

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7527901号
(P7527901)

(45)発行日 令和6年8月5日(2024.8.5)

(24)登録日 令和6年7月26日(2024.7.26)

(51)国際特許分類
G 0 2 B 13/00 (2006.01)F I
G 0 2 B 13/00

請求項の数 8 (全14頁)

(21)出願番号 特願2020-148705(P2020-148705)
 (22)出願日 令和2年9月4日(2020.9.4)
 (65)公開番号 特開2022-43436(P2022-43436A)
 (43)公開日 令和4年3月16日(2022.3.16)
 審査請求日 令和5年8月24日(2023.8.24)

(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 100110412
 弁理士 藤元 亮輔
 100104628
 弁理士 水本 敦也
 100121614
 弁理士 平山 優也
 (72)発明者 仲田 丈晴
 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】 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レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、1つのレンズ群からなり正の屈折力の後群とからなる光学系であって、

無限遠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レンズ群は像側へ移動し、且つ隣り合うレンズ群の間隔が変化し、

前記第1レンズ群のうち最も像側に配置された正レンズの材料のアッベ数を dGP 、前記第1レンズ群における最も物体側のレンズ面から前記第1レンズ群における最も像側のレンズ面までの光軸上での距離を $D1$ 、前記光学系における最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上での距離を LD 、前記第1レンズ群の焦点距離を $fL1$ とするとき、

$$1.5 < dGP < 2.4$$

$$0.20 < D1 / LD < 0.45$$

$$1.60 < LD / fL1 < 2.50$$

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 とするとき、

$$1.00 < LD / f$$

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】

前記第2レンズ群の焦点距離を $fL2$ とするとき、

10

20

$$2.00 < |LD/fL2| < 3.00$$

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 に記載の光学系。

【請求項 4】

前記後群の焦点距離を f_{LR} とするとき、

$$1.00 < LD/f_{LR} < 3.00$$

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

【請求項 5】

無限遠物体に合焦した際の前記光学系における最も像側のレンズ面から像面までの距離を B_F 、前記光学系の焦点距離を f とするとき、

$$B_F/f < 0.50$$

10

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 のいずれか一項に記載の光学系。

【請求項 6】

フォーカシングに際して、前記第 1 レンズ群および前記後群は不動であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の光学系。

【請求項 7】

物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 レンズ群と、負の屈折力の第 2 レンズ群と、光軸と直交する方向の成分を含む方向へ移動する第 3 レンズ群と、1 つのレンズ群からなり正の屈折力の後群とからなる光学系であって、

無限遠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 レンズ群は像側へ移動し、前記第 1 レンズ群、前記第 3 レンズ群、および前記後群は不動であり、

20

前記第 1 レンズ群のうち最も像側に配置された正レンズの材料のアッベ数を d_{GP} 、前記第 1 レンズ群における最も物体側のレンズ面から前記第 1 レンズ群における最も像側のレンズ面までの光軸上での距離を D_1 、前記光学系における最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上での距離を LD 、前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_{L1} とするとき、

$$1.5 < d_{GP} < 2.4$$

$$0.20 < D_1/LD < 0.45$$

$$1.60 < LD/f_{L1} < 2.50$$

なる条件式を満足することを特徴とする光学系。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいず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有することを特徴とする撮像装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、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、ビデオカメラ、監視用カメラ、車載カメラなどの撮像装置に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、アッベ数の小さな材料（高分散材料）を使用した正レンズを適切に配置することで、色収差等の諸収差が良好に補正された光学系が開示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2017-215495 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に開示された光学系では、フォーカス群から比較的遠い位置に高分散材料を使用した正レンズが配置されている。このため、フォーカス群のピント敏感度（フォーカス群の移動量に対するピントの移動量）を高くすることが困難である。その結果、フォー

50

カシングに際してのフォーカス群の移動量が増大するため、光学系の小型化が難しい。

【0005】

そこで本発明は、小型かつ色収差等の諸収差が良好に補正された撮像光学系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】

