

(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2007-171456

(P2007-171456A)

(43) 公開日 平成19年7月5日(2007.7.5)

(51) Int.C1.

F 1

テーマコード(参考)

GO2B 15/20	(2006.01)	GO2B 15/20
GO2B 15/167	(2006.01)	GO2B 15/167
GO2B 13/18	(2006.01)	GO2B 13/18

2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2005-367739 (P2005-367739)	(71) 出願人	00013227 株式会社タムロン 埼玉県さいたま市見沼区蓮沼1385番地
(22) 出願日	平成17年12月21日 (2005.12.21)	(74) 代理人	100104190 弁理士 酒井 昭徳
		(72) 発明者	渡辺 和也 埼玉県さいたま市見沼区蓮沼1385番地 株式会社タムロン内
		F ターム(参考)	2H087 KA01 LA01 MA15 PA08 PA09 PB10 PB11 QA02 QA07 QA17 QA21 QA26 QA34 QA42 QA46 RA05 RA12 RA13 RA32 RA41 RA43 SA43 SA47 SA49 SA53 SA55 SA63 SA65 SA72 SA74 SA76 SB03 SB14 SB24 SB32 SB42 SB43

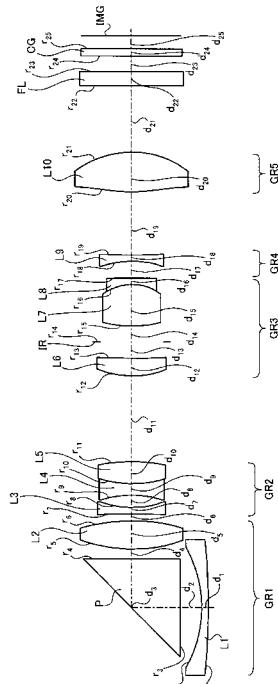
(54) 【発明の名称】屈曲ズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】小型で、結像性能が良好な屈曲ズームレンズを提供すること。

【解決手段】この屈曲ズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G R 1、負の屈折力を有する第2レンズ群G R 2、正の屈折力を有する第3レンズ群G R 3、負の屈折力を有する第4レンズ群G R 4、および正の屈折力を有する第5レンズ群G R 5が配置されて構成される。特に、第1レンズ群G R 1は、物体側から順に、前記物体側に凸面を向けた負の屈折力を有する1枚のメニスカスレンズL 1(前側レンズ群)、光路を折り曲げるためのプリズムP、および正の屈折力を有する1枚の両凸レンズL 2(後側レンズ群)が配置されて構成されている。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含み構成されていることを特徴とする屈曲ズームレンズ。

【請求項 2】

物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含み構成され、
10

前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の広角端における結像倍率を_{4W}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の望遠端における結像倍率を_{4T}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第5レンズ群の結像倍率を₅とするとき、

$| \frac{5^2}{5} \times (1 - \frac{4W^2}{4W}) |$ の値が約1.0～約2.0になるようにし、かつ、 $| \frac{5^2}{5} \times (1 - \frac{4T^2}{4T}) |$ の値が約1.0～約2.0になるようにしたことを特徴とする屈曲ズームレンズ。

【請求項 3】

物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含み構成され、
20

前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第5レンズ群の結像倍率を₅とするとき、

$| \frac{5}{5} |$ の値が約0.5以下になるようにしたことを特徴とする屈曲ズームレンズ。

【請求項 4】

物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含み構成され、
30

前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第2レンズ群の望遠端における結像倍率を_{2T}とするとき、
前記第2レンズ群の結像倍率を_{2T}とするとき、

$| \frac{2T}{2T} |$ の値が約1.0以下になるようにしたことを特徴とする屈曲ズームレンズ。

【請求項 5】

物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含み構成され、
40

前記第4レンズ群を構成する各レンズの、最も前記物体側面の曲率半径をR_{4a}、最も像面側面の曲率半径をR_{4b}とするとき、
前記第4レンズ群を構成する各レンズの、最も前記物体側面の曲率半径をR_{4a}、最も像面側面の曲率半径をR_{4b}とするとき、

$| R_{4a} | / R_{4b}$ の値が約1.1以下になるようにしたことを特徴とする屈曲ズームレンズ。

【請求項 6】

物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含み構成され、
40

前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の広角端における結像倍率を_{4W}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の望遠端における結像倍率を_{4T}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第5レンズ群の結像倍率を₅とするとき、
前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の広角端における結像倍率を_{4W}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の望遠端における結像倍率を_{4T}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第5レンズ群の結像倍率を₅とするとき、
前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の広角端における結像倍率を_{4W}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の望遠端における結像倍率を_{4T}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第5レンズ群の結像倍率を₅とするとき、

$| \frac{5^2}{5} \times (1 - \frac{4W^2}{4W}) |$ の値が約1.0～約2.0になるようにし、かつ、 $| \frac{5^2}{5} \times (1 - \frac{4T^2}{4T}) |$ の値が約1.0～約2.0になるようにし、かつ、 $| \frac{5}{5} |$ の値が約0.5以下になるようにしたことを特徴とする屈曲ズームレンズ。
50

【請求項 7】

物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含み構成され、

前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第2レンズ群の望遠端における結像倍率を_{2T}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の広角端における結像倍率を_{4W}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の望遠端における結像倍率を_{4T}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第5レンズ群の結像倍率を₅とするとき、

$|_{2T}|$ の値が約1.0以下になるようにし、かつ、 $|_{5}^2 \times (1 - \frac{_{4W}^2}{})|$ の値が約1.0～約2.0になるようにし、かつ、 $|_{5}^2 \times (1 - \frac{_{4T}^2}{})|$ の値が約1.0～約2.0になるようにしたことを特徴とする屈曲ズームレンズ。 10

【請求項 8】

物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含み構成され、

前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の広角端における結像倍率を_{4W}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の望遠端における結像倍率を_{4T}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第5レンズ群の結像倍率を₅、前記第4レンズ群を構成する各レンズの、最も前記物体側面の曲率半径をR_{4a}、最も像面側面の曲率半径をR_{4b}とするとき、 20

$|_{5}^2 \times (1 - \frac{_{4W}^2}{})|$ の値が約1.0～約2.0になるようにし、かつ、 $|_{5}^2 \times (1 - \frac{_{4T}^2}{})|$ の値が約1.0～約2.0になるようにし、かつ、 $|R_{4a}| / R_{4b}$ の値が約1.1以下になるようにしたことを特徴とする屈曲ズームレンズ。

【請求項 9】

物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含み構成され、

前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第2レンズ群の望遠端における結像倍率を_{2T}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の広角端における結像倍率を_{4W}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の望遠端における結像倍率を_{4T}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第5レンズ群の結像倍率を₅とするとき、 30

$|_{2T}|$ の値が約1.0以下になるようにし、かつ、 $|_{5}^2 \times (1 - \frac{_{4W}^2}{})|$ の値が約1.0～約2.0になるようにし、かつ、 $|_{5}^2 \times (1 - \frac{_{4T}^2}{})|$ の値が約1.0～約2.0になるようにし、かつ、 $|_{5}|$ の値が約0.5以下になるようにしたことを特徴とする屈曲ズームレンズ。

【請求項 10】

物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含み構成され、 40

前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の広角端における結像倍率を_{4W}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の望遠端における結像倍率を_{4T}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第5レンズ群の結像倍率を₅、前記第4レンズ群を構成する各レンズの、最も前記物体側面の曲率半径をR_{4a}、最も像面側面の曲率半径をR_{4b}とするとき、

$|_{5}^2 \times (1 - \frac{_{4W}^2}{})|$ の値が約1.0～約2.0になるようにし、かつ、 $|_{5}^2 \times (1 - \frac{_{4T}^2}{})|$ の値が約1.0～約2.0になるようにし、かつ、 $|_{5}|$ の値が約0.5以下になるようにし、かつ、 $|R_{4a}| / R_{4b}$ の値が約1.1以下になるようにしたことを特徴とする屈曲ズームレンズ。 50

【請求項 1 1】

物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含み構成され、

前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第2レンズ群の望遠端における結像倍率を_{2T}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の広角端における結像倍率を_{4W}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の望遠端における結像倍率を_{4T}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第5レンズ群の結像倍率を₅、前記第4レンズ群を構成する各レンズの、最も前記物体側面の曲率半径をR_{4a}、最も像面側面の曲率半径をR_{4b}とするとき、

|_{2T}|の値が約1.0以下になるようにし、かつ、|₅² × (1 - _{4W}²)|の値が約1.0～約2.0になるようにし、かつ、|₅² × (1 - _{4T}²)|の値が約1.0～約2.0になるようにし、かつ、|R_{4a}| / R_{4b}の値が約1.1以下になるようにしたことを特徴とする屈曲ズームレンズ。

