

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5201809号
(P5201809)

(45) 発行日 平成25年6月5日(2013.6.5)

(24) 登録日 平成25年2月22日(2013.2.22)

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

請求項の数 8 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2006-186690 (P2006-186690)
 (22) 出願日 平成18年7月6日(2006.7.6)
 (65) 公開番号 特開2008-15251 (P2008-15251A)
 (43) 公開日 平成20年1月24日(2008.1.24)
 審査請求日 平成21年6月29日(2009.6.29)

(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 西村 威志
 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 小倉 宏之

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、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群より構成され、広角端に比べて望遠端において、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が広くなり、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が狭くなり、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が狭くなるように各レンズ群が移動するズームレンズであって、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群により構成される中間レンズユニットは、全ズーム範囲において正の屈折力を有し、前記第4レンズ群は光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動して全系が形成する像を光軸に対して垂直方向に移動させる負の屈折力のレンズ部 $G_{i s}$ を有しており、前記レンズ部 $G_{i s}$ の焦点距離を $f_{i s}$ 、前記第4レンズ群の焦点距離を $f_{r n 1}$ 、望遠端における全系の焦点距離を f_t とするとき、

$$-0.4 < f_{i s} / f_t < -0.1$$

$$1.1 < f_{i s} / f_{r n 1} < 3.0$$

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】

前記第5レンズ群の焦点距離を $f_{r p}$ 、広角端から望遠端へのズームングにおける前記第5レンズ群の光軸方向の移動量を $M_{r p}$ とするとき、

$$0.05 < f_{r p} / f_t < 0.3$$

$$-0.3 < M_{r p} / f_t < -0.05$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 のズームレンズ。

【請求項 3】

前記第 5 レンズ群は、1 以上の正レンズと 1 枚の負レンズを有し、前記 1 以上の正レンズのうち材料の分散が最も低い正レンズの焦点距離を f_p 、前記第 5 レンズ群の焦点距離を f_{rp} とするとき、

$$0.05 < f_p / f_{rp} < 2.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 のズームレンズ。

【請求項 4】

前記第 5 レンズ群は 1 以上の正レンズと 1 枚の負レンズを有し、該負レンズの材料の阿ッペ数を d_n とするとき、

$$3.4 < d_n < 6.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 5】

前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 とするとき、

$$-0.15 < f_2 / f_t < -0.04$$

なる条件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 項のズームレンズ。

【請求項 6】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 とするとき、

$$0.3 < f_1 / f_t < 0.8$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 7】

前記第 2 レンズ群は、フォーカスに際して光軸方向に移動することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を撮像する固体撮像素子と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、例えば写真用カメラや、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等の撮影光学系として好適なものである。

【背景技術】

【0002】

バックフォーカス（無限遠物点におけるレンズ最終面から近軸像面までの距離）が比較的長く、高ズーム比のズームレンズとして、最も物体側に正の屈折力のレンズ群を配置したポジティブリード型のズームレンズが知られている。

【0003】

このうち、物体側より順に、正、負、正、負、正の屈折力の 5 つのレンズ群で構成される、5 群ズームレンズが知られている（特許文献 1、2）。

【0004】

又、物体側より順に、正、負、正、正、負、正の屈折力の 6 つのレンズ群で構成される、6 群ズームレンズが知られている（特許文献 3）。

【0005】

一方、ズームレンズに手ぶれなどの偶発的な振動が伝わると撮影画像にブレが生じる。従来、この偶発的な振動による画像のぶれを補償する機構（防振機構）を具備し、高画質化を図ったズームレンズが種々と提案されている。

【0006】

このうち、物体側から像側へ順に、正、負、正、正の屈折力のレンズ群より成る 4 群ズームレンズにおいて、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ることにより像ぶれ補正（防振）を行うズームレンズが知られている（特許文献 4）。

10

20

30

40

50

【0007】

又、物体側から像側へ順に、正、負、正、正、負の屈折力のレンズ群より成る5群ズームレンズにおいて、第2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ブレを補正するズームレンズが知られている（特許文献5）。

【0008】

又、物体側から像側へ順に、正、負、正、負、正の屈折力のレンズ群より成る5群ズームレンズにおいて、第4レンズ群を光軸と垂直方向に移動させて画像のぶれを補償するズームレンズが知られている（特許文献6）。

【特許文献1】特開2004-212512号公報

【特許文献2】特開2005-107262号公報

【特許文献3】特開2005-242015号公報

【特許文献4】特開平09-230236号公報

【特許文献5】特開平09-230237号公報

【特許文献6】特開平10-090601号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

近年、デジタル一眼レフカメラ用のズームレンズは高ズーム比化と撮影される像の高画質化、そして所定の長さのバックフォーカスを有することが強く求められている。

【0010】

一般にズームレンズにおいて、各レンズ群の屈折力を強めれば所定のズーム比を得るための各レンズ群の移動量が少なくなる為、レンズ全長の短縮化を図りつつ、高ズーム比化が容易となる。

【0011】

しかしながら単に各レンズ群の屈折力を強めると、ズーミング（変倍）に伴う収差変動が大きくなり、特に高ズーム比化を図る際には全ズーム範囲にわたり良好なる光学性能を得るのが難しくなってくる。

【0012】

また、十分な長さのバックフォーカスを確保しつつ高ズーム比化を図ると、レンズ系全体が広角端においてレトロフォーカス型が強くなり易く、広角端における倍率色収差が悪化してくる。

【0013】

一方、ズームレンズの一部のレンズ群を防振レンズ群とし、光軸に対して垂直方向に平行偏心させて画像ぶれの補正を行うズームレンズにおいては、比較的容易に画像ぶれを補正することができる利点がある。

【0014】

しかしながらズームレンズのレンズ構成及び防振のために移動させる防振レンズ群のレンズ構成が適切でないと、防振時において、偏心収差の発生量が多くなり、光学性能が低下してくる。

【0015】

特に偏心色収差の発生が多いと防振時の光学性能が大きく低下してくる。

【0016】

このため、防振機能を有するズームレンズでは、全体のレンズ構成や防振用の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。

【0017】

本発明は、高ズーム比で所定の長さのバックフォーカスを有し、しかも全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有したズームレンズ及びそれを有する撮像装置の提供を目的とする。

【0018】

この他、本発明は振動補償（防振）の為の機構を具備し、振動補償時に良好な画像を得

10

20

30

40

50

ることができる防振機能を有したズームレンズの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0019】

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、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群より構成され、広角端に比べて望遠端において、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔が広くなり、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が狭くなり、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が狭くなるように各レンズ群が移動するズームレンズであって、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群により構成される中間レンズユニットは、全ズーム範囲において正の屈折力を有し、前記第4レンズ群は光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動して全系が形成する像を光軸に対して垂直方向に移動させる負の屈折力のレンズ部 G_{is} を有しており、前記レンズ部 G_{is} の焦点距離を f_{is} 、前記第4レンズ群の焦点距離を f_{rn1} 、望遠端における全系の焦点距離を f_t とするとき、

$$\begin{aligned} -0.4 < f_{is} / f_t < -0.1 \\ 1.1 < f_{is} / f_{rn1} < 3.0 \end{aligned}$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0020】

【0021】

【0022】

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、高ズーム比で所定の長さのバックフォーカスを有し、しかも全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有したズームレンズが得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

【0025】

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置の実施例について説明する。

【0026】

図1は本発明の参考例1のズームレンズの広角端（短焦点距離端）におけるレンズ断面図、図2、図3はそれぞれ参考例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。

【0027】

以下、収差図において（A）、（B）は各々基準状態（物体距離無限遠）の縦収差図と横収差図である。又、収差図において（C）は無遠物体を画角0.3度分に相当する像位置を変化させたときの（防振状態）の横収差図である。

【0028】

図4は本発明の実施例1のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図5、図6はそれぞれ実施例1のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。

【0029】

図7は本発明の実施例2のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図8、図9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。

【0030】

図10は本発明の実施例3のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図11、図12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。

【0031】

図13は本発明の参考例2のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図14、図15はそれぞれ参考例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。

【0032】

図16は本発明の参考例3のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図17、図

10

20

30

40

50

18はそれぞれ参考例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。

【0033】

図19は本発明のズームレンズを備えるカメラ（撮像装置）の要部概略図である。各実施例のズームレンズはビデオカメラやデジタルカメラ、そして銀塩フィルムカメラ等の撮像装置に用いられる撮影レンズ系である。

【0034】

レンズ断面図において、左方が被写体側（前方）で、右方が像側（後方）である。

【0035】

レンズ断面図において、L1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、L2は負の屈折力の第2レンズ群である。LCはズーミングに際して移動する1群以上のレンズ群から構成され、全ズーム範囲にて全体として正の屈折力の中間レンズユニットである。LRは正の屈折力の後方レンズ群である。

