

(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 I

GO 2 B 15/16 (2006.01)

GO 2 B 13/18 (2006.01)

GO 2 B 15/16

GO 2 B 13/18

請求項の数 9 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2011-140028 (P2011-140028)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成23年6月24日 (2011. 6. 24)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開2013-7872 (P2013-7872A)		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(43) 公開日	平成25年1月10日 (2013. 1. 10)	(74) 代理人	100073184
審査請求日	平成26年1月20日 (2014. 1. 20)		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	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、

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} 、 v_{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} 、 v_{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 d_{12} とし、前記第1レンズ群の焦点距離を 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。

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

$$d_{d2} < 3.2 \quad \dots (2)$$

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

$$d_{d4} < 3.2 \quad \dots (4)$$

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

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

【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。

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

【請求項3】

前記第1レンズおよび第2レンズの d 線に対するアッペ数をそれぞれ 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。

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

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_{d1} 、 n_{d2} 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。

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

【請求項5】

前記第3レンズおよび第4レンズの d 線に対するアッペ数をそれぞれ 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。

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

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_{d3} 、 n_{d4} 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。

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

【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。

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

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】

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モ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。

20

【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。

30

【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、

40

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ペ数をそれぞれ n_{d2} 、 d_2 とし、第 4 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_{d4} 、 d_4 とし、第 1 レンズと第 2 レンズの光軸上での空気間隔を d_{12} とし、第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 、広角

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

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

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

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

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

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

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

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、レンズパレル、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ていれば、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

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

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 線に対するアッベ数をそれぞれ d_1 、 d_2 としたとき、以下の条件式

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

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_{d1} 、 n_{d2} としたとき、以下の条件式

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

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 線に対するアッベ数をそれぞれ d_3 、 d_4 としたとき、以下の条件式

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

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_{d3} 、 n_{d4} としたとき、以下の条件式

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

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

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

を満足するものであることがより望ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 9 】

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。

【 0 0 2 0 】

ここで、前述した条件式 (1) ~ (5) および (7) ~ (1 2) 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。

【 0 0 2 1 】

$$\begin{aligned} 1.56 < n_{d2} < 1.65 & \dots (1') \\ d_2 < 2.8 & \dots (2') \\ 1.56 < n_{d4} < 1.65 & \dots (3') \\ d_4 < 2.8 & \dots (4') \\ 0.22 < d_{12} / f_w < 0.55 & \dots (5') \\ 2.4 < d_1 - d_2 < 3.8 & \dots (7') \\ 0.04 < n_{d2} - n_{d1} < 0.18 & \dots (8') \\ 2.4 < d_3 - d_4 < 3.8 & \dots (9') \\ 0.04 < n_{d4} - n_{d3} < 0.18 & \dots (10') \\ 1.55 < |f_1| / f_w < 2.45 & \dots (11') \\ 2.2 < f_t / f_w < 4.4 & \dots (12') \end{aligned}$$

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

【 0 0 2 2 】

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。

【 0 0 2 3 】

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

【 0 0 2 4 】

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。

【 0 0 2 5 】

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】

【 0 0 2 6 】

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ペ数をそれぞれ n_{d2} 、 d_2 とし、第 4 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_{d4} 、 d_4 とし、第 1 レンズと第 2 レンズの光軸上での空気間隔を 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レンズのアップ数を規定しており、上限値以上になると、第1レンズ群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。

【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レンズのアップ数を規定しており、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レンズのアップ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 レンズのアップ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。

【 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（ 1 0 ）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（ 1 0 ）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（ 1 0 ）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（ 1 0 ）の範囲の中で特に条件式（ 1 0 ' ）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（ 1 1 ）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（ 1 1 ）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（ 1 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。

【 0 0 4 3 】

以上の効果は、条件式（ 1 1 ）の範囲の中で特に条件式（ 1 1 ' ）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（ 1 2 ）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（ 1 2 ）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、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（ 1 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

10

20

30

40

50

。

【 0 0 4 5 】

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

【 0 0 4 6 】

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】

【 0 0 4 7 】

【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】

【 0 0 4 8 】

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。

【 0 0 4 9 】

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

【 0 0 5 0 】

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。

【 0 0 5 1 】

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

【 0 0 5 2 】

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 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 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 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。

【 0 0 5 3 】

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 に示す例のように、第 1 レンズ L 1 1 は近軸領域で両凹形状のレンズとし、第 2 レンズ L 1 2 は正メニスカス形状のレンズとすることができる。本発明のズームレンズにおいて、これら両レンズ L 1 1、L 1 2 のうち第 2 レンズ L 1 2 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 L 1 1 もプラスチックレンズとされている。

