

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5436100号
(P5436100)

(45) 発行日 平成26年3月5日(2014.3.5)

(24) 登録日 平成25年12月20日(2013.12.20)

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

請求項の数 12 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2009-199920 (P2009-199920)	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成21年8月31日(2009.8.31)	(74) 代理人	100086818 弁理士 高梨 幸雄
(65) 公開番号	特開2011-53296 (P2011-53296A)	(72) 発明者	井上 智暁 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(43) 公開日	平成23年3月17日(2011.3.17)	(72) 発明者	若園 毅 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
審査請求日	平成24年8月28日(2012.8.28)	審査官	原田 英信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群より構成され、広角端に比べて望遠端において、前記第1レンズ群が像面に対して物体側へ移動し、前記第2レンズ群が像面に対して像側へ移動し、前記第3レンズ群が像面に対して物体側へ移動するように、ズーミングに際して各レンズ群が移動するズームレンズにおいて、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第1レンズ群の像面に対する移動量をM1、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第2レンズ群の像面に対する移動量をM2、広角端における全系の焦点距離をf_w、望遠端における全系の焦点距離をf_t、前記第1レンズ群の焦点距離をf₁、前記第2レンズ群の焦点距離をf₂とすると

$$1.00 < |M2 / M1| < 4.00$$

$$\left(|(f2 \times fw) / (f1 \times ft)| \right)^{1/2} < 0.110$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】

前記第2レンズ群の広角端における横倍率を2W、前記第2レンズ群の望遠端における横倍率を2T、前記第3レンズ群の広角端における横倍率を3W、前記第3レンズ群の望遠端における横倍率を3Tとすると、

$$3.00 < (2T / 2W) / (3T / 3W) < 12.00$$

なる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。

【請求項3】

$$1.00 < |f_2 / f_w| < 3.00$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1又は2に記載のズームレンズ。

【請求項4】

前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 とするとき、

$$0.05 < f_3 / f_t < 0.30$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項5】

前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に、像側の面が凹でメニスカス形状の負レンズ、物体側の面が凸形状の3つの正レンズより構成され、前記3つの正レンズの材料の平均アッペ数を $1p$ とするとき、

$$70 < 1p$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項6】

前記第2レンズ群は、物体側から像側へ順に、像側の面が凹形状の負レンズ、物体側の面が凹でメニスカス形状の正レンズ、両凹形状の負レンズ、正レンズから構成され、これらの各レンズのうち、少なくとも1つの面は非球面形状であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項7】

前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、前記第4レンズ群の焦点距離を f_4 、前記第5レンズ群の焦点距離を f_5 とするとき、

$$1.00 < |f_4 / f_3| < 10.00$$

$$0.10 < f_5 / f_t < 0.70$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項8】

物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群より構成され、広角端に比べて望遠端において、前記第1レンズ群が像面に対して物体側へ移動し、前記第2レンズ群が像面に対して像側へ移動し、前記第3レンズ群が像面に対して物体側へ移動するように、ズームングに際して各レンズ群が移動するズームレンズにおいて、広角端から望遠端へのズームングにおける前記第1レンズ群の像面に対する移動量を M_1 、広角端から望遠端へのズームングにおける前記第2レンズ群の像面に対する移動量を M_2 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 とするとき

$$1.00 < |M_2 / M_1| < 4.00$$

$$\left(\left| (f_2 \times f_w) / (f_1 \times f_t) \right| \right)^{1/2} < 0.110$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項9】

物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、1以上のレンズ群を含む後続レンズ群を有し、広角端に比べて望遠端において、前記第1レンズ群が像面に対して物体側へ移動し、前記第2レンズ群が像面に対して像側へ移動し、前記第3レンズ群が像面に対して物体側へ移動してズームングを行うズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に、像側の面が凹でメニスカス形状の負レンズ、物体側の面が凸形状の3つの正レンズより構成され、広角端から望遠端へのズームングにおける前記第1レンズ群の像面に対する移動量を M_1 、広角端から望遠端へのズームングにおける前記第2レンズ群の像面に対する移動量を M_2 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記

10

20

30

40

50

第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 、前記3つの正レンズの材料の平均アッベ数を $1p$ とするとき、

$$\frac{1.00 < |M_2 / M_1| < 4.00}{(|(f_2 \times f_w) / (f_1 \times f_t)|)^{1/2} < 0.110}$$

$$70 < 1p$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項10】

物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、1以上のレンズ群を含む後続レンズ群を有し、広角端に比べて望遠端において、前記第1レンズ群が像面に対して物体側へ移動し、前記第2レンズ群が像面に対して像側へ移動し、前記第3レンズ群が像面に対して物体側へ移動してズームを行うズームレンズにおいて、前記第2レンズ群は、物体側から像側へ順に、像側の面が凹形状の負レンズ、物体側の面が凹でメニスカス形状の正レンズ、両凹形状の負レンズ、正レンズから構成され、これらの各レンズのうち、少なくとも1つの面は非球面形状であり

10

広角端から望遠端へのズームにおける前記第1レンズ群の像面に対する移動量を M_1 、広角端から望遠端へのズームにおける前記第2レンズ群の像面に対する移動量を M_2 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 とするとき、

$$\frac{1.00 < |M_2 / M_1| < 4.00}{(|(f_2 \times f_w) / (f_1 \times f_t)|)^{1/2} < 0.110}$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

20

【請求項11】

光電変換素子に像を形成することを特徴とする請求項1乃至10のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項12】

請求項1乃至11のいずれか1項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する光電変換素子とを備え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】

30

【0001】

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

【背景技術】

【0002】

近年、固体撮像素子を用いたビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、放送用カメラ、監視カメラ、そして銀塩フィルムを用いたカメラ等の撮像装置は高機能化され、又装置全体が小型化されている。そしてそれに用いる撮影光学系としてコンパクト（小型）で、広画角、高ズーム比（高変倍比）で、しかも高解像力のズームレンズであることが要求されている。これらの要求に応えるズームレンズとして、物体側より像側へ順に、正、負、正の屈折力を有する第1、第2、第3レンズ群と、それに続く1つ以上のレンズ群を含む後群を有するポジティブリード型のズームレンズが知られている。ポジティブリード型のズームレンズとして、物体側より像側へ順に、正、負、正、正の屈折力の4つのレンズ群より成るズームレンズが知られている（特許文献1）。また物体側より像側へ順に正、負、正、正の屈折力の5つのレンズ群より成るズームレンズが知られている（特許文献2）。また物体側より像側へ順に正、負、正、負、正の屈折力の5つのレンズ群より成るズームレンズが知られている（特許文献3）。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 1 7 1 6 5 5 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 7 - 2 9 2 9 9 4 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 3 - 2 5 5 2 2 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

一般にズームレンズを所定のズーム比を維持しつつ、全系を小型化するためには、ズームレンズを構成する各レンズ群の屈折力（光学的パワー＝焦点距離の逆数）を強めれば良い。しかしながら、このようにしたズームレンズは、ズームの際の収差変動が大きくなり、また望遠端における色収差などの諸収差の補正が困難になってくる。前述した 4 群ズームレンズや 5 群ズームレンズにおいて、高ズーム比とレンズ系全体の小型化を図りつつ、良好な光学性能を得るには各レンズ群の屈折力、そして各レンズ群のズームに伴う移動条件等を適切に設定することが重要となる。特に第 1、第 2 レンズ群の屈折力やズームに際しての第 1、第 2 レンズ群の移動条件等を適切に設定することが重要になってくる。この他、第 2、第 3 レンズ群の広角端と望遠端における横倍率等を適切に設定することが重要になってくる。これらの構成を適切に設定しないと、全系の小型化を図りつつ、広画角かつ高ズーム比で高い光学性能のズームレンズを得るのが難しくなってくる。

10

【 0 0 0 5 】

本発明は、光学系全体が小型で、広画角かつ高ズーム比で、しかも全ズーム範囲にわたり高い光学性能が得られるズームレンズ及びそれを有する撮像装置の提供を目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群より構成され、広角端に比べて望遠端において、前記第 1 レンズ群が像面に対して物体側へ移動し、前記第 2 レンズ群が像面に対して像側へ移動し、前記第 3 レンズ群が像面に対して物体側へ移動するように、ズームに際して各レンズ群が移動するズームレンズにおいて、

広角端から望遠端へのズームにおける前記第 1 レンズ群の像面に対する移動量を M 1、広角端から望遠端へのズームにおける前記第 2 レンズ群の像面に対する移動量を M 2、広角端における全系の焦点距離を f w、望遠端における全系の焦点距離を f t、前記第 1 レンズ群の焦点距離を f 1、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f 2 とするとき

30

$$1.00 < |M2 / M1| < 4.00$$

$$\left(\left| \frac{f2 \times fw}{f1 \times ft} \right| \right)^{1/2} < 0.110$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

この他、本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群より構成され、広角端に比べて望遠端において、前記第 1 レンズ群が像面に対して物体側へ移動し、前記第 2 レンズ群が像面に対して像側へ移動し、前記第 3 レンズ群が像面に対して物体側へ移動するように、ズームに際して各レンズ群が移動するズームレンズにおいて、

40

広角端から望遠端へのズームにおける前記第 1 レンズ群の像面に対する移動量を M 1、広角端から望遠端へのズームにおける前記第 2 レンズ群の像面に対する移動量を M 2、広角端における全系の焦点距離を f w、望遠端における全系の焦点距離を f t、前記第 1 レンズ群の焦点距離を f 1、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f 2 とするとき

$$1.00 < |M2 / M1| < 4.00$$

$$\left(\left| \frac{f2 \times fw}{f1 \times ft} \right| \right)^{1/2} < 0.110$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

この他、本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第 1 レンズ群

50

、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、1以上のレンズ群を含む後続レンズ群を有し、広角端に比べて望遠端において、前記第1レンズ群が像面に対して物体側へ移動し、前記第2レンズ群が像面に対して像側へ移動し、前記第3レンズ群が像面に対して物体側へ移動してズームを行うズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に、像側の面が凹でメニスカス形状の負レンズ、物体側の面が凸形状の3つの正レンズより構成され、

広角端から望遠端へのズームにおける前記第1レンズ群の像面に対する移動量をM1、広角端から望遠端へのズームにおける前記第2レンズ群の像面に対する移動量をM2、広角端における全系の焦点距離をf_w、望遠端における全系の焦点距離をf_t、前記第1レンズ群の焦点距離をf₁、前記第2レンズ群の焦点距離をf₂、前記3つの正レンズの材料の平均アッベ数を1pとすると、

$$\frac{1.00 < |M2 / M1| < 4.00}{(|(f2 \times f_w) / (f1 \times f_t)|)^{1/2} < 0.11070 < 1p}$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