10

【0036】

尚、以下の説明においてレンズ群とは、単一又は複数のレンズより成る集合体であり、ズーミングに際して隣接するレンズ群とは独立に移動するものをいう。

【0037】

各実施例のズームレンズは、広角端に対し、望遠端での第1レンズ群L1と第2レンズ群L2との間隔が広く、第2レンズ群L2と中間レンズユニットLCとの間隔が狭くなる。又、中間レンズユニットと後方レンズ群との間隔が狭くなるように各レンズ群が移動してズーミングを行っている。

20

【0038】

中間レンズユニットLCは光軸に対し垂直方向の成分を持つように移動して全系が形成する像を光軸と垂直方向に変位させる負の屈折力のレンズ部（防振レンズ部）を有している。

【0039】

各実施例においてフォーカスは第2レンズ群L2を光軸に沿って移動させて行っている。

【0040】

次に、図1、図16の参考例1、3のレンズ構成について説明する。

【0041】

図1、図16のレンズ断面図において、L1は正の屈折力の第1レンズ群、L2は負の屈折力の第2レンズ群、LCは正の屈折力の中間レンズユニット、LRは正の屈折力の後方レンズ群（第6レンズ群）である。

30

【0042】

中間レンズユニットLCは、物体側から像側へ順に正の屈折力のレンズ群（第3レンズ群） r_{p1} 、負の屈折力のレンズ群（第4レンズ群） r_{n11} 、負の屈折力のレンズ群（第5レンズ群） r_{n12} を有している。

【0043】

レンズ群 r_{n11} は、正レンズと負レンズとの接合レンズより成り、光軸に対し垂直方向の成分を持つように移動して全系が形成する像を光軸と垂直方向に変位させる防振レンズ部（GIS）である。

40

【0044】

開口絞りSPはレンズ群 r_{p1} の物体側に位置している。

【0045】

広角端に比べ望遠端において第1レンズ群L1と第2レンズ群L2との間隔が広がる。又、第2レンズ群L2とレンズ群 r_{p1} との間隔が狭く、レンズ群 r_{p1} とレンズ群 r_{n11} との間隔が広く、レンズ群 r_{n11} とレンズ群 r_{n12} との間隔が広がる。又、レンズ群 r_{n12} と後方レンズ群LRとの間隔が狭くなるように各レンズ群が物体側へ移動してズーミングを行っている。

【0046】

50

ズームングに際してレンズ群 $r p 1$ と後方レンズ群 $L R$ は一体的に移動している。開口絞り $S P$ はズームングに際してレンズ群 $r p 1$ と一体的に移動している。

【0047】

後方レンズ群 $L R$ の焦点距離を $f r p$ とする。レンズ部 $G i s$ (レンズ群 $r n 1 1$) の焦点距離を $f r n 1 1$ とする。望遠端におけるズームレンズ (全系) の焦点距離を $f t$ とする。このとき、

$$0.05 < f r p / f t < 0.3 \quad (1)$$

$$-0.4 < f r n 1 1 / f t < -0.1 \quad (4')$$

なる条件を満足している。

【0048】

又、広角端から望遠端へのズームングにおける後方レンズ群 $L R$ の光軸方向の移動量を $M r p$ とする。

【0049】

但し、移動量 $M r p$ の符号は物体側へ移動するときを負と、像側へ移動するときを正とする。

【0050】

後方レンズ群 $L R$ 中の1つの正レンズの材料のアッベ数を $d p$ とする。このとき

$$72 < d p < 97 \quad (2)$$

$$-0.3 < M r p / f t < -0.05 \quad (3)$$

なる条件を満足している。

【0051】

図4、図7、図10の実施例1、2、3のレンズ構成について説明する。図4、図7、図10のレンズ断面図において、 $L 1$ は正の屈折力の第1レンズ群、 $L 2$ は負の屈折力の第2レンズ群、 $L C$ は正の屈折力の中間レンズユニット、 $L R$ は正の屈折力の後方のレンズ群 (第5レンズ群) である。

【0052】

中間レンズユニット $L C$ は物体側から像側へ順に正の屈折力のレンズ群 (第3レンズ群) $r p 1$ 、負の屈折力のレンズ群 (第4レンズ群) $r n 1$ より構成されている。

【0053】

レンズ群 $r n 1$ は、光軸に対し垂直方向の成分を持つように移動して全系が形成する像を光軸と垂直方向に変位させる負の屈折力のレンズ部 $G i s$ を有している。レンズ部 $G i s$ は正レンズと負レンズとの接合レンズより成っている。開口絞り $S P$ はレンズ群 $r p 1$ の物体側に位置している。

【0054】

広角端に比べ望遠端において、第1レンズ群 $L 1$ と第2レンズ群 $L 2$ との間隔が広くなる。又、第2レンズ群 $L 2$ とレンズ群 $r p 1$ との間隔が狭く、レンズ群 $r p 1$ とレンズ群 $r n 1$ との間隔が広く、レンズ群 $r n 1$ と後方レンズ群 $L R$ との間隔が狭くなるように、各レンズ群が物体側へ移動してズームングを行っている。

【0055】

ズームングに際してレンズ群 $r p 1$ と後方レンズ群 $L R$ は一体的に移動している。

【0056】

開口絞り $S P$ は、ズームングに際してレンズ群 $r p 1$ と一体的に移動している。

【0057】

後方レンズ群 $L R$ の焦点距離を $f r p$ とする。レンズ部 $G i s$ の焦点距離を $f i s$ とする。望遠端におけるズームレンズの焦点距離を $f t$ とする。このとき、

$$0.05 < f r p / f t < 0.3 \quad (1)$$

$$-0.4 < f i s / f t < -0.1 \quad (4)$$

なる条件を満足している。

【0058】

又、レンズ群 $r n 1$ の焦点距離を $f r n 1$ とするとき

10

20

30

40

50

$$1.1 < f_{is} / f_{rn1} < 3.0 \quad (5)$$

なる条件を満足している。

【0059】

又、広角端から望遠端へのズームングにおける後方レンズ群LRの光軸方向の移動量をMrpとする。

【0060】

後方レンズ群LR中の1つの正レンズの材料のアッペ数をdpとする。

【0061】

$$7.2 < dp < 9.7 \quad (2)$$

$$-0.3 < Mrp / ft < -0.05 \quad (3)$$

10

なる条件のうち1以上を満足している。

【0062】

図13の参考例2のレンズ構成について説明する。

【0063】

図13のレンズ断面図において、L1は正の屈折力の第1レンズ群、L2は負の屈折力の第2レンズ群、LCは正の屈折力の中間レンズユニット(第3レンズ群)、LRは正の屈折力の後方レンズ群(第4レンズ群)である。

【0064】

中間レンズユニットLCは光軸に対し垂直方向の成分を持つように移動して全系が形成する像を変位させる負の屈折力のレンズ部Gisを有している。

20

【0065】

レンズ部Gisは正レンズと負レンズの接合レンズより成っている。開口絞りSPは中間レンズユニットLCの物体側に位置している。

【0066】

広角端に比べ望遠端において第1レンズ群L1と第2レンズ群L2との間隔が広がる。又、第2レンズ群L2と中間レンズユニットLCとの間隔が狭く、中間レンズユニットLCと後方レンズ群LRとの間隔が狭くなるように各レンズ群と中間レンズユニットLCが物体側へ移動してズームングを行っている。

