

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6494245号
(P6494245)

(45) 発行日 平成31年4月3日(2019.4.3)

(24) 登録日 平成31年3月15日(2019.3.15)

(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 10 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2014-220300 (P2014-220300)
 (22) 出願日 平成26年10月29日 (2014.10.29)
 (65) 公開番号 特開2016-90591 (P2016-90591A)
 (43) 公開日 平成28年5月23日 (2016.5.23)
 審査請求日 平成29年10月27日 (2017.10.27)

(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 三條 陽太郎
 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】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像側へ順に、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負の屈折力の第2レンズ群と、ズーミングのために移動する負の屈折力の第3レンズ群と、ズーミングのために移動する正の屈折力の第4レンズ群と、正の屈折力の第5レンズ群とから構成されるズームレンズであって、

広角端から望遠端へのズーミングのために、前記第2レンズ群は物体側から像側へ移動し、無限遠から至近へのフォーカス調整のために、前記第3レンズ群は像側から物体側へ移動し、

広角端における前記ズームレンズの焦点距離をfwとし、前記ズームレンズのズーム比をZとし、前記ズームレンズが無限遠にフォーカス調整されていて前記第3レンズ群が最も物体側に位置する場合の前記ズームレンズの焦点距離をfzとし、前記第1レンズ群の焦点距離をf1とし、前記第2レンズ群の焦点距離をf2とし、前記第3レンズ群の焦点距離をf3とし、前記第4レンズ群の焦点距離をf4として、

$$fw \times Z^{0.07} < fz < fw \times Z^{0.5}$$

$$4.00 < |f1/f2| < 7.50$$

$$2.00 < |f1/f3| < 4.00$$

$$0.90 < |f1/f4| < 3.50$$

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

前記ズームレンズが無限遠にフォーカス調整されている場合の前記第2レンズ群の広角端及び f_z での結像倍率をそれぞれ $2w$ 及び $2z$ として、

$$0.03 < 2z / 2w / Z < 0.15$$

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】

前記第1レンズ群の全ての正レンズのパワーの和を $1p$ とし、前記第1レンズ群の全ての負レンズの平均パワーを $1n$ として、

$$1.00 < 1p \times f_1 < 2.00$$

$$-0.90 < 1n \times f_1 < -0.20$$

なる条件式を満たす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】

前記第1レンズ群は、4枚又は5枚のレンズで構成されている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】

開口絞りを有し、前記開口絞りと前記開口絞りより像側のレンズ群とは、ズーミングのためには移動しない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】

前記開口絞りは、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間に位置することを特徴とする請求項5に記載のズームレンズ。

20

【請求項7】

前記第5レンズ群は、前記ズームレンズの光軸上において前記第5レンズ群内で最も大きい空気間隔で隔てられた、正の屈折力の第51レンズ群及び正の屈折力の第52レンズ群と、前記第51レンズ群と前記第52レンズ群との間の光路中に挿脱可能な焦点距離変換光学系とを有し、前記第51レンズ群と前記第52レンズ群との間の空気間隔を通過する軸上光線が広角端において前記光軸に対してなす傾角を θ として、

$$-3.0^\circ < \theta < +3.0^\circ$$

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6のうちいずれか1項に記載のズームレンズ。

30

【請求項8】

前記第51レンズ群の最終レンズ面の光線有効径を E_A とし、前記第51レンズ群と前記第52レンズ群との間の前記光軸上の空気間隔の長さを D として、

$$0.50 < D / E_A < 3.00$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項7に記載のズームレンズ。

【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、該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。

【請求項10】

前記撮像素子のイメージサイズの対角長を θ として、

$$0.45 < f_w /$$

$$7.00 < Z$$

40

なる条件式を満足することを特徴とする請求項9に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズ及びそれを有する撮像装置に関し、特に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、銀塩写真用カメラ等に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

50

近年、テレビカメラや映画用カメラ、ビデオカメラ、写真用カメラ等の撮像装置には、広画角、高ズーム比、小型軽量で且つ高い光学性能を有するズームレンズが求められている。広画角、高ズーム比のズームレンズとして、特許文献1、2で提案されているように最も物体側にズーミングのためには移動しない正の屈折力の群を配置し、全体として5つ以上の群により構成されるポジティブリード型のズームレンズが知られている。

【0003】

特許文献1、2では正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群で構成され、ズーム中間で第3レンズ群が物体側に凸状の移動軌跡のズームレンズが提案されている。

【0004】

更に、第1レンズ群以外でフォーカス調整を行う所謂リアフォーカス方式のズームレンズが提案されている。特許文献3では、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群で構成され、第4レンズ群の一部によりフォーカス調整を行うズームレンズが提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第2621247号公報

【特許文献2】特開2011-107693号公報

【特許文献3】特開2005-292605号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

5群ズームレンズにおいて、広画角、高ズーム比、小型軽量で且つ高い光学性能を得るには特に第1レンズ群の屈折力及びズーミングに際して移動する第2、3、4レンズ群の屈折力やズーミングの際の移動軌跡を適切に設定することが重要となってくる。

【0007】

従来のテレビカメラ用4群ズームレンズにおいて、更なる広画角、高ズーム比、小型軽量を実現しようとした場合、各レンズ群の屈折力を増大させる必要があり、諸収差の変動が増大してしまう問題が生じる。

【0008】

更に、特に第1レンズ群の小型軽量化を達成しようとした場合、第1レンズ群のレンズ枚数を削減するか、第1レンズ群の屈折力を増大させる必要があるため、ズーミング及びフォーカス調整による諸収差の変動を抑制することが困難となる。

【0009】

特許文献1では、広角端から望遠端にかけてズーミングを行う際に、第3レンズ群と第4レンズ群を異なる軌跡で移動させることにより、ズーム中間における光学性能を良好に補正しているが、小型軽量化は達成されていなかった。

【0010】

特許文献2では、ズーミングに際して第3レンズ群の広角端から中間のズーム位置に至る移動軌跡を規定することで、特に第1レンズ群の小型軽量化を達成できる。

【0011】

しかし、広画角、高ズーム比、更なる小型軽量化、且つ高い光学性能を実現しようとした場合、第1レンズ群フォーカスの廃止及び第1レンズ群のレンズ枚数の削減、加えて第1レンズ群及び第2～4レンズ群の屈折力を適切に設定することが重要となる。その点において、特許文献2では第3レンズ群でフォーカス調整を行う場合の特に第1、3レンズ群の適切な屈折力の範囲を規定していなかった。

【0012】

特許文献3では、リアフォーカス方式により第1レンズ群の小型軽量化が達成できる。しかし、放送用若しくは業務用ズームレンズで多く採用されている開口絞りより像側のレ

10

20

30

40

50

ンズ群がズーミングのためには移動しない4群若しくは5群ズームレンズでは、一般的に最も像側の結像用のレンズ群の内部に焦点距離変換光学系が装脱可能な状態で配置される。そのため、リアフォーカス方式を採用すると焦点距離変換光学系装着時の望遠側、物体距離至近側におけるフォーカス調整による繰り出し量が増大してしまう問題があった。

【0013】

本発明は、例えば、広画角、高ズーム比、小型軽量、および全ズーム範囲にわたる高い光学性能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】

【0014】

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負の屈折力の第2レンズ群と、ズーミングのために移動する負の屈折力の第3レンズ群と、ズーミングのために移動する正の屈折力の第4レンズ群と、正の屈折力の第5レンズ群とから構成されるズームレンズであって、広角端から望遠端へのズーミングのために、前記第2レンズ群は物体側から像側へ移動し、無限遠から至近へのフォーカス調整のために、前記第3レンズ群は像側から物体側へ移動し、広角端における前記ズームレンズの焦点距離を f_w とし、前記ズームレンズのズーム比を Z とし、前記ズームレンズが無限遠にフォーカス調整されていて前記第3レンズ群が最も物体側に位置するズーム位置での前記ズームレンズの焦点距離を f_z とし、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 とし、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 とし、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 とし、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 として、

$$\begin{aligned} f_w \times Z^{0.07} &< f_z < f_w \times Z^{0.5} \\ 4.00 &< |f_1/f_2| < 7.50 \\ 2.00 &|f_1/f_3| < 4.00 \\ 0.90 &< |f_1/f_4| < 3.50 \end{aligned}$$

なる条件式を満たすことを特徴としている。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、例えば、広画角、高ズーム比、小型軽量、および全ズーム範囲にわたる高い光学性能の点で有利なズームレンズを得られる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【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。

【図2】数値実施例1の物体距離無限遠での、(A)広角端、(B)第3レンズ群が最も物体側に位置する焦点距離31.01mm、(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)第3レンズ群が最も物体側に位置する焦点距離20.98mm、(C)望遠端における縦収差図である。

【図5】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)第3レンズ群が最も物体側に位置する焦点距離11.83mm、(C)望遠端における縦収差図である。

【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)第3レンズ群が最も物体側に位置する焦点距離10.89mm、(C)望遠端における縦収差図である。

【図9】本発明の数値実施例5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10】数値実施例5の物体距離無限遠での、(A)広角端、(B)第3レンズ群が最

10

20

30

40

50

も物体側に位置する焦点距 33.39 mm、(C) 望遠端における縦収差図である。

【図11】本発明の数値実施例6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12】数値実施例6の物体距離無限遠での、(A) 広角端、(B) 第3レンズ群が最も物体側に位置する焦点距離 60.78 mm、(C) 望遠端における縦収差図である。

【図13】本発明の5群ズームレンズにおける近軸配置及び広角端から望遠端へのズーミングにかけての第2レンズ群U2、第3レンズ群U3、第4レンズ群U4の移動軌跡の説明図である。

【図14】本発明の撮像装置の要部概略図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0017】

次に各数値実施例の特徴について説明する。

【0018】

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U1を有している。更にズーミングに際して移動する負の屈折力の第2レンズ群U2、ズーミングに際して移動する負の屈折力の第3レンズ群U3、ズーミングに際して移動する正の屈折力の第4レンズ群U4、開口絞りSP、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第5レンズ群U5から構成される。広角端から望遠端へのズーミングに際し、前記第2レンズ群U2は物体側から像側へ移動し、無限遠から至近へのフォーカス調整に際し、第3レンズ群U3は像側から物体側へ移動する。

20

【0019】

以下に示す本発明の数値実施例のズームレンズは、レンズ群としては前述した第1～5レンズ群の5つのレンズ群のみを備えるズームレンズを例示するが、本発明はこれに限定されない。例えば、第2レンズ群と第3レンズ群との間にズーミングに際して移動する負(又は正)の屈折力のレンズ群が配置されていても構わない。また第1レンズ群と第2レンズ群との間や、第3レンズ群と第4レンズ群との間や、第4レンズ群と第5レンズ群との間に、別のレンズ群が配置されていても構わない。

【0020】

但し、本発明のズームレンズにおいては、最も物体側に配置されたレンズ群が第1レンズ群U1であり、例えば後述する数値実施例1～6に関しては、最も像側に配置されたレンズ群が第5レンズ群U5である。更に、本数値実施例の第2レンズ群U2は広角端において第1レンズ群U1と隣接していることが望ましい。また、これら数値実施例に関しては、第3レンズ群U3をフォーカス調整に際して物体側に移動させている。

