

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6891078号
(P6891078)

(45) 発行日 令和3年6月18日(2021.6.18)

(24) 登録日 令和3年5月28日(2021.5.28)

(51) Int.Cl.

G02B 13/00 (2006.01)

F 1

G O 2 B 13/00

請求項の数 14 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2017-173821 (P2017-173821)
 (22) 出願日 平成29年9月11日 (2017.9.11)
 (65) 公開番号 特開2019-49646 (P2019-49646A)
 (43) 公開日 平成31年3月28日 (2019.3.28)
 審査請求日 令和2年7月17日 (2020.7.17)

(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 100126240
 弁理士 阿部 琢磨
 (74) 代理人 100124442
 弁理士 黒岩 創吾
 (72) 発明者 市村 純也
 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 森内 正明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光学系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配置された、正の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群より構成され、

無限遠から近距離への合焦に際して、前記第1レンズ群が不動であり、前記第2レンズ群が物体側へ移動し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が変化し、

前記第2レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、正レンズ、負レンズ、開口絞りを含み、

前記第3レンズ群は、正レンズと負レンズを含み、

前記第3レンズ群の光軸上での長さをD3、空気換算でのバックフォーカスをBFとするとき、 10

$$1.0 < D3 / BF < 3.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする光学系。

【請求項 2】

前記光学系の焦点距離をf、前記第1レンズ群の焦点距離をf1とするとき、

$$2.0 < f1 / f < 10.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の光学系。

【請求項 3】

前記光学系の焦点距離をf、前記第2レンズ群の焦点距離をf2とするとき、

$$0.8 < f2 / f < 1.1$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光学系。

【請求項 4】

前記光学系の焦点距離を f 、前記第 3 レンズ群の焦点距離を f₃ とするとき、

$$3.0 < f_3 / f < 10.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の光学系。

【請求項 5】

前記第 2 レンズ群は非球面を含むレンズを有し、該レンズの材料の d 線における屈折率を Nasp とするとき、

$$Nasp > 1.70$$

なる条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の光学系。

10

【請求項 6】

前記第 2 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、正レンズ 21、正レンズ 22、負レンズ 23、開口絞りを有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載の光学系。

【請求項 7】

前記負レンズ 23 は、非球面を含み、物体側へ向かって凸形状のメニスカスレンズであることを特徴とする請求項 6 に記載の光学系。

【請求項 8】

前記第 3 レンズ群は、第 1 レンズ及び該第 1 レンズの像側に隣接する第 2 レンズを有し、該第 1 レンズの像側のレンズ面の曲率半径を R_{a1}、該第 2 レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を R_{a2} とするとき、

$$-1 < (R_{a1} + R_{a2}) / (R_{a1} - R_{a2}) < 5$$

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 の何れか一項に記載の光学系。

20

【請求項 9】

前記第 3 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、正レンズ及び負レンズで構成される接合レンズ、負レンズ、正レンズからなることを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れか一項に記載の光学系。

【請求項 10】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、正レンズ、正レンズ、負レンズからなることを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れか一項に記載の光学系。

30

【請求項 11】

前記第 2 レンズ群は、前記第 1 レンズ群に隣接する正レンズ 21 を有し、該正レンズ 21 の材料の g 線及び F 線に対する部分分散比を g_{f21} とするとき、

$$g_{f21} > 0.61$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れか一項に記載の光学系。

【請求項 12】

前記第 2 レンズ群は、正レンズ 21 及び該正レンズ 21 よりも像側に配置された正レンズ 22 を有し、該正レンズ 22 の材料の g 線及び F 線に対する部分分散比を g_{f22} とするとき、

$$g_{f22} < 0.55$$

40

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 11 の何れか一項に記載の光学系。

【請求項 13】

合焦に際して前記第 3 レンズ群が移動することを特徴とする請求項 1 乃至 12 の何れか二項に記載の光学系。

【請求項 14】

請求項 1 乃至 13 の何れか一項に記載の光学系と、該光学系によって形成される像を受光する撮像素子とを備え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】

50

本発明は光学系及びそれを有する撮像装置に関し、たとえば、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、TVカメラ、監視用カメラ等の撮像光学系として好適なものである。

【背景技術】

【0002】

撮像装置に用いられる撮像光学系として、Fナンバー(F no)が1.2~2.0程度と大口径比で、焦点距離が比較的長い中望遠型の撮像光学系が知られている。中望遠型の撮像光学系はポートレート撮影や屋内スポーツでの撮影で広く使用されている。またこのような撮像光学系には、迅速にフォーカス(合焦)ができること、フォーカシングに際して収差変動が少ないと等が強く要望されている。