【0006】

本発明の一側面としての光学系は、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、1つのレンズ群からなり正の屈折力の後群とからなる光学系であって、無限遠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レンズ群は像側へ移動し、且つ隣り合うレンズ群の間隔が変化し、前記第1レンズ群のうち最も像側に配置された正レンズの材料のアッベ数 d_{GP} 、前記第1レンズ群における最も物体側のレンズ面から前記第1レンズ群における最も像側のレンズ面までの光軸上での距離 D_1 、前記光学系における最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上での距離 L_D 、前記第1レンズ群の焦点距離 f_{L1} は、所定の条件式を満足する。

10

【0007】

本発明の他の目的及び特徴は、以下の実施例において説明される。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、小型かつ色収差等の諸収差が良好に補正された光学系および撮像装置を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施例1における無限遠合焦時の光学系の断面図である。

【図2】実施例1における無限遠合焦時の光学系の収差図である。

【図3】実施例2における無限遠合焦時の光学系の断面図である。

【図4】実施例2における無限遠合焦時の光学系の収差図である。

【図5】実施例3における無限遠合焦時の光学系の断面図である。

【図6】実施例3における無限遠合焦時の光学系の収差図である。

【図7】実施例4における無限遠合焦時の光学系の断面図である。

【図8】実施例4における無限遠合焦時の光学系の収差図である。

30

【図9】各実施例における光学系を備えた撮像装置の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の光学系及びそれを有する撮像装置の実施例について、添付の図面に基づいて説明する。

【0011】

図1、図3、図5、及び図9は、それぞれ実施例1～4の光学系1a～1dの無限遠合焦時における断面図である。各実施例の光学系は、デジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、監視用カメラ、車載カメラなどの撮像装置に用いられる。各断面図において、左方が物体側（前方）で、右方が像側（後方）である。

40

【0012】

各実施例の光学系は、複数のレンズ群を有して構成されている。本願明細書においてレンズ群とは、フォーカシングに際して一体的に移動または静止するレンズのまとまりである。すなわち、各実施例の光学系では、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、隣接するレンズ群同士の間隔が変化する。なお、レンズ群は1枚のレンズから構成されていても良いし、複数のレンズから成っていても良い。また、レンズ群は開口絞りを含んでいても良い。

【0013】

図1、図3、および図5（実施例1～3）の光学系1a～1cはそれぞれ、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 L_1 、負の屈折力の第2レンズ群 L_2

50

、1以上のレンズ群を含み全体で正の屈折力の後群LRからなる。無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、第2レンズ群L2は像側へ移動し、隣接するレンズ群の間隔が変化する。なおフォーカシングに際して、第1レンズ群L1および後群LR(すなわち、第2レンズ群L2以外の光学要素)は不動である。

【0014】

SPは、Fnoの光束を決定(制限)する開口絞りである。IPは像面であり、各実施例の光学系をデジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラの撮像光学系として使用する際には、CCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子(光電変換素子)の撮像面が配置される。各実施例の光学系1a~1dを銀塩フィルム用カメラの撮像光学系として使用する際には、像面IPにはフィルム面に相当する感光面が置かれる。GBは、像面IPの物体側に置かれる光学フィルタである。各断面図における光軸OAに沿った方向(光軸方向)の矢印は、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際するフォーカス群(第2レンズ群L2)の移動方向を示している。

【0015】

図7(実施例4)の光学系1dは、更に、第2レンズ群L2と後群LRとの間に防振群としての第3レンズ群L3を有する。すなわち光学系1d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、負の屈折力の第2レンズ群L2、光軸と直交する方向の成分を含む方向へ移動する第3レンズ群L3、1以上のレンズ群を含み全体で正の屈折力の後群LRからなる。防振群を光軸OAと直交する方向の成分を含む方向へ移動させることにより、光学系1dの振動等に起因する像位置の変更が補正されるように構成されている。無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、第2レンズ群L2は像側へ移動する。なおフォーカシングに際して、第1レンズ群L1、第3レンズ群L3、および後群LR(すなわち、第2レンズ群L2以外の光学要素)は不動である。

