

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5441521号  
(P5441521)

(45) 発行日 平成26年3月12日(2014.3.12)

(24) 登録日 平成25年12月27日(2013.12.27)

(51) Int.Cl. F 1  
**G 0 2 B 15/20 (2006.01)** G O 2 B 15/20  
**G 0 2 B 13/18 (2006.01)** G O 2 B 13/18

請求項の数 6 (全 31 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-155081 (P2009-155081)                  (22) 出願日 平成21年6月30日 (2009.6.30)                  (65) 公開番号 特開2011-13281 (P2011-13281A)                  (43) 公開日 平成23年1月20日 (2011.1.20)                  審査請求日 平成24年5月31日 (2012.5.31)</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 和田 健                  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 堀井 康司                  (56) 参考文献 特開2007-293051 (JP, A                  )</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】

物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、光軸を折り曲げる反射部材、複数のレンズ群を含む後続レンズ群より構成され、広角端から望遠端へのズームングに際し、前記第2レンズ群と前記後続レンズ群との間隔が小さくなるズームレンズであって、前記後続レンズ群のうちの1つのレンズ群は、物体側から像側へ順に、像ぶれ補正時に固定のレンズ群 G a、像ぶれ補正時に光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動するレンズ群 G b を有し、望遠端において無限遠物体に合焦しているときの前記レンズ群 G b の横倍率を b、該レンズ群 G b より像側に配置されているレンズ系の横倍率を r、望遠端において無限遠物体に合焦しているときの前記反射部材の像側の面から前記レンズ群 G b の物体側のレンズ面までの光軸上の距離を L b、前記反射部材の光軸上の厚さを L p とするとき、

$$1 < (1 - b) \cdot r < 3$$

$$0.70 < L b / L p < 2.00$$

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】

前記後続レンズ群は複数の正の屈折力のレンズ群を有しており、前記ズームレンズはズームングに際して少なくとも3つのレンズ群が移動しており、望遠端において無限遠物体に合焦しているときの前記レンズ群 G b よりも像側に配置されるレンズ系の焦点距離を f r、該ズームレンズの広角端と望遠端における焦点距離を各々 f w、f t とするとき、

$$0.1 < f_r / (f_w \cdot f_t) < 4.0$$

なる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。

【請求項 3】

前記後続レンズ群の中で、ズームングに際して最も移動量が大きいレンズ群の焦点距離を  $f_{str}$ 、前記ズームレンズの広角端における焦点距離を  $f_w$  とするとき、

$$1.0 < f_{str} / f_w < 3.2$$

なる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。

【請求項 4】

前記レンズ群 G b の焦点距離を  $f_b$ 、前記ズームレンズの望遠端における焦点距離を  $f_t$  とするとき、

$$0.1 < f_b / f_t < 0.5$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1、2 又は 3 に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

前記反射部材は、光軸上の光線を 90 度折り曲げるように反射する反射面を有し、前記第 2 レンズ群の像側のレンズ面の有効径を  $2r$  とするとき、

$$0.7 < (L_p + L_b) / 2r < 3.0$$

なる条件式を満足す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 6】

請求項 1 乃至 5 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像を受光する固体撮像素子を有することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はズームレンズに関し、例えばビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、放送用カメラ、銀塩写真用カメラ等の撮像装置に用いられる撮影光学系に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

最近、撮像装置に用いられる撮影光学系は、高ズーム比で、全体が小型であることが求められており、特にカメラの厚みを薄くできることが求められている。また、カメラが振動したときに生じる画像ぶれを防止する防振機能を有することが要望されている。

【0003】

カメラの厚みを薄くするために、撮影光学系の光軸を 90° 折り曲げる反射部材（プリズム）が光路中に配置されているズームレンズが知られている（特許文献 1、2）。

【0004】

また、防振機能を有するズームレンズとして、物体側から像側へ順に、正、負、正、正の屈折力の第 1～第 4 レンズ群より成り、第 3 レンズ群の一部のレンズ群を光軸と垂直方向に移動させて像ぶれ補正を行うズームレンズが知られている（特許文献 3）。

【0005】

特許文献 1 のズームレンズは、物体側から像側へ順に正、負、正、正、正の屈折力の第 1～第 5 レンズ群より成る 5 群ズームレンズであって、第 2 レンズ群の像側に光軸を折り曲げるための反射部材を備えている。また、第 3 レンズ群全体を光軸と垂直方向に変位させて像ぶれを補正している。

【0006】

特許文献 2 のズームレンズは、物体側から像側へ順に、正、負、正、正の屈折力の第 1～第 4 レンズ群より成る 4 群ズームレンズであって、第 1、第 3 レンズ群内にそれぞれ光軸を折り曲げる反射部材を備えている。ズームング時には第 1、第 3 レンズ群を固定とし、第 2、第 4 レンズ群を移動させている。また、第 3 レンズ群を、反射部材を境に 2 つの部分レンズ群に分割し、物体側の部分レンズ群を光軸に対して垂直方向に変位させて像ぶれを補正している。

10

20

30

40

50

## 【0007】

特許文献3は、第3レンズ群を正の屈折力の第3aレンズ群と正の屈折力の第3bレンズ群に分割し、第3bレンズ群を光軸に対して垂直方向に変位させて像ぶれを補正する構成を開示している。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0008】

【特許文献1】特開2007-293051号公報

【特許文献2】特開2007-292795号公報

【特許文献3】特開2005-062228号公報

10

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0009】

撮影光学系の光軸を折り曲げる反射部材を備えると共に防振機能を有するズームレンズをカメラに適用すれば、カメラの厚みを薄くし、かつ像ぶれのない画像を得ることが容易となる。しかしながら、これらの効果を得るためには防振機能を持つ光学部材と反射部材とを光路中の適切な位置に配置することが重要になってくる。防振機能を持つ光学部材と反射部材の配置が適切でないと、上記の効果を得ることが難しくなってくる。

## 【0010】

例えば、光軸を90度折り曲げる反射部材（プリズム）に隣り合うレンズ群を移動させて防振を行う場合、防振レンズ群を保持するレンズ鏡筒が光軸に対して垂直方向に大きく変位すると、他のレンズ群を保持するレンズ鏡筒に干渉してしまう可能性がある。したがって、反射部材の前後のレンズ群がズームングに際して接近するズームタイプのズームレンズにおいては、防振レンズ群の構成を適切に設定することが重要になってくる。

20

## 【0011】

本発明は、カメラ等の厚みを薄くすることができ、防振レンズ群の駆動量を大きくすることができ、良好なる画像を容易に得ることができるズームレンズ及びそれを用いた撮像装置を提供することを目的としている。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0012】

本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、光軸を折り曲げる反射部材、複数のレンズ群を含む後続レンズ群より構成され、広角端から望遠端へのズームングに際し、前記第2レンズ群と前記後続レンズ群との間隔が小さくなるズームレンズであって、前記後続レンズ群のうちの1つのレンズ群は、物体側から像側へ順に、像ぶれ補正時に固定のレンズ群G a、像ぶれ補正時に光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動するレンズ群G bを有し、望遠端において無限遠物体に合焦しているときの前記レンズ群G bの横倍率を  $b$ 、該レンズ群G bより像側に配置されているレンズ系の横倍率を  $r$ 、望遠端において無限遠物体に合焦しているときの前記反射部材の像側の面から前記レンズ群G bの物体側のレンズ面までの光軸上の距離を  $L b$ 、前記反射部材の光軸上の厚さを  $L p$  とするとき、

30

$$1 < (1 - b) \quad r < 3$$

$$0.70 < L b / L p < 2.00$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

40

## 【発明の効果】

## 【0013】

本発明によれば、カメラ等の厚み方向を薄くすることができ、かつ防振レンズ群の駆動量を大きくすることができ、良好なる画像を容易に得ることができるズームレンズが得られる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0014】

50

【図 1】本発明の実施例 1 のレンズ断面図

【図 2】本発明の実施例 1 の ( A ) は広角端、( B ) は望遠端における収差図

【図 3】本発明の実施例 2 のレンズ断面図

【図 4】本発明の実施例 2 の ( A ) は広角端、( B ) は望遠端における収差図

【図 5】本発明の実施例 3 のレンズ断面図

【図 6】本発明の実施例 3 の ( A ) は広角端、( B ) は望遠端における収差図

【図 7】本発明の実施例 4 のレンズ断面図

【図 8】本発明の実施例 4 の ( A ) は広角端、( B ) は望遠端における収差図

【図 9】本発明の実施例 5 のレンズ断面図

【図 10】本発明の実施例 5 の ( A ) は広角端、( B ) は望遠端における収差図

10

【図 11】本発明の実施例 6 のレンズ断面図

【図 12】本発明の実施例 6 の ( A ) は広角端、( B ) は望遠端における収差図

【図 13】本発明の実施例 1 のレンズ断面図

【図 14】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】

【0015】

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説明する。本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、光学系の光軸を 90 度又は 90 度前後 ( 90 度 ± 10 度以内 ) 折り曲げる反射ミラーやプリズム等から成る反射部材 P R を有している。更に反射部材 P R の像側に配置された複数のレンズ群を含む後続レンズ群 L R より構成されている。広角端から望遠端へのズームングに際し、第 2 レンズ群 L 2 と後続レンズ群 L R の物体側のレンズ群との間隔が小さくなる。

20

【0016】

図 1 は本発明の実施例 1 のズームレンズの光路を展開したときの広角端 ( 短焦点距離端 ) におけるレンズ断面図である。図 2 ( A )、( B ) はそれぞれ実施例 1 のズームレンズの広角端、望遠端 ( 長焦点距離端 ) における収差図である。図 3 は本発明の実施例 2 のズームレンズの光路を展開したときの広角端におけるレンズ断面図である。図 4 ( A )、( B ) はそれぞれ実施例 2 のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。図 5 は本発明の実施例 3 のズームレンズの光路を展開したときの広角端におけるレンズ断面図である。図 6 ( A )、( B ) はそれぞれ実施例 3 のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。

