

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5905883号  
(P5905883)

(45) 発行日 平成28年4月20日(2016.4.20)

(24) 登録日 平成28年3月25日(2016.3.25)

(51) Int.Cl.		F I
<b>GO2B 15/16</b>	<b>(2006.01)</b>	GO2B 15/16
GO2B 13/18	(2006.01)	GO2B 13/18
GO2B 15/163	(2006.01)	GO2B 15/163

請求項の数 8 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2013-521425 (P2013-521425)	(73) 特許権者	306037311
(86) (22) 出願日	平成24年6月6日(2012.6.6)		富士フイルム株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/003693		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(87) 国際公開番号	W02012/176389	(74) 代理人	100073184
(87) 国際公開日	平成24年12月27日(2012.12.27)		弁理士 柳田 征史
審査請求日	平成26年9月8日(2014.9.8)	(74) 代理人	100090468
(31) 優先権主張番号	特願2011-140026 (P2011-140026)		弁理士 佐久間 剛
(32) 優先日	平成23年6月24日(2011.6.24)	(72) 発明者	河村 大樹
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		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	小倉 宏之

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、物体側より順に配された、負の屈折力を有する第1レンズ群および、正の屈折力を有する第2レンズ群のみをレンズ群として有し、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、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有しプラスチックよりなる第2レンズとの2枚より構成され、

前記第2レンズ群は、少なくとも1枚の負レンズを有し、

前記第1レンズのd線に対する屈折率をNd1n、前記第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Nd1p、d1p、前記第2レンズ群の1枚の負レンズのd線に対する屈折率およびアッペ数をそれぞれNd2n、d2n、前記第1レンズと第2レンズの光軸上での空気間隔をd2、広角端における全系の焦点距離をfwとしたとき、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$1.48 < Nd1n < 1.70 \quad \dots (1')$$

$$1.621 < Nd1p < 1.650 \quad \dots (2')$$

$$1.9 < d1p < 2.4 \quad \dots (3'')$$

$$0.2 < d2 / fw < 0.5 \quad \dots (4)$$

$$1.60 < Nd2n < 1.70 \quad \dots (6)$$

$$20.0 < d2n < 28.0 \quad \dots (7)$$

【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。

$$1.60 < Nd2n < 1.69 \quad \dots (6')$$

【請求項3】

実質的に、物体側より順に配された、負の屈折力を有する第1レンズ群および、正の屈折力を有する第2レンズ群のみをレンズ群として有し、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、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有しプラスチックよりなる第2レンズとの2枚より構成され、

前記第1レンズのd線に対する屈折率をNd1n、前記第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Nd1p、d1p、前記第2レンズの物体側レンズ面および、像側レンズ面の近軸曲率半径をそれぞれ、Rpf、Rpr、前記第1レンズと第2レンズの光軸上での空気間隔をd2、広角端における全系の焦点距離をfwとしたとき、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$1.48 < Nd1n < 1.70 \quad \dots (1')$$

$$1.621 < Nd1p < 1.650 \quad \dots (2')$$

$$19 < d1p < 24 \quad \dots (3'')$$

$$0.2 < d2 / fw < 0.5 \quad \dots (4)$$

$$2.85 \quad (Rpr + Rpf) / (Rpr - Rpf) < 6.2 \quad \dots (8)$$

【請求項4】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項3に記載のズームレンズ。

$$2.85 \quad (Rpr + Rpf) / (Rpr - Rpf) < 6.1 \quad \dots (8')$$

【請求項5】

実質的に、物体側より順に配された、負の屈折力を有する第1レンズ群および、正の屈折力を有する第2レンズ群のみをレンズ群として有し、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、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有しプラスチックよりなる第2レンズとの2枚より構成され、

前記第1レンズのd線に対する屈折率をNd1n、前記第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Nd1p、d1p、前記第1レンズと第2レンズの光軸上での空気間隔をd2、広角端における全系の焦点距離をfwとしたとき、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$1.48 < Nd1n < 1.70 \quad \dots (1')$$

$$1.621 < Nd1p < 1.650 \quad \dots (2')$$

$$19 < d1p < 24 \quad \dots (3'')$$

$$0.33 \quad d2 / fw < 0.5 \quad \dots (4')$$

【請求項6】

前記第2レンズ群が負レンズを1枚のみ有し、該負レンズがプラスチックレンズであ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。

【請求項7】

前記第2レンズ群が、2枚の正レンズと1枚の負レンズより構成されてい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。

【請求項8】

請求項1から7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。

10

20

30

40

50

## 【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（物体側に負レンズ群を配置した構成）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おり、例えば特許文献1には、2群タイプおよび、3群タイプの例がそれぞれ示されている。該特許文献1に記載されているように、第2レンズ群の像面側に更にレンズを配置して3群構成とすることで、収差補正をより有利に行うことができる。またこの構成によれば、設計の自由度が高くなるため、2群タイプと比較して、高性能化、小型化、高変倍比化などの効果を得ることができる。

## 【0003】

ここで、ズームレンズの低コスト化のための1つの方策として、よりコストの安いプラスチックレンズを採用することが考えられる。コンパクトデジタルカメラ等に用いられる2群タイプや3群タイプのズームレンズでは、第1レンズ群が、物体側より順に負レンズ、正レンズの2枚を配置して構成されたものが多いが、それらのレンズのうち比較的プラスチックで構成し易いのは、成形性の点から考えれば正レンズである。

## 【0004】

そのように、第1レンズ群に配置される正レンズをプラスチック材料で構成することも従来提案されている（例えば特許文献2、3参照）。より具体的に特許文献2には、第1レンズ群の正レンズを屈折率1.58、アッペ数30.9の材料で構成することが、また特許文献3には、第1レンズ群の正レンズを屈折率1.61、アッペ数26.6の材料で

## 【0005】

構成することが記載されている。この第1レンズ群に配置された正レンズと、別の負レンズとは、互いにアッペ数の差が大きい方がより好ましく、そこで正レンズにはさらにアッペ数の小さい材料を適用することが望まれる。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0006】

【特許文献1】特開特開2010-91948号公報

【特許文献2】特開特開2007-25373号公報

【特許文献3】特開2007-187740号公報

【特許文献4】特開2006-39182号公報

【特許文献5】特開2007-193140号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

上記の特許文献2、3に記載されたズームレンズは、変倍比がそれぞれ約2.4、約2.0程度であり、ズームレンズとしての優位性を確保する上では変倍比がやや小さいと言える。

## 【0008】

特許文献4、5に記載されたズームレンズにおいては、前述した通り第1レンズ群の正レンズの材料にアッペ数が23ないし24程度のものが適用されているが、その反面、第1レンズ群の負レンズには屈折率が1.75以上でアッペ数がやや小さい材料が用いられている。つまり、これらに記載されたズームレンズは、色収差補正よりもレンズ系の小型化を優先した設計に基づくものであると考えられる。

## 【0009】

色収差補正の観点から考えれば、第1レンズ群に配置される負レンズには、低屈折率・低分散の材料を用いた方が好ましい。また、低屈折率材料を用いる場合はコストの安いプ

10

20

30

40

50

プラスチック等の材料が適用容易になるということを考えれば、負レンズに高屈折率材料を適用した特許文献4、5に記載のズームレンズは、低コスト化の点において改良の余地が残されていると言える。

【0010】

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】

【0011】

本発明による第1のズームレンズは、

実質的に、物体側より順に配された、負の屈折力を有する第1レンズ群および、正の屈折力を有する第2レンズ群のみをレンズ群として有し、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、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有しプラスチックよりなる第2レンズとの2枚より構成され、

前記第2レンズ群は、少なくとも1枚の負レンズを有し、

前記第1レンズのd線に対する屈折率を $Nd1n$ 、前記第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 $Nd1p$ 、 $d1p$ 、前記第2レンズ群の1枚の負レンズのd線に対する屈折率およびアッペ数をそれぞれ $Nd2n$ 、 $d2n$ 、前記第1レンズと第2レンズの光軸上での空気間隔を $d2$ 、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

$$1.48 < Nd1n < 1.70 \quad \dots (1')$$

$$1.621 < Nd1p < 1.650 \quad \dots (2')$$

$$1.9 < d1p < 2.4 \quad \dots (3'')$$

$$0.2 < d2 / f_w < 0.5 \quad \dots (4)$$

$$1.60 < Nd2n < 1.70 \quad \dots (6)$$

$$20.0 < d2n < 28.0 \quad \dots (7)$$

を満足することを特徴とするものである。

【0012】

なお、上記の「実質的に第1レンズ群および、第2レンズ群のみをレンズ群として有する」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。また、本発明のズームレンズにおける「第2レンズ群」は、必ずしも複数のレンズから構成されるものだけでなく、1枚のレンズのみで構成されるものも含むものとする。また、第2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。

【0014】

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。

【0020】

ここで、本明細書における「本発明のズームレンズ」あるいは「本発明によるズームレンズ」との記載は、特にことわりがなければ、上述した本発明による第1のズームレンズ並びに、後述する本発明による第2のズームレンズおよび第3のズームレンズの全てを指すものとする。

【0021】

また、本発明による第2のズームレンズは、

実質的に、物体側より順に配された、負の屈折力を有する第1レンズ群および、正の屈折力を有する第2レンズ群のみをレンズ群として有し、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、

10

20

30

40

50

前記第1レンズ群は、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有しプラスチックよりなる第2レンズとの2枚より構成され、

前記第1レンズのd線に対する屈折率をNd1n、前記第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Nd1p、d1p、前記第2レンズの物体側レンズ面および、像側レンズ面の近軸曲率半径をそれぞれ、Rpf、Rpr、前記第1レンズと第2レンズの光軸上での空気間隔をd2、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

$$1.48 < Nd1n < 1.70 \quad \dots (1')$$

$$1.621 < Nd1p < 1.650 \quad \dots (2')$$

$$1.9 < d1p < 2.4 \quad \dots (3'')$$

$$0.2 < d2 / fw < 0.5 \quad \dots (4)$$

$$2.85 < (Rpr + Rpf) / (Rpr - Rpf) < 6.2 \quad \dots (8)$$

を満足することを特徴とするものである。

【0022】

なお上記の近軸曲率半径は、レンズ面を球面に近似させた場合の曲率半径を示すものである。

【0023】

また、本発明による第3のズームレンズは、

実質的に、物体側より順に配された、負の屈折力を有する第1レンズ群および、正の屈折力を有する第2レンズ群のみをレンズ群として有し、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、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有しプラスチックよりなる第2レンズとの2枚より構成され、

