

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6223141号
(P6223141)

(45) 発行日 平成29年11月1日(2017.11.1)

(24) 登録日 平成29年10月13日(2017.10.13)

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

請求項の数 13 (全 25 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2013-238317 (P2013-238317) (22) 出願日 平成25年11月18日(2013.11.18) (65) 公開番号 特開2015-99213 (P2015-99213A) (43) 公開日 平成27年5月28日(2015.5.28) 審査請求日 平成28年11月17日(2016.11.17)</p>	<p>(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 100126240 弁理士 阿部 琢磨 (74) 代理人 100124442 弁理士 黒岩 創吾 (72) 発明者 伊藤 大介 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 審査官 殿岡 雅仁</p>
---	--

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、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群を有し、ズーミングに際して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、

広角端に比べて望遠端において、前記第1レンズ群は物体側に位置し、

前記第2レンズ群は、物体側より像側へ順に、負レンズ、負レンズ、負レンズを有し、

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 としたとき、

$$2.0 < f_1 / f_W < 3.5$$

$$2.0 < |f_T / f_2| < 5.0$$

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】

請求項1に記載のズームレンズにおいて、

$$9.0 < |f_1 / f_2| < 15.0$$

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3】

広角端から望遠端へのズーミングにおける前記第1レンズ群の光軸上の移動量を M_1 としたとき、

$$1.0 < |M_1 / f_W| < 3.0$$

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】

広角端から望遠端へのズームングにおける前記第 2 レンズ群の光軸上の移動量を M_2 としたとき、

$$10.0 < f_T / M_2 < 40.0$$

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】

前記第 2 レンズ群の中で最も物体側に配置された負レンズの焦点距離を f_{21} としたとき、

$$0.50 < f_{21} / f_2 < 2.00$$

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】

前記第 2 レンズ群 L_2 の中で最も物体側に配置された負レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を R_1 、像側のレンズ面の曲率半径を R_2 としたとき、

$$0.80 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < 1.20$$

なる条件式を満足す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 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の間に開口絞りを有し、広角端から望遠端へのズームングにおける前記開口絞りの光軸上の移動量を M_S としたとき、

$$-6.0 < M_S / f_W < -2.0$$

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

【請求項 8】

前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 としたとき、

$$10.0 < f_T / f_3 < 25.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

最も像側に位置するレンズ群を移動させることにより、無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングを行う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。

【請求項 10】

前記後群は、正の屈折力の第 4 レンズ群から成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】

前記後群は、負の屈折力の第 4 レンズ群と正の屈折力の第 5 レンズ群から成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 12】

前記後群は、正の屈折力の第 4 レンズ群と正の屈折力の第 5 レンズ群から成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 13】

請求項 1 乃至 12 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】

【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、例えばデジタルスチルカメラ

10

20

30

40

50

、ビデオカメラ、監視カメラ、放送用カメラ等の撮像素子を用いた撮像装置、或いは銀塩写真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デジタルスチルカメラ、ビデオカメラ等の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。これらの装置に用いられるズームレンズは、高倍率、広画角かつ小型で、全てのズーム領域において良好な光学性能を有することが求められている。こうした要求に応えるべく、物体側より像側へ順に正、負、正、正の屈折力を有するレンズ群から成る4群ズームレンズが知られている。(特許文献1)

特許文献1に記載のズームレンズは、物体側から像側へ順に、正、負、正、正の屈折力を有するレンズ群から成り、第2レンズ群は、物体側より像側へ順に、3枚の負レンズと1枚の正レンズから構成される。第2レンズ群に3枚の負レンズを配置し、各負レンズの変倍分担を少なくすることで、ペッツバル和の低減を図っている。また、3枚の負レンズを物体側に配置することにより、第2レンズ群の主点の位置を像側に近づけて、第1レンズ群と第2レンズ群の主点間隔の短縮化を図っている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2010-256845号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一般に、小型かつ高倍率の撮影光学系を得るためには、撮影光学系を構成する各レンズ群の屈折力を強めつつ、各レンズ群を構成するレンズの枚数を削減すればよい。しかし、レンズ群の屈折力を強めると、レンズ群を構成するレンズのレンズ面の屈折力を強めることになり、レンズのコバ厚を確保するためにレンズの肉厚が増大する。その結果、前玉径(前玉有効径)が大きくなり、光学系の小型化を実現することが困難になる。また、望遠端における色収差等の諸収差が多く発生し、これらを補正することが困難になる。

【0005】

本発明は、高倍率、広画角かつ小型で、全てのズーム領域において良好な光学性能を有するズームレンズ及びそれを有する撮像装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

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以上のレンズ群を含む後群を有し、ズーミングに際して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、広角端に比べて望遠端において、前記第1レンズ群は物体側に位置し、前記第2レンズ群は、物体側より像側へ順に、負レンズ、負レンズ、負レンズを有し、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 としたとき、

40

$$22.0 < f_1 / f_W < 35.0$$

$$20.0 < |f_T / f_2| < 50.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、高倍率、広画角かつ小型で、全てのズーム領域において良好な光学性能を有するズームレンズ及びそれを有する撮像装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】実施例1のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

50

【図2】(A)、(B)、(C)実施例1のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図

【図3】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

【図4】(A)、(B)、(C)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

【図5】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

【図6】(A)、(B)、(C)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

【図7】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

【図8】(A)、(B)、(C)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

10

【図9】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

【図10】(A)、(B)、(C)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

【図11】実施例6のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図12】(A)、(B)、(C)実施例6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

【図13】実施例7のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図14】(A)、(B)、(C)実施例7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

20

【図15】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】

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、添付の図面に基づいて詳細に説明する。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以上のレンズ群を含む後群から構成される。

【0010】

図1は実施例1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、望遠端における収差図である。実施例1はズーム比5.62、開口比3.50~7.07程度のズームレンズである。図3は実施例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はズーム比5.97、開口比3.50~7.07程度のズームレンズである。

30

【0011】

図5は実施例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はズーム比8.23、開口比3.50~8.00程度のズームレンズである。図7は実施例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はズーム比8.26、開口比3.50~8.00程度のズームレンズである。

40

【0012】

図9は実施例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。実施例5はズーム比10.145、開口比3.50~8.00程度のズームレンズである。図11は実施例6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12(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例6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6はズーム比8.299、開口

50

比 3.50 ~ 8.00 程度のズームレンズである。

【0013】

図13は実施例7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14(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例7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7はズーム比82.83、開口比3.50 ~ 8.00程度のズームレンズである。

【0014】

図15は本発明のズームレンズを備えるデジタルスチルカメラ(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スチルカメラ、銀塩フィルムカメラ、テレビ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物体側(前方)で、右方が像側(後方)である。またレンズ断面図において、 i を物体側から像側へのレンズ群の順番とすると L_i は第 i レンズ群を示す。

【0015】

実施例1乃至5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 、負の屈折力の第2レンズ群 L_2 、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 から構成される。実施例1乃至5は5つのレンズ群から成るポジティブリード型の5群ズームレンズであり、後群は、負の屈折力の第4レンズ群 L_4 と正の屈折力の第5レンズ群 L_5 から成る。

