

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7344714号

(P7344714)

(45)発行日 令和5年9月14日(2023.9.14)

(24)登録日 令和5年9月6日(2023.9.6)

(51)国際特許分類

F I

G 0 2 B 15/20 (2006.01)

G 0 2 B 15/20

G 0 2 B 13/18 (2006.01)

G 0 2 B 13/18

請求項の数 7 (全37頁)

(21)出願番号	特願2019-149309(P2019-149309)	(73)特許権者	000001007
(22)出願日	令和1年8月16日(2019.8.16)		キヤノン株式会社
(65)公開番号	特開2021-32924(P2021-32924A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43)公開日	令和3年3月1日(2021.3.1)	(74)代理人	100094112
審査請求日	令和4年7月21日(2022.7.21)		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	100136799
			弁理士 本田 亜希
		(72)発明者	下村 和也
			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
		審査官	瀬戸 息吹

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】

物体側から像側へ順に、変倍のためには移動しない正の屈折力の第1レンズ群と、負の屈折力のレンズ群を含む変倍のためには移動する1つまたは2つの移動レンズ群と、変倍のためには移動する負レンズ群と、絞りを含み変倍のためには移動する正レンズ群と、変倍のためには移動しない正の屈折力の最終レンズ群と、からなり、隣り合うレンズ群どうしの間隔は、いずれも変倍のために変化し、

前記第1レンズ群の最も物体側の面から像側の面までの光軸上の距離を L_1 とし、広角端での前記第1レンズ群の最も物体側の面から前記絞りまでの光軸上の距離を L_{SP} とし、広角端での前記第1レンズ群の最も像側の面から前記絞りまでの光軸上の距離を L_{spw} とし、前記第1レンズ群の最も像側の面から前記絞りまでの光軸上の距離の最大値を L_{spmax} とし、前記正レンズ群の焦点距離および前記負レンズ群の焦点距離をそれぞれ f_p および f_n とし、広角端から望遠端への変倍のための前記1つまたは2つの移動レンズ群の移動量の最大値を M_{max} として、

$$0.488 \leq L_1 / L_{SP} < 0.9$$

$$1.1 < L_{spmax} / L_{spw} < 1.8$$

$$-0.524 \leq f_p / f_n < -0.1$$

$$0.506 \leq M_{max} / L_1 < 1.00$$

なる条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】

10

20

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 とし、前記 1 つまたは 2 つの移動レンズ群の広角端での合成焦点距離を f_m とし、

$$-6.0 < f_1 / f_m < -0.8$$

なる条件式を満たす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】

物体側から像側へ順に、変倍のためには移動しない正の屈折力の第 1 レンズ群と、負の屈折力のレンズ群を含む変倍のためには移動する 1 つまたは 2 つの移動レンズ群と、変倍のためには移動する負レンズ群と、絞りを含み変倍のためには移動する正レンズ群と、変倍のためには移動しない正の屈折力の最終レンズ群と、からなり、隣り合うレンズ群どうしの間隔は、いずれも変倍のために変化し、

10

前記第 1 レンズ群の最も物体側の面から像側の面までの光軸上の距離を L_1 とし、広角端での前記第 1 レンズ群の最も物体側の面から前記絞りまでの光軸上の距離を L_{SP} とし、広角端での前記第 1 レンズ群の最も像側の面から前記絞りまでの光軸上の距離を L_{spw} とし、前記第 1 レンズ群の最も像側の面から前記絞りまでの光軸上の距離の最大値を L_{spmax} とし、前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 とし、前記 1 つまたは 2 つの移動レンズ群の広角端での合成焦点距離を f_m とし、広角端から望遠端への変倍のための前記 1 つまたは 2 つの移動レンズ群の移動量の最大値を M_{max} とし、

$$0.4 < L_1 / L_{SP} < 0.9$$

$$1.1 < L_{spmax} / L_{spw} < 1.8$$

$$-1.723 < f_1 / f_m < -0.8$$

20

$$0.393 < M_{max} / L_1 < 1.00$$

なる条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【請求項 4】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に、負の第 1 サブレンズ群と、正の第 2 サブレンズ群と、正のサブレンズ群とを有し、隣り合うサブレンズ群どうしの間隔は、いずれも合焦のために変化し、少なくとも前記第 2 サブレンズ群は、合焦のために移動する、ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 うちいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

無限遠より光束が入射する際の広角端での前記正レンズ群の横倍率を p とし、

$$|1/p| < 0.2$$

30

なる条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 うちいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

望遠端での前記第 1 レンズ群の最終面から前記絞りまでの光軸上の距離を L_{spt} とし、

$$1.05 < L_{spt} / L_{spw} < 1.75$$

なる条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のうちいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のうちいずれか 1 項に記載のズームレンズと、

40

前記ズームレンズによって形成された像を受ける撮像素子と、
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、ズームレンズおよび撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、テレビカメラや映画用カメラ、写真用カメラ等の撮像装置には、広画角、高ズーム比かつ高い光学性能を有したズームレンズが要望されている。特に、プロフェッショナル

50

ルの動画撮影システムとしてのテレビ、映画用カメラに用いられているＣＣＤやＣＭＯＳ等の撮像デバイスは、撮像範囲全体が略均一の解像力を有している。そのため、これを用いるズームレンズに対しては、画面中心から画面周辺まで解像力が略均一であることが要求されている。

【０００３】

広画角、高ズーム比のズームレンズとして、最も物体側に正の屈折力の第１レンズ群を配置したポジティブリード型のズームレンズが知られている。例えば、特許文献１では、変倍比７程度のズームレンズが開示されており、物体側から順に正の屈折力の第１レンズ群、変倍時に移動する第２レンズ群から第５レンズ群、第６レンズ群から構成され、第５レンズ群に絞りが含まれている。また、特許文献２では、変倍比２．２程度のズームレンズが開示されており、変倍時に移動する第２レンズ群から第４レンズ群、第５レンズ群から構成され、第４レンズ群に絞りが含まれている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【文献】特開２０１６－１７３４８１号公報

特開２０１８－１３２７３１号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

前述した構成のポジティブリード型のズームレンズにおいて、高い光学性能と広画角化、小型化を両立するためには、絞りの配置位置や各レンズ群の焦点距離を適切に設定することが重要となる。更なる広画角化を達成しようとした場合、第１レンズ群のレンズ径が広角端の軸外光線が決まるため、ズームレンズが大型化する。また、第１レンズ群の焦点距離を短くする必要があり、画面中心から画面周辺まで良好な光学性能を達成することが困難になる。

20

【０００６】

しかしながら、特許文献１に開示されているズームレンズは、絞りを含むレンズ群の移動量が小さく、更なる広画角化を達成しようとした場合、第１レンズ群のレンズ径が大型化する。また、特許文献２に開示されているズームレンズは、絞りを含むレンズ群がズーム中間で最も物体側を通る軌跡となっており、更なる広角化には不利な軌跡となっている。

30

【０００７】

そこで、本発明は、例えば、広画角、小型軽量、および全ズーム範囲に渡る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する。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

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しない正の屈折力の第１レンズ群と、負の屈折力のレンズ群を含む変倍のために移動する１つまたは２つの移動レンズ群と、変倍のために移動する負レンズ群と、絞りを含み変倍のために移動する正レンズ群と、変倍のためには移動しない正の屈折力の最終レンズ群と、からなり、隣り合うレンズ群どうしの間隔はいずれも変倍のために間隔が変化し、前記第１レンズ群の最も物体側の面から像側の面までの光軸上の距離を L_1 とし、広角端での前記第１レンズ群の最も物体側の面から前記絞りまでの光軸上の距離を L_{SP} とし、広角端での前記第１レンズ群の最も像側の面から前記絞りまでの光軸上の距離を L_{spw} とし、前記第１レンズ群の最も像側の面から前記絞りまでの光軸上の距離の最大値を L_{spmax} とし、前記正レンズ群の焦点距離および前記負レンズ群の焦点距離をそれぞれ f_p および f_n とし、広角端から望遠端への変倍のための前記１つまたは２つの移動レンズ群の移動量の最大値を M_{max} として、

40

$$0.488 < L_1 / L_{SP} < 0.9$$

$$1.1 < L_{spmax} / L_{spw} < 1.8$$

50

$$\begin{aligned} & -0.524 \quad f_p / f_n < -0.1 \\ & 0.506 \quad M_{\max} / L_1 < 1.00 \end{aligned}$$

なる条件式を満たすことを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、例えば、広画角、小型軽量、および全ズーム範囲に渡る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。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【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

10

【図2】数値実施例1の広角端(a)、 $f = 30 \text{ mm}$ (b)、望遠端(c)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)、 $f = 45 \text{ mm}$ (b)、望遠端(c)で無限遠合焦時の収差図

【図5】数値参考例1の広角端において無限遠合焦時のレンズ断面図

【図6】数値参考例1の広角端(a)、 $f = 27 \text{ mm}$ (b)、望遠端(c)で無限遠合焦時の収差図

【図7】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8】数値実施例3の広角端(a)、 $f = 45 \text{ mm}$ (b)、望遠端(c)で無限遠合焦時の収差図

20

【図9】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10】数値実施例4の広角端(a)、 $f = 25 \text{ mm}$ (b)、望遠端(c)で無限遠合焦時の収差図

【図11】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12】数値実施例5の広角端(a)、 $f = 80 \text{ mm}$ (b)、 $f = 152.7 \text{ mm}$ (c)、望遠端(d)で無限遠合焦時の収差図

【図13】数値参考例2の広角端において無限遠合焦時のレンズ断面図

【図14】数値参考例2の広角端(a)、 $f = 45 \text{ mm}$ (b)、望遠端(c)で無限遠合焦時の収差図

30

【図15】数値実施例6の広角端において無限遠合焦時のレンズ断面図

【図16】数値実施例6の広角端(a)、 $f = 16 \text{ mm}$ (b)、 $f = 35.7 \text{ mm}$ (c)、望遠端(d)で無限遠合焦時の収差図

【図17】数値参考例3の広角端において無限遠合焦時のレンズ断面図

【図18】数値参考例3の広角端(a)、 $f = 80 \text{ mm}$ (b)、 $f = 165.4 \text{ mm}$ (c)、望遠端(d)で無限遠合焦時の収差図

【図19】数値実施例1の広角端(a)、望遠端(b)で無限遠物体距離に合焦時の光路図

【図20】本発明の撮像装置の要部概略図

【発明を実施するための形態】

【0011】

40

以下に、本発明の好ましい実施の形態を、添付の図面に基づいて詳細に説明する。

まず、本発明のズームレンズの特徴について、各条件式に沿って説明する。本発明のズームレンズは、広画角、小型軽量で全ズーム範囲に渡り高い光学性能を有したズームレンズを達成するために、絞りの配置位置や第1レンズ群の長さを規定している。具体的には、広角端の画角 $60 \sim 100$ 度程度、変倍比 $1.5 \sim 15$ 程度の小型軽量で、高い光学性能を有したズームレンズの提供を可能としている。

【0012】

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しない正の屈折力の第1レンズ群と、負の屈折力のレンズ群を含む変倍のために移動する1つまたは2つの移動レンズ群と、変倍のために移動する負レンズ群と、絞りを含み変倍のために移動す

50

る正レンズ群と、変倍のためには移動しない正の屈折力の最終レンズ群と、からなり、隣り合うレンズ群の間隔はいずれも変倍のために変化する。第1レンズ群の最も物体側の面から像側の面までの光軸上の距離を L_1 とし、広角端における第1レンズ群の最も物体側の面から絞りまでの光軸上の距離を L_{SP} とし、広角端における第1レンズ群の最も像側の面から絞りまでの光軸上の距離を L_{spw} とし、変倍中の第1レンズ群の最も像側の面から絞りまでの光軸上の距離の最大値を L_{spmax} として、

$$0.4 < L_1 / L_{SP} < 0.9 \quad \cdots (1)$$

$$1.1 < L_{spmax} / L_{spw} < 1.8 \quad \cdots (2)$$

なる条件式を満たしている。

【0013】

本発明の第1レンズ群を前述した構成とすることによる光学的作用について説明する。図19は、数値実施例1の広角端(a)、望遠端(b)で無限遠物体距離に合焦時の光路図を示している。図19から分かるように、第1レンズ群の中でもレンズ径の最も大きい第1サブレンズ群は、広角端、無限遠物体距離における軸外光線でレンズ径が決まっている。そのため、更なる広画角化を図ろうとすると、第1サブレンズ群のレンズ径は増大する傾向である。そこで、本発明では、絞りを含む正レンズ群を広角端で物体側に配置する軌跡とすることで、ズームレンズの広角端における入射瞳を物体側に押し出すことで、広画角化に伴う第1サブレンズ群のレンズ径増大の抑制を図っている。

