

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5804878号
(P5804878)

(45) 発行日 平成27年11月4日(2015.11.4)

(24) 登録日 平成27年9月11日(2015.9.11)

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

請求項の数 9 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2011-214967 (P2011-214967)	(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23年9月29日(2011.9.29)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65) 公開番号	特開2012-113285 (P2012-113285A)	(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(43) 公開日	平成24年6月14日(2012.6.14)	(72) 発明者	萩原 泰明 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26年8月1日(2014.8.1)	審査官	殿岡 雅仁
(31) 優先権主張番号	特願2010-245077 (P2010-245077)		
(32) 優先日	平成22年11月1日(2010.11.1)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

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、開口絞り、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群より構成され、広角端から望遠端へのズームングに際して、前記第1レンズ群は不動であり、前記第2、第3、第4レンズ群は互いに異なる軌跡で移動するズームレンズであって、

広角端から望遠端へのズームングに際して、前記開口絞りは物体側に凸状の軌跡を描いて各レンズ群とは異なる軌跡で移動し、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、前記開口絞りが最も物体側に位置するズーム位置における前記開口絞りと同前記第3レンズ群の間隔を DS_3 とするとき、

$$1.0 < DS_3 / f_3 < 2.0$$

なる条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】

前記第4レンズ群は、前記開口絞りが最も物体側に位置するズーム位置において最も物体側に位置するように、物体側に凸状の軌跡を描いて移動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2、第3レンズ群の焦点距離を各々 f_2 、 f_3 とするとき、
 $-2.50 < f_3 / f_2 < -1.50$

10

20

なる条件式を満たす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】

前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 、広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々 f_w 、 f_t とするとき、

$$-1.00 < f_2 / (f_w \times f_t) < -0.50$$

なる条件式を満たす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】

広角端と望遠端における前記第 2 レンズ群の横倍率を各々 $2W$ 、 $2T$ 、広角端と望遠端における前記第 3 レンズ群の横倍率を各々 $3W$ 、 $3T$ とするとき、

$$0.3 < (2T / 2W) / (3T / 3W) < 3.0$$

なる条件式を満たす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】

広角端と望遠端における前記第 3 レンズ群の横倍率を各々 $3W$ 、 $3T$ とするとき、

$$1.5 < 3T / 3W < 4.5$$

なる条件式を満たす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 4 レンズ群に含まれる 1 つの負レンズの材料の分散値を d_4 とするとき、

$$50 < d_4 < 90$$

なる条件式を満たす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 5 レンズ群は 3 つのレンズにより構成され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】

請求項 1 乃至 8 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撮像素子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、特にスチルカメラ、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラそして監視用カメラ等に好適なズームレンズ及びそれを有する撮像装置に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

近年、固体撮像素子を用いたビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、放送用カメラ、そして銀塩フィルムを用いた銀塩写真用カメラ等の撮像装置に用いる撮影光学系には、明るい F ナンバーであること、広画角であることが要求されている。更に高い光学性能を有すること、全系が小型なズームレンズであること等が要求されている。

【0003】

これらの要求に応えるズームレンズとして、物体側に正の屈折力のレンズ群を配置したポジティブリード型のズームレンズが知られている。ポジティブリード型のズームレンズとして、物体側より像側へ順に正、負、正、負、正の屈折力の第 1 ~ 第 5 レンズ群の 5 つのレンズ群より成るズームレンズが知られている（特許文献 1、2）。

【0004】

特許文献 1、2 には、ズーミングに際して第 1 レンズ群を固定とし、それより像側の複数のレンズ群を移動させることによってズーミングを行い、また第 1 レンズ群以外のレンズ群でフォーカスを行うことで、広画角かつ小型なズームレンズが提案されている。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平5 - 215967号公報

【特許文献2】特開2008 - 129076号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

撮像装置に用いるズームレンズには、明るいFナンバー（Fナンバーが小さい）でありながら広画角で、高い光学性能を有しかつ小型であることが要求されている。同時に、ズームングの際に必要な駆動源の省力化やズームングの際の微小な像ブレの抑制、さらにはレンズ鏡筒の強度を高めるため第1レンズ群をズームングの際に固定とすること等が要望されている。