この他、本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、1以上のレンズ群を含む後続レンズ群を有し、広角端に比べて望遠端において、前記第1レンズ群が像面に対して物体側へ移動し、前記第2レンズ群が像面に対して像側へ移動し、前記第3レンズ群が像面に対して物体側へ移動してズームを行うズームレンズにおいて、前記第2レンズ群は、物体側から像側へ順に、像側の面が凹形状の負レンズ、物体側の面が凹でメニスカス形状の正レンズ、両凹形状の負レンズ、正レンズから構成され、これらの各レンズのうち、少なくとも1つの面は非球面形状であり、

広角端から望遠端へのズームにおける前記第1レンズ群の像面に対する移動量をM1、広角端から望遠端へのズームにおける前記第2レンズ群の像面に対する移動量をM2、広角端における全系の焦点距離をf_w、望遠端における全系の焦点距離をf_t、前記第1レンズ群の焦点距離をf₁、前記第2レンズ群の焦点距離をf₂とすると、

$$\frac{1.00 < |M2 / M1| < 4.00}{(|(f2 \times f_w) / (f1 \times f_t)|)^{1/2} < 0.110}$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、光学系全体が小型で、広画角かつ高ズーム比で、しかも全ズーム範囲にわたり高い光学性能が得られるズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の実施例1の広角端におけるレンズ断面図

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

【図3】本発明の実施例2の広角端におけるレンズ断面図

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

【図5】本発明の実施例3の広角端におけるレンズ断面図

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

【図7】本発明の実施例4の広角端におけるレンズ断面図

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

【図9】本発明の実施例5の広角端におけるレンズ断面図

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

10

20

30

40

50

中間のズーム位置、望遠端の収差図

【図 1 1】本発明の撮像装置の要部概略図

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明のズームレンズは正の屈折力の第 1 レンズ群がズーミングの際に移動するポジティブリード型のズームレンズにおいて、さらなる広画角、高ズーム比化を達成しようとした場合に望遠端においてレンズ全長が増大するという課題を解決することにある。またその課題の発生を最小限にすることにある。前記ズームタイプのズームレンズにおいて広画角、高ズーム比化を図る際にレンズ全長が増大する主たる原因となるのは、第 1、第 2 レンズ群の移動量比のバランスである。本発明は前玉有効径と望遠端におけるレンズ全長を最も小型化することができる第 1、第 2 レンズ群のズーミングの際の移動量比を適切に設定している。さらに全系の小型化と高い光学性能を得るために、第 1、第 2 レンズ群の屈折力の関係が重要であることを見出し、特に第 1 レンズ群に対する第 2 レンズ群の屈折力を比較的強めることが効果的であることを見出した。そしてそれらを適切に設定している。以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置について説明する。本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、1 つ以上のレンズ群を含む後群を有している。そして、撮像面（像面）に対して広角端に比べて望遠端において第 1 レンズ群が物体側、第 2 レンズ群が像側、該第 3 レンズ群が物体側へ移動してズーミングを行う。

10

【0010】

図 1 は本発明の実施例 1 のズームレンズの広角端（短焦点距離端）におけるレンズ断面図である。図 2（A）、（B）、（C）はそれぞれ実施例 1 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端（長焦点距離端）における収差図である。図 3 は本発明の実施例 2 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 4（A）、（B）、（C）はそれぞれ実施例 2 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図 5 は本発明の実施例 3 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 6（A）、（B）、（C）はそれぞれ実施例 3 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図 7 は本発明の実施例 4 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 8（A）、（B）、（C）はそれぞれ実施例 4 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

20

30

【0011】

図 9 は本発明の実施例 5 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 10（A）、（B）、（C）はそれぞれ実施例 5 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図 11 は本発明のズームレンズを備えるカメラ（撮像装置）の要部概略図である、各実施例のズームレンズはビデオカメラやデジタルカメラそして銀塩フィルムカメラ等の撮像装置に用いられる撮影レンズ系である。レンズ断面図において、左方が被写体側（物体側）（前方）で、右方が像側（後方）である。レンズ断面図において、 i は物体側からのレンズ群の順番を示し、 L_i は第 i レンズ群である。 L_r は 1 以上のレンズ群を含む後群（後続レンズ群）である。 SP は開口絞りであり、第 2 レンズ群 L_2 と第 3 レンズ群 L_3 との間に配置されている。 G は光学フィルター、フェースプレート、ローパスフィルター、赤外カットフィルターなどに相当する光学ブロックである。

40

【0012】

IP は像面である。像面 IP は、ビデオカメラやデジタルカメラの撮影光学系としてズームレンズを使用する際には、 CCD センサや $CMOS$ センサなどの固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面に相当する。銀塩フィルムカメラの撮影光学系としてズームレンズを使用する際には、フィルム面に相当する。矢印は広角端から望遠端へのズーミングに際して、各レンズ群の移動軌跡又はフォーカスに際しての移動方向を示している。収差図において、 d 、 g は各々 d 線及び g 線、 M 、 S はメリディオナル像面、サジタル像面である。倍率色収差は g 線によって表している。 ω は半画角、 $F_n o$ は F ナンバーである。

50

尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用のレンズ群が機構上、光軸上を移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。

【 0 0 1 3 】

図 1 の実施例 1 のレンズ断面図において L 1 は正の屈折力の第 1 レンズ群、L 2 は負の屈折力の第 2 レンズ群、L 3 は正の屈折力の第 3 レンズ群である。後群 L r は正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4 より成っている。実施例 1 はポジティブリード型の 4 群ズームレンズである。図 3、図 5、図 7 の実施例 2 ~ 4 のレンズ断面図において、L 1 は正の屈折力の第 1 レンズ群、L 2 は負の屈折力の第 2 レンズ群、L 3 は正の屈折力の第 3 レンズ群である。後群 L r は負の屈折力の第 4 レンズ群 L 4、正の屈折力の第 5 レンズ群 L 5 より成っている。実施例 2 ~ 4 はポジティブリード型の 5 群ズームレンズである。図 9 の実施例 5 のレンズ断面図において L 1 は正の屈折力の第 1 レンズ群、L 2 は負の屈折力の第 2 レンズ群、L 3 は正の屈折力の第 3 レンズ群である。後群 L r は正の屈折力の第 4 レンズ群 L 4、正の屈折力の第 5 レンズ群 L 5 より成っている。実施例 5 はポジティブリード型の 5 群ズームレンズである。ただし、各実施例において、後続レンズ群 L r を構成するレンズ群の数は任意であり、最低 1 つのレンズ群を有していれば良い。

10

【 0 0 1 4 】

図 1 の実施例 1 では、広角端から望遠端へのズームングに際して矢印のように第 1 レンズ群 L 1 は像側へ凸状の軌跡を描いて移動している。第 2 レンズ群 L 2 は像側へ移動している。第 3 レンズ群 L 3 は物体側へ移動している。第 4 レンズ群 L 4 は物体側へ凸状の軌跡を描いて移動している。開口絞り S P は他のレンズ群と独立に物体側に凸状の軌跡を描いて移動している。また、第 4 レンズ群 L 4 を光軸上移動させてフォーカシングを行うリヤフォーカス式を採用している。望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合にはレンズ断面図の矢印 4 c に示すように第 4 レンズ群 L 4 を前方に繰り出すことによって行っている。第 4 レンズ群 L 4 に関する実線の曲線 4 a と点線の曲線 4 b は各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端へのズームングに伴う際の像面変動を補正するための移動軌跡を示している。

20

【 0 0 1 5 】

図 3、図 5、図 7、図 9 の実施例 2 ~ 5 では広角端から望遠端へのズームングに際して矢印のように第 1 レンズ群 L 1 は像側へ凸状の軌跡を描いて移動している。第 2 レンズ群 L 2 は像側へ、移動している。第 3 レンズ群 L 3 は物体側へ移動している。第 4 レンズ群 L 4 は像側へ凸状の軌跡を描いて移動している。第 5 レンズ群は物体側へ凸状の軌跡を描いて移動している。開口絞り S P は他のレンズ群と独立に物体側に凸状の軌跡を描いて移動している。また、第 5 レンズ群 L 5 を光軸上移動させてフォーカシングを行うリヤフォーカス式を採用している。望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合には各レンズ断面図の矢印 5 c に示すように第 5 レンズ群 L 5 を前方に繰り出すことによって行っている。第 5 レンズ群 L 5 に関する実線の曲線 5 a と点線の曲線 5 b は各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端へのズームングに伴う際の像面変動を補正するための移動軌跡を示している。

30

【 0 0 1 6 】

各実施例において、広角端から望遠端へのズームングにおける第 1 レンズ群 L 1、第 2 レンズ群 L 2 の像面に対する移動量を各々 M 1、M 2 とする。広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々 f w、f t とする。第 1 レンズ群 L 1、第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離を各々 f 1、f 2 とする。このとき

40

$$1.00 < |M2 / M1| < 4.00 \quad \dots (1)$$

$$\left(|(f2 \times fw) / (f1 \times ft)| \right)^{1/2} < 0.110 \quad \dots (2)$$

なる条件式を満足している。ここで移動量 M 1、M 2 は広角端に比べ望遠端での光軸方向の像面に対する各レンズ群の変位量（位置の差）であり、符号は物体側を負、像側を正とする。

【 0 0 1 7 】

条件式 (1) は第 1、第 2 レンズ群 L 1、L 2 のズームングに伴う移動量を適切にし、

50

広画角・高ズーム比化した際に前玉有効径を小型化にし、カメラ全体のコンパクト化を図るための条件式である。条件式(2)は第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の屈折力の比に関し、像面彎曲と色収差の発生を少なくして広画角化、高ズーム比化を容易に達成するためのものである。条件式(1)、(2)を満たすことで、広画角化、高ズーム比化されたズームレンズにおいて高い光学性能を有しながら、望遠端においてレンズ全長(第1レンズ面から像面までの長さ)を短縮させることが容易になる。条件式(1)の上限を超えると、広画角化時にレンズ全長を短縮させようとする第1レンズ群L1、第2レンズ群L2の屈折力が強くなりすぎてしまい色収差や像面彎曲のズーミングに伴う変動の補正が困難となる。一方下限を超えると、広画角化、高ズーム比化されたズームレンズにおいて、第2レンズ群L2の屈折力に対して第1レンズ群L1の屈折力が弱くなりすぎるため望遠端においてレンズ全長が増大してしまう。

