

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4110599号
(P4110599)

(45) 発行日 平成20年7月2日(2008.7.2)

(24) 登録日 平成20年4月18日(2008.4.18)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 2 B 15/20 (2006.01) G O 2 B 15/20
G 0 2 B 13/18 (2006.01) G O 2 B 13/18

請求項の数 7 (全 28 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平9-319197 (22) 出願日 平成9年11月6日(1997.11.6) (65) 公開番号 特開平11-142740 (43) 公開日 平成11年5月28日(1999.5.28) 審査請求日 平成16年10月20日(2004.10.20)</p>	<p>(73) 特許権者 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 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 審査官 瀬川 勝久</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、正屈折力を有する第1レンズ群G1と、負屈折力を有する第2レンズ群G2と、正屈折力を有する第3レンズ群G3と、正屈折力のレンズ群Gmとからなり、前記第1レンズ群G1と前記第2レンズ群G2との空気間隔を変化させることにより変倍を行うズームレンズにおいて、

前記レンズ群Gmは、物体側から順に、物体側に凸面を向け全体としてメニスカス形状を有するレンズ成分L1と、物体側に凸面を向けた接合または単レンズからなる正レンズ成分L2と、正レンズ成分L3と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ成分L4とからなり、

前記レンズ成分L1と前記正レンズ成分L2との間には物体側に凸面を向けたメニスカス形状の空気レンズを有し、かつ前記正レンズ成分L3と前記負レンズ成分L4との間には像側に凸を向けたメニスカス形状の空気レンズを有し、

前記レンズ成分L1の最も物体側の面の曲率半径をR1とし、前記レンズ成分L1の最も像側の面の曲率半径をRaとし、

前記正レンズ成分L2の最も物体側の面の曲率半径をRbとし、前記正レンズ成分L3の最も像側の面の曲率半径をRcとし、

前記負レンズ成分L4の最も物体側の面の曲率半径をRdとしたとき、

$$0.1 \leq \left\{ \frac{Rb+Ra}{Rb-Ra} \right\} \left\{ \frac{Rd+Rc}{Rd-Rc} \right\} \leq 8 \quad (1)$$

$$0 < (Ra - R1) / (Ra + R1) < 0.3 \quad (2)$$

の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

前記レンズ成分 L 1 は正メニスカス単レンズより成ることを特徴とする請求項 1 記載のズームレンズ。

【請求項 3】

前記レンズ成分 L 1 は、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からなり、全体として負の屈折力を有する接合負メニスカスレンズであることを特徴とする請求項 1 記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記正レンズ成分 L 2 は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた正レンズの接合からなり、全体として正の屈折力を有する接合正レンズ成分であることを特徴とする請求項 1、2 または 3 記載のズームレンズ。

10

【請求項 5】

前記正レンズ成分 L 2 は物体側に凸面を向けた正レンズよりなることを特徴とする請求項 1、2 または 3 記載のズームレンズ。

【請求項 6】

前記レンズ成分 L 1 の最も像側の面から前記正レンズ成分 L 2 の最も物体側の面までの光軸上の距離を d_{12} とし、

前記正レンズ成分 L 3 の最も像側の面から前記負レンズ成分 L 4 の最も物体側の面までの光軸上の距離を d_{34} とし、

20

前記レンズ成分 L 1 の最も物体側の面から正レンズ成分 L 2 の最も像側の面までの光軸上の合計の厚さを d_F とし、前記正レンズ成分 L 3 の最も物体側の面から前記負レンズ成分 L 4 の最も像側の面までの光軸上の合計の厚さを d_R としたとき、

$$0 < d_{12} / d_F < 0.7 \quad (3)$$

$$0 < d_{34} / d_R < 0.85 \quad (4)$$

の条件を満足することを特徴とする請求項 1、2、3、4 または 5 記載のズームレンズ。

【請求項 7】

前記正レンズ成分 L 3 の焦点距離を f_3 とし、

前記負メニスカスレンズ成分 L 4 の焦点距離を f_4 とし、

前記レンズ群 G m 全体の焦点距離を f_m としたとき

30

$$-0.8 < f_3 / f_4 < -0.8 \quad (5)$$

$$-1 < f_4 / f_m < -0.1 \quad (6)$$

の条件式を満足することを特徴とする請求項 1、2、3、4、5 または 6 記載のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、小型軽量でコストが安く、優れた光学性能を有し、かつ製造・組み立てが容易なズームレンズ、特にコンパクトな標準ズームレンズに関する。

【0002】

40

【従来の技術】

近年、広角を含み、かつズーム比が 3 ~ 4 倍のいわゆる標準ズームレンズは小型化と低コスト化の一途をたどり、カメラボディに装着されたまま持ち運ばれる場合が非常に多くなっている。このため、標準ズームレンズは小型で軽量、かつ十分な結像性能を有し、さらに安価であることが必須の条件になっている。かかる条件を満足するにはズームレンズの各レンズ群を強いパワーで構成し、かつ各レンズ群を出来る限り薄肉化する必要がある。薄肉化のためにレンズ枚数を軽減するには、非球面レンズを導入するのが効果的である。近年、非球面レンズが安価で生産できるようになり、例えば、特開平 8 - 248319 号公報に開示されるようなパワー配置が正負正正、正負負正である 4 群ズームレンズの第 2 群、第 4 群等に非球面レンズを使用する例が増えている。また、該非球面は正負正負正な

50

どの5群以上のズームレンズの後群などに使用することも可能であり、同様の薄肉化の効果が期待できる。さらに、非球面を使用せずに、標準ズームレンズの小型化と小径化を試みた例に、特公平4-40689号公報、特公昭61-60418号公報、特公平1-46044号公報、特開昭62-270910号公報、特開平6-337354号公報等に開示されたズームレンズがある。

【0003】

【本発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特開平8-248319号公報に開示されたズームレンズに代表される正負正正4群ズームレンズにおいては、4群中の非球面レンズの加工が比較的難しく、また鏡筒組み込み時の偏心精度、空気間隔精度が厳しく、設計性能を十分維持したまま製造することが難しいという問題がある。また、組み立て調整にかかるコストも増加してしまうため、非球面レンズの採用によるレンズ枚数の軽減のコスト面での効果が相殺されてしまう傾向がある。

10

【0004】

また、非球面を使用せずに、標準ズームレンズの小型化と小径化を試みた、特公平4-40689号公報、特公昭61-60418号公報、特公平1-46044号公報、特開昭62-270910号公報、特開平6-337354号公報等に開示されたズームレンズは、比較的大型で、ズーム比も3倍程度のものが主流である。このため、ズーム比が大きくても大型で構成枚数も多く、光学性能も不十分である。

【0005】

本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、精度的に厳しい後方レンズ群に非球面を使用せずに、小径・小型であり、少ないレンズ構成枚数で、コストパフォーマンスに優れ、製造時の難易度のより少ない、変倍比3.5～3.8倍程度で、かつ高性能なズームレンズを提供することを目的としている。

20

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正屈折力を有する第3レンズ群G3と、正屈折力のレンズ群Gmとからなり、前記第1レンズ群G1と前記第2レンズ群G2との空気間隔を変化させることにより変倍を行うズームレンズにおいて、

30

【0007】

前記レンズ群Gmは、物体側から順に、物体側に凸面を向け全体としてメニスカス形状を有するレンズ成分L1と、物体側に凸面を向けた接合または単レンズからなる正レンズ成分L2と、正レンズ成分L3と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ成分L4とからなり、

【0008】

前記レンズ成分L1と前記正レンズ成分L2との間には物体側に凸面を向けたメニスカス形状の空気レンズを有し、かつ前記正レンズ成分L3と前記負レンズ成分L4との間には像側に凸を向けたメニスカス形状の空気レンズを有し、

$$0.1 \leq \left\{ \frac{R_b + R_a}{R_b - R_a} \right\} / \left\{ \frac{R_d + R_c}{R_d - R_c} \right\} \leq 8 \quad (1)$$

40

$$0 < (R_a - R_1) / (R_a + R_1) < 0.3 \quad (2)$$

の条件を満足することを特徴としている。

【0009】

ここで、R1は前記レンズ成分L1の最も物体側の面の曲率半径、

Raは前記レンズ成分L1の最も像側の面の曲率半径、

Rbは前記正レンズ成分L2の最も物体側の面の曲率半径、

Rcは前記正レンズ成分L3の最も像側の面の曲率半径、

Rdは前記負レンズ成分L4の最も物体側の面の曲率半径をそれぞれ表している。

【0010】

【発明の実施の形態】

50

本発明のズームレンズは、基本的にパワー配置で正負正正を代表とする凸先行ズームレンズの後群（マスター群）に、極端な非球面レンズの効果を利用すること無しに、良好な性能を確保し、改良したズームレンズである。

