

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6150592号  
(P6150592)

(45) 発行日 平成29年6月21日(2017.6.21)

(24) 登録日 平成29年6月2日(2017.6.2)

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

請求項の数 17 (全 26 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2013-81119 (P2013-81119)                  (22) 出願日 平成25年4月9日(2013.4.9)                  (65) 公開番号 特開2014-203027 (P2014-203027A)                  (43) 公開日 平成26年10月27日(2014.10.27)                  審査請求日 平成28年3月30日(2016.3.30)</p>	<p>(73) 特許権者 000001007                  キヤノン株式会社                  東京都大田区下丸子3丁目30番2号                  (74) 代理人 100086818                  弁理士 高梨 幸雄                  (72) 発明者 木村 友紀                  東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ                  ヤノン株式会社内                  審査官 堀井 康司</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側より像面側へ順に配置された、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レンズ群から構成され、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であって、

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大きくなり、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が小さくなり、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が大きくなり、

ズーミングに際して少なくとも前記第2レンズ群と前記第4レンズ群が移動し、前記第5レンズ群は不動であり、

前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間に光路を折り曲げるための反射手段を有し

広角端における全系の焦点距離を  $f_w$ 、広角端から望遠端の各ズーム位置における前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔の最小値を  $D_{45min}$  とするとき、

$$2.0 < D_{45min} / f_w < 3.5$$

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】

物体側より像面側へ順に配置された、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

ズ群から構成され、ズーム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であって、

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大きくなり、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が小さくなり、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が大きくなり、

ズームングに際して少なくとも前記第2レンズ群と前記第4レンズ群が移動し、前記第5レンズ群は不動であり、

前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間に光路を折り曲げるための反射手段を有し、

前記反射手段の出射面と像面との間隔を  $D_{pi}$ 、望遠端におけるレンズ全長を  $L_t$  とするとき、

$$0.03 < D_{pi} / L_t < 0.40$$

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3】

前記第3レンズ群の焦点距離を  $f_3$ 、前記第4レンズ群の焦点距離を  $f_4$  とするとき、  
 $0.8 < -f_3 / f_4 < 1.5$

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4レンズ群の焦点距離を  $f_4$ 、望遠端における全系の焦点距離を  $f_t$  とするとき、

$$0.02 < -f_4 / f_t < 0.12$$

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、  
 $0.4 < f_3 / f_5 < 1.1$

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】

フォーカスに際して前記第4レンズ群が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5レンズ群は1つのレンズ成分から構成され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】

前記第4レンズ群は1つのレンズ成分から構成されることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項9】

前記ズームレンズによって形成される各ズーム位置における有効像円径のうち最大の有効像円径の半径を  $Y_{max}$ 、広角端から望遠端へのズームングにおける前記第2レンズ群の移動量を  $m_2$  とするとき、

$$0.03 < Y_{max} / |m_2| < 0.15$$

なる条件式を満足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】

前記第2レンズ群の焦点距離を  $f_2$ 、望遠端における全系の焦点距離を  $f_t$  とするとき、

$$0.02 < -f_2 / f_t < 0.07$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項に記載のズームレンズ。

10

20

30

40

50

## 【請求項 1 1】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  とするとき、  
 $8.0 < f_1 / f_w < 20.0$   
 なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 1 0 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

## 【請求項 1 2】

広角端と望遠端における前記第 2 レンズ群の横倍率をそれぞれ  $2_w$ 、 $2_t$  とするとき、  
 $2.0 < 2_t / 2_w < 7.0$   
 なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 1 1 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

10

## 【請求項 1 3】

前記第 4 レンズ群の焦点距離を  $f_4$ 、前記第 5 レンズ群の焦点距離を  $f_5$  とするとき、  
 $0.40 < -f_4 / f_5 < 0.95$   
 なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 1 2 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

## 【請求項 1 4】

前記第 5 レンズ群の焦点距離を  $f_5$ 、望遠端における全系の焦点距離を  $f_t$  とするとき、  
 $0.06 < f_5 / f_t < 0.15$   
 なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 1 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

20

## 【請求項 1 5】

前記第 2 レンズ群に含まれる正レンズの材料の  $d$  線におけるアッペ数を  $d_2$  とするとき、前記第 2 レンズ群は、  
 $10.0 < d_2 < 20.0$   
 なる条件式を満足する正レンズを含むことを特徴とする請求項 1 乃至 1 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

## 【請求項 1 6】

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 1 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

30

## 【請求項 1 7】

請求項 1 乃至 1 6 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。

## 【発明の詳細な説明】

## 【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、デジタルスチルカメラ、監視カメラ、TVカメラ、銀塩写真用のカメラ等に好適なものである。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、撮像装置（カメラ）は高機能化され、また装置全体が小型化されている。そしてそれに伴い、これらのカメラに用いられる撮影光学系には、高ズーム比で全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有し、しかも全体が小型であり、かつカメラの厚み（前後方向の厚み）が薄いズームレンズであること等が求められている。カメラの厚みを薄くするために、撮影光学系の光軸を  $90^\circ$  折り曲げる反射手段（ミラー部材やプリズム部材）を光路中に配置した所謂屈曲式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 は物体側から像側へ順に、正、負、正、正の屈折力の第 1 レンズ群乃至第 4

50

レンズ群よりなり、ズームングに際して第2レンズ群と第4レンズ群が移動し、第3レンズ群と第4レンズ群との間に光路を折り曲げる反射手段を設けている。

【0004】

特許文献2では、物体側より像側へ順に、正、負、正、正の屈折力の第1レンズ群乃至第4レンズ群よりなり、第1レンズ群と第3レンズ群がズームングの際に移動し、第2レンズ群と第3レンズ群の間に光路を折り曲げるための反射手段を設けている。特許文献2ではズーム比6～10程度のズームレンズを開示している。

【0005】

この他、物体側より像側へ順に、正、負、正、負、正の屈折力の5つのレンズ群より成り、第1レンズ群中又は第2レンズ群中に光路を折り曲げる反射手段を設けたズームレンズが知られている(特許文献3)。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平10-20191号公報

【特許文献2】特開2007-279541号公報

【特許文献3】特開2008-191291号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

20

一般にズームレンズを構成するレンズ群の間に光路を折り曲げるための反射手段を有し、光路を屈曲させる構成をとると、高ズーム比化を図りつつ、カメラの厚み方向を薄型化でき、カメラ全体の小型化を図るのが容易になる。しかしながらズームレンズの小型化及び高ズーム比化を図りつつ、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得るには、反射手段の光路中の位置や、ズームレンズのレンズ構成、変倍用のレンズ群の屈折力や移動条件等を適切に設定することが重要になってくる。

【0008】

従来、多くの屈曲式のズームレンズでは、カメラの厚みを薄型にするため、反射手段をレンズ系の前方(物体側に近い方)に配置している。そのためレンズ系の奥行き方向の寸法を短くすることができる。しかしながら反射手段より後方(像側)に、レンズ系への入射光軸と垂直方向に、移動レンズ群を含む複数のレンズ群を配置するための大きなスペースが必要となり、このスペースを十分確保するのが困難な構成の撮像装置には適用することが困難であった。

30

【0009】

このような撮像装置として、例えば手の平を立てた状態で指で包み込むようにしてホルドするビデオカメラがある。この他、異なる仕様のレンズに対しハウジングやパンチルト駆動機構を共通化するため直方体状の共通のシャーシにレンズ鏡筒を収める監視カメラがある。

【0010】

このように、屈曲式のズームレンズにおいて各種の撮像装置へ適用することができ、しかもカメラに適用したときの厚さを薄くするには、ズームタイプ及び反射手段の光路中の位置を適切に設定することが重要になってくる。これらの構成が不適切であると、ズームングに際して諸収差の変動が多くなり、また高ズーム比化及びレンズ系全体の薄型化が困難になる。

40

【0011】

本発明は、高ズーム比で良好なる画像を容易に得ることができ、しかもカメラに適用したときカメラ等の厚みを薄くすることが容易なズームレンズ及びそれを用いた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】

