

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5647570号
(P5647570)

(45) 発行日 平成27年1月7日(2015.1.7)

(24) 登録日 平成26年11月14日(2014.11.14)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/16 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)G02B 15/16
G02B 13/18

請求項の数 9 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2011-140028 (P2011-140028)
 (22) 出願日 平成23年6月24日 (2011.6.24)
 (65) 公開番号 特開2013-7872 (P2013-7872A)
 (43) 公開日 平成25年1月10日 (2013.1.10)
 審査請求日 平成26年1月20日 (2014.1.20)

(73) 特許権者 306037311
 富士フィルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 100073184
 弁理士 柳田 征史
 (74) 代理人 100090468
 弁理士 佐久間 剛
 (72) 発明者 河村 大樹
 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324
 番地 富士フィルム株式会社内
 審査官 原田 英信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズおよび撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

実質的に、物体側より順に負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とからなり、変倍に際して、前記第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記第1レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有する第2レンズとの2枚から構成され、

前記第2レンズ群は、物体側より順に、正の屈折力を有する第3レンズと、負の屈折力を有する第4レンズとの2枚から構成され、

少なくとも前記第2レンズおよび第4レンズはプラスチックレンズから構成され、 10

前記第2レンズのd線に対する屈折率およびアッベ数をそれぞれn_{d2}、d₂とし、前記第4レンズのd線に対する屈折率およびアッベ数をそれぞれn_{d4}、d₄とし、前記第1レンズと第2レンズの光軸上での空気間隔をd₁₂とし、前記第1レンズ群の焦点距離をf₁、広角端における全系の焦点距離をf_wとしたとき、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。

$$1.56 < n_{d2} < 1.68 \dots (1)$$

$$d_2 < 3.2 \dots (2)$$

$$1.56 < n_{d4} < 1.68 \dots (3)$$

$$d_4 < 3.2 \dots (4)$$

$$0.22 < d_{12} / f_w < 0.60 \dots (5)$$

10

20

$$\frac{1.5 < |f_1| / f_w < 2.5}{\dots (11)}$$

【請求項 2】

前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 、広角端における全系の焦点距離を f_w としたとき、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。

$$1.4 < f_2 / f_w < 1.9 \dots (6)$$

【請求項 3】

前記第1レンズおよび第2レンズの d 線に対するアッベ数をそれぞれ d_1 、 d_2 としたとき、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1または2に記載のズームレンズ。

$$2.4 < d_1 - d_2 < 4.0 \dots (7)$$

10

【請求項 4】

前記第1レンズおよび第2レンズの d 線に対する屈折率をそれぞれ $n_d 1$ 、 $n_d 2$ としたとき、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載のズームレンズ。

$$0.02 < n_d 2 - n_d 1 < 0.18 \dots (8)$$

【請求項 5】

前記第3レンズおよび第4レンズの d 線に対するアッベ数をそれぞれ d_3 、 d_4 としたとき、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載のズームレンズ。

$$2.4 < d_3 - d_4 < 4.0 \dots (9)$$

20

【請求項 6】

前記第3レンズおよび第4レンズの d 線に対する屈折率をそれぞれ $n_d 3$ 、 $n_d 4$ としたとき、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載のズームレンズ。

$$0.02 < n_d 4 - n_d 3 < 0.18 \dots (10)$$

【請求項 7】

広角端および望遠端における全系の焦点距離をそれぞれ f_w 、 f_t としたとき、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1から6のいずれか1項に記載のズームレンズ。

$$2.2 < f_t / f_w < 4.5 \dots (12)$$

30

【請求項 8】

前記第3レンズと第4レンズとが、互いに空気間隔を隔てて配置されていることを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

請求項1から8のいずれか1項に記載のズームレンズを備えたことを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズおよび撮像装置に関し、特に、小型のカメラや携帯端末装置に好適に使用可能なズームレンズおよび、そのようなズームレンズを備えた撮像装置に関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

従来、コンパクトなデジタルカメラやビデオカメラ、携帯端末装置などに搭載されるズームレンズとして、負レンズ群先行の2群あるいは3群タイプのズームレンズが広く知られている。例えば特許文献1には、2群タイプおよび3群タイプのズームレンズの例が示されている。

【0003】

また特許文献2～4には、非常に少ないレンズ枚数で構成されて低コスト化が図られた

50

ズームレンズの例が示されている。より具体的に特許文献2には、第1レンズ群が2枚、第2レンズ群が2枚の計4枚という少ないレンズ枚数で構成された2群タイプのズームレンズが示されている。この特許文献2に示されたズームレンズにおいては、レンズ枚数を少なくし、そして非球面レンズや複合型非球面レンズの採用により、小型化が図られている。また特許文献3や特許文献4には、プラスチックレンズを多用して低コスト化を図ったズームレンズの例が示されている。さらに特許文献5には、第1レンズ群2枚、第2レンズ群2枚の計4枚から構成される2群ズームレンズにおいて、3倍程度の変倍比を実現している例が示されている

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0004】

【特許文献1】特開2010-91948号公報

【特許文献2】特開2005-4020号公報

【特許文献3】特開平6-273670号公報

【特許文献4】特開2007-187740号公報

【特許文献5】特開2007-78801号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

20

特許文献2に示されたズームレンズは、前述の通りにして小型化が図られたものであるが、コストの点を考えれば、非球面が適用されているレンズが高屈折率材料から形成されているので、十分な低コスト化が図られているとは言い難いものである。この例のように、小型化と低コスト化を両立させるためにはガラスマールドレンズや複合型非球面レンズの採用が欠かせないが、ややサイズが大きくなることは許容して低コスト化を最優先するためには、これらのレンズをプラスチックレンズに置き換えるのが有効である。特許文献3や特許文献4には、全てのレンズにプラスチックレンズを適用し、低コスト化を図ったズームレンズの例が示されているが、いずれの例においても変倍比は2倍程度と低くなっている。

【0006】

他方、特許文献5に示されたズームレンズは、前述の通りの2群ズーム構成で3倍程度の変倍比を実現しているが、この例においても、比較的高価な高屈折率硝材が用いられているので、十分な低コスト化が図られているとは言い難い。

【0007】

本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、少ないレンズ枚数で3倍程度の変倍比を確保しつつ、プラスチックレンズの採用によって低コスト化を達成するとともに、良好な光学性能を有する2群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】

【0008】

本発明によるズームレンズは、

実質的に、物体側より順に負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とからなり、変倍に際して、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

第1レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有する第2レンズとの2枚から構成され、

第2レンズ群は、物体側より順に、正の屈折力を有する第3レンズと、負の屈折力を有する第4レンズとの2枚から構成され、

少なくとも前記第2レンズおよび第4レンズはプラスチックレンズから構成され、

第2レンズのd線に対する屈折率およびアッベ数をそれぞれnd2、d2とし、第4レンズのd線に対する屈折率およびアッベ数をそれぞれnd4、d4とし、第1レンズと第2レンズの光軸上での空気間隔をd12とし、第1レンズ群の焦点距離をf1、広角

40

50

端における全系の焦点距離を f_w としたとき、以下の条件式

$$1.56 < n_d 2 < 1.68 \dots (1)$$

$$d_2 < 32 \dots (2)$$

$$1.56 < n_d 4 < 1.68 \dots (3)$$

$$d_4 < 32 \dots (4)$$

$$0.22 < d_1 2 / f_w < 0.60 \dots (5)$$

$$1.5 < |f_1| / f_w < 2.5 \dots (11)$$

を満足することを特徴とするものである。

【0009】

ここで、「実質的に第1レンズ群と第2レンズ群とからなる」とは、それらのレンズ群以外に、実質的にパワーを有さないレンズ、絞りやカバーガラス等レンズ以外の光学要素、レンズフランジ、レンズバレル、撮像素子、手振れ補正機構等の機構部分等を持つ場合も含むものとする。

【0010】

なお、本発明のズームレンズにおいて、各レンズ群を構成するレンズには接合レンズが用いられてもよいが、接合レンズは2枚の貼り合わせで構成されれば、2枚のレンズとして数えるものとする。

