

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4507140号  
(P4507140)

(45) 発行日 平成22年7月21日(2010.7.21)

(24) 登録日 平成22年5月14日(2010.5.14)

(51) Int. Cl. F I  
**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 2 (全 12 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2000-51304 (P2000-51304)                  (22) 出願日 平成12年2月28日 (2000.2.28)                  (65) 公開番号 特開2001-242378 (P2001-242378A)                  (43) 公開日 平成13年9月7日 (2001.9.7)                  審査請求日 平成18年11月15日 (2006.11.15)</p>	<p>(73) 特許権者 000005430                  フジノン株式会社                  埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地                  (74) 代理人 100097984                  弁理士 川野 宏                  (72) 発明者 田中 剛                  埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地 富士写真光機株式会社内                  審査官 森内 正明</p> <p>(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</p>
--	--

(54) 【発明の名称】 3群ズームレンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群および正の屈折力を有する第3レンズ群が配列されるとともに、前記第2レンズ群内には光量を調節する絞りが配設され、

広角から望遠に向かって変倍する際には、前記第1レンズ群を前記第2レンズ群に相対的に近づくよう移動させるとともに、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群を物体側に移動させ、

無限遠から近距離へフォーカシングする際には、前記第3レンズ群を物体側に移動させる3群ズームレンズにおいて、

前記第1レンズ群は負レンズと正レンズの2枚で構成されるとともに前記第2レンズ群は1枚の負レンズと2枚の正レンズで構成され、かつ前記各レンズ群の各々が少なくとも1つの非球面を有し、

無限遠合焦時においては、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔は変倍時に一定となるように構成され、

さらに下記の条件式(1)から(5)を満足することを特徴とする3群ズームレンズ。

$$0.3 < f_w / |f_1| < 0.6 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$1.1 < f_T / |f_1| < 1.6 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$0.4 < f_2 / f_3 < 0.8 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$0.15 < D_{2w} / f_3 < 0.3 \quad \dots\dots\dots (4)$$

$2 p > 6 8$  ..... ( 5 )

ただし、 $f_i$  は第  $i$  レンズ群の焦点距離、 $f_w$  は広角端における全系の焦点距離、 $f_T$  は望遠端における全系の焦点距離、 $D_{2w}$  は広角端の無限遠合焦時における第 2 レンズ群の最も像側の面から第 3 レンズ群の最も物体側の面までの間隔、 $2 p$  は第 2 レンズ群の正レンズのアップ数の平均値である。

【請求項 2】

前記第 1 レンズ群は物体側から順に、像側に強い曲率の凹面を向けた負レンズ、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズの 2 枚で構成され、

前記第 2 レンズ群は物体側から順に、両凸レンズ、物体側に強い曲率の凸面を向けた正レンズおよび像側に強い曲率の凹面を向けた負レンズの 3 枚で構成され、

前記第 3 レンズ群は物体側に強い曲率の凸面を向けた 1 枚の正レンズで構成され、

前記第 1 レンズ群の前記負レンズおよび前記第 2 レンズ群の少なくとも 1 つの前記正レンズの各々が非球面を有するように構成され、

前記絞りが、前記第 2 レンズ群の最も物体側に配設され、

さらに、下記条件式 ( 6 ) から ( 8 ) を満足することを特徴とする請求項 1 記載の 3 群ズームレンズ。

$N_{1n} > 1.72$  ..... ( 6 )

$1_n - 1_p > 1.1$  ..... ( 7 )

$2.5 < (R_4 + R_3) / (R_4 - R_3) < 6$  ..... ( 8 )

ただし、 $N_{1n}$  は第 1 レンズ群の負レンズの屈折率、 $1_n$  は第 1 レンズ群の負レンズのアップ数、 $1_p$  は第 1 レンズ群の正レンズのアップ数、 $R_3$  および  $R_4$  はそれぞれ第 1 レンズ群の正レンズの物体側の面および像側の面の曲率半径である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は 3 群ズームレンズ、特にデジタルカメラやビデオカメラに用いられる、固体撮像素子を有する 3 群ズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、各種カメラのズームレンズとして 3 群ズームレンズが知られている。3 群ズームレンズはコンパクト化を図り、かつ収差補正を良好にするという観点から広く用いられている。

