

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6160112号
(P6160112)

(45) 発行日 平成29年7月12日(2017.7.12)

(24) 登録日 平成29年6月23日(2017.6.23)

(51) Int. Cl. F 1
G 0 2 B 13/04 (2006.01) G 0 2 B 13/04 D
G 0 2 B 13/18 (2006.01) G 0 2 B 13/18

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2013-29580 (P2013-29580)	(73) 特許権者	000004112 株式会社ニコン
(22) 出願日	平成25年2月19日(2013.2.19)		東京都港区港南二丁目15番3号
(65) 公開番号	特開2014-160104 (P2014-160104A)	(74) 代理人	100092897 弁理士 大西 正悟
(43) 公開日	平成26年9月4日(2014.9.4)		
審査請求日	平成28年2月3日(2016.2.3)	(74) 代理人	100097984 弁理士 川野 宏
		(74) 代理人	100157417 弁理士 並木 敏章
		(72) 発明者	鈴木 篤 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号 株式会社ニコン内
		審査官	小倉 宏之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学系及び光学機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光軸に沿って物体側から順に並んだ、負の屈折力を有する第1レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正の屈折力を有する第2レンズと、開口絞りと、物体側に凸面を向けた形状を有する第3レンズとを有し、

以下の条件式を満足することを特徴とする光学系。

$$6.6 < |f_{12} / f|$$

$$0.75 < \{(-f_1) / d\} / f < 1.20$$

但し、

f_{12} : 前記第1レンズと前記第2レンズとの合成焦点距離、

f : 前記光学系全系の焦点距離、

f_1 : 前記第1レンズの焦点距離、

d : 前記第1レンズの物体側面から最も像側に位置するレンズの像側面までの光軸上間隔。

【請求項2】

前記第1レンズは、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズであ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3レンズは、正の屈折力を有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】

最も像側に位置するレンズの像側面は、非球面であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の光学系。

【請求項 5】

前記第 1 レンズ、前記第 2 レンズ、前記第 3 レンズはいずれも、球面レンズであることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の光学系。

【請求項 6】

最も像側に位置するレンズは、メニスカス形状であることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の光学系。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の光学系を搭載することを特徴とする光学機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、デジタルカメラ、フィルムカメラ、ビデオカメラ等の撮影光学系に最適な光学系に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、コンパクトデジタルカメラのズームレンズでは、カメラ未使用時にレンズ鏡筒をカメラ内に格納する、いわゆる沈胴タイプのレンズ鏡筒がほとんどである。また、ズームレンズと同様に、カメラ未使用時にレンズ鏡筒がカメラ内に沈胴することが可能であり、広い画角を有し、無限遠物点に対して焦点距離が変化しない広角単焦点レンズが提案されている（例えば、特許文献 1 を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2008 - 40033 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来の広角単焦点レンズは、十分な明るさを有しておらず、光学系全長も長い。

【0005】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、小型で、高い光学性能を有する光学系及び光学機器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】

このような目的を達成するため、本発明に係る光学系は、光軸に沿って物体側から順に並んだ、負の屈折力を有する第 1 レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス形状で正の屈折力を有する第 2 レンズと、開口絞りと、物体側に凸面を向けた形状を有する第 3 レンズとを有し、次の条件式を満足する。

【0007】

$$6.6 < |f_{12}/f|$$

$$0.75 < \{(-f_1)/d\}/f < 1.20$$

但し、

f_{12} ：前記第 1 レンズと前記第 2 レンズとの合成焦点距離、

f ：前記光学系全系の焦点距離、

f_1 ：前記第 1 レンズの焦点距離、

d ：前記第 1 レンズの物体側面から最も像側に位置するレンズの像側面までの光軸上間隔。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 4 】

本発明に係る光学機器は、上述の光学系のいずれかを搭載する。

【発明の効果】

【 0 0 1 7 】

本発明によれば、小型で、高い光学性能を有する光学系及び光学機器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 8 】

【図 1】第 1 実施例に係る光学系の構成を示す断面図である。

【図 2】第 1 実施例に係る光学系の無限遠撮影時における諸収差図である。

10

【図 3】第 2 実施例に係る光学系の構成を示す断面図である。

【図 4】第 2 実施例に係る光学系の無限遠撮影時における諸収差図である。

【図 5】第 3 実施例に係る光学系の構成を示す断面図である。

【図 6】第 3 実施例に係る光学系の無限遠撮影時における諸収差図である。

【図 7】本実施形態に係る光学系を搭載するデジタルカメラ（光学機器）を説明する図であり、（ a ）は正面図であり、（ b ）は背面図である。

【図 8】図 7（ a ）の A - A ' 線に沿った断面図である。

【図 9】本実施形態に係る光学系の製造方法を説明するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 9 】

20

以下、実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【 0 0 2 0 】

本実施形態に係る光学系 W L は、図 1 に示すように、光軸に沿って物体側から順に並んだ、負の屈折力を有する第 1 レンズ L 1 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 2 の正レンズ L 2 と、開口絞り S と、物体側に凸面を向けた形状を有する第 3 レンズ L 3 とを有し、次の条件式（ 1 ）を満足する。

