

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-4045

(P2005-4045A)

(43) 公開日 平成17年1月6日(2005.1.6)

(51) Int. Cl.⁷

G02B 13/00

G02B 13/18

F I

G02B 13/00

G02B 13/18

テーマコード (参考)

2H087

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2003-169096 (P2003-169096)
 (22) 出願日 平成15年6月13日 (2003.6.13)

(71) 出願人 000208765
 株式会社エンプラス
 埼玉県川口市並木2丁目30番1号
 (74) 代理人 100081282
 弁理士 中尾 俊輔
 (74) 代理人 100085084
 弁理士 伊藤 高英
 (74) 代理人 100115314
 弁理士 大倉 奈緒子
 (74) 代理人 100117190
 弁理士 玉利 房枝
 (74) 代理人 100120385
 弁理士 鈴木 健之
 (74) 代理人 100123858
 弁理士 磯田 志郎

最終頁に続く

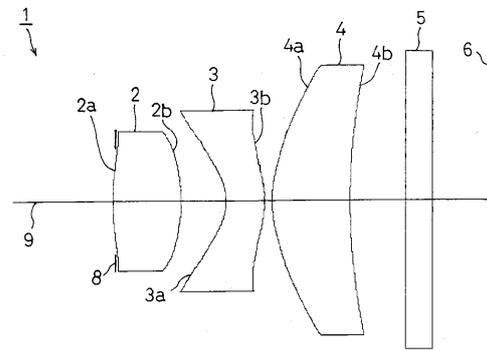
(54) 【発明の名称】 撮像レンズ

(57) 【要約】

【課題】 高い光学性能を維持しつつ小型軽量化を実現できる撮像レンズを提供することを目的とするものである。また、適正なバックフォーカスを確保することができるとともに、高いテレセントリック性を維持することができる撮像レンズを提供すること。

【解決手段】 物体側から像面側に向かって順に、物体側に凸面を向けた主たる正のパワーを持つ第1レンズ2と、像面側に凸面を向けた負のパワーを持つメニスカス形状の第2レンズ3と、物体側に凸面を向けた正のパワーを持つ第3レンズ4とを配設したこと。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像面側に向かって順に、物体側に凸面を向けた主たる正のパワーを持つ第 1 レンズと、像面側に凸面を向けた負のパワーを持つメニスカス形状の第 2 レンズと、物体側に凸面を向けた正のパワーを持つ第 3 レンズとを配設したことを特徴とする撮像レンズ。

【請求項 2】

前記第 1 レンズの物体側に絞りを配設したことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像レンズ。

【請求項 3】

前記第 1 レンズと前記第 2 レンズとの間に絞りを配設したことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像レンズ。 10

【請求項 4】

更に、次の (1) ~ (3) に示す各条件式、

$$40 < \frac{1}{f_1} < 70 \quad (1)$$

$$20 < \frac{2}{f_2} < 40 \quad (2)$$

$$40 < \frac{3}{f_3} < 70 \quad (3)$$

但し、 f_1 : 第 1 レンズのアッペ数

f_2 : 第 2 レンズのアッペ数

f_3 : 第 3 レンズのアッペ数

を満足することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ。 20

【請求項 5】

前記第 2 レンズの像面側の面は、周辺側の中心曲率半径が、中心側の中心曲率半径よりも大きく形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ。

【請求項 6】

前記第 3 レンズの物体側の面は、周辺側の中心曲率半径が、中心側の中心曲率半径よりも大きく形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ。

【請求項 7】

前記第 3 レンズの像面側の面は、周辺側の中心曲率半径が、中心側の中心曲率半径よりも大きく形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ。 30

【請求項 8】

前記第 3 レンズの像面側の面は、中心側から周辺に向かうにしたがって物体側に曲がるような形状とされていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ。

【請求項 9】

前記第 1 レンズ、前記第 2 レンズおよび前記第 3 レンズのそれぞれにおいて、物体側および像面側の少なくとも一方の面が非球面形状に形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ。 40

【請求項 10】

前記第 1 レンズ、前記第 2 レンズおよび前記第 3 レンズの少なくとも 1 つは、樹脂材料によって形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ。

【請求項 11】

更に、次の (4) に示す条件式、

$$0.6 < f_1 / f < 1.3 \quad (4)$$

但し、 f_1 : 第 1 レンズの焦点距離

f : レンズ系全体の焦点距離

を満足することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか 1 項に記載の撮像レンズ 50

。

【請求項 1 2】

更に、次の(5)に示す条件式、

$$-0.4 < r_3 / f < -0.1 \quad (5)$$

但し、 r_3 ：第2レンズの物体側の面(第1面)の中心曲率半径

を満足することを特徴とする請求項1乃至請求項11のいずれか1項に記載の撮像レンズ

。

【請求項 1 3】

更に、次の(6)に示す条件式、

$$0.4 < r_5 / f < 0.6 \quad (6)$$

但し、 r_5 ：第3レンズの物体側の面(第1面)の中心曲率半径

を満足することを特徴とする請求項1乃至請求項12のいずれか1項に記載の撮像レンズ

。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、撮像レンズに係り、特に、携帯型のコンピュータ、テレビ電話、携帯電話、デジタルカメラ等に搭載されるCCD、CMOS等の撮像素子を利用した撮像装置に用いられ、小型軽量化を図るのに好適な3枚レンズ構成の撮像レンズに関する。

【0002】

【従来技術】

近年、マルチメディアの進展が著しく、携帯型のコンピュータ、テレビ電話、携帯電話、デジタルカメラ等に搭載されるCCD、CMOS等の撮像素子を利用したカメラの需要が著しく高まっている。このようなカメラは、限られた設置スペースに搭載する必要があることから、小型であり、かつ、軽量であることが望まれている。

【0003】

そのため、このようなカメラに用いられる撮像レンズにも、同様に小型軽量であることが要求されており、このような撮像レンズとしては、従来から、1枚のレンズを用いた1枚構成のレンズ系や2枚のレンズを用いた2枚構成のレンズ系が用いられている。

【0004】

しかしながら、これらのものは、レンズ系の小型軽量化には極めて有利であるものの、近年、撮像レンズに要求される高画質、高解像度化には充分に対応できないという問題がある。

【0005】

そのため、従来から、3枚のレンズを用いた3枚構成のレンズ系を用い、これにより、高画質、高解像度化に対応することが行われている。

【0006】

【特許文献1】

特開2001-75006号公報

【特許文献2】

特開2001-83409号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、最近においては、特に、デジタルカメラ等の分野において、従来のCIF(11万画素程度)やVGA(30万画素程度)を上回る100万画素以上のさらなる高画質・高解像度の固体撮像素子を用いた撮像装置の需要が増々高まりつつある。

【0008】

しかしながら、従来レンズ系においては、色収差を良好に補正して高画質・高解像度という高い光学性能を実現しつつレンズ系自体の更なる小型軽量化(全長の短縮化)を図るには、未だに不十分であるといった問題点を有している。

10

20

30

40

50

【0009】

従来のレンズ系においては、バックフォーカス距離は確保できるもののレンズ系の全長をそれほど短くすることはできず、高いテレセントリック性を十分に維持しつつレンズ系の全長を短縮することは困難であるといった問題点を有している。

【0010】

本発明は、このような問題点に鑑みなされたもので、高い光学性能を維持しつつ小型軽量化を実現できる撮像レンズを提供することを目的とするものである。また、適正なバックフォーカスを確保できるとともに、高いテレセントリック性を維持することができる撮像レンズを提供することを目的とするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するため本発明の請求項1に係る撮像レンズの特徴は、物体側から像面側に向かって順に、物体側に凸面を向けた主たる正のパワーを持つ第1レンズと、像面側に凸面を向けた負のパワーを持つメニスカス形状の第2レンズと、物体側に凸面を向けた正のパワーを持つ第3レンズとを配設した点にある。

【0012】

そして、この請求項1に係る発明によれば、第1レンズ、第2レンズおよび第3レンズの組み合わせによって、色収差、歪曲収差、像面湾曲等の諸収差を良好に補正しつつ小型軽量化を図ることが可能となり、また、バックフォーカスを適正に確保することができる。また、撮像素子のセンサ面に対する主光線の入射角を小さくしてテレセントリック性を維持することが可能となる。

