

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6549965号
(P6549965)

(45) 発行日 令和1年7月24日(2019.7.24)

(24) 登録日 令和1年7月5日(2019.7.5)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/20 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)G02B 15/20
G02B 13/18

請求項の数 9 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2015-206171 (P2015-206171)
 (22) 出願日 平成27年10月20日 (2015.10.20)
 (65) 公開番号 特開2017-78769 (P2017-78769A)
 (43) 公開日 平成29年4月27日 (2017.4.27)
 審査請求日 平成29年12月18日 (2017.12.18)

(73) 特許権者 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
 (74) 代理人 100094112
 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 斎藤 正巳
 (72) 発明者 中村 智之
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内

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、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第1レンズ群と、ズーミングのために移動する第2レンズ群と、開口絞りと、第3レンズ群と、ズーミングのためには移動しない後レンズ群とからなるズームレンズであって、

前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に、フォーカシングのためには移動しない負の屈折力の第11レンズ群と、フォーカシングのために移動する正の屈折力の第12レンズ群と、正の屈折力の第13レンズ群とからなり、

前記第2レンズ群は、サブレンズ群を含まず、または2つのサブレンズ群からなり、全体として負の屈折力を有し、

前記第3レンズ群は、サブレンズ群を含まず、または2つのサブレンズ群からなり、全体として正の屈折力を有し、該2つのサブレンズ群のうち物体側のサブレンズ群は正の屈折力を有し、

前記第2レンズ群は、ズーミングのために広角端から望遠端まで像側へ移動し、

前記第1レンズ群と、前記第2レンズ群と、前記第3レンズ群と、前記後レンズ群とは、隣り合う、レンズ群またはサブレンズ群とレンズ群またはサブレンズ群との間隔がいずれもズーミングのために変化し、

前記第1レンズ群の焦点距離をf₁とし、広角端での前記ズームレンズの焦点距離をf_wとし、望遠端での開放Fナンバーについての広角端および望遠端での前記開口絞りの開口口径をそれぞれS_{Pw}およびS_{Pt}として、

10

20

$$0.5 < f_1 / f_w < 4.5$$

$$1.1 < S_P t / S_P w < 3.0$$

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】

前記第2レンズ群の広角端での焦点距離を $f_2 w$ として、

$$-2.5 < f_1 / f_2 w < -0.5$$

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】

前記第3レンズ群は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第31レンズ群と、正の屈折力の第32レンズ群とからなることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のズームレンズ。 10

【請求項 4】

前記絞りと前記後レンズ群との間隔は、ズーミングのためには変化しないことを特徴とする請求項1ないし請求項3のうちいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

前記後レンズ群の焦点距離を f_n として、

$$0.0 < |f_w / f_n| < 0.4$$

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

【請求項 6】

前記第11レンズ群の焦点距離を f_{11} とし、前記第13レンズ群の焦点距離を f_{13} として、 20

$$-2.0 < f_{11} / f_{13} < -0.3$$

$$-4.0 < f_{13} / f_{11} < -0.5$$

なる条件式を満足する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】

前記第31レンズ群の焦点距離を f_{31} とし、前記第32レンズ群の焦点距離を f_{32} として、

$$0.2 < f_{31} / f_{32} < 3.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項3に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

前記後レンズ群のうちの一部のレンズ群を、光軸とは略直交する方向に移動することにより、像ぶれ補正をすることを特徴とする請求項1ないし請求項7のうちいずれか1項に記載のズームレンズ。 30

【請求項 9】

請求項1ないし請求項8のうちいずれか1項に記載のズームレンズと、

前記ズームレンズの像面に配された撮像素子と、

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ものである。

【背景技術】

【0002】

近年、テレビカメラ、映画用カメラ、銀塩フィルム用カメラ、デジタルカメラ、ビデオカメラ等の撮像装置には、広画角、高ズーム比でしかも高い光学性能を有したズームレンズが要望されている。広画角、高ズーム比のズームレンズとして、ズームに際し不動の正の屈折力の第1群、主にズームを担う負の屈折力の第2群、第2群より像側のレンズ群の中でズームに際して少なくとも1群以上が移動する所謂ポジティブリード型のズームレン 50

ズが知られている。また、広画角、小型化のポジティブリード型ズームレンズとして、第1群の構成が、負の屈折力の第1a群、合焦時移動する正の屈折力の第1b群、正の屈折力の第1c群より成る所謂3群インナーフォーカス方式のズームレンズが知られている。
(特許文献1、2)

【0003】

特許文献1では、ズーム比8倍程度、広角端の撮影画角87°程度であり、2群以降は、ズームに伴う像面変動補正用の第3群、ズームに際して移動しない絞りを有するズームレンズが開示されている。特許文献2では、ズーム比11倍程度、広角端の撮影画角76°程度であり、2群と以降の群の間に、ズームに際して移動する絞りを有するズームレンズが開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平6-242378号公報

【特許文献2】特開2014-63026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は、広画角化が比較的容易であるが、高い光学性能と小型化を両立するためには、レンズの屈折力配置を適切に設定することが重要である。特に最も物体側の第1群は軸外の光束が最も光軸から離れた位置を通過するため、光学性能と小型化を両立するためには、第1群の屈折力や構成を適切に設定することが重要となる。

20

【0006】

特許文献1に開示されているズームレンズは、ズームを担う第2、3群の像側に絞りがあるため、ズームに際して絞り径が一定となり、機構制御が容易である。しかしながら、絞りが第1群と離れており、第1群のレンズ径の増大、またはレンズ枚数や非球面枚数の増大に繋がっている。特許文献2に開示されているズームレンズは、ズームに際して移動する絞りを第2群と第3群の間に配置しており、小型化に有利である。しかしながら、第1群の屈折力が小さいため、更なる広画角化をすると、大型化してしまう。また、主にズームを担っているのが第2群のみであるため、第1群の小型化と、高ズーム比を両立するためには、絞りの移動量が増大してしまう。

30

【0007】

本発明は、例えば、広画角、高ズーム比、全ズーム範囲にわたる高い光学性能、および
小型の点で有利なズームレンズの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

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の第1レンズ群と、ズーミングのために移動する第2レンズ群と、開口絞りと、第3レンズ群と、ズーミングのために移動しない後レンズ群とからなり、前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に、フォーカシングのために移動しない負の屈折力の第11レンズ群と、フォーカシングのために移動する正の屈折力の第12レンズ群と、正の屈折力の第13レンズ群とからなり、前記第2レンズ群は、サブレンズ群を含まず、または2つのサブレンズ群からなり、全体として負の屈折力を有し、前記第3レンズ群は、サブレンズ群を含まず、または2つのサブレンズ群からなり、全体として正の屈折力を有し、該2つのサブレンズ群のうち物体側のサブレンズ群は正の屈折力を有し、前記第2レンズ群は、ズーミングのために広角端から望遠端まで像側へ移動し、前記第1レンズ群と、前記第2レンズ群と、前記第3レンズ群の前記1つまたは2つのサブレンズ群と、前記後レンズ群とは、隣り合うレンズ群またはサブレンズ群とレンズ群またはサブレンズ群との間隔がいずれもズーミングのために変化し、前記第1レンズ群の焦点距離をf1とし、広角

40

50

端での前記ズームレンズの焦点距離を f_w とし、望遠端での開放 F ナンバーについての広角端および望遠端での前記開口絞りの開口径をそれぞれ $S_P w$ および $S_P t$ として、

$$0.5 < f_1 / f_w < 4.5$$

$$1.1 < S_P t / S_P w < 3.0$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、例えば、広画角、高ズーム比、全ズーム範囲にわたる高い光学性能、および小型の点で有利なズームレンズの提供ができる。

【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物体に合焦したときのレンズ断面図

【図2】数値実施例1の(A)広角端、(B)ズーム中間、(C)望遠端で無限遠物体に合焦したときの収差図

【図3】数値実施例2の広角端において無限遠物体に合焦したときのレンズ断面図

【図4】数値実施例2の(A)広角端、(B)ズーム中間、(C)望遠端で無限遠物体に合焦したときの収差図

【図5】数値実施例3の広角端において無限遠物体に合焦したときのレンズ断面図

【図6】数値実施例3の(A)広角端、(B)ズーム中間、(C)望遠端で無限遠合焦したときの収差図

【図7】数値実施例4の広角端において無限遠物体に合焦したときのレンズ断面図

【図8】数値実施例4の(A)広角端、(B)ズーム中間、(C)望遠端で無限遠合焦したときの収差図

【図9】数値実施例5の広角端において無限遠物体に合焦したときのレンズ断面図

【図10】数値実施例5の(A)広角端、(B)ズーム中間、(C)望遠端で無限遠合焦したときの収差図

【図11】数値実施例6の広角端において無限遠物体に合焦したときのレンズ断面図

【図12】数値実施例6の(A)広角端、(B)ズーム中間、(C)望遠端で無限遠合焦したときの収差図

【図13】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】

以下には、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。実施例1～6に記載の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の第1レンズ群を有する。更にズーミングの際に移動する負の屈折力の第2レンズ群、開口絞り、ズーミングの際に移動する正の屈折力の第3レンズ群を有し、最も像側にズーミングのためには移動しない正の屈折力の後レンズ群を有している。

【0012】

第1レンズ群は、物体側から像側へ順に、フォーカシングのためには移動しない負の屈折力の第11レンズ群、フォーカシングの際に移動する正の屈折力の第12レンズ群、正の屈折力の第13レンズ群から構成されている。実施例1～3、5、6では、第13レンズ群はフォーカシングのためには移動せず、実施例4では、フォーカシングの際に第12レンズ群と連動して移動する。

