

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6830645号
(P6830645)

(45) 発行日 令和3年2月17日(2021.2.17)

(24) 登録日 令和3年1月29日(2021.1.29)

(51) Int.Cl. F I
G O 2 B 13/04 (2006.01) G O 2 B 13/04 C
G O 2 B 13/18 (2006.01) G O 2 B 13/18

請求項の数 10 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2016-181654 (P2016-181654)	(73) 特許権者	000227364
(22) 出願日	平成28年9月16日 (2016.9.16)		株式会社 n i t t o h
(65) 公開番号	特開2018-45184 (P2018-45184A)		長野県諏訪市大字湖南4 5 2 9番地
(43) 公開日	平成30年3月22日 (2018.3.22)	(74) 代理人	100102934
審査請求日	令和1年6月21日 (2019.6.21)		弁理士 今井 彰
		(72) 発明者	澤本 章
			長野県諏訪市上川一丁目1 5 3 8番地 日
			東光学株式会社上諏訪工場内
		審査官	殿岡 雅仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像用の光学系および撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

開口絞りを挟んで物体側に配置された正の屈折力の第1のレンズ群と、像面側に配置された負の屈折力の第2のレンズ群とから構成された撮像用の光学系であって、

前記第1のレンズ群は、物体側から順番に配置された、物体側に凸の正の屈折力の最先の正のメニスカスレンズと、物体側に凸の負の屈折力のメニスカスレンズと、両凹または物体側に凸のメニスカスタイプの負のレンズとからなる負の屈折力の第1のサブグループと、前記第1のサブグループと前記開口絞りとの間に配置された正の屈折力の第2のサブグループとからなり、

前記第2のレンズ群は、最も像面側に配置された第4のサブグループであって、物体側から順番に配置された、正の屈折力の最終前の正レンズと、空気間隔を設けて配置された像面側に凸の最終の負のメニスカスレンズとからなる第4のサブグループと、前記開口絞りと前記第4のサブグループとの間に配置された、少なくとも1枚の負の屈折力のレンズと少なくとも1枚の正の屈折力のレンズとを含む第3のサブグループとからなり、

前記開口絞りから前記最終の負のメニスカスレンズまでの距離 L_A と、前記最先の正のメニスカスレンズから前記開口絞りまでの距離 L_B と、当該光学系の焦点距離 f とが以下の条件を満たす、光学系。

$$0.6 < L_B / L_A < 1.5$$

$$1.0 < L_A / f < 1.7$$

【請求項 2】

10

20

開口絞りを挟んで物体側に配置された正の屈折力の第 1 のレンズ群と、像面側に配置された負の屈折力の第 2 のレンズ群とから構成された撮像用の光学系であって、

前記第 1 のレンズ群は、物体側から順番に配置された、物体側に凸の正の屈折力の最先の正のメニスカスレンズと、物体側に凸の負の屈折力のメニスカスレンズと、両凹または物体側に凸のメニスカスタイプの負のレンズとからなる負の屈折力の第 1 のサブグループと、前記第 1 のサブグループと前記開口絞りとの間に配置された正の屈折力の第 2 のサブグループとからなり、

前記第 2 のレンズ群は、最も像面側に配置された第 4 のサブグループであって、物体側から順番に配置された、正の屈折力の最終前の正レンズと、空気間隔を設けて配置された像面側に凸の最終の負のメニスカスレンズとからなる第 4 のサブグループと、前記開口絞りと前記第 4 のサブグループとの間に配置された、少なくとも 1 枚の負の屈折力のレンズと少なくとも 1 枚の正の屈折力のレンズとを含む第 3 のサブグループとからなり、

前記最終前の正レンズと前記最終の負のメニスカスレンズとの空気間隔 $D E$ と、バックフォーカス $B F$ とが以下の条件を満たす、光学系。

$$0.4 < D E / B F < 1.4$$

【請求項 3】

請求項 2 において、

前記開口絞りから前記最終の負のメニスカスレンズまでの距離 $L A$ と、前記最先の正のメニスカスレンズから前記開口絞りまでの距離 $L B$ と、当該光学系の焦点距離 f とが以下の条件を満たす、光学系。

$$0.6 < L B / L A < 1.5$$

$$1.0 < L A / f < 1.7$$

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれかにおいて、

前記第 1 のレンズ群の合成焦点距離 f_1 と、前記第 1 のサブグループの合成焦点距離 f_n とが以下の条件を満たす、光学系。

$$0.4 < |f_n| / f_1 < 0.7$$

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれかにおいて、

前記第 1 のレンズ群の合成焦点距離 f_1 と、前記第 2 のレンズ群の合成焦点距離 f_2 とは以下の条件を満たす、光学系。

$$-0.23 < f_1 / f_2 < -0.04$$

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれかにおいて、

射出瞳から前記最終の負のメニスカスレンズまでの距離 $L C$ が以下の条件を満たす、光学系。

$$0.1 < L C / L A < 1.0$$

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれかにおいて、

前記最先の正のメニスカスレンズの有効径が前記最終の負のメニスカスレンズの有効径よりも大きい、光学系。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれかにおいて、

