

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6598599号
(P6598599)

(45) 発行日 令和1年10月30日(2019.10.30)

(24) 登録日 令和1年10月11日(2019.10.11)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/20 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)G02B 15/20
G02B 13/18

請求項の数 16 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2015-172770 (P2015-172770)
 (22) 出願日 平成27年9月2日 (2015.9.2)
 (65) 公開番号 特開2017-49445 (P2017-49445A)
 (43) 公開日 平成29年3月9日 (2017.3.9)
 審査請求日 平成30年8月6日 (2018.8.6)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100086818
 弁理士 高梨 幸雄
 (72) 発明者 藤崎 豊克
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内

審査官 堀井 康司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側より像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、1つ以上のレンズ群を含む後群からなり、ズーミングに際して、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群が移動し、隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、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 、広角端から望遠端へのズーミングに際しての前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群の移動量を各々 M_1 、 M_2 、 M_3 とするとき、

$$0.01 < f_1 / f_t < 0.285$$

$$9.0 < f_1 / f_w < 20.0$$

$$-0.40 < M_2 / M_3 < 0.20$$

$$0.1 < M_1 / M_3 < 1.5$$

10

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】

広角端と望遠端における前記第2レンズ群の横倍率をそれぞれ 2_w 、 2_t とするとき、

$$10.0 < 2_t / 2_w < 80.0$$

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】

20

- 2 0 . 0 < M 1 / M 2 < - 1 . 0

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記ズームレンズは、

- 5 . 0 < M 2 / f w < 0 . 0

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

【請求項 5】

望遠端における前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の間隔を D 2 3 t とするとき、

0 . 0 1 < D 2 3 t / f w < 0 . 2 0

10

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】

前記後群は負の屈折力のレンズ群 L n を有し、前記レンズ群 L n は負レンズと正レンズを接合した接合レンズより構成され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】

前記後群はフォーカシングに際して移動するフォーカスレンズ群を有し、前記フォーカスレンズ群は正レンズと負レンズより構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

20

【請求項 8】

前記後群は物体側より像側へ順に配置された、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群からな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】

前記後群は物体側より像側へ順に配置された、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 レンズ群からな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 10】

前記後群は物体側より像側へ順に配置された、負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群、正の屈折力の第 6 レンズ群からな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。

30

【請求項 11】

前記第 1 レンズ群は物体側より像側へ順に配置された、負レンズ、正レンズ、正レンズ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 項に記載のズームレンズ。

【請求項 12】

前記第 1 レンズ群は物体側より像側へ順に配置された、負レンズ、正レンズ、正レンズ、正レンズ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 項に記載のズームレンズ。

40

【請求項 13】

前記第 2 レンズ群は物体側より像側へ順に配置された、負レンズ、負レンズ、正レンズより構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 14】

前記第 3 レンズ群は物体側より像側へ順に配置された、正レンズ、負レンズ、正レンズより構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 15】

前記第 3 レンズ群は物体側より像側へ順に配置された、正レンズ、正レンズ、負レンズ

50

、正レンズより構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 1_3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 6】

請求項 1 乃至 1_5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する固体撮像素子とを有することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明はズームレンズに関し、例えばデジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、監視カメラ、放送用カメラ、銀塩写真用カメラ等の撮像装置に用いる撮像光学系として好適なものである。

10

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、撮像装置は高機能化され、かつ装置全体が小型化されている。これらの撮像装置に用いられる撮像光学系としては、ズーム比率が高く、広角端のズーム位置で広画角であり、かつ全ズーム領域にて高い光学性能を有する小型のズームレンズであることが要求されている。また撮像装置に装着したとき撮像装置の非撮像時における光軸方向の厚さが薄くなるような沈胴時に小型となる（光軸方向の厚さが短くなる）ズームレンズであること等が要求されている。

【0 0 0 3】

20

全系が小型で高ズーム比のズームレンズとして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、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。

【0 0 0 4】

後群のレンズ構成として、例えば、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、全体として 5 つのレンズ群よりなる 5 群ズームレンズが知られている（特許文献 1）。また後群のレンズ構成として、例えば正の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群より構成され、全体として 5 つのレンズ群よりなる 5 群ズームレンズが知られている（特許文献 2）。また後群のレンズ構成として、例えば負の屈折力の第 4 レンズ群、正の屈折力の第 5 レンズ群、正の屈折力の第 6 レンズ群より構成され、全体として 6 つのレンズ群よりなる 6 群ズームレンズが知られている（特許文献 3）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 5】

【特許文献 1】特開 2014 - 21367 号公報

【特許文献 2】特開 2013 - 235060 号公報

【特許文献 3】特開 2013 - 80153 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 6】

40

ポジティブリード型のズームレンズは全系の小型化を図りつつ、広画角化及び高ズーム比化を図ることが比較的容易である。多くのポジティブリード型のズームレンズにおいて、望遠端での焦点距離を長く（長焦点距離化）しつつ、高ズーム比化を図ると望遠側のズーム領域において、球面収差、コマ収差、色収差等の諸収差が多く発生してくる。

【0 0 0 7】

前述したポジティブリード型のズームレンズでは第 1 レンズ群のレンズ構成がズームレンズ全体の小型化を図るのに大きく影響する。例えば第 1 レンズ群の正の屈折力を弱くしそぎると、望遠端での長焦点距離化を図る際に、ズーミングに際しての第 1 レンズ群の移動量が増大し、ズームレンズ全体が大型化してくる。

【0 0 0 8】

50

このため、ポジティブリード型のズームレンズにおいて、全系の小型化を図りつつ、高ズーム比で全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得るには、第1レンズ群の屈折力を適切に設定することが重要になってくる。この他、全系の小型化を図りつつ、高ズーム比化を達成するには変倍用の第2レンズ群の結像倍率とズーミングに際しての移動量、そして第3レンズ群のズーミングに際しての移動量等を適切に設定することも重要になってくる。

【0009】

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、しかも望遠端において諸収差を良好に補正し、全ズーム範囲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。

【0010】

本発明は、広画角、高ズーム比でズーム全域で良好な光学特性が得られる小型の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。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明のズームレンズは、

物体側より像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、1つ以上のレンズ群を含む後群からなり、ズーミングに際して、前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群が移動し、隣り合うレンズ群の間隔が変化するズームレンズにおいて、

前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、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 、広角端から望遠端へのズーミングに際しての前記第1レンズ群、前記第2レンズ群、前記第3レンズ群の移動量を各々 M_1 、 M_2 、 M_3 とするとき、

$$0.01 < f_1 / f_t < 0.285$$

$$9.0 < f_1 / f_w < 20.0$$

$$-0.40 < M_2 / M_3 < 0.20$$

$$0.1 < M_1 / M_3 < 1.5$$

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】

【0012】

本発明によれば、広画角、高ズーム比でズーム全域で良好な光学特性が得られる小型のズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【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の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図3】本発明の実施例2の広角端におけるレンズ断面図

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

【図5】本発明の実施例3の広角端におけるレンズ断面図

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

【図7】本発明の実施例4の広角端におけるレンズ断面図

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

【図9】本発明の実施例5の広角端におけるレンズ断面図

【図10】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例5の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図11】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】

【0014】

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配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、1つ以上のレンズ群を含む後群からなる。ズーミングに際して、第1レンズ群L1、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3が移動し、各レンズ群の間隔が変化する。

