

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6053441号  
(P6053441)

(45) 発行日 平成28年12月27日 (2016.12.27)

(24) 登録日 平成28年12月9日 (2016.12.9)

(51) Int.Cl. F1  
G02B 15/20 (2006.01) G02B 15/20

請求項の数 11 (全 29 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-225027 (P2012-225027)                  (22) 出願日 平成24年10月10日 (2012.10.10)                  (65) 公開番号 特開2014-77867 (P2014-77867A)                  (43) 公開日 平成26年5月1日 (2014.5.1)                  審査請求日 平成27年10月2日 (2015.10.2)</p>	<p>(73) 特許権者 000001007                  キヤノン株式会社                  東京都大田区下丸子3丁目30番2号                  (74) 代理人 100086818                  弁理士 高梨 幸雄                  (72) 発明者 前瀬 聡                  東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内                  審査官 森内 正明</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から像側へ順に配置された負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、複数のレンズ群を含む後群より構成され、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記第2レンズ群に含まれる少なくとも一部のレンズから構成される防振群L<sub>s</sub>は、像ぶれ補正に際して光軸に対して垂直方向の成分を有する方向に移動し、前記防振群L<sub>s</sub>の像側に隣接する位置に開口絞りを有し、

前記防振群L<sub>s</sub>の焦点距離をf<sub>L<sub>s</sub></sub>、広角端における射出瞳と像面との距離をT<sub>Exp</sub>、広角端における全系の焦点距離をf<sub>w</sub>、全ズーム範囲における前記第1レンズ群と前記開口絞りの光軸上の距離の最小値をT<sub>1smi</sub>、広角端における前記ズームレンズのバックフォーカスをBF<sub>w</sub>とするとき、

$$1.30 < f_{L_s} / f_w < 10.00$$

$$2.00 < T_{Exp} / f_w < 5.00$$

$$0.40 < T_{1smi} / f_w < 1.00$$

$$0.7 < BF_w / f_w < 1.6$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】

前記防振群L<sub>s</sub>は1枚の正レンズから構成されることを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

## 【請求項 3】

前記防振群  $L_s$  を構成する正レンズの材料のアッベ数を  $d_{L_s}$  とするとき、  
 $35.0 < d_{L_s}$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 2 に記載のズームレンズ。

## 【請求項 4】

前記開口絞りよりも像側に、フォーカシングに際して移動するフォーカス群を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

## 【請求項 5】

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された負の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群より構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

10

## 【請求項 6】

前記第 3 レンズ群は、フォーカシングに際して光軸方向に移動することを特徴とする請求項 5 に記載のズームレンズ。

## 【請求項 7】

前記後群は、物体側から像側へ順に配置された正の屈折力の第 3 レンズ群、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群より構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

## 【請求項 8】

前記第 4 レンズ群は、フォーカシングに際して光軸方向に移動することを特徴とする請求項 7 に記載のズームレンズ。

20

## 【請求項 9】

光電変換素子に像を形成することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

## 【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する光電変換素子とを有することを特徴とする撮像装置。

## 【請求項 11】

最大像高を  $Y_{max}$  とするとき、

$$BF_w / Y_{max} < 1.8$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 10 に記載の撮像装置。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ズームレンズ及びそれを有する撮像装置に関し、デジタルカメラ、ビデオカメラ、TVカメラ、監視用カメラ、銀塩フィルム用カメラ等の撮像光学系に好適なものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

固体撮像素子を用いたビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等の撮像装置（カメラ）に用いる撮像光学系には広い画角を包含し、小型のズームレンズであることが要望されている。またこの種のカメラには、レンズ最後部と固体撮像素子との間に、ローパスフィルターや色補正フィルターなどの各種光学部材を配置する為、それに用いる撮像光学系には、比較的バックフォーカスの長いことが要求されている。更に、撮像光学系に手ぶれ等の偶発的な振動が伝わったときに生ずる画像のぶれ（像ぶれ）を補償する機構（防振機構）を具備していること等が要望されている。

40

## 【0003】

バックフォーカスが比較的長く、広画角のズームレンズとして物体側に負の屈折力のレンズ群が位置するネガティブリード型のズームレンズが知られている。ネガティブリード型のズームレンズで、物体側から像側へ順に、負、正、負、正の屈折力の第 1 レンズ群乃

50

至第4レンズ群から成り防振機構を有した4群ズームレンズが知られている(特許文献1)。

【0004】

特許文献1では第2レンズ群の一部のレンズ群を光軸に対して垂直方向に平行偏心させて画像のぶれを補償している。またネガティブリード型のズームレンズで、物体側から像側へ順に、負、正、正、負、正の屈折力の第1レンズ群乃至第5レンズ群から成り、防振機構を有した5群ズームレンズが知られている(特許文献2)。特許文献2では第4レンズ群を光軸に対して垂直方向に平行偏心させて画像のぶれを補償している。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0005】

【特許文献1】特開2007-78834号公報

【特許文献2】特開2009-251112号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

近年、撮像装置に用いるズームレンズには、広画角でかつレンズ系全体が小型であること、防振機構を有していること等が強く要望されている。特に画像ぶれの補正のための防振レンズ群を光軸に対して垂直方向に移動させて補正する場合には、移動機構(防振機構)の小型化及び省電力化を図るために防振レンズ群が小型軽量であることが求められている。

20

【0007】

更に画像ぶれの補正時の収差変動が少なく、防振時にも良好なる光学性能が維持されることが求められている。ズームレンズの一部のレンズ群を防振レンズ群とし、光軸に対して垂直方向に平行偏心させて像ぶれを行うズームレンズにおいては、比較的容易に像ぶれを補正することができる。

【0008】

しかしながらズームレンズのレンズ構成及び防振のために移動させる防振レンズ群のレンズ構成が適切でないと、防振時において偏心収差の発生量が多くなり、光学性能が大きく低下してくる。また駆動機構が大型化してくる。このため、防振機構を有するズームレンズでは、全体のレンズ構成や防振用の防振レンズ群の構成等を適切に設定することが重要になってくる。

30

【0009】

例えば防振レンズ群の屈折力や開口絞りと防振レンズ群との距離等を適切に設定することが重要になってくる。これらの構成を適切に設定しないと、全系の小型化及び広画角化を図りつつ、防振機構の小型化を図りかつ防振時に高い光学性能を維持するのが大変困難になってくる。

【0010】

本発明は、全体が小型でかつ広画角でありながら画像ぶれ補正時の収差補正が少なく防振時にも高い光学性能が維持できるズームレンズの提供を目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に配置された負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、複数のレンズ群を含む後群より構成され、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズであって、

前記第2レンズ群に含まれる少なくとも一部のレンズから構成される防振群 $L_s$ は、像ぶれ補正に際して光軸に対して垂直方向の成分を有する方向に移動し、前記防振群 $L_s$ の像側に隣接する位置に開口絞りを有し、

前記防振群 $L_s$ の焦点距離を $f_{L_s}$ 、広角端における射出瞳と像面との距離を $T_{Exp}$ 、広角端における全系の焦点距離を $f_w$ 、全ズーム範囲における前記第1レンズ群と前記

50

開口絞りの光軸上の距離の最小値を  $T_{1smin}$ 、広角端における前記ズームレンズのバックフォーカスを  $BF_w$  とするとき、

$$1.30 < f_{Ls} / f_w < 10.00$$

$$2.00 < T_{Exp} / f_w < 5.00$$

$$0.40 < T_{1smin} / f_w < 1.00$$

$$0.7 < BF_w / f_w < 1.6$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、全体が小型でかつ広画角でありながら画像ぶれ補正時の収差補正が少なく防振時にも高い光学性能が維持できるズームレンズが得られる。

10

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】実施例1のズームレンズの広角端の断面図

【図2】(A), (B) 実施例1のズームレンズの無限遠合焦時の広角端及び望遠端における縦収差図

【図3】実施例2のズームレンズの広角端の断面図

【図4】(A), (B) 実施例2のズームレンズの無限遠合焦時の広角端及び望遠端における縦収差図

【図5】実施例3のズームレンズの広角端の断面図

20

【図6】(A), (B) 実施例3のズームレンズの無限遠合焦時の広角端及び望遠端における縦収差図

【図7】実施例4のズームレンズの広角端の断面図

【図8】(A), (B) 実施例4のズームレンズの無限遠合焦時の広角端及び望遠端における縦収差図

【図9】実施例5のズームレンズの広角端の断面図

【図10】(A), (B) 実施例5のズームレンズの無限遠合焦時の広角端及び望遠端における縦収差図

【図11】実施例6のズームレンズの広角端の断面図

【図12】(A), (B) 実施例6のズームレンズの無限遠合焦時の広角端及び望遠端における縦収差図

30

【図13】実施例7のズームレンズの広角端の断面図

【図14】(A), (B) 実施例7のズームレンズの無限遠合焦時の広角端及び望遠端における縦収差図

【図15】本発明の撮像装置の要部概略図

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下に本発明の好ましい実施の形態を添付の図面に基づいて詳細に説明する。本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、複数のレンズ群を含む後群より構成され、ズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化する。第2レンズ群に含まれる少なくとも一部のレンズから構成される防振群  $L_s$  は、像ぶれ補正に際して光軸に対して垂直方向の成分を有する方向に移動している。防振群  $L_s$  の像側に隣接する位置に開口絞りを有している。