【0011】

また、本発明のズームレンズにおけるレンズの面形状、屈折力の符号は、非球面が含まれているものについては近軸領域で考えるものとする。

【0012】

ここで、本発明のズームレンズは、第2レンズ群の焦点距離を f_2 、広角端における全系の焦点距離を f_w としたとき、以下の条件式

$$1.4 < f_2 / f_w < 1.9 \dots (6)$$

を満足するものであることがより望ましい。

【0013】

さらに本発明のズームレンズは、前記第1レンズおよび第2レンズの d 線に対するアッペ数をそれぞれ $n_d 1$ 、 $n_d 2$ としたとき、以下の条件式

$$24 < d_1 - d_2 < 40 \dots (7)$$

を満足するものであることがより望ましい。

【0014】

また本発明のズームレンズは、前記第1レンズおよび第2レンズの d 線に対する屈折率をそれぞれ $n_d 1$ 、 $n_d 2$ としたとき、以下の条件式

$$0.02 < n_d 2 - n_d 1 < 0.18 \dots (8)$$

を満足するものであることがより望ましい。

【0015】

また本発明のズームレンズは、前記第3レンズおよび第4レンズの d 線に対するアッペ数をそれぞれ d_3 、 d_4 としたとき、以下の条件式

$$24 < d_3 - d_4 < 40 \dots (9)$$

を満足するものであることがより望ましい。

【0016】

また本発明のズームレンズは、前記第3レンズおよび第4レンズの d 線に対する屈折率をそれぞれ $n_d 3$ 、 $n_d 4$ としたとき、以下の条件式

$$0.02 < n_d 4 - n_d 3 < 0.18 \dots (10)$$

を満足するものであることがより望ましい。

【0018】

また本発明のズームレンズは、広角端および望遠端における全系の焦点距離をそれぞれ f_w 、 f_t としたとき、以下の条件式

$$2.2 < f_t / f_w < 4.5 \dots (12)$$

を満足するものであることがより望ましい。

10

20

30

40

50

【0019】

さらに本発明のズームレンズにおいては、前記第3レンズと第4レンズとが、互いに空気間隔を隔てて配置されていることがより望ましい。

【0020】

ここで、前述した条件式(1)～(5)および(7)～(12)で示した各条件のより望ましい範囲は下記の通りである。

【0021】

$$\begin{aligned}
 1.56 < n_d 2 < 1.65 & \dots (1') \\
 d_2 < 28 & \dots (2') \\
 1.56 < n_d 4 < 1.65 & \dots (3') \\
 d_4 < 28 & \dots (4') \\
 0.22 < d_{12} / f_w < 0.55 & \dots (5') \\
 24 < d_1 - d_2 < 38 & \dots (7') \\
 0.04 < n_d 2 - n_d 1 < 0.18 & \dots (8') \\
 24 < d_3 - d_4 < 38 & \dots (9') \\
 0.04 < n_d 4 - n_d 3 < 0.18 & \dots (10') \\
 1.55 < |f_1| / f_w < 2.45 & \dots (11') \\
 2.2 < f_t / f_w < 4.4 & \dots (12')
 \end{aligned}$$

10

また本発明のズームレンズにおいては、前記第1レンズが、少なくとも1面が非球面形状を有することが好ましい。さらに本発明のズームレンズにおいては、第1レンズ群が各々1枚ずつの負レンズと正レンズとで構成され、第2レンズがプラスチックレンズであるため、温度変化に伴う特性変動を考慮すると、第1レンズもプラスチックレンズであることが好ましい。

20

【0022】

さらに上記第2レンズは、少なくとも1面が非球面形状を有するものであることが好ましい。

【0023】

また上記第3レンズも、少なくとも1面が非球面形状を有するものであることが好ましい。さらに、第2レンズ群が各々1枚ずつの正レンズと負レンズとで構成され、第4レンズがプラスチックレンズであるため、温度変化に伴う特性変動を考慮すると、第3レンズもプラスチックレンズであることが好ましい。

30

【0024】

また上記第4レンズも、少なくとも1面が非球面形状を有するものであることが好ましい。

【0025】

他方、本発明による撮像装置は、以上説明した本発明によるズームレンズを備えたことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0026】

本発明によるズームレンズは実質的に、物体側より順に負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とからなり、変倍に際して、第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、第1レンズ群は実質的に、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有する第2レンズとの2枚から構成され、第2レンズ群は実質的に、物体側より順に、正の屈折力を有する第3レンズと、負の屈折力を有する第4レンズとの2枚から構成され、少なくとも前記第2レンズおよび第4レンズはプラスチックレンズから構成され、第2レンズのd線に対する屈折率およびアッベ数をそれぞれ $n_d 2$ 、 d_2 とし、第4レンズのd線に対する屈折率およびアッベ数をそれぞれ $n_d 4$ 、 d_4 とし、第1レンズと第2レンズの光軸上で空気間隔を d_{12} としたとき、条件式(1)～(5)を満足するように構成されているので、少ないレンズ枚数で3倍程度の変倍比を確保しつつ、プラスチックレンズの採用によって低コスト化

40

50

を達成するとともに、良好な光学性能を有するものとなり得る。

【0027】

以下、上に述べた効果についてさらに詳しく説明する。条件式(1)は、第2レンズの屈折率を規定しており、下限値以下になると第2レンズの曲率(近似曲率)が大きくなり、諸収差の発生量が大きくなってしまい、好ましくない。また、曲率(近似曲率)が大きくなることによって、レンズのコバ(縁肉)を確保するために必要なレンズ中心厚が厚くなり、第1レンズ群が厚くなってしまうため好ましくない。逆に上限値以上になると、第1レンズ群全体での非点収差が大きくなるので、好ましくない。条件式(1)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。

【0028】

条件式(2)は、第2レンズのアッベ数を規定しており、上限値以上になると、第1レンズ群内の色収差が補正不足となり、パワーを強くする必要が生じて、球面収差と非点収差をバランスよく補正することが困難になる。条件式(2)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。

【0029】

条件式(3)は、第4レンズの屈折率を規定しており、下限値以下になると、球面収差や非点収差の補正をバランスよく行なうことが難しくなり、また、広角端近傍の軸上色収差が大きくなってしまうので好ましくない。逆に上限値以上になると、全ズーム域において、軸上色収差と倍率色収差のバランスを良好に保つことが難しくなり、好ましくない。条件式(3)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。

【0030】

条件式(4)は、第4レンズのアッベ数を規定しており、上限値以上になると、軸上色収差の補正が困難になるので好ましくない。条件式(4)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。

【0031】

条件式(5)は、第1レンズと第2レンズの間隔と広角端における全系の焦点距離の関係を規定しており、下限値以下になると、コンパクト化には有利になるが、球面収差の補正が難しくなるので好ましくない。逆に上限値以上になると、第1レンズ群が大型化してしまうため、好ましくない。条件式(5)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。

【0032】

以上の効果は、条件式(1)、(2)、(3)、(4)、(5)の範囲の中で特にそれぞれ、条件式(1')、(2')、(3')、(4')、(5')が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

【0033】

また、本発明のズームレンズにおいて特に前記条件式(6)が満足されている場合は、下記の効果を得ることができる。すなわちこの条件式(6)は、第2レンズ群の焦点距離と広角端における全系の焦点距離の関係を規定しており、下限値以下になると、第2レンズ群を構成する各レンズのパワーが強くなり、球面収差の補正が困難になる。また、プラスチックで構成された第4レンズのパワーが大きくなると、温度変化に伴う光学諸特性の変動が大きくなるため、好ましくない。さらに、第2レンズ群を構成するレンズの製造誤差や組立誤差の許容量が少なくなってしまうため、好ましくない。逆に上限値以上になると、変倍時の第2レンズ群の移動量が増大するとともに、バックフォーカスが大きくなり、レンズ系全体が大型化してしまうため好ましくない。条件式(6)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。

【0034】

条件式(7)は、第1レンズと第2レンズのアッベ数の差を規定しており、条件式の範囲を外れると、各ズーム域において軸上色収差と倍率色収差のバランスを良好に保つことが難しくなり、好ましくない。条件式(7)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

以上の効果は、条件式(7)の範囲の中で特に条件式(7')が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

【 0 0 3 6 】

また、本発明のズームレンズにおいて特に前記条件式(8)が満足されている場合は、下記の効果を得ることができる。すなわちこの条件式(8)は、第1レンズと第2レンズの屈折率の差を規定しており、条件式の範囲を外れると、非点収差や歪曲収差、および倍率色収差をバランスよく補正することが困難になる。条件式(8)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。

【 0 0 3 7 】

以上の効果は、条件式(8)の範囲の中で特に条件式(8')が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

【 0 0 3 8 】

また、本発明のズームレンズにおいて特に前記条件式(9)が満足されている場合は、下記の効果を得ることができる。すなわちこの条件式(9)は、第3レンズと第4レンズのアッベ数の差を規定しており、条件式の範囲を外れると、各ズーム域において、軸上色収差の補正をバランスよく行なうことが難しくなり、好ましくない。条件式(9)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。