10

【0007】

ポジティブリード型のズームレンズにおいて、第1レンズ群をズームングの際に固定にして、所定のFナンバーや光学性能を良好に維持しつつ広画角化を図ろうとすると、第1レンズ群の有効径が極端に大きくなり、レンズ鏡筒全体が大型化してくる。また全系の小型化を図りつつ、広画角化を図るため各レンズ群の屈折力を強くすると諸収差の発生が多くなり、これらを良好に補正することが困難となる。

【0008】

20

前述した5群ズームレンズは、広画角化でレンズ系全体の小型化を図りつつ、良好な光学性能を得るのが容易なズームタイプである。しかしながら、これらの特徴を得るには、例えば各レンズ群の屈折力や各レンズ群のズームングに伴う移動条件等を適切に設定することが重要となる。特に全系の小型化を図るには、ズームングの際の開口絞りの移動条件を適切に設定することが重要となる。この開口絞りの移動条件を適切に設定しないと前玉有効径の小型化を図り、かつ広画角で、全ズーム範囲で高い光学性能を得るのが大変困難になってくる。

【0009】

本発明は、広画角で前玉有効径が小さい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。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

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、開口絞り、正の屈折力の第3レンズ群、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群より構成され、広角端から望遠端へのズームングに際して、前記第1レンズ群は不動であり、前記第2、第3、第4レンズ群は互いに異なる軌跡で移動するズームレンズであって、広角端から望遠端へのズームングに際して、前記開口絞りは物体側に凸状の軌跡を描いて各レンズ群とは異なる軌跡で移動し、前記第3レンズ群の焦点距離を f_3 、前記開口絞りが最も物体側に位置するズーム位置における前記開口絞りと前記第3レンズ群の間隔を DS_3 とするとき、

40

$1.0 < DS_3 / f_3 < 2.0$

なる条件式を満たすことを特徴としている。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、広画角で前玉有効径が小さい小型のズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例1の広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図

【図2】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例1のズームレンズの広角端、中間のズ

50

ーム位置、望遠端における収差図

【図3】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例2の広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図

【図4】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例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】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例3の広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図

【図6】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例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】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例4の広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図

【図8】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例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】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例5の広角端、中間のズーム位置、望遠端におけるレンズ断面図

【図10】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例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】(A)、(B)、(C) 本発明の実施例1における防振動作のときの収差図

【図12】本発明の実施例1における防振動作のときの収差図

【図13】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】

【0013】

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、開口絞り、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ている。

【0014】

ズミングに際しては第1レンズ群が固定であり、第2レンズ群乃至第4レンズ群と開口絞りが移動する。このとき、開口絞りは物体側に凸状の軌跡を描いて移動する。第1レンズ群の物体側又は第5レンズ群の像側の少なくとも一方に屈折力のあるレンズ群が配置される場合もある。

【0015】

図1(A)、(B)、(C)は、それぞれ本発明の実施例1のズームレンズの広角端(短焦点距離端)、中間のズーム位置、望遠端(長焦点距離端)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、望遠端における収差図である。実施例1はズーム比10.00、開口比(Fナンバー)1.85~3.00、撮影画角78.34°~109.6°のズームレンズである。

【0016】

図3(A)、(B)、(C)は、それぞれ本発明の実施例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15.00、開口比(Fナンバー)1.85~3.00、撮影画角71.82°~65°のズームレンズである。

【0017】

図5(A)、(B)、(C)は、それぞれ本発明の実施例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10.00、開口比(Fナンバー)1.85~3.00、撮影画角70.48°~9.5°のズームレンズである。

10

20

30

40

50

【0018】

図7(A)、(B)、(C)は、それぞれ本発明の実施例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10.05、開口比(Fナンバー)1.85~3.00、撮影画角 $67.62^\circ \sim 8.96^\circ$ のズームレンズである。

【0019】

図9(A)、(B)、(C)は、それぞれ本発明の実施例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10.01、開口比(Fナンバー)1.85~3.00、撮影画角 $78.48^\circ \sim 10.96^\circ$ のズームレンズである。

10

【0020】

図11(A)、(B)、(C)は、それぞれ実施例1において第3レンズ群、第4レンズ群、第5レンズ群を各々防振動作させたときの望遠端における横収差図である。図12は実施例1において第3レンズ群の第2、第3レンズを一体的に防振動作させたときの横収差図である。

