

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-4075

(P2016-4075A)

(43) 公開日 平成28年1月12日(2016.1.12)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G 0 2 B 15/167 (2006.01)	G 0 2 B 15/167	2 H 0 8 7
G 0 2 B 13/18 (2006.01)	G 0 2 B 13/18	

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2014-122527 (P2014-122527)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成26年6月13日 (2014.6.13)	(74) 代理人	100094112 弁理士 岡部 譲
		(74) 代理人	100096943 弁理士 臼井 伸一
		(74) 代理人	100101498 弁理士 越智 隆夫
		(74) 代理人	100107401 弁理士 高橋 誠一郎
		(74) 代理人	100106183 弁理士 吉澤 弘司
		(74) 代理人	100128668 弁理士 齋藤 正巳

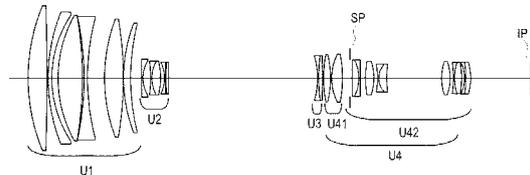
最終頁に続く

(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) 【要約】

【課題】 特に大判カメラ用ズームレンズにおいて、高ズーム比、小型軽量を実現し、広角端から望遠端までの全ズーム範囲において高い光学性能を有するズームレンズ及びそれを有する撮像装置を提供する。

【解決手段】 物体側から像側へ順に、ズーミングのためには移動しない正の第1レンズ群、ズーミングに際して移動する負の第2レンズ群、ズーミングに際して移動する負の第3レンズ群、開口絞りを含みズーミングのためには移動しない第4レンズ群から構成され、前記第4レンズ群は、前記開口絞りより物体側に配置された第1サブレンズ群と前記開口絞りより像面側に配置された第2サブレンズ群とを有し、無限遠合焦状態かつ広角端での第1サブレンズ群内の軸上光線の、光軸からの最大高さ h_{41} と前記開口絞りの開放状態における光軸からの最大高さ h_{ap} との関係および、無限遠合焦状態かつ広角端での前記第4レンズ群の横倍率 β_4 を適切に設定する。



【選択図】 図1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像側へ順に、ズームングのためには移動しない正の屈折力を有する第 1 レンズ群、ズームングに際して移動する負の屈折力を有する第 2 レンズ群、ズームングに際して移動する負の屈折力を有する第 3 レンズ群、開口絞りを含みズームングのためには移動しない正の屈折力を有する第 4 レンズ群から構成され、

前記第 4 レンズ群は、前記開口絞りより物体側に配置された第 1 サブレンズ群と、前記開口絞りより像面側に配置された第 2 サブレンズ群と、を有し、

無限遠合焦状態かつ広角端での軸上光線の、前記第 1 サブレンズ群内における光軸からの最大高さを h_{41} 、前記開口絞りの開放状態における光軸からの最大高さを h_{ap} 、無限遠合焦状態かつ広角端での前記第 4 レンズ群の横倍率を β_4 とするとき、

$$1.1 < h_{41} / h_{ap} < 2.0 \\ -3.0 < \beta_4 < -1.8$$

を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

前記第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 、前記ズームレンズの望遠端での焦点距離を f_T とするとき、

$$3.00 < f_T / f_4 < 30.00$$

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】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 とするとき、

$$1.50 < f_T / f_1 < 10.00$$

を満たす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 レンズ群の焦点距離を f_2 とするとき、

$$-10.00 < f_1 / f_2 < -2.500$$

を満たす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 サブレンズ群は少なくとも 1 面に非球面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】

前記開口絞りより物体側のレンズ群でフォーカシングを行う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】

前記開口絞りがズームングのためには移動しないことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、

前記ズームレンズによって形成された光学像を光電変換する撮像素子と、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、テレビカメラやビデオカメラ及び写真用カメラ、放送用テレビカメラ、映画撮影用カメラに好適なズームレンズに関し、特に大口径且つ高倍率の望遠ズームレンズに関するものである。

【背景技術】

【0002】

テレビ等で自然番組等を撮影（例えば屋外で動物や鳥などを遠距離から撮影）する場合、高変倍比で超望遠域の焦点距離まで使え（例えば、7 倍以上の高倍率で、且つ望遠端半

10

20

30

40

50

画角が3度以下)、高い光学性能を有するズームレンズが要望されている。このような撮影においては、カメラを肩に担いで撮影する場合も多いため、より小型軽量で携帯性に優れたズームレンズが要望されている。また近年、従来からのビデオカメラや放送用テレビカメラに加え、一眼レフレックスカメラなど、スチル撮影用のカメラでも動画撮影を行う等、動画撮影の機会が増えている。動画撮影を行うレンズでは、撮影を行いながらズーム操作やフォーカス操作を行うため、これらの操作時にレンズ全長が変化する場合、その操作音がノイズとなって撮影に影響を与えるため好ましくない。そのため、第1レンズ群が変倍に際して固定であり、フォーカスはインナーフォーカスであるズームレンズが動画撮影に適したレンズとして要求が高まっている。一般的に一眼レフレックスカメラのセンサ(撮像素子)のサイズは1型よりも大型であり、ビデオカメラや放送用テレビカメラで主に用いられる1型以下のサイズのセンサに比べ大型である。そのため、1型を超えるような大型センサに対応しながらも、携帯性や機能性に優れた、動画撮影に好適な高倍率・超望遠ズームレンズへの要望が高まっている。

10

【0003】

特許文献1では、4群より構成されるズームレンズで、望遠端画角が0.7度程度、変倍比が15倍程度であり、2/3型の放送用テレビカメラに好適な望遠ズームレンズが提案されている。

【0004】

特許文献2では、4群より構成されるズームレンズで、望遠端画角が3.0度程度で変倍比が10倍程度の1型以上のセンサに対応したズームレンズが提案されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2007-139858号公報

【特許文献2】特開2012-203296号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1のズームレンズに対し、更に大きな撮像素子に対応し、大口径比を維持しながら高変倍化を行う場合、変倍群よりも像側の有効径が増大し、レンズ全体の小型化が難しい。

30

【0007】

特許文献2のズームレンズに対し、レンズ全長を維持したまま更に望遠化、高変倍化を行う場合、開口絞りの径が増大し、レンズ全体の小型化が難しい。

【0008】

本発明は、第4レンズ群と開口絞りの配置を適切に規定し、大型センサ(例えば1型以上)に対応した高変倍率・超望遠(例えば、10倍以上の高倍率で、望遠端半画角が3度以下)の小型軽量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】

【0009】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズーミングのためには移動しない正の屈折力を有する第1レンズ群、ズーミングに際して移動する負の屈折力を有する第2レンズ群、ズーミングに際して移動する負の屈折力を有する第3レンズ群、開口絞りを含みズーミングのためには移動しない正の屈折力を有する第4レンズ群から構成され、前記第4レンズ群は、前記開口絞りより物体側に配置された第1サブレンズ群と、前記開口絞りより像面側に配置された第2サブレンズ群と、を有し、無限遠合焦状態かつ広角端での軸上光線の、前記第1サブレンズ群内における光軸からの最大高さを h_{41} 、前記開口絞りの開放状態における光軸からの最大高さを h_{ap} 、無限遠合焦状態かつ広角端での前記第4レンズ群の横倍率を β とすると、