【 0 0 3 9 】

以上の効果は、条件式(9)の範囲の中で特に条件式(9')が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

【 0 0 4 0 】

また、本発明のズームレンズにおいて特に前記条件式(10)が満足されている場合は、下記の効果を得ることができる。すなわちこの条件式(10)は、第3レンズと第4レンズの屈折率の差を規定しており、条件式の範囲を外れると、各ズーム域、特に望遠端近傍で、軸上色収差と倍率色収差のバランスを良好に保つことが難しくなり、好ましくない。条件式(10)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。

【 0 0 4 1 】

以上の効果は、条件式(10)の範囲の中で特に条件式(10')が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

【 0 0 4 2 】

また、本発明のズームレンズにおいて特に前記条件式(11)が満足されている場合は、下記の効果を得ることができる。すなわちこの条件式(11)は、第1レンズ群の焦点距離と、広角端における全系の焦点距離の関係を規定しており、上限値以上になると、第1レンズ群を通過する光線の高さが大きくなるため、第1レンズや第2レンズの外径が大きくなってしまい好ましくない。逆に下限値以下になると諸収差、特に、望遠端近傍での球面収差の補正が難しくなり、好ましくない。条件式(11)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。

【 0 0 4 3 】

以上の効果は、条件式(11)の範囲の中で特に条件式(11')が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

【 0 0 4 4 】

また、本発明のズームレンズにおいて特に前記条件式(12)が満足されている場合は、下記の効果を得ることができる。すなわちこの条件式(12)は、広角端および望遠端の焦点距離の関係、つまり変倍比を規定しており、下限値以下になると、ズームレンズとしての有意性が小さくなってしまう。逆に上限値以上になると、レンズ系が大型化してしまう。また、このズームタイプにおいては、望遠端において明るさの低下が大きくなり過ぎてしまい、好ましくない。また、望遠端においてある程度の明るさを確保しようとすると、第2レンズ群への負担が大きくなり、少ないレンズ枚数での収差補正が困難になってしまう。条件式(12)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる

10

20

30

40

50

。

【0045】

以上の効果は、条件式(12)の範囲の中で特に条件式(12')が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

【0046】

他方、本発明による撮像装置は、以上説明した効果を奏する本発明のズームレンズを備えたものであるから、良好な光学性能を備えた上で低コスト化を達成できるものとなる。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】本発明の実施例1にかかるズームレンズのレンズ構成を示す断面図

10

【図2】本発明の実施例2にかかるズームレンズのレンズ構成を示す断面図

【図3】本発明の実施例3にかかるズームレンズのレンズ構成を示す断面図

【図4】本発明の実施例4にかかるズームレンズのレンズ構成を示す断面図

【図5】本発明の実施例5にかかるズームレンズのレンズ構成を示す断面図

【図6】(A)～(H)は本発明の実施例1のズームレンズの各収差図

【図7】(A)～(H)は本発明の実施例2のズームレンズの各収差図

【図8】(A)～(H)は本発明の実施例3のズームレンズの各収差図

【図9】(A)～(H)は本発明の実施例4のズームレンズの各収差図

【図10】(A)～(H)は本発明の実施例5のズームレンズの各収差図

【図11】本発明の実施形態にかかる撮像装置の概略構成図

20

【発明を実施するための形態】

【0048】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明の実施形態にかかるズームレンズの構成例を示す断面図であり、後述の実施例1のズームレンズに対応している。また、図2～図5は、本発明の実施形態にかかる別の構成例を示す断面図であり、それぞれ後述の実施例2～5のズームレンズに対応している。図1～図5に示す例の基本的な構成は互いに同様であり、図示方法も同様であるので、ここでは主に図1を参照しながら、本発明の実施形態にかかるズームレンズについて説明する。

【0049】

図1では、左側が物体側、右側が像側として、(A)は無限遠合焦状態でかつ広角端(最短焦点距離状態)での光学系配置を、(B)は無限遠合焦状態でかつ望遠端(最長焦点距離状態)での光学系配置を示している。これは、後述する図2～5においても同様である。

30

【0050】

本発明の実施形態にかかるズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2とがレンズ群として配列されてなる。また第2レンズ群G2には、開口絞りS_tが含まれている。ここに示す開口絞りS_tは必ずしも大きさや形状を表すものではなく、光軸Z上の位置を示すものである。

【0051】

なお、図1には、第2レンズ群G2と像面S_{im}との間に、平行平板状の光学部材P_Pが配置された例を示している。ズームレンズを撮像装置に適用する際には、レンズを装着するカメラ側の構成に応じて、光学系と像面S_{im}の間にカバーガラス、赤外線カットフィルタやローパスフィルタなどの各種フィルタ等を配置することが好ましい。光学部材P_Pは、これらカバーガラスや各種フィルタ等を想定したものである。また、近年の撮像装置は高画質化のために各色毎にCCDを用いる3CCD方式を採用しているものがあり、この3CCD方式に対応するためには、色分解プリズム等の色分解光学系をレンズ系と像面S_{im}の間に挿入することになる。その場合には、光学部材P_Pの位置に色分解光学系を配置してもよい。

40

【0052】

このズームレンズにおいては、変倍する際に第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との

50

間隔が変化する。より具体的には、広角端から望遠端に変倍する際に、第1レンズ群G1は像面Si m側に凸状の軌跡を描くように移動し、第2レンズ群G2は物体側に単調移動し、開口絞りStは第2レンズ群G2と一緒に移動するように構成されている。図1には、広角端から望遠端へ変倍するときの第1レンズ群G1および第2レンズ群G2の移動軌跡を、(A)と(B)との間に付した実線の矢印で模式的に示している。

【0053】

第1レンズ群G1は、物体側から順に配置された、負の屈折力を有する第1レンズL11と、正の屈折力を有する第2レンズL12とから構成されている。ここで、例えば図1に示す例のように、第1レンズL11は近軸領域で両凹形状のレンズとし、第2レンズL12は正メニスカス形状のレンズとすることができます。本発明のズームレンズにおいて、これら両レンズL11、L12のうち第2レンズL12は必ずプラスチックレンズとされるが、本実施例では第1レンズL11もプラスチックレンズとされている。

10

【0054】

第2レンズ群G2は、物体側より順に配置された、正の屈折力を有する第3レンズL21と、負の屈折力を有する第4レンズL22とから構成されている。例えば図1の例のように上記第3レンズL21は両凸形状のレンズ、上記第4レンズL22は負メニスカス形状のレンズとすることができます。本発明のズームレンズにおいて、これら両レンズL21、L22のうち第4レンズL22は必ずプラスチックレンズとされるが、本実施例では第3レンズL21もプラスチックレンズとされている。

20

【0055】

なお、ここで図2～図5の構成におけるレンズ材料に関する説明すると、第1レンズ群G1および第2レンズ群G2を構成する全てのレンズがプラスチックレンズとされている。

【0056】

以上説明の通り、第1レンズ群G1および第2レンズ群G2をそれぞれ2枚のレンズから構成した上で、各レンズ群G1、G2の全てのレンズをプラスチックレンズとすることにより、少ないレンズ枚数で3倍程度の変倍比を確保しつつ、低コスト化を達成するとともに、良好な光学性能を実現できるようになる。さらに、各レンズ群G1、G2における正、負1枚ずつのレンズを双方ともプラスチックレンズとすることにより、温度変化に伴う特性変動をより小さく抑えることが可能になる。

30

【0057】

また本ズームレンズでは、第2レンズL12のd線に対する屈折率およびアッベ数をそれぞれnd2、d2とし、第4レンズL22のd線に対する屈折率およびアッベ数をそれぞれnd4、d4とし、第1レンズL11と第2レンズL12の光軸上での空気間隔をd12としたとき、以下の条件式

$$1.56 < nd2 < 1.68 \dots (1)$$

$$d2 < 32 \dots (2)$$

$$1.56 < nd4 < 1.68 \dots (3)$$

$$d4 < 32 \dots (4)$$

$$0.22 < d12 / fw < 0.60 \dots (5)$$

40

が満足されている。

【0058】

なお、以上の条件式(1)～(5)で規定される各条件の数値例を、実施例毎にまとめて表16に示してある。またこの表16には、後述する条件式(6)～(12)で規定される各条件の数値例も併せて示してある。

