

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6521767号
(P6521767)

(45) 発行日 令和1年5月29日 (2019.5.29)

(24) 登録日 令和1年5月10日 (2019.5.10)

(51) Int.Cl.	F 1
GO 2 B 15/20 (2006.01)	GO 2 B 15/20
GO 2 B 13/18 (2006.01)	GO 2 B 13/18

請求項の数 9 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2015-132147 (P2015-132147)	(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
(22) 出願日	平成27年6月30日 (2015.6.30)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65) 公開番号	特開2017-15909 (P2017-15909A)	(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(43) 公開日	平成29年1月19日 (2017.1.19)	(72) 発明者	山崎 真司 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
審査請求日	平成30年6月11日 (2018.6.11)	審査官	下村 一石

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】

物体側より像側へ順に配置された、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、負の屈折力の第4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、

広角端に比べて望遠端において前記第2レンズ群は像側に位置し、

前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、広角端における前記ズームレンズの焦点距離を f_w としたとき、

$$-1.75 < f_2 / f_3 < -0.25$$

$$-4.20 < f_2 / f_w < -2.30$$

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】

広角端から望遠端へのズーミングに際しての前記第3レンズ群の移動量を M_3 としたとき、

$$0.30 < f_3 / M_3 < 1.50$$

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1レンズ群の焦点距離を f_1 としたとき、

$$-35.0 < f_1 / f_2 < -8.0$$

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。

【請求項 4】

前記第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 としたとき、

$$-35.00 < f_4 / f_w < -3.50$$

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】

前記第 1 レンズ群は 1 枚の正レンズから構成され、該正レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を R_1 、像側のレンズ面の曲率半径を R_2 としたとき、

$$-0.60 < (R_1 - R_2) / (R_1 + R_2) < -0.05$$

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。

10

【請求項 6】

前記第 4 レンズ群の広角端における横倍率を 4_w 、前記第 4 レンズ群の望遠端における横倍率を 4_t としたとき、

$$0.90 < 4_t / 4_w < 3.80$$

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 2 レンズ群は、正レンズと、少なくとも 2 枚の負レンズを有し、

前記第 2 レンズ群に含まれる前記正レンズの材料の d 線における屈折率を N_{d2p} 、アッベ数を d_{2p} としたとき、

$$1.84 < N_{d2p} < 2.30$$

$$5.0 < d_{2p} < 25.0$$

なる条件式を満足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。

20

【請求項 8】

前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の間に開口絞りが配置されており、

前記第 2 レンズ群の最も像側のレンズ面と前記第 3 レンズ群の最も物体側のレンズ面の広角端における間隔を L_{23w} 、前記第 2 レンズ群の最も像側のレンズ面と前記第 3 レンズ群の最も物体側のレンズ面の望遠端における間隔を L_{23t} としたとき、

$$3.00 < L_{23w} / L_{23t} < 22.00$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

30

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 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。

40

【背景技術】

【0002】

近年、固体撮像素子を用いた監視カメラやビデオカメラ等の撮像装置は高機能化され、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、小型かつ高ズーム比であり、良好な光学性能を有することが求められている。また、1 台の撮像装置により広範囲の撮影を可能とするために、ズームレンズの広画角化が求められている。

【0003】

こうした要求に応えるべく、物体側より像側へ順に正、負、正の屈折力を有するレンズ

50

群を含むズームレンズが知られている。

【0004】

特許文献1のズームレンズは、第2レンズ群の最も物体側に強い凹面を有する負レンズを配置することで歪曲収差や非点収差等を低減しつつ、広画角化の実現を図っている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2005-55625号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

特許文献1のズームレンズでは、第2レンズ群や第3レンズ群の変倍分担が比較的小さいため、十分な高倍化と広画角化を実現することが困難である。

【0007】

本発明は、小型かつ広画角及び高ズーム比であり、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】

【0008】

本発明の一側面としてのズームレンズは、物体側より像側へ順に配置された、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、負の屈折力の第4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、広角端に比べて望遠端において前記第2レンズ群は像側に位置し、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、広角端における前記ズームレンズの焦点距離を f_w としたとき、

20

$$-1.75 < f_2 / f_3 < -0.25$$

$$-4.20 < f_2 / f_w < -2.30$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、小型かつ広画角及び高ズーム比であり、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

【図面の簡単な説明】

【0010】

【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である。

【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である。

【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である。

【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である。

【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である。

40

【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である。

【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である。

【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である。

【図9】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】

【0011】

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

50

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、負の屈折力の第4レンズ群から構成される。ここでレンズ群とは、ズー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、必ずしも複数枚のレンズを有していなくてもよい。

【0012】

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6.55、Fナンバー1.55~3.90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7.37、Fナンバー1.63~4.00程度のズームレンズである。

10

【0013】

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7.00、Fナンバー1.64~2.99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5.84、Fナンバー1.71~4.39程度のズームレンズである。

20

【0014】

図9は、本発明のズームレンズを備える監視カメラ(撮像装置)の要部概略図である。各実施例のズームレンズは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装置に用いられる撮影レンズ系である。レンズ断面図において左方が物体側で、右方が像側である。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 L_i は第 i レンズ群を示す。

【0015】

各実施例のズームレンズは、正の屈折力の第1レンズ群 L_1 、負の屈折力の第2レンズ群 L_2 、正の屈折力の第3レンズ群 L_3 、負の屈折力の第4レンズ群 L_4 から構成される。