【0016】

なお各実施例において、後群LRは1つのレンズ群のみから構成されているが、これに限定されるものではなく、複数のレンズ群から構成されていてもよい。ここでレンズ群とは、フォーカシングまたはズーミングに際して一体的に移動または静止するレンズのまとまりである。

【0017】

図2、図4、図6、及び図8は、それぞれ実施例1~4の光学系1a~1dの無限遠合焦時の収差図である。各収差図において、FnoはFナンバー、 α は半画角(度)であり、近軸計算における画角である。球面収差図において、d線(波長587.56nm)、g線(波長435.835nm)に対する球面収差量を示している。非点収差図において、Sはd線に対するサジタル像面における非点収差量、Mはd線に対するメリディオナル像面における非点収差量を示している。歪曲収差図において、d線に対する歪曲収差量を示している。色収差図において、g線に対する色収差量を示している。

【0018】

次に、実施例1~4のそれぞれの光学系1a~1dにおける特徴的な構成について述べる。各実施例の光学系は、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L1と、負の屈折力の第2レンズ群L2と、正の屈折力の後群LRとを有する。無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して、第2レンズ群L2は像側へ移動する。第1レンズ群L1のうち最も像側に配置された正レンズGPの材料のアッペ数をdGPとする。第1レンズ群L1における最も物体側のレンズ面S1(レンズG1の物体側レンズ面)から第1レンズ群L1における最も像側のレンズ面S2(正レンズGPの像側レンズ面)までの光軸上での距離をD1とする。光学系1a~1dのそれぞれにおける最も物体側のレンズ面(各実施例ではレンズG1の物体側レンズ面S1)から像面IPまでの光軸上での距離(レンズ全長)をLDとする。第1レンズ群L1の焦点距離をfL1とする。このとき、以下の条件式(1)~(3)を満足する。

【0019】

$$0.20 < D_1 / L_D < 0.45 \quad \dots (2)$$

$$1.60 < L_D / f_{L1} < 2.50 \quad \dots (3)$$

条件式(1)は、正レンズGPの材料のアッペ数 d_{GP} を規定している。条件式(1)の下限を超えるほどアッペ数 d_{GP} が小さくなると、正レンズGPにおいて色収差が過剰に発生してしまうため好ましくない。一方、条件式(1)の上限を超えるほどアッペ数 d_{GP} が大きくなると、正レンズGPにおいて発生する色収差が不足してしまうため好ましくない。

【0020】

条件式(2)は、第1レンズ群 L_1 のうち光学系 $1a \sim 1d$ のそれぞれの最も物体側のレンズ面 S_1 から最も像側のレンズ面 S_2 までの光軸上での距離 D_1 とレンズ全長 L_D の比を規定している。条件式(2)の下限を超えるほど距離 D_1 が小さくなると、光学系 $1a \sim 1d$ の小型化は容易となるが、球面収差や軸上色収差の補正が難しくなる。一方、条件式(2)の上限を超えるほど距離 D_1 が大きくなると、収差補正の観点からは有利であるが、光学系 $1a \sim 1d$ の小型化が難しくなる。

10

【0021】

条件式(3)は、レンズ全長 L_D と第1レンズ群 L_1 の焦点距離 f_{L1} との比を規定している。条件式(3)の下限を超えるほど第1レンズ群 L_1 の焦点距離 f_{L1} が大きくなると、第1レンズ群 L_1 の屈折力が小さくなり過ぎて、レンズ全長 L_D の増大を招く。一方、条件式(3)の上限を超えるほど第1レンズ群 L_1 の焦点距離 f_{L1} が小さくなると、第1レンズ群 L_1 の屈折力が大きくなり過ぎて、球面収差や軸上色収差の補正が難しくなる。

20

【0022】

このように各実施例の光学系は、前述の条件式(1)～(3)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、小型かつ色収差等の諸収差が良好に補正された光学系を得ることができる。

