

(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2017-167417

(P2017-167417A)

(43) 公開日 平成29年9月21日(2017.9.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G O 2 B</b> 7/02 (2006.01)	G O 2 B 7/02 C	2 H O 4 4
<b>G O 2 B</b> 15/20 (2006.01)	G O 2 B 15/20	2 H O 8 7
<b>G O 2 B</b> 15/167 (2006.01)	G O 2 B 15/167	5 C 1 2 2
<b>G O 2 B</b> 13/18 (2006.01)	G O 2 B 13/18	
<b>H O 4 N</b> 5/225 (2006.01)	G O 2 B 7/02 F	
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 26 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-54026 (P2016-54026)  
 (22) 出願日 平成28年3月17日 (2016.3.17)

(71) 出願人 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 100094112  
 弁理士 岡部 譲  
 (74) 代理人 100096943  
 弁理士 臼井 伸一  
 (74) 代理人 100101498  
 弁理士 越智 隆夫  
 (74) 代理人 100107401  
 弁理士 高橋 誠一郎  
 (74) 代理人 100106183  
 弁理士 吉澤 弘司  
 (74) 代理人 100128668  
 弁理士 齋藤 正巳

最終頁に続く

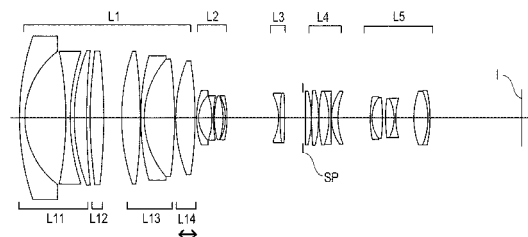
(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

## (57) 【要約】

【課題】 高速なズーミング操作、良好な光学性能を実現しながら、ズーム位置の変化や温度変化等によるピント位置の変動を良好に補正可能なズームレンズ及びそれを有する撮像装置を提供する。

【解決手段】 物体側から像側へ順に、焦点調整に際して移動するフォーカスレンズ群と、変倍に際して移動する2つ以上のレンズ群で構成される変倍レンズ群と、変倍のためには移動しないリレーレンズ群で構成されるズームレンズにおいて、ピント位置の変動を補正するために光軸方向に移動する補正レンズ群を有し、該補正レンズ群は、前記フォーカスレンズ群内もしくは前記変倍レンズ群内に配置され、前記補正レンズ群が前記光軸方向に1mm移動したときの広角端におけるピント位置の変化量、望遠端におけるピント位置の変化量、前記補正レンズ群がピント位置の変動を補正するために移動する最大移動量、前記変倍レンズ群内のレンズ群の最大移動量を適切に設定する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体側から像側へ順に、焦点調整に際して移動するフォーカスレンズ群と、変倍に際して移動する 2 つ以上のレンズ群で構成される変倍レンズ群と、変倍のためには移動しないリレーレンズ群で構成されるズームレンズにおいて、

ピント位置の変動を補正するために光軸方向に移動する補正レンズ群を有し、該補正レンズ群は、前記フォーカスレンズ群内もしくは前記変倍レンズ群内に配置され、

前記補正レンズ群が前記光軸方向に 1 mm 移動したときの、広角端におけるピント位置の変化量を  $S_{kw}$  (mm)、望遠端におけるピント位置の変化量を  $S_{kt}$  (mm)、前記補正レンズ群がピント位置の変動を補正するために移動する最大移動量を  $M_b$ 、前記変倍レンズ群内のレンズ群の最大移動量を  $M_m$  としたとき、

$$0.001 < M_b / M_m < 0.100$$

$$0.005 < |S_{kw}| < 0.500$$

$$0.001 < S_{kw} / S_{kt} < 0.100$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

## 【請求項 2】

前記補正レンズ群は、前記変倍レンズ群の位置変化、前記フォーカスレンズ群の位置変化、温度変化、前記ズームレンズの姿勢の変化、製造誤差、によるピント位置の変動のうち、1 つ以上のピント位置の変動を補正す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】

前記変倍レンズ群と前記リレーレンズ群の間に絞りを備え、

前記補正レンズ群は、前記変倍レンズ群の位置変化、前記フォーカスレンズ群の位置変化、温度変化、前記ズームレンズの姿勢の変化、製造誤差、前記絞り値の変化、によるピント位置の変動のうち、1 つ以上のピント位置の変動を補正する、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 4】

前記補正レンズ群は前記フォーカスレンズ群内に配置され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】

前記補正レンズ群は前記変倍レンズ群内に配置され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 6】

前記補正レンズ群は 1 枚以上 3 枚以下のレンズにより構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

## 【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 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た光学像を受光する撮像素子とを備える撮像装置であって、

前記ズームレンズの開放 F ナンバーを  $F_{no}$ 、前記撮像装置の許容錯乱円径を (mm)、焦点深度を  $D$ 、前記補正レンズ群がピント位置の変動を補正するために移動する最大移動量を  $M_b$  としたとき、

$$D = F_{no} \times$$

$$1.0 < M_b / D < 300.0$$

なる条件を満足することを特徴とする撮像装置。

## 【請求項 8】

前記変倍レンズ群の位置を検出するズーム位置検出手段と、前記フォーカスレンズの位置を検出するフォーカス位置検出手段と、前記絞り値を検出する絞り値検出手段と、温度を検出する温度検出手段と、前記レンズ装置の姿勢を検出する姿勢検出手段と、前記補正レンズ群の位置を検出する補正位置検出手段と、前記補正レンズ群を駆動する駆動手段と、を有し、

10

20

30

40

50

前記変倍レンズ群のズーム位置の変化、前記フォーカスレンズ位置の変化、前記温度の変化、前記絞り値の変化、前記姿勢の変化によるピント位置の変動のうち、1つ以上のピント位置の変動量を予め求め、求めたピント位置の変動量を打ち消すように前記補正レンズ群を移動させる制御手段を有する、  
ことを特徴とする請求項7に記載の撮像装置。

【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、製造誤差や温度変化によるピント位置の変動量を良好に補正した放送用、映画用カメラやビデオカメラ等に好適なものである。

10

【背景技術】

【0002】

テレビジョン撮影、映画撮影等に用いられるズームレンズは一般に、物体側から順に、フォーカスのためのフォーカスレンズ群と変倍のためのバリエータ及び変倍に伴う像面変動を補正するためのコンペンセータを含む変倍レンズ群と、結像のための結像レンズ群を有する。尚、一部の放送用レンズにおいては、前記結像レンズ群内にエクステンダーユニットが切替え可能な状態で配置されている。

そして、被写体に対してピントを合わせるときには、マニュアル操作の機械的な伝達、もしくはマニュアル操作に応じた電氣的駆動によりフォーカスレンズ群を光軸方向に駆動するマニュアルフォーカスを行う。

20

【0003】

これは、テレビジョン撮影、映画撮影においては被写体に対して単にピントを合わせるだけでなく、映像効果として故意にピントをぼかす使い方をすることも多く、撮影者の意図に応じたフォーカシングを行うためである。

【0004】

また、スポーツ中継やスタジオ撮影においては高速なズーミング操作が求められるため、変倍レンズ群がカム筒の回転によって光軸方向を移動するズームカム機構が一般的に使用されている。

【0005】

30

上述したようなマニュアルフォーカス、ズームカム機構により駆動するズームレンズにおいて、変倍レンズ群の屈折率、間隔等の製造バラつきや温度変化によりズーム中間域においてピント位置が変動するという課題がある。

【0006】

更に、絞り開放時と絞った時の球面収差の変化、フォーカスレンズの位置による球面収差の変化、姿勢差等によりピント位置が変動するという課題がある。

上述した課題を解決するためには、製造上のバラつきの抑制や精密な組立調整を行う必要があるが、近年における高精細カメラの普及に伴い、従来のHDカメラよりも解像力が高くなり、焦点深度が浅くなったため、上述したピント位置の変動を焦点深度の範囲内に収めることが困難となってきた。

40

【0007】

このような課題に対処するために、例えば特許文献1ではレンズの組立時に、ズーム位置、絞り位置、エクステンダーの切替え状態の変化によるピント位置の変動を予め求めておく。そして、レンズ使用時においてズーム位置、絞り位置、エクステンダー切替え状態が変化した場合に、その変化に基づいてルックアップテーブルや計算式からピント位置ズレ量を求め、その変動量を相殺するようにマスターレンズユニット（結像レンズ群）を駆動する方法が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

50

【特許文献1】特開平10-186209号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、特許文献1ではピント位置の変動を補正しながら、高速なズーム操作、良好な光学性能を実現するための具体的なレンズ配置、構成について全く開示されていない。

【0010】

そこで本発明は、マニュアルフォーカス、ズームカム機構を有するズームレンズにおいて、高速なズーム操作、良好な光学性能を実現しながら、ズーム位置の変化や温度変化等によるピント位置の変動を良好に補正可能なズームレンズ及びそれを有する撮像装置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】