前記第 3 のサブグループは、物体側から負の屈折力のレンズと、正の屈折力のレンズと、正の屈折力のレンズと、負の屈折力のレンズとを含む、光学系。

【請求項 9】

請求項 1 ないし 8 のいずれかにおいて、

フォーカスの際に、前記第 1 のレンズ群と前記第 2 のレンズ群とが独立して移動し、前記開口絞りは前記第 1 のレンズ群とともに移動する、光学系。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の光学系と、
前記光学系の像面側に配置された撮像素子とを有する撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、カメラなどの撮像装置に好適な撮像用の光学系に関するものである。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、広画角でありながら画面全域で高画質の画像を得るのが容易で、防振時においても光学性能を良好に維持することが容易な光学系が記載されている。この光学系は、焦点距離がバックフォーカスより短い光学系であって、開口絞りと光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動して結像位置を光軸に対して垂直方向に移動するレンズ群を有し、このレンズ群は正レンズと負レンズの 1 枚以上を含んでおり、全系の焦点距離、レンズ群の焦点距離、開口絞りから防振レンズ群の開口絞りから最も遠いレンズ面までの光軸上の長さ、最も物体側のレンズ面から最終レンズ面までの光軸上の長さを各々適切に設定している。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2014 - 85429 号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

コンパクトデジタルカメラやミラーレスカメラにおいては、バックフォーカスが短く、大型の撮像素子に対応したイメージサークルの大きい撮像用のレンズシステム（光学系）が要望されている。焦点距離が 30 mm 前後の広角レンズで、バックフォーカスが短く、周辺光量も十分に確保された光学系であって、イメージサークルの大きな光学系が要望されている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

30

本発明の態様の 1 つは、開口絞りを挟んで物体側に配置された正の屈折力の第 1 のレンズ群と、像面側に配置された負の屈折力の第 2 のレンズ群とから構成された撮像用の光学系である。第 1 のレンズ群は、物体側から順番に配置された、物体側に凸の正の屈折力の最先の正のメニスカスレンズと、物体側に凸の負の屈折力のメニスカスレンズと、両凹または物体側に凸のメニスカスタイプの負のレンズとからなる負の屈折力の第 1 のサブグループと、第 1 のサブグループと開口絞りとの間に配置された正の屈折力の第 2 のサブグループとからなる。第 2 のレンズ群は、最も像面側に配置された第 4 のサブグループであって、物体側から順番に配置された、正の屈折力の最終前の正レンズと、空気間隔を設けて配置された像面側に凸の最終の負のメニスカスレンズとからなる第 4 のサブグループと、開口絞りと第 4 のサブグループとの間に配置された、少なくとも 1 枚の負の屈折力のレンズと少なくとも 1 枚の正の屈折力のレンズとを含む第 3 のサブグループとからなる。

40

【0006】

広角レンズに多く採用される対称型の光学系は収差補正には適しているが周辺光量が不足がちになる。レトロフォーカス型は、周辺光量を確保しやすいが、バックフォーカスが長くなる。この光学系は、物体側から正のパワーの第 1 のレンズ群と、負のパワーの第 2 のレンズ群とを含む、全体としてテレフォトタイプのパワー配置を備えている。したがって、バックフォーカスを短くしやすい。その一方、第 1 のレンズ群は、負のパワーの第 1 のサブグループと、正のパワーの第 2 のサブグループとを備えた、レトロフォーカス型のパワー配置を備えている。したがって、第 1 のレンズ群は、周辺光量を確保しやすく、さらに、画角を大きくしやすい、広角レンズに適したパワー配置となっている。

50

【 0 0 0 7 】

開口絞りを挟んで、第 1 のレンズ群の像面側に配置された第 2 のレンズ群は、パワーが小さい負のレンズ群であり、第 3 のサブグループによりレトロフォーカス型で不足する収差補正を補い、さらに、その後方に、正の屈折力の最終前の正レンズと、最終の負のメニスカスレンズとを配置し、第 1 のレンズ群のレトロフォーカス型と対称なパワー配置により収差補正を行うとともに、最終の負のメニスカスレンズにより光束を広げ、大きなイメージサークルを構成しやすくしている。したがって、広角で、バックフォーカスが短く、周辺光量が確保され、さらにイメージサークルの大きな光学系を提供できる。

【 0 0 0 8 】

本発明の他の態様の 1 つは、上記の光学系と、光学系の像面側に配置された撮像素子とを有する撮像装置である。光学系は交換用レンズであってもよく、撮像装置は、デジタルカメラ、ビデオカメラ、TVカメラ、アクションカメラを含む。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】撮像用の光学系を含む撮像装置の概要を示す図。

