

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4876510号  
(P4876510)

(45) 発行日 平成24年2月15日(2012.2.15)

(24) 登録日 平成23年12月9日(2011.12.9)

(51) Int.Cl.

F 1

GO2B 15/20	(2006.01)	GO2B 15/20
GO2B 13/18	(2006.01)	GO2B 13/18
HO4N 5/225	(2006.01)	HO4N 5/225
HO4N 101/00	(2006.01)	HO4N 101:00

D

請求項の数 9 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2005-282921 (P2005-282921)
(22) 出願日	平成17年9月28日 (2005.9.28)
(65) 公開番号	特開2007-93976 (P2007-93976A)
(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)

(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	原田 壮基 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

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、負の屈折力を持つ第1レンズ群と、正の屈折力を持つ第2レンズ群と、負の屈折力を持つ第3レンズ群と、正の屈折力を持つ第4レンズ群と、正の屈折力を持つ第5レンズ群<sup>と</sup>により、実質的に5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、前記第1レンズ群は一旦像側に移動したのち物体側に移動し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が縮小し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が拡大し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間隔が縮小し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群の間隔が拡大し、

広角端状態における、全系の焦点距離をfw、前記第5レンズ群の横倍率を5、前記第4レンズ群の後側主点から光軸方向に計った前記第5レンズ群の前側主点位置をS45wとするとき、

$$0.6 < 5 < 0.9$$

$$S45w/fw < -0.15$$

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】

望遠端状態における全系のFナンバーをFnot、望遠端状態での全系の焦点距離をft、前記第1レンズ群の焦点距離をf1とするとき、

$$-1.8 < f1 \times Fnot / ft < -1.0$$

の条件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。

10

20

**【請求項 3】**

前記第5レンズ群は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正レンズと負レンズとの接合正レンズを有することを特徴とする請求項1または請求項2のいずれか1項に記載のズームレンズ。

**【請求項 4】**

前記第4レンズ群は、物体側より順に、負レンズと両凸形状の正レンズとの接合正レンズと、1枚以上の正レンズからな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4レンズ群または前記第5レンズ群の少なくとも一方が、少なくとも1枚の非球面レンズを有し、10

前記非球面レンズは、レンズ中心から周辺に行くに従って正の屈折力が弱くな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、少なくとも1枚の非球面レンズと少なくとも1枚の正レンズを有し、前記第2レンズ群の前記正レンズのアッペ数を  $d$  とするとき、

$$d > 70$$

の条件を満たすことを特徴とする請求項1乃至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2レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を持つ前群と、正の屈折力を持つ後群からなり、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングは前記前群を光軸に沿って移動させることにより行い、前記前群の焦点距離を  $f_{2a}$ 、前記後群の焦点距離を  $f_{2b}$  とするとき、20

$$1.1 < f_{2a} / f_{2b} < 1.5$$

の条件を満足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3レンズ群の物体側に開口絞りを有し、

前記変倍に際し、前記開口絞りは、前記第3レンズ群と一体に移動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。30

**【請求項 9】**

前記第1レンズ群は、非球面レンズを有す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、一眼レフレックスカメラやデジタルカメラ等に適したズームレンズに関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来、一眼レフレックスカメラやデジタルカメラ等に用いられる大口径広角ズームレンズとして、負の屈折力を持つレンズ群が先行する4群ズームレンズや、5群ズームレンズが開示されている（例えば、特許文献1、特許文献2参照）。

【特許文献1】特開2001-174704号公報

【特許文献2】特開2001-318314号公報

**【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、負・正・負・正の4群ズームレンズでは、広角端状態において画角が80°以上を達成しているものの、非点収差やコマ収差を良好に補正するのが大変難しいと

50

言う問題がある。

【0004】

また、特許文献1の開示例では、負の屈折力を持つレンズ群が先行する5群ズームレンズで口径比が2.8程度の大口径であるものの、最大画角が75°程度しかない。

【0005】

また、特許文献2の開示例では、負の屈折力を持つレンズ群が先行する5群ズームレンズで最大画角が100°を超えているものの、変倍比は2.7倍未満と小さく、Fナンバーも4程度しかない。

【0006】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、最大画角が80°以上の広画角、2.7倍程度の変倍比、およびFナンバーが2.8程度の大口径を有し、より高性能なズームレンズを提供することを目的とする。

【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、負の屈折力を持つ第1レンズ群と、正の屈折力を持つ第2レンズ群と、負の屈折力を持つ第3レンズ群と、正の屈折力を持つ第4レンズ群と、正の屈折力を持つ第5レンズ群とにより、実質的に5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、前記第1レンズ群は一旦像側に移動したのち物体側に移動し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が縮小し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が拡大し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間隔が縮小し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群の間隔が拡大し、

広角端状態における、全系の焦点距離をfw、前記第5レンズ群の横倍率を5、前記第4レンズ群の後側主点から光軸方向に計った前記第5レンズ群の前側主点位置をS45wとするとき、

$$0.6 < 5 < 0.9$$

$$S45w/fw < -0.15$$

の条件を満足することを特徴とするズームレンズを提供する。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、最大画角が80°以上の広画角、2.7倍程度の変倍比、およびFナンバーが2.8程度の大口径を有し、より高性能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】

【0009】

以下、本発明の実施の形態に関し詳説する。

【0010】

本発明の実施の形態にかかるズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を持つ第1レンズ群と、正の屈折力を持つ第2レンズ群と、負の屈折力を持つ第3レンズ群と、正の屈折力を持つ第4レンズ群と、正の屈折力を持つ第5レンズ群を有し、広角端状態から望遠端状態への変倍に際し、第1レンズ群は一旦像側に移動したのち物体側に移動し、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が縮小し、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔が拡大し、第3レンズ群と第4レンズ群の間隔が縮小し、第4レンズ群と第5レンズ群の間隔が拡大し、広角端状態における、全系の焦点距離をfwとし、第5レンズ群の横倍率を5、第4レンズ群の後側主点と第5レンズ群の前側主点間隔をS45wとするとき、以下の条件式(1)および(2)を満足する構成である。

$$(1) 0.6 < 5 < 0.9$$

$$(2) S45w/fw < -0.15$$

一般に、負の屈折力を持つレンズ群が先行する多群ズームレンズは大口径広角ズームレンズとして適して。しかし、80度を超える画角を含み、2.8倍程度の変倍比と、F

10

20

30

40

50

ナンバーが2.8程度の大口径比を有するためには4群構成では十分な性能を得ることがない。そこで5群以上を含む構成を考えることが必要となるが、6群以上になるとズーミングのための機構部分が複雑化し、かつ大型化する。一方、5群構成とした場合、第5レンズ群を負屈折力のレンズ群とすると、第5レンズ群の横倍率が1を超えるため、第1レンズ群から第4レンズ群までの収差を拡大することになり、上記性能を確保する上では収差補正を十分に行なうことが難しい。