【0021】

図13は本発明の撮像装置の要部概略図である。本発明のズームレンズは、デジタルカメラ、ビデオカメラ、銀塩フィルムカメラ等の撮像装置や望遠鏡、双眼鏡の観察装置、複写機、プロジェクター等の光学機器に用いられるものである。レンズ断面図において左方が前方(物体側、拡大側)で右方が後方(像側、縮小側)である。レンズ断面図において、 i は物体側から像側への各レンズ群の順序を示し、 B_i は第 i レンズ群である。

20

【0022】

次に各実施例のズームレンズについて説明する。各実施例のレンズ断面図において、 B_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、 B_2 は負の屈折力の第2レンズ群、 B_3 は正の屈折力の第3レンズ群、 B_4 は負の屈折力の第4レンズ群、 B_5 は正の屈折力の第5レンズ群である。 SP は開放Fナンバー(F_{no})光束を決定(制限)する開口絞りの作用をするFナンバー決定部材(以下「開口絞り」ともいう。)であり、第2レンズ群 B_2 と第3レンズ群 B_3 との間に位置している。

30

【0023】

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。 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センサ等の撮像素子(光電変換素子)の撮像面が置かれる。又、銀塩フィルム用カメラの撮影光学系として使用する際にはフィルム面に相当する感光面が置かれている。

【0024】

球面収差図において、実線は d 線、2点鎖線は g 線である。非点収差図において点線はメリディオナル像面、実線はサジタル像面、倍率色収差は g 線によって表している。 F_{no} はFナンバー、 ω は半画角である。矢印は広角端から望遠端へのズーミングに際しての各レンズ群の移動軌跡を示している。尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍レンズ群が機構上光軸上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。

40

【0025】

各実施例では、広角端から望遠端へのズーミングに際して矢印のように、第2レンズ群 B_2 を像側に移動させている。また第3レンズ群 B_3 と第4レンズ群 B_4 を物体側に凸状の軌跡を描いて移動させている。実施例1~4では第5レンズ群 B_5 は不動であるが実施例5では第5レンズ群 B_5 を物体側へ移動させている。また開口絞り SP を物体側に凸状の軌跡を描いて独立に移動させている。

【0026】

また、第4レンズ群 B_4 を光軸上移動させてフォーカシングを行うリアフォーカス式を

50

採用している。第4レンズ群B4に関する実線の曲線4aと点線の曲線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変倍に伴う像面変動を補正するための移動軌跡である。このように第4レンズ群B4を物体側へ凸状の軌跡とすることで第3レンズ群B3と第4レンズ群B4間の空間の有効利用を図り、レンズ全長(第1レンズ面から像面までの距離)の短縮化を効果的に達成している。又、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4cに示すように第4レンズ群L4を後方に繰り込むことを行っている。尚、第1レンズ群B1はズームングの為には光軸方向に固定であるが、収差補正上必要に応じて移動させてもよい。

【0027】

また第3レンズ群B3の全部若しくは一部又は第4レンズ群B4又は第5レンズ群B5を光軸に対して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て垂直方向に移動させても良い。即ち防振を行っても良い。

10

【0028】

各実施例のズームレンズは広画角を確保し、諸収差を良好に補正するために、物体側から像側へ順に、正、負の屈折力のレンズ群、開口絞り、正、負、正の屈折力のレンズ群を有する構成としている。物体側から像側へ順に、正と負の屈折力のレンズ群を交互に配置し、集光作用と拡散作用を順次組み合わせることで広画角化を図る際に発生する諸収差を容易に補正している。

【0029】

第2レンズ群B2を主変倍レンズ群とし、さらに第3レンズ群B3に適切な変倍分担を行わせることで、明るいFナンバー(小さなFナンバー)でありながらズームングの際の収差変動を良好に補正している。また、第4レンズ群B4によってズームングの際の像面変動を補正している。

