

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4905778号
(P4905778)

(45) 発行日 平成24年3月28日 (2012. 3. 28)

(24) 登録日 平成24年1月20日 (2012. 1. 20)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 2 B 15/20 (2006. 01)

G O 2 B 15/20

G O 2 B 13/18 (2006. 01)

G O 2 B 13/18

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2006-223970 (P2006-223970)
 (22) 出願日 平成18年8月21日 (2006. 8. 21)
 (65) 公開番号 特開2008-46529 (P2008-46529A)
 (43) 公開日 平成20年2月28日 (2008. 2. 28)
 審査請求日 平成21年6月18日 (2009. 6. 18)

(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 小里 哲也
 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324
 番地 フジノン株式会社内
 審査官 井上 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】

物体側より順に、負の屈折力を有する第1群と、絞りと、正の屈折力を有する第2群と、正の屈折力を有する第3群から構成される実質的に3個のレンズ群からなり、

広角端から望遠端への変倍を、前記第1群と前記第2群との間隔および前記第2群と前記第3群との間隔を変化させることにより行い、

前記第1群は、物体側より順に、少なくとも1面の非球面を有すると共に像側の面が凹面とされた負レンズと、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズとからなり、

前記第2群は、物体側より順に、両凸レンズおよび物体側の面が凹面とされた負レンズによる接合レンズと、少なくとも1面が非球面である正の単レンズとからなる2群3枚構成であり、

かつ、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。

$$N2 > 1.95 \dots\dots (1)$$
$$0.2 < Da / |f1| < 0.3 \dots\dots (2)$$
$$2.0 < |f1| / fw < 3.0 \dots\dots (3)$$

ただし、

N2：第1群の正のメニスカスレンズのd線に対する屈折率

Da：第1群の負レンズの物体側頂点と正メニスカスレンズの像側頂点との間の光軸上の距離

f_1 : 第 1 群の焦点距離

f_w : 広角端における全系の焦点距離

とする。

【請求項 2】

さらに、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。

$$2.20 < |f_1| / f_w < 3.0 \dots\dots (3-1)$$

【請求項 3】

さらに、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。

$$N_1 > 1.75 \dots\dots (4)$$

$$1.0 < v_1 - v_2 < 1.9 \dots\dots (5)$$

ただし、

N_1 : 第 1 群の負レンズの d 線に対する屈折率

v_1 : 第 1 群の負レンズの d 線に対するアッベ数

v_2 : 第 1 群の正メニスカスレンズの d 線に対するアッベ数

とする。

【請求項 4】

さらに、以下の条件式を満足する

ことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$2.0 < |f_1| / f_w < 2.4 \dots\dots (6)$$

【請求項 5】

前記第 1 群における非球面の形状は、奇数次項を含む非球面係数により決定される

ことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

前記第 1 群における非球面の形状は、16 次項以上の係数を含む非球面係数により決定される

ことを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

請求項 1 ないし請求項 6 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、ビデオカメラやデジタルスチルカメラ等に好適に用いられる小型のズームレンズおよび撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ビデオカメラやデジタルスチルカメラ等に用いられるズームレンズとして、例えば、各レンズ群を光軸に沿って移動させることにより群間隔を変化させて変倍を行う 3 群方式のズームレンズが知られている。近年、このような撮像光学系において、小型化、高画質化への要求が強まっている。特許文献 1 ~ 4 には、3 群構成のズームレンズにおいて、各群の屈折力を負・正・正とし、非球面や接合レンズ等を活用することにより、全系の小型化や高画質化を図る技術が提案されている。

【特許文献 1】特開 2003 - 149556 号公報

【特許文献 2】特開 2006 - 39523 号公報

【特許文献 3】特開 2006 - 84829 号公報

【特許文献 4】特開 2006 - 23678 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

ここで、3群方式のズームレンズにおいて、小型化を達成するためには、使用時のレンズの最大全長の短縮と各レンズ群の総厚みの薄型化が必要となる。また、高画質化を達成するためには、球面収差、像面湾曲および色収差の補正が必要となる。しかしながら、上記各特許文献に記載のズームレンズでは、第1群全体の焦点距離が長い、または第1群全体の厚みが大きめに構成されているため、全長が長くなる傾向にあり、小型化の点で不十分である。また、上記各特許文献に記載のズームレンズの構成を前提としてより小型化を図ろうとすると、高画質化が図れなくなる。

【 0 0 0 4 】

また、特許文献1では、第2群の最も物体側の面を非球面とし、この非球面レンズを接合とする構成であるため、非球面を1面のみにしか設けられず、特に球面収差の補正が不十分となるという問題もある。また、特許文献2の構成では、第2群が3枚のレンズを貼り合わせた接合レンズにより構成されているため、設計の自由度が低く、特に球面収差の補正が困難である。また、特許文献3の構成では、主要な変倍部である第2群の焦点距離が長いため、レンズ全長が長くなり、小型化が難しい。また、特許文献4の構成では、第2群が正レンズと負レンズの2枚で構成されているため、軸上色収差の補正が困難である。従って、従来の3群方式のズームレンズに比べて小型かつ高画質のズームレンズ系の実現が望まれている。

【 0 0 0 5 】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、ビデオカメラやデジタルスチルカメラ等に好適に用いられる小型で高画質のズームレンズおよび撮像装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明によるズームレンズは、物体側より順に、負の屈折力を有する第1群と、絞りと、正の屈折力を有する第2群と、正の屈折力を有する第3群から構成される実質的に3個のレンズ群を備えるものである。広角端から望遠端への変倍については、第1群と第2群との間隔および第2群と第3群との間隔を変化させることにより行う。また、第1群は、物体側より順に、少なくとも1面の非球面を有すると共に像側の面が凹面とされた負レンズと、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズとを含んで構成されている。また、第2群は、物体側より順に、両凸レンズおよび物体側の面が凹面とされた負レンズによる接合レンズと、少なくとも1面が非球面である正の単レンズとからなる2群3枚構成である。さらに、以下の条件式を満足するように構成されている。ただし、 N_2 を第1群の正のメニスカスレンズのd線に対する屈折率、 D_a を第1群の負レンズの物体側頂点と正メニスカスレンズの像側頂点との間の光軸上の距離、 f_1 を第1群の焦点距離、 f_w を広角端における全系の焦点距離とする。

$$N_2 > 1.95 \quad \dots \dots (1)$$

$$0.2 < D_a / |f_1| < 0.3 \quad \dots \dots (2)$$

$$2.0 < |f_1| / f_w < 3.0 \quad \dots \dots (3)$$

【 0 0 0 7 】

本発明による撮像装置は、上記本発明によるズームレンズを備えたものである。

【 0 0 0 8 】

本発明によるズームレンズおよび撮像装置では、第1群と第2群との間隔および第2群と第3群との間隔を変化させることによって変倍が行われる。このズームレンズでは、第1群が、少なくとも1面に非球面を有すると共に像側の面が凹面とされた負レンズと、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズとの2枚で構成されると共に、その第1群の構成に関して所定の条件式が満足されていることで、第1群全体の構成が最適化され、諸収差を抑えつつ、特に第1群全体の薄型化と焦点距離の短縮化がなされる。これにより、諸収差を抑えつつ全長の短縮化に有利となる。

