

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4887712号
(P4887712)

(45) 発行日 平成24年2月29日(2012.2.29)

(24) 登録日 平成23年12月22日(2011.12.22)

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

請求項の数 9 (全 20 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2005-285400 (P2005-285400) (22) 出願日 平成17年9月29日 (2005.9.29) (65) 公開番号 特開2007-94177 (P2007-94177A) (43) 公開日 平成19年4月12日 (2007.4.12) 審査請求日 平成20年9月29日 (2008.9.29)</p>	<p>(73) 特許権者 000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号 (74) 代理人 100077919 弁理士 井上 義雄 (72) 発明者 泉水 隆之 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 原田 英信</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、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とにより、実質的に4個のレンズ群からなり、

広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増加し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が減少するように、前記各レンズ群が光軸に沿って移動し、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$2.78 \quad 100 \cdot (D3w - D3t) / (Z \cdot IL) \quad 9.1$$

$$0.55 \quad 10 \cdot (D2w - D2t) / (Z \cdot IL) \quad 3.1$$

$$0.81 \quad f3 / f4 \quad 6.0$$

$$3.35 \cdot fw \quad f1 \quad 0.67 \cdot ft$$

但し、

D2w：広角端状態における無限遠合焦時の前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔

D2t：望遠端状態における無限遠合焦時の前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔

D3w：広角端状態における無限遠合焦時の前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔

D 3 t : 望遠端状態における無限遠合焦時の前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群との間隔

I L : 有効画面の対角線長

f 3 : 前記第 3 レンズ群の焦点距離

f 4 : 前記第 4 レンズ群の焦点距離

Z : 変倍比

f w : 広角端状態における無限合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

f t : 望遠端状態における無限合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

f 1 : 前記第 1 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 に記載のズームレンズ。

$$0.55 < f w / I L < 0.83$$

【請求項 3】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のズームレンズ。

。

$$1.1 < f w / (- f 2) < 2.2$$

但し、

f w : 広角端状態における無限合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

f 2 : 前記第 2 レンズ群の焦点距離

【請求項 4】

前記第 1 レンズ群は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸形状の正レンズとの接合よりなる接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとを有することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

前記第 2 レンズ群は、物体側から順に、物体側レンズ面の曲率よりも像側レンズ面の曲率が大きく当該像側レンズ面が像側に凹である負レンズと、両凹形状の負レンズと、両凸形状の正レンズと、像側レンズ面の曲率よりも物体側レンズ面の曲率が大きく当該物体側レンズ面が物体側に凹である負レンズとを有することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

前記第 2 レンズ群は、最も物体側のレンズ面が非球面であることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

前記第 3 レンズ群は、最も物体側に開口絞りを有することを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

前記第 4 レンズ群は、少なくとも 1 つの非球面を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

前記第 1 レンズ群は、全てのレンズ面が球面で構成されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群とを有し、各レンズ群どうしの間隔を変化させて変倍を行う構成の、いわゆるプラスリーディ

10

20

30

40

50

ング型（凸先行）4群ズームレンズが多数提案されている（例えば、特許文献1，2を参照。）。

【0003】

斯かるタイプのズームレンズの特徴は、第1レンズ群と第2レンズ群との空気間隔と第2レンズ群と第3レンズ群との空気間隔を大きく変化させることで高い変倍比を得ることができることである。さらに、斯かるタイプのズームレンズは、ともに正レンズ群である第3レンズ群と第4レンズ群との空気間隔をわずかに変化させることで、高変倍ズームレンズにおいて問題になりやすい像面湾曲の変動を補正し、良好な結像性能を実現することができる。

【特許文献1】特開平8-248319号公報

【特許文献2】特開2002-323655号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記従来のズームレンズにおいて、高変倍ズームングによって発生する大きな収差を、第3レンズ群と第4レンズ群との空気間隔をわずかに変化させることで補正することは、当該空気間隔の変化が性能劣化に与える影響（以下、「間隔変化感度」という。）が著しく大きいことを意味し、さらに、第3レンズ群と第4レンズ群との偏心が性能劣化に与える影響（以下、「偏心感度」という。）も大きいことを意味する。このため、ズームレンズの製造に際して高い製造精度が求められることとなる。

【0005】

また、上記従来のズームレンズは、屈折力の大きな第2レンズ群の前後の空気間隔を変化させることで変倍を行うために、第2レンズ群の偏心感度も同様に高くなる。このことによってもまたズームレンズの製造に際して高い製造精度が求められることとなる。

【0006】

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、高い変倍比を有し高性能かつコンパクトでありながら、製造容易なズームレンズを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために本発明は、

物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とにより、実質的に4個のレンズ群からなり、

広角端状態から望遠端状態への変倍に際して、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が増加し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔が減少するように、前記各レンズ群が光軸に沿って移動し、以下の条件式(1)，(2)，(3)，(4)を満足することを特徴とするズームレンズを提供する。

$$(1) \quad 2.78 \quad 100 \cdot (D3w - D3t) / (Z \cdot IL) \quad 9.1$$

$$(2) \quad 0.55 \quad 10 \cdot (D2w - D2t) / (Z \cdot IL) \quad 3.1$$

$$(3) \quad 0.81 \quad f3 / f4 \quad 6.0$$

$$(4) \quad 3.35 \cdot fw \quad f1 \quad 0.67 \cdot ft$$

但し、

D2w：広角端状態における無限遠合焦時の前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔

D2t：望遠端状態における無限遠合焦時の前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔

D3w：広角端状態における無限遠合焦時の前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間隔

D3t：望遠端状態における無限遠合焦時の前記第3レンズ群と前記第4レンズ群との間

10

20

30

40

50

隔

IL : 有効画面の対角線長

f₃ : 前記第3レンズ群の焦点距離

f₄ : 前記第4レンズ群の焦点距離

Z : 変倍比

f_w : 広角端状態における無限合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

f_t : 望遠端状態における無限合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

f₁ : 前記第1レンズ群の焦点距離

【0008】

また本発明のズームレンズは、

以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$(5) \quad 0.55 < f_w / I L < 0.83$$