## 【0011】

本発明の実施の形態にかかるズームレンズでは、第5レンズ群を正屈折力のレンズ群とし、かつ5群全体のパワー配置を最適化することで上記性能を有するズームレンズの提供を可能にした。

10

## 【0012】

条件式(1)は第5レンズ群の横倍率を適切な範囲に定めたものである。第5レンズ群の横倍率を条件式(1)のように正かつ1以下にすることで、第1レンズ群から第4レンズ群までの合成焦点距離を第5レンズ群よって短縮することができる。よって、第1レンズ群から第4レンズ群までの合成焦点距離を、第5レンズ群を含めた場合よりも長くすることができる。この結果、第1レンズ群から第4レンズ群の合成焦点距離をより長く設定することができ、発生収差も少なくすることができる。

## 【0013】

条件式(1)の上限値を超えると、第5レンズ群による屈折力が減少し、上記効果が薄れることでコマ収差、歪曲収差や非点収差を良好に補正するために他のレンズ群への依存度が大きくなり、広角端状態から望遠端状態までの収差変動をバランスよく補正するのが困難になる。

20

## 【0014】

条件式(1)の下限値を超えると、第5レンズ群の焦点距離が短くなり、第5レンズ群自体の球面収差、コマ収差が大きくなり、所望の性能やFナンバーを十分確保することが困難になる。

## 【0015】

なお、本発明の効果を確実にするために、条件式(1)の上限値を0.85にすることが好ましい。また、本発明の効果を確実にするために、条件式(1)の下限値を0.75にすることが好ましい。

30

## 【0016】

条件式(2)は第4レンズ群の後側主点から光軸方向に計った第5レンズ群の前側主点位置を適切な範囲に定めたものである。第5レンズ群は、条件式(2)のように第4レンズ群の後側主点から計った第5レンズ群の前側主点位置をできるだけ物体側によせることができが望ましい。これによって、条件式(1)の横倍率を得るのに必要とされる第4レンズ群、および第5レンズ群の焦点距離をより長く設定できると共に、第4レンズ群、および第5レンズ群で発生する球面収差、特に広角端状態のコマ収差をより少なくでき所望の高画角、高変倍比、および大口径比と高い光学性能を得ることができる。

## 【0017】

なお、本発明の効果を確実にするために、条件式(2)の上限値を-0.3にすることが好ましい。

40

## 【0018】

また、本発明の実施の形態にかかるズームレンズは、望遠端状態における全系のFナンバーをF<sub>not</sub>、望遠端状態での全系の焦点距離をf<sub>t</sub>、前記第1レンズ群の焦点距離をf<sub>1</sub>とするとき、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

$$(3) \quad -1.8 < f_1 \times F_{not} / f_t < -1.0$$

条件式(3)は、第1レンズ群の焦点距離を適切な範囲に定めたものである。

## 【0019】

条件式(3)の上限値を超えると、第1レンズ群の屈折力が増大し、レンズ外径のコンパクト化、またバックフォーカスの確保には有利であるが、広角端状態でのコマ収差や歪

50

曲収差、また望遠端状態での球面収差やコマ収差等をバランスよく補正するのが困難になる。

【0020】

条件式(3)の下限値を超えると、レンズ外径が増大し好ましくない。または、歪曲収差やコマ収差が悪化し高い光学性能を得ることができなくなる。

【0021】

なお、本発明の効果を確実にするために、条件式(3)の上限値を-1.3にすることが好ましい。また、本発明の効果を確実にするために、条件式(3)の下限値を-1.7にすることが好ましい。

【0022】

また、本発明の実施の形態にかかるズームレンズは、第5レンズ群は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正レンズと負レンズとの接合正レンズ有することが望ましい。

【0023】

第5レンズ群に、物体側より順に、物体側に凸面を向けた正レンズと負レンズとの接合正レンズを含む構成を採用することで、従来多く見られた物体側から順に、負レンズと正レンズとの接合正レンズとする構成より有利な点が多くなる。物体側から順に、正レンズと負レンズと言う、いわゆる望遠レンズ形式となり、第5レンズ群の前側主点位置を物体側に近づけることが容易となり、条件式(2)を満たしやすくなる。また、負レンズを像面側にもってくることで、第1レンズ群を負レンズとしたことによる広角側の歪曲収差の補正不足分を補正する効果と、変倍に伴う像面の変動の補正が見込まれる。また、周辺光量の観点から見ても、第5レンズ群の正レンズで周辺の光束高さを下げる作用が強く働き、レンズ径を小さくする上で有利である。

【0024】

また、本発明の実施の形態にかかるズームレンズは、第4レンズ群は、物体側から順に負レンズと両凸形状の正レンズとの接合正レンズと、1枚以上の正レンズから構成されることが望ましい。

【0025】

第4レンズ群を物体側より順に、負レンズと両凸形状の正レンズとの接合正レンズと、1枚以上の正レンズによって構成することで、従来多く見られた物体側から順に正レンズと負レンズとの接合正レンズとする構成より有利な点が多くなる。第5レンズ群の時とは逆に、物体側から順に、負レンズ、正レンズ、および正レンズと言う、いわゆるレトロフォーカスレンズ形式となり、第4レンズ群の後側主点位置を像面側に近づけることが容易となり、条件式(2)を満たしやすくなる。また、第4レンズ群、および第5レンズ群全体としては、前後に負レンズを持つ前後対称な光学系となり、広画角に強いレンズとなる。これは、広画角と像面の平坦性を必要とする接眼レンズ系などでもよく用いられるレンズタイプである。これにより、第3レンズ群から射出されたほぼ平行光束に対して収差をほとんど発生させること無く像面に結像できる。