【0023】

各実施例において、好ましくは、条件式(1)～(3)の数値範囲をそれぞれ以下の条件式(1a)～(3a)のように設定する。

【0024】

$$1.5 < d_{GP} < 2.3 \quad \dots (1a)$$

30

$$0.23 < D_1 / L_D < 0.43 \quad \dots (2a)$$

$$1.63 < L_D / f_{L1} < 2.30 \quad \dots (3a)$$

各実施例において、より好ましくは、条件式(1a)～(3a)の数値範囲をそれぞれ以下の条件式(1b)～(3b)のように設定する。

【0025】

$$1.6 < d_{GP} < 2.1 \quad \dots (1b)$$

$$0.27 < D_1 / L_D < 0.40 \quad \dots (2b)$$

$$1.66 < L_D / f_{L1} < 2.00 \quad \dots (3b)$$

各実施例において、さらに好ましくは、以下の条件式(4)～(7)のうち少なくとも一つを満足する。

40

【0026】

$$1.00 < L_D / f \quad \dots (4)$$

$$2.00 < |L_D / f_{L2}| < 3.00 \quad \dots (5)$$

$$1.00 < L_D / f_{LR} < 3.00 \quad \dots (6)$$

$$B_F / f < 0.50 \quad \dots (7)$$

ここで、光学系 $1a \sim 1d$ のそれぞれの全系の焦点距離を f 、第2レンズ群 L_2 の焦点距離を f_{L2} 、後群 L_R の焦点距離を f_{LR} とする。また、無限遠物体に合焦した際ににおける光学系 $1a \sim 1d$ のそれぞれの最も像側のレンズ面(各実施例では後群 L_R の最も像側のレンズ面 S_3)から像面 IP までの距離(空気換算でのバックフォーカス)を B_F とする。

50

【0027】

条件式(4)は、レンズ全長LDと光学系1a～1dのそれぞれの全系の焦点距離fの適切な範囲を規定している。各実施例の光学系は、全系の焦点距離が75mm～135mm程度の所謂中望遠レンズが好ましいため、条件式(4)を満足する。

【0028】

条件式(5)は、レンズ全長LDと第2レンズ群L2の焦点距離fL2との比を規定している。条件式(5)の下限を超えるほど第2レンズ群L2の焦点距離fL2が大きくなると、第2レンズ群L2のピント敏感度が小さくなり過ぎてしまい、レンズ全長LDの増大を招く。一方、条件式(5)の上限を超えるほど第2レンズ群L2の焦点距離fL2が小さくなると、第2レンズ群L2のピント敏感度が大きくなり過ぎてしまい、合焦時の光学性能を満足することが難しくなる。

10

【0029】

条件式(6)は、レンズ全長LDと後群LRの焦点距離fLRとの比を規定している。条件式(6)の下限を超えるほど後群LRの焦点距離fLRが大きくなると、後群LRの屈折力が小さくなり過ぎて、レンズ全長LDの増大を招く。一方、条件式(6)の上限を超えるほど後群LRの焦点距離fLRが小さくなると、後群LRの屈折力が大きくなり過ぎて、倍率色収差の補正が難しくなる。

【0030】

条件式(7)は、バックフォーカスBFと光学系1a～1dのそれぞれの全系の焦点距離fとの比を規定している。条件式(7)の上限を超えるほどバックフォーカスBFが大きくなると、レンズ全長LDの増大を招く。