【0011】

上記目的を達成するために、本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、焦点調整に際して移動するフォーカスレンズ群と、変倍に際して移動する2つ以上のレンズ群で構成される変倍レンズ群と、変倍のためには移動しないリレーレンズ群で構成されるズームレンズに関する。該ズームレンズは、ピント位置の変動を補正するために光軸方向に移動する補正レンズ群を有し、該補正レンズ群は、前記フォーカスレンズ群内もしくは前記変倍レンズ群内に配置され、前記補正レンズ群が前記光軸方向に1mm移動したときの、広角端におけるピント位置の変化量を $S_{kw}$ (mm)、望遠端におけるピント位置の変化量を $S_{kt}$ (mm)、前記補正レンズ群がピント位置の変動を補正するために移動する最大移動量を $M_b$ 、前記変倍レンズ群内のレンズ群の最大移動量を $M_m$ としたとき、

$$0.001 < M_b / M_m < 0.100$$

$$0.005 < |S_{kw}| < 0.500$$

$$0.001 < S_{kw} / S_{kt} < 0.100$$

なる条件を満足することを特徴とする。

【0012】

本発明の更なる目的又はその他の特徴は、以下、添付の図面を参照して説明される好ましい実施例等によって明らかにされるであろう。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、高速なズーム操作、良好な光学性能を実現しながら、ズーム位置の変化や温度変化等によるピント位置の変動を良好に補正可能なズームレンズ及びそれを有する撮像装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施例1に係るレンズの広角端、無限遠合焦時における断面図である。

【図2】(A)、(B)、(C)実施例1の物体距離無限遠合焦時における広角端、焦点距離45.6mm、望遠端における収差図である。

【図3】実施例1に係る撮像装置の要部概略図である。

【図4】実施例2に係るレンズの広角端、無限遠合焦時における断面図である。

【図5】(A)、(B)、(C)実施例2の物体距離無限遠合焦時における広角端、焦点距離300.0mm、望遠端における収差図である。

【図6】実施例2に係る撮像装置の要部概略図である。

【図7】実施例3に係るレンズの広角端、無限遠合焦時における断面図である。

【図8】(A)、(B)、(C)実施例3の物体距離無限遠合焦時における広角端、焦点距離505.0mm、望遠端における収差図である。

【図9】実施例4に係る撮像装置の要部概略図である。

【図10】実施例4に係るレンズの広角端、無限遠合焦時における断面図である。

10

20

30

40

50

【図 1 1】(A)、(B)、(C) 実施例 3 の物体距離無限遠合焦時における広角端、焦点距離 32.2 mm、望遠端における収差図である。

【図 1 2】実施例 4 に係る撮像装置の要部概略図である。

【図 1 3】ズームカム機構の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下に、本発明の実施の形態を添付の図面に基づいて詳細に説明する。

図 1 は本発明の実施例 1 としての数値実施例 1 の広角端で無限遠物体合焦時におけるレンズ断面図である。図 2 (A)、(B)、(C) は、数値実施例 1 の広角端、焦点距離 45.6 mm、望遠端における無限遠物体合焦時における縦収差図である。

10

【0016】

縦収差図において、球面収差は e 線（実線）、g 線（点線）を示している。非点収差は e 線のメリディオナル像面（点線）とサジタル像面（実線）を示している。倍率色収差は g 線（点線）によって表している。Fno は F ナンバー、 $\omega$  は撮影半画角を表す。縦収差図では、球面収差は 0.4 mm、非点収差は 0.4 mm、歪曲は 10%、倍率色収差は 0.1 mm のスケールで描かれている。

【0017】

実施例 1 に示すズームレンズについて図 1 を用いて具体的に説明する。

図 1 において、第 1 レンズ群 L1 は変倍のためには移動しない正の屈折力のレンズ群である。第 2 レンズ群 L2 は変倍に際して移動する負の屈折力のバリエータであり、光軸上を像面側へ単調に移動させることにより、広角端から望遠端への変倍を行っている。第 3 レンズ群 L3 は負の屈折力のコンペンセータであり、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を移動している。SP は絞り、第 4 レンズ群 L4 は前リレーレンズ群である。第 5 レンズ群 L5 は後リレーレンズ群である。I は撮像面である。第 1 レンズ群 L1 は更に、負の屈折力を有する第 1 サプレンス群 L11、正の屈折力を有する第 2 サプレンス群 L12、正の屈折力を有する第 3 サプレンス群 L13、正の屈折力を有する第 4 サプレンス群 L14 で構成され、前記第 2 サプレンス群 L12 を物体側から像側に繰り出すことにより近距離物体への合焦を行う。変倍に際して、第 1 レンズ群 L1、第 2 レンズ群 L2、第 3 レンズ群 L3、第 4 レンズ群 L4 のレンズ群の隣接するレンズ群間の間隔が変化する。

20

【0018】

本発明の補正レンズ群は 1 枚以上 3 枚以下のレンズで構成されるが、実施例 1 においては、補正レンズ群は、第 1 レンズ群内の第 4 サプレンス群 L14 と同一であり、ピント位置の変動を補正するために光軸上を移動する。

30

【0019】

図 3 は、本発明の実施例 1 である撮像装置の構成を示している。

同図において、1 は第 1 レンズ群 L1 に対応するフォーカスレンズ群である。2 は第 2、3 レンズ群に対応する変倍レンズ群であり、光軸上を移動して変倍を行うレンズ群 2a と変倍に伴って変動する像面を補正するレンズ群 2b とを有している。3 は開口絞りである。4 は第 4 レンズ群 L4 に対応する前リレーレンズ群、6 は第 5 レンズ群 L5 に対応する後リレーレンズである。実施例 1 において、補正レンズ群はレンズ群 1b であり、フォーカスレンズ群の一部である第 4 サプレンス群 L14 と同一であり、ピント位置の変動を補正するために光軸上を移動する。以上より本実施例では各要素 1 ~ 4 と 6 よりズームレンズを構成している。7 はズームレンズで形成された光学像を受光する撮像素子、8 は映像信号処理回路であり、撮像素子 7 からの信号に基づいて映像信号を得ている。9 はフォーカスレンズ群 1 の駆動部であり、ヘリコイドやカム等の機構によりフォーカスレンズ群 1 を光軸方向に駆動する。10 は変倍レンズ群 2 の駆動部であり、図 10 に示すようにカム機構により変倍レンズ群 2 を光軸方向に駆動する。11 は開口絞り 3 の開口径を調整する駆動部である。12 は補正レンズ群の駆動部である。14 は変倍レンズ群 2 のズーム位置を検出するズーム位置検出手段である。15 は温度を検出する温度検出手段である。22 は補正レンズ群の位置検出手段（補正位置検出手段）である。16 は演算部であり、ズ

40

50

ームレンズ全体の各種の駆動を制御するための演算を行っている。１７は記録部であり、ズーム位置の変化、温度変化によるピント位置の変動量を記録している。

#### 【００２０】

実施例１において、ズーム位置の変化、温度変化によりピント位置が変動したとする。実施例１では、組立調整時にズーム位置の変化、温度変化によるピント位置の変動を記録部１７に記録している。そして、演算部１６はズーム位置検出手段１４、温度検出手段１５からの信号により記録部１７に記録されているピント位置の変動量を選択し、補正レンズ群の駆動部１２に入力する。そして補正レンズ群の駆動部１２は演算部１６からの信号に基づいて補正レンズ群１ｂを光軸上に移動させてピント位置の変動量を補正する。

#### 【００２１】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、焦点調整に際して移動するフォーカスレンズ群と、変倍に際して光軸上を移動する２つ以上のレンズ群で構成される変倍レンズ群と、変倍のためには移動しないリレーレンズ群で構成されるズームレンズに関する。該ズームレンズは、ズーム位置の変化、フォーカスレンズ群の位置変化、温度変化、絞り値の変化、前記ズームレンズの姿勢の変化によるピント位置の変動のうち、１つ以上のピント位置の変動を補正するために光軸方向に移動する補正レンズ群を有している。該補正レンズ群は、前記フォーカスレンズ群内もしくは前記変倍レンズ群内に配置され、前記補正レンズ群が１ｍｍ移動したときの、広角端におけるピント位置の変化量を  $S_{kw}$  (mm)、望遠端におけるピント位置の変化量を  $S_{kt}$  (mm)、前記補正レンズ群がピント位置の変動を補正するために移動する最大移動量を  $M_b$ 、前記変倍レンズ群内のレンズ群の最大移動量を  $M_m$  としたとき、下記条件式を満足することを特徴とする。

$$0.001 < M_b / M_m < 0.100 \quad \cdots (1)$$

$$0.005 < |S_{kw}| < 0.500 \quad \cdots (2)$$

$$0.001 < S_{kw} / S_{kt} < 0.100 \quad \cdots (3)$$

#### 【００２２】

条件式（１）は変倍レンズ群内のレンズユニットの最大移動量に対する補正レンズ群のピント位置変化を補正するための最大移動量の比の範囲を規定している。これにより、ピント位置の変動を良好に補正しながら高速なズーム操作、高い光学性能を達成するための条件を規定している。

#### 【００２３】

上述のように高速なズーム操作を実現するために、変倍レンズ群はカム筒の回転により、高速に光軸方向に駆動する。補正レンズ群の駆動が変倍レンズ群の駆動に高速に追従しないと、撮影時において遅れながらピントが合ってくるような違和感のある映像となってしまう。補正レンズ群は、例えばステッピングモータと該モータの出力軸である送りネジに係合したラックとにより構成され、光軸方向に駆動されるため、補正レンズ群の移動量が大きくなり過ぎると、所望の駆動位置に到達するまでの時間が掛ってしまう。また、補正レンズ群の移動量が大きくなり過ぎると球面収差や非点収差、色収差の変動が大きくなってしまい、高い光学性能が達成出来なくなる。逆に補正レンズの移動量が小さくなり過ぎると、上述したようなズーム位置、温度変化等によるピント位置ズレの補正が出来なくなってしまう。以上より、ピント位置の変動を良好に補正しながら高速なズーム操作、高い光学性能を達成するためには、変倍レンズ群内のレンズユニットの最大移動量に対する補正レンズ群の最大移動量の比を適切な範囲に設定する必要がある。

