

(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2016-126279

(P2016-126279A)

(43) 公開日 平成28年7月11日(2016.7.11)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 13/04 (2006.01)	G02B 13/04	2H087
G02B 13/18 (2006.01)	G02B 13/18	2K005
G03B 5/00 (2006.01)	G03B 5/00	J

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2015-2364 (P2015-2364)
 (22) 出願日 平成27年1月8日 (2015.1.8)

(71) 出願人 000133227
 株式会社タムロン
 埼玉県さいたま市見沼区蓮沼1385番地
 (74) 代理人 100124327
 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1385番地
 株式会社タムロン内

最終頁に続く

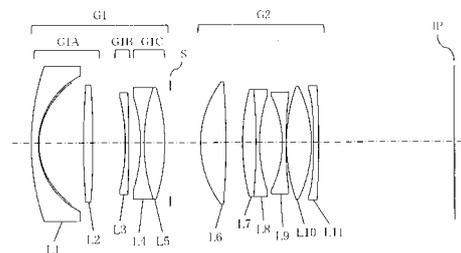
(54) 【発明の名称】 光学系及び撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 本件発明は、半画角が20°以上の明るい広角レンズに好適な負先行型の光学系であって、小型軽量の防振群を備え、鏡筒径をコンパクトに構成可能な光学系及び撮像装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 上記目的を達成するため、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、第1レンズ群G1に後続する全体で正の屈折力を有する後群とからなり、開口絞りSが第1レンズ群G1よりも像側に配置され、第1レンズ群G1は、物体側から順に、第1Aレンズ群G1A、第1Bレンズ群G1B及び第1Cレンズ群G1Cからなり、第1Aレンズ群G1Aは負の屈折力を有し、第1Bレンズ群をG1B振群として光軸と略垂直方向に移動させることにより像を移動させることを特徴とする光学系を提供する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群と、当該第 1 レンズ群に後続する全体で正の屈折力を有する後群とからなり、

開口絞りが前記第 1 レンズ群よりも像側に配置され、

前記第 1 レンズ群は、物体側から順に、第 1 A レンズ群、第 1 B レンズ群及び第 1 C レンズ群からなり、前記第 1 A レンズ群は負の屈折力を有し、前記第 1 B レンズ群は防振群であり、当該防振群を光軸と略垂直方向に移動させることにより像を移動させることを特徴とする光学系。

【請求項 2】

以下の条件式 (1) を満足する請求項 1 に記載の光学系。

$$0.1 < f / |f_{1B}| < 0.6 \quad \dots (1)$$

ただし、 f は当該光学系全系の焦点距離を示し、 f_{1B} は当該第 1 B レンズ群の焦点距離を示す。

【請求項 3】

以下の条件式 (2) を満足する請求項 1 又は請求項 2 に記載の光学系。

$$0.9 < L_{1b} / Y_m < 1.6 \quad \dots (2)$$

ただし、 L_{1b} は光学系の最も物体側のレンズ面から第 1 B レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離を示し、 Y_m は最大像高を示す。

【請求項 4】

以下の条件式 (3) を満足する請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の光学系。

$$0.12 < E_p / D < 0.3 \quad \dots (3)$$

ただし、 E_p は最も物体側のレンズ面から入射瞳までの光軸上の距離を示し、 D は光学全長を示す。

【請求項 5】

以下の条件式 (4) を満足する請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の光学系。

$$0.25 < L_s / Y_m < 1.1 \quad \dots (4)$$

ただし、 L_s は前記第 1 B レンズ群の最も像側のレンズ面から開口絞りまでの光軸上の距離を示し、 Y_m は最大像高を示す。

【請求項 6】

以下の条件式 (5) 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。

$$0.2 < |(1 - \beta) \cdot m| < 0.9 \quad \dots (5)$$

ただし、 β は無限遠合焦時の当該第 1 B レンズ群の横倍率を示し、 m は無限遠合焦時の当該第 1 B レンズ群よりも像側に配置されたレンズの合成横倍率を示す。

【請求項 7】

前記第 1 レンズ群において、前記第 1 B レンズ群は正に屈折力を有し、前記第 1 C レンズ群は負の屈折力を有し、

当該第 1 B レンズ群は物体側の面が凹形状の正メニスカスレンズ 1 枚から構成される請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の光学系。

【請求項 8】

前記第 1 レンズ群において、前記第 1 B レンズ群は負の屈折力を有し、前記第 1 C レンズ群は正の屈折力を有し、

当該第 1 B レンズ群は物体側の面が凹形状の負レンズ 1 枚から構成される請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の光学系。

【請求項 9】

前記第 1 レンズ群はフォーカシングの際、光軸方向に固定である請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の光学系。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 9 のいずれか一項に記載の光学系と、当該光学系の像側に設けられた、前記光学系によって形成された光学像を電気的信号に変換する撮像素子とを備えたこ

10

20

30

40

50

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、撮像時の手振れ等の振動に起因する像ブレを低減するための防振機能を備えた光学系に関し、特に、レンズ交換式カメラ、ビデオカメラ、デジタルカメラ等の撮像装置に好適な撮像光学系、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、手振れ等の撮像時の振動に起因する像ブレを低減するための防振機能を備えた光学系が知られている。一般に、撮像時の振動に起因する像ブレを起こすとされるシャッタースピードの限界値は、35mm判カメラの画面サイズに換算したときの焦点距離の逆数であるといわれている。つまり、焦点距離が長い撮像レンズは、焦点距離の短い撮像レンズと比較すると上記限界値が小さく、撮像時の振動に起因する像ブレが生じやすい。このようなことから、従来、防振機能を備えた中望遠～望遠レンズ等の焦点距離の長い光学系に対する種々の提案が行われてきた。

10

【0003】

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レンズ群とから構成され、35mm判カメラの画面サイズに換算したときの焦点距離が75mm～100mmのいわゆる中望遠レンズが開示されている。この中望遠レンズでは、第1レンズ群を構成する4枚のレンズのうち、最も像側に配置された負レンズを防振群とし、当該防振群を光軸に対して略垂直方向に移動させることで、像位置を変位させ、これにより上記像ブレを補正するものとしている。防振群を負レンズ1枚で構成することにより、防振群の軽量化が図られている。

20

【0004】

特許文献2にも同様に、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レンズ群とから構成され、第1レンズ群内に負レンズ1枚で構成された防振群を配置した中望遠レンズが開示されている。

【0005】

近年では、動画撮像機能を備えた撮像装置が一般的になり、動画撮像時には上記像ブレが生じやすい。このため、焦点距離の長い光学系だけでなく、焦点距離の短い広角レンズ等についても防振機能の搭載が求められるようになってきた。

30

【0006】

そこで、特許文献3では、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、負の屈折力を有する第4レンズ群とから構成され、第1レンズ群内に防振群を配置した焦点距離が24mm～31mmの広角レンズが提案されている。広角レンズでは、レンズを偏芯させたときの偏芯コマ収差、偏芯像面湾曲の発生量が、焦点距離の長い撮像レンズと比較すると大きくなる。このため、広角レンズでは防振時に防振群を偏芯させたときの収差変動が大きく、防振時の結像性能が劣化しやすい。そこで、特許文献3に記載の光学系では、防振群を正負2枚のレンズから構成し、防振時の収差補正を良好に行い、防振性能の高い光学系を得るものとしている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2012-189637号公報

