

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7579859号
(P7579859)

(45)発行日 令和6年11月8日(2024.11.8)

(24)登録日 令和6年10月30日(2024.10.30)

(51)国際特許分類 F I
G 0 2 B 13/00 (2006.01) G 0 2 B 13/00
G 0 2 B 13/18 (2006.01) G 0 2 B 13/18

請求項の数 6 (全23頁)

(21)出願番号	特願2022-534448(P2022-534448)	(73)特許権者	516180667 北京小米移動軟件有限公司 Beijing Xiaomi Mobile Software Co., Ltd. 中華人民共和國, 100085, 北京市 海淀区西二旗中路33号院6号楼8層0 18号 No. 018, Floor 8, Building 6, Yard 33, Middle Xierqi Road, Haidian District, Beijing 100085, China
(86)(22)出願日	令和4年5月5日(2022.5.5)	(74)代理人	110002734 弁理士法人藤本パートナーズ
(65)公表番号	特表2024-519623(P2024-519623 A)	(72)発明者	帯金 靖彦
(43)公表日	令和6年5月21日(2024.5.21)		
(86)国際出願番号	PCT/CN2022/091050		
(87)国際公開番号	WO2023/212878		
(87)国際公開日	令和5年11月9日(2023.11.9)		
審査請求日	令和4年8月19日(2022.8.19)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学系、及び光学系を備えた撮像装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から像側へ順に並ぶ、正の屈折力を有する第一レンズ群と、負の屈折力を有する第二レンズ群と、負の屈折力を有する第三レンズ群と、から構成され、

フォーカシング時に、

前記第二レンズ群は、光軸に沿って移動し、

前記第一レンズ群及び前記第三レンズ群は、結像面に対する光軸方向の位置を固定され、

前記第二レンズ群の最物体側面から最像側面までの距離をOAL2とし、光学系全体の最物体側面から結像面までの距離をOALとしたときに、

$$0.06 \leq OAL2 / OAL$$

を満し、

前記第二レンズ群は、

少なくとも一枚の正の屈折力を有するレンズと、

少なくとも一枚の負の屈折力を有するレンズと、を有し、

前記第二レンズ群中において、正の屈折力の最も強いレンズは、負の屈折力の最も強いレンズより像側に位置する、光学系。

【請求項2】

光学系全体の無限遠合焦時の焦点距離をfとしたときに、

$$OAL / f \leq 2.00$$

を満たす、請求項 1 に記載の光学系。

【請求項 3】

光学系全体の最大横倍率を B としたときに、

$$0.50 \leq |B|$$

を満たす、請求項 1 に記載の光学系。

【請求項 4】

前記第二レンズ群の無限遠合焦時の横倍率を b_2 とし、前記第三レンズ群の無限遠合焦時の横倍率を b_3 としたときに、

$$-1.0 \leq (1 - b_2^2) \times b_3^2 \leq -2.0$$

を満たす、請求項 1 に記載の光学系。

10

【請求項 5】

光学系全体の無限遠合焦時の焦点距離を f とし、前記第二レンズ群の焦点距離を f_2 としたときに、

$$-0.7 \leq f_2 / f \leq -0.1$$

を満たす、請求項 1 に記載の光学系。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の光学系と、

前記光学系の像面側に配置され、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影素子と、を備える、撮影装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のレンズ群を備える光学系、及びこの光学系を備えた撮像装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、物体側から像側へ順に並び、正の屈折力を有する第一レンズ群と、負の屈折力を有する第二レンズ群と、第三レンズ群と、を備え、フォーカシング時に第二レンズ群のみが光軸に沿って移動する光学系として、特許文献 1 (日本国特許 5749629 号公報) 及び特許文献 2 (日本国特開 2021-173847 号公報) に記載の光学系が知られている。

30

【0003】

しかしながら、特許文献 1 に記載の光学系では近距離撮像が不十分であり、特許文献 2 に記載の光学系では、焦点距離に対する光学系の全長の比が大きく、小型化が不十分であった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】日本国特許 5749629 号公報

【文献】日本国特開 2021-173847 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

そこで、本発明は、小型かつ近距離撮像可能な光学系、及び前記光学系を備えた撮像装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る光学系は、

物体側から像側へ順に並び、正の屈折力を有する第一レンズ群と、負の屈折力を有する第二レンズ群と、負の屈折力を有する第三レンズ群と、を備え、

50

フォーカシング時に、
 前記第二レンズ群は、光軸に沿って移動し、
 前記第一レンズ群及び前記第三レンズ群は、結像面に対する光軸方向の位置を固定され、

前記第二レンズ群の最物体側面から最像側面までの距離を $OAL2$ とし、光学系全体の最物体側面から結像面までの距離を OAL としたときに、

$$0.06 \leq OAL2 / OAL$$

を満たす。

【0007】

前記光学系において、
 前記第二レンズ群は、
 少なくとも一枚の正の屈折力を有するレンズと、
 少なくとも一枚の負の屈折力を有するレンズと、を有し、
 前記第二レンズ群中において、正の屈折力の最も強いレンズは、負の屈折力の最も強いレンズより像側に位置してもよい。

10

【0008】

また、前記光学系において、
 光学系全体の無限遠合焦時の焦点距離を f としたときに、

$$OAL / f \leq 2.00$$

を満たしてもよい。

20

【0009】

また、前記光学系において、
 光学系全体の最大横倍率を B としたときに、

$$0.50 \leq |B|$$

を満たしてもよい。

【0010】

また、前記光学系において、
 前記第二レンズ群の無限遠合焦時の横倍率を $b2$ とし、前記第三レンズ群の無限遠合焦時の横倍率を $b3$ としたときに、

$$-1.00 \leq (1 - b2^2) \times b3^2 \leq -2.00$$

30

を満たしてもよい。

【0011】

また、前記光学系において、
 光学系全体の無限遠合焦時の焦点距離を f とし、前記第二レンズ群の焦点距離を $f2$ としたときに、

$$-0.70 \leq f2 / f \leq -0.10$$

を満たしてもよい。

【0012】

また、本発明に係る撮像装置は、
 上記いずれかの光学系と、
 前記光学系の像面側に配置され、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影素子と、を備える。

40

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は、本実施形態に係る撮像装置の構成を示す模式図である。

【図2】図2は、実施例1の光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成図である。

【図3】図3は、実施例1の光学系の最至近合焦状態におけるレンズ構成図である。

【図4】図4は、実施例1の光学系の無限遠合焦状態における縦収差図である。

【図5】図5は、実施例1の光学系の像倍率「-0.5倍」における縦収差図である。

【図6】図6は、実施例1の光学系の像倍率「-1.0倍」における縦収差図である。

50

【図 7】図 7 は、実施例 2 の光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成図である。
 【図 8】図 8 は、実施例 2 の光学系の最至近合焦状態におけるレンズ構成図である。
 【図 9】図 9 は、実施例 2 の光学系の無限遠合焦状態における縦収差図である。
 【図 10】図 10 は、実施例 2 の光学系の像倍率「- 0.5 倍」における縦収差図である。
 【図 11】図 11 は、実施例 2 の光学系の像倍率「- 1.0 倍」における縦収差図である。
 【図 12】図 12 は、実施例 3 の光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成図である。
 【図 13】図 13 は、実施例 3 の光学系の最至近合焦状態におけるレンズ構成図である。
 【図 14】図 14 は、実施例 3 の光学系の無限遠合焦状態における縦収差図である。
 【図 15】図 15 は、実施例 3 の光学系の像倍率「- 0.5 倍」における縦収差図である。
 【図 16】図 16 は、実施例 3 の光学系の像倍率「- 1.0 倍」における縦収差図である。 10
 【図 17】図 17 は、実施例 4 の光学系の無限遠合焦状態におけるレンズ構成図である。
 【図 18】図 18 は、実施例 4 の光学系の最至近合焦状態におけるレンズ構成図である。
 【図 19】図 19 は、実施例 4 の光学系の無限遠合焦状態における縦収差図である。
 【図 20】図 20 は、実施例 4 の光学系の像倍率「- 0.5 倍」における縦収差図である。
 【図 21】図 21 は、実施例 4 の光学系の像倍率「- 1.0 倍」における縦収差図である。
 【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の一実施形態について、添付図面を参照しつつ説明する。

