

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-31757

(P2009-31757A)

(43) 公開日 平成21年2月12日(2009.2.12)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>G02B 15/20 (2006.01)</b>	G02B 15/20	2H087
<b>G02B 13/18 (2006.01)</b>	G02B 13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 42 O L (全 45 頁)

(21) 出願番号	特願2008-129089 (P2008-129089)	(71) 出願人	504371974
(22) 出願日	平成20年5月16日 (2008.5.16)		オリンパスイメージング株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2007-171424 (P2007-171424)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(32) 優先日	平成19年6月29日 (2007.6.29)	(74) 代理人	100139103
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 小山 卓志
		(74) 代理人	100097777
			弁理士 荻澤 弘
		(74) 代理人	100139114
			弁理士 田中 貞嗣
		(74) 代理人	100088041
			弁理士 阿部 龍吉
		(74) 代理人	100092495
			弁理士 蛭川 昌信
		(74) 代理人	100095120
			弁理士 内田 亘彦

(特許庁注：以下のものは登録商標)  
1. フロッピー

最終頁に続く

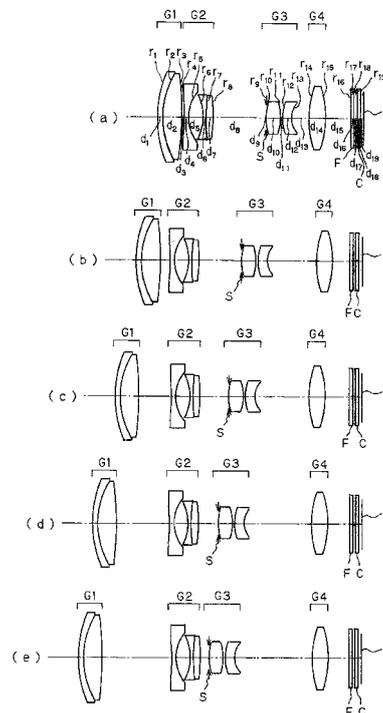
(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを用いた撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 構成レンズ枚数を少なくしても変倍比の確保を行いやすく、ズームレンズの沈胴時のコンパクト化にも有利であり、且つ光学性能も確保しやすいズームレンズを提供する。

【解決手段】 正の第1群G1、負の第2群G2、正の第3群G3、正の第4群G4、明るさ絞りSを備え、少なくとも第1群G1と第3群G3が移動して、広角端から望遠端への変倍が行われ、広角端の状態に対して望遠端の状態にて、第1群G1、第3群G3、明るさ絞りSは物体側に位置し、第1群G1と第2群G2に挟まれる間隔は広がり、第2群G2と第3群G3に挟まれる間隔は狭まり、第3群G3と第4群G4に挟まれる間隔は広がり、第1群G1は、1つの正レンズと1つの負レンズからなり、第2群G2は、1つの正レンズと2つの負レンズからなり、第3群G3は、物体側から順に、物体側面と像側面が共に凸面の両凸正レンズ、物体側面が凸面で像側面が凹面の負メニスカスレンズからなり、第4群G4は、1つの正レンズからなることを特徴とする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体側から順に、  
 正の屈折力の第 1 レンズ群と、  
 負の屈折力の第 2 レンズ群と、  
 正の屈折力の第 3 レンズ群と、  
 正の屈折力の第 4 レンズ群とを有し、  
 且つ、前記第 3 レンズ群の物体側に配置され軸上光束を決める明るさ絞りを備え、  
 少なくとも前記第 1 レンズ群と前記第 3 レンズ群が移動して、広角端から望遠端への変倍が行われ、前記広角端の状態に対して前記望遠端の状態にて、  
 前記第 1 レンズ群、前記第 3 レンズ群、前記明るさ絞りは物体側に位置し、  
 前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群に挟まれる間隔の長さは広がり、  
 前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群に挟まれる間隔の長さは狭まり、  
 前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群に挟まれる間隔の長さは広がり  
 前記第 1 レンズ群は、1つの正レンズと1つの負レンズの2つのレンズからなり、  
 前記第 2 レンズ群は、1つの正レンズと2つの負レンズの3つのレンズからなり、  
 前記第 3 レンズ群は、1つの正レンズと1つの負レンズの2つのレンズからなり、  
 前記第 4 レンズ群は、1つの正レンズからなり、  
 前記第 3 レンズ群は、物体側から順に、正レンズ、負レンズからなるとともに、  
 前記第 3 レンズ群中の前記正レンズは、物体側面と像側面が共に凸面の両凸レンズであり、  
 前記第 3 レンズ群中の前記負レンズは、物体側面が凸面で像側面が凹面のメニスカスレンズであることを特徴とするズームレンズ。

10

20

## 【請求項 2】

前記第 1 レンズ群が以下の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。

$$0.3 < 1G / fw < 3.0 \quad \dots (1)$$

ただし、 $1G$  は広角端と望遠端での第 1 レンズ群の位置の差、

$fw$  は広角端におけるズームレンズ全系の焦点距離

である。

30

## 【請求項 3】

前記第 3 レンズ群が以下の条件を満足することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のズームレンズ。

$$0.3 < 3G / fw < 2.5 \quad \dots (2)$$

ただし、 $3G$  は広角端と望遠端での第 3 レンズ群の位置の差、

$fw$  は広角端におけるズームレンズ全系の焦点距離

である。

## 【請求項 4】

前記広角端から前記望遠端への変倍のとき、前記第 2 レンズ群と前記第 4 レンズ群が移動することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載のズームレンズ。

40

## 【請求項 5】

前記広角端の状態に対して前記望遠端の状態にて、前記第 4 レンズ群は像側に位置することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れかに記載のズームレンズ。

## 【請求項 6】

前記広角端から前記望遠端への変倍のとき、前記明るさ絞りは、前記第 3 レンズ群と一体で移動することを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れかに記載のズームレンズ。

## 【請求項 7】

前記第 1 レンズ群が、物体側から順に、負レンズ、正レンズからなるとともに、  
 前記第 1 レンズ群中の前記負レンズは、物体側面の近軸曲率の絶対値よりも大きい近軸曲率の絶対値をもつ像側面をもち、

50

前記第 1 レンズ群中の前記正レンズは、像側面の近軸曲率の絶対値よりも大きい近軸曲率の絶対値をもつ物体側面をもつ

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れかに記載のズームレンズ。

【請求項 8】

前記第 1 レンズ群中の前記負レンズと前記正レンズが以下の条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れかに記載のズームレンズ。

$$2.0 < 1p - 1n < 6.0 \quad \dots (3)$$

ただし、 $1n$ は、第 1 レンズ群の負レンズのアッペ数  
 $1p$ は、第 1 レンズ群の正レンズのアッペ数、  
 である。

10

【請求項 9】

前記第 2 レンズ群が、物体側から順に、像側面が凹面の負レンズ、物体側面が凹面の負レンズ、正レンズからなり、

前記第 2 レンズ群中の物体側の負レンズが非球面をもつ

ことを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れかに記載のズームレンズ。

【請求項 10】

前記第 2 レンズ群中の前記 2 つの負レンズと前記正レンズが以下の条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れかに記載のズームレンズ。

$$2.0 < (2n1 + 2n2) / 2 - 2p < 6.0 \quad \dots (4)$$

ただし、 $2n1$ は、第 2 レンズ群中の物体側の負レンズのアッペ数  
 $2n2$ は、第 2 レンズ群中の像側の負レンズのアッペ数  
 $2p$ は、第 2 レンズ群の正レンズのアッペ数、  
 である。

20

【請求項 11】

前記第 1 レンズ群の最も像側の屈折面は、光軸上にて像側に凸の凸面であり、前記第 2 レンズ群の最も物体側の屈折面は、光軸上にて物体側に凹の凹面である  
 ことを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れかに記載のズームレンズ。

【請求項 12】

前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズは、光軸上にて両凹形状の両凹負レンズであり、前記両凹負レンズの物体側面の面形状は周辺ほど負の屈折力が小さくなる非球面であることを特徴とする請求項 1 乃至 11 の何れかに記載のズームレンズ。

30

【請求項 13】

前記第 3 レンズ群の前記正レンズが以下の条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 12 の何れかに記載のズームレンズ。

$$0.3 < f_{3p} / f_w < 2.0 \quad \dots (5)$$

ただし、 $f_{3p}$ は、第 3 レンズ群の正レンズの焦点距離、  
 $f_w$ は、広角端におけるズームレンズ全系の焦点距離  
 である。

【請求項 14】

前記第 3 レンズ群中の前記正レンズの物体側面と像側面が共に非球面であることを特徴とする請求項 1 乃至 13 の何れかに記載のズームレンズ。

40

【請求項 15】

前記第 3 レンズ群中の前記正レンズが以下の条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 14 の何れかに記載のズームレンズ。

$$-1 < (R_{3pf} + R_{3pr}) / (R_{3pf} - R_{3pr}) < -0.05 \quad \dots (6)$$

ただし、 $R_{3pf}$ は、第 3 レンズ群の正レンズの物体側面の近軸曲率半径、  
 $R_{3pr}$ は、第 3 レンズ群の正レンズの像側面の近軸曲率半径  
 である。

【請求項 16】

前記第 3 レンズ群中の前記負レンズが以下の条件を満足する

50

ことを特徴とする請求項 1 乃至 15 の何れかに記載のズームレンズ。

$$1.05 < (R3nf + R3nr) / (R3nf - R3nr) < 9 \quad \dots (7)$$

ただし、R3nfは、第3レンズ群の負レンズの物体側面の近軸曲率半径、

R3nrは、第3レンズ群の負レンズの像側面の近軸曲率半径

である。

【請求項 17】

前記第3レンズ群中の前記負レンズが以下の条件を満足する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 16 の何れかに記載のズームレンズ。

$$1.5 < 3n < 4.0 \quad \dots (8)$$

ただし、3nは、第3レンズ群の負レンズのアップベ数

である。

【請求項 18】

前記第3レンズ群中の前記正レンズと前記負レンズが以下の条件を満足する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 17 の何れかに記載のズームレンズ。

$$1.0 < 3p - 3n < 7.0 \quad \dots (9)$$

ただし、3pは、第3レンズ群の正レンズのアップベ数、

3nは、第3レンズ群の負レンズのアップベ数

である。

【請求項 19】

前記第3レンズ群が以下の条件式を満足する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 18 の何れかに記載のズームレンズ。

$$0.1 < f_3 / f_t < 0.5 \quad \dots (10)$$

ただし、f<sub>3</sub>は、第3レンズ群の焦点距離、

f<sub>t</sub>は、望遠端におけるズームレンズ全系の焦点距離

である。

【請求項 20】

前記第4レンズ群は、非球面を持つ両凸レンズからなる

ことを特徴とする請求項 1 乃至 19 の何れかに記載のズームレンズ。

【請求項 21】

前記第4レンズ群が物体側に移動して、遠距離物から近距離物へ合焦する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 20 の何れかに記載のズームレンズ。

【請求項 22】

前記第4レンズ群が以下の条件式を満足する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 21 の何れかに記載のズームレンズ。

$$0.1 < f_4 / f_t < 2.0 \quad \dots (11)$$

ただし、f<sub>4</sub>は、第4レンズ群の焦点距離、

f<sub>t</sub>は、望遠端におけるズームレンズ全系の焦点距離

である。

【請求項 23】

以下の条件式を満足する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 22 の何れかに記載のズームレンズ。

$$3.5 < f_t / f_w \quad \dots (12)$$

ただし、f<sub>w</sub>は、広角端におけるズームレンズ全系の焦点距離、

f<sub>t</sub>は、望遠端におけるズームレンズ全系の焦点距離

である。

【請求項 24】

物体側から像側に順に、

正の屈折力を有する第1レンズ群と、

負の屈折力を有する第2レンズ群と、

正の屈折力を有する第3レンズ群と、

10

20

30

40

50

屈折力を有する第 4 レンズ群を有し、  
 広角端から望遠端への変倍に際して、  
 前記第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との距離は広がり、  
 前記第 2 レンズ群と第 3 レンズ群との距離は狭まり、  
 前記第 3 レンズ群と第 4 レンズ群との距離は変化し、  
 前記第 2 レンズ群は、以下の条件を満足するプラスチックの両凹負レンズとそれよりも像側に配置された正レンズを有することを特徴とするズームレンズ。

$$1.45 < N_{2n} < 1.70 \quad \dots (A)$$

ただし、 $N_{2n}$  は第 2 レンズ群中の前記プラスチックの両凹負レンズの d 線における屈折率である。

10

【請求項 25】

前記プラスチックの両凹負レンズは、前記第 2 レンズ群中の最も物体側のレンズであることを特徴とする請求項 24 に記載のズームレンズ。

【請求項 26】

前記プラスチックの両凹負レンズが以下の条件を満足する形状であることを特徴とする請求項 25 に記載のズームレンズ。

$$0.1 < SF_{2n} < 0.9 \quad \dots (B)$$

ただし、 $SF_{2n} = (R_{2f} + R_{2r}) / (R_{2f} - R_{2r})$  であり、

$R_{2f}$  は、前記プラスチックの両凹負レンズの物体側面の近軸曲率半径、  
 $R_{2r}$  は、前記プラスチックの両凹負レンズの像側面の近軸曲率半径

20

である。

【請求項 27】

前記第 2 レンズ群中のプラスチックの両凹負レンズの物体側面が光軸から離れるに従い、負の屈折力が小さくなる形状の非球面であることを特徴とする請求項 25 又は 26 に記載のズームレンズ。

【請求項 28】

前記第 2 レンズ群中のプラスチックの両凹負レンズの像側面が非球面であることを特徴とする請求項 27 に記載のズームレンズ。

【請求項 29】

前記プラスチックの両凹負レンズが以下の条件を満足することを特徴とする請求項 25 乃至 28 の何れかに記載のズームレンズ。

$$0.10 < D_{2n} / D_{2G} < 0.18 \quad \dots (C)$$

ただし、 $D_{2n}$  は前記プラスチックの両凹負レンズの光軸上での厚み、  
 $D_{2G}$  は前記第 2 レンズ群の光軸上での厚み

30

である。

【請求項 30】

前記第 2 レンズ群は、前記プラスチックの両凹負レンズよりも像側に配置された負レンズを有する

ことを特徴とする請求項 25 乃至 29 の何れかに記載のズームレンズ。

40

【請求項 31】

前記第 2 レンズ群は、物体側から像側に順に、前記プラスチックの両凹負レンズ、前記負レンズ、前記正レンズの 3 枚のレンズからなる

ことを特徴とする請求項 25 乃至 30 の何れかに記載のズームレンズ。

【請求項 32】

前記第 2 レンズ群が以下の条件を満足することを特徴とする請求項 31 に記載のズームレンズ。

$$-0.18 < SF_{G2n} < 0.18 \quad \dots (D)$$

ただし、 $SF_{G2n} = (R_{2r} + R_{3f}) / (R_{2r} - R_{3f})$  であり、

50

$R_{2r}$  は、前記プラスチックの両凹負レンズの像側面の近軸曲率半径、

$R_{3f}$  は、前記両凹負レンズよりも像側に配置された前記負レンズの物体側面の近軸曲率半径である。

【請求項 33】

前記プラスチックの両凹負レンズの像側に配置された前記負レンズが物体側に凹面を向けたガラスレンズであり、

以下の条件を満足する

ことを特徴とする請求項 31 又は 32 に記載のズームレンズ。

$$0.09 < N_{3n} - N_{2n} < 0.6 \quad \dots (E)$$

ただし、 $N_{3n}$  は第 2 レンズ群中の前記プラスチックの両凹負レンズの像側の負レンズの d 線における屈折率である。

【請求項 34】

前記第 2 レンズ群は最も物体側に負レンズを有し、前記プラスチックの両凹負レンズは最も物体側の前記負レンズよりも像側に配置された両凹負レンズである

ことを特徴とする請求項 24 に記載のズームレンズ。

【請求項 35】

前記プラスチックの両凹負レンズが以下の条件を満足する形状である

ことを特徴とする請求項 34 に記載のズームレンズ。

$$-0.5 < SF_{2n} < 0.9 \quad \dots (B')$$

ただし、 $SF_{2n} = (R_{2f} + R_{2r}) / (R_{2f} - R_{2r})$

であり、

$R_{2f}$  は、前記プラスチックの両凹負レンズの物体側面の近軸曲率半径、

$R_{2r}$  は、前記プラスチックの両凹負レンズの像側面の近軸曲率半径

である。

【請求項 36】

前記第 2 レンズ群中のプラスチックの両凹負レンズが非球面レンズである

ことを特徴とする請求項 34 又は 35 に記載のズームレンズ。

【請求項 37】

前記第 2 レンズ群中のプラスチックの両凹負レンズが両面非球面レンズである

ことを特徴とする請求項 36 に記載のズームレンズ。

【請求項 38】

前記プラスチックの両凹負レンズが以下の条件を満足する

ことを特徴とする請求項 34 乃至 37 の何れかに記載のズームレンズ。

$$0.06 < D_{2n} / D_{2G} < 0.18 \quad \dots (C')$$

ただし、 $D_{2n}$  は前記プラスチックの両凹負レンズの光軸上での厚み、

$D_{2G}$  は前記第 2 レンズ群の光軸上での厚み

である。

【請求項 39】

前記第 2 レンズ群は、物体側から像側に順に、最も物体側の前記負レンズ、前記プラスチックの両凹負レンズ、前記正レンズの 3 枚のレンズからなる

ことを特徴とする請求項 34 乃至 38 の何れかに記載のズームレンズ。

【請求項 40】

前記第 2 レンズ群中の最も物体側の前記負レンズがガラスレンズであり、

前記第 2 レンズ群が以下の条件を満足する

ことを特徴とする請求項 39 に記載のズームレンズ。

$$-0.97 < SF_{G2n'} < -0.05 \quad \dots (F)$$

ただし、 $SF_{G2n'} = (R_{1r} + R_{2f}) / (R_{1r} - R_{2f})$

であり、

$R_{1r}$  は、前記両凹負レンズよりも物体側に配置された前記負レンズの像側面の近

10

20

30

40

50

軸曲率半径、

$R_{2f}$  は、前記プラスチックの両凹負レンズの物体側面の近軸曲率半径である。

【請求項 4 1】

前記プラスチックの両凹負レンズの物体側に配置された前記負レンズが像側に凹面を向けたガラスレンズであり、

以下の条件を満足する

ことを特徴とする請求項 3 9 又は 4 0 に記載のズームレンズ。

$$0.09 < N_{1n} - N_{2n} < 0.6 \quad \dots (G)$$

ただし、 $N_{1n}$  は第 2 レンズ群中の前記プラスチックの両凹負レンズの物体側の負レンズの d 線における屈折率である。

10

【請求項 4 2】

ズームレンズと、

前記ズームレンズの像側に配置され、前記ズームレンズによる像を電気信号に変換する撮像素子を備えた撮像装置であって、

前記ズームレンズが請求項 1 乃至 4 1 の何れかに記載のズームレンズであ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】

