

(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 1

G02B 13/04 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)G02B 13/04
G02B 13/18

C

請求項の数 10 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2016-181654 (P2016-181654)
 (22) 出願日 平成28年9月16日 (2016.9.16)
 (65) 公開番号 特開2018-45184 (P2018-45184A)
 (43) 公開日 平成30年3月22日 (2018.3.22)
 審査請求日 令和1年6月21日 (2019.6.21)

(73) 特許権者 000227364
 株式会社 n i t t o h
 長野県諏訪市大字湖南4529番地
 (74) 代理人 100102934
 弁理士 今井 彰
 (72) 発明者 澤本 章
 長野県諏訪市上川一丁目1538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ル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ル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 30mm 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】

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

【0007】

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。

【0008】

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。10

【図面の簡単な説明】**【0009】**

【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。20

【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】**【0010】**

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。30

【0011】

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。

【0012】

この光学系10は、全体としてテレフォ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。40

【0013】

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50

群G2の後方(像面側12)に、正の屈折力の最終前の正レンズL10と、最終の負のメニスカスレンズL11とを配置し、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L11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G11は、最も物体側11に配置された物体側11に凸の正の屈折力の、最先の正のメニスカスレンズL1を含む。この光学系10において、開口絞りSから最終の負のメニスカスレンズL11の像面側12の面までの光軸15の上の距離LAと、最先の正のメニスカスレンズL1の物体側11の面から開口絞りSまでの光軸15の上の距離LB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。
10

$$0.6 < LB / LA < 1.5 \quad \dots (1)$$

$$1.0 < LA / f < 1.7 \quad \dots (2)$$

【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10の全長をある程度の範囲に收めようすると、相対的に第1のレンズ群G1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G2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L10とL11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G1の長さと第2のレンズ群G2の長さとがほぼ等しい、条件(1)の範囲であることが望ましい。
20

【0017】

条件(2)の下限未満であると、第2のレンズ群G2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10の全長が長くなり、コンパクトな光学系10を提供しにくい。
30

【0018】

この光学系10において、第1のレンズ群G1の合成焦点距離f1と、第1のサブグループG11の合成焦点距離fnとが以下の条件(3)を満たすことが望ましい。

$$0.4 < |fn| / f1 < 0.7 \quad \dots (3)$$

【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G1の第1のサブグループG11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G2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G11の負のパワーが強すぎて、収差補正が難しくなる。
40

【0020】

この光学系10において、第1のレンズ群G1の合成焦点距離f1と、第2のレンズ群G2の合成焦点距離f2とは以下の条件(4)を満たすことが望ましい。

$$-0.23 < f1 / f2 < -0.04 \quad \dots (4)$$

【0021】

第2のレンズ群G2は、第1のレンズ群G1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G2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G2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10が大型になりやすい。

【0022】

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。

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

【0023】

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

【0024】

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。

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

【0025】

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

【0026】

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

【0027】

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。

【0028】

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 1 1 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

【0029】

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 1 0 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 1 1 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。

【 0 0 3 0 】

この光学系 1 0 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 と一緒に動く。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 1 1 に移動する。

【 0 0 3 1 】

図 2 に光学系 1 0 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 1 1 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 D e は各レンズ面の有効径 (mm)、屈折率 n d は各レンズの屈折率 (d 線)、アッベ数 d は各レンズのアッベ数 (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 1 0 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。

【 0 0 3 2 】

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。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、「e n」は、「1 0 の n 乗」を意味する。

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

【 0 0 3 3 】

図 4 に、光学系 1 0 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 4 0 6 . 0 0 0 0 nm (長破線) と、波長 4 3 5 . 8 3 4 0 nm (二点鎖線) と、波長 4 8 6 . 1 3 3 0 nm (中破線) と、波長 5 4 6 . 0 7 4 0 nm (実線) と、波長 5 8 7 . 5 6 2 0 nm (一点鎖線) と、6 5 6 . 2 7 3 0 nm (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 1 0 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 4 3 5 . 8 3 4 0 nm (二点鎖線) と、波長 4 8 6 . 1 3 3 0 nm (中破線) と、波長 5 4 6 . 0 7 4 0 nm (実線) と、波長 5 8 7 . 5 6 2 0 nm (一点鎖線) と、6 5 6 . 2 7 3 0 nm (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。

【 0 0 3 4 】

この光学系 1 0 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) : 3 0 . 9 8 (d 線基準の計算、以下同様)