30

【0016】

SP は開口絞りであり、各実施例において、開口絞り SP は、第2レンズ群 L_2 と第3レンズ群 L_3 の間に配置される。実施例1及び2のズームレンズでは、開口絞り SP は、ズーミングに際して不動である。これにより、ズームレンズを保持する鏡筒の構造を簡略化することができる。また、実施例3のズームレンズでは、開口絞り SP は、第3レンズ群 L_3 と同一の軌跡で移動し、実施例4のズームレンズでは、開口絞り SP は、各レンズ群とは異なる軌跡で移動する。

【0017】

G 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。 IP は像面である。ビデオカメラや監視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 IP 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 IP はフィルム面に相当する。

40

【0018】

球面収差図において Fno はFナンバーであり、 C 線(波長656.3nm)、 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について示す。歪曲収差は d 線について示している。色収差図では C 線及び g 線における色収差を示している。

は撮像半画角である。

【0019】

50

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、実施例 1、3 及び 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に際して第 1 レンズ群 L 1 は不動である。実施例 2 のズームレンズにおいて、第 1 レンズ群 L 1 は像側に凸状の軌跡を描きながら移動する。各実施例のズームレンズにおいて、広角端に比べて望遠端において像側に位置するように第 2 レンズ群 L 2 は移動し、第 3 レンズ群 L 3 は物体側に単調に移動する。第 4 レンズ群 L 4 は広角端に比べて望遠端において物体側に位置するように移動する。

【0020】

各実施例のズームレンズでは、広角端に比べて望遠端において、第 1 レンズ群 L 1 と第 2 レンズ群 L 2 の間隔が広がり、第 2 レンズ群 L 2 と第 3 レンズ群 L 3 の間隔が狭くなる。これにより、ズームレンズの高倍化を効率的に達成することができる。また、広角端に比べて望遠端において、第 3 レンズ群 L 3 と第 4 レンズ群 L 4 の間隔は広がる。

【0021】

また、各実施例のズームレンズでは、第 4 レンズ群 L 4 をフォーカス群としている。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、レンズ断面図の矢印 4 c に示すように、第 4 レンズ群 L 4 を像側に移動させる。レンズ断面図中の実線 4 a と点線 4 b は各々、無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの、広角端から望遠端へのズームに伴う像面変動を補正するための移動軌跡を示している。

【0022】

また、各実施例のズームレンズでは、任意のレンズ群またはレンズを光軸と垂直方向の成分を持つように移動させることで、像ぶれの補正を行うことができる。

【0023】

各実施例において、第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離を f_2 、第 3 レンズ群 L 3 の焦点距離を f_3 、広角端におけるズームレンズの焦点距離を f_w とするとき、

$$-1.75 < f_2 / f_3 < -0.25 \dots (1)$$

$$-4.20 < f_2 / f_w < -2.30 \dots (2)$$

なる条件式を満足している。

【0024】

条件式 (1) は、第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離 f_2 と第 3 レンズ群 L 3 の焦点距離 f_3 の比を規定した条件式である。条件式 (1) の上限値を超えて、第 3 レンズ群 L 3 の焦点距離 f_3 が長くなると、第 3 レンズ群 L 3 の屈折力が弱くなり過ぎる。その結果、高倍化のためにズームに際しての第 3 レンズ群 L 3 の移動量を大きくする必要が生じ、ズームレンズが光軸方向に大型化するため、好ましくない。条件式 (1) の下限値を超えて、第 3 レンズ群 L 3 の焦点距離 f_3 が短くなると、第 3 レンズ群 L 3 の屈折力が強くなり過ぎる。その結果、球面収差が多く発生するため、好ましくない。

【0025】

条件式 (2) は、第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離 f_2 と広角端におけるズームレンズの焦点距離 f_w の比を規定した条件式である。条件式 (2) の上限値を超えて、第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離 f_2 が短くなると、第 2 レンズ群 L 2 の屈折力が強くなり過ぎる。その結果、全ズーム領域において像面湾曲や色収差が多く発生するため好ましくない。条件式 (2) の下限値を超えて、第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離 f_2 が長くなると、第 2 レンズ群 L 2 の屈折力が弱くなり過ぎる。その結果、ズームレンズの広画角化と高倍化を実現することが困難になり、さらに、第 1 レンズ群 L 1 の有効径が大きくなるため好ましくない。

【0026】

各実施例では以上説明したように、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広画角及び高ズーム比であり、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。

