

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6584086号
(P6584086)

(45) 発行日 令和1年10月2日(2019.10.2)

(24) 登録日 令和1年9月13日(2019.9.13)

(51) Int.Cl.

G O 2 B 13/00 (2006.01)

F I

G O 2 B 13/00

請求項の数 8 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2015-28905 (P2015-28905)	(73) 特許権者	000133227
(22) 出願日	平成27年2月17日 (2015.2.17)		株式会社タムロン
(65) 公開番号	特開2016-151664 (P2016-151664A)		埼玉県さいたま市見沼区蓮沼 1 3 8 5 番地
(43) 公開日	平成28年8月22日 (2016.8.22)	(74) 代理人	100124327
審査請求日	平成29年12月26日 (2017.12.26)		弁理士 吉村 勝博
		(74) 代理人	100143786
			弁理士 根岸 宏子
		(72) 発明者	山中 久幸
			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	岡田 圭介
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学系及び撮像装置

(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、負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レンズ群とからなり、

前記第1レンズ群と前記第3レンズ群とを光軸方向に固定し、前記第2レンズ群を光軸方向に移動させることで無限遠物体から有限距離物体への合焦を行い、

前記第3レンズ群が、物体側から順に、物体側群と、開口絞りと、像側群とから構成されており、

以下の条件を満足することを特徴とする光学系。

$$\begin{array}{llll}
 0.01 & < & f_{3b}/f & < & 3.00 & \cdots (1) \\
 0.722 & & f_3/f & < & 1.10 & \cdots (2a) \\
 0 & < & Cr_{3af}/f & & & \cdots (3) \\
 0.60 & < & f_1/f & < & 1.30 & \cdots (8)
 \end{array}$$

但し、

f_{3b} : 前記像側群の焦点距離

f : 当該光学系の焦点距離

f_3 : 前記第3レンズ群の焦点距離

Cr_{3af} : 前記物体側群の最も物体側の面の曲率半径

f_1 : 前記第1レンズ群の焦点距離

である。

10

20

【請求項 2】

前記物体側群の最も物体側の面と、前記物体側群の最も像面側の面とが以下の条件を満足する請求項 1 に記載の光学系。

$$1.0 < Cr3af / Cr3ar < 4.0 \quad \dots (4)$$

但し、

$Cr3ar$ ：前記物体側群の最も像面側の面の曲率半径である。

【請求項 3】

前記第 2 レンズ群が以下の条件を満足する請求項 1 又は請求項 2 に記載の光学系。

$$0.30 < |f2| / f < 1.20 \quad \dots (5)$$

但し、

$f2$ ：前記第 2 レンズ群の焦点距離である。

【請求項 4】

前記第 2 レンズ群が、正の屈折力を有するレンズを少なくとも 1 枚有する請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の光学系。

【請求項 5】

前記第 2 レンズ群が、正の屈折力を有するレンズ 1 枚と負の屈折力を有するレンズ 1 枚とから構成される請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の光学系。

【請求項 6】

前記第 3 レンズ群が以下の条件を満足する請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の光学系。

$$1.8 < f3 / (f \times \tan \omega) < 5.0 \quad \dots (6)$$

但し、

ω ：当該光学系の無限遠合焦時における半画角である。

【請求項 7】

前記物体側群と前記像側群とが以下の条件を満足する請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の光学系。

$$1.0 < |f3a| / f3b \quad \dots (7)$$

但し、

$f3a$ ：前記物体側群の焦点距離である。

【請求項 8】

請求項 1 ～ 請求項 7 のいずれか一項に記載の光学系と、当該光学系の像面側に、前記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たことを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本件発明は、光学系及び撮像装置に関し、特に、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ等の固体撮像素子を用いた撮像装置に好適な光学系及び当該光学系を備えた撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ等の固体撮像素子を用いた撮像装置が普及している。特に、近年の撮像光学系の高性能化、小型化等に伴い、小型の撮像システムの普及が急速に進んでいる。

【0003】

このような小型の撮像システムの光学系として、種々の単焦点光学系が提案されている

10

20

30

40

50

。例えば、特許文献 1 には、物体側から順に、正の屈折力を有する前群と、開放絞りと、負の屈折力を有する後群とを備えた焦点距離の比較的長い単焦点光学系が記載されている。一般に、焦点距離の長い望遠レンズでは、焦点距離が長くなるに従って、色収差が多く発生する。そこで、例えば、特許文献 1 に記載の単焦点光学系では、光路内に回折格子面を配置し、この回折格子により色収差の補正を行うことで、良好な結像性能を得ている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2014 - 109700 号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 に記載の光学系は、光学系を構成するレンズの枚数が多く、光学系の小型化が十分に図られていない。また、当該光学系の F n o は 2 . 8 よりも大きく、明るさが不足している。近年、小型の撮像システムの光学系では、より一層の小型化が求められると共に、特に、単焦点光学系においては F n o が 2 . 8 より明るい大口径化に対する要望が強い。

【0006】

本発明の課題は、小型の撮像システムに好適な小型、高性能、且つ、大口径の光学系及び撮像装置を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、本件発明の光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負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 レンズ群とからなり、前記第 1 レンズ群と前記第 3 レンズ群とを光軸方向に固定し、前記第 2 レンズ群を光軸方向に移動させることで無限遠物体から有限距離物体への合焦を行い、前記第 3 レンズ群が、物体側から順に、物体側群と、開口絞りと、像側群とから構成されており、以下の条件を満足することを特徴とする。

【0008】

$$\begin{array}{lcl} 0.01 < f_{3b}/f < 3.00 & \cdots (1) \\ 0.722 < f_3/f < 1.10 & \cdots (2a) \\ 0 < Cr_{3af}/f & \cdots (3) \\ 0.60 < f_1/f < 1.30 & \cdots (8) \end{array}$$

30

但し、

f_{3b} : 前記像側群の焦点距離

f : 当該光学系の焦点距離

f_3 : 前記第 3 レンズ群の焦点距離

Cr_{3af} : 前記物体側群の最も物体側の面の曲率半径

f_1 : 前記第 1 レンズ群の焦点距離

である。

40

【0009】

また、本件発明の撮像装置は、光学系と、当該光学系の像面側に、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たことを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本件発明によれば、小型の撮像システムに好適な小型、高性能、且つ、大口径の光学系及び撮像装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図 1】本件発明の実施例 1 の光学系のレンズ構成例を示す断面図である。

