

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6436675号
(P6436675)

(45) 発行日 平成30年12月12日(2018.12.12)

(24) 登録日 平成30年11月22日(2018.11.22)

(51) Int.Cl.		F I	
G02B 15/20	(2006.01)	G02B 15/20	
G03B 5/00	(2006.01)	G03B 5/00	J
G02B 13/18	(2006.01)	G02B 13/18	

請求項の数 10 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2014-158962 (P2014-158962)	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成26年8月4日(2014.8.4)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65) 公開番号	特開2016-35538 (P2016-35538A)	(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(43) 公開日	平成28年3月17日(2016.3.17)	(72) 発明者	藤崎 豊克 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
審査請求日	平成29年7月28日(2017.7.28)	(72) 発明者	猿渡 浩 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	吉川 陽吾

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、後群より構成され、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であって、

前記後群は、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、正の屈折力の第5レンズ群からなり、または、前記後群は、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、正の屈折力の第5レンズ群、負の屈折力の第6レンズ群からなり、

広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記後群に含まれるレンズ群の中で2つ以上のレンズ群が移動し、

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 、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 、前記後群に含まれる負の屈折力のレンズ群の中で最も焦点距離の短いレンズ群であるレンズ群 $L_r n$ の焦点距離を f_{rn} 、前記第1レンズ群に含まれる正レンズの、 d 線を基準とした屈折率の平均値を N_{dave1p} とするとき、

$$1.200 < M_1 / f_w < 23.00$$

$$-18.00 < f_t / f_{rn} < -8.30$$

$$1.400 < N_{dave1p} < 1.520$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 とするとき、

$$0.20 < f_1 / f_t < 0.50$$

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】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 とするとき、

$$-15.00 < f_1 / f_2 < -9.00$$

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】

広角端における前記後群の横倍率を r_w 、望遠端における前記後群の横倍率を r_t とするとき、

$$1.30 < r_t / r_w < 2.50$$

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 1 レンズ群の焦点距離を f_1 とするとき、

$$20.00 < f_1 / f_w < 38.00$$

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】

広角端から望遠端へのズームングにおける前記レンズ群 L_{rn} の移動量を M_{rn} とするとき、

$$0.025 < M_{rn} / f_t < 0.075$$

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 1 レンズ群に含まれる正レンズのアップ数の平均値を d_{ave1p} とするとき、

$$75.00 < d_{ave1p} < 100.00$$

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

【請求項 8】

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 とするとき、

$$-0.100 < M_2 / f_t < -0.025$$

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】

前記レンズ群 L_{rn} は、正レンズと負レンズが接合された接合レンズを含む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】

請求項 1 乃至 9 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、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】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 2 】

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性能化され、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、小型かつ高倍率であり、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、正の屈折力を有するレンズ群を含むズームレンズが知られている。

【 0 0 0 3 】

特許文献 1 では、ズーミングに際して第 1 レンズ群を物体側に大きく移動させることで、90 倍を超える高倍率のズームレンズを実現させている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 3 - 1 9 0 7 4 1 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

物体側より像側へ順に正、負、正の屈折力を有するレンズ群を含むズームレンズにおいて、高倍化を実現するために、ズーミングにおける第 1 レンズ群の物体側への移動量を大きくし過ぎると、レンズ全長が増大する。また、主変倍群である第 2 レンズ群の屈折力を過度に強くすると、像面湾曲が多く発生する。

【 0 0 0 6 】

本発明は、小型かつ高倍率であり、高い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。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

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、後群より構成され、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であって、前記後群は、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、正の屈折力の第 5 レンズ群からなり、または、前記後群は、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、正の屈折力の第 5 レンズ群、負の屈折力の第 6 レンズ群からなり、広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記後群に含まれるレンズ群の中で 2 つ以上のレンズ群が移動し、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 、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 、前記後群に含まれる負の屈折力のレンズ群の中で最も焦点距離の短いレンズ群であるレンズ群 L_{rn} の焦点距離を f_{rn} 、前記第 1 レンズ群に含まれる正レンズの、 d 線を基準とした屈折率の平均値を N_{dave1p} とするとき、

$$12.00 < M_1 / f_w < 23.00$$

$$-18.00 < f_t / f_{rn} < -8.30$$

$$1.400 < N_{dave1p} < 1.520$$

なる条件式を満足することを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、小型かつ高倍率であり、高い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 】

【 0 0 0 9 】

【 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

【 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

10

20

30

40

50

【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

【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

10

【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

【図 15】実施例 8 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図 16】(A)、(B)、(C) 実施例 8 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 17】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】

【0010】

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。ここで、レンズ群は、1 枚以上のレンズを有していればよく、必ずしも複数枚のレンズを有していなくてもよい。

【0011】

30

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 6.1、2.1、開口比 3.50 ~ 6.69 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 6.5、3.8、開口比 3.50 ~ 6.69 程度のズームレンズである。

【0012】

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 7.0、1.9、開口比 3.30 ~ 6.90 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 8.1、0.7、開口比 3.50 ~ 6.81 程度のズームレンズである。

40

【0013】

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 9.9、7.6、開口比 3.30 ~ 7.33 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

50

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100.00、開口比3.30~7.30程度のズームレンズである。

【0014】

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67.75、開口比3.50~5.88程度のズームレンズである。図15は実施例8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16(A)、(B)、(C)はそれぞれ実施例8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8はズーム比75.00、開口比3.30~6.90程度のズームレンズである。

10

【0015】

図17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。

【0016】

実施例1乃至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 、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 から成る。実施例1乃至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、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。

20

【0017】

実施例8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 、負の屈折力の第6レンズ群 L_6 から成る。実施例8は6つのレンズ群から成るポジティブリード型の6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 と負の屈折力の第6レンズ群から成る。

30

【0018】

各実施例において、 SP は開口絞りであり、開口絞り SP は、第2レンズ群 L_2 と第3レンズ群 L_3 の間に配置される。広角端から望遠端へのズーミングに際して、開口絞り SP 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、各レンズ群とは異なる軌跡で移動する。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、前玉有効径の小型化を図ることができる。

【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。

40

【0020】

球面収差図において Fno 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。色収差図では g 線における色収差を示している。 ω は撮像半画角である。

【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。具体的には、各実施例

50

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。第4レンズ群L4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。第5レンズ群L5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。実施例8のズームレンズでは、第6レンズ群L6は、広角端から望遠端へのズームングに際して物体側に移動する。

【0022】

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、後群に含まれるレンズ群の中で2つ以上のレンズ群が移動する。これにより、後群における変倍作用を大きくす

10

【0023】

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。

【0024】

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。

20

【0025】

実施例8では、ズームングに際して第6レンズ群L6を物体側に移動させることで、全ズーム領域において像面湾曲を良好に補正することができる。

【0026】

また、各実施例において、第5レンズ群L5をフォーカスレンズ群としている。各実施例では、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を物体側に移動させている。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に、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。

