

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5778276号
(P5778276)

(45) 発行日 平成27年9月16日(2015.9.16)

(24) 登録日 平成27年7月17日(2015.7.17)

(51) Int.Cl. F 1
GO 2 B 15/16 (2006.01) GO 2 B 15/16
GO 2 B 13/18 (2006.01) GO 2 B 13/18

請求項の数 11 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2013-521473 (P2013-521473)
 (86) (22) 出願日 平成24年6月22日(2012.6.22)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2012/004057
 (87) 国際公開番号 W02012/176469
 (87) 国際公開日 平成24年12月27日(2012.12.27)
 審査請求日 平成26年8月26日(2014.8.26)
 (31) 優先権主張番号 特願2011-140025 (P2011-140025)
 (32) 優先日 平成23年6月24日(2011.6.24)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 306037311
 富士フイルム株式会社
 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 富士フイルム株式会社内
 審査官 堀井 康司

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、

前記第2レンズ群が実質的に、正の屈折力を有する第2レンズ群物体側部分群と、正の屈折力を有する第2レンズ群像側部分群とから構成され、

変倍に際して前記第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が変化するズームレンズにおいて、

フォーカシングが、前記第2レンズ群像側部分群を光軸に沿って移動させることによつて行われ、

前記第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離をD1g、望遠端において無限遠物体に合焦したときの第2レンズ群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離、および、第2レンズ群物体側部分群と第2レンズ群像側部分群の光軸上での間隔をそれぞれD2g、D2t、望遠端における全系の焦点距離をft、第1レンズ群および第2レンズ群の焦点距離をそれぞれf1、f2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。

$$1.0 < D2g / D1g < 1.6 \quad \dots (1)$$

$$0.08 < D2t / ft < 0.19 \quad \dots (2)$$

$$1.15 \leq ft / |f1| < 1.8 \quad \dots (3)$$

$$1.1 < ft / f2 < 1.9 \quad \dots (4)$$

【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。

$$1.1 < D2g / D1g < 1.6 \quad \dots (1')$$

【請求項 3】

前記第 2 レンズ群物体側部分群が実質的に、正の屈折力を有する第 2 レンズ群第 1 レンズおよび、負の屈折力を有する第 2 レンズ群第 2 レンズから構成され、

前記第 2 レンズ群像側部分群が実質的に、正の屈折力を有する第 2 レンズ群第 3 レンズから構成されてい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。

【請求項 5】

以下の条件式の少なくとも 1 つ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。 10

$$1.15 < f_t / |f_1| < 1.7 \quad \dots (3')$$

$$1.2 < f_t / f_2 < 1.9 \quad \dots (4')$$

【請求項 8】

前記第 2 レンズ群像側部分群の焦点距離を f_R 、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、2、3 または 5 に記載のズームレンズ。

$$3.9 < f_R / f_w < 5.5 \quad \dots (5)$$

【請求項 9】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 8 に記載のズームレンズ。 20

$$4.0 < f_R / f_w < 5.5 \quad \dots (5')$$

【請求項 10】

望遠端における第 1 レンズ群の最も像側のレンズ面と第 2 レンズ群の最も物体側のレンズ面との光軸上の間隔を D_{12t} 、望遠端における全系の焦点距離を 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、2、3、5、8 または 9 に記載のズームレンズ。

$$0.05 < D_{12t} / f_t < 0.22 \quad \dots (6)$$

【請求項 11】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 10 に記載のズームレンズ。

$$0.05 < D_{12t} / f_t < 0.20 \quad \dots (6')$$

30

【請求項 14】

前記第 2 レンズ群像側部分群が、正の屈折力を有するプラスチックレンズ 1 枚から構成され、このプラスチックレンズの d 線に対する屈折率およびアッペ数をそれぞれ、 N_{d2r} 、 d_{2r} 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、2、3、5、8、9、10 または 11 に記載のズームレンズ。

$$1.48 < N_{d2r} < 1.56 \quad \dots (7)$$

$$50 < d_{2r} \quad \dots (8)$$

【請求項 15】

以下の条件式の少なくとも 1 つを満足することを特徴とする請求項 14 に記載のズームレンズ。 40

$$1.48 < N_{d2r} < 1.55 \quad \dots (7')$$

$$52 < d_{2r} \quad \dots (8')$$

【請求項 16】

請求項 1、2、3、5、8、9、10、11、14 または 15 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 50

るものである。

【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（最も物体側に負レンズ群が配置されたもの）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。これらのズームレンズのフォーカシング方式には、フロントフォーカスに比べてレンズの重量を小さくできるリアフォーカス式が多く採用されている。

【0003】

また、フォーカシングの高速化やフォーカシングのために移動するレンズの軽量化等の目的のために、後群全体を移動させてフォーカシングを行うのではなく、後群の中に配置された一部のレンズ群、あるいは、1枚のレンズのみを移動させてフォーカシングを行う方式もいくつか提案されている。そのような方式を採用したものとして、例えば特許文献1～特許文献7に示されるズームレンズが知られている。これらのズームレンズでは、第2レンズ群が物体側部分群と像側部分群とで構成され、特に特許文献1に記載されたズームレンズでは物体側部分群を、特許文献2～7に記載されたズームレンズでは像側部分群をそれぞれ移動させることでフォーカシングを行っている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2007-279232号公報

【特許文献2】特開2000-9997号公報

【特許文献3】特開2000-284177号公報

【特許文献4】特開2002-365542号公報

【特許文献5】特開2003-228002号公報

【特許文献6】特開2007-25373号公報

【特許文献7】特開2009-36961号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述のように、第2レンズ群の一部のレンズまたはレンズ群のみを移動させるフォーカシング方式を採用する場合、フォーカシングによる収差変動を小さく抑えつつ、レンズ系全体をコンパクトに構成するためには、第2レンズ群全体のパワーおよび、第2レンズ群内のパワー配分、つまり、第2レンズ群の中の物体側部分群と、像側部分群とのパワーバランスや、それぞれの部分群の構成と収差補正などの役割分担を、焦点距離、変倍比などの仕様に合わせて最適に設定する必要がある。

30

【0006】

例えば、変倍比が高くなるほど、あるいは望遠端の焦点距離が長くなるほど、至近距離へ合焦させる際のフォーカシング移動量（フォーカシングのために移動するレンズの移動量）が増え、その分、移動スペースを広く確保しなければならず、レンズ系が大型化してしまう。コンパクト化を図ろうとすれば、このスペースを狭くするために、フォーカシングレンズのパワーを強くする必要はあるが、強くし過ぎると収差をバランス良く補正することができない。また望遠端近傍で、最短撮影距離をどの程度に設定するかも重要である。

40

【0007】

以上述べたような各仕様のバランスを最適に設定することは、ズームレンズ設計の上で重要な課題であるが、特許文献1～7等に示された従来技術においては、光学性能やフォーカシング性能は良くても、変倍比が小さい、あるいは、フォーカシングの移動量が大き過ぎたり、第2レンズ群の構成枚数が多かたりして、第2レンズ群が非常に大型化してしまっている例も多く、改善の余地が残されている。

50

【0008】

本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、負レンズ群先行タイプのズームレンズにおいて、約3～5倍程度の変倍比を確保しつつ、フォーカシングを高速に行うとともに、フォーカシング時の収差変動を小さく抑えることができ、そして十分小型に形成可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】

【0009】

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、

前記第2レンズ群が実質的に、正の屈折力を有する第2レンズ群物体側部分群と、正の屈折力を有する第2レンズ群像側部分群とから構成され、

変倍に際して前記第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が変化するズームレンズにおいて、

フォーカシングが、前記第2レンズ群像側部分群を光軸に沿って移動させることによつて行われ、

前記第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を $D1g$ 、望遠端において無限遠物体に合焦したときの第2レンズ群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離、および、第2レンズ群物体側部分群と第2レンズ群像側部分群の光軸上での間隔をそれぞれ $D2g$ 、 $D2t$ 、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、第1レンズ群および第2レンズ群の焦点距離をそれぞれ f_1 、 f_2 としたとき、以下の条件式

$$1.0 < D2g / D1g < 1.6 \quad \dots (1)$$

$$0.08 < D2t / f_t < 0.19 \quad \dots (2)$$

$$1.15 \quad f_t / |f_1| < 1.8 \quad \dots (3)$$

$$1.1 < f_t / f_2 < 1.9 \quad \dots (4)$$

を満足することを特徴とするものである。

【0010】

なお、この本発明によるズームレンズにおいては、上記第2レンズ群物体側部分群が実質的に、正の屈折力を有する第2レンズ群第1レンズおよび、負の屈折力を有する第2レンズ群第2レンズから構成され、そして、前記第2レンズ群像側部分群が実質的に、正の屈折力を有する第2レンズ群第3レンズから構成されていることが望ましい。

【0011】

ここで、上記の「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。この点は、「実質的に」の記述を含む上記「第2レンズ群物体側部分群が実質的に第2レンズ群第1レンズおよび第2レンズ群第2レンズから構成され」との記載や、上記「第2レンズ群像側部分群が実質的に、第2レンズ群第3レンズから構成されている」との記載についても同様である。

【0012】

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 n 枚の貼り合わせで構成されていれば、 n 枚のレンズとして数えるものとする。

【0013】

そして、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。

【0016】

以上述べた本発明によるズームレンズは、前記第2レンズ群像側部分群の焦点距離を f_R 、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

10

20

30

40

50

$$3.9 < f_R / f_w < 5.5 \quad \dots (5)$$

を満足するものであることが望ましい。

【0017】

さらに、本発明によるズームレンズは、

望遠端における第1レンズ群の最も像側のレンズ面と第2レンズ群の最も物体側のレンズ面との光軸上の間隔を D_{12t} 、望遠端における全系の焦点距離を f_t としたとき、以下の条件式

$$0.05 < D_{12t} / f_t < 0.22 \quad \dots (6)$$

を満足するものであることが望ましい。

【0019】

以上説明した本発明によるズームレンズにおいては、前記第2レンズ群像側部分群が、正の屈折力を有するプラスチックレンズ1枚から構成され、このプラスチックレンズのd線に対する屈折率およびアッベ数をそれぞれ、 N_{d2r} 、 d_{2r} としたとき、以下の条件式

$$1.48 < N_{d2r} < 1.56 \quad \dots (7)$$

$$50 < d_{2r} \quad \dots (8)$$

を満足していることが望ましい。

【0020】

また本発明によるズームレンズにおいては、第1レンズ群が、物体側より順に配置された、負の屈折力を有する第1レンズ群第1レンズと、正の屈折力を有する第1レンズ群第2レンズとから構成されることが好ましい。