20

【0001】

本発明は、ズームレンズ及びそれを用いた撮像装置に関し、特に小型化を実現した、ビデオカメラやデジタルカメラを始めとする撮像装置に適したズームレンズに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年では、撮像装置は、銀塩フィルムカメラに代わり、CCD や CMOS のような電子撮像素子を用いて被写体を撮影するようにしたデジタルカメラが主流となっている。さらに、それは業務用高機能タイプからコンパクトな普及タイプまで幅広い範囲でいくつものカテゴリーを有するようになってきている。

30

【0003】

普及タイプのデジタルカメラのユーザーは、いつでもどこでも手軽に様々なシーンで撮影を楽しみたいという要望をもっている。そのため、小型の商品、特に服やカバンのポケット等への収納性がよく持ち運びが便利な、厚み方向のサイズが薄型であるタイプのデジタルカメラが好まれるようになってきている。

【0004】

一方、コンパクトタイプのデジタルカメラの変倍比は 3 倍程度が一般的であったが、さらに従来よりも高変倍比のカメラが求められている。

【0005】

比較的高変倍比を維持しやすいズームレンズとして、物体側より正屈折力の第 1 レンズ群、負屈折力の第 2 レンズ群、正屈折力の第 3 レンズ群、正屈折力の第 4 レンズ群を備え、各レンズ群に挟まれる各間隔の長さを変化させることで焦点距離を変化させるタイプのズームレンズが知られている。

40

【0006】

このようなズームレンズのうち、比較的構成レンズ枚数が少なく、小型、低コスト化に有利なズームレンズが特許文献 1, 2 にて知られている。

【0007】

特許文献 1 には、例えば実施例 3 にて、第 1 レンズ群がレンズ 2 枚、第 2 レンズ群がレンズ 2 枚、第 3 レンズ群がレンズ 3 枚、第 4 レンズ群がレンズ 1 枚の計 8 枚のレンズで構成されたズームレンズが開示されている。

50

## 【0008】

特許文献2には、例えば実施例2, 3にて、第1レンズ群がレンズ2枚、第2レンズ群がレンズ3枚、第3レンズ群がレンズ2枚、第4レンズ群がレンズ1枚の計8枚のレンズで構成されたズームレンズが開示されている。

## 【0009】

一方、カメラの大きさの中、厚さ方向のサイズは主にレンズ鏡筒のサイズで決まってしまうため、カメラの薄型化達成のためにはレンズ鏡筒を薄型化することが効果的である。

## 【0010】

最近では、カメラ使用状態ではレンズ鏡筒をカメラボディ内からせり出し携帯時にはカメラボディ内に収納するいわゆる沈胴式鏡筒が一般的になっている。そのため、沈胴時のレンズ鏡筒の薄型化を考慮したズームレンズが求められる。

10

## 【0011】

また、従来より、デジタルカメラやビデオカメラなどの撮像装置に用いられるズームレンズには、一般のカメラと同様に高画角、高変倍、軽量化、低コスト化が要求される。

## 【0012】

例えば、CCDやCMOSセンサーといった固体撮像素子に適したズームレンズとして、特許文献3に開示されているように、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、屈折力を有する第4レンズ群からなり、変倍比の確保を有利としつつ、沈胴時のズームレンズの厚さ方向の薄型化を図ったものが知られている。

20

## 【0013】

この特許文献3に開示されたズームレンズは、第2レンズ群の負レンズに高屈折率材料のガラスを使用し、第2レンズ群の負の屈折力を確保することで、広角端から望遠端への変倍に有利としている。

## 【0014】

【特許文献1】特開2001-133687号公報

【特許文献2】特開平9-184982号公報

【特許文献3】特開2006-171055号公報

## 【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

## 【0015】

しかしながら、これらのズームレンズは、ズーム比が3倍程度に止まるものである。

## 【0016】

本発明は、このような課題に鑑み、構成レンズ枚数を少なくしても変倍比の確保を行いやすく、ズームレンズの沈胴時のコンパクト化にも有利であり、且つ光学性能も確保しやすいズームレンズを提供することを目的とするものである。

## 【0017】

また第2の側面の課題として、特許文献3に開示されるガラスレンズはレンズ面の加工などのコストが高くなりやすく、レンズ面を非球面とする場合は一層製造コストが高くなりやすい。

40

## 【0018】

第2の側面における本発明は上述の第2の側面における課題に鑑みてなされたものであり、変倍比を確保しやすい4群構成以上のズームレンズにて、第2レンズ群の製造コストを低減しやすいズームレンズを提供することを目的とするものである。

## 【0019】

更には、製造コストの低減を行いつつも光学性能を確保しやすいズームレンズを提供することを目的とするものである。

## 【0020】

更には、そのようなズームレンズを備えた撮像装置を提供することを目的とするものである。

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0021】

本発明のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力の第1レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、正の屈折力の第3レンズ群と、正の屈折力の第4レンズ群とを有し、且つ、前記第3レンズ群の物体側に配置され軸上光束を決める明るさ絞りを備え、少なくとも前記第1レンズ群と前記第3レンズ群が移動して、広角端から望遠端への変倍が行われ、前記広角端の状態に対して前記望遠端の状態にて、前記第1レンズ群、前記第3レンズ群、前記明るさ絞りは物体側に位置し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群に挟まれる間隔の長さは広がり、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群に挟まれる間隔の長さは狭まり、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群に挟まれる間隔の長さは広がり前記第1レンズ群は、1つの正レンズと1つの負レンズの2つのレンズからなり、前記第2レンズ群は、1つの正レンズと2つの負レンズの3つのレンズからなり、前記第3レンズ群は、1つの正レンズと1つの負レンズの2つのレンズからなり、前記第4レンズ群は、1つの正レンズからなり、前記第3レンズ群は、物体側から順に、正レンズ、負レンズからなるとともに、前記第3レンズ群中の前記正レンズは、物体側面と像側面が共に凸面の両凸レンズであり、前記第3レンズ群中の前記負レンズは、物体側面が凸面で像側面が凹面のメニスカスレンズとしたものである。

10

## 【0022】

このように、正、負、正、正の屈折力配分を有するズームレンズは、第1、第2レンズ群との間隔を広げ、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を狭め、第3レンズ群と第4レンズ群との間隔を広げることで、ズーム比の確保に有利となる。特に、第1レンズ群が広角端よりも望遠端にて物体側に移動することで、第2レンズ群による変倍機能を確保しやすくなる。また、第3レンズ群が広角端よりも望遠端にて物体側に移動することで、第3レンズ群による変倍機能を確保しやすくなる。このとき、明るさ絞りが広角端よりも望遠端にて物体側に移動することで、第3レンズ群に移動範囲を確保しやすくなる。また、広角端、望遠端ともに明るさ絞りが第3レンズ群の近くとなるので、第3レンズ群の小径化や薄型化に有利となる。

20

## 【0023】

また、本発明は、変倍比を大きくした際に、望遠端付近にて問題となりやすい第1レンズ群での色収差や球面収差を低減させるべく、第1レンズ群は、1つの正レンズと1つの負レンズの2つのレンズからなる構成としている。このように、構成すると、第1レンズ群の厚さを小さくしつつ、正レンズで発生する収差を負レンズで打ち消す構成とでき、小型、高変倍比化に有利となる。

30

## 【0024】

また、明るさ絞りを第3レンズ群に近づけることで、第3レンズ群の小径化に有利としているが、第3レンズ群へ入射する光線の高さが小さいと収差補正上も有利となる。

## 【0025】

本発明は、第3レンズ群を物体側から順に、両凸正レンズと、物体側面が凸面で像側面が凹面の負メニスカスレンズで構成している。

## 【0026】

このように構成すると、第3レンズ群の主点を物体側に位置させやすくなり、望遠端にて第3レンズ群の主点を負屈折力の第2レンズ群に近づけやすくなり、変倍比を確保することに有利となる。また、正レンズの両面の凸面と負メニスカスレンズの物体側面の凸面が光軸に沿って連続して位置することで、第2レンズ群から発散される光束を収斂し第3レンズ群の径方向の小型化をいっそう有利としている。そして、負メニスカスレンズの凹面を像側にすることで、第3レンズ群の各凸面で発生した収差をキャンセルさせたり、軸外光束を光軸から離れる方向に屈折させて第4レンズ群へ入射する光線高を確保してズームレンズの像側へのテレセントリック性を良好とする機能を持たせやすくなる。

40

## 【0027】

このとき、第3レンズ群が2つのレンズであるため第3レンズ群の小型、低コスト化に

50

有利となるが、過度な屈折力を与えると収差を抑え難くなる。そこで、変倍負担を第2レンズ群に持たせて、その際の第2レンズ群での収差の発生を抑えやすくするために、第2レンズ群を2つの負レンズと1つの正レンズの構成としている。それにより、第2レンズ群の負の屈折力を2つの負レンズに分担し、且つ、正レンズで第2レンズ群の負レンズで発生する収差をキャンセルさせることで第2レンズ群の変倍負担の確保と収差の低減を両立させやすくなる。また、負レンズは軸上での厚さを小さくしやすいので、正屈折力のレンズ群中にて正レンズを複数もたせる場合に比べて群の厚さへの影響が小さく、沈胴時の小型化にも有利となる。

【0028】

第4レンズ群は、主に射出瞳を調整する機能をもたせる程度でよいので正の屈折力を低減できる。そのため、第4レンズ群を正レンズ1枚の構成とすることで、小型、低コスト化に有利となる。

10

【0029】

このように、本発明は、各構成要件が関連しあうことで、構成レンズ枚数を少なくしても変倍比の確保を行いやすく、ズームレンズの沈胴時のコンパクト化にも有利であり、且つ光学性能も確保しやすいズームレンズを提供することができる。

【0030】

また、上述の発明にて、更に以下の構成の少なくともいずれか、更には複数を満足する構成とすることがより好ましい。

【0031】

20

第1レンズ群の移動量について以下の条件を満足することが好ましい。

$$0.3 < 1G / fw < 3.0 \quad \dots (1)$$

ただし、 $1G$ は広角端と望遠端での第1レンズ群の位置の差、

$fw$ は広角端におけるズームレンズ全系の焦点距離

である。

【0032】

条件式(1)の下限を下回らないようにして、第1レンズ群の移動量を確保することで、第1レンズ群の屈折力を強くしなくても変倍比の確保が行いやすくなる。また、第1レンズ群の屈折力を抑えられることにより、第1レンズ群で発生する広角端付近での非点収差や歪曲収差の補正が行いやすくなる。

30

【0033】

また、条件式(1)の上限を上回らないようにして、第1レンズ群の移動量を制限することで、ズームレンズの全長の短縮化やレンズ群を駆動するための鏡枠の小型化による沈胴時の小型化に有利となる。

【0034】

条件式(1)の下限を0.5、更には1.0とするとより好ましい。

【0035】

条件式(1)の上限を2.5、更には2.0とするとより好ましい。

【0036】

また、第3レンズ群の移動量について以下の条件を満足することが好ましい。

40

$$0.3 < 3G / fw < 2.5 \quad \dots (2)$$

ただし、 $3G$ は広角端と望遠端での第3レンズ群の位置の差、

$fw$ は広角端におけるズームレンズ全系の焦点距離

である。

【0037】

条件式(2)の下限を下回らないようにして、第3レンズ群の移動量を確保することで、第3レンズ群の屈折力を強くしなくても変倍比の確保が行いやすくなる。第3レンズ群の屈折力を抑えられることにより、第3レンズ群による球面収差やコマ収差の発生を抑えやすくなる。

【0038】

50

さらに、条件式(2)の上限を上回らないようにして第3レンズ群の移動量を制限することで、ズームレンズの全長の短縮化やレンズ群を駆動するための鏡枠の小型化による沈胴時の小型化に有利となる。

【0039】

条件式(2)の下限を0.5、更には1.0とするとより好ましい。

【0040】

条件式(2)の上限を2.0、更には1.5とするとより好ましい。

【0041】

また、第2レンズ群、第4レンズ群の移動方式について、広角端から望遠端への変倍のとき、第2レンズ群と第4レンズ群が移動することが好ましい。

10

【0042】

第2レンズ群を移動させることで、変倍時の入射瞳の位置の調整や、第2レンズ群による変倍負担の調整、収差量の調整がしやすくなる。また、第4レンズ群を移動させることで、変倍時の射出瞳の位置の調整や、第4レンズ群の変倍負担の調整、収差量の調整がしやすくなる。

【0043】

また、第4レンズ群の移動方式について、広角端の状態に対して望遠端の状態にて、第4レンズ群は像側に位置することが好ましい。

【0044】

第4レンズ群にも増倍作用をもたせることができ、第2、第3レンズ群による変倍負担を低減でき、収差の変動を抑えながら変倍比の確保に有利となる。

20

【0045】

また、明るさ絞りの移動方式について、広角端から望遠端への変倍のとき、明るさ絞りは第3レンズ群と一体で移動することが好ましい。

【0046】

明るさ絞りと第3レンズ群とを移動させる鏡筒を共通にでき、構成が簡単になる。また、第3レンズ群に入射する光線の高さの変動が抑えられ、第3レンズ群の小型化や収差変動の低減に有利となる。

【0047】

また、第1レンズ群のレンズ構成について、第1レンズ群が、物体側から順に、負レンズ、正レンズからなるとともに、第1レンズ群中の負レンズは、物体側面の近軸曲率の絶対値よりも大きい近軸曲率の絶対値をもつ像側面をもち、第1レンズ群中の正レンズは、像側面の近軸曲率の絶対値よりも大きい近軸曲率の絶対値をもつ物体側面をもちことが好ましい。

30

【0048】

第1レンズ群の負レンズと正レンズの向かい合う面の曲率の絶対値が共に大きくなるので、色収差を補正する機能の確保に有利となる。また、向かい合う面のそれぞれが明るさ絞り側に凹の面となるので、曲率の絶対値が大きい面であっても軸外収差の発生を抑えやすくなる。

【0049】

また、第1レンズ群を構成するレンズの材料について、第1レンズ群中の負レンズと正レンズが以下の条件を満足することが好ましい。

40

$$20 < 1p - 1n < 60 \quad \dots (3)$$

ただし、 $1n$ は、第1レンズ群の負レンズのアップベ数  
 $1p$ は、第1レンズ群の正レンズのアップベ数、  
 である。

【0050】

条件式(3)の下限を下回らないようにして2つのレンズのアップベ数差を確保することで、第1レンズ群での色収差の発生を抑えやすくなり、高変倍比化した際の望遠端付近での色収差の発生を抑えやすくなる。

50

## 【 0 0 5 1 】

また、条件式(3)の上限を上回らないようにすることで、使用するレンズ材料の低コスト化やレンズ加工の容易さを確保しやすくなる。

## 【 0 0 5 2 】

条件式(3)の下限を23、更には25とするとより好ましい。

## 【 0 0 5 3 】

条件式(3)の上限を50、更には45とするとより好ましい。

## 【 0 0 5 4 】

また、第2レンズ群のレンズ構成について、第2レンズ群が、物体側から順に、像側面が凹面の負レンズ、物体側面が凹面の負レンズ、正レンズからなり、第2レンズ群中の物体側の負レンズが非球面を持つことが好ましい。

10

## 【 0 0 5 5 】

2つの負レンズを物体側に配置し、正レンズを像側に配置することで、第2レンズ群の主点を物体よりにでき、広角端でのズームレンズ全長の短縮化や、第1, 2レンズ群の小径化に有利となる。また、2つの負レンズの向かい合う面を凹面とすることで、軸外収差と軸外収差のバランスをとりつつ第2レンズ群の負の屈折力の確保や主点を物体よりにする機能の確保に有利となる。さらに、物体側の負レンズが非球面をもつことで、第2レンズ群の厚さを抑えつつ広角端付近での軸外収差の補正に有利となる。