【0015】

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。実施例1のズームレンズはズーム比37.76、Fナンバー3.33~7.10である。 10

【0016】

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。実施例2のズームレンズはズーム比38.37、Fナンバー3.39~7.10である。

【0017】

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。実施例3のズームレンズはズーム比37.75、Fナンバー3.15~7.10である。 20

【0018】

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。実施例4のズームレンズはズーム比47.35、Fナンバー3.51~8.33である。 30

【0019】

図9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。実施例5のズームレンズはズーム比45.12、Fナンバー3.60~8.14である。 30

【0020】

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像光学系である。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。LRは1つ以上のレンズ群を含む後群である。

【0021】

図1、図3、図5の実施例1乃至3のレンズ断面図において、L1は正の屈折力の第1レンズ群、L2は負の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群である。LRは後群であり、物体側から像側へ順に配置された負の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5より構成されている。 40

【0022】

実施例1乃至3は5群ズームレンズである。図7の実施例4のレンズ断面図においてL1は正の屈折力の第1レンズ群、L2は負の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群である。LRは後群であり、物体側から像側へ順に配置された正の屈折力の第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より構成されている。実施例4は6群ズームレンズである。

【0023】

図9の実施例5のレンズ断面図においてL1は正の屈折力の第1レンズ群、L2は負の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群である。LRは後群であり、物体側から像側へ順に配置された負の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5、正の屈折力の第6レンズ群L6より構成されている。実施例5は6群ズームレンズである。

【0024】

各レンズ断面図において、SPは開口絞りであり、第3レンズ群L3中に配置している。FPはフレアーリングであり、第3レンズ群L3の最も物体側のレンズ近傍と第3レンズ群L3の像側に配置しており、不要光を遮光している。Gは光学フィルター、フェースプレート、水晶ローパスフィルター、赤外カットフィルター等に相当する光学ブロックである。

10

【0025】

IPは像面であり、ビデオカメラやデジタルスチルカメラの撮影光学系として使用する際にはCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面に、銀塩フィルム用カメラのときはフィルム面に相当する感光面が置かれる。矢印は広角端から望遠端へのズーミング（変倍）に際して、各レンズ群の移動軌跡と、フォーカシングの際のレンズ群の移動方向を示している。

【0026】

球面収差図において、dはd線（波長587.6nm）、gはg線（波長435.8nm）である。非点収差図においてMはメリディオナル像面、Sは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。θは半画角（撮影画角の半分の値）、FnoはFナンバーである。尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用レンズ群が機構上光軸上を移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。

20

【0027】

各実施例のズームレンズは、物体側より像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、1つ以上のレンズ群を含む後群より成っている。そしてズーミングに際して、第1レンズ群L1、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3が移動し、隣り合うレンズ群の間隔が変化する。

【0028】

第1レンズ群L1の焦点距離をf1、広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々fw、ftとする。広角端から望遠端へのズーミングに際しての第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の移動量を各々M2、M3とする。このとき、

30

【0029】

$$0.01 < f_1 / f_t < \underline{0.285} \quad \dots \quad (1)$$

$$9.0 < f_1 / f_w < 20.0 \quad \dots \quad (2)$$

$$-0.40 < M_2 / M_3 < 0.20 \quad \dots \quad (3)$$

なる条件式を満足する。

【0030】

ここでズーミングに際してのレンズ群の移動量は広角端における光軸上の位置と望遠端における光軸上の位置の差分量で定義されるものである。移動量の符号は広角端に比べて望遠端においてレンズ群が物体側に位置するときを正、像側に位置するときを負とする。

40

【0031】

前述の各条件式の技術的意味について説明する。条件式（1）は全系の小型化を図りつつ、広画角かつ高ズーム比を得るために、第1レンズ群L1の焦点距離と、望遠端における全系の焦点距離の比を適切に定めている。条件式（1）の下限を超えて第1レンズ群L1の焦点距離が短くなると、望遠端において軸上色収差や倍率色収差が増大し、これらの諸収差の補正が困難となる。条件式（1）の上限を超えて第1レンズ群L1の焦点距離が長くなると、望遠端におけるレンズ全長が長くなり、全系の小型化が困難となる。

【0032】

条件式（2）は全系の小型化を図りつつ、広画角かつ高ズーム比を得るために、変倍に

50

寄与する第1レンズ群L1の焦点距離 f_1 と広角端における全系の焦点距離 f_w との比を適切に定めている。条件式(2)の下限を超えて第1レンズ群L1の焦点距離 f_1 が広角端における全系の焦点距離 f_w に比べて短くなると、広画角化した際に広角端において倍率色収差の補正が困難になる。また、高ズーム化した際に望遠端において軸上色収差と倍率色収差が増大し、これらの諸収差の補正が困難になる。

【0033】

また、第1レンズ群L1を構成する正レンズのコバの厚みを確保するのが困難になり、製造のために有効径および、レンズ群の厚みを大きくしなければならず、全系の小型化・薄型化が困難になる。

【0034】

条件式(2)の上限を超えて第1レンズ群L1の焦点距離 f_1 が広角端における全系の焦点距離 f_w に比べて長くなると高ズーム化した際にズーミングに際して第1レンズ群L1の移動量が増大する。そのため、レンズ系を沈胴する場合、沈胴段数が増えてしまい、鏡筒径が大きくなり、全系が大型化してくる。さらに、ズーミングに際しての第1レンズ群L1の移動量の増大に伴い、ズーミングに際して像ゆれや、振動音が増大してくる。

【0035】

条件式(3)は全系の小型化を図りつつ、高ズーム比化するために、ズーミングに際しての第2レンズ群L2の移動量 M_2 および第3レンズ群L3の移動量 M_3 の比を適切に定めている。条件式(3)の下限を超えて第2レンズ群L2の像側への移動量 M_2 が第3レンズ群L3の物体側への移動量 M_3 に比べて短くなると、高ズーム比化するためには望遠端においてレンズ全長が長くなってくる。

【0036】

また、望遠端においてレンズ全長が長くなるのに伴い、前玉有効径が大きくなり、全系が大型化してくる。また小型化を図りつつ、高ズーム比するためには第2レンズ群L2の屈折力を大きくする必要があり、そうすると広角端において像面湾曲、倍率色収差が増大し、これらの諸収差の補正が困難となる。条件式(3)の上限を超えて第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の移動方向が同じで、かつ第2レンズ群L2の移動量 M_2 が第3レンズ群L3の移動量 M_3 に比べて長くなると、主に望遠端において色収差の補正および球面収差の補正が困難になる。

【0037】

以上のように構成することにより、ズーム全域で高い光学性能を維持し、広画角かつ高ズーム比で前玉有効径が小さく、沈胴時にカメラを薄くすることが容易な小型のズームレンズが得られる。

【0038】

尚、更に好ましくは条件式(2)、(3)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$9.0 < f_1 / f_w < 15.0 \quad \dots (2a)$$

$$-0.398 < M_2 / M_3 < 0.150 \quad \dots (3a)$$

【0039】

更に好ましくは条件式(1)、(2a)、(3a)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$0.050 < f_1 / f_t < 0.285 \quad \dots (1a)$$

$$9.8 < f_1 / f_w < 15.0 \quad \dots (2b)$$

$$-0.397 < M_2 / M_3 < 0.150 \quad \dots (3b)$$

【0040】

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小型のズームレンズを得ることができる。

【0041】

各実施例において更に好ましくは次の条件式のうち1つ以上を満足することがより好ましい。広角端から望遠端へのズーミングにおける第1レンズ群L1の移動量を M_1 とする。広角端と望遠端における第2レンズ群L2の横倍率をそれぞれ 2_w 、 2_t とする。