10

【0003】

フォーカス速度が速いフォーカシング方式として、レンズ系の中間に位置する小型軽量のレンズ群を動かしてフォーカシングをするインナーフォーカス方式が知られている。インナーフォーカス方式を用いた中望遠型で高い光学性能を有した撮像装置が知られている(特許文献1、2)。特許文献1、2は物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、開口絞り、正の屈折力の第3レンズ群より構成され、第2レンズ群を光軸上に移動させてフォーカシングを行う光学系を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

20

【特許文献1】特開平7-199066号公報

【特許文献2】特開2013-25157号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

フォーカシング方式としてインナーフォーカス方式は比較的、小型軽量のレンズ群でフォーカシングすることができ、迅速なるフォーカシングが容易である。

【0006】

大口径比で焦点距離が比較的長い中望遠型の光学系では、フォーカシングに際しての収差変動が少なく、物体距離全般にわたり高い光学性能を得るには、フォーカスレンズ群を適切に選択し、かつレンズ構成を適切に構成することが重要になってくる。

30

【0007】

特に大口径で中望遠型の光学系では被写界深度が狭くなるため、球面収差の他、軸上色収差や像面湾曲等の諸収差を良好に補正しないと、画面全体で高い光学性能を得ることが困難になってくる。

【0008】

本発明は、迅速なるフォーカシングが容易で、しかもフォーカシング時の光学性能を良好に維持することが容易な光学系の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

40

本発明の光学系は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群より構成され、無限遠から近距離への合焦に際して、前記第1レンズ群が不動であり、前記第2レンズ群が物体側へ移動し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が変化し、前記第2レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、正レンズ、負レンズ、開口絞りを含み、前記第3レンズ群は、正レンズと負レンズを含み、前記第3レンズ群の光軸上で長さをD3、空気換算でのバックフォーカスをBFとするとき、 $1.0 < D3 / BF < 3.0$ なる条件式を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0010】

50

本発明によれば、迅速なるフォーカシングが容易で、しかもフォーカシング時の光学性能を良好に維持することが容易な光学系が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】(A)、(B) 実施例1の無限遠物体に合焦時のレンズ断面図と縦収差図

【図2】(A)、(B) 実施例2の無限遠物体に合焦時のレンズ断面図と縦収差図

【図3】(A)、(B) 実施例3の無限遠物体に合焦時のレンズ断面図と縦収差図

【図4】(A)、(B) 実施例4の無限遠物体に合焦時のレンズ断面図と縦収差図

【図5】本発明の撮像装置の要部概略図

【発明を実施するための形態】

10

以下に、本発明の光学系及びそれを有する撮像装置について説明する。本発明の光学系は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群より構成されている。そして合焦に際して第1レンズ群は不動であり、無限遠から近距離への合焦に際し、少なくとも第2レンズ群が光軸に沿って物体側に移動する。

【0013】

図1(A)、(B)は本発明の実施例1の無限遠に合焦(フォーカス)したときのレンズ断面図と縦収差図である。実施例1は焦点距離86.5、Fナンバー1.24程度の光学系である。図2(A)、(B)は本発明の実施例2の無限遠に合焦(フォーカス)したときのレンズ断面図と縦収差図である。実施例2は焦点距離86.5、Fナンバー1.24程度の光学系である。

20

【0014】

図3(A)、(B)は本発明の実施例3の無限遠に合焦(フォーカス)したときのレンズ断面図と縦収差図である。実施例3は焦点距離100.0、Fナンバー1.46程度の光学系である。図4(A)、(B)は本発明の実施例4の無限遠に合焦(フォーカス)したときのレンズ断面図と縦収差図である。実施例4は焦点距離100.0、Fナンバー1.45程度の光学系である。図5は本発明の撮像装置の要部概略図である。

【0015】

レンズ断面図において左側が物体側(前方、拡大側)、右側が像側(後方、縮小側)である。L0は光学系である。L1は正の屈折力の第1レンズ群、L2は正の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群である。SPは開口絞りである。フォーカスに関する矢印は無限遠から至近へのフォーカシングに際してのレンズ群の移動方向を示している。

30

【0016】

IPは像面であり、ビデオカメラやデジタルスチルカメラの撮像光学系として用いる際にはCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子(光電変換素子)の撮像面に相当する。

【0017】

球面収差図において、dはd線(波長587.6nm)、gはg線(波長435.8nm)、CはC線(波長656.3nm)、FはF線(波長486.1nm)を表している。非点収差図において、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す。歪曲収差はd線について表している。倍率色収差図において、gはg線、CはC線、FはF線を表す。FnoはFナンバーである。Hは像高である。