#### 【００２４】

条件式（１）の上限を超えると、変倍レンズ群内のレンズユニットの最大移動量  $M_m$  に対する補正レンズ群の移動量  $M_b$  が大きくなり過ぎ、変倍レンズ群の駆動スピードに追従することが困難となる。また、補正レンズ群の移動による収差変動が大きくなり過ぎ、高い光学性能を維持することが困難となる。

#### 【００２５】

条件式（１）の下限を超えると、変倍レンズ群内のユニットの最大移動量  $M_m$  に対する補正レンズ群の移動量  $M_b$  が小さくなり過ぎ、ピント位置の変動を十分に補正出来なくな

10

20

30

40

50

ってしまう。

【0026】

更に好ましくは条件式(1)を次のように設定することが好ましい。

$$0.002 < M_b / M_m < 0.030 \quad \dots (1a)$$

【0027】

条件式(2)は補正レンズ群が、広角端において光軸方向に1mm移動したときの、ピント位置の変位量の範囲を規定することにより、ピント位置の変動を良好に補正しながら高速なズーム操作、高い光学性能を達成するための条件を規定している。

【0028】

条件式(2)の上限を超えると、補正レンズ群が移動する際のピント位置の変化  $S_{kw}$  が大きくなり過ぎてしまい、補正レンズ群の微小変化により、ピント位置の変動が発生してしまう。また、補正レンズ群の微小変化を抑制するために、ステッピングモータの制  
止精度が高くなり過ぎてしまう。

10

【0029】

条件式(2)の下限を超えると、補正レンズ群が移動する際のピント位置の変化  $S_{kw}$  が小さくなり過ぎてしまい、ピント位置の変動を補正するための補正レンズ群の移動量が大きくなり過ぎ、変倍レンズ群の駆動スピードに追従することが困難となる。また、補正レンズ群の移動による収差変動が大きくなり過ぎ、高い光学性能を維持することが困難となる。

【0030】

20

更に好ましくは条件式(2)を次のように設定することが好ましい。

$$0.010 < |S_{kw}| < 0.300 \quad \dots (2a)$$

【0031】

条件式(3)は補正レンズ群が光軸方向に1mm移動したときの、広角端におけるピント位置の変化  $S_{kw}$  と、望遠端におけるピント位置の変化  $S_{kt}$  の比の範囲を規定している。

【0032】

ズームレンズの中の、変倍群を含む変倍群よりも物体側のレンズにおいて、環境温度やレンズの姿勢が変化することでレンズユニットの像点位置が変化すると、その像点位置の変化が、変倍群により拡大・縮小され、像面でのピント位置が変化する。レンズユニット  $i$  の像点位置の変化を  $f_i$  とするとき、像面でのピント位置変化  $S_{ki}$  は、レンズユニット  $i$  の横倍率  $\beta_i$  と、レンズユニット  $i$  よりも像側のレンズユニットの横倍率  $\beta_{i+1-k}$  を用いて、下記の関係で表される。

30

$$S_{ki} = f_i \times (1 - \beta_i^2) \times \beta_{i+1-k}^2$$

【0033】

上記関係式より、変倍比  $Z$  倍のズームレンズでは、フォーカス群で発生する像点位置変化によるピント位置の変化は、望遠端で広角端の  $Z^2$  倍に拡大される。そのため、 $S_{kt}$  と  $S_{kw}$  がほとんど変化しないレンズ構成の場合、ピント位置の変動を補正するための移動量が広角端と望遠端で大きく変化してしまい、補正群の駆動が、変倍レンズ群の駆動スピードに追従することが困難となるなど、問題が生じる。

40

【0034】

条件式(3)の上限を超えると、望遠端において補正レンズ群のピント位置の変動を補正するための移動  $M_c$  に対するピント位置の変化  $S_{kt}$  が小さくなり過ぎてしまい、ピント位置の変動を補正するための補正レンズ群の移動量が大きくなり過ぎ、変倍レンズ群の駆動スピードに追従することが困難となる。また、補正レンズ群の移動による収差変動が大きくなり過ぎ、高い光学性能を維持することが困難となる。

【0035】

条件式(3)の下限を超えると、広角端において補正レンズ群のピント位置の変動を補正するための移動  $M_c$  に対するピント位置の変化  $S_{kw}$  が小さくなり過ぎてしまい、ピント位置の変動を補正するための補正レンズ群の移動量が大きくなり過ぎ、変倍レンズ群

50

の駆動スピードに追従することが困難となる。また、補正レンズ群の移動による収差変動が大きくなり過ぎ、高い光学性能を維持することが困難となる。

【0036】

更に好ましくは条件式(3)を次のように設定することが好ましい。

$$0.002 < S_{kw} / S_{kt} < 0.070 \quad \dots (3a)$$

【0037】

さらに本発明において、ズームレンズの開放FナンバーをFno、撮像装置の許容錯乱円径を(mm)、焦点深度をD(mm)としたとき、以下の条件を満足することが好ましい。

$$D = Fno \times$$

$$1.0 < Mb / D < 300.0 \quad \dots (4)$$

【0038】

条件式(4)はピント位置の変動を補正するための補正群の移動量の範囲を規定することにより、ピント位置の変動を良好に補正しながら高速なズーム操作、高い光学性能を達成するための条件を規定している。

【0039】

条件式(4)の上限を超えると、焦点深度Dに対する補正レンズ群の最大移動量Mbが大きくなり過ぎ、変倍レンズ群の駆動スピードに追従することが困難となる。また、補正レンズ群の移動による収差変動が大きくなり過ぎ、高い光学性能を維持することが困難となる。

【0040】

条件式(4)の下限を超えると、焦点深度Dに対する補正レンズ群の最大移動量Mbが小さくなり過ぎ、補正レンズ群の移動に対するピント位置ズレの補正の効果が無くなってしまう。

【0041】

更に好ましくは条件式(4)を次のように設定することが好ましい。

$$2.0 < Mb / D < 170.0 \quad \dots (4a)$$

【0042】

さらに本発明においては、補正レンズ群は少なくとも1枚以上、3枚以内で構成されることが望ましい。補正レンズ群が4枚以上の場合、補正レンズ群の質量が増大し、ステッピングモータによる高速な駆動制御が困難となってしまう。

【実施例1】

【0043】

実施例1に示すズームレンズについて図1を用いて具体的に説明する。

図1において、第1レンズ群L1は変倍のためには移動しない正の屈折力のレンズ群(フォーカスレンズ群)である。第2レンズ群L2は変倍に際して移動する負の屈折力のバリエータであり、光軸上を像面側へ単調に移動させることにより、広角端から望遠端への変倍を行っている。第3レンズ群L3は負の屈折力のコンペンセータであり、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を像側から物体側へ移動している。SPは絞り、第4レンズ群L4は前リレーレンズ群、第5レンズ群L5は後リレーレンズ群である。Iは撮像面である。第1レンズ群L1は更に、負の屈折力を有するL11、正の屈折力を有する第2サブレンズ群L12、正の屈折力を有する第3サブレンズ群L13、正の屈折力を有する第4サブレンズ群L14で構成され、前記第2サブレンズ群L12を物体側から像側に繰り出すことにより近距離物体への合焦を行う。

【0044】

実施例1において、補正レンズ群は第4サブレンズ群L14であり、ピント位置の変動を補正するために光軸上を移動する。

【0045】

第1レンズ群L1は第1面~第15面に対応する。L11は第1面~第6面に対応し、負レンズ2枚、正レンズ1枚で構成されている。第2サブレンズ群L12は第7面~第8

10

20

30

40

50



面に対応し、正レンズ1枚で構成されている。第3サブレンズ群L13は第9面～第13面に対応し、正レンズ2枚、負レンズで構成されている。第4サブレンズ群L14は第14～第15面に対応し、正レンズ1枚で構成されている。

#### 【0046】

第2レンズ群L2は第16面～第23面に対応し、負レンズ3枚、正レンズ1枚で構成されている。第3レンズ群L3は第24面～第26面に対応し、負レンズ1枚、正レンズ1枚で構成されている。第4レンズ群L4は第28面～第36面に対応し、負レンズ1枚、正レンズ4枚で構成されている。第5レンズ群L5は第37面～第45面に対応し、負レンズ3枚、正レンズ3枚で構成されている。