【0021】

また、上に述べた条件式(1)、(3)~(8)で示した各条件のより望ましい範囲は、それぞれ下記(1')、(3')~(8')の通りである。

【0022】

$$1.1 < D_{2g} / D_{1g} < 1.6 \quad \dots (1')$$

$$1.15 < f_t / |f_1| < 1.7 \quad \dots (3')$$

$$1.2 < f_t / f_2 < 1.9 \quad \dots (4')$$

$$4.0 < f_R / f_w < 5.5 \quad \dots (5')$$

$$0.05 < D_{12t} / f_t < 0.20 \quad \dots (6')$$

$$1.48 < N_{d2r} < 1.55 \quad \dots (7')$$

$$52 < d_{2r} \quad \dots (8')$$

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】

【0023】

本発明による第1のズームレンズは、フォーカシングが、前記第2レンズ群像側部分群を光軸に沿って移動させることによって行われるように構成された上で、前記条件式(1)および(2)を満足するものとなっているので、約3~5倍程度の変倍比を確保しつつ、フォーカシングを高速に行うとともに、フォーカシング時の収差変動を小さく抑えることができ、そして十分な小型化が可能になる、という効果を奏する。

【0024】

以下、この効果についてさらに詳しく説明する。条件式(1)は、第1レンズ群と第2レンズ群の厚みの比を規定しており、その下限値以下になると、第2レンズ群を薄く構成しなければならなくなり、前記第2レンズ群像側部分群のフォーカシング時の移動スペースが小さくなり、レンズや機械的構成部材の干渉を避けるためには、望遠端においてフォーカシングが可能な至近撮影距離を短くできなくなってしまう。あるいは、第1レンズ群が厚くなり過ぎるため、好ましくない。逆に上限値以上になると、第2レンズ群が厚くなり、全長や沈胴時の厚みが厚くなってしまいうため、小型化およびフォーカシングの高速化の上で好ましくない。あるいは、第1レンズ群を薄くする必要が出てくるため、レンズの

10

20

30

40

50

パワーを強くしたり、収差を補正するために必要な空気間隔を無理に小さくしたりする必要が生じるため、主に、広角端近傍での歪曲収差や像面湾曲の補正が困難になり、好ましくない。

【0025】

一方条件式(2)は、望遠端において無限遠物体に合焦したときの第2レンズ群物体側部分群と第2レンズ群像側部分群の光軸上での間隔を、望遠端における全系の焦点距離に対する比で規定しており、その下限値以下になると、移動スペースが小さくなり、既述のように、望遠端における最短撮影距離を短くできなくなってしまいうため好ましくない。このとき、この最短撮影距離を短くしようとすれば、第2レンズ群像側部分群のパワーを強くしなければならず、球面収差などの補正が難しくなるため好ましくない。

10

【0026】

条件式(1)および(2)を満足している場合は、上記の不具合を防止して、前述した通りの効果を得ることができる。そして、条件式(1)による効果は、その条件式が規定する範囲の中で特に条件式(1')が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

【0027】

一方、本発明による第2のズームレンズは、フォーカシングが、前記第2レンズ群像側部分群を光軸に沿って移動させることによって行われるように構成された上で、前記条件式(3)および(4)を満足するものとなっているので、約3~5倍程度の変倍比を確保しつつ、フォーカシングを高速に行うとともに、フォーカシング時の収差変動を小さく抑えることができ、そして十分な小型化が可能になる、という効果を奏する。

20

【0028】

以下、この効果についてさらに詳しく説明する。条件式(3)は、望遠端における全系の焦点距離と第1レンズ群の焦点距離との関係を規定しており、その下限値以下になると、変倍時の移動量が大きくなるとともにレンズ全長が大きくなり、レンズ系が大型化してしまうため好ましくない。逆に上限値以上になると、主に広角端近傍での像面湾曲の補正が困難になり、好ましくない。

【0029】

条件式(4)は、望遠端における全系の焦点距離と第2レンズ群の焦点距離との関係を規定しており、その下限値以下になると、変倍時の移動量が大きくなり、レンズ系が大型化してしまうため好ましくない。逆に上限値以上になると、第2レンズ群のパワーを強く

30

【0030】

条件式(3)および(4)を満足している場合は、上記の不具合を防止して、前述した通りの効果を得ることができる。そして、条件式(3)および(4)による効果は、それらの条件式が規定する範囲の中でそれぞれ特に条件式(3')および(4')が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

【0031】

一方、本発明による第3のズームレンズは、フォーカシングが、前記第2レンズ群像側部分群を光軸に沿って移動させることによって行われるように構成された上で、前記条件式(5)および(6)を満足するものとなっているので、約3~5倍程度の変倍比を確保しつつ、フォーカシングを高速に行うとともに、フォーカシング時の収差変動を小さく抑えることができ、そして十分な小型化が可能になる、という効果を奏する。

40

【0032】

以下、この効果についてさらに詳しく説明する。条件式(5)は、前記第2レンズ群像側部分群(これは、フォーカシングのために移動するレンズ群である)の焦点距離と広角端の焦点距離との関係を規定しており、その下限値以下になると、第2レンズ群像側部分群のパワーを強くしなければならず、球面収差などの補正が難しくなるため好ましくない。逆に上限値以上になると、フォーカシング時の第2レンズ群像側部分群の移動量が大きくなってしまいうため好ましくない。

【0033】

50

条件式(6)は、望遠端における第1レンズ群の最も像側のレンズ面と第2レンズ群の最も物体側のレンズ面との光軸上の間隔と、望遠端における全系の焦点距離との関係を規定しており、その下限値以下になると、第1レンズ群や第2レンズ群を構成するレンズや、レンズ保持部材等の干渉を避けることが困難になり、好ましくない。逆に上限値以上になると、ある一定の光学全長に抑えながら、所望の変倍比を得ることが困難になるため、好ましくない。

【0034】

条件式(5)および(6)を満足している場合は、上記の不具合を防止して、前述した通りの効果を得ることができる。そして、条件式(5)および(6)による効果は、それらの条件式が規定する範囲の中でそれぞれ特に条件式(5')および(6')が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

10

【0035】

なお、本発明による第1のズームレンズにおいて、特に前記条件式(3)および(4)を満足している場合は、第2のズームレンズがこの条件式(3)および(4)によって奏する前述の効果と同じ効果が得られる。したがってその場合は、フォーカシングを高速に行うことができる、フォーカシング時の収差変動を小さく抑えることができる、十分な小型化が可能になる、という効果がより顕著なものとなる。

【0036】

さらに、本発明による第1のズームレンズにおいて、特に前記条件式(5)あるいは(6)を満足している場合は、第3のズームレンズがこの条件式(5)あるいは(6)によって奏する前述の効果と同じ効果が得られる。したがってその場合も、フォーカシングを高速に行うことができる、フォーカシング時の収差変動を小さく抑えることができる、十分な小型化が可能になる、という効果がより一層顕著なものとなる。

20

【0037】

他方、本発明による第2のズームレンズにおいて、特に前記条件式(5)あるいは(6)を満足している場合も、第3のズームレンズがこの条件式(5)あるいは(6)によって奏する前述の効果と同じ効果が得られる。したがってその場合も、フォーカシングを高速に行うことができる、フォーカシング時の収差変動を小さく抑えることができる、十分な小型化が可能になる、という効果がより顕著なものとなる。

【0038】

また、以上説明した本発明によるズームレンズにおいて特に、前記第2レンズ群像側部分群が、正の屈折力を有するプラスチックレンズ1枚から構成され、このプラスチックレンズのd線に対する屈折率およびアッベ数をそれぞれ、 N_{d2r} 、 d_{2r} としたとき、前記条件式(7)および(8)を満足している場合は、色収差等の諸収差を良好に補正可能となる。またこれらの条件式(7)および(8)は、光学材料としての良好な特性を有するプラスチックを使用するための条件でもある。条件式(7)および(8)による効果は、それらの条件式が規定する範囲の中でそれぞれ特に条件式(7')および(8')が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

30

【0039】

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小型化、低コスト化を達成できるものとなる。

40

【図面の簡単な説明】

【0040】

【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

【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】本発明の実施例6にかかるズームレンズのレンズ構成を示す断面図

50

【図 7】本発明に対する参考例のズームレンズのレンズ構成を示す断面図

【図 8】本発明の実施例 8 にかかるズームレンズのレンズ構成を示す断面図

【図 9】(A) ~ (H) は本発明の実施例 1 のズームレンズの各収差図

【図 10】(A) ~ (H) は本発明の実施例 2 のズームレンズの各収差図

【図 11】(A) ~ (H) は本発明の実施例 3 のズームレンズの各収差図

【図 12】(A) ~ (H) は本発明の実施例 4 のズームレンズの各収差図

【図 13】(A) ~ (H) は本発明の実施例 5 のズームレンズの各収差図

【図 14】(A) ~ (H) は本発明の実施例 6 のズームレンズの各収差図

【図 15】(A) ~ (H) は本発明に対する参考例のズームレンズの各収差図

【図 16】(A) ~ (H) は本発明の実施例 8 のズームレンズの各収差図

10

【図 17】本発明の実施形態にかかる撮像装置の概略構成図

【発明を実施するための形態】

【0041】

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 6、8 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 ~ 6、8 のズームレンズに対応している。また図 7 は、本発明に対する参考例のズームレンズの構成を示す断面図である。図 1 ~ 図 8 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。

20

【0042】

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 ~ 8 においても同様である。

【0043】

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 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 とがレンズ群として配列されてなる。また第 2 レンズ群 G 2 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。

