

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4708553号  
(P4708553)

(45) 発行日 平成23年6月22日(2011.6.22)

(24) 登録日 平成23年3月25日(2011.3.25)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>G O 2 B</b>	<b>15/167</b>	<b>(2006.01)</b>	G O 2 B 15/167
<b>G O 2 B</b>	<b>7/02</b>	<b>(2006.01)</b>	G O 2 B 7/02 C
<b>G O 2 B</b>	<b>7/105</b>	<b>(2006.01)</b>	G O 2 B 7/105 A

請求項の数 6 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2000-366178 (P2000-366178)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成12年11月30日(2000.11.30)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2002-169091 (P2002-169091A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成14年6月14日(2002.6.14)	(74) 代理人	100110412
審査請求日	平成19年11月30日(2007.11.30)		弁理士 藤元 亮輔
		(74) 代理人	100104628
			弁理士 水本 敦也
		(72) 発明者	矢北 真一郎
			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	富田 泰行
			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	原田 英信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズおよび撮影システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、第1レンズ群と、変倍時に移動する第2レンズ群と、変倍時の結像位置の移動を補正するための第3レンズ群と、結像のための第4レンズ群とを有して構成され、前記第4レンズ群よりも物体側に絞りを有するズームレンズにおいて、

前記第4レンズ群は、物体側から順に、最良結像位置を検出するために光軸方向に微小振幅駆動されるウォプリング群と、変倍時および最良結像位置の検出時に固定であってフランジバック調整又はマクロ撮影のための可動部分を含む調整群とを有して構成されており、前記ウォプリング群が光軸方向に振幅駆動された時のバックフォーカス変化の振幅の半幅を焦点深度とした場合に、以下の条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

## 【数 1】

$$|\phi_{43}/\phi_{42}| < 3.3$$

$$|\overline{\alpha}_{42} \cdot \delta \cdot (s_k \phi_{43} - 1) \cdot \frac{\phi_{43}}{\phi_{42}} \cdot \frac{1}{f_w}| < 1.5$$

$\phi_{42}$ : ウォブリング群のパワー

$\phi_{43}$ : 調整群を含む群のパワー

$\overline{\alpha}_{42}$ : ウォブリング群の前側主平面への軸外主光線の入射角

$\delta$ : ウォブリング群の前側主点から見た絞りの虚像までの距離と、

ウォブリング群の後側主点から見た結像位置の虚像までの距離との差

$s_k$ : 調整群の後側主点から結像面までの距離

$f_w$ : 全系の広角端の焦点距離

10

## 【請求項 2】

前記第 4 レンズ群において、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

## 【数 2】

$$0.02 < |\phi_{42}/\phi_w| < 0.25$$

$\phi_{42}$ : ウォブリング群のパワー

$\phi_w$ : 全系の広角端でのパワー

## 【請求項 3】

前記調整群は、物体側の a 群と、像側の b 群の 2 つの群からなり、前記 b 群をフランジバック調整またはマクロ撮影のための可動群とし、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のズームレンズ。

20

## 【数 3】

$$|\phi_{43a}/\phi_{43b}| < 1.4$$

$\phi_i$ : 第 i 群のパワー

## 【請求項 4】

前記調整群をフランジバック調整又はマクロ撮影のため一体に移動可能としたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のズームレンズ。

30

## 【請求項 5】

前記ウォブリング群より物体側に、固定群を配置したことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載のズームレンズ。

## 【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれかに記載のズームレンズと、このズームレンズが交換可能に装着される撮影装置とを有して構成されることを特徴とする撮影システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、テレビカメラやビデオカメラ等に好適なズームレンズに関し、特に絞りよりも像側に配置された結像のためのリレーレンズ群中の一部をウォブリングすることにより合焦点の探索を行うオートフォーカス方式に適し、さらにはフランジバック調整又はマクロ撮影のために可動な群を有したズームレンズに関するものである。

40

## 【0002】

## 【従来の技術】

近年、テレビカメラのズームレンズは、撮影者および撮影条件の多様化に伴い、操作性およびその簡便性・機動性を高めることが要求される。これに対応して、オートフォーカス機能を持つズームレンズの要望も高まっている。

## 【0003】

一般的にテレビカメラ等の場合、操作性・機動性を確保する必要から、結像系とは別に測

50

距系を設ける必要のある赤外光等を利用した外測式のオートフォーカスを使うことは適度ではない。

【 0 0 0 4 】

そこで、ビデオカメラ等においては映像信号を用いてオートフォーカスを行う方法が一般的である。そして、ビデオカメラ等におけるオートフォーカス方式としては、レンズ系の一部や撮像素子を光軸方向に微小振幅駆動（ウォブリング）させて、オートフォーカスのための方向判別信号を得る方法（いわゆる山登り式）がオートフォーカスの精度や速度を向上させる上で有効である。

【 0 0 0 5 】

ここで、図 1 4 には、上記山登り式のオートフォーカス機能を有するズームレンズの光学的構成を示している。

【 0 0 0 6 】

この図中、I はフォーカスのために光軸方向に移動可能な第 1 レンズ群、II は変倍時に光軸方向に移動可能な第 2 レンズ群、III は変倍時の結像位置の移動を補正するための第 3 レンズ群、IV は結像のための第 4 レンズ群、W o はウォブリングレンズ群、I G は結像面である。

【 0 0 0 7 】

山登り式においては、光学系の一部を光軸方向にウォブリングさせて結像位置を意図的に変化させることによって、映像信号の強弱・勾配を検出し、ベストピントの方向を検知し、ピントが合う方向にフォーカシング群を移動させてフォーカシングする方式である。

【 0 0 0 8 】

このため、ウォブリングさせる光学系には、適度なバックフォーカスへの感度を有することが必要となる。

【 0 0 0 9 】

一方、CCD 等の撮像素子をウォブリングさせる方法は、可動レンズ群の位置感度に関係なく信号が得られるという点で有利であるが、余分に駆動手段が必要という点で構造が複雑となり、コスト的に不利である。

【 0 0 1 0 】

一方、絞りよりも像側の結像のための光学系の一部をウォブリングさせて合焦点を探索する場合、比較的小型軽量のレンズ群を移動させて行うので、駆動力が小さくて済み、ズームに対して固定の群で行うので構造的にも簡素でコスト的にも有利である。

【 0 0 1 1 】

但し、このように光学系の一部をウォブリングすると結像倍率が変化し、軸外光の結像位置が動き、画質劣化の原因となる。

【 0 0 1 2 】

このため、特許第 2 7 4 4 3 3 6 号には、結像倍率の変化が小さくてコンパクトであるズームレンズとして、最も像側のレンズ群を用いてウォブリングおよびフォーカシングを行うものが開示されている。

【 0 0 1 3 】

【 発明が解決しようとする課題 】

上述したように、一般にズームレンズにおいて、絞りより像側の結像のための光学系の一部をウォブリングする場合、迅速なフォーカシング、小型軽量化、低コスト化が可能となる等の特徴が得られるものの、ウォブリングに伴い結像倍率が変化して画質が劣化するという欠点が存在する。また、オートフォーカスのための方向判別信号を得るには、ウォブリング群に適度なバックフォーカスへの位置感度を持たせることが必要である。

【 0 0 1 4 】

つまり、ウォブリング群のバックフォーカスへの適度な感度とウォブリングに伴う結像倍率の変化が小さいこととを両立させる必要がある。

【 0 0 1 5 】

また、テレビカメラ等の交換式のレンズでは、通常のフォーカシングレンズ群とは別のレ

10

20

30

40

50

レンズ系の一部を動かして、極近接撮影を可能にするマクロ撮影機構や、レンズマウントの取り付け基準面（フランジ）から結像面までの距離をレンズ系の一部を動かして調整するフランジバック調整機構が必要である。