補正レンズ群は、第4サブレンズ群L14に対応し、正レンズ1枚で構成されている。

10

#### 【0047】

非球面は第7面、第16面に用いられている。主に歪曲収差や非点収差のズーム変動の補正を行っている。

#### 【0048】

実施例1におけるズームレンズの開放FナンバーFnoは2.7である。

許容錯乱円径は0.005mmとする。よって、焦点深度Dは0.014mmである。

#### 【0049】

本実施例におけるズーム位置の変化における焦点位置の最大変動量は、0.2D(広角端)～1D(望遠端)とする。即ち0.003(広角端)～0.014(望遠端)mmとする。温度の変化における焦点位置の最大変動量は8D(広角端)～40D(望遠端)とする。即ち0.112(広角端)～0.560(望遠端)mmとする。以上より0.115(広角端)～0.576(望遠端)mmのピント位置の変化が発生する。よって、補正レンズ群の移動によるピント位置変化量は、0.115(広角端)～0.576(望遠端)mmとすれば良い。補正レンズ群の移動量1mmあたりのピント位置の変化量は、0.176(広角端)～4.400mm(望遠端)である。よって、補正レンズ群のピント位置の変化を補正するための最大移動量Mbは、広角端で最大となり、0.653mmとなる。変倍レンズ群の中で最も移動量の大きいU2の移動量は33.73mmである。

20

#### 【0050】

実施例1の各条件式対応値を表1に示す。数値実施例1はいずれの条件式も満足しており、高速なズーミング操作、良好な光学性能を実現しながら、ズーム位置の変化、温度変化によるピント位置ズレを良好に補正可能なズームレンズを実現している。

30

#### 【実施例2】

#### 【0051】

実施例2に示すズームレンズについて図4を用いて具体的に説明する。

図4において、第1レンズ群L1は変倍のためには移動しない正の屈折力のレンズ群である。第2レンズ群L2は変倍に際して移動する負の屈折力のバリエータであり、光軸上を像面側へ単調に移動させることにより、広角端から望遠端への変倍を行っている。第3レンズ群L3は負の屈折力を有する第2のバリエータであり、光軸上を像側から物体側に移動させることにより、広角端から望遠端への変倍を行っている。第4レンズ群L4は負の屈折力のコンペンセータであり、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を物体側へ非直線的に移動している。SPは絞り、第5レンズ群L5は前リレーレンズ群である。第6レンズ群L6はエクステンダーレンズ群であり、光路へ挿抜することにより焦点距離範囲を変更するレンズ群である。第7レンズ群L7は後リレーレンズ群である。Pは色分解プリズム光学系、Iは撮像面である。第1レンズ群L1は更に、負の屈折力を有する第1サブレンズ群L11、正の屈折力を有する第2サブレンズ群L12で構成され、前記第2サブレンズ群L12を像側から物体側に繰り出すことにより近距離物体への合焦を行う。

40

#### 【0052】

実施例2において、補正レンズ群は第2のバリエータである第3レンズ群L3と同一で

50

あり、ピント位置の変動を補正するために光軸上を移動する。

【0053】

第1レンズ群L1は第1面～第10面に対応する。第1サブレンズ群L11は第1面～第4面に対応し、負レンズ1枚、正レンズ1枚で構成されている。第2サブレンズ群L12は第5面～第10面に対応し、正レンズ3枚で構成されている。

【0054】

第2レンズ群L2は第11面～第15面に対応し、負レンズ2枚、正レンズ1枚で構成されている。第3レンズ群L3は第16面～第18面に対応し、負レンズ1枚、正レンズ1枚で構成されている。第4レンズ群L4は第19面～第27面に対応し、負レンズ1枚、正レンズ3枚で構成されている。第5レンズ群L5は第29面～第37面に対応し、負レンズ3枚、正レンズ2枚で構成されている。第6レンズ群L6は第38面～第40面に対応し、負レンズ1枚、正レンズ1枚で構成されている。

【0055】

第7レンズ群L7は第41面～第50面に対応し、負レンズ2枚、正レンズ4枚で構成されている。

補正レンズ群は、負レンズ1枚、正レンズ1枚で構成されている。

【0056】

非球面は第11面、第18面、第20面、第26面に用いられている。第11面は、主に歪曲収差や非点収差のズーム変動の補正を行っている。第18面は、主に非点収差のズーム変動の補正を行っている。第20面と第26面は、主に非点収差と球面収差のズーム変動の補正を行っている。

【0057】

図6は本発明の実施例2の撮像装置の構成を示している。

実施例2は実施例1に比べて

(A1) 変倍レンズ群2が3つのレンズ群(第1のバリエータ2a、第2のバリエータ2b、コンベンセータ2c)で構成されていること。

(A2) フォーカスレンズ群1の位置を検出するフォーカス位置検出手段18を有すること。

(A3) 第2バリエータ2bが、カム機構による変倍のための移動とは独立して、ピント位置の補正のために光軸方向に移動可能なこと。

(A4) 補正レンズ群が負のパワーを有していること。

(A5) リレーレンズ群4, 6の間にエクステンダーレンズ群5が配置されていること。が異なり、その他の構成は同じである。

【0058】

尚、本実施例の更に具体的な形態として、第1バリエータ、第2バリエータ、コンベンセータはカム機構で駆動されており、温度変化によるピント位置の変動を補正するために、補正レンズ群である第2バリエータを円筒カム内部にモータ機構を備え、移動させる構成としても良い。モータ機構としては、超音波モータや、ボイスコイルモータ、ステッピングモータ等を用いても良い。

【0059】

実施例2において、ズーム位置の変化やフォーカスレンズ位置の変化、温度変化によりピント位置が変動したとする。実施例2では、組立調整時にズーム位置の変化やフォーカスレンズ位置の変化、温度変化によるピント位置の変動を記録部17に記録している。よって、演算部16はズーム位置検出手段14、フォーカス位置検出手段18、温度検出手段15からの信号により記録部17に記録されているピント位置の変動量を選択し、補正レンズ群の駆動部12に入力する。そして補正レンズ群の駆動部12は演算部16からの信号に基づいて補正レンズ群2bを光軸上に移動させてピント位置の変動量を補正する。

実施例2におけるズームレンズの開放FナンバーFnoは1.85である。

【0060】

実施例1と同様に許容錯乱円径は0.010mmとする。よって、焦点深度Dは0.

10

20

30

40

50

0.18 mmである。実施例2におけるズーム位置の変化における焦点位置の最大変動量は0.2 D(広角端)~24.0 D(望遠端)とする。即ち0.004(広角端)~0.444(望遠端)mmとする。温度の変化における焦点位置の最大変動量は2 D(広角端)~24.0 D(望遠端)とする。即ち0.036(広角端)~4.440(望遠端)mmとする。フォーカシングレンズの位置の変化における焦点位置の最大変動量は0.01 D(広角端)~14.4.00 D(望遠端)とする。即ち0.0002(広角端)~2.5920(望遠端)mmとする。以上より0.040(広角端)~7.476(望遠端)mmのピント位置の変化が発生する。よって、補正レンズ群の移動によるピント位置変化量は、0.040(広角端)~7.476(望遠端)mmとすれば良い。補正レンズ群の移動量1mmあたりのピント位置の変化量は、0.0978(広角端)~4.0515(望遠端)mmである。よって、補正レンズ群のピント位置変化の補正のための最大移動量Mbは、望遠端にて最大となり、1.845 mmとなる。変倍レンズ群の中で最も移動量の大きい第2レンズ群L2の移動量は189.932 mmである。

#### 【0061】

実施例2の各条件式対応値を表1に示す。数値実施例2はいずれの条件式も満足しており、高速なズーム操作、良好な光学性能を実現しながら、ズーム位置の変化、フォーカスレンズ位置の変化、温度変化、絞り値の変化によるピント位置の変動を良好に補正可能なズームレンズを実現している。

#### 【実施例3】

#### 【0062】

実施例3に示すズームレンズについて図7を用いて具体的に説明する。

図7において、第1レンズ群L1は変倍のためには移動しない正の屈折力のレンズ群である。第2レンズ群L2は変倍に際して移動する負の屈折力の第1のバリエータであり、光軸上を像面側へ単調に移動させることにより、広角端から望遠端への変倍を行っている。第3レンズ群L3は正の屈折力の第2のバリエータであり、光軸上を移動させることにより、広角端から望遠端への変倍を行っている。第4レンズ群L4は正の屈折力のコンペンセータであり、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を像側から物体側へ移動している。SPは絞り、第5レンズ群L5は前リレーレンズ群である。第6レンズ群L6は後リレーレンズ群である。Iは撮像面である。第1レンズ群L1は更に、正の屈折力を有する第1サブレンズ群L11、正の屈折力を有する第2サブレンズ群L12、負の屈折力を有する第3サブレンズ群L13で構成され、前記第2サブレンズ群L12を像側から物体側に繰り出すことにより近距離物体への合焦を行う。

#### 【0063】

実施例3において、補正レンズ群は第2のバリエータである第3レンズ群L3と同一であり、ピント位置の変動を補正するために光軸上を移動する。

#### 【0064】

第1レンズ群L1は第1面~第14面に対応する。第1サブレンズ群L11は第1面~第6面に対応し、負レンズ1枚、正レンズ2枚で構成されている。第2サブレンズ群L12は第7面~第11面に対応し、負レンズ1枚、正レンズ2枚で構成されている。第3サブレンズ群L13は第12面~第14面に対応し、負レンズ1枚、正レンズ1枚で構成されている。

#### 【0065】

第2レンズ群L2は第15面~第25面に対応し、負レンズ4枚、正レンズ2枚で構成されている。第3レンズ群L3は第26面~第31面に対応し、負レンズ1枚、正レンズ2枚で構成されている。第4レンズ群L4は第32面~第37面に対応し、負レンズ1枚、正レンズ2枚で構成されている。第5レンズ群L5は第39面~第44面に対応し、負レンズ2枚、正レンズ1枚で構成されている。第6レンズ群L6は第45面~第52面に対応し、負レンズ2枚、正レンズ3枚で構成されている。

