

【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28年3月3日(2016.3.3)

【公開番号】特開2014-142403(P2014-142403A)

【公開日】平成26年8月7日(2014.8.7)

【年通号数】公開・登録公報2014-042

【出願番号】特願2013-9114(P2013-9114)

【国際特許分類】

G 02 B 15/20 (2006.01)

G 02 B 13/18 (2006.01)

G 02 B 15/16 (2006.01)

G 03 B 5/00 (2006.01)

【F I】

G 02 B 15/20

G 02 B 13/18

G 02 B 15/16

G 03 B 5/00 J

【手続補正書】

【提出日】平成28年1月18日(2016.1.18)

【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】

物体側より像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群を有し、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記第2レンズ群は少なくとも1枚の正レンズと少なくとも1枚の負レンズを有し、

前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間に、ズーミングに際して前記第1レンズ群及び前記第2レンズ群とは異なる軌跡で移動する開口絞りを有し、

広角端における前記第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記開口絞りまでの光軸上の距離をDsw、広角端における前記第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離をD2wとするとき、

0.40 < Dsw / D2w < 0.60

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】

広角端から望遠端へズーミングに際して、前記開口絞りは像側に凸状の軌跡で移動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1レンズ群の焦点距離をf1、前記第2レンズ群の焦点距離をf2とするとき、
-1.20 < f2 / f1 < -0.70

なる条件式を満足する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2レンズ群の像側にフレアカット絞りを有し、広角端における前記開口絞りから前記フレアカット絞りまでの光軸上の距離をDss、広角端における全系の焦点距離をfwとするとき、

2.50 < Dss / fw < 4.50

なる条件式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 2 レンズ群の像側にフレアカット絞りを有し、広角端における前記開口絞りの開口径を f_w 、広角端における前記フレアカット絞りの開口径を b_w 、広角端において光軸上の無限遠位置にある点光源から出射した光束が前記第 1 レンズ群の最も物体側のレンズ面に入射するときの光束径を D_w 、広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき、

$$0.800 < f_w / b_w < 1.400$$

$$0.500 < D_w / f_w < 1.000$$

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】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、負レンズ、正レンズからな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】

像振れ補正に際して、前記第 2 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することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 8】

前記第 2 レンズ群の像側に、ズーミングに際して移動する正の屈折力の第 3 レンズ群を有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】

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 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 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受光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。

【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に関し、例えばデジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、TV カメラ、監視用カメラ等の撮像装置に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

最近、固体撮像素子を用いたビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等の撮像装置（カメラ）は、小型化及び高機能化されている。そして撮像装置の小型化及び高機能化にともない、それに用いる撮像光学系には広い画角（撮影画角）を包含し、大口径比で高い光学性能を有した小型のズームレンズであることが求められている。全系が小型で広画角、大口径比のズームレンズとして、負の屈折力のレンズ群が先行する（最も物体側に位置する）ネガティブリード型のズームレンズが知られている（特許文献 1, 2）。

【0003】

特許文献 1 では、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群からなり、各レンズ群の間隔を変えてズーミングを行う 3 群ズームレンズを開示している。特許文献 1 は比較的コンパクトでありながら、

広角端におけるFナンバーを2.3程度と、従来一般的だったFナンバー2.8程度に対して大口径化したズームレンズを開示している。

【0004】

特許文献2では、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群よりなり、双方のレンズ群間隔を変えてズーミングを行う2群ズームレンズを開示している。特許文献2では、広角端におけるFナンバーを1.4程度と、大口径比化を実現し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2001-141997号公報

【特許文献2】特開2008-065051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、大口径比で、しかも全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有することが強く要望されている。

【0007】

前述したネガティブリード型のズームレンズは広画角化及び全系の小型化が比較的、容易である。しかしながら開口絞りに対し、レンズ系全体が非対称となるため、大口径比を図るとズーミングに伴う諸収差の変動が大きく全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得るのが難しい。前述したネガティブリード型の2群ズームレンズや3群ズームレンズにおいて全系の小型化及び大口径比を図るにはズームレンズを構成する各レンズ群のレンズ構成や光路中に配置する開口絞りの位置等を適切に設定することが重要になってくる。