30

【0044】

なお、図 1 には、第 2 レンズ群 G 2 と像面 S i m 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 i m 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 C C D を用いる 3 C C D 方式を採用しているものがあり、この 3 C C D 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 i m 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

【0045】

このズームレンズにおいては、広角端から望遠端に変倍する際に、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔が変化する。すなわち、第 1 レンズ群 G 1 は像面 S i m 側に凸状の軌跡を描くように移動し、第 2 レンズ群 G 2 は物体側に単調移動し、開口絞り S t は第 2 レンズ群 G 2 と一体で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 G 1 および第 2 レンズ群 G 2 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。

【0046】

第 1 レンズ群 G 1 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 L 1 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ L 1 2 とから構成されている。ここで、例えば図 1

50

に示す例のように、第1レンズL11は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る。本例においては、第1レンズL11および第2レンズL12はプラスチックレンズとされている。ただし、本発明のズームレンズにおいて第1レンズ群G1は、上記以外の枚数のレンズで構成されてもよいし、プラスチック以外の材料からなるレンズを用いて構成されてもよい。

【0047】

一方第2レンズ群G2は、物体側に配置された正の屈折力を有する第2レンズ群物体側部分群G2Fと、像面側に配置された正の屈折力を有する第2レンズ群像側部分群G2Rとから構成されている。本例において第2レンズ群物体側部分群G2Fは、正の屈折力を有する第3レンズ(第2レンズ群第1レンズ)L21および、負の屈折力を有する第4レンズ(第2レンズ群第2レンズ)L22から構成され、第2レンズ群像側部分群G2Rは正の屈折力を有する1枚の第5レンズ(第2レンズ群第3レンズ)L23から構成されている。そして本例においては、第2レンズ群像側部分群G2Rを構成する上記第5レンズL23が光軸Zに沿って移動して、フォーカシングが行われるようになっている。

10

【0048】

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、第4レンズL22は両凹形状のレンズ、第5レンズL23は正メニスカス形状のレンズとすることができる。そして、第2レンズ群G2のレンズL21、L22、およびL23も全てプラスチックレンズとされている。ただし、本発明のズームレンズにおいて第2レンズ群G2は、上記以外の枚数のレンズで構成されてもよいし、プラスチック以外の材料からなるレンズを用いて構成されてもよい。

20

【0049】

以上説明のように、第1レンズ群G1を2枚のレンズL11およびL12から、そして第2レンズ群G2を3枚のレンズL21、L22およびL23から構成した上で、それらのレンズを全てプラスチックレンズとすることにより、低コスト化を達成することができる。

【0050】

なお、図1～8の構成のうち特に図2および図8の構成では、第1レンズL11がプラスチック以外の材料から形成されている。それ以外の構成では、5枚のレンズが全てプラスチックレンズとされている。

30

【0051】

ここで本ズームレンズは、第1レンズ群G1の最も物体側のレンズ面(第1レンズL11の物体側面であり、後述する表1における面番号1のレンズ面である)から最も像側のレンズ面(第2レンズL12の像側面であり、後述する表1における面番号4のレンズ面である)までの光軸上の距離をD1g、望遠端において無限遠物体に合焦したときの第2レンズ群G2の最も物体側のレンズ面(第3レンズL21の物体側面であり、後述する表1における面番号6のレンズ面である)から最も像側のレンズ面(第5レンズL23の像側面であり、後述する表1における面番号11のレンズ面である)までの光軸Z上の距離をD2g、第2レンズ群物体側部分群G2Fと第2レンズ群像側部分群G2Rの光軸Z上での間隔(第4レンズL22と第5レンズL23との間隔である)をD2t、望遠端における全系の焦点距離をftとしたとき、以下の条件式

40

$$1.0 < D2g / D1g < 1.6 \quad \dots (1)$$

$$0.08 < D2t / ft < 0.19 \quad \dots (2)$$

を満足している。

【0052】

なお、以上の条件式(1)および(2)で規定される各条件の数値例を、実施例毎にまとめて表25に示してある。またこの表25には、後述する条件式(3)～(8)で規定される各条件の数値例も併せて示してある。

【0053】

また本ズームレンズは、望遠端における全系の焦点距離をft、第1レンズ群G1およ

50

び第2レンズ群G2の焦点距離をそれぞれ f_1 、 f_2 としたとき、以下の条件式

$$1.15 < f_t / |f_1| < 1.8 \quad \dots (3)$$

$$1.1 < f_t / f_2 < 1.9 \quad \dots (4)$$

を満足している。

【0054】

また本ズームレンズは、第2レンズ群像側部分群G2Rの焦点距離を f_R 、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

$$3.9 < f_R / f_w < 5.5 \quad \dots (5)$$

を満足している。

【0055】

さらに本ズームレンズは、望遠端における第1レンズ群G1の最も像側のレンズ面（前述の通り第2レンズL12の像側面である）と第2レンズ群G2の最も物体側のレンズ面（前述の通り第3レンズL21の物体側面である）との光軸Z上の間隔を D_{12t} 、望遠端における全系の焦点距離を f_t としたとき、以下の条件式

$$0.05 < D_{12t} / f_t < 0.22 \quad \dots (6)$$

を満足している。

【0056】

また本ズームレンズにおいては、正の屈折力を有するプラスチックレンズである第5レンズL23のd線に対する屈折率およびアッペ数をそれぞれ、 N_{d2r} 、 d_{2r} としたとき、以下の条件式

$$1.48 < N_{d2r} < 1.56 \quad \dots (7)$$

$$50 < d_{2r} \quad \dots (8)$$

を満足している。

【0057】

なお、上に述べた条件式(1)、(3)～(8)で示した各条件のより望ましい範囲は、それぞれ下記(1')、(3')～(8')の通りであるが、本例ではこれらの条件式も全て満足されている。

【0058】

$$1.1 < D_{2g} / D_{1g} < 1.6 \quad \dots (1')$$

$$1.15 < f_t / |f_1| < 1.7 \quad \dots (3')$$

$$1.2 < f_t / f_2 < 1.9 \quad \dots (4')$$

$$4.0 < f_R / f_w < 5.5 \quad \dots (5')$$

$$0.05 < D_{12t} / f_t < 0.20 \quad \dots (6')$$

$$1.48 < N_{d2r} < 1.55 \quad \dots (7')$$

$$52 < d_{2r} \quad \dots (8')$$

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。

【0059】

本ズームレンズは、フォーカシングが、第2レンズ群像側部分群G2Rである第5レンズL23を光軸Zに沿って移動させることによって行われるように構成された上で、前記条件式(1)および(2)を満足するものとなっているので、約3～5倍程度の変倍比を確保しつつ、フォーカシングを高速に行うとともに、フォーカシング時の収差変動を小さく抑えることができ、そして十分な小型化が可能になる、という効果を奏する。

【0060】

すなわち、条件式(1)は、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の厚みの比を規定しており、その下限値以下になると、第2レンズ群G2を薄く構成しなければならなくなり、第5レンズL23のフォーカシング時の移動スペースが小さくなるので、レンズや機械的構成部材の干渉を避けるためには、望遠端においてフォーカシングが可能な至近撮影距離を短くできなくなってしまう。あるいは、第1レンズ群G1が厚くなり過ぎるため、好ましくない。逆に上限値以上になると、第2レンズ群G2が厚くなり、全長や沈胴時の厚みが厚くなってしまいうため、小型化およびフォーカシングの高速化の上で好ましくない。

10

20

30

40

50

あるいは、第1レンズ群G1を薄くする必要が出てくるため、レンズのパワーを強くしたり、収差を補正するために必要な空気間隔を無理に小さくしたりする必要が生じるため、主に、広角端近傍での歪曲収差や像面湾曲の補正が困難になり、好ましくない。

【0061】

一方条件式(2)は、望遠端において無限遠物体に合焦したときの第2レンズ群物体側部分群G2Fと第2レンズ群像側部分群G2Rの光軸Z上での間隔を、望遠端における全系の焦点距離に対する比で規定しており、その下限値以下になると、移動スペースが小さくなり、既述のように、望遠端における最短撮影距離を短くできなくなってしまうため好ましくない。このとき、この最短撮影距離を短くしようとすれば、第2レンズ群像側部分群G2Rのパワーを強くしなければならず、球面収差などの補正が難しくなるため好ましくない。

10

【0062】

本ズームレンズは条件式(1)および(2)を満足しているため、上記の不具合を防止して、前述した通りの効果を得ることができる。そして本ズームレンズでは、条件式(1)が規定する範囲の中で特に条件式(1')が満足されているため、上記の効果がより顕著なものとなる。

【0063】

また本ズームレンズは、前記条件式(3)および(4)を満足するものとなっているため、この点からも上記効果が得られるものとなっている。すなわち、条件式(3)は、望遠端における全系の焦点距離と第1レンズ群G1の焦点距離との関係を規定しており、その下限値以下になると、変倍時の移動量が大きくなるとともにレンズ全長が大きくなり、レンズ系が大型化してしまうため好ましくない。逆に上限値以上になると、主に広角端近傍での像面湾曲の補正が困難になり、好ましくない。

20

【0064】

条件式(4)は、望遠端における全系の焦点距離と第2レンズ群G2の焦点距離との関係を規定しており、その下限値以下になると、変倍時の移動量が大きくなり、レンズ系が大型化してしまうため好ましくない。逆に上限値以上になると、第2レンズ群G2のパワーを強くしなければならず、球面収差などの補正が難しくなるため好ましくない。

【0065】

本ズームレンズは条件式(3)および(4)を満足しているため、上記の不具合を防止して、前述した通りの効果つまり、フォーカシングを高速に行うことができる、フォーカシング時の収差変動を小さく抑えることができる、十分な小型化が可能になる、という効果を得ることができる。そして本ズームレンズでは、条件式(3)、(4)が規定する範囲の中で特にそれぞれ条件式(3')、(4')が満足されているため、上記の効果がより顕著なものとなる。