【特許文献2】特開2012-242690号公報

【特許文献3】特許第5196205号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで、特許文献1～特許文献3に記載の光学系は、いずれもポジティブリードタイプと称される正先行型のレンズ群構成を採用し、防振群を絞りの近傍又は絞りよりも像側に配置している。一般に、この正先行型の撮像レンズでは、物体側に配置されるレンズよりも像側に配置されるレンズの方がレンズ外径を小さくすることが容易であり、防振群の小型化及び軽量化を図るには、絞り近傍又は絞りよりも像側に防振群を配置することが有効である。絞り近傍又は絞りよりも像側に防振群を配置することで、防振群を構成するレンズの外径を小さくすることができ、防振群の周囲に防振群を駆動するためのアクチュエータ等を配置した場合も、鏡筒径が大きくなるのを抑制することができるからである。

10

【0009】

しかしながら、一眼レフカメラの交換レンズなどのように一定のバックフォーカスを要し、且つ、F値の小さい明るい、特に広角系の撮像光学系では、ネガティブリードタイプと称される負先行型のレンズ群構成が採用される。この場合、像側NA（開口数）によって後玉のレンズの外径も大きくなるため、絞りの近傍又は絞りよりも像側のレンズの外径が小さいとは限らない。従って、負先行型であり、F値の小さい明るい、特に広角系の光学系に防振群を設ける際に、特許文献1～特許文献3に記載されるように、第1レンズ群内で像側であり、且つ、絞りの近傍又は絞りよりも像側に配置されるレンズを防振群とすると、防振群の小型化及び軽量化を図ることができない場合がある。

【0010】

20

また、防振群を構成するレンズの外径が大きくなると、防振群の可動範囲も大きくなり、鏡筒径を小さくすることが困難になる。さらに、防振群の周囲には上記アクチュエータ等を配置する必要があるが、防振群を構成するレンズの外径が大きく、防振群の可動範囲を確保するには、鏡筒径を大きくする必要がある。さらに、鏡筒内には絞りを駆動するためのアクチュエータ等を配置する必要がある。このため、絞りの近傍に防振群を配置すると、絞りを駆動するためのアクチュエータ等と、防振群を駆動するためのアクチュエータ等が干渉し、鏡筒径の大型化につながる。

【0011】

本発明は上述した問題に鑑みてなされたものであって、半画角が20°以上の明るい広角レンズに好適な負先行型の光学系であって、小型軽量の防振群を備え、鏡筒径をコンパクトに構成可能な光学系及び撮像装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明者等は、鋭意研究を行った結果、以下の光学系を採用することで上記課題を達成するに到った。

【0013】

本件発明に係る光学系は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、当該第1レンズ群に後続する全体で正の屈折力を有する後群とからなり、開口絞りが第1レンズ群よりも像側に配置され、第1レンズ群は、物体側から順に、第1Aレンズ群、第1Bレンズ群及び第1Cレンズ群からなり、第1Aレンズ群は負の屈折力を有し、第1Bレンズ群は防振群であり、当該防振群を光軸と略垂直方向に移動させることにより像を移動させることを特徴とする。

40

【0014】

本件発明に係る光学系は、以下の条件式(1)を満足することが好ましい。

【0015】

$$0.1 < f / |f_{1B}| < 0.6 \quad \dots (1)$$

ただし、fは当該光学系全系の焦点距離を示し、f_{1B}は当該第1Bレンズ群の焦点距離を示す。

【0016】

本件発明に係る光学系は、以下の条件式(2)を満足することが好ましい。

50

【0017】

$$0.9 < L1b / Ym < 1.6 \dots (2)$$

ただし、L1bは光学系の最も物体側のレンズ面から第1Bレンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離を示し、Ymは最大像高を示す。

【0018】

本件発明に係る光学系は、以下の条件式(3)を満足することが好ましい。

【0019】

$$0.12 < Ep / D < 0.3 \dots (3)$$

ただし、Epは最も物体側のレンズ面から入射瞳までの光軸上の距離を示し、Dは光学全長を示す。

【0020】

本件発明に係る光学系は、以下の条件式(4)を満足することが好ましい。

【0021】

$$0.25 < Ls / Ym < 1.1 \dots (4)$$

ただし、Lsは前記第1Bレンズ群の最も像側のレンズ面から開口絞りまでの光軸上の距離を示し、Ymは最大像高を示す。

【0022】

本件発明に係る光学系は、以下の条件式(5)を満足することが好ましい。

【0023】

$$0.2 < |(1 - 1b) \cdot m| < 0.9 \dots (5)$$

ただし、1bは無遠合焦時の当該第1Bレンズ群の横倍率を示し、mは無遠合焦時の第1Bレンズ群よりも像側に配置されたレンズの合成横倍率を示す。

【0024】

本件発明に係る光学系は、前記第1レンズ群において、前記第1Bレンズ群は正の屈折力を有し、前記第1Cレンズ群は負の屈折力を有し、当該第1Bレンズ群は物体側の面が凹形状の正メニスカスレンズ1枚から構成されることが好ましい。

【0025】

本件発明に係る光学系は、上記に代えて、前記第1レンズ群において、前記第1Bレンズ群は負の屈折力を有し、前記第1Cレンズ群は正の屈折力を有し、当該第1Bレンズ群は物体側の面が凹形状の負レンズ1枚から構成されることも好ましい。

【0026】

本件発明に係る光学系において、前記第1レンズ群はフォーカシングの際、光軸方向に固定であることが好ましい。

【0027】

本件発明に係る撮像装置は、上記記載の光学系と、当該光学系の像側に設けられた、前記光学系によって形成された光学像を電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。

【発明の効果】

【0028】

本件発明によれば、防振群を備えた光学系全体の軽量化及び小型化を図ると共に、防振時においても無遠合から至近まで結像性能に優れた光学系を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本件発明の実施例1の光学系(単焦点広角レンズ)のレンズ構成例を示すレンズ断面図である。

【図2】実施例1の光学系の無遠合焦状態の縦収差図である。

【図3】実施例1の光学系の無遠合焦状態の横収差図である。

【図4】本件発明の実施例2の光学系(単焦点広角レンズ)のレンズ構成例を示すレンズ断面図である。

【図5】実施例2の光学系の無遠合焦状態の縦収差図である。

10

20

30

40

50

【図 6】実施例 2 の光学系の無限遠合焦状態の横収差図である。

【図 7】本件発明の実施例 3 の光学系（単焦点広角レンズ）のレンズ構成例を示すレンズ断面図である。

【図 8】実施例 3 の光学系の無限遠合焦状態の縦収差図である。

【図 9】実施例 3 の光学系の無限遠合焦状態の横収差図である。

【図 10】本件発明の実施例 4 の光学系（単焦点広角レンズ）のレンズ構成例を示すレンズ断面図である。

【図 11】実施例 4 の光学系の無限遠合焦状態の縦収差図である。

【図 12】実施例 4 の光学系の無限遠合焦状態の横収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

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。

【0031】

1. 光学系

1-1. 光学系の構成

まず、本件発明に係る光学系の構成について説明する。本件発明に係る光学系は、物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群と、当該第 1 レンズ群に後続する、全体で正の屈折力を有する後群とからなり、開口絞りが第 1 レンズ群よりも像側に配置され、第 1 レンズ群は、物体側から順に、第 1 A レンズ群、第 1 B レンズ群及び第 1 C レンズ群からなり、第 1 A レンズ群は負の屈折力を有し、第 1 B レンズ群は防振群であり、当該防振群を光軸と略垂直方向に移動させることにより像を移動させることを特徴とする。以下、当該光学系の構成について、第 1 レンズ群、後群、開口絞りについて、順に説明する。

【0032】

(1) 第 1 レンズ群

第 1 レンズ群は、当該光学系において最も物体側に配置されるレンズ群であり、負の屈折力を有する。すなわち、当該光学系は負先行型の光学系であり、一眼レフカメラの交換レンズ等のバックフォーカスを要し、且つ、F 値の小さい明るい光学系に好適である。