【0008】

例えば、第2レンズ群のレンズ構成や開口絞りをズーミングに伴って適切に移動すること等が重要となり、これらの構成が不適切であると全系の小型化及び大口径比化を図りつつ、高い光学性能を得るのが大変困難になってくる。

【0009】

特許文献1に開示された3群ズームレンズは、広角端におけるFナンバーが2.3程度で、大口径比化が必ずしも十分でない。一方、特許文献2に開示された2群ズームレンズは、広角端におけるFナンバーが1.4程度と大口径だが、第1レンズ群が4つのレンズよりなっており、小型化が必ずしも十分ではない。

【0010】

本発明は、レンズ系全体がコンパクトで、また大口径比で、しかも全ズーム範囲で高い光学性能が得られるズームレンズ及びそれを有する撮像装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群を有し、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記第2レンズ群は少なくとも1枚の正レンズと少なくとも1枚の負レンズを有し、

前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間に、ズーミングに際して前記第1レンズ群及び前記第2レンズ群とは異なる軌跡で移動する開口絞りを有し、

広角端における前記第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記開口絞りまでの光軸上の距離をDsw、広角端における前記第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第

2 レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離を D_{SW} とするとき、

$$0.40 < D_{SW} / D_{ZW} < 0.60$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、レンズ系全体がコンパクトで、また大口径比で、しかも全ズーム範囲で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】

【0013】

【図1】実施例1のズームレンズの光学断面図及びレンズ群の移動軌跡

【図2】(A), (B) 実施例1のズームレンズの広角端と望遠端における収差図

【図3】実施例2のズームレンズの光学断面図及びレンズ群の移動軌跡

【図4】(A), (B) 実施例2のズームレンズの広角端と望遠端における収差図

【図5】実施例3のズームレンズの光学断面図及びレンズ群の移動軌跡

【図6】(A), (B) 実施例3のズームレンズの広角端と望遠端における収差図

【図7】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】

【0014】

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、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群を有し、ズーミングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化する。第1レンズ群と第2レンズ群の間にズーミングに際して他のレンズ群とは異なる軌跡で移動する開口絞りを有する。第2レンズ群の像側にズームレンズに際して移動する正の屈折力の第3レンズ群を有する場合もある。

【0015】

図1は、実施例1のズームレンズの広角端での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、望遠端における収差図である。実施例1はズーム比3.62、開口比1.91~5.85、広角端における撮影半画角33.73度のズームレンズである。

【0016】

図3は、実施例2のズームレンズの広角端での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。実施例2はズーム比4.50、開口比1.86~6.07、広角端における撮影半画角33.39度のズームレンズである。

【0017】

図5は、実施例3のズームレンズの広角端での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。実施例3はズーム比2.56、開口比1.87~3.80、広角端における撮影半画角32.67度のズームレンズである。

【0018】

図7は本発明の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等の撮像装置に用いられる撮影レンズ系である。レンズ断面図において、左方が被写体側(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、 i は物体側からのレンズ群の順番を示し、 L_i は第*i*レンズ群である。

【0019】

S PはFナンバー光束を制限する開口絞りである。Pは通過光束を制限するフレアカット絞りである。Gは光学フィルター、フェースプレート、水晶ローパスフィルター、赤外カットフィルター等に相当する光学ブロックである。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）の撮像面が置かれる。

【 0 0 2 0 】

収差図において、球面収差図は d 線、 g 線について示している。非点収差図において M 、 S は各々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。 α は半画角（度）、 F_{no} は F ナンバーである。尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用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をいう。

【 0 0 2 1 】

各実施例のズームレンズは、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群 L_1 と、正の屈折力の第 2 レンズ群 L_2 を有する。そしてズーミングに際して、隣り合うレンズ群の間隔が変化する。

