

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7699490号
(P7699490)

(45)発行日 令和7年6月27日(2025.6.27)

(24)登録日 令和7年6月19日(2025.6.19)

(51)国際特許分類

F I

G 0 2 B 13/04 (2006.01)

G 0 2 B 13/04

G 0 2 B 13/18 (2006.01)

G 0 2 B 13/18

請求項の数 14 (全22頁)

(21)出願番号	特願2021-123542(P2021-123542)	(73)特許権者	000133227
(22)出願日	令和3年7月28日(2021.7.28)		株式会社タムロン
(65)公開番号	特開2023-19073(P2023-19073A)		埼玉県さいたま市見沼区蓮沼 1 3 8 5 番地
(43)公開日	令和5年2月9日(2023.2.9)	(74)代理人	110000338
審査請求日	令和6年6月4日(2024.6.4)		弁理士法人 H A R A K E N Z O W O R L D P A T E N T & T R A D E M A R K
		(72)発明者	鍋田 慧太
			埼玉県さいたま市見沼区蓮沼 1 3 8 5 番地 株式会社タムロン内
		(72)発明者	林 俊秀
			埼玉県さいたま市見沼区蓮沼 1 3 8 5 番地 株式会社タムロン内
		審査官	瀬戸 息吹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学系および撮像装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群からなり、前記第 2 レンズ群は、合焦時に隣り合うレンズ群間の間隔を変化させるように、光軸に沿って移動可能である光学系であって、

前記第 1 レンズ群は、物体側から順に第 1 レンズ、第 2 レンズおよび第 3 レンズを少なくとも有し、前記第 1 レンズおよび前記第 2 レンズは負の屈折力を有し、

前記第 3 レンズ群は、前記光学系のレンズの総数を m としたときに、第 $(m - 2)$ レンズ、第 $(m - 1)$ レンズおよび第 m レンズを少なくとも有し、

以下の式を満足する、光学系。

$$1.5 < f_1 / f < 7.0 \cdots \cdots (1)$$

$$1.5 < f_2 / f < 5.0 \cdots \cdots (2)$$

$$6.0 < d_{321max} \cdots \cdots (9)$$

但し、

f : 無限遠合焦時の当該光学系の焦点距離

f_1 : 前記第 1 レンズ群の焦点距離

f_2 : 前記第 2 レンズ群の焦点距離

d_{321max} : 前記第 $(m - 2)$ レンズ、前記第 $(m - 1)$ レンズおよび前記第 m レンズにおける d 線に対するアッペ数の最大値

【請求項 2】

以下の式を満足する、請求項 1 に記載の光学系。

$$0.54 < f_1 / f_2 < 3.74 \cdots \cdots (3)$$

【請求項 3】

以下の式を満足する、請求項 1 または 2 に記載の光学系。

$$0.78 < f_3 / f_1 < 7.33 \cdots \cdots (4)$$

但し、

f_3 : 前記第 3 レンズ群の焦点距離

【請求項 4】

以下の式を満足する、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の光学系。

$$0.12 < 2 < 0.58 \cdots \cdots (5)$$

但し、

2 : 前記第 2 レンズ群の無限遠合焦時における横倍率

【請求項 5】

以下の式を満足する、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の光学系。

$$Nd_3 < 1.7 \cdots \cdots (6)$$

但し、

Nd_3 : 前記第 3 レンズの d 線に対する屈折率

【請求項 6】

以下の式を満足する、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の光学系。

$$60 < d_{2max} \cdots \cdots (7)$$

但し、

d_{2max} : 前記第 2 レンズ群のレンズにおける d 線に対するアッベ数の最大値

【請求項 7】

以下の式を満足する、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の光学系。

$$d_{123min} < 45 \cdots \cdots (8)$$

但し、

d_{123min} : 前記第 1 レンズ、前記第 2 レンズおよび前記第 3 レンズにおける d 線に対するアッベ数の最小値

【請求項 8】

以下の式を満足する、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の光学系。

$$0.5 < (1 - 2^2) \times 3^2 < 1.5 \cdots \cdots (10)$$

但し、

3 : 前記第 3 レンズ群の無限遠合焦時における横倍率

【請求項 9】

前記第 1 レンズおよび第 2 レンズは、いずれも、物体側に対して凸面を有する負のメニスカスレンズである、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の光学系。

【請求項 10】

前記第 2 レンズ群は、3 枚以下のレンズで構成されている、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の光学系。

【請求項 11】

第 1 レンズ群は、少なくとも 1 枚の接合レンズを有する、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の光学系。

【請求項 12】

前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズは、物体側に対して凹面を有する、請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載の光学系。

【請求項 13】

前記第 3 レンズ群は、3 枚以下のレンズで構成されており、少なくとも 1 枚の負レンズを含み、かつ非球面レンズを含まない、請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載の光学系。

【請求項 14】

請求項 1 ~ 13 のいずれか一項に記載の光学系と、

10

20

30

40

50

前記光学系の像面側に設けられた、前記光学系によって形成された光学像を電氣的信号に変換する撮像素子と、
を備える撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学系および撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ビデオカメラ、デジタルスチルカメラおよびミラーレス一眼カメラに用いられる光学系には、小型で高い光学性能を有することが要求される。このような光学系には、第1レンズ群、第2レンズ群および第3レンズ群の3つのレンズ群からなり、第2レンズ群がフォーカシングのために移動可能であり、かつ3つのレンズ群がいずれも正の屈折力を有する光学系が知られている（例えば、特許文献1～3参照）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2019-66585号公報

【文献】特開2017-167327号公報

【文献】国際公開第2019/073744号

20

【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、上述のような従来技術には、光学全長の短縮化と高い光学性能との両立の観点から検討の余地が残されている。たとえば、特許文献1、2に記載の技術は、大口径の光学系であるが、全系の焦点距離に対する第1レンズ群の焦点距離および第1レンズ群の物体側面から第3レンズ群の最も像面側のレンズまでの焦点距離に対する第2レンズ群の焦点距離が十分に最適化されていない。そのため、光学全長を短縮しながら高性能化することが不十分である。また、特許文献3に記載の技術は、第1レンズ群の物体側面から第3レンズ群の最も像面側のレンズまでの焦点距離に対する第1レンズ群の焦点距離が最適化されているが、第1レンズ群の物体側面から第3レンズ群の最も像面側のレンズまでの焦点距離に対する第2レンズ群の焦点距離が十分に最適化されていない。そのため、光学全長を短縮しながら高性能化することが不十分である。

30

【0005】

本発明の課題は、光学全長が短く、かつ高性能な光学系および撮像装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群からなり、前記第2レンズ群は、隣り合うレンズ群間の間隔を変化させるように、光軸に沿って移動可能である光学系であって、第1レンズ群は、物体側から順に第1レンズ、第2レンズおよび第3レンズを少なくとも有し、前記第1レンズおよび前記第2レンズは負の屈折力を有し、以下の式を満足する。