30

【0017】

図 7 は本発明の実施例 4 のズームレンズの光路を展開したときの広角端におけるレンズ断面図である。図 8 ( A )、( B ) はそれぞれ実施例 4 のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。図 9 は本発明の実施例 5 のズームレンズの光路を展開したときの広角端におけるレンズ断面図である。図 10 ( A )、( B ) はそれぞれ実施例 5 のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。図 11 は本発明の実施例 6 のズームレンズの光路を展開したときの広角端におけるレンズ断面図である。図 12 ( A )、( B ) はそれぞれ実施例 6 のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。図 13 は実施例 1 のズームレンズの光軸を折り曲げて、カメラに装着するときの望遠端におけるレンズ断面図である。図 14 は本発明のズームレンズを備えるデジタルカメラ ( 撮像装置 ) の要部概略図である。

40

【0018】

各実施例のズームレンズは撮像装置に用いられる撮影光学系であり、光路を展開した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等の投射レンズとして用いるときは、光路を展開したレンズ断面図において、左方がスクリーン、右方が被投射画像となる。

【0019】

レンズ断面図において、i は物体側からのレンズ群の順番を示し、L i は第 i レンズ群

50

である。LRは1以上のレンズ群を含む後続レンズ群である。SPは絞りである。PRは光学系の光軸上の光線を90度折り曲げる反射面を含むプリズム又は反射ミラー等より成る反射部材である。各実施例では反射部材PRをプリズムで構成した場合を示している。矢印は広角端から望遠端へのズームにおける各レンズ群の移動軌跡又はフォーカシングにおけるレンズ群の移動方向を示している。収差図において、FnoはFナンバー、d、gは各々d線及びg線、M、Sはd線のメリディオナル像面、サジタル像面である。倍率色収差はg線によって表している。

【0020】

各実施例において、後続レンズ群LRのうちズームに際して移動する1つのレンズ群LGは物体側から像側へ順に次のレンズ群を有している。像ぶれ補正時に固定のレンズ群Ga、像ぶれ補正時に光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動するレンズ群(防振レンズ群)Gbを有している。そして望遠端において無限遠物体に合焦しているときのレンズ群Gbの横倍率を**b**、レンズ群Gbより像側に配置されているレンズ系の横倍率をrとする。また、望遠端において無限遠物体に合焦しているときの反射部材PRの像側の面からレンズ群Gbの物体側のレンズ面までの光軸上の距離をLb、反射部材PRの光軸上の厚さをLpとする。このとき、

$$1 < (1 - b) r < 3 \quad (1)$$

$$0.70 < Lb / Lp < 2.00 \quad (2)$$

なる条件式を満足している。

【0021】

各実施例のズームレンズでは、防振レンズ群(像ぶれ補正レンズ群)Gbが光軸に対して垂直方向に移動するときの単位移動量と、像(結像位置)の光軸に対する垂直方向の移動量との比である偏心敏感度が大きくなるようにしている。このため、後続レンズ群LRの1つのレンズ群LGを複数のレンズ群に分割して、より像側のレンズ群Gbで像ぶれ補正をし、このときの各レンズ群の屈折力配置や結像倍率などを適切に規定している。

【0022】

また光学系の光軸を折り曲げるための反射面を有する反射部材PRを第2レンズ群L2と後続レンズ群LRの間に配置して、光学系全体をバランスよくカメラ内部に配置することができるようにして、全体の小型、薄型化を達成している。

【0023】

各実施例では、レンズ群LGを物体側から順にレンズ群Gaとレンズ群Gbの少なくとも2つに分割し、像側に配置されたレンズ群Gbを光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動させて結像位置を移動させることによって、像ぶれ補正を行っている。これにより、反射部材PRに隣り合う第2レンズ群L2と後続レンズ群LRが最も接近する望遠端において各レンズ群を保持するレンズ鏡筒が干渉することなく十分な像ぶれ補正のための駆動量を確保することができる。一方、反射部材PRに対して、物体側の第2レンズ群L2内に防振レンズ群を設けると、アクチュエーターや制御機構を設置するための空間が必要となり、カメラの厚みが増大してしまう。このため各実施例では反射部材PRよりも像側のレンズ群LGの一部で像ぶれ補正を行うようにしている。

【0024】

条件式(1)は、一定量の像ぶれを補正するために、レンズ群Gbを光軸に対して垂直方向に駆動する駆動量(偏心敏感度の逆数)を規定するものである。条件式(1)の下限を超えるとレンズ群Gbの駆動量が増加して収差変動が大きくなる。逆に上限を超えると、レンズ群Gbの屈折力が大きくなって収差変動が大きくなるため好ましくない。さらに望ましくは、条件式(1)の数値範囲を以下の条件式(1a)の数値範囲とするのが良く、これによれば防振時の収差変動を小さくすることができる。

【0025】

$$1.2 < (1 - b) r < 2.5 \quad (1a)$$

条件式(2)は、鏡筒の干渉を防止しながら効果的に像ぶれ補正を行うための条件である。条件式(2)の下限を超えると像ぶれ補正用のレンズ群Gbが反射部材PR寄りに配

10

20

30

40

50

置される。このため、ズームレンズの像ぶれ補正量が大きい場合などには、望遠端において第2レンズ群L2と後続レンズ群LRの鏡筒が干渉してくる。または隣接する反射部材PRとの間隔を大きくしなければならず、光学系が大型化してしまう。逆に上限を超えるような場合には、像ぶれ補正用のレンズ群Gbが大口径となり、レンズ重量が増加し、またレンズ群Gbの駆動量が大きくなっていく。このため、カメラ厚みが増大してくるため好ましくない。さらに望ましくは、条件式(2)の数値範囲を以下の条件式(2a)の数値範囲とするのが良い。これによればさらに適切な像ぶれ補正量を確保することができる。

【0026】

$$0.75 < L_b / L_p < 1.50 \quad (2a)$$

10

各実施例において更に好ましくは以下の条件式のうち1以上を満足するのが良い。これによれば、各条件式に対応した効果を得ることができる。

【0027】

望遠端において無限遠物体に合焦しているときのレンズ群Gbよりも像側に配置されるレンズ系の焦点距離を $f_r$ 、ズームレンズの広角端と望遠端における焦点距離を各々 $f_w$ 、 $f_t$ とする。後続レンズ群LRの中で、ズーミングに際して最も移動量が多いレンズ群の焦点距離を $f_{str}$ とする。レンズ群Gbの焦点距離を $f_b$ とする。第2レンズ群L2の像側のレンズ面の有効径を $2r$ とする。このとき、

【0028】

【数1】

$$0.1 < f_r / \sqrt{(f_w \cdot f_t)} < 4.0 \quad \dots\dots (3)$$

20

【0029】

$$1.0 < f_{str} / f_w < 3.2 \quad (4)$$

$$0.1 < f_b / f_t < 0.5 \quad (5)$$

$$0.7 < (L_p + L_b) / 2r < 3.0 \quad (6)$$

なる条件式のうち1以上を満足するのが良い。

【0030】

条件式(3)は、望遠端において無限遠物体に合焦しているときのレンズ群Gbよりも像側に配置されるレンズ系の焦点距離を規定したものである。下限を超えるとレンズ群Gbの像ぶれ補正のための駆動量が大きくなるため好ましくない。逆に、上限を超えると機構追従性が低下するため好ましくない。さらに望ましくは、条件式(3)の数値範囲を以下の条件式(3a)の数値範囲とするのが良い。これによれば、防振時の収差変動が小さく、かつ機構追従性に優れた像ぶれ補正が容易となる。

30

【0031】

【数2】

$$0.4 < f_r / \sqrt{(f_w \cdot f_t)} < 3.1 \quad \dots\dots (3a)$$

【0032】

条件式(4)は後続レンズ群LR中で、ズーミングに際しての移動量が大きいレンズ群LX(実施例1乃至3、5では第3レンズ群L3、実施例4では第4レンズ群L4)の焦点距離を規定したものである。下限をこえるとレンズ群LXの屈折力が大きくなりすぎてズーミングの際の収差変動が大きくなる。逆に上限をこえるとレンズ群LXの屈折力が小さくなりすぎて、所望の変倍比(ズーム比)を確保するためのストローク(移動量)が増大して光学系が大型化してくる。または反射部材PRを配置するためのスペースを確保するのが難しくなる。さらに望ましくは、条件式(4)の数値範囲を以下の条件式(4a)の数値範囲とするのが良い。これによればズーミングの際の収差変動を低減することが容易となる。

40

【0033】

$$2.4 < f_{str} / f_w < 3.2 \quad (4a)$$

50

条件式(5)は、像ぶれ補正用のレンズ群G<sub>b</sub>と望遠端における全系の焦点距離の比を規定したものである。下限を超えると像ぶれ補正用のレンズ群G<sub>b</sub>の屈折力が大きくなって、像ぶれ補正時の収差変動が大きくなる。逆に上限を超えると、像ぶれ補正用のレンズ群G<sub>b</sub>の駆動量が大きくなってしまいうため好ましくない。さらに望ましくは、条件式(5)の数値範囲を以下の条件式(5a)の数値範囲とするのが良い。これによれば、ズームの際の収差変動が小さく、かつレンズ駆動量が適切に設定された像ぶれ補正が容易となる。

【0034】

$$0.12 < f_b / f_t < 0.40 \quad (5a)$$

条件式(6)は、第2レンズ群L<sub>2</sub>の最も像側のレンズ面の有効径に対する、反射部材P<sub>R</sub>の像側の面からレンズ群L<sub>b</sub>の物体側のレンズ面までの距離の比を規定したものである。下限を超えると反射部材P<sub>R</sub>からレンズ群G<sub>b</sub>までの必要距離が不足して、像ぶれ補正に第2レンズ群L<sub>2</sub>、後続レンズ群L<sub>R</sub>の鏡筒が干渉しやすくなる。逆に上限をこえると、反射部材P<sub>R</sub>からレンズ群G<sub>b</sub>までの間隔が大きくなりすぎてズームレンズが大型化してしまう。さらに望ましくは、条件式(6)の数値範囲を以下の条件式(6a)の数値範囲とするのが良い。これによれば、全系がよりコンパクトなズームレンズを実現することができる。