40

$$1.1 < h_{41} / h_{ap} < 2.0$$

50

$$-3.0 < 4 < -1.8$$

を満たすことを特徴としている。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、特に大判カメラ用ズームレンズにおいて、高ズーム比、超望遠・小型軽量を実現し、広角端から望遠端までの全ズーム範囲において高い光学性能を有するズームレンズ及びそれを有する撮像装置を得られる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の数値実施例1のズームレンズの広角端で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。

10

【図2】数値実施例1の物体距離無限遠での(A)広角端、(B)焦点距離360.00mm、(C)望遠端における縦収差図である。

【図3】本発明の数値実施例2のズームレンズの広角端で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。

【図4】数値実施例2の物体距離無限遠での(A)広角端、(B)焦点距離500.00mm、(C)望遠端における縦収差図である。

【図5】は本発明の数値実施例3のズームレンズの広角端で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。

【図6】数値実施例3の物体距離無限遠での(A)広角端、(B)焦点距離225.00mm、(C)望遠端における縦収差図である。

20

【図7】本発明の数値実施例4のズームレンズの広角端で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。

【図8】数値実施例4の物体距離無限遠での(A)広角端、(B)焦点距離400.00mm、(C)望遠端における縦収差図である。

【図9】本発明の撮像装置の要部概略図である。

【図10】(A)は本発明の原理概略図である。(B)は従来構造の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、添付した図を参照しながら、本発明のズームレンズの特徴について説明する。

30

【0013】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズームングのためには移動しない正の屈折力を有する第1レンズ群、ズームングに際して移動する負の屈折力を有する第2レンズ群、像面位置を一定に保つために移動する負の屈折力を有する第3レンズ群、開口絞りを含むズームングのためには移動しない正の屈折力を有する第4レンズ群を有している。

【実施例1】

【0014】

図1は本発明の実施例1のズームレンズの広角端で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。U1はズームングのためには移動しない正の屈折力を有する第1レンズ群である。U1の一部のレンズ群が無限遠物体から近距離物体にフォーカシングする際に像側から物体側に移動する。U2は広角端(短焦点距離端)から望遠端(長焦点距離端)へのズームングに際して物体側から像側へ移動する変倍用の負の屈折力を有する第2レンズ群(バリエーターレンズ群)である。U3は第2レンズ群U2に連動して移動し、変倍に伴う像面変動を補正する(ズームングに際して移動する)負の屈折力を有する第3レンズ群(コンペンセーターレンズ群)である。U4はズームングのためには移動しない開口絞りSPを含み、ズームングのためには移動しない正の屈折力を有する第4レンズ群(リレーレンズ群)である。U41は前記開口絞りSPよりも物体側に配置された第4レンズ群を構成する第1サブレンズ群である。U42は前記開口絞りSPよりも像面側に配置された第4レンズ群の第2サブレンズ群である。第2サブレンズ群U42内には焦点距離

40

50

変換用のコンバータ（エクステンダ）等が装着されてもよい。IPは像面であり、固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面に相当している。前述した群構成は後述する実施例2、3、4においても、全て同じである。

【0015】

次に、実施例1の各レンズ群のレンズ構成について説明する。以下、各レンズは物体側より像側へ順に配置されているものとする。第1レンズ群U1は、正レンズ、負レンズ、正レンズ、負レンズ、正レンズ、負レンズ6枚で構成されている。焦点調整（フォーカシング）に際して像側の正レンズ、負レンズ2枚が移動する。第2レンズ群U2は負レンズ1枚、負レンズと正レンズの接合レンズ、負レンズ、正レンズで構成されている。第3レンズ群U3は負レンズと正レンズの接合レンズで構成されている。第1サブレンズ群U41は正レンズ2枚で構成されている。第2サブレンズ群U42は開口絞りSP、正レンズと負レンズの接合レンズ、正レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズ、正レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズ2枚で構成されている。

10

【0016】

一般に、ズームングのためには移動しない正の屈折力を有する第1レンズ群、ズームングに際して移動する負の屈折力を有する第2レンズ群、負の屈折力を有する第3レンズ群を有するズームレンズの場合、第3レンズ群から出射される光束は発散された状態となる。そのため、第3レンズ群直後に開口絞りが配置されると、絞りの口径が増大する。特に、大口径、高変倍比のズームレンズの場合、絞り径増大の影響が大きくなる。絞り径が大きくなると、絞り開放状態（絞りを最も開いた状態）の絞り羽根を収納するスペースの確保が困難になることや、レンズ鏡筒が太くなるため、レンズの小型化が困難であった。本発明のズームレンズは結像させるための第4レンズ群と開口絞りを適切に配置することにより、高変倍比化、小型軽量化を両立させることができる。

20

【0017】

本発明の原理について図10(A)、(B)を用いて説明する。図10(A)は本発明のズームレンズの開口絞りSP周りの概略構成を示している。図10(B)は本発明の利点を説明するために、従来のレンズ装置の構成を示した概略図である。図10(B)に示すように、第3レンズ群U3から発散された状態の光束が出射されるため、第3レンズ群直後に開口絞りを配置する従来の構成の場合、開口絞りの絞り径は大きくなる。一方、図10(A)の本発明の構成の場合は、第3レンズ群U3から出射された発散された状態の光束を第1サブレンズ群U41で収斂された状態の光束に変換している。収斂された光束に対し、開口絞りSPを配置することにより、絞り径の増大を抑制し、ズームレンズの高変倍比化を達成することが可能となる。

30

【0018】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズームングのためには移動しない正の屈折力を有する第1レンズ群、ズームングに際して移動する負の屈折力を有する第2レンズ群、像面位置を一定に保つために移動する負の屈折力を有する第3レンズ群、開口絞りを含むズームングのためには移動しない正の屈折力を有する第4レンズ群から構成される。第4レンズ群は、開口絞りの物体側に配置された第1サブレンズ群と、像面側に配置された第2サブレンズ群とを有する。無限遠合焦状態かつ広角端での軸上光線の第1サブレンズ群内（第1サブレンズ群における、最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの間）における光軸からの最大高さを h_{41} 、開口絞りの開放状態における最大光線高さを h_{ap} 、無限遠合焦状態かつ広角端での前記第4レンズ群の横倍率を β_4 とすると

40

$$1.1 < h_{41} / h_{ap} < 2.0 \quad \dots (1)$$

$$-3.0 < \beta_4 < -1.8 \quad \dots (2)$$

を満たしている。

【0019】

条件式(1)は、第1サブレンズ群U41の光線の最大高さとして開口絞りSPの開放状態における光線の最大高さの比を規定している。条件式(1)を満たすことで、ズームレン