【 0 0 2 2 】

第 2 レンズ群 L_2 は少なくとも 1 枚の正レンズと少なくとも 1 枚の負レンズを有している。そして第 1 レンズ群 L_1 と、第 2 レンズ群 L_2 の間に、ズーミングに際して第 1 レンズ群 L_1 と第 2 レンズ群 L_2 とは異なる軌跡で移動する開口絞り SP を有している。これらの構成により少ないレンズ枚数でも光学性能を良好に保ちつつ大口径化を容易にしている。

【 0 0 2 3 】

各実施例において、広角端における第 1 レンズ群 L_1 の最も物体側のレンズ頂点から開口絞り SP までの距離を D_{sw} 、広角端における第 1 レンズ群 L_1 の最も物体側のレンズ面から第 2 レンズ群 L_2 の最も物体側のレンズ頂点までの距離を D_{2w} とする。このとき、

$$0.40 < D_{sw} / D_{2w} < 0.60 \quad \dots (1)$$

なる条件式を満足している。

【 0 0 2 4 】

各実施例のズームレンズでは、レンズ全長（第 1 レンズ面から像面までの距離）を短くし、前玉径を小型化するために、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群と、正の屈折力の第 2 レンズ群を有する構成をとっている。そして第 2 レンズ群 L_2 は少なくとも 1 枚の正レンズと少なくとも 1 枚の負レンズを有する構成とすることで、大口径化に伴う軸上収差および色収差を良好に補正している。

【 0 0 2 5 】

条件式（1）は、広角端における開口絞り SP の配置を規定している。条件式（1）の下限値を下回ると、開口絞り SP が正の屈折力の第 2 レンズ群 L_2 から離れすぎてしまい、周辺光量が不足してくる。条件式（1）の上限値を上回ると、開口絞り SP が負の屈折力の第 1 レンズ群 L_1 から離れすぎてしまい、 F ナンバーを明るくするためには絞り径をより大きくすることが必要になる。

【 0 0 2 6 】

その結果、軸外光束の下線がレンズの周縁部へきつい角度で入射してフレアが増大してくる。このため、良好な画質を維持するためには第 1 レンズ群 L_1 のレンズ枚数を増やすことが必要になり、レンズ系が大型化してくるのでよくない。

【 0 0 2 7 】

また、開口絞り SP をズーミングに際して各レンズ群とは異なる軌跡で移動させることで、中間のズーム位置において光軸方向で適切な位置に配置している。さらに、望遠側において各レンズ群と干渉しないように移動することができるので、主に変倍を受け持つ第 2 レンズ群 L_2 の移動を開口絞り SP が妨げず、同倍率であればレンズ全長を小型化するのを容易にしている。各実施例において、更に好ましくは条件式（1）の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【 0 0 2 8 】

$$0.41 < D_{sw} / D_{2w} < 0.60 \quad \dots (1a)$$

条件式(1a)は更に好ましくは次の如く設定するのが良い。

【0029】

$$0.50 < D_{sw} / D_{2w} < 0.60 \quad \dots \quad (1b)$$

各実施例において更に好ましくは次の条件式のうち1以上を満足するのが良い。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。第2レンズ群L2の像側にフレアカット絞りFSを有する。広角端における開口絞りSPから、フレアカット絞りFSまでの距離をDss、広角端における全系の焦点距離をfwとする。

【0030】

広角端における開口絞りSPの開口径をfw、広角端におけるフレアカット絞りFSの開口径をbwとする。広角端において光軸上の無限遠位置にある点光源から出射した光束が、第1レンズ群L1の最も物体側のレンズ面に入射するときの光束の径をDwとする。このとき、次の条件式のうち1以上を満足するのが良い。

