

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成26年11月13日(2014.11.13)

【公開番号】特開2013-80153(P2013-80153A)

【公開日】平成25年5月2日(2013.5.2)

【年通号数】公開・登録公報2013-021

【出願番号】特願2011-220910(P2011-220910)

【国際特許分類】

G 02 B 15/20 (2006.01)

G 02 B 13/18 (2006.01)

G 03 B 5/00 (2006.01)

H 04 N 5/225 (2006.01)

H 04 N 5/232 (2006.01)

【F I】

G 02 B 15/20

G 02 B 13/18

G 03 B 5/00 J

H 04 N 5/225 D

H 04 N 5/232 Z

【手続補正書】

【提出日】平成26年9月29日(2014.9.29)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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レンズ群を含むN個のレンズ群を有し、ズーミングに際して各レンズ群が移動するズームレンズであって、

物体側から数えてN-1番目に配置された第(N-1)レンズ群と、物体側から数えてN番目に配置された第Nレンズ群は共に正の屈折力を有し、

前記第(N-1)レンズ群は、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1サブレンズ群と、負の屈折力を有し、光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動して像位置を変化させる第2サブレンズ群より構成され、

前記第2レンズ群と前記(N-1)レンズ群との間には、1つ以上のレンズ群が配置され、

前記第Nレンズ群の焦点距離をfN、望遠端におけるバックフォーカスをbkt、広角端から望遠端へのズーミングに際しての前記第Nレンズ群の移動量をmN(物体側から像側へ移動するときを正とする)とするとき、

$$1.05 < fN / (bkt - fN) < 3.00$$

$$0.65 < -mN / fN < 1.50$$

なる条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】

前記第2サブレンズ群の焦点距離をfBとするとき、

$$0.60 < -fN / fB < 1.60$$

なる条件式を満たす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Nレンズ群のブロック長を b_1d_N とするとき、

$$0.05 < b_1d_N / f_N < 0.30$$

なる条件式を満たすことを特徴とする請求項1または2に記載のズームレンズ。

【請求項4】

前記第Nレンズ群の最も像側のレンズ面頂点から全系の後側主点位置までの距離を o_kN とするとき、

$$1.00 < f_N / (b_k t - o_k N - f_N) < 3.00$$

なる条件式を満たす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、正の屈折力の第6レンズ群より構成され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、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第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7】

請求項1乃至6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。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

【技術分野】

【0001】

本発明はズームレンズ及びそれを有する撮像装置に関し、例えばビデオカメラ、電子スチルカメラ、放送用カメラ、監視カメラ等のように固体撮像素子を用いた撮像装置、或いは銀塩フィルムを用いたカメラ等の撮像装置に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

近年、固体撮像素子を用いた撮像装置に用いられる撮影光学系には、高ズーム比（高変倍比）で、しかも高解像力のズームレンズであることが要望されている。更に、ズームレンズに手ぶれ等の偶発的な振動が伝わったときに生ずる画像のぶれ（像ぶれ）を補償する機構（防振機構）を具備していること等が要望されている。

【0003】

これらの要求に応えるズームレンズとして、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。ポジティブリード型のズームレンズで偶発的に振動が伝わったときに生ずる画像のぶれ（像ぶれ）を一部のレンズ群を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させて補償する防振機能を有したズームレンズが知られている（特許文献1乃至3）。

【0004】

特許文献1では、物体側から像側へ順に、正、負、正、負、正の屈折力の第1～第5レンズ群よりなる5群構成のズームレンズにおいて、第4レンズ群の一部のレンズ群で像ぶれ補正を行ったズームレンズを開示している。特許文献2、3では、物体側から像側へ順

に、正、負、正、正の屈折力の第1～第4レンズ群よりなる4群構成のズームレンズにおいて、第3レンズ群を2つのレンズ群から構成し、その一部のレンズ群で像ぶれ補正を行ったズームレンズを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2010-271362号公報

【特許文献2】特開2010-019945号公報

【特許文献3】特開2010-266534号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

近年、撮像装置に用いるズームレンズには、高ズーム比で、かつ防振機能を有していること等が強く要望されている。特に、像ぶれ補正のための防振レンズ群を光軸と垂直方向に移動させて補正する場合には、像ぶれ補正時の収差変動が少なく、防振時にも良好なる光学性能が維持されることが求められている。

【0007】

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、比較的容易に像ぶれを補正することができる。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及び防振レンズ群の像側に配置されている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、光学性能が大きく低下してくる。

【0008】

このため、高ズーム比で、かつ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レンズ群及び防振レンズ群よりも像側のレンズ群の構成等を適切に設定することが重要になってくる。例えば防振レンズ群の屈折力や、防振レンズ群よりも像側に配置されているレンズ群の屈折力やズーミングに際しての移動量等を適切に設定することが重要になってくる。これらの構成を適切に設定しないと全系の小型化を図り、かつ高ズーム比を確保しつつ、防振時に高い光学性能を維持するのが大変困難になってくる。

【0009】

前述した特許文献1及び2に示すポジティブリード型のズームレンズでは、正の屈折力の第1レンズ群が負の屈折力の第2レンズ群に対して物体側に移動することで、変倍効果の大半を得ている。ズーミングに際して第1レンズ群の繰り出し量が大きい程、レンズ全長（第1レンズ面から最終レンズ面までの長さ）を決定する広角端におけるレンズ全長の短縮を図ること、及び高性能化を図るのに有利である。

【0010】

しかしながら、第1レンズ群の繰り出し量が多いと、その繰り出し量相当の長さを持つ鏡筒を、本体に収納する必要がある。このため、仕様によっては第1レンズ群の繰り出し量がレンズ全長により制限され、高ズーム比が難しくなり、または段階的に繰り出す等のメカ構成による工夫を要する。