【0067】

開口絞りSPはズームングに際して中間レンズユニットLCと一体的に移動している。

30

【0068】

広角端から望遠端へのズームングにおける後方レンズ群LRの光軸方向の移動量をMrpとする。

【0069】

後方レンズ群LRの焦点距離をfrpとする。後方レンズ群LR中の1つの正レンズの材料のアッペ数をdpとする。望遠端におけるズームレンズの焦点距離をftとする。このとき、

$$0.05 < frp / ft < 0.3 \quad (1)$$

$$7.2 < dp < 9.7 \quad (2)$$

$$-0.3 < Mrp / ft < -0.05 \quad (3)$$

40

なる条件のうち1以上を満足している。

【0070】

レンズ部Gisの焦点距離をfisとする。このとき、

$$-0.4 < fis / ft < -0.1 \quad (4)$$

なる条件を満足している。

【0071】

又、各実施例及び各参考例においては、次の条件のうち1以上を満足している。

【0072】

後方レンズ群LRは、1以上の正レンズと1枚の負レンズを有し、1以上の正レンズのうち材料の分散が最も低い正レンズの焦点距離をfp、負レンズの材料のアッペ数をd

50

nとする。

【0073】

第1レンズ群L1の焦点距離をf1、第2レンズ群L2の焦点距離をf2とする。

【0074】

このとき

$$0.05 < f_p / f_{rp} < 2.0 \quad (6)$$

$$3.4 < d_n < 6.0 \quad (7)$$

$$-0.15 < f_2 / f_t < -0.04 \quad (8)$$

$$0.3 < f_1 / f_t < 0.8 \quad (9)$$

なる条件のうち1以上を満足している。

10

【0075】

次に前述した各条件式の技術的な意味について説明する。

【0076】

各実施例では、最も像側に正の屈折力の後方レンズ群LRの屈折力を強めて、広角端においてレトロフォーカス型を形成し、十分な長さのバックフォーカスを確保している。しかしながら、最も像側の後方レンズ群LRの屈折力を強めると広角端における倍率色収差が悪化する。そこで各実施例では、条件式(1)、(2)を満足することにより、所定の長さのバックフォーカスを確保しつつ、後方レンズ群LR中の正レンズの材質を適切に設定することで良好な光学性能を実現している。

【0077】

20

条件式(1)は後方レンズ群LRの焦点距離と望遠端における全系の焦点距離の比に関し、主に十分な長さのバックフォーカスを確保しつつ良好な光学性能を維持するためのものである。

【0078】

条件式(1)の下限値を超えると後方レンズ群LRの屈折力が強くなり過ぎて歪曲収差と像面湾曲が増大し、これらを補正するのが困難となるため良くない。

【0079】

また、上限値を越えて後方レンズ群LRの屈折力が弱くなり過ぎると、特に広角端においてバックフォーカスを確保するのが困難となり、また、ズーミングにおける各レンズ群の移動量が増大しレンズ系が大型化するので良くない。

30

【0080】

条件式(2)は後方レンズ群中で少なくとも1つの正レンズの材料のアッベ数を規定したものであり、特に広角端における倍率色収差を良好にするためのものである。

【0081】

条件式(2)の下限値を超えると特に広角端における倍率色収差が正側に増大し、これを補正するのが困難となるので良くない。

【0082】

また、上限値を越えると特に広角端における倍率色収差が負側に増大し、これを補正するのが困難となるので良くない。

【0083】

40

条件式(3)は広角端から望遠端へのズーミングの際の後方レンズ群LRの移動量と望遠端における全系の焦点距離の比に関し、レンズ系全体の小型化と高ズーム比化のバランスを図るものである。

【0084】

条件式(3)の下限値を超えると後方レンズ群LRのズーミングにおける移動量が増大するため特に望遠端における光学全長が増大するため良くない。また、上限値を越えると移動量が減少し、後方レンズ群LRの変倍分担が減り高ズーム比化が困難となるので良くない。

【0085】

条件式(4)は、実施例1乃至3、参考例1において防振用のレンズ部Gisの焦点距

50

離と望遠端に

おける全系の焦点距離の比に関し、防振用のレンズ部 $G_i s$ の防振敏感度を適切に設定しつつ良好な光学性能を得るためのものである。

【0086】

条件式(4)の下限值を超えるとレンズ部 $G_i s$ の屈折力が弱くなり過ぎて、防振敏感度が低くなり、防振時のレンズ部 $G_i s$ の変位量が増大するので良くない。また、上限値を越えるとレンズ部 $G_i s$ の屈折力が強くなり過ぎて、特に防振時に発生する偏心コマ収差の補正が困難となる。また、防振敏感度が高くなり過ぎて防振時のレンズ部 $G_i s$ の制御が困難となるので良くない。

【0087】

尚、参考例 1、3では条件式(4)は条件式(4')に相当し、レンズ部 $G_i s$ はレンズ群 r_{n1} に相当する。条件式(4')の技術的意味は条件式(4)と同じである。

【0088】

条件式(5)は実施例 1、2、3に関するものである。

【0089】

条件式(5)は防振用のレンズ部 $G_i s$ の焦点距離とレンズ群 r_{n1} の焦点距離の比に関し、特に防振敏感度を適切に設定しつつ良好な光学性能を得るためのものである。

【0090】

条件式(5)の上限値を越えるとレンズ群 r_{n1} に対してレンズ部 $G_i s$ の屈折力が弱くなり過ぎて防振敏感度が低くなり、防振時のレンズ部 $G_i s$ の変位量が増大するので良くない。

【0091】

また、下限値を越えるとレンズ群 r_{n1} に対してレンズ部 $G_i s$ の屈折力が強くなり過ぎて、特に防振時に発生する偏心コマ収差の補正が困難となる。また、防振敏感度が高くなり過ぎて防振時のレンズ部 $G_i s$ の制御が困難となるので良くない。

【0092】

条件式(6)は後方レンズ群 $L R$ の焦点距離と後方レンズ群 $L R$ 中、最も低分散の材質からなる正レンズ $G P$ の焦点距離の比に関し、主に倍率色収差と像面湾曲をバランス良く補正するためのものである。

【0093】

条件式(6)の下限值を超えると正レンズ $G P$ の屈折力が強くなり過ぎて、特に広角端における像面湾曲が増大し補正困難となるので良くない。また、上限値を越えると正レンズ $G P$ の屈折力が弱くなり過ぎて、低分散の材質を用いて倍率色収差を補正する効果が少なくなり、特に広角端において倍率色収差が負側に増大するので良くない。

【0094】

条件式(7)は後方レンズ群 $L R$ 中の最も像面側に配置された負レンズ G_n の材質のアップ数を規定したものであり、主に広角端における倍率色収差を補正するためのものである。

【0095】

条件式(7)の下限值を超えると、広角端における倍率色収差が正側に増大し、これを補正するのが困難となるので良くない。また、下限値を越えると、広角端における倍率色収差が負側に増大し、これを補正するのが困難となるので良くない。

【0096】

条件式(8)は、第2レンズ群 L_2 の焦点距離と望遠端における全系の焦点距離の比に関し、良好な光学性能を得つつレンズ系全体の小型化を図るためのものである。

【0097】

条件式(8)の下限值を超えて第2レンズ群 L_2 の屈折力が弱くなり過ぎると、広角端においてレンズ系全体のレトロフォーカス型が弱くなり、長いバックフォーカスを確保するのが困難となるので良くない。

【0098】

10

20

30

40

50

また、第2レンズ群L2は変倍分担が大きいので屈折力が弱くなると高ズーム比化が困難となるので良くない。また、上限値を越えて、第2レンズ群L2の屈折力が強くなり過ぎると特に広角端における像面湾曲と歪曲収差をバランス良く補正することが困難となるので良くない。

【0099】

又、第2レンズ群L2の焦点距離が条件式(8)を満足する程度に屈折力が強くなると、フォーカシングにおける第2レンズ群L2の繰出量が少なくなるので好ましい。

【0100】

条件式(9)は第1レンズ群L1の焦点距離と望遠端における全系の焦点距離の比に関し、レンズ系全体の小型化と良好な光学性能を得るためのものである。

10

【0101】

条件式(9)の下限を超えて第1レンズ群L1の屈折力が強くなり過ぎると、特に望遠端における球面収差が補正不足となるので良くない。また、上限値を越えて第1レンズ群L1の屈折力が弱くなり過ぎると変倍における第1レンズ群L1の移動量が増大し、レンズ系が大型化するので良くない。

【0102】

尚、各実施例及び各参考例において更に好ましくは、前述した条件式(1)~(9)、(4')の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0103】

$$0.1 < f_{rp} / f_t < 0.25 \quad (1a)$$

20

$$80 < d_p < 97 \quad (2a)$$

$$-0.25 < M_{rp} / f_t < -0.1 \quad (3a)$$

$$-0.35 < f_{is} / f_t < -0.13 \quad (4a)$$

$$-0.35 < f_{rn11} / f_t < -0.13 \quad (4'a)$$

$$1.2 < f_{is} / f_{rn1} < 2.5 \quad (5a)$$

$$0.6 < f_p / f_{rp} < 1.5 \quad (6a)$$

$$36 < d_n < 55 \quad (7a)$$

$$-0.11 < f_2 / f_t < -0.05 \quad (8a)$$

$$0.35 < f_1 / f_t < 0.7 \quad (9a)$$

次に、本発明のズームレンズを用いた一眼レフカメラシステムの実施形態を、図19を用いて説明する。図19において、10は一眼レフカメラ本体、11は本発明によるズームレンズを搭載した交換レンズである。

