

(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2016-139087
(P2016-139087A)

(43) 公開日 平成28年8月4日(2016.8.4)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
G02B 13/04 (2006.01) G02B 13/04 D 2H087
G02B 13/18 (2006.01) G02B 13/18

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2015-15308 (P2015-15308)
 (22) 出願日 平成27年1月29日 (2015.1.29)

(71) 出願人 000131326
 株式会社シグマ
 神奈川県川崎市麻生区栗木2丁目4番16号
 (72) 発明者 幸野 朋来
 神奈川県川崎市麻生区栗木2丁目4番16号 株式会社シグマ内
 (72) 発明者 小笠原 典行
 神奈川県川崎市麻生区栗木2丁目4番16号 株式会社シグマ内
 Fターム(参考) 2H087 KA01 LA03 MA07 NA14 PA07
 PA08 PA16 PA20 PB10 PB11
 PB12 QA02 QA07 QA17 QA22
 QA25 QA26 QA37 QA41 QA42
 QA45 RA05 RA12 RA13 RA32
 RA37 UA06

(54) 【発明の名称】 結像光学系

(57) 【要約】

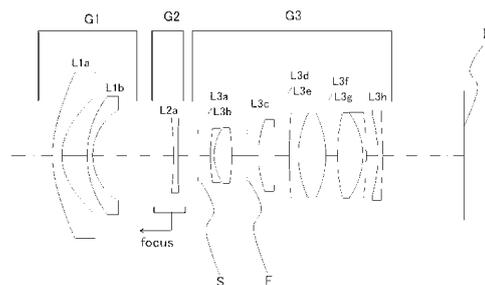
【課題】

歪曲収差が極めて少なく、さらには半画角が43度以上で、バックフォーカスが焦点距離の1.2~1.4倍程度の光学性能が良好で、迅速なフォーカシングが可能な結像光学系を提供する。

【解決手段】

物体側から順に、負の屈折力を有した第1レンズ群G1、負の屈折力を有した第2レンズ群G2、開口絞りSを含む正の屈折力を有した第3レンズ群G3より構成され、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して前記第2レンズ群G2を光軸に沿って物体側へ移動する構成となっている、所定の条件式を満足することを特徴とする結像光学系を提供する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、負の屈折力を有した第 1 レンズ群 G 1、負の屈折力を有した第 2 レンズ群 G 2、開口絞り S を含む正の屈折力を有した第 3 レンズ群 G 3 より構成され、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して前記第 2 レンズ群 G 2 を光軸に沿って物体側へ移動する構成となっている、以下の条件式を満足することを特徴とする結像光学系。

$$(1) \quad v d L A > 70.0$$

$$(2) \quad 0.80 < |f_{12} / f| < 1.40$$

v d L A : 前記第 1 レンズ群 G 1 を構成する負メニスカスレンズの d 線に対するアッペ数の最大値

f₁₂ : 前記第 1 レンズ群 G 1 と前記第 2 レンズ群 G 2 の無限遠時の合成焦点距離

f : レンズ全系での無限遠時の焦点距離

【請求項 2】

前記第 2 レンズ群 G 2 は、単レンズ又は 1 組のユニットで構成される、請求項 1 に記載の結像光学系。

【請求項 3】

前記第 1 レンズ群 G 1 は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズのみで構成される、請求項 1 又は請求項 2 に記載の結像光学系。

【請求項 4】

前記第 1 レンズ群 G 1 は、物体側に凸面を向けた 2 枚の負メニスカスレンズで構成される、請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の結像光学系。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はデジタルカメラ、ビデオカメラなどに用いられる撮影レンズに好適な結像光学系に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、レンズ交換式の撮影装置においては、光学ファインダーを有していることが一般的であった。故に、結像光学系と撮像素子との間にファインダー光学系へ光線を導くためのミラーを配置する必要があるため長いバックフォーカスが必要である。そのため、広角レンズにおいては、特許文献 1 に記載のように焦点距離よりも長いバックフォーカスが確保できる、レトロフォーカスタイプとすることが一般的である。

【0003】

しかし、近年において、撮像素子から直接ファインダーへ画像を転送することが可能となる電子式ファインダーを採用したレンズ交換が可能な所謂ミラーレスカメラが登場してきた。ミラーレスカメラは、ファインダー光学系へ光線を導くためのミラーを省くことが可能であるため撮影レンズのバックフォーカスを短くすることが可能となり、広角レンズにおいても、極端なレトロフォーカスタイプにする必要がない。また、焦点距離をより短くすることが可能となる。(例えば、特許文献 2 が挙げられる。)

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 8 - 110467 号公報

【特許文献 2】特開 2012 - 173435 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

レトロフォーカスタイプの結像光学系においては、歪曲収差を良好に補正することが困難であることが知られている。特許文献 1 に記載の結像光学系は、長いバックフォーカス

10

20

30

40

50

を確保するため、レトロフォーカスタイプの傾向が強くなっている。そのため、歪曲収差の補正が不十分であるという課題を有している。

【0006】

特許文献2の結像光学系は、長いバックフォーカスを確保してはいないが、それでも歪曲収差の補正が不十分であり、現状のバックフォーカスを維持したまま焦点距離を短くしようとするれば、レトロフォーカスタイプの傾向を強くしなければならず、さらなる歪曲収差の悪化は避けられないという課題がある。さらに特許文献2の結像光学系は、負の屈折力を有する第1レンズ群が負レンズと正レンズで構成され第1レンズ群のみで色収差を打ち消す効果を持たせているので、第3レンズ群においても第3レンズ群のみで色収差を打ち消す効果をもたせなければならず、色消しのために各正、負レンズの屈折力を強める必要があるため、硝材の選択肢が限られるなど高性能化が困難となる課題があった。