10

20

30

40

50

望遠端における第2レンズ群L2と第3レンズ群L3のレンズ間隔をD23tとする。

【0042】

このとき次の条件式のうち1つ以上を満足するのが良い。

$$0.1 < M1 / M3 < 3.0 \quad \dots (4)$$

$$10.0 < \frac{2t}{2w} < 80.0 \quad \dots (5)$$

$$-20.0 < M1 / M2 < -1.0 \quad \dots (6)$$

$$-5.0 < M2 / fw < 0.0 \quad \dots (7)$$

$$0.01 < D23t / fw < 0.20 \quad \dots (8)$$

【0043】

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。条件式(4)は全系の小型化を図りつつ高ズーム比化するために、ズーミングに際しての第1レンズ群L1の移動量M1および第3レンズ群L3の移動量M3の比を適切に定めている。条件式(4)の下限を超えて第1レンズ群L1の移動量M1が第3レンズ群L3の移動量M3に比べて短くなりすぎると、高ズーム比化するためには、第1レンズ群L1の屈折力を大きくしなければならない。そうするとレンズのコバなどを十分確保するため、前玉有効径が増大化し、全系の小型化が困難になる。

【0044】

条件式(4)の上限を超えて第1レンズ群L1の移動量M1が第3レンズ群L3の移動量M3に比べて長くなると、望遠端においてレンズ全長が長くなり、全系の小型化が困難になる。また、第1レンズ群L1の移動量の増大に伴い、ズーミングに際して像ゆれや、振動音が増大してくるので良くない。

【0045】

条件式(5)は広角端における第2レンズ群L2の横倍率と望遠端における第2レンズ群L2の横倍率の比を適切に定めている。条件式(5)の上限値を超えて広角端における第2レンズ群L2の横倍率に対して、望遠端における第2レンズ群L2の横倍率が大きくなると、ズーム全域において諸収差を良好に補正することが困難となる。条件式(5)の下限値を超えて広角端における第2レンズ群L2の横倍率に対して、望遠端における第2レンズ群L2の横倍率が小さくなると、高ズーム比化を図ることが困難となる。

【0046】

条件式(6)は全系を小型にしつつ高ズーム比化を図るために、ズーミングに際しての第1レンズ群L1の移動量M1および第2レンズ群L2の移動量M2の比を適切に定めている。条件式(6)の上限を超えて第1レンズ群L1の移動量M1が第2レンズ群L2の移動量M2に比べて短くなると(絶対値が小さくなると)、前玉有効径が大きくなるため、全系の小型化が困難になる。また、第1レンズ群L1の移動量M1を短くするために、望遠端において主に色収差に寄与する第1レンズ群L1の屈折力が強くなるため、色収差の補正が困難になる。

【0047】

条件式(6)の下限を超えて第1レンズ群L1の移動量M1が第2レンズ群L2の移動量M2に比べて長くなると(絶対値が大きくなると)、望遠端においてレンズ全長が長くなり、全系の小型化が困難になる。また、第1レンズ群L1の移動量の増大に伴い、ズーミングに際して像ゆれや、振動音が増大してくるので良くない。

【0048】

条件式(7)は広角化および高ズーム比化を図るために、広角端から望遠端へのズーミングに際して第2レンズ群L2の移動量M2と広角端における全系の焦点距離fwの比を適切に定めている。条件式(7)の下限を超えて第2レンズ群L2の像面側への移動量が広角端における全系の焦点距離fwよりも長くなりすぎると、高ズーム比化した際に望遠端におけるレンズ全長が長くなる。また、周辺光量を十分に確保するために前玉有効径を大きくする必要があるので、全系の小型化が困難となる。

【0049】

条件式(7)の上限を超えて第2レンズ群L2の像側への移動量M2が広角端における

10

20

30

40

50

全系の焦点距離 f_w よりも短くなりすぎると、高ズーム比化のためには、第2レンズ群 L_2 の負の屈折力を強くする（負の屈折力の絶対値を大きくする）必要がある。そうすると主に広角端付近において歪曲収差と、像面湾曲の補正が困難になる。

【0050】

条件式(8)は全系の小型化および高ズーム比化を図るために、望遠端における第2レンズ群 L_2 の最も像側のレンズ面から第3レンズ群 L_3 の最も物体側のレンズ面までの光軸上の距離 D_{23t} 及び広角端における全系の焦点距離 f_w の比を適切に定めている。条件式(8)の下限を超えて望遠端における第2レンズ群 L_2 および第3レンズ群 L_3 の間隔 D_{23t} が広角端における全系の焦点距離 f_w に対して短くなりすぎると、レンズ周りのメカニカルな部材などが物理的に干渉してしまい、全系の小型化が困難になる。

10

【0051】

条件式(8)の上限を超えて望遠端における第2レンズ群 L_2 および第3レンズ群 L_3 の間隔 D_{23t} が広角端における全系の焦点距離 f_w に対して長くなりすぎると、望遠端においてレンズ全長および前玉有効径が増大化してしまう。そのため全系の小型化が困難になる。さらに好ましくは条件式(4)乃至(8)の数値範囲を次の如く設定すると、先に述べた各条件式が意味する効果を最大限に得られる。

【0052】

$$\begin{aligned} 0.1 < M_1 / M_3 < 2.0 & \cdots (4a) \\ 10.0 < 2t / 2w < 60.0 & \cdots (5a) \\ -20.0 < M_1 / M_2 < -3.0 & \cdots (6a) \\ -3.0 < M_2 / f_w < 0.0 & \cdots (7a) \\ 0.01 < D_{23t} / f_w < 0.15 & \cdots (8a) \end{aligned}$$

20

【0053】

また、さらに好ましくは条件式(4a)乃至(8a)の数値範囲を次の如く設定すると、先に述べた各条件式が意味する効果を最大限に得られる。

$$\begin{aligned} 0.1 < M_1 / M_3 < 1.5 & \cdots (4b) \\ 10.0 < 2t / 2w < 50.0 & \cdots (5b) \\ -20.0 < M_1 / M_2 < -4.0 & \cdots (6b) \\ -2.0 < M_2 / f_w < 0.0 & \cdots (7b) \\ 0.01 < D_{23t} / f_w < 0.10 & \cdots (8b) \end{aligned}$$

30

【0054】

次に各実施例のズームレンズについて説明する。各実施例において後群 L_R は負の屈折力のレンズ群 L_n を有し、レンズ群 L_n は負レンズと正レンズを接合した接合レンズより構成される。また後群 L_R はフォーカスレンズ群を有する。

【0055】

実施例1、2の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各レンズ群の移動は次のとおりである。第1レンズ群 L_1 は像側に凸状の軌跡で移動する。第2レンズ群 L_2 は非直線的に像側へ移動する。第3レンズ群 L_3 は物体側へ移動する。第4レンズ群 L_4 は物体側へ凸状の軌跡で移動する。第5レンズ群 L_5 は物体側へ凸状の軌跡で移動する。第5レンズ群 L_5 は変倍に伴う像面位置の移動を補正する役割の他に、光軸上を移動させてフォーカシングを行う。

