

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6614790号
(P6614790)

(45) 発行日 令和1年12月4日(2019.12.4)

(24) 登録日 令和1年11月15日(2019.11.15)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/16 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)G02B 15/16
G02B 13/18

請求項の数 8 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2015-84092 (P2015-84092)
 (22) 出願日 平成27年4月16日 (2015.4.16)
 (65) 公開番号 特開2016-206257 (P2016-206257A)
 (43) 公開日 平成28年12月8日 (2016.12.8)
 審査請求日 平成30年4月2日 (2018.4.2)

(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 100086818
 弁理士 高梨 幸雄
 (72) 発明者 中野 正嗣
 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
 審査官 岡田 弘

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】

物体から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、開口絞り、正の屈折力の第2レンズ群を備え、ズーミングに際して、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群が移動し、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2レンズ群は、負レンズと正レンズと負レンズで構成される接合レンズを含む、
1枚以上の正レンズ及び2枚以上の負レンズを備え、

材料の波長400nmに対する屈折率をNs、前記材料の波長1050nmに対する屈折率をNm、前記材料の波長1700nmに対する屈折率をNl、前記材料の部分分散比を

$$= (N_s - N_m) / (N_s - N_l)$$

とし、

前記第2レンズ群に含まれる正レンズの材料の部分分散比の平均値をIR(G2p)_{AVE}、前記第2レンズ群に含まれる負レンズの材料の部分分散比の平均値をIR(G2n)_{AVE}とするとき、

-0.020 < IR(G2p)_{AVE} - IR(G2n)_{AVE} < 0.015
 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】

前記材料のアッベ数を = (Nm - 1) / (Ns - Nl) とし、前記第2レンズ群に含まれる正レンズの材料のアッベ数の平均値をIR(G2p)_{AVE}とするとき、

10

20

$$I R (G 2 p)_{A V E} > 18.0$$

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 2 レンズ群の最も物体側に正レンズ L 2 1 が配置され、前記正レンズ L 2 1 の少なくとも一面が非球面形状であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記材料のアッベ数 $\nu = (N_m - 1) / (N_s - N_l)$ とし、前記第 1 レンズ群に含まれる負レンズの材料のアッベ数 $\nu = I R (G 1 n)$ とするとき、前記第 1 レンズ群は、

$$I R (G 1 n) > 18.0$$

なる条件式を満足する負レンズを有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 レンズ群の焦点距離を F_1 、前記第 2 レンズ群の焦点距離を F_2 とするとき、
 $0.7 < |F_1 / F_2| < 1.0$

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

【請求項 6】

前記第 2 レンズ群に含まれる負レンズの材料の部分分散比 $\nu = I R (G 2 n)_{A L L}$ とするとき、前記第 2 レンズ群に含まれる全ての負レンズは、

$$I R (G 2 n)_{A L L} < 0.845$$

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】

前記材料のアッベ数 $\nu = (N_m - 1) / (N_s - N_l)$ とし、前記第 2 レンズ群に含まれる負レンズの材料のアッベ数 $\nu = I R (G 2 n)$ 、部分分散比 $\nu = I R (G 2 n)$ とするとき、前記第 2 レンズ群は、

$$I R (G 2 n) > 12.0$$

$$I R (G 2 n) < 0.81$$

なる条件式を満足する負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。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、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に関し、特に、監視カメラ、デジタルカメラ、ビデオカメラ、放送用カメラ等の撮像装置に用いる撮像光学系として好適なものである。

【背景技術】

【0002】

近年、撮像装置に用いられる撮像光学系は、広画角で全系が小型のズームレンズであることが要望されている。例えば、監視カメラ用の撮像光学系は広画角で全系が小型であること、また昼夜の撮影において良好な光学性能が得られるズームレンズであることが要望されている。

【0003】

一般的に監視カメラは、昼間の撮影には可視光を使用し、夜間の撮影には近赤外光を使用している。近赤外光を使用すると、例えば視界の良くない濃霧時においては可視光よりも散乱の影響が少ない状態で撮影することができるという特徴がある。そのため、監視力

メラに使用されるズームレンズには、可視域から近赤外域までの広い波長域で収差補正されていることが要望されている。

【0004】

従来、監視カメラ用のズームレンズとして、物体から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、開口絞り、正の屈折力の第2レンズ群よりなる2群ズームレンズが知られている（特許文献1乃至3）。特許文献1乃至3では、第1レンズ群と第2レンズ群の光軸方向の間隔を変化させることで変倍を行い、変倍に伴う像面変動を補正し第1レンズ群を移動させて行っている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0005】

【特許文献1】特開2011-104128号公報

【特許文献2】特開2011-175174号公報

【特許文献3】特開2009-230122号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

監視カメラ用のズームレンズにおいて、夜間の撮影には多くの場合、近赤外光が利用される。しかしながら、新月近くの月明かりが非常に少ない場合や、月が雲に隠れている場合等、近赤外光において十分な光量を得られないことがある。一方で、太陽光によって大気中の水酸化イオンが励起された後、ナイトグローと呼ばれる光（ピーク波長1.6 μm）が放出される。この光を利用すると、月明かりがない場合でも良好な撮影が容易となる。

20

【0007】

監視カメラ用のズームレンズにおいて、可視領域から近赤外領域に至る広い波長範囲にわたり良好なる光学性能を得るには、ズームタイプ、各レンズ群のレンズ構成を適切に設定することが重要になってくる。例えば、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群を有する2群以上のレンズ群によるズームレンズでは、第2レンズ群を適切に設定することが広い波長域にわたり色収差を良好に補正するのに重要になってくる。

30

【0008】

特許文献1乃至3に開示されているズームレンズでは、可視領域から波長約1 μmまでの色収差は補正されているものの、波長1.6 μm程度の近赤外域まで収差補正が必ずしも十分ではない。

【0009】

本発明は、可視域から近赤外域までの広い波長域の光に対して、良好な結像性能を備えた大口径比で小型の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】

【0010】

本発明のズームレンズは、物体から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、開口絞り、正の屈折力の第2レンズ群を備え、ズーミングに際して、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群が移動し、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、

40

前記第2レンズ群は、負レンズと正レンズと負レンズで構成される接合レンズを含む、1枚以上の正レンズ及び2枚以上の負レンズを備え、

材料の波長400 nmに対する屈折率をN_s、前記材料の波長1050 nmに対する屈折率をN_m、前記材料の波長1700 nmに対する屈折率をN_l、前記材料の部分分散比を

$$= (N_s - N_m) / (N_s - N_l)$$

とし、

50

前記第2レンズ群に含まれる正レンズの材料の部分分散比の平均値をIR(G2p)_{AVE}、前記第2レンズ群に含まれる負レンズの材料の部分分散比の平均値をIR(G2n)_{AVE}とするとき、

$-0.020 < IR(G2p)_{AVE} - IR(G2n)_{AVE} < 0.015$

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】

【0011】

本発明によれば、可視域から近赤外光全域にわたって諸収差を良好に補正した高い光学性能を有する大口径比で小型のズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

10

【0012】

【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) 実施例1のズームレンズの広角端、望遠端における諸収差図

【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) 実施例2のズームレンズの広角端、望遠端における諸収差図

【図5】参考例1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) 参考例1のズームレンズの広角端、望遠端における諸収差図

【図7】参考例2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) 参考例2のズームレンズの広角端、望遠端における諸収差図

【図9】参考例3のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

20

【図10】(A)、(B) 参考例3のズームレンズの広角端、望遠端における諸収差図

【図11】参考例4のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図12】(A)、(B) 参考例4のズームレンズの広角端、望遠端における諸収差図

【図13】参考例5のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図14】(A)、(B) 参考例5のズームレンズの広角端、望遠端における諸収差図

【図15】参考例6のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図16】(A)、(B) 参考例6のズームレンズの広角端、望遠端における諸収差図

【図17】参考例7のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図18】(A)、(B) 参考例7のズームレンズの広角端、望遠端における諸収差図

