

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5006634号
(P5006634)

(45) 発行日 平成24年8月22日(2012.8.22)

(24) 登録日 平成24年6月1日(2012.6.1)

(51) Int.Cl.

F 1

G O 2 B 15/20 (2006.01)

G O 2 B 15/20

G O 3 B 5/00 (2006.01)

G O 3 B 5/00

J

G O 2 B 13/18 (2006.01)

G O 2 B 13/18

請求項の数 9 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2006-342587 (P2006-342587)
(22) 出願日 平成18年12月20日(2006.12.20)
(65) 公開番号 特開2008-152190 (P2008-152190A)
(43) 公開日 平成20年7月3日(2008.7.3)
審査請求日 平成21年11月19日(2009.11.19)

(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 井上 信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びこれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から像側へ順に、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、広角端に対して望遠端において、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レンズ群の間隔が狭くなり、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間隔が広くなり、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群が狭くなるようにレンズ群が移動してズームを行うズームレンズにおいて、前記第4レンズ群は一枚の負レンズから成り、前記第4レンズ群は光軸と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移動させることができ、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 、前記第4レンズ群の負レンズの材質の阿ッペ数を d 、望遠端における前記第4レンズ群と前記第5レンズ群の横倍率を各々 $4T$ 、 $5T$ 、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、前記第5レンズ群の焦点距離を f_5 とするとき、

$$0.50 < |f_t / f_4| < 1.50$$

$$45.0 < d$$

$$0.30 < 4T \cdot 5T < 0.90$$

$$0.40 < f_3 / f_5 < 0.64$$

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 4 レンズ群の負レンズの物体側と像側のレンズ面の曲率半径を各々 r_1 、 r_2 とするとき、

$$-0.40 < (r_1 + r_2) / (r_1 - r_2) < 0.00$$

なる条件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】

前記第 4 レンズ群の負レンズの物体側のレンズ面から像側のレンズ面までの軸上距離を d_4 とするとき、

$$0.00 < d_4 / f_t < 0.03$$

なる条件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】

望遠端における前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群の軸上空気間隔を B_3 、望遠端における前記第 4 レンズ群と前記第 5 レンズ群の軸上空気間隔を B_4 とするとき、

$$0.05 < B_4 / B_3 < 0.60$$

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 項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の焦点距離を各々 f_1 、 f_2 とするとき、

$$-0.30 < f_2 / f_1 < -0.10$$

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 項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

広角端から望遠端へのズーミングに際し、すべてのレンズ群が物体側へ移動することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

前記第 4 レンズ群の負レンズは両凹形状であ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】

固体撮像素子に像を形成することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項のズームレンズと、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、例えばフィルム用カメラや、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】

ここでバックフォーカスが長いとは、一眼レフカメラにおいてクイックリターンミラーを配置することができる程度の長さのことである。又、高ズーム比とは 3 以上のズーム比のことである。

【0004】

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知られている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

ポジティブリード型のズームレンズとして、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。

【 0 0 0 6 】

このような5群ズームレンズにおいて、第4レンズ群の全部又は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）を行ったズームレンズが知られている（特許文献1～3）。

【 0 0 0 7 】

特許文献1～3では、第4レンズ群を正、負2つのレンズ成分より構成し、このうち一方又は全部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を開示している。

10

【特許文献1】特開2006 - 85155号公報

【特許文献2】特開平10 - 90601号公報

【特許文献3】特開2004 - 226644号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

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。

【 0 0 0 9 】

20

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。

【 0 0 1 0 】

しかしながらズーミング（変倍）に伴う収差変動が大きくなり、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。

【 0 0 1 1 】

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となり易く、広角端において諸収差が悪化してくる。

30

【 0 0 1 2 】

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。

【 0 0 1 3 】

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、迅速な防振ができず、かつ防振時において、偏心収差の発生量が多くなり、光学性能が低下してくる。

【 0 0 1 4 】

特に防振レンズ群が大型で高重量であると迅速なる防振が困難になってくる。防振速度が遅いと、早く移動する被写体の撮影には支障が生じてくる。

40

【 0 0 1 5 】

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、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有し、しかも防振を迅速に行うことができる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。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 6 】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、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、広角端に対して望遠端において、前記第1レンズ群と前

50

記第 2 レンズ群の間隔が広くなり、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の間隔が狭くなり、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群の間隔が広くなり、前記第 4 レンズ群と前記第 5 レンズ群が狭くなるようにレンズ群が移動してズームを行うズームレンズにおいて、前記第 4 レンズ群は一枚の負レンズから成り、前記第 4 レンズ群は光軸と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移動させることができ、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 、前記第 4 レンズ群の負レンズの材質のアッペ数を d 、望遠端における前記第 4 レンズ群と前記第 5 レンズ群の横倍率を各々 $4T$ 、 $5T$ 、前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 、前記第 5 レンズ群の焦点距離を f_5 とするとき、

$$0.50 < |f_t / f_4| < 1.50$$

$$45.0 < d$$

$$0.30 < 4T \cdot 5T < 0.90$$

$$0.40 < f_3 / f_5 < 0.64$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0017】

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、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有し、しかも防振を迅速に行うことができるズームレンズ及びそれを有する撮像装置が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

【実施例】

【0019】

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。

【0020】

図 1 は本発明の実施例 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。

【0021】

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）は無限遠物体を画角 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。

【0022】

図 4 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 5、図 6 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。

【0023】

図 7 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 8、図 9 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。

【0024】

図 10 は本発明の実施例 4 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 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。

【0025】

図 13 は本発明の実施例 5 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。

【0026】

図 16 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。

【0027】

10

20

30

40

50

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。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、L 3 は正の屈折力の第 3 レンズ群、L 4 は負の屈折力の第 4 レンズ群、L 5 は正の屈折力の第 5 レンズ群である。

【 0 0 2 8 】

L 4 は防振レンズ群であり、防振時には光軸と垂直方向の成分を持つように変位させることで撮影画像を変位させている。

【 0 0 2 9 】

S P は光量調整用の開口絞りであり、第 3 レンズ群 L 3 の物体側に位置している。

【 0 0 3 0 】

I P は像面であり、ビデオカメラやデジタルスチルカメラの撮影光学系として使用する際には C C D センサや C M O S 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ときはフィルム面に相当する。