30

【0027】

また、各実施例では、第3レンズ群L3の全体または一部を、光軸と垂直方向の成分を持つように移動させることで、像ぶれの補正を行っている。

【0028】

各実施例のズームレンズは、

$$1.2 < M1 / fw < 2.3 \dots (1)$$

$$-1.8 < ft / frn < -8.3 \dots (2)$$

なる条件式を満足する。

40

【0029】

ここで、広角端から望遠端へのズームングにおける第1レンズ群L1の光軸上の移動量をM1、広角端における全系の焦点距離をfw、望遠端における全系の焦点距離をftとする。また、後群に含まれる負の屈折力を有するレンズ群の中で最も屈折力が強いレンズ群Lrnの焦点距離をfrnとする。ここで、後群に含まれる負の屈折力を有するレンズ群が1つの場合は、該レンズ群がレンズ群Lrnに相当する。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正、像側に位置するときを負とする。

【0030】

条件式(1)は、広角端における全系の焦点距離fwと、広角端から望遠端へのズーミ

50

ングにおける第1レンズ群L1の移動量M1の比を規定したものである。

【0031】

条件式(1)の上限値を超えて、第1レンズ群L1の移動量M1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。また、周辺光量を十分に確保するために前玉の有効径が大型化してしまう。

【0032】

条件式(1)の下限値を超えて、第1レンズ群L1の移動量M1が小さくなると、高倍化を実現するために第1レンズ群L1の屈折力を強める必要が生じる。その結果、第1レンズ群において色収差が多く発生するため好ましくない。

【0033】

条件式(2)は、レンズ群L_{r n}の焦点距離f_{r n}と、望遠端における全系の焦点距離をf_tの比を規定したものである。

【0034】

条件式(2)の上限値を超えて、レンズ群L_{r n}の焦点距離f_{r n}が長くなると、レンズ群L_{r n}の屈折力が弱くなり過ぎる。その結果、後群における変倍作用が小さくなり、ズームレンズ全系としての高倍化を実現することが困難になるため、好ましくない。

【0035】

条件式(2)の下限値を超えて、レンズ群L_{r n}の焦点距離f_{r n}が短くなると、レンズ群L_{r n}の屈折力が強くなり過ぎる。その結果、後群において生じる諸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。

【0036】

なお、各実施例において、好ましくは、条件式(1)及び(2)の数値範囲を次のように設定するのが良い。

$$12.50 < M1 / fw < 22.00 \dots (1a)$$

$$-17.50 < ft / frn < -8.30 \dots (2a)$$

【0037】

また、さらに好ましくは、条件式(1)及び(2)の数値範囲を次のように設定するのが良い。

$$13.00 < M1 / fw < 21.00 \dots (1b)$$

$$-17.00 < ft / frn < -8.30 \dots (2b)$$

【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。

$$0.20 < f1 / ft < 0.50 \dots (3)$$

$$-15.00 < f1 / f2 < -9.00 \dots (4)$$

$$1.30 < rt / rw < 2.50 \dots (5)$$

$$20.00 < f1 / fw < 38.00 \dots (6)$$

$$0.025 < Mrn / ft < 0.075 \dots (7)$$

$$1.400 < Ndave1p < 1.520 \dots (8)$$

$$75.00 < dave1p < 100.00 \dots (9)$$

$$-0.100 < M2 / ft < -0.025 \dots (10)$$

【0039】

ここで、第1レンズ群L1の焦点距離をf₁、第2レンズ群L2の焦点距離をf₂、広角端における後群全体の横倍率をr_w、望遠端における後群全体の横倍率をr_t、ズームングにおける第2レンズ群L2の移動量をM₂とする。また、ズームングにおけるレンズ群L_{r n}の移動量をM_{r n}、第1レンズ群L1に含まれる正レンズの材料の、d線を基準とした屈折率の平均値をNdave1p、アッペ数の平均値をdave1pとする。

【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f₁が長くなると、第1

10

20

30

40

50

レンズ群 L 1 の屈折力が弱くなり過ぎる。その結果、高倍化を実現するために、ズームングにおける第 1 レンズ群 L 1 の移動量を大きくする必要が生じ、レンズ全長が増大するため好ましくない。

【 0 0 4 1 】

条件式 (3) の下限値を超えて、第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離 f_1 が短くなると、第 1 レンズ群 L 1 の屈折力が強くなり過ぎる。その結果、望遠側において第 1 レンズ群 L 1 で発生する色収差が増大するため、好ましくない。

【 0 0 4 2 】

条件式 (4) の上限値を超えて、第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離 f_1 が短くなると、第 1 レンズ群 L 1 の屈折力が強くなり過ぎる。その結果、望遠側において第 1 レンズ群 L 1 で発生する色収差が増大するため、好ましくない。また、条件式 (4) の上限値を超えて、第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離 f_2 が長くなると、第 2 レンズ群 L 2 の屈折力が弱くなり過ぎる。その結果、第 2 レンズ群 L 2 の変倍作用が小さくなり、高倍化を実現することが困難になるため、好ましくない。

10

【 0 0 4 3 】

条件式 (4) の下限値を超えて、第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離 f_1 が長くなると、第 1 レンズ群 L 1 の屈折力が弱くなり過ぎる。その結果、高倍化を実現するために、ズームングにおける第 1 レンズ群 L 1 の移動量を大きくする必要が生じ、レンズ全長が増大するため好ましくない。また、条件式 (4) の下限値を超えて、第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離 f_2 が短くなると、第 2 レンズ群 L 2 の屈折力が強くなり過ぎる。その結果、像面湾曲が増大するため好ましくない。

20

【 0 0 4 4 】

条件式 (5) の上限値を超えて後群の変倍分担が大きくなると、後群で発生する諸収差が増大し、こうした収差を補正するために、後群を構成するレンズの枚数を増やす必要が生じる。その結果、レンズ全長が増大するため好ましくない。

【 0 0 4 5 】

条件式 (5) の下限値を超えて後群の変倍分担が小さくなると、高倍化を実現するために、第 2 レンズ群 L 2 や第 3 レンズ群 L 3 の変倍分担を大きくする必要が生じる。第 2 レンズ群 L 2 の変倍分担が大きくなり過ぎると、像面湾曲が増大するため好ましくない。また、第 3 レンズ群 L 3 の変倍分担が大きくなり過ぎると、球面収差や軸上色収差が多く発生するため好ましくない。

30

【 0 0 4 6 】

条件式 (6) の上限値を超えて、第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離が長くなると、第 1 レンズ群 L 1 の屈折力が弱くなり過ぎる。その結果、高倍化を実現するために、ズームングにおける第 1 レンズ群 L 1 の移動量を大きくする必要が生じ、レンズ全長が増大するため好ましくない。

【 0 0 4 7 】

条件式 (6) の下限値を超えて、第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離 f_1 が短くなると、第 1 レンズ群 L 1 の屈折力が強くなり過ぎる。その結果、広角端において周辺光量を十分に確保することが困難になるため、好ましくない。また、条件式 (6) の下限値を超えて、広角端における全系の焦点距離 f_w が長くなると、高倍化を実現することが困難になるため好ましくない。

40

【 0 0 4 8 】

条件式 (7) の上限値を超えて、レンズ群 L r n の移動量 $M_{r n}$ が大きくなると、望遠端において、レンズ群 L r n と、レンズ群 L r n の物体側に配置されたレンズ群との間隔が小さくなり、後群の変倍作用が小さくなる。その結果、高倍化を実現することが困難になるため好ましくない。

【 0 0 4 9 】

条件式 (7) の下限値を超えて、レンズ群 L r n の移動量 $M_{r n}$ が小さくなると、望遠端において、レンズ群 L r n と、レンズ群 L r n の物体側に配置されたレンズ群との間隔