【0016】

実施例6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 、負の屈折力の第2レンズ群 L_2 、正の屈折力の第3レンズ群 L_3 、正の屈折力の第4レンズ群 L_4 から構成される。実施例6は4つのレンズ群から成るポジティブリード型の4群ズームレンズであり、後群は、正の屈折力の第4レンズ群 L_4 から成る。

【0017】

実施例7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 、負の屈折力の第2レンズ群 L_2 、正の屈折力の第3レンズ群 L_3 、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 から構成される。実施例7は5つのレンズ群から成るポジティブリード型の5群ズームレンズであり、後群は、正の屈折力の第4レンズ群 L_4 と正の屈折力の第5レンズ群 L_5 から成る。

【0018】

各実施例において、 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 の間に配置されている。

【0019】

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等に相当する光学ブロックである。 IP は像面である。ビデオカメラやデジタルカメラの撮像光学系としてズームレンズを使用する際には、像面 IP はCCDセンサやCMOSセンサといった固体撮像素子(光電変換素子)に相当する。銀塩フィルムカメラの撮像光学系としてズームレンズを使用する際には、像面 IP はフィルム面に相当する。

【0020】

球面収差図において $F_n o$ は F ナンバーであり、 d 線(波長587.6nm)、 g 線(波長435.8nm)に対する球面収差を示している。非点収差図において S はサジタル像面、 M はメリディオナル像面である。歪曲収差は d 線について示している。倍率色収差図では g 線における倍率色収差を示している。 ω は撮像半画角である。なお以下の各実施例において広角端と望遠端はそれぞれ、機構上の制約の下、変倍用のレンズ群が光軸上を移動可能な範囲の両端に位置したときの各ズーム位置をいう。

【0021】

各実施例では、レンズ断面図中の矢印で示すように、広角端から望遠端へのズーミングに際してレンズ群が移動し、隣り合うレンズ群の間隔が変化する。このとき、広角端に比べて望遠端で第1レンズ群 L_1 と第2レンズ群 L_2 の間隔が大きくなり、第2レンズ群 L_2 と第3レンズ群 L_3 の間隔が小さくなる。

10

20

30

40

50

【0022】

具体的には、各実施例において、広角端から望遠端へのズームングに際して、第1レンズ群L1は像側へ凸状の軌跡を描くように移動する。第2レンズ群L2は、広角端に比べて望遠端において、像側に位置するように移動する。第3レンズ群L3は、広角端に比べて望遠端において、物体側に位置するように移動する。

【0023】

実施例1乃至5、7のズームレンズでは、第4レンズ群L4は、広角端に比べて望遠端において、像面に対して物体側に位置するように移動する。第5レンズ群L5は、広角端から望遠端へのズームングに際して、物体側へ凸状の軌跡を描くように移動する。

【0024】

実施例6のズームレンズでは、第4レンズ群L4は、広角端から望遠端へのズームングに際して、物体側へ凸状の軌跡を描くように移動する。

【0025】

また、各実施例において、最も像側に位置するレンズ群をフォーカスレンズ群としている。実施例1乃至5と実施例7のズームレンズにおいては第5レンズ群L5をフォーカスレンズ群としており、実施例6のズームレンズにおいては第4レンズ群L4をフォーカスレンズ群としている。

【0026】

実施例1乃至5と実施例7のズームレンズでは、望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカシングを行う場合には、レンズ断面の矢印5cに示すように、第5レンズ群L5を物体側に繰り出している。レンズ断面図中の実線5aと点線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、広角端から望遠端へのズームングに伴う像面変動を補正するための移動軌跡を示している。

【0027】

実施例6のズームレンズでは、望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカシングを行う場合には、レンズ断面図の矢印4cに示すように、第4レンズ群L4を物体側に繰り出している。レンズ断面図中の実線4aと点線4b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像面変動を補正するための移動軌跡を示している。

【0028】

各実施例では、第2レンズ群L2の変倍負担を比較的大きくしている。これにより、望遠端における第1レンズ群L1の物体側への繰り出し量を大きくすることなく、高倍化を実現することができる。また、第2レンズ群L2の屈折力を比較的強くすることにより、広角化を実現している。

【0029】

また、各実施例では、開口絞りSPと第3レンズ群L3との間隔が、広角端に比べて望遠端において小さくなるように、ズームングに際して開口絞りSPを各レンズ群とは異なる軌跡で移動させている。これにより、入射瞳位置を物体側に移動させることができるため、第1レンズ群L1や第2レンズ群L2を通過する軸外光線の入射高を低くすることができる。その結果、前玉有効径を小型化することができる。

【0030】

各実施例では、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 、第1レンズ群L1の焦点距離を f_1 、第2レンズ群L2の焦点距離を f_2 としたとき、

$$22.0 < f_1 / f_W < 35.0 \quad \dots (1)$$

$$20.0 < |f_T / f_2| < 50.0 \quad \dots (2)$$

なる条件式を満足している。

【0031】

条件式(1)の上限値を超えて、第1レンズ群L1の焦点距離 f_1 が長くなると、第1レンズ群L1の屈折力が弱くなる。その結果、高倍化を実現するためにはズームングにお

10

20

30

40

50

ける第1レンズ群L1の移動量を大きくする必要が生じ、望遠端におけるレンズ全長が増大するため、好ましくない。

【0032】

条件式(1)の下限値を超えて、第1レンズ群L1の焦点距離 f_1 が短くなると、第1レンズ群L1の屈折力が強くなる。その結果、望遠端における球面収差を十分に補正することが困難になるため好ましくない。

【0033】

条件式(2)の上限値を超えて、第2レンズ群L2の焦点距離 f_2 が短くなると、第2レンズ群L2の屈折力が強くなる。その結果、広角端における像面湾曲を十分に補正することが困難になり、さらに望遠端における球面収差を十分に補正することが困難になるため好ましくない。

10

【0034】

条件式(2)の下限値を超えて、第2レンズ群L2の焦点距離 f_2 が長くなると、第2レンズ群L2の屈折力が弱くなる。その結果、高倍化を実現するためにはズームにおける第2レンズ群L2の移動量を大きくする必要が生じ、望遠端におけるレンズ全長が増大するため、好ましくない。

【0035】

各実施例では上記の如く、条件式(1)、(2)を満足するように各要素を適切に設定している。これにより、高倍率、広画角かつ小型で、全てのズーム領域において良好な光学性能を有するズームレンズを得ることができる。

20

【0036】

なお、各実施例において、好ましくは条件式(1)、(2)の数値範囲を次のようにするのがよい。

$$23.0 < f_1 / f_W < 32.0 \quad \dots (1a)$$

$$22.0 < |f_T / f_2| < 48.0 \quad \dots (2a)$$

【0037】

また、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。

$$23.5 < f_1 / f_W < 29.0 \quad \dots (1b)$$

$$23.5 < |f_T / f_2| < 45.0 \quad \dots (2b)$$

【0038】

さらに、各実施例において、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。ここで、第3レンズ群L3の焦点距離を f_3 、広角端から望遠端へのズームにおける第1レンズ群L1の光軸方向の移動量を M_1 、第2レンズ群L2の光軸方向の移動量を M_2 、開口絞りの光軸方向の移動量を MS とする。また、第2レンズ群L2の中で最も物体側に配置された負レンズの焦点距離を f_{21} 、第2レンズ群L2の中で最も物体側に配置された負レンズのシェープファクターを SF_{21} とする。ここで移動量とは、広角端と望遠端における各レンズ群の光軸上での位置の差であり、移動量の符号は広角端に比べて望遠端で物体側に位置するときを負、像側に位置するときを正とする。シェープファクター SF_{21} は、 $SF_{21} = (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2)$ と表される。ここで、第2レンズ群L2の中で最も物体側に配置された負レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を R_1 、像側のレンズ面の曲率半径を R_2 とする。