【0035】

$$1.0 < (L_p + L_b) / 2r < 2.0 \quad (6a)$$

像ぶれ補正用のレンズ群G<sub>b</sub>は1以上の非球面を有するのが良い。これによれば、レンズ群L<sub>b</sub>を光軸に対して垂直方向に変位させたときのコマ収差の変動を低減することが容易となる。

【0036】

以上のように各実施例では、光学系の光軸を折り曲げるための反射面を有する反射部材(プリズム部)P<sub>R</sub>を第2レンズ群L<sub>2</sub>と後続レンズ群L<sub>R</sub>の間に配置している。そしてズームに際して反射部材P<sub>R</sub>を固定とし、第2レンズ群L<sub>2</sub>と後続レンズ群L<sub>R</sub>の一部のレンズ群を移動させている。これによって高ズーム比を達成しつつ、カメラに適用したときの厚み(カメラの前後方向の長さ)を薄くしている。また、後続レンズ群L<sub>R</sub>の一部のレンズ群G<sub>b</sub>を光軸に対して垂直方向に変位させて像ぶれ補正している。これにより反射部材(プリズム)P<sub>R</sub>に隣接する2つのレンズ群が最も接近する望遠端において、各レンズ群を保持するレンズ鏡筒が互いに干渉することなく十分な像ぶれ補正のための駆動量を確保している。

【0037】

次に各実施例のレンズ構成の特徴について説明する。図1の実施例1のレンズ断面図において、L<sub>1</sub>は正の屈折力(光学的パワー=焦点距離の逆数)の第1レンズ群である。L<sub>2</sub>は負の屈折力の第2レンズ群である。L<sub>R</sub>は2以上のレンズ群を有する後続レンズ群である。後続レンズ群L<sub>R</sub>は正の屈折力の第3レンズ群L<sub>3</sub>、正の屈折力の第4レンズ群L<sub>4</sub>より成っている。P<sub>R</sub>は反射面P<sub>R</sub>aを含む反射部材(プリズム部材)であり、第2レンズ群L<sub>2</sub>と第3レンズ群L<sub>3</sub>との間に配置されており、図13に示すように光軸上の光線を入射方向に対し90度反射させている。

【0038】

S<sub>P</sub>は開口絞りである。G<sub>B</sub>は光学フィルター、フェースプレート等に相当する光学ブロックである。I<sub>P</sub>は像面であり、ビデオカメラやデジタ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)の撮像面が、銀塩フィルム用カメラの撮像光学系として使用する際にはフィルム面に相当する。矢印は広角端から望遠端へのズームにおける各レンズ群の移動軌跡を示している。ズームに際してプリズム部材P<sub>R</sub>は固定である。広角端から望遠端のズームにおいて、第2レンズ群L<sub>2</sub>を像側へ、第3レンズ群L<sub>3</sub>を物体側へ移動させて変倍を行っている。そして第4レンズ群L<sub>4</sub>を移動させて変倍に伴う像面変動を補正すると共にフォーカシングを行っている。ズームにおける第4レンズ群L<sub>4</sub>の移動軌跡を物体側へ凸状とす

10

20

30

40

50

ることで、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の間のスペースを利用して、レンズ全長の短縮化を効果的に達成している。

【0039】

第4レンズ群L4に関する実線の曲線4aと点線の曲線4bは、各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの変倍に伴う像面変動を補正するための移動軌跡である。また、望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合には、矢印4cに示す如く第4レンズ群L4を前方に繰り出すことを行っている。尚、広角端と望遠端とはズーム用のレンズ群が機構上、光軸上を移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置である。

【0040】

本実施例では、プリズム部材PRを配置するスペースを確保しつつ高倍率化（高ズーム比化）を達成するために第2レンズ群L2と第3レンズ群L3のパワーを強くしている。広角端から望遠端へのズームに際して第2レンズ群L2は像側へ移動するが、この際、像側に凸状の軌跡を描きながら移動しても良い。第3レンズ群L3を物体側へ移動させることでズーム比9.4倍といった高ズーム比化を達成している。

【0041】

本実施例のポジティブリードタイプのズームレンズでは、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間の光路中において光線有効径が比較的小さくなる。このため第2レンズ群L2と第3レンズ群L3との間に物体側からの光路を折り曲げるための反射部材PRを設けている。反射部材PRは物体からの光線を、例えば光軸を90度又は略90度（90度±10度以内）折り曲げる反射面PRaを有している。

【0042】

図13は反射部材PRによって光学系の光軸を折り曲げた状態を示している。図13に示すように物体側からの光を内部に反射面PRaを含むプリズムより成る反射部材PRで光軸を90度折り曲げることで、カメラ（撮像装置）に適用したときの厚み方向（前後方向）を薄くしている。図13においてPRaは反射部材PR内に設けた物体からの光軸を折り曲げるための反射面である。第3レンズ群L3（LG）は物体側から像側へ順に像ぶれ補正時に固定の正の屈折力の第3aレンズ群（Ga）L3aと像ぶれ補正用の正の屈折力の第3bレンズ群L3b（Gb）、像ぶれ補正時に固定の負の屈折力の第3cレンズ群L3c（Ga）を有している。第3bレンズ群L3bは像ぶれ補正のため（防振のため）に光軸と垂直方向の成分を持つ方向に移動している。

【0043】

以上のような構成により、望遠端においてプリズム部材PRと第3レンズ群L3の間隔を広げることなく像ぶれ補正用の第3bレンズ群L3bの駆動量を確保している。また負の屈折力の第3cレンズ群L3cを付加することにより、第3bレンズ群L3bの正の屈折力を高め、かつ像側の横倍率を大きく設計することができるため、像ぶれ補正時のレンズ群Gbの駆動量を小さくすることができる。さらには像ぶれ補正時の収差変動も小さくすることができる。この第3bレンズ群L3bについては、非球面を導入するのが良く、これによれば防振時のコマ収差の変動などを低減することが容易となる。

【0044】

開口絞りSPは第3aレンズ群L3aの像側に配置されている。なお、像ぶれ補正のための移動としては光軸上のある点を回転中心とした揺動（回転移動）でも良い。即ち光軸と垂直方向の成分を持つ方向に防振用の第3bレンズ群L3bを移動させれば、像の面内での移動が可能となる。尚、第1レンズ群L1は、ズーム及びフォーカスの為には光軸方向に移動しない。但し収差補正上、必要に応じ移動させても良い。

【0045】

図3の実施例2は図1の実施例1に比べて第3レンズ群L3のレンズ構成が異なっている。実施例2のズームレンズのズーム比は9.4である。実施例2の第3レンズ群L3は物体側から像側へ順に、像ぶれ補正時に固定の正の屈折力の第3aレンズ群L3a、像ぶれ補正用の正の屈折力の第3bレンズ群L3bを有している。実施例2は実施例1に比べ

10

20

30

40

50



て負の屈折力の第3 c レンズ群 L 3 c がない分、像ぶれ補正時の第3 b レンズ群 L 3 b のレンズ駆動量が大きくなっている。この他の構成は実施例 1 と同じである。

【0046】

図5の実施例3は図1の実施例1に比べて広角端から望遠端へのズームングに際して第1レンズ群 L 1 が像側に凸状の軌跡を描いて移動する点が異なっている。実施例3のズームレンズはズームングに際して第1レンズ群 L 1 を移動させることにより、ズーム比 1.9 . 2 と高ズーム比化を達成している。この他の構成は実施例 1 と同じである。

【0047】

図7の実施例4のレンズ断面図において、L 1 は正の屈折力（光学的パワー = 焦点距離の逆数）の第1レンズ群、L 2 は負の屈折力の第2レンズ群である。LR は2以上のレンズ群を有する後続レンズ群である。

10

【0048】

実施例4において後続レンズ群 LR は負の屈折力の第3レンズ群 L 3、正の屈折力の第4レンズ群 L 4、正の屈折力の第5レンズ群 L 5 より成っている。広角端から望遠端へのズームングにおいて、第2レンズ群 L 2 を像側へ、第4レンズ群 L 4 を物体側へ移動させて変倍を行い、第5レンズ群 L 5 を移動させて変倍に伴う像面変動を補正している。第5レンズ群 L 5 に関する実線の曲線 5 a と点線の曲線 5 b は各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端へのズームングに伴う像面変動を補正するための移動軌跡を示している。また、望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合には、第5レンズ群 L 5 を矢印 5 c の如く前方（物体側）に移動させて行

20

【0049】

広角端から望遠端へのズームングに際し、プリズム部材 PR、および第1レンズ群 L 1、第3レンズ群 L 3 群は固定としている。実施例4においてプリズム部材 PR を配置するスペースを確保しつつ高倍率化（高ズーム比化）を達成するために第2レンズ群 L 2 と第4レンズ群 L 4 のパワーは強くしている。広角端から望遠端へのズームングに際して第2レンズ群 L 2 は像側へ移動するが、この際像側に凸軌跡を描きながら移動しても良い。さらに、第4レンズ群 L 4 を物体側へ移動させることで約 1.0 倍といった高ズーム比を達成している。それに伴う変倍時の像面位置のずれを補正するために第5レンズ群 L 5 は物体側に凸状の軌跡を描きながら移動している。第4レンズ群 L 4 は物体側から像側へ順に、正の屈折力の第4 a レンズ群 L 4 a、正の屈折力の第4 b レンズ群 L 4 b、負の屈折力の第4 c レンズ群 L 4 c より成っている。第4 b レンズ群 L 4 b を光軸と垂直方向の成分を持つ方向に移動させて像（結像位置）を光軸に対し垂直方向に移動させている。即ち、像ぶれ補正（防振）を行っている。開口絞り SP は第4 a レンズ群 L 4 a の像側に配置されている。この他の構成は図1の実施例1と同じである。