40

【0015】

図1は本発明のズームレンズの実施例1の広角端（短焦点距離端）におけるレンズ断面図である。図2(A), (B)は実施例1のズームレンズの無限遠物体にフォーカスを合わせたとき（合焦したとき）の広角端及び望遠端（長焦点距離端）における縦収差図である。

【0016】

図3は本発明のズームレンズの実施例2の広角端におけるレンズ断面図である。図4（

50

A)、(B)は実施例2のズームレンズにおいて無限遠物体にフォーカスを合わせたときの広角端及び望遠端における縦収差図である。図5は本発明のズームレンズの実施例3の広角端におけるレンズ断面図である。図6(A)、(B)は実施例3のズームレンズにおいて無限遠物体にフォーカスを合わせたときの広角端及び望遠端における縦収差図である。

【0017】

図7は本発明のズームレンズの実施例4の広角端におけるレンズ断面図である。図8(A)、(B)は実施例4のズームレンズにおいて無限遠物体にフォーカスを合わせたときの広角端及び望遠端における縦収差図である。図9は本発明のズームレンズの実施例5の広角端におけるレンズ断面図である。図10(A)、(B)は実施例5のズームレンズにおいて無限遠物体にフォーカスを合わせたときの広角端及び望遠端における縦収差図である。

10

【0018】

図11は本発明のズームレンズの実施例6の広角端におけるレンズ断面図である。図12(A)、(B)は実施例6のズームレンズにおいて無限遠物体にフォーカスを合わせたときの広角端及び望遠端における縦収差図である。図13は本発明のズームレンズの実施例7の広角端におけるレンズ断面図である。図14(A)、(B)は実施例7のズームレンズにおいて無限遠物体にフォーカスを合わせたときの広角端及び望遠端における縦収差図である。図15は本発明の撮像装置の要部概略図である。

【0019】

各実施例のズームレンズはビデオカメラやデジタルカメラ、そして銀塩フィルムカメラ等の撮像装置に用いられる撮像光学系(光学系)である。レンズ断面図において、左方が物体側(前方)で、右方が像側(後方)である。尚、各実施例のズームレンズをプロジェクターに用いても良く、このときは左方がスクリーン側、右方が被投射画像側となる。レンズ断面図において、OLはズームレンズである。iは物体側からのレンズ群の順番を示し、Liは第iレンズ群である。LRは複数のレンズ群よりなる後続群である。

20

【0020】

実施例1乃至5において、後続群LRは物体側から像側へ順に配置された負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群より構成されている。実施例6、7において後続群LRは物体側から像側へ順に配置された正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群より構成されている。Lsは第2レンズ群L2の少なくとも一部よりなり、光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動して、結像位置(画像)を光軸に対して垂直方向に移動する防振群である。防振群Lsはズームレンズが振動したときに生ずる画像のぶれを軽減している。

30

【0021】

SPは開口絞り(開放Fナンバー絞り)であり、防振群Lsの像側に隣接して配置されている。IPは像面であり、ビデオカメラやデジタルスチルカメラの撮影光学系として使用する際にはCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子(光電変換素子)の撮像面に、銀塩フィルム用カメラのときはフィルム面に相当する。OAはズームレンズOLの光軸である。

40

【0022】

矢印は広角端から望遠端へのズーミングに際しての移動方向を示している。ズーミングに際しての各レンズ群の移動は次のとおりである。広角端から望遠端へのズーミングに際して、実施例1乃至4では第1レンズ群L1が像側へ凸状の軌跡で移動し、第2レンズ群L2乃至第4レンズ群L4が物体側へ移動する。実施例5では第1レンズ群L1が像側へ凸状の軌跡で移動し、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3が物体側へ移動する。実施例6、7では第1レンズ群L1が像側へ凸状の軌跡で移動し、第2レンズ群L2乃至第5レンズ群L5が物体側へ移動する。

【0023】

収差図において、d(実線)、g(二点鎖線)、C(一点鎖線)、F(破線)は各々d

50

線、g線、C線、F線を表す。M、Sはそれぞれd線のメリディオナル像面、サジタル像面を表す。また歪曲収差はd線によって表している。またFnoはFナンバー、 $\theta$ は撮影半画角(度)である。

【0024】

各実施例では、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2を有する。さらに、第2レンズ群L2中または第2レンズ群L2よりも像側に開口絞りSPを有する。また第2レンズ群L2の全体もしくは一部の防振群Lsを光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動させ、防振を行っている。各実施例において、防振群Lsの焦点距離を $f_{Ls}$ 、広角端における射出瞳と像面との距離を $T_{ExP}$ 、広角端における全系の焦点距離を $f_w$ とする。

10

【0025】

このとき、

$$1.30 < f_{Ls} / f_w < 10.00 \quad \dots (1)$$

$$2.00 < T_{ExP} / f_w < 5.00 \quad \dots (2)$$

なる条件式を満足している。

【0026】

条件式(1)は防振群Lsの焦点距離 $f_{Ls}$ と広角端における全系の焦点距離 $f_w$ の比を規定する。条件式(1)は防振性能に関する。防振時の光学性能を良好に保つためには防振群Lsの屈折力が弱い方が良いが、その場合防振敏感度が低くなる。その結果、所定の量の画像ぶれを補正するための防振群Lsの変位量が大きくなり、防振群Lsを駆動させるための駆動装置が大型化してくる。逆に防振群Lsの屈折力が強くなると防振敏感度は上がり、防振時の防振群の変位量が小さく保てるが、光学性能を良好に保つことが困難となる。

20

【0027】

条件式(1)の上限を超えると、防振群Lsの屈折力が弱くなり駆動装置が大型化して好ましくない。また条件式(1)の下限を下回ると、防振群の屈折力が強くなり高い光学性能を保つことが困難となる。条件式(2)は広角端における射出瞳と像面との距離 $T_{ExP}$ に対する広角端における全系の焦点距離の比を規定する。条件式(2)は防振時の光学性能を良好に保ちつつ、防振群Lsを小型に保つための条件式である。防振時の光学性能を良好に保つためには防振群Lsは開口絞りSPの近傍に配置した方が良い。

30

【0028】

一方、開口絞りSPの大きさは射出瞳距離と相関がある。射出瞳距離が長いということは、開口絞りSPよりも像側の正の屈折力が強い、もしくは開口絞りSPと像面の距離が遠いことであり、開口絞りSPも大型化しやすい。

【0029】

逆に射出瞳距離が短ければ、開口絞りSPよりも像側のレンズ群の正の屈折力が弱い、もしくは開口絞りSPと像面の距離も短いことであり、有効径も比較的小さく保つことができる。当然、開口絞りSPの近傍に防振群を配置する場合、開口絞りSPの大きさによって防振群Lsの大きさも決まる。つまり、開口絞りSPが大きければ、防振群も大型化し、ひいては装置全体の大型化につながる。したがって、防振群を開口絞りSPの近傍に配置し、光学性能を良好に保ちつつ、有効径の大型化を防止するためには、射出瞳距離を適切に設定する必要がある。

40

【0030】

条件式(2)はその範囲を表している。条件式(2)の上限を超えると、射出瞳距離が長くなり、防振群Lsが大型化するため好ましくない。逆に条件式(2)の下限を超えると、開口絞りSPと像面の距離が短くなりすぎて、開口絞りSPと開口絞りSPを駆動する駆動装置を配置することが困難となる。

【0031】

以上のように条件式(1)(2)は合わせて防振時の光学性能を良好に保ちつつ、防振群Lsひいては装置全体を小型に保つために必要な条件式となっている。更に好ましくは

50

条件式(1), (2)の数値範囲を以下の範囲とするのが良い。

【0032】

$$1.40 < f_{L_s} / f_w < 8.00 \quad \dots (1a)$$

$$2.20 < T_{Exp} / f_w < 5.00 \quad \dots (2a)$$

更に好ましくは、条件式(1a), (2a)の数値範囲を以下の範囲とするのが良い。

【0033】

$$4.00 < f_{L_s} / f_w < 8.00 \quad \dots (1b)$$

$$2.50 < T_{Exp} / f_w < 4.00 \quad \dots (2b)$$

各実施例によれば、以上の如く各要素を特定することによって、広画角で全ズーム範囲において高い光学性能を有し、しかも防振時の収差変動が少ないズームレンズを得ている。各実施例のズームレンズにおいて、更にレンズ系全体の小型化、広画角化を図りつつ良好な光学性能を得るために、次の諸条件のうち1以上を満足するのが良い。

