

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6949533号

(P6949533)

(45) 発行日 令和3年10月13日(2021. 10. 13)

(24) 登録日 令和3年9月27日(2021. 9. 27)

(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 9 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2017-77997 (P2017-77997)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成29年4月11日 (2017. 4. 11)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2018-180203 (P2018-180203A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成30年11月15日 (2018. 11. 15)	(74) 代理人	100094112
審査請求日	令和2年4月3日 (2020. 4. 3)		弁理士 岡部 譲
		(74) 代理人	100101498
			弁理士 越智 隆夫
		(74) 代理人	100106183
			弁理士 吉澤 弘司
		(74) 代理人	100128668
			弁理士 齋藤 正巳
		(72) 発明者	竹本 庄一
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像側へ順に、変倍のためには移動せず正の屈折力を有する第1レンズ群、変倍に際して移動する負の屈折力を有する第2レンズ群、変倍に際して移動する正の屈折力を有する第3レンズ群、変倍に際して移動する負の屈折力を有する第4レンズ群、1つ以上のレンズ群から構成され全体で正の屈折力を有する後群を有するズームレンズであって、フォーカシングに際して前記第4レンズ群が光軸方向に移動し、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 、前記後群の望遠端における合成焦点距離を f_R 、広角端における前記ズームレンズの焦点距離を f_w 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第2レンズ群の移動量を M_2 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第3レンズ群の移動量を M_3 、広角端における半画角を w 、望遠端かつ無限遠合焦状態において前記第4レンズ群が1 (mm) 像側へ移動した際に生じるピント位置の変化量を $ds_k t$ (mm)、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 、但し、移動量の符号は、広角端より望遠端においてレンズ群が物体側に位置するときを負、広角端より望遠端においてレンズ群が像側に位置するときを正とするとき、

$$-0.60 < f_4 / f_R < -0.20$$

$$-5.00 < M_2 / M_3 < -1.50$$

$$-0.42 < ds_k t / (f_w \times \tan w) < -0.15$$

$$-6.5 < f_1 / f_2 < -4.0$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

$$3.5 < f_1 / f_w < 8.5$$

なる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。

【請求項 3】

$$-7.0 < f_1 / f_4 < -2.0$$

なる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。

【請求項 4】

前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間に開口絞りを有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

前記第 1 レンズ群は、少なくとも 3 枚のレンズを有することを特徴とする請求項 1 乃至 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 レンズ群の中の最も像側に配置される正レンズ G1pr の材料の屈折率を Nd1pr、前記第 1 レンズ群の中の前記正レンズ G1pr 以外の正レンズの材料の屈折率の平均を Nd1pf とするとき、

$$0.99 < Nd1pr / Nd1pf < 1.40$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

前記開口絞りは、変倍に際して光軸方向に移動しないことを特徴とする請求項 4 に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

$$14.0 < f_w \times \tan w$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成された像を受光する撮像素子とを有する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、ズームレンズ及びそれを有する撮像装置に関し、例えばデジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、監視カメラ、放送用カメラ等の撮像装置に用いる撮像光学系として好適なものである。

【背景技術】

【0002】

近年、固体撮像素子を用いたデジタルスチルカメラ、ビデオカメラ等の装置全体の小型化が進んできた。そしてそれに用いる撮像光学系として明るくかつ高ズーム比で、しかも全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有したズームレンズであること等が要求されている。一方で、高画質で被写界深度の浅い画を得るために固体撮像素子の大型化も望まれており、ズームレンズはより一層の小型化が求められている。

【0003】

従来から、物体側より像側へ順に、正、負、正、負、正の屈折力の第 1 レンズ群乃至第 5 レンズ群よりなる 5 群ズームレンズが知られている。

【0004】

例えば、特許文献 1 では物体側より順に正、負、正、負、正の屈折力を有するレンズ群を配し、ズーミングに際して第 2 レンズ群、第 3 レンズ群、第 5 レンズ群が移動するレンズが開示されている。特許文献 2 では物体側より順に正、負、正、負、正の屈折力を有するレンズ群を配し、ズーミングに際して第 2 レンズ群、第 3 レンズ群、第 4 レンズ群が移

10

20

30

40

50

動する構成が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2013-015743号公報

【特許文献2】特開2016-102887号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

前述したような、固体撮像素子の大型化に対応する場合、レンズのイメージサイズを大きくするために、レンズ自体の大きさも大きくなるため、小型化が課題となる。また、イメージサイズが大きいレンズでは、同じ画角でも焦点距離も長くなるため、焦点距離の二乗倍に比例して大きくなるフォーカシング時のフォーカスレンズ群の繰り出し量が大きくなり、小型化が困難となる。

【0007】

5群ズームレンズにおいて、全系の小型化と、高ズーム比化を達成しながら、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得るには、各レンズ群の屈折力配置や、各レンズ群のズーミングに伴う移動条件等を適切に設定することが重要となる。例えば、フォーカスレンズ群の繰り出し量を小さくするためには、フォーカスレンズ群と、それよりも像側に配置されるレンズ群の焦点距離の関係を適切に設定することが重要となる。また、小型化を達成しながら高変倍比化を達成するためには、ズーミングの際の第2レンズ群と第3レンズ群の移動量の関係を適切に設定することが重要になってくる。これらの要素を適切に設定しないと、全系の小型化と、高変倍比化を達成しながら、全ズーム範囲で高い光学性能を得るのが大変困難になってくる。

【0008】

特許文献1に記載のズームレンズでは、第5レンズ群をフォーカスレンズ群としているため、フォーカスレンズ群の繰り出し量を小さくすることが困難な構成である。特許文献2に記載のズームレンズでは、第4レンズ群をフォーカスレンズ群としているが、第4レンズ群と第5レンズ群の屈折力の比がフォーカスレンズ群の繰り出し量を小さくするような関係でない。

【0009】

本発明は、例えば、大イメージサイズ対応、小型、高変倍比、全ズーム範囲での高い光学性能の点で有利なズームレンズを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために、本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、変倍のためには移動せず正の屈折力を有する第1レンズ群、変倍に際して移動する負の屈折力を有する第2レンズ群、変倍に際して移動する正の屈折力を有する第3レンズ群、変倍に際して移動する負の屈折力を有する第4レンズ群、1つ以上のレンズ群から構成され全体で正の屈折力を有する後群を有し、フォーカシングに際して前記第4レンズ群が光軸方向に移動し、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 、前記後群の望遠端における合成焦点距離を f_R 、広角端における前記ズームレンズの焦点距離を f_w 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第2レンズ群の移動量を M_2 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第3レンズ群の移動量を M_3 、広角端における半画角を w 、望遠端かつ無限遠合焦状態において前記第4レンズ群が1 (mm) 像側へ移動した際に生じるピント位置の変化量を $ds_k t$ (mm)、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 、但し、移動量の符号は、広角端より望遠端においてレンズ群が物体側に位置するときを負、広角端より望遠端においてレンズ群が像側に位置するときを正とするとき

$$-0.60 < f_4 / f_R < -0.20$$

$$\begin{aligned}
 & -5.00 < M2 / M3 < -1.50 \\
 & -0.42 < dskt / (fw \times \tan w) < -0.15 \\
 & -6.5 < f1 / f2 < -4.0
 \end{aligned}$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、例えば、大イメージサイズ対応、小型、高変倍比、全ズーム範囲での高い光学性能の点で有利なズームレンズを提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】数値実施例1の広角端において無限遠合焦時のレンズ断面図

【図2】数値実施例1の広角端(a)、望遠端(b)で無限遠合焦時の収差図

【図3】数値実施例2の広角端において無限遠合焦時のレンズ断面図

【図4】数値実施例2の広角端(a)、望遠端(b)で無限遠合焦時の収差図

【図5】数値実施例3の広角端において無限遠合焦時のレンズ断面図

【図6】数値実施例3の広角端(a)、望遠端(b)で無限遠合焦時の収差図

【図7】数値実施例4の広角端において無限遠合焦時のレンズ断面図

【図8】数値実施例4の広角端(a)、望遠端(b)で無限遠合焦時の収差図

20

【図9】数値実施例5の広角端において無限遠合焦時のレンズ断面図

【図10】数値実施例5の広角端(a)、望遠端(b)で無限遠合焦時の収差図

【図11】本発明のズームレンズを搭載するビデオカメラ(撮像装置)の要部概略図

【図12】ピント位置の変化を説明するための模式図

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下に、本発明の実施の形態を添付の図面に基づいて詳細に説明する。本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、後続レンズ群より構成されている。そしてズーミングに際して、少なくとも第2レンズ群、第3レンズ群、第4レンズ群が移動する。