30

【0050】

図9の実施例5は図1の実施例1に比べて第3レンズ群 L 3 のレンズ構成が異なっている。実施例5のズームレンズのズーム比は 7 . 7 である。実施例5の第3レンズ群 L 3 は物体側より像側へ順に、負の屈折力の第3 a レンズ群 L 3 a、正の屈折力の第3 b レンズ群 L 3 b からなっている。そして第3 b レンズ群 L 3 b を光軸と垂直方向の成分を持つ方向に移動させて像を移動させている。これらの構成が実施例1と異なっているだけで、この他の構成は実施例1と同じである。尚、各実施例では4つ又は5つのレンズ群で構成されるズームレンズを示しているが、第1レンズ群 L 1 の物体側に必要に応じて屈折力のあるレンズ群やコンバーターレンズ群等を設けても良い。

40

【0051】

図11の実施例6において後続レンズ群 LR は負の屈折力の第3レンズ群 L 3、正の屈折力の第4レンズ群 L 4、正の屈折力の第5レンズ群 L 5 より成っている。広角端から望遠端へのズームングにおいて、第1レンズ群を物体側へ、第2レンズ群 L 2 を像側へ、第4レンズ群 L 4 を物体側へ移動させて変倍を行い、第5レンズ群 L 5 を移動させて変倍に伴う像面変動を補正している。第5レンズ群 L 5 に関する実線の曲線 5 a と点線の曲線 5

50

bは各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端へのズームに伴う像面変動を補正するための移動軌跡を示している。また、望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合には、第5レンズ群L5を矢印5cの如く前方(物体側)に移動させて行っている。実施例6のズームレンズのズーム比は9.4である。

【0052】

広角端から望遠端へのズームに際し、プリズム部材PR、および第3レンズ群L3群は固定としている。実施例6においてプリズム部材PRを配置するスペースを確保しつつ高倍率化(高ズーム比化)を達成するために第2レンズ群L2と第4レンズ群L4のパワーは強くしている。広角端から望遠端へのズームに際して第2レンズ群L2は像側へ移動するが、この際像側に凸軌跡を描きながら移動しても良い。さらに、第1レンズ群L1と第4レンズ群L4を物体側へ移動させることで約10倍といった高ズーム比を達成している。それに伴う変倍時の像面位置のずれを補正するために第5レンズ群L5は物体側に凸状の軌跡を描きながら移動している。第4レンズ群L4は物体側から像側へ順に、正の屈折力の第4aレンズ群L4a、正の屈折力の第4bレンズ群L4b、負の屈折力の第4cレンズ群L4cより成っている。第4bレンズ群L4bを光軸と垂直方向の成分を持つ方向に移動させて像(結像位置)を光軸に対し垂直方向に変位させている。即ち、像ぶれ補正(防振)を行っている。開口絞りSPは第4aレンズ群L4aの像側に配置されている。この他の構成は図1の実施例1と同じである。

【0053】

実施例1~6のズームレンズにおいて、ズーム時のF値の変動を低減するために開口絞りの開口径の制御を行っても良い。また受光面上に形成された光学像を電気信号に変換する撮像素子を備えた撮像装置と組み合わせた場合などにはズームレンズの歪曲収差量の大きさによっては電氣的な補正を加えても良い。

【0054】

次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたデジタルカメラ(光学機器)の実施形態を図14を用いて説明する。図14において、20はデジタルカメラ本体、21は上述の実施例のズームレンズによって構成された撮影光学系である。Pはプリズムである。撮影光学系21は被写体の像をCCD等の固体撮像素子上(光電変換素子上)22に形成している。23は撮像素子22が受光した被写体の像を記録する記録手段、24は不図示の表示素子に表示された画像を観察するためのファインダーである。上記表示素子は液晶パネル等によって構成され、撮像素子22上に形成された画像が表示される。このように本発明のズームレンズをデジタルカメラ等に適用することにより、小型で高い光学性能を有する撮像装置を実現している。

【0055】

次に、本発明の各実施例に対応する数値実施例を示す。数値実施例において、iは物体側からの面の順序を示す。r<sub>i</sub>はレンズ面の曲率半径、d<sub>i</sub>は第i面と第i+1面との間のレンズ肉厚および空気間隔である。n<sub>d i</sub>、d<sub>i</sub>はそれぞれd線に対する屈折率、アッペ数を表す。また、最も像側の5つの面はガラスブロックや色合成プリズムなどに相当する平面である。また、k、A<sub>4</sub>、A<sub>6</sub>、A<sub>8</sub>、A<sub>10</sub>は非球面係数である。非球面形状は光軸からの高さhの位置での光軸方向の変位を、面頂点を基準にしてxとするとき以下の式で定義される。

【0056】

$$x = (h^2 / R) / [1 + \{1 - (1 + k)(h / R)^2\}^{1/2}] + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10}$$

但し、ここでRは曲率半径である。又、前述の各条件式と各実施例との関係を表-1に示す。

PRは反射部材である。数値実施例2のr<sub>16</sub>は設計上用いたダミー面である。バックフォーカスBFは最終面から像面までの距離である。

【0057】

10

20

30

40

50

## 数値実施例 1

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	45.491	1.20	1.84666	23.8	24.11
2	21.920	4.28	1.59201	67.0	22.04
3	-428.082	0.05			21.52
4	21.101	2.89	1.77250	49.6	19.85
5	94.188	(可変)			19.24
6	106.997	0.70	1.88300	40.8	14.54
7	8.765	3.41			11.56
8	-17.734	0.55	1.81600	46.6	11.36
9	19.900	0.12			11.29
10*	15.052	1.90	2.14352	17.8	11.47
11	70.000	(可変)			11.26
12		8.50	1.83400	37.2	8.40
13		(可変)			7.32
14*	7.353	3.10	1.58913	61.1	8.16
15	-31.175	0.24			7.50
16	-59.294	0.70	1.74950	35.3	7.21
17	11.945	1.67			6.71
18(絞り)		4.00			6.48
19*	10.412	3.58	1.49700	81.6	7.51
20	-43.813	1.76			7.19
21	-7.050	0.70	1.71300	53.9	6.95
22	-14.153	(可変)			7.32
23*	19.732	3.25	1.69350	53.2	10.24
24	-30.172	0.60	1.84666	23.8	9.98
25	-152.579	(可変)			9.90
26		0.31	1.54427	70.6	20.94
27		0.50	1.49400	75.0	20.94
28		0.40			20.94
29		0.50	1.49831	65.1	20.94
30		0.12			20.94

像面

## 非球面データ

第10面

K = -5.30134e-001 A 4 = -1.20991e-005 A 6 = 4.32018e-008  
A 8 = -1.23062e-008 A10 = 1.61310e-010

第14面

K = -3.35905e-001 A 4 = -4.82963e-005 A 6 = -6.54168e-007  
A 8 = -9.30211e-009

第19面

K = -3.30880e-001 A 4 = -4.79598e-005 A 6 = 2.84402e-006  
A 8 = -1.29374e-007 A10 = 4.96750e-009

10

20

30

40

50

## 第23面

K = -1.34241e-001 A 4= 1.69409e-006 A 6= 7.75735e-007  
 A 8=-2.20352e-008 A10= 3.15210e-010

## 各種データ

ズーム比	9.39			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	7.01	35.82	65.90	
Fナンバー	3.10	4.30	5.22	10
画角	28.9	6.18	3.37	
像高	3.88	3.88	3.88	
レンズ全長	85.6	85.6	85.6	
BF	0.12	0.12	0.12	
d 5	0.60	9.94	12.01	
d11	11.73	2.39	0.31	
d13	16.87	4.31	1.80	
d22	6.21	15.74	23.92	
d25	5.17	8.15	2.51	20
入射瞳位置	21.20	71.80	98.57	
射出瞳位置	-34.78	-140.20	276.17	
前側主点位置	26.81	98.48	180.20	
後側主点位置	-6.90	-35.71	-65.77	

## ズームレンズ群データ

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	27.34	8.41	2.25	-2.82	
2	6	-7.86	6.68	1.12	-3.72	30
pr	12		8.50	2.32	-2.32	
3	14	19.01	15.75	-3.05	-13.50	
4	23	28.14	3.85	0.08	-2.17	
	26		1.71	0.63	-0.63	

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	
1	1	-51.16	
2	2	35.35	
3	4	34.61	40
4	6	-10.85	
5	8	-11.42	
6	10	16.47	
7	12	0.00	
8	14	10.41	
9	16	-13.21	
10	19	17.31	
11	21	-20.55	
12	23	17.67	
13	24	-44.52	50

14	26	0.00
15	27	0.00
16	29	0.00

## 【 0 0 5 8 】

## 数值实施例 2

单位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	41.884	1.20	1.84666	23.8	26.65
2	20.833	5.47	1.59201	67.0	24.30
3	-277.257	0.05			23.37
4	20.346	3.20	1.77250	49.6	20.38
5	100.018	(可変)			19.74
6	106.955	0.70	1.88300	40.8	14.41
7	8.569	3.48			11.25
8	-14.591	0.55	1.88300	40.8	11.00
9	21.803	0.16			11.00
10*	16.325	1.93	2.14352	17.8	11.19
11	377.967	(可変)			11.06
12		8.50	1.83400	37.2	8.40
13		(可変)			7.22
14*	8.183	2.76	1.69350	53.2	7.97
15	-156.084	0.59			7.36
16		0.61			6.93
17	150.002	0.70	1.80610	33.3	6.50
18	7.604	1.56			6.02
19(絞り)		0.88			6.06
20*	17.059	1.93	1.49700	81.6	7.01
21	-27.419	(可変)			7.18
22*	17.766	2.71	1.69350	53.2	10.84
23	-25.209	0.60	1.84666	23.8	10.61
24	-296.530	(可変)			10.48
25		0.31	1.54427	70.6	20.94
26		0.50	1.49400	75.0	20.94
27		0.40			20.94
28		0.50	1.49831	65.1	20.94
29		0.74			20.94