【 0 0 3 1 】

収差図においては、d , g は各々 d 線及び g 線である。S , C は正弦条件である。M , S は d 線のメリジオナル像面、d 線のサジタル像面である。倍率色収差は g 線によって表わしている。F n o は F ナンバー、H は像高である。

【 0 0 3 2 】

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。

【 0 0 3 3 】

レンズ断面図において、矢印は広角端から望遠端へのズーミングにおける各レンズ群の移動軌跡を示している。

【 0 0 3 4 】

各実施例のズームレンズは、広角端に対し、望遠端でのレンズ群間隔が次のようになるように各レンズ群を物体側へ移動させてズーミングを行っている。

【 0 0 3 5 】

即ち、第 1 レンズ群 L 1 と第 2 レンズ群 L 2 との間隔が広く、第 2 レンズ群 L 2 と第 3 レンズ群 L 3 との間隔が狭くなるようにしている。又、第 3 レンズ群 L 3 と第 4 レンズ群 L 4 との間隔が広く、第 4 レンズ群 L 4 と第 5 レンズ群 L 5 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。

【 0 0 3 6 】

尚、各実施例において広角端と望遠端は変倍用のレンズ群（各実施例では前記第 1 ～ 前記第 5 レンズ群 L 1 ～ L 5 ）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を言う。

【 0 0 3 7 】

正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 を広角端から望遠端へのズーミングに際し物体側へ移動させており、負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 に変倍作用を大きく分担させて全系の小型化を図っている。

【 0 0 3 8 】

又、ズーミングに際して第 3 ～ 第 5 レンズ群 L 3 ～ L 5 は前述の如く光軸方向に移動することで望遠端においてテレフォトタイプのレンズ系を形成し、光学全長の短縮化を図っている。

【 0 0 3 9 】

各実施例では、広角端から望遠端へのズーミングに際して第 1 ～ 第 5 レンズ群 L 1 ～ L 5 はいずれも物体側へ移動している。

【 0 0 4 0 】

フォーカシングは、繰出量が小さくできるため、比較的屈折力の強い第 2 レンズ群 L 2 を光軸上移動させることで行っている。

【 0 0 4 1 】

10

20

30

40

50

第4レンズ群L4は両凹形状の一枚のレンズより成り、光軸と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ている。即ち防振を行っている。

【0042】

各実施例では第4レンズ群L4を両凹形状の単一レンズで構成とすることで軽量化を図り、防振のためにレンズを光軸と垂直方向の成分を持つように移動させるための駆動手段を小型化及び防振の迅速化を図っている。又、レンズ系全体の小型化を図っている。

【0043】

各実施例において、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、第4レンズ群L4の焦点距離を f_4 とする。このとき、

$$0.50 < |f_t / f_4| < 1.50 \quad (1)$$

なる条件を満足している。

【0044】

防振用の第4レンズ群L4を1枚の負レンズで構成すると第4レンズ群L4単独での色収差補正が不十分となってくる。特に防振時の倍率色収差が悪化してくる。そこで第4レンズ群L4を1枚の負レンズで構成するときは条件式(1)を満足するようにしている。

【0045】

条件式(1)は第4レンズ群L4の焦点距離と望遠端における全系の焦点距離の比を適切に設定し、防振時の倍率色収差の補正を良好に行いつつ、十分なズーム比を確保し、更に適切な防振感度を得るためのものである。

【0046】

ここで防振感度とは防振レンズ群の単位移動量 H に対する画像のブレの補正量 X との比、 X / H のことである。

【0047】

条件式(1)の下限値を越えると第4レンズ群L4の屈折力が弱くなり過ぎて十分なズーム比を得ることが困難となる。それと共に、防振感度が低くなり過ぎてブレ補正のための第4レンズ群L4の光軸と垂直方向の成分の移動量が大きくなり、レンズ径が大型化する。

【0048】

条件式(1)の上限値を超えると第4レンズ群L4の屈折力が強くなり過ぎて、防振時の倍率色収差が悪化してくる。

【0049】

以上の如く構成することで防振機能を有し十分な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を得ている。

【0050】

各実施例においては、以下の条件式(2)から(8)までのうち少なくとも一つを満足するようにしている。

【0051】

これによって各条件式に相当する効果を得ている。

【0052】

第4レンズ群L4の1枚の負レンズの物体側と、像側のレンズ面の曲率半径を各々、 r_1 、 r_2 とする。このとき、

$$-0.40 < (r_1 + r_2) / (r_1 - r_2) < 0.00 \quad (2)$$

なる条件を満足している。

【0053】

条件式(2)は第4レンズ群L4の1枚の負レンズの物体側と像側の面の曲率半径に関し、主に球面収差と像面湾曲を良好に補正するためのものである。

【0054】

又、条件式(2)は、負レンズの物体側と像側の曲率半径を適切に設定し、望遠端において防振時のコマ収差の発生を抑制するためのものである。

【 0 0 5 5 】

防振用のレンズ群である第4レンズ群L4は1枚の負レンズで構成されている。このため収差補正においては、負レンズの形状を最適化することが必要である。

【 0 0 5 6 】

条件式(2)の下限値を超えると物体側のレンズ面の曲率が相対的に強くなり、基準状態において球面収差の補正効果が得やすくなるが、防振時においてコマ収差が悪化する。

【 0 0 5 7 】

また、上限値を超えると像側のレンズ面の曲率が相対的に強くなり広角端から望遠端にかけて像面湾曲がプラス方向に増大し、更にズームングにおいて像面湾曲の変動が大きくなる。

10

【 0 0 5 8 】

第4レンズ群L4の1枚の負レンズの物体側のレンズ面から像側のレンズ面までの軸上距離をd4とする。このとき、

$$0.00 < d4 / f_t < 0.03 \quad (3)$$

なる条件を満足している。

【 0 0 5 9 】

条件式(3)は防振用のレンズ群である第4レンズ群L4の1枚の負レンズのレンズ厚を規定し、全系の小型化を図るためのものである。

【 0 0 6 0 】

条件式(3)の下限値を超えると負レンズのレンズ厚が小さくなり過ぎて加工が困難となる。また、上限値を超えると負レンズのレンズ厚が厚くなり過ぎて、防振用のレンズ群の軽量化が難しくなると共に、レンズ全長が長くなる。