#### 【0066】

補正レンズ群は第26面から第31面に対応し、負レンズ1枚、正レンズ2枚の3枚で

構成されている。非球面は第 29 面に用いられており、主に球面収差や非点収差のズーム変動の補正を行っている。

#### 【0067】

図 9 には本発明の実施例 3 の撮像装置の構成を示している。

実施例 3 は実施例 1 に比べて

- (B1) 開口絞り 3 の絞り値を検出する絞り値検出手段 19 を有していること。
  - (B2) ズームレンズの姿勢を検出する姿勢検出手段 20 を有していること。
  - (B3) 記録部 17 にフォーカスレンズの位置の変化、絞り値の変化によるピント位置の変動量を記録していること。
  - (B4) 変倍レンズ群 2 が 3 つのレンズ群 (第 1 のバリエータ 2a、第 2 のバリエータ 2b、コンペンセータ 2c) で構成されていること。
  - (B5) 第 2 バリエータ 2b が、カム機構による変倍のための移動とは独立して、ピント位置の補正のために光軸方向に移動可能なこと。
- が異なっており、その他の構成は同じである。

#### 【0068】

実施例 3 において、変倍レンズ群の製造誤差や温度変化、ズームレンズの姿勢の変化によりピント位置が変動したとする。実施例 3 では、組立調整時にズーム位置の変化や温度変化、絞り値の変化、姿勢の変化によるピント位置の変動を記録部 17 に記録している。よって、演算部 16 はズーム位置検出手段 14、温度検出手段 15、絞り値検出手段 19、姿勢検出手段 20 からの信号により記録部 17 に記録されているピント位置の変動量を選択し、補正レンズ群の駆動部 12 に入力する。そして補正レンズ群の駆動部 12 は演算部 16 からの信号に基づいて補正レンズ群 2b を光軸上に移動させてピント位置の変動量を補正する。

#### 【0069】

実施例 3 におけるズームレンズの開放 F ナンバー  $F_{no}$  は 4.52 である。

許容錯乱円径  $\delta$  は、実施例 1 と同様に 0.005 mm とする。よって、焦点深度  $D$  は 0.023 mm である。

#### 【0070】

実施例 3 におけるズーム位置の変化における焦点位置の最大変動量は 0.1 D (広角端) ~ 2.0 D (望遠端) とする。即ち 0.002 (広角端) ~ 0.046 (望遠端) mm とする。温度の変化における焦点位置の最大変動量は 1 D (広角端) ~ 2.0 D (望遠端) とする。即ち 0.023 (広角端) ~ 0.460 (望遠端) mm とする。姿勢による焦点位置の最大変動量は 0.5 D (広角端) ~ 2.0 D (望遠端) とする。即ち 0.012 (広角端) ~ 0.460 mm とする。絞り値による焦点位置の最大変動量は 0.5 D (広角端) ~ 1 D (望遠端) とする。即ち 0.012 (広角端) ~ 0.023 (望遠端) mm とする。以上より 0.047 (広角端) ~ 0.989 (望遠端) mm のピント位置の変化が発生する。よって、補正レンズ群の移動によるピント位置変化量は、0.047 (広角端) ~ 0.989 (望遠端) mm とすれば良い。

#### 【0071】

補正レンズ群の移動量 1 mm あたりのピント位置の変化量は、-0.057 (広角端) ~ -1.832 (望遠端) mm である。よって、補正レンズ群のピント位置の変化を補正するための最大移動量  $M_b$  は、広角端で最大となり 0.826 mm となる。変倍レンズ群の中で最も移動量の大きい第 2 レンズ群  $L_2$  の移動量は 126.660 mm である。

#### 【0072】

実施例 3 の各条件式対応値を表 1 に示す。数値実施例 3 はいずれの条件式も満足しており、高速なズーミング操作、良好な光学性能を実現しながら、ズーム位置の変化、温度変化、姿勢の変化によるピント位置の変動を良好に補正可能なズームレンズを実現している。

#### 【実施例 4】

#### 【0073】

10

20

30

40

50

実施例 4 に示すズームレンズについて図 10 を用いて具体的に説明する。

図 10 において、第 1 レンズ群 L 1 は変倍のためには移動しない正の屈折力のレンズ群である。第 2 レンズ群 L 2 は変倍に際して移動する負の屈折力のバリエータであり、光軸上を像面側へ単調に移動させることにより、広角端から望遠端への変倍を行っている。第 3 レンズ群 L 3 は負の屈折力の第 2 のバリエータであり、光軸上を移動させることにより、広角端から望遠端への変倍を行っている。第 4 レンズ群 L 4 は正の屈折力のコンペンセータであり、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を像側から物体側へ移動している。S P は絞り、第 5 レンズ群 L 5 は前リレーレンズ群、第 6 レンズ群 L 6 は後リレーレンズ群である。P は色分解プリズム光学系、I は撮像面である。第 1 レンズ群 L 1 は更に、負の屈折力を有する第 1 サブレンズ群 L 1 1、正の屈折力を有する第 2 サブレンズ群 L 1 2、正の屈折力を有する第 3 サブレンズ群 L 1 3 で構成され、前記第 2 サブレンズ群 L 1 2 を像側から物体側に繰り出すことにより近距離物体への合焦を行う。

10

【0074】

実施例 1 において、補正レンズ群は第 3 サブレンズ群 L 1 3 であり、ピント位置の変動を補正するために光軸上を移動する。

【0075】

第 1 レンズ群 L 1 は第 1 面～第 15 面に対応する。第 1 サブレンズ群 L 1 1 は第 1 面～第 7 面に対応し、負レンズ 2 枚、正レンズ 2 枚で構成されている。第 2 サブレンズ群 L 1 2 は第 8 面～第 13 面に対応し、負レンズ 1 枚、正レンズ 2 枚で構成されている。第 3 サブレンズ群 L 1 3 は第 14 面～第 15 面に対応し、正レンズ 1 枚で構成されている。

20

【0076】

第 2 レンズ群 L 2 は第 16 面～第 22 面に対応し、負レンズ 2 枚、正レンズ 2 枚で構成されている。第 3 レンズ群 L 3 は第 23 面～第 25 面に対応し、負レンズ 1 枚、正レンズ 1 枚で構成されている。第 4 レンズ群 L 4 は第 26 面～第 29 面に対応し、正レンズ 2 枚で構成されている。第 5 レンズ群 L 5 は第 31 面～第 33 面に対応し、負レンズ 1 枚、正レンズ 1 枚で構成されている。第 6 レンズ群 L 6 は第 34 面～第 43 面に対応し、負レンズ 2 枚、正レンズ 4 枚で構成されている。

補正レンズ群は第 14 面から第 15 面に対応し、正レンズ 1 枚で構成されている。

【0077】

図 12 には本発明の実施例 4 の撮像装置の構成を示している。

30

実施例 4 は実施例 1 に比べて

- (C1) 開口絞り 3 の絞り値を検出する絞り値検出手段 19 を有していること。
  - (C2) ズームレンズの姿勢を検出する姿勢検出手段 20 を有していること。
  - (C3) フォーカスレンズ群 1 の位置を検出するフォーカス位置検出手段 18 を有すること。
  - (C4) 記録部 17 にフォーカスレンズの位置の変化、絞り値の変化、姿勢によるピント位置の変動量を記録していること。
  - (C5) 変倍レンズ群が 3 群で構成されていること。
- が異なっており、その他の構成は同じである。

【0078】

40

実施例 4 において、変倍レンズ群の製造誤差や温度変化、姿勢の変化によりピント位置が変動したとする。実施例 4 では、組立調整時にズーム位置の変化や温度変化、絞り値の変化、フォーカス位置の変化、姿勢の変化によるピント位置の変動を記録部 17 に記録している。よって、演算部 16 はズーム位置検出手段 14、温度検出手段 15、フォーカス位置検出手段 18、絞り値検出手段 19、姿勢検出手段 20 からの信号により記録部 17 に記録されているピント位置の変動量を選択し、補正レンズ群の駆動部 12 に入力する。そして補正レンズ群の駆動部 12 は演算部 16 からの信号に基づいて補正レンズ群 1 b を光軸上に移動させてピント位置の変動量を補正する。

【0079】

実施例 4 におけるズームレンズの開放 F ナンバー F n o は 1.9 である。

50

許容錯乱円径 は、実施例 1 と同様に 0 . 0 0 5 mm とする。よって、焦点深度 D は 0 . 1 0 mm である。

#### 【 0 0 8 0 】

実施例 4 におけるズーム位置の変化における焦点位置の最大変動量は 0 . 1 D ( 広角端 ) ~ 5 . 0 D ( 望遠端 ) とする。即ち 0 . 0 0 1 ( 広角端 ) ~ 0 . 0 5 0 ( 望遠端 ) mm とする。温度の変化における焦点位置の最大変動量は 0 . 4 D ( 広角端 ) ~ 4 0 D ( 望遠端 ) とする。即ち 0 . 0 0 4 ( 広角端 ) ~ 0 . 4 0 0 ( 望遠端 ) mm とする。フォーカス位置の変化における焦点位置の最大変動量は 0 . 4 D ( 広角端 ) ~ 2 0 . 0 D ( 望遠端 ) とする。即ち 0 . 0 0 4 ( 広角端 ) ~ 0 . 2 0 0 ( 望遠端 ) mm とする。姿勢による焦点位置の最大変動量は 0 . 5 D ( 広角端 ) ~ 2 0 D ( 望遠端 ) とする。即ち 0 . 0 0 5 ( 広角端 ) ~ 0 . 2 0 0 ( 望遠端 ) mm とする。絞り値による焦点位置の最大変動量は 0 . 5 D ( 広角端 ) ~ 1 D ( 望遠端 ) とする。即ち 0 . 0 0 5 ( 広角端 ) ~ 0 . 0 1 0 ( 広角端 ) mm とする。以上より 0 . 0 1 9 ( 広角端 ) ~ 0 . 8 6 0 ( 望遠端 ) mm のピント位置の変化が発生する。よって、補正レンズ群の移動によるピント位置変化量は、 0 . 0 1 9 ( 広角端 ) ~ 0 . 9 8 9 ( 望遠端 ) mm とすれば良い。

