

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6099966号
(P6099966)

(45) 発行日 平成29年3月22日(2017.3.22)

(24) 登録日 平成29年3月3日(2017.3.3)

(51) Int.Cl.

G O 2 B 13/00 (2006.01)

F I

G O 2 B 13/00

請求項の数 11 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2012-279048 (P2012-279048)
(22) 出願日 平成24年12月21日(2012.12.21)
(65) 公開番号 特開2014-123018 (P2014-123018A)
(43) 公開日 平成26年7月3日(2014.7.3)
審査請求日 平成27年12月21日(2015.12.21)

(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 横山 貴嘉
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
ヤノン株式会社内
審査官 森内 正明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮影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、開口絞り、正の屈折力の第3レンズ群より構成され、遠距離物体から近距離物体へのフォーカシングに際して前記第2レンズ群が像側へ移動する撮影光学系であって、前記第3レンズ群は、物体側より像側へ順に、前記第3レンズ群の最大の空気間隔をはさんで互いに凹面を向けた2つのレンズ、正レンズを有し、全系の焦点距離を f 、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 とするととき、

$$0.70 < |f_2 / f| < 2.50$$

なる条件式を満足することを特徴とする撮影光学系。

10

【請求項2】

前記第3レンズ群の最大の空気間隔をはさんで像側に配置されるレンズの物体側のレンズ面の曲率半径を R_{3b} 、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 とするととき、

$$0.25 < |R_{3b} / f_3| < 0.60$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の撮影光学系。

【請求項3】

前記第3レンズ群の最大の空気間隔をはさんで物体側に配置されるレンズの像側のレンズ面の曲率半径を R_{3a} 、前記第3レンズ群の最大の空気間隔をはさんで像側に配置されるレンズの物体側のレンズ面の曲率半径を R_{3b} とするととき、

$$0.02 < (R_{3a} + R_{3b}) / (R_{3a} - R_{3b}) < 0.80$$

20

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 に記載の撮影光学系。

【請求項 4】

前記第 2 レンズ群は、少なくとも 1 つの正レンズ G 2 p と少なくとも 1 つの負レンズを有し、前記正レンズ G 2 p の材料のアッペ数を d とするとき、

$$d < 2.3 \cdot 5$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のうちいずれか 1 項に記載の撮影光学系。

【請求項 5】

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、開口絞り、正の屈折力の第 3 レンズ群より構成され、遠距離物体から近距離物体へのフォーカシングに際して前記第 2 レンズ群が像側へ移動する撮影光学系であって、

前記第 2 レンズ群は、少なくとも 1 つの正レンズ G 2 p と少なくとも 1 つの負レンズを有し、

前記第 3 レンズ群は、物体側より像側へ順に、物体側のレンズ面が負の屈折力の負レンズ G 3 b b と正レンズを有し、

全系の焦点距離を f 、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 、前記負レンズ G 3 b b の物体側のレンズ面の曲率半径を R_{3bb} 、前記正レンズ G 2 p の材料のアッペ数を d とするとき、

$$0.70 < |f_2 / f| < 2.50$$

$$0.25 < |R_{3bb} / f_3| < 0.60$$

$$d < 2.3 \cdot 5$$

なる条件式を満足することを特徴とする撮影光学系。

【請求項 6】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 とするとき、

$$0.70 < f_1 / f < 1.20$$

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 のうちいずれか 1 項に記載の撮影光学系。

【請求項 7】

前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 とするとき、

$$0.70 < f_3 / f < 1.50$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のうちいずれか 1 項に記載の撮影光学系。

【請求項 8】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 とするとき、

$$0.60 < f_1 / f_3 < 1.30$$

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 のうちいずれか 1 項に記載の撮影光学系。

【請求項 9】

前記第 3 レンズ群に含まれる正レンズのうち、最も屈折力が強い正レンズの焦点距離を f_p とするとき、

$$0.30 < f_p / f < 1.00$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のうちいずれか 1 項に記載の撮影光学系。

【請求項 10】

光電変換素子に像を形成することを特徴とする請求項 1 乃至 9 のうちいずれか 1 項に記載の撮影光学系。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のうちいずれか 1 項に記載の撮影光学系と、該撮影光学系によって形成される像を受光する光電変換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】

本発明は、撮影光学系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、デジタルビデオカメラ、TVカメラ、監視用カメラ、銀塩フィルム用カメラ等の撮影光学系として好適なものである。

【背景技術】

【0002】

デジタルスチルカメラや銀塩フィルム用カメラ等のうち、一眼レフカメラに用いられる撮影光学系には、撮影画角が40°から60°程度と広画角化が求められている。更に撮影光学系の像側にフィルター等の光学部材を配置するために所定の長さのバックフォーカスを有すること等が求められている。また、これらの撮影光学系には、高い光学性能を有すると共に、大口径比で、しかも迅速なフォーカシングを行うこと等が求められている。大口径比化により高速なシャッタースピードが得られ、例えば屋内撮影等において手振れを低減することが容易となる。

10

【0003】

一般に撮影光学系におけるフォーカシング方式としては撮影光学系全体を移動させる方式や、撮影光学系の一部のレンズ群を移動させたりする方式がある。これらの方式のうち、撮影光学系の中間レンズ群でフォーカシングを行う所謂インナーフォーカス方式が知られている。このインナーフォーカス方式は、撮影光学系全系を移動させるフォーカシング方式に対して、フォーカシングレンズ群の移動量を少なくすることができ、また、フォーカシングレンズ群の小型化と軽量化が容易である。

20

【0004】

その結果、フォーカシングに際しての移動を高速に行うことができ、また、フォーカシング時の駆動トルクを低減することができるため、例えば自動焦点検出装置を有する撮影装置に適用したときは駆動モータを小型化することが容易になる。

【0005】

従来、撮影画角が比較的広画角で、長いバックフォーカスを有し、インナーフォーカス方式を用いた撮影光学系が知られている（特許文献1，2）。特許文献1および特許文献2では、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レンズ群を有し、第2レンズ群にてフォーカシングを行った撮影光学系を開示している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平1-154111号公報

【特許文献2】特開平1-185507号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

インナーフォーカス方式では比較的、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。また撮影可能な最短撮影距離が短い等の特徴がある。

40

【0008】

しかしながら一般に光学系全体を移動させるフォーカス方式に対し、インナーフォーカス方式では、フォーカスレンズ群を移動させたときの収差変動が大きくなり、物体距離全域にわたり良好に収差補正を行うことが困難である。例えば撮影光学系の開口絞り近傍に配置された中間レンズ群においてフォーカシングを行うインナーフォーカス方式では、フォーカシングに際して、球面収差、コマ収差の収差変動が大きくなる。このときの収差変動は撮影光学系を大口径比化すると、その傾向が顕著となる。