【0003】

そして、近年急速に普及しつつあるデジタルカメラやビデオカメラにおいては、一般のカメラに用いられるものと同様にレンズの小型化、高画質化、低ディストーション化等が望まれる一方で、CCD 等の固体撮像素子を用いたことによる特有の条件を満足させる必要がある。

【0004】

ところで、デジタルカメラやビデオカメラにおいては、オートフォーカスが主流となっており、フォーカシングの高速化が望まれている。そのため、ズームレンズのフォーカシング方式としては、レンズ重量を軽くでき、なおかつカメラ本体側にレンズが近く駆動操作が容易な、インナーフォーカス式やリアフォーカス式が頻繁に使用されており、レンズ群数としては 2 群構成とするよりも 3 群構成とすることが望ましく、本願発明者は、このような種々の問題に対処し得る、3 群ズームレンズを既に開示している（特開平 10-29325 3 号公報）。

【0005】

この公報記載のものの特徴は、撮像面からの射出瞳位置を十分に遠くすることにある。従来、CCD 等の固体撮像素子は、写真用のフィルムとは異なり、撮像面に対し垂直に近い角度で入射させないと効率良く受光することができなかつた。したがって、CCD 撮像面上に被写体像を結像するための光学系の条件としては、撮像面上のどの像高位置に

10

20

30

40

50

対しても主光線がほぼ垂直に入射すること、つまり撮像面からの射出瞳位置を十分に遠くする必要があった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、近年、光学系の小型化を促進するため、射出瞳が、撮像面の物体側方向の有限距離に位置するときに最も効率良く受光することができるようなCCDが開発され、その結果最大像高の5倍程度の射出瞳位置まで良好に受光可能となっている。

【0007】

そのようなCCDにおいては、射出瞳位置が遠くなるとむしろ受光効率が悪くなってしまい、上記公報に記載されているように第3レンズ群が変倍時にほとんど移動しない構成のものにおいては、逆にその点で不利となってしまう。

10

【0008】

一方、従来3群構成リアフォーカス式の他のズームレンズとしては、特開昭59-31922号公報に記載されたものが知られている。このズームレンズは至近距離合焦時において、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を一定に保ちながら変倍が行われるため、広角端において撮像面からの射出瞳位置が近くなり過ぎることが多く、一定の距離を保とうとすると、望遠端の無限遠合焦時において第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が大きくなり、小型化の要求を満足することが困難となる。

【0009】

このような観点から、本願発明者は、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を一定に保ちながら変倍可能とし、また、所定の複数位置に非球面を配することにより6枚構成とした3群ズームレンズを開示している(特願平11-90762号明細書)。この3群ズームレンズによれば、小型化を図りつつ諸収差を良好なものとすることができ、前述した従来技術の諸問題は解決されているといえる。

20

【0010】

しかしながら、電子スチルカメラ等に使用されるCCDは、今後もその総画素数の飛躍的な増大が予測され、現に300万を越えるものも次々と開発されている。そのため、電子スチルカメラ等に用いられる撮影レンズには、ますます高い解像力が要求されている。また、この高解像力の要請とともに、F2.8程度の明るいレンズに対する要請も高まっているが、明るいレンズとするために周辺光量まで確保しようとする、色収差が増加してしまう。したがって、カラー画像の画質の良好性が求められる今日においては、色収差を抑えつつ明るいレンズとすることが必要となる。

30

【0011】

本発明はこのような事情に鑑みなされたもので、F2.8程度の明るさを有するとともに2.5倍以上の変倍比を有し、フォーカシングの高速化を図ることが可能であり、レンズ前面から撮像面までの全長が最大撮像サイズ(=最大像高×2)の6倍以下と小型でありながら、十分な高解像力を発揮し得る、色収差を含めた諸収差が良好な3群ズームレンズを提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

40

本発明の3群ズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群および正の屈折力を有する第3レンズ群が配列されるとともに、前記第2レンズ群内には光量を調節する絞りが配設され、

広角から望遠に向かって変倍する際には、前記第1レンズ群を前記第2レンズ群に相対的に近づくよう移動させるとともに、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群を物体側に移動させ、

無限遠から近距離へフォーカシングする際には、前記第3レンズ群を物体側に移動させる3群ズームレンズにおいて、

前記第1レンズ群は負レンズと正レンズの2枚で構成されるとともに前記第2レンズ群は1枚の負レンズと2枚の正レンズで構成され、かつ前記各レンズ群の各々が少なくとも

50

1つの非球面を有し、

無限遠合焦時においては、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔は変倍時に一定となるように構成され、