【0013】

第2レンズ群は、実施例1、2、4～6では負の屈折力のレンズ群のみで構成され、実施例3では負の屈折力と正の屈折力の2つのレンズ群よりなり、全体として負の屈折力を持っている。

【0014】

第3レンズ群は、実施例1、2、4～6では正の屈折力の2つのレンズ群よりなり、全体として正の屈折力を持ち、実施例3では正の屈折力のレンズ群のみで構成されている。

10

20

30

40

50

また、実施例 2 では、物体側のレンズ群はズーミングのためには移動しない。

【0015】

開口絞りは、ズーミングに応じて開口径を変更することで、F ナンバーを保つことができ、実施例 1 ~ 5 ではズーミングに応じて光軸方向に不動であり、実施例 6 ではズーミングに応じて光軸方向に移動する。

【0016】

図 1 は本発明の実施例 1 (数値実施例 1) のズームレンズの広角端 (焦点距離、 $f = 17.00 \text{ mm}$) 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 2 は数値実施例 1 の (A) 広角端 (焦点距離、 $f = 17.00 \text{ mm}$) 、 (B) ズーム中間 (焦点距離、 $f = 37.03 \text{ mm}$) 、 (C) 望遠端 (焦点距離、 $f = 90.00 \text{ mm}$) における無限遠物体に合焦しているときの収差図である。但し、焦点距離は数値実施例の値を mm 単位で表したときの値である。これは以下の各実施例において全て同じである。

10

【0017】

図 3 は本発明の実施例 2 (数値実施例 2) のズームレンズの広角端 (焦点距離、 $f = 10.00 \text{ mm}$) 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 は数値実施例 2 の (A) 広角端 (焦点距離、 $f = 10.00 \text{ mm}$) 、 (B) ズーム中間 (焦点距離、 $f = 15.33 \text{ mm}$) 、 (C) 望遠端 (焦点距離、 $f = 25.00 \text{ mm}$) における無限遠物体に合焦しているときの収差図である。

20

【0018】

図 5 は本発明の実施例 3 (数値実施例 3) のズームレンズの広角端 (焦点距離、 $f = 20.00 \text{ mm}$) 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 は数値実施例 3 の (A) 広角端 (焦点距離、 $f = 20.00 \text{ mm}$) 、 (B) ズーム中間 (焦点距離、 $f = 41.48 \text{ mm}$) 、 (C) 望遠端 (焦点距離、 $f = 90.00 \text{ mm}$) における無限遠物体に合焦しているときの収差図である。

20

【0019】

図 7 は本発明の実施例 4 (数値実施例 4) のズームレンズの広角端 (焦点距離、 $f = 24.00 \text{ mm}$) 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 は数値実施例 4 の (A) 広角端 (焦点距離、 $f = 24.00 \text{ mm}$) 、 (B) ズーム中間 (焦点距離、 $f = 53.14 \text{ mm}$) 、 (C) 望遠端 (焦点距離、 $f = 120.00 \text{ mm}$) における無限遠物体に合焦しているときの収差図である。

30

【0020】

図 9 は本発明の実施例 5 (数値実施例 5) のズームレンズの広角端 (焦点距離、 $f = 14 \text{ mm}$) 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 10 は数値実施例 5 の (A) 広角端 (焦点距離、 $f = 28.00 \text{ mm}$) 、 (B) ズーム中間 (焦点距離、 $f = 46.66 \text{ mm}$) 、 (C) 望遠端 (焦点距離、 $f = 84.00 \text{ mm}$) における無限遠物体に合焦しているときの収差図である。

30

【0021】

図 11 は本発明の実施例 6 (数値実施例 6) のズームレンズの広角端 (焦点距離、 $f = 19 \text{ mm}$) 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 12 は数値実施例 6 の (A) 広角端 (焦点距離、 $f = 19.00 \text{ mm}$) 、 (B) ズーム中間 (焦点距離、 $f = 39.17 \text{ mm}$) 、 (C) 望遠端 (焦点距離、 $f = 90.00 \text{ mm}$) における無限遠物体に合焦しているときの収差図である。

40

【0022】

図 13 は本発明の撮像装置の要部概略図である。

各レンズ断面図において、左方が被写体 (物体) 側 (前方) で、右方が像側 (後方) である。レンズ断面図において、U 1 はズーミングのためには移動しない正の屈折力の第 1 レンズ群 (前玉レンズ群) である。図 1、3、5、7 において、U 1 b は第 1 レンズ群 U 1 中のフォーカスレンズ群であり、無限遠物体から近距離物体へのフォーカスの際に像側へ移動する。U 1 a、U 1 c は第 1 レンズ群 U 1 中のフォーカスのためには移動しない固定レンズ群である。図 9 において、U 1 b、U 1 c は第 1 レンズ群 U 1 中のフォーカスレ

50

ンズ群であり、無限遠物体から近距離物体へのフォーカスの際に像側へ連動して移動する。U1aは第1レンズ群U1中のフォーカスのためには移動しない固定レンズ群である。

【0023】

図1、3、5、7、9、11において、U2はズーミングの際に移動する負の屈折力の第2レンズ群であり、図3において、2つのレンズ群U2a、U2bから構成されている。

【0024】

図1、3、5、7、9、11において、U3はズーミングの際に移動する正の屈折力の第3レンズ群であり、図1、3、7、9、11において、2つのレンズ群U3a、U3bから構成されている。

10

【0025】

U2及びU3の2つのレンズ群でズーム系(変倍群)が構成されている。U4はズーミングのためには移動しない結像作用をする第4レンズ群(リレーレンズ群)である。

【0026】

SPは絞り(開口絞り)である。Iは撮像面であり、放送用テレビカメラ、映画用カメラ、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。

【0027】

20

収差図において、球面収差における直線と二点鎖線と一点鎖線と破線は各々e線、g線、C線、F線である。非点収差における破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と一点鎖線と破線は各々g線、C線、F線である。は半画角、FnoはFナンバーである。尚、以下の各実施例においてズーム用のレンズ群が最も短焦点側の配置となった場合を広角端、最も長焦点側の配置となった場合を望遠端という。

【0028】

各実施例において、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の第1レンズ群を有する。更にズーミングの際に移動する負の屈折力の第2レンズ群、開口絞り、ズーミングの際に移動する正の屈折力の第3レンズ群を有し、最も像側にズーミングのためには移動しない正の屈折力の後レンズ群を有している。第1レンズ群は、物体側から像側へ順に、フォーカシングのためには移動しない負の屈折力の第11レンズ群、フォーカシングの際に移動する正の屈折力の第12レンズ群、正の屈折力の第13レンズ群から構成されている。

30

【0029】

第1レンズ群の焦点距離をf1、広角端の焦点距離をfw、望遠端の開放Fナンバーに対する広角端と望遠端での絞りの開口径を各々SPw、SPtとする。

このとき、

$$0.5 < f_1 / fw < 4.5 \quad \dots (1)$$

$$1.1 < SPt / SPw < 3.0 \quad \dots (2)$$

40

なる条件を満足している。

【0030】

条件式(1)は、第1レンズ群の焦点距離と広角端の焦点距離の比を規定している。各実施例のズームレンズでは、第1レンズ群の焦点距離が、高い光学性能と小型化を両立するために重要な要素となっている。条件式(1)を満足することにより、広角端において第1レンズ群を通過する軸外の光束の高さを規定し、レンズの大型化を抑制しつつ、諸収差を良好に補正することが可能となる。

【0031】

条件式(1)の上限が満たされないと、第1レンズ群の屈折力が小さくなり、第1レンズ群を通過する軸外の光束の高さが高くなることで、レンズが大型化してしまう。条件式

50

(1)の下限が満たされないと、第1レンズ群の屈折力が大きくなり、特に望遠側における色収差及び諸収差の補正が困難となる。

【0032】

条件式(2)は、望遠端の開放Fナンバーに対する広角端と望遠端での絞りの開口径の比を規定している。各実施例のズームレンズでは、絞りの開口径の比が第1レンズ群の大型化を抑制するために重要な要素となっている。条件式(2)を満足することにより、第2レンズ群だけでなく、第3レンズ群もズーム分担を担うこととなる。これにより第2レンズ群の移動量が減少し、開口絞りがより第1レンズ群に近づくことで、第1レンズ群を通過する軸外の光束の高さを低くすることが可能となる。

【0033】

条件式(2)の上限が満たされないと、第2レンズ群のズーム分担が小さくなり過ぎるため、全長が増大してしまう。条件式(2)の下限が満たされないと、第3レンズ群のズーム分担が小さくなり過ぎるため、開口絞りが第1レンズ群から離れてしまい、第1レンズ群のレンズ径が増大してしまう。

【0034】

更に好ましくは条件式(1)、(2)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$1.00 < f_1 / f_w < 4.00 \quad \dots (1a)$$

$$1.10 < S_P t / S_P w < 2.00 \quad \dots (2a)$$

【0035】

以上の各条件を満たすことにより、本発明の各実施例はズーム全域において収差補正が良好に補正された、小型、軽量なズームレンズを得ている。

【0036】

各実施例において、更に好ましくは、第2レンズ群の広角端における焦点距離を f_{2w} としたとき、

$$-2.5 < f_1 / f_{2w} < -0.5 \quad \dots (3)$$

なる条件を満足するのが良い。

【0037】

条件式(3)は、第1レンズ群と、第2レンズ群の広角端における焦点距離の比を規定している。

条件式(3)の上限が満たされないと、第1レンズ群の焦点距離が相対的に短くなるため、諸収差の補正、特に望遠側における色収差の補正が困難となる。また、製造誤差が性能に与える影響が大きくなるため、製造バラツキによる性能低下が大きくなる。条件式(3)の下限が満たされないと、第1レンズ群の焦点距離が相対的に長くなるため、第1レンズ群のレンズ径が大きくなり、広角化が困難となる。