50

【図 2】実施例 1 の光学系の無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図である。

【図 3】本件発明の実施例 2 の光学系のレンズ構成例を示す断面図である。

【図 4】実施例 2 の光学系の無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図である。

【図 5】本件発明の実施例 3 の光学系のレンズ構成例を示す断面図である。

【図 6】実施例 3 の光学系の無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図である。

【図 7】本件発明の実施例 4 の光学系のレンズ構成例を示す断面図である。

【図 8】実施例 4 の光学系の無限遠合焦時の球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本件発明に係る光学系及び撮像装置の実施の形態を説明する。

【0013】

1. 光学系

1-1. 光学系の構成

本件発明に係る光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負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 レンズ群とからなり、第 1 レンズ群と第 3 レンズ群とを光軸方向に固定し、第 2 レンズ群を光軸方向に移動させることで無限遠物体から有限距離物体への合焦を行い、第 3 レンズ群が、物体側から順に、物体側群と、開口絞りと、像側群とから構成されており、後述する条件式 (1) で表される条件を満足することを特徴とする。まず、本件発明に係る光学系の光学系の構成について説明する。

20

【0014】

本件発明に係る光学系では、最も物体側に配置される第 1 レンズ群が正の屈折力を有する。このため、第 2 レンズ群には第 1 レンズ群により収束された光が入射するため、第 2 レンズ群を外径の小さなレンズで構成することができ、第 2 レンズ群の小型化及び軽量化を図ることができる。また、第 2 レンズ群が負の屈折力を有するため、当該光学系をテレフォトタイプの構成とすることができる。このため、系全体の焦点距離よりもその光学全長を短くすることができ、系全体の小型化を図ることができる。そして、最も像面側に配置される第 3 レンズ群が正の屈折力を有するため、第 3 レンズ群において光束を集光することができ、大口径化を図ることができる。すなわち、本件発明によれば、正負正の 3 群構成を採用することで、小型の撮像システムに好適な小型で大口径の光学系を得ることができる。

30

【0015】

また、本件発明では、第 1 レンズ群と第 3 レンズ群とを光軸方向に固定し、第 2 レンズ群を光軸方向に移動させることで無限遠物体から有限距離物体への合焦を行う。合焦群である第 2 レンズ群は、上述したとおり、第 1 レンズ群の収束作用により、小型化及び軽量化が図られているため、第 2 レンズ群を移動させるための負荷が小さく迅速な合焦動作を行わせることができ、且つ、系全体を小型化することができる。以下、各レンズ群の構成について説明する。

40

【0016】

(1) 第 1 レンズ群

第 1 レンズ群は、正の屈折力を有し、後述する条件式等を満足するものであれば、その具体的なレンズ構成は特に限定されるものではない。

【0017】

(2) 第 2 レンズ群

第 2 レンズ群の構成についても、負の屈折力を有し、後述する条件式等を満足するものであれば、その具体的なレンズ構成は特に限定されるものではないが、正の屈折力を有す

50

るレンズを少なくとも１枚有することが好ましい。負の屈折力を有する第２レンズ群内に、正の屈折力を有するレンズを少なくとも１枚配置することにより、合焦時における第２レンズ群の移動に伴う色収差の変動を抑制することができ、被写体との距離によらず優れた結像性能を得ることができる。

【００１８】

さらに、第２レンズ群が正の屈折力を有するレンズ１枚と、負の屈折力を有するレンズ１枚とから構成されることが好ましい。第２レンズ群を正負各１枚のレンズから構成することにより、第２レンズ群をより小型及び軽量にすることができ、より迅速な合焦動作を行わせることができる。このとき、第２レンズ群を正の屈折力を有するレンズ１枚と、負の屈折力を有するレンズ１枚とを接合した接合レンズから構成することが好ましい。接合レンズにより第２レンズ群を構成することにより、組み立て時における製造誤差を低減することができ、製造誤差に起因する収差発生を抑制することができる。

10

【００１９】

(３) 第３レンズ群

本件発明では、第３レンズ群が、物体側から順に、物体側群と、開口絞りと、条件式(１)を満足する像側群とから構成されている。すなわち、第３レンズ群において、開口絞りを挟んで、物体側群と、像側群とを配置することにより、開口絞りの前後において、軸上光線及び軸外光線のいずれについても発生した収差を打ち消し合わせることが容易になり、高性能な光学系を得ることができる。

【００２０】

20

第３レンズ群において、物体側群の屈折力は特に限定されるものではない。当該光学系において、最も像面側に正の屈折力を有する像側群を配置することにより、上述したとおり、当該光学系の大口径化を達成することができる。

【００２１】

また、第３レンズ群において、物体側群の最も像面側の面の曲率半径、及び物体側群の最も物体側の面の曲率半径が、それぞれ後述する条件式(３)、条件式(４)を満足することが好ましい。なお、これらの点については後述する。

【００２２】

そして、像側群の最も像面側の面は、像面側に凸の形状を有することが好ましい。すなわち、当該光学系における最終面を像面側に凸の形状とすることにより、最終面において光束を集光させることができ、当該光学系のレンズ径を大きくすることなく、大口径化を達成することができる。

30

【００２３】

(４) 防振群

本件発明に係る光学系において、上述した第１レンズ群～第３レンズ群のうち、いずれかのレンズ群の一部を光軸に垂直方向に移動させて、撮像時の振動等に起因する回転ブレ等を補正する防振群として用いてもよい。

【００２４】

１－２．条件式

次に、本件発明に係る光学系が満足すべき条件、又は、満足することが好ましい条件について説明する。

40

【００２５】

１－２－１．条件式(１)

本件発明に係る光学系は、像側群が以下の条件を満足するものとする。

【００２６】

$$0.01 < f_{3b} / f < 3.00 \quad \dots (1)$$

但し、

f_{3b} : 像側群の焦点距離

f : 当該光学系の焦点距離

である。

50

【0027】

上記条件式(1)は、当該光学系の焦点距離に対する像側群の焦点距離の比を規定する式である。条件式(1)を満足することにより、当該光学系において最も像面側に配置される像側群により光束を集光することができるため、当該光学系の大口径化を図ることができる。また、各種収差補正を良好に行うことができ、当該光学系の小型化及び高性能化を図ることができる。