【0009】

50

また、撮影画角が40°から60°程度と広画角なインナーフォーカス方式を用いた撮影光学系において大口径比化を図ると、各レンズのレンズ厚が増加してくる。この結果、フォーカスレンズ群を移動するためのスペースを十分長く確保するため、バックフォーカスが短くなる傾向があった。

【0010】

そのため、インナーフォーカス方式を用いて撮影光学系において広画角化及び大口径比化を図る場合には、フォーカスレンズ群を含め、撮影光学系を構成する各レンズ群の屈折力やレンズ構成等を適切に設定することが必要となる。これらの構成を適切に構成しないと、フォーカシングに際して収差変動が増大し、物体距離全般にわたり高い光学性能を得るのが困難になる。特に広画角化、大口径比化を図りつつ、長いバックフォーカスを得るのが困難になる。

10

【0011】

本発明は、広画角、大口径比で迅速なフォーカシングが容易で、しかも長いバックフォーカスが容易に得られる撮影光学系の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の撮影光学系は、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、開口絞り、正の屈折力の第3レンズ群より構成され、遠距離物体から近距離物体へのフォーカシングに際して前記第2レンズ群が像側へ移動する撮影光学系であって、

20

前記第3レンズ群は、物体側より像側へ順に、前記第3レンズ群の最大の空気間隔をはさんで互いに凹面を向けた2つのレンズ、正レンズを有し、全系の焦点距離を f 、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 とすると、

$$0.70 < |f_2 / f| < 2.50$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

この他、本発明の撮影光学系は、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、開口絞り、正の屈折力の第3レンズ群より構成され、遠距離物体から近距離物体へのフォーカシングに際して前記第2レンズ群が像側へ移動する撮影光学系であって、

前記第2レンズ群は、少なくとも1つの正レンズ G_{2p} と少なくとも1つの負レンズを有し、

30

前記第3レンズ群は、物体側より像側へ順に、物体側のレンズ面が負の屈折力の負レンズ G_{3bb} と正レンズを有し、

全系の焦点距離を f 、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 、前記負レンズ G_{3bb} の物体側のレンズ面の曲率半径を R_{3bb} 、前記正レンズ G_{2p} の材料の阿ッペ数を d とすると、

$$0.70 < |f_2 / f| < 2.50$$

$$0.25 < |R_{3bb} / f_3| < 0.60$$

$$d < 23.5$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

40

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、広画角、大口径比で迅速なフォーカシングが容易で、しかも長いバックフォーカスが容易に得られる撮影光学系が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施例1のレンズ断面図

【図2】(A), (B) 本発明の実施例1の無限遠物体と至近距離物体のときの収差図

【図3】本発明の実施例2のレンズ断面図

【図4】(A), (B) 本発明の実施例2の無限遠物体と至近距離物体のときの収差図

50

【図 5】本発明の実施例 3 のレンズ断面図

【図 6】(A), (B) 本発明の実施例 3 の無限遠物体と至近距離物体のときの収差図

【図 7】本発明の実施例 4 のレンズ断面図

【図 8】(A), (B) 本発明の実施例 4 の無限遠物体と至近距離物体のときの収差図

【図 9】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】

【0015】

以下、本発明の撮影光学系および、それを有する撮像装置について説明する。

【0016】

本発明の撮影光学系は、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、開口絞り、正の屈折力の第 3 レンズ群より構成される。そして遠距離物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、第 2 レンズ群が像側へ移動する。

10

【0017】

図 1 は本発明の撮影光学系の実施例 1 の無限遠物体にフォーカシングしたとき（合焦時）のレンズ断面図である。図 2 (A), (B) は実施例 1 の撮影光学系において無限遠物体と至近距離物体（450 mm）に合焦時の縦収差図である。実施例 1 は撮影画角 47.2 度、F ナンバー 1.45 程度の撮影光学系である。

【0018】

図 3 は本発明の撮影光学系の実施例 2 の無限遠物体にフォーカシングしたときのレンズ断面図である。図 4 (A), (B) は実施例 2 の撮影光学系において無限遠物体と至近距離物体（300 mm）に合焦時の縦収差図である。実施例 2 は撮影画角 62.18 度、F ナンバー 1.45 程度の撮影光学系である。

20

【0019】

図 5 は本発明の撮影光学系の実施例 3 の無限遠物体にフォーカシングしたときのレンズ断面図である。図 6 (A), (B) は実施例 3 の撮影光学系において無限遠物体と至近距離物体（450 mm）に合焦時の縦収差図である。実施例 3 は撮影画角 42.66 度、F ナンバー 1.45 程度の撮影光学系である。

【0020】

図 7 は本発明の撮影光学系の実施例 4 の無限遠物体にフォーカシングしたときのレンズ断面図である。図 8 (A), (B) は実施例 4 の撮影光学系において無限遠物体と至近距離物体（450 mm）に合焦時の縦収差図である。実施例 4 は撮影画角 46.18 度、F ナンバー 1.45 程度の撮影光学系である。

30

【0021】

ここで至近距離物体の数値は後述する数値実施例を mm 単位で表したときの数値である。図 9 は本発明の撮像装置の要部概略図である。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。OL は撮影光学系であり、物体側から像側へ順に正の屈折力の第 1 レンズ群 L1、負の屈折力の第 2 レンズ群 L2、開口絞り SP、正の屈折力の第 3 レンズ群 L3 より成っている。

【0022】

G2p、G2n はそれぞれ第 2 レンズ群 L2 を構成する正レンズと負レンズである。G3a、G3b はそれぞれ第 3 レンズ群 L3 中の最大の空気間隔をはさんで互いに凹面を向けたレンズである。G3p は正レンズである。

40

【0023】

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影光学系として用いる際には像面は 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。また銀塩フィルムカメラ用として用いる際には、像面はフィルム面に相当する。球面収差図において、実線の d は d 線、一点鎖線の g は g 線を表わしている。点線の S、C は正弦条件である。

【0024】

50

非点収差図において、破線の M は d 線のメリディオナル像面、実線の S は d 線のサジタル像面を表わす。また歪曲収差は d 線によって表している。倍率色収差は g 線について示している。また F n o は F ナンバー、 θ は半画角（度）である。