50

が大きくなり、レンズ全長が増大するため好ましくない。

【0050】

条件式(8)及び(9)は、第1レンズ群L1に含まれる正レンズの材料を規定したものである。

【0051】

条件式(8)の上限値を超えて、第1レンズ群L1に含まれる正レンズの材料の、d線を基準とした屈折率の平均値 Nd_{ave1p} が高くなると、条件式(9)を満足する範囲で選択可能な材料が限定されるため、好ましくない。

【0052】

条件式(8)の下限値を超えて、第1レンズ群L1に含まれる正レンズの材料の、d線を基準とした屈折率の平均値 Nd_{ave1p} が低くなると、正の屈折力を保持するために、第1レンズ群L1に含まれる正レンズの曲率を大きくする必要が生じる。その結果、望遠端におけるコマ収差が多く発生するため、好ましくない。

10

【0053】

条件式(9)の上限値を超えて、第1レンズ群L1に含まれる正レンズの材料のアッペ数の平均値 d_{ave1p} が高くなると、条件式(8)を満足する範囲で選択可能な材料が限定されるため、好ましくない。

【0054】

条件式(9)の下限値を超えて、第1レンズ群L1に含まれる正レンズの材料のアッペ数の平均値 d_{ave1p} が低くなると、望遠端における軸上色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。

20

【0055】

条件式(10)の上限値を超えて、第2レンズ群L2の移動量M2が大きくなると、広角端におけるレンズ全長が増大するため好ましくない。

【0056】

条件式(10)の下限値を超えて、第2レンズ群L2の移動量M2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、像面湾曲を十分に補正することが困難になるため、好ましくない。

【0057】

好ましくは、条件式(3)~(10)の数値範囲を次のように設定するのが良い。

30

$$0.23 < f_1 / f_t < 0.45 \dots (3a)$$

$$-14.50 < f_1 / f_2 < -9.50 \dots (4a)$$

$$1.33 < r_t / r_w < 2.20 \dots (5a)$$

$$21.00 < f_1 / f_w < 35.00 \dots (6a)$$

$$0.032 < M_{rn} / f_t < 0.073 \dots (7a)$$

$$1.410 < Nd_{ave1p} < 1.510 \dots (8a)$$

$$78.00 < d_{ave1p} < 98.00 \dots (9a)$$

$$-0.095 < M_2 / f_t < -0.030 \dots (10a)$$

【0058】

なお、さらに好ましくは、条件式(3)~(10)の数値範囲を次のように設定するのが良い。

40

$$0.25 < f_1 / f_t < 0.40 \dots (3b)$$

$$-13.00 < f_1 / f_2 < -10.00 \dots (4b)$$

$$1.35 < r_t / r_w < 2.00 \dots (5b)$$

$$22.00 < f_1 / f_w < 32.00 \dots (6b)$$

$$0.040 < M_{rn} / f_t < 0.070 \dots (7b)$$

$$1.420 < Nd_{ave1p} < 1.500 \dots (8b)$$

$$80.00 < d_{ave1p} < 95.00 \dots (9b)$$

$$-0.090 < M_2 / f_t < -0.035 \dots (10b)$$

【0059】

50

続いて、各レンズ群の構成について説明する。実施例 1 乃至 3、7、8 のズームレンズにおいては、第 1 レンズ群 L 1 は、物体側から像側へ順に、負レンズ、正レンズ、正レンズから成る。実施例 5 及び 6 のズームレンズにおいては、物体側から像側へ順に、負レンズ、正レンズ、正レンズ、正レンズから成る。実施例 4 のズームレンズにおいては、物体側から像側へ順に、負レンズ、負レンズ、正レンズ、正レンズから成る。

【0060】

正レンズと負レンズをそれぞれ 1 枚以上含むように第 1 レンズ群 L 1 を構成することで、望遠端における色収差を良好に補正することができる。

【0061】

実施例 1 乃至 6、8 のズームレンズにおいて、第 2 レンズ群 L 2 は、物体側から像側へ順に、負レンズ、負レンズ、負レンズ、正レンズから成る。実施例 7 のズームレンズにおいて、第 2 レンズ群 L 2 は、物体側から像側へ順に、負レンズ、負レンズ、正レンズから成る。少なくとも 2 枚の負レンズと、正レンズを含むように第 2 レンズ群 L 2 を構成することで、広角端における像面湾曲や倍率色収差を良好に補正することができる。

10

【0062】

各実施例において、第 3 レンズ群 L 3 は、物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズ、負レンズと正レンズが接合された接合レンズから成る。このようなレンズ構成は、トリプレット型のレンズ構成にレンズを 1 枚追加したものであり、テッサタイプと呼ばれる。各実施例では、第 3 レンズ群の構成をテッサタイプとすることにより、ペッツパールの調整を簡易に行うことができ、全ズーム領域において像面の平坦性を確保することができる。

20

【0063】

各実施例において、第 4 レンズ群 L 4 は、物体側から像側へ順に、負レンズ、正レンズから成り、負レンズと正レンズは接合レンズを構成している。1 枚の正レンズと 1 枚の負レンズにより第 4 レンズ群 L 4 を構成することで、レンズ枚数を増やすことなく、第 4 レンズ群 L 4 において発生する色収差を良好に補正することができる。

【0064】

各実施例において、第 5 レンズ群 L 5 は、物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズから成り、正レンズと負レンズは接合レンズを構成している。1 枚の正レンズと 1 枚の負レンズにより第 5 レンズ群 L 5 を構成することで、レンズ枚数を増やすことなく、第 5 レンズ群 L 5 において発生する色収差を良好に補正することができる。

30

【0065】

また、実施例 6 において、第 6 レンズ群 L 6 は、1 枚の負レンズから成る。

【0066】

次に、本発明の実施例 1 ~ 8 にそれぞれ対応する数値実施例 1 ~ 8 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。 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。

【0067】

また K を離心率、 A_4 、 A_6 、 A_8 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 とするとき、非球面形状は、

40

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

で表示される。但し R は近軸曲率半径である。また「 $e - Z$ 」の表示は「 10^{-Z} 」を意味する。

【0068】

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。

【0069】

50

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、画像処理によっ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。

【 0 0 7 0 】

[数値実施例 1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	92.694	1.50	1.91082	35.3	
2	51.880	5.37	1.49700	81.5	10
3	-352.628	0.05			
4	47.383	4.03	1.49700	81.5	
5	227.889	(可変)			
6	254.189	0.70	1.83481	42.7	
7	8.179	3.90			
8	-69.344	0.55	1.80400	46.6	
9	69.344	1.35			
10	-26.448	0.55	1.83481	42.7	
11	124.436	0.05			
12	24.466	1.71	1.95906	17.5	20
13	-190.981	(可変)			
14(絞リ)		(可変)			
15*	9.650	2.85	1.55332	71.7	
16*	-59.993	1.69			
17	28.170	0.50	1.77250	49.6	
18	9.203	0.52			
19	12.064	0.50	1.80518	25.4	
20	8.364	3.79	1.49700	81.5	
21	-22.277	(可変)			
22	-139.087	0.35	1.77250	49.6	30
23	8.370	1.36	1.68893	31.1	
24	26.638	(可変)			
25	20.410	2.76	1.65844	50.9	
26	-19.710	0.46	1.95906	17.5	
27	-36.854	(可変)			
28		1.00	1.51633	64.1	
29		1.40			