40

【0056】

第5レンズ群 L_5 に関する実線の曲線5aと点線の曲線5b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変倍に伴う像面変動を補正するための移動軌跡である。また望遠端において、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行なう場合には、矢印5cに示す如く第5レンズ群 L_5 を前方（物体側）に繰り出すことで行なっている。

【0057】

開口絞りSP、フレアーアー絞りFPはズーミングに際して第3レンズ群 L_3 と一体的に（同じ軌跡で）移動する。無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを第4レンズ群 L_4 で行っても良い。フォーカシングに際しての移動条件は第5レンズ群 L_5 で行なう場合と

50

同じである。

【0058】

実施例3は実施例1、2に比べて広角端から望遠端へのズーミングに際して第2レンズ群L2が像側へ凸状の軌跡で移動し、広角端に比べて望遠端において物体側に位置する点が異なる。即ち第2レンズ群L2の移動量M2が

$$M2 < 0$$

となる点が異なる。この他の構成は実施例1、2と同じである。

【0059】

実施例4の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各レンズ群の移動は次のとおりである。第1レンズ群L1は像側に凸状の軌跡で移動する。第2レンズ群L2は非直線的に像側へ移動する。第3レンズ群L3は物体側へ移動する。第4レンズ群L4は物体側へ移動する。第5レンズ群L5は物体側へ凸状の軌跡で移動する。第6レンズ群L6は物体側へ凸状の軌跡で移動する。

10

【0060】

第6レンズ群L6は変倍に伴う像面位置の移動を補正する役割の他に、光軸上を移動させてフォーカシングを行う。第6レンズ群L6の実線の曲線6aと点線の曲線6b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位置へのズーミングの際の像面変動を補正するための移動軌跡である。また望遠端のズーム位置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、矢印6cに示すように第6レンズ群L6を後方(像側)へ繰り込むことで行っている。

20

【0061】

開口絞りSP、フレアーアー絞りFPはズーミングに際して第3レンズ群L3と一体的に(同じ軌跡で)移動する。無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを第5レンズ群L5で行っても良い。フォーカシングに際しての移動条件は第6レンズ群L6で行う場合と同じである。

【0062】

実施例5の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各レンズ群の移動は次のとおりである。第1レンズ群L1は像側に凸状の軌跡で移動する。第2レンズ群L2は非直線的に像側へ移動する。第3レンズ群L3は物体側へ移動する。第4レンズ群L4は物体側へ凸状の軌跡で移動する。第5レンズ群L5は物体側へ凸状の軌跡で移動する。第6レンズ群L6は不動である。第5レンズ群L5は変倍に伴う像面位置の移動を補正する役割の他に、光軸上を移動させてフォーカシングを行う。

30

【0063】

第5レンズ群L5に関する実線の曲線5aと点線の曲線5b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変倍に伴う像面変動を補正するための移動軌跡である。また望遠端において、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、矢印5cに示す如く第5レンズ群L5を前方(物体側)に繰り出すことで行っている。

【0064】

開口絞りSP、フレアーアー絞りFPはズーミングに際して第3レンズ群L3と一体的に(同じ軌跡で)移動する。フォーカシングを負の屈折力の第4レンズ群L4で行っても良い。このとき無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して第4レンズ群L4は像側へ移動する。

40

【0065】

各実施例では、ズーミングに際し、広角端に比べて望遠端において第1レンズ群L1と第3レンズ群L3がいずれも物体側に位置する様に移動させている。これにより広角端におけるレンズ全長を短くし、前玉の小型化を図りつつ、高いズーム比が得られるようにしている。

【0066】

特に、各実施例では、ズーミングに際して第3レンズ群L3を物体側に移動させることにより、第3レンズ群L3に変倍分担を持たせている。さらに、正の屈折力の第1レンズ

50

群 L 1 を物体側へ移動することで第 2 レンズ群 L 2 に大きな変倍効果を持たせて第 1 レンズ群 L 1 、第 2 レンズ群 L 2 の屈折力をあまり大きくすることなく高ズーム比を得ている。

【 0 0 6 7 】

像ぶれ補正に際して正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 を光軸に対し垂直方向の成分を持つように移動させて、結像位置を光軸に対し垂直方向に移動させても良い。これにより光学系(ズームレンズ)全体が振動(傾動)したときの像ぶれの補正が容易になる。

【 0 0 6 8 】

これによれば、可変頂角プリズム等の光学部材や防振のためのレンズ群を新たに付加することなく防振が行われ、光学系全体が大型化するのを防止することができる。なお、各実施例では第 3 レンズ群 L 3 を光軸と垂直方向に移動させて像ぶれ補正を行っているが、移動方式は第 3 レンズ群 L 3 を光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動させれば、像ぶれを補正することができる。

10

【 0 0 6 9 】

例えば鏡筒構造の複雑化を許容すれば、光軸上に回転中心を持つように第 3 レンズ群 L 3 を回動させて像ぶれ補正を行っても良い。また、第 3 レンズ群の一部で像ぶれ補正を行っても良い。なお、各実施例において開口絞り SP はズーミングに際して第 3 レンズ群 L 3 と一緒に移動している。これにより、望遠端において第 2 レンズ群 L 2 と第 3 レンズ群 L 3 の間隔を狭めることができ、望遠端におけるレンズ全長の短縮および、それに伴う高ズーム比化を容易に実現している。

20

【 0 0 7 0 】

次に各実施例の各レンズ群のレンズ構成について説明する。実施例 1 において第 1 レンズ群 L 1 は物体側から像側へ順に配置された、負レンズ、正レンズ、正レンズより構成している。これにより高ズーム比化を図る際の球面収差と色収差を良好に補正している。第 2 レンズ群 L 2 は物体側から像側へ順に配置された、負レンズ、負レンズ、正レンズより構成している。

【 0 0 7 1 】

第 3 レンズ群 L 3 は物体側から像側へ順に配置された、正レンズ、負レンズ、正レンズより構成している。これにより第 3 レンズ群 L 3 で像ぶれ補正するときの収差変動を軽減し、かつ中間のズーム位置での球面収差とコマ収差を良好に補正している。また非球面を用いることにより、ズーミングに伴う球面収差の変動を軽減している。

30

【 0 0 7 2 】

第 4 レンズ群 L 4 (レンズ群 L n) は物体側から像側へ順に配置された、負レンズと正レンズを接合した接合レンズより構成している。これにより中間のズーム位置において色収差を良好に補正している。第 5 レンズ群 L 5 は物体側から像側へ順に配置された、正レンズ、負レンズより構成している。これにより第 5 レンズ群 L 5 でフォーカシングする際の収差変動、特に色収差の変動を軽減している。

【 0 0 7 3 】

実施例 2 において第 1 レンズ群 L 1 は物体側から像側へ順に配置された、負レンズ、正レンズ、正レンズ、正レンズより構成している。第 2 レンズ群 L 2 、第 4 レンズ群 L 4 、第 5 レンズ群 L 5 のレンズ構成は実施例 1 と同じである。第 3 レンズ群 L 3 は物体側から像側へ順に配置された、正レンズ、正レンズ、負レンズ、正レンズより構成している。以上の構成により実施例 1 と同様の効果を得ている。実施例 3 において第 1 レンズ群 L 1 乃至第 5 レンズ群 L 5 のレンズ構成は実施例 1 と同じである。これにより実施例 1 と同様の効果を得ている。