【請求項 1 2】

物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含み構成され、

前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第2レンズ群の望遠端における結像倍率を_{2T}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の広角端における結像倍率を_{4W}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の望遠端における結像倍率を_{4T}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第5レンズ群の結像倍率を₅、前記第4レンズ群を構成する各レンズの、最も前記物体側面の曲率半径をR_{4a}、最も像面側面の曲率半径をR_{4b}とするとき、

|_{2T}|の値が約1.0以下になるようにし、かつ、|₅² × (1 - _{4W}²)|の値が約1.0～約2.0になるようにし、かつ、|₅² × (1 - _{4T}²)|の値が約1.0～約2.0になるようにし、かつ、|₅|の値が約0.5以下になるようにし、かつ、|R_{4a}| / R_{4b}の値が約1.1以下になるようにしたことを特徴とする屈曲ズームレンズ。

【請求項 1 3】

前記第1レンズ群、前記第3レンズ群、または前記第5レンズ群を構成する各レンズのうち、少なくともいずれか1面に非球面が形成されていることを特徴とする請求項1～12のいずれか一つに記載の屈曲ズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、デジタルスチルカメラやビデオカメラなどの小型撮像装置に最適な屈曲ズームレンズに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、デジタルスチルカメラやビデオカメラなどの小型撮像装置にあっては、より一層の小型化が求められている。これに伴い、小型撮像装置に搭載される撮影用レンズ、特にズームレンズの小型化が求められている。とりわけ、デジタルスチルカメラに搭載するズームレンズには、広角端における画角が70度以上であることが要求されている。また、小型撮像装置に搭載される像素子の高画素化に伴い、撮影レンズの光学性能の向上も求められている。

【0003】

このような要求を満足するための、たとえば、最も物体側に配置される第1レンズ群以外のレンズ群を移動させてフォーカシングを行う、いわゆるリアフォーカス式のズームレンズが提案されている（たとえば、下記特許文献1を参照。）。

10

20

30

40

50

【0004】

この特許文献1に記載のズームレンズは、レンズ系全体を比較的容易に小型化し、かつ、画素数の多い固体撮像素子に適した結像性能が得られる。しかし、光路が直線的に構成されているため、レンズ系の短縮化には限界がある。

【0005】

そこで、レンズ系全長のさらなる短縮化を図るため、第1レンズ群から像面までの光路中にプリズムを配置することにより光路を途中で折り曲げて構成したズームレンズが提案されている（たとえば、下記特許文献2を参照。）。

【0006】

【特許文献1】特許第3486474号公報

10

【特許文献2】特開2004-354868号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献2に記載のズームレンズは、変倍時のレンズの可動方向を上下方向、もしくは左右方向とすることで、撮影時におけるレンズの突出部、もしくは突出可動部をなくし、また、プリズムを有する第1レンズ群の大きさを小型化することで、より一層の小型化、薄型化を実現している。しかし、レンズ系の小型化を図るための、第5レンズ群の結像倍率を大きくすると、フォーカス群である第4レンズ群が合焦位置からわずかにずれても画像が著しく劣化する。このため、フォーカス群を正確な合焦位置にあわせることができなくなるような原因（たとえば製造誤差など）が生じた場合に、結像性能の維持が困難になるという問題があった。

20

【0008】

この発明は、上述した従来技術による問題点を解消するため、小型で、結像性能が良好な屈曲ズームレンズを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、請求項1に記載の発明にかかる屈曲ズームレンズは、物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含み構成されていることを特徴とする。

30

【0010】

この請求項1に記載の発明によれば、前記第1レンズ群中に光路を折り曲げる光学部材を配置しているので、レンズ系の全長を短くすることができる。

【0011】

また、請求項2に記載の発明にかかる屈曲ズームレンズは、物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含み構成され、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の広角端における結像倍率を ${}_{4W}$ 、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の望遠端における結像倍率を ${}_{4T}$ 、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第5レンズ群の結像倍率を ${}_{5}$ とするとき、 $|{}_{5}^2 \times (1 - {}_{4W}^2)|$ の値が約1.0～約2.0になるようにし、かつ、 $|{}_{5}^2 \times (1 - {}_{4T}^2)|$ の値が約1.0～約2.0になるようにしたことを特徴とする。

40

【0012】

この請求項2に記載の発明によれば、レンズ系全長の短縮化に加え、フォーカス群を正確な合焦位置にあわせることができなくなるような原因（たとえば製造誤差など）が生じ、フォーカス群が合焦位置からわずかにずれた程度では、結像性能を劣化させることなく、良好なまま維持できる。

50

【0013】

また、請求項3に記載の発明にかかる屈曲ズームレンズは、物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含み構成され、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第5レンズ群の結像倍率を₅とするとき、|₅|の値が約0.5以下になるようにしたことを特徴とする。

【0014】

この請求項3に記載の発明によれば、レンズ系全長の短縮化に加え、光の像面への入射角度をほぼ垂直に保つことで、シェーディングなどの発生を防止し、結像性能の劣化を回避することができる。10

【0015】

また、請求項4に記載の発明にかかる屈曲ズームレンズは、物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含み構成され、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第2レンズ群の望遠端における結像倍率を_{2T}とするとき、|_{2T}|の値が約1.0以下になるようにしたことを特徴とする。

【0016】

この請求項4に記載の発明によれば、レンズ系全長の短縮化に加え、前記第2レンズ群および前記第4レンズ群を移動させて広角端から望遠端へのズーミングを行う場合に、ズーミングを行う前記第2レンズ群および前記第4レンズ群の移動方向を一方向（物体側から像面側へ）にすることができ、前記第1レンズ群の有効系を小さくすることが可能になる。このため、レンズ系のさらなる小型化が達成できる。20

【0017】

また、請求項5に記載の発明にかかる屈曲ズームレンズは、物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含み構成され、前記第4レンズ群を構成する各レンズの、最も前記物体側面の曲率半径をR_{4a}、最も像面側面の曲率半径をR_{4b}とするとき、|R_{4a}|/R_{4b}の値が約1.1以下になるようにしたことを特徴とする。30

【0018】

この請求項5に記載の発明によれば、レンズ系全長の短縮化に加え、光の像面への入射角度をほぼ垂直に保つことで、シェーディングなどの発生を防止し、結像性能の劣化を回避することができる。

【0019】

また、請求項6に記載の発明にかかる屈曲ズームレンズは、物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含み構成され、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の広角端における結像倍率を_{4W}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の望遠端における結像倍率を_{4T}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第5レンズ群の結像倍率を₅とするとき、|₅² × (1 - _{4W}²)|の値が約1.0～約2.0になるようにし、かつ、|₅² × (1 - _{4T}²)|の値が約1.0～約2.0になるようにし、かつ、|₅|の値が約0.5以下になるようにしたことを特徴とする。40

【0020】

この請求項6に記載の発明によれば、レンズ系全長の短縮化に加え、フォーカス群を正確な合焦位置にあわせることができなくなるような原因（たとえば製造誤差など）が生じ、フォーカス群が合焦位置からわずかにずれた程度では、結像性能を劣化させることなく

、良好なまま維持できる。また、光の像面への入射角度をほぼ垂直に保つことで、シェーディングなどの発生を防止し、結像性能の劣化を回避することができる。

【0021】

また、請求項7に記載の発明にかかる屈曲ズームレンズは、物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含み構成され、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第2レンズ群の望遠端における結像倍率を_{2T}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の広角端における結像倍率を_{4W}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の望遠端における結像倍率を_{4T}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第5レンズ群の結像倍率を₅とするとき、|_{2T}|の値が約1.0以下になるようにし、かつ、|₅² × (1 - _{4W}²)|の値が約1.0～約2.0になるようにし、かつ、|₅² × (1 - _{4T}²)|の値が約1.0～約2.0になるようにしたことを特徴とする。10

【0022】

この請求項7に記載の発明によれば、レンズ系全長の短縮化に加え、フォーカス群を正確な合焦位置にあわせることができなくなるような原因（たとえば製造誤差など）が生じ、フォーカス群が合焦位置からわずかにずれた程度では、結像性能を劣化させることなく、良好なまま維持できる。また、前記第2レンズ群および前記第4レンズ群を移動させて広角端から望遠端へのズーミングを行う場合に、ズーミングを行う前記第2レンズ群および前記第4レンズ群の移動方向を一方向（物体側から像面側へ）にすることができ、前記第1レンズ群の有効系を小さくすることが可能になる。このため、レンズ系のさらなる小型化が達成できる。20

【0023】

また、請求項8に記載の発明にかかる屈曲ズームレンズは、物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含み構成され、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の広角端における結像倍率を_{4W}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の望遠端における結像倍率を_{4T}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第5レンズ群の結像倍率を₅、前記第4レンズ群を構成する各レンズの、最も前記物体側面の曲率半径をR_{4a}、最も像面側面の曲率半径をR_{4b}とするとき、|₅² × (1 - _{4W}²)|の値が約1.0～約2.0になるようにし、かつ、|₅² × (1 - _{4T}²)|の値が約1.0～約2.0になるようにし、かつ、|R_{4a}| / R_{4b}の値が約1.1以下になるようにしたことを特徴とする。30