#### 【 0 0 8 1 】

補正レンズ群の移動量 1 mm あたりのピント位置の変化量は、 0 . 0 1 2 ( 広角端 ) ~ 3 . 8 7 0 ( 望遠端 ) mm である。よって、補正レンズ群のピント位置の変化を補正するための最大移動量 M b は、広角端で最大となり 1 . 5 8 mm となる。変倍レンズ群の中で最も移動量の大きい第 2 レンズ群 L 2 の移動量は 4 7 . 8 0 5 mm である。

#### 【 0 0 8 2 】

実施例 4 の各条件式対応値を表 1 に示す。数値実施例 4 はいずれの条件式も満足しており、高速なズーム操作、良好な光学性能を実現しながら、ズーム位置の変化、温度変化、姿勢の変化によるピント位置の変動を良好に補正可能なズームレンズを実現している。

#### 【 0 0 8 3 】

次に本発明の実施例 1 ~ 4 に対応する数値実施例 1 ~ 4 を示す。各数値実施例において i は物体側からの面の順序を示し、r i は物体側より第 i 番目の面の曲率半径、d i は物体側より第 i 面と第 i + 1 番目の間隔、n d i と d i は第 i 番目の光学部材の屈折率とアッペ数である。焦点距離、F ナンバー、画角は、それぞれ無限遠物体に焦点を合わせたときの値を表している。B F はレンズの最終面から像面までの距離である。

#### 【 0 0 8 4 】

尚、非球面形状は、光軸方向の座標を x、光軸と垂直方向の座標を y、基準の曲率半径を R、円錐常数を k、n 次の非球面係数を A n とし、以下の式で表される。但し、「e-x」は「 $\times 10^{-x}$ 」を意味している。尚、非球面を有するレンズ面には各表中の面番号の右側に\*印を付している。

$$x = (y^2 / r) / \{ 1 + (1 - k \times y^2 / r^2)^{0.5} \} + A 3 \times y^3 + A 4 \times y^4 + A 5 \times y^5 + A 6 \times y^6 + A 7 \times y^7 + A 8 \times y^8 + A 9 \times y^9 + A 10 \times y^{10} + A 11 \times y^{11} + A 12 \times y^{12} + A 13 \times y^{13} + A 14 \times y^{14} + A 15 \times y^{15} + A 16 \times y^{16}$$

#### 【 0 0 8 5 】

数値実施例 1

単位 mm

面 データ

面番号 i	r i	d i	nd i	vdi
1	138.290	3.00	1.77250	49.6
2	45.835	23.12		
3	-183.064	2.50	1.75500	52.3
4	113.462	2.25		

10

20

30

40

50

5	101.811	6.95	1.92286	20.9	
6	336.642	1.93			
7*	193.027	7.71	1.62041	60.3	
8	-320.346	10.12			
9	113.683	10.53	1.59522	67.7	
10	-263.309	0.20			
11	131.090	2.00	1.84666	23.8	
12	48.907	17.07	1.43875	94.9	
13	-238.460	0.70			
14	84.931	10.88	1.77250	49.6	10
15	-201.858	(可変)			
16*	47.618	1.20	2.00100	29.1	
17	17.463	7.48			
18	-36.790	0.80	1.81600	46.6	
19	67.530	0.49			
20	43.020	4.90	2.00069	25.5	
21	-40.983	1.36			
22	-25.444	0.90	1.83481	42.7	
23	-60.428	(可変)			
24	-27.865	0.80	1.64000	60.1	20
25	104.327	2.65	1.80809	22.8	
26	-266.605	(可変)			
27(絞リ)		1.44			
28	6523.184	3.33	1.77250	49.6	
29	-60.176	0.20			
30	193.508	3.93	1.58913	61.1	
31	-62.382	0.20			
32	71.671	5.65	1.51633	64.1	
33	-42.725	1.20	2.00069	25.5	
34	1119.204	0.20			30
35	25.284	3.68	1.51633	64.1	
36	37.804	18.22			
37	64.710	0.90	1.95375	32.3	
38	18.647	6.02	1.80809	22.8	
39	-78.387	1.67			
40	84.530	4.77	1.43875	94.9	
41	-23.861	1.00	1.80518	25.4	
42	37.648	10.18			
43	43.559	7.95	1.59522	67.7	
44	-39.312	1.20	1.88300	40.8	40
45	-69.517	(可変)			

像面

非球面データ

第7面

K = -1.71514e+001 A 4= -3.20929e-007 A 6= 3.48941e-011 A 8= -1.53210e-014 A10= -4.52383e-017 A12= 1.15875e-019 A14= -8.93768e-023 A16= 2.38146e-026

第16面

K = -9.30561e+000 A 4= 1.50118e-005 A 6= -1.48694e-008 A 8= 1.85537e-011 A10= 50

-2.77813e-014 A12= 1.93588e-015 A14=-1.26481e-017 A16= 2.71022e-020

## 各種データ

ズーム比 5.00

	広角	中間	望遠
焦点距離	19.00	45.60	95.00
Fナンバー	2.70	2.70	2.70
画角	39.30	18.83	9.30
像高	15.55	15.55	15.55
レンズ全長	272.75	272.75	272.75
BF	41.36	41.36	41.36

10

d15	0.85	23.17	34.58
d23	29.06	6.80	4.52
d26	10.20	10.14	1.02
d45	41.36	41.36	41.36

## ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	45.00
2	16	-24.80
3	24	-55.00
4	27	40.33

20

【 0 0 8 6 】

数値実施例 2

単位 mm

## 面データ

面番号 i	ri	di	ndi	vdi
1	7000.000	6.00	1.83400	37.2
2	356.376	1.92		
3	354.498	25.09	1.43387	95.1
4	-604.712	26.01		
5	365.238	19.93	1.43387	95.1
6	-1528.069	0.25		
7	236.158	19.60	1.43387	95.1
8	1240.318	1.20		
9	208.601	12.42	1.49700	81.5
10	381.767	(可変)		
11*	4604.939	2.20	2.00330	28.3
12	56.758	10.61		
13	-90.754	1.40	1.78800	47.4
14	60.346	6.37	1.95906	17.5
15	2822.205	(可変)		
16	-77.611	1.40	1.83400	37.2
17	76.868	4.27	1.92286	18.9
18*	3094.419	(可変)		
19	288.163	12.15	1.60311	60.6
20*	-129.586	0.50		
21	88.724	15.26	1.49700	81.5

30

40

50



22	-483.672	0.20			
23	111.193	2.50	1.84666	23.8	
24	57.537	19.13	1.43875	94.9	
25	-443.098	0.16			
26*	446.000	3.99	1.49700	81.5	
27	-1480.372	(可変)			
28(絞り)		1.64			
29	-961.357	1.40	1.88300	40.8	
30	54.169	4.35	1.80518	25.4	
31	-32540.640	4.59			10
32	-68.810	1.85	1.81600	46.6	
33	83.462	0.32			
34	37.894	4.29	1.80809	22.8	
35	143.041	3.78			
36	-150.325	1.58	1.88300	40.8	
37	78.201	(可変)			
38	-90.545	1.91	1.71736	29.5	
39	97.481	14.91	1.65160	58.5	
40	-74.406	(可変)			
41	-403.126	6.68	1.54814	45.8	20
42	-56.456	3.12			
43	-257.236	3.07	1.88300	40.8	
44	40.035	9.25	1.51742	52.4	
45	-64.123	0.20			
46	1267.155	8.18	1.49700	81.5	
47	-30.062	2.50	1.83481	42.7	
48	-88.524	1.18			
49	120.705	5.78	1.54814	45.8	
50	-51.632	14.45			
51		33.00	1.60859	46.4	30
52		13.20	1.51633	64.2	
53		(可変)			

像面

## 非球面データ

## 第11面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.75251e-007 A 6= 3.10090e-010 A 8=-9.85937e-013 A10= 1.36448e-015 A12=-6.91934e-019

## 第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.04444e-007 A 6= 4.62610e-010 A 8=-1.17218e-012 A10= 1.72458e-015 A12=-1.12858e-018

## 第20面

K =-1.34149e+001 A 4=-5.55821e-007 A 6= 2.30199e-010 A 8=-7.33321e-014 A10= 1.72749e-017 A12=-2.05035e-021

## 第26面

K = 1.15333e+002 A 4=-2.25415e-007 A 6=-1.06849e-010 A 8=-7.70580e-014 A10= 8.17951e-017 A12=-4.81179e-020