40

【 0 0 7 4 】

実施例 4 において第 1 レンズ群 L 1 、第 2 レンズ群 L 2 のレンズ構成は実施例 1 と同じである。第 3 レンズ群 L 3 は物体側から像側へ順に配置された、正レンズ、正レンズ、負レンズ、正レンズより構成している。第 4 レンズ群 L 4 は正レンズより構成されている。第 5 レンズ群 L 5 (レンズ群 L n) は物体側から像側へ順に配置された、負レンズ、正レ

50

ンズより構成している。第6レンズ群L6は物体側から像側へ順に配置された、正レンズ、負レンズより構成している。第6レンズL6によりフォーカシングを行っている。以上の構成により、実施例1と同様の効果を得ている。

【0075】

実施例5において第1レンズ群L1、第2レンズ群L2、第4レンズ群L4、第5レンズ群L5のレンズ構成は実施例1と同じである。第3レンズ群L3は物体側から像側へ順に配置された、正レンズ、正レンズ、負レンズ、正レンズより構成されている。第6レンズ群L6は正レンズより構成されている。

【0076】

以上の構成により実施例1と同様の効果を得ている。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スチルカメラの実施形態を図11を用いて説明する。

【0077】

図11において、20はカメラ本体、21は実施例1乃至5で説明したいずれかのズームレンズによって構成された撮像光学系である。22はカメラ本体に内蔵され、撮像光学系21によって形成された被写体像を受光するCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）である。23は固体撮像素子22によって光電変換された被写体像に対応する情報を記録するメモリである。24は液晶ディスプレイパネル等によって構成され、固体撮像素子22上に形成された被写体像を観察するためのファインダである。

【0078】

このように本発明のズームレンズをデジタルスチルカメラ等の撮像装置に適用することにより、小型で高い光学性能を有する撮像装置が実現できる。

【0079】

次に、本発明の実施例1乃至5に各々対応する数値データを示す。各数値データにおいて i は物体側からの光学面の順序を示す。 r_i は第*i*番目の光学面（第*i*面）の曲率半径、 d_i は第*i*面と第*i*+1面との間の間隔、 n_{di} と d_i はそれぞれd線に対する第*i*番目の光学部材の材料の屈折率、アッペ数を示す。また k を離心率A4、A6、A8を非球面係数、光軸からの高さ h の位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にして x とする。

【0080】

このとき、非球面形状は、

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

で表示される。但し R は近軸曲率半径である。

【0081】

また例えば「e-Z」の表示は「10-Z」を意味する。数値データにおいて最後の2つの面は、フィルター、フェースプレート等の光学プロックの面である。各実施例において、バックフォーカス（BF）はレンズ最終面から近軸像面までの距離を空気換算長により表したものである。レンズ全長は最も物体側のレンズ面から最終レンズ面までの距離にバックフォーカスBFを加えたものである。また、各実施例における上述した条件式との対応を表1に示す。

【0082】

[実施例1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	54.031	0.90	1.91082	35.3
2	27.319	4.00	1.49700	81.5
3	-647.598	0.05		

10

20

30

40

50

4	27.628	3.17	1.59282	68.6	
5	221.133	(可变)			
6	309.173	0.45	1.83481	42.7	
7	6.139	3.41			
8	-20.940	0.35	1.77250	49.6	
9	20.940	0.05			
10	12.285	1.65	1.92286	18.9	
11	76.271	(可变)			
12(FP)		-0.60			
13*	6.756	1.97	1.49710	81.6	10
14*	92.164	1.34			
15(絞り)		0.76			
16	9.460	0.40	2.00069	25.5	
17	6.646	0.30			
18*	10.011	1.71	1.49710	81.6	
19*	-77.597	0.10			
20(FP)		(可变)			
21	-19.980	0.40	1.48749	70.2	
22	8.848	0.90	1.51742	52.4	
23	19.646	(可变)			20
24*	14.461	3.50	1.53160	55.8	
25	-14.795	0.05			
26	-19.858	0.50	1.95906	17.5	
27	-34.535	(可变)			
28		1.00	1.51633	64.1	
29		1.00			

像面

【 0 0 8 3 】

非球面データ

30

第13面

K = -9.77429e-002 A 4=-2.05823e-005 A 6= 3.53721e-006
 A 8=-9.26502e-007

第14面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.45712e-004 A 6=-1.45454e-005
 A 8=-7.34924e-007

第18面

K = -2.66556e+000 A 4= 1.11848e-003 A 6=-2.96183e-005
 A 8=-4.65797e-007

40

第19面

K = 0.00000e+000 A 4= 9.88118e-004 A 6=-2.73710e-006

第24面

K = -1.26846e+000 A 4=-7.70550e-006 A 6=-2.54210e-007

【 0 0 8 4 】

各種データ

50

ズーム比 37.76

焦点距離	4.43	11.43	167.30	80.00	6.52	
Fナンバー	3.33	4.44	7.10	5.43	3.76	
半画角(度)	36.31	18.72	1.33	2.77	29.69	
像高	3.25	3.88	3.88	3.88	3.72	
レンズ全長	66.07	69.85	93.49	92.03	64.22	
BF	8.66	15.36	4.41	17.39	11.08	
d5	0.41	8.98	34.18	31.47	2.78	10
d11	26.90	12.62	0.98	2.31	19.29	
d20	1.85	2.16	5.04	5.54	1.99	
d23	2.89	5.36	23.53	9.96	3.72	
d27	7.00	13.70	2.75	15.73	9.42	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離			
1	1	47.06			
2	6	-6.74			
3	12	12.68			20
4	21	-20.91			
5	24	19.70			
6	28				

【0085】

[実施例2]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	54.984	0.90	1.91082	35.3	
2	27.552	3.60	1.49700	81.5	
3	226.851	0.05			
4	31.740	2.45	1.49700	81.5	
5	94.559	0.05			
6	36.744	2.30	1.59282	68.6	
7	193.807	(可変)			
8	375.862	0.45	1.83481	42.7	
9	5.904	3.39			
10	-19.024	0.35	1.80400	46.6	
11	19.024	0.05			
12	12.082	1.68	1.92286	18.9	
13	162.609	(可変)			
14(FP)		-0.60			
15*	6.985	1.97	1.49710	81.6	
16*	69.690	1.34			
17(絞り)		0.76			
18	8.627	1.00	1.48749	70.2	
19	10.053	0.30	1.91082	35.3	
20	5.371	0.35			50

21	7.177	2.00	1.49710	81.6	
22*	-35.927	0.10			
23(FP)		(可变)			
24	-16.323	0.40	1.48749	70.2	
25	6.759	0.95	1.51742	52.4	
26	21.069	(可变)			
27*	14.928	3.60	1.55332	71.7	
28	-15.143	0.50	1.95906	17.5	
29	-20.347	(可变)			
30		1.00	1.51633	64.1	10
31		1.00			