30

【0021】

広角端におけるズームレンズの焦点距離をfw、ズーム比(望遠端の焦点距離/広角端の焦点距離)をZ、前記第3レンズ群が最も物体側に位置するズーム位置でのズームレンズの焦点距離をfz、前記第1レンズ群の焦点距離をf1、前記第2レンズ群の焦点距離をf2、前記第3レンズ群の焦点距離をf3、前記第4レンズ群の焦点距離をf4とするとき、

$$fw \times Z^{0.07} < fz < fw \times Z^{0.5} \quad \dots (1)$$

$$4.00 < |f1/f2| < 7.50 \quad \dots (2)$$

$$2.00 < |f1/f3| < 4.00 \quad \dots (3)$$

$$0.90 < |f1/f4| < 4.00 \quad \dots (4)$$

40

を満たしている。

【0022】

放送用若しくは業務用ズームレンズの多くには、高ズーム比が容易な4群ズームレンズが用いられている。この4群ズームレンズは、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、広角端から望遠端へのズーミングに際して、像側へ移動する変倍用の負の屈折力の第2レンズ群を有する。更に、第2レンズ群の移動に連動して光軸上を移動し、変倍に伴う像面変動を補正する正又は負の屈折力の第3レ

50

ンズ群と、ズーミングのためには移動しない結像作用をする正の屈折力の第4レンズ群と、を有する。この4群ズームレンズにおいて、広角側で増倍をするためには、第2レンズ群を像側に大きく移動させなければならない。そうすると第1レンズ群と第2レンズ群の間隔が増大して、第1レンズ群へ入射する軸外光線の入射高さが増大する。この理由により、第1レンズ群へ入射する軸外光線の入射高さは広角端から少し望遠側へ入ったズーム位置 f_M において最も高くなる。第1レンズ群の特に物体側に位置するレンズの有効径は、このズーム位置 f_M において決定される。

【0023】

また、4群ズームレンズにおいては、ズーミングに際しての第3レンズ群の移動軌跡は像面補正のために一意に決定される。具体的には、第3レンズ群は物体側に凸状の軌跡を描くように移動し、第2レンズ群の結像倍率が -1 を通過するズーム位置において最も物体側に移動する。

【0024】

これに対して、本発明のようなズーミングに際して移動するレンズ群が3つのレンズ群で構成されている場合、倍率に伴う像面変動の補正を第4レンズ群 U_4 で補正を行う構成にすれば、ズーミングに際しての第3レンズ群 U_3 の移動軌跡を任意に設定することができる。各数値実施例ではズーミングに際して第2レンズ群 U_2 、第3レンズ群 U_3 の移動軌跡を適切に設定することにより、第1レンズ群 U_1 の有効径を縮小し、ズームレンズを小型化している。

【0025】

各数値実施例のズームレンズにおいては、ズーム位置 f_M において第3レンズ群 U_3 が、より物体側に移動する軌跡で構成されている。第3レンズ群 U_3 がより物体側に移動することにより、第3レンズ群 U_3 による増倍効果が得られる。第3レンズ群 U_3 が増倍することにより第2レンズ群 U_2 のズーミングの際の増倍分担値が減少し、第2レンズ群 U_2 の移動量を低減することができる。その結果、ズーム位置 f_M において第1レンズ群 U_1 へ入射する軸外光線の入射高さが減少し、第1レンズ群 U_1 の有効径を小さくすることができる。また、第1レンズ群 U_1 の有効径の減少に伴い、必然的にレンズ厚も薄くなる為、レンズ質量に支配的な第1レンズ群 U_1 の小型軽量化を達成することができる。

【0026】

図13では本発明のズームレンズにおける近軸配置及び広角端から望遠端へのズーミングにかけての第2レンズ群 U_2 、第3レンズ群 U_3 、第4レンズ群 U_4 の移動軌跡の説明図である。無限物体距離、及び至近物体距離にフォーカス調整した時の第3レンズ群 U_3 の移動軌跡をそれぞれ実線、一点鎖線で示している。また、参考のために前述した第1レンズ群 U_1 でフォーカス調整を行う4群ズームレンズの第2レンズ群 U_2 、第3レンズ群 U_3 の移動軌跡を点線で示している。

【0027】

本発明のズームレンズにおいては、4群ズームレンズに対して、ズーム位置 f_M における第2レンズ群 U_2 の移動量が減少し、第3レンズ群 U_3 の移動量が増大している。

【0028】

条件式(1)は第3レンズ群 U_3 がズーミングに際して移動し、最も物体側に位置するズーム位置 f_M におけるズームレンズの焦点距離 f_z の範囲を規定するものである。焦点距離 f_z をズーム位置 f_M 又はその近傍に設定することにより、第1レンズ群 U_1 の小型軽量化を容易にしている。

【0029】

条件式(1)の上限値を上回ると、第1レンズ群 U_1 の有効径の縮小効果が減少し、小型軽量化が困難となる。

【0030】

条件式(1)の下限値を下回ると、第3レンズ群 U_3 の広角側における急峻な移動によりズーミング及びフォーカス調整に際して球面収差、コマ収差等の変動が増大し、これらの収差を抑制することが困難となる。

10

20

30

40

50

【0031】

条件式(2)は第1レンズ群U1の焦点距離と第2レンズ群U2の焦点距離の比を規定している。各レンズ群の屈折力は各レンズ群の焦点距離の逆数で定義される。

【0032】

条件式(2)の上限値を上回ると、第2レンズ群U2の屈折力が第1レンズ群U1の屈折力に対して強くなり過ぎ、ズーミングに際して諸収差の変動が増大し、諸収差の変動の良好な抑制が困難となる。又、第1レンズ群U1の屈折力が第2レンズ群U2の屈折力に対して弱くなり過ぎ、第1レンズ群U1のレンズ径が増大し、第1レンズ群U1の小型軽量が困難となる。

【0033】

条件式(2)の下限値を下回ると、第2レンズ群U2の屈折力が第1レンズ群U1の屈折力に対して弱くなり過ぎ、ズーミングに際して第2レンズ群U2の移動量が増大し、高ズーム比と小型軽量の両立を達成することが困難となる。又、第1レンズ群U1の屈折力が第3レンズ群U3の屈折力に対して強くなり過ぎ、第1レンズ群U1で発生する広角側の倍率色収差や歪曲、望遠側の球面収差など諸収差の変動の良好な抑制が困難となる。

【0034】

更に好ましくは、条件式(2)を次の如く設定するのが良い。

$$4.50 < |f_1/f_2| < 7.10 \quad \dots (2a)$$

【0035】

条件式(3)は第1レンズ群U1の焦点距離と第3レンズ群U3の焦点距離の比を規定している。

【0036】

条件式(3)の上限値を上回ると、第3レンズ群U3の屈折力が第1レンズ群U1の屈折力に対して強くなり過ぎ、ズーミング及びフォーカス調整に際して球面収差やコマ収差など諸収差の変動が増大し、諸収差の変動の良好な補正が困難となる。又、第1レンズ群U1の屈折力が第3レンズ群U3の屈折力に対して弱くなり過ぎ、第1レンズ群U1のレンズ径が増大し、第1レンズ群U1の小型軽量が困難となる。

【0037】

条件式(3)の下限値を下回ると、第3レンズ群U3の屈折力が第1レンズ群U1の屈折力に対して弱くなり過ぎ、ズーミングに際して第3レンズ群U3の移動量が増大し、高ズーム比と小型軽量の両立を達成することが困難となる。又、第1レンズ群U1の屈折力が第3レンズ群U3の屈折力に対して強くなり過ぎ、第1レンズ群U1で発生する広角側の倍率色収差や歪曲、望遠側の球面収差など諸収差の変動の良好な抑制が困難となる。

【0038】

更に好ましくは、条件式(3)を次の如く設定するのが良い。

$$2.00 \quad |f_1/f_3| < 3.50 \quad \dots (3a)$$

【0039】

条件式(4)は第1レンズ群U1の焦点距離と第4レンズ群U4の焦点距離の比を規定している。

【0040】

条件式(4)の上限値を上回ると、第4レンズ群U4の屈折力が第1レンズ群U1の屈折力に対して強くなり過ぎ、ズーミングに際して球面収差やコマ収差など諸収差の変動が増大し、諸収差の変動の良好な補正が困難となる。又、第1レンズ群U1の屈折力が第4レンズ群U4の屈折力に対して弱くなり過ぎ、第1レンズ群U1のレンズ径が増大し、第1レンズ群U1の小型軽量が困難となる。

【0041】

条件式(4)の下限値を下回ると、第4レンズ群U4の屈折力が第1レンズ群U1の屈折力に対して弱くなり過ぎ、ズーミングに際して第4レンズ群U4の移動量が増大し、高ズーム比と小型軽量の両立を達成することが困難となる。又、第1レンズ群U1の屈折力が第4レンズ群U4の屈折力に対して強くなり過ぎ、第1レンズ群U1で発生する広角側

10

20

30

40

50

の倍率色収差や歪曲、望遠側の球面収差など諸収差の変動の良好な抑制が困難となる。

【0042】

更に好ましくは、条件式(4)を次の如く設定するのが良い。

$$1.30 < |f_1/f_4| < 3.50 \quad \dots (4a)$$

【0043】

数値実施例1～6では条件式(1)～(4)を満たしている。

【0044】

本発明では、図13に示すようにズーミングに際して移動する第3レンズ群U3でフォーカス調整を行うことを規定している。第3レンズ群U3は像側から物体側へ移動させて無限遠物体から近距離物体へフォーカス調整を行う。第3レンズ群U3は焦点距離変換光学系よりも物体側に配置されるため、焦点距離変換光学系の着脱によりフォーカス調整による繰り出し量が変わることはない。また負の屈折力を有する第2レンズ群U2により、物体距離の変動による第3レンズ群U3の物点変動が抑制されるため、第3レンズ群U3の繰り出し量は少ない。これにより第1レンズ群U1のレンズ構成を簡略化できるため、ズームレンズの小型軽量化を達成できる。

【0045】

尚、第2レンズ群U2でフォーカス調整を行おうとすると、特定のズームポジションでフォーカス調整ができないという問題が生じる。一方、第4レンズ群U4でフォーカス調整を行うことは可能であるが、第4レンズ群U4は第3レンズ群U3よりもレンズ径が増大するため、フォーカス駆動群の小型軽量化に不利である。

【0046】

以上の構成及び各条件式を満たすことにより、本発明の各数値実施例のズームレンズは、広画角、高ズーム比、小型軽量で且つ全ズーム範囲に渡り高い光学性能を達成している。

【0047】

本発明の更なる実施態様として、条件式(5)により無限遠物体に合焦している時の第2レンズ群U2の広角端及び、ズーム位置f_zにおける結像倍率を規定している。

$$0.03 < 2z/2w/Z < 0.15 \quad \dots (5)$$

【0048】

条件式(5)の上限値を上回ると、ズーム位置f_zにおける第2レンズ群U2の増倍分担値が増大するため、第2レンズ群U2の移動量が増大する。これにより、第1レンズ群U1と第2レンズ群U2の空気間隔が増大するため、第1レンズ群U1の軸外光線高さが増大してしまうため、第1レンズ群U1の小型軽量が困難となる。

【0049】

条件式(5)の下限値を下回ると、第2レンズ群U2の増倍分担値が過剰に小さくなるため、第3レンズ群U3の増倍分担値を過剰に増大させる必要がある。これにより、第3レンズ群U3の急峻な移動が必要となり、ズーミング及びフォーカス調整に際して球面収差、コマ収差などの変動が増大し、良好な収差の抑制が困難となる。