30

40

【0039】

このとき、

$$9.0 < |f_1 / f_2| < 15.0 \quad \dots (3)$$

$$10.0 < |M_1 / f_W| < 30.0 \quad \dots (4)$$

$$10.0 < f_T / M_2 < 40.0 \quad \dots (5)$$

$$0.50 < f_{21} / f_2 < 2.00 \quad \dots (6)$$

$$0.80 < SF_{21} < 1.20 \quad \dots (7)$$

$$-6.0 < MS / f_W < -2.0 \quad \dots (8)$$

$$10.0 < f_T / f_3 < 25.0 \quad \dots (9)$$

50

なる条件式のうち1つ以上を満足するのがよい。

【0040】

条件式(3)の上限値を超えて第1レンズ群L1の焦点距離 f_1 が長くなると、第1レンズ群L1の屈折力が弱くなる。その結果、高倍化を実現するためにはズーミングにおける第1レンズ群L1の移動量を大きくする必要が生じ、望遠端におけるレンズ全長が増大するため、好ましくない。

【0041】

条件式(3)の下限値を超えて、第1レンズ群L1の焦点距離 f_1 が短くなると、第1レンズ群L1の屈折力が強くなる。その結果、望遠端における球面収差を十分に補正することが困難になるため好ましくない。

10

【0042】

条件式(4)の上限値を超えて、第1レンズ群L1の移動量 M_1 が大きくなると、望遠端におけるレンズ全長が増大するため、好ましくない。

【0043】

条件式(4)の下限値を超えて、第1レンズ群L1の移動量 M_1 が小さくなると、高倍化を実現するために、各レンズ群の屈折力を強くする必要が生じる。その結果、ズーミングに伴う球面収差やコマ収差の変動を抑制することが困難になるため、好ましくない。

【0044】

条件式(5)の上限値を超えて、第2レンズ群L2の移動量 M_2 が小さくなると、高倍化を実現するために、第2レンズ群L2の屈折力を強める必要が生じる。その結果、ズーミングに伴う像面湾曲の変動を抑制することが困難になるため、好ましくない。

20

【0045】

条件式(5)の下限値を超えて、第2レンズ群L2の移動量 M_2 が大きくなると、望遠端におけるレンズ全長が増大するため、好ましくない。

【0046】

条件式(6)の上限値を超えて、第2レンズ群L2の中で最も物体側に配置された負レンズの焦点距離 f_{21} が長くなると、第2レンズ群L2の中で最も物体側に配置された負レンズの屈折力が弱くなる。その結果、広画角化を実現することが困難になるため、好ましくない。

【0047】

条件式(6)の下限値を超えて、第2レンズ群L2の中で最も物体側に配置された負レンズの焦点距離 f_{21} が短くなると、第2レンズ群L2の中で最も物体側に配置された負レンズの屈折力が強くなる。その結果、広角端における歪曲収差を十分に補正することが困難になるため好ましくない。

30

【0048】

条件式(7)の上限値を超えると、第2レンズ群L2の中で最も物体側に配置された負レンズの形状がメニスカス形状に近づき、入射瞳位置が像側に移動する。これにより、前玉径が増大するため、好ましくない。

【0049】

条件式(7)の下限値を超えると、第2レンズ群L2の中で最も物体側に配置された負レンズの形状が両凹形状に近くなり、歪曲収差を十分に補正することが困難になるため好ましくない。

40

【0050】

条件式(8)の上限値を超えて、開口絞りSPの移動量 M_S が小さくなると、広角端における開口絞りSPと第3レンズ群L3の間隔が広くなり、第3レンズ群L3の有効径が大きくなるため、好ましくない。

【0051】

条件式(8)の下限値を超えて、開口絞りSPの移動量 M_S が大きくなると、広角端における開口絞りSPと第1レンズ群L1の間隔が広くなり、前玉有効径が大きくなるため、好ましくない。

50

【 0 0 5 2 】

条件式 (9) の上限値を超えて、第 3 レンズ群 L 3 の焦点距離 f_3 が短くなると、第 3 レンズ群 L 3 の屈折力が強くなる。その結果、望遠端における球面収差やコマ収差を十分に補正することが困難になるため好ましくない。

【 0 0 5 3 】

条件式 (9) の下限値を超えて、第 3 レンズ群 L 3 の焦点距離 f_3 が長くなると、第 3 レンズ群 L 3 の屈折力が弱くなる。その結果、高倍化を実現するためにはズームにおける第 3 レンズ群 L 3 の移動量が大きくする必要が生じ、望遠端におけるレンズ全長が増大するため、好ましくない。

【 0 0 5 4 】

また、好ましくは条件式 (3) ~ (9) の数値範囲を次の如く設定すると、各条件式がもたらす効果を最大限に得られる。

$$9.5 < |f_1 / f_2| < 13.5 \quad \dots (3a)$$

$$12.0 < |M_1 / f_W| < 25.0 \quad \dots (4a)$$

$$12.0 < f_T / M_2 < 35.0 \quad \dots (5a)$$

$$0.80 < f_{21} / f_2 < 1.70 \quad \dots (6a)$$

$$0.90 < SF_{21} < 1.10 \quad \dots (7a)$$

$$-5.0 < MS / f_W < -2.5 \quad \dots (8a)$$

$$11.0 < f_T / f_3 < 23.0 \quad \dots (9a)$$

【 0 0 5 5 】

また、更に好ましくは条件式 (3) 乃至 (9) の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$9.8 < |f_1 / f_2| < 12.7 \quad \dots (3b)$$

$$14.0 < |M_1 / f_W| < 20.0 \quad \dots (4b)$$

$$12.5 < f_T / M_2 < 31.0 \quad \dots (5b)$$

$$1.00 < f_{21} / f_2 < 1.60 \quad \dots (6b)$$

$$0.95 < SF_{21} < 1.06 \quad \dots (7b)$$

$$-4.5 < MS / f_W < -3.2 \quad \dots (8b)$$

$$11.3 < f_T / f_3 < 21.0 \quad \dots (9b)$$

【 0 0 5 6 】

次に、各レンズ群の構成に関して説明する。各実施例において、第 1 レンズ群 L 1 は、物体側より像側へ順に、負レンズと正レンズの接合レンズ、正レンズから構成される。第 1 レンズ群 L 1 をこのように構成することにより、球面収差や軸上色収差の発生を抑制しつつ、第 1 レンズ群 L 1 の有効径の小型化を実現することができる。