【 0 0 2 1 】

$$6.6 < |f_{12}/f| \dots (1)$$

但し、

f₁₂：第 1 レンズ L 1 と第 2 レンズ L 2 との合成焦点距離、

30

f：光学系 W L 全系の焦点距離。

【 0 0 2 2 】

一般に、写真レンズなど撮像光学系の設計では、光学系の大きさを保ちながら、広画角化と大口径化を行うことは困難である。大口径になるほど、球面収差の補正、コマ収差と非点収差の補正の両立は困難となる。また、光学系を大きくせずに広角化を行うと、球面収差と非点収差、各種色収差の補正を行うことが困難となる。

【 0 0 2 3 】

しかしながら、本実施形態に係る光学系 W L は、上記構成により、カメラ未使用時にレンズ鏡筒がカメラ内に沈胴することが可能であり、小型でありながら、明るく（Fno 2.8 程度）、広い画角（画角 75° 程度）を達成し、かつ、少ないレンズ枚数で、球面収差、コマ収差及び色収差を良好に補正することができる。また、この光学系 W L を用いることで、沈胴収納状態でのレンズ鏡筒部分の厚み寸法を極力減らして、カメラの薄型化に貢献することができる。

40

【 0 0 2 4 】

また、負の屈折力を有する第 1 レンズ L 1 よりも像側に、正の屈折力を有するレンズ群を配置したレトロフォーカスタイプにすることにより、小型でありながら、コマ収差や像面湾曲をはじめとする諸収差を抑え、広画角化を達成することができる。

【 0 0 2 5 】

また、第 2 レンズ L 2 の像側に開口絞り S を配置する構成にすることにより、最も物体側の第 1 レンズ L 1 の有効径を小さくしながら、歪曲収差、像面湾曲を良好に補正するこ

50

とができる。

【0026】

上記条件式(1)は、第1レンズL1と第2レンズL2との合成焦点距離を規定するものである。条件式(1)を満足することにより、コマ収差及び歪曲収差を小さくすることができる。

【0027】

条件式(1)の下限値を下回る場合に、合成焦点距離 f_{12} が正の値であると、第2レンズL2の屈折力が大きくなり過ぎる。これにより、第2レンズL2の像側面の曲率半径が大きくなるため、外向性コマ収差が大きくなり、これを補正することが困難になる。また、条件式(1)の下限値を下回る場合に、合成焦点距離 f_{12} が負の値であると、第2レンズL2の屈折力が小さくなり過ぎる。これにより、第2レンズL2の像側面の曲率半径が小さくなるため、負の歪曲収差の補正が困難になる。また、第3レンズL3の物体側面の曲率半径が小さくなり過ぎる。これにより、内向性コマ収差が大きくなり、第3レンズL3以降のレンズでのコマ収差補正が困難になる。

10

【0028】

本実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式(1)の下限値を8.2とすることが好ましい。

【0029】

本実施形態に係る光学系WLにおいて、第1レンズL1は、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズであることが好ましい。この構成により、歪曲収差、コマ収差を良好に補正することができる。

20

【0030】

本実施形態に係る光学系WLにおいて、第3レンズL3は、正の屈折力を有することが好ましい。この構成により、コマ収差を良好に補正することができる。

【0031】

本実施形態に係る光学系WLにおいて、最も像側に位置するレンズの像側面(図1では、第7レンズL7の像側面 m_{13} が該当)は、非球面であることが好ましい。この構成により、軸外光線が光軸からの距離が遠い位置を通過する面が非球面になるため、像面湾曲や非点収差などをはじめとして、レンズ全系の収差を良好に補正することができる。

【0032】

本実施形態に係る光学系WLにおいて、前記第1レンズ、前記第2レンズ、前記第3レンズはいずれも、球面レンズであることが好ましい。この構成により、鏡筒製造時に歪曲収差やコマ収差などのばらつきを抑えつつ、低コスト化を達成することができる。

30

【0033】

本実施形態に係る光学系WLは、次の条件式(2)を満足することが好ましい。

【0034】

$$0.75 < \{(-f_1)/d\}/f < 1.20 \dots (2)$$

但し、

f_1 ：第1レンズL1の焦点距離、

d ：第1レンズL1の物体側面から最も像側に位置するレンズの像側面までの光軸上間隔。

40

【0035】

条件式(2)は、第1レンズL1の焦点距離と、第1レンズL1の物体側面から最も像側に位置するレンズの像側面までの光軸上の長さを規定するものである。条件式(2)を満足することにより、小型でありながら、コマ収差及び歪曲収差を良好に補正し、平坦な像面を得ることができる。

【0036】

条件式(2)が下限値を下回ると、第1レンズL1の屈折力の絶対値が大きくなり過ぎる。これにより、第1レンズL1と第2レンズL2の光軸上の長さを、第1レンズL1の物体側面から最も像側に位置するレンズの像側面までの光軸上の長さに対して小さくする