【0015】

本実施形態に係る撮像装置 1 は、図 1 に示すように、光学系 2 と、光学系 2 の結像面位置に配置される撮像素子 3 と、撮像素子 3 から送られた撮像（画像）データを表示する液晶画面 4 と、を備える。また、撮像装置 1 は、光学系 2 を駆動する駆動部（図示省略）を備える。この駆動部は、VCM（ボイスコイルモーター）等のアクチュエーターであり、光学系 2 に含まれる所定のレンズ又はレンズ群等を撮像素子 3 の受光面に対して略垂直な方向（光軸方向）に駆動する。また、撮像素子 3 は、光学系 2 によって形成された光学像を電気的信号（撮像データ）に変換する素子であり、本実施形態の撮像素子 3 は、CMOS イメージセンサーである。 20

【0016】

光学系 2 は、いわゆるインナーフォーカス光学系であり、本実施形態の光学系 2 は、プリズムや反射鏡等の反射光学素子によって光軸（光路）C を屈曲させる、いわゆるペリスコープ型の望遠レンズである。具体的に、光学系 2 は、光軸 C に沿って物体側から像側へ順に、光軸 C を屈曲させるプリズム 20 と、光軸 C 上に並ぶ複数のレンズ群 G と、を備える。また、光学系 2 は、開口絞り 24 と、複数のレンズ群 G と撮像素子 3 との間に配置される光学フィルター 25 と、複数のレンズ群 G を保持する鏡筒 26 と、を備える。 30

【0017】

複数のレンズ群 G は、光軸 C に沿って物体側から像側へ順に、少なくとも、第一レンズ群 21 と、第二レンズ群 22 と、第三レンズ群 23 と、を含む。これら各レンズ群 21、22、23 のそれぞれは、少なくとも一つのレンズ（光学素子）を含む。

【0018】

尚、本実施形態の光学系 2 において、レンズ群 21 ~ 23 は、便宜上の名称であり、一つの光学素子（レンズ等）のみによって構成されるものも含む。即ち、第一 ~ 第三レンズ群 21、22、23 のそれぞれは、少なくとも一つのレンズ等の光学素子を有する。また、光学系 2 において、フォーカシング時に光軸 C 上の位置が固定されている光学素子（レンズ等）と、移動する光学素子との間でそれぞれ区分けし、区分けされた領域内の前記固定されている少なくとも一つの光学素子を一つのレンズ群とし、区分けされた領域内の前記移動する少なくとも一つの光学素子を別のレンズ群とする。 40

【0019】

この光学系 2 では、フォーカシング時に、第二レンズ群 22 は、光軸 C に沿って移動し、第一レンズ群 21 及び第三レンズ群 23 は、撮像素子 3（光学系 2 の結像面）に対する光軸 C 方向の位置を固定されている。即ち、本実施形態の光学系 2 において、各レンズ群 50

2 1、2 2、2 3のうち、第二レンズ群 2 2 がフォーカスレンズ群 F を構成する。

【 0 0 2 0 】

以下では、光学系 2 における各レンズ群 2 1 ~ 2 3 の詳細について説明する。

【 0 0 2 1 】

第一レンズ群 2 1 は、複数（本実施形態の例では、四つ）のレンズを含み、正の屈折力を有する。また、第二レンズ群 2 2 は、複数（本実施形態の例では、二つ）のレンズを含み、負の屈折率を有する。また、第三レンズ群 2 3 は、複数（本実施形態の例では、二つ）のレンズを含み、負の屈折力を有する。

【 0 0 2 2 】

ここで、第二レンズ群 2 2 の最物体側面から最像側面までの距離を $OAL2$ とし、光学系 2 全体の最物体側面から結像面までの距離を OAL としたときに、光学系 2 は、下記の式 (1) を満たす。

$$0.06 \leq OAL2 / OAL \leq 1 \quad (1)$$

【 0 0 2 3 】

この光学系 2 では、光軸 C に沿って配置される複数のレンズ群 G において、正の屈折力を有する第一レンズ群 2 1 が最も物体側に配置され、負の屈折力を有する第二レンズ群 2 2 が第一レンズ群 2 1 の像側に配置され、負の屈折力を有する第三レンズ群 2 3 が最も像側に配置されている。これにより、光学系 2 においてテレフォットのパワー配置を取ることが容易となるため、第一レンズ群 2 1 の焦点距離を短くすることができ、その結果、光学系 2 の小型化（詳しくは、光軸 C 方向の小型化）を実現することができる。

【 0 0 2 4 】

しかも、フォーカシング時には第二レンズ群を可動とし、前後のレンズ群 2 1、2 3 との収差変動バランスを調整する事で、全体繰り出し方式と比較して近接撮像時の像面湾曲変動を抑える事ができるため、近接撮像距離をより短くすることが可能となる。

【 0 0 2 5 】

更に、第一レンズ群 2 1 と第三レンズ群 2 3 とを結像面に対して固定し、可動とするレンズ群を第二レンズ群 2 2 のみとする事で、メカやアクチュエーターに対する負荷を軽減することができ、これにより、光学系 2 を含む撮像装置 1 全体の小型化の実現が可能となる。

【 0 0 2 6 】

また、上記の式 (1) は、光学系 2 全体の最物体側面から結像面までの距離に対する第二レンズ群 2 2 の最物体側面から最像側面までの距離の比率 ($OAL2 / OAL$) を規定しており、この比率 ($OAL2 / OAL$) が下限値 (0 . 0 6) を下回ると、全フォーカス領域の中での収差補正が不十分となり結像性能が不十分となる。そこで、本実施形態の光学系 2 では、光学系 2 全体の最物体側面から結像面までの距離に対する第二レンズ群 2 2 の最物体側面から最像側面までの距離の比率 ($OAL2 / OAL$) を式 (1) の範囲とすることで、全フォーカス領域の中で十分な収差補正を行えるようにし、これにより、十分な結像性能を確保した。

【 0 0 2 7 】

尚、本実施形態の光学系 2 において、前記比率 ($OAL2 / OAL$) は、

$$0.11 \leq OAL2 / OAL \leq 0.30$$

を満たすことが好ましく、

$$0.15 \leq OAL2 / OAL \leq 0.22$$

を満たすことが、より好ましい。

【 0 0 2 8 】

また、光学系 2 において、第二レンズ群 2 2 が、少なくとも一枚の正の屈折力を有するレンズと、少なくとも一枚の負の屈折力を有するレンズと、を有し、第二レンズ群 2 2 中において正の屈折力の最も強いレンズ 2 2 1 が負の屈折力の最も強いレンズ 2 2 2 より像側に位置してもよい。

【 0 0 2 9 】

10

20

30

40

50

この構成によれば、第二レンズ群 2 2 の移動のみで無限遠から近接撮影までの全フォーカス領域での収差補正を実現することができる。詳しくは、以下の通りである。

【 0 0 3 0 】

第二レンズ群 2 2 の移動のみで無限遠から近接撮影までの全フォーカス領域での収差補正を実現するためには、第二レンズ群 2 2 の物体側では第一レンズ群 2 1 で強く収束した軸上光束を適度に収束した光束とし、周辺光束は跳ね上げて第二レンズ群 2 2 の像側に導くために負のパワーが必要となる。また、第二レンズ群 2 2 の像側では、所望の F ナンバーとなるように収束させる正のパワーが必要となる。

【 0 0 3 1 】

そこで、本実施形態の光学系 2 では、上記構成のように、第二レンズ群 2 2 が正の屈折力を有する少なくとも一つのレンズと負の屈折力を有する少なくとも一つのレンズとを具備し、第二レンズ群 2 2 中で正の屈折力の最も強いレンズ 2 2 1 が負の屈折力の最も強いレンズ 2 2 2 よりも像側に位置する構成を採用することによって、第二レンズ群 2 2 の移動のみで無限遠から近接撮影までの全フォーカス領域での好適な収差補正を可能とした。