【0031】

$$-1.20 < f2 / f1 < -0.70 \quad \dots \quad (2)$$

$$2.50 < D_{ss} / fw < 4.50 \quad \dots \quad (3)$$

$$0.800 < fw / bw < 1.400 \quad \dots \quad (4)$$

$$0.500 < Dw / fw < 1.000 \quad \dots \quad (5)$$

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。

【0032】

条件式(2)は、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の焦点距離の好ましい比率を規定する。条件式(2)の下限値を下回ると、第2レンズ群L2の屈折力が小さくなりすぎて第2レンズ群L2内より、球面収差やコマ収差等が多く発生してくるので良くない。条件式(2)の上限値を上回ると、第1レンズ群L1の負の焦点距離の絶対値が大きくなりすぎるために、レンズを追加せずに第1レンズ群L1で発生する像面湾曲等の補正が難しくなってくるので良くない。さらに好ましくは、条件式(2)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0033】

$$-1.10 < f2 / f1 < -0.70 \quad \dots \quad (2a)$$

条件式(2a)は更に好ましくは次の如く設定するのが良い。

【0034】

$$-1.10 < f2 / f1 < -1.00 \quad \dots \quad (2b)$$

条件式(3)は、フレアカット絞りFSの、光軸方向の好ましい配置を規定する。条件式(3)の下限値を下回るとフレアカット絞りFSが開口絞りSPに近接しすぎるため、大口径化により低下し易い軸外光束の上線フレアを効果的に抑制することが困難となる。条件式(3)の上限値を上回ると、周辺光量の急峻な減少が起こってくるので良くない。さらに好ましくは、条件式(3)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0035】

$$2.90 < D_{ss} / fw < 4.10 \quad \dots \quad (3a)$$

条件式(4)は、広角端における第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の間に配置した開口絞りSPの開口径と、広角端における第2レンズ群L2の像側に配置したフレアカット絞りFSの開口径の好ましい比率を規定している。条件式(4)の下限値を下回ると、フレアカット絞りFSの開口径が大きすぎて十分に軸外光の上線フレアを抑制するのが難しくなる。

【0036】

このため、第2レンズ群L2や、その像側にレンズを追加せずにフレアを補正するのが難しくなる。条件式(4)の上限値を上回ると、開口絞りSPの絞り径が大きくなりすぎるため、下線フレアを十分に抑制するのが難しくなる。このため、第2レンズ群L2や、その物体側にレンズを追加せずにフレアを補正するのが難しくなる。

【0037】

条件式(5)は、広角端における全系の焦点距離に対する、好ましい軸上光束の光束径

を規定している。条件式(5)の下限値を下回ると、光学性能上は有利だが、軸上光束の光束径が小さすぎるため得られる光量が少なくなり、大口径比化が困難になる。条件式(5)の上限値を上回ると、軸上光束の光束径が大きくなりすぎ、レンズ枚数を増やすずに、光束の全域に渡って良好な結像性能を得ることが難しくなる。さらに好ましくは、条件式(4)、(5)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0038】

$$0.900 < f_w / b_w < 1.250 \quad \dots (4a)$$

$$0.500 < D_w / f_w < 0.600 \quad \dots (5a)$$

以上のように各実施例によれば、少ないレンズ枚数で全系がコンパクトでありながら、従来一般的だったFナンバー2.8程度に対して約1段明るく、大口径化の効果を十分に得られる、Fナンバー2.0以下の大口径化のズームレンズが容易に得られる。

【0039】

次に各実施例における好ましいレンズ構成について説明する。広角端から望遠端へズーミングする際に、開口絞りSPが、像側に凸状の軌跡で移動すると良い。これにより、広角端においてFナンバーを大口径化した場合でも、中間のズーム位置において、周辺光量を維持したまま、中間像高の光束の下線フレアを効果的に抑制が容易になる。

【0040】

第2レンズ群L2の、最も物体側のレンズ面は非球面形状とすると、軸上光束の光軸からの高さが比較的高い位置において、大口径化した際に低下しやすい球面収差やコマ収差を効果的に補正できるので良い。第1レンズ群L1は、物体側から像側へ順に配置された、負レンズ、正レンズで構成すると、倍率色収差や、像面湾曲を効果的に補正できるので、レンズ構成の簡素化および小型化を図ることができて良い。

【0041】

像ぶれ補正に際して第2レンズ群L2を、光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動させるのが良い。これによれば防振を効果的に行なうことが容易になる。