30

【0104】

12は交換レンズ11を通して得られる被写体像を記録するフィルムや固体撮像素子などの記録手段である。

【0105】

13は交換レンズ11からの被写体像を観察するファインダー光学系、14は交換レンズ11からの被写体像を記録手段12とファインダー光学系13に切り替えて伝送するための回動するクイックリターンミラーである。

【0106】

40

ファインダー像で被写体像を観察する場合は、クイックリターンミラー14を介してピント板15に結像した被写体像をペンタプリズム16で正立像としたのち、接眼光学系17で拡大して観察する。

【0107】

撮影時にはクイックリターンミラー14が矢印方向に回動して被写体像は記録手段12に結像して記録される。18はサブミラー、19は焦点検出装置である。

【0108】

このように本発明のズームレンズを一眼レフカメラ交換レンズ等の光学機器に適用することにより、高い光学性能を有した光学機器が実現できる。

【0109】

50

尚、本発明はクイックリターンミラーのない一眼レフカメラにも同様に適用することができる。

【 0 1 1 0 】

以下に、参考例 1、実施例 1 乃至 3、参考例 2、3 に各々対応する数値実施例 1 から 6 を示す。各数値実施例において、i は物体側からの面の順番を示し、R i は各面の曲率半径、D i は第 i 面と第 i 面 + 1 面との間の部材肉厚又は空気間隔、N i、i はそれぞれ d 線に対する屈折率、アッベ数を示す。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、

【 0 1 1 1 】

【 数 1 】

$$x = \frac{(1/R) h^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k) (h/R)^2}} + Ah^2 + Bh^4 + Ch^6 + Dh^8 + Eh^{10} + Fh^{12}$$

10

【 0 1 1 2 】

で表わされる。

【 0 1 1 3 】

但し、R は近軸曲率半径、A、B、C、D、E、F は非球面係数である。

【 0 1 1 4 】

又、[e - X] は [x 1 0 - X] を意味している。f は焦点距離、F n o は F ナンバー、H は、近軸像面上での像高を表す。又前述の各条件式と数値実施例における諸数値との

20

【 0 1 1 5 】

数値実施例 1

$$f = 18.60 \sim 192.00 \quad F n o = 3.52 \sim 5.85 \quad 2 = 72.6 \sim 8.1$$

R 1 = 89.769	D 1 = 1.70	N 1 = 1.846660	1 = 23.9
R 2 = 57.586	D 2 = 8.55	N 2 = 1.496999	2 = 81.5
R 3 = -445.084	D 3 = 0.15		
R 4 = 49.297	D 4 = 4.54	N 3 = 1.603112	3 = 60.6
R 5 = 115.481	D 5 = 可変		
* R 6 = 39.105	D 6 = 0.05	N 4 = 1.516400	4 = 52.2
R 7 = 43.236	D 7 = 1.15	N 5 = 1.804000	5 = 46.6
R 8 = 11.637	D 8 = 6.19		
R 9 = -41.956	D 9 = 1.00	N 6 = 1.834807	6 = 42.7
R10 = 40.531	D10 = 0.13		
R11 = 19.617	D11 = 4.45	N 7 = 1.846660	7 = 23.9
R12 = -32.642	D12 = 0.40		
R13 = -25.574	D13 = 0.90	N 8 = 1.882997	8 = 40.8
R14 = 44.778	D14 = 可変		
R15 = 絞り	D15 = 0.59		
R16 = 24.884	D16 = 0.80	N 9 = 1.805181	9 = 25.4
R17 = 15.220	D17 = 4.25	N10 = 1.487490	10 = 70.2
R18 = -47.844	D18 = 0.12		
* R19 = 30.455	D19 = 3.05	N11 = 1.487490	11 = 70.2
R20 = -59.065	D20 = 可変		
R21 = -53.973	D21 = 1.70	N12 = 1.846660	12 = 23.9
R22 = -19.278	D22 = 0.85	N13 = 1.717004	13 = 47.9
R23 = 45.709	D23 = 可変		

30

40

50

R24 = -15.139	D24 = 0.90	N14 = 1.772499	14 = 49.6
R25 = -21.730	D25 = 可変		
R26 = 49.761	D26 = 5.03	N15 = 1.583126	15 = 59.4
* R27 = -19.986	D27 = 0.20		
R28 = 75.995	D28 = 5.70	N16 = 1.496999	16 = 81.5
R29 = -16.551	D29 = 1.25	N17 = 1.834000	17 = 37.2
R30 = -228.192			

\ 焦点距離	18.60	58.65	192.00	10
可変間隔 \				
D 5	1.72	28.76	50.63	
D14	21.44	11.06	3.51	
D20	4.67	9.28	11.77	
D23	2.81	2.87	3.29	
D25	8.02	3.34	0.43	

非球面係数

20

6面 : A=0.00000e+00 B=-6.88515e-06 C=1.12679e-08
D=-4.74649e-10 E=3.26089e-12 F=-7.10506e-15

19面 : A=0.00000e+00 B=-6.56788e-07 C=1.20029e-08
D=-1.10145e-10 E=0.00000e+00 F=0.00000e+00

27面 : k=-6.36581e-01 A=0 B=3.10394e-06 C=5.69153e-09
D=-1.17025e-10 E=1.65775e-13 F=-1.97327e-16

30

数值実施例 2

f = 18.60 ~ 192.00 F n o = 3.62 ~ 6.23 2 = 72.6 ~ 8.1

R 1 = 89.461	D 1 = 1.55	N 1 = 1.846660	1 = 23.9	
R 2 = 58.885	D 2 = 8.50	N 2 = 1.496999	2 = 81.5	
R 3 = -421.441	D 3 = 0.15			
R 4 = 50.256	D 4 = 4.32	N 3 = 1.603112	3 = 60.6	
R 5 = 104.305	D 5 = 可変			
* R 6 = 39.105	D 6 = 0.05	N 4 = 1.516400	4 = 52.2	40
R 7 = 47.233	D 7 = 1.15	N 5 = 1.804000	5 = 46.6	
R 8 = 11.874	D 8 = 6.53			
R 9 = -42.131	D 9 = 1.00	N 6 = 1.834807	6 = 42.7	
R10 = 49.410	D10 = 0.15			
R11 = 20.219	D11 = 4.70	N 7 = 1.846660	7 = 23.9	
R12 = -35.707	D12 = 0.23			
R13 = -31.226	D13 = 0.90	N 8 = 1.882997	8 = 40.8	
R14 = 38.685	D14 = 可変			
R15 = 絞リ	D15 = 0.58			
R16 = 24.913	D16 = 0.80	N 9 = 1.805181	9 = 25.4	50

R17 =	15.228	D17 =	3.50	N10 =	1.487490	10 =	70.2	
R18 =	-35.784	D18 =	0.15					
R19 =	26.590	D19 =	2.30	N11 =	1.487490	11 =	70.2	
R20 =	-72.424	D20 =	可變					
R21 =	-43.112	D21 =	1.70	N12 =	1.846660	12 =	23.9	
R22 =	-17.123	D22 =	0.85	N13 =	1.673506	13 =	41.5	
R23 =	45.709	D23 =	2.33					
R24 =	-15.359	D24 =	0.90	N14 =	1.712995	14 =	53.9	
R25 =	-32.502	D25 =	可變					
R26 =	102.912	D26 =	4.22	N15 =	1.583126	15 =	59.4	10
* R27 =	-17.104	D27 =	0.19					
R28 =	79.119	D28 =	5.70	N16 =	1.496999	16 =	81.5	
R29 =	-14.328	D29 =	1.25	N17 =	1.834807	17 =	42.7	
R30 =	-117.678	D30 =	1.00					
R31 =	-39.286	D31 =	2.00	N18 =	1.487490	18 =	70.2	
R32 =	-31.432							

\ 焦点距離	18.60	59.39	192.00	
可變間隔 \				20
D 5	1.79	30.12	53.17	
D14	24.73	12.13	3.48	
D20	5.07	8.88	11.05	
D25	6.52	2.70	0.53	

非球面係數

6面 : A=0.00000e+00 B=-1.01380e-05 C=8.38266e-09
D=-5.59245e-10 E=3.41480e-12 F=-6.96063e-15 30

27面 : k=-2.41555e-01 A=0 B=7.47928e-06 C=1.13008e-09
D=-2.03460e-10 E=6.58968e-13 F=2.31317e-15

