

(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2016-102976
(P2016-102976A)

(43) 公開日 平成28年6月2日(2016.6.2)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
GO2B 15/16	(2006.01)	GO2B 15/16	2H087
GO2B 13/18	(2006.01)	GO2B 13/18	
GO2B 15/20	(2006.01)	GO2B 15/20	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2014-242516 (P2014-242516)
(22) 出願日 平成26年11月28日 (2014.11.28)

(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
(74) 代理人 100126240
弁理士 阿部 琢磨
(74) 代理人 100124442
弁理士 黒岩 創吾
(72) 発明者 井元 悠
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
ノン株式会社内

最終頁に続く

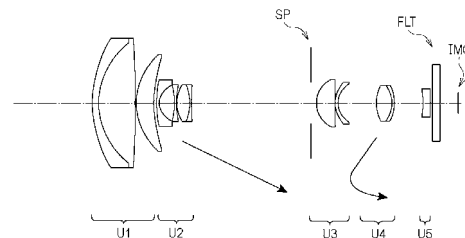
(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 小型かつ高倍率であり、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ること。

【解決手段】 物体側より像側へ順に、ズームングに際して不動であり正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群から構成され、ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、第5レンズ群のレンズ構成、第2レンズ群の焦点距離 f_2 、第5レンズ群の焦点距離 f_5 、広角端における全系の焦点距離 f_w 、望遠端における全系の焦点距離 f_t を各々適切に設定する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側より像側へ順に、ズームングに際して不動であり正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群、負の屈折力の第 5 レンズ群から構成され、ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記第 5 レンズ群は 1 枚の負レンズから成り、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 、前記第 5 レンズ群の焦点距離を f_5 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、望遠端における全系の焦点距離を f_t としたとき、

$$-0.080 < f_2 / f_t < -0.010$$

$$-35.0 < f_5 / f_w < -10.0$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のズームレンズにおいて、

$$4.0 < f_5 / f_2 < 26.0$$

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 3】

ズームングに際して前記第 5 レンズ群は不動であり、前記第 5 レンズ群の横倍率を β_5 としたとき、

$$1.00 < \beta_5 < 1.30$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のズームレンズ。

20

【請求項 4】

前記第 5 レンズ群の光軸上の厚みを L_5 、前記ズームレンズの最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離を L としたとき、

$$0.0020 < L_5 / L < 0.0300$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

前記ズームレンズの最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離を L としたとき、

$$0.40 < L / f_t < 1.00$$

なる条件式を満足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。

30

【請求項 6】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 としたとき、

$$0.13 < f_1 / f_t < 0.58$$

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

【請求項 7】

前記第 1 レンズ群は、物体側より像側へ順に、負レンズ、正レンズ、正レンズを有する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。

40

【請求項 8】

前記第 1 レンズ群は、物体側より像側へ順に、負レンズ、正レンズ、正レンズ、正レンズから成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】

前記第 2 レンズ群は、少なくとも 3 枚の負レンズと、少なくとも 1 枚の正レンズを有することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

前記第 3 レンズ群は、非球面形状のレンズ面を有することを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

50

【請求項 1 1】

請求項 1 乃至 1 0 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する撮像素子を有することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はズームレンズ及びそれを有する撮像装置に関し、例えばデジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、監視カメラ、放送用カメラ等の撮像素子を用いた撮像装置、或いは銀塩写真フィルムを用いたカメラ等の撮像装置に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

近年、固体撮像素子を用いたデジタルスチルカメラ、ビデオカメラ等の撮像装置は高性能化され、かつ装置全体が小型化されている。これらの装置に用いられるズームレンズは、小型かつ高倍率であり、良好な光学性能を有することが求められている。こうした要求に応えるべく、物体側より像側へ順に正、負、正、正、負の屈折力を有するレンズ群を含むズームレンズが知られている。

【0003】

特許文献 1 及び 2 のズームレンズは、第 2 レンズ群のレンズ構成や、第 2 レンズに含まれるレンズの屈折力を適切に設定することで、小型かつ広角で、大口径のズームレンズの実現を図っている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2 0 1 3 - 1 7 8 4 0 9 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 3 - 1 7 8 4 1 0 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

引用文献 1 及び 2 のズームレンズは、物体側より像側へ順に、正、負、正、正、負の屈折力を有するレンズ群を含み、1 枚の負レンズと 1 枚の正レンズにより第 5 レンズ群を構成し、第 5 レンズ群の横倍率を高くしている。ここで、第 5 レンズ群の横倍率が高くなり過ぎると、第 5 レンズ群に含まれるレンズの屈折力が強くなり過ぎて、望遠側において歪曲収差が多く発生してしまう。

【0006】

本発明は、小型かつ高倍率であり、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ことを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、ズーミングに際して不動であり正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群、負の屈折力の第 5 レンズ群から構成され、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、前記第 5 レンズ群は 1 枚の負レンズから成り、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 、前記第 5 レンズ群の焦点距離を f_5 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、望遠端における全系の焦点距離を f_t としたとき

$$-0.080 < f_2 / f_t < -0.010$$

$$-35.0 < f_5 / f_w < -10.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

10

20

30

40

50

本発明によれば、小型かつ高倍率であり、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が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施例1のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図2】(A)、(B)、(C)実施例1のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図3】実施例2のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図4】(A)、(B)、(C)実施例2のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

10

【図5】実施例3のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図6】(A)、(B)、(C)実施例3のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図7】実施例4のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図8】(A)、(B)、(C)実施例4のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図9】実施例5のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図10】(A)、(B)、(C)実施例5のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図11】本発明の撮像装置の要部概略図

20

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置について、添付の図面に基づいて詳細に説明する。本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群から構成される。ここでレンズ群とは、ズミングに際して一体的に移動するレンズ要素であって、1枚以上のレンズを有していればよく、複数枚のレンズを有していなくてもよい。

【0011】

図1は実施例1のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図2(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例1のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例1はズーム比20.00、開口比1.60~3.50程度のズームレンズである。図3は実施例2のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図4(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例2のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例2はズーム比25.00、開口比1.65~4.20程度のズームレンズである。