40

【0018】

本発明の光学系L0は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3より構成される。無限遠から近距離への合焦(フォーカシング)に際し、少なくとも第2レンズ群L2が光軸に沿って物体側に移動する。合焦に際して第1レンズ群L1は不動である。

【0019】

50

$F_n o$ が 2 . 0 以下の所謂大口径比の中望遠レンズでは、入射瞳径が大きくなるため、レンズの前玉有効径が大きくなりやすい。合焦の際に、この前玉有効径の大きなレンズを移動させようするとフォーカスレンズ群は極めて重くなる。このため、正の屈折力の第 1 レンズ群を合焦の際に不動とすることが好ましい。

【0020】

本発明の光学系において、第 2 レンズ群 L 2 は所謂ダブルガウス型に近いレンズ構成をとっており、開口絞り S P を挟んで物体側と像側に複数レンズを配置している。これにより高い光学性能を確保しつつ、合焦の際の光学性能を良好に維持している。第 3 レンズ群は短いバックフォーカスを利用して複数のレンズを有することで、合焦の際の光学性能の向上を図りつつ、全体のペツツバール和を低減できるレンズ構成としている。これにより 10 良好的な像面特性を得ている。

【0021】

第 2 レンズ群 L 2 は、正レンズと、正レンズの像側に配置された負レンズと、負レンズの像側に配置された開口絞りを含む。第 3 レンズ群 L 3 は、正レンズと、負レンズを含み、第 3 レンズ群 L 3 の光軸上の長さを D 3 、空気換算でのバックフォーカスを B F とする。このとき、

$$1 . 0 < D 3 / B F < 3 . 0 \quad \dots (1)$$

なる条件式を満足する。

【0022】

条件式(1)は短いバックフォーカスを利用して、複数のレンズを効果的に配置することができるようにして、これにより色収差とペツツバール和を効果的に補正している。条件式(1)の下限を超えると第 3 レンズ群 L 3 のレンズ群長が短くなりすぎ、各レンズの屈折力を十分に得ることが困難となり、諸収差の補正が不十分となる。条件式(1)の上限値を超えると第 3 群が長くなりすぎ、第 2 群の必要な移動量が確保できなくなるため好ましくない。

【0023】

各実施例において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。全系の焦点距離を f 、第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離を f 1 、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 とする。第 2 レンズ群 L 2 は非球面形状のレンズ面を含む非球面レンズを含み、非球面レンズの材料の d 線における屈折率を N a s p とする。第 3 レンズ群 L 3 は両凸形状よりなる空気レンズを含み、空気レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を R a 1 、像側のレンズ面の曲率半径を R a 2 とする。

【0024】

第 2 レンズ群 L 2 は最も物体側に正レンズ 2 1 を有し、正レンズ 2 1 の材料の g 線と F 線の部分分散比を g f 2 1 とする。第 2 レンズ群 L 2 は物体側から像側へ順に配置された、正レンズ 2 1 、正レンズ 2 2 を有し、正レンズ 2 2 の材料の g 線と F 線の部分分散比を g f 2 2 とする。尚、材料のアッベ数 d 、部分分散比 g F は次の式で表される。

【0025】

g 線、F 線、d 線、C 線に対する材料の屈折率をそれぞれ n g 、n d 、n F 、n C とする。このとき以下の式で表される。

$$d = (n d - 1) / (n F - n C)$$

$$g F = (n g - n F) / (n F - n C)$$

【0026】

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。

$$2 . 0 < f 1 / f < 10 . 0 \quad \dots (2)$$

$$0 . 8 < f 2 / f < 1 . 1 \quad \dots (3)$$

$$3 . 0 < f 3 / f < 10 . 0 \quad \dots (4)$$

$$N a s p > 1 . 7 0 \quad \dots (5)$$

$$- 1 < (R a 1 + R a 2) / (R a 1 - R a 2) < 5 \quad \dots (6)$$

$$g f 2 1 > 0 . 6 1 \quad \dots (7)$$

10

20

30

40

50

g f 2 2 < 0 . 5 5 · · · (8)

【 0 0 2 7 】

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)乃至(4)は本発明の光学系L0を、弱い屈折力の第1レンズ群L1と、弱い正の屈折力の第3レンズ群L3で、フォーカス用の第2レンズ群を挟むレンズ構成とするためのものである。

【 0 0 2 8 】

第1レンズ群L1は大口径化に寄与しており、入射光束を収斂させて、第2レンズ群L2以降の入射光束径を小さくしている。条件式(2)の下限を超えると全体の屈折力に対して合焦時に不動の第1レンズ群L1の正の屈折力が強くなる。この結果、第2レンズ群L2のフォーカス移動量が大きくなりすぎるためよくない。条件式(2)の上限を超えると軸上光束の収斂が少なくなるため、第2レンズ群L2以降での屈折力が大きくなり、球面収差や色収差の補正が難しくなってくる。10