10

【0018】

一般に広角端の画角(撮影画角)が広いズームレンズではレンズ系全体を小さくしようとすると第1レンズ群L1の焦点距離 f_1 が長くなりがちとなる。また第2レンズ群L2の焦点距離 f_2 の絶対値は小さくなりがちとなる。条件式(2)はこの点を考慮して広角端における焦点距離 f_w と望遠端における焦点距離 f_t に対して第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の焦点距離比を適切に設定したものである。条件式(2)の上限を超えると、第2レンズ群L2の焦点距離 f_2 の絶対値が大きくなりすぎてしまい所望のズーム比を得る為の第1、第2レンズ群L1、L2の移動量が増大してしまい望遠端においてレンズ全長が長くなりすぎる。または、第1レンズ群L1の焦点距離 f_1 が短くなりすぎてしまい像面彎曲、色収差のズーミングに伴う変動の補正が困難となる。以上のようにズーミングに際しての第1、第2レンズ群L1、L2の移動量と焦点距離の比を適切に規定している。これにより、広画角で高ズーム比のズームレンズにおいてズーム全域で良好な光学性能を得るとともに望遠端においてレンズ全長を短縮している。尚、各実施例において更に好ましくは条件式(1)、(2)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

20

【0019】

$$1.00 < |M2/M1| < 3.00 \quad \dots (1a)$$

$$\left(|(f_2 \times f_w) / (f_1 \times f_t)| \right)^{1/2} < 0.100 \quad \dots (2a)$$

各実施例では以上の如く構成することにより、広画角かつ高ズーム比でズーム全域にわたり高い光学性能を有したコンパクトなズームレンズを得ることができる。各実施例において、更に好ましくは次の諸条件のうち1以上を満足するのが良い。

30

【0020】

第2レンズ群L2の広角端、望遠端における横倍率を各々 $2W$ 、 $2T$ とする。第3レンズ群L3の広角端、望遠端における横倍率を各々 $3W$ 、 $3T$ とする。第3レンズ群L3の焦点距離を f_3 とする。第1レンズ群L1は、物体側から像側へ順に、像側の面が凹でメニスカス形状の負レンズ、物体側の面が凸形状の3つの正レンズより構成され、3つの正レンズの材料の平均アッペ数を $1p$ とする。このとき、

$$3.00 < (2T/2W) / (3T/3W) < 12.00 \quad \dots (3)$$

$$1.00 < |f_2/f_w| < 3.00 \quad \dots (4)$$

$$0.05 < f_3/f_t < 0.30 \quad \dots (5)$$

$$70 < 1p \quad \dots (6)$$

40

なる条件式のうち1以上を満足するのが良い。条件式(3)は第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の変倍分担比を規定する条件式である。高ズーム比のズームレンズの場合、変倍を多くのレンズ群に分割することでズーム全域の諸収差を良好に補正することが容易となる。

【0021】

条件式(3)の上限を超えると、第2レンズ群L2の変倍分担が大きくなりすぎ収差補正が困難となる。また条件式(3)の下限を超えると、第3レンズ群L3の変倍分担が大きくなりすぎ、広角端から望遠端へのズーミング際に第3レンズ群L3の物体側への移動量が大きくなりすぎて望遠端においてレンズ全長が大きくなってしまふので良くない。条

50

件式(4)は、第2レンズ群L2の屈折力(焦点距離の逆数)を規定する条件式である。条件式(4)の上限を超えると、第2レンズ群L2の屈折力が小さくなりすぎ、ズームの際の第2レンズ群L2の移動量が大きくなり望遠端においてレンズ全長が大きくなりすぎるためよくない。一方、下限を超えると、第2レンズ群L2の屈折力が大きくなりすぎ、ズームに伴う色収差や像面湾曲の Δ 変が大きくなり、これらの補正が困難となる。条件式(5)は、第3レンズ群L3の屈折力を規定する条件式である。条件式(5)の上限を超えると、第3レンズ群L3の屈折力が小さくなりすぎ、ズームに際しての第3レンズ群L3の移動量が大きくなり望遠端においてレンズ全長が大きくなりすぎるためよくない。一方、下限を超えると、第3レンズ群L3の屈折力が大きくなりすぎ、諸収差の補正、特に球面収差の補正が困難となる。条件式(6)は第1レンズ群L1を構成する3枚の正レンズの材料の平均アッペ数を規定する条件式である。条件式(6)の下限を超えて平均アッペ数が小さくなりすぎると分散が大きすぎるため色収差の補正が困難となる。

10

【0022】

各実施例において第1レンズ群L1はそのレンズ構成により、レンズ全系の小型化を実現しつつ、望遠端における色収差の補正を効果的におこなっている。また、各実施例において、第2レンズ群L2は、物体側から像側へ順に、像側の面が凹形状の負レンズ、物体側の面が凹でメニスカス形状の正レンズ、両凹形状の負レンズ、正レンズから構成するのが良い。そしてこれらの各レンズのうち少なくとも1つの面は非球面形状であることが好ましい。この第2レンズ群L2のレンズ構成により、レンズ全系の小型化を実現しつつ、像面湾曲の補正を効果的に行っている。各実施例において、より好ましくは、条件式(3)~(6)を以下の数値範囲とするとよい。

20

【0023】

$$4.00 < (2T/2W) / (3T/3W) < 10.00 \dots (3a)$$

$$1.00 < |f2/fw| < 2.00 \dots (4a)$$

$$0.10 < f3/ft < 0.25 \dots (5a)$$

$$80 < 1p \dots (6a)$$

実施例2乃至4において後続レンズ群Lrは負の屈折力の第4レンズ群L4と正の屈折力の第5レンズ群L5より成る。また実施例5において後続レンズ群Lrは正の屈折力の第4レンズ群L4と正の屈折力の第5レンズ群L5より成る。ここで第4、第5レンズ群L4、L5の焦点距離をf4、f5とするとき、次の条件式のうち1以上を満足するのが良い。

30

【0024】

$$1.00 < |f4/f3| < 10.00 \dots (7)$$

$$0.10 < f5/ft < 0.70 \dots (8)$$

条件式(7)は第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の屈折力比を適切に規定したものである。条件式(7)の上限を超えると、第4レンズ群L4から射出する光束が収斂光になりやすく第5レンズ群L5でフォーカスするときのフォーカス敏感度が低下する。この結果、フォーカスの際の移動ストローク量が增大するためレンズ全長が大きくなってしまいよくない。一方、下限を超えると第4レンズ群L4の屈折力が強くなりすぎ像面湾曲の補正が困難となる。条件式(8)は、第5レンズ群L5の屈折力を規定する条件式である。条件式(8)の上限を超えると、第5レンズ群L5でフォーカスするときのフォーカス敏感度が低下し、フォーカスの際の移動ストローク量が增大するためレンズ全長が大きくなってしまいよくない。一方、下限を超えると第5レンズ群L5の屈折力が強くなりすぎ像面湾曲の補正が困難となる。また各実施例において、より好ましくは、条件式(7)、(8)を以下の数値範囲とするとよい。

40

【0025】

$$2.00 < |f4/f3| < 9.00 \dots (7a)$$

$$0.20 < f5/ft < 0.50 \dots (8a)$$

さらに好ましくは、条件式(7a)、(8a)を以下の数値範囲とするとよい。

50

【0026】

$$2.00 < |f_4 / f_3| < 5.00 \quad \dots (7b)$$

$$0.20 < f_5 / f_t < 0.40 \quad \dots (8b)$$

各実施例のレンズ構成について説明する。以下、各レンズ群のレンズ構成は、物体側から像側の順とする。

【0027】

[実施例1]

第1レンズ群L1は、像側の面が凹でメニスカス形状の負レンズと物体側の面が凸でメニスカス形状の正レンズとを接合した接合レンズ、物体側の面が凸でメニスカス形状正のレンズ、物体側の面が凸でメニスカス形状正のレンズで構成している。このレンズ構成により、レンズ全系の小型化を実現しつつ、望遠端における色収差の補正を効果的におこなっている。第2レンズ群L2は、像側の面が凹で非球面形状の負レンズ、物体側の面が凹形状の負レンズ、両凸形状の正レンズ、物体側の面が凹形状の負レンズで構成している。開口絞りSPは、ズームングに際し、各レンズ群とは独立に移動している。第3レンズ群L3は、物体側の面が非球面形状の正レンズ、像側の面が凹形状の負レンズ、負レンズと正レンズとを接合した接合レンズで構成している。第4レンズ群L4は、物体側の面が非球面形状の正レンズと負レンズとを接合した接合レンズで構成している。

10

【0028】

[実施例2]

第1レンズ群L1は、図1の実施例1と同じである。第2レンズ群L2は、像側の面が凹で非球面形状の負レンズ、物体側の面が凹形状の正レンズと両凹面形状の負レンズとを接合した接合レンズ、正レンズで構成している。開口絞りSPは、ズームングに際して各レンズ群とは独立に移動している。第3レンズ群L3は、図1の実施例1と同じである。第4レンズ群L4は、両凹形状の負レンズ、正レンズ、正レンズと負レンズとを接合した接合レンズで構成している。第5レンズ群L5は、物体側の面が非球面形状の正レンズ、正レンズと負レンズとを接合した接合レンズで構成している。

20

【0029】

[実施例3]

第1レンズ群L1は図1の実施例1と同じである。第2レンズ群L2と第3レンズ群L3は図3の実施例2と同じである。第4レンズ群L4は像側の面が凹でメニスカス形状の1枚の負レンズで構成している。第5レンズ群L5は物体側の面が非球面形状の正レンズと負レンズとを接合した接合レンズより構成している。

30

【0030】

[実施例4]

各レンズ群のレンズ構成は、図3の実施例2と同じである。実施例2と比較して、ズーム比が高い点が異なる。

【0031】

[実施例5]

第1レンズ群L1は、図1の実施例1と同じである。第2レンズ群L2は、図3の実施例2と同じである。第3レンズ群L3は、図1の実施例1と同じである。第4レンズ群L4は、両凹面形状の負レンズ、負レンズ、負レンズと正レンズとを接合した接合レンズで構成している。第5レンズ群L5は、図3の実施例2と同じである。以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

40

【0032】

以下、実施例1～5に対応する数値実施例1～5の具体的数値データを示す。各数値実施例において、 i は物体側から数えた面の番号を示す。 r_i は第 i 番目の光学面(第 i 面)の曲率半径である。 d_i は第 i 面と第 $(i+1)$ 面との軸上間隔である。 n_{di} 、 d_i はそれぞれ d 線に対する第 i 番目の光学部材の材料の屈折率、アッペ数である。 f は焦点距離、 Fno はFナンバー、 θ は半画角である。間隔 d が0とは前後の面が接合されて