【0011】

特許文献1のズームレンズはズーミングに際し、第4レンズ群が、第3レンズ群及び第5レンズ群に対して相対的に像側に移動することで、補助的に変倍効果を得ており、第1レンズ群の物体側への繰り出し量を比較的抑えられる利点を有している。その反面、防振機構や絞り等のユニットを有する第3レンズ群付近で、ズーミングに際して移動レンズ群が増える。このためメカ構成が複雑化する。またレンズ群を複数のレンズ群に分割した分の製造誤差により、光学性能が劣化する傾向がある。

【0012】

そのため、ポジティブリード型のズームレンズでは第1レンズ群のズーミングに際しての繰り出し量が許す限り、特許文献2のような構成の4群ズームレンズを用いることが多い。

い。但し、4群ズームレンズは、比較的簡易な構成にできる反面、望遠端において防振時の光学性能を良好に維持することが難しい。

【0013】

本発明は、全体が小型で、かつ高ズーム比でありながら、像ぶれ補正時の収差変動を良好に補正し、防振時にも高い光学性能が得られる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】

【0014】

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レンズ群を含むN個のレンズ群を有し、ズーミングに際して各レンズ群が移動するズームレンズであって、

物体側から数えてN-1番目に配置された第(N-1)レンズ群と、物体側から数えてN番目に配置された第Nレンズ群は共に正の屈折力を有し、

前記第(N-1)レンズ群は、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1サブレンズ群と、負の屈折力を有し、光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動して像位置を変化させる第2サブレンズ群より構成され、

前記第2レンズ群と前記(N-1)レンズ群との間には、1つ以上のレンズ群が配置され、

前記第Nレンズ群の焦点距離をfN、望遠端におけるバックフォーカスをbkt、広角端から望遠端へのズーミングに際しての前記第Nレンズ群の移動量をmN(物体側から像側へ移動するときを正とする)とするとき、

$$1.05 < fN / (bkt - fN) < 3.00$$

$$0.65 < -mN / fN < 1.50$$

なる条件式を満たすことを特徴としている。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、全体が小型で、かつ高ズーム比でありながら、像ぶれ補正時の収差変動を良好に補正し、防振時にも高い光学性能が得られるズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】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2】(A)、(B) 本発明における数値実施例1の広角端と、望遠端における縦収差図

【図3】(A)、(B) 本発明における数値実施例1の広角端と、望遠端における横収差図

【図4】(A)、(B) 本発明における数値実施例1の広角端と、望遠端において0.3度の防振を行ったときの横収差図

【図5】本発明の参考例1のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図6】(A)、(B) 本発明における数値実施例2の広角端と、望遠端における縦収差図

【図7】(A)、(B) 本発明における数値実施例2の広角端と、望遠端における横収差図

【図8】(A)、(B) 本発明における数値実施例2の広角端と、望遠端において0.3度の防振を行ったときの横収差図

【図9】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10】(A)、(B) 本発明における数値実施例3の広角端と、望遠端における縦収差図

【図11】(A)、(B) 本発明における数値実施例3の広角端と、望遠端における横

収差図

【図12】(A)、(B) 本発明における数値実施例3の広角端と、望遠端において0.3度の防振を行ったときの横収差図

【図13】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14】(A)、(B) 本発明における数値実施例4の広角端と、望遠端における縦収差図

【図15】(A)、(B) 本発明における数値実施例4の広角端と、望遠端における横収差図

【図16】(A)、(B) 本発明における数値実施例4の広角端と、望遠端において0.3度の防振を行ったときの横収差図

【図17】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】

【0017】

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詳細に説明する。本発明のズームレンズは、最も物体側に正の屈折力のレンズ群が配置され、全体としてN(Nは4乃至6の整数)個のレンズ群を有し、各レンズ群が移動してズーミングを行う。物体側から数えて第(N-1)レンズ群と第Nレンズ群は共に正の屈折力であり、第(N-1)レンズ群は、物体側より像側へ正の屈折力の第1サブレンズ群(N-1)Aと、負の屈折力の第2サブレンズ群(N-1)Bより構成されている。

【0018】

そして第2サブレンズ群(N-1)Bを光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動させて像位置を移動させている。すなわち防振を行っている。

【0019】

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)における縦収差図である。図3(A)、(B)はそれぞれ実施例1のズームレンズの広角端と望遠端における横収差図である。図4(A)、(B)はそれぞれ実施例1のズームレンズの広角端、望遠端における0.3度の像位置変化後の横収差図である。実施例1はズーム比7.02、開口比(Fナンバー)3.59~5.88のズームレンズである。

【0020】

図5は、本発明の参考例1のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図6(A)、(B)はそれぞれ参考例1のズームレンズの広角端、望遠端における縦収差図である。図7(A)、(B)はそれぞれ参考例1のズームレンズの広角端と望遠端における横収差図である。図8(A)、(B)はそれぞれ参考例1のズームレンズの広角端、望遠端における0.3度の像位置変化後の横収差図である。参考例1はズーム比7.02、開口比3.50~5.88のズームレンズである。

【0021】

図9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である。図10(A)、(B)はそれぞれ実施例2のズームレンズの広角端、望遠端における縦収差図である。図11(A)、(B)はそれぞれ実施例2のズームレンズの広角端と望遠端における横収差図である。図12(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0.3度の像位置変化後の横収差図である。実施例2はズーム比6.99、開口比3.56~5.88のズームレンズである。

【0022】

図13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である。図14(A)、(B)はそれぞれ実施例3のズームレンズの広角端、望遠端における縦収差図である。図15(A)、(B)はそれぞれ実施例3のズームレンズの広角端と望遠端における横収差図である。図16(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0.3度の像位置変化後の横収差図である。実施例3はズーム比7.