30

【0066】

また本ズームレンズは、前記条件式(5)および(6)を満足するものとなっているため、この点からも上記効果が得られるものとなっている。すなわち、条件式(5)は、第2レンズ群像側部分群G2Rである第5レンズL23の焦点距離と広角端の焦点距離との関係を規定しており、その下限値以下になると、第5レンズL23のパワーを強くしなければならず、球面収差などの補正が難しくなるため好ましくない。逆に上限値以上になると、フォーカシング時の第5レンズL23の移動量が大きくなってしまうため好ましくない。

40

【0067】

条件式(6)は、望遠端における第1レンズ群G1の最も像側のレンズ面(前述の通り第2レンズL12の像側面である)と第2レンズ群G2の最も物体側のレンズ面(前述の通り第3レンズL21の物体側面である)との光軸Z上での間隔と、望遠端における全系の焦点距離との関係を規定しており、その下限値以下になると、第1レンズ群G1や第2レンズ群G2を構成するレンズや、レンズ保持部材等の干渉を避けることが困難になり、好ましくない。逆に上限値以上になると、ある一定の光学全長に抑えながら、所望の変倍比

50

を得ることが困難になるため、好ましくない。

【0068】

本ズームレンズは条件式(5)および(6)を満足しているため、上記の不具合を防止して、前述した通りの効果つまり、フォーカシングを高速に行うことができる、フォーカシング時の収差変動を小さく抑えることができる、十分な小型化が可能になる、という効果を得ることができる。そして本ズームレンズでは、条件式(5)、(6)が規定する範囲の中で特にそれぞれ条件式(5')、(6')が満足されているため、上記の効果がより顕著なものとなる。

【0069】

また本ズームレンズは、特に前記条件式(7)および(8)を満足しているため、色収差等の諸収差を良好に補正可能となる。またこれらの条件式(7)および(8)を満足している場合は、光学材料としての良好な特性を有するプラスチックから第5レンズL23を形成可能となる。そして本ズームレンズでは、条件式(7)、(8)が規定する範囲の中で特にそれぞれ条件式(7')、(8')が満足されているため、上記の効果がより顕著なものとなる。

【0070】

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実施してもよい。

【0071】

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1~6、8のズームレンズのレンズ断面図はそれぞれ図1~6、8に示したものである。

【0072】

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2~6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18に示す。また参考例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、非球面データをそれぞれ表19、20、21に示し、実施例8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、非球面データをそれぞれ表22、23、24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2~6、8および参考例のものについても基本的に同様である。

【0073】

表1の基本レンズデータにおいて、 S_i 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。

【0074】

また、基本レンズデータにおいて、 N_{dj} 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、 d_j の欄には*j*番目の構成要素のd線に対するアッペ数を示している。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。

【0075】

表1の基本レンズデータにおけるD4、D11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、D11は第2レンズ群G2と光学部材PPとの間隔である。

【0076】

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

10

20

30

40

50

(f)、 F 値 ($Fno.$)、全画角 (2ω)、変倍時に変化する各面間隔の値を示している。

【0077】

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 ($m=3, 4, 5, \dots, 12$)の値である。

【0078】

$$Zd = C \cdot h^2 / \{ 1 + (1 - KA \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2} \} + RAm \cdot h^m \quad 10$$

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 ($m=3, 4, 5, \dots, 12$)

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

S_i (面番号)	R_i (曲率半径)	D_i (面間隔)	N_{dj} (屈折率)	ν_{dj} (アッベ数)
*1	-45.7782	1.50	1.53389	56.0
*2	5.6000	2.60		
3	9.3453	2.00	1.63355	23.6
*4	15.9288	D4		
5	∞ (開口絞り)	0.40		
*6	7.6622	2.80	1.53389	56.0
7	-11.1702	0.23		
*8	-93.6000	0.80	1.63355	23.6
*9	10.0000	2.76		
*10	-14.0449	1.30	1.53389	56.0
*11	-7.5692	D11		
12	∞	0.80	1.51680	64.2
13	∞	6.81		

*: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	6.96	19.69
$Fno.$	4.05	6.22
2ω	65.53	23.50
D4	19.18	2.05
D11	7.80	20.28

【表 3】

実施例1. 非球面係数

面番号	1	2	4
KA	-7.1226025	0.6195752	0.0455753
RA3	2.8527533E-03	1.3047539E-03	8.2616248E-05
RA4	-4.1473757E-04	1.9281865E-03	-6.5096304E-04
RA5	1.1199128E-04	-1.1017867E-03	3.9845953E-04
RA6	2.3620192E-05	4.1238273E-04	-1.2520730E-04
RA7	-1.2231466E-05	-6.2883982E-05	4.5479129E-06
RA8	-1.5116175E-06	-2.2860711E-06	3.9213839E-06
RA9	6.9957609E-07	7.0291982E-07	-2.3604960E-07
RA10	1.7009286E-08	7.4810093E-08	-5.0184152E-08
RA11	-1.8368261E-08	1.5817690E-08	-9.1998820E-09
RA12	1.2875680E-09	-4.6616729E-09	2.1005738E-09

10

面番号	6	8	9
KA	-6.3422506	-9.9709349	-1.3798846
RA3	-7.0098873E-04	3.6107114E-03	3.8373369E-03
RA4	2.9006712E-03	-1.2306536E-03	7.4428967E-04
RA5	-1.2675233E-03	9.4348643E-04	1.8179553E-04
RA6	2.8848355E-04	-4.2578700E-04	-5.1888543E-04
RA7	4.0291067E-05	-1.3836334E-04	-5.9873513E-05
RA8	-8.9289567E-06	1.2562966E-05	2.7863066E-05
RA9	-1.3182102E-05	3.7573813E-05	1.9831185E-05
RA10	3.1220073E-06	-6.6154532E-06	-1.9975453E-06

20

面番号	10	11
KA	-0.5982977	-1.4767948
RA3	3.1690869E-03	2.8761485E-03
RA4	-1.1018539E-04	-1.4342275E-03
RA5	-2.5170759E-04	1.3243839E-04
RA6	-1.3571412E-05	3.9758109E-06
RA7	-1.2394601E-05	-2.1589979E-05
RA8	-3.2572811E-06	-5.7942241E-06
RA9	-3.7427885E-06	1.5121874E-06
RA10	4.1063227E-06	1.4766951E-06

30

【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	-164.1436	1.10	1.59522	67.7
*2	5.7433	1.92		
*3	6.3822	1.80	1.58364	30.3
*4	9.8892	D4		
5	∞ (開口絞り)	0.45		
*6	8.7339	2.81	1.53389	56.0
7	-8.3127	0.15		
*8	-34.2584	0.88	1.63355	23.6
*9	12.5305	2.40		
*10	-8.2229	1.50	1.53389	56.0
*11	-5.8594	D11		
12	∞	0.80	1.51680	64.2
13	∞	4.88		

40

*:非球面

【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	6.86	19.41
Fno.	4.02	5.99
2 ω	65.40	23.41
D4	20.00	2.00
D11	9.17	20.29

【表 6】

実施例2. 非球面係数

面番号	1	2	3	4
KA	5.8660019	-0.3724449	0.3478545	-0.0435431
RA3	3.1635879E-03	3.5724815E-03	5.8525566E-04	4.3030058E-04
RA4	-1.0670075E-03	-1.4459305E-04	-8.9165489E-04	-1.2048041E-03
RA5	3.6456762E-04	-3.3799251E-04	9.5699838E-05	4.5983582E-04
RA6	1.6187859E-05	4.1044480E-04	1.7096502E-05	-1.2249196E-04
RA7	-1.7563385E-05	-7.6458236E-05	1.4781206E-06	7.2610229E-06
RA8	-1.5410315E-06	-2.3630385E-06	-2.8865851E-07	3.8209087E-06
RA9	7.9146497E-07	8.1942302E-07	-1.6033276E-07	-3.7976766E-07
RA10	2.0452533E-08	8.5561544E-08	1.6386497E-08	-4.5553069E-08
RA11	-1.9164864E-08	1.6879677E-08	0.0000000E+00	-8.9898475E-09
RA12	1.2638636E-09	-4.8071032E-09	0.0000000E+00	2.2931693E-09

面番号	6	8	9	10
KA	-9.3296488	-8.2709928	-1.4774656	-0.7961828
RA3	-5.9445399E-04	3.0855087E-03	2.7989718E-03	2.3128505E-04
RA4	2.4500808E-03	-2.1071038E-03	-2.8957697E-04	7.6437719E-04
RA5	-1.1999721E-03	1.3698932E-03	6.8179774E-04	-8.8457087E-04
RA6	2.7952974E-04	-4.1088181E-04	-5.2103582E-04	-1.1010812E-05
RA7	2.3221049E-05	-1.2620158E-04	-5.4600196E-05	-8.3917883E-06
RA8	-9.7139045E-06	1.6682920E-05	2.9579647E-05	-1.3210787E-05
RA9	-1.1820661E-05	3.7941999E-05	1.8880734E-05	-8.2971807E-07
RA10	3.0198736E-06	-7.9792388E-06	-2.0983973E-06	5.7194400E-06

面番号	11
KA	-1.1144701
RA3	3.3863248E-04
RA4	-1.0808647E-03
RA5	-1.4901730E-04
RA6	-1.8721775E-05
RA7	-2.2450794E-05
RA8	-4.0644752E-06
RA9	2.2796847E-06
RA10	1.1878504E-06

10

20

30

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} (アッベ数)
*1	-20.5645	1.60	1.49023	57.5
*2	6.1263	2.35		
*3	6.3445	2.00	1.63355	23.6
*4	8.2928	D4		
5	∞ (開口絞リ)	0.68		
*6	8.9651	3.12	1.49023	57.5
7	-8.2770	0.15		
*8	-27.3679	0.80	1.63355	23.6
*9	15.5299	1.60		
*10	-12.6111	1.52	1.49023	57.5
*11	-6.2779	D11		
12	∞	0.80	1.51680	64.2
13	∞	5.11		

*: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	6.52	16.30
Fno.	3.82	5.58
2ω	68.37	27.88
D4	17.81	2.35
D11	9.28	18.28