【0042】

次に各実施例のレンズ構成について説明する。実施例1、2のズームレンズは、物体側より像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3の3つのレンズ群から構成される3群ズームレンズである。そして、広角端から望遠端へのズーミングに際してはレンズ断面図の矢印で示す如く、第1レンズ群L1が像側に凸状の軌跡で移動、第2レンズ群L2が物体側に移動し、第3レンズ群L3が移動している。

【0043】

開口絞りSPは他のレンズ群とは異なった軌跡で物体側へ移動する。実施例1、2のズームレンズは、第2レンズ群L2の移動により主な変倍を行い、第1レンズ群L1の像側に凸状の軌跡の移動によって変倍に伴う像面の移動を補正している。また、特に固体撮像素子等を用いた撮影装置に必要な像側のテレセントリックな結像を第3レンズ群L3にフィールドレンズの役割を持たせる事で達成している。また、第2レンズ群L2の像側にはフレアカット絞りFSを配置している。

【0044】

実施例3のズームレンズは、物体側より像側へ順に配置された、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2の2つのレンズ群から構成される2群ズームレンズである。そして広角端から望遠端へのズーミングに際してはレンズ断面図の矢印で示す如く、第1レンズ群L1が像側に凸状の軌跡で移動、第2レンズ群L2が物体側に移動する。開口絞りSPは他のレンズ群とは異なった軌跡で物体側へ移動する。

【0045】

実施例3のズームレンズは、第2レンズ群L2の移動により主な変倍を行い、第1レンズ群L1の像側に凸状の軌跡の移動によって変倍に伴う像面の移動を補正している。また、第2レンズ群L2の像側にはフレアカット絞りFSを配置している。このフレアカット絞りFSは光学性能を劣化させる有害な光線(フレアーア光)をカットしている。

【0046】

各実施例においては、負の屈折力の第1レンズ群L1を物体側から像側へ順に配置された、負レンズG11と物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズG12の2枚のレンズで構成している。また、第1レンズ群L1の負レンズG11は物体側のレンズ面と、像側のレンズ面とともに非球面形状としている。このレンズ構成により、最小のレンズ枚数で倍率色収差や、像面湾曲等を良好に補正している。

【0047】

第2レンズ群L2は物体側から像側へ順に配置された、物体側に凸面を向けた正レンズG21と、物体側に凸面を向けた正レンズG22と像面側に凹面を向けた負レンズG23とを接合した接合レンズと、正レンズG24とで構成している。最も物体側に配置された正レンズG21に、非球面形状のレンズ面を用いることにより球面収差とコマ収差を良好に補正している。このレンズ構成により、少ないレンズ枚数で大口径化により増大する、球面収差やコマ収差等を良好に補正している。

【0048】

実施例1, 2において、第3レンズ群L3は、1枚の正レンズで構成している。これによりレンズ全系の薄型化を実現すると共に、小型で軽量な第3レンズ群を光軸方向に移動して迅速なるフォーカシングを容易にしている。後述する各実施例の数値実施例は、無限遠物体にフォーカシングした際のものである。各レンズ群には、軸外光線の収差をより良好に抑制するため、さらに1枚以上の非球面レンズを追加しても良い。

【0049】

開口絞りSPの開口部の開口面積は可変でも不变でも良い。開口面積を不变とする場合でも、ズーミングに際しての移動を適切に行うことと、広角端以外でも所望のFナンバーを得ることができる。本発明のズームレンズを撮影光学系として用いた撮像装置としてのデジタルスチルカメラの実施例を図7を用いて説明する。

【0050】

図7において、20はカメラ本体、21は実施例1乃至3で説明したいずれか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CCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）である。

【0051】

このように本発明のズームレンズをデジタルスチルカメラ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が実現できる。尚、各実施例のズームレンズはデジタルビデオカメラや投射装置（プロジェクタ）用の投射光学系として用いることもできる。