0.2、開口比3.59～5.97のズームレンズである。図17は本発明の撮像装置の要部概略図である。

【0023】

本発明のズームレンズは、デジタルカメラ、ビデオカメラ、銀塩フィルムカメラ等の撮像装置に用いられるものである。レンズ断面図において左方が前方（物体側、拡大側）で右方が後方（像側、縮小側）である。レンズ断面図において、 i は物体側から像側への各レンズ群の順序を示し、 L_i は第*i*レンズ群である。 S_P は開放Fナンバー（ F_{no} ）光束を決定（制限）する開口絞りの作用をするFナンバー決定部材（以下「開口絞り」ともいう。）である。）である。

【0024】

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CCDセンサやCMOSセンサ等の撮像素子（光電変換素子）の撮像面が置かれる。又、銀塩フィルム用カメラの撮影光学系として使用する際にはフィルム面に相当する感光面が置かれている。矢印は広角端から望遠端へのズーミングに際しての各レンズ群の移動軌跡を示している。フォーカスに関する矢印は無限遠物体から近距離物体への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。

【0025】

それぞれの縦収差図は、左から順に、球面収差（軸上色収差）、非点収差、歪曲、倍率色収差を表している。球面収差と倍率色収差を示す図において、実線はd線（587.6nm）、破線はg線（435.8nm）を表している。また、非点収差を示す図において、実線はd線のサジタル方向、破線はd線のメリディオナル方向を表している。また、歪曲を示す図は、d線における歪曲を表している。 F_{no} はFナンバー、 \circ は半画角（度）である。

【0026】

ここで、防振シフトは光軸に対して直交方向への微少量の偏芯であり、縦収差には影響しないため、防振時の縦収差図は省略した。また、それぞれの横収差図において、実線はd線のサジタル方向、破線はd線のメリディオナル方向を表している。

【0027】

各実施例は、最も物体側に正の屈折力の第1レンズ群が配置され、全体としてN個のレンズ群を有し、各レンズ群が移動してズーミングを行うN群ズームレンズである。実施例1、3はN=6の6群ズームレンズである。参考例1はN=4の4群ズームレンズである。実施例2はN=5の5群ズームレンズである。

【0028】

そして物体側から数えて第（N-1）レンズ群と第Nレンズ群は共に正の屈折力である。第（N-1）レンズ群は、物体側より像側へ正の屈折力の第1サブレンズ群（N-1）Aと、負の屈折力の第2サブレンズ群（N-1）Bより構成されている。そして第2サブレンズ群（N-1）Bを光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動させて像位置を移動させている。

【0029】

第Nレンズ群の焦点距離を f_N 、望遠端におけるバックフォーカスを $b_k t$ 、広角端から望遠端へのズーミングに際しての第Nレンズ群の移動量を m_N とする。このとき、

$$1.05 < f_N / (b_k t - f_N) < 3.00 \quad \dots (1)$$

$$0.65 < -m_N / f_N < 1.50 \quad \dots (3)$$

なる条件式を満たしている。ここで移動量 m_N の符号は物体側から像側へ移動したときを正としている。

【0030】

各実施例のズームレンズでは、防振シフトの際の収差変動を小さくしている。各実施例のズームレンズでは、最終レンズ群のパワー（屈折力）及びズーミングに際しての移動量を最適化することで、望遠端における最終レンズ群の物体側の収束性を弱めている。具体的には、条件式（1）を満たすようにしている。

【0031】

条件式(1)は、前側主点から距離 X だけ離れた物点から焦点距離 f のレンズを通って結像する位置(後側主点からの距離) X' の関係を表すニュートンの公式($XX' = -f^2$)を変形させたものである。像面を物点とすると、物点から最終レンズ群までの距離が $X = bkt - fN$ で表され、焦点距離 fN の最終レンズ群により結像する位置が、 $X' = fN^2 / (bkt - fN)$ となる。条件式(1)はこれを焦点距離 fN で正規化したものである。

【0032】

条件式(1)において正の値は最終レンズ群(第Nレンズ群)の物体側が収束光束、負の値は発散光束であることを意味し、絶対値が大きい程アフォーカル(平行光束)に近い光束であることを表している。具体的に、条件式(1)の範囲を満たすことで、最終レンズ群の物体側を緩い収束光としている。

【0033】

条件式(1)の下限を逸脱すると、望遠端において、最終レンズ群での収束性が強まり、防振レンズ群を発散光束中に配置することが困難となり、防振時の光学性能が悪くなってしまう。条件式(1)の上限を逸脱すると、最終レンズ群の正のパワーが弱くなり過ぎ、全系の小型化と広画角化が困難になってしまふ。条件式(1)は、より好ましくは条件式(1a)を満たすと良い。

【0034】

$$1.10 < fN / (bkt - fN) < 1.60 \quad \dots \quad (1a)$$

最終レンズ群の最も像側のレンズ面頂点から、全系の後側主点位置までの距離を okN (物体面から像面の方向の距離を正とする)とする。前記の距離 X は、より厳密には $X = bkt - okN - fN$ で表される。このため条件式(1)の代わりに、又は条件式(1)とともに

$$1.00 < fN / (bkt - okN - fN) < 3.00 \quad \dots \quad (2)$$

を満足するのが良い。

【0035】

条件式(2)の技術的意味は条件式(1)と同じである。条件式(2)は、より好ましくは条件式(2a)を満たすとよい。

【0036】

$$1.05 < fN / (bkt - okN - fN) < 1.60 \quad \dots \quad (2a)$$

この時、望遠端において軸上光線の入射高を小さくするには、ズーミングに際しての最終レンズ群の移動量を制限するだけでは、基本性能を逸するため好ましくない。

【0037】

例えば、特許文献3では、最終レンズ群が望遠端において条件式(1)を満たし、望遠端での防振性能は良好になっているが、最終レンズ群のズーミングに際しての移動量が著しく小さくなつてあり、基本性能を良好に維持するのが難しい。