【0013】

請求項2に係る撮像レンズの特徴は、請求項1において、前記第1レンズの物体側に絞りを配設した点にある。

【0014】

そして、この請求項2に係る発明によれば、更に、光線が広がっていない絞りの近傍に、主たるパワーを持った第1レンズのレンズ面を位置させることができるため、物体側から入射した光線を、収差を悪くしない状態で適正に集光することが可能となる。

【0015】

請求項3に係る撮像レンズの特徴は、請求項1において、前記第1レンズと前記第2レンズとの間に絞りを配設した点にある。

【0016】

そして、この請求項3に係る発明によれば、更に、撮像素子のセンサ面に対する主光線の入射角を小さくしてテレセントリック性をさらに良好に維持することができる。また、第1レンズのパワーを若干弱くすることによって、各レンズをより均肉（レンズの場所による肉厚の違いを減少させた形状）にすることができるため、各レンズをさらに簡便に形成することが可能となる。

【0017】

請求項4に係る撮像レンズの特徴は、請求項1乃至請求項3のいずれか1項において、更に、 $40 < \phi_1 < 70$ 、 $20 < \phi_2 < 40$ 、 $40 < \phi_3 < 70$ の各条件式（但し、 ϕ_1 ：第1レンズのアッペ数、 ϕ_2 ：第2レンズのアッペ数、 ϕ_3 ：第3レンズのアッペ数）を満足する点にある。

【0018】

そして、この請求項4に係る発明によれば、更に、色収差をより良好に補正することが可能となる。

【0019】

請求項5に係る撮像レンズの特徴は、請求項1乃至請求項4のいずれか1項において、前記第2レンズの像面側の面における周辺側の中心曲率半径が、中心側の中心曲率半径よりも大きく形成されている点にある。

【0020】

10

20

30

40

50

そして、この請求項 5 に係る発明によれば、更に、像高の大きい光線においてコマ収差および像面湾曲をより良好に補正することが可能となる。

【0021】

請求項 6 に係る撮像レンズの特徴は、請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項において、前記第 3 レンズの物体側の面における周辺側の中心曲率半径が、中心側の中心曲率半径よりも大きく形成されている点にある。

【0022】

そして、この請求項 6 に係る発明によれば、更に、収差の補正が過剰にならないようにすることが可能となり、また、像面湾曲の悪化を抑制することが可能となる。さらにまた、成形性の良好なレンズ形状にすることが可能となり、また、バックフォーカスの低下を抑えることが可能となる。

10

【0023】

請求項 7 に係る撮像レンズの特徴は、請求項 1 乃至請求項 6 において、前記第 3 レンズの像面側の面における周辺側の中心曲率半径が、中心側の中心曲率半径よりも大きく形成されている点にある。

【0024】

そして、この請求項 7 に係る発明によれば、更に、より有効に収差の補正が過剰にならないようにすることが可能となり、また、像面湾曲の悪化をさらに有効に抑制することが可能となる。さらにまた、成形性がさらに良好なレンズ形状にすることが可能となり、また、バックフォーカスの低下をさらに有効に抑えることが可能となる。

20

【0025】

請求項 8 に係る撮像レンズの特徴は、請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項において、前記第 3 レンズの像面側の面が中心側から周辺に向かうにしたがって物体側に曲がるような形状とされている点にある。

【0026】

そして、この請求項 8 に係る発明によれば、更に、コマ収差の補正（特に周辺部において）が良好となり、フレアを低減することが可能となる。

【0027】

請求項 9 に係る撮像レンズの特徴は、請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか 1 項において、前記第 1 レンズ、前記第 2 レンズおよび前記第 3 レンズのそれぞれにおいて、物体側および像面側の少なくとも一方の面が非球面形状に形成されている点にある。

30

【0028】

そして、この請求項 9 に係る発明によれば、更に、諸収差をより良好に補正することが可能となる。

【0029】

請求項 10 に係る撮像レンズの特徴は、請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか 1 項において、前記第 1 レンズ、前記第 2 レンズおよび前記第 3 レンズの少なくとも 1 つが、樹脂材料によって形成されている点にある。

【0030】

そして、この請求項 10 に係る発明によれば、更に、レンズの成形性をさらに向上することが可能となり、コストをさらに低廉化することが可能となる。

40

【0031】

請求項 11 に係る撮像レンズの特徴は、請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか 1 項において、更に、 $0.6 < f_1 / f < 1.3$ の条件式（但し、 f_1 ：第 1 レンズの焦点距離、 f ：レンズ系全体の焦点距離）を満足する点にある。

【0032】

そして、この請求項 11 に係る発明によれば、更に、像面湾曲と色収差とをさらにバランス良く補正することが可能となる。

【0033】

請求項 12 に係る撮像レンズの特徴は、請求項 1 乃至請求項 11 のいずれか 1 項において

50

、更に、 $-0.4 < r_3 / f < -0.1$ の条件式（但し、 r_3 ：第2レンズの物体側の面（第1面）の中心曲率半径）を満足する点にある。

【0034】

そして、この請求項12に係る発明によれば、更に、ペッツパール和を小さくして像面湾曲をさらに良好に補正することが可能となる。

【0035】

請求項13に係る撮像レンズの特徴は、請求項1乃至請求項12のいずれか1項において、更に、 $0.4 < r_5 / f < 0.6$ の条件式（但し、 r_5 ：第3レンズの物体側の面（第1面）の中心曲率半径）を満足する点にある。

【0036】

そして、この請求項13に係る発明によれば、更に、撮像素子のセンサー面への主光線の入射角度をさらに小さく抑えることが可能となるとともに、歪曲収差をさらに良好に補正することが可能となる。

【0037】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る撮像レンズの実施形態について、図1を参照して説明する。

【0038】

図1に示すように、本実施形態における撮像レンズ1は、物体側から像面側に向かって順に、物体側に凸面を向けた主たる正のパワーを持つ第1レンズ2と、像面側に凸面を向けた負のパワーを持つメニスカス形状の第2レンズ3と、物体側に凸面を向けた正のパワーを持つ第3レンズ4とを有している。ここで、第1レンズ2、第2レンズ3、第3レンズ4における物体側の各レンズ面2a、3a、4aを、それぞれ各レンズの第1面2a、3a、4aと称し、像面側の各レンズ面2b、3b、4bを、それぞれ各レンズの第2面2b、3b、4bと称することとする。

【0039】

第3レンズ4の第2面4b側には、カバーガラス、IRカットフィルタ、ローパスフィルタ等の各種フィルタ5およびCCDあるいはCMOS等の撮像素子の受光面である撮像面6がそれぞれ配設されている。なお、各種フィルタ5は、必要に応じて省略することも可能である。

【0040】

本実施形態においては、上記のように形成された第1レンズ2、第2レンズ3、第3レンズ4の組み合わせによって、色収差（倍率色収差、軸上色収差）、歪曲収差、像面湾曲等の諸収差を良好に補正することが可能となるとともに、レンズ系の全長を短く形成して小型軽量化を図ることが可能となる。

【0041】

また、レンズ系の全長を短くしつつ、必要なバックフォーカスを十分に確保することができ、この結果、第3レンズ4と撮像面6との間に、各種フィルタ5のような光学系を挿入するための十分なスペースを確保することが可能となる。

【0042】

さらに、撮像素子のセンサ面に対する主光線の入射角を小さくして（20°近辺）、テレセントリック性を維持することが可能となる。

【0043】

上記の構成に加えて、さらに、本実施形態においては、第1レンズ2の第1面2a側に、絞り8が配設されている。

【0044】

これにより、低い光線高で絞り8の近傍に位置する主たるパワーを持った第1レンズ2のレンズ面（第1面2a）を通過させることができるため、物体側から入射した光線を、収差を悪くしない状態で集光のために大きく屈折させることが可能となり、その結果としてより一層テレセントリック性がよくなり、撮像素子のセンサ面に対する主光線の入射角をより一層小さくすることができる。

10

20

30

40

50

【0045】

なお、絞り8の配置位置については、第1レンズ2の第1面2a側に限らず、第1レンズ2と第2レンズ3との間（より好ましくは、第1レンズ2の第2面2bの近傍）に配置するようにしてもよい。

【0046】

この場合においても、撮像素子のセンサ面に対する主光線の入射角を小さくしてテレセントリック性を十分に維持することが可能である。また、この場合、像面湾曲と色収差とをバランス良く補正するために、第1レンズ2のパワーを若干弱くする必要が生じるが、この場合、各レンズ2, 3, 4をそれぞれより均肉にすることができると、その結果として、各レンズ2, 3, 4の成形性を向上することが可能となる。