【図19】本発明の撮像装置の要部概略図

30

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明のズームレンズの実施形態について説明する。本発明のズームレンズは、物体から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、開口絞り、正の屈折力の第2レンズ群とを備えている。そしてズーミングに際して第1レンズ群と第2レンズ群の光軸方向の間隔が変化するように第1レンズ群と第2レンズ群が移動する。尚、第2レンズ群の像側にズーミングに際して不動の正の屈折力の第3レンズ群が配置されていても良い。

【0014】

図1は、本発明の形態に係る実施例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)はそれぞれ、実施例1のズームレンズの広角端及び望遠端における収差図である。光学倍率は3.44であり、実施例1のズームレンズでは、少なくとも400~1700nmの波長域の光に対して収差が十分に補正されている。

40

【0015】

図3は、本発明の形態に係る実施例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)はそれぞれ、実施例2のズームレンズの広角端及び望遠端における収差図である。光学倍率は2.58であり、少なくとも400~1700nmの波長域の光に対して収差が十分に補正されている。

【0016】

図5は、本発明の形態に係る参考例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6(A)、(B)はそれぞれ、参考例1のズームレンズの広角端及び望遠端にお

50

ける収差図である。光学倍率は 2.58 であり、少なくとも 400 ~ 1700 nm の波長域の光に対して収差が十分に補正されている。

【0017】

図 7 は、本発明の形態に係る参考例 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 8 (A)、(B) はそれぞれ、参考例 2 のズームレンズの広角端及び望遠端における収差図である。光学倍率は 2.58 であり、少なくとも 400 ~ 1700 nm の波長域の光に対して収差が十分に補正されている。

【0018】

図 9 は、本発明の形態に係る参考例 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 10 (A)、(B) はそれぞれ、参考例 3 のズームレンズの広角端及び望遠端における収差図である。光学倍率は 3.45 であり、少なくとも 400 ~ 1700 nm の波長域の光に対して収差が十分に補正されている。

10

【0019】

図 11 は、本発明の形態に係る参考例 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 12 (A)、(B) はそれぞれ、参考例 4 のズームレンズの広角端及び望遠端における収差図である。光学倍率は 2.58 であり、少なくとも 400 ~ 1700 nm の波長域の光に対して収差が十分に補正されている。

【0020】

図 13 は、本発明の形態に係る参考例 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 14 (A)、(B) はそれぞれ、参考例 5 のズームレンズの広角端及び望遠端における収差図である。光学倍率は 2.58 であり、少なくとも 400 ~ 1700 nm の波長域の光に対して収差が十分に補正されている。

20

【0021】

図 15 は、本発明の形態に係る参考例 6 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 16 (A)、(B) はそれぞれ、参考例 6 のズームレンズの広角端及び望遠端における収差図である。光学倍率は 2.58 であり、少なくとも 400 ~ 1700 nm の波長域の光に対して収差が十分に補正されている。

【0022】

図 17 は、本発明の形態に係る参考例 7 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 18 (A)、(B) はそれぞれ、参考例 7 のズームレンズの広角端及び望遠端における収差図である。光学倍率は 3.45 であり、少なくとも 400 ~ 1700 nm の波長域の光に対して収差が十分に補正されている。図 19 は本発明の撮像装置の要部概略図である。

30

【0023】

各実施例のズームレンズは撮像装置に用いられる。各レンズ断面図において、左方が被写体側（物体側）、右方が像側である。L0 はズームレンズである。G1 は負の屈折力の第 1 レンズ群、G2 は正の屈折力の第 2 レンズ群、G3 は正の屈折力の第 3 レンズ群である。STOP は解放 F ナンバー (Fno) 光束を決定（制限）する開口絞りの作用をする F ナンバー決定部材（以下「開口絞り」ともいう。）である。

【0024】

40

C G は光学フィルター等に相当する光学ブロックである。IMG は像面であり、CCD センサや CMOS センサ等の固体撮像素子（光電変換素子）が配置される。矢印は広角端から望遠端へのズーミングに際しての各レンズ群の移動軌跡を示している。

【0025】

各実施例及び各参考例において、フォーカシングは第 1 レンズ群 G1 で行っている。球面収差図においては、波長 1700 nm、波長 1050 nm、波長 587 nm (d 線)、波長 435 nm (g 線) に関する収差を示している。非点収差図においては、m は d 線のメリディオナル像面、S は d 線のサジタル像面を表している。歪曲収差は d 線について示している。Fno は F ナンバー、Y は像高である。

【0026】

50

尚、以下の各実施例及び各参考例において広角端と望遠端は変倍用レンズ群が機構上で光軸上移動可能な範囲の両端に位置した時のズーム位置をいう。以下、断りがない限りレンズ構成は物体側から像側へ順に配置されているものとして説明する。本発明のズームレンズは、物体から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群G1と、開口絞りSTOPと、正の屈折力の第2レンズ群G2とを備えている。

【0027】

ズーミングに際して第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が変化する。第2レンズ群G2の移動で変倍を行い、変倍に伴う像面変動を第1レンズ群G1によって補正している。第2レンズ群G2は1枚以上の正レンズと、1枚以上の負レンズを備えている。材料の波長400nmに対する屈折率をNs、材料の波長1050nmに対する屈折率をNm、材料の波長1700nmに対する屈折率をN1、材料の部分分散比を

$$= (Ns - Nm) / (Ns - N1)$$

とする。

【0028】

第2レンズ群G2に含まれる正レンズの材料の部分分散比の平均値をIR(G2p)_{AVE}、第2レンズ群G2に含まれる負レンズの材料の部分分散比の平均値をIR(G2n)_{AVE}とする。このとき、

$$-0.020 < IR(G2p)_{AVE} - IR(G2n)_{AVE} < 0.015 \dots (1)$$

なる条件式を満足する。

【0029】

条件式(1)は可視域から近赤外域の広い波長域に渡って望遠端における軸上色収差と広角端における倍率色収差を良好に補正するためのものである。条件式(1)は、第2レンズ群G2に含まれる正レンズと負レンズで波長400nmと波長1700nmにおける軸上色収差と倍率色収差を補正し、その際に発生する波長1050nmにおける軸上色収差量と倍率色収差量を推定するため指標である。

【0030】

つまり、2次スペクトルを推定するためのものである。正レンズと負レンズの組合せでは、この指標が小さいほど2次スペクトル量は小さくなる。そのため、条件式(1)の範囲を満たすことで2次スペクトル量を低減することができ、可視域から近赤外域の広い波長域に渡って色収差を良好に補正することができる。

【0031】

条件式(1)の下限を下回ると、或いは上限を上回ると、第2レンズ群G2より望遠端において軸上色収差と広角端において倍率色収差の2次スペクトルが多く発生し、結像性能が低下してくる。条件式(1)は更に好ましくは次の数値範囲とするのが良い。

$$-0.019 < IR(G2p)_{AVE} - IR(G2n)_{AVE} < 0.014 \dots (1a)$$

【0032】

各実施例及び各参考例において更に好ましくは次の条件式のうち1つ以上を満足するのが良い。

材料のアッベ数を、

$$= (Nm - 1) / (Ns - N1)$$

と定義し、第2レンズ群G2に含まれる正レンズの材料のアッベ数の平均値をIR(G2p)_{AVE}とする。

【0033】

第1レンズ群G1に含まれる1枚の負レンズの材料のアッベ数をIR(G1n)とする。第1レンズ群G1の焦点距離をF1、第2レンズ群G2の焦点距離をF2とする。第2レンズ群G2に含まれる全ての負レンズは、材料の部分分散比をIR(G2n)_{AL}とする。第2レンズ群G2に含まれる負レンズのうち少なくとも一つの負レンズは材料のアッベ数をIR(G2n)、部分分散比をIR(G2n)とする。