【図 2】図 1 に示す光学系のレンズデータを示す図。

【図 3】図 1 に示す光学系の非球面のデータを示す図。

【図 4】図 1 に示す光学系の諸収差を示す図。

【図 5】図 1 に示す光学系の横収差を示す図。

【図 6】撮像用の異なる光学系を含む撮像装置の概要を示す図。

【図 7】図 6 に示す光学系のレンズデータを示す図。

【図 8】図 6 に示す光学系の非球面のデータを示す図。

【図 9】図 6 に示す光学系の諸収差を示す図。

【図 10】図 6 に示す光学系の横収差を示す図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

図 1 に、撮像用の光学系を備えた撮像装置（カメラ、カメラ装置）の一例を示している。このカメラ 1 は、光学系（撮像光学系、結像光学系、レンズシステム）10 と、光学系 10 の像面側（画像側、撮像側、結像側）12 に配置された撮像素子（撮像デバイス、像面）5 とを有する。光学系 10 は、開口絞り（絞り）S を挟んで物体側 11 に配置された、全体として正の屈折力の第 1 のレンズ群 G1 と、像面側 12 に配置された、全体として負の屈折力の第 2 のレンズ群 G2 とから構成されている。

【 0 0 1 1 】

第 1 のレンズ群 G1 は、物体側 11 から順番に配置された負の屈折力の第 1 のサブグループ G11 と、正の屈折力の第 2 のサブグループ G12 とを含む。第 2 のレンズ群 G2 は、少なくとも 1 枚の負の屈折力のレンズと少なくとも 1 枚の正の屈折力のレンズとを含む第 3 のサブグループ G21 と、正の屈折力の最終前の正レンズ L10 および最終の負のメニスカスレンズ L11 を含む第 4 のサブグループ G22 とを含む。

【 0 0 1 2 】

この光学系 10 は、全体としてテレフトタイプのパワー配置を備えており、バックフォーカスを短くしやすい。一方、第 1 のレンズ群 G1 は、負のパワーの第 1 のサブグループ G11 と、正のパワーの第 2 のサブグループ G12 とを備えたレトロフォーカス型であり、周辺光量を確保しやすく、広画角を得やすい。

【 0 0 1 3 】

第 1 のレンズ群 G1 に着目すると、レトロフォーカス型であるので、第 1 のレンズ群 G1 としてのバックフォーカスは、すなわち開口絞り S から像面 5 までの距離は長くなるが、本例の光学系 10 においては、開口絞り S を挟んで、第 1 のレンズ群 G1 の像面側 12 に第 2 のレンズ群 G2 を配置している。したがって、光学系 10 全体としてはバックフォーカスが短く、さらに、対称型に対してレトロフォーカス型を採用することにより不足する収差補正能力を、第 2 のレンズ群 G2 により補うことができる。さらに、第 2 のレンズ

群 G 2 の後方（像面側 1 2）に、正の屈折力の最終前の正レンズ L 1 0 と、最終の負のメニスカスレンズ L 1 1 とを配置し、第 1 のレンズ群 G 1 のレトロフォーカス型と対称なパワー配置により収差補正を行うとともに、最終の負のメニスカスレンズ L 1 1 により光束を広げ、大きなイメージサークルが得られるようにしている。

【0014】

第 1 のサブグループ G 1 1 は、最も物体側 1 1 に配置された物体側 1 1 に凸の正の屈折力の、最先の正のメニスカスレンズ L 1 を含む。この光学系 1 0 において、開口絞り S から最終の負のメニスカスレンズ L 1 1 の像面側 1 2 の面までの光軸 1 5 の上の距離 L A と、最先の正のメニスカスレンズ L 1 の物体側 1 1 の面から開口絞り S までの光軸 1 5 の上の距離 L B と、当該光学系の焦点距離 f とが以下の条件（1）および（2）を満たすことが望ましい。

$$0.6 < L B / L A < 1.5 \quad \cdots (1)$$

$$1.0 < L A / f < 1.7 \quad \cdots (2)$$

【0015】

条件（1）の上限は 1.3 であることが望ましい。条件（2）の下限は 1.1 であることが望ましく、上限は 1.5 であることがさらに望ましい。

【0016】

条件（1）の下限未満であると、光学系 1 0 の全長をある程度の範囲に収めようとすると、相対的に第 1 のレンズ群 G 1 を配置するスペースが狭くなりレンズ間隔が確保しにくく収差補正能力が低下する。また、開口絞り S の位置にレンズシャッターを配置しにくくなる。条件（1）の上限を超えると、逆に、第 2 のレンズ群 G 2 を配置するスペースが狭くなりレンズ間隔が確保しにくく収差補正能力が低下する。特に、レンズ L 1 0 と L 1 1 との間隔を確保できなくなるので、像面湾曲、コマ収差の補正が不十分になる。したがって、画角が大きな入射光を大きなイメージサークルに結像するためには、開口絞り S を挟んで配置される第 1 のレンズ群 G 1 の長さ第 2 のレンズ群 G 2 の長さとはほぼ等しい、条件（1）の範囲であることが望ましい。