50

いることを示す。また、非球面形状はRを曲率半径とし、非球面係数K、A3、A4、A5、A6、A7、A8、A9、A10、A11、A12を用いて次式で与えられるものとする。

【0033】

$$X = (H^2 / R) / [1 + \{1 - (1 + K)(H/R)^2\}^{1/2}] + A3 \cdot H^3 + A4 \cdot H^4 + A5 \cdot H^5 + A6 \cdot H^6 + A7 \cdot H^7 + A8 \cdot H^8 + A9 \cdot H^9 + A10 \cdot H^{10} + A11 \cdot H^{11} + A12 \cdot H^{12}$$

なお、各非球面係数における「E±XX」は「×10±XX」を意味している。また、前述の各条件式と数値実施例との関係を(表1)に示す。焦点距離、Fナンバー、画角はそれぞれ無限遠物体に焦点を合わせたときの値を表している。BFは最終面(ガラスブロック面)から像面までの距離である。レンズ全長は第1レンズ面から像面までの(ガラスブロックの厚さをそのまま加えた)距離である。最後の2つの面は、フィルター等のガラスブロックである。

10

【0034】

(数値実施例1)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	61.784	1.70	2.00330	28.3	46.66
2	41.204	5.11	1.49700	81.5	43.95
3	96.040	0.10			43.38
4	69.730	3.15	1.43387	95.1	42.76
5	189.387	0.10			42.40
6	51.650	4.43	1.72916	54.7	41.19
7	249.664	(可変)			40.62
8	-292.672	1.00	1.88300	40.8	24.02
9*	11.360	6.50			18.39
10*	-27.295	0.80	1.83400	37.2	18.22
11	700.903	0.11			18.66
12	36.650	2.72	1.94595	18.0	19.11
13	-111.573	0.70			19.01
14	-48.737	0.80	1.88300	40.8	19.00
15	-54.372	(可変)			19.00
16(絞り)		(可変)			14.30
17*	13.226	4.00	1.74100	52.6	17.54
18	124.987	0.86			16.94
19*	20.603	0.86	1.75520	27.5	15.41
20	12.387	3.10			14.43
21	26.780	0.72	1.83400	37.2	14.65
22	10.533	3.70	1.49700	81.5	14.19
23	-172.392	(可変)			14.32
24*	27.026	3.30	1.69680	55.5	17.87
25	-41.388	1.00	1.64769	33.8	17.78
26	227.428	(可変)			17.41
27		2.46	1.51633	64.1	25.00
28					25.00

20

30

40

像面

非球面データ

50

第9面

K = -2.02330e-001 A 4 = -3.27761e-005 A 6 = -1.73684e-007 A 8 = -3.01749e-009 A10 =
 2.93287e-010 A12 = -2.16374e-012
 A 3 = 2.56286e-005 A 5 = 2.42283e-006 A 7 = -6.28855e-008 A 9 = -2.72191e-010 A11 =
 -1.96319e-012

第10面

K = -9.40387e-001 A 4 = -4.16204e-006 A 6 = -2.04117e-007 A 8 = 4.30139e-009 A10 =
 -4.32552e-011 A12 = 1.90035e-014
 A 3 = -1.19001e-005 A 5 = -1.42665e-006 A 7 = -1.93479e-008 A 9 = 8.46186e-010 A11 = 10
 -7.74305e-012

第17面

K = -5.30481e-001 A 4 = 8.55216e-006 A 6 = 8.03290e-009 A 8 = 5.06159e-010 A10 =
 3.98319e-012 A12 = -1.20070e-014
 A 3 = -1.13810e-005 A 5 = 1.95274e-006 A 7 = -2.65021e-008 A 9 = 2.22806e-010 A11 =
 -2.28290e-013

第19面

K = -1.24137e+000 A 4 = -1.79087e-005 A 6 = -2.82094e-008 A 8 = -2.03466e-010 A10 = 20
 -1.40180e-011 A12 = -7.89098e-014
 A 3 = 1.54802e-005 A 5 = -2.37173e-007 A 7 = -1.89851e-008 A 9 = 1.78436e-010 A11 =
 -1.30859e-012

第24面

K = -1.92754e+000 A 4 = 5.02869e-006 A 6 = -1.81098e-007 A 8 = 1.65543e-009 A10 =
 -3.15801e-013 A12 = -2.56726e-014
 A 3 = 1.90489e-006 A 5 = 2.39479e-006 A 7 = -4.08024e-009 A 9 = -1.20661e-010 A11 =
 6.58939e-013

30

各種データ

ズーム比	19.35		
	広角	中間	望遠
f	7.23	48.39	139.96
Fno	1.83	3.60	4.00
	41.10	7.48	2.60
レンズ全長	121.51	138.36	142.42
BF	1.30	1.30	1.30
d 7	2.11	37.02	47.09
d15	39.56	5.46	1.32
d16	11.26	9.07	2.64
d23	10.60	23.43	38.71
d26	9.47	14.87	4.15
入射瞳位置	28.12	166.79	330.30
射出瞳位置	-206.49	1055.74	224.27
前側主点位置	35.10	217.41	558.12
後側主点位置	-5.94	-47.09	-138.66

40

50

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	72.37	14.59	3.46	-5.91
2	8	-13.12	12.63	-0.02	-10.71
	絞り16		0.00	0.00	-0.00
3	17	28.62	13.24	-3.01	-11.98
4	24	41.24	4.30	-0.20	-2.74

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-128.61
2	2	140.84
3	4	252.37
4	6	88.48
5	8	-12.37
6	10	-31.49
7	12	29.43
8	14	-570.51
9	17	19.66
10	19	-43.07
11	21	-21.24
12	22	20.11
13	24	23.94
14	25	-53.98
15	27	0.00

10

20

【 0 0 3 5 】

(数値実施例 2)

単位 mm

30

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	79.662	1.70	2.00330	28.3	50.00
2	55.397	5.80	1.43875	95.0	47.76
3	582.889	0.10			47.59
4	78.104	3.10	1.43875	95.0	46.86
5	206.725	0.10			46.57
6	51.396	4.80	1.59240	68.3	45.02
7	208.025	(可変)			44.54
8	478.061	0.85	2.00330	28.3	24.05
9*	13.400	6.55			18.85
10	-25.196	2.12	1.92286	18.9	18.32
11	-15.953	0.65	1.74100	52.6	18.44
12	36.734	1.13			18.40
13	32.976	2.65	1.84666	23.9	18.92
14	-142.740	(可変)			18.85
15(絞り)		(可変)			15.41
16*	15.380	4.70	1.83481	42.7	19.76
17	132.012	2.03			18.92
18*	30.608	1.00	2.00069	25.5	16.58

40

50

19	12.195	2.09			14.90	
20	16.700	0.80	1.83400	37.2	15.00	
21	12.814	4.40	1.49700	81.5	14.49	
22	-42.932	(可变)			14.16	
23	-29.633	1.00	1.49700	81.5	13.64	
24	23.636	0.89			13.21	
25*	83.545	1.40	1.94595	18.0	13.22	
26	151.091	0.81			13.31	
27	38.964	3.33	1.49700	81.5	14.01	
28	-19.042	0.00			14.30	10
29	-19.042	0.60	1.83400	37.2	14.30	
30	-31.119	(可变)			14.67	
31*	31.116	1.70	1.48749	70.2	17.85	
32	64.686	0.77			17.78	
33	47.335	3.95	1.49700	81.5	17.80	
34	-20.349	0.00			17.68	
35	-20.349	0.65	1.83400	37.2	17.68	
36	-43.932	(可变)			17.83	
37		2.46	1.51633	64.1	25.00	
38					25.00	20
像面						

非球面データ

第9面

K = 3.78236e-001 A 4=-2.36521e-005 A 6=-6.47622e-007 A 8= 9.24057e-010 A10=
1.17099e-010 A12=-9.64378e-013
A 3=-4.84718e-006 A 5= 3.27503e-007 A 7= 1.00080e-007 A 9=-2.06991e-009 A11=
1.01586e-011

第16面

K =-6.11323e-001 A 4= 6.67210e-006 A 6=-9.87431e-008 A 8=-7.63307e-010 A10=
1.03375e-011 A12=-1.74626e-014
A 3= 3.32407e-006 A 5= 2.23732e-007 A 7= 1.85740e-008 A 9=-1.24005e-010 A11=
1.18671e-014

第18面

K =-9.30122e+000 A 4= 2.73588e-005 A 6=-2.40327e-007 A 8=-5.43808e-010 A10=
1.97497e-012 A12= 1.55877e-014
A 3=-1.91273e-006 A 5= 7.26764e-007 A 7= 1.13335e-008 A 9= 1.73854e-010 A11=
-9.77429e-013

第25面

K =-1.26072e+000 A 4= 1.65043e-005 A 6= 8.35351e-008 A 8= 7.49988e-010 A10=
2.90374e-010 A12= 1.49029e-012
A 3=-8.26527e-006 A 5=-5.64440e-007 A 7=-4.42219e-009 A 9=-8.71323e-010 A11=
-3.55982e-011

第31面

K = 1.01663e+000 A 4=-3.59004e-006 A 6= 4.62769e-009 A 8= 1.34026e-010 A10=
1.25828e-012 A12=-1.60867e-013

A 3= 1.07705e-005 A 5=-2.39973e-007 A 7= 9.70039e-009 A 9=-1.80292e-010 A11=
2.51508e-012

各種データ

ズーム比	19.37			
	広角	中間	望遠	
f	7.28	47.86	141.00	
Fno	1.85	3.60	4.00	
	42.00	7.58	2.58	
レンズ全長	135.28	150.32	153.05	10
BF	1.69	1.69	1.69	
d 7	0.98	35.90	49.30	
d14	37.71	6.11	1.98	
d15	14.60	6.87	1.95	
d22	1.27	5.68	1.33	
d30	5.04	8.39	20.75	
d36	11.86	23.55	13.92	
入射瞳位置	26.76	160.62	435.34	20
射出瞳位置	526.49	-359.29	-568.68	
前側主点位置	34.15	202.14	541.49	
後側主点位置	-5.59	-46.17	-139.31	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置	
1	1	72.85	15.60	4.05	-6.30	
2	8	-11.97	13.95	0.41	-11.41	
	絞り15		0.00	0.00	-0.00	
3	16	26.32	15.02	0.64	-11.00	30
4	23	-120.54	8.03	-10.42	-17.55	
5	31	48.23	7.07	1.43	-3.58	