【 0 0 5 4 】

第 2 レンズ群 G 2 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 L 2 1 と、負の屈折力を有する第 4 レンズ L 2 2 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 L 2 1 は両凸形状のレンズ、上記第 4 レンズ L 2 2 は負メニスカス形状のレンズとすることができる。本発明のズームレンズにおいて、これら両レンズ L 2 1、L 2 2 のうち第 4 レンズ L 2 2 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 L 2 1 もプラスチックレンズとされている。

【 0 0 5 5 】

なお、ここで図 2 ~ 図 5 の構成におけるレンズ材料に関して説明すると、第 1 レンズ群 G 1 および第 2 レンズ群 G 2 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。

【 0 0 5 6 】

以上説明の通り、第 1 レンズ群 G 1 および第 2 レンズ群 G 2 をそれぞれ 2 枚のレンズから構成した上で、各レンズ群 G 1、G 2 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 G 1、G 2 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。

【 0 0 5 7 】

また本ズームレンズでは、第 2 レンズ L 1 2 の d 線に対する屈折率およびアッペ数をそれぞれ n_{d2} 、 d_2 とし、第 4 レンズ L 2 2 の d 線に対する屈折率およびアッペ数をそれぞれ n_{d4} 、 d_4 とし、第 1 レンズ L 1 1 と第 2 レンズ L 1 2 の光軸上での空気間隔を d_{12} としたとき、以下の条件式

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

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

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

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

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

が満足されている。

【 0 0 5 8 】

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 1 6 に示してある。またこの表 1 6 には、後述する条件式 (6) ~ (1 2) で規定される各条件の数値例も併せて示してある。

【 0 0 5 9 】

さらに本ズームレンズにおいては、第 2 レンズ群 G 1 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

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

が満足されている (表 1 6 参照。以下、同様)。

【 0 0 6 0 】

また本ズームレンズにおいては、第 1 レンズ L 1 1 および第 2 レンズ L 1 2 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

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

が満足されている。

【 0 0 6 1 】

さらに本ズームレンズにおいては、第 1 レンズ L 1 1 および第 2 レンズ L 1 2 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

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

が満足されている。

10

【 0 0 6 2 】

また本ズームレンズにおいては、第 3 レンズ L 2 1 および第 4 レンズ L 2 2 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

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

が満足されている。

【 0 0 6 3 】

また本ズームレンズにおいては、第 3 レンズ L 2 1 および第 4 レンズ L 2 2 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

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

が満足されている。

20

【 0 0 6 4 】

また本ズームレンズにおいては、第 1 レンズ群 G 1 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

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

が満足されている。

【 0 0 6 5 】

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

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

が満足されている。

30

【 0 0 6 6 】

また本ズームレンズにおいては、第 3 レンズ L 2 1 と第 4 レンズ L 2 2 とが、互いに空気間隔を隔てて配置されている。

【 0 0 6 7 】

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。

【 0 0 6 8 】

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 1 6

50

40

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 L 1 2 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 L 1 2 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 G 1 が厚くなってしまい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 G 1 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 L 1 2 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 G 1 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 L 2 2 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 L 2 2 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 L 1 1 と第 2 レンズ L 1 2 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 G 2 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 G 2 を構成する各レンズ L 2 1、L 2 2 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 L 2 2 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 G 2 2 を構成するレンズ L 2 1、L 2 2 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 G 2 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 L 1 1 と第 2 レンズ L 1 2 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。

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、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。

【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

【 0 0 8 9 】

なお図 1 には、レンズ系と結像面との間に光学部材 P P 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。

【 0 0 9 0 】

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 1 5 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。

【 0 0 9 1 】

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、...) 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。

【 0 0 9 2 】

また、基本レンズデータにおいて、N d j 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、...) の構成要素の d 線 (波長 5 8 7 . 6 n m) 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 S t も含めて示しており、開口絞り S t 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。

【 0 0 9 3 】

表 1 の基本レンズデータにおける D 4、D 9 は、変倍時に変化する面間隔である。D 4 は第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔であり、D 9 は第 2 レンズ群 G 2 と光学部材 P P との間隔である。

【 0 0 9 4 】

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

【 0 0 9 5 】

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 K A、R A m (m = 3、4、5、... 1 2) の値である。

【 0 0 9 6 】

$$Z d = C \cdot h^2 / \{ 1 + (1 - K A \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2} \} + R A m \cdot h^m$$

ただし、

Z d : 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

K A、R A m : 非球面係数 (m = 3、4、5、... 1 2)

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 m m 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

10

20

30

40

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

【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

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

【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 (アッベ数)
*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	∞ (開口絞り)	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

