

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5787716号
(P5787716)

(45) 発行日 平成27年9月30日(2015.9.30)

(24) 登録日 平成27年8月7日(2015.8.7)

(51) Int.Cl.		F I
G02B 15/20	(2006.01)	G02B 15/20
G02B 13/18	(2006.01)	G02B 13/18
G03B 17/17	(2006.01)	G03B 17/17

請求項の数 14 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2011-232757 (P2011-232757)	(73) 特許権者	00001007 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23年10月24日(2011.10.24)	(74) 代理人	100086818 弁理士 高梨 幸雄
(65) 公開番号	特開2013-92554 (P2013-92554A)	(72) 発明者	和田 健 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25年5月16日(2013.5.16)	審査官	殿岡 雅仁
審査請求日	平成26年10月17日(2014.10.17)		

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レンズ群よりなる前方レンズ群と、複数のレンズ群よりなる後続レンズ群からなり、前記第2レンズ群は光路を折り曲げる反射部材を有し、

前記第2レンズ群はズームングのためには不動であり、ズームングに際して、少なくとも前記第1レンズ群と前記後続レンズ群のうち2以上のレンズ群が移動することによって隣り合うレンズ群の間隔が変化し、前記反射部材を含む反射ユニットは、沈胴収納時に前記前方レンズ群の光軸に対して垂直方向に移動し、

前記反射ユニットの移動によって生じた空間に前記前方レンズ群の少なくとも一部が沈胴収納されるズームレンズであって、

前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 、望遠端における全系の焦点距離を f_t とするとき、
 $1.2 < f_t / |f_2| < 3.0$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】

広角端から望遠端へのズームングに際しての前記第1レンズ群の移動量を M_1 、前記反射部材の光軸方向の長さを L_p (ただし、反射部材がミラーの場合、 $L_p = (\text{反射面長手長}) / 2$ とする。) とするとき、

$1.50 < |M_1| / L_p < 2.00$

なる条件式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】

前記後続レンズ群のうち、最も像側に配置される最終レンズ群は、正の屈折力を有し、前記最終レンズ群の焦点距離を f_r とするとき、

$$0.100 < f_r / f_t < 0.600$$

なる条件式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】

広角端から望遠端へのズームングに際しての前記第 2 レンズ群と前記後続レンズ群の変倍比を各々 Z_2 、 Z_r とするとき、

$$1.00 < Z_2 / Z_r < 3.00$$

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

10

【請求項 5】

前記第 2 レンズ群は 2 以上の負レンズを有し、前記第 2 レンズ群が有する負レンズの材料の平均屈折率を N_{2n} とするとき、

$$1.85 < N_{2n} < 2.00$$

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

【請求項 6】

前記反射部材は、硝子材料または樹脂材料で構成され、内面反射を利用したプリズム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。

20

【請求項 7】

前記反射部材の材料の屈折率を N_p 、光軸方向の長さを L_p とするとき、

$$0.020 < (L_p / N_p) / f_t < 0.120$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 6 に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

前記後続レンズ群のうち、最も像側に配置される最終レンズ群には、レンズ周辺部に切り欠きを有するレンズが含まれていることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

前記後続レンズ群の 1 つのレンズ群は、物体側より像側へ順に、第 1 部分群と、光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動して像位置を移動させる第 2 部分群よりなることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

30

【請求項 10】

前記反射ユニットは、沈胴収納時に像面側に移動することを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 11】

前記後続レンズ群は、物体側から像側へ順に、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ることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 12】

前記後続レンズ群は、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群、負の屈折力の第 5 レンズ群、正の屈折力の第 6 レンズ群より構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項のズームレンズ。

40

【請求項 13】

前記後続レンズ群は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第 3 レンズ群、正の屈折力の第 4 レンズ群より構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項のズームレンズ。

【請求項 14】

請求項 1 乃至 13 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た像を受光する固体撮像素子を有することを特徴とする撮像装置。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はズームレンズに関し、例えばビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、放送用カメラ、銀塩写真用カメラ等の撮像装置に用いられる撮影光学系に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

最近、撮像装置に用いられる撮影光学系は、高ズーム比で、全体が小型であることが求められており、特にカメラの厚みを薄くできるズームレンズであることが求められている。カメラの小型化とズームレンズの高ズーム比化を図るため、非撮影時に各レンズ群の間隔を撮影状態と異なる間隔まで縮小してカメラ筐体内に収納する、所謂沈胴式のズームレンズが知られている。またカメラの厚みを薄くするために、撮影光学系の光軸を90°折り曲げる反射プリズム等からなる反射部材を光路中に配置した、所謂屈曲式のズームレンズが知られている。

10

【0003】

更に、両方式を複合した方式として、非撮影時には反射部材が移動し、反射部材が移動することによって生じた空間に、反射部材の物体側に位置するレンズ群を沈胴収納するようにした、所謂屈曲沈胴式のズームレンズが知られている（特許文献1, 2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0004】

【特許文献1】特開2007-114447号公報

【特許文献2】特開2007-293052号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

撮影光学系の光路を折り曲げる反射部材を備えると共に沈胴式を利用したズームレンズであれば高ズーム比化が容易で、またカメラに適用したときカメラの厚みを薄くすることが容易になる。しかしながら、これらの効果を得るためにはズームレンズのレンズ構成を適切に設定し、かつ反射部材の構成及び光路中の配置等を適切に設定することが重要になってくる。

30

【0006】

特許文献1及び2に開示されたズームレンズは、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、1以上のレンズ群よりなる後続レンズ群より構成されている。第2レンズ群中に光路折り曲げ用の反射部材を設けている。ズーミングに際しては、第2レンズ群を固定として、非撮影時には、反射部材と、それより像側に配置されたレンズ群を像面側に移動させ、それによって空いた空間に反射部材よりも、物体側のレンズ群を収納する構成が開示されている。

【0007】

しかしながら、いずれの特許文献に開示された実施例も、第2レンズ群の屈折力が弱いため、ズーミングに際して、第1レンズ群L1の移動量が大きくなり、また高ズーム比化が難しくなる傾向があった。屈曲沈胴式を利用し、高ズーム比化を図りつつ、カメラ全体の小型化を図るには、例えば、レンズ群の数、各レンズ群の屈折力配置、ズーミングの際の各レンズ群の移動条件等のレンズ構成を適切に設定することが重要になってくる。更に反射部材の光軸方向の長さ、そして光路中に配置するときの位置等を適切に設定することが重要になってくる。これらの構成が適切でないと、上記の効果を得ることが難しい。

40

【0008】

本発明は、高ズーム比で良好なる画像を容易に得ることができ、しかもカメラに適用したときカメラ等の厚みを薄くすることができるズームレンズ及びそれを用いた撮像装置を提供することを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0009】

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レンズ群よりなる前方レンズ群と、複数のレンズ群よりなる後続レンズ群からなり、前記第2レンズ群は光路を折り曲げる反射部材を有し、

前記第2レンズ群はズーミングのためには不動であり、ズーミングに際して、少なくとも前記第1レンズ群と前記後続レンズ群のうちの2以上のレンズ群が移動することによって隣り合うレンズ群の間隔が変化し、前記反射部材を含む反射ユニットは、沈胴収納時に前記前方レンズ群の光軸に対して垂直方向に移動し、

前記反射ユニットの移動によって生じた空間に前記前方レンズ群の少なくとも一部が沈胴収納されるズームレンズであって、

前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 、望遠端における全系の焦点距離を f_t とするとき、
 $1.2 < f_t / |f_2| < 3.0$

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】

【0010】

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

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施例1の光路を展開したときのレンズ断面図

【図2】本発明の実施例1の(A)は広角端、(B)は望遠端における収差図

【図3】本発明の実施例2の光路を展開したときのレンズ断面図

【図4】本発明の実施例2の(A)は広角端、(B)は望遠端における収差図

【図5】本発明の実施例3の光路を展開したときのレンズ断面図

【図6】本発明の実施例3の(A)は広角端、(B)は望遠端における収差図

【図7】本発明の実施例4の光路を展開したときのレンズ断面図

【図8】本発明の実施例4の(A)は広角端、(B)は望遠端における収差図

【図9】本発明の実施例5の光路を展開したときのレンズ断面図

【図10】本発明の実施例5の(A)は広角端、(B)は望遠端における収差図

【図11】本発明の実施例1のズームレンズのレンズ断面図

【図12】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】

【0012】

以下に、本発明の好ましい実施の形態を、添付の図面に基づいて説明する。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レンズ群よりなる前方レンズ群と、複数のレンズ群よりなる後続レンズ群からなっている。第2レンズ群は光路を略90度(90度±10度以内)折り曲げる反射プリズム又は反射ミラー等からなる反射部材を有している。

【0013】

第2レンズ群はズーミングのためには不動である。ズーミングに際して少なくとも第1レンズ群と後続レンズ群のうちの2以上のレンズ群が移動することによって隣り合うレンズ群の間隔が変化する。反射部材を含む反射ユニットは、沈胴収納時に前方レンズ群の光軸に対して垂直方向(90度±10度以内)に移動する。そして反射ユニットの移動によって生じた空間に前方レンズ群の少なくとも一部が沈胴収納される構成よりなっている。

【0014】

図1は本発明の実施例1のズームレンズの光路を展開したときの広角端(短焦点距離端)におけるレンズ断面図である。図2(A)、(B)はそれぞれ実施例1のズームレンズの広角端、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のズームレンズの光路を展開したときの広角端におけるレンズ断面図である。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

図 4 (A)、(B) はそれぞれ実施例 2 のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。図 5 は本発明の実施例 3 のズームレンズの光路を展開したときの広角端におけるレンズ断面図である。図 6 (A)、(B) はそれぞれ実施例 3 のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。図 7 は本発明の実施例 4 のズームレンズの光路を展開したときの広角端におけるレンズ断面図である。図 8 (A)、(B) はそれぞれ実施例 4 のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。

【 0 0 1 6 】

図 9 は本発明の実施例 5 のズームレンズの光路を展開したときの広角端におけるレンズ断面図である。図 1 0 (A)、(B) はそれぞれ実施例 5 のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。図 1 1 (A)、(B) は実施例 1 のズームレンズの光軸を折り曲げた撮影状態と、カメラ本体に収納したときの収納状態（沈胴状態）の説明図である。図 1 2 は本発明のズームレンズを備えるデジタルカメラ（撮像装置）の要部概略図である。

10

【 0 0 1 7 】

各実施例のズームレンズは撮像装置に用いられる撮影光学系であり、光路を展開したレンズ断面図において、左方が物体側（前方）で、右方が像側（後方）である。尚、各実施例のズームレンズをプロジェクター等の投射レンズとして用いるときは、光路を展開したレンズ断面図において、左方がスクリーン、右方が被投射画像となる。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_F は前方