【 0 0 5 7 】

第 2 レンズ群 L 2 に関しては、実施例 1、2、4、6、7 では、物体側より像側へ順に、負レンズ、負レンズ、負レンズ、正レンズから構成される。実施例 3 では、物体側より像側へ順に、負レンズ、負レンズ、負レンズ、正レンズ、負レンズから構成される。実施例 5 では、物体側より像側へ順に、負レンズ、負レンズ、負レンズ、負レンズ、正レンズから構成される。物体側から 3 枚の負レンズを連続して配置することにより、軸外光線を緩やかに屈折させることができ、前玉有効径の小型化を実現することができる。

【 0 0 5 8 】

第 3 レンズ群 L 3 に関しては、実施例 1 乃至 5 では、物体側より像側へ順に、正レンズ、負レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズから構成される。実施例 6 及び 7 では、物体側より像側へ順に、正レンズ、負レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズ、負レンズから構成される。物体側から像側へ、正レンズ、負レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズと配置する構成は、トリプレット型のレンズ系にレンズを 1 枚追加したものであり、テッサタイプと呼ばれる。テッサタイプのレンズ構成とすることで、ペッツバール和を容易に調整することができる。

【 0 0 5 9 】

10

20

30

40

50

第4レンズ群L4に関しては、実施例1乃至5では、1枚の負レンズから構成される。実施例6では、正レンズと負レンズの接合レンズから構成される。実施例7では、1枚の正レンズから構成される。

【0060】

第5レンズ群L5に関しては、実施例1乃至5、実施例7では、正レンズと負レンズの接合レンズから構成される。

【0061】

次に、本発明の実施例1~7にそれぞれ対応する数値実施例1~7を示す。各数値実施例において、iは物体側からの光学面の順序を示す。riは第i番目の光学面(第i面)の曲率半径、diは第i面と第i+1面との間の間隔、ndiとdi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。

10

【0062】

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とすると、非球面形状は、

$$x = (h^2 / R) / [1 + [1 - (1 + k) (h / R)^2]^{1/2}] + A4 h^4 + A6 h^6 + A8 h^8$$

で表示される。但しRは近軸曲率半径である。また「e-Z」の表示は「10⁻²」を意味する。数値実施例において最も像側の2つの面は、フィルター、フェースプレート等の光学ブロックの面である。

20

【0063】

各実施例において、バックフォーカス(BF)は、レンズ系の最も像側の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。また、各数値実施例における上述した条件式との対応を表1に示す。

【0064】

なお、広角端における有効像円径(イメージサークルの直径)を、望遠端における有効像円径に比べて小さくすることができる。これは、画像処理において画像を引き伸ばすことで、広角側において発生しやすい樽型の歪曲収差を補正することができるためである。

【0065】

[数値実施例1]

単位 mm

30

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	99.088	1.45	1.91082	35.3
2	54.874	5.15	1.49700	81.5
3	-211.867	0.05		
4	46.621	3.50	1.49700	81.5
5	149.510	(可変)		
6	582.612	0.75	1.88300	40.8
7	8.659	3.60		
8*	89.598	0.60	1.85135	40.1
9*	22.291	2.07		
10	-48.321	0.60	2.00100	29.1
11	48.321	0.10		
12	22.071	2.30	1.95906	17.5
13	-83.220	(可変)		
14(絞り)		(可変)		
15*	9.687	2.65	1.55332	71.7
16*	-51.163	1.88		
17	26.149	0.60	1.80400	46.6
18	10.189	0.41		

40

50

19	14.465	0.60	2.00100	29.1
20	9.521	2.65	1.49700	81.5
21	-32.633	(可変)		
22	45.644	0.70	1.48749	70.2
23	16.453	(可変)		
24	22.569	2.10	1.88300	40.8
25	-26.062	0.50	2.00069	25.5
26	280.702	(可変)		
27		0.80	1.51633	64.1
28		1.00		

10

像面

非球面データ

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 7.20275e-005 A 6=-8.26748e-008 A 8= 5.62097e-009

第9面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.04869e-005 A 6= 4.36250e-007 A 8=-3.95438e-009

第15面

K = -9.27507e-001 A 4=-2.01895e-005 A 6= 1.46446e-006 A 8=-2.74389e-008

第16面

K = 0.00000e+000 A 4=-8.95624e-007 A 6= 1.40143e-006 A 8=-3.17865e-008

20

各種データ

ズーム比 56.62

	広角	中間	望遠
焦点距離	3.71	10.68	210.00
Fナンバー	3.50	4.50	7.07
半画角	40.59	19.95	1.06
レンズ全長	95.63	87.34	148.16
BF	10.22	17.10	9.73
d 5	0.75	5.98	69.14
d13	29.71	6.82	1.19
d14	16.60	10.12	0.36
d21	2.85	3.90	10.94
d23	2.98	10.88	24.29
d26	8.69	15.58	8.20

30

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	87.93
2	6	-8.85
3	15	18.29
4	22	-53.19
5	24	31.82

40

【 0 0 6 6 】

[数值実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	100.629	1.45	1.91082	35.3
2	55.577	5.30	1.49700	81.5
3	-217.605	0.05		
4	46.818	3.45	1.49700	81.5

50

5	147.663	(可変)			
6	463.546	0.75	1.88300	40.8	
7	8.482	3.49			
8*	47.948	0.60	1.85135	40.1	
9*	18.028	2.19			
10	-49.954	0.60	2.00100	29.1	
11	49.954	0.10			
12	21.928	2.35	1.95906	17.5	
13	-89.446	(可変)			
14(絞リ)		(可変)			10
15*	10.089	2.90	1.55332	71.7	
16*	-56.015	1.94			
17	27.598	0.60	1.80400	46.6	
18	10.711	0.20			
19	12.467	0.60	2.00100	29.1	
20	8.582	2.85	1.49700	81.5	
21	-37.456	(可変)			
22	35.472	0.70	1.48749	70.2	
23	13.821	(可変)			
24	21.528	2.25	1.88300	40.8	20
25	-24.684	0.50	2.00069	25.5	
26	226.128	(可変)			
27		0.80	1.51633	64.1	
28		1.00			

像面

非球面データ

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 8.71356e-005 A 6=-8.56245e-008 A 8= 1.73331e-008

第9面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.51546e-005 A 6= 1.12395e-007 A 8= 9.15402e-009

第15面

K = -8.61609e-001 A 4=-2.43440e-005 A 6= 1.52411e-006 A 8=-4.22597e-008

第16面

K = 0.00000e+000 A 4=-6.39177e-007 A 6= 1.55492e-006 A 8=-5.07735e-008

各種データ

ズーム比 59.97

	広角	中間	望遠
焦点距離	3.50	11.43	210.00
Fナンバー	3.50	4.50	7.07
半画角	41.52	18.73	1.06
レンズ全長	96.99	88.85	150.49
BF	9.59	18.92	9.87
d 5	0.75	6.28	70.57
d13	30.82	5.49	1.19
d14	17.02	9.51	0.35
d21	2.85	2.66	10.62
d23	2.81	12.85	24.73
d26	8.07	17.39	8.35