【0034】

開口絞りSPは防振群Lsの像側の隣り合う位置に配置されており、全ズーム範囲において第1レンズ群L1と開口絞りSPの光軸上の距離の最小値を $T_{1smi}$ とする。防振群Lsは1枚の正レンズよりなり、正レンズの材料のアッベ数を $d_{L_s}$ とする。広角端におけるバックフォーカスを $BF_w$ とする。各実施例のズームレンズを像を受光する光電変換素子(固体撮像素子)を備える撮像装置に用いたときの最大像高を $Y_{max}$ とする。このとき、次の条件式のうち1以上を満足するのが良い。

【0035】

$$0.40 < T_{1smi} / f_w < 1.00 \quad \dots (3)$$

$$35.0 < d_{L_s} \quad \dots (4)$$

$$0.7 < BF_w / f_w < 1.6 \quad \dots (5)$$

$$BF_w / Y_{max} < 1.8 \quad \dots (6)$$

条件式(3)はズーミングに際しての第1レンズ群L1と開口絞りSPの軸上の最小間隔を、広角端における全系の焦点距離で割って規格化した値である。条件式(3)は防振群Lsの配置スペースに関する。防振群Lsは光軸と垂直方向の成分を持つ方向に移動させるために、防振群Lsの周りにレンズ保持枠、さらにそれらを駆動させる駆動系(以下ではこれらを含めて防振装置とも呼ぶ)を配置する必要がある。防振群Lsを配置するためにはある程度のスペースが必要となる。

【0036】

条件式(3)の上限を超えると、防振装置を配置するスペースは十分に確保することができず、その分、撮像装置全体が大型化してしまうため好ましくない。条件式(3)の下限を超えると、空間的に防振装置を含めた防振群Lsが配置できなくなるため好ましくない。条件式(3)は以下の範囲とすると、更に好ましい。

【0037】

$$0.40 < T_{1smi} / f_w < 0.90 \quad \dots (3a)$$

更に好ましくは、以下の範囲とするのが良い。

【0038】

$$0.60 < T_{1smi} / f_w < 0.90 \quad \dots (3b)$$

条件式(4)は防振時の光学性能に関する。一般的に単レンズを平行偏芯させると偏芯倍率色が発生する。その程度は単レンズの材料が高分散であればあるほど大きい。したがって単レンズで防振した場合に光学性能を良好に保つには、単レンズを条件式(4)に入るような低分散硝材から構成することが好ましい。条件式(4)は以下の範囲とすると、更に好ましい。

【0039】

$$45.0 < d_{L_s} \quad \dots (4a)$$

更に好ましくは、以下の範囲とするのが良い。

【0040】

$$50.0 < d_{L_s} \quad \dots (4b)$$

条件式(5)は広角端におけるバックフォーカス $BF_w$ を広角端における全系の焦点距離で割って規格化した値である。条件式(5)の上限を上回るとバックフォーカスが長くなり、その分、全系が大型化してしまうため好ましくない。条件式(5)は以下の範囲とすると、更に好ましい。

【0041】

$$0.7 < BF_w / f_w < 1.5 \quad \dots (5a)$$

更に好ましくは、以下の範囲とするのが良い。

【0042】

$$0.8 < BF_w / f_w < 1.1 \quad \dots (5b)$$

条件式(6)はズームレンズのバックフォーカスと最像装置に用いたときの最大像高の比である。条件式(6)の上限を上回ると相対的にバックフォーカスが長くなり、その分、全系が大型化してしまうため好ましくない。また射出瞳距離も長くなる傾向となり、そのためにレトロフォーカス型のパワー配置が強まり、諸収差、特に像面湾曲が増大するため好ましくない。条件式(6)は以下の範囲とすると、更に好ましい。

【0043】

$$0.7 < BF_w / Y_{max} < 1.5 \quad \dots (6a)$$

更に好ましくは、以下の範囲とするのが良い。

【0044】

$$0.75 < BF_w / Y_{max} < 1.2 \quad \dots (6b)$$

本発明の光学系は防振群を1枚の正レンズで構成し、防振群の重量を小さくし、防振装置の大型化を防いでいる。

【0045】

本発明のズームレンズは開口絞りSPの像側にフォーカス群を備えている。つまり、本発明のズームレンズは物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、第2レンズ群全体もしくは第2レンズ群の一部のレンズから構成される防振群、防振群の像側に配置された開口絞りSPを備えている。さらにその像側に配置された合焦用レンズ群を備えている。

【0046】

この配置について説明する。ズームレンズを備えた撮像装置の中で、防振群、開口絞りSP、フォーカス群の3つは撮影中に可動する。このため駆動系等の可動装置を備えている。そのため、当然それぞれ配置するためのスペースが必要となる。なお、以下では防振群、開口絞りSP、フォーカス群とそれぞれ駆動系や保持部材等を備えた物をそれぞれ防振装置、開口装置、合焦装置と呼ぶ。

【0047】

それぞれの特徴について説明する。防振装置は防振群を光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に可動させるため、光軸と垂直方向にある程度のスペースが必要であり、上記の3つの中では装置全体の径が最も大きくなりやすい。一方、光軸方向にはそれほどのスペースを必要としない。

【0048】

開口装置も開口絞りSPを小さくする、もしくは大きくする方向、つまり光軸と垂直方向の成分を持つ方向に動かすため、光軸と垂直方向にスペースが必要である。しかしその可動範囲はもとの有効光束の範囲内であるため、防振群よりは小さく、装置全体の径も防振装置よりも小さい。また光軸方向にもそれほどのスペースを必要としない。合焦装置はフォーカス群を、光軸方向に可動させるため、光軸と水平方向にスペースが必要であるが、光軸と垂直方向にはそれほどのスペースを必要としない。

【0049】

防振装置、開口装置、合焦装置にはそれぞれ上記の特徴がある。ここでこれらを撮像装置中に配置することを考える。撮像装置中にはこれらの装置以外に、それぞれの装置を制御するための電気基盤等が配置されているが、これらは全て撮影光束を遮らないように、光軸から垂直方向に離れた位置に配置される。またこれらは有線につながっている必要が

10

20

30

40

50



あるため光学系がズームリング等で繰出す部分には配置しにくく、必然的により像面側に配置される。

【0050】

つまり、像面に近い位置に径の大きい装置を配置することは困難であり、もし径の大きい物を像側に配置するとその分、撮像装置全体を物体側に伸ばして大型化してしまい好ましくない。したがって、撮像装置全体を小型に保つためには、径の大きい装置はより物体側に配置することが好ましく、物体側から順に防振装置、開口装置、合焦装置と配置するとスペースを効率良く利用でき小型な撮像装置を得ることができ好ましい。

【0051】

次に各実施例のレンズ構成について説明する。以下、図1を参照して、本発明の実施例1のズームレンズOLについて説明する。実施例1は焦点距離11.0mmから22.0mmのズームレンズである。ズームレンズOLは負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、そして正の屈折力の第4レンズ群L4からなる。第2レンズ群L2の最も物体側に防振群Lsを備え、その像側に隣接して開口絞りSPを有する。

10

【0052】

さらにその像側に配置された第3レンズ群L3はフォーカシング用のフォーカス群であり、フォーカシングに際して光軸に沿って移動する。広角端における全系の焦点距離は11.00mmであり、防振群Lsの焦点距離は71.75mmであり、射出瞳と像面の距離 $T_{Exp}$ は36.42mmである。このズームレンズにおいて条件式(1)で示される防振群Lsの焦点距離を広角端における全系の焦点距離で規格化した値は6.52であり、条件式(2)で示される射出瞳距離を広角端における全系の焦点距離で規格化した値は3.31である。

20

【0053】

実施例1のズームレンズは上記のようなパワー配置で広角端における撮影画角 $2\theta$ が102.3°の広画角化を実現している。また、図2からわかるように球面収差、コマ収差、像面湾曲、歪曲を始めとする諸収差を良好に補正している。このように、実施例1のズームレンズでは射出瞳距離や防振群Lsの屈折力を適切に設定することで防振時の光学性能の変動が少ない、高性能なズームレンズを得ている。さらに物体側から順に防振群Ls、開口絞りSP、フォーカス群を配置することでスペースを効率良く利用した小型なズームレンズを得ている。

30

【0054】

以下、図3を参照して本発明の実施例2のズームレンズOLについて説明する。実施例2は焦点距離12.0mmから23.7mmのズームレンズである。ズームレンズOLは負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、そして正の屈折力の第4レンズ群L4からなる。第2レンズ群L2の最も物体側に防振群Lsを備え、その像側に隣接して開口絞りSPを有する。さらにその像側に配置された第3レンズ群L3はフォーカス群であり、フォーカシングに際して光軸に沿って移動する。