10

20

30

40

50

【0034】

このとき次の条件式のうち1つ以上を満足するのが良い。

$$IR(G2p)_{AVE} > 18.0 \quad \dots (2)$$

$$IR(G1n) > 18.0 \quad \dots (3)$$

$$0.7 < |F1/F2| < 1.0 \quad \dots (4)$$

$$IR(G2n)_{ALL} < 0.845 \quad \dots (5)$$

$$IR(G2n) > 12.0 \quad \dots (6)$$

$$IR(G2n) < 0.81 \quad \dots (7)$$

【0035】

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。条件式(2)は第2レンズ群G2に含まれる正レンズの材料のアッペ数の平均値に関する。条件式(2)の下限を下回ると、第2レンズ群G2に含まれる正レンズ及び負レンズの屈折力が増大するため、高次収差が多く発生する。また、第2レンズ群G2より軸上色収差と倍率色収差が多く発生し、これらの補正が困難となる。

10

【0036】

条件式(3)は第1レンズ群G1に含まれる1枚の負レンズの材料のアッペ数に関する。条件式(3)の下限を下回ると、第1レンズ群G1に含まれる正レンズ及び負レンズの屈折力が増大するため、高次収差が多く発生する。また、第1レンズ群G1より軸上色収差が多く発生し、これらの諸収差の補正が困難となる。

20

【0037】

条件式(4)は第1レンズ群G1のd線に対する焦点距離をF1と、第2レンズ群G2のd線に対する焦点距離F2の比に関する。条件式(4)の下限を下回り、第1レンズ群G1の焦点距離が短くなりすぎると、レンズ全長が長くなり全系の小型化が困難になる。また条件式(4)の上限を上回り、第2レンズ群G2の焦点距離が長くなりすぎると、望遠化が困難になる。

20

【0038】

条件式(5)は、第2レンズ群G2に含まれる全ての負レンズの材料に関する。条件式(5)の上限値を上回ると、第2レンズ群G2に含まれる負レンズより軸上色収差と倍率色収差の2次スペクトルが多く発生している。この2次スペクトルを第2レンズ群G2に含まれる正レンズによって補正することが困難となり、結像性能が低下してくる。

30

【0039】

条件式(6)、(7)は第2レンズ群G2に含まれる負レンズのうち少なくとも1枚の負レンズの材料に関する。

【0040】

条件式(6)の下限値を下回りかつ条件式(7)の上限値を上回ると、第2レンズ群G2に含まれる負レンズより軸上色収差と倍率色収差の2次スペクトルの発生が多くなる。このとき2次スペクトルを第2レンズ群G2に含まれる負レンズによって補正することが困難となり、結像性能が低下する。更に好ましくは条件式(2)乃至(7)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

40

【0041】

$$IR(G2p)_{AVE} > 18.2 \quad \dots (2a)$$

$$IR(G1n) > 20.0 \quad \dots (3a)$$

$$0.72 < |F1/F2| < 0.98 \quad \dots (4a)$$

$$IR(G2n)_{ALL} < 0.842 \quad \dots (5a)$$

$$IR(G2n) > 12.3 \quad \dots (6a)$$

$$IR(G2n) < 0.805 \quad \dots (7a)$$

【0042】

各実施例及び各参考例におけるズームレンズにおいては、次の構成をとるのが良い。第2レンズ群G2の最も物体側に正レンズL21を有し、正レンズL21の少なくとも一面は非球面形状とすると、球面収差の補正が容易になる。また第2レンズ群G2は、物体側

50

から像側へ順に、正レンズと、負レンズ及び正レンズを接合した接合レンズを有すると、軸上色収差と球面収差の補正が容易になるので大口径化が容易となる。

【0043】

また、第2レンズ群G2は、物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズ、正レンズ、負レンズ、正レンズを有すると、軸上色収差と倍率色収差の補正が容易になり、高い結像性能が得られる。また第2レンズ群G2は、負レンズと正レンズと負レンズより構成される接合した接合レンズを含む構成を有すると、この接合レンズで色収差や高次収差の補正が容易になる。

【0044】

また第2レンズ群G2は、物体側から像側へ順に、正レンズ、正レンズ、負レンズを有すると、球面収差の補正が容易になるので大口径化が容易になる。また第2レンズ群G2は、物体側から像側へ順に、正レンズ、正レンズと負レンズを接合した接合レンズを有すると、軸上色収差と球面収差の補正が容易になるので、大口径化が容易になる。

【0045】

本発明におけるズームレンズの一態様として、物体から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群G1、開口絞りSTOP、正の屈折力の第2レンズ群G2、正の屈折力の第3レンズ群G3とを備えていても良い。そして第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の光軸方向の間隔を変化させることで変倍を行い、変倍に伴う像面変動を補正するために第1レンズ群G1を光軸方向に移動させる構成であってもよい。このような構成にすると、第3レンズ群G3によって軸外の諸収差を良好に補正する効果がある。

【0046】

以上説明した構成をとれば、可視域から近赤外域の広い波長域に亘って収差を低減した、ズームレンズが得られる。以下、各実施例及び各参考例のズームレンズのレンズ構成について説明する。レンズ構成は以下、全て物体側から像側に順に配置されているものとして説明する。

【0047】

[実施例1]

実施例1のズームレンズについて説明する。実施例1のズームレンズは、負の屈折力の第1レンズ群G1、所定の口径を決める開口絞りSTOP、正の屈折力の第2レンズ群G2より構成される。第2レンズ群G2と像面IMGとの間には光学ブロックCGが配置される。この光学ブロックCGに関しては、必要のない場合は省略できる。

【0048】

第1レンズ群G1は、負の屈折力のレンズ（以下「負レンズ」という。）L11、負レンズL12と、負レンズL13と、正の屈折力のレンズ（以下「正レンズ」という。）L14の4枚のレンズより構成されている。負レンズL13と正レンズL14は接合され接合レンズを構成している。

【0049】

第2レンズ群G2は、正レンズL21、負レンズL22、正レンズL23、負レンズL24、正レンズL25、負レンズL26の6枚のレンズより構成される。負レンズL22と正レンズL23は接合されて接合レンズを構成している。負レンズL24と正レンズL25と負レンズL26は接合されて接合レンズを構成している。正レンズL21の両面及び、負レンズL26の像面側の面は非球面形状である。

【0050】

第1レンズ群G1及び第2レンズ群G2が光軸方向に互いに異なった軌跡で移動することで、光学倍率を変えている。即ちズーミングを行っている。具体的には、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔を変えることで変倍が行われ、それに伴う像面の変動を第1レンズ群G1を移動させることで補正している。

【0051】

[実施例2]

実施例2のズームレンズについて説明する。実施例2のズームレンズは、レンズ群の数

10

20

30

40

50

、各レンズ群の屈折力の符号、ズーミングに際しての各レンズ群の移動軌跡、開口絞りSTOPの位置等に関しては実施例1と同じである。第1レンズ群G1のレンズ構成は実施例1と同じである。第2レンズ群G2のレンズ構成は実施例1と同じである。

【0052】

[参考例1]

参考例1のズームレンズについて説明する。参考例1のズームレンズは、レンズ群の数、各レンズ群の屈折力の符号、ズーミングに際しての各レンズ群の移動軌跡、開口絞りSTOPの位置等に関しては実施例1と同じである。

【0053】

第1レンズ群G1は、負レンズL11、負レンズL12、正レンズL13の3枚のレンズより構成され、負レンズL12と正レンズL13は接合レンズを構成している。正レンズL13の像側の面は非球面形状である。第2レンズ群G2は、正レンズL21、正レンズL22、負レンズL23、正レンズL24、負レンズL25、正レンズL26の6枚のレンズより構成される。正レンズL22と負レンズL23は接合され接合レンズを構成している。負レンズL25と正レンズL26はそれぞれ接合され接合レンズを構成している。正レンズL21の両面及び、正レンズL26の像側の面は非球面形状である。

10

【0054】

[参考例2]

参考例2のズームレンズについて説明する。参考例2のズームレンズは、レンズ群の数、各レンズ群の屈折力の符号、ズーミングに際しての各レンズ群の移動軌跡、開口絞りSTOPの位置等に関しては実施例1と同じである。第1レンズ群G1のレンズ構成は実施例1と同じである。第2レンズ群G2は、正レンズL21、負レンズL22、正レンズL23、負レンズL24、正レンズL25の5枚のレンズより構成される。負レンズL24と正レンズL25は接合され接合レンズを構成している。正レンズL21の両面及び、正レンズL25の像側の面は非球面形状である。