【0050】

更に好ましくは、条件式(5)を次の如く設定するのが良い。

$$0.05 < 2z/2w/Z < 0.12 \quad \dots (5a)$$

【0051】

本発明の更なる実施態様として、条件式(6)及び(7)により第1レンズ群の正レンズのパワーの和 1_p 及び第1レンズ群の負レンズの平均パワー 1_n を規定している。

$$1.00 < 1_p \times f_1 < 2.00 \quad \dots (6)$$

$$-0.90 < 1_n \times f_1 < -0.20 \quad \dots (7)$$

【0052】

条件式(6)の上限値及び条件式(7)の下限値を上回ると、第1レンズ群の各レンズの屈折力が強くなり過ぎる。これにより第1レンズ群内で発生する広角側の倍率色収差や歪曲、望遠端の球面収差など諸収差の変動が増大し、良好な収差の抑制が困難となる。更

に、第1レンズ群内の各レンズの厚さが増大するため、第1レンズ群の小型軽量が困難となる。

【0053】

条件式(6)の下限値及び条件式(7)の上限値を上回ると、第1レンズ群の各レンズの屈折力が弱くなり過ぎる。これにより第1レンズ群に適切な屈折力を持たせるためには、正レンズと負レンズの間隔を増大させる必要があるため、第1レンズ群の小型軽量が困難となる。

【0054】

更に好ましくは、条件式(6)及び(7)を次の如く設定するのが良い。

$$1.20 < 1p \times f1 < 1.70 \quad \dots (6a)$$

$$-0.80 < 1n \times f1 < -0.30 \quad \dots (7a)$$

10

【0055】

本発明の更なる実施態様として、第1レンズ群を構成するレンズ枚数を規定している。本発明では、第1レンズ群が4枚又は5枚のレンズで構成されることを規定している。レンズ枚数を更に増やすと、第1レンズ群の小型軽量が困難となる。一方、レンズ枚数を更に減らすと、第1レンズ群を構成する各レンズの屈折力が強くなり過ぎるため、第1レンズ群内で発生する広角側の倍率色収差や歪曲、望遠端の球面収差など諸収差の変動が増大し、良好な収差の抑制が困難となる。

【0056】

本発明の更なる実施態様として、開口絞り及び前記開口絞りより像側のレンズ群がズーミングのためには移動しないことを規定している。これによりF落ちポイントまでのFナンバーを一定に保つことができる。

20

【0057】

本発明の更なる実施態様として、開口絞りが第4レンズ群と第5レンズ群の間に位置することを規定している。これによりF落ちポイントまでのFナンバーを一定に保つことができる。

【0058】

本発明の更なる実施態様として、第51レンズ群U51と第52レンズ群U52との間の空気間隔を通過する軸上光線が広角端において光軸に対してなす傾角を規定している。

$$-3.0^\circ < \angle +3.0^\circ \quad \dots (8)$$

30

但し、 \angle は単位を度($^\circ$)とし、発散光線が光軸からなす角度を+、収敛光線が光軸からなす角度を-とし、アフォーカル時を $\angle = 0.0^\circ$ とする。

これにより、焦点距離変換光学系FDC装着時の良好な光学性能の達成と、必要十分なバックフォーカスの確保を両立させることができる。

【0059】

条件式(8)の上限値を上回ると、焦点距離変換光学系FDC装着時に軸上光線がFDCに発散で入射し、FDCを構成する各レンズの屈折力が強くなり過ぎるため、良好な収差の抑制が困難となる。

【0060】

条件式(8)の下限値を下回ると、第52レンズ群U52を通る軸上光線の高さが低くなるため、必要十分なバックフォーカスを確保することが困難になる。

40

【0061】

更に好ましくは、条件式(8)を次の如く設定するのが良い。

$$-1.0^\circ < \angle +1.0^\circ \quad \dots (8a)$$

【0062】

本発明の更なる実施態様として、第51レンズ群U51の最終レンズ面の光線有効径、第51レンズ群U51と第52レンズ群U52の間の光軸上の空気間隔の長さの比を規定している。

$$0.50 < D/EA < 3.00 \quad \dots (9)$$

これにより、焦点距離変換光学系FDC装着時の良好な光学性能と、焦点距離変換光学

50

系 F D C のレンズ全長のコンパクト化を両立させることができる。

【0063】

条件式(9)の上限値を上回ると、光線有効径 E A に対して空気間隔 D が長くなり過ぎ、焦点距離変換光学系 F D C のレンズ全長をコンパクトにすることが困難となる。又、空気間隔 D に対して光線有効径 E A が小さくなり過ぎ、入射瞳径が小さくなるため、必要十分な口径比を確保することが困難となる。

【0064】

条件式(9)の下限値を下回ると、光線有効径 E A に対して空気間隔 D が短くなり過ぎ、焦点距離変換光学系 F D C 内の各レンズの屈折力が強くなり過ぎるため、良好な収差の抑制が困難となる。また、空気間隔 D に対して光線有効径 E A が大きくなり過ぎ、第 5 レンズ群 U 5 のレンズ径が大きくなるため、小型軽量化や、簡易なレンズ構成で良好な光学性能を得ることが困難となる。

10

【0065】

更に好ましくは、条件式(9)を次の如く設定するのが良い。

$$0.70 < D / E A < 2.00 \quad \dots (9a)$$

【0066】

本発明の更なる実施態様として、広角端のズームレンズの焦点距離及びズーム比の好ましい範囲を規定している。

$$0.45 < f_w / \dots (10)$$

$$7.00 < Z \dots (11)$$

20

ここで、Z は撮像素子のイメージサイズの対角長である。

【0067】

条件式(10)の下限値を下回ると、広角端における画角が過度に広くなり、第 1 レンズ群 U 1 のレンズ径は広角側において決定されてしまうため、本発明の効果が得られなくなる。

【0068】

更に好ましくは、条件式(10)を次の如く設定するのが良い。

$$0.63 < f_w / < 1.50 \quad \dots (10a)$$

【0069】

条件式(11)の下限値を下回ると、従来の構成であっても小型軽量化が達成することができるため、本発明の効果が得られなくなる。

30

【実施例 1】

【0070】

図 1 は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。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 レンズ群である。U 2 は広角端(短焦点距離端)から望遠端(長焦点距離端)へのズーミング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(バリエーターレンズ群)である。U 3 は広角端(短焦点距離端)から望遠端(長焦点距離端)へのズーミングに際して移動する変倍用の負の屈折力の第 3 レンズ群(バリエーターレンズ群)である。また、U 3 は無限遠物体から近距離物体に合焦する際に物体側に移動する。U 4 は第 2 レンズ群 U 2、第 3 レンズ群 U 3 に連動して移動し、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(コンペンセーターレンズ群)である。S P は開口絞りである。U 5 は群内の最も距離の大きい空気間隔で隔てられる正の屈折力の第 5 1 レンズ群 U 5 1 と正の屈折力の第 5 2 レンズ群 U 5 2 で構成されるズーミングに際して不動の正の屈折力の第 5 レンズ群である。P は色分解プリズムや光学フィルタであり、硝子ブロックとして示している。I P は像面であり、撮像素子(光電変換素子)の撮像面に相当している。

40

【0071】

次に、数値実施例 1 の各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 U 1 は負レンズ、正レンズ 3 枚で構成されている。第 2 レンズ群 U 2 は負レンズ 2 枚、正レンズ、負レンズで構成されてい

50

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4レンズ群U4は正レンズで構成されている。第5レンズ群U5は、開口絞りSP、第51レンズ群U51、第52レンズ群U52で構成されている。第51レンズ群U51は、正レンズと負レンズの接合レンズで構成されている。第52レンズ群U52は、正レンズ、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、正レンズで構成されている。

【0072】

本実施例において、開口絞りSPを第5レンズ群の最も物体側に配置したが、本発明はこれに限定されることはない。第2レンズ群と第3レンズ群の間、第3レンズ群と第4レンズ群の間、第5レンズ群の中、に配置しても本発明の効果を享受することができる。ズームレンズ内での開口絞りの位置については、以下の実施例2～6においても同様である。

【0073】

数値実施例1のズームレンズは、ズーム比21.7倍、広角端の半画角35.2度、望遠端の半画角1.9度のズームレンズである。

【0074】

図2に、数値実施例1に係るズームレンズの物体距離無限遠での、(A)広角端、(B)第3レンズ群が最も物体側に位置する焦点距離31.01mm、(C)望遠端における縦収差図を示す。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。球面収差はe線、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。球面収差は0.4mm、非点収差は0.4mm、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、は半画角である。尚、広角端と望遠端は変倍用の第2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。図2に示されているように、本実施例のズームレンズは、良好な光学性能を実現している。

【0075】

数値実施例1の数値データを示す。rは物体側より各面の曲率半径、dは各面の間隔、ndとdは各光学部材の屈折率とアッペ数である。

【0076】

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、A3、A4、A5、A6、A7、A8、A9、A10、A11、A12を各々非球面係数としたとし次式で表す。

【0077】

【数1】

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

$$A3H^3 + A5H^5 + A7H^7 + A9H^9 + A11H^{11}$$

又、例えば「e-Z」は「×10⁻²」を意味する。*印は非球面であることを示している。

【0078】

数値実施例1は条件式(1)～(11)を満足しており、本発明のズームレンズは広画角、高ズーム比、小型軽量で且つ全ズーム範囲に渡り高い光学性能を達成している。図14を用いて、数値実施例1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)の概要を説明する。図14は本発明の撮像装置の要部概略図である。図14において101は数値実施例1～6のいずれか1つのズームレンズである。123はカメラである。ズームレンズ101はカメラ123に対して着脱可能になっている。124はカメラ123にズームレンズ101を装着することにより構成される撮像装置である。

10

20

30

40

50

【0079】

ズームレンズ101は第1レンズ群U1、変倍群LZ、焦点距離変換光学系FDC、第5レンズ群U5を有している。変倍群LZは焦点調節用レンズ群が含まれている。変倍群LZは変倍の為に光軸上を移動する群と、変倍に伴う像面変動を補正する為に光軸上を移動する群が含まれている。変倍群LZと第5レンズ群U5の間に開口絞りSPを有している。第5レンズ群U5はズーミングのためには移動しない第51レンズ群U51、焦点距離変換光学系FDC及び第52レンズ群U52が含まれている。

【0080】

115は変倍群LZを光軸方向に駆動するヘリコイドやカムやアクチュエーター等の駆動機構である。116、117は駆動機構115及び開口絞りSPを電動駆動するモータ（駆動手段）である。118、119は変倍群LZの光軸上の位置や、開口絞りSPの絞り径を検出する為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123において、109はカメラ123内の光学フィルタや色分解プリズム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センサ等の撮像素子（光電変換素子）である。また、111、120はカメラ123及びズームレンズ本体101の各種の駆動を制御するCPUである。

10

【0081】

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。なお、後述する数値実施例2～6に係るズームレンズも同様に適用可能であり、本発明の作用効果を有する高い光学性能の撮像装置を実現することができる。