20

【 0 0 1 8 】

L_R は複数のレンズ群を含む後続レンズ群である。第 2 レンズ群 L_2 は光学系の光路を 90 度（ 90 度 ± 10 度以内であっても良い。）折り曲げる反射面を含む反射プリズム又は反射ミラーからなる反射部材 U_R を有している。 S_P は開口絞りである。 I_P は像面であり、ビデオカメラやデジタルスチルカメラの撮影光学系として使用する際には CCD センサや $CMOS$ センサ等の固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面に相当する感光面が置かれる。 G_B はフィルター、フェースプレート等のガラスブロックである。矢印は広角端から望遠端へのズーミングにおける各レンズ群の移動軌跡を示している。

【 0 0 1 9 】

各実施例のズームレンズは、ズーミングに際して第 2 レンズ群（およびその内部に配置される反射部材）を固定として、その他の少なくとも 3 つのレンズ群を移動させることにより所望のズーム比を確保している。

30

【 0 0 2 0 】

尚、広角端と望遠端とはズーミング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。収差図において、 F_{no} は F ナンバーである。

θ は半画角（度）である。球面収差図では d 線と g 線について示している。非点収差図においては、 d 線のメリディオナル像面 M と、サジタル像面 S を示している。倍率色収差は g 線によって表している。

【 0 0 2 1 】

図 1 1 (A)、(B) の実施例 1 の撮影時と非撮影時の沈胴収納時の構成について説明する。図 1 1 (A) において、 L_1 は正の屈折力（光学的パワー = 焦点距離の逆数）の第 1 レンズ群である。 L_2 は負の屈折力の第 2 レンズ群である。第 1 レンズ群 L_1 と第 2 レンズ群 L_2 は前方レンズ群 L_F を構成している。 L_R は複数のレンズ群を有する後続レンズ群である。同図の後続レンズ群 L_R は正の屈折力の第 3 レンズ群 L_3 、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。

40

【 0 0 2 2 】

物体側からの光路を折り曲げる反射部材 U_R （本実施例ではプリズム）を第 2 レンズ群 L_2 中に含むことで、カメラの厚み方向（前後方向）を薄くしている。プリズムよりなる反射部材 U_R の内部には物体からの光路を折り曲げるための反射面 U_{Ra} が設けられてい

50

る。

【0023】

図11(B)に示す収納時には、第3乃至第5レンズ群の構成レンズ要素に加えて反射部材URとレンズを含む反射ユニットURbが第1、第2レンズ群L1、L2よりなる前方レンズ群LFの光軸に対し垂直方向に移動する(本図の例では像側に移動)。そして反射ユニットURbが移動して生じた空いた空間に反射部材URに対して物体側に配置されているレンズ群の一部を収納することでカメラの厚みをより薄くしている。

【0024】

ズーミングに際して移動する第1レンズ群L1について、その移動条件によっては、非撮影時に収納する際に鏡筒に関して、より多くの沈胴段数を必要とする。このため、沈胴収納時に鏡筒径方向が大きくなってカメラ幅、高さが増大する場合がある。このため、第1レンズ群L1のズーミングに際しての移動量については、一定範囲内に入るよう短く設計することが必要である。この場合、短い移動量で所望の変倍比率を獲得するためには、特に第2レンズ群L2などの屈折力を適切に設定する必要がある。

10

【0025】

第2レンズ群L2など反射部材URよりも物体側のレンズ群の変倍分担比を小さくするために後続レンズ群LRでの変倍分担比を大きく設定することが望ましい。これによって、物体側のレンズ群のズーミングに際しての移動量を短縮することができ、カメラ厚が薄い高ズーム比のズームレンズを実現することが容易になる。各実施例において、第2レンズ群L2の焦点距離を f_2 、望遠端における全系の焦点距離を f_t とする。このとき、

20

$$1.2 < f_t / |f_2| < 30.0 \quad \dots (1)$$

なる条件式を満足している。

【0026】

各実施例では、物体側より像側へ第1レンズ群、第2レンズ群、および後続レンズ群より構成し、ズーミングのためには反射部材URを含む第2レンズ群L2を不動としている。そして、第1レンズ群L1および、後続レンズ群LRのうち少なくとも2つ以上のレンズ群を移動することで、高ズーム比化を達成している。

【0027】

かつ光路を折り曲げるための反射面を有する反射部材URを第2レンズ群L2中に配置している。さらに沈胴収納時に反射部材URを含む反射ユニットURbを前方レンズ群LFの光軸に対して略直角方向に移動させて、反射部材URに対して物体側に配置されるレンズ群の一部を収納して、カメラの薄型化を達成している。反射ユニットURbは実施例1では反射部材と1つのレンズより成っている。実施例2, 3, 4では反射部材のみよりなっている。実施例5では反射部材URとレンズより成っている。

30

【0028】

条件式(1)は、第2レンズ群L2の焦点距離を規定したものである。条件式(1)の下限を超えると第2レンズ群L2の屈折力が弱すぎて所望のズーム比を得るのが困難になる。逆に上限を超えると、第2レンズ群L2の屈折力が強すぎて、特に負レンズのコバ部の厚みが大きくなって、カメラを薄くすることが困難になる。さらに望ましくは、以下の条件式(1a)範囲とすることで、より薄いカメラを実現することが容易になる。

40

【0029】

$$1.2 < f_t / |f_2| < 20.0 \quad \dots (1a)$$

以上のように各実施例によれば、カメラの小型、特に薄型化が容易でしかも高ズーム比のズームレンズが得られる。

【0030】

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。広角端から望遠端へのズーミングに際しての第1レンズ群L1の移動量を M_1 、反射部材URの光軸方向の長さを L_p (ただし、反射部材がミラーの場合、 $L_p = (\text{反射面長手長}) / 2$ とする。)とする。後続レンズ群LRのうち、最も像側に配置される最終レンズ群は、正の屈折力を有し、最終レンズ群の焦点距離を f_r とする。広角端から望遠端へのズー

50

ミングに際しての第2レンズ群L2と後続レンズ群LRの変倍比を各々Z2、Zrとする。

【0031】

ここで変倍比Zとは広角端と望遠端における結像倍率を各々w、tとするとき、

$$Z = t / w$$

である。

【0032】

第2レンズ群L2は2以上の負レンズを有し、第2レンズ群L2が有する負レンズの材料の平均屈折率をN2nとする。反射部材URの材料の屈折率をNpとする。このとき、以下の条件式のうち1以上を満足するのが良い。

【0033】

$$1.50 < |M1| / Lp < 2.00 \quad \dots (2)$$

$$0.100 < fr / ft < 0.600 \quad \dots (3)$$

$$1.00 < Z2 / Zr < 3.00 \quad \dots (4)$$

$$1.85 < N2n < 2.00 \quad \dots (5)$$

$$0.020 < (Lp / Np) / ft < 0.120 \quad \dots (6)$$

ここで移動量M1の符号は物体側から像側への移動するときを正とする。次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。

【0034】

条件式(2)は、広角端から望遠端へのズームに際しての第1レンズ群L1の移動量を規定したものである。下限を超えると、第1レンズ群L1の移動量が小さすぎて、所望のズーム比を確保するのが困難となる。また上限を超えると、第1レンズ群L1の移動量、および鏡筒長が大きくなって収納時にカメラ厚が大きくなっていく。さらに望ましくは、以下の条件式(2a)範囲とすることで、より薄いカメラを実現することが容易となる。

【0035】

$$1.70 < |M1| / Lp < 1.90 \quad \dots (2a)$$

条件式(3)は最終レンズ群と望遠端における全系の焦点距離の比を規定したものである。条件式(3)の下限を超えると、最終レンズ群の屈折力が大きくなることに起因して、最終レンズ群の有効径が大きくなってカメラ厚が大きくなっていく。逆に上限を超えると、後続レンズ群によるズーム比の確保が困難になって、反射部材より物体側のレンズ群による変倍負担、及びズームに際しての移動量が大きくなってカメラ厚が大きくなっていく。さらに望ましくは、以下の条件式(3a)範囲とすることで、より薄いカメラを実現することが容易となる。

【0036】

$$0.150 < fr / ft < 0.250 \quad \dots (3a)$$

条件式(4)は、後続レンズ群LRに対する、第2レンズ群L2の変倍比の関係を規定したものである。条件式(4)の下限を超えると、第2レンズ群L2による変倍分担が小さすぎてカメラの横幅が大きくなっていく。逆に上限を超えると、第2レンズ群L2による変倍分担が大きすぎて、カメラの厚みを薄くすることが困難となる。さらに望ましくは、以下の条件式(4a)範囲とすることで、バランス良い小型なカメラを実現することが容易となる。

【0037】

$$1.00 < Z2 / Zr < 2.20 \quad \dots (4a)$$

各実施例において、第2レンズ群L2は大きな屈折力を必要とするレンズ群であるため、第2レンズ群L2を構成する負レンズについては、少なくとも2枚以上用いるのが良い。

【0038】

条件式(5)は、第2レンズ群L2を構成する負レンズの材料についての平均屈折率を規定したものである。条件式(5)の下限を超えると負レンズのコバ部厚みが大きくなる

10

20

30

40

50

ため、カメラ厚が大型化してくる。逆に上限を超える材料では、一般に高分散材を使用することになり、色収差の補正が困難になることに起因してレンズ構成が複雑となってカメラが大型化してくる。さらに望ましくは、以下の条件式(5a)範囲とすることで、より小型なカメラを実現することが容易になる。

【0039】

$$1.85 < N2n < 1.90 \dots (5a)$$

各実施例における反射部材URは硝子材料、または樹脂材料からなり、内面反射を利用したプリズムより構成するのが良い。反射部材URを、屈折率が高い材料で埋めることによって、反射部材URを配置するスペースの空気換算長を小さくすることができる。これによって、特に前玉有効径などの小型化を図っている。

10

【0040】

条件式(6)は、反射部材URを配置する空間の空気換算長と望遠端における全系の焦点距離比を規定したものである。条件式(6)の下限を超えると反射部材URを配置する空間の確保が難しく光路の折り曲げが困難となり、カメラの小型化が困難となる。逆に、上限を超えると反射部材URが占める空間が大きくなりすぎて、カメラの小型化が困難となる。さらに望ましくは、以下の条件式(6a)範囲とすることで、より薄いカメラを実現することが容易となる。

【0041】

$$0.050 < (Lp/Np) / ft < 0.120 \dots (6a)$$

次に各実施例において前述以外の好ましい構成について説明する。後続レンズ群LRのうち、最も像側に配置される最終レンズ群の一部のレンズは、レンズ周辺部に切り欠きを有するのが良い。最も像側に配置される最終レンズ群は、軸外光束の入射高が大きいため、レンズ有効径が大きくなる。このレンズ外径が大きくなるとカメラ厚を薄くできないことがある。このため、必要に応じて、光束が通過しない領域(レンズ周辺部)については、切り欠き部を設けることで、カメラ厚を薄くすることができる。

20

【0042】

後続レンズ群LRの1つのレンズ群は物体側より像側へ順に第1部分群と、光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動して、像位置を移動させる第2部分群より構成するのが良い。すなわち、第2部分群で手ブレ補正するのが良い。第2レンズ群L2中に反射部材URを有するズームレンズでは、広角端から望遠端へのズーミング時に際して第3レンズ群L3などが反射部材UR側に接近する構成をとることがある。