【0012】

50

本発明のズームレンズは、物体側より像面側へ順に配置された、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レンズ群から構成され、ズーム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であって、

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大きくなり、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が小さくなり、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が大きくなり、

ズームングに際して少なくとも前記第2レンズ群と前記第4レンズ群が移動し、前記第5レンズ群は不動であり、

前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間に光路を折り曲げるための反射手段を有し

10

、  
広角端における全系の焦点距離を  $f_w$ 、広角端から望遠端の各ズーム位置における前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔の最小値を  $D_{45min}$  とするとき、

$$2.0 < D_{45min} / f_w < 3.5$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

この他、本発明のズームレンズは、物体側より像面側へ順に配置された、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レンズ群から構成され、ズーム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であって、

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大きくなり、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間隔が小さくなり、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間隔が大きくなり、

20

ズームングに際して少なくとも前記第2レンズ群と前記第4レンズ群が移動し、前記第5レンズ群は不動であり、

前記第4レンズ群と前記第5レンズ群との間に光路を折り曲げるための反射手段を有し

、  
前記反射手段の出射面と像面との間隔を  $D_{pi}$ 、望遠端におけるレンズ全長を  $L_t$  とするとき、

$$0.03 < D_{pi} / L_t < 0.40$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

30

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、高ズーム比で良好なる画像を容易に得ることができ、しかもカメラに適用したときカメラ等の厚みを薄くすることが容易なズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施例1の広角端におけるレンズ断面図

【図2】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例1に対応する数値実施例1の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図3】本発明の実施例2の広角端におけるレンズ断面図

40

【図4】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例2に対応する数値実施例2の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図5】本発明の実施例3の広角端におけるレンズ断面図

【図6】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例3に対応する数値実施例3の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図7】本発明の実施例4の広角端におけるレンズ断面図

【図8】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例4に対応する数値実施例4の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図9】本発明の実施例5の広角端におけるレンズ断面図

【図10】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例5に対応する数値実施例5の広角端

50

、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図 1 1】本発明の実施例 1 のズームレンズのレンズ断面図

【図 1 2】本発明の撮像装置の要部概略図

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置について説明する。本発明のズームレンズは、物体側より像面側へ順に配置された、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 レンズ群から構成される。そしてズームングに際して隣り合うレンズ群の間隔が変化する。

10

【0016】

そして広角端に比べて望遠端において、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との間隔が大きくなり、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群との間隔が小さくなる。更に第 4 レンズ群と第 5 レンズ群との間隔が大きくなるように、ズームングに際して少なくとも第 2 レンズ群と第 4 レンズ群が移動する。第 5 レンズ群は不動である。第 4 レンズ群と第 5 レンズ群との間に光路を折り曲げるための反射手段を有する。

【0017】

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）、（C）はそれぞれ実施例 1 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端（長焦点距離端）における収差図である。図 3 は本発明の実施例 2 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 4（A）、（B）、（C）はそれぞれ実施例 2 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

20

【0018】

図 5 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 6（A）、（B）、（C）はそれぞれ実施例 3 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図 7 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である。図 8（A）、（B）、（C）はそれぞれ実施例 4 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図 9 は本発明の実施例 5 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 10（A）、（B）、（C）はそれぞれ実施例 5 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

30

【0019】

各実施例では反射手段として内面反射のプリズムを用いており、プリズム内に設けた内面反射面で光路を 90 度折り曲げているが各レンズ断面図では便宜上光路を展開した状態で示している。

【0020】

図 1 1 は本発明の実施例 1 において反射手段（プリズム）の内面反射面で光路を 90 度折り曲げたときのレンズ断面図である。図 1 2 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（カメラ）に用いられる撮影レンズ系である。

40

【0021】

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。SP は F ナンバー光束を制限する開口絞りである。PR は内面反射面を有し、光路上の光路を 90 度又は 90 度前後（ $\pm 10$  度）折り曲げるプリズムよりなる反射手段である。尚、反射手段 PR としてプリズムの代わりに反射ミラーを用いても良い。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。

【0022】

50

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センサ等の固体撮像素子(光電変換素子)の撮像面に、銀塩フィルム用カメラのときはフィルム面に相当する感光面が置かれる。収差図のうち、球面収差図において、実線のdと2点鎖線のgは各々d線とg線、非点収差図において点線のMと実線のSは各々メリディオナル像面とサジタル像面である。

【0023】

倍率色収差はg線によって表している。は半画角(撮影画角の半分の値)(度)、Fno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。

【0024】

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から構成されている。

【0025】

広角端から望遠端へのズームングに際して矢印のように少なくとも第2レンズ群L2は像側に移動し、第4レンズ群L4は非直線的に移動することによってズームングを行っている。第4レンズ群L4に関する実線の曲線4aと点線の曲線4bは、各々無限遠と近距離にフォーカスしているときの変倍に伴う像面変動を補正するための移動軌跡である。また第4レンズ群L4を光軸上移動させてフォーカシングを行うリアフォーカス式を採用している。望遠端において無限遠から近距離へフォーカスを行う場合には、矢印4cに示すように第4レンズ群L4を後方に繰り出すことで行っている。

【0026】

このような構成とすることで、高ズーム比化を図りつつ、全系の小型化を図っている。例えば正、負、正、正の屈折力の第1レンズ群乃至第4レンズ群より構成される4群ズームレンズと比較して、本発明では開口絞りより像面側に発散作用のある負の屈折力のレンズ群を配置している。このため、特に前玉有効径の小型化が容易になり、また収差補正の自由度が増して高ズーム比化が容易となる。

【0027】

そして各実施例では少なくとも、第2レンズ群L2と第4レンズ群L4を移動させてズームングを行っている。このとき、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との間隔は広がり、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3との間隔は狭まる。そして第3レンズ群L3と第4レンズ群L4との間隔は変化し、第4レンズ群L4と第5レンズ群L5との間隔は広がるようにしている。第5レンズ群L5はズームングに際して不動としている。像面の物体側に正の屈折力の第5レンズ群L5を配置することにより、テレセントリック性が良くなるようにしている。

【0028】

第4レンズ群L4と第5レンズ群L5との間に光路を折り曲げるための反射手段PRを有している。反射手段PRで光路を90°または90°前後に折り曲げることで、レンズ系への入射光軸方向の寸法を短縮している。近軸の屈折力配置上、第4レンズ群L4と第5レンズ群L5との間隔を拡大すると、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4、第5レンズ群L5の屈折力を弱めることができ、収差補正が容易になる。

【0029】

そこで第4レンズ群L4と第5レンズ群L5との光軸上の間隔を拡大し、その空間に反射手段PRを配置することで、高ズーム比化とズームレンズの薄型化を図っている。負の屈折力の第4レンズ群L4を正の屈折力の第3レンズ群L3と正の屈折力の第5レンズ群L5との間に配置することで、第4レンズ群L4近傍を通過する軸上光束および軸外光束のレンズ面への入射高さを低く抑えている。

【0030】

これにより、反射手段PRの有効径を小さくし、全系のコンパクト化を容易にしている。また反射手段PRには内面反射面を有するプリズムやミラー等を使用する。小型のプリ

10

20

30

40

50

ズームや小型のミラーは大型のものに比べて高い面精度や角度精度を達成しやすい特徴がある。反射部材PRの像側には、ズームレンズの入射光軸に対し、垂直方向又は略垂直方向に第5レンズ群L5と撮像面を配置している。これらの部材は有効径が比較的小さいため、ズームレンズの光軸方向の空間は小さくて済む。

【0031】

一方、ズームレンズの入射光軸に対し垂直方向又は略垂直方向の光路長は、第5レンズ群L5の光軸方向の厚みにその前後の間隔を加えたものとなり、長大なスペースが不要となる。本発明の5群構成のズームタイプのズームレンズでは、レンズ鏡筒の外径は最も有効径が大きな第1レンズ群L1の前玉有効径で決まることが多い。