【0025】

本発明の撮影光学系は正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、開口絞り S P、正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 から構成されている。第 2 レンズ群 L 2 を光軸上像側へ移動させて無限遠物体から至近距離物体へのフォーカシングを行っている。

【0026】

各実施例の撮影光学系において、第 3 レンズ群 L 3 は、物体側より像側へ順に、第 3 レンズ群 L 3 中の最大の空気間隔をはさんで互いに凹面を向けた 2 つのレンズ G 3 a, G 3 b、正レンズ G 3 p を有している。全系の焦点距離を f、第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離を f 2 とする。このとき、

$$0.70 < |f_2 / f| < 2.50 \quad \cdots (1)$$

なる条件式を満足している。

【0027】

各実施例の撮影光学系は、物体側から像側へ順に、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 を有している。また、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群 L 3 の間に開口絞り S P を有している。

【0028】

従来、撮影画角が 40° から 60° 程度の広画角で長いバックフォーカスを有する撮影光学系として、所謂ガウス型の撮影光学系が知られている。ガウス型の撮影光学系は、広画角化と大口径比化及び長いバックフォーカスを得ることが比較的容易である。ガウス型の撮影光学系においてフォーカシングは、多くの場合、撮影光学系全体を移動させる全体フォーカス方式を用いている。このため、フォーカスレンズ群の重量が重く、高速なフォーカシングが困難になる傾向がある。

【0029】

そこで、本発明の撮影光学系では、遠距離物体から近距離物体へのフォーカシング時に負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 を像側へ移動させるインナーフォーカス方式を採用している。これにより撮影光学系全体を移動させる全体フォーカス方式に対し、フォーカスレンズ群を軽量化することができ、高速なフォーカシングを容易にしている。また、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 により、撮影光束を収斂させて第 2 レンズ群 L 2 に入射させて、第 2 レンズ群 L 2 の光線有効径を小さくして、さらにフォーカスレンズ群の有効径を小さくしてフォーカスレンズ群の小型化を達成している。

【0030】

撮影画角が 40° から 60° 程度の広画角な撮影光学系では、焦点距離が比較的短くなるため、長いバックフォーカスを確保するのが困難となる。さらに、大口径比化を行うとレンズ厚が増大し、さらに長いバックフォーカスを確保するのが困難となる。

【0031】

そこで、本発明の撮影光学系では第 3 レンズ群 L 3 を、物体側に負の屈折力成分を配置し、像側に正の屈折力成分を配置した所謂レトロフォーカス型のレンズ構成とすることで長いバックフォーカスを確保している。また、大口径比化を行うと、多くの場合、第 1 レンズ群 L 1 より諸収差が多く発生する。特に球面収差、コマ収差の発生が増大し、また、ペッツバル和が正の方向に増大して像面湾曲が悪化し、画質が低下してくる。

【0032】

そこで本発明の撮影光学系では、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 より発生する球面収差、コマ収差を負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 で打ち消す（補正する）レンズ構成としている。

【0033】

本発明の撮影光学系では遠距離物体から近距離物体へのフォーカシングに際して負の屈

10

20

30

40

50

折力の第2レンズ群L2を像側へ移動させている。そのため、第2レンズ群L2の軸上光束は、無限遠物体に合焦状態に対して至近距離物体に合焦状態では低い位置に入射する。よって、至近距離物体の合焦状態では、第2レンズ群L2による収差打ち消し効果が低減し、フォーカシングによる収差の変動が大きくなる。

【0034】

そこで、第3レンズ群L3の物体側に配置される負の屈折力成分として、物体側に強い凹面（負の屈折力のレンズ面）をむけた負レンズG3bを配置している。この物体側に強い凹面を有する負レンズG3bが、第2レンズ群L2より発生する球面収差やコマ収差の補正成分を分担し、第2レンズ群L2から発生する収差を小さくしている。これにより、フォーカシングによる収差の変動を低減することを容易にしている。

10

【0035】

さらに、この物体側に強い負の屈折力の凹面を向けた負レンズG3bにより、第3レンズ群L3をレトロフォーカス型のレンズ構成としてバックフォーカスを長くする効果を強めている。また、ペッツパール和を小さくすることもでき、これにより像面湾曲の悪化を低減している。

【0036】

各実施例において、第2レンズ群L2の焦点距離を f_2 、撮影光学系全系の焦点距離を f とすると、条件式(1)を満足している。

【0037】

条件式(1)はフォーカスレンズ群である第2レンズ群L2の屈折力に関し、主に大口径比化しつつフォーカシングによる収差変動を低減するためのものである。条件式(1)の下限を超えて第2レンズ群L2の負の屈折力の絶対値が大きくなると、フォーカスの際の繰り出し量を低減することができ、全系の小型化が容易になるが、フォーカシングによる収差の変動が大きくなる。また上限を超えて第2レンズ群L2の負の屈折力の絶対値が小さくなると、フォーカシングのための繰り出し量が長くなり、全系が大型化してくる。

20

【0038】

好ましくは、条件式(1)の数値範囲を以下のように設定するのが望ましい。

【0039】

$$0.80 < |f_2 / f| < 2.30 \quad \dots (1a)$$

さらに好ましくは、条件式(1a)の数値範囲を以下のようにするのが望ましい。

30

【0040】

$$0.90 < |f_2 / f| < 2.10 \quad \dots (1b)$$

以上の構成をとることにより、各実施例においては撮影画角が40°から60°程度と広画角でFナンバーが1.4程度と大口径比で、かつ、バックフォーカスの長いインナーフォーカス式の撮影光学系が容易に得られる。

【0041】

各実施例において、さらにフォーカシングの際の収差変動を低減するために、第3レンズ群L3が、物体側より像側へ順に、第3レンズ群中の最大の空気間隔をはさんで互いに凹面を向けた2つのレンズG3a、G3b、正レンズを有する構成としている。最大の空気間隔をはさんで互いに凹面を向けた2つのレンズG3a、G3bのうち、物体側に凹面を向けた負レンズG3bは、第3レンズ群L3の像側に比べ物体側に強い屈折力のレンズ面（凹面）を向けたレンズに相当している。

40

【0042】

この強い物体側が凹形状で負の屈折力のレンズ面を配置することで、このレンズ面に球面収差、コマ収差、ペッツパール和の補正効果を分担させている。特に高次のコマ収差を低減している。軸上光束は正の屈折力の第1レンズ群L1により収斂され第2レンズ群L2に入射される。軸上光束は負の屈折力の第2レンズ群L2で発散されるが、第1レンズ群L1の強い収斂作用により、第2レンズ群L2の通過後は収斂された光束状態となる。収斂された光束が第3レンズ群L3のレンズG3bの物体側の凹形状のレンズ面に入射すると、高次の球面収差、コマ収差が発生する。