20

【 0 0 6 1 】

第4レンズ群L4の1枚の負レンズの材質のアッベ数を d とする。このとき、

$$45.0 < d \quad (4)$$

なる条件を満足している。

【 0 0 6 2 】

条件式(4)は、防振用のレンズ群である第4レンズ群L4の1枚の負レンズの材質のアッベ数を規定したものであり、主に色収差を良好に補正するためのものである。

【 0 0 6 3 】

第4レンズ群L4は1枚の負レンズで構成されているため、第4レンズ群L4単独である程度の色収差の補正がなされている必要がある。

30

【 0 0 6 4 】

また、防振用のレンズ群であるので防振時の色収差を抑制するためにも第4レンズ群L4単独である程度の色収差補正がなされている必要がある。

【 0 0 6 5 】

条件式(4)の下限値を超えるとズームングに際して軸上色収差の変動が増大し、また、防振時の倍率色収差の補正が困難となる。

【 0 0 6 6 】

望遠端における第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の軸上空気間隔をB3、望遠端における前記第4レンズ群L4と第5レンズ群L5の軸上空気間隔をB4とする。このとき、

40

$$0.05 < B4 / B3 < 0.60 \quad (5)$$

なる条件を満足している。

【 0 0 6 7 】

条件式(5)は望遠端において第4レンズ群L4に対する第3レンズ群L3と第5レンズ群L5の相対位置関係を規定したものである。又、条件式(5)は防振時の像面湾曲を良好に補正すると共に望遠端においてレンズ全長を短くするためのものである。

【 0 0 6 8 】

条件式(5)の下限値を超えると望遠端において第4レンズ群が第5レンズ群に近づき

50

過ぎて、双方が干渉することがあるので好ましくない。また、上限値を越えると望遠端において全系がテレフォトタイプから外れてきて、レンズ全長が長くなるので好ましくない。

【0069】

望遠端における第4レンズ群L4と第5レンズ群L5の横倍率を各々4T、5Tとする。このとき、

$$0.30 < 4T \cdot 5T < 0.90 \quad (6)$$

なる条件を満足している。

【0070】

条件式(6)は望遠端における第4レンズ群L4と第5レンズ群L5の横倍率に関し、適切な防振敏感度を得つつ高い光学性能を維持するためのものである。

10

【0071】

一般に防振敏感度が低過ぎると、防振用のレンズ群の防振のための移動量が増大してレンズ径が大きくなる。又、防振敏感度が高過ぎると、防振用のレンズ群の光軸と垂直方向の位置制御が困難となる。

【0072】

条件式(6)の下限値を超えると防振敏感度が低くなるので防振用の負レンズが径方向に増大するので好ましくない。また、上限値を越えると防振敏感度が高くなり防振用の負レンズの位置制御が困難になる。また、負レンズの屈折力が強くなる傾向となるのでズームングにおける像面変動を補正することが困難となる。

20

【0073】

第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の焦点距離を各々f1、f2とする。このとき、

$$-0.30 < f2/f1 < -0.10 \quad (7)$$

なる条件を満足している。

【0074】

条件式(7)は第1レンズ群と第2レンズ群の焦点距離の比に関し、主に全系の小型化と高性能化のバランスを図るためのものである。

【0075】

条件式(7)の下限値を超えると第2レンズ群L2の屈折力が相対的に弱くなり過ぎて特に望遠端において全系がテレフォトタイプから外れてきてレンズ全長が長くなる。また、条件式(7)の上限値を越えると第2レンズ群L2の屈折力が強くなり過ぎて望遠端において球面収差の補正が困難となる。

30

【0076】

第3レンズ群L3と第5レンズ群L5の焦点距離を各々f3、f5とする。このとき、

$$0.40 < f3/f5 \leq 0.64 \quad (8)$$

なる条件を満足している。

【0077】

条件式(8)はバックフォーカスの長さを十分確保しつつ高性能を維持するためのものである。

【0078】

条件式(8)の下限値を超えると第5レンズ群L5の屈折力が弱くなり過ぎて広角端においてバックフォーカスを長くするのが困難となる。また、上限値を超えると第5レンズ群L5の屈折力が強くなり過ぎて広角端において像面湾曲の補正が困難となる。

40

【0079】

各実施例においては、以上の条件式(2)~(8)のうち任意の1以上の条件式を満足すれば良い。

【0080】

尚、各実施例において、更に好ましくは、前述の条件式(1)、(2)、(4)~(8)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0081】

50

$$0.70 < |f t / f 4| < 1.30 \quad (1a)$$

$$-0.30 < (r 1 + r 2) / (r 1 - r 2) < -0.01 \quad (2a)$$

$$50.0 < d \quad (4a)$$

$$0.10 < B 4 / B 3 < 0.55 \quad (5a)$$

$$0.40 < 4 T \cdot 5 T < 0.75 \quad (6a)$$

$$-0.25 < f 2 / f 1 < -0.12 \quad (7a)$$

$$0.45 < f 3 / f 5 \leq 0.64 \quad (8a)$$

以上のように各実施例によれば、防振用の第4レンズ群L4の構成と屈折力を適切に設定することにより、変倍比3以上で十分な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。

10

【0082】

この他、各実施例によれば振動補償（防振）を迅速に行うことができ、しかも装置全体の小型化が容易で、かつ振動補償時にも良好な画像を得ることができる防振機能を有したズームレンズが得られる。

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16を用いて説明する。図16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。

【0083】

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

20

【0084】

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。

【0085】

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。

【0086】

30

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。

【0087】

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。

【0088】

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。

【0089】

以下に、実施例1から5に各々対応する数値実施例1から5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、Riは各面の曲率半径、Diは第i面と第i面+1面との間の部材肉厚又は空気間隔、Ni、ni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、

40

【0090】

【数1】

$$x = \frac{(1/R) h^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k) (h/R)^2}} + A h + B h^4 + C h^6 + D h^8 + E h^{10} + F h^{12}$$

50

【 0 0 9 1 】

で表わされる。

【 0 0 9 2 】

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。

数値実施例 又、 $[e - X]$ は $[\times 10^{-X}]$ 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関係を表 - 1 に示す。

【 0 0 9 3 】

数値実施例 1

10

$$f = 18.55 \sim 63.05 \quad F n o = 4.10 \sim 5.63 \quad 2 = 72.6^\circ \sim 24.4^\circ$$