10

【 0 0 3 2 】

また、光学系 2 において、光学系全体の無限遠合焦時の焦点距離を f としたときに、該光学系 2 は、下記の式 (2) を満たしてもよい。

$$0 . A L / f \quad 2 . 0 0 \quad \cdots (2)$$

【 0 0 3 3 】

上記の式 (2) は、焦点距離に対する光学系全体の最物体側面から像面までの距離の比率 ($O A L / f$) を規定しており、この比率 ($O A L / f$) が上限値 ($2 . 0 0$) を上回ると、光学全長を十分に短くできていないとは言えず、光学系 2 のみならず該光学系 2 を備える撮像装置 1 全体の小型化も実現できない。そこで、本実施形態の光学系 2 では、焦点距離に対する光学系全体の最物体側面から像面までの距離の比率 ($O A L / f$) を式 (2) の範囲とすることで、光学全長を十分に短くし、これにより、光学系 2 のみならず該光学系 2 を備える撮像装置 1 全体の小型化も図っている。

20

【 0 0 3 4 】

尚、本実施形態の光学系 2 において、前記比率 ($O A L / f$) は、

$$0 . 8 0 \quad O A L / f \quad 1 . 5 0$$

を満たすことが好ましく、

$$0 . 9 0 \quad O A L / f \quad 1 . 0 0$$

を満たすことが、より好ましい。

30

【 0 0 3 5 】

また、光学系 2 において光学系全体の最大横倍率を B としたときに、該光学系 2 は、下記の式 (3) を満たしてもよい。

$$0 . 5 0 \quad | B | \quad \cdots (3)$$

【 0 0 3 6 】

上記の式 (3) は、光学系全体の最大横倍率を規定しており、この数値が下限値 ($0 . 5 0$) を下回ると、十分に近距離撮像ができているとはいえず、撮像可能な物体距離を短くすることができない。そこで、本実施形態の光学系 2 では、光学系全体の最大横倍率を式 (3) の範囲とすることで、撮像可能な物体距離を短くし、これにより、小型かつ近距離撮像可能な光学系 2、及び該光学系 2 および撮像装置 1 を実現可能とした。

40

【 0 0 3 7 】

ここで、最大横倍率は、近距離撮像の程度を表す数値であり、被写体の物体の高さに対する撮像面の像の高さの比率である。例えば、近距離撮像時で $| B |$ が $1 . 0 0$ のときに被写体と撮像面の大きさが等しくなる。また、遠距離撮像時には $| B |$ は $0 . 0 0$ に近づくことになる。

【 0 0 3 8 】

尚、本実施形態の光学系 2 において、光学系全体の最大横倍率は、

$$0 . 7 5 \quad | B |$$

50

を満たすことが好ましく、

$$1.00 \quad |B|$$

を満たすことが、より好ましい。

【0039】

また、光学系2において、第二レンズ群の無限遠合焦時の横倍率を b_2 とし、第三レンズ群の無限遠合焦時の横倍率を b_3 としたときに、該光学系2は、下記の式(4)を満たしてもよい。

$$-1.00 \quad (1 - b_2^2) \times b_3^2 \quad -2.00 \quad \dots \quad (4)$$

【0040】

上記の式(4)は、第二レンズ群22の光軸C方向の移動量に対する結像面の移動量の比率 $((1 - b_2^2) \times b_3^2)$ を規定しており、全体繰り出しの光学系ではこの数式に該当する数値は1であるが、本実施形態の光学系2のようなインナーフォーカス光学系では、その比率を負の値で大きくとることで、少ない移動量で近距離撮像可能にし、光学系2全体の小型化を実現している。この比率 $((1 - b_2^2) \times b_3^2)$ が下限値 (-1.00) を下回ると、第二レンズ群22の光軸C方向の移動量に対する結像面の移動量が大きくなりすぎ、アクチュエーター等の駆動装置で第二レンズ群22の停止位置精度を上げることが困難となる。一方、この比率 $((1 - b_2^2) \times b_3^2)$ が上限値 (-2.00) を上回ると、近距離撮像のための第二レンズ群22の移動量が大きくなるため、光学系2全体の小型化が困難となる。そこで、本実施形態の光学系2では、第二レンズ群22の光軸C方向の移動量に対する結像面の移動量の比率 $((1 - b_2^2) \times b_3^2)$ を上記の式(4)の範囲とすることで、フォーカシング時のアクチュエーター等による第二レンズ群22の停止位置精度の向上と、光学系2全体の小型化と、のバランスを図っている。

【0041】

尚、本実施形態の光学系2において、前記比率 $((1 - b_2^2) \times b_3^2)$ は、

$$-9.00 \quad (1 - b_2^2) \times b_3^2 \quad -2.50$$

を満たすことが好ましく、

$$-8.00 \quad (1 - b_2^2) \times b_3^2 \quad -5.00$$

を満たすことが、より好ましい。

【0042】

また、光学系2において、光学系全体の無限遠合焦時の焦点距離を f とし、前記第二レンズ群の焦点距離を f_2 としたときに、該光学系2は、下記の式(5)を満たしてもよい。

$$-0.70 \quad f_2 / f \quad -0.10 \quad \dots \quad (5)$$

【0043】

上記の式(5)は、光学系2全体の無限遠合焦時の焦点距離に対する第二レンズ群22の焦点距離の比率 (f_2 / f) を規定しており、この比率 (f_2 / f) が下限値 (-0.70) を下回ると、第二レンズ群22のパワーが弱くなり、近距離撮像のための第二レンズ群22の移動量が大きくなるため、光学系2全体の小型化が困難となる。一方、この比率 (f_2 / f) が上限値 (-0.10) を上回ると、第二レンズ群22の光軸C方向の移動量に対する結像面の移動量が大きくなりすぎ、アクチュエーター等の駆動装置での第二レンズ群22の停止位置精度を上げることが困難となる。そこで、本実施形態の光学系2では、光学系2全体の無限遠合焦時の焦点距離に対する第二レンズ群22の焦点距離の比率 (f_2 / f) を上記の式(5)の範囲とすることで、光学系2全体の小型化と、フォーカシング時のアクチュエーター等による第二レンズ群22の停止位置精度の向上と、のバランスを図っている。

【0044】

尚、本実施形態の光学系2において、前記比率 (f_2 / f) は、

$$-0.65 \quad f_2 / f \quad -0.15$$

を満たすことが好ましく、

$$-0.60 \quad f_2 / f \quad -0.20$$

を満たすことが、より好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

以上のように構成される光学系 2、及び光学系 2 を備える撮像装置 1 によれば、小型かつ近距離撮像可能となる。即ち、第一レンズ群 2 1 が正の屈折力を有し、第二レンズ群 2 2 が負の屈折力を有し、第三レンズ群 2 3 が負の屈折力を有し、無限遠から近距離へのフォーカシングの際に第二レンズ群 2 2 を可動させる本実施形態の光学系 2 では、各レンズ群 2 1 ~ 2 3 の構成や倍率、レンズ材料の選定等を適切にすることで、全体として小型で、近距離撮像時の性能や色収差の補正が十分になされている光学系の実現を可能にしている。

【 0 0 4 6 】

また、本実施形態の光学系 2、及び光学系 2 を備える撮像装置 1 では、いわゆるインナーフォーカス光学系とすることも、光学系 2、及び光学系 2 を備える撮像装置 1 の小型化等を図っている。詳しくは、以下の通りである。

【 0 0 4 7 】

従来からレンズのフォーカシング方法として、全体繰り出し光学系が知られている。この全体繰り出し光学系は、無限遠から近距離へのフォーカシングの際に光学系全体を物体側に繰り出す方式であり、光学系全体を部分群に分けずに一つに固定していることから、設計時に光学性能を上げる事が比較的容易である。しかしながら、レンズ全体をフォーカシングした際に、周辺像高光束のレンズ系の通る位置が無限遠と近距離で異なるので、像面湾曲の変動が大きくなり、その収差補正が困難であった。また、レンズ全体をフォーカシング時に移動させる距離は、焦点距離の二乗に比例して長くなる。このため、特に焦点距離の長い望遠レンズでは近距離撮影を実現させるためにフォーカシングの移動量が長くなり、その結果、光学系及び撮像装置の小型化が困難であった。

【 0 0 4 8 】

一方、インナーフォーカス光学系は、無限遠から近距離へのフォーカシングの際に光学系内の部分レンズ群を物体側、もしくは像側に可動させる方式であり、各物体距離に応じた収差補正を各群に振り分ける事から、フォーカス範囲内の収差補正が比較的容易である。また、フォーカス群をフォーカシング時に移動させる距離は、その感度を上げることが可能であり、移動量を短くすることが容易である。