【0011】

条件式（1）は、レンズ群G_mの中のレンズ成分L₁と前記正レンズ成分L₂との間に存在する物体側に凸面を向けたメニスカス形状の空気レンズの形状と、レンズ群G_mの中の正レンズ成分L₃と前記負レンズ成分L₄との間に存在する像側に凸を向けたメニスカス形状の空気レンズの形状を相対的に規定する条件である。本発明におけるレンズ群G_mは、前述の特開平8-248319号公報に代表されるズームレンズの4群と異なり、後述する実施例にも示すとおり、マスターレンズ群でもあるレンズ群G_mが比較的独立して良好に収差補正を行なっている。このためには本発明の上記構成が必須であり、上記2つの空気レンズのパワー及び形状が重要な要素となる。この空気レンズは、レンズ群G_mの中心に向かって、それぞれ凹面を向けている。ここで、レンズ群G_m全体としてテレフォト型としているため、若干対称性をくずしてある。しかし、条件式に定める適切な範囲を満足することにより、極端に強い効果を有する非球面を使用すること無く良好な収差補正が可能である。

10

【0012】

条件式（1）の上限値を上回ると、レンズ群G_mの中の正レンズ成分L₃と前記負レンズ成分L₄との間の像側に凸を向けたメニスカス形状空気レンズ（以下、「レンズ群G_mの中の像側の空気レンズ」という）より、レンズ群G_mの中のレンズ成分L₁と前記正レンズ成分L₂との間の物体側に凸面を向けたメニスカス形状からなる空気レンズ（以下、「レンズ群G_mの中の物体側の空気レンズ」という）の方が曲率が強くなり、光軸に平行に入射する光束に対してレンズ群G_mの中の物体側の空気レンズの偏角が著しく大きくなる。この結果、高次の球面収差が著しく発生するので好ましくない。また、レンズ製造の観点からも各精度に対する敏感度が増加する（許容誤差が小さくなる）傾向があるので好ましくない。さらに好ましくは、条件式（1）の上限値を6以下に設定すると、球面収差等の諸収差をより良好に補正できる。加えて条件式（1）の上限値を5.5以下に設定すると本発明の効果を最大限に発揮できるので望ましい。逆に、条件式（1）の下限値を下回ると、上限値を上回る場合とは逆に、レンズ群G_mの中の物体側の空気レンズに比較して、レンズ群G_mの中の像側の空気レンズの方が曲率が強くなり、斜光線に対する空気レンズの偏角が著しく強くなる。このため、コマ収差、倍率色収差、歪曲等の軸外収差が悪化し、好ましくない。また、著しく強い曲率は強いゴーストの発生源になるので好ましくない。さらに好ましくは、条件式（1）の下限値を0.2以上に設定するとよりコマ収差、倍率色収差、歪曲等の軸外収差が良好に補正可能となる。また、条件式（1）の下限値を0.35以上に設定するとより本発明の効果を最大限に発揮できる。

20

30

【0013】

条件式（2）は前記レンズ群G_m中の物体側に凸面を向け、全体としてメニスカス形状を有するレンズ成分L₁の適切なベンディング形状を規定している。後述する実施例に示すとおり、前記レンズ成分L₁は単レンズまたは複数のレンズを有していても良い。そして条件式（2）は、複数レンズの場合はレンズ成分L₁全体のベンディングを規定することとする。前記レンズ成分L₁は、条件式（1）で説明した空気レンズの作用と相まって、本発明のズームレンズの特徴の1つとなっている。前記レンズ成分L₁は球面収差、軸上色収差を補正する役割を担っている。特に、高次の球面収差を発生させ、各焦点距離における球面収差の変動を抑えている。したがって、光軸に平行に入射する光束に対する前記レンズ成分L₁の各面の偏角の適切な値を設定することにより、良好な収差補正が可能になる。

40

【0014】

このため、条件式（2）の上限値を越えた場合は、前記レンズ成分L₁の形状が平凸形状に近づき、特に、像側の面の偏角が減少する方向に変化する。また、直後の空気レンズのパワーも減少することとなる。このため、最適な高次の球面収差が発生しなくなり、結果

50

的に各焦点距離における球面収差の変動を抑えることが困難になる。さらに好ましくは、条件式(2)の上限値を0.23以下に設定すると、球面収差等の諸収差をより良好に補正できる。加えて、条件式(2)の上限値を0.2以下に設定すると本発明の効果を最大限に発揮できる。逆に、条件式(2)の下限値を下回る場合、前記レンズ成分L1の形状が逆方向を向くことになり、上限値を上回る場合と同様に、最適な高次の球面収差が発生しなくなり、結果的に各焦点距離における球面収差の変動を抑えることが困難になる。

【0015】

前記レンズ成分L1は正メニスカス単レンズよりなる構成または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からなり、全体として負の屈折力を有する接合負メニスカスレンズよりなることが好ましい。前記レンズ成分L1を正メニスカス単レンズとするか接合負メニスカスレンズとするかの選択は、ズームレンズの仕様による。球面収差を良好に補正し明るいF値のズームレンズとするなら、正メニスカス単レンズを選択し、軸外収差を良好に補正し、広画角のズームレンズとするなら、接合負メニスカスレンズを選択する方がよい。

10

【0016】

また、本発明のズームレンズでは、前記正レンズ成分L2は、両凸単レンズもしくは物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた正レンズの接合からなり、全体として正の屈折力を有する接合正レンズ成分より構成されることが好ましい。

【0017】

また、本発明のズームレンズでは、前記正レンズ成分L2は物体側に凸面を向けた正レンズよりなることが好ましい。

20

【0018】

また、本発明のズームレンズでは、以下の条件式(3)、(4)、

$$0 < d_{12} / d_F \quad 0.7 \quad (3)$$

$$0 < d_{34} / d_R \quad 0.85 \quad (4)$$

を満足することが好ましい。

【0019】

ここで、 d_{12} は前記レンズ成分L1の最も像側の面から前記正レンズ成分L2の最も物体側の面までの光軸上の距離、

d_{34} は前記正レンズ成分L3の最も像側の面から前記負レンズ成分L4の最も物体側の面までの光軸上の距離、

30

d_F は前記レンズ成分L1の最も物体側の面から正レンズ成分L2の最も像側の面までの光軸上の合計の厚さ、

d_R は前記正レンズ成分L3の最も物体側の面からと前記負レンズ成分L4の最も像側の面までの光軸上の合計の厚さをそれぞれ表している。

【0020】

条件式(3)は前記レンズ成分L1と前記正レンズ成分L2との間の空気レンズの光軸上の適切な厚さを規定している。条件式(3)の上限値を上回る場合、前記レンズ成分L1と前記正レンズ成分L2との間隔が著しく大きくなってしまふ。このため、空気レンズの収差補正効果が著しく減少し、特に各焦点距離における球面収差の変動を抑えることが困難になる。さらに好ましくは、条件式(3)の上限値を0.5以下に設定すると、球面収差球面収差等の諸収差をより良好に補正できる。また、条件式(3)の上限値を0.25以下、さらに0.15以下に設定すると本発明の効果を最大限に発揮できる。逆に、条件式(3)の下限値を下回る場合は、前記レンズ成分L1と前記正レンズ成分L2が接合レンズであることを意味する。従って、前記レンズ成分L1と前記正レンズ成分L2の間には空気レンズが存在しないことになってしまう。

40

【0021】

条件式(4)は前記正レンズ成分L3と前記負レンズ成分L4との間の空気レンズの光軸上の適切な厚さを規定している。条件式(4)の上限値を上回る場合は、前記レンズ成分L3と前記正レンズ成分L4との間隔が著しく大きくなってしまふ。このため、空気レン

50

ズの収差補正効果が著しく減少し、特に上方コマ収差、歪曲等の軸外収差の補正が困難になる。さらに好ましくは、条件式(4)の上限値を0.7以下に設定すると、コマ収差等の諸収差をより良好に補正できる。また、条件式(4)の上限値を0.6以下、さらに0.5以下に設定すると本発明の効果を最大限に発揮できる。