50

ことができ、小型化に有利になるが、第1レンズL1と第2レンズL2で発生するコマ収差及び歪曲収差が大きくなり過ぎ、レンズ全系での収差補正が困難になる。

【0037】

条件式(2)が上限値を上回ると、第1レンズL1の屈折力の絶対値が小さくなり過ぎる。これにより、第1レンズL1と第2レンズL2の光軸上の長さが、第1レンズL1の物体側面から最も像側に位置するレンズの像側面までの光軸上の長さに対して大きくなりすぎる。このため、第3レンズL3よりも像側に配置されるレンズの光軸上の長さを十分に確保することができず、コマ収差の補正が困難になる。また、ペッツバル和が大きくなりすぎることにより、平坦な像面を得ることが困難になる。

【0038】

本実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式(2)の下限値を0.78とすることが好ましい。本実施形態の効果を最大限に発揮するために、条件式(2)の下限値を0.82とすることが好ましい。

【0039】

本実施形態の効果をより確実なものとするために、条件式(2)の上限値を1.07とすることが好ましい。本実施形態の効果を最大限に発揮するために、条件式(2)の上限値を0.94とすることが好ましい。

【0040】

以上のような構成の本実施形態に係る光学系WLによれば、カメラ未使用時にレンズ鏡筒がカメラ内に沈胴することが可能であり、小型で、広画角で、明るく、高い光学性能を有する光学系を実現することができる。また、これにより、沈胴収納状態でのレンズ鏡筒部分の厚み寸法を極力減らして、カメラの薄型化を達成することができる。

【0041】

図7及び図8に、上述の光学系WLを備える光学機器として、デジタルスチルカメラCAM(光学機器)の構成を示す。このデジタルスチルカメラCAMは、不図示の電源釦を押すと、撮影レンズ(光学系WL)の不図示のシャッタが開放されて、光学系WLで被写体(物体)からの光が集光され、像面I(図1参照)に配置された撮像素子C(例えば、CCDやCMOS等)に結像される。撮像素子Cに結像された被写体像は、デジタルスチルカメラCAMの背後に配置された液晶モニターMに表示される。撮影者は、液晶モニターMを見ながら被写体像の構図を決めた後、リリース釦B1を押し下げて被写体像を撮像素子Cで撮影し、不図示のメモリーに記録保存する。

【0042】

カメラCAMには、被写体が暗い場合に補助光を発光する補助光発光部EF、デジタルスチルカメラCAMの種々の条件設定等に使用するファンクションボタンB2等が配置されている。ここでは、カメラCAMと光学系WLとが一体に成形されたコンパクトタイプのカメラを例示したが、光学機器としては、光学系WLを有するレンズ鏡筒とカメラボディ本体とが着脱可能な一眼レフカメラでも良い。

【0043】

上記構成のカメラCAMによれば、撮影レンズとして上述の光学系WLを搭載することにより、カメラ未使用時にレンズ鏡筒がカメラ内に沈胴することが可能であり、小型で、広画角で、明るく、高い光学性能を有するカメラを実現することができる。また、沈胴収納状態でのレンズ鏡筒部分の厚み寸法を極力減らして、カメラの薄型化を達成することができる。

【0044】

続いて、図9を参照しながら、上述の光学系WLの製造方法について説明する。まず、鏡筒内に、光軸に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズL1と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第2の正レンズL2と、開口絞りSと、物体側に凸面を向けた形状を有する第3レンズL3とが並ぶように、各レンズを組み込む(ステップST10)。このとき、次の条件式(1)を満足するように、鏡筒内に各レンズを組み込む(ステップST20)。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

$$6.6 < |f_{12}/f| \dots (1)$$

但し、

f_{12} ：第1レンズL1と第2レンズL2との合成焦点距離、

f ：光学系WL全系の焦点距離。

【 0 0 4 6 】

ここで、本実施形態におけるレンズ配置の一例を挙げると、図1に示す光学系WLでは、光軸に沿って物体側から、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL1と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL2と、開口絞りSと、両凸形状の正レンズL3と両凹形状の負レンズL4との接合レンズと、両凹形状の負レンズL5と両凸形状の正レンズL6との接合レンズと、像側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL7の順で並ぶように、各レンズが鏡筒内に組み込まれている。また、光学系WLは、条件式(1)を満足している(対応値6.615)。

10

【 0 0 4 7 】

以上のような本実施形態に係る光学系WLの製造方法によれば、カメラ未使用時にレンズ鏡筒がカメラ内に沈胴することが可能であり、小型で、広画角で、明るく、高い光学性能を有する光学系を得ることができる。また、沈胴収納状態でのレンズ鏡筒部分の厚み寸法を極力減らして、カメラの薄型化に貢献できる光学系を得ることができる。