【 0 0 0 9 】

本発明によるズームレンズは、また、次の好ましい条件を適宜採用して満足することで、より小型化しやすく、より良好な画質を保つことができる。

【0010】

本発明に係るズームレンズは、また、以下の条件式を満足することが好ましい。ただし、 $N1$ を第1群の負レンズのd線に対する屈折率、 $v1$ を第1群の負レンズのd線に対するアッペ数、 $v2$ を第1群の正メニスカスレンズのd線に対するアッペ数とする。これにより、第1群内の各レンズの構成がより最適化され、特に第1群の総厚を抑えつつ色収差がより良好に補正される。

$$N1 > 1.75 \quad \dots\dots (4)$$

$$1.0 < v1 - v2 < 1.9 \quad \dots\dots (5)$$

10

【0011】

本発明に係るズームレンズは、さらに、以下の条件式を満足することが好ましい。これにより、全長の短縮化により有利となる。

$$2.0 < |f1| / fw < 2.4 \quad \dots\dots (6)$$

【0012】

本発明に係るズームレンズは、第2群が、物体側より順に、両凸レンズおよび物体側の面が凹面とされた負レンズによる接合レンズと、少なくとも1面が非球面である正の単レンズとからなる2群3枚構成である。これにより、諸収差の補正により有利となり、より良好な画質が保たれる。

【0013】

20

さらに、第1群における非球面の形状は、奇数次項を含む非球面係数により決定されることが好ましい。または、16次項以上の係数を含む非球面係数により決定されることが好ましい。これにより、諸収差の補正により有利となり、より良好な画質が保たれる。

【発明の効果】

【0014】

本発明のズームレンズまたは撮像装置によれば、3群方式のズームレンズにおいて、第1群全体の構成を最適化することで、諸収差を抑えつつ、特に第1群全体の薄型化と焦点距離の短縮化を図るようにしたので、諸収差を抑えつつ全長の短縮化が図られ、ビデオカメラやデジタルスチルカメラ等に好適な小型で高画質の撮影系を実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0015】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0016】

図1(A)、図1(B)は、本発明の一実施の形態に係るズームレンズの第1の構成例を示している。この構成例は、後述の第1の数値実施例(図5(A)、図5(B)、図6)のレンズ構成に対応している。図2(A)、図2(B)は、第2の構成例を示しており、後述の第2の数値実施例(図7(A)、図7(B)、図8)のレンズ構成に対応している。図3(A)、図3(B)は、第3の構成例を示しており、後述の第3の数値実施例(図9(A)、図9(B)、図10)のレンズ構成に対応している。図4(A)、図4(B)は、第4の構成例を示しており、後述の第4の数値実施例(図11(A)、図11(B)、図12)のレンズ構成に対応している。図1(A)、図1(B)~図4(A)、図4(B)において、符号 R_i は、最も物体側の構成要素の面を1番目として、像側(結像側)に向かうに従い順次増加するようにして符号を付した i 番目の面の曲率半径を示す。符号 D_i は、 i 番目の面と $i+1$ 番目の面との光軸 $Z1$ 上の面間隔を示している。なお、符号 D_i については、変倍に伴って変化するもののみ付すものとし、図1~図3では $D4$ 、 $D10$ 、 $D12$ 、図4では $D4$ 、 $D10$ について付す。なお、各構成例共に基本的な構成は同じなので、以下では図1に示した第1の構成例について説明し、必要に応じて図2~図4の構成例について説明する。

40

【0017】

このズームレンズは、デジタルスチルカメラやカメラ付き携帯電話機、ビデオカメラ等

50

に好適に用いられるものである。このズームレンズは、光軸 Z 1 に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 群 1 0 と、絞り S t と、絞り S t の直後に配置され正の屈折力を有する第 2 群 2 0 と、正の屈折力を有する第 3 群 3 0 とを備えている。また、結像面には、図示しない C C D (Charge Coupled Device : 電荷結合素子) や C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等の撮像素子が配置される。第 3 群 3 0 と撮像素子との間には、例えば撮像面保護用のカバーガラスや赤外線カットフィルタ等、レンズを装着するカメラ側の構成に応じて平板状の光学部材 C G が配置されている。

【 0 0 1 8 】

このズームレンズでは、広角端から望遠端への変倍が、第 1 群 1 0 と第 2 群 2 0 との間隔および第 2 群 2 0 と第 3 群 3 0 との間隔を変化させることによって行われる。この際、第 1 群 1 0、第 2 群 2 0 および第 3 群 3 0 が、図 1 (A)、図 1 (B) の実線で示した軌跡を描くように移動し、図 1 (A) は広角端でのレンズ位置、図 1 (B) は望遠端でのレンズ位置を示す。

【 0 0 1 9 】

第 1 群 1 0 は、物体側より順に、像側の面が凹面とされた 1 枚の負レンズ L 1 1 と、物体側に凸面を向けた 1 枚の正のメニスカスレンズ L 1 2 とからなる 2 枚構成となっている。負レンズ L 1 1 は、少なくとも 1 面が非球面形状となっている。また、負レンズ L 1 1 は、像側に強い凹面を向けた負メニスカスレンズであることが好ましい。ただし、負レンズ L 1 1 を平凹レンズや両凹レンズで構成しても良い。また、正のメニスカスレンズ L 1 2 は、物体側に強い凸面を向けていることが好ましい。

【 0 0 2 0 】

また、第 1 群 1 0 は、以下の条件式を満足している。ただし、N 2 を第 1 群 1 0 の正のメニスカスレンズ L 1 2 の d 線に対する屈折率、D a を第 1 群 1 0 の負レンズ L 1 1 の物体側頂点と正メニスカスレンズ L 1 2 の像側頂点との間の光軸上の距離 (図 1 (A) 参照)、f 1 を第 1 群 1 0 の焦点距離、f w を広角端における全系の焦点距離とする。

$$N 2 > 1 . 9 5 \quad \dots \dots (1)$$

$$0 . 2 < D a / | f 1 | < 0 . 3 \quad \dots \dots (2)$$

$$2 . 0 < | f 1 | / f w < 3 . 0 \quad \dots \dots (3)$$

【 0 0 2 1 】

さらに、第 1 群 1 0 は、以下の条件式を満足することが好ましい。ただし、N 1 を第 1 群 1 0 の負レンズ L 1 1 の d 線に対する屈折率、v 1 を第 1 群 1 0 の負レンズ L 1 1 の d 線に対するアッベ数、v 2 を第 1 群 1 0 の正メニスカスレンズ L 1 2 の d 線に対するアッベ数とする。

$$N 1 > 1 . 7 5 \quad \dots \dots (4)$$

$$1 0 < v 1 - v 2 < 1 9 \quad \dots \dots (5)$$

【 0 0 2 2 】

また、条件式 (3) は以下の範囲であることが好ましい。

$$2 . 0 < | f 1 | / f w < 2 . 4 \quad \dots \dots (6)$$

【 0 0 2 3 】

第 2 群 2 0 は、物体側より順に、1 枚の両凸レンズ L 2 1 および物体側の面が凹面とされた 1 枚の負レンズ L 2 2 による接合レンズと、正の単レンズ L 2 3 とからなる 2 群 3 枚構成であり、単レンズ L 2 3 の少なくとも 1 面が非球面形状となっている。