【 0 0 2 9 】

第2レンズ群L2は全系の焦点距離とほぼ同等であると好ましい。条件式(3)の下限を超えると第2レンズ群L2の正の屈折力が強くなりすぎ、収差補正が難しくなるとともに、第3レンズ群L3の配置空間が少なくなるので良くない。条件式(3)の上限を超えると第2レンズ群L2のフォーカス移動量が大きくなりすぎるため全体が大型化してくる。。20

【 0 0 3 0 】

第3レンズ群L3は全体の収差補正と、至近距離へフォーカシングするときの収差変動を低減しており、弱い正の屈折力であるのが好ましい。条件式(4)の下限を超えると周辺光量が不足しやすくなり、条件式(4)の上限を超えると第2レンズ群L2で軸上光束が増大するためレンズ面の曲率が大となりやすく、球面収差や軸上色収差の補正が難しくなる。20

【 0 0 3 1 】

球面収差を軽減するためには、開口絞りSPを含む第2レンズ群L2に非球面を配置するのが好ましい。また、非球面形状の非球面効果を増大するために、非球面レンズは条件式(5)を満たす高屈折率の材料より構成するのがよい。

【 0 0 3 2 】

第3レンズ群L3の厚さが厚く、条件式(6)を満たす空気レンズを有することで、ペツツバール和の低減を効果的に行っている。条件式(6)の下限を超えるとペツツバール和が増大してくる。また条件式(6)の上限を超えると、各レンズのレンズ面の曲率が近くになりすぎ、ペツツバール和による補正効果が低下してくる。30

【 0 0 3 3 】

大口径比の光学系の場合、被写界深度が極めて浅くなる。このため、わずかなピントずれがあると画面全体の光学性能が低下してくる。特に軸上色収差による各色のピント差があると、色にじみとして解像感が低下するため、軸上色収差を良好に補正されていることが必要である。

【 0 0 3 4 】

一般に正レンズに低分散の材料を用いて軸上色収差の発生を抑え、負レンズに高分散の材料を用いて色消しを行うことが知られているが、それだけでは特に短波長側において色収差が残存しやすい。40

【 0 0 3 5 】

そこで各実施例の光学系では前述したレンズ構成の下で条件式(7)、(8)を満足するのが良い。条件式(7)は正レンズ21によって、短波長側の屈折力を増大し、色消しと合わせて広い波長帯域で軸上色収差を軽減するためのものである。条件式(8)は軸上色収差の発生量を軽減するためのものである。条件式(7)、(8)を満足するように、低屈折率で高分散の負レンズと、高屈折率で低分散の正レンズを配置すれば色消しを効果的に行うことが容易となる。

【 0 0 3 6 】

第2レンズ群L2は物体側から像側へ順に配置された、正レンズ21、正レンズ22、負レンズ23、開口絞りを有し、負レンズ23は非球面形状のレンズ面を含み、かつ物体側に凸面を向けたメニスカス形状よりなるのが良い。

【0037】

第2レンズ群L2に入射した光束を正レンズ21、正レンズ22、負レンズ23でさらに収斂することで、開口絞りSPより像側に配置する負レンズと、正レンズによる色消しの効果を高めている。また負レンズ23を非球面レンズとすることで、レンズ面の曲率が大きくなりやすい正レンズ21と、正レンズ22より発生する球面収差の補正が効率に行い、負レンズ23以降のレンズ有効径を小さくしている。

【0038】

第3レンズ群L2は物体側から像側へ順に配置された、正レンズと負レンズを接合した接合レンズ、負レンズ、正レンズからなるのが良い。このような構成をとることで、少ないレンズ枚数で効率的にペッツバール和を補正するのが容易となる。第3レンズ群L3は少なくとも1つの非球面を有するのが好ましい。バックフォーカスが短い光学系では特に軸外収差が増大しやすいので、非球面を用いることにより像面湾曲や歪曲収差を補正し、更にサジタルフレアを効果的に補正している。

【0039】

第1レンズ群L1は物体側から像側へ順に配置された、正レンズ、正レンズ、負レンズからなるのが良い。これによれば入射光束を正レンズで収束させ、負レンズで発散することで光束を効率良く収斂している。

【0040】

実施例2、3ではフォーカシングに際して第2レンズ群L2が移動する。実施例3では、フォーカシングに際して、第3レンズ群L3は第2レンズ群L2と互いに異なった軌跡で移動している。これによればフォーカシングに際しての収差変動を効果的に補正することが容易になる。