10

【0047】

さらに、本実施形態においては、更に、次の(1)~(3)に示す各条件式を満足するようにする。

【0048】

$$40 < \frac{1}{f_1} < 70 \quad (1)$$

$$20 < \frac{2}{f_2} < 40 \quad (2)$$

$$40 < \frac{3}{f_3} < 70 \quad (3)$$

但し、(1)~(3)式において、 $\frac{1}{f_1}$ は、第1レンズ2のアッペ数、 $\frac{2}{f_2}$ は、第2レンズ3のアッペ数、 $\frac{3}{f_3}$ は、第3レンズ4のアッペ数である。

【0049】

このように、第1レンズ2と第3レンズ4とを色分散が小さい（ $\frac{1}{f_1}$ が大）光学材料によって形成し、第2レンズ3を色分散が大きい（ $\frac{2}{f_2}$ が小）光学材料によって形成することによって、色収差（倍率色収差、軸上色収差）をさらに良好に補正することが可能となる。

20

【0050】

なお、各レンズ2, 3, 4を形成するための光学材料としては、例えばガラスや樹脂材料が考えられるが、各レンズ2, 3, 4をすべて樹脂材料によって形成すれば、各レンズ2, 3, 4を樹脂の射出成形等によって簡便に形成することが可能となり、より低コストな撮像レンズを実現することができる。

【0051】

さらに、本実施形態において、第2レンズ3の第2面3bは、レンズ面3bの周辺側の中心曲率半径が、中心側の中心曲率半径よりも大きく形成されている。

30

【0052】

より具体的な例としては、第2レンズ3の第2面3bは、前述したように像面側に向かう凸面であるが、この第2面3bは、レンズ面3bの光軸9側から周辺側に向かうにつれて、中心曲率半径が次第に大きくなる非球面形状に形成されている。

【0053】

これにより、更に、高い像高の光線においてコマ収差および像面湾曲をより良好に補正することが可能となる。

【0054】

また、上記の構成に加えて、さらに、第3レンズ4の第1面4aの周辺側の中心曲率半径を、中心側の中心曲率半径よりも大きく形成してもよい。

40

【0055】

より具体的な例としては、第3レンズ4の第1面4aは、前述したように物体側に向かう凸面であるが、この第1面4aを、レンズ面4aの光軸9側から周辺側に向かうにつれて、中心曲率半径が次第に大きくなる非球面形状に形成してもよい。

【0056】

このようにすれば、更に、収差の補正が過剰にならないようにすることが可能となり、また、像面湾曲の悪化を抑制することが可能となる。さらにまた、成形性に優れたレンズ形状にすることが可能となり、また、バックフォーカスの低下を抑えることが可能となる。

【0057】

50

さらに、上記の構成に加えて、第3レンズ4の第2面4bを、その周辺側の中心曲率半径が、中心側の中心曲率半径よりも大きくなるように形成してもよい。

【0058】

より具体的な例としては、第3レンズ4の第2面4bは、像面側に向かう凹面であるが、この第2面4bを、レンズ面4bの光軸9側から周辺側に向かうにつれて曲率半径が次第に大きくなる非球面形状に形成してもよい。

【0059】

このようにすれば、更に、収差の補正が過剰にならないようにすることができ、また、像面湾曲の悪化をさらに有効に抑制することが可能となる。さらに、成形性により優れたレンズ形状にすることができ、バックフォーカスの低下をさらに有効に抑えることが可能となる。

10

【0060】

また、上記の構成に加えて、第3レンズ4の第2面4bを、中心部から周辺に向かうにしたがって物体側に曲がるような形状としてもよい。

【0061】

このようにすれば、更に、コマ収差の補正（特に周辺部において）が良好となり、フレアを低減することが可能となる。

【0062】

上記の構成に加えて、更に、第1レンズ2、第2レンズ3、第3レンズ4のそれぞれにおいて、第1面2a、3a、4aと第2面2b、3b、4bの少なくとも一方の面を非球面形状に形成するようにしてもよい。

20

【0063】

このようにすれば、色収差をはじめとした諸収差をさらに良好に補正することが可能となる。

【0064】

さらに、本実施形態においては、更に次の(4)に示す条件式を満足するようにする。

【0065】

$$0.6 < f_1 / f < 1.3 \quad (4)$$

但し、(4)式において、 f_1 は、第1レンズ2の焦点距離であり、 f は、レンズ系全体の焦点距離である。

30

【0066】

ここで、 f_1 / f の値が、(4)式に示す値(0.6)以下になると、像面湾曲が増加し、良好な画像を得ることが困難となる。

【0067】

一方、 f_1 / f の値が、(4)式に示す値(1.3)以上になると、色収差の補正が困難となる。

【0068】

従って、本実施形態においては、 f_1 / f の値を(4)の条件式を満足するようにすることによって、像面湾曲と色収差とをさらにバランス良く補正することが可能となる。

【0069】

さらに、本実施形態においては、次の(5)に示す条件式を満足するようにする。

40

【0070】

$$-0.4 < r_3 / f < -0.1 \quad (\text{より好ましくは、} -0.27 < r_3 / f < -0.16) \quad (5)$$

但し、(5)式において、 r_3 は、第2レンズ3の第1面3aの中心曲率半径である。

【0071】

ここで、 r_3 / f の値が、(5)式に示す値(-0.4)以下になると、像面湾曲の補正不足となる。

【0072】

一方、 r_3 / f の値が、(5)式に示す値(-0.1)以上になると、過剰補正となる

50

結果、像面に倒れが生じてしまう。

【0073】

従って、本実施形態においては、 r_3 / f の値が(5)の条件式を満足するようにすることによって、ペッツパール和を小さくして像面湾曲をさらに良好に補正することが可能となる。

【0074】

さらに、本実施形態においては、次の(6)に示す条件式を満足するようにする。

【0075】

$0.4 < r_5 / f < 0.6$ (より好ましくは、 $0.43 < r_5 / f < 0.57$)

(6)

但し、(6)式において、 r_5 は、第3レンズ4の第1面4aの中心曲率半径である。

【0076】

ここで、 r_5 / f の値が、(6)式に示す値(0.4)以下になると、第3レンズ4の第1面4aの曲率が大きくなり過ぎるため、負の歪曲収差が大きくなり、また、コマ収差も悪くなる。

【0077】

一方、 r_5 / f の値が(6)式に示す値(0.6)以上になると、撮像素子のセンサ面に対する主光線の入射角度が大きくなり、テレセントリック性を維持することができなくなる。

【0078】

従って、本実施形態においては、 r_5 / f の値が(6)の条件式を満足するようにすることによって、撮像素子のセンサ面への主光線の入射角度をさらに低く抑えることが可能となるとともに、歪曲収差をさらに良好に補正することが可能となる。

【0079】

なお、上記の構成に加えて、さらに、次の(7)に示す条件式を満足するようにしてもよい。

【0080】

$-0.45 < r_4 / f < -0.35$ (より好ましくは、 $-0.41 < r_4 / f < -0.35$)

(7)

但し、(7)式において、 r_4 は、第2レンズ3の第2面3bの中心曲率半径である。

【0081】

このように、 r_4 / f の値を(7)の条件式を満足するようにすれば、コマ収差の発生をさらに有効に抑制することが可能となる。

【0082】

【実施例】

次に、本発明の実施例について、図2乃至図19を参照して説明する。

【0083】

ここで、本実施例において、FNOは、Fナンバー、 θ は、半画角、 r は、中心曲率半径を示す。また、 d は、次の光学面までの距離を示す。また、 n_d は、 d 線(黄色)に対する屈折率、 d は、アッベ数(d 線基準)を示す。

【0084】

k 、 A 、 B 、 C 、 D は、次の(8)式における各係数を示す。すなわち、レンズの非球面の形状は、光軸方向に Z 軸、光軸に直交する方向に X 軸をとり、光の進行方向を正とし、 k を円錐係数、 A 、 B 、 C 、 D を非球面係数、 r を中心曲率半径としたとき次式で表される。

【0085】

$$Z(X) = r^{-1} X^2 / [1 + \{1 - (k+1)r^{-2} X^2\}^{1/2}] + AX^4 + BX^6 + CX^8 + DX^{10} \quad (8)$$