【 0 0 4 9 】

そこで、本実施形態の撮像装置 1 では、光学系 2 としてインナーフォーカス光学系を採用することによっても、全体として小型で、近距離撮像時の性能や色収差の補正が十分になされている光学系の実現を可能にしている。

【 0 0 5 0 】

次に、本発明の光学系の実施例 1 ~ 4 について説明する。以下の各実施例において、上記実施形態の光学系 2 の各構成と対応する構成については、同じ符号を用いる。また、以下の各実施例における表において、 r は曲率半径であり、 d はレンズ厚又はレンズ間隔であり、 n_d は d 線の屈折率であり、 v_d は d 線基準のアッベ数を示す。また、非球面は、次式で定義されるものとする。

$$z = c \frac{h^2}{1 + \{ 1 - (1 + k) \frac{c^2 h^2}{2} \}^{1/2}} + A_4 \frac{h^4}{4} + A_6 \frac{h^6}{6} + A_8 \frac{h^8}{8} + A_{10} \frac{h^{10}}{10} \dots$$

(但し、 c は曲率 ($1/r$)、 h は光軸からの高さ、 k は円錐係数、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 $A_{10} \dots$ は各次数の非球面係数)

【 0 0 5 1 】

また、各縦収差図は、左側から順に、球面収差 (S A (mm))、非点収差 (A S T (mm))、歪曲収差 (D I S (%)) を示す。球面収差図において、縦軸は F ナンバー (図中、F N O で示す) を表し、実線は d 線 (d - l i n e) の特性であり、短破線は F 線 (F - l i n e) の特性であり、長破線は C 線 (C - l i n e) の特性である。非点収差図において、縦軸は、最大像高 (図中、Y で示す) を表し、実線は、サジタル平面 (図中、S で示す) の特性であり、破線は、メリディオナル平面 (図中、M で示す) の特性である。歪曲収差図において、縦軸は、最大像高 (図中、Y で示す) を表す。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

[実施例 1]

図 2 及び図 3 は、本実施例 1 の光学系のレンズ構成図であり、図 2 は、無限遠合焦状態を示し、図 3 は、最至近合焦状態を示す。また、光学系の各構成を示す符号は、上記実施形態の光学系 2 の対応する構成の符号と同じである。また、この光学系では、フォーカシングの際に、第一レンズ群 2 1 及び第三レンズ群 2 3 の撮像素子（像面）3 に対する光軸 C 上の位置が固定されている。

【 0 0 5 3 】

図 4 は、無限遠合焦状態における縦収差図であり、図 5 は、像倍率「 - 0 . 5 倍」における縦収差図であり、図 6 は、像倍率「 - 1 . 0 倍」における縦収差図である。また、下記の表 1 は、各レンズの面データを示し、表 2 は、非球面データを示し、表 3 は、各種データを示し、表 4 は、レンズ群データを示し、表 5 は、単レンズデータを示す。

【 0 0 5 4 】

【 表 1 】

(表1)面データ

面番号	r	d	nd	vd	
1*	10.837	0.889	1.5731	37.65	
2*	-20.302	1.869			
3*	-11.842	0.400	1.6422	22.40	
4*	8.631	0.400			
5*	7.439	0.701	1.5445	55.96	
6*	-1016.183	0.459			
7*	-244.855	1.007	1.5445	55.96	
8*	-4.791	d8			(開口絞り)
9*	-23.864	0.400	1.5445	55.96	
10*	3.953	2.049			
11*	7.996	0.959	1.6714	19.27	
12*	20.258	d12			
13*	-26.885	0.600	1.6714	19.27	
14*	-127.054	1.443			
15*	-14.148	1.060	1.5731	37.65	
16*	-18.241	1.822			
17	∞	0.210	1.5168	64.20	
18	∞	0.390			

*は非球面

10

20

30

40

50

【表 2】

(表2)非球面データ(表示していない非球面係数は0.00である。)

面番号	k	A4	A6	A8	A10
1	0.0000E+00	-1.1639E-05	6.0054E-05	8.6396E-06	-2.2041E-07
2	0.0000E+00	5.8633E-04	7.3252E-05	7.4744E-06	-5.8661E-07
3	0.0000E+00	-7.0037E-04	-1.9898E-04	-1.8774E-05	2.9685E-07
4	0.0000E+00	-1.1742E-03	-1.9647E-04	-2.4243E-05	5.3635E-06
5	0.0000E+00	-1.2977E-03	-9.0202E-05	-2.2704E-06	9.5701E-07
6	0.0000E+00	1.0370E-03	1.7134E-05	2.3536E-06	-1.7400E-06
7	0.0000E+00	-5.1023E-04	-4.7470E-06	-9.8158E-06	3.7361E-07
8	0.0000E+00	-2.8113E-04	-5.1933E-05	-6.3363E-06	3.6540E-07
9	0.0000E+00	8.8416E-03	-1.4970E-03	1.9667E-04	-1.3207E-05
10	0.0000E+00	7.6657E-03	-7.8779E-04	1.2420E-04	-4.5422E-06
11	0.0000E+00	-6.0882E-03	3.6197E-04	-4.1107E-05	2.7115E-06
12	0.0000E+00	-6.6253E-03	2.4105E-04	-3.3557E-05	1.3859E-06
13	0.0000E+00	2.0583E-04	2.7586E-04	-2.5465E-05	-2.7532E-07
14	0.0000E+00	1.4314E-03	3.1864E-04	-8.5224E-06	-1.1200E-06
15	0.0000E+00	-4.2498E-04	1.1331E-04	1.8972E-05	-8.9160E-07
16	0.0000E+00	-1.8677E-03	9.7671E-05	-1.7520E-07	2.0773E-07

10

【表 3】

(表3)各種データ

物体距離	∞	44.617	21.900
横倍率	-	-0.5倍	-1.0倍
Fナンバー	4.100	4.604	4.983
レンズ全長	21.680	21.680	21.680
d8	1.000	3.112	6.036
d12	6.022	3.910	0.986

20

焦点距離は21.999であり、最大像高は4.000である。

【表 4】

(表4)レンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	レンズ移動量	倍率
1	1	8.242	5.725	0.000	-
2	9	-10.613	3.408	5.036	2.331
3	13	-35.740	3.103	0.000	1.145

30

【表 5】

(表5)単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	12.458
2	3	-7.715
3	5	13.566
4	7	8.961
5	9	-6.197
6	11	19.077
7	13	-50.915
8	15	-121.484

40

[実施例 2]

図 7 及び図 8 は、本実施例 2 の光学系のレンズ構成図であり、図 7 は、無限遠合焦状態を示し、図 8 は、最至近合焦状態を示す。また、光学系の各構成を示す符号は、上記実施形態の光学系 2 の対応する構成の符号と同じである。また、この光学系においても、フォーカシングの際に、第一レンズ群 2 1 及び第三レンズ群 2 3 の撮像素子（像面）3 に対する光軸 C 上の位置が固定されている。

【 0 0 5 6 】

図 9 は、無限遠合焦状態における縦収差図であり、図 1 0 は、像倍率「 - 0 . 5 倍」における縦収差図であり、図 1 1 は、像倍率「 - 1 . 0 倍」における縦収差図である。また、下記の表 6 は、各レンズの面データを示し、表 7 は、非球面データを示し、表 8 は、各種データを示し、表 9 は、レンズ群データを示し、表 1 0 は、単レンズデータを示す。

【 0 0 5 7 】

【表 6】

(表6)面データ

面番号	r	d	nd	vd	
1*	5.000	0.693	1.5731	37.65	
2*	-10.734	0.966			
3*	-8.150	0.300	1.6714	19.27	
4*	5.654	0.300			
5*	4.317	0.907	1.5445	55.96	
6*	-2.867	d6			(開口絞り)
7*	-5.422	0.300	1.5445	55.96	
8*	2.824	0.685			
9*	27.713	0.405	1.6714	19.27	
10*	-8.501	0.300			
11*	-10.352	0.300	1.5445	55.96	
12*	24.347	d12			
13*	-13.515	0.600	1.5445	55.96	
14*	-25.363	0.368			
15*	-6.612	0.407	1.6714	19.27	
16*	-6.720	0.500			
17	∞	0.105	1.5168	64.20	
18	∞	0.195			