50

【0043】

そこで、レンズG3aを配置し、像側の凹形状のレンズ面で第1レンズ群、第2レンズ群を通過し収斂された軸上光束を発散させている。これによりレンズG3bの凹形状のレンズ面への入射角を低減して、高次の球面収差、コマ収差の発生を低減している。

【0044】

各実施例において更に好ましくは次の条件式のうち1以上を満足するのが良い。

【0045】

第3レンズ群L3中の最大の空気間隔をはさんで像側に配置されるレンズG3bの物体側のレンズ面の曲率半径をR3bとする。第3レンズ群L3中の最大の空気間隔をはさんで物体側に配置されるレンズG3aの像側のレンズ面の曲率半径をR3aとする。第1レンズ群L1の焦点距離をf1とする。第3レンズ群L3の焦点距離をf3とする。第2レンズ群L2は、少なくとも1つの正レンズG2pと少なくとも1つの負レンズG2nを有し、正レンズG2pのアッベ数をdとする。第3レンズ群L3に含まれる正レンズのうち、最も屈折力が強い正レンズG3pの焦点距離をfpとする。

10

【0046】

このとき次の条件式のうち1以上を満足するのが良い。

【0047】

$$0.25 < |R3b / f3| < 0.60 \quad \dots (2)$$

$$0.02 < (R3a + R3b) / (R3a - R3b) < 0.80 \quad \dots (3)$$

$$d < 23.5 \quad \dots (4)$$

20

$$0.70 < f1 / f < 1.20 \quad \dots (5)$$

$$0.70 < f3 / f < 1.50 \quad \dots (6)$$

$$0.60 < f1 / f3 < 1.30 \quad \dots (7)$$

$$0.30 < fp / f < 1.00 \quad \dots (8)$$

次に前述した各条件式の技術的意味について説明する。

【0048】

条件式(2)は、第3レンズ群L3の負レンズG3bの物体側のレンズ面の屈折力に関するもので、主にフォーカシングによる収差変動を低減するためのものである。条件式(2)の下限を超えて、負レンズG3bの物体側のレンズ面の負の屈折力の絶対値が大きくなると、このレンズ面より高次の球面収差、コマ収差が大きくなり画質を低下させる。また条件式(2)の上限を超えてレンズ面の負の屈折力の絶対値が小さくなると、第2レンズ群L2の収差補正分担が大きくなり、フォーカシングの際の収差変動が大きくなる。

30

【0049】

また、ペッツバル和が正の方向に大きくなり像面湾曲が悪化する。さらに、第3レンズ群L3のレトロフォーカス型のレンズ構成によるバックフォーカスを長くする作用が低下するため、長いバックフォーカスを得るのが困難になる。好ましくは、条件式(2)の数値範囲を以下のようにするのが望ましい。

【0050】

$$0.27 < |R3b / f3| < 0.55 \quad \dots (2a)$$

さらに好ましくは、条件式(2a)の数値範囲を以下のようにするのが望ましい。

40

【0051】

$$0.30 < |R3b / f3| < 0.50 \quad \dots (2b)$$

条件式(3)は第3レンズ群L3に配置した2つの負の屈折力のレンズ面の曲率半径に関し、主に球面収差、コマ収差の補正分担に関するものである。条件式(3)の下限を超えて、第3レンズ群L3中の最大の空気間隔をはさんで像側に配置されるレンズG3bの物体側のレンズ面の屈折力が小さくなると、第1レンズ群L1で発生する球面収差、コマ収差等の補正が困難となり、画面全体の画質が低下する。

【0052】

条件式(3)の上限を超えて、第3レンズ群L3中の最大の空気間隔をはさんで像側に配置されるレンズG3bの物体側のレンズ面の屈折力が大きくなると、高次の球面収差、

50

コマ収差が多く発生し画質が大きく低下する。

【 0 0 5 3 】

好ましくは、条件式 (3) の数値範囲を以下のようにするのが望ましい。

【 0 0 5 4 】

$$0.05 < (R3a + R3b) / (R3a - R3b) < 0.70 \quad \dots (3a)$$

さらに好ましくは、条件式 (3 a) の範囲を以下のようにするのが望ましい。

【 0 0 5 5 】

$$0.07 < (R3a + R3b) / (R3a - R3b) < 0.65 \quad \dots (3b)$$

条件式 (4) は第 2 レンズ群 L 2 が少なくとも 1 つの正レンズ G 2 p と少なくとも 1 つの負レンズ G 2 n を有するときの、該正レンズ G 2 p の材料のアッベ数を規定する。条件式 (4) は、主にフォーカシングに際しての色収差の変動を低減するためのものである。条件式 (4) の上限を超えて正レンズ G 2 p の材料のアッベ数が大きくなりすぎると、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 による色収差の補正が不足し、物体距離全域で軸上色収差、倍率色収差の補正が困難になる。

10

【 0 0 5 6 】

条件式 (5) は、第 1 レンズ群 L 1 の屈折力に関し、主に高い光学性能を維持しつつ撮影光学系の大きさを適切に保つためのものである。条件式 (5) の下限を超えて第 1 レンズ群 L 1 の屈折力が大きくなると、フォーカスレンズ群に入射させる撮影光束を強く収斂させることができ、フォーカスレンズ群を小型化するのが容易となる。しかしながら第 1 レンズ群 L 1 より球面収差やコマ収差が大きく発生し画質が低下してくるので良くない。条件式 (5) の上限を超えて第 1 レンズ群 L 1 の屈折力が小さくなりすぎると、光学全長 (第 1 レンズ面から最終レンズ面までの距離) が大きくなるので良くない。

20

【 0 0 5 7 】

特に、第 2 レンズ群 L 2 に入射する光束の収斂作用が小さくなるため、フォーカスレンズ群が大型化する。更に好ましくは、条件式 (5) の数値範囲を以下のようにするのが望ましい。

【 0 0 5 8 】

$$0.75 < f1 / f < 1.10 \quad \dots (5a)$$

条件式 (6) は、第 3 レンズ群 L 3 の屈折力に関し、主に高い光学性能を得るためのものである。

30

【 0 0 5 9 】

各実施例の撮影光学系は、物体側より像側へ順に、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 を有している。更に、第 2 レンズ群 L 2 と第 3 レンズ群 L 3 の間に開口絞り S P を有している。