【0052】

次に、本発明の実施例1乃至3に対応する数値実施例1乃至3を示す。各数値実施例において、iは物体からの面の順番を示す。riはレンズ面の曲率半径、diは第i面と第i+1面との間の面を示す。ndi、diはそれぞれd線を基準とした第i番目の光学部材の屈折率と、アッベ数である。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、

$$X = (h^2 / R) / [1 + \{1 - (1 + k)(h / R)^2\}]^{1/2} + A4 h^4 + A6 h^6 + A8 h^8 + A10 h^{10} + A12 h^{12}$$

で表される。

【0053】

但し、kは円錐定数、A4, A6, A8, A10, A12は、4次, 6次, 8次, 10次, 12次の非球面係数、Rは近軸曲率半径である。又、「e-X」は「 $\times 10^{-x}$ 」を意味している。又、前述の各条件式と各数値実施例との関係を表1に示す。

【0054】

数値実施例3の中間のズーム位置と望遠端において間隔d5の値が負となっているのは開口絞りSP、第2レンズ群L2の順に数えたためである。BFはバックフォーカスであり、レンズ最終面から近軸像面までの、空気換算長を示す。また、長さに関する値の単位

は、特に記載がない場合には、mmである。

【0055】

[数値実施例1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1*	-89882.247	1.10	1.84954	40.1
2*	5.480	2.21		
3	10.461	1.60	1.94595	18.0
4	21.049	(可変)		
5 SP		(可変)		
6*	6.649	2.30	1.74330	49.3
7*	195.770	0.17		
8	5.668	1.65	1.51633	64.1
9	40.094	0.50	1.80518	25.4
10	3.904	2.64		
11	12.109	1.40	1.72000	50.2
12	397.545	0.29		
13 FS		(可変)		
14	13.220	1.70	1.48749	70.2
15	-333.999	(可変)		
16		0.84	1.51633	64.1
17		0.50		

像面

【0056】

非球面データ

第1面

K = -7.54512e+008 A 4=-2.24468e-004 A 6= 6.41337e-006
 A 8=-5.15297e-008 A10=-2.13056e-010

第2面

K = -2.26664e+000 A 4= 9.33605e-004 A 6=-2.01163e-005
 A 8= 9.37294e-007 A10=-1.63131e-008

第6面

K = -1.20723e-001 A 4=-1.07870e-004 A 6= 1.70602e-006
 A 8= 7.62863e-008 A10= 1.71340e-008

第7面

K = 2.32795e+003 A 4= 1.21576e-004 A 6= 2.00095e-006
 A 8= 6.73308e-007 A10=-1.26149e-008

各種データ

ズーム比 3.62

焦点距離	5.05	10.29	18.25
Fナンバー	1.91	4.09	5.85
半画角(度)	33.73	20.63	11.99

像高	3.37	3.88	3.88
レンズ全長	38.51	35.93	42.02
BF	3.95	3.85	3.70
d 4	3.50	5.28	1.42
d 5	11.50	0.50	0.50
d13	3.34	10.13	20.32
d15	2.90	2.80	2.65

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	-10.50
2	6	10.82
3	14	26.13

絞り径データ

面 径

5	4.750
13	5.022

【 0 0 5 7 】

[数値実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1*	-18269.953	1.40	1.84954	40.1
2*	6.572	2.63		
3	12.205	1.90	1.94595	18.0
4	23.900	(可変)		
5 SP		(可変)		
6*	7.891	2.53	1.74330	49.3
7*	-7208.564	0.20		
8	7.614	2.08	1.51633	64.1
9	66.773	0.60	1.80518	25.4
10	4.878	3.34		
11*	13.082	1.37	1.72903	54.0
12*	97.028	0.65		
13 FS		(可変)		
14	15.814	2.00	1.48749	70.2
15	-389.408	(可変)		
16		1.00	1.51633	64.1
17		0.50		

像面

【 0 0 5 8 】

非球面データ

第1面

K = -7.54512e+008 A 4=-1.20558e-004 A 6= 2.58721e-006
 A 8=-1.74608e-008 A10=-3.44159e-011 A12= 2.21099e-013

第2面

K = -2.20089e+000 A 4= 5.40013e-004 A 6=-7.50127e-006
 A 8= 2.50859e-007 A10=-3.14999e-009 A12=-1.11406e-012