【0016】

ここで、マクロ撮影またフランジバック調整機構もまた、絞りより像側の結像のための光学系の一部にて行くと、操作性確保および小型軽量化が可能となるが、これらの調整群にも適度なバックフォーカスへの位置敏感度を有することが必要条件となる。

【0017】

しかしながら、上記特許第2744336号では、最も像側のレンズ群を用いてウォブリングおよびフォーカシングを行っており、フォーカシング群と結像面との間に変倍時又は最良結像位置の検出時に固定となるレンズ群、特にフランジバック調整又はマクロ撮影のための可動レンズ群を設けようとする場合に不向きである。

10

【0018】

なお、ウォブリング群とフランジバック調整等を行う可動群とを兼用することも考えられるが、この兼用されるレンズ群に対してウォブリング駆動機構とフランジバック調整等を行うための駆動機構とを併せ持たせると、駆動機構が複雑化したりフランジバック調整等の操作性が悪化したりするという問題が生ずる。

【0019】

そこで、本発明は、絞りよりも像側の光学系にウォブリング群とフランジバック等の調整群とを別々に有し、ウォブリング群にバックフォーカスへの適度な位置敏感度を持たせるとともに、ウォブリング時の結像倍率の変化が少なく、しかもレンズ全長が短いズームレンズを提供することを目的としている。

20

【0020】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明では、物体側から順に、第1レンズ群と、変倍時に移動する第2レンズ群と、変倍時の結像位置の移動を補正するための第3レンズ群と、結像のための第4レンズ群とを有して構成され、第4レンズ群よりも物体側に絞りを有するズームレンズにおいて、第4レンズ群を、物体側から順に、最良結像位置を検出するために光軸方向に微小振幅駆動されるウォブリング群と、変倍時および最良結像位置の検出時に固定であってフランジバック調整又はマクロ撮影のための可動部分を含む調整群とを有するよう構成している。

30

【0021】

すなわち、絞りよりも物体側の結像のための第4レンズ群として、ウォブリング群とフランジバック等の調整群とを別々に設けることで、ウォブリング駆動機構やフランジバック調整等の駆動機構を簡単化できるとともにフランジバック調整等の操作性を良好なものとし、さらにウォブリング群にバックフォーカスへの適度な位置敏感度を持たせることとウォブリング時の結像倍率の変化を少なくさせることとの両立が容易であるズームレンズを実現している。

【0022】

上記発明において好ましくは、上記第4レンズ群において、ウォブリング群が光軸方向に振幅駆動された時のバックフォーカス変化の振幅の半幅を焦点深度とした場合に、以下の条件式を満足するようにすればよい。

40

【0023】

【数4】

$$|\phi_{43} / \phi_{42}| < 3.3 \quad \dots(1)$$

$$\left| \bar{\alpha}_{42} \cdot \delta \cdot (s_k \phi_{43} - 1) \cdot \frac{\phi_{43}}{\phi_{42}} \cdot \frac{1}{f_w} \right| < 1.5 \quad \dots(2)$$

$\phi_{42}$  : ウォブリング群のパワー

$\phi_{43}$  : 調整群を含む群のパワー

$\bar{\alpha}_{42}$  : ウォブリング群の前側主平面への軸外主光線の入射角

$\delta$  : ウォブリング群の前側主点から見た絞りの虚像までの距離と、ウォブリング群の後側主点から見た結像位置の虚像までの距離との差

$s_k$  : 調整群の後側主点から結像面までの距離

$f_w$  : 全系の広角端の焦点距離

10

#### 【0024】

これにより、ウォブリング群や調整群の適度なバックフォーカスへの位置敏感度を保証し、製品として必要なバックフォーカスを確保することが可能であるとともに、ウォブリングに伴う結像倍率の変化を実用上問題の無いレベルまで小さくすることで、ウォブリング時の像劣化を防止しつつ、簡単な構成にて良好な光学性能を維持することが可能となる。

#### 【0025】

また好ましくは、第4レンズ群において、以下の条件式を満足するようにするのがよい。

#### 【0026】

#### 【数5】

$$0.02 < |\phi_{42} / \phi_w| < 0.25 \quad \dots(3)$$

$\phi_{42}$  : ウォブリング群のパワー

$\phi_w$  : 全系の広角端でのパワー

20

#### 【0027】

これにより、ウォブリング群の適度なバックフォーカスへの位置敏感度を保証しつつ、簡単な構成にて良好な光学性能を維持することが可能となる。

30

#### 【0028】

さらに、上記調整群を、物体側のa群と、像側のb群の2つの群から構成し、上記b群をフランジバック調整またマクロ撮影のための可動群とした上で、以下の条件式を満足するようにするのが好ましい。

#### 【0029】

#### 【数6】

$$\left| \frac{\phi_{43a}}{\phi_{43b}} \right| < 1.4 \quad \dots(4)$$

$\phi_i$  : 第i群のパワー

40

#### 【0030】

これにより、調整群の適度なバックフォーカスへの位置敏感度を保証しつつ、簡単な構成にて良好な光学性能を維持することが可能となる。

#### 【0031】

そして、条件式(1)~(4)のように各レンズ群の光学的諸定数を特定することにより、レンズ系全体の小型化を図りつつ、フランジバック調整又はマクロ撮影のための可動群を確保し、全変倍範囲および全物体距離にわたって良好な光学性能を有するとともに、ウォブリング時の結像倍率の変化が小さいズームレンズを得ることが可能となる。

50

## 【 0 0 3 2 】

なお、上記調整群をフランジバック調整又はマクロ撮影のため一体に移動可能としてもよい。

## 【 0 0 3 3 】

また、上記調整群におけるウォブリング群より物体側に固定群を配置して、ウォブリング群の大型化を抑えたり、収差を良好に補正したりすることができるようにしてもよい。

## 【 0 0 3 4 】

## 【発明の実施の形態】

図 1 から図 6 には、本発明の実施形態であるオートフォーカス機能を有するズームレンズの光学的構成を示している。なお、本実施形態のズームレンズはテレビカメラ又はビデオカメラ（撮影装置）に交換可能に装着され、図 1 5 に示すような撮影システムを構成するものである。

10

## 【 0 0 3 5 】

これらの図において、物体側から順に、I はフォーカスのための第 1 レンズ群、II は変倍時に移動可能な第 2 レンズ群、III は変倍時の結像位置の移動を補正するための第 3 レンズ群、IV は結像のための第 4 レンズ群、G B は色分解プリズムなどのガラスブロック、S P は絞りである。

## 【 0 0 3 6 】

第 1 レンズ群 I および第 4 レンズ群 IV は変倍の際に固定である。また、第 4 レンズ群 IV は、物体側から順に、固定の L 4 1 群と、ウォブリング群である L 4 2 群と、変倍および最良結像位置の検出の際に固定であってフランジバック調整又はマクロ撮影のために可動とした群を含む L 4 3 群（調整群）とを有して構成されている。

20

## 【 0 0 3 7 】

なお、図 1 から図 4 および図 6 に示すズームレンズにおいては、L 4 3 群は、物体側の L 4 3 a 群と、像側の L 4 3 b 群とから構成されており、L 4 3 a 群は固定群、L 4 3 b 群はフランジバック調整又はマクロ撮影のための可動群となっている。

## 【 0 0 3 8 】

また、図 5 に示すズームレンズでは、L 4 3 群の全体がフランジバック調整又はマクロ撮影のために一体的に可動な群（L 4 3 b 群）となっている。

## 【 0 0 3 9 】

本ズームレンズでは、L 4 2 群を光軸方向にウォブリングさせて、結像面上でオートフォーカスのための方向判別信号を得る。そして、この得られた信号をもとに、フォーカス群を駆動してベストピント状態とする。

30

## 【 0 0 4 0 】

なお、結像面上でオートフォーカスのための方向判別信号を得るには、ウォブリングによって適度にバックフォーカスをずらす必要があり、ウォブリング量はバックフォーカスが焦点深度程度ずれるように設定するのが一般的である。