10

【0009】

また本発明のズームレンズは、

以下の条件式(6)を満足することが望ましい。

$$(6) \quad 1.1 < f_w / (-f_2) < 2.2$$

但し、

f_w : 広角端状態における無限合焦時の前記ズームレンズ全系の焦点距離

f₂ : 前記第2レンズ群の焦点距離

20

【0010】

また本発明のズームレンズは、

前記第1レンズ群は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸形状の正レンズとの接合よりなる接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとを有することが望ましい。

また本発明のズームレンズは、

前記第2レンズ群は、物体側から順に、物体側レンズ面の曲率よりも像側レンズ面の曲率が大きく当該像側レンズ面が像側に凹である負レンズと、両凹形状の負レンズと、両凸形状の正レンズと、像側レンズ面の曲率よりも物体側レンズ面の曲率が大きく当該物体側レンズ面が物体側に凹である負レンズとを有することが望ましい。

30

また本発明のズームレンズは、

前記第2レンズ群は、最も物体側のレンズ面が非球面であることが望ましい。

また本発明のズームレンズは、

前記第3レンズ群は、最も物体側に開口絞りを有することが望ましい。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、高い変倍比を有し高性能かつコンパクトでありながら、製造容易なズーム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】

【0012】

以下、本発明のズームレンズの実施の形態について説明する。

本発明のズームレンズは、第1レンズ群と第2レンズ群との空気間隔の変化と第2レンズ群と第3レンズ群との空気間隔の変化が変倍を担い、第3レンズ群と第4レンズ群との空気間隔の変化が収差変動の補正を担うように作用が分担されているプラスリーディングの4群ズームレンズである。このため、第3レンズ群と第4レンズ群との空気間隔の間隔変化感度を低減するためには、単位変倍比あたりの間隔変化量を大きく設定すればよく、これに準じて偏心感度も低減する。

40

【0013】

条件式(1)は、有効画面の対角線長で正規化された、単位変倍比あたりの第3レンズ群と第4レンズ群との空気間隔の変化量を表し、第3レンズ群と第4レンズ群との偏心に

50

関する結像性能の敏感度、すなわち第3レンズ群と第4レンズ群との偏芯感度を示す。

本発明のズームレンズにおいて条件式(1)の対応値が当該条件式(1)の下限値を下回ると、間隔感度や偏心感度が大きくなり過ぎて、わずかな製造誤差によって諸収差や、望遠端状態における偏心コマ収差、特に全ての焦点距離域における像面湾曲が多量に発生してしまう。

なお、条件式(1)の下限値を3.30に設定すれば、偏芯感度をさらに低減し高い結像性能を確保することができる。

【0014】

一方、本発明のズームレンズにおいて条件式(1)の対応値が当該条件式(1)の上限値を上回ると、間隔変化が大きくなり過ぎて、広角端状態において第4レンズ群が像側へ近づかなければならなくなる。このため、バックフォーカスを確保することが困難になり、そして、バックフォーカスを十分に確保するためには第2レンズ群のパワーを強くしなければならぬため広角端状態における歪曲収差や全ての焦点距離域における非点収差を補正することが困難になってしまう。

10

なお、条件式(1)の上限値を7.5に設定すれば、偏芯感度をさらに低減し高い結像性能を確保することができる。

【0015】

条件式(2)は、対角線長で正規化された、単位変倍比あたりの第2レンズ群と第3レンズ群との空気間隔の変化量を表し、第2レンズ群の偏心に関する結像性能の敏感度、すなわち第2レンズ群の偏芯感度を示す。

20

本発明のズームレンズにおいて条件式(2)の対応値が当該条件式(2)の下限値を下回ると、小さな間隔変化によって大きな変倍比を確保しなければならぬため、間隔感度や偏心感度が大きくなり過ぎて、わずかな製造誤差によって諸収差、特に望遠端状態における像面湾曲が多量に発生してしまう。

なお、条件式(2)の下限値を0.63に設定すれば、偏芯感度をさらに低減し高い結像性能を確保することができる。

【0016】

一方、本発明のズームレンズにおいて条件式(2)の対応値が当該条件式(2)の上限値を上回ると、間隔変化が大きくなり過ぎて、第3レンズ群以降のレンズ群を像側に近づけるか、又は第1レンズ群を物体側へ近づけなければならなくなる。このため、バックフォーカスを確保することが困難になり、そして、バックフォーカスを十分に確保するためには第2レンズ群のパワーを強くしなければならぬため広角端状態における歪曲収差や全ての焦点距離域における非点収差を補正することが困難になってしまう。

30

なお、条件式(2)の上限値を1.5に設定すれば、偏芯感度をさらに低減し高い結像性能を確保することができる。

【0017】

条件式(3)は、第3レンズ群と第4レンズ群の屈折力の比を表し、レンズの径を小さくし、かつ収差補正状態を良好に保つための条件式である。

本発明のズームレンズにおいて条件式(3)の対応値が当該条件式(3)の下限値を下回ると、第3レンズ群のパワーが強くなり過ぎて、望遠端状態近傍において主に球面収差の補正を第3レンズ群が集中して行うこととなり、良好な結像性能を確保することが困難になってしまう。

40

一方、本発明のズームレンズにおいて条件式(3)の対応値が当該条件式(3)の上限値を上回ると、第4レンズ群のパワーが強くなり過ぎる。このため、広角端状態において像面湾曲やコマ収差が発生し、周辺部分の結像性能の劣化が顕著になり、また、第4レンズ群の径が大きくなりレンズ外径が増大してしまう。