40

$$1.5 < f_1 / f < 7.0 \dots\dots (1)$$

$$1.5 < f_2 / f < 5.0 \dots\dots (2)$$

但し、

f：無限遠合焦時の第1レンズ群の物体側面から第3レンズ群の最も像面側のレンズまでの焦点距離

f₁：第1レンズ群の焦点距離

50

f 2 : 第 2 レンズ群の焦点距離

【 0 0 0 7 】

また、上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る撮像装置は、上記の光学系と、前記光学系の像面側に設けられた、前記光学系によって形成された光学像を電氣的信号に変換する撮像素子と、を備える。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明の一態様によれば、光学全長が短く、かつ高性能な光学系および撮像装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【 0 0 0 9 】

【図 1】実施例 1 の光学系の無限遠合焦時における光学的な構成を模式的に示す図である。

【図 2】実施例 1 の光学系の無限遠合焦時における縦収差を示す図である。

【図 3】実施例 2 の光学系の無限遠合焦時における光学的な構成を模式的に示す図である。

【図 4】実施例 2 の光学系の無限遠合焦時における縦収差を示す図である。

【図 5】実施例 3 の光学系の無限遠合焦時における光学的な構成を模式的に示す図である。

【図 6】実施例 3 の光学系の無限遠合焦時における縦収差を示す図である。

【図 7】実施例 4 の光学系の無限遠合焦時における光学的な構成を模式的に示す図である。

【図 8】実施例 4 の光学系の無限遠合焦時における縦収差を示す図である。

【図 9】実施例 5 の光学系の無限遠合焦時における光学的な構成を模式的に示す図である。

20

【図 10】実施例 5 の光学系の無限遠合焦時における縦収差を示す図である。

【図 11】本発明の一実施形態に係る撮像装置の構成の一例を模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

〔実施形態 1〕

以下、本発明の一実施形態について、詳細に説明する。本発明の実施形態は、フィルムカメラ、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラなどの撮像光学系として好適な光学系および当該光学系を備えた撮像装置に関する。以下に説明する当該光学系および撮像装置は、本発明に係る光学系および撮像装置の一態様であって、本発明に係る光学系および撮像装置は以下の態様に限定されない。本明細書において、「からなる」で表現される構成は、実質的にその構成しか含まないことを意味する。

30

【 0 0 1 1 】

1 . 光学系

1 - 1 . 光学的構成

本発明の一実施形態に係る光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群からなる。各レンズ群が正の屈折力を有するため、光束を集光することが容易となる。よって、本実施形態では、大口径の光学系の設計が可能である。

【 0 0 1 2 】

本明細書中において、「レンズ群」は、1 つ以上のレンズを含み、レンズ群に含むレンズ同士の間隔は、変化しない。

40

【 0 0 1 3 】

また、本明細書中において、レンズ群には、接合レンズが含まれていてもよい。レンズ群に接合レンズが含まれている場合のレンズ枚数は、それぞれ接合されているレンズを数える。接合レンズとしては、例えば、空気間隔を介することなく複数のレンズが一体化した接合レンズが挙げられる。この場合は、接合レンズを構成する複数のレンズだけ数える。接合レンズの別の例としては、非常に薄く、光学的に実質的に影響しない厚さの接着剤の層により接合されている複数のレンズが一体化した接合レンズが挙げられる。この場合は、接着剤の層はレンズとして数えない。

【 0 0 1 4 】

50

また、レンズ群には、1枚のレンズと樹脂とが一体化した複合レンズが含まれていてもよい。例えば、1枚のレンズと樹脂とが一体化した複合レンズは1枚のレンズと数えられる。

【0015】

(1) 第1レンズ群

第1レンズ群は、本実施形態の光学系を構成する3つのレンズ群のうち、最も物体側に位置するレンズ群である。第1レンズ群は、レンズ群全体で正の屈折力を有する。第1レンズ群は、物体側から順に第1レンズ、第2レンズおよび第3レンズを少なくとも有し、第1レンズおよび第2レンズは負の屈折力を有する。このように、第1レンズ群における最も物体側のレンズから2枚目までのレンズが負の屈折力を有するレンズ（負レンズ）である。本実施形態では、このような構成により、径方向の小型化が達成可能であり、また広角化が実現可能である。

10

【0016】

さらに、第1レンズおよび第2レンズは、物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズとすることがより好ましい。この構成は、歪曲収差およびコマ収差を補正し、径方向の小型化を達成し、かつ広角化を実現する観点から好ましい。

【0017】

また、第1レンズ群内に接合レンズを少なくとも1つ含むことが好ましい。この構成は、光学系全体で発生する軸上色収差および倍率色収差を良好に補正する観点から好ましい。また、当該構成は、レンズ間隔を少なくして光学系の光学全長をより短くする観点から好ましい。

20

【0018】

(2) 第2レンズ群

第2レンズ群は、本実施形態の光学系を構成する3つのレンズ群の中央に位置するレンズ群である。第2レンズ群は、レンズ群全体で正の屈折力を有する。第2レンズ群は、隣り合うレンズ群間の間隔を変化させるように、光軸に沿って移動可能であり、本実施形態の光学系において、後述するようにフォーカス群となる。

【0019】

第2レンズ群は、3枚以下のレンズで構成されていることが好ましい。この構成は、第2レンズ群を移動させるためのアクチュエータなどの駆動装置の小型化を図り、以て本実施形態の光学系における鏡筒全体を含めた小型化を図る観点から好ましい。

30

【0020】

また、第2レンズ群において、第2レンズ群の最も物体側のレンズは、物体側に対して凹面を有することが好ましい。この構成は、フォーカシング時に発生する像面変動を良好に補正する観点から好ましい。

【0021】

(3) 第3レンズ群

第3レンズ群は、本実施形態の光学系を構成する3つのレンズ群のうち、最も像面側に位置するレンズ群である。第3レンズ群は、レンズ群全体で正の屈折力を有する。

【0022】

第3レンズ群は、3枚以下のレンズで構成されていることが好ましい。この構成は、レンズ枚数を少なくして光学全長を短くする観点から好ましい。そして、この3枚以下のレンズは、少なくとも1枚の負レンズを含む一方で、非球面レンズを含まないことが好ましい。この構成は、色収差および像面性を良好に補正する観点から好ましい。

40

【0023】

(4) 他の構成

本発明の実施形態の光学系は、物体側から順に、第1レンズ群、第2レンズ群および第3レンズ群、の3つのレンズ群のみから構成される。第1レンズ群と第2レンズ群との間、第2レンズ群と第3レンズ群との間、および第3レンズ群よりも像面側、には他のレンズ群は含まれない。本発明の実施形態の光学系は、本実施形態の効果が得られる範囲にお

50

いて、上記のレンズ群以外の他の光学素子をさらに含んでもよい。

【0024】

当該光学系は、絞りを有することが好ましい。但し、ここでいう絞りは、当該光学系の光束径を規定する絞り、すなわち当該光学系のFナンバーを規定する絞りをいう。絞りは、第1レンズ群と第2レンズ群との間に配置されることが好ましい。この構成は、絞りの物体側および像面側のレンズの有効径を小さくする観点から好ましい。また、当該構成は、絞りの物体側の正の屈折力を有するレンズ（正レンズ）の物体側、および、絞りの像面側の正レンズの像面側、の両面の有効径を絞りに対して比較的小さくする観点から好ましい。この構成は、隣接するレンズによる収差補正の働きを抑制する観点から好ましい。