像面

【 0 0 8 6 】

非球面データ

第15面

K = 5.36260e-001 A 4=-4.20954e-004 A 6=-1.15764e-005
 A 8= 3.04832e-007

第16面

K = 0.00000e+000 A 4=-7.50382e-005 A 6=-8.35378e-007
 A 8= 7.00620e-007

第22面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.09347e-004 A 6=-1.66941e-005

第27面

K = -7.88281e-001 A 4=-1.85108e-005 A 6= 8.76221e-008

各種データ

ズーム比 38.37

焦点距離	4.43	10.02	170.00	69.97	6.32
Fナンバー	3.39	4.38	7.10	5.64	3.78
半画角(度)	36.31	21.15	1.31	3.17	30.48
像高	3.25	3.88	3.88	3.88	3.72
レンズ全長	67.54	69.19	91.68	89.78	65.01
BF	8.98	15.09	4.40	19.54	11.39

d 7	0.46	6.64	31.71	28.22	2.11
d13	26.09	13.24	0.98	2.91	18.88
d23	1.85	2.31	5.96	5.99	2.15
d26	2.22	3.97	20.70	5.18	2.53
d29	7.32	13.43	2.74	17.88	9.73

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	44.22
2	8	-6.32
3	14	12.95

10

20

30

40

50

4	24	-19.78
5	27	18.02
6	30	

【 0 0 8 7 】

[実施例 3]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	54.220	0.90	1.91082	35.3	10
2	26.809	4.20	1.49700	81.5	
3	-561.206	0.05			
4	27.232	3.30	1.59282	68.6	
5	249.179	(可変)			
6	-567.803	0.45	1.83481	42.7	
7	6.047	3.41			
8	-19.440	0.35	1.77250	49.6	
9	19.440	0.05			
10	12.130	1.65	1.92286	18.9	20
11	94.339	(可変)			
12(FP)		-0.60			
13*	7.314	2.03	1.49710	81.6	
14*	57.908	1.34			
15(絞り)		0.76			
16	9.256	0.40	2.00069	25.5	
17	6.764	0.35			
18*	11.989	2.00	1.49710	81.6	
19*	-54.486	0.10			
20(FP)		(可変)			30
21	-13.566	0.40	1.48749	70.2	
22	11.911	1.50	1.51742	52.4	
23	-48.873	(可変)			
24*	18.985	3.50	1.53160	55.8	
25	-12.965	0.05			
26	-13.794	0.50	1.95906	17.5	
27	-21.357	(可変)			
28		1.00	1.51633	64.1	
29		1.00			
像面					40

【 0 0 8 8 】

非球面データ

第13面

K = -1.42527e-002 A 4=-2.67758e-005 A 6=-5.21280e-006
 A 8=-5.49474e-007

第14面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.38468e-004 A 6=-2.46625e-005
 A 8=-2.30508e-007

第18面

K = -1.81040e+000 A 4= 1.22671e-003 A 6=-1.87544e-005
 A 8= 8.55101e-008

第19面

K = 0.00000e+000 A 4= 9.61999e-004 A 6= 6.46407e-006

第24面

K = -3.95679e+000 A 4= 4.74186e-005 A 6=-3.29907e-007

10

各種データ

ズーム比 37.75

焦点距離	4.43	12.23	167.30	78.77	6.68
Fナンバー	3.15	4.15	7.10	5.16	3.50
半画角(度)	36.30	17.58	1.33	2.82	29.11
像高	3.25	3.88	3.88	3.88	3.72
レンズ全長	65.56	70.18	102.06	99.69	63.93
BF	10.24	18.65	6.46	19.83	13.26
d 5	0.96	9.62	33.46	30.96	3.36
d11	23.96	9.83	0.98	2.09	16.36
d20	1.85	1.55	8.65	8.30	1.78
d23	1.87	3.84	25.82	11.81	2.48
d27	8.58	16.99	4.80	18.17	11.60

20

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	46.23	30
2	6	-6.32	
3	12	14.28	
4	21	-44.73	
5	24	23.04	
6	28		

【0089】

[実施例4]

単位 mm

40

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	55.708	0.90	1.91082	35.3
2	27.826	4.10	1.49700	81.5
3	-427.985	0.05		
4	27.897	3.35	1.59282	68.6
5	220.238	(可変)		
6	214.663	0.45	1.83481	42.7
7	6.063	3.39		
8	-20.442	0.35	1.80400	46.6

50

9	20.442	0.05		
10	12.272	1.68	1.92286	18.9
11	105.896	(可变)		
12(FP)		-0.60		
13*	7.218	1.97	1.49710	81.6
14*	59.784	1.34		
15(絞り)		0.76		
16	7.739	1.00	1.48749	70.2
17	10.858	0.30	1.91082	35.3
18	5.424	0.35		10
19*	7.295	1.80	1.49710	81.6
20*	-100.957	0.10		
21(FP)		(可变)		
22	68.509	0.80	1.48749	70.2
23	-67.699	(可变)		
24*	-15.630	0.40	1.48749	70.2
25	4.270	1.20	1.51742	52.4
26	15.351	(可变)		
27*	16.274	3.50	1.53160	55.8
28	-12.830	0.05		20
29	-13.838	0.50	1.95906	17.5
30	-20.516	(可变)		
31		1.00	1.51633	64.1
32		1.00		

像面

【 0 0 9 0 】

非球面データ

第13面

K = -1.54711e-001 A 4=-5.40365e-004 A 6= 1.58409e-005
 A 8=-2.38593e-007

30

第14面

K = 0.00000e+000 A 4=-8.53382e-004 A 6= 6.02061e-005
 A 8=-1.41900e-006

第19面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.12710e-003 A 6= 1.26093e-004
 A 8=-1.24189e-006

40

第20面

K = 0.00000e+000 A 4=-6.20186e-004 A 6= 7.20951e-005

第24面

K = 0.00000e+000 A 4=-9.91428e-005 A 6= 3.26813e-006
 A 8=-1.21494e-008

第27面

K = -1.09302e+000 A 4= 3.17431e-007 A 6=-3.55563e-007

50

各種データ

ズーム比 47.35

焦点距離	4.43	11.17	209.97	88.57	6.47
Fナンバー	3.51	4.49	8.33	5.70	3.91
半画角(度)	36.28	19.14	1.06	2.51	29.92
像高	3.25	3.88	3.88	3.88	3.72
レンズ全長	69.84	73.62	97.35	95.87	67.99
BF	7.37	13.91	2.91	19.10	9.70

10

d 5	0.45	9.04	34.42	31.69	2.82
d11	29.20	14.93	0.98	2.69	21.58
d21	0.74	1.53	4.09	3.84	1.02
d23	1.74	1.49	1.96	2.66	1.71
d26	2.55	4.94	25.21	8.10	3.36
d30	5.71	12.25	1.25	17.44	8.04

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	47.16
2	6	-6.64
3	12	13.87
4	22	69.98
5	24	-17.02
6	27	19.95
7	31	

20

【0091】

[実施例5]

単位 mm

30

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	55.683	0.90	1.91082	35.3
2	27.820	4.10	1.49700	81.5
3	-427.985	0.05		
4	27.918	3.35	1.59282	68.6
5	220.238	(可変)		
6	219.052	0.45	1.83481	42.7
7	6.067	3.39		
8	-20.588	0.35	1.80400	46.6
9	20.588	0.05		
10	12.227	1.68	1.92286	18.9
11	108.527	(可変)		
12(FP)		-0.60		
13*	7.162	1.97	1.49710	81.6
14*	64.492	1.34		
15(絞り)		0.76		
16	7.739	1.00	1.48749	70.2
17	10.782	0.30	1.91082	35.3