【0038】

実施例1、2、4～6において更に好ましくは、第3レンズ群は、物体側から順に正の屈折力の第31レンズ群、正の屈折力の第32レンズ群からなるのが良い。これにより、ズーム中間の諸収差の抑制、特に球面収差と像面湾曲のズーム変動の補正が容易となる。

【0039】

実施例1～5において更に好ましくは、後レンズ群と絞りの間隔はズーミングに際して変化しないのが良い。これにより、機構が複雑化することなく、制御が容易となる。

【0040】

各実施例において更に好ましくは、後レンズ群の焦点距離を f_n としたとき、

$$0.0 < |f_w / f_n| < 0.4 \quad \dots (4)$$

なる条件を満足するのが良い。

【0041】

条件式(4)は、後レンズ群と広角端の焦点距離の比を規定している。

条件式(4)の上限が満たされないと、後レンズ群の焦点距離が相対的に短くなるため、第3レンズ群の焦点距離を短くすることが困難となり、第3レンズ群の移動量が増大してしまう。

【0042】

各実施例において更に好ましくは、第11レンズ群の焦点距離を f_{11} 、第13レンズ群の焦点距離を f_{13} としたとき、

$$\begin{aligned} -2.0 < f_{11} / f_1 < -0.3 & \cdots (5) \\ -4.0 < f_{13} / f_{11} < -0.5 & \cdots (6) \end{aligned}$$

なる条件を満足するのが良い。

【0043】

条件式(5)は、第1レンズ群と第11レンズ群の焦点距離の比を規定している。

条件式(5)の上限が満たされないと、第11レンズ群の焦点距離が相対的に短くなるため、広角側のズームに伴う軸外諸収差の変動抑制、特に歪曲や像面湾曲の抑制が困難となる。条件式(5)の下限が満たされないと、第11レンズ群の焦点距離が相対的に長くなるため、第1レンズ群のレンズ径が大きくなり広角化が困難となる。また、フォーカシング時の画界変化の抑制も困難となる。

10

【0044】

条件式(6)は、第11レンズ群と第13レンズ群の焦点距離の比を規定している。

条件式(6)の上限が満たされないと、第11レンズ群の焦点距離が相対的に長くなることで第1レンズ群の主点を像側に近付けることが困難となり、第1レンズ群のレンズ径が大きくなり広角化が困難となる。条件式(6)の下限が満たされないと、第11レンズ群の焦点距離が相対的に短くなることで第11レンズ群のレンズ枚数増加に繋がり、第1レンズ群のレンズ径が大きくなり広角化が困難となる。

20

【0045】

実施例1、2、4～6において更に好ましくは、第31レンズ群の焦点距離を f_{31} 、第32レンズ群の焦点距離を f_{32} としたとき、

$$0.2 < f_{31} / f_{32} < 3.0 \cdots (7)$$

なる条件を満足するのが良い。

【0046】

条件式(7)は、第31レンズ群と第32レンズ群の焦点距離の比を規定している。

条件式(7)の上限が満たされないと、第31レンズ群の焦点距離が相対的に長くなるため、以降の群への軸上光束が高くなり、レンズ径の増大やレンズ枚数の増加に繋がる。条件式(7)の下限が満たされないと、第32レンズ群の焦点距離が相対的に長くなるため、第32レンズ群の移動量が増大し、レンズ全長が増大してしまう。

30

【0047】

実施例1において更に好ましくは、後レンズ群の一部のレンズ群を、光軸と略直交する方向に移動させることで、像ぶれ補正をするのが良い。これにより、ズーミングの際に固定している群内に補正群を持たせることで、制御が容易となる。

【0048】

更に好ましくは条件式(3)～(7)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$\begin{aligned} -2.35 < f_1 / f_2 < -0.80 & \cdots (3a) \\ 0.00 < |f_w / f_n| < 0.16 & \cdots (4a) \\ -1.60 < f_{11} / f_1 < -0.50 & \cdots (5a) \\ -3.00 < f_{13} / f_{11} < -0.80 & \cdots (6a) \\ 0.40 < f_{31} / f_{32} < 2.50 & \cdots (7a) \end{aligned}$$

40

【0049】

次に各実施例のレンズ構成の特徴について説明する。

【0050】

第1実施例において、第1レンズ群U1は第1レンズ面～第15レンズ面に対応する。第2レンズ群U2は第16レンズ面～第22レンズ面に対応する。開口絞りは第23面に対応する。第3レンズ群U3は第31レンズ群U31と第32レンズ群U32から構成されている。第31レンズ群U31は第24レンズ面～第28レンズ面に対応し、第32レンズ群U32は第29レンズ面～第32レンズ面に対応する。第4レンズ群U4(後レン

50

ズ群)は第33レンズ面～第42レンズ面に対応し、第41レンズ群U41が第33レンズ面～第37レンズ面に対応する。

【0051】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第2レンズ群U2は像側へ直線的に移動するとき、第31レンズ群U31は物体側に凸の軌跡を描きながら略往復移動する。第32レンズ群U32は物体側に移動し、広角側よりも像側で移動量が増加する。

【0052】

開口絞りはズーミングに際して開口径を変化させ、望遠端で最大となる。また、ズーミングに際して、光軸方向には不動である。

【0053】

第41レンズ群U41は光軸と略垂直方向(光軸に垂直な成分を有する方向)に移動することで、像ぶれを補正する。

【0054】

後述する表-1に示すように数値実施例1は条件式(1)～(7)の何れの条件式も満足しており、5.29倍の高ズーム比で広角端における撮影画角(画角)84.90°と広画角化を達成している。且つズーム全域において諸収差を良好に補正した高い光学性能を得ている。

【0055】

第2実施例において、第1レンズ群U1は第1レンズ面～第16レンズ面に対応する。第2レンズ群U2は第17レンズ面～第23レンズ面に対応する。開口絞りは第24面に対応する。第3レンズ群U3は第31レンズ群U31と第32レンズ群U32から構成されている。第31レンズ群U31が第25レンズ面～第26レンズ面に対応し、第32レンズ群U32が第27レンズ面～第30レンズ面に対応する。第4レンズ群U4(後レンズ群)は第31レンズ面～第41レンズ面に対応する。

【0056】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第2レンズ群U2は像側へ直線的に移動するとき、第31レンズ群U31は不動である。第32レンズ群U32は物体側に移動し、広角側よりも像側で移動量が増加する。

【0057】

開口絞りはズーミングに際して開口径を変化させ、望遠端で最大となる。また、ズーミングに際して、光軸方向には不動である。

【0058】

後述する表-1に示すように数値実施例2は条件式(1)～(7)の何れの条件式も満足しており、2.50倍の高ズーム比で広角端における撮影画角(画角)114.52°と広画角化を達成している。且つズーム全域において諸収差を良好に補正した高い光学性能を得ている。

【0059】

第3実施例において、第1レンズ群U1は第1レンズ面～第15レンズ面に対応する。第2レンズ群U2は第21レンズ群U21が第16レンズ面～第19レンズ面に対応し、第22レンズ群U22が第20レンズ面～第23レンズ面に対応する。開口絞りは第24面に対応する。第3レンズ群U3は第25レンズ面～第30レンズ面に対応する。第4レンズ群U4(後レンズ群)は第31レンズ面～第36レンズ面に対応する。

【0060】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第21レンズ群U21は像側へ直線的に移動するとき、第22レンズ群U22は像側に広角側よりも像側で移動量が減るように移動する。

【0061】

開口絞りはズーミングに際して開口径を変化させ、望遠端で最大となる。また、ズーミングに際して、光軸方向には不動である。

【0062】

10

20

30

40

50

後述する表-1に示すように数値実施例3は条件式(1)~(6)の何れの条件式も満足しており、4.50倍の高ズーム比で広角端における撮影画角(画角)75.74°と広画角化を達成している。且つズーム全域において諸収差を良好に補正した高い光学性能を得ている。

【0063】

第4実施例において、第1レンズ群U1は第1レンズ面~第15レンズ面に対応する。第2レンズ群U2は第21レンズ群U21が第16レンズ面~第22レンズ面に対応する。開口絞りは第23面に対応する。第3レンズ群U3は第31レンズ群U31と第32レンズ群U32から構成されている。第31レンズ群U31が第24レンズ面~第25レンズ面に対応し、第32レンズ群U32が第26レンズ面~第30レンズ面に対応する。第4レンズ群U4(後レンズ群)は第31レンズ面~第35レンズ面に対応する。

10

【0064】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第2レンズ群U2は像側へ直線的に移動するとき、第31レンズ群U31は略S字の軌跡を描きながら移動し、最初物体側に移動し、次に像側に移動したのち、最終的に物体側に移動する。

【0065】

開口絞りはズーミングに際して開口径を変化させ、望遠端で最大となる。また、ズーミングに際して、光軸方向には不動である。

【0066】

無限端から望遠端へのフォーカシングに際して、第12レンズ群U12は像側へ直線的に移動するとき、第13レンズ群U13は物体側へ直線的に移動する。

20

【0067】

後述する表-1に示すように数値実施例4は条件式(1)~(7)の何れの条件式も満足しており、5.00倍の高ズーム比で広角端における撮影画角(画角)65.88°と広画角化を達成している。且つズーム全域において諸収差を良好に補正した高い光学性能を得ている。

【0068】

第5実施例において、第1レンズ群U1は第1レンズ面~第17レンズ面に対応する。第2レンズ群U2は第21レンズ群U21が第18レンズ面~第24レンズ面に対応する。開口絞りは第25面に対応する。第3レンズ群U3は第31レンズ群U31と第32レンズ群U32から構成されている。第31レンズ群U31が第26レンズ面~第30レンズ面に対応し、第32レンズ群U32が第31レンズ面~第34レンズ面に対応する。第4レンズ群U4(後レンズ群)は第35レンズ面~第44レンズ面に対応する。