【0038】

そこで本発明では、条件式(1)と共に条件式(3)を満たすことで、基本性能と望遠端における防振性能を良好に維持している。条件式(3)は、最終レンズ群のズーミングに際しての移動量を表す式である。条件式(3)の下限値を逸脱すると最終レンズ群での変倍効果が小さくなり、また望遠端において光学性能が悪化してくる。また上限値を逸脱すると、最終レンズ群の収束性が強過ぎ、望遠端において防振性能が悪くなってしまう。条件式(3)は、より好ましくは条件式(3a)を満たすと良い。

【0039】

$$0.80 < -mN / fN < 1.10 \quad \dots \quad (3a)$$

各実施例において、更に基本性能と望遠端における防振性能を良好に維持するためには、次の諸条件のうちの1以上を満足するのが良い。第2サブレンズ群(N-1)Bの焦点距離を $f(N-1)B$ とする。第Nレンズ群のブロック長を $bldN$ とする。このとき、

$$0.60 < -fN / f(N-1)B < 1.60 \quad \dots \quad (4)$$

$0.05 < b_1 d_N / f_N < 0.30$. . . (5)
 なる条件式のうち 1 以上を満足するのが良い。

【 0 0 4 0 】

条件式 (4) は条件式 (1) により、最終レンズ群の物体側の収束性が弱まった光束を、第 2 サブレンズ群 (N - 1) B で第 1 サブレンズ群 (N - 1) A に向かい十分に発散させるための式である。

【 0 0 4 1 】

条件式 (4) の下限を逸脱すると、第 2 サブレンズ群 (N - 1) B のパワーが弱くなり、第 1 サブレンズ群 (N - 1) A に向かって十分な発散光束にならない。この結果、全系中における第 2 サブレンズ群 (N - 1) B での軸上光線の入射高が大きくなり、望遠端において防振性能が悪くなってしまう。条件式 (4) の上限を逸脱すると、第 2 サブレンズ群 (N - 1) B の発散性が強くなり過ぎ、全系が大型化してしまう。条件式 (4) は、より好ましくは条件式 (4 a) を満たすと良い。

【 0 0 4 2 】

$$0.80 < -f_N / f_{(N-1)B} < 1.25 \quad . . . (4 a)$$

条件式 (5) は、最終レンズ群 (第 N レンズ群) のブロック長に関する。

【 0 0 4 3 】

最終レンズ群のブロック長をある程度短くすることで、像面から最終レンズ群の後側主点位置までの距離を近づけることができる。この結果、広角端から望遠端へのズーミングに際して最終レンズ群を物体側に動かしても、軸上光線の入射高を小さくすることができて、条件式 (1)、(2) 及び (3) を満足するのが容易になる。

【 0 0 4 4 】

条件式 (5) の上限を逸脱すると、ブロック長が長くなり、像面から後側主点位置までの距離が遠くなるため、望遠端において最終レンズ群における軸上光線の入射高を小さくするのが困難になる。条件式 (5) の下限を逸脱すると、最終レンズ群が十分な正の屈折力のレンズ群としての働きを得られなくなり、全系の小型化と高性能化が困難になる。条件式 (5) は、より好ましくは条件式 (5 a) を満たすと良い。

【 0 0 4 5 】

$$0.08 < b_1 d_N / f_N < 0.25 \quad . . . (5 a)$$

次に、本発明のズームレンズは、第 2 レンズ群と第 (N - 1) レンズ群の間に、1 つ以上のレンズ群を含むとより好ましい。それにより、最終レンズ群のブロック長を大幅に縮めても、高性能化が容易に得られる。

【 0 0 4 6 】

本発明のズームレンズは、物体側から順に正、負、正、正の屈折力の第 1 乃至第 4 レンズ群よりなる 4 群ズームレンズにおいて十分な効果がある。この他、物体側から順に、正、負、負、正、正の屈折力の第 1 乃至第 5 レンズ群よりなる 5 群ズームレンズであっても良い。または、物体側から順に、正、負、正、負、正、正の屈折力の第 1 乃至第 6 レンズ群よりなる 6 群ズームレンズであっても良い。6 群ズームレンズのときは、第 3 レンズ群と第 5 レンズ群をズーミングに際して一体で駆動させると、レンズ群数を増やしても比較的簡易なメカ構成にできるため、好ましい。

【 0 0 4 7 】

本発明は、上述のような光学系を有する光学機器 (例えば撮像装置、画像投影装置やその他の光学機器) に、種々適用可能である。

【 0 0 4 8 】

本発明と前述した特許文献 1、2 との差異は概略は次のとおりである。特許文献 2 の正、負、正、正の屈折力の第 1 乃至第 4 レンズ群よりなる 4 群ズームレンズでは、広角端から望遠端のズーミングに際し、第 1 レンズ群、第 3 レンズ群、第 4 レンズ群が物体側に大きく移動することで変倍効果を得ている。まず、正、負、正、正の屈折力の第 1 乃至第 4 レンズ群よりなる 4 群ズームレンズの広角端において、光線の進行方向とは逆方向の像面側から物体側に向かい、軸上光束を光線追跡しながらその特徴を分析する。

【 0 0 4 9 】

広角端では、広画角化のため全系の主点位置を像面側に配置する必要がある。このため、正の屈折力の第4レンズ群は、レンズ本体の最も像側に近接した状態となる。この状態において、第4レンズ群では軸上光線の入射高が小さくなり、像面からの発散光束に対する正のパワー（屈折力）の寄与が大きくはなく、物体側ではやや発散性が緩まった光束となる。

【 0 0 5 0 】

次に、第3レンズ群の像側の負レンズ群において、発散性が強められ、隣接する第3レンズ群の物体側の正レンズ群で最も軸上光線の入射高が大きくなり、強い正のパワーで収束光束になって、第2レンズ群へと向かう。よって、防振レンズ群である第3レンズ群の像側の負レンズ群は、軸上光束の発散中に配置されており、軸上光線の入射高が比較的小さい状態となる。そのため、防振シフトの際のコマ収差の変動を比較的小さくすることができる。