20

【0031】

各実施例において、好ましくは、条件式(5)～(7)の数値範囲をそれぞれ以下の条件式(5a)～(7a)のように設定する。

【0032】

$$2.20 < |LD / f_{L2}| < 2.95 \quad \dots (5a)$$

$$1.70 < LD / f_{LR} < 2.75 \quad \dots (6a)$$

$$BF / f < 0.35 \quad \dots (7a)$$

さらに好ましくは条件式(5a)乃至(7a)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0033】

30

$$2.40 < |LD / f_{L2}| < 2.90 \quad \dots (5b)$$

$$1.40 < LD / f_{LR} < 2.50 \quad \dots (6b)$$

$$BF / f < 0.22 \quad \dots (7b)$$

以下に、実施例1～4にそれぞれ対応する数値実施例1～4を示す。各数値実施例の面データにおいて、面番号は物体側(光入射側)から数えた面番号、rは各光学面の曲率半径、d(mm)は第m面と第(m+1)面との間の軸上間隔(光軸上での距離)を表わしている。ただし、mは物体側から数えた面番号である。また、ndは各光学部材のd線に対する屈折率、dは光学部材のアッベ数を表わしている。間隔が可変のところは物体距離(撮影倍率)が変化したときの値である。なお、ある材料のアッベ数dは、フランホーファ線のd線(587.6nm)、F線(486.1nm)、C線(656.3nm)における屈折率をNd、NF、NCとするとき、

40

$$d = (Nd - 1) / (NF - NC)$$

で表される。

【0034】

なお、各数値実施例において、d、焦点距離(mm)、Fナンバー、半画角(度)は全て各実施例の光学系が無限遠物体に焦点を合わせた時の値である。「バックフォーカス」は、レンズ最終面(最も像側のレンズ面)から近軸像面までの光軸上での距離を空気換算長により表記したものである。「レンズ全長」は、光学系の最前面(最も物体側のレンズ面)から最終面までの光軸上での距離にバックフォーカスを加えた長さである。「レンズ群」は、複数のレンズから構成される場合に限らず、1枚のレンズから構成される場合も

50

含むものとする。

【 0 0 3 5 】

また、数値実施例 1 ~ 4 のそれぞれにおける各数値及び各条件式の値を表 1 に示す。

【 0 0 3 6 】

(数値実施例 1)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	83.952	5.47	1.75500	52.3	10
2	232.198	0.20			
3	66.102	8.39	1.49700	81.5	
4	616.793	0.20			
5	41.449	11.19	1.43875	94.7	
6	1294.215	2.26	1.59551	39.2	
7	30.596	4.27			
8	49.083	8.22	1.52841	76.5	
9	-102.078	1.74	1.78472	25.7	
10	72.702	7.35			
11(絞り)		0.52			20
12	93.021	2.54	1.98612	16.5	
13	1235.996	(可変)			
14	-1586.300	2.15	1.95906	17.5	
15	-110.796	1.33	1.69680	55.5	
16	31.310	(可変)			
17	102.081	8.33	1.83481	42.7	
18	-56.202	6.05			
19	-56.514	1.54	1.95906	17.5	
20	-318.002	23.88			
21		1.50	1.51633	64.1	30
22		(可変)			

像面

焦点距離 130.77

F ナンバー 2.06

半画角 9.39

像高 21.64

レンズ全長 132.51

BF 25.26

d13 1.98

d16 33.00

d22 0.40

レンズ群データ

群 始面 焦点距離

1 1 77.26

2 14 -48.84

3 17 91.57

(数値実施例 2)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	103.676	5.18	1.74100	52.6

2	433.772	0.20			
3	66.853	7.76	1.53775	74.7	
4	388.775	0.20			
5	41.981	11.07	1.49700	81.5	
6	762.916	3.00	1.62004	36.3	
7	31.374	4.34			
8	52.272	7.62	1.59522	67.7	
9	-117.495	1.73	1.85896	22.7	
10	69.495	4.44			
11(絞り)		1.05			10
12	158.457	1.73	1.64769	33.8	
13	70.677	3.38	1.98612	16.5	
14	-1358.025	(可変)			
15	-8807.532	2.42	1.95906	17.5	
16	-96.227	1.33	1.75500	52.3	
17	31.995	(可変)			
18	100.382	8.00	1.77250	49.6	
19	-53.373	5.38			
20	-55.873	1.56	1.95906	17.5	
21	-184.770	26.29			20
22		1.50	1.51633	64.1	
23		(可変)			