第7面

K = -1.58177e-001 A 4=-7.62268e-005 A 6= 6.05648e-007
 A 8= 2.00021e-008 A10=-2.05644e-011 A12= 6.78844e-011

第8面

K = -8.54977e+004 A 4= 8.43187e-005 A 6= 1.02155e-006
 A 8= 1.40331e-007 A10=-4.26243e-009 A12= 9.55445e-011

第12面

K = 1.33928e+000 A 4= 1.25785e-004 A 6= 2.13654e-007
 A 8=-1.00957e-006 A10= 3.50066e-007 A12=-3.05955e-008

第13面

K = -6.16286e+002 A 4= 3.17627e-004 A 6= 5.27720e-006
 A 8=-9.40691e-007 A10= 1.90350e-007 A12=-1.75687e-008

各種データ

ズーム比	4.50	広角	中間	望遠
焦点距離	6.18	12.53	27.80	
Fナンバー	1.86	3.71	6.07	
半画角(度)	33.39	20.27	9.45	
像高	4.07	4.63	4.63	
レンズ全長	45.65	42.78	60.52	
BF	4.74	3.82	7.48	

d 4	7.93	7.01	0.34
d 5	9.50	0.50	0.50
d13	3.99	12.91	31.22
d15	3.58	2.66	6.32

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	-12.58
2	6	12.97
3	14	31.22

絞り径データ

面	径
5	6.700
13	5.500

【 0 0 5 9 】

[数値実施例 3]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1*	-3205.929	1.10	1.84954	40.1
2*	5.987	1.70		
3	9.716	1.60	1.92286	18.9
4	20.076	(可変)		
5 SP		(可変)		
6*	6.047	2.30	1.74330	49.3
7*	146.498	0.15		
8	5.899	1.65	1.51633	64.1
9	-34.497	0.50	1.80518	25.4
10	3.904	1.50		
11	11.336	1.50	1.77250	49.6
12	-19.834	0.29		
13 FS		(可変)		
14		0.84	1.51633	64.1
15		0.50		

像面

非球面データ

第1面

K = -7.54512e+008 A 4=-3.33905e-004 A 6= 8.22959e-006
 A 8=-5.13009e-008 A10=-2.13056e-010

第2面

K = -2.57568e+000 A 4= 9.05690e-004 A 6=-1.99981e-005
 A 8= 9.37294e-007 A10=-1.63131e-008

第7面

K = -1.93219e-001 A 4=-2.75397e-004 A 6= 4.99940e-006
 A 8=-2.07666e-007 A10=-1.57616e-008 A12= 7.43750e-009

第8面

K = 1.19672e+003 A 4= 1.58244e-007 A 6=-1.07394e-005
 A 8= 1.35072e-006 A10= 9.21810e-008 A12= 3.27632e-009

各種データ

ズーム比	2.56	広角	中間	望遠
焦点距離	5.26	9.94	13.45	
Fナンバー	1.87	3.28	3.80	
半画角(度)	32.67	21.30	16.07	
像高	3.37	3.88	3.88	
レンズ全長	31.48	25.36	25.10	
BF	6.69	10.03	12.54	
d 4	5.00	3.53	0.76	
d 5	7.50	-0.50	-0.50	
d13	5.64	8.98	11.49	

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	-12.16
2	6	8.68

絞り径データ

面 径

5	4.750
13	5.000

【0 0 6 0】

【表1】

条件式		実施例1	実施例2	実施例3
(1)	D_{sw} / D_{2w}	0.422	0.593	0.556
(2)	f_2 / f_1	-1.031	-1.031	-0.714
(3)	D_{ss} / f_w	4.051	3.279	2.929
(4)	$\phi f_w / \phi b_w$	0.946	1.218	0.950
(5)	$\phi D_w / f_w$	0.524	0.538	0.535

【符号の説明】

【0 0 6 1】

L 1	第1レンズ群	L 2	第2レンズ群	L 3	第3レンズ群
S P	開口絞り	F S	フレアカット絞り		