【 0 0 2 4 】

第 3 群 3 0 は、光軸近傍が両凸形状である 1 枚の正レンズ L 3 1 により構成されている。広角端から望遠端への変倍に際しては、第 3 群 3 0 は像側に移動するように構成されている。ただし、図 4 の構成例については、第 3 群 3 0 は固定群となっている。

【 0 0 2 5 】

図 2 2 は、本実施の形態に係る撮像装置 1 の構成を表す斜視図である。撮像装置 1 は、例えば、直方体形状の本体ケースの前面に、撮像光学系 1 1 を備えており、ケース内部には、撮像素子 1 2 を有している。また、本体ケースの背面には、例えばファインダ光学系

10

20

30

40

50

13が備えられている。この撮像光学系11として、上記のような構成のズームレンズが好適に用いられる。

【0026】

次に、以上のように構成されたズームレンズの作用および効果を説明する。

【0027】

このズームレンズでは、第1群10と第2群20の間隔および第2群20と第3群30の間隔を変化させることにより、変倍が行われる。ここで、デジタルカメラ等の撮影光学系では、小型化および高画質化への要求が高い。この場合、小型化を達成するには、使用時のレンズの最大全長の短縮と各レンズ群の総厚みの薄型化とが必須である。また、高画質化を達成するには球面収差、像面湾曲および色収差の補正が必須である。このため、このズームレンズでは、第1群10を、少なくとも1面に非球面を有すると共に像側の面が凹面とされた負レンズL11と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL12とで構成することで、少ないレンズ枚数で像面湾曲と色収差との補正を可能としている。また、第1群10の構成に関する所定の条件式を満足することで、第1群10全体の構成を最適化し、諸収差を抑えつつ、特に第1群10全体の薄型化と焦点距離の短縮化を行い、全長の短縮化を図っている。特に、条件式(2)、(3)により第1群10全体の薄型化と焦点距離の短縮化を行い、その第1群10全体の薄型化を図りやすくするために条件式(1)、(4)、(5)を満足して第1群10内の各レンズ材料を最適化することで、小型化と高画質化とを同時に実現している。以下、各条件式の作用・効果についてより詳しく説明する。

【0028】

条件式(1)は、第1群10の正のメニスカスレンズL12のd線に対する屈折率 N_2 に関するものである。また、条件式(4)は、第1群10の負レンズL11のd線に対する屈折率 N_1 に関するものである。これらの条件式(1)、(4)は、第1群10内の各レンズの厚みと像面湾曲の補正に寄与している。第1群10において、条件式(1)、(4)を満足するような高屈折率材料のレンズを用いることで、屈折力に対して各レンズ面の曲率半径を長くすることができ、各レンズの厚み、引いては第1群10全体の厚みを薄くすることができる。特に、条件式(1)と条件式(4)とを同時に満足することにより、第1群10のペッツバル和を適正にすることができるため、像面湾曲が良好に補正される。条件式(1)の下限を超えると、正レンズL12の曲率半径が短くなり、第1群10全体の厚みが増すため好ましくない。同様に、条件式(4)の下限を超えると、負レンズL11の曲率半径が短くなり、第1群10全体の厚みが増すため好ましくない。

【0029】

条件式(2)は、第1群10の総厚を示す値 D_a と、第1群10の焦点距離 f_1 の関係を規定するものである。条件式(2)を満足することで、鏡筒枠等の設計可能な範囲で、第1群10の厚みを薄くすることができる。条件式(2)の下限を超えると、第1群10の厚みは薄くなるが、レンズ間隔が狭小になりすぎて、鏡筒枠等の構成上困難となるため好ましくない。一方、条件式(2)の上限を超えると、第1群10全体の厚みが増すと共に、負レンズL11のレンズ外径が拡大することにより、小型化に不利となるため好ましくない。

【0030】

条件式(3)および条件式(6)は、第1群10の焦点距離 f_1 と、広角端における全系の焦点距離 f_w との関係を規定したものである。条件式(3)を満足することで、第1群10の屈折力を強めて、その薄型化を図りつつ、変倍時の収差変動を低減することができる。条件式(3)の下限を超えると、レンズ全長は短くなるが、第1群10の屈折力が強くなり過ぎ、変倍時の収差の変動が大きくなるため好ましくない。一方、条件式(3)の上限を超えると、変倍時の収差の変動は少なくなるが、第1群10の屈折力が弱くなり過ぎ、レンズ全長が長くなるため好ましくない。また、より好ましくは、条件式(6)を満足することで、第1群10全体の薄型化により有利となる。

【0031】

条件式(5)は、第1群10の負レンズL11のd線に対するアッペ数 v_1 と正メニスカスレンズL12のd線に対するアッペ数 v_2 との関係を規定したものである。第1群10の薄型化のためにレンズ間隔を短縮すると、軸外光線の各レンズ面における光軸からの高さに差がなくなり、倍率色収差が増大し、補正が難しくなる。しかしながら、条件式(5)を満足するように各レンズのアッペ数を最適化することにより、第1群10におけるレンズ間隔を鏡筒枠等の設計可能な範囲で短縮しつつ、倍率色収差を良好に補正することができる。条件式(5)の下限を超えると、倍率色収差を補正するには、レンズ間隔をさらに短縮する必要がある、鏡筒枠の構成上困難となるため好ましくない。一方、条件式(5)の上限を超えると、倍率色収差を補正するには、レンズ間隔を広げる必要がある、第1群10全体の厚みが増すため好ましくない。

10

【0032】

また、このズームレンズでは、第2群20を、両凸レンズL21および負レンズL22の接合レンズと、単レンズL23との2群3枚構成とすることにより、軸上色収差が低減される。さらに、単レンズL23について、その屈折力を正とし、少なくとも1面を非球面とすることにより、球面収差が良好に補正される。

【0033】

さらに、このズームレンズでは、第1群10の負レンズL11の少なくとも1面を非球面とし、この非球面形状を、奇数次項を含む係数あるいは16次以上の係数により決定することにより、球面収差、像面湾曲および歪曲収差が同時に良好に補正される。負レンズL11では、軸上光線と軸外光線の光軸からの高さの差が比較的大きいため、このような補正が有効に行われる。