50

ズの収差変動を良好に補正するとともに、開口絞り S P の径増大の抑制と高変倍比化の両立が可能となる。

【0020】

条件式(1)の上限を超えると、第1サブレンズ群 U 4 1、第2サブレンズ群 U 4 2ともに大きな屈折力が必要となるため、収差補正が困難となる。条件式(1)の下限を超えると、絞り径抑制の効果が低くなるため、レンズ鏡筒の肥大化を招く。更に好ましくは、条件式(1)を次の如く設定するのが良い。

$$1.1 < h_{41} / h_{ap} < 1.7 \quad \dots (1a)$$

【0021】

条件式(2)は、第4レンズ群の横倍率を規定している。

10

条件式(2)を満たすことで、ズームレンズ全長を抑制し、ズームレンズの収差変動を良好に補正するとともに、高変倍比と小型軽量の両立が可能となる。条件式(2)の上限を超えると、第4レンズ群の横倍率が小さくなり、高変倍比を達成できない。また、高い変倍比を維持しようとする、ズーム全長が長くなり、レンズの小型化の達成が困難となる。条件式(2)の下限を超えると、第1~3レンズ群の収差の拡大率が増大し、収差補正が困難となる。更に好ましくは、条件式(2)を次の如く設定するのが良い。

$$-2.6 < \gamma_4 < -2.0 \quad \dots (2a)$$

【0022】

以上の各条件式を満たすことにより、本発明の各数値実施例では、大判カメラ用ズームレンズでありながら、高変倍比、開口絞り縮小効果による小型軽量を実現するとともに、

20

【0023】

本発明の更なる実施態様として、条件式(3)によりズームレンズの望遠端の焦点距離と第4レンズ群の焦点距離の比を規定している。

$$3.00 < f_T / f_4 < 30.00 \quad \dots (3)$$

【0024】

条件式(3)を満たすことで、ズームレンズの収差変動を良好に補正するとともに、高ズーム比と小型軽量の両立が可能となる。条件式(3)の上限を超えると、第4レンズ群の屈折力が大きくなりすぎ、収差補正が困難となる。条件式(3)の下限を超えると、第4レンズ群の屈折力が弱くなりすぎ、ズームレンズ全長をコンパクトにすることが困難となる。更に好ましくは、条件式(3)を次の如く設定するのが良い。

30

$$8.00 < f_T / f_4 < 20.00 \quad \dots (3a)$$

【0025】

本発明の更なる実施態様として、条件式(4)によりズームレンズの望遠端の焦点距離と第1群の焦点距離の比を規定している。

$$1.50 < f_T / f_1 < 10.00 \quad \dots (4)$$

【0026】

条件式(4)を満たすことで、望遠端にて問題となる軸上色収差と、望遠・高ズーム比のレンズにて問題となる製造誤差により生じるズーム時のピントずれを抑えることができる。条件式(4)の上限を超えると、望遠端の焦点距離に対する第1レンズ群の焦点距離が相対的に短くなり過ぎ、望遠側における第1レンズ群の拡大倍率が大きくなり過ぎる。第1レンズ群の拡大倍率が大きい場合、第1レンズ群で発生する軸上色収差を第2レンズ群以降では補正しきれなくなり、望遠側で高性能を得ることが困難となる。更に、第2レンズ群の横倍率が相対的に大きくなる。第2レンズ群の製造誤差により第2レンズ群の諸量、ここでは特に焦点距離がずれる場合、第2レンズ群の焦点距離ずれが像面位置にも影響を及ぼす。ここで、第2レンズ群の横倍率を γ_2 、それ以降のレンズ群の横倍率を c 、第2レンズ群自体の像位置の変位量を s_{k2} 、とすると、第2レンズ群で発生する結像位置の変動が以下の式で像面でのピントずれ量 s_k に拡大される。

40

$$s_k = s_{k2} \times (1 - \gamma_2^2) \times c^2 \quad \dots (A)$$

【0027】

50

(A)式に関し、本発明のように高倍率な望遠ズームレンズにおいて、 f_2 及び f_c の大きさは、望遠端で共に1よりも大きくなる。そのため、第2レンズ群の横倍率が相対的に大きくなることで、第2レンズ群の製造誤差はより大きく像面位置に影響し、変倍によるピントずれを抑制することが難しくなり製造性に影響を与える。

【0028】

条件式(4)の下限を超えると、第1レンズ群の焦点距離が大きくなり過ぎ、第1レンズ群の小型化が困難になる。更に好ましくは、条件式(4)を次の如く設定するのが良い。

$$2.50 < f_T / f_1 < 6.30 \quad \dots (4a)$$

【0029】

本発明の更なる実施態様として、条件式(5)により第1レンズ群の焦点距離と第2レンズ群の焦点距離の比を規定している。

$$-10.00 < f_1 / f_2 < -2.50 \quad \dots (5)$$

【0030】

条件式(5)を満たすことで、軸上色収差を良好に補正しながら変倍に伴う第2レンズ群の移動量を低減し、高倍率化を達成しながらレンズ全長を短縮している。条件式(5)の上限を超えると、第2レンズ群の焦点距離が相対的に短くなり、小型化には有利であるが、変倍に伴う収差変動が増大する。条件式(5)の下限を超えると、第2レンズ群の焦点距離が相対的に長くなるため、変倍による第2レンズ群の移動量が増大して全系が大型化し、小型軽量化が困難となる。更に好ましくは、条件式(5)を次の如く設定するのが良い。

$$-8.00 < f_1 / f_2 < -4.50 \quad \dots (5a)$$

【0031】

本発明の更なる実施態様として、第1サブレンズ群U41に少なくとも1面の非球面を有することが望ましい。広角端では、入射した光束は第1サブレンズ群U42に入射するときに最も広がるため、球面収差補正が最も重要となる。大きい屈折力を有する第1サブレンズ群U41内に非球面を配置することにより、球面収差補正が有利となる。

【0032】

図2に、数値実施例1の物体距離無限遠での(A)広角端、(B)焦点距離360.0mm、(C)望遠端における縦収差図を示す。但し、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。これは以下の各数値実施例において、全て同じである。収差図において、球面収差はe線とg線によって表されている。非点収差はe線のメリディオナル像面(M)とe線のサジタル像面(S)によって表されている。倍率色収差はg線によって表されている。すべての収差図において、球面収差は0.5mm、非点収差は0.5mm、歪曲は5%、倍率色収差は0.05mmのスケールで描かれている。FnoはFナンバー、 ω は半画角である。尚、広角端と望遠端は変倍用の第2レンズ群U2が機構上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いう。

【0033】

数値実施例1のズームレンズは、ズーム比18.0、広角端の半画角18.2度、望遠端の半画角1.1度、焦点距離と半画角の積で求まる最大像高が14.8mmのズームレンズである。

【0034】

実施例1に対応する数値実施例1を下記の(数値実施例1)に示す。 r は物体側より各面の曲率半径、 d は各面の間隔、 n_d と d は各光学部材の屈折率とアッペ数である。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_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} 、 A_{14} 、 A_{16} を各々非球面係数とし、次式で表す。

【0035】

10

20

30

40

【数 1】

$$X = \frac{H^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(H/R)^2}} + A4H^4 + A6H^6 + A8H^8 + A10H^{10} + A12H^{12} \\ + A14H^{14} + A16H^{16}$$

又、「e - Z」は「 $\times 10^{-Z}$ 」を意味する。*印は非球面であることを示している。

【0036】

表 1 に数値実施例 1 の各条件式の対応値を示す。数値実施例 1 は条件式 (1) ~ (5) の何れの条件式も満足しており、大判カメラ用ズームレンズでありながら、高変倍比、小型軽量を実現し、広角端から望遠端までの全ズーム範囲において高い光学性能を達成している。

10

【実施例 2】

【0037】

図 3 に、実施例 2 のズームレンズの広角端で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図を示す。