【0025】

1-2. 合焦時の動作

本発明の実施形態において、第2レンズ群は、隣り合うレンズ群間の間隔を変化させるように、光軸に沿って移動可能である。第2レンズ群は、いわゆるフォーカス群として機能し、無限遠から有限距離物体へ合焦時に光軸方向に移動する。第2レンズ群をフォーカス群とする構成は、光学系を構成するレンズ群の一部のレンズ群のみ（一レンズ群のみ）の移動のみによってフォーカシングが実施されるため、光学系の鏡筒全体を含めた小型化が可能となる。

【0026】

1-3. 光学系の条件を表す式

本実施形態に係る光学系は、前述した構成を採用すると共に、次に説明する式を少なくとも1つ以上満足することが好ましい。

$$1.5 < f_1 / f < 7.0 \dots\dots (1)$$

但し、

f ：無限遠合焦時の光学系の焦点距離

f_1 ：第1レンズ群の焦点距離

【0027】

式(1)は、第1レンズ群の焦点距離と無限遠合焦時の光学系の焦点距離を規定している。式(1)を満たすことは、光学系の小型化と収差の良好な補正とを実現する観点から好ましい。 f_1 / f が式(1)の上限超では、第1レンズ群のパワーが弱くなり、光学系全体の大型化につながるため好ましくない。一方、 f_1 / f が式(1)の下限未満となると、第1レンズ群のパワーが強くなり、小型化するには有利になるが、1群内で発生するコマ収差等の発生量が大きくなり補正が困難となるため好ましくない。上記の観点から、 f_1 / f は、1.80超であることがより好ましく、1.95超であることがさらに好ましい。また、上記の観点から、 f_1 / f は、6.50未満であることがより好ましく、6.10未満であることがさらに好ましい。

【0028】

本実施形態に係る光学系は、以下の条件を満足することが好ましい。

$$1.5 < f_2 / f < 5.0 \dots\dots (2)$$

但し、

f ：無限遠合焦時の光学系の焦点距離

f_2 ：第2レンズ群の焦点距離

【0029】

式(2)は、第2レンズ群の焦点距離と無限遠合焦時の光学系の焦点距離を規定している。式(2)を満たすことは、光学系の径方向における小型化と収差の良好な補正とを実現する観点から好ましい。 f_2 / f が式(2)の上限超では第2レンズ群のパワーが弱くなり、フォーカス群の移動量が大きくなり、フォーカス群を移動させるためのアクチュエータ等が大型化するため好ましくない。一方、 f_2 / f が式(2)の下限未満となると、第2レンズ群のパワーが強くなり、フォーカス群の小型化には有利になるが、フォーカシングに際して収差変動が大きくなり補正が困難となるため好ましくない。上記の観点から、 f_2 / f は、1.80超であることがより好ましく、1.95超であることがさらに好

10

20

30

40

50

ましい。また、上記の観点から、 f_2 / f は、 4.00 未満であることがより好ましく、 3.50 未満であることがさらに好ましい。

【0030】

本実施形態に係る光学系は、以下の条件を満足することが好ましい。

$$0.54 < f_1 / f_2 < 3.74 \cdots (3)$$

但し、

f_1 ：第1レンズ群の焦点距離

f_2 ：第2レンズ群の焦点距離

【0031】

式(3)は、第1レンズ群の焦点距離と第2レンズ群の焦点距離を規定している。式(3)を満たすことは、光学系の小型化と収差の良好な補正とを実現する観点から好ましい。 f_1 / f_2 が式(3)の上限以上になると、第1レンズ群のパワーが弱くなり、光学系全体の大型化につながる。 f_1 / f_2 が式(3)の下限以下になると、第1レンズ群のパワーが強くなり、小型化するには有利になるが、第1レンズ群内で発生するコマ収差などの発生量が大きくなり補正が困難となる。 f_1 / f_2 は、コマ収差などの収差を良好に補正する観点から、 0.62 超であることがより好ましく、 0.70 超であることがさらに好ましい。また、 f_1 / f_2 は、光学系の小型化の観点から、 3.46 未満であることがより好ましく、 3.17 未満であることがさらに好ましい。

10

【0032】

本実施形態に係る光学系は、以下の条件を満足することが好ましい。

$$0.78 < f_3 / f_1 < 7.33 \cdots (4)$$

但し、

f_1 ：第1レンズ群の焦点距離

f_3 ：第3レンズ群の焦点距離

【0033】

式(4)は、第3レンズ群の焦点距離と第1レンズ群の焦点距離を規定している。式(4)を満たすことは、光学系の径方向における小型化と収差の良好な補正とを実現する観点から好ましい。 f_3 / f_1 が式(4)の下限以下になると、第3レンズ群のパワーが強くなり第1レンズ群のパワーが弱くなる。このため、軸外光線の第3レンズ群への入射高が高くなり、第3レンズ群の径が大きくなる。 f_3 / f_1 が式(4)の上限以上になると、第3レンズ群のパワーは弱くなり第1レンズ群のパワーが強くなる。このため、第3レンズ群の径小には有利になるが第1レンズ群内で発生するコマ収差などの発生量が大きくなり補正が困難となる。 f_3 / f_1 は、上記の観点から、 0.89 超であることがより好ましく、 1.00 超であることがさらに好ましい。また、 f_3 / f_1 は、上記の観点から、 6.77 未満であることがより好ましく、 6.20 未満であることがさらに好ましい。

30

【0034】

本実施形態に係る光学系は、以下の条件を満足することが好ましい。

$$0.12 < \gamma < 0.58 \cdots (5)$$

但し、

γ ：第2レンズ群の無限遠合焦時における横倍率

40

【0035】

式(5)は、第2レンズ群の横倍率を規定している。式(5)を満たすことは、光学系の小型化と収差の良好な補正とを実現する観点から好ましい。 γ が式(5)の上限以上になると、第1レンズ群と第2レンズ群の合成の焦点距離が長くなり、パワーは弱くなるため、光学系全体の大型化につながる。 γ が式(5)の下限以下になると、第1レンズ群と第2レンズ群の合成のパワーが強くなり、小型化するには有利になるが1群内で発生するコマ収差の補正やフォーカシングに際して収差変動が大きくなり補正が困難となる。

γ は、上記の観点から、 0.13 超であることがより好ましく、 0.15 超であることがさらに好ましい。また、 γ は、上記の観点から、 0.53 未満であることがより好ましく、 0.49 未満であることがさらに好ましい。

50

【0036】

本実施形態に係る光学系は、以下の条件を満足することが好ましい。

$$Nd3 < 1.7 \dots\dots (6)$$

但し、

$Nd3$ ：第3レンズのd線に対する屈折率

【0037】

式(6)は、第3レンズのd線における屈折率を規定している。式(6)を満たすことは、光学系の高性能化の観点から好ましい。 $Nd3$ が式(6)の上限以上になると、第3レンズのパワーが強くなり、像面湾曲などの収差補正に有利なレンズ形状を設計することが困難になるため、高性能化の観点から好ましくない。 $Nd3$ は、上記の観点から、1.65未満であることがより好ましく、1.60未満であることがさらに好ましい。 $Nd3$ は、上記の観点によれば下限値を特に規定する必要はないが、例えば上記の観点の効果が十分に発現される観点から、1.30超であればよい。