【 0 0 6 0 】

これにより、レンズ全系で開口絞り S P に対して略対称な光学配置としている。この光学配置により、第 1 レンズ群 L 1 より発生する軸外の収差、特に歪曲収差や倍率色収差等を第 3 レンズ群 L 3 で補正している。

【 0 0 6 1 】

条件式 (6) の数値範囲を超えると第 1 レンズ群 L 1 と第 3 レンズ群 L 3 の軸外の収差の打ち消し効果が不足し、歪曲収差や倍率色収差が増加してくる。

40

【 0 0 6 2 】

好ましくは、条件式 (6) の数値範囲を以下のようにするのが望ましい。

【 0 0 6 3 】

$$0.75 < f3 / f < 1.40 \quad \dots (6a)$$

条件式 (7) は、第 1 レンズ群 L 1 と第 3 レンズ群 L 3 の屈折力の比に関し、主に軸外収差の補正を良好に行うためのものである。条件式 (7) の範囲を超えると、第 1 レンズ群 L 1 と第 3 レンズ群 L 3 の軸外収差を補正する効果が不足し、歪曲収差や倍率色収差が増加してくる。

【 0 0 6 4 】

50

好ましくは、条件式(7)の数値範囲を以下のようにするのが好ましい。

【0065】

$$0.70 < f_1 / f_3 < 1.20 \quad \dots (7a)$$

条件式(8)は第3レンズ群L3の正レンズのうち最も屈折力の強い正レンズG3pに関する。この正レンズG3pは最も像側に配置されている。条件式(8)は主に高い光学性能を維持しつつ、長いバックフォーカスを確保するためのものである。

【0066】

各実施例の撮影光学系は、第3レンズ群L3のレンズ構成を、物体側に負の屈折力成分と像側に正の屈折力成分の所謂レトロフォーカス型として長いバックフォーカスが得られるようにしている。

10

【0067】

条件式(8)の下限を超えて、第3レンズ群L3の正レンズG3pの屈折力が大きくなると、バックフォーカスを長くすることは容易になるが、ペッツバル和が正の方向に大きくなり像面湾曲が増大してくる。また条件式(8)の上限を超えて、第3レンズ群L3の正レンズG3pの屈折力が小さくなると、バックフォーカスを長くするのが困難となる。

【0068】

好ましくは、条件式(8)の数値範囲を以下のようにするのが好ましい。

【0069】

$$0.35 < f_p / f < 0.95 \quad \dots (8a)$$

20

さらに好ましくは、条件式(8a)の範囲を以下のようにするのが好ましい。

【0070】

$$0.40 < f_p / f < 0.90 \quad \dots (8b)$$

この他、各実施例の撮影光学系において、第3レンズ群L3は、物体側より像側へ順に、物体側のレンズ面が負の屈折力の負レンズG3bbと正レンズを有する。そして全系の焦点距離をf、第2レンズ群L2をf2、第3レンズ群L3の焦点距離をf3、負レンズG3bbの物体側のレンズ面の曲率半径をR3bbとする。このとき、

$$0.70 < |f_2 / f| < 2.50 \quad \dots (1)$$

$$0.25 < |R_{3bb} / f_3| < 0.60 \quad \dots (2x)$$

なる条件式を満足する構成であっても良い。

30

【0071】

このように本発明の撮影光学系においては第3レンズ群L3が物体側より像側へ順に、物体側のレンズ面が負の屈折力のレンズ面(凹面)の負レンズG3bbと正レンズを有するレンズ構成であっても良い。そして条件式(1)を満足するとともに、負レンズG3bbの物体側のレンズ面の曲率半径をR3bbとすると、前述した条件式(2x)を満足すれば良い。

【0072】

ここで条件式(2x)の技術的意味は前述した条件式(2)と同じである。またこのとき条件式(1)、(2x)の下で前述した条件式(4)乃至(8)を満足することが好ましい。

40

【0073】

次に各実施例のレンズ構成について説明する。図1の実施例1の撮影光学系における各レンズ群のレンズ構成に関して説明する。以下、各レンズ群は、物体側から像側へ順に配置されているものとする。第1レンズ群L1は、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズ、両凸形状の正レンズの3つのレンズにより構成している。第1レンズ群L1において、最も物体側の正レンズは非球面を有している。

【0074】

この非球面により主にコマ収差を良好に補正している。第2レンズ群L2は、両凸形状の正レンズG2pと両凹形状の負レンズGnを接合した接合レンズで構成している。第2レンズ群L2において、最も像側のレンズ面は非球面形状である。この非球面形状のレン

50

ズ面によりコマ収差を良好に補正している。

【 0 0 7 5 】

第3レンズ群L3は、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズG3aとを接合した接合レンズ、屈折力の絶対値が像側に比べて物体側に強い両凹形状の負レンズG3bと両凸形状の正レンズを接合した接合レンズ、両凸形状の正レンズG3pより構成している。第3レンズ群L3において最も像側のレンズ面は非球面形状である。この非球面形状のレンズ面にて軸外収差を良好に補正している。また、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間に開口絞りSPを有している。

【 0 0 7 6 】

図3を参照して、本発明の実施例2の撮影光学系のレンズ構成について説明する。図3に示す実施例2の撮影光学系のレンズ構成（屈折力配置）は、実施例1と同じである。実施例2の撮影光学系において、各レンズ群のレンズ構成に関して説明する。以下、各レンズ群は、物体側から像側へ順に配置されているものとする。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負レンズ、物体側が凹でメニスカス形状の正レンズ、物体側が凹でメニスカス形状の負レンズ、両凸形状で物体側のレンズ面が非球面形状の正レンズ、両凸形状の正レンズにより構成されている。

【 0 0 7 7 】

この両凸形状の正レンズの非球面形状により球面収差、コマ収差を良好に補正している。第2レンズ群L2と第3レンズ群L3のレンズ構成は、実施例1と同じである。大口径比でかつバックフォーカスの長いインナーフォーカス方式を実現する構成に関しては、実施例1と同様である。

【 0 0 7 8 】

図5を参照して、本発明の実施例3の撮影光学系のレンズ構成について説明する。図5に示す実施例3の撮影光学系のレンズ構成（屈折力配置）は、実施例1と同じである。実施例3の撮影光学系における各レンズ群のレンズ構成に関して説明する。以下、各レンズ群は、物体側から像側へ順に配置されているものとする。第1レンズ群L1と第2レンズ群L2のレンズ構成は実施例1と同じである。