20

【0055】

[参考例3]

参考例3のズームレンズについて説明する。参考例3のズームレンズは、レンズ群の数、各レンズ群の屈折力の符号、ズーミングに際しての各レンズ群の移動軌跡、開口絞りSTOPの位置等に関しては実施例1と同じである。

30

【0056】

第1レンズ群G1のレンズ構成は実施例1と同じである。第2レンズ群G2は、正レンズL21、負レンズL22、正レンズL23、負レンズL24、正レンズL25、正レンズL26、負レンズL27の7枚のレンズより構成される。負レンズL22と正レンズL23は接合され接合レンズを構成している。正レンズL26と負レンズL27は接合され接合レンズを構成している。正レンズL21の両面及び、負レンズL27の像側の面は非球面形状である。

【0057】

[参考例4]

参考例4のズームレンズについて説明する。参考例4のズームレンズは、レンズ群の数、各レンズ群の屈折力の符号、ズーミングに際しての各レンズ群の移動軌跡、開口絞りSTOPの位置等に関しては実施例1と同じである。第1レンズ群G1のレンズ構成は実施例1と同じである。第2レンズ群G2は、正レンズL21、負レンズL22、正レンズL23、負レンズL24、正レンズL25の5枚のレンズより構成される。負レンズL22と正レンズL23は接合され接合レンズを構成している。正レンズL21の両面及び、負レンズL25の像側の面は非球面形状である。

40

【0058】

[参考例5]

参考例5のズームレンズについて説明する。参考例5のズームレンズは、レンズ群の数、各レンズ群の屈折力の符号、ズーミングに際しての各レンズ群の移動軌跡、開口絞りSTOPの位置等に関しては実施例1と同じである。

50

T O の位置等に関しては実施例 1 と同じである。

【 0 0 5 9 】

第 1 レンズ群 G 1 は、負レンズ L 1 1 、負レンズ L 1 2 と、正レンズ L 1 3 の 3 枚のレンズより構成され、負レンズ L 1 2 と正レンズ L 1 3 は接合され接合レンズを構成している。正レンズ L 1 3 の像側の面は非球面形状である。第 2 レンズ群 G 2 は、正レンズ L 2 1 、正レンズ L 2 2 、負レンズ L 2 3 、負レンズ L 2 4 、正レンズ L 2 5 、負レンズ L 2 6 、正レンズ L 2 7 の 7 枚のレンズより構成される。正レンズ L 2 2 と負レンズ L 2 3 は接合され接合レンズを構成している。負レンズ L 2 6 と正レンズ L 2 7 は接合され接合レンズを構成している。正レンズ L 2 1 の両面は非球面形状である。

【 0 0 6 0 】

10

〔 参考例 6 〕

参考例 6 のズームレンズについて説明する。参考例 6 のズームレンズは、レンズ群の数、各レンズ群の屈折力の符号、ズーミングに際しての各レンズ群の移動軌跡、開口絞り S T O の位置等に関しては実施例 1 と同じである。第 1 レンズ群 G 1 のレンズ構成は実施例 1 と同じである。第 2 レンズ群 G 2 は、正レンズ L 2 1 、正レンズ L 2 2 、負レンズ L 2 3 、正レンズ L 2 4 、負レンズ L 2 5 、正レンズ L 2 6 の 6 枚のレンズより構成される。負レンズ L 2 5 と正レンズ L 2 6 は接合され接合レンズを構成している。正レンズ L 2 1 の物体側の面及び、負レンズ L 2 6 の像側の面は非球面形状である。

【 0 0 6 1 】

〔 参考例 7 〕

20

参考例 7 のズームレンズについて説明する。参考例 7 のズームレンズは、負の屈折力の第 1 レンズ群 G 1 、所定の口径を決める開口絞り S T O P 、正の屈折力の第 2 レンズ群 G 2 、正の屈折力の第 3 レンズ群 G 3 より構成される。第 3 レンズ群 G 3 と像面 I M G の間には光学ブロック C G が配置される。この光学ブロック C G に関しては、必要のない場合は省略できる。

【 0 0 6 2 】

第 1 レンズ群 G 1 のレンズ構成は実施例 1 と同じである。第 2 レンズ群 G 2 のレンズ構成は実施例 1 と同じである。第 3 レンズ群 G 3 は、負レンズ L 3 1 、正レンズ L 3 2 の 2 枚のレンズより構成され、負レンズ L 3 1 と正レンズ L 3 2 は接合され接合レンズを構成している。第 1 レンズ群 G 1 及び第 2 レンズ群 G 2 が光軸方向に移動することで、光学倍率を変えている。具体的には、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の間隔を変えることで変倍が行われ、それに伴う像面の変動を第 1 レンズ群 G 1 を移動させることで補正している。

30

【 0 0 6 3 】

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（撮像装置）の実施例を、図 1 9 を用いて説明する。図 1 9 において、3 0 は監視カメラ本体、3 1 は実施例 1 、2 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像光学系である。3 2 はカメラ本体に内蔵され、撮像光学系 3 1 によって形成された被写体像を受光する C C D センサや C M O S センサ等の固体撮像素子（光電変換素子）である。

【 0 0 6 4 】

40

3 3 は固体撮像素子 3 2 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。3 4 は撮影し、固体撮像素子 3 2 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。

【 0 0 6 5 】

以下に、実施例 1 、2 、参考例 1 乃至 7 にそれぞれ対応する数値データ 1 乃至 9 を示す。各数値データにおいて、i は物体側からの面の順番を示し、r i は第 i 番目（第 i 面）の面の曲率半径（単位：mm）、d i は第 i 面と第 (i + 1) 面との間の間隔（単位：mm）である。n d i 、d i はそれぞれ d 線（波長 587.6 nm）を基準とした第 i 番目の光学部材の材料の屈折率、アッベ数を示す。

【 0 0 6 6 】

50

d 線基準のアッベ数 d は、波長 486 nm での材料の屈折率を N F、波長 587.6 nm での材料の屈折率を N d、波長 656 nm での材料の屈折率を N c とするとき、

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

である。また最も像側の 2 つの面は光学ブロックに相当する平面である。焦点距離は波長 587.6 nm における値である。

【0067】

非球面の形状は、以下の式に示す一般的な非球面の式で表される。以下の式において、z は光軸方向の座標、c は曲率（曲率半径 r の逆数）、h は光軸からの高さ、k は円錐係数、A、B、C、D、E は各々、4 次、6 次、8 次、10 次、12 次の非球面係数である。
10

【0068】

【数1】

$$z = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2 h^2}} + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8 + Dh^{10} + Eh^{12}$$

【0069】

* は非球面形状を有する面を意味している。また、前述の各条件式と各実施例及び各参考例における諸数値との関係を表 1 に示す。表 1 において × は「満たしていない」ことを意味している。
20

【0070】

(数値データ 1)

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	21.637	0.85	1.83481	42.73
2	7.455	5.11		
3	-69.055	0.80	1.43875	94.95
4	11.891	3.09		
5	-15.802	0.80	1.43875	94.95
6	11.370	3.50	1.61340	44.27
7	-29.824	d7		
8(絞り)		d8		
9*	9.334	3.50	1.59522	67.74
10*	-25.868	0.40		
11	-39.659	0.50	1.48749	70.24
12	9.060	3.50	1.59522	67.74
13	-20.728	0.15		
14	46.948	0.80	1.83400	37.16
15	4.781	5.50	1.59522	67.74
16	-5.898	0.80	1.61340	44.27
17*	-58.843	d17		
18		2.78	1.51633	64.14
19		3.40		
20		0.50		
21				

【0071】

非球面データ

面番号

20

30

40

50

9 K=0 A=-1.04562E-04 B=-1.53475E-06 C= 1.43442E-08 D=0 E=0
 10 K=0 A= 2.02866E-04 B=-1.47730E-06 C= 3.16029E-08 D=0 E=0
 17 K=0 A= 8.47403E-06 B=8.14422E-06 C=-4.39089E-07 D=0 E=0