30

【0043】

この場合、後続レンズ群LRのいずれかを部分レンズ群に分けて、その像側のレンズ群(部分群)を光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動することで、望遠端において折り曲げ光路がレンズ群に干渉することなく、手ブレ補正が容易となる。反射部材URを含む反射ユニットURbは撮影時から沈胴収納時に像面側方向に移動するのが良い。

【0044】

撮影状態から沈胴収納時に移動する反射部材URは、第1レンズ群の光軸に対して平行に移動するとカメラ厚みが増大してしまう。このため、垂直方向に動かすことが考えられる。反射部材URが像面側に移動することが可能であれば、カメラ幅又は高さ方向の空間を有効に利用することができるためカメラサイズをよりコンパクトに設計することができる。

40

【0045】

ただし、後続レンズ群LRのズーミングに伴う移動量が短いこと等により、反射部材URが退避収納されるための空間が十分確保できない場合は、像面側と反対方向または、折り曲げ前後の光路の光軸を含む平面に対して垂直方向に移動するようにしても良い。これによってもカメラ厚を薄くすることができる。

【0046】

次に各実施例のレンズ構成の特徴について説明する。

【0047】

50

〔実施例 1〕

実施例 1 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 L 1、反射部材 U R を含む負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 よりなる前方レンズ群 L F を有する。さらに正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3、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 よりなる後続レンズ群 L R から構成されている。反射部材 U R としては、全反射を利用したプリズムを採用している。反射ユニット U R b は反射部材 U R と 1 つのレンズよりなっている。

【0048】

広角端から望遠端へのズームングに際し、第 2 レンズ群（およびその内部に配置される反射部材 U R）、第 4 レンズ群は固定としている。第 1 レンズ群 L 1 は物体側へ移動するが、この際、像側に凸軌跡を描きながら移動しても良い。また第 3 レンズ群 L 3 を物体側へ移動させることで変倍を行い、それに伴う像面位置のずれを第 5 レンズ群を像側へ移動して補正している。

10

【0049】

このように第 1 レンズ群 L 1 に加え、後続レンズ群 L R のうち、第 3、第 5 レンズ群 L 3、L 5 の少なくとも 2 つのレンズ群の移動によって、第 2 レンズ群 L 2 が移動しなくとも、ズーム比 1.5 とした高倍率なズームレンズを実現している。撮影距離が変化したときのフォーカシングについては、第 5 レンズ群 L 5 にて行なっている。

【0050】

本実施例では、第 1 レンズ群 L 1 の移動量と反射部材 U R の光軸方向の厚さとの比を 1.862（条件式（2））と小さくしている。それと同時に望遠端と第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離比を 1.7.2（条件式（1））と第 2 レンズ群 L 2 の屈折力を強くすることで、高ズーム比化とカメラの薄型化を達成している。

20

【0051】

また、最終レンズ群（第 5 レンズ群 L 5）の屈折力について、望遠端における全系の焦点距離比を 0.178（条件式（3））として屈折力を強い配置としている。これにより物体側のレンズ群の変倍分担比を 1.24（条件式（4））と小さくしており、第 1 レンズ群 L 1 の変倍時の移動量を小さく抑えている。第 2 レンズ群 L 2 の屈折力は強いため、これを構成する負レンズの材料の平均屈折率については、1.87（条件式（5））と大きい材料を選択している。

30

【0052】

なお、本実施例では、第 3 レンズ群 L 3 の内部の接合レンズ部（第 3 b レンズ群：L3b）において、手ブレ補正を行っている。

【0053】

〔実施例 2〕

実施例 2 のズームレンズの屈折力配置、ズームタイプ、フォーカス方式等は実施例 1 と同じである。実施例 2 はズーム比 12.8 である。実施例 2 では反射ユニット U R b は反射部材 U R のみからなる。実施例 2 では第 2 レンズ群 L 2 を構成する反射部材 U R の像側にズームングに際して不動のレンズを有していない。

【0054】

本実施例では、第 1 レンズ群 L 1 の移動量と反射部材 U R の光軸方向の厚さとの比を 1.862（条件式（2））と小さくしている。それと同時に望遠端と第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離比を 1.2.1（条件式（1））と第 2 レンズ群 L 2 の屈折力を強くすることで、高ズーム比化とカメラの薄型化を達成している。

40

【0055】

また、最終レンズ群（第 5 レンズ群 L 5）の屈折力について、望遠端における全系の焦点距離比を 0.211（条件式（3））として屈折力を強い配置としている。これにより物体側のレンズ群の変倍分担比を 1.36（条件式（4））と小さくしており、第 1 レンズ群 L 1 の変倍時の移動量を小さく抑えている。第 2 レンズ群 L 2 の屈折力は強いため、これを構成する負レンズの材料の平均屈折率については、1.87（条件式（5））と大

50

きい材料を選択している。

【0056】

なお、本実施例では、第3レンズ群L3内部の接合レンズ部(第3bレンズ群:L3b)において、手ブレ補正を行っている。その他の点は、実施例1と同じである。

【0057】

[実施例3]

実施例3のズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群L1、反射部材URを含む負の屈折力の第2レンズ群L2よりなる前方レンズ群LFを有する。さらに、正の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4よりなる後続レンズ群LRから構成されている。反射部材URとしては、全反射プリズムを採用している。反射ユニットURbは反射部材URのみからなっている。

10

【0058】

広角端から望遠端へのズームングに際し、第2レンズ群(およびその内部に配置される反射部材UR)は固定としている。第1レンズ群L1は物体側へ移動するが、この際、像側に凸状の軌跡を描きながら移動しても良い。また第3レンズ群L3を物体側へ移動させることで変倍を行い、それに伴う像面位置のずれを第4レンズ群を物体側に向かって凸状の軌跡を描いて移動して補正している。

【0059】

このように第1レンズ群L1に加え、後続レンズ群LRのうち、第3、第4レンズ群L3、L4の少なくとも2つのレンズ群の移動によって、第2レンズ群が移動しなくとも、ズーム比1.3といった高倍率なズームレンズを実現している。撮影距離が変化したときのフォーカシングについては、第4レンズ群L4にて行なっている。

20

【0060】

本実施例では、第1レンズ群L1の移動量と反射部材URの光軸方向の厚さとの比を1.873(条件式(2))と小さくしている。それと同時に望遠端と第2レンズ群L2の焦点距離比を1.24(条件式(1))と第2レンズ群L2の屈折力を強くすることで、高ズーム比化とカメラの薄型化を達成している。

【0061】

また、最終レンズ群(第4レンズ群L4)の屈折力について、望遠端における全系の焦点距離比を0.582(条件式(3))として屈折力を強い配置としている。これにより物体側のレンズ群の変倍分担比を1.92(条件式(4))と小さくしており、第1レンズ群L1の変倍時の移動量を小さく抑えている。

30

【0062】

第2レンズ群L2の屈折力は強いため、これを構成する負レンズの材料の平均屈折率については、1.87(条件式(5))と大きい材料を選択している。なお、本実施例では、第3レンズ群L3の内部の接合レンズ部(第3bレンズ群:L3b)において、手ブレ補正を行っている。その他の点は、実施例1と同じである。

【0063】

[実施例4]

実施例4のズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群L1、反射部材URを含む負の屈折力の第2レンズ群L2よりなる前方レンズ群LFを有する。さらに、負の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4、負の屈折力の第5レンズ群L5、正の屈折力の第6レンズ群L6よりなる後続レンズ群LRから構成されている。反射部材URとしては、全反射プリズムを採用している。反射ユニットURbは反射部材URのみからなっている。

40

【0064】

広角端から望遠端へのズームングに際し、第2レンズ群L2(およびその内部に配置される反射部材UR)、第5レンズ群L5は固定としている。第1レンズ群L1は物体側へ移動するが、この際、像側に凸状の軌跡を描きながら移動しても良い。また第4レンズ群L4などを物体側へ移動させることで変倍を行い、それに伴う像面位置のずれを第6レン

50

ズ群 L 6 を物体側に向かって凸状の規制を伴って移動して補正している。

【 0 0 6 5 】

このように第 1 レンズ群 L 1 に加え、後続レンズ群のうち、第 3、第 4、第 6 レンズ群の少なくとも 2 つのレンズ群の移動によって、第 2 レンズ群 L 2 が移動しなくとも、ズーム比 1.5 といった高倍率なズームレンズを実現している。撮影距離が変化したときのフォーカシングについては、第 6 レンズ群 L 6 にて行なっている。

【 0 0 6 6 】

本実施例では、第 1 レンズ群 L 1 の移動量と反射部材 U R の光軸方向の厚さとの比を 1.864 (条件式 (2)) と小さくしている。それと同時に望遠端と第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離比を 1.25 (条件式 (1)) と第 2 レンズ群 L 2 の屈折力を強くすることで、高ズーム比化とカメラの薄型化を達成している。

10

【 0 0 6 7 】

また、最終レンズ群 (第 6 レンズ群 L 6) の屈折力について、望遠端における全系の焦点距離比を 0.191 (条件式 (3)) として屈折力を強い配置としている。これにより物体側のレンズ群の変倍分担比を 1.98 (条件式 (4)) と小さくしており、第 1 レンズ群 L 1 の変倍時の移動量を小さく抑えている。

【 0 0 6 8 】

第 2 レンズ群 L 2 の屈折力は強いため、これを構成する負レンズの材料の平均屈折率については、1.87 (条件式 (5)) と大きい材料を選択している。なお、本実施例では、第 4 レンズ群 L 4 の内部の接合レンズ部 (第 4 b レンズ群 : L 4 b) において、手ブレ補正を行っている。その他の点は、実施例 1 と同じである。

20

【 0 0 6 9 】

[実施例 5]

実施例 5 のズームレンズの屈折力配置、ズームタイプ、フォーカス方式等は実施例 1 と同じである。本実施例では反射部材 U R として反射ミラーを採用している。反射ユニット U R b は反射ミラーと負レンズからなっている。

【 0 0 7 0 】

本実施例のような反射ミラーを用いた場合、プリズムよりなる反射部材で示した長さ L p に相当する特性値としては、光路を略 90 度に折り曲げるので、反射面長手長 11.3 mm から $11.3 / \sqrt{2}$ より、 $L p = 8 \text{ mm}$ と算出できる。

30

【 0 0 7 1 】

広角端から望遠端へのズームングに際し、第 2 レンズ群 L 2 (およびその内部に配置される反射部材 U R)、第 4 レンズ群 L 4 は固定としている。第 1 レンズ群 L 1 は物体側へ移動するが、この際、像側に凸状の軌跡を描きながら移動しても良い。また第 3 レンズ群 L 3 を物体側へ移動させることで高変倍を行い、それに伴う像面位置のずれを第 5 レンズ群 L 5 を移動させて補正している。

【 0 0 7 2 】

このように第 1 レンズ群 L 1 に加え、後続レンズ群 L R のうち、第 3、第 5 レンズ群の少なくとも 2 つのレンズ群の移動によって、第 2 レンズ群が移動しなくとも、ズーム比 1.3 といった高倍率なズームレンズを実現している。撮影距離が変化したときのフォーカシングについては、第 5 レンズ群 L 5 にて行なっている。