さらに下記の条件式(1)から(5)を満足することを特徴とするものである。

$$0.3 < f_w / |f_1| < 0.6 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$1.1 < f_T / |f_1| < 1.6 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$0.4 < f_2 / f_3 < 0.8 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$0.15 < D_{2w} / f_3 < 0.3 \quad \dots\dots\dots (4)$$

$${}_2P > 6.8 \quad \dots\dots\dots (5)$$

ただし、 $f_i$  は第*i*レンズ群の焦点距離、 $f_w$  は広角端における全系の焦点距離、 $f_T$  は望遠端における全系の焦点距離、 $D_{2w}$  は広角端の無限遠合焦時における第2レンズ群の最も像側の面から第3レンズ群の最も物体側の面までの間隔、 ${}_2P$  は第2レンズ群の正レンズのアップベ数の平均値である。

#### 【0013】

また、前記3群ズームレンズの具体的な構成としては、例えば、前記第1レンズ群は物体側から順に、像側に強い曲率の凹面を向けた負レンズ、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズの2枚で構成され、

前記第2レンズ群は物体側から順に、両凸レンズ、物体側に強い曲率の凸面を向けた正レンズおよび像側に強い曲率の凹面を向けた負レンズの3枚で構成され、

前記第3レンズ群は物体側に強い曲率の凸面を向けた1枚の正レンズで構成され、

前記第1レンズ群の前記負レンズおよび前記第2レンズ群の少なくとも1つの前記正レンズの各々が非球面を有するように構成され、

前記絞りが、前記第2レンズ群の最も物体側に配設され、

さらに、下記条件式(6)から(8)を満足するように構成する。

$$N_{1n} > 1.72 \quad \dots\dots\dots (6)$$

$${}_1n - {}_1p > 1.1 \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$2.5 < (R_4 + R_3) / (R_4 - R_3) < 6 \quad \dots\dots\dots (8)$$

ただし、 $N_{1n}$  は第1レンズ群の負レンズの屈折率、 ${}_1n$  は第1レンズ群の負レンズのアップベ数、 ${}_1p$  は第1レンズ群の正レンズのアップベ数、 $R_3$  および  $R_4$  はそれぞれ第1レンズ群の正レンズの物体側の面および像側の面の曲率半径である。

#### 【0014】

##### 【作用】

本発明の3群ズームレンズによれば、無限遠合焦時において第2レンズ群と第3レンズ群の間隔を変倍時にほぼ一定としているので、撮像面からの射出瞳位置を適切に設定しつつ、リアフォーカス方式の採用が可能になる。

#### 【0015】

また、第1レンズ群を負レンズと正レンズの2枚で構成し、さらに各レンズ群にそれぞれ少なくとも1つの非球面を使用することで、小型でありながら諸収差を良好に補正することができる。なお、本発明のズームレンズは、全てのレンズ群が移動可能とされているので、メカ的に沈胴機構を取り付けることが比較的容易であり、全長をさらに短くすることも可能となる。

#### 【0016】

次に、上記条件式(1)および(2)は、それぞれ広角端および望遠端における、第2レンズ群と第3レンズ群の合成レンズ群の結像倍率を表す式で、適切な変倍比を確保しつつ、小型化と諸収差の補正をバランス良く実現するためのものである。すなわち、上記条件式(1)の下限を越えると、広角端における光学系の全長が長くなり、小型化が実現できなくなる。また同時に、広角端におけるバックフォーカスが短くなり、第3レンズ群と撮像面の間にローパスフィルタ等を挿入するスペースが確保できなくなる。一方、上記条件式(1)の上限を越えると、第1レンズ群の屈折力が過大となり、第1レンズ群を2枚で構成することが困難になる。

## 【0017】

また、条件式(2)の下限を越えると、2.5倍以上の変倍比を保つためには第1レンズ群の変倍時の移動量が長くなり過ぎ、小型化が実現できなくなる。一方、上記条件式(2)の上限を越えると、第1レンズ群のいわゆるガタ倍率が大きくなり、光学系の組立精度を維持することが困難となる。