【0027】

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

10

20

30

40

50

に設定するのが良い。

$$-1.25 < f_2 / f_3 < -0.35 \dots (1a)$$

$$-3.80 < f_2 / f_w < -2.50 \dots (2a)$$

【0028】

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。

$$-1.00 < f_2 / f_3 < -0.50 \dots (1b)$$

$$-3.40 < f_2 / f_w < -2.60 \dots (2b)$$

【0029】

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 10

$$0.30 < f_3 / M_3 < 1.50 \dots (3)$$

$$-35.0 < f_1 / f_2 < -8.0 \dots (4)$$

$$-35.00 < f_4 / f_w < -3.50 \dots (5)$$

$$-0.60 < (R_1 - R_2) / (R_1 + R_2) < -0.05 \dots (6)$$

$$0.90 < 4t / 4w < 3.80 \dots (7)$$

$$1.84 < Nd_{2p} < 2.30 \dots (8)$$

$$5.0 < d_{2p} < 25.0 \dots (9)$$

$$3.00 < L_{23w} / L_{23t} < 22.00 \dots (10)$$

【0030】

20

ここで、第1レンズ群L1の焦点距離を f_1 、第4レンズ群L4の焦点距離を f_4 、広角端から望遠端へのズーミングに際しての第3レンズ群L3の移動量を M_3 とする。また、第2レンズ群L2に含まれる正レンズの材料のd線における屈折率を Nd_{2p} 、アッペ数を d_{2p} 、広角端における第4レンズ群L4の横倍率を $4w$ 、望遠端における第4レンズ群L4の横倍率を $4t$ とする。さらに、第1レンズ群L1を構成する正レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を R_1 、像側のレンズ面の曲率半径を R_2 とする。第2レンズ群L2の最も像側のレンズ面と第3レンズ群L3の最も物体側のレンズ面の広角端における間隔を L_{23w} 、第2レンズ群L2の最も像側のレンズ面と第3レンズ群L3の最も物体側のレンズ面の望遠端における間隔を L_{23t} とする。

【0031】

30

なお、アッペ数 d は、F線(486.1nm)、C線(656.3nm)、d線(587.6nm)に対する材料の屈折率をそれぞれ N_F 、 N_C 、 N_d とすると、

$$d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

と表される数値である。移動量とは、広角端と望遠端における各レンズ群の光軸上での位置の差であり、移動量の符号は広角端に比べて望遠端で物体側に位置するときを正、像側に位置するときを負とする。

【0032】

条件式(3)は、広角端から望遠端へのズーミングに際しての第3レンズ群L3の移動量 M_3 と、第3レンズ群L3の焦点距離 f_3 の比を規定した条件式である。条件式(3)の上限値を超えると、第3レンズ群L3の移動量 M_3 が小さくなり、第3レンズ群L3の 40
屈折力が弱くなるため、第3レンズ群L3の変倍分担が小さくなる。その結果、ズームレンズの高倍化を実現することが困難になるため、好ましくない。条件式(3)の下限値を超えて、第3レンズ群L3の焦点距離 f_3 が短くなると、第3レンズ群L3の屈折力が強くなり過ぎる。その結果、球面収差が多く発生するため、好ましくない。

【0033】

条件式(4)は、第1レンズ群L1の焦点距離 f_1 と第2レンズ群L2の焦点距離 f_2 の比を規定した条件式である。条件式(4)の上限値を超えて、第1レンズ群L1の焦点距離 f_1 が短くなると、第1レンズ群L1の屈折力が強くなり過ぎる。その結果、倍率色収差が多く発生するため、好ましくない。条件式(4)の下限値を超えて、第1レンズ群L1の焦点距離 f_1 が長くなると、第1レンズ群L1の屈折力が弱くなり過ぎる。その結 50

果、第1レンズ群L1の有効径が増大するため、好ましくない。

【0034】

条件式(5)は、第4レンズ群L4の焦点距離 f_4 と広角端におけるズームレンズの焦点距離 f_w の比を規定した条件式である。条件式(5)の上限値を超えて、第4レンズ群L4の焦点距離 f_4 が短くなると、第4レンズ群L4の屈折力が強くなり過ぎる。その結果、非点収差やコマ収差が多く発生するため、好ましくない。条件式(5)の下限値を超えて、第4レンズ群L4の焦点距離 f_4 が長くなると、第4レンズ群L4の屈折力が弱くなり過ぎる。その結果、フォーカシングに際しての第4レンズ群L4の移動量が増大し、ズームレンズの大型化を招くため、好ましくない。

【0035】

条件式(6)は、第1レンズ群L1を構成する正レンズのレンズ形状を規定する条件式である。第1レンズ群L1を構成する正レンズの物体側のレンズ面の曲率半径 R_1 と、像側のレンズ面の曲率半径 R_2 を用いて、レンズ形状を特定したものである。

【0036】

条件式(6)の上限値を超えると、第1レンズ群L1を構成する正レンズの曲率半径が長くなり、広画角化を実現するために、有効径を大きくする必要がある。その結果、ズームレンズが径方向に大型化するため好ましくない。条件式(6)の下限値を超えると、第1レンズ群L1を構成する正レンズの物体側のレンズ面の曲率半径 R_1 が短くなり、レンズ面の屈折力が強くなり過ぎる。その結果、非点収差や像面湾曲が多く発生するため、好ましくない。

【0037】

条件式(7)は、第4レンズ群L4の変倍分担を規定した条件式である。条件式(7)の上限値を超えて、第4レンズ群L4の変倍分担が大きくなると、ズーミングに際しての第4レンズ群L4の移動量が大きくなり、全系の大型化を招くため好ましくない。条件式(7)の下限値を超えて、第4レンズ群L4の変倍分担が小さくなると、十分な高倍化を実現することが困難になるため、好ましくない。

【0038】

条件式(8)、(9)は、第2レンズ群L2に含まれる正レンズの材料を規定した条件式である。条件式(8)の上限値を超えて、第2レンズ群L2に含まれる正レンズの材料の屈折率が高くなり過ぎると、条件式(9)の数値範囲を満足する範囲で実在する材料が限定されるため好ましくない。条件式(8)の下限値を超えて、第2レンズ群L2に含まれる正レンズの材料の屈折率が低くなり過ぎると、望遠端における球面収差が多く発生するため好ましくない。