40

【 0 0 7 3 】

本実施例では、第 1 レンズ群 L 1 の駆動量と反射部材 U R の光軸方向の厚との比を 1.860 (条件式 (2)) と小さくしている。それと同時に望遠端と第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離比を 1.45 (条件式 (1)) と第 2 レンズ群 L 2 の屈折力を強くすることで、高ズーム比化とカメラの薄型化を達成している。

【 0 0 7 4 】

また、最終レンズ群 (第 5 レンズ群 L 5) の屈折力について、望遠端における全系の焦点距離比を 0.210 (条件式 (3)) として屈折力の強い配置としている。これにより物体側のレンズ群の変倍分担比を 1.34 (条件式 (4)) と小さくしており、第 1 レン

50

ズ群 L 1 の変倍時の移動量を小さく抑えている。前述のように第 2 レンズ群 L 2 の屈折力は強いため、これを構成する負レンズの材料の平均屈折率については、1.87 (条件式 (5)) と大きい材料を選択している。

【0075】

なお、本実施例では、第 3 レンズ群 L 3 の内部の接合レンズ部(第 3 b レンズ群 : L3b)において、手ブレ補正を行っている。

【0076】

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。例えば、実施例 1 ~ 5 の全てにおいてズームングに際して F 値変動を低減するために開口絞りの開口径の制御を行なっても良い。また受光面上に形成された光学像を電気信号に変換する撮像素子を備えた撮像装置と組み合わせた場合などには歪曲収差量を電氣的に補正しても良い。

10

【0077】

次に本発明の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(光学機器)の実施形態を図 12 を用いて説明する。図 12 において、20 はデジタルカメラ本体、21 は上述の実施例のズームレンズによって構成された撮影光学系である。P は反射部材である。撮影光学系 21 は被写体の像を CCD 等の固体撮像素子上(光電変換素子上)22 に形成している。23 は撮像素子 22 が受光した被写体の像を記録する記録手段、24 は不図示の表示素子に表示された画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等によって構成され、撮像素子 22 上に形成された画像が表示される。

20

【0078】

このように本発明のズームレンズをデジタルカメラ等に適用することにより、小型で高い光学性能を有する撮像装置を実現している。また本発明のズームレンズは、ミラーレスの一眼レフカメラにも同様に適用することができる。

【0079】

次に、本発明の各実施例に対応する数値実施例を示す。数値実施例において、i は物体側からの面の順序を示す。r_i はレンズ面の曲率半径、d_i は第 i 面と第 i + 1 面との間のレンズ肉厚および空気間隔である。n_{d_i}、d_i はそれぞれ d 線に対する屈折率、アッペ数を表す。数値実施例 1 乃至 4 における r₁₂、r₁₃ は反射部材である。数値実施例 3 における r₁₄、r₁₅ は設計上用いたダミー面である。数値実施例 5 における r₁₂ は反射部材(反射ミラー)である。各数値実施例において最終の 2 つの面はガラスブロックである。

30

【0080】

また、k、A₄、A₆、A₈、A₁₀ は非球面係数である。非球面形状は光軸からの高さ h の位置での光軸方向の変位を、面頂点を基準にして x とするとき以下の式で定義される。

【0081】

$$x = (h^2 / R) / [1 + \{ 1 - (1 + k) (h / R)^2 \}^{1/2}] + A4h^4 + A6h^6 + A8h^8 + A10h^{10}$$

但し、ここで R は曲率半径である。「e - x」は「10^{-x}」を意味している。又、前述の各条件式と各実施例との関係を表 1 に示す。

40

【0082】

[数値実施例 1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	32.520	1.10	1.84666	23.8	24.00
2	18.752	4.31	1.49700	81.5	21.48
3	204.469	0.10			20.30

50

4	22.050	2.72	1.77250	49.6	19.67
5	139.023	(可変)			19.24
6	-660.316	1.05	1.85135	40.1	12.78
7*	6.025	3.00			9.11
8	-17.819	0.60	1.88300	40.8	8.93
9	17.409	0.10			8.94
10	13.017	2.04	1.94595	18.0	9.13
11	-38.886	0.80			9.03
12		8.00	1.83400	37.2	8.57
13		0.84			7.13
14	-18.364	0.60	1.88300	40.8	7.00
15	-60.216	(可変)			7.05
16*	9.059	2.61	1.55332	71.7	7.56
17*	-25.480	1.00			7.20
18(絞り)		1.00			6.57
19	13.906	0.60	1.84666	23.8	6.66
20	8.221	1.37			6.49
21	15.337	3.68	1.54072	47.2	7.22
22	-7.520	0.60	1.80610	33.3	7.25
23	-14.518	(可変)			7.43
24	-62.970	0.70	1.77250	49.6	6.86
25	10.426	(可変)			6.90
26*	10.473	3.64	1.48749	70.2	11.40
27	-16.978	(可変)			11.40
28		0.80	1.51633	64.1	20.00
29		3.59			20.00

像面

【 0 0 8 3 】

非球面データ

第7面

K = -6.21059e-002 A 4= 6.07506e-006 A 6=-3.47030e-006 A 8= 2.38225e-008 A10=
6.59620e-009

第16面

K = -4.02932e-001 A 4=-9.69640e-005 A 6= 1.87467e-007 A 8=-9.36504e-009

第17面

K = 4.81084e+000 A 4= 1.42165e-004

第26面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.03025e-004 A 6=-3.33041e-007 A 8=-1.56813e-008

各種データ

ズーム比 15.03

	広角	中間	望遠
焦点距離	5.18	24.84	77.83
Fナンバー	3.07	5.10	6.75
半画角(度)	33.66	7.91	2.54
像高	3.45	3.45	3.45

10

20

30

40

50

レンズ全長	73.49	82.38	88.34
BF	3.59	3.59	3.59
d 5	0.68	9.55	15.59
d15	15.51	3.12	0.30
d23	0.83	13.21	16.02
d25	3.71	5.64	10.85
d27	7.92	6.02	0.75
入射瞳位置	15.95	46.95	120.92
射出瞳位置	-38.46	1953.34	45.20
前側主点位置	20.49	72.10	344.33
後側主点位置	-1.58	-21.25	-74.25

10

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	29.39	8.23	2.32	-2.88
2	6	-4.54	17.02	1.88	-7.33
3	16	11.98	10.86	2.74	-6.93
4	24	-11.53	0.70	0.34	-0.06
5	26	13.89	3.64	0.97	-1.58
GB	28		0.80	0.26	-0.26

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-54.30
2	2	41.22
3	4	33.58
4	6	-7.01
5	8	-9.89
6	10	10.51
7	12	0.00
8	14	-30.13
9	16	12.41
10	19	-24.96
11	21	9.89
12	22	-20.12
13	24	-11.53
14	26	13.89
15	28	0.00

30

40

【 0 0 8 4 】

[数値実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	35.134	1.10	1.84666	23.8	23.99
2	21.087	4.24	1.49700	81.5	21.85

50

3	-4957.011	0.10			20.67	
4	20.999	2.69	1.71300	53.9	19.62	
5	91.593	(可変)			19.17	
6	76.557	1.05	1.85135	40.1	12.19	
7*	6.734	2.87			8.85	
8	-12.636	0.60	1.88300	40.8	8.37	
9	10.638	0.42			8.16	
10	11.910	1.81	1.94595	18.0	8.40	
11	-85.156	0.80			8.34	
12		8.00	1.83400	37.2	8.17	10
13		(可変)			7.79	
14*	9.166	3.19	1.55332	71.7	7.43	
15*	-80.894	1.00			6.72	
16(絞り)		1.00			6.26	
17	11.303	0.60	1.84666	23.8	6.37	
18	7.527	1.72			6.18	
19	14.004	3.50	1.51742	52.4	6.86	
20	-8.773	0.60	1.80610	33.3	6.90	
21	-18.354	(可変)			7.08	
22	-44.473	0.70	1.77250	49.6	7.72	20
23	15.525	(可変)			7.85	
24*	10.526	4.04	1.48749	70.2	11.79	
25	-17.054	(可変)			11.73	
26		0.80	1.51633	64.1	20.00	
27		4.00			20.00	

像面

【 0 0 8 5 】

非球面データ

第7面

K = 1.42262e-001 A 4=-5.30387e-005 A 6=-3.49821e-006 A 8=-4.89416e-008 A10=
1.11079e-008

第14面

K =-1.73657e-001 A 4=-4.02661e-005 A 6=-1.12563e-006 A 8= 1.77782e-008

第15面

K = 1.76223e+001 A 4= 7.94322e-005

第24面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.62823e-004 A 6= 5.73220e-008 A 8=-1.50667e-008

各種データ

ズーム比	12.75		
	広角	中間	望遠
焦点距離	5.20	23.36	66.35
Fナンバー	3.07	4.94	6.35
半画角(度)	33.54	8.40	2.98
像高	3.45	3.45	3.45
レンズ全長	73.54	82.61	88.34

BF	4.00	4.00	4.00
d 5	0.50	9.57	15.41
d13	17.05	3.43	0.30
d21	0.83	14.44	17.57
d23	2.69	3.81	9.10
d25	7.63	6.50	1.14

入射瞳位置	15.78	46.85	112.92
射出瞳位置	-34.42	-672.93	46.50
前側主点位置	20.28	69.41	282.82
後側主点位置	-1.21	-19.34	-62.36

10

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	29.81	8.13	2.17	-3.00
2	6	-5.49	15.55	1.21	-9.06
3	14	14.15	11.61	2.53	-7.63
4	22	-14.82	0.70	0.29	-0.10
5	24	14.03	4.04	1.09	-1.77
GB	26		0.80	0.26	-0.26

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-64.62
2	2	42.26
3	4	37.62
4	6	-8.73
5	8	-6.46
6	10	11.15
7	12	0.00
8	14	15.07
9	17	-28.70
10	19	11.00
11	20	-21.45
12	22	-14.82
13	24	14.03
14	26	0.00

30

40

【 0 0 8 6 】

[数値実施例 3]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	31.137	1.10	1.84666	23.8	24.04
2	19.417	4.63	1.49700	81.5	22.87
3	247.632	0.10			22.58
4	23.012	3.07	1.77250	49.6	21.85

50

5	127.368	(可変)			21.39
6	535.197	1.05	1.85135	40.1	11.91
7*	5.725	2.95			8.38
8	-12.888	0.60	1.88300	40.8	8.22
9	23.264	0.10			8.39
10	12.789	1.74	1.94595	18.0	8.66
11	-184.479	0.80			8.61
12		8.00	1.83400	37.2	8.51
13		0.00			8.22
14		0.00			8.22
15		(可変)			8.22
16*	7.338	2.62	1.51633	64.1	7.67
17*	-286.656	1.00			7.10
18(絞り)		1.00			6.51
19	12.657	0.60	1.85026	32.3	6.51
20	6.713	1.45			6.26
21	13.577	3.57	1.51633	64.1	6.75
22	-8.617	0.60	1.83400	37.2	7.01
23	-17.316	(可変)			7.25
24*	65.386	2.14	1.48749	70.2	9.62
25	-27.466	(可変)			9.65
26		0.80	1.51633	64.1	20.00
27		2.17			20.00