*は非球面

10

20

30

40

50

【表 7】

(表7)非球面データ(表示していない非球面係数は0.00である。)

面番号	k	A4	A6	A8	A10
1	0.0000E+00	-2.3666E-03	2.0426E-05	6.8914E-04	-6.1516E-05
2	0.0000E+00	1.6713E-03	8.7447E-04	7.9219E-04	-1.5080E-04
3	0.0000E+00	-1.9033E-03	-1.1546E-03	-4.6620E-04	-4.3690E-04
4	0.0000E+00	-3.2511E-03	-3.0497E-03	-6.7443E-04	1.5675E-04
5	0.0000E+00	-1.1837E-02	-2.7722E-03	-7.9426E-04	4.8106E-04
6	0.0000E+00	4.1623E-04	-4.6327E-04	-1.2627E-03	3.9072E-04
7	0.0000E+00	1.4546E-01	-1.0408E-01	4.7577E-02	-9.9469E-03
8	0.0000E+00	1.6352E-01	-6.6907E-02	2.2009E-02	-1.6217E-04
9	0.0000E+00	9.3001E-03	3.1386E-02	-3.5351E-03	-2.5583E-03
10	0.0000E+00	4.5596E-03	1.5161E-02	2.1792E-02	-1.1358E-02
11	0.0000E+00	-1.2992E-01	2.1642E-02	2.9409E-02	-2.0420E-02
12	0.0000E+00	-1.3818E-01	3.8975E-02	-5.9382E-03	-4.1109E-03
13	0.0000E+00	-2.9073E-02	-8.7698E-03	2.5602E-04	-1.9794E-05
14	0.0000E+00	-2.6118E-02	-6.2895E-03	9.2413E-04	-6.0528E-05
15	0.0000E+00	-1.7191E-02	9.6305E-03	-3.2638E-04	-1.8985E-04
16	0.0000E+00	-1.7921E-02	6.5500E-03	1.1147E-03	-3.4194E-04

10

【表 8】

(表8)各種データ

物体距離	∞	23.135	10.954
横倍率	-	-0.5倍	-1.0倍
Fナンバー	3.400	3.744	3.931
レンズ全長	10.800	10.800	10.800
d6	0.500	1.492	2.978
d12	2.968	1.976	0.490

20

焦点距離は 11.600 であり、最大像高は 2.060 である。

【表 9】

(表9)レンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	レンズ移動量	倍率
1	1	4.167	3.167	0.000	-
2	7	-3.745	1.990	2.478	2.613
3	13	-58.120	1.376	0.000	1.065

30

【表 10】

(表10)単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	6.049
2	3	-4.929
3	5	3.311
4	7	-3.367
5	9	9.733
6	11	-13.299
7	13	-54.100
8	15	1192.695

40

[実施例 3]

図 1 2 及び図 1 3 は、本実施例 3 の光学系のレンズ構成図であり、図 1 2 は、無限遠合焦状態を示し、図 1 3 は、最至近合焦状態を示す。また、光学系の各構成を示す符号は、上記実施形態の光学系 2 の対応する構成の符号と同じである。また、この光学系においても、フォーカシングの際に、第一レンズ群 2 1 及び第三レンズ群 2 3 の撮像素子（像面） 3 に対する光軸 C 上の位置が固定されている。

【 0 0 5 9 】

図 1 4 は、無限遠合焦状態における縦収差図であり、図 1 5 は、像倍率「 - 0 . 5 倍」における縦収差図であり、図 1 6 は、像倍率「 - 1 . 0 倍」における縦収差図である。また、下記の表 1 1 は、各レンズの面データを示し、表 1 2 は、非球面データを示し、表 1 3 は、各種データを示し、表 1 4 は、レンズ群データを示し、表 1 5 は、単レンズデータを示す。

【 0 0 6 0 】

【表 1 1】

(表11)面データ

面番号	r	d	nd	vd	
1*	5.000	0.706	1.5731	37.65	
2*	-10.173	0.993			
3*	-8.056	0.300	1.6714	19.27	
4*	6.129	0.300			
5*	4.306	0.860	1.5445	55.96	
6*	-2.901	d6			(開口絞り)
7*	-4.269	0.388	1.5445	55.96	
8*	2.842	1.255			
9*	33.107	0.481	1.6714	19.27	
10*	-20.856	d10			
11*	-8.636	0.600	1.6714	19.27	
12*	-5.869	0.397			
13*	-2.388	0.432	1.5445	55.96	
14*	-3.516	0.500			
15	∞	0.105	1.5168	64.20	
16	∞	0.195			

*は非球面

【表 1 2】

(表12)非球面データ(表示していない非球面係数は0.00である。)

面番号	k	A4	A6	A8	A10
1	0.0000E+00	-1.9112E-03	-1.5546E-05	6.7772E-04	-6.1390E-05
2	0.0000E+00	1.8475E-03	7.8046E-04	7.4538E-04	-1.4350E-04
3	0.0000E+00	-2.4046E-03	-1.4414E-03	-5.4986E-04	-4.4954E-04
4	0.0000E+00	-3.2006E-03	-3.1773E-03	-7.5860E-04	1.7843E-04
5	0.0000E+00	-1.2499E-02	-2.9279E-03	-8.2432E-04	5.1155E-04
6	0.0000E+00	-2.6964E-04	-7.1603E-04	-1.2165E-03	3.9514E-04
7	0.0000E+00	1.4553E-01	-1.0374E-01	5.0677E-02	-1.1549E-02
8	0.0000E+00	1.6999E-01	-7.8555E-02	3.6428E-02	-3.2533E-03
9	0.0000E+00	-3.2310E-02	7.0395E-03	-3.1606E-03	9.0266E-04
10	0.0000E+00	-4.4445E-02	4.4951E-03	-2.4390E-03	1.8147E-04
11	0.0000E+00	-2.7469E-02	-6.6085E-03	2.3747E-04	3.3901E-04
12	0.0000E+00	-2.1601E-02	-6.6923E-04	5.7099E-04	-1.0567E-05
13	0.0000E+00	3.5570E-02	6.5430E-03	-7.4509E-04	-6.9896E-05
14	0.0000E+00	2.5797E-02	-3.5508E-03	2.0065E-03	-3.3999E-04

10

20

30

40

50

【表 1 3】

(表13)各種データ

物体距離	∞	23.360	11.411
横倍率	-	-0.5倍	-1.0倍
Fナンバー	3.400	3.797	4.101
レンズ全長	10.800	10.800	10.800
d6	0.500	1.433	2.700
d10	2.787	1.854	0.587

10

焦点距離は 11.598 であり、最大像高は 2.060 である。

【表 1 4】

(表14)レンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	レンズ移動量	倍率
1	1	4.076	3.159	0.000	-
2	7	-4.044	2.124	2.200	2.622
3	11	-38.871	1.429	0.000	1.085

【表 1 5】

(表15)単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	5.950
2	3	-5.141
3	5	3.323
4	7	-3.074
5	9	19.127
6	11	25.097
7	13	-15.804

20

30

【0061】

[実施例 4]

図 17 及び図 18 は、本実施例 4 の光学系のレンズ構成図であり、図 17 は、無限遠合焦状態を示し、図 18 は、最至近合焦状態を示す。また、光学系の各構成を示す符号は、上記実施形態の光学系 2 の対応する構成の符号と同じである。また、この光学系においても、フォーカシングの際に、第一レンズ群 21 及び第三レンズ群 23 の撮像素子（像面）3 に対する光軸 C 上の位置が固定されている。

【0062】

図 19 は、無限遠合焦状態における縦収差図であり、図 20 は、像倍率「-0.5倍」における縦収差図であり、図 21 は、像倍率「-1.0倍」における縦収差図である。また、下記の表 16 は、各レンズの面データを示し、表 17 は、非球面データを示し、表 18 は、各種データを示し、表 19 は、レンズ群データを示し、表 20 は、単レンズデータを示す。