像面

非球面データ

第15面

K = 0.00000e+000 A 4=-1.05773e-004 A 6=-2.88334e-006 A 8=-3.31303e-008

第16面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.98179e-005 A 6=-3.82062e-006

各種データ

ズーム比 61.21

	広角	中間	望遠
焦点距離	3.91	30.61	239.59
Fナンバー	3.50	5.70	6.69
半画角	39.07	7.21	0.93
像高	3.18	3.88	3.88

レンズ全長	97.23	129.86	148.23
BF	11.06	18.18	9.53
d 5	0.75	42.64	67.27
d13	33.13	7.03	0.63
d14	12.42	5.29	0.46
d21	2.10	8.67	14.85
d24	3.22	13.51	20.95
d27	9.00	16.12	7.47

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	86.46
2	6	-8.43
3	15	16.66
4	22	-23.94
5	25	23.62

10

【 0 0 7 1 】

[数值実施例 2]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	93.232	1.40	1.91082	35.3
2	52.771	5.37	1.49700	81.5
3	-420.406	0.05		
4	48.381	4.03	1.49700	81.5
5	216.694	(可変)		
6	229.850	0.70	1.83481	42.7
7	8.332	3.90		
8	-70.021	0.55	1.80400	46.6
9	70.021	1.35		
10	-24.945	0.55	1.83481	42.7
11	121.408	0.05		
12	25.636	1.71	1.95906	17.5
13	-151.151	(可変)		
14(絞り)		(可変)		
15*	9.885	2.80	1.55332	71.7
16*	-53.041	1.88		
17	26.863	0.50	1.77250	49.6
18	9.379	0.48		
19	11.452	0.50	1.80518	25.4
20	8.167	3.70	1.49700	81.5
21	-18.467	(可変)		
22	-82.609	0.35	1.77250	49.6
23	7.654	1.30	1.68893	31.1
24	16.606	(可変)		
25	21.561	2.76	1.65844	50.9
26	-16.819	0.46	1.95906	17.5
27	-26.253	(可変)		
28		1.00	1.51633	64.1
29		1.40		

20

30

40

像面

50

非球面データ

第15面

K = 0.00000e+000 A 4=-8.86670e-005 A 6= 5.68922e-007 A 8=-5.36819e-008

第16面

K = 0.00000e+000 A 4= 8.46965e-005 A 6= 6.80374e-007 A 8=-5.79594e-008

各種データ

ズーム比 65.38

	広角	中間	望遠
焦点距離	3.90	31.53	255.00
Fナンバー	3.50	5.70	6.69
半画角	39.17	7.01	0.87
像高	3.18	3.88	3.88
レンズ全長	97.33	130.58	148.44
BF	11.06	12.11	7.47
d 5	0.75	44.84	70.29
d13	32.86	3.70	0.66
d14	13.38	10.44	0.56
d21	2.00	8.32	12.76
d24	2.88	16.77	22.31
d27	9.00	10.05	5.41

10

20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	90.13
2	6	-8.34
3	15	15.01
4	22	-16.00
5	25	20.78

【 0 0 7 2 】

[数値実施例 3]

単位 mm

30

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	109.566	1.50	1.91082	35.3
2	63.355	0.95		
3	78.055	4.20	1.49700	81.5
4	-323.701	0.05		
5	46.999	4.95	1.43875	94.9
6	474.045	(可変)		
7	-183.661	0.69	1.83481	42.7
8	9.222	3.70		
9	-42.014	0.55	1.80400	46.6
10	119.053	1.67		
11	-17.906	0.55	1.83481	42.7
12	-50.713	0.05		
13	41.805	1.71	1.95906	17.5
14	-61.232	(可変)		
15(絞り)		(可変)		
16*	10.412	2.76	1.55332	71.7
17*	-281.013	2.23		
18	28.652	0.50	1.77250	49.6

40

50

19	9.941	0.45		
20	12.685	0.50	1.80518	25.4
21	9.079	3.68	1.49700	81.5
22	-21.396	(可変)		
23	-87.387	0.35	1.77250	49.6
24	11.174	1.25	1.67270	32.1
25	47.322	(可変)		
26	23.524	2.80	1.74320	49.3
27	-21.546	0.46	1.95906	17.5
28	-44.702	(可変)		
29		1.00	1.51633	64.1
30		1.40		

10

像面

非球面データ

第16面

K = 0.00000e+000 A 4=-3.46811e-005 A 6=-1.80893e-006 A 8=-9.81749e-009

第17面

K = 0.00000e+000 A 4= 7.91618e-005 A 6=-2.38849e-006

各種データ

ズーム比 70.19

20

	広角	中間	望遠
焦点距離	3.69	30.91	259.00
Fナンバー	3.30	5.70	6.90
半画角	38.45	7.14	0.86
像高	2.93	3.88	3.88
レンズ全長	104.28	138.11	164.83
BF	11.06	17.21	7.34
d 6	0.65	47.56	76.12
d14	44.87	5.40	0.62
d15	5.04	5.94	0.46
d22	2.12	13.04	22.37
d25	4.99	13.43	22.37
d28	9.00	15.15	5.28

30

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	96.59
2	7	-8.98
3	16	18.33
4	23	-31.04
5	26	23.62

40

【 0 0 7 3 】

[数值実施例 4]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	80.767	1.50	1.80610	33.3
2	60.513	1.30		
3	81.836	1.48	1.88300	40.8
4	65.177	4.60	1.49700	81.5
5	3036.621	0.05		

50

6	49.663	4.70	1.43875	94.9
7	597.822	(可変)		
8	253.729	0.69	1.83481	42.7
9	8.113	4.40		
10	-38.015	0.55	1.80400	46.6
11	355.340	1.60		
12	-15.804	0.55	1.83481	42.7
13	-58.040	0.05		
14	43.043	1.71	1.95906	17.5
15	-52.459	(可変)		
16(絞リ)		(可変)		
17*	10.449	2.68	1.55332	71.7
18*	-204.427	2.29		
19	26.739	0.50	1.77250	49.6
20	9.886	0.45		
21	12.272	0.50	1.80518	25.4
22	8.791	3.68	1.49700	81.5
23	-19.720	(可変)		
24	-77.639	0.35	1.77250	49.6
25	10.497	1.34	1.68893	31.1
26	35.854	(可変)		
27	22.185	2.80	1.65844	50.9
28	-16.540	0.46	1.95906	17.5
29	-28.438	(可変)		
30		1.00	1.51633	64.1
31		1.40		

10

20

像面

非球面データ

第17面

K = 0.00000e+000 A 4=-4.37613e-005 A 6= 1.04659e-006 A 8=-3.85362e-008

30

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 8.26959e-005 A 6= 1.06108e-006 A 8=-4.27977e-008

各種データ

ズーム比 81.07

	広角	中間	望遠
焦点距離	3.38	30.43	274.00
Fナンバー	3.50	5.70	6.81
半画角	40.92	7.26	0.81
像高	2.93	3.88	3.88
レンズ全長	103.73	145.97	173.73
BF	11.06	14.73	8.10
d 7	0.59	51.96	84.48
d15	32.52	2.17	0.62
d16	15.12	9.21	0.46
d23	1.68	12.94	21.62
d26	4.53	16.74	20.21
d29	9.00	12.67	6.04