各種データ

	広角端	中間	望遠端
焦点距離	2.85	5.29	9.81
Fno	1.26	1.59	2.44
像高	3.0	3.0	3.0
d7	19.32	7.34	0.50
d8	9.20	3.27	0.50
d17	0.50	3.49	9.15

10

【0072】

(数値データ2)

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	31.532	0.85	1.83481	42.73
2	12.055	3.35		
3	-48.601	0.80	1.43875	94.95
4	6.833	4.00		
5	-11.601	0.80	1.43875	94.95
6	10.766	5.39	1.61340	44.27
7	-32.531	d7		
8(絞り)		d8		
9*	8.812	4.20	1.49700	81.55
10*	-24.508	0.20		
11	21.694	0.80	1.78800	47.37
12	7.038	4.50	1.59522	67.74
13	-13.615	0.15		
14	-80.907	0.80	1.78800	47.37
15	5.099	5.50	1.59522	67.74
16	-7.912	0.80	1.80100	34.97
17*	-15.956	d17		
18		2.78	1.51633	64.14
19		3.40		
20		0.50		
21				

20

30

40

【0073】

非球面データ

面番号

9 K=0 A=-1.81600E-04 B=1.61060E-06 C=-2.51568E-08 D=2.60516E-10
 E=0
 10 K=0 A= 2.93798E-04 B=2.42389E-06 C=-3.21214E-09 D=2.62232E-10
 E=0
 17 K=0 A=-1.19728E-05 B=-7.26582E-06 C=3.60375E-07 D=-1.22106E-08
 E=0

50

各種データ

	広角端	中間	望遠端
焦点距離	3.10	6.31	7.99
Fno	1.26	1.60	1.80
像高	3.0	3.0	3.0
d7	14.04	1.44	0.50
d8	9.20	2.88	0.50
d17	0.50	4.87	7.21

10

【0074】

(数値データ3)

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	76.230	0.85	1.81600	46.62
2	7.809	5.74		
3	-14.763	0.80	1.43875	94.95
4	10.048	7.50	1.72047	34.71
5*	411.189	d5		
6(絞り)		d6		
7*	11.722	3.20	1.49700	81.55
8*	-13.208	0.15		
9	28.840	2.70	1.49700	81.55
10	-13.831	0.80	1.75700	47.82
11	12.765	0.40		
12	14.395	3.50	1.59522	67.74
13	-9.848	0.15		
14	212.958	0.80	1.61340	44.27
15	4.755	4.50	1.59522	67.74
16*	33.776	d16		
17		2.78	1.51633	64.14
18		2.50		
19		0.50		
20				

20

30

【0075】

非球面データ

面番号

5	K=0	A= 3.96735E-05	B=-8.34430E-08	C= 1.24422E-08	D=0
	E=0				
7	K=0	A=-2.34818E-04	B=-1.72668E-07	C= 1.76004E-08	D=1.58866E-09
	E=0				
8	K=0	A= 2.14493E-04	B= 2.01999E-06	C=-3.74240E-08	D=3.32619E-09
	E=0				
16	K=0	A= 2.41012E-04	B= 2.48282E-06	C= 6.17452E-08	D=-6.56441E-09
	E=0				

40

各種データ

	広角端	中間	望遠端
焦点距離	3.10	4.98	7.99

50

Fno	1.26	1.40	1.80
像高	3.0	3.0	3.0
d5	15.79	6.56	0.50
d6	6.84	2.74	0.50
d16	0.50	2.40	5.56

【 0 0 7 6 】

(数値デー タ 4)

面番号	r	d	nd	d	10
1	25.087	0.85	1.81600	46.62	
2	10.350	3.32			
3	61.431	0.80	1.43875	94.95	
4	7.230	4.52			
5	-14.545	0.80	1.43875	94.95	
6	12.935	6.00	1.80100	34.97	
7	403.897	d7			
8(絞り)		d8			
9*	7.343	4.50	1.49700	81.55	20
10*	-13.060	0.30			
11	161.361	0.80	1.75700	47.82	
12	7.638	0.60			
13	9.259	3.50	1.59522	67.74	
14	-10.043	0.31			
15	-12.877	0.80	1.61340	44.27	
16	5.281	4.50	1.59522	67.74	
17*	-19.943	d17			
18		2.78	1.51633	64.14	
19		3.40			30
20		0.50			
21					

【 0 0 7 7 】

非球面デー タ

面番号

9	K=0	A=-3.10073E-04	B=-2.90664E-07	C=-3.26296E-09	D=-3.30170E-10	
	E=0					
10	K=0	A= 4.99480E-04	B= 6.47974E-07	C= 1.03739E-08	D= 1.02358E-09	
	E=0					40
17	K=0	A= 4.37463E-05	B= 4.57821E-06	C=-1.26918E-07	D= 2.53399E-09	
	E=0					

各種デー タ

	広角端	中間	望遠端
焦点距離	3.10	4.98	7.99
Fno	1.35	1.60	1.90
像高	3.0	3.0	3.0
d7	15.39	5.34	0.50

d8	5.47	3.27	0.50
d17	0.86	3.21	7.04

【 0 0 7 8 】

(数値データ 5)

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	18.488	0.85	1.83481	42.73	
2	8.950	4.40			
3	-120.129	0.80	1.43875	94.95	10
4	7.342	4.00			
5	-15.684	0.80	1.43875	94.95	
6	9.559	3.30	1.61340	44.27	
7	-55.550	d7			
8(絞り)		d8			
9*	10.473	3.70	1.59522	67.74	
10*	-15.594	0.15			
11	-28.453	0.80	1.64000	60.08	
12	13.162	4.00	1.59522	67.74	
13	-13.219	0.30			20
14	-36.745	0.80	1.83400	37.16	
15	9.420	0.32			
16	9.691	3.00	1.59522	67.74	
17	-16.403	0.16			
18	37.265	3.30	1.59522	67.74	
19	-7.959	0.80	1.61340	44.27	
20*	35.632	d20			
21		2.78			
22		3.40	1.51633	64.14	
23		0.50			30
24					

【 0 0 7 9 】

非球面データ

面番号

9	K=0	A=-1.35805E-04	B=4.98236E-07	C=-1.54009E-08	D=0	E=0
10	K=0	A= 2.88682E-04	B=0	C=0	D=0	E=0
20	K=0	A= 1.47907E-04	B=3.95693E-07	C=2.48465E-07	D=0	E=0

各種データ

	広角端	中間	望遠端	
焦点距離	2.85	7.22	9.81	
Fno	1.30	2.10	2.60	
像高	3.0	3.0	3.0	
d7	19.09	1.85	0.50	
d8	7.25	2.88	0.50	
d20	0.50	6.30	9.83	

【 0 0 8 0 】

(数値データ6)

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	23.706	0.85	1.81600	46.62	
2	11.427	3.82			
3	-218.973	0.80	1.43875	94.95	
4	7.030	4.59			
5	-14.332	0.80	1.43875	94.95	
6	13.175	6.00	1.80100	34.97	
7	504.532	d7			10
8(絞り)		d8			
9*	7.240	4.56	1.53775	74.70	
10*	-14.512	0.18			
11	376.468	0.80	1.75700	47.82	
12	4.981	4.20	1.59522	67.74	
13	-8.986	0.32			
14	-8.513	0.80	1.61340	44.27	
15	8.336	0.15			
16	8.338	4.50	1.59522	67.74	
17*	-13.716	d17			20
18		2.78	1.51633	64.14	
19		3.40			
20		0.50			
21					

【0081】

非球面データ

面番号

9 K=0	A=-2.30876E-04	B=-5.76941E-07	C= 2.89000E-08	D=-7.16582E-10	
	E=0				30
10 K=0	A= 4.69653E-04	B=-1.60004E-07	C= 7.91959E-08	D=-4.76940E-10	
	E=0				
17 K=0	A= 5.13853E-05	B= 4.82930E-06	C=-1.75412E-07	D= 4.01775E-09	
	E=0				

各種データ

	広角端	中間	望遠端	
焦点距離	3.10	4.98	7.99	
Fno	1.35	1.60	1.90	
像高	3.0	3.0	3.0	40
d7	15.05	5.19	0.50	
d8	5.40	3.27	0.50	
d17	0.50	2.92	6.89	