30

【0014】

図1は本発明の実施例1としての数値実施例1の広角端で無限遠物体合焦時におけるレンズ断面図である。図2(a)、(b)は、数値実施例1の広角端と望遠端における無限遠物体合焦時における縦収差図である。

【0015】

各実施例のズームレンズは撮像装置に用いられる撮影光学系であり、レンズ断面図において、左方が被写体側(物体側)で、右方が像側である。レンズ断面図において、L1は正の屈折力の第1レンズ群、L2は負の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群、L4は正の屈折力の第4レンズ群、L5は後続レンズ群LRに相当する第5レンズ群である。SPは開口絞りであり、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間に位置している。各実施例のズームレンズは、ズーミングに際して開口絞りSPを不動としているが、適切な範囲で可動としても良い。これによればさらなる全系の小型化が容易になる。各実施例では開口絞りSPをズーミングに際して不動とし、撮像装置を簡素化している。Pは光学フィルタ、フェースプレート等に相当する光学ブロックである。Iは像面であり、デジタルスチルカメラやビデオカメラの撮影光学系として使用する際にはCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子の撮像面が、銀塩フィルム用カメラのときはフィルム面に相当する。収差図のうち、球面収差においてdはd線、gはg線である。非点収差図においてM、Sは各々メリジオナル像面、サジタル像面である。倍率色収差はg線によって表している。また、FnoはFナンバーである。は半画角(度)である。尚、

40

50

以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍レンズ群が機構上光軸方向において移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。各実施例では、広角端から望遠端へのズームングに際して、第2レンズ群L2が像側に移動する。また第3レンズ群L3は広角端に比べて望遠端において物体側に位置するようにして変倍を行う。また、第4レンズ群L4を非線形に光軸上を移動し、像面変動を補正している。また、各実施例では、第4レンズ群L4を光軸上移動させてフォーカシング（フォーカス）を行うリヤフォーカス式を採用している。また、各実施例では望遠端において無限遠から近距離へフォーカスを行う場合には、第4レンズ群L4を像側に繰り出すことで行っている。尚、各実施例においては撮影時に、第3レンズ群L3の全体または一部を光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動させる事によってズームレンズが振動したときに生ずる撮影画像のブレを補正するようにしても良い。即ち像ぶれ補正を行っても良い。

10

【0016】

各実施例のズームレンズは、物体側から順に、変倍時に固定で正の屈折力を有する第1レンズ群、変倍時に移動する負の屈折力を有する第2レンズ群、変倍時に移動する正の屈折力を有する第3レンズ群、変倍時に移動する負の屈折力を有する第4レンズ群、全体で正の屈折力を有する後続レンズ群を有する。フォーカシングに際して前記第4レンズ群が光軸方向に移動し、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 、前記後続レンズ群の望遠端における合成焦点距離を f_R 、広角端におけるレンズ全系の焦点距離を f_w 、広角端から望遠端へのズームングにおける前記第2レンズ群の移動量を M_2 、広角端から望遠端へのズームングにおける第3レンズ群の移動量を M_3 、広角端における半画角を w 、望遠端無限遠合焦状態において前記第4レンズ群が1（mm）像側へ移動した際に生じるピント位置の変化量を $ds_k t$ （mm）とするとき、下記の条件式を満足している。

20

【0017】

$$-0.60 < f_4 / f_R < -0.20 \quad \dots (1)$$

$$-5.00 < M_2 / M_3 < -1.50 \quad \dots (2)$$

$$-0.42 < ds_k t / (f_w \times \tan w) < -0.15 \quad \dots (3)$$

ここで、ズームングに際して移動するレンズ群の移動量の符号は広角端に比べて望遠端においてレンズ群が物体側に位置するときを負、像側に位置するときを正とする。尚、位置の差 M_2 、 M_3 は単調に移動するときは移動量に相当する。往復移動するときは、往復距離は含まず広角端における位置と望遠端における光軸方向の位置の差である。

30

【0018】

図12は、前述したピント位置の変化を説明する図である。図のように、撮像面に結像位置が合った状態を基準として、フォーカスレンズ群である第4レンズ群が光軸方向に1（mm）像側へ移動したときに、入射光の結像位置は $ds_k t$ （mm）だけ動く。この現象をピント位置の変化とし、その変化量をピント位置の変化量とする。

【0019】

本発明のズームレンズは前述の如く構成して全系が小型で高ズーム比化を確保するのに適した構成としている。第1レンズ群L1は偏芯すると望遠端において像面湾曲が回転対称でなくなり、例えば画面の左右で合焦する被写体距離が異なってしまう好ましくない。そのため、第1レンズ群L1はズームングに際して不動としている。第2レンズ群L2及び第3レンズ群L3を移動させる事で変倍を行なっている。第3レンズ群L3を移動させて中間のズーム位置において入射瞳位置を短くして前玉有効径の小型化も図っている。第4レンズ群L4は変倍に伴う像面変動を補正するために移動させている。

40

そして前述の条件式（1）～（3）を満足している。

【0020】

次に条件式（1）～（3）の技術的意味について説明する。

条件式（1）は、第4レンズ群の焦点距離 f_4 と、第4レンズ群よりも像側に配置される後続レンズ群の望遠端における合成焦点距離 f_R の比を規定している。条件式（1）の上限を超えると、第4レンズ群の屈折力が強くなり過ぎ、フォーカシング時の球面収差や像面湾曲の変動が大きくなるため、良好な光学性能を得ることが困難となる。逆に条件式

50

(1) の下限を下回ると、第4レンズ群の屈折力が弱くなり、フォーカシングのための移動量が大きくなるため、全長が長くなり易く、小型化が困難となる。

【0021】

条件式(2)は、広角端から望遠端へのズーミングにおける第2レンズ群の移動量 M_2 と、広角端から望遠端へのズーミングにおける第3レンズ群の移動量 M_3 の関係を規定している。条件式(2)の上限を超えると、主変倍群である第2レンズ群以外でズーム比を稼ぐ必要があるため、第2レンズ群以外のズーミングにおける移動量が増大するため、レンズ全長が長くなり易く、小型化が困難となる。逆に条件式(2)の下限を下回ると、第2レンズ群の移動量が大きくなり、第1レンズ群から開口絞りまでの距離が長くなり、第1レンズ群が大型化するため、小型化が困難となる。

10

【0022】

条件式(3)は、望遠端無限遠合焦状態において前記第4レンズ群が1(mm)像側へ移動した際に生じるピント位置の変化量 $dskt$ (mm)と、広角端における半画角の正接と広角端における焦点距離の積 $fw \times \tan$ との比を規定している。 $fw \times \tan$ は、レンズ全系の最大像高であり、イメージサイズの半分である。ここで、フォーカシングのフォーカスレンズ群の移動量は、焦点距離の二乗に比例して大きくなる。同じ画角でも、イメージサイズの大きいレンズでは、イメージサイズ比だけ焦点距離は長くなる。そのため、大判センサに対応するレンズでは、フォーカスレンズ群の位置が変化する際に生じるピント変化も適切な大きさに設定しなければ、フォーカシング時のフォーカスレンズ群の移動量が大きくなり、レンズ全長が長くなってしまふ。本発明では、イメージサイズが大きいレンズでもフォーカシング時のフォーカスレンズ群の移動量を抑えることができるように、フォーカスレンズ群の位置が変化する際に生じるピント変化量を適切な範囲に規定している。条件式(3)の上限を超えると、フォーカシングのための第4レンズ群の移動量が大きくなり、小型化が困難となる。逆に条件式(3)の下限を下回ると、フォーカシング時の第4レンズ群の移動量は小さくできるが、第4レンズ群が微小に動いた際のピントの変化量が大きくなり過ぎるため、フォーカス時の駆動制御が困難となる。

20

【0023】

更に好ましくは、条件式(1)～条件式(3)は次の如く設定するのが良い。

$$-0.58 < f_4 / f_R < -0.25 \quad \dots (1a)$$

$$-4.50 < M_2 / M_3 < -1.80 \quad \dots (2a)$$

$$-0.40 < dskt / (fw \times \tan w) < -0.17 \quad \dots (3a)$$

30

【0024】

更なる本発明のズームレンズの態様として、以下の条件式を満足するのが望ましい。

$$3.5 < f_1 / fw < 8.5 \quad \dots (4)$$

条件式(4)は第1レンズ群の焦点距離と広角端における全系の焦点距離の比を規定している。条件式(4)の上限を超えると、第1レンズ群の屈折力が弱くなるため、所定のズーム比を得るために必要な第2レンズ群の移動量が増大するため、全長や第1レンズ群の小型化が困難となる。逆に条件式(4)の下限を下回ると、小型化には有利な構成となるが、望遠側のズームポジションにおける球面収差や、コマ収差を良好に補正することが困難となる。