像面

焦点距離 130.52

F ナンバー 2.06

半画角 9.41

像高 21.64

レンズ全長 132.58

BF 27.68

d14 1.98

d17 32.00

d23 0.40

レンズ群データ

群 始面 焦点距離

1 1 75.24

2 15 -46.40

3 18 87.15

(数値実施例3)

単位 mm

面データ

面番号 r d nd d

1 96.717 5.36 1.72916 54.1

2 361.994 0.20

3 71.559 7.59 1.43875 94.7

4 539.696 0.20

5 42.055 12.00 1.49700 81.5

6 -2951.988 2.49 1.58144 40.8

7 31.238 3.88

8 45.862 7.51 1.53775 74.7

9 -252.663 1.74 1.85478 24.8

30

40

50

10	59.408	8.02		
11	82.307	2.79	1.95906	17.5
12	649.522	2.21		
13(絞り)	(可変)			
14	-687.828	2.18	1.95906	17.5
15	-97.721	1.33	1.67790	55.3
16	31.153	(可変)		
17	92.898	5.66	1.80400	46.5
18	-59.094	6.09		
19	-64.940	1.54	1.95906	17.5
20	-400.559	25.87		
21		1.50	1.51633	64.1
22	(可変)			

像面

焦点距離	130.70
F ナンバー	2.06
半画角	9.40
像高	21.64
レンズ全長	132.53
BF	27.26
d13	1.98
d16	32.00
d22	0.40

レンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	79.47
2	14	-49.31
3	17	87.07

(数値実施例 4)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	82.948	4.58	1.98612	16.5
2	160.683	0.24		
3	84.024	7.09	1.49700	81.5
4	1473.206	0.20		
5	45.404	8.46	1.49700	81.5
6	162.104	2.35	1.60342	38.0
7	32.247	4.07		
8	46.543	10.84	1.49700	81.5
9	-73.771	1.87	1.95906	17.5
10	84.334	5.22		
11(絞り)	4.70			
12	104.201	4.31	1.92286	20.9
13	-144.035	(可変)		
14	639.220	1.54	1.59522	67.7
15	33.673	(可変)		
16	-444.458	3.20	1.92286	20.9
17	-48.623	1.21	1.78880	28.4
18	81.570	(可変)		

10

20

30

40

50

19 32.814 5.68 1.63854 55.4
 20 -228.874 1.43 1.92286 20.9
 21 49.521 5.61
 22 58.638 8.36 1.85896 22.7
 23 -112.475 21.03
 24 -24.376 1.53 1.56384 60.7
 25 -45.947 16.54
 26 1.50 1.51633 64.1
 27 (可変)

像面

10

焦点距離 130.46
 F ナンバー 2.06
 半画角 9.42
 像高 21.64
 レンズ全長 146.16
 BF 17.93
 d13 1.00
 d15 19.59
 d18 3.60
 d27 0.40

20

レンズ群データ

群 始面 焦点距離
 1 1 76.46
 2 14 -59.78
 3 16 -111.00
 4 19 60.72

【0037】

【表1】

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
	f	130.77	130.52	130.70	130.46
	Fno	2.06	2.06	2.06	2.06
	LD	132.51	132.58	132.53	146.16
	BF	25.26	27.68	27.26	17.93
	fL1	77.26	75.24	79.47	76.46
	fL2	-48.84	-46.40	-49.31	-59.78
	fLR	91.57	87.15	87.07	60.72
	D1	52.36	41.11	51.77	39.72
式(1)	νdGP	16.48	16.48	17.47	20.88
式(4)	LD/f	1.013	1.016	1.014	1.120
式(2)	D1/LD	0.395	0.310	0.391	0.272
式(3)	LD/fL1	1.715	1.762	1.668	1.912
式(5)	LD/fL2	2.713	2.857	2.688	2.445
式(6)	LD/fLR	1.447	1.521	1.522	2.407
式(7)	BF/f	0.193	0.212	0.209	0.137

30

【0038】

次に、図9を参照して、各実施例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100）の一例を説明する。図9は、各実施例の光学系を備えた撮像装置100の概略図である。