【0026】

また、本発明の実施の形態にかかるズームレンズは、第4レンズ群または第5レンズ群の少なくとも一方が、少なくとも1枚の非球面レンズを有し、この非球面レンズはレンズ中心から周辺に行くに従って正の屈折力が弱くなることが望ましい。

【0027】

第4レンズ群または第5レンズ群の正レンズに非球面を含めることで、特に球面収差と周辺像高でのコマ収差と像面湾曲収差を効果的に補正できる。

【0028】

また、本発明の実施の形態にかかるズームレンズでは、第2レンズ群は、少なくとも1枚の非球面レンズと少なくとも1枚の正レンズを有し、第2レンズ群の正レンズのd線(波長 = 587.6 nm)におけるアッペ数をdとするとき、以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

条件式(4)は第2レンズ群の構成を規定したものである。第1レンズ群が負のパワーを持つズームタイプでは、第2レンズ群でマージナル光線(光軸に平行な入射光束のうち、最も入射高が高い光線)が最も高くなり、球面収差や軸上色収差へ与える影響が非常に大きい。そこで、条件式(4)を満たす正レンズを用いると軸上色収差を良好に補正できる。ただし、条件式(4)を満たすような硝材は一般的に屈折率が低いものが多く、球面収差の補正が不足しがちであった。そこで第2レンズ群に非球面レンズを併用することで軸上色収差と球面収差を同時に良好に補正可能とした。

#### 【0029】

なお、本発明の効果を確実にするために、条件式(4)の下限値を80にすることが好みしい。

10

#### 【0030】

また、本発明の実施の形態にかかるズームレンズは、第2レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を持つ前群と、正の屈折力を持つ後群からなり、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングは前記前群を光軸に沿って移動させることにより行い、前群の焦点距離を $f_{2a}$ 、後群の焦点距離を $f_{2b}$ とするとき、以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$(5) \quad 1.1 < f_{2a} / f_{2b} < 1.5$$

条件式(5)は第2レンズ群の前群と後群の焦点距離の比を規定したものである。

#### 【0031】

条件式(5)の下限値を超えると、広角側と望遠側でのフォーカシング移動量の差が大きくなり、フォーカスに必要な空気間隔が大きくなる為、レンズ全体が大きくなり好ましくない。または、合焦時の球面収差の変動が大きくなり、高い光学性能が得られなくなる。

20

#### 【0032】

条件式(5)の上限値を超えると、広角側と望遠側でのフォーカシング移動量の差が大きくなり、フォーカスに必要な空気間隔が大きくなる為、レンズ全体が大きくなり好ましくない。または、球面収差が悪化し、高い光学性能が得られなくなる。

#### 【0033】

なお、本発明の効果を確実にするために、条件式(5)の上限値を1.4にすることが好みしい。また、本発明の効果を更に確実にするために、条件式(5)の上限値を1.3にすることが更に好みしい。また、本発明の効果を確実にするために、条件式(5)の下限値を1.15にすることが好みしい。

30

#### 【0034】

##### 〔実施例〕

以下、本発明の実施の形態にかかるズームレンズの各実施例について図面を参照しつつ説明する。

#### 【0035】

各実施例において、非球面は光軸に垂直な方向の高さを $y$ 、高さ $y$ における光軸方向の変異量を $X(y)$ 、基準球面の曲率半径(近軸曲率半径)を $r$ 、円錐係数を $K$ 、 $n$ 次の非球面係数を $C_n$ とおいたとき、以下の式で表される。

40

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

また、各実施例の諸元値表において、非球面には面番号の右側に\*印を付している。

#### 【0036】

##### 〔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図である。

#### 【0037】

図1において、本第1実施例のズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を持つ第1レンズ群G1と、正の屈折力を持つ第2レンズ群G2と、負の屈折力を持つ第3レンズ群G3と、正の屈折力を持つ第4レンズ群G4と、正の屈折力を持つ第5レンズ群G5か

50

ら構成され、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は一旦像面I側に移動したのち物体側に移動し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3と第4レンズ群G4は共に物体側に移動し、第5レンズ群G5は固定されている構成である。

【0038】

第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸面を向け像面I側の面に非球面を有する負メニスカスレンズと、両凹形状の負レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズから構成されている。

【0039】

第2レンズ群G2は、正屈折力の前群G2aと、正屈折力の後群G2bから構成され、前群G2aは、物体側の面に非球面を有する両凸形状の正レンズと、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レンズから構成され、後群G2bは、両凸形状の正レンズから構成されている。

【0040】

第3レンズ群G3は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズと両凹形状の負レンズとの接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズから構成されている。

【0041】

第4レンズ群G4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レンズと、像面I側の面に非球面を有する両凸形状の正レンズから構成されている。

【0042】

第5レンズ群G5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との接合レンズから構成されている。

【0043】

無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングは、前群G2aを像面I方向に移動して行う。また、開口絞りSは第3レンズ群G3の最も物体側に配置され、広角端状態Wから望遠端状態Tへの変倍に際し、第3レンズ群G3と一体的に移動する。

【0044】

以下の表1に、本第1実施例にかかるズームレンズの諸元の値を掲げる。表の(全体諸元)中の、fは焦点距離、FはFナンバー、 $\theta_2$ は画角(単位:度)をそれぞれ表す。(レンズデータ)中の、R<sub>i</sub>は物体側からの面番号、rは面の曲率半径、dは面間隔、d及びn<sub>d</sub>はd線(波長 = 586.6 nm)におけるアーベ数および屈折率をそれぞれ表す。(非球面データ)には、各非球面係数を示す。なお、「E-n」は「10<sup>-n</sup>」を示す。(可変間隔データ)中には、広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態における、焦点距離fと各可変間隔をそれぞれ示す、(条件式対応値)には、各条件式の値を示す。なお、曲率半径「r =」は、平面を示し、空気の屈折率n<sub>d</sub> = 1.000000は記載を省略している。