【0014】

また、(1)式は、第1レンズ群の最も物体側の面から像側の面までの間隔と広角端における第1レンズ群の最も物体側の面から絞りまでの間隔の比を規定している。(1)式を満たすことで、ズームレンズの小型化を達成している。(1)式の上限の条件が満たされないと、第1レンズ群の厚さが長くなるため、第1レンズ群のレンズ径が大きくなり、ズームレンズの小型化が困難となる。逆に、(1)式の下限の条件が満たされないと、広角端で第1レンズ群から絞りまでの間隔が長くなるため、前述した入射瞳を物体側に押し出す効果が小さくなり、ズームレンズの小型化が困難となる。

【0015】

(2)式は、広角端における第1レンズ群の最終面から絞りまでの間隔と変倍中の第1レンズ群の最終面から絞りまでの間隔の最大値の比を規定している。(2)式を満たすことで、ズームレンズの小型化と高い光学性能の両立を達成している。(2)式の上限が満たされないと、絞りを含む正レンズ群の変倍時の移動量が大きくなり、特にズーム中間において像面湾曲や倍率色収差を補正することが困難となる。逆に、(2)式の下限が満たされないと、広角端で第1レンズ群から絞りまでの間隔が長くなるため、前述した入射瞳を物体側に押し出す効果が小さくなり、ズームレンズの小型化が困難となる。

【0016】

更に好ましくは、(1)、(2)式は次の如く設定するのが良い。

$$0.45 < L_1 / L_{SP} < 0.80 \quad \cdots (1a)$$

$$1.15 < L_{spmax} / L_{spw} < 1.65 \quad \cdots (2a)$$

【0017】

更なる本発明のズームレンズの態様として、第1レンズ群は物体側から像側へ順に、負の第1サブレンズ群、正の第2サブレンズ群、および第2サブレンズ群より像側に正のサブレンズ群を有し、合焦時に少なくとも第2サブレンズ群が移動することを特徴としている。隣り合うサブレンズ群の間隔はいずれも合焦のために変化する。第1レンズ群の物体側に負のレンズ群を、第1レンズ群の像側に正のレンズ群を配置することで、第1レンズ群の像側主点を像側に設定し易く、広画角化に有利な構成となる。

【0018】

更なる本発明のズームレンズの態様として、無限遠より光束が入射する際の広角端における正レンズ群の横倍率を p としたとき、

$$|1/p| < 0.2 \quad \cdots (3)$$

を満たしている。(3)式を満たすことで、正レンズ群からの射出光線を平行に近づける

10

20

30

40

50

ことで、変倍時の絞り径の変化を小さくしている。(3)式の条件が満たされないと、正レンズ群からの射出光線が角度を持つため、変倍中の絞り径の変化が大きくなる。

【0019】

更に好ましくは、(3)式は次の如く設定するのが良い。

$$|1/p| < 0.15 \quad \dots (3a)$$

【0020】

更なる本発明のズームレンズの態様として、望遠端における第1レンズ群の最終面から絞りまでの間隔を L_{spt} としたとき、

$$1.05 < L_{spt}/L_{spw} < 1.75 \quad \dots (4)$$

を満たしている。(4)式を満たすことで、ズームレンズの小型化と高い光学性能の両立を達成している。(4)式の上限が満たされないと、絞りを含む正レンズ群の変倍時の移動量が大きくなり、特にズーム中間において像面湾曲や倍率色収差を補正することが困難となる。逆に、(4)式の下限が満たされないと、広角端で第1レンズ群から絞りまでの間隔が長くなるため、前述した入射瞳を物体側に押し出す効果が小さくなり、ズームレンズの小型化が困難となる。

10

【0021】

更に好ましくは、(4)式は次の如く設定するのが良い。

$$1.10 < L_{spt}/L_{spw} < 1.65 \quad \dots (4a)$$

【0022】

更なる本発明のズームレンズの態様として、正レンズ群と負レンズ群の焦点距離をそれぞれ f_p 、 f_n としたとき、

$$-1.5 < f_p/f_n < -0.1 \quad \dots (5)$$

を満たしている。(5)式を満たすことで、ズームレンズの小型化を達成している。(5)式の上限が満たされないと、正レンズ群の屈折力が弱くなるため、後続レンズ群のレンズ径が大きくなり、ズームレンズの小型化が困難となる。逆に、(5)式の下限が満たされないと、負レンズ群の屈折力が弱くなるため、変倍時の負レンズ群の移動量が大きくなり、ズームレンズの小型化が困難となる。

20

【0023】

更に好ましくは、(5)式は次の如く設定するのが良い。

$$-1.30 < f_p/f_n < -0.15 \quad \dots (5a)$$

【0024】

更なる本発明のズームレンズの態様として、第1レンズ群と移動レンズ群の広角端における合成焦点距離をそれぞれ f_1 、 f_m としたとき、

$$-6.0 < f_1/f_m < -0.8 \quad \dots (6)$$

を満たしている。(6)式を満たすことで、ズームレンズの小型化と高い光学性能の両立を達成している。ズームレンズの焦点距離は、第1レンズ群の焦点距離に移動レンズ群から後続レンズ群までの横倍率を掛け合わせ値となるため、広画角化を達成するためには、第1レンズ群の焦点距離を適切に設定する必要がある。(6)式の上限が満たされないと、第1レンズ群の屈折力が強くなり、収差変動の補正が困難となる。また、第1レンズ群に対して第2レンズ群の屈折力が不足するため、ズームレンズの小型軽量化に不利である。逆に、(6)式の下限が満たされないと、第1レンズ群の屈折力が不足するため、広画角化や小型軽量化が困難となる。

40

【0025】

更に好ましくは、(6)式は次の如く設定するのが良い。

$$-5.0 < f_1/f_m < -0.9 \quad \dots (6a)$$

【0026】

更なる本発明のズームレンズの態様として、広角端から望遠端への変倍時の移動レンズ群の移動量の最大値を M_{max} としたとき、

$$0.15 < M_{max}/L_1 < 1.00 \quad \dots (7)$$

を満たしている。(7)式の上限が満たされないと、変倍時の移動レンズ群の移動量が大き

50

きくなるため、ズームレンズの小型化が困難となる。逆に、(7)式の下限が満たされないと、変倍時の移動レンズ群の移動量が小さくなり、変倍比を大きくすることが困難となる。

【0027】

更に好ましくは、(7)式は次の如く設定するのが良い。

$$0.2 < M_{\max} / L_1 < 0.9 \quad \cdots (7a)$$

【0028】

さらに、本発明の撮像装置は、各実施例のズームレンズとズームレンズによって形成された像を受光する所定の有効撮像範囲を有する撮像素子を有することを特徴とする。

【0029】

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1～6に対応する数値実施例1～6のレンズ構成の特徴により説明する。

【実施例1】

【0030】

図1は本発明の実施例1(数値実施例1)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2において、(a)は数値実施例1の広角端、(b)は数値実施例1の焦点距離30mm、(c)は数値実施例1の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。また、焦点距離の値は、後述する数値実施例をmm単位で表したときの値である。これは以下の数値実施例、数値参考例においても、全て同じである。

【0031】

図1において、物体側から像側へ順に、合焦用の正の屈折力の第1レンズ群L1を有している。さらに、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、変倍時に移動する負の屈折力の第3レンズ群L3を有している。さらに、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3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正の屈折力の第4レンズ群L4を有している。さらに、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第5レンズ群L5を有している。本実施例では、移動レンズ群は第2レンズ群L2に、後続レンズ群は第3レンズ群L3から第5レンズ群L5に相当する。

【0032】

本実施例では、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4で変倍系を構成している。SPは開口絞りであり、第4レンズ群L4に含まれ、第4レンズ群の最も物体側に配置される。Iは像面であり、放送用テレビカメラ、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラの撮像光学系として使用する際には、ズームレンズで形成された像を受光し、光電変換する固体撮像素子(光電変換素子)等の撮像面に相当している。フィルム用カメラの撮像光学系として使用する際には、ズームレンズで形成された像が感光するフィルム面に相当する。

【0033】

縦収差図において、球面収差における実線、二点鎖線は各々e線、g線である。非点収差における点線と実線は各々メリディオナル像面、サジタル像面であり、倍率色収差における二点鎖線はg線である。 ω は半画角、FnoはFナンバーである。縦収差図では、球面収差は0.4mm、非点収差は0.4mm、歪曲は10%、倍率色収差は0.1mmのスケールで描かれている。なお、以下の各実施例、各参考例において広角端と望遠端は、変倍用の第2レンズ群L2が機構に対して光軸上を移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置を指す。

【0034】

第1レンズ群L1は第1面から第18面に対応する。第2レンズ群L2は、第19面から第24面、第3レンズ群L3は、第25面から第27面に、第4レンズ群L4は、第28面から第30面に対応している。第5レンズ群L5は、第31面から第43面に対応する。第1レンズ群L1は、合焦時に移動しない負の屈折力の第1サブレンズ群L11、無

10

20

30

40

50

限遠側から至近側への合焦時に像側に移動する正の屈折力の第2サブレンズ群L12、合焦時に移動しない正の屈折力の第3サブレンズ群L13から構成される。第1サブレンズ群L11は第1面から第8面に、第2サブレンズ群L12は第9面から第10面に、第3サブレンズ群L13は第11面から第18面に対応する。本実施例では、第1レンズ群の最終面から絞りまでの間隔の最大値 $L_{s\max}$ は望遠端での間隔に対応する。

【0035】

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、数値参考例において、 i は物体側からの面（光学面）の順序を示し、 r_i は物体側より第 i 番目の面の曲率半径、 d_i 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、 n_{di} 、 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、 B_F 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、 A_3 から A_{16} 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。

【数1】

$$X = \frac{H^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(H/R)^2}} + A_4H^4 + A_6H^6 + A_8H^8 + A_{10}H^{10} + A_{12}H^{12} + A_{14}H^{14} + A_{16}H^{16} \\ + A_3H^3 + A_5H^5 + A_7H^7 + A_9H^9 + A_{11}H^{11} + A_{13}H^{13} + A_{15}H^{15}$$

【0036】

本実施例の各条件式対応値を表1に示す。本実施例は(1)～(7)式を満足しており、絞りの配置位置や第1レンズ群の長さを適切に設定することで、広画角、小型軽量で全ズーム範囲に渡り高い光学性能を有したズームレンズを達成している。しかしながら、本発明のズームレンズは、(1)、(2)式を満足することは必須であるが、(3)～(7)式については満足していなくても構わない。但し、(3)～(7)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。

【0037】

図20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。

【0038】

図20において101は実施例1～6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、結像用の後群Rを有している。第1レンズ群F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、第3レンズ群、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。SPは開口絞りである。114、115は各々第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。116～118は駆動機構114、115および開口絞りSPを電動駆動するモータ（駆動手段）である。119～121は、第1レンズ群Fや変倍部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。また、111、122はカメラ124およびズームレンズ101の各種の駆動を制御するCPUである。

【0039】

10

20

30

40

50

このように、本発明のズームレンズをテレビカメラや映画用カメラ、デジタルスチル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】

【0040】

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）は数値実施例 2 の広角端、（b）は数値実施例 2 の焦点距離 45 mm、（c）は数値実施例 2 の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。

【0041】

図 3 において、物体側から像側へ順に、合焦用の正の屈折力の第 1 レンズ群 L1 を有している。さらに、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、変倍時に移動する負の屈折力の第 3 レンズ群 L3 を有している。さらに、第 2 レンズ群 L2、第 3 レンズ群 L3 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正の屈折力の第 4 レンズ群 L4 を有している。さらに、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第 5 レンズ群 L5 を有している。本実施例では、移動レンズ群は第 2 レンズ群 L2 に、後続レンズ群は第 3 レンズ群 L3 から第 5 レンズ群 L5 に相当する。本実施例では、第 2 レンズ群 L2、第 3 レンズ群 L3、第 4 レンズ群 L4 で変倍系を構成している。SP は開口絞りであり、第 4 レンズ群 L4 に含まれ、第 4 レンズ群の最も物体側に配置される。I は像面であり、放送用テレビカメラ、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラの撮像光学系として使用する際には、ズームレンズで形成された像を受光し、光電変換する固体撮像素子（光電変換素子）等の撮像面に相当している。フィルム用カメラの撮像光学系として使用する際には、ズームレンズで形成された像が感光するフィルム面に相当する。

【0042】

第 1 レンズ群 L1 は第 1 面から第 18 面に対応する。第 2 レンズ群 L2 は、第 19 面から第 25 面、第 3 レンズ群 L3 は、第 26 面から第 28 面に、第 4 レンズ群 L4 は、第 29 面から第 31 面に対応している。第 5 レンズ群 L5 は、第 32 面から第 49 面に対応する。第 1 レンズ群 L1 は、合焦時に移動しない負の屈折力の第 1 サブレンズ群 L11、無限遠側から至近側への合焦時に像側に移動する正の屈折力の第 2 サブレンズ群 L12、合焦時に物体側に移動する正の屈折力の第 3 サブレンズ群 L13 から構成される。第 2 サブレンズ群が像側に 1 mm 移動する際に、第 3 サブレンズ群が物体側に 0.1 mm 移動する比率で合焦時に第 2 サブレンズ群および第 3 サブレンズ群が移動する。