像面

【 0 0 8 7 】

非球面データ

第7面

K = 4.53349e-001 A 4=-2.99311e-005 A 6=-5.26233e-005 A 8= 4.33313e-006 A10=-1.75089e-007

30

第16面

K =-3.33003e-001 A 4=-7.12947e-005 A 6=-2.40686e-006 A 8= 4.24212e-008

第17面

K = 8.94410e+002 A 4= 4.17550e-005

第24面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.66130e-005 A 6= 2.98180e-007 A 8=-4.38126e-009

40

各種データ

ズーム比	13.00		
	広角	中間	望遠
焦点距離	5.28	24.95	68.70
Fナンバー	3.07	4.42	5.52
半画角(度)	33.14	7.87	2.88
像高	3.45	3.45	3.45
レンズ全長	73.37	83.40	88.22
BF	2.17	2.17	2.17

50

d 5	0.61	10.75	15.69
d15	18.81	3.80	0.30
d23	8.78	17.15	29.99
d25	5.10	11.63	2.18

入射瞳位置	16.42	57.36	129.38
射出瞳位置	-32.61	-74.69	-530.59
前側主点位置	20.90	74.21	189.22
後側主点位置	-3.12	-22.78	-66.54

10

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	29.23	8.90	2.27	-3.36
2	6	-5.56	15.24	0.85	-9.11
3	16	15.87	10.84	1.34	-7.97
4	24	39.98	2.14	1.02	-0.43
GB	26		0.80	0.26	-0.26

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-63.67
2	2	42.11
3	4	35.90
4	6	-6.80
5	8	-9.32
6	10	12.70
7	12	0.00
8	16	13.90
9	19	-17.63
10	21	10.80
11	22	-21.23
12	24	39.98
13	26	0.00

20

30

【 0 0 8 8 】

[数值実施例 4]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	33.988	1.10	1.84666	23.8	24.00
2	18.954	4.32	1.49700	81.5	21.44
3	276.484	0.10			21.12
4	19.958	3.05	1.77250	49.6	20.58
5	89.026	(可変)			20.13
6	87.941	1.05	1.85135	40.1	12.10
7*	5.981	2.95			8.58
8	-11.812	0.60	1.88300	40.8	8.30
9	13.923	0.10			8.31

40

50

10	12.756	1.96	1.94595	18.0	8.42	
11	-28.527	0.10			8.37	
12		8.00	1.83400	37.2	8.20	
13		(可変)			7.05	
14	-10.778	0.60	1.74400	44.8	6.93	
15	-17.122	(可変)			7.06	
16*	9.035	2.66	1.55332	71.7	7.56	
17*	-21.218	1.00			7.15	
18(絞リ)		1.00			6.37	
19	11.057	0.60	1.84666	23.8	6.40	10
20	7.134	1.46			6.16	
21	15.755	3.28	1.51742	52.4	6.67	
22	-10.085	0.60	1.80610	33.3	6.70	
23	-20.239	(可変)			6.83	
24	-30.962	0.70	1.77250	49.6	7.68	
25	21.731	(可変)			7.87	
26*	11.447	3.37	1.48749	70.2	11.36	
27	-17.876	(可変)			11.33	
28		0.80	1.51633	64.1	20.00	
29		1.79			20.00	20
像面						

【 0 0 8 9 】

非球面データ

第7面

K = 3.07667e-001 A 4=-1.86268e-004 A 6=-1.07618e-005 A 8= 1.68517e-007 A10=-1.24730e-008

第16面

K =-4.59926e-001 A 4=-1.01592e-004 A 6=-7.23915e-007 A 8=-2.32649e-008

30

第17面

K = 7.16199e+000 A 4= 1.91526e-004

第26面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.27346e-004 A 6=-2.39191e-007 A 8=-4.25156e-009

各種データ

ズーム比

15.03

	広角	中間	望遠
焦点距離	5.18	22.15	77.84
Fナンバー	3.07	4.72	6.58
半画角(度)	33.66	8.85	2.54
像高	3.45	3.45	3.45
レンズ全長	72.84	81.26	87.73
BF	1.79	1.79	1.79

40

d 5	0.54	8.93	15.47
d13	1.07	2.00	0.80
d15	14.41	1.72	0.30

50

d23	0.87	12.62	15.23
d25	7.90	3.75	12.20
d27	6.89	11.07	2.55

入射瞳位置	15.83	44.79	129.15
射出瞳位置	-216.46	-169.35	39.11
前側主点位置	20.88	64.07	369.33
後側主点位置	-3.39	-20.36	-76.05

ズームレンズ群データ

10

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	28.89	8.57	2.26	-3.11
2	6	-6.23	14.76	0.73	-8.88
3	14	-40.75	0.60	-0.61	-0.97
4	16	12.08	10.60	1.77	-7.24
5	24	-16.43	0.70	0.23	-0.16
6	26	14.87	3.37	0.92	-1.43
GB	28		0.80	0.26	-0.26

単レンズデータ

20

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-52.37
2	2	40.72
3	4	32.67
4	6	-7.58
5	8	-7.16
6	10	9.54
7	12	0.00
8	14	-40.75
9	16	11.82
10	19	-25.54
11	21	12.42
12	22	-25.61
13	24	-16.43
14	26	14.87
15	28	0.00

30

【 0 0 9 0 】

[数値実施例 5]

40

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	33.379	1.10	1.84666	23.8	26.00
2	19.194	4.81	1.49700	81.5	23.31
3	194.668	0.10			22.12
4	21.494	2.71	1.77250	49.6	19.60
5	112.144	(可変)			19.17
6	174.420	1.05	1.85135	40.1	13.93

50

7*	6.309	3.59			9.79
8	-12.954	0.60	1.88300	40.8	9.58
9	22.255	0.13			9.78
10	17.073	2.21	1.94595	18.0	9.99
11	-24.697	4.80			10.01
12		4.90			12.02
13	-16.950	0.60	1.88300	40.8	7.30
14	-34.945	(可変)			7.38
15*	8.155	2.70	1.55332	71.7	7.58
16*	-25.294	1.00			7.22
17(絞り)		1.00			6.65
18	11.782	0.60	1.84666	23.8	6.58
19	6.687	1.47			6.28
20	12.671	3.40	1.58144	40.8	6.79
21	-9.938	0.60	1.80610	33.3	6.67
22	-37.106	(可変)			6.71
23	-66.449	0.70	1.77250	49.6	7.07
24	12.330	(可変)			7.15
25*	10.580	3.91	1.48749	70.2	11.51
26	-17.280	(可変)			11.43
27		0.80	1.51633	64.1	20.00
28		2.80			20.00

像面

【 0 0 9 1 】

非球面データ

第7面

K = 1.30253e-001 A 4=-1.01931e-004 A 6=-8.32531e-006 A 8= 2.65338e-007 A10=-5.76512e-009

30

第15面

K = -4.53654e-001 A 4=-1.16135e-004 A 6=-7.49732e-008 A 8=-1.33482e-008

第16面

K = 4.34951e+000 A 4= 1.13151e-004

第25面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.02524e-004 A 6=-8.09230e-007 A 8=-2.07183e-009

各種データ

40

ズーム比	13.00		
	広角	中間	望遠
焦点距離	5.18	22.00	67.34
Fナンバー	3.07	5.03	6.53
半画角(度)	33.66	8.91	2.93
像高	3.45	3.45	3.45
レンズ全長	73.53	82.05	88.34
BF	2.80	2.80	2.80

d 5 0.62 9.17 15.51

50

d14	14.56	2.95	0.30
d22	0.83	12.45	15.10
d24	4.56	5.39	10.23
d26	7.37	6.53	1.64

入射瞳位置	17.10	47.41	126.81
射出瞳位置	-45.80	1506.08	47.03
前側主点位置	21.73	69.73	296.65
後側主点位置	-2.38	-19.20	-64.55

10

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	30.04	8.72	2.54	-3.00
2	6	-4.65	17.88	2.19	-10.22
3	15	12.51	10.77	0.86	-7.68
4	23	-13.41	0.70	0.33	-0.06
5	25	14.11	3.91	1.05	-1.71
GB	27		0.80	0.26	-0.26

単レンズデータ

20

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-55.31
2	2	42.46
3	4	33.98
4	6	-7.71
5	8	-9.20
6	10	10.95
7	13	-37.87
8	15	11.48
9	18	-19.31
10	20	10.14
11	21	-17.00
12	23	-13.41
13	25	14.11
14	27	0.00

30

【 0 0 9 2 】

【表 1】

数値実施例	条件式					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
数値実施例1	17.2	1.862	0.178	1.24	1.87	0.056
数値実施例2	12.1	1.862	0.211	1.36	1.87	0.066
数値実施例3	12.4	1.873	0.582	1.92	1.87	0.063
数値実施例4	12.5	1.864	0.191	1.98	1.87	0.056
数値実施例5	14.5	1.860	0.210	1.34	1.87	0.119