【0041】

次に本発明の光学系を撮像光学系として用いたデジタルスチルカメラ（撮像装置）の実施例に関して図5を用いて説明する。

【0042】

図5において、10はカメラ本体、11は本発明の光学系によって構成された撮像光学系である。12はカメラ本体に内蔵され、撮像光学系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。

【0043】

このように、本発明の光学系をデジタルスチルカメラ等の撮像装置に適用することにより、全系が小型で良好な光学性能を有する撮像光学系が得られる。

【0044】

以下、実施例1乃至4の具体的な数値データを示す。各数値データにおいて、iは物体側から数えた順序を示し、 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)面との間の軸上間隔を示す。又、 $n_{d,i}$ 、 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、アッペ数である。非球面係数は光軸方向に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を円錐定数、A、B、C、Dを各々非球面係数としたとき、

【0045】

【数1】

$$X = \frac{H^2 / R}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)(H / R)^2}} + AH^4 + BH^6 + CH^8 + DH^{10}$$

なる式で表している。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

* は非球面形状を有する面を意味している。「e - x」は 10^{-x} を意味している。BFは空気換算のバックフォーカスである。レンズ全長は第1レンズ面から最終レンズ面までの距離にバックフォーカスBFの値を加えた値である。また、前述の各条件式と数値データとの関係を表1に示す。

【 0 0 4 7 】

(数値データ1)

(レンズ群)		EA (有効径) R	d	glass	nd	d	
		OBJ (物体距離)					10
1	1	70.87	68.4564	8.2000	SFPM2	1.59522	67.73
	2	69.33	144.7664	0.5000			
	3	66.77	68.5861	12.0000	SFPL51	1.49700	81.54
	4	65.05	-800.0000	2.8000	SNBM51	1.61340	44.27
	5	58.59	57.7047	15.3149			
2	6	55.60	55.8845	5.0000	SNPH4	1.89286	20.36
	7	54.03	78.7959	0.5000			
	8	50.60	36.0000	11.5000	SFPM2	1.59522	67.73
	9	47.96	191.1367	3.8524			
	10*	39.81	65.7976	2.0000	SNBH56	1.85478	24.80
	11	33.90	25.3489	8.5000			
	12	33.00		4.0000 (開口絞り)			
	13	32.17	-67.4064	1.6000	STIM22	1.64769	33.79
	14	32.01	46.6554	9.0000	SLAH55V	1.83481	42.72
	15	31.88	-56.3647	1.7000			
	16	31.64	-36.4167	1.5000	STIM35	1.69895	30.13
	17	32.19	69.5252	7.5000	TAFD25	1.90366	31.31
	18	32.32	-50.0834	2.0000			
3	19	36.39	111.1397	7.0000	TAFD30	1.88300	40.80
	20	36.41	-56.7163	1.7000	STIM1	1.62588	35.70
	21	35.61	49.5256	7.0000			
	22*	35.71	-50.0584	2.3000	LBAL42	1.58313	59.38
	23*	38.37		0.5000			
	24	41.47	67.7770	5.5000	TAFD35	1.91082	35.25
	25	41.59	8469.3686	13.5279			
		IMG					

【 0 0 4 8 】

非球面係数

	R10	R22	R23	
R	65.7976	-50.0584	1E+13	
k	0	0	0	
A	-2.9208E-06	-2.7151E-06	-3.0334E-06	
B	-4.6570E-10	5.6754E-09	4.1049E-09	
C	3.5596E-13	-4.9970E-12	-4.2155E-12	
D	5.5963E-16	1.5780E-14	1.1825E-14	

レンズ間隔

OBJ	d5	d18	
1E+30	15.315	2.000	

4100	13.140	4.175
700	2.500	14.815

【 0 0 4 9 】

(数値データ 2)

(レンズ群)		EA (有効径) R	d	glass	nd	d	
OBJ (物体距離)							
1	1	70.08	63.4639	9.0000	SYGH51	1.75500	52.32
	2	68.66	151.8003	0.5000			
	3	65.04	61.8854	11.0000	SFPL55	1.43875	94.66
	4	63.14	800.0000	2.0000	SNBM51	1.61340	44.27
	5	55.11	42.4980	16.2666			
2	6	52.97	52.6458	5.5000	SNPH1W	1.80809	22.76
	7	51.65	88.0595	0.5000			
	8	47.85	33.5000	11.8000	SFPL51	1.49700	81.54
	9	45.40	347.7223	1.2000			
	10*	40.76	73.9307	2.0000	SNBH56	1.85478	24.80
	11	34.75	25.9345	8.7000			
	12	34.00		4.5000 (開口絞り)			
	13	33.24	-57.3706	1.6000	SNBH8	1.72047	34.71
	14	33.49	127.0378	8.0000	TAFD37	1.90043	37.37
	15	33.64	-54.2677	1.7176			
	16	33.35	-37.6961	1.5000	STIM5	1.60342	38.03
	17	33.79	54.8160	9.0000	TAFD30	1.88300	40.80
	18	33.69	-55.6956	2.0000			
3	19	38.10	94.3506	10.0000	TAFD30	1.88300	40.80
	20	37.84	-49.1069	1.7000	STIM22	1.64769	33.79
	21	36.07	45.7002	7.7933			
	22*	36.27	-68.8229	2.3000	STIM28	1.68893	31.07
	23*	38.61		0.5000			
	24	41.95	64.7739	5.3000	SNBH56	1.85478	24.80
	25	42.01	502.6807	13.9170			