30

【0069】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、第2レンズ群U2は像側へ直線的に移動するとき、第31レンズ群U31は、最初像側に移動し、最終的に物体側に移動する。

【0070】

開口絞りはズーミングに際して開口径を変化させ、望遠端で最大となる。また、ズーミングに際して、光軸方向には不動である。

【0071】

後述する表-1に示すように数値実施例5は条件式(1)~(7)の何れの条件式も満足しており、3.00倍の高ズーム比で広角端における撮影画角(画角)75.38°と広画角化を達成している。且つズーム全域において諸収差を良好に補正した高い光学性能を得ている。

40

【0072】

第6実施例において、第1レンズ群U1は第1レンズ面~第15レンズ面に対応する。第2レンズ群U2は第21レンズ群U21が第16レンズ面~第22レンズ面に対応する。開口絞りは第23面に対応する。第3レンズ群U3は第31レンズ群U31と第32レンズ群U32から構成されている。第31レンズ群U31が第24レンズ面~第25レンズ面に対応し、第32レンズ群U32が第26レンズ面~第30レンズ面に対応する。第

50

4レンズ群U4(後レンズ群)は第31レンズ面～第38レンズ面に対応する。

【0073】

開口絞りはズーミングに際して開口径を変化させ、望遠端で最大となる。また、ズーミングに際して、光軸方向に移動する。広角端から望遠端へのズーミングに際して、第2レンズ群U2は像側へ直線的に移動するとき、第31レンズ群U31は略S字の軌跡を描きながら移動し、最初物体側に移動し、次に像側に移動したのち、最終的に物体側に移動する。開口絞りは略逆S字の軌跡を描きながら移動し、最初像側に移動し、次に物体側に移動したのち、最終的に像側に移動する。

【0074】

後述する表-1に示すように数値実施例5は条件式(1)～(7)の何れの条件式も満足しており、4.74倍の高ズーム比で広角端における撮影画角(画角)78.60°と広画角化を達成している。且つズーム全域において諸収差を良好に補正した高い光学性能を得ている。

10

【0075】

以上のように各実施例によれば、各レンズ群の屈折力配置やズーム用の移動レンズ群の移動軌跡等を適切に規定している。これにより、高ズーム比化と広画角化を両立しつつ、諸収差を良好に補正したズームレンズを得ている。

【0076】

図13は実施例1～6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13において101は実施例1～6の何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、ズーム部LZ、結像用の後レンズ群Rを有している。第1レンズ群Fはフォーカシングのために一部のレンズ群を移動するレンズ群U11～U13が含まれている。

20

【0077】

ズーム部LZは実施例1～6のズーミングのために光軸上を移動する第2レンズ群U2、第3レンズ群U3を含んでいる。最も像側の後レンズ群Rはズーミングのためには移動しない結像レンズ群である。SPは開口絞りである。114、115は各々フォーカシング群、ズーム部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。

30

【0078】

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、フォーカシング群やズーム部LZの光軸上の位置や、開口絞りSPの開口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内の光学フィルタに相当するガラスプロック、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。

【0079】

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。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。

40

【0080】

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【0081】

以下に本発明の実施例1～6に対する数値実施例1～6を示す。各数値実施例において、iは物体側からの面の順序を示し、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番目の面との間隔、n_{d i}、d_iは第i番目の面と第i+1番目の面との間の光学部材の屈折率とアッベ数である。非球面は面番号の横に*

50

印を付けています。各実施例と前述した条件式との対応を表1に示す。

【0082】

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、A14、A16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】

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

10

【0083】

ズーミングの際に移動するレンズ群の移動量は、ズーミングの際に移動する最も物体側のレンズ群を広角端と望遠端を結ぶ直線で動かしたとき、下記の数式に従い移動する。また、ズーミングの際に移動する最も像側のレンズ群は、ズーミングに伴う像面変動補正用に移動する。

【0084】

移動量はjをレンズ群の番号とし、光軸方向への移動量をfj(y)、光の進行方向を正、yは広角端から望遠端までの移動量を1として示し、Bj1、Bj2、Bj3、Bj4、Bj5、Bj6をそれぞれ移動係数としたとき、次式で表している。

20

【数2】

$$fj(y) = Bj1y + Bj2y^2 + Bj3y^3 + Bj4y^4 + Bj5y^5 + Bj6y^6$$

【0085】

フォーカシングの際に2群以上のレンズが移動する所謂フロー・ティングフォーカスのレンズ群の移動量は、フォーカシングの際に移動する最も物体側のレンズ群を無限端と至近端を結ぶ直線で動かしたとき、下記の数式に従い移動する。

【0086】

移動量はjをレンズ群の番号とし、光軸方向への移動量をgj(y)、光の進行方向を正、yは最も物体側のレンズの移動量を示し、Cjを移動係数としたとき、次式で表している。

30

【数3】

$$gj(y) = Cjy$$

【0087】

数値実施例1

単位 mm

面データ

面番号i	ri	di	ndi	vdi	有効径
1*	91.439	2.29	1.77250	49.6	60.19
2	30.650	16.18			48.43
3	-90.113	1.70	1.77250	49.6	47.62
4	82.752	0.20			46.59
5	59.860	4.88	1.85478	24.8	47.09
6	186.894	4.58			46.76
7	-208.155	4.27	1.59522	67.7	46.65
8	-68.920	8.65			46.76
9	78.112	1.40	1.85478	24.8	44.04
10	40.332	8.26	1.43875	94.9	42.63

40

50

11	-332.216	0.20		42.53	
12	83.842	4.17	1.49700	81.5	42.02
13	-746.759	0.20			42.08
14	62.546	6.35	1.65160	58.5	42.47
15	-157.017	(可変)			42.19
16	-183.698	0.90	1.81600	46.6	22.69
17	23.639	3.73			21.29
18	-67.380	0.90	1.75500	52.3	21.42
19	165.971	0.20			22.18
20	39.342	4.33	1.85478	24.8	23.43
21	-61.566	0.90	1.81600	46.6	23.54
22	60.666	(可変)			23.77
23(絞り)		(可変)			24.77
24	201.877	3.28	1.61800	63.3	25.53
25	-98.250	0.20			26.01
26	49.409	5.53	1.65160	58.5	26.65
27	-41.463	1.20	1.74950	35.3	26.52
28	352.441	(可変)			26.35
29	43.099	1.20	2.00069	25.5	26.28
30	34.211	0.75			25.96
31	43.005	4.16	1.48749	70.2	26.06
32	-138.159	(可変)			26.19
33	-327.586	1.20	2.00069	25.5	26.29
34	207.682	0.20			26.40
35	41.219	3.69	1.92286	18.9	26.91
36	-2687.752	1.20	1.78470	26.3	26.63
37	32.044	(可変)			25.75
38	69.333	3.40	1.53775	74.7	27.05
39	-126.138	0.20			27.12
40	47.255	6.41	1.43875	94.9	27.02
41	-34.706	1.20	1.95375	32.3	26.66
42	-1068.251	34.42			26.94

像面

非球面データ

第1面

K =-1.81302e+000 A 4= 8.42998e-007 A 6= 4.16656e-010 A 8=-2.88945e-013

ズーム移動量データ

B21=32.14740

40

B311= 7.05092 B312=-5.98070 B313=35.14777 B314=-39.19330 B315= 3.90115

B316=-9.37366

各種データ

	ズーム比	5.29	広角	中間	望遠
焦点距離		17.00	37.03	90.00	
Fナンバー		4.00	4.00	4.00	
半画角		42.45	22.78	9.80	
像高		15.55	15.55	15.55	

50

レンズ全長	235.17	235.17	235.17
BF	34.42	34.42	34.42

d15	1.11	23.61	33.26
d22	35.41	12.90	3.26
d23	9.63	13.84	1.19
d28	38.86	18.64	1.19
d32	2.00	18.01	48.11
d37	5.66	5.66	5.66

10

入射瞳位置	34.55	49.40	57.97
射出瞳位置	-121.13	-97.40	-68.58
前側主点位置	49.70	76.02	69.34
後側主点位置	17.42	-2.61	-55.58

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	42.01	63.31	45.63	31.62
2	16	-20.89	10.96	1.61	-5.75
3	23		0.00	0.00	0.00
4	24	54.55	10.21	0.88	-5.30
5	29	110.63	6.12	1.40	-2.80
6	33	-111.01	6.29	7.45	3.85
7	38	116.30	11.21	-7.25	-13.76

20

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-60.39
2	3	-55.34
3	5	100.27
4	7	170.54
5	9	-98.33
6	10	82.33
7	12	151.48
8	14	69.16
9	16	-25.49
10	18	-63.08
11	20	28.38
12	21	-37.13
13	24	106.98
14	26	35.31
15	27	-49.10
16	29	-176.20
17	31	67.56
18	33	-125.71
19	35	43.48
20	36	-39.99
21	38	83.44
22	40	46.60
23	41	-37.36