【0022】

また、本発明のズームレンズでは、以下の条件式(5)、(6)、

$$-8 < f_3 / f_4 < -0.8 \quad (5)$$

$$-1 < f_4 / f_m < -0.1 \quad (6)$$

を満足することが好ましい。

【0023】

ここで、 f_3 は前記正レンズ成分 L_3 の焦点距離、
 f_4 は前記負メニスカスレンズ成分 L_4 の焦点距離、
 f_m は前記レンズ群 G_m の全体の焦点距離をそれぞれ表している。

【0024】

条件式(5)は前記正レンズ成分 L_3 と前記負レンズ成分 L_4 の焦点距離の適切な比を規定している。条件式(5)の上限値を上回る場合、前記負レンズ成分 L_4 より前記正レンズ成分 L_3 のパワーが著しく大きくなり、パワーのバランスを大きく崩してしまう。この結果、上方コマ収差等の軸外収差、球面収差の補正が困難になる。また、直前のレンズ群とのデッドスペースの確保が困難になり、好ましくない。さらに好ましくは、条件式(5)の上限値を-1以上に設定すると、コマ収差等の諸収差をより良好に補正できる。また、条件式(5)の上限値を-1.1以上に設定すると本発明の効果を最大限に発揮できる。逆に、条件式(5)の下限値を下回る場合、前記正レンズ成分 L_3 より前記負レンズ成分 L_4 のパワーが著しく大きくなり、パワーのバランスを大きく崩してしまう。この結果、上方コマ収差、歪曲等の軸外収差の補正が困難になる。また、バックフォーカスの確保が困難になるので好ましくない。さらに好ましくは、条件式(5)の下限値を-6以上に設定すると、コマ収差等の諸収差をより良好に補正できる。また、条件式(5)の下限値を-5以上に設定すると本発明の効果を最大限に発揮できる。

【0025】

条件式(6)は前記負レンズ成分 L_4 の焦点距離の適切な範囲を規定している。条件式(6)の上限値を上回る場合、前記負レンズ成分 L_4 のパワーが著しく大きくなり、パワーのバランスを大きく崩してしまう。この結果、上方コマ収差、歪曲等の軸外収差の補正が困難になる。また、バックフォーカスの確保が困難になるので好ましくない。さらに好ましくは、条件式(6)の上限値を-0.2以下に設定すると、コマ収差等の諸収差をより良好に補正できる。また、条件式(6)の上限値を-0.3以下、さらに-0.5以下に設定すると本発明の効果を最大限に発揮できる。逆に、条件式(6)の下限値を下回る場合、前記負レンズ成分 L_4 のパワーが著しく小さくなり、パワーのバランスを大きく崩してしまう。また、直前のレンズ群とのデッドスペースの確保が困難になり、好ましくない。さらに好ましくは、条件式(6)の下限値を-0.95以上に設定すると、よりバックフォーカスの確保が容易になり、条件式(6)の下限値を-0.9以上に設定すると本発明の効果を最大限に発揮できる。

【0026】

【実施例】

以下に添付図面に基づいて本発明の実施の形態にかかるズームレンズを説明する。

【0027】

(第1実施例)

図1は本発明の第1実施例にかかるズームレンズのレンズ構成と広角端から望遠端にいたる各レンズ群の移動軌跡を示す図である。第1実施例にかかるズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群 G_1 と、負の屈折力を有する第2レンズ群 G_2 と、正の屈折力を有する第3レンズ群 G_3 と、正の屈折力を有する第4レンズ群 G_m の正・負・正・正の4つのレンズ群から構成されている。

10

20

30

40

50

【0028】

第1レンズ群G1は物体側から、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと正メニスカスレンズとの接合よりなる接合正レンズL11、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12より構成され、第2レンズ群G2は物体側から、物体側に非球面を有し、樹脂とガラス部材の複合からなる負メニスカスレンズL21、両凹レンズL22、両凸レンズL23、両凹レンズと両凸レンズとの接合により成り物体側に凹面を向けた接合負メニスカスレンズL24より構成され、第3レンズ群G3は物体側から、開口絞りS、両凸レンズL31、両凸レンズと両凹レンズとの接合より成る接合正レンズL32より構成され、第4レンズ群Gmは物体側から、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL1、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズとの接合よりなる接合正レンズL2、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL3、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL4より構成されている。

10

【0029】

変倍は広角端から望遠端に向かって、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の空気間隔が拡大し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間の空気間隔が縮小し、第3レンズ群G3と第4レンズ群Gmとの間の空気間隔が縮小するように全レンズ群を独立して移動することによって行なう。また、近距離合焦は第2レンズ群G2を物体方向に移動して行なう。

【0030】

以下の表1に第1実施例にかかるズームレンズの諸元値を示す。表において、面番号は物体側から数えたレンズ面の番号、rは曲率半径、dは面間隔、ndはd線($\lambda = 587.56 \text{ nm}$)に対する屈折率、 d はアッペ数である。また、fは焦点距離、FNOはFナンバー、 2θ は画角、Bfはバックフォーカスをそれぞれ示している。

20

【0031】

また、非球面は、光軸から垂直方向の高さyにおける各非球面の頂点の接平面から光軸方向に沿った距離(サグ量)をS(y)とし、基準曲率半径をR、円錐係数をk、n次の非球面係数をCnとするととき、以下の非球面式で与えられるものとする。

【0032】

【数1】

$$S(y) = (y^2/R) / [1 + (1 - \kappa \cdot y^2/R^2)^{1/2}] + C3 \cdot |y|^3 + C4 \cdot y^4 + C5 \cdot |y|^5 + C6 \cdot y^6 + C7 \cdot |y|^7 + C8 \cdot y^8 + C9 \cdot |y|^9 + C10 \cdot y^{10} + C12 \cdot y^{12} + C14 \cdot y^{14}$$

30

【0033】

表中のレンズデータにおいて、非球面には*印を付してあり、曲率半径rには近軸曲率半径を掲げる。また、以下のすべての実施例において、諸元値、非球面式などは第1実施例と同様のものを用いる。

【0034】

【表1】

40

$f = 29 \sim 102 \text{ mm}$

$FNO = 3.58 \sim 4.57$

$2\omega = 75.1 \sim 23.6 \text{ 度}$

(レンズデータ)

面番号	r	d	nd	νd	
1	64.59733	1.60000	1.860741	23.01	10
2	43.93468	7.00000	1.603001	65.42	
3	133.25217	0.10000	1.000000		
4	44.96142	6.00000	1.620409	60.14	
5	138.36050	D5	1.000000		
*6	359.22497	0.05000	1.495210	56.34	20
7	80.00000	1.60000	1.840421	43.35	
8	13.94783	5.00000	1.000000		
9	-50.56575	1.00000	1.796681	45.37	
10	40.83988	0.50000	1.000000		
11	27.38145	4.00000	1.688930	31.08	
12	-39.38317	1.60000	1.000000		
13	-16.51500	1.10000	1.772789	49.45	
14	336.30779	2.35000	1.804581	25.50	
15	-35.86929	D15	1.000000		
16 (開口絞り)	1.25000	1.000000			
17	96.46656	3.20000	1.612720	58.54	
18	-50.68213	0.10000	1.000000		40
19	33.10808	6.00000	1.620409	60.14	
20	-23.70721	1.50000	1.834000	37.35	
21	138.45459	D21	1.000000		
22	15.04790	3.20000	1.603001	65.42	
23	17.07072	1.30000	1.000000		

24	27.02352	1.85000	1.796681	45.37
25	11.88653	8.50000	1.516800	64.10
26	-39.19592	1.00000	1.000000	
27	-92.62640	6.00000	1.487490	70.41
28	-19.29532	1.20000	1.000000	
29	-14.89949	1.50000	1.796681	45.37
30	-34.25972	BF	1.000000	

10

(非球面係数)

第6面

κ	400.000
C3	-0.24560×10^{-4}
C4	2.81770×10^{-5}
C5	0.65534×10^{-6}
C6	-1.18080×10^{-7}
C7	-0.89550×10^{-9}
C8	5.09810×10^{-10}
C9	0.0
C10	-1.0874×10^{-12}
C12	0.31692×10^{-14}
C14	0.0

20

30

F	29.00000	50.00000	102.00000
D0	0.0000	0.0000	0.0000
D5	1.82043	12.60993	29.69067
D15	11.73242	5.99633	0.87257
D21	5.79309	2.61711	0.82545
BF	37.94289	51.71070	63.53376