【0024】

この請求項8に記載の発明によれば、レンズ系全長の短縮化に加え、フォーカス群を正確な合焦位置にあわせることができなくなるような原因（たとえば製造誤差など）が生じ、フォーカス群が合焦位置からわずかにずれた程度では、結像性能を劣化させることなく、良好なまま維持できる。また、光の像面への入射角度をほぼ垂直に保つことで、シェーディングなどの発生を防止し、結像性能の劣化を回避することができる。40

【0025】

また、請求項9に記載の発明にかかる屈曲ズームレンズは、物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含み構成され、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第2レンズ群の望遠端における結像倍率を_{2T}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の広角端における結像倍率を_{4W}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の望遠端における結像倍率を_{4T}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第5レンズ群の結像倍率を₅とするとき、|_{2T}|の値が約1.0以50

下になるようにし、かつ、 $| \frac{5^2}{5} \times (1 - \frac{4W^2}{4T^2}) |$ の値が約 1.0 ~ 約 2.0 になるようにし、かつ、 $| \frac{5^2}{5} \times (1 - \frac{4T^2}{4T^2}) |$ の値が約 1.0 ~ 約 2.0 になるようにし、かつ、 $| \frac{5}{5} |$ の値が約 0.5 以下になるようにしたことを特徴とする。

【0026】

この請求項 9 に記載の発明によれば、レンズ系全長の短縮化に加え、フォーカス群を正確な合焦位置にあわせることができなくなるような原因（たとえば製造誤差など）が生じ、フォーカス群が合焦位置からわずかにずれた程度では、結像性能を劣化させることなく、良好なまま維持できる。また、光の像面への入射角度をほぼ垂直に保つことで、シェーディングなどの発生を防止し、結像性能の劣化を回避することができる。また、前記第 2 レンズ群および前記第 4 レンズ群を移動させて広角端から望遠端へのズーミングを行う場合に、ズーミングを行う前記第 2 レンズ群および前記第 4 レンズ群の移動方向を一方向（物体側から像面側へ）にすることができ、前記第 1 レンズ群の有効系を小さくすることが可能になる。このため、レンズ系のさらなる小型化が達成できる。

【0027】

また、請求項 10 に記載の発明にかかる屈曲ズームレンズは、物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第 1 レンズ群と、第 2 レンズ群と、第 3 レンズ群と、第 4 レンズ群と、第 5 レンズ群と、を含み構成され、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第 4 レンズ群の広角端における結像倍率を $\frac{4W}{4T}$ 、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第 4 レンズ群の望遠端における結像倍率を $\frac{4T}{4T}$ 、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第 5 レンズ群の結像倍率を $\frac{5}{5}$ 、前記第 4 レンズ群を構成する各レンズの、最も前記物体側面の曲率半径を R_{4a} 、最も像面側面の曲率半径を R_{4b} とするとき、 $| \frac{5}{5} \times (1 - \frac{4W^2}{4T^2}) |$ の値が約 1.0 ~ 約 2.0 になるようにし、かつ、 $| \frac{5^2}{5} \times (1 - \frac{4T^2}{4T^2}) |$ の値が約 1.0 ~ 約 2.0 になるようにし、かつ、 $| \frac{5}{5} |$ の値が約 0.5 以下になるようにし、かつ、 $| R_{4a} | / R_{4b}$ の値が約 1.1 以下になるようにしたことを特徴とする。

【0028】

この請求項 10 に記載の発明によれば、レンズ系全長の短縮化に加え、フォーカス群を正確な合焦位置にあわせることができなくなるような原因（たとえば製造誤差など）が生じ、フォーカス群が合焦位置からわずかにずれた程度では、結像性能を劣化させることなく、良好なまま維持できる。また、光の像面への入射角度をほぼ垂直に保つことで、シェーディングなどの発生を防止し、結像性能の劣化を回避することができる。

【0029】

また、請求項 11 に記載の発明にかかる屈曲ズームレンズは、物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第 1 レンズ群と、第 2 レンズ群と、第 3 レンズ群と、第 4 レンズ群と、第 5 レンズ群と、を含み構成され、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第 2 レンズ群の望遠端における結像倍率を $\frac{2T}{2T}$ 、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第 4 レンズ群の広角端における結像倍率を $\frac{4W}{4W}$ 、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第 4 レンズ群の望遠端における結像倍率を $\frac{4T}{4T}$ 、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第 5 レンズ群の結像倍率を $\frac{5}{5}$ 、前記第 4 レンズ群を構成する各レンズの、最も前記物体側面の曲率半径を R_{4a} 、最も像面側面の曲率半径を R_{4b} とするとき、 $| \frac{2T}{2T} |$ の値が約 1.0 以下になるようにし、かつ、 $| \frac{5^2}{5} \times (1 - \frac{4W^2}{4T^2}) |$ の値が約 1.0 ~ 約 2.0 になるようにし、かつ、 $| \frac{5^2}{5} \times (1 - \frac{4T^2}{4T^2}) |$ の値が約 1.0 ~ 約 2.0 になるようにし、かつ、 $| R_{4a} | / R_{4b}$ の値が約 1.1 以下になるようにしたことを特徴とする。

【0030】

この請求項 11 に記載の発明によれば、レンズ系全長の短縮化に加え、フォーカス群を正確な合焦位置にあわせることができなくなるような原因（たとえば製造誤差など）が生じ、フォーカス群が合焦位置からわずかにずれた程度では、結像性能を劣化させることな

10

20

30

40

50

く、良好なまま維持できる。また、光の像面への入射角度をほぼ垂直に保つことで、シェーディングなどの発生を防止し、結像性能の劣化を回避することができる。また、前記第2レンズ群および前記第4レンズ群を移動させて広角端から望遠端へのズーミングを行う場合に、ズーミングを行う前記第2レンズ群および前記第4レンズ群の移動方向を一方向（物体側から像面側へ）にすることができ、前記第1レンズ群の有効系を小さくすることが可能になる。このため、レンズ系のさらなる小型化が達成できる。

【0031】

また、請求項12に記載の発明にかかる屈曲ズームレンズは、物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群と光路を折り曲げる光学部材と正の屈折力を有する後側レンズ群とを備えた第1レンズ群と、第2レンズ群と、第3レンズ群と、第4レンズ群と、第5レンズ群と、を含み構成され、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第2レンズ群の望遠端における結像倍率を_{2T}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の広角端における結像倍率を_{4W}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第4レンズ群の望遠端における結像倍率を_{4T}、前記物体までの距離が無限遠である場合の前記第5レンズ群の結像倍率を₅、前記第4レンズ群を構成する各レンズの、最も前記物体側面の曲率半径をR_{4a}、最も像面側面の曲率半径をR_{4b}とするとき、|_{2T}|の値が約1.0以下になるようにし、かつ、|₅² × (1 - _{4W}²)|の値が約1.0～約2.0になるようにし、かつ、|₅² × (1 - _{4T}²)|の値が約1.0～約2.0になるようにし、かつ、|₅|の値が約0.5以下になるようにし、かつ、|R_{4a}| / R_{4b}の値が約1.1以下になるようにしたことを特徴とする。

【0032】

この請求項12に記載の発明によれば、レンズ系全長の短縮化に加え、フォーカス群を正確な合焦位置にあわせることができなくなるような原因（たとえば製造誤差など）が生じ、フォーカス群が合焦位置からわずかにずれた程度では、結像性能を劣化させることなく、良好なまま維持できる。また、光の像面への入射角度をほぼ垂直に保つことで、シェーディングなどの発生を防止し、結像性能の劣化を回避することができる。また、前記第2レンズ群および前記第4レンズ群を移動させて広角端から望遠端へのズーミングを行う場合に、ズーミングを行う前記第2レンズ群および前記第4レンズ群の移動方向を一方向（物体側から像面側へ）にすることができ、前記第1レンズ群の有効系を小さくすることが可能になる。このため、レンズ系のさらなる小型化が達成できる。

【0033】

また、請求項13に記載の発明にかかる屈曲ズームレンズは、請求項1～12のいずれか一つに記載の発明において、前記第1レンズ群、前記第3レンズ群、または前記第5レンズ群を構成する各レンズのうち、少なくともいずれか1面に非球面が形成されていることを特徴とする。

【0034】

この請求項13に記載の発明によれば、前述した、請求項1～12のいずれか一つに記載の発明の効果に加え、諸収差の補正に優れた効果を奏する。

【発明の効果】

【0035】

この発明によれば、小型で、結像性能が良好な屈曲ズームレンズを提供することができるという効果を奏する。また、諸収差の発生が抑制できる高性能な屈曲ズームレンズを提供することができるという効果も奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0036】