前記第1レンズのd線に対する屈折率をNd1n、前記第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Nd1p、d1p、前記第1レンズと第2レンズの光軸上での空気間隔をd2、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

$$1.48 < Nd1n < 1.70 \quad \dots (1')$$

$$1.621 < Nd1p < 1.650 \quad \dots (2')$$

$$1.9 < d1p < 2.4 \quad \dots (3'')$$

$$0.33 < d2 / fw < 0.5 \quad \dots (4')$$

を満足することを特徴とするものである。

【0024】

また本発明のズームレンズにおいては、第2レンズ群が、2枚の正レンズと1枚の負レンズとから構成されてもよい。

【0025】

また本発明のズームレンズにおいては、第2レンズ群が負レンズを1枚のみ有し、該負レンズがプラスチックレンズであることがより望ましい。

【0026】

また本発明のズームレンズは、前記第1レンズ群の最も物体側に配置された負レンズのd線に対するアッペ数をd1nとしたとき、以下の条件式

$$4.8 < d1n < 6.5 \quad \dots (9)$$

を満足するものであることが好ましい。

【0027】

また本発明のズームレンズは、広角端から望遠端まで変倍する際の第2レンズ群の移動量をM2、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

$$0.45 < M2 / ft < 0.75 \quad \dots (10)$$

を満足するものであることがより望ましい。

【0028】

また本発明のズームレンズは、望遠端における無限遠物体合焦時の第1レンズ群の最も像側のレンズ面から、第2レンズ群の最も物体側のレンズ面の光軸上での空気間隔をd1

10

20

30

40

50

2 t、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での距離を  $d_{2gt}$  としたとき、以下の条件式

$$0.22 < d_{12t} / d_{2gt} < 0.60 \quad \dots (11)$$

を満足するものであることがより望ましい。

【0029】

また本発明のズームレンズは、広角端における第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から結像面までの光軸上の距離を  $TLw$ 、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

$$5.8 < TLw / fw < 8.4 \quad \dots (12)$$

を満足するものであることがより望ましい。

10

【0030】

さらに本発明のズームレンズは、第2レンズ群の最も物体側には正レンズが配置され、この正レンズの  $d$  線に対する屈折率およびアッベ数をそれぞれ、 $N_{d2p}$ 、 $d_{2p}$  としたとき、以下の条件式

$$1.48 < N_{d2p} < 1.65 \quad \dots (13)$$

$$45 < d_{2p} < 65 \quad \dots (14)$$

を満足するものであることがより望ましい。

【0031】

また本発明のズームレンズにおいては、第1レンズ群の最も物体側に配置された負レンズが非球面レンズであることが好ましく、さらにその負レンズは、低コスト化のためプラスチックレンズであることが好ましい。また、第1レンズ群に配置された正の屈折力を有するプラスチックレンズは、非球面レンズであることが好ましい。

20

【0032】

また本発明のズームレンズにおいては、第2レンズ群の最も物体側に配置されたレンズが非球面レンズであることが好ましく、さらにそのレンズは、低コスト化のためプラスチックレンズであることが好ましい。また、第2レンズ群の最も像面側に配置されたレンズは非球面レンズであることが好ましく、さらにそのレンズは、低コスト化のためプラスチックレンズであることが好ましい。

【0033】

また本発明のズームレンズにおいては、全部のレンズ系が、5枚以下のレンズより構成されることが好ましい。また第2レンズ群は、1枚の正レンズと1枚の負レンズより構成されてもよい。さらに、レンズ系の全てのレンズがプラスチックレンズとされてもよい。

30

【0034】

また本発明のズームレンズにおいては、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して、第2レンズ群全体、または第2レンズ群に配置された一部のレンズを光軸に沿って移動させる構成となっていることが好ましい。具体的には、第2レンズ群を物体側より順に、正の屈折力を有する第3レンズ、負の屈折力を有する第4レンズ、正の屈折力を有する第5レンズより構成したとき、第5レンズのみを光軸に沿って移動させることがより好ましい。

【0035】

なお本発明のズームレンズにおいて、前記(6)および(8)式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。

40

【0036】

$$1.60 < N_{d2n} < 1.69 \quad \dots (6')$$

$$\frac{2.85}{(R_{pr} + R_{pf}) / (R_{pr} - R_{pf})} < 6.1 \quad \dots (8')$$

【0037】

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第1、第2あるいは第3の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】

【0038】

50

本発明による第1のズームレンズは、実質的に、物体側より順に配された、負の屈折力を有する第1レンズ群および、正の屈折力を有する第2レンズ群のみをレンズ群として有し、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、第1レンズ群は、負の屈折力を有する第1レンズと、正の屈折力を有しプラスチックよりなる第2レンズとの2枚より構成され、第2レンズ群は、少なくとも1枚の負レンズを有し、前記第1レンズのd線に対する屈折率を $Nd1n$ 、前記第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 $Nd1p$ 、 $d1p$ 、前記第2レンズ群の1枚の負レンズのd線に対する屈折率およびアッペ数をそれぞれ $Nd2n$ 、 $d2n$ 、前記第1レンズと第2レンズの光軸上での空気間隔を $d2$ 、広角端における全系の焦点距離を $fw$ としたとき、条件式(1')、(2')、(3'')および(4)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。

10

## 【0039】

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1レンズ群の最も物体側に配置された負レンズ(第1レンズ)の屈折率を規定しており、低コスト化のために、第1レンズ群に配置された正レンズ(第2レンズ)を条件式(2')や条件式(3'')で示される光学特性を有するプラスチックで構成した場合、条件式(1')の上限値以上になると、第1レンズ群の最も物体側に配置された負レンズおよび、第1レンズ群に配置された正レンズのパワーが強くなって、球面収差やコマ収差の補正が難しくなり好ましくない。逆に、条件式(1')の下限値以下になると、倍率色収差や非点収差を

20

## 【0041】

条件式(2')は、第1レンズ群に配置されたプラスチックよりなる正レンズの屈折率を規定しており、条件式(2')の下限値以下になると、曲率(近似曲率)が大きくなり、そのために諸収差、倍率色収差の発生量が大きくなってしまい好ましくない。逆に、条件式(2')の上限値以上になると、非点収差が大きくなり好ましくない。またその場合は、良好な光学特性を有するプラスチック材料を選択することが困難になる。条件式(2')

30

## 【0042】

条件式(3'')は、第1レンズ群に配置されたプラスチックよりなる正レンズのアッペ数を規定しており、条件式(3'')の下限値以下になると、軸上色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り、好ましくない。逆に、条件式(3'')の上限値以上になると、第1レンズ群に配置された負レンズとのアッペ数差が小さくなり、色収差補正のためにレンズのパワーを強くする必要が生じて、球面収差や非点収差の補正が困難になり、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。

## 【0044】

40

条件式(4)は、第1レンズ群に配置された負レンズと正レンズの空気間隔と、広角端における全系の焦点距離の関係を規定しており、条件式(4)の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ため好ましくない。逆に、条件式(4)の上限値以上になると、第1レンズ群全体が大型化してしまうため、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。なお、本発明による第3のズームレンズは、条件式(4)が規定している $d2/fw$ の値の範囲内で、特に条件式(4')が満足されているので、以上の不具合を防止する効果がより顕著なものとなる。

## 【0052】

さらに、本発明による第1のズームレンズにおいては、特に前記条件式(6)、(7)

50

が満足されているので、下記の効果を得ることができる。すなわち条件式(6)は、第2レンズ群に配置された負レンズの屈折率を規定しており、条件式(6)の範囲を外れると、球面収差や非点収差をバランスよく補正することが難しくなり、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。

【0053】

以上の効果は、条件式(6)の範囲の中で特に、前記条件式(6')が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

【0054】

条件式(7)は、第2レンズ群に配置される負レンズのアップ数を規定しており、条件式(7)の範囲を外れると、全ズーム域において軸上色収差と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(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

【0055】

また本発明による第1のズームレンズにおいて特に、第2レンズ群が負レンズを1枚のみ有し、該負レンズがプラスチックレンズとされている場合は、より一層の低コスト化が実現される。この点は、後述する本発明による第2のズームレンズ、第3のズームレンズにおいても同様である。

【0056】

一方、本発明による第2のズームレンズにおいては、前記条件式(8)が満足されているので、下記の効果を得ることができる。すなわち条件式(8)は、第1レンズ群に配置された正の屈折力を有するプラスチックレンズのシェイプファクターを規定しており、条件式(8)の下限値以下になると、第1レンズ群に配置された負レンズおよび正レンズのパワーが強くなり、球面収差やコマ収差の補正が難しくなる。また、倍率色収差や非点収差をバランスよく補正することも困難になる。逆に条件式(8)の上限値以上になると、第1レンズ群に配置される負レンズおよび正レンズのパワーが弱くなり過ぎ、軸上色収差や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。

20

【0057】

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

30

【0058】

また本発明のズームレンズにおいて特に、第2レンズ群が、2枚の正レンズと1枚の負レンズより構成されている場合は、低コスト化の効果がより顕著なものとなる。

【0059】

さらに、本発明のズームレンズは、実質的に、第1レンズ群および第2レンズ群のみをレンズ群として有するものであるので、低コスト化の効果がより顕著なものとなる。

【0060】

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、条件式(9)の範囲を外れると、全ズーム域において軸上色収差と倍率色収差をバランスよく補正することが困難になり、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。

40

【0061】

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

【0062】

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、条件式(10)の下限値以下になると、変倍比を大きくすることが困難になる。また、そのとき、第2レンズ群のパワーを強くしなければならず、製造誤差や組立誤差の許容量が少なくなると好ましくない。逆に、条件式(10)の上限値以上になると、第2レンズ群の移動量が大きくなり、レンズ系が大型化

50

するため、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。

【0063】

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、条件式(11)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、条件式(11)の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。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。

【0064】

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、条件式(12)の下限値以下になると、ズームレンズを小型化することができるが、各レンズのパワーが強くなって、収差補正が困難になるとともに、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。条件式(12)の上限値以上になると、光学全長が大きくなり好ましくない。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。

【0065】

また本発明のズームレンズにおいて特に、前記条件式(13)、(14)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、条件式(13)の下限値以下になると、レンズの曲率(近似曲率)が大きくなって、必要なコバ(縁肉)を確保するための中心厚が大きくなり、第2レンズ群が大型化するとともに、諸収差の発生量も大きくなり、好ましくない。逆に、条件式(13)の上限値以上になると、球面収差をバランスよく補正することが難しくなり、好ましくない。一方、条件式(14)の範囲を外れると、全ズーム域において軸上色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り、好ましくない。条件式(13)、(14)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。

【0066】

また本発明のズームレンズにおいて特に、全部のレンズ系が5枚以下のレンズより構成されている場合や、第2レンズ群が1枚の正レンズと1枚の負レンズより構成されている場合や、レンズ系の全てのレンズがプラスチックレンズである場合は、低コスト化の効果がより顕著になる。