40

β	-0.03333	-0.03333	-0.03333
D0	818.4666	1411.8082	2817.2270
D5	1.31685	12.14048	28.95724
D15	12.23600	6.46578	1.60600
D21	5.79309	2.61711	0.82545
BF	37.94948	51.71726	63.54029

10

β	-0.06945	-0.11481	-0.19148	-0.50000
D0	367.3112	351.6660	329.6774	44.8350
D5	0.78191	11.03629	26.00578	21.58877
D15	12.77094	7.56997	4.55746	8.97447
D21	5.79309	2.61711	0.82545	0.82545
BF	37.97169	51.78941	63.75280	65.09963

20

(条件対応値)

$\left \frac{(Rb+Ra)}{Rb-Ra} \right / \left \frac{(Rd+Rc)}{(Rd-Rc)} \right $	0.569
$(Ra-R1) / (Ra+R1)$	0.06298
$d12 / dF$	0.0875
$d34 / dR$	0.1379
$f3 / f4$	-1.421
$f4 / fm$	-0.622

30

【0035】

図2乃至図4は第1実施例にかかるズームレンズの諸収差を示す図である。図中、FNOはFナンバー、Yは像高、d、gはそれぞれd線、g線の収差曲線であることを示している。また、非点収差図において、実線はサジタル像面、点線はメリジオナル像面を示している。以下、すべての実施例の収差図において第1実施例と同様の符号を用いる。

【0036】

図2は、広角端での無限遠合焦時の収差図である。大画角まで十分カバーし、良好に収差補正が成されていることがわかる。図3は、中間焦点距離での無限遠合焦時の収差図である。広角端同様、良好に収差補正が成されていることがわかる。図4は、望遠端の無限遠合焦時の収差図である。広角端同様、良好に収差補正が成されていることがわかる。

40

【0037】

(第2実施例)

図5は本発明の第2実施例にかかるズームレンズのレンズ構成と広角端から望遠端にいたる各レンズ群の移動軌跡を示す図である。第2実施例にかかるズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群Gmの正・負・正・正の4つの群から構成されている。

【0038】

第1レンズ群G1は物体側から、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと正メニスカ

50

スレンズとの接合よりなる接合正レンズ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より構成され、第2レンズ群G 2は物体側から、物体側に非球面を有する負メニスカスレンズL 2 1、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 2 2、両凸レンズL 2 3、両凹レンズと両凸レンズとの接合により成り物体側に凹面を向けた接合負メニスカスレンズL 2 4より構成され、第3レンズ群G 3は物体側から、開口絞りS、両凸レンズL 3 1、両凸レンズと両凹レンズとの接合より成る接合正レンズL 3 2より構成され、第4レンズ群G mは物体側から、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 1、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズとの接合より成る接合正レンズL 2、両凸レンズL 3、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 4より構成されている。変倍は広角端から望遠端に向かって、第1レンズ群G 1と第2レンズ群G 2との間の空気間隔が

10

【0039】

表2に第2実施例にかかるズームレンズの諸元値を掲げる。

【0040】

【表2】

$f = 29 \sim 102 \text{ mm}$

$FNO = 3.6 \sim 4.57$

$2\omega = 75.9 \sim 23.7 \text{ 度}$

(レンズデータ)

面番号	r	d	nd	νd	
1	70.0252	1.60000	1.860741	23.01	10
2	44.6811	6.50000	1.651599	58.50	
3	131.7460	0.10000	1.000000		
4	47.4730	5.5000	1.696800	55.60	
5	136.3218	D5	1.000000		
*6	683.5968	1.6000	1.840421	43.35	20
7	16.8087	4.7000	1.000000		
8	482.9798	1.3000	1.796681	45.37	
9	24.8354	3.0000	1.000000		
10	27.0282	4.0000	1.749501	35.19	
11	-300.2163	3.5000	1.000000		
12	-22.7363	1.2000	1.748099	52.30	
13	48.8582	3.0000	1.730378	25.48	
14	-53.8253	D14	1.000000		
15	(開口絞り)	1.25000	1.000000		
16	42.7427	4.50000	1.612720	58.54	40
17	-42.0877	0.10000	1.000000		
18	31.6326	6.50000	1.487490	70.41	
19	-20.3268	2.00000	1.796310	40.90	
20	80.6456	D20	1.000000		
21	16.6185	3.00000	1.516800	64.10	
22	22.3030	1.1000	1.000000		
23	36.1986	1.8500	1.796681	45.37	

24	13.1109	9.0000	1.516800	64.10
25	-22.0295	0.1000	1.000000	
26	133.9818	3.6500	1.651599	58.50
27	-60.2406	2.4000	1.000000	
28	-17.9678	1.5000	1.840421	43.35
29	-85.7938	BF	1.000000	

10

(非球面係数)

第6面

κ	999.9990
C3	-0.64104×10^{-5}
C4	1.20800×10^{-5}
C5	-0.90759×10^{-7}
C6	-6.81290×10^{-9}
C7	0.0
C8	-3.10660×10^{-11}
C9	0.0
C10	-3.94870×10^{-14}
C12	0.12689×10^{-14}
C14	-0.31162×10^{-17}

20

F	29.00000	50.00000	102.00000
D0	0.0000	0.0000	0.0000
D5	1.84796	12.57009	29.69641
D14	11.76638	5.99661	0.89832
D20	5.80368	2.92811	0.89823
BF	37.99779	51.89637	63.65702

30

β	-0.03333	-0.03333	-0.03333
---------	----------	----------	----------

40

D0	818.6155	1412.2489	2817.7456
D5	1.34438	12.10220	28.96449
D14	12.26996	6.46450	1.63024
D20	5.80368	2.92811	0.89823
BF	38.00437	51.90292	63.66355

β -0.07025 -0.11625 -0.19346

10

D0	362.7343	346.7589	325.0000
D5	0.79771	10.98254	25.98488
D14	12.81663	7.58417	4.60985
D20	5.80368	2.92811	0.89823
BF	38.02724	51.97705	63.88065

(条件対応値)

20

$\{ (Rb+Ra)/Rb-Ra\}/\{(Rd+Rc)/(Rd-Rc)\}$	2.276
$(Ra-R1)/(Ra+R1)$	0.1460
$d12/dF$	0.0736
$d34/dR$	0.1379
$f3/f4$	-2.352
$f4/fm$	-0.496

【0041】

30

図6乃至図8は第2実施例にかかるズームレンズの諸収差を示す図である。図6は、広角端での無限遠合焦時の収差図である。大画角まで十分カバーし、良好に収差補正が成されていることがわかる。図7は、中間焦点距離での無限遠合焦時の収差図である。広角端同様、良好に収差補正が成されていることがわかる。図8は、望遠端の無限遠合焦時の収差図である。広角端同様、良好に収差補正が成されている。

【0042】

(第3実施例)

図9は本発明の第3実施例にかかるズームレンズのレンズ構成と広角端から望遠端にいたる各レンズ群の移動軌跡を示す図である。第3実施例にかかるズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群Gmの正・負・正・正の4つの群から構成されている。第1レンズ群G1は物体側から、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと正メニスカスレンズとの接合より成る接合正レンズL11、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12より構成され、第2レンズ群G2は物体側から、物体側に非球面を有する負メニスカスレンズL21、両凹レンズL22、両凸レンズL23、両凹レンズと両凸レンズとの接合により成り物体側に凹面を向けた接合負メニスカスレンズL24より構成され、第3レンズ群G3は物体側から、開口絞りS、両凸レンズL31、両凸レンズL32、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL33より構成され、第4レンズ群Gmは物体側から、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL1、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズとの接合よりなる接合

40

50

正レンズL 2、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL 3、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 4より構成されている。変倍は広角端から望遠端に向かって、第1レンズ群G 1と第2レンズ群G 2との間の空気間隔が拡大し、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との間の空気間隔が縮小し、第3レンズ群G 3と第4レンズ群G mとの間の空気間隔が縮小するように全レンズ群を独立して移動することによって行なう。また、近距離合焦は第2レンズ群G 2を物体方向に移動して行なう。

【 0 0 4 3 】

以下の表3に第3実施例にかかるズームレンズの諸元値を掲げる。

【 0 0 4 4 】

【表3】

$f = 29 \sim 102 \text{ mm}$

$FNO = 3.59 \sim 4.58$

$2\omega = 76.0 \sim 23.6 \text{ 度}$

(レンズデータ)