【0086】

<第1実施例>

10

20

30

40

50

図2は、本発明の第1実施例を示したもので、本第1実施例においては、図1に示したものと同様に、第1レンズ2の第1面2a側に絞り8を配置している。なお、本第1実施例においては、絞り8を、第1レンズ2の第1面2aと同一面とみなしている。また、第1～3の各レンズは樹脂材料により形成されている。

【0087】

さらに、本第1実施例の撮像レンズ1は、以下の条件に設定されている。

【0088】

$f = 4.75 \text{ mm}$ 、 $FNO = 2.8$ 、 $\omega = 29^\circ$ 、 $f_1 = 3.4965 \text{ mm}$

【0089】

面番号	r	d	nd	νd	
(物点)		∞			
1 (第1レンズ第1面) (絞り)	3.704	1.25	1.525	56	10
2 (第1レンズ第2面)	-3.212	0.81			
3 (第2レンズ第1面)	-0.813	0.70	1.584	30	
4 (第2レンズ第2面)	-1.844	0.13			
5 (第3レンズ第1面)	2.024	1.42	1.525	56	
6 (第3レンズ第2面)	9.588	1.00			20
7 (カバーガラス第1面)	0.0	0.50	1.517	64	
8 (カバーガラス第2面)	0.0				
(像面)					

面番号	k	A	B	C	
1	-21.4192	0.27241073e-01	-0.33111515e-01	0.00000000e+00	
2	0.6432	-0.38977553e-01	-0.87389020e-02	0.00000000e+00	30
3	-1.9035	0.24229716e-01	0.00000000e+00	0.00000000e+00	
4	-0.1148	0.10234639e+00	0.33414204e-03	0.00000000e+00	
5	-4.8595	0.48996684e-02	-0.10838753e-03	0.00000000e+00	
6	0.0000	-0.18867854e-02	0.13362654e-03	0.00000000e+00	

D

1	0.00000000e+00	40
2	0.00000000e+00	
3	0.00000000e+00	
4	0.00000000e+00	
5	0.00000000e+00	
6	0.00000000e+00	

【0090】

このような条件の下で、 $r_1 = 56$ 、 $r_2 = 30$ 、 $r_3 = 56$ となり、(1)~(3)の各条件式を満足するものであった。また、 $f_1 / f = 0.74$ となり、(4)の条件式を満足するものであった。さらに、 $r_3 / f = -0.17$ となり、(5)の条件式を満足するものであった。さらにまた、 $r_5 / f = 0.43$ となり、(6)の条件式を満足するものであった。また、 $r_4 / f = -0.39$ となり、(7)の条件式を満足するものであった。

【0091】

この第1実施例の撮像レンズ1における球面収差、ディストーション(歪曲収差)および非点収差を図3に、横収差を図4に示す。

【0092】

この結果によれば、球面収差、ディストーション、非点収差および横収差のいずれも満足できる結果となり、十分な光学特性を得ることができると分かる。また、撮像素子のセンサ面に対する主光線の入射角を、 19.3° 未満に抑えることができ、テレセントリック性を良好に維持することができる。

【0093】

<第2実施例>

図5は、本発明の第2実施例を示したもので、本第2実施例においては、図1に示したものと同様に、第1レンズ2の第1面2a側に絞り8を配置している。なお、本第2実施例においても、絞り8を、第1レンズ2の第1面2aと同一面とみなしている。また、第1~3の各レンズは樹脂材料により形成されている。

【0094】

さらに、本第2実施例の撮像レンズ1は、以下の条件に設定されている。

【0095】

$f = 4.75 \text{ mm}$ 、 $FNO = 2.8$ 、 $\theta = 29^\circ$ 、 $f_1 = 4.2889 \text{ mm}$

【0096】

10

20

面番号 (物点)	r	d	nd	νd
		∞		
1 (第1レンズ第1面) (絞り)	2.250	1.10	1.525	56
2 (第1レンズ第2面)	∞	0.81		
3 (第2レンズ第1面)	-1.013	0.70	1.585	30
4 (第2レンズ第2面)	-1.706	0.20		
5 (第3レンズ第1面)	2.564	1.43	1.525	56
6 (第3レンズ第2面)	7.304	1.00		
7 (カバーガラス第1面)	0.0	0.50	1.517	64
8 (カバーガラス第2面)	0.0			
(像面)				

10

面番号	k	A	B	C
1	1.4480	-0.10866073e-01	-0.11267031e-01	0.00000000e+00
2	0.0000	0.17543866e-02	-0.11877248e-01	0.00000000e+00
3	-0.5802	0.19193526e+00	-0.35641907e-01	0.00000000e+00
4	-0.4268	0.82018154e-01	0.00000000e+00	0.00000000e+00
5	-5.5851	-0.27816427e-02	-0.11903229e-02	0.00000000e+00
6	0.0000	-0.21979345e-01	0.34671159e-02	-0.78831066e-03

20

D

30

1	0.00000000e+00
2	0.00000000e+00
3	0.00000000e+00
4	0.00000000e+00
5	0.00000000e+00
6	0.60905481e-00

40

【0097】

このような条件の下で、 $r_1 = 56$ 、 $r_2 = 30$ 、 $r_3 = 56$ となり、(1)~(3)の各条件式を満足するものであった。また、 $f_1 / f = 0.90$ となり、(4)の条件式を満足するものであった。さらに、 $r_3 / f = -0.21$ となり、(5)の条件式を満足するものであった。さらにまた、 $r_5 / f = 0.54$ となり、(6)の条件式を満足するものであった。また、 $r_4 / f = -0.36$ となり、(7)の条件式を満足するものであった。

【0098】

この第2実施例の撮像レンズにおける球面収差、ディストーション(歪曲収差)および非点収差を図6に、横収差を図7に示す。

50

【0099】

この結果によれば、球面収差、ディストーション、非点収差および横収差のいずれも満足できる結果となり、十分な光学特性を得ることができることが分かる。また、撮像素子のセンサ面に対する主光線の入射角を、 18.9° 未満に抑えることができ、テレセントリック性を良好に維持することができる。

【0100】

<第3実施例>

図8は、本発明の第3実施例を示したもので、本第3実施例においては、図1に示したものと同様に、第1レンズ2の第1面2a側に絞り8を配置している。本第3実施例においても、絞り8を、第1レンズ2の第1面2aと同一面とみなしている。また、第1～3の各レンズは樹脂材料により形成されている。

【0101】

さらに、本第3実施例の撮像レンズ1は、以下の条件に設定されている。

【0102】

$f = 4.75 \text{ mm}$ 、 $FNO = 2.8$ 、 $\omega = 29^\circ$ 、 $f_1 = 3.0771 \text{ mm}$

【0103】

面番号 (物点)	r	d	nd	νd	
		∞			
1 (第1レンズ第1面) (絞り)	2.375	1.2678	1.525	56	20
2 (第1レンズ第2面)	-4.115	0.5445			
3 (第2レンズ第1面)	-0.776	0.7917	1.584	30	
4 (第2レンズ第2面)	-1.767	0.1409			
5 (第3レンズ第1面)	2.651	1.4021	1.525	56	
6 (第3レンズ第2面)	26.516	1.0000			
7 (カバーガラス第1面)	0.0	0.5000	1.517	64	
8 (カバーガラス第2面)	0.0				30
(像面)					

面番号	k	A	B	C	
1	-12.6539	0.92719822e-01	-0.57596730e-01	0.00000000e+00	
2	1.2461	-0.68271565e-01	-0.35549128e-01	0.00000000e+00	
3	-1.6898	-0.51851761e-01	0.00000000e+00	0.00000000e+00	
4	0.0348	0.10625124e+00	0.11543488e-01	0.00000000e+00	40
5	-3.7428	-0.15760470e-02	0.54496828e-03	0.00000000e+00	
6	0.0000	-0.35219513e-02	0.21936017e-03	0.00000000e+00	

D

1	0.00000000e+00
2	0.00000000e+00
3	0.00000000e+00
4	0.00000000e+00
5	0.00000000e+00
6	0.00000000e+00

10

【0104】

このような条件の下で、 $r_1 = 56$ 、 $r_2 = 30$ 、 $r_3 = 56$ となり、(1)~(3)の各条件式を満足するものであった。また、 $f_1 / f = 0.65$ となり、(4)の条件式を満足するものであった。さらに、 $r_3 / f = -0.16$ となり、(5)の条件式を満足するものであった。さらにまた、 $r_5 / f = 0.56$ となり、(6)の条件式を満足するものであった。また、 $r_4 / f = -0.37$ となり、(7)の条件式を満足するものであった。