20

【0034】

また、このズームレンズでは、広角端から望遠端への変倍の際、その使用態様により、第3群30を移動させてもよく、あるいは固定としてもよい。例えば、第3群30を像側に移動させて変倍を行うことにより、使用時のレンズ全長を短縮することができる。あるいは、第3群30を固定とすることで、変倍時のFNO.と射出瞳距離の変動を少なくすることができる。

【0035】

以上説明したように、本実施の形態に係るズームレンズによれば、3群方式のズームレンズにおいて、特に第1群10の屈折力等を適切に設定するようにしたので、第1群10の薄型化を図りつつ、諸収差を良好に補正することができる。これにより、デジタルスチルカメラ等に好適に用いられる小型で高画質のズームレンズ系を実現できる。

30

【実施例】

【0036】

次に、本実施の形態に係るズームレンズの具体的な数値実施例について説明する。以下では、第1の実施例を基本にして第1～第4の数値実施例をまとめて説明する。

【0037】

図5(A)、図5(B)、図6は、図1に示したズームレンズの構成に対応する具体的なレンズデータ(実施例1)を示している。特に図5(A)にはその基本的なレンズデータを示し、図5(B)にはズームに関するデータを示し、図6には非球面に関するデータを示す。

40

【0038】

図5(A)に示したレンズデータにおける面番号 S_i の欄には、最も物体側の構成要素の面を1番目として、像側に向かうに従い順次増加するようにして符号を付した i 番目($i=1\sim 14$)の面の番号を示している。曲率半径 R_i の欄には、図1において付した符号 R_i に対応させて、物体側から i 番目の面の曲率半径の値を示す。面間隔 D_i の欄についても、同様に物体側から i 番目の面 S_i と $i+1$ 番目の面 S_{i+1} との光軸上の間隔を示す。曲率半径 R_i および面間隔 D_i の値の単位はミリメートル(mm)である。 N_{dj} 、 v_{dj} の欄には、それぞれ、物体側から j 番目($j=1\sim 7$)の光学要素のd線(波長587.6nm)に対する屈折率およびアッペ数の値を示す。

50

【 0 0 3 9 】

実施例 1 に係るズームレンズは、変倍に伴って第 1 群 1 0 と第 2 群 2 0 との間隔および第 2 群 2 0 と第 3 群 3 0 との間隔が変化するため、面間隔 D_4 , D_{10} , D_{12} の値は可変となっている。図 5 (B) には、変倍時のデータとして、これらの面間隔 D_4 , D_{10} , D_{12} の広角端および望遠端における値を示す。ただし、後述の実施例 4 のズームレンズでは、第 3 群 3 0 が固定であるため、 D_4 および D_{10} の値についてのみ示す。また、図 5 (B) には、広角端および望遠端における全系の近軸焦点距離 f (mm)、F ナンバー (F N O .)、および画角 2ω (ω : 半画角) の値についても示す。なお、実施例 1 に係るズームレンズの変倍比は約 3 倍となっている。後述の実施例 2 ~ 実施例 4 についても同様である。

10

【 0 0 4 0 】

図 5 (A) のレンズデータにおいて、面番号の左側に付された記号「 * 」は、そのレンズ面が非球面形状であることを示す。これらの非球面の曲率半径としては、光軸近傍の数値を用いている。なお、実施例 1 に係るズームレンズでは、第 1 群 1 0 における負レンズ L_{11} の両面 (第 1 面、第 2 面)、第 2 群 2 0 における単レンズ L_{22} の両面 (第 9 面、第 10 面)、第 3 群 3 0 における両凸レンズ L_{31} の両面 (第 11 面、第 12 面) が非球面形状となっている。

【 0 0 4 1 】

図 6 に非球面データとして示した数値において、記号 " E " は、その次に続く数値が 1 0 を底とした " べき指数 " であることを示し、その 1 0 を底とした指数関数で表される数値が " E " の前の数値に乗算されることを示す。例えば、「 1 . 0 E - 0 2 」であれば、「 1 . 0 $\times 10^{-2}$ 」であることを示す。

20

【 0 0 4 2 】

非球面データとしては、以下の式 (A) によって表される非球面形状の式における各係数 K , A_i の値を記す。Z は、光軸から高さ h の位置にある非球面上の点から、非球面の頂点の接平面 (光軸に垂直な平面) に下ろした垂線の長さ (mm) を示す。

$$Z = C \cdot h^2 / \{ 1 + (1 - K \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2} \} + \sum A_i \cdot h^i \dots\dots (A)$$

($i = 3 \sim n$, $n : 3$ 以上の整数)

ただし、

Z : 非球面の深さ (mm)

h : 光軸からレンズ面までの距離 (高さ) (mm)

K : 円錐定数

C : 近軸曲率 = $1 / R$

(R : 近軸曲率半径)

A_i : 第 i 次の非球面係数

30

【 0 0 4 3 】

また、各非球面には、偶数次のみならず奇数次の項を含む非球面係数が用いられている。特に、第 1 群 1 0 では、負レンズ L_{11} の両面 (第 1 面、第 2 面) が非球面形状となっており、その非球面係数には、16 次項以上の係数が用いられている。具体的には、第 1 面および第 2 面が第 3 次 ~ 第 20 次の係数 $A_3 \sim A_{20}$ を用いて有効に表されている。また、第 2 群 2 0 では、正レンズ L_{23} の両面 (第 9 面、第 10 面) が非球面となっており、第 9 面および第 10 面が第 3 次 ~ 第 12 次の係数 $A_3 \sim A_{12}$ を用いて有効に表されている。さらに、第 3 群 3 0 においても、正レンズ L_{31} の両面 (第 11 面、第 12 面) が非球面となっており、第 11 面および第 12 面が第 3 次 ~ 第 12 次の係数 $A_3 \sim A_{12}$ を用いて有効に表されている。ただし、後述の実施例 2 については、第 11 面および第 12 面の係数が第 3 次 ~ 第 10 次の係数 $A_3 \sim A_{10}$ を用いて表されている。

40

【 0 0 4 4 】

以上の実施例 1 に係るズームレンズと同様にして、実施例 2 に係るズームレンズのレンズデータを図 7 (A) , 図 7 (B) , 図 8 に示す。また同様にして、実施例 3 に係るズームレンズのレンズデータを図 9 (A) , 図 9 (B) , 図 10 に示す。また同様にして、実

50

施例 4 に係るズームレンズのレンズデータを図 1 1 (A) , 図 1 1 (B) , 図 1 2 に示す。

【 0 0 4 5 】

図 1 3 には、上述の条件式 (1) ~ (6) に関する値を、各実施例についてまとめたものを示す。図 1 3 から分かるように、各実施例に係るズームレンズに関して、各条件式の数値範囲内となっている。