以下、この発明にかかる屈曲ズームレンズの好適な実施の形態を詳細に説明する。

【0037】

この発明の実施の形態にかかる屈曲ズームレンズは、物体側から順に配置された、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、負の屈折力を有する第4レンズ群、および正の屈折力を有する第5レンズ群

10

20

30

40

50

を含み構成される。また、第1レンズ群は、物体側から順に配置された、負の屈折力を有する前側レンズ群、光路を折り曲げる光学部材、および正の屈折力を有する後側レンズ群を含み構成される。光路を折り曲げる光学部材は、プリズムやミラーなどで構成される。

【0038】

また、この実施の形態にかかる屈曲ズームレンズでは、第1レンズ群の後側レンズ群と光軸を同じにする第2レンズ群および第4レンズ群を当該光軸に沿う方向に移動させることでズーミングを行う。また、この屈曲ズームレンズは、いわゆるリアフォーカス方式を採用しており、第4レンズ群を光軸に沿う方向に移動させることによりフォーカシングを行う。

【0039】

この実施の形態にかかる屈曲ズームレンズでは、第1レンズ群中に光路を折り曲げる光学部材を配置しているので、直線的な光路を有するレンズ系に比べて全長を短くすることができます。また、この屈曲ズームレンズでは、ズーミングやフォーカシングの際に移動するのは、レンズ系内部に配置されている第2レンズ群や第4レンズ群のみであるので、レンズ系の全長は変化することなく、常に一定である。

【0040】

この発明は、フォーカス群を正確な合焦位置にあわせることができなくなるような原因（たとえば製造誤差など）が生じ、フォーカス群が合焦位置からわずかにずれた程度では、結像性能が劣化することのない屈曲ズームレンズを提供することを目的としている。また、この屈曲ズームレンズは、コンパクトなデジタルスチルカメラやビデオカメラなどに用いることを想定しているため、レンズのコンパクト化はもとより、小型で画素数の多い撮像素子の性能に合った高い光学性能を備えることが必要になる。

【0041】

そこで、まず、この実施の形態にかかる屈曲ズームレンズは、物体までの距離が無限遠である場合の第4レンズ群の広角端における結像倍率を_{4W}、物体までの距離が無限遠である場合の第4レンズ群の望遠端における結像倍率を_{4T}、物体までの距離が無限遠である場合の第5レンズ群の結像倍率を₅とするとき、次の条件式を満足することが好ましい。

$$\begin{array}{c} 1.0 \quad | \quad {}_5^2 \times (1 - {}_{4W}^2) \quad | \quad 2.0 \quad \cdots (1) \\ 1.0 \quad | \quad {}_5^2 \times (1 - {}_{4T}^2) \quad | \quad 2.0 \quad \cdots (2) \end{array}$$

【0042】

この条件式(1), (2)は、結像性能の劣化を回避するための、第4レンズ群の結像倍率と第5レンズ群の結像倍率との関係を示す式である。すなわち、条件式(1), (2)を満足するように、第4レンズ群の結像倍率と第5レンズ群の結像倍率の組み合わせを選択することで、フォーカス群である第4レンズ群を正確な合焦位置にあわせることができなくなるような原因（たとえば製造誤差など）が生じ、第4レンズ群が合焦位置からわずかにずれた程度では、結像性能が劣化することなく、良好なまま維持できる。この実施の形態では、条件式(1), (2)を満足する第4レンズ群の結像倍率と第5レンズ群の結像倍率の組み合わせの範囲は比較的広いため、それぞれの結像倍率選択の自由度が増し、好ましい。

【0043】

ここで、|₅² × (1 - _{4W}²)| または |₅² × (1 - _{4T}²)| の値が1.0未満になると、物体までの距離が無限遠の場合での広角端および物体までの距離が比較的短い場合での望遠端における、製造誤差による結像性能の劣化を回避するためのフォーカス群（第4レンズ群）の移動が増大する。特に、物体までの距離が比較的短い場合での望遠端におけるフォーカス群の移動量の増大と結像性能の劣化が著しく、好ましくない。一方、|₅² × (1 - _{4W}²)| または |₅² × (1 - _{4T}²)| の値が2.0を超えると、ほんのわずかなフォーカス群の合焦位置のずれが生じた場合でも、結像性能が著しく劣化してしまうため、好ましくない。

【0044】

10

20

30

40

50

また、条件式(1)、(2)を考慮する際、物体までの距離が無限遠である場合の第5レンズ群の結像倍率 $|f_5|$ は、次の条件式を満足することが、好ましい。

$$|f_5| < 0.5 \quad \dots \quad (3)$$

【0045】

この条件式(3)は、良好な光の像面への入射角度を維持するための式である。 $|f_5|$ の値が0.5を超えると、屈曲ズームレンズにおける射出瞳位置が像面へ近づきすぎて、光の像面への入射角度が垂直から大きくずれてしまう。この屈曲ズームレンズを、たとえばデジタルスチルカメラに搭載した場合は、像面位置に撮像素子の受光面が配置されるため、光の像面への入射角度が垂直から大きくずれるとシェーディングなどが発生し、結像性能の劣化を招くため、好ましくない。なお、前述のように、第4レンズ群は負の屈折力を有し、第5レンズ群は正の屈折力を有しているので、 $|f_5|$ の値を小さくしても、光路を曲げる光学部材を有する第1レンズ群の有効系を小さく維持することができる。

【0046】

さらに、この屈曲ズームレンズは、物体までの距離が無限遠である場合の第2レンズ群の望遠端における結像倍率を $|f_{2T}|$ とするとき、次の条件式を満足することが好ましい。

$$|f_{2T}| < 1.0 \quad \dots \quad (4)$$

【0047】

この条件式(4)は、この実施の形態にかかる屈曲ズームレンズにおいて、広角端から望遠端へのズーミングを行う際のレンズ群の移動方向を定めるための式である。この条件式を満足することで、広角端から望遠端へのズーミングに際し、ズーミングを行う第2レンズ群および第4レンズ群の移動方向を一方向にすることができる。具体的には、第2レンズ群および第4レンズ群を物体側から像面側へ移動させることで、広角端から望遠端へズーミングを行うことができる。ズーミングに際して、レンズ群の移動を像面側に向けての一方向にしたため、物体側へレンズ群を移動させてズーミングを行う場合を考慮する必要がないため、第1レンズ群の有効系を小さくすることができる。

【0048】

さらに、第4レンズ群を構成する各レンズの、最も物体側面の曲率半径を R_{4a} 、最も像面側面の曲率半径を R_{4b} とするとき、次の条件式を満足することが好ましい。

$$|R_{4a}| / |R_{4b}| < 1.1 \quad \dots \quad (5)$$

【0049】

この条件式(5)も、良好な光の像面への入射角度を維持するための式である。 $|R_{4a}| / |R_{4b}|$ の値が1.1を超えると、屈曲ズームレンズにおける射出瞳位置が像面へ近づきすぎて、光の像面への入射角度が垂直から大きくずれてしまう。この屈曲ズームレンズを、たとえばデジタルスチルカメラに搭載した場合は、像面位置に撮像素子の受光面が配置されるため、光の像面への入射角度が垂直から大きくずれるとシェーディングなどが発生し、結像性能の劣化を招くため、好ましくない。

【0050】

以上説明したように、この実施の形態の屈曲ズームレンズは、上記条件式(1)、(2)を満足することで、フォーカス群を正確な合焦位置にあわせることができなくなるような原因(たとえば製造誤差など)が生じ、フォーカス群が合焦位置からわずかにずれた程度では、結像性能を劣化させることなく、良好なまま維持できる。しかし、上記条件式(1)、(2)のみでなく、さらに上記条件式(3)、(5)を順に満足するように構成することで、より結像性能の良好な屈曲ズームレンズを提供することができるようになる。なお、上記条件式(3)または(5)を一つのみ満足する場合であっても、結像性能の良好な屈曲ズームレンズを提供することができる。また、上記条件式(4)を満足することで、第1レンズ群の有効系を小さくすることができ、レンズ系の小型化に最適である。

【0051】

なお、上記条件式(1)～(5)で示された各数値の範囲は、当該数値の近傍値であれば、この発明で期待される効果は得られる。

【0052】

10

20

30

40

50

また、この実施の形態の屈曲ズームレンズにおいて、第1レンズ群、第3レンズ群、または第5レンズ群を構成する各レンズのうち、少なくともいずれか1面に非球面を形成すれば、諸収差をより良好に補正することができる。

【実施例】

【0053】

以下、この発明にかかる屈曲ズームレンズの実施例を示す。

【0054】

(実施例1)

図1は、この発明の実施例1にかかる屈曲ズームレンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。この屈曲ズームレンズは、図示しない物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G R 1、負の屈折力を有する第2レンズ群G R 2、正の屈折力を有する第3レンズ群G R 3、負の屈折力を有する第4レンズ群G R 4、および正の屈折力を有する第5レンズ群G R 5が配置されて構成される。10