【0018】

条件式(4)は、第1レンズ群のパワー(屈折力)を規定し、主に望遠端状態における球面収差の補正と、ズームレンズ全長を小さく抑えるための条件式である。

本発明のズームレンズにおいて条件式(4)の対応値が当該条件式(4)の下限値を下

50

回ると、第1レンズ群のパワーが弱くなりすぎる。このため、望遠端状態において最も長いズームレンズ全長を抑えるために第2レンズ群のパワーを強くしなければならず、広角端状態における歪曲収差や、全ての焦点距離域における非点収差を補正することが困難になってしまう。

一方、本発明のズームレンズにおいて条件式(4)の対応値が当該条件式(4)の上限值を上回ると、第1レンズ群のパワーが強くなりすぎる。このため、第1レンズ群自身で発生する望遠側での収差、特に球面収差が多量に発生し、第1レンズ群以降のレンズ群による収差補正が困難になってしまう。

【0019】

条件式(5)は、広角端状態における焦点距離と有効画面の対角線長との比を表し、画角を規定するための条件式である。

本発明のズームレンズにおいて条件式(5)の対応値が当該条件式(5)の下限値を下回ると、広角端状態において歪曲収差を補正することが困難になってしまう。

一方、本発明のズームレンズにおいて条件式(5)の対応値が当該条件式(5)の上限值を上回ると、長くなるズームレンズ系の全長を抑えるために、第2レンズ群のパワーを強くしなければならず、広角端状態における歪曲収差や、全ての焦点距離域における非点収差を補正することが困難になってしまう。

【0020】

条件式(6)は、第2レンズ群の屈折力を規定し、結像性能を良好に保ちつつ、望遠端状態におけるレンズ全長を短くして高い変倍比を確保するための条件式である。

本発明のズームレンズにおいて条件式(6)の対応値が当該条件式(6)の下限値を下回ると、第2レンズ群のパワーが弱くなり過ぎる。このため、変倍のために増大する各レンズ群の移動量を抑えるために、第1レンズ群のパワーを強くしなければならず、特に望遠端状態における球面収差の補正状態が悪化してしまう。

【0021】

一方、本発明のズームレンズにおいて条件式(6)の対応値が当該条件式(6)の上限值を上回ると、第2レンズ群のパワーが強くなり過ぎて、このことは変倍には有利であるものの、第2レンズ群自身で発生する収差を他のレンズ群で補正することが困難になってしまう。

【0022】

本発明のズームレンズは、上述の各条件式を満足することによって大きな画角を有し、5倍以上の高変倍比を有し、さらに高い結像性能を有しつつ偏心感度が低く、製造容易なズームレンズを達成することができる。

【0023】

また、本発明のズームレンズは、偏心感度をさらに低減し球面収差等の諸収差を補正し高い結像性能を確保するために、第1レンズ群は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸形状の正レンズとの接合よりなる接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとを有することが望ましい。

また、本発明のズームレンズは、偏心感度をさらに低減し球面収差等の諸収差を補正し高い結像性能を確保するために、第2レンズ群は、物体側から順に、物体側レンズ面の曲率よりも像側レンズ面の曲率が大きく当該像側レンズ面が像側に凹である両凹形状の負レンズ又は負メニスカスレンズと、両凹形状の負レンズと、両凸形状の正レンズと、像側レンズ面の曲率よりも物体側レンズ面の曲率が大きく当該物体側レンズ面が物体側に凹である両凹形状の負レンズ又は負メニスカスレンズとを有することが望ましい。

また、本発明のズームレンズは、偏心感度をさらに低減し球面収差等の諸収差を補正し高い結像性能を確保するために、第2レンズ群は、最も物体側のレンズ面が非球面であることが望ましい。

また、本発明のズームレンズは、偏心感度をさらに低減し球面収差等の諸収差を補正し高い結像性能を確保するために、第3レンズ群は、最も物体側に開口絞りを有することが望ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

以下、添付図面に基づいて本発明の各実施例に係るズームレンズについて説明する。

(第1実施例)

図1は、本発明の第1実施例に係るズームレンズの構成、及び各レンズ群の移動軌跡を示す図である。

本実施例に係るズームレンズは、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G4とからなる。そして本実施例に係るズームレンズは、広角端状態(W)から望遠端状態(T)への変倍に際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増加し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が減少するように、各レンズ群G1, G2, G3, G4が光軸に沿って移動する。

10

【 0 0 2 5 】

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L11と両凸形状の正レンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。

第2レンズ群G2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L21と、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レンズL23と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL24とからなる。

【 0 0 2 6 】

第3レンズ群G3は、物体側から順に、開口絞りSと、両凸形状の正レンズL31と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL32と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL33とからなる。なお、開口絞りSは、変倍に際して第3レンズ群G3を構成する各レンズと一体的に移動する。

20

第4レンズ群G4は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL41と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL42と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL43と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL44とからなる。

【 0 0 2 7 】

以下の表1に、本発明の第1実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

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

30

[レンズデータ]において、面番号は物体側からのレンズ面の順序、rはレンズ面の曲率半径、dはレンズ面の間隔をそれぞれ示す。また、nはd線($\lambda = 587.6\text{nm}$)に対する屈折率、 k はd線($\lambda = 587.6\text{nm}$)に対するアッペ数をそれぞれ示す。さらに、レンズデータ中の非球面には、米印(*)を付して曲率半径rの欄には近軸曲率半径を示し、 C_4 及び各非球面係数は[非球面データ]の欄に記載する。また、曲率半径r=0.0000は平面を示す。