【0055】

広角端における全系の焦点距離は12.03mmであり、防振群Lsの焦点距離は73.34mmであり、射出瞳と像面の距離 $T_{Exp}$ は36.92mmである。このズームレンズにおいて条件式(1)で示される防振群の焦点距離を広角端の焦点距離で規格化した値は6.10であり、条件式(2)で示される射出瞳距離を広角端における全系の焦点距離で規格化した値は3.07である。

40

【0056】

実施例2のズームレンズは上記のようなパワー配置で広角端における撮影画角 $2\theta$ が102.3°の広画角化を実現している。また、図4からわかるように球面収差、コマ収差、像面湾曲、歪曲を始めとする諸収差を良好に補正している。このように、実施例2のズームレンズでは射出瞳距離や防振群Lsの屈折力を適切に設定することで防振時の光学性

50

能の変動が少ない、高性能なズームレンズを得ている。さらに物体側から順に防振群  $L_s$ 、開口絞り  $SP$ 、フォーカス群を配置することでスペースを効率良く利用した小型なズームレンズ撮像装置を得ることができている。

【0057】

以下、図5を参照して、本発明の実施例3のズームレンズOLについて説明する。実施例3は焦点距離11.0mmから22.0mmのズームレンズである。ズームレンズOLは負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、そして正の屈折力の第4レンズ群L4からなる。第2レンズ群L2の最も物体側に防振群  $L_s$  を備え、その像側に隣接して開口絞り  $SP$  を有する。さらにその像側に配置された第3レンズ群L3はフォーカス群であり、フォーカシングに際して光軸に沿って移動する。

10

【0058】

広角端における全系の焦点距離は11.00mmであり、防振群  $L_s$  の焦点距離は73.41mmであり、射出瞳と像面の距離  $T_{E \times P}$  は36.54mmである。このズームレンズにおいて条件式(1)で示される防振群  $L_s$  の焦点距離を広角端における全系の焦点距離で規格化した値は6.67であり、条件式(2)で示される射出瞳距離を広角端における全系の焦点距離で規格化した値は3.32である。

【0059】

実施例3のズームレンズは上記のようなパワー配置で広角端における撮影画角  $2\theta$  が  $102.3^\circ$  の広画角化を実現している。また、図6からわかるように球面収差、コマ収差、像面湾曲、歪曲を始めとする諸収差を良好に補正している。このように、実施例3のズームレンズでは射出瞳距離や防振群  $L_s$  の屈折力を適切に設定することで防振時の光学性能の変動が少ない、高性能なズームレンズを得ている。さらに物体側から順に防振群  $L_s$ 、開口絞り  $SP$ 、フォーカス群を配置することでスペースを効率良く利用した小型なズームレンズを得ている。

20

【0060】

以下、図7を参照して、本発明の実施例4のズームレンズOLについて説明する。実施例4は焦点距離11.0mmから22.0mmのズームレンズである。ズームレンズOLは負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群、そして正の屈折力の第4レンズ群L4からなる。第2レンズ群L2の最も物体側に防振群  $L_s$  を備え、その像側に隣接して開口絞り  $SP$  を有する。さらにその像側に配置された第3レンズ群L3はフォーカス群であり、フォーカシングに際して光軸に沿って移動する。

30

【0061】

広角端における全系の焦点距離は11.00mmであり、防振群  $L_s$  の焦点距離は72.47mmであり、射出瞳と像面の距離  $T_{E \times P}$  は34.69mmである。このズームレンズにおいて条件式(1)で示される防振群の焦点距離を広角端における全系の焦点距離で規格化した値は6.59であり、条件式(2)で示される射出瞳距離を広角端における全系の焦点距離で規格化した値は3.15である。

【0062】

実施例4のズームレンズは上記のようなパワー配置で広角端における撮影画角  $2\theta$  が  $102.3^\circ$  の広画角化を実現している。また、図8からわかるように球面収差、コマ収差、像面湾曲、歪曲を始めとする諸収差を良好に補正している。このように、実施例4のズームレンズでは射出瞳距離や防振群  $L_s$  の屈折力を適切に設定することで防振時の光学性能の変動が少ない、高性能なズームレンズを得ている。さらに物体側から順に防振群  $L_s$ 、開口絞り  $SP$ 、フォーカス群を配置することでスペースを効率良く利用した小型なズームレンズを得ている。

40

【0063】

以下、図9を参照して本発明の実施例5のズームレンズOLについて説明する。実施例5は焦点距離11.0mmから22.0mmのズームレンズである。ズームレンズOLは

50

負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、そして正の屈折力の第4レンズ群L4からなる。第2レンズ群L2の最も物体側に防振群Lsを備え、その像側に隣接して開口絞りSPを有する。さらにその像側に配置された第3レンズ群L3はフォーカス群であり、フォーカシングに際して光軸に沿って移動する。

【0064】

広角端における全系の焦点距離は11.00mmであり、防振群Lsの焦点距離は61.62mmであり、射出瞳と像面の距離 $T_{E \times P}$ は38.03mmである。このズームレンズにおいて条件式(1)で示される防振群Lsの焦点距離を広角端における全系の焦点距離で規格化した値は5.60であり、条件式(2)で示される射出瞳距離を広角端における全系の焦点距離で規格化した値は3.46である。

10

【0065】

実施例5のズームレンズは上記のようなパワー配置で広角端における撮影画角 $2\theta$ が102.3°の広画角化を実現している。また、図10からわかるように球面収差、コマ収差、像面湾曲、歪曲を始めとする諸収差を良好に補正している。このように、実施例5のズームレンズでは射出瞳距離や防振群Lsの屈折力を適切に設定することで防振時の光学性能の変動が少ない、高性能なズームレンズを得ている。さらに物体側から順に防振群Ls、開口絞りSP、フォーカス群を配置することでスペースを効率良く利用した小型なズームレンズを得ている。

【0066】

20

以下、図11を参照して本発明の実施例6のズームレンズOLについて説明する。実施例6は焦点距離18.2mmから44.0mmのズームレンズである。ズームレンズOLは負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3、負の屈折力の第4レンズ群L4、そして正の屈折力の第5レンズ群L5からなる。

【0067】

第2レンズ群L2全体が防振群Lsであり、その像側に隣接して開口絞りSPを有する。さらにその像側に配置された第4レンズ群L4はフォーカス群であり、フォーカシングに際して光軸に沿って移動する。広角端における全系の焦点距離は18.20mmであり、防振群Lsの焦点距離は27.24mmであり、射出瞳と像面の距離 $T_{E \times P}$ は41.65mmである。

30

【0068】

このズームレンズにおいて条件式(1)で示される防振群Lsの焦点距離を広角端における全系の焦点距離で規格化した値は1.50であり、条件式(2)で示される射出瞳距離を広角端における全系の焦点距離で規格化した値は2.29である。実施例6のズームレンズは上記のようなパワー配置で広角端における撮影画角 $2\theta$ が73.8°の広画角化を実現している。また、図12からわかるように球面収差、コマ収差、像面湾曲、歪曲を始めとする諸収差を良好に補正している。

【0069】

このように、実施例6のズームレンズでは射出瞳距離や防振群Lsの屈折力を適切に設定することで防振時の光学性能の変動が少ない、高性能なズームレンズを得ている。さらに物体側から順に防振群Ls、開口絞りSP、フォーカス群を配置することでスペースを効率良く利用した小型なズームレンズを得ている。

40

【0070】

以下、図13を参照して、本発明の実施例7のズームレンズOLについて説明する。実施例7は焦点距離15.5mmから52.9mmのズームレンズである。ズームレンズOLは負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3、負の屈折力の第4レンズ群L4、そして正の屈折力の第5レンズ群L5からなる。第2レンズ群L2全体が防振群Lsであり、その像側に隣接して開口絞りSPを有する。さらにその像側に配置された第4レンズ群L4はフォーカス群であり、フォーカ

50

シングに際して光軸に沿って移動する。

【0071】

広角端における全系の焦点距離は15.50mmであり、防振群Lsの焦点距離は27.93mmであり、射出瞳と像面の距離 $T_{E \times P}$ は43.31mmである。このズームレンズにおいて条件式(1)で示される防振群Lsの焦点距離を広角端における全系の焦点距離で規格化した値は1.80であり、条件式(2)で示される射出瞳距離を広角端における全系の焦点距離で規格化した値は2.79である。

【0072】

実施例7のズームレンズは上記のようなパワー配置で広角端における撮影画角 $2\theta$ が $82.8^\circ$ の広画角化を実現している。また、図14からわかるように球面収差、コマ収差、像面湾曲、歪曲を始めとする諸収差を良好に補正している。このように、実施例7のズームレンズでは射出瞳距離や防振群Lsの屈折力を適切に設定することで防振時の光学性能の変動が少ない、高性能なズームレンズを得ている。さらに物体側から順に防振群Ls、開口絞りSP、フォーカス群を配置することでスペースを効率良く利用した小型なズームレンズを得ている。