40

【符号の説明】

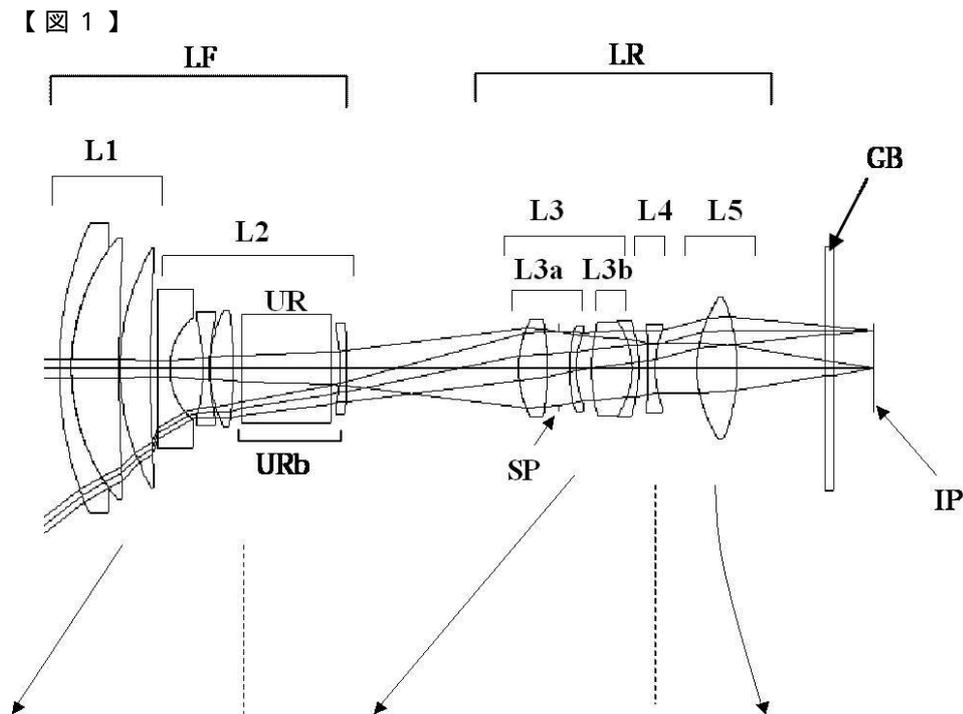
【 0 0 9 3 】

L 1 第1レンズ群 L 2 第2レンズ群 L 3 第3レンズ群

L 3 a 第3 aレンズ群 L 3 b 第3 bレンズ群 L 4 第4レンズ群

50

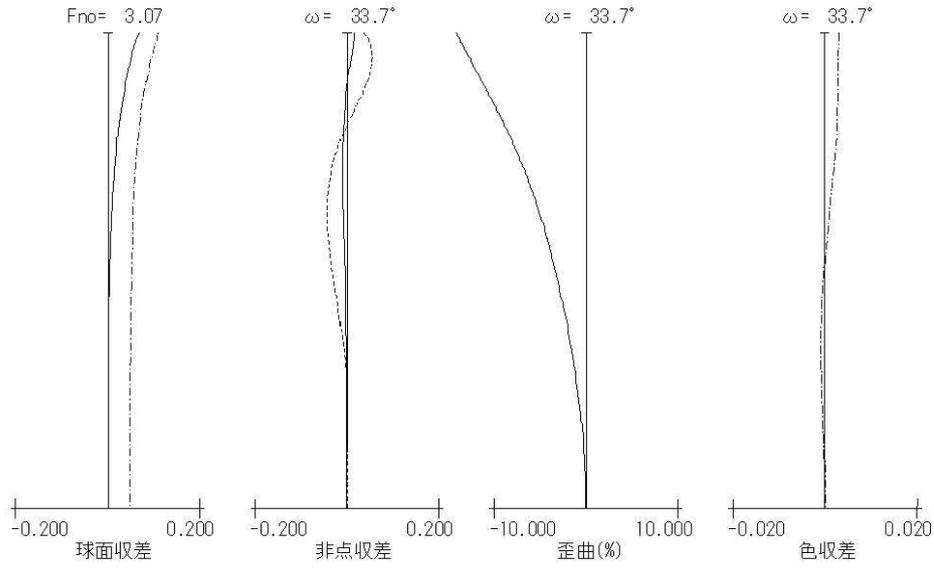
L 4 a 第 4 a レンズ群 L 4 b 第 4 b レンズ群 L 5 第 5 レンズ群
L 6 第 6 レンズ群 S P 開口絞り U R 反射部材 U R b 反射ユニット
ト



【 図 2 】

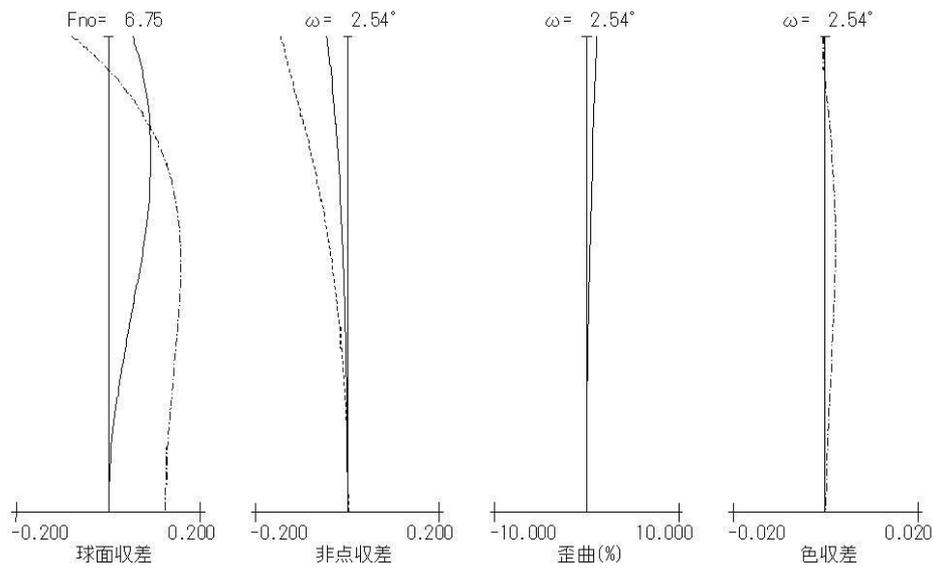
(A)

— d-line
- - - g-line
— ΔS
- - - ΔM

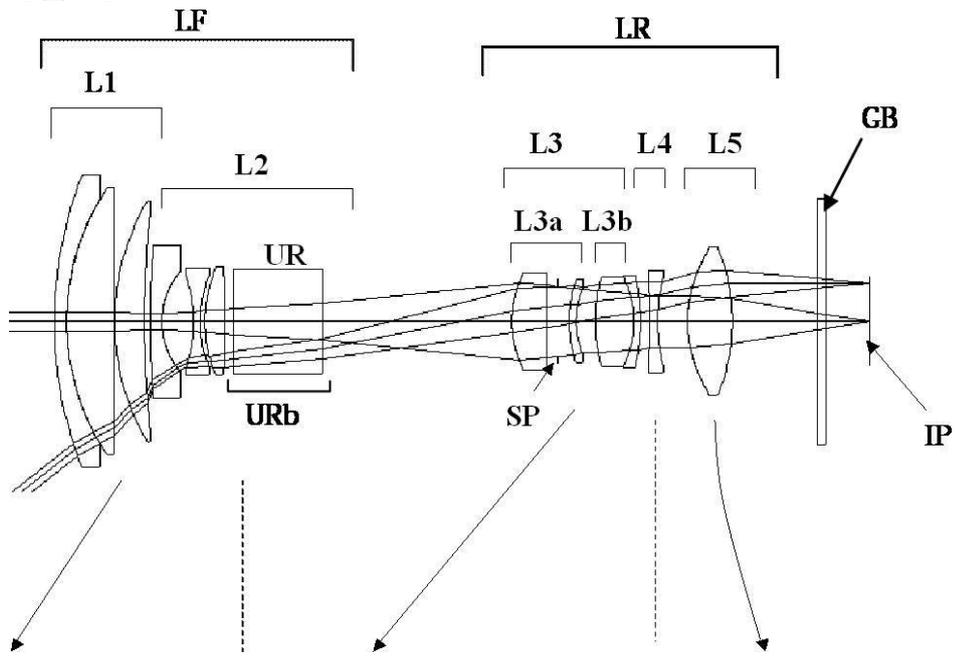


(B)