30

【0012】

図5は実施例3のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図6(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例3のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例3はズーム比30.00、開口比1.60~4.60程度のズームレンズである。図7は実施例4のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図8(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例4のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例4はズーム比35.00、開口比1.60~5.00程度のズームレンズである。

40

【0013】

図9は実施例5のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図10(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例5のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。実施例5はズーム比40.00、開口比1.60~4.60程度のズームレンズである。

【0014】

50

図 1 1 は本発明のズームレンズを備える監視カメラの要部概略図である。各実施例のズームレンズはビデオカメラやデジタルスチルカメラ、銀塩フィルムカメラ、テレビカメラ等の撮像装置に用いられる撮影レンズ系である。

【 0 0 1 5 】

レンズ断面図において左方が物体側（前方）で、右方が像側（後方）である。またレンズ断面図において、 i を物体側から像側へのレンズ群の順番とすると U_i は第 i レンズ群を示す。

【 0 0 1 6 】

各実施例のズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第 1 レンズ群 U_1 、負の屈折力の第 2 レンズ群 U_2 、正の屈折力の第 3 レンズ群 U_3 、正の屈折力の第 4 レンズ群 U_4 、負の屈折力の第 5 レンズ群 U_5 から成る。

10

【 0 0 1 7 】

各実施例において、 SP は開口絞りであり、開口絞り SP は、第 2 レンズ群 U_2 と第 3 レンズ群 U_3 の間に配置される。広角端から望遠端へのズームングに際して、開口絞り SP は不動である。

【 0 0 1 8 】

また、各実施例のズームレンズにおいて、ズームングに際して第 4 レンズ群 U_4 を移動させることにより、ズームングに伴う像面変動を補正している。各実施例のズームレンズでは、第 4 レンズ群 U_4 をフォーカスレンズ群としている。各実施例のズームレンズにおいて、望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカシングを行う場合には、第 4 レンズ群 U_4 を物体側に移動させる。

20

【 0 0 1 9 】

FLT は光学フィルター、フェースプレート、ローパスフィルター、赤外カットフィルター等に相当する光学ブロックである。 IMG は像面である。ビデオカメラやデジタルカメラの撮像光学系としてズームレンズを使用する際には、像面 IMG は CCD センサや $CMOS$ センサといった固体撮像素子（光電変換素子）に相当する。銀塩フィルムカメラの撮像光学系としてズームレンズを使用する際には、像面 IMG はフィルム面に相当する。

【 0 0 2 0 】

球面収差図において Fno は F ナンバーであり、 d 線（波長 587.6nm ）、 g 線（波長 435.8nm ）に対する球面収差を示している。非点収差図において S はサジタル像面、 M はメリディオナル像面である。歪曲収差は d 線について示している。色収差図では g 線における色収差を示している。は撮像半画角である。

30

【 0 0 2 1 】

各実施例では、レンズ断面図中の矢印で示すように、広角端から望遠端へのズームングに際してレンズ群が移動し、隣り合うレンズ群の間隔が変化する。具体的には、各実施例において、広角端から望遠端へのズームングに際して、第 1 レンズ群 U_1 は不動である。第 2 レンズ群 U_2 は、像側へ移動する。実施例 1 乃至 4 のズームレンズにおいて、広角端から望遠端へのズームングに際して、第 3 レンズ群 U_3 は不動である。実施例 5 のズームレンズにおいて、広角端から望遠端へのズームングに際して、第 3 レンズ群 U_3 は、物体側に移動した後、像側へ移動し、その後再度物体側へ移動する。

40

【 0 0 2 2 】

各実施例のズームレンズにおいて、第 4 レンズ群 U_4 は、広角端から望遠端へのズームングに際して、物体側に凸状の軌跡を描きながら移動する。また、第 5 レンズ群 U_5 は不動である。

【 0 0 2 3 】

次に、4 群ズームレンズと 5 群ズームレンズを比較して、本発明の特徴部について説明する。ズームレンズの小型化と高倍化を両立させるための構成として、物体側より像側へ順に、正、負、正、正の屈折力のレンズ群を配置し、ズームングに際して第 1 レンズ群を不動とした、4 群ズームレンズが知られている。

【 0 0 2 4 】

50

このような構成のズームレンズでは、一般に、ズーミングに際して第2レンズ群を像側へ移動させ、第4レンズ群を移動させることにより、ズーミングに伴う像面変動を補正している。このとき、第4レンズ群の移動量に対する像面位置の変化量（位置敏感度） s_{k4} は、

$$s_{k4} = (1 - \beta_4^2) \cdots (A)$$

と表される。ここで、第4レンズ群の横倍率を β_4 とする。

【0025】

位置敏感度が高くなると、像面変動の補正に際しての第4レンズ群の移動量を小さくすることができる。物体側より像側へ順に、正、負、正、正の屈折力のレンズ群を配置し、ズーミングに際して第1レンズ群を不動としたズームレンズでは、式(A)に示したように、位置敏感度が1を超えることはない。

10

【0026】

また、更なる高倍化を実現するためには、第2レンズ群の屈折力を強くする必要が生じるが、このとき、望遠端における β_4 は1に近づき、位置敏感度は低下する。その結果、像面変動の補正に際しての第4レンズ群の移動量が増加し、全系の大型化を招き、さらに、諸収差の変動が大きくなるため、好ましくない。

【0027】

一方、ズームレンズの小型化と高倍化を両立させるための構成として、物体側より像側へ順に、正、負、正、正、負の屈折力のレンズ群を配置し、ズーミングに際して第1レンズ群を不動とした、5群ズームレンズが知られている。

20

【0028】

このような構成のズームレンズでは、一般的に、ズーミングに際して第2レンズ群を像側へ移動させ、第4レンズ群を移動させることにより、ズーミングに伴う像面変動を補正している。このとき、第4レンズ群の移動量に対する像面位置の変化量（位置敏感度） s_{k4} は、

$$s_{k4} = (1 - \beta_4^2) \times \beta_5^2 \cdots (B)$$

と表される。ここで、第4レンズ群の横倍率を β_4 、第5レンズ群の横倍率を β_5 とする。

【0029】

式(B)に示したように、第5レンズ群の横倍率 β_5 が1より大きいときには、位置敏感度 s_{k4} を高くすることができる。その結果、像面変動の補正に際しての第4レンズ群の移動量を小さくことができ、ズームレンズの小型化に寄与することができる。