【0067】

また本発明のズームレンズにおいて特に、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して、第2レンズ群全体、または第2レンズ群に配置された一部のレンズを光軸に沿って移動させる構成が適用された場合や、より具体的に、第2レンズ群を物体側より順に、正の屈折力を有する第3レンズ、負の屈折力を有する第4レンズ、正の屈折力を有する第5レンズより構成したとき、第5レンズのみを光軸に沿って移動させる構成が適用された場合は、下記の効果を得ることができる。すなわち、本発明に用いたズームタイプのレンズにおいては、フォーカシング時に移動させるレンズとして、第1レンズ群全体、第2レンズ群全体、あるいは、第2レンズ群の一部のレンズ等、どれを選択しても良好な光学性能を得ることが可能であるが、第1レンズ群全体を繰り出してフォーカスする方式においては、第1レンズ群の有効径が大きくなったり、外径の大きなレンズを動かす必要が生じたりする不具合が生じる。第2レンズ群全体、あるいは、第2レンズ群の一部のレンズを移動させてフォーカシングを行う構成を適用すれば、そのような不具合を防止することができる。

【0068】

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】

【0069】

- 【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  
 【図 7】本発明の実施例 7 にかかるズームレンズのレンズ構成を示す断面図  
 【図 8】本発明に対する比較例であ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) は本発明の実施例 7 のズームレンズの各収差図  
 【図 16】(A) ~ (H) は本発明に対する比較例のズームレンズの各収差図  
 【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】

【0070】

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 7 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 ~ 7 のズームレンズに対応している。また図 8 は、本発明に対する比較例であるズームレンズを示す断面図である。

【0071】

図 1 ~ 図 8 に示す例の基本的な構成は、図 7 の実施例では第 2 レンズ群 G 2 が 2 枚のレンズからなる、また図 8 の比較例では第 3 レンズ群 G 3 を有しているという点を除けば、その他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。また、上記図 7 の実施例、図 8 の比較例の、他の実施例と異なる点については後に詳述する。

【0072】

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。

【0073】

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。

【0074】

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。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 5 】

このズームレンズは、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔を変えて変倍するように構成されている。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 7 6 】

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、これらの第 1 レンズ L 1 1 および第 2 レンズ L 1 2 のうち後者は必ずプラスチックレンズとされるが、本実施例では特に双方ともプラスチックレンズとされている。

10

## 【 0 0 7 7 】

本ズームレンズにおいて第 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、負の屈折力を有する第 4 レンズ L 2 2、および正の屈折力を有する第 5 レンズ L 2 3 より構成されている。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、第 4 レンズ L 2 2 は両凹形状のレンズ、第 5 レンズ L 2 3 は正メニスカス形状のレンズとすることができる。なお図 1 の構成では特に、第 2 レンズ群 G 2 の全てのレンズ L 2 1、L 2 2、および L 2 3 がプラスチックレンズとされている。

20

## 【 0 0 7 8 】

ここで、その他の図 2 ~ 図 8 の構成におけるレンズ材料に関して説明すると、図 3 の第 3 レンズ L 2 1、図 4 の第 1 レンズ L 1 1、第 3 レンズ L 2 1 および第 4 レンズ L 2 2、並びに図 5 の第 1 レンズ L 1 1 以外は全てプラスチックレンズとされている。

## 【 0 0 7 9 】

以上説明の通り、第 1 レンズ群 G 1 を第 1 レンズ L 1 1 および第 2 レンズ L 1 2 から構成した上で、それら 2 枚のレンズのうち少なくとも第 2 レンズ L 1 2 をプラスチックレンズ(より好ましくは双方ともプラスチックレンズ)とし、そして後述する条件式 ( 1 ) ~ ( 4 ) を、さらには条件式 ( 2 ' )、( 3 ' ) および ( 5 ) を満足させていることにより、本ズームレンズは、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ものとなっている。

30

## 【 0 0 8 0 】

なお、図 1 ~ 図 8 の構成のうち特に図 7 の構成では、その他の構成と異なって、第 2 レンズ群 G 2 が 2 枚のレンズつまり第 3 レンズ L 2 1 および第 4 レンズ L 2 2 のみから構成されているが、この構成においても上記の作用、効果を得ることができる。

## 【 0 0 8 1 】

また特に図 8 の構成では、その他の構成と異なって、第 1 レンズ群 G 1 および第 2 レンズ群 G 2 に加えて、1 枚の第 6 レンズ L 3 1 からなる第 3 レンズ群 G 3 が設けられているが、この構成においても上記の作用、効果を得ることができる。なお第 3 レンズ群 G 3 は、ズームレンズの変倍に際して移動することはない。また、この第 3 レンズ群 G 3 を構成する上記第 6 レンズ L 3 1 は、同図に示すように例えば両凸形状のレンズとすることができる。

40

## 【 0 0 8 2 】

次に、本ズームレンズの、前記各条件式に係る構成について説明する。本ズームレンズは、第 1 レンズ L 1 1 の d 線に対する屈折率を  $N_{d1n}$ 、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  $N_{d1p}$ 、 $d_{1p}$ 、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  $d_2$ 、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

50

$$1.48 < Nd_{1n} < 1.71 \quad \dots (1)$$

$$1.60 < Nd_{1p} < 1.65 \quad \dots (2)$$

$$1.8 < d_{1p} < 2.5 \quad \dots (3)$$

$$0.2 < d_2 / f_w < 0.5 \quad \dots (4)$$

を満足している。

【0083】

なお、以上の条件式(1)~(4)で規定される各条件の数値例を、実施例毎にまとめて、比較例と共に表25に示してある。またこの表25には、後述する(5)以下の条件式で規定される各条件の数値例も併せて示してある。

【0084】

本ズームレンズはさらに、第1レンズ群G1の正レンズ(第2レンズL12)のd線に対する屈折率およびアッペ数をそれぞれ、 $Nd_{1p}$ 、 $d_{1p}$ 、最大像高をY、第1レンズ群G1が最も物体側に位置するときの該第1レンズ群G1の最も物体側のレンズ面(第1レンズL11の物体側レンズ面)から結像面までの光軸上の距離をTLとしたとき、以下の条件式

$$1.621 < Nd_{1p} < 1.650 \quad \dots (2')$$

$$1.8 < d_{1p} < 2.4 \quad \dots (3')$$

$$5.0 < Y \times TL < 55.0 \quad \dots (5)$$

を満足している(表25参照。以下、同様)。

【0085】

また本ズームレンズは、第2レンズ群G2の負レンズ(第4レンズL22)のd線に対する屈折率およびアッペ数をそれぞれ $Nd_{2n}$ 、 $d_{2n}$ としたとき、以下の条件式

$$1.60 < Nd_{2n} < 1.70 \quad \dots (6)$$

$$20.0 < d_{2n} < 28.0 \quad \dots (7)$$

を満足している。

【0086】

また本例のズームレンズは、第1レンズ群G1に配置された正の屈折力を有するプラスチックレンズ(第2レンズL12)の物体側レンズ面および、像側レンズ面の近軸曲率半径をそれぞれ、 $R_{pf}$ 、 $R_{pr}$ としたとき、以下の条件式

$$\frac{2.85}{(R_{pr} + R_{pf}) / (R_{pr} - R_{pf})} < 6.2 \quad \dots (8)$$

を満足している。なお上記の近軸曲率半径は、レンズ面を球面に近似させた場合の曲率半径である。

【0087】

また本ズームレンズは、第1レンズ群G1の最も物体側に配置された負レンズ(第1レンズL11)のd線に対するアッペ数を $d_{1n}$ としたとき、以下の条件式

$$4.8 < d_{1n} < 6.5 \quad \dots (9)$$

を満足している。

【0088】

さらに本ズームレンズは、広角端から望遠端まで変倍する際の第2レンズ群G2の移動量をM2、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

$$0.45 < M2 / f_t < 0.75 \quad \dots (10)$$

を満足している。

【0089】

また本ズームレンズは、望遠端における無限遠物体合焦時の第1レンズ群G1の最も像側のレンズ面(第2レンズL12の像側のレンズ面)から、第2レンズ群G2の最も物体側のレンズ面(第3レンズL21の物体側のレンズ面)の光軸上での空気間隔を $d_{12t}$ 、第2レンズ群G2の最も物体側のレンズ面から、最も像側のレンズ面(第5レンズL23の像側のレンズ面)までの光軸上での距離を $d_{2gt}$ としたとき、以下の条件式

$$0.22 < d_{12t} / d_{2gt} < 0.60 \quad \dots (11)$$

を満足している。

10

20

30

40

50

## 【0090】

また本ズームレンズは、広角端における第1レンズ群G1の最も物体側のレンズ面(第1レンズL11の物体側のレンズ面)から結像面Simまでの光軸上の距離をTLw、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

$$5.8 < TLw / fw < 8.4 \quad \dots (12)$$

を満足している。

## 【0091】

さらに本ズームレンズは、第2レンズ群G2の最も物体側に正レンズ(第3レンズL21)が配置されてなるものであり、この第3レンズL21のd線に対する屈折率およびアッペ数をそれぞれ、Nd2p、d2pとしたとき、以下の条件式

$$1.48 < Nd2p < 1.65 \quad \dots (13)$$

$$45 < d2p < 65 \quad \dots (14)$$

を満足している。

## 【0092】

また本ズームレンズにおいては、第1レンズ群G1の最も物体側に配置された負レンズ(第1レンズL11)が非球面レンズとされ、そしてその第1レンズL11はプラスチックレンズとされて、低コスト化が図られている。また、第1レンズ群G1に配置された正の屈折力を有するプラスチックレンズ(第2レンズL12)も非球面レンズとされている。

## 【0093】

また本ズームレンズにおいては、第2レンズ群G2の最も物体側に配置されたレンズ(第3レンズL21)が非球面のプラスチックレンズとされて、低コスト化が図られている。そして、第2レンズ群G2の最も像面側に配置されたレンズ(第5レンズL23)も非球面のプラスチックレンズとされて、さらなる低コスト化が図られている。

## 【0094】

また本ズームレンズにおいては、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して、第2レンズ群G2全体を光軸に沿って移動させる構成となっている。しかし、この構成に限らずに、第2レンズ群G2に配置された一部のレンズ、例えば正の屈折力を有する第5レンズL23のみを光軸に沿って移動させるようにしてもよい。

## 【0095】

なお本発明のズームレンズにおいて、前記(1)、(3)、(5)、(6)、(8)および(9)式で示した各条件のより望ましい範囲は、前述したように下記

$$1.48 < Nd1n < 1.70 \quad \dots (1')$$

$$19 < d1p < 24 \quad \dots (3'')$$

$$55 < Y \times TL < 530 \quad \dots (5')$$

$$1.60 < Nd2n < 1.69 \quad \dots (6')$$

$$1.6 < (Rpr + Rpf) / (Rpr - Rpf) < 6.1 \quad \dots (8')$$

$$50 < d1n < 65 \quad \dots (9')$$

の通りであるが、本ズームレンズにおいては、以上の条件式(1')、(3'')、(5')、(6')、(8')および(9')も満足されている。なお条件式(3'')は、先に挙げた(3')式に対しても、より好ましいものである。