40

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1 1 105.33

50

2 8 -8.13
 3 17 17.21
 4 24 -26.70
 5 27 22.55

【 0 0 7 4 】

[数值实施例 5]

单位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	110.990	1.45	1.91082	35.3	10
2	68.442	4.60	1.43875	94.9	
3	278.649	0.05			
4	95.063	4.40	1.43875	94.9	
5	-711.794	0.05			
6	60.097	4.40	1.43875	94.9	
7	186.342	(可変)			
8	-334.745	0.69	1.83481	42.7	
9	9.091	4.20			
10	-33.978	0.55	1.80400	46.6	
11	99.713	1.70			20
12	-17.217	0.55	1.83481	42.7	
13	-54.641	0.05			
14	54.907	1.71	1.95906	17.5	
15	-43.318	(可変)			
16(絞り)		(可変)			
17*	10.638	3.50	1.55332	71.7	
18*	-88.378	1.86			
19	26.571	0.50	1.77250	49.6	
20	10.345	0.44			
21	12.157	0.50	1.80518	25.4	30
22	8.906	3.65	1.45600	90.3	
23	-17.988	(可変)			
24	-608.977	0.35	1.77250	49.6	
25	7.642	1.25	1.67270	32.1	
26	20.430	(可変)			
27	22.032	2.80	1.74320	49.3	
28	-17.550	0.46	1.95906	17.5	
29	-34.185	(可変)			
30		1.00	1.51633	64.1	
31		1.40			40

像面

非球面データ

第17面

K = 0.00000e+000 A 4=-6.91642e-005 A 6=-5.84855e-007 A 8=-4.40916e-009

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 7.44965e-005 A 6=-8.56635e-007 A 8= 6.78988e-010

各種データ

ズーム比 99.76

	広角	中間	望遠	
焦点距離	3.50	34.95	349.15	50

Fナンバー	3.30	5.90	7.33
半画角	40.45	6.33	0.64
像高	2.98	3.88	3.88
レンズ全長	105.21	146.41	170.23
BF	10.71	17.37	3.44
d 7	0.65	54.30	79.57
d15	43.84	4.31	0.60
d16	4.48	5.58	0.49
d23	2.10	11.38	18.07
d26	3.72	13.75	28.35
d29	8.65	15.31	1.38

10

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	101.25
2	8	-8.25
3	17	16.61
4	24	-21.00
5	27	20.62

【 0 0 7 5 】

[数値実施例 6]

20

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	107.849	1.45	1.91082	35.3
2	66.919	4.60	1.43875	94.9
3	290.617	0.05		
4	89.823	4.30	1.43875	94.9
5	-971.001	0.05		
6	58.981	4.40	1.43875	94.9
7	181.843	(可変)		
8	8028.990	0.69	1.83481	42.7
9	8.729	4.20		
10	-38.448	0.55	1.80400	46.6
11	155.694	1.70		
12	-16.734	0.55	1.83481	42.7
13	-63.456	0.05		
14	51.187	1.71	1.95906	17.5
15	-43.656	(可変)		
16(絞リ)		(可変)		
17*	10.653	3.50	1.55332	71.7
18*	-113.546	1.98		
19	26.478	0.50	1.77250	49.6
20	10.256	0.44		
21	12.235	0.50	1.80518	25.4
22	8.711	3.65	1.45600	90.3
23	-21.088	(可変)		
24	-109.906	0.35	1.77250	49.6
25	8.692	1.25	1.67270	32.1
26	40.178	(可変)		
27	21.785	2.80	1.74320	49.3

30

40

50

28	-19.604	0.46	1.95906	17.5
29	-41.971	(可変)		
30		1.00	1.51633	64.1
31		1.40		

像面

非球面データ

第17面

K = 0.00000e+000 A 4=-7.62681e-005 A 6=-1.35038e-006 A 8=-7.47938e-009

第18面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.66618e-005 A 6=-1.90867e-006 A 8= 4.01731e-009

10

各種データ

ズーム比 100.00

	広角	中間	望遠
焦点距離	3.48	34.81	348.00
Fナンバー	3.30	5.90	7.30
半画角	40.61	6.35	0.64
像高	2.98	3.88	3.88
レンズ全長	105.73	145.22	168.83
BF	10.71	19.85	3.62
d 7	0.50	52.11	76.87
d15	43.22	4.09	0.62
d16	5.99	5.63	0.45
d23	2.54	12.46	20.80
d26	3.04	11.35	26.74
d29	8.65	17.79	1.56

20

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	98.00
2	8	-8.42
3	17	18.05
4	24	-28.15
5	27	22.13

30

【 0 0 7 6 】

[数値実施例 7]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	81.397	1.45	1.91082	35.3
2	51.660	5.65	1.49700	81.5
3	-1354.043	0.05		
4	50.644	4.36	1.43875	94.9
5	240.463	(可変)		
6	214.814	0.75	1.83481	42.7
7	8.494	5.44		
8*	-20.911	0.50	1.88202	37.2
9	37.005	0.16		
10	24.128	2.25	1.95906	17.5
11	-101.151	(可変)		
12(絞り)		(可変)		
13*	10.776	2.56	1.59201	67.0

40

50

14*	92.245	1.38		
15	19.755	0.50	1.83481	42.7
16	11.692	0.23		
17	15.143	0.50	1.88300	40.8
18	9.198	2.92	1.49700	81.5
19	-16.681	(可変)		
20	-316.197	0.50	1.83481	42.7
21	10.864	1.34	1.59270	35.3
22	26.493	(可変)		
23	22.151	2.98	1.69680	55.5
24	-16.075	0.50	2.00069	25.5
25	-29.742	(可変)		

10

像面

非球面データ

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.75754e-005 A 6= 2.72897e-007 A 8=-1.65454e-009

第13面

K = 4.60947e-001 A 4=-9.93967e-005 A 6=-1.75955e-006 A 8=-1.07588e-008

第14面

K = 0.00000e+000 A 4= 7.67867e-005 A 6=-1.79385e-006 A 8= 4.70185e-009

20

各種データ

ズーム比 67.75

	広角	中間	望遠
焦点距離	3.69	30.39	250.00
Fナンバー	3.50	4.50	5.88
半画角	40.73	7.27	0.89
像高	3.18	3.88	3.88
レンズ全長	102.99	132.57	156.92
BF	10.39	19.45	7.69
d 5	0.76	47.50	75.59
d11	32.26	1.95	2.30
d12	18.16	9.65	0.45
d19	3.79	9.61	13.31
d22	3.61	10.39	23.56
d25	10.39	19.45	7.69

30

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	96.44
2	6	-8.65
3	13	16.23
4	20	-20.92
5	23	22.09

40

【 0 0 7 7 】

[数値実施例 8]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	109.240	1.50	1.91082	35.3
2	63.423	0.95		
3	77.510	4.20	1.49700	81.5