【 0 0 7 9 】

第3レンズ群L3は、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズG3aを接合した接合レンズを有する。更に屈折力の絶対値が像側に比べて物体側に強く像側が凸でメニスカス形状の負レンズG3bと像側が凸でメニスカス形状の正レンズを接合した接合レンズ、両凸形状の正レンズG3pより構成している。第3レンズ群L3において最も像側のレンズ面は非球面形状である。この非球面形状にて軸外収差を良好に補正している。大口径比でかつバックフォーカスの長いインナーフォーカス方式を実現する構成に関しては、実施例1と同様である。

【 0 0 8 0 】

図7を参照して、本発明の実施例4の撮影光学系のレンズ構成について説明する。図7に示す実施例4の撮影光学系のレンズ構成（屈折力配置）は、実施例1と同じである。実施例4の撮影光学系における各レンズ群のレンズ構成に関して説明する。第1レンズ群L1、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3のレンズ構成は実施例1と同じである。また大口径比でかつバックフォーカスの長いインナーフォーカス方式を実現する構成に関しても、実施例1と同様である。

【 0 0 8 1 】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【 0 0 8 2 】

次に、本発明の撮影光学系を用いた一眼レフカメラシステム（撮像装置）の実施例を図9を用いて説明する。

【 0 0 8 3 】

図9において、10は一眼レフカメラ本体、11は本発明による撮影光学系を搭載した

10

20

30

40

50

交換レンズである。１２は交換レンズ１１を通して形成される被写体像を記録（受光）するフィルムや撮像素子などの記録手段である。１３は交換レンズ１１からの被写体像を観察するファインダー光学系、１４は交換レンズ１１からの被写体像を記録手段１２とファインダー光学系１３に切り替えて伝送するための回動するクイックリターンミラーである。

【００８４】

ファインダーで被写体像を観察する場合は、クイックリターンミラー１４を介してピン
ト板１５に結像した被写体像をペンタプリズム１６で正立像としたのち、接眼光学系１７
で拡大して観察する。撮影時にはクイックリターンミラー１４が矢印方向に回動して被写
体像は記録手段１２に結像して記録される。１８はサブミラー、１９は焦点検出装置であ
る。

10

【００８５】

このように本発明の撮影光学系を一眼レフカメラ交換レンズ等の撮像装置に適用するこ
とにより、画角が４０°から６０°程度と広画角でＦナンバーが１．４程度と大口径比の
インナーフォーカス式の撮像装置が実現できる。尚、本発明はクイックリターンミラーの
ないカメラにも同様に適用することができる。

【００８６】

次に本発明の撮影光学系の実施例１～４に対応する数値実施例１～４を示す。数値実施
例において、 i は物体側から数えた面番号を示す。 r_i は物体側より順に、第 i 番目のレ
ンズ面の曲率半径、 d_i は第 i 番目のレンズ厚または空気間隔、 nd_i と d_i は第 i 番
目のレンズの材質の d 線の屈折率とアッペ数である。間隔が可変のところは物体距離が変
化したときの値である。

20

【００８７】

また、非球面形状は、光の進行方向を正、 x を光軸方向の面頂点からの変位量として、
 h を光軸と垂直な方向の光軸からの高さ、 r を近軸曲率半径、 K を円錐定数、 A_4 、 A_6
、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} を非球面係数とすると、

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

なる式で表している。なお、数値の「 $E \pm XX$ 」は「 $\times 10^{\pm XX}$ 」を意味している。また
、前述の各条件式と数値実施例との関係を（表１）に示す。

30

【００８８】

数値実施例１

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	61.471	5.22	1.85400	40.4	37.87
2*	-169.176	1.55			36.77
3	-78.868	1.30	1.80809	22.8	36.24
4	131.780	0.20			33.72
5	85.204	4.90	1.88300	40.8	33.11
6	-88.169	(可変)			32.46
7	294.021	3.04	1.80809	22.8	30.59
8	-69.834	1.60	1.77250	49.6	30.12
9*	32.320	(可変)			27.08
10(絞り)		0.70			25.89
11	51.567	5.49	1.80400	46.6	25.55
12	-30.600	1.20	1.65412	39.7	25.19
13	30.799	7.37			22.58
14	-16.352	1.50	1.85478	24.8	22.41
15	70.692	7.43	1.88300	40.8	27.93

40

50

16	-28.636	0.15			30.28
17	153.506	8.05	1.85400	40.4	38.94
18*	-33.829	(可変)			39.58

像面

【 0 0 8 9 】

非球面データ

第2面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.89259e-006 A 6=-7.63221e-010
A 8=-2.23250e-013 A10= 2.49921e-015

10

第9面

K = 0.00000e+000 A 4= 8.69296e-007 A 6= 1.56418e-008
A 8=-1.51039e-010 A10= 7.43393e-013 A12=-1.49889e-015

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.17822e-006 A 6= 2.03663e-009
A 8= 1.86499e-013 A10= 8.53744e-016

各種データ

20

焦点距離	49.53
Fナンバー	1.45
半画角(度)	23.60
像高	21.64
レンズ全長	99.46
BF	38.10

物体無限遠 物体450mm

d 6	0.48	7.60
d 9	11.19	4.06
d18	38.10	38.10

30

入射瞳位置	31.21
射出瞳位置	-73.38
前側主点位置	58.74
後側主点位置	-11.43

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	45.41	13.17	3.30	-4.97
L2	7	-48.86	4.64	2.98	0.37
L3	10	41.13	31.88	27.31	7.88

40

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	53.35
2	3	-60.89
3	5	49.73
4	7	70.09
5	8	-28.41

50

6	11	24.62
7	12	-23.29
8	14	-15.41
9	15	23.92
10	17	33.11

【 0 0 9 0 】

数値実施例 2

単位 mm

面データ

10

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	165.189	2.50	1.72916	54.7	51.05
2	35.993	9.16			44.48
3	-196.245	4.40	1.84666	23.9	44.41
4	-61.179	10.52			44.31
5	-30.643	1.90	1.80809	22.8	36.00
6	-402.160	0.20			37.79
7*	136.859	6.80	1.85400	40.4	38.30
8	-48.859	0.20			38.68
9	109.645	5.82	1.72916	54.7	36.39
10	-51.807	(可変)			36.38
11	187.717	2.40	1.80809	22.8	33.20
12	-185.275	1.50	1.77250	49.6	32.80
13*	40.799	(可変)			30.43
14(絞り)		0.80			29.46
15	73.090	5.24	1.83481	42.7	29.26
16	-60.391	1.30	1.51742	52.4	28.79
17	29.107	7.48			26.34
18	-23.041	1.50	1.80809	22.8	26.32
19	154.263	6.01	1.88300	40.8	29.75
20	-32.463	0.15			30.51
21	326.570	5.45	1.77250	49.6	33.83
22*	-38.496	(可変)			34.41