## 【 0 0 5 6 】

また、第2レンズ群を構成するレンズの材料について、第2レンズ群中の2つの負レンズと正レンズが以下の条件を満足することが好ましい。

20

$$20 < (2n_1 + 2n_2) / 2 - 2p < 60 \quad \dots (4)$$

ただし、 $2n_1$ は、第2レンズ群中の物体側の負レンズのアップベ数

$2n_2$ は、第2レンズ群中の像側の負レンズのアップベ数

$2p$ は、第2レンズ群の正レンズのアップベ数、

である。

## 【 0 0 5 7 】

条件式(4)の下限を下回らないようにして、負レンズと正レンズとのアップベ数差を確保することで、第2レンズ群での色収差の発生を抑えやすくなり、第2レンズ群の負の屈折力を確保しつつ色収差の発生を抑えやすくなる。

30

## 【 0 0 5 8 】

また、条件式(4)の上限を上回らないようにすることで、使用するレンズ材料の低コスト化やレンズ加工の容易さを確保しやすくなる。

## 【 0 0 5 9 】

条件式(4)の下限を23、更には25とするとより好ましい。

## 【 0 0 6 0 】

条件式(4)の上限を50、更には45とするとより好ましい。

## 【 0 0 6 1 】

また、第1レンズ群と第2レンズ群のそれぞれ向かい合う面の形状について、第1レンズ群の最も像側の屈折面は、光軸上にて像側に凸の凸面であり、第2レンズ群の最も物体側の屈折面は、光軸上にて物体側に凹の凹面であることが好ましい。

40

## 【 0 0 6 2 】

第1レンズ群の正の屈折力の確保、第2レンズ群の負の屈折力の確保を行いやすくなると共に、第2レンズ群の光軸上での厚さを小さくしやすくなる。また、第1レンズ群を第2レンズ群に近づけやすくなり、広角端付近でのズームレンズ全長の短縮化に有利となる。

## 【 0 0 6 3 】

また、第2レンズ群の最も物体側のレンズ形状について、第2レンズ群の最も物体側のレンズは、光軸上にて両凹形状の両凹負レンズであり、両凹負レンズの物体側面の面形状は周辺ほど負の屈折力が小さくなる非球面であることが好ましい。

50

## 【 0 0 6 4 】

第 2 レンズ群の光軸上での厚みを小さくしやすくなるとともに、負レンズの負の屈折力を両側の凹面に分担できるので球面収差等の発生の低減に有利となる。また、両凹負レンズの物体側面が周辺ほど負の屈折力が小さくなる形状の非球面とすることで第 2 レンズ群の周辺部の突出を抑えやすくなるとともに、広角端付近での軸外収差の補正にも有利となる。

## 【 0 0 6 5 】

また、第 3 レンズ群の正レンズの焦点距離について、第 3 レンズ群の正レンズが以下の条件を満足することが好ましい。

$$0.3 < f_{3p} / f_w < 2.0 \quad \dots (5)$$

10

ただし、 $f_{3p}$ は、第 3 レンズ群の正レンズの焦点距離、

$f_w$ は、広角端におけるズームレンズ全系の焦点距離

である。

## 【 0 0 6 6 】

条件式 ( 5 ) の下限を下回らないようにして、正レンズの屈折力を適度に抑えることで、第 3 レンズ群での球面収差の発生を抑えやすくなる。

## 【 0 0 6 7 】

また、条件式 ( 5 ) の上限を上回らないようにして、正レンズの屈折力を適度に確保することで、第 3 レンズ群の屈折力を確保して第 3 レンズ群の移動量を抑えやすくなる。

20

## 【 0 0 6 8 】

条件式 ( 5 ) の下限を 0.5、更には 0.7 とするとより好ましい。

## 【 0 0 6 9 】

条件式 ( 5 ) の上限を 1.5、更には 1.0 とするとより好ましい。

## 【 0 0 7 0 】

また、第 3 レンズ群中の正レンズの形状について、第 3 レンズ群中の正レンズの物体側面と像側面が共に非球面であることが好ましい。

## 【 0 0 7 1 】

屈折力が大きくなりやすい正レンズの両面を非球面とすることで、第 3 レンズ群に必要な屈折力を確保しつつ、レンズ周辺部分での収差を低減しやすくなる。両面を非球面とすることで、片方のレンズ面のみが極端な形状の非球面となることをおさえやすくなり、レンズの偏心による収差への影響も抑えやすくなる。

30

## 【 0 0 7 2 】

第 3 レンズ群中の正レンズの形状について、第 3 レンズ群中の正レンズが以下の条件を満足することが好ましい。

## 【 0 0 7 3 】

$$-1 < (R_{3pf} + R_{3pr}) / (R_{3pf} - R_{3pr}) < -0.05 \quad \dots (6)$$

ただし、 $R_{3pf}$ は、第 3 レンズ群の正レンズの物体側面の近軸曲率半径、

$R_{3pr}$ は、第 3 レンズ群の正レンズの像側面の近軸曲率半径

である。

40

## 【 0 0 7 4 】

条件式 ( 6 ) の下限を下回らないようにして、正レンズの像側面の正屈折力を確保し、球面収差の発生を抑えやすくなる。また、物体側面の屈折力が抑えられレンズの偏心による収差への影響を低減しやすくなる。

## 【 0 0 7 5 】

また、条件式 ( 6 ) の上限を上回らないようにして像側面の正屈折力を適度に抑え物体側面の正屈折力を確保することでコマ収差や非点収差の補正を行いやすくなる。

## 【 0 0 7 6 】

条件式 ( 6 ) の下限を -0.9、更には -0.8 とするとより好ましい。

## 【 0 0 7 7 】

条件式 ( 6 ) の上限を -0.1、更には -0.2 とするとより好ましい。

50

## 【 0 0 7 8 】

また、第 3 レンズ群中の負レンズの形状について、第 3 レンズ群中の負レンズが以下の条件を満足することが好ましい。

$$1.05 < (R3nf + R3nr) / (R3nf - R3nr) < 9 \quad \dots (7)$$

ただし、R3nfは、第 3 レンズ群の負レンズの物体側面の近軸曲率半径、

R3nrは、第 3 レンズ群の負レンズの像側面の近軸曲率半径

である。

## 【 0 0 7 9 】

条件式 (7) の下限を下回らないようにして、負レンズの物体側面による正の屈折力を確保することで、第 3 レンズ群の主点を物体よりにする効果、第 3 レンズ群の正屈折力を分担する効果を確保でき、小型化や高変倍比化に有利となる。また、像側面の負の屈折力を確保して第 3 レンズ群における収差をキャンセルさせやすくなる。

10

## 【 0 0 8 0 】

また、条件式 (7) の上限を上回らないようにして、負レンズの像側面の負屈折力が強くなりすぎるのを避けることで、コマ収差や非点収差を抑えやすくなる。

## 【 0 0 8 1 】

条件式 (7) の下限を 1.2、更には 1.5 とするとより好ましい。

## 【 0 0 8 2 】

条件式 (7) の上限を 5、更には 3.5 とするとより好ましい。

## 【 0 0 8 3 】

また、第 3 レンズ群中の負レンズの材料について、第 3 レンズ群中の負レンズが以下の条件を満足することが好ましい。

$$1.5 < 3n < 4.0 \quad \dots (8)$$

ただし、3nは、第 3 レンズ群の負レンズのアップ数

である。

20

## 【 0 0 8 4 】

条件式 (8) の下限を下回らないようにすることで、負レンズの材料の異常分散性の増大を抑え、色収差の補正機能の過剰を抑えやすくなる。

## 【 0 0 8 5 】

また、条件式 (8) の上限を上回らないようにして、負レンズの分散を確保することで、第 3 レンズ群内での色収差の補正に有利となる。

30

## 【 0 0 8 6 】

条件式 (8) の上限を 3.5、更には 3.0 とするとより好ましい。

## 【 0 0 8 7 】

また、第 3 レンズ群を構成するレンズの材料について、第 3 レンズ群中の正レンズと負レンズが以下の条件を満足することが好ましい。

$$1.0 < 3p - 3n < 7.0 \quad \dots (9)$$

ただし、3pは、第 3 レンズ群の正レンズのアップ数、

3nは、第 3 レンズ群の負レンズのアップ数

である。

40

## 【 0 0 8 8 】

条件式 (9) の下限を下回らないようにして、2つのレンズのアップ数差を確保することで、第 3 レンズ群での色収差の発生を抑えやすくなり、全変倍域での色収差の発生を抑えやすくなる。

## 【 0 0 8 9 】

また、条件式 (9) の上限を上回らないようにすることで、使用するレンズ材料の低コスト化やレンズ加工の容易さを確保しやすくなる。

## 【 0 0 9 0 】

条件式 (9) の下限を 1.5、更には 2.0 とするとより好ましい。また、光学性能を優先的に良好にしたい場合は、下限値を 4.5、さらには 5.0 としてもよい。

50

## 【0091】

条件式(9)の上限を65、60、50、更には45とするとより好ましい。

## 【0092】

また、第3レンズ群の焦点距離について、第3レンズ群が以下の条件式を満足することが好ましい。

$$0.1 < f_3 / f_t < 0.5 \quad \dots (10)$$

ただし、 $f_3$ は、第3レンズ群の焦点距離、

$f_t$ は、望遠端におけるズームレンズ全系の焦点距離

である。

## 【0093】

条件式(10)の下限を下回らないようにして、第3レンズ群の正屈折力を適度に抑えることで、球面収差やコマ収差の発生を抑えやすくなる。

## 【0094】

また、条件式(10)の上限を上回らないようにして、第3レンズ群の正屈折力を確保することで、移動量の低減による小型化や変倍比の確保に有利となる。

## 【0095】

条件式(10)の下限を0.2、更には0.25とするとより好ましい。

## 【0096】

条件式(10)の上限を0.4、更には0.35とするとより好ましい。

## 【0097】

また、第4レンズ群のレンズ形状について、第4レンズ群は、非球面を持つ両凸レンズからなることが好ましい。

## 【0098】

正の屈折力を2つのレンズ面に分担しつつ非球面を用いることで、光学性能の確保が容易となる。

## 【0099】

また、フォーカシング方式について、第4レンズ群が物体側に移動して、遠距離物から近距離物へ合焦することが好ましい。

## 【0100】

第4レンズ群は軽量であり、移動スペースも確保しやすく、且つフォーカシング動作による倍率の変化も少ないのでフォーカシングのために移動するレンズ群に適している。

## 【0101】

また、第4レンズ群の焦点距離について、第4レンズ群が以下の条件式を満足することが好ましい。

$$0.1 < f_4 / f_t < 2.0 \quad \dots (11)$$

ただし、 $f_4$ は、第4レンズ群の焦点距離、

$f_t$ は、望遠端におけるズームレンズ全系の焦点距離

である。

## 【0102】

条件式(11)の下限を下回らないようにして、第4レンズ群の屈折力の過剰を抑えることで、歪曲収差の発生を抑えやすくなる。また、第4レンズ群をフォーカシングに用いる場合の収差変動も抑えやすくなる。

## 【0103】

また、条件式(11)の上限を上回らないようにして、第4レンズ群の屈折力を適度に確保することで、射出瞳を遠くしやすくなる。

## 【0104】

さらに、条件式(11)の範囲内とすることで、レンズ系全体の屈折力の対称性を確保しやすくなり、全変倍域での非点収差の変動を抑えやすくなる。

## 【0105】

条件式(11)の下限を0.2、更には0.3とするとより好ましい。

10

20

30

40

50

## 【0106】

条件式(11)の上限を1.0、更には0.8とするとより好ましい。

## 【0107】

また、ズームレンズ全系の変倍比について、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$3.5 < f_t / f_w \quad \dots (12)$$

ただし、 $f_w$ は、広角端におけるズームレンズ全系の焦点距離、

$f_t$ は、望遠端におけるズームレンズ全系の焦点距離

である。

## 【0108】

条件式(12)の下限を下回らないようにして、変倍比を確保することが好ましい。

10

## 【0109】

条件式(12)の下限を3.9、更には4.5とするとより好ましい。

## 【0110】

条件式(12)の上限を設け、10.0、更には7.0以上にならないようにすることで、全長の小型化や収差の変動が抑えられ好ましい。

## 【0111】

また、物体側から像側に順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、屈折力を有する第4レンズ群を有し、広角端から望遠端への変倍に際して、前記第1レンズ群と第2レンズ群との距離は広がり、前記第2レンズ群と第3レンズ群との距離は狭まり、前記第3レンズ群と第4レンズ群との距離は変化し、前記第2レンズ群は、以下の条件を満足するプラスチックの両凹負レンズとそれよりも像側に配置された正レンズを有することが好ましい。

20

$$1.45 < N_{2n} < 1.70 \quad \dots (A)$$

ただし、 $N_{2n}$ は第2レンズ群中の前記プラスチックの両凹負レンズのd線における屈折率である。

## 【0112】

物体側から、正レンズ群、負レンズ群、正レンズ群、レンズ群を有する4群構成以上のズームレンズの場合、負の屈折力を有する第2レンズ群は変倍機能を持つことになる。そのため、第2レンズ群は、適度な負の屈折力を確保し、その上で偏心時も含めた収差補正を良好に行えるように構成することが好ましい。

30

## 【0113】

本発明においては、第2レンズ群は、負レンズとその像側の正レンズを有する構成としているので、第2レンズ群の主点を物体側よりにしやすくし、第1レンズ群との距離の変化による変倍作用を得やすくできる。また、第2レンズ群中に符号の異なる屈折力のレンズを配置することで、色収差などの収差を互いに打ち消し合いやすくし、諸収差の補正に有利となる。

## 【0114】

そして、本発明は、第2レンズ群中の少なくとも一つの負レンズが条件式(A)を満足するプラスチックの両凹負レンズとしている。プラスチックは、ガラスに比べて軽量であり、また、面形状の加工も行いやすい。そのため軽量化やコスト低減に有利となる。そして、プラスチックレンズの形状を両凹形状とすることで、負の屈折力を複数のレンズ面に分担し、球面収差などの低減に有利としている。

40

## 【0115】

条件式(A)は、プラスチックの両凹負レンズの好ましい屈折率を特定するものである。条件式(A)の下限を下回らないように適度に屈折率を確保することで、プラスチックレンズの負の屈折力の確保に有利となり、変倍作用を得やすくなる。また、条件式(A)の上限を上回らないように屈折率を抑えることで、温度や湿度が変化した際に生じるプラスチックレンズ内の屈折率分布による収差変動を抑えやすくなる。

## 【0116】

条件式(A)の下限を1.50とするとより好ましい。また、条件式(A)の上限を1

50

． 65、更には1．60とするとより好ましい。

【0117】

また、前記プラスチックの両凹負レンズは、前記第2レンズ群中の最も物体側のレンズであることが好ましい。

【0118】

第2レンズ群における主点を物体側よりにする機能や、広角端での画角の確保に有利となる。また、第2レンズ群中の最も物体側のレンズは第2レンズ群中で最も径方向のサイズが大きくなりやすいので、このレンズをプラスチックレンズとすることで軽量化に有利となる。また、プラスチックレンズが両凹形状であるので、第2レンズ群の光軸上での厚みを小さくしやすくなる。そのため、ズームレンズをカメラ本体に沈胴収納した際の小型化にも有利となる。

10

【0119】

また、前記プラスチックの両凹負レンズが以下の条件を満足する形状であることが好ましい。

$$0.1 < SF_{2n} < 0.9 \quad \dots (B)$$

ただし、 $SF_{2n} = (R_{2f} + R_{2r}) / (R_{2f} - R_{2r})$ であり、

$R_{2f}$  は、前記プラスチックの両凹負レンズの物体側面の近軸曲率半径、

$R_{2r}$  は、前記プラスチックの両凹負レンズの像側面の近軸曲率半径

である。

20

【0120】

条件式(B)は前述のプラスチックの両凹負レンズの好ましい形状を特定するものである。条件式(B)の下限を下回らないようにすることで、広角端付近にて両凹負レンズに入射する軸外光束の入射角度を抑えやすくなり、広角側での収差補正に有利となる。また、条件式(B)の上限を上回らないようにすることで、プラスチックレンズの両側のレンズ面に負屈折力を分担でき、望遠端付近における球面収差の補正に有利となる。

【0121】

条件式(B)の下限を0.2とするとより好ましい。また、条件式(B)の上限を0.8、更には0.7とするとより好ましい。

【0122】

30

また、前記第2レンズ群中のプラスチックの両凹負レンズの物体側面が光軸から離れるに従い、負の屈折力が小さくなる形状の非球面であることが好ましい。

【0123】

広角端付近における軸外収差や、望遠端付近での球面収差の低減に有利となる。また、第2レンズ群の径方向のサイズの低減や、両凹負レンズのコバ厚みの低減による小型化にも有利となる。更には、この両凹負レンズの物体側面が周辺で正屈折力となる形状とすると、いっそう収差補正や小型化に有利となる。