【 0 0 4 6 】

図 1 4 (A) ~ 図 1 4 (D) は、実施例 1 に係るズームレンズにおける広角端での球面収差、非点収差、ディストーション (歪曲収差) 、および倍率色収差を示している。図 1 5 (A) ~ 図 1 5 (D) は、望遠端での同様の諸収差を示している。各収差図には、d 線を基準波長とした収差を示す。球面収差図には、波長 4 6 0 nm 線および波長 6 1 5 nm 線についての収差も示す。非点収差図において、実線はサジタル方向、破線はタンジェンシャル方向の収差を示す。F N O . は F 値、 ω は半画角を示す。

【 0 0 4 7 】

同様に、実施例 2 に係るズームレンズについての諸収差を図 1 6 (A) ~ 図 1 6 (D) (広角端) 、および図 1 7 (A) ~ 図 1 7 (D) (望遠端) に示す。また同様に、実施例 3 に係るズームレンズについての諸収差を図 1 8 (A) ~ 図 1 8 (D) (広角端) 、および図 1 9 (A) ~ 図 1 9 (D) (望遠端) に示す。また同様に、実施例 4 に係るズームレンズについての諸収差を図 2 0 (A) ~ 図 2 0 (D) (広角端) 、および図 2 1 (A) ~ 図 2 1 (D) (望遠端) に示す。

【 0 0 4 8 】

以上の数値データおよび収差図から分かるように、各実施例について、第 1 群の薄型化と全長の短縮化が図られると共に、諸収差が良好に補正され、デジタルスチルカメラ等に好適に用いられる小型で高画質のズームレンズが実現できている。

【 0 0 4 9 】

なお、本発明は、上記実施の形態および各実施例に限定されず種々の変形実施が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔および屈折率の値などは、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。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 0 】

【 図 1 】 本発明の一実施の形態に係るズームレンズの第 1 の構成例を示すものであり、実施例 1 に対応するレンズ断面図である。

【 図 2 】 本発明の一実施の形態に係るズームレンズの第 2 の構成例を示すものであり、実施例 2 に対応するレンズ断面図である。

【 図 3 】 本発明の一実施の形態に係るズームレンズの第 3 の構成例を示すものであり、実施例 3 に対応するレンズ断面図である。

【 図 4 】 本発明の一実施の形態に係るズームレンズの第 4 の構成例を示すものであり、実施例 4 に対応するレンズ断面図である。

【 図 5 】 実施例 1 に係るズームレンズのレンズデータを示す図であり、(A) は基本レンズデータ、(B) はズームに関するデータを示す。

【 図 6 】 実施例 1 に係るズームレンズの非球面に関するデータを示す。

【 図 7 】 実施例 2 に係るズームレンズのレンズデータを示す図であり、(A) は基本レンズデータ、(B) はズームに関するデータを示す。

【 図 8 】 実施例 2 に係るズームレンズの非球面に関するデータを示す。

【 図 9 】 実施例 3 に係るズームレンズのレンズデータを示す図であり、(A) は基本レンズデータ、(B) はズームに関するデータを示す。

【 図 1 0 】 実施例 3 に係るズームレンズの非球面に関するデータを示す。

【 図 1 1 】 実施例 4 に係るズームレンズのレンズデータを示す図であり、(A) は基本レンズデータ、(B) はズームに関するデータを示す。

【 図 1 2 】 実施例 4 に係るズームレンズの非球面に関するデータを示す。

【図 1 3】条件式に関する値を各実施例についてまとめて示した図である。

【図 1 4】実施例 1 に係るズームレンズの広角端における諸収差を示す収差図であり、(A) は球面収差、(B) は非点収差、(C) はディストーション、(D) は倍率色収差を示す。

【図 1 5】実施例 1 に係るズームレンズの望遠端における諸収差を示す収差図であり、(A) は球面収差、(B) は非点収差、(C) はディストーション、(D) は倍率色収差を示す。

【図 1 6】実施例 2 に係るズームレンズの広角端における諸収差を示す収差図であり、(A) は球面収差、(B) は非点収差、(C) はディストーション、(D) は倍率色収差を示す。

10

【図 1 7】実施例 2 に係るズームレンズの望遠端における諸収差を示す収差図であり、(A) は球面収差、(B) は非点収差、(C) はディストーション、(D) は倍率色収差を示す。

【図 1 8】実施例 3 に係るズームレンズの広角端における諸収差を示す収差図であり、(A) は球面収差、(B) は非点収差、(C) はディストーション、(D) は倍率色収差を示す。

【図 1 9】実施例 3 に係るズームレンズの望遠端における諸収差を示す収差図であり、(A) は球面収差、(B) は非点収差、(C) はディストーション、(D) は倍率色収差を示す。

【図 2 0】実施例 4 に係るズームレンズの広角端における諸収差を示す収差図であり、(A) は球面収差、(B) は非点収差、(C) はディストーション、(D) は倍率色収差を示す。

20

【図 2 1】実施例 4 に係るズームレンズの望遠端における諸収差を示す収差図であり、(A) は球面収差、(B) は非点収差、(C) はディストーション、(D) は倍率色収差を示す。

【図 2 2】本発明の一実施の形態に係るズームレンズを搭載した撮像装置の一例を示す斜視図である。

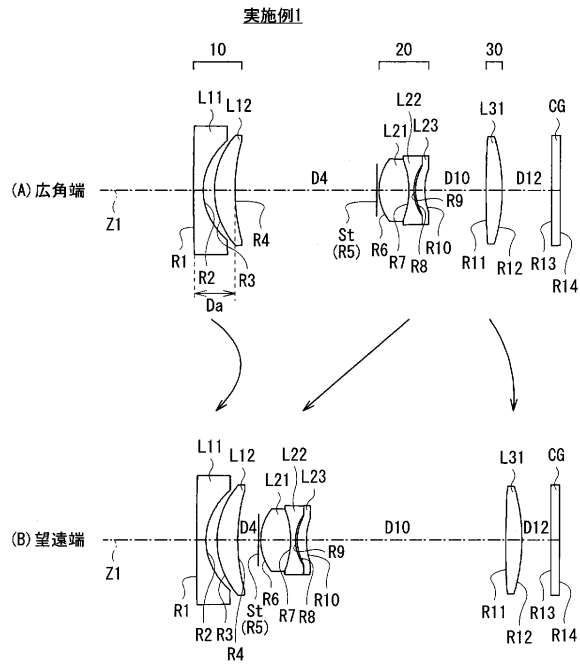
【符号の説明】

【 0 0 5 1 】

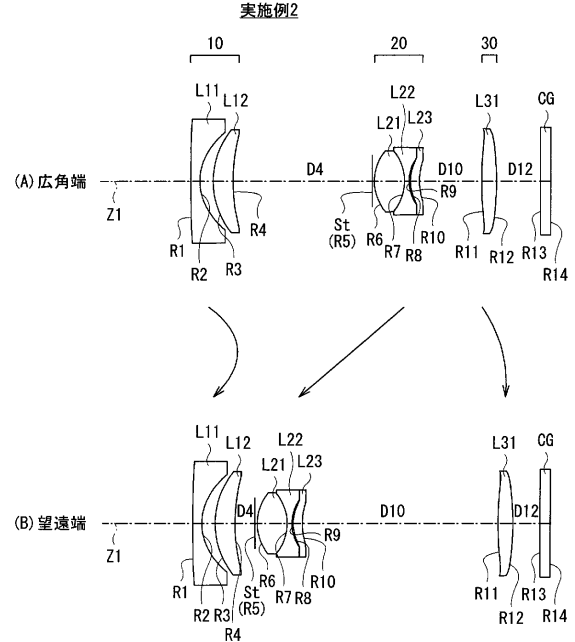
1 0 ... 第 1 群、2 0 ... 第 2 群、3 0 ... 第 3 群、C G ... 光学部材、S t ... 絞り、R i ... 物体側から第 i 番目のレンズ面の曲率半径、D i ... 物体側から第 i 番目と第 i + 1 番目のレンズ面との面間隔、Z 1 ... 光軸。