【 0 0 2 8 】

[非球面データ]において、「E-n」は「 $\times 10^{-n}$ 」を示す。諸元表に示す回転対称な非球面は、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X(y)、基準球面の曲率半径をr、円錐係数を C_4 、n次の非球面係数を C_n とすると、以下の非球面式で表される。なお、0(ゼロ)となる非球面係数はその記載を省略している。

40

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

【 0 0 2 9 】

[レンズデータ]及び「可変間隔データ」において、b.fはバックフォーカスを示す。

ここで、以下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、比例拡大又は比例縮小しても同等の光学性能が得られるため、これに限られるものではない。

50

なお、以下の全ての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 0 】

(表 1)

[全体諸元]

f = 18.5 ~ 130.9
 F N O = 3.8 ~ 5.9
 2 = 12.1 ~ 77.8°

[レンズデータ]

面番号	r	d	n		
1	126.5788	1.3000	1.84666	23.78	
2	62.9349	8.0000	1.62041	60.29	
3	-959.3109	0.1000			
4	52.1972	5.3104	1.63854	55.38	
5	154.0444	D5			
* 6	512.7257	0.1000	1.55389	38.09	
7	253.6448	1.0000	1.80610	40.94	
8	14.3723	5.5584			
9	-31.2202	1.0000	1.80400	46.58	20
10	35.7077	0.2000			
11	29.2887	4.8000	1.84666	23.78	
12	-23.7594	0.3500			
13	-20.8706	1.0000	1.83400	37.17	
14	-99.6658	D14			
15	開口絞り S	0.5000			
16	32.8767	2.8000	1.49700	81.61	
17	-122.8806	0.1000			
18	37.4982	2.8002	1.48749	70.24	30
19	976.1324	8.4450			
20	-26.4571	1.0000	1.84666	23.78	
21	-75.5039	D21			
22	35.9134	5.1670	1.51633	64.14	
23	-42.6826	0.5998			
24	-394.9746	4.5688	1.51823	58.96	
25	-23.1325	0.8638			
26	-21.8212	1.0000	1.80400	46.58	
27	-301.1549	0.0500	1.55389	38.09	40
*28	-101.3732	1.0000			
29	-76.2405	3.2000	1.48749	70.24	
30	-26.5516	b. f			

[非球面データ]

< 第 6 レンズ面 >

= 0.00

C4 = 1.34780E-05

C6 = -4.19530E-08

C8 = 2.53920E-10

C10 = -1.18210E-12
C12 = 0.25331E-14

< 第 2 8 レンズ面 >

= 0.00
C4 = 2.70980E-05
C6 = -2.69790E-09
C8 = 4.40790E-10
C10 = -5.15070E-12
C12 = 0.17994E-13

10

[可変間隔データ]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	18.50	69.99	130.94
D5	2.61	32.84	43.56
D14	24.56	7.36	1.50
D21	8.01	2.48	1.10
b. f	38.10	61.00	72.34

[条件式対応値]

条件式 (1) $100 \cdot (D3w - D3t) / (Z \cdot IL) = 3.46$
 条件式 (2) $10 \cdot (D2w - D2t) / (Z \cdot IL) = 1.16$
 条件式 (3) $f3 / f4 = 1.57$
 条件式 (4) $f_w = 18.50$
 $f_1 = 84.186$
 $f_t = 130.94$
 条件式 (5) $f_w / IL = 0.66$
 条件式 (6) $f_w / (-f_2) = 1.32$

20

【 0 0 3 1 】

図 2 (a) , (b) , (c) はそれぞれ、本発明の第 1 実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図を示す。

30

【 0 0 3 2 】

各収差図において、FNOはFナンバー、Yは像高をそれぞれ示す。また、非点収差図及び歪曲収差図においては像高Yの最大値を示す。また、d、gはそれぞれ、d線(= 587.6nm)、g線(= 435.8nm)の収差曲線を示している。

球面収差図において、FNOは最大口径に対応するFナンバーの値を示す。

非点収差図において、実線はサジタル像面、点線はメリディオナル像面をそれぞれ示す。

コマ収差図は、各像高におけるコマ収差をそれぞれ表している。

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。

40

【 0 0 3 3 】

各諸収差図より本実施例に係るズームレンズは、広角端状態、中間焦点距離状態、および望遠端状態の各状態において、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 4 】

(第 2 実施例)

図 3 は、本発明の第 2 実施例に係るズームレンズの構成、及び各レンズ群の移動軌跡を示す図である。

本実施例に係るズームレンズは、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

50

、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とからなる。そして本実施例に係るズームレンズは、広角端状態(W)から望遠端状態(T)への変倍に際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増加し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が減少するように、各レンズ群G1, G2, G3, G4が光軸に沿って移動する。

【0035】

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L11と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。

第2レンズ群G2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L21と、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レンズL23と、両凹形状の負レンズL24とからなる。

【0036】

第3レンズ群G3は、物体側から順に、開口絞りSと、両凸形状の正レンズL31と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL32とからなる。なお、開口絞りSは、変倍に際して第3レンズ群G3を構成する各レンズと一体的に移動する。

第4レンズ群G4は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL41と、両凸形状の正レンズL42と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL43と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL44とからなる。

以下の表2に、本発明の第2実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

【0037】

(表2)

[全体諸元]

f = 18.5 ~ 130.9

FNO = 3.8 ~ 5.9

2 = 12.2 ~ 77.7°

[レンズデータ]

面番号	r	d	n	
1	110.5931	1.5000	1.84666	23.78
2	63.3145	8.0924	1.61800	63.38
3	12416.2260	0.1000		
4	51.8758	5.8267	1.61800	63.38
5	139.1383	D5		
*6	165.0473	0.2000	1.55389	38.09
7	149.3325	1.0000	1.80610	40.94
8	13.3098	5.4349		
9	-37.8165	0.9000	1.80400	46.58
10	57.9510	0.0699		
11	27.7747	4.1853	1.84666	23.78
12	-26.3538	0.3785		
13	-21.6730	0.9000	1.80610	40.94
14	142.5913	D14		
15	開口絞り S	0.5000		
16	23.9195	5.8645	1.48749	70.24
17	-24.9715	2.6130		
18	-18.2217	0.9000	1.80400	46.58
19	-41.8914	D19		