【0028】

これに対して、条件式(1)の数値が上限値以上になると、すなわち像側群の焦点距離が当該光学系の焦点距離に対して大きくなり過ぎると、像側群により光束を十分に集光することができず、大口径化が困難になり、好ましくない。また、条件式(1)の値が下限値以下になると、すなわち像側群の焦点距離が当該光学系の焦点距離に対して小さくなり過ぎると、球面収差やコマ収差、像面湾曲の補正が困難になり、好ましくない。

10

【0029】

これらの効果を得る上で、像側群は、下記の条件式(1)'を満足することが好ましく、条件式(1)''を満足することがより好ましく、条件式(1)'''を満足することがさらに好ましい。

【0030】

$$\begin{aligned} 0.10 < f_3 b / f < 2.50 & \dots (1)' \\ 0.20 < f_3 b / f < 2.00 & \dots (1)'' \\ 0.30 < f_3 b / f < 1.50 & \dots (1)''' \end{aligned}$$

20

【0031】

1-2-2. 条件式(2)

本件発明に係る光学系において、第3レンズ群が以下の条件を満足することが好ましい。

【0032】

$$0.50 < f_3 / f < 1.10 \dots (2)$$

但し、

f_3 : 第3レンズ群の焦点距離

である。

【0033】

30

条件式(2)は、本件発明に係る光学系の焦点距離に対する第3レンズ群の焦点距離の比を規定する式である。条件式(2)を満足することにより、当該光学系のより一層の小型化、高性能化を図ると共に、大口径化を達成することができる。

【0034】

これに対して、条件式(2)の値が上限値以上になると、すなわち当該光学系の焦点距離に対して第3レンズ群の焦点距離が大きくなり過ぎると、光学系の全長が大きくなるため、当該光学系の小型化が困難になる。これと同時に、第3レンズ群で光束を十分に収束させることができず、当該光学系の大口径化を図ることが困難になる。これらの点から、条件式(2)の値が上限値以上になることは好ましくない。また、条件式(2)の数値が下限値以下になると、すなわち当該光学系の焦点距離に対して第3レンズ群の焦点距離が小さくなり過ぎると、球面収差やコマ収差の補正が困難になり、好ましくない。

40

【0035】

これらの効果を得る上で、第3レンズ群は、下記の条件式(2)'を満足することが好ましく、条件式(2)''を満足することがより好ましい。

【0036】

$$\begin{aligned} 0.55 < f_3 / f < 1.00 & \dots (2)' \\ 0.60 < f_3 / f < 0.95 & \dots (2)'' \end{aligned}$$

【0037】

1-2-3. 条件式(3)

本件発明に係る光学系において、物体側群の最も物体側の面が以下の条件を満足するこ

50

とが好ましい。

【0038】

$$0 < Cr3af / f \dots (3)$$

但し、

$Cr3af$ ：前記物体側群の最も物体側の面の曲率半径である。

【0039】

上記条件式(3)は、当該光学系の焦点距離に対する物体側群の最も物体側の面の曲率半径の比を規定する式である。条件式(3)を満足する場合、物体側群の最も物体側の面が物体側に凸の形状となり、少ないレンズ枚数で球面収差や像面湾曲を良好に補正することができる。このため、小型、且つ、高性能な光学系を得ることが容易になる。

10

【0040】

これに対して、条件式(3)の値が下限値以下になると、物体側群の最も物体側の面が平面若しくは物体側に凹の形状となる。この場合、少ないレンズ枚数で球面収差や像面湾曲を良好に補正することが困難になり、良好な結像性能を維持しつつ、当該光学系の小型化を図ることが困難になる。

【0041】

これらの効果を得る上で、物体側群の最も物体側の面が、下記の条件式(3)'を満足することが好ましく、条件式(3)''を満足することがより好ましく、条件式(3)'''を満足することがさらに好ましく、条件式(3)''''を満足することが最も好ましい。

20

【0042】

$$\begin{aligned} 0.10 &< Cr3af / f < 20.00 \dots (3)' \\ 0.14 &< Cr3af / f < 10.00 \dots (3)'' \\ 0.20 &< Cr3af / f < 5.00 \dots (3)''' \\ 0.26 &< Cr3af / f < 2.00 \dots (3)'''' \end{aligned}$$

【0043】

1-2-4. 条件式(4)

本件発明に係る光学系において、物体側群の最も物体側の面と、物体側群の最も像面側の面とが以下の条件を満足することが好ましい。

30

【0044】

$$1.0 < Cr3af / Cr3ar < 4.0 \dots (4)$$

但し、

$Cr3ar$ ：物体側群の最も像面側の面の曲率半径である。

【0045】

上記条件式(4)は、上記物体側群の最も像面側の面の曲率半径に対する上記物体側群の最も物体側の面の曲率半径の比を規定する式である。条件式(4)を満足する場合、少ないレンズ枚数で球面収差やコマ収差、サジタルフレアの補正をより良好に行うことができる。このため、小型、且つ、高性能な光学系を得ることがより容易になる。

40

【0046】

これに対して、物体側群の最も物体側の面と、物体側群の最も像面側の面とが条件式(4)を満足しない場合、少ないレンズ枚数で、球面収差やコマ収差、サジタルフレアを補正することが困難になり、良好な結像性能を得るには収差補正に要するレンズ枚数が増加し、当該光学系の大型化につながるため好ましくない。

【0047】

これらの効果を得る上で、物体側群の最も物体側の面と、物体側群の最も像面側の面とが条件式(4)'を満足することがより好ましい。

【0048】

$$1.0 < Cr3af / Cr3ar < 3.0 \dots (4)'$$

50

【 0 0 4 9 】

1 - 2 - 5 . 条件式 (5)

本件発明に係る光学系において、第 2 レンズ群が以下の条件を満足することが好ましい。
。

【 0 0 5 0 】

$$0.30 < |f_2| / f < 1.20 \quad \dots (5)$$

但し、

f_2 : 第 2 レンズ群の焦点距離
である。

【 0 0 5 1 】

上記条件式 (5) は、当該光学系の焦点距離に対する第 2 レンズ群の焦点距離の比を規定する式である。条件式 (5) を満足する場合、第 2 レンズ群の屈折力が適正な範囲内となり、テレフォト比の小さな光学系を得ることができる。すなわち、焦点距離に比して光学全長の小さな小型の光学系を得ることができる。また、合焦群である第 2 レンズ群の屈折力が適正な範囲内となるため、合焦時の収差変動を抑制し、被写体との距離によらず、少ないレンズ枚数でも良好な結像性能を得ることができ、小型、且つ、高性能な光学系を得ることが容易になる。