【0124】

また、前記第2レンズ群中のプラスチックの両凹負レンズの像側面が非球面であることが好ましい。

40

【0125】

プラスチックレンズの両面を非球面とすることで、収差補正や小型化のための面形状の自由度が一層高まり、高性能化や小型化に一層有利となる。

【0126】

また、前記プラスチックの両凹負レンズが以下の条件を満足することが好ましい。

$$0.10 < D_{2n} / D_{2G} < 0.18 \quad \dots (C)$$

ただし、 $D_{2n}$  は前記プラスチックの両凹負レンズの光軸上での厚み、

$D_{2G}$  は前記第2レンズ群の光軸上での厚み

である。

【0127】

50

条件式 (C) はプラスチックの両凹負レンズの好ましい光軸上での厚みを特定するものである。プラスチックレンズはガラスレンズと比べて強度が小さいが、下限を下回らないようにすることでプラスチックレンズの強度の確保に有利となる。また、上限を上回らないようにすることでこのプラスチックレンズの厚みや径方向の小型化に有利となる。第2レンズ群の小型化により、広角端における第1レンズ群の有効径も小さくしやすくなり、広角端付近でのズームレンズ全体の小型化にも有利となる。

## 【0128】

条件式 (C) の下限を 0.12、更には 0.13 とするとより好ましい。また、条件式 (C) の上限を 0.16、更には 0.15 とするとより好ましい。

## 【0129】

また、前記第2レンズ群は、前記プラスチックの両凹負レンズよりも像側に配置された負レンズを有することが好ましい。

## 【0130】

第2レンズ群中に複数の負レンズを配置することで、第2レンズ群中のそれぞれの負レンズの屈折力を小さくでき、負レンズの偏心による影響を低減しやすくなる。

## 【0131】

また、前記第2レンズ群は、物体側から像側に順に、前記プラスチックの両凹負レンズ、前記負レンズ、前記正レンズの3枚のレンズからなることが好ましい。

## 【0132】

第2レンズ群をレンズ3枚構成とすることでコストを抑えつつ、物体側に2枚の負レンズを配置することで広角端付近での諸収差の補正や小型化も行いやすくなる。

## 【0133】

また、前記第2レンズ群が以下の条件を満足することが好ましい。

$$-0.18 < SF_{G2n} < 0.18 \quad \dots (D)$$

ただし、 $SF_{G2n} = (R_{2r} + R_{3f}) / (R_{2r} - R_{3f})$

であり、

$R_{2r}$  は、前記プラスチックの両凹負レンズの像側面の近軸曲率半径、

$R_{3f}$  は、前記両凹負レンズよりも像側に配置された前記負レンズの物体側面の近軸曲率半径

である。

## 【0134】

条件式 (D) は、第2レンズ群中の2つの負レンズに挟まれる両凸形状の空気レンズの好ましい形状を特定するものである。

## 【0135】

条件式 (D) の下限を下回らないように、且つ、条件式 (D) の上限を上回らないようにすることで、空気レンズの物体側面と像側面のそれぞれの負の屈折力のバランスが良好となり、軸上収差や軸外収差を抑えやすくなる。

## 【0136】

条件式 (D) の下限を -0.14、更には -0.11 とするとより好ましい。また、条件式 (D) の上限を 0.14、更には 0.11 とするとより好ましい。

## 【0137】

また、前記プラスチックの両凹負レンズの像側に配置された前記負レンズが物体側に凹面を向けたガラスレンズであり、以下の条件を満足することが好ましい。

$$0.09 < N_{3n} - N_{2n} < 0.6 \quad \dots (E)$$

ただし、 $N_{3n}$  は第2レンズ群中の前記プラスチックの両凹負レンズの像側の負レンズの d 線における屈折率である。

## 【0138】

プラスチックレンズは温度や湿度の変化による性能の変化を受けやすい。そのため、第2レンズ群中の負レンズの双方をプラスチックレンズとすると、低コスト化等には有利となるが温度変化や湿度変化による影響が大きくなる。そのため、プラスチックの両凹負レ

10

20

30

40

50

ンズよりも像側の負レンズをガラスレンズとすることで、温度や湿度の変化による影響を低減しやすくなる。このとき、ガラスレンズの屈折率を適度に確保するように条件式 ( E ) を満足させることが好ましい。

【 0 1 3 9 】

条件式 ( E ) の下限を下回らないようにすることで、ガラスレンズの負屈折力を確保しやすくなり、温度、湿度変化による第 2 レンズ群全体の屈折力の変化を低減しやすくなる。また、条件式 ( E ) の上限を上回らないようにすることで、第 2 レンズ群での色収差の発生を抑えやすくなる。

【 0 1 4 0 】

条件式 ( E ) の下限を 0 . 1 6、更には 0 . 3 とするとより好ましい。また、条件式 ( E ) の上限を 0 . 5、更には 0 . 4 とするとより好ましい。

10

【 0 1 4 1 】

また、前記第 2 レンズ群は最も物体側に負レンズを有し、前記プラスチックの両凹負レンズは最も物体側の前記負レンズよりも像側に配置された両凹負レンズとしてもよい。

【 0 1 4 2 】

第 2 レンズ群における主点を物体側よりにする機能や、広角端での画角の確保に有利となる。また、第 2 レンズ群の負の屈折力を複数の負レンズで分担できるので、球面収差や軸外諸収差の補正にも有利となる。また、プラスチックレンズの両側にレンズがあるのでこのプラスチックレンズの環境変化が少なくなり、温度、湿度変化の影響を抑えやすくなる。

20

【 0 1 4 3 】

また、このとき、前記プラスチックの両凹負レンズが以下の条件を満足する形状であることが好ましい。

$$- 0 . 5 < S F_{2n} < 0 . 9 \quad \dots ( B' )$$

ただし、 $S F_{2n} = ( R_{2f} + R_{2r} ) / ( R_{2f} - R_{2r} )$

であり、

$R_{2f}$  は、前記プラスチックの両凹負レンズの物体側面の近軸曲率半径、

$R_{2r}$  は、前記プラスチックの両凹負レンズの像側面の近軸曲率半径

である。

【 0 1 4 4 】

条件式 ( B' ) は前述のプラスチックの両凹負レンズの好ましい形状を特定するものである。条件式 ( B' ) の下限を下回らないようにすることで、広角端付近にて両凹負レンズに入射する軸外光束の入射角度を抑えやすくなり、広角側での収差補正に有利となる。また、条件式 ( B' ) の上限を上回らないようにすることで、プラスチックレンズの両側のレンズ面に負屈折力を分担でき、望遠端付近における球面収差の補正に有利となる。

30

【 0 1 4 5 】

条件式 ( B' ) の下限を - 0 . 3、更には 0 . 1 とするとより好ましい。また、条件式 ( B ) の上限を 0 . 7、更には 0 . 5 とするとより好ましい。

【 0 1 4 6 】

また、前記第 2 レンズ群中のプラスチックの両凹負レンズが非球面レンズであることが好ましい。

40

【 0 1 4 7 】

広角端付近における軸外収差や、望遠端付近での球面収差の低減に有利となる。

【 0 1 4 8 】

また、前記第 2 レンズ群中のプラスチックの両凹負レンズが両面非球面レンズであることが好ましい。

【 0 1 4 9 】

プラスチックレンズの両面を非球面とすることで、収差補正や小型化のための面形状の自由度が一層高まり、高性能化や小型化に一層有利となる。

【 0 1 5 0 】

50

また、前記プラスチックの両凹負レンズが以下の条件を満足することが好ましい。

$$0.10 < D_{2n} / D_{2G} < 0.18 \quad \dots (C')$$

ただし、 $D_{2n}$  は前記プラスチックの両凹負レンズの光軸上での厚み、

$D_{2G}$  は前記第2レンズ群の光軸上での厚み

である。

【0151】

条件式(C')は第2レンズ群中の前後のレンズに挟まれるプラスチックの両凹負レンズの好ましい光軸上での厚みを特定するものである。プラスチックレンズはガラスレンズと比べて強度が小さいが、下限を下回らないようにすることでプラスチックレンズの強度の確保に有利となる。また、上限を上回らないようにすることでこのプラスチックレンズの厚みや径方向の小型化に有利となる。

10

【0152】

条件式(C')の下限を0.08、更には0.10とするとより好ましい。また、条件式(C')の上限を0.15、更には0.13とするとより好ましい。

【0153】

また、前記第2レンズ群は、物体側から像側に順に、最も物体側の前記負レンズ、前記プラスチックの両凹負レンズ、前記正レンズの3枚のレンズからなることが好ましい。

【0154】

第2レンズ群をレンズ3枚構成とすることでコストを抑えつつ、物体側に2枚の負レンズを配置することで広角端付近での諸収差の補正や小型化も行いやすくなる。

20

【0155】

また、前記第2レンズ群中の最も物体側の前記負レンズがガラスレンズであり、前記第2レンズ群が以下の条件を満足することが好ましい。

$$-0.97 < S F_{G2n'} < -0.05 \quad \dots (F)$$

ただし、 $S F_{G2n'} = (R_{1r} + R_{2f}) / (R_{1r} - R_{2f})$

であり、

$R_{1r}$  は、前記両凹負レンズよりも物体側に配置された前記負レンズの像側面の近軸曲率半径、

$R_{2f}$  は、前記プラスチックの両凹負レンズの物体側面の近軸曲率半径

である。

30

【0156】

条件式(F)は、第2レンズ群中の2つの負レンズに挟まれる両凸形状の空気レンズの好ましい形状を特定するものである。

【0157】

第2レンズ群中の最も物体側の負レンズをガラスレンズとし、このガラスレンズに負の屈折力を負担させることで、温度や湿度変化による光学性能への影響を低減しやすくなる。条件式(F)の下限を下回らないように、且つ、条件式(F)の上限を上回らないようにすることで、空気レンズの物体側面と像側面のそれぞれの負の屈折力のバランスが良好となり、温度湿度変化の影響を抑え諸収差の補正を行いやすくなる。

40

【0158】

条件式(F)の下限を-0.90、更には-0.85とするとより好ましい。また、条件式(F)の上限を-0.30、更には-0.60とするとより好ましい。

【0159】

また、前記プラスチックの両凹負レンズの物体側に配置された前記負レンズが像側に凹面を向けたガラスレンズであり、以下の条件を満足することが好ましい。

$$0.09 < N_{1n} - N_{2n} < 0.6 \quad \dots (E)$$

ただし、 $N_{1n}$  は第2レンズ群中の前記プラスチックの両凹負レンズの物体側の負レンズのd線における屈折率である。

【0160】

プラスチックレンズは温度や湿度の変化による性能の変化を受けやすい。そのため、第

50

2 レンズ群中の負レンズの双方をプラスチックレンズとすると、低コスト化等には有利となるが温度変化や湿度変化による影響が大きくなる。そのため、プラスチックの両凹負レンズよりも物体側の負レンズをガラスレンズとすることで、温度や湿度の変化による影響を低減しやすくなる。このとき、ガラスレンズの屈折率を適度に確保するように条件式 (G) を満足させることが好ましい。

【0161】

条件式 (G) の下限を下回らないようにすることで、ガラスレンズの負屈折力を確保しやすくなり、温度、湿度変化による第2 レンズ群全体の屈折力の変化を低減しやすくなる。また、条件式 (G) の上限を上回らないようにすることで、第2 レンズ群での色収差の発生を抑えやすくなる。

10

【0162】

条件式 (G) の下限を 0.16、更には 0.3 とするとより好ましい。また、条件式 (G) の上限を 0.5、更には 0.4 とするとより好ましい。

【0163】

また、撮像装置への対応も可能である。つまり、ズームレンズと、ズームレンズの像側に配置され、ズームレンズによる像を電気信号に変換する撮像素子を備えた撮像装置であって、ズームレンズが上述のいずれかのズームレンズとすることができる。

【0164】

なお、ズームレンズがフォーカシング機能を持つ場合、上述の各条件式に用いる値は、いずれも最遠距離物点に合焦した状態での値とする。

20

【0165】

また、上述の基本構成を元に、上述の各構成や条件式を複数同時に満足させると、小型化、変倍比の確保、光学性能の確保、低コスト化等のいずれかの点でより好ましい。複数の基本構成を同時に満足させても良い。基本構成の一部を他の基本構成に取れ入れてもよい。

【発明の効果】

【0166】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、ズームレンズの工夫により、構成レンズ枚数を少なくしても変倍比の確保を行いやすく、ズームレンズの沈胴時のコンパクト化にも有利であり、且つ光学性能も確保しやすいズームレンズ及びそれを備えた撮像装置を提供することができる。

30

【0167】

第2の側面における本発明によれば、変倍比を確保しやすい4群構成以上のズームレンズにて、第2 レンズ群の製造コストを低減しやすいズームレンズを提供することができる。また、製造コストの低減を行いつつ光学性能を確保しやすいズームレンズを提供できる。更には、そのようなズームレンズを備えた撮像装置を提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0168】

以下に示す本発明に基づく実施例では、上述のような工夫を施すことで、カメラの携帯性を損なうことなく従来よりも撮影領域を広げたいというユーザーの要望を満たせるような、カメラの小型化と広角化・高変倍比化を同時に満たしており、撮影画像の画質が良好に維持された、CCD や CMOS 等の電子撮像素子に適している、安価なズームレンズ光学系を提供している。

40

【0169】

以下に示す各実施例は、撮像装置の立ち上げ時にレンズが繰り出すタイプのズームレンズおよびそれを備えた撮像装置の例である。実施例1乃至5においては、変倍比が4.8倍程度、かつ、広角端の半画角が30°以上で、高い光学性能を持ち、かつ、コンパクト性に優れたズームレンズとなっている。実施例1乃至5は全ズーム状態にて有効撮像領域は矩形で一定である。各実施形態での条件式対応値は無限遠物点に合焦した状態での値である。全長は、レンズの入射面から射出面までの光軸上の距離にバックフォーカスを加

50

えたものである。バックフォーカスは、空気換算長で示している。

【0170】

ズームレンズについて、各実施例1乃至5は、正、負、正、正の4群ズームレンズである。明るさ絞りは第3レンズ群の直前に配置され第3レンズ群と一体で移動する。

【0171】

広角端から望遠端への変倍に際して第1レンズ群は、物体側に移動する。

【0172】

第2レンズ群は、実施例1、5では、まず物体側に移動後3回移動方向を変えて、広角端よりも望遠端にて物体側に位置するように移動する。実施例2、4では、まず物体側に移動後移動方向を変えて、広角端よりも望遠端にて像側に位置するように移動する。実施例3では、まず物体側に移動後3回移動方向を変えて、広角端よりも望遠端にて像側にあるように移動する。

10

【0173】

第3レンズ群は、物体側に移動する。

【0174】

第4レンズ群は、実施例1、3では、まず像側に移動後2回移動方向を変えて、広角端よりも望遠端にて像側に位置するように移動する。実施例2、4、5では、まず像側に移動後3回移動方向を変えて、広角端よりも望遠端にて像側に位置するように移動する。

【0175】

フォーカシングは第4レンズの移動により行い、遠距離物点から近距離物点への合焦動作にて第4レンズ群を物体側に移動させる。

20

【0176】

以下、本発明のズームレンズの実施例1~5について説明する。実施例1~5の無限遠物点合焦時の広角端(a)、広角側変化点(b)、中間状態(c)、望遠側変化点(d)、望遠端(e)でのレンズ断面図をそれぞれ図1~図5に示す。各図中、第1レンズ群はG1、第2レンズ群はG2、開口絞りはS、第3レンズ群はG3、第4レンズ群はG4、光学的ローパスフィルターはF、電子撮像素子であるCCDのカバーガラスはC、CCDの像面はIで示してある。なお、近赤外シャープカットコートについては、例えば光学的ローパスフィルターFに直接コートを施こしてもよく、また、別に赤外カット吸収フィルターを配置してもよい。

30

【0177】

実施例1のズームレンズは、図1に示すように、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1、負屈折力の第2レンズ群G2、開口絞りS、正屈折力の第3レンズ群G3、正屈折力の第4レンズ群G4から構成されている。

【0178】

広角端から望遠端への変倍をする際の移動状態を以下に示す。ここで、広角端から中間状態までの間で第2レンズ群G2又は第4レンズ群G4の移動方向の変化する点を広角側変化点とし、中間状態から望遠端までの間で第2レンズ群G2又は第4レンズ群G4の移動方向の変化する点を望遠側変化点とした。以下、同じ。

【0179】

第1レンズ群G1は、広角端から望遠端まで、物体側へ移動する。

40

【0180】

第2レンズ群G2は、広角端から広角側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら物体側に移動し、広角側変化点から中間状態まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら像側に移動する。中間状態では、広角端の位置より物体側に位置する。また、中間状態から望遠側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら物体側に移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら像側に移動する。望遠側変化点では、広角側変化点の位置より若干物体側に位置し、望遠端では、広角端の位置より物体側、中間状態の位置よ

50

り若干像側に位置する。

【0181】

開口絞りSと第3レンズ群G3は、広角端から望遠端まで、一体に物体側へ移動する。

【0182】

第4レンズ群G4は、広角端から広角側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら像側に移動し、広角側変化点から中間状態まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら物体側に移動する。中間状態では、広角端の位置より若干像側に位置する。また、中間状態から望遠側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら像側に移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら像側に移動する。望遠側変化点では、広角側変化点の位置より若干物体側、中間状態の位置より若干像側に位置し、望遠端では、望遠側変化点の位置より若干像側、広角側変化点の位置より若干物体側に位置する。