## 像面

## 非球面データ

## 第10面

K = -6.83889e-001 A 4= -1.74588e-005 A 6= 9.12125e-008  
A 8= -1.91282e-008 A10= 2.60759e-010

## 第14面

K = -3.25539e-001 A 4= -3.65995e-005 A 6= -4.25045e-007  
A 8= 8.37541e-010

10

20

30

40

50

## 第20面

K = -1.63218e+000 A 4= -3.18974e-005 A 6= 2.69537e-006  
 A 8= -2.51783e-007 A10= 8.99540e-009

## 第22面

K = 1.87341e-001 A 4= 1.91454e-005 A 6= -3.21895e-008  
 A 8= 7.84140e-009 A10= -1.51657e-010

## 各種データ

ズーム比	9.40		
	広角	中間	望遠
焦点距離	7.01	21.57	65.96
Fナンバー	3.10	3.89	5.18
画角	29.4	10.2	3.37
像高	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	87.7	87.7	87.7
BF	0.74	0.74	0.74

10

d 5	0.60	6.72	10.64
d11	10.35	4.22	0.30
d13	17.12	7.30	1.80
d21	13.24	20.99	33.03
d24	6.36	8.39	1.87

20

入射瞳位置	22.97	53.58	104.90
射出瞳位置	-44.21	-150.70	126.82
前側主点位置	28.89	72.07	205.37
後側主点位置	-6.27	-20.83	-65.22

30

## ズームレンズ群データ

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	25.10	9.92	2.89	-3.16
2	6	-7.35	6.82	1.11	-3.91
pr	12		8.50	2.32	-2.32
3	14	21.00	9.03	0.27	-7.70
4	22	27.79	3.31	-0.12	-2.03
	25		1.71	0.63	-0.63

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-50.27
2	2	32.96
3	4	32.50
4	6	-10.59
5	8	-9.83
6	10	14.88
7	12	0.00
8	14	11.29
9	17	-9.96

40

50

10	20	21.47
11	22	15.43
12	23	-32.57
13	25	0.00
14	26	0.00
15	28	0.00

## 【 0 0 5 9 】

## 数值実施例 3

単位 mm

10

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	69.849	1.23	1.84666	23.8	34.96
2	35.896	7.12	1.49700	81.5	34.05
3	-264.127	0.05			33.82
4	31.080	4.18	1.77250	49.6	32.72
5	97.197	(可変)			32.17
6	48.513	0.72	1.88300	40.8	17.12
7	10.385	4.13			13.86
8	-20.090	0.56	1.77250	49.6	13.62
9	19.881	0.01			13.35
10*	13.218	2.00	2.14352	17.8	13.58
11	30.000	(可変)			13.23
12		8.71	1.83400	37.2	7.62
13		(可変)			6.65
14*	7.947	3.29	1.58913	61.1	9.01
15	-48.570	0.05			8.39
16	71.006	0.72	1.74950	35.3	8.15
17	9.442	1.99			7.55
18(絞リ)		3.61			7.41
19*	10.385	3.70	1.45650	90.3	8.47
20	-67.109	5.94			8.23
21	-7.573	0.55	1.58913	61.1	7.50
22	-48.018	(可変)			7.96
23*	24.190	4.20	1.69350	53.2	11.17
24	-12.383	0.61	1.84666	23.8	11.25
25	-20.531	(可変)			11.40
26		0.32	1.54427	70.6	21.46
27		0.51	1.49400	75.0	21.46
28		0.41			21.46
29		0.51	1.49831	65.1	21.46
30		0.11			21.46

20

30

40

## 像面

## 非球面データ

## 第10面

K = -7.60271e-001 A 4 = -2.14965e-005 A 6 = -8.27907e-008  
 A 8 = -1.85857e-009 A10 = 2.38955e-011

50

## 第14面

K = -3.81331e-001 A 4 = -6.18891e-005 A 6 = -6.15089e-007  
A 8 = -1.05099e-008

## 第19面

K = -3.53354e-001 A 4 = -4.79216e-005 A 6 = 2.24978e-008  
A 8 = 1.03870e-008 A10 = 7.88194e-011

## 第23面

K = -1.63549e+000 A 4 = -1.48372e-005 A 6 = -3.23057e-008  
A 8 = 6.95691e-009 A10 = -1.44518e-010

10

## 各種データ

ズーム比	19.17			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	6.41	16.54	122.84	
Fナンバー	3.11	3.86	6.47	
画角	31.2	13.2	1.81	
像高	3.88	3.88	3.88	
レンズ全長	105.3	101.1	106.5	20
BF	0.11	0.11	0.11	
d 5	0.62	10.95	27.64	
d11	26.50	12.02	0.75	
d13	15.43	6.19	1.30	
d22	4.91	7.55	19.22	
d25	2.57	9.16	2.39	
入射瞳位置	25.41	54.63	268.27	
射出瞳位置	-65.67	-206.91	45.34	30
前側主点位置	31.19	69.85	724.79	
後側主点位置	-6.29	-16.42	-122.73	

## ズームレンズ群データ

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	46.71	12.58	3.77	-4.09
2	6	-9.59	7.42	1.89	-3.39
pr	12		8.71	2.38	-2.38
3	14	19.20	19.84	-12.58	-17.01
4	23	18.10	4.81	1.55	-1.39
	26		1.75	0.65	-0.65

40

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-88.69
2	2	64.09
3	4	57.56
4	6	-15.10
5	8	-12.86
6	10	19.43

50



7	12	0.00
8	14	11.85
9	16	-14.60
10	19	20.00
11	21	-15.34
12	23	12.39
13	24	-38.18
14	26	0.00
15	27	0.00
16	29	0.00

10

## 【 0 0 6 0 】

数值实施例 4

单位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	44.228	1.25	1.84666	23.8	24.95
2	22.500	4.19	1.59201	67.0	23.24
3	2310.573	0.08			23.05
4	21.848	3.22	1.77250	49.6	22.12
5	85.910	(可変)			21.52
6	220.500	0.75	1.88300	40.8	14.57
7	7.958	3.52			11.31
8	-18.581	1.00	1.77250	49.6	11.18
9*	24.744	0.05			11.28
10	16.939	1.69	1.94595	18.0	11.46
11	-2909.835	(可変)			11.38
12		8.75	1.83400	37.2	7.87
13		<u>1.20</u>			6.70
14	-26.638	0.50	1.48749	70.2	6.45
15	-39.154	(可変)			6.42
16*	8.112	4.40	1.58913	61.1	8.58
17	-23.834	0.22			7.72
18	-38.340	0.55	1.74950	35.3	7.47
19	12.652	1.73			7.10
20(絞り)		2.59			7.00
21*	11.294	2.95			7.87
22	-40.238	2.81			7.76
23	-6.981	0.55	1.74320	49.3	7.43
24	-9.851	(可変)			7.78
25*	24.403	2.24	1.69350	53.2	9.70
26	-44.974	0.55	1.84666	23.9	9.54
27	-685.458	(可変)			9.48
28		0.32			21.46
29		0.30	1.49400	75.0	21.46
30		0.00			21.46
31		0.50	1.51633	64.1	21.46
32		0.13			21.46

20

30

40

像面

50

## 非球面データ

## 第9面

K = -2.09342e-001 A 4= -5.18165e-006 A 6= 1.30510e-008  
 A 8= 1.58950e-008 A10= -2.21254e-010

## 第16面

K = -3.46233e-001 A 4= -4.22096e-005 A 6= -5.05679e-007  
 A 8= -7.39445e-009

10

## 第21面

K = -4.85800e-001 A 4= -6.15558e-005 A 6= 9.22907e-007  
 A 8= 2.71895e-008 A10= 2.63699e-010

## 第25面

K = 1.02828e+000 A 4= 6.47868e-006 A 6= -1.28150e-007  
 A 8= 1.09553e-008 A10= -2.10989e-010

## 各種データ

ズーム比 9.48

20

	広角	中間	望遠
焦点距離	6.73	23.07	63.78
Fナンバー	3.10	4.37	5.71
画角	30.0	9.57	3.48
像高	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	88.8	88.8	88.8
BF	0.13	0.13	0.13

d 5	0.78	8.82	14.04
d11	14.08	6.04	0.81
d15	13.50	3.21	0.50
d24	10.66	15.45	24.26
d27	3.72	9.20	3.12

30

入射瞳位置	20.67	54.58	120.37
射出瞳位置	-39.46	-66.95	-183.66
前側主点位置	26.25	69.72	162.02
後側主点位置	-6.59	-22.94	-63.65

## ズームレンズ群データ

40

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	29.53	8.74	1.98	-3.27
2	6	-7.89	7.02	0.72	-4.64
pr	12		8.75	2.39	-2.39
3	14	-173.21	0.50	-0.72	-1.07
4	16	18.13	15.80	-0.27	-12.65
5	25	37.99	2.79	-0.10	-1.71
	28		1.12	0.42	-0.42

## 単レンズデータ

50

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-55.56
2	2	38.35
3	4	37.11
4	6	-9.37
5	8	-13.60
6	10	17.81
7	12	0.00
8	14	-173.21
9	16	10.83
10	18	-12.63
11	21	18.08
12	23	-35.11
13	25	23.12
14	26	-56.87
15	29	0.00
16	31	0.00

10

【 0 0 6 1 】

数値実施例 5

単位 mm

20

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	47.940	1.20	1.84666	23.8	27.53
2	23.137	5.05	1.59240	68.3	26.35
3	-259.356	0.05			26.23
4	21.007	4.05	1.77250	49.6	24.57
5	87.358	(可変)			23.84
6	71.299	0.70	1.88300	40.8	14.62
7	8.213	3.67			11.31
8	-14.347	0.70	1.88300	40.8	11.07
9	23.448	0.05			11.11
10*	16.390	1.95	2.14352	17.8	11.27
11	723.372	(可変)			11.14
12		8.50	1.83400	37.2	8.27
13		(可変)			7.18
14	100.000	1.00	1.83400	37.2	7.49
15	39.837	2.93			7.65
16*	8.475	2.80	1.65100	56.2	8.07
17	-199.396	1.04			7.94
18	24.325	0.70	1.80610	33.3	7.73
19	8.059	0.62			7.43
20*	23.985	1.98	1.49700	81.6	7.43
21	-24.828	(可変)			7.69
22*	13.596	2.67	1.51633	64.1	10.01
23	-38.595	0.60	1.84666	23.8	9.76
24	1059.708	(可変)			9.66
25		0.31	1.54427	70.6	20.94
26		0.50	1.49400	75.0	20.94
27		0.40			20.94