30

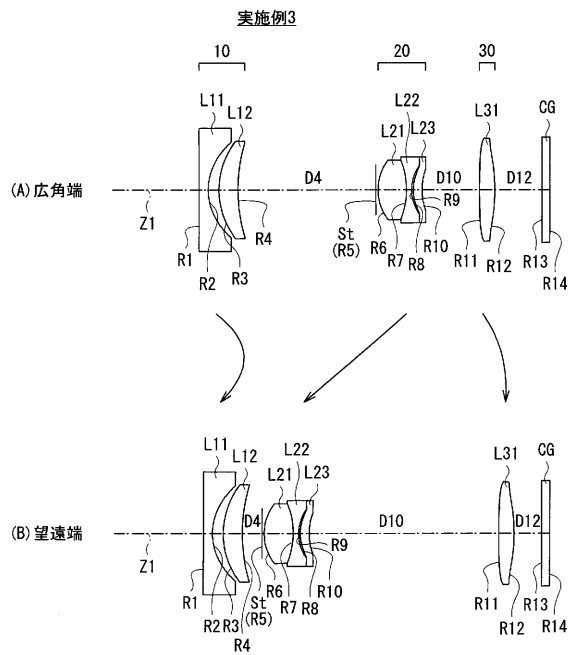
【図 1】



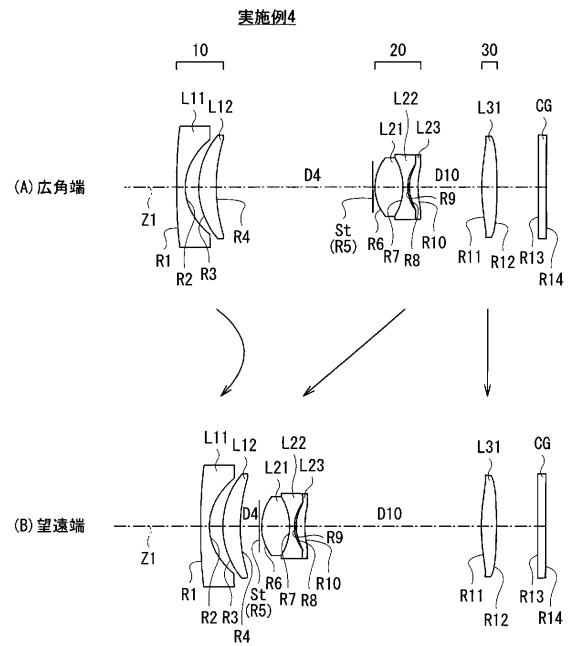
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

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 (γ ヲハ ² 数)
*1	999.0949	1.00	1.80348	40.4
*2	6.5152	1.20		
3	9.1391	2.20	2.00069	25.5
4	20.566	D4(可変)		
5(絞り)	—	0.25		
6	5.5741	3.25	1.72916	54.7
7	-9.1370	0.51	1.63980	34.5
8	4.6687	0.19		
*9	4.8197	1.00	1.56865	58.6
*10	7.7840	D10(可変)		
*11	115.0089	1.73	1.69098	52.9
*12	-19.1795	D12(可変)		
13	∞	0.91	1.51680	64.2
14	∞			

(*: 非球面)

(B)

実施例 1・ズームに関するデータ						
	焦点距離 f	FNO.	画角 (2 ω)	D4	D10	D12
広角端	8.38	2.91	63.4	15.33	6.59	5.29
望遠端	23.68	5.33	23.2	2.23	21.52	3.10

【図 6】

実施例 1・非球面データ			
非球面 係数	面番号		
	第 1 面	第 2 面	第 9 面
K	8.491233E+0	2.773683E-1	-2.983030E-1
A3	-1.080259E-3	-1.180956E-3	-3.052390E-3
A4	1.220810E-3	1.549467E-3	6.272003E-3
A5	-4.810677E-4	-5.112136E-4	-4.510576E-3
A6	7.586500E-5	4.003801E-5	1.664278E-3
A7	-7.018941E-7	1.487466E-5	1.895215E-5
A8	-8.812147E-7	-2.469155E-6	-1.863750E-4
A9	-2.741988E-9	-4.622533E-8	-5.610217E-6
A10	7.377607E-9	5.201855E-9	1.361188E-5
A11	8.140819E-10	-8.959601E-9	3.256313E-6
A12	1.108813E-10	3.380012E-9	-1.515778E-6
A13	-1.274922E-11	8.788580E-11	—
A14	-3.461394E-12	-4.304007E-11	—
A15	-3.295701E-13	-7.057788E-12	—
A16	1.959234E-14	8.157601E-13	—
A17	3.274328E-15	-1.298836E-13	—
A18	8.733922E-16	-4.057297E-15	—
A19	1.220858E-16	7.235203E-15	—
A20	-2.360039E-17	-4.949724E-16	—
	第 10 面	第 11 面	第 12 面
K	4.914230E+0	9.703311E+0	1.049999E+1
A3	-3.806869E-3	-1.715369E-3	-1.304748E-3
A4	7.710340E-3	2.399227E-3	3.491940E-3
A5	-6.158071E-3	-8.823445E-4	-2.056990E-3
A6	2.424436E-3	-3.867153E-5	6.794330E-4
A7	-7.199059E-5	9.624072E-5	-1.567322E-4
A8	-2.079736E-4	-2.393386E-5	2.704882E-5
A9	-4.926662E-6	2.699064E-6	-2.522496E-6
A10	1.213445E-5	-2.018755E-7	8.129179E-9
A11	4.201108E-6	1.682580E-8	9.451658E-9
A12	-1.522011E-6	-8.469496E-10	3.828676E-10

【図 7】

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 (γ ヲハ ² 数)
*1	358.4736	1.000	1.80348	40.4
*2	6.1832	1.454		
3	9.2999	2.187	2.00069	25.5
4	21.0218	D4(可変)		
5(絞り)	—	0.250		
6	5.4438	3.300	1.70000	48.1
7	-5.4438	0.510	1.64769	33.8
8	4.5725	0.150		
*9	4.5747	1.000	1.56865	58.6
*10	8.2207	D10(可変)		
*11	37.7354	1.630	1.69098	52.9
*12	-33.6552	D12(可変)		
13	∞	1.130	1.51680	64.2
14	∞			