【0032】

本発明によれば、レンズ鏡筒におけるズームレンズの入射光軸と垂直方向の出っ張りを小さく抑えることが容易となる。各実施例では無限遠から近距離へのフォーカスに際して負の屈折力の第4レンズ群を矢印4cの如く像面側へ移動させている。軽量の第4レンズ群L4をフォーカスレンズ群として迅速なるフォーカスを容易にしている。

【0033】

本発明では以上のように構成することにより、全系が小型でかつ高ズーム比で、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。各実施例において、好ましくは次の諸条件のうちの1以上を満足するのが良い。

【0034】

広角端と望遠端における全系の焦点距離をそれぞれ $f_w$ 、 $f_t$ とする。第1レンズ群L1、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4、第5レンズ群L5の焦点距離をそれぞれ $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、 $f_4$ 、 $f_5$ とする。広角端から望遠端の各ズーム位置における第4レンズ群L4と第5レンズ群L5との間隔の最小値を $D_{45min}$ とする。このときフォーカス用の第4レンズ群L4は無限遠に合焦する位置にあるものとする。反射プリズムPRがプリズム部材よりなるとき、反射手段PRの射出面と像面との間隔を $D_{pi}$ 、望遠端におけるレンズ全長(第1レンズ面から像面までの距離)を $L_t$ とする。

【0035】

ここで間隔 $D_{pi}$ は反射手段がプリズム材からなるときはプリズム材の出射面から像面までの距離である。また反射手段がミラーからなるときはミラーの有効反射面の像側の端部から光軸に下した垂線と光軸の交点から像面までの距離である。ズームレンズによって形成される各ズーム位置における有効像円径のうち最大の有効像円径の半径を $Y_{max}$ とする。第2レンズ群L2の広角端から望遠端へのズームングにおける移動量を $m_2$ とする。

【0036】

ここでレンズ群の広角端から望遠端へのズームングにおける移動量とはレンズ群の広角端と望遠端における光軸方向の位置の差をいう。位置の差の符号はレンズ群が広角端に比べて望遠端において像側に位置するときを正、物体側に位置するときを負とする。第2レンズ群L2の広角端と望遠端における横倍率をそれぞれ $\beta_w$ 、 $\beta_t$ とする。第2レンズ群L2に含まれる正レンズの材料のd線におけるアッベ数を $d_2$ とする。このとき、次の条件式のうちの1以上を満足するのが良い。但し条件式(12)は第2レンズ群L2に含まれる正レンズのうち少なくとも1つの正レンズが満足すれば良い。

【0037】

$$0.8 < -f_3 / f_4 < 1.5 \quad (1)$$

$$0.02 < -f_4 / f_t < 0.12 \quad (2)$$

$$0.4 < f_3 / f_5 < 1.1 \quad (3)$$

$$2.0 < D_{45min} / f_w < 3.5 \quad (4)$$

$$0.03 < D_{pi} / L_t < 0.40 \quad (5)$$

$$0.03 < Y_{max} / |m_2| < 0.15 \quad (6)$$

$$0.02 < -f_2 / f_t < 0.07 \quad (7)$$

$$8.0 < f_1 / f_w < 20.0 \quad (8)$$

10

20

30

40

50

$$2.0 < 2t / 2w < 7.0 \quad (9)$$

$$0.40 < -f4 / f5 < 0.95 \quad (10)$$

$$0.06 < f5 / ft < 0.15 \quad (11)$$

$$10.0 < d2 < 20.0 \quad (12)$$

なる条件式のうち1以上を満足するのが良い。

#### 【0038】

次に前述した条件式の技術的意味について説明する。条件式(1)は反射手段PRの物体側に配置される正の屈折力の第3レンズ群L3と負の屈折力の第4レンズ群L4の屈折力配分を規定する。条件式(1)の上限値を超えて第3レンズ群L3の焦点距離の絶対値に比べ第4レンズ群L4の焦点距離の絶対値が小さく(負の屈折力が強く)なりすぎると、軸外光線に対する発散作用が大きくなる。このため、反射手段PRに入射する軸外光線の入射高さが大きくなる。そうすると、反射手段PRに必要な有効径が大きくなりすぎ、全系が大型化してしまう。

10

#### 【0039】

逆に条件式(1)の下限値を超えて第3レンズ群L3の焦点距離の絶対値に比べ第4レンズ群L4の焦点距離の絶対値が大きく(負の屈折力が弱く)なりすぎると、第4レンズ群L4で変倍による像面補正とフォーカシングを行うときの位置敏感度が小さくなる。その結果ズーム及びフォーカシングの際の第4レンズ群L4の移動ストロークが大きくなりすぎ、予め反射手段PRとの間のスペースを大きく確保する必要があり、レンズ全長の短縮が困難となる。

20

#### 【0040】

条件式(2)は第4レンズ群L4の負の屈折力を規定する。条件式(2)の上限値を超えて第4レンズ群L4の焦点距離の絶対値が大きく(負の屈折力が弱く)なりすぎると、第4レンズ群L4のズーム及びフォーカシングの際の移動ストロークが大きくなる。そうすると、反射手段PRとの間隔を予め大きく確保するため、レンズ全長が大型化する。逆に条件式(2)の下限値を超えて第4レンズ群L4の焦点距離の絶対値が小さく(負の屈折力が強く)なりすぎると、フォーカシングに伴う倍率色収差、像面湾曲、非点収差等の諸収差の変動が大きくなる。

#### 【0041】

条件式(3)は開口絞りSPより像側に配置される2つの正の屈折力の第3レンズ群L3と正の屈折力の第5レンズ群L5の屈折力配分を規定する。第3レンズ群L3は開口絞りSPのすぐ像側に配置されたレンズ群であるので、軸上光線および軸外光線の両方に対する収差補正を担っている。一方、第5レンズ群L5は像面のすぐ物体側に配置されたレンズ群であるため、ズーム全域で軸上光線に比べ軸外光線が高い位置を通過する。このため、第5レンズ群L5は像面に対してフィールドレンズ的な役割を有している。

30

#### 【0042】

条件式(3)の上限値を超えて第3レンズ群L3に比べて第5レンズ群L5の屈折力配分が大きくなりすぎると、ズーム全域で軸外光線に対する収斂作用が大きくなりすぎ、射出瞳位置が像面に近づく。このため、テレセントリック性が低下してくる。テレセントリック性が低下すると、像面に配置された光電変換素子に入射する入射角が像高(画角)によって大きく変化するため、出力画像に照度ムラや色シェーディング等が発生しやすくなる。

40

#### 【0043】

逆に条件式(3)の下限値を超えて第5レンズ群L5に比べて第3レンズ群L3の屈折力配分が大きくなりすぎると第3レンズ群L3より軸上色収差、球面収差、像面湾曲、非点収差等が大きく発生し、これらの収差を他のレンズ群で補正することが困難となる。

#### 【0044】

条件式(4)は第4レンズ群L4と第5レンズ群L5とのズームに際しての間隔を規定する。条件式(4)の上限値を超えて間隔が大きくなりすぎると、第4レンズ群L4と第5レンズ群L5の屈折力を弱めることができ収差補正上は有利となるが、レンズ全長

50

が大型化してしまう。逆に条件式(4)の下限値を超えて間隔が小さくなると、第4レンズ群L4および第5レンズ群L5の屈折力が強くなってきて、ズームング及びフォーカスに際して倍率色収差、像面湾曲、非点収差等の諸収差の変動が増大してくる。

【0045】

条件式(5)は反射手段の射出面と像面との間隔を規定する。条件式(5)の上限値を超えて間隔が大きくなりすぎると、第4レンズ群L4と第5レンズ群L5の屈折力を弱めることができ収差補正上は有利となる。しかしながら、反射手段PRで光路を折り曲げた後の光軸上の長さが長くなりすぎて、レンズ系が大型化してしまう。逆に条件式(5)の下限値を超えて間隔が小さくなりすぎると、第4レンズ群L4および第5レンズ群L5の屈折力が強くなり、ズームング及びフォーカシングに伴う倍率色収差、像面湾曲、非点収差等の諸収差の変動が大きくなり、良くない。