## 各種データ

ズーム比	120.00		
	広角	中間	望遠
焦点距離	9.00	300.00	1080.01
Fナンバー	1.85	1.85	5.60
画角	31.43	1.05	0.29
像高	5.50	5.50	5.50
レンズ全長	651.95	651.95	651.95
BF	15.05	15.05	15.05

10

d10	2.78	179.04	192.71
d15	53.98	5.87	5.00
d18	230.13	58.75	1.98
d27	3.00	46.24	90.20
d37	10.00	10.00	10.00
d40	3.20	3.20	3.20
d53	15.05	15.05	15.05

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	257.79
2	11	-40.33
3	16	-101.22
4	19	65.57
5	28	-37.29
6	38	1160.80
7	41	57.41

20

【 0 0 8 7 】

## 数値実施例 3

単位 mm

30

## 面データ

面番号 i	ri	di	ndi	vdi
1	249.123	17.82	1.43387	95.1
2	-454.251	0.70		
3	250.827	15.18	1.43387	95.1
4	-584.838	1.00		
5	-471.387	4.00	1.72047	34.7
6	656.783	14.39		
7	241.946	10.44	1.43387	95.1
8	-12435.993	0.20		
9	198.376	10.96	1.43875	94.9
10	17517.083	2.50	1.72047	34.7
11	705.365	2.95		
12	1746.277	6.60	1.76182	26.5
13	-556.986	2.20	1.61800	63.3
14	238.913	(可変)		
15	-1112.512	1.80	1.81600	46.6
16	81.891	3.67		

40

50

17	359.063	7.35	1.72047	34.7
18	-57.106	1.50	1.59522	67.7
19	155.243	3.42		
20	-110.746	1.50	1.59522	67.7
21	58.334	0.10		
22	49.169	6.05	1.72047	34.7
23	2572.247	2.77		
24	-76.882	1.40	1.59522	67.7
25	94.436	(可変)		
26	122.675	6.16	1.61800	63.3
27	-83.957	0.11		
28	-88.368	1.50	1.83400	37.2
29*	803.207	0.20		
30	136.277	4.96	1.49700	81.5
31	-141.054	(可変)		
32	61.538	5.33	1.48749	70.2
33	467.848	0.20		
34	75.701	1.50	1.72047	34.7
35	45.508	2.22		
36	76.311	5.06	1.49700	81.5
37	-471.899	(可変)		
38(絞リ)		10.52		
39	603.249	1.40	1.88300	40.8
40	40.511	0.15		
41	35.623	4.10	1.80518	25.4
42	-171.923	3.93		
43	-109.907	1.50	1.91082	35.3
44	42.716	(可変)		
45	90.190	6.40	1.49700	81.5
46	-53.378	5.55		
47	-138.468	4.00	1.88300	40.8
48	42.246	5.87	1.60342	38.0
49	-797.006	0.15		
50	114.940	7.38	1.51742	52.4
51	-35.981	3.00	1.88300	40.8
52	-61.833	(可変)		

像面

非球面データ

第29面

K = 9.97936e+002 A 4= 1.35998e-007 A 6= 1.65446e-012 A 8=-1.39892e-012 A10= 3.35061e-015 A12=-4.12714e-018

各種データ

ズーム比	20.00		
	広角	中間	望遠
焦点距離	50.00	505.00	999.99
Fナンバー	4.52	4.57	7.42
画角	17.28	1.76	0.89
像高	15.55	15.55	15.55

10

20

30

40

50

レンズ全長	498.54	498.54	498.54
BF	69.97	69.97	69.97
d14	5.00	118.87	131.66
d25	163.40	44.78	3.00
d31	25.51	5.33	39.19
d37	1.99	26.93	22.06
d44	33.00	33.00	33.00
d52	69.97	69.97	69.97

10

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	255.00
2	15	-34.76
3	26	111.89
4	32	121.92
5	38	-45.99
6	45	90.29

【 0 0 8 8 】

数値実施例 4

20

単位 mm

## 面データ

面番号 i	r i	d i	nd i	v d i
1	-168.583	3.12	1.83400	37.2
2	213.332	12.15		
3	410.271	2.60	1.74950	35.3
4	145.125	12.81	1.43875	94.9
5	-226.072	0.15		
6	2011.936	11.15	1.43387	95.1
7	-107.601	11.82		
8	249.853	9.83	1.43387	95.1
9	-149.851	2.41		
10	-100.905	2.37	1.74950	35.3
11	-146.816	0.15		
12	138.167	10.38	1.59522	67.7
13	-198.196	2.00		
14	48.850	5.25	1.74100	52.6
15	67.517	(可変)		
16	78.618	1.00	1.88300	40.8
17	15.191	5.28		
18	-48.678	6.22	1.80809	22.8
19	-12.679	0.75	1.88300	40.8
20	81.208	0.18		
21	29.871	3.18	1.66680	33.0
22	79.591	(可変)		
23	-29.087	0.75	1.75700	47.8
24	40.552	2.71	1.84649	23.9
25	7232.290	(可変)		
26	-199.696	3.21	1.64000	60.1

30

40

50

27	-41.168	0.15		
28	83.319	3.61	1.51633	64.1
29	-112.016	(可変)		
30(絞り)		0.15		
31	68.727	7.77	1.51742	52.4
32	-31.638	1.00	1.83400	37.2
33	-164.778	33.20		
34	74.176	5.53	1.51633	64.1
35	-48.389	1.68		
36	-143.574	1.00	1.77250	49.6
37	22.160	9.76	1.50127	56.5
38	-48.141	0.14		
39	79.676	6.67	1.48749	70.2
40	-27.732	1.00	1.88300	40.8
41	131.646	0.13		
42	37.163	7.05	1.48749	70.2
43	-44.941	4.50		
44		33.00	1.60859	46.4
45		13.20	1.51633	64.1
46		(可変)		

10

20

像面

## 各種データ

ズーム比	18.00		
	広角	中間	望遠
焦点距離	8.50	32.20	153.00
Fナンバー	1.90	1.90	2.69
画角	32.91	9.69	2.06
像高	5.50	5.50	5.50
レンズ全長	320.71	320.71	320.71
BF	6.92	6.92	6.92
d15	1.61	33.31	49.42
d22	42.34	6.39	7.22
d25	9.89	15.49	3.15
d29	20.90	19.56	14.96
d33	33.20	33.20	33.20
d46	6.92	6.92	6.92

30

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	59.96
2	16	-13.89
3	23	-41.78
4	26	43.15
5	30	362.85
6	34	54.85

40

【 0 0 8 9 】

各実施例と前述した各条件式との対応を表1に示す。

【表 1】

表 1 数値実施例 1～3 における各条件式対応値

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
<b>Mb</b>	<b>0.653</b>	<b>1.845</b>	<b>0.614</b>	<b>1.580</b>
<b>Mm</b>	<b>33.730</b>	<b>189.932</b>	<b>126.660</b>	<b>47.805</b>
<b><math>\Delta</math> Skw</b>	<b>0.176</b>	<b>0.098</b>	<b>-0.057</b>	<b>0.012</b>
<b><math>\Delta</math> Skt</b>	<b>4.400</b>	<b>4.052</b>	<b>-1.832</b>	<b>3.870</b>
<b>Fno</b>	<b>2.70</b>	<b>1.85</b>	<b>4.52</b>	<b>1.90</b>
<b><math>\delta</math></b>	<b>0.005</b>	<b>0.010</b>	<b>0.005</b>	<b>0.005</b>
<b>D</b>	<b>0.014</b>	<b>0.019</b>	<b>0.023</b>	<b>0.010</b>
<b>条件式(1)</b>	<b>0.019</b>	<b>0.010</b>	<b>0.005</b>	<b>0.033</b>
<b>条件式(2)</b>	<b>0.176</b>	<b>0.098</b>	<b>0.057</b>	<b>0.012</b>
<b>条件式(3)</b>	<b>0.040</b>	<b>0.024</b>	<b>0.031</b>	<b>0.003</b>
<b>条件式(4)</b>	<b>48.370</b>	<b>99.730</b>	<b>27.168</b>	<b>166.316</b>
<b>補正群の枚数</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

10

## 【符号の説明】

## 【 0 0 9 0 】

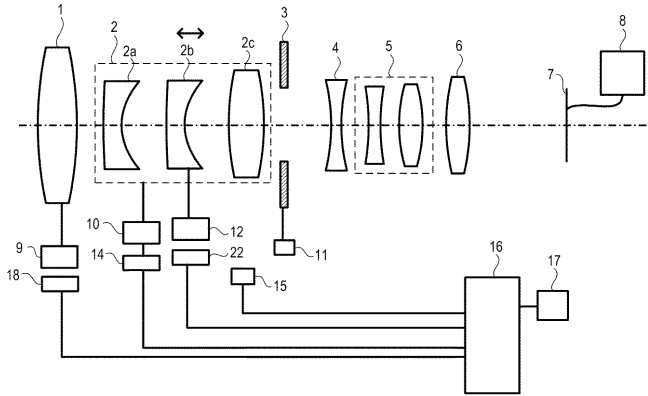
- L 1 第 1 レンズ群（フォーカスレンズ群）
- L 2 第 2 レンズ群（変倍レンズ群）
- L 3 第 3 レンズ群（変倍レンズ群）
- L 4 第 4 レンズ群（第 1～3 実施例：リレーレンズ群、第 4 実施例：変倍レンズ群）
- L 5 第 5 レンズ群（リレーレンズ群：第 4 実施例：リレーレンズ群）
- L 6 第 6 レンズ群（第 1 実施例：エクステンダーレンズ群：第 4 実施例：リレーレンズ群）
- L 7 第 7 レンズ群（第 1 実施例：リレーレンズ群）
- L 1 1 第 1 サブレンズ群（フォーカスレンズ群）
- L 1 2 第 2 サブレンズ群（フォーカスレンズ群）
- L 1 3 第 3 サブレンズ群（フォーカスレンズ群）
- L 1 4 第 4 サブレンズ群（フォーカスレンズ群）
- 1 フォーカスレンズ群
- 2 変倍レンズ群
- 4 前リレーレンズ群
- 6 後リレーレンズ群