【0033】

第 1 レンズ群は、上述のとおり、物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 A レンズ群、第 1 B レンズ群、及び、第 1 C レンズ群から構成されており、且つ、開口絞りが第 1 レンズ群よりも像側に配置される。当該構成を採用することにより、第 1 B レンズ群に入射する軸上光線及び軸外光線の光軸からの高さを低くすることができる。このため、第 1 B レンズ群を構成するレンズの外径を、当該光学系内において最も小さくすることができる。従って、第 1 B レンズ群を防振群とすることにより、防振群の小型化、軽量化を図ることができ、防振時における防振群の可動範囲も小さくすることができる。また、防振群の小型化、軽量化を図ることにより、防振群を駆動するためのアクチュエータ等の防振駆動機構も小型化、軽量化することができる。これらのことから、防振群の周囲に防振駆動機構を配置しても鏡筒径の小型化を図ることができる。さらに、第 1 レンズ群よりも像側に開口絞りが配置されるため、鏡筒内において防振駆動機構と、開口絞りを駆動するためのアクチュエータ等の絞り駆動機構等との配置が干渉せず、鏡筒径の小型化を図ることができる。

【0034】

また、防振群（第 1 B レンズ群）に入射する軸上光線の光軸からの高さを低くすることができるため、防振時に防振群を偏心させても軸上コマ収差の変動を小さく抑えることも容易になり、防振時も高い結像性能を維持することができる。

【0035】

これに対して、開口絞りの近傍、又は開口絞りより像側に配置されたレンズ群を防振レンズ群とした場合、防振群を構成するレンズの外径が大きくなり、防振群、防振駆動機構、鏡筒径の大型化につながり、好ましくない。また、この場合、防振時の軸上コマ収差が大きくなり、防振群に非球面を導入しなければ防振時の収差変動を良好に補正することが

10

20

30

40

50

困難になる。

【0036】

また、第1レンズ群は、フォーカシングの際に、光軸に固定であることが好ましい。フォーカシングの際に固定群となる第1レンズ群内に防振群を配置することにより、フォーカシングの際に光軸に沿って移動するフォーカス群を駆動するためのアクチュエータ等のフォーカス駆動機構と、上記防振駆動機構との配置が干渉せず、鏡筒内のメカ構成の簡素化及び鏡筒径の小型化を図ることができる。

【0037】

次に、第1レンズ群を構成する第1Aレンズ群、第1Bレンズ群、第1Cレンズ群について説明する。

【0038】

i) 第1Aレンズ群

第1Aレンズ群は、全体として負の屈折力を有する限り、具体的なレンズ構成は特に限定されるものではない。当該光学系に要求される光学性能に応じて、適宜、適切なレンズ構成とすることができる。

【0039】

i i) 第1Cレンズ群

第1Cレンズ群の具体的なレンズ構成は特に限定されるものではなく、屈折力についても正であってもよいし、負であってもよい。但し、防振時の結像性能を良好にするという観点から、次に説明する第1Bレンズ群の屈折力の符号と逆の符号の屈折力を有することが好ましい。この点については、後述する。

【0040】

i i i) 第1Bレンズ群

第1Bレンズ群は、単レンズ成分から構成されることが好ましい。ここで、単レンズ成分とは、単レンズ、接合レンズ及び複合レンズを含み、最も物体側の面と最も像側の面までの間に空気層を含まないレンズをいう。第1レンズ群を単レンズ成分から構成することにより、空気層を含む複数枚のレンズにより第1Bレンズ群を構成する場合と比較すると、防振群の構成を簡素にすることができ、製造誤差要因に起因する結像性能の劣化を防止することができる。

【0041】

ここで、防振群の一層の小型化及び軽量化を図る上で、第1Bレンズ群を単レンズ1枚で構成することが好ましい。本発明の光学構成によれば、上述のとおり、防振群に入射する軸上光線の光軸からの高さを低くすることができるため、防振群を単レンズ1枚で構成した場合も、高い結像性能を維持することができる。第1Bレンズ群を単レンズ1枚で構成することにより、防振駆動機構のより一層の小型化及び軽量化を図ることができると共に、防振補正時の停止精度の向上も図ることができる。

【0042】

第1Bレンズ群の屈折力は、正であっても負であってもよいが、第1Bレンズ群の最も物体側の面が凹形状であることが好ましい。本件発明に係る光学系では、第1Aレンズ群は負の屈折力を有するため、第1Bレンズ群に入射する光線は発散光である。このとき、第1Bレンズ群の最も物体側の面を凹形状とすることで、無偏心時における軸外光線の入射角度と、偏心時における軸外光線の入射角度との差を小さく抑えることができ、結果として偏心時の非点収差の発生量を小さくすることが可能となる。このとき、第1Bレンズ群の屈折力の符号は正であっても負であってもよいが、第1Bレンズ群の屈折力と、第1Cレンズ群の屈折力とは互いに逆の符号であることが好ましい。

【0043】

焦点距離の短い広角レンズでは、レンズを偏芯させたときの非点収差の変動を抑えることが困難な場合があるが、第1Bレンズ群の最も物体側の面を凹形状とし、第1Bレンズ群の屈折力と第1Cレンズ群の屈折力を互いに異なる符号とすることにより、第1Bレンズ群で発生した非点収差を、直後の第1Cレンズ群ですぐさま打ち消すことができるため

10

20

30

40

50

、非点収差の変動を抑制することができる。

【0044】

具体的な形態として、例えば、第1Bレンズ群の屈折力を正とする場合、第1Cレンズ群の屈折力を負とし、さらに、第1Bレンズ群を物体側の面が凹形状の正メニスカスレンズ1枚で構成することが好ましい。一方、第1Bレンズ群の屈折力を負とする場合、第1Cレンズ群の屈折力を正とすることが好ましい。そして、この場合、第1Bレンズ群を像側の面に対して物体側の面がより強い曲率を持つ負レンズ1枚で構成することが好ましい。

【0045】

さらに、第1Cレンズ群の最も物体側の面の曲率と、第1Bレンズ群の最も像側の面の曲率とが同符号であることが好ましい。このような構成を採用することで、第1Bレンズ群の像側の面で発生した諸収差（球面収差、非点収差、コマ収差）を、直後の第1Cレンズ群の物体側の面ですぐさま打ち消すことができ、その結果、偏心時の諸収差（球面収差、非点収差、コマ収差）を良好に補正することが容易となる。

10

【0046】

(2) 後群

本件発明に係る光学系において、第1レンズ群に後続する後群は、後群全体で正の屈折力を有するものであれば、その具体的なレンズ群構成は特に限定されるものではない。すなわち、後群は一つのレンズ群から構成されていてもよいし、複数のレンズ群から構成されていてもよく、各レンズ群の具体的なレンズ構成についても特に限定されるものではない。但し、第1レンズ群は、フォーカシングの際に光軸方向に固定であることが好ましいため、後群内にフォーカシングの際に光軸方向に沿って移動するフォーカス群が設けられることが好ましい。例えば、後群が複数のレンズ群から構成される場合、後群内において最も物体側に配置されるレンズ群以外のレンズ群をフォーカス群とすることが好ましい。すなわち、第1レンズ群に対して、より像側に配置されるレンズ群をフォーカス群とすることにより、上記防振駆動機構と、フォーカス駆動機構との干渉を避けることがより容易になる。

20

【0047】

(3) 開口絞り

本件発明に係る光学系において、開口絞りは、第1レンズ群よりも像側に配置されればよく、この要件を満足する限り、第1レンズ群と、後群との間に配置されてもよいし、後群内に配置されてもよく、具体的な配置は特に限定されるものではない。また、開口絞りは、光軸方向に固定であってもよいし、光軸方向に移動可能に構成されてもよい。いずれの場合であっても、本件発明に係る効果を得ることができる。