10

【0007】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、歪曲収差が極めて少なく、さらには半画角が43度以上で、バックフォーカスが焦点距離の1.2~1.4倍程度の光学性能が良好で、迅速なフォーカシングが可能な結像光学系を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するための手段である第1の発明は、物体側から順に、負の屈折力を有した第1レンズ群G1、負の屈折力を有した第2レンズ群G2、開口絞りSを含む正の屈折力を有した第3レンズ群G3より構成され、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して前記第2レンズ群G2を光軸に沿って物体側へ移動する構成となっている、以下の条件式を満足することを特徴とする結像光学系。

20

$$(1) \quad v d L A > 70.0$$

$$(2) \quad 0.80 < |f_{12} / f| < 1.40$$

$v d L A$: 前記第1レンズ群G1を構成する負メニスカスレンズのd線に対するアッベ数の最大値

f_{12} : 前記第1レンズ群G1と前記第2レンズ群G2の無限遠時の合成焦点距離

f : レンズ全系での無限遠時の焦点距離

【0009】

また、上述の課題を解決するための手段である第2の発明は、第1の発明である結像光学系であって、さらに前記第2レンズ群G2は、単レンズ又は1組のユニットで構成される結像光学系である。

30

【0010】

また、上述の課題を解決するための手段である第3の発明は、第1の発明又は第2の発明である結像光学系であって、さらに前記第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズのみで構成される結像光学系である。

【0011】

また、上述の課題を解決するための手段である第4の発明は、第1の発明乃至第3の発明のいずれかである結像光学系であって、さらに前記第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた2枚の負メニスカスレンズで構成される結像光学系である。

40

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、歪曲収差が極めて少なく、さらには半画角が43度以上で、バックフォーカスが焦点距離の1.2~1.4倍程度の光学性能が良好で、迅速なフォーカシングが可能な結像光学系を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の結像光学系の実施例1に係る無限遠におけるレンズ構成図である。

【図2】実施例1の結像光学系の撮影距離無限遠における縦収差図である。

【図3】実施例1の結像光学系の撮影距離200mmにおける縦収差図である。

50

- 【図4】実施例1の結像光学系の撮影距離無限遠における横収差図である。
- 【図5】実施例1の結像光学系の撮影距離200mmにおける横収差図である。
- 【図6】本発明の結像光学系の実施例2に係る無限遠におけるレンズ構成図である。
- 【図7】実施例2の結像光学系の撮影距離無限遠における縦収差図である。
- 【図8】実施例2の結像光学系の撮影距離200mmにおける縦収差図である。
- 【図9】実施例2の結像光学系の撮影距離無限遠における横収差図である。
- 【図10】実施例2の結像光学系の撮影距離200mmにおける横収差図である。
- 【図11】本発明の結像光学系の実施例3に係る無限遠におけるレンズ構成図である。
- 【図12】実施例3の結像光学系の撮影距離無限遠における縦収差図である。
- 【図13】実施例3の結像光学系の撮影距離200mmにおける縦収差図である。
- 【図14】実施例3の結像光学系の撮影距離無限遠における横収差図である。
- 【図15】実施例3の結像光学系の撮影距離200mmにおける横収差図である。
- 【図16】本発明の結像光学系の実施例4に係る無限遠におけるレンズ構成図である。
- 【図17】実施例4の結像光学系の撮影距離無限遠における縦収差図である。
- 【図18】実施例4の結像光学系の撮影距離200mmにおける縦収差図である。
- 【図19】実施例4の結像光学系の撮影距離無限遠における横収差図である。
- 【図20】実施例4の結像光学系の撮影距離200mmにおける横収差図である。
- 【発明を実施するための形態】

【0014】

本発明の結像光学系は、第1の発明として、図1、図6、図11及び図16に示す本願発明の実施例のレンズ構成図からわかるように、物体側から順に、負の屈折力を有した第1レンズ群G1、負の屈折力を有した第2レンズ群G2、開口絞りSを含む正の屈折力を有した第3レンズ群G3より構成され、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して前記第2レンズ群G2を光軸に沿って物体側へ移動する構成となっている、以下の条件式を満足することを特徴とする結像光学系。

$$(1) \quad v d L A > 70.0$$

$$(2) \quad 0.80 < |f_{12} / f| < 1.40$$

v d L A : 前記第1レンズ群G1を構成する負メニスカスレンズのd線に対するアッペ数の最大値

f₁₂ : 前記第1レンズ群G1と前記第2レンズ群G2の無限遠時の合成焦点距離

f : レンズ全系での無限遠時の焦点距離

【0015】

始めに第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3の屈折力配置について説明する。本発明の結像光学系は、負の屈折力を有した第1レンズ群G1と、負の屈折力を有した第2レンズ群G2と、正の屈折力を有した第3レンズ群G3とからなるレトロフォーカスタイプの屈折力配置とすることで、半画角が43度以上の広角レンズでありながらレンズ交換式カメラにも対応可能としている。