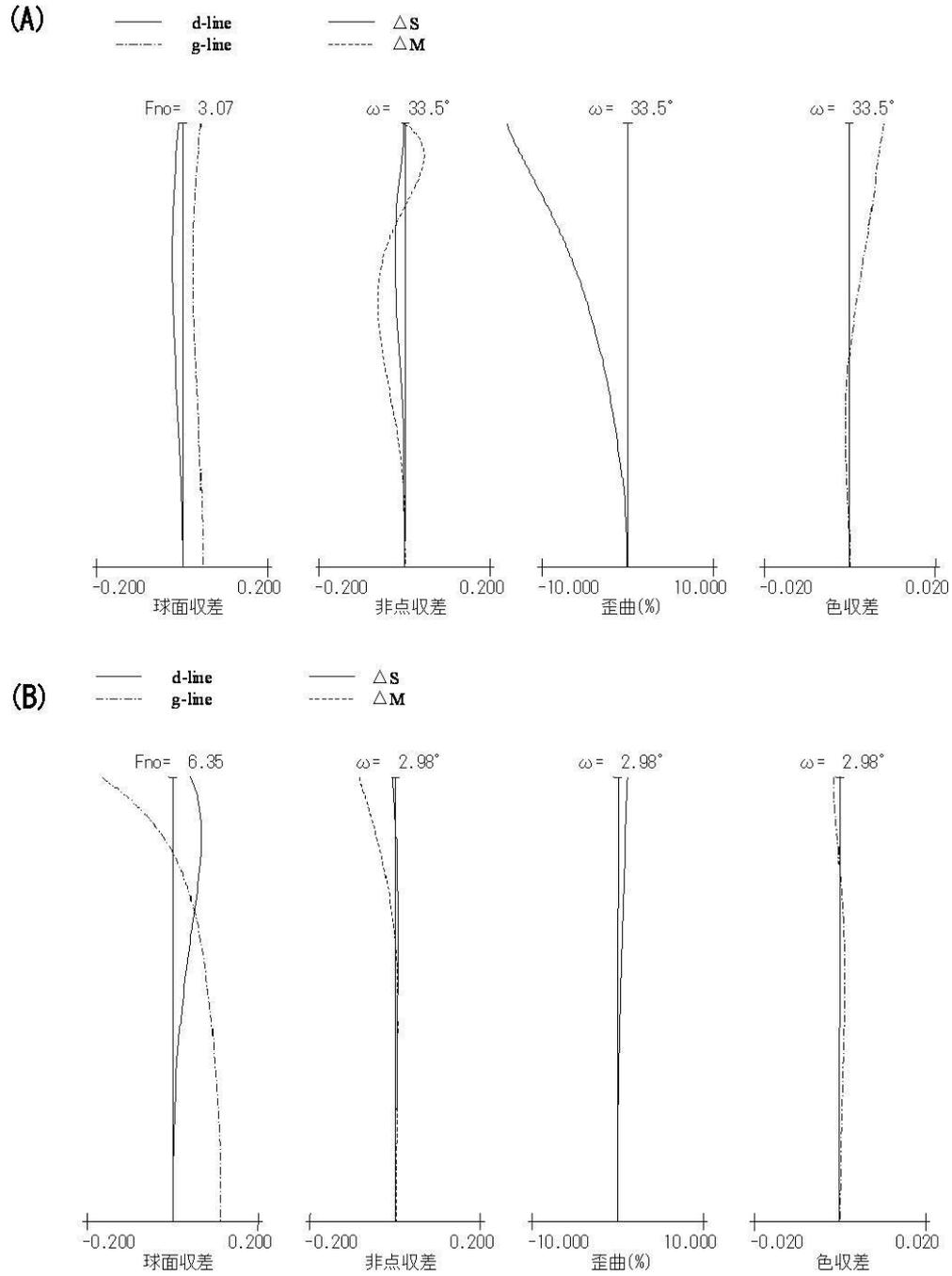
— d-line
- - - g-line
— ΔS
- - - ΔM



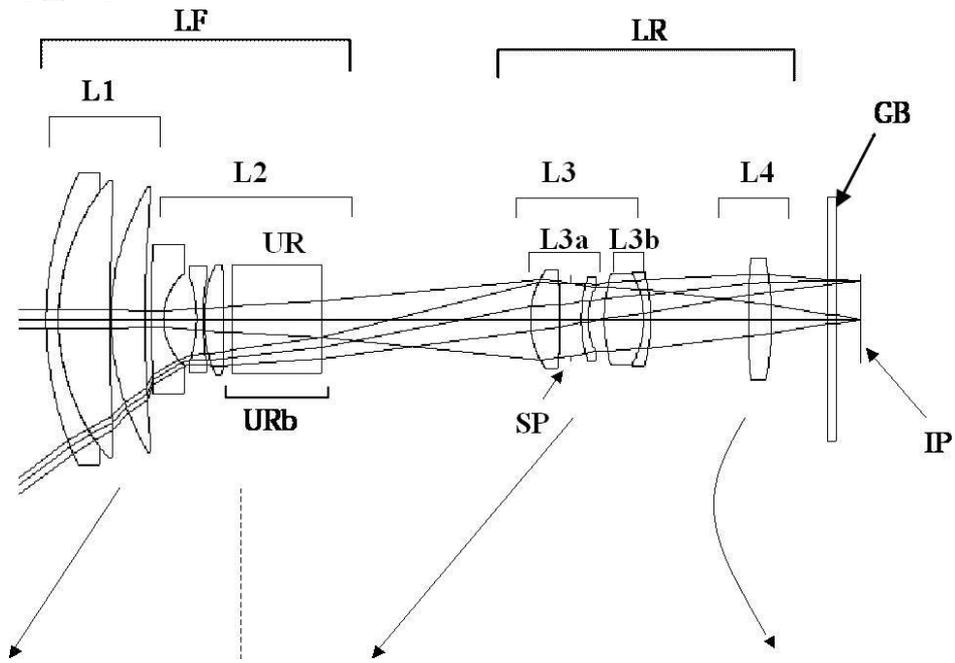
【 図 3 】



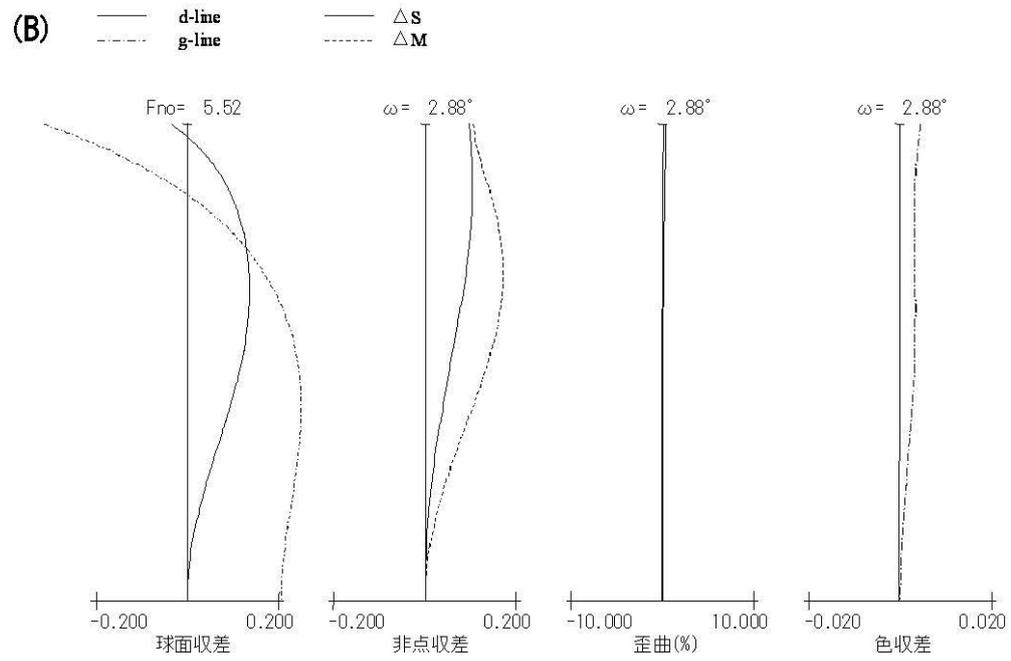
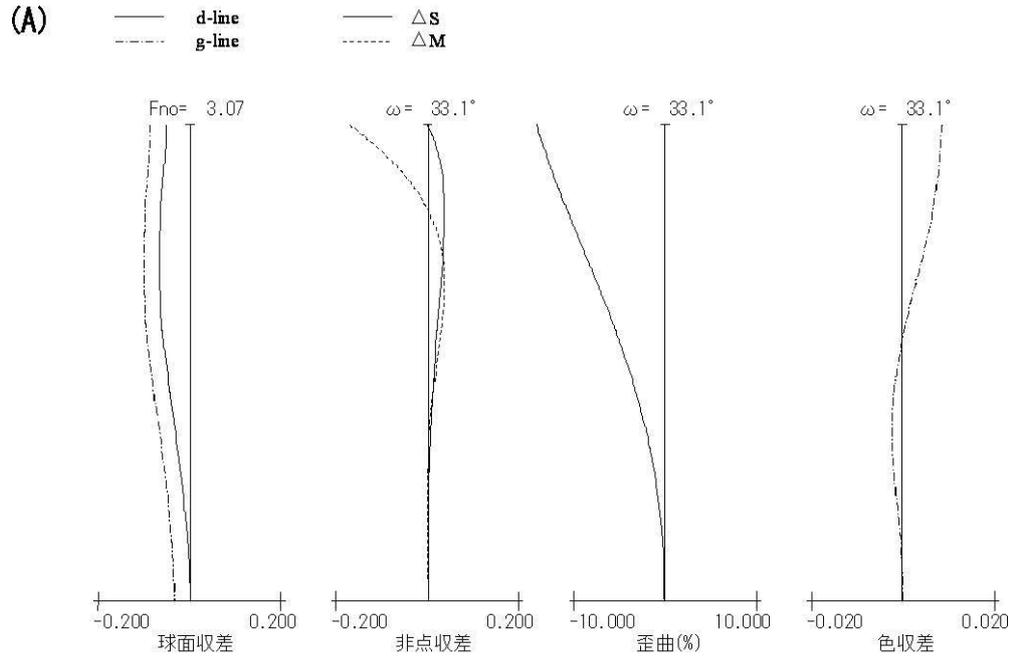
【 図 4 】