【実施例】

【 0 0 4 8 】

これより本実施形態に係る各実施例について、図面に基づいて説明する。以下に、表1～表3を示すが、これらは第1実施例～第3実施例における各諸元の表である。

20

【 0 0 4 9 】

なお、第1実施例に係る図1に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、実施例ごとに独立して用いている。ゆえに、他の実施例に係る図面と共通の参照符号を付していても、それらは他の実施例とは必ずしも共通の構成ではない。

【 0 0 5 0 】

各実施例では収差特性の算出対象として、C線(波長656.2730nm)、d線(波長587.5620nm)、F線(波長486.1330nm)、g線(波長435.8350nm)を選んでいる。

30

【 0 0 5 1 】

表中の[レンズ諸元]において、面番号は光線の進行する方向に沿った物体側からの光学面の順序、Rは各光学面の曲率半径、Dは各光学面から次の光学面(又は像面)までの光軸上の距離である面間隔、 n_d は光学部材の材質のd線に対する屈折率、 d は光学部材の材質のd線を基準とするアッペ数をそれぞれ示す。物面は物体面、(可変)は可変の面間隔、曲率半径の「 ∞ 」は平面又は開口、(絞りS)は開口絞りS、像面は像面Iをそれぞれ示す。空気の屈折率「1.00000」は省略する。光学面が非球面である場合には、面番号に*印を付し、曲率半径Rの欄には近軸曲率半径を示す。

【 0 0 5 2 】

表中の[非球面データ]には、[レンズ諸元]に示した非球面について、その形状を次式(a)で示す。 $X(y)$ は非球面の頂点における接平面から高さyにおける非球面上の位置までの光軸方向に沿った距離を、 r は基準球面の曲率半径(近軸曲率半径)を、 K は円錐定数を、 A_i は第i次の非球面係数を示す。「E-n」は、「 $\times 10^{-n}$ 」を示す。例えば、 $1.234E-05 = 1.234 \times 10^{-5}$ である。

40

【 0 0 5 3 】

$$X(y) = (y^2/r) / \{1 + (1 - K \times y^2/r^2)^{1/2}\} + A4 \times y^4 + A6 \times y^6 + A8 \times y^8 + A10 \times y^{10} \dots (a)$$

【 0 0 5 4 】

表中の[各種データ]において、 f は光学系WL全系の焦点距離、FnoはFナンバー、 θ は半画角(最大入射角、単位： $^\circ$)、Yは像高、BFはバックフォーカス(光軸上で

50

のレンズ最終面から近軸像面までの距離を空気換算長により表したもの)、TLはレンズ全長(光軸上でのレンズ最前面からレンズ最終面までの距離にバックフォーカスを加えたもの)を示す。

【0055】

表中の[条件式]には、上記の条件式(1)、(2)に対応する値を示す。

【0056】

以下、全ての諸元値において、掲載されている焦点距離 f 、曲率半径 R 、面間隔 D 、その他の長さ等は、特記のない場合一般に「mm」が使われるが、光学系は比例拡大又は比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。また、単位は「mm」に限定されることなく、他の適当な単位を用いることが可能である。

10

【0057】

ここまでの表の説明は全ての実施例において共通であり、以下での説明を省略する。

【0058】

(第1実施例)

第1実施例について、図1、図2及び表1を用いて説明する。第1実施例に係る光学系WL(WL1)は、広角単焦点レンズであり、図1に示すように、光軸に沿って物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズL1と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL2と、開口絞りSと、両凸形状の正レンズL3と両凹形状の負レンズL4との接合レンズと、両凹形状の負レンズL5と両凸形状の正レンズL6との接合レンズと、像側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL7と、フィルタ群FLとから構成されている。なお、正レンズL7の像側面には、非球面が形成されている。また、フィルタ群FLは、像面Iに配設される固体撮像素子(例えば、CCDやCMOS等)の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルタや赤外カットフィルタ等で構成されている。

20

【0059】

下記の表1に、第1実施例における各諸元の値を示す。表1における面番号1~17が、図1に示す $m1 \sim m17$ の各光学面に対応している。第1実施例では、第13面が非球面である。

【0060】

(表1)

30

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n _d	d
物面				
1	2.4315	0.0654	1.57957	53.74
2	0.5622	0.4212		
3	0.6232	0.1563	1.77250	49.62
4	1.3691	0.1253		
5(絞りS)		0.0641		
6	0.9350	0.1303	1.88300	40.66
7	-0.7187	0.0327	1.69895	30.13
8	1.7751	0.1252		
9	-0.5804	0.0381	1.69895	30.13
10	2.0786	0.1106	1.75500	52.33
11	-1.3257	0.0109		
12	-2.1853	0.0817	1.79050	45.01
*13(非球面)	-0.9637	0.7219		
14		0.0997	1.51680	64.20
15		0.0801		
16		0.0381	1.51680	64.20
17		0.0381		

40

50

像面

[非球面データ]