【 0 0 5 2 】

これに対して、条件式 (5) の値が上限値以上になると、すなわち当該光学系の焦点距離に対して第 2 レンズ群の焦点距離が大きくなり過ぎると、テレフォト比を小さくすることが困難になる。この場合、光学全長が大きくなり、光学系の小型化を図る上で好ましくない。また、また、条件式 (5) の値が下限値以下になると、すなわち当該光学系の焦点距離に対して第 2 レンズ群の焦点距離が小さくなり過ぎると、合焦群である第 2 レンズ群の屈折力が大きく、合焦時の位置変化による収差発生量が大きくなる。このため、収差補正に要するレンズ枚数が増加し、良好な結像性能を維持しつつ、当該光学系の小型化を図ることが困難になる。

【 0 0 5 3 】

これらの効果を得る上で、第 2 レンズ群が下記の条件式 (5) ' を満足することが好ましく、条件式 (5) ' ' を満足することがより好ましく、条件式 (5) ' ' ' を満足することがさらに好ましく、条件式 (5) ' ' ' ' を満足することが最も好ましい。

【 0 0 5 4 】

$$\begin{aligned} 0.40 &< |f_2| / f < 1.10 \quad \dots (5)' \\ 0.40 &< |f_2| / f < 1.00 \quad \dots (5)'' \\ 0.40 &< |f_2| / f < 0.92 \quad \dots (5)''' \\ 0.59 &< |f_2| / f < 0.92 \quad \dots (5)'''' \end{aligned}$$

【 0 0 5 5 】

1 - 2 - 6 . 条件式 (6)

本件発明に係る光学系において、第 3 レンズ群が以下の条件を満足することが好ましい。
。

【 0 0 5 6 】

$$1.8 < f_3 / (f \times \tan \omega) < 5.0 \quad \dots (6)$$

但し、

f_3 : 第 3 レンズ群の焦点距離
 ω : 光学系の無限遠合焦時における半画角
である。

【 0 0 5 7 】

上記条件式 (6) は、当該光学系の撮像像高に対する第 3 レンズ群の焦点距離の比を規定する式である。条件式 (6) を満足する場合、第 3 レンズ群において、軸上光線及び軸外光線のいずれについても、発生した収差を開口絞りの前後で打ち消し合わせることが容易になり、高性能な光学系を得ることができる。

【0058】

これに対して、条件式(6)を満足しない場合、開口絞り前後における収差の打ち消しあいが困難となり、軸上光線及び軸外光線のいずれも発生する収差を小さくすることが困難になり、好ましくない。

【0059】

これらの効果を得る上で、第3レンズ群は下記の条件式(6)'を満足することが好ましく、条件式(6)''を満足することがより好ましい。

【0060】

$$2.0 < f_3 / (f \times \tan \omega) < 4.2 \quad \dots (6)'$$

$$2.2 < f_3 / (f \times \tan \omega) < 4.2 \quad \dots (6)''$$

10

【0061】

1-2-7. 条件式(7)

本件発明に係る光学系において、物体側群と像側群とが以下の条件を満足することが好ましい。

【0062】

$$1.0 < |f_{3a}| / f_{3b} \quad \dots (7)$$

但し、

f_{3a} : 物体側群の焦点距離

であり、 f_{3b} は上述のとおりである。

【0063】

20

上記条件式(7)は、第3レンズ群の像側群の焦点距離に対する物体側群の焦点距離の比を規定する式である。条件式(7)を満足する場合、像側群の屈折力が適正になり、第3レンズ群により光束を収束させることができ当該光学系の大口径化が容易になる。

【0064】

上記条件式(7)を満足しない場合、すなわち像側群の焦点距離が大きく、屈折力が弱くなるため、大口径化が困難となり、好ましくない。

【0065】

これらの効果を得る上で、物体側群と像側群とが下記の条件式(7)'を満足することがより好ましい。

【0066】

$$1.3 < |f_{3a}| / f_{3b} \quad \dots (7)'$$

30

【0067】

上述したとおり、像側群は正の屈折力を有することが好ましい。また、物体側群は、正・負いずれの屈折力であってもよいが、正の屈折力を有することがより好ましい。物体側群と像側群がともに正の屈折力を有することで、上述したとおり、開口絞り前後の収差の打ち消しあいが容易となり、高性能な光学系を得ることができる。

【0068】

1-2-8. 条件式(8)

本件発明に係る光学系において、第1レンズ群が以下の条件を満足することが好ましい。

40

$$0.60 < f_1 / f < 1.30 \quad \dots (8)$$

但し、

f_1 : 第1レンズ群の焦点距離

f : 当該光学系の焦点距離

である。

【0069】

条件式(8)は、当該光学系の焦点距離に対する第1レンズ群の焦点距離の比を規定する式である。条件式(8)を満足することにより、当該光学系の焦点距離に対する第1レンズ群の焦点距離が適切な範囲内となり、当該光学系の小型化、高性能化を図ると共に、大口径化を達成することができる。

50

【 0 0 7 0 】

これに対して、条件式(8)の値が上限値以上になると、すなわち第1レンズ群の焦点距離が当該光学系の焦点距離に対して大きくなり過ぎると、光学系の全長が大きくなる共に、周辺光量の確保が困難になり、好ましくない。また、条件式(8)の値が下限値以下になると、すなわち第1レンズ群の焦点距離が当該光学系の焦点距離に対して小さくなり過ぎると、軸上色収差やコマ収差、像面湾曲を補正することが困難になり、良好な結像性能を得ることができず好ましくない。

【 0 0 7 1 】

これらの効果を得る上で、本件発明に係る光学系は、下記の条件式(8)'を満足することが好ましく、条件式(8)''を満足することがより好ましく、条件式(8)'''
を満足することがさらに好ましく、条件式(8)''''を満足することが最も好ましい。

10

【 0 0 7 2 】

$$\begin{aligned} 0.70 < f_1 / f < 1.20 & \cdots (8)' \\ 0.75 < f_1 / f < 1.20 & \cdots (8)'' \\ 0.80 < f_1 / f < 1.10 & \cdots (8)''' \\ 0.80 < f_1 / f < 1.03 & \cdots (8)'''' \end{aligned}$$

【 0 0 7 3 】

1 - 2 - 9 . 条件式(9)