40

【0025】

更に好ましくは、条件式(4)は次の如く設定するのが良い。

$$3.7 < f_1 / fw < 8.2 \quad \dots (4a)$$

【0026】

更なる本発明のズームレンズの態様として、以下の条件式を満足するのが望ましい。

$$-6.5 < f_1 / f_2 < -4.0 \quad \dots (5)$$

但し、広角端における前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 とする。

条件式(5)は、第1レンズ群の焦点距離と広角端における第2レンズ群の焦点距離の比を規定している。条件式(5)の上限を超えると、望遠側のズームポジションにおいて、球面収差やコマ収差の補正が困難となる。逆に条件式(5)の下限を下回ると、広角側の

50

ズームポジションにおいて、非点収差の補正が困難となる。

【0027】

更に好ましくは、条件式(5)は次の如く設定するのが良い。

$$-6.3 < f_1 / f_2 < -4.2 \quad \dots (5a)$$

【0028】

更なる本発明のズームレンズの態様として、以下の条件式を満足するのが望ましい。

$$-7.0 < f_1 / f_4 < -2.0 \quad \dots (6)$$

条件式(6)は、第1レンズ群の焦点距離と第4レンズ群の焦点距離の比を規定している。条件式(6)の上限を超えると、第1レンズ群の屈折力が強くなり過ぎるため、望遠側のズームポジションにおいて、球面収差やコマ収差の補正が困難となる。逆に条件式(6)の下限を下回ると、第4レンズ群の屈折力が強くなり過ぎるため、フォーカシング時の球面収差や像面湾曲の変動が大きくなるため、良好な光学性能を得ることが困難となる。

10

【0029】

更に好ましくは、条件式(6)は次の如く設定するのが良い。

$$-6.8 < f_1 / f_4 < -2.3 \quad \dots (6a)$$

【0030】

更なる本発明のズームレンズの態様として、第2レンズ群と第3レンズ群の間に開口絞りが配置されることが好ましい。ズーミングで移動する第2レンズ群と第3レンズ群の間に配置し、それぞれの移動量を適切に割り振ることで、第1レンズ群から開口絞りまでの距離を制御し、第1レンズ群の有効径を小さくすることが容易にできる。

20

【0031】

更なる本発明のズームレンズの態様として、第1レンズ群は、3枚以上の構成としている。第1レンズ群の有効径を下げるためには、第1レンズ群を構成する正レンズの中の最も像側のレンズの正レンズの材料の屈折率を高くすることが有効である。しかしながら屈折率が高い硝材は、アッベ数も大きくなる傾向にあるため、屈折率の高い材料を正レンズに用いる場合、特に望遠端の軸上色収差の補正が困難となる。そこで、正レンズを追加し、材料に分散が小さい材料を使うことで、望遠端の軸上色収差の補正を良好に行いながら、第1レンズ群の有効径を下げるができる。加えて、第1レンズ群を構成するレンズの各面の曲率を緩くする効果も得られるため、望遠側のズームポジションでコマ収差や球面収差を良好に補正することが可能となる。

30

【0032】

更なる本発明のズームレンズの態様として、以下の条件式を満足するのが望ましい。

$$0.99 < Nd_{1pr} / Nd_{1pf} < 1.40 \quad \dots (7)$$

条件式(7)は、第1レンズ群を構成する正レンズの中の最も像側に配置される正レンズG1prの材料の屈折率Nd1prと、前記第1レンズ群を構成する正レンズの中の最も像側に配置される正レンズG1pr以外の正レンズの材料の屈折率の平均値Nd1pfの関係を規定している。

【0033】

第1レンズ群において、レンズ内を通る光線と光軸の成す角は、最も像側の正レンズG1pr内で最大となる。そのため、第1レンズ群内で最も像側の正レンズG1prを薄くすると物体側のレンズ面と像側のレンズ面の光線有効径差が小さくなり前玉有効径の小型化が容易になる。但し、第1レンズ群内で最も像側の正レンズG1prの屈折力を弱くしてしまうと、より物体側まで光軸に対して急な角度で光線が通過する様になってしまい、前玉有効径が大きくなってしまう。従って、第1レンズ群内で最も像側の正レンズG1prの材料の屈折率を高くする事でレンズ面の曲率半径を大きくし、屈折力を一定の位置に維持したままレンズを薄くする事が、前玉有効径の小型化には有効である。

40

【0034】

条件式(7)の上限を超えると、第1レンズ群を構成するレンズの有効径を小さくし易く、小型化に有利な構成となるが、ベッツバール和が増大し像面湾曲の補正が困難となる

50

。逆に条件式(7)の下限を超えると、第1レンズ群の物体側に配置されるレンズの有効径を小さくすることが難しく、小型化が困難となる。

【0035】

更に好ましくは、条件式(7)は次の如く設定するのが良い。

$$0.99 < Nd1pr / Nd1pf < 1.35 \quad \dots (7a)$$

【0036】

更なる本発明のズームレンズの態様として、開口絞りは、ズームングに際して光軸方向に移動しないことが好ましい。開口絞りがズームで移動する場合、開口径を制御する機構と一緒に移動させる必要があるため、駆動機構が複雑化し、それに伴う駆動のための消費電力増大が避けられない。

10

【0037】

更なる本発明のズームレンズの態様として、以下の条件式を満足するのが望ましい。

$$14.0 < fw \times \tan w \quad \dots (8)$$

条件式(8)は、広角端における半画角の正接と広角端における焦点距離の積 $fw \times \tan a_n$ を規定している。 $fw \times \tan$ は、レンズ全系の最大像高であり、イメージサイズの半分である。条件式(8)を満足することで、固体撮像素子の大型化に対応するイメージサイズの大きいレンズが得られる。

【0038】

更に好ましくは、条件式(8)は次の如く設定するのが良い。

$$16.0 < fw \times \tan w < 24.0 \quad \dots (8a)$$

20

【0039】

以下に本発明のズームレンズの具体的な構成について、実施例1～5に対応する数値実施例1～5のレンズ構成の特徴により説明する。

【実施例1】

【0040】

本実施例における第1レンズ群L1について説明する。第1レンズ群L1は第1面から第7面に対応する。第1レンズ群L1は、物体側に凸面のメニスカス凹レンズと両凸レンズの接合レンズ、物体側に凸面のメニスカス凸レンズ、物体側に凸面のメニスカス凸レンズで構成される。第2レンズ群L2は、第8面から第15面に対応し、物体側に凸面のメニスカス凹レンズ、両凹レンズ、両凸レンズ、像側に凸面のメニスカス凹レンズで構成される。また、第9面は非球面形状で、主に変倍に伴う像面湾曲、周辺像高におけるコマ収差の変動を補正している。第3レンズ群L3は、第17面から第24面に対応し、物体側に凸面のメニスカス凸レンズ、物体側に凸面のメニスカス凹レンズと凸レンズの接合レンズ、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズで構成される。また、第18面は非球面形状で、主に変倍に伴う球面収差の変動を補正している。第4レンズ群L4は、第25面から第27面に対応し、像側が凸面のメニスカス凸レンズと両凹の接合レンズで構成される。また、第4レンズ群L4は、無限遠側から至近側への合焦時に像側へ移動する合焦群である。後続レンズ群LRである第5レンズ群は、第28面から第32面に対応し、両凸レンズと像側が凸面のメニスカス凹レンズの接合レンズと両凸レンズで構成される。

30

【0041】

40

上記実施例1に対応する数値実施例1について説明する。数値実施例1に限らず全数値実施例において、 i は物体側からの面(光学面)の順序を示し、 ri は物体側より第 i 番目の面の曲率半径、 di は物体側より第 i 番目の面と第 $i+1$ 番目の面の間隔(光軸上)を示している。また、 ndi 、 d_i は、第 i 番目の面と第 $i+1$ 番目の面との間の媒質(光学部材)の屈折率、アッペ数を、 BF は空気換算のバックフォーカスを表している。非球面形状は光軸方向に X 軸、光軸と垂直方向に H 軸、光の進行方向を正とし、 R を近軸曲率半径、 k を円錐常数、 $A4$ 、 $A6$ 、 $A8$ 、 $A10$ 、 $A12$ をそれぞれ非球面係数としたとき、次式で表している。また、「 $e-Z$ 」は「 $\times 10^{-Z}$ 」を意味する。半画角は光線追跡で求めた値である。