【0016】

また、本発明の結像光学系は、第1レンズ群G1が負の屈折力を有していることから、大きくアンダーに発生する歪曲収差を、第1レンズ群G1にレンズ中心付近に比べ周辺で屈折力が弱まる負のメニスカス非球面レンズを配置することによって、適正に補正している。

【0017】

尚、本発明は、無限遠撮影時の歪曲収差を計算式(A)で表す。本発明中では、光軸から最大像高までの歪曲収差Dの最大値と最小値の差は1%以内に補正されたものを適正に補正しているとしている。

$$(A) \quad D = (Y - y_0) / y_0 * 100 \quad [\%]$$

D : 歪曲収差

Y : 実際の像高

y₀ : 理想像高

10

20

30

40

50

【0018】

条件式(1)は、第1レンズ群G1を構成する負メニスカスレンズのd線に対するアッペ数の最大値を規定するものである。第1レンズ群G1を構成する負メニスカスレンズのd線に対するアッペ数の最大値を規定することで、倍率色収差を抑制するための好ましい範囲が規定される。

【0019】

条件式(1)の下限値を超えると、前記負メニスカスレンズの各波長の屈折率差が大きくなる。つまり分散が大きくなり、倍率色収差を良好に補正することが困難となる。

【0020】

なお、上述した条件式(1)について、その下限値をさらに80.0に限定することで、前述の効果をより確実にし、2次スペクトルの色収差補正にも効果的である。

10

【0021】

条件式(2)は、前記第1レンズ群G1と前記第2レンズ群G2の無限遠時の合成焦点距離 f_{12} とレンズ全系での無限遠時の焦点距離 f の比率を規定するものである。条件式(2)を満足することで、バックフォーカスの長さ第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間隔が適切となりレンズ全長が長くなりすぎること 방지しつつ適正な歪曲収差を維持することが可能となる。

【0022】

条件式(2)の上限値を超えると、バックフォーカスが短くなるが、第3レンズ群G3の焦点距離 f_3 が長くなり、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間隔が長くなるのでレンズ全長の増加を招く。

20

【0023】

条件式(2)の下限値を超えると、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の合成焦点距離 f_{12} の屈折力が強くなり、歪曲収差の発生が大きくなる。その結果、歪曲収差を補正することが困難となる。

【0024】

なお、上述した条件式(2)について、その下限値をさらに0.90に、また、上限値をさらに1.30に限定することで、より好ましい効果が期待できる。

【0025】

さらには、上述した条件式(2)について、その下限値をさらに0.95に、また、上限値をさらに1.10に限定することで、前述の効果をより確実にすることができる。

30

【0026】

また、第2の発明である結像光学系は第1の発明であって、前記第2レンズ群G2は、単レンズもしくは1組のユニットで構成されることが望ましい。但し、ユニットとは、フォーカシングの際に同一の動きをするレンズ群のことを言う。

【0027】

前記第2レンズ群G2は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って物体側へ移動する構成のため、フォーカス群が軽量であることが望ましい。フォーカス群が軽量であれば、迅速なフォーカシングが可能となるほか、フォーカスレンズを移動させるためのアクチュエータを小さくすることも可能となる。

40

【0028】

また、第3の発明である結像光学系は第1又は第2の発明であって、前記第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズのみで構成されることが望ましい。

【0029】

レトロフォーカスタイプの広角レンズの場合、第1レンズ群に入射する軸外光束の光線高は、軸上光束の光線高に比べて非常に高い。それゆえ軸外光束の光線は下方に曲げられる作用を強く受けるので、負の歪曲の発生が大きくなる。そこで軸外光線の第1レンズ群への入射角、および第1レンズ群の偏角が小さくなるようにレンズ形状を考慮すると、第1レンズ群は物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズのみで構成されることが最適となり歪曲を初めとする収差の発生を抑えることができ、光学性能に寄与する。

50

【0030】

さらに、第4の発明である結像光学系は第1乃至第3のいずれかの発明であって、前記第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた2枚の負メニスカスレンズで構成されることが望ましい。

【0031】

さらに負メニスカスレンズを2枚構成とすることで、軸外光線の第1レンズ群への入射角、および第1レンズ群の偏角をさらに最適にすることで、より歪曲の発生を抑えることができる。また、前記第1レンズ群G1の負メニスカスレンズより像面側に正レンズを入れて歪曲の発生を小さくすることも可能ではあるが、正レンズに入射する軸外光束の光線高と軸上光束の光線高の差が、負メニスカスレンズに入射する軸外光束の光線高と軸上光束の光線高の差に比べて小さくなるので、正レンズの効果で軸外光束の負の歪曲の発生を小さくした場合、中心付近の光束では負メニスカスレンズの効果よりも正レンズの効果の方が強くなり、中間画角でのみ正の歪曲が大きく発生してしまう。よって歪曲の発生を抑制することが目的で、前記第1レンズ群G1に正レンズを入れることは好ましくない。

【0032】

次に、本発明の結像光学系に係る実施例のレンズ構成について説明する。なお、以下の説明ではレンズ構成を物体側から像側の順番で記載する。

【0033】

[面データ]において、面番号は物体側から数えたレンズ面又は開口絞りの番号、 r は各面の曲率半径、 d は各面の間隔、 n_d は d 線(波長587.56nm)に対する屈折率、 v_d は d 線のアッベ数、有効半径は光線高を示している。