【0059】

さらに本ズームレンズにおいては、第2レンズ群G1の焦点距離をf2、広角端における全系の焦点距離をfwとしたとき、以下の条件式

$$1.4 < f2 / fw < 1.9 \dots (6)$$

が満足されている(表16参照。以下、同様)。

50

【0060】

また本ズームレンズにおいては、第1レンズL11および第2レンズL12のd線に対するアッペ数をそれぞれ d_1 、 d_2 としたとき、以下の条件式

$$2.4 < d_1 - d_2 < 4.0 \dots (7)$$

が満足されている。

【0061】

さらに本ズームレンズにおいては、第1レンズL11および第2レンズL12のd線に対する屈折率をそれぞれ n_{d1} 、 n_{d2} としたとき、以下の条件式

$$0.02 < n_{d2} - n_{d1} < 0.18 \dots (8)$$

が満足されている。

10

【0062】

また本ズームレンズにおいては、第3レンズL21および第4レンズL22のd線に対するアッペ数をそれぞれ d_3 、 d_4 としたとき、以下の条件式

$$2.4 < d_3 - d_4 < 4.0 \dots (9)$$

が満足されている。

【0063】

また本ズームレンズにおいては、第3レンズL21および第4レンズL22のd線に対する屈折率をそれぞれ n_{d3} 、 n_{d4} としたとき、以下の条件式

$$0.02 < n_{d4} - n_{d3} < 0.18 \dots (10)$$

が満足されている。

20

【0064】

また本ズームレンズにおいては、第1レンズ群G1の焦点距離を f_1 、広角端における全系の焦点距離を f_w としたとき、以下の条件式

$$1.5 < |f_1| / f_w < 2.5 \dots (11)$$

が満足されている。

【0065】

さらに本ズームレンズにおいては、広角端および望遠端における全系の焦点距離をそれぞれ f_w 、 f_t としたとき、以下の条件式

$$2.2 < f_t / f_w < 4.5 \dots (12)$$

が満足されている。

30

【0066】

また本ズームレンズにおいては、第3レンズL21と第4レンズL22とが、互いに空気間隔を隔てて配置されている。

【0067】

なお、本発明のズームレンズにおいて、前述した条件式(1)～(5)および(7)～(12)で示した各条件は、より望ましくは下記の範囲に設定される。

【0068】

$$1.56 < n_{d2} < 1.65 \dots (1')$$

$$d_2 < 2.8 \dots (2')$$

$$1.56 < n_{d4} < 1.65 \dots (3')$$

$$d_4 < 2.8 \dots (4')$$

$$0.22 < d_{12} / f_w < 0.55 \dots (5')$$

$$2.4 < d_1 - d_2 < 3.8 \dots (7')$$

$$0.04 < n_{d2} - n_{d1} < 0.18 \dots (8')$$

$$2.4 < d_3 - d_4 < 3.8 \dots (9')$$

$$0.04 < n_{d4} - n_{d3} < 0.18 \dots (10')$$

$$1.55 < |f_1| / f_w < 2.45 \dots (11')$$

$$2.2 < f_t / f_w < 4.4 \dots (12')$$

上記条件式(1')～(5')および(7')～(12')は、それらのうちのいずれか1つが満足されてもよいし、あるいは複数が組み合わせて満足されてもよいが、表16

50

から明らかな通り、実施例 1 においては上記条件式(1')～(5')および(7')～(12')が全て満足されている。

【0069】

以下、上記各条件式で規定された構成による作用、効果について説明する。

【0070】

条件式(1)は、第2レンズL12の屈折率を規定しており、下限値以下になると第2レンズL12の曲率(近似曲率)が大きくなり、諸収差の発生量が大きくなってしまい、好ましくない。また、曲率(近似曲率)が大きくなることによって、レンズのコバ(縁肉)を確保するために必要なレンズ中心厚が厚くなり、第1レンズ群G1が厚くなってしまうため好ましくない。逆に上限値以上になると、第1レンズ群G1全体での非点収差が大きくなるので、好ましくない。条件式(1)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。10

【0071】

条件式(2)は、第2レンズL12のアッペ数を規定しており、上限値以上になると、第1レンズ群G1内での色収差が補正不足となり、パワーを強くする必要が生じて、球面収差と非点収差をバランスよく補正することが困難になる。条件式(2)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。

【0072】

条件式(3)は、第4レンズL22の屈折率を規定しており、下限値以下になると、球面収差や非点収差の補正をバランスよく行うことが難しくなり、また、広角端近傍の軸上色収差が大きくなってしまうので好ましくない。逆に上限値以上になると、全ズーム域において、軸上色収差と倍率色収差のバランスを良好に保つことが難しくなり、好ましくない。条件式(3)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。20

【0073】

条件式(4)は、第4レンズL22のアッペ数を規定しており、上限値以上になると、軸上色収差の補正が困難になるので好ましくない。条件式(4)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。

【0074】

条件式(5)は、第1レンズL11と第2レンズL12の間隔と広角端における全系の焦点距離の関係を規定しており、下限値以下になると、コンパクト化には有利になるが、球面収差の補正が難しくなるので好ましくない。逆に上限値以上になると、第1レンズ群が大型化してしまうため、好ましくない。条件式(5)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。30

【0075】

本ズームレンズでは、条件式(1)、(2)、(3)、(4)、(5)の範囲の中で特にそれぞれ、条件式(1')、(2')、(3')、(4')、(5')が満足されているので、上述の効果がより顕著なものとなる。

【0076】

条件式(6)は、第2レンズ群G2の焦点距離と広角端における全系の焦点距離の関係を規定しており、下限値以下になると、第2レンズ群G2を構成する各レンズL21、L22のパワーが強くなり、球面収差の補正が困難になる。また、プラスチックで構成された第4レンズL22のパワーが大きくなると、温度変化に伴う光学諸特性の変動が大きくなるため、好ましくない。さらに、第2レンズ群G2を構成するレンズL21、L22の製造誤差や組立誤差の許容量が少なくなってしまうため、好ましくない。逆に上限値以上になると、変倍時の第2レンズ群G2の移動量が増大するとともに、バックフォーカスが大きくなり、レンズ系全体が大型化してしまうため好ましくない。条件式(6)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。40

【0077】

条件式(7)は、第1レンズL11と第2レンズL12のアッペ数の差を規定しており、条件式の範囲を外れると、各ズーム域において軸上色収差と倍率色収差のバランスを良50

好に保つことが難しくなり、好ましくない。条件式(7)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。

【0078】

本ズームレンズでは、条件式(7)の範囲の中で特に条件式(7')が満足されているので、上述の効果がより顕著なものとなる。

【0079】

条件式(8)は、第1レンズL11と第2レンズL12の屈折率の差を規定しており、条件式の範囲を外れると、非点収差や歪曲収差、および倍率色収差をバランスよく補正することができる。条件式(8)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。

10

【0080】

本ズームレンズでは、条件式(8)の範囲の中で特に条件式(8')が満足されているので、上述の効果がより顕著なものとなる。

【0081】

条件式(9)は、第3レンズL21と第4レンズL22のアッベ数の差を規定しており、条件式の範囲を外れると、各ズーム域において、軸上色収差の補正をバランスよく行うことが難しくなり、好ましくない。条件式(9)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。

【0082】

本ズームレンズでは、条件式(9)の範囲の中で特に条件式(9')が満足されているので、上述の効果がより顕著なものとなる。

20

【0083】

条件式(10)は、第3レンズL21と第4レンズL22の屈折率の差を規定しており、条件式の範囲を外れると、各ズーム域、特に望遠端近傍で、軸上色収差と倍率色収差のバランスを良好に保つことが難しくなり、好ましくない。条件式(10)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。

【0084】

本ズームレンズでは、条件式(10)の範囲の中で特に条件式(10')が満足されているので、上述の効果がより顕著なものとなる。

【0085】

30

条件式(11)は、第1レンズ群G1の焦点距離と、広角端における全系の焦点距離の関係を規定しており、上限値以上になると、第1レンズ群G1を通過する光線の高さが大きくなるため、第1レンズL11や第2レンズL12の外径が大きくなってしまい好ましくない。逆に下限値以下になると諸収差、特に、望遠端近傍での球面収差の補正が難しくなり、好ましくない。条件式(11)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。

【0086】

本ズームレンズでは、条件式(11)の範囲の中で特に条件式(11')が満足されているので、上述の効果がより顕著なものとなる。

【0087】

40

条件式(12)は、広角端および望遠端の焦点距離の関係、つまり変倍比を規定しており、下限値以下になると、ズームレンズとしての有意性が小さくなってしまう。逆に上限値以上になると、レンズ系が大型化してしまう。また、このズームタイプにおいては、望遠端において明るさの低下が大きくなり過ぎてしまい、好ましくない。また、望遠端においてある程度の明るさを確保しようとすると、第2レンズ群G2への負担が大きくなり、少ないレンズ枚数での収差補正が困難になってしまい。条件式(12)が満足されている場合は、以上の不具合を防止することができる。