【0039】

条件式(9)の上限値を超えて、第2レンズ群L2に含まれる正レンズの材料のアップ数 d_{2p} が大きくなると、第2レンズ群L2において生じる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。条件式(9)の下限値を超えて、第2レンズ群L2に含まれる正レンズの材料のアップ数 d_{2p} が小さくなると、条件式(8)の数値範囲を満足する範囲で実在する材料が限定されるため好ましくない。

【0040】

条件式(10)は、第2レンズ群L2の最も像側のレンズ面と第3レンズ群L3の最も物体側のレンズ面の広角端における間隔 L_{23w} と、望遠端における間隔 L_{23t} の比を規定した条件式である。条件式(10)の上限値を超えて、第2レンズ群L2の最も像側のレンズ面と第3レンズ群L3の最も物体側のレンズ面の広角端における間隔 L_{23w} が大きくなると、レンズ全長が増大するため、好ましくない。条件式(10)の上限値を超えて、第2レンズ群L2の最も像側のレンズ面と第3レンズ群L3の最も物体側のレンズ面の広角端における間隔 L_{23w} が小さくなると、ズーミングに際しての第3レンズ群L3の移動量が小さくなる。その結果、ズームレンズの高倍化を実現することが困難になるため、好ましくない。

【0041】

好ましくは、条件式(3)乃至(10)の数値範囲を次のように設定するのが良い。

$$\begin{aligned} &0.40 < f_3 / M_3 < 1.20 \dots (3a) \\ &-28.0 < f_1 / f_2 < -10.0 \dots (4a) \\ &-29.00 < f_4 / f_w < -3.70 \dots (5a) \\ &-0.50 < (R_1 - R_2) / (R_1 + R_2) < -0.07 \dots (6a) \\ &0.95 < 4t / 4w < 3.20 \dots (7a) \\ &1.90 < Nd_2p < 2.10 \dots (8a) \\ &10.0 < d_2p < 20.0 \dots (9a) \\ &3.40 < L_{23w} / L_{23t} < 20.00 \dots (10a) \end{aligned}$$

【0042】

10

なお、さらに好ましくは、条件式(3)乃至(10)の数値範囲を次のように設定するのが良い。

$$\begin{aligned} &0.50 < f_3 / M_3 < 1.00 \dots (3b) \\ &-27.0 < f_1 / f_2 < -12.5 \dots (4b) \\ &-20.00 < f_4 / f_w < -4.00 \dots (5b) \\ &-0.45 < (R_1 - R_2) / (R_1 + R_2) < -0.10 \dots (6b) \\ &1.00 < 4t / 4w < 3.10 \dots (7b) \\ &1.92 < Nd_2p < 2.03 \dots (8b) \\ &14.0 < d_2p < 19.0 \dots (9b) \\ &3.60 < L_{23w} / L_{23t} < 19.00 \dots (10b) \end{aligned}$$

20

【0043】

続いて、各レンズ群の構成について説明する。各実施例のズームレンズにおいて、第1レンズ群L1は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズG11から構成される。正レンズG11をメニスカス形状とすることで、有効径の小型化を実現することができる。

【0044】

実施例1乃至3のズームレンズにおいて、第2レンズ群L2は、物体側から像側へ順に、負レンズG21、負レンズG22、負レンズG23、正レンズG24から構成される。第2レンズ群L2に3枚以上の負レンズを配置することで、負の屈折力を分担させることができ、非点収差や像面湾曲を低減させることができる。

30

【0045】

実施例1、3のズームレンズでは、負レンズG21は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズであり、負レンズG22は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズである。また、負レンズG23は、両凹形状の負レンズであり、正レンズG24は、両凸形状の正レンズである。実施例2のズームレンズでは、負レンズG21は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズであり、負レンズG22は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズである。また、負レンズG23は、像側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズであり、正レンズG24は、像側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズである。

【0046】

40

実施例4のズームレンズにおいて、第2レンズ群L2は、物体側から像側へ順に、負レンズG21、負レンズG22、正レンズG23から構成される。実施例4のズームレンズでは、負レンズG21は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズであり、負レンズG22は、像側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズである。また、正レンズG23は、両凸形状の正レンズである。

【0047】

実施例1及び2のズームレンズにおいて、第3レンズ群L3は、物体側から像側へ順に、正レンズG31、負レンズG32、正レンズG33、負レンズG34、正レンズG35から構成される。負レンズG32と正レンズG33は接合されており、負レンズG34と正レンズG35も接合されている。第3レンズ群L3に正レンズと負レンズをそれぞれ2

50

枚以上配置することで、第3レンズ群L3の中で色収差を良好に補正することができる。

【0048】

実施例3及び4のズームレンズにおいて、第3レンズ群L3は、物体側から像側へ順に、正レンズG31、正レンズG32、負レンズG33、正レンズG34から構成される。負レンズG33と正レンズG34は接合されている。