## 【 0 0 4 1 】

例えば、放送用として一般的な 2 / 3 型カメラ（イメージサイズ： 1 1 ）では、許容錯乱円径は約 0 . 0 2 1 mm であり、F ナンバーが F / 2 . 0 のとき焦点深度は約 0 . 0 4 mm となる。これらの値はイメージサイズ（ 1 / 2 型、 1 / 3 型 ）により異なる。

40

## 【 0 0 4 2 】

次に、上記条件式の意義について説明する。まず、条件式（ 1 ）は、L 4 2 群と L 4 3 群のパワーに関する条件を示している。この条件式（ 1 ）を満足することにより、L 4 2 群と L 4 3 群の適度なフランジバックへの位置敏感度を保証しつつ、簡単な構成にて良好な光学性能を維持することができる。

## 【 0 0 4 3 】

すなわち、L 4 2 群のパワーが L 4 3 群のパワーに対して必要以上に小さくなって条件式（ 1 ）の絶対値の上限を越えると、L 4 2 群のバックフォーカスへの位置敏感度が小さくなり、オートフォーカスのための方向判別信号を得るための駆動距離が大きく必要となる

50

。

## 【0044】

また、L43群のパワーがL42群のパワーに対して必要以上に大きくなって条件式(1)の絶対値の上限を越えると、製品として必要なバックフォーカスを確保しつつ、簡単な構成にて良好な光学性能を維持するのが困難となる。

## 【0045】

なお、本実施形態および以下の実施形態においては、L41群を有する場合を示しているが、L41群は必ずしも必要ではない。但し、L41群を設けることで、L42群の大型化を防止できるとともに、諸収差を良好に補正することができるというメリットがある。

## 【0046】

次に、近軸屈折力配置とウォブリングによる像高変化(つまりは結像倍率)の関係について図7を用いて説明する。図7は、絞りよりも像側に配置された結像のためのレンズ群における光学作用を説明する概略図である。ここでは、1つのレンズ群をウォブリングしたときの像面での絞り中心光線の像高変化量  $y$  について考える。

## 【0047】

絞りSPを通過した絞り中心主光線は、L41群、L42群、L43群を経て結像面IGに至る。

## 【0048】

ここで、L41群への入射高を  $h_1$  (L41群が存在しない場合は  $h_1 = 0$ )、射出角を  $\alpha_{42}$ 、L42群のパワーを  $\phi_{42}$ 、L43群のパワーを  $\phi_{43}$ 、L41群(L41群が存在しない場合は絞りSPの位置)とL42群との主点間隔を  $e_1$ 、L42群とL43群との主点間隔を  $e_2$ 、L43群の主点と結像面IGとの間隔を  $s_k$ 、像高を  $y$ 、L42群のウォブリング変位量を  $x$ 、ウォブリング時の像高変化量を  $\Delta y$  とするとき、像高変化率  $\Delta y / f_w$  ( $f_w$  は全系の広角端の焦点距離)は概ね、

## 【0049】

## 【数7】

$$\frac{\Delta y}{f_w} \propto \bar{\alpha}_{42} \cdot \phi_{42} \cdot (s_k \phi_{43} - 1) \cdot \Delta x \cdot \left\{ \left( e_1 - \frac{\bar{h}_1}{\bar{\alpha}_{42}} \right) - \left( e_2 + \frac{1}{\frac{1}{s_k} - \phi_{43}} \right) \right\} \cdot \frac{1}{f_w}$$

$$\propto \bar{\alpha}_{42} \cdot \phi_{42} \cdot (s_k \phi_{43} - 1) \cdot \Delta x \cdot \delta \cdot \frac{1}{f_w}$$

## 【0050】

の関係を有する。なお、 $a$  はL42群の主点位置から見た絞りの虚像までの距離  $a$  と、L42群の主点位置から見た結像位置の虚像までの距離  $b$  との差を表している。

## 【0051】

前述したように、ウォブリングによる合焦点探索には適度なバックフォーカスへの位置敏感度が必要である。条件式(1)および(3)より、バックフォーカスの敏感度  $s_k$  は概ね、

## 【0052】

## 【数8】

$$\Delta s_k \propto \phi_{42} \cdot \frac{\phi_{42}}{\phi_{43}}$$

## 【0053】

とする。

## 【0054】

バックフォーカスの敏感度  $s_k$  とL42群の変位量  $x$  との関係は概ね、

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

【数 9】

$$\Delta x \propto \frac{1}{\Delta s_k}$$

$$\propto \frac{1}{\phi_{42}} \cdot \frac{\phi_{43}}{\phi_{42}}$$

【 0 0 5 6 】

なので、適度なバックフォーカスの感度を有する L 4 2 群を変位させたときの像高変化率  $y / f_w$  は概ね、

【 0 0 5 7 】

【数 10】

$$\frac{\Delta y}{f_w} \propto \bar{\alpha}_{42} \cdot \delta \cdot (s_k \phi_{43} - 1) \cdot \frac{\phi_{43}}{\phi_{42}} \cdot \frac{1}{f_w}$$

【 0 0 5 8 】

の関係で表すことができる。

【 0 0 5 9 】

ここで、視力 1 . 0 の人間の視覚の分解能は約 1 分といわれている。例えば、人間が 3 0 インチ（水平方向の画面サイズが約 5 0 c m）のテレビ画面を 2 . 5 m 離れた位置から見ると、水平方向の視野角は約 6 8 0 分となる。従って、分解能約 1 分は画面上 0 . 1 5 % に相当する。

【 0 0 6 0 】

絞りを絞ると、開放時に比べ焦点深度が深くなると共にベストピント位置の検出に必要なウォブリング量も大きくなるため、像高変化率も大きくなる。そこで、使用頻度が最も多い F ナンバー域が開放 ~ F / 5 . 6 程度であるので、F / 5 . 6 での像高変化率を 0 . 1 5 % まで許容すると、開放 ( F / 1 . 8 5 ) 時はその約 1 / 3 の 0 . 0 6 % 程度となる。そこで、条件式 ( 2 ) 式の上限は、絞り開放 ( F / 1 . 8 5 ) 時の像高変化率が 0 . 0 6 % ( F / 5 . 6 の時 0 . 1 5 % ) 以内に収まるように決定した。

【 0 0 6 1 】

但し、F / 5 . 6 以上の F ナンバーも頻繁に使用するシステムを考えた場合や、より明るい開放 F ナンバーを設定した場合には、開放時の像高変化率は 0 . 0 6 % より抑えることが必要となる。

【 0 0 6 2 】

そして、条件式 ( 2 ) で示される、許容できる像高変化率の上限値は、焦点深度に対するウォブリング量決定の考え方や、想定する画面サイズ等によっても変化するが、条件式 ( 2 ) の範囲にあれば、後述する表 7 に示す通り、0 . 0 6 % 以下に収まる。

【 0 0 6 3 】

また、条件式 ( 3 ) は L 4 2 群と全系の広角端でのパワーに関するものであり、適度なバックフォーカスへの位置感度を保証し、良好な光学性能を維持するための条件を示したものである。

【 0 0 6 4 】

L 4 2 群のパワーが全系の広角端でのパワーに対して小さくなって条件式 ( 3 ) の下限を下回ると、バックフォーカスへの位置感度が小さくなり、オートフォーカスのための方向判別信号を得るためにウォブリング群の移動量を大きくしなければならず、可動部間隔が広く必要となり、小型化に反する。

【 0 0 6 5 】

また、L 4 2 群のパワーが大きくなって条件式 ( 3 ) の上限を越えると、バックフォーカ

10

20

30

40

50

スへの位置敏感度が大きくなり、定まったバックフォーカスの変位量に対してメカ的にL42群の変位量を制御することが困難となる。また、簡単な構成にて良好な光学性能を維持することが困難となる。

【0066】

条件式(4)は、L43群を物体側のL43a群と像側のL43b群の2つの群に分割して各レンズ群のパワーを限定することにより、像側のL43b群を適切なバックフォーカスへの位置敏感度をもったフランジバック調整またマクロ撮影のための可動レンズ群として設定するためのものである。