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離	
1	1	-187.86	
2	2	139.05	
3	4	284.02	
4	6	113.93	
5	8	-13.75	40
6	10	42.45	
7	11	-14.93	
8	13	31.86	
9	16	20.48	
10	18	-20.82	
11	20	-72.84	
12	21	20.39	
13	23	-26.29	
14	25	195.59	
15	27	26.24	50

16	29	-60.20
17	31	120.99
18	33	29.20
19	35	-46.03
20	37	0.00

【 0 0 3 6 】

(数值実施例 3)

単位 mm

10

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	114.411	1.70	2.00330	28.3	49.86
2	60.567	5.80	1.43875	95.0	46.43
3	1064.594	0.10			45.72
4	70.852	4.30	1.43875	95.0	44.95
5	678.817	0.10			44.61
6	54.512	5.00	1.74320	49.3	42.72
7	205.205	(可変)			41.67
8	1601.856	0.85	2.00330	28.3	22.32
9*	14.612	5.51			18.09
10*	-28.455	4.00	1.84666	23.9	17.62
11	-11.850	0.70	1.77250	49.6	17.69
12	59.483	0.10			17.47
13	31.287	2.37	1.84666	23.9	17.58
14	224.435	(可変)			17.34
15(絞り)		(可変)			16.48
16*	17.766	4.00	1.80610	33.3	19.46
17	147.491	1.96			18.95
18*	23.764	0.80	1.84666	23.9	17.46
19	13.218	1.91			16.27
20	22.152	0.70	1.84666	23.9	16.23
21	13.513	4.40	1.48749	70.2	15.59
22	-43.657	(可変)			15.40
23	183.785	0.90	1.83400	37.2	14.14
24	47.620	(可変)			13.81
25*	22.638	4.30	1.49700	81.5	18.35
26	-34.876	1.00	1.65412	39.7	18.26
27	-63.439	(可変)			18.24
28		2.46	1.51633	64.1	25.00
29					25.00

20

30

40

像面

非球面データ

第9面

$K = 4.50307e-001$ $A_4 = -1.14719e-005$ $A_6 = -1.43361e-006$ $A_8 = 5.54045e-009$ $A_{10} = -1.32641e-011$ $A_{12} = 6.11510e-013$
 $A_3 = -3.84627e-005$ $A_5 = 4.81817e-006$ $A_7 = 1.16318e-007$ $A_9 = -9.72389e-010$ $A_{11} = -3.88967e-012$

50

第10面

K = 3.17352e+000 A 4= 2.64577e-005 A 6= 1.22019e-007 A 8=-4.06487e-009 A10=
9.42193e-011 A12=-1.17185e-013
A 3=-3.18296e-005 A 5=-1.31096e-006 A 7= 1.37255e-008 A 9=-4.18460e-010 A11=
-1.75071e-012

第16面

K =-5.07238e-001 A 4=-1.04148e-005 A 6=-2.32836e-008 A 8=-5.43076e-010 A10=
1.38976e-011 A12=-2.42736e-014
A 3=-9.69139e-006 A 5=-1.04685e-006 A 7= 3.78237e-009 A 9=-1.15529e-010 A11= 10
-3.18882e-014

第18面

K =-1.66869e+000 A 4= 3.33240e-005 A 6=-5.71344e-008 A 8= 2.65590e-009 A10=
-2.77218e-011 A12= 1.50613e-013
A 3= 7.45837e-006 A 5= 1.69503e-006 A 7= 8.02602e-009 A 9= 3.58947e-011 A11=
-6.10015e-013

第25面

K =-8.68628e-001 A 4= 5.07244e-006 A 6= 2.29401e-008 A 8=-1.46346e-009 A10= 20
-2.09737e-011 A12= 1.06517e-013
A 3=-2.16899e-005 A 5=-2.42519e-007 A 7=-3.22635e-009 A 9= 4.02634e-010 A11=
-1.32948e-012

各種データ

ズーム比	18.02			
	広角	中間	望遠	
f	8.00	46.88	144.20	
Fno	1.85	3.60	4.00	
	39.30	7.71	2.52	30
レンズ全長	133.02	145.67	145.84	
BF	1.14	1.14	1.14	
d 7	1.80	34.01	46.60	
d14	40.51	7.68	1.88	
d15	9.21	6.68	1.88	
d22	2.10	5.25	3.26	
d24	10.76	12.32	24.02	
d27	14.55	25.63	14.10	40
入射瞳位置	29.27	154.91	395.56	
射出瞳位置	-276.42	-311.15	770.37	
前側主点位置	37.04	194.75	566.79	
後側主点位置	-6.86	-45.74	-143.06	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置	
1	1	68.42	17.00	5.98	-5.01	
2	8	-12.21	13.53	0.77	-9.25	
絞り15			0.00	0.00	-0.00	50

3	16	28.08	13.77	0.84	-9.78
4	23	-77.30	0.90	0.66	0.17
5	25	36.65	5.30	0.84	-2.70

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-130.33
2	2	146.11
3	4	179.92
4	6	98.49
5	8	-14.70
6	10	21.60
7	11	-12.74
8	13	42.70
9	16	24.72
10	18	-36.45
11	20	-42.51
12	21	21.72
13	23	-77.30
14	25	28.32
15	26	-120.08
16	28	0.00

10

20

【 0 0 3 7 】

(数値実施例 4)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	92.969	1.70	2.00330	28.3	52.08
2	59.800	5.95	1.43875	95.0	48.62
3	1929.778	0.10			47.52
4	78.700	3.10	1.43875	95.0	46.13
5	282.171	0.10			45.94
6	49.144	4.95	1.59240	68.3	44.21
7	188.681	(可変)			43.63
8	747.697	0.85	1.88300	40.8	24.95
9*	12.330	7.09			18.80
10	-23.196	2.20	1.86148	25.7	18.24
11	-14.265	0.65	1.74100	52.6	18.33
12	48.235	0.87			18.41
13	35.878	2.65	1.86148	25.7	18.81
14	-180.146	(可変)			18.71
15(絞リ)		(可変)			15.53
16*	15.341	4.50	1.81600	46.6	20.58
17	68.247	2.56			19.77
18*	30.516	1.00	2.00330	28.3	17.24
19	12.334	1.65			15.52
20	16.120	0.80	1.80518	25.4	15.73
21	14.257	4.50	1.49700	81.5	15.36

30

40

50

22	-46.529	(可変)			15.05
23	-32.846	0.80	1.49700	81.5	14.30
24	22.339	0.80			14.00
25*	64.931	1.10	1.94595	18.0	16.20
26	123.629	0.73			14.00
27	42.256	3.30	1.49700	81.5	14.85
28	-17.288	0.60	1.83400	37.2	15.08
29	-29.580	(可変)			15.57
30*	25.967	1.60	1.48749	70.2	19.03
31	40.726	1.50			18.92
32	58.176	3.60	1.49700	81.5	19.00
33	-20.415	0.65	1.83400	37.2	18.97
34	-35.332	(可変)			19.19
35		2.46	1.51633	64.1	25.00
36					25.00
像面					

10

非球面データ

第9面

$K = 1.58596e-001$ $A_4 = -1.52844e-005$ $A_6 = -4.34671e-007$ $A_8 = -3.26381e-009$ $A_{10} = 1.34387e-010$ $A_{12} = -1.07687e-012$ 20
 $A_3 = -5.03340e-006$ $A_5 = -1.52001e-006$ $A_7 = 1.28093e-007$ $A_9 = -2.15316e-009$ $A_{11} = 1.19646e-011$

第16面

$K = -5.88182e-001$ $A_4 = 1.15453e-005$ $A_6 = -9.22663e-008$ $A_8 = -2.97068e-010$ $A_{10} = 9.73227e-012$ $A_{12} = -1.49298e-014$
 $A_3 = 3.62048e-006$ $A_5 = 6.89563e-007$ $A_7 = 1.51516e-008$ $A_9 = -1.04719e-010$ $A_{11} = -1.02623e-014$

30

第18面

$K = -9.71005e+000$ $A_4 = 2.26524e-005$ $A_6 = -3.82726e-007$ $A_8 = -4.14006e-009$ $A_{10} = 9.25422e-012$ $A_{12} = 4.20947e-014$
 $A_3 = -1.90717e-006$ $A_5 = 3.29802e-007$ $A_7 = 4.33775e-008$ $A_9 = 1.92989e-010$ $A_{11} = -1.29387e-012$

第25面

$K = 9.64869e+000$ $A_4 = 1.23604e-005$ $A_6 = 1.06388e-007$ $A_8 = 2.13424e-009$ $A_{10} = 2.03516e-010$ $A_{12} = 3.60290e-013$ 40
 $A_3 = -7.96478e-006$ $A_5 = -1.02589e-006$ $A_7 = 1.45572e-009$ $A_9 = -1.16599e-009$ $A_{11} = -1.49025e-011$

第30面

$K = -3.43086e-001$ $A_4 = -3.97247e-006$ $A_6 = 3.42025e-008$ $A_8 = 2.28673e-009$ $A_{10} = -1.00956e-011$ $A_{12} = 8.08762e-014$
 $A_3 = 1.75381e-005$ $A_5 = 4.84244e-007$ $A_7 = -1.74013e-008$ $A_9 = 5.68158e-012$ $A_{11} = -7.54153e-013$

各種データ

ズーム比 24.97

50

	広角	中間	望遠
f	7.28	42.18	181.80
Fno	1.87	3.60	4.00
	41.90	8.58	2.01
レンズ全長	140.39	152.98	157.19
BF	2.02	2.02	2.02
d 7	0.96	32.79	49.28
d14	37.63	6.06	1.87
d15	16.62	8.84	1.85
d22	1.38	8.91	3.59
d29	7.06	7.46	28.31
d34	12.36	24.55	7.92
入射瞳位置	27.11	137.47	482.71
射出瞳位置	171.92	2335.11	279.52
前側主点位置	34.70	180.41	783.61
後側主点位置	-5.26	-40.15	-179.77

10

ズームレンズ群データ

20

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
1	1	71.40	15.90	4.62	-5.90
2	8	-11.72	14.31	0.80	-11.06
	絞り15		0.00	0.00	-0.00
3	16	27.95	15.01	0.54	-11.11
4	23	-128.05	7.33	-9.70	-16.05
5	30	45.57	7.35	2.44	-3.08