## 【0018】

また、上記条件式(3)は、第2レンズ群と第3レンズ群の屈折力を適切に配分するためのものである。上記条件式(3)の下限を越えると、第3レンズ群の屈折力が過小となるためにフォーカシングの移動量が長くなり過ぎ、その結果フォーカシングによる周辺像面の変動が大きくなってしまう。一方、上記条件式(3)の上限を越えると、第3レンズ群の屈折力が過大となり、1枚構成にすることが困難になる。

10

## 【0019】

また、上記条件式(4)は、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔を規定するためのものである。上記条件式(4)の下限を越えると、フォーカシングの移動スペースが確保できなくなるため、望遠端における合焦可能な至近距離が長くなってしまう。また、撮像面からの射出瞳位置も十分に確保できなくなる。一方、条件式(4)の上限を越えると、撮像面からの射出瞳位置を確保しやすくなるが、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が大きくなるとともに、第3レンズ群各レンズのレンズ径も大きくなるため、小型化に不利となってしまう。

## 【0020】

また、上記条件式(5)は、第2レンズ群の正レンズのアップベ数の平均値を示すもので、この2つの正レンズの少なくとも一方に対して低分散の硝材を用いることを規定したものである。

20

## 【0021】

これにより、F2.8程度の明るさを得た場合にも、レンズ全系における色収差を良好な範囲のものとするのが可能である。

## 【0022】

また、一般に、環境温度が上がると、レンズ保持枠は熱膨張によって光軸方向に伸びることになる反面、ピント位置は物体側にずれるため、温度上昇に伴いピントずれが生じる。しかし、本発明の3群ズームレンズにおいては、上記第2レンズ群の正レンズに上述した如き低分散材料を用いることにより、温度上昇に伴うピントずれを補正することができる。すなわち、このような低分散の硝材においては、一般の硝材と異なり、温度上昇に伴って屈折率が低下するため、ピント位置を像側にずらすことが可能となり、レンズ系全体として、ピントずれを補正することができる。

30

## 【0023】

また、このような低分散材料は、融点が比較的低いので、非球面形成のためのモールドニングが容易である。

## 【0024】

また、上記条件式(6)は、第1レンズ群内の負レンズの屈折率を規定するためのものである。上記条件式(6)の下限を越えると、上記負レンズの曲率が負の方向に強くなるため、たとえ非球面を使用しても広角端における非点収差や歪曲収差を補正するのが難しくなる。

40

## 【0025】

また、上記条件式(7)は、第1レンズ群内の負レンズと正レンズのアップベ数の差を規定するためのものである。上記条件式(7)の下限を越えると、広角端における倍率色収差や、変倍時における軸上色収差の変動を十分に抑えることが困難になる。

## 【0026】

さらに、上記条件式(8)は、第1レンズ群内の正メニスカスレンズのいわゆるシェイプファクターを規定するためのものである。条件式(8)の下限および上限のどちらを越えても、広角端における非点収差を補正できなくなり、その結果第1レンズ群を2枚のレン

50

ズで構成することが困難になる。

【0027】

【発明の実施の形態】

<実施例1>

以下、本発明の実施例について図面を参照しつつ説明する。

【0028】

図1は、実施例1の3群ズームレンズの広角端(WIDE)および望遠端(TELE)におけるレンズ構成図を示すものである。

また、図1中に、広角端から望遠端に進む間の各レンズ群 $G_1$ 、 $G_2$ 、 $G_3$ の移動軌跡が示されている。

10

【0029】

実施例1の3群ズームレンズは図1に示すように、物体側より順に、全体として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、正の屈折力を有する第3レンズ群 $G_3$ とからなり、ズミングのために第1レンズ群 $G_1$ および第2レンズ群 $G_2$ は可動とされ、無限遠から近距離へフォーカシングする際には、前記第3レンズ群 $G_3$ を物体側に移動させるように構成され、これら3つのレンズ群 $G_1$ 、 $G_2$ 、 $G_3$ を光軸Xに沿って移動することにより全系の焦点距離 $f$ を変化させるとともに光束を結像面1上に効率良く集束させるようにしたズームレンズである。

【0030】

さらに、本実施例のズームレンズにおいては、第1レンズ群 $G_1$ は物体側から順に、像側に凹面を向けた負のメニスカスレンズからなる第1レンズ $L_1$ および物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズからなる第2レンズ $L_2$ を配設してなり、また、第2レンズ群 $G_2$ は物体側から順に、絞り3、物体側に強い曲率の面を向けた両凸レンズからなる第3レンズ $L_3$ 、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズからなる第4レンズ $L_4$ 、像側に凹面を向けた負のメニスカスレンズからなる第5レンズ $L_5$ を配設してなり、また、第3レンズ群 $G_3$ は物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズからなる第6レンズ $L_6$ により構成されている。