R 1 =	53.738	D 1 =	2.00	N 1 =	1.784723	1 =	25.7	
R 2 =	34.687	D 2 =	0.36					
R 3 =	35.787	D 3 =	8.38	N 2 =	1.696797	2 =	55.5	
R 4 =	778.903	D 4 =	可変					
R 5 =	115.240	D 5 =	1.40	N 3 =	1.696797	3 =	55.5	
R 6 =	10.896	D 6 =	5.04					
R 7 =	-301.534	D 7 =	1.05	N 4 =	1.696797	4 =	55.5	
R 8 =	19.393	D 8 =	0.12					20
R 9 =	15.505	D 9 =	2.90	N 5 =	1.846660	5 =	23.9	
R10 =	39.874	D10 =	可変					
R11 =	絞り	D11 =	0.70					
R12 =	24.549	D12 =	6.00	N 6 =	1.657364	6 =	45.1	
R13 =	-11.463	D13 =	0.07					
R14 =	-11.297	D14 =	1.00	N 7 =	1.846660	7 =	23.9	
R15 =	-24.973	D15 =	可変					
R16 =	-76.233	D16 =	1.20	N 8 =	1.603112	8 =	60.6	
R17 =	84.068	D17 =	可変					
R18 =	-27.766	D18 =	1.50	N 9 =	1.583060	9 =	30.2	30
* R19 =	-74.829	D19 =	0.15					
R20 =	74.082	D20 =	6.13	N10 =	1.487490	10 =	70.2	
R21 =	-17.752							

\ 焦点距離	18.55	32.58	63.05	
可変間隔 \				
D 4	2.58	13.12	32.36	
D10	19.66	9.33	3.23	
D15	0.56	5.16	9.80	40
D17	10.88	6.28	1.64	

非球面係数

19面 : A = 0.00000e+00 B = 4.07344e-05 C = 3.47537e-07
D = -8.85427e-09 E = 1.20836e-10 F = -6.07420e-13

【 0 0 9 4 】

50

数值实施例 2

$$f = 18.55 \sim 63.02 \quad F n o = 4.10 \sim 5.61 \quad 2 = 72.6^\circ \sim 24.4^\circ$$

R 1 =	55.202	D 1 =	7.40	N 1 =	1.712995	1 =	53.9	
R 2 =	-510.648	D 2 =	1.80	N 2 =	1.846660	2 =	23.9	
R 3 =	220.569	D 3 =	可変					
R 4 =	36.539	D 4 =	1.40	N 3 =	1.772499	3 =	49.6	
R 5 =	11.572	D 5 =	7.54					
R 6 =	-108.603	D 6 =	1.10	N 4 =	1.712995	4 =	53.9	10
R 7 =	21.113	D 7 =	0.12					
R 8 =	17.388	D 8 =	3.70	N 5 =	1.805181	5 =	25.4	
R 9 =	60.950	D 9 =	可変					
R10 =	絞り	D10 =	1.00					
R11 =	18.241	D11 =	4.17	N 6 =	1.624505	6 =	57.0	
R12 =	-21.209	D12 =	0.50					
R13 =	-20.198	D13 =	1.00	N 7 =	1.769027	7 =	26.8	
R14 =	-54.000	D14 =	可変					
R15 =	-60.176	D15 =	1.20	N 8 =	1.603112	8 =	60.6	
R16 =	68.614	D16 =	可変					20
R17 =	-15.102	D17 =	1.60	N 9 =	1.583060	9 =	30.2	
* R18 =	-45.856	D18 =	0.20					
R19 =	45.484	D19 =	6.50	N10 =	1.516330	10 =	64.1	
R20 =	-15.014							

\ 焦点距離	18.55	31.88	63.02	
可変間隔 \				
D 3	3.11	15.89	34.83	
D 9	24.17	11.46	1.85	30
D14	3.22	3.80	5.20	
D16	4.68	4.09	2.69	

非球面係数

$$18\text{面} : \quad A = 0.00000\text{e}+00 \quad B = 9.04419\text{e}-05 \quad C = 7.05975\text{e}-07 \\ D = -1.17756\text{e}-08 \quad E = 1.44613\text{e}-10 \quad F = -7.15939\text{e}-13$$

40

【 0 0 9 5 】

数值实施例 3

$$f = 18.55 \sim 63.05 \quad F n o = 4.10 \sim 5.71 \quad 2 = 72.6^\circ \sim 24.4^\circ$$

R 1 =	59.300	D 1 =	6.85	N 1 =	1.712995	1 =	53.9	
R 2 =	-195.598	D 2 =	1.80	N 2 =	1.846660	2 =	23.9	
R 3 =	485.056	D 3 =	可変					
R 4 =	62.545	D 4 =	1.40	N 3 =	1.696797	3 =	55.5	50

R 5 =	11.372	D 5 =	6.24		
R 6 =	-115.044	D 6 =	1.10	N 4 =	1.772499
R 7 =	22.337	D 7 =	0.12		4 = 49.6
R 8 =	17.884	D 8 =	3.70	N 5 =	1.805181
R 9 =	91.604	D 9 =	可変		5 = 25.4
R10 =	絞り	D10 =	1.00		
R11 =	20.187	D11 =	6.29	N 6 =	1.672832
R12 =	-15.229	D12 =	0.47		6 = 51.0
R13 =	-14.249	D13 =	1.00	N 7 =	1.778115
R14 =	-54.000	D14 =	可変		7 = 27.5
R15 =	-77.652	D15 =	1.20	N 8 =	1.696797
R16 =	97.451	D16 =	可変		8 = 55.5
R17 =	-15.888	D17 =	1.60	N 9 =	1.583060
* R18 =	-33.737	D18 =	0.19		9 = 30.2
R19 =	67.136	D19 =	7.00	N10 =	1.516330
R20 =	-16.129				10 = 64.1

\ 焦点距離	18.55	31.97	63.05
可変間隔 \			
D 3	2.98	15.14	32.81
D 9	23.66	11.15	1.85
D14	2.40	3.93	6.39
D16	6.98	5.44	2.99

非球面係数

18面 : A = 0.000000e+00 B = 6.01775e-05 C = 6.45670e-07
D = -1.12353e-08 E = 1.47332e-10 F = -7.87412e-13