【0038】

実施例 2 のズームレンズは、第 1 レンズ群 U 1、第 3 レンズ群 U 3 のレンズ構成は実施例 1 と同じである。第 2 レンズ群 U 2 は、物体側から像側へ順に、負レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズ、負レンズで構成されている。第 1 サブレンズ群 U 4 1 は、物体側から像側へ順に、正レンズ、正レンズ、正レンズと負レンズの接合レンズで構成されている。第 2 サブレンズ群 U 4 2 は、物体側から像側へ順に、開口絞り S P、正レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズ 1 枚、負レンズ、正レンズと負レンズの接合レンズ、正レンズで構成されている。

20

【0039】

図 4 に、数値実施例 2 の物体距離無限遠での (A) 広角端、(B) 焦点距離 500.0 mm、(C) 望遠端における縦収差図を示す。数値実施例 2 はズーム比 24.0 倍、広角端の半画角 16.5 度、望遠端の半画角 0.7 度、最大像高が 14.8 mm のズームレンズである。

30

【0040】

実施例 2 に対応する数値実施例 2 を下記の (数値実施例 2) に示す。表 1 に数値実施例 2 の各条件式の対応値を示す。数値実施例 2 は条件式 (1) ~ (5) の何れの条件式も満足しており、大判カメラ用ズームレンズでありながら、高変倍比、小型軽量を実現し、広角端から望遠端までの全ズーム範囲において高い光学性能を達成している。

【実施例 3】

【0041】

図 5 に、実施例 3 のズームレンズの広角端で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図を示す。

【0042】

実施例 3 のズームレンズは、第 2 レンズ群 U 2、第 3 レンズ群 U 3 のレンズ構成は実施例 1 と全て同じである。第 1 レンズ群 U 1 は、物体側から像側へ順に、負レンズと正レンズの接合レンズ、負レンズ、正レンズ 2 枚で構成されている。焦点調整に際して像面側の正レンズ 2 枚が移動する。第 1 サブレンズ群 U 4 1 は、物体側から像側へ順に、正レンズ、正レンズと負レンズの接合レンズ、正レンズで構成されている。第 2 サブレンズ群 U 4 2 は、物体側から像側へ順に、開口絞り S P、負レンズと正レンズの接合レンズ、正レンズと負レンズの接合レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズ、正レンズで構成されている。

40

【0043】

図 6 に、数値実施例 3 の物体距離無限遠での (A) 広角端、(B) 焦点距離 225.0

50

0 mm、(C)望遠端における縦収差図を示す。数値実施例3はズーム比10.0倍、広角端の半画角19.0度、望遠端の半画角2.0度、最大像高が15.5 mmのズームレンズである。

【0044】

実施例3に対応する数値実施例3を下記の(数値実施例3)に示す。表1に数値実施例3の各条件式の対応値を示す。数値実施例3は条件式(1)~(5)の何れの条件式も満足しており、大判カメラ用ズームレンズでありながら、高変倍比、小型軽量を実現し、広角端から望遠端までの全ズーム範囲において高い光学性能を達成している。

【実施例4】

【0045】

図7に、実施例4のズームレンズの広角端で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図を示す。

【0046】

実施例4のズームレンズは、第2レンズ群U2、第3レンズ群U3、第4レンズ群U4のレンズ構成は実施例1と全て同じである。第1レンズ群U1は、物体側から像側へ順に、焦点調整のためには移動しない正レンズ、正レンズと負レンズの接合レンズ、焦点調整に際して移動する正レンズ及び正レンズと負レンズの接合レンズ、焦点調整のためには移動しない正レンズと負レンズの接合レンズで構成されている。

【0047】

図8に、数値実施例4の物体距離無限遠での(A)広角端、(B)焦点距離400.0 mm、(C)望遠端における縦収差図を示す。数値実施例4はズーム比19.4倍、広角端の半画角16.5度、望遠端の半画角0.9度、最大像高が14.8 mmのズームレンズである。

【0048】

実施例4に対応する数値実施例4を下記の(数値実施例4)に示す。表1に数値実施例4の各条件式の対応値を示す。数値実施例4は条件式(1)~(5)の何れの条件式も満足しており、大判カメラ用ズームレンズでありながら、高変倍比、小型軽量を実現し、広角端から望遠端までの全ズーム範囲において高い光学性能を達成している。

【0049】

(撮像装置)

図9は、本発明の実施例1乃至4のいずれか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)の要部概略図である。図9において101は実施例1乃至4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、結像用の第4レンズ群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。

【0050】

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、変倍に伴う像面の変動を補正するために光軸上を移動する第3レンズ群が含まれている。さらには、変倍に対して不動の第1サブレンズ群FR、開口絞りSP、第2サブレンズ群RRが配置される。第4レンズ群Rは、光路中より挿抜可能なレンズユニットIE'、IEを有している。レンズユニットIE、IE'を切り替えることで、ズームレンズ101の全系の焦点距離範囲を変位している。114、115は各々第1レンズ群F、変倍部の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を電気駆動するモータ(駆動手段)である。

【0051】

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オメータ、あるいはフォトセンサなどの検出器である。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

10

20

30

40

50

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（光学像）を光電変換するCCDセンサやCMOSセンサなどの撮像素子（光電変換素子）である。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。

【0052】

このように本発明のズームレンズをテレビ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。

【0053】

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及び変更が可能である。

10

【0054】

（数値実施例1）

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1	171.566	17.30	1.48749	70.2	127.99
2	-2020.966	1.00			126.24
3	160.873	3.40	1.72916	54.7	116.87
4	103.410	5.64			111.47
5	116.704	22.15	1.43387	95.1	110.98
6	-335.843	1.50			109.47
7	-267.352	3.20	1.72916	54.7	109.18
8	214.311	15.52			105.48
9	151.203	17.14	1.43387	95.1	104.61
10	-319.974	0.20			103.71
11	137.411	6.49	1.43387	95.1	96.73
12	204.597	(可変)			94.79
13*	-16816.966	1.20	1.77250	49.6	33.29
14	29.929	7.11			29.98
15	-104.154	1.00	1.61800	63.3	29.37
16	30.718	7.91	1.72047	34.7	28.98
17	-67.474	3.62			28.62
18	-34.029	1.00	1.61800	63.3	27.30
19	450.776	0.20			27.36
20	93.693	2.63	1.54814	45.8	27.42
21	-6580.233	(可変)			27.54
22	-68.940	1.00	1.72916	54.7	37.31
23	166.734	3.39	1.84666	23.8	38.97
24	-941.897	(可変)			39.61
25	109.548	6.39	1.59349	67.0	41.38
26*	-84.491	1.00			41.75
27	47.765	9.81	1.61800	63.3	42.20
28	-118.118	6.92			41.16
29(絞リ)		2.00			33.82
30	647.610	6.06	1.43875	94.9	31.97
31	-36.685	1.20	2.00330	28.3	30.50
32	776.497	4.99			29.98
33	97.392	7.65	1.56732	42.8	28.86
34	-43.937	3.12			27.88

20

30

40

50

35	-89.504	1.20	2.00100	29.1	23.97
36	17.948	7.35	1.84666	23.8	22.49
37	104.985	50.00			21.92
38	46.809	7.83	1.48749	70.2	29.16
39	-43.713	3.00			28.97
40	-88.859	1.00	1.83481	42.7	26.91
41	46.519	6.34	1.72825	28.5	26.50
42	-96.270	2.84			26.25
43	-31.300	1.00	1.88300	40.8	25.94
44	-100.302	4.54	1.64769	33.8	26.68
45	-48.713	(BF)			27.55