10

【0046】

条件式(6)は第2レンズ群L2のズームストローク(移動量)を規定するものである。条件式(6)の上限値を超えて第2レンズ群L2のズームストロークが短くなりすぎると、高ズーム比を達成するために第2レンズ群L2の屈折力を強くしなければならない。そうするとズームングに際して倍率色収差、像面湾曲、非点収差等の諸収差の変動が大きくなっていく。逆に条件式(6)の下限値を超えて第2レンズ群L2のズームストロークが長くなりすぎると、レンズ全長が長大化してレンズ系全体の小型化が困難となる。

【0047】

条件式(7)は第2レンズ群L2の負の屈折力を規定する。条件式(7)の上限値を超えて第2レンズ群L2の焦点距離の絶対値が大きく(負の屈折力が弱く)なりすぎると、高ズーム比を達成するための第2レンズ群L2のズームストロークが長くなりすぎてレンズ全長が長大化してくる。逆に条件式(7)の下限値を超えて第2レンズ群L2の焦点距離の絶対値が小さく(負の屈折力が強く)なりすぎると、第2レンズ群L2より倍率色収差、像面湾曲、非点収差等の諸収差の発生が多くなる。またズームングに際してのこれらの諸収差の変動が大きくなり、高ズーム比が困難になる。

20

【0048】

条件式(8)は第1レンズ群L1の正の屈折力を規定する。条件式(8)の上限値を超えて第1レンズ群L1の焦点距離が大きく(正の屈折力が弱く)なりすぎると、望遠端における第2レンズ群L2の横倍率の絶対値が小さくなりすぎる。このため、第2レンズ群L2で十分な変倍比が得られず高ズーム比化が困難となる。逆に条件式(8)の下限値を超えて第1レンズ群L1の焦点距離が小さく(正の屈折力が強く)なりすぎると、望遠端及びその近傍において軸上色収差と球面収差が大きく発生し、高い光学性能を得るのが困難となる。

30

【0049】

条件式(9)は第2レンズ群L2の変倍比を規定する。条件式(9)の上限値を超えて第2レンズ群L2の変倍比が大きくなりすぎると、高ズーム比化には有利となる。しかしながら、ズームングに伴う第2レンズ群L2より倍率色収差、像面湾曲、非点収差等の諸収差変動が大きくなりすぎて、ズーム全域での高い光学性能を得るのが困難となる。逆に条件式(9)の下限値を超えて第2レンズ群L2の変倍比が小さくなりすぎると、高ズーム比化を達成することが困難となる。

40

【0050】

条件式(10)は反射手段PRの物体側と像側の2つのレンズ群である、第4レンズ群L4と第5レンズ群L5との屈折力を規定する。条件式(10)の上限値を超えて第5レンズ群L5の焦点距離に比べ第4レンズ群L4の焦点距離の絶対値が大きく(負の屈折力が弱く)なりすぎると、反射手段PRを通過する軸外光線の入射高さが高くなるため反射手段PRが大型化してしまう。また第4レンズ群L4の像面補正およびフォーカシングに必要な移動量が長くなりすぎて、レンズ系全体の小型化が困難となる。

【0051】

逆に条件式(10)の下限値を超えて第5レンズ群L5の焦点距離に比べ第4レンズ群

50

L4の焦点距離の絶対値が小さく（負の屈折力が強く）なりすぎると次の理由により良くない。ズミング及びフォーカシングに伴う倍率色収差、像面湾曲、非点収差等の諸収差の変動が大きくなりすぎて高ズーム比化が困難となる。

【0052】

条件式(11)は第5レンズ群L5の正の屈折力を規定する。条件式(11)の上限値を超えて第5レンズ群L5の焦点距離が大きく（正の屈折力が弱く）なりすぎると、軸外光線に十分な収斂作用を付与することが困難となりテレセントリック性が低下してくる。条件式(11)の下限値を超えて第5レンズ群L5の焦点距離が小さく（正の屈折力が強く）なりすぎると、第5レンズ群L5から倍率色収差、像面湾曲、非点収差等の諸収差の発生が大きくなりすぎて、これらの諸収差を他のレンズ群で補正するのが困難になる。

10

【0053】

条件式(12)は第2レンズ群L2が有する正レンズの材料を規定する。条件式(12)の上限値を超えて、正レンズの材料のd線でのアッペ数が大きく（分散が小さく）なりすぎると、第2レンズ群L2の負レンズより発生する負の倍率色収差が補正不足となり、高ズーム比化が困難となる。逆に条件式(12)の下限値を超えて、正レンズの材料のd線でのアッペ数が小さく（分散が大きく）なりすぎると、第2レンズ群L2の負レンズより発生する負の倍率色収差が補正過剰となり、高ズーム比化が困難となる。更に好ましくは条件式(1)乃至(12)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0054】

$$0.9 < -f_3 / f_4 < 1.4 \quad (1a)$$

20

$$0.03 < -f_4 / f_t < 0.10 \quad (2a)$$

$$0.5 < f_3 / f_5 < 1.0 \quad (3a)$$

$$2.2 < D_{45min} / f_w < 3.2 \quad (4a)$$

$$0.06 < D_{pi} / L_t < 0.30 \quad (5a)$$

$$0.05 < Y_{max} / |m_2| < 0.12 \quad (6a)$$

$$0.025 < -f_2 / f_t < 0.065 \quad (7a)$$

$$9.0 < f_1 / f_w < 17.0 \quad (8a)$$

$$25 < 2t / 2w < 60 \quad (9a)$$

$$0.50 < -f_4 / f_5 < 0.85 \quad (10a)$$

$$0.07 < f_5 / f_t < 0.13 \quad (11a)$$

30

$$12.0 < d_2 < 21.0 \quad (12a)$$

またさらに好ましくは条件式(1a)乃至(12a)の数値範囲を次の如く設定すると各条件式の意味する効果が確実に得られる。

【0055】

$$1.0 < -f_3 / f_4 < 1.3 \quad (1b)$$

$$0.04 < -f_4 / f_t < 0.09 \quad (2b)$$

$$0.6 < f_3 / f_5 < 0.9 \quad (3b)$$

$$2.4 < D_{45min} / f_w < 3.0 \quad (4b)$$

$$0.08 < D_{pi} / L_t < 0.25 \quad (5b)$$

$$0.07 < Y_{max} / |m_2| < 0.10 \quad (6b)$$

40

$$0.03 < -f_2 / f_t < 0.06 \quad (7b)$$

$$9.5 < f_1 / f_w < 15.0 \quad (8b)$$

$$28 < 2t / 2w < 50 \quad (9b)$$

$$0.55 < -f_4 / f_5 < 0.80 \quad (10b)$$

$$0.08 < f_5 / f_t < 0.12 \quad (11b)$$

$$13.0 < d_2 < 19.0 \quad (12b)$$

次に各実施例のレンズ構成の特徴について説明する。

【0056】

第4レンズ群L4は正の屈折力の第3レンズ群L3と正の屈折力の第5レンズ群L5との間に配置され、軸上光線及び軸外光線のレンズ面への入射高は、ともに低い位置を通過

50

する。このため、第4レンズ群L4は比較的大きな屈折力を持たせることができる。その結果、第4レンズ群L4は横倍率を大きくでき、フォーカストローク（フォーカスのための移動量）を短くすることができ、レンズ全長の短縮化が容易となる。

【0057】

第4レンズ群L4は1つのレンズ成分（単一のレンズ又は複数のレンズを接合した接合レンズ）で構成している。このような構成とすることでフォーカシングに必要な駆動トルクを小さくすることができるため、より小型のアクチュエータを用いることができ、レンズ全系のコンパクト化が容易となる。尚、第4レンズ群L4は1つの正レンズと1つの負レンズとを接合した接合レンズとすることが望ましい。これによればフォーカシングに伴う倍率色収差や像面湾曲等の収差変動を軽減することが容易になる。

10

【0058】

第5レンズ群L5は1つのレンズ成分で構成している。このような構成とすることで反射部材PRで光軸を折り曲げた後の光路長を短くすることができ、レンズ系の小型化が容易となる。尚、第5レンズ群L5は1つの正レンズと1つの負レンズとを接合した接合レンズとすることが望ましい。これによれば倍率色収差を軽減するのが容易となる。