【0043】

第 1 サブレンズ群 L11 は第 1 面から第 6 面に、第 2 サブレンズ群 L12 は第 7 面から第 8 面に、第 3 サブレンズ群 L13 は第 9 面から第 18 面に対応する。本実施例では、第 1 レンズ群の最終面から絞りまでの間隔の最大値 L_{spmax} は望遠端での間隔に対応する。

【0044】

本実施例の各条件式対応値を表 1 に示す。本実施例は（1）～（7）式を満足しており、絞りの配置位置や第 1 レンズ群の長さを適切に設定することで、広画角、小型軽量で全ズーム範囲に渡り高い光学性能を有したズームレンズを達成している。

（参考例 1）

【0045】

図 5 は参考例 1（数値参考例 1）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）は数値参考例 1 の広角端、（b）は数値参考例 1 の焦点距離 27 mm、（c）は数値参考例 1 の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。

【0046】

図 5 において、物体側から像側へ順に、合焦用の正の屈折力の第 1 レンズ群 L1 を有している。さらに、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

10

20

30

40

50

力の第2レンズ群L2、変倍時に移動する負の屈折力の第3レンズ群L3を有している。さらに、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3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正の屈折力の第4レンズ群L4を有している。さらに、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第5レンズ群L5を有している。本参考例では、移動レンズ群は第2レンズ群L2に、後続レンズ群は第3レンズ群L3から第5レンズ群L5に相当する。本参考例では、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4で変倍系を構成している。SPは開口絞りであり、第4レンズ群L4に含まれ、第4レンズ群の最も物体側に配置される。Iは像面であり、放送用テレビカメラ、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラの撮像光学系として使用する際には、ズームレンズで形成された像を受光し、光電変換する固体撮像素子（光電変換素子）等の撮像面に相当している。フィルム用カメラの撮像光学系として使用する際には、ズームレンズで形成された像が感光するフィルム面に相当する。

10

【0047】

第1レンズ群L1は第1面から第16面に対応する。第2レンズ群L2は、第17面から第24面、第3レンズ群L3は、第25面から第27面に、第4レンズ群L4は、第28面から第30面に対応している。第5レンズ群L5は、第31面から第43面に対応する。第1レンズ群L1は、合焦時に移動しない負の屈折力の第1サブレンズ群L11、無限遠側から至近側への合焦時に像側に移動する正の屈折力の第2サブレンズ群L12、合焦時に移動しない正の屈折力の第3サブレンズ群L13から構成される。

【0048】

20

第1サブレンズ群L11は第1面から第6面に、第2サブレンズ群L12は第7面から第8面に、第3サブレンズ群L13は第9面から第16面に対応する。本参考例では、第1レンズ群の最終面から絞りまでの間隔の最大値Ls p m a xは望遠端での間隔に対応する。

【0049】

本参考例の各条件式対応値を表1に示す。本参考例は(1)~(7)式を満足しており、絞りの配置位置や第1レンズ群の長さを適切に設定することで、広画角、小型軽量で全ズーム範囲に渡り高い光学性能を有したズームレンズを達成している。

【実施例3】

【0050】

30

図7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)は数値実施例3の広角端、(b)は数値実施例3の焦点距離45mm、(c)は数値実施例3の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。

【0051】

図7において、物体側から像側へ順に、合焦用の正の屈折力の第1レンズ群L1を有している。さらに、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、変倍時に移動する負の屈折力の第3レンズ群L3を有している。さらに、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3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正の屈折力の第4レンズ群L4を有している。さらに、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第5レンズ群L5を有している。本実施例では、移動レンズ群は第2レンズ群L2に、後続レンズ群は第3レンズ群L3から第5レンズ群L5に相当する。本実施例では、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4で変倍系を構成している。SPは開口絞りであり、第4レンズ群L4に含まれ、第4レンズ群の最も像側に配置される。Iは像面であり、放送用テレビカメラ、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラの撮像光学系として使用する際には、ズームレンズで形成された像を受光し、光電変換する固体撮像素子（光電変換素子）等の撮像面に相当している。フィルム用カメラの撮像光学系として使用する際には、ズームレンズで形成された像が感光するフィルム面に相当する。

40

【0052】

50

第1レンズ群L1は第1面から第15面に対応する。第2レンズ群L2は、第16面から第23面、第3レンズ群L3は、第24面から第26面に、第4レンズ群L4は、第27面から第29面に対応している。第5レンズ群L5は、第30面から第42面に対応する。第1レンズ群L1は、合焦時に移動しない負の屈折力の第1サブレンズ群L11、無限遠側から至近側への合焦時に像側に移動する正の屈折力の第2サブレンズ群L12、合焦時に移動しない正の屈折力の第3サブレンズ群L13から構成される。

【0053】

第1サブレンズ群L11は第1面から第6面に、第2サブレンズ群L12は第7面から第10面に、第3サブレンズ群L13は第11面から第15面に対応する。本実施例では、第1レンズ群の最終面から絞りまでの間隔の最大値Ls p m a xは望遠端での間隔に対応する。

10

【0054】

本実施例の各条件式対応値を表1に示す。本実施例は(1)~(7)式を満足しており、絞りの配置位置や第1レンズ群の長さを適切に設定することで、広画角、小型軽量で全ズーム範囲に渡り高い光学性能を有したズームレンズを達成している。

【実施例4】

【0055】

図9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10において、(a)は数値実施例4の広角端、(b)は数値実施例4の焦点距離25mm、(c)は数値実施例4の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。

20

【0056】

図9において、物体側から像側へ順に、合焦用の正の屈折力の第1レンズ群L1を有している。さらに、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、変倍時に移動する負の屈折力の第3レンズ群L3を有している。さらに、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3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正の屈折力の第4レンズ群L4を有している。さらに、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第5レンズ群L5を有している。本実施例では、移動レンズ群は第2レンズ群L2に、後続レンズ群は第3レンズ群L3から第5レンズ群L5に相当する。本実施例では、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4で変倍系を構成している。SPは開口絞りであり、第4レンズ群L4に含まれ、第4レンズ群の最も物体側に配置される。Iは像面であり、放送用テレビカメラ、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラの撮像光学系として使用する際には、ズームレンズで形成された像を受光し、光電変換する固体撮像素子(光電変換素子)等の撮像面に相当している。フィルム用カメラの撮像光学系として使用する際には、ズームレンズで形成された像が感光するフィルム面に相当する。

30

【0057】

第1レンズ群L1は第1面から第16面に対応する。第2レンズ群L2は、第17面から第24面、第3レンズ群L3は、第25面から第27面に、第4レンズ群L4は、第28面から第30面に対応している。第5レンズ群L5は、第31面から第43面に対応する。第1レンズ群L1は、合焦時に移動しない負の屈折力の第1サブレンズ群L11、無限遠側から至近側への合焦時に像側に移動する正の屈折力の第2サブレンズ群L12、合焦時に移動しない正の屈折力の第3サブレンズ群L13から構成される。

40

【0058】

第1サブレンズ群L11は第1面から第6面に、第2サブレンズ群L12は第7面から第8面に、第3サブレンズ群L13は第9面から第16面に対応する。本実施例では、第1レンズ群の最終面から絞りまでの間隔の最大値Ls p m a xは望遠端での間隔に対応する。

【0059】

本実施例の各条件式対応値を表1に示す。本実施例は(1)~(7)式を満足しており

50

、絞りの配置位置や第1レンズ群の長さを適切に設定することで、広画角、小型軽量で全ズーム範囲に渡り高い光学性能を有したズームレンズを達成している。

【実施例5】

【0060】

図11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12において、（a）は数値実施例5の広角端、（b）は数値実施例5の焦点距離80mm、（c）は数値実施例5の焦点距離152.7mm、（d）は数値実施例5の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。

【0061】

図11において、物体側から像側へ順に、合焦用の正の屈折力の第1レンズ群L1を有している。さらに、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、像側へ移動する負の屈折力の第3レンズ群L3、変倍時に移動する負の屈折力の第4レンズ群L4を有している。さらに、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4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正の屈折力の第5レンズ群L5を有している。さらに、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第6レンズ群L6を有している。本実施例では、移動レンズ群は第2レンズ群と第3レンズ群に、後続レンズ群は第4レンズ群L4から第6レンズ群L6に相当する。本実施例では、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4、第5レンズ群L5で変倍系を構成している。SPは開口絞りであり、第5レンズ群L5に含まれ、第5レンズ群の最も物体側に配置される。Iは像面であり、放送用テレビカメラ、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラの撮像光学系として使用する際には、ズームレンズで形成された像を受光し、光電変換する固体撮像素子（光電変換素子）等の撮像面に相当している。フィルム用カメラの撮像光学系として使用する際には、ズームレンズで形成された像が感光するフィルム面に相当する。

【0062】

第1レンズ群L1は第1面から第13面に対応する。第2レンズ群L2は、第14面から第15面、第3レンズ群L3は、第16面から第20面に、第4レンズ群L4は、第21面から第23面に対応している。第5レンズ群L5は、第24面から第29面に、第6レンズ群L6は、第30面から第43面に対応する。第1レンズ群L1は、合焦時に移動しない負の屈折力の第1サブレンズ群L11、無限遠側から至近側への合焦時に像側に移動する正の屈折力の第2サブレンズ群L12、合焦時に移動しない第3サブレンズ群L13、合焦時に物体側に移動する正の屈折力の第4サブレンズ群L14から構成される。

【0063】

第1サブレンズ群L11は第1面から第4面に、第2サブレンズ群L12は第5面から第6面に、第3サブレンズ群L13は第7面から第9面に、第4サブレンズ群L14は第10面から第13面に対応する。第2サブレンズ群が像側に1mm移動する際に、第4サブレンズ群が物体側に0.6mm移動する比率で合焦時に第2サブレンズ群および第4サブレンズ群が移動する。本実施例では、第1レンズ群の最終面から絞りまでの間隔の最大値Ls p m a xは焦点距離152.7mmでの間隔に対応する。

【0064】

本実施例の各条件式対応値を表1に示す。本実施例は（1）～（7）式を満足しており、絞りの配置位置や第1レンズ群の長さを適切に設定することで、広画角、小型軽量で全ズーム範囲に渡り高い光学性能を有したズームレンズを達成している。

【0065】

（参考例2）

図13は本発明の参考例2（数値参考例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14において、（a）は数値参考例2の広角端、（b）は数値参考例2の焦点距離45mm、（c）は数値参考例2の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。

【 0 0 6 6 】

図 1 3 において、物体側から像側へ順に、合焦用の正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 を有している。さらに、広角端から望遠端への変倍に際して、像側へ移動する正の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、像側へ移動する変倍用の負の屈折力の第 3 レンズ群 L 3、変倍時に移動する負の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 を有している。さらに、第 2 レンズ群 L 2、第 3 レンズ群 L 3、第 4 レンズ群 L 4 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正の屈折力の第 5 レンズ群 L 5 を有している。さらに、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第 6 レンズ群 L 6 を有している。本参考例では、移動レンズ群は第 2 レンズ群と第 3 レンズ群に、後続レンズ群は第 4 レンズ群 L 4 から第 6 レンズ群 L 6 に相当する。本参考例では、第 2 レンズ群 L 2、第 3 レンズ群 L 3、第 4 レンズ群 L 4、第 5 レンズ群 L 5 で変倍系を構成している。S P は開口絞りであり、第 5 レンズ群 L 5 に含まれ、第 5 レンズ群の最も物体側に配置される。I は像面であり、放送用テレビカメラ、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラの撮像光学系として使用する際には、ズームレンズで形成された像を受光し、光電変換する固体撮像素子（光電変換素子）等の撮像面に相当している。フィルム用カメラの撮像光学系として使用する際には、ズームレンズで形成された像が感光するフィルム面に相当する。

10

【 0 0 6 7 】

第 1 レンズ群 L 1 は第 1 面から第 1 5 面に対応する。第 2 レンズ群 L 2 は、第 1 6 面から第 1 7 面、第 3 レンズ群 L 3 は、第 1 8 面から第 2 2 面に、第 4 レンズ群 L 4 は、第 2 3 面から第 2 5 面に対応している。第 5 レンズ群 L 5 は、第 2 6 面から第 2 8 面に、第 6 レンズ群 L 6 は、第 2 9 面から第 4 3 面に対応する。第 1 レンズ群 L 1 は、合焦時に移動しない負の屈折力の第 1 サブレンズ群 L 1 1、無限遠側から至近側への合焦時に像側に移動する正の屈折力の第 2 サブレンズ群 L 1 2、合焦時に移動しない正の屈折力の第 3 サブレンズ群 L 1 3 から構成される。

20

【 0 0 6 8 】

第 1 サブレンズ群 L 1 1 は第 1 面から第 6 面に、第 2 サブレンズ群 L 1 2 は第 7 面から第 8 面に、第 3 サブレンズ群 L 1 3 は第 9 面から第 1 5 面に対応する。本参考例では、第 1 レンズ群の最終面から絞りまでの間隔の最大値 $L_{s p m a x}$ は望遠端での間隔に対応する。