【0105】

この第3実施例の撮像レンズ1における球面収差、ディストーション(歪曲収差)および非点収差を図9に、横収差を図10に示す。 20

【0106】

この結果によれば、球面収差、ディストーション、非点収差および横収差のいずれも満足できる結果となり、十分な光学特性を得ることができることが分かる。また、撮像素子のセンサ面に対する主光線の入射角を、 19.5° 未満に抑えることができ、テレセントリック性を良好に維持することができる。

<第4実施例>

図11は、本発明の第4実施例を示したもので、本第4実施例においては、図1に示したものと異なり、第1レンズ2と第2レンズ3との間に絞り8を配置している。なお、本第4実施例においては、絞り8を、第1レンズ2の第2面2bと同一面とみなしている。また、第1~3の各レンズは樹脂材料により形成されている。 30

【0107】

さらに、本第4実施例の撮像レンズ1は、以下の条件に設定されている。

【0108】

$f = 4.75 \text{ mm}$ 、 $FNO = 2.8$ 、 $\theta = 29^\circ$ 、 $f_1 = 5.2101 \text{ mm}$

【0109】

面番号 (物点)	r	d ∞	nd	ν d	
1 (第1レンズ第1面)	2.365	1.11	1.525	56	
2 (第1レンズ第2面) (絞り)	14.696	0.85			
3 (第2レンズ第1面)	-1.114	0.70	1.585	30	
4 (第2レンズ第2面)	-1.821	0.20			
5 (第3レンズ第1面)	2.463	1.43	1.525	56	10
6 (第3レンズ第2面)	11.802	1.00			
7 (カバーガラス第1面)	0.0	0.50	1.517	64	
8 (カバーガラス第2面)	0.0				
(像面)					

面番号	k	A	B	C	
1	0.8469	-0.15628182e-02	0.45782756e-03	0.00000000e+00	20
2	0.0000	0.15086987e-01	0.38538128e-02	0.00000000e+00	
3	-0.4868	0.15671064e+00	-0.79189770e-02	0.00000000e+00	
4	-0.2239	0.66052107e-01	0.00000000e+00	0.00000000e+00	
5	-3.9034	0.61472603e-02	-0.11191186e-02	0.00000000e+00	
6	0.0000	-0.18651349e-02	0.38921743e-02	-0.13095347e-02	

D					30
1	0.00000000e+00				
2	0.00000000e+00				
3	0.00000000e+00				
4	0.00000000e+00				
5	0.00000000e+00				
6	0.11230600e-03				

【0110】

このような条件の下で、 $r_1 = 56$ 、 $r_2 = 30$ 、 $r_3 = 56$ となり、(1)~(3)の各条件式を満足するものであった。また、 $f_1 / f = 1.10$ となり、(4)の条件式を満足するものであった。さらに、 $r_3 / f = -0.23$ となり、(5)の条件式を満足するものであった。さらにまた、 $r_5 / f = 0.52$ となり、(6)の条件式を満足するものであった。また、 $r_4 / f = -0.38$ となり、(7)の条件式を満足するものであった。

【0111】

この第4実施例の撮像レンズ1における球面収差、ディストーション(歪曲収差)および非点収差を図12に、横収差を図13に示す。

10

20

30

40

50

【0112】

この結果によれば、球面収差、ディストーション、非点収差および横収差のいずれも満足できる結果となり、十分な光学特性を得ることができることが分かる。また、撮像素子のセンサ面に対する主光線の入射角を、 21.7° 未満に抑えることができ、テレセントリック性を良好に維持することができる。

【0113】

<第5実施例>

図14は、本発明の第5実施例を示したもので、本第5実施例においては、図1に示したものと同様に、第1レンズ2の第1面2a側に絞り8を配置している。なお、本第5実施例においては、絞り8を、第1レンズ2の第1面2aと同一面とみなしている。また、本実施例においては第1レンズ2はガラス、第2レンズ3及び第3レンズ4は樹脂材料により形成されている。

10

【0114】

さらに、本第5実施例の撮像レンズ1は、以下の条件に設定されている。

【0115】

$f = 4.75 \text{ mm}$ 、 $FNO = 2.8$ 、 $\theta = 29^\circ$ 、 $f_1 = 3.1536 \text{ mm}$

【0116】

面番号 (物点)	r	d ∞	nd	νd	
1 (第1レンズ第1面) (絞り)	4.115	1.5043	1.697	56	
2 (第1レンズ第2面)	-4.008	0.6264			
3 (第2レンズ第1面)	-0.876	0.7827	1.584	30	
4 (第2レンズ第2面)	-1.939	0.1274			
5 (第3レンズ第1面)	2.710	1.3040	1.525	56	10
6 (第3レンズ第2面)	12.556	1.0000			
7 (カバーガラス第1面)	0.0	0.5000	1.517	64	
8 (カバーガラス第2面)	0.0				
(像面)					

面番号	k	A	B	C	
1	-40.6463	0.46862172e-01	-0.40054628e-01	0.00000000e+00	20
2	-0.3921	-0.58928912e-01	-0.98167341e-02	0.00000000e+00	
3	-1.5346	-0.92572613e-02	0.00000000e+00	0.00000000e+00	
4	0.1131	0.92093122e-01	0.74656687e-02	0.00000000e+00	
5	-3.8826	-0.32617100e-02	0.69650759e-03	0.00000000e+00	
6	0.0000	-0.48048918e-02	0.23886971e-03	0.00000000e+00	

	D	
1	0.00000000e+00	30
2	0.00000000e+00	
3	0.00000000e+00	
4	0.00000000e+00	
5	0.00000000e+00	
6	0.00000000e+00	

【0117】

このような条件の下で、 $r_1 = 56$ 、 $r_2 = 30$ 、 $r_3 = 56$ となり、(1)~(3)の各条件式を満足するものであった。また、 $f_1 / f = 0.66$ となり、(4)の条件式を満足するものであった。さらに、 $r_3 / f = -0.18$ となり、(5)の条件式を満足するものであった。さらにまた、 $r_5 / f = 0.57$ となり、(6)の条件式を満足するものであった。また、 $r_4 / f = -0.41$ となり、(7)の条件式を満足するものであった。

【0118】

この第5実施例の撮像レンズ1における球面収差、ディストーション(歪曲収差)および非点収差を図15に、横収差を図16に示す。

【0119】

この結果によれば、球面収差、ディストーション、非点収差および横収差のいずれも満足できる結果となり、十分な光学特性を得ることができることが分かる。また、撮像素子のセンサ面に対する主光線の入射角を、 21.5° 未満に抑えることができ、テレセントリック性を良好に維持することができる。

<第6実施例>

図17は、本発明の第6実施例を示したもので、本第6実施例においては、図11に示した第4実施例のものと同様に、第1レンズ2と第2レンズ3との間に絞り8を配置している。なお、本第6実施例においても、第4実施例と同様に、絞り8を、第1レンズ2の第2面2bと同一面とみなしている。

10

【0120】

さらに、本第6実施例の撮像レンズ1は、以下の条件に設定されている。また、本実施例においては、第1レンズ2はガラス、第2レンズ3及び第3レンズ4は樹脂材料により形成されている。

【0121】

$f = 4.75 \text{ mm}$ 、 $FNO = 2.8$ 、 $\theta = 29^\circ$ 、 $f_1 = 5.6823 \text{ mm}$

【0122】

面番号 (物点)	r	d	nd	ν d	
		∞			
1 (第1レンズ第1面)	3.332	1.25	1.773	50	
2 (第1レンズ第2面) (絞り)	11.575	1.16			
3 (第2レンズ第1面)	-1.273	0.70	1.584	30	
4 (第2レンズ第2面)	-1.700	0.21			
5 (第3レンズ第1面)	2.564	1.29	1.523	56	10
6 (第3レンズ第2面)	5.259	1.00			
7 (カバーガラス第1面)	0.0	0.50	1.517	64	
8 (カバーガラス第2面)	0.0				
(像面)					

面番号	k	A	B	C	
3	-0.5109	0.93172346e-01	0.00000000e+00	0.00000000e+00	20
4	-0.1326	0.39973032e-01	0.14945454e-01	0.00000000e+00	
5	-4.1163	-0.14587145e-02	0.72520220e-03	-0.42609657e-04	
6	0.0000	-0.15997573e-01	0.87121930e-03	0.00000000e+00	