【0088】

本ズームレンズでは、条件式(12)の範囲の中で特に条件式(12')が満足されているので、上述の効果がより顕著なものとなる。

50

【0089】

なお図1には、レンズ系と結像面との間に光学部材PPを配置した例を示したが、ローパスフィルタや特定の波長域をカットするような各種フィルタ等を配置する代わりに、各レンズの間にこれらの各種フィルタを配置してもよく、あるいは、いずれかのレンズのレンズ面に、各種フィルタと同様の作用を有するコートを施してもよい。

【0090】

次に、本発明のズームレンズの数値実施例について説明する。実施例1～5のズームレンズのレンズ断面図はそれぞれ図1～5に示したものである。そして、実施例1のズームレンズの基本レンズデータを表1に、ズームに関するデータを表2に、非球面データを表3に示す。同様に、実施例2～5のズームレンズの基本レンズデータ、ズームに関するデータ、非球面データを表4～表15に示す。以下では、表中の記号の意味について、実施例1のものを例に挙げて説明するが、実施例2～5のものについても基本的に同様である。

10

【0091】

表1の基本レンズデータにおいて、Siの欄には最も物体側の構成要素の物体側の面を1番目として像側に向かうに従い順次増加するi番目($i = 1, 2, 3, \dots$)の面番号を示し、R_iの欄にはi番目の面の曲率半径を示し、D_iの欄にはi番目の面とi+1番目の面との光軸Z上の面間隔を示している。なお、曲率半径の符号は、面形状が物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負としている。

【0092】

20

また、基本レンズデータにおいて、Ndjの欄には最も物体側のレンズを1番目として像側に向かうに従い順次増加するj番目($j = 1, 2, 3, \dots$)の構成要素のd線(波長587.6nm)に対する屈折率を示し、djの欄にはj番目の構成要素のd線に対するアッベ数を示している。なお、基本レンズデータには、開口絞りStも含めて示しており、開口絞りStに相当する面の曲率半径の欄には、(開口絞り)と記載している。

【0093】

表1の基本レンズデータにおけるD4、D9は、変倍時に変化する面間隔である。D4は第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔であり、D9は第2レンズ群G2と光学部材PPとの間隔である。

【0094】

30

表2のズームに関するデータには、広角端、望遠端それぞれにおける、全系の焦点距離(f)、F値(Fno.)、全画角(2)、変倍時に変化する各面間隔の値を示している。

【0095】

表1のレンズデータでは、非球面の面番号に*印を付しており、非球面の曲率半径として近軸の曲率半径の数値を示している。表3の非球面データには、非球面の面番号と、各非球面に関する非球面係数を示す。表3の非球面データの数値の「E-n」(n:整数)は、「 $\times 10^{-n}$ 」を意味する。なお、非球面係数は、下記非球面式における各係数KA、RAM(m=3、4、5、…12)の値である。

【0096】

40

$$Zd = C \cdot h^2 / \{ 1 + (1 - KA \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2} \} + RAM \cdot h^m$$

ただし、

Zd: 非球面深さ(高さhの非球面上の点から、非球面頂点が接する光軸に垂直な平面に下ろした垂線の長さ)

h: 高さ(光軸からのレンズ面までの距離)

C: 近軸曲率半径の逆数

KA、RAM: 非球面係数(m=3、4、5、…12)

以下に記載する表では、所定の桁で丸めた数値を記載している。また、以下に記載する表のデータにおいて、角度の単位としては度を用い、長さの単位としてはmmを用いているが、光学系は比例拡大又は比例縮小して使用することが可能であるので、他の適当な単

50

位を用いることもできる。

【表1】

実施例1. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν_{dj} (アッペ数)
*1	-22.5230	0.90	1.53389	56.0
*2	7.7185	2.13		
*3	6.9854	1.73	1.63355	23.6
*4	8.3924	D4		
5	∞ (開口絞り)	0.40		
*6	5.6992	3.20	1.53389	56.0
7	-9.1090	0.30		
*8	-5.0148	1.20	1.63355	23.6
*9	-10.2381	D9		
10	∞	0.80	1.51680	64.2
11	∞	7.51		

*:非球面

【表2】

実施例1. ズームに関するデータ

諸元	広角端	望遠端
f	6.73	19.02
Fno.	4.05	6.44
2ω	67.05	23.88
D4	16.71	2.24
D9	5.65	15.81

10

【表3】

実施例1. 非球面係数

面番号	1	2	3	4
KA	-10.0000001	-0.0761082	0.9644492	-0.7839367
RA3	1.6134460E-03	3.5030046E-03	3.3877152E-03	2.5596842E-03
RA4	5.6466876E-03	6.2598805E-03	-2.9376742E-03	-2.9672389E-03
RA5	-1.5986791E-03	-1.7391617E-03	7.3830783E-04	9.3460327E-04
RA6	8.7522213E-05	2.9854844E-04	-1.8187809E-06	-6.4755938E-05
RA7	2.0610501E-05	-2.9800232E-06	-1.6487355E-05	-2.4592045E-05
RA8	-1.3528477E-06	-1.6959749E-06	-5.5252675E-07	6.7769782E-07
RA9	-4.0470578E-07	-8.2234553E-07	1.7573980E-08	6.4757909E-07
RA10	1.5963559E-08	-4.7773028E-09	1.0286122E-08	9.1813372E-09
RA11	7.3804941E-09	1.2429315E-08	1.2051817E-09	-4.9188270E-09
RA12	-5.8797464E-10	9.5508900E-10	9.1700993E-10	-4.3956618E-10

20

面番号	6	8	9
KA	-1.4454686	1.3456668	0.8622489
RA3	3.2882024E-04	-1.5930149E-05	1.3732094E-04
RA4	9.9259350E-04	5.4301506E-03	4.5110478E-03
RA5	3.8157171E-04	-8.5919051E-05	1.4572481E-04
RA6	-9.3900702E-05	1.1053166E-04	-1.0987529E-05
RA7	-3.9708928E-05	6.6591720E-06	2.3864654E-05
RA8	1.2359492E-05	-2.2959506E-05	-3.3169647E-07
RA9	1.6546782E-06	1.2685132E-06	-2.2359801E-06
RA10	-7.0895396E-07	1.4989641E-06	3.5627808E-07

30

40

【表4】

実施例2. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν dj (アッペ数)
*1	133.7207	1.10	1.53389	56.0
*2	5.6000	3.00		
*3	8.4429	1.67	1.58364	30.3
*4	9.3480	D4		
5	∞(閉口絞り)	0.40		
*6	5.8840	3.20	1.53389	56.0
7	-5.0000	0.30		
*8	-5.0000	1.20	1.58364	30.3
*9	-42.4596	D9		
10	∞	0.80	1.51680	64.2
11	∞	5.19		

*:非球面

10

【表5】

実施例2. ズームに関するデータ

諸元	広角端	望遠端
f	7.18	16.51
Fno.	3.90	5.76
2ω	61.84	27.32
D4	11.55	1.87
D9	7.34	15.19

20

【表6】

実施例2. 非球面係数

面番号	1	2	3	4
KA	-6.3157562	-0.8860038	-2.4277954	-3.3479839
RA3	3.4386971E-04	1.2468758E-03	2.5472332E-03	2.2698758E-03
RA4	4.7759560E-03	7.7621629E-03	-8.7115702E-04	-2.1917174E-03
RA5	-8.9873057E-04	-1.0671495E-03	8.8777525E-04	1.1755002E-03
RA6	-1.8109973E-05	2.0277532E-04	2.4391098E-05	4.2126193E-06
RA7	7.0231012E-06	-9.3739605E-07	-2.7356216E-05	-5.8416854E-05
RA8	1.1363846E-07	-8.1223486E-07	-9.5626954E-07	3.5627707E-07
RA9	1.2394487E-07	-1.8241162E-06	-2.7132301E-07	7.5841203E-07
RA10	-3.0308546E-09	-1.7667016E-08	1.6892001E-08	2.4096614E-08
RA11	-3.6923780E-09	2.9444892E-10	5.9379536E-10	3.7481583E-09
RA12	9.8747981E-11	3.7619834E-11	7.9855649E-10	-4.9584571E-10