20

【実施例2】

【0082】

数値実施例2のズームレンズの各群のレンズ構成について説明する。

【0083】

図3は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。U1はズーミングのためには移動しない正の屈折力の第1レンズ群である。U2は広角端（短焦点距離端）から望遠端（長焦点距離端）へのズーミング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（バリエーターレンズ群）である。U3は広角端（短焦点距離端）から望遠端（長焦点距離端）へのズーミングに際して移動する変倍用の負の屈折力の第3レンズ群（バリエーターレンズ群）である。また、U3は無限遠物体から近距離物体に合焦する際に物体側に移動する。U4は第2レンズ群U2、第3レンズ群U3に連動して移動し、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（コンペンセーターレンズ群）である。SPは開口絞りである。U5は群内の最も距離の大きい空気間隔で隔てられる正の屈折力の第51レンズ群U51と正の屈折力の第52レンズ群U52で構成されるズーミングに際して不動の正の屈折力の第5レンズ群である。Pは色分解プリズムや光学フィルタであり、硝子ブロックとして示している。IPは像面であり、撮像素子（光電変換素子）の撮像面に相当している。

30

【0084】

40

次に、数値実施例2の各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は負レンズと正レンズの接合レンズ、正レンズ2枚で構成されている。第2レンズ群U2は負レンズ、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4レンズ群U4は正レンズで構成されている。第5レンズ群U5は、開口絞りSP、第51レンズ群U51、第52レンズ群U52で構成されている。第51レンズ群U51は、正レンズと負レンズの接合レンズで構成されている。第52レンズ群U52は、正レンズ、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、正レンズで構成されている。

【0085】

50

数値実施例 2 はズーム比 2.3.0 倍、広角端の半画角 35.2 度、望遠端の半画角 1.8 度のズームレンズである。

【0086】

図 4 に、数値実施例 2 に係るズームレンズの物体距離無限遠での、(A) 広角端、(B) 第 3 レンズ群が最も物体側に位置する焦点距離 20.98 mm、(C) 望遠端における縦収差図を示す。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。球面収差は e 線、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。球面収差は 0.4 mm、非点収差は 0.4 mm、歪曲は 5%、倍率色収差は 0.05 mm のスケールで描かれている。Fno は F ナンバー、 θ は半画角である。
尚、広角端と望遠端は変倍用の第 2 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。図 4 に示されているように、本実施例のズームレンズは、良好な光学性能を実現している。

【0087】

数値実施例 2 の数値データを示す。数値実施例 2 は条件式 (1) ~ (11) を満足しており、本発明のズームレンズは広画角、高ズーム比、小型軽量で且つ全ズーム範囲に渡り高い光学性能を達成している。

【実施例 3】

【0088】

数値実施例 3 のズームレンズの各群のレンズ構成について説明する。

20

【0089】

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。U1 はズーミングのためには移動しない正の屈折力の第 1 レンズ群である。U2 は広角端 (短焦点距離端) から望遠端 (長焦点距離端) へのズーミング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 (バリエーターレンズ群) である。U3 は広角端 (短焦点距離端) から望遠端 (長焦点距離端) へのズーミングに際して移動する変倍用の負の屈折力の第 3 レンズ群 (バリエーターレンズ群) である。また、U3 は無限遠物体から近距離物体に合焦する際に物体側に移動する。U4 は第 2 レンズ群 U2、第 3 レンズ群 U3 に連動して移動し、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 (コンベンセーターレンズ群) である。SP は開口絞りである。U5 は群内の最も距離の大きい空気間隔で隔てられる正の屈折力の第 51 レンズ群 U51 と正の屈折力の第 52 レンズ群 U52 で構成されるズーミングに際して不動の正の屈折力の第 5 レンズ群である。P は色分解プリズムや光学フィルタであり、硝子ブロックとして示している。IP は像面であり、撮像素子 (光電変換素子) の撮像面に相当している。
30

【0090】

次に、数値実施例 3 の各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 は負レンズ、正レンズ 3 枚で構成されている。第 2 レンズ群 U2 は負レンズ、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。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 4 レンズ群 U4 は正レンズで構成されている。第 5 レンズ群 U5 は、開口絞り SP、第 51 レンズ群 U51、第 52 レンズ群 U52 で構成されている。第 51 レンズ群 U51 は、正レンズと負レンズの接合レンズで構成されている。第 52 レンズ群 U52 は、正レンズ、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、正レンズで構成されている。
40

【0091】

数値実施例 3 はズーム比 2.1.5 倍、広角端の半画角 34.9 度、望遠端の半画角 1.9 度のズームレンズである。

【0092】

図 6 に、数値実施例 3 に係るズームレンズの物体距離無限遠での、(A) 広角端、(B) 第 3 レンズ群が最も物体側に位置する焦点距離 11.83 mm、(C) 望遠端における
50

縦収差図を示す。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。数値実施例3の収差図において、球面収差はe線、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。球面収差は0.4mm、非点収差は0.4mm、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、は半画角である。尚、広角端と望遠端は変倍用の第2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。図6に示されているように、本実施例のズームレンズは、良好な光学性能を実現している。

【0093】

数値実施例3の数値データを示す。数値実施例3は条件式(1)~(11)を満足しており、本発明のズームレンズは広画角、高ズーム比、小型軽量で且つ全ズーム範囲に渡り高い光学性能を達成している。 10

【実施例4】

【0094】

数値実施例4のズームレンズの各群のレンズ構成について説明する。

【0095】

図7は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。U1はズーミングのためには移動しない正の屈折力の第1レンズ群である。U2は広角端(短焦点距離端)から望遠端(長焦点距離端)へのズーミング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(バリエーターレンズ群)である。U3は広角端(短焦点距離端)から望遠端(長焦点距離端)へのズーミングに際して移動する変倍用の負の屈折力の第3レンズ群(バリエーターレンズ群)である。また、U3は無限遠物体から近距離物体に合焦する際に物体側に移動する。U4は第2レンズ群U2、第3レンズ群U3に連動して移動し、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(コンペンセーターレンズ群)である。SPは開口絞りである。U5は群内の最も距離の大きい空気間隔で隔てられる正の屈折力の第51レンズ群U51と正の屈折力の第52レンズ群U52で構成されるズーミングに際して不動の正の屈折力の第5レンズ群である。Pは色分解プリズムや光学フィルタであり、硝子ブロックとして示している。IPは像面であり、撮像素子(光電変換素子)の撮像面に相当している。 20

【0096】

次に、数値実施例4の各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は負レンズ、正レンズ3枚で構成されている。第2レンズ群U2は負レンズ、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。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4レンズ群U4は正レンズで構成されている。第5レンズ群U5は、開口絞りSP、第51レンズ群U51、第52レンズ群U52で構成されている。第51レンズ群U51は、正レンズと負レンズの接合レンズで構成されている。第52レンズ群U52は、正レンズ、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、正レンズで構成されている。 30

【0097】

数値実施例4はズーム比17.9倍、広角端の半画角35.2度、望遠端の半画角2.3度のズームレンズである。 40

【0098】

図8に、数値実施例4に係るズームレンズの物体距離無限遠での、(A)広角端、(B)第3レンズ群が最も物体側に位置する焦点距離10.89mm、(C)望遠端における縦収差図を示す。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。球面収差はe線、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。球面収差は0.4mm、非点収差は0.4mm、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、は半画角である。 50

尚、広角端と望遠端は変倍用の第2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。図8に示されているように、本実施例のズームレンズは、良好な光学性能を実現している。

【0099】

数値実施例4の数値データを示す。数値実施例4は条件式(1)～(11)を満足しており、本発明のズームレンズは広画角、高ズーム比、小型軽量で且つ全ズーム範囲に渡り高い光学性能を達成している。

【実施例5】

【0100】

数値実施例5のズームレンズの各群のレンズ構成について説明する。

10

【0101】

図9は本発明の数値実施例5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レンズ群である。U2は広角端(短焦点距離端)から望遠端(長焦点距離端)へのズーミング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(バリエーターレンズ群)である。U3は広角端(短焦点距離端)から望遠端(長焦点距離端)へのズーミングに際して移動する変倍用の負の屈折力の第3レンズ群(バリエーターレンズ群)である。また、U3は無限遠物体から近距離物体に合焦する際に物体側に移動する。U4は第2レンズ群U2、第3レンズ群U3に連動して移動し、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(コンペンセーターレンズ群)である。SPは開口絞りである。U5は群内の最も距離の大きい空気間隔で隔てられる正の屈折力の第51レンズ群U51と正の屈折力の第52レンズ群U52で構成されるズーミングに際して不動の正の屈折力の第5レンズ群である。Pは色分解プリズムや光学フィルタであり、硝子ブロックとして示している。IPは像面であり、撮像素子(光電変換素子)の撮像面に相当している。

20

【0102】

次に、数値実施例5の各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は負レンズ、正レンズ4枚で構成されている。第2レンズ群U2は負レンズ2枚、正レンズ、負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4レンズ群U4は正レンズ2枚、正レンズと負レンズの接合レンズで構成されている。第5レンズ群U5は、開口絞りSP、第51レンズ群U51、第52レンズ群U52で構成されている。第51レンズ群U51は、正レンズと負レンズの接合レンズで構成されている。第52レンズ群U52は、正レンズ、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、正レンズで構成されている。

30

【0103】

数値実施例5はズーム比3.7.2倍、広角端の半画角26.8度、望遠端の半画角0.8度のズームレンズである。

【0104】

図10に、数値実施例5に係るズームレンズの物体距離無限遠での、(A)広角端、(B)第3レンズ群が最も物体側に位置する焦点距離33.39mm、(C)望遠端における縦収差図を示す。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。球面収差はe線、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。球面収差は0.4mm、非点収差は0.4mm、歪曲は5%、倍率色収差は0.05mmのスケールで描かれている。Fn0はFナンバー、は半画角である。尚、広角端と望遠端は変倍用の第2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。図10に示されているように、本実施例のズームレンズは、良好な光学性能を実現している。

40

【0105】

数値実施例5の数値データを示す。数値実施例5は条件式(1)～(11)を満足して

50

おり、本発明のズームレンズは広画角、高ズーム比、小型軽量で且つ全ズーム範囲に渡り高い光学性能を達成している。

【実施例 6】

【0106】

数値実施例 6 のズームレンズの各群のレンズ構成について説明する。

【0107】

数値実施例 6 は数値実施例 1 の第 5.1 レンズ群 U5.1 と第 5.2 レンズ群 U5.2 の間に焦点距離変換光学系 FDC を備える構成を有するズームレンズである。焦点距離変換光学系 FDC は、光路中に挿脱可能に構成され、ズームレンズ全体の焦点距離を変換する光学系である。

10

【0108】

図 1.1 は本発明の数値実施例 6 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 レンズ群である。U2 は広角端（短焦点距離端）から望遠端（長焦点距離端）へのズーミング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（バリエーターレンズ群）である。U3 は広角端（短焦点距離端）から望遠端（長焦点距離端）へのズーミングに際して移動する変倍用の負の屈折力の第 3 レンズ群（バリエーターレンズ群）である。また、U3 は無限遠物体から近距離物体に合焦する際に物体側に移動する。U4 は第 2 レンズ群 U2、第 3 レンズ群 U3 に連動して移動し、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（コンペンセーターレンズ群）である。SP は開口絞りである。U5 はズーミングのためには移動しない正の屈折力の第 5.1 レンズ群 U5.1、焦点距離変換光学系 FDC、ズーミングのためには移動しない正の屈折力の第 5.2 レンズ群 U5.2 で構成される第 5 レンズ群である。P は色分解プリズムや光学フィルタであり、硝子ブロックとして示している。IP は像面であり、撮像素子（光電変換素子）の撮像面に相当している。