40

50

18	5.444	0.35			
19*	7.157	1.80	1.49710	81.6	
20*	-83.211	0.10			
21(FP)		(可变)			
22*	-16.305	0.40	1.48749	70.2	
23	5.682	0.95	1.51742	52.4	
24	17.674	(可变)			
25*	15.602	3.50	1.53160	55.8	
26	-13.129	0.05			
27	-14.429	0.50	1.95906	17.5	10
28	-20.516	(可变)			
29	-52.084	1.00	1.51633	64.1	
30	-26.106	0.46			
31		1.00	1.51633	64.1	
32		1.00			
像面					

【 0 0 9 2 】

非球面データ

第13面

20

K = 1.12221e-002 A 4=-4.17324e-004 A 6= 1.59616e-005
 A 8=-8.97615e-007

第14面

K = 0.00000e+000 A 4=-4.92637e-004 A 6= 4.80553e-005
 A 8=-2.14142e-006

第19面

K = 0.00000e+000 A 4=-5.80059e-004 A 6= 1.06463e-004
 A 8=-3.51172e-006

30

第20面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.57166e-004 A 6= 5.62715e-005

第22面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.43529e-004 A 6= 2.04449e-005
 A 8=-5.42712e-007

第25面

K = -1.25514e+000 A 4=-5.23205e-006 A 6=-5.03992e-007

40

各種データ

ズーム比 45.12

焦点距離	4.41	11.26	198.88	87.32	6.46
Fナンバー	3.60	4.77	8.14	5.72	4.08
半画角(度)	36.44	18.99	1.12	2.54	29.93
像高	3.25	3.88	3.88	3.88	3.72
レンズ全長	69.85	73.65	97.52	96.03	68.01
BF	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12

50

d 5	0.43	9.05	34.67	31.92	2.81
d11	29.11	14.64	0.92	2.54	21.43
d21	1.85	2.56	5.38	5.92	2.16
d24	1.45	3.85	24.79	8.18	2.25
d28	7.16	13.69	1.89	17.61	9.50

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	47.18	10
2	6	-6.71	
3	12	13.29	
4	22	-18.33	
5	25	18.81	
6	29	100.06	
7	31		

【0093】

【表1】

表1

20

条件式	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5
(1) $0.01 < f1/ft < 0.30$	0.281	0.260	0.276	0.225	0.237
(2) $9.0 < f1/fw < 20.0$	10.624	9.982	10.432	10.633	10.704
(3) $-0.40 < M2/M3 < 0.20$	-0.324	-0.395	0.148	-0.297	-0.304
(4) $0.1 < M1/M3 < 3.0$	1.401	1.341	1.353	1.264	1.280
(5) $10.0 < \beta_2 t / \beta_2 w < 80.0$	13.010	13.859	11.518	13.777	15.366
(6) $-20.0 < M1/M2 < -1.0$	-4.318	-3.398	9.126	-4.255	-4.205
(7) $-5.0 < M2/fw < 0.0$	-1.433	-1.604	0.903	-1.458	-1.492
(8) $0.01 < D23t/ft < 0.20$	0.085	0.086	0.086	0.086	0.073