【 0 0 5 1 】

次に、望遠端において、広角端と同じように像面側から物体側に向かい、軸上光束を光線追跡しながら、その特徴を分析してみる。望遠端では、望遠化のため全系の主点位置を効果的に物体側に移動させるべく、第3レンズ群と第4レンズ群が物体側に移動している。このため、第4レンズ群での軸上光線の入射高が大きくなり、物体側が強い収束光となっている。

【 0 0 5 2 】

次に、第4レンズ群の物体側に近接した状態の第3レンズ群の像側の負レンズ群で、収束光束をアフォーカル（平行光束）に近い状態にし、第3レンズ群の物体側の正レンズ群で再び収束光束とし、第2レンズ群へと向かう。そのため、第4レンズ群から、防振レンズ群である第3レンズ群の像側の負レンズ群、第3レンズ群の物体側の正レンズ群まで、軸上光線の入射高が常に大きい状態にある。そのため、防振シフトの際のコマ収差の変動が大きくなっている。

【 0 0 5 3 】

特許文献2では、防振シフトの際のコマ収差の変動を、非球面レンズを使用することで軽減している。しかしながら、それでもサジタル像面の変動が残ってしまう傾向があった。

【 0 0 5 4 】

次に、特許文献1の正、負、正、負、正の屈折力の第1乃至第5レンズ群よりなる5群ズームレンズでは、防振性能が比較的補正しやすいことの理由について分析する。この5群ズームタイプの5群ズームレンズは、望遠端において、全系の主点位置を物体側に移動させるべく、正の屈折力の第3レンズ群と正の屈折力の第5レンズ群を、物体側に移動させる。この時、負の屈折力の第4レンズ群を第3レンズ群と第5レンズ群に対して相対的に像側に移動していることを特徴としている。

【 0 0 5 5 】

そのため、5群ズームレンズの最終レンズ群のズーミングに際しての移動量は、負の屈折力の第4レンズ群が相対的に像側に移動する分だけ、前述した4群ズームレンズに比べて小さくなる。5群ズームレンズの望遠端において、前述した4群ズームレンズと同じように像面側から物体側に向かい、軸上光束を光線追跡しながら分析してみる。第5レンズ群での軸上光線の入射高が大きくなり、その物体側が緩い収束光束となる。

【 0 0 5 6 】

次に、第5レンズ群の物体側に近接した状態の負の屈折力の第4レンズ群で、発散光束となり、第4レンズ群の第3レンズ群に対する相対移動分だけ離れた位置にある第3レンズ群へと向かい、第3レンズ群で収束光とし、第2レンズ群へと向かっている。そのため、防振レンズ群である第4レンズ群は、軸上光束の発散中に配置されており、軸上光線の入射高が比較的小さい状態と言える。

【 0 0 5 7 】

そのため、特許文献 1 の 5 群ズームレンズでは、防振レンズ群に非球面レンズを用いることなく、防振シフトの際のコマ収差の変動を 4 群ズームレンズに比べて良好に補正している。これに対して本発明のズームレンズは前述の如く構成することによって、全系が小型かつ簡易構成でありながら、防振を行わない基本光学性能及び防振シフト時の光学性能を良好に維持している。

【 0 0 5 8 】

以下、各実施例における構成について説明する。実施例 1 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 、正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 、負の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 、正の屈折力の第 5 レンズ群 L 5 、正の屈折力の第 6 レンズ群 L 6 で構成される。そしてズーミングに際して各レンズ群が移動する。実施例 1 はズーム比(変倍比)7.0 の 6 群ズームレンズである。

【 0 0 5 9 】

第 5 レンズ群 L 5 は、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第 5 A レンズ群 L 5 A と負の屈折力の第 5 B レンズ群 L 5 B より成り、第 5 B レンズ群 L 5 B を光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動させて像位置を変位させている。即ち防振を行っている。第 5 レンズ群 L 5 が第(N-1)レンズ群に、第 6 レンズ群 L 6 が第 N レンズ群に、第 5 A レンズ群 L 5 A が第 1 サブレンズ群 (N-1) A に、第 5 B レンズ群が第 2 サブレンズ群 (N-1) B に相当している。

【 0 0 6 0 】

第 6 レンズ群 L 6 のパワーや、ズーミングに際しての移動量等の関係が、条件式(1)、(2)及び(3)を満たしている。それにより第 6 レンズ群 L 6 のズーミングに際しての移動を制限することなく、望遠端において第 6 レンズ群 L 6 の物体側を緩い収束光束としている。それにより、望遠端において発散光束中に第 5 B レンズ群 L 5 B が配置され、非球面レンズを使用することなく防振時の光学性能を良好に維持すると共に、防振を行わない基本時の光学性能も良好にしている。またこの時、第 6 レンズ群 L 6 と第 5 B レンズ群 L 5 B の関係が条件式(4)を満たしている。

【 0 0 6 1 】

それにより、望遠端において、第 6 レンズ群 L 6 での緩い収束光束が、第 5 B レンズ群 L 5 B で十分な発散光束とすることで、第 5 A レンズ群 L 5 A に対する第 5 B レンズ群 L 5 B での軸上光線の入射高 h を十分に小さくしている。またこの時、第 6 レンズ群 L 6 のブロック長(物体側のレンズ面から像側のレンズ面までの長さ)が条件式(5)を満たしており、それにより像面から第 6 レンズ群 L 6 の後側主点までの距離が短くなり、条件式(1)、(2)及び(3)を満足しやすくしている。

【 0 0 6 2 】

また、実施例 1 では、第 6 レンズ群 L 6 のレンズ枚数が 1 枚と少なく、ブロック長を十分に短くした分のズーミングに際しての収差変動の補正を第 3 レンズ群 L 3 及び第 4 レンズ群 L 4 を移動することで行っている。この時、第 3 レンズ群 L 3 と第 5 レンズ群 L 5 は、ズーミングに際して一体で移動しており、これによりメカ構造を比較的簡易構成としている。