【0049】

実施例1及び2のズームレンズにおいて、正レンズG31は、両凸形状の正レンズであり、負レンズG32は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズであり、正レンズG33は、両凸形状の正レンズである。負レンズG34は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズであり、正レンズG35は、両凸形状の正レンズである。実施例3のズームレンズにおいて、正レンズG31は、両凸形状の正レンズであり、正レンズG32は、両凸形状の正レンズである。負レンズG33は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズであり、正レンズG34は、両凸形状の正レンズである。実施例4のズームレンズにおいて、正レンズG31は、両凸形状の正レンズであり、正レンズG32は、物体側の面が略平面の平凸形状の正レンズである。負レンズG33は、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズであり、正レンズG34は、両凸形状の正レンズである。

【0050】

実施例1及び2のズームレンズにおいて、第4レンズ群L4は、像側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズG41から構成される。実施例3及び4のズームレンズにおいて、第4レンズ群L4は、両凹形状の負レンズG41から構成される。

【0051】

次に、本発明の実施例1乃至4にそれぞれ対応する数値実施例1乃至4の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。 r_i は第 i 番目の光学面(第 i 面)の曲率半径、 d_i は第 i 面と第 $i+1$ 面との間の間隔、 nd_i と d_i 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。

【0052】

また K を離心率、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} 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、

$$x = (h^2 / r) / [1 + \{1 - (1 + K)(h/r)^2\}^{1/2}] + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10} + A_{12} h^{12}$$

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。

【0053】

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。

【0054】

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。

【0055】

[数値実施例1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	24.945	4.00	1.4875	70.2
2	33.181	(可変)		
3	21.705	0.90	2.0010	29.1
4	9.811	5.11		
5	34.928	0.70	1.8830	40.8

6	10.903	4.56		
7	-19.91	0.60	1.8830	40.8
8	413.318	0.15		
9	49.841	3.03	1.9591	17.5
10	-37.229	(可変)		
11(絞り)		(可変)		
12*	10.623	3.89	1.4971	81.6
13*	-63.364	0.17		
14	15.715	0.48	1.5952	67.7
15	10.551	3.99	1.5481	45.8
16	-28.834	0.15		
17	56.278	0.45	2.0010	29.1
18	7.317	4.28	1.4970	81.5
19	-15.257	(可変)		
20*	-11.658	1.06	1.4971	81.6
21*	-26.697	(可変)		
22		1.20	1.5163	64.1

像面

非球面データ

第12面

K = 0.00000e+000 A 4=-8.48027e-005 A 6= 1.32156e-007 A 8= 3.18454e-009
A10=-4.97648e-011

第13面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.69017e-004 A 6= 6.13715e-007 A 8= 8.37477e-009
A10=-4.64595e-011

第20面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.49407e-003 A 6=-3.22599e-005 A 8= 9.80346e-007
A10=-1.75012e-008

第21面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.59250e-003 A 6=-3.31234e-005 A 8= 1.48068e-006
A10=-3.09467e-008

各種データ

ズーム比 6.55

	広角	中間	望遠
焦点距離	2.94	9.87	19.25
Fナンバー	1.55	2.24	3.90
半画角	59.1	18.3	9.38
像高	3.2	3.2	3.2
レンズ全長	84.96	84.96	84.96
BF (in air)	6.68	13.48	13.35

間隔	広角	中間	望遠
d 2	0.75	23.89	26.07
d10	26.42	3.28	1.10
d11	14.92	7.46	0.00
d19	2.27	2.93	10.51
d21	2.64	9.44	9.31

レンズ群データ

群

10

20

30

40

50

1 177.83
 2 -8.63
 3 12.78
 4 -42.63

【 0 0 5 6 】

[数値実施例 2]

単位 mm

面番号	r	d	nd	d	
1	28.226	4.00	1.5928	68.6	
2	42.342	(可変)			10
3	28.94	0.90	2.0010	29.1	
4	8.942	5.03			
5*	35.379	0.70	1.8514	40.1	
6*	11.736	4.51			
7	-13.161	0.60	1.9004	37.4	
8	-25.168	0.15			
9	-604.889	2.13	1.9591	17.5	
10	-23.535	(可変)			
11(絞り)		(可変)			
12*	11.16	3.90	1.4971	81.6	20
13*	-49.165	0.15			
14	13.546	0.57	1.5952	67.7	
15	9.45	4.40	1.5481	45.8	
16	-33.727	0.15			
17	81.056	0.45	2.0010	29.1	
18	6.829	4.51	1.4970	81.5	
19	-17.91	(可変)			
20*	-21.589	1.30	1.4971	81.6	
21*	-133.842	(可変)			
22		1.20	1.5163	64.1	30

像面

非球面データ

第5面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.00664e-004 A 6= 5.59043e-007

第6面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.74714e-004 A 6= 2.35170e-007

第12面

K = 0.00000e+000 A 4=-6.88661e-005 A 6=-2.28468e-007 A 8= 8.19985e-010
 A10=-2.04770e-011

第13面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.27346e-004 A 6= 4.10492e-008 A 8= 2.61547e-009
 A10= 1.05999e-011

第20面

K = 0.00000e+000 A 4= 8.08356e-004 A 6=-3.25777e-005 A 8= 1.42138e-006
 A10=-2.64735e-008

第21面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.11175e-003 A 6=-4.25991e-005 A 8= 2.36761e-006
 A10=-4.87888e-008

各種データ

ズーム比 7.37

10

20

30

40

50

	広角	中間	望遠
焦点距離	2.94	11.21	21.66
Fナンバー	1.63	2.34	4.00
半画角	57.4	15.60	8.05
像高	3.1	3.1	3.1
レンズ全長	86.97	86.5	92.01
BF (in air)	5.45	11.55	13.73