10

【0038】

本実施形態に係る光学系は、以下の条件を満足することが好ましい。

$$60 < d2max \dots\dots (7)$$

但し、

$d2max$ ：第2レンズ群のレンズにおけるd線に対するアッペ数の最大値

【0039】

式(7)は、第2レンズ群のレンズにおけるd線に対するアッペ数を規定している。 $d2max$ は、第2レンズ群を構成する各レンズのd線に対するアッペ数のうち、最も高い値である。式(7)を満たすことは、収差の良好な補正の観点から好ましい。 $d2max$ が式(7)の下限以下になると、第2レンズ群内に低分散の材料を使用することが困難になるため、軸上色収差および倍率色収差などの補正が困難となる。 $d2max$ は、上記の観点から、70超であることがより好ましく、80超であることがさらに好ましい。 $d2max$ は、上記の観点によれば上限値を特に規定する必要はないが、例えば上記の観点の効果が十分に発現される観点から、120未満であればよい。

20

【0040】

本実施形態に係る光学系は、以下の条件を満足することが好ましい。

$$d123min < 45 \dots\dots (8)$$

但し、

$d123min$ ：第1レンズ、第2レンズおよび第3レンズにおけるd線に対するアッペ数の最小値

30

【0041】

式(8)は第1レンズ、第2レンズおよび第3レンズの中で最も低いd線におけるアッペ数を規定している。式(8)を満たすことは、収差の良好な補正の観点から好ましい。

$d123min$ が式(8)の上限以上になると、倍率色収差などの補正が困難となる。

$d123min$ は、上記の観点から、40未満であることがより好ましく、36未満であることがさらに好ましい。 $d123min$ は、上記の観点によれば下限値を特に規定する必要はないが、例えば上記の観点の効果が十分に発現される観点から、10超であることが好ましい。

40

【0042】

本実施形態に係る光学系は、以下の条件を満足することが好ましい。

$$60 < d321max \dots\dots (9)$$

但し、

$d321max$ ：第(m-2)レンズ、第(m-1)レンズおよび第mレンズにおけるd線に対するアッペ数の最大値

【0043】

式(9)は、第3レンズ群に含まれるレンズのうち、最も像面側から順に3枚のレンズの中で最も高いd線におけるアッペ数を規定している。 $d321max$ は、第3レンズ

50

群に位置する最も像面側から３枚の各レンズの d 線におけるアッペ数のうち最も高い値である。なお、 m は、光学系のレンズの総数であり、好ましくは 7 以上の整数である。式 (9) を満たすことは、収差の良好な補正の観点から好ましい。 d_{321max} が式 (9) の下限以下になると、倍率色収差などの補正が困難となる。 d_{321max} は、上記の観点から、65 超であることがより好ましく、70 超であることがさらに好ましい。 d_{321max} は、上記の観点によれば上限値を特に規定する必要はないが、例えば上記の観点の効果が十分に発現される観点から、120 未満であることが好ましい。

【0044】

本実施形態に係る光学系は、以下の条件を満足することが好ましい。

$$0.5 < (1 - 2^2) \times 3^2 < 1.5 \cdots (10)$$

但し、

2：第２レンズ群の無限遠合焦時における横倍率

3：第３レンズ群の無限遠合焦時における横倍率

【0045】

式 (10) は、第２レンズ群の光軸方向の移動量に対する結像面の移動量の比を示している。式 (10) を満たすことは、光学系の小型化および収差の良好な補正の観点から好ましい。 $(1 - 2^2) \times 3^2$ が式 (10) の下限以下になると、第２レンズ群の移動量の増加により、光学全長が長くなる。 $(1 - 2^2) \times 3^2$ が式 (10) の上限以上になると、フォーカス群（第２レンズ群）の小型化には有利になるが、フォーカシングに際して収差変動が大きくなり補正が困難となる。光学全長をより短くする観点から、 $(1 - 2^2) \times 3^2$ は 0.7 超であることがより好ましく、0.9 超であることがさらに好ましい。また、フォーカシングにおける収差変動を抑制する観点から、 $(1 - 2^2) \times 3^2$ は 1.3 未満であることがより好ましく、1.1 未満であることがさらに好ましい。

【0046】

２．撮像装置

次に、本発明の一実施形態に係る撮像装置について説明する。当該撮像装置は、上記実施形態に係る光学系と、当該光学系の像面側に設けられた、当該光学系によって形成された光学像を電気的信号に変換する撮像素子とを備える。本実施形態における光学系は、例えば単焦点レンズである。

【0047】

ここで、撮像素子に限定はなく、CCD (Charge Coupled Device) センサおよび CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) センサなどの固体撮像素子、銀塩フィルム、赤外線カットフィルター (IRCF) などを用いることができる。本実施形態に係る撮像装置は、FA 用カメラ、デジタルカメラ、およびビデオカメラなどの、上記の固体撮像素子を用いた撮像装置に好適である。また、当該撮像装置は、レンズが筐体に固定されたレンズ固定式の撮像装置であってもよいし、一眼レフカメラ、ミラーレス一眼カメラなどのレンズ交換式の撮像装置であってもよい。

【0048】

図 11 は、本実施形態に係る撮像装置の構成の一例を模式的に示す図である。図 11 に示されるように、ミラーレス一眼カメラ 1 は、本体 2 および本体 2 に着脱可能な鏡筒 3 を有している。ミラーレス一眼カメラ 1 は、撮像装置の一態様である。

【0049】

鏡筒 3 は、光学系 30 を有している。光学系 30 は、第１レンズ群 31、第２レンズ群 32 および第３レンズ群 33 を備えている。第１レンズ群 31、第２レンズ群 32 および第３レンズ群 33 は、いずれも、正の屈折力を有するように構成されている。また、第１レンズ群 31 は、物体側から順に第１レンズ、第２レンズおよび第３レンズを少なくとも有している。さらに、光学系 30 は、例えば前述した式 (1)、(2) を満足するように構成されている。なお、第１レンズ群 31 と第２レンズ群 32 との間には、絞り 34 が配置されている。

【 0 0 5 0 】

本体 2 は、撮像素子としてのカバーガラス 2 1 および C C D センサ 2 2 を有している。C C D センサ 2 2 は、本体 2 中における、本体 2 に装着された鏡筒 3 内の光学系 3 0 の光軸 O A が中心軸となる位置に配置されている。本体 2 は、カバーガラス 2 1 に代えて、赤外線カットフィルターなどの実質的な屈折力を有さない光学素子を有していてもよい。

【 0 0 5 1 】

本発明の実施形態における光学系は、光学系のパワー配置および合焦に際する可動群を適切にすることで、全長が短く大口径な小型の、そして高性能の光学系として構成される。そして、本発明の実施形態における撮像装置は、このような光学系を備えることから、光軸方向の長さが小さく高性能な撮像が要求される撮像装置、例えば車載カメラ、ドローン搭載カメラなどのデジタル入出力機器に好適である。

10

【 0 0 5 2 】

本発明は、上述した各実施形態に限定されず、請求項に示した範囲で種々の変更が可能である。異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせ得られる実施形態も、本発明の技術的範囲に含まれる。