10

【0183】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸正レンズの接合レンズからなり、第2レンズ群G2は、両凹負レンズと、両凹負レンズと両凸正レンズの接合レンズとからなり、第3レンズ群G3は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとからなり、第4レンズ群G4は、両凸正レンズ1枚からなる。

【0184】

非球面は、第1レンズ群G1の接合レンズの最も像側の面、第2レンズ群G2の両凹負レンズの両面、第3レンズ群G3の両凸正レンズの両面、第4レンズ群G4の両凸正レンズの物体側の面の6面に用いている。

20

【0185】

実施例2のズームレンズは、図2に示すように、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1、負屈折力の第2レンズ群G2、開口絞りS、正屈折力の第3レンズ群G3、正屈折力の第4レンズ群G4から構成されている。

【0186】

広角端から望遠端への変倍をする際の移動状態を以下に示す。

【0187】

第1レンズ群G1は、広角端から望遠端まで、物体側へ移動する。

30

【0188】

第2レンズ群G2は、広角端から広角側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら物体側に移動し、広角側変化点から中間状態まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら像側に移動する。中間状態では、広角端の位置より若干物体側に位置する。また、中間状態から望遠側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら像側に移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら像側に移動する。望遠側変化点では、広角端の位置より若干物体側、中間状態の位置より若干像側に位置し、望遠端では、広角端の位置より像側に位置する。

40

【0189】

開口絞りSと第3レンズ群G3は、広角端から望遠端まで、一体に物体側へ移動する。

【0190】

第4レンズ群G4は、広角端から広角側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら像側に移動し、広角側変化点から中間状態まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら物体側に移動する。中間状態では、広角端の位置より若干物体側に位置する。また、中間状態から望遠側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら像側に移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら物体側に移動する。望遠側変化点では、広角側変化点の位置より若干像側に位置し、望遠端では、広角側変化点の位置より若干像側、望遠側変化点の位置より若干物体側に位置する。

50

## 【0191】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凸正レンズとからなり、第2レンズ群G2は、両凹負レンズと、両凹負レンズと両凸正レンズの接合レンズとからなり、第3レンズ群G3は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとからなり、第4レンズ群G4は、両凸正レンズ1枚からなる。

## 【0192】

非球面は、第2レンズ群G2の両凹負レンズの両面、第3レンズ群G3の両凸正レンズの両面、第4レンズ群G4の両凸正レンズの物体側の面の5面に用いている。

## 【0193】

実施例3のズームレンズは、図3に示すように、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1、負屈折力の第2レンズ群G2、開口絞りS、正屈折力の第3レンズ群G3、正屈折力の第4レンズ群G4から構成されている。

## 【0194】

広角端から望遠端への変倍をする際の移動状態を以下に示す。第1レンズ群G1は、広角端から望遠端まで、物体側へ移動する。

## 【0195】

第2レンズ群G2は、広角端から広角側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら物体側に移動し、広角側変化点から中間状態まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら像側に移動する。中間状態では、広角端の位置より若干像側に位置する。また、中間状態から望遠側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら物体側に移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら像側に移動する。望遠側変化点では、広角端の位置より若干物体側、広角側変化点の位置より若干像側に位置し、望遠端では、中間状態の位置より若干像側に位置する。

## 【0196】

開口絞りSと第3レンズ群G3は、広角端から望遠端まで、一体に物体側へ移動する。

## 【0197】

第4レンズ群G4は、広角端から広角側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら像側に移動し、広角側変化点から中間状態まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら物体側に移動する。中間状態では、広角端の位置より若干物体側に位置する。

## 【0198】

中間状態から望遠側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら像側に移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら像側に移動する。望遠側変化点では、広角側変化点の位置より若干像側に位置し、望遠端では、望遠側変化点の位置より若干像側に位置する。

## 【0199】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸正レンズの接合レンズからなり、第2レンズ群G2は、両凹負レンズと、両凹負レンズと両凸正レンズの接合レンズとからなり、第3レンズ群G3は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとからなり、第4レンズ群G4は、両凸正レンズ1枚からなる。

## 【0200】

非球面は、第1レンズ群G1の接合レンズの最も像側の面、第2レンズ群G2の両凹負レンズの両面、第3レンズ群G3の両凸正レンズの両面、負メニスカスレンズの像側の面、第4レンズ群G4の両凸正レンズの物体側の面の7面に用いている。

## 【0201】

実施例4のズームレンズは、図4に示すように、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1、負屈折力の第2レンズ群G2、開口絞りS、正屈折力の第3レンズ群G3、正

10

20

30

40

50

屈折力の第4レンズ群G4から構成されている。

【0202】

広角端から望遠端への変倍をする際の移動状態を以下に示す。第1レンズ群G1は、広角端から望遠端まで、物体側へ移動する。

【0203】

第2レンズ群G2は、広角端から広角側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら物体側に移動し、広角側変化点から中間状態まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら像側に移動する。中間状態では、広角端の位置より若干像側に位置する。また、中間状態から望遠側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら像側に移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら像側に移動する。望遠側変化点では、中間状態の位置より若干像側に位置し、望遠端では、望遠側変化点の位置より若干像側に位置する。

10

【0204】

開口絞りSと第3レンズ群G3は、広角端から望遠端まで、一体に物体側へ移動する。

【0205】

第4レンズ群G4は、広角端から広角側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら像側に移動し、広角側変化点から中間状態まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら物体側に移動する。中間状態では、広角端の位置より若干物体側に位置する。また、中間状態から望遠側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら像側に移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら物体側に移動する。望遠側変化点では、広角側変化点の位置より若干物体側、広角端の位置より若干像側に位置し、望遠端では、広角端の位置より若干像側、望遠側変化点の位置より若干物体側に位置する。

20

【0206】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸正レンズの接合レンズからなり、第2レンズ群G2は、両凹負レンズと、両凹負レンズと両凸正レンズの接合レンズとからなり、第3レンズ群G3は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとからなり、第4レンズ群G4は、両凸正レンズ1枚からなる。

30

【0207】

非球面は、第1レンズ群G1の接合レンズの最も像側の面、第2レンズ群G2の両凹負レンズの両面、第3レンズ群G3の両凸正レンズの両面、第4レンズ群G4の両凸正レンズの物体側の面の6面に用いている。

【0208】

実施例5のズームレンズは、図5に示すように、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1、負屈折力の第2レンズ群G2、開口絞りS、正屈折力の第3レンズ群G3、正屈折力の第4レンズ群G4から構成されている。

【0209】

広角端から望遠端への変倍をする際の移動状態を以下に示す。第1レンズ群G1は、広角端から望遠端まで、物体側へ移動する。

40

【0210】

第2レンズ群G2は、広角端から広角側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら物体側に移動し、広角側変化点から中間状態まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら像側に移動する。中間状態では、広角端の位置より物体側に位置する。また、中間状態から望遠側変化点まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら物体側に移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら像側に移動する。望遠側変化点では、広角側変化点の位置より若干像側、中間状態の位置より若干物体側に位置し、望遠端では、広角端の位置

50

より物体側、中間状態の位置より若干像側に位置する。

【0211】

開口絞りSと第3レンズ群G3は、広角端から望遠端まで、一体に物体側へ移動する。

【0212】

第4レンズ群G4は、広角端から広角側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら像側に移動し、広角側変化点から中間状態まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら物体側に移動する。中間状態では、広角端の位置より若干物体側に位置する。また、中間状態から望遠側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら像側に移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら物体側に移動する。望遠側変化点では、広角側変化点の位置より若干物体側、広角端の位置より像側に位置し、望遠端では、広角端の位置より像側、望遠側変化点の位置より若干物体側に位置する。

10

【0213】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸正レンズの接合レンズからなり、第2レンズ群G2は、両凹負レンズと、両凹負レンズと両凸正レンズの接合レンズとからなり、第3レンズ群G3は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとからなり、第4レンズ群G4は、両凸正レンズ1枚からなる。

【0214】

非球面は、第1レンズ群G1の接合レンズの最も像側の面、第2レンズ群G2の両凹負レンズの両面、第3レンズ群G3の両凸正レンズの両面、第4レンズ群G4の両凸正レンズの物体側の面の6面に用いている。

20

【0215】

実施例6ズームレンズは、図6に示すように、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群G1、負屈折力の第2レンズ群G2、開口絞りS、正屈折力の第3レンズ群G3、正屈折力の第4レンズ群G4から構成されている。

【0216】

広角端から望遠端への変倍をする際の移動状態を以下に示す。

【0217】

第1レンズ群G1は、広角端から望遠端まで、物体側へ移動する。

30

【0218】

第2レンズ群G2は、広角端から中間状態まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら像側に移動し、中間状態から望遠端まで、第1レンズ群G1との間隔を広げ、第3レンズ群G3との間隔を狭めながら物体側に移動する。望遠側変化点では、広角端の位置より若干像側、広角側変化点の位置より物体側に位置し、望遠端では、広角端の位置より物体側に位置する。

【0219】

開口絞りSと第3レンズ群G3は、広角端から望遠端まで、一体に物体側へ移動する。

【0220】

第4レンズ群G4は、広角端から中間状態まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら物体側に移動する。また、中間状態から望遠側変化点まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら像側に移動し、望遠側変化点から望遠端まで、第3レンズ群G3との間隔を広げながら物体側に移動する。望遠側変化点では、広角側変化点の位置より若干物体側に位置し、望遠端では、中間状態の位置より若干像側、望遠側変化点の位置より若干物体側に位置する。

40

【0221】

物体側から順に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの接合レンズからなり、第2レンズ群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹負レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、第3レンズ群G3は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向

50

けた負メニスカスレンズとからなり、第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ1枚からなる。

【0222】

非球面は、第2レンズ群G2の両凹負レンズの両面、第3レンズ群G3の両凸正レンズの両面、負メニスカスレンズの像側の面の5面に用いている。

【0223】

実施例1乃至5において、第2レンズ群G2中の最も物体側の負レンズはプラスチックレンズからなり、そのすぐ像側の負レンズはガラスレンズからなる。また、実施例6において、第2レンズ群G2中の最も物体側の負レンズはガラスレンズからなり、そのすぐ像側の負レンズはプラスチックレンズからなる。

10

【0224】

なお、非球面形状は、xを光の進行方向を正とした光軸とし、yを光軸と直交する方向にとると、下記の式にて表される。

【0225】

$$x = (y^2 / r) / [1 + \{1 - (K + 1)(y / r)^2\}^{1/2}] + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10}$$

ただし、rは近軸曲率半径、Kは円錐係数、A<sub>4</sub>、A<sub>6</sub>、A<sub>8</sub>、A<sub>10</sub>はそれぞれ4次、6次、8次、10次の非球面係数である。

【0226】

数値実施例1

20

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n d	d
1	19.348	0.80	1.84666	23.78
2	13.468	3.07	1.58233	59.30
3(非球面)	-46.885	可変		
4(非球面)	-14.693	0.70	1.52542	55.78
5(非球面)	8.596	2.36		
6	-7.064	0.41	1.61772	49.81
7	32.985	1.21	1.92286	18.90
8	-32.985	可変		
9(絞り)		-0.10		
10(非球面)	5.318	2.41	1.58233	59.30
11(非球面)	-9.464	0.34		
12	6.861	1.48	1.92286	18.90
13	3.451	可変		
14(非球面)	19.426	2.47	1.52542	55.78
15	-16.727	可変		
16		0.50	1.51633	64.14
17		0.50		
18		0.50	1.51633	64.14
19		0.59		

30

40

像面

非球面データ

第3面

K=-8.273, A<sub>4</sub>=1.02528E-05, A<sub>6</sub>=2.23537E-07, A<sub>8</sub>=-6.92546E-09, A<sub>10</sub>=6.31578E-11

第4面

K=-71.439, A<sub>4</sub>=3.06012E-04, A<sub>6</sub>=2.11113E-05, A<sub>8</sub>=-1.01947E-06, A<sub>10</sub>=1.38358E-08

50

## 第 5 面

$K=0.975, A4=2.34067E-03, A6=-1.70768E-04, A8=1.65358E-05, A10=-5.19352E-07$

## 第 1 0 面

$K=-4.225, A4=1.73712E-03, A6=-2.15108E-04, A8=7.54343E-07, A10=6.66853E-09$

## 第 1 1 面

$K=5.493, A4=7.36536E-04, A6=-8.38739E-05, A8=5.33716E-07, A10=5.34934E-10$

## 第 1 4 面

$K=-80.176, A4=1.25061E-03, A6=-5.40302E-05, A8=1.77633E-06, A10=-2.69508E-08$

## 各種データ

10

ズーム比	4.84				
	広角	広角側変化点	中間	望遠側変化点	望遠
焦点距離	6.46	9.42	14.09	21.02	31.25
F ナンバー	3.70	4.69	5.04	5.51	5.89
画角	64.78	45.70	30.28	20.38	13.88
像高	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84
レンズ全長	32.71	36.00	39.38	43.05	45.28
B F	5.87	4.58	5.67	5.27	5.08
d3	0.41	1.50	5.13	8.49	11.16
d8	8.59	6.91	4.68	3.25	1.40
d13	2.95	8.12	9.00	11.15	12.74
d15	4.14	2.81	3.91	3.51	3.33

20

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	27.70
2	4	-6.45
3	10	8.94
4	14	17.52

30

【 0 2 2 7 】

数値実施例 2

単位 m m

## 面データ

面番号	r	d	n d	d
1	20.246	0.70	1.84666	23.78
2	13.427	0.30		
3	14.788	3.31	1.74100	52.64
4	-132.762	可変		
5 (非球面)	-29.056	0.70	1.52542	55.78
6 (非球面)	8.310	2.29		
7	-9.171	0.55	1.88300	40.76
8	47.831	1.35	1.92286	18.90
9	-22.979	可変		
10 (絞り)		0.00		
11 (非球面)	4.028	2.40	1.73077	40.51
12 (非球面)	-25.220	0.10		
13	6.662	0.54	1.92286	18.90
14	2.948	可変		

40

50

15 (非球面)	28.700	2.00	1.67790	55.34
16	-17.606	可変		
17		0.50	1.51633	64.14
18		0.50		
19		0.50	1.51633	64.14
20		0.59		

像面

非球面データ

第5面

K=-123.822, A4=3.35608E-04, A6=6.26970E-07, A8=9.32877E-09, A10=2.68311E-11

第6面

K=2.188, A4=1.74251E-04, A6=-1.51404E-05, A8=4.03487E-08, A10=-4.07113E-11

第11面

K=-1.796, A4=1.79320E-03, A6=1.26608E-06, A8=-2.43435E-09, A10=-3.29548E-11

第12面

K=2.351, A4=6.63127E-04, A6=-3.95308E-06, A8=8.95305E-09, A10=1.76054E-11

第15面

K=-5.973, A4=2.08145E-04, A6=-3.11220E-07, A8=-3.39168E-09, A10=-4.12341E-11

各種データ

ズーム比

4.80

広角

広角変化点

中間

望遠変化点

望遠

焦点距離

6.45

9.42

13.86

20.85

31.00

Fナンバー

3.80

4.69

4.96

5.33

5.65

画角

64.30

46.34

31.18

20.78

14.22

像高

3.84

3.84

3.84

3.84

3.84

レンズ全長

34.45

36.18

39.47

43.38

45.06

B F

6.00

5.78

6.68

5.75

5.79

d4

0.37

1.07

5.05

9.10

11.71

d9

9.99

7.12

4.81

3.48

1.09

d14

4.12

8.23

8.95

11.07

12.49

d16

4.30

4.07

4.96

4.05

4.06

ズームレンズ群データ

群

始面

焦点距離

1

1

28.91

2

5

-7.14

3

11

9.76

4

15

16.38

【0 2 2 8】

数値実施例3

単位 mm

面データ

面番号

r

d

n d

d

1

20.036

0.70

1.84666

23.78

2

14.064

3.33

1.58313

59.38

3 (非球面)

-45.329

可変

10

20

30

40

50

4 (非球面)	-18.628	0.70	1.52542	55.78
5 (非球面)	9.064	2.18		
6	-11.292	0.55	1.74100	52.64
7	22.629	1.26	1.92286	18.90
8	-103.658	可変		
9 (絞り)		0.00		
10 (非球面)	3.621	1.90	1.58313	59.38
11 (非球面)	-12.057	0.39		
12	9.689	0.60	1.60687	27.03
13 (非球面)	2.733	可変		
14 (非球面)	18.299	2.30	1.58313	59.38
15	-21.127	可変		
16		0.50	1.51633	64.14
17		0.50		
18		0.50	1.51633	64.14
19		0.59		
像面				