40

【0039】

50

図9において、10はカメラ本体、11は実施例1～4の光学系1a～1dのいずれかによって構成された撮像光学系である。12はカメラ本体10に内蔵され、撮像光学系11によって形成された像（被写体像、光学像）を受光して光電変換する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。カメラ本体10は、クイックターンミラーを有する所謂一眼レフカメラでも良いし、クイックターンミラーを有さない所謂ミラーレスカメラでも良い。なお、各実施例の光学系1a～1dは、撮像光学系に限定されるものではなく、投射装置（プロジェクタ）用の投射光学系等の他の光学系として用いることもできる。

【0040】

各実施例によれば、小型かつ色収差等の諸収差が良好に補正された光学系および撮像装置を提供することができる。

10

【0041】

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

【符号の説明】

【0042】

1a～1d　光学系

L1　第1レンズ群

L2　第2レンズ群

LR　後群

20

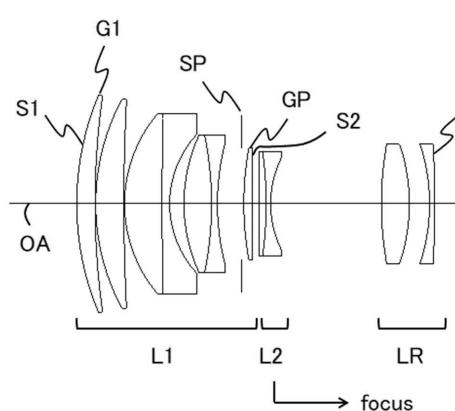
30

40