【0059】

次に各実施例の具体的なレンズ構成の特長について説明する。また、各実施例のレンズ構成についても説明する。レンズ構成については、特に断りがない限り、物体側から像面側へ配置されているとして説明する。各実施例では、広角端から望遠端へのズームングに際し第2レンズ群L2を像面側に移動させて変倍を行い、第4レンズ群L4を移動させて変倍に伴う像面変動の補正とフォーカシングを行っている。

20

【0060】

広角端から望遠端へのズームングに際し、実施例1, 2, 3, 5では第1レンズ群L1を不動とし、実施例4では第1レンズ群L1を像側に凸形状の軌跡で移動させている。第1レンズ群を不動とすればズーム機構が簡略化できる。一方、第1レンズ群を移動させれば前玉有効径が決まる広角端から中間ズーム域で入射瞳距離を短くして前玉有効径の小型化が容易となる。広角端から望遠端へのズームングに際し、実施例1, 4では第3レンズ群L3を不動とし、実施例2, 3, 5では物体側に移動させている。

【0061】

第3レンズ群を不動とすればズーム機構が簡略化できる。一方、第3レンズ群を移動させれば収差補正の自由度が上がりズームングに伴う色収差や像面湾曲や非点収差等の諸収差の変動を良好に補正できる。更に、第4レンズ群L4でフォーカスするときのフォーカストロークのためのスペースの確保が容易となる。開口絞りSPは第3レンズ群L3の物体側に配置している。開口絞りSPはズームングに際し実施例1, 4では不動とし、実施例2, 3, 5では第3レンズ群L3と共に物体側に移動させている。

30

【0062】

各実施例では開口絞りSPの開口絞り径をズームングに際して可変とし、中間ズーム位置から望遠端において不要なフレア光をカットし、高ズーム比化に伴う光学性能を良好に維持している。なお開口絞りSPはズームングの際に第3レンズ群L3と独立に（異なった軌跡で）移動させても良く、この場合、絞り径の小型化と中間ズーム位置での軸外フレア光を良好に遮光することができる。

40

【0063】

第1レンズ群L1は、実施例1, 2, 3, 5では物体側から像側へ順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズと物体側に凸面を有する正レンズとを接合した接合レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の2つの正レンズから構成している。実施例4では物体側から像側へ順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の負レンズと物体側に凸面を有する正レンズを接合した接合レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズから構成している。

【0064】

第1レンズ群L1を複数の正レンズで構成することにより、高ズーム比化を図るときに

50

増大する望遠端における球面収差、ズーミングに伴う軸上色収差および倍率色収差等の諸収差の変動を良好に補正している。

【0065】

実施例5では第1レンズ群L1の最も像側の正レンズの物体側のレンズ面を非球面形状とすることで、ズーミングに伴う像面湾曲と非点収差の変動を抑制して高ズーム比化を容易にしている。第2レンズ群L2は、実施例1乃至4では物体側から像側へ順に、屈折力の絶対値が物体側に比べ像側に強い(大きい)凹面を向けた負レンズ、両凹形状の負レンズ、物体側に凸面を向けた正レンズで構成している。実施例5では物体側から像側へ順に、屈折力の絶対値が物体側に比べ像側に強い凹面を向けた負レンズ、両凹形状の負レンズ、物体側に凸面を向けた正レンズと像側に強い凹面を向けた負レンズとを接合した接合レンズで構成している。

10

【0066】

第2レンズ群L2は主たる変倍作用を有するレンズ群であり、強い負の屈折力を有するために複数の負レンズより構成している。これにより、ズーミングに伴う像面湾曲、非点収差、倍率色収差等の諸収差の変動を効果的に抑制している。第2レンズ群L2は1以上のレンズ面を非球面形状としても良い。これによればズーミングに伴う像面湾曲、非点収差等の諸収差の変動を軽減するのが容易になる。

【0067】

第3レンズ群L3は、実施例1乃至4では物体側から像側へ順に、物体側が凸面の正レンズ、屈折力の絶対値が物体側に比べ像面側に強い凹面を向けた負レンズ、両凸形状の正レンズにより構成している。実施例5では物体側から像側へ順に、物体側が凸面の正レンズ、物体側が凸面の正レンズと屈折力の絶対値が物体側に比べ像側に強い凹面を向けた負レンズとを接合した接合レンズ、両凸形状の正レンズにより構成している。

20

【0068】

このように第3レンズ群L3を2以上の正レンズと1枚の負レンズで構成することにより、球面収差、軸上色収差及びズーミングに伴う像面湾曲や非点収差の変動を軽減している。また各実施例では、第3レンズ群L3の最も物体側の正レンズのレンズ面を非球面形状とすることで球面収差を効果的に補正している。また最も像側の正レンズの像側のレンズ面を非球面形状とすることでズーミングに伴う像面湾曲、非点収差の変動を抑制し、高ズーム比化を容易にしている。

30

【0069】

各実施例では第4レンズ群L4は正レンズと負レンズとを接合した接合レンズで構成している。これにより色収差、像面湾曲、非点収差のズーミングおよびフォーカスの際の変動を軽減している。また正レンズと負レンズを接合して1つのレンズ成分とすることで第4レンズ群L4の組立性の容易化と薄型化を図り、全系のコンパクト化を容易にしている。

【0070】

第5レンズ群L5は正レンズと負レンズとを接合した接合レンズで構成している。または負レンズと正レンズとを接合した接合レンズより構成している。これにより倍率色収差、像面湾曲、非点収差の軸外光線に対する収差を効果的に補正しながら、1つのレンズ成分とすることで第5レンズ群L5の薄型化を図っている。なお各実施例において第4レンズ群L4と第5レンズ群L5は正レンズと負レンズの順序を同じにし、光線が異なる符号の屈折力のレンズを順に通過することで、色フレアを効果的に補正している。

40

【0071】

また各実施例では、図11に示すように第4レンズ群L4と第5レンズ群L5との間に物体側からの光を折り曲げる反射手段PRを挿入している。反射手段PRはプリズムより構成しているが、ミラーでも良い。またプリズムの入射面および射出面を球面または非球面形状の屈折力を有するようによっても良い。こうすることで収差補正の自由度を上げることができる。

【0072】

50

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、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 3 】

次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたビデオカメラ（光学機器）の実施例を図 1 2 を用いて説明する。

【 0 0 7 4 】

図 1 2 において、1 0 はビデオカメラ本体、1 1 は実施例 1 乃至 5 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。1 2 はカメラ本体に内蔵され、撮影光学系 1 1 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。1 3 は固体撮像素子 1 2 によって光電変換された被写体像を観察するための液晶パネル等によって構成されるモニタである。このように本発明のズームレンズをビデオカメラ等の撮像装置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。

10

【 0 0 7 5 】

実施例 4 において広角端近傍では負の歪曲を大きく発生させて、固体撮像素子の撮像範囲をそれ以外のズームポジションより小さい範囲に設定している。即ち実施例 4 のズームレンズは広角端及びその近傍のズーム位置における有効像円径（像高）が他のズーム位置（望遠端）における有効像円径（像高）よりも小さい。実施例 4 のズームレンズを撮像装置に用いたとき、得られた画像情報を固体撮像素子の画像データを処理する信号処理回路で、歪曲を電氣的に補正することで歪曲の少ない画像を出力するようにしても良い。

20

【 0 0 7 6 】

各実施例によれば以上の如く構成することにより、光学系全体が小型で高ズーム比で、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。また各実施例のズームレンズは、図 1 1 に示すように第 4 レンズ群 L 4 と第 5 レンズ群 L 5 との間に物体側からの光を折り曲げる反射部材 P R を含むことで、カメラの厚み方向を薄くすることを容易にしている。