【数 1】

$$X = \frac{H^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(H/R)^2}} + A4H^4 + A6H^6 + A8H^8 + A10H^{10} + A12H^{12}$$

【0042】

本実施例の各条件式対応値を表 1 に示す。本実施例は (1) ~ (8) 式を満足しており、イメージサイズの大きい光学系ながら、小型化と高変倍比化を両立し、全ズーム範囲で高い光学性能を有するズームレンズを達成している。本発明のズームレンズは、(1) ~ (3) 式を満足することは必須であるが、(4) ~ (8) 式については満足していなくても構わない。但し、(4) ~ (8) 式について少なくとも 1 つでも満足していれば更に良い効果を奏することができる。これは他の実施例についても同様である。

10

【0043】

図 11 は各実施例のズームレンズを撮影光学系として用いた撮像装置（テレビカメラシステム）の概略図である。図 11 において 101 は実施例 1 ~ 5 のいずれかのズームレンズである。124 はカメラである。ズームレンズ 101 はカメラ 124 に対して着脱可能となっている。125 はカメラ 124 にズームレンズ 101 を装着することで構成される撮像装置である。ズームレンズ 101 は第 1 レンズ群 F、変倍部 LZ、後続レンズ群 R を有している。変倍部 LZ には合焦用レンズ群が含まれている。変倍部 LZ は変倍のために光軸上を移動する第 2 レンズ群及び第 3 レンズ群と、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を移動する第 4 レンズ群が含まれている。第 4 レンズ群は、無限遠側から至近側への合焦時に像側へ移動する合焦群を兼ねる。SP は開口絞りである。115 は第 1 レンズ群 F、変倍部 LZ を光軸方向に駆動するヘリコイドやカム等の駆動機構である。117 ~ 118 は駆動機構 115 及び開口絞り SP を電動駆動するモータ（駆動手段）である。120 ~ 121 は、変倍部 LZ の光軸上の位置や、開口絞り SP の絞り径を検出するためのエンコーダやポテンショメータ、あるいはフォトセンサ等の検出器である。カメラ 124 において、109 はカメラ 124 内の光学フィルタや色分解光学系に相当するガラスブロック、110 はズームレンズ 101 によって形成された被写体像を受光する CCD センサや CMOS センサ等の固体撮像素子（光電変換素子）である。尚、電子撮像素子を用いる場合、電子的に収差補正をすることで出力画像を更に高画質化することができる。また、111、122 はカメラ 124 及びズームレンズ 101 の各種の駆動を制御する CPU である。

20

30

【0044】

このように、本発明のズームレンズをデジタルビデオカメラやテレビカメラやシネマ用カメラに適用することにより、高い光学性能を有する撮像装置を実現している。

【実施例 2】

【0045】

図 3 は本発明の実施例 2（数値実施例 2）であるズームレンズにおいて、広角端で無限遠に合焦しているときのレンズ断面図である。図 4 において、(a) は広角端、(b) は望遠端の縦収差図を示している。いずれの収差図も、無限遠に合焦しているときの縦収差図である。図 3 において、物体側から順に、正の屈折力の第 1 レンズ群 L1 を有している。更に、広角端から望遠端への変倍に際して、像側へ移動する変倍用の負の屈折力の第 2 レンズ群 L2 を有している。更に、広角端から望遠端への変倍に際して、光軸上を非直線的に移動する変倍用の正の屈折力の第 3 レンズ群 L3 を有している。更に、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の移動に連動して光軸上を非直線的に移動し、変倍に伴う像面変動を補正する負の第 4 レンズ群 L4 を有している。更に第 4 レンズ群は無限遠側から至近側への合焦時に像側へ移動する。更に、変倍のためには移動しない結像作用をする正の屈折力の後続レンズ群 LR である第 5 レンズ群 L5 を有している。SP は開口絞り、I は像面である。

40

【0046】

50

次に、本実施例における第1レンズ群L1について説明する。第1レンズ群L1は第1面から第7面に対応する。第1レンズ群L1は、物体側に凸面のメニスカス凹レンズと物体側に凸面のメニスカス凸レンズの接合レンズ、物体側に凸面のメニスカス凸レンズ、物体側に凸面のメニスカス凸レンズで構成される。第2レンズ群L2は、第8面から第15面に対応し、物体側に凸面のメニスカス凹レンズ、両凹レンズ、両凸レンズ、像側に凸面のメニスカス凹レンズで構成される。また、第9面は非球面形状で、主に変倍に伴う像面湾曲、周辺像高におけるコマ収差の変動を補正している。第3レンズ群L3は、第17面から第24面に対応し、物体側に凸面のメニスカス凸レンズ、物体側に凸面のメニスカス凹レンズと両凸レンズの接合レンズ、両凸レンズと像側に凸面のメニスカス凹レンズの接合レンズで構成される。また、第17面、第18面は非球面形状で、主に変倍に伴う球面収差の変動を補正している。第4レンズ群L4は、第25面から第27面に対応し、像側が凸面のメニスカス凸レンズと両凹の接合レンズで構成される。また、第4レンズ群L4は、無限遠側から至近側への合焦時に像側へ移動する合焦群である。後続レンズ群LRである第5レンズ群は、第28面から第32面に対応し、像側に凸面のメニスカス凸レンズと像側が凸面のメニスカス凹レンズの接合レンズと両凸レンズで構成される。

10

【0047】

本実施例の各条件式対応値を表1に示す。本実施例は(1)~(8)式を満足しており、イメージサイズの大きい光学系ながら、小型化と高変倍比化を両立し、全ズーム範囲で高い光学性能を有するズームレンズを達成している。

20

【実施例3】

【0048】

図5は本発明の実施例3(数値実施例3)であるズームレンズにおいて、広角端で無限遠に合焦しているときのレンズ断面図である。図6において、(a)は広角端、(b)は望遠端の縦収差図を示している。いずれの収差図も、無限遠に合焦しているときの縦収差図である。図5において、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群L1を有している。更に、広角端から望遠端への変倍に際して、像側へ移動する変倍用の負の屈折力の第2レンズ群L2を有している。更に、広角端から望遠端への変倍に際して、光軸上を非直線的に移動する変倍用の正の屈折力の第3レンズ群L3を有している。更に、第2レンズ群と第3レンズ群の移動に連動して光軸上を非直線的に移動し、変倍に伴う像面変動を補正する負の第4レンズ群L4を有している。更に第4レンズ群は無限遠側から至近側への合焦時に像側へ移動する。更に、変倍のためには移動しない結像作用をする正の屈折力の後続レンズ群LRである第5レンズ群L5を有している。SPは開口絞り、Iは像面である。

30

【0049】

次に、本実施例における第1レンズ群L1について説明する。第1レンズ群L1は第1面から第7面に対応する。第1レンズ群L1は、物体側に凸面のメニスカス凹レンズと両凸レンズの接合レンズ、物体側に凸面のメニスカス凸レンズ、物体側に凸面のメニスカス凸レンズで構成される。第2レンズ群L2は、第8面から第13面に対応し、物体側に凸面のメニスカス凹レンズ、両凹レンズ、両凸レンズで構成される。また、第9面は非球面形状で、主に変倍に伴う像面湾曲、周辺像高におけるコマ収差の変動を補正している。第3レンズ群L3は、第15面から第22面に対応し、物体側に凸面のメニスカス凸レンズ、物体側に凸面のメニスカス凹レンズと両凸レンズの接合レンズ、物体側に凸面のメニスカス凹レンズと両凸レンズの接合レンズで構成される。また、第16面は非球面形状で、主に変倍に伴う球面収差の変動を補正している。第4レンズ群L4は、第23面から第25面に対応し、像側が凸面のメニスカス凸レンズと両凹の接合レンズで構成される。第25面は非球面形状で、フォーカシングに伴う球面収差や像面湾曲の変動を補正している。また、第4レンズ群L4は、無限遠側から至近側への合焦時に像側へ移動する合焦群である。後続レンズ群LRである第5レンズ群は、第26面から第30面に対応し、両凸レンズと像側が凸面のメニスカス凹レンズの接合レンズと両凸レンズで構成される。

40

【0050】

50

本実施例の各条件式対応値を表 1 に示す。本実施例は (1) ~ (8) 式を満足しており、イメージサイズの大きい光学系ながら、小型化と高変倍比化を両立し、全ズーム範囲で高い光学性能を有するズームレンズを達成している。