20

【表 9】

実施例3. 非球面係数

面番号	1	2	3	4
KA	5.9194754	-0.2976188	0.3481238	-0.0291212
RA3	4.3598852E-03	4.4783866E-03	5.9393373E-04	4.8152812E-04
RA4	-9.7024522E-04	-9.2030439E-05	-8.9222643E-04	-1.2052165E-03
RA5	4.0573032E-04	-3.2777845E-04	9.5883236E-05	4.7279137E-04
RA6	1.5181958E-05	4.1065736E-04	1.7225551E-05	-1.2242635E-04
RA7	-1.8999133E-05	-7.5566106E-05	1.6214094E-06	7.1842660E-06
RA8	-1.5379964E-06	-2.3570104E-06	-3.6208648E-07	3.7972277E-06
RA9	8.2131760E-07	8.3450845E-07	-1.6169578E-07	-3.9363182E-07
RA10	2.0860411E-08	8.6020084E-08	1.6163871E-08	-4.6535079E-08
RA11	-1.9265008E-08	1.7123739E-08	0.0000000E+00	-9.2187052E-09
RA12	1.2465085E-09	-4.7741910E-09	0.0000000E+00	2.2983654E-09

面番号	6	8	9	10
KA	-9.2491334	-8.1577317	-1.4631098	-0.8200789
RA3	-6.0628453E-04	1.9864978E-03	2.5166880E-03	2.4655487E-03
RA4	2.4535872E-03	-2.1002473E-03	-3.1728902E-04	7.5690260E-04
RA5	-1.2216667E-03	1.3925085E-03	6.4731204E-04	-8.9906905E-04
RA6	2.7863770E-04	-4.1050558E-04	-5.2136997E-04	-1.0986199E-05
RA7	2.2892125E-05	-1.2597630E-04	-5.4779531E-05	-8.4314795E-06
RA8	-9.7640686E-06	1.6727066E-05	2.9571985E-05	-1.3223610E-05
RA9	-1.1809591E-05	3.7956523E-05	1.8884622E-05	-8.4115398E-07
RA10	3.0386350E-06	-7.9782392E-06	-2.0912566E-06	5.7123745E-06

面番号	11
KA	-1.1133056
RA3	1.3528656E-03
RA4	-1.0691642E-03
RA5	-1.3523063E-04
RA6	-1.8694537E-05
RA7	-2.2390080E-05
RA8	-4.0631087E-06
RA9	2.2825566E-06
RA10	1.1894478E-06

【表 10】

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 (アッベ数)
*1	347.0966	1.10	1.53389	56.0
*2	5.9018	1.92		
*3	7.6288	2.00	1.63355	23.6
*4	9.5788	D4		
5	∞ (開口絞り)	0.40		
*6	8.3680	2.96	1.53389	56.0
7	-6.9519	0.15		
*8	-20.5065	0.80	1.58364	30.3
*9	9.1705	2.40		
*10	-11.3730	1.56	1.53389	56.0
*11	-6.5620	D11		
12	∞	0.80	1.51680	64.2
13	∞	5.02		

*:非球面

【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	7.04	19.91
Fno.	4.05	6.04
2 ω	64.40	22.90
D4	20.00	2.49
D11	9.15	20.62

【表 1 2】

実施例4. 非球面係数

面番号	1	2	3	4
KA	5.8691700	-0.3043639	0.3478553	-0.0621271
RA3	3.7135611E-03	4.7249353E-03	5.8526255E-04	-1.6185682E-04
RA4	-1.0621369E-03	-1.0078522E-04	-8.9165481E-04	-1.2519242E-03
RA5	3.4134175E-04	-3.2030020E-04	9.5699847E-05	4.2314450E-04
RA6	1.5870585E-05	4.1044625E-04	1.7096504E-05	-1.2238884E-04
RA7	-1.7781374E-05	-7.6305536E-05	1.4781293E-06	7.4257880E-06
RA8	-1.5376107E-06	-2.3596452E-06	-2.8866577E-07	3.8182151E-06
RA9	8.0255337E-07	8.2321010E-07	-1.6033147E-07	-3.8849589E-07
RA10	2.0570963E-08	8.5589266E-08	1.6386349E-08	-4.5688142E-08
RA11	-1.9232088E-08	1.6891169E-08	0.0000000E+00	-9.1479932E-09
RA12	1.2581557E-09	-4.8071358E-09	0.0000000E+00	2.2915937E-09

面番号	6	8	9	10
KA	-9.3381739	-8.2682422	-1.4601333	-0.7872265
RA3	-2.0613067E-04	8.0878589E-04	8.6893964E-04	-6.3666885E-04
RA4	2.4379430E-03	-2.2039846E-03	-2.4497686E-04	7.3559761E-04
RA5	-1.2280821E-03	1.3341155E-03	6.7390120E-04	-8.7809062E-04
RA6	2.7901083E-04	-4.1122550E-04	-5.2105198E-04	-1.0913409E-05
RA7	2.2776409E-05	-1.2647552E-04	-5.4558962E-05	-8.3360238E-06
RA8	-9.7167425E-06	1.6681180E-05	2.9580060E-05	-1.3210531E-05
RA9	-1.1822208E-05	3.7941068E-05	1.8880996E-05	-8.2960637E-07
RA10	3.0198645E-06	-7.9792511E-06	-2.0983954E-06	5.7194414E-06

面番号	11
KA	-1.1025890
RA3	-1.7778485E-04
RA4	-1.0881632E-03
RA5	-1.5091073E-04
RA6	-1.8697739E-05
RA7	-2.2416998E-05
RA8	-4.0642246E-06
RA9	2.2798242E-06
RA10	1.1878509E-06

10

20

30

【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 (アッベ数)
*1	667.9493	1.70	1.53389	56.0
*2	5.9189	2.63		
3	13.0877	1.80	1.63355	23.6
*4	25.0810	D4		
5	∞ (開口絞り)	0.40		
*6	6.2673	2.95	1.53389	56.0
7	-15.2975	0.15		
*8	-39.2059	1.50	1.63355	23.6
*9	13.2578	3.87		
*10	-9.4558	1.34	1.53389	56.0
*11	-7.9513	D11		
12	∞	0.80	1.51680	64.2
13	∞	9.04		

*: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	7.03	26.51
Fno.	4.23	7.61
2ω	65.18	17.38
D4	26.06	1.51
D11	2.99	20.34

20

【表 1 5】

実施例5. 非球面係数

面番号	1	2	4
KA	-1.6458977	0.9319312	-0.2414049
RA3	2.8142145E-03	4.4127578E-04	4.5523400E-04
RA4	-7.2552861E-04	2.0982369E-03	-1.3527207E-03
RA5	1.7358227E-04	-1.1062131E-03	5.9785060E-04
RA6	2.7645409E-05	4.0232515E-04	-1.3070151E-04
RA7	-1.6170186E-05	-7.2077902E-05	-1.5575544E-06
RA8	-1.5964432E-06	-2.3499994E-06	3.9794835E-06
RA9	7.3680175E-07	8.5730493E-07	-2.1469406E-08
RA10	2.4135653E-08	7.0838348E-08	-4.3931540E-08
RA11	-1.7337470E-08	1.9148783E-08	-1.2595477E-08
RA12	1.0664384E-09	-4.6716157E-09	1.8653649E-09

10

面番号	6	8	9
KA	-5.0081934	0.8196438	-0.7906543
RA3	-3.1925737E-04	-3.8724044E-04	-7.5996411E-04
RA4	3.9192479E-03	1.3457150E-04	2.1507398E-03
RA5	-1.1881014E-03	1.0055061E-03	5.0465063E-04
RA6	2.7832126E-04	-4.2358042E-04	-4.9267245E-04
RA7	3.2414928E-05	-1.3184506E-04	-4.9629881E-05
RA8	-8.8720642E-06	1.2644299E-05	2.7168429E-05
RA9	-1.1316509E-05	3.8609265E-05	1.8777243E-05
RA10	2.7056914E-06	-7.8246098E-06	-2.3383010E-06

20

面番号	10	11
KA	-1.4239776	-1.9843878
RA3	8.7753915E-04	1.8519228E-03
RA4	-9.2007017E-04	-1.6817600E-03
RA5	1.2758839E-04	2.3937996E-04
RA6	-1.7949389E-05	-8.3240926E-06
RA7	-2.3400204E-05	-2.0415758E-05
RA8	-1.0941685E-05	-4.9029563E-06
RA9	-2.0145669E-06	1.6140442E-06
RA10	4.8954667E-06	1.4731184E-06

30

【表 1 6】

実施例6. 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_d (アッベ数)
*1	243.8096	1.50	1.53389	56.0
*2	5.6005	2.60		
3	13.8868	2.20	1.63355	23.6
*4	27.4239	D4		
5	∞ (開口絞り)	0.63		
*6	6.0196	1.92	1.53389	56.0
7	-14.4817	0.15		
*8	49.1312	1.16	1.63355	23.6
*9	7.3371	3.20		
*10	-7.6769	1.32	1.53389	56.0
*11	-5.6819	D11		
12	∞	0.80	1.51680	64.2
13	∞	5.33		

40

*:非球面

【表 17】

実施例6.ズームに関するデータ

諸元	広角端	望遠端
f	6.98	17.46
Fno.	3.78	5.36
2 ω	65.29	26.36
D4	18.93	2.14
D11	7.15	16.11

【表 18】

実施例6.非球面係数

面番号	1	2	4
KA	-8.2887989	0.9891069	0.1787366
RA3	1.6287840E-03	-5.8999567E-04	5.1911616E-04
RA4	-4.7452960E-05	2.6010706E-03	-1.1537690E-03
RA5	1.1755249E-04	-1.1308833E-03	4.6962356E-04
RA6	1.9422153E-05	4.0680354E-04	-1.2827259E-04
RA7	-1.5516605E-05	-6.8565948E-05	2.5428959E-06
RA8	-1.4754109E-06	-2.3878100E-08	3.9792304E-06
RA9	7.9623258E-07	6.3942330E-07	-1.5380520E-07
RA10	1.8250531E-08	7.1888402E-08	-4.7248403E-08
RA11	-1.9647187E-08	1.8732580E-08	-1.0819779E-08
RA12	1.3596803E-09	-4.4626017E-09	1.8995465E-09