40

50

【 0 0 8 8 】

数値実施例 2

単位 mm

面データ

面番号 i	r i	d i	n d i	v d i	有効径	
1*	113.875	2.35	1.77250	49.6	68.89	
2	22.905	16.18			44.85	
3	64.613	1.90	1.58313	59.4	43.30	
4*	19.323	9.47			36.67	10
5	147.352	1.90	1.69680	55.5	36.41	
6	37.841	5.03			35.06	
7	51.441	1.90	1.59522	67.7	36.19	
8	28.629	8.53	1.67270	32.1	35.66	
9	-250.401	1.18			35.36	
10	80.712	5.39	1.62041	60.3	34.36	
11	-199.467	4.62			33.68	
12	605.988	1.50	1.85478	24.8	30.85	
13	26.482	5.16	1.49700	81.5	29.19	
14	142.077	0.20			29.10	20
15	51.952	7.04	1.76385	48.5	29.13	
16	-51.034	(可変)			28.42	
17	410.168	1.00	1.88300	40.8	19.90	
18	19.460	3.25			17.89	
19	-103.953	1.00	1.77250	49.6	17.64	
20	86.083	1.00			17.43	
21	37.125	1.00	1.49700	81.5	17.34	
22	31.520	2.48	1.85478	24.8	17.12	
23	445.525	(可変)			17.04	
24(絞り)		(可変)			17.56	30
25	86.927	2.50	1.69680	55.5	18.08	
26	-754.927	(可変)			18.23	
27	27.820	1.15	1.95375	32.3	18.51	
28	17.290	0.16			17.92	
29	17.185	5.31	1.48749	70.2	18.07	
30	-35.180	(可変)			18.05	
31	-39.396	1.15	1.88300	40.8	14.74	
32	31.057	5.12	1.84666	23.8	15.55	
33	-58.946	14.36			16.62	
34	51.155	4.96	1.48749	70.2	21.72	40
35	-47.333	0.20			21.88	
36	-149.890	1.30	1.95375	32.3	21.72	
37	19.099	6.12	1.49700	81.5	21.73	
38	-276.992	6.54			22.92	
39	130.257	10.23	1.49700	81.5	28.16	
40	-20.271	2.00	2.00100	29.1	29.33	
41*	-25.872	40.83			31.47	

像面

第1面

K =-5.20252e+000 A 4= 6.93162e-006 A 6=-3.48364e-009 A 8= 1.15224e-012

第4面

K =-8.92189e-001 A 4= 9.47333e-006 A 6= 1.43616e-008 A 8=-6.89888e-011

第41面

K = 2.65127e-001 A 4= 2.18668e-006 A 6=-9.56049e-010 A 8= 4.40037e-012

ズーム移動量データ

10

B21=25.00761

各種データ

ズーム比	2.50			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	10.00	15.33	25.00	
Fナンバー	4.00	4.00	4.00	
半画角	57.26	45.41	31.88	
像高	15.55	15.55	15.55	
レンズ全長	225.41	225.41	225.41	20
BF	40.83	40.83	40.83	
d16	1.00	13.50	26.01	
d23	26.97	14.47	1.96	
d24	1.41	1.41	1.41	
d26	10.70	6.04	0.96	
d30	1.30	5.96	11.04	
入射瞳位置	22.76	24.31	25.90	
射出瞳位置	-568.68	-402.70	-338.24	30
前側主点位置	32.59	39.11	49.26	
後側主点位置	30.83	25.50	15.83	

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	28.14	72.36	40.18	61.81
2	17	-29.53	9.74	-1.15	-8.99
3	24		0.00	0.00	0.00
4	25	111.53	2.50	0.15	-1.32
5	27	46.87	6.62	2.31	-2.15
6	31	107.20	51.97	63.92	54.79

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離		
1	1	-37.36		
2	3	-47.83		
3	5	-73.28		
4	7	-111.56		
5	8	38.39		
6	10	92.94		50

7	12	-32.13			
8	13	64.34			
9	15	34.57			
10	17	-23.03			
11	19	-60.53			
12	21	-445.24			
13	22	39.20			
14	25	111.53			
15	27	-50.23			
16	29	24.42			10
17	31	-19.40			
18	32	24.43			
19	34	51.11			
20	36	-17.57			
21	37	36.09			
22	39	36.01			
23	40	-113.06			

【 0 0 8 9 】

数值実施例 3

単位 mm

20

面データ

面番号i	ri	di	ndi	vdi	有効径	
1*	544.299	2.29	1.77250	49.6	59.30	
2	35.949	12.82			49.34	
3	-152.379	1.70	1.77250	49.6	48.98	
4	120.185	4.67			48.70	
5	80.809	6.08	1.85478	24.8	50.20	
6	633.791	2.13			49.76	
7	1958.254	4.91	1.59522	67.7	49.30	30
8	-103.745	6.99			48.99	
9	74.959	1.40	1.85478	24.8	43.01	
10	41.796	6.07	1.43875	94.9	41.35	
11	236.976	0.20			40.97	
12	125.483	3.90	1.49700	81.5	40.68	
13	-394.106	0.20			40.15	
14	114.712	4.60	1.61800	63.3	40.38	
15	-127.327	(可変)			40.28	
16	70.879	1.00	2.00100	29.1	28.57	
17	30.534	4.85			26.38	40
18	-57.309	1.00	1.77250	49.6	26.12	
19	607.121	(可変)			25.63	
20	49.995	3.93	1.84666	23.8	26.61	
21	-121.295	1.71			26.63	
22	-40.499	1.00	1.53775	74.7	26.59	
23	87.213	(可変)			27.16	
24(絞り)		(可変)			27.55	
25*	22.807	7.95	1.58313	59.4	30.08	
26	515.865	0.51			29.19	
27	38.921	1.40	1.85478	24.8	27.91	50

28	21.385	2.78			26.01
29	40.404	6.61	1.49700	81.5	26.10
30*	-55.364	(可变)			25.72
31	-113.452	2.91	1.95906	17.5	21.38
32	-29.525	1.20	1.78470	26.3	21.46
33	71.198	25.03			21.40
34	61.019	6.63	1.43875	94.9	27.00
35	-28.400	1.20	1.95375	32.3	27.02
36	-57.452	36.18			27.85

像面

10

非球面データ

第1面

K = 2.26655e+002 A 4= 6.51448e-007 A 6= 2.01585e-010 A 8=-2.85328e-013

第25面

K = -5.16576e-001 A 4=-1.73067e-006 A 6= 6.40073e-010 A 8=-1.96130e-012

第30面

K = -7.75634e+000 A 4=-1.11555e-006 A 6= 2.74222e-009 A 8=-1.53130e-011

20

ズーム移動量データ

B211=42.02030

B221=37.24116 B222=-2.04049 B223=-4.01169 B224=14.79864 B225=-5.83867

B226=-2.58458

各種データ

ズーム比	4.50				
		広角	中間	望遠	
焦点距離	20.00	41.48	90.00		30
Fナンバー	4.00	4.00	4.00		
半画角	37.87	20.55	9.80		
像高	15.55	15.55	15.55		
レンズ全長	235.06	235.06	235.06		
BF	36.18	36.18	36.18		
d15	1.11	26.32	43.13		
d19	6.42	3.30	1.97		
d23	39.64	17.55	2.08		
d24	20.85	13.58	1.41		40
d30	3.19	10.47	22.64		
入射瞳位置	34.98	48.48	58.05		
射出瞳位置	-113.13	-92.35	-80.89		
前側主点位置	52.30	76.58	78.85		
後側主点位置	16.18	-5.31	-53.83		

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	68.70	57.96	53.47	50.29

50

2	16	-28.86	6.85	2.82	-2.94
3	20	168.35	6.64	-10.67	-14.25
4	24		0.00	0.00	0.00
5	25	37.59	19.25	4.01	-10.98
6	31	-171.96	36.97	-25.33	-67.41

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-49.69			
2	3	-86.33			10
3	5	106.79			
4	7	165.09			
5	9	-111.66			
6	10	114.28			
7	12	191.42			
8	14	97.99			
9	16	-53.83			
10	18	-67.42			
11	20	41.85			
12	22	-51.13			20
13	25	40.52			
14	27	-57.12			
15	29	47.96			
16	31	40.38			
17	32	-26.22			
18	34	45.08			
19	35	-59.67			

【0 0 9 0】

数値実施例 4

単位 mm 30

面データ

面番号i	r _i	d _i	n _{di}	v _{di}	有効径	
1	151.182	2.85	1.77250	49.6	51.61	
2	37.054	11.23			44.62	
3	-108.262	2.38	1.77250	49.6	43.97	
4	306.424	5.44			43.69	
5	79.631	4.06	1.85478	24.8	43.84	
6	428.229	1.27			43.46	
7	213.865	4.94	1.59522	67.7	42.77	40
8	-119.863	8.00			42.14	
9	144.587	1.90	1.85478	24.8	35.38	
10	42.296	4.59	1.49700	81.5	33.61	
11	170.717	0.47			33.21	
12	78.853	4.98	1.59522	67.7	32.91	
13	-101.573	0.19			32.36	
14	46.628	3.84	1.58913	61.1	31.64	
15	174.884	(可変)			30.99	
16*		1.33	1.88300	40.8	21.46	
17	25.235	2.74			19.23	50

18	232.123	1.14	1.53775	74.7	18.62
19	24.583	3.03	1.85478	24.8	18.89
20	131.571	4.19			18.80
21	-33.021	1.14	1.53775	74.7	18.83
22	172.990	(可変)			19.42
23(絞り)		(可変)			20.01
24	48.026	3.01	1.58313	59.4	21.00
25*	1306.064	(可変)			21.14
26	46.277	3.67	1.49700	81.5	21.81
27	-154.226	0.19			22.01
28	69.084	1.57	1.88300	40.8	22.13
29	26.494	4.70	1.49700	81.5	21.80
30	-93.642	(可変)			21.97
31	44.710	1.57	1.48749	70.2	22.24
32	26.789	10.58			21.86
33	133.694	4.86	1.43875	94.9	23.78
34	-31.673	1.78	1.88300	40.8	23.97
35	-59.962	50.01			24.72

像面

10

20

非球面データ

第16面

K = -2.37744e+009 A 4= 2.06174e-006 A 6=-1.42423e-009 A 8=-4.74999e-012

第25面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.59584e-006 A 6= 2.07147e-010 A 8=-1.15848e-012