【実施例 4】

【 0 0 5 1】

図 7 は本発明の実施例 4 (数値実施例 4) であるズームレンズにおいて、広角端で無限遠に合焦しているときのレンズ断面図である。図 8 において、(a) は広角端、(b) は望遠端の縦収差図を示している。いずれの収差図も、無限遠に合焦しているときの縦収差図である。図 7 において、物体側から順に、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 を有している。更に、広角端から望遠端への変倍に際して、像側へ移動する変倍用の負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 を有している。更に、広角端から望遠端への変倍に際して、光軸上を非直線的に移動する変倍用の正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 を有している。更に、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の移動に連動して光軸上を非直線的に移動し、変倍に伴う像面変動を補正する負の第 4 レンズ群 L 4 を有している。更に第 4 レンズ群は無限遠側から至近側への合焦時に像側へ移動する。更に、変倍のためには移動しない結像作用をする正の屈折力の後続レンズ群 L R である第 5 レンズ群 L 5 を有している。S P は開口絞り、I は像面である。

【 0 0 5 2】

次に、本実施例における第 1 レンズ群 L 1 について説明する。第 1 レンズ群 L 1 は第 1 面から第 7 面に対応する。第 1 レンズ群 L 1 は、物体側に凸面のメニスカス凹レンズと両凸レンズの接合レンズ、物体側に凸面のメニスカス凸レンズ、物体側に凸面のメニスカス凸レンズで構成される。第 2 レンズ群 L 2 は、第 8 面から第 15 面に対応し、物体側に凸面のメニスカス凹レンズ、両凹レンズ、両凸レンズ、像側に凸面のメニスカス凹レンズで構成される。また、第 9 面は非球面形状で、主に変倍に伴う像面湾曲、周辺像高におけるコマ収差の変動を補正している。第 3 レンズ群 L 3 は、第 17 面から第 23 面に対応し、物体側に凸面のメニスカス凸レンズ、物体側に凸面のメニスカス凹レンズと両凸レンズの接合レンズ、物体側に凸面のメニスカス凸レンズで構成される。また、第 18 面は非球面形状で、主に変倍に伴う球面収差の変動を補正している。第 4 レンズ群 L 4 は、第 24 面から第 26 面に対応し、像側が凸面のメニスカス凸レンズと両凹の接合レンズで構成される。第 26 面は非球面形状で、フォーカシングで発生する球面収差や像面湾曲の変動を補正している。また、第 4 レンズ群 L 4 は、無限遠側から至近側への合焦時に像側へ移動する合焦群である。後続レンズ群 L R である第 5 レンズ群は、第 27 面から第 31 面に対応し、両凸レンズと像側が凸面のメニスカス凹レンズの接合レンズと両凸レンズで構成される。

【 0 0 5 3】

本実施例の各条件式対応値を表 1 に示す。本実施例は (1) ~ (8) 式を満足しており、イメージサイズの大きい光学系ながら、小型化と高変倍比化を両立し、全ズーム範囲で高い光学性能を有するズームレンズを達成している。

【実施例 5】

【 0 0 5 4】

図 9 は本発明の実施例 5 (数値実施例 5) であるズームレンズにおいて、広角端で無限遠に合焦しているときのレンズ断面図である。図 10 において、(a) は広角端、(b) は望遠端の縦収差図を示している。いずれの収差図も、無限遠に合焦しているときの縦収差図である。図 9 において、物体側から順に、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 を有している。更に、広角端から望遠端への変倍に際して、像側へ移動する変倍用の負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 を有している。更に、広角端から望遠端への変倍に際して、光軸上を非直線的に移動する変倍用の正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 を有している。更に、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の移動に連動して光軸上を非直線的に移動し、変倍に伴う像面変動を補正する負の第 4 レンズ群 L 4 を有している。更に第 4 レンズ群は無限遠側から至近側への合焦時に像側へ移動する。更に、後続レンズ群 L R として、変倍時のために移動する正

の第5レンズ群L5と、変倍のためには移動しない結像作用をする正の屈折力の第6レンズ群L6を有している。SPは開口絞り、Iは像面である。

【0055】

次に、本実施例における第1レンズ群L1について説明する。第1レンズ群L1は第1面から第5面に対応する。第1レンズ群L1は、物体側に凸面のメニスカス凹レンズと両凸レンズの接合レンズ、物体側に凸面のメニスカス凸レンズで構成される。第2レンズ群L2は、第6面から第12面に対応し、物体側に凸面のメニスカス凹レンズ、両凹レンズと物体側に凸面のメニスカス凸レンズの接合レンズ、像側に凸面のメニスカス凹レンズで構成される。また、第7面は非球面形状で、主に変倍に伴う像面湾曲、周辺像高におけるコマ収差の変動を補正している。第3レンズ群L3は、第14面から第22面に対応し、両凸レンズ、物体側に凸面のメニスカス凹レンズ、両凸レンズ、両凸レンズと像側に凸面のメニスカス凹レンズの接合レンズで構成される。また、第14面、第18面は非球面形状で、主に変倍に伴う球面収差の変動を補正している。第4レンズ群L4は、第23面から第25面に対応し、像側が凸面のメニスカス凸レンズと両凹の接合レンズで構成される。第23面は非球面形状で、フォーカシングで発生する球面収差や像面湾曲の変動を補正している。また、第4レンズ群L4は、無限遠側から至近側への合焦時に像側へ移動する合焦群である。後続レンズ群LRの一部である第5レンズ群L5は、第26面から第27面に対応し、両凸レンズで構成される。第27面は非球面であり、ズーミングで発生する像面湾曲の変動を補正している。後続レンズ群LRの一部である第6レンズ群L6は、第28面から第30面に対応し、両凸レンズと像側に凸面のメニスカス凹レンズの接合レンズで構成される。

【0056】

本実施例の各条件式対応値を表1に示す。本実施例は(1)~(8)式を満足しており、イメージサイズの大きい光学系ながら、小型化と高変倍比化を両立し、全ズーム範囲で高い光学性能を有するズームレンズを達成している。

【0057】

(数値実施例1)

単位 mm

面データ

面番号i	ri	di	ndi	vdi
1	595.263	4.82	1.91650	31.6
2	125.244	15.31	1.49700	81.5
3	-1226.333	0.44		
4	180.174	7.09	1.59522	67.7
5	618.854	0.44		
6	121.469	9.16	1.76385	48.5
7	723.265	(可変)		
8	1485.495	2.92	1.85135	40.1
9*	30.037	17.48		
10	-54.315	2.04	1.76385	48.5
11	187.867	0.44		
12	100.672	9.90	1.85478	24.8
13	-70.683	2.49		
14	-53.640	2.04	1.59522	67.7
15	-127.531	(可変)		
16(絞り)		(可変)		
17	45.212	10.85	1.85135	40.1
18*	163.325	8.80		
19	101.147	2.58	2.00100	29.1

20	31.347	11.87	1.43875	94.9
21	-76.578	2.90		
22	58.186	4.79	1.59522	67.7
23	-862.161	1.75	2.00100	29.1
24	1165.004	(可変)		
25	-163.399	4.44	1.95906	17.5
26	-50.177	1.75	1.85135	40.1
27*	54.010	(可変)		
28	184.212	13.81	1.48749	70.2
29	-52.149	2.19	2.00069	25.5
30	-95.891	4.67		
31	180.884	9.19	1.48749	70.2
32	-95.118	(可変)		
33		3.00	1.51633	64.1
34		(可変)		
像面				

非球面データ

第9面

K =-1.93383e-001 A 4=-5.59156e-007 A 6=-4.72447e-010 A 8= 3.31845e-013

10

20

第18面

K =-1.91478e+001 A 4= 1.51259e-006 A 6=-1.49681e-010 A 8=-1.55675e-014

第27面

K =-1.05264e+000 A 4= 4.89649e-007 A 6=-1.18490e-009 A 8= 2.71167e-012

【 0 0 5 8 】

各種データ

ズーム比		14.89		
		広角	中間	望遠
焦点距離	24.35	148.31	362.58	
Fナンバー	3.50	4.97	5.60	
画角	37.66	8.29	3.41	
像高	18.80	21.61	21.61	
レンズ全長	393.95	393.95	393.95	
BF	50.02	50.02	50.02	

30

d 7	2.81	70.60	99.66
d15	102.36	34.57	5.51
d16	52.42	5.99	5.70
d24	5.73	26.93	26.72
d27	26.47	51.71	52.20
d32	37.15	37.15	37.15
d34	10.88	10.88	10.88

40

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	158.65
2	8	-31.69
3	16	

50

4 17 55.36
 5 25 -50.71
 6 28 93.58
 7 33

【 0 0 5 9 】

(数値実施例 2)