当該光学系が防振群を備える場合、防振群が以下の条件を満足することが好ましい。この場合、防振時の収差変動を抑制することができ、当該光学系を小型に維持しつつ、防振時も高い結像性能を得ることができる。

20

【 0 0 7 4 】

$$0.1 < |(1 - \beta_{vc}) \times \beta_r| < 0.8 \cdots (9)$$

但し、

防振群とは、光軸に対して垂直方向に移動可能なレンズ群をいうものとし、

β_{vc} : 無限遠合焦時における防振群の横倍率

β_r : 防振群より像側に位置する全レンズの無限遠合焦時における合成横倍率である。

【 0 0 7 5 】

2 . 撮像装置

次に、本件発明に係る撮像装置について説明する。本件発明に係る撮像装置は、上記本件発明に係る光学系と、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たことを特徴とする。ここで、撮像素子等に特に限定はなく、CCDセンサやCMOSセンサなどの固体撮像素子等も用いることができる。本件発明に係る撮像装置は、デジタルカメラやビデオカメラ等のこれら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、一眼レフカメラやミラーレス一眼カメラ等のレンズ交換式の撮像装置であってもよいのは勿論である。

30

【 0 0 7 6 】

次に、実施例を示して本件発明を具体的に説明する。但し、本件発明は以下の実施例に限定されるものではない。以下に挙げる各実施例の光学系は、デジタルカメラ、ビデオカメラ、銀塩フィルムカメラ等の撮像装置(光学装置)に用いられる撮像光学系である。また、各レンズ断面図において、図面に向かって左方が物体側、右方が像面側である。

40

【 実施例 1 】

【 0 0 7 7 】

(1) 光学系の構成

図1は、本件発明に係る実施例1の光学系の無限遠合焦時におけるレンズ構成を示すレンズ断面図である。当該光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G

50

1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。

【 0 0 7 8 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、正の屈折力を有するレンズ L 1 と、正の屈折力を有するレンズ L 2 及び負の屈折力を有するレンズ L 3 を接合した接合レンズと、から構成される。

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた正の屈折力を有するレンズ L 4 と、負の屈折力を有する両凹レンズ L 5 とを接合した接合レンズにより構成される。

【 0 0 7 9 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、正の屈折力を有する物体側群 G 3 a と、開口絞りと、正の屈折力を有する像側群 G 3 b と、から構成される。物体側群 G 3 a は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有するレンズ L 6 と、正の屈折力を有するレンズ L 7 及び負の屈折力を有する両凹レンズ L 8 を接合した接合レンズと、から構成される。像側群 G 3 b は、物体側から順に、負の屈折力を有するレンズ L 9 と、正の屈折力を有するレンズ L 10 と、物体側に凹面を向けた負の屈折力を有するレンズ L 11 及び正の屈折力を有するレンズ L 12 を接合した接合レンズと、像側に凸面を向けた正の屈折力を有するレンズ L 13 と、から構成される。

【 0 0 8 0 】

当該実施例 1 の光学系において、無限遠物体から近距離物体への合焦の際、第 1 レンズ群 G 1 と第 3 レンズ群 G 3 が光軸方向に固定された状態で、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って像面 I M G 側に移動する。また、手振れ等により撮像時に振動が発生した時には、防振群として、第 3 レンズ群 G 3 の像側群 G 3 b 中のレンズ L 10 を光軸と垂直な方向に動かすことで、像面 I M G 上の像のブレを補正する。なお、第 3 レンズ群 G 3 の像側群 G 3 b に含まれるレンズ L 10 を防振群とする代わりに、像側群 G 3 b において最も物体側に配置されるレンズ L 9 を防振群としてもよい。また、これらのレンズに限らず、第 3 レンズ群 G 3 を防振群としても同様な効果が得られる。

【 0 0 8 1 】

なお、図 1 において、第 3 レンズ群 G 3 において、物体側群 G 3 a と、像側群 G 3 b との間に示す「S」は開口絞りである。また、第 3 レンズ群 G 3 の像面側に示す「CG」はカバーガラスであり、ローパスフィルターや赤外カットフィルター等を表す。また、カバーガラスの像面側に示す「IMG」は像面であり、具体的には、CCD センサや CMOS センサなどの固体撮像素子の撮像面、或いは、銀塩フィルムのフィルム面等を示す。これらの符号等は実施例 2 ~ 実施例 4 で示す各レンズ断面図においても同様である。

【 0 0 8 2 】

(2) 数値実施例

次に、当該光学系の具体的数値を適用した数値実施例について説明する。表 1 に当該光学系のレンズデータを示す。表 1 において、「面 No.」は物体側から数えたレンズ面の順番（面番号）、「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 $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ）に対する屈折率、「vd」は d 線に対するアッベ数をそれぞれ示している。また、表 2 は、表 1 に示した光軸上の可変間隔である。また、各条件式（1）～条件式（9）の数値を表 9 に示す。なお、各表中の長さの単位は全て「mm」であり、画角の単位は全て「°」である。これらの表に関する事項は実施例 2 ~ 実施例 4 で示す各表においても同様であるため、以下では説明を省略する。

【 0 0 8 3 】

図 2 に当該光学系の無限遠合焦時の縦収差図をそれぞれ示す。それぞれの縦収差図は、図面に向かって左から順に、球面収差、非点収差、歪曲収差を表している。球面収差を表す図では、縦軸は開放 F 値との割合、横軸にデフォーカスを取り、実線が d 線（波長 $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ）、破線が C 線（波長 $\lambda = 656.3 \text{ nm}$ ）、一点鎖線が g 線（波長 $\lambda = 435.8 \text{ nm}$ ）における球面収差を表す。非点収差を表す図では、縦軸は像高、横軸にデフォーカスを取り

10

20

30

40

50

、実線がサジタル面、破線がメリジオナル面での非点収差を表す。歪曲収差を表す図では、縦軸は像高、横軸に%をとり、歪曲収差を表す。これらの縦収差図に関する事項は実施例 2 ～ 実施例 4 で示す各縦収差図においても同様であるため、以下では説明を省略する。