20

【0031】

また、第6レンズ $L_6$ と結像面(CCD撮像面)1の間にはローパスフィルタや赤外線カットフィルタを含むカバーガラス部2が配されている。

30

【0032】

また、以下の条件式(1)~(8)を満足する構成とされている。

なお、図1のレンズ移動軌跡に示すように、無限遠合焦時においては、前記第2レンズ群 $G_2$ と前記第3レンズ群 $G_3$ の間隔は変倍時にほぼ一定となるように構成されている。

【0033】

$$0.3 < f_w / |f_1| < 0.6 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$1.1 < f_T / |f_1| < 1.6 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$0.4 < f_2 / f_3 < 0.8 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$0.15 < D_{2w} / f_3 < 0.3 \quad \dots\dots\dots (4)$$

$${}_2p > 6.8 \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$N_{1n} > 1.72 \quad \dots\dots\dots (6)$$

$${}_1n - {}_1p > 1.1 \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$2.5 < (R_4 + R_3) / (R_4 - R_3) < 6 \quad \dots\dots\dots (8)$$

40

ただし、 $f_i$ は第 $i$ レンズ群 $G_i$ の焦点距離、 $f_w$ は広角端における全系の焦点距離、 $f_T$ は望遠端における全系の焦点距離、 $D_{2w}$ は広角端の無限遠合焦時における第2レンズ群 $G_2$ の最も像側の面から第3レンズ群 $G_3$ の最も物体側の面までの間隔、 ${}_2p$ は第2レンズ群の正レンズのアッペ数の平均値、 $N_{1n}$ は第1レンズ群 $G_1$ の負レンズの屈折率、 ${}_1n$ は第1レンズ群 $G_1$ の負レンズのアッペ数、 ${}_1p$ は第1レンズ群 $G_1$ の正レンズのアッペ数、 $R_3$ および $R_4$ はそれぞれ第1レンズ群 $G_1$ の正レンズの物体側の面および像側の面の曲率半径である。

50

## 【0034】

次に、この実施例1にかかるズームレンズの各レンズ面の曲率半径R (mm)、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔(以下、これらを総称して軸上面間隔という)D (mm)、各レンズのd線における、屈折率Nおよびアッペ数の値を表1に示す。

## 【0035】

なお表中の数字は物体側からの順番を表すものである(表4において同じ)。

## 【0036】

また、表2に表1中の軸上面間隔Dの欄における広角端( $f=8.71\text{mm}$ )から望遠端( $f=24.39\text{mm}$ )に亘る可変1、可変2および可変3の可変範囲を示す。

## 【0037】

## 【表1】

面	R	D	N	$\nu$
1	255.812	1.50	1.80610	40.7
2	8.466	2.78		
3	11.891	2.12	1.84665	23.8
4	20.532	可変1		
5	絞り	0.80		
6	13.892	2.31	1.48749	70.2
7	-29.094	0.15		
8	7.485	2.64	1.49700	81.6
9	110.925	2.54		
10	15.877	0.80	1.84665	23.8
11	5.132	可変2		
12	12.960	1.98	1.68893	31.1
13	32.723	可変3		
14	$\infty$	2.00	1.51680	64.2
15	$\infty$			

10

20

30

$$f = 8.71 \sim 24.39, \quad F_{No} = 2.89 \sim 4.57, \quad 2\omega = 61.2^\circ \sim 22.6^\circ$$

## 【0038】

## 【表2】

	無限遠		至近距離	
	WIDE	TELE	WIDE	TELE
可変1	22.46	2.38	22.46	2.38
可変2	6.93	6.93	6.07	3.56
可変3	2.00	14.63	2.85	17.99

40

## 【0039】

なお、表1の下段には広角端および望遠端各位置での、焦点距離f、 $F_{No}$ および画角 $2\omega$ の値が示されている。

また、表2(表5において同じ)において「至近距離」とは面1の頂点から0.2mの位置を表す。

## 【0040】

また、本実施例においては、第1レンズ $L_1$ の物体側の面(第1面)、第4レンズ $L_4$ の両面(第8、9面)および第6レンズ $L_6$ の物体側の面(第12面)に下記数1の非球面