【 0 0 6 9 】

本参考例の各条件式対応値を表 1 に示す。本参考例は (1) ~ (7) 式を満足しており、絞りの配置位置や第 1 レンズ群の長さを適切に設定することで、広画角、小型軽量で全ズーム範囲に渡り高い光学性能を有したズームレンズを達成している。

30

【 実施例 6 】

【 0 0 7 0 】

図 1 5 は本発明の実施例 6（数値実施例 6）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 1 6 において、(a) は数値実施例 6 の広角端、(b) は数値実施例 6 の焦点距離 1 6 m m、(c) は数値実施例 6 の焦点距離 3 5 . 7 m m、(d) は数値実施例 6 の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。

40

【 0 0 7 1 】

図 1 5 において、物体側から像側へ順に、合焦用の正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 を有している。さらに、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、変倍時に移動する負の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 を有している。さらに、第 2 レンズ群 L 2、第 3 レンズ群 L 3 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正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 を有している。さらに、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第 5 レンズ群 L 5 を有している。本実施例では、移動レンズ群は第 2 レンズ群 L 2 に、後続レンズ群は第 3 レンズ群 L 3 から第 5 レンズ群 L 5 に相当する。本実施例では、第 2 レンズ群 L 2、第 3 レンズ群 L 3、第 4 レンズ群 L 4 で変倍系を構成している。S P は開口絞りであり、第 4 レンズ群 L

50

4に含まれ、第4レンズ群の最も物体側に配置される。Pは色分解プリズムや光学フィルタを示すガラスブロックである。Iは像面であり、放送用テレビカメラ、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラの撮像光学系として使用する際には、ズームレンズで形成された像を受光し、光電変換する固体撮像素子（光電変換素子）等の撮像面に相当している。フィルム用カメラの撮像光学系として使用する際には、ズームレンズで形成された像が感光するフィルム面に相当する。

【0072】

第1レンズ群L1は第1面から第21面に対応する。第2レンズ群L2は、第22面から第30面、第3レンズ群L3は、第31面から第33面に、第4レンズ群L4は、第34面から第38面に対応している。第5レンズ群L5は、第39面から第48面に対応する。第1レンズ群L1は、合焦時に移動しない負の屈折力の第1サブレンズ群L11、無限遠側から至近側への合焦時に像側に移動する正の屈折力の第2サブレンズ群L12、合焦時に移動しない正の屈折力の第3サブレンズ群L13から構成される。

10

【0073】

第1サブレンズ群L11は第1面から第8面に、第2サブレンズ群L12は第9面から第10面に、第3サブレンズ群L13は第11面から第21面に対応する。本実施例では、第1レンズ群の最終面から絞りまでの間隔の最大値Lspmaxは焦点距離35.7mmでの間隔に対応する。

【0074】

本実施例の各条件式対応値を表1に示す。本実施例は(1)~(7)式を満足しており、絞りの配置位置や第1レンズ群の長さを適切に設定することで、広画角、小型軽量で全ズーム範囲に渡り高い光学性能を有したズームレンズを達成している。

20

(参考例3)

【0075】

図17は本発明の参考例3(数値参考例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18において、(a)は数値参考例3の広角端、(b)は数値参考例3の焦点距離80mm、(c)は数値参考例3の焦点距離165.4mm、(d)は数値参考例3の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。

【0076】

30

図17において、物体側から像側へ順に、合焦用の正の屈折力の第1レンズ群L1を有している。さらに、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、変倍時に移動する負の屈折力の第3レンズ群L3を有している。さらに、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3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正の屈折力の第4レンズ群L4を有している。さらに、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第5レンズ群L5を有している。本参考例では、移動レンズ群は第2レンズ群に、後続レンズ群は第3レンズ群L3から第5レンズ群L5に相当する。本参考例では、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4で変倍系を構成している。SPは開口絞りであり、第4レンズ群L4に含まれ、第4レンズ群の最も物体側に配置される。Iは像面であり、放送用テレビカメラ、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラの撮像光学系として使用する際には、ズームレンズで形成された像を受光し、光電変換する固体撮像素子（光電変換素子）等の撮像面に相当している。フィルム用カメラの撮像光学系として使用する際には、ズームレンズで形成された像が感光するフィルム面に相当する。

40

【0077】

第1レンズ群L1は第1面から第13面に対応する。第2レンズ群L2は、第14面から第20面、第3レンズ群L3は、第21面から第23面に、第4レンズ群L4は、第24面から第29面に対応している。第5レンズ群L5は、第30面から第43面に対応する。第1レンズ群L1は、合焦時に移動しない第1サブレンズ群L11、無限遠側から至近側への合焦時に物体側に移動する正の屈折力の第2サブレンズ群L12から構成される

50

。第1サブレンズ群L11は第1面から第6面に、第2サブレンズ群L12は第7面から第13面に対応する。本参考例では、第1レンズ群の最終面から絞りまでの間隔の最大値 $L_{s\max}$ は焦点距離165.4mmでの間隔に対応する。

【0078】

本参考例の各条件式対応値を表1に示す。本参考例は(1)～(7)式を満足しており、絞りの配置位置や第1レンズ群の長さを適切に設定することで、広画角、小型軽量で全ズーム範囲に渡り高い光学性能を有したズームレンズを達成している。

【0079】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。本発明の特徴は、絞りの配置位置や第1レンズ群の長さを適切に設定することであり、移動レンズ群や後続レンズ群が数値実施例1～6の構成以外であっても、本発明の効果を奏することができる。

【0080】

数値実施例1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1*	10000.000	2.58	1.77250	49.6	84.03
2	35.148	16.32			61.12
3	158.903	1.65	1.69680	55.5	60.33
4	51.485	18.21			56.77
5	-50.951	1.65	1.64000	60.1	56.83
6	-88.454	0.20			59.56
7	321.453	6.56	1.89286	20.4	62.44
8	-163.850	1.50			62.68
9	101.588	9.41	1.53775	74.7	64.43
10*	-187.587	7.07			64.21
11	811.450	16.39	1.49700	81.5	63.46
12	-45.808	2.00	1.83400	37.2	63.20
13	-58.177	0.20			64.56
14	137.741	1.84	1.85478	24.8	58.15
15	45.386	11.27	1.49700	81.5	54.65
16	-2711.283	0.88			54.23
17	381.985	5.72	1.76385	48.5	53.59
18	-130.116	(可変)			53.09
19*	-186.475	1.20	1.76385	48.5	30.78
20	45.723	3.98			28.10
21	-129.701	0.83	1.53775	74.7	27.38
22	125.803	3.48	1.85478	24.8	26.57
23	-69.230	0.83	1.76385	48.5	26.07
24	127.983	(可変)			25.07
25	-58.052	0.83	1.88300	40.8	23.19
26	53.242	2.08	1.92286	18.9	23.99
27	234.394	(可変)			24.21
28(絞り)		1.00			26.50
29*	38.066	4.04	1.69680	55.5	28.40
30	-8460.106	(可変)			28.41
31	79.557	1.11	2.00069	25.5	28.49
32	33.790	5.95	1.51633	64.1	27.99
33	-70.610	35.00			28.08

10

20

30

40

50

34	56.081	6.76	1.51633	64.1	32.04
35	-45.123	0.37		32.00	
36	1063.083	4.82	1.95906	17.5	30.43
37	-37.583	0.83	1.91650	31.6	30.04
38	851.505	0.50		28.92	
39	78.955	6.81	1.43875	94.7	28.09
40	-26.310	0.92	2.00330	28.3	27.29
41	47.275	0.65		27.59	
42	35.926	5.52	1.58913	61.1	28.90
43	-110.811	39.00		29.06	

10

像面

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.75294e-006 A 6=-1.21616e-009 A 8= 6.86055e-013 A10=-4.48850e-016 A12= 2.65740e-019 A14=-9.69561e-023 A16= 1.48551e-026

第10面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.60603e-006 A 6=-1.75171e-010 A 8= 1.76979e-013 A10=-1.53798e-016 A12= 5.27295e-020

第19面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.11133e-006 A 6=-4.61442e-009 A 8= 1.68496e-011 A10=-4.54176e-014 A12= 3.79218e-017

20

第29面

K = 0.00000e+000 A 4=-5.63317e-006 A 6= 1.06652e-009 A 8=-1.13406e-012

【 0 0 8 1 】

各種データ

ズーム比 4.81

	広角	中間	望遠
焦点距離	13.50	30.00	65.00
Fナンバー	2.70	2.70	3.07
半画角	47.63	26.26	12.83
像高	14.80	14.80	14.80
レンズ全長	288.77	288.77	288.77
BF	39.00	39.00	39.00
d18	0.70	31.90	50.48
d24	24.62	4.81	5.57
d27	15.48	13.66	1.30
d30	18.05	8.47	1.50
入射瞳位置	33.67	45.97	63.00
射出瞳位置	-143.43	-97.40	-76.50
前側主点位置	46.18	69.37	91.42
後側主点位置	25.50	8.99	-26.00

30

40

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	38.44	103.45	50.80	53.03
2	19	-35.74	10.31	1.91	-5.43
3	25	-54.05	2.91	0.31	-1.20
4	28	54.16	5.04	1.01	-2.36
5	31	69.73	69.23	20.91	-35.54

【 0 0 8 2 】

50

数値実施例 2

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径	
1*	462.092	2.58	1.80100	35.0	88.73	
2	42.361	28.69			68.91	
3	-78.433	1.65	1.64000	60.1	67.61	
4	333.611	1.03			69.24	
5	167.127	7.10	1.95906	17.5	70.38	
6	-456.682	1.50			70.33	10
7	220.656	11.18	1.53775	74.7	69.21	
8*	-98.247	5.37			68.66	
9	-1260.553	9.06	1.48749	70.2	68.49	
10	-81.355	2.00	1.85025	30.1	68.51	
11	-134.002	0.20			69.71	
12	169.188	1.84	1.84666	23.8	69.73	
13	60.553	15.34	1.43875	94.7	68.06	
14	-231.208	0.18			68.39	
15	144.052	7.41	1.53775	74.7	68.89	
16	-472.329	0.18			68.64	20
17	2168.350	7.08	1.76385	48.5	68.18	
18	-122.037	(可変)			67.84	
19*	-230.314	1.20	1.59522	67.7	32.88	
20	44.448	3.43			29.38	
21	-441.532	0.83	1.59522	67.7	28.73	
22	90.940	1.66			27.64	
23	-229.868	2.67	1.85478	24.8	27.51	
24	-56.164	0.83	1.59522	67.7	27.13	
25	70.262	(可変)			25.61	
26	-42.350	0.83	1.80400	46.5	23.89	30
27	51.250	2.25	1.89286	20.4	25.25	
28	225.727	(可変)			25.55	
29(絞り)		0.92			31.00	
30*	49.882	5.22	1.69680	55.5	33.41	
31	-127.991	(可変)			33.59	
32	73.182	6.94	1.58913	61.1	33.73	
33	-73.456	0.18			33.24	
34	81.472	7.85	1.48749	70.2	31.21	
35	-38.239	1.11	2.00069	25.5	29.50	
36	-197.354	0.18			29.04	40
37	47.174	7.59	1.51823	58.9	27.86	
38	-66.743	1.01	1.79952	42.2	25.79	
39	28.931	14.97			24.14	
40	78.871	7.66	1.48749	70.2	31.62	
41	-30.422	0.37			31.96	
42	685.122	5.40	1.92286	18.9	30.55	
43	-35.070	0.83	1.88300	40.8	30.26	
44	1100.789	5.63			29.42	
45	121.840	6.46	1.43875	94.7	27.25	
46	-24.188	0.92	2.00100	29.1	26.74	50

47 65.081 0.65 27.81
48 43.455 7.25 1.58913 61.1 29.30
49 -53.992 39.69 29.84

像面

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+000 A 4= 5.24769e-007 A 6= 2.35380e-010 A 8=-1.85666e-013 A10= 6.17119e-017 A12=-8.21780e-021

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 6.10331e-007 A 6=-1.49850e-011 A 8= 4.84677e-014 A10=-6.88074e-017 A12= 2.18402e-020

10

第19面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.13155e-006 A 6=-4.06850e-009 A 8= 9.20467e-012 A10=-1.88863e-014 A12= 1.82968e-017

第30面

K = 0.00000e+000 A 4=-3.98145e-006 A 6= 1.84633e-009 A 8=-1.62747e-012

【 0 0 8 3 】

各種データ

ズーム比 8.34
 広角 中間 望遠
焦点距離 15.58 45.00 130.00
Fナンバー 2.73 2.73 3.89
半画角 43.53 18.21 6.50
像高 14.80 14.80 14.80
レンズ全長 310.44 310.44 310.44
BF 39.69 39.69 39.69
d18 0.69 41.92 63.54
d25 32.55 5.31 7.20
d28 15.77 16.00 1.30
d31 24.53 10.30 1.50
入射瞳位置 43.90 75.87 134.47
射出瞳位置 -144.27 -95.83 -77.30
前側主点位置 58.16 105.93 120.01
後側主点位置 24.11 -5.31 -90.31