40

【0063】

50

【表 1 6】

(表16)面データ

面番号	r	d	nd	vd	
1*	11.363	0.891	1.5445	55.96	
2*	-16.648	2.105			
3*	-11.791	0.483	1.6161	25.78	
4*	8.889	0.508			
5*	9.425	1.316	1.5445	55.96	
6*	-4.732	d6			(開口絞り)
7*	-18.298	0.400	1.5445	55.96	
8*	4.125	1.654			
9*	9.133	1.296	1.6560	21.25	
10*	54.302	d10			
11*	-24.402	0.600	1.6714	19.27	
12*	-292.433	0.788			
13*	-39.540	0.790	1.5880	28.42	
14*	-52.998	2.870			
15	∞	0.210	1.5168	64.20	
16	∞	0.390			

*は非球面

10

20

【表 1 7】

(表17)非球面データ(表示していない非球面係数は0.00である。)

面番号	k	A4	A6	A8	A10
1	0.0000E+00	-2.4234E-04	6.7694E-05	9.5189E-06	-3.2738E-07
2	0.0000E+00	7.4726E-04	8.5317E-05	7.9662E-06	-6.4674E-07
3	0.0000E+00	-1.0455E-03	-2.7135E-04	-2.4506E-05	-1.2958E-06
4	0.0000E+00	-1.4090E-03	-2.6033E-04	-3.6940E-05	4.6898E-06
5	0.0000E+00	-1.9939E-03	-1.4629E-04	-1.7838E-05	2.6301E-06
6	0.0000E+00	-2.8018E-04	-9.8170E-05	-5.4890E-06	3.8947E-07
7	0.0000E+00	9.8294E-03	-1.4827E-03	1.6449E-04	-9.6737E-06
8	0.0000E+00	7.9215E-03	-4.7219E-04	4.8074E-05	2.5181E-06
9	0.0000E+00	-6.0098E-03	4.9475E-04	-5.6628E-05	4.1063E-06
10	0.0000E+00	-6.0192E-03	2.4361E-04	-3.5619E-05	1.5327E-06
11	0.0000E+00	1.7119E-03	1.3443E-04	-3.2076E-05	5.3290E-07
12	0.0000E+00	4.0167E-03	1.8733E-04	-5.3277E-06	-1.3317E-06
13	0.0000E+00	-8.6012E-04	2.3103E-04	1.6139E-05	-1.2058E-06
14	0.0000E+00	-3.3438E-03	2.4644E-04	-1.5055E-05	7.3173E-07

30

【表 1 8】

(表18)各種データ

物体距離	∞	45.139	22.397
横倍率	-	-0.5倍	-1.0倍
Fナンバー	4.100	4.608	4.987
レンズ全長	21.680	21.680	21.680
d6	1.000	3.249	6.396
d10	6.380	4.131	0.984

40

焦点距離は 21.999 であり、最大像高は 4.000 である。

50

【表 19】

(表19)レンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	レンズ移動量	倍率
1	1	8.437	5.301	0.000	-
2	7	-11.495	3.350	5.396	2.269
3	11	-34.345	2.178	0.000	1.149

【表 20】

(表20)単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	12.544
2	3	-8.154
3	5	5.982
4	7	-6.143
5	9	16.548
6	11	-39.691
7	13	-270.705

10

【0064】

以上の実施例1～4において、上記実施形態の各条件に対応する値を下記の表21に示す。尚、表21において、条件式(1)は、 $OAL2/OAL$ であり、条件式(2)は、 OAL/f であり、条件式(3)は、 $|B|$ であり、条件式(4)は、 $(1 - b_2^2) \times b_3^2$ であり、条件式(5)は、 f_2/f である。

20

【表 21】

(表21)条件式対応値

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
条件式(1)	0.157	0.184	0.197	0.155
条件式(2)	0.986	0.931	0.931	0.985
条件式(3)	1.000	1.000	1.000	1.000
条件式(4)	-5.813	-6.610	-6.916	-5.477
条件式(5)	-0.482	-0.323	-0.349	-0.523
OAL2	3.408	1.990	2.124	3.350
OAL	21.680	10.800	10.800	21.680
f	21.999	11.600	11.598	21.999
B	1.000	1.000	1.000	1.000
b2	2.331	2.613	2.622	2.269
b3	1.145	1.065	1.085	1.149
f2	-10.613	-3.745	-4.044	-11.495

30

【0065】

本発明を表現するために、上述において図面を参照しながら実施形態を通して本発明を適切且つ十分に説明したが、当業者であれば上述の実施形態を変更及び/又は改良することは容易に成し得ることであると認識すべきである。従って、当業者が実施する変更形態又は改良形態が、請求の範囲に記載された請求項の権利範囲を離脱するレベルのものでない限り、当該変更形態又は当該改良形態は、当該請求項の権利範囲に包括されると解釈される。

40

【符号の説明】

【0066】

1...撮像装置、2...光学系、20...プリズム(反射光学素子)、21...第一レンズ群、22...第二レンズ群、221...第二レンズ群22中において正の屈折力の最も強いレンズ

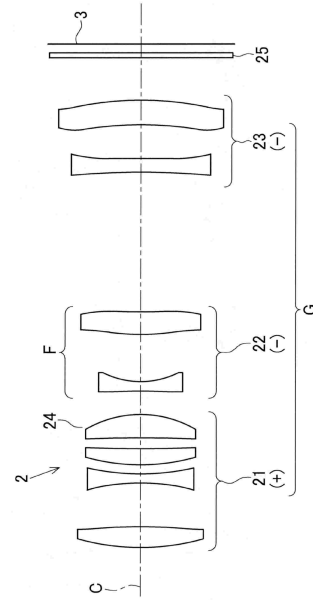
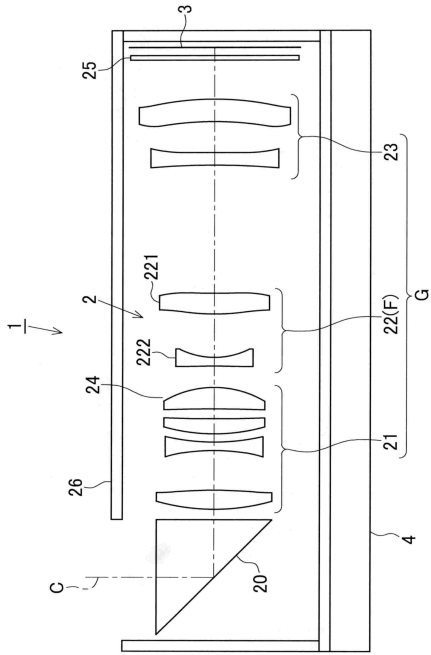
50

、 2 2 2 ... 第二レンズ群 2 2 中において負の屈折力の最も強いレンズ、 2 3 ... 第三レンズ群、 2 5 ... 光学フィルター、 2 6 ... 鏡筒、 3 ... 撮像素子、 4 ... 液晶画面、 C ... 光軸、 F ... フォーカスレンズ群、 G ... レンズ群