【0082】

(数値データ7)

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	322.085	0.85	1.81600	46.62	50

2	8.066	5.61			
3	-12.777	0.80	1.43875	94.95	
4	9.692	7.00	1.72047	34.71	
5*	293.330	d5			
6(絞り)		d6			
7*	8.497	3.00	1.49700	81.55	
8*	-25.115	0.30			
9	-45.720	3.00	1.49700	81.55	
10	-8.636	0.80	1.75700	47.82	
11	-13.130	0.15			10
12	21.441	0.80	1.75700	47.82	
13	6.865	0.52			
14	7.805	3.50	1.59522	67.74	
15	-11.124	0.30			
16	-9.727	0.80	1.61340	44.27	
17	6.344	4.50	1.59522	67.74	
18	-20.284	d18			
19		2.78	1.51633	64.14	
20		2.50			
21		0.50			20
22					

【0083】

非球面データ

面番号

5	K=0 A= 4.80522E-05 B= 1.14454E-07 C= 1.26956E-08 D=0 E=0			
7	K=0 A=-1.59433E-04 B=-1.04267E-06 C= 1.62384E-08 D=-3.67473E-10 E=0			
8	K=0 A= 2.21594E-04 B=0 C=0 D=0 E=0			30

各種データ

	広角端	中間	望遠端	
焦点距離	3.10	4.98	8.00	
Fno	1.26	1.40	1.80	
像高	3.0	3.0	3.0	
d5	16.87	6.24	0.50	
d6	4.91	2.74	0.50	
d18	0.50	2.81	6.59	40

【0084】

(数値データ8)

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	19.787	0.85	1.83481	42.73	
2	7.075	3.90			
3	101.316	0.80	1.49700	81.55	
4	11.085	2.73			50

5	-16.593	0.80	1.43875	94.95	
6	11.665	5.50	1.72047	34.71	
7	-84.315	d7			
8(絞り)		d8			
9*	19.529	3.00	1.49700	81.55	
10	-19.282	0.29			
11	13.670	3.50	1.49700	81.55	
12	-15.993	0.15			
13	-85.322	0.80	1.75700	47.82	
14	8.086	0.50			10
15	9.260	3.50	1.59522	67.74	
16	-10.361	0.15			
17	-15.147	1.00	1.61340	44.27	
18	4.8141616	4.70	1.59522	67.74	
19*	-59.23464	d19			
20		2.00	1.51633	64.14	
21		3.00			
22		0.5			
23					

20

【 0 0 8 5 】

非球面データ

面番号

9 K=0 A=-2.80960E-04 B=-3.66950E-06 C= 8.96363E-08 D=-2.69984E-09
 E=0
 19 K=0 A= 2.76278E-04 B= 2.92100E-06 C=-1.92687E-07 D= 2.24851E-09
 E=0

各種データ

	広角端	中間	望遠端	30
焦点距離	3.10	4.98	7.99	
Fno	1.40	1.60	2.00	
像高	3.0	3.0	3.0	
d7	15.17	5.61	0.50	
d8	6.39	3.27	0.50	
d19	0.78	3.06	6.81	

【 0 0 8 6 】

(数値データ 9)

40

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	46.138	0.85	1.81600	46.62
2	7.781	4.56		
3	-51.782	0.80	1.49700	81.55
4	21.674	2.61		
5	-14.787	0.80	1.43875	94.95
6	12.797	3.50	1.61340	44.27
7	-24.117	d7		
8(絞り)		d8		

50

9*	11.123	3.30	1.59522	67.74	
10*	-29.815	0.90			
11	-31.373	0.80	1.51633	64.14	
12	10.705	4.20	1.59522	67.74	
13	-16.309	0.15			
14	23.424	0.80	1.83400	37.16	
15	5.425	4.40	1.59522	67.74	
16	-7.147	0.80	1.61340	44.27	
17*	115.045	d17			
18	33.505	0.50	1.73400	51.47	10
19	5.798	2.50	1.61272	58.72	
20	-89.669	0.50			
21		2.00	1.51633	64.14	
22		2.50			
23		0.50			
24					

【 0 0 8 7 】

非球面データ

面番号					20
9	K=0 A=-8.83781E-05	B=-5.35461E-07	C= 1.44171E-08	D=0	
	E=0				
10	K=0 A= 1.45897E-04	B=-2.23625E-07	C= 2.28924E-08	D=0	
	E=0				
17	K=0 A= 3.61815E-05	B= 2.10254E-06	C=-1.12172E-07	D=0	
	E=0				

各種データ

	広角端	中間	望遠端	
焦点距離	2.85	5.29	9.82	30
Fno	1.40	1.59	2.44	
像高	3.0	3.0	3.0	
d7	20.98	7.69	0.50	
d8	8.55	3.27	0.50	
d17	0.50	3.76	9.82	

【 0 0 8 8 】

【表1】

表1

条件式	実施例1			実施例2			参考例1		参考例2	
(1) $\theta \text{IR} (\text{G2p})_{\text{AVE}} - \theta \text{IR} (\text{G2n})_{\text{AVE}}$	0.0136			-0.0181			-0.0051		-0.0016	
(2) $\nu \text{IR} (\text{G2p})_{\text{AVE}}$	18.36			19.39			19.91		19.39	
(3) $\nu \text{IR} (\text{G1n})$	24.78			24.78			24.78		24.78	
(4) $ F1/F2 $	0.80			0.73			0.97		0.79	
(5) $\theta \text{IR} (\text{G2n})_{\text{ALL}}$	L22 0.73	L24 0.84	L26 0.80	L22 0.80	L24 0.80	L26 0.84	L23 0.80	L25 0.80	L22 0.80	L24 0.80
(6) $\nu \text{IR} (\text{G2n})$	16.92			12.66			12.62		12.62	
(7) $\theta \text{IR} (\text{G2n})$	0.73			0.80			0.80		0.80	

10

条件式	参考例3			参考例4			参考例5		
(1) $\theta \text{IR} (\text{G2p})_{\text{AVE}} - \theta \text{IR} (\text{G2n})_{\text{AVE}}$	0.0083			-0.0007			-0.0045		
(2) $\nu \text{IR} (\text{G2p})_{\text{AVE}}$	18.36			18.81			19.91		
(3) $\nu \text{IR} (\text{G1n})$	24.78			24.78			24.78		
(4) $ F1/F2 $	0.75			0.76			0.80		
(5) $\theta \text{IR} (\text{G2n})_{\text{ALL}}$	L22 0.75	L24 0.84	L27 0.80	L22 0.80	L24 0.80	L26 0.80	L22 0.80	L24 0.80	L26 0.80
(6) $\nu \text{IR} (\text{G2n})$	14.81			12.62			12.62		
(7) $\theta \text{IR} (\text{G2n})$	0.75			0.80x			0.80		

20

条件式	参考例6			参考例7		
(1) $\theta \text{IR} (\text{G2p})_{\text{AVE}} - \theta \text{IR} (\text{G2n})_{\text{AVE}}$	-0.0051			0.0087		
(2) $\nu \text{IR} (\text{G2p})_{\text{AVE}}$	19.91			18.36		
(3) $\nu \text{IR} (\text{G1n})$	21.45			21.45		
(4) $ F1/F2 $	0.81			0.79		
(5) $\theta \text{IR} (\text{G2n})_{\text{ALL}}$	L23 0.80	L25 0.80	L22 0.75	L24 0.84	L26 0.80	
(6) $\nu \text{IR} (\text{G2n})$	12.62			15.81		
(7) $\theta \text{IR} (\text{G2n})$	0.80			0.75		