20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	52.08	102.38	59.99	46.05
2	19	-30.23	10.63	3.21	-4.84
3	26	-46.89	3.08	0.27	-1.36
4	29	51.92	6.14	1.79	-2.24
5	32	80.89	75.00	14.97	-49.74

30

40

【 0 0 8 4 】

数値参考例 1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1*	114.337	2.40	1.76385	48.5	63.16
2	26.688	18.47			47.14
3	-85.846	1.65	1.76385	48.5	46.06
4	37.734	4.09			43.54

50

5	54.557	8.67	1.85478	24.8	45.45
6	-365.990	1.50			45.37
7	418.901	7.75	1.53775	74.7	44.91
8*	-81.706	4.06			44.32
9	-2459.081	1.50	1.80000	29.8	40.10
10	34.772	11.56	1.49700	81.5	37.84
11	-186.863	0.27			37.48
12	52.482	2.00	1.83400	37.2	37.75
13	30.253	9.70	1.58913	61.1	36.31
14	121.982	0.20			35.59
15	83.784	9.35	1.76385	48.5	35.55
16	-66.086	(可変)			34.42
17	124.244	1.10	1.83481	42.7	24.82
18	24.292	4.63			22.41
19	-71.221	1.00	1.49700	81.5	22.03
20	71.659	0.20			22.91
21	38.178	3.63	2.00100	29.1	23.70
22	-291.866	2.69			23.67
23	-49.564	1.00	1.76385	48.5	23.47
24	181.291	(可変)			23.85
25	-427.910	1.00	1.89190	37.1	24.78
26	185.647	1.41	1.75520	27.5	25.12
27	3156.972	(可変)			25.36
28(絞り)		1.00			25.57
29*	43.340	4.96	1.76385	48.5	26.85
30	5154.560	(可変)			26.82
31	90.473	5.30	1.76385	48.5	26.64
32	-68.543	4.36			26.23
33	46.966	5.51	1.51742	52.4	22.37
34	-54.746	1.20	2.00069	25.5	21.97
35	30.251	3.75			21.98
36	25.649	8.56	1.59522	67.7	27.43
37	-46.290	0.54			27.41
38	-121.617	1.20	2.00069	25.5	26.65
39	21.562	7.81	1.92286	18.9	26.12
40	-95.265	3.58			26.04
41	-45.578	7.10	1.49700	81.5	25.17
42	-15.623	1.10	2.00330	28.3	25.13
43	-41.472	30.08			28.09

10

20

30

40

像面

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.92142e-006 A 6=-1.42944e-009 A 8= 1.03765e-012 A10=-4.26574e-016 A12= 2.95516e-019 A14=-9.69561e-023 A16= 1.48551e-026

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 9.39991e-007 A 6=-1.37546e-009 A 8=-1.78506e-012 A10= 3.11513e-015 A12=-3.24608e-018

第29面

K = 0.00000e+000 A 4=-4.58249e-006 A 6=-1.68643e-009 A 8= 6.24194e-013

50

【 0 0 8 5 】

各種データ

ズーム比	1.70		
	広角	中間	望遠
焦点距離	20.60	27.00	35.00
Fナンバー	2.90	2.90	2.90
半画角	46.40	38.71	31.72
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	216.08	216.08	216.08
BF	30.08	30.08	30.08
d16	1.00	12.53	21.93
d24	16.38	4.53	2.00
d27	0.52	4.84	1.30
d30	12.32	8.33	5.00
入射瞳位置	28.70	31.39	34.00
射出瞳位置	-39.08	-35.77	-33.22
前側主点位置	43.16	47.32	49.65
後側主点位置	9.48	3.08	-4.92

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	34.51	83.16	45.46	50.85
2	17	-30.61	14.24	3.50	-6.71
3	25	-325.45	2.41	0.23	-1.10
4	28	56.92	5.96	0.98	-2.83
5	31	83.86	50.00	-22.41	-44.91

【 0 0 8 6 】

数値実施例 3

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1*	185.535	2.40	1.80100	35.0	63.36
2	36.012	16.19			52.61
3	-93.441	1.70	1.58913	61.1	52.22
4	91.972	7.57			52.16
5	98.483	5.92	1.89286	20.4	54.88
6	-21241.641	1.50			54.93
7	390.664	8.36	1.53775	74.7	55.36
8*	-82.580	0.50			55.65
9	-85.289	1.80	1.84666	23.8	55.54
10	-107.302	9.09			56.10
11	82.904	2.00	1.85478	24.8	55.00
12	41.897	11.24	1.49700	81.5	52.72
13	3991.231	0.27			52.61
14	93.947	8.68	1.65160	58.5	52.30
15	-116.760	(可変)			51.73
16	82.747	1.10	1.83481	42.7	31.27
17	28.816	6.44			28.46
18	-61.117	1.00	1.49700	81.5	27.80
19	123.530	0.20			27.72
20	45.043	4.01	2.00100	29.1	28.59

10

20

30

40

50

21	-568.712	3.02		28.43	
22	-60.379	1.00	1.76385	48.5	28.03
23	99.570	(可変)		28.25	
24	-157.832	1.00	1.83400	37.2	29.12
25	188.934	1.68	1.84666	23.8	29.72
26	-1334.794	(可変)		29.99	
27*	57.043	4.16	1.76385	48.5	31.94
28	-236.133	1.00		32.00	
29(絞り)		(可変)		31.95	
30	149.310	3.79	1.76385	48.5	31.47
31	-85.676	6.53		31.31	
32	64.450	5.36	1.51742	52.4	26.60
33	-36.969	1.20	2.00069	25.5	25.81
34	51.586	7.86		25.03	
35	64.191	6.82	1.59522	67.7	31.80
36	-41.263	0.54		32.21	
37	-57.505	1.20	2.00069	25.5	32.09
38	335.260	5.09	1.92286	18.9	33.07
39	-45.741	15.00		33.47	
40	-34.511	3.64	1.49700	81.5	30.25
41	-23.285	1.10	2.00330	28.3	30.51
42	-40.855	43.86		32.37	

像面

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+000 A 4= 9.63850e-007 A 6= 1.93553e-011 A 8=-3.04028e-013 A10= 2.71001e-016 A12=-8.94254e-020

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.67188e-007 A 6=-6.33313e-011 A 8=-1.27078e-013 A10= 9.05153e-017 A12=-3.47009e-020

第27面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.63332e-006 A 6= 3.61097e-011 A 8=-4.31261e-013
【 0 0 8 7 】

各種データ

ズーム比	2.36		
	広角	中間	望遠
焦点距離	28.85	45.00	68.00
Fナンバー	2.90	2.90	2.90
半画角	36.87	25.68	17.65
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	250.04	250.04	250.04
BF	43.86	43.86	43.86
d15	1.00	23.79	40.08
d23	28.42	6.73	2.00
d26	1.84	8.54	2.65
d29	14.97	7.16	1.50
入射瞳位置	38.64	50.42	62.78
射出瞳位置	-62.79	-52.52	-46.10
前側主点位置	59.69	74.41	79.38
後側主点位置	15.01	-1.14	-24.14

10

20

30

40

50

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	57.83	77.22	56.10	50.81
2	16	-34.67	16.76	5.97	-6.24
3	24	-217.92	2.68	-0.21	-1.66
4	27	60.23	5.16	0.46	-2.91
5	30	99.99	58.14	1.69	-42.81

【 0 0 8 8 】

数値実施例 4

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1*	140.862	2.40	1.76385	48.5	63.21
2	25.512	18.09			45.69
3	-90.338	1.65	1.76385	48.5	44.70
4	43.377	5.26			42.57
5	65.759	7.63	1.85478	24.8	44.49
6	-328.127	1.50			44.28
7	503.309	6.73	1.53775	74.7	43.62
8*	-74.589	4.33			43.05
9	-161.818	1.50	1.80000	29.8	41.57
10	47.169	11.10	1.49700	81.5	41.46
11	-217.018	0.27			42.45
12	82.098	2.00	1.83400	37.2	43.23
13	36.107	12.30	1.58913	61.1	42.34
14	-662.386	0.20			42.59
15	99.199	10.33	1.76385	48.5	42.71
16	-77.444	(可変)			41.85
17	108.594	1.10	1.83481	42.7	24.08
18	27.864	4.01			22.65
19	-122.364	1.00	1.49700	81.5	22.93
20	73.758	0.20			23.53
21	38.321	3.41	2.00100	29.1	24.20
22	1409.012	2.66			24.07
23	-65.791	1.00	1.76385	48.5	23.84
24	95.286	(可変)			24.06
25	-351.921	1.00	1.89190	37.1	24.63
26	219.982	1.27	1.71736	29.5	24.96
27	880.637	(可変)			25.20
28(絞り)		1.83			25.52
29*	47.118	3.62	1.69680	55.5	27.18
30	-388.017	(可変)			27.23
31	122.584	4.90	1.76385	48.5	27.25
32	-82.436	11.27			26.97
33	58.602	6.74	1.51742	52.4	26.74
34	-41.831	1.20	2.00069	25.5	26.43
35	42.110	0.20			26.90
36	27.618	8.87	1.59522	67.7	29.15
37	-50.372	0.54			29.22
38	-274.585	1.20	2.00069	25.5	28.45

10

20

30

40

50

39	21.399	8.69	1.92286	18.9	27.72
40	-88.829	2.00		27.59	
41	-139.461	7.29	1.49700	81.5	26.61
42	-16.982	1.10	2.00330	28.3	26.27
43	-72.131	29.39		28.83	

像面

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.60605e-006 A 6=-2.43862e-009 A 8= 1.65832e-012 A10=-6.46105e-016 A12= 2.41181e-019 A14=-9.69561e-023 A16= 1.48551e-026 10

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 5.88112e-007 A 6=-1.21534e-009 A 8=-1.57029e-012 A10= 1.79328e-015 A12=-9.42142e-019

第29面

K = 0.00000e+000 A 4=-3.69192e-006 A 6=-4.35760e-010 A 8= 2.71966e-013

【 0 0 8 9 】

各種データ

ズーム比	1.83			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	18.60	25.00	34.00	
Fナンバー	2.90	2.90	2.90	
半画角	49.31	40.87	32.47	
像高	21.64	21.64	21.64	
レンズ全長	230.01	230.01	230.01	
BF	29.39	29.39	29.39	
d16	1.00	18.73	34.49	
d24	17.33	4.65	2.00	
d27	0.59	4.92	1.30	
d30	21.34	11.96	2.47	30
入射瞳位置	26.56	29.67	33.44	
射出瞳位置	-45.90	-37.62	-30.89	
前側主点位置	40.56	45.34	48.26	
後側主点位置	10.79	4.39	-4.61	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	40.98	85.28	49.88	74.03
2	17	-35.53	13.37	4.48	-5.09
3	25	-239.86	2.27	0.35	-0.91
4	28	60.25	5.44	2.06	-1.91
5	31	76.73	54.00	-25.79	-46.31

【 0 0 9 0 】

数値実施例 5

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1	-187.659	2.80	1.74951	35.3	90.32
2	143.818	1.80			85.04
3	147.158	5.16	1.95906	17.5	84.77
4	303.603	5.74			84.07

5	1537.645	9.45	1.60311	60.6	82.59	
6*	-142.756	10.81			81.81	
7	170.407	2.50	1.84666	23.8	75.25	
8	87.795	8.94	1.43875	94.7	74.12	
9	574.352	6.93			74.20	
10	129.205	10.24	1.43387	95.1	75.53	
11	-264.982	0.20			75.33	
12	72.135	9.53	1.59522	67.7	71.85	
13	310.034	(可変)			70.70	
14	144.969	0.95	1.75500	52.3	27.16	10
15	19.033	(可変)			23.09	
16	-33.065	0.75	1.49700	81.5	23.25	
17	85.153	5.79	1.80000	29.8	24.64	
18	-27.252	1.16			25.11	
19	-22.927	1.00	1.76385	48.5	24.89	
20*	-285.604	(可変)			26.30	
21	-70.473	4.16	1.80810	22.8	31.34	
22	-32.621	1.00	1.90525	35.0	32.03	
23	-154.205	(可変)			33.90	
24(絞り)		0.89			35.25	20
25*	70.399	7.30	1.59522	67.7	37.23	
26	-59.092	0.18			37.69	
27	3853.854	1.10	1.85478	24.8	37.55	
28	124.194	3.70	1.48749	70.2	37.48	
29	-275.184	(可変)			37.55	
30	61.945	1.20	2.00100	29.1	37.51	
31	44.184	1.34			36.78	
32	44.314	6.25	1.48749	70.2	37.19	
33	-454.249	42.86			36.97	
34	426.690	7.89	1.43875	94.7	38.19	30
35	-45.145	0.85			38.20	
36	202.166	9.07	1.80810	22.8	35.65	
37	-30.268	0.90	1.95375	32.3	34.76	
38	239.672	0.80			33.52	
39	56.832	9.11	1.48749	70.2	32.96	
40	-34.607	1.00	2.00100	29.1	32.03	
41	55.336	0.91			32.27	
42	46.280	8.05	1.64769	33.8	33.55	
43	-87.145	44.16			33.88	