20

30

像面

【 0 0 9 1 】

非球面データ

第7面

K = 0.00000e+000 A 4=-5.21875e-006 A 6= 5.13741e-009
 A 8=-2.05161e-011 A10= 4.53067e-014 A12=-4.02280e-017

40

第13面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.91423e-006 A 6= 1.73656e-008
 A 8=-8.83548e-011 A10= 2.38442e-013 A12=-1.93864e-016

第22面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.93084e-006 A 6=-9.04798e-009
 A 8= 7.06725e-011 A10=-2.46566e-013 A12= 3.02917e-016

各種データ

50

焦点距離 35.88
 Fナンバー 1.45
 半画角(度) 31.09
 像高 21.64
 レンズ全長 126.92
 BF 38.77

	物体無限遠	物体300mm
d10	0.90	10.76
d13	13.91	4.06
d22	38.77	38.77

10

入射瞳位置 34.83
 射出瞳位置 -41.84
 前側主点位置 54.74
 後側主点位置 2.90

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	38.53	41.50	33.31	13.45
L2	11	-70.14	3.90	2.87	0.67
L3	14	48.17	27.93	23.65	4.63

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-63.63
2	3	103.44
3	5	-41.14
4	7	42.88
5	9	49.00
6	11	115.72
7	12	-43.16
8	15	40.33
9	16	-37.77
10	18	-24.71
11	19	30.84
12	21	44.87

30

【0092】

数値実施例3

単位 mm

40

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	55.053	5.48	1.85400	40.4	38.31
2*	-177.868	1.44			37.89
3	-89.439	1.30	1.80809	22.8	37.72
4	104.212	0.74			36.77
5	83.910	5.52	1.88300	40.8	36.70
6	-91.963	(可変)			36.29
7	199.530	3.16	1.80809	22.8	33.53

50

8	-75.997	1.60	1.77250	49.6	33.18
9*	32.008	(可変)			29.08
10(絞り)		1.50			27.10
11	262.122	5.01	1.80400	46.6	26.63
12	-26.706	1.20	1.69895	30.1	26.40
13	64.679	8.08			24.77
14	-15.491	1.50	1.85478	24.8	24.60
15	-61.957	6.35	1.88300	40.8	30.01
16	-20.907	0.15			31.16
17	134.693	5.51	1.85400	40.4	36.58
18*	-54.170	(可変)			37.02

10

像面

【 0 0 9 3 】

非球面データ

第2面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.13244e-006 A 6=-2.33779e-009
A 8= 5.23767e-012 A10=-4.15074e-015

第9面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.14399e-006 A 6=-1.36148e-008
A 8= 1.72068e-010 A10=-7.81277e-013 A12= 1.01527e-015

20

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.02853e-006 A 6= 1.97165e-009
A 8=-4.66405e-012 A10= 4.24595e-015

各種データ

焦点距離	55.42
Fナンバー	1.45
半画角(度)	21.33
像高	21.64
レンズ全長	100.44
BF	40.24

30

物体無限遠 物体450mm

d 6	0.48	7.61
d 9	11.19	4.06
d18	40.24	40.24

40

入射瞳位置	34.62
射出瞳位置	-57.50
前側主点位置	58.62
後側主点位置	-15.18

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	44.24	14.48	3.63	-5.68
L2	7	-51.68	4.76	3.27	0.58
L3	10	47.00	29.30	28.11	12.45

50

単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	49.77
2	3	-59.38
3	5	50.43
4	7	68.46
5	8	-28.97
6	11	30.38
7	12	-26.90
8	14	-24.53
9	15	33.32
10	17	45.85

10

【 0 0 9 4 】

数値実施例 4

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	54.556	5.51	1.85400	40.4	37.84
2*	-185.573	1.55			36.69
3	-82.615	1.30	1.80809	22.8	36.06
4	116.619	0.20			33.46
5	95.909	4.83	1.88300	40.8	33.42
6	-85.738	(可変)			33.07
7	673.485	2.92	1.80809	22.8	31.22
8	-68.661	1.60	1.72916	54.7	30.77
9*	31.342	(可変)			27.51
10(絞リ)		0.70			26.31
11	49.193	4.72	1.80400	46.6	25.94
12	-47.373	1.20	1.64769	33.8	25.54
13	31.079	7.72			23.36
14	-16.912	1.50	1.85478	24.8	23.22
15	170.183	7.47	1.88300	40.8	27.98
16	-25.506	0.15			29.79
17	138.154	6.83	1.85400	40.4	37.95
18*	-42.713	(可変)			38.51

20

30

像面

【 0 0 9 5 】

非球面データ

40

第2面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.03324e-006 A 6=-1.40953e-009
A 8= 1.77105e-012 A10= 8.86546e-018

第9面

K = 0.00000e+000 A 4= 6.61881e-007 A 6= 1.24378e-008
A 8=-1.05623e-010 A10= 4.71960e-013 A12=-8.97003e-016

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.91816e-006 A 6= 1.18504e-009

50

A 8=-2.06851e-012 A10= 1.92835e-015

各種データ

焦点距離	50.75	
Fナンバー	1.45	
半画角（度）	23.09	
像高	21.64	
レンズ全長	98.17	
BF	38.29	10

	物体無限遠	物体450mm
d 6	0.48	7.47
d 9	11.19	4.19
d18	38.29	38.29

入射瞳位置	31.84	
射出瞳位置	-61.60	
前側主点位置	56.80	20
後側主点位置	-12.46	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	45.14	13.40	3.01	-5.42
L2	7	-48.03	4.52	2.75	0.20
L3	10	42.42	30.29	26.26	7.33

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	
1	1	49.90	
2	3	-59.67	
3	5	51.92	
4	7	77.24	
5	8	-29.31	
6	11	30.68	
7	12	-28.80	
8	14	-17.93	
9	15	25.58	
10	17	38.88	40