30

【0048】

1-2. 条件式

次に、各条件式について説明する。上述したとおり、当該光学系は、上記構成を採用すると共に、下記条件式(1)~条件式(5)を満足することが好ましい。以下、各条件式について説明する。

【0049】

1-2-1. 条件式(1)

本件発明に係る光学系は、以下の条件式(1)を満足することが好ましい。

40

【0050】

$$0.1 < f / |f_{1B}| < 0.6 \dots (1)$$

ただし、 f は当該光学系全系の焦点距離を示し、 f_{1B} は当該第1Bレンズ群の焦点距離を示す。

【0051】

条件式(1)は当該光学系全系の焦点距離と防振群(第1Bレンズ群)の焦点距離との比を規定する式である。条件式(1)を満足すると、防振時における防振群の移動量が適正な範囲内となり、防振時の収差変動を抑制し、防振時も高い結像性能を維持することが

50

でき、且つ、防振駆動機構の大型化を防ぎ、鏡筒径を小さくすることができる。

【0052】

条件式(1)の数値が下限値以下になると、防振群の屈折力が小さく、防振時における収差変動を抑制する上では有利である。しかしながら、防振時に防振群を移動させる量、すなわちレンズ駆動量が大きくなるため、防振駆動機構の駆動負荷も大きくなる。これとともに防振駆動機構の大型化を招き、鏡筒径も大きくなる。これらのことから、条件式(1)の数値が下限値以下になることは好ましくない。一方、条件式(1)の数値が上限値以上になると、防振時におけるレンズ駆動量が小さくなるため、防振駆動機構の駆動負荷が小さくなり、防振駆動機構の小型化を図る上でも有利である。しかしながら、防振群の屈折力が大きく、防振時の非点収差及びコマ収差の変動が大きくなり、これらを良好に補正することが困難になる。

10

【0053】

これらの効果をより確実にするためには、条件式(1)の下限値は0.13であることがより好ましく、上限値は0.35であることがより好ましい。

【0054】

1-2-2.条件式(2)

本件発明に係る光学系は、下記条件式(2)を満足することが好ましい。

【0055】

$$0.9 < L1b / Ym < 1.6 \dots (2)$$

ただし、L1bは光学系の最も物体側のレンズ面から第1Bレンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離を示し、Ymは最大像高を示す。

20

【0056】

条件式(2)は第1Bレンズ群の光軸上における最適な位置を示す条件である。条件式(2)を満足させることにより、軸外光線が第1Bレンズ群に入射するときの光軸からの高さ、及び、軸上光線が第1Bレンズ群に入射するときの光軸からの高さのいずれも低くすることができる。その結果、第1Bレンズ群を構成するレンズの外径を小さくことができ、これに伴い防振駆動機構の駆動負荷を小さくことができ、防振駆動機構の小型化も図ることができる。

【0057】

これに対しての条件式(2)の数値が下限値以下になると、軸外光線が第1Bレンズ群に入射するときの光軸からの高さが高くなるため、防振群を構成するレンズの外径が大きくなり、防振駆動機構の駆動負荷が大きくなり、防振駆動機構も大型化するため好ましくない。また、この場合、偏心時の非点収差の変動を抑えることが困難になる。一方、条件式(2)の数値が上限値以上になると、軸外光線が第1Bレンズ群に入射するときの光軸からの高さは低くなるが、第1Bレンズ群に入射する軸上光線の光軸からの高さが高くなる。従って、この場合も、防振群を構成するレンズの外径を十分に小さくすることができず、防振駆動機構の駆動負荷が大きくなり、防振駆動機構も大型化するため好ましくない。

30

【0058】

これらの効果をより確実にするためには、条件式(2)の下限値は1.0であることがより好ましく、上限値は1.4であることがより好ましい。

40

【0059】

1-2-3.条件式(3)

本件発明に係る光学系は以下の条件式(3)を満足することが好ましい。

【0060】

$$0.12 < Ep / D < 0.3 \dots (3)$$

ただし、Epは最も物体側のレンズ面から入射瞳までの光軸上の距離を示し、Dは光学全長を示す。

【0061】

条件式(3)は、光学全長に対する入射瞳位置の比を示す式である。条件式(3)を満

50

足することにより、入射瞳の光軸上の位置が適正になり、防振群の小型化を図ることができる。防振時にも高い結像性能を維持することができる。

【0062】

これに対して、条件式(3)の数値が下限値以下となると、光学全長に対する入射瞳位置が適正な範囲を超えて短くなる。この場合、フィルター径の径小化及び、防振群を構成するレンズの外径を小さくする上で有利である。しかしながら、第1レンズ群より像側の後群において、強い正の屈折力を有する群を配置する必要があり、各レンズ群単独で収差補正が不十分となり、コマ収差及び像面湾曲を良好に補正することが困難になる。一方、条件式(3)の数値が上限値以上になると、第1レンズ群を通過する軸外光線の光軸からの高さが高くなるため、防振群を構成するレンズの外径を大きくする必要があり、好ましくない。

10

【0063】

これらの効果をより確実にするためには、条件式(2)の下限値は0.14であることが好ましく、上限値は0.22であることが好ましい。

【0064】

1-2-4. 条件式(4)

本件発明に係る光学系は、以下の条件式(4)を満足することが好ましい。

【0065】

$$0.25 < L_s / Y_m < 1.1 \dots (4)$$

ただし、 L_s は当該第1Bレンズ群の最も像側のレンズ面から開口絞りまでの光軸上の距離を示し、 Y_m は最大像高を示す。

20

【0066】

条件式(4)は光軸上における第1Bレンズ群と開口絞りとの距離を規定した式である。条件式(4)を満足させることにより、光軸上における第1Bレンズ群と開口絞りとの距離が適正になり、防振駆動機構と、絞り駆動機構とを干渉させることなく、鏡筒内にこれらを配置することができる。また、条件式(4)を満足する場合、第1Bレンズ群を通過する軸外光線の光軸からの高さが適正な範囲内となり、第1Bレンズ群を構成するレンズの外径が大きくなるのを抑制することができる。

【0067】

これに対して、条件式(4)の数値が下限値以下になると、光軸上における第1Bレンズ群と開口絞りとの間の距離が適正な範囲を超えて短くなり、防振駆動機構と、絞り駆動機構とが干渉し、鏡筒内のメカの配置が困難になり、鏡筒径が大きくなるため好ましくない。一方、上限を上回ると、前記第1Bレンズ群を通過する軸外光線の光軸からの高さが高くなるため、第1Bレンズ群を大きな外径のレンズで構成する必要があり、防振群が大型化し、重くなるため、防振駆動機構の駆動負荷が大きくなる。このため、防振駆動機構の大型化につながり、好ましくない。

30

【0068】

1-2-5. 条件式(5)

本件発明に係る光学系は、下記条件式(5)を満足することが好ましい。

【0069】

$$0.2 < |(1 - 1b) \cdot m| < 0.9 \dots (5)$$

ただし、 $1b$ は無縁遠合焦時の当該第1Bレンズ群の横倍率、 m は無縁遠合焦時の当該第1Bレンズ群よりも像側に配置されたレンズの合成横倍率、すなわち第1Cレンズ群及び後群の合成横倍率を示す。

40

【0070】

条件式(5)は第1Bレンズ群の光軸と略垂直方向の移動量と、これに伴い発生する結像面上の像位置移動量の比を規定する条件である。条件式(5)の数値が上限値以上になると、像位置を所定量移動させるために要する防振群の移動量が小さくなりすぎて、防振群を要求される位置に移動させるには高精度の制御が要求され、現実には防振群の位置制御が困難になる。一方、条件式(5)の数値が下限以下になると、像位置を所定量移動さ