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	89.45
2	6	-8.76
3	15	17.83
4	22	-46.95
5	24	30.95

【 0 0 6 7 】

[数值实施例 3]

单位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	100.576	1.45	1.83481	42.7	10
2	53.078	6.50	1.43875	94.9	
3	-196.899	0.05			
4	46.003	4.00	1.43875	94.9	
5	191.187	(可变)			
6	400.145	0.75	1.88300	40.8	
7	8.633	2.84			
8*	26.884	0.60	1.85135	40.1	
9*	17.086	2.27			
10	-45.837	0.60	2.00100	29.1	20
11	45.837	0.10			
12	20.287	2.45	1.95906	17.5	
13	-72.089	0.32			
14	-38.223	0.50	1.88300	40.8	
15	-101.244	(可变)			
16(絞リ)		(可变)			
17*	10.106	4.00	1.55332	71.7	
18*	-37.380	0.17			
19	27.733	0.60	1.80400	46.6	
20	10.636	0.30			30
21	12.372	0.60	2.00100	29.1	
22	9.073	3.45	1.49700	81.5	
23	-60.150	(可变)			
24	28.193	0.70	1.48749	70.2	
25	13.443	(可变)			
26	21.778	2.45	1.88300	40.8	
27	-25.013	0.50	2.00069	25.5	
28	134.662	(可变)			
29		0.80	1.51633	64.1	
30		1.00			40

像面

非球面データ

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 9.56498e-005 A 6=-1.09325e-006 A 8= 2.80584e-008

第9面

K = 0.00000e+000 A 4= 7.34613e-005 A 6=-1.60912e-006 A 8= 3.01540e-008

第17面

K = -9.98896e-001 A 4= 2.46537e-006 A 6= 1.08585e-006 A 8= 4.55958e-009

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.92779e-005 A 6= 1.46765e-006 A 8=-4.15789e-009

50

各種データ

ズーム比	82.83		
	広角	中間	望遠
焦点距離	3.50	12.09	290.00
Fナンバー	3.50	4.50	8.00
半画角	41.52	17.77	0.77
レンズ全長	99.47	93.59	162.07
BF	8.28	15.44	5.48
d 5	0.75	7.50	78.02
d15	26.69	9.80	0.40
d16	20.18	5.24	0.20
d23	2.85	5.22	10.06
d25	5.24	14.92	32.44
d28	6.76	13.91	3.95

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	96.74
2	6	-8.44
3	17	17.30
4	24	-53.54
5	26	34.35

20

【 0 0 6 8 】

[数值実施例 4]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	101.987	1.45	1.83481	42.7
2	53.718	6.50	1.43875	94.9
3	-181.248	0.05		
4	46.194	4.00	1.43875	94.9
5	188.260	(可変)		
6	-1025.728	0.75	1.88300	40.8
7	8.663	3.37		
8*	43.663	0.60	1.85135	40.1
9*	18.529	2.05		
10	-48.583	0.60	2.00100	29.1
11	48.583	0.10		
12	22.217	2.35	1.95906	17.5
13	-86.221	(可変)		
14(絞リ)		(可変)		
15*	10.201	3.10	1.55332	71.7
16*	-50.621	1.23		
17	26.333	0.60	1.80400	46.6
18	10.745	0.28		
19	12.455	0.60	2.00100	29.1
20	8.803	3.50	1.49700	81.5
21	-42.505	(可変)		
22	36.866	0.70	1.48749	70.2
23	12.924	(可変)		
24	20.960	2.65	1.88300	40.8

30

40

50

25	-23.939	0.50	2.00069	25.5
26	182.039	(可変)		
27		0.80	1.51633	64.1
28		1.00		

像面

非球面データ

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 7.03281e-005 A 6=-1.16931e-006 A 8= 2.72666e-008

第9面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.85558e-005 A 6=-1.41978e-006 A 8= 2.30781e-008

10

第15面

K = -9.29056e-001 A 4=-9.11150e-006 A 6= 1.01972e-006 A 8= 5.95456e-010

第16面

K = 0.00000e+000 A 4= 9.46308e-006 A 6= 1.26825e-006 A 8=-7.01837e-009

各種データ

ズーム比 82.86

	広角	中間	望遠
焦点距離	3.50	11.90	290.00
Fナンバー	3.50	4.50	8.00
半画角	41.53	18.04	0.77
レンズ全長	99.52	93.33	160.98
BF	9.52	16.61	5.56
d 5	0.75	7.09	77.10
d13	30.05	8.72	0.40
d14	18.30	7.01	0.10
d21	2.85	4.84	10.52
d23	2.78	13.78	32.03
d26	7.99	15.08	4.04

20

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	95.88
2	6	-8.83
3	15	17.52
4	22	-41.22
5	24	30.88

30

【 0 0 6 9 】

[数值実施例 5]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	101.121	1.45	1.83481	42.7
2	54.110	6.95	1.43875	94.9
3	-196.564	0.05		
4	46.649	4.90	1.43875	94.9
5	180.755	(可変)		
6	-605.164	0.75	1.88300	40.8
7	10.219	1.78		
8*	63.545	0.60	1.85135	40.1
9*	17.813	1.76		
10	32.230	0.60	1.77250	49.6

40

50

11	16.287	1.79		
12	-69.142	0.30	2.00100	29.1
13	43.567	0.10		
14	18.759	2.10	1.95906	17.5
15	-194.297	(可変)		
16(絞り)		(可変)		
17*	10.237	3.85	1.55332	71.7
18*	-44.683	0.23		
19	26.181	0.60	1.80400	46.6
20	11.064	0.33		
21	12.699	0.60	2.00100	29.1
22	8.945	4.20	1.49700	81.5
23	-40.315	(可変)		
24	32.816	0.70	1.48749	70.2
25	12.339	(可変)		
26	20.674	2.50	1.88300	40.8
27	-23.568	0.50	2.00069	25.5
28	145.228	(可変)		
29		0.80	1.51633	64.1
30		1.00		

10

20

像面

非球面データ

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.02182e-004 A 6= 2.53327e-006 A 8=-2.62556e-010

第9面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.41630e-004 A 6= 1.89978e-006 A 8= 5.12985e-008

第17面

K = -8.74830e-001 A 4=-1.17633e-005 A 6= 1.36705e-006 A 8=-2.63087e-009

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.51294e-005 A 6= 1.75696e-006 A 8=-1.25070e-008

30

各種データ

ズーム比 101.45

	広角	中間	望遠
焦点距離	3.45	12.27	350.00
Fナンバー	3.50	4.50	8.00
半画角	41.94	17.53	0.63
レンズ全長	100.53	95.93	168.15
BF	8.25	17.71	3.77
d 5	0.75	7.67	79.95
d15	27.97	7.88	1.44
d16	17.97	6.01	0.10
d23	2.77	6.24	8.98
d25	5.89	13.48	36.98
d28	6.72	16.19	2.24

40

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	98.12
2	6	-7.80
3	17	16.96
4	24	-41.02