10

20

30

40

50

20	41.3191	4.9980	1.51742	52.42
21	-70.8432	0.1298		
22	475.9332	4.9998	1.49700	81.61
23	-23.9450	0.1106		
24	-30.6076	2.3955	1.84666	23.78
25	-119.1001	2.2608		
*26	-54.4252	0.2000	1.55389	38.09
27	-40.7481	4.9993	1.53172	48.87
28	-31.9717	b. f		

10

[非球面データ]

< 第 6 レンズ面 >

=	0.0000
C4	= 1.20340E-05
C6	= -1.77940E-08
C8	= -1.94350E-11
C10	= 3.50120E-13
C12	= 0.0000

20

< 第 2 6 レンズ面 >

=	0.0000
C4	= -2.95570E-05
C6	= -3.32740E-08
C8	= -1.47290E-10
C10	= 0.0000
C12	= 0.0000

[可変間隔データ]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	18.52	70.00	131.00
D5	2.47	34.66	45.69
D14	22.70	8.01	2.90
D19	8.92	2.98	1.20
b. f	40.09	62.98	71.13

30

[条件式対応値]

条件式 (1)	$100 \cdot (D3w - D3t) / (Z \cdot IL) = 3.87$
条件式 (2)	$10 \cdot (D2w - D2t) / (Z \cdot IL) = 0.99$
条件式 (3)	$f3 / f4 = 1.43$
条件式 (4)	$f_w = 18.52$ $f_1 = 86.671$ $f_t = 131.00$
条件式 (5)	$f_w / IL = 0.66$
条件式 (6)	$f_w / (-f_2) = 1.42$

40

【 0 0 3 8 】

図 4 (a) , (b) , (c) はそれぞれ、本発明の第 2 実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図を示す。

各諸収差図より本実施例に係るズームレンズは、広角端状態、中間焦点距離状態、および望遠端状態の各状態において、諸収差を良好に補正し、優れた結像性能を有することが

50

わかる。

【 0 0 3 9 】

(第 3 実施例)

図 5 は、本発明の第 3 実施例に係るズームレンズの構成、及び各レンズ群の移動軌跡を示す図である。

本実施例に係るズームレンズは、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 4 とからなる。そして本実施例に係るズームレンズは、広角端状態 (W) から望遠端状態 (T) への変倍に際して、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔が増加し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔が減少し、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との間隔が減少するように、各レンズ群 G 1 , G 2 , G 3 , G 4 が光軸に沿って移動する。

10

【 0 0 4 0 】

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 L 1 1 と両凸形状の正レンズ L 1 2 との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 3 とからなる。

第 2 レンズ群 G 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 1 と、両凹形状の負レンズ L 2 2 と、両凸形状の正レンズ L 2 3 と、両凹形状の負レンズ L 2 4 とからなる。

【 0 0 4 1 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、開口絞り S と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 3 1 と、両凸形状の正レンズ L 3 2 と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 3 3 とからなる。なお、開口絞り S は、変倍に際して第 3 レンズ群 G 3 を構成する各レンズと一体的に移動する。

20

第 4 レンズ群 G 4 は、物体側から順に、両凸形状の正レンズ L 4 1 と、両凸形状の正レンズ L 4 2 と、両凹形状の負レンズ L 4 3 と、両凸形状の正レンズ L 4 4 とからなる。

以下の表 3 に、本発明の第 3 実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

【 0 0 4 2 】

(表 3)

[全体諸元]

f = 18.5 ~ 130.9

F N O = 3.8 ~ 5.9

2 = 12.2 ~ 77.6°

30

[レンズデータ]

面番号	r	d	n	
1	164.0905	1.5000	1.846660	23.78
2	67.6857	8.0837	1.618000	63.38
3	-613.2094	0.1000		
4	53.0522	5.5000	1.772500	49.61
5	131.2460	D5		
* 6	107.6967	0.2000	1.553890	38.09
7	100.6081	1.0000	1.804000	46.58
8	14.2885	5.9799		
9	-37.4985	0.9000	1.772500	49.61
10	60.0005	0.0044		
11	28.8752	4.3000	1.846660	23.78
12	-33.0419	0.3511		
13	-26.4340	0.9000	1.806100	40.94

40

50

14 73.0574 D14

15 開口絞り S 0.5000

16 31.8505 1.0000 1.785900 44.20

17 21.6830 2.8000 1.531720 48.87

18 -45.9949 1.9509

19 -22.0786 0.9000 1.804000 46.58

20 -40.6412 D20

21 29.5499 5.0004 1.516330 64.14

10

22 -95.1249 3.2225

23 54.8850 5.0000 1.497000 81.61

24 -36.1062 0.1776

25 -43.1181 2.3853 1.846660 23.78

26 267.3975 3.8599

*27 241.5414 0.2000 1.553890 38.09

28 241.5414 5.0000 1.581440 40.75

29 -64.6981 b. f

[非球面データ]

20

< 第 6 レンズ面 >

= 0.0000

C4 = 9.56370E-06

C6 = -4.93930E-09

C8 = -6.74420E-11

C10 = 2.99380E-13

C12 = 0.0000

< 第 27 レンズ面 >

= 0.0000

30

C4 = -2.42330E-05

C6 = -1.88300E-08

C8 = -9.25330E-11

C10 = 0.00000E+00

C12 = 0.0000

[可変間隔データ]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	18.50	70.00	131.00
D5	2.46	33.89	43.65
D14	16.35	6.40	2.90
D20	14.93	4.79	1.10
b. f	41.24	64.70	77.50