数值实施例 3

f = 18.60 ~ 190.00 F n o = 3.62 ~ 6.20 2 = 72.6 ~ 8.2

R 1 =	89.543	D 1 =	1.55	N 1 =	1.846660	1 =	23.9	40
R 2 =	58.704	D 2 =	8.50	N 2 =	1.496999	2 =	81.5	
R 3 =	-414.639	D 3 =	0.15					
R 4 =	49.683	D 4 =	5.08	N 3 =	1.603112	3 =	60.6	
R 5 =	106.385	D 5 =	可變					
* R 6 =	39.105	D 6 =	0.05	N 4 =	1.516400	4 =	52.2	
R 7 =	46.711	D 7 =	1.15	N 5 =	1.804000	5 =	46.6	
R 8 =	11.810	D 8 =	6.63					
R 9 =	-40.202	D 9 =	1.00	N 6 =	1.834807	6 =	42.7	
R10 =	48.130	D10 =	0.15					
R11 =	20.032	D11 =	5.09	N 7 =	1.846660	7 =	23.9	50

R12 = -34.638	D12 = 0.35		
R13 = -29.698	D13 = 0.90	N 8 = 1.882997	8 = 40.8
R14 = 38.065	D14 = 可変		
R15 = 絞り	D15 = 0.92		
R16 = 25.368	D16 = 0.80	N 9 = 1.805181	9 = 25.4
R17 = 15.199	D17 = 3.50	N10 = 1.487490	10 = 70.2
R18 = -35.355	D18 = 0.15		
R19 = 26.513	D19 = 2.30	N11 = 1.487490	11 = 70.2
R20 = -77.107	D20 = 可変		
R21 = -44.181	D21 = 1.70	N12 = 1.846660	12 = 23.9
R22 = -16.797	D22 = 0.85	N13 = 1.696542	13 = 41.9
R23 = 45.709	D23 = 2.42		
R24 = -15.548	D24 = 0.90	N14 = 1.712995	14 = 53.9
R25 = -26.487	D25 = 可変		
R26 = 98.159	D26 = 4.36	N15 = 1.583126	15 = 59.4
* R27 = -18.399	D27 = 0.19		
R28 = 126.691	D28 = 5.70	N16 = 1.438750	16 = 95.0
R29 = -14.791	D29 = 1.25	N17 = 1.804398	17 = 39.6
R30 = -52.123			

10

20

\ 焦点距離	18.60	57.73	190.00
可変間隔 \			
D 5	1.14	28.21	51.31
D14	21.96	10.75	2.69
D20	5.03	9.45	12.03
D25	7.60	3.17	0.59

非球面係数

30

6面 : A=0.00000e+00 B=-1.00987e-05 C=4.69166e-09
D=-3.05264e-10 E=1.48443e-12 F=-2.56565e-15

27面 : k=-3.78417e-01 A=0 B=9.97785e-07 C=-3.51999e-09
D=-1.26563e-10 E=7.57633e-14 F=-5.96396e-16

数值实施例 4

40

f = 18.60 ~ 192.00 F n o = 3.62 ~ 6.23 2 = 72.6 ~ 8.1

R 1 = 89.461	D 1 = 1.55	N 1 = 1.846660	1 = 23.9
R 2 = 58.885	D 2 = 8.50	N 2 = 1.496999	2 = 81.5
R 3 = -421.441	D 3 = 0.15		
R 4 = 50.256	D 4 = 4.32	N 3 = 1.603112	3 = 60.6
R 5 = 104.305	D 5 = 可変		
* R 6 = 39.105	D 6 = 0.05	N 4 = 1.516400	4 = 52.2
R 7 = 47.233	D 7 = 1.15	N 5 = 1.804000	5 = 46.6
R 8 = 11.874	D 8 = 6.53		

50

R 9 = -42.131	D 9 = 1.00	N 6 = 1.834807	6 = 42.7	
R10 = 49.410	D10 = 0.15			
R11 = 20.219	D11 = 4.70	N 7 = 1.846660	7 = 23.9	
R12 = -35.707	D12 = 0.23			
R13 = -31.226	D13 = 0.90	N 8 = 1.882997	8 = 40.8	
R14 = 38.685	D14 = 可変			
R15 = 絞リ	D15 = 0.58			
R16 = 24.913	D16 = 0.80	N 9 = 1.805181	9 = 25.4	
R17 = 15.228	D17 = 3.50	N10 = 1.487490	10 = 70.2	
R18 = -35.784	D18 = 0.15			10
R19 = 26.590	D19 = 2.30	N11 = 1.487490	11 = 70.2	
R20 = -72.424	D20 = 可変			
R21 = -43.112	D21 = 1.70	N12 = 1.846660	12 = 23.9	
R22 = -17.123	D22 = 0.85	N13 = 1.673506	13 = 41.5	
R23 = 45.709	D23 = 2.33			
R24 = -15.359	D24 = 0.90	N14 = 1.712995	14 = 53.9	
R25 = -32.502	D25 = 可変			
R26 = 102.912	D26 = 4.22	N15 = 1.583126	15 = 59.4	
* R27 = -17.104	D27 = 0.19			
R28 = 79.119	D28 = 5.70	N16 = 1.496999	16 = 81.5	20
R29 = -14.328	D29 = 1.25	N17 = 1.834807	17 = 42.7	
R30 = -117.678	D30 = 1.00			
R31 = -39.286	D31 = 2.00	N18 = 1.487490	18 = 70.2	
R32 = -31.432				

\ 焦点距離	18.60	59.39	192.00	
可変間隔 \				
D 5	1.79	30.12	53.17	
D14	24.73	12.13	3.48	30
D20	5.07	8.88	11.05	
D25	6.52	2.70	0.53	

非球面係数

6面 : A=0.00000e+00 B=-1.01380e-05 C=8.38266e-09
D=-5.59245e-10 E=3.41480e-12 F=-6.96063e-15

27面 : k=-2.41555e-01 A=0 B=7.47928e-06 C=1.13008e-09
D=-2.03460e-10 E=6.58968e-13 F=2.31317e-15 40

数值実施例 5

f = 18.60 ~ 150.05 F n o = 3.62 ~ 5.70 2 = 72.6 ~ 10.4

R 1 = 86.804	D 1 = 1.55	N 1 = 1.846660	1 = 23.9	
R 2 = 60.219	D 2 = 11.50	N 2 = 1.496999	2 = 81.5	
R 3 = -1278.737	D 3 = 0.15			50

R 4 =	53.838	D 4 =	6.11	N 3 =	1.603112	3 =	60.6	
R 5 =	116.128	D 5 =	可変					
* R 6 =	39.105	D 6 =	0.05	N 4 =	1.516400	4 =	52.2	
R 7 =	39.623	D 7 =	1.15	N 5 =	1.804000	5 =	46.6	
R 8 =	10.924	D 8 =	5.93					
R 9 =	-37.506	D 9 =	1.00	N 6 =	1.834807	6 =	42.7	
R10 =	49.633	D10 =	0.15					
R11 =	19.410	D11 =	4.05	N 7 =	1.846660	7 =	23.9	
R12 =	-35.042	D12 =	0.26					
R13 =	-28.647	D13 =	0.90	N 8 =	1.882997	8 =	40.8	10
R14 =	43.833	D14 =	可変					
R15 =	絞り	D15 =	0.44					
R16 =	24.594	D16 =	0.80	N 9 =	1.805181	9 =	25.4	
R17 =	15.117	D17 =	3.50	N10 =	1.487490	10 =	70.2	
R18 =	-54.279	D18 =	0.15					
* R19 =	24.335	D19 =	2.30	N11 =	1.487490	11 =	70.2	
R20 =	-123.776	D20 =	4.93					
R21 =	-40.285	D21 =	1.70	N12 =	1.846660	12 =	23.9	
R22 =	-15.580	D22 =	0.85	N13 =	1.668729	13 =	37.6	
R23 =	45.709	D23 =	2.37					20
R24 =	-17.433	D24 =	0.90	N14 =	1.712995	14 =	53.9	
R25 =	-21.603	D25 =	可変					
R26 =	105.718	D26 =	3.84	N15 =	1.583126	15 =	59.4	
* R27 =	-23.546	D27 =	0.19					
R28 =	145.289	D28 =	5.70	N16 =	1.496999	16 =	81.5	
R29 =	-14.949	D29 =	1.25	N17 =	1.834000	17 =	37.2	
R30 =	-43.427							

\ 焦点距離	18.60	51.81	150.05	30
可変間隔 \				
D 5	1.03	30.55	54.58	
D14	19.65	9.82	3.38	
D25	6.21	3.10	1.02	

非球面係数

6面 : A=0.00000e+00 B=-4.18311e-06 C=-1.92225e-08
D=6.25813e-10 E=-8.18116e-12 F=2.72191e-14 40

19面 : A=0.00000e+00 B=-3.44811e-06 C=-6.23955e-08
D=4.91894e-10 E=0.00000e+00 F=0.00000e+00