D

3	0.00000000e+00				
4	0.00000000e+00				30
5	0.00000000e+00				
6	0.00000000e+00				

【0123】

このような条件の下で、 $r_1 = 50$ 、 $r_2 = 30$ 、 $r_3 = 56$ となり、(1)~(3)の各条件式を満足するものであった。また、 $f_1 / f = 1.20$ となり、(4)の条件式を満足するものであった。さらに、 $r_3 / f = -0.27$ となり、(5)の条件式を満足するものであった。さらにまた、 $r_5 / f = 0.54$ となり、(6)の条件式を満足するものであった。また、 $r_4 / f = -0.36$ となり、(7)の条件式を満足するものであった。 40

【0124】

この第6実施例の撮像レンズ1における球面収差、ディストーション(歪曲収差)および非点収差を図18に、横収差を図19に示す。

【0125】

この結果によれば、球面収差、ディストーション、非点収差および横収差のいずれも満足できる結果となり、十分な光学特性を得ることができることが分かる。また、撮像素子のセンサ面に対する主光線の入射角を、 17.1° 未満に抑えることができ、テレセントリック性を良好に維持することができる。

【0126】

なお、本発明は前記実施形態のものに限定されるものではなく、必要に応じて種々変更することが可能である。

【0127】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明の請求項1に係る撮像レンズによれば、光学性能に優れ、バックフォーカスを適正に確保することができ、テレセントリック性を適正に維持することができる小型軽量の撮像レンズを実現することができる。

【0128】

請求項2に係る撮像レンズによれば、請求項1に係る撮像レンズの効果に加えて、さらに光学性能に優れた小型軽量の撮像レンズを実現することができる。

10

【0129】

請求項3に係る撮像レンズによれば、請求項1に係る撮像レンズの効果に加えて、さらに成形性が向上された撮像レンズを実現することができる。

【0130】

請求項4に係る撮像レンズによれば、請求項1乃至請求項3のいずれか1項に係る撮像レンズの効果に加えて、さらに、色収差がより良好に補正された光学性能に優れた小型軽量の撮像レンズを実現することができる。

【0131】

請求項5に係る撮像レンズによれば、請求項1乃至請求項4のいずれか1項に係る撮像レンズの効果に加えて、さらに、コマ収差および像面湾曲が良好に補正された光学性能に優れた小型軽量の撮像レンズを実現することができる。

20

【0132】

請求項6に係る撮像レンズによれば、請求項1乃至請求項5のいずれか1項に係る撮像レンズの効果に加えて、さらに、像面湾曲がより良好に補正された光学性能に優れた小型軽量の撮像レンズを実現することができ、その上、レンズの成形性を向上することができる。

【0133】

請求項7に係る撮像レンズによれば、請求項1乃至請求項6のいずれか1項に係る撮像レンズの効果に加えて、さらに、像面湾曲がより良好に補正された光学性能に優れた小型軽量の撮像レンズを実現することができ、その上、レンズの成形性をさらに向上することができる。

30

【0134】

請求項8に係る撮像レンズによれば、請求項1乃至請求項6のいずれか1項に係る撮像レンズの効果に加えて、さらにコマ収差の補正（特に周辺部において）が良好になされ、フレアが有効に低減された光学特性に優れた撮像レンズを実現することができる。

【0135】

請求項9に係る撮像レンズによれば、請求項1乃至請求項8に係る撮像レンズの効果に加えて、さらに、諸収差がより良好に補正された光学性能にさらに優れた撮像レンズを実現することができる。

【0136】

請求項10に係る撮像レンズによれば、請求項1乃至請求項9に係る撮像レンズの効果に加えて、さらに、成形性が向上された安価な撮像レンズを実現することができる。

40

【0137】

請求項11に係る撮像レンズによれば、請求項1乃至請求項10に係る撮像レンズの効果に加えて、さらに、像面湾曲と色収差とがバランス良く補正された光学性能にさらに優れた小型軽量の撮像レンズを実現することができる。

【0138】

請求項12に係る撮像レンズによれば、請求項1乃至請求項11に係る撮像レンズの効果に加えて、さらに、像面湾曲がより良好に補正された光学性能にさらに優れた撮像レンズを実現することができる。

50

【 0 1 3 9 】

請求項 1 3 に係る撮像レンズによれば、請求項 1 乃至請求項 1 2 に係る撮像レンズの効果に加えて、さらに、歪曲収差がより良好に補正された光学性能にさらに優れた撮像レンズを実現することができるとともに、テレセントリック性をさらに良好に維持することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明に係る撮像レンズの実施形態を示す概略構成図