【0045】

なお、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、面間隔dその他の長さ等は、特記の無い場合一般に「mm」が使われるが、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ので、これに限られるものではない。また、単位は「mm」に限定されること無く他の適当な単位を用いることもできる。なお、これらの記号の説明は、以降の他の実施例においても同様とする。

【0046】

(表1)

(全体諸元)

f = 24.78 ~ 67.7

F=2.91

$\theta_2$  = 82.2 ~ 35.4

(レンズデータ)

10

20

30

40

50

	r	d	d	nd	
R1	148.55	3.20	49.5	1.744429	
R2*	26.69	15.05			
R3	-140.00	2.20	63.3	1.618000	
R4	170.00	0.20			
R5	59.74	4.00	23.1	1.860740	
R6	96.63	(d6)			
R7*	58.54	0.09	38.1	1.553890	10
R8	60.61	5.13	46.6	1.816000	
R9	-4381.42	8.35	37.6		
R10	79.18	1.54	23.8	1.846660	
R11	30.73	8.00	91.2	1.456000	
R12	-637.46	(d12)			
R13	59.59	4.84	40.8	1.882997	
R14	-925.95	(d14)			
R15		1.65		(開口絞りS)	20
R16	-468.53	3.00	23.1	1.860740	
R17	-41.13	1.15	54.7	1.729157	
R18	58.99	3.13			
R19	-40.45	1.15	54.7	1.729157	
R20	-129.43	(d20)			
R21	249.89	1.20	23.8	1.846660	
R22	61.26	6.50	81.6	1.497000	
R23	-33.18	0.20			
R24	499.94	3.25	81.4	1.495500	30
R25	-150.00	(d25)			
R26	37.97	4.80	81.5	1.496999	
R27	337.67	1.40	25.4	1.805181	
R28	69.31	Bf			

## (非球面データ)

面	K	C 4	C 6	C 8	C10	C12	
R2	-1.8970E-01	3.9947E-06	-1.0319E-09	7.4218E-12	-1.0720E-14	6.8060E-18	
R7	-2.2290E-01	-1.1042E-07	-4.2572E-10	2.1178E-12	-2.0591E-15	0.0000	40
R25	-9.5432E+00	3.2539E-06	1.1325E-09	4.9837E-12	-8.3197E-15	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	24.78	51.92	67.70	
d6	48.16	9.18	1.85	
d12	7.59	7.59	7.59	
d14	1.35	20.98	28.94	
d20	16.60	6.77	1.60	
d25	1.50	14.05	24.18	50

(条件式対応値)

- (1)  $5 = 0.82$
- (2)  $S 4 5 w / f w = -0.47$
- (3)  $f 1 \times F n o t / f t = -1.64$
- (4)  $d = 91.2$
- (5)  $f 2 a / f 2 b = 1.21$

【0047】

図2は、本第1実施例にかかるズームレンズの無限遠合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態における諸収差図であり、(b)は中間焦点距離状態における諸収差図であり、(c)は望遠端状態における諸収差図である。各収差図において、FNOはFナンバー、Yは像高、Aは主光線の入射角、dはd線(波長 = 587.6 nm)を示している。Dはd線(波長 = 587.6 nm)、Gはg線(波長 = 435.8 nm)を示している。非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリジオナル像面を示している。球面収差図において、実線は球面収差、破線はサインコンディションを示している。倍率色収差図はd線に対するg線を示している。なお、これらの記号の説明は、以降の他の実施例においても同様とする。

【0048】

各収差図から、本第1実施例にかかるズームレンズは、諸収差が良好に補正され優れた結像性能を有していることが明らかである。

【0049】

〔第2実施例〕

図3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図である。

【0050】

図3において、本第2実施例のズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を持つ第1レンズ群G1と、正の屈折力を持つ第2レンズ群G2と、負の屈折力を持つ第3レンズ群G3と、正の屈折力を持つ第4レンズ群G4と、正の屈折力を持つ第5レンズ群G5から構成され、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は一旦像面I側に移動したのち物体側に移動し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3と第4レンズ群G4は共に物体側に移動し、第5レンズ群G5は固定されている構成である。

【0051】

第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸面を向け像面I側の面に非球面を有する負メニスカスレンズと、両凹形状の負レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズから構成されている。

【0052】

第2レンズ群G2は、正屈折力の前群G2aと、正屈折力の後群G2bから構成され、前群G2aは、物体側の面に非球面を有する両凸形状の正レンズと、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レンズから構成され、後群G2bは、両凸形状の正レンズから構成されている。

【0053】

第3レンズ群G3は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズと両凹形状の負レンズとの接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズから構成されている。

【0054】

第4レンズ群G4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レンズと、像面I側の面に非球面を有する両凸形状の正レンズから構成されている。

【0055】

第5レンズ群G5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との接合レンズから構成されている。

【0056】

10

20

30

40

50

無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングは、前群 G 2 a を像面 I 方向に移動して行う。また、開口絞り S は第 3 レンズ群 G 3 の最も物体側に配置され、広角端状態 W から望遠端状態 T への変倍に際し、第 3 レンズ群 G 3 と一体的に移動する。

## 【 0 0 5 7 】

以下の表 2 に、本第 2 実施例にかかるズームレンズの諸元の値を掲げる。

## 【 0 0 5 8 】

( 表 2 )

( 全体諸元 )

$f = 24.78 \sim 67.7$

$F=2.91$

$2 = 82.2 \sim 35.4$

10

( レンズデータ )

	r	d	d	nd
--	---	---	---	----

R1	125.62	3.20	49.52	1.744429
----	--------	------	-------	----------

R2*	26.88	14.95		
-----	-------	-------	--	--

R3	-140.00	2.20	63.33	1.618000
----	---------	------	-------	----------

R4	164.53	0.20		
----	--------	------	--	--

R5	53.97	4.00	23.78	1.846660
----	-------	------	-------	----------

R6	75.60	(d6)		
----	-------	------	--	--

20

R7*	59.74	0.10	38.09	1.553890
-----	-------	------	-------	----------

R8	62.41	5.0	49.60	1.772499
----	-------	-----	-------	----------

R9	-762.32	6.00		
----	---------	------	--	--

R10	113.72	1.50	26.52	1.761821
-----	--------	------	-------	----------

R11	30.03	8.30	82.56	1.497820
-----	-------	------	-------	----------

R12	-315.20	(d12)		
-----	---------	-------	--	--

R13	60.55	4.84	40.76	1.882997
-----	-------	------	-------	----------

R14	-474.60	(d14)		
-----	---------	-------	--	--

30

R15		1.65		
-----	--	------	--	--

( 開口絞り S )