【0055】

第1レンズ群G R 1は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を有する1枚のメニスカスレンズL 1(前側レンズ群)、光路を折り曲げるためのプリズムP、および正の屈折力を有する1枚の両凸レンズL 2(後側レンズ群)が配置されて構成されている。

【0056】

第2レンズ群G R 2は、物体側から順に、負レンズL 3、負レンズL 4、および正レンズL 5が配置されて構成されている。負レンズL 4と正レンズL 5とは、レンズ面が接合された接合レンズになっている。20

【0057】

第3レンズ群G R 3は、物体側から順に、正レンズL 6、正レンズL 7、および負レンズL 8が配置されて構成されている。正レンズL 7と負レンズL 8とは、レンズ面が接合された接合レンズになっている。また、正レンズL 6と正レンズL 7との間には、光量を調節する絞りI Rが配置されている。

【0058】

第4レンズ群G R 4は、1枚の負レンズL 9により構成されている。第5レンズ群G R 5は、1枚の正レンズL 10により構成されている。30

【0059】

また、第5レンズ群G R 5と像面I M Gとの間には、物体側から順に、赤外カットフィルタやローパスフィルタなどからなるフィルタF Lと、カバーガラスC Gとが配置されている。なお、このカバーガラスC Gは必須のものではなく、省略することも可能である。また、像面I M Gの位置には、たとえば、この屈曲ズームレンズをデジタルスチルカメラに搭載した場合に、C C Dなどの撮像素子の受光面が配置される。

【0060】

この実施例1にかかる屈曲ズームレンズは、第1レンズ群G R 1中に光路を折り曲げるためのプリズムPを配置しているので、直線的な光路を有するレンズ系に比べて全長を短くすることができる。また、温度変化の影響を受けにくい位置に配置されるレンズは、製造コストの低減を図るために、プラスチック材で成型するといい。たとえば、像面I M Gに近い第3レンズ群G R 3～第5レンズ群G R 5を構成する各レンズがそれに該当する。40

【0061】

また、この実施例1にかかる屈曲ズームレンズでは、第2レンズ群G R 2と第4レンズ群G R 4を光軸に沿う方向に移動させてズーミングを行う。具体的には、第2レンズ群G R 2と第4レンズ群G R 4を物体側から像面I M G側へ移動させることによって、広角端から望遠端へのズーニングを行う。また、この屈曲ズームレンズは、いわゆるリアフォーカス方式を採用しており、第4レンズ群G R 4を光軸に沿う方向に移動させることにより、フォーカシングを行う。このように、ズーミングやフォーカシングに関与するのは、レンズ系内部に配置されている第2レンズ群や第4レンズ群のみであるので、ズーミングやフ50

オーカシングを行ってもレンズ系の全長は変化することなく、常に一定である。

【0062】

以下、実施例1にかかる屈曲ズームレンズに関する各種数値データを示す。

【0063】

焦点距離 (f) = 5.45 (広角端) ~ 9.18 (中間端) ~ 15.55 (望遠端)

Fナンバ (F no.) = 3.59 (広角端) ~ 4.13 (中間端) ~ 4.70 (望遠端)

半画角 (°) = 34.67° (広角端) ~ 20.82° (中間端) ~ 12.65° (望遠端)

$$\left| \frac{5^2}{5} \times \left(1 - \frac{4W^2}{4T^2} \right) \right| = 1.54$$

$$\left| \frac{5^2}{5} \times \left(1 - \frac{4W^2}{4T^2} \right) \right| = 1.52$$

$$\left| \frac{5}{5} \right| = 0.018$$

$$\left| \frac{2T}{2T} \right| = 0.794$$

$$\left| R_{4a} \right| / \left| R_{4b} \right| = 0.088$$

【0064】

$$r_1 = 45.593$$

$$d_1 = 0.500 \quad n d_1 = 1.95825 \quad d_1 = 17.8$$

$$r_2 = 8.880$$

$$d_2 = 1.550$$

$$r_3 =$$

$$d_3 = 7.000 \quad n d_2 = 1.77621 \quad d_2 = 49.4$$

$$r_4 =$$

$$d_4 = 0.679$$

$$r_5 = 10.595 \text{ (非球面)}$$

$$d_5 = 2.021 \quad n d_3 = 1.62518 \quad d_3 = 58.0$$

$$r_6 = -12.565 \text{ (非球面)}$$

$$d_6 = 0.500 \text{ (広角端)} \sim 3.506 \text{ (中間端)} \sim 6.172 \text{ (望遠端)}$$

$$r_7 = -52.549$$

$$d_7 = 0.450 \quad n d_4 = 1.88815 \quad d_4 = 40.6$$

$$r_8 = 6.331$$

$$d_8 = 0.897$$

$$r_9 = -7.298$$

$$d_9 = 0.821 \quad n d_5 = 1.83944 \quad d_5 = 42.5$$

$$r_{10} = 8.206$$

$$d_{10} = 1.566 \quad n d_6 = 1.93323 \quad d_6 = 20.7$$

$$r_{11} = -13.514$$

$$d_{11} = 6.172 \text{ (広角端)} \sim 3.167 \text{ (中間端)} \sim 0.500 \text{ (望遠端)}$$

$$r_{12} = 6.674 \text{ (非球面)}$$

$$d_{12} = 1.256 \quad n d_7 = 1.83972 \quad d_7 = 37.0$$

$$r_{13} = 52.624 \text{ (非球面)}$$

$$d_{13} = 1.051$$

$$r_{14} = \text{ (絞り)}$$

$$d_{14} = 1.250$$

$$r_{15} = 8.344 \text{ (非球面)}$$

$$d_{15} = 3.001 \quad n d_8 = 1.62518 \quad d_8 = 58.0$$

$$r_{16} = -3.512$$

$$d_{16} = 0.450 \quad n d_9 = 1.93323 \quad d_9 = 20.7$$

$$r_{17} = -47.631$$

$$d_{17} = 1.217 \text{ (広角端)} \sim 2.919 \text{ (中間端)} \sim 4.817 \text{ (望遠端)}$$

$$r_{18} = -7.024$$

$$d_{18} = 0.450 \quad n d_{10} = 1.91048 \quad d_{10} = 31.1$$

$$r_{19} = 80.101$$

10

20

30

40

50

$d_{19} = 4.521$ (広角端) ~ 2.818 (中間端) ~ 0.920 (望遠端)

$r_{20} = 12.341$ (非球面)

$d_{20} = 2.847$ $n d_{11} = 1.52752$ $d_{11} = 55.5$

$r_{21} = -6.728$ (非球面)

$d_{21} = 4.752$

$r_{22} =$

$d_{22} = 1.000$ $n d_{12} = 1.51872$ $d_{12} = 64.0$

$r_{23} =$

$d_{23} = 1.120$

$r_{24} =$

$d_{24} = 0.500$ $n d_{13} = 1.51872$ $d_{13} = 64.0$

$r_{25} =$

$d_{25} = 0.990$

【0065】

円錐係数(K) および非球面係数(A , B , C , D)

(第5面)

$K = 0$,

$$A = -2.308880 \times 10^{-4}, \quad B = 1.720570 \times 10^{-5},$$

$$C = -1.499180 \times 10^{-6}, \quad D = 5.310910 \times 10^{-8}$$

(第6面)

$K = 0$,

$$A = 7.085520 \times 10^{-5}, \quad B = 1.565750 \times 10^{-5},$$

$$C = -1.396120 \times 10^{-6}, \quad D = 5.225130 \times 10^{-8}$$

(第12面)

$K = 0$,

$$A = 1.981620 \times 10^{-4}, \quad B = -6.264060 \times 10^{-5},$$

$$C = 8.678320 \times 10^{-6}, \quad D = -7.288550 \times 10^{-7}$$

(第13面)

$K = 0$,

$$A = 2.076670 \times 10^{-4}, \quad B = -7.789520 \times 10^{-5},$$

$$C = 9.883820 \times 10^{-6}, \quad D = -8.472410 \times 10^{-7}$$

(第15面)

$K = 0$,

$$A = 8.232250 \times 10^{-6}, \quad B = -1.354680 \times 10^{-5},$$

$$C = 4.367640 \times 10^{-6}, \quad D = -3.745370 \times 10^{-8}$$

(第20面)

$K = 0$,

$$A = -1.017100 \times 10^{-3}, \quad B = 2.420480 \times 10^{-5},$$

$$C = -4.532970 \times 10^{-6}, \quad D = 1.410640 \times 10^{-7}$$

(第21面)

$K = 0$,

$$A = 1.360710 \times 10^{-4}, \quad B = 3.747220 \times 10^{-5},$$

$$C = -4.340720 \times 10^{-6}, \quad D = 1.043130 \times 10^{-7}$$

【0066】

また、図2は、実施例1にかかる屈曲ズームレンズの広角端における収差図である。図3は、実施例1にかかる屈曲ズームレンズの中間端における収差図である。図4は、実施例1にかかる屈曲ズームレンズの望遠端における収差図である。