30

40

50

28	0.50	1.49831	65.1	20.94
29	0.22			20.94

像面

非球面データ

第10面

K = -8.67091e-001 A 4= -2.07518e-005 A 6= 1.42567e-007  
 A 8= -2.52900e-008 A10= 3.48108e-010

第16面

K = -4.48898e-001 A 4= -7.59908e-005 A 6= -2.63291e-007  
 A 8= -8.45311e-009

10

第20面

K = 4.22377e-001 A 4= 3.44407e-006 A 6= 2.43684e-007  
 A 8= 5.78953e-008

第22面

K = 1.22038e-001 A 4= -1.60158e-006 A 6= 2.33052e-006  
 A 8= -9.37529e-008 A10= 1.44928e-009

20

各種データ

ズーム比	7.67		
	広角	中間	望遠
焦点距離	7.00	20.15	53.74
Fナンバー	3.11	3.71	4.44
画角	29.0	10.9	4.13
像高	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	88.4	88.4	88.4
BF	0.22	0.22	0.22

30

d 5	0.60	7.26	11.71
d11	11.42	4.73	0.30
d13	13.03	5.45	2.80
d21	13.55	19.47	28.93
d24	7.66	9.28	2.45

入射瞳位置	22.83	53.24	107.11
射出瞳位置	-50.33	-94.79	-1825.34
前側主点位置	28.86	69.12	159.27
後側主点位置	-6.79	-19.93	-53.52

40

ズームレンズ群データ

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	27.10	10.35	2.53	-3.66
2	6	-7.48	7.07	1.13	-4.04
pr	12		8.50	2.32	-2.32
3	14	20.58	11.07	3.52	-5.08
4	22	34.18	3.27	-0.57	-2.62
	25		1.71	0.63	-0.63

50

## 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-54.02
2	2	36.10
3	4	34.88
4	6	-10.57
5	8	-9.99
6	10	14.64
7	12	0.00
8	14	-80.00
9	16	12.55
10	18	-15.24
11	20	24.88
12	22	19.82
13	23	-43.97
14	25	0.00
15	26	0.00
16	28	0.00

10

20

## 【 0 0 6 2 】

## 数値実施例 6

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	43.277	1.25	1.84666	23.8	23.45
2	22.500	3.68	1.59201	67.0	22.40
3	331.179	0.08			22.21
4	22.316	3.01	1.77250	49.6	21.43
5	87.317	(可変)			20.88
6	237.841	1.00	1.84862	40.0	13.92
7*	7.366	3.22			10.52
8	-16.992	0.75	1.77250	49.6	10.44
9	26.851	0.05			10.55
10	16.206	1.59	1.94595	18.0	10.73
11	-893.871	(可変)			10.64
12		8.75	1.83400	37.2	7.97
13		<u>1.20</u>			6.77
14	-35.429	0.50	1.48749	70.2	6.51
15	-61.631	(可変)			6.45
16*	7.870	3.04	1.58913	61.1	8.29
17	-32.010	0.16			7.81
18	-161.853	0.55	1.80610	33.3	7.59
19	13.438	1.72			7.25
20(絞リ)		4.11			7.10
21*	11.385	2.95			7.84
22	-41.230	2.73			7.67
23	-7.583	0.55	1.74320	49.3	7.30
24	-12.362	(可変)			7.62

30

40

50

25*	22.329	2.49	1.69350	53.2	9.81
26	-45.027	0.55	1.84666	23.9	9.62
27	-10000.000	(可変)			9.56

像面

## 非球面データ

## 第7面

K	=-1.96634e-002	A 4=	6.95999e-006	A 6=	-7.39743e-008
A 8=	1.55845e-008	A10=	4.92660e-010		

10

## 第16面

K	=-4.12650e-001	A 4=	-5.17406e-005	A 6=	-7.18644e-007
A 8=	-6.23045e-010				

## 第21面

K	=-4.05809e-001	A 4=	-5.39304e-005	A 6=	1.49263e-006
A 8=	-4.14950e-008	A10=	1.77160e-009		

## 第25面

K	= 7.32690e-001	A 4=	5.83938e-006	A 6=	-8.36645e-007
A 8=	3.72222e-008	A10=	-5.21415e-010		

20

## 各種データ

ズーム比	9.42		
	広角	中間	望遠
焦点距離	6.69	17.67	63.04
Fナンバー	3.10	3.88	5.64
画角	30.08	12.37	3.52
像高	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	83.11	84.01	88.64
BF	4.60	10.16	4.03
d 5	0.74	7.15	15.28
d11	9.84	4.32	0.81
d15	14.28	4.87	0.50
d24	9.74	13.60	24.11
d27	4.60	10.16	4.03
入射瞳位置	18.98	39.15	119.09
射出瞳位置	-36.83	-55.88	-304.36
前側主点位置	24.59	52.09	169.24
後側主点位置	-2.09	-7.51	-59.01

30

40

## ズームレンズ群データ

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	31.07	8.02	1.64	-3.15
2	6	-7.78	6.60	0.78	-4.25
PR	12		8.75	2.39	-2.39
3	14	-172.02	0.50	-0.46	-0.80
4	16	17.32	15.80	-0.42	-12.63

50

5 25 35.85 3.04 -0.17 -1.93

### 単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-56.92
2	2	40.60
3	4	38.04
4	6	-8.98
5	8	-13.37
6	10	16.84
7	12	0.00
8	14	-172.02
9	16	11.03
10	18	-15.37
11	21	18.29
12	23	-27.76
13	25	21.85
14	26	-53.42

10

【 0 0 6 3 】

【表 1】

20

表-1

	条件式(1) $(1-\beta b)\beta r$	条件式(2) $Lb/Lp$	条件式(3) $fr/(\sqrt{fwft})$	条件式(4) $fstr/fw$	条件式(5) $fb/fT$	条件式(6) $(Lp+Lb)/\Phi 2r$
実施例1	1.87	1.35	1.55	2.71	0.26	1.77
実施例2	1.51	1.05	1.29	3.00	0.33	1.57
実施例3	1.84	1.26	0.54	3.00	0.16	1.49
実施例4	1.83	1.34	2.85	2.70	0.28	1.79
実施例5	2.03	0.79	1.76	2.94	0.31	1.37
実施例6	1.83	1.35	2.90	2.59	0.29	1.93

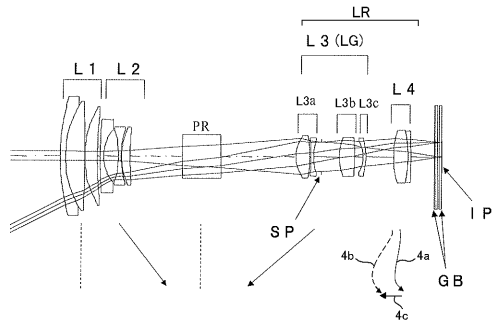
### 【符号の説明】

【 0 0 6 4 】

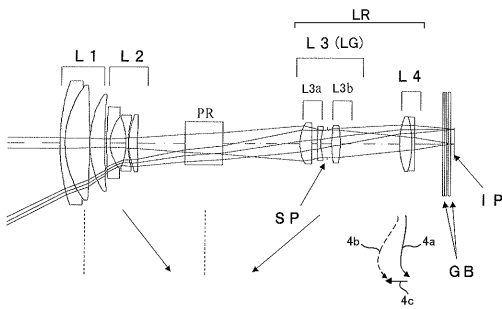
30

L 1 は第 1 レンズ群、L 2 は第 2 レンズ群、L 3 は第 3 レンズ群、L 4 は第 4 レンズ群、  
L 5 は第 5 レンズ群、P R は反射部材、I P は像面、S P は開口絞り、G B は硝子ブロッ  
ク、 S はサジタル像面、 M はメリディオナル像面

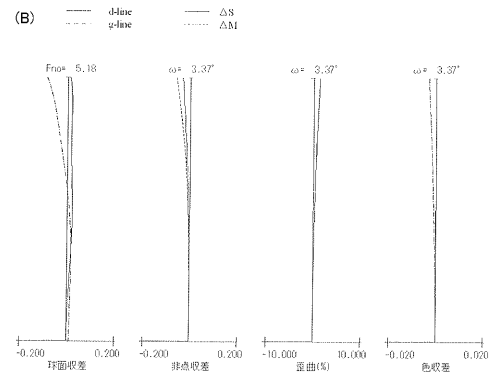
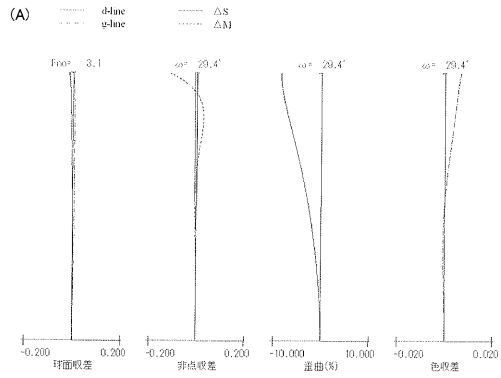
【 図 1 】