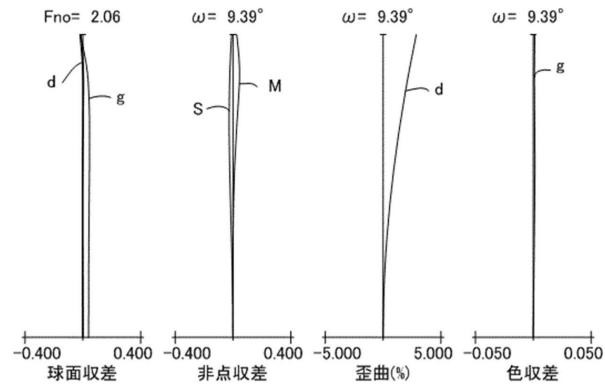
50

【図面】

【図 1】

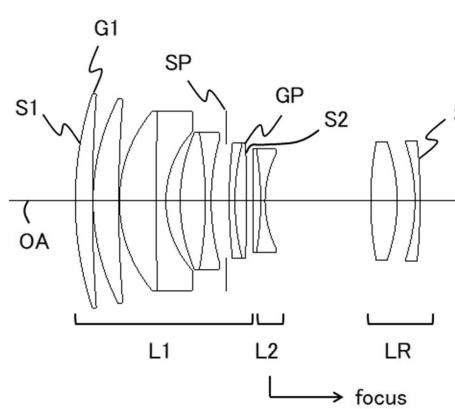


【図 2】

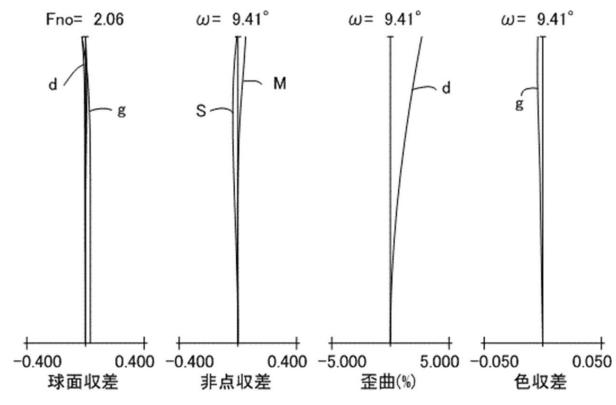


10

【図 3】



【図 4】



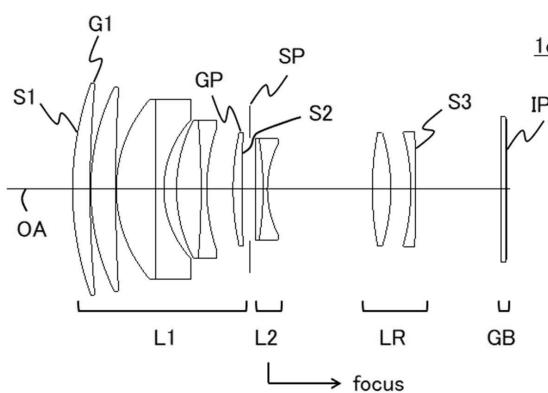
20

30

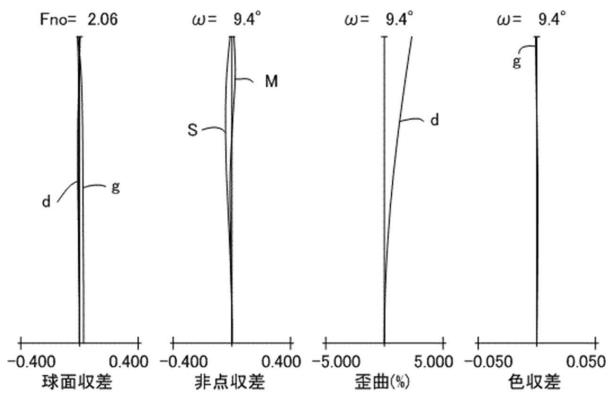
40

50

【図 5】

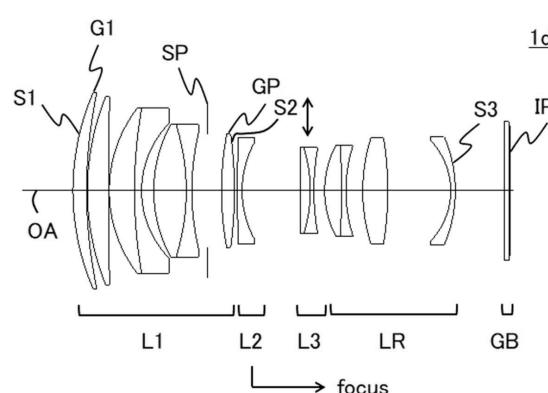


【図 6】

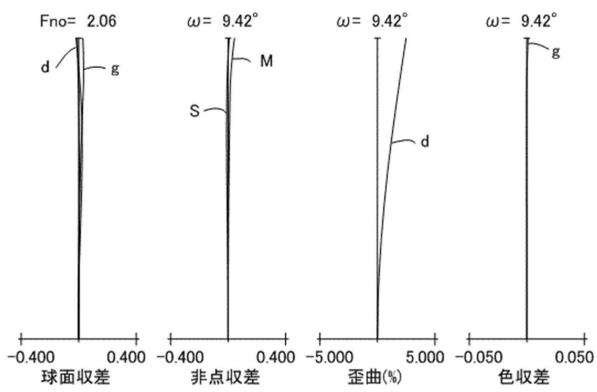


10

【図 7】

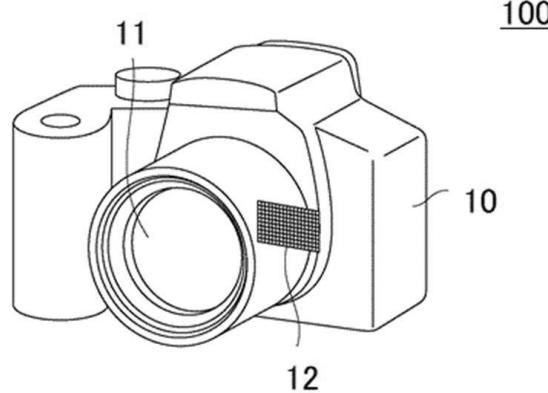


【図 8】



20

【図 9】



30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2018-106159 (JP, A)
 特開2015-111254 (JP, A)

(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