像面

40

非球面データ

第6面

K = -1.36164e+001 A 4 = -5.47820e-007 A 6 = 1.69183e-010 A 8 = -6.27547e-014 A 10 = 1.86301e-017 A 12 = -2.68042e-021

第20面

K = -1.44049e+003 A 4 = -1.54898e-005 A 6 = 4.39167e-008 A 8 = -2.59856e-010 A 10 = 8.04212e-013 A 12 = -1.14217e-015

第25面

K = -1.29956e+000 A 4 = -2.63459e-006 A 6 = 1.05204e-009 A 8 = -2.81904e-013 A 10 = -1.13316e-015 A 12 = 1.48187e-018

50

【 0 0 9 1 】

各種データ

ズーム比	9.62			
焦点距離	25.99	80.00	152.70	250.00
Fナンバー	2.74	2.73	2.73	3.67
半画角	29.65	10.48	5.54	3.39
像高	14.80	14.80	14.80	14.80
レンズ全長	313.70	313.70	313.70	313.70
BF	44.16	44.16	44.16	44.16
d13	0.99	39.96	53.81	59.68
d15	7.07	8.12	8.49	8.65
d20	53.85	2.88	2.72	2.44
d23	1.14	18.49	10.95	1.00
d29	14.16	7.77	1.25	5.45
入射瞳位置	72.41	189.18	328.51	409.12
射出瞳位置	-139.24	-120.02	-104.13	-114.00
前側主点位置	94.72	230.19	323.96	263.95
後側主点位置	18.17	-35.84	-108.54	-205.84

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	88.22	74.11	49.44	0.97
2	14	-28.98	0.95	0.62	0.08
3	16	-83.53	8.71	2.75	-2.50
4	21	-118.19	5.16	-1.18	-4.04
5	24	58.21	13.17	3.51	-5.33
6	30	101.48	90.22	22.81	-54.94

【 0 0 9 2 】

数値参考例 2

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1*	256.003	3.77	1.80100	35.0	79.92
2	38.263	21.87			61.97
3	-97.467	2.40	1.64000	60.1	61.56
4	183.261	2.91			61.95
5	107.016	6.41	1.89286	20.4	63.43
6	1256.832	1.50			63.14
7	362.203	11.34	1.53775	74.7	63.67
8*	-72.594	5.13			64.04
9	-88.137	2.40	1.83400	37.2	62.15
10	-164.636	0.20			63.09
11	117.221	2.69	1.85478	24.8	63.22
12	53.665	11.21	1.43875	94.7	61.43
13	885.689	0.27			61.71
14	142.405	8.50	1.76385	48.5	62.44
15	-160.981 (可変)				62.30
16	-2392.548	8.01	1.53775	74.7	56.71
17	-98.279 (可変)				55.56
18*	-103.708	1.75	1.59522	67.7	35.07
19	50.998	5.19			31.40

20	-72.795	1.21	1.43875	94.7	30.70
21	101.257	2.22	1.85478	24.8	29.55
22	309.355	(可変)		29.12	
23	-66.962	1.21	1.77250	49.6	27.56
24	98.074	1.79	1.80810	22.8	28.71
25	369.609	(可変)		29.01	
26(絞り)		1.35		29.65	
27*	57.860	4.74	1.69680	55.5	31.77
28	-108.296	(可変)		31.99	
29	78.011	4.35	1.76385	48.5	32.18
30	-110.130	0.27		31.94	
31	80.673	6.11	1.48749	70.2	30.40
32	-38.048	1.61	2.00069	25.5	29.60
33	75.769	9.79		30.20	
34	82.145	7.62	1.58913	61.1	37.08
35	-46.135	0.54		37.41	
36	418.098	5.65	1.95906	17.5	36.50
37	-61.960	1.21	1.89190	37.1	36.15
38	-260.234	17.12		35.59	
39	-97.408	5.29	1.43875	94.7	28.01
40	-22.806	1.35	2.00330	28.3	27.66
41	61.181	0.94		29.82	
42	48.816	6.45	1.59522	67.7	32.38
43	-66.688	29.99		33.01	

像面

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+000 A 4= 8.24631e-007 A 6= 1.27031e-011 A 8=-5.44726e-014 A10= 2.10763e-017 A12=-3.26112e-021

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 5.63194e-007 A 6=-2.33714e-011 A 8=-4.23220e-014 A10= 1.43638e-018 A12=-5.10601e-021

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.30900e-006 A 6=-3.23859e-009 A 8= 1.49679e-011 A10=-4.01903e-014 A12= 3.92673e-017

第27面

K = 0.00000e+000 A 4=-3.31989e-006 A 6= 8.84718e-010 A 8=-5.65991e-014

【 0 0 9 3 】

各種データ

ズーム比	2.82		
	広角	中間	望遠
焦点距離	24.80	45.00	70.00
Fナンバー	2.90	2.90	2.90
半画角	41.10	25.68	17.17
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	275.04	275.04	275.04
BF	29.99	29.99	29.99
d15	0.88	7.17	10.93
d17	0.89	32.53	51.49
d22	38.38	12.60	3.44

10

20

30

40

50

d25 2.73 4.29 1.30
d28 25.78 12.08 1.50
入射瞳位置 41.77 58.43 72.90
射出瞳位置 -58.11 -46.11 -39.04
前側主点位置 59.59 76.82 71.92
後側主点位置 5.19 -15.01 -40.01

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	200.06	80.60	127.14	185.05
2	16	189.75	8.01	5.42	0.22
3	18	-44.07	10.37	1.96	-6.21
4	23	-74.47	3.00	0.25	-1.41
5	26	54.53	6.08	2.33	-1.84
6	29	79.25	68.31	-28.91	-56.96

【 0 0 9 4 】

数値実施例 6

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1*	1369.886	2.50	1.83481	42.7	80.30
2	31.980	16.67			56.63
3*	176.286	2.00	1.83481	42.7	55.99
4	87.278	10.14			53.75
5	-92.733	1.80	1.83481	42.7	53.20
6	-1060.660	0.15			53.88
7	98.842	4.66	1.92286	18.9	54.72
8	418.321	4.30			54.42
9	208.415	7.58	1.60300	65.4	53.27
10*	-104.786	4.41			52.61
11	-1060.098	8.76	1.43387	95.1	52.53
12	-54.638	0.30			53.10
13	-54.809	1.70	1.80000	29.8	53.06
14	-108.956	0.18			55.17
15	158.476	1.70	1.91650	31.6	57.34
16	58.403	13.34	1.43875	94.7	57.31
17	-136.985	0.40			58.38
18	1471.602	8.95	1.43387	95.1	59.88
19	-70.914	0.40			60.36
20	116.211	8.03	1.76385	48.5	59.96
21	-193.948	(可変)			59.51
22	177.355	0.70	2.00100	29.1	22.42
23	20.620	3.80			20.24
24	-72.986	0.70	1.43875	94.7	20.09
25	72.121	2.19			19.76
26	-229.294	5.55	1.85478	24.8	19.63
27	-16.141	0.70	1.88300	40.8	19.59
28	127.945	0.27			19.62
29	41.030	2.83	1.64769	33.8	19.78
30	-215.738	(可変)			19.63
31	-35.014	0.80	1.72916	54.7	19.90

10

20

30

40

50

32	44.290	2.42	1.84666	23.8	21.01
33	396.716	(可変)		21.35	
34(絞り)		1.00		26.61	
35*	73.671	5.03	1.58913	61.1	27.81
36	-122.249	0.50		28.47	
37	71.375	4.59	1.48749	70.2	29.05
38	-1079.692	(可変)		29.05	
39	74.723	6.00	1.63980	34.5	28.49
40	-66.536	6.41		27.99	
41	-111.329	0.90	1.88300	40.8	23.80
42	21.005	6.67	1.48749	70.2	22.87
43	-208.145	0.50		23.37	
44	44.431	8.11	1.43875	94.7	24.32
45	-22.238	0.90	2.00100	29.1	24.54
46	-47.166	0.50		25.70	
47	103.238	5.83	1.48749	70.2	26.52
48	-30.640	4.00		26.69	
49		33.00	1.60859	46.4	40.00
50		13.20	1.51680	64.2	40.00
51		7.45		40.00	

10

20

像面

非球面データ

第1面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.20016e-006 A 6= 1.07610e-008 A 8= 7.68367e-012 A10= 9.50211e-014 A12= 1.11170e-016 A14= 1.85027e-020 A16=-5.47558e-026
A 3= 1.55794e-005 A 5=-1.32700e-007 A 7=-3.22687e-010 A 9=-1.17217e-012 A11=-4.11328e-015 A13=-1.90044e-018 A15=-7.32907e-023

第3面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.25651e-006 A 6=-7.36014e-008 A 8=-7.12145e-010 A10=-3.21738e-013 A12= 1.59814e-015 A14=-6.53014e-019 A16=-2.02833e-022
A 3=-1.22350e-005 A 5= 4.21309e-007 A 7= 9.09915e-009 A 9= 3.03359e-011 A11=-3.27059e-014 A13=-1.78508e-017 A15= 2.22652e-020

30

第10面

K = 0.00000e+000 A 4= 8.91209e-007 A 6= 1.41946e-008 A 8= 2.70879e-010 A10= 2.08398e-013 A12=-7.68929e-016 A14= 1.05336e-018 A16= 2.20104e-022
A 3=-2.80741e-006 A 5=-2.59195e-008 A 7=-2.66212e-009 A 9=-1.44093e-011 A11= 1.68271e-014 A13=-4.83521e-018 A15=-2.64570e-020

40

第35面

K=-9.42308e+000 A 4=-7.64130e-007 A 6=-9.77139e-010 A 8=-1.47231e-012
【 0 0 9 5 】

各種データ

ズーム比	13.60			
焦点距離	4.43	16.00	35.73	60.25
Fナンバー	1.86	1.86	1.86	2.78
半画角	51.15	18.97	8.75	5.22
像高	5.50	5.50	5.50	5.50
レンズ全長	315.65	315.65	315.65	315.65

50

BF	7.45	7.45	7.45	7.45
d21	0.65	39.84	52.90	57.13
d30	37.18	2.74	3.63	5.75
d33	16.56	19.22	11.16	1.39
d38	38.77	31.35	25.46	28.88
入射瞳位置	29.50	49.65	79.66	97.28
射出瞳位置	157.59	264.32	603.03	344.68
前側主点位置	34.06	66.65	117.53	168.29
後側主点位置	3.02	-8.55	-28.28	-52.80

ズームレンズ群データ

10

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	30.93	97.95	45.19	48.22
2	22	-21.83	16.74	-0.57	-13.72
3	31	-49.15	3.22	0.12	-1.64
4	34	50.53	11.12	3.19	-4.62
5	39	51.36	86.02	22.31	-42.43

【0096】

数値参考例3

単位 mm

面データ

20

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1	-245.443	2.80	1.74951	35.3	88.34
2	142.847	2.55			84.09
3	164.431	4.75	1.95906	17.5	83.91
4	339.908	10.88			83.32
5	259.698	10.96	1.60311	60.6	79.99
6*	-178.143	7.25			80.08
7	-2900.252	2.50	1.84666	23.8	79.96
8	199.483	6.75	1.43875	94.7	79.32
9	-906.457	0.20			79.32
10	136.512	13.25	1.43387	95.1	79.01
11	-144.424	0.20			78.59
12	70.623	7.02	1.59522	67.7	70.39
13	142.506	(可変)			68.98
14	157.580	0.95	1.75500	52.3	29.36
15	20.178	7.43			24.94
16	-38.430	0.75	1.49700	81.5	24.28
17	57.623	5.72	1.80000	29.8	24.67
18	-32.033	1.81			25.03
19	-25.142	1.00	1.76385	48.5	24.64
20*	-601.105	(可変)			25.79
21	-69.634	5.98	1.80810	22.8	31.05
22	-33.219	1.00	1.90525	35.0	32.43
23	-156.846	(可変)			34.27
24(絞り)		0.89			35.47
25*	75.279	7.04	1.59522	67.7	37.32
26	-62.309	0.18			37.77
27	1112.878	1.10	1.85478	24.8	37.69
28	121.863	3.65	1.48749	70.2	37.62
29	-314.210	(可変)			37.69

30

40

50

30	55.133	1.20	2.00100	29.1	37.75
31	39.897	1.56		36.89	
32	41.988	6.67	1.48749	70.2	37.36
33	-338.273	42.86		37.16	
34	-1463.511	7.89	1.43875	94.7	38.34
35	-41.635	0.72		38.44	
36	263.568	9.83	1.80810	22.8	35.75
37	-28.879	0.90	1.95375	32.3	34.71
38	530.108	0.17		33.62	
39	58.815	8.93	1.48749	70.2	33.05
40	-35.579	1.00	2.00100	29.1	32.07
41	54.993	1.32		32.16	
42	46.746	7.90	1.64769	33.8	33.63
43	-98.965	43.97		33.89	