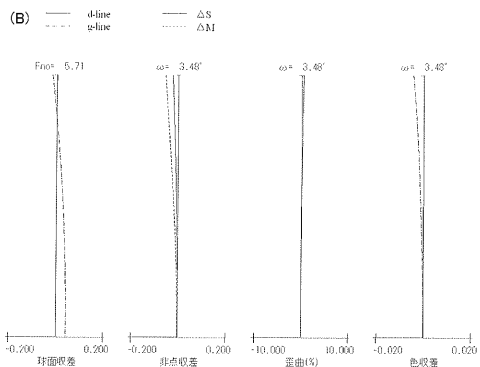
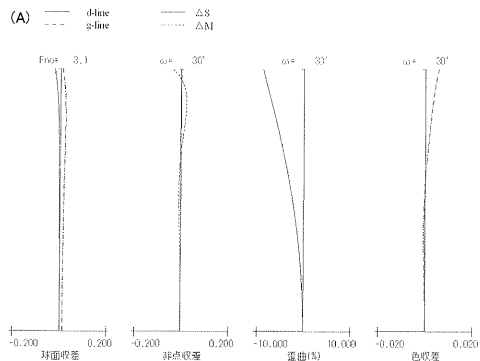
【 図 3 】



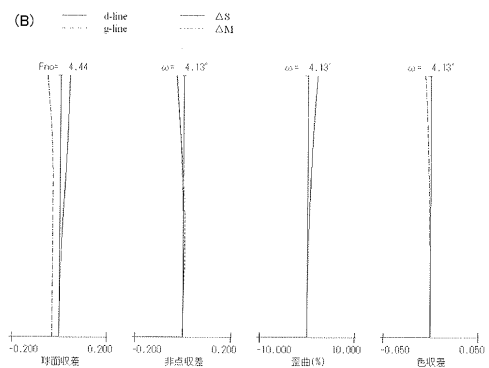
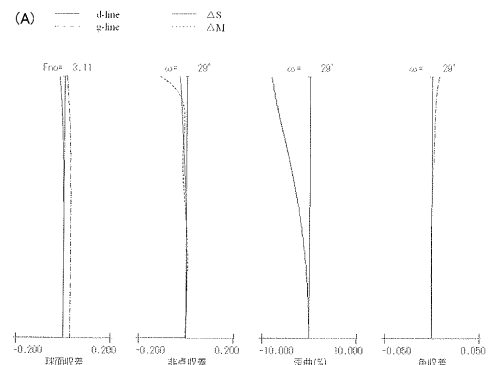
【 図 4 】



【 図 8 】

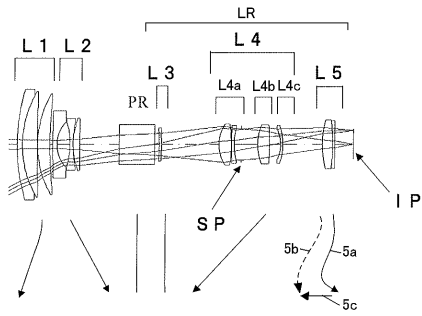


【 図 10 】

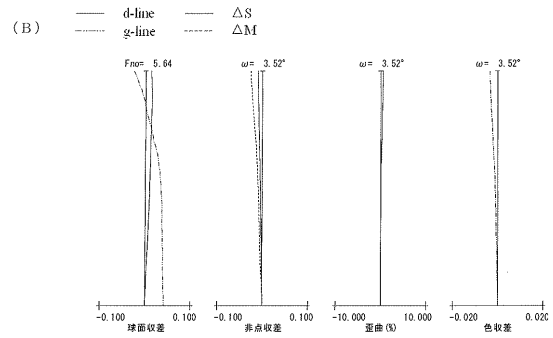
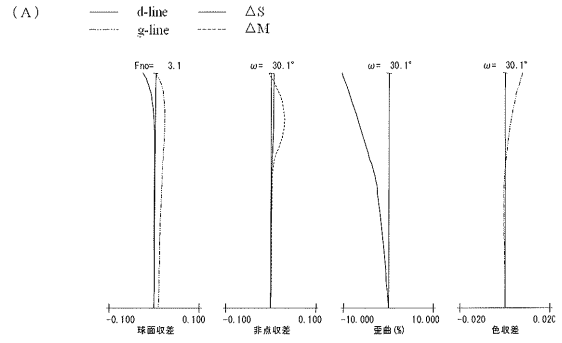




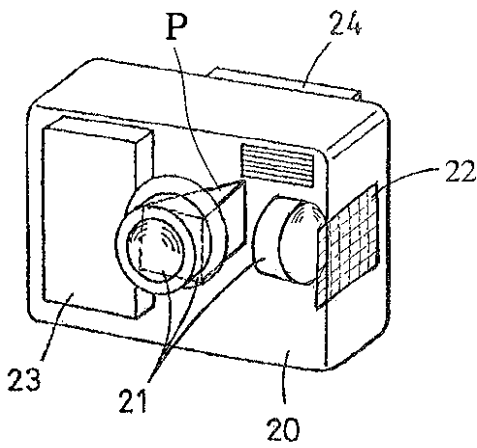
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】

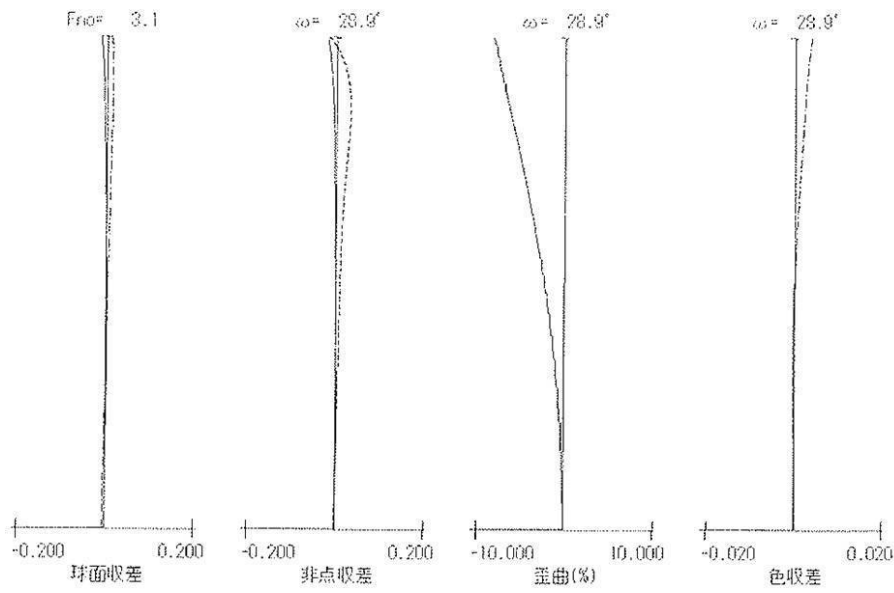


【 図 1 4 】

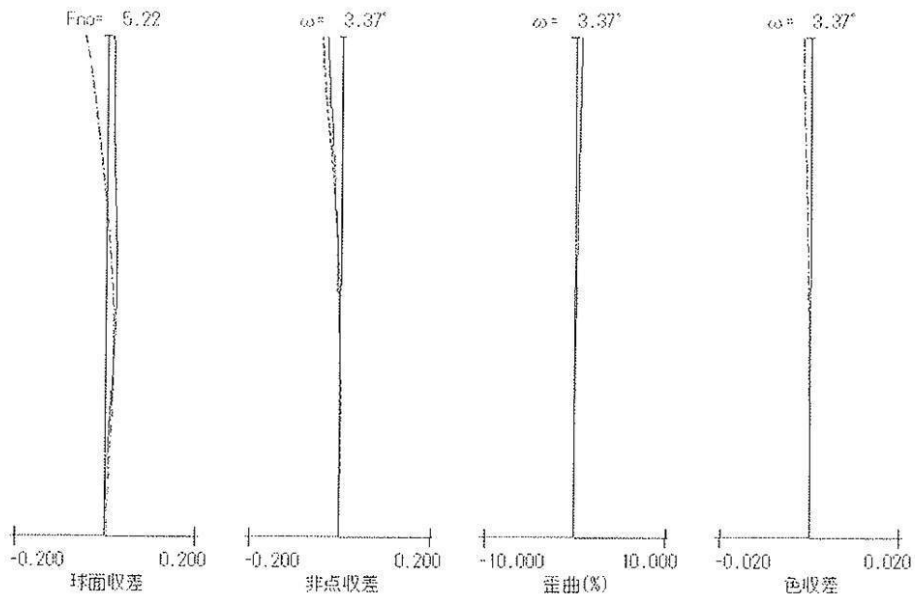


【 図 2 】

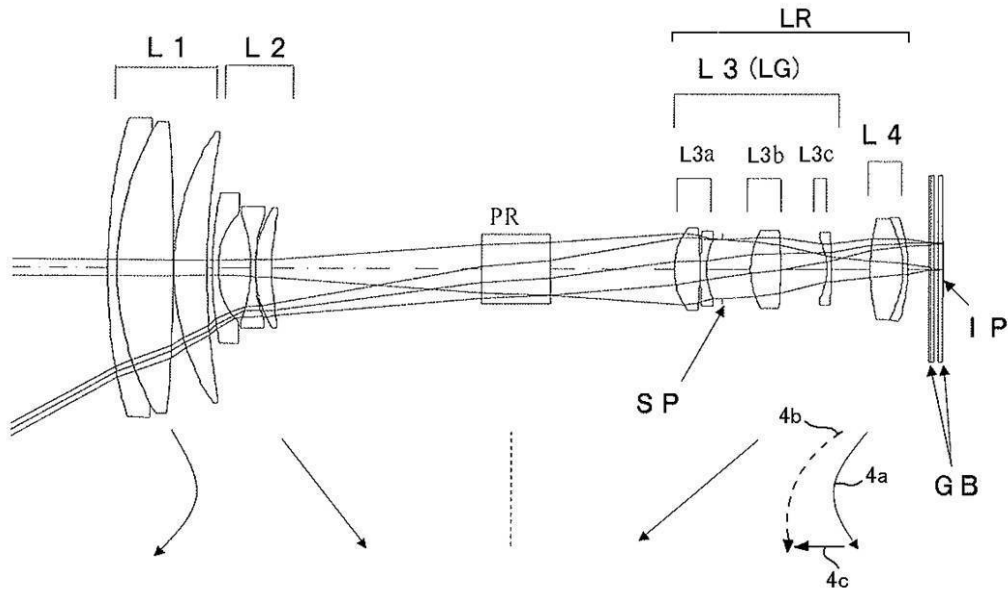
(A)    ——— d-line    ———  $\Delta S$   
      - - - - g-line    - - - -  $\Delta M$