【実施例】

【 0 0 5 3 】

本発明の一実施例について以下に説明する。なお、以下の各表において、長さの単位は全て「mm」であり、画角の単位は全て「°」である。また、「E - a」は「 $\times 10^{-a}$ 」を示す。また、実施例 1 では図および表における表示を説明するが、実施例 1 における図および表における表示は、他の実施例における図および表についても同様である。

20

【 0 0 5 4 】

以下に示す実施例 1 から実施例 5 の光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1、絞り S、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2、および、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3、から構成されている。また、無限遠から有限距離物体へ合焦時において、第 1 レンズ群 G 1 及び第 3 レンズ群 G 3 はそれぞれ像面 I M G に対して固定されたまま移動せず、第 2 レンズ群 G 2 は光軸に沿って物体側に移動する。

【 0 0 5 5 】

[実施例 1]

図 1 は、実施例 1 の光学系の無限遠合焦時における光学的な構成を模式的に示す図である。図 1 に示す「C G」はカバーガラスであり、「I M G」は像面（結像面）である。図中の矢印は、フォーカシング時における第 2 レンズ群 G 2 の移動の様子を示している。矢印は、第 2 レンズ群 G 2 がフォーカシングのために、当該矢印における光軸方向の範囲をほぼ直線的に移動することを示している。

30

【 0 0 5 6 】

第 1 レンズ群は、物体側から順に、物体側に対して凸面を有する負のメニスカスレンズと、物体側に対して凸面を有する負のメニスカスレンズと、両凹レンズと、両凸レンズと、両凹レンズと両凸レンズとが接合された接合レンズと、物体側に対して凸面を有する正のメニスカスレンズから構成されている。

【 0 0 5 7 】

第 2 レンズ群は、物体側から順に、物体側に対して凹面を有する負のメニスカスレンズと、両凸レンズから構成されている。

40

【 0 0 5 8 】

第 3 レンズ群は、物体側から順に、両凹レンズと、両凸レンズと、両凸レンズから構成されている。

【 0 0 5 9 】

次に、光学系の光学特性について説明する。表 1 は、実施例 1 の光学系の面データである。

【 0 0 6 0 】

実施例において、「面 No . 」は、物体側から光学系のレンズ面を数えたときのレンズ

50

面の順番、「R」はレンズ面の曲率半径、「D」はレンズ面の光軸上の間隔、「Nd」はd線（波長 = 587.56nm）に対するレンズの屈折率、「ABV」はレンズのd線に対するアッペ数を表す。「D(n)」(nは整数)は、レンズ面の光軸上の間隔が合焦時に変化する可変間隔であることを意味する。また、面番号に付随する「STOP」は、絞りであることを表し、「ASPH」は、レンズ面が非球面であることを表す。また、曲率半径の欄の「0.0000」は平面を表す。

【0061】

[表1]

面No.	R	D	Nd	ABV
1ASPH	26.0430	1.4000	1.59201	67.02
2ASPH	9.8952	5.3267		
3	22.5704	1.2000	1.48749	70.44
4	12.7286	9.0478		
5ASPH	-18.5000	1.1008	1.59270	35.45
6	130.2490	0.1500		
7	44.9859	4.0760	1.87070	40.73
8	-68.9830	0.2105		
9	-68.0398	0.8000	1.84278	24.68
10	22.7771	5.3948	1.86762	40.85
11	-29.8917	0.1500		
12	37.2419	1.8271	1.92276	20.90
13	135.2267	10.2554		
14STOP	0.0000	0.0000		
15	0.0000	D(15)		
16ASPH	-17.1538	1.1000	1.76802	49.24
17ASPH	-20.0000	0.4136		
18	40.2480	5.3810	1.43700	95.10
19	-15.7851	D(19)		
20	-30.5014	0.8000	1.75520	27.53
21	30.9331	1.4287		
22	43.7865	4.4582	1.49700	81.61
23	-49.6670	0.1500		
24	56.5324	5.4496	1.71117	55.67
25	-40.3279	13.1000		
26	0.0000	2.0000	1.51680	64.20
27	0.0000	1.0000		

【0062】

表2は、実施例1の光学系の諸元表を示す。当該諸元表では、各撮影距離におけるそれぞれの光学特性の数値を示している。当該諸元表中、「F」は、各撮影距離における光学系の焦点距離、「Fno」はFナンバー、「W」は半画角をそれぞれ表す。なお、「D(0)」は、撮影距離を意味する。なお、撮影距離は物体から第1面までの距離を指す。

【0063】

[表2]

F	13.1301	13.1331	13.1412
Fno	1.8023	1.8197	1.8812
W	48.5322	48.4523	48.1981
D(0)		380.8913	113.4998
D(15)	7.8693	7.4458	6.5654
D(19)	2.4107	2.8341	3.7146

【0064】

10

20

30

40

50

表 3 は、実施例 1 の光学系における各非球面の非球面係数を表す表である。表中の「K、A 4、A 6、A 8、A 10、A 12」は、各非球面の非球面形状を以下の式で定義したときの各係数である。以下の式において、「Z」は光軸方向の基準面からの変位量、「r」は近軸曲率半径、「h」は光軸に垂直な方向の光軸からの高さ、「K」は円錐係数、「A_n」は n 次の非球面係数とする。

【 0 0 6 5 】

【数 1】

$$Z = \frac{h^2 / r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/r)^2}} + \sum A_n h^n$$

10

【 0 0 6 6 】

[表 3]

面No.	K	A4	A6	A8	A10
1	0.000000E+00	-4.16892E-05	1.43140E-07	-3.97690E-10	4.09977E-13
2	-5.88114E-01	-1.90902E-05	-2.24085E-07	2.86434E-09	-1.18741E-11
5	-3.66353E-01	-9.82977E-06	3.44722E-09	-1.57233E-09	1.48100E-11
16	8.84990E-01	3.79704E-05	9.21787E-07	-6.13394E-09	4.78012E-12
17	5.50000E-01	7.13104E-05	9.53551E-07	-6.27805E-09	1.76430E-11

20

面No. A12

1	0.000000E+00
2	0.000000E+00
5	-8.80257E-14
16	0.000000E+00
17	0.000000E+00

【 0 0 6 7 】

また、図 2 は、実施例 1 の光学系の無限遠合焦時における縦収差を示す図である。図 2 は、図面に向かって左側から順に、それぞれ球面収差 (mm)、非点収差 (mm) および歪曲収差 (%) を示している。

30

【 0 0 6 8 】

球面収差を表す図では、縦軸を開放 F 値との割合とし、横軸をデフォーカスとしている。球面収差を表す図では、実線が d 線 (波長 = 587.56 nm)、破線が F 線 (波長 = 486.13 nm)、点線が C 線 (波長 = 656.28 nm) における縦収差を示している。

【 0 0 6 9 】

非点収差を表す図では、縦軸を半画角 (°) とし、横軸をデフォーカスとしている。非点収差を表す図では、実線が d 線 (波長 = 587.56 nm) に対するサジタル像面 (S)、四点鎖線が d 線に対するメリジオナル像面 (T) を示す。

【 0 0 7 0 】

歪曲収差を表す図では、縦軸を半画角 (°) とし、横軸を歪曲 (%) としている。

40

【 0 0 7 1 】

[実施例 2]