10

像面

非球面データ

第13面

K = 9.73498e+005 A 4= 2.31247e-006 A 6= 4.19291e-010 A 8=-5.17688e-012 A10=
-6.87050e-014 A12= 8.08198e-016 A14=-2.95438e-018 A16= 3.78802e-021

第26面

K = -1.02447e+000 A 4= 8.56896e-007 A 6= 4.82804e-010 A 8=-1.11536e-012 A10=
3.74032e-015 A12=-2.44824e-018 A14=-5.57191e-021 A16= 7.94532e-024

20

各種データ

ズーム比 18.00

	広角	中間	望遠
焦点距離	45.00	360.00	810.00
Fナンバー	4.50	4.50	6.83
半画角	18.21	2.35	1.05
像高	14.80	14.80	14.80
レンズ全長	458.75	458.75	458.75
BF	55.00	55.00	55.00

30

d12	10.00	116.76	133.26
d21	135.90	9.26	10.50
d24	1.00	20.87	3.14

入射瞳位置	166.49	1185.81	2300.95
射出瞳位置	-128.10	-128.10	-128.10
前側主点位置	200.43	838.00	-472.33
後側主点位置	10.00	-305.00	-755.00

40

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	216.70	93.54	36.17	-42.41
2	13	-30.00	24.67	3.39	-14.40
3	22	-111.70	4.39	-0.29	-2.70
4	25	57.66	134.26	7.85	-142.30

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

50

1	1	324.14	
2	3	-405.46	
3	5	202.12	
4	7	-161.98	
5	9	238.70	
6	11	934.65	
7	13	-38.49	
8	15	-38.13	
9	16	30.12	
10	18	-50.97	10
11	20	167.68	
12	22	-66.48	
13	23	165.91	
14	25	81.08	
15	27	56.10	
16	30	79.15	
17	31	-34.60	
18	33	54.14	
19	35	-14.73	
20	36	24.37	20
21	38	47.56	
22	40	-36.25	
23	41	43.53	
24	43	-51.58	
25	44	140.34	

【 0 0 5 5 】

(数值实施例 2)

单位 mm

30

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径	
1	163.528	17.53	1.49700	81.5	121.93	
2	-673.882	1.00			120.52	
3	135.037	3.70	1.77250	49.6	111.44	
4	100.355	4.59			106.76	
5	108.786	16.31	1.43387	95.1	106.00	
6	2381.643	4.35			104.44	
7	-382.047	3.20	1.77250	49.6	104.30	
8	183.501	13.20			100.76	40
9	157.156	10.86	1.49700	81.5	100.53	
10	-12135.290	0.20			99.95	
11	252.223	7.96	1.49700	81.5	98.13	
12	-1829.629	(可变)			97.21	
13*	-476.807	1.20	1.72916	54.7	38.72	
14	33.366	4.08			34.75	
15	163.349	1.00	1.61800	63.3	34.72	
16	25.003	10.15	1.72047	34.7	33.07	
17	-142.539	5.31			32.04	
18	-34.777	1.00	1.69680	55.5	29.67	50

19	-269.964	(可変)			29.60
20	-70.407	1.00	1.72916	54.7	31.24
21	141.360	2.95	1.84666	23.8	32.35
22	-5387.417	(可変)			32.88
23	608.617	3.68	1.51633	64.1	49.35
24*	-214.177	0.20			49.94
25	61.906	11.98	1.49700	81.5	52.67
26	-86.144	0.50			52.52
27	92.723	10.45	1.43875	94.9	48.89
28	-69.566	1.50	2.00100	29.1	47.43
29	159.602	5.06			46.55
30(絞リ)		2.00			46.74
31	61.251	8.19	1.68893	31.1	47.11
32	-183.670	19.21			46.51
33	-64.343	1.20	2.00100	29.1	32.74
34	41.407	7.29	1.76182	26.5	32.31
35	-66.209	53.12			32.39
36	-50.541	1.50	2.00100	29.1	20.34
37	-152.778	8.68			20.79
38	87.153	5.68	1.76182	26.5	23.58
39	-25.761	1.00	2.00100	29.1	23.65
40	107.046	1.42			24.36
41	64.341	4.19	1.67270	32.1	25.50
42	-91.204	(BF)			25.82

像面

非球面データ

第13面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.52166e-006 A 6=-9.04430e-010 A 8=-4.01975e-014 A10=
2.11683e-015 A12=-4.10839e-019

30

第24面

K =-8.40684e-001 A 4= 5.82961e-007 A 6= 1.12421e-010 A 8= 2.39096e-013 A10=
-2.88892e-016 A12= 2.42509e-019

各種データ

ズーム比 24.00

	広角	中間	望遠
焦点距離	50.00	500.00	1200.00
Fナンバー	4.50	4.49	10.00
半画角	16.49	1.70	0.71
像高	14.80	14.80	14.80
レンズ全長	465.00	465.00	465.00
BF	55.00	55.00	55.00

40

d12	6.31	109.89	122.42
d19	114.62	3.35	28.63
d22	32.62	40.31	2.50

入射瞳位置 168.58 1476.41 3303.63

50

射出瞳位置	-101.85	-101.85	-101.85
前側主点位置	202.64	382.51	-4677.24
後側主点位置	5.00	-445.00	-1145.00

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	208.00	82.90	24.79	-44.72
2	13	-33.00	22.74	6.49	-8.60
3	20	-106.77	3.95	-0.09	-2.26
4	23	57.71	146.86	-15.60	-128.59

10

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	265.86
2	3	-528.01
3	5	261.51
4	7	-159.31
5	9	311.35
6	11	445.27
7	13	-42.54
8	15	-47.72
9	16	30.09
10	18	-57.15
11	20	-64.05
12	21	161.14
13	23	306.16
14	25	74.26
15	27	92.18
16	28	-47.85
17	31	67.09
18	33	-24.82
19	34	34.15
20	36	-75.40
21	38	26.45
22	39	-20.50
23	41	56.29

20

30

【 0 0 5 6 】

(数値実施例 3)

単位 mm

40

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1	157.510	3.24	1.77250	49.6	94.21
2	95.072	19.46	1.43387	95.1	90.72
3	-191.109	1.00			89.88
4	-166.514	2.59	1.77250	49.6	89.74
5	-710.449	18.15			88.81
6	176.125	10.10	1.49700	81.5	83.31
7	-264.901	0.12			82.83