【 0 0 9 6 】

【表 1】

条 件 式		数 値 実 施 例			
		1	2	3	4
条件式(1)	$ f2/f $	0.99	1.95	0.93	0.95
条件式(2)	$ R3b/f3 $	0.40	0.48	0.33	0.40
条件式(3)	$(R3a+R3b)/(R3a-R3b)$	0.30	0.12	0.61	0.30
条件式(4)	νd	22.76	22.76	22.76	23.76
条件式(5)	$f1/f$	0.92	1.07	0.80	0.89
条件式(6)	$f3/f$	0.83	1.34	0.85	0.84
条件式(7)	$f1/f3$	1.10	0.80	0.94	1.06
条件式(8)	f_p/f	0.48	0.86	0.60	0.50

10

【符号の説明】

【 0 0 9 7 】

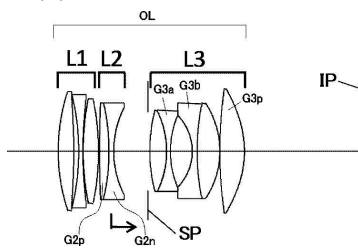
L 1 第 1 レンズ群

L 2 第 2 レンズ群

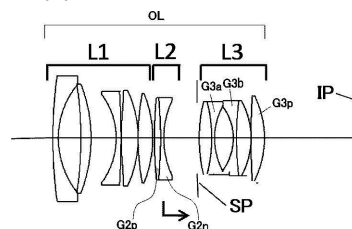
L 3 第 3 レンズ群

S P 開口絞り

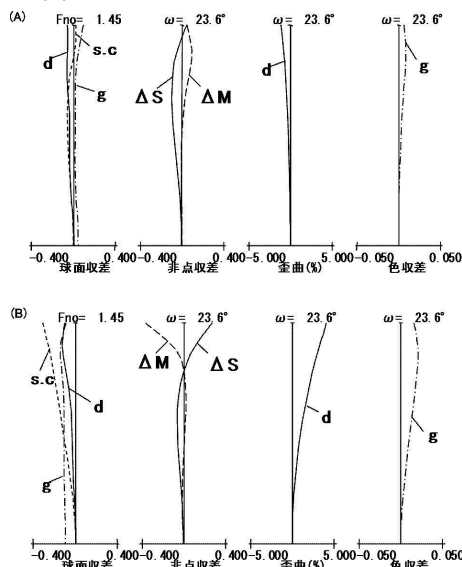
【図 1】



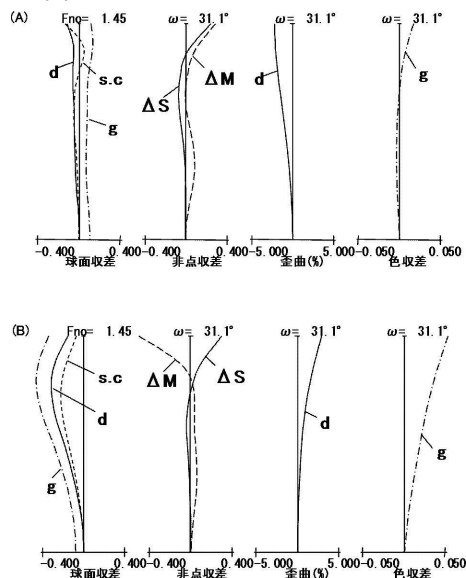
【図 3】



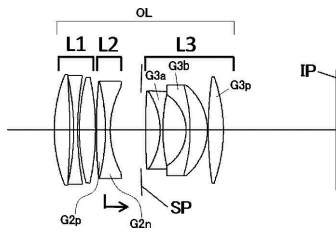
【図 2】



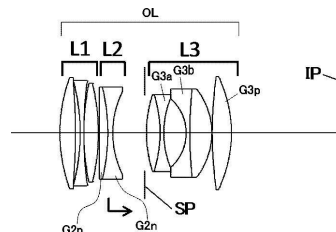
【図 4】



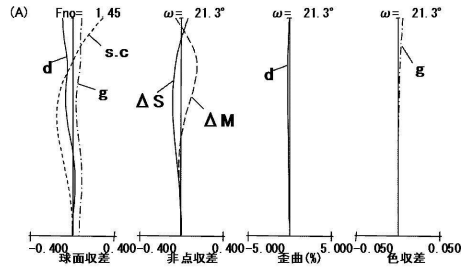
【図 5】



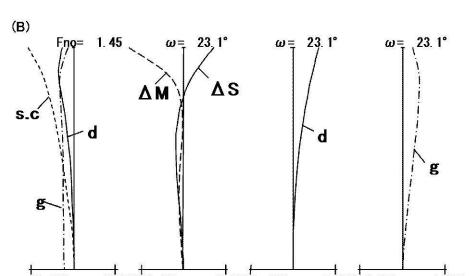
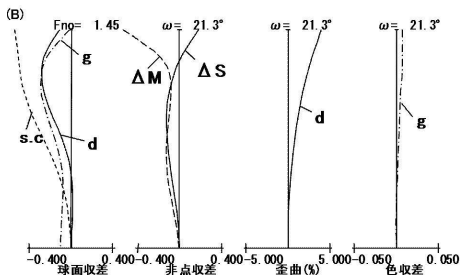
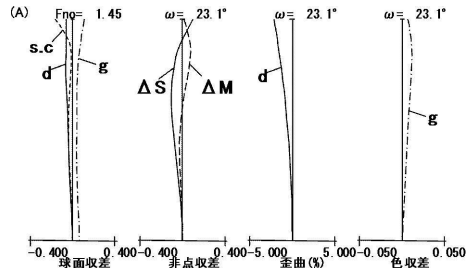
【図 7】



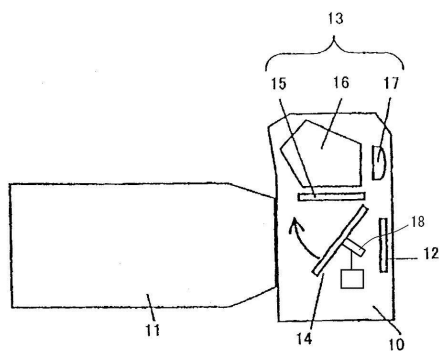
【図 6】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 3 4 7 0 9 9 (J P , A)
特開平 1 - 1 5 4 1 1 1 (J P , A)
特開平 1 - 1 5 4 1 1 2 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 2 7 7 7 3 1 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 4 3 3 4 8 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 2 3 1 7 8 1 (U S , A 1)
特開 2 0 1 3 - 2 1 8 2 6 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 B	9 / 0 0	-	1 7 / 0 8
G 0 2 B	2 1 / 0 2	-	2 1 / 0 4
G 0 2 B	2 5 / 0 0	-	2 5 / 0 4