20

【0109】

次に、数値実施例 6 の各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 は負レンズ、正レンズ 3 枚で構成されている。第 2 レンズ群 U2 は負レンズ 2 枚、正レンズ、負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 4 レンズ群 U4 は正レンズで構成されている。第 5 レンズ群 U5 は、開口絞り SP、第 5.1 レンズ群 U5.1、焦点距離変換光学系 FDC、第 5.2 レンズ群 U5.2 で構成されている。第 5.1 レンズ群 U5.1 は、正レンズと負レンズの接合レンズで構成されている。焦点距離変換光学系 FDC は正レンズ、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で構成されている。第 5.2 レンズ群 U5.2 は、正レンズ、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、正レンズで構成されている。

30

【0110】

数値実施例 6 はズーム比 2.1.7 倍、広角端の半画角 19.8 度、望遠端の半画角 1.0 度のズームレンズである。

【0111】

図 1.2 に、数値実施例 6 の物体距離無限遠での、(A) 広角端、(B) 第 3 レンズ群が最も物体側に位置する焦点距離 60.78 mm、(C) 望遠端における縦収差図を示す。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。球面収差は e 線、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。球面収差は 1.6 mm、非点収差は 1.6 mm、歪曲は 5%、倍率色収差は 0.05 mm のスケールで描かれている。Fno は F ナンバー、は半画角である。尚、広角端と望遠端は変倍用の第 2 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。図 1.2 に示されているように、本実施例のズームレンズは、良好な光学性能を実現している。

40

【0112】

50

数値実施例 6 の数値データを示す。数値実施例 6 は条件式(1)~(7)、(10)、(11)を満足しており、本発明のズームレンズは広画角、高ズーム比、小型軽量で且つ全ズーム範囲に渡り高い光学性能を達成している。

【0113】

<数値実施例 1 >

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径	焦点距離	
1	1920.690	2.50	1.85478	24.8	85.04	-160.32	
2	128.970	6.64	1		81.94		
3	332.528	9.70	1.43387	95.1	82.85	262.69	10
4	-172.530	0.10	1		83.38		
5	116.994	13.35	1.43387	95.1	85.64	192.40	
6	-283.772	0.10	1		85.40		
7	69.002	10.72	1.76385	48.5	80.32	128.14	
8	215.580	(可変)	1		79.17		
9*	1578.603	1.00	2.00330	28.3	28.23	-21.35	
10	21.296	5.26	1		23.84		
11	-62.662	0.80	1.88300	40.8	23.53	-25.72	
12	36.152	0.14	1		23.03		
13	31.208	4.95	1.95906	17.5	23.21	24.43	20
14	-91.496	0.18	1		22.78		
15	-160.517	0.80	1.77250	49.6	22.42	-44.41	
16	43.996	(可変)	1		21.60		
17	-28.909	0.90	1.75700	47.8	18.32	-21.26	
18	37.193	2.37	1.84666	23.8	20.06	50.77	
19	252.136	(可変)	1		20.54		
20*	59.789	5.20	1.64000	60.1	25.36	39.89	
21	-43.329		1		26.06		
22(絞り)		1.00	1		27.12		
23	416.688	4.65	1.50137	56.4	27.34	57.26	30
24	-30.854	1.00	1.83481	42.7	27.45	-92.99	
25	-51.774	35.00	1		28.04		
26	28.774	7.82	1.48749	70.2	28.08	44.15	
27	-78.838	2.38	1		27.01		
28	-141.385	1.00	1.88300	40.8	24.75	-20.98	
29	21.535	5.30	1.49700	81.5	23.32	36.18	
30	-101.786	0.10	1		23.27		
31	-275.321	4.11	1.51742	52.4	23.20	48.18	
32	-23.069	1.00	1.80100	35.0	23.31	-47.19	
33	-59.718	0.10	1		24.05		40
34	47.660	3.62	1.56732	42.8	24.43	55.01	
35	-89.352	4.50	1		24.30		
36		33.00	1.60859	46.4	40.00		
37		13.20	1.51633	64.1	40.00		
38			1		40.00		

像面

非球面データ

第9面

K = -3.62925e+005 A 4= 8.70252e-006 A 6=-9.32479e-008 A 8= 8.34598e-010 A10= 50

-2.80575e-012 A12= 8.60704e-015
 A 3=-4.22396e-007 A 5= 1.69179e-008 A 7=-1.69005e-009 A 9= 8.82958e-012 A11=-1.08793e-013

第20面

K =-2.19003e+000 A 4=-5.55750e-006 A 6=-4.88314e-009 A 8= 1.46178e-010 A10=-8.99732e-013 A12= 1.90485e-015

各種データ

ズーム比	21.78	10	
	広角	中間	望遠
焦点距離	7.80	31.01	169.86
Fナンバー	1.80	1.80	2.14
半画角	35.19	10.06	1.85
像高	5.50	5.50	5.50
レンズ全長	264.27	264.27	264.27
BF	5.27	5.27	5.27
d 8	1.28	39.61	63.10
d16	54.15	5.27	11.41
d19	2.00	9.45	1.00
d21	19.07	22.18	1.00
焦点調節可変間隔	至近(第1レンズ群の最も物体側面より0.9m)		
d16	54.11	4.54	3.83
d19	2.03	10.17	8.57
入射瞳位置	48.56	180.67	872.34
射出瞳位置	1971.07	1971.07	1971.07
前側主点位置	56.39	212.16	1056.88
後側主点位置	-2.53	-25.73	-164.59

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	85.00	43.11	24.97	-3.02	
2	9	-13.67	13.13	2.47	-6.23	
3	17	-36.65	3.27	0.17	-1.60	
4	20	39.89	5.20	1.87	-1.36	
5	22		0.00	0.00	0.00	
6	23	151.56	5.65	3.87	0.23	30
7	26	48.97	76.13	10.38	-43.68	

【0 1 1 4】

<数値実施例2>

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径	焦点距離
1	247.754	2.60	1.85478	24.8	86.06	-221.24
2	107.299	12.65	1.43875	94.9	84.59	198.85
3	-456.072	0.10	1		84.59	
4	162.993	7.56	1.43387	95.1	83.92	369.99
5	-12533.280	0.10	1		83.48	

6	76.276	9.30	1.76385	48.5	79.79	146.12	
7	225.793	(可变)	1		78.75		
8*	26017.009	1.00	2.00330	28.3	28.47	-19.88	
9	20.096	6.27	1		23.67		
10	-36.486	4.24	1.95906	17.5	23.35	34.89	
11	-18.581	0.80	1.88300	40.8	23.42	-23.82	
12	-155.700	(可变)	1		23.26		
13	-27.080	0.70	1.75700	47.8	17.40	-17.76	
14	27.267	3.46	1.84666	23.8	19.21	37.29	
15	177.277	(可变)	1		20.00		10
16*	87.620	5.28	1.64000	60.1	25.32	40.06	
17	-35.587	(可变)	1		26.16		
18(絞り)		1.00	1		27.51		
19	202.988	5.39	1.50137	56.4	27.79	49.32	
20	-28.043	1.00	1.83481	42.7	27.89	-74.62	
21	-51.600	36.00	1		28.61		
22	32.577	7.43	1.48749	70.2	29.14	51.30	
23	-101.043	1.45	1		28.21		
24	155.623	1.00	1.88300	40.8	26.31	-28.18	
25	21.498	6.97	1.49700	81.5	24.55	41.79	20
26	-597.006	1.00	1		24.03		
27	-241.868	4.03	1.51742	52.4	23.79	51.29	
28	-24.150	1.00	1.80100	35.0	23.77	-53.06	
29	-56.466	1.00	1		24.31		
30	73.604	4.69	1.56732	42.8	24.29	76.64	
31	-105.187	4.50	1		23.91		
32		33.00	1.60859	46.4	40.00		
33		13.20	1.51633	64.1	40.00		
34			1		40.00		
像面							30

非球面データ

第8面

$K = 3.00837e+006$ $A_4 = 7.01451e-006$ $A_6 = -3.39525e-008$ $A_8 = 4.03442e-010$ $A_{10} = -1.26012e-012$ $A_{12} = 6.42089e-015$
 $A_3 = -4.22396e-007$ $A_5 = 1.69179e-008$ $A_7 = -1.69005e-009$ $A_9 = 8.82958e-012$ $A_{11} = -1.08793e-013$

第16面

$K = -1.78296e+001$ $A_4 = -1.22766e-006$ $A_6 = -3.69373e-008$ $A_8 = 5.21613e-010$ $A_{10} = -3.04182e-012$ $A_{12} = 6.43703e-015$ 40

各種データ

ズーム比	23.00						
	広角	中間	望遠				
焦点距離	7.80	20.98	179.41				
Fナンバー	1.80	1.80	2.14				
半画角	35.19	14.69	1.76				
像高	5.50	5.50	5.50				
レンズ全長	265.63	265.63	265.63				50

BF	4.50	4.50	4.50
d 7	1.76	34.15	72.18
d12	48.54	9.88	9.13
d15	2.00	7.38	2.08
d17	32.10	32.97	1.00

焦点調節可変間隔 至近(第1レンズ群の最も物体側面より0.9m)

d12	48.49	9.53	2.00
d15	2.04	7.72	9.21

10

入射瞳位置	44.24	136.46	1074.46
射出瞳位置	1612.75	1612.75	1612.75
前側主点位置	52.07	157.71	1273.88
後側主点位置	-3.30	-16.48	-174.91

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	100.00	32.32	12.14	-8.71
2	8	-14.32	12.31	1.57	-7.62
3	13	-33.68	4.16	0.32	-1.92
4	16	40.06	5.28	2.33	-0.94
5	18		0.00	0.00	0.00
6	19	146.77	6.39	3.61	-0.56
7	22	50.37	79.28	10.64	-45.80

20

【0115】

<数値実施例3>

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径	焦点距離	
1	843.506	2.50	1.85478	24.8	78.03	-155.48	30
2	115.595	10.46	1		75.44		
3	272.717	9.95	1.43387	95.1	78.85	230.78	
4	-157.091	0.10	1		79.33		
5	96.609	14.08	1.43387	95.1	80.99	163.40	
6	-256.989	0.10	1		80.60		
7	61.027	9.31	1.76385	48.5	73.82	131.21	
8	144.609	(可変)	1		72.53		
9*	-766.073	1.00	2.00330	28.3	24.81	-16.66	
10	17.242	5.32	1		20.64		
11	-38.204	5.90	1.92286	18.9	20.41	22.20	40
12	-14.444	0.80	1.88300	40.8	20.55	-12.93	
13	57.451	0.10	1		20.53		
14	40.243	3.23	1.61293	37.0	20.70	43.82	
15	-79.814	(可変)	1		20.69		
16	-29.318	0.90	1.75700	47.8	19.74	-20.73	
17	34.564	2.71	1.84666	23.8	21.71	46.44	
18	257.123	(可変)	1		22.18		
19*	67.450	5.68	1.64000	60.1	27.19	40.31	
20	-40.654	(可変)	1		27.88		
21(絞り)		1.00	1		28.48		50

