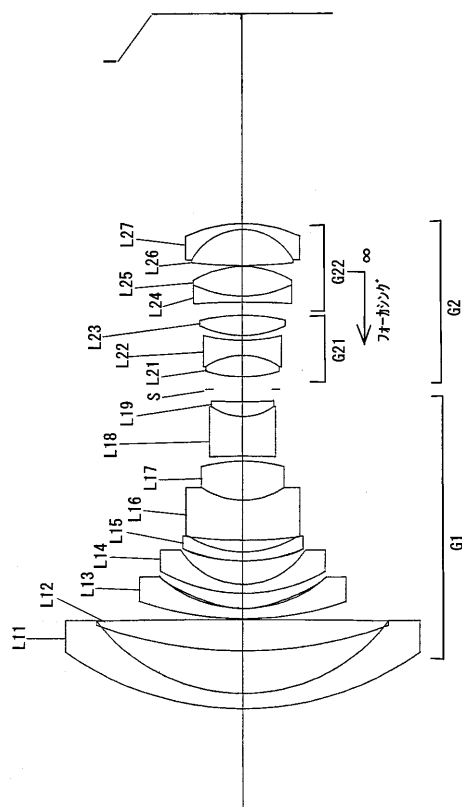
【符号の説明】

【0065】

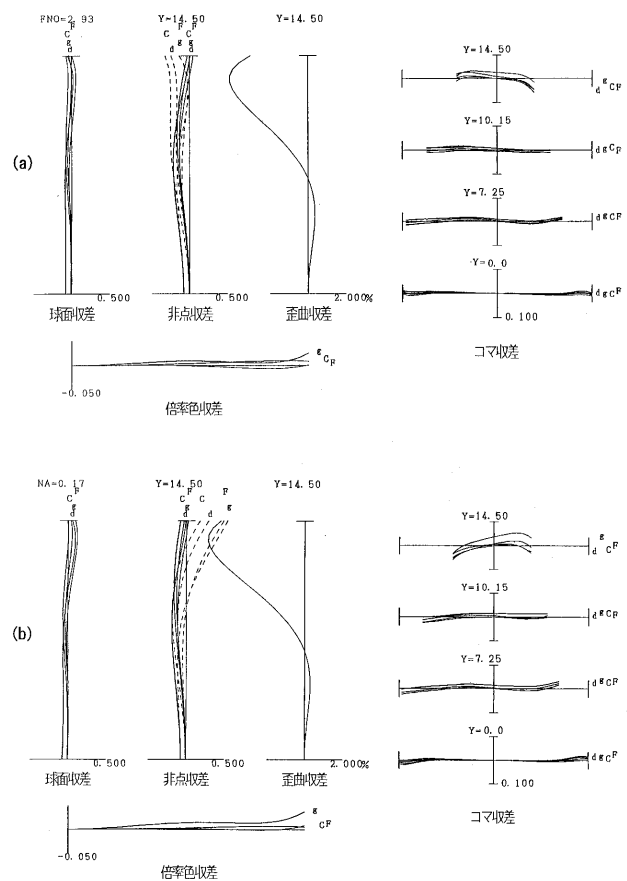
- G 1 第1レンズ群
- G 2 第2レンズ群
- G 2 1 第2 - 1レンズ群
- G 2 2 第2 - 2レンズ群
- G 2 3 第2 - 3レンズ群
- S 開口絞り
- I 像面