50

せるために要する防振群の移動量が大きくなる。このため、防振駆動機構の駆動負荷が大きくなり、防振駆動機構の大型化を招くため好ましくない。

【0071】

これらの効果をより確実にするためには、条件式(4)の下限値を0.25、上限値を0.7にすることが好ましい。

【0072】

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、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。但し、本件発明に係る光学系は、第1レンズ群が負の屈折力を有する負先行型であり、且つ、F値の小さい明るい光学系とすることができ、バックフォーカスが比較的長い。このため、本件発明に係る撮像装置は、特に、一眼レフカメラ等のバックフォーカスの比較的長い撮像装置であることが好ましい。

【0073】

次に、実施例および比較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)に用いられる撮影光学系であり、単焦点広角レンズとして構成されたものである。なお、レンズ断面図(図1、図4、図7及び図10)において、図面に向かって左方が物体側、右方が像側である。

【実施例1】

【0074】

(1) 光学系の構成

図1は、本件発明に係る実施例1の撮像レンズ(単焦点広角レンズ)の光学系の構成を示すレンズ断面図である。当該撮像レンズは、物体側から順に、負の屈折力の第1レンズ群G1と、正の屈折力の第2レンズ群G2とを備え、この第1レンズ群G1及び第2レンズ群G2から構成されている。

【0075】

第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側の面が凸面の負メニスカスレンズL1と、両凸レンズL2と、物体側の面が凹面の負メニスカスレンズL3と、両凹レンズL4及び両凸レンズL5からなる接合レンズとから構成される。第1レンズ群G1において、最も物体側に位置する負メニスカスレンズL1は、像側の面に樹脂層を設けて非球面を形成した複合型非球面レンズである。第1レンズ群G1において、第1Aレンズ群G1Aは、上記負メニスカスレンズL1と、両凸レンズL2とから構成され、第1Bレンズ群G1Bは、上記負メニスカスレンズL3から構成され、第1Cレンズ群G1Cは上記接合レンズから構成される。第1Bレンズ群を構成する物体側の面が凹面の負メニスカスレンズL3は防振群であり、当該防振群を光軸に対して垂直方向に移動させることにより、撮像時に手振れ等の振動が発生した際に像位置を移動させて、像ブレ補正を行う。第1レンズ群G1はフォーカシングの際、光軸方向に固定である。

【0076】

開口絞りSは第1レンズ群G1の像側に隣接して配置されており、フォーカシングの際、固定である。

【0077】

第2レンズ群G2は、物体側から順に、両凸レンズL6と、両凸レンズL7及び両凹レンズL8からなる接合レンズと、両凹レンズL9と、両凸レンズL10と、物体側の面が

凹面の負メニスカスレンズL11と、から構成される。第2レンズ群G2において、最も像側に位置する負メニスカスレンズL11は、物体側の面が非球面形状のガラスモールド型非球面レンズである。無限遠から近距離物体へのフォーカシングは、第2レンズ群G2を物体側に移動させることによって行う。

【0078】

なお、図1において、第二移動群G2の像側に示す「IP」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で示す図4、図7及び図10においても同様である。

【0079】

(2) 数値実施例

次に、当該撮像レンズに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に当該撮像レンズのレンズデータを示す。表1において、面番号は物体側から数えたレンズ面の順番、「r」はレンズ面の曲率半径、「d」はレンズ面の光軸上の間隔(面間隔)、「nd」はd線(波長 = 587.6nm)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、レンズ面が非球面である場合には、面番号の次に*(アスタリスク)を付し、曲率半径rの欄には近軸曲率半径を示している。なお、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。

【0080】

また、表2(2-1)は、表1に示した非球面について、その形状を次式で表した場合の非球面係数及び円錐定数を示す。

【0081】

ここで、非球面は次式で定義されるものとする。

$$z = ch^2 / [1 + \{1 - (1+k)c^2h^2\}^{1/2}] + A4h^4 + A6h^6 + A8h^8 + A10h^{10} \dots$$

(但し、cは曲率(1/r)、hは光軸からの高さ、kは円錐係数、A4、A6、A8、A10・・・は、各次数の非球面係数とする。)

【0082】

さらに、表2(2-2)は、第1レンズ群と第2レンズ群の焦点距離をそれぞれ示し、表2(2-3)は、表1に示したレンズ面の光軸上の可変間隔を示す。

【0083】

また、以下において、「f」は、当該光学系全系の焦点距離、「FNo.」はF値、「 ω 」は半画角、「Ym」は最大像高である。これらの表記は以下の実施例2～実施例4においても同様である。

【0084】

$$\begin{aligned} f &= 34.00 \\ FNo. &= 1.83 \\ &= 32.81 \\ Ym &= 21.633 \end{aligned}$$

【0085】

10

20

30

【表 1】

面番号	r	d	nd	vd	
1	68.4852	2.0000	1.51680	64.20	
2	21.5742	0.1500	1.51460	49.96	
3*	19.5101	12.5884			
4	231.1382	2.6280	1.90366	31.31	
5	-246.1540	9.1070			
6	-56.6904	1.0000	1.51680	64.20	
7	-324.1044	3.2889			
8	-44.3551	1.0000	1.68893	31.16	
9	49.8870	5.8723	1.91082	35.25	
10	-51.1011	1.5000			
11	∞	(d11)			(開口絞り)
12	28.9986	7.1814	1.49700	81.61	
13	-213.5923	4.6583			
14	61.5295	3.8000	1.61800	63.39	
15	-177.6668	1.0000	1.63980	34.57	
16	42.3735	6.4345			
17	-30.0139	1.0000	1.68893	31.16	
18	122.0158	0.1500			
19	48.9334	7.0000	1.80420	46.50	
20	-37.0822	0.5656			
21*	-303.5757	1.5000	1.85135	40.10	
22	-287.8568	(bf)			

10

20

30

【 0 0 8 6 】

【表 2】

(2-1)

面番号	k	A4	A6	A8	A10	A12
3	0.8832	-1.52750E-06	-2.46484E-08	8.30930E-11	-2.33720E-13	0
21	1.0000	-1.38644E-05	-1.11008E-08	-5.21103E-11	1.23888E-13	-1.9282E-16

40

(2-2)

第1レンズ群	-136.0802
第2レンズ群	46.1704

(2-3)

β	無限遠	-0.025
d11	8.5486	7.6565
bf	38.3349	39.2450

【 0 0 8 7 】

図 2 に、当該撮像レンズの無限遠合焦時の縦収差図を示す。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。また、図 3 に、当該撮像レンズの無限遠合焦時の横収差図を示す。それぞれの横収差図は、 $0.0 Y m \sim 1.0 Y m$ のときのコマ収差を示している。なお、 $Y m$ は、最大像高である。また、球面

50

収差図、歪曲収差図、横収差図において、実線はd線（ $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ）における収差、一点鎖線はg線（ $\lambda = 435.8 \text{ nm}$ ）における収差を示している。非点収差図において、実線（ds）はd線におけるサジタル像面の収差、破線（dm）はd線におけるメリジオナル像面の収差を示している。これらは実施例2～実施例4で示す各図においても同様であるため、以下では説明を省略する。

【実施例2】

【0088】

(1) 光学系の構成

図4は、実施例2の撮像レンズ（単焦点広角レンズ）の光学系の構成を示すレンズ断面図である。実施例2の撮像レンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2とから構成される。