10

## 非球面データ

## 第3面

 $K = -15.332, A4 = -1.88932E-06, A6 = 1.70310E-07, A8 = -2.61058E-09, A10 = 2.32345E-11$ 

## 第4面

 $K = -38.248, A4 = 5.19477E-04, A6 = -7.34006E-06, A8 = 1.90845E-08, A10 = 1.82324E-10$ 

## 第5面

 $K = 1.559, A4 = 7.23100E-04, A6 = 7.91893E-06, A8 = 3.94183E-08, A10 = -2.48833E-10$ 

## 第10面

 $K = -2.245, A4 = 4.57660E-03, A6 = 5.97720E-05, A8 = -2.12712E-09, A10 = 1.45359E-11$ 

## 第11面

 $K = -35.219, A4 = 2.68117E-03, A6 = -4.95470E-05, A8 = -3.64104E-09, A10 = 2.57477E-11$ 

## 第13面

 $K = 0.239, A4 = -5.63287E-03, A6 = 1.48575E-05, A8 = -1.10759E-09, A10 = 1.06832E-10$ 

## 第14面

 $K = -12.385, A4 = 4.09059E-04, A6 = -1.61530E-06, A8 = 3.70838E-08, A10 = 4.60643E-11$ 

## 各種データ

## ズーム比

4.80

	広角	広角側変化点	中間	望遠側変化点	望遠
焦点距離	6.45	9.44	13.88	20.73	30.99
Fナンバー	3.80	4.65	4.84	5.34	5.71
画角	64.70	46.02	30.54	20.66	14.04
像高	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84
レンズ全長	33.93	35.63	38.89	42.25	43.90
B F	5.63	5.33	5.94	5.19	5.02

40

## d3

0.39

1.30

5.50

8.66

11.15

## d8

10.12

7.32

5.28

3.72

1.40

## d13

4.14

8.02

8.51

11.02

12.66

## d15

3.88

3.59

4.18

3.44

3.25

## ズームレンズ群データ

50

群	始面	焦点距離
1	1	27.91
2	4	-6.96
3	10	9.58
4	14	17.19

【 0 2 2 9 】

数值実施例 4

単位 m m

## 面データ

面番号	r	d	n d	d
1	19.732	0.70	1.84666	23.78
2	13.986	3.34	1.58313	59.38
3 (非球面)	-45.780	可変		
4 (非球面)	-20.270	0.70	1.52542	55.78
5 (非球面)	8.571	2.38		
6	-9.894	0.53	1.80400	46.57
7	29.964	1.35	1.92286	18.90
8	-33.294	可変		
9 (絞り)		0.00		
10 (非球面)	4.723	2.50	1.58313	59.38
11 (非球面)	-13.496	0.50		
12	6.692	1.30	1.92286	18.90
13	3.350	可変		
14 (非球面)	33.603	1.99	1.80610	40.92
15	-21.850	可変		
16		0.50	1.51633	64.14
17		0.50		
18		0.50	1.51633	64.14
19		0.59		

10

20

30

## 像面

## 非球面データ

## 第 3 面

K=-7.057, A4=1.05631E-05, A6=2.58296E-07, A8=-7.15692E-09, A10=6.55564E-11

## 第 4 面

K=-50.483, A4=5.03604E-04, A6=-1.55886E-05, A8=3.54867E-07, A10=-3.55011E-09

## 第 5 面

K=0.508, A4=8.33489E-04, A6=1.33975E-05, A8=-2.05271E-06, A10=8.44310E-08

## 第 10 面

K=-2.131, A4=1.32971E-03, A6=-2.25779E-05, A8=7.72276E-07, A10=1.86111E-09

## 第 11 面

K=6.891, A4=1.00237E-03, A6=5.07038E-06, A8=4.73737E-07, A10=5.99148E-10

## 第 14 面

K=-80.919, A4=3.55130E-04, A6=8.43817E-07, A8=-1.68853E-07, A10=3.23415E-09

40

## 各種データ

## ズーム比

4.80

広角	広角側変化点	中間	望遠側変化点	望遠
----	--------	----	--------	----

## 焦点距離

6.45	9.28	13.86	20.72	30.99
------	------	-------	-------	-------

50

F ナンバー	3.80	4.70	5.00	5.44	5.82
画角	64.46	46.60	30.76	20.68	14.08
像高	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84
レンズ全長	35.26	36.79	39.65	42.90	44.48
B F	5.43	4.72	5.69	4.96	5.05
d3	0.40	1.08	4.83	8.26	10.73
d8	10.43	7.92	5.37	3.84	1.40
d13	3.95	8.03	8.71	10.80	12.26
d15	3.64	2.92	3.89	3.16	3.25

10

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	27.59
2	4	-6.98
3	10	9.40
4	14	16.69

【 0 2 3 0 】

数値実施例 5

単位 m m

20

## 面データ

面番号	r	d	n d	d
1	19.211	0.70	1.84666	23.78
2	13.442	3.13	1.58313	59.38
3 (非球面)	-46.093	可変		
4 (非球面)	-15.712	0.70	1.52542	55.78
5 (非球面)	8.621	2.28		
6	-7.277	0.54	1.67003	47.23
7	33.920	1.23	1.92286	18.90
8	-29.978	可変		
9 (絞り)		0.00		
10 (非球面)	5.354	2.50	1.58313	59.38
11 (非球面)	-9.544	0.50		
12	6.757	1.33	1.92286	18.90
13	3.468	可変		
14 (非球面)	20.341	2.45	1.52542	55.78
15	-16.411	可変		
16		0.50	1.51633	64.14
17		0.50		
18		0.50	1.51633	64.14
19		0.59		

30

40

像面

## 非球面データ

第 3 面

K=-8.699,A4=1.05001E-05,A6=2.42963E-07,A8=-7.69542E-09,A10=7.49949E-11

第 4 面

K=-69.107,A4=5.61318E-04,A6=-5.30874E-06,A8=-2.51447E-11,A10=5.53612E-10

第 5 面

50

K=0.582, A4=2.12517E-03, A6=-9.16715E-05, A8=6.17676E-06, A10=-1.08110E-07

第 1 0 面

K=-3.923, A4=1.44736E-03, A6=-1.82223E-04, A8=7.71523E-07, A10=9.49597E-10

第 1 1 面

K=7.044, A4=8.61437E-04, A6=-3.74264E-05, A8=4.81879E-07, A10=4.53288E-10

第 1 4 面

K=-72.490, A4=1.08141E-03, A6=-3.87140E-05, A8=1.17932E-06, A10=-1.71402E-08

#### 各種データ

ズーム比	4.81					
	広角	広角側変化点	中間	望遠側変化点	望遠	
焦点距離	6.45	9.27	13.88	20.72	31.00	
F ナンバー	3.79	4.79	5.17	5.58	6.00	
画角	64.78	47.08	31.14	20.72	14.08	
像高	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84	
レンズ全長	33.04	35.49	38.77	43.03	45.22	
B F	5.97	5.04	6.58	5.07	5.06	
d3	0.41	0.86	4.31	8.42	10.94	
d8	8.66	6.64	4.22	3.41	1.40	
d13	2.90	7.85	8.55	11.03	12.71	
d15	4.23	3.34	4.88	3.35	3.36	

10

20

#### ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	27.31
2	4	-6.44
3	10	9.04
4	14	17.69

【 0 2 3 1 】

数値実施例 6

単位 m m

30

#### 面データ

面番号	r	d	n d	d
1	20.184	0.90	1.84666	23.78
2	14.448	2.80	1.72916	54.68
3	1073.037	可変		
4	427.844	0.80	1.88300	40.76
5	4.572	2.24		
6 (非球面)	-39.093	0.50	1.52542	55.78
7 (非球面)	14.533	0.10		
8	10.744	1.27	1.94595	17.98
9	48.064	可変		
10 (絞り)		-0.30		
11 (非球面)	4.104	2.18	1.49700	81.61
12 (非球面)	-13.761	0.10		
13	6.192	1.22	2.10225	16.80
14 (非球面)	3.854	可変		
15	10.500	1.80	1.52542	55.78

40

50

16	110.541	可変		
17		0.50	1.54771	62.84
18		0.50		
19		0.50	1.51633	64.14
20		0.50		
像面				

## 非球面データ

## 第 6 面

K=-60.536, A4=-6.40505E-04, A6=3.95672E-05, A8=-1.36935E-06

10

## 第 7 面

K=0.000, A4=-1.03560E-03, A6=3.59861E-05, A8=-2.60735E-06

## 第 1 1 面

K=-0.520, A4=-4.04394E-04, A6=-3.22695E-05

## 第 1 2 面

K=0.000, A4=-3.22817E-04, A6=2.06984E-05

## 第 1 4 面

K=-0.840, A4=3.45125E-03, A6=1.54943E-04, A8=1.54344E-05

## 各種データ

20

ズーム比	4.84				
	広角	広角変化点	中間	望遠変化点	望遠
焦点距離	5.07	7.34	10.99	16.41	24.56
F ナンバー	3.30	3.68	4.15	4.83	5.81
画角	81.92	57.12	38.36	25.84	17.55
像高	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84
レンズ全長	34.43	33.97	37.00	41.76	46.65
B F	4.25	5.89	6.74	6.10	6.29
d3	0.30	2.05	5.14	8.11	9.87
d9	11.00	7.12	4.79	3.44	1.80
d14	5.28	5.31	6.71	10.50	15.08
d16	2.59	4.23	5.08	4.45	4.64

30

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	29.98
2	4	-6.17
3	11	8.90
4	15	21.95

40

## 【 0 2 3 2 】

以上の実施例 1 ~ 6 の無限遠物点合焦時の収差図をそれぞれ図 7 ~ 図 1 8 に示す。これらの収差図において、( a ) は広角端、( b ) は広角側変化点、( c ) は中間状態、( d ) は望遠側変化点、( e ) は望遠端における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す。各図中、“ F I Y ” は半画角を示す。

## 【 0 2 3 3 】

次に、上記各実施例における条件式 ( 1 ) ~ ( 1 2 ) の値を示す。

## 【 0 2 3 4 】

条件式	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6
( A )	1.525	1.525	1.525	1.525	1.525	1.525

50

( B )	0.262	0.555	0.345	0.406	0.291	-	
( B ' )	-	-	-	-	-	0.458	
( C )	0.150	0.143	0.149	0.141	0.147	-	
( C ' )	-	-	-	-	-	0.102	
( D )	0.098	-0.049	-0.109	-0.072	0.085	-	
( E )	0.092	0.358	0.216	0.279	0.145	-	
( F )	-	-	-	-	-	-0.791	
( G )	-	-	-	-	-	0.358	
( 1 )	1.943	1.639	1.542	1.428	1.894	2.413	
( 2 )	1.392	1.260	1.226	1.227	1.387	2.341	10
( 3 )	35.52	28.86	35.60	35.60	35.60	30.900	
( 4 )	33.895	29.370	35.310	32.275	32.605	30.285	
( 5 )	0.964	0.763	0.775	0.979	0.972	1.309	
( 6 )	-0.280	-0.725	-0.538	-0.481	-0.281	-0.541	
( 7 )	3.024	2.588	1.786	3.005	3.109	4.297	
( 8 )	18.90	18.90	27.03	18.90	18.90	16.800	
( 9 )	40.40	21.61	32.35	40.48	40.48	64.810	
( 1 0 )	0.286	0.315	0.309	0.303	0.292	0.362	
( 1 1 )	0.561	0.528	0.554	0.539	0.571	0.893	
( 1 2 )	4.841	4.805	4.805	4.802	4.805	4.850	20

## 【 0 2 3 5 】

各実施例にて、以下の構成としてもよい。

## 【 0 2 3 6 】

ゴースト、フレア等の不要光をカットするために、明るさ絞り S 以外にフレア絞りを配置してもかまわない。第 1 レンズ群 G 1 の物体側、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 間、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 間、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 間、第 4 レンズ群 G 4 から像面 I の間の何れの場所に配置してもよい。また、枠部材によりフレア光線をカットするように構成してもよいし、別の部材を構成してもよい。また、レンズの表面に直接印刷しても、塗装しても、シール等を接着してもかまわない。また、その形状は円形、楕円形、矩形、多角形、関数曲線で囲まれる範囲等、如何なる形状でもかまわない。また、有害光束をカットするだけでなく、画面周辺のコマフレア等の光束をカットするようにしてもよい。

30

## 【 0 2 3 7 】

また、各レンズには反射防止コートを行い、ゴースト、フレアを軽減してもかまわない。マルチコートであれば効果的にゴースト、フレアを軽減できるので望ましい。また、赤外カットコートをレンズ面、カバーガラス等に施してもよい。

## 【 0 2 3 8 】

また、ピント調節を行うためのフォーカシングは、第 4 レンズ群 G 4 で行うことが望ましい。第 4 レンズ群 G 4 でフォーカシングを行うと、レンズ重量が軽量なためモーター等の駆動系にかかる負荷が少ない。さらに、フォーカシング時に全長が変化しないし、鏡枠内部に駆動モーターを配置できるため、鏡枠のコンパクト化に有利である。上述のように、第 4 レンズ群 G 4 フォーカシングが望ましいが、第 1 レンズ群 G 1、第 2 レンズ群 G 2、第 3 レンズ群 G 3 でフォーカシングを行ってもよい。また、複数のレンズ群を移動してフォーカシングを行ってもよい。また、レンズ系全体を繰り出してフォーカシングを行ってもよいし、群内の一部のレンズを繰り出すか、若しくは、繰り込みしてフォーカスしてもよい。

40

## 【 0 2 3 9 】

また、画像周辺部の明るさの陰り（シェーディング）を CCD のマイクロレンズをシフトすることにより軽減してもよい。例えば、各像高における光線の入射角に合わせて CCD のマイクロレンズの設計を変えてもよい。また画像処理により画像周辺部の低下量を補

50

正してもよい。

【0240】

また、意図的に光学系で歪曲収差を出しておき、撮影後に電氣的に画像処理を行って歪みを補正してもかまわない。

【0241】

図19～図21は、以上のようなズームレンズを撮影光学系41に組み込んだ本発明によるデジタルカメラの構成の概念図を示す。図19はデジタルカメラ40の外観を示す前方斜視図、図20は同後方正面図、図21はデジタルカメラ40の構成を示す模式的な断面図である。ただし、図19と図21においては、撮影光学系41の非沈胴時を示している。デジタルカメラ40は、この例の場合、撮影用光路42上に位置する撮影光学系41、ファインダー用光路44上に位置するファインダー光学系43、シャッターボタン45、フラッシュ46、液晶表示モニター47、焦点距離変更ボタン61、設定変更スイッチ62等を含み、撮影光学系41の沈胴時には、カバー60をスライドすることにより、撮影光学系41とファインダー光学系43とフラッシュ46はそのカバー60で覆われる。そして、カバー60を開いてカメラ40を撮影状態に設定すると、撮影光学系41は図21の非沈胴状態になり、カメラ40の上部に配置されたシャッターボタン45を押圧すると、それに連動して撮影光学系41、例えば実施例1のズームレンズを通して撮影が行われる。撮影光学系41によって形成された物体像が、波長域制限コートを施したローパスフィルターFとカバーガラスCを介してCCD49の撮像面(光電変換面)上に形成される。このCCD49で受光された物体像は、処理手段51を介し、電子画像としてカメラ背面に設けられた液晶表示モニター47に表示される。また、この処理手段51には記録手段52が接続され、撮影された電子画像を記録することもできる、なお、この記録手段52は処理手段51と別体に設けてもよいし、フロッピーディスクやメモリーカード、MO等により電子的に記録書込を行うように構成してもよい。また、CCD49に代わって銀塩フィルムを配置した銀塩カメラとして構成してもよい。

10

20

【0242】

さらに、ファインダー用光路44上にはファインダー用対物光学系53が配置してある。ファインダー用対物光学系53は、複数のレンズ群(図の場合は3群)と正立プリズム55a、55b、55cからなる正立プリズム系55とから構成され、撮影光学系41のズームレンズに連動して焦点距離が変化するズーム光学系からなり、このファインダー用対物光学系53によって形成された物体像は、像正立部材である正立プリズム系55の視野枠57上に形成される。この正立プリズム系55の後方には、正立正像にされた像を観察者眼球Eに導く接眼光学系59が配置されている。なお、接眼光学系59の射出側にカバー部材50が配置されている。

30

【0243】

図22は、上記デジタルカメラ40の主要部の内部回路の構成ブロック図である。なお、以下の説明では、上記の処理手段51は例えばCDS/ADC部24、一次記憶メモリ17、画像処理部18等からなり、記憶手段52は例えば記憶媒体部19等からなる。

【0244】

図22に示すように、デジタルカメラ40は、操作部12と、この操作部12に接続された制御部13と、この制御部13の制御信号出力ポートにバス14及び15を介して接続された撮像駆動回路16並びに一次記憶メモリ17、画像処理部18、記憶媒体部19、表示部20、及び設定情報記憶メモリ部21を備えている。

40

【0245】

上記の一次記憶メモリ17、画像処理部18、記憶媒体部19、表示部20、及び設定情報記憶メモリ部21はバス22を介して相互にデータの入力又は出力が可能ないように構成され、また、撮像駆動回路16には、CCD49とCDS/ADC部24が接続されている。

【0246】

操作部12は各種の入力ボタンやスイッチを備え、これらの入力ボタンやスイッチを介

50

して外部（カメラ使用者）から入力されるイベント情報を制御部に通知する回路である。制御部 13 は、例えば CPU 等からなる中央演算処理装置であり、不図示のプログラムメモリを内蔵し、そのプログラムメモリに格納されているプログラムにしたがって、操作部 12 を介してカメラ使用者から入力される指示命令を受けてデジタルカメラ 40 全体を制御する回路である。

【0247】

CCD 49 は、本発明による撮影光学系 41 を介して形成された物体像を受光する。CCD 49 は、撮影駆動回路 16 により駆動制御され、その物体像の各画素ごとの光量を電気信号に変換して CDS / ADC 部 24 に出力する撮像素子である。