単位 mm

面データ

面番号 i	ri	di	ndi	vdi	
1	231.052	4.82	1.91650	31.6	10
2	107.148	11.40	1.49700	81.5	
3	3964.230	0.44			
4	106.358	8.16	1.59522	67.7	
5	332.956	0.44			
6	172.269	4.74	1.76385	48.5	
7	351.010	(可変)			
8	743.763	2.92	1.85135	40.1	
9*	30.819	15.14			
10	-68.206	2.04	1.76385	48.5	20
11	174.625	0.44			
12	86.955	9.28	1.85478	24.8	
13	-90.104	3.34			
14	-57.558	2.04	1.59522	67.7	
15	-118.238	(可変)			
16(絞り)		(可変)			
17*	30.268	9.04	1.85135	40.1	
18*	257.283	1.41			
19	68.898	2.58	2.00100	29.1	30
20	20.436	10.01	1.43875	94.9	
21	-103.013	2.82			
22	109.505	4.22	1.59522	67.7	
23	-82.918	1.75	2.00100	29.1	
24	-117.731	(可変)			
25	-308.251	4.79	1.95906	17.5	
26	-36.208	1.75	1.85135	40.1	
27	29.840	(可変)			
28	-85.853	10.47	1.48749	70.2	40
29	-30.172	2.19	2.00069	25.5	
30	-52.685	0.32			
31	561.918	9.64	1.48749	70.2	
32	-45.048	(可変)			

像面

非球面データ

第9面

K =-8.58884e-001 A 4= 2.44009e-006 A 6= 1.36470e-009 A 8= 1.12686e-012

第17面

K =-1.01514e-001 A 4=-6.32569e-007 A 6= 5.54329e-010 A 8=-1.93658e-013 A10= 50

9.12265e-016 A12= 7.72177e-019

第18面

K =-9.40298e+001 A 4= 3.26479e-006 A 6= 2.18080e-010 A 8=-3.31254e-012 A10=
9.74931e-015 A12=-9.91021e-018

【 0 0 6 0 】

各種データ

ズーム比	10.00			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	35.04	152.85	350.37	10
Fナンバー	3.50	4.97	5.60	
画角	30.36	8.05	3.53	
像高	20.53	21.61	21.61	
レンズ全長	321.17	321.17	321.17	
BF	40.10	40.10	40.10	
d 7	3.40	67.03	94.30	
d15	90.17	26.54	-0.73	
d16	32.03	11.41	5.78	
d24	5.26	12.62	13.00	20
d27	24.02	37.28	42.53	
d32	40.10	40.10	40.10	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	
1	1	166.71	
2	8	-36.72	
3	16		
4	17	41.80	
5	25	-34.64	30
6	28	105.34	

【 0 0 6 1 】

(数値実施例 3)

単位 mm

面データ

面番号 i	ri	di	ndi	vdi	
1	1329.166	4.82	1.91650	31.6	
2	172.812	16.30	1.49700	81.5	
3	-1244.760	0.44			40
4	225.197	9.86	1.59522	67.7	
5	1646.977	0.44			
6	148.892	11.14	1.76385	48.5	
7	607.316	(可変)			
8	490.884	2.92	1.85135	40.1	
9*	32.951	20.49			
10	-49.475	2.04	1.49700	81.5	
11	235.305	0.44			
12	110.810	6.72	1.92286	18.9	
13	-1012.565	(可変)			50

14(絞り)	(可変)			
15	56.280	7.81	1.85135	40.1
16*	1120.278	8.73		
17	109.248	2.19	2.00100	29.1
18	46.347	6.96	1.43875	94.9
19	-115.679	3.31		
20	51.948	2.19	2.00100	29.1
21	29.396	7.59	1.61800	63.3
22	-116.456	(可変)		
23	-179.212	3.92	1.95906	17.5
24	-46.821	1.75	1.85135	40.1
25*	29.170	(可変)		
26	76.784	16.76	1.59522	67.7
27	-64.198	2.34	1.85478	24.8
28	-318.277	7.42		
29	169.309	12.20	1.76802	49.2
30	-119.996	(可変)		

像面

非球面データ

第9面

K =-6.12019e-002 A 4=-8.16875e-007 A 6=-2.92061e-010 A 8=-2.34699e-013

第16面

K =-8.84476e+002 A 4= 1.65051e-006 A 6=-1.93458e-010

第25面

K =-1.11873e+000 A 4= 2.86232e-006 A 6=-3.33756e-009 A 8= 1.54669e-011

【 0 0 6 2 】

各種データ

ズーム比 11.68

	広角	中間	望遠
焦点距離	25.20	125.05	294.41
Fナンバー	3.50	4.97	5.60
画角	36.72	9.80	4.20
像高	18.80	21.61	21.61
レンズ全長	374.08	374.08	374.08
BF	21.75	21.75	21.75

d 7	2.31	84.23	119.34
d13	119.77	37.85	2.74
d14	33.03	5.78	5.71
d22	7.71	18.47	24.15
d25	30.73	47.22	41.61
d30	21.75	21.75	21.75

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	201.88
2	8	-36.06

10

20

30

40

50

3 14
 4 15 44.20
 5 23 -30.67
 6 26 64.54

【 0 0 6 3 】

(数値実施例 4)

単位 mm

面データ

面番号 i	r i	d i	nd i	vdi	
1	412.009	4.82	1.91650	31.6	10
2	117.727	10.99	1.49700	81.5	
3	-688.668	0.44			
4	112.204	8.60	1.59522	67.7	
5	667.485	0.44			
6	135.895	5.58	1.76385	48.5	
7	326.364	(可変)			
8	540.520	2.92	1.85135	40.1	
9*	30.357	13.62			
10	-64.627	2.04	1.76385	48.5	20
11	190.720	0.44			
12	78.105	8.62	1.85478	24.8	
13	-76.743	2.91			
14	-51.550	2.04	1.59522	67.7	
15	-553.795	(可変)			
16(絞り)		(可変)			
17	44.922	10.67	1.85135	40.1	
18*	204.432	9.08			30
19	123.857	2.58	2.00100	29.1	
20	30.821	15.23	1.43875	94.9	
21	-70.497	2.90			
22	50.686	7.32	1.59522	67.7	
23	201.811	(可変)			
24	-215.353	9.78	1.95906	17.5	
25	-52.601	1.75	1.85135	40.1	
26*	53.467	(可変)			40
27	106.991	10.96	1.48749	70.2	
28	-55.118	2.19	2.00069	25.5	
29	-104.815	0.41			
30	1397.473	6.22	1.48749	70.2	
31	-107.531	(可変)			
32		3.00	1.51633	64.1	
33		(可変)			

像面

非球面データ

第9面

K = -4.14166e-001 A 4= 9.18857e-007 A 6= 7.99269e-010 A 8= 1.36470e-012

第18面

K = -4.80752e+001 A 4= 1.62739e-006 A 6= -4.13204e-010 A 8= 1.80517e-013

第26面

K = -1.04447e+000 A 4= 6.18937e-007 A 6= -1.35490e-009 A 8= 3.04616e-012

【 0 0 6 4 】

各種データ

ズーム比	11.00		
	広角	中間	望遠
焦点距離	35.13	160.38	386.45
Fナンバー	4.50	5.27	5.60
画角	30.30	7.67	3.20
像高	20.53	21.61	21.61
レンズ全長	362.82	362.82	362.82
BF	54.68	54.68	54.68

10

d 7	3.25	58.61	82.34
d15	84.62	29.26	5.54
d16	37.93	13.09	5.99
d23	5.74	24.34	19.94
d26	34.05	40.28	51.78
d31	25.75	25.75	25.75
d33	26.95	26.95	26.95

20

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	140.15
2	8	-31.44
3	16	
4	17	56.66
5	24	-53.55
6	27	105.64
7	32	

30

【 0 0 6 5 】

(数値実施例 5)

単位 mm

面データ

面番号 i	ri	di	ndi	vdi
1	305.835	4.38	1.91650	31.6
2	136.484	21.60	1.59522	67.7
3	-5171.068	0.46		
4	134.374	15.89	1.59522	67.7
5	1128.496	(可変)		
6	145.464	2.92	1.85135	40.1
7*	46.127	14.44		
8	-88.153	2.19	1.59522	67.7
9	58.535	7.87	1.95906	17.5
10	173.425	7.76		
11	-54.885	2.04	1.69680	55.5
12	-111.212	(可変)		