【0034】

面番号に付した*(アスタリスク)は、そのレンズ面形状が非球面であることを示している。また、BFはバックフォーカス、物面の距離は被写体からレンズ第1面までの距離を示している。

【0035】

面番号に付した(絞り)は、その位置に開口絞りSが位置していることを示し、(フレアカット)は、その位置にフレアカットFが位置していることを示している。また、平面、開口絞りS又はフレアカットFに対する曲率半径には(無限大)を記入している。

【0036】

[非球面データ]は、[面データ]において*を付したレンズ面の非球面形状を与える非球面係数を示している。非球面の形状は、光軸に直行する方向への光軸からの変位を y 、非球面と光軸の交点から光軸方向への変位(サグ量)を z 、基準球面の曲率半径を r 、コーニック係数を K 、4、6、8、10次の非球面係数を A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} と置くと、非球面の座標が以下の式で表されるものとする。

$$z = \frac{(1/r)y^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(y/r)^2}} + A_4y^4 + A_6y^6 + A_8y^8 + A_{10}y^{10}$$

【0037】

[各種データ]には、各焦点距離状態における焦点距離等の値を示している。

【0038】

[可変間隔データ]には、各焦点距離状態における可変間隔及びBF(バックフォーカス)の値を示している。

【0039】

[レンズ群データ]には、各レンズ群を構成する最も物体側の面番号及び群全体の合成焦点距離を示している。

【0040】

また、各実施例に対応する収差図において、 d 、 g 、 C はそれぞれ d 線、 g 線、 C 線を

10

20

30

40

50

表しており、S、Mはそれぞれサジタル像面、メリジオナル像面を表している。

【0041】

さらに、図1、図6、図11及び図16に示すレンズ構成図において、Iは像面、中心を通る一点鎖線は光軸である。

【0042】

なお、以下の全ての諸元の値において、記載している焦点距離 f 、曲率半径 r 、レンズ面間隔 d 、その他の長さの単位は特記のない限りミリメートル(mm)を使用するが、光学系では比例拡大と比例縮小とにおいても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。

【実施例1】

【0043】

図1は、本発明の実施例1の結像光学系のレンズ構成図である。物体側より順に、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3とからなり、第1レンズ群G1は全体として負の屈折力を有しており、第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1aと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1bとで構成され、負メニスカスレンズL1aの両レンズ面は所定の非球面形状となっている。

【0044】

第2レンズ群G2は全体として負の屈折力を有しており、両凹形状の負レンズL2aで構成されている。

【0045】

第3レンズ群G3は全体として正の屈折力を有しており、開口絞りSと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL3aと両凸形状の正レンズL3bとの2枚のレンズからなる接合レンズと、フレアカットFと、両凸形状の正レンズL3cと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL3dと両凸形状の正レンズL3eとの2枚のレンズからなる接合レンズと、両凸形状の正レンズL3fと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL3gとの2枚のレンズからなる接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL3hとで構成され、負メニスカスレンズL3hの像側のレンズ面は所定の非球面形状となっている。

【0046】

また、前記第2レンズ群G2は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って物体側へ移動する。

【0047】

続いて、以下に実施例1に係る結像光学系の諸元値を示す。

数値実施例1

単位：mm

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd
物面		(d0)		
1*	24.3233	2.0000	1.58913	61.25
2*	10.8623	5.5093		
3	20.9206	1.2000	1.49700	81.60
4	11.4711	(d4)		
5	-68.6637	1.0000	1.43700	95.10
6	316.0852	(d6)		
7(絞り)		2.6501		
8	37.9119	0.8000	1.59282	68.62
9	10.6710	3.8497	1.51680	64.19
10	-36.9412	3.3000		
11(フレアカット)		2.4648		
12	22.5426	3.4623	1.43700	95.10

10

20

30

40

50

13	-728.6284	3.1921		
14	106.0910	2.0067	1.58144	40.89
15	20.7523	5.9354	1.43700	95.10
16	-20.7523	2.5257		
17	38.7382	5.5152	1.43700	95.10
18	-15.7572	0.7500	1.88300	40.80
19	-70.3393	2.5105		
20	-31.8947	1.1000	1.80610	40.73
21*	-57.6037	(BF)		
像面				10

[非球面データ]

	1面	2面	21面
K	0.00000	-1.00000	0.00000
A4	-3.75518E-05	5.90593E-07	3.90101E-05
A6	4.36935E-08	-9.34038E-08	2.80426E-08
A8	-5.91274E-11	-3.08947E-11	5.23922E-10
A10	0.00000E+00	0.00000E+00	1.35285E-13

[各種データ]

	INF	200mm
焦点距離	13.98	13.28
Fナンバー	3.53	3.54
全画角2	90.74	92.90
像高Y	14.20	14.20
レンズ全長	89.25	89.25

[可変間隔データ]

	INF	200mm
d0		110.7500
d4	17.5523	13.0242
d6	4.3541	8.8822
BF	17.5750	17.5750

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	-19.82
G2	5	-128.98
G12	1	-15.13
G3	7	20.57

【実施例2】

【0048】

図6は、本発明の実施例2の結像光学系のレンズ構成図である。物体側より順に、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3とからなり、第1レンズ群G1は全体として負の屈折力を有しており、第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1aと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1bとで構成され、負メニスカスレンズL1aの両レンズ面は所定の非球面形状となっている。

【0049】

第2レンズ群G2は全体として負の屈折力を有しており、両凹形状の負レンズL2aで構成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