27面 : k=-5.44790e-01 A=0 B=-2.46639e-06 C=-1.51795e-08
D=-1.03032e-10 E=1.99296e-14 F=1.27512e-15

数值実施例 6

f = 20.00 ~ 222.73 F n o = 3.62 ~ 6.47 2 = 68.7 ~ 7.0

R 1 =	89.782	D 1 =	1.70	N 1 =	1.805181	1 =	25.4	
R 2 =	57.571	D 2 =	8.00	N 2 =	1.496999	2 =	81.5	
R 3 =	-502.581	D 3 =	0.15					
R 4 =	50.662	D 4 =	4.41	N 3 =	1.569070	3 =	71.3	
R 5 =	117.089	D 5 =	可變					
* R 6 =	39.105	D 6 =	0.05	N 4 =	1.516400	4 =	52.2	
R 7 =	45.335	D 7 =	1.15	N 5 =	1.804000	5 =	46.6	
R 8 =	12.066	D 8 =	5.59					10
R 9 =	-45.669	D 9 =	1.00	N 6 =	1.834807	6 =	42.7	
R10 =	38.998	D10 =	0.13					
R11 =	18.699	D11 =	4.50	N 7 =	1.846660	7 =	23.9	
R12 =	-32.455	D12 =	0.48					
R13 =	-24.450	D13 =	0.90	N 8 =	1.882997	8 =	40.8	
R14 =	43.222	D14 =	可變					
R15 =	絞リ	D15 =	0.52					
R16 =	24.416	D16 =	0.80	N 9 =	1.805181	9 =	25.4	
R17 =	15.205	D17 =	3.80	N10 =	1.496999	10 =	81.5	
R18 =	-47.899	D18 =	0.12					20
* R19 =	34.489	D19 =	2.60	N11 =	1.487490	11 =	70.2	
R20 =	-54.169	D20 =	可變					
R21 =	-48.205	D21 =	1.70	N12 =	1.846660	12 =	23.9	
R22 =	-19.051	D22 =	0.85	N13 =	1.717004	13 =	47.9	
R23 =	45.709	D23 =	可變					
R24 =	-14.733	D24 =	0.90	N14 =	1.772499	14 =	49.6	
R25 =	-21.770	D25 =	可變					
R26 =	48.973	D26 =	4.92	N15 =	1.571351	15 =	53.0	
* R27 =	-18.761	D27 =	0.20					
R28 =	68.001	D28 =	5.78	N16 =	1.496999	16 =	81.5	30
R29 =	-17.108	D29 =	1.25	N17 =	1.834000	17 =	37.2	
R30 =	-645.011							

\ 焦点距離	20.00	63.90	222.73	
可變間隔 \				
D 5	3.70	31.32	54.51	
D14	22.94	12.20	3.42	
D20	5.06	9.68	12.15	
D23	2.69	2.75	3.18	40
D25	7.89	3.22	0.40	

非球面係数

6面 : A=0.00000e+00 B=-1.00054e-05 C=-3.64976e-08
D=1.84043e-10 E=-2.20584e-13 F=1.06809e-15

19面 : A=0.00000e+00 B=-2.59768e-06 C=-9.48448e-09
D=-1.28590e-10 E=0.00000e+00 F=0.00000e+00

27面 : k=-4.47305e-01 A=0 B=8.68243e-06 C=-6.69346e-09
D=1.07853e-10 E=1.70841e-14 F=-2.60912e-15

【 0 1 1 6 】

【表 1】

表-1

レンズ群		参考例 1	実施例 1	実施例 2	実施例 3	参考例 2	参考例 3
後方レンズ群		LR	LR	LR	LR	LR	LR
防振レンズ部 GIS			GIS	GIS	GIS	GIS	
防振レンズ群		rn11					rn11
中間レンズ群 LC		rp1	rp1	rp1	rp1		rp1
		rn11	rn1	rn1	rn1		rn11
		rn12					rn12
条件式							
(1)	frp/ft	0.16	0.15	0.16	0.15	0.22	0.13
(2)	ν dp	81.5	81.5	95.0	81.5	81.5	81.5
(3)	Mrp/ft	-0.14	-0.12	-0.11	-0.12	-0.18	-0.12
(4)	fis/ft		-0.21	-0.21	-0.21	-0.27	
(4)'	frn11/ft	-0.21					-0.17
(5)	fis/frn1		2.05	1.76	2.05		
(6)	fp/frp	0.92	0.84	1.00	0.84	0.84	0.95
(7)	ν dn	37.2	42.7	39.6	42.7	37.2	37.2
(8)	f2/ft	-0.06	-0.07	-0.06	-0.07	-0.08	-0.06
(9)	f1/ft	0.45	0.47	0.47	0.47	0.64	0.41

10

20

以上のように、本発明によれば、高いズーム比を持ちながら全ズーム域にわたって良好な光学性能を維持し、振動補償(防振)のための機構を具備した際にも装置全体を小型化し、かつ振動補償時にも良好な画像が得られるズームレンズを得ることができる。また、各実施例のズームレンズは、振動補償(防振)のための機構を具備しない場合であっても、高ズーム比で所定の長さのバックフォーカスを有し、全ズーム範囲にわたり高い光学性能