【0073】

図15は本発明の撮像装置の要部概略図である。図15において、10は実施例1乃至7のいずれか1つのズームレンズ1を有する撮像光学系である。撮像光学系1は保持部材である鏡筒2に保持されている。20はカメラ本体である。カメラ本体20はクイックリターンミラー3、焦点板4、ペンタダハプリズム5、接眼レンズ6等によって構成されている。

【0074】

クイックリターンミラー3は、撮像光学系10からの光束を上方に反射する。焦点板4は撮像光学系10の像形成位置に配置されている。ペンタダハプリズム5は焦点板4に形成された逆像を正立像に変換する。観察者は、その正立像を接眼レンズ6を介して観察する。7は感光面であり、像を受光するCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子(光電変換素子)や銀塩フィルムが配置される。撮影時にはクイックリターンミラー3が光路から退避して、感光面7上に撮像光学系10によって像側形成される。

【0075】

このように本発明では、ズームレンズを一眼レフカメラに適用することにより、高い光学性能を有する撮像装置を実現している。尚、本発明のズームレンズは、ミラーレンズの撮像装置に適用できる。またデジタルカメラ・ビデオカメラ・銀塩フィルム用カメラ等の他に望遠鏡、双眼鏡、複写機、プロジェクター等の光学機器にも適用できる。

【0076】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【0077】

以下、実施例1乃至7のズームレンズの具体的な数値実施例1乃至7を示す。iは物体から数えた順序を示す。面番号iは物体側から順に数えている。Riは第i面の曲率半径(mm)、Diは第i番目と第i+1番目の面間隔(mm)である。Nd<sub>i</sub>とd<sub>i</sub>はそれぞれd線に対する第i面と第(i+1)面との間の媒質の屈折率、アッペ数を表す。またBFはバックフォーカスである。レンズ全長は第1レンズ面から像面までの距離を表す。

【0078】

また、非球面は面番号の後に、\*の符号を付加して表している。非球面形状は、Xを光軸方向の面頂点からの変位量、hを光軸と垂直な方向の光軸からの高さ、rを近軸曲率半径、Kを円錐定数、B、C、D、E・・・を各次数の非球面係数とするととき、

【0079】

【数1】

$$X(h) = \frac{(1/r)h^2}{1 + \sqrt{\{1 - (1+K)(h/r)^2\}}} + Bh^4 + Ch^6 + Dh^8 + Eh^{10} \dots$$

【0080】

で表す。なお、各非球面係数における「E ± XX」は「× 1 0 ±<sup>XX</sup>」を意味している。前述の各条件式に関係したパラメータの数値を表1に示す。表2に前述の各条件式に相当する数値を示す。

【0081】

[数値実施例1]

10

単位 mm

面番号	R	D	Nd	d	光線有効径
1	30.452	2.30	1.77250	49.6	30.34
2*	8.896	8.59			20.18
3	-64.867	1.20	1.77250	49.6	19.74
4	19.876	2.78			18.43
5	25.154	3.91	1.73800	32.3	19.02
6	-83.477	(可変)			18.71
7	-94.280	1.21	1.83400	37.2	9.22
8	-36.820	3.50			9.36
9(絞り)		2.00			9.64
10	12.993	4.68	1.51823	58.9	9.98
11	-10.954	0.80	1.83400	37.2	9.43
12	19.514	0.40			9.43
13	13.843	4.02	1.48749	70.2	9.74
14	-13.973	0.15			10.33
15	-63.398	3.49	1.76182	26.5	10.49
16	-8.985	0.80	1.83400	37.2	10.80
17	-25.030	0.15			11.23
18	30.854	5.63	1.49700	81.5	11.24
19	-8.100	0.80	1.88300	40.8	10.90
20	-43.415	(可変)			11.59
21	62.117	0.80	1.83400	37.2	12.13
22	16.329	(可変)			12.23
23	50.797	2.55	1.48749	70.2	19.34
24	-419.766	(可変)			20.01

20

30

像面

【0082】

40

非球面

データ

	円錐定数 K	4次の係数 B	6次の係数 C	8次の係数 D	10次の係数 E
第2面	-4.7384E-01	7.3430E-06	-1.2623E-07	1.8138E-09	-9.1816E-12

各種データ	広角端	中間	望遠端
焦点距離	11.00	15.50	22.00
Fno	4.00	4.60	5.60
	51.16	41.39	31.84

50

像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	90.36	85.76	87.31
BF	11.06	16.81	25.49
入射瞳位置	12.53	11.56	10.61
射出瞳位置	-25.36	-24.91	-24.74
前側主点位置	20.21	21.30	22.97
後側主点位置	0.06	1.31	3.49

## 可変間隔

面番号	広角端	中間	望遠端	10
6	20.48	10.13	3.00	
20	1.30	1.73	1.90	
22	7.77	7.34	7.17	
24	11.06	16.81	25.49	

## 群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置	
1	1	-16.33	18.77	0.75	-17.57	
2	7	18.63	27.64	8.13	-12.46	
3	21	-26.77	0.80	0.60	0.16	20
4	23	93.12	2.55	0.19	-1.53	

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離			
1	1	-17.060			
2	3	-19.570			
3	5	26.600			
4	7	71.750			
5	10	12.290			
6	11	-8.310			30
7	13	14.970			
8	15	13.370			
9	16	-17.200			
10	18	13.560			
11	19	-11.400			
12	21	-26.770			
13	23	93.120			

## 【 0 0 8 3 】

[ 数値実施例 2 ]

単位 mm

面番号	R	D	Nd	d	光線有効径	
1	24.756	1.50	1.88300	40.8	31.54	
2	13.493	3.34			24.41	
3	15.534	1.80	1.58313	59.4	23.50	
4*	7.468	9.77			18.53	
5	-31.870	1.20	1.58913	61.1	17.96	
6	33.804	0.15			17.75	
7	23.445	3.93	1.73800	32.3	17.93	50

8	-102.949	(可変)			17.55	
9	-88.715	1.43	1.77250	49.6	9.53	
10	-34.817	3.57			9.77	
11(絞リ)		1.91			10.26	
12	16.496	4.12	1.59551	39.2	10.62	
13	-12.959	0.80	1.83400	37.2	10.24	
14	24.029	1.59			10.15	
15	14.291	4.62	1.49700	81.5	10.90	
16	-24.473	0.15			11.57	
17	35.328	0.80	1.88300	40.8	11.73	10
18	10.947	3.83	1.56384	60.7	11.54	
19	-48.946	0.13			11.79	
20	63.696	5.40	1.60342	38.0	11.85	
21	-8.216	0.80	1.88300	40.8	11.80	
22	-46.523	(可変)			12.58	
23	29.911	0.70	1.91082	35.3	13.30	
24	16.324	(可変)			13.19	
25	62.139	2.85	1.58313	59.4	19.88	
26*	93.393	(可変)			20.70	
像面						20

## 【 0 0 8 4 】

非球面

データ

	円錐定数 K	4次の係数 B	6次の係数 C	8次の係数 D	10次の係数 E
第 4面	-9.5172E-01	1.2862E-04	2.0642E-07	7.9480E-09	-3.1156E-11
第26面	0.0000E+00	-2.3175E-06	-8.8498E-08	6.6362E-10	-2.5916E-12

各種データ	広角端	中間	望遠端	
焦点距離	12.03	17.00	23.66	
Fno	4.00	4.69	5.60	
	48.63	38.78	30.00	
像高	13.66	13.66	13.66	
レンズ全長	94.79	92.90	95.73	
BF	10.99	17.95	26.98	
入射瞳位置	14.68	13.78	12.92	
射出瞳位置	-25.93	-25.96	-25.83	
前側主点位置	22.79	24.20	25.98	
後側主点位置	-1.04	0.95	3.32	40

可変間隔

面番号	広角端	中間	望遠端
8	18.54	9.70	3.50
22	1.49	1.44	1.64
24	9.38	9.43	9.22
26	10.99	17.95	26.98

群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置	
						50

1	1	-16.22	21.68	3.19	-16.28
2	9	20.05	29.16	8.92	-13.33
3	23	-40.45	0.70	0.83	0.45
4	25	308.10	2.85	-3.46	-5.20

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-35.820
2	3	-26.870
3	5	-27.660
4	7	26.220
5	9	73.340
6	12	12.860
7	13	-10.000
8	15	18.900
9	17	-18.250
10	18	16.240
11	20	12.410
12	21	-11.410
13	23	-40.450
14	25	308.100