第13面

=1.0000 , A4 = 1.0347E+00 , A6 = 3.0500E+00 , A8 = 6.0720E+00 , A10 = -3.0169E+01

[各種データ]

f 1.00
F n o 2.88
38.87
Y 0.790
B F 0.209
T L 2.293

10

[条件式]

f 12 = 6.615
f = 1.000
f 1 = -1.278
d = 1.362

条件式 (1) $| f_{12} / f | = 6.615$

20

条件式 (2) $\{ (- f_1) / d \} / f = 0.939$

【 0 0 6 1 】

表 1 から、第 1 実施例に係る光学系 W L 1 は、条件式 (1) , (2) を満たすことが分かる。

【 0 0 6 2 】

図 2 は、第 1 実施例に係る光学系 W L 1 の無限遠撮影時における諸収差図 (球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、コマ収差図及び倍率色収差図) である。

【 0 0 6 3 】

各収差図において、F N O は F ナンバー、A は各像高に対する半画角 (単位 : °) を示す。d は d 線、g は g 線、C は C 線、F は F 線における収差をそれぞれ示す。また、記載のないものは、d 線における収差を示す。非点収差図において、実線はサジタル像面を、破線はメリディオナル像面を示す。なお、後述する各実施例の収差図においても、本実施例と同様の符号を用いる。

30

【 0 0 6 4 】

図 2 に示す各収差図から明らかなように、第 1 実施例に係る光学系 W L 1 は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有することが分かる。

【 0 0 6 5 】

(第 2 実施例)

第 2 実施例について、図 3 , 図 4 及び表 2 を用いて説明する。第 2 実施例に係る光学系 W L (W L 2) は、広角単焦点レンズであり、図 3 に示すように、光軸に沿って物体側から順に並んだ、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 1 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 2 と、開口絞り S と、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 3 と両凸形状の正レンズ L 4 との接合レンズと、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ L 5 と、両凹形状の負レンズ L 6 と両凸形状の正レンズ L 7 との接合レンズと、像側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 8 と、フィルタ群 F L とから構成されている。なお、正レンズ L 8 の像側面には、非球面が形成されている。また、フィルタ群 F L は、像面 I に配設される固体撮像素子 (例えば、C C D や C M O S 等) の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルタや赤外カットフィルタ等で構成されている。

40

【 0 0 6 6 】

50

下記の表 2 に、第 2 実施例における各諸元の値を示す。表 2 における面番号 1 ~ 19 が、図 3 に示す m 1 ~ m 19 の各光学面に対応している。第 2 実施例では、第 15 面が非球面である。

【 0 0 6 7 】

(表 2)

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d	
物面					
1	2.5432	0.0656	1.57957	53.74	
2	0.5326	0.4071			10
3	0.6168	0.1420	1.77250	49.62	
4	1.1916	0.1256			
5(絞り S)		0.0642			
6	0.8504	0.0328	1.75520	27.57	
7	0.5357	0.1398	1.83481	42.73	
8	-3.2045	0.0164			
9	4.7788	0.0328	1.69895	30.13	
10	1.2177	0.1093			
11	-0.6377	0.0382	1.74077	27.74	
12	1.3832	0.1011	1.88300	40.66	20
13	-3.4888	0.0109			
14	-6.4196	0.0819	1.79050	45.01	
*15(非球面)	-1.0007	0.7290			
16		0.1000	1.51680	64.20	
17		0.0803			
18		0.0382	1.51680	64.20	
19		0.0382			
像面					

[非球面データ]

第15面

$$=1.0000, A4 = 1.2112E+00, A6 = 4.1370E+00, A8 = 1.1038E+00, A10 = -1.0369E+01$$

[各種データ]

f	1.00
F n o	2.88
	38.87
Y	0.790
B F	0.210
T L	2.304

[条件式]

$$f_{12} = 2843.643$$

$$f = 1.000$$

$$f_1 = -1.176$$

$$d = 1.366$$

$$\text{条件式 (1) } \quad | f_{12} / f | = 2843.643$$

$$\text{条件式 (2) } \quad \{ (- f_1) / d \} / f = 0.861$$

【 0 0 6 8 】

表 2 から、第 2 実施例に係る光学系 W L 2 は、条件式 (1) , (2) を満たすことが分

かる。

【 0 0 6 9 】

図 4 は、第 2 実施例に係る光学系 W L 2 の無限遠撮影時における諸収差図（球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、コマ収差図および倍率色収差図）である。図 4 に示す各収差図から明らかなように、第 2 実施例に係る光学系 W L 2 は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有することが分かる。

【 0 0 7 0 】

（第 3 実施例）

第 3 実施例について、図 5、図 6 及び表 3 を用いて説明する。第 3 実施例に係る光学系 W L (W L 3) は、広角単焦点レンズであり、図 5 に示すように、光軸に沿って物体側から順に並んだ、両凹形状の負レンズ L 1 と、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 2 と、開口絞り S と、両凸形状の正レンズ L 3 と両凹形状の負レンズ L 4 との接合レンズと、両凹形状の負レンズ L 5 と両凸形状の正レンズ L 6 との接合レンズと、像側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ L 7 と、フィルタ群 F L とから構成されている。なお、正レンズ L 7 の像側面には、非球面が形成されている。また、フィルタ群 F L は、像面 I に配設される固体撮像素子（例えば、C C D や C M O S 等）の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルタや赤外カットフィルタ等で構成されている。