像面

非球面データ

第6面

K = -1.81250e+001 A 4 = -2.67859e-007 A 6 = 1.20912e-010 A 8 = -5.25367e-014 A 10 = 2.18291e-017 A 12 = -4.24342e-021

第20面

K = -9.34235e+003 A 4 = -1.21512e-005 A 6 = 2.75369e-008 A 8 = -1.49954e-010 A 10 = 3.78673e-013 A 12 = -4.28245e-016

第25面

K = -3.34012e-001 A 4 = -2.50210e-006 A 6 = 9.90164e-010 A 8 = -1.32098e-012 A 10 = 2.15696e-015 A 12 = -1.76290e-018

【 0 0 9 7 】

各種データ

ズーム比	9.62				
焦点距離	25.99	80.00	165.41	250.00	
Fナンバー	2.74	2.73	2.73	3.67	
半画角	29.65	10.48	5.11	3.39	
像高	14.80	14.80	14.80	14.80	
レンズ全長	315.58	315.58	315.58	315.58	
BF	43.97	43.97	43.97	43.97	
d13	1.47	42.27	58.94	63.94	
d20	56.36	2.72	5.35	2.74	
d23	0.96	18.96	8.64	1.00	
d29	15.24	10.09	1.10	6.36	
入射瞳位置	70.67	188.25	360.39	419.06	
射出瞳位置	-141.18	-125.22	-103.11	-115.29	
前側主点位置	93.02	230.43	339.77	276.60	
後側主点位置	17.97	-36.03	-121.45	-206.03	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	93.91	69.12	46.21	1.62
2	14	-20.82	17.67	3.52	-9.13
3	21	-116.10	6.98	-1.48	-5.37
4	24	60.84	12.85	3.43	-5.19
5	30	100.49	90.97	21.84	-56.64

【 0 0 9 8 】

10

20

30

40

50

【表 1】

表1		数値実施例						数値参考例		
条件式		1	2	3	4	5	6	1	2	3
(1)	L1/LSP	0.657	0.620	0.580	0.712	0.488	0.569	0.706	0.556	0.453
(2)	Lspmax/Lspw	1.306	1.367	1.241	1.546	1.166	1.179	1.212	1.378	1.169
(3)	$ 1/\beta p $	0.049	0.061	0.099	0.011	0.014	0.029	0.088	0.057	0.001
(4)	Lspt/Lspw	1.306	1.367	1.241	1.546	1.112	1.133	1.212	1.378	1.106
(5)	fp/fn	-1.002	-1.107	-0.276	-0.251	-0.492	-1.028	-0.175	-0.732	-0.524
(6)	f1/fm	-1.075	-1.723	-1.668	-1.153	-4.455	-1.417	-1.127	-3.422	-4.511
(7)	Mmax/L1	0.481	0.614	0.506	0.393	0.813	0.577	0.252	0.752	0.904
L1		103.446	102.383	77.222	85.279	74.110	97.949	83.165	80.601	69.116
LSP		157.463	165.089	133.082	119.834	151.981	172.290	117.724	144.882	152.555
Lspmax		70.570	85.738	69.326	53.432	90.789	87.647	41.879	88.561	97.580
Lspw		54.017	62.706	55.860	34.555	77.872	74.341	34.559	64.282	83.439
βp		20.220	16.505	-10.126	-91.708	-72.488	-34.455	-11.331	17.433	1337.906
Lspt		70.570	85.738	69.326	53.432	86.586	84.230	41.879	88.561	92.320
fp		54.164	51.918	60.225	60.247	58.207	50.529	56.916	54.530	60.835
fn		-54.050	-46.886	-217.915	-239.859	-118.195	-49.151	-325.447	-74.465	-116.098
f1		38.439	52.083	57.834	40.978	88.223	30.930	34.510	200.063	93.909
fm		-35.743	-30.230	-34.672	-35.530	-19.803	-21.833	-30.610	-58.462	-20.817
Mmax		49.782	62.854	39.083	33.497	60.269	56.482	20.929	60.651	62.473