IMG

【 0 0 5 0 】

非球面係数

	R10	R22	R23	
R	73.9307	-68.8229	1E+13	
k	0	0	0	
A	-2.34369E-06	-1.35723E-05	-0.000011349	
B	-4.57974E-10	2.80731E-08	2.66457E-08	
C	3.89088E-13	-4.82515E-11	-4.04256E-11	
D	-2.38394E-16	4.46053E-14	3.66763E-14	

レンズ間隔

	d5	d18
1E+30	16.27	2
4000	13.88	4.39
700	2.5	15.77

【 0 0 5 1 】

(数値データ 3)

(レンズ群)		EA (有効径) R	d	glass	nd	d	
OBJ (物体距離)							
1	1	77.18	70.7213	10.8178	PCD51	1.59349	67.00
	2	75.54	249.8665	0.5000			
	3	69.06	72.9663	12.0622	SFPL55	1.43875	94.66
	4	66.92	-425.5839	2.0000	SNBH5	1.65412	39.68
	5	58.70	70.5590	19.3840			
2	6	53.22	61.3718	5.5000	SNPH4	1.89286	20.36
	7	51.55	124.5569	0.5000			10
	8	45.53	32.7351	11.0000	SFPL55	1.43875	94.66
	9	42.30	196.9214	2.8412			
	10*	36.39	74.4943	2.0000	SNBH56	1.85478	24.80
	11	31.12	24.6139	8.7546			
	12	29.57		7.2975 (開口絞り)			
	13	28.12	-75.8069	1.5000	SNBH5	1.65412	39.68
	14	28.40	33.7056	8.0000	SLAL14	1.69680	55.53
	15	28.65	-56.3206	2.2485			
	16	28.62	-31.3990	1.5000	STIL1	1.54814	45.78
	17	32.03	132.0308	8.0000	TAFD30	1.88300	40.80
	18	33.97	-45.1046	3.0000			
3	19	37.27	122.2481	4.7000	TAFD45	1.95375	32.32
	20	37.24	-160.7110	1.7000	STIM8	1.59551	39.24
	21	36.85	58.4894	5.7902			
	22*	37.05	-79.5321	2.3000	STIL1	1.54814	45.78
	23	39.58	74.1827	0.5000			
	24	41.26	56.8279	6.0000	TAFD30	1.88300	40.80
	25	41.40	2949.8738	14.0824			
	IMG						30

【 0 0 5 2 】

非球面係数

sur	R10	R22
R	74.4943	-79.5321
k	0	0
A	-1.90055E-06	-2.99483E-07
B	1.00991E-10	2.41357E-09
C	-9.37309E-14	-2.75377E-12
D	5.65326E-16	7.35518E-16

40

レンズ間隔

Obj	d5	d18
1.00E+30	19.384	3
4106	16.355	6.029
706	2.5	19.884

【 0 0 5 3 】

(数値実施例 4)

(レンズ群)	EA (有効径) R	d	glass	nd	d	
						50

OBJ (物体距離)						
1	1	76.73	67.4702	11.0000	PCD51	1.59349 67.00
2		74.70	193.2837	0.5000		
3		69.32	74.8550	12.5000	SFPL55	1.43875 94.66
4		66.28	-550.3944	2.0000	SNBH5	1.65412 39.68
5		58.92	74.4220	30.4001		
2	6	49.92	56.0347	6.0000	SNPH4	1.89286 20.36
7		47.83	107.8774	0.5000		
8		42.65	32.3851	10.0000	SFPL55	1.43875 94.66
9		39.69	277.8320	2.9974		
10*		33.46	79.4323	2.0000	SNBH56	1.85478 24.80
11		28.78	24.1970	6.7447		
12		27.85		3.5143 (開口絞り)		
13		27.17	-60.7450	1.5000	SNBH5	1.65412 39.68
14		27.37	29.2377	8.0000	SYGH51	1.75500 52.32
15		27.47	-50.9260	1.8825		
16		27.41	-30.5521	1.5000	STIL1	1.54814 45.78
17		30.09	210.4584	7.0000	TAFD30	1.88300 40.80
18		31.80	-43.0700	3.0000		
3	19	35.15	-803.3981	6.0000	TAFD45	1.95375 32.32
20		35.51	-47.2877	1.7000	STIM28	1.68893 31.07
21		35.70	77.0121	5.7610		
22*		35.90	-54.3484	2.3000	LBSL7	1.51633 64.06
23		39.37	140.3451	0.5000		
24		42.36	61.7179	6.5000	TAFD35	1.91082 35.25
25		42.57	-261.0109	14.4943		
	IMG					