【0017】

条件（2）の下限未満であると、第 2 のレンズ群 G 2 を配置するスペースが狭くなりレンズ間隔が確保しにくく収差補正能力が低下する。条件（2）の上限を超えると、光学系 1 0 の全長が長くなり、コンパクトな光学系 1 0 を提供しにくい。

【0018】

この光学系 1 0 において、第 1 のレンズ群 G 1 の合成焦点距離 f 1 と、第 1 のサブグループ G 1 1 の合成焦点距離 f n とが以下の条件（3）を満たすことが望ましい。

$$0.4 < |f n| / f 1 < 0.7 \quad \cdots (3)$$

【0019】

条件（3）の下限は 0.5 であることがさらに好ましい。条件（3）の下限未満であると、レトロフォーカス型のパワー配置となる第 1 のレンズ群 G 1 の第 1 のサブグループ G 1 1 の負のパワーが不足し、開口絞り S から像面 5 までの空間が狭くなり、第 2 のレンズ群 G 2 を配置しにくくなる。一方、条件（3）の上限を超えると、第 1 のサブグループ G 1 1 の負のパワーが強すぎて、収差補正が難しくなる。

【0020】

この光学系 1 0 において、第 1 のレンズ群 G 1 の合成焦点距離 f 1 と、第 2 のレンズ群 G 2 の合成焦点距離 f 2 とは以下の条件（4）を満たすことが望ましい。

$$-0.23 < f 1 / f 2 < -0.04 \quad \cdots (4)$$

【0021】

第 2 のレンズ群 G 2 は、第 1 のレンズ群 G 1 で補正しきれない収差をさらに補正する機能を含むが、条件（4）の下限未満であると第 2 のレンズ群 G 2 の負のパワーが強すぎて諸収差の補正が難しくなる。一方、条件（4）の上限を超えると、第 2 のレンズ群 G 2 のパワーが小さすぎて諸収差の補正が不十分となり、光学系 1 0 が大型になりやすい。

【0022】

10

20

30

40

50

また、最終前の正レンズ L 1 0 と最終の負のメニスカスレンズ L 1 1 との空気間隔 D E と、バックフォーカス B F とが以下の条件 (5) を満たすことが望ましい。空気間隔 D E は、レンズ L 1 0 の像面側 1 2 の面と、レンズ L 1 1 の物体側 1 1 の面との光軸 1 5 の上の距離である。

$$0.4 < D E / B F < 1.4 \quad \cdots (5)$$

【 0 0 2 3 】

条件 (5) の下限未満であると、空気間隔 D E が小さすぎて第 2 のレンズ群 G 2 のパワーが不足し、収差補正が困難となり、光学系 1 0 が大型になりやすい。条件 (5) の上限を超えると、レンズ L 1 1 の径が大きくなりすぎて光学系 1 0 が大型になり、また、像面湾曲の補正が難しくなる。

10

【 0 0 2 4 】

この光学系 1 0 においては、さらに、射出瞳 E P から最終の負のメニスカスレンズ L 1 1 の像面側 1 2 の面までの距離 L C が以下の条件 (6) を満たすことが望ましい。

$$0.1 < L C / L A < 1.0 \quad \cdots (6)$$

【 0 0 2 5 】

条件 (6) の下限は 0.4 であることが好ましく、上限は 0.8 であることが好ましい。条件 (6) の下限未満であると、第 2 のレンズ群 G 2 のパワーが大きくなりすぎて諸収差の補正が難しくなる。また、光学系 1 0 の全体の長さ (レンズ長) が長くなったり、バックフォーカスが長くなる要因にもなる。条件 (6) の上限を超えると、第 1 のレンズ群 G 1 のパワーが強すぎて、最も物体側 1 1 のレンズ L 1 の径がさらに大きくなり、対称性が崩れるので歪曲収差、像面湾曲の補正が難しくなる。

20

【 0 0 2 6 】

この光学系 1 0 においては、最先の正のメニスカスレンズ L 1 の有効径を最終の負のメニスカスレンズ L 1 1 の有効径よりも大きくすることができ、より広画角の光学系 1 0 を提供できる。また、第 2 のレンズ群 G 2 の物体側 1 1 に配置される第 3 のサブグループ G 2 1 は、物体側 1 1 から負の屈折力のレンズ L 6 と、正の屈折力のレンズ L 7 と、正の屈折力のレンズ L 8 と、負の屈折力のレンズ L 9 とを含むことが望ましい。対称的な配置とすることにより収差補正が容易になる。また、これらのレンズの正負の組み合わせは接合レンズとして実装してもよく、接合レンズとせずに、レンズの両面を補正に活かしてもよく、非球面とすることも可能である。

30

【 0 0 2 7 】

光学系 1 0 は、固定焦点であり、フォーカスの際に、第 1 のレンズ群 G 1 と第 2 のレンズ群 G 2 とが独立して移動するものであってもよい。この場合、開口絞り S は第 1 のレンズ群 G 1 とともに移動することが望ましい。