【 0 0 8 4 】

また、当該光学系の焦点距離 (f)、F 値 (Fno)、半画角 (ω) は以下のとおりである。

$$f = 82.500$$

$$Fno = 1.829$$

$$\omega = 14.835$$

【 0 0 8 5 】

10

【表 1】

面NO.	r	d	Nd	vd	
1	136.9943	3.949	1.83481	42.72	
2	-1343.8273	0.200			
3	50.9586	8.245	1.43700	95.10	
4	-151.4848	1.500	1.84666	23.78	
5	-2724.2546	D6			
6	-110.3115	2.800	1.84666	23.78	
7	-64.8320	1.500	1.51680	64.20	
8	40.7708	D9			
9	35.1699	7.463	1.83481	42.72	
10	-309.4906	0.200			
11	123.5636	5.324	1.49700	81.61	
12	-52.4842	1.300	1.64769	33.84	
13	22.4308	9.198			
14	INF	1.500			(開口絞り)
15	475.3063	1.000	1.67270	32.17	
16	102.2144	1.016			
17	63.3790	2.900	1.72916	54.67	
18	792.0189	4.876			
19	-24.9593	1.500	1.64769	33.84	
20	181.2022	6.000	1.83481	42.72	
21	-35.7170	1.236			
22	-203.9183	3.000	1.95375	32.32	
23	-70.4915	40.387			
24	0.0000	2.000	1.51680	64.20	
25	0.0000	1.000			

20

30

40

【 0 0 8 6 】

【表 2】

撮影距離	INF	800.00
D6	3.831	13.705
D9	11.874	2.000

【実施例 2】

【0087】

(1) 光学系の構成

図 3 は、本件発明に係る実施例 2 の光学系の無限遠合焦時におけるレンズ構成を示すレンズ断面図である。当該光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 とから構成されている。

【0088】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、正の屈折力を有するレンズ L 1 と、正の屈折力を有するレンズ L 2 と、負の屈折力を有するレンズ L 3 及び正の屈折力を有する正レンズ L 4 を接合した接合レンズと、から構成される。

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた正の屈折力を有するレンズ L 5 と、負の屈折力を有する両凹レンズ L 6 とを接合した接合レンズにより構成される。

【0089】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、正の屈折力を有する物体側群 G 3 a と、開口絞りと、正の屈折力を有する像側群 G 3 b と、から構成される。物体側群 G 3 a は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有するレンズ L 7 と、正の屈折力を有するレンズ L 8 と、負の屈折力を有する両凹レンズ L 9 と、から構成される。像側群 G 3 b は、物体側から順に、負の屈折力を有するレンズ L 10 と、正の屈折力を有するレンズ L 11 と、物体側に凹面を向けた負の屈折力を有するレンズ L 12 及び正の屈折力を有するレンズ L 13 を接合した接合レンズと、像側に凸面を向けた正の屈折力を有するレンズ L 14 と、から構成される。

【0090】

当該実施例 2 の光学系において、無限遠物体から近距離物体への合焦の際、第 1 レンズ群 G 1 と第 3 レンズ群 G 3 が光軸方向に固定された状態で、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って像面 IMG 側に移動する。また、手振れ等により撮像時に振動が発生した時には、防振群として、第 3 レンズ群 G 3 の像側群 G 3 b 中のレンズ L 11 を光軸と垂直な方向に動かすことで、像面 IMG 上の像のブレを補正する。なお、実施例 1 と同様に、このレンズ L 11 以外のレンズを防振群としてもよいのは勿論である。

【0091】

(2) 数値実施例

次に、当該光学系の具体的数値を適用した数値実施例について説明する。表 3 は、当該光学系のレンズデータであり、表 4 は、表 3 に示した光軸上の可変間隔である。また、表 9 に条件式 (1) ~ 条件式 (9) の数値を示す。さらに、図 4 は、当該光学系の無限遠合焦時の縦収差図である。

【0092】

また、当該光学系の焦点距離 (f)、F 値 (Fno)、半画角 (ω) は以下のとおりである。

$$f = 82.500$$

$$Fno = 1.830$$

$$\omega = 14.835$$

【0093】

【表 3】

面NO.	r	d	Nd	vd	
1	111.0544	5.034	1.83481	42.72	
2	-633.0510	0.200			
3	54.1321	5.106	1.49700	81.61	
4	188.4730	2.429			
5	-213.0729	1.700	1.79098	27.60	
6	140.7417	4.436	1.43875	94.94	
7	-135.8544	D8			
8	-141.2148	3.000	1.84666	23.78	
9	-74.1810	1.500	1.57809	64.20	
10	45.3199	D11			
11	36.3762	5.818	1.83481	42.72	
12	370.8124	0.200			
13	63.3674	4.499	1.64822	60.45	
14	-164.9546	0.200			
15	-157.4577	1.200	1.66654	32.68	
16	22.7400	10.138			
17	INF	2.342			(開口絞り)
18	-804.9285	0.800	1.53527	57.43	
19	77.9404	1.000			
20	65.6129	2.800	1.72916	54.67	
21	0.0000	3.607			
22	-23.3779	1.000	1.69346	30.59	
23	153.6514	5.304	1.83481	42.72	
24	-34.0115	0.200			
25	-167.8394	2.939	1.95375	32.32	
26	-55.9810	42.009			
27	0.0000	2.000	1.51680	64.20	
28	0.0000	1.000			

【 0 0 9 4 】

【表 4】

撮影距離	INF	800.00
D8	2.000	12.540
D11	12.540	2.000

【実施例 3】

【 0 0 9 5 】

(1) 光学系の構成

図 5 は、本件発明に係る実施例 3 の無限遠合焦時におけるレンズ構成を示すレンズ断面図である。当該光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、から構成されている。

【 0 0 9 6 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、正の屈折力を有するレンズ L 1 と、正の屈折力を有するレンズ L 2 と、負の屈折力を有するレンズ L 3 及び正の屈折力を有するレンズ L 4 を接合した接合レンズと、から構成される。

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に像面側に凸面を向けた正の屈折力を有するレンズ L 5 と、負の屈折力を有する両凹レンズ L 6 とを接合した接合レンズにより構成される。

10

【 0 0 9 7 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、負の屈折力を有する物体側群 G 3 a と、開口絞りと、正の屈折力を有する像側群 G 3 b と、から構成される。物体側群 G 3 a は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有するレンズ L 7 と負の屈折力を有する両凹レンズ L 8 とを接合した接合レンズにより構成される。像側群 G 3 b は、物体側から順に、正の屈折力を有するレンズ L 9 と、負の屈折力を有する両凹レンズ L 10 と、正の屈折力を有する両凸レンズ L 11 及び負の屈折力を有する両凹レンズ L 12 を接合した接合レンズと、像側に凸面を向けた正の屈折力を有するレンズ L 13 と、から構成される。