30

【0030】

各実施例のズームレンズでは、第4レンズ群 U_4 をフォーカスレンズ群とした場合に、第4レンズ群 U_4 の位置敏感度 s_{k4} をできる限り高くするため、物体側より像側へ順に、正、負、正、正、負の屈折力のレンズ群を配置している。

【0031】

ここで、第5レンズ群 U_5 を、1枚の負レンズと1枚の正レンズから構成すると、色収差の発生を低減させることはできるが、負レンズのレンズ面の曲率が大きくなりやすい。その結果、中間のズーム領域から望遠端において、正の歪曲が多く発生するおそれがある。各実施例では、曲率の小さいレンズ面を有する1枚の負レンズにより第5レンズ群 U_5 を構成することで、第5レンズ群 U_5 の厚みを増大させることなく、歪曲収差の発生を効果的に抑制している。

40

【0032】

また、各実施例のズームレンズは、

$$-0.080 < f_2 / f_t < -0.010 \cdots (1)$$

$$-35.0 < f_5 / f_w < -10.0 \cdots (2)$$

なる条件式を満足する。

【0033】

ここで、第2レンズ群 U_2 の焦点距離を f_2 、第5レンズ群 U_5 の焦点距離を f_5 、広

50

角端における全系の焦点距離を f_w 、望遠端における全系の焦点距離を f_t とする。

【0034】

条件式(1)は、望遠端における全系の焦点距離 f_t と、第2レンズ群 U_2 の焦点距離 f_2 の比を規定したものである。

【0035】

条件式(1)の上限値を超えて、第2レンズ群 U_2 の焦点距離 f_2 が短くなると、第2レンズ群 U_2 の屈折力が強くなり過ぎて、ズームングに際して諸収差の変動が大きくなるため好ましくない。

【0036】

条件式(1)の下限値を超えて、第2レンズ群 U_2 の焦点距離 f_2 が長くなると、第2レンズ群 U_2 の屈折力が弱くなり過ぎて、高倍化を実現するために、ズームングに際しての第2レンズ群 U_2 の移動量を大きくする必要が生じる。その結果、レンズ全長が増大するため、好ましくない。

10

【0037】

条件式(2)は、広角端における全系の焦点距離 f_w と、第5レンズ群 U_5 の焦点距離 f_5 の比を規定したものである。

【0038】

条件式(2)の上限値を超えて、第5レンズ群 U_5 の焦点距離 f_5 が短くなると、第5レンズ群 U_5 の屈折力が強くなり過ぎる。その結果、ペッツバル和が増大して像面湾曲が多く発生し、また、倍率色収差を良好に補正することが困難になるため好ましくない。

20

【0039】

条件式(2)の下限値を超えて、第5レンズ群 U_5 の焦点距離 f_5 が長くなると、第5レンズ群 U_5 の横倍率が低くなり、第4レンズ群 U_4 の位置感度を高くすることが難しくなる。その結果、ズームングに伴う像面変動を第4レンズ群 U_4 の移動により補正する場合に、像面変動の補正に際しての第4レンズ群 U_4 の移動量が大きくなり、ズームレンズの大型化を招くため好ましくない。

【0040】

各実施例では上記の如く、条件式(1)及び(2)を満足するように各要素を適切に設定している。これにより、小型かつ高倍率であり、高い光学性能を有するズームレンズを得ることができる。

30

【0041】

なお、各実施例において、好ましくは、条件式(1)及び(2)の数値範囲を次のように設定するのが良い。

$$-0.075 < f_2 / f_t < -0.020 \dots (1a)$$

$$-30.0 < f_5 / f_w < -11.0 \dots (2a)$$

【0042】

また、さらに好ましくは、条件式(1)及び(2)の数値範囲を次のように設定するのが良い。

$$-0.070 < f_2 / f_t < -0.030 \dots (1b)$$

$$-25.0 < f_5 / f_w < -12.0 \dots (2b)$$

40

【0043】

さらに、各実施例において、次の条件式のうち1つ以上を満足することがより好ましい。

$$4.0 < f_5 / f_2 < 26.0 \dots (3)$$

$$1.00 < \gamma < 1.30 \dots (4)$$

$$0.0020 < L_5 / L < 0.0300 \dots (5)$$

$$0.40 < L / f_t < 1.00 \dots (6)$$

$$0.13 < f_1 / f_t < 0.58 \dots (7)$$

【0044】

ここで、第1レンズ群 U_1 の焦点距離を f_1 、第5レンズ群 U_5 の横倍率を γ 、第5

50

レンズ群 U 5 の光軸上の厚みを L_5 、ズームレンズの最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離を L とする。

【0045】

条件式 (3) は、第 2 レンズ群 U 2 の焦点距離 f_2 と第 5 レンズ群 U 5 の焦点距離 f_5 の比を規定したものである。

【0046】

条件式 (3) の上限値を超えて、第 2 レンズ群 U 2 の焦点距離 f_2 が短くなると、第 2 レンズ群 U 2 の屈折力が強くなり過ぎて、ズーミングに際して諸収差の変動が大きくなるため好ましくない。また、条件式 (3) の上限値を超えて、第 5 レンズ群 U 5 の焦点距離 f_5 が長くなると、第 5 レンズ群 U 5 の横倍率が低くなり、第 4 レンズ群 U 4 の位置感度を高くすることが難しくなる。その結果、ズーミングに伴う像面変動を第 4 レンズ群 U 4 の移動により補正する場合に、像面変動の補正に際しての第 4 レンズ群の移動量が大きくなり、ズームレンズの大型化を招くため好ましくない。