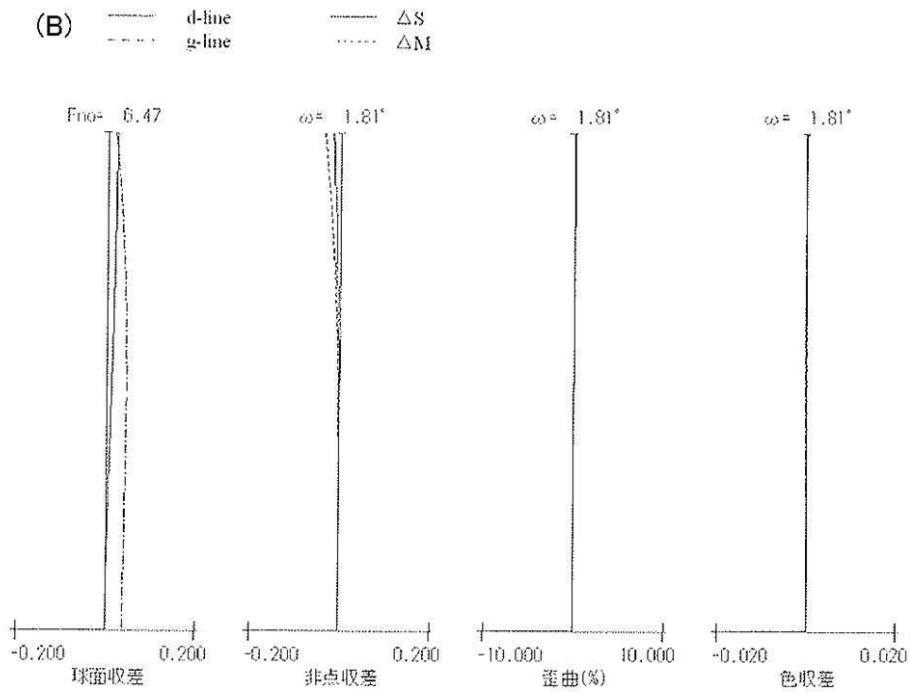
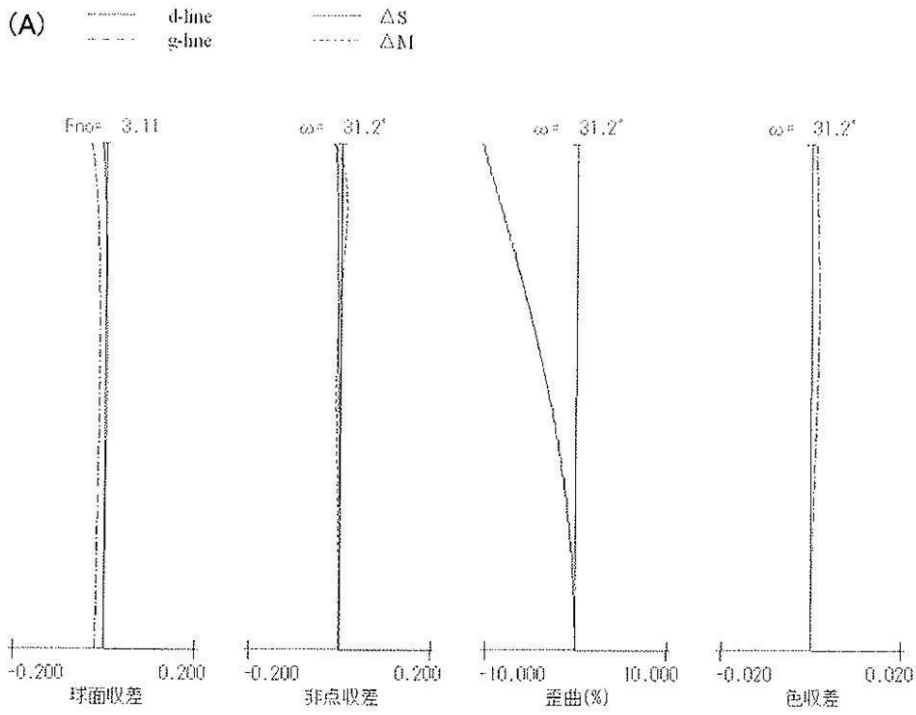
(B)    ——— d-line    ———  $\Delta S$   
      - - - - g-line    - - - -  $\Delta M$



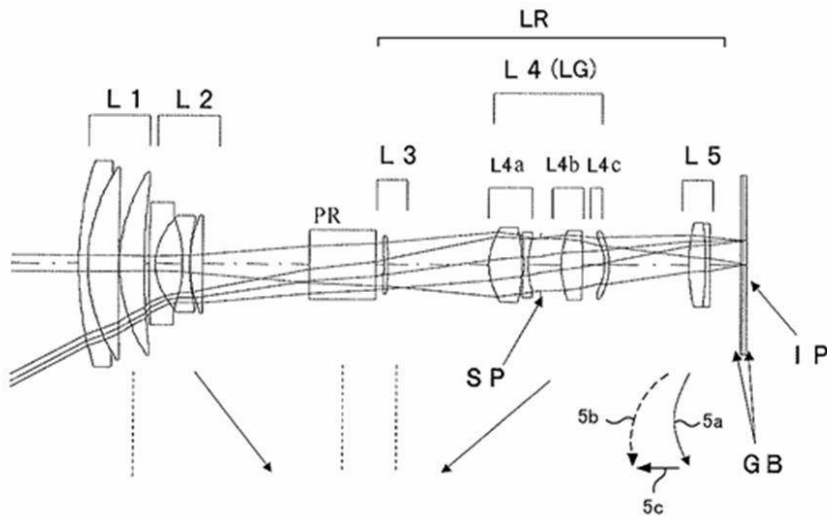
【図5】



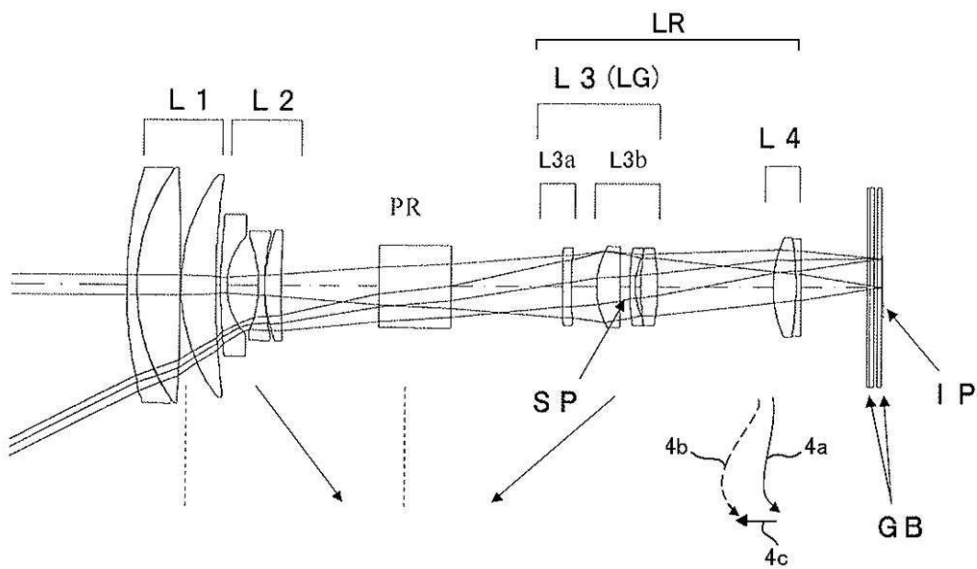
【 図 6 】



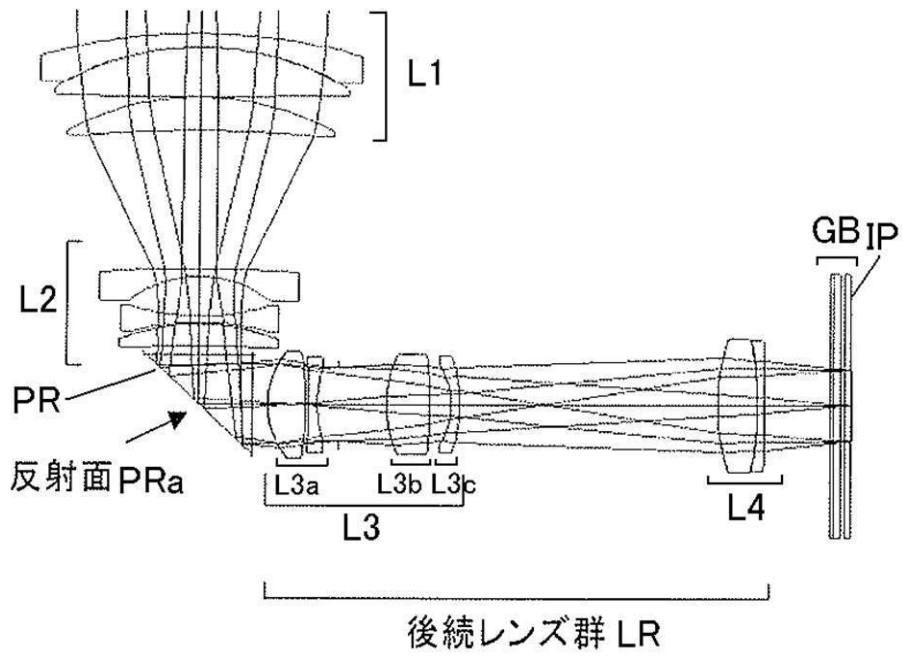
【 図 7 】



【 図 9 】



【図13】



---

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 0 2 B 1 5 / 2 0

G 0 2 B 1 3 / 1 8