## 【0096】

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1レンズ群G1の最も物体側に配置された負レンズ(第1レンズL11)の屈折率を規定しており、低コスト化のために、第1レンズ群G1に配置された正レンズ(第2レンズL12)を条件式(2)や条件式(3)で示される光学特性を有するプラスチックで構成した場合、条件式(1)の上限値以上になると、第1レンズ群G1の最も物体側に配置された負レンズである第1レンズL11および、第1レンズ群G2に配置された正レンズである第2レンズL12のパワーが強くなって、球面収差やコマ収差の補正が難しくなり好ましくない。逆に、条件式(1)の下限値以下になると、倍率色収差や非点収差をバランスよく補正す

10

20

30

40

50

ることが困難になるため好ましくない。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。さらに、条件式(1)を満足することによって、比較的安価なプラスチック等のレンズ材料を採用し易くなるという効果も得られる。

【0097】

本ズームレンズでは、条件式(1)の範囲の中で特に前記条件式(1')が満足されているので、以上の効果がより顕著なものとなる。

【0098】

条件式(2)は、第1レンズ群G1に配置されたプラスチックよりなる正レンズ(第2レンズL12)の屈折率を規定しており、条件式(2)の下限値以下になると、曲率(近似曲率)が大きくなり、そのために諸収差、倍率色収差の発生量が大きくなってしまい好ましくない。逆に、条件式(2)の上限値以上になると、非点収差が大きくなり好ましくない。またその場合は、良好な光学特性を有するプラスチック材料を選択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。

10

【0099】

条件式(3)は、第1レンズ群G1に配置されたプラスチックよりなる正レンズ(第2レンズL12)のアップ数を規定しており、条件式(3)の下限値以下になると、軸上色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り、好ましくない。逆に、条件式(3)の上限値以上になると、第1レンズ群G1に配置された負レンズである第1レンズL11とのアップ数差が小さくなり、色収差補正のためにレンズのパワーを強くする必要が生じて、球面収差や非点収差の補正が困難になり、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

【0100】

本ズームレンズでは、条件式(3)の範囲の中で特に前記条件式(3")が満足されているので、以上の効果がより顕著なものとなる。

【0101】

条件式(4)は、第1レンズ群G1に配置された負レンズと正レンズ、つまり第1レンズL11と第2レンズL12の空気間隔と、広角端における全系の焦点距離の関係を規定しており、条件式(4)の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ため好ましくない。逆に、条件式(4)の上限値以上になると、第1レンズ群G1全体が大型化してしまうため、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。

30

【0102】

また本ズームレンズは、第1レンズ群G1の正レンズ(第2レンズL12)のd線に対する屈折率およびアップ数をそれぞれ、 $Nd_{1p}$ 、 $d_{1p}$ 、最大像高をY、第1レンズ群G1が最も物体側に位置するときの該第1レンズ群G1の最も物体側のレンズ面(第1レンズL11の物体側のレンズ面である)から結像面S<sub>im</sub>までの光軸上の距離をTLとしたとき、前記条件式(2')、(3')および(5)を満足するように構成されているので、この点からも、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ものとなり得る。

40

【0103】

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(2')、(3')による効果は、基本的に前記条件式(2)、(3)による効果と同じであるが、この場合はそれらの効果がより顕著なものとなる。また条件式(3')による効果は、それが規定する範囲の中で特に、前記条件式(3")が満足されているので、さらに顕著なものとなる。

【0104】

条件式(5)は、最大像高と光学全長の積を規定したものであり、条件式(5)の上限値以上になると、コンパクトカメラとしては大型のサイズとなり、携帯性の面で好ましくない。逆に、条件式(5)の下限値以下になると、ズームレンズが非常に小型にはなるが、適用できる撮像素子の画素数が低下するか、あるいは、同じ画素数であれば画素サイズ

50

が小さくなる。いずれにせよ、画質の低下に繋がり好ましくない。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。

【0105】

本ズームレンズでは、条件式(5)の範囲の中で特に前記条件式(5')が満足されているので、以上の効果がより顕著なものとなる。

【0106】

また本ズームレンズにおいては特に、第1レンズ群G1が、物体側より順に配された、負の屈折力を有する第1レンズL11および正の屈折力を有する第2レンズL12の2枚のみから構成されているので、レンズ枚数が抑えられて、より一層の低コスト化が実現される。

10

【0107】

他方、本ズームレンズにおいては特に前記条件式(6)、(7)が満足されているので、下記の効果を得ることができる。すなわち条件式(6)は、第2レンズ群G2に配置される負レンズ(第4レンズL22)の屈折率を規定しており、条件式(6)の範囲を外れると、球面収差や非点収差をバランスよく補正することが難しくなり、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。

【0108】

本ズームレンズでは、条件式(6)の範囲の中で特に前記条件式(6')が満足されているので、以上の効果がより顕著なものとなる。

【0109】

20

条件式(7)は、第2レンズ群G2に配置される負レンズ(第4レンズL22)のアッベ数を規定しており、条件式(7)の範囲を外れると、全ズーム域において軸上色収差と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(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。

【0110】

また本ズームレンズにおいては、第2レンズ群G2が負レンズ(第4レンズL22)を1枚のみ有し、該負レンズがプラスチックレンズとされているので、より一層の低コスト化が実現される。

【0111】

また本ズームレンズにおいては、前記条件式(8)が満足されているので、下記の効果を得ることができる。すなわち条件式(8)は、第1レンズ群G1に配置された正の屈折力を有するプラスチックレンズ(第2レンズL12)のシェイプファクターを規定しており、条件式(8)の下限値以下になると、第1レンズ群G1に配置された負レンズおよび正レンズ、つまり第1レンズL11および第2レンズL12のパワーが強くなり、球面収差やコマ収差の補正が難しくなる。また、倍率色収差や非点収差をバランスよく補正することも困難になる。逆に条件式(8)の上限値以上になると、第1レンズ群G1に配置される負レンズおよび正レンズ、つまり第1レンズL11および第2レンズL12のパワーが弱くなり過ぎ、軸上色収差や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。

30

【0112】

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

40

【0113】

また本ズームレンズにおいては、第2レンズ群G2が、2枚の正レンズ(第3レンズL21および第5レンズL23)と1枚の負レンズ(第4レンズL22)より構成されているので、低コスト化の効果がより顕著なものとなる。

【0114】

さらに本ズームレンズは、実質的に、第1レンズ群G1および第2レンズ群G2のみをレンズ群として有しているので、低コスト化の効果がより顕著なものとなる。

【0115】

50

また本ズームレンズにおいては、前記条件式(9)が満足されているので、下記の効果を得ることができる。すなわち、条件式(9)の範囲を外れると、全ズーム域において軸上色収差と倍率色収差をバランスよく補正することが困難になり、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。

【0116】

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

【0117】

また本ズームレンズにおいては、前記条件式(10)が満足されているので、下記の効果を得ることができる。すなわち、条件式(10)の下限値以下になると、変倍比を大きくすることが困難になる。また、そのとき、第2レンズ群G2のパワーを強くしなければならず、製造誤差や組立誤差の許容量が少なくなって好ましくない。逆に、条件式(10)の上限値以上になると、第2レンズ群G2の移動量が大きくなり、レンズ系が大型化するため、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。

10

【0118】

また本ズームレンズにおいては、前記条件式(11)が満足されているので、下記の効果を得ることができる。すなわち、条件式(11)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、条件式(11)の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。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。

20

【0119】

また本ズームレンズにおいては、前記条件式(12)が満足されているので、下記の効果を得ることができる。すなわち、条件式(12)の下限値以下になると、ズームレンズを小型化することができるが、各レンズのパワーが強くなって、収差補正が困難になるとともに、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。条件式(12)の上限値以上になると、光学全長が大きくなり好ましくない。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。

【0120】

また本ズームレンズにおいては、前記条件式(13)、(14)が満足されているので、下記の効果を得ることができる。すなわち、条件式(13)の下限値以下になると、レンズの曲率(近似曲率)が大きくなって、必要なコバ(縁肉)を確保するための中心厚が大きくなり、第2レンズ群G2が大型化するとともに、諸収差の発生量も大きくなり、好ましくない。逆に、条件式(13)の上限値以上になると、球面収差をバランスよく補正することが難しくなり、好ましくない。一方、条件式(14)の範囲を外れると、全ズーム域において軸上色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り、好ましくない。条件式(13)、(14)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

【0121】

また本ズームレンズにおいては、全部のレンズ系が5枚以下のレンズより構成され、そしてレンズ系の全てのレンズがプラスチックレンズとされているので、低コスト化の効果がより顕著になる。

40

【0122】

なお特に図7の構成では特に、第2レンズ群G2が1枚の正レンズと1枚の負レンズ(第3レンズL21と第4レンズL22)のみから構成され、そしてそれらのレンズが共にプラスチックレンズとされているので、低コスト化の効果がより顕著になる。

【0123】

また本ズームレンズにおいては、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して、第2レンズ群全体を光軸に沿って移動させる構成が適用されているので、下記の効果を得るこ

50

とができる。すなわち、本発明に用いたズームタイプのレンズにおいては、フォーカシング時に移動させるレンズとして、第1レンズ群G1全体、第2レンズ群G2全体、あるいは、第2レンズ群G2の一部のレンズ等、どれを選択しても良好な光学性能を得ることが可能であるが、第1レンズ群G1全体を繰り出してフォーカスする方式においては、第1レンズ群G1の有効径が大きくなったり、外径の大きなレンズを動かす必要が生じたりする不具合が生じる。第2レンズ群G2全体を移動させてフォーカシングを行う構成を適用すれば、そのような不具合を防止することができる。この効果は、第2レンズ群G2の一部のレンズを移動させてフォーカシングを行うようにした場合も同様に得られるものである。

#### 【0124】

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。

#### 【0125】

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1~7のズームレンズのレンズ断面図はそれぞれ図1~7に示したものであり、比較例のズームレンズのレンズ断面図は図8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2~7および比較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、非球面データを表4~表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2~7および比較例のものについても基本的に同様である。

#### 【0126】

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。

#### 【0127】

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。

#### 【0128】

表1の基本レンズデータにおける $D_4$ 、 $D_{11}$ は、変倍時に変化する面間隔である。 $D_4$ は第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔であり、 $D_{11}$ は第2レンズ群G2と光学部材PPとの間隔である。ただし実施例7では、上記 $D_{11}$ の代わりに $D_9$ を用いている。

#### 【0129】

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( $F_{no.}$ )、全画角( $2\theta$ )、変倍時に変化する各面間隔の値を示している。

#### 【0130】

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 $K_A$ 、 $R_{Am}$ ( $m = 3, 4, 5, \dots, 12$ )の値である。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 3 1 】

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

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、... 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。