R16	-1292.82	3.05	23.78	1.846660
-----	----------	------	-------	----------

R17	-36.86	1.15	54.68	1.729157
-----	--------	------	-------	----------

R18	54.86	3.30		
-----	-------	------	--	--

R19	-39.10	1.15	54.68	1.729157
-----	--------	------	-------	----------

R20	-139.40	(d20)		
-----	---------	-------	--	--

R 21	285.08	1.20	25.42	1.805181
------	--------	------	-------	----------

R 22	46.73	7.11	82.56	1.497820
------	-------	------	-------	----------

R 23	-32.76	0.20		
------	--------	------	--	--

R 24	508.57	2.80	64.14	1.516330
------	--------	------	-------	----------

R 25*	-127.81	(d25)		
-------	---------	-------	--	--

40

R26	39.24	5.05	82.56	1.497820
-----	-------	------	-------	----------

R27	599.11	1.40	25.42	1.805181
-----	--------	------	-------	----------

R28	74.82	Bf		
-----	-------	----	--	--

( 非球面データ )

面 K

C 4

C 6

C 8

C10

C12

50

R2	-0.1438	3.8749E-06	-2.2610E-10	6.0954E-12	-8.9785E-15	6.529E-18
R7	-0.4588	-2.4347E-07	-1.2907E-10	1.7953E-12	-1.9730E-15	0.0000
R25	13.3795	3.3574E-06	3.1407E-09	-8.1398E-12	1.4058E-14	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	24.78	51.92	67.70	
d6	47.46	9.09	1.87	
d12	7.35	7.35	7.35	
d14	1.35	19.10	26.58	10
d20	16.24	6.48	1.60	
d25	1.40	14.23	23.79	

## (条件対応値)

- (1)  $5 = 0.82$   
 (2)  $S_4 5 w / f w = -0.50$   
 (3)  $f_1 \times F_n o t / f_t = -1.62$   
 (4)  $d = 82.6$   
 (5)  $f_2 a / f_2 b = 1.23$

## 【0059】

20

図4は、本第2実施例にかかるズームレンズの無限遠合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態における諸収差図であり、(b)は中間焦点距離状態における諸収差図であり、(c)は望遠端状態における諸収差図である。

## 【0060】

各収差図から、本第2実施例にかかるズームレンズは、諸収差が良好に補正され優れた結像性能を有していることが明らかである。

## 〔実施例3〕

図5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図である。

## 【0061】

30

図5において、本第3実施例のズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を持つ第1レンズ群G1と、正の屈折力を持つ第2レンズ群G2と、負の屈折力を持つ第3レンズ群G3と、正の屈折力を持つ第4レンズ群G4と、正の屈折力を持つ第5レンズ群G5から構成され、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は一旦像面I側に移動したのち物体側に移動し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3と第4レンズ群G4は共に物体側に移動し、第5レンズ群G5は固定されている構成である。

## 【0062】

第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸面を向け像面I側の面に非球面を有する負メニスカスレンズと、両凹形状の負レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズから構成されている。

40

## 【0063】

第2レンズ群G2は、正屈折力の前群G2aと、正屈折力の後群G2bから構成され、前群G2aは、物体側の面に非球面を有する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両凸形状の正レンズとの接合レンズから構成され、後群G2bは、両凸形状の正レンズから構成されている。

## 【0064】

第3レンズ群G3は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズと両凹形状の負レンズとの接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズから構成されている。

## 【0065】

第4レンズ群G4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

50

との接合レンズと、像面 I 側の面に非球面を有し物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズから構成されている。

## 【0066】

第5レンズ群 G5 は、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合レンズから構成されている。

## 【0067】

無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングは、前群 G2a を像面 I 方向に移動して行う。また、開口絞り S は第3レンズ群 G3 の最も物体側に配置され、広角端状態 W から望遠端状態 T への変倍に際し、第3レンズ群 G3 と一体的に移動する。

## 【0068】

以下の表3に、本第3実施例にかかるズームレンズの諸元の値を掲げる。

## 【0069】

(表3)

(全体諸元)

$f = 24.78 \sim 67.7$

$F=2.92$

$2 = 82.2 \sim 35.4$

## (レンズデータ)

	r	d	d	nd
--	---	---	---	----

R1	124.77	3.00	49.52	1.744429
R2*	27.48	14.50		
R3	-140.00	2.20	63.33	1.618000
R4	170.00	0.20		
R5	52.25	4.00	23.78	1.846660
R6	69.81	(d6)		