50

式で表される形状の非球面が設けられている。

【 0 0 4 1 】

【 数 1 】

$$Z = \frac{h^2/R}{1 + \{1 - (1+K) \times h^2/R^2\}^{1/2}} + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10}$$

Z : 光軸方向への深さ

10

R : 近軸曲率半径

h : 光軸からの高さ

K : 円錐定数

$A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$  : 高次の非球面係数

【 0 0 4 2 】

また、下記表 3 には、上記非球面式に示される非球面の各定数 K、 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$  の値を示す。なお、上記非球面式における R には、表 1 における 1、8、9、12 の各面の R 値を代入する。

20

【 0 0 4 3 】

【 表 3 】

非球面係数

面	K	$A_4$	$A_6$	$A_8$	$A_{10}$
1	0.00000	$6.00811 \times 10^{-5}$	$-6.72477 \times 10^{-7}$	$1.71088 \times 10^{-8}$	$-1.21153 \times 10^{-10}$
8	-0.26256	$-6.61141 \times 10^{-6}$	$8.35925 \times 10^{-7}$	$-9.13114 \times 10^{-9}$	$-9.29535 \times 10^{-11}$
9	0.00110	$2.02535 \times 10^{-4}$	$-3.42307 \times 10^{-7}$	$4.36413 \times 10^{-9}$	$7.26187 \times 10^{-12}$
12	0.10663	$4.93598 \times 10^{-6}$	$1.22683 \times 10^{-6}$	$-6.48252 \times 10^{-9}$	$-1.04199 \times 10^{-10}$

30

【 0 0 4 4 】

図 2 は上記実施例 1 のズームレンズの広角端および望遠端における諸収差（球面収差、非点収差および歪曲収差）を示す収差図である。なお、各非点収差図には、サジタル像面およびメリディオナル像面に対する収差が示されている（図 3 についても同じ）。この図 2 から明らかなように、実施例 1 のズームレンズによればズーム領域の全体に亘って良好な収差補正がなされる。

【 0 0 4 5 】

なお、前述した条件式（1）～（8）は全て満足されており各々の値は下記表 7 に示す如く設定されている。

40

【 0 0 4 6 】

< 実施例 2 >

次に、実施例 2 の 3 群ズームレンズについて説明する。図 4 は、実施例 2 の 3 群ズームレンズの広角端 (WIDE) および望遠端 (TELE) におけるレンズ構成図を示すものである。

この実施例 2 のレンズは、上記実施例 1 のレンズとほぼ同様のレンズ構成とされているが、第 1 レンズ  $L_1$  は物体側に後述する非球面を向けた凹レンズとされている点で異なっている。

【 0 0 4 7 】

この実施例 2 における各レンズ面の曲率半径 R (mm)、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔 D (mm)、各レンズの d 線における、屈折率 N およびアッベ数 を下

50

記表 4 に示す。

また、表 5 に表 4 中の軸上面間隔 D の欄における広角端 (  $f=8.70\text{mm}$  ) から望遠端 (  $f=24.37\text{mm}$  ) に亘る可変 1、可変 2 および可変 3 の可変範囲を示す。

【 0 0 4 8 】

【表 4】

面	R	D	N	$\nu$	
1	$\infty$	1.50	1.80610	40.7	
2	8.631	2.31			
3	8.853	2.41	1.80517	25.4	10
4	13.838	可変 1			
5	絞り	0.80			
6	12.412	2.66	1.49700	81.6	
7	-26.433	0.15			
8	8.921	2.55	1.49700	81.6	
9	178.828	3.03			
10	17.192	0.70	1.84665	23.8	
11	5.308	可変 2			
12	12.835	2.06	1.68893	31.1	20
13	42.641	可変 3			
14	$\infty$	2.00	1.51680	64.2	
15	$\infty$				

$$f = 8.70 \sim 24.37 \quad , \quad F_{No} = 2.89 \sim 4.49 \quad , \quad 2\omega = 61.4^\circ \sim 22.6^\circ$$

【 0 0 4 9 】

【表 5】

	無限遠		至近距離		
	WIDE	TELE	WIDE	TELE	
可変 1	22.96	2.37	22.96	2.37	30
可変 2	5.89	5.89	5.12	2.64	
可変 3	2.00	13.91	2.77	17.16	