【 0 0 9 6 】

数値実施例 4

f = 18.55 ~ 63.03 F n o = 4.10 ~ 5.78 2 = 72.6 ° ~ 24.4 °

R 1 =	48.517	D 1 =	2.00	N 1 =	1.846660	1 =	23.9
R 2 =	31.293	D 2 =	0.86				
R 3 =	32.124	D 3 =	8.10	N 2 =	1.712995	2 =	53.9
R 4 =	657.796	D 4 =	可変				
R 5 =	97.856	D 5 =	1.40	N 3 =	1.696797	3 =	55.5
R 6 =	10.592	D 6 =	5.26				
R 7 =	-112.227	D 7 =	1.10	N 4 =	1.696797	4 =	55.5
R 8 =	20.912	D 8 =	0.12				
R 9 =	16.272	D 9 =	3.00	N 5 =	1.846660	5 =	23.9
R10 =	42.920	D10 =	可変				
R11 =	絞り	D11 =	0.70				
R12 =	20.824	D12 =	3.93	N 6 =	1.605806	6 =	41.6

R13 =	-12.730	D13 =	0.17		
R14 =	-12.419	D14 =	1.00	N 7 =	1.846660
R15 =	-26.748	D15 =	可変		7 = 23.9
* R16 =	-78.821	D16 =	1.00	N 8 =	1.530000
R17 =	84.406	D17 =	可変		8 = 55.8
R18 =	-89.138	D18 =	1.60	N 9 =	1.583060
* R19 =	165.184	D19 =	0.40		9 = 30.2
R20 =	56.009	D20 =	5.40	N10 =	1.603112
R21 =	-17.606	D21 =	1.10	N11 =	1.846660
R22 =	-23.420				10 = 60.6
					11 = 23.9

10

\ 焦点距離	18.55	31.79	63.03
可変間隔 \			
D 4	2.38	11.10	27.93
D10	18.23	9.05	2.85
D15	0.64	4.68	9.20
D17	10.04	6.00	1.48

20

非球面係数

16面 :	A = 0.00000e+00	B = 7.92164e-08	C = -3.39488e-09
	D = 5.18237e-10	E = 0.00000e+00	F = 0.00000e+00
19面 :	A = 0.00000e+00	B = 3.33974e-05	C = 3.03707e-07
	D = -8.68560e-09	E = 1.23592e-10	F = -6.30102e-13

30

【 0 0 9 7 】
数值実施例 5

$$f = 17.60 \sim 63.06 \quad F n o = 4.10 \sim 5.85 \quad 2 = 75.5^\circ \sim 24.4^\circ$$

R 1 =	46.994	D 1 =	2.00	N 1 =	1.846660	1 =	23.9
R 2 =	30.802	D 2 =	0.73				
R 3 =	31.621	D 3 =	8.11	N 2 =	1.712995	2 =	53.9
R 4 =	645.210	D 4 =	可変				
R 5 =	114.802	D 5 =	1.40	N 3 =	1.696797	3 =	55.5
R 6 =	10.037	D 6 =	4.69				
R 7 =	-207.426	D 7 =	1.05	N 4 =	1.772499	4 =	49.6
R 8 =	20.164	D 8 =	0.12				
R 9 =	14.884	D 9 =	2.90	N 5 =	1.846660	5 =	23.9
R10 =	36.576	D10 =	可変				
R11 =	絞り	D11 =	0.70				
R12 =	21.280	D12 =	4.74	N 6 =	1.616536	6 =	40.2
R13 =	-10.204	D13 =	0.08				
R14 =	-9.995	D14 =	1.00	N 7 =	1.846660	7 =	23.9

40

50

R15 =	-19.920	D15 =	可 変		
R16 =	-52.584	D16 =	0.90	N 8 = 1.530000	8 = 55.8
* R17 =	81.881	D17 =	可 変		
R18 =	-49.418	D18 =	1.50	N 9 = 1.583060	9 = 30.2
* R19 =	493.147	D19 =	0.40		
R20 =	103.656	D20 =	5.20	N10 = 1.589130	10 = 61.1
R21 =	-14.521	D21 =	1.10	N11 = 1.846660	11 = 23.9
R22 =	-18.443				

10

\ 焦点距離	17.60	31.14	63.06
可変間隔 \			
D 4	2.11	10.89	27.51
D10	17.87	8.81	2.99
D15	0.44	4.70	8.78
D17	9.68	5.42	1.33

非球面係数

20

17面 : A = 0.000000e+00 B = -8.39285e-07 C = -4.55903e-08
D = -3.22198e-09 E = 0.000000e+00 F = 0.000000e+00

19面 : A = 0.000000e+00 B = 4.19846e-05 C = 2.43233e-07
D = -7.42857e-09 E = 1.20785e-10 F = -7.14065e-13

【表 1】

表— 1

30

条件式	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5
(1) f_t/f_4	-0.95	-1.19	-1.02	-0.82	-1.05
(2) $(r_1+r_2)/(r_1-r_2)$	-0.05	-0.07	-0.11	-0.03	-0.22
(3) d_4/f_t	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
(4) v_d	60.6	60.6	55.5	55.8	55.8
(5) B_4/B_3	0.17	0.52	0.47	0.16	0.15
(6) $\beta_{4T} \cdot \beta_{5T}$	0.65	0.67	0.54	0.44	0.67
(7) f_2/f_1	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.16
(8) f_3/f_5	0.54	0.61	0.64	0.59	0.50

40

【図面の簡単な説明】

【0098】

【図 1】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 2】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 3】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 4】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

【図 5】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 6】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 7】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 8】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

50

【図 9】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 10】本発明の実施例 4 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 4 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 4 の望遠端のズーム位置における収差図