20

【0030】

第1レンズ群B1をズームングの際に固定(不動)としたレンズ構成では、第1レンズ群B1を通過する軸外光線の入射高さがズーム中間域(中間のズーム位置)で最大となり、第1レンズ群B1の有効径が増大し、全系の小型化が困難となる。そこで、各実施例では開口絞りSPをレンズ群とは別に(独立に)物体側に凸状の軌跡を描くように移動させることで、入射瞳を任意に移動させている。そして開口絞りSPをズーム中間域で物体側へ移動させることで、ズーム中間域での第1レンズ群B1を通過する軸外光線の入射高さを低く抑えて、第1レンズ群B1の有効径を小型にしている。また、開口絞りSPを移動させることで、ズーム全域での適切なる画面周辺光量を確保している。

30

【0031】

第4レンズ群B4は、開口絞りSPが最も物体側に位置するズーム位置において最も物体側に位置するように物体側に凸状の軌跡を描いて移動するようにしている。これにより入射瞳を、より物体側へ近づけることによって第1レンズ群B1の有効径の小型化を図っている。

【0032】

そして各実施例では、次の条件式のうち1以上を満足するようにして各条件式に相当する効果を得ている。

40

【0033】

開口絞りSPが最も物体側に位置するズーム位置における開口絞りSPと第3レンズ群B3の間隔をDS3とする。第2、第3レンズ群B2、B3の焦点距離を各々f2、f3とする。広角端と望遠端における全系の焦点距離をfw、ftとする。広角端と望遠端における第2レンズ群B2の横倍率を各々2W、2Tとする。広角端と望遠端における第3レンズ群B3の横倍率を各々3W、3Tとする。第4レンズ群B4に含まれる1つの負レンズの材料の分散値をd4とする。

【0034】

このとき、

$$1.0 < DS3 / f3 < 2.0$$

・・・(1)

50

- $2.50 < f_3 / f_2 < -1.50$. . . (2)
- $1.00 < f_2 / (f_w \times f_t) < -0.50$. . . (3)
- $0.3 < (2T / 2W) / (3T / 3W) < 3.0$. . . (4)
- $1.5 < 3T / 3W < 4.5$. . . (5)
- $50 < d_4 < 90$. . . (6)

なる条件式のうち1以上を満たすのが良い。

【0035】

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(1)は、ズーミングに際しての開口絞りSPの移動量と第3レンズ群B3の屈折力を適切に定めるものである。条件式(1)の上限値を超えた場合、開口絞りSPが物体側へ近づくことになり、前玉有効径は小型化される。しかしながら、第3レンズ群B3に入射する軸上光線の有効径が増大し、軸外光線の入射高さも高くなり、第3レンズ群B3の屈折力を強くしなければならなくなる。第3レンズ群B3の屈折力が強くなると球面収差や像面湾曲が増大し、これらの補正が困難になる。また、条件式(1)の下限を超えた場合、諸収差の補正は容易になるが、開口絞りSPの移動による全系の小型化が困難になる。

10

【0036】

条件式(2)は、第2レンズ群B2と第3レンズ群B3の屈折力の比の好ましい数値範囲を定めるものである。主変倍レンズ群である第2レンズ群B2の焦点距離を小さくすれば、ズーミングの際、少ない移動量でより大きな変倍作用を得ることが容易となり全系の小型化に好ましい。しかしながら、全ズーム範囲にわたり収差補正が困難となる。このため、第3レンズ群B3との適切な変倍の分担を図る必要がある。条件式(2)の下限を超えた場合、第2レンズ群B2の屈折力が強まり高い変倍作用を得ることが容易となるが、諸収差の補正が難しくなる。特に広角端において像面湾曲が増大してくるので好ましくない。また、条件式(2)の上限を超えた場合、収差補正は容易になるものの、所望のズーム比を確保するには第2レンズ群B2のズーミングの際の移動量を増やさねばならず、この結果レンズ系が大型化してくるので良くない。

20

【0037】

条件式(3)は、ズーミングにおける第2レンズ群B2の変倍力と収差補正作用に関する。条件式(3)の下限を下回る場合には、ズーム全域において像面変動、倍率色収差の変動が大きくなり、高い光学性能を維持することが困難となる。また、上限を上回る場合、ズーミングの際に第2レンズ群B2の移動量が大きくなり全系の小型化が困難となる。