【0067】

L43b群のパワーに対してL43a群のパワーが必要以上に大きくなるか、あるいはL43a群のパワーに対してL43b群のパワーが必要以上に小さくなることによって条件式(4)の上限を越えると、良好な光学性能を維持するためのレンズ構成が複雑化したり、L43群のバックフォーカスに対する位置敏感度が小さくなって可動部間隔が多く必要となるといったデメリットが生じる。

10

【0068】

このように、各レンズ群の光学的諸定数が条件式(1)~(4)を満足することにより、ズームレンズ系全体のコンパクト化を図りつつ、フランジバック調整又はマクロ撮影のための可動なL43群をウォブリング群であるL42群とは別に確保し、全変倍範囲および全物体距離にわたって良好な光学性能を達成することができるとともに、ウォブリング時における結像倍率の変化の小さなズームレンズを実現している。

20

【0069】

以下、図1~図6に示したズームレンズの数値実施例を表1~表6を示す。また、図8~図13には上記各数値実施例での広角端(A)および望遠端(B)での諸収差図を示している。

【0070】

なお、表1の数値実施例1および図8の諸収差図は図1のズームレンズに、表2の数値実施例2および図9の諸収差図は図2のズームレンズに、表3の数値実施例3および図10の諸収差図は図3のズームレンズに、表4の数値実施例4および図11の諸収差図は図4のズームレンズに、表5の数値実施例5および図12の諸収差図は図5のズームレンズに、表6の数値実施例6および図13の諸収差図は図6のズームレンズにそれぞれ対応するものである。

30

【0071】

【表1】

(数値実施例1)

数值实施例 1

f= 9.50000 fno=1:1.85 2w= 60.1  
 ~185.25 ~1:2.85 ~3.4

r 1= 622.723	d 1= 2.20	n 1=1.76168	v 1= 27.5	
r 2= 77.855	d 2= 12.34	n 2=1.48915	v 2= 70.2	
r 3= -323.998	d 3= 7.78			
r 4= 86.923	d 4= 8.56	n 3=1.62032	v 3= 63.4	
r 5= -1529.464	d 5= 0.15			
r 6= 64.688	d 6= 6.06	n 4=1.73234	v 4= 54.7	10
r 7= 134.784	d 7=可变			
r 8= 111.445	d 8= 0.80	n 5=1.88814	v 5= 40.8	
r 9= 16.812	d 9= 4.65			
r10= -47.842	d10= 0.70	n 6=1.82017	v 6= 46.6	
r11= 33.779	d11= 2.24			
r12= 28.944	d12= 5.20	n 7=1.81264	v 7= 25.4	
r13= -29.192	d13= 0.54			
r14= -24.664	d14= 0.70	n 8=1.79196	v 8= 47.4	
r15= 132.572	d15=可变			
r16= -28.806	d16= 0.75	n 9=1.74679	v 9= 49.3	
r17= 37.218	d17= 3.81	n10=1.85501	v10= 23.9	
r18= 449.023	d18=可变			
r19= ∞ (絞り)	d19= 1.40			
r20= -217.956	d20= 4.29	n11=1.67340	v11= 47.2	20
r21= -35.710	d21= 1.46			
r22= 102.416	d22= 8.42	n12=1.51976	v12= 52.4	
r23= -25.408	d23= 1.20	n13=1.88815	v13= 40.8	
r24= -45.668	d24= 0.16			
r25= 46.427	d25= 5.42	n14=1.50338	v14= 56.5	
r26= -131.325	d26= 5.00			
r27= 46.110	d27= 2.32	n15=1.70346	v15= 48.1	
r28= 61.878	d28= 5.00			
r29= -43.166	d29= 1.20	n16=1.83932	v16= 37.2	
r30= 32.965	d30= 11.23	n17=1.48915	v17= 70.2	
r31= -24.202	d31= 0.10			
r32= 41.008	d32= 1.20	n18=1.81264	v18= 25.4	
r33= 23.787	d33= 4.42			30
r34= 77.261	d34= 9.20	n19=1.45720	v19= 90.3	
r35= -15.561	d35= 1.20	n20=1.88815	v20= 40.8	
r36= -46.604	d36= 4.06			
r37= -133.097	d37= 4.44	n21=1.75453	v21= 35.3	
r38= -25.773	d38= 4.00			
r39= ∞	d39= 30.00	n22=1.60718	v22= 38.0	
r40= ∞	d40= 16.20	n23=1.51825	v23= 64.2	
r41= ∞				

※

焦点距離 可変間隔	9.50	38.85	185.25
d 7	1.08	36.39	52.46
d 15	53.75	13.38	6.32
d 18	5.10	10.15	1.15

40

【 0 0 7 2 】

【 表 2 】

( 数值实施例 2 )

数值实施例 2

f=	9.50000	fno=1:1.85	2w= 60.1		
	~185.25	~1:2.85	~3.4		
r 1=	622.723	d 1=	2.20	n 1=1.76168	v 1= 27.5
r 2=	77.855	d 2=	12.34	n 2=1.48915	v 2= 70.2
r 3=	-323.998	d 3=	7.78		
r 4=	86.923	d 4=	8.56	n 3=1.62032	v 3= 63.4
r 5=	-1529.464	d 5=	0.15		
r 6=	64.688	d 6=	6.06	n 4=1.73234	v 4= 54.7
r 7=	134.784	d 7=	可变		
r 8=	111.445	d 8=	0.80	n 5=1.88814	v 5= 40.8
r 9=	16.812	d 9=	4.65		
r10=	-47.842	d10=	0.70	n 6=1.82017	v 6= 46.6
r11=	33.779	d11=	2.24		
r12=	28.944	d12=	5.20	n 7=1.81264	v 7= 25.4
r13=	-29.192	d13=	0.54		
r14=	-24.664	d14=	0.70	n 8=1.79196	v 8= 47.4
r15=	132.572	d15=	可变		
r16=	-28.806	d16=	0.75	n 9=1.74679	v 9= 49.3
r17=	37.218	d17=	3.81	n10=1.85501	v10= 23.9
r18=	449.023	d18=	可变		
r19=	∞ (絞り)	d19=	1.40		
r20=	-100.881	d20=	4.56	n11=1.67340	v11= 47.2
r21=	-25.849	d21=	0.08		
r22=	108.574	d22=	8.23	n12=1.51976	v12= 52.4
r23=	-20.526	d23=	1.20	n13=1.88815	v13= 40.8
r24=	-69.180	d24=	0.08		
r25=	838.746	d25=	1.96	n14=1.50338	v14= 56.5
r26=	-123.994	d26=	5.00		
r27=	44.162	d27=	7.65	n15=1.70346	v15= 48.1
r28=	-84.176	d28=	5.00		
r29=	-42.674	d29=	1.20	n16=1.83932	v16= 37.2
r30=	-43.780	d30=	2.72	n17=1.48915	v17= 70.2
r31=	-40.030	d31=	0.06		
r32=	295.164	d32=	1.20	n18=1.81264	v18= 25.4
r33=	23.966	d33=	2.34		
r34=	38.273	d34=	7.86	n19=1.45720	v19= 90.3
r35=	-19.611	d35=	1.20	n20=1.88815	v20= 40.8
r36=	-33.052	d36=	0.44		
r37=	-41.394	d37=	2.71	n21=1.75453	v21= 35.3
r38=	-28.966	d38=	4.00		
r39=	∞	d39=	30.00	n22=1.60718	v22= 38.0
r40=	∞	d40=	16.20	n23=1.51825	v23= 64.2
r41=	∞				

焦点距離 可変間隔	9.50	38.85	185.25
d 7	1.08	36.39	52.46
d 15	53.75	13.38	6.32
d 18	5.10	10.15	1.15

【 0 0 7 3 】

【表 3】

(数值实施例 3)