【 0 0 9 8 】

当該実施例 3 の光学系において、無限遠物体から近距離物体への合焦の際、第 1 レンズ群 G 1 と第 3 レンズ群 G 3 が光軸方向に固定された状態で、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って像面 I M G 側に移動する。また、手振れ等により撮像時に振動が発生した時には、防振群として、第 3 レンズ群 G 3 の像側群 G 3 b 中のレンズ L 13 を光軸と垂直な方向に動かすことで、像面 I M G 上の像のブレを補正する。なお、実施例 1 と同様に、このレンズ L 13 以外のレンズを防振群としてもよいのは勿論である。

20

【 0 0 9 9 】

(2) 数値実施例

次に、当該光学系の具体的数値を適用した数値実施例について説明する。表 5 は、当該光学系のレンズデータであり、表 6 は、表 5 に示した光軸上の可変間隔である。また、表 9 に条件式 (1) ~ 条件式 (9) の数値を示す。さらに、図 6 は、当該光学系の無限遠合焦時の縦収差図である。

30

【 0 1 0 0 】

また、当該光学系の焦点距離 (f)、F 値 ($F n o$)、半画角 (ω) は以下のとおりである。

$$f = 113.000$$

$$F n o = 1.456$$

$$\omega = 10.632$$

【 0 1 0 1 】

【表 5】

面NO.	r	d	Nd	vd	
1	169.5961	8.129	1.80420	46.50	
2	-565.0665	0.300			
3	80.1740	7.570	1.88100	40.14	
4	184.8786	4.006			
5	-1759.8053	5.430	1.68893	31.16	
6	58.7479	13.680	1.49700	81.61	
7	-429.4037	D8			
8	359.5742	7.310	1.80809	22.76	
9	-82.1294	1.300	1.88100	40.14	
10	68.0222	D11			
11	74.0332	9.400	1.72916	54.67	
12	-76.7808	2.146	1.71736	29.50	
13	47.3187	8.400			
14	0.0000	1.440			(開口絞り)
15	55.4814	6.408	1.88100	40.14	
16	-1699.5922	1.450			
17	-143.0842	1.600	1.69895	30.05	
18	46.8539	5.400			
19	62.1770	8.794	2.00100	29.13	
20	-54.6956	1.600	1.69895	30.05	
21	46.8048	2.070			
22	117.1331	4.130	1.88100	40.14	
23	-179.3981	43.111			
24	0.0000	2.000	1.51680	64.20	
25	0.0000	1.000			

10

20

30

【 0 1 0 2 】

【表 6】

撮影距離	INF	1000.00
D8	3.623	17.362
D11	15.885	2.146

40

【実施例 4】

【 0 1 0 3 】

(1) 光学系の構成

図 7 は、本件発明に係る実施例 4 の光学系の無限遠合焦時におけるレンズ構成を示すレンズ断面図である。当該光学系は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、から構成されている。

50

【 0 1 0 4 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、正の屈折力を有するレンズ L 1 と、正の屈折力を有するレンズ L 2 及び負の屈折力を有するレンズ L 3 を接合した接合レンズと、から構成される。

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、負の屈折力を有する両凹レンズ L 4 と、像面側に凹面を向けた負の屈折力を有するレンズ L 5 及び正の屈折力を有するレンズ L 6 を接合した接合レンズと、から構成される。

【 0 1 0 5 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、負の屈折力を有する物体側群 G 3 a と、開口絞りと、正の屈折力を有する像側群 G 3 b と、から構成される。物体側群 G 3 a は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有するレンズ L 7 と、負の屈折力を有する両凹レンズ L 8 と、から構成される。像側群 G 3 b は、物体側から順に、正の屈折力を有するレンズ L 9 と、負の屈折力を有するレンズ L 10 と、正の屈折力を有する両凸レンズ L 11 及び負の屈折力を有する両凹レンズ L 12 を接合した接合レンズと、像側に凸面を向けた正の屈折力を有するレンズ L 13 と、から構成される。

【 0 1 0 6 】

当該実施例 4 の光学系において、無限遠物体から近距離物体への合焦の際、第 1 レンズ群 G 1 と第 3 レンズ群 G 3 が光軸方向に固定された状態で、第 2 レンズ群 G 2 が光軸に沿って像面 I M G 側に移動する。また、手振れ等により撮像時に振動が発生した時には、防振群として、第 3 レンズ群 G 3 の像側群 G 3 b 中のレンズ L 10 を光軸と垂直な方向に動かすことで、像面 I M G 上の像のブレを補正する。なお、実施例 1 と同様に、このレンズ L 10 以外のレンズを防振群としてもよいのは勿論である。

【 0 1 0 7 】

(2) 数値実施例

次に、当該光学系の具体的数値を適用した数値実施例について説明する。表 7 は、当該光学系のレンズデータであり、表 8 は、表 7 に示した光軸上の可変間隔である。また、表 9 に条件式 (1) ~ 条件式 (9) の数値を示す。さらに、図 8 は、当該光学系の無限遠合焦時の縦収差図である。

【 0 1 0 8 】

また、当該光学系の焦点距離 (f)、F 値 ($F n o$)、半画角 (ω) は以下のとおりである。

$$f = 83.300$$

$$F n o = 1.476$$

$$\omega = 14.665$$

【 0 1 0 9 】

10

20

30

【表 7】

面NO.	r	d	Nd	vd	
1	152.1262	6.865	1.72916	54.67	
2	-284.0479	0.880			
3	57.3260	9.144	1.49700	81.61	
4	-448.8525	2.300	1.84666	23.78	
5	276.0781	D5			
6	-185.4005	1.900	1.48749	70.24	
7	65.9621	2.582			
8	185.6692	1.900	1.48749	70.44	
9	29.5626	4.700	1.90366	31.31	
10	37.5253	D10			
11	76.9019	7.000	1.59282	68.62	
12	-94.7793	1.500			
13	-58.6391	1.900	1.69895	30.05	
14	56.5062	6.490			
15	0.0000	1.397			(開口絞り)
16	81.3681	9.060	1.91082	35.25	
17	-78.0937	1.880			
18	156.7608	0.984	1.48749	70.44	
19	70.7126	2.850			
20	43.5682	10.750	1.59282	68.62	
21	-41.4984	2.100	1.62004	36.30	
22	35.4243	2.300			
23	93.1880	4.120	1.91082	35.25	
24	-4810.7453	39.933			
25	0.0000	2.000	1.51680	64.20	
26	0.0000	1.0000			