30

【0038】

条件式(4)は、第2レンズ群B2と第3レンズ群B3の変倍負担に関する。条件式(4)の上限を超え第2レンズ群B2の変倍負担が大きくなると、第2レンズ群B2において画面周辺光束の全体が屈折面に入射するときの入射角度の広角端と望遠端での差が大きくなりすぎる。この結果ズーミングによる像面湾曲の変化が大きくなり、ズーム全域にわたって像面湾曲を良好に補正することが困難になる。下限を超えた場合、第3レンズ群B3の変倍負担が大きくなり、第3レンズ群B3の屈折力を大きくする必要がある。その際、第3レンズ群B3内の各レンズ面の曲率半径が小さくなり、ズーム全域にわたってコマ収差を補正することが困難になってくる。

40

【0039】

条件式(5)は、望遠端における第3レンズ群B3の横倍率を広角端における第3レンズ群B3の横倍率で規定したものである。上限を超えた場合、第3レンズ群B3の変倍作用が大きくなりすぎ、球面収差やコマ収差の補正が困難となる。第3レンズ群B3の変倍作用を大きくするためには、第3レンズ群B3の屈折力を大きくする必要がある。第3レンズ群B3の屈折力を大きくすると、望遠側において第3レンズ群B3の収差敏感度が大きくなり、製造誤差(レンズの偏芯や倒れ)に対する影響が大きくなり、好ましくない。下限を超えた場合、第3レンズ群B3の変倍作用が小さくなり、全系の小型化が難しくなる。第3レンズ群B3の変倍作用が小さくなった分、第2レンズ群B2で変倍作用を大きくする必要がある。その際、第2レンズ群B2のパワー(屈折力)を大きくする、また

50

は、ズームングの際の第2レンズ群B2の移動量を長くするため、光学性能を良好に維持しつつ、全系の小型化を図ることが難しくなる。

【0040】

条件式(6)は、第4レンズ群B4に含まれる負レンズの材料の分散を規定したものである。下限を超えて、分散の小さな材料を使用するとズームングの際の色収差の変動が大きくなり、色消しのため複数のレンズで第4レンズ群B4を構成しなければならず、全系の小型化が困難になる。上限を超えた場合、現存する材料は分散が大きいほど屈折率が小さいため十分な屈折力を得るためには第4レンズ群B4のレンズのレンズ面の曲率を小さくしなければならず、この結果コバ部を含めたレンズ全体の体積が増し小型化が困難になる。

10

【0041】

各実施例において更に好ましくは条件式(1)乃至(6)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$\begin{aligned} 1.0 < DS3 / f3 < 1.5 & \dots (1a) \\ -1.95 < f3 / f2 < -1.60 & \dots (2a) \\ -0.80 < f2 / (fw \times ft) < -0.55 & \dots (3a) \\ 0.5 < (2T / 2W) / (3T / 3W) < 2.7 & \dots (4a) \\ 2.0 < 3T / 3W < 4.2 & \dots (5a) \\ 60 < d4 < 85 & \dots (6a) \end{aligned}$$

【0042】

さらに、好ましくは条件式(1a)乃至(6a)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

20

$$\begin{aligned} 1.1 < DS3 / f3 < 1.2 & \dots (1b) \\ -1.92 < f3 / f2 < -1.70 & \dots (2b) \\ -0.78 < f2 / (fw \times ft) < -0.59 & \dots (3b) \\ 0.6 < (2T / 2W) / (3T / 3W) < 2.4 & \dots (4b) \\ 2.5 < 3T / 3W < 4.0 & \dots (5b) \\ 65 < d4 < 82 & \dots (6b) \end{aligned}$$

【0043】

以上、各実施例によれば、明るいFナンバーを維持しつつ広画角化を図ると共に、第1レンズ群をズームングの際に固定としながら前玉有効径の小型化を維持している。そして広角端から望遠端に至る全ズーム範囲にわたり良好なる光学性能を有するズームレンズを実現している。