【 0 0 7 7 】

次に、本発明の実施例 1 乃至 5 に各々対応する数値実施例 1 乃至 5 を示す。各数値実施例において  $i$  は物体側からの光学面の順序を示す。 $r_i$  は第  $i$  番目の光学面（第  $i$  面）の曲率半径、 $d_i$  は第  $i$  面と第  $i + 1$  面との間の間隔、 $n_{di}$  と  $d_i$  はそれぞれ  $d$  線に対する第  $i$  番目の光学部材の材料の屈折率、アッベ数を示す。また  $k$  を離心率  $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$  を非球面係数、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、非球面形状は、

30

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

で表示される。

【 0 0 7 8 】

但し  $R$  は近軸曲率半径である。また例えば「E - Z」の表示は「1 0 - Z」を意味する。数値実施例 1, 2, 3 において  $r_{24}$ ,  $r_{25}$ 、数値実施例 4 において  $r_{22}$ ,  $r_{23}$ 、数値実施例 5 において  $r_{26}$ ,  $r_{27}$  は反射手段の入射面と出射面である。数値実施例において最後の 2 つの面は、フィルター、フェースプレート等の光学ブロックの面である。各実施例において、バックフォーカス（BF）はレンズ最終面から近軸像面までの距離を空気換算長により表したものである。レンズ全長は最も物体側のレンズ面からレンズ最終面までの距離にバックフォーカスを加えたものである。

40

【 0 0 7 9 】

数値実施例 4 では、広角端における有効円径（像高）が望遠端における有効像円径（像高）よりも小さい。各数値実施例における上述した条件式との対応を表 1 に示す。

【 0 0 8 0 】

[ 数値実施例 1 ]

単位 mm

50

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	61.944	1.30	1.85124	24.5	
2	39.165	3.59	1.49700	81.5	
3	270.910	0.15			
4	59.615	2.46	1.49700	81.5	
5	289.229	0.15			
6	34.970	2.93	1.59522	67.7	
7	98.692	(可変)			
8	40.531	0.55	1.88300	40.8	10
9	6.195	3.64			
10	-21.145	0.50	1.77250	49.6	
11	21.763	0.20			
12	12.645	1.47	1.95906	17.5	
13	38.528	(可変)			
14(絞リ)		1.00			
15*	10.358	4.97	1.69350	53.2	
16*	-111.278	0.15			
17	12.612	0.60	1.95906	17.5	
18	7.987	1.44			20
19	10.985	3.80	1.49710	81.6	
20*	-20.029	(可変)			
21	49.485	0.55	1.88300	40.8	
22	5.550	1.04	1.95906	17.5	
23	7.212	(可変)			
24		9.00	1.90366	31.3	
25		1.50			
26	11.370	0.50	1.95906	17.5	
27	7.714	3.10	1.62299	58.2	
28	-16.811	2.50			30
29		1.44	1.51633	64.1	
30		0.50			

## 像面

## 【 0 0 8 1 】

## 非球面データ

## 第15面

K = -1.98282e-001 A 4= -2.37056e-005 A 6= 6.56385e-008  
A 8= 5.49759e-010

## 第16面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.55533e-004 A 6= -3.59762e-007

## 第20面

K = -7.82220e+000 A 4= -6.67733e-005 A 6= 1.59117e-006

## 各種データ

ズーム比	30.39			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	4.80	54.39	145.90	
Fナンバー	1.80	3.60	4.80	
半画角(度)	32.00	3.16	1.18	50

像高	3.00	3.00	3.00
レンズ全長	95.49	95.49	95.49
BF	3.95	3.95	3.95
d 7	0.60	30.81	36.14
d13	38.34	8.13	2.80
d20	1.00	5.80	0.80
d23	7.02	2.22	7.22

## ズームレンズ群データ

10

## 群 始面 焦点距離

1	1	49.22
2	8	-6.71
3	14	11.66
4	21	-10.14
PR	24	
5	26	13.33

## 【 0 0 8 2 】

## [ 数値実施例 2 ]

20

## 面データ

面番号	r	d	nd	d
1	49.367	1.20	1.86451	24.3
2	35.923	3.85	1.49700	81.5
3	249.645	0.15		
4	53.700	2.23	1.49700	81.5
5	238.303	0.15		
6	41.982	1.63	1.59522	67.7
7	71.311	(可変)		
8	38.714	0.30	2.06342	26.7
9	7.842	4.62		
10	-21.532	0.30	1.60311	60.6
11	20.107	0.20		
12	15.259	1.46	2.15132	14.3
13	43.292	(可変)		
14(絞リ)		1.00		
15*	8.898	4.52	1.77250	49.5
16*	65.952	0.15		
17	19.398	0.60	1.84666	23.9
18	6.614	1.10		
19	8.328	3.39	1.55332	71.7
20*	-23.244	(可変)		
21	-57.962	1.10	1.95906	17.5
22	-11.827	0.40	1.83481	42.7
23	10.177	(可変)		
24		8.50	1.90366	31.3
25		1.50		
26	17.170	2.79	1.59522	67.7
27	-7.707	0.40	1.92286	18.9
28	-12.647	4.97		

30

40

50

29                    1.44    1.51633    64.1  
 30                    0.50  
 像面

【 0 0 8 3 】

非球面データ

第15面

K = -2.34771e-001    A 4= 4.48906e-006    A 6= 8.67393e-008  
 A 8= 3.21744e-009

第16面

K = 0.00000e+000    A 4= 1.16343e-004    A 6=-5.93189e-007

第20面

K = -8.36369e+000    A 4= 4.90643e-005    A 6= 1.58999e-006

10

各種データ

ズーム比    34.06

	広角	中間	望遠
--	----	----	----

焦点距離	4.40	31.61	150.00
------	------	-------	--------

Fナンバー	1.80	2.80	4.80
-------	------	------	------

半画角 (度)	34.26	5.42	1.15
---------	-------	------	------

像高	3.00	3.00	3.00
----	------	------	------

レンズ全長	99.71	99.71	99.71
-------	-------	-------	-------

BF	6.42	6.42	6.42
----	------	------	------

d 7	0.60	28.53	40.49
-----	------	-------	-------

d13	46.98	14.43	1.60
-----	-------	-------	------

d20	2.16	5.93	0.99
-----	------	------	------

d23	2.01	2.86	8.66
-----	------	------	------

20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
---	----	------

1	1	54.97
---	---	-------

2	8	-8.32
---	---	-------

3	14	12.75
---	----	-------

4	21	-11.26
---	----	--------

PR	24	
----	----	--

5	26	15.78
---	----	-------

30

【 0 0 8 4 】

[ 数值実施例 3 ]

面データ

面番号	r	d	nd	d
-----	---	---	----	---

1	53.218	1.35	2.00069	25.5
---	--------	------	---------	------

2	38.736	4.14	1.43875	94.9
---	--------	------	---------	------

3	303.565	0.12		
---	---------	------	--	--

4	45.530	2.93	1.49700	81.5
---	--------	------	---------	------

5	168.829	0.12		
---	---------	------	--	--

6	42.067	2.42	1.59522	67.7
---	--------	------	---------	------

7	96.383	(可変)		
---	--------	------	--	--

8	51.543	0.50	1.88300	40.8
---	--------	------	---------	------

40

50

9	7.156	4.50			
10	-32.875	0.40	1.77250	49.6	
11	20.106	0.20			
12	13.188	1.27	2.10205	16.8	
13	26.882	(可変)			
14(絞り)		1.00			
15*	10.209	4.24	1.59522	67.7	
16*	-88.284	0.15			
17	11.962	0.65	2.10300	18.1	
18	8.773	1.43			10
19	15.187	3.63	1.49710	81.6	
20*	-16.532	(可変)			
21	-112.751	0.93	1.95906	17.5	
22	-14.577	0.45	1.88300	40.8	
23	9.087	(可変)			
24		8.00	1.90366	31.3	
25		1.50			
26*	20.153	2.56	1.55332	71.7	
27	-7.972	0.45	1.94595	18.0	
28	-10.716	4.97			20
29		1.44	1.51633	64.1	
30		0.50			
像面					