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-171.46
2	2	140.52
3	4	247.60
4	6	110.71
5	8	-14.21
6	10	38.61
7	11	-14.79
8	13	34.93
9	16	23.36
10	18	-21.22
11	20	-189.51
12	21	22.51
13	23	-26.62
14	25	143.27
15	27	25.15
16	28	-51.02
17	30	141.94
18	32	30.88
19	33	-59.15
20	35	0.00

30

40

50

【 0 0 3 8 】

(数 値 実 施 例 5)

单 位 mm

面 デ ー タ

面 番 号	r	d	nd	d	有 効 径	
1	83.562	1.70	2.00330	28.3	51.68	
2	56.398	6.20	1.43875	95.0	48.61	
3	394.511	0.10			47.23	10
4	88.215	3.10	1.43875	95.0	45.73	
5	334.269	0.10			45.36	
6	53.160	4.60	1.59240	68.3	43.20	
7	260.787	(可 変)			42.62	
8	4745.268	0.85	1.88300	40.8	25.95	
9*	14.107	7.09			20.30	
10	-33.494	3.00	1.86148	25.7	19.74	
11	-15.886	0.65	1.74100	52.6	19.81	
12	45.602	0.87			19.61	
13	32.484	2.65	1.86148	25.7	19.98	20
14	176.422	(可 変)			19.76	
15(絞 り)		(可 変)			15.94	
16*	14.929	4.50	1.81600	46.6	20.13	
17	69.520	2.95			19.30	
18*	30.638	1.00	2.00330	28.3	16.52	
19	11.991	1.96			14.86	
20	16.897	0.80	1.80809	22.8	15.07	
21	14.775	4.50	1.49700	81.5	14.74	
22	-64.881	(可 変)			14.36	
23	-36.839	0.80	1.49700	81.5	14.30	30
24	51.149	0.80			14.00	
25*	138.113	1.10	1.94595	18.0	16.20	
26	75.926	0.73			14.00	
27	54.631	1.00	1.49700	81.5	15.37	
28	52.329	2.50	1.81600	46.6	15.61	
29	-52.132	(可 変)			15.78	
30*	21.501	2.00	1.48749	70.2	16.47	
31	45.804	1.50			16.24	
32	-87.396	3.60	1.49700	81.5	16.19	
33	-19.375	0.65	1.83400	37.2	16.12	40
34	-34.000	(可 変)			16.33	
35		2.46	1.51633	64.1	25.00	
36					25.00	

像 面

非 球 面 デ ー タ

第 9 面

K = 3.85868e-001	A 4=-1.19955e-005	A 6=-3.85955e-007	A 8=-3.54880e-009	A10=	
1.24378e-010	A12=-1.01844e-012				
A 3=-1.16222e-005	A 5=-1.54256e-006	A 7= 1.20701e-007	A 9=-2.02162e-009	A11=	50

1.19748e-011

第16面

K = -5.92251e-001 A 4= 1.02794e-005 A 6=-7.96373e-008 A 8=-5.94394e-010 A10=
1.36279e-011 A12=-3.71603e-014
A 3= 5.74452e-006 A 5= 5.33288e-007 A 7= 1.59397e-008 A 9=-1.25889e-010 A11=
1.19434e-013

第18面

K = -1.18494e+001 A 4= 3.38818e-005 A 6=-6.01722e-007 A 8= 2.86983e-009 A10= 10
6.80677e-012 A12= 2.00545e-013
A 3=-4.48209e-006 A 5= 1.09558e-006 A 7= 3.19549e-008 A 9=-3.09651e-010 A11=
-2.00738e-012

第25面

K = 2.34648e+001 A 4= 1.02882e-005 A 6= 7.81557e-008 A 8= 2.01591e-009 A10=
1.40354e-010 A12=-7.03481e-013
A 3=-1.14827e-005 A 5=-1.86495e-006 A 7= 3.17929e-008 A 9=-1.75337e-009 A11=
5.68438e-012

20

第30面

K = -9.22698e-001 A 4= 3.15687e-006 A 6= 3.38340e-007 A 8=-2.76705e-009 A10=
8.25106e-012 A12=-2.40803e-013
A 3= 1.65294e-005 A 5=-9.80708e-008 A 7=-3.12862e-008 A 9= 3.41496e-010 A11=
1.44036e-012

各種データ

ズーム比	18.08			
	広角	中間	望遠	
f	8.01	46.79	144.84	30
Fno	1.85	3.60	4.00	
	39.10	7.75	2.52	
レンズ全長	136.44	152.87	154.65	
BF	1.08	1.08	1.08	
d 7	1.02	36.11	49.45	
d14	38.88	6.10	1.93	
d15	13.54	10.01	1.90	
d22	1.24	2.45	1.39	
d29	5.07	13.17	28.32	40
d34	11.85	20.19	6.81	
入射瞳位置	28.70	156.78	383.39	
射出瞳位置	-519.29	-344.75	-234.16	
前側主点位置	36.59	197.24	439.05	
後側主点位置	-6.94	-45.71	-143.76	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置	
1	1	75.19	15.80	4.74	-5.79	50

2	8	-13.01	15.11	1.06	-10.81
絞リ	15		0.00	0.00	-0.00
3	16	30.29	15.71	-0.90	-12.89
4	23	250.00	6.93	24.35	21.82
5	30	73.03	7.75	1.26	-4.56

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-178.51
2	2	149.15
3	4	272.10
4	6	111.79
5	8	-16.02
6	10	32.51
7	11	-15.83
8	13	45.83
9	16	22.47
10	18	-20.18
11	20	-175.07
12	21	24.68
13	23	-42.96
14	25	-179.81
15	27	-2920.06
16	28	32.35
17	30	80.95
18	32	49.22
19	33	-55.12
20	35	0.00

10

20

【 0 0 3 9 】

30

【 表 1 】

(表 1)

条件式	実施例				
	1	2	3	4	5
(1)	1.15	1.72	2.50	1.88	1.66
(2)	0.097	0.092	0.099	0.081	0.098
(3)	4.15	6.43	9.93	9.70	4.84
(4)	1.81	1.64	1.53	1.61	1.62
(5)	0.20	0.19	0.19	0.15	0.21
(6)	86.09	86.09	86.09	86.09	86.09
(7)	-	4.58	2.75	4.58	8.25
(8)	-	0.34	0.25	0.25	0.50

40

【 0 0 4 0 】

次に、各実施例に示したようなズームレンズを撮影光学系として用いた、デジタルカメラの実施形態を図 1 1 を用いて説明する。図 1 1 において、2 0 はカメラ本体、2 1 は本発明のズームレンズによって構成された撮像光学系である。2 2 は撮像光学系 2 1 によって形成された被写体像を受光する CCD などの撮像素子である。2 3 は撮像素子 2 2 が受光した被写体像を記録する記録手段、2 4 は不図示の表示素子に表示された被写体像を観察するためのファインダーである。上記表示素子は液晶パネルなどによって構成され、撮像素子 2 2 上に形成された被写体像が表示される。このように本発明のズームレンズをビデオカメラなどの撮像装置に適用することにより、高い光学性能を有する撮像装置を実現している。

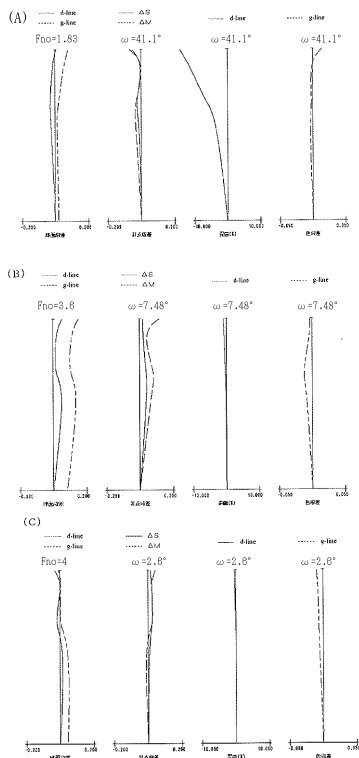
50

【符号の説明】

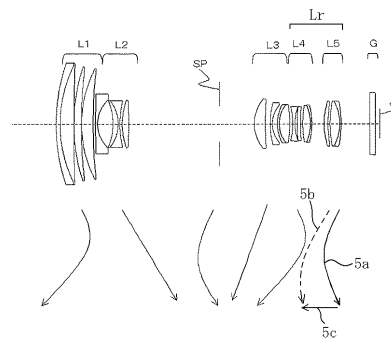
【0041】

L 1 は第 1 レンズ群、L 2 は第 2 レンズ群、L 3 は第 3 レンズ群、L 4 は第 4 レンズ群、L 5 は第 5 レンズ群、L r は後群、d は d 線、g は g 線、M はメリディオナル像面、S はサジタル像面、S P は絞り、F P はフレアカット絞り、G は C C D のフォースプレートやローパスフィルター等のガラスブロック、 ω は半画角、f n o は F ナンバー