面番号	r	d	nd	νd	
1	61.6837	1.60000	1.860741	23.01	10
2	42.6724	6.8000	1.603001	65.42	
3	117.6461	0.10000	1.000000		
4	46.9253	6.00000	1.640000	60.03	
5	153.4126	D5	1.000000		
*6	694.9919	1.6000	1.840421	43.35	20
7	14.1747	4.5000	1.000000		
8	-91.3789	1.3000	1.796681	45.37	
9	42.2384	0.1000	1.000000		
10	24.2192	4.5000	1.688930	31.08	
11	-46.7480	1.5000	1.000000		
12	-16.7776	1.2000	1.772789	49.45	
13	125.0596	2.5000	1.730378	25.48	
14	-38.9897	D14	1.000000		
15	(開口絞り)	1.2500	1.000000		
16	228.7356	3.7000	1.603001	65.42	40
17	-48.3863	0.1000	1.000000		
18	34.5517	7.5032	1.603001	65.42	
19	-28.5730	0.4000	1.000000		
20	-26.1399	2.0000	1.834000	37.35	
21	-2845.3881	D21	1.000000		
22	15.5623	4.0000	1.516800	64.10	
23	19.6245	1.2000	1.000000		

24	28.8033	1.8500	1.796681	45.37
25	11.7158	9.0000	1.516800	64.10
26	-24.8963	0.1000	1.000000	
27	-128.2692	3.0000	1.516800	64.10
28	-55.1530	2.5781	1.000000	
29	-16.1444	1.5000	1.840421	43.35
30	-29.6735	BF	1.000000	

10

(非球面係数)

第6面

κ	1 4 3 1 . 8 0 6 6
C 3	-0. 6 4 0 9 7 $\times 10^{-5}$
C 4	1. 9 1 4 0 6 $\times 10^{-5}$
C 5	0. 4 5 5 0 6 $\times 10^{-7}$
C 6	-2. 1 8 3 1 2 $\times 10^{-8}$
C 7	-0. 2 9 0 5 4 $\times 10^{-9}$
C 8	4. 0 9 0 2 8 $\times 10^{-11}$
C 9	0. 0
C 1 0	2. 0 4 0 0 8 $\times 10^{-13}$
C 1 2	0. 3 5 9 4 0 $\times 10^{-15}$
C 1 4	0. 0

20

30

F	29.00000	50.00000	102.00000
D0	0.0000	0.0000	0.0000
D5	1.83307	12.59655	29.68152
D14	11.76164	6.01788	0.89358
D21	5.80745	2.67012	0.90200
BF	38.03070	51.83498	63.68994

40

β	-0.03333	-0.03333	-0.03333
D0	818.6609	1412.1145	2817.7910
D5	1.32949	12.12771	28.94960
D14	12.26522	6.48673	1.62550
D21	5.80745	2.67012	0.90200
BF	38.03724	51.8416	63.69642

10

β	-0.06969	-0.11524	-0.19218
D0	366.0620	350.3753	328.3277
D5	0.79099	11.01925	25.99136
D14	12.80372	7.59519	4.58374
D21	5.80745	2.67012	0.90200
BF	38.05945	51.91362	63.90880

20

(条件対応値)

$ \{(Rb+Ra)/Rb-Ra\}/\{(Rd+Rc)/(Rd-Rc)\} $	2.886
$(R_a - R_1) / (R_a + R_1)$	0.1154
d_{12} / d_F	0.0748
d_{34} / d_R	0.3642
f_3 / f_4	-4.160
f_4 / f_m	-0.805

30

【0045】

図10乃至図12は第3実施例にかかるズームレンズの諸収差を示す図である。図10は、広角端での無限遠合焦時の収差図である。大画角まで十分カバーし、良好に収差補正が成されていることがわかる。図11は、中間焦点距離での無限遠合焦時の収差図である。広角端同様、良好に収差補正が成されていることがわかる。図12は、望遠端の無限遠合焦時の収差図である。広角端同様、良好に収差補正が成されている。

【0046】

(第4実施例)

図13は本発明の第4実施例にかかるズームレンズのレンズ構成と広角端から望遠端にいたる各レンズ群の移動軌跡を示す図である。第4実施例にかかるズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群Gmの正・負・正・正の4つの群から構成されている。

40

【0047】

第1レンズ群G1は物体側から、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと正メニスカスレンズとの接合よりなる接合正レンズL11、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12より構成され、第2レンズ群G2は物体側から、物体側に非球面を有し、樹脂とガラス部材の複合から成る負メニスカスレンズL21、両凹レンズL22、両凸レンズL23、両凹レンズと両凸レンズとの接合により成り、物体側に凹面を向けた接合負メニ

50

カスレンズL 2 4より構成され、第3レンズ群G 3は物体側から開口絞りS、両凸レンズL 3 1、両凸レンズL 3 2、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 3 3より構成され、第4レンズ群G mは物体側から、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との接合によりなる接合負メニスカスレンズL 1、両凸レンズL 2、固定絞りA、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL 3、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 4より構成されている。変倍は広角端から望遠端に向かって、第1レンズ群G 1と第2レンズ群G 2との間の空気間隔が拡大し、第2レンズ群G 2と第3レンズ群G 3との間の空気間隔が縮小し、第3レンズ群G 3と第4レンズ群G mとの間の空気間隔が縮小するように全レンズ群を独立して移動することによって行なう。また、近距離合焦は第2レンズ群G 2を物体方向に移動して行なう。

【0048】

【表4】

$f = 29 \sim 102 \text{ mm}$

$FNO = 3.6 \sim 4.6$

$2\omega = 75.6 \sim 24.0 \text{ 度}$

(レンズデータ)

面番号	r	d	nd	νd	
1	79.4532	1.6000	1.860741	23.01	10
2	49.7285	6.7000	1.620409	60.14	
3	218.7875	0.1000	1.000000		
4	39.8682	6.0000	1.603001	65.42	
5	97.8440	D5	1.000000		
*6	238.2152	0.0500	1.495210	56.34	
7	75.0000	1.6000	1.840421	43.35	
8	13.7694	4.8000	1.000000		20
9	-83.2617	1.0000	1.796681	45.37	
10	38.5426	0.5000	1.000000		
11	24.6720	4.0000	1.648311	33.75	
12	-39.8027	1.3000	1.000000		
13	-17.6775	1.1000	1.772789	49.45	
14	48.7759	2.5000	1.805182	25.35	
15	-52.3932	D15	1.000000		30
16	(開口絞り)	1.2500	1.000000		
17	51.8266	3.3000	1.518230	58.90	
18	-48.5428	0.1000	1.000000		
19	40.6899	3.3000	1.518230	58.90	
20	-144.7891	1.3000	1.000000		
21	-31.8882	1.5000	1.846660	23.82	
22	-66.4506	D22	1.000000		40
23	15.5749	4.2000	1.516800	64.10	

24	49.5300	1.5000	1.796310	40.90
25	15.9546	1.5000	1.000000	
26	28.7030	4.0000	1.516800	64.10
27	-41.0068	1.7000	1.000000	
28 (固定絞り)		3.5000	1.000000	
29	-289.1809	3.3000	1.487490	70.41
30	-26.9829	1.8000	1.000000	
31	-15.2983	1.5000	1.834000	37.35
32	-26.2727	BF		

10

(非球面係数)

第6面

κ	215.7036
C3	-0.75928×10^{-5}
C4	2.72620×10^{-5}
C5	-0.36145×10^{-7}
C6	-7.53860×10^{-8}
C7	0.71102×10^{-9}
C8	3.65730×10^{-10}
C9	0.0
C10	-1.28840×10^{-12}
C12	0.36179×10^{-14}
C14	0.0

20

30

F	29.00000	50.00000	102.00000
D0	0.0000	0.0000	0.0000
D5	1.81098	12.39765	29.60455
D15	11.60514	5.80919	0.71630
D22	5.59158	2.71714	0.84306

40

BF	37.99891	52.05173	63.83089	
β	-0.03333	-0.03333	-0.03333	
D0	818.1526	1412.3719	2818.2860	
D5	1.30740	11.93288	28.87643	
D15	12.10872	6.27397	1.44442	
D22	5.59158	2.71714	0.84306	10
BF	38.00580	52.05856	63.83773	
β	-0.06919	-0.11468	-0.19134	
d0	368.5931	352.6240	330.6048	
d5	0.77636	10.84075	25.94406	
d15	12.63976	7.36610	4.37679	
d22	5.59158	2.71714	0.84306	20
BF	38.02881	52.13389	64.05974	

(条件対応値)