10

20

30

40

50

数值实施例 3

f=	9.50000	fno=1:1.85	2w= 60.1		
	~185.25	~1:2.85	~3.4		
r 1=	622.723	d 1=	2.20	n 1=1.76168	v 1= 27.5
r 2=	77.855	d 2=	12.34	n 2=1.48915	v 2= 70.2
r 3=	-323.998	d 3=	7.78		
r 4=	86.923	d 4=	8.56	n 3=1.62032	v 3= 63.4
r 5=	-1529.464	d 5=	0.15		
r 6=	64.688	d 6=	6.06	n 4=1.73234	v 4= 54.7
r 7=	134.784	d 7=可変			
r 8=	111.445	d 8=	0.80	n 5=1.88814	v 5= 40.8
r 9=	16.812	d 9=	4.65		
r10=	-47.842	d10=	0.70	n 6=1.82017	v 6= 46.6
r11=	33.779	d11=	2.24		
r12=	28.944	d12=	5.20	n 7=1.81264	v 7= 25.4
r13=	-29.192	d13=	0.54		
r14=	-24.664	d14=	0.70	n 8=1.79196	v 8= 47.4
r15=	132.572	d15=可変			
r16=	-28.806	d16=	0.75	n 9=1.74679	v 9= 49.3
r17=	37.218	d17=	3.81	n10=1.85501	v10= 23.9
r18=	449.023	d18=可変			
r19=	∞ (絞リ)	d19=	1.40		
r20=	342.998	d20=	5.76	n11=1.67340	v11= 47.2
r21=	-29.016	d21=	0.20		
r22=	51.714	d22=	9.43	n12=1.51976	v12= 52.4
r23=	-24.104	d23=	1.20	n13=1.88815	v13= 40.8
r24=	-115.996	d24=	0.96		
r25=	27.847	d25=	5.79	n14=1.50338	v14= 56.5
r26=	435.828	d26=	5.00		
r27=	-76.759	d27=	1.20	n15=1.70346	v15= 48.1
r28=	46.323	d28=	5.00		
r29=	308.224	d29=	1.20	n16=1.83932	v16= 37.2
r30=	32.854	d30=	9.00	n17=1.48915	v17= 70.2
r31=	-24.433	d31=	0.15		
r32=	29.933	d32=	1.20	n18=1.81264	v18= 25.4
r33=	18.709	d33=	3.98		
r34=	27.557	d34=	10.35	n19=1.45720	v19= 90.3
r35=	-18.190	d35=	1.20	n20=1.88815	v20= 40.8
r36=	713.671	d36=	1.80		
r37=	177.423	d37=	6.15	n21=1.75453	v21= 35.3
r38=	-25.501	d38=	4.00		
r39=	∞	d39=	30.00	n22=1.60718	v22= 38.0
r40=	∞	d40=	16.20	n23=1.51825	v23= 64.2
r41=	∞				

焦点距離 可変間隔	9.50	38.85	185.25
d 7	1.08	36.39	52.46
d 15	53.75	13.38	6.32
d 18	5.10	10.15	1.15

【 0 0 7 4 】  
【表 4】  
( 数值实施例 4 )

10

20

30

40

数值实施例 4

f= 9.50000 fno=1:1.85 2w= 60.1  
 ~185.25 ~1:2.85 ~3.4

r 1= 622.723	d 1= 2.20	n 1=1.76168	v 1= 27.5	
r 2= 77.855	d 2= 12.34	n 2=1.48915	v 2= 70.2	
r 3= -323.998	d 3= 7.78			
r 4= 86.923	d 4= 8.56	n 3=1.62032	v 3= 63.4	10
r 5= -1529.464	d 5= 0.15			
r 6= 64.688	d 6= 6.06	n 4=1.73234	v 4= 54.7	
r 7= 134.784	d 7=可变			
r 8= 111.445	d 8= 0.80	n 5=1.88814	v 5= 40.8	
r 9= 16.812	d 9= 4.65			
r10= -47.842	d10= 0.70	n 6=1.82017	v 6= 46.6	
r11= 33.779	d11= 2.24			
r12= 28.944	d12= 5.20	n 7=1.81264	v 7= 25.4	
r13= -29.192	d13= 0.54			
r14= -24.664	d14= 0.70	n 8=1.79196	v 8= 47.4	
r15= 132.572	d15=可变			
r16= -28.806	d16= 0.75	n 9=1.74679	v 9= 49.3	
r17= 37.218	d17= 3.81	n10=1.85501	v10= 23.9	20
r18= 449.023	d18=可变			
r19= ∞ (絞り)	d19= 1.40			
r20= -327.851	d20= 4.81	n11=1.67340	v11= 47.2	
r21= -32.351	d21= 0.20			
r22= 59.136	d22= 8.28	n12=1.51976	v12= 52.4	
r23= -27.926	d23= 1.20	n13=1.88815	v13= 40.8	
r24= -67.513	d24= 1.67			
r25= 40.056	d25= 5.19	n14=1.50338	v14= 56.5	
r26= -216.642	d26= 5.00			
r27= -297.998	d27= 2.80	n15=1.70346	v15= 48.1	
r28= 241.877	d28= 5.00			
r29= -58.207	d29= 1.20	n16=1.83932	v16= 37.2	
r30= 43.167	d30= 9.95	n17=1.48915	v17= 70.2	
r31= -27.174	d31= 0.15			
r32= 52.814	d32= 1.20	n18=1.81264	v18= 25.4	30
r33= 25.859	d33= 3.44			
r34= 38.465	d34= 9.33	n19=1.45720	v19= 90.3	
r35= -19.599	d35= 1.20	n20=1.88815	v20= 40.8	
r36= -61.385	d36= 5.50			
r37= 389.452	d37= 4.19	n21=1.75453	v21= 35.3	
r38= -36.136	d38= 4.00			
r39= ∞	d39= 30.00	n22=1.60718	v22= 38.0	
r40= ∞	d40= 16.20	n23=1.51825	v23= 64.2	
r41= ∞				

焦点距離 可変間隔	9.50	38.85	185.25
d 7	1.08	36.39	52.46
d 15	53.75	13.38	6.32
d 18	5.10	10.15	1.15

【 0 0 7 5 】

【 表 5 】

( 数值实施例 5 )

数值实施例 5

f=	9.50000	fno=1:1.85	2w= 60.1		
	~185.25	~1:2.85	~3.4		
r 1=	622.723	d 1=	2.20	n 1=1.76168	v 1= 27.5
r 2=	77.855	d 2=	12.34	n 2=1.48915	v 2= 70.2
r 3=	-323.998	d 3=	7.78		
r 4=	86.923	d 4=	8.56	n 3=1.62032	v 3= 63.4
r 5=	-1529.464	d 5=	0.15		
r 6=	64.688	d 6=	6.06	n 4=1.73234	v 4= 54.7
r 7=	134.784	d 7=	可变		
r 8=	111.445	d 8=	0.80	n 5=1.88814	v 5= 40.8
r 9=	16.812	d 9=	4.65		
r10=	-47.842	d10=	0.70	n 6=1.82017	v 6= 46.6
r11=	33.779	d11=	2.24		
r12=	28.944	d12=	5.20	n 7=1.81264	v 7= 25.4
r13=	-29.192	d13=	0.54		
r14=	-24.664	d14=	0.70	n 8=1.79196	v 8= 47.4
r15=	132.572	d15=	可变		
r16=	-28.806	d16=	0.75	n 9=1.74679	v 9= 49.3
r17=	37.218	d17=	3.81	n10=1.85501	v10= 23.9
r18=	449.023	d18=	可变		
r19=	(絞り)	d19=	1.40		
r20=	-226.815	d20=	4.73	n11=1.67340	v11= 47.2
r21=	-30.052	d21=	0.20		
r22=	65.319	d22=	8.36	n12=1.51976	v12= 52.4
r23=	-25.805	d23=	1.20	n13=1.88815	v13= 40.8
r24=	-62.541	d24=	0.16		
r25=	39.245	d25=	5.85	n14=1.50338	v14= 56.5
r26=	-156.614	d26=	5.00		
r27=	-117.511	d27=	2.80	n15=1.70346	v15= 48.1
r28=	115.834	d28=	5.00		
r29=	-74.267	d29=	1.20	n16=1.83932	v16= 37.2
r30=	41.948	d30=	10.58	n17=1.48915	v17= 70.2
r31=	-25.849	d31=	3.28		
r32=	44.038	d32=	1.20	n18=1.81264	v18= 25.4
r33=	25.944	d33=	1.20		
r34=	36.641	d34=	9.72	n19=1.45720	v19= 90.3
r35=	-18.409	d35=	1.20	n20=1.88815	v20= 40.8
r36=	-66.110	d36=	5.44		
r37=	-594.463	d37=	4.48	n21=1.75453	v21= 35.3
r38=	-31.138	d38=	4.00		
r39=	∞	d39=	30.00	n22=1.60718	v22= 38.0
r40=	∞	d40=	16.20	n23=1.51825	v23= 64.2
r41=	∞				