10

20

## 【 0 0 8 5 】

## [ 数值実施例 3 ]

単位 mm

面番号	R	D	Nd	d	光線有効径
1*	50.214	2.30	1.58313	59.4	32.10
2*	8.890	9.13			20.52
3	-43.823	1.20	1.77250	49.6	19.85
4	16.692	2.56			18.10
5	24.841	3.70	1.91082	35.3	18.76
6	-110.630	(可変)			18.47
7	-130.232	1.28	1.69680	55.5	9.09
8	-36.876	3.50			9.23
9(絞リ)		2.00			9.62
10	11.211	4.49	1.51742	52.4	10.00
11	-14.765	0.80	1.88300	40.8	9.35
12	14.950	0.40			9.19
13	11.819	4.14	1.53172	48.8	9.50
14	-17.101	0.67			10.23
15	31.522	6.71	1.49700	81.5	10.51
16	-7.227	0.67	1.85400	40.4	10.44
17*	-26.546	(可変)			11.29
18	43.166	0.80	1.83400	37.2	12.11
19	18.139	(可変)			12.20
20	62.546	6.85	1.62588	35.7	16.56
21	-12.150	1.00	1.83481	42.7	17.50
22	-50.363	(可変)			19.50

30

40

像面

50



## 【 0 0 8 6 】

非球面  
データ

	円錐定数 K	4次の係数 B	6次の係数 C	8次の係数 D	10次の係数 E
第1面	0.0000E+00	2.2514E-05	-6.3808E-08	4.2156E-11	1.4451E-13
第2面	-4.7832E-01	9.5239E-06	-6.2835E-08	2.4304E-09	-4.1669E-11
第17面	0.0000E+00	2.6963E-05	3.6258E-07	-5.2493E-09	1.9541E-10

10

各種データ	広角端	中間	望遠端
焦点距離	11.00	15.50	22.00
Fno	4.00	4.63	5.60
	51.16	41.39	31.84
像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	89.99	86.41	88.30
BF	11.04	17.16	26.00
入射瞳位置	12.79	11.87	10.93
射出瞳位置	-25.50	-25.33	-25.17
前側主点位置	20.48	21.71	23.47
後側主点位置	0.04	1.66	4.00

20

## 可変間隔

面番号	広角端	中間	望遠端
6	19.65	9.95	3.00
17	1.30	1.53	1.75
19	5.78	5.55	5.33
22	11.04	17.16	26.00

## 群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	-16.02	18.89	1.27	-16.90
2	7	19.48	24.67	6.45	-12.34
3	18	-38.07	0.80	0.76	0.32
4	20	105.57	7.85	0.75	-4.08

30

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-18.910
2	3	-15.510
3	5	22.570
4	7	73.410
5	10	13.090
6	11	-8.310
7	13	13.830
8	15	12.550
9	16	-11.820
10	18	-38.070
11	20	16.850
12	21	-19.410

40

50

## 【 0 0 8 7 】

[ 数値実施例 4 ]

単位 mm

面番号	R	D	Nd	d	光線有効径	
1	34.122	1.60	1.58313	59.4	31.19	
2*	8.028	9.42			19.95	
3	-71.877	1.20	1.77250	49.6	19.48	
4	17.965	2.39			17.94	10
5	22.361	3.69	1.80000	29.8	18.39	
6	-196.840	(可変)			17.99	
7	-118.088	1.92	1.48749	70.2	10.90	
8	-27.338	3.50			10.81	
9(絞り)		2.00			9.54	
10	13.335	7.54	1.48749	70.2	10.78	
11	-15.343	0.80	1.83400	37.2	9.63	
12	26.144	0.15			9.56	
13	11.701	3.99	1.49700	81.5	10.36	
14	-17.985	0.15			10.79	20
15	-84.127	5.08	1.74077	27.8	10.81	
16	-8.398	0.80	1.85400	40.4	11.02	
17*	-59.178	(可変)			11.47	
18	146.634	0.80	1.83400	37.2	13.30	
19	23.749	(可変)			13.66	
20	24.648	5.30	1.48749	70.2	18.30	
21	-29.395	0.80	1.83400	37.2	18.93	
22	-199.614	(可変)			19.75	

像面

30

## 【 0 0 8 8 】

非球面

データ

	円錐定数 K	4次の係数 B	6次の係数 C	8次の係数 D	10次の係数 E	
第2面	-5.4449E-01	6.5936E-06	1.3705E-08	8.5783E-11	9.8148E-12	
第17面	0.0000E+00	1.5302E-04	1.3290E-06	4.4175E-09	2.4817E-10	
各種データ		広角端	中間	望遠端		
焦点距離		11.00	15.50	22.00		40
Fno		3.78	4.49	5.60		
		51.16	41.39	31.84		
像高		13.66	13.66	13.66		
レンズ全長		87.38	85.14	90.28		
BF		11.27	17.83	28.86		
入射瞳位置		12.41	11.51	10.69		
射出瞳位置		-23.42	-24.00	-25.56		
前側主点位置		19.93	21.27	23.80		
後側主点位置		0.27	2.33	6.86		

50

## 可変間隔

面番号	広角端	中間	望遠端
6	17.69	8.89	3.00
17	3.66	3.02	1.30
19	3.62	4.26	5.98
22	11.27	17.83	28.86

## 群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置	
1	1	-16.23	18.30	0.95	-16.42	10
2	7	19.93	25.93	8.43	-12.09	
3	18	-34.08	0.80	0.52	0.08	
4	20	78.81	6.10	-1.99	-5.86	

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	
1	1	-18.420	
2	3	-18.500	
3	5	25.290	
4	7	72.470	20
5	10	16.010	
6	11	-11.490	
7	13	14.930	
8	15	12.240	
9	16	-11.540	
10	18	-34.080	
11	20	28.420	
12	21	-41.420	

【 0 0 8 9 】

30

[ 数値実施例 5 ]

単位 mm

面番号	R	D	Nd	d	光線有効径	
1	49.850	1.60	1.58313	59.4	33.47	
2*	8.285	10.06			21.35	
3	-60.286	1.20	1.72916	54.7	20.95	
4	19.148	1.61			19.63	
5	23.684	4.13	1.91082	35.3	20.11	
6	-122.962	(可変)			19.75	40
7	273.075	1.79	1.80400	46.6	10.68	
8	-60.345	3.50			10.39	
9(絞リ)		2.00			9.01	
10	13.521	3.59	1.49700	81.5	9.48	
11	-16.809	0.80	1.88300	40.8	9.05	
12	16.281	0.15			8.95	
13	13.245	2.70	1.58313	59.4	9.10	
14*	-22.565	0.15			9.17	
15	438.452	0.80	1.88300	40.8	9.44	
16	8.948	5.97	1.66998	39.3	9.95	50

17	-14.546	(可変)			11.46
18	57.281	0.80	1.83400	37.2	12.43
19	17.781	(可変)			12.45
20	149.796	3.32	1.48749	70.2	20.59
21	-38.337	0.80	1.80000	29.8	20.97
22	-87.392				21.47
像面					

## 【 0 0 9 0 】

非球面 10  
データ

	円錐定数 K	4次の係数 B	6次の係数 C	8次の係数 D	10次の係数 E
第2面	-8.0765E-01	4.7393E-05	1.2777E-07	9.2378E-10	8.0140E-12
第14面	0.0000E+00	1.2892E-04	1.0224E-07	-9.3803E-09	-9.8935E-12

各種データ	広角端	中間	望遠端
焦点距離	11.00	15.50	22.00
Fno	3.75	4.51	5.60
	51.16	41.39	31.84
像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	87.43	85.83	90.30
BF	16.00	16.00	16.00
入射瞳位置	12.56	11.54	10.52
射出瞳位置	-22.03	-32.20	-48.28
前側主点位置	20.38	22.05	24.99
後側主点位置	5.00	0.50	-6.00

## 可変間隔

面番号	広角端	中間	望遠端
6	18.95	9.75	3.00
17	3.18	2.23	1.30
19	4.32	12.88	25.02

## 群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	-18.91	18.61	-0.52	-18.78
2	7	18.02	21.45	12.31	-6.95
3	18	-31.21	0.80	0.64	0.20
4	20	234.23	4.12	1.49	-1.20

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-17.280
2	3	-19.800
3	5	22.100
4	7	61.620
5	10	15.690
6	11	-9.260
7	13	14.720

8	15	-10.350
9	16	9.210
10	18	-31.210
11	20	62.980
12	21	-86.000

## 【 0 0 9 1 】

[ 数値実施例 6 ]

単位 mm

面番号	R	D	Nd	d	光線有効径	
1	42.192	2.00	1.83481	42.7	38.67	
2	20.779	8.32			32.20	
3	392.860	1.10	1.77250	49.6	31.58	
4	31.282	2.59			29.87	
5	29.503	3.38	1.84666	23.8	30.35	
6	62.162	(可変)			29.90	
7	21.910	5.14	1.69680	55.5	12.85	
8	-128.457	(可変)			12.09	
9(絞り)		1.00			11.68	20
10	26.166	1.23	1.72916	54.7	11.11	
11	39.285	0.12			10.72	
12	19.423	2.11	1.51633	64.1	10.49	
13	-31.921	0.80	1.84666	23.8	9.99	
14	66.357	(可変)			9.51	
15	143.428	0.70	1.51633	64.1	8.78	
16	13.723	(可変)			8.31	
17	-186.017	3.00	1.69895	30.1	13.98	
18*	-49.357	(可変)			15.11	
像面					0.00	30