$ \{(Rb+Ra)/Rb-Ra\}/\{(Rd+Rc)/(Rd-Rc)\} $	0.967	
$(Ra-R1)/(Ra+R1)$	0.0120	
$d12/dF$	0.1339	
$d34/dR$	0.2727	30
$f3/f4$	-1.298	
$f4/fm$	-0.849	

【0049】

図14乃至図16は第4実施例にかかるズームレンズの諸収差を示す図である。図14は、広角端での無限遠合焦時の収差図である。大画角まで十分カバーし、良好に収差補正が成されていることがわかる。図15は、中間焦点距離での無限遠合焦時の収差図である。広角端同様、良好に収差補正が成されていることがわかる。図16は、望遠端の無限遠合焦時の収差図である。広角端同様、良好に収差補正が成されている。

40

【0050】

【発明の効果】

以上の説明したように本発明によれば、 $2\theta = 75^\circ \sim 23^\circ$ 程度の画角を有し、約3.5倍の変倍比を有し小径化・小型化され、かつ精度的に厳しい後群に非球面を使用せず、少ない構成枚数で、コストパフォーマンスに優れ、製造が容易な、高性能なズームレンズを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例にかかるズームレンズのレンズ構成と移動軌跡を示す図である。

【図2】本発明の第1実施例にかかるズームレンズの広角端での無限遠合焦時の諸収差を

50

示す図である。

【図 3】本発明の第 1 実施例にかかるズームレンズの中間焦点距離での無限遠合焦時の諸収差を示す図である。

【図 4】本発明の第 1 実施例にかかるズームレンズの望遠端での無限遠合焦時の諸収差を示す図である。

【図 5】本発明の第 2 実施例にかかるズームレンズのレンズ構成と移動軌跡を示す図である。

【図 6】本発明の第 2 実施例にかかるズームレンズの広角端での無限遠合焦時の諸収差を示す図である。

【図 7】本発明の第 2 実施例にかかるズームレンズの中間焦点距離での無限遠合焦時の諸収差を示す図である。

10

【図 8】本発明の第 2 実施例にかかるズームレンズの望遠端での無限遠合焦時の諸収差を示す図である。

【図 9】本発明の第 3 実施例にかかるズームレンズのレンズ構成と移動軌跡を示す図である。

【図 10】本発明の第 3 実施例にかかるズームレンズの広角端での無限遠合焦時の諸収差を示す図である。

【図 11】本発明の第 3 実施例にかかるズームレンズの中間焦点距離での無限遠合焦時の諸収差を示す図である。

【図 12】本発明の第 3 実施例にかかるズームレンズの望遠端での無限遠合焦時の諸収差を示す図である。

20

【図 13】本発明の第 4 実施例にかかるズームレンズのレンズ構成と移動軌跡を示す図である。

【図 14】本発明の第 4 実施例にかかるズームレンズの広角端での無限遠合焦時の諸収差を示す図である。

【図 15】本発明の第 4 実施例にかかるズームレンズの中間焦点距離での無限遠合焦時の諸収差を示す図である。

【図 16】本発明の第 4 実施例にかかるズームレンズの望遠端での無限遠合焦時の諸収差を示す図である。

【符号の説明】

30

G 1 第 1 レンズ群

G 2 第 2 レンズ群

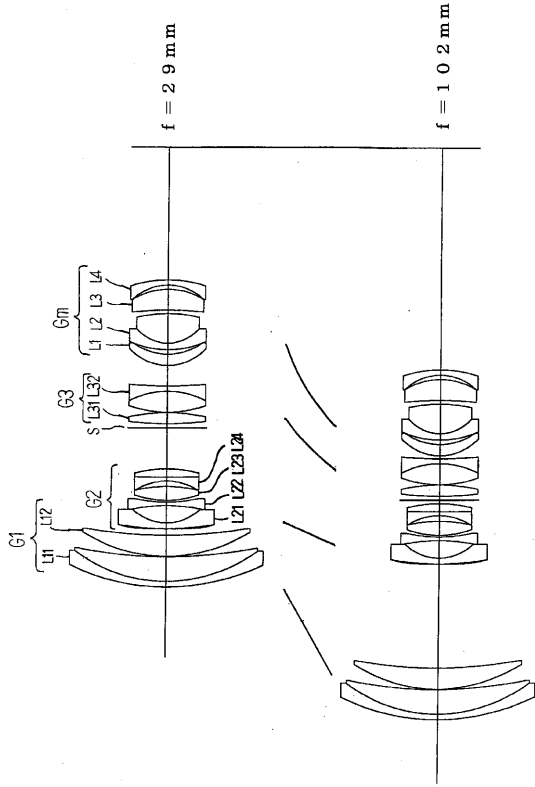
G 3 第 3 レンズ群

G m 第 4 レンズ群 (マスターレンズ群)