【 0 0 5 4 】

非球面係数

30

	R10	R22
R	79.4323	-54.3484
k	0	0
A	-3.22032E-06	-1.5876E-06
B	3.14236E-10	1.91273E-09
C	-5.64278E-13	3.991E-13
D	1.79148E-15	-5.06168E-15

レンズ間隔

S0	d5	d18	d25
1.00E+30	30.40	3	14.50
4100	27.87	5.50	14.53
350	2.5	27.38	18.02

40

【 0 0 5 5 】

【表1】

表1

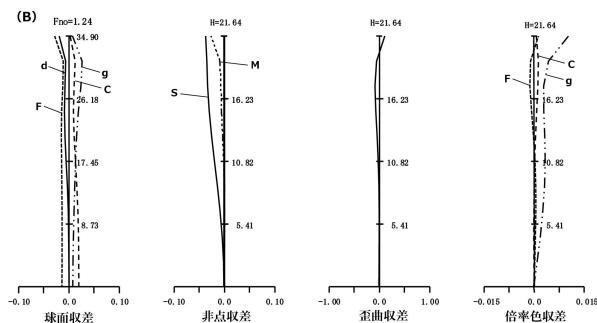
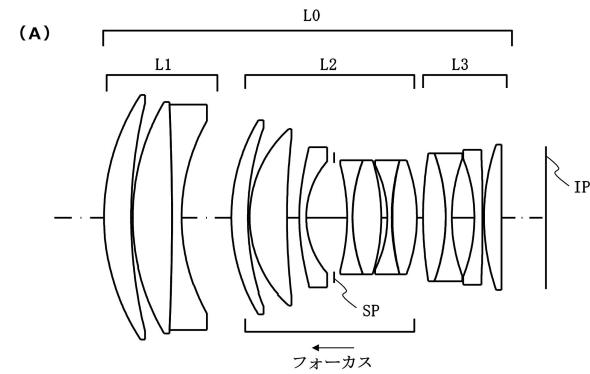
		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
	焦点距離 f	86.5	86.5	100.0	100.0
	Fno	1.24	1.24	1.46	1.45
	第1群の焦点距離 f1	380.9	431.3	269.6	261.0
	第2群の焦点距離 f2	87.8	86.3	104.1	90.3
	第3群の焦点距離 f3	468.3	447.5	820	833.3
	第1群の厚さ D1	23.5	22.5	25.38	26.0
	第2群の厚さ D2	56.7	56.0	59.1	51.6
	第3群の厚さ D3	24.0	27.6	21.0	22.8
	バックフォーカス BF	13.5	13.9	14.1	14.5
	Ra1	49.53	45.70	54.13	77.01
	Ra2	-50.06	-68.82	-84.95	-54.35
条件式	レンズ全長	135.0	138.3	142.0	148.3
(1)	D3/BF	1.77	1.98	1.49	1.57
(2)	f1/f	4.40	4.99	2.70	2.61
(3)	f2/f	1.02	1.00	1.04	0.90
(4)	f3/f	5.41	5.17	8	8.33
(5)	Nasp	1.855	1.855	1.855	1.855
(6)	(Ra1+Ra2)/(Ra1-Ra2)	-0.005	-0.202	-0.222	0.173
(7)	θ_{gf21}	0.639	0.631	0.639	0.639
(8)	θ_{gf22}	0.544	0.537	0.534	0.534