面番号	6	8	9
KA	-4.7572781	8.7647374	-0.9824323
RA3	-8.5849468E-04	1.7675630E-03	1.8312593E-03
RA4	4.2567912E-03	-1.2252367E-03	1.2272709E-03
RA5	-1.2529886E-03	9.3016346E-04	3.6589146E-04
RA6	2.8294683E-04	-4.1727373E-04	-5.0219724E-04
RA7	3.5038201E-05	-1.2996952E-04	-4.6808797E-05
RA8	-8.8645669E-06	1.4570534E-05	2.6032284E-05
RA9	-1.2323461E-05	3.7439221E-05	1.9773236E-05
RA10	2.9063265E-06	-7.6387882E-06	-2.5220050E-06

面番号	10	11
KA	-0.8351873	-1.9979701
RA3	7.3298276E-04	3.7594895E-04
RA4	-7.6002028E-05	-1.4980151E-03
RA5	-4.7375848E-04	-1.4525148E-04
RA6	-1.9964059E-05	-1.9799251E-05
RA7	-2.8504410E-05	-2.6742588E-05
RA8	-1.3389795E-05	-3.0518227E-06
RA9	-1.0839105E-06	1.8157633E-06
RA10	5.1067078E-06	1.3713245E-06

10

20

30

【表 19】

参考例 基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ngj	ν_{dj}
(面番号)	(曲率半径)	(面間隔)	(屈折率)	(アッベ数)
*1	96.4404	1.50	1.53389	56.0
*2	6.0364	2.60		
3	16.8467	2.20	1.63355	23.6
*4	29.8967	D4		
5	∞ (開口絞り)	0.40		
*6	5.6965	2.20	1.53389	56.0
7	-13.5042	0.15		
*8	54.3664	1.24	1.63355	23.6
*9	7.4860	3.20		
*10	-7.5136	1.30	1.53389	56.0
*11	-5.8209	D11		
12	∞	0.80	1.51680	64.2
13	∞	4.37		

*非球面

10

【表 20】

参考例 ズームに関するデータ

諸元	広角端	望遠端
f	6.99	17.47
Fno.	3.57	5.07
2ω	65.35	26.17
D4	17.80	1.41
D9	6.19	14.29

20

【表 2 1】

参考例 非球面係数

面番号	1	2	4
KA	-6.524612E	1.1753467	0.1898476
RA3	2.1753256E-03	-1.4374931E-04	4.9949966E-04
RA4	-5.0233123E-05	2.6918189E-03	-1.2370958E-03
RA5	1.1550662E-04	-1.1085672E-03	4.7641589E-04
RA6	1.9752856E-05	4.0624634E-04	-1.2808558E-04
RA7	-1.5735537E-05	-6.9213693E-05	2.6493645E-06
RA8	-1.4825844E-08	-2.3909837E-08	3.9754126E-08
RA9	7.9394952E-07	6.3736327E-07	-1.6488994E-07
RA10	1.6268512E-08	7.2019073E-08	-4.7225015E-08
RA11	-1.9478766E-08	1.9206186E-08	-1.0791993E-08
RA12	1.3490981E-09	-4.4753317E-09	1.8876735E-09

10

面番号	6	8	9
KA	-4.4008071	-10.0000090	-0.9467370
RA3	-7.6144913E-04	2.2656131E-03	2.5357441E-03
RA4	4.4710883E-03	-1.2110217E-03	1.2641697E-03
RA5	-1.2683588E-03	9.2357964E-04	4.0339811E-04
RA6	2.8192170E-04	-4.1778708E-04	-5.0079468E-04
RA7	3.4217483E-05	-1.2988020E-04	-4.7093289E-05
RA8	-8.8454335E-06	1.4932293E-05	2.5311923E-05
RA9	-1.2293803E-05	3.7622799E-05	1.9891596E-05
RA10	2.8898884E-06	-7.6935620E-06	-2.3117841E-06

20

面番号	10	11
KA	-8.4428033E-01	-1.8542240E+00
RA3	1.5440085E-03	1.3983137E-03
RA4	-2.5293087E-05	-1.4888061E-03
RA5	-4.4135171E-04	-7.1038752E-05
RA6	-1.9709597E-05	-1.9435177E-05
RA7	-2.6293343E-05	-2.6551403E-05
RA8	-1.3411018E-05	-3.1071543E-06
RA9	-1.1788451E-06	1.7923497E-06
RA10	5.0873750E-06	1.3555762E-06

30

【表 2 2】

実施例8. 基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν_{dj}
(面番号)	(曲率半径)	(面間隔)	(屈折率)	(アッベ数)
*1	89.0412	1.14	1.59522	67.7
*2	5.6000	1.92		
*3	6.9445	1.80	1.60596	26.9
*4	9.7843	D4		
5	∞ (開口絞り)	0.40		
*6	8.2676	2.88	1.53389	56.0
7	-7.2287	0.15		
*8	-14.8886	0.80	1.60596	26.9
*9	13.8953	2.40		
*10	-8.9755	1.51	1.53389	56.0
*11	-6.0245	D11		
12	∞	0.80	1.51680	64.2
13	∞	4.97		

*:非球面

40

【表 2 3】

実施例 8. ズームに関するデータ

諸元	広角端	望遠端
f	6.92	19.55
Fno.	4.03	6.01
2 ω	65.20	23.25
D4	20.00	2.34
D11	9.15	20.45

【表 2 4】

実施例 8. 非球面係数

面番号	1	2	3	4
KA	5.8659949	-0.3040606	0.3477393	-0.0923975
RA3	3.2038019E-03	3.6578206E-03	5.8483076E-04	2.2857991E-04
RA4	-1.2680863E-03	-7.7828599E-05	-8.9167948E-04	-1.3285358E-03
RA5	3.8282575E-04	-3.4794665E-04	9.5732005E-05	4.4779145E-04
RA6	1.6228224E-05	4.1047184E-04	1.7095370E-05	-1.2116403E-04
RA7	-1.7888452E-05	-7.6300252E-05	1.4726033E-06	7.3454795E-08
RA8	-1.5405798E-06	-2.3823270E-06	-2.9311208E-07	3.8148752E-08
RA9	7.9768549E-07	8.2002958E-07	-1.6038750E-07	-3.8680122E-07
RA10	2.0489233E-08	8.5822288E-08	1.7121841E-08	-4.5399745E-08
RA11	-1.9204676E-08	1.6902689E-08	0.0000000E+00	-8.9218504E-09
RA12	1.2628738E-09	-4.8050340E-09	0.0000000E+00	2.2960583E-09

面番号	6	8	9	10
KA	-8.6923740	-6.2418388	-1.4860394	-0.7810953
RA3	-6.4766296E-04	2.9578843E-03	2.8152170E-03	1.0290970E-04
RA4	2.9192191E-03	-2.5531206E-03	-2.7885836E-04	6.8474954E-04
RA5	-1.2985461E-03	1.2064894E-03	6.4537093E-04	-8.3033684E-04
RA6	2.7958968E-04	-4.0876428E-04	-5.2140997E-04	-1.2507337E-05
RA7	2.4994553E-05	-1.2329874E-04	-5.5364172E-05	-9.9761471E-06
RA8	-9.6960148E-06	1.6709076E-05	2.9573736E-05	-1.3221792E-05
RA9	-1.1806812E-05	3.7957077E-05	1.8877105E-05	-8.3556712E-07
RA10	3.0202421E-06	-7.9786058E-06	-2.0976265E-06	5.7191749E-06

面番号	11
KA	-1.0871990
RA3	1.6347395E-04
RA4	-1.0029084E-03
RA5	-1.8476704E-04
RA6	-1.6808265E-05
RA7	-2.0481185E-05
RA8	-4.0511230E-06
RA9	2.2872897E-06
RA10	1.1878115E-06

【0079】

また表 2 5 に、実施例 1 ~ 6、8 および参考例のズームレンズの条件式 (1) ~ (8) に対応する値を示す。この表 2 5 の値は d 線に関するものである。

【表 2 5】

	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	実施例6	参考例	実施例8
(1) D2g/D1g	1.29	1.59	1.20	1.65	1.58	1.22	1.28	1.58
(2) D2t/R	0.14	0.12	0.10	0.12	0.15	0.18	0.18	0.12
(3) R/ f1	1.43	1.32	1.21	1.36	1.63	1.15	1.11	1.34
(4) R/ 2	1.46	1.49	1.31	1.53	1.63	1.35	1.44	1.51
(5) R/ w	4.11	4.54	3.61	3.70	10.13	4.75	5.46	4.20
(6) D12t/R	0.12	0.13	0.19	0.15	0.08	0.18	0.10	0.14
(7) Nd2r	1.53	1.53	1.49	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53
(8) v d2r	56.0	56.0	67.5	56.0	56.0	56.0	56.0	56.0

【0080】

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

10

20

30

40

50

ヨン（歪曲収差）、倍率色収差（倍率の色収差）をそれぞれ図9（A）～図9（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9（E）～図9（H）に示す。

【0081】

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Fno.はF値を意味し、その他の収差図のθは半画角を意味する。

【0082】

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10（A）～図10（H）に示し、以下全く同様にして実施例3～8の各収差図をそれぞれ図11～図14に、参考例の収差図を図15に、実施例8の収差図を図16に示す。

【0083】

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17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。

【0084】

図17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。

【0085】

ズームレンズ1は、物体側より順に、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とが配置されてなるものであり、変倍する際には第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が変化する。またフォーカシングは、前述した通り、第2レンズ群G2を構成する第2レンズ群像側部分群（前述の例では第5レンズL23）を光軸に沿って移動させることによって行われる。なお、図17では各レンズ群を概略的に示している。

【0086】

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。

【0087】

なお、図17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。

【0088】

この撮像装置10は、先に効果を奏する本発明のズームレンズ1を備えたものであるから、良好な光学性能を備えた上で、小型化、フォーカシングの高速化を達成できるものとなる。

【0089】

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、アッペ数、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。