R7*	60.50	0.10	38.09	1.553890
-----	-------	------	-------	----------

R8	63.21	4.78	49.60	1.772499
----	-------	------	-------	----------

R9	12779.25	5.4000		
----	----------	--------	--	--

R10	111.76	1.75	26.52	1.761821
-----	--------	------	-------	----------

R11	30.78	8.40	82.56	1.497820
-----	-------	------	-------	----------

R12	-209.11	(d12)		
-----	---------	-------	--	--

R13	61.32	4.70	40.76	1.882997
-----	-------	------	-------	----------

R14	-438.25	(d14)		
-----	---------	-------	--	--

R15	1.65			(開口絞り S)
-----	------	--	--	----------

R16	-669.73	3.40	23.78	1.846660
-----	---------	------	-------	----------

R17	-36.02	1.10	55.53	1.696797
-----	--------	------	-------	----------

R18	60.85	3.05		
-----	-------	------	--	--

R19	-42.21	1.05	54.68	1.729157
-----	--------	------	-------	----------

R20	-274.34	(d20)		
-----	---------	-------	--	--

R21	234.05	1.10	25.42	1.805181
-----	--------	------	-------	----------

R22	42.64	7.14	82.56	1.497820
-----	-------	------	-------	----------

R23	-33.19	0.20		
-----	--------	------	--	--

R24	-605.58	2.50	49.60	1.772499
-----	---------	------	-------	----------

R25*	-136.80	0.08	38.09	1.553890
------	---------	------	-------	----------

R26	-130.93	(d26)		
-----	---------	-------	--	--

10

20

30

40

50

R27	40.74	5.15	82.56	1.49782
R28	-910.23	1.40	25.42	1.805181
R29	87.90	Bf		

## (非球面データ)

面	K	C 4	C 6	C 8	C10	C12	
R2	-1.5280E-01	3.7704E-06	-5.3623E-10	6.7695E-12	-1.0431E-14	7.4566E-18	
R7	-1.8520E-01	-4.3765E-07	-2.3315E-10	2.3862E-12	-2.8617E-15	0.0000	
R25	1.1437E+01	2.8992E-06	3.8341E-09	-1.2929E-11	2.1850E-14	0.0000	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 24.78	52.00	67.70
d6 48.09	9.21	1.85
d12 7.53	7.53	7.53
d14 1.35	18.90	26.53
d20 16.45	6.51	1.60
d26 1.30	14.47	23.86

20

## (条件対応値)

(1)  $5 = 0.82$   
 (2)  $S 4 5 w / f w = -0.44$   
 (3)  $f 1 \times F n o t / f t = -1.65$   
 (4)  $d = 82.6$   
 (5)  $f 2 a / f 2 b = 1.25$

## 【0070】

図6は、本第3実施例にかかるズームレンズの無限遠合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態における諸収差図であり、(b)は中間焦点距離状態における諸収差図であり、(c)は望遠端状態における諸収差図である。

30

## 【0071】

各収差図から、本第3実施例にかかるズームレンズは、諸収差が良好に補正され優れた結像性能を有していることが明らかである。

## 【0072】

## 〔第4実施例〕

図7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図である。

## 【0073】

図7において、本第4実施例のズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を持つ第1レンズ群G1と、正の屈折力を持つ第2レンズ群G2と、負の屈折力を持つ第3レンズ群G3と、正の屈折力を持つ第4レンズ群G4と、正の屈折力を持つ第5レンズ群G5から構成され、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は一旦像面I側に移動したのち物体側に移動し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3と第4レンズ群G4は共に物体側に移動し、第5レンズ群G5は固定されている構成である。

40

## 【0074】

第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側に凸面を向け像面I側の面に非球面を有する負メニスカスレンズと、両凹形状の負レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズから構成されている。

## 【0075】

第2レンズ群G2は、正屈折力の前群G2aと、正屈折力の後群G2bから構成され、前群G2aは、物体側の面に非球面を有する正メニスカスレンズと、物体側に凸面を向け

50

た負メニスカスレンズと両凸形状の正レンズとの接合レンズから構成され、後群G2bは、両凸形状の正レンズから構成されている。

【0076】

第3レンズ群G3は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズと両凹形状の負レンズとの接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズから構成されている。

【0077】

第4レンズ群G4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レンズと、像面I側の面に非球面を有し物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズから構成されている。

【0078】

第5レンズ群G5は、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合レンズから構成されている。

【0079】

無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングは、前群G2aを像面I方向に移動して行う。また、開口絞りSは第3レンズ群G3の最も物体側に配置され、広角端状態Wから望遠端状態Tへの変倍に際し、第3レンズ群G3と一体的に移動する。

【0080】

以下の表4に、本第4実施例にかかるズームレンズの諸元の値を掲げる。

【0081】

(表4)

(全体諸元)

f = 24.78 ~ 67.7

F=2.92

2 = 82.2 ~ 35.4

(レンズデータ)

	r	d	d	nd
--	---	---	---	----

R1	120.00	3.00	49.52	1.744429
----	--------	------	-------	----------

R2*	27.87	14.50		
-----	-------	-------	--	--

R3	-140.00	2.20	63.33	1.618
----	---------	------	-------	-------

R4	87.55	0.20		
----	-------	------	--	--

R5	56.59	4.00	31.31	1.90366
----	-------	------	-------	---------

R6	100.69	(d6)		
----	--------	------	--	--

R7*	60.51	0.10	38.09	1.55389
-----	-------	------	-------	---------

R8	63.20	4.51	49.60	1.772499
----	-------	------	-------	----------

R9	-9682.46	6.00		
----	----------	------	--	--

R10	117.81	1.47	26.52	1.761821
-----	--------	------	-------	----------

R11	30.70	8.40	82.56	1.49782
-----	-------	------	-------	---------

R12	-195.19	(d12)		
-----	---------	-------	--	--

R13	59.30	4.85	40.76	1.882997
-----	-------	------	-------	----------

R14	-527.45	(d14)		
-----	---------	-------	--	--

R17		1.65		(開口絞りS)
-----	--	------	--	---------

R16	-516.24	3.46	23.06	1.86074
-----	---------	------	-------	---------

R17	-34.64	1.10	52.32	1.754998
-----	--------	------	-------	----------

R18	61.49	2.97		
-----	-------	------	--	--

R19	-42.94	1.05	52.32	1.754998
-----	--------	------	-------	----------

R20	-139.62	(d20)		
-----	---------	-------	--	--

10

20

30

40

50

R21	372.93	1.10	25.42	1.805181
R22	48.37	7.00	82.56	1.49782
R23	-32.58	0.20		
R24	-784.3	2.50	49.60	1.772499
R25*	-136.22	0.09	38.09	1.55389
R26	-150.00	(d26)		

R27	40.92	6.00	82.56	1.49782
R28	-276.81	1.40	25.42	1.805181
R29	95.99	Bf		

10

## (非球面データ)

面	K	C 4	C 6	C 8	C10	C12
R2	-1.2870E-01	3.7539E-06	-1.7076E-09	1.0990E-11	-1.6921E-14	1.1239E-17
R7	1.1000E-01	-5.5738E-07	1.2030E-10	1.3357E-12	-1.7946E-15	0.0000
R25	9.4244E+00	2.5528E-06	8.0499E-09	-5.1196E-11	1.9412E-13	-2.7823E-16