50

8	131.655	5.69	1.43387	95.1	77.60	
9	231.485	(可変)			75.86	
10*	187.641	1.20	1.75500	52.3	38.10	
11	29.330	7.31			34.12	
12	-89.656	1.20	1.59522	67.7	34.08	
13	42.559	6.16	1.72047	34.7	34.15	
14	-149.500	2.87			34.07	
15	-43.838	1.20	1.59522	67.7	33.95	
16	112.394	0.20			34.87	
17	71.657	4.37	1.61340	44.3	35.34	10
18	-190.404	(可変)			35.43	
19	-74.782	1.20	1.81600	46.6	36.00	
20	143.656	3.50	1.84666	23.8	37.59	
21	-433.333	(可変)			38.19	
22	159.347	5.57	1.72916	54.7	40.00	
23*	-80.436	0.15			40.37	
24	38.413	9.36	1.49700	81.5	40.44	
25	-136.507	1.20	2.00330	28.3	39.59	
26	160.444	0.20			38.79	
27	39.891	7.60	1.61800	63.3	38.11	20
28	-325.501	12.60			36.98	
29(絞リ)		1.97			24.20	
30	-385.088	0.90	1.88300	40.8	22.45	
31	19.984	8.25	1.43875	94.9	20.69	
32	-29.856	1.50			19.87	
33	-25.114	4.24	1.65412	39.7	18.91	
34	-14.890	0.90	1.77250	49.6	18.77	
35	-98.116	2.38			19.00	
36	-66.091	0.80	1.81600	46.6	18.90	
37	61.843	4.37	1.72047	34.7	19.64	30
38	-34.826	30.44			20.39	
39	-249.121	2.56	1.61340	44.3	26.38	
40	-96.914	(BF)			26.70	

像面

非球面データ

第10面

K = 2.66952e+001 A 4= 1.14636e-008 A 6=-6.88265e-010 A 8= 5.30064e-013 A10=
-2.68365e-015 A12= 3.77686e-018

40

第23面

K = -1.35273e+000 A 4= 4.87432e-007 A 6= 6.89220e-011 A 8= 8.71132e-013 A10=
-1.68652e-015 A12= 1.79632e-018

各種データ

ズーム比 10.00

	広角	中間	望遠
焦点距離	45.00	225.00	450.00
Fナンバー	4.00	4.00	5.44
半画角	19.01	3.94	1.97

50

像高	15.50	15.50	15.50
レンズ全長	345.16	345.16	345.16
BF	50.54	50.54	50.54
d 9	2.58	84.86	102.53
d18	105.87	9.62	5.63
d21	1.62	15.59	1.90
入射瞳位置	102.73	562.96	1088.73
射出瞳位置	-67.31	-67.31	-67.31
前側主点位置	130.55	358.38	-179.55
後側主点位置	5.54	-174.46	-399.46

10

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	165.00	60.36	34.98	-13.68
2	10	-35.00	24.52	2.61	-15.92
3	19	-115.00	4.70	-0.60	-3.16
4	22	48.04	94.98	-2.27	-99.60

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-316.15
2	2	149.04
3	4	-280.78
4	6	213.86
5	8	689.93
6	10	-45.99
7	12	-48.15
8	13	46.29
9	15	-52.65
10	17	84.96
11	19	-59.82
12	20	126.53
13	22	73.71
14	24	61.23
15	25	-72.76
16	27	57.75
17	30	-21.37
18	31	28.67
19	33	47.73
20	34	-22.72
21	36	-38.84
22	37	31.31
23	39	255.57

30

40

【 0 0 5 7 】

(数値実施例 4)

単位 mm

50

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径	
1	424.595	11.09	1.48749	70.2	126.35	
2	-594.285	0.20			125.51	
3	173.957	19.89	1.43875	94.9	118.14	
4	-291.286	4.00	1.72047	34.7	116.31	
5	807.691	16.85			113.22	
6	442.688	8.68	1.43387	95.1	108.28	
7	-791.619	0.20			106.50	
8	178.245	10.17	1.43875	94.9	101.53	10
9	6078.912	2.50	1.74950	35.3	99.95	
10	701.579	3.00			98.21	
11	1195.134	10.09	1.85478	24.8	96.69	
12	-211.097	2.20	1.74950	35.3	95.28	
13	287.381	(可変)			90.30	
14*	650.746	1.20	1.77250	49.6	34.49	
15	29.914	5.46			31.13	
16	-1357.488	1.00	1.59522	67.7	30.87	
17	31.724	6.97	1.72047	34.7	30.14	
18	-245.341	3.24			29.56	20
19	-35.831	1.00	1.59522	67.7	29.30	
20	189.754	0.20			29.59	
21	95.865	2.86	1.72047	34.7	29.74	
22	-558.084	(可変)			29.71	
23	-70.636	1.00	1.72916	54.7	35.49	
24	124.130	2.96	1.85478	24.8	37.03	
25	-4972.820	(可変)			37.47	
26	133.386	6.41	1.60311	60.6	42.87	
27*	-82.961	1.00			43.27	
28	44.374	10.82	1.48749	70.2	43.66	30
29	-115.328	5.00			42.62	
30(絞り)		2.00			37.50	
31	73.236	7.38	1.43875	94.9	34.52	
32	-46.594	1.20	1.88300	40.8	33.02	
33	75.284	13.46			31.40	
34	47.133	6.57	1.58913	61.1	29.35	
35	-88.341	1.00			28.33	
36	177.549	1.20	1.95375	32.3	26.28	
37	18.943	4.80	1.64769	33.8	24.00	
38	49.212	35.00			23.70	40
39	87.063	4.31	1.51633	64.1	29.91	
40	-110.328	15.29			29.91	
41	-67.625	1.00	1.88300	40.8	27.71	
42	28.224	9.58	1.72825	28.5	28.46	
43	-31.135	4.91			28.98	
44	-21.870	1.00	1.95375	32.3	27.67	
45	-87.522	8.06	1.51742	52.4	30.38	
46	-21.424	(BF)			31.88	

像面

非球面データ

第14面

K = 2.35314e+002 A 4= 1.93318e-006 A 6= 4.20833e-010 A 8=-1.72913e-011 A10=
1.51882e-013 A12=-7.31823e-016 A14= 1.83686e-018 A16=-1.86030e-021

第27面

K =-2.08328e+000 A 4= 4.85459e-007 A 6= 1.21437e-010 A 8= 1.41513e-013 A10=
5.06031e-017 A12=-2.55554e-019 A14=-5.54086e-022 A16= 1.16997e-024

各種データ

ズーム比	19.40				
	広角	中間	望遠		
焦点距離	50.00	400.00	970.00		
Fナンバー	4.50	4.50	8.00		
半画角	16.49	2.12	0.87		
像高	14.80	14.80	14.80		
レンズ全長	453.00	453.00	453.00		
BF	55.00	55.00	55.00		
d13	4.00	111.70	129.65		20
d22	130.93	5.52	12.60		
d25	8.32	26.02	1.00		
入射瞳位置	161.92	1248.43	2562.17		
射出瞳位置	-170.62	-170.62	-170.62		
前側主点位置	200.84	939.26	-638.17		
後側主点位置	5.00	-345.00	-915.00		

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	230.00	88.86	4.21	-58.90	30
2	14	-32.50	21.93	3.40	-12.18	
3	23	-109.50	3.96	-0.11	-2.27	
4	26	68.70	140.00	18.78	-175.06	

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離		
1	1	508.12		
2	3	250.89		
3	4	-294.68		40
4	6	654.14		
5	8	417.26		
6	9	-1051.34		
7	11	208.61		
8	12	-160.99		
9	14	-40.43		
10	16	-51.88		
11	17	39.14		
12	19	-50.38		
13	21	112.99		50

14	23	-61.34
15	24	140.39
16	26	85.43
17	28	67.00
18	31	65.98
19	32	-32.26
20	34	52.92
21	36	-22.15
22	37	44.44
23	39	94.60
24	41	-22.31
25	42	21.64
26	44	-30.58
27	45	52.40