10

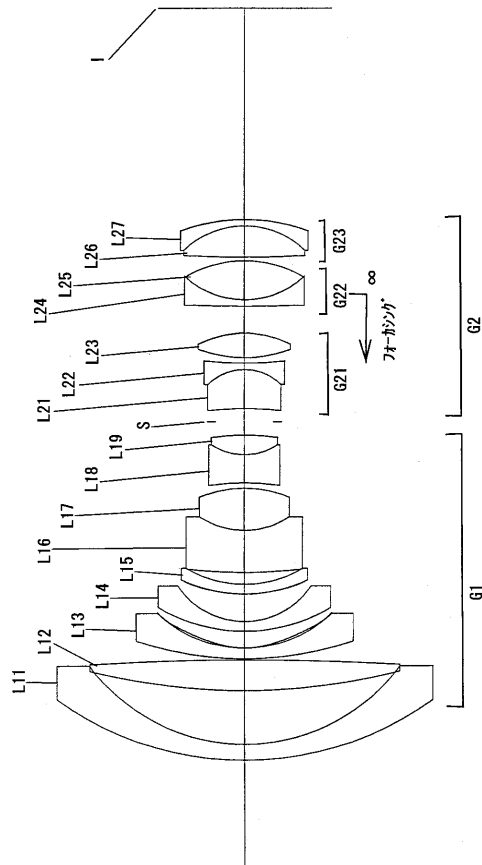
【図1】



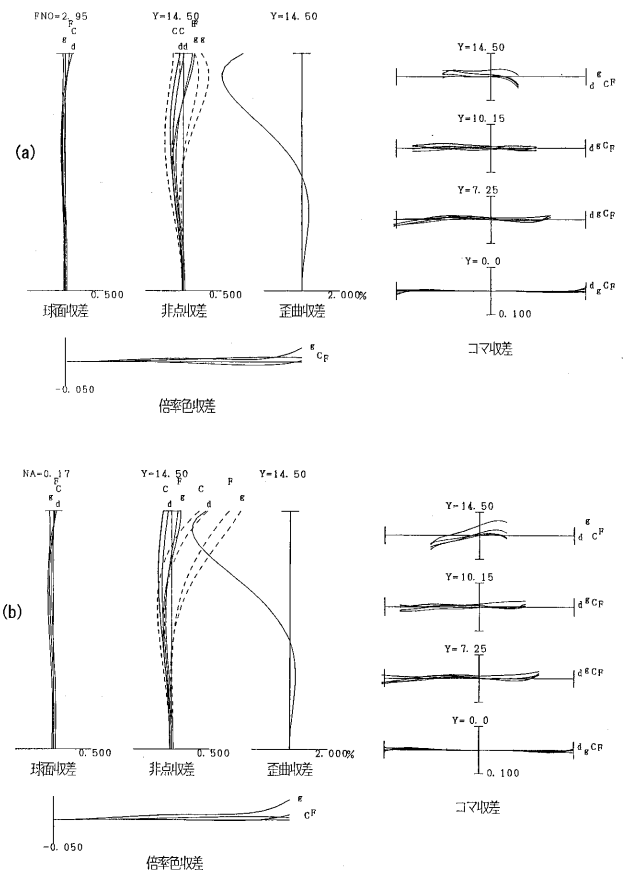
【図2】



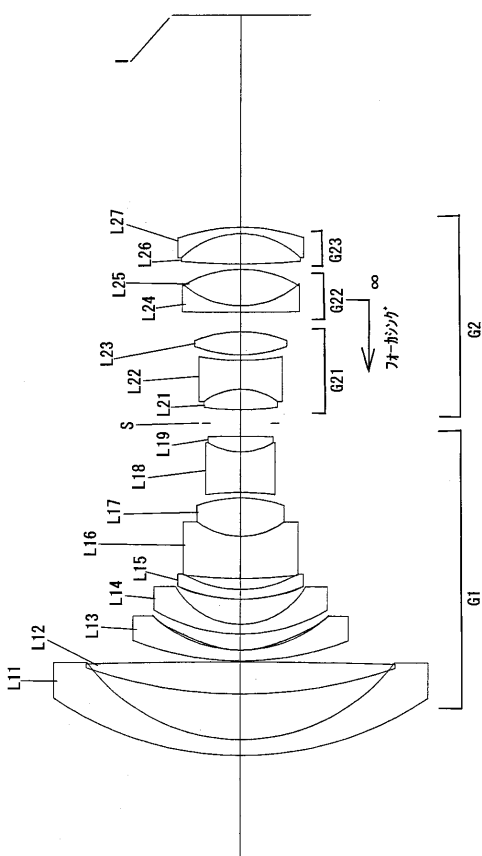
【図 3】



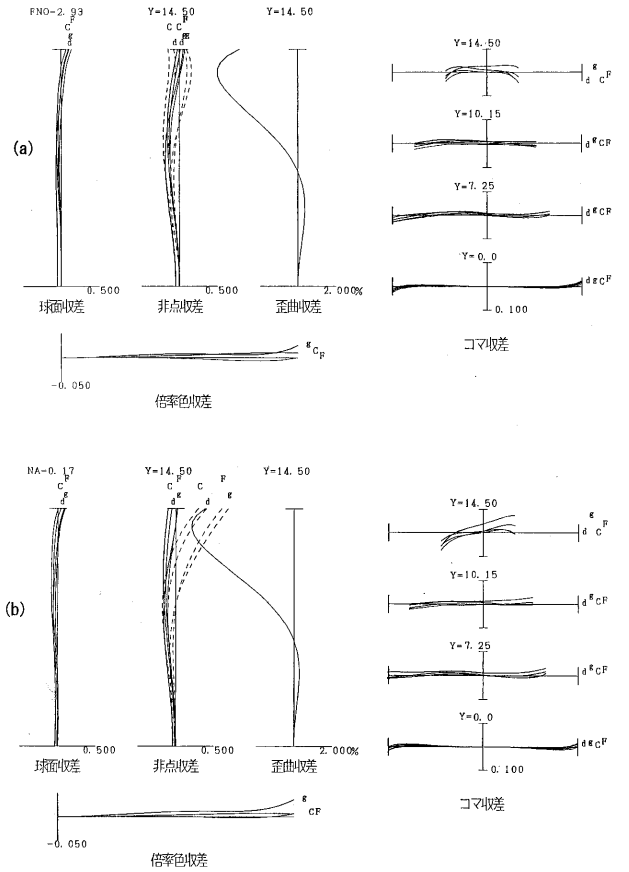
【図 4】



【図 5】



【図 6】



(a)

球面収差

非点収差

歪曲収差

(b)

コマ収差

Y=14.50

Y=10.15

Y=7.25

Y=0.0

0.500

2.000%

0.100

C

P

[illegible]

Figure 1 consists of five sub-diagrams illustrating the relationship between various types of optical aberrations and the parameter Y .

- 球面収差 (Spherical Aberration):** The diagram shows a vertical line with a scale from 0 to 0.500. The parameter $Y = 2.93$ is indicated at the top. The label C is present.
- 非点収差 (Coma):** The diagram shows a vertical line with a scale from 0 to 0.500. The parameter $Y = 14.50$ is indicated at the top. The label C is present.
- 歪曲収差 (Distortion):** The diagram shows a vertical line with a scale from 0 to 2.000%. The parameter $Y = 14.50$ is indicated at the top.
- 倍率色収差 (Lateral Chromatic Aberration):** The diagram shows a horizontal line with a scale from 0 to -0.050. The parameter $Y = 14.50$ is indicated at the top. The label C_P is present.
- コマ収差 (Coma):** The diagram shows a horizontal line with a scale from 0 to 0.100. The parameter $Y = 14.50$ is indicated at the top. The label C_P is present.

The parameter Y is defined as $Y = 14.50$ for the first four diagrams and $Y = 0.0$ for the fifth diagram.

フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA02 LA03 MA07 MA08 MA09 PA11 PA16 PB16 PB18 PB19
QA02 QA07 QA17 QA21 QA22 QA26 QA37 QA41 QA45 RA05
RA12 RA32