10

【0047】

条件式 (3) の下限値を超えて、第 2 レンズ群 U 2 の焦点距離 f_2 が長くなると、第 2 レンズ群 U 2 の屈折力が弱くなり過ぎて、高倍化を実現するために、ズーミングに際しての第 2 レンズ群 U 2 の移動量を大きくする必要が生じる。その結果、レンズ全長が増大するため、好ましくない。また、条件式 (3) の下限値を超えて、第 5 レンズ群 U 5 の焦点距離 f_5 が短くなると、第 5 レンズ群 U 5 の屈折力が強くなり過ぎる。その結果、ペッツパール和が増大して像面湾曲が多く発生し、また、倍率色収差を良好に補正することが困難になるため好ましくない。

20

【0048】

条件式 (4) は、第 5 レンズ群 U 5 の横倍率 β_5 を規定したものである。ズーミングに際して第 5 レンズ群 U 5 を不動とした場合、第 5 レンズ群 U 5 の横倍率 β_5 は、一定の値となり、ズーム位置に応じて変化しない。

【0049】

条件式 (4) の上限値を超えて、第 5 レンズ群 U 5 の横倍率 β_5 が高くなると、第 5 レンズ群 U 5 の屈折力が強くなり過ぎる。その結果、ペッツパール和が増大して像面湾曲が多く発生し、また、倍率色収差を良好に補正することが困難になるため好ましくない。

【0050】

条件式 (4) の下限値を超えて、第 5 レンズ群 U 5 の横倍率 β_5 が低くなると、第 4 レンズ群 U 4 の位置感度を高くすることが難しくなる。その結果、ズーミングに伴う像面変動を第 4 レンズ群 U 4 の移動により補正する場合に、像面変動の補正に際しての第 4 レンズ群の移動量が大きくなり、ズームレンズの大型化を招くため好ましくない。

30

【0051】

条件式 (5) は、第 5 レンズ群 U 5 の光軸上の厚み L_5 と、ズームレンズの最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離 L の比を規定したものである。

【0052】

条件式 (5) の上限値を超えて、第 5 レンズ群 U 5 の光軸上の厚み L_5 が厚くなると、レンズ全長の増大を招くため、好ましくない。

40

【0053】

条件式 (5) の下限値を超えて、第 5 レンズ群 U 5 の光軸上の厚み L_5 が薄くなり過ぎると、レンズの製造が困難になるため、好ましくない。

【0054】

条件式 (6) は、ズームレンズの最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離 L と、望遠端における全系の焦点距離 f_t の比を規定したものである。

【0055】

条件式 (6) の上限値を超えて、ズームレンズの最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離 L が望遠端における全系の焦点距離 f_t よりも長くなると、レンズ全長が長くなり、ズームレンズを十分に小型化することが困難になるため、好ましくない。

50

【0056】

条件式(6)の下限値を超えて、ズームレンズの最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離Lが短くなると、各レンズ群の屈折力を強くする必要が生じ、ズーミングに伴う諸収差の変動を抑制することが困難になるため、好ましくない。

【0057】

条件式(7)は、第1レンズ群U1の焦点距離f1と望遠端における全系の焦点距離ftの比を規定したものである。

【0058】

条件式(7)の上限値を超えて、第1レンズ群U1の焦点距離f1が長くなると、第1レンズ群U1の屈折力が弱くなり過ぎて、レンズ全系の小型化を実現することが困難になるため、好ましくない。

10

【0059】

条件式(7)の下限値を超えて、第1レンズ群U1の焦点距離f1が短くなると、第1レンズ群U1の屈折力が強くなり過ぎて、第1レンズ群U1の内部で発生する諸収差が増大する。さらに、第1レンズ群U1で発生した軸上色収差等が第2レンズ群U2以降の光学系により増大し、ズームレンズ全体として良好な光学性能を得ることが困難になるため、好ましくない。

【0060】

好ましくは、条件式(3)~(7)の数値範囲を次のように設定するのが良い。

$$6.0 < f_5 / f_2 < 22.0 \dots (3a)$$

$$1.02 < \gamma < 1.15 \dots (4a)$$

$$0.0025 < L_5 / L < 0.0250 \dots (5a)$$

$$0.50 < L / f_t < 0.95 \dots (6a)$$

$$0.18 < f_1 / f_t < 0.50 \dots (7a)$$

20

【0061】

なお、さらに好ましくは、条件式(3)~(7)の数値範囲を次のように設定するのが良い。

$$6.5 < f_5 / f_2 < 19.0 \dots (3b)$$

$$1.05 < \gamma < 1.10 \dots (4b)$$

$$0.0030 < L_5 / L < 0.0220 \dots (5b)$$

$$0.53 < L / f_t < 0.90 \dots (6b)$$

$$0.22 < f_1 / f_t < 0.43 \dots (7b)$$

30

【0062】

また、各実施例のズームレンズにおいて、第1レンズ群U1は、物体側より像側へ順に、負レンズ、正レンズ、正レンズを有する。各実施例のズームレンズは変倍比2.0から4.0程度の高倍率のズームレンズであり、第1レンズ群U1の内部で発生した軸上色収差が、第2レンズ群U2以降の光学系で増大するため、望遠端付近において軸上色収差が多く発生しやすい。

【0063】

各実施例のズームレンズでは、第1レンズ群U1に負レンズと、少なくとも2枚の正レンズを配置することにより、第1レンズ群U1の内部で発生する軸上色収差を低減させている。具体的には、実施例1のズームレンズでは、第1レンズ群U1は、物体側より像側へ順に、負レンズ、正レンズ、正レンズから成る。実施例2乃至5のズームレンズでは、第1レンズ群U1は、物体側より像側へ順に、負レンズ、正レンズ、正レンズ、正レンズから成る。第1レンズ群U1に3枚の正レンズを配置することで、軸上色収差の発生をより効果的に低減させることができる。

40

【0064】

さらに、各実施例のズームレンズにおいて、第2レンズ群U2は、少なくとも3枚の負レンズと、少なくとも1枚の正レンズを有する。各実施例のズームレンズでは、高倍化を実現するために、主変倍群である第2レンズ群U2の屈折力を強めている。これにより、