【符号の説明】

【 0 0 9 9 】

- 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
- S P 開口絞り
- I 像面

10

20

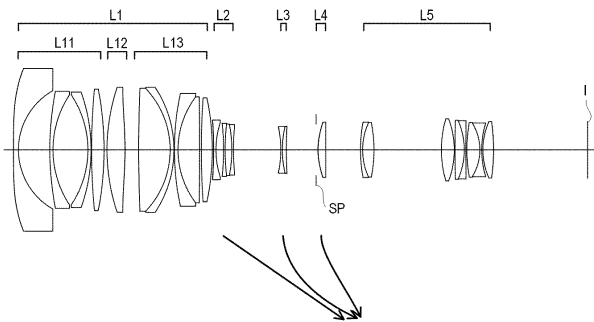
30

40

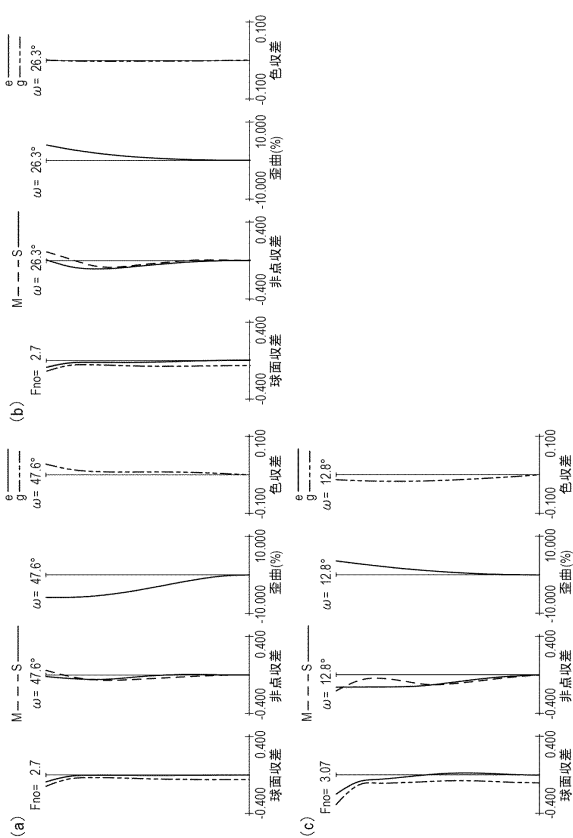
50

【図面】

【図 1】



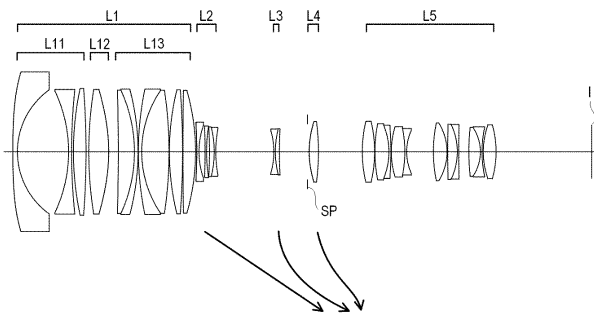
【図 2】



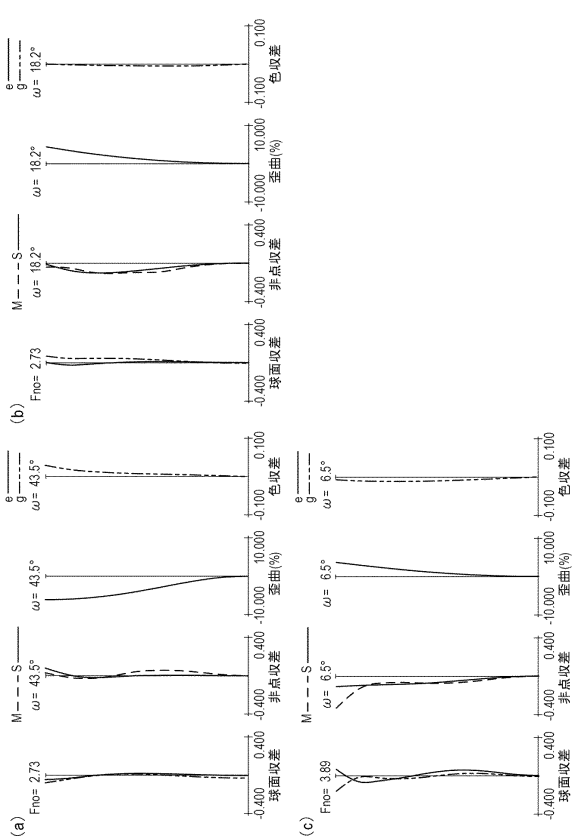
10

20

【図 3】



【図 4】

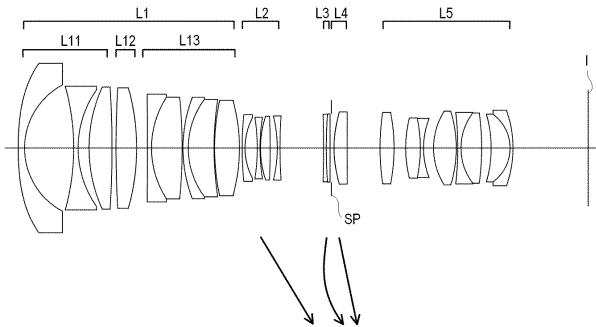


30

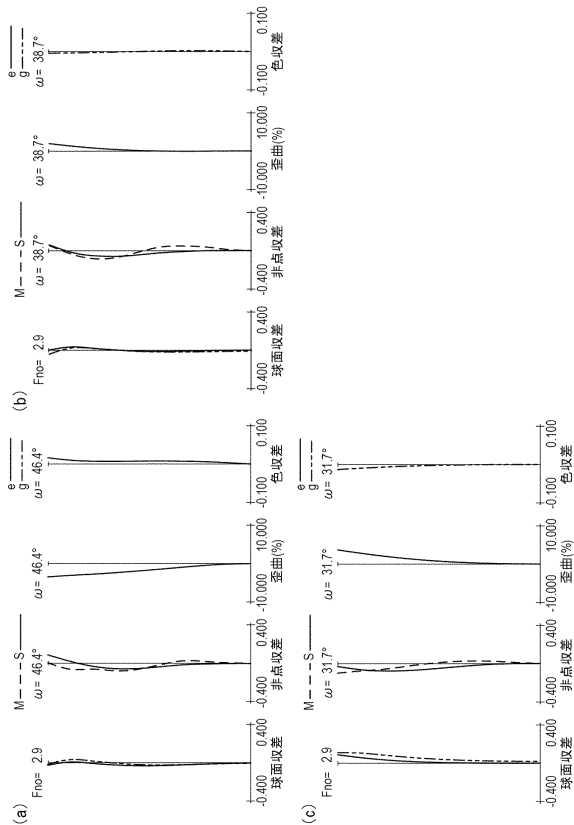
40

50

【図 5】



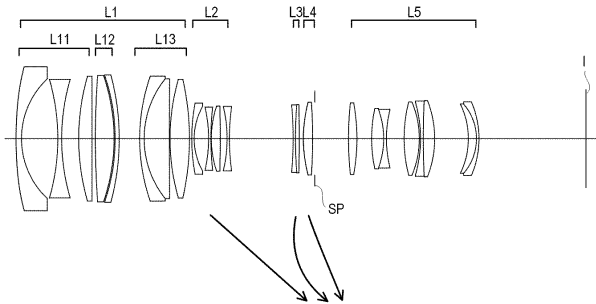
【図 6】



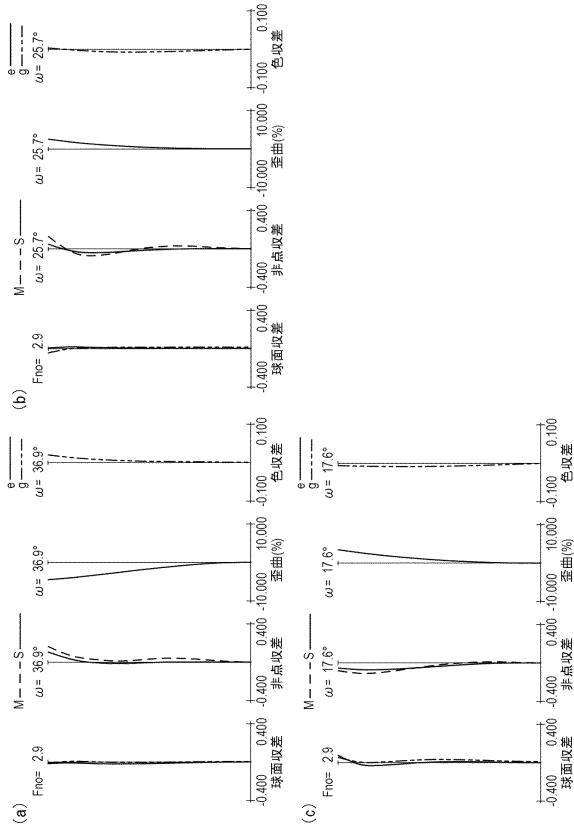
10

20

【図 7】



【図 8】

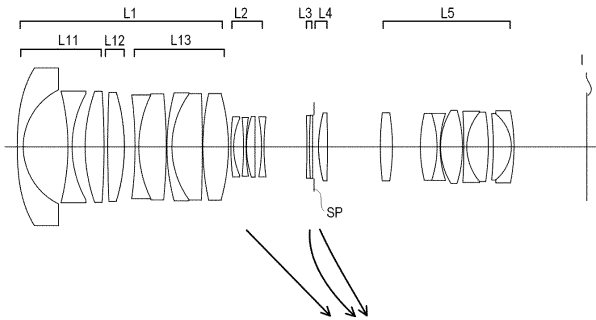


30

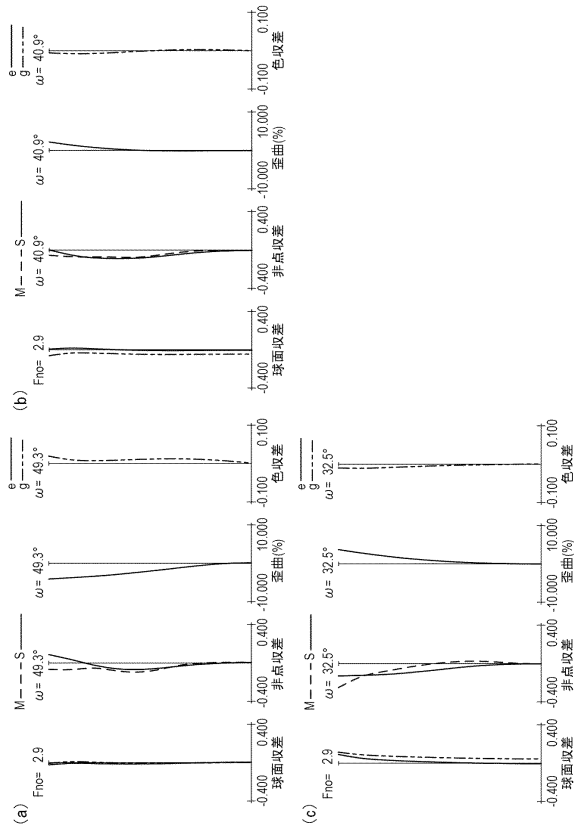
40

50

【図 9】



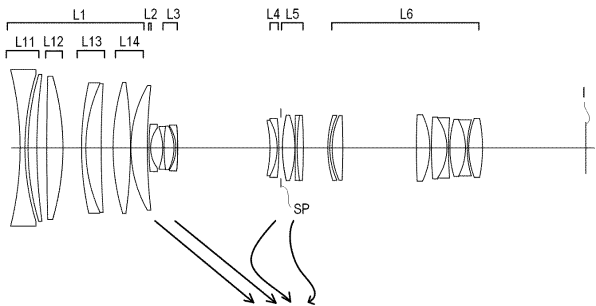
【図 10】



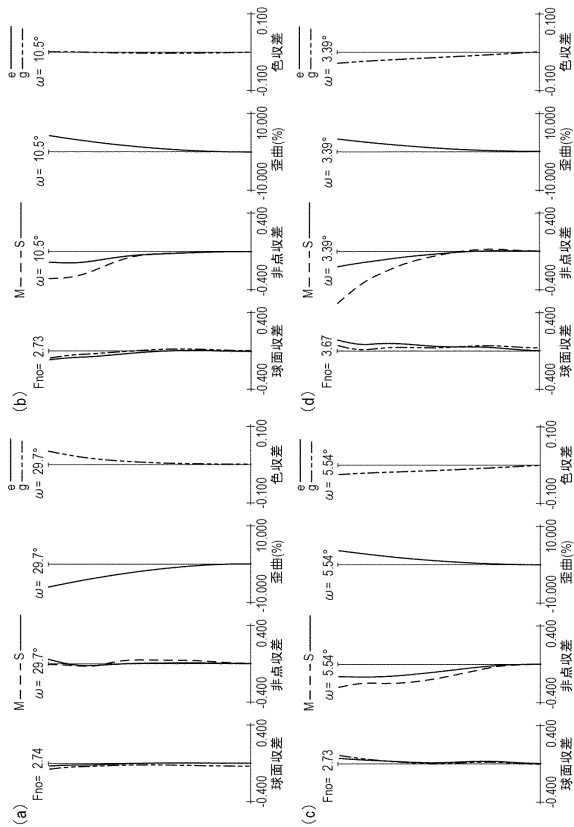
10

20

【図 11】



【図 12】

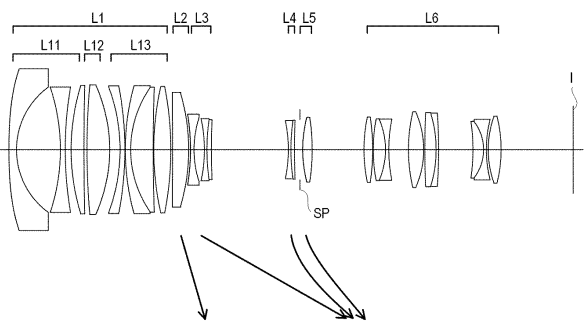


30

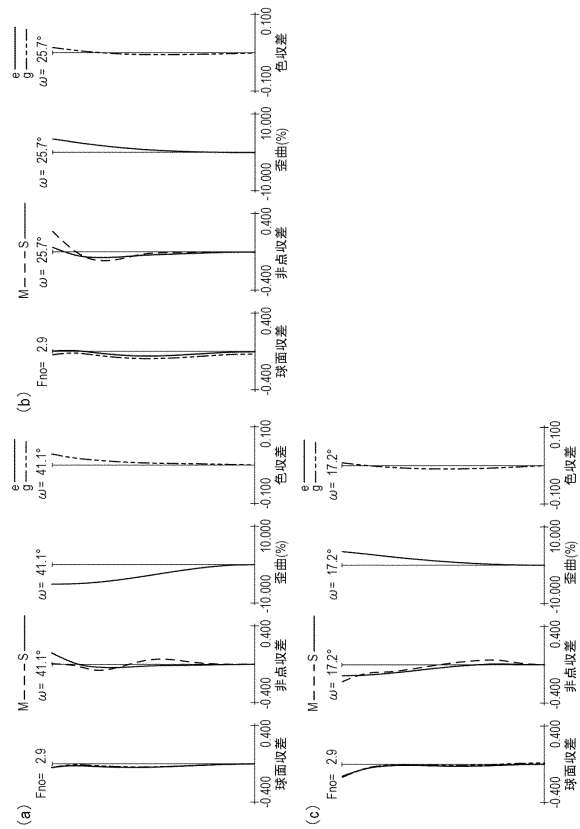
40

50

【図 13】



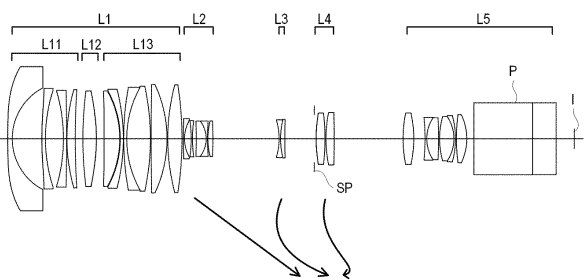
【図 14】



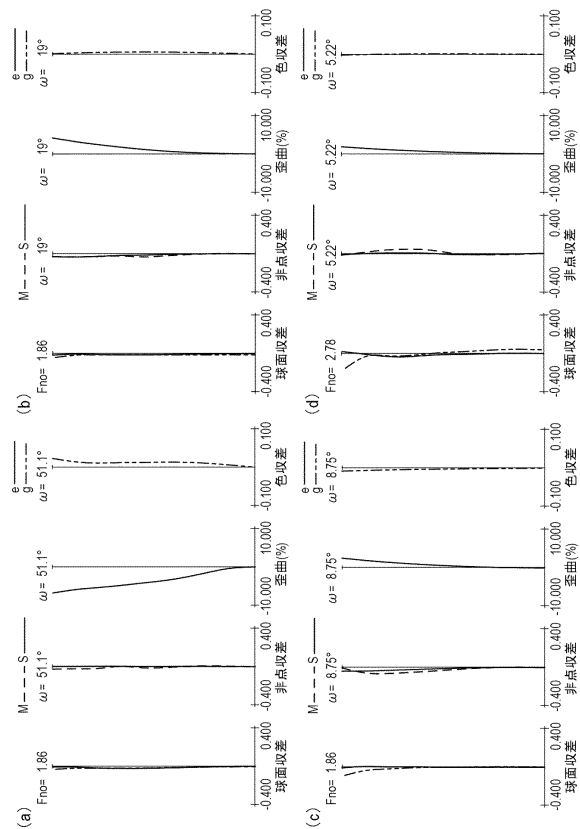
10

20

【図 15】



【図 16】

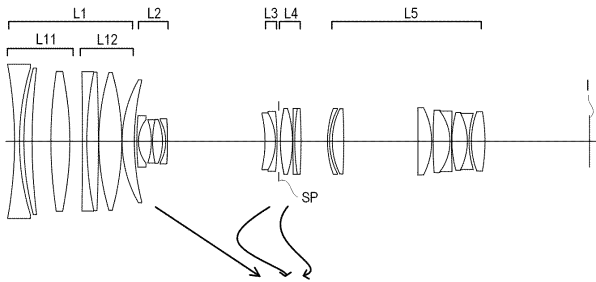


30

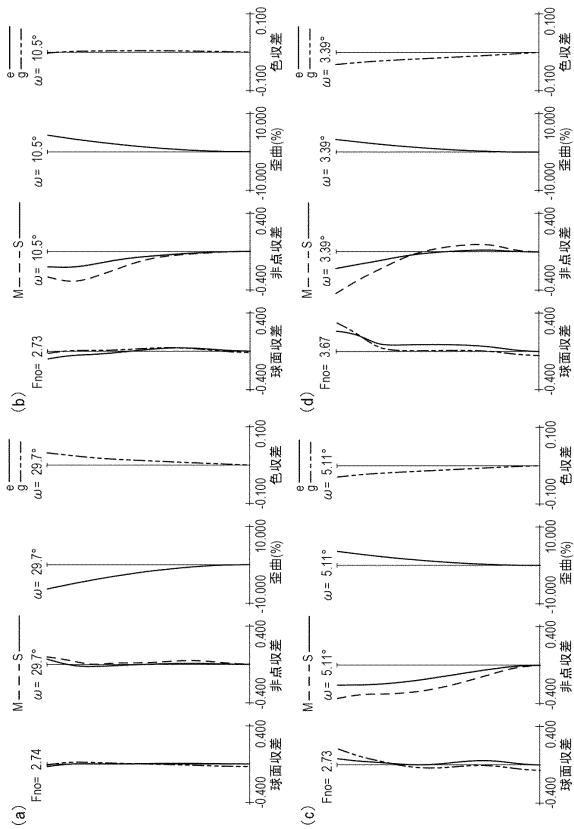
40

50

【図 17】



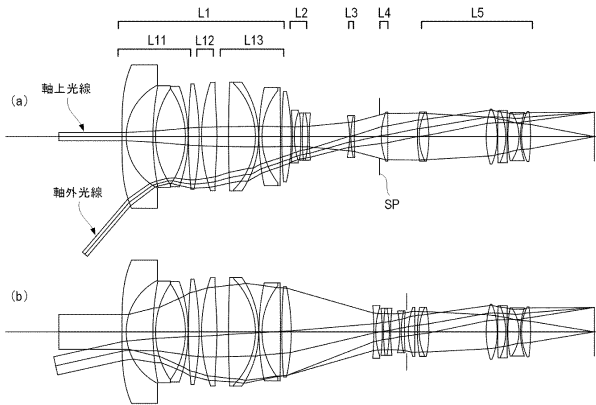
【図 18】



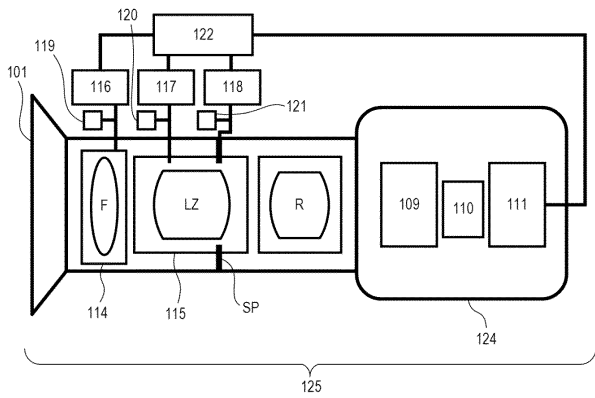
10

20

【図 19】



【図 20】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 5 - 0 0 4 9 1 7 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 1 0 7 6 9 3 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 2 6 8 3 4 0 (U S , A 1)
- (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