実施例 2 の光学系の無限遠合焦時における光学的な構成を模式的に図 3 に示し、実施例 2 の光学系の無限遠合焦時における縦収差を図 4 に示す。また、実施例 2 の光学系の面データを表 4 に示し、実施例 2 の光学系の諸元を表 5 に示し、実施例 2 の光学系における各非球面の非球面係数を表 6 に示す。

【 0 0 7 2 】

[表 4]

面No.	R	D	Nd	ABV
------	---	---	----	-----

50

1	ASPH	39.9427	1.4000	1.49700	81.61	
2	ASPH	9.4265	3.5775			
3		15.9638	1.2000	1.72916	54.67	
4		12.1785	9.2777			
5	ASPH	-19.4383	0.9000	1.59270	35.45	
6		71.4435	0.1500			
7		40.9154	2.3521	1.87070	40.73	
8		140.7261	0.1500			
9		137.8193	0.8000	1.83848	24.02	
10		22.5023	5.4755	1.87071	40.73	10
11		-27.9632	0.1500			
12		38.8117	2.0050	1.92177	22.80	
13		84.5581	10.0187			
14	STOP	0.0000	0.0000			
15		0.0000	D(15)			
16	ASPH	-19.6307	1.1000	1.76802	49.24	
17	ASPH	-20.0000	0.1612			
18		48.9442	7.5498	1.43700	95.10	
19		-15.5927	D(19)			
20		-42.4005	0.8000	1.75520	27.53	20
21		29.8838	1.5408			
22		41.3057	4.3006	1.49700	81.61	
23		-87.0548	0.1500			
24		51.5872	5.9567	1.68806	57.08	
25		-41.5968	13.2537			
26		0.0000	2.0000	1.51680	64.20	
27		0.0000	1.0000			
【 0 0 7 3 】						
[表 5]						
F		13.1309	13.1614	13.2276		30
Fno		1.8017	1.8128	1.8390		
W		48.5308	48.4333	48.1354		
D(0)			382.1085	113.4998		
D(15)		8.8183	8.3915	7.4867		
D(19)		2.4124	2.8390	3.7440		
【 0 0 7 4 】						
[表 6]						
面No.	K	A4	A6	A8	A10	
1	0.00000E+00	-2.63074E-05	9.71165E-08	-2.59247E-10	2.65454E-13	
2	-5.78918E-01	-1.02442E-05	-3.81024E-07	3.85330E-09	-1.82641E-11	40
5	-3.66780E-01	-1.00568E-05	-3.73377E-09	-1.08659E-09	9.56013E-12	
16	7.60554E-01	-4.68705E-06	8.38846E-07	-2.69831E-09	-2.07884E-11	
17	5.50000E-01	4.34719E-05	9.06822E-07	-1.65054E-09	-1.19366E-11	
面No.	A12					
1	0.00000E+00					
2	0.00000E+00					
5	-5.32552E-14					
16	0.00000E+00					
17	0.00000E+00					
【 0 0 7 5 】						

〔実施例 3〕

実施例 3 の光学系の無限遠合焦時における光学的な構成を模式的に図 5 に示し、実施例 3 の光学系の無限遠合焦時における縦収差を図 6 に示す。また、実施例 3 の光学系の面データを表 7 に示し、実施例 3 の光学系の諸元を表 8 に示し、実施例 3 の光学系における各非球面の非球面係数を表 9 に示す。

【 0 0 7 6 】

〔表 7〕

面No.	R	D	Nd	ABV	
1ASPH	22.9749	1.4000	1.69350	53.20	
2ASPH	9.9172	6.5857			10
3	31.0739	1.2000	1.48749	70.44	
4	16.6992	10.0647			
5ASPH	-19.2217	0.9943	1.59270	35.45	
6	226.0923	0.1500			
7	47.3976	4.2405	1.87070	40.73	
8	-34.8080	2.6428			
9	-28.0991	0.8000	1.83718	25.66	
10	25.1482	4.7066	1.86014	41.17	
11	-28.3465	0.1500			
12	33.8447	2.2028	1.92286	20.88	20
13	217.1861	6.6952			
14STOP	0.0000	0.0000			
15	0.0000	D(15)			
16ASPH	-19.2437	1.1000	1.76802	49.24	
17ASPH	-25.7394	0.1500			
18	49.9875	5.2352	1.43700	95.10	
19	-15.1080	D(19)			
20	-23.3483	0.8000	1.75655	27.59	
21	38.0483	0.9943			
22	45.5796	5.8828	1.49700	81.61	30
23	-22.4177	0.1500			
24	44.6153	3.8619	1.57683	67.21	
25	-149.4437	13.1000			
26	0.0000	2.0000	1.51680	64.20	
27	0.0000	1.0000			

【 0 0 7 7 】

〔表 8〕

F	13.1290	13.0909	13.0150	
Fno	1.8022	1.8083	1.8469	
W	48.5355	48.5173	48.4082	40
D(0)		380.2174	113.4996	
D(15)	7.9822	7.5614	6.6977	
D(19)	2.4112	2.8319	3.6958	

【 0 0 7 8 】

〔表 9〕

面No.	K	A4	A6	A8	A10	
1	0.00000E+00	-4.79612E-05	1.67934E-07	-5.27689E-10	5.80644E-13	
2	-7.16272E-01	-1.77836E-06	-1.36013E-07	3.43195E-09	-1.36534E-11	
5	-3.05266E-01	-1.13786E-05	1.07416E-08	-2.51781E-09	2.41116E-11	
16	1.00000E+00	2.78886E-05	4.56250E-07	-7.05197E-09	1.83092E-11	50

17 5.50000E-01 6.51795E-05 5.26657E-07 -6.57651E-09 2.56628E-11
面No. A12
1 0.00000E+00
2 0.00000E+00
5 -1.40214E-13
16 0.00000E+00
17 0.00000E+00

【 0 0 7 9 】

[実施例 4]

実施例 4 の光学系の無限遠合焦時における光学的な構成を模式的に図 7 に示し、実施例 4 の光学系の無限遠合焦時における縦収差を図 8 に示す。また、実施例 4 の光学系の面データを表 1 0 に示し、実施例 4 の光学系の諸元を表 1 1 に示し、実施例 4 の光学系における各非球面の非球面係数を表 1 2 に示す。

【 0 0 8 0 】

[表 1 0]

面No.	R	D	Nd	ABV
1ASPH	24.4437	1.4000	1.59201	67.02
2ASPH	9.2285	6.3698		
3	21.9555	1.2000	1.48749	70.44
4	13.7405	9.4893		
5ASPH	-17.7551	0.9264	1.59270	35.45
6	137.5973	0.1500		
7	45.1277	1.8729	1.87070	40.73
8	74.9548	0.1500		
9	69.0416	0.8000	1.85817	25.35
10	18.6049	5.2498	1.84834	41.68
11	-33.8920	3.5478		
12	49.5046	2.3872	1.90366	31.31
13	-111.2074	7.2102		
14STOP	0.0000	0.0000		
15	0.0000	D(15)		
16ASPH	-22.4464	1.1000	1.76802	49.24
17ASPH	-34.8800	0.2040		
18	67.9726	3.0543	1.49700	81.61
19	-32.5687	0.1500		
20	-145.9427	3.2076	1.43700	95.10
21	-20.0615	D(21)		
22	-30.1711	0.8000	1.76156	27.83
23	32.8685	1.0836		
24	39.7302	5.0153	1.49700	81.61
25	-35.6853	0.1500		
26	45.5078	4.7492	1.57672	67.23
27	-61.0327	13.1000		
28	0.0000	2.0000	1.51680	64.20
29	0.0000	1.0000		