焦点距離 可変間隔	9.50	38.85	185.25
d 7	1.08	36.39	52.46
d 15	53.75	13.38	6.32
d 18	5.10	10.15	1.15

【 0 0 7 6 】

【表 6】

(数值实施例 6)

10

20

30

40

## 数値実施例 6

f=	9.50000	fno=1:1.85	2w= 60.1		
	~185.25	~1:2.85	~3.4		
r 1=	622.723	d 1=	2.20	n 1=1.76168	v 1= 27.5
r 2=	77.855	d 2=	12.34	n 2=1.48915	v 2= 70.2
r 3=	-323.998	d 3=	7.78		
r 4=	86.923	d 4=	8.56	n 3=1.62032	v 3= 63.4
r 5=	-1529.464	d 5=	0.15		
r 6=	64.688	d 6=	6.06	n 4=1.73234	v 4= 54.7
r 7=	134.784	d 7=可変			
r 8=	111.445	d 8=	0.80	n 5=1.88814	v 5= 40.8
r 9=	16.812	d 9=	4.65		
r10=	-47.842	d10=	0.70	n 6=1.82017	v 6= 46.6
r11=	33.779	d11=	2.24		
r12=	28.944	d12=	5.20	n 7=1.81264	v 7= 25.4
r13=	-29.192	d13=	0.54		
r14=	-24.664	d14=	0.70	n 8=1.79196	v 8= 47.4
r15=	132.572	d15=可変			
r16=	-28.806	d16=	0.75	n 9=1.74679	v 9= 49.3
r17=	37.218	d17=	3.81	n10=1.85501	v10= 23.9
r18=	449.023	d18=可変			
r19=	$\infty$ (絞り)	d19=	1.40		
r20=	-130.499	d20=	4.61	n11=1.67340	v11= 47.2
r21=	-32.034	d21=	1.01		
r22=	146.862	d22=	8.86	n12=1.51976	v12= 52.4
r23=	-24.509	d23=	1.20	n13=1.88815	v13= 40.8
r24=	-48.905	d24=	0.77		
r25=	46.878	d25=	5.98	n14=1.50338	v14= 56.5
r26=	-116.730	d26=	5.00		
r27=	-60.216	d27=	1.03	n15=1.70346	v15= 48.1
r28=	1865.523	d28=	5.00		
r29=	113.696	d29=	1.20	n16=1.83932	v16= 37.2
r30=	35.876	d30=	10.80	n17=1.48915	v17= 70.2
r31=	-34.512	d31=	2.81		
r32=	38.759	d32=	1.20	n18=1.81264	v18= 25.4
r33=	26.252	d33=	2.77		
r34=	53.804	d34=	9.43	n19=1.45720	v19= 90.3
r35=	-19.922	d35=	1.20	n20=1.88815	v20= 40.8
r36=	-57.122	d36=	5.30		
r37=	-59.735	d37=	3.72	n21=1.75453	v21= 35.3
r38=	-28.305	d38=	4.00		
r39=	$\infty$	d39=	30.00	n22=1.60718	v22= 38.0
r40=	$\infty$	d40=	16.20	n23=1.51825	v23= 64.2
r41=	$\infty$				

焦点距離 可変間隔	9.50	38.85	185.25
d 7	1.08	36.39	52.46
d 15	53.75	13.38	6.32
d 18	5.10	10.15	1.15

## 【 0 0 7 7 】

以上の数値実施例から分かるように、本実施形態によれば、FナンバーがF / 2 . 0程度、変倍比10倍以上の大口径比、かつ高倍率比のオートフォーカス機能を有するズームレンズを実現することができる。

## 【 0 0 7 8 】

10

20

30

40

50

次に、上記各数値実施例と条件式(1)~(4)との関係を表7にまとめて示す。

【0079】

ここで、数値実施例1~2では $\phi_{42}$ が正、数値実施例3~6では $\phi_{42}$ が負としている。また、数値実施例5ではL43群をフランジバック調整又はマクロ撮影のため一体で移動可能としている。さらに、数値実施例6ではL43a群およびL43b群とも正のパワーを有している。

【0080】

【表7】

	数値実施例1	数値実施例2	数値実施例3	数値実施例4
$\frac{\phi_{43}}{\phi_{42}}$	3.20	-0.01	-0.97	-3.20
$\bar{\alpha}_{42} \cdot \delta \cdot (s_k \phi_{43} - 1) \cdot \frac{\phi_{43}}{\phi_{42}} \cdot \frac{1}{f_w}$	-1.33	0.01	0.62	1.34
$\frac{\phi_{42}}{\phi_w}$	0.04	0.23	-0.23	-0.05

10

$\frac{\phi_{43a}}{\phi_{43b}}$	-1.04	-1.30	-0.11	-0.79
像高変化率(%) (開放時)	0.01	0.03	0.06	0.02

20

	数値実施例5	数値実施例6
$\frac{\phi_{43}}{\phi_{42}}$	-1.57	-1.49
$\bar{\alpha}_{42} \cdot \delta \cdot (s_k \phi_{43} - 1) \cdot \frac{\phi_{43}}{\phi_{42}} \cdot \frac{1}{f_w}$	0.76	1.03
$\frac{\phi_{42}}{\phi_w}$	-0.12	-0.11
$\frac{\phi_{43a}}{\phi_{43b}}$	0	1.30
像高変化率(%) (開放時)	0.03	0.06

30

【0081】

このように、本実施形態によれば、絞りSPよりも物体側の結像のための第4レンズ群として、ウォブリング群であるL42群とフランジバック等の調整群であるL43群とを別々に設けているので、ウォブリング駆動機構やフランジバック調整等の駆動機構を簡単化できるとともにフランジバック調整等の操作性を良好なものとし、さらにL42群にバックフォーカスへの適度な位置感度を持たせることとウォブリング時の結像倍率の変化を少なくさせることとの両立が容易であるズームレンズを実現することができる。

40

【0082】

次に数値実施例1~6のズームレンズを撮影光学系として用いた撮影システム(テレビカメラシステム)の実施形態を図15を用いて説明する。

【0083】

図15において、106はレンズを含む撮影システム本体、101は数値実施例1~6のズームレンズによって構成された撮影光学系、102はフィルターや色分解プリズムに相当するガラスブロック、103は撮影光学系101によって形成される被写体像を受光す

50

るCCD等の撮像素子、104, 105は撮影装置及びレンズの制御を司るCPUである。

【0084】

このように数値実施例1～6のズームレンズをテレビカメラ等の撮影システムに適用することにより、ウォブリング駆動機構やフランジバック調整等駆動機構

の単純化、フランジバック調整等の操作性の向上を図るとともに、ウォブリング群にバックフォーカスへの適度な位置感性度を持たせることと、良好な光学性能を維持することとの両立が容易である撮影システムを実現することができる。