10

【 0 0 7 1 】

下記の表 3 に、第 3 実施例における各諸元の値を示す。表 3 における面番号 1 ~ 1 7 が、図 5 に示す m 1 ~ m 1 7 の各光学面に対応している。第 3 実施例では、第 1 3 面が非球面である。

20

【 0 0 7 2 】

（表 3）

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d
物面				
1	-27.2331	0.0654	1.53172	48.78
2	0.6131	0.2945		
3	0.6157	0.1371	1.79500	45.31
4	1.2285	0.1253		
5(絞り S)		0.0709		
6	0.7852	0.1742	1.88300	40.66
7	-1.1215	0.0327	1.75211	25.05
8	3.6019	0.1308		
9	-0.5994	0.0381	1.69895	30.13
10	0.7386	0.2002	1.79952	42.09
11	-1.0774	0.0109		
12	-1.7584	0.0817	1.79050	45.01
*13(非球面)	-1.4860	0.6197		
14		0.0997	1.51680	64.20
15		0.0801		
16		0.0381	1.51680	64.20
17		0.0382		

30

像面

40

[非球面データ]

第13面

=1.0000 , A4 = 1.1761E+00 , A6 = 3.3115E+00 , A8 = 2.5924E-01 , A10 = -8.3866E+00

[各種データ]

50

f 1.00
 F n o 2.88
 38.87
 Y 0.790
 B F 0.209
 T L 2.191

[条件式]

f 12 = -26.323
 f = 1.000
 f 1 = -1.127
 d = 1.362

条件式 (1) $| f 12 / f | = 26.323$

条件式 (2) $\{ (- f 1) / d \} / f = 0.827$

【 0 0 7 3 】

表 3 から、第 3 実施例に係る光学系 W L 3 は、条件式 (1) , (2) を満たすことが分かる。

【 0 0 7 4 】

図 6 は、第 3 実施例に係る光学系 W L 3 の無限遠撮影時における諸収差図 (球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、コマ収差図及び倍率色収差図) である。図 6 に示す各収差図から明らかなように、第 3 実施例に係る光学系 W L 3 は、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有することが分かる。

【 0 0 7 5 】

上記の各実施例によれば、カメラ未使用時にレンズ鏡筒がカメラ内に沈胴することが可能であり、小型でありながら、F n o が 2 . 8 程度と明るく、画角が 7 5 ° 程度と広く、かつ、少ないレンズ枚数で、球面収差、コマ収差及び色収差をはじめとする諸収差を良好に補正した光学系を実現することができる。

【 0 0 7 6 】

本発明を分かりやすくするために、実施形態の構成要件を付して説明したが、本発明がこれに限定されるものではないことは言うまでもない。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 7 】

W L (W L 1 ~ W L 3) 光学系
 L 1 第 1 レンズ
 L 2 第 2 レンズ
 L 3 第 3 レンズ
 S 開口絞り
 F L フィルタ群
 I 像面
 C A M デジタルスチルカメラ (光学機器)