【 0 0 2 8 】

図 1 に示した実施例 1 の光学系 1 0 は、全体として 11 枚構成で、物体側 1 1 の第 1 のレンズ群 G 1 はレンズ L 1 ~ L 5 の 5 枚で構成され、開口絞り S を挟んで像面側 1 2 に配置された第 2 のレンズ群 G 2 はレンズ L 6 ~ L 11 の 6 枚で構成されている。第 1 のレンズ群 G 1 は、光軸 1 5 に沿って物体側 1 1 から順番に配置された、物体側 1 1 に凸の正のパワーのメニスカスレンズ (最先の正のメニスカスレンズ) L 1 と、物体側 1 1 に凸の負のパワーのメニスカスレンズ L 2 と、両凹の負レンズ L 3 と、物体側 1 1 に凸の正のパワーのメニスカスレンズ L 4 と、両凸の正レンズ L 5 とを含む。レンズ L 1 ~ L 3 が、負のパワーの第 1 のサブグループ G 1 1 を構成し、レンズ L 4 および L 5 が、正のパワーの第 2 のサブグループ G 1 2 を構成している。

40

【 0 0 2 9 】

第 2 のレンズ群 G 2 は、光軸 1 5 に沿って物体側 1 1 (開口絞り S の側) から順番に配置された、両凹の負レンズ L 6 と、両凸の正レンズ L 7 と、両凸の正レンズ L 8 と、両凹の負レンズ L 9 と、物体側 1 1 に凸の正のパワーのメニスカスレンズ (最終前の正レンズ) L 10 と、像面側 1 2 に凸の負のパワーのメニスカスレンズ (最終の負のメニスカスレンズ) L 11 とを含む。正レンズ L 8 と負のレンズ L 9 との組み合わせは接合レンズであ

50

り、両凸の正レンズL 7の両面S 1 4およびS 1 5は非球面である。

【0030】

この光学系10は、焦点調整（フォーカシング）の際に、第1のレンズ群G 1が一体で、第2のレンズ群G 2とは独立して移動する。開口絞りSは第1のレンズ群G 1と一体で動く。具体的には、焦点を合わせる際に、第1のレンズ群G 1と第2のレンズ群G 2とは独立して物体側11に移動する。

【0031】

図2に光学系10を構成する各レンズのデータを示している。曲率半径（R）は物体側11から順に並んだ各レンズの各面の曲率半径（mm）、間隔dは各レンズ面の間の距離（mm）、有効径Deは各レンズ面の有効径（mm）、屈折率ndは各レンズの屈折率（d線）、アッペ数dは各レンズのアッペ数（d線）を示している。なお、最終の間隔、本例においてはd 2 2が光学系10と撮像デバイス5との距離（バックフォーカス、BF）を示す。以下においても同様である。

【0032】

図3には、レンズL 7の両面S 1 4およびS 1 5の非球面係数を示す。非球面は、Xを光軸方向の座標、Yを光軸と垂直方向の座標、光の進行方向を正、Rを近軸曲率半径とすると、図3に示した係数K、A、B、C、DおよびEを用いて次式で表わされる。以降の実施形態においても同様である。なお、「 n 乗」は、「10の n 乗」を意味する。

$$X = (1/R) Y^2 / [1 + \{1 - (1 + K)(1/R)^2 Y^2\}^{1/2}] + A Y^4 + B Y^6 + C Y^8 + D Y^{10} + E Y^{12}$$

【0033】

図4に、光学系10の球面収差、非点収差、歪曲収差を示している。球面収差は、波長406.0000nm（長破線）と、波長435.8340nm（二点鎖線）と、波長486.1330nm（中破線）と、波長546.0740nm（実線）と、波長587.5620nm（一点鎖線）と、656.2730nm（短破線）とを示している。非点収差はタンジェンシャル光線Tとサジタル光線Sとを示している。図5に、光学系10の倍率色収差（横収差）をタンジェンシャル光線およびサジタル光線のそれぞれについて波長435.8340nm（二点鎖線）と、波長486.1330nm（中破線）と、波長546.0740nm（実線）と、波長587.5620nm（一点鎖線）と、656.2730nm（短破線）とで示している。以下に示す収差図においても同様である。

【0034】

この光学系10の主な性能を示す数値は以下の通りである。

全体の合成焦点距離（f）： 30.98（d線基準の計算、以下同様）

F値： 3.5

最大画角（半画角）： 42.73度

イメージサークル： 56mm

バックフォーカス（BF）： 18.64mm

第1のレンズ群G 1の焦点距離（パワー、f 1）： 32.3mm

第2のレンズ群G 2の焦点距離（パワー、f 2）： -271.32mm

第1のサブグループG 1 1の焦点距離（f n）： -20.98mm

間隔DE（d 2 0）： 10.78mm

距離LA： 34.93mm

距離LB： 40.83mm

距離LC： 21.39mm

条件（1）： 1.17

条件（2）： 1.13

条件（3）： 0.65

条件（4）： -0.12

条件（5）： 0.58

条件（6）： 0.61

【0035】

この光学系（レンズシステム）10は、最先（最も物体側11）の正のメニスカスレンズL1と最終（最も像面側12）の負のメニスカスレンズL11とが開口絞りSに対してほぼ等距離に配置された、最終の負のメニスカスレンズL11よりも有効径が大きな正のメニスカスレンズL1を最先に配置し、焦点距離が30.98mm、画角が半画角で42.73度という広角レンズで、バックフォーカスBFが18.64mmと短く、さらにF値が3.5という明るいレンズシステムとなっている。バックフォーカスBFが短いにも関わらず、イメージサークルは直径56mmと大きい。さらに、この光学系10は、上述した各条件を満たし、収差図に示すように、諸収差は良好に補正されており、鮮明な像を得ることができる。