【 0 0 6 3 】

次に参考例 1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 、正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 、正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 で構成される。ズーミングに際して各レンズ群が移動する。参考例 1はズーム比 7.0 の 4 群ズームレンズである。第 3 レンズ群 L 3 が、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第 3 A レンズ群 L 3 A と負の屈折力の第 3 B レンズ群 L 3 B より成り、第 3 B レンズ群 L 3 B を光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動させて像位置を変位させている。

【 0 0 6 4 】

第 3 レンズ群 L 3 が第(N-1)レンズ群に、第 4 レンズ群 L 4 が第 N レンズ群に、第 3 A レンズ群 L 3 A が第 1 サブレンズ群 (N-1) A に、第 3 B レンズ群 L 3 B が第 2 サブレンズ群 (N-1) B に相当している。第 4 レンズ群 L 4 のパワーやズーミングに際し

ての移動量等の関係が、条件式(1)、(2)及び(3)を満たしている。それにより第4レンズ群L4のズーミングに際しての移動を制限することなく、望遠端において第4レンズ群L4の物体側を緩い収束光束としている。

【0065】

それにより、望遠端において発散光束中に第3Bレンズ群L3Bが配置され、非球面レンズを使用することなく防振時の光学性能を良好に維持すると共に、防振を行わない基本時の光学性能も良好にしている。またこの時、第4レンズ群L4と第3Bレンズ群L3Bの関係が条件式(4)を満たしている。それにより、望遠端において、第4レンズ群L4での緩い収束光束が、第3Bレンズ群L3Bで十分な発散光束とすることで、第3Aレンズ群L3Aに対する第3Bレンズ群L3Bでの軸上光線の入射高を十分に小さくしている。

【0066】

またこの時、第4レンズ群L4のブロック長が条件式(5)を満たしており、それにより像面から第4レンズ群L4の後側主点までの距離が短くなり、条件式(1)、(2)及び(3)を満足しやすくしている。

【0067】

実施例2は、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4、正の第5レンズ群で構成される、ズーム比7.0の5群ズームレンズである。第4レンズ群L4は、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第4Aレンズ群L4Aと負の屈折力の第4Bレンズ群L4Bより成り、第4Bレンズ群L4Bを光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動させて像位置を変位させている。

【0068】

第4レンズ群L4が第(N-1)レンズ群に、第5レンズ群L5が第Nレンズ群に、第4Aレンズ群L4Aが第1サブレンズ群(N-1)Aに、第4Bレンズ群L4Bが第2サブレンズ群(N-1)Bに相当している。第5レンズ群L5のパワーやズーミングに際しての移動量等の関係が、条件式(1)、(2)及び(3)を満たしている。それにより第5レンズ群L5のズーミングに際しての移動を制限することなく、望遠端において第5レンズ群L5の物体側を緩い収束光束としている。

【0069】

それにより、望遠端において発散光束中に第4Bレンズ群L4Bが配置され、非球面レンズを使用することなく防振時の光学性能を良好に維持すると共に、防振を行わない基本時の光学性能も良好にしている。またこの時、第5レンズ群と第4Bレンズ群L4Bの関係が条件式(4)を満たしている。それにより、望遠端において、第5レンズ群L5での緩い収束光束が、第4Bレンズ群L4Bで十分な発散光束とすることで、第4Aレンズ群L4Aに対する第4Bレンズ群L4Bでの軸上光線の入射高hを十分に小さくしている。

【0070】

またこの時、第5レンズ群L5のブロック長が条件式(5)を満たしており、それにより像面から第5レンズ群L5の後側主点までの距離が短くなり、条件式(1)、(2)及び(3)を満足しやすくしている。また、実施例2では、第5レンズ群L5の枚数が2枚と少なく、ブロック長を十分に短くした分、ズーミングに際しての収差変動の補正を第3レンズ群L3を移動することで行っている。

【0071】

次に、実施例3は、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3、負の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5、正の屈折力の第6レンズ群L6で構成される。そしてズーミングに際して各レンズ群が移動する。実施例3はズーム比7.0の6群ズームレンズである。

【0072】

第5レンズ群L5は、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第5Aレンズ群L5Aと負

の屈折力の第 5 B レンズ群 L 5 B より成り、第 5 B レンズ群 L 5 B を光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動させて像位置を変位させている。第 5 レンズ群 L 5 が第 (N - 1) レンズ群に、第 6 レンズ群 L 6 が第 N レンズ群に、第 5 A レンズ群 L 5 A が 第 1 サブレンズ群 (N - 1) A に、第 5 B レンズ群が 第 2 サブレンズ群 (N - 1) B に相当している。

【 0 0 7 3 】

各レンズ群は、実施例 1 と同様に各条件式を満たしている。その他の構成は実施例 1 と略同様である。以上、本発明の好ましい光学系の実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されることは言うまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【 0 0 7 4 】

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スチルカメラの実施例を図 17 を用いて説明する。図 17 において、20 はカメラ本体、21 は実施例 1, 参考例 1, 実施例 2, 3 に説明したいずれか 1 つのズームレンズによって構成された撮影光学系である。22 はカメラ本体に内蔵され、撮影光学系 21 によって形成された被写体像を受光する 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）である。

【 0 0 7 5 】

実施例 1, 参考例 1, 実施例 2, 3 にて説明した利益は本実施例に開示したような撮像装置において効果的に享受される。本発明のズームレンズは、上述のような光学系を有する光学機器（例えば撮像装置、画像投影装置やその他の光学機器）に、種々適用可能である。またクイッククリターンミラーのないミラーレス一眼レフカメラにも同様に適用できる。