【図面】

【図 1】

【図 2】



10

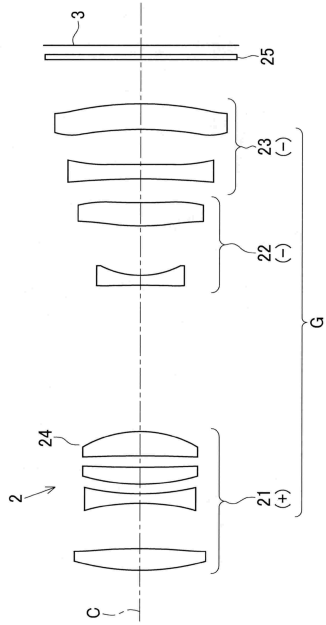
20

30

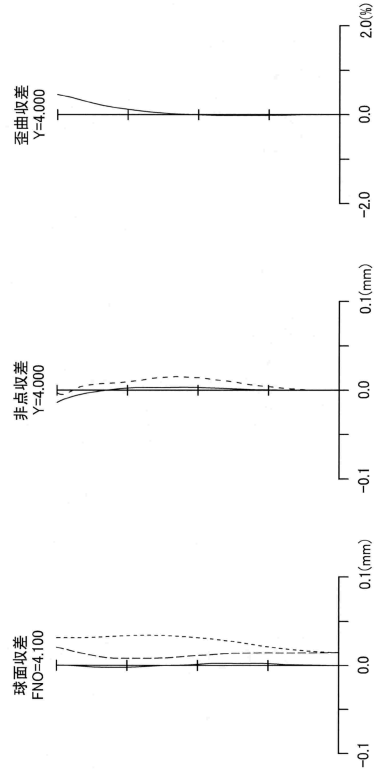
40

50

【图 3】



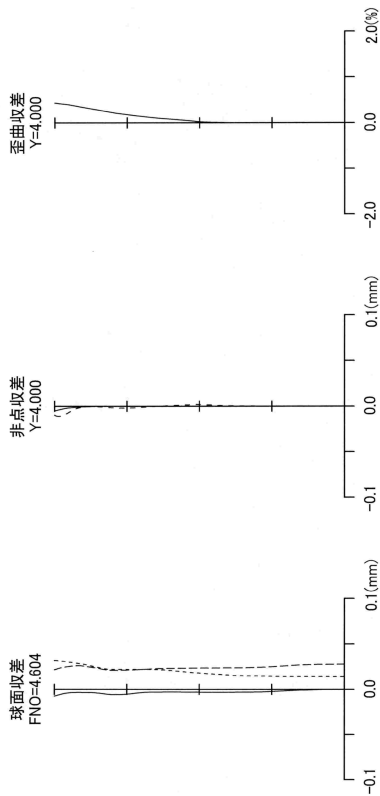
【图 4】



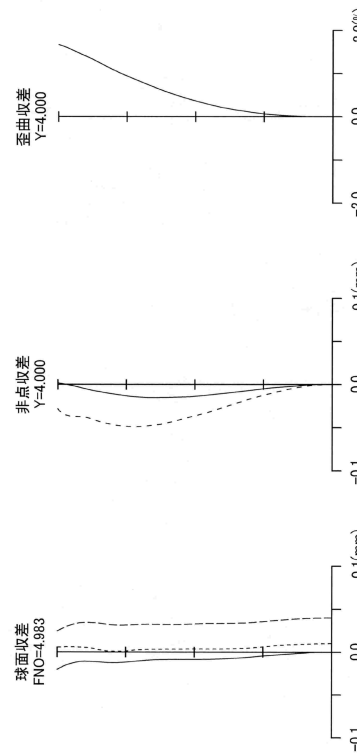
10

20

【图 5】



【图 6】

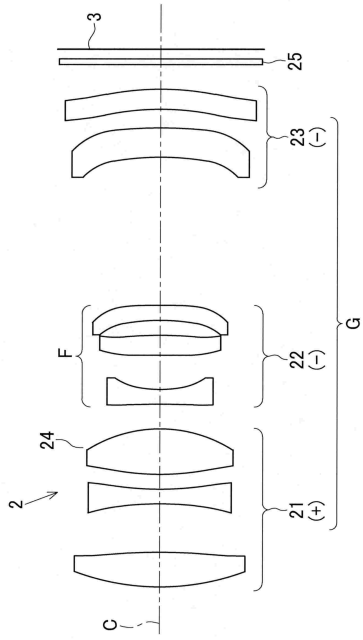


30

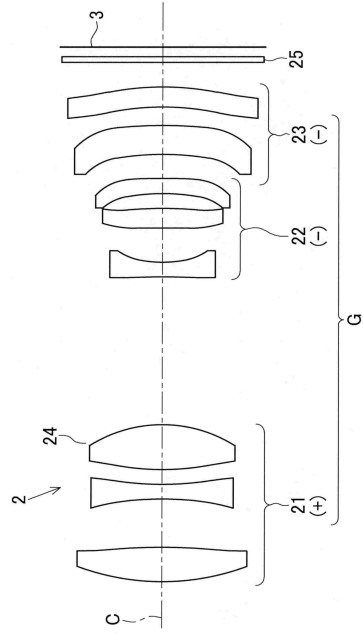
40

50

【图 7】



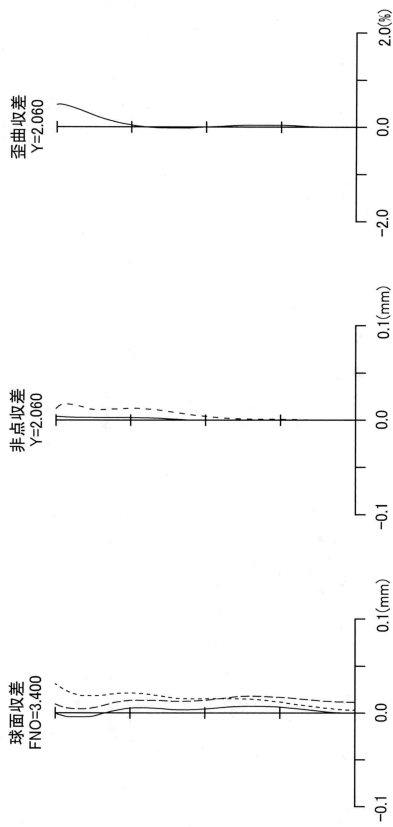
【图 8】



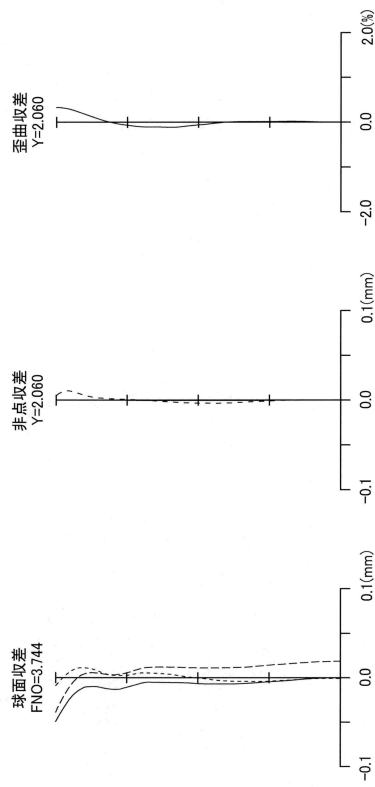
10

20

【图 9】



【图 10】

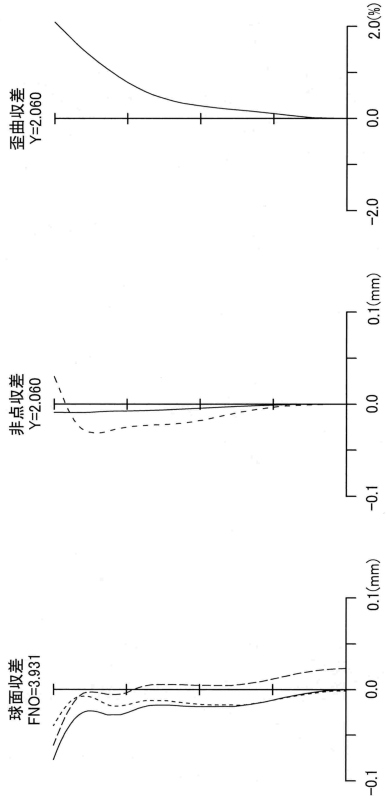


30

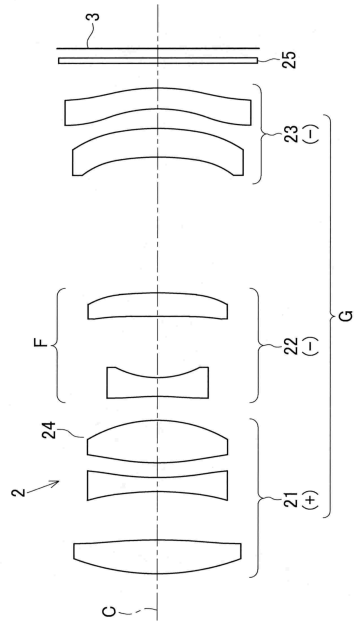
40

50

【图 1 1】



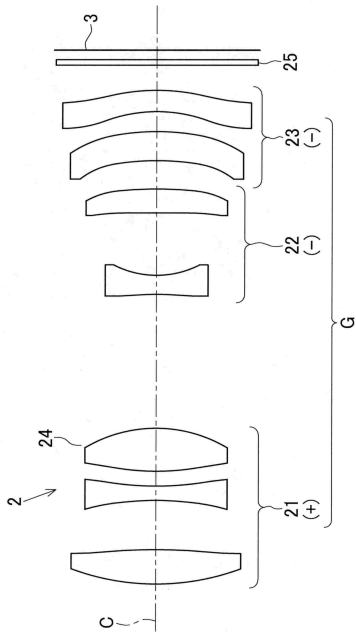