【0067】

(実施例2)

次に、この発明の実施例2にかかる屈曲ズームレンズを示す。この実施例2の屈曲ズームレンズ

10

20

30

40

50

ムレンズの構成は、図1に示した実施例1の屈曲ズームレンズとほぼ同様であるため、詳細な説明と構成図は省略し、数値データおよび収差図のみを示すことにする。

【0068】

以下、実施例2にかかる屈曲ズームレンズに関する各種数値データを示す。

【0069】

焦点距離 (f) = 5.45 (広角端) ~ 10.58 (中間端) ~ 20.65 (望遠端)

F ナンバ ($F_{no.}$) = 3.59 (広角端) ~ 4.25 (中間端) ~ 4.89 (望遠端)

半画角 (°) = 34.66° (広角端) ~ 18.19° (中間端) ~ 9.60° (望遠端)

$$\left| \frac{5^2}{5} \times \left(1 - \frac{4W^2}{4T^2} \right) \right| = 1.72$$

$$\left| \frac{5^2}{5} \times \left(1 - \frac{4T^2}{4W^2} \right) \right| = 1.71$$

$$\left| \frac{5}{5} \right| = 0.004$$

$$\left| \frac{2T}{2T} \right| = 0.888$$

$$\left| R_{4a} \right| / \left| R_{4b} \right| = 0.564$$

【0070】

$$r_1 = 75.870$$

$$d_1 = 0.500 \quad n d_1 = 1.95825 \quad d_1 = 17.8$$

$$r_2 = 11.800$$

$$d_2 = 1.612$$

$$r_3 =$$

$$d_3 = 7.875 \quad n d_2 = 1.77621 \quad d_2 = 49.4$$

$$r_4 =$$

$$d_4 = 0.547$$

$$r_5 = 11.465 \text{ (非球面)}$$

$$d_5 = 2.228 \quad n d_3 = 1.62518 \quad d_3 = 58.0$$

$$r_6 = -15.468 \text{ (非球面)}$$

$$d_6 = 0.500 \text{ (広角端)} \sim 4.604 \text{ (中間端)} \sim 8.146 \text{ (望遠端)}$$

$$r_7 = -92.411$$

$$d_7 = 0.450 \quad n d_4 = 1.88815 \quad d_4 = 40.6$$

$$r_8 = 6.282$$

$$d_8 = 1.021$$

$$r_9 = -11.695$$

$$d_9 = 0.768 \quad n d_5 = 1.77621 \quad d_5 = 49.4$$

$$r_{10} = 6.714$$

$$d_{10} = 1.487 \quad n d_6 = 1.93323 \quad d_6 = 20.7$$

$$r_{11} = -42.846$$

$$d_{11} = 8.146 \text{ (広角端)} \sim 4.042 \text{ (中間端)} \sim 0.500 \text{ (望遠端)}$$

$$r_{12} = 7.215 \text{ (非球面)}$$

$$d_{12} = 1.268 \quad n d_7 = 1.83972 \quad d_7 = 37.0$$

$$r_{13} = 187.471 \text{ (非球面)}$$

$$d_{13} = 1.013$$

$$r_{14} = \text{ (絞り)}$$

$$d_{14} = 1.291$$

$$r_{15} = 10.556 \text{ (非球面)}$$

$$d_{15} = 3.016 \quad n d_8 = 1.62518 \quad d_8 = 58.0$$

$$r_{16} = -3.731$$

$$d_{16} = 0.450 \quad n d_9 = 1.93323 \quad d_9 = 20.7$$

$$r_{17} = -28.397$$

$$d_{17} = 0.965 \text{ (広角端)} \sim 2.952 \text{ (中間端)} \sim 5.005 \text{ (望遠端)}$$

$$r_{18} = -9.846$$

$$d_{18} = 0.450 \quad n d_{10} = 1.91048 \quad d_{10} = 31.1$$

10

20

30

40

50

$r_{19} = 17.470$

$d_{19} = 5.185$ (広角端) ~ 3.198(中間端) ~ 1.144(望遠端)

$r_{20} = 9.462$ (非球面)

$d_{20} = 2.887 \quad n d_{11} = 1.52752 \quad d_{11} = 55.5$

$r_{21} = -8.479$ (非球面)

$d_{21} = 4.926$

$r_{22} =$

$d_{22} = 1.000 \quad n d_{12} = 1.51872 \quad d_{12} = 64.0$

$r_{23} =$

$d_{23} = 1.120$

10

$r_{24} =$

$d_{24} = 0.500 \quad n d_{13} = 1.51872 \quad d_{13} = 64.0$

$r_{25} =$

$d_{25} = 0.990$

20

【0071】

円錐係数 (K) および非球面係数 (A, B, C, D)

(第5面)

K = 0,

A = -1.426860×10^{-4} , B = 2.984890×10^{-6} ,

C = -2.463340×10^{-7} , D = 6.555250×10^{-9}

(第6面)

K = 0,

A = 7.164500×10^{-5} , B = 2.266100×10^{-6} ,

C = -2.047680×10^{-7} , D = 6.165980×10^{-9}

(第12面)

K = 0,

A = 2.380720×10^{-4} , B = -7.667110×10^{-5} ,

C = 9.308300×10^{-6} , D = -8.829670×10^{-7}

(第13面)

K = 0,

A = 3.554480×10^{-4} , B = -9.361780×10^{-5} ,

C = 8.692790×10^{-6} , D = -8.567480×10^{-7}

(第15面)

K = 0,

A = 2.112130×10^{-4} , B = -2.790630×10^{-5} ,

C = 3.150180×10^{-6} , D = -1.076670×10^{-7}

(第20面)

K = 0,

A = -6.138030×10^{-4} , B = -1.736140×10^{-5} ,

C = 1.438110×10^{-6} , D = 2.733190×10^{-8}

30

(第21面)

K = 0,

A = 2.689920×10^{-4} , B = 9.419830×10^{-6} ,

C = -1.861100×10^{-6} , D = 1.390340×10^{-7}

40

【0072】

また、図5は、実施例2にかかる屈曲ズームレンズの広角端における収差図である。図6は、実施例2にかかる屈曲ズームレンズの中間端における収差図である。図7は、実施例2にかかる屈曲ズームレンズの望遠端における収差図である。

【0073】

(実施例3)

50

次に、この発明の実施例3にかかる屈曲ズームレンズを示す。この実施例3の屈曲ズームレンズの構成も、第5レンズ群を構成するレンズが1枚多いことを除き、図1に示した実施例1の屈曲ズームレンズとほぼ同様であるため、詳細な説明と構成図は省略し、数値データおよび収差図のみを示すことにする。

【0074】

以下、実施例3にかかる屈曲ズームレンズに関する各種数値データを示す。

【0075】

焦点距離 (f) = 4.79(広角端) ~ 12.42(中間端) ~ 32.43(望遠端)

Fナンバ($F_n o.$) = 3.55(広角端) ~ 4.33(中間端) ~ 5.20(望遠端)

半画角 (°) = 38.23°(広角端) ~ 15.76°(中間端) ~ 6.23°(望遠端)

10

$$\left| \frac{5^2}{5} \times \left(1 - \frac{4w^2}{4T^2} \right) \right| = 1.56$$

$$\left| \frac{5^2}{5} \times \left(1 - \frac{4T^2}{4T^2} \right) \right| = 1.60$$