第3レンズ群G3は全体として正の屈折力を有しており、開口絞りSと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL3aと両凸形状の正レンズL3bとの2枚のレンズからなる接合レンズと、フレアカットFと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3cと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL3dと両凸形状の正レンズL3eとの2枚のレンズからなる接合レンズと、両凸形状の正レンズL3fと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL3gとの2枚のレンズからなる接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL3hとで構成され、負メニスカスレンズL3hの像側のレンズ面は所定の非球面形状となっている。

【 0 0 5 1 】

また、前記第2レンズ群G2は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って物体側へ移動する。

【 0 0 5 2 】

続いて、以下に実施例2に係る結像光学系の諸元値を示す。

数値実施例2

単位：mm

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	
物面		(d0)			
1*	23.0837	2.0000	1.58313	59.46	20
2*	9.0102	3.1875			
3	16.1661	1.2000	1.49700	81.60	
4	10.5125	(d4)			
5	-200.0000	1.0000	1.43700	95.10	
6	77.0673	(d6)			
7(絞り)		2.6974			
8	33.1050	0.8000	1.59282	68.62	
9	9.9000	3.5521	1.51680	64.19	
10	-29.6381	3.3000			
11(フレアカット)		1.4753			30
12	18.5751	3.1373	1.43700	95.10	
13	202.4366	3.3777			
14	68.6065	1.4048	1.83481	42.72	
15	18.8114	4.7258	1.43700	95.10	
16	-18.8114	2.6357			
17	40.1618	4.7212	1.43700	95.10	
18	-15.6140	0.7500	1.88300	40.80	
19	-62.2753	2.5693			
20	-27.7936	1.1000	1.80610	40.73	
21*	-47.8074	(BF)			40
像面					

[非球面データ]

	1面	2面	21面
K	0.00000	-1.00000	0.00000
A4	-3.96887E-05	3.35668E-05	4.27783E-05
A6	2.94290E-08	-1.00793E-07	8.80624E-08
A8	-5.15347E-11	-1.13985E-09	3.92712E-10
A10	0.00000E+00	0.00000E+00	2.22145E-12

10

30

40

50

[各種データ]

	INF	200mm
焦点距離	13.97	13.28
Fナンバー	4.13	4.13
全画角2	90.90	92.68
像高Y	14.20	14.20
レンズ全長	82.60	82.60

[可変間隔データ]

	INF	200mm
d0		117.4043
d4	16.7970	12.9201
d6	4.4772	8.3541
BF	17.6874	17.6874

10

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	-18.01
G2	5	-127.16
G12	1	-13.96
G3	7	19.33

20

【実施例3】

【0053】

図11は、本発明の実施例3の結像光学系のレンズ構成図である。物体側より順に、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3とからなり、第1レンズ群G1は全体として負の屈折力を有しており、第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1aと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1bとで構成され、負メニスカスレンズL1aの両レンズ面は所定の非球面形状となっている。

【0054】

第2レンズ群G2は全体として負の屈折力を有しており、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL2aで構成されている。

30

【0055】

第3レンズ群G3は全体として正の屈折力を有しており、フレアカットFと、開口絞りSと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL3aと両凸形状の正レンズL3bとの2枚のレンズからなる接合レンズと、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL3cと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL3dと両凸形状の正レンズL3eとの2枚のレンズからなる接合レンズと、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL3fと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL3gとの2枚のレンズからなる接合レンズとで構成され、両凸形状の正レンズL3bの像側のレンズ面は所定の非球面形状となっている。

40

【0056】

また、前記第2レンズ群G2は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って物体側へ移動する。

【0057】

続いて、以下に実施例3に係る結像光学系の諸元値を示す。

数値実施例3

単位：mm

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd
物面		(d0)		

50

1*	23.0082	2.0000	1.58913	61.25	
2*	10.5500	3.5667			
3	20.5747	1.2000	1.49700	81.60	
4	11.2177	(d4)			
5	-48.2096	0.8000	1.49700	81.60	
6	-643.3350	(d6)			
7 (フレアカット)		3.7000			
8 (絞り)		0.8327			
9	16.4396	1.5000	1.77250	49.62	
10	12.2389	2.7713	1.59201	67.02	10
11*	-129.3729	4.2553			
12	-68.5672	2.4013	1.72916	54.67	
13	-18.8724	2.6683			
14	104.2574	0.8500	1.88300	40.80	
15	13.9002	4.3051	1.43700	95.10	
16	-29.9419	4.2847			
17	-229.8410	5.1989	1.43700	95.10	
18	-11.2967	0.8500	1.80611	40.73	
19	-28.7754	(BF)			
像面					20

[非球面データ]

	1面	2面	11面
K	0.00000	-1.00000	0.00000
A4	6.16610E-06	6.15401E-05	9.16687E-05
A6	-1.46961E-07	-1.04199E-07	9.47152E-09
A8	3.79843E-10	-1.18186E-09	3.67952E-09
A10	-5.81863E-13	0.00000E+00	0.00000E+00
A12			

30

[各種データ]

	INF	200mm
焦点距離	14.07	13.46
Fナンバー	3.97	3.97
全画角2	90.50	91.83
像高Y	14.20	14.20
レンズ全長	82.08	82.08

[可変間隔データ]

	INF	200mm
d0		117.9197
d4	11.9058	7.5487
d6	10.3918	14.7490
BF	18.5984	18.5984

40

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	-19.97
G2	5	-104.91
G12	1	-15.16