ズーム移動量データ

B21=23.66823

B311=-4.76378 B312=24.32548 B313=15.97729 B314=-99.12101 B315=68.59309

30

B316=-14.78897

フォーカス移動量データ

U12の移動量 5.16022

C13=-0.77175

各種データ

ズーム比	5.00			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	24.00	53.14	120.00	
Fナンバー	5.60	5.60	5.60	
半画角	32.94	16.31	7.38	
像高	15.55	15.55	15.55	
レンズ全長	220.06	220.06	220.06	
BF	50.01	50.01	50.01	
d15	1.33	17.90	25.00	
d22	25.43	8.86	1.76	
d23	11.12	11.17	1.34	
d25	22.55	12.90	0.98	

50

d30 7.97 17.56 39.31

入射瞳位置 39.31 55.29 63.23
 射出瞳位置 -122.49 -90.25 -66.14
 前側主点位置 59.97 88.30 59.26
 後側主点位置 26.01 -3.14 -69.99

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	46.00	56.15	41.35	19.58	10
2	16	-20.00	13.57	3.92	-5.81	
3	23		0.00	0.00	0.00	
4	24	85.09	3.01	-0.07	-1.97	
5	26	57.85	10.13	1.53	-5.21	
6	31	-379.11	18.79	-17.55	-35.46	

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	
1	1	-63.93	
2	3	-102.81	20
3	5	112.75	
4	7	129.31	
5	9	-69.88	
6	10	111.47	
7	12	75.09	
8	14	106.32	
9	16	-28.41	
10	18	-51.07	
11	19	34.58	
12	21	-51.30	30
13	24	85.09	
14	26	71.85	
15	28	-49.24	
16	29	41.98	
17	31	-140.69	
18	33	58.74	
19	34	-77.89	

【0091】

数値実施例5

単位 mm 40

面データ

面番号i	ri	di	ndi	vdi	有効径	
1*	65.303	1.70	1.80100	35.0	49.05	
2	24.818	11.07			40.26	
3	827.587	1.20	1.80100	35.0	39.75	
4	66.619	5.75			38.61	
5	-70.568	1.20	1.61800	63.3	38.60	
6	991.530	0.20			39.35	
7	82.201	4.68	2.00069	25.5	40.16	50

8	-326.872	1.15		40.02	
9	110.763	3.48	1.59522	67.7	39.10
10*	-429.302	9.59			38.69
11	64.145	1.00	1.85478	24.8	34.03
12	33.449	6.07	1.43875	94.9	33.58
13	251.523	0.20			34.00
14	79.048	5.59	1.49700	81.5	34.54
15	-177.233	0.20			34.76
16	153.550	4.76	1.72916	54.7	34.80
17	-78.097	(可変)			34.65
18	-270.879	0.80	1.88300	40.8	23.31
19	30.151	4.21			22.59
20	-69.579	0.80	1.65160	58.5	22.92
21	268.975	1.59			23.55
22	48.249	4.62	1.85478	24.8	25.38
23	-89.785	0.80	1.77250	49.6	25.47
24	64.341	(可変)			25.57
25(絞り)		(可変)			26.46
26*	37.838	4.39	1.58313	59.4	28.00
27	-293.530	0.20			27.95
28	92.127	2.62	1.65160	58.5	27.77
29	-1462.645	1.00	1.74950	35.3	27.49
30	77.003	(可変)			27.09
31	54.510	1.00	2.00069	25.5	26.90
32	39.212	1.00			26.45
33	58.977	4.08	1.48749	70.2	26.49
34	-82.461	(可変)			26.43
35	80.352	3.32	1.95906	17.5	27.34
36	-207.144	1.83			27.20
37	-138.477	1.00	1.85478	24.8	26.73
38	45.409	1.30			26.50
39	58.043	5.70	1.59522	67.7	26.89
40	-45.171	1.60	1.72047	34.7	27.06
41	-14897.747	10.72			27.50
42	-634.337	5.75	1.43875	94.9	29.68
43	-32.789	1.00	2.00100	29.1	30.04
44	-57.248	51.00			31.03

像面

非球面データ 40

第1面

K = -2.55264e-001 A 4= 1.52446e-006 A 6= 3.70002e-010 A 8=-1.76324e-013

第10面

K = -3.63095e+001 A 4= 1.61251e-006 A 6=-4.24700e-010 A 8=-9.14016e-013

第26面

K = 5.35918e-001 A 4=-4.47817e-006 A 6=-1.20201e-009 A 8=-2.26122e-012

ズーム移動量データ

50

B21=19.58464

B311= 3.72449 B312=-17.34816 B313=15.38325 B314=-24.42959 B315=14.48850

B316=-6.24911

各種データ

ズーム比	3.00			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	28.00	46.66	84.00	
Fナンバー	4.00	4.50	4.50	
半画角	37.69	24.87	14.44	10
像高	21.63	21.63	21.63	
レンズ全長	235.02	235.02	235.02	
BF	51.00	51.00	51.00	
d17	0.98	12.73	20.57	
d24	23.17	11.42	3.59	
d25	14.84	11.82	1.41	
d30	25.05	15.18	4.43	
d34	2.80	15.69	36.85	20
入射瞳位置	31.32	37.27	41.66	
射出瞳位置	-100.85	-84.93	-72.71	
前側主点位置	54.15	67.91	68.62	
後側主点位置	23.00	4.35	-33.00	

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	38.68	57.84	40.83	29.07	
2	18	-25.82	12.83	1.38	-7.87	
3	25		0.00	0.00	-0.00	30
4	26	65.55	8.21	-1.53	-6.44	
5	31	139.23	6.07	3.47	-0.80	
6	35	-4432.96	32.23	242.63	204.86	

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	
1	1	-50.59	
2	3	-89.91	
3	5	-106.16	
4	7	65.41	40
5	9	147.76	
6	11	-82.25	
7	12	86.97	
8	14	110.47	
9	16	71.31	
10	18	-30.51	
11	20	-84.41	
12	22	36.94	
13	23	-48.18	
14	26	57.53	50

15 28 132.56
 16 29 -96.92
 17 31 -143.05
 18 33 70.97
 19 35 59.91
 20 37 -39.53
 21 39 43.42
 22 40 -62.46
 23 42 78.38
 24 43 -77.65

10

【 0 0 9 2 】

数値実施例 6

単位 mm

面データ

面番号 i	r i	d i	n d i	v d i	有効径	
1*	97.792	2.70	1.77250	49.6	53.27	
2	29.474	15.34			43.47	
3	-56.318	1.98	1.77250	49.6	42.47	
4	256.814	1.68			42.77	20
5	75.034	2.96	1.89286	20.4	43.60	
6	121.200	2.03			43.30	
7	134.312	7.69	1.62041	60.3	43.27	
8	-76.682	0.20			42.88	
9	109.133	1.89	1.85478	24.8	39.65	
10	40.897	6.51	1.49700	81.5	37.59	
11	1047.450	3.57			38.11	
12	115.553	5.76	1.59522	67.7	40.10	
13	-97.158	0.18			40.30	
14	57.813	4.39	1.76385	48.5	39.78	30
15	272.396	(可変)			39.22	
16*	126.593	1.26	1.88300	40.8	24.15	
17	25.583	4.21			22.23	
18	-89.927	1.08	1.59522	67.7	22.37	
19	30.964	4.01	1.85478	24.8	23.12	
20	-241.861	2.97			23.18	
21	-38.064	1.08	1.76385	48.5	23.17	
22	-424.205	(可変)			23.91	
23(絞り)		(可変)			24.76	
24	37.406	3.24	1.59522	67.7	26.48	40
25*	97.863	(可変)			26.43	
26	86.583	4.63	1.49700	81.5	27.37	
27	-61.314	0.18			27.42	
28	74.947	1.49	2.00100	29.1	26.85	
29	37.523	4.89	1.49700	81.5	26.12	
30	-147.368	(可変)			25.89	
31	37.376	2.81	1.95906	17.5	25.89	
32	88.563	1.49	2.00069	25.5	25.39	
33	33.580	5.36			24.37	
34	459.108	3.75	1.48749	70.2	24.55	50

35	-45.965	0.18			24.60
36	132.563	5.48	1.49700	81.5	24.00
37	-25.588	1.68	1.95375	32.3	23.54
38	1781.582	43.52			23.90

像面

非球面データ

第1面

K = 5.58587e+000 A 4= 6.89166e-008 A 6= 1.67536e-010 A 8=-7.81810e-013

10

第16面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.99972e-007 A 6=-1.99181e-009 A 8= 6.32825e-013

第25面

K = 0.00000e+000 A 4= 6.56253e-006 A 6=-6.81552e-011 A 8= 2.40306e-012

ズーム移動量データ

B21=28.55285

Bsp1=10.44733 Bsp2=-18.81152 Bsp3=-7.30782 Bsp4= 4.06481 Bsp5=11.94457

Bsp6=-9.34884E-006

20

B311=-0.95657 B312=21.01994 B313=17.62048 B314=-93.71109 B315=62.61010

B316=-14.01060

各種データ

ズーム比	4.74		
	広角	中間	望遠
焦点距離	19.00	39.17	90.00
Fナンバー	4.00	4.00	4.00
半画角	39.30	21.65	9.80
像高	15.55	15.55	15.55
レンズ全長	220.02	220.02	220.02
BF	43.52	43.52	43.52
d15	0.98	19.54	29.53
d22	29.98	10.37	1.77
d23	9.24	12.87	1.48
d25	25.72	14.74	4.71
d30	3.90	12.31	32.34
入射瞳位置	33.55	45.40	53.68
射出瞳位置	-79.89	-65.37	-44.34
前側主点位置	49.63	70.48	51.48
後側主点位置	24.52	4.35	-46.48