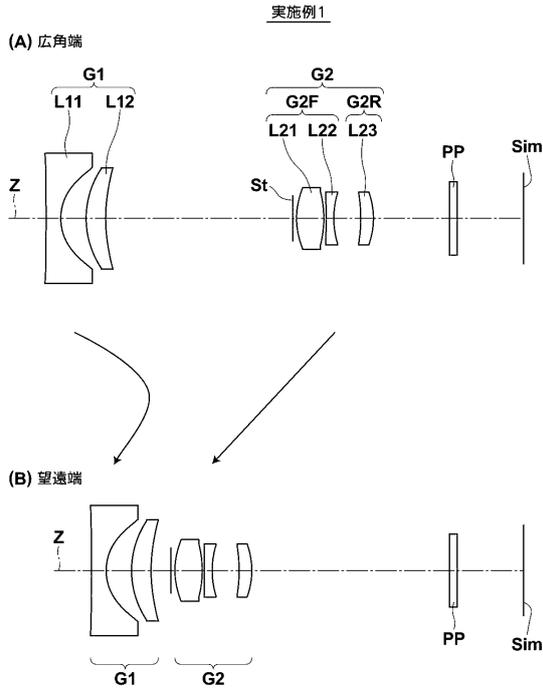
10

20

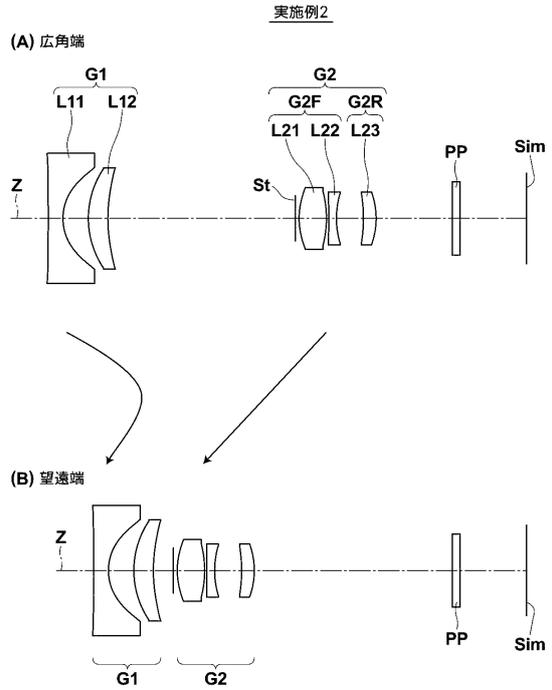
30

40

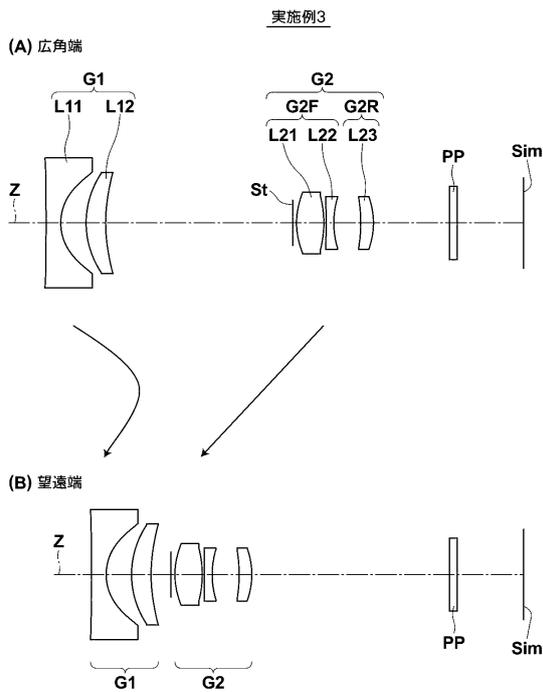
【 図 1 】



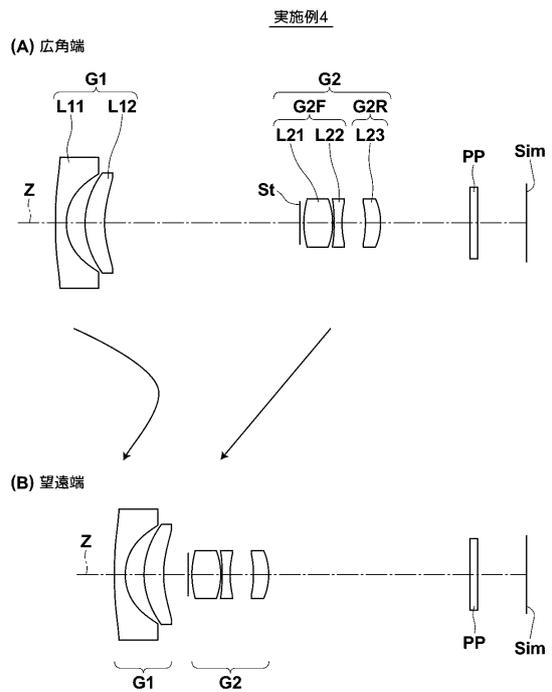
【 図 2 】



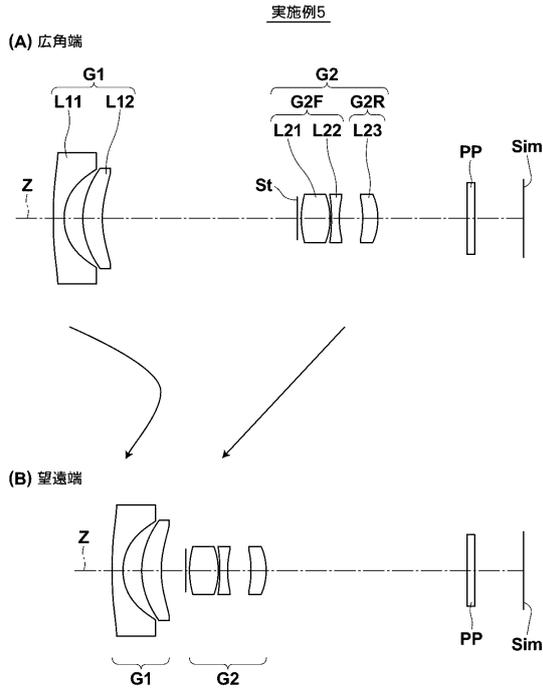
【 図 3 】



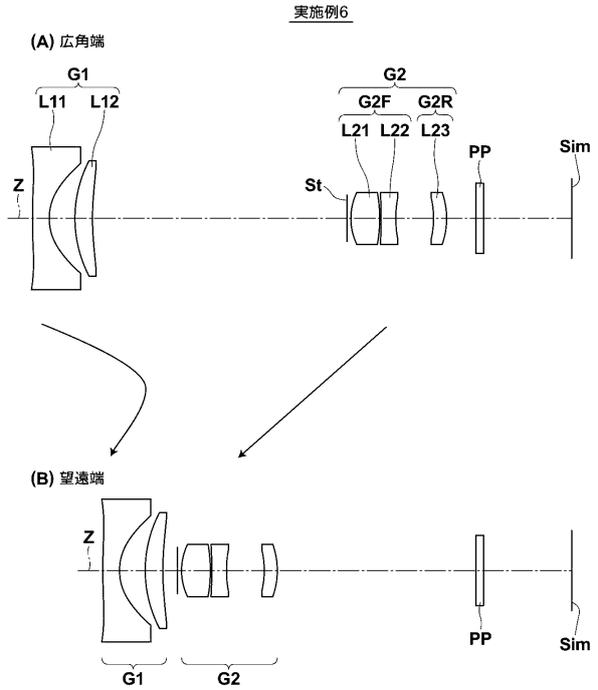
【 図 4 】



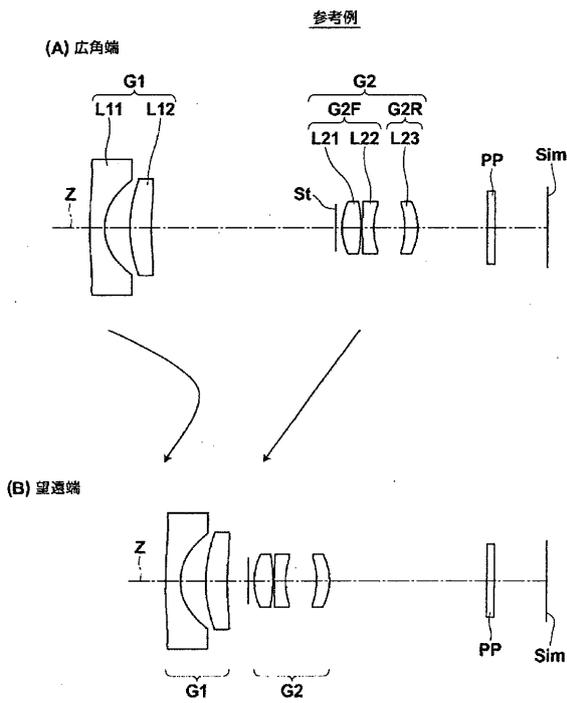
【 図 5 】



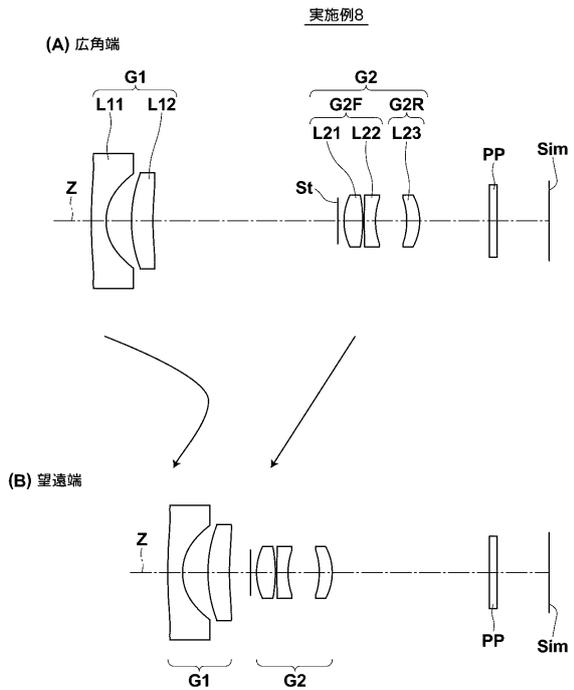
【 図 6 】



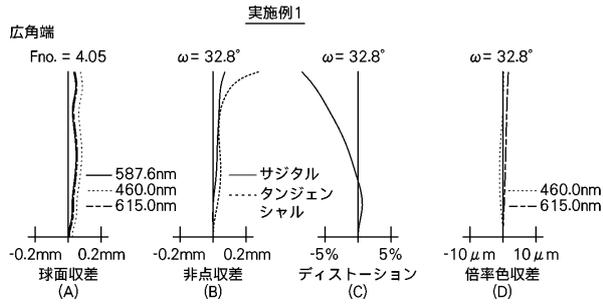
【 図 7 】



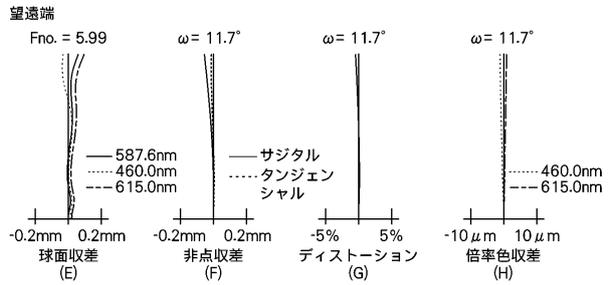
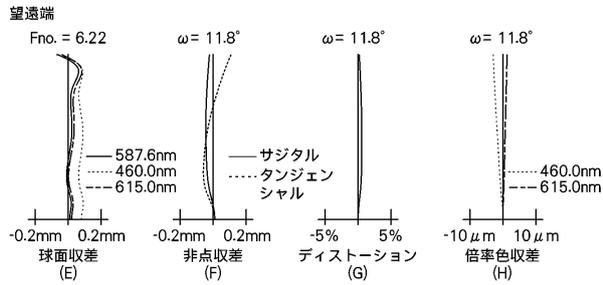
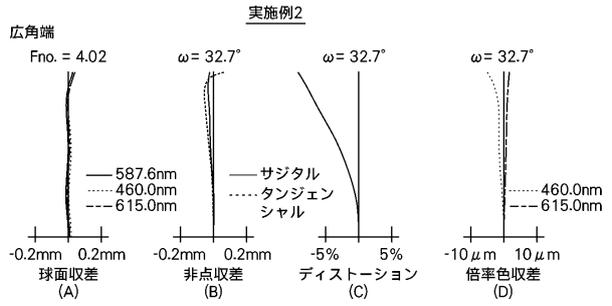
【 図 8 】



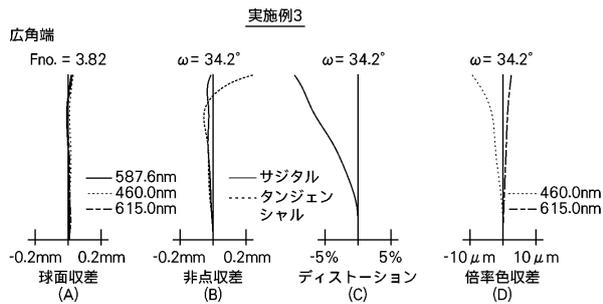
【図9】