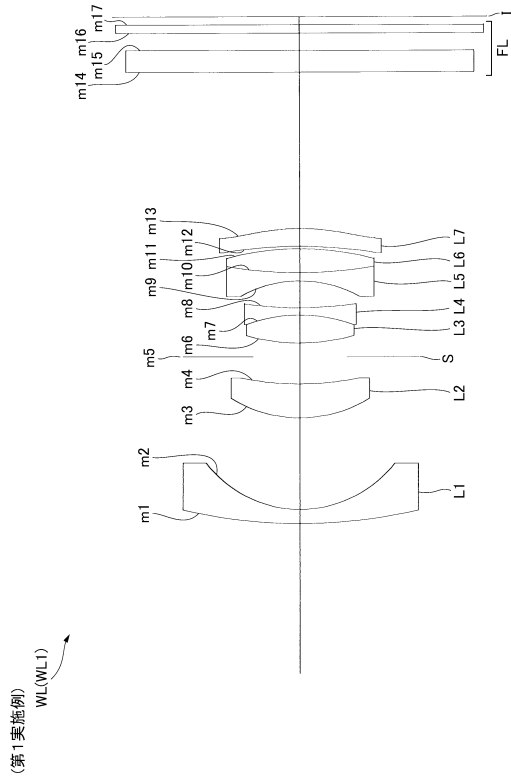
10

20

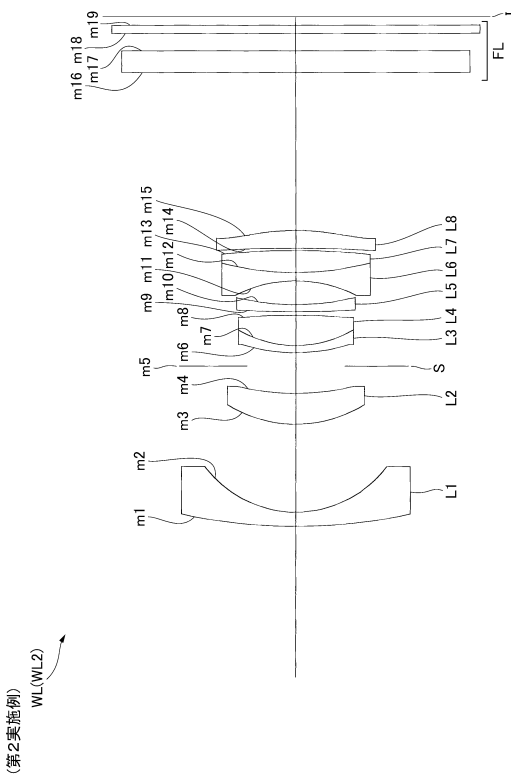
30

40

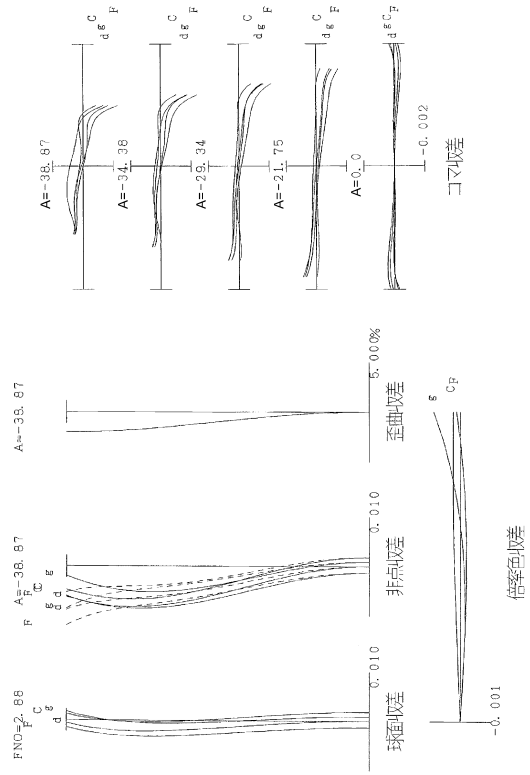
【 図 1 】



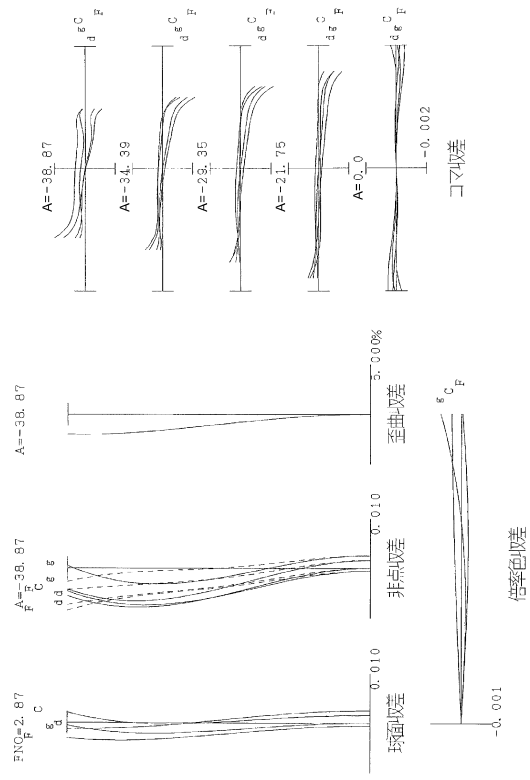
【 図 3 】



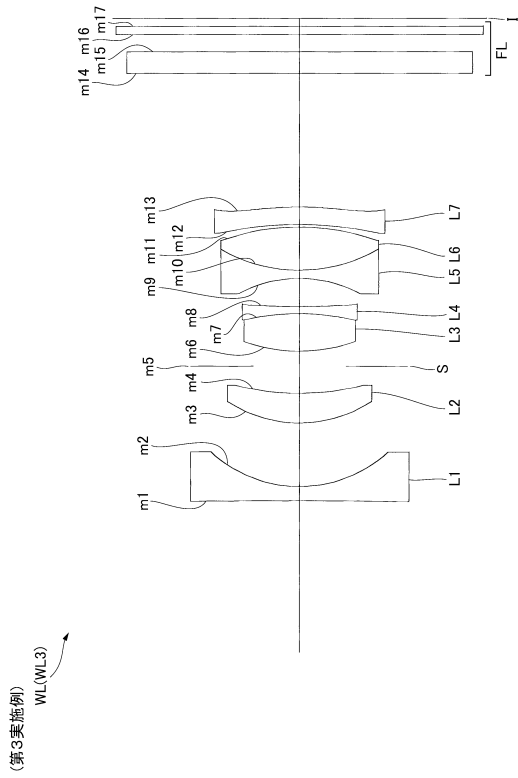
【 図 2 】



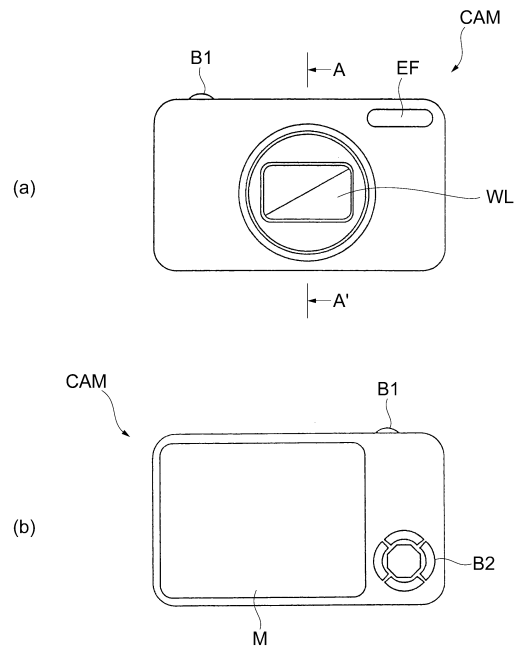
【 図 4 】



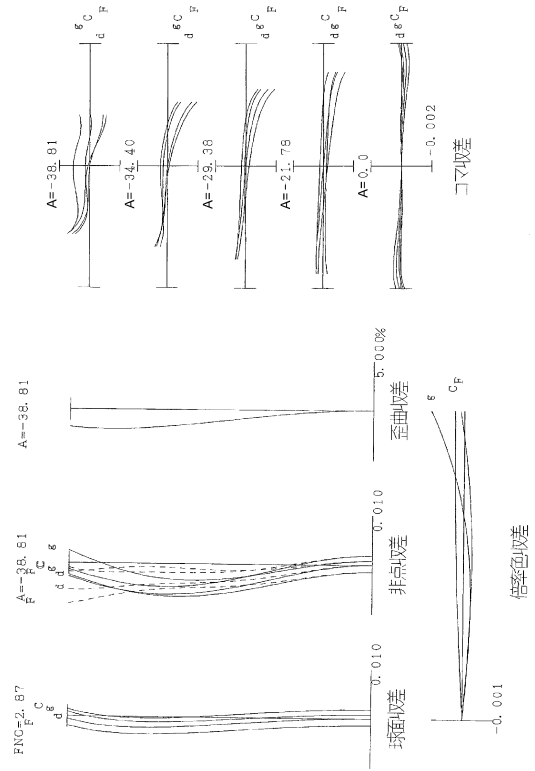
【 図 5 】



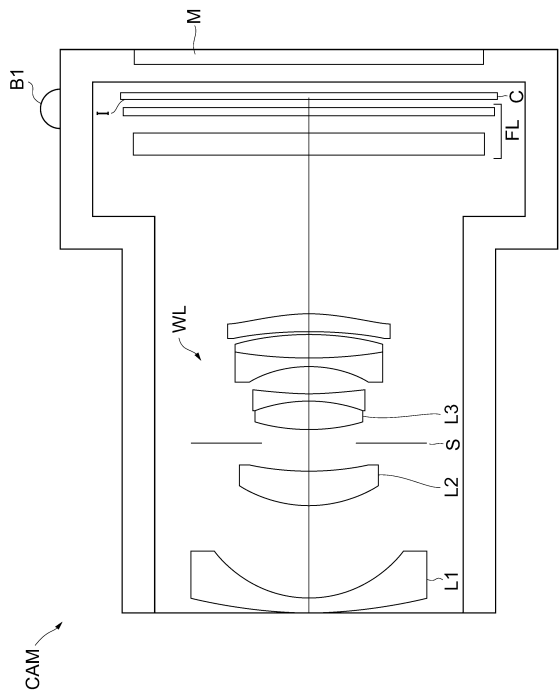
【 図 7 】



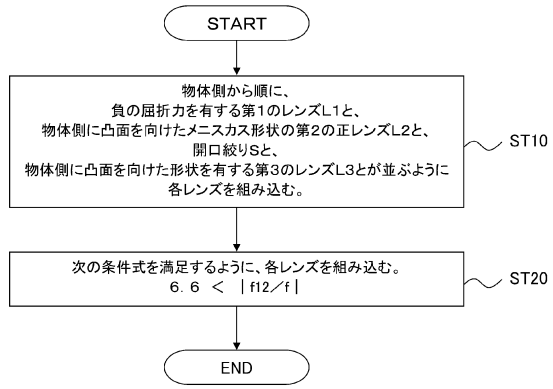
【 図 6 】



【 図 8 】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-010521(JP,A)
特開平05-203872(JP,A)
特開2004-302056(JP,A)
特開2010-231190(JP,A)
特開2003-161878(JP,A)
特開平05-107470(JP,A)
特開昭56-011425(JP,A)
特開平10-170821(JP,A)
特開2005-308905(JP,A)
特開2008-033064(JP,A)
特開2008-065257(JP,A)
特表2001-523836(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 13/04

G02B 13/18