50

G3 7 20.48

【実施例 4】

【0058】

図16は、本発明の実施例4の結像光学系のレンズ構成図である。物体側より順に、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3とからなり、第1レンズ群G1は全体として負の屈折力を有しており、第1レンズ群G1は物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1aと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1bとで構成され、負メニスカスレンズL1aの両レンズ面は所定の非球面形状となっている。

【0059】

第2レンズ群G2は全体として負の屈折力を有しており、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL2aと両凹形状の負レンズL2bとの2枚のレンズからなる接合レンズで構成されている。

10

【0060】

第3レンズ群G3は全体として正の屈折力を有しており、開口絞りSと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL3aと両凸形状の正レンズL3bとの2枚のレンズからなる接合レンズと、フレアカットFと、両凸形状の正レンズL3cと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL3dと両凸形状の正レンズL3eとの2枚のレンズからなる接合レンズと、両凸形状の正レンズL3fと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL3gとの2枚のレンズからなる接合レンズと、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL3hとで構成され、負メニスカスレンズL3hの像側のレンズ面は所定の非球面形状となっ

20

【0061】

また、前記第2レンズ群G2は、無限遠から近距離へのフォーカシングに際して光軸に沿って物体側へ移動する。

【0062】

続いて、以下に実施例4に係る結像光学系の諸元値を示す。

数値実施例4

単位：mm

[面データ]

面番号	r	d	nd	vd	
物面		(d0)			30
1*	24.4914	2.0000	1.58313	59.46	
2*	10.1923	5.0443			
3	20.5045	1.2000	1.49700	81.60	
4	11.1542	(d4)			
5	-163.0811	1.2922	1.83481	42.72	
6	-70.0000	0.8000	1.49700	81.60	
7	80.2887	(d7)			
8(絞り)		1.1651			
9	31.5920	0.8000	1.59282	68.62	40
10	10.9270	3.4846	1.48749	70.44	
11	-31.9827	3.3000			
12(フレアカット)		4.6359			
13	23.7463	3.6743	1.43700	95.10	
14	-97.6865	2.8555			
15	132.4828	0.7500	1.83481	42.72	
16	28.9897	4.8214	1.43700	95.10	
17	-20.7481	3.6788			
18	36.5138	5.5079	1.43700	95.10	
19	-15.7784	0.7500	1.88300	40.80	50

20	-70.9689	2.6458		
21	-32.6440	1.1000	1.80610	40.73
22*	-60.9047	(BF)		
像面				

[非球面データ]

	1面	2面	22面	
K	0.00000	-1.00000	0.00000	
A4	-3.88749E-05	7.20337E-06	3.61522E-05	
A6	4.44487E-08	-1.17461E-07	4.09738E-08	10
A8	-6.25055E-11	-2.24384E-10	3.21264E-10	
A10	0.00000E+00	0.00000E+00	5.62204E-13	
A12				

[各種データ]

	INF	200mm	
焦点距離	13.97	13.28	
Fナンバー	3.99	3.99	
全画角2	90.89	92.62	
像高Y	14.20	14.20	20
レンズ全長	89.15	89.15	

[可変間隔データ]

	INF	200mm
d0		110.8529
d4	17.8172	12.9513
d7	4.4872	9.3531
BF	17.3369	17.3369

[レンズ群データ]

群	始面	焦点距離
G1	1	-18.25
G2	5	-154.10
G12	1	-14.55
G3	7	20.56

30

【0063】

また、これらの各実施例における条件式の対応値一覧を示す。

【0064】

[条件式対応値]

条件式 / 実施例	1	2	3	4	
(1) $vdLA > 70.0$	81.6	81.6	81.6	81.6	40
(2) $0.80 < f_{12}/f < 1.40$	1.08	1.00	1.08	1.04	

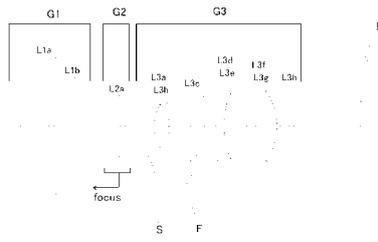
【符号の説明】

【0065】

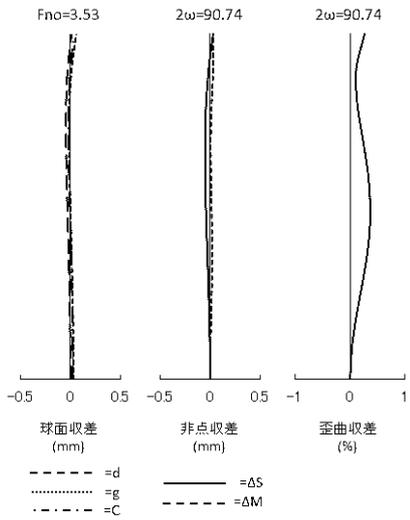
G 1	第1レンズ群
G 2	第2レンズ群
G 3	第3レンズ群
G 1 2	第1レンズ群と第2レンズ群の合成
S	開口絞り
F	フレアカット