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	45.00	56.89	42.94	30.86
2	16	-22.80	14.60	4.00	-6.37
3	23		0.00	0.00	-0.00
4	24	99.38	3.24	-1.23	-3.22

50

5 26	58.95	11.20	2.33	-5.04
6 31	-245.97	20.75	40.56	21.94

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-55.31				
2	3	-59.34				
3	5	211.66				
4	7	79.48				
5	9	-76.79				10
6	10	85.20				
7	12	89.27				
8	14	94.77				
9	16	-36.31				
10	18	-38.43				
11	19	32.03				
12	21	-54.54				
13	24	99.38				
14	26	72.77				
15	28	-75.99				20
16	29	60.53				
17	31	64.79				
18	32	-54.29				
19	34	85.63				
20	36	43.53				
21	37	-26.25				

【0093】

【表1】

表-1

数値実施例1～6における各条件式対応値

30

		数値実施例1	数値実施例2	数値実施例3	数値実施例4	数値実施例5	数値実施例6
広角端焦点距離		17.00	10.00	20.00	24.00	28.00	19.00
望遠端焦点距離		90.00	25.00	90.00	120.00	84.00	90.00
ズーム倍率		5.29	2.50	4.50	5.00	3.00	4.74
f_1		42.01	28.14	68.70	46.00	38.68	45.00
f_{2w}		-20.89	-29.53	-34.50	-20.00	-25.82	-22.80
f_{3w}		50.45	36.28	37.59	42.11	53.74	46.10
f_4		-111.01	107.20	-171.96	-379.11	-4432.96	-245.97
f_{11}		-37.01	-23.57	-46.65	-65.68	-41.51	-29.90
f_{12}		170.54	92.94	165.09	129.31	147.76	88.07
f_{13}		44.89	65.79	68.12	57.49	46.54	46.26
f_{31}		54.55	111.53	-	85.09	65.55	99.38
f_{32}		110.63	46.87	-	57.85	139.23	58.95
SP_w		17.25	14.67	17.29	11.52	20.56	15.65
SP_t		24.77	17.56	27.55	20.01	26.46	24.76
条件式(1)	f_1/f_w	2.47	2.81	3.44	1.92	1.38	2.37
条件式(2)	SP_t/SP_w	1.44	1.20	1.59	1.74	1.29	1.58
条件式(3)	f_1/f_{2w}	-2.01	-0.95	-1.99	-2.30	-1.50	-1.97
条件式(4)	$ f_w/f_n $	0.15	0.09	0.12	0.06	0.01	0.08
条件式(5)	f_{11}/f_1	-0.88	-0.84	-0.68	-1.43	-1.07	-0.66
条件式(6)	f_{13}/f_{11}	-1.21	-2.79	-1.46	-0.88	-1.12	-1.55
条件式(7)	f_{31}/f_{32}	0.49	2.38	-	1.47	0.47	1.69