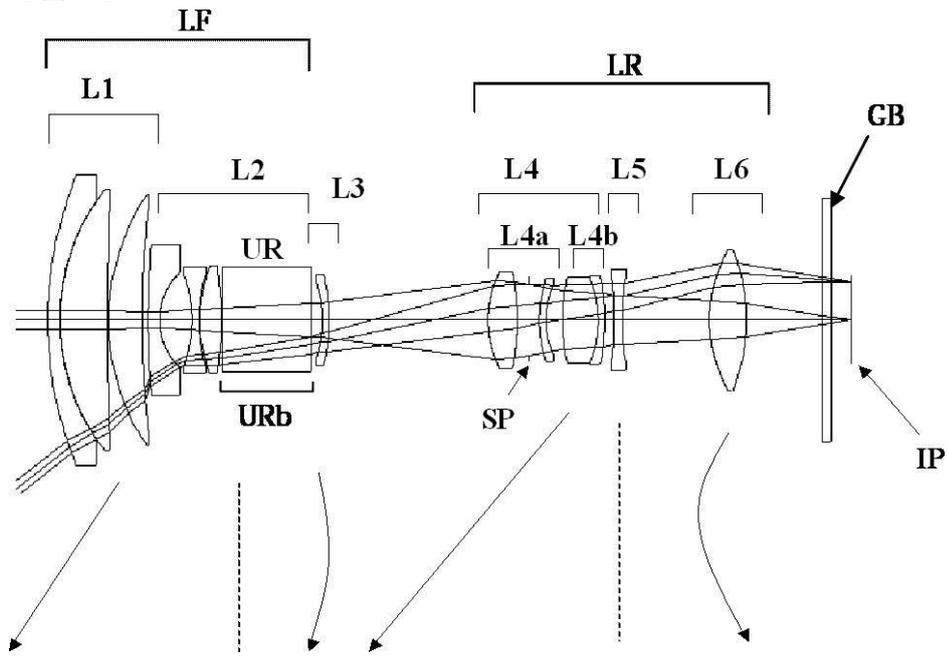
【 図 5 】



【 図 6 】

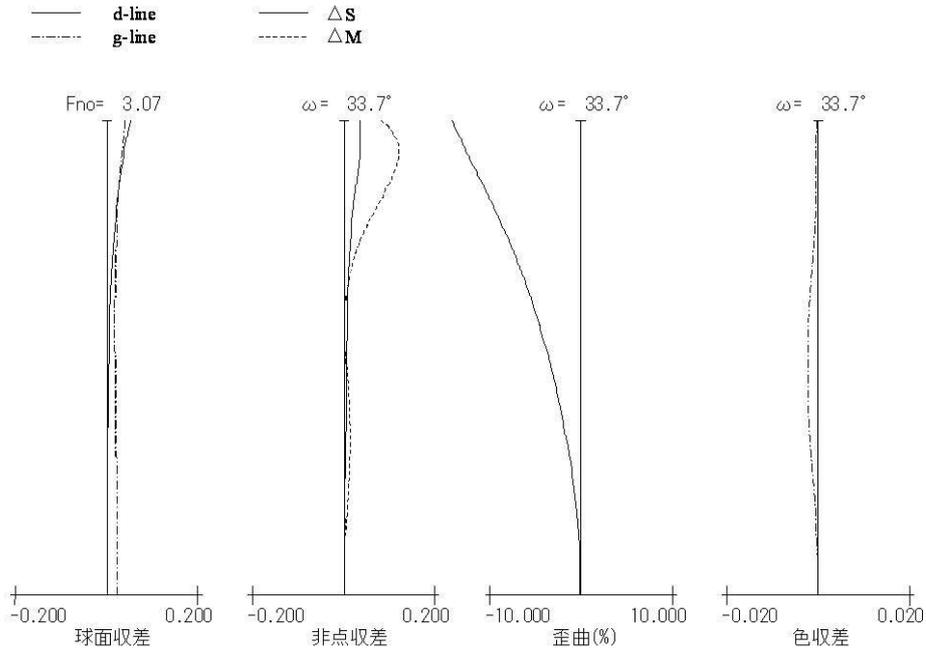


【 図 7 】

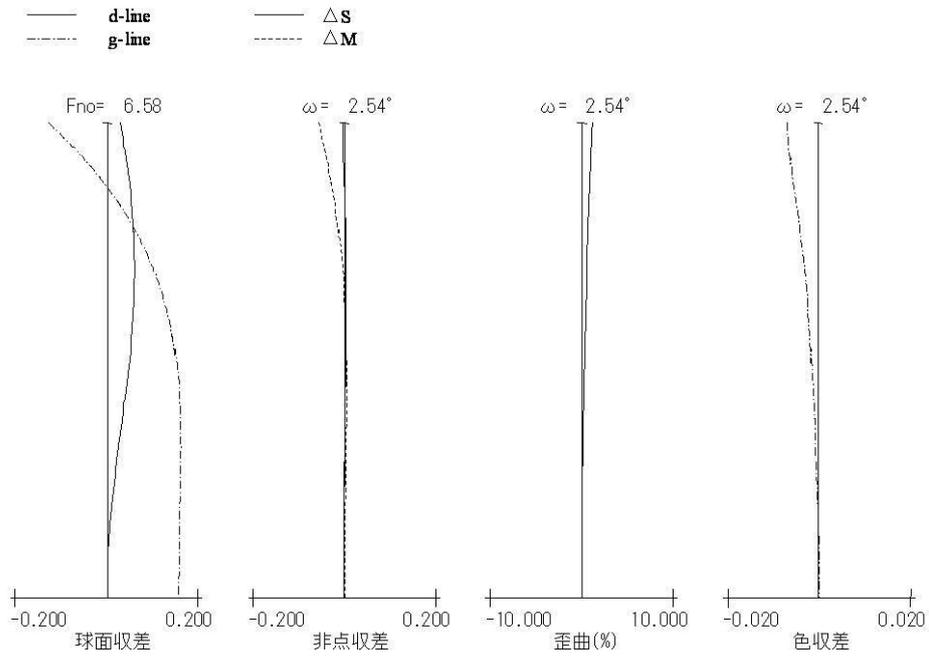


【 図 8 】

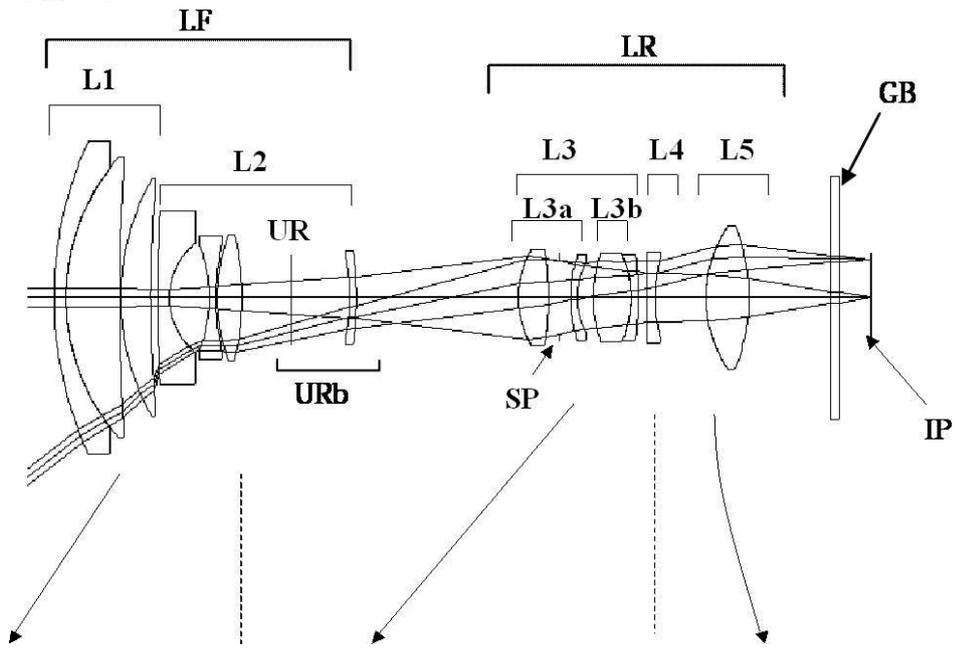
(A)



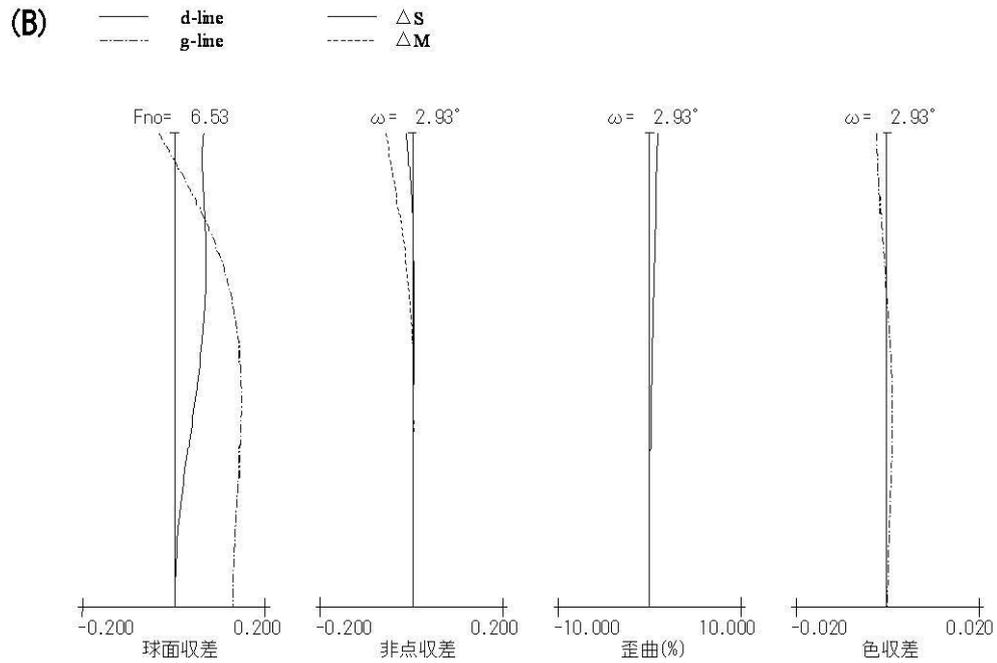
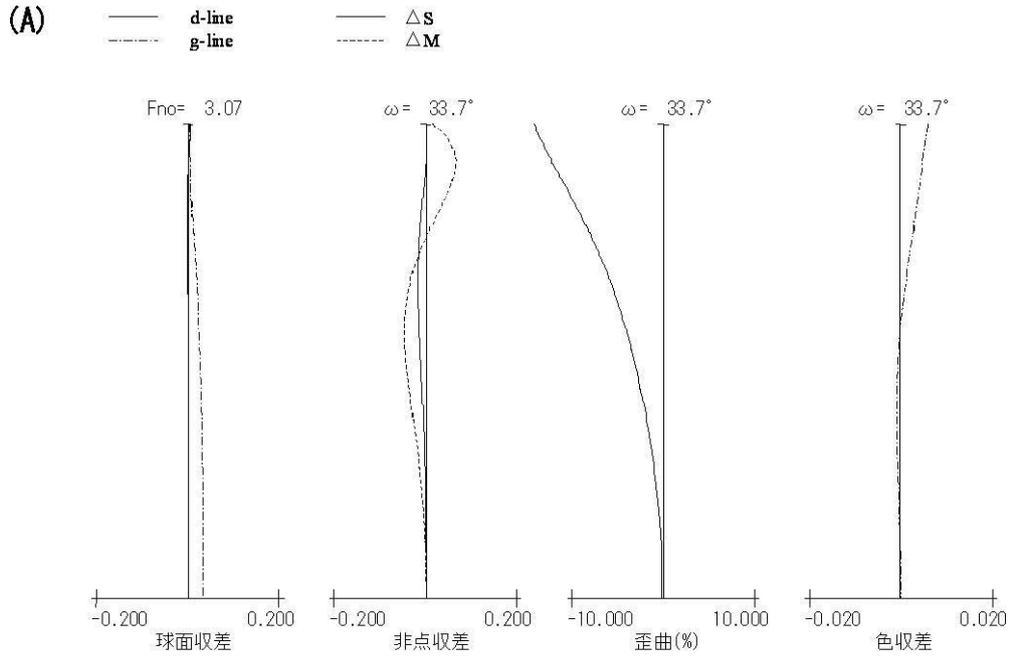
(B)



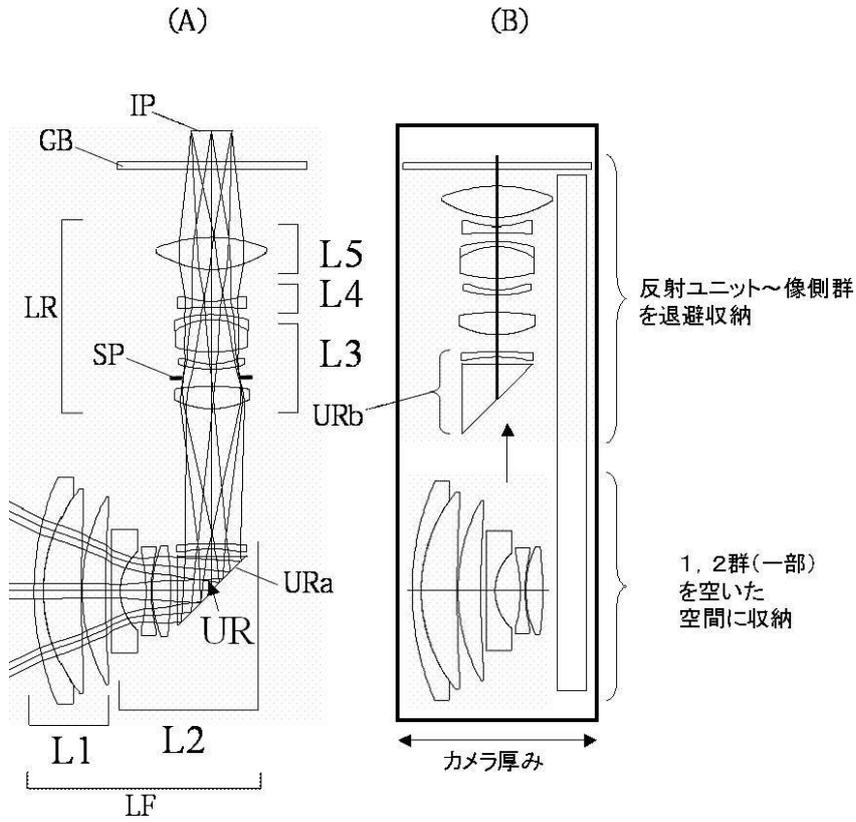
【図9】



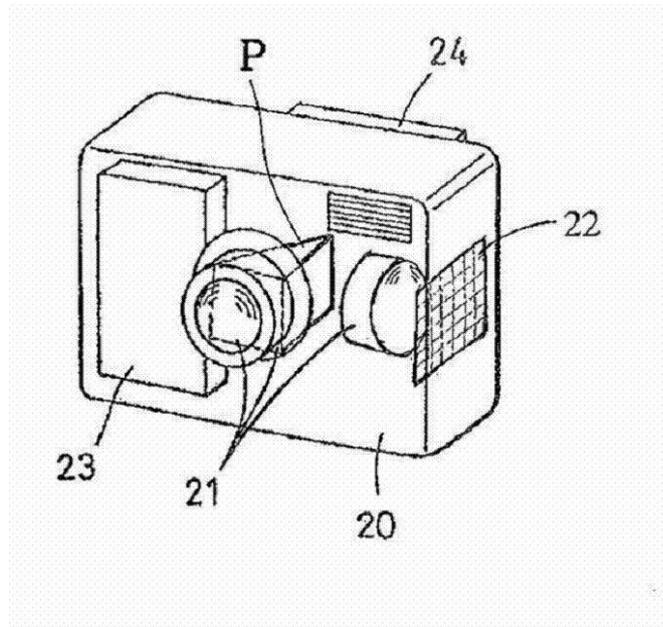
【 図 10 】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-102089(JP,A)
特開2006-259685(JP,A)
特開2007-025123(JP,A)
特開2007-114447(JP,A)
特開2007-139863(JP,A)
特開2007-219040(JP,A)
特開2008-039838(JP,A)
特開2008-089690(JP,A)
特開2011-137903(JP,A)
特開2007-293052(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