10

## 【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)	νdj (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		

20

\*: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

30

【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

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

20

【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)	$\nu$ dj (アッベ数)
*1	-24.4474	0.88	1.49023	57.5
*2	3.3819	1.08		
3	5.7960	1.29	1.62300	23.9
*4	8.6181	D4		
5	$\infty$ (開口絞り)	1.17		
*6	4.1412	1.44	1.49023	57.5
7	-5.4394	0.13		
*8	-28.8545	0.54	1.61000	27.5
*9	5.8404	1.75		
*10	-9.7178	0.81	1.53389	56.0
*11	-4.9719	D11		
12	$\infty$	0.47	1.51680	64.2
13	$\infty$	5.01		

30

\*:非球面

40

【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	4.24	11.99
Fno.	4.30	6.53
$2\omega$	59.52	21.13
D4	10.58	1.06
D11	3.69	11.50

【表 6】

## 実施例2. 非球面係数

面番号	1	2	3	4
KA	-7.1446350	0.7117550	0.0493759	0.0493759
RA3	1.6022406E-02	1.2449006E-02	-1.7913828E-03	-1.7913828E-03
RA4	-2.8230074E-03	1.1832579E-02	-4.0043994E-03	-4.0043994E-03
RA5	7.9442811E-04	-9.0809084E-03	2.8944886E-03	2.8944886E-03
RA6	3.4187424E-04	6.0446252E-03	-1.8472108E-03	-1.8472108E-03
RA7	-3.3809595E-04	-1.6385012E-03	1.2829162E-04	1.2829162E-04
RA8	-6.5570814E-05	-9.9309361E-05	1.7000076E-04	1.7000076E-04
RA9	5.4086217E-05	5.0384035E-05	-1.5692174E-05	-1.5692174E-05
RA10	2.2388992E-06	9.4466499E-06	-6.3004678E-06	-6.3004678E-06
RA11	-3.9356475E-06	3.2305639E-06	-2.3754316E-06	-2.3754316E-06
RA12	4.4535967E-07	-1.7753076E-06	7.8810892E-07	7.8810892E-07

10

面番号	6	8	9	10
KA	-6.1966713	-9.0475991	-1.4238482	-0.5534601
RA3	-1.4409958E-03	9.0125124E-03	1.0259361E-02	7.6924531E-03
RA4	1.5452861E-02	-6.3014614E-03	3.1211832E-03	-5.9917708E-04
RA5	-1.0829388E-02	7.5090537E-03	1.1775347E-03	-2.3006720E-03
RA6	4.2199686E-03	-6.2715736E-03	-7.6297217E-03	-1.9721993E-04
RA7	9.8971113E-04	-3.4924484E-03	-1.5018386E-03	-3.1009438E-04
RA8	-3.7920291E-04	5.5063353E-04	1.2117198E-03	-1.3783765E-04
RA9	-9.6512089E-04	2.7737290E-03	1.4426408E-03	-2.6814652E-04
RA10	3.9060334E-04	-8.4849466E-04	-2.4669196E-04	5.2402253E-04

面番号	11
KA	-1.4941658
RA3	7.9054678E-03
RA4	-7.2949415E-03
RA5	1.3751035E-03
RA6	5.6543370E-05
RA7	-5.5833924E-04
RA8	-2.5565732E-04
RA9	1.1435647E-04
RA10	1.9046824E-04

20

【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)	$\nu$ dj (アッベ数)
*1	-254.1493	2.34	1.53389	56.0
*2	10.3588	5.14		
3	19.0564	2.80	1.64800	20.0
*4	26.6475	D4		
5	$\infty$ (開口絞り)	2.03		
*6	11.0135	4.15	1.64000	47.0
7	-27.3956	0.23		
*8	-24.6348	2.34	1.63355	23.6
*9	24.9496	4.67		
*10	-18.8495	2.02	1.53389	56.0
*11	-12.5406	D11		
12	$\infty$	1.25	1.51680	64.2
13	$\infty$	16.95		

30

\*:非球面

40

【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	10.56	39.80
Fno.	4.20	7.29
$2\omega$	63.84	17.06
D4	38.22	0.83
D11	4.54	32.03

【表 9】

## 実施例3. 非球面係数

面番号	1	2	4
KA	0.4265106	1.1005323	-0.3047225
RA3	1.0032316E-03	3.3994625E-04	2.6383815E-04
RA4	-8.1057546E-05	4.8599520E-04	-3.3692057E-04
RA5	2.5042680E-05	-1.6109963E-04	1.0014716E-04
RA6	2.9921605E-06	4.4035348E-05	-1.4124732E-05
RA7	-1.1149005E-06	-5.1375038E-06	-1.1167345E-07
RA8	-7.2929416E-08	-1.0636232E-07	1.7826466E-07
RA9	2.0758191E-08	2.4173644E-08	-1.2396842E-09
RA10	4.7212173E-10	1.3201382E-09	-8.0134068E-10
RA11	-2.0159843E-10	2.3962978E-10	-1.4974790E-10
RA12	7.8556440E-12	-3.5327902E-11	1.4711720E-11

10

面番号	6	8	9
KA	-5.7282980	0.1004209	-0.9433058
RA3	-1.8371353E-04	1.8866142E-04	2.0665075E-05
RA4	9.0704795E-04	1.0185960E-04	6.4123511E-04
RA5	-1.9611979E-04	1.7580256E-04	7.7402734E-05
RA6	3.0493914E-05	-4.5821573E-05	-5.2740251E-05
RA7	2.2797495E-06	-9.2026036E-06	-2.6103119E-06
RA8	-4.1298096E-07	7.2496582E-07	1.0486835E-06
RA9	-3.2870401E-07	1.0776877E-06	5.5087211E-07
RA10	5.1216116E-08	-1.4825265E-07	-5.3392266E-08

面番号	10	11
KA	-1.9563947	-2.5460405
RA3	7.9279449E-04	8.1883206E-04
RA4	-2.5537471E-04	-4.4408336E-04
RA5	-5.8357584E-07	1.8249801E-05
RA6	-2.2595077E-06	-1.0635010E-06
RA7	-1.8902953E-06	-1.5948402E-06
RA8	-3.6905622E-07	-1.3723835E-07
RA9	-5.3722330E-08	4.0858764E-08
RA10	8.7556950E-08	2.7676528E-08

20

【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)	$\nu$ dj (アッベ数)
*1	-1876.4986	1.70	1.69350	53.2
*2	6.3473	2.95		
3	9.5225	2.36	1.61000	24.8
*4	19.8080	D4		
5	$\infty$ (開口絞り)	0.77		
*6	9.4426	3.17	1.61800	63.3
7	-21.2996	0.25		
*8	55.6927	0.91	1.68000	21.0
*9	11.5511	3.27		
*10	-12.2857	1.47	1.53389	56.0
*11	-8.1755	D11		
12	$\infty$	0.91	1.51680	64.2
13	$\infty$	8.44		

30

\*:非球面

40

【表 11】

## 実施例4. ズームに関するデータ

諸元	広角端	望遠端
f	7.57	21.39
Fno.	4.20	6.24
$2\omega$	67.66	24.47
D4	21.74	2.39
D11	7.54	21.50

【表 1 2】

## 実施例4. 非球面係数

面番号	1	2	4
KA	-6.8925582	0.5606145	0.0640261
RA3	1.0134712E-03	-4.2717211E-04	3.4601040E-04
RA4	-2.5372115E-04	1.2593049E-03	-4.1702007E-04
RA5	7.5804235E-05	-6.7904394E-04	2.5907829E-04
RA6	1.2778441E-05	2.2054081E-04	-6.6791139E-05
RA7	-5.6581202E-06	-2.9489165E-05	2.1607090E-06
RA8	-6.2990711E-07	-9.4991526E-07	1.6302199E-06
RA9	2.5344901E-07	2.5950034E-07	-8.8859148E-08
RA10	5.4784820E-09	2.4237174E-08	-1.6310670E-08
RA11	-5.2219884E-09	4.7692548E-09	-2.6217261E-09
RA12	3.2521430E-10	-1.1691669E-09	5.3169108E-10

10

面番号	6	8	9
KA	-6.4155017	-8.3998807	-1.3677162
RA3	-7.5831588E-04	2.9911714E-03	2.8487763E-03
RA4	1.9278126E-03	-8.4109842E-04	5.4263721E-04
RA5	-7.3363678E-04	5.7593331E-04	1.2404501E-04
RA6	1.5426968E-04	-2.2765784E-04	-2.7681668E-04
RA7	1.9155313E-05	-6.5139697E-05	-2.8270192E-05
RA8	-3.7003234E-06	5.3001996E-06	1.1574456E-05
RA9	-4.8140372E-06	1.3819953E-05	7.2262467E-06
RA10	1.0051357E-06	-2.1630409E-06	-6.2745081E-07

面番号	10	11
KA	-0.6204240	-1.6144219
RA3	2.7245717E-03	2.4121701E-03
RA4	-4.8677068E-05	-9.0836913E-04
RA5	-1.4216808E-04	8.9380592E-05
RA6	-7.2701757E-06	2.2493087E-06
RA7	-5.6185952E-06	-1.0357215E-05
RA8	-1.1731585E-06	-2.4882905E-06
RA9	-1.3942546E-06	5.5156441E-07
RA10	1.3301940E-06	4.9104774E-07

20

【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)	$\nu$ dj (アッベ数)
*1	4622.3228	1.10	1.61881	63.9
*2	4.6769	1.85		
*3	5.4284	1.34	1.63355	23.6
*4	7.9718	D4		
5	$\infty$ (開口絞り)	0.47		
*6	7.4389	1.45	1.55000	52.0
7	-6.4636	0.12		
*8	-185.1758	0.63	1.63355	23.6
*9	5.7991	1.57		
*10	-7.9042	1.18	1.55000	52.0
*11	-4.4075	D11		
12	$\infty$	0.63	1.51680	64.2
13	$\infty$	4.93		

30

\*: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	5.34	12.83
Fno.	4.20	5.50
$2\omega$	65.07	27.88
D4	15.30	2.27
D11	7.00	13.45

40

【表 1 5】

## 実施例5. 非球面係数

面番号	1	2	3	4
KA	5.5505612	1.0608379	0.2649910	-0.2830716
RA3	4.2497242E-03	4.3032982E-03	7.4737823E-04	9.6962306E-04
RA4	-4.4717766E-03	-4.4097098E-03	-1.8709297E-03	-2.1799291E-03
RA5	2.5765441E-03	2.8302594E-04	2.2256072E-04	7.0345564E-04
RA6	-3.3743127E-04	1.4302833E-03	4.9060799E-05	-2.4620636E-04
RA7	-4.6973970E-05	-4.5466316E-04	2.7685188E-06	2.1342482E-05
RA8	-6.5368423E-06	-1.0119830E-05	1.8316374E-06	2.0359693E-05
RA9	5.5602495E-06	1.1176599E-05	-6.7417456E-07	-2.7130160E-06
RA10	1.5755642E-07	8.0327374E-07	-2.1205117E-08	-3.8368623E-07
RA11	-2.2796988E-07	7.6512467E-08	0.0000000E+00	-9.6934634E-08
RA12	1.9538575E-08	-7.6061718E-08	0.0000000E+00	2.9980743E-08