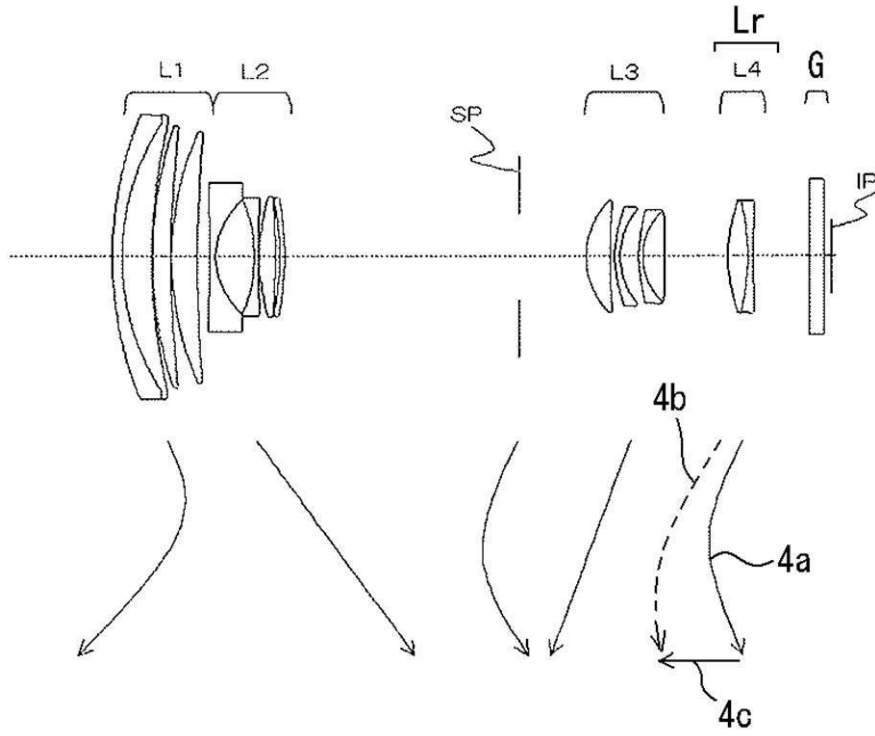
【図 2】



【図 3】

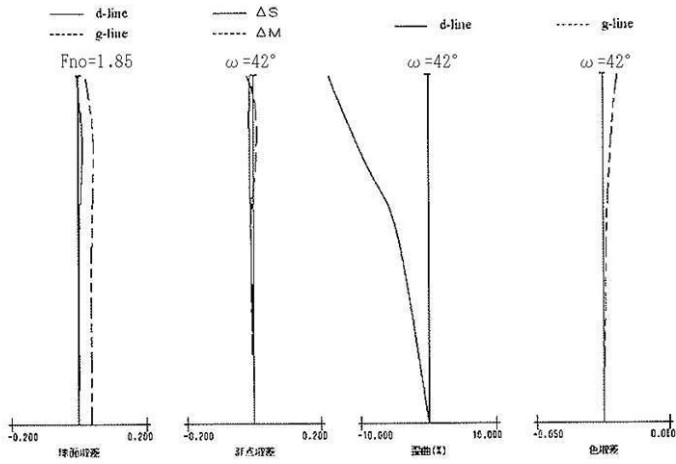


【図1】

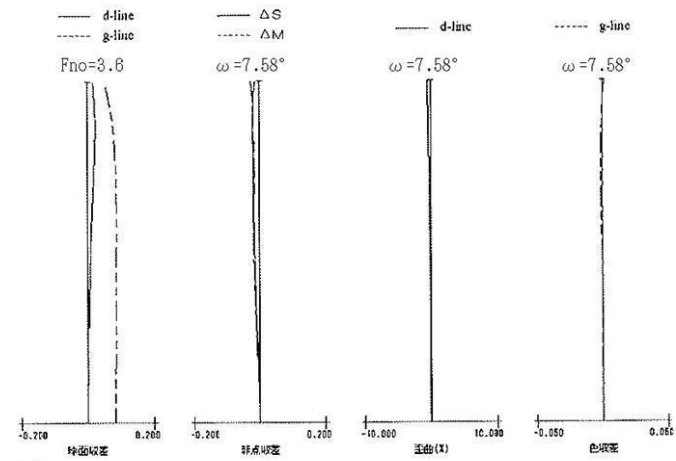


【 図 4 】

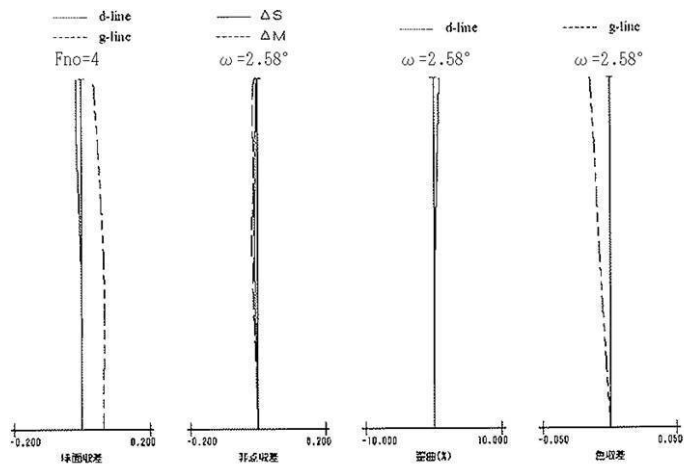
(A)



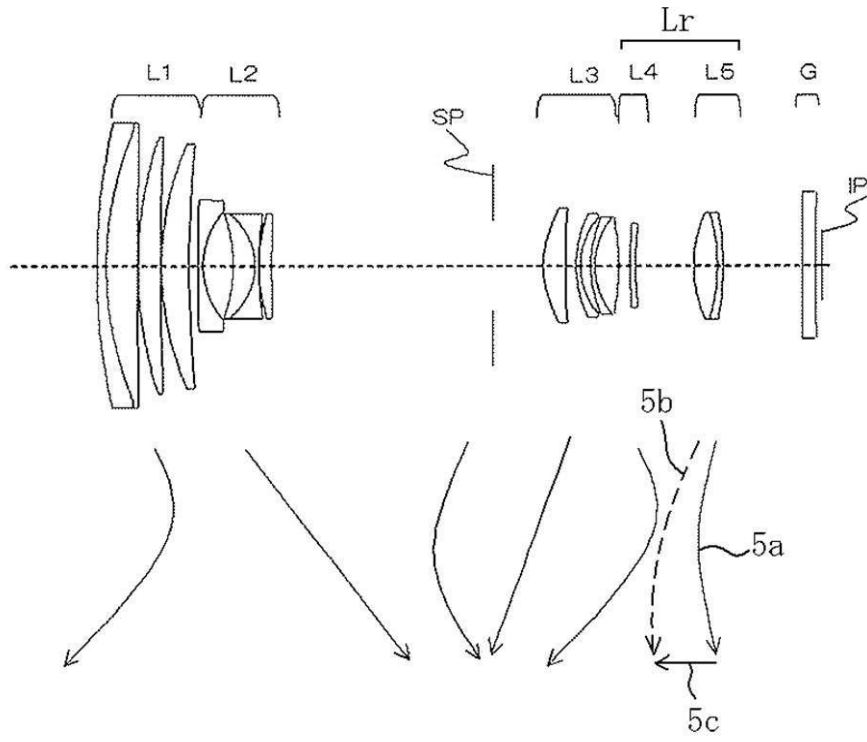
(B)



(C)

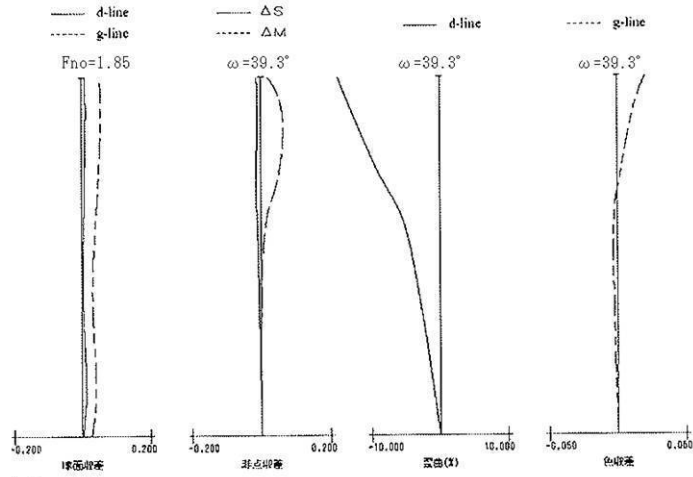


【図5】

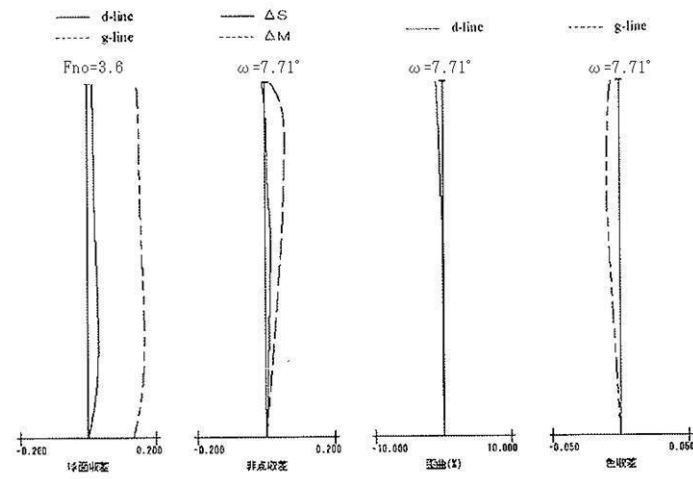


【 図 6 】

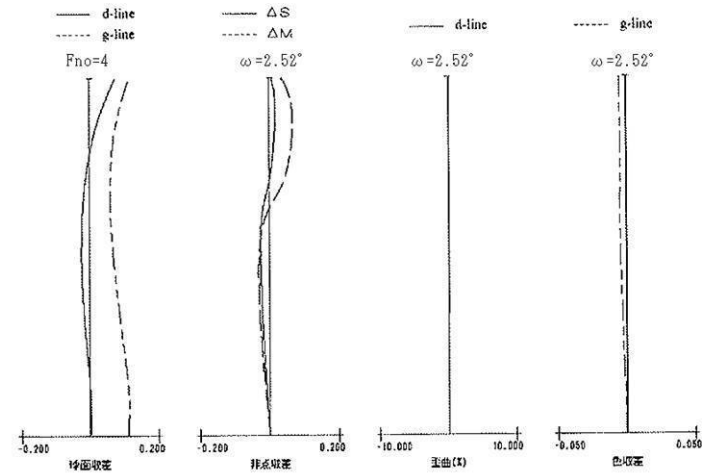
(A)



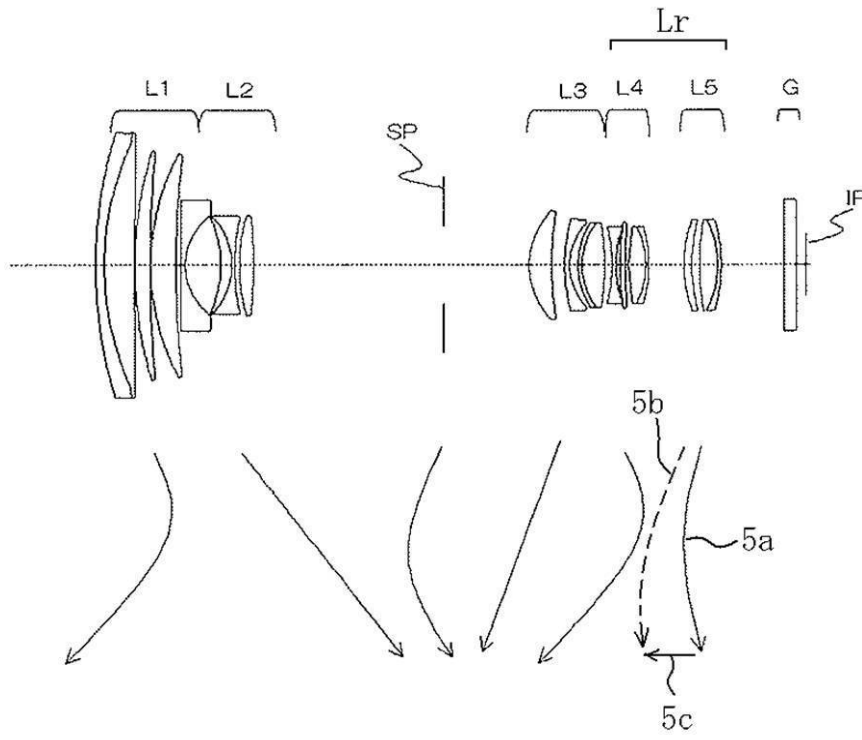
(B)