(*: 非球面)

(B)

実施例 2・ズームに関するデータ						
	焦点距離 f	FNO.	画角 (2 ω)	D4	D10	D12
広角端	8.04	2.90	65.6	15.21	6.90	4.82
望遠端	22.70	5.28	24.0	2.17	21.53	3.00

【図 8】

実施例 2・非球面データ			
非球面 係数	面番号		
	第 1 面	第 2 面	第 9 面
K	7.988789E+0	-8.074420E-2	-1.396186E+0
A3	-2.150672E-4	-7.018180E-4	-3.357865E-3
A4	5.953954E-4	1.726834E-3	8.583465E-3
A5	-1.688758E-4	-7.370747E-4	-6.377734E-3
A6	1.328011E-5	2.100231E-4	3.499959E-3
A7	1.560752E-6	-2.122507E-5	-4.744586E-4
A8	-3.068742E-7	-3.240192E-6	-6.693863E-4
A9	-8.887682E-9	5.241453E-7	3.499238E-4
A10	2.128882E-9	7.098156E-8	-4.154858E-5
A11	3.579294E-10	-1.054934E-8	-1.042189E-5
A12	8.721414E-11	2.044475E-9	1.976385E-6
A13	-5.016242E-12	-1.808538E-10	—
A14	-2.418889E-12	-5.869431E-11	—
A15	-2.845252E-13	-7.356467E-12	—
A16	2.498715E-14	1.385097E-12	—
A17	1.672149E-15	1.168192E-13	—
A18	6.800960E-16	2.820220E-14	—
A19	5.936425E-17	-3.906962E-16	—
A20	-1.463282E-17	-6.834851E-16	—
	第 10 面	第 11 面	第 12 面
K	9.006963E+0	-9.233118E+0	-9.994489E+0
A3	-3.997339E-3	-1.736945E-3	-3.072829E-3
A4	9.085528E-3	-2.401405E-4	2.153011E-3
A5	-1.121536E-2	1.064991E-3	-8.508407E-4
A6	7.363923E-3	-4.684514E-4	3.845010E-4
A7	-2.052295E-3	9.095648E-5	-1.329521E-4
A8	-2.719812E-4	-1.108604E-5	2.323770E-5
A9	1.946921E-4	1.242332E-6	-1.628426E-6
A10	5.847527E-6	-9.070544E-8	1.246577E-8
A11	-9.129642E-6	—	—
A12	-6.321805E-7	—	—

【図 9】

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)	Nd (屈折率)	ν_d (アベ数)
*1	999.9974	1.000	1.75512	45.6
*2	6.3430	1.218		
3	9.1400	2.136	2.00330	28.3
4	19.3917	D4(可変)		
5(絞り)	—	0.250		
6	5.6274	3.250	1.72916	54.7
7	-9.1013	0.586	1.6398	34.5
8	4.7893	0.190		
*9	4.9086	1.000	1.56865	58.6
*10	7.6927	D10(可変)		
*11	90.8171	1.730	1.69098	52.9
*12	-18.9905	D12(可変)		
13	∞	0.91	1.51680	64.2
14	∞			

(*:非球面)

実施例 3・ズームに関するデータ					
	焦点距離 f	FNO	画角(2 ω)	D4	D10
広角端	8.38	2.88	63.4	15.41	6.50
望遠端	23.68	5.28	23.2	2.20	21.38

【図 10】

実施例 3・非球面データ			
非球面 係数	面番号		
	第 1 面	第 2 面	第 9 面
K	-8.325041E+0	3.255320E-2	-5.172547E-1
A3	-1.243650E-3	-1.372480E-3	-2.848940E-3
A4	1.040911E-3	1.493754E-3	6.129604E-3
A5	-4.460536E-4	-4.914308E-4	-4.480050E-3
A6	7.676880E-5	4.414174E-5	1.694754E-3
A7	-9.370945E-7	1.498856E-5	4.427441E-6
A8	-9.206412E-7	-2.553851E-6	-1.909327E-4
A9	-5.664047E-9	-5.926902E-8	-5.263911E-6
A10	7.404918E-9	3.840178E-9	1.432289E-5
A11	8.643870E-10	-8.918139E-9	3.374481E-6
A12	1.214999E-10	3.413956E-9	-1.568189E-6
A13	-1.131363E-11	9.526876E-11	—
A14	-3.351031E-12	-4.239035E-11	—
A15	-3.296583E-13	-6.973831E-12	—
A16	1.697497E-14	8.193192E-13	—
A17	2.501347E-15	-1.309606E-13	—
A18	7.802297E-16	-4.413341E-15	—
A19	1.179962E-16	7.166622E-15	—
A20	-2.072268E-17	-5.046399E-16	—
	第 10 面	第 11 面	第 12 面
K	4.327609E+0	-9.983122E+0	1.049999E+1
A3	-3.533305E-3	-1.663871E-3	-1.279101E-3
A4	7.352505E-3	2.330902E-3	3.419010E-3
A5	-5.986629E-3	-8.683298E-4	-2.014192E-3
A6	2.422727E-3	-2.924192E-5	6.773008E-4
A7	-8.962244E-5	9.575510E-5	-1.567977E-4
A8	-2.111399E-4	-2.419925E-5	2.720458E-5
A9	-3.804312E-6	2.690307E-6	-2.514904E-6
A10	1.296861E-5	-1.942208E-7	2.947415E-9
A11	4.411955E-6	1.816060E-8	8.591625E-9
A12	-1.617359E-6	-1.044316E-9	6.586456E-10

【図 11】

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)	Nd (屈折率)	ν_d (アベ数)
*1	100.0000	1.000	1.80348	40.4
*2	6.2542	1.528		
3	9.3353	2.001	2.00069	25.5
4	19.2049	D4(可変)		
5(絞り)	—	0.250		
6	5.5700	3.186	1.72000	46.0
7	-6.5992	0.534	1.66680	33.1
8	4.4063	0.190		
*9	4.6787	1.000	1.51760	63.5
*10	11.6151	D10(可変)		
*11	18.3913	1.730	1.51760	63.5
*12	-199.9421	4.717		
13	∞	0.91	1.51680	64.2
14	∞			

(*:非球面)

実施例 4・ズームに関するデータ					
	焦点距離 f	FNO	画角(2 ω)	D4	D10
広角端	7.95	2.89	66.2	17.74	7.34
望遠端	22.46	4.96	24.4	2.18	20.12