50

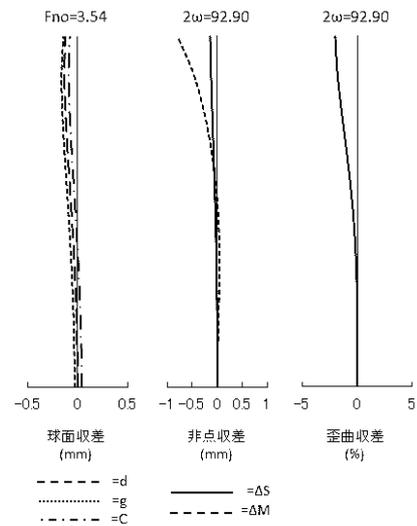
【 図 1 】



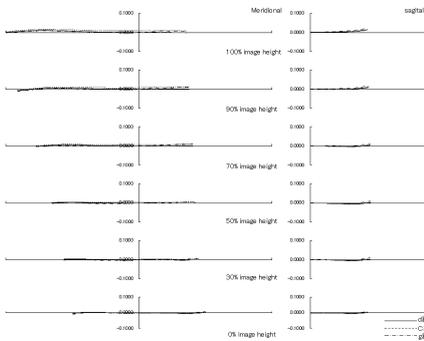
【 図 2 】



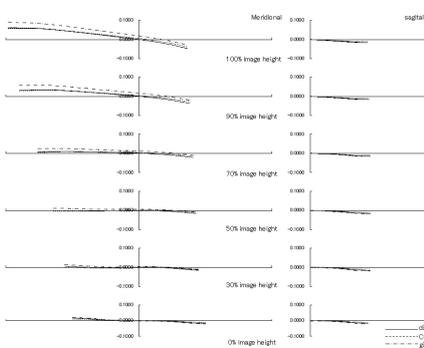
【 図 3 】



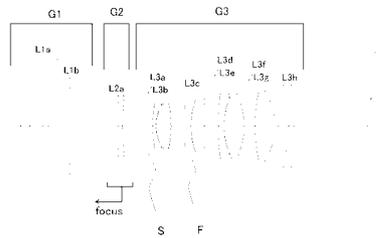
【 図 4 】



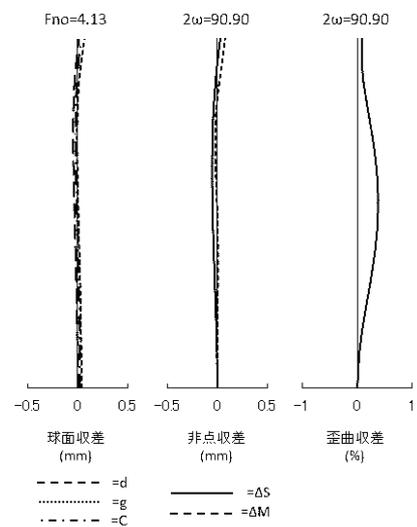
【 図 5 】



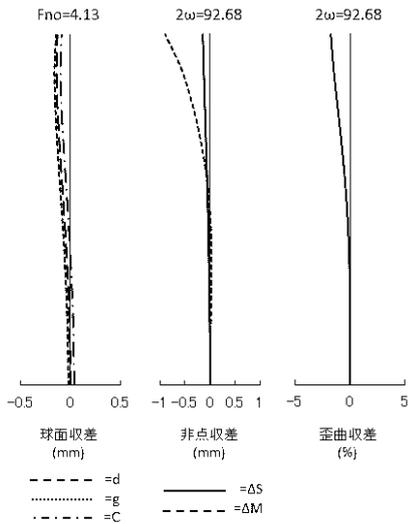
【 図 6 】



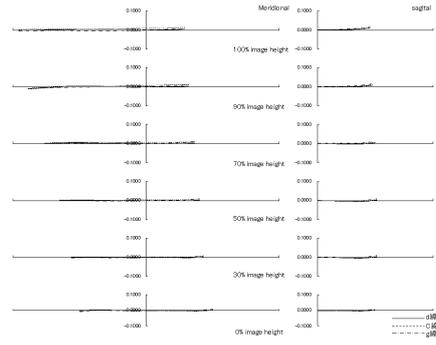
【 図 7 】



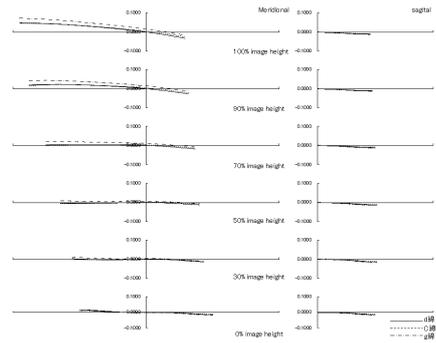
【 図 8 】



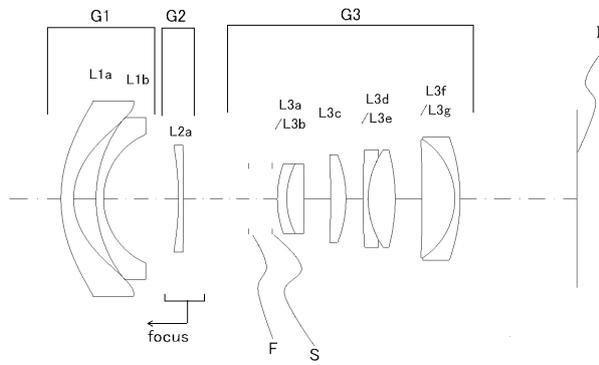
【 図 9 】