50

4	-372.197	0.05			
5	47.699	4.95	1.43875	94.9	
6	490.395	(可変)			
7	-481.139	0.69	1.83481	42.7	
8	9.025	3.70			
9	-67.315	0.55	1.80400	46.6	
10	89.965	1.67			
11	-18.310	0.55	1.83481	42.7	
12	-77.206	0.05			
13	36.670	1.71	1.95906	17.5	10
14	-73.395	(可変)			
15(絞リ)		(可変)			
16*	10.354	2.76	1.55332	71.7	
17*	-540.608	2.27			
18	29.469	0.50	1.77250	49.6	
19	9.977	0.45			
20	12.500	0.50	1.80518	25.4	
21	9.075	3.68	1.49700	81.5	
22	-20.052	(可変)			
23	-57.514	0.35	1.77250	49.6	20
24	10.615	1.25	1.67270	32.1	
25	59.741	(可変)			
26	23.478	2.80	1.74320	49.3	
27	-17.217	0.46	1.95906	17.5	
28	-32.674	(可変)			
29	-33.000	0.50	1.51633	64.1	
30	-94.500	(可変)			
31		1.00	1.51633	64.1	
32		0.40			
像面					30
非球面データ					
第16面					
K = 0.00000e+000	A 4=-3.79769e-005	A 6=-2.23452e-006	A 8=-1.20963e-008		
第17面					
K = 0.00000e+000	A 4= 8.38291e-005	A 6=-3.00299e-006			
各種データ					
ズーム比	75.00				
	広角	中間	望遠		
焦点距離	3.69	31.99	276.75		
Fナンバー	3.30	5.70	6.90		40
半画角	38.45	6.91	0.80		
像高	2.93	3.88	3.88		
レンズ全長	99.29	136.45	164.06		
BF	2.55	3.60	2.87		
d 6	0.61	50.34	78.51		
d14	43.09	3.89	0.62		
d15	3.56	6.10	0.46		
d22	2.45	13.73	20.59		
d25	2.58	9.40	22.29		
d28	8.37	13.29	2.61		50

d30		1.49	2.54	1.82
ズームレンズ群データ				
群	始面	焦点距離		
1	1	98.74		
2	7	-9.02		
3	16	18.07		
4	23	-29.12		
5	26	21.06		
6	29	-98.48		

【 0 0 7 8 】

【表 1】

10

	実施例							
	1	2	3	4	5	6	7	8
条件式(1)	13.03	13.11	16.41	20.71	18.58	18.13	14.62	17.55
条件式(2)	-10.01	-15.94	-8.34	-10.26	-16.63	-12.36	-11.95	-9.50
条件式(3)	0.36	0.35	0.37	0.38	0.29	0.28	0.39	0.36
条件式(4)	-10.26	-10.80	-10.75	-12.96	-12.27	-11.63	-11.14	-10.95
条件式(5)	1.38	1.55	1.44	1.39	1.92	1.81	1.52	1.63
条件式(6)	22.09	23.11	26.18	31.16	28.93	28.16	26.13	26.76
条件式(7)	0.068	0.062	0.053	0.046	0.050	0.048	0.069	0.052
条件式(8)	1.497	1.497	1.468	1.468	1.439	1.439	1.468	1.468
条件式(9)	81.54	81.54	88.24	88.24	94.93	94.93	88.24	88.24
条件式(10)	-0.065	-0.072	-0.058	-0.051	-0.040	-0.038	-0.084	-0.048

20

30

【 0 0 7 9 】

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について、図 17 を用いて説明する。

【 0 0 8 0 】

図 17 において、20 はカメラ本体、21 は実施例 1 ~ 8 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。

40

【 0 0 8 1 】

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、小型かつ高倍率であり、高い光学性能を有する撮像装置を得ることができる。