## (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	24.78	52.00	67.70
d6	48.45	12.43	1.85
d12	7.39	7.39	7.39
d14	1.35	16.36	26.28
d20	16.95	8.43	1.60
d26	1.30	11.68	24.04

20

## (条件式対応値)

(1)  $5 = 0.81$   
 (2)  $S 4 5 w / f w = -0.51$   
 (3)  $f 1 \times F n o t / f t = -1.65$   
 (4)  $d = 82.6$   
 (5)  $f 2 a / f 2 b = 1.27$   
 【0082】

30

図8は、本第4実施例にかかるズームレンズの無限遠合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態における諸収差図であり、(b)は中間焦点距離状態における諸収差図であり、(c)は望遠端状態における諸収差図である。

## 【0083】

各収差図から、本第4実施例にかかるズームレンズは、諸収差が良好に補正され優れた結像性能を有していることが明らかである。

40

## 【0084】

このように本発明によれば、一眼レフレックスカメラやデジタルカメラ等に適したズームレンズに関し、最大画角が80°以上の広画角を含み、2.7倍程度の変倍比と、Fナンバーが2.8程度と大口径比を有する高性能なズームレンズが達成できる。

## 【0085】

なお、本発明の実施例として、5群構成のレンズ系を示したが、該5群に付加レンズ群を加えただけ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。

## 【0086】

50

また、上述の実施の形態は例に過ぎず、上述の構成や形状に限定されるものではなく、本発明の範囲内において適宜修正、変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0087】

【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図である。

【図2】本第1実施例にかかるズームレンズの無限遠合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態における諸収差図であり、(b)は中間焦点距離状態における諸収差図であり、(c)は望遠端状態における諸収差図である。

【図3】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図である。

【図4】本第2実施例にかかるズームレンズの無限遠合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態における諸収差図であり、(b)は中間焦点距離状態における諸収差図であり、(c)は望遠端状態における諸収差図である。

10

【図5】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図である。

【図6】本第3実施例にかかるズームレンズの無限遠合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態における諸収差図であり、(b)は中間焦点距離状態における諸収差図であり、(c)は望遠端状態における諸収差図である。

20

【図7】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図である。

【図8】本第4実施例にかかるズームレンズの無限遠合焦状態における諸収差図を示し、(a)は広角端状態における諸収差図であり、(b)は中間焦点距離状態における諸収差図であり、(c)は望遠端状態における諸収差図である。