	広角	中間	望遠
間隔			
d 2	1.12	26.85	33.49
d10	28.42	2.24	1.10
d11	15.34	7.92	0.50
d19	2.78	4.10	9.34
d21	2.64	8.73	10.92

10

レンズ群データ

群	
1	129.19
2	-8.88
3	13.57
4	-51.98

20

【 0 0 5 7 】

[数値実施例 3]

単位 mm

面番号	r	d	nd	d
1	29.464	4.3	1.59282	68.6
2	41.245	(可変)		
3	27.841	0.9	2.001	29.1
4	11.041	5.17		
5	28.286	0.7	1.883	40.8
6	12.581	5.47		
7	-20.692	0.6	1.8061	33.3
8	29.014	3.17	1.95906	17.5
9	-39.247	(可変)		
10(絞リ)		0.15		
11*	13.096	3.89	1.55332	71.7
12*	-416.874	2.69		
13*	18.13	2.86	1.58313	59.4
14*	-28.374	0.15		
15	45.621	0.45	2.001	29.1
16	10.131	3.91	1.437	95.1
17	-16.593	(可変)		
18*	-24.285	1.00	1.4971	81.6
19*	155.926	(可変)		
20		1.2	1.51633	64.1

30

40

像面

非球面データ

第11面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.55207e-005 A 6= 2.83939e-007 A 8= 5.94252e-009
A10=-2.61233e-010

50

第12面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.39883e-004 A 6= 7.47261e-007 A 8= 1.50929e-010
A10=-3.03968e-010

第13面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.23768e-005 A 6= 9.98704e-008 A8=-1.01970e-008

第14面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.83342e-005 A 6= 4.85065e-008 A8=-4.63934e-009

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 8.70056e-004 A 6=-2.24833e-005 A 8= 5.66137e-007
A10=-8.75233e-009

10

第19面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.04851e-003 A 6=-2.00182e-005 A 8= 6.55603e-007
A10=-1.21669e-008

各種データ

ズーム比 7.00

	広角	中間	望遠
焦点距離	3.00	10.59	21.00
Fナンバー	1.64	2.64	2.99
半画角	58.5	17.2	8.64
像高	3.2	3.2	3.2
レンズ全長	93.0	93.0	93.0
BF (in air)	8.08	15.34	16.46

20

間隔	広角	中間	望遠
d 2	0.75	27.15	30.31
d 9	46.19	12.11	1.25
d17	2.16	2.58	9.16
d19	3.69	10.96	12.07

レンズ群データ

30

群

1	153.19
2	-8.98
3	13.63
4	-42.19

【 0 0 5 8 】

[数値実施例 4]

単位 mm

面番号	r	d	nd	d
1	65.048	2.8	1.48749	70.2
2	154.7	(可変)		
3*	33.927	0.7	1.85135	40.1
4*	6.501	5.24		
5	-14.091	0.6	1.88300	40.8
6	-152.777	0.15		
7	37.008	1.88	1.95906	17.5
8	-51.756	(可変)		
9(絞り)		(可変)		
10*	9.192	3.89	1.49710	81.6
11*	-26.567	0.15		

50

12		3.07	1.49700	81.5
13	-19.136	0.15		
14	16.567	0.45	2.00100	29.1
15	7.486	4.28	1.49700	81.5
16	-9.117	(可変)		
17*	-7.172	1.00	1.49710	81.6
18*	84.062	(可変)		
19		1.2	1.51633	64.1

像面

非球面データ

10

第3面

K = 0.00000e+000 A 4=-3.16917e-004 A 6= 6.28636e-006 A 8=-4.99483e-008 A10=
1.67689e-010 A12=-1.49019e-013

第4面

K = 0.00000e+000 A 4=-4.49011e-004 A 6=-3.01039e-006 A 8= 2.17700e-007 A10=
-3.54194e-009 A12=-1.62254e-024

第10面

K = 0.00000e+000 A 4=-3.31021e-004 A 6=-3.83203e-006 A 8=-1.31637e-007 A10=
-4.63811e-009

第11面

20

K = 0.00000e+000 A 4= 1.65774e-004 A 6=-2.09822e-006 A 8=-2.75269e-007 A10=
1.68873e-009

第17面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.18414e-003 A 6=-1.09583e-004 A 8= 2.05771e-006 A10=
1.19952e-007

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.23101e-003 A 6=-9.50469e-005 A 8= 5.40152e-007 A10=
2.07803e-007

各種データ

ズーム比 5.84

30

	広角	中間	望遠
焦点距離	3.20	11.21	18.68
Fナンバー	1.71	3.22	4.39
半画角	60.3	16.2	9.76
像高	3.2	3.2	3.2
レンズ全長	60.48	60.48	60.48
BF (in air)	5.199	13.817	22.374

間隔	広角	中間	望遠
d 2	1.85	14.50	9.77
d 8	21.82	5.42	1.05
d 9	4.85	0.00	0.50
d16	2.00	1.98	2.02
d18	2.76	11.38	19.94