40

50

13(絞り)		(可変)		
14*	54.374	13.70	1.59349	67.0
15	-272.852	14.78		
16	271.591	2.92	1.73800	32.3
17	48.383	3.21		
18*	48.139	11.10	1.59349	67.0
19	-221.253	2.10		
20	98.862	10.46	1.49700	81.5
21	-49.268	2.75	1.65412	39.7
22	-106.474	(可変)		
23*	-818.992	6.42	1.95906	17.5
24	-87.882	2.04	1.88300	40.8
25	37.127	(可変)		
26	131.936	8.84	1.59522	67.7
27*	-257.265	(可変)		
28	111.434	10.75	1.59522	67.7
29	-103.993	2.17	1.85478	24.8
30	-177.790	(可変)		

像面

10

20

非球面データ

第7面

K = -5.13265e-001 A 4= 8.70559e-007 A 6= 2.82689e-010 A 8= 5.01107e-013

第14面

K = -6.85397e-001 A 4= -2.98975e-009 A 6= -1.62801e-010 A 8= 3.65985e-014

第18面

K = 7.55655e-001 A 4= -2.59343e-006 A 6= -3.34100e-010 A 8= -5.60596e-013

30

第23面

K = 1.34806e+002 A 4= 4.96620e-007 A 6= -3.04205e-010 A 8= 3.60323e-013

第27面

K = 6.80445e+000 A 4= -3.77298e-007 A 6= -2.69160e-010 A 8= 8.55024e-014

【 0 0 6 6 】

各種データ

ズーム比 11.98

	広角	中間	望遠
焦点距離	29.22	203.97	350.06
Fナンバー	2.80	4.36	4.50
画角	32.15	6.05	3.53
像高	18.36	21.61	21.61
レンズ全長	406.68	406.68	406.68
BF	22.42	22.42	22.42

40

d 5	2.64	98.22	115.75
d12	117.77	22.20	4.67
d13	40.76	11.52	5.51
d22	4.10	27.29	35.34

50

d25	39.35	52.78	45.61
d27	8.85	1.46	6.59
d30	22.42	22.42	22.42

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	215.60
2	6	-35.04
3	13	
4	14	55.03
5	23	-41.35
6	26	147.77
7	28	132.39

10

【 0 0 6 7 】

表 1 : 各実施例の各条件式対応値

【表 1】

条件式		実施例				
		1	2	3	4	5
(1)	$f4/fR$	-0.54	-0.33	-0.48	-0.51	-0.56
(2)	$M2/M3$	-2.07	-3.46	-4.28	-2.48	-3.21
(3)	$dskt/(fw \times \tan \omega w)$	-0.21	-0.39	-0.31	-0.19	-0.22
(4)	$f1/fw$	6.51	4.76	8.01	3.99	7.38
(5)	$f1/f2$	-5.01	-4.54	-5.60	-4.46	-6.15
(6)	$f1/f4$	-3.13	-4.81	-6.58	-2.62	-5.21
(7)	$Nd1pr/Nd1pf$	1.14	1.14	1.14	1.14	1.00
(8)	$fw \times \tan \omega w$	18.80	20.53	18.79	20.52	18.37
	$f1$	158.65	166.71	201.88	140.15	215.60
	$f2$	-31.69	-36.72	-36.06	-31.44	-35.04
	$f3$	55.36	41.80	44.20	56.66	55.03
	$f4$	-50.71	-34.64	-30.67	-53.55	-41.35
	fR	93.58	105.34	64.54	105.64	73.25
	fw	24.35	35.04	25.20	35.13	29.22
	ωw	37.67	30.36	36.72	30.30	32.15
	$M2$	96.85	90.90	117.03	79.09	113.11
	$M3$	-46.72	-26.25	-27.32	-31.93	-35.25
	$dskt$	-4.03	-7.99	-5.83	-3.99	-4.00
	$Nd1pr$	1.54611	1.54611	1.54611	1.54611	1.59522
	$Nd1pf$	1.76385	1.76385	1.76385	1.76385	1.59522

20

30

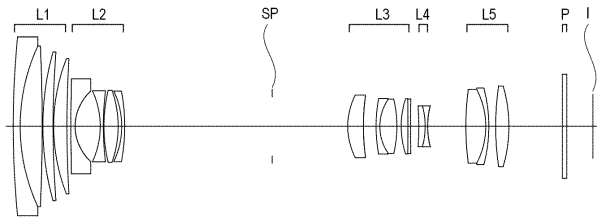
【符号の説明】

【 0 0 6 8 】

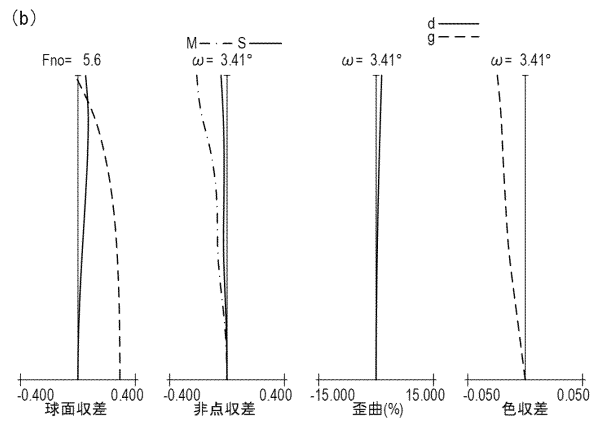
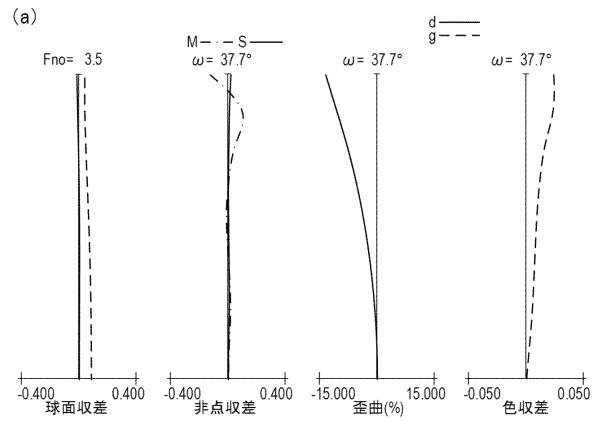
- L 1 : 第 1 レンズ群
 L 2 : 第 2 レンズ群
 L 3 : 第 3 レンズ群
 L 4 : 第 4 レンズ群
 L 5 : 第 5 レンズ群

40

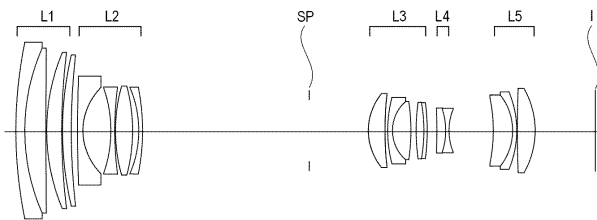
【図 1】



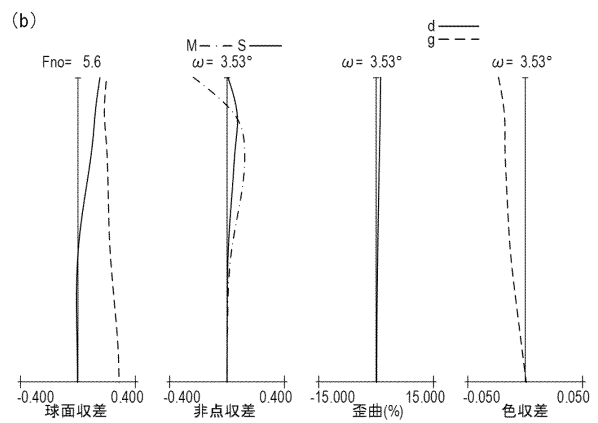
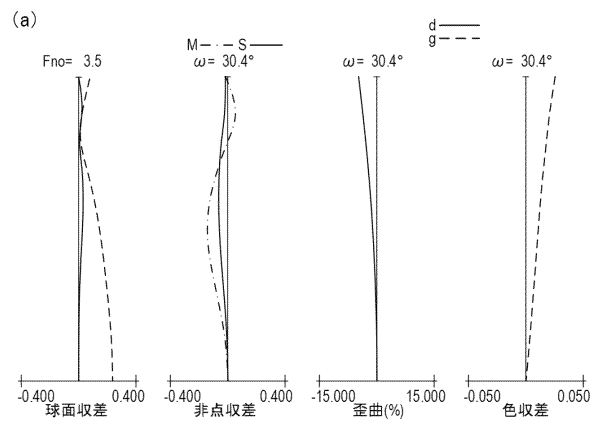
【図 2】