30

【図面の簡単な説明】

【 0 1 1 7 】

【図 1】本発明の参考例 1 の広角端のズーム位置におけるレンズ断面図

【図 2】本発明の参考例 1 の広角端のズーム位置における収差図

【図 3】本発明の参考例 1 の望遠端のズーム位置における収差図

【図 4】本発明の実施例 1 の広角端のズーム位置におけるレンズ断面図

【図 5】本発明の実施例 1 の広角端のズーム位置における収差図

【図 6】本発明の実施例 1 の望遠端のズーム位置における収差図

【図 7】本発明の実施例 2 の広角端のズーム位置におけるレンズ断面図

40

【図 8】本発明の実施例 2 の広角端のズーム位置における収差図

【図 9】本発明の実施例 2 の望遠端のズーム位置における収差図

【図 10】本発明の実施例 3 の広角端のズーム位置におけるレンズ断面図

【図 11】本発明の実施例 3 の広角端のズーム位置における収差図

【図 12】本発明の実施例 3 の望遠端のズーム位置における収差図

【図 13】本発明の参考例 2 の広角端のズーム位置におけるレンズ断面図

【図 14】本発明の参考例 2 の広角端のズーム位置における収差図

【図 15】本発明の参考例 2 の望遠端のズーム位置における収差図

【図 16】本発明の参考例 3 の広角端のズーム位置におけるレンズ断面図

【図 17】本発明の参考例 3 の広角端のズーム位置における収差図

50

【図18】本発明の参考例3の望遠端のズーム位置における収差図

【図19】本発明の撮像装置の要部概略図

【符号の説明】

【0118】

L1：第1群

L2：第2群

LC：中間レンズユニット

LR：後方レンズ群

SP：絞り

IP：像面

d：d線

g：g線

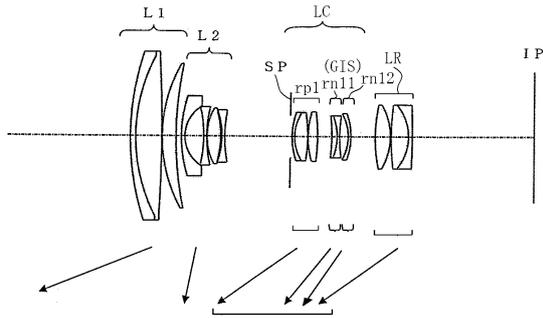
S：サジタル像面

M：メリジオナル像面

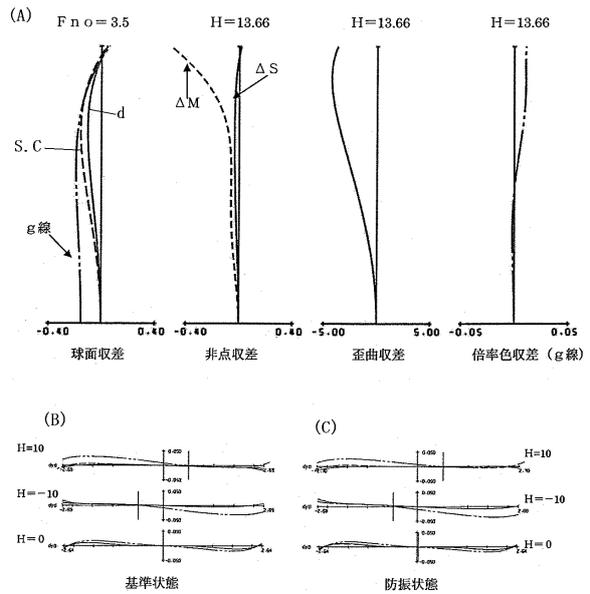
H：像高

Gis：防振用のレンズ部

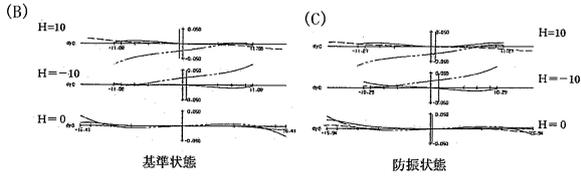
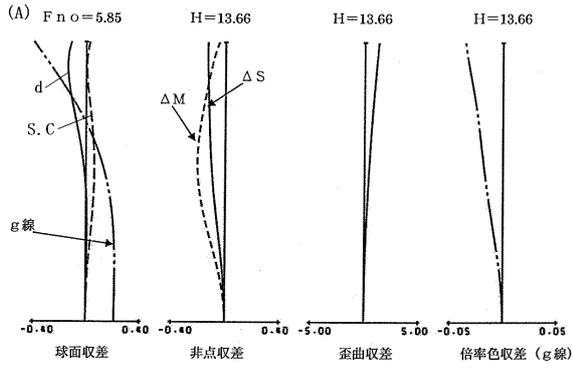
【図1】



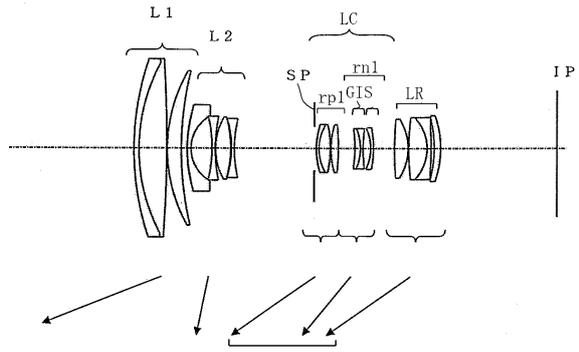
【図2】



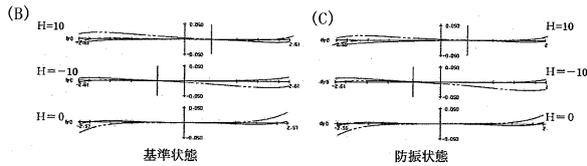
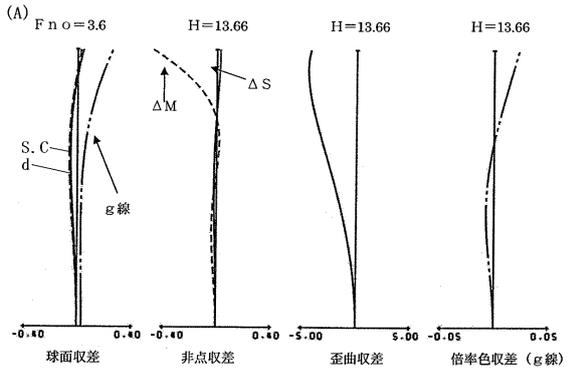
【図3】



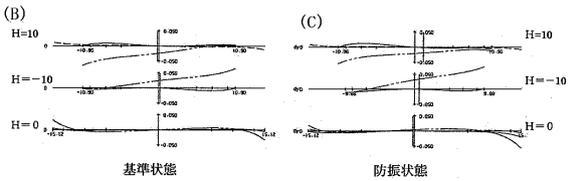
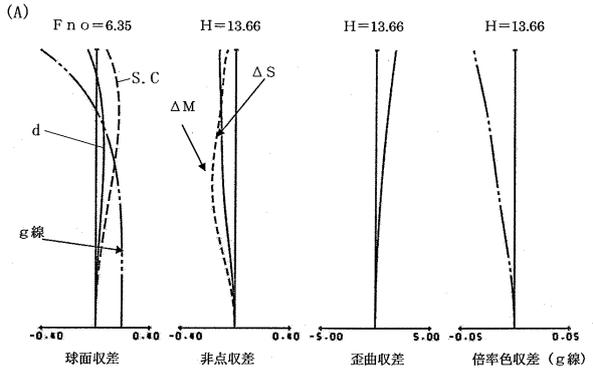
【図4】



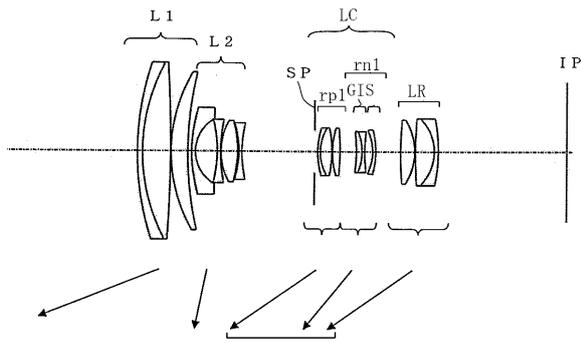
【図5】



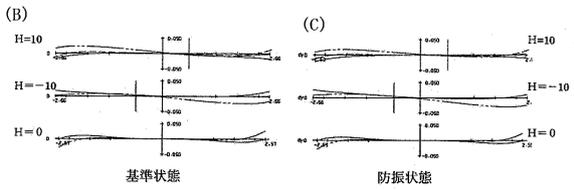
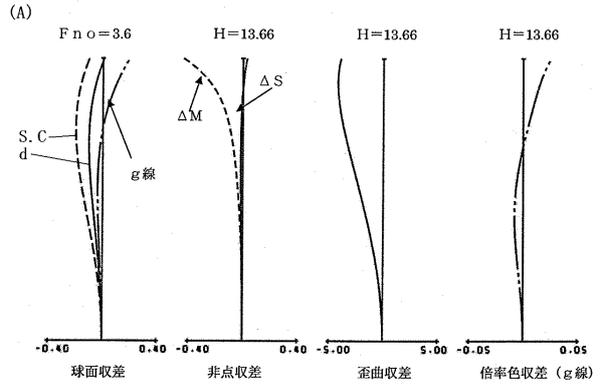
【図6】



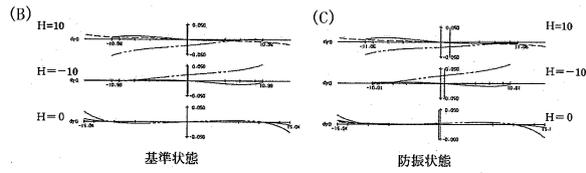
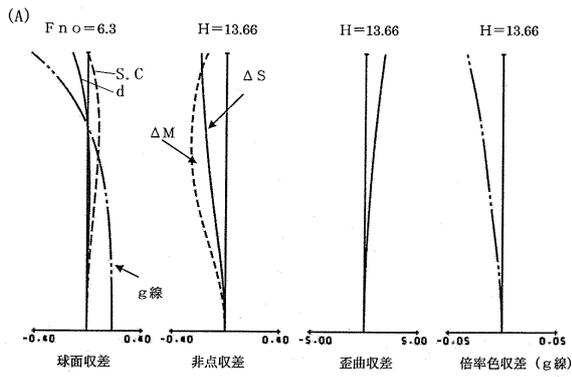
【 図 7 】