40

レンズ群データ

群

1	227.92
2	-8.58
3	9.22

50

4 -13.25

【 0 0 5 9 】

【表 1】

表 1

条件式		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
(1)	$f2/f3$	-0.67	-0.65	-0.66	-0.93
(2)	$f2/fw$	-2.93	-3.02	-2.99	-2.68
(3)	$f3/M3$	0.85	0.91	0.89	0.54
(4)	$f1/f2$	-20.62	-14.55	-17.06	-26.57
(5)	$f4/fw$	-14.50	-17.68	-14.06	-4.14
(6)	$(R1-R2)/(R1+R2)$	-0.14	-0.20	-0.17	-0.41
(7)	$\beta 4t/\beta 4w$	1.13	1.14	1.16	2.96
(8)	$Nd2p$	1.959	1.959	1.959	1.959
(9)	$\nu d2p$	17.5	17.5	17.5	17.5
(10)	$L23W/L23T$	3.90	4.62	5.06	17.17

【 0 0 6 0 】

次に、本発明のズームレンズを撮像光学系として用いた監視カメラ（撮像装置）の実施例について、図 9 を用いて説明する。図 9 において、10 は監視カメラ本体、11 は実施例 1 乃至 4 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。12 はカメラ本体に内蔵され、撮影光学系 11 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。13 は、固体撮像素子 12 によって光電変換された被写体像に関する情報を記憶するメモリである。14 は、メモリ 13 に記憶された情報を転送するためのネットワークケーブルである。

【 0 0 6 1 】

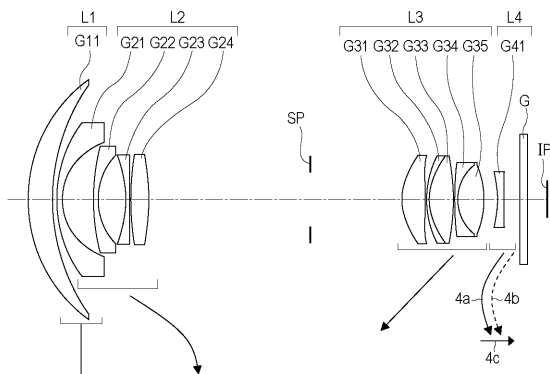
このように本発明のズームレンズを監視カメラ等の撮像装置に適用することにより、小型かつ広画角及び高ズーム比であり、高い光学性能を有する撮像装置を得ることができる。