10

【0089】

第1レンズ群G1は、物体側から順に、物体側の面が凸面の負メニスカスレンズL1と、物体側の面が凸面の正メニスカスレンズL2と、両凹レンズL3と、両凸レンズL4とから構成される。第1レンズ群G1において、最も物体側に位置する負メニスカスレンズL1は、像側の面に樹脂層を設けて非球面を形成した複合型非球面レンズである。第1レンズ群G1において、第1Aレンズ群G1Aは、上記負メニスカスレンズL1と、上記正メニスカスレンズL2とから構成され、第1Bレンズ群G1Bは両凹レンズL3から構成され、第1Cレンズ群G1Cは上記両凸レンズL4から構成される。第1Bレンズ群を構成する両凹レンズL3は防振群であり、当該防振群を光軸に対して垂直方向に移動させることにより、上記像ブレ補正を行う。また、第1レンズ群G1は、フォーカシングの際、光軸方向に固定である。

20

【0090】

開口絞りSは第1レンズ群G1の像側に隣接して配置されており、フォーカシングの際、固定である。

【0091】

第2レンズ群G2は、物体側から順に、両凸レンズL5と、両凸レンズL6及び両凹レンズL7との接合レンズと、両凹レンズL8と、両凸レンズL9と、物体側の面が凹面の負メニスカスレンズL10とから構成される。第2レンズ群において、最も像側に位置する負メニスカスレンズL10は、物体側の面が非球面形状のガラスモールド型非球面レンズである。無限遠から近距離物体へのフォーカシングは、第2レンズ群G2を物体側に移動させることによって行う。

30

【0092】

(2) 数値実施例

次に、当該撮像レンズ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、当該撮像レンズのレンズデータである。表4(4-1)は、表3に示す非球面の非球面係数及び円錐定数であり、表4(4-2)は各レンズ群の焦点距離であり、表4(4-3)は表3に示したレンズ面の光軸上の可変間隔である。また、以下に、当該光学系の焦点距離、F値、半画角、最大像高を示す。さらに、図4及び図5にそれぞれ当該光学系の無限遠合焦時の縦収差図及び横収差図を示す。

40

【0093】

$$\begin{aligned} f &= 34.00 \\ \text{FNo.} &= 1.85 \\ &= 32.74 \\ Y_m &= 21.633 \end{aligned}$$

【0094】

【表 3】

面番号	r	d	nd	vd	
1	73.7488	1.5000	1.51680	64.20	
2	21.5490	0.1500	1.51460	49.96	
3*	19.4025	12.6969			
4	36.5630	2.9770	1.61293	36.96	
5	68.4526	8.4859			
6	-56.2096	1.0000	1.51680	64.20	
7	1685.0913	3.1531			
8	374.5704	2.3165	1.83481	42.72	
9	-120.1348	1.5000			
10	∞	(d10)			(開口絞り)
11	30.2027	5.6191	1.61800	63.39	
12	-332.0038	0.2000			
13	34.0389	5.6355	1.61800	63.39	
14	-63.4124	0.8000	1.62004	36.30	
15	23.2073	6.3594			
16	-27.0185	1.0000	1.67270	32.17	
17	114.3368	0.2257			
18	49.8039	7.6000	1.80420	46.50	
19	-31.7748	0.2000			
20*	-190.0000	1.2000	1.74330	49.33	
21	-300.0000	(bf)			

10

20

30

【 0 0 9 5 】

【表 4】

(4-1)

面番号	k	A4	A6	A8	A10	A12
3	0.4923	2.63584E-06	-2.67151E-09	2.44317E-11	-1.9707E-14	0
20	1.0000	-1.74000E-05	-9.46423E-09	-1.16279E-10	2.76158E-13	-5.5017E-16

40

(4-2)

第1レンズ群	-108.6547
第2レンズ群	42.6009

(4-3)

β	無限遠	-0.025
d10	14.0809	13.1385
bf	38.6535	39.6024

【実施例 3】

【 0 0 9 6 】

(1) 光学系の構成

図 7 は、実施例 3 の撮像レンズ（単焦点広角レンズ）の光学系の構成を示すレンズ断面図である。実施例 3 の撮像レンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群

50

G 1 と、正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 とから構成される。

【 0 0 9 7 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、物体側の面が凸面の負メニスカスレンズ L 1 と、物体側の面が凸面の負メニスカスレンズ L 2 と、像側の面が凸面の正メニスカスレンズ L 3 と、像側の面が凸面の負メニスカスレンズ L 4 とから構成される。物体側から二番目に配置された負メニスカスレンズ L 2 は、像側の面が非球面形状のガラスモールド型非球面レンズである。第 1 レンズ群 G 1 において、第 1 A レンズ群 G 1 A は、上記負メニスカスレンズ L 1 と、上記負メニスカスレンズ L 2 とから構成され、第 1 B レンズ群 G 1 B は上記正メニスカスレンズ L 3 から構成され、第 1 C レンズ群 G 1 C は上記負メニスカスレンズ L 4 から構成される。第 1 B レンズ群 G 1 B を構成する上記正メニスカスレンズ L 3 は防振群であり、当該防振群を光軸に対して垂直方向に移動させることにより、上記像ブレ補正を行う。また、第 1 レンズ群はフォーカシングの際、光軸方向に固定である。

10

【 0 0 9 8 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、物体側の面が凸面の負メニスカスレンズ L 5 及び両凸レンズ L 6 からなる接合レンズと、両凸レンズ L 7 とから構成される。無限遠から近距離物体へのフォーカシングは、第 2 レンズ群 G 2 を像側に移動させることによって行う。

【 0 0 9 9 】

開口絞りは第 2 レンズ群 G 2 の像側に隣接して配置されており、フォーカシングの際、固定である。

20

【 0 1 0 0 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、両凹レンズ L 8、両凸レンズ L 9 及び像側の面が凸面の負メニスカスレンズ L 10 の 3 枚のレンズを接合した 3 枚接合レンズと、両凸レンズ L 11 と、物体側の面が凸面の負メニスカスレンズ L 12 及び両凸レンズ L 13 からなる接合レンズと、両凹レンズ L 14 とから構成される。第 3 レンズ群 G 3 において、最も像側に位置する両凹レンズ L 14 は、物体側の面が非球面形状のガラスモールド型非球面レンズである。

【 0 1 0 1 】

(2) 数値実施例

30

次に、当該撮像レンズ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、当該撮像レンズのレンズデータである。表 6 (6 - 1) は、表 5 に示す非球面の非球面係数及び円錐定数であり、表 6 (6 - 2) は各レンズ群の焦点距離であり、表 6 (6 - 3) は表 5 に示したレンズ面の光軸上の可変間隔である。また、以下に、当該光学系の焦点距離、F 値、半画角、最大像高を示す。さらに、図 8 及び図 9 にそれぞれ当該光学系の無限遠合焦時の縦収差図及び横収差図を示す。

【 0 1 0 2 】

$$\begin{aligned} f &= 20.60 \\ FNo. &= 2.05 \\ &= 46.81 \\ Ym &= 21.633 \end{aligned}$$

40

【 0 1 0 3 】

【表 5】

面番号	r	d	nd	vd	
1	36.6744	2.5000	1.83481	42.72	
2	17.5047	4.0000			
3	21.7287	2.0000	1.58313	59.46	
4*	12.5062	18.2029			
5	-61.5690	3.0000	1.48749	70.44	
6	-33.8194	2.5000			
7	-24.3048	1.3000	1.83400	37.34	
8	-188.5425	(d8)			
9	79.3514	1.0000	1.84666	23.78	
10	24.5025	10.0000	1.80610	33.27	
11	-42.0434	0.1500			
12	39.4242	4.4326	1.84666	23.78	
13	-370.5663	(d13)			
14	∞	1.0000			(開口絞り)
15	-239.4524	1.3000	1.77250	49.62	
16	14.3976	11.4916	1.49700	81.61	
17	-23.3072	1.3000	1.83481	42.72	
18	-111.0431	0.1500			
19	37.7274	5.7062	1.72916	54.67	
20	-70.2738	1.4665			
21	59.9202	1.3000	1.74950	35.04	
22	17.8152	12.1486	1.49700	81.61	
23	-23.1181	0.4393			
24*	-172.1120	1.5000	1.85135	40.10	
25	60.0000	(bf)			