50

ズームレンズの小型化と高倍化の両立を図っている。ここで、第2レンズ群U2の屈折力を強めるために、第2レンズ群U2に含まれる各レンズの屈折力を強くする必要が生じる。各実施例のズームレンズでは、第2レンズ群U2に3枚の負レンズを配置することで、負の屈折力を3枚の負レンズで分担し、ズーミングに伴い各レンズで発生する諸収差の変動を抑制している。

【0065】

また、各実施例のズームレンズにおいて、第3レンズ群U3に、非球面形状のレンズ面を有するレンズ(非球面レンズ)を少なくとも1枚配置している。各実施例のズームレンズは、広角端における開口比が1.6程度であり、球面収差やコマ収差が発生しやすい。そこで、第3レンズ群U3に非球面レンズを配置することで、球面収差やコマ収差の発生を効果的に抑制している。

10

【0066】

続いて、各レンズ群の構成について説明する。実施例1のズームレンズにおいて、第1レンズ群U1は、物体側から像側へ順に、負レンズ、正レンズ、正レンズから成る。実施例2乃至5のズームレンズにおいて、第1レンズ群U1は、物体側から像側へ順に、負レンズ、正レンズ、正レンズ、正レンズから成る。

【0067】

各実施例のズームレンズにおいて、第2レンズ群U2は、物体側から像側へ順に、負レンズ、負レンズ、正レンズと負レンズの接合レンズから成る。第3レンズ群U3は、物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズから成る。第4レンズ群U4は、物体側から像側へ順に正レンズと負レンズを接合した接合レンズから成る。また、第5レンズ群U5は、1枚の負レンズから成る。

20

【0068】

次に、本発明の実施例1から5にそれぞれ対応する数値実施例1から5に関するレンズデータを示す。各数値実施例において、iは物体側からの光学面の順序を示す。riは第i番目の光学面(第i面)の曲率半径、diは第i面と第i+1面との間の間隔、ndiとdiはそれぞれd線に対する第i番目の光学部材の材料の屈折率、アッペ数を示す。

【0069】

またKを離心率、A3、A4、A5、A6、A7、A8を非球面係数、光軸からの高さhの位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にしてxとすると、非球面形状は、
$$x = (h^2 / R) / [1 + [1 - (1 + K) (h / R)^2]^{1/2}] + A3 h^3 + A4 h^4 + A5 h^5 + A6 h^6 + A7 h^7 + A8 h^8$$

で表示される。但しRは近軸曲率半径である。また「e-Z」の表示は「10^{-Z}」を意味する。

30

【0070】

各実施例において、バックフォーカス(BF)は、レンズ系の最も像側の面から像面までの距離を、空気換算長により表したものである。また、各数値実施例における上述した条件式との対応を表1に示す。

【0071】

なお、広角端における有効像円径(イメージサークルの直径)を、望遠端における有効像円径に比べて小さくすることができる。これは、画像処理によって画像を引き伸ばすことで、広角側において発生しやすい樽型の歪曲収差を補正することができるためである。

40

【0072】

[数値実施例1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	46.536	1.25	1.85478	24.8
2	26.432	7.38	1.59522	67.7
3	-295.377	0.15		

50

4	22.734	3.57	1.69560	59.0
5	53.499	(可変)		
6	60.649	0.45	2.00100	29.1
7	6.117	3.08		
8	-24.307	0.40	1.95375	32.3
9	22.912	0.12		
10	13.222	2.60	1.95906	17.5
11	-19.101	0.34	1.95375	32.3
12	178.894	(可変)		
13(絞り)		1.00		
14*	8.112	3.85	1.58313	59.4
15*	-136.604	0.10		
16	11.471	0.50	2.00100	29.1
17	7.483	(可変)		
18*	13.548	3.10	1.55332	71.7
19	-11.051	0.45	2.10420	17.0
20	-14.980	(可変)		
21	-102.631	1.50	2.00100	29.1
22	240.269	0.50		
23		1.50	1.51500	70.0
24		3.80		

10

20

像面

非球面データ

第14面

K = -8.17089e-001

A 3= 7.48948e-005 A 5= 6.16408e-006 A 7= 1.02815e-007

第15面

K = 2.38542e+002

A 3= 1.34926e-004 A 5= 1.63874e-005 A 7=-6.70866e-008

第18面

K = -9.59202e-001 A 4=-5.73244e-005 A 6=-2.03628e-007

各種データ

ズーム比 20.00

	広角	中間	望遠
焦点距離	4.50	35.95	90.00
Fナンバー	1.60	3.16	3.50
半画角	33.69	4.77	1.91
像高	3.00	3.00	3.00
レンズ全長	73.64	73.64	73.64
BF	5.29	5.29	5.29
d 5	0.60	19.19	23.27
d12	24.33	5.74	1.66
d17	7.84	3.83	11.95
d20	5.75	9.76	1.64

40

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	35.33
2	6	-6.10
3	14	23.65
4	18	15.91

50

5 21 -71.68

【 0 0 7 3 】

[数值実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	52.470	1.25	1.85478	24.8
2	30.822	5.06	1.49700	81.5
3	184.050	0.15		
4	36.742	3.31	1.59522	67.7
5	157.461	0.10		
6	25.082	3.12	1.59522	67.7
7	64.848	(可変)		
8	53.933	0.45	2.00100	29.1
9	5.808	3.00		
10	-24.817	0.40	2.00100	29.1
11	31.786	0.12		
12	12.449	2.68	1.95906	17.5
13	-15.181	0.34	1.95375	32.3
14	44.927	(可変)		
15(絞リ)		1.00		
16*	9.165	4.17	1.58313	59.4
17*	-48.901	0.10		
18	16.110	0.50	2.00100	29.1
19	9.152	(可変)		
20*	15.304	3.29	1.55332	71.7
21	-11.963	0.45	2.10420	17.0
22	-15.333	(可変)		
23	-26.450	0.35	2.00100	29.1
24	-44.261	0.50		
25		1.50	1.51500	70.0
26		3.80		