## 【 0 0 9 2 】

非球面

データ

	円錐定数 K	4次の係数 B	6次の係数 C	
第18面	0.0000E+00	3.4776E-05	-2.9562E-09	
	8次の係数 D	10次の係数 E	12次の係数 F	
第18面	2.6360E-09	-2.9532E-11	1.1023E-13	40

各種データ	広角端	中間	望遠端
焦点距離	18.20	24.00	44.00
Fno	3.60	3.96	5.32
	36.89	29.65	17.25
像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	110.00	95.81	82.91
BF	19.77	24.93	38.25
入射瞳位置	26.66	23.65	16.85

射出瞳位置	-21.88	-18.22	-12.86
前側主点位置	36.91	34.30	22.96
後側主点位置	1.57	0.93	-5.75

## 可変間隔

面番号	広角端	中間	望遠端
6	44.97	27.86	4.75
8	1.00	1.07	1.32
14	1.50	2.04	3.71
16	11.26	8.41	3.39
18	19.77	24.93	38.25

10

## 群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
1	1	-37.32	17.39	3.61	-10.72
2	7	27.24	5.14	0.45	-2.62
3	9	69.58	5.26	-2.33	-5.71
4	15	-29.44	0.70	0.51	0.05
5	17	95.26	3.00	2.38	0.63

20

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-51.220
2	3	-44.060
3	5	63.320
4	7	27.240
5	10	103.370
6	12	23.720
7	13	-25.360
8	15	-29.440
9	17	95.260

30

## 【 0 0 9 3 】

## [ 数値実施例 7 ]

単位 mm

面番号	R	D	Nd	d	光線有効径
1	36.988	2.00	1.83481	42.7	36.37
2	17.193	9.24			28.85
3	-131.121	1.10	1.83400	37.2	28.47
4	32.736	2.45			27.39
5	30.207	3.81	1.84666	23.8	28.54
6	157.442	(可変)			28.28
7	24.325	4.00	1.72916	54.7	13.97
8	-116.396	(可変)			13.23
9(絞リ)		1.00			12.04
10	27.299	1.30	1.65160	58.5	11.63
11	48.916	0.12			11.34
12	17.981	2.42	1.60311	60.6	11.12
13	-30.799	0.80	1.84666	23.8	10.63

40

50

14	48.512	(可変)			10.12
15	43.669	0.70	1.83400	37.2	9.41
16	9.035	1.54	1.84666	23.8	9.22
17	13.879	(可変)			9.13
18*	382.548	3.37	1.48749	70.2	16.91
19	-61.409	(可変)			18.62
像面					

## 【 0 0 9 4 】

非球面  
データ

10

	円錐定数 K	4次の係数 B	6次の係数 C
第18面	0.0000E+00	-5.6762E-05	-5.1722E-07
	8次の係数 D	10次の係数 E	12次の係数 F
第18面	6.2887E-09	-1.0299E-10	4.7961E-13

各種データ	広角端	中間	望遠端
焦点距離	15.50	27.98	52.92
Fno	3.60	4.28	6.29
	41.39	26.02	14.47
像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	110.00	85.27	91.69
BF	11.66	27.52	49.80
入射瞳位置	23.12	18.08	14.37
射出瞳位置	-31.65	-16.34	-12.03
前側主点位置	33.07	28.20	22.00
後側主点位置	-3.84	-0.46	-3.11

20

## 可変間隔

面番号	広角端	中間	望遠端
6	45.37	14.17	0.66
8	0.50	0.99	2.09
14	0.50	1.79	1.65
17	18.14	6.96	3.65
19	11.66	27.52	49.80

## 群データ

40

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	-30.62	18.60	2.66	-13.20
2	7	27.93	4.00	0.40	-1.94
3	9	48.17	5.63	-1.31	-4.90
4	15	-25.62	2.24	1.89	0.62
5	18	108.82	3.37	1.96	-0.31

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-40.340

50

2	3	-31.310
3	5	43.550
4	7	27.930
5	10	92.610
6	12	19.180
7	13	-22.150
8	15	-13.790
9	16	26.690
10	18	108.820

10

【0095】

【表1】

パラメータ	実施例						
	1	2	3	4	5	6	7
$f_1$	-16.33	-16.22	-16.02	-16.23	-18.91	-37.32	-30.62
$f_2$	18.63	20.05	19.48	19.93	18.02	27.24	27.93
$f_{Ls}$	71.75	73.34	73.41	72.47	61.62	27.24	27.93
$T_{Exp}$	36.42	36.92	36.54	34.69	38.03	41.65	43.31
$T_{Lsmin}$	7.71	8.50	7.78	8.42	8.29	11.21	6.75
$\nu d$	37.20	49.60	55.50	70.20	46.60	55.50	54.70
$f_w$	11.00	12.03	11.00	11.00	11.00	18.20	15.50
$BF_w$	11.06	10.99	11.04	11.27	16.00	19.77	11.66
$Y_{max}$	13.66	13.66	13.66	13.66	13.66	13.66	13.66

20

【0096】

【表2】

条件式		実施例						
		1	2	3	4	5	6	7
(1)	$f_{Ls}/f_w$	6.52	6.10	6.67	6.59	5.60	1.50	1.80
(2)	$T_{Exp}/f_w$	3.31	3.07	3.32	3.15	3.46	2.29	2.79
(3)	$T_{Lsmin}/f_w$	0.70	0.71	0.71	0.77	0.75	0.62	0.44
(4)	$\nu d L s$	37.20	49.60	55.50	70.20	46.60	55.50	54.70
(5)	$BF_w/f_w$	1.01	0.91	1.00	1.02	1.45	1.09	0.75
(6)	$BF_w/Y_{max}$	0.81	0.80	0.81	0.83	1.17	1.45	0.85

30

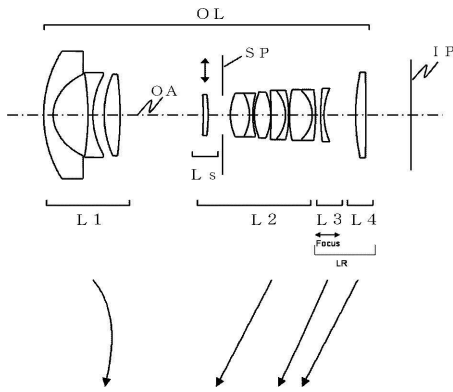
【符号の説明】

【0097】

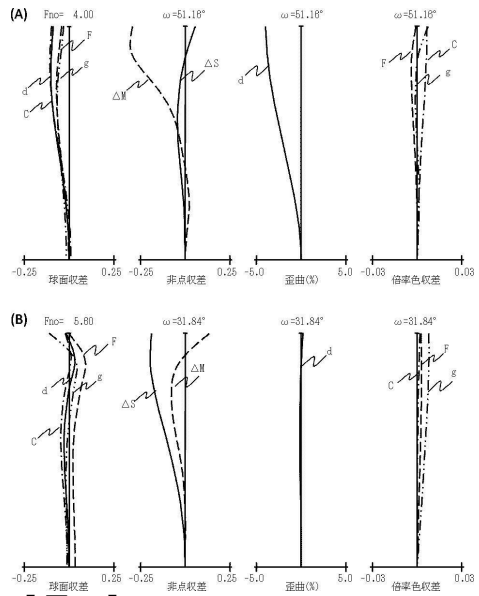
O L   ズームレンズ    L 1   第1レンズ群    L 2   第2レンズ群  
 L 3   第3レンズ群    L 4   第4レンズ群    L 5   第5レンズ群  
 L R   後続群        S P   開口絞り        L s   防振群