【符号の説明】

30

【0094】

L 1 第1レンズ群

L 2 第2レンズ群

L 3 第3レンズ群

L 4 第4レンズ群

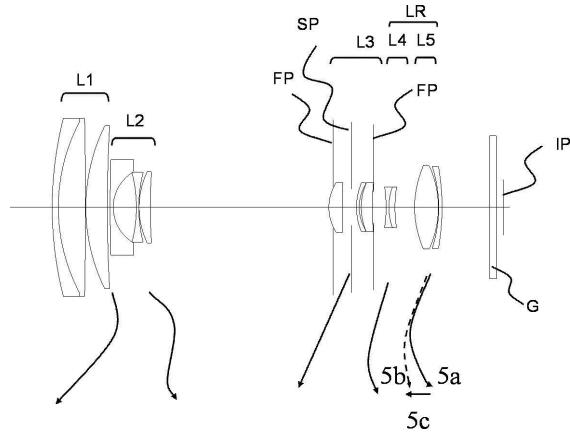
L 5 第5レンズ群

L 6 第6レンズ群

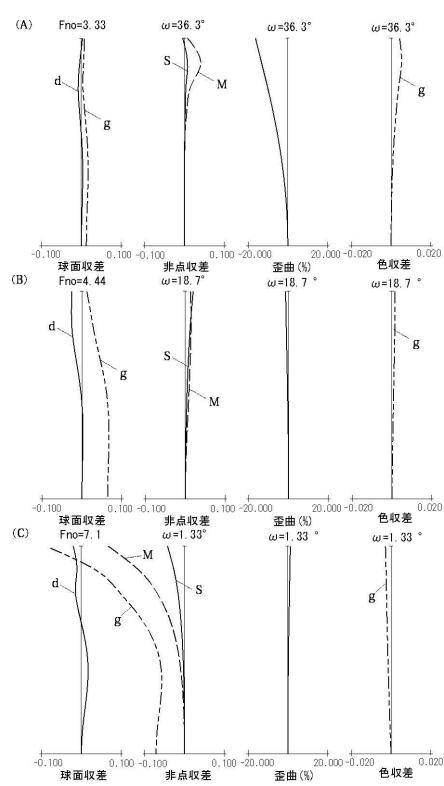
S P 紋り

L R 後群

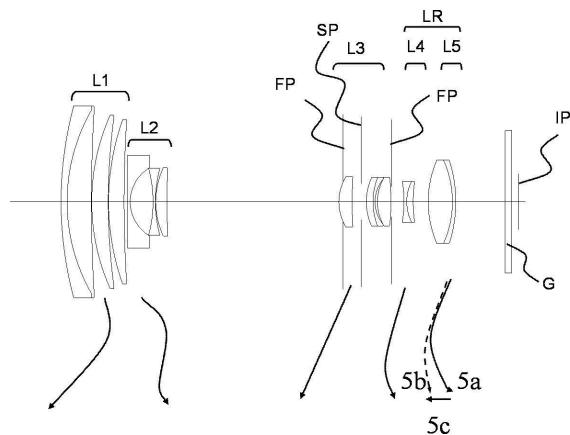
【図1】



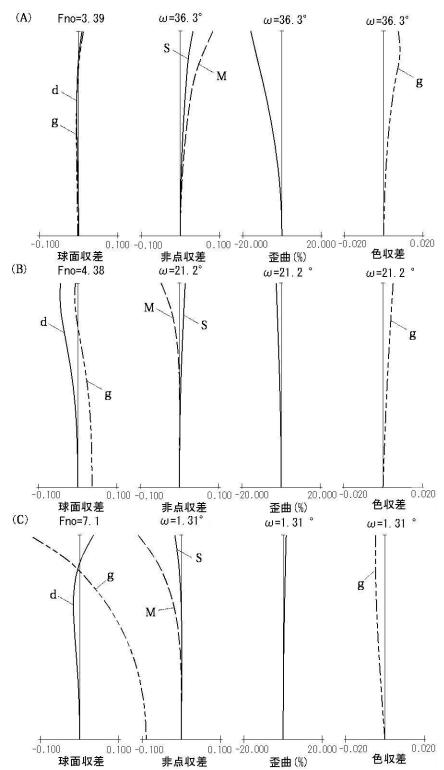
【図2】



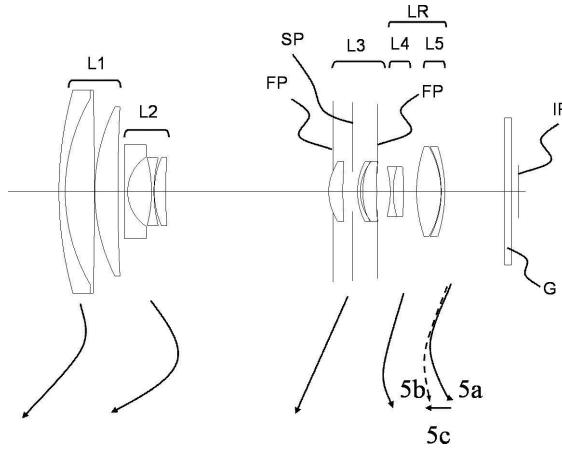
【図3】



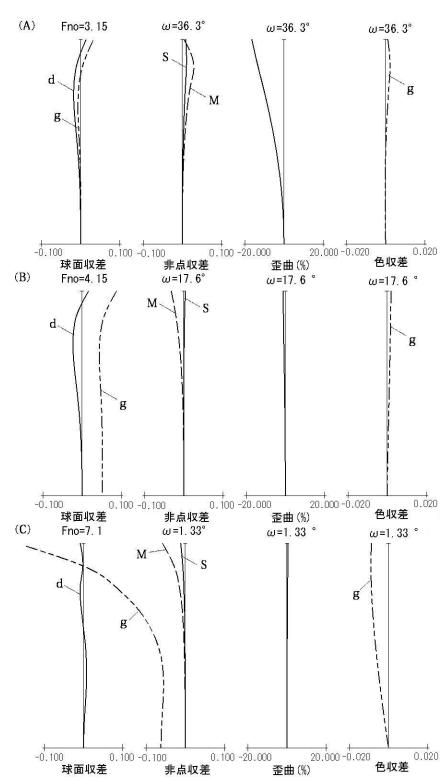
【図4】



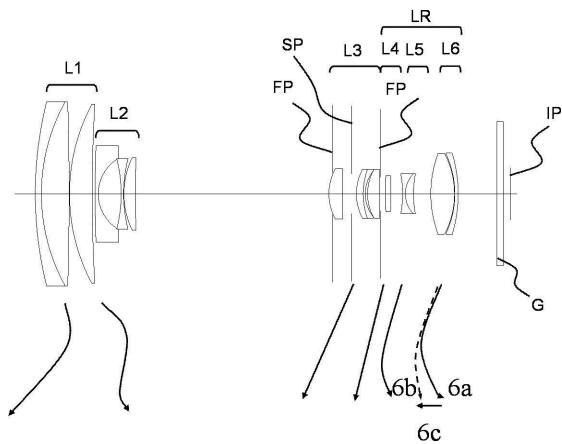
【図5】



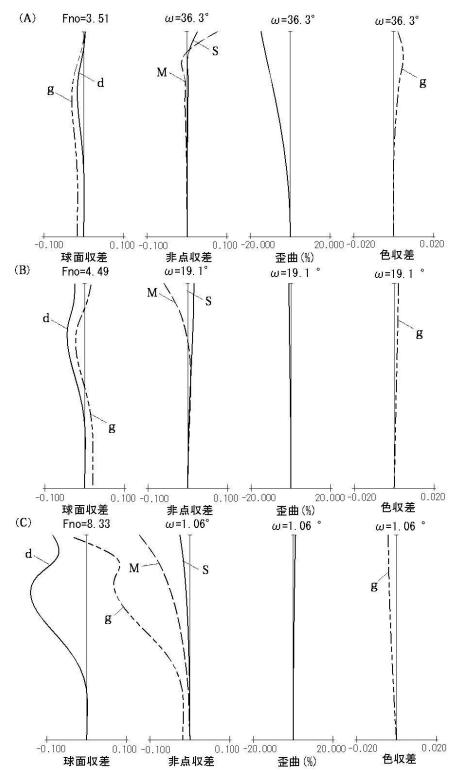
【図6】



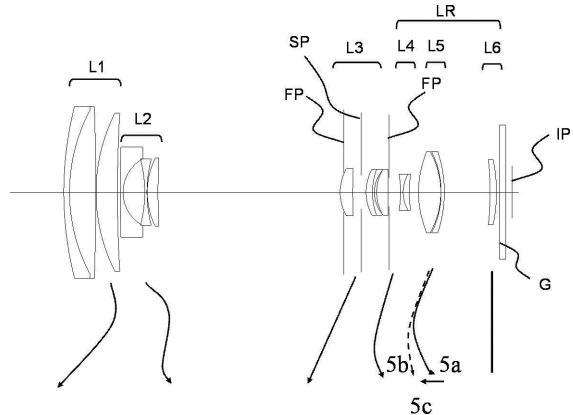
【図7】



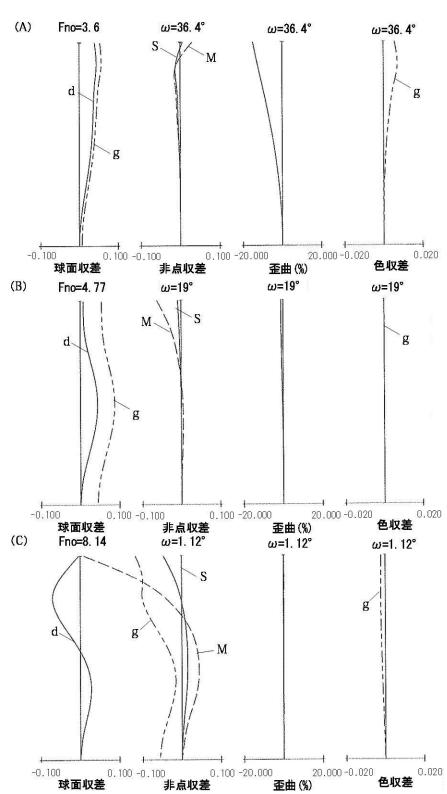
【図8】



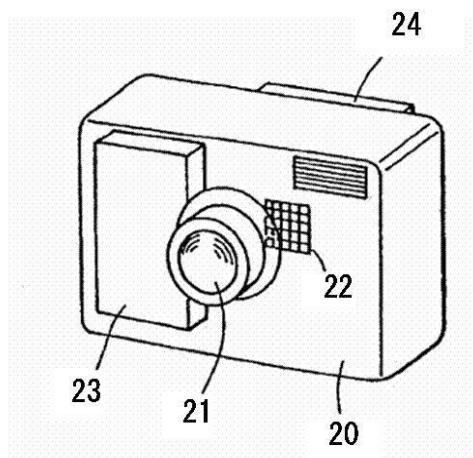
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2015-125327(JP, A)
特開2015-045729(JP, A)
特開2013-235060(JP, A)
特開2013-190741(JP, A)
国際公開第2015/004703(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 9/00 - 17/08
G 02 B 21/02 - 21/04
G 02 B 25/00 - 25/04