10

20

30

像面

非球面データ

第16面

K = -1.15020e+000

A 3= 4.01137e-005 A 5= 1.02426e-005 A 7=-1.57297e-008

第17面

K = -8.77195e+000

A 3= 3.41311e-005 A 5= 1.30352e-005 A 7=-9.03425e-008

第20面

K = -1.02501e+000 A 4=-4.91152e-005 A 6=-1.05473e-007

40

各種データ

ズーム比 25.00

	広角	中間	望遠
焦点距離	4.50	40.50	112.50
Fナンバー	1.65	3.74	4.20
半画角	33.69	4.24	1.53
像高	3.00	3.00	3.00
レンズ全長	77.64	77.64	77.64

50

BF	5.29	5.29	5.29
d 7	0.60	19.30	23.40
d14	24.61	5.91	1.81
d19	9.22	3.81	14.94
d22	8.08	13.50	2.36

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	34.91
2	8	-5.63
3	16	26.33
4	20	16.60
5	23	-66.31

10

【 0 0 7 4 】

[数值実施例 3]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	53.547	1.25	1.85478	24.8
2	31.932	5.29	1.49700	81.5
3	182.490	0.15		
4	37.823	3.52	1.59522	67.7
5	165.819	0.10		
6	26.799	3.12	1.59522	67.7
7	65.340	(可変)		
8	49.619	0.45	2.00100	29.1
9	5.789	3.10		
10	-23.858	0.40	2.00100	29.1
11	38.719	0.12		
12	12.354	2.73	1.95906	17.5
13	-15.494	0.34	1.95375	32.3
14	35.828	(可変)		
15(絞り)		1.00		
16*	10.086	4.18	1.58313	59.4
17*	-46.220	0.10		
18	16.507	0.50	2.00100	29.1
19	9.715	(可変)		
20*	16.665	3.48	1.55332	71.7
21	-12.579	0.45	2.10420	17.0
22	-16.164	(可変)		
23	-24.022	0.70	1.91082	35.3
24	-35.744	0.50		
25		1.50	1.51500	70.0
26		3.80		

20

30

40

像面

非球面データ

第16面

K = -1.04388e+000

A 3 = -1.54760e-005 A 5 = 4.83359e-006 A 7 = -1.37686e-008

第17面

K = -2.91212e+001

50

A 3=-3.59667e-005 A 5= 5.40867e-006 A 7=-3.46644e-008

第20面

K =-1.01124e+000 A 4=-3.66975e-005 A 6=-6.28409e-008

各種データ

ズーム比 30.00

	広角	中間	望遠
焦点距離	4.45	43.42	133.50
Fナンバー	1.60	4.06	4.60
半画角	33.99	3.95	1.29
像高	3.00	3.00	3.00
レンズ全長	83.62	83.62	83.62
BF	5.29	5.29	5.29
d 7	0.60	20.84	25.28
d14	26.55	6.31	1.87
d19	11.39	4.48	17.90
d22	8.83	15.73	2.31

10

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	37.04
2	8	-5.59
3	16	27.82
4	20	17.85
5	23	-82.78

20

【 0 0 7 5 】

[数値実施例 4]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	53.953	1.25	1.85478	24.8
2	32.335	5.76	1.49700	81.5
3	191.302	0.15		
4	37.817	3.77	1.59522	67.7
5	163.034	0.10		
6	27.077	3.20	1.59522	67.7
7	64.192	(可変)		
8	49.451	0.45	2.00100	29.1
9	5.742	3.13		
10	-22.972	0.40	2.00100	29.1
11	32.359	0.12		
12	12.575	2.73	1.95906	17.5
13	-14.958	0.34	1.95375	32.3
14	49.448	(可変)		
15(絞リ)		1.00		
16*	10.121	4.64	1.58313	59.4
17*	-50.268	0.10		
18	15.945	0.50	2.00100	29.1
19	9.417	(可変)		
20*	15.758	3.67	1.55332	71.7
21	-12.753	0.45	2.10420	17.0
22	-16.572	(可変)		

30

40

50

23	-28.693	0.50	1.69560	59.0
24	-50.223	0.50		
25		1.50	1.51500	70.0
26		3.80		

像面

非球面データ

第16面

K = -9.49086e-001

A 3 = -4.02798e-005 A 5 = 4.80678e-006 A 7 = -2.92586e-008

第17面

K = -4.20787e+001

A 3 = -6.67050e-005 A 5 = 5.52272e-006 A 7 = -4.93397e-008

第20面

K = -2.30990e-001 A 4 = -5.46514e-005 A 6 = -1.08909e-007

各種データ

ズーム比 35.00

	広角	中間	望遠
焦点距離	4.40	43.16	154.00
Fナンバー	1.60	4.39	5.00
半画角	34.29	3.98	1.12
像高	3.00	3.00	3.00
レンズ全長	86.62	86.62	86.62
BF	5.29	5.29	5.29
d 7	0.60	21.10	25.61
d14	26.80	6.30	1.80
d19	12.72	5.62	20.93
d22	8.95	16.05	0.73

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	37.48
2	8	-5.56
3	16	28.96
4	20	17.65
5	23	-97.15

【 0 0 7 6 】

[数値実施例 5]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	96.418	1.50	1.91082	35.3
2	40.280	6.26	1.49700	81.6
3	1511.998	0.15		
4	44.092	4.69	1.49700	81.5
5	328.338	0.10		
6	39.445	3.67	1.59522	67.7
7	126.398	(可変)		
8	50.284	0.55	1.91082	35.3
9	7.627	4.53		
10	-31.784	0.50	1.88100	40.1
11	36.285	0.12		

10

20

30

40

50

12	16.393	2.74	1.95906	17.5
13	-44.192	0.50	2.00100	29.1
14	45.531	(可変)		
15(絞り)		(可変)		
16*	9.335	5.24	1.55332	71.7
17*	-63.781	0.15		
18	18.137	0.50	1.91082	35.3
19	9.288	(可変)		
20*	16.197	3.07	1.55332	71.7
21	-17.367	0.50	1.92286	18.9
22	-24.432	(可変)		
23	23.190	0.35	2.00100	29.1
24	16.375	1.00		
25		1.50	1.51500	70.0
26		3.80		