30

面番号	6	8	9
KA	-7.1551438	-10.0000000	-3.9823637
RA3	3.8806519E-04	-2.5617424E-04	-2.0724113E-04
RA4	3.5594243E-03	-6.9261432E-03	5.5714089E-03
RA5	-2.1773620E-04	2.4799891E-03	1.1184655E-04
RA6	-2.3065947E-04	1.6690372E-04	-1.7382531E-04
RA7	-5.8834726E-05	-4.2867417E-05	2.9233469E-05
RA8	1.1152348E-05	-2.3078554E-05	1.7738959E-05
RA9	3.2768995E-07	3.0577677E-06	-3.4128312E-06
RA10	-9.7108956E-07	1.9704738E-06	9.1090513E-07

40

【表7】

実施例3. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν dj (アッペ数)
*1	-85.5891	1.54	1.53389	56.0
*2	6.1314	1.70		
*3	6.4945	1.67	1.60596	26.9
*4	8.4311	D4		
5	∞(閉口絞り)	0.40		
*6	5.8569	3.20	1.53389	56.0
7	-7.3705	0.30		
*8	-5.3830	1.20	1.60596	26.9
*9	-19.7540	D9		
10	∞	0.80	1.51680	64.2
11	∞	7.26		

*:非球面

10

【表8】

実施例3. ズームに関するデータ

諸元	広角端	望遠端
f	6.94	24.30
Fno.	4.13	7.47
2ω	63.85	18.67
D4	19.27	1.55
D9	6.07	19.79

20

【表9】

実施例3. 非球面係数

面番号	1	2	3	4
KA	-9.0765228	-0.4243576	-0.7195645	-1.1311593
RA3	1.6751719E-03	2.7576845E-03	1.3074247E-03	9.1757142E-04
RA4	3.5046597E-03	6.7084995E-03	8.2111426E-04	-1.4387451E-03
RA5	-1.0465624E-03	-1.8194315E-03	-3.7917438E-04	4.5080898E-04
RA6	8.1007473E-05	1.9920964E-04	1.0828097E-04	-3.6285862E-05
RA7	6.7967106E-06	1.5047878E-05	-1.1335382E-05	-2.4939971E-05
RA8	-7.3700986E-07	-1.1361709E-06	-1.1894796E-06	6.5316169E-07
RA9	-1.1150678E-07	-9.2214312E-07	-3.7788248E-07	5.7542990E-07
RA10	5.4867063E-09	-1.4355661E-08	9.6213603E-09	6.2719200E-09
RA11	1.6781061E-09	1.4122734E-08	7.5145761E-09	-5.1036855E-09
RA12	-1.2592812E-10	9.5695607E-10	1.1508413E-09	-2.7841075E-10

30

面番号	6	8	9
KA	-5.8805238	-7.9859330	-2.9257582
RA3	9.1549118E-06	1.4664018E-03	1.0643324E-03
RA4	3.6583635E-03	-3.1415830E-03	4.6234230E-03
RA5	-9.1971544E-05	1.7481737E-03	6.9527879E-04
RA6	-2.0994757E-04	1.2865474E-04	-1.4502109E-04
RA7	-3.6989503E-05	-4.4691761E-05	9.0027458E-06
RA8	1.5347171E-05	-2.5219667E-05	3.7875796E-06
RA9	1.0674956E-06	7.4455270E-07	-6.0586967E-06
RA10	-8.3829829E-07	2.0453545E-06	2.1917903E-06

40

【表 1 0】

実施例4. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν dj (アッペ数)
*1	71.2471	1.10	1.49023	57.5
*2	5.8000	3.20		
*3	15.1047	1.67	1.66000	22.0
*4	15.9401	D4		
5	∞(閉口絞り)	0.40		
*6	5.6000	3.20	1.49023	57.5
7	-12.8581	0.56		
*8	-12.2241	1.20	1.66000	22.0
*9	-59.0565	D9		
10	∞	0.80	1.51680	64.2
11	∞	11.00		

*:非球面

10

【表 1 1】

実施例4. ズームに関するデータ

諸元	広角端	望遠端
f	6.22	26.76
Fno.	4.14	8.54
2ω	69.23	16.99
D4	19.53	0.49
D9	1.94	19.94

20

【表 1 2】

実施例4. 非球面係数

面番号	1	2	3	4
KA	-9.2764939	-0.1784927	-1.7532008	-1.1703810
RA3	1.2883721E-02	1.8575582E-02	6.0031314E-03	4.3203351E-03
RA4	-3.2432707E-03	-3.2388632E-03	-2.2767135E-03	-3.3928563E-03
RA5	2.3442750E-04	2.9630505E-04	3.8381176E-04	1.0945056E-03
RA6	1.2536509E-04	1.3789706E-04	6.2022881E-05	-6.5543370E-05
RA7	-2.7759772E-05	1.0231977E-05	-1.9796810E-05	-5.6697909E-05
RA8	-5.9434895E-07	-9.6055170E-07	-1.2529088E-06	1.2653663E-06
RA9	5.1950261E-07	-1.0782730E-06	-5.8482452E-07	1.5170301E-06
RA10	-2.2415213E-09	-2.2024896E-08	9.4912217E-09	9.4732907E-09
RA11	-7.4625258E-09	9.1584719E-09	1.3515454E-08	-1.4965023E-08
RA12	4.7718882E-10	5.9132654E-10	1.0093457E-09	-4.6817271E-10

30

面番号	6	8	9
KA	-4.3219499	-8.9390582	-2.5646714
RA3	7.2189004E-04	-1.0277856E-04	2.2568865E-04
RA4	2.1532936E-03	2.1122649E-03	2.7334912E-03
RA5	5.5180760E-04	6.4905008E-05	9.6574083E-04
RA6	-2.1984935E-04	1.8166041E-04	-2.0184233E-04
RA7	-5.0146460E-05	2.5184124E-06	-2.6945140E-06
RA8	1.3622207E-05	-1.8667915E-05	1.5440211E-05
RA9	-5.1554068E-07	7.3350961E-07	1.5666354E-05
RA10	3.5100939E-07	-1.8795070E-07	-7.0649618E-06

40

【表 1 3】

実施例5. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν dj (アッペ数)
*1	-22.4371	1.10	1.49023	57.5
*2	6.5700	2.29		
*3	6.8084	1.67	1.63355	23.6
*4	9.7661	D4		
5	∞(閉口絞り)	0.40		
*6	5.6000	3.20	1.49023	57.5
7	-7.8503	0.32		
*8	-6.2454	1.20	1.63355	23.6
*9	-19.3121	D9		
10	∞	0.80	1.51680	64.2
11	∞	7.43		

*:非球面

10

【表 1 4】

実施例5. ズームに関するデータ

諸元	広角端	望遠端
f	6.83	19.32
Fno.	4.06	6.25
2ω	64.39	23.46
D4	20.00	1.72
D9	5.65	14.80

20

【表 1 5】

実施例5. 非球面係数

面番号	1	2	3	4
KA	-9.7780633	-0.4996645	-1.3403884	-0.9413759
RA3	-3.4287750E-03	-5.9826274E-03	-1.6143319E-03	-6.9413781E-05
RA4	4.0029165E-03	6.0064687E-03	5.0451395E-04	-1.4215029E-03
RA5	-8.5764331E-04	-1.5230887E-03	-3.4183912E-04	4.5928562E-04
RA6	8.2086269E-05	1.9098931E-04	1.1146784E-04	-3.7661431E-05
RA7	-3.4960467E-08	1.7027340E-05	-1.1830129E-05	-2.6559468E-05
RA8	-6.9980109E-07	-1.0766751E-06	-1.1912659E-06	6.8011956E-07
RA9	4.9719397E-09	-9.1139825E-07	-3.6922285E-07	6.3641757E-07
RA10	5.4826365E-09	-1.4419920E-08	9.9000919E-09	7.2490547E-09
RA11	5.4738384E-10	1.2871048E-08	7.6408420E-09	-4.5911110E-09
RA12	-9.3160067E-11	9.7757450E-10	1.1573077E-09	-2.6347093E-10

30

面番号	6	8	9
KA	-5.0839983	-10.0000000	-2.8192836
RA3	4.8461663E-05	1.6689299E-03	1.2263102E-03
RA4	3.6470332E-03	-2.6497715E-03	3.8200541E-03
RA5	-9.9229056E-05	1.6954148E-03	9.0671334E-04
RA6	-2.1064551E-04	1.2861164E-04	-1.7064198E-04
RA7	-3.7231760E-05	-3.8650275E-05	-3.5444649E-06
RA8	1.4618282E-05	-2.3045334E-05	6.4585099E-06
RA9	6.7879963E-07	8.5284758E-07	4.7698737E-06
RA10	-4.8376254E-07	1.5223326E-06	-1.3330190E-06