10

【0036】

また、開口絞りSは、光学系10のほぼ中央に位置しており、開口絞りSの場所にレンズシャッターを配置することが可能な構成となっている。したがって、この光学系10は、コンパクトデジタルカメラに適した、標準から広角をカバーするレンズシステムとなっている。

【0037】

図6に、異なる撮像用の光学系10を備えたカメラ1の例を示している。この光学系10も実施例1の光学系（レンズシステム）と同様に広角から標準をカバーするのに適したレンズシステムであり、開口絞り（絞り）Sを挟んで物体側11に配置された、全体として正の屈折力の第1のレンズ群G1と、像面側12に配置された、全体として負の屈折力の第2のレンズ群G2とから構成されている。

20

【0038】

第1のレンズ群G1は、5枚構成で、光軸15に沿って物体側11から順番に配置された、物体側11に凸の正のパワーのメニスカスレンズ（最先の正のメニスカスレンズ）L1と、物体側11に凸の負のパワーのメニスカスレンズL2と、物体側11に凸の負のパワーのメニスカスレンズL3と、物体側11に凸の正のパワーのメニスカスレンズL4と、両凸の正レンズL5とを含む。レンズL1～L3が、負のパワーの第1のサブグループG11を構成し、レンズL4およびL5が、正のパワーの第2のサブグループG12を構成し、第1のレンズ群G1は全体としてレトロフォーカス型のパワー配置となっている。

【0039】

第2のレンズ群G2は6枚構成で、光軸15に沿って物体側11（開口絞りSの側）から順番に配置された、両凹の負レンズL6と、両凸の正レンズL7と、両凸の正レンズL8と、両凹の負レンズL9と、物体側11に凸の正のパワーのメニスカスレンズ（最終前の正レンズ）L10と、像面側12に凸の負のパワーのメニスカスレンズ（最終の負のメニスカスレンズ）L11とを含む。正レンズL8と負のレンズL9との組み合わせは接合レンズであり、負レンズL6と正レンズL7とは最小の空気間隔で配置され、正レンズL7の両面S14およびS15は非球面である。

30

【0040】

第2のレンズ群G2は、全体として第1のレンズ群G1に対して弱い負のパワーのレンズ群であり、非対称なレトロフォーカス型の第1のレンズ群G1で発生した諸収差を補正する機能を含む。第2のレンズ群G2の物体側11の第3のサブグループG21は、物体側11から並んだ負レンズL6と、正レンズL7と、正レンズL8と、負レンズL9とで構成された対称的なパワー配置を含み、倍率色収差を含めた諸収差を補正しやすい構成となっている。第2のレンズ群G2の像面側12の第4のサブグループG22は、物体側11から順番に配置された、正レンズL10と、像面側12に凸の負のパワーのメニスカスレンズL11とで構成されており、第1のレンズ群G1のレトロフォーカス型と対称なパワー配置となっている。したがって、第4のサブグループG22により第1のレンズ群G1で発生した諸収差を補正しやすい。

40

【0041】

さらに、最も像面側12を正のパワーのレンズL10と負のパワーのレンズL11とで

50

構成することにより像面側 12 のレンズ径を抑えて大きなイメージサークルを形成することができる。特に、最も像面側 12 のレンズ L 11 は、像面側 12 に凸の負のメニスカスレンズであり、像面側 12 の最終の正レンズ L 10 の像面側 12 の面と向かい合った面の組み合わせを形成している。これらの面により負のパワーを確保するとともに、収差補正に要する面の数を確保し、さらに、ペッツバール和が大きくなりすぎて像面湾曲が増加することも抑制できている。

【0042】

図 7 に光学系 10 を構成する各レンズのデータを示している。図 8 には、非球面のデータを示し、図 9 に、光学系 10 の球面収差、非点収差、歪曲収差を示し、図 10 に、光学系 10 の倍率色収差（横収差）をタンジェンシャル光線およびサジタル光線のそれぞれについて示している。