像面

非球面データ

第16面

K = -4.41793e-001 A 4 = -3.32869e-005

第17面

K = 0.00000e+000 A 4 = 6.63219e-005 A 6 = -9.75156e-008

第20面

K = -9.86368e-001 A 4 = -1.22981e-005 A 6 = -2.05064e-007 A 8 = -3.46238e-009

各種データ

ズーム比 40.00

	広角	中間	望遠
焦点距離	4.15	41.21	166.00
Fナンバー	1.60	4.06	4.60
半画角	35.86	4.16	1.04
像高	3.00	3.00	3.00
レンズ全長	104.53	104.53	104.53
BF	5.79	5.79	5.79
d 7	0.60	31.59	38.39
d14	39.59	8.60	1.80
d15	6.56	5.63	1.00
d19	8.78	3.87	20.43
d22	8.09	13.94	2.00

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	52.80
2	8	-7.89
3	16	32.13
4	20	20.24
5	23	-57.13

【 0 0 7 7 】

10

20

30

40

【表 1】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
条件式(1)	-0.068	-0.050	-0.042	-0.036	-0.048
条件式(2)	-15.9	-14.7	-18.6	-22.1	-13.8
条件式(3)	11.7	11.8	14.8	17.5	7.2
条件式(4)	1.08	1.09	1.08	1.06	1.09
条件式(5)	0.0202	0.0045	0.0083	0.0057	0.0033
条件式(6)	0.82	0.69	0.63	0.57	0.63
条件式(7)	0.39	0.31	0.28	0.24	0.32

10

【0078】

20

次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いた監視カメラの実施形態について、図11を用いて説明する。

【0079】

図11において、30は監視カメラ本体、31は実施例1乃至5で説明したいずれかのズームレンズによって構成された撮影光学系である。32はカメラ本体に内蔵され、撮影光学系31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。33は、固体撮像素子32によって光電変換された被写体像に対応する情報を記録するメモリである。34は、固体撮像素子32によって光電変換された被写体像を転送するためのネットワークケーブルである。

30

【0080】

このように本発明のズームレンズを監視カメラ等の撮像装置に適用することにより、小型かつ高倍率であり、高い光学性能を有する撮像装置を得ることができる。

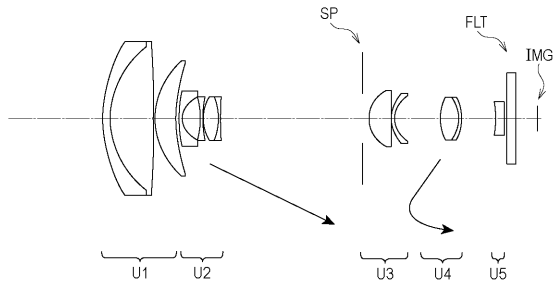
【符号の説明】

【0081】

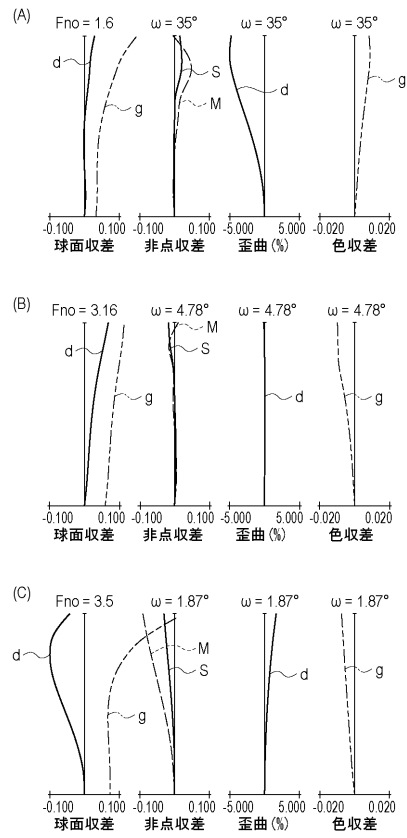
- U1 第1レンズ群
- U2 第2レンズ群
- U3 第3レンズ群
- U4 第4レンズ群
- U5 第5レンズ群
- SP 絞り
- FLT フィルタ
- IMG 像面