30

【0044】

次に各実施例の具体的な特徴について説明する。各実施例のズームレンズでは、第2レンズ群B2の屈折力をある程度強めつつ、第3レンズ群B3と適切な変倍分担を行うことで、広画角でありながら高いズーム比を得ている。さらにズーム中間域において開口絞りが物体側に近づくように移動することで、第1レンズ群B1をズームングの際に固定としつつも前玉有効径を小型にしている。このとき、第4レンズ群B4を開口絞りが最も物体側に位置するズーム位置において最も物体側に位置するように移動させることで、開口絞りSPと共に瞳の位置を物体側により移動させている。これにより前玉有効径を小型にすると共に、第4レンズ群B4でフォーカシングを行うとき、より少ない移動量でフォーカス動作ができるようにしている。

40

【0045】

さらに実施例1乃至4では、第5レンズ群B5をズームングの際に固定とすることで移動レンズ群の数を少なくしつつ、広画角かつ高ズーム比を実現している。ズームングに際して第5レンズ群B5を固定にすれば、ズームングの機構が簡略化し、鏡筒機構の小型化が容易になる。実施例5ではズームングに際して第5レンズ群B5を移動させることによりズームングにおける収差変動を抑制している。

【0046】

50

また、第4レンズ群B4は単一レンズ又は2つのレンズで構成し、フォーカス動作を行うことが好ましい。第4レンズ群を2つ以下のレンズ構成とすることで、軽量のフォーカスレンズ機構を構成することが容易になる。その効果として迅速なフォーカス動作を実現することができる、もしくはメカ的な機構を含む全系の小型化が容易になる。第4レンズ群B4に1つ以上の非球面を設けるのが収差補正上好ましい。

【0047】

また第5レンズ群B5に1つ以上の非球面を設けると、像面湾曲の補正が容易になる。また第5レンズ群B5を正レンズ、負レンズ、正レンズの3つのレンズで構成すると、像面湾曲の補正が容易になる。

【0048】

近年の撮像装置に用いられるズームレンズには光学系全体が振動(傾動)したときの画像ぶれを補正するぶれ機構が求められ、更にぶれ補正時にも高い光学性能を維持することが要求されている。

【0049】

各実施例のズームレンズでは、開口絞りSPより像面側のいずれかのレンズ群または一部のレンズを光軸に対し垂直又は略垂直に移動させることで、高い光学性能を維持しつつ画像ぶれを補正している。開口絞りSPよりも像面側のレンズ群は有効径が小さいため、光軸方向に対し垂直方向又は略垂直方向に移動させる機構を設けることが比較的容易であり、また駆動源が小型になり鏡筒全体が小型になる。

【0050】

図11(A)、(B)、(C)は実施例1のズームレンズにおいて、開口絞りSPより後方の各レンズ群をそれぞれ光軸に対し垂直に移動させ、光学系全体が振動(傾動)したときの撮影画像のぶれを補正し防振動作を行ったときの横収差である。図11(A)では第3レンズ群B3、図11(B)では第4レンズ群B4、図11(C)では第5レンズ群B5をそれぞれズームレンズが0.3度傾いた状態の画像ブレを補正するよう動作させたときの望遠端におけるd線の横収差図である。図11(A)、(B)、(C)において、中央部グラフは軸上、上下のグラフは最大像高を10割としたときの像高の上側7割、像高の下側7割を示している。

【0051】

また同様に、図12には第3レンズ群B3の一部である第2レンズと第3レンズのみ光軸に対し垂直方向に移動させ、光学系全体が振動(傾動)したときの撮影画像の画像ぶれを補正する防振動作を行った時の横収差である。

【0052】

第3レンズ群B3は1つ以上の非球面を備え、第3レンズ群B3の全部または一部を光軸に対し垂直方向又は略垂直方向の成分を持つよう移動させて、画像ブレを補正するのが良い。開口絞りSPの近傍にある第3レンズ群B3で防振を行なうと、画像ブレの補正時に発生する偏芯コマ収差の抑制が容易になる。

【0053】

また、前玉有効径の小型化のため、中間のズーム位置で開口絞りSPを物体側へ移動させると、第5レンズ群B5における軸外光線の入射高さが中間のズーム位置で最大となる。この結果、特に像面湾曲の補正が困難となる。このため各実施例では第5レンズ群B5は正と負の屈折力のレンズを含む3つのレンズによって構成するのが良く、これによれば収差補正が容易になる。