40

【0097】

また表16に、実施例1～5のズームレンズの条件式(1)～(12)に対応する値を示す。この表16の値はd線に関するものである。

【表16】

条件式に関する値					
	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
(1) nd_2	1.63	1.58	1.61	1.66	1.63
(2) νd_2	23.6	30.3	26.9	22.0	23.6
(3) nd_4	1.63	1.58	1.61	1.66	1.63
(4) νd_4	23.6	30.3	26.9	22.0	23.6
(5) d_{12}/fw	0.32	0.42	0.25	0.52	0.33
(6) f_2/fw	1.66	1.42	1.68	1.87	1.74
(7) $\nu d_1 - \nu d_2$	32.4	25.7	29.1	35.5	33.9
(8) $nd_2 - nd_1$	0.10	0.05	0.07	0.17	0.14
(9) $\nu d_3 - \nu d_4$	32.4	25.7	29.1	35.5	33.9
(10) $nd_4 - nd_3$	0.10	0.05	0.07	0.17	0.14
(11) $ f_1 /fw$	2.01	1.68	2.13	2.13	2.38
(12) ft/fw	2.83	2.30	3.50	4.30	2.83

【0098】

ここで、実施例1のズームレンズの広角端における球面収差、非点収差、ディストーション（歪曲収差）、倍率色収差（倍率の色収差）をそれぞれ図6（A）～図6（D）に示し、望遠端における球面収差、非点収差、ディストーション（歪曲収差）、倍率色収差（倍率の色収差）をそれぞれ図6（E）～図6（H）に示す。

【0099】

各収差図はd線（波長587.6nm）を基準としたものであるが、球面収差図では波長460.0nmおよび615.0nmに関する収差も示し、倍率色収差図では波長460.0nmおよび615.0nmに関する収差を示す。非点収差図では、サジタル方向については実線で、タンジェンシャル方向については点線で示している。球面収差図のFn0.はF値を意味し、その他の収差図のは半画角を意味する。

【0100】

同様に、実施例2のズームレンズの広角端、望遠端における各収差図を図7（A）～図7（H）に示し、以下全く同様にして実施例3～5の各収差図をそれぞれ図8～図10に示す。

【0101】

次に、本発明の実施形態にかかる撮像装置について説明する。図11に、本発明の実施形態の撮像装置の一例として、本発明の実施形態のズームレンズ1を用いた撮像装置10の概略構成図を示す。撮像装置としては、例えば、監視カメラ、ビデオカメラ、電子スチルカメラ等を挙げることができる。

【0102】

図11に示す撮像装置10は、ズームレンズ1と、ズームレンズ1の像側に配置されて、ズームレンズ1により結像された被写体の像を撮像する撮像素子2と、撮像素子2からの出力信号を演算処理する信号処理部4と、ズームレンズ1の変倍を行うための変倍制御部5と、フォーカス調整を行うためのフォーカス制御部6とを備えている。なお、ズームレンズ1と撮像素子2との間に、適宜フィルタ等が配設されてもよい。

【0103】

ズームレンズ1は、負の屈折力を有して、広角端から望遠端に変倍する際に像面側に凸状の軌跡を描くように移動する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有して、広角端から望遠端に変倍する際に物体側に単調移動する第2レンズ群G2と、第2レンズ群G2と一緒に移動するように構成された開口絞りStとを有している。なお、図11では各レンズ群を概略的に示している。

【0104】

撮像素子2は、ズームレンズ1により形成される光学像を撮像して電気信号を出力するものであり、その撮像面はズームレンズ1の像面に一致するように配置されている。撮像素子2としては例えばCCDやCMOS等からなるものを用いることができる。

【0105】

10

20

30

40

50

なお、図11では図示していないが、撮像装置10は、例えば第2レンズ群G2の一部を構成する正の屈折力を有するレンズを光軸Zに垂直な方向に移動させて、振動や手振れ時の撮影画像のぶれを補正するぶれ補正機構をさらに備えるようにしてもよい。

【0106】

以上、実施形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施形態および実施例に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔、屈折率、アッベ数、非球面係数等の値は、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得るものである。

【符号の説明】

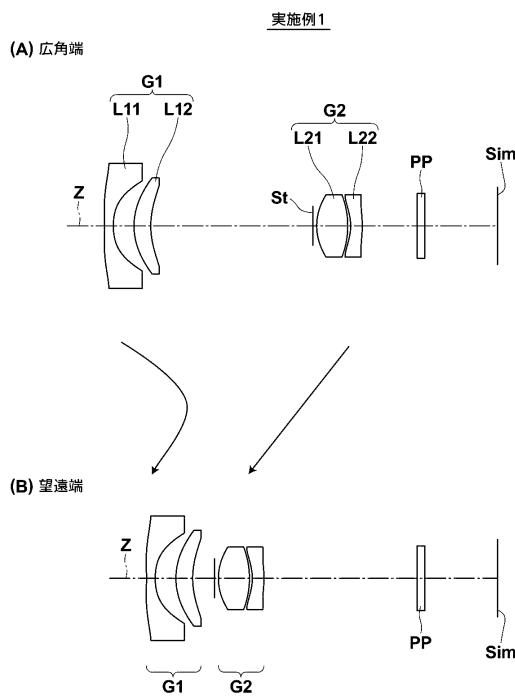
【0107】

1	ズームレンズ
2	撮像素子
4	信号処理部
5	変倍制御部
6	フォーカス制御部
10	撮像装置
G1	第1レンズ群
G2	第2レンズ群
L11 ~ L12, L21 ~ L22	レンズ
PP	光学部材
Sim	像面
St	開口絞り
Z	光軸