【0248】

CDS / ADC 部 24 は、CCD 49 から入力する電気信号を増幅しかつアナログ / デジタル変換を行って、この増幅とデジタル変換を行っただけの映像生データ（ペイヤーデータ、以下 RAW データという。）を一時メモリ 17 に出力する回路である。

【0249】

一次記憶メモリ 17 は、例えば SDRAM 等からなるバッファであり、CDS / ADC 部 24 から出力される上記 RAW データを一時的に記憶するメモリ装置である。画像処理部 18 は、一次記憶メモリ 17 に記憶された RAW データ又は記憶媒体部 19 に記憶されている RAW データを読み出して、制御部 13 から指定された画質パラメータに基づいて歪曲収差補正を含む各種画像処理を電気的に行う回路である。

【0250】

記憶媒体部 19 は、例えばフラッシュメモリ等からなるカード型又はスティック型の記録媒体を着脱自在に装着して、それらカード型又はスティック型のフラッシュメモリに、一次記憶メモリ 17 から転送される RAW データや画像処理部 18 で画像処理された画像データを記録して保持する装置の制御回路である。

【0251】

表示部 20 は、液晶表示モニター 47 を備え、その液晶表示モニター 47 に画像や操作メニュー等を表示する回路である。設定情報記憶メモリ部 21 には、予め各種の画質パラメータが格納されている ROM 部と、その ROM 部から読み出された画質パラメータの中から操作部 12 の入力操作によって選択された画質パラメータを記憶する RAM 部が備えられている。設定情報記憶メモリ部 21 は、それらのメモリへの入出力を制御する回路である。

【0252】

このように構成されたデジタルカメラ 40 は、撮影光学系 41 が、本発明により、十分な広角域を有し、コンパクトな構成としながら、高変倍で全変倍域で結像性能が極めて安定的であるので、高性能・小型化・広角化が実現できる。そして、広角側、望遠側での速い合焦動作が可能となる。

【0253】

本発明は、以上のような一般的な被写体を撮影する所謂コンパクトデジタルカメラだけでなく、広い画角が必要な監視カメラや、レンズ交換式のカメラに適用してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0254】

【図 1】本発明のズームレンズの実施例 1 の無限遠物点合焦時の広角端（a）、中間状態（b）、望遠端（c）でのレンズ断面図である。

【図 2】本発明のズームレンズの実施例 2 の図 1 と同様の図である。

【図 3】本発明のズームレンズの実施例 3 の図 1 と同様の図である。

【図 4】本発明のズームレンズの実施例 4 の図 1 と同様の図である。

【図 5】本発明のズームレンズの実施例 5 の図 1 と同様の図である。

【図 6】本発明のズームレンズの実施例 6 の図 1 と同様の図である。

【図 7】実施例 1 の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図 8】実施例 1 の無限遠物点合焦時の収差図である。

10

20

30

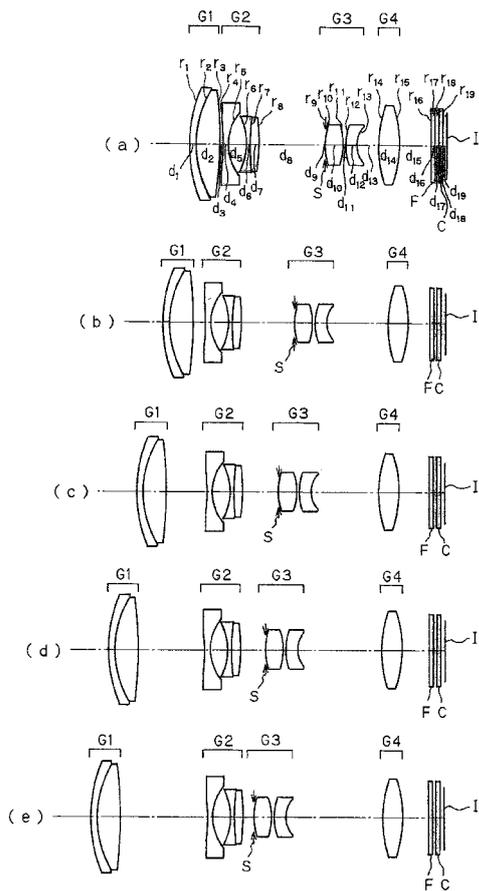
40

50

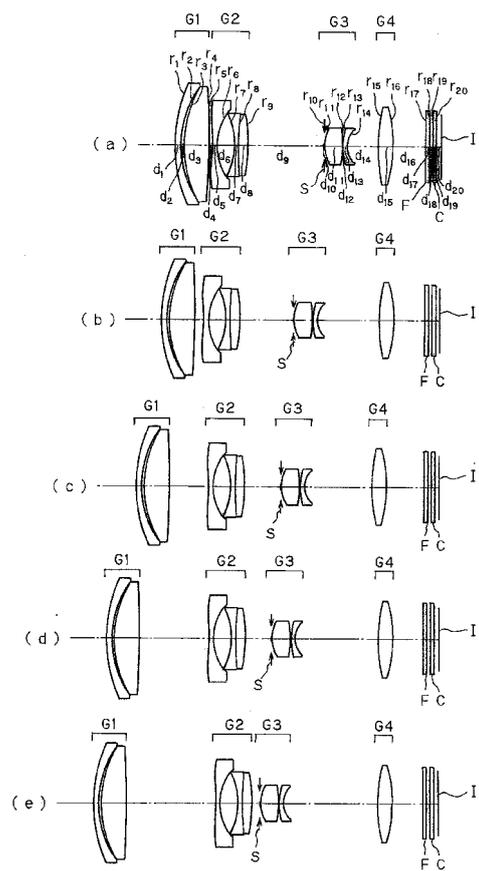
- 【図 9】実施例 2 の無限遠物点合焦時の収差図である。
- 【図 10】実施例 2 の無限遠物点合焦時の収差図である。
- 【図 11】実施例 3 の無限遠物点合焦時の収差図である。
- 【図 12】実施例 3 の無限遠物点合焦時の収差図である。
- 【図 13】実施例 4 の無限遠物点合焦時の収差図である。
- 【図 14】実施例 4 の無限遠物点合焦時の収差図である。
- 【図 15】実施例 5 の無限遠物点合焦時の収差図である。
- 【図 16】実施例 5 の無限遠物点合焦時の収差図である。
- 【図 17】実施例 6 の無限遠物点合焦時の収差図である。
- 【図 18】実施例 6 の無限遠物点合焦時の収差図である。 10
- 【図 19】本発明によるデジタルカメラの外観を示す前方斜視図である。
- 【図 20】図 19 のデジタルカメラの後方斜視図である。
- 【図 21】図 19 のデジタルカメラの断面図である。
- 【図 22】図 19 のデジタルカメラの主要部の内部回路の構成ブロック図である。
- 【符号の説明】
- 【0255】
- G 1 ... 第 1 レンズ群
- G 2 ... 第 2 レンズ群
- G 3 ... 第 3 レンズ群
- G 4 ... 第 4 レンズ群 20
- S ... 開口絞り
- F ... 光学的ローパスフィルター
- C ... カバーガラス
- I ... 像面
- E ... 観察者眼球
- 1 2 ... 操作部
- 1 3 ... 制御部
- 1 4、1 5 ... バス
- 1 6 ... 撮像駆動回路
- 1 7 ... 一次記憶メモリ 30
- 1 8 ... 画像処理部
- 1 9 ... 記憶媒体部
- 2 0 ... 表示部
- 2 1 ... 設定情報記憶メモリ部
- 2 2 ... バス
- 2 4 ... C D S / A D C 部
- 4 0 ... デジタルカメラ
- 4 1 ... 撮影光学系
- 4 2 ... 撮影用光路
- 4 3 ... ファインダー光学系 40
- 4 4 ... ファインダー用光路
- 4 5 ... シャッターボタン
- 4 6 ... フラッシュ
- 4 7 ... 液晶表示モニター
- 4 9 ... C C D
- 5 0 ... カバー部材
- 5 1 ... 処理手段
- 5 2 ... 記録手段
- 5 3 ... ファインダー用対物光学系
- 5 5 ... 正立プリズム系 50

- 55 a、55 b、55 c、... 正立プリズム
- 57 ... 視野枠
- 59 ... 接眼光学系
- 60 ... カバー
- 61 ... 焦点距離変更ボタン
- 62 ... 設定変更スイッチ

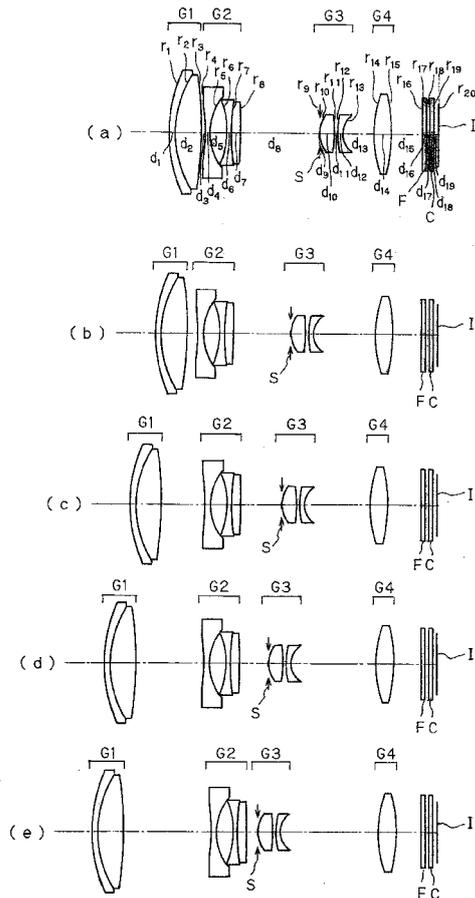
【 図 1 】



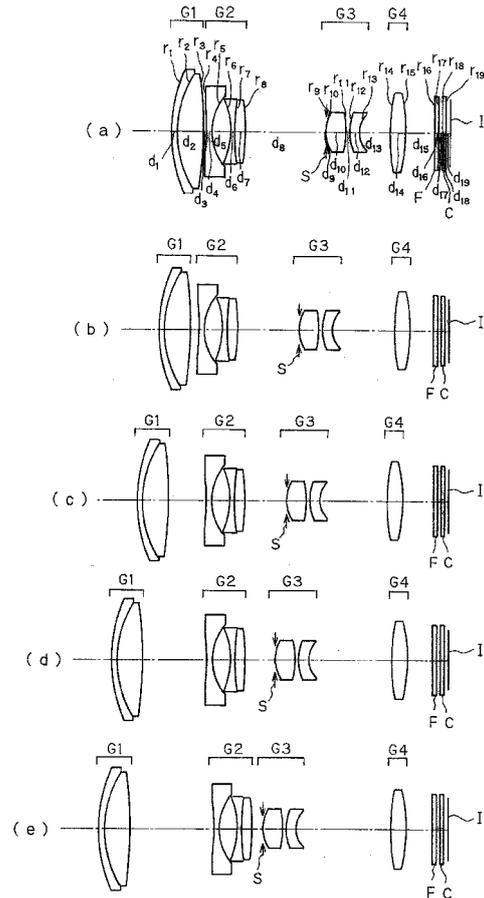
【 図 2 】



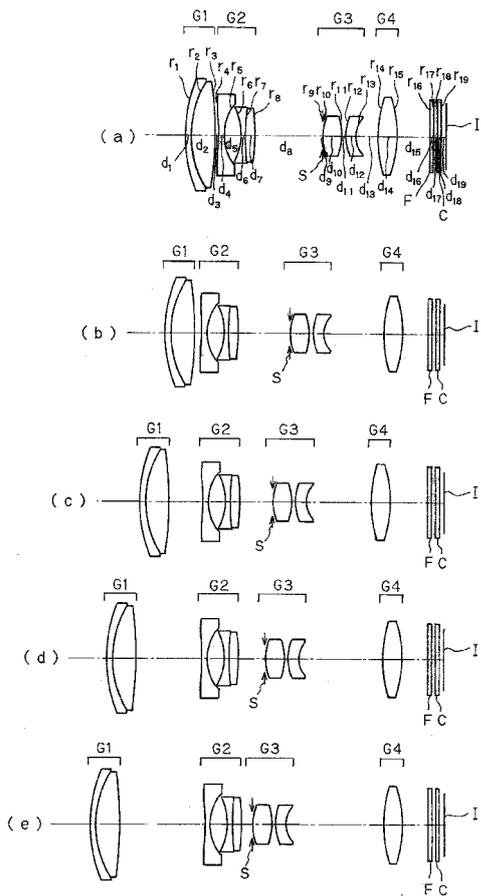
【 図 3 】



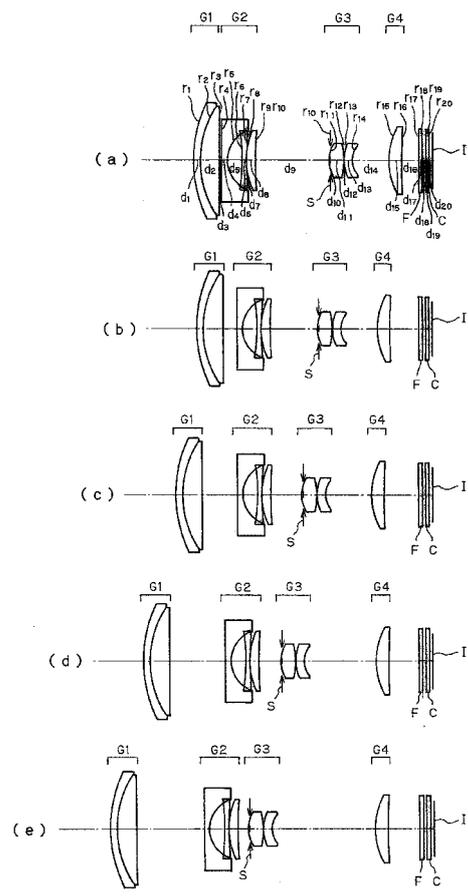
【 図 4 】



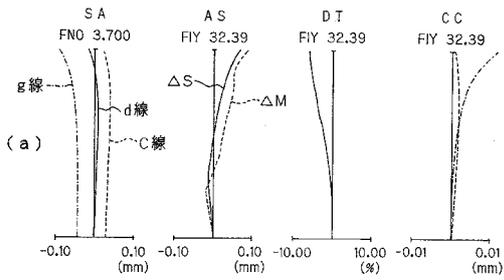
【 図 5 】



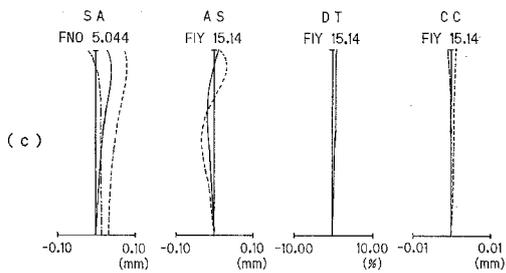
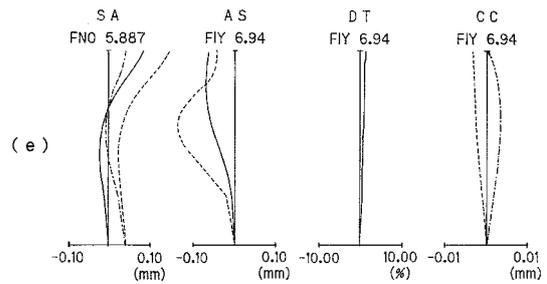
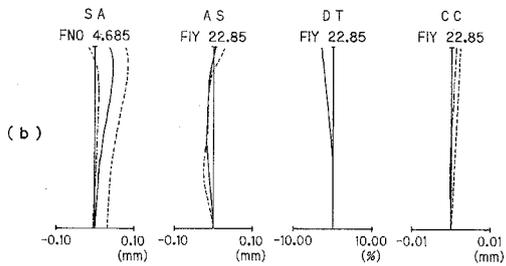
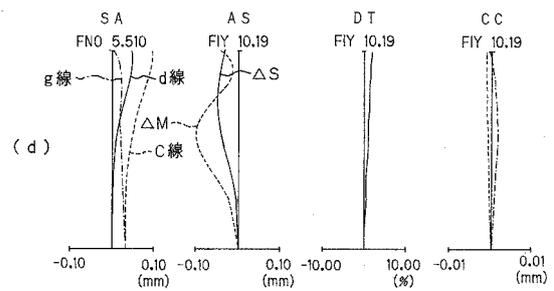
【 図 6 】