10

20

30

【 0 1 0 4 】

【表 6】

(6-1)

面番号	k	A4	A6	A8	A10
4	-1.9964	1.43103E-04	-5.51388E-07	2.07769E-09	-4.4559E-12
24	1.0000	-2.17403E-05	2.98613E-10	-1.9082E-10	4.52468E-13

(6-2)

第1レンズ群	-10.9286
第2レンズ群	20.3219
第3レンズ群	139.3504

(6-3)

β	無限遠	-0.025
d10	0.9973	1.1743
d13	3.1149	2.9380
bf	38.2971	38.3188

10

【実施例 4】

【0105】

(1) 光学系の構成

図 10 は、実施例 4 の撮像レンズ（単焦点広角レンズ）の光学系の構成を示すレンズ断面図である。実施例 4 の撮像レンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正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 とから構成される。

20

【0106】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、物体側の面が凸面の負メニスカスレンズ L 1 と、物体側の面が凸面の負メニスカスレンズ L 2 と、物体側の面が凸面の負メニスカスレンズ L 3 と、像側の面が凸面の正メニスカスレンズ L 4 と、像側の面が凸面の負メニスカスレンズ L 5 とから構成される。物体側から 3 番目に配置された負メニスカスレンズ L 3 は、両面が非球面形状のガラスモールド型非球面レンズである。第 1 レンズ群 G 1 において、第 1 A レンズ群 G 1 A は、上記負メニスカスレンズ L 1 と、上記負メニスカスレンズ L 2 と、上記負メニスカスレンズ L 3 とから構成され、第 1 B レンズ群 G 1 B は上記正メニスカスレンズ L 4 から構成され、第 1 C レンズ群 G 1 C は、上記負メニスカスレンズ L 5 から構成される。第 1 B レンズ群 G 1 B を構成する上記正メニスカスレンズ L 4 は防振群であり、当該防振群を光軸に対して垂直方向に移動させることにより、上記像ブレ補正を行う。また、第 1 レンズ群はフォーカシングの際、光軸方向に固定である。

30

【0107】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、物体側の面が凸面の負メニスカスレンズ L 6 及び両凸レンズ L 7 からなる接合レンズと、両凸レンズ L 8 とから構成される。無限遠から近距離物体へのフォーカシングは、第 2 レンズ群 G 2 を像側に移動させることによって行う。

【0108】

開口絞りは、第 2 レンズ群 G 2 の像側に隣接して配置されており、フォーカシングの際、固定である。

40

【0109】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、両凹レンズ L 9 及び物体側の面が凸面の正メニスカスレンズ L 10 からなる接合レンズと、両凸レンズ L 11 と、物体側の面が凸面の負メニスカスレンズ L 12 及び両凸レンズ L 13 からなる接合レンズと、両凹レンズ L 14 とから構成される。第 3 レンズ群 G 3 において、最も像側に配置された両凹レンズ L 14 は、物体側の面が非球面形状のガラスモールド型非球面レンズである。

【0110】

(2) 数値実施例

次に、当該撮像レンズ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、当該撮像レンズのレンズデータである。表 8 (8-1) は、表 7 に示す非球面の非球面係

50

数及び円錐定数であり、表 8 (8 - 2) は各レンズ群の焦点距離であり、表 8 (8 - 3) は表 5 に示したレンズ面の光軸上の可変間隔である。また、以下に、当該光学系の焦点距離、F 値、半画角、最大像高を示す。さらに、図 1 1 及び図 1 2 にそれぞれ当該光学系の無限遠合焦時の縦収差図及び横収差図を示す。

【 0 1 1 1 】

f = 18.50
 FNo. = 2.89
 = 49.85
 Ym = 21.633

【 0 1 1 2 】

【表 7】

面番号	r	d	nd	vd	
1	32.9725	2.0000	1.80420	46.50	
2	18.7753	4.0000			
3	25.6383	1.8000	1.77250	49.62	
4	15.4887	3.3000			
5*	23.2421	2.0000	1.58313	59.46	
6*	13.2435	16.2074			
7	-119.5876	3.0000	1.48749	70.44	
8	-27.9600	3.0996			
9	-25.5353	1.2000	1.83481	42.72	
10	-235.8324	(d10)			
11	54.5710	0.8000	1.90366	31.31	
12	15.9795	4.5914	1.80610	33.27	
13	-76.4095	0.1500			
14	33.2824	3.2668	1.80610	33.27	
15	-79.5516	(d15)			
16	∞	2.3518			(開口絞り)
17	-37.2120	0.8000	1.77250	49.62	
18	13.5993	3.8832	1.49700	81.61	
19	140.7989	0.1500			
20	20.6962	3.8224	1.74400	44.90	
21	-98.1312	0.5382			
22	30.6457	0.8000	1.90366	31.31	
23	11.8574	7.5955	1.49700	81.61	
24	-18.6190	0.1500			
25*	-103.5490	1.0000	1.83441	37.28	
26	58.9687	(bf)			

【 0 1 1 3 】

10

20

30

40

【表 8】

(8-1)

面番号	k	A4	A6	A8	A10	A12
5	1.7007	5.74587E-05	-4.8516E-07	1.8272E-09	-4.6034E-12	0
6	-0.6542	1.18062E-04	-7.7132E-07	2.73153E-09	-1.4252E-11	2.49728E-14
25	-104.3839	-4.91029E-05	3.07761E-08	-1.18221E-09	1.89504E-11	-1.2491E-13

(8-2)

第1レンズ群	-10.3215
第2レンズ群	18.8768
第3レンズ群	238.6119

(8-3)

β	無限遠	-0.025
d10	0.9961	1.1902
d15	3.4976	3.3035
bf	38.3516	38.3669

10

【0114】

各実施例における条件式(1)～条件式(5)の数値を表9に示す。

【表 9】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
条件式(1)	0.255	0.323	0.139	0.250
条件式(2)	1.224	1.193	1.234	1.355
条件式(3)	0.189	0.183	0.147	0.171
条件式(4)	0.539	0.322	1.086	0.814
条件式(5)	0.339	0.426	0.284	0.569

20

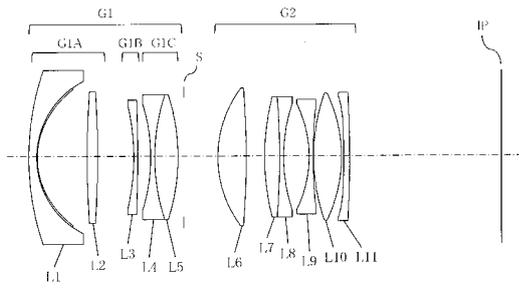
【産業上の利用可能性】

【0115】

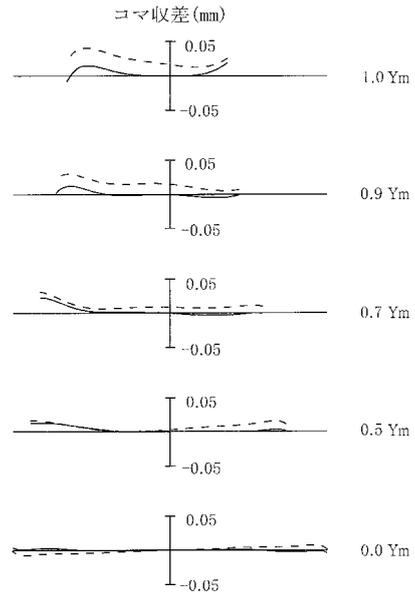
本件発明によれば、半画角が20°以上、好ましくは25°以上、より好ましくは30°以上の明るい広角レンズに好適な負先行型の光学系であって、小型軽量の防振群を備え、鏡筒径をコンパクトに構成可能な光学系及び撮像装置を提供することができる。