10

【 0 0 5 8 】

【表 1】

表 1 数値実施例 1～4 における各条件式対応値

条件式		数値実施例			
		1	2	3	4
	fT	810	1200	450	970
	f1	216.7	208	165	230
	f2	-30.0	-33.0	-35.0	-32.5
	f4	57.7	57.7	48.0	68.7
	h41	4.09	4.46	3.54	3.84
	hap	3.31	4.01	2.04	3.27
(1)	h41/hap	1.24	1.11	1.73	1.17
(2)	β_4	-2.42	-2.18	-2.13	-2.35
(3)	fT/f4	14.05	20.79	9.37	13.83
(4)	fT/f1	3.74	5.77	2.73	4.13
(5)	f1/f2	-7.22	-6.30	-4.71	-7.08

20

30

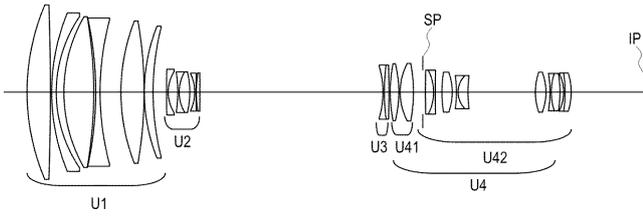
【符号の説明】

【 0 0 5 9 】

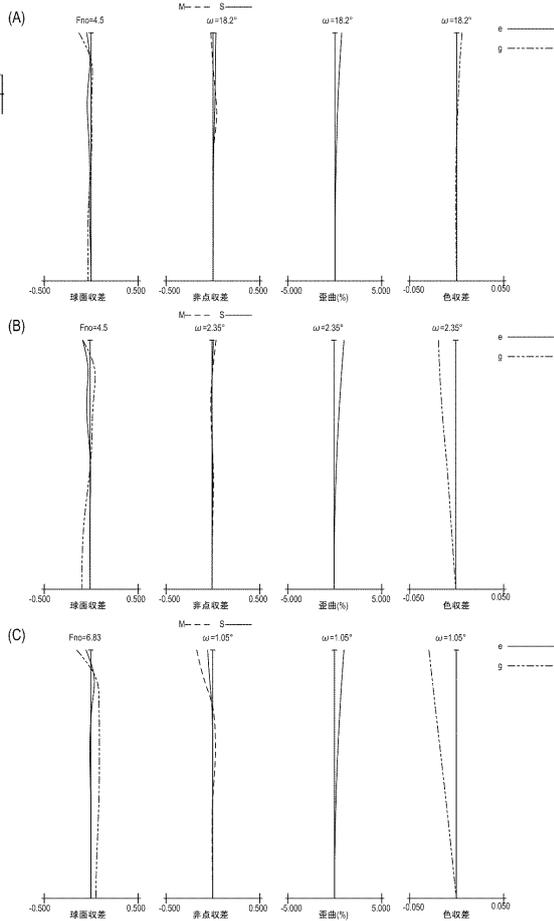
- U 1 : 第 1 レンズ群
- U 2 : 第 2 レンズ群
- U 3 : 第 3 レンズ群
- U 4 : 第 4 レンズ群
- U 4 1 : 第 1 サブレンズ群
- U 4 2 : 第 2 サブレンズ群
- S P : 開口絞り