【図 13】本発明の実施例 5 の広角端のズーム位置におけるレンズ断面図

【図 14】本発明の実施例 5 の広角端のズーム位置における収差図

【図 15】本発明の実施例 5 の望遠端のズーム位置における収差図

【図 16】本発明の撮像装置の要部概略図

【符号の説明】

【 0 0 9 9 】

L 1 : 第 1 レンズ群

L 2 : 第 2 レンズ群

L 3 : 第 3 レンズ群

L 4 : 第 4 レンズ群

L 5 : 第 5 レンズ群

S P : 絞り

I P : 開口像面

d : d 線

g : g 線

S : サジタル像面

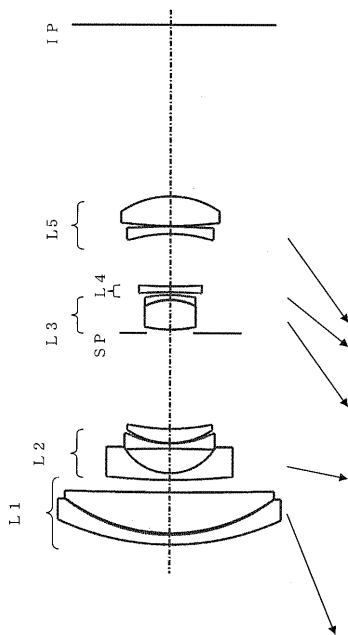
M : メリジオナル像面

h : 像高

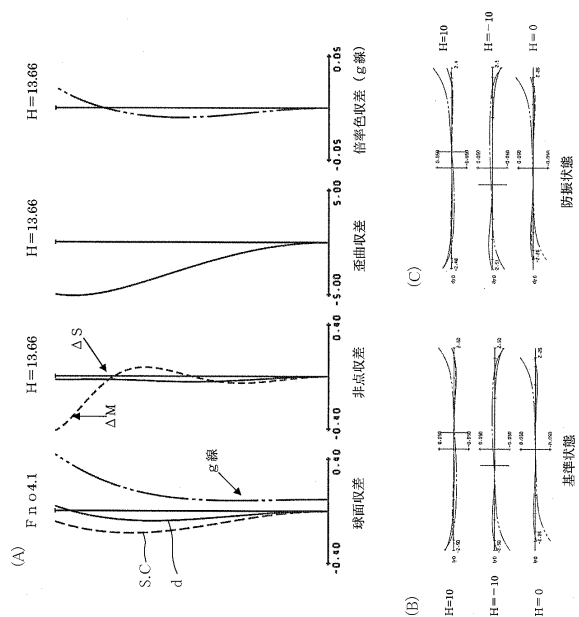
10

20

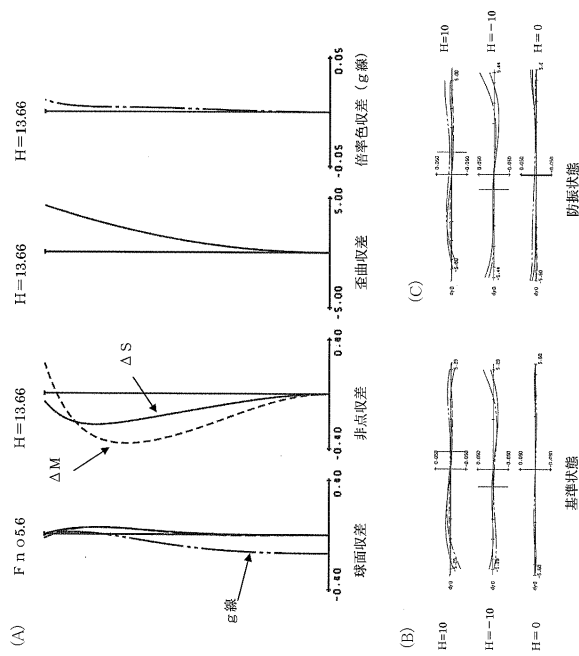
【図 1】