10

20

30

【 0 1 1 0 】

【表 8】

撮影距離	INF	850.00
D5	4.785	15.103
D10	17.448	7.130

40

【 0 1 1 1 】

【表 9】

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
条件式(1)	$f3b/f$	0.807	0.867	0.572	0.481
条件式(2)	$f3/f$	0.829	0.806	0.762	0.722
条件式(3)	$Cr3af/f$	0.426	0.441	0.655	0.923
条件式(4)	$Cr3af/Cr3ar$	1.568	1.600	1.565	1.361
条件式(5)	$ f2 /f$	0.788	0.795	0.773	0.694
条件式(6)	$f3/(f \times \tan \omega)$	3.132	3.041	4.058	2.759
条件式(7)	$ f3a /f3b$	2.854	2.223	3.718	2.718
条件式(8)	$f1/f$	0.932	0.960	0.853	0.965
条件式(9)	$ (1 - \beta_{vc}) \times \beta_r $	0.495	0.511	0.578	0.220

10

【産業上の利用可能性】

【0112】

本件発明によれば、小型の撮像システムに好適な小型、高性能、且つ、大口径の光学系及び撮像装置を提供することができる。

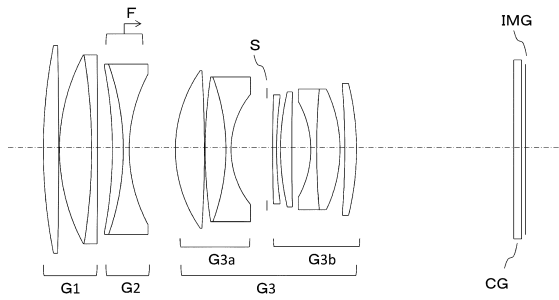
【符号の説明】

20

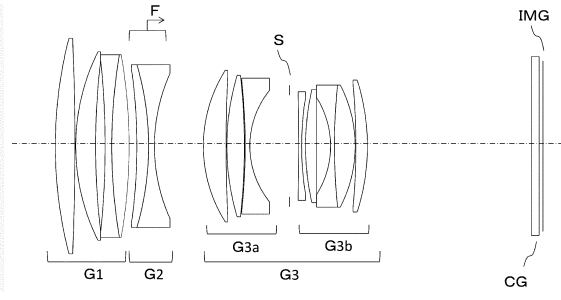
【0113】

G1 . . . 第1レンズ群
 G2 . . . 第2レンズ群
 G3 . . . 第3レンズ群
 G3a . . . 物体側群
 G3b . . . 像側群
 S . . . 開口絞り
 CG . . . カバーガラス
 IMG . . . 像面

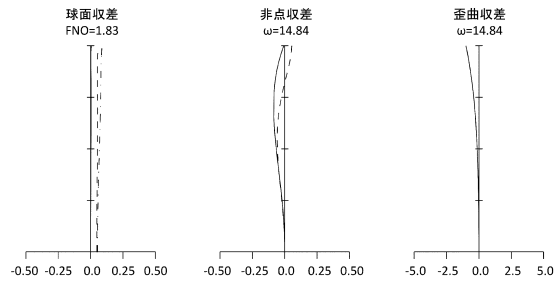
【図 1】



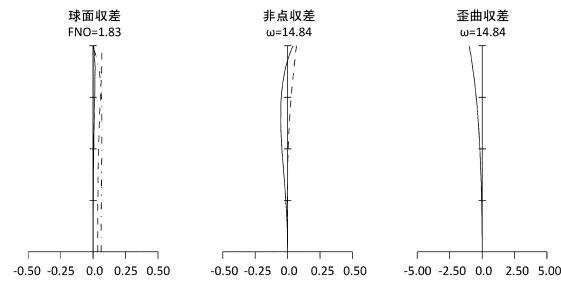
【図 3】



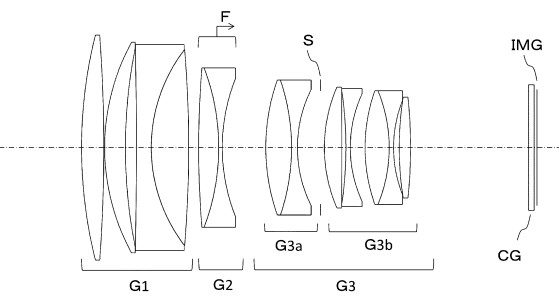
【図 2】



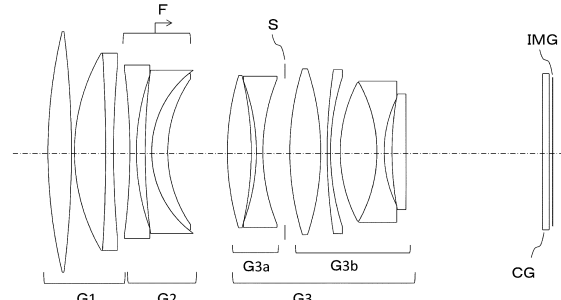
【図 4】



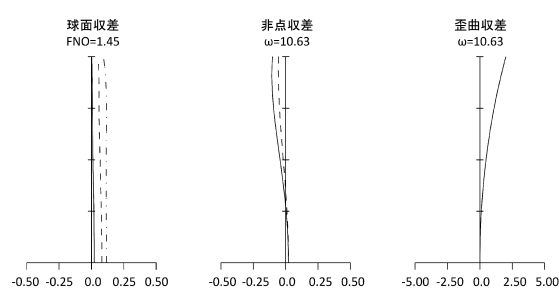
【図 5】



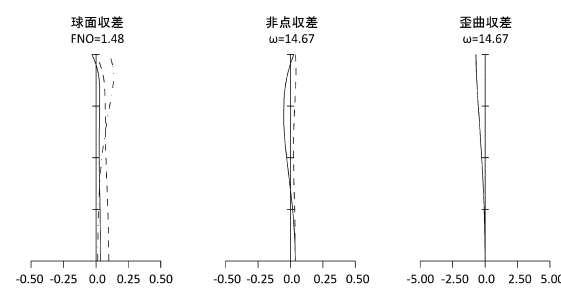
【図 7】



【図 6】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 岩澤 嘉人

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 小倉 宏之

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

(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