## 【 0 0 8 5 】

## 非球面データ

## 第15面

K = 3.64566e-002 A 4=-3.77910e-005 A 6= 1.72584e-007  
A 8=-2.71762e-010

## 第16面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.06477e-004 A 6= 1.08219e-008

## 第20面

K = -1.22427e+000 A 4=-2.64075e-005 A 6= 1.50935e-006

## 第26面

K = -1.25980e+001 A 4= 8.75991e-005 A 6=-1.15266e-006

## 各種データ

ズーム比	39.94				
	広角	中間	望遠		
焦点距離	4.21	31.84	168.00		40
Fナンバー	1.80	2.70	4.80		
半画角(度)	35.50	5.38	1.02		
像高	3.00	3.00	3.00		
レンズ全長	99.66	99.66	99.66		
BF	6.42	6.42	6.42		
d 7	0.55	27.68	39.31		
d13	45.42	13.61	1.60		
d20	2.32	6.03	1.00		
d23	2.01	2.98	8.39		50

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	53.51
2	8	-7.46
3	14	12.09
4	21	-9.91
PR	24	
5	26	15.36

10

## 【 0 0 8 6 】

[ 数値実施例 4 ]

## 面データ

面番号	r	d	nd	d
1	47.511	1.30	2.00069	25.5
2	33.865	5.23	1.49700	81.5
3	-252.957	0.15		
4	33.735	2.66	1.59522	67.7
5	85.661	(可変)		
6	55.880	0.55	1.88300	40.8
7	8.796	3.69		
8	-15.933	0.50	1.83481	42.7
9	12.697	0.40		
10	14.128	1.58	1.95906	17.5
11		(可変)		
12(絞リ)		1.00		
13*	10.033	3.89	1.76802	49.2
14*	209.601	0.15		
15	14.493	0.60	1.95906	17.5
16	8.463	1.28		
17	11.790	3.15	1.55332	71.7
18*	-20.121	(可変)		
19	70.404	0.55	1.88300	40.8
20	5.868	1.07	1.92286	18.9
21	8.130	(可変)		
22		9.00	1.90366	31.3
23		1.49		
24	11.665	0.50	1.92286	18.9
25	7.375	2.74	1.69680	55.5
26	-26.741	3.07		
27		1.44	1.51633	64.1
28		0.50		

20

30

40

## 像面

## 【 0 0 8 7 】

## 非球面データ

## 第13面

K = -8.40076e-002 A 4 = -1.18328e-005 A 6 = 7.48392e-009

A 8 = 2.64192e-009

## 第14面

50

K = 0.00000e+000 A 4= 1.75182e-004 A 6=-6.26470e-007  
 第18面  
 K =-1.30896e+001 A 4=-1.22274e-004 A 6= 4.16829e-006

## 各種データ

ズーム比	29.96		
	広角	中間	望遠
焦点距離	4.51	49.24	135.00
Fナンバー	1.80	3.60	4.90
半画角(度)	32.04	3.49	1.27
像高	2.82	3.00	3.00
レンズ全長	92.69	94.11	95.65
BF	4.52	4.52	4.52
d 5	0.60	32.58	39.10
d11	38.10	7.54	2.56
d18	0.98	6.02	0.99
d21	7.02	1.98	7.01

10

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	52.98
2	6	-6.99
3	12	11.16
4	19	-10.80
PR	22	
5	24	13.78

20

## 【 0 0 8 8 】

[ 数値実施例 5 ]

## 面データ

面番号	r	d	nd	d
1	53.222	1.20	1.80518	25.4
2	39.278	5.57	1.43875	94.9
3	302.358	0.12		
4	43.975	4.17	1.43875	94.9
5	188.207	0.12		
6*	43.669	3.02	1.49710	81.6
7	104.636	(可変)		
8	59.650	0.40	1.95375	32.3
9	7.154	4.38		
10	-27.723	0.35	1.88300	40.8
11	32.799	0.19		
12	14.195	1.63	2.10205	16.8
13	125.415	0.35	1.88300	40.8
14	23.609	(可変)		
15(絞リ)		1.00		
16*	12.547	3.88	1.55332	71.7
17*	-135.531	0.15		
18	10.103	2.39	1.49710	81.6

30

40

50

19	14.670	0.50	1.84666	23.9
20	7.970	0.98		
21	9.559	3.40	1.49710	81.6
22*	-18.111	(可変)		
23	-1163.591	0.95	1.95906	17.5
24	-17.454	0.45	1.88300	40.8
25	8.855	(可変)		
26		7.50	1.69680	55.5
27		2.36		
28*	21.027	2.62	1.49710	81.6
29	-6.380	0.45	2.00100	29.1
30	-8.901	4.97		
31		1.44	1.51633	64.1
32		0.50		

像面

## 【 0 0 8 9 】

非球面データ

第6面

K = 7.01709e-002 A 4=-3.90826e-007 A 6=-3.12700e-010  
A 8= 2.28127e-014

20

第16面

K = 3.72057e-001 A 4=-1.11050e-005 A 6= 5.67072e-008  
A 8= 1.36918e-009 A10=-9.50135e-012

第17面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.26977e-004 A 6= 1.98630e-007

第22面

K =-2.73027e+000 A 4= 9.65593e-005 A 6= 6.44004e-007

第28面

K = 5.77093e+000 A 4=-1.45305e-004 A 6= 4.45854e-006  
A 8=-1.14937e-007

30

各種データ

ズーム比 49.97

	広角	中間	望遠
焦点距離	4.10	53.68	205.01
Fナンバー	1.85	3.80	4.95
半画角(度)	36.17	3.20	0.84
像高	3.00	3.00	3.00
レンズ全長	104.59	104.59	104.59
BF	6.42	6.42	6.42

40

d 7	0.50	31.47	39.22
d14	46.17	9.33	0.60
d22	1.36	6.56	0.99
d25	2.00	2.66	9.23

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1 1 54.58

50

2	8	-6.72
3	15	12.06
4	23	-10.40
PR	26	
5	28	17.53

【 0 0 9 0 】

【表 1】

条件式	数值実施例1	数值実施例2	数值実施例3	数值実施例4	数值実施例5
(1)	1.15	1.13	1.22	1.03	1.16
(2)	0.0704	0.0750	0.0590	0.0800	0.0507
(3)	0.875	0.808	0.787	0.810	0.688
(4)	2.64	2.73	2.74	2.77	2.89
(5)	0.100	0.116	0.115	0.102	0.185
(6)	0.0844	0.0752	0.0774	0.0844	0.0775
(7)	0.0466	0.0554	0.0444	0.0518	0.0328
(8)	10.27	12.48	12.72	11.76	13.30
(9)	30.06	34.90	46.33	29.87	37.65
(10)	0.761	0.713	0.645	0.784	0.594
(11)	0.093	0.105	0.091	0.102	0.085
(12)	17.5	14.3	16.8	17.5	16.8

10

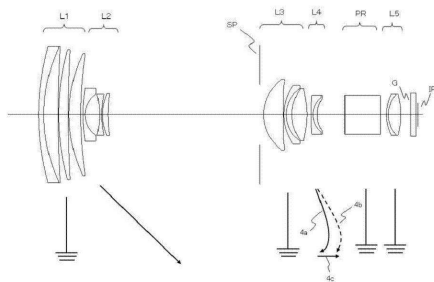
【符号の説明】

【 0 0 9 1 】

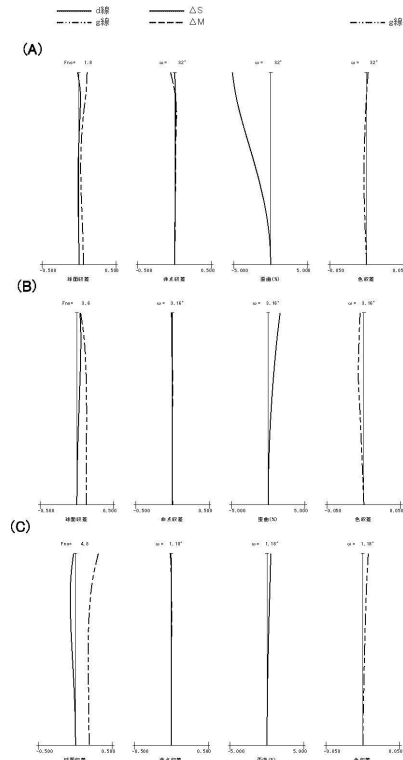
- L 1 第 1 レンズ群                      L 2 第 2 レンズ群                      L 3 第 3 レンズ群
- L 4 第 4 レンズ群                      L 5 第 5 レンズ群                      P R 反射手段