10

【0043】

この光学系 10 の主な性能を示す数値は以下の通りである。

全体の合成焦点距離（ f ）： 31.00

F 値： 3.5

最大画角（半画角）： 42.72 度

イメージサークル： 56 mm

バックフォーカス（BF）： 13.3 mm

第 1 のレンズ群 G 1 の焦点距離（パワー、 f_1 ）： 27.69 mm

第 2 のレンズ群 G 2 の焦点距離（パワー、 f_2 ）： -141.38 mm

20

第 1 のサブグループ G 11 の焦点距離（ f_n ）： -17.24 mm

間隔 DE（ d_{20} ）： 14.30 mm

距離 LA： 42.41 mm

距離 LB： 29.69 mm

距離 LC： 26.6 mm

条件（1）： 0.7

条件（2）： 1.37

条件（3）： 0.62

条件（4）： -0.20

条件（5）： 1.07

30

条件（6）： 0.62

【0044】

この撮像光学系 10 も条件（1）～（6）をすべて満足する光学系であり、全体としてテレフォトタイプでありながら、焦点距離が 31 mm と短く広角で、画角も半画角で 42.72 度と大きく、F 値も 3.5 と明るく、イメージサークルも 56 mm と大きく、さらに、バックフォーカス BF が 13.3 mm と小さい、コンパクトで明るい撮像光学系 10 となっている。また、収差図に示すように諸収差も良好に補正されている。

【0045】

また、この光学系 10 においても、開口絞り S は、光学系 10 のほぼ中央に位置しており、開口絞り S の場所にレンズシャッターを配置することが可能な構成となっている。したがって、この光学系 10 も、コンパクトデジタルカメラに適した、主に広角をカバーするレンズシステムとなっている。

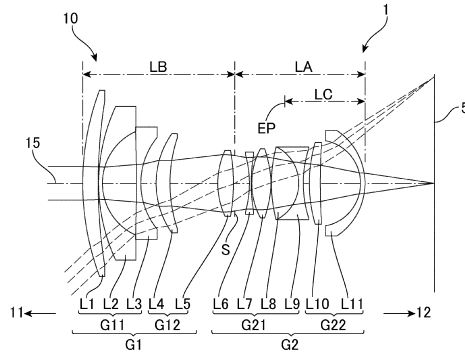
40

【符号の説明】

【0046】

1 撮像装置、 5 撮像素子、 10 撮像用光学系

【図 1】



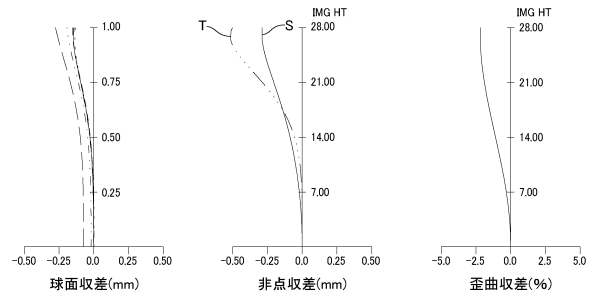
【図 2】

No.	曲率半径 R (mm)	間隔 d (mm)	有効径 De (mm)	屈折率 nd	アッベ数 ν_d	レンズ
1	68.51000	4.14000	46.00	1.63854	55.38	L1
2	132.78000	0.15000	43.40			
3	46.98000	1.00000	37.70	1.48749	70.24	L2
4	14.85000	9.11000	27.30			
5	-447.16000	1.20000	27.40	1.48749	70.24	L3
6	18.80000	4.11000	24.20			
7	22.28000	3.72000	24.00	1.90200	25.26	L4
8	37.36000	12.83000	22.80			
9	20.32000	4.18000	15.40	1.49700	81.54	L5
10	-49.74000	0.39300	15.60			(S)
11	絞り	3.91000	14.60			
12	-27.61000	0.49000	14.20	1.78472	25.68	L6
13	44.20000	0.15000	14.80			
14	19.00000	5.13000	15.80	1.49700	81.54	L7
15	-22.04000	0.15001	16.40			
16	37.24000	7.34000	16.00	1.80809	22.76	L8
17	-10.61000	1.20000	16.20	1.90200	25.26	L9
18	29.28000	1.63000	17.40			
19	37.68000	2.95000	19.20	1.89286	20.36	L10
20	174.10000	10.78000	19.60			
21	-11.35000	1.20000	21.40	1.53172	48.84	L11
22	-16.50000	18.64000	25.60			

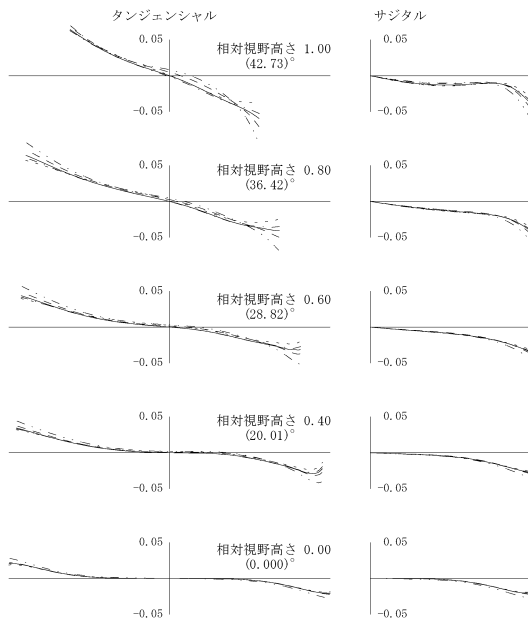
【図 3】

No.	K	A	B	C	D	E
14	0.0000	-1.0953e-005	1.5378e-007	-1.4224e-009	3.8014e-011	-2.4409e-013
15	0.0000	3.3567e-005	1.2702e-007	-1.5210e-009	4.3185e-011	-3.3170e-013