(C)

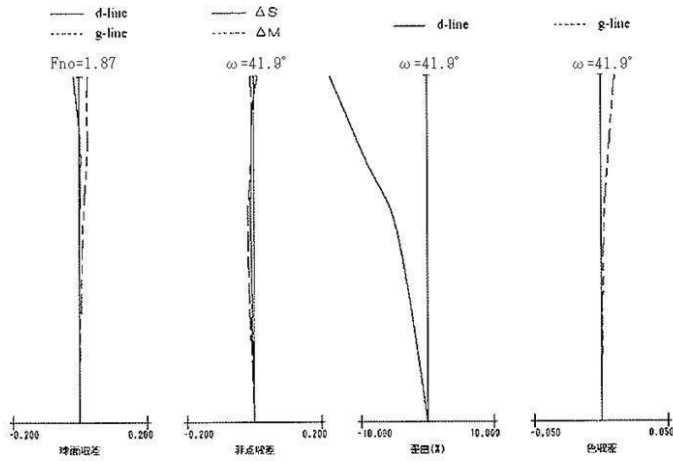


【 図 7 】

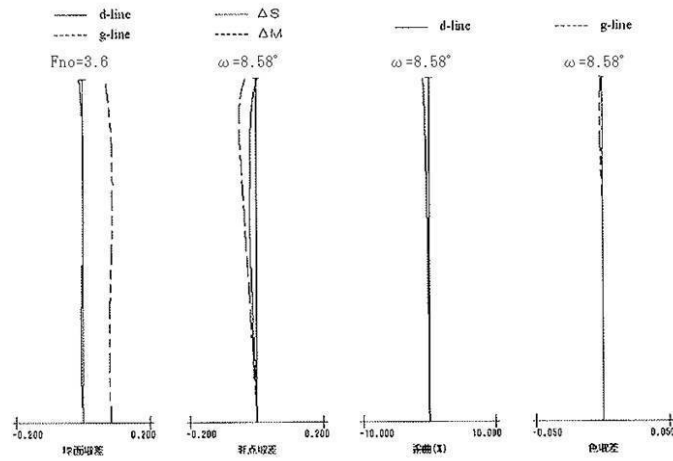


【 図 8 】

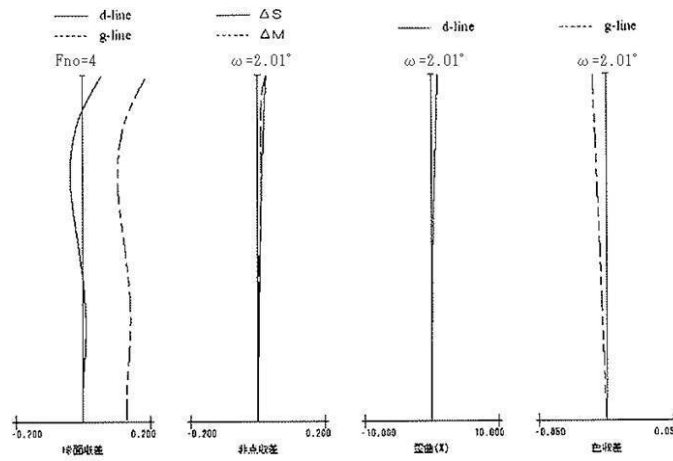
(A)



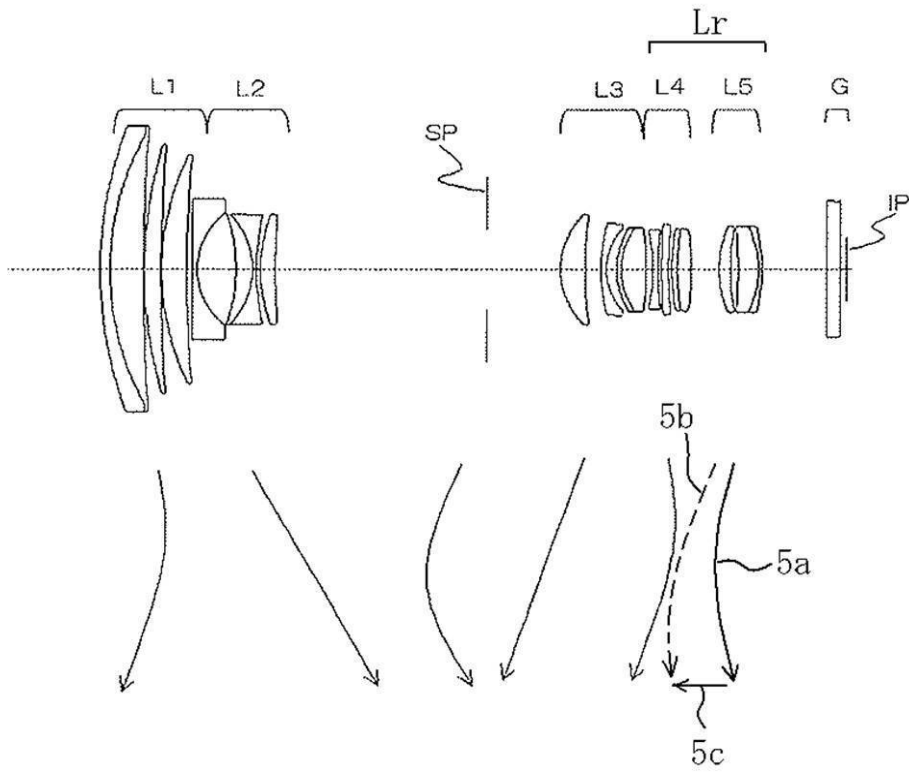
(B)



(C)

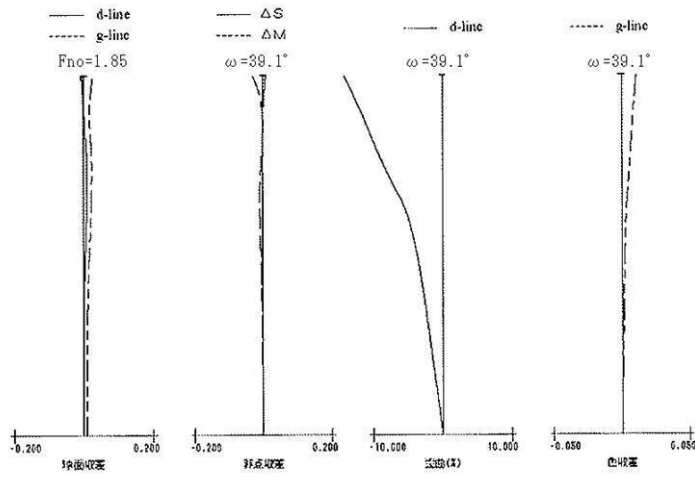


【図9】

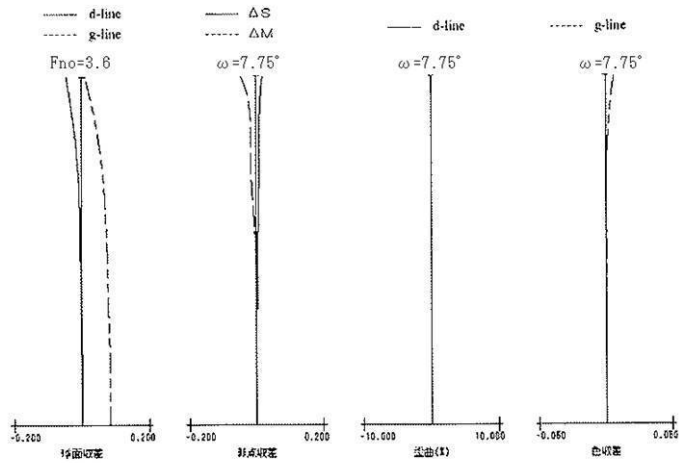


【 図 10 】

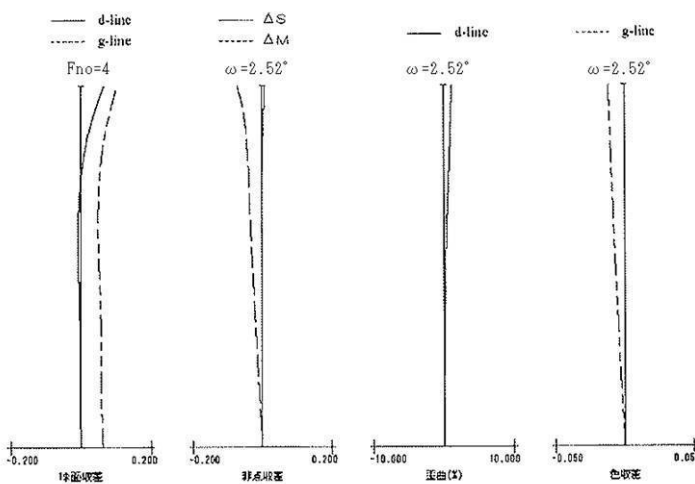
(A)



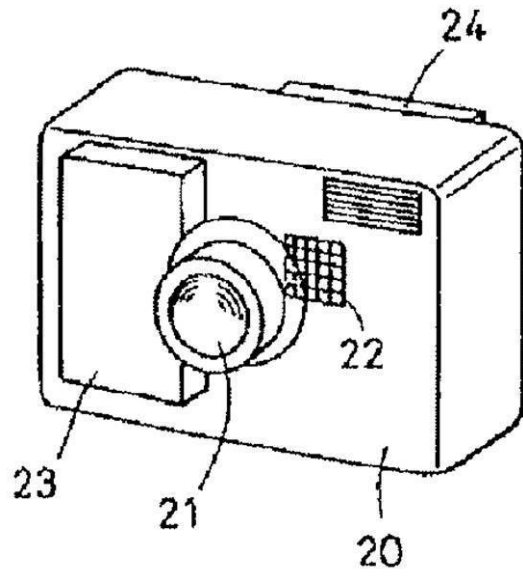
(B)



(C)



【図11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-047785(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08

G02B 21/02 - 21/04

G02B 25/00 - 25/04