【 0 0 5 0 】

なお、表 4 の下段には広角端および望遠端各位置での、焦点距離  $f$ 、 $F_{No}$  および画角  $2\omega$  の値が示されている。

【 0 0 5 1 】

また、本実施例のズームレンズは、第 1 レンズ  $L_1$  の物体側の面 ( 第 1 面 )、第 2 レンズ  $L_2$  の物体側の面 ( 第 3 面 )、第 3 レンズ  $L_3$  の物体側の面 ( 第 6 面 )、第 4 レンズ  $L_4$  の物体側の面 ( 第 8 面 ) および第 6 レンズ  $L_6$  の物体側の面 ( 第 12 面 ) に上記非球面式で表される形状の非球面が設けられている。

【 0 0 5 2 】

また、下記表 6 には、上記非球面式に示される非球面の各定数  $K$ 、 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$  の値を示す。なお、上記非球面式における  $R$  には、表 4 における 1、3、6、8、12 の各面の  $R$  値を代入する。

【 0 0 5 3 】

【表 6】

## 非球面係数

面	K	$A_4$	$A_6$	$A_8$	$A_{10}$
1	0.00000	$1.54229 \times 10^{-4}$	$-2.13864 \times 10^{-6}$	$3.03560 \times 10^{-8}$	$-1.66397 \times 10^{-10}$
3	-0.49162	$-7.01495 \times 10^{-5}$	$1.30772 \times 10^{-6}$	$-1.96926 \times 10^{-8}$	$1.29883 \times 10^{-10}$
6	-0.31059	$-3.46405 \times 10^{-6}$	$-3.31471 \times 10^{-6}$	$5.35894 \times 10^{-8}$	$6.21595 \times 10^{-10}$
8	-1.79783	$1.50369 \times 10^{-4}$	$3.64302 \times 10^{-6}$	$-1.23242 \times 10^{-7}$	$-6.40109 \times 10^{-10}$
12	0.12787	$1.49907 \times 10^{-5}$	$2.15949 \times 10^{-6}$	$-3.25275 \times 10^{-8}$	$-2.25635 \times 10^{-10}$

10

## 【0054】

図3は上記実施例2のズームレンズの広角端および望遠端における諸収差を示す収差図である。この図3から明らかなように、実施例2のズームレンズによればズーム領域の全体に亘って良好な収差補正がなされる。

## 【0055】

なお、前述した条件式(1)~(8)は全て満足されており、各々の値は下記表7に示す如く設定されている。

## 【0056】

【表7】

	実施例1	実施例2
条件式(1)	0.47	0.45
条件式(2)	1.33	1.27
条件式(3)	0.49	0.56
条件式(4)	0.23	0.23
条件式(5)	75.9	81.6
条件式(6)	1.81	1.81
条件式(7)	16.9	15.3
条件式(8)	3.75	4.55

20

30

## 【0057】

なお、本発明の3群ズームレンズとしては上記実施例のものに限られるものではなく、例えば各レンズ群を構成するレンズの枚数や形状は適宜選択し得る。

## 【0058】

## 【発明の効果】

以上説明したように、本発明の3群ズームレンズによれば、無限遠合焦時において第2レンズ群と第3レンズ群の間隔を変倍時にほぼ一定としているので、撮像面からの射出瞳位置を適切に設定しつつ、リアフォーカス方式の採用が可能になる。

## 【0059】

また、第1レンズ群を負レンズと正レンズの2枚で構成し、さらに3つのレンズ群にそれぞれ少なくとも1つの非球面を使用することで、小型でありながら諸収差を良好に補正することができる。

40

## 【0060】

さらに、本発明の3群ズームレンズは、全てのレンズ群が移動可能とされているので、メカ的に沈胴機構を取り付けることが比較的容易であり、全長をさらに短くすることも可能となる。

## 【0061】

さらに、本発明の3群ズームレンズによれば、前述した5つの条件式(1)~(5)を満足している。

50

【0062】

これにより、F2.8程度の明るさを有するとともに2.5倍以上の変倍比を有し、フォーカシングの高速化を図ることが可能であり、レンズ前面から撮像面までの全長が最大撮像サイズ(=最大像高×2)の6倍以下と小型でありながら、十分な高解像力を発揮し得る、色収差を含めた諸収差が良好な3群ズームレンズを得ることができる。特に、第2レンズ群の正レンズのアップ数の平均値を規定する上記条件式(5)を満足することで、F2.8程度の明るさを得る場合にも、レンズ全系における色収差を良好な範囲のものとする事が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例1に係るレンズ基本構成を示す概略図