$$\left| \frac{5}{5} \right| = 0.024$$

$$\left| \frac{2T}{2T} \right| = 0.903$$

$$\left| R_{4a} \right| / \left| R_{4b} \right| = 0.484$$

【0076】

$$r_1 = 62.604$$

$$d_1 = 1.200 \quad n d_1 = 1.93323 \quad d_1 = 20.7$$

$$r_2 = 21.674$$

$$d_2 = 2.796$$

20

$$r_3 =$$

$$d_3 = 14.019 \quad n d_2 = 1.85505 \quad d_2 = 23.6$$

$$r_4 =$$

$$d_4 = 0.150$$

$$r_5 = 16.009(\text{非球面})$$

$$d_5 = 3.432 \quad n d_3 = 1.58680 \quad d_3 = 58.9$$

$$r_6 = -38.666(\text{非球面})$$

$$d_6 = 0.500(\text{広角端}) ~ 9.740(\text{中間端}) ~ 16.568(\text{望遠端})$$

$$r_7 = 43.895$$

$$d_7 = 0.550 \quad n d_4 = 1.91048 \quad d_4 = 31.1$$

30

$$r_8 = 5.931$$

$$d_8 = 2.228$$

$$r_9 = -24.341$$

$$d_9 = 0.867 \quad n d_5 = 1.66152 \quad d_5 = 50.6$$

$$r_{10} = 7.007$$

$$d_{10} = 2.020 \quad n d_6 = 1.93323 \quad d_6 = 20.7$$

$$r_{11} = 66.439$$

$$d_{11} = 16.568(\text{広角端}) ~ 7.328(\text{中間端}) ~ 0.500(\text{望遠端})$$

$$r_{12} = 11.326(\text{非球面})$$

$$d_{12} = 1.518 \quad n d_7 = 1.82918 \quad d_7 = 23.9$$

40

$$r_{13} = 851.729(\text{非球面})$$

$$d_{13} = 1.038$$

$$r_{14} = (\text{絞り})$$

$$d_{14} = 1.000$$

$$r_{15} = 10.514(\text{非球面})$$

$$d_{15} = 2.124 \quad n d_8 = 1.58547 \quad d_8 = 59.2$$

$$r_{16} = -4.667$$

$$d_{16} = 0.450 \quad n d_9 = 1.93323 \quad d_9 = 20.7$$

$$r_{17} = -18.205$$

$$d_{17} = 0.894(\text{広角端}) ~ 3.681(\text{中間端}) ~ 6.893(\text{望遠端})$$

50

$r_{18} = -12.175$
 $d_{18} = 0.450 \quad n d_{10} = 1.83944 \quad d_{10} = 42.5$
 $r_{19} = 25.163$
 $d_{19} = 7.974$ (広角端) ~ 5.186 (中間端) ~ 1.974 (望遠端)
 $r_{20} = 11.915$
 $d_{20} = 0.632 \quad n d_{11} = 1.76857 \quad d_{11} = 26.4$
 $r_{21} = 8.457$
 $d_{21} = 0.150$
 $r_{22} = 8.800$ (非球面)
 $d_{22} = 3.728 \quad n d_{12} = 1.52752 \quad d_{12} = 55.5$
 $r_{23} = -10.125$ (非球面)
 $d_{23} = 8.272$
 $r_{24} =$
 $d_{24} = 1.000 \quad n d_{13} = 1.51872 \quad d_{13} = 64.0$
 $r_{25} =$
 $d_{25} = 1.120$
 $r_{26} =$
 $d_{26} = 0.500 \quad n d_{14} = 1.51872 \quad d_{14} = 64.0$
 $r_{27} =$
 $d_{27} = 0.990$

10

【0077】

円錐係数 (K) および非球面係数 (A, B, C, D)

(第5面)

K = 0,
 $A = -3.617190 \times 10^{-5}$, $B = 2.671750 \times 10^{-7}$,
 $C = -4.142870 \times 10^{-9}$, $D = -1.456400 \times 10^{-11}$

(第6面)

K = 0,
 $A = 4.611460 \times 10^{-6}$, $B = 4.500930 \times 10^{-7}$,
 $C = -8.407020 \times 10^{-9}$, $D = 2.606650 \times 10^{-11}$

30

(第12面)

K = 0,
 $A = 2.320840 \times 10^{-4}$, $B = -4.880900 \times 10^{-5}$,
 $C = 7.926510 \times 10^{-7}$, $D = -1.237070 \times 10^{-7}$

(第13面)

K = 0,
 $A = -3.677400 \times 10^{-5}$, $B = -7.188210 \times 10^{-5}$,
 $C = 0$, $D = 0$

(第15面)

K = 0,
 $A = 3.916080 \times 10^{-5}$, $B = -7.366660 \times 10^{-6}$,
 $C = -4.213550 \times 10^{-6}$, $D = 4.854460 \times 10^{-7}$

40

(第22面)

K = 0,
 $A = -1.182780 \times 10^{-4}$, $B = -1.592040 \times 10^{-5}$,
 $C = 1.164590 \times 10^{-6}$, $D = -1.237840 \times 10^{-8}$

(第23面)

K = 0,
 $A = 2.701630 \times 10^{-4}$, $B = -1.332680 \times 10^{-5}$,
 $C = 4.884570 \times 10^{-7}$, $D = 9.343980 \times 10^{-9}$

50

【0078】

また、図8は、実施例3にかかる屈曲ズームレンズの広角端における収差図である。図9は、実施例3にかかる屈曲ズームレンズの中間端における収差図である。図10は、実施例3にかかる屈曲ズームレンズの望遠端における収差図である。

【0079】

なお、上記数値データにおいて、 r_1, r_2, \dots は各レンズ、絞り面などの曲率半径、 d_1, d_2, \dots は各レンズ、絞りなどの肉厚またはそれらの面間隔、 n_{d_1}, n_{d_2}, \dots は各レンズなどのd線の屈折率、 d_1, d_2, \dots は各レンズなどのアッペ数を示している。

【0080】

また、上記各非球面形状は、光軸方向にX軸、光軸と垂直方向にH軸をとり、光の進行方向を正とするとき、以下に示す式により表される。

【0081】**【数1】**

$$X = \frac{H^2/r}{1 + \sqrt{1 - (KH^2/r^2)}} + AH^4 + BH^6 + CH^8 + DH^{10} \quad \cdots (6)$$

【0082】

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

【0083】

以上説明したように、この実施例の屈曲ズームレンズは、上記条件式を満足することで、小型で、結像性能が良好な屈曲ズームレンズになる。

【0084】

また、この実施例の屈曲ズームレンズは、非球面が形成されたレンズを含んで構成されているため、少ないレンズ枚数で、諸収差を良好に補正することができる。

【0085】

また、温度変化の影響を受けにくい位置に配置される第3レンズ群～第5レンズ群を構成する各レンズは、プラスチック材で成型されているため、製造コストの低減を図ることができる。

【産業上の利用可能性】**【0086】**

以上のように、この発明にかかる屈曲ズームレンズは、結像性能が良好であるため、デジタルスチルカメラやビデオカメラなどに有用であり、特に、小型で高い光学性能が要求される場合に最適である。

【図面の簡単な説明】**【0087】**

【図1】実施例1にかかる屈曲ズームレンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図2】実施例1にかかる屈曲ズームレンズの広角端における収差図である。

【図3】実施例1にかかる屈曲ズームレンズの中間端における収差図である。

【図4】実施例1にかかる屈曲ズームレンズの望遠端における収差図である。

【図5】実施例2にかかる屈曲ズームレンズの広角端における収差図である。

【図6】実施例2にかかる屈曲ズームレンズの中間端における収差図である。

【図7】実施例2にかかる屈曲ズームレンズの望遠端における収差図である。

【図8】実施例3にかかる屈曲ズームレンズの広角端における収差図である。

【図9】実施例3にかかる屈曲ズームレンズの中間端における収差図である。

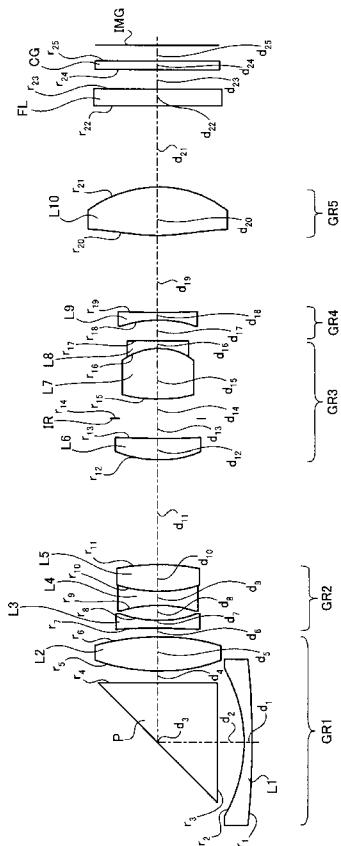
【図10】実施例3にかかる屈曲ズームレンズの望遠端における収差図である。

【符号の説明】**【0088】**

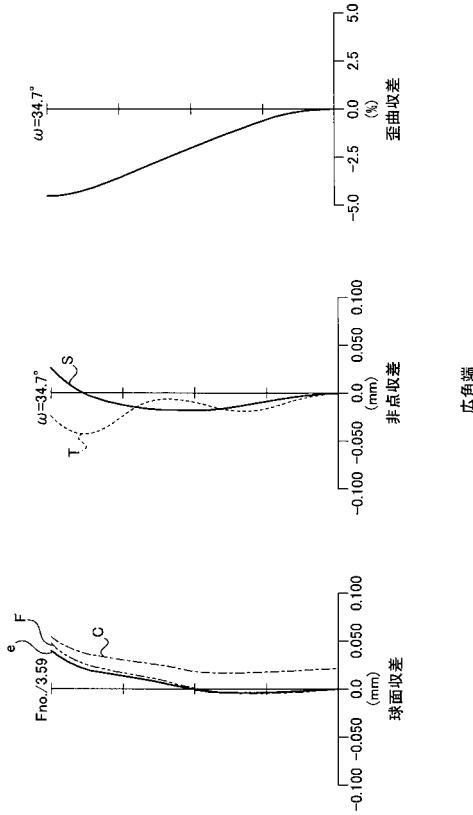
G R 1 第 1 レンズ群
 G R 2 第 2 レンズ群
 G R 3 第 3 レンズ群
 G R 4 第 4 レンズ群
 G R 5 第 5 レンズ群
 C G カバーガラス
 F L フィルタ
 I M G 像面
 I R 絞り
 P プリズム
 L 1 メニスカスレンズ
 L 2 両凸レンズ
 L 3 , L 4 , L 8 , L 9 負レンズ
 L 5 , L 6 , L 7 , L 10 正レンズ