40

[条件式対応値]

条件式 (1) $100 \cdot (D3w - D3t) / (Z \cdot IL) = 6.95$

条件式 (2) $10 \cdot (D2w - D2t) / (Z \cdot IL) = 0.68$

条件式 (3) $f3 / f4 = 3.32$

条件式 (4) $f_w = 18.54$

$f_1 = 85.748$

50

$$f_t = 130.95$$

$$\text{条件式 (5)} \quad f_w / I L = 0.66$$

$$\text{条件式 (6)} \quad \frac{f_w}{(-f_2)} = 1.42$$

【0043】

図6(a), (b), (c)はそれぞれ、本発明の第3実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図を示す。

各諸収差図より本実施例に係るズームレンズは、広角端状態、中間焦点距離状態、および望遠端状態の各状態において、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4実施例)

図7は、本発明の第4実施例に係るズームレンズの構成、及び各レンズ群の移動軌跡を示す図である。

本実施例に係るズームレンズは、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G4とからなる。そして本実施例に係るズームレンズは、広角端状態(W)から望遠端状態(T)への変倍に際して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が増加し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が減少し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が減少するように、各レンズ群G1, G2, G3, G4が光軸に沿って移動する。

【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L11と両凸形状の正レンズL12との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13とからなる。

第2レンズ群G2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L21と、両凹形状の負レンズL22と、両凸形状の正レンズL23と、両凹形状の負レンズL24とからなる。

【0046】

第3レンズ群G3は、物体側から順に、開口絞りSと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL31と両凸形状の正レンズL32との接合レンズと、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL33とからなる。なお、開口絞りSは、変倍に際して第3レンズ群G3を構成する各レンズと一体的に移動する。

第4レンズ群G4は、物体側から順に、両凸形状の正レンズL41と、両凸形状の正レンズL42と両凹形状の負レンズL43との接合レンズと、両凸形状の正レンズL44とからなる。

以下の表4に、本発明の第4実施例に係るズームレンズの諸元の値を掲げる。

【0047】

(表4)

[全体諸元]

$$f = 18.5 \sim 130.9$$

$$FNO = 3.8 \sim 5.9$$

$$2 = 12.2 \sim 77.7^\circ$$

[レンズデータ]

面番号	r	d	n	
1	160.9952	1.5000	1.846660	23.78
2	69.9752	8.2235	1.618000	63.38
3	-460.9193	0.1000		
4	50.4345	5.5939	1.696800	55.52
5	123.3902	D5		

10

20

30

40

50

*6	146.2960	0.2000	1.553890	38.09
7	127.5372	1.0000	1.804000	46.58
8	14.2844	5.4973		
9	-36.3574	0.9000	1.772500	49.61
10	77.5767	0.1000		
11	29.5571	4.3194	1.846660	23.78
12	-28.7383	0.4258		
13	-22.9928	0.9000	1.806100	40.94
14	85.0453	D14		
15	開口絞り S	0.5000		
16	29.9631	1.0000	1.772500	49.61
17	19.5204	2.8000	1.516330	64.14
18	-59.0056	0.6843		
19	-23.2552	0.9000	1.772500	49.61
20	-37.5814	D20		
21	29.8651	3.9090	1.487490	70.24
22	-83.2754	2.7420		
23	38.5230	6.0000	1.497000	81.61
24	-5133.4430	5.7732	1.846660	23.78
25	44.4688	1.7212		
*26	64.6715	0.1000	1.553890	38.09
27	69.8192	5.2636	1.487490	70.24
28	-54.9618	b. f		

10

20

[非球面データ]

< 第 6 レンズ面 >

=	0.0000
C4 =	1.07390E-05
C6 =	6.27270E-09
C8 =	-1.23500E-10
C10 =	4.99830E-13
C12 =	0.0000

30

< 第 2 6 レンズ面 >

=	0.0000
C4 =	-2.77660E-05
C6 =	-2.00490E-08
C8 =	-1.54290E-10
C10 =	0.0000
C12 =	0.0000

40

[可変間隔データ]

	広角端状態	中間焦点距離状態	望遠端状態
f	18.54	70.00	131.00
D5	2.51	32.84	43.08
D14	17.64	6.80	2.90
D20	14.4674	4.3874	1.1474

50

b. f 38.00 64.70 77.50

[条件式対応値]

条件式 (1) $100 \cdot (D3w - D3t) / (Z \cdot IL) = 6.69$

条件式 (2) $10 \cdot (D2w - D2t) / (Z \cdot IL) = 0.74$

条件式 (3) $f3 / f4 = 3.24$

条件式 (4) $fw = 18.54$

$f1 = 85.544$

$ft = 130.95$

条件式 (5) $fw / IL = 0.66$

条件式 (6) $fw / (- f2) = 1.39$

10

【 0048 】

図8(a), (b), (c)はそれぞれ、本発明の第4実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図を示す。

各諸収差図より本実施例に係るズームレンズは、広角端状態、中間焦点距離状態、および望遠端状態の各状態において、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。

【 0049 】

上記各実施例によれば、高い変倍比を有し高性能かつコンパクトでありながら、間隔変化感度と偏心感度を抑えた製造容易なズームレンズを実現することができる。

20

なお、本発明の実施例として、4群構成のレンズ系を示したが、該4群を含む5群及びそれ以上の群構成のレンズ系も本発明の効果を内在した同等のレンズ系であることは言うまでもない。また、各レンズ群内の構成においても、実施例の構成に付加レンズを加えただけのレンズ群も本発明の効果を内在した同等のレンズ群であることは言うまでもない。