50

5 26 31.68

【 0 0 7 0 】

[数值実施例 6]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	102.159	1.45	1.83481	42.7
2	53.829	6.80	1.43875	94.9
3	-185.113	0.05		
4	46.447	4.65	1.43875	94.9
5	182.260	(可変)		
6	-539.006	0.75	1.88300	40.8
7	8.496	3.21		
8*	41.656	0.60	1.85135	40.1
9*	18.769	2.33		
10	-46.872	0.60	2.00100	29.1
11	46.872	0.10		
12	21.507	2.50	1.95906	17.5
13	-83.989	(可変)		
14(絞り)		(可変)		
15*	10.068	3.60	1.55332	71.7
16*	-47.055	1.09		
17	24.823	0.60	1.80400	46.6
18	11.007	0.25		
19	12.827	0.60	2.00100	29.1
20	8.694	3.25	1.49700	81.5
21	-33.176	0.66		
22	35.805	0.70	1.48749	70.2
23	13.171	(可変)		
24	25.959	2.25	1.88300	40.8
25	-30.690	0.50	2.00069	25.5
26	249.251	(可変)		
27		0.80	1.51633	64.1
28		1.00		

10

20

30

像面

非球面データ

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.38992e-004 A 6=-2.45174e-006 A 8= 6.04259e-008

第9面

K = 0.00000e+000 A 4= 9.55537e-005 A 6=-2.48598e-006 A 8= 5.31277e-008

40

第15面

K = -9.06973e-001 A 4=-1.27074e-005 A 6= 1.89998e-006 A 8=-5.60601e-009

第16面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.77052e-005 A 6= 2.31537e-006 A 8=-1.67388e-008

各種データ

ズーム比 82.99

	広角	中間	望遠
焦点距離	3.49	11.78	290.00
Fナンバー	3.50	4.50	8.00
半画角	41.58	18.21	0.77

50

レンズ全長	100.88	94.85	162.90
BF	9.50	15.45	4.37
d 5	0.75	7.42	78.69
d13	28.81	6.13	0.40
d14	19.72	10.03	0.09
d23	5.29	19.00	42.53
d26	7.97	13.92	2.84

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	97.39
2	6	-8.87
3	15	20.53
4	24	37.71

10

【 0 0 7 1 】

[数值実施例 7]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	101.545	1.45	1.83481	42.7
2	53.860	6.80	1.43875	94.9
3	-186.630	0.05		
4	46.469	4.70	1.43875	94.9
5	178.951	(可変)		
6	-469.844	0.75	1.88300	40.8
7	8.554	3.07		
8*	42.475	0.60	1.85135	40.1
9*	18.671	2.39		
10	-47.363	0.60	2.00100	29.1
11	47.363	0.10		
12	21.389	2.45	1.95906	17.5
13	-88.041	(可変)		
14(絞り)		(可変)		
15*	10.074	3.45	1.55332	71.7
16*	-48.040	0.98		
17	24.862	0.60	1.80400	46.6
18	11.069	0.25		
19	12.920	0.60	2.00100	29.1
20	8.752	3.15	1.49700	81.5
21	-34.632	0.91		
22	35.796	0.70	1.48749	70.2
23	12.977	(可変)		
24	-48.772	0.70	1.48749	70.2
25	-40.727	(可変)		
26	25.499	2.35	1.88300	40.8
27	-30.049	0.50	2.00069	25.5
28	202.607	(可変)		
29		0.80	1.51633	64.1
30		1.00		

20

30

40

像面

非球面データ

50

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.37422e-004 A 6=-1.12109e-006 A 8= 4.65859e-008

第9面

K = 0.00000e+000 A 4= 9.67729e-005 A 6=-1.08822e-006 A 8= 3.94474e-008

第15面

K = -8.77722e-001 A 4=-2.49141e-005 A 6= 2.10241e-006 A 8=-2.55576e-008

第16面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.52925e-005 A 6= 2.41404e-006 A 8=-3.80960e-008

各種データ

ズーム比 82.83

10

	広角	中間	望遠
焦点距離	3.50	11.91	290.00
Fナンバー	3.50	4.50	8.00
画角	41.52	18.02	0.77
レンズ全長	100.17	94.47	162.95
BF	9.89	16.89	3.96
d 5	0.75	7.84	78.76
d13	28.87	5.33	0.40
d14	18.97	10.01	0.10
d23	2.00	6.38	3.82
d25	2.27	10.60	38.50
d28	8.36	15.36	2.43

20

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	97.51
2	6	-8.88
3	15	20.88
4	24	492.43
5	26	38.18

【 0 0 7 2 】

30

【表 1】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7
f1/fw	23.71	25.55	27.63	27.40	28.44	27.87	27.85
f1/f2	23.72	23.98	34.36	32.84	44.87	32.68	32.68
f1/f2	9.93	10.21	11.46	10.86	12.58	10.98	10.99
M1/fw	14.16	15.28	17.88	17.56	19.60	17.75	17.93
f1/M2	13.24	12.86	19.77	19.48	30.21	18.21	19.05
f21/f2	1.13	1.12	1.18	1.10	1.46	1.07	1.07
SF21	1.03	1.04	1.04	0.98	0.97	0.97	0.96
MS/fw	-3.41	-3.80	-3.32	-4.22	-4.33	-3.57	-3.78
f1/f3	11.48	11.78	16.76	16.55	20.64	14.12	13.89

40

【 0 0 7 3 】

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スチルカメラの実施例について図15を用いて説明する。図15において、20はカメラ本体、21は実施例1~7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影光学系である。22はカメラ本体に内蔵され、撮影光学系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画像の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

50

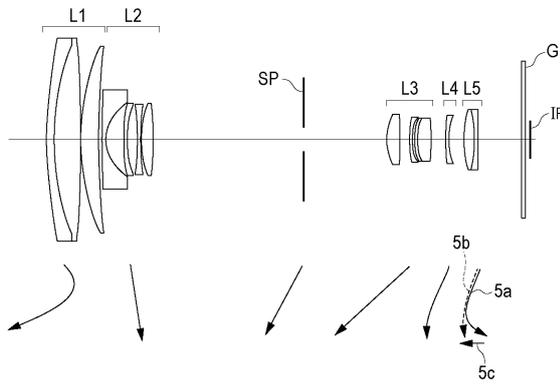
を観察するためのファインダである。このように本発明のズームレンズをデジタルスチルカメラ等の撮像装置に適用することにより、高倍率、広画角かつ小型で、全てのズーム領域において良好な光学性能を有する撮像装置が得られる。

【符号の説明】

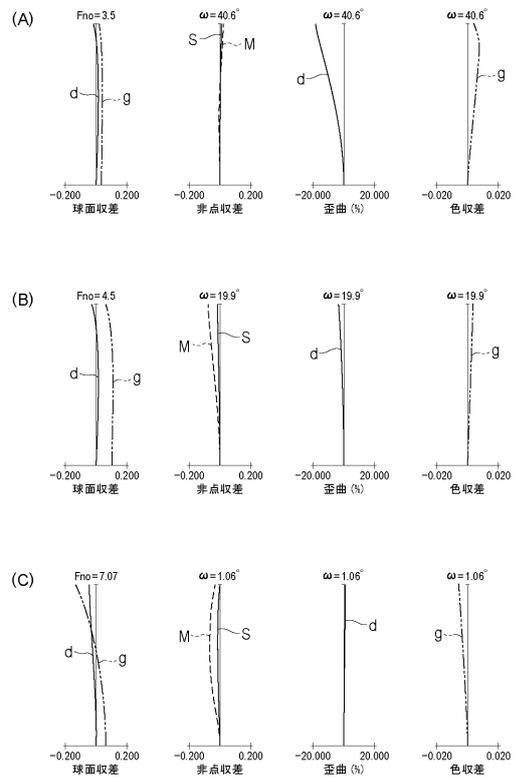
【0074】

- 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
- S P 開口絞り
- G 光学フィルター
- I P 像面
- d d線
- g g線
- S サジタル像面
- M メリディオナル像面
- 半画角
- F n o Fナンバー