40

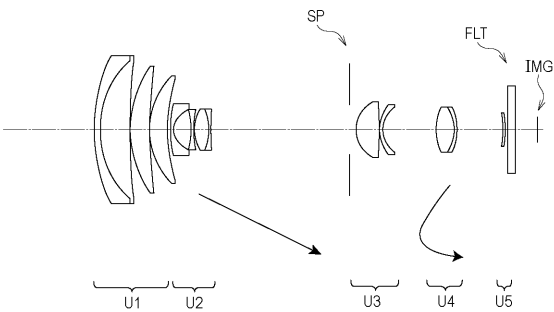
【 図 1 】



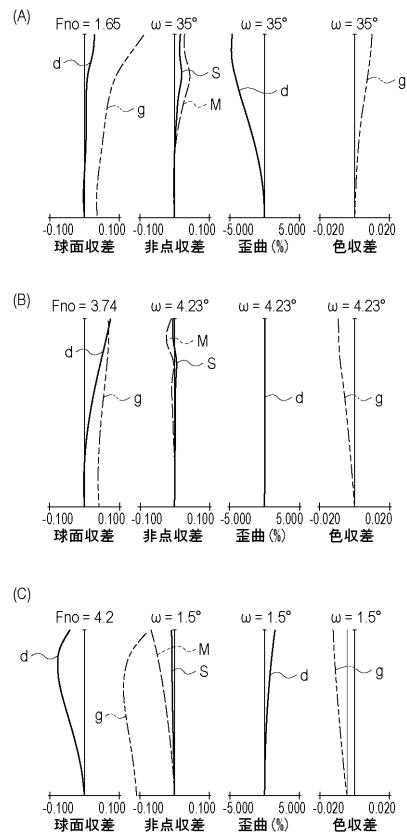
【 図 2 】



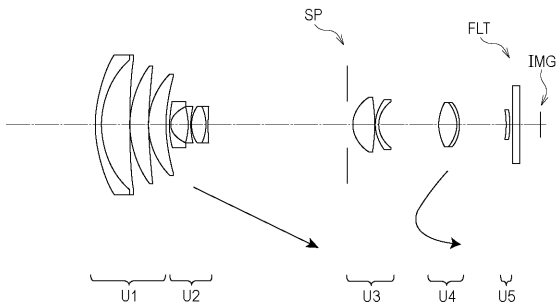
【 図 3 】



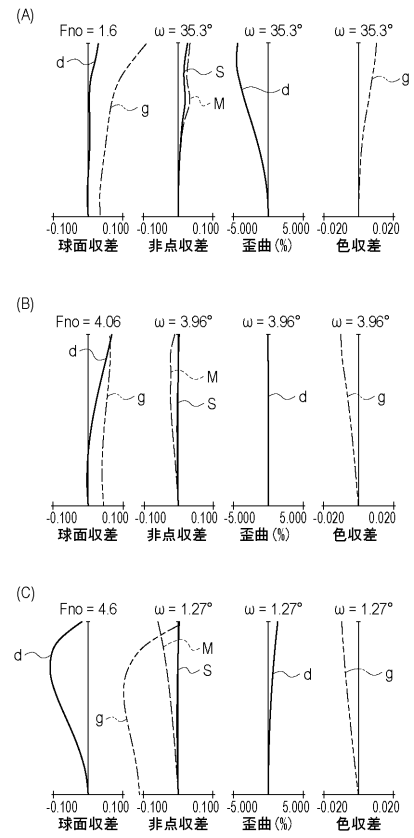
【 図 4 】



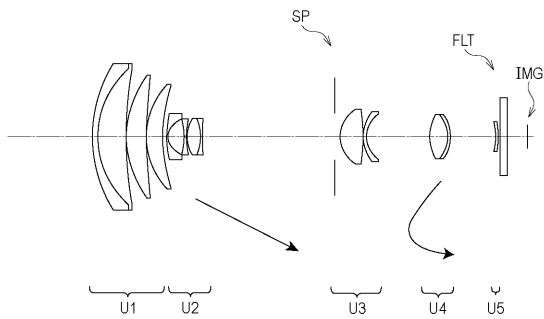
【 图 5 】



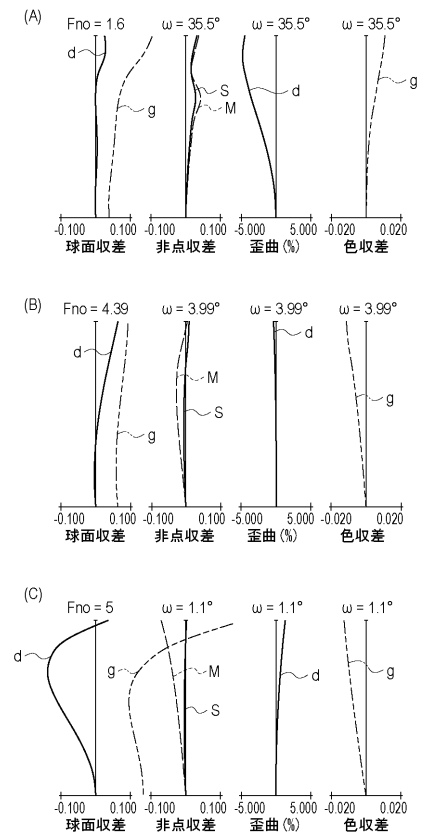
【 图 6 】



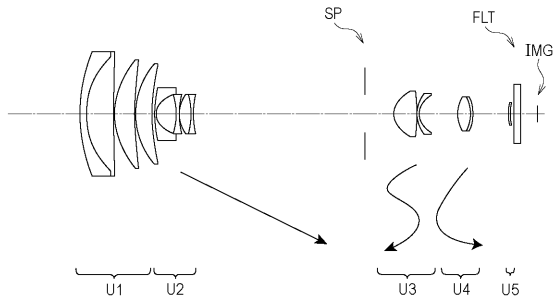
【 图 7 】



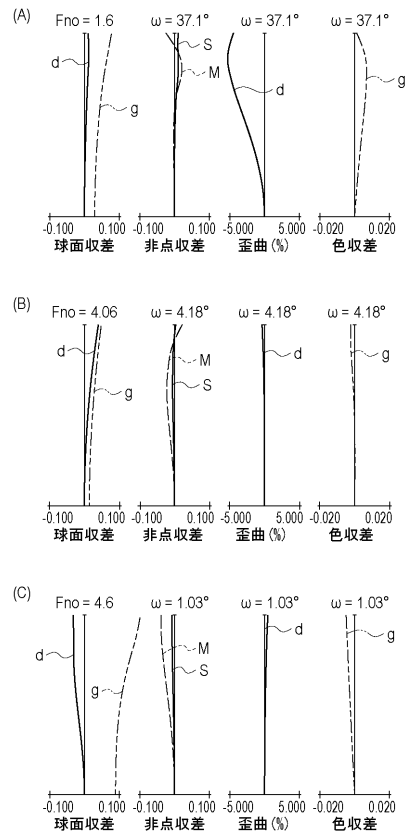
【 图 8 】



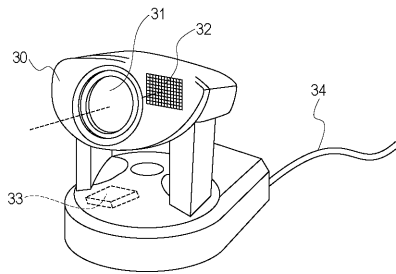
【 图 9 】



【 图 1 0 】



【 图 1 1 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA01 KA02 KA03 MA15 PA09 PA10 PA20 PB12 PB13 QA02
QA06 QA07 QA17 QA21 QA25 QA37 QA39 QA42 QA45 RA05
RA12 RA13 RA32 RA42 RA43 RA44 SA43 SA47 SA49 SA52
SA56 SA63 SA64 SA65 SA72 SA74 SA76 SB04 SB05 SB15
SB23 SB33 SB42