22	52.889	5.58	1.50137	56.4	28.81	52.16	
23	-50.315	1.00	1.83481	42.7	28.64	-65.14	
24	-635.655	32.00	1		28.68		
25	34.745	6.62	1.48749	70.2	28.31	46.17	
26	-60.498	1.34	1		27.72		
27	-91.278	1.00	1.88300	40.8	26.26	-23.02	
28	26.483	6.73	1.49700	81.5	25.14	36.12	
29	-51.475	1.00	1		25.14		
30	128.535	6.00	1.51742	52.4	24.32	47.38	
31	-29.979	1.00	1.80100	35.0	23.61	-47.68	10
32	-138.119	1.00	1		23.75		
33	34.600	3.78	1.56732	42.8	23.83	72.63	
34	201.496	4.50	1		23.33		
35		33.00	1.60859	46.4	40.00		
36		13.20	1.51633	64.1	40.00		
37			1		40.00		

像面

非球面データ

第9面

20

$K = 1.22791e+002$ $A_4 = 6.81422e-006$ $A_6 = -1.66922e-008$ $A_8 = 1.12445e-010$ $A_{10} = -6.76371e-014$ $A_{12} = 4.72711e-015$
 $A_3 = -4.22396e-007$ $A_5 = 1.69179e-008$ $A_7 = -1.69005e-009$ $A_9 = 8.82958e-012$ $A_{11} = -1.08793e-013$

第19面

$K = -5.95588e+000$ $A_4 = -2.88348e-006$ $A_6 = 4.49140e-010$ $A_8 = 2.53029e-011$ $A_{10} = -1.65395e-013$ $A_{12} = 3.29015e-016$

各種データ

30

ズーム比	21.50		
	広角	中間	望遠
焦点距離	7.90	11.83	169.86
Fナンバー	1.80	1.80	2.32
画角	34.85	24.94	1.85
半画角	5.50	5.50	5.50
レンズ全長	265.10	265.10	265.10
BF	4.82	4.82	4.82

d 8	1.59	12.57	56.47
d15	53.37	27.54	10.92
d18	4.43	7.27	1.00
d20	10.00	22.02	1.00

40

焦点調節可変間隔 至近(第1レンズ群の最も物体側面より0.9m)

d12	53.33	27.44	3.03
d15	4.47	7.36	8.88

入射瞳位置	49.04	69.96	844.61
射出瞳位置	-2808.57	-2808.57	-2808.57

50

前側主点位置 56.92 81.74 1004.21
 後側主点位置 -3.08 -7.01 -165.04

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	75.00	46.50	28.34	-2.31	
2	9	-13.67	16.35	0.65	-11.26	
3	16	-37.50	3.61	0.19	-1.77	
4	19	40.31	5.68	2.20	-1.33	
5	21		0.00	0.00	0.00	10
6	22	229.88	6.58	-4.40	-8.51	
7	25	49.16	79.17	11.15	-44.33	

【 0 1 1 6 】

< 数値実施例 4 >

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径	焦点距離	
1	-608.314	2.50	1.85478	24.8	75.03	-117.01	
2	121.290	10.32	1		72.52		
3	906.220	8.60	1.43387	95.1	72.66	235.90	
4	-115.378	0.10	1		72.65		20
5	109.863	11.72	1.53775	74.7	73.72	133.89	
6	-202.972	0.10	1		73.51		
7	60.461	8.59	1.76385	48.5	68.30	120.49	
8	163.838	(可変)	1		67.14		
9*	-793.506	1.00	2.00330	28.3	25.91	-17.42	
10	18.034	5.01	1		21.71		
11	-66.676	6.32	1.92286	18.9	21.53	20.94	
12	-15.818	0.80	1.88300	40.8	21.45	-13.40	
13	49.259	0.10	1		21.01		
14	31.516	3.01	1.61293	37.0	21.21	51.96	30
15	1809.480	(可変)	1		21.07		
16	-25.909	0.90	1.72000	43.7	19.22	-19.18	
17	30.346	2.78	1.84666	23.8	21.48	43.49	
18	157.954	(可変)	1		21.94		
19*	191.291	4.94	1.62041	60.3	25.43	48.00	
20	-35.084	(可変)	1		26.40		
21 (紋り)		1.20	1		28.16		
22	62.753	8.43	1.54072	47.2	28.98	38.63	
23	-30.052	1.00	1.83481	42.7	29.02	-60.44	
24	-74.828	32.00	1		29.62		40
25	38.591	7.44	1.49700	81.5	29.65	51.29	
26	-70.875	2.32	1		28.83		
27	-113.548	1.40	1.83403	37.2	26.86	-29.10	
28	31.296	6.81	1.48749	70.2	25.73	37.50	
29	-41.156	0.10	1		25.58		
30	77.713	5.73	1.50127	56.5	24.81	42.16	
31	-28.478	1.40	1.88300	40.8	24.34	-35.29	
32	-318.615	0.10	1		24.37		
33	42.795	3.68	1.51742	52.4	24.26	86.40	
34	883.153	4.00	1		23.80		50

35	33.00	1.60859	46.4	40.00
36	13.20	1.51633	64.1	40.00
37		1		40.00

像面

非球面データ

第9面

$K = 1.19041e+003$ $A_4 = 4.10816e-006$ $A_6 = -3.65531e-009$ $A_8 = 1.05749e-010$
 $A_{10} = 1.05217e-012$ $A_{12} = 1.09849e-014$
 $A_3 = -5.18592e-007$ $A_5 = 2.55009e-008$ $A_7 = -3.12764e-009$ $A_9 = 2.00615e-011$ $A_{11} = 10$
 $-3.03481e-013$

第19面

$K = 2.54389e+001$ $A_4 = -2.96191e-006$ $A_6 = 7.08826e-009$ $A_8 = -5.89298e-011$
 $A_{10} = 2.16013e-013$ $A_{12} = -3.24859e-016$

各種データ

ズーム比	17.95			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	7.80	10.89	140.01	20
Fナンバー	1.80	1.80	2.20	
半画角	35.19	26.79	2.25	
像高	5.50	5.50	5.50	
レンズ全長	260.08	260.08	260.08	
BF	4.50	4.50	4.50	
d8	1.56	12.11	54.28	
d15	52.86	29.69	10.71	
d18	2.59	3.36	1.02	
d20	10.00	21.85	1.00	30

焦点調節可変間隔 至近(第1レンズ群の最も物体側面より0.6m)

d12	52.80	29.57	3.87
d15	2.63	3.48	7.84

入射瞳位置	43.30	61.39	611.06
射出瞳位置	-701.88	-701.88	-701.88
前側主点位置	51.01	72.11	723.32
後側主点位置	-3.30	-6.40	-135.51

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	70.00	41.93	28.03	2.17
2	9	-14.50	16.23	0.97	-10.17
3	16	-34.20	3.68	0.30	-1.71
4	19	48.00	4.94	2.60	-0.48
5	21		0.00	0.00	0.00
6	22	100.32	9.43	1.39	-4.71
7	25	51.13	79.16	8.07	-46.58

【0 1 1 7】

50

< 数値実施例 5 >						
面データ						
面番号	r	d	nd	vd	有効径	焦点距離
1	6841.374	3.00	1.80610	40.9	116.58	-261.51
2	205.613	0.19	1		116.19	
3	199.348	16.16	1.43387	95.1	116.41	282.80
4	-313.313	0.10	1		116.62	
5	169.260	12.90	1.43387	95.1	116.38	405.54
6	4090.065	0.20	1		115.69	
7	142.083	9.91	1.43387	95.1	112.09	556.56
8	336.694	0.20	1		110.67	
9	118.797	9.53	1.43387	95.1	106.26	553.82
10	228.690	(可変)	1		104.24	
11	258.218	1.00	1.88300	40.8	38.46	-29.14
12	23.481	9.27	1		32.59	
13	-61.429	1.00	1.81600	46.6	32.56	-70.70
14	1042.705	0.10	1		33.26	
15	45.828	6.89	1.80810	22.8	34.66	39.34
16	-100.143	2.32	1		34.36	
17	-139.065	1.1	1.81600	46.6	32.68	-71.77
18	102.422	(可変)	1		32.00	
19	-41.207	1.30	1.71700	47.9	25.42	-26.23
20	35.382	4.09	1.84666	23.8	27.59	54.38
21	140.164	(可変)	1		28.11	
22	235.063	5.41	1.60738	56.8	36.60	74.09
23	-55.460	0.15	1		37.13	
24	96.559	3.93	1.51823	58.9	37.89	143.33
25	-322.996	0.35	1		37.83	
26	38.426	9.12	1.53775	74.7	37.11	48.67
27	-76.022	1.50	1.83400	37.2	36.13	-38.43
28	56.526	(可変)	1		34.30	
29 (絞り)		1.00	1		34.29	
30	101.607	4.50	1.50137	56.4	34.29	98.19
31	-94.862	1.50	1.88300	40.8	34.12	-99.13
32	1233.129	50.00	1		34.06	
33	106.721	5.71	1.57501	41.5	33.67	59.78
34	-50.131	1.74	1		33.48	
35	-55.674	1.20	1.79952	42.2	31.96	-73.63
36	-943.423	4.42	1.51823	58.9	31.73	101.50
37	-50.095	2.00	1		31.55	
38	53.184	7.79	1.48749	70.2	28.23	42.29
39	-32.227	1.20	1.83481	42.7	26.65	-27.96
40	87.806	0.90	1		25.53	
41	28.031	5.12	1.51823	58.9	25.06	78.09
42	84.729	3.80	1		23.75	
43		33.00	1.60859	46.4	40.00	
44		13.20	1.51633	64.1	40.00	
45			1		40.00	
像面						

各種データ

ズーム比	37.23				
	広角	中間	望遠		
焦点距離	10.90	33.39	405.83		
Fナンバー	2.00	2.00	3.56		
半画角	26.77	9.35	0.78		
像高	5.50	5.50	5.50		
レンズ全長	401.55	401.55	401.55		
BF	14.00	14.00	14.00		
					10
d10	2.97	67.96	125.54		
d18	125.85	51.07	18.53		
d21	11.98	16.99	2.00		
d28	9.93	14.71	4.66		
焦点調節可変間隔	至近 (第 1 レンズ群の最も物体側面より 3.0m)				
d18	125.83	50.85	4.26		
d21	12.00	17.20	16.26		
入射瞳位置	78.43	304.59	2991.48		20
射出瞳位置	-508.65	-508.65	-508.65		
前側主点位置	89.10	335.84	3082.19		
後側主点位置	3.10	-19.38	-391.83		

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	170.00	52.18	20.03	-15.49	
2	11	-26.34	21.68	2.25	-13.56	
3	19	-50.00	5.39	0.76	-2.16	
4	22	50.00	20.47	-3.47	-14.48	30
5	29		0.00	0.00	0.00	
6	30	3976.18	6.00	-59.17	-62.05	
7	33	65.15	80.08	2.32	-51.08	