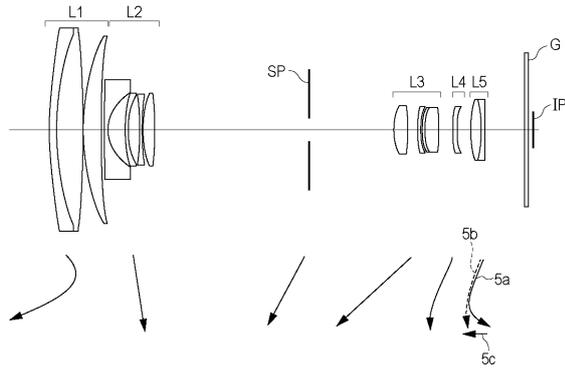
【図1】



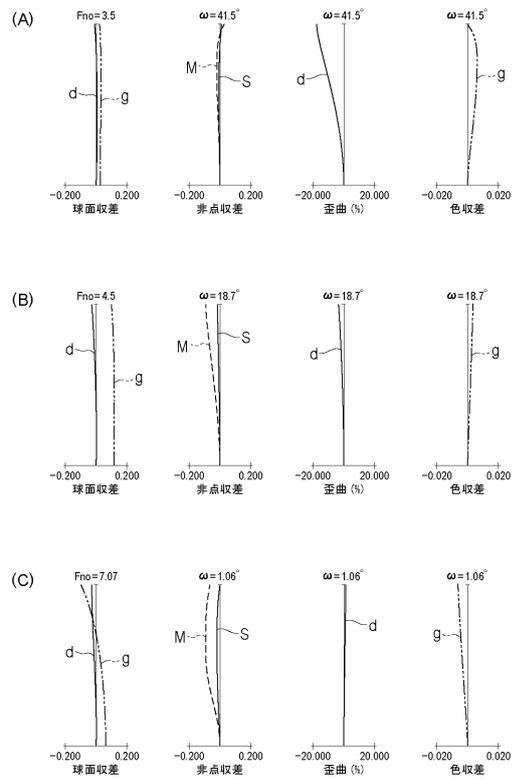
【図2】



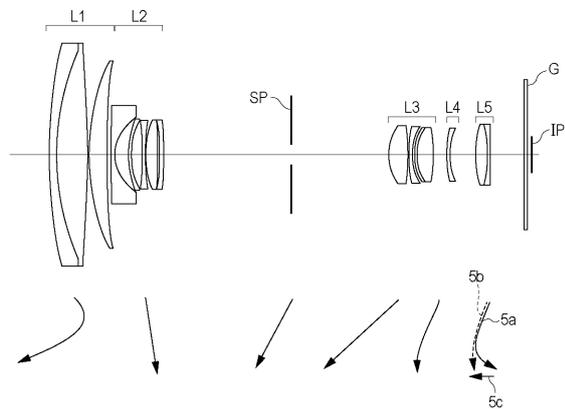
【 図 3 】



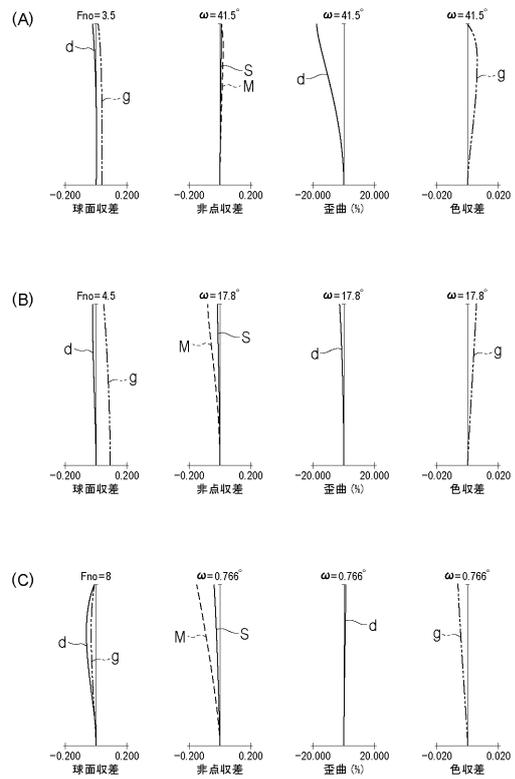
【 図 4 】



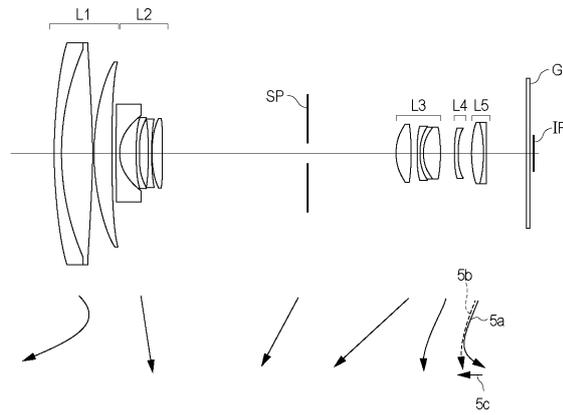
【 図 5 】



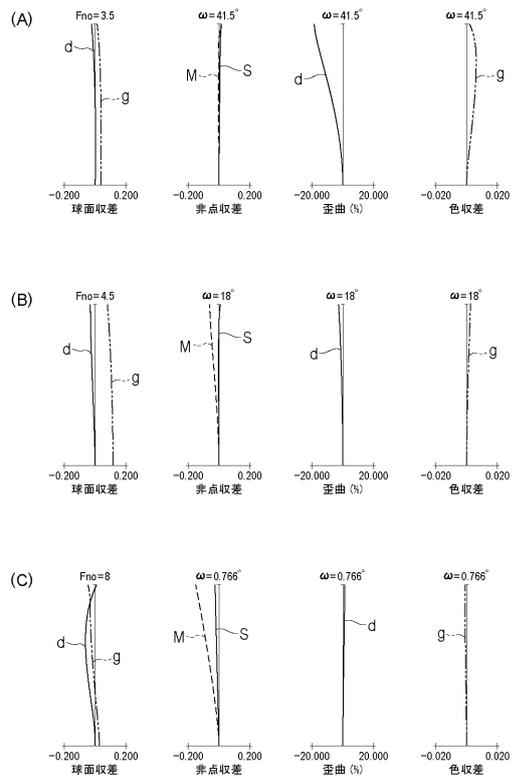
【 図 6 】



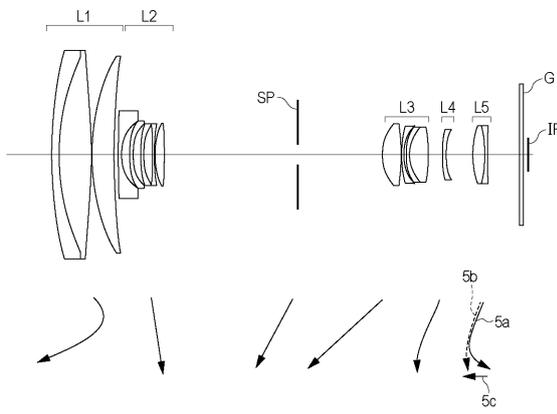
【 図 7 】



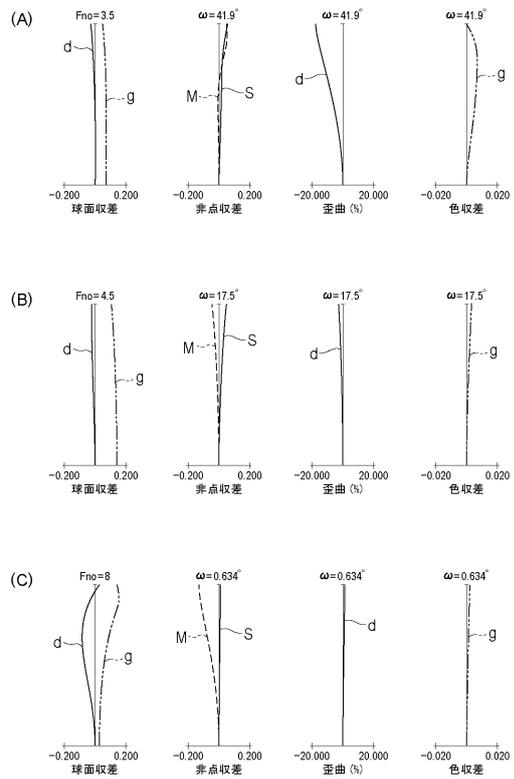
【 図 8 】



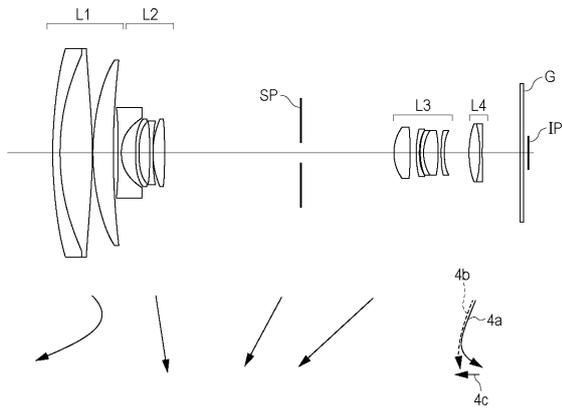
【 図 9 】



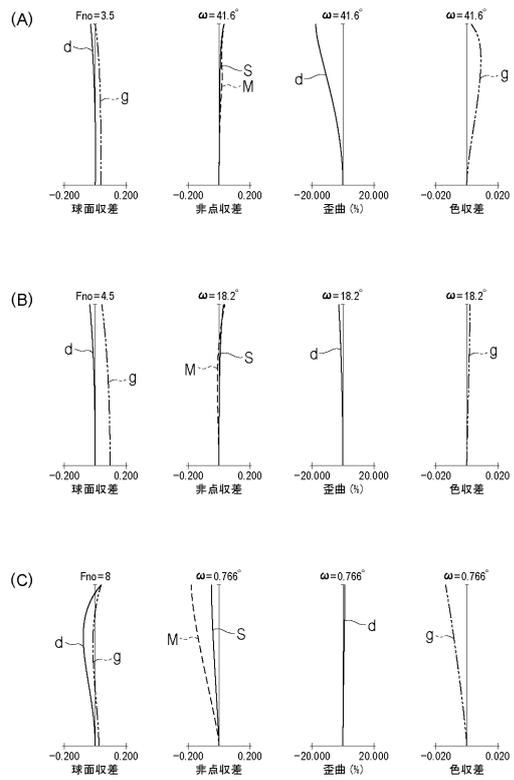