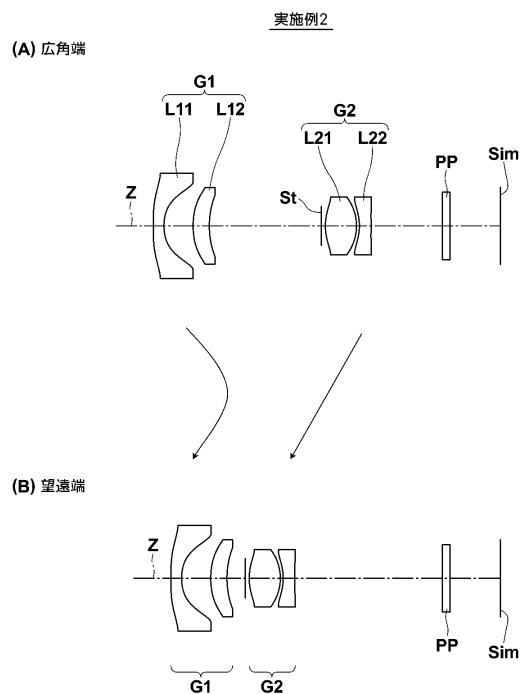
10

20

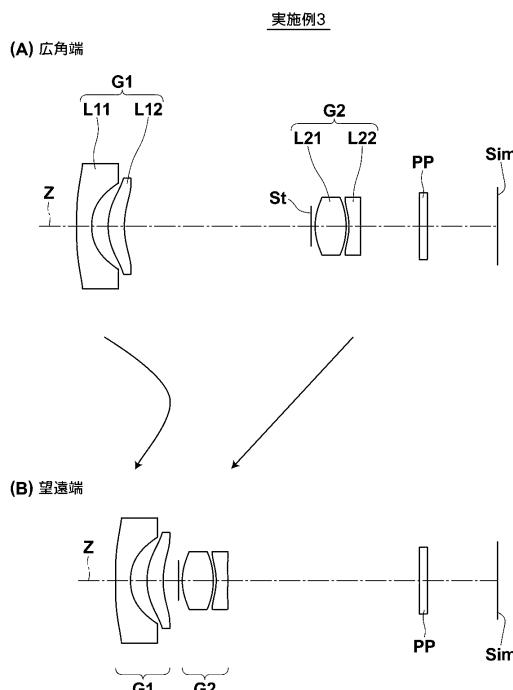
【図1】



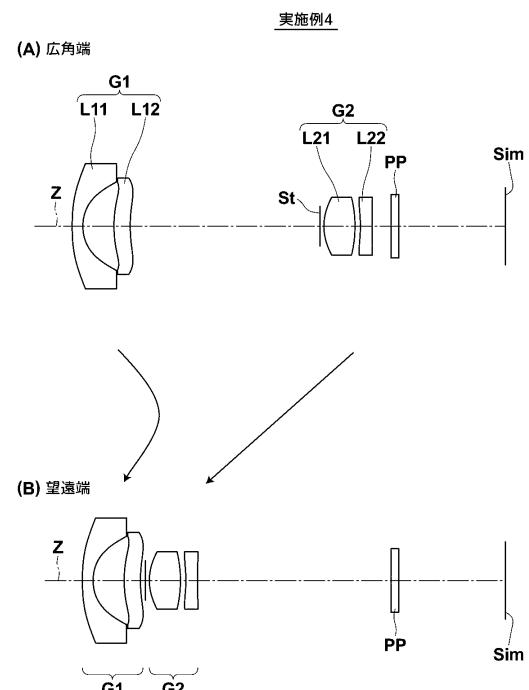
【図2】



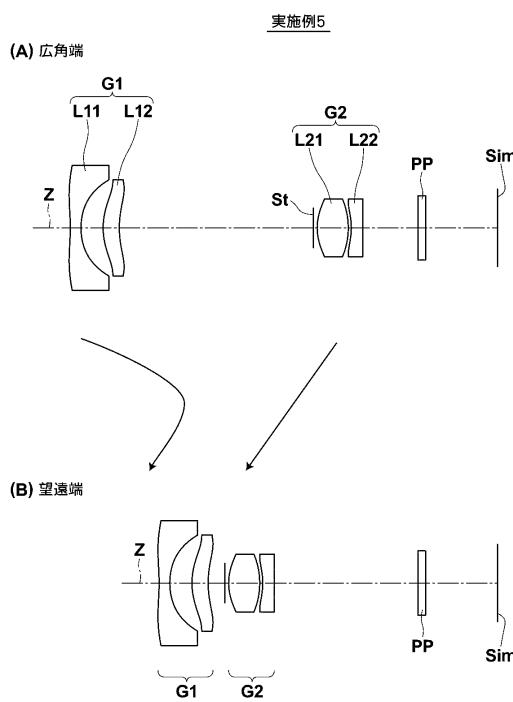
【図3】



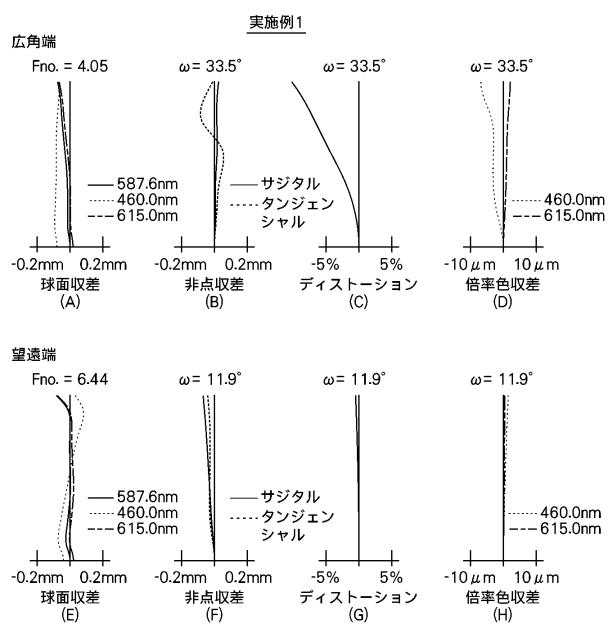
【図4】



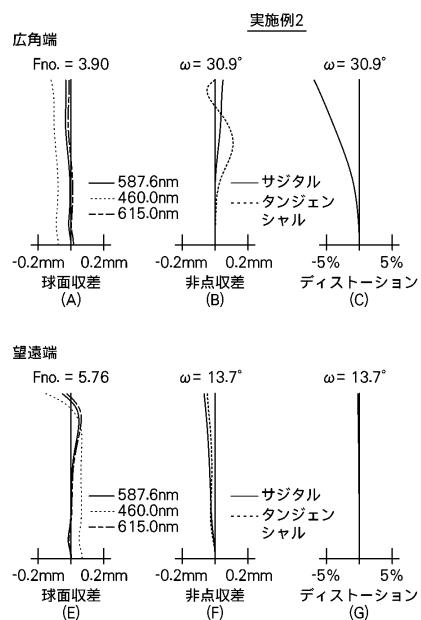
【図5】



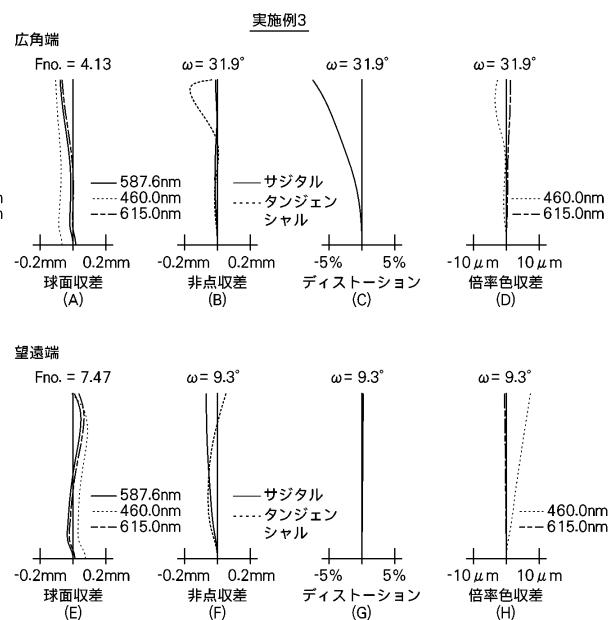
【図6】



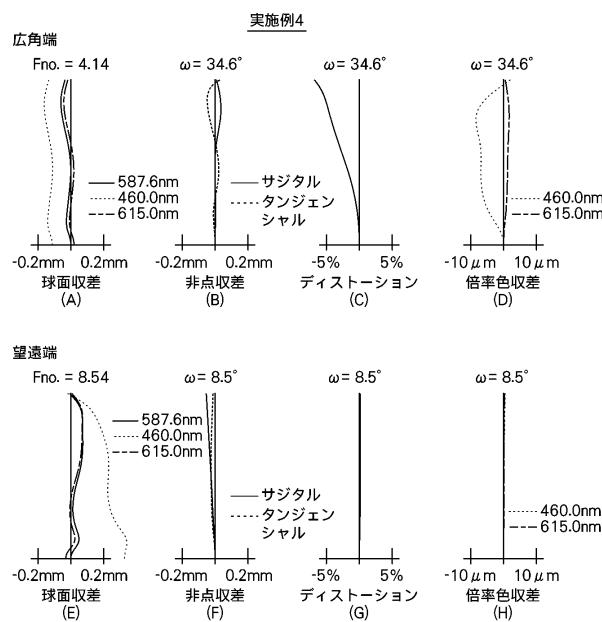
【図7】



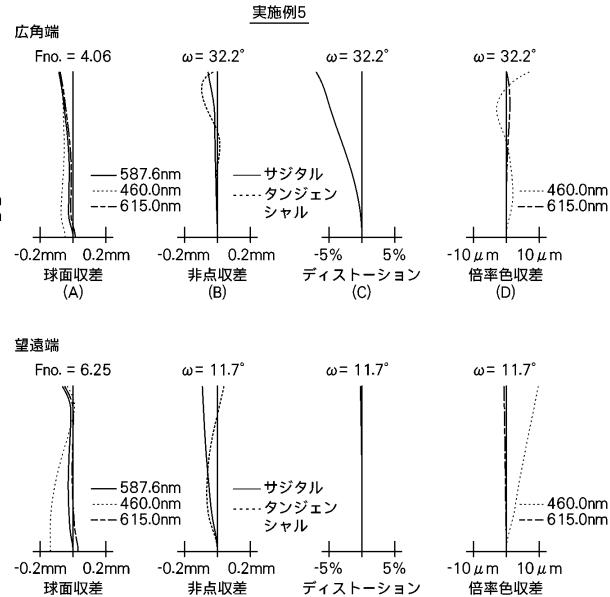
【図8】



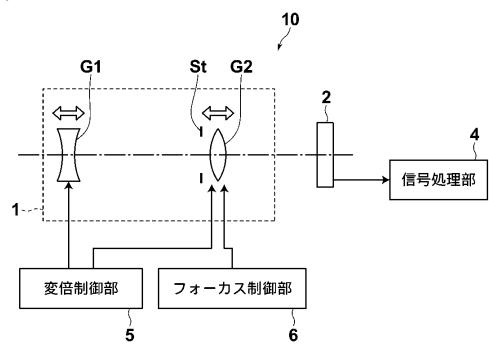
【図9】



【図10】



【図 1 1】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-300858(JP,A)
特開2006-047537(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B	9 / 0 0	-	1 7 / 0 8
G 02 B	2 1 / 0 2	-	2 1 / 0 4
G 02 B	2 5 / 0 0	-	2 5 / 0 4