F 値 : 3 . 5

最大画角 (半画角) : 4 2 . 7 3 度

イメージサークル : 5 6 mm

バックフォーカス (BF) : 1 8 . 6 4 mm

第 1 のレンズ群 G 1 の焦点距離 (パワー、f 1) : 3 2 . 3 mm

第 2 のレンズ群 G 2 の焦点距離 (パワー、f 2) : - 2 7 1 . 3 2 mm

第 1 のサブグループ G 1 1 の焦点距離 (f n) : - 2 0 . 9 8 mm

間隔 D E (d 2 0) : 1 0 . 7 8 mm

距離 L A : 3 4 . 9 3 mm

距離 L B : 4 0 . 8 3 mm

距離 L C : 2 1 . 3 9 mm

条件 (1) : 1 . 1 7

条件 (2) : 1 . 1 3

条件 (3) : 0 . 6 5

条件 (4) : - 0 . 1 2

条件 (5) : 0 . 5 8

条件 (6) : 0 . 6 1

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

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

【 0 0 3 6 】

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。

【 0 0 3 7 】

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

【 0 0 3 8 】

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。

【 0 0 3 9 】

30

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。

【 0 0 4 0 】

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

【 0 0 4 1 】

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 1 2 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 1 2 のレンズ L 1 1 は、像面側 1 2 に凸の負のメニスカスレンズであり、像面側 1 2 の最終の正レンズ L 1 0 の像面側 1 2 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、ペツ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。

【 0 0 4 2 】

図 7 に光学系 1 0 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 1 0 の球面収差、非点収差、歪曲収差を示し、図 1 0 に、光学系 1 0 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

【 0 0 4 3 】

この光学系 1 0 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) : 3 1 . 0 0

F 値 : 3 . 5

最大画角（半画角） : 4 2 . 7 2 度

イメージサークル : 5 6 m m

バックフォーカス (B F) : 1 3 . 3 m m

第 1 のレンズ群 G 1 の焦点距離（パワー、 f 1 ） : 2 7 . 6 9 m m

第 2 のレンズ群 G 2 の焦点距離（パワー、 f 2 ） : - 1 4 1 . 3 8 m m

第 1 のサブグループ G 1 1 の焦点距離 (f n) : - 1 7 . 2 4 m m

間隔 D E (d 2 0) : 1 4 . 3 0 m m

距離 L A : 4 2 . 4 1 m m

距離 L B : 2 9 . 6 9 m m

距離 L C : 2 6 . 6 m m

条件 (1) : 0 . 7

条件 (2) : 1 . 3 7

条件 (3) : 0 . 6 2

条件 (4) : - 0 . 2 0

条件 (5) : 1 . 0 7

条件 (6) : 0 . 6 2

【 0 0 4 4 】

この撮像光学系 1 0 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 3 1 m m と短く広角で、画角も半画角で 4 2 . 7 2 度と大きく、F 値も 3 . 5 と明るく、イメージサークルも 5 6 m m と大きく、さらに、バックフォーカス B F が 1 3 . 3 m m と小さい、コンパクトで明るい撮像光学系 1 0 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。
20

【 0 0 4 5 】

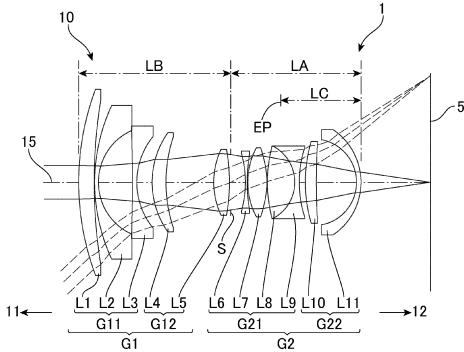
また、この光学系 1 0 においても、開口絞り S は、光学系 1 0 のほぼ中央に位置しており、開口絞り S の場所にレンズシャッターを配置することが可能な構成となっている。したがって、この光学系 1 0 も、コンパクトデジタルカメラに適した、主に広角をカバーするレンズシステムとなっている。
40