10

面番号	6	8	9	10
KA	-8.8229383	8.6939192	-3.2869260	0.5225077
RA3	-3.0449151E-03	1.5469360E-02	1.6570891E-02	5.7606173E-03
RA4	4.3501116E-03	-1.5157926E-02	-1.1022800E-02	-1.6288667E-03
RA5	-4.2908897E-03	8.0865106E-03	5.3742409E-03	-1.0941570E-03
RA6	9.4657434E-04	-1.5133114E-03	-1.8093908E-03	-4.5081929E-05
RA7	1.8715521E-04	-7.8622129E-04	-3.9555846E-04	-2.1854281E-07
RA8	-4.2805087E-05	6.5251898E-05	1.4974213E-04	-8.5144215E-06
RA9	-7.7925970E-05	2.5269327E-04	1.1524512E-04	1.5124361E-05
RA10	2.3490028E-05	-6.7335763E-05	-2.9727366E-05	1.0357656E-05

面番号	11
KA	1.4535087
RA3	2.3725402E-03
RA4	1.2106795E-04
RA5	-3.8666847E-04
RA6	-3.0678433E-05
RA7	-1.1518217E-05
RA8	-5.9354826E-07
RA9	1.5733921E-05
RA10	6.7281007E-07

20

【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)	$\nu$ dj (アッベ数)
*1	-33.5212	1.50	1.53389	56.0
*2	5.6000	2.55		
3	17.6534	2.00	1.63355	23.6
*4	65.6105	D4		
5	$\infty$ (開口絞り)	0.65		
*6	6.1159	2.80	1.53389	56.0
7	-15.2820	0.10		
*8	-27.7306	1.50	1.63355	23.6
*9	14.6374	2.90		
*10	-36.6863	1.30	1.53389	56.0
*11	-13.3980	D11		
12	$\infty$	0.80	1.51680	64.2
13	$\infty$	6.16		

30

\*:非球面

【表 1 7】

## 実施例6. ズームに関するデータ

諸元	広角端	望遠端
f	7.39	20.90
Fno.	4.15	6.75
$2\omega$	62.52	22.24
D4	15.58	1.39
D11	7.30	21.10

40

【表 18】

実施例6. 非球面係数

面番号	1	2	4
KA	-8.5520832	0.3236360	0.6238980
RA3	2.1047987E-03	1.0458336E-03	1.0617846E-04
RA4	-1.9644974E-04	2.0032234E-03	-8.1589269E-04
RA5	9.3174106E-05	-9.2768197E-04	3.6540174E-04
RA6	2.6302088E-05	4.1267344E-04	-1.2439809E-04
RA7	-1.2312766E-05	-6.3809274E-05	4.8557486E-06
RA8	-1.5632324E-06	-2.2583743E-06	3.8818995E-06
RA9	6.8470834E-07	6.9915747E-07	-2.8647988E-07
RA10	1.8895963E-08	7.2596228E-08	-4.5210233E-08
RA11	-1.8078087E-08	1.5232335E-08	-8.5939912E-09
RA12	1.2303155E-09	-4.8569233E-09	1.9026857E-09

10

面番号	6	8	9
KA	-4.8174972	-5.3168915	-0.4058666
RA3	-5.5392091E-04	1.4898350E-03	1.0829455E-03
RA4	4.1141380E-03	-2.6410099E-04	1.9599784E-03
RA5	-1.3115195E-03	1.2274352E-03	6.0156282E-04
RA6	2.7723108E-04	-4.0694402E-04	-5.0254068E-04
RA7	3.5539920E-05	-1.3393890E-04	-3.7700207E-05
RA8	-7.5774948E-06	1.3976679E-05	3.2558188E-05
RA9	-1.2104632E-05	3.5788480E-05	1.7743978E-05
RA10	2.7537362E-06	-7.5131653E-06	-4.0564322E-06

面番号	10	11
KA	-7.5521587	-2.0348310
RA3	1.3804517E-03	1.9024088E-03
RA4	1.8930151E-04	-8.2553798E-04
RA5	-1.3660548E-04	2.1510822E-04
RA6	-1.4392098E-05	8.5950340E-06
RA7	-1.4559266E-05	-2.2984831E-05
RA8	-3.7430497E-06	-8.3785420E-06
RA9	-4.8932164E-06	3.7168196E-07
RA10	3.9425340E-06	1.7763257E-06

20

【表 19】

実施例7. 基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
(面番号)	(曲率半径)	(面間隔)	(屈折率)	(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	$\infty$ (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	$\infty$	0.80	1.51680	64.2
11	$\infty$	7.43		

30

\*:非球面

40

【表 20】

実施例7. 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
$2\omega$	64.39	23.46
D4	20.00	1.72
D9	5.65	14.80

【表 2 1】

実施例7. 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

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

【表 2 2】

比較例. 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)	$\nu$ dj (アッベ数)
*1	-38.0636	1.50	1.53389	56.0
*2	5.6000	2.60		
3	9.0413	2.20	1.63355	23.6
*4	15.8402	D4		
5	$\infty$ (開口絞り)	0.40		
*6	7.6194	2.80	1.53389	56.0
7	-10.1927	0.23		
*8	-85.4094	0.83	1.63355	23.6
*9	10.0000	2.92		
*10	-12.2543	1.30	1.53389	56.0
*11	-7.8625	D11		
12	70.0000	1.50	1.53389	56.0
13	-70.0000	2.00		
14	$\infty$	0.80	1.51680	64.2
15	$\infty$	3.01		

\*:非球面

【表 2 3】

比較例. ズームに関するデータ

諸元	広角端	望遠端
f	6.87	19.44
Fno.	3.91	6.19
$2\omega$	66.29	23.79
D4	18.32	2.10
D11	8.57	22.41

40

【表 2 4】

比較例. 非球面係数

面番号	1	2	4
KA	-7.1164362	0.6720648	0.0379012
RA3	2.6929571E-03	9.6824859E-04	1.7923203E-04
RA4	-4.1477171E-04	1.8887758E-03	-6.4318302E-04
RA5	1.1209763E-04	-1.1313039E-03	4.1339259E-04
RA6	2.3721969E-05	4.1219549E-04	-1.2542582E-04
RA7	-1.2190763E-05	-6.2870121E-05	4.4722605E-06
RA8	-1.5106780E-06	-2.2817305E-06	3.9266356E-06
RA9	7.0067013E-07	7.1253827E-07	-2.3023798E-07
RA10	1.7288758E-08	7.4891059E-08	-4.9930149E-08
RA11	-1.8457994E-08	1.5400707E-08	-9.3670858E-09
RA12	1.2893764E-09	-4.6624920E-09	2.1247390E-09

10

面番号	6	8	9
KA	-6.3086236	-9.7297025	-1.3721126
RA3	-6.8201615E-04	2.8627167E-03	2.8256993E-03
RA4	2.9473576E-03	-1.2864068E-03	8.1929015E-04
RA5	-1.2731036E-03	9.5589613E-04	1.7509953E-04
RA6	2.8853474E-04	-4.2569003E-04	-5.1889438E-04
RA7	4.0347536E-05	-1.3836245E-04	-5.9602836E-05
RA8	-8.7621366E-06	1.2429741E-05	2.8085048E-05
RA9	-1.3098291E-05	3.7728395E-05	1.9746133E-05
RA10	3.0558000E-06	-6.6240394E-06	-1.9771091E-06

20

面番号	10	11
KA	-0.6225262	-1.5218459
RA3	3.0606997E-03	2.9863925E-03
RA4	-7.1256446E-05	-1.3693416E-03
RA5	-2.3298060E-04	1.5896493E-04
RA6	-1.3454034E-05	4.2436758E-06
RA7	-1.2423190E-05	-2.1561410E-05
RA8	-3.4076060E-06	-5.7011493E-06
RA9	-3.6503543E-06	1.4337474E-06
RA10	4.0759943E-06	1.4707469E-06

30

【0 1 3 2】

また表 2 5 に、実施例 1 ~ 7 および比較例のズームレンズの条件式 ( 1 ) ~ ( 1 4 ) 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 】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	比較例
(1) Nd1n	1.534	1.490	1.534	1.694	1.619	1.534	1.490	1.534
(2) Nd1p	1.634	1.623	1.648	1.610	1.634	1.634	1.634	1.634
(3) $\nu$ /d1p	23.6	23.9	20	24.8	23.6	23.6	23.6	23.6
(4) d2/fw	0.37	0.25	0.49	0.39	0.35	0.35	0.33	0.38
(5) Y×TL	200.9	64.9	519	258	118.4	185.1	176.3	200.9
(6) Nd2n	1.634	1.610	1.634	1.680	1.680	1.634	1.634	1.634
(7) $\nu$ /d2n	23.6	27.5	23.6	21.0	23.6	23.6	23.6	23.6
(8) $(Rpr+Rpf)/(Rpr-Rpf)$	3.84	5.11	6.02	2.85	5.27	1.74	5.60	3.66
(9) $\nu$ /d1n	56.0	57.5	56.0	53.2	63.9	56.0	57.5	56.0
(10) M2/ft	0.63	0.65	0.68	0.74	0.50	0.66	0.47	0.71
(11) $d12t/d2gt$	0.31	0.48	0.25	0.34	0.55	0.24	0.57	0.31
(12) TLw/fw	7.04	6.81	8.22	7.34	7.03	6.12	6.45	7.13
(13) Nd2p	1.534	1.490	1.640	1.618	1.550	1.534	1.490	1.534
(14) $\nu$ /d2p	56.0	57.5	47.0	63.3	52.0	56.0	57.5	56.0

10

20

30

【 0 1 3 3 】

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 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。

40

【 0 1 3 4 】

各収差図は d 線（波長 587.6 nm）を基準としたものであるが、球面収差図では波長 460.0 nm および 615.0 nm に関する収差も示し、倍率色収差図では波長 460.0 nm および 615.0 nm 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  $\theta$  は半画角を意味する。

【 0 1 3 5 】

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 ～ 7 および比較例の各収差図をそれぞれ

50

れ図 1 1 ~ 図 1 6 に示す。

【 0 1 3 6 】

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 1 7 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 1 0 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。

【 0 1 3 7 】

図 1 7 に示す撮像装置 1 0 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。

10

【 0 1 3 8 】

ズームレンズ 1 は、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 とを有し、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の間隔を変化させて変倍するように構成されている。上記第 1 レンズ群 G 1 は、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 との 2 枚から構成され、それら両レンズ L 1 1 および L 1 2 は共にプラスチックレンズとされている。