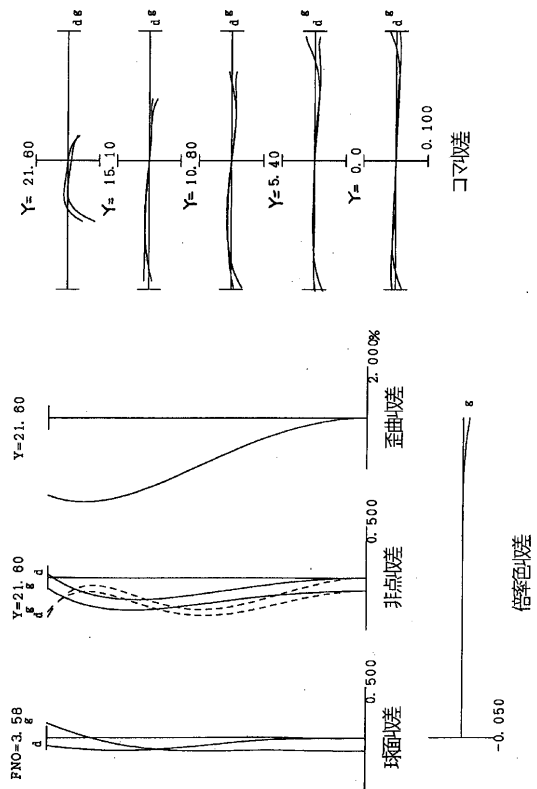
S 開口絞り

A 固定絞り

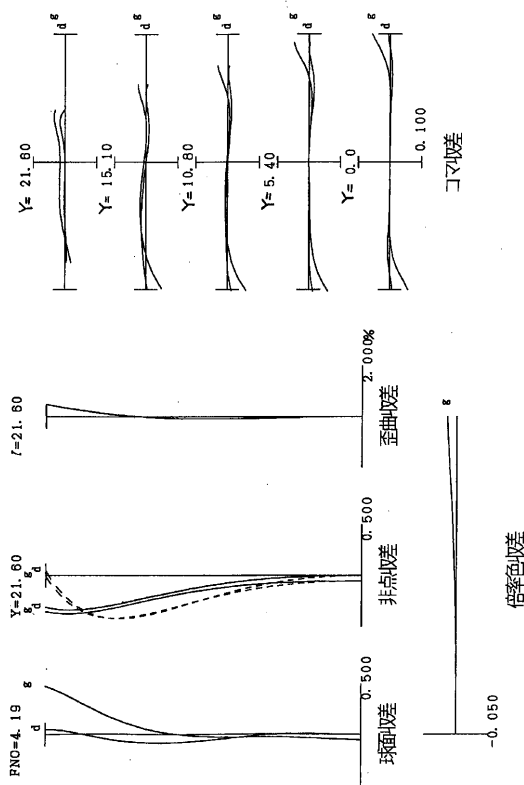
【图 1】



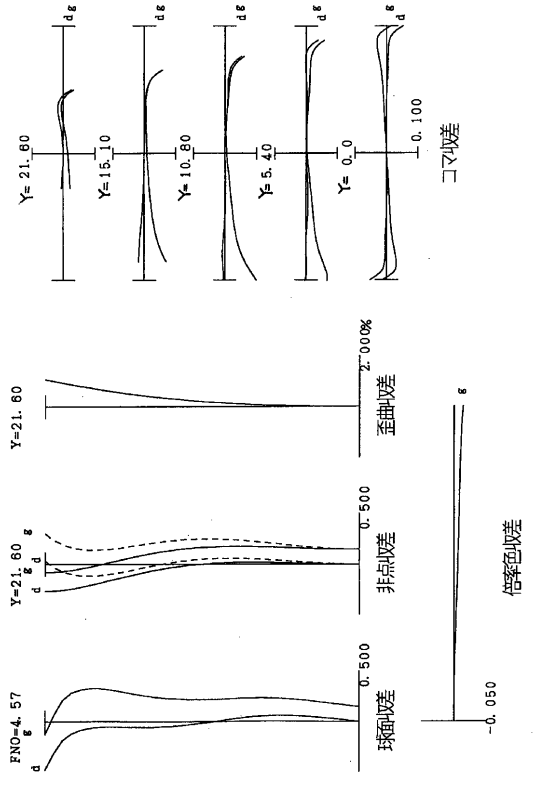
【图 2】



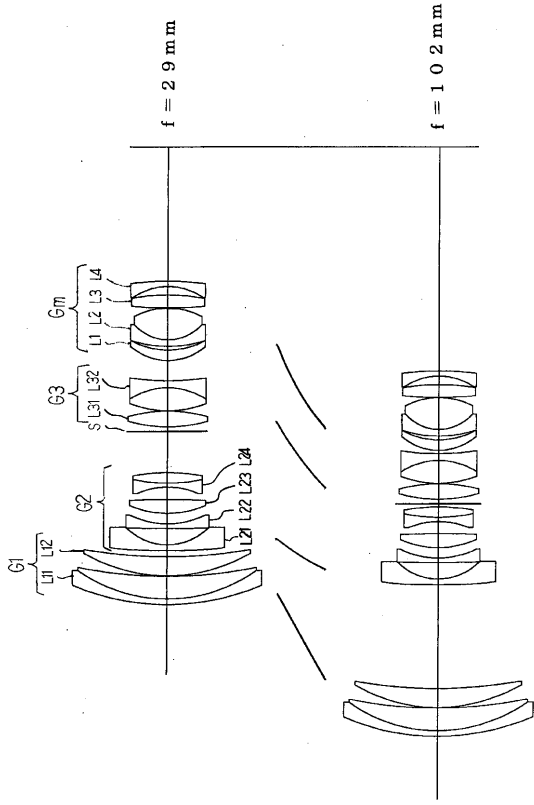
【图 3】



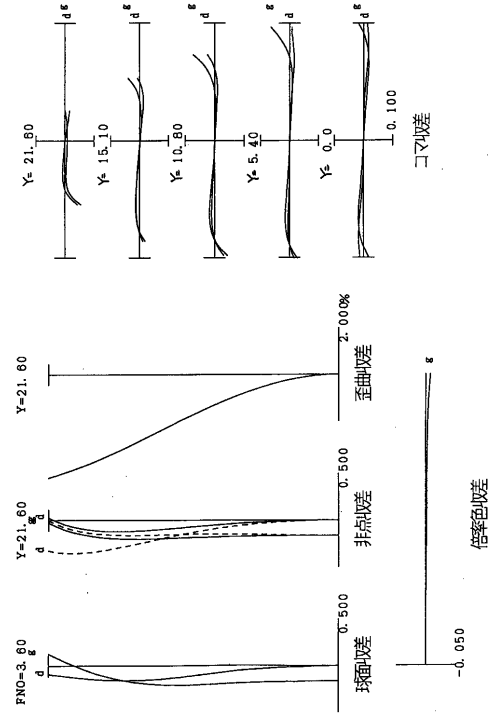
【图 4】



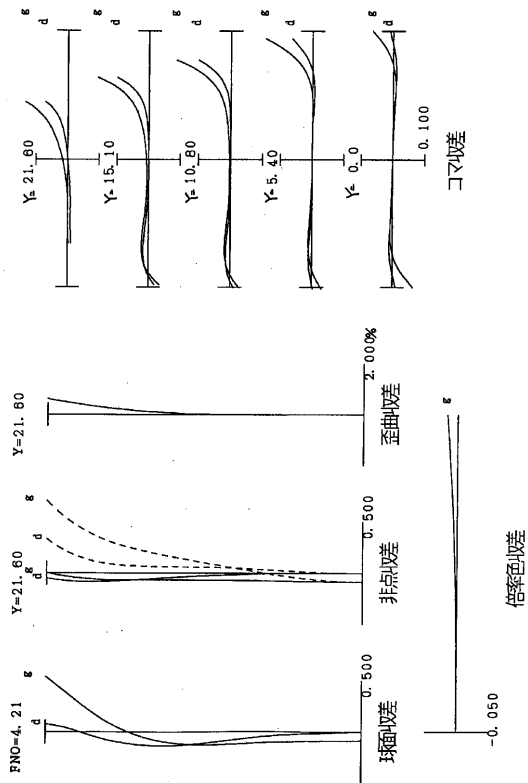
【 図 5 】



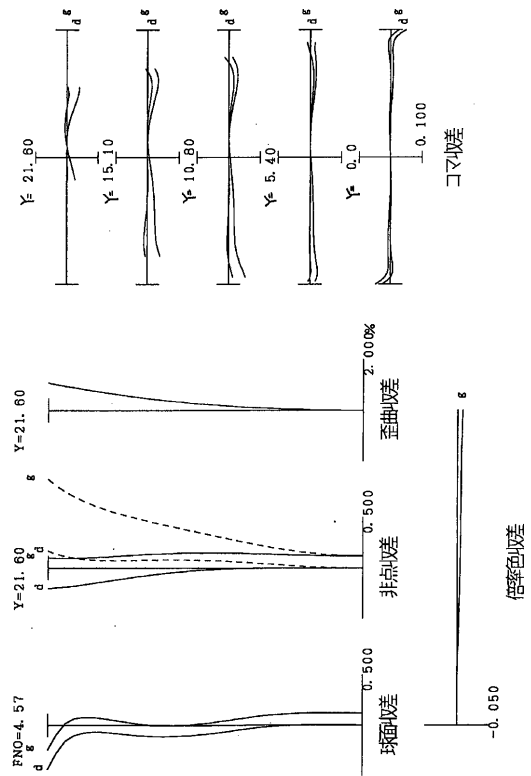
【 図 6 】



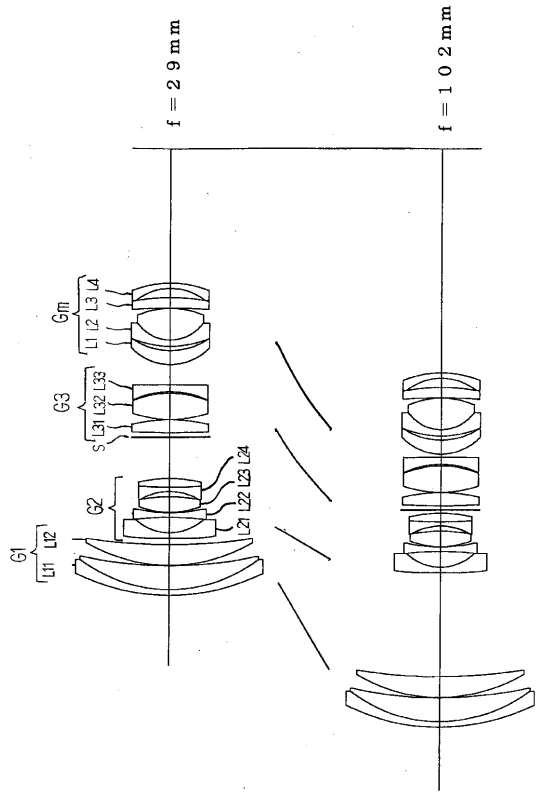
【 図 7 】



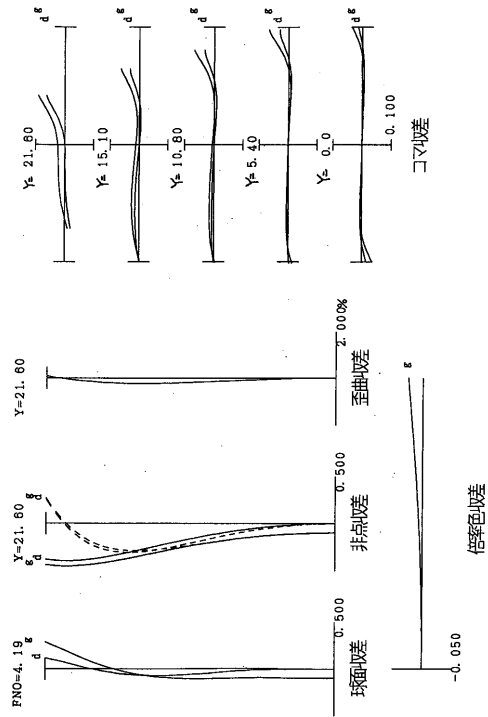
【 図 8 】



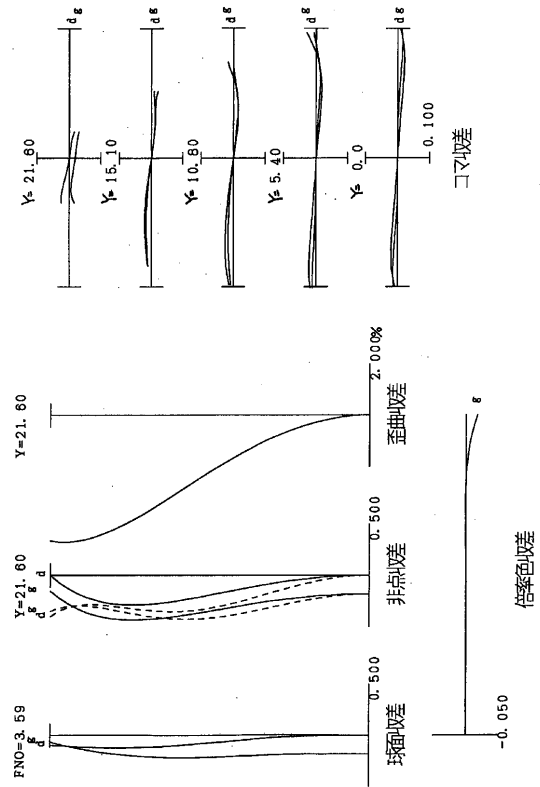