【 図 10 】



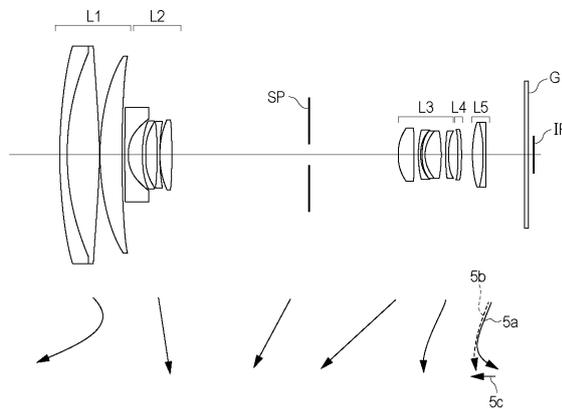
【 図 1 1 】



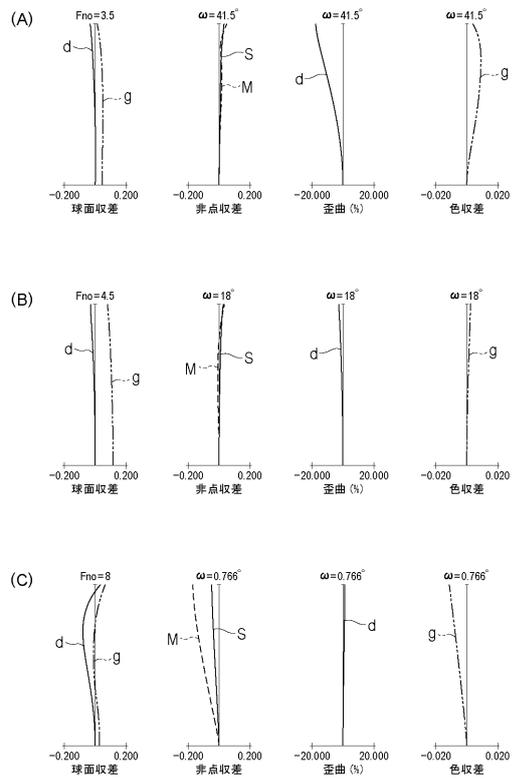
【 図 1 2 】



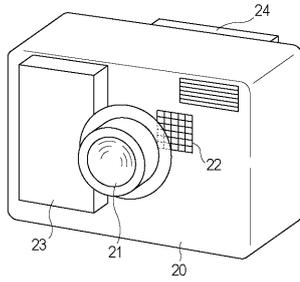
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 15 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-276655(JP,A)
特開2013-224979(JP,A)
特開2013-190741(JP,A)
特開2008-281927(JP,A)
特開2004-264458(JP,A)
特開2011-123337(JP,A)
特開2011-033868(JP,A)
特開2011-186159(JP,A)
米国特許出願公開第2008/0117528(US,A1)

(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