20

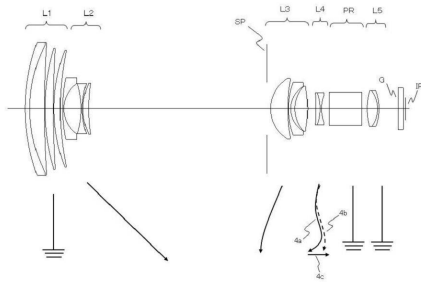
【図 1】



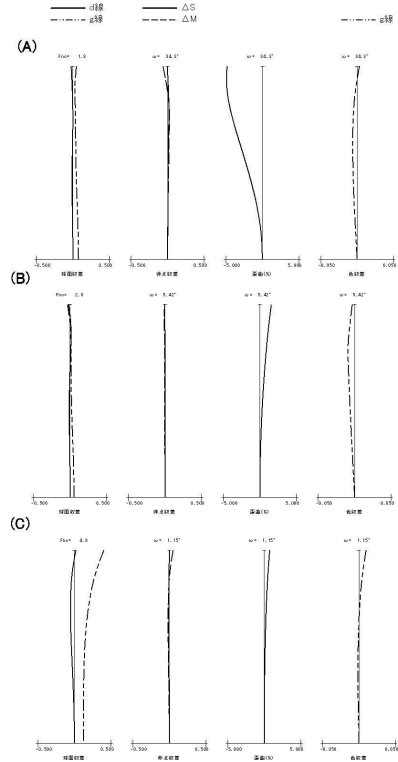
【図 2】



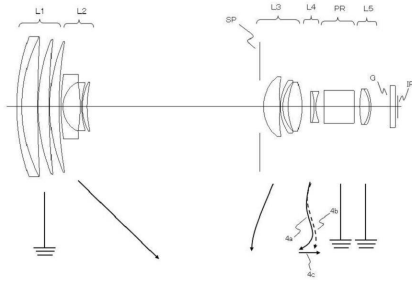
【図3】



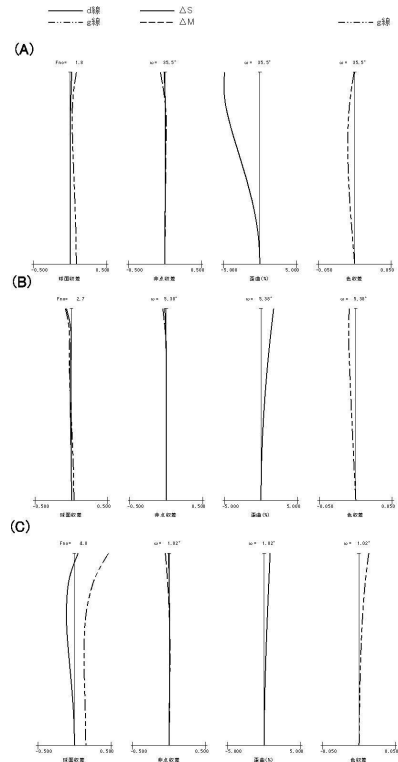
【図4】



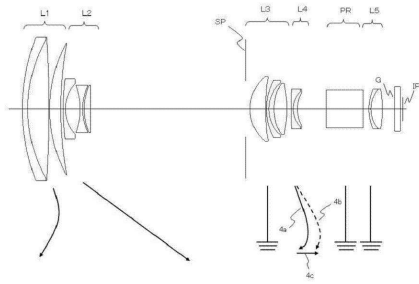
【図5】



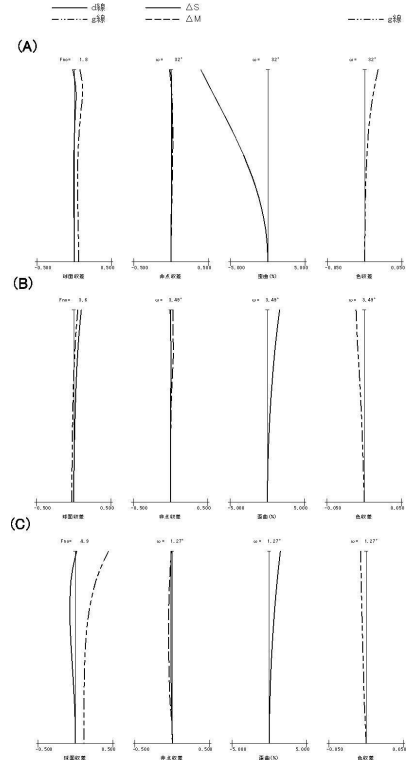
【図6】



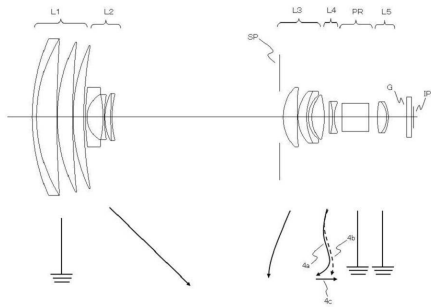
【図 7】



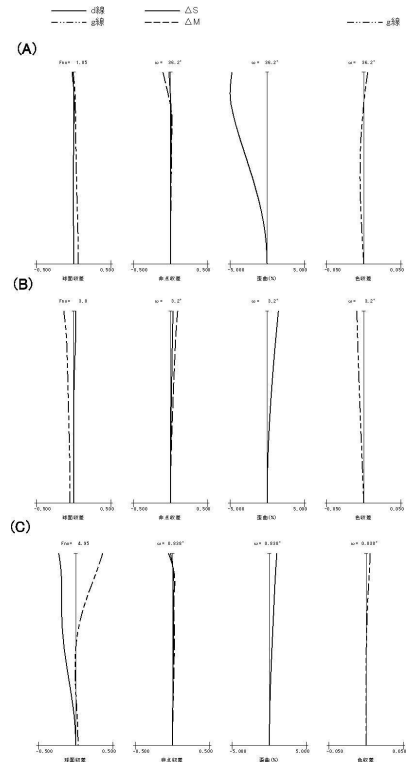
【図 8】




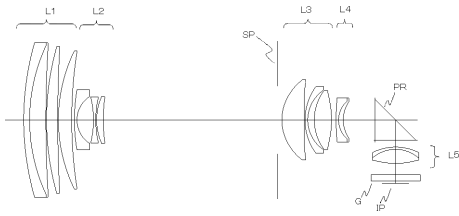
【図 9】




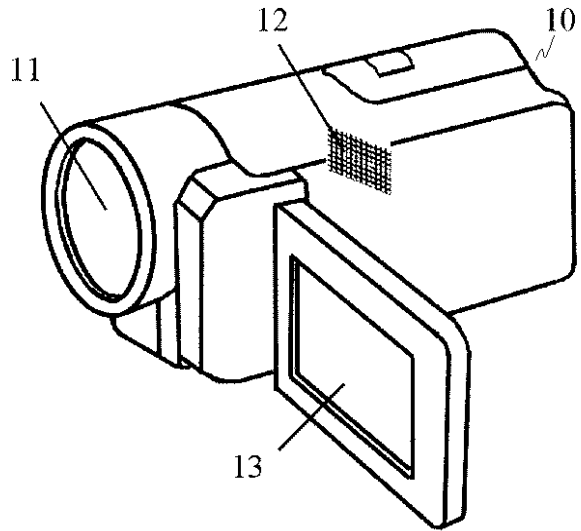
【図 10】



【 1 1】



【 1 2】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2012/101958(WO, A1)

特開2012-048199(JP, A)

特開2011-232543(JP, A)

特開2001-350093(JP, A)

特開2001-194590(JP, A)

特開2012-198504(JP, A)

特開2011-133738(JP, A)

特開2010-197860(JP, A)

特開2001-033703(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