30

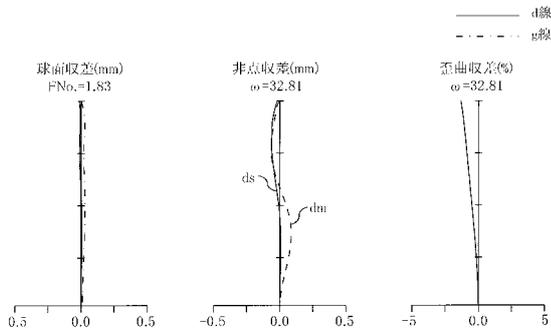
【 図 1 】



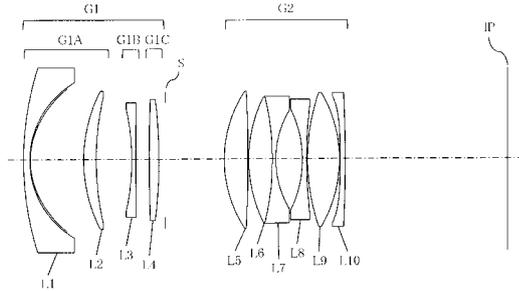
【 図 3 】



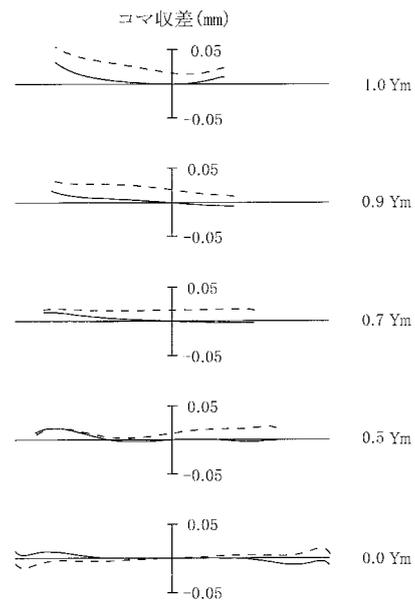
【 図 2 】



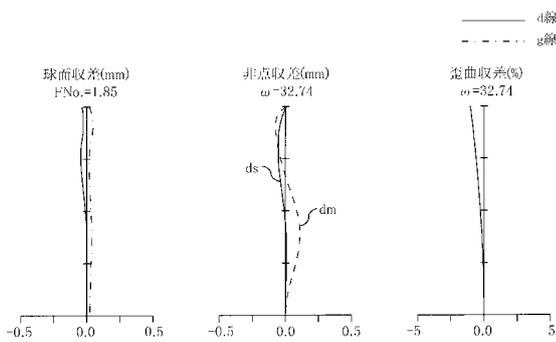
【 図 4 】



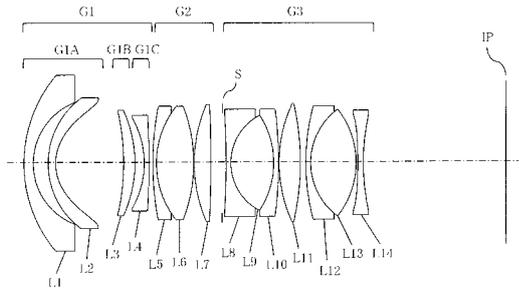
【 図 6 】



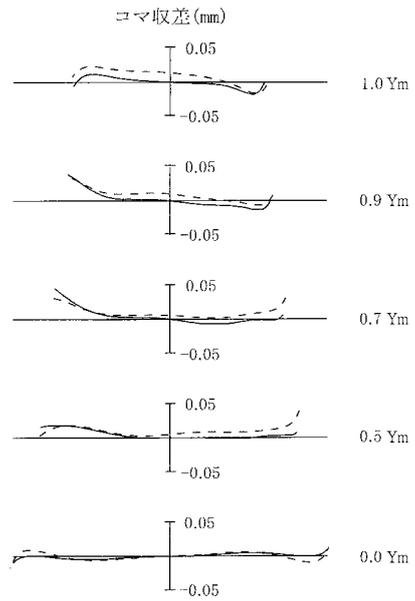
【 図 5 】



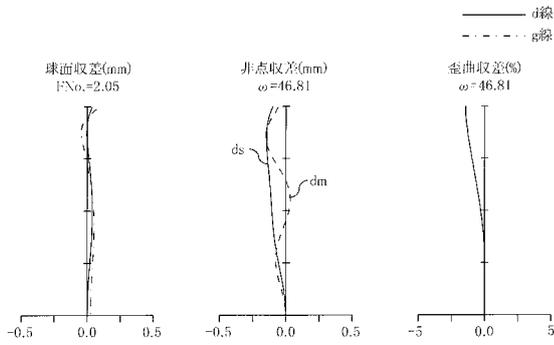
【 図 7 】



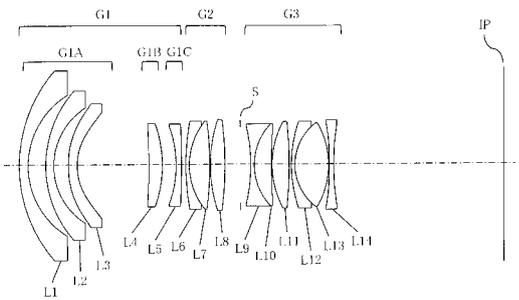
【 図 9 】



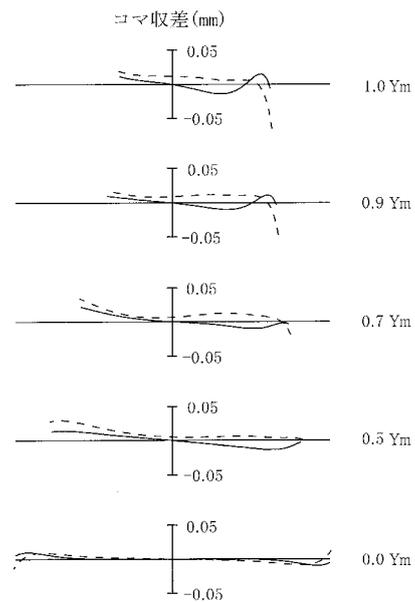
【 図 8 】



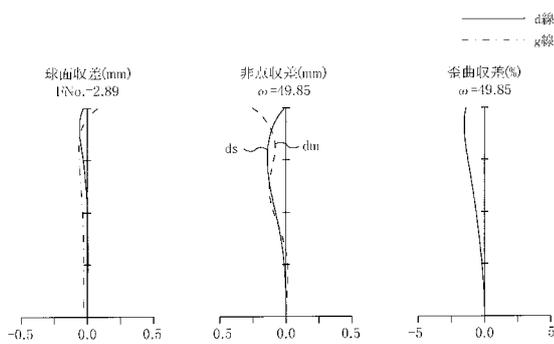
【 図 10 】



【 図 12 】



【 図 11 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA01 MA08 NA07 PA09 PA10 PA11 PA18 PA19 PA20 PB10
PB11 PB14 QA02 QA06 QA07 QA17 QA21 QA22 QA26 QA32
QA37 QA39 QA41 QA46 RA05 RA12 RA13 RA32 UA01
2K005 AA01 CA23