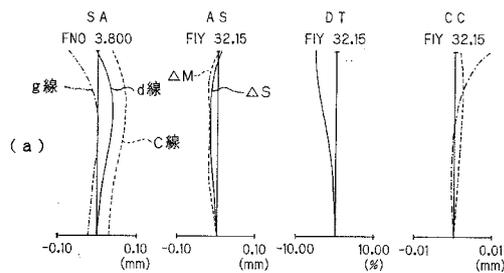
【 図 7 】



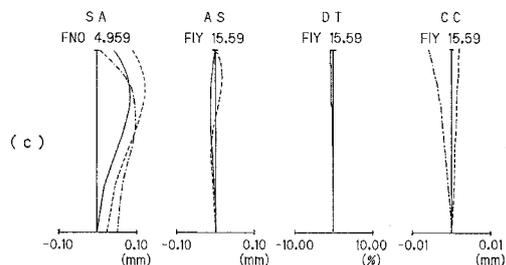
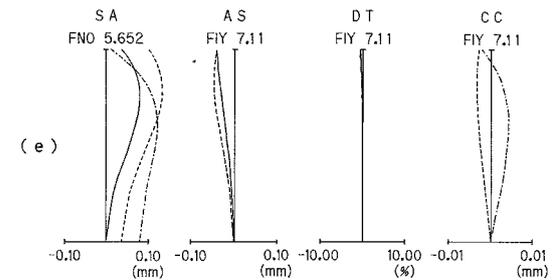
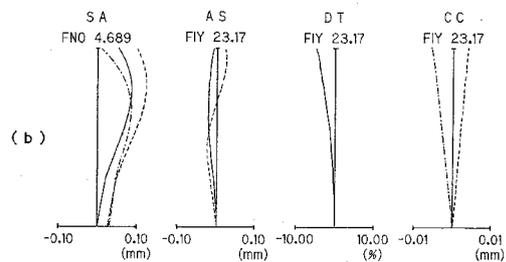
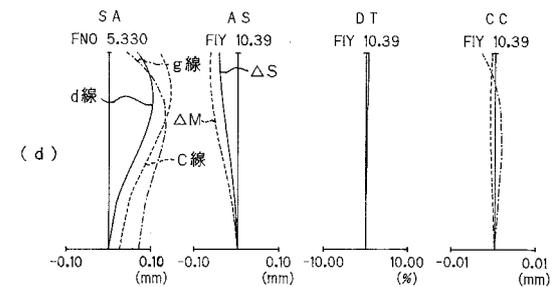
【 図 8 】



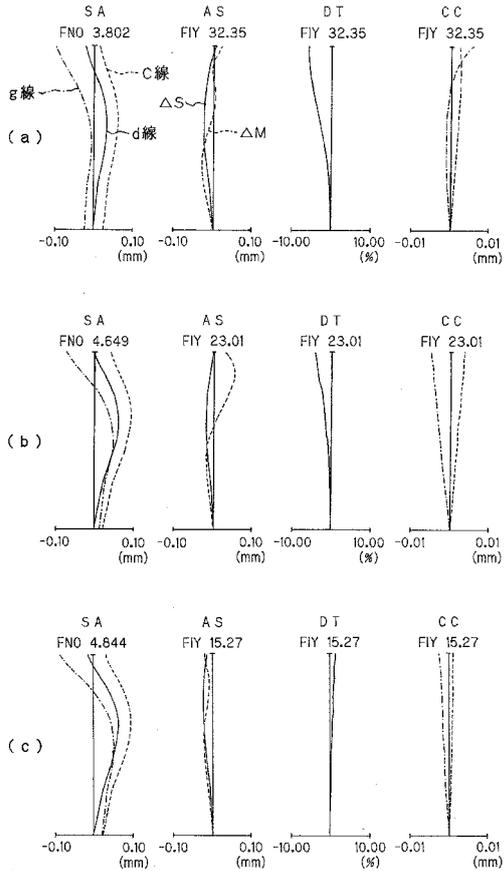
【 図 9 】



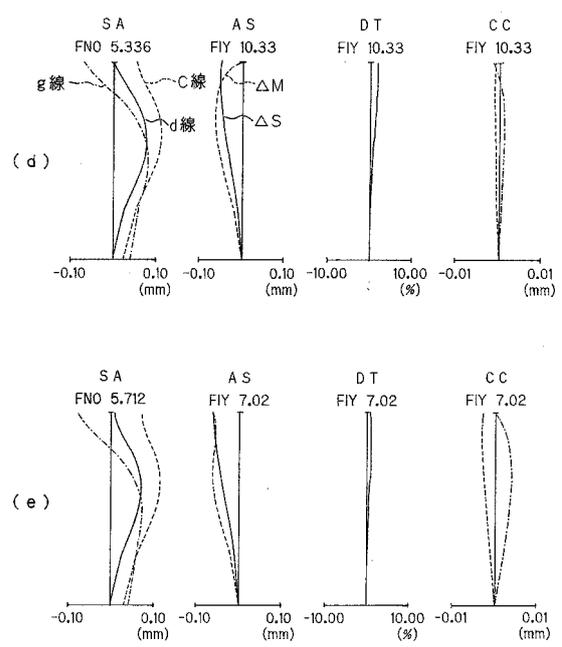
【 図 10 】



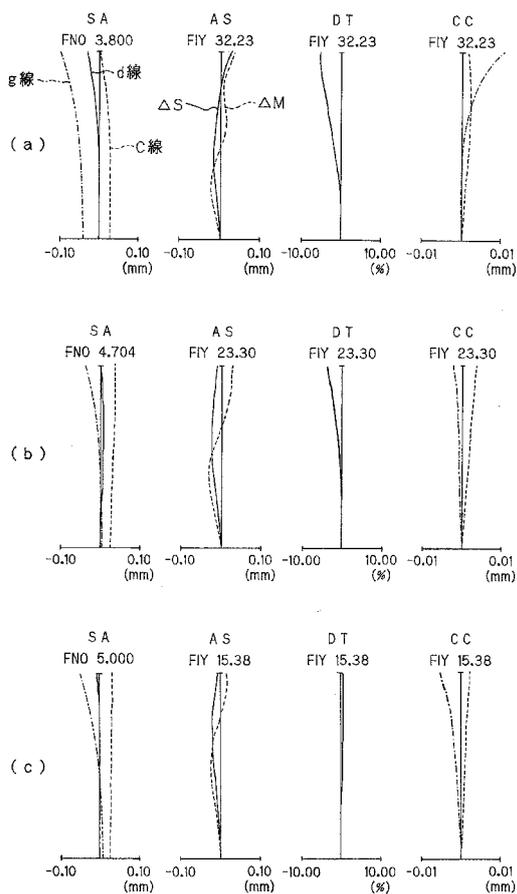
【 図 1 1 】



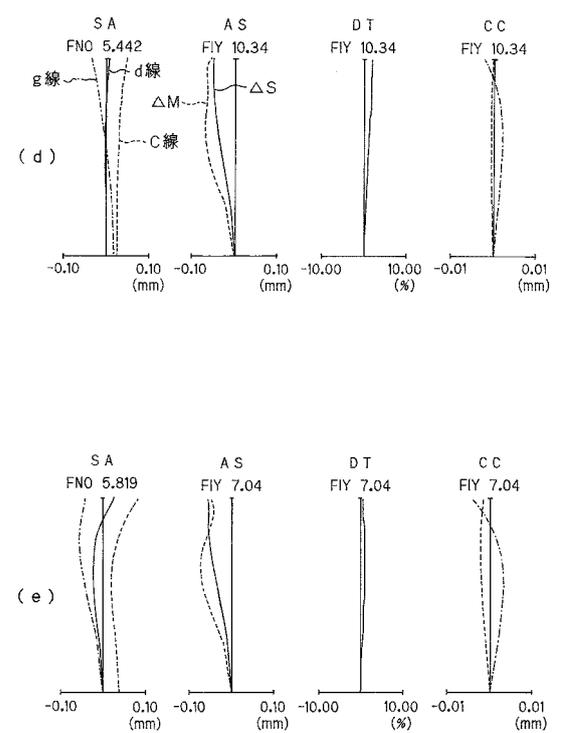
【 図 1 2 】



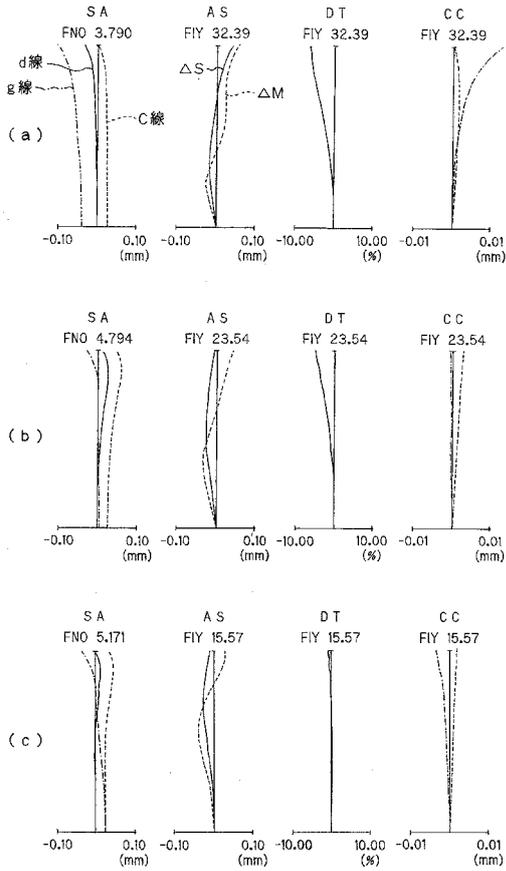
【 図 1 3 】



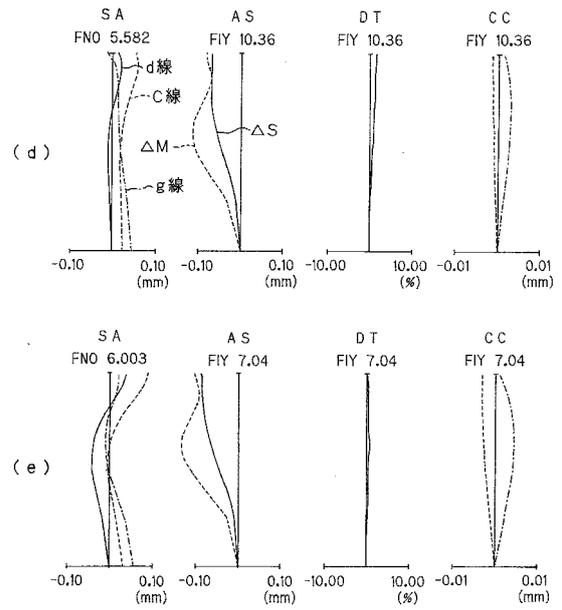
【 図 1 4 】



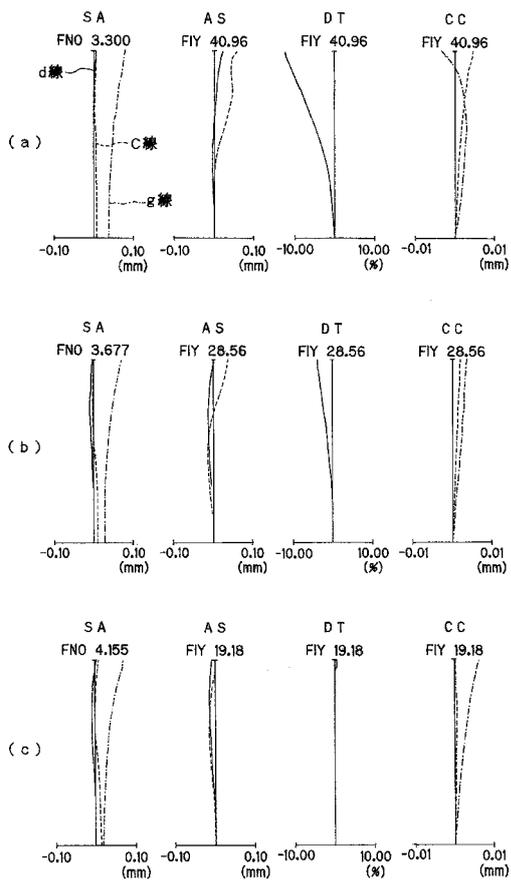
【 図 1 5 】



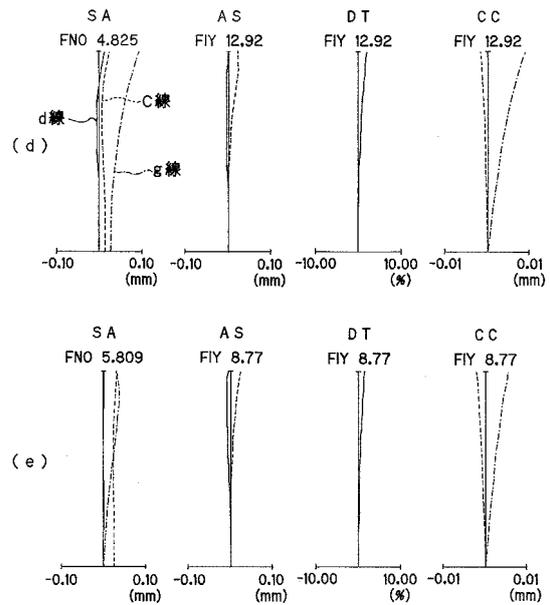
【 図 1 6 】



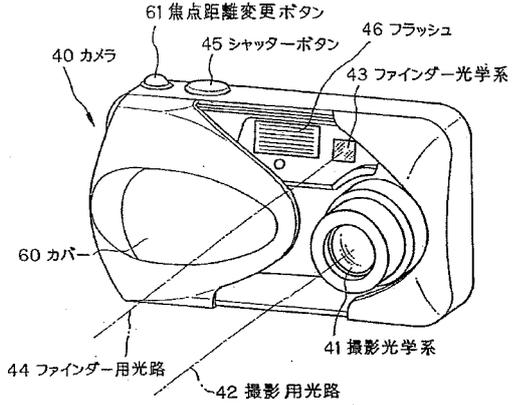
【 図 1 7 】



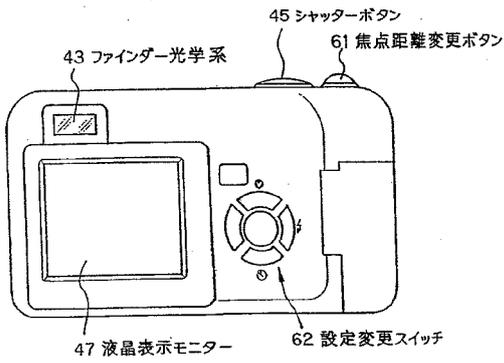
【 図 1 8 】



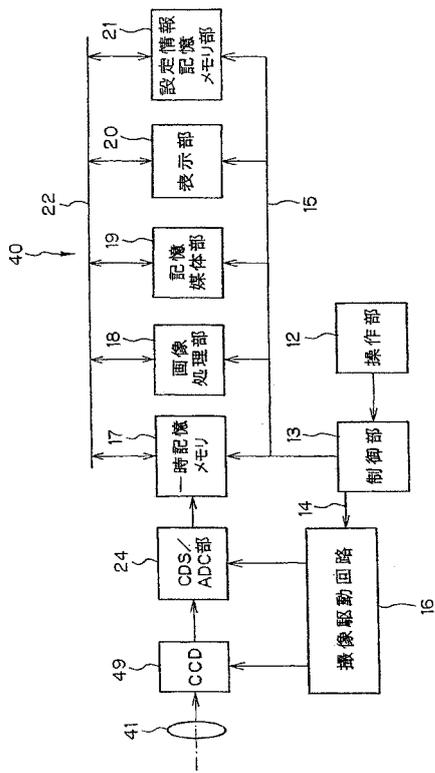
【図19】



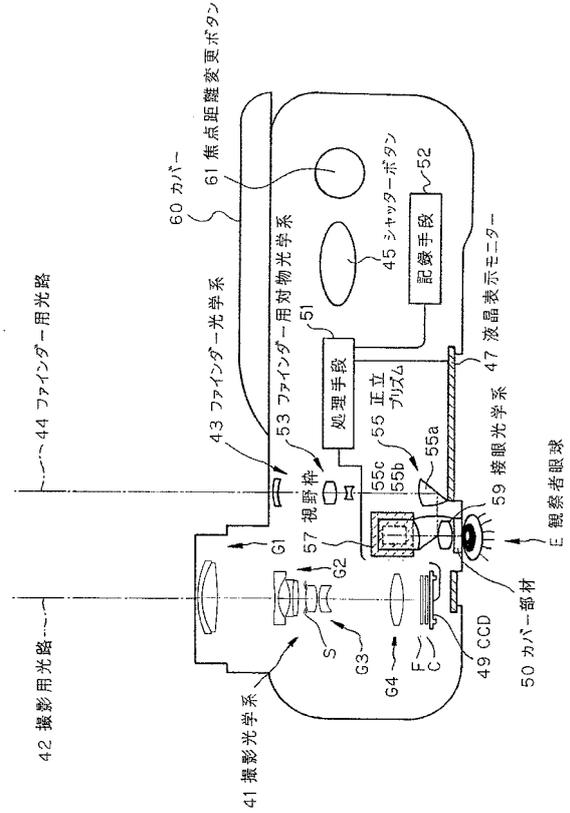
【図20】



【図22】



【図21】



## フロントページの続き

(74)代理人 100095980

弁理士 菅井 英雄

(74)代理人 100094787

弁理士 青木 健二

(74)代理人 100091971

弁理士 米澤 明

(72)発明者 小野 憲司

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリジナルイメージング株式会社内

(72)発明者 市川 啓介

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリジナルイメージング株式会社内

(72)発明者 金高 文和

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリジナルイメージング株式会社内

F ターム(参考) 2H087 KA01 LA01 MA15 PA06 PA07 PA18 PA19 PB08 QA02 QA06  
QA07 QA17 QA21 QA26 QA32 QA34 QA42 QA45 RA05 RA12  
RA13 RA36 RA42 RA43 SA23 SA27 SA29 SA32 SA62 SA63  
SA64 SA65 SB03 SB14 SB23 SB32 UA01