【 図 2 】 本発明に係る撮像レンズの第 1 実施例を示す概略構成図

【 図 3 】 図 2 の撮像レンズの球面収差、ディストーション、非点収差を示す説明図

【 図 4 】 図 2 の撮像レンズの横収差を示す説明図

10

【 図 5 】 本発明に係る撮像レンズの第 2 実施例を示す概略構成図

【 図 6 】 図 5 の撮像レンズの球面収差、ディストーション、非点収差を示す説明図

【 図 7 】 図 5 の撮像レンズの横収差を示す説明図

【 図 8 】 本発明に係る撮像レンズの第 3 実施例を示す概略構成図

【 図 9 】 図 8 の撮像レンズの球面収差、ディストーション、非点収差を示す説明図

【 図 1 0 】 図 8 の撮像レンズの横収差を示す説明図

【 図 1 1 】 本発明に係る撮像レンズの第 4 実施例を示す概略構成図

【 図 1 2 】 図 1 1 の撮像レンズの球面収差、ディストーション、非点収差を示す説明図

【 図 1 3 】 図 1 1 の撮像レンズの横収差を示す説明図

【 図 1 4 】 本発明に係る撮像レンズの第 5 実施例を示す概略構成図

20

【 図 1 5 】 図 1 4 の撮像レンズの球面収差、ディストーション、非点収差を示す説明図

【 図 1 6 】 図 1 4 の撮像レンズの横収差を示す説明図

【 図 1 7 】 本発明に係る撮像レンズの第 6 実施例を示す概略構成図

【 図 1 8 】 図 1 7 の撮像レンズの球面収差、ディストーション、非点収差を示す説明図

【 図 1 9 】 図 1 7 の撮像レンズの横収差を示す説明図

【 符号の説明 】

1 撮像レンズ

2 第 1 レンズ

2 a 第 1 レンズの第 1 面

2 b 第 1 レンズの第 2 面

30

3 第 2 レンズ

3 a 第 2 レンズの第 1 面

3 b 第 2 レンズの第 2 面

4 第 3 レンズ

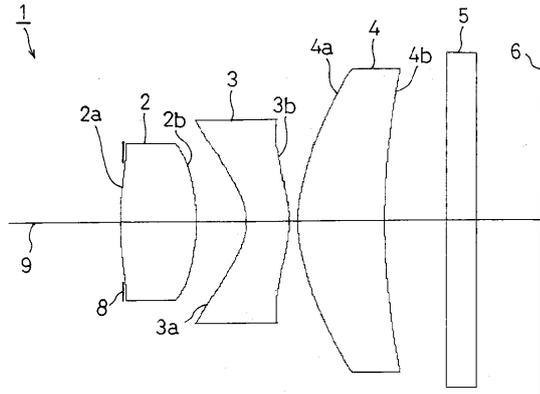
4 a 第 3 レンズの第 1 面

4 b 第 3 レンズの第 2 面

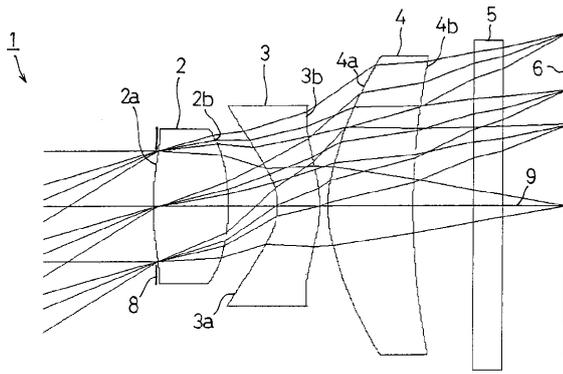
6 撮像面

8 絞り

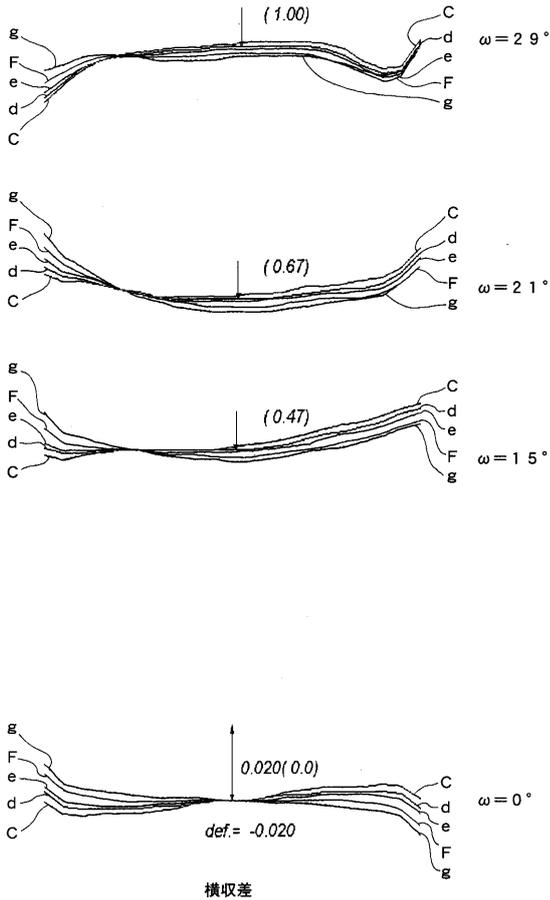
【図1】



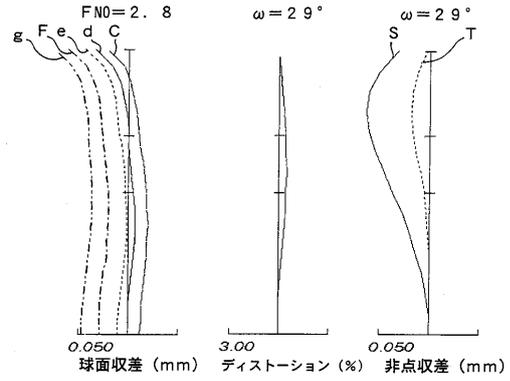
【図2】



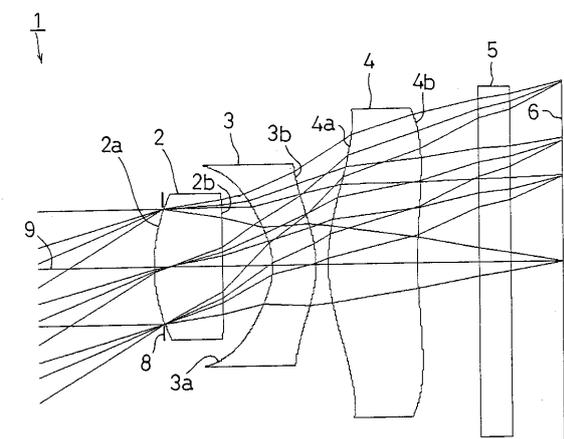
【図4】



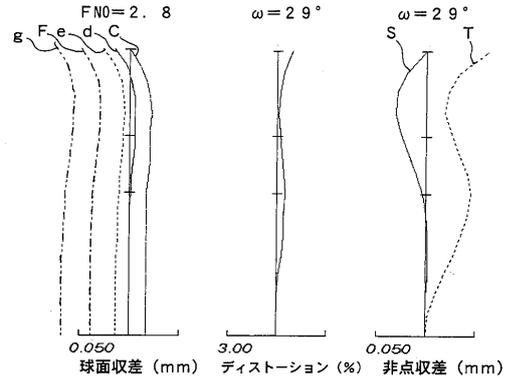
【図3】



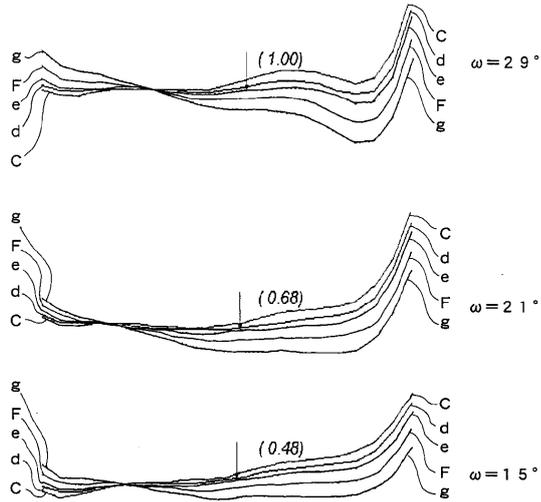
【図5】



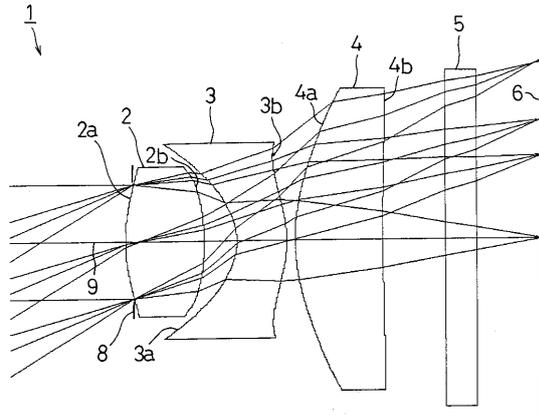
【図6】



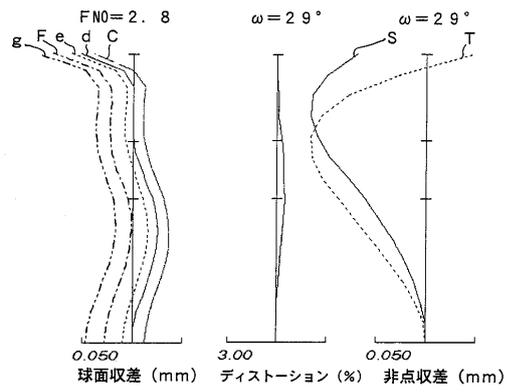
【 図 7 】



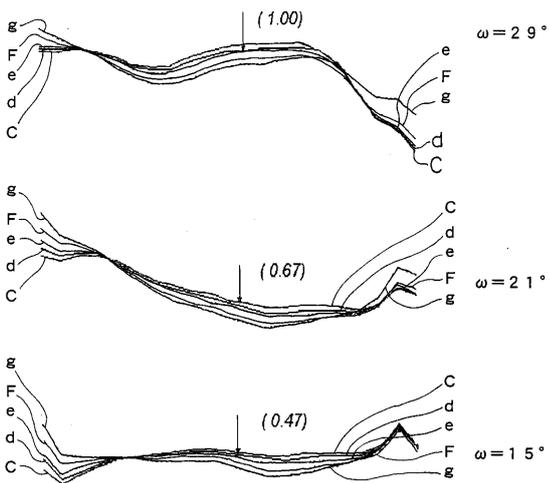
【 図 8 】



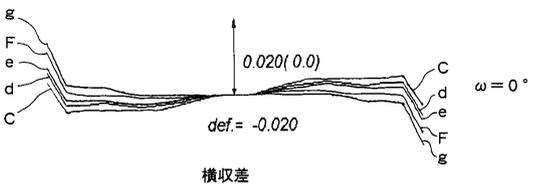
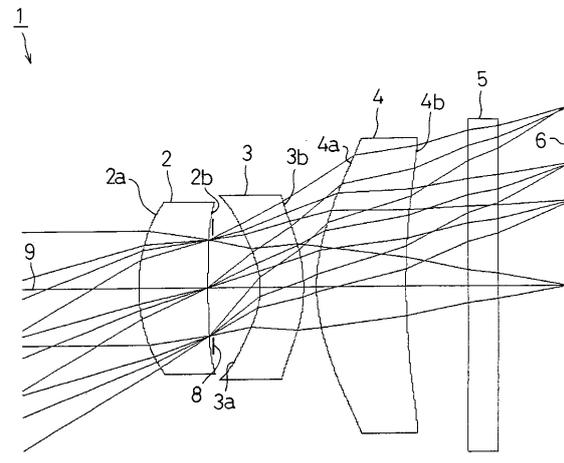
【 図 9 】