【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
2 ω	61.84	27.32
D4	11.55	1.87
D9	7.34	15.19

【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

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

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	-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	∞ (開口絞り)	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

【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

【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

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

10

20

30

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 (アッベ数)
*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	∞ (開口絞り)	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

【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
2 ω	69.23	16.99
D4	19.53	0.49
D9	1.94	19.94

【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

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

10

20

30

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 (アッベ数)
*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	∞ (開口絞り)	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

【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

【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

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

【0 0 9 7】

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

10

20

30

40

【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。

【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と一体で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。

【符号の説明】

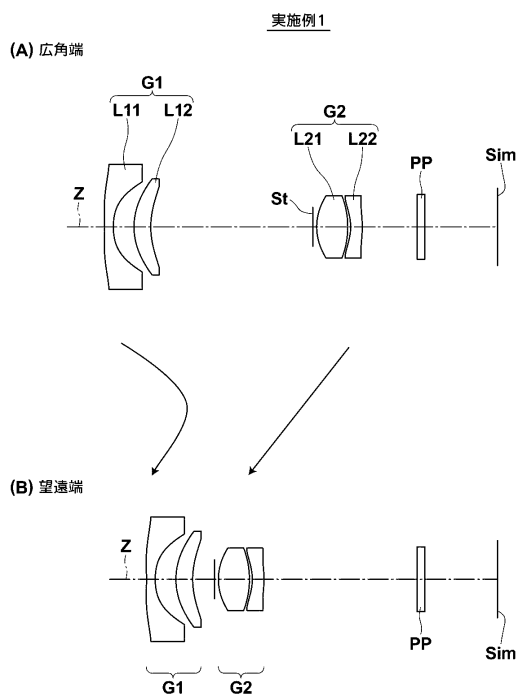