【0085】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、絞りよりも物体側の結像のための第4レンズ群として、ウォブリング群とフランジバック調整又はマクロ撮影のための調整群とを別々に設けているので、ウォブリング駆動機構やフランジバック調整等の駆動機構を単純化できるとともにフランジバック調整等の操作性を良好なものとすることができる。さらに、ウォブリング群にバックフォーカスへの適度な位置感性度を持たせることとウォブリング時の結像倍率の変化を少なくさせることとの両立が容易であるズームレンズを実現することができる。

10

【0086】

特に、上記第4レンズ群において、ウォブリング群が光軸方向に振幅駆動された時のバックフォーカス変化の振幅の半幅を焦点深度とした場合に、条件式(1), (2)を満足するようにすれば、ウォブリング群や調整群の適度なバックフォーカスへの位置感性度を保証し、製品として必要なバックフォーカスを確保することが可能であるとともに、ウォブリングに伴う結像倍率の変化を実用上問題の無いレベルまで小さくすることで、ウォブリング時の像劣化を防止しつつ、簡単な構成にて良好な光学性能を維持することができる。

20

【0087】

また、第4レンズ群において、条件式(3)を満足するようにすれば、ウォブリング群の適度なバックフォーカスへの位置感性度を保証しつつ、簡単な構成にて良好な光学性能を維持することが可能となる。

【0088】

さらに、上記調整群を、物体側のa群と、像側のb群の2つの群から構成し、上記b群をフランジバック調整またマクロ撮影のための可動群とした上で、条件式(4)を満足するようにすれば、調整群の適度なバックフォーカスへの位置感性度を保証しつつ、簡単な構成にて良好な光学性能を維持することができる。

30

良好な光学性能を維持することができる。

【0089】

そして、条件式(1)～(4)のように各レンズ群の光学的諸定数を特定することにより、レンズ系全体の小型化を図りつつ、フランジバック調整又はマクロ撮影のための可動群を確保し、全変倍範囲および全物体距離にわたって良好な光学性能を有するとともに、ウォブリング時の結像倍率の変化が小さいズームレンズを得ることができる。

【0090】

なお、上記調整群におけるウォブリング群より物体側に固定群を配置すれば、ウォブリング群の大型化を抑えたり、収差を良好に補正したりすることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態(数値実施例1)のズームレンズの光学的構成を示す図である。