【 0 0 7 6 】

以下に実施例 1, 参考例 1, 実施例 2, 3 に対応する数値実施例 1 乃至 4 を示す。各数値実施例において i は物体側からの面の順番を示す。数値実施例において r_i は物体側より順に第 i 番目のレンズ面の曲率半径、 d_i は物体側より順に第 i 番目のレンズ厚及び空気間隔、 $n_{d,i}$ と d_i は各々物体側より順に第 i 番目のレンズの材料の屈折率とアッペ数である。B F はバックフォーカスである。非球面形状は光軸方向に X 軸、光軸と垂直方向に H 軸、光の進行方向を正とし、 r を近軸曲率半径、各非球面係数を A 4、A 6、A 8、A 10、A 12 としたとき

【 0 0 7 7 】

【 数 1 】

$$X = \frac{H^2 / r}{1 + (1 - (H/r)^2)^{1/2}} + A4 \cdot H^4 + A6 \cdot H^6 + A8 \cdot H^8 + A10 \cdot H^{10} + A12 \cdot H^{12}$$

【 0 0 7 8 】

で与えるものとする。各非球面係数において「e - x」は「10^-x」を意味する。また、焦点距離、F ナンバー等のスペックに加え、画角は全系の半画角、像高は半画角を決定する最大像高、レンズ全長は第 1 レンズ面から像面までの距離である。バックフォーカス B F は最終レンズ面から像面までの長さを示している。

【 0 0 7 9 】

また、各光学面の間隔 d が（可変）となっている部分は、ズーミングに際して変化するものであり、別表に焦点距離に応じた面間隔を記している。また、防振時の性能は、0.3 度の防振シフト時の性能であり、無限遠物点の光軸上から逆トレースした光線が、像面上で光軸から $Y = f \cdot \tan 0.3^\circ$ だけシフトするまで防振レンズ群をシフトさせた状態における性能を表している。

【 0 0 8 0 】

尚、以下に記載する数値実施例 1 乃至 4 のレンズデータに基づく、各条件式の計算結果を表 1 に示す。面番号 1 は設計上用いたダミー面である。ダミー面はズームレンズを構成するものではない。

【 0 0 8 1 】

数値実施例 1

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1		1.50			58.97
2	103.224	1.90	1.84666	23.8	51.40
3	58.098	7.55	1.49700	81.5	49.88
4	-2051.183	0.15			49.47
5	51.518	6.01	1.60311	60.6	47.33
6	221.202	(可変)			46.45
7	154.011	1.45	1.83481	42.7	30.14
8	14.946	6.97			22.73
9	-51.882	1.20	1.77250	49.6	22.45
10	52.290	0.49			22.06
11	28.363	5.72	1.84666	23.8	22.30
12	-56.488	1.10	1.77250	49.6	21.56
13	86.526	(可変)			20.62
14	72.250	1.90	1.80518	25.4	13.42
15	-56.079	(可変)			13.47
16	-31.540	0.70	1.90366	31.3	13.18
17	215.040	(可変)			13.46
18	28.125	3.40	1.60311	60.6	14.70
19	-43.105	0.87			14.66
20(絞り)		3.30			14.29
21	23.236	4.93	1.60311	60.6	13.74
22	-21.035	0.75	1.84666	23.8	12.86
23	61.514	2.87			12.49
24	-199.029	0.70	1.74950	35.3	12.12
25	12.467	2.72	1.84666	23.8	12.01
26	30.161	(可変)			11.85
27*	47.064	3.76	1.59551	39.2	15.02
28	-41.115				15.81

非球面データ

第27面

K = 0.00000e+000 A 4=-3.04541e-005 A 6=-3.29821e-008 A 8= 3.85823e-010 A10=-1.56009e-011 A12= 1.29003e-013

各種データ

ズーム比 7.02

	広角	中間	望遠
焦点距離	18.60	50.08	130.50
Fナンバー	3.59	4.90	5.88
半画角(度)	36.29	15.26	5.98
像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	134.40	154.67	183.86
BF	35.60	55.56	69.41
d 6	0.90	21.35	42.10

d13	23.50	5.99	1.50
d15	2.53	3.87	8.16
d17	7.01	5.67	1.38
d26	4.92	2.30	1.38

【 0 0 8 2 】

数值実施例 2

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1		1.50			61.27
2	60.397	1.90	1.84666	23.8	51.33
3	46.050	8.43	1.49700	81.5	48.96
4	760.714	0.15			47.85
5	61.677	3.89	1.60311	60.6	44.17
6	148.503	(可変)			43.01
7*	316.872	1.45	1.91082	35.3	27.68
8	14.154	6.67			20.99
9	-41.118	1.20	1.77250	49.6	20.68
10	57.620	0.15			20.62
11	30.380	5.77	1.84666	23.8	20.90
12	-33.928	1.10	1.83481	42.7	20.43
13	376.625	(可変)			19.86
14	27.952	3.38	1.51633	64.1	14.97
15	-49.591	0.94			14.85
16(絞り)		2.00			14.29
17	21.374	4.31	1.58313	59.4	14.13
18	-31.022	0.75	1.90366	31.3	13.45
19	75.168	2.86			13.17
20	-118.381	0.70	1.72047	34.7	12.82
21	13.742	2.47	1.84666	23.8	12.73
22	34.835	(可変)			12.58
23*	59.313	1.00	1.71736	29.5	14.99
24	18.971	5.55	1.56384	60.7	15.57
25	-27.138				16.61

非球面データ

第7面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.29163e-006 A 6= 2.18787e-009 A 8=-6.58428e-011 A10= 2.59270e-013 A12=-3.36330e-016

第23面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.54766e-005 A 6= 6.10113e-008 A 8=-3.02456e-009 A10= 4.90159e-011 A12=-2.85457e-013