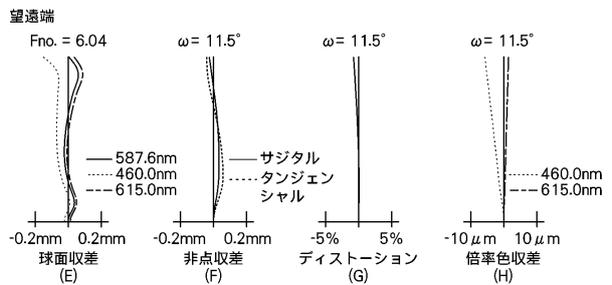
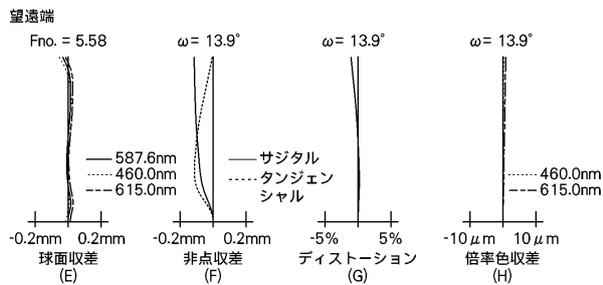
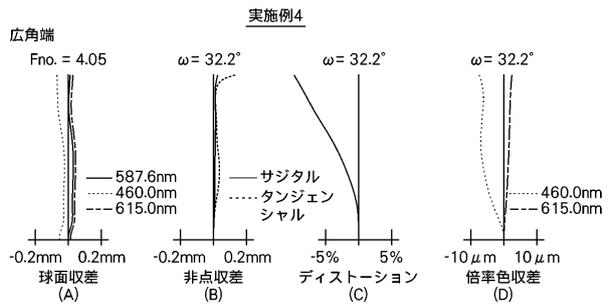
【図10】



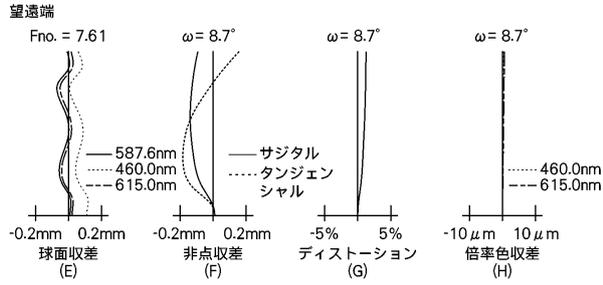
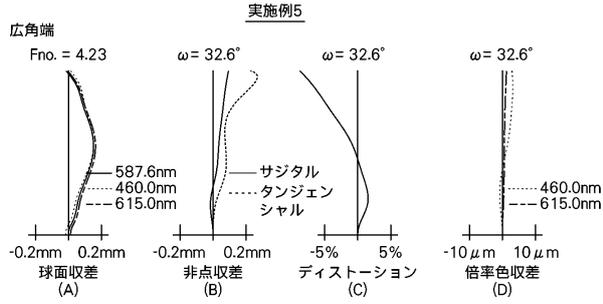
【図11】



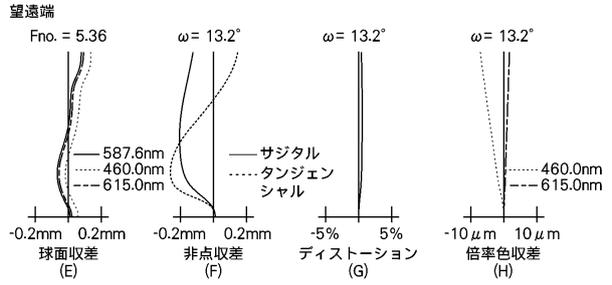
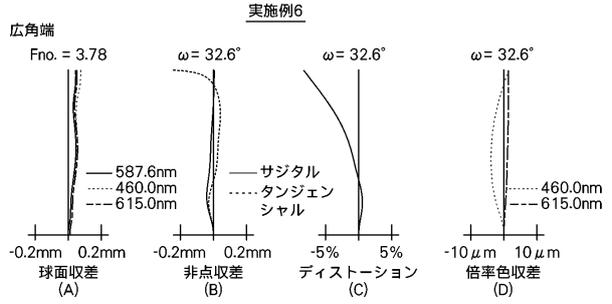
【図12】



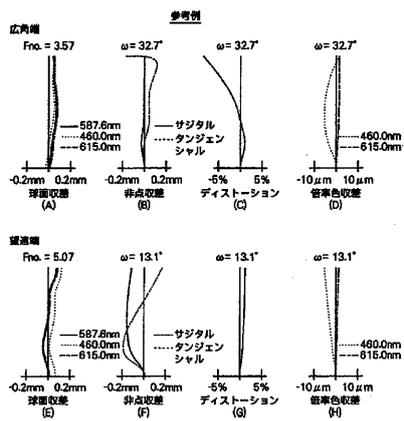
【図13】



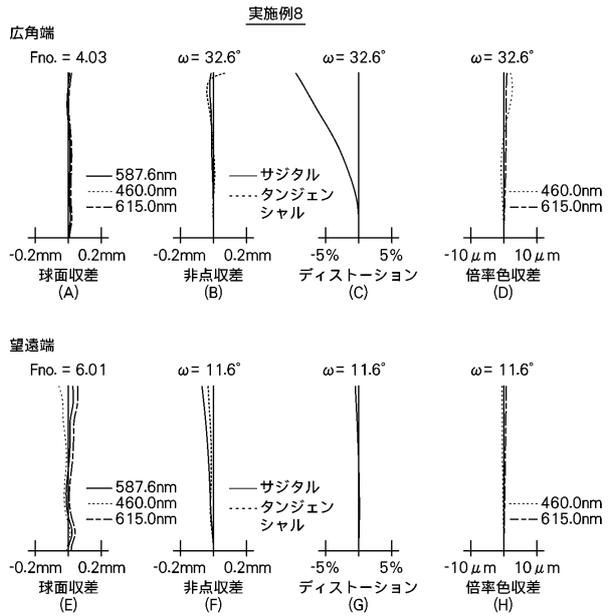
【図14】



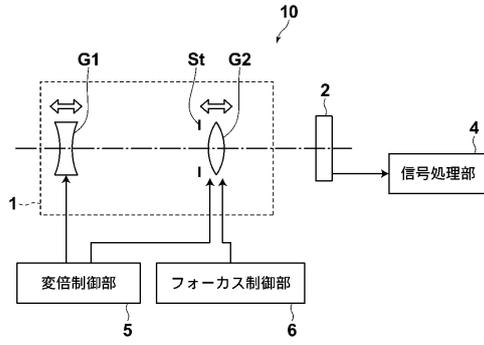
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-93971(JP,A)
特開平11-142734(JP,A)
特開2003-131128(JP,A)
特開2006-251437(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 15/16
G02B 13/18