【 図 10 】

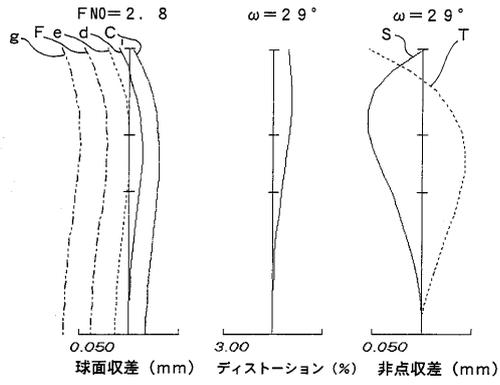


【 図 11 】

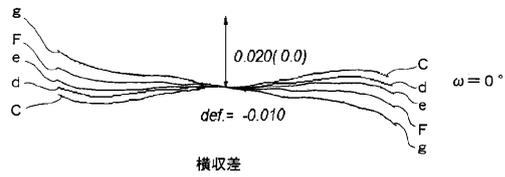
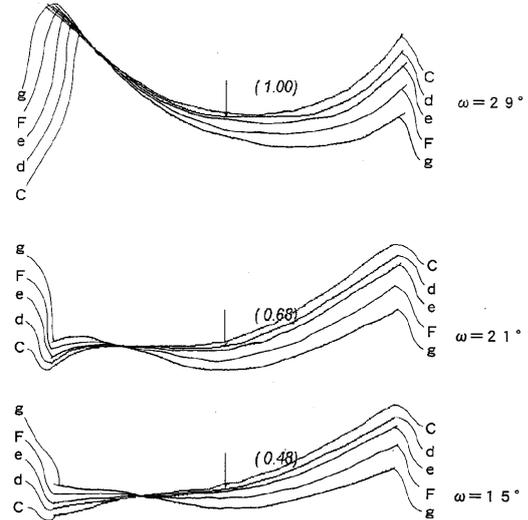


横収差

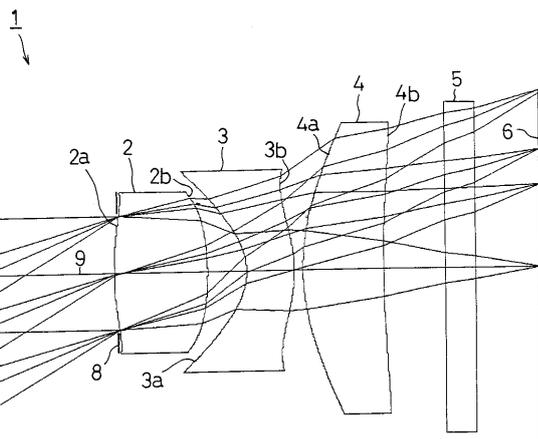
【 図 1 2 】



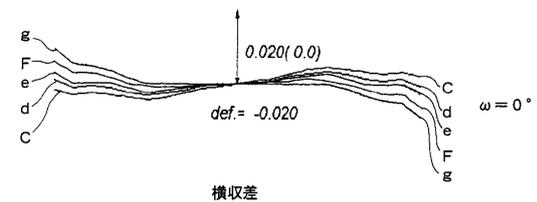
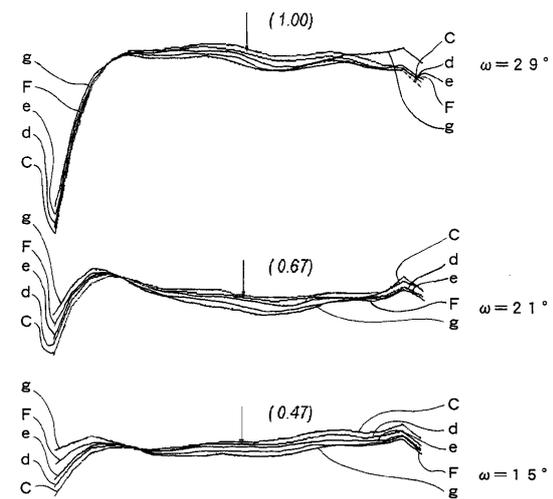
【 図 1 3 】



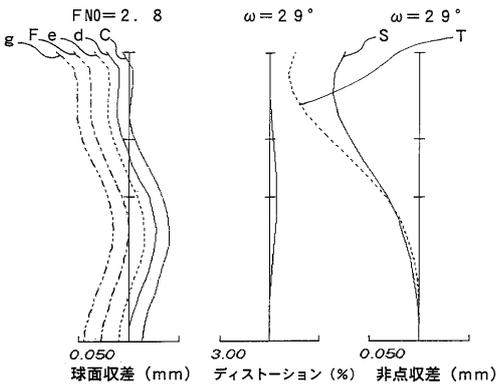
【 図 1 4 】



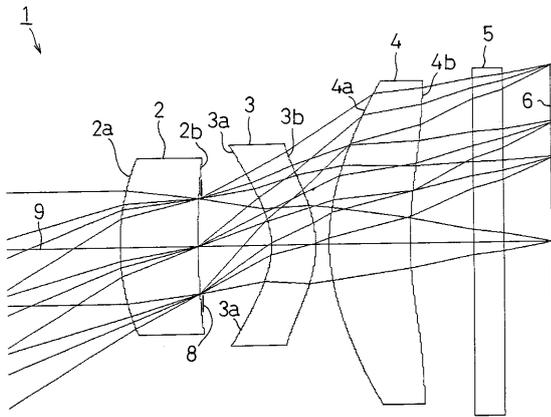
【 図 1 6 】



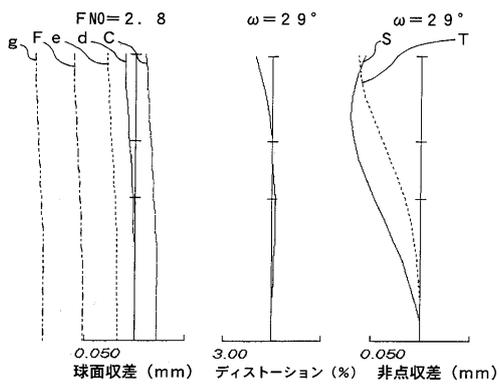
【 図 1 5 】



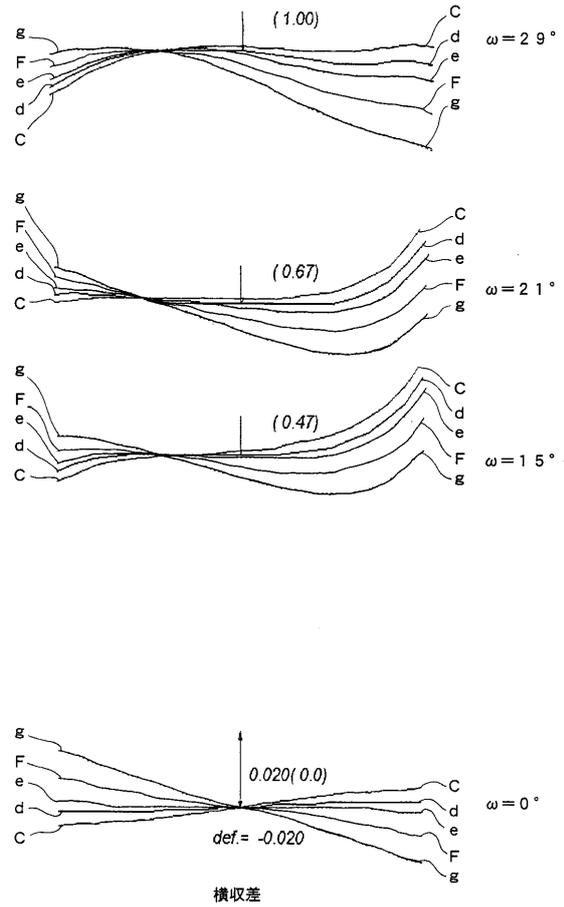
【 図 17 】



【 図 18 】



【 図 19 】



フロントページの続き

(72)発明者 中村 晃

埼玉県川口市並木2丁目30番1号 株式会社エンプラス内

Fターム(参考) 2H087 KA03 LA01 LA04 PA03 PA17 PB03 QA02 QA06 QA12 QA13
QA14 QA22 QA25 QA32 QA42 QA45 RA05 RA12 RA13 RA32
RA34 RA42 UA01