各種データ

ズーム比 7.02

	広角	中間	望遠
焦点距離	18.60	50.00	130.50

Fナンバー	3.		
50	4.67	5.88	
<u>半画角(度)</u>	36.29	15.28	5.98
像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	128.08	150.40	176.15
BF	36.92	56.52	75.01
d 6	2.49	24.08	42.10
d13	26.76	11.09	1.57
d22	5.74	2.53	1.30

【 0 0 8 3 】

数値実施例 3

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1		1.50			65.46
2	69.700	1.90	1.84666	23.8	54.57
3	48.775	7.96	1.49700	81.5	51.09
4	462.253	0.15			50.31
5	52.111	5.91	1.60311	60.6	47.23
6	226.349	(可変)			46.38
7*	123.557	1.45	1.91082	35.3	31.64
8	14.579	7.19			23.30
9	-75.393	1.20	1.77250	49.6	23.05
10	34.828	0.88			22.53
11	24.435	6.31	1.84666	23.8	23.11
12	-62.343	1.10	1.72000	50.2	22.33
13	57.409	(可変)			21.16
14	22.065	2.39	1.76182	26.5	15.33
15	201.321	3.88			14.97
16	-41.551	0.70	1.90366	31.3	14.01
17	35.342	(可変)			14.12
18	26.011	3.69	1.60311	60.6	15.58
19	-39.299	0.75			15.49
20(絞り)		2.00			15.17
21	17.922	4.83	1.51633	64.1	14.71
22	-27.038	0.75	1.84666	23.8	13.81
23	54.563	2.78			13.38
24	797.082	0.70	1.80000	29.8	12.98
25	11.977	2.66	1.84666	23.8	12.76
26	33.047	(可変)			12.59
27*	31.419	7.06	1.58144	40.8	14.27
28	-12.748	1.00	1.63854	55.4	14.94
29	-60.570				15.79

非球面データ

第7面

K = 0.00000e+000 A 4=-6.18475e-007 A 6= 1.01160e-008 A 8=-6.15050e-011 A10= 1.48460e-013 A12=-1.35475e-016

第27面

K = 0.00000e+000 A 4=-4.79803e-005 A 6= 2.14079e-008 A 8=-2.84250e-009 A10= 5.95160e-011 A12=-4.77526e-013

各種データ

ズーム比 6.99

	広角	中間	望遠
焦点距離	18.63	51.00	130.31
Fナンバー	3.56	5.00	5.88
半画角(度)	36.25	14.99	5.98
像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	138.18	161.27	187.59
BF	35.75	57.90	71.11
d 6	0.90	19.27	37.62
d13	22.19	7.79	7.03
d17	8.29	6.16	1.78
d26	2.32	1.41	1.30

【 0 0 8 4 】

数値実施例 4

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1		1.50			59.01
2	107.732	1.90	1.84666	23.8	52.25
3	60.391	7.57	1.49700	81.5	50.77
4	-1239.687	0.15			50.45
5	53.128	6.09	1.60311	60.6	48.38
6	238.329	(可変)			47.56
7	164.319	1.45	1.83481	42.7	30.19
8	15.295	6.85			22.89
9	-53.790	1.20	1.77250	49.6	22.60
10	50.684	0.88			22.14
11	29.817	5.57	1.84666	23.8	22.37
12	-59.549	1.10	1.77250	49.6	21.65
13	91.992	(可変)			20.77
14	57.606	1.95	1.80518	25.4	14.14
15	-73.234	(可変)			14.18
16	-35.671	0.70	1.90366	31.3	13.67
17	150.440	(可変)			13.92
18	30.381	3.40	1.60311	60.6	15.02
19	-41.483	0.83			14.95
20(絞り)		3.30			14.52
21	25.373	4.95	1.60311	60.6	14.26
22	-21.035	0.75	1.84666	23.8	13.48
23	86.598	3.56			13.18
24	-136.978	0.70	1.74950	35.3	12.81

25	12.387	2.58	1.84666	23.8	12.87
26	30.397	(可变)			12.84
27*	47.113	1.00	1.72151	29.2	15.43
28	31.941	3.58	1.59551	39.2	15.84
29	-38.622				16.43

非球面データ

第27面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.10453e-005 A 6=-4.04601e-008 A 8= 9.66019e-010 A10=-2.17624e-011 A12= 1.50968e-013

各種データ

ズーム比 7.02

	広角	中間	望遠
焦点距離	18.60	50.99	130.48
Fナンバー	3.59	4.88	5.97
半画角(度)	36.30	15.00	5.98
像高	13.66	13.66	13.66
レンズ全長	138.05	159.04	187.49
BF	35.60	55.89	71.70
d 6	0.90	22.59	42.10
d13	25.44	7.28	1.50
d15	2.65	4.09	7.85
d17	6.67	5.23	1.47
d26	5.22	2.39	1.30

【0 0 8 5】

【表1】

	実施例1	参考例1	実施例2	実施例3
レンズタイプ	正負正負正正	正負正正	正負正正正	正負正負正正
fw	18.600	18.600	18.633	18.600
ft	130.500	130.500	130.309	130.480
fN	37.450	41.000	41.710	38.030
okN	-1.117	-0.879	-3.814	-1.311
f(N-1)B	-41.827	-47.295	-48.707	-39.321
bkt	69.410	75.004	71.110	71.700
mN	-33.810	-38.082	-35.405	-36.100
bldN	3.760	6.550	8.064	4.580
条件式(1)	1.172	1.206	1.419	1.129
条件式(2)	1.132	1.175	1.256	1.087
条件式(3)	0.903	0.929	0.849	0.949
条件式(4)	0.895	0.867	0.856	0.967
条件式(5)	0.100	0.160	0.193	0.120

【符号の説明】

【0 0 8 6】

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 L 6 第6レンズ群
N - 1 第(N-1)レンズ群 N 第Nレンズ群
(N-1)A 第1サブレンズ群
(N-1)B 第2サブレンズ群