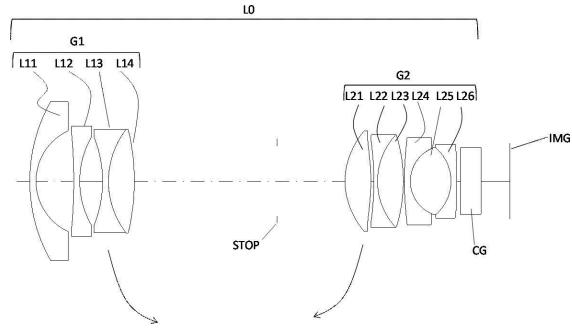
30

【符号の説明】

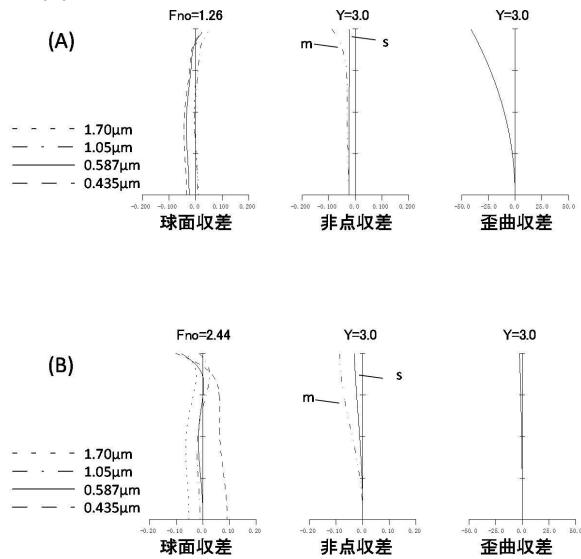
【0 0 8 9】

L0 ズームレンズ G1 第1レンズ群 G2 第2レンズ群 STOP 開口絞り

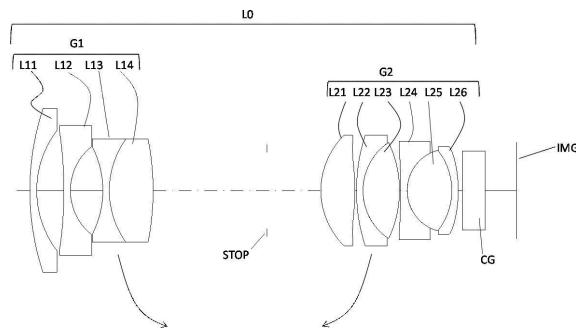
【図1】



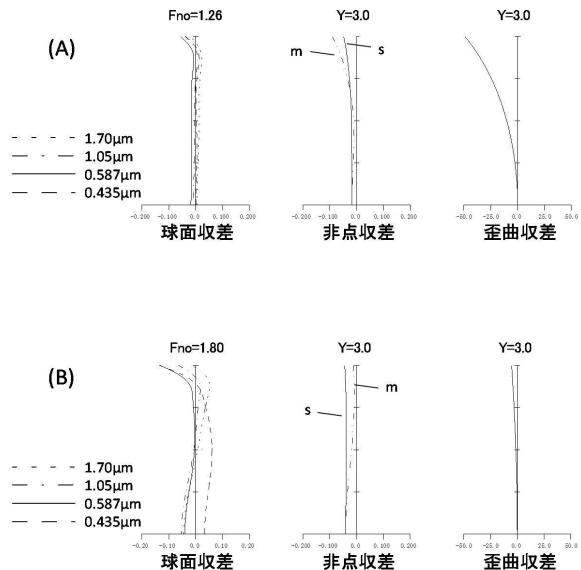
【図2】



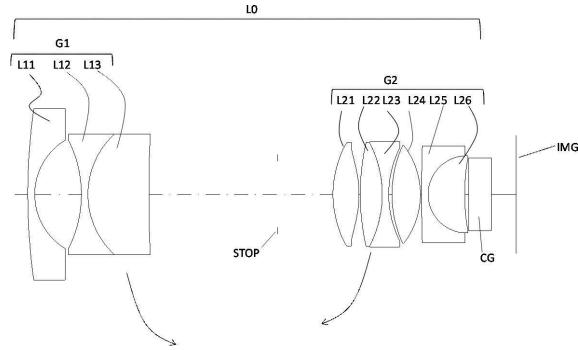
【図3】



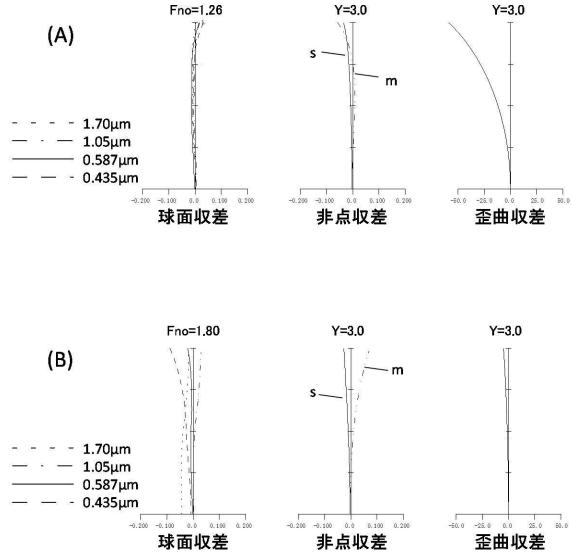
【図4】



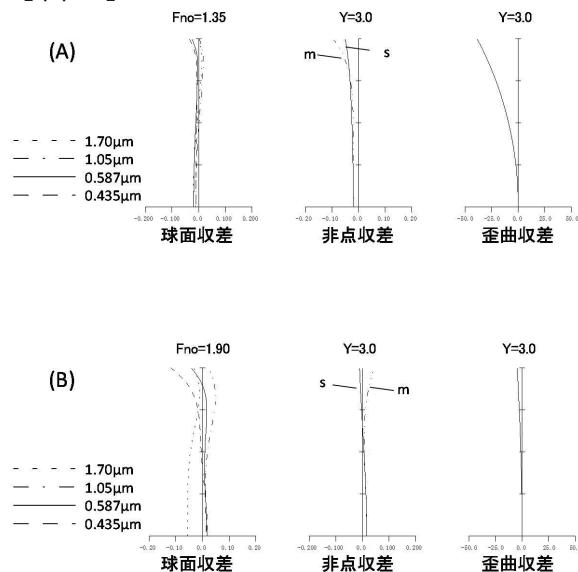
【図5】



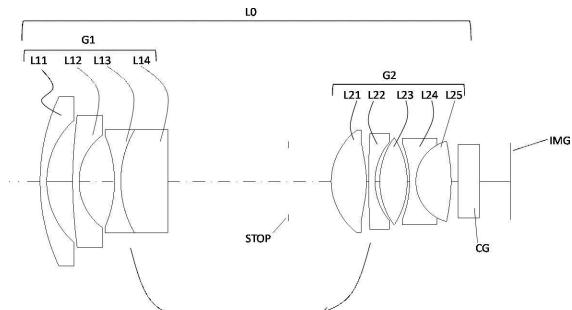
【図6】



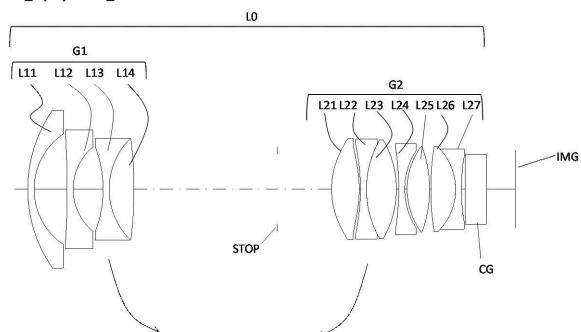
【図8】



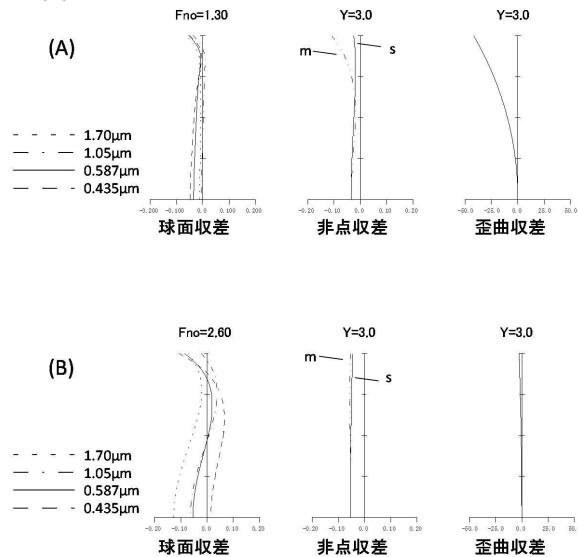
【図7】



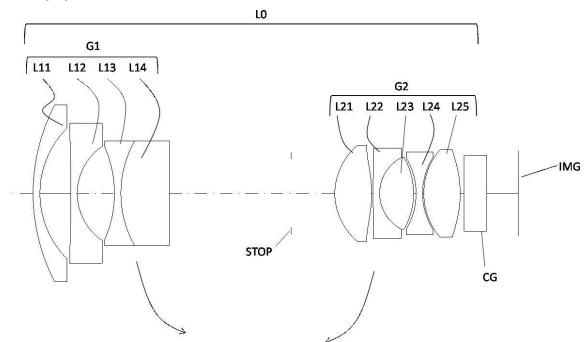
【図9】