【 符号の説明 】

【 0 0 4 6 】

1 撮像装置、 5 撮像素子、 1 0 撮像用光学系

【図1】



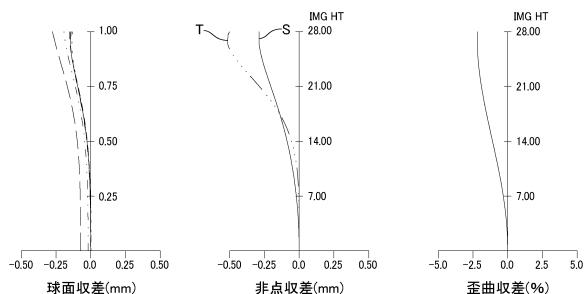
【図2】

No.	曲率半径 R (mm)	間隔 d (mm)	有効径 De (mm)	屈折率 nd	アッペ数 νd	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	37.66000	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			

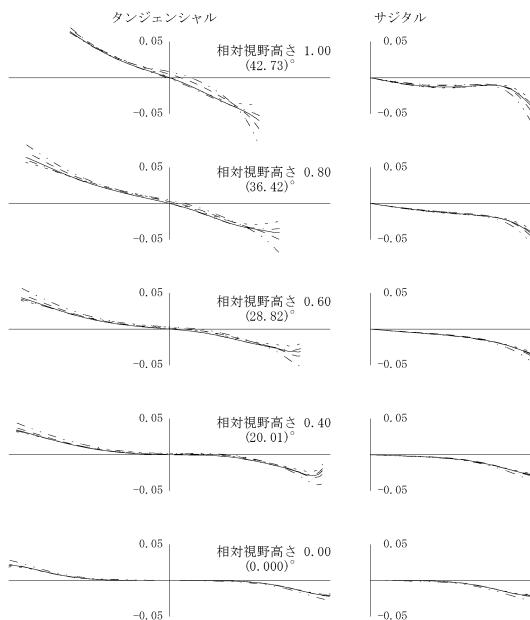
【図3】

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

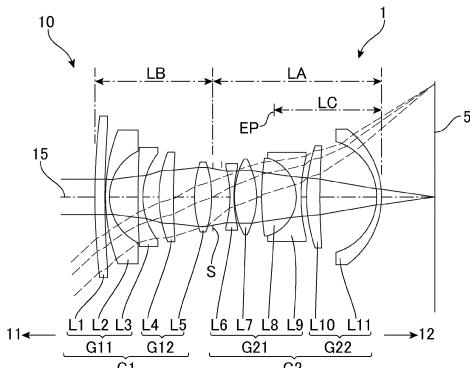
【図4】



【図5】



【図6】



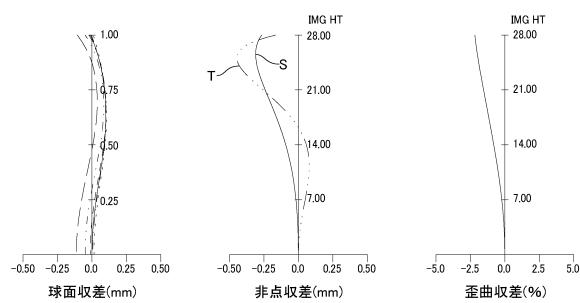
【図7】

No.	曲率半径 R (mm)	間隔 d (mm)	有効径 De (mm)	屈折率 nd	アッペ数 νd	レンズ
1	166.63000	2.52000	37.40	1.63854	55.38	L1
2	243.97000	0.15000	35.20			
3	45.32000	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	19.00000	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			

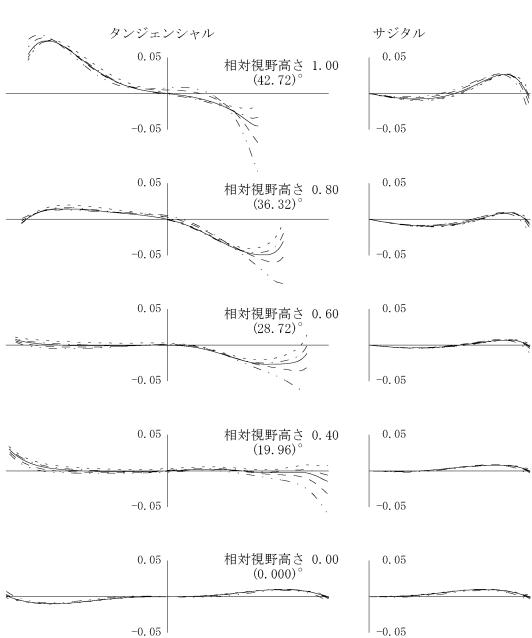
【図 8】

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)

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