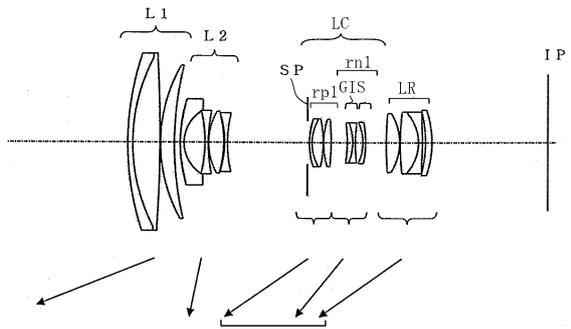
【 図 8 】



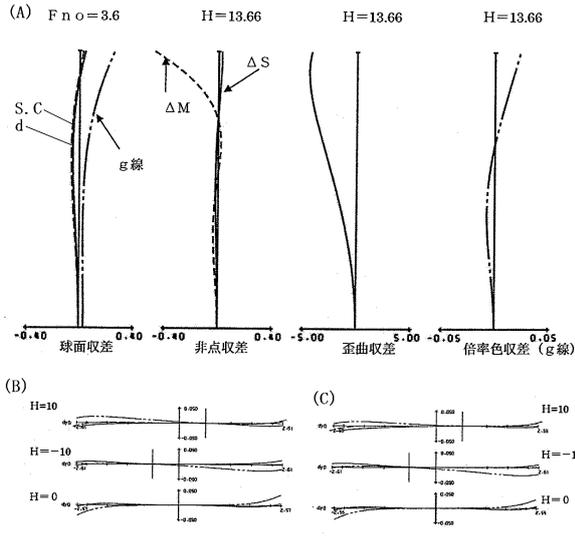
【 図 9 】



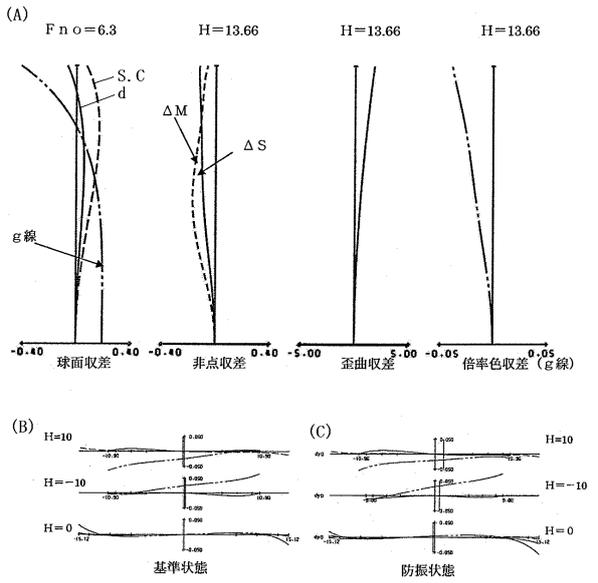
【 図 10 】



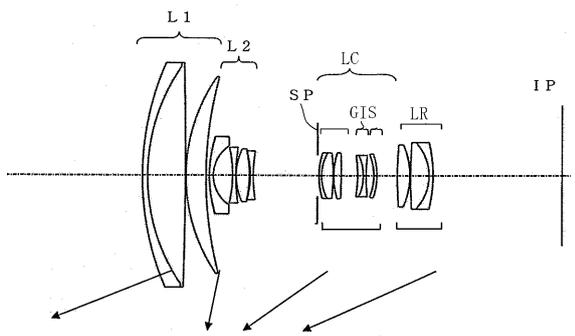
【 図 1 1 】



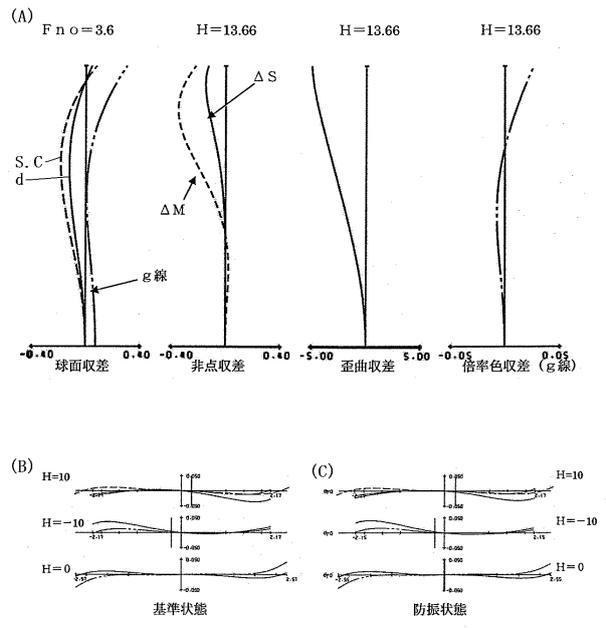
【 図 1 2 】



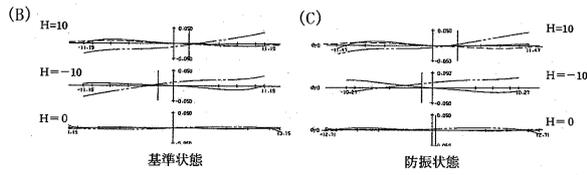
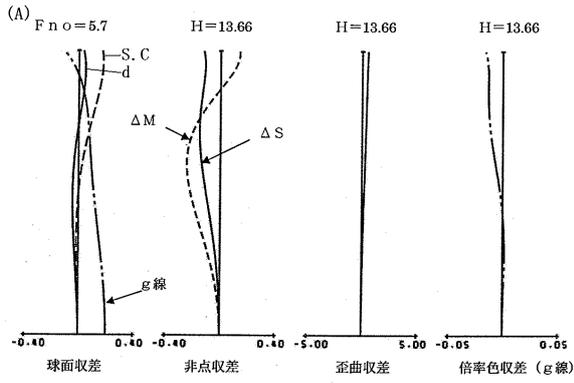
【 図 1 3 】



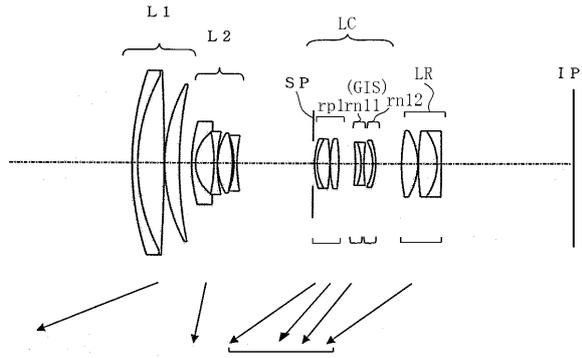
【 図 1 4 】



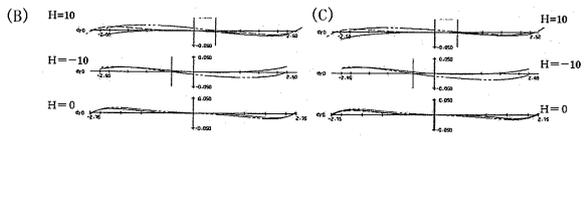
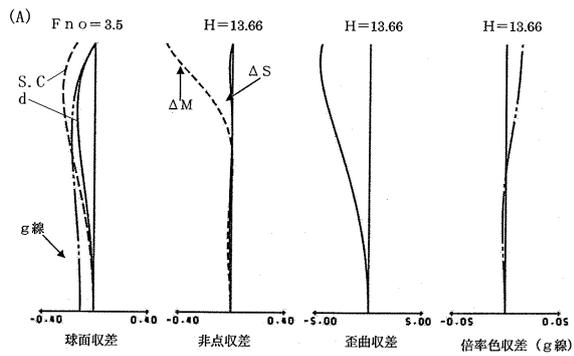
【 図 1 5 】



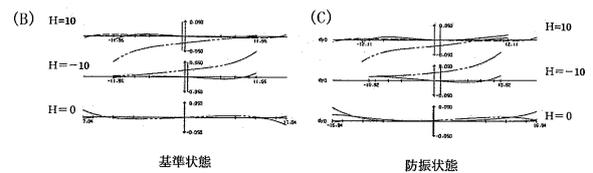
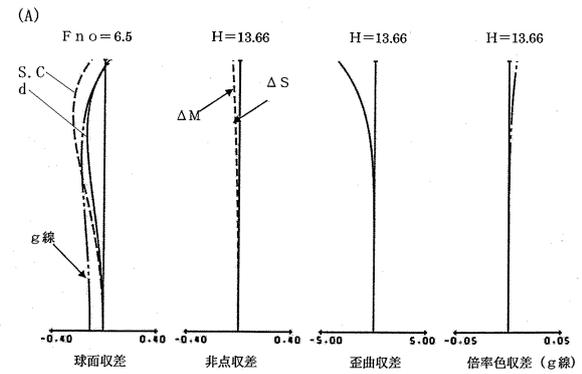
【 図 1 6 】



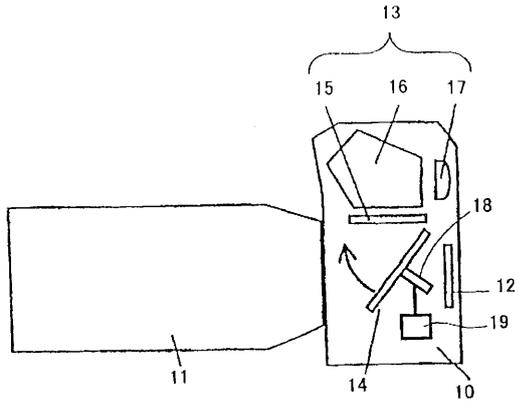
【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 19】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-085155(JP,A)
特開2005-352057(JP,A)
特開2006-106191(JP,A)
特開2001-228397(JP,A)
特開2005-242015(JP,A)
特開2006-284763(JP,A)
特開平10-090601(JP,A)
特開2005-284097(JP,A)
特開2002-107625(JP,A)
特開2006-227526(JP,A)
特開2006-234892(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