【 0 0 8 1 】

[表 1 1]

F	13.1293	13.1031	13.0508
Fno	1.8022	1.8097	1.8640
W	48.5340	48.4860	48.3097

D(0) 380.6584 113.4996
 D(15) 7.7212 7.2994 6.4280
 D(21) 2.4115 2.8331 3.7048

【 0 0 8 2 】

[表 1 2]

面No.	K	A4	A6	A8	A10
1	0.00000E+00	-4.77052E-05	1.58917E-07	-4.78476E-10	5.55169E-13
2	-7.68123E-01	9.36725E-06	-2.25269E-07	4.24080E-09	-1.73590E-11
5	-2.84422E-01	-1.20803E-05	1.02844E-08	-2.71235E-09	2.54790E-11
16	1.00000E+00	1.97265E-05	2.21741E-07	-6.15642E-09	3.45123E-11
17	5.50000E-01	4.72518E-05	2.47566E-07	-5.50574E-09	3.20273E-11

10

面No. A12

1 0.00000E+00
 2 0.00000E+00
 5 -1.63714E-13
 16 0.00000E+00
 17 0.00000E+00

【 0 0 8 3 】

[実施例 5]

実施例 5 の光学系の無限遠合焦時における光学的な構成を模式的に図 9 に示し、実施例 5 の光学系の無限遠合焦時における縦収差を図 10 に示す。また、実施例 5 の光学系の面データを表 1 3 に示し、実施例 5 の光学系の諸元を表 1 4 に示し、実施例 5 の光学系における各非球面の非球面係数を表 1 5 に示す。

20

【 0 0 8 4 】

[表 1 3]

面No.	R	D	Nd	ABV
1 ASPH	24.3621	1.4000	1.61881	63.85
2 ASPH	9.8111	4.9374		
3	20.7881	1.2000	1.58956	62.51
4	12.7309	9.1316		
5 ASPH	-18.2738	1.1000	1.59270	35.45
6	107.9650	0.1500		
7	47.6804	3.5160	1.87070	40.73
8	-77.1129	0.1500		
9	-87.2396	0.8000	1.82874	24.39
10	22.6800	5.6150	1.87067	40.73
11	-29.7317	0.1500		
12	38.4598	1.8210	1.92285	20.90
13	141.0519	10.7142		
14 STOP	0.0000	0.0000		
15	0.0000	D(15)		
16 ASPH	-17.4108	1.1000	1.76802	49.24
17 ASPH	-20.0000	0.3438		
18	39.7191	5.3491	1.43700	95.10
19	-16.1216	D(19)		
20	-33.0558	0.8000	1.75520	27.53
21	30.0340	1.4954		
22	43.5601	4.3775	1.49700	81.61
23	-52.5415	0.1500		
24	48.3176	5.7833	1.65656	59.31

30

40

50

25 -40.2833 13.1000
 26 0.0000 2.0000 1.51680 64.20
 27 0.0000 1.0000

【 0 0 8 5 】

[表 1 4]

F 13.1302 13.1368 13.1524
 Fno 1.8023 1.8204 1.8826
 W 48.5321 48.4357 48.1458
 D(0) 381.1838 113.4998
 D(15) 7.9047 7.4808 6.5959
 D(19) 2.4111 2.8349 3.7199

10

【 0 0 8 6 】

[表 1 5]

面No.	K	A4	A6	A8	A10
1	0.00000E+00	-4.38587E-05	1.34673E-07	-3.76469E-10	3.65763E-13
2	-5.57678E-01	-2.37021E-05	-2.57490E-07	2.83090E-09	-1.33215E-11
5	-3.97521E-01	-9.00257E-06	-3.49117E-09	-1.34181E-09	1.21248E-11
16	9.46745E-01	2.20281E-05	8.30470E-07	-2.19335E-09	-1.71584E-11
17	5.50000E-01	5.49863E-05	8.58563E-07	-2.92236E-09	-1.47224E-12

20

面No. A12

1	0.00000E+00
2	0.00000E+00
5	-6.84220E-14
16	0.00000E+00
17	0.00000E+00

【 0 0 8 7 】

なお、実施例 1 ～ 5 における前述の各式による算出値および当該式に用いた数値を表 1 6 および表 1 7 に示す。

【 0 0 8 8 】

[表 1 6]

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5
f	13.13	13.13	13.13	13.13	13.13
f1	40.39	78.78	26.26	31.72	43.49
f2	29.60	27.26	34.06	32.83	29.51
f3	87.06	86.34	144.76	134.34	87.59
2	0.31	0.16	0.45	0.38	0.29
3	1.05	1.01	1.12	1.08	1.04

30

【 0 0 8 9 】

[表 1 7]

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5
(1) f1/f	3.08	6.00	2.00	2.42	3.31
(2) f2/f	2.25	2.08	2.59	2.50	2.25
(3) f1/f2	1.36	2.89	0.77	0.97	1.47
(4) f3/f1	2.16	1.10	5.51	4.24	2.01
(5) 2	0.31	0.16	0.45	0.38	0.29
(6) Nd3	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59
(7) d2max	95.1	95.1	95.1	95.1	95.1
(8) d123min	35.4	35.4	35.4	35.4	35.4
(9) d321max	81.6	81.6	81.6	81.6	81.6
(10) (1- 2 ²) × 3 ²	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

40

50

【符号の説明】

【 0 0 9 0 】

- 1 ミラーレス一眼カメラ（撮像装置）
- 2 本体
- 3 鏡筒
- 2 1、C G カバーガラス
- 2 2 C C D センサ（撮像素子）
- 3 0 光学系
- 3 1、G 1 第 1 レンズ群
- 3 2、G 2 第 2 レンズ群
- 3 3、G 3 第 3 レンズ群
- 3 4、S 絞り
- I M G 像面
- O A 光軸