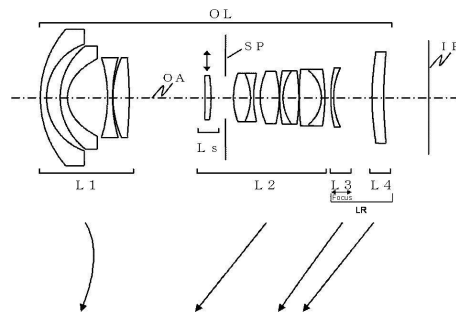
【 図 1 】



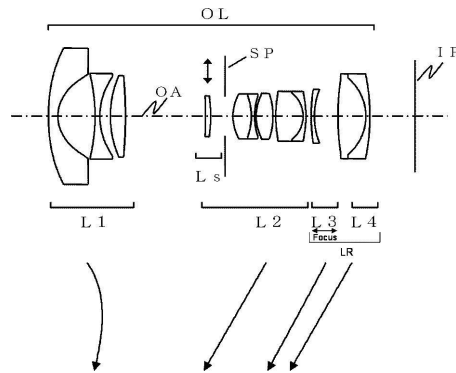
【 図 2 】



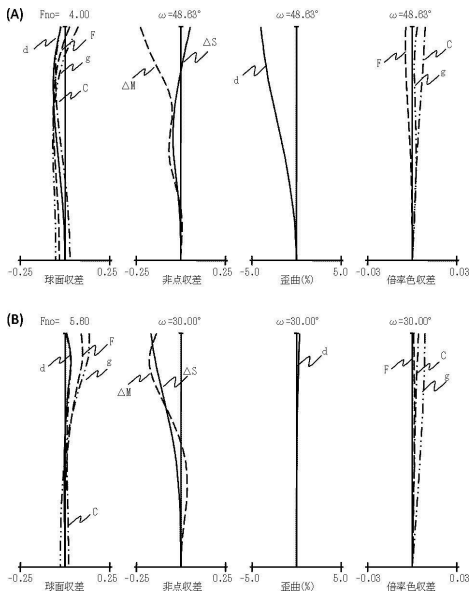
【 図 3 】



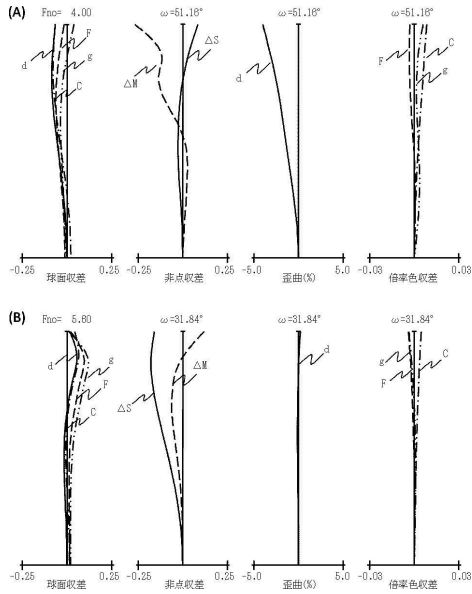
【 図 5 】



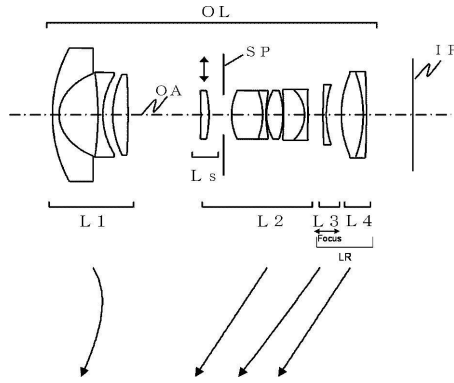
【 図 4 】



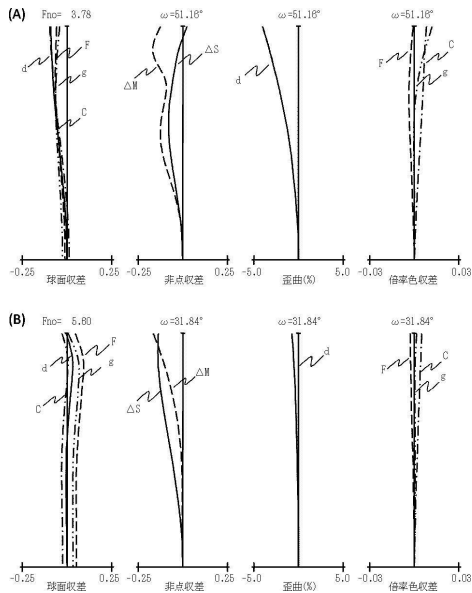
【 図 6 】



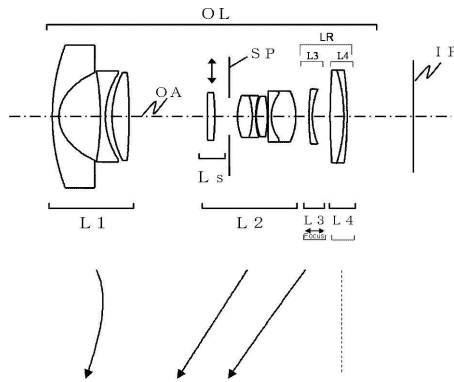
【 図 7 】

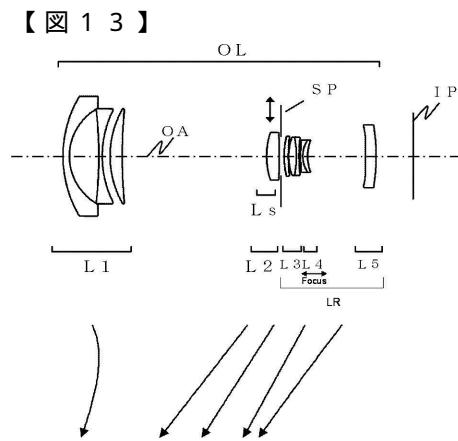
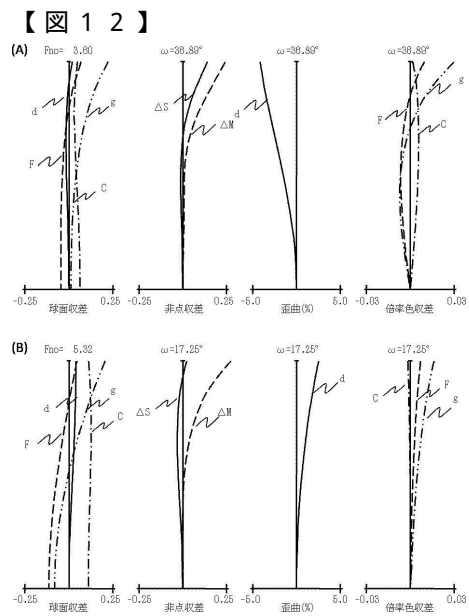
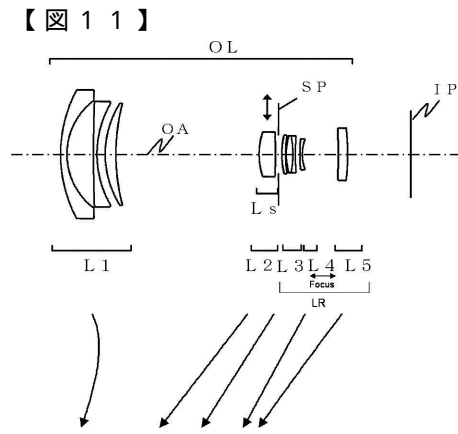
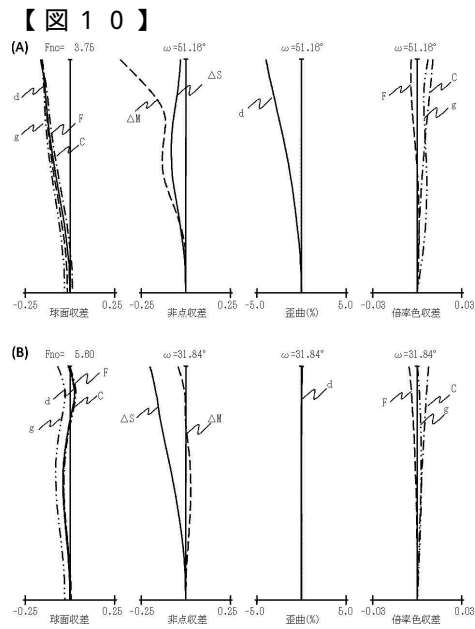


【 図 8 】

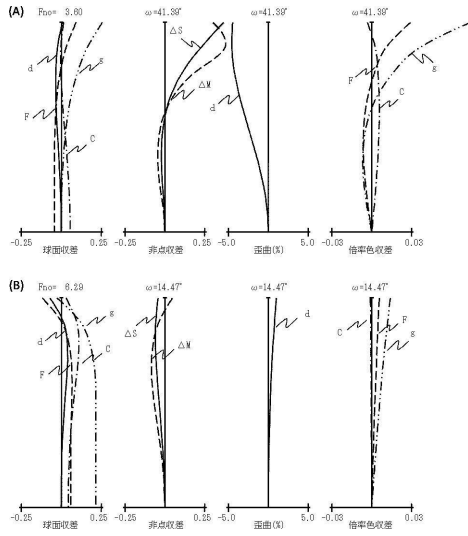


【 図 9 】

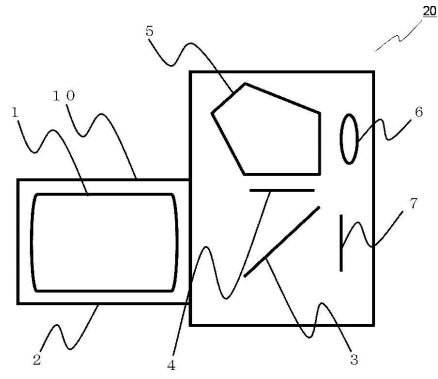




【 14 】



【 15 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-156078(JP,A)  
国際公開第2011/001663(WO,A1)  
特開2014-48373(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B	9/00	-	17/08
G02B	21/02	-	21/04
G02B	25/00	-	25/04