【符号の説明】

【0094】

U1：第1レンズ群

40

50

U 2 : 第 2 レンズ群

S P : 開口絞り

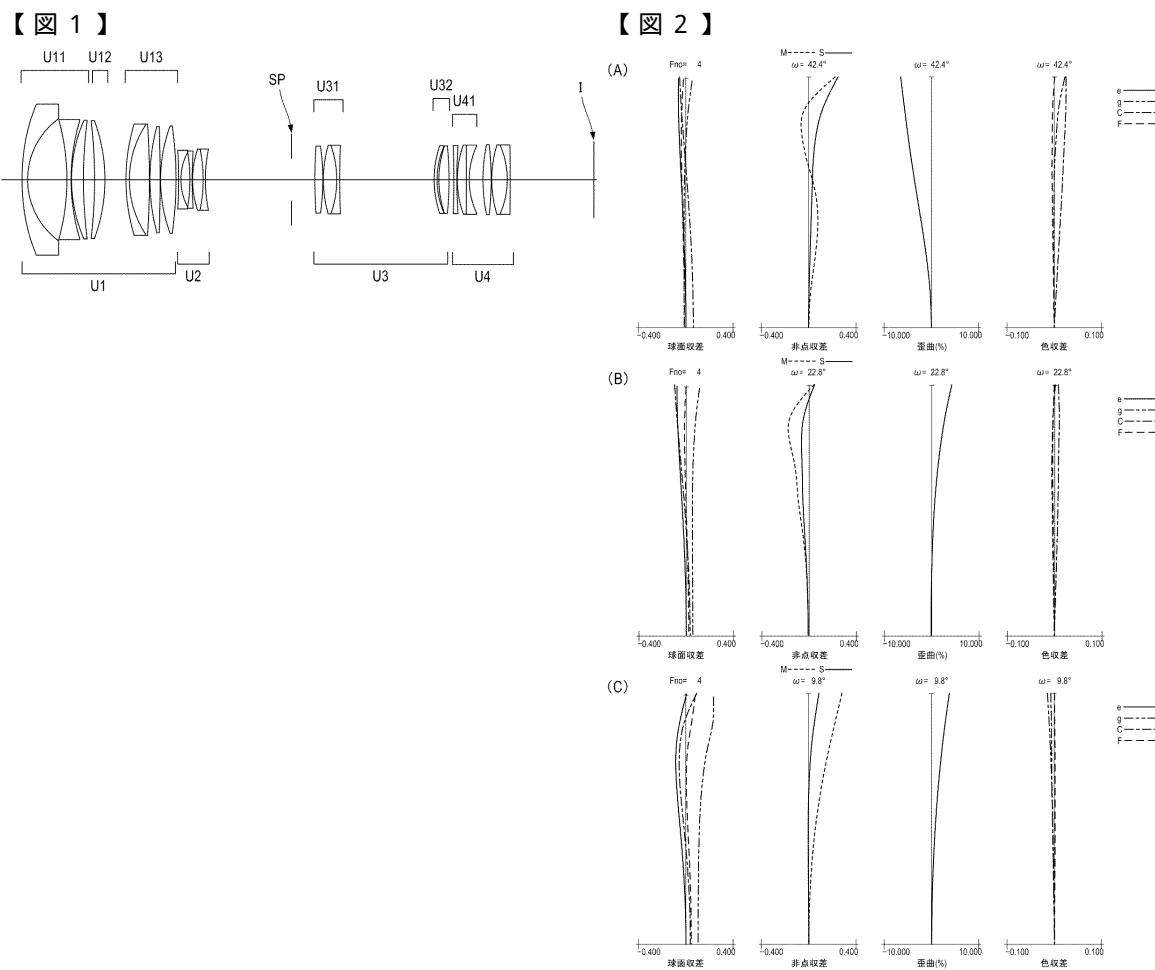
U 3 : 第 3 レンズ群

U 4 : 後レンズ群

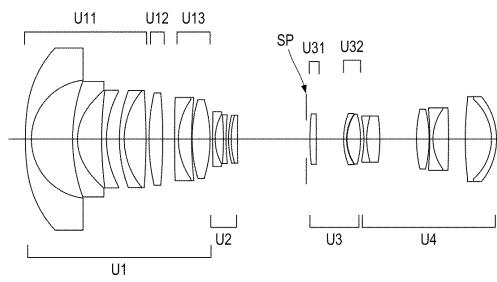
U 1 1 : 第 1 1 レンズ群

U 1 2 : 第 1 2 レンズ群

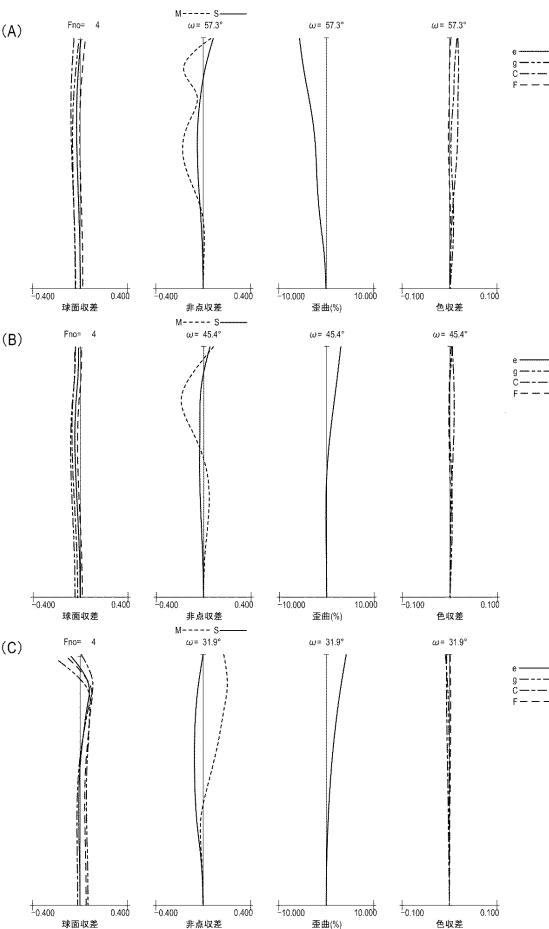
U 1 3 : 第 1 3 レンズ群



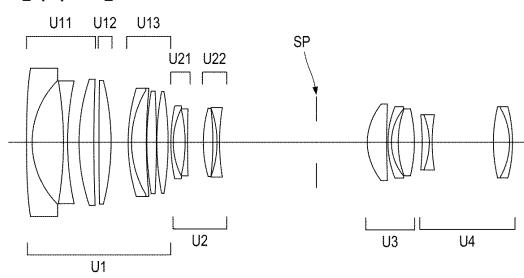
【図3】



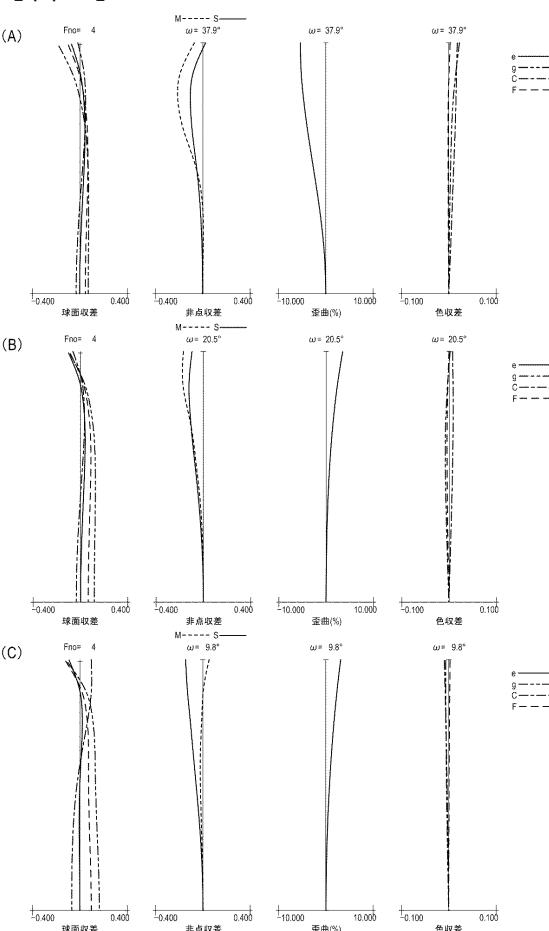
【図4】



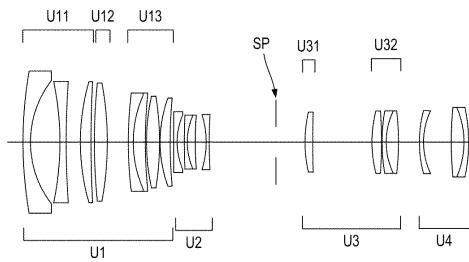
【図5】



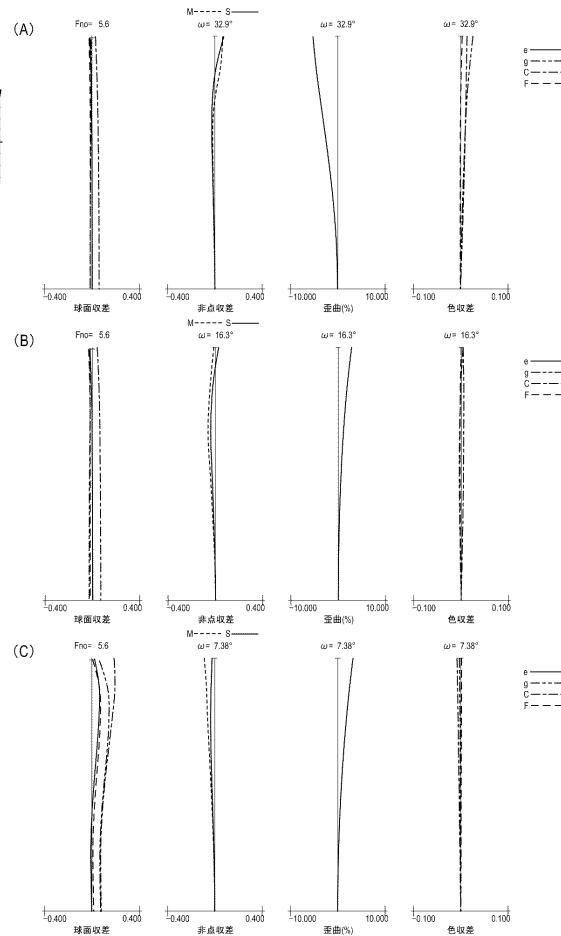
【図6】



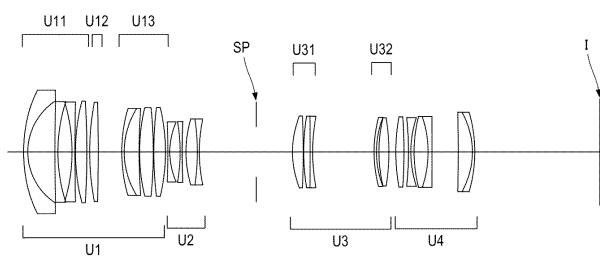
【図7】



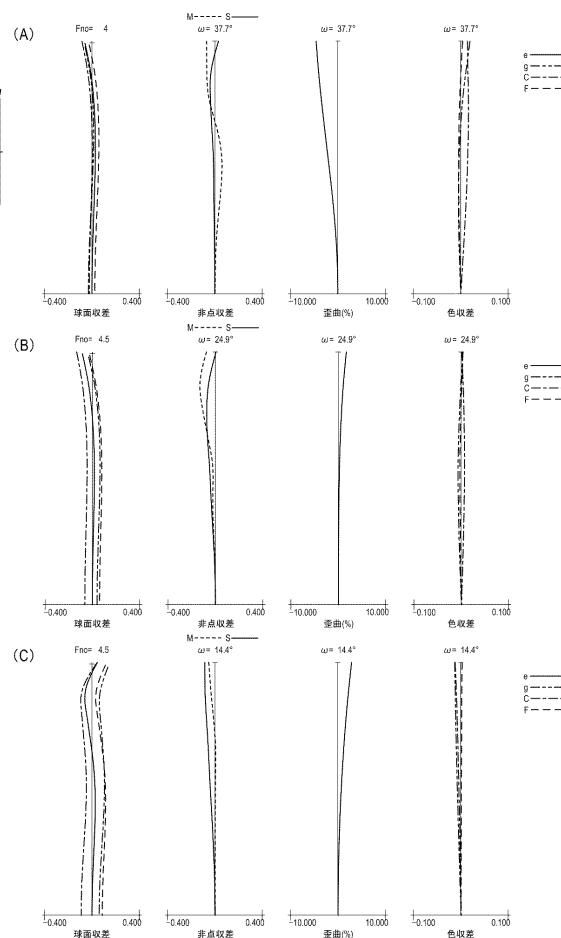
【図8】



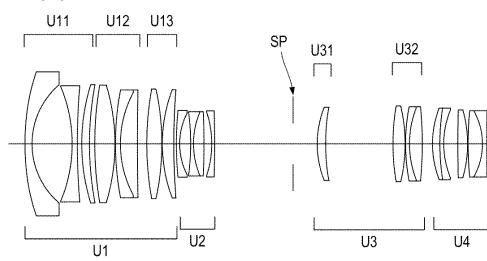
【図9】



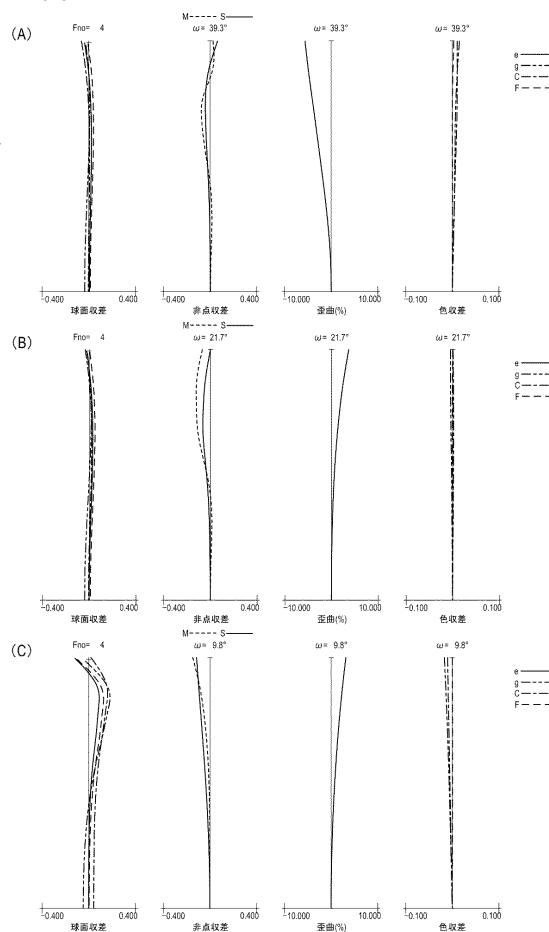
【図10】



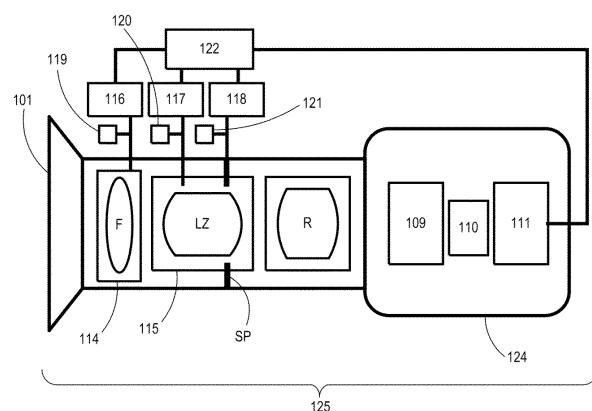
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

審査官 殿岡 雅仁

(56)参考文献 国際公開第2014/115230 (WO, A1)

特開2014-063026 (JP, A)
特開2014-153401 (JP, A)
特開2014-126648 (JP, A)
特開2011-237832 (JP, A)
特開2009-265553 (JP, A)
特開2009-198722 (JP, A)
特開2015-075523 (JP, A)
特開2009-036844 (JP, A)
米国特許出願公開第2006/0238887 (US, A1)
特開2011-186159 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B	9 / 00	-	17 / 08
G 02 B	21 / 02	-	21 / 04
G 02 B	25 / 00	-	25 / 04