【 0 1 1 8 】

< 数値実施例 6 >

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径	焦点距離	
1	1920.690	2.50	1.85478	24.8	85.04	-160.32	
2	128.970	6.64	1		81.94		
3	332.528	9.70	1.43387	95.1	82.85	262.69	40
4	-172.530	0.10	1		83.38		
5	116.994	13.35	1.43387	95.1	85.64	192.40	
6	-283.772	0.10	1		85.40		
7	69.002	10.72	1.76385	48.5	80.32	128.14	
8	215.580	(可変)	1		79.17		
9*	1578.603	1.00	2.00330	28.3	28.23	-21.35	
10	21.296	5.26	1		23.84		
11	-62.662	0.80	1.88300	40.8	23.53	-25.72	
12	36.152	0.14	1		23.03		
13	31.208	4.95	1.95906	17.5	23.21	24.43	50

14	-91.496	0.18	1		22.78		
15	-160.517	0.80	1.77250	49.6	22.42	-44.41	
16	43.996	(可变)	1		21.60		
17	-28.909	0.90	1.75700	47.8	18.32	-21.26	
18	37.193	2.37	1.84666	23.8	20.06	50.77	
19	252.136	(可变)	1		20.54		
20*	59.789	5.20	1.64000	60.1	25.36	39.89	
21	-43.329	(可变)	1		26.06		
22(絞り)		1.00	1		27.12		
23	416.688	4.65	1.50137	56.4	27.34	57.26	10
24	-30.854	1.00	1.83481	42.7	27.45	-92.99	
25	-51.774	1.00	1		28.04		
26	38.814	6.22	1.49700	81.5	28.51	50.11	
27	-66.348	0.10	1		28.13		
28	61.971	5.27	1.53172	48.8	26.52	46.11	
29	-39.677	0.90	1.80518	25.4	25.67	-43.07	
30	299.662	14.30	1		24.69		
31	-100.421	4.51	1.84666	23.8	18.16	30.65	
32	-21.211	0.70	1.83481	42.7	17.66	-14.18	
33	27.526	2.00	1		16.96		20
34	28.774	7.82	1.48749	70.2	28.08	44.15	
35	-78.838	2.38	1		27.01		
36	-141.385	1.00	1.88300	40.8	24.75	-20.98	
37	21.535	5.30	1.49700	81.5	23.32	36.18	
38	-101.786	0.10	1		23.27		
39	-275.321	4.11	1.51742	52.4	23.20	48.18	
40	-23.069	1.00	1.80100	35.0	23.31	-47.19	
41	-59.718	0.10	1		24.05		
42	47.66	3.62	1.56732	42.8	24.43	55.01	
43	-89.352	4.50	1		24.30		30
44		33.00	1.60859	46.4	40.00		
45		13.20	1.51633	64.1	40.00		
46			1		40.00		

像面

非球面データ

第9面

$K = -3.62925e+005$ $A_4 = 8.70252e-006$ $A_6 = -9.32479e-008$ $A_8 = 8.34598e-010$ $A_{10} = -2.80575e-012$ $A_{12} = 8.60704e-015$
 $A_3 = -4.22396e-007$ $A_5 = 1.69179e-008$ $A_7 = -1.69005e-009$ $A_9 = 8.82958e-012$ $A_{11} = -1.08793e-013$ 40

第20面

$K = -2.19003e+000$ $A_4 = -5.55750e-006$ $A_6 = -4.88314e-009$ $A_8 = 1.46178e-010$ $A_{10} = -8.99732e-013$ $A_{12} = 1.90485e-015$

各種データ

ズーム比	21.78			
広角	中間	望遠		
焦点距離	15.29	60.78	332.97	50

Fナンバー	3.53	3.53	4.20
半画角	19.78	5.17	0.95
像高	5.50	5.50	5.50
レンズ全長	264.27	264.27	264.27
BF	5.27	5.27	5.27

d 8	1.28	39.61	63.10
d16	54.15	5.27	11.41
d19	2.00	9.45	1.00
d21	19.07	22.18	1.00

10

焦点調節可変間隔 至近(第1レンズ群の最も物体側面より0.9m)

d16	54.11	4.54	3.83
d19	2.03	10.17	8.57

入射瞳位置	48.56	180.67	872.34
射出瞳位置	-103.82	-103.82	-103.82
前側主点位置	61.70	207.59	189.01
後側主点位置	-10.02	-55.51	-327.70

20

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	85.00	43.11	24.97	-3.02
2	9	-13.67	13.13	2.47	-6.23
3	17	-36.65	3.27	0.17	-1.60
4	20	39.89	5.20	1.87	-1.36
5	22		0.00	0.00	0.00
6	23	151.56	5.65	3.87	0.23
7	26	-112826.49	32.00	108380.62	55266.34
8	34	48.97	76.13	10.38	-43.68

30

【0 1 1 9】

【表1】

表1 数値実施例1～6における各条件式対応値

条件式番号	条件式	数値実施例					
		1	2	3	4	5	6
	f_w	7.800	7.800	7.900	7.800	10.900	15.290
	f_1	85.000	100.000	75.000	70.000	170.000	85.000
	f_2	-13.666	-14.316	-13.672	-14.500	-26.339	-13.666
	f_3	-36.648	-33.675	-37.500	-34.200	-50.000	-36.648
	f_4	39.886	40.059	40.306	48.000	50.000	39.886
	β_{2w}	-0.212	-0.194	-0.241	-0.263	-0.214	-0.212
	β_{2z}	-0.521	-0.347	-0.299	-0.325	-0.454	-0.521
	ϕ_{1n}	-0.006	-0.005	-0.006	-0.009	-0.004	-0.006
	ϕ_{1p}	0.017	0.015	0.018	0.020	0.010	0.017
	D	35.000	36.000	32.000	32.000	50.000	-
	EA	28.035	28.608	28.684	29.616	34.061	-
	ϕ	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000
(1)	$f_w \times Z^{0.07}$	9.677	9.714	9.793	9.547	14.041	18.970
	f_z	31.006	20.977	11.828	10.895	33.386	60.779
	$f_w \times Z^{0.5}$	36.399	37.409	36.631	33.047	66.510	71.352
(2)	$ f_1 /f_2 $	6.220	6.985	5.486	4.828	6.454	6.220
(3)	$ f_1 /f_3 $	2.319	2.970	2.000	2.047	3.400	2.319
(4)	$ f_1 /f_4 $	2.131	2.496	1.861	1.458	3.400	2.131
(5)	$\beta_{2z}/\beta_{2w}/Z$	0.113	0.078	0.058	0.069	0.057	0.113
(6)	$\phi_{1p} \times f_1$	1.429	1.458	1.356	1.401	1.633	1.429
(7)	$\phi_{1n} \times f_1$	-0.530	-0.452	-0.482	-0.598	-0.650	-0.530
(8)	θ	0.029	0.369	-0.306	0.025	-0.262	-
(9)	D/EA	1.248	1.258	1.116	1.080	1.468	-
(10)	f_w/ϕ	0.709	0.709	0.718	0.709	0.991	1.390
(11)	Z	21.777	23.001	21.500	17.950	37.232	21.777

【符号の説明】

【0 1 2 0】

- U 1 : 第1群
 U 2 : 第2群
 U 3 : 第3群
 U 4 : 第4群
 U 5 : 第5群
 U 5 1 : 第5 1群
 U 5 2 : 第5 2群
 S P : 開口絞り
 L Z : 変倍群