10

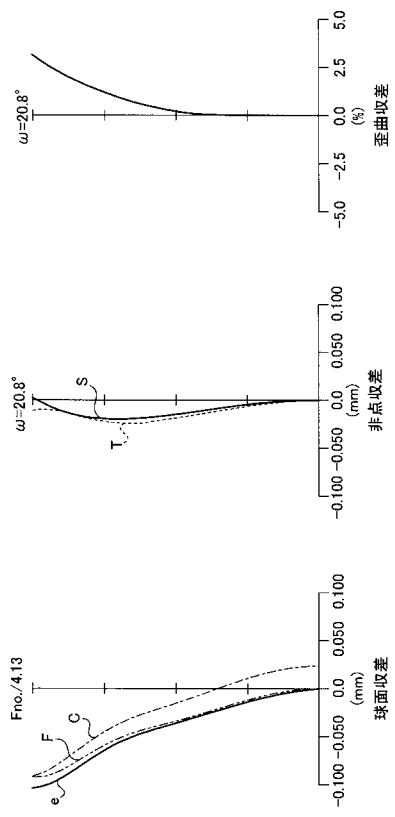
【図 1】



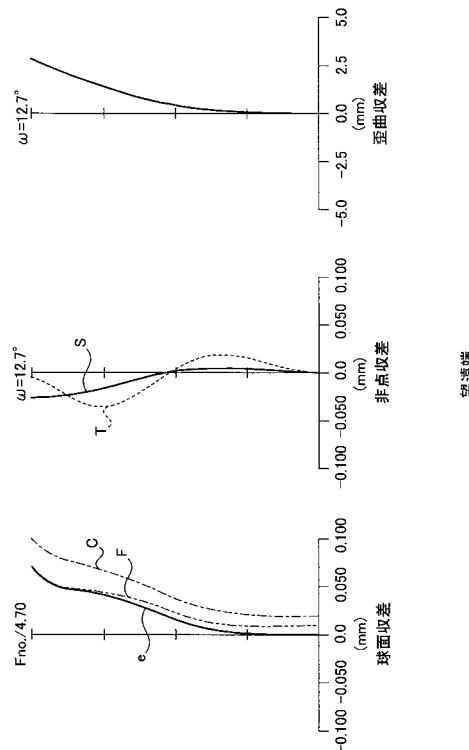
【図 2】



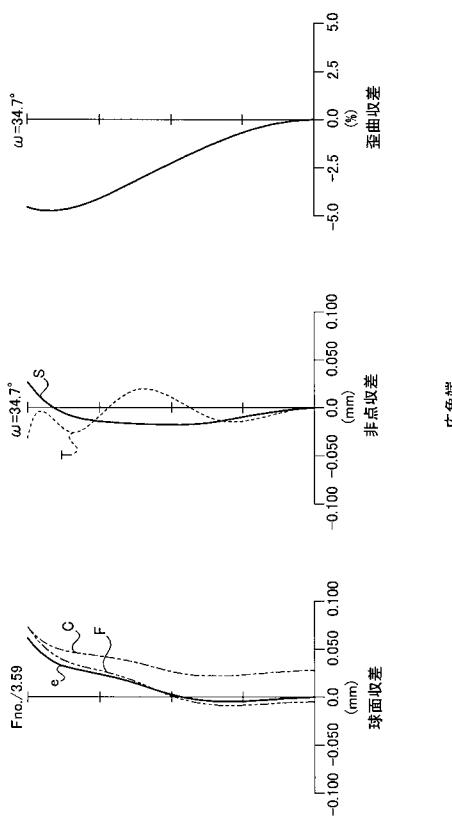
【図3】



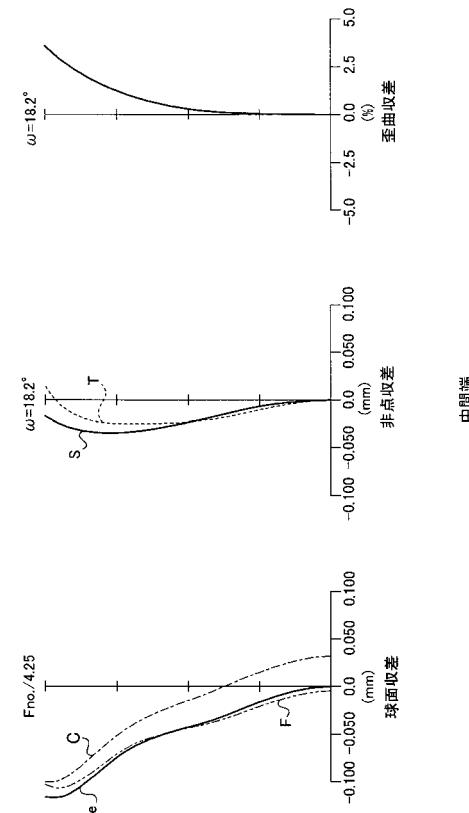
【図4】



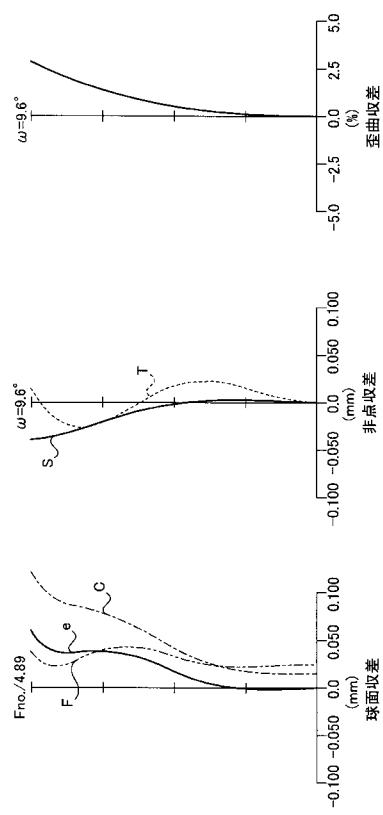
【図5】



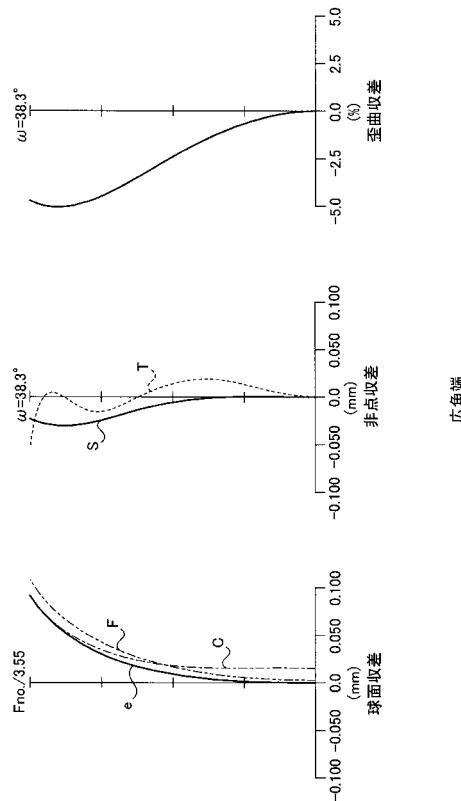
【図6】



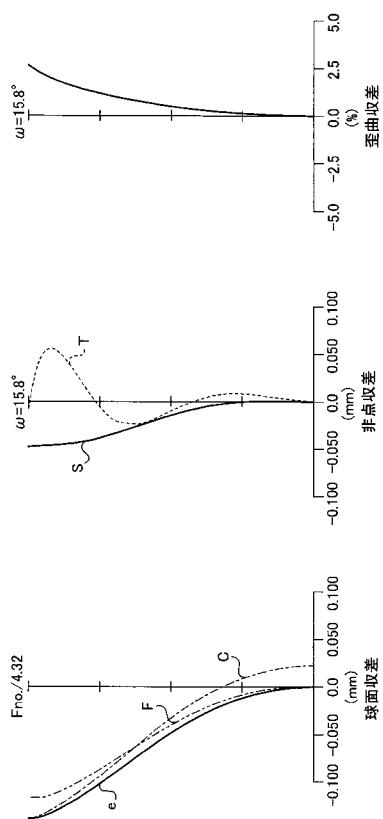
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