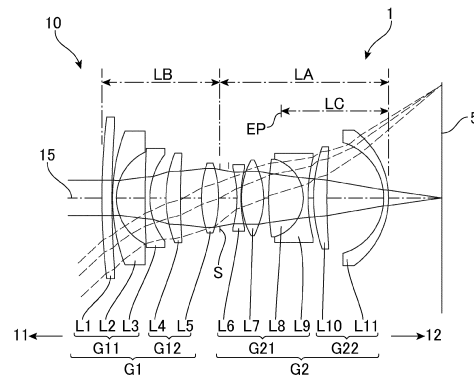
【図 4】



【図 5】



【図 6】



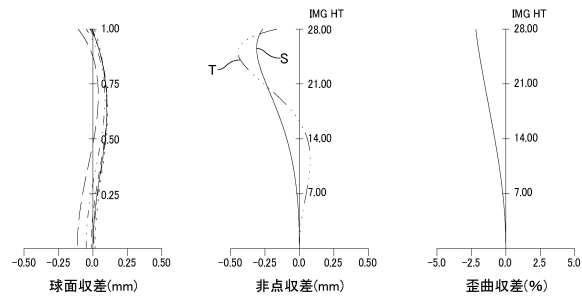
【図 7】

No.	曲率半径 R (mm)	間隔 d (mm)	有効径 De (mm)	屈折率 nd	アッベ数 ν_d	レンズ
1	166.03000	2.52000	37.40	1.63854	55.38	L1
2	243.97000	0.15000	35.20			
3	45.33000	1.00000	30.80	1.48749	70.24	L2
4	12.57000	7.20000	22.80			
5	249.45000	1.20000	22.60	1.48749	70.24	L3
6	17.23000	4.07000	20.40			
7	29.21000	3.62000	20.30	1.90200	25.26	L4
8	166.56000	5.31000	19.50			
9	27.29000	4.30000	15.40	1.49700	81.54	L5
10	-26.81000	0.32000	15.60			(S)
11	絞り	4.29000	14.10			
12	-26.67000	1.00000	14.10	1.78472	25.68	L6
13	31.44000	0.15000	14.90			
14	19.90000	5.57000	15.80	1.49700	81.54	L7
15	-17.09000	1.26000	17.00			
16	67.61000	8.70000	17.30	1.80809	22.76	L8
17	-10.04000	1.20000	17.80	1.90200	25.26	L9
18	40.67000	1.40000	20.20			
19	38.25000	3.34000	22.80	1.89286	20.36	L10
20	171.20000	14.30000	23.30			
21	-14.32000	1.20000	26.50	1.53172	48.84	L11
22	-20.58000	13.31160	31.20			

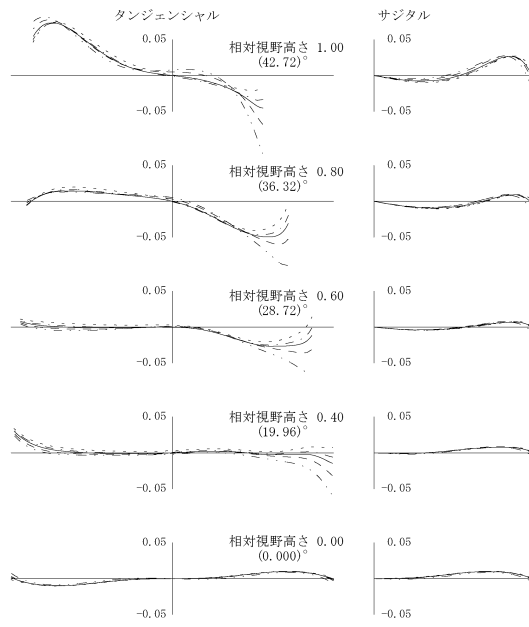
【図 8】

No.	K	A	B	C	D	E
14	0.0000	-5.3838e-006	1.3537e-007	-2.5081e-009	5.4731e-011	-3.4532e-013
15	0.0000	3.7032e-005	1.1075e-007	-8.5114e-010	5.5184e-011	-4.2236e-013

【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭63-241511(JP,A)
特開平07-152002(JP,A)
特開2013-231941(JP,A)
特開平08-029688(JP,A)
特開2006-178244(JP,A)
特開平06-214156(JP,A)
特開平08-062499(JP,A)
特開昭63-139314(JP,A)
特開2001-290076(JP,A)
特開平05-313065(JP,A)
特開平06-300972(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