【符号の説明】

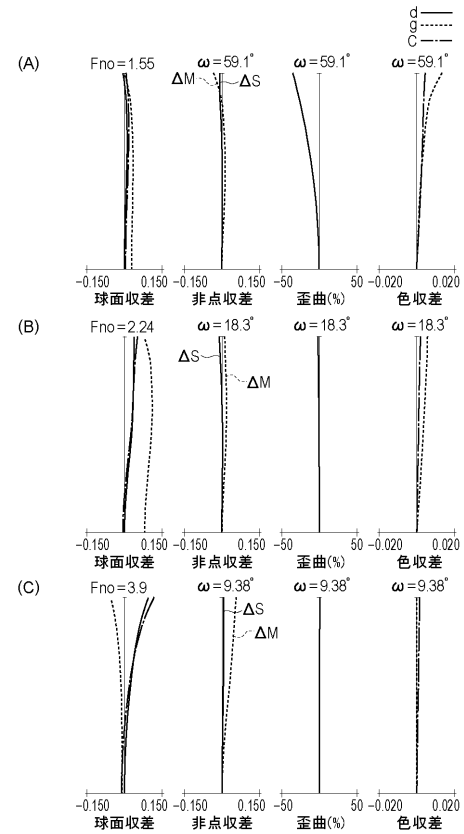
【 0 0 6 2 】

- L 1 第 1 レンズ群
- L 2 第 2 レンズ群
- L 3 第 3 レンズ群
- L 4 第 4 レンズ群
- S P 開口絞り
- I P 像面

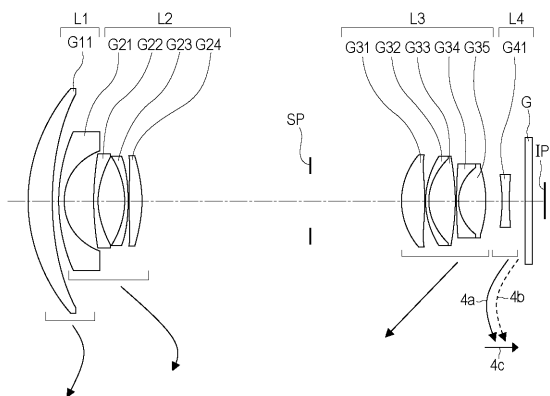
【図 1】



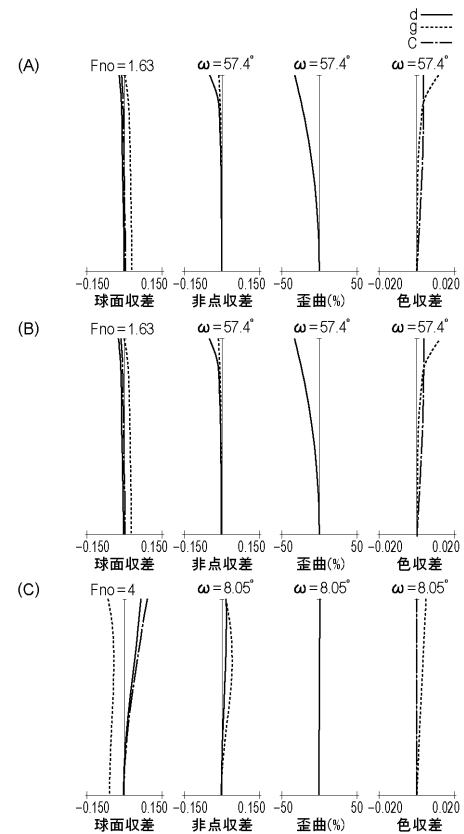
【図 2】



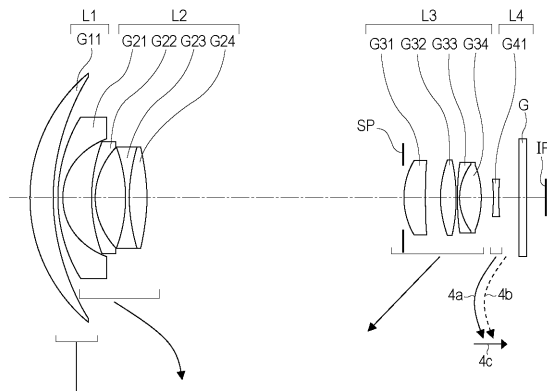
【図 3】



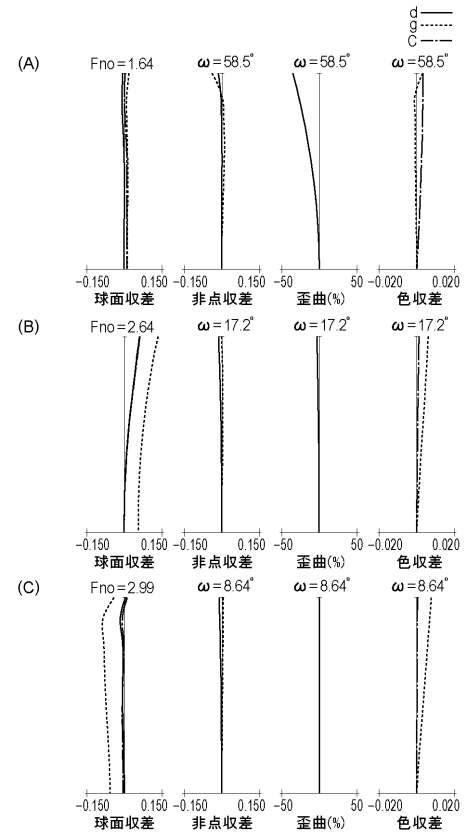
【図 4】



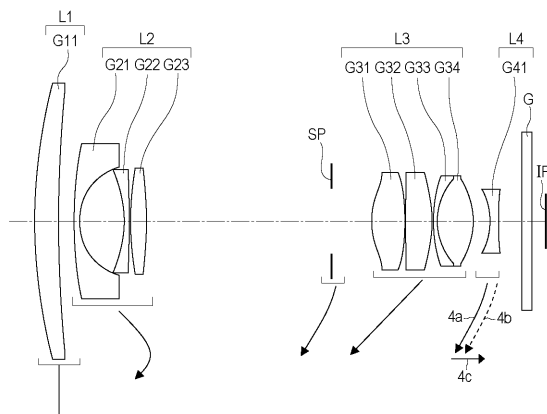
【図 5】



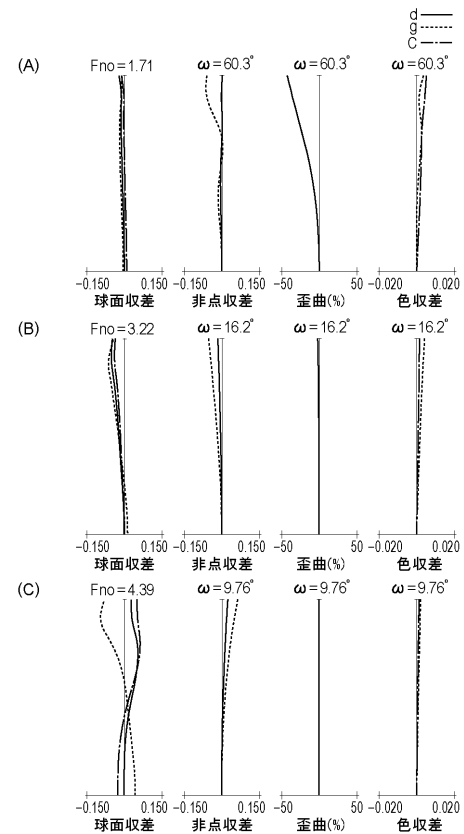
【図 6】



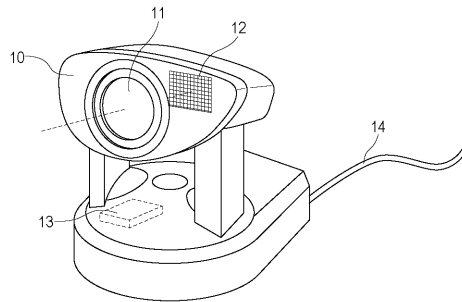
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2001-350093(JP, A)
国際公開第2014/061391(WO, A1)
特開2012-068656(JP, A)
特開2007-072291(JP, A)
国際公開第2014/132864(WO, A1)
米国特許出願公開第2011/0157719(US, A1)
- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B15/00-15/28