【図 12】

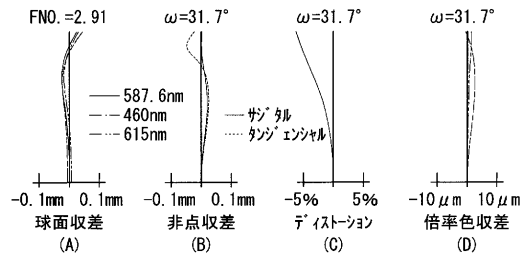
実施例 4・非球面データ			
非球面 係数	面番号		
	第 1 面	第 2 面	第 9 面
K	-9.533059E+0	6.613569E-1	9.152795E-1
A3	-1.002792E-3	-1.478050E-3	-3.904235E-3
A4	1.492745E-3	2.113700E-3	6.987800E-3
A5	-5.468164E-4	-8.496906E-4	-6.248170E-3
A6	7.421819E-5	1.082274E-4	2.095423E-3
A7	1.069564E-6	1.201922E-5	1.654463E-4
A8	-8.495048E-7	-3.531256E-6	-2.126627E-4
A9	-2.305831E-8	-3.728858E-8	-3.248306E-5
A10	4.228299E-9	2.162515E-8	1.345362E-5
A11	6.604794E-10	-6.365391E-9	7.529691E-6
A12	1.376975E-10	3.407206E-9	-2.362246E-6
A13	-4.893238E-12	2.439848E-11	—
A14	-2.478385E-12	-5.711139E-11	—
A15	-2.668421E-13	-8.705399E-12	—
A16	1.250851E-14	8.956288E-13	—
A17	6.411772E-16	-6.058986E-14	—
A18	4.357148E-16	1.187340E-14	—
A19	9.858655E-17	8.472388E-15	—
A20	-1.365664E-17	-1.108085E-15	—
	第 10 面	第 11 面	第 12 面
K	9.999616E+0	2.452067E+0	1.047283E+1
A3	-3.935179E-3	-5.723058E-3	-8.625043E-3
A4	8.147584E-3	2.460537E-3	6.640312E-3
A5	-5.803982E-3	-1.949397E-4	-2.941302E-3
A6	2.082293E-3	-2.241697E-4	8.217003E-4
A7	-1.639108E-4	9.485734E-5	-1.642918E-4
A8	-1.000647E-4	-2.146090E-5	2.386715E-5
A9	3.592003E-5	2.971121E-6	-2.531170E-6
A10	-1.287156E-6	-2.133953E-7	1.080694E-7
A11	-7.880633E-6	9.562097E-9	2.394834E-8
A12	1.947212E-6	-7.791199E-10	-3.094011E-9

【図 13】

条件式に関する値				
	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
N2	2.00069	2.00069	2.00330	2.00069
$D_a/ f1 $	0.23	0.26	0.22	0.25
$ f1 /f_w$	2.27	2.20	2.32	2.30
N1	1.80348	1.80348	1.75512	1.80348
$\nu 1-\nu 2$	14.9	14.9	17.3	14.9

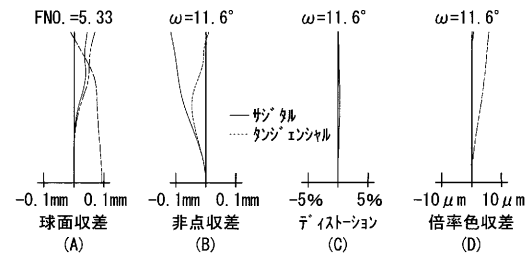
【図 14】

実施例1(広角端)



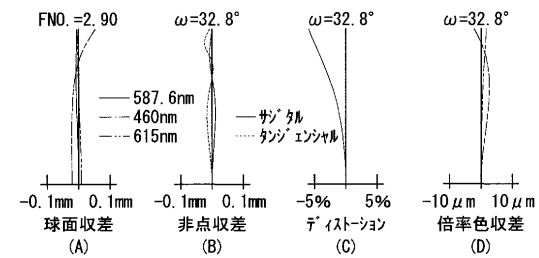
【図 15】

実施例1(望遠端)



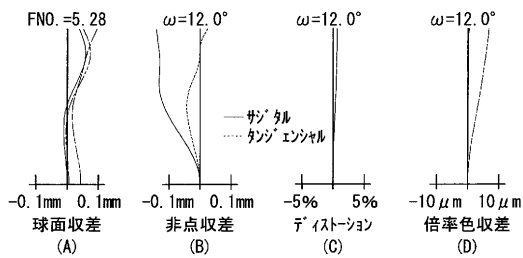
【図 16】

実施例2(広角端)



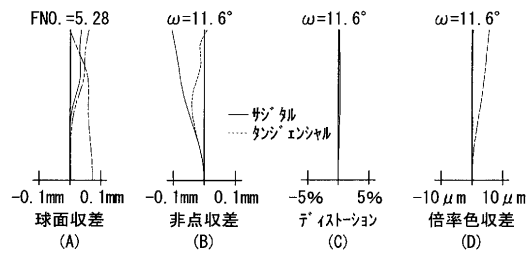
【図 17】

実施例2(望遠端)



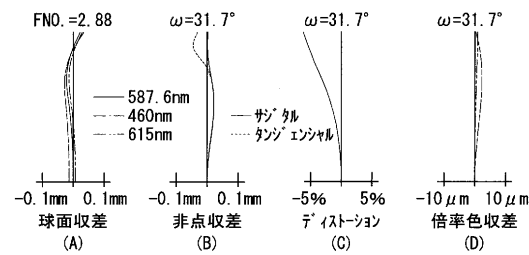
【図 19】

実施例3(望遠端)



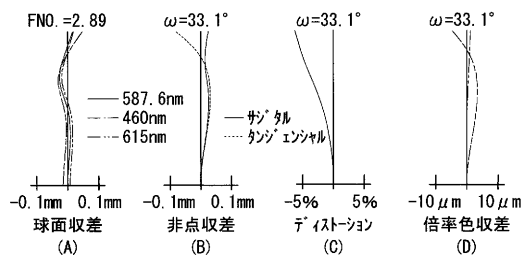
【図 18】

実施例3(広角端)



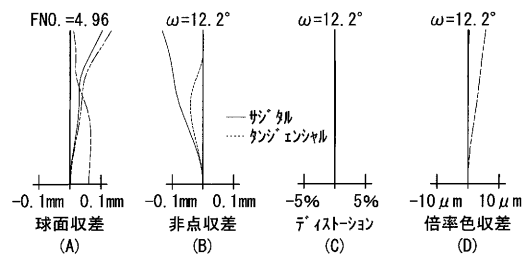
【図 20】

実施例4(広角端)

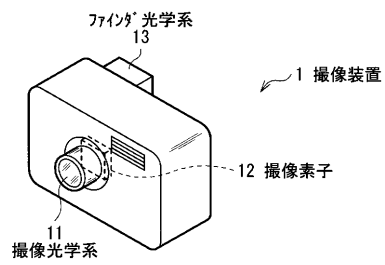


【図 2 1】

実施例4(望遠端)



【図 2 2】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-194974(JP,A)
特開2005-321744(JP,A)
特開2007-148052(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 15/00 - 15/28