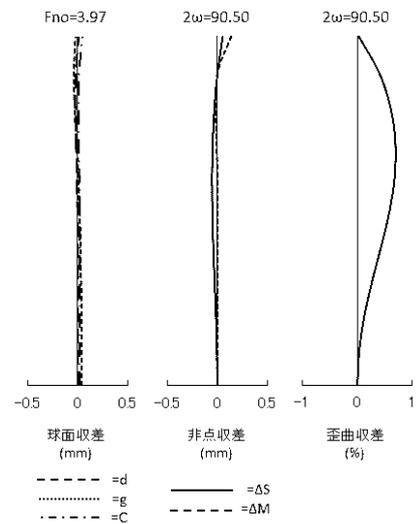
【 図 10 】



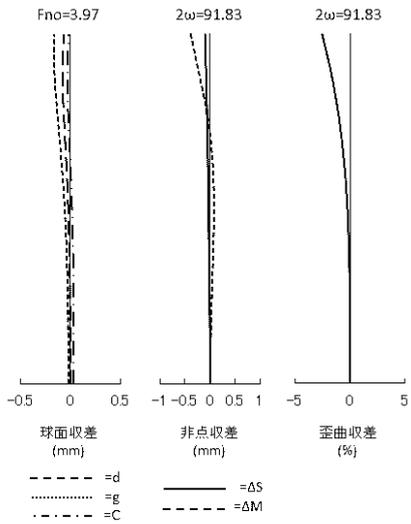
【 図 11 】



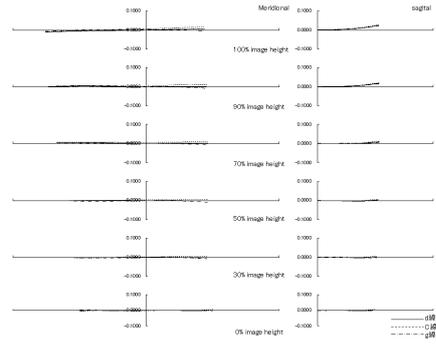
【 図 12 】



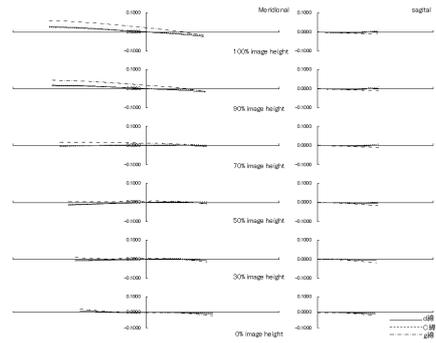
【 図 1 3 】



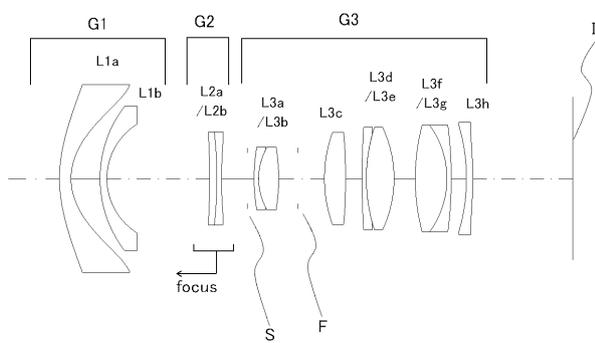
【 図 1 4 】



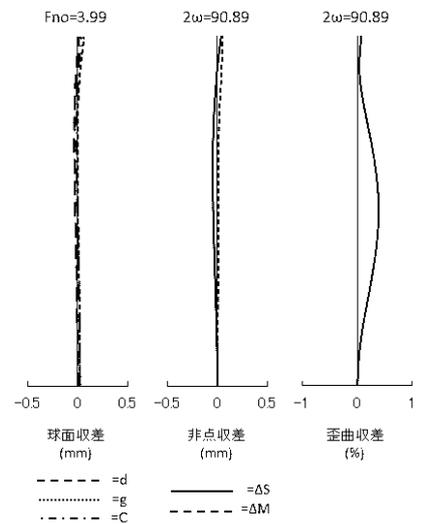
【 図 1 5 】



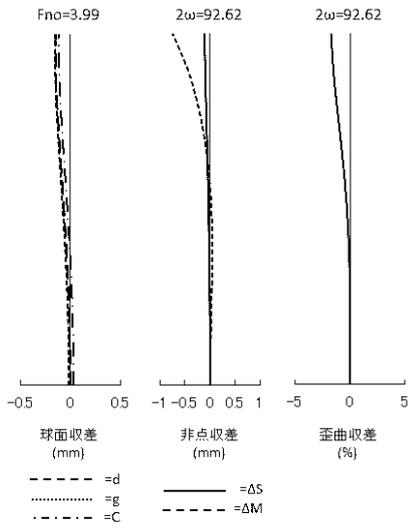
【 図 1 6 】



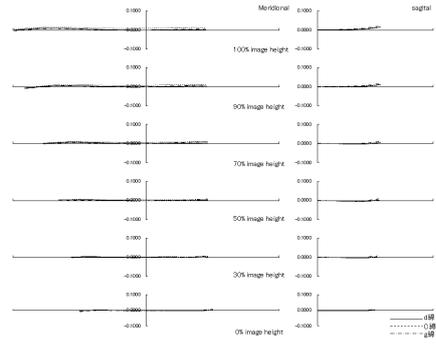
【 図 1 7 】



【 図 18 】



【 図 19 】



【 図 20 】