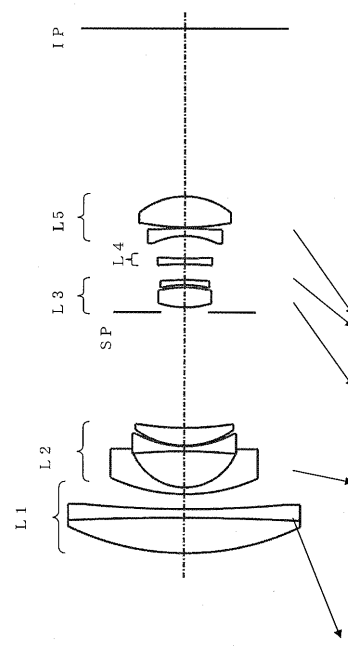
【図 2】



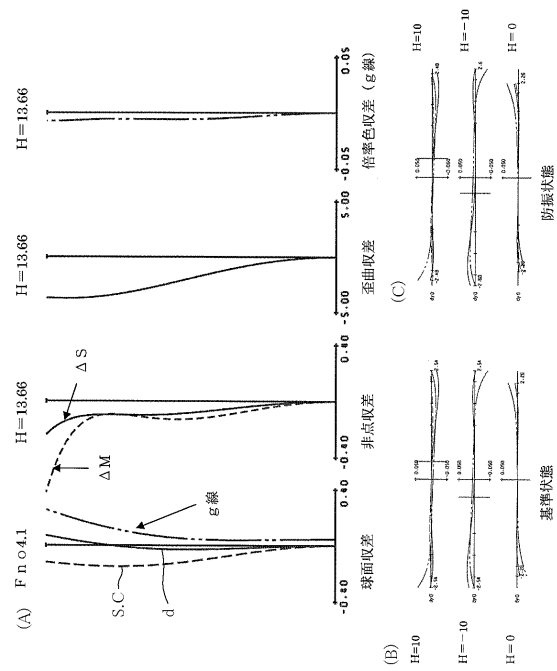
【図 3】



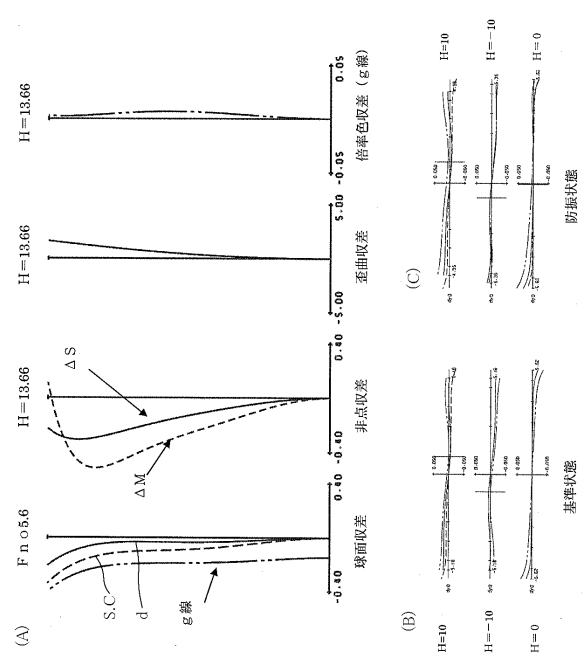
【図 4】



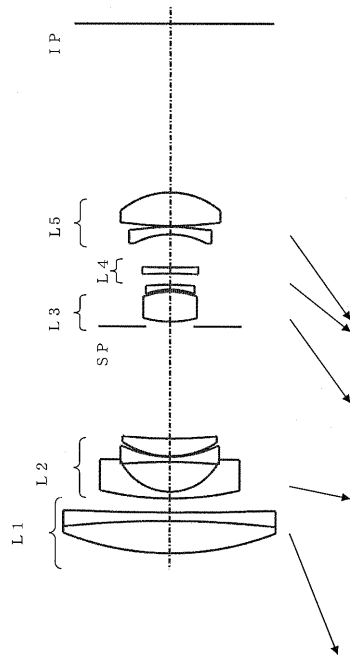
【図 5】



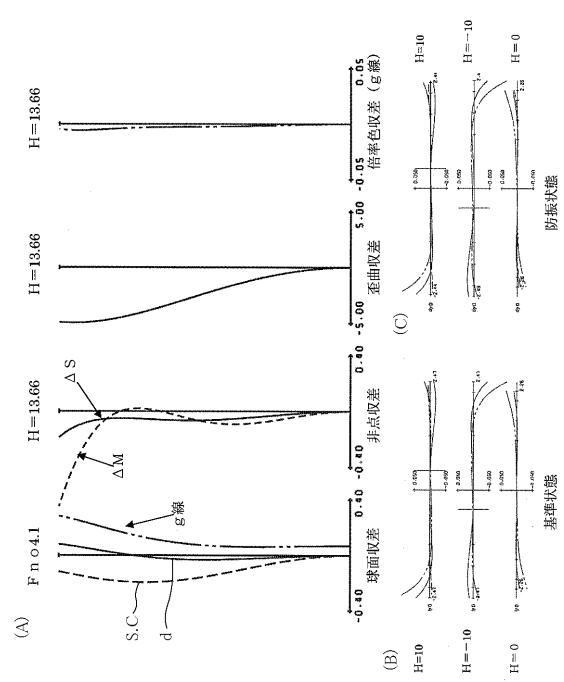
【図 6】



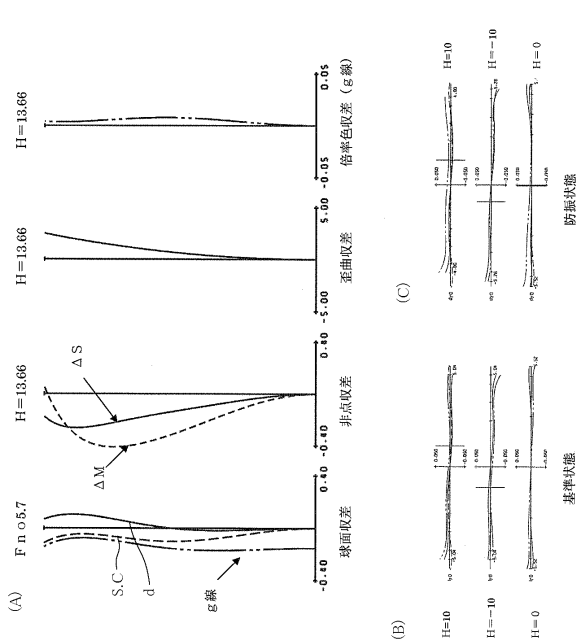
【図 7】



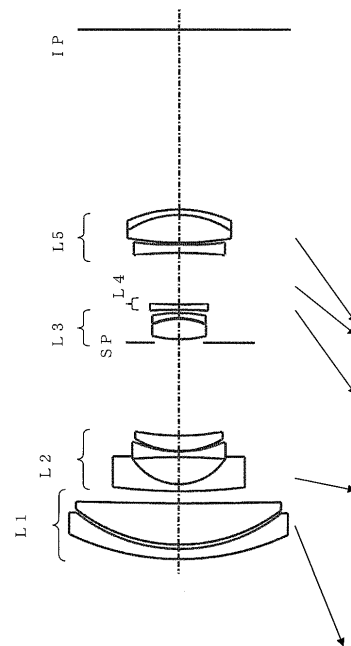
【図 8】



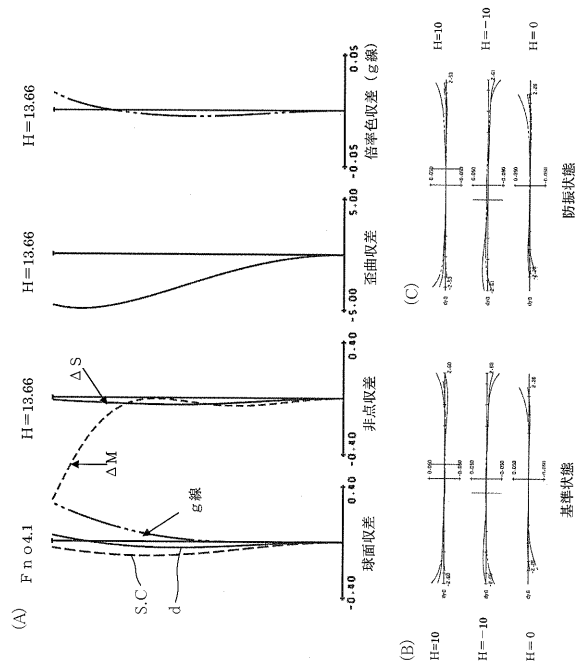
【図 9】



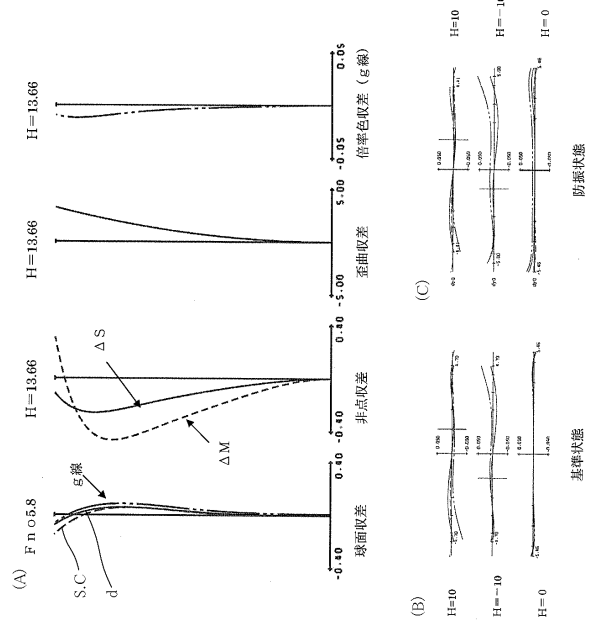
【図 10】



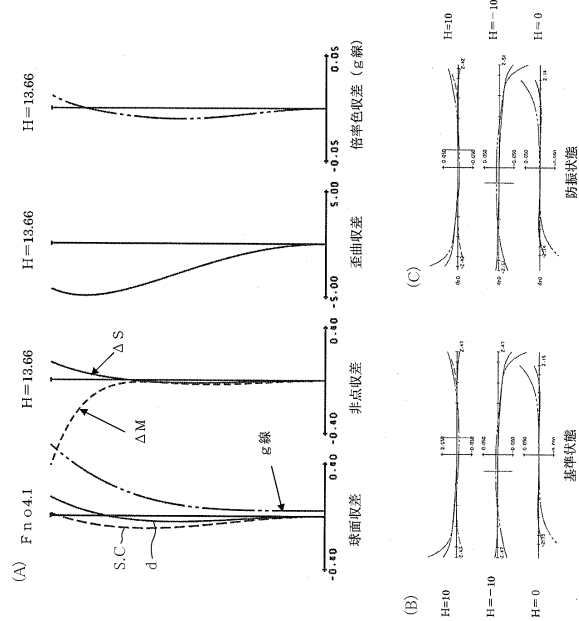