【 0 1 3 9 】

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。

20

【 0 1 4 0 】

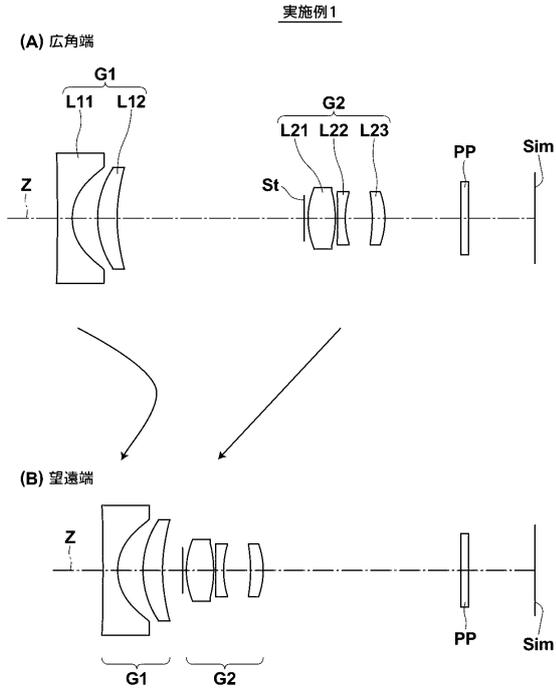
なお、図 1 7 では図示していないが、撮像装置 1 0 は、例えば第 2 レンズ群 G 2 の一部を構成する正の屈折力を有するレンズを光軸 Z に垂直な方向に移動させて、振動や手振れ時の撮影画像のぶれを補正するぶれ補正機構をさらに備えるようにしてもよい。

【 0 1 4 1 】

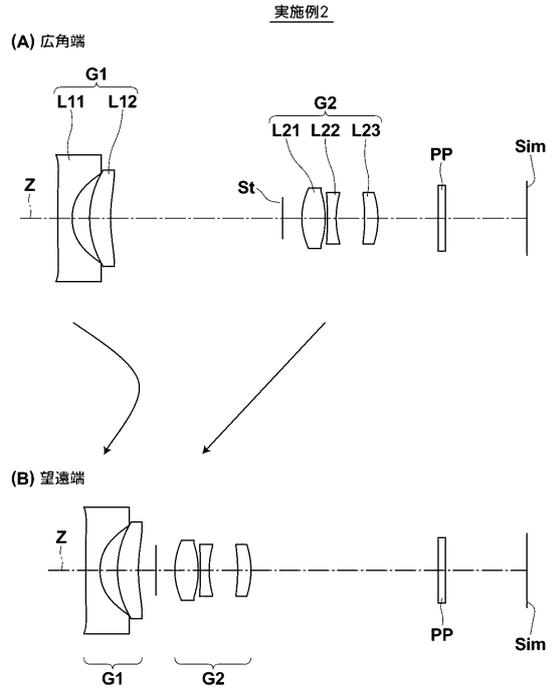
以上、実施形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施形態および実施例に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔、屈折率、アッペ数、非球面係数等の値は、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得るものである。