【0107】

- 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

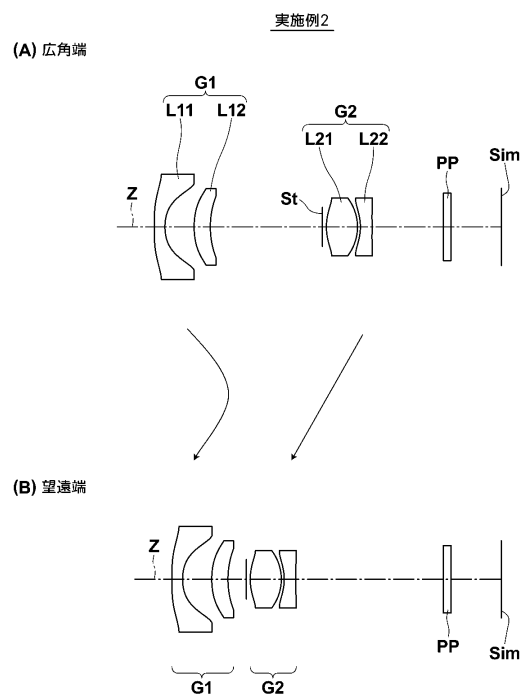
10

20

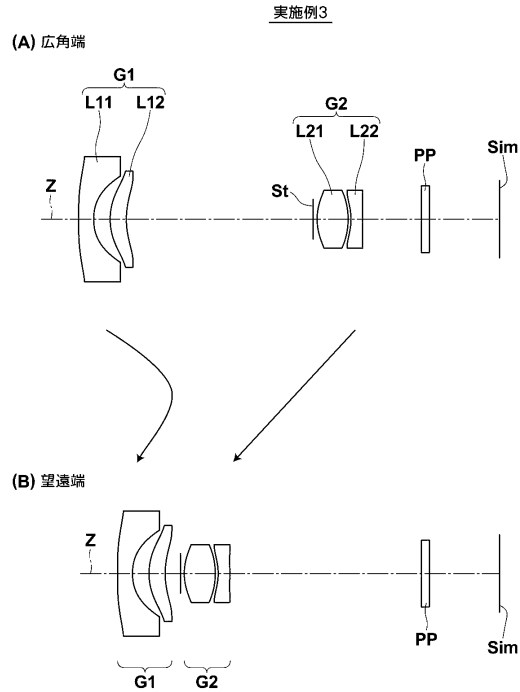
【図 1】



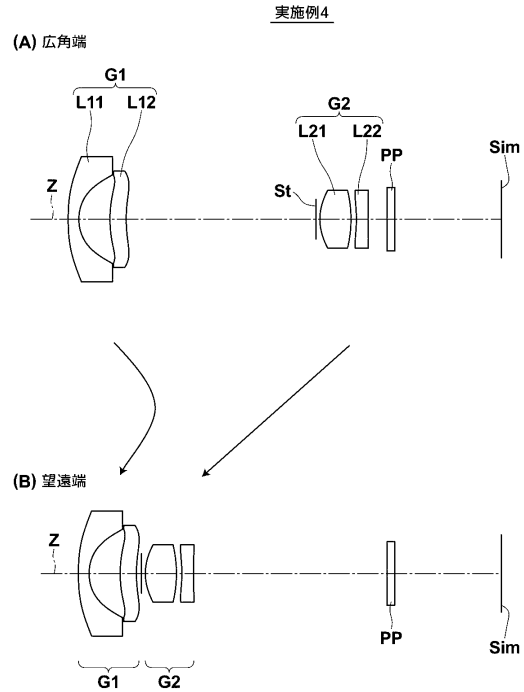
【図 2】



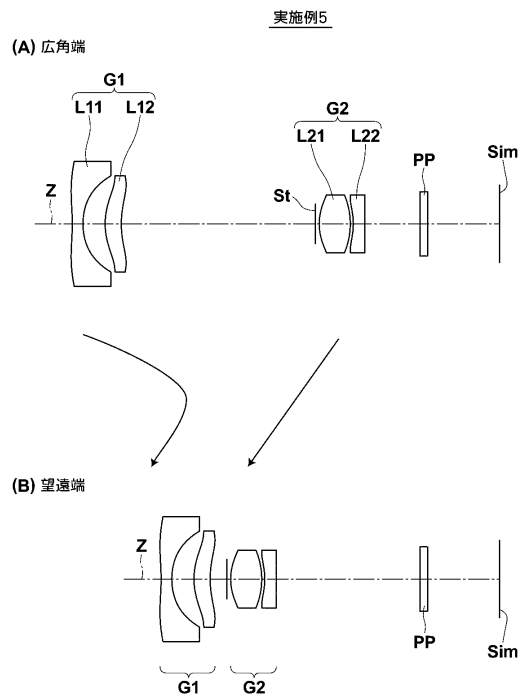
【図 3】



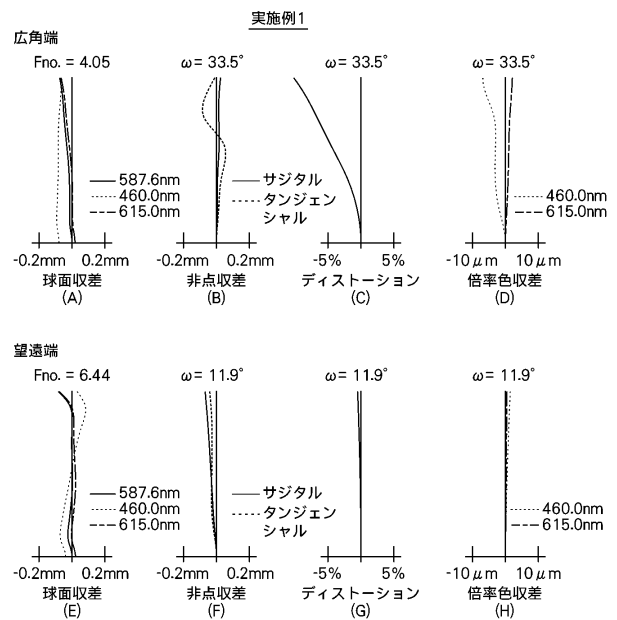
【図 4】



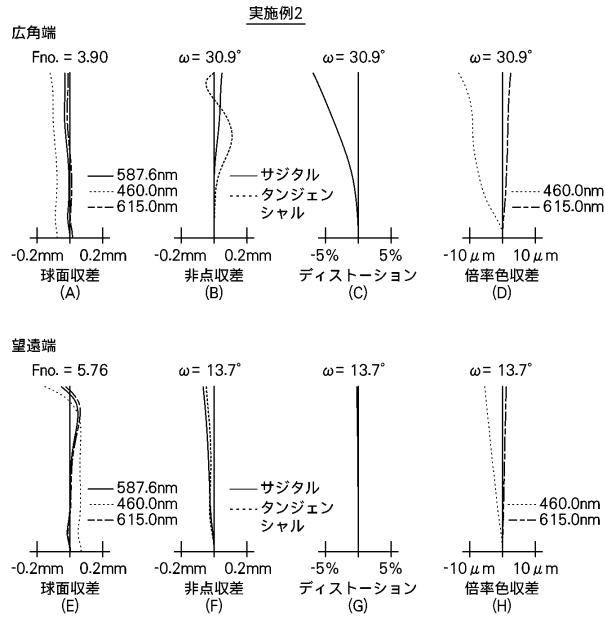
【図 5】



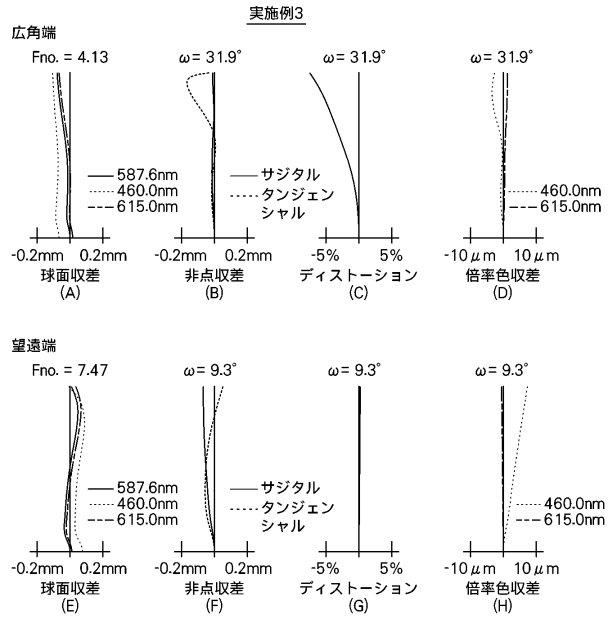
【図 6】



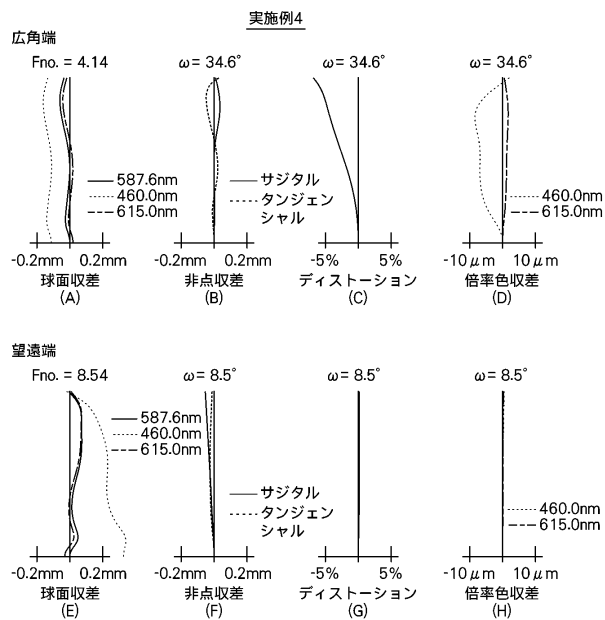
【図 7】



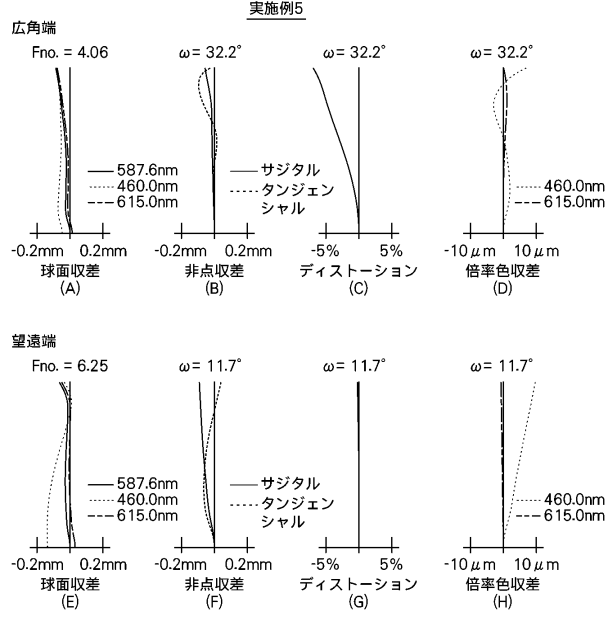
【図 8】



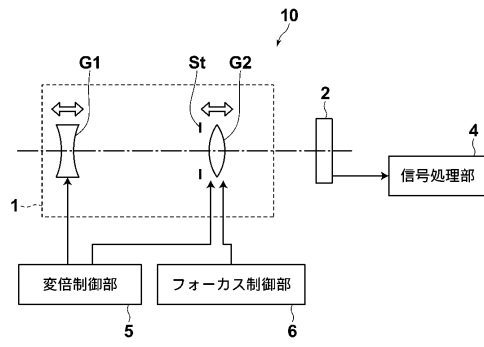
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 3 0 0 8 5 8 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 0 4 7 5 3 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

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