【符号の説明】

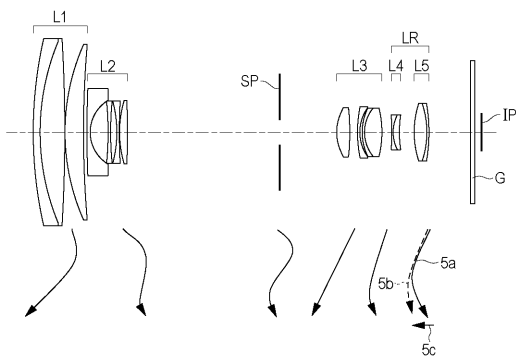
【 0 0 8 2 】

- 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

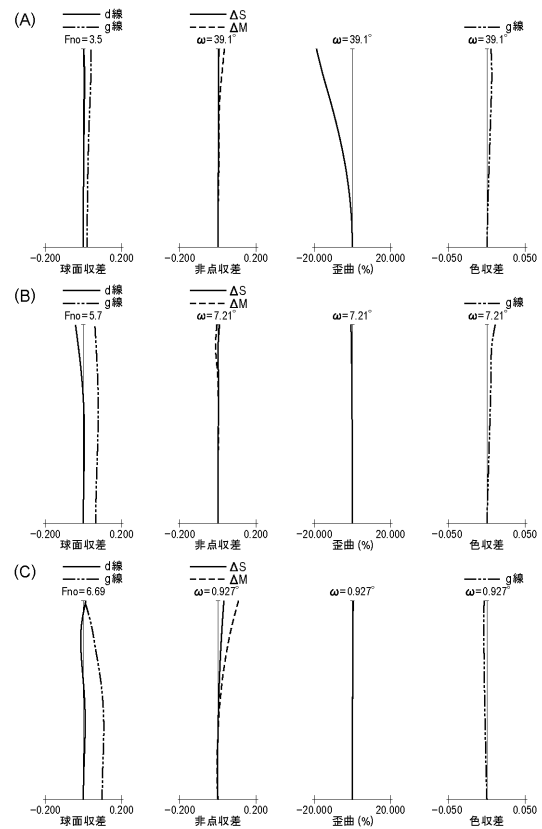
50

- L 5 第 5 レンズ群
- L 6 第 6 レンズ群
- L R 後群
- S P 絞り
- G ガラスブロック
- I P 像面

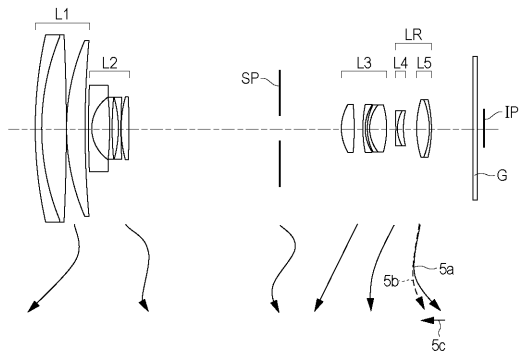
【 図 1 】



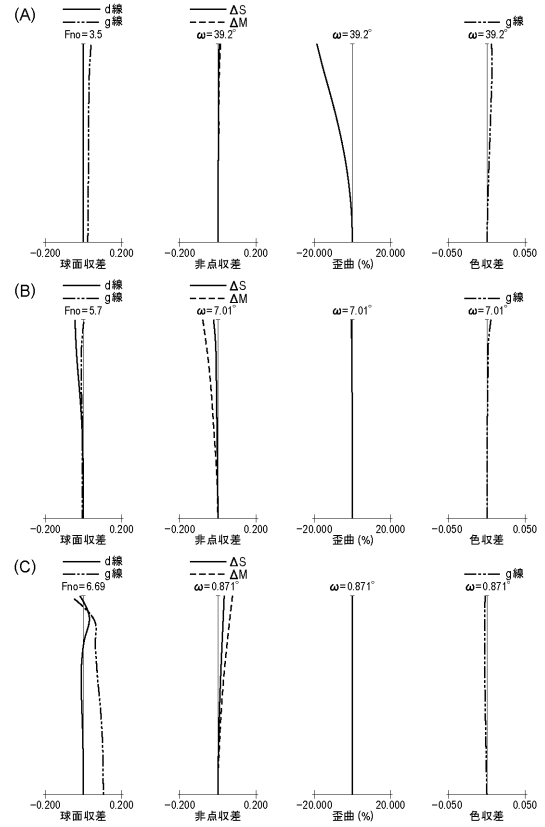
【 図 2 】



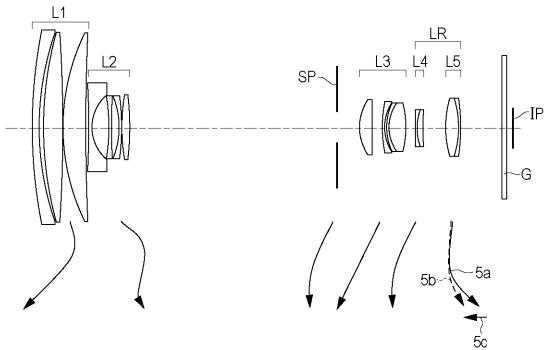
【 図 3 】



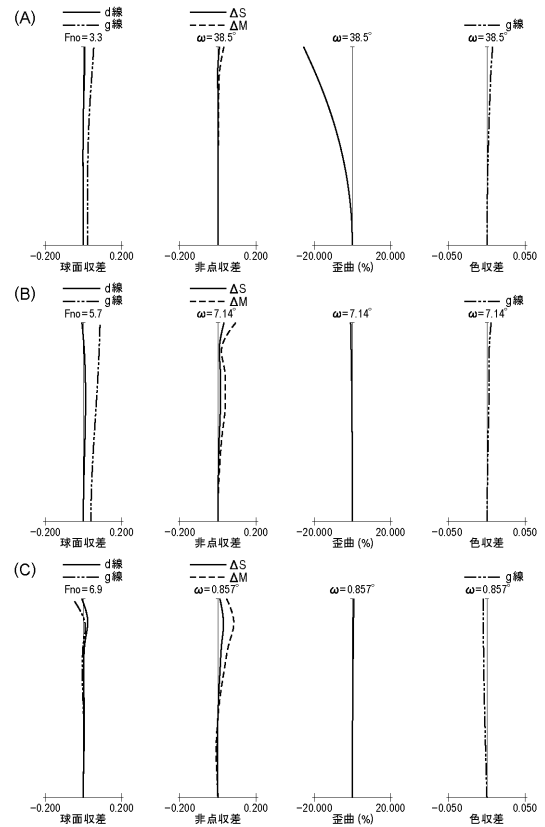
【 図 4 】



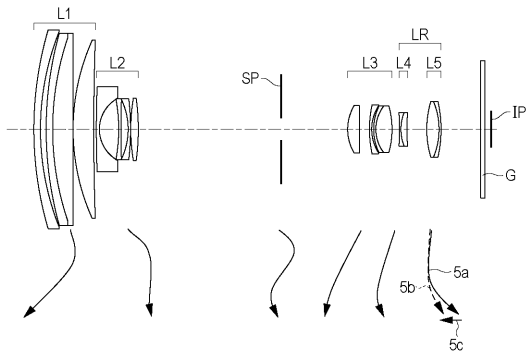
【 図 5 】



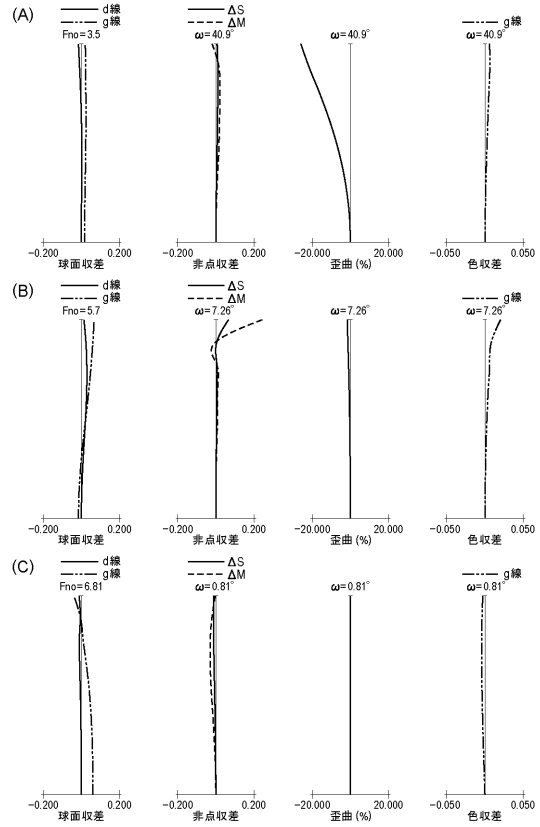
【 図 6 】



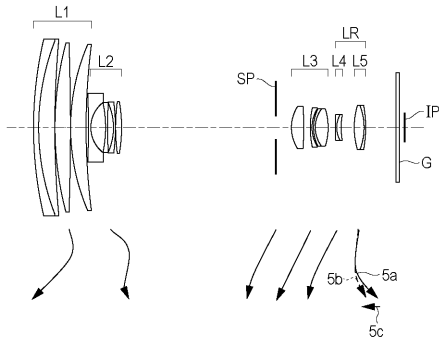
【 図 7 】



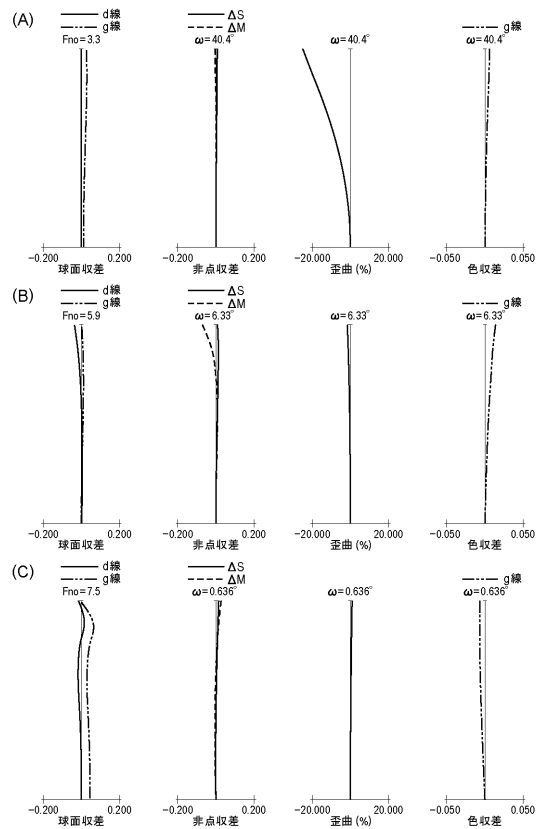
【 図 8 】



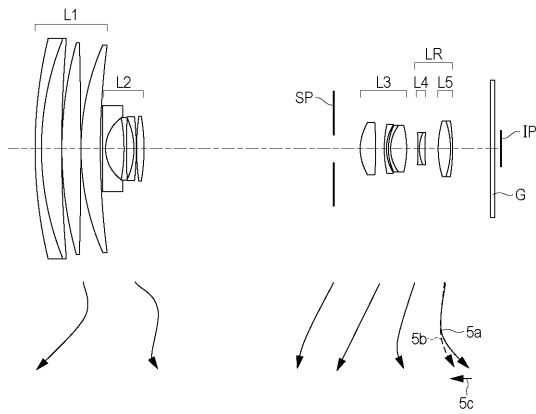
【 図 9 】



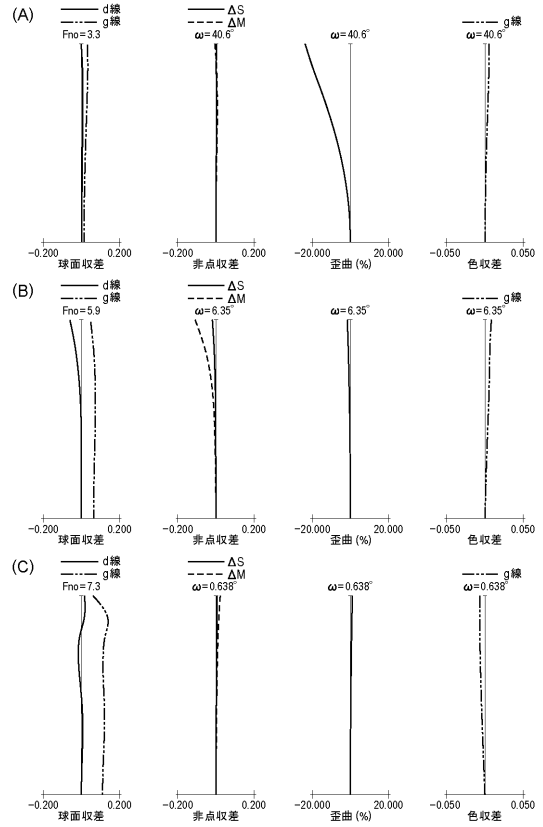
【 図 10 】



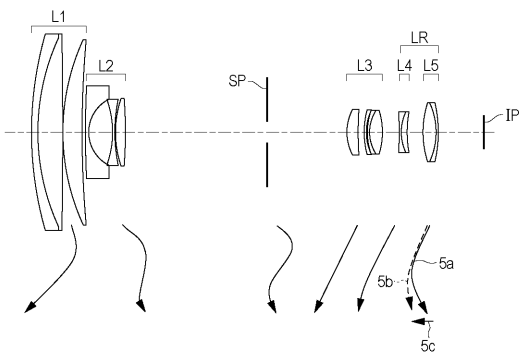
【 図 1 1 】