30

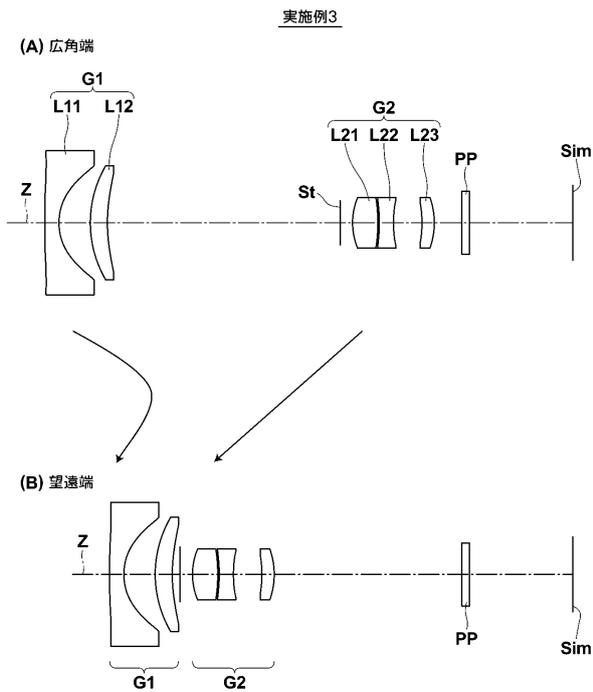
【 図 1 】



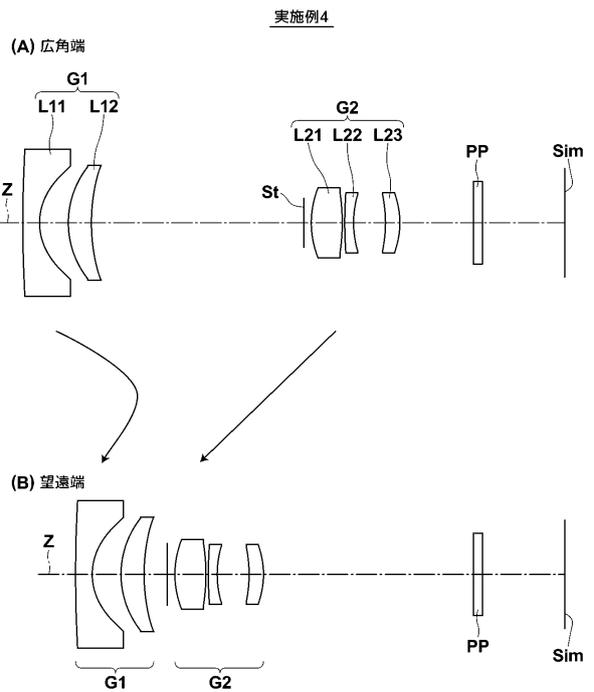
【 図 2 】



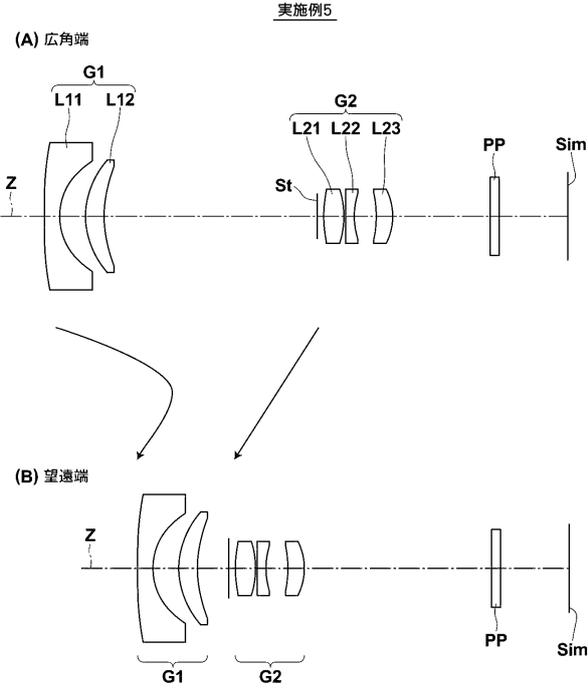
【 図 3 】



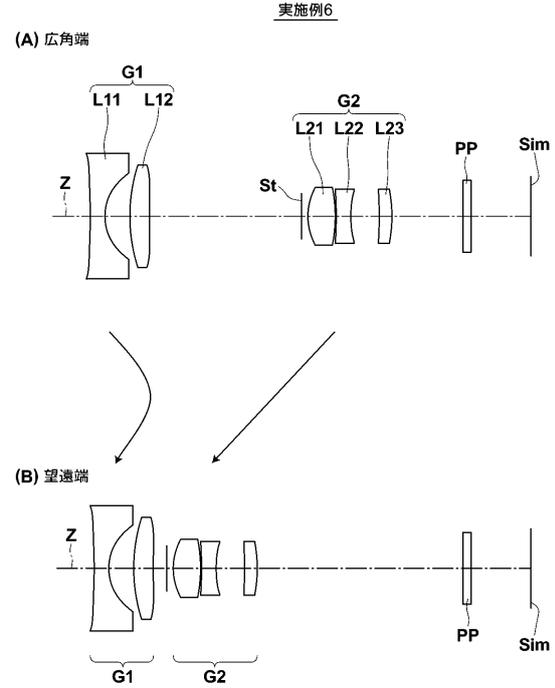
【 図 4 】



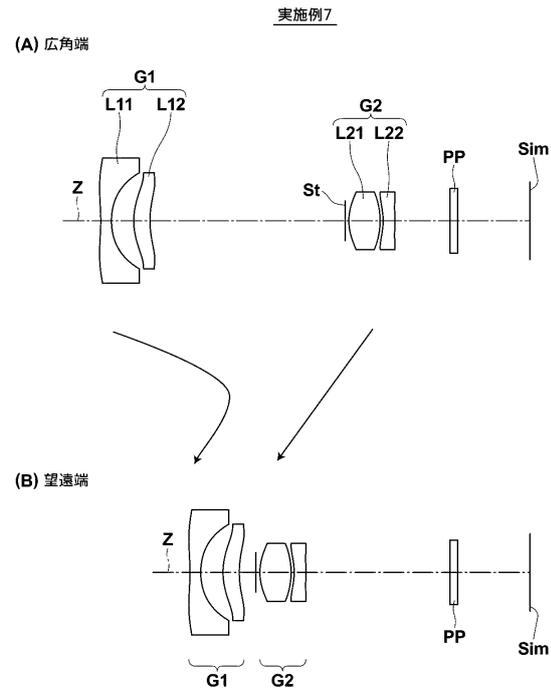
【図5】



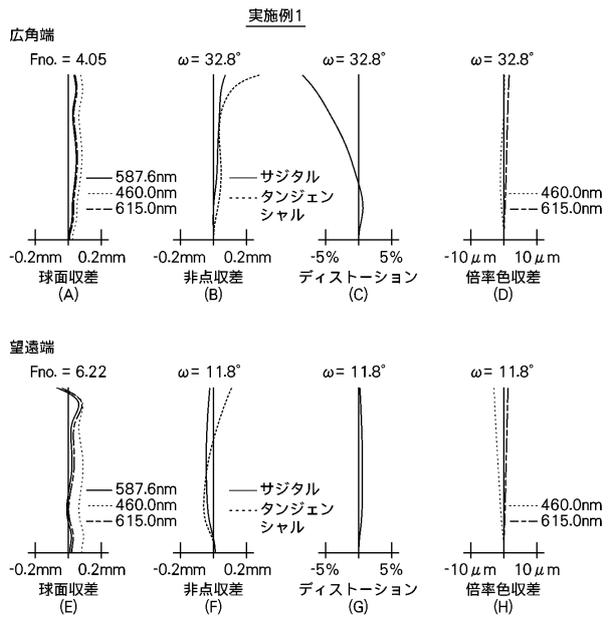
【図6】



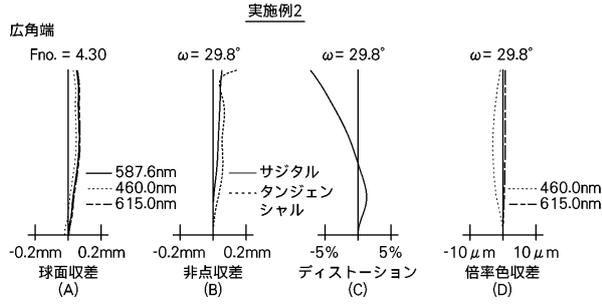
【図7】



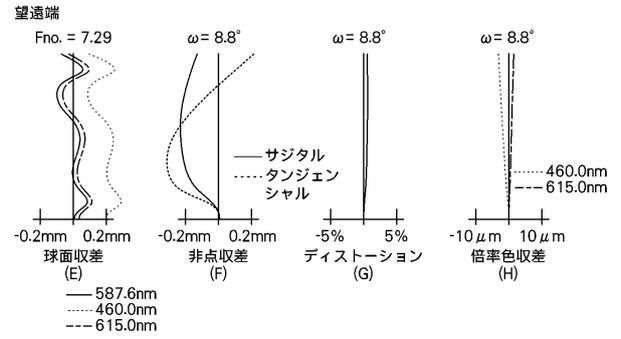
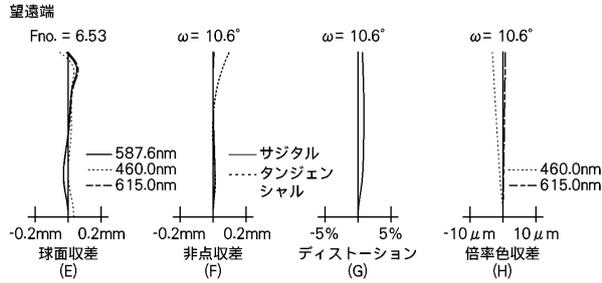
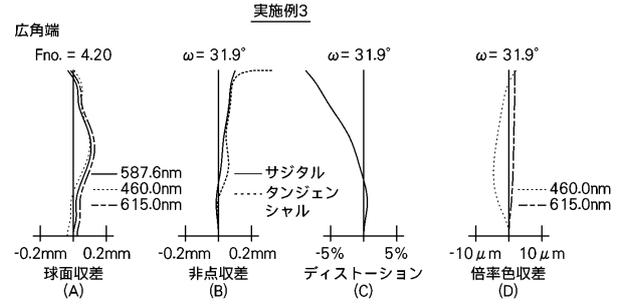
【図9】



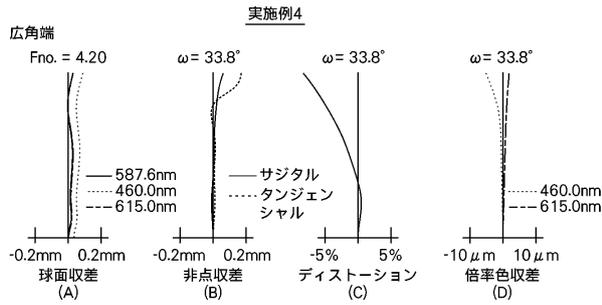
【図10】



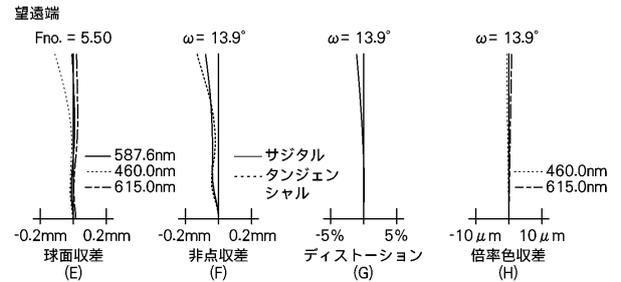
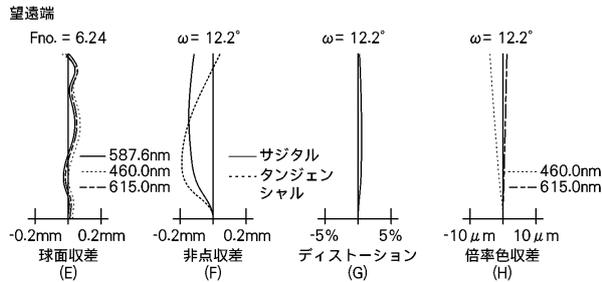
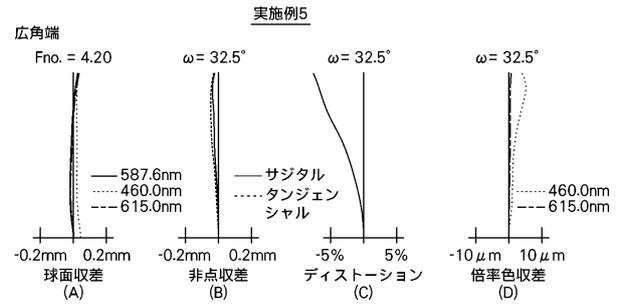
【図11】



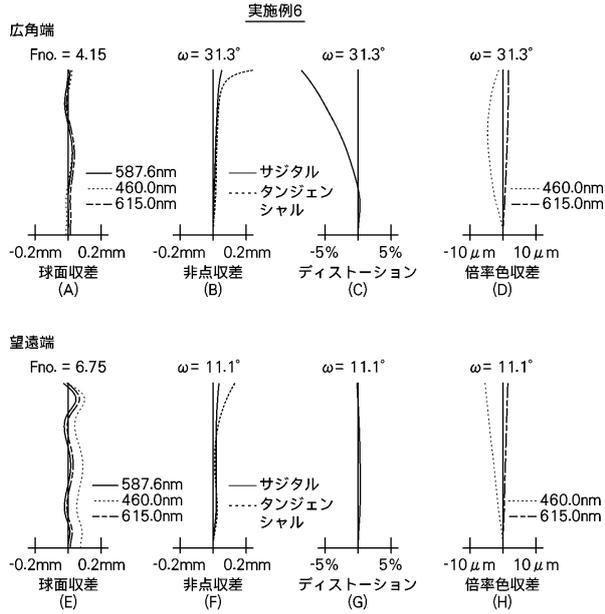
【図12】



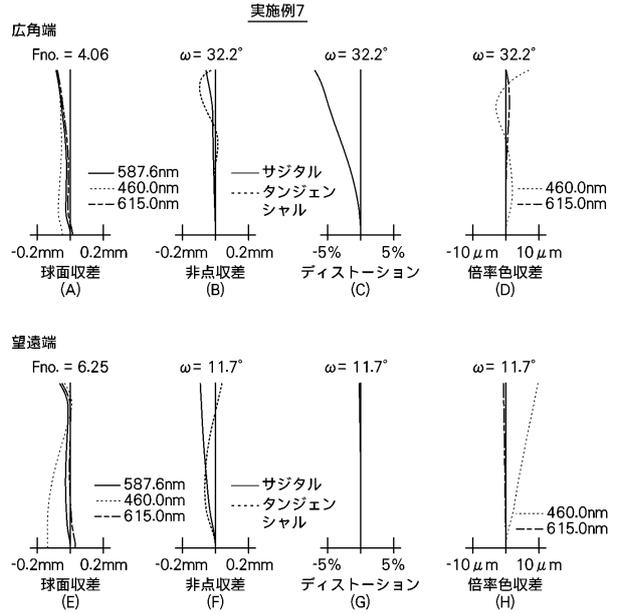
【図13】



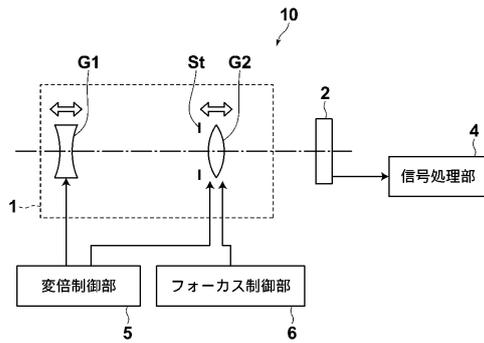
【図14】



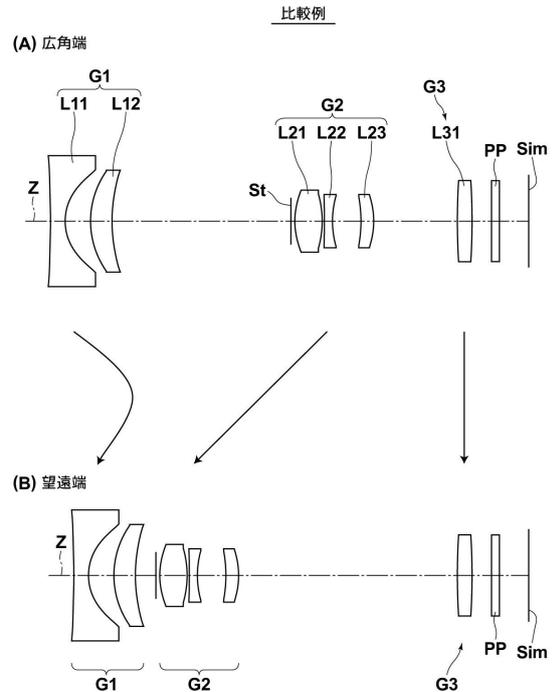
【図15】



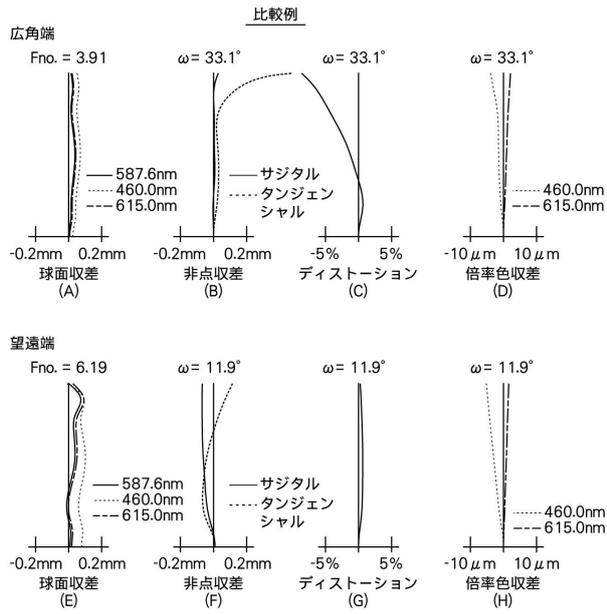
【図17】



【図8】



【図16】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2012-103416(JP,A)  
特開2012-226019(JP,A)  
特開2012-042811(JP,A)  
特開2012-108279(JP,A)  
特開2012-123165(JP,A)  
特開2012-032716(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08  
G02B 21/02 - 21/04  
G02B 25/00 - 25/04