【符号の説明】

【0088】

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 4 第4レンズ群

G 5 第5レンズ群

G 2 a 前群

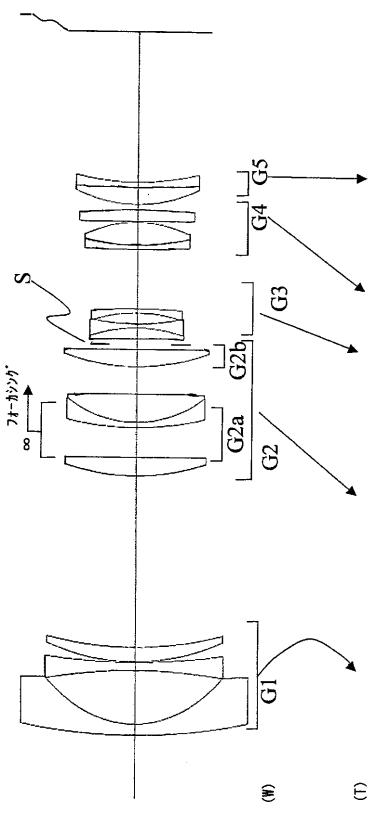
G 2 b 後群

S 開口絞り

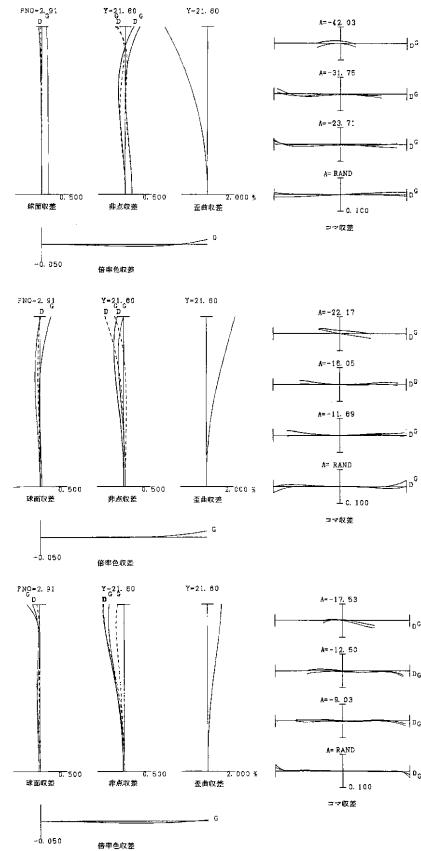
30

I 像面

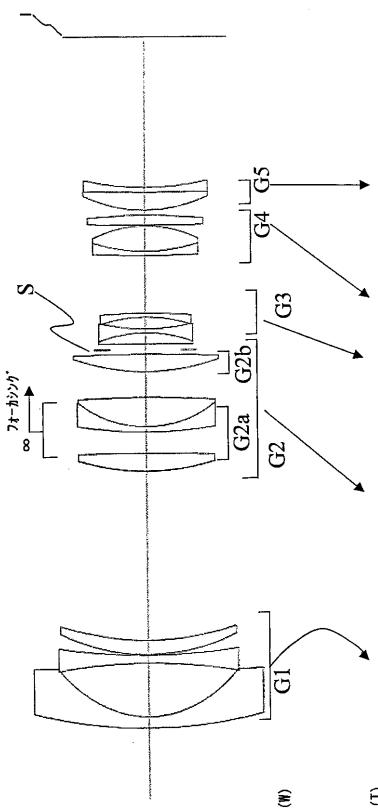
【図1】



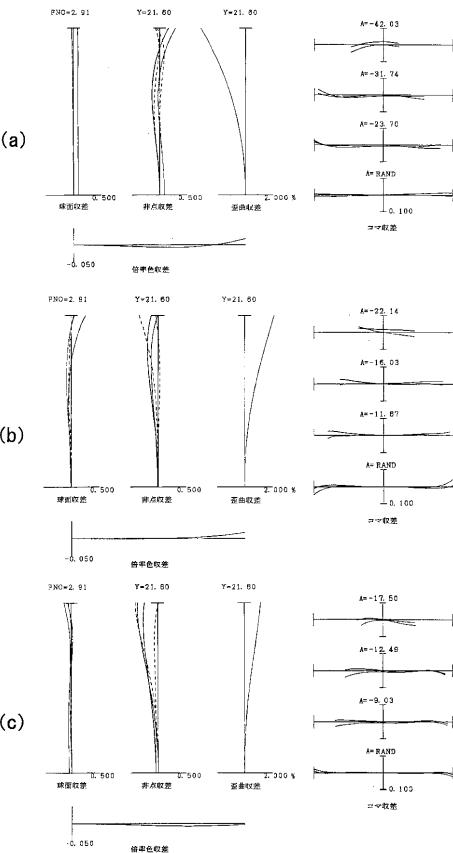
【図2】



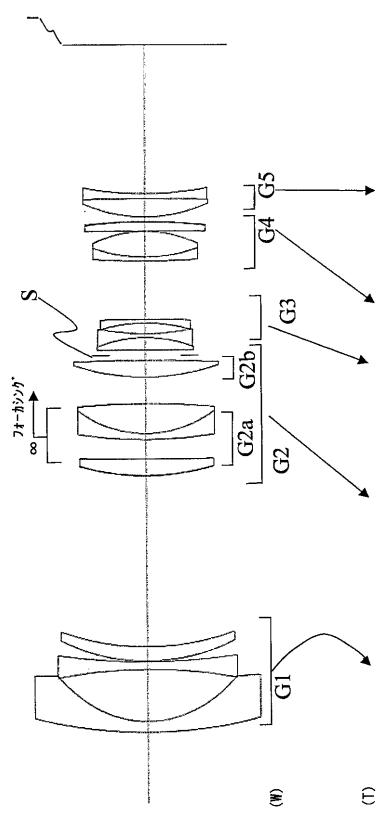
【図3】



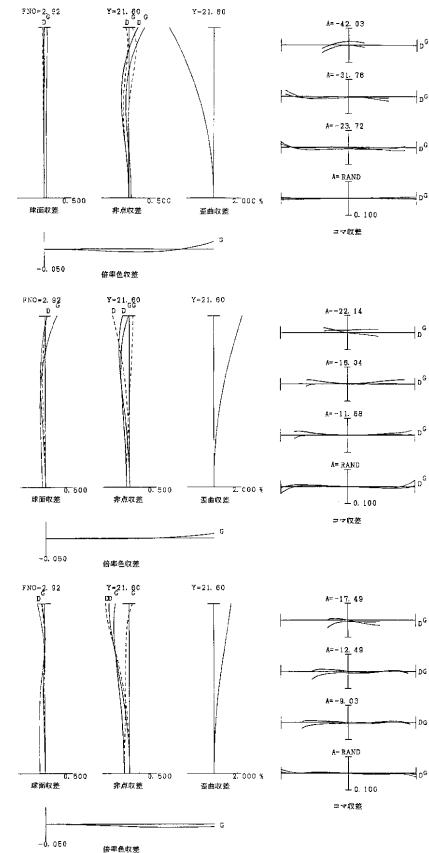
【図4】



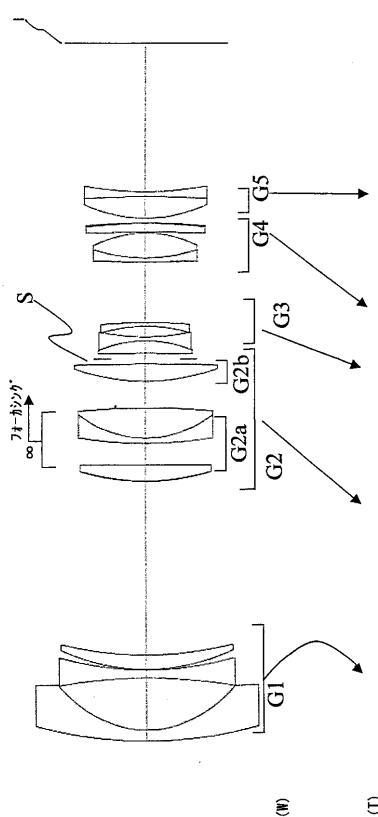
【図5】



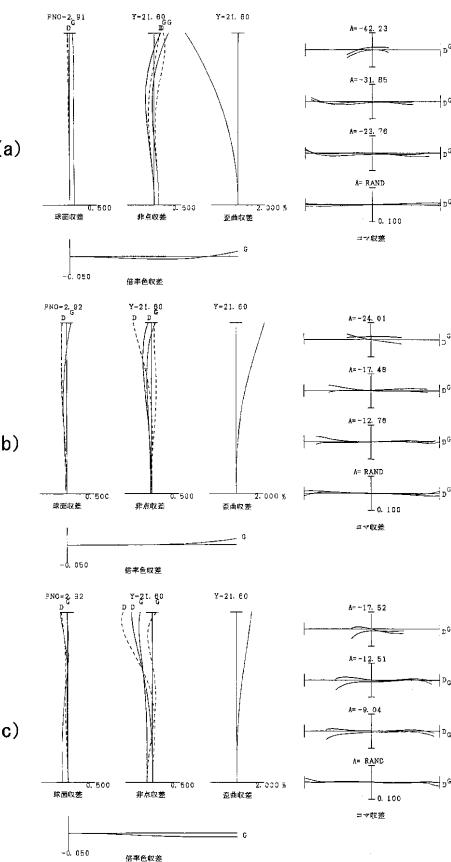
【図6】



【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平04-264412(JP, A)  
特開2001-042217(JP, A)  
特開2004-271937(JP, A)  
特開平03-080210(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 9 / 00 - 17 / 08  
G 02 B 21 / 02 - 21 / 04  
G 02 B 25 / 00 - 25 / 04