なお、上記各実施例は本発明の一具体例を示しているものであり、本発明はこれらに限定されるものではない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0050 】

【図1】本発明の第1実施例に係るズームレンズの構成、及び各レンズ群の移動軌跡を示す図である。

30

【図2】(a), (b), (c)はそれぞれ、本発明の第1実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図を示す。

【図3】本発明の第2実施例に係るズームレンズの構成、及び各レンズ群の移動軌跡を示す図である。

【図4】(a), (b), (c)はそれぞれ、本発明の第2実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図を示す。

【図5】本発明の第3実施例に係るズームレンズの構成、及び各レンズ群の移動軌跡を示す図である。

【図6】(a), (b), (c)はそれぞれ、本発明の第3実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図を示す。

40

【図7】本発明の第4実施例に係るズームレンズの構成、及び各レンズ群の移動軌跡を示す図である。

【図8】(a), (b), (c)はそれぞれ、本発明の第4実施例に係るズームレンズの広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における無限遠合焦時の諸収差図を示す。

【 符号の説明 】

【 0051 】

G1 第1レンズ群

G2 第2レンズ群

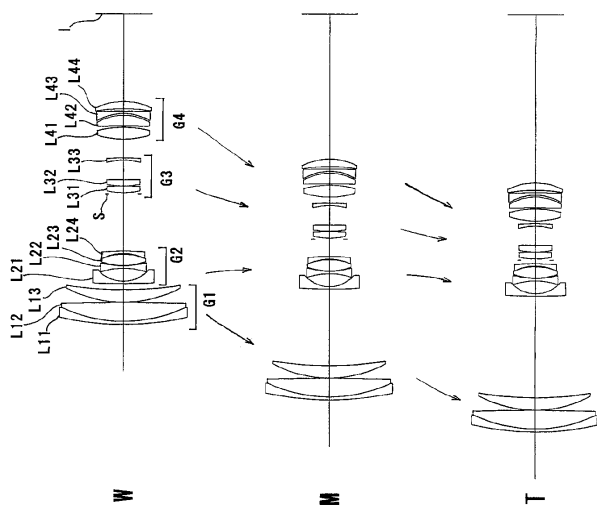
G3 第3レンズ群

G4 第4レンズ群

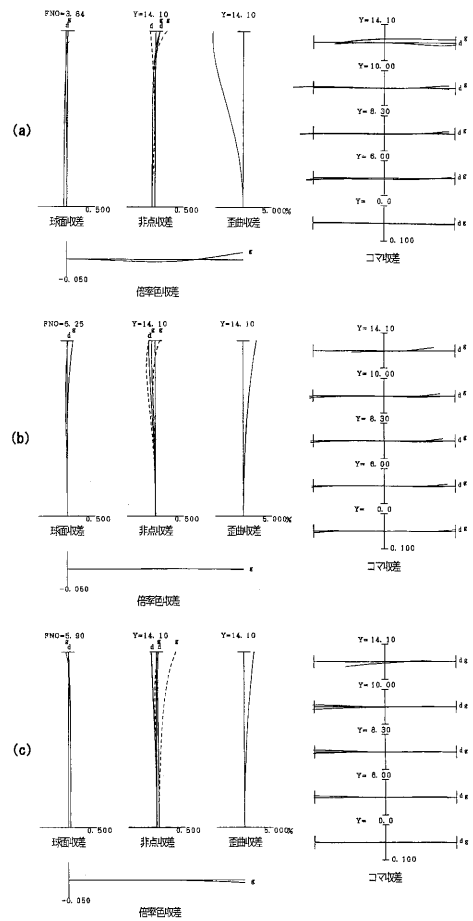
50

- S 開口絞り
- I 像面
- W 広角端状態
- M 中間焦点距離状態
- T 望遠端状態

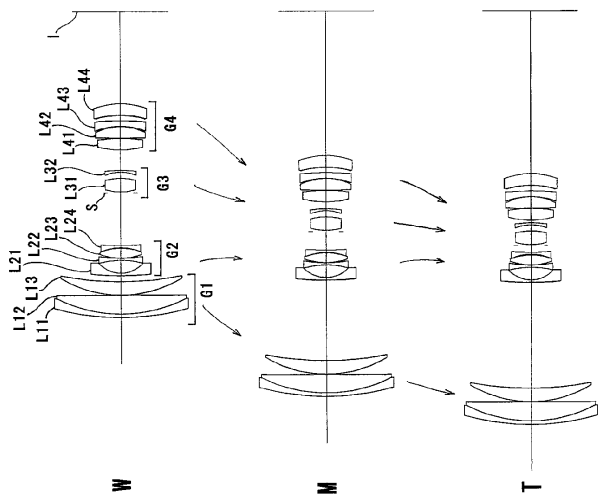
【図1】



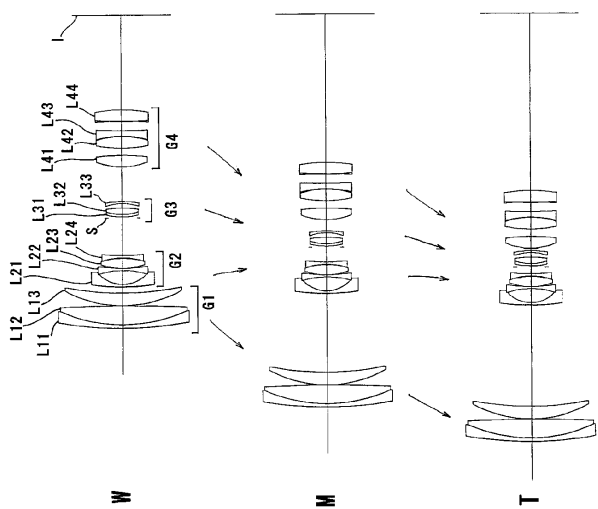
【図2】



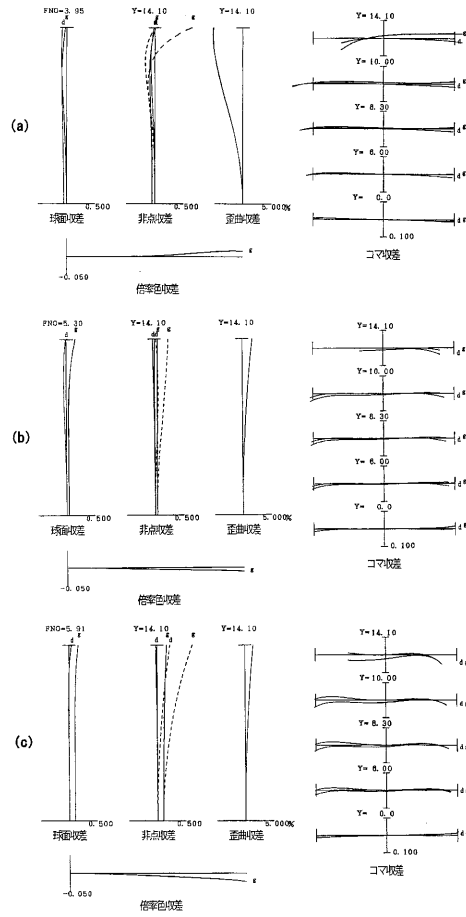
【 図 3 】



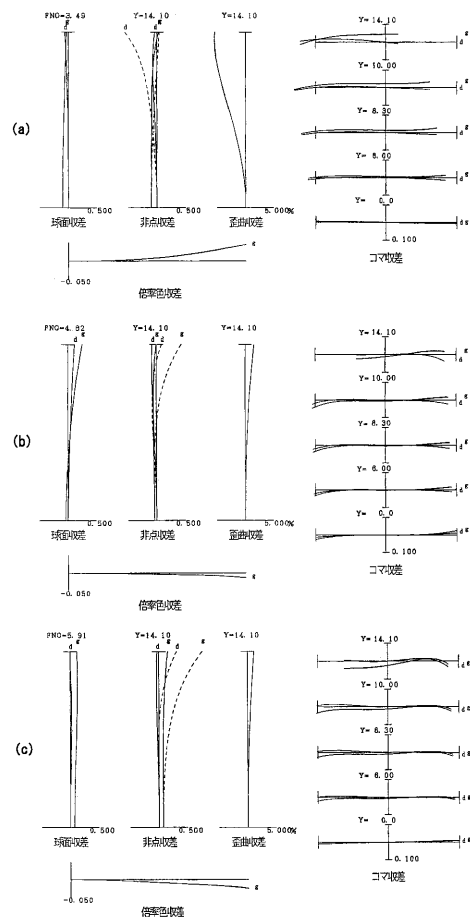
【 図 5 】



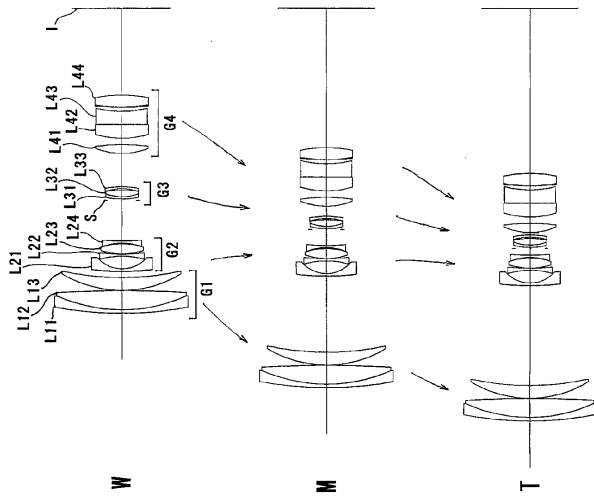
【 図 4 】



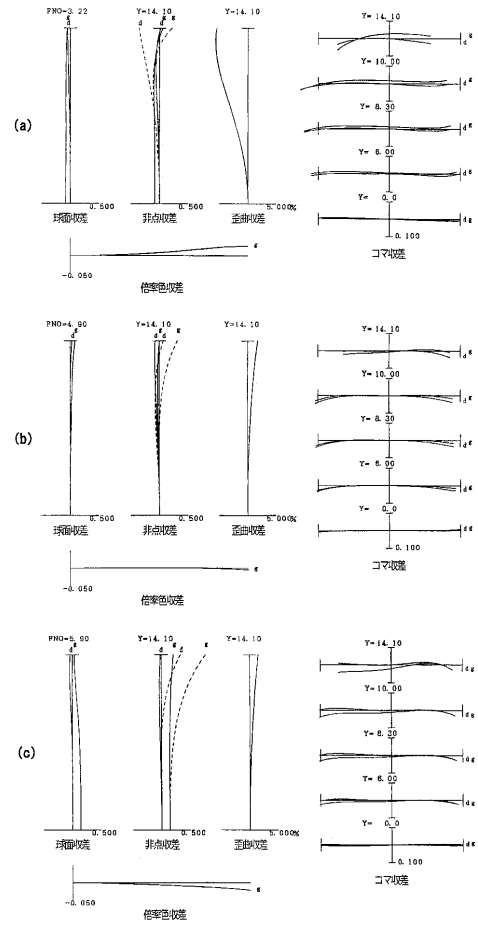
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06-337354(JP,A)
特開昭59-164517(JP,A)
特開昭58-224323(JP,A)
特開2003-177317(JP,A)
特開2005-181556(JP,A)
特開2001-194590(JP,A)
特開2001-117005(JP,A)
特開2000-330016(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