20

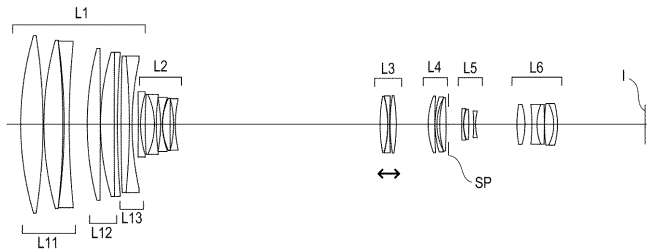
30



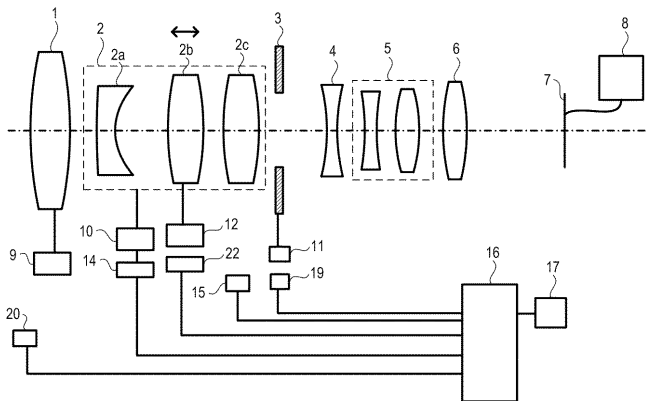
【図 6】



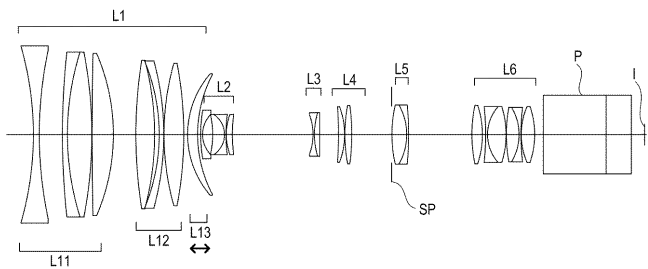
【図 7】



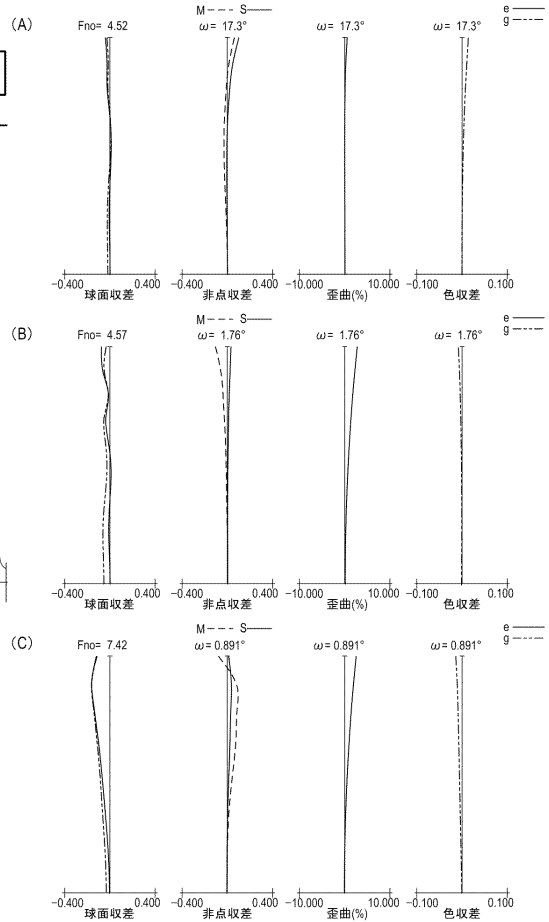
【図 9】



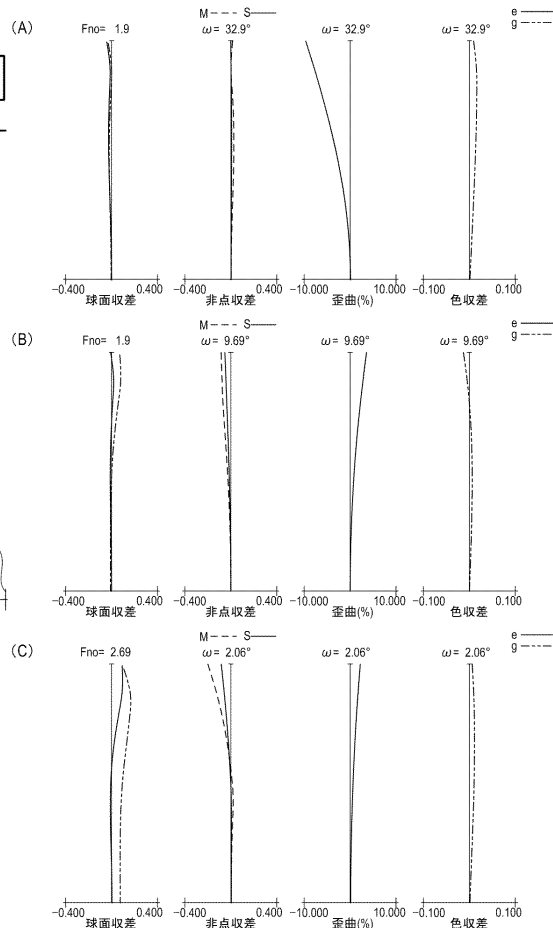
【図 10】



【図 8】

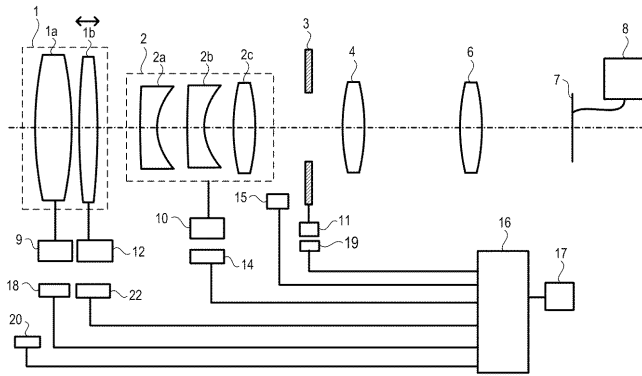


【図 11】

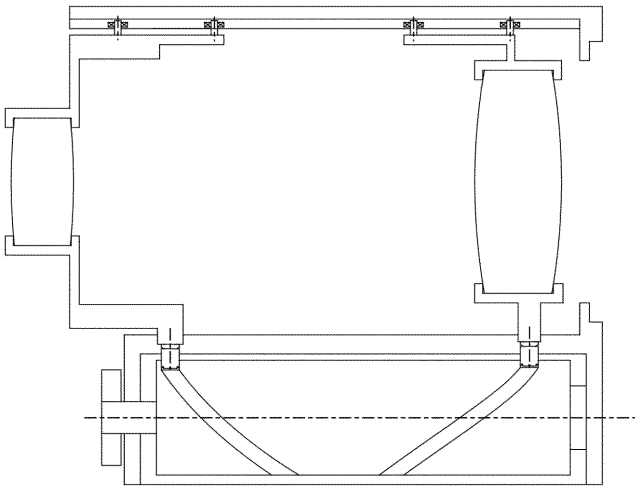




【図 1 2】



【図 1 3】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)	
<b>H 0 4 N</b>	<b>5/232</b>	<b>(2006.01)</b>	H 0 4 N	5/225	D
			H 0 4 N	5/232	A

(74)代理人 100134393

弁理士 木村 克彦

(74)代理人 100174230

弁理士 田中 尚文

(74)代理人 100114915

弁理士 三村 治彦

(72)発明者 竹本 庄一

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

(72)発明者 若園 毅

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

(72)発明者 宮沢 伸幸

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

Fターム(参考) 2H044 AC01 AC04 AH01 BE02

2H087 KA02 MA12 MA14 MA18 NA09 PA15 PA16 PB20 QA02 QA07

QA13 QA17 QA19 QA21 QA22 QA25 QA26 QA34 QA37 QA41

QA42 QA45 QA46 RA05 RA12 RA13 RA36 SA43 SA47 SA49

SA50 SA52 SA55 SA63 SA64 SA65 SA72 SA76 SB01 SB06

SB14 SB15 SB17 SB23 SB24 SB33 SB34 SB36 SB41 SB46

SB47

5C122 DA02 EA12 FD00