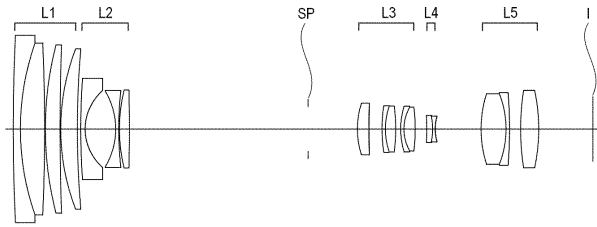
【図 3】



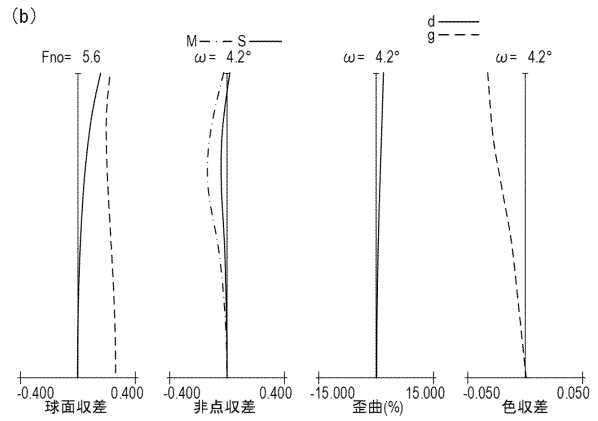
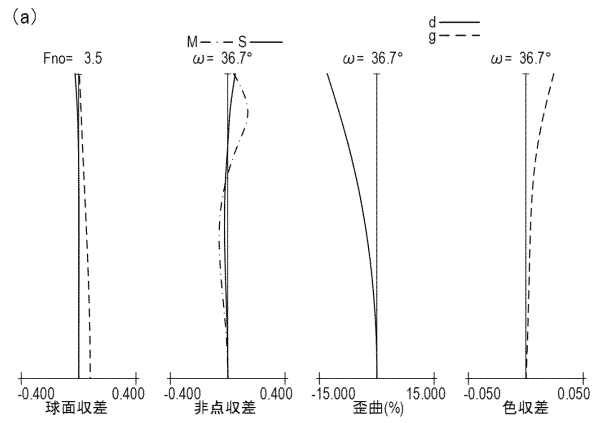
【図 4】



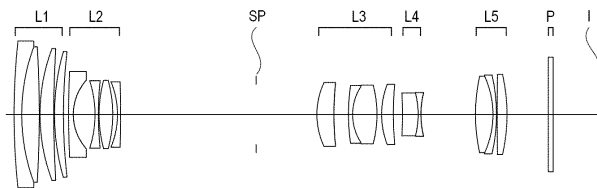
【図 5】



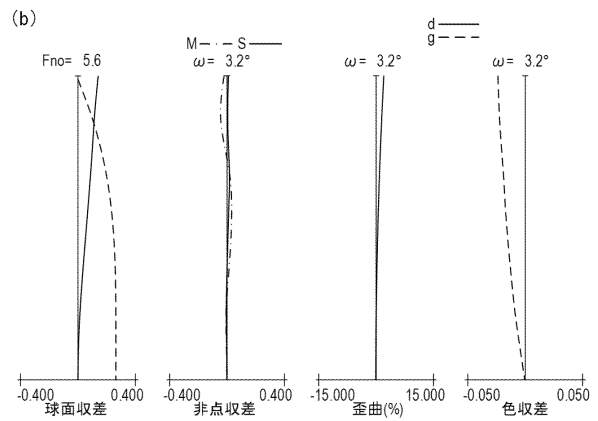
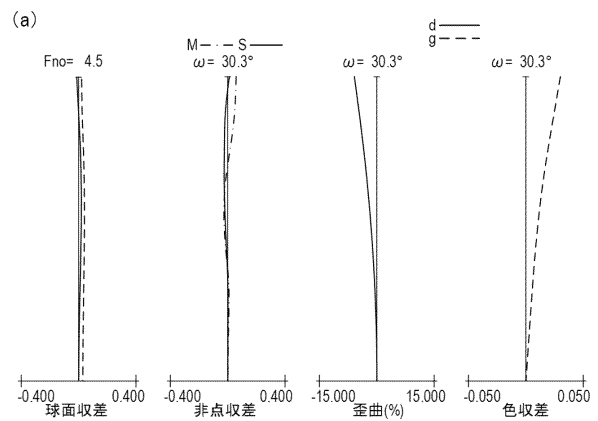
【図 6】



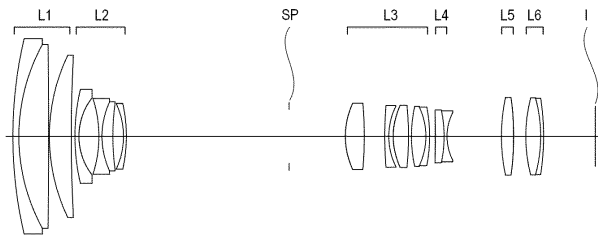
【図 7】



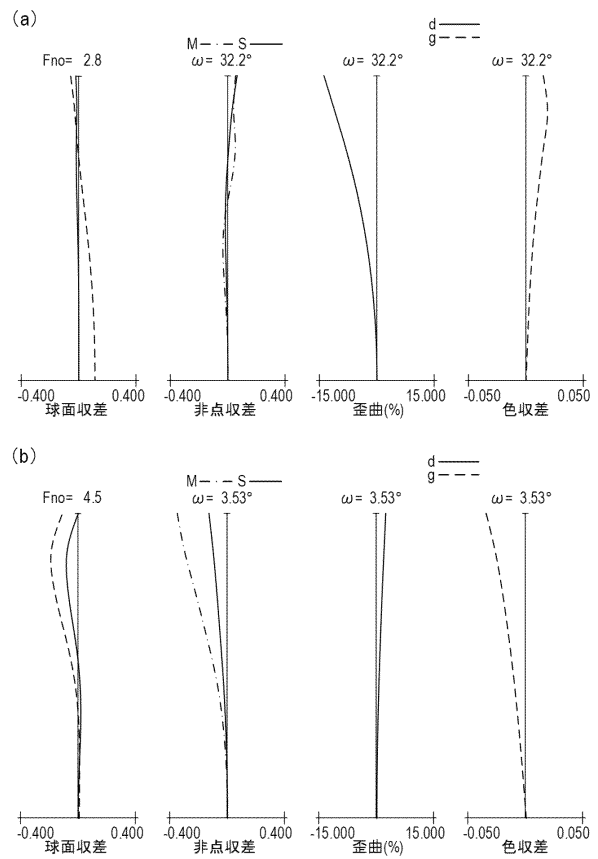
【図 8】



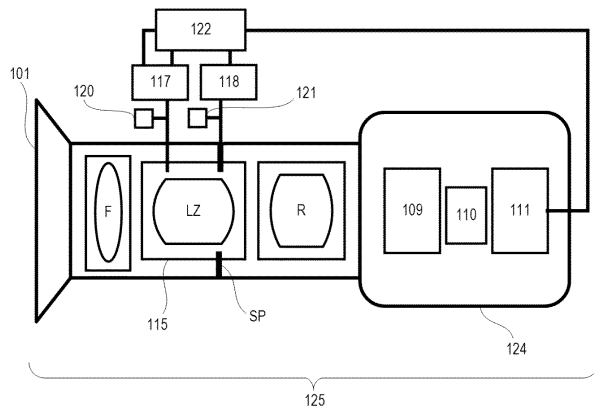
【図 9】



【図 10】

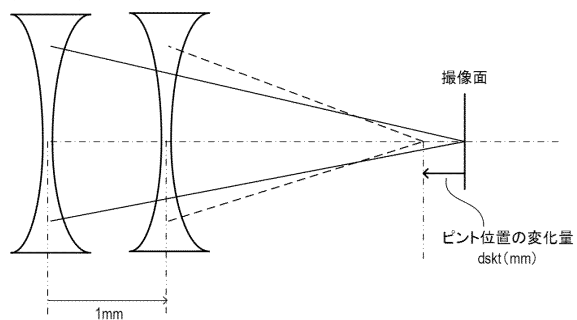


【図 11】



【図 12】

フォーカスレンズ (基準位置) フォーカスレンズ (移動後)



フロントページの続き

審査官 岡田 弘

(56)参考文献 特開 2 0 1 4 - 1 5 3 4 0 0 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 2 4 2 6 1 7 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 0 3 9 1 0 1 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 0 6 9 7 9 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

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