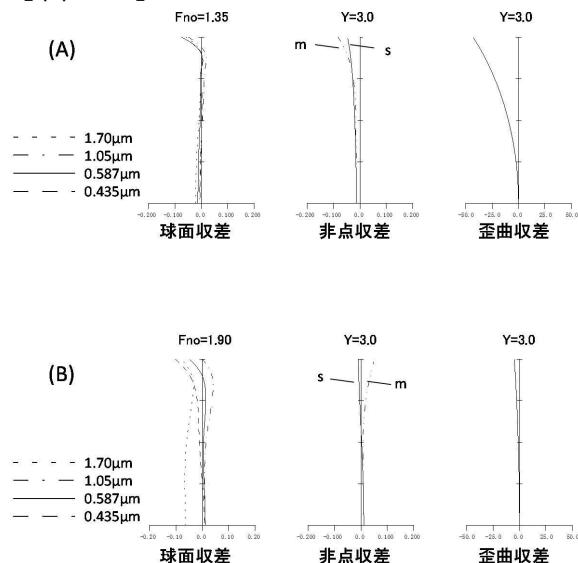
【図10】



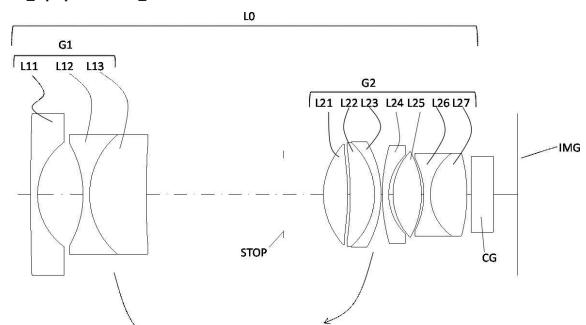
【図11】



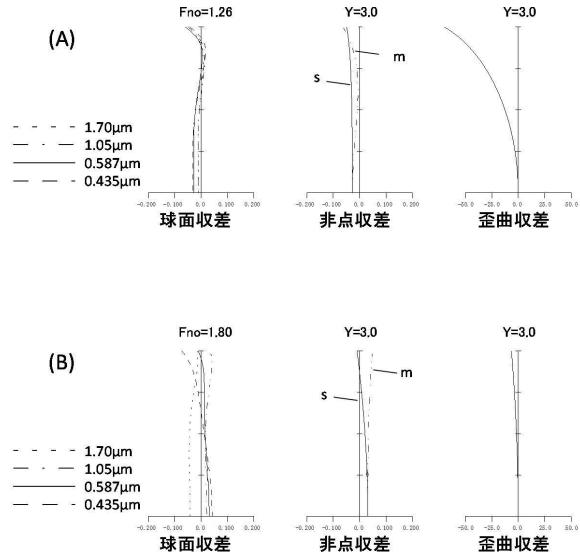
【図12】



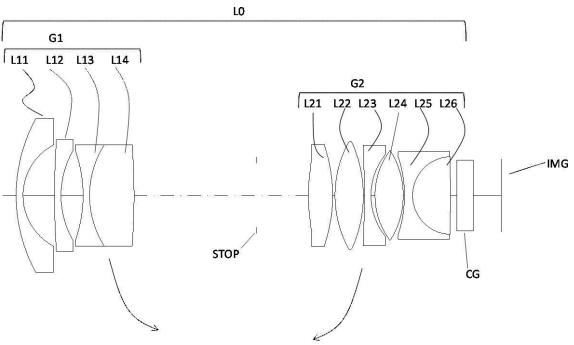
【図13】



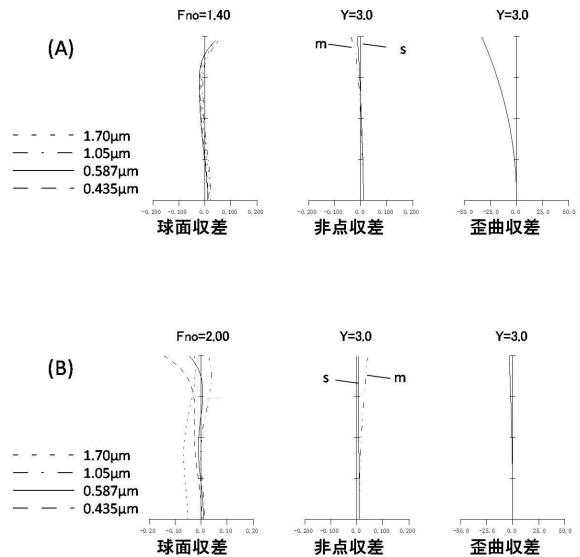
【図14】



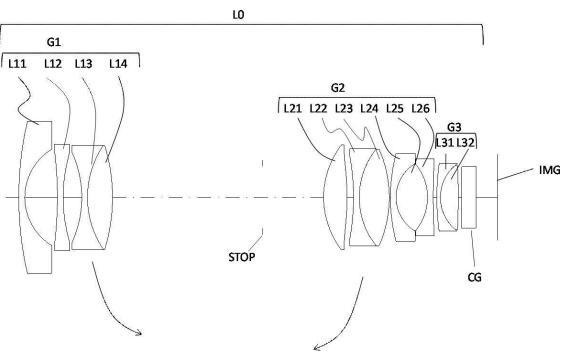
【図15】



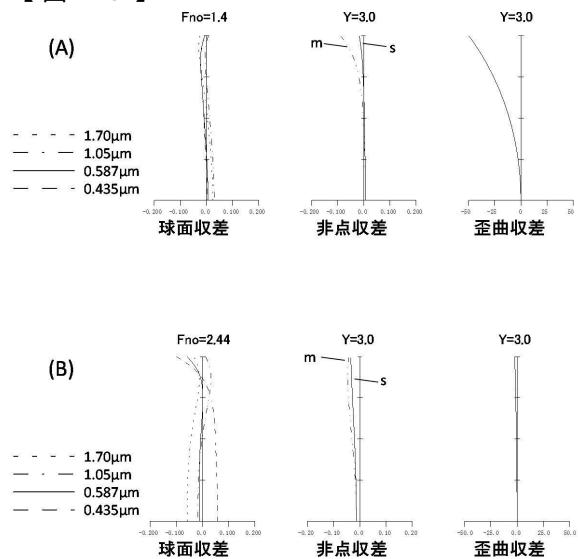
【図16】



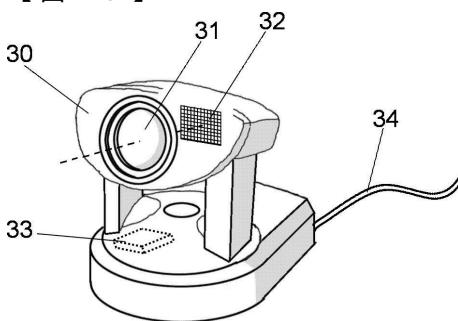
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭63-135913(JP,A)
特開2015-225145(JP,A)
特開2011-175174(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08
G02B 21/02 - 21/04
G02B 25/00 - 25/04