【图 1 2】



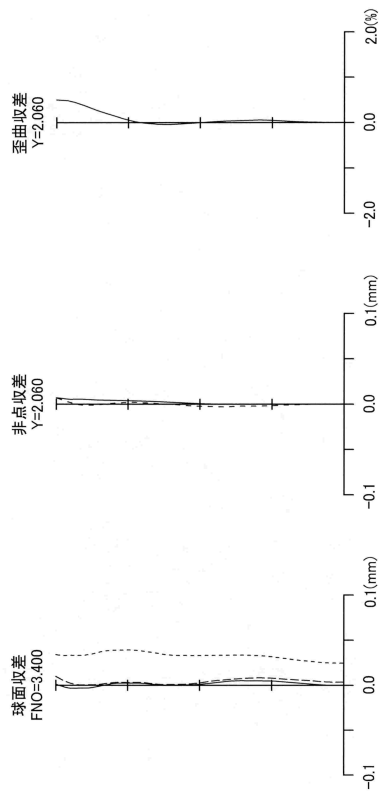
10

20

【图 1 3】



【图 1 4】

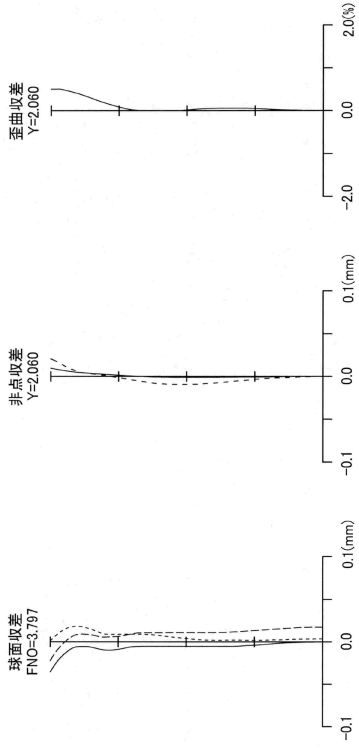


30

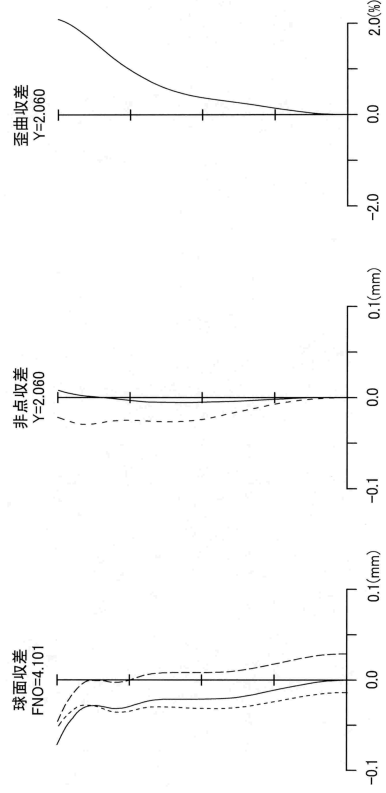
40

50

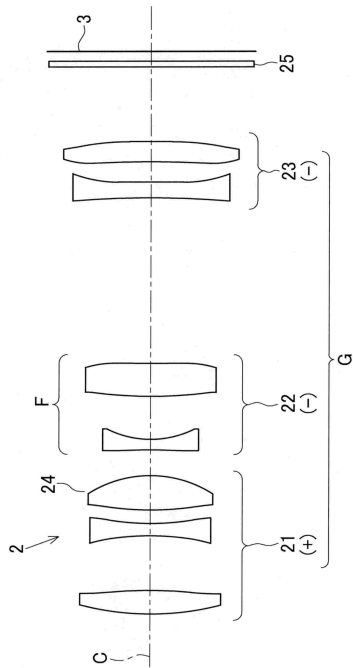
【 15 】



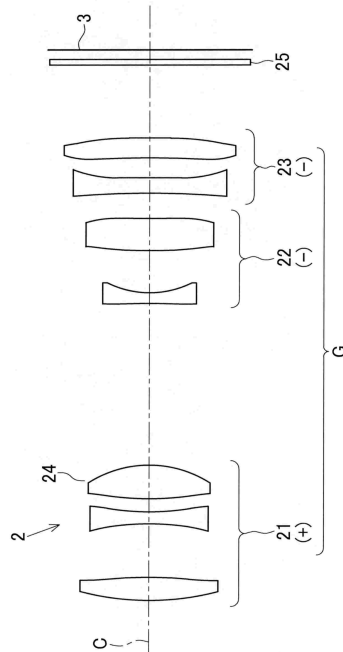
【 16 】



【 17 】



【 18 】



10

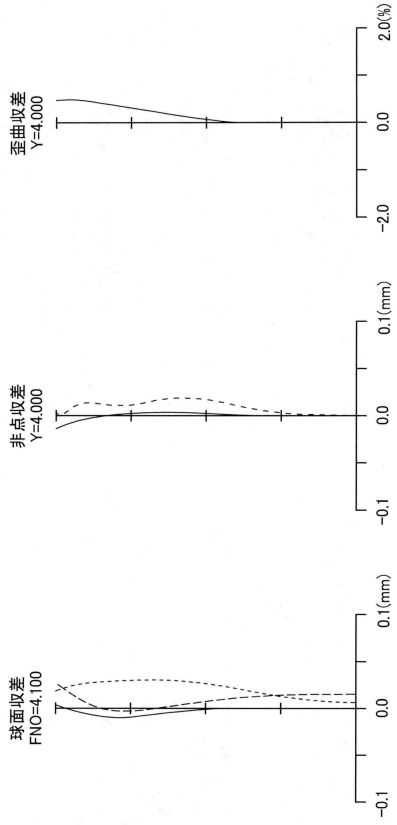
20

30

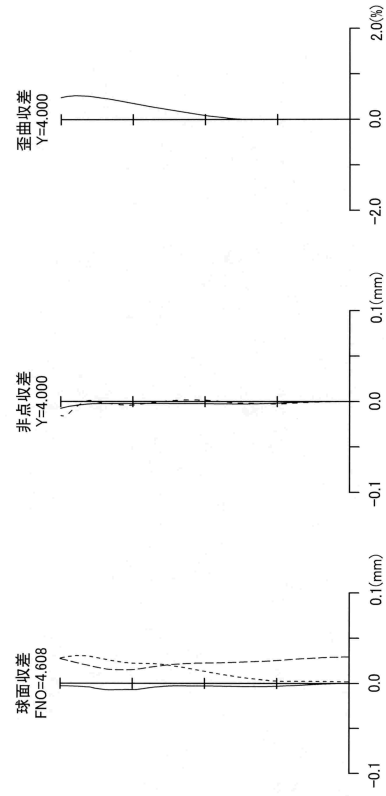
40

50

【图 19】



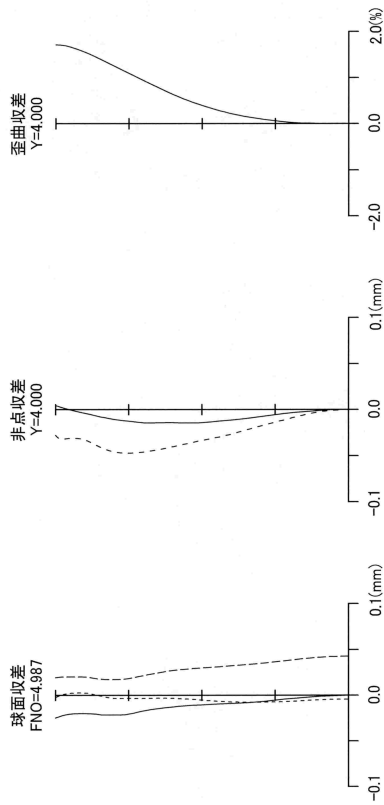
【图 20】



10

20

【图 21】



30

40

50

フロントページの続き

東京都品川区西五反田 8 丁目 1 番 3 号 P M O 五反田

審査官 殿岡 雅仁

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