40

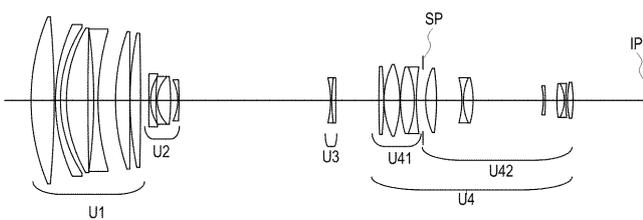
【 図 1 】



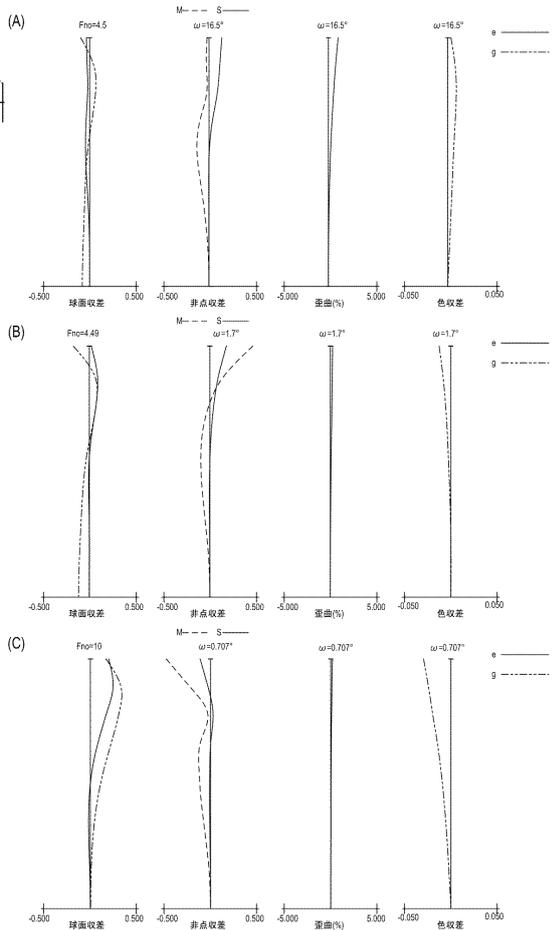
【 図 2 】



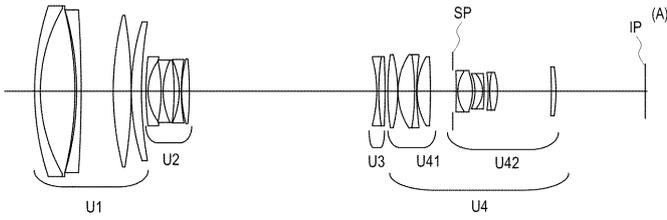
【 図 3 】



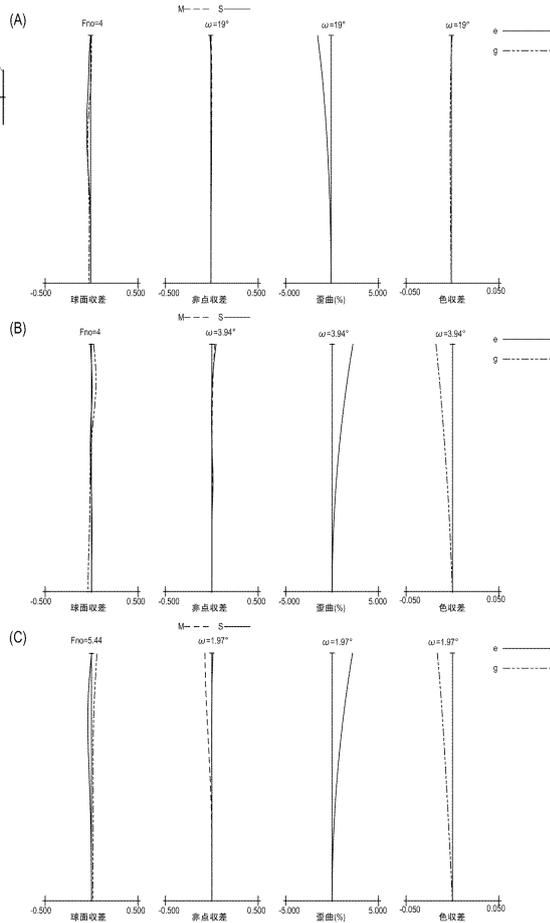
【 図 4 】



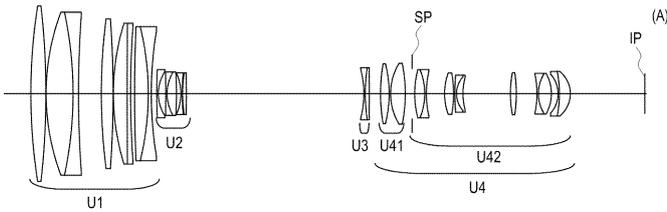
【 図 5 】



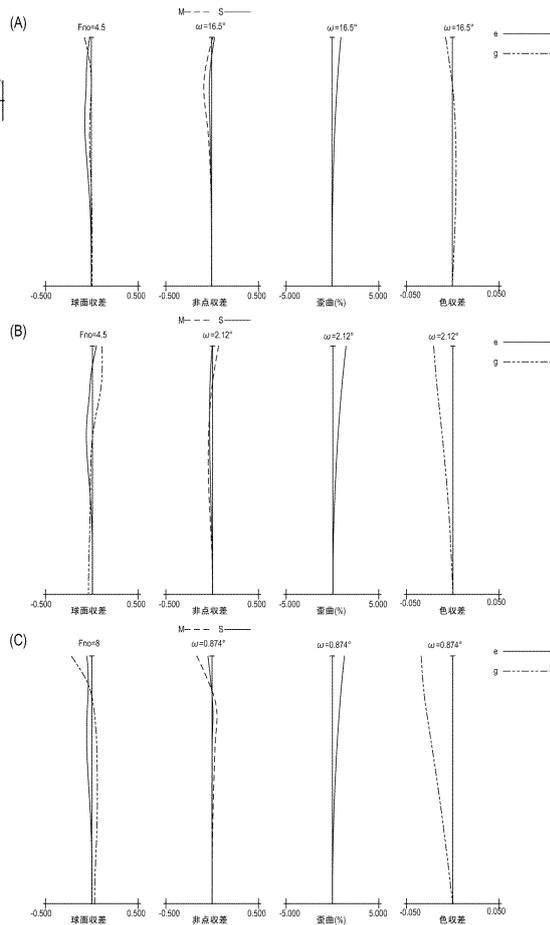
【 図 6 】



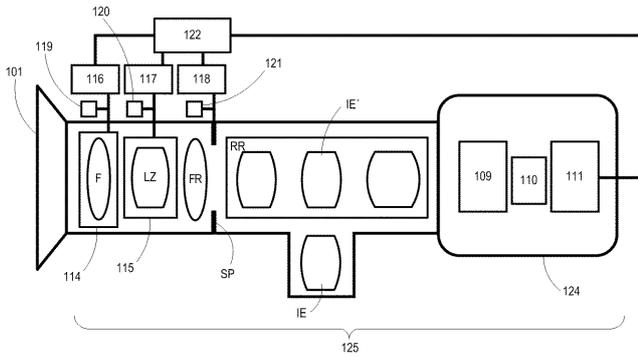
【 図 7 】



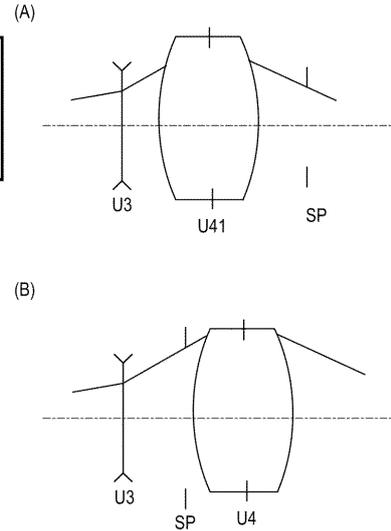
【 図 8 】



【図 9】



【図 10】



【手続補正書】

【提出日】平成27年7月6日(2015.7.6)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像側へ順に、ズーミングのためには移動しない正の屈折力を有する第 1 レンズ群、ズーミングに際して移動する負の屈折力を有する第 2 レンズ群、ズーミングに際して移動する負の屈折力を有する第 3 レンズ群、開口絞りを含みズーミングのためには移動しない正の屈折力を有する第 4 レンズ群から構成され、

前記第 4 レンズ群は、前記開口絞りより物体側に配置された第 1 サブレンズ群と、前記開口絞りより像面側に配置された第 2 サブレンズ群と、を有し、

無限遠合焦状態かつ広角端での軸上光線の、前記第 1 サブレンズ群内における光軸からの最大高さを h_{41} 、前記開口絞りの開放状態における光軸からの最大高さを h_{ap} 、無限遠合焦状態かつ広角端での前記第 4 レンズ群の横倍率を β_4 とするとき、

$$1.1 < h_{41} / h_{ap} < 2.0$$

$$-3.0 < \beta_4 < -1.8$$

を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

前記第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 、前記ズームレンズの望遠端での焦点距離を f_T とするとき、

$$3.00 < f_T / f_4 < 30.00$$

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】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 、前記ズームレンズの望遠端での焦点距離を f_T とするとき、

$$1.50 < f_T / f_1 < 10.00$$

を満たす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 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 とするとき、

$$-10.00 < f_1 / f_2 < -2.500$$

を満たす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 サブレンズ群は少なくとも 1 面に非球面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】

前記開口絞りより物体側のレンズ群でフォーカシングを行う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】

前記開口絞りがズームングのためには移動しないことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、
前記ズームレンズによって形成された光学像を光電変換する撮像素子と、を有することを特徴とする撮像装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0023】

本発明の更なる実施態様として、条件式 (3) によりズームレンズの望遠端の焦点距離 f_T と第 4 レンズ群の焦点距離 f_4 の比を規定している。

$$3.00 < f_T / f_4 < 30.00 \quad \dots (3)$$

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0025】

本発明の更なる実施態様として、条件式 (4) によりズームレンズの望遠端の焦点距離 f_T と第 1 群の焦点距離 f_1 の比を規定している。

$$1.50 < f_T / f_1 < 10.00 \quad \dots (4)$$

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0029】

本発明の更なる実施態様として、条件式 (5) により第 1 レンズ群の焦点距離 f_1 と第 2 レンズ群の焦点距離 f_2 の比を規定している。

$$-10.00 < f_1 / f_2 < -2.50 \quad \dots (5)$$

フロントページの続き

(74)代理人 100134393

弁理士 木村 克彦

(74)代理人 100174230

弁理士 田中 尚文

(72)発明者 菊池 翔平

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

Fターム(参考) 2H087 KA01 MA18 NA15 PA15 PA16 PB20 QA02 QA07 QA12 QA14
QA17 QA21 QA22 QA25 QA26 QA32 QA34 QA41 QA42 QA45
QA46 RA05 RA12 RA13 RA32 SA23 SA27 SA30 SA32 SA63
SA64 SA72 SA75 SB01 SB06 SB07 SB15 SB16 SB23 SB31
UA06