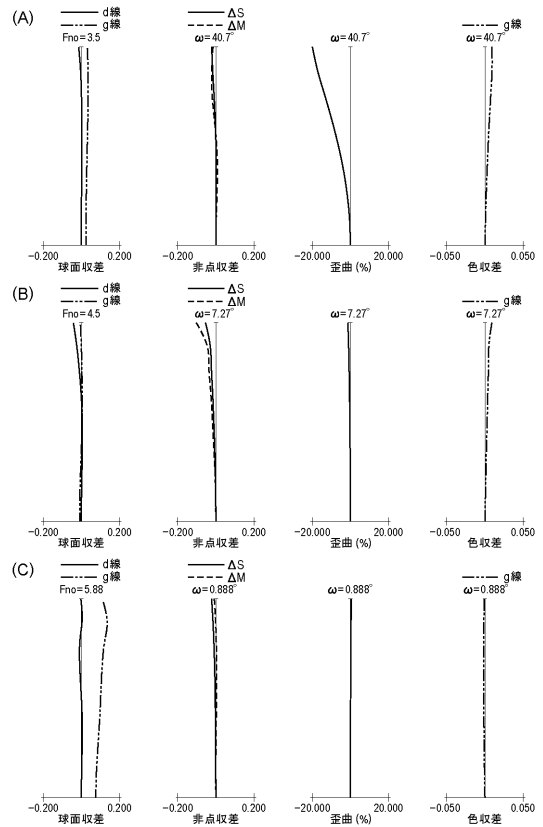
【 図 1 2 】



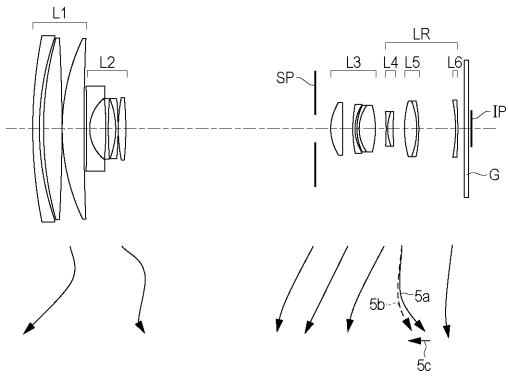
【 図 1 3 】



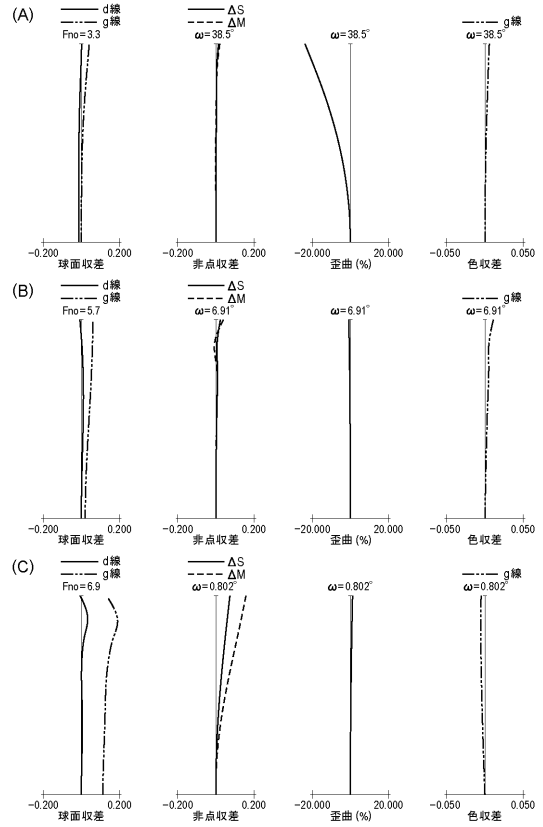
【 図 1 4 】



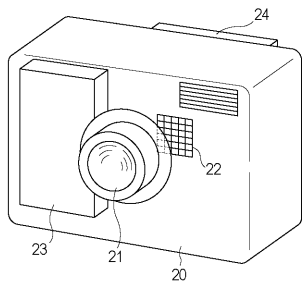
【 図 15 】



【 図 16 】



【 図 17 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2015/004703(WO, A1)
国際公開第2014/041776(WO, A1)
特開2012-048199(JP, A)
特開2013-140307(JP, A)
特開2010-198012(JP, A)
国際公開第2014/006653(WO, A1)
特開2011-091113(JP, A)
特開2009-139770(JP, A)
米国特許出願公開第2015/0185448(US, A1)
国際公開第2014/041785(WO, A1)
米国特許出願公開第2015/0185449(US, A1)
米国特許出願公開第2012/0026600(US, A1)
特開2013-228500(JP, A)
米国特許出願公開第2010/0195215(US, A1)
米国特許出願公開第2015/0103211(US, A1)
特開2011-186417(JP, A)
米国特許出願公開第2011/0019033(US, A1)
米国特許出願公開第2014/0368699(US, A1)
特開2015-001550(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 15/00 - 15/28