【 図 9 】



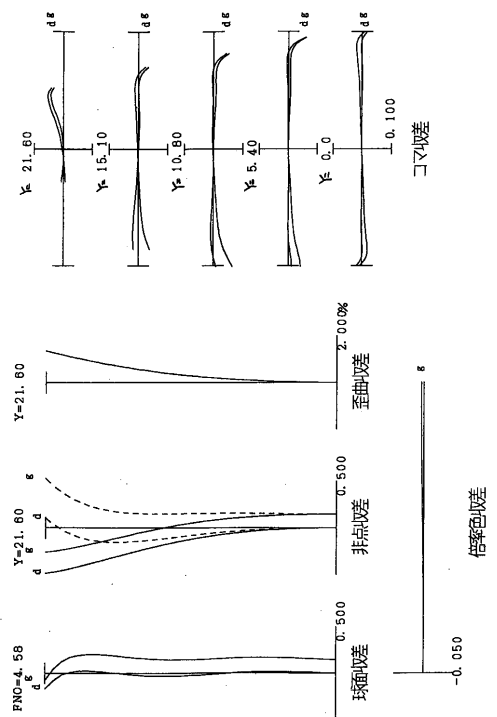
【 図 1 1 】



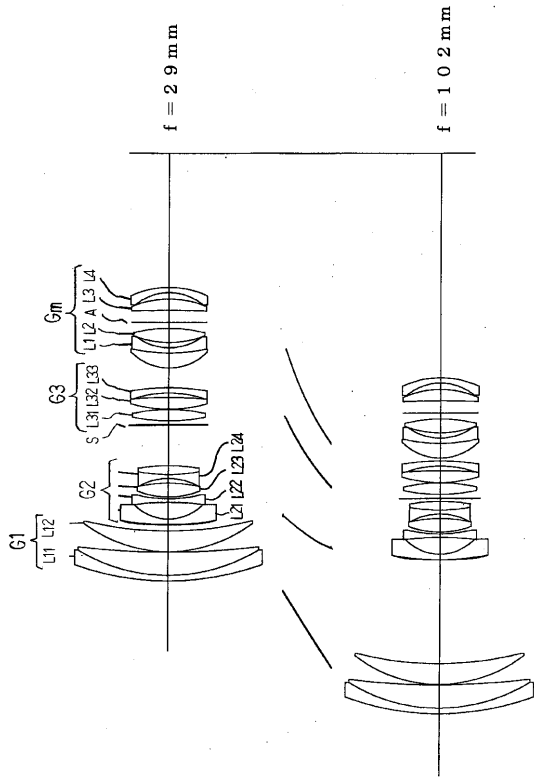
【 図 1 0 】



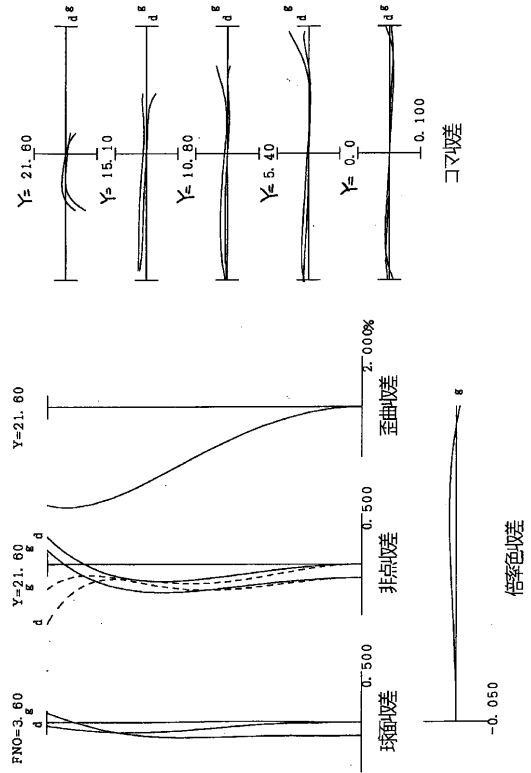
【 図 1 2 】



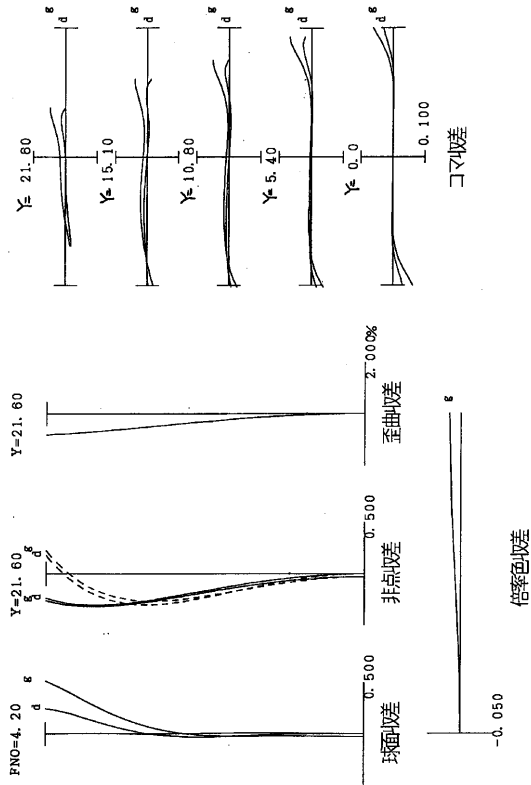
【 図 1 3 】



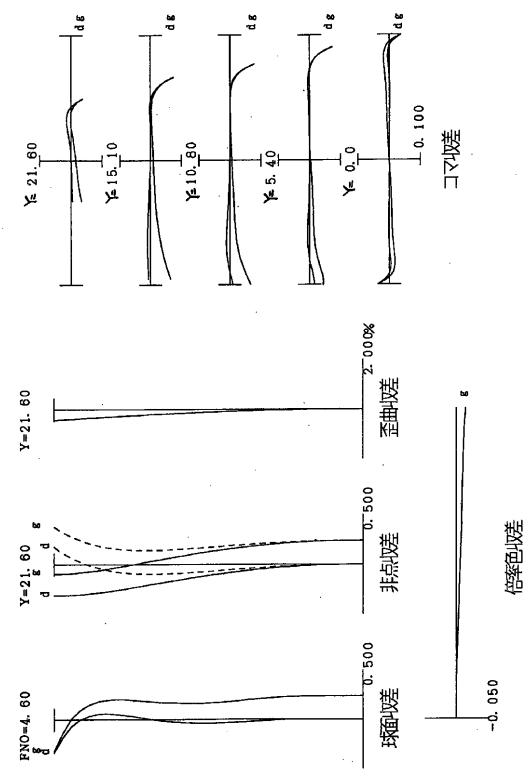
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平05 - 060975 (JP, A)
特開昭62 - 186216 (JP, A)
特開平05 - 173070 (JP, A)
特開平08 - 211290 (JP, A)
特開平05 - 273468 (JP, A)

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