【符号の説明】

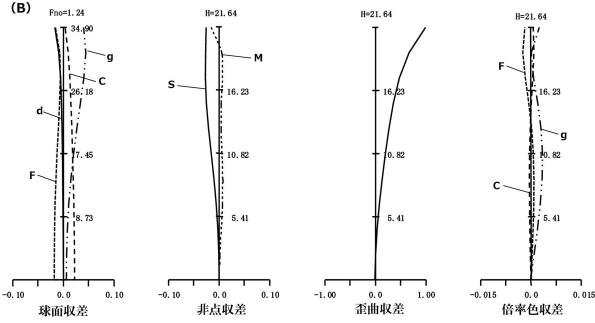
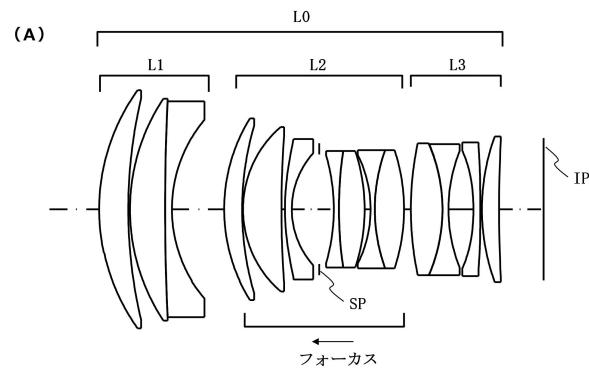
【0056】

L0 光学系 L1 第1レンズ群 L2 第2レンズ群
 L3 第3レンズ群 IP 像面 SP 開口絞り

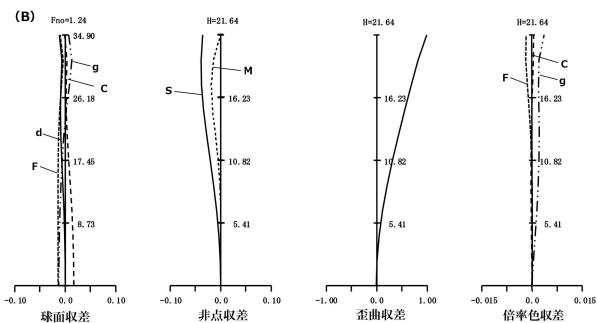
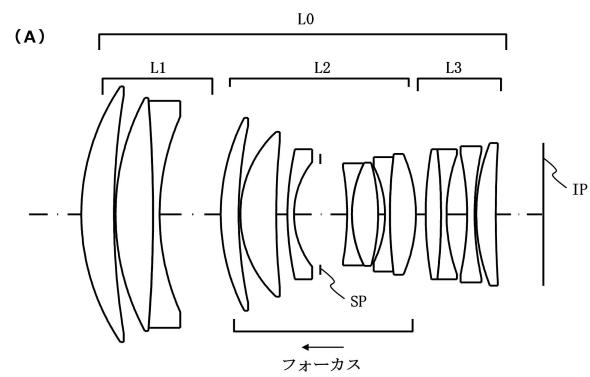
【図1】



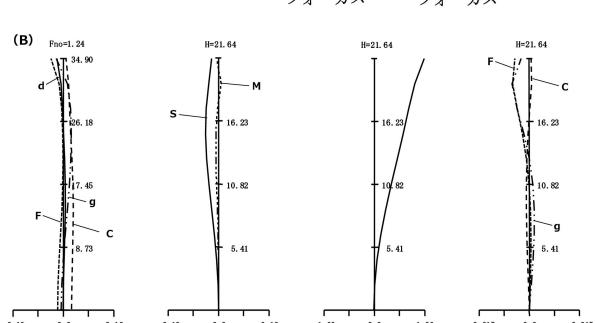
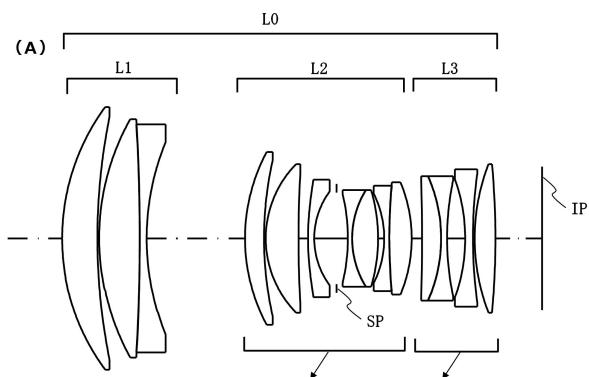
【図2】



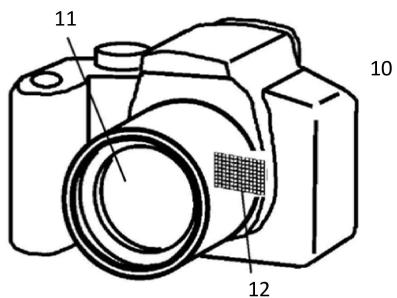
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-157067(JP,A)

国際公開第2017/130571(WO,A1)

特開2013-25157(JP,A)

特開2013-7856(JP,A)

特開2015-114366(JP,A)

米国特許出願公開第2011/0085254(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 9 / 00 - 17 / 08

G 02 B 21 / 02 - 21 / 04

G 02 B 25 / 00 - 25 / 04