10

【図2】 実施例1に係るレンズの広角端および望遠端における収差図

【図3】 実施例2に係るレンズの広角端および望遠端における収差図

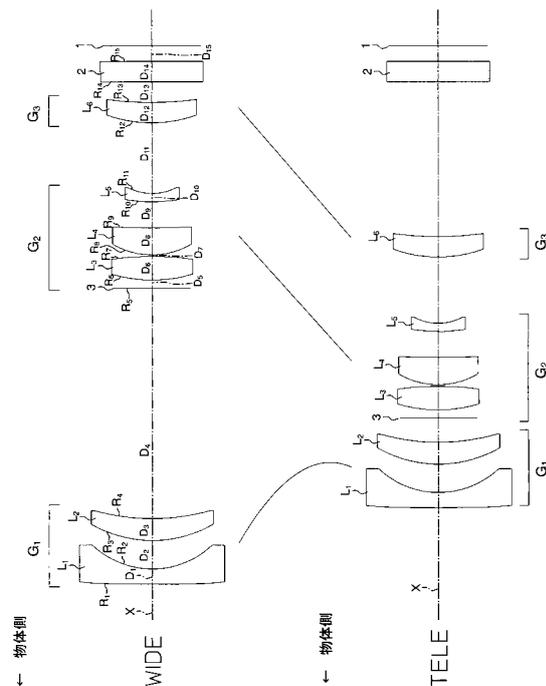
【図4】 本発明の実施例2に係るレンズ基本構成を示す概略図

【符号の説明】

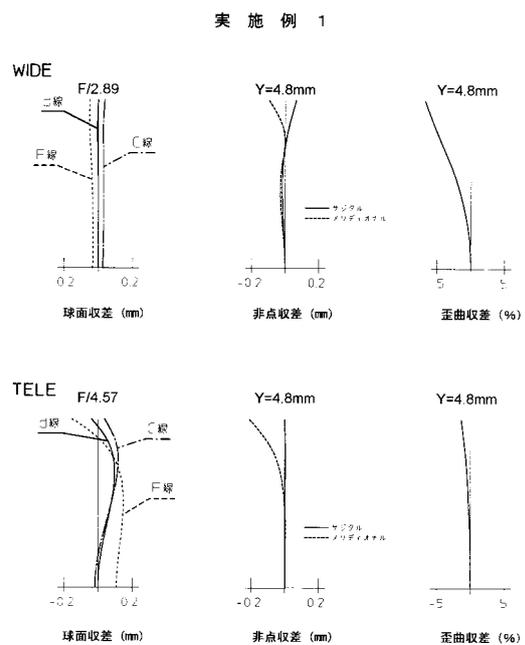
- L<sub>1</sub> ~ L<sub>6</sub>            レンズ
- R<sub>1</sub> ~ R<sub>15</sub>          レンズ面の曲率半径
- D<sub>1</sub> ~ D<sub>14</sub>          レンズ面間隔(レンズ厚)
- X                    光軸
- 1                    結像面
- 3                    絞り

20

【図1】

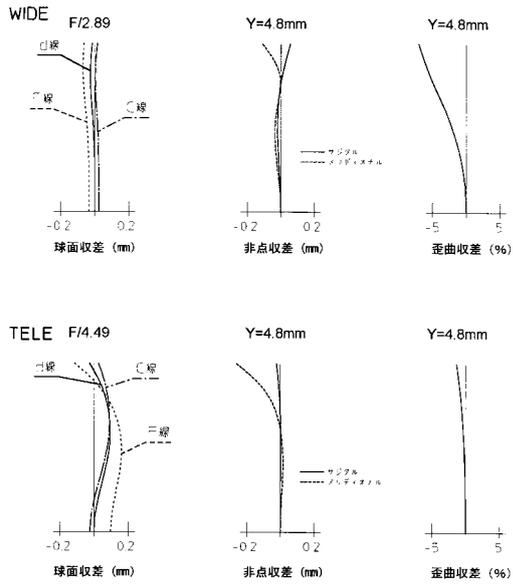


【図2】



【図3】

実施例 2



【図4】