10

20

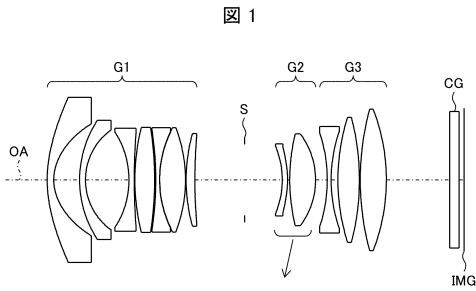
30

40

50

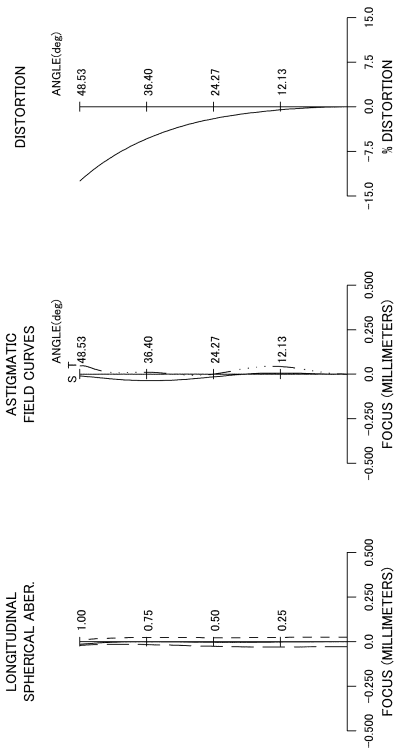
【図面】

【図 1】



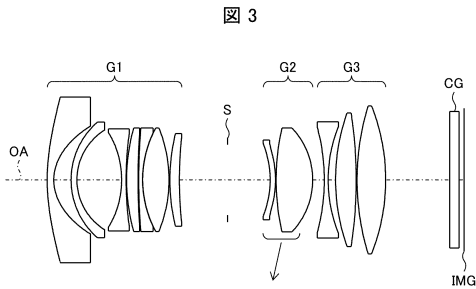
【図 2】

図 2



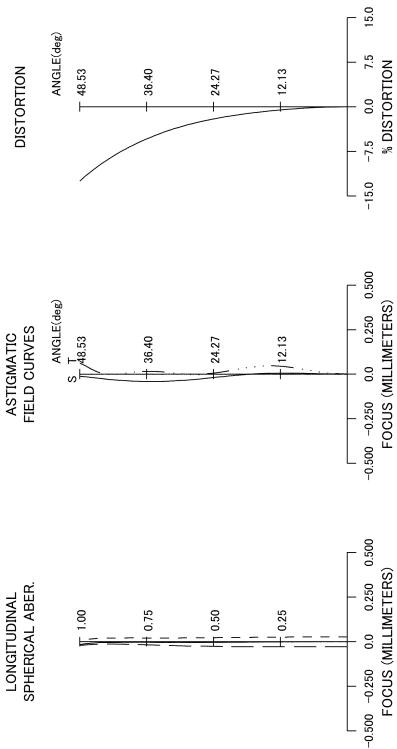
10

【図 3】



【図 4】

図 4

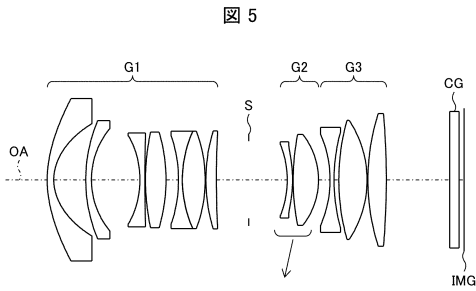


30

40

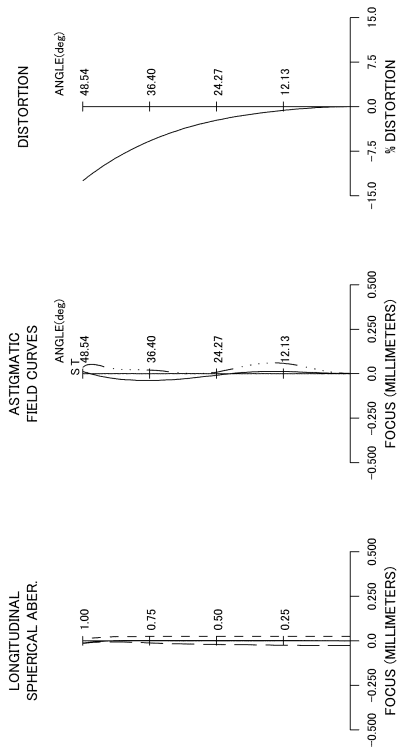
50

【図 5】



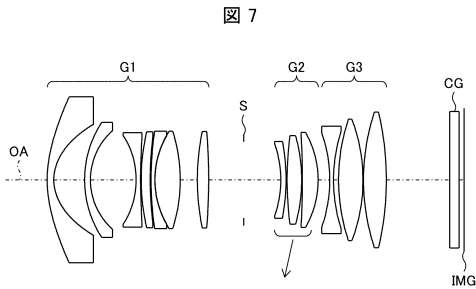
【図 6】

図 6



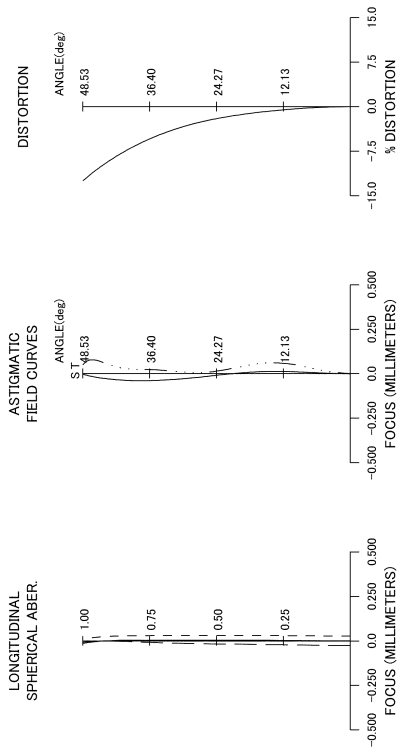
10

【図 7】



【図 8】

図 8

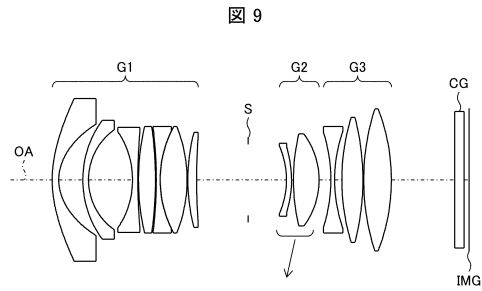


30

40

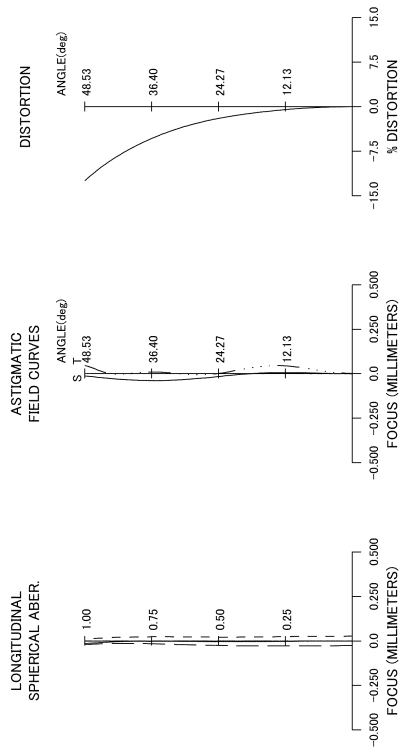
50

【図 9】



【図 10】

図 10

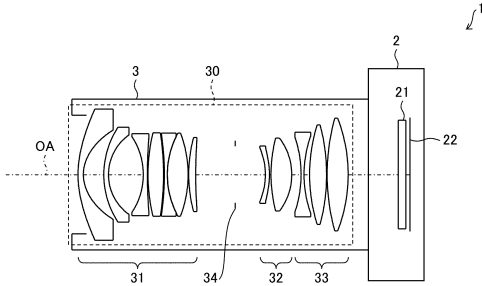


10

20

【図 11】

図 11



30

40

50

フロントページの続き

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