。

【図2】本発明の実施形態(数値実施例2)のズームレンズの光学的構成を示す図である。

。

【図3】本発明の実施形態(数値実施例3)のズームレンズの光学的構成を示す図である。

。

【図4】本発明の実施形態(数値実施例4)のズームレンズの光学的構成を示す図である。

。

50

【図 5】本発明の実施形態（数値実施例 5）のズームレンズの光学的構成を示す図である。

【図 6】本発明の実施形態（数値実施例 6）のズームレンズの光学的構成を示す図である。

【図 7】上記ズームレンズにおける結像のための第 4 レンズ群の光学作用の説明図。

【図 8】上記数値実施例 1 のズームレンズの諸収差図である。

【図 9】上記数値実施例 2 のズームレンズの諸収差図である。

【図 10】上記数値実施例 3 のズームレンズの諸収差図である。

【図 11】上記数値実施例 4 のズームレンズの諸収差図である。

【図 12】上記数値実施例 5 のズームレンズの諸収差図である。

【図 13】上記数値実施例 6 のズームレンズの諸収差図である。

【図 14】いわゆる山登り式オートフォーカス機能を有するズームレンズの光学的構成を示す図である。

【図 15】上記数値実施例 1 から 6 のズームレンズを撮影光学系として用いた撮影システムの模式図である。

【符号の説明】

I 第 1 レンズ群

II 第 2 レンズ群

III 第 3 レンズ群

IV 第 4 レンズ群

S P 絞り

L 4 1 固定群

L 4 2 ウォプリング群

L 4 3 調整群

L 4 3 a 固定群

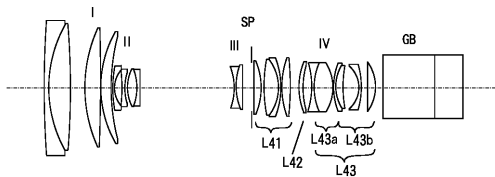
L 4 3 b 可動群

I G 結像面

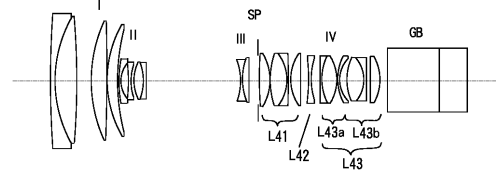
10

20

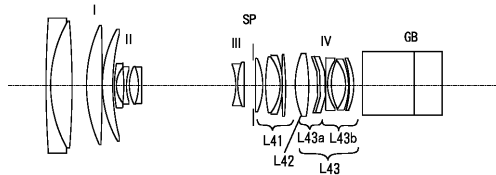
【 図 1 】



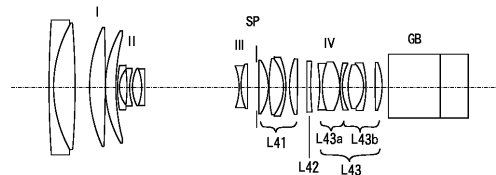
【 図 3 】



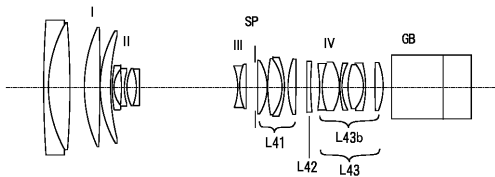
【 図 2 】



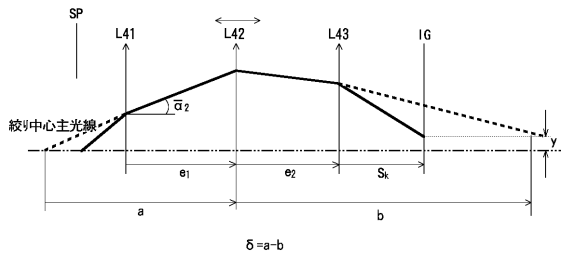
【 図 4 】



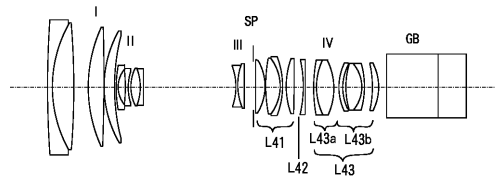
【 図 5 】



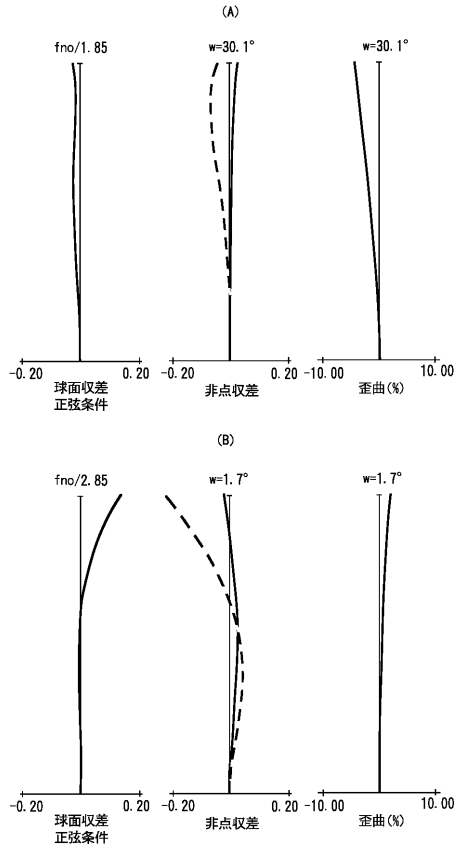
【 図 7 】



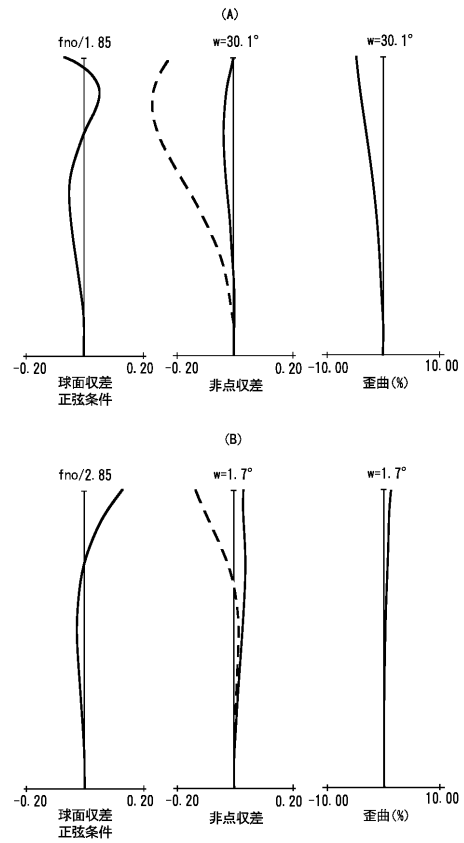
【 図 6 】



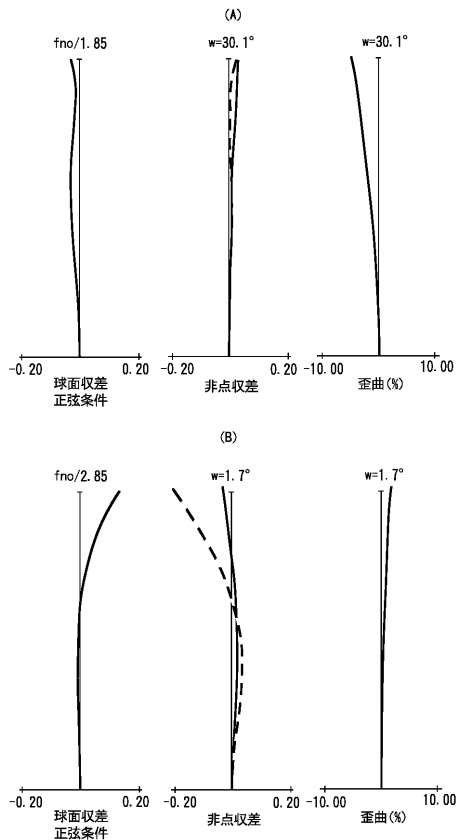
【 图 8 】



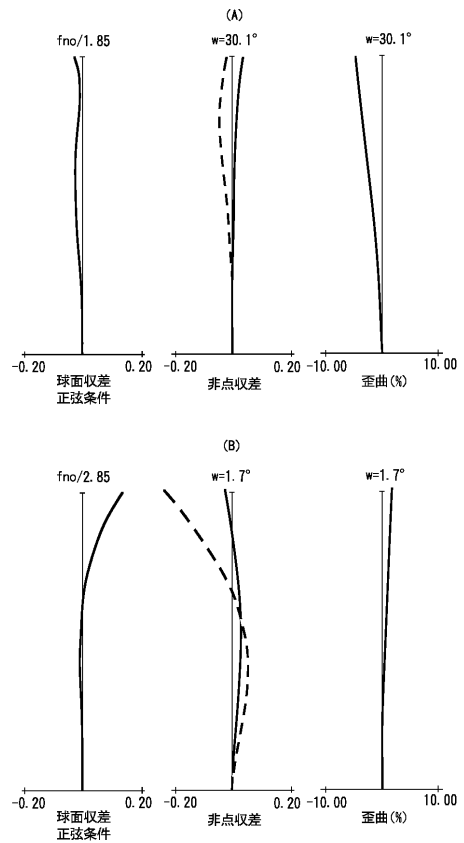
【 图 9 】



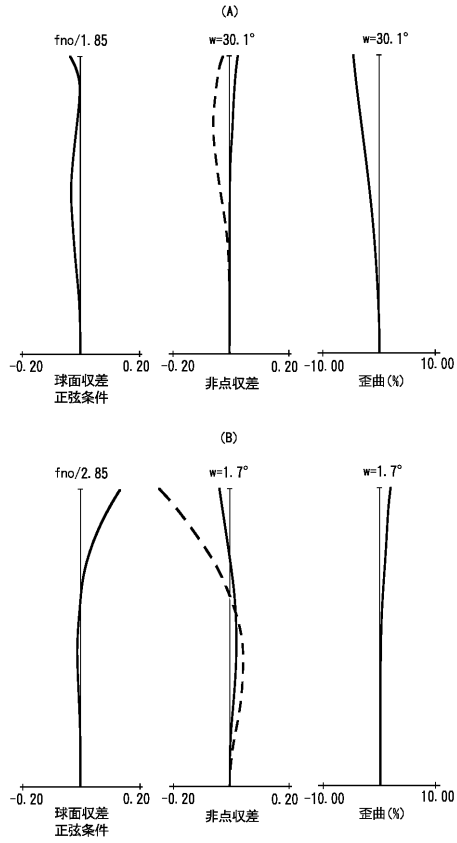
【 图 10 】



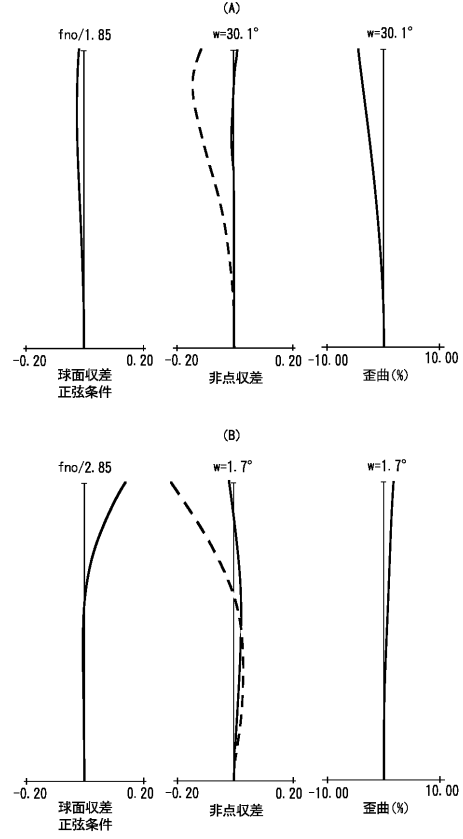
【 图 11 】



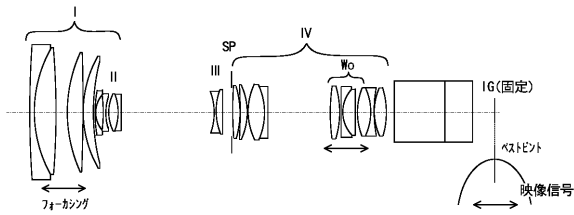
【 図 1 2 】



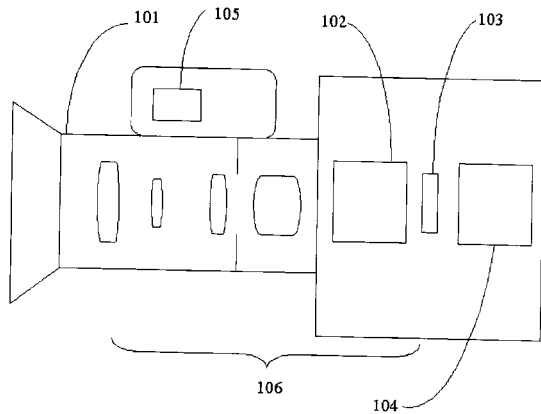
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平02-262113(JP,A)  
特開平03-225311(JP,A)  
特開平08-015598(JP,A)  
特開平02-176614(JP,A)  
特開昭63-081308(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