【図 1 1】



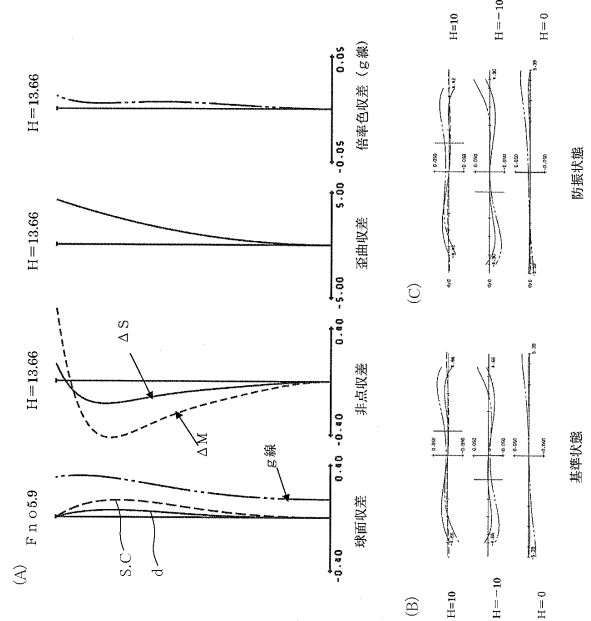
【図 1 2】



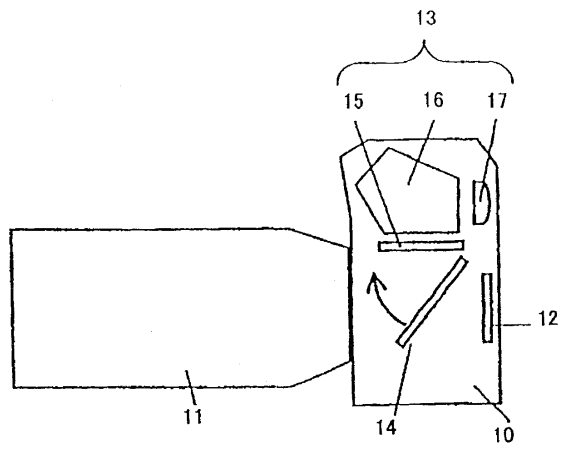
【図 1 4】



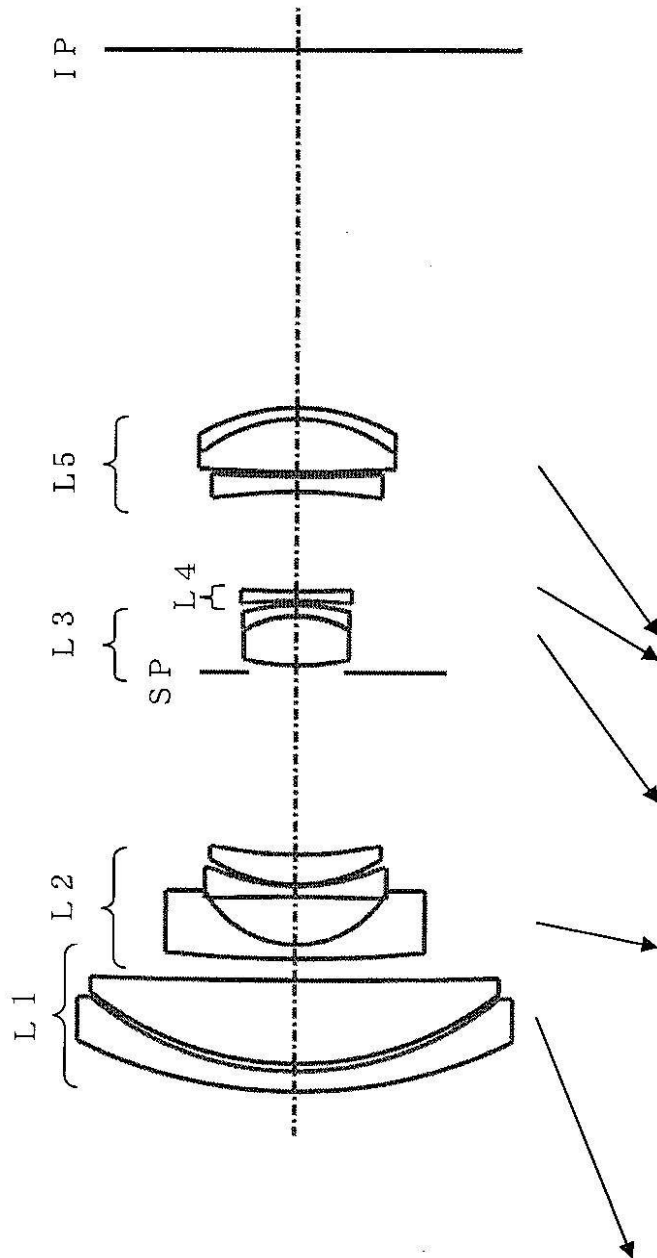
【図 1 5】



【図 16】



【図 13】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-227551(JP,A)
特開平7-5362(JP,A)
特開平9-5624(JP,A)
特開2001-83420(JP,A)
特開2001-228397(JP,A)
特開2002-98895(JP,A)
特開2004-226643(JP,A)
特開2007-304195(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 15/00 - 15/28