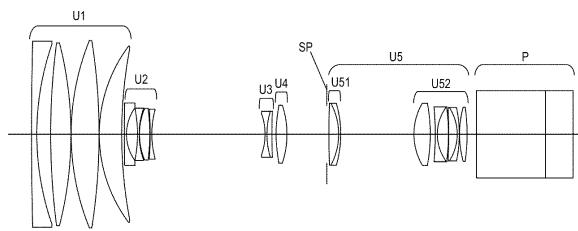
10

20

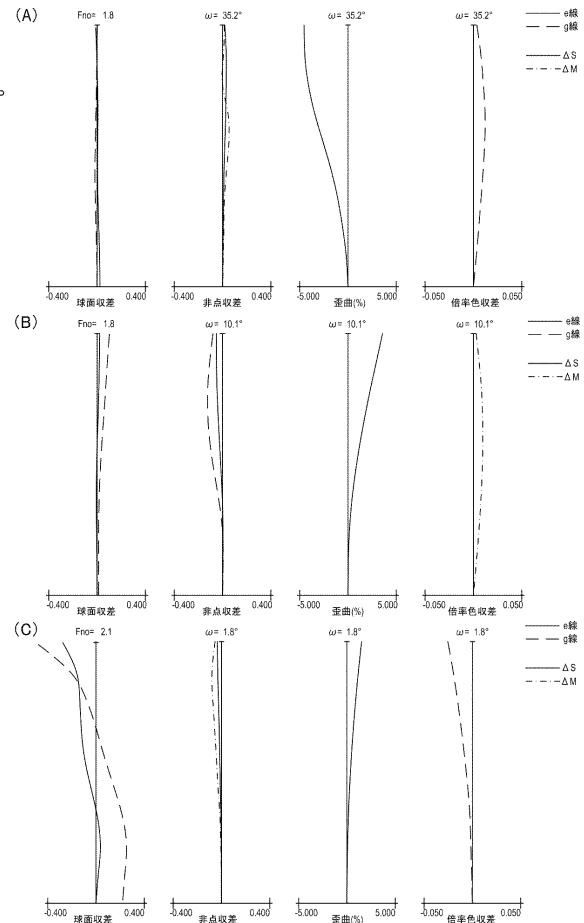
30

40

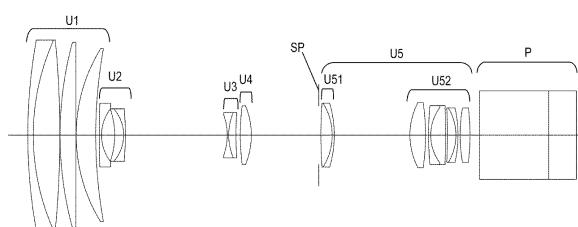
【図1】



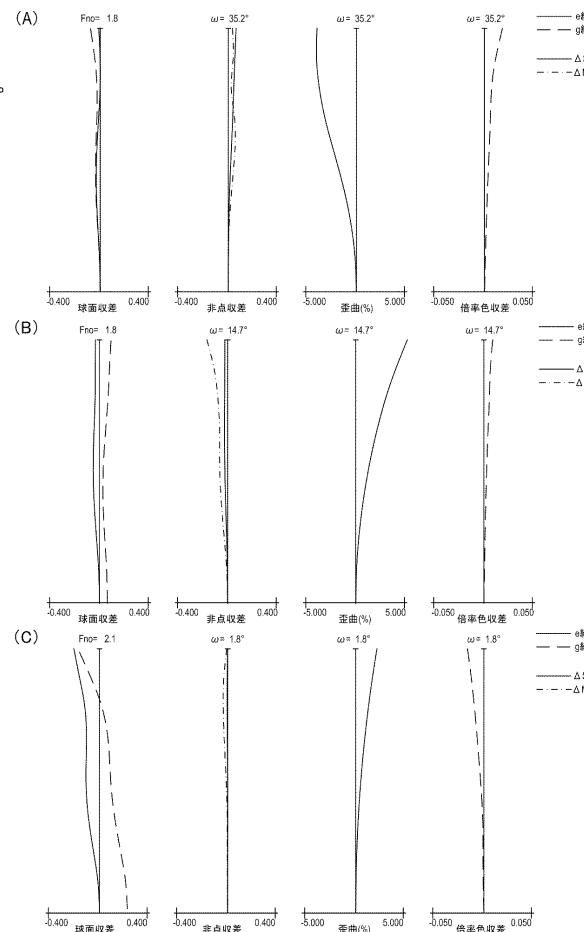
【図2】



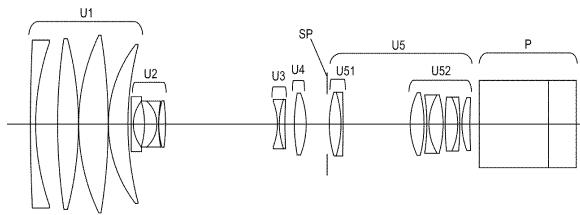
【図3】



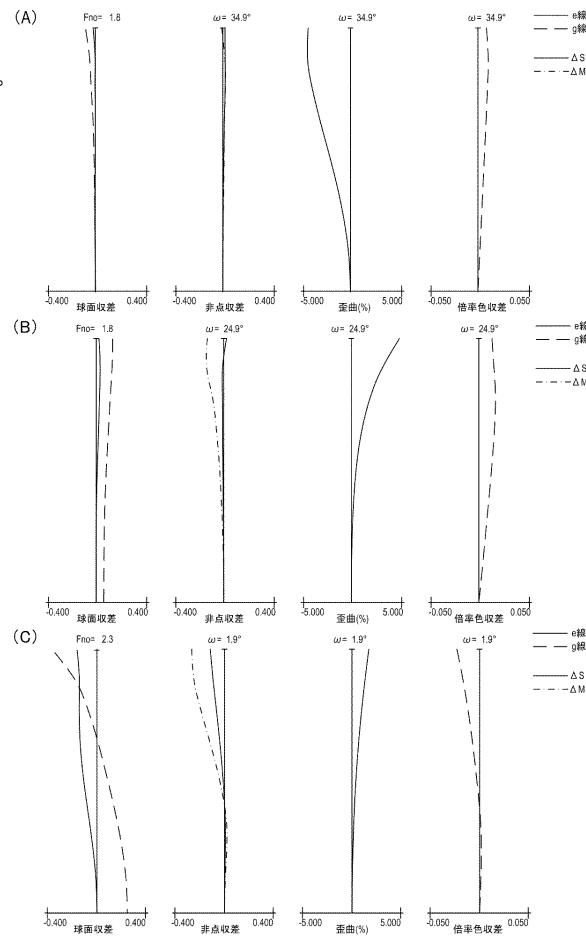
【図4】



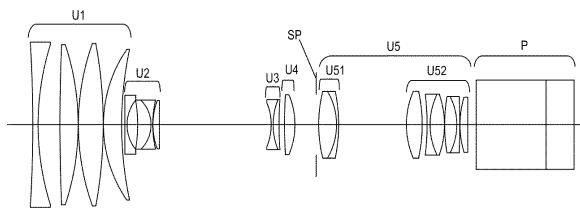
【図5】



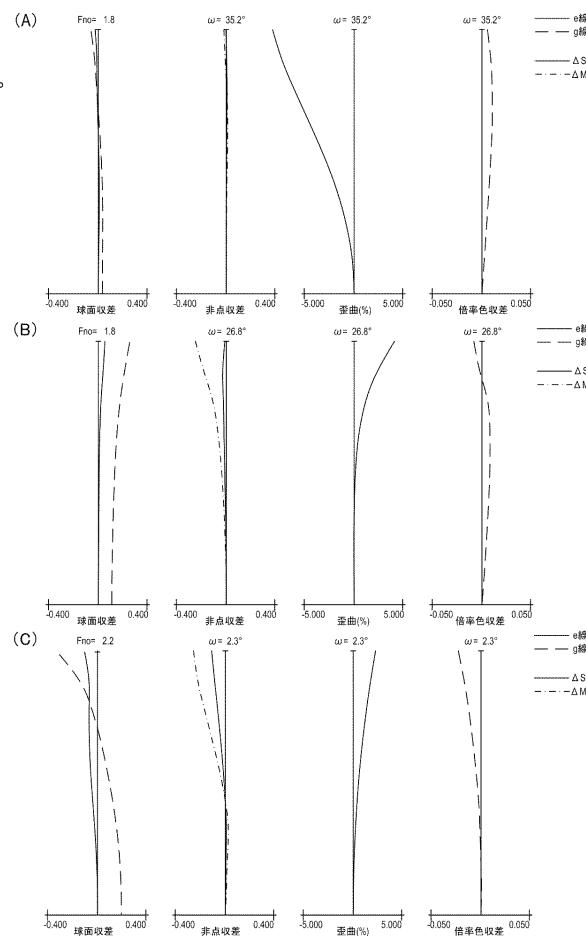
【図6】



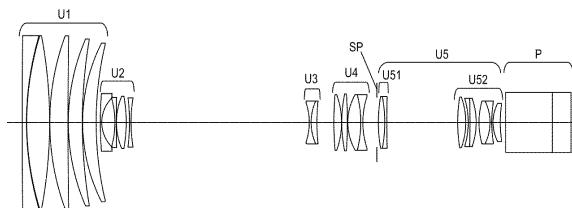
【図7】



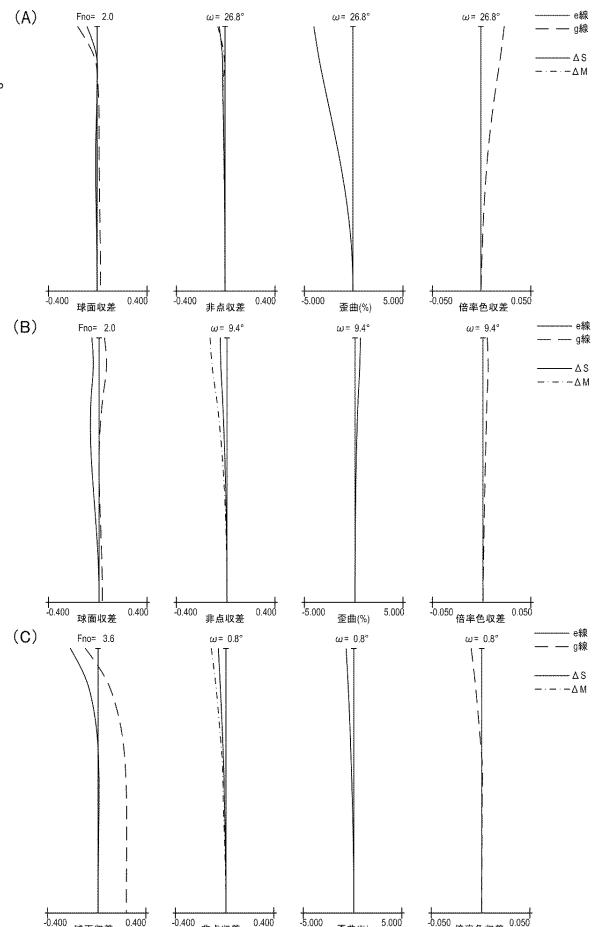
【図8】



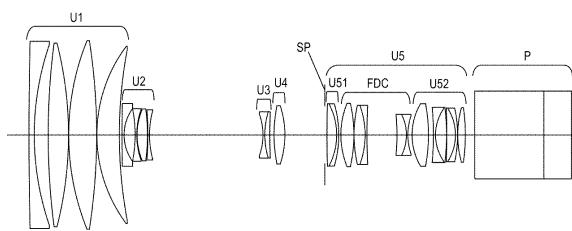
【図9】



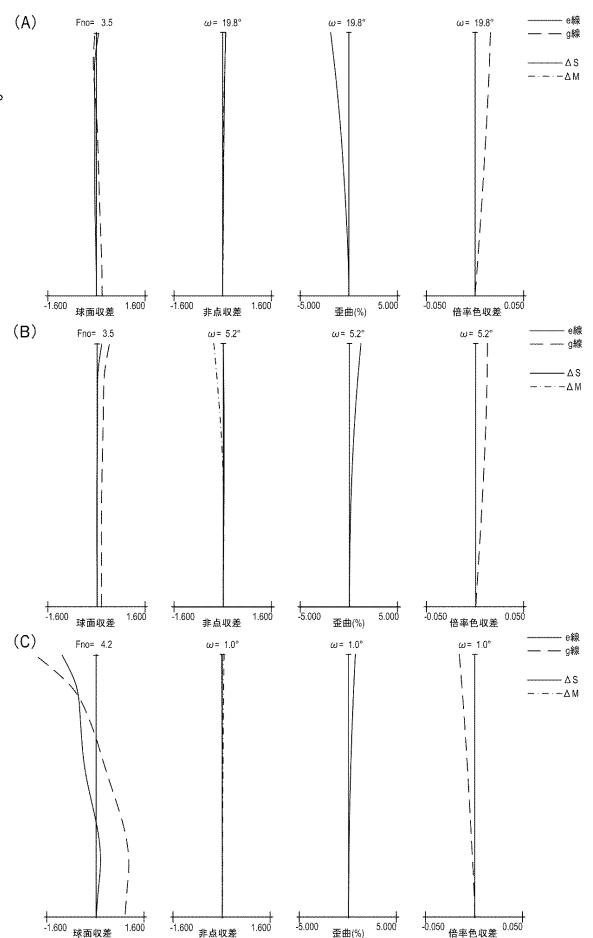
【図10】



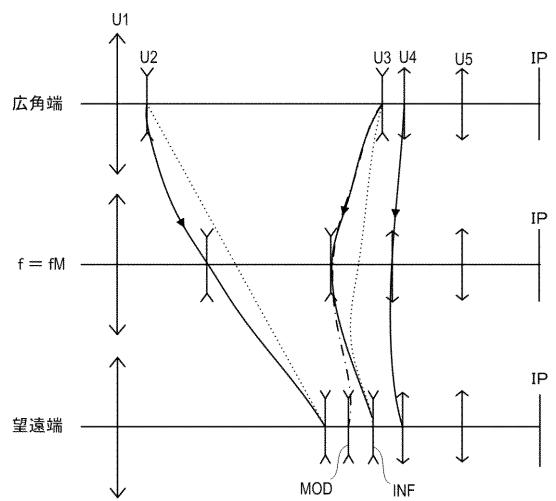
【図11】



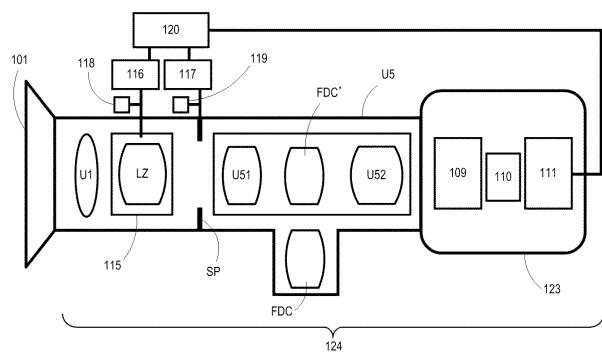
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 入山 浩
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
(72)発明者 山田 智也
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
(72)発明者 小平 正和
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 小倉 宏之

(56)参考文献 特開2011-107693(JP, A)
特開2012-225989(JP, A)
特開平01-126614(JP, A)
特開2013-160997(JP, A)
特開平08-082742(JP, A)
特開平10-068882(JP, A)
米国特許出願公開第2012/0307371(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 15 / 20
G 02 B 13 / 18