【0054】

本発明の撮像装置は、上記のいずれかのズームレンズと、歪曲収差又は倍率色収差の少なくとも一方を電氣的に補正する回路とを備えている。

【0055】

このようにズームレンズの歪曲収差を許容することのできる構成にすれば、ズームレンズのレンズ枚数の削減や小型化がしやすくなる。また、倍率色収差を電氣的に補正することにより、撮影画像の色にじみを軽減し、また、解像力の向上を図ることが容易になる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 6 】

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ビデオカメラ装置の実施例について図 1 3 を用いて説明する。図 1 3 において、1 0 はカメラ本体、1 1 は実施例 1 ~ 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影光学系である。1 2 はカメラ本体に内蔵され、撮影光学系 1 1 によって形成された被写体像を受光する CCD センサや CMOS センサ等の撮像素子（光電変換素子）である。

【 0 0 5 7 】

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しても良く、これによれば小型で高い光学性能を有する撮像装置が実現できる。

【 0 0 5 8 】

次に本発明の各実施例に対応する数値実施例を示す。各数値実施例において、i は物体側からの面の順序を示す。数値実施例において r i は物体側より順に第 i 番目のレンズ面の曲率半径である。d i は物体側より順に第 i 番目のレンズ厚及び空気間隔である。n d i と d i は各々物体側より順に第 i 番目の材料のガラスの d 線に対する屈折率、アッベ数である。最終の 4 つの面はガラスブロックである。非球面形状は光軸方向に X 軸、光軸と垂直方向に H 軸、光の進行方向を正とし R を近軸曲率半径、K を円錐定数、A 4 , A 6 , A 8 , A 1 0、A 1 2 を各々非球面係数としたとき

【 0 0 5 9 】

【 数 1 】

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + A4 \times H^4 + A6 \times H^6 + A8 \times H^8 + A10 \times H^{10} + A12 \times H^{12}$$

【 0 0 6 0 】

なる式で表している。また、[e + X] は [× 1 0 + X] を意味し、[e - X] は [× 1 0 - X] を意味している。B F はバックフォーカスであり、レンズ最終面から近軸像面までの距離（バックフォーカス）を空気換算したものである。レンズ全長はレンズ最前面からレンズ最終面までの距離にバックフォーカス B F を加えたものである。非球面は面番号の後に * を付加して示す。開口絞り S P とガラスブロック G は各々 1 つの群として示している。このため各実施例では 7 つの群より成っていると示している。前述の各条件式と数値実施例における諸数値の関係を表 1 に示す。

【 0 0 6 1 】

[数値実施例 1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	79.758	1.50	1.84666	23.9
2	34.961	6.49	1.60311	60.6
3	521.626	0.20		
4	37.597	2.89	1.78590	44.2
5	122.714	(可変)		
6	-1207.244	0.90	1.80400	46.6
7	8.479	2.82		
8	55.316	0.80	1.74330	49.3
9*	27.826	1.08		
10	-33.365	0.80	1.78590	44.2
11	18.979	0.30		
12	16.922	2.00	1.92286	18.9
13	194.905	(可変)		
14(絞り)		(可変)		

10

20

30

40

50

15*	13.179	3.50	1.58313	59.4
16*	-54.730	5.09		
17	16.545	0.50	1.92286	18.9
18	9.184	1.78		
19	12.635	2.44	1.69680	55.5
20	-24.112	(可変)		
21*	-33.013	0.50	1.55332	71.7
22*	8.603	(可変)		
23	17.584	1.26	1.59282	68.6
24	128.726	0.30		
25	15.779	0.50	1.92286	18.9
26	10.034	2.95	1.71300	53.9
27	-43.610	2.5		
28		1.86	1.51633	64.1
29		1.15		
30		0.50	1.49000	70.0
31		0.41		

像面

非球面データ

第9面

K = -4.19600e+000 A 4 = -3.07099e-005 A 6 = -1.64983e-007 A 8 = -1.60130e-010 A10 = -1.43564e-010 A12 = -8.16851e-013

第15面

K = -2.78370e+000 A 4 = 1.53070e-004 A 6 = -5.58131e-007 A 8 = 2.17830e-008 A10 = 1.04301e-010 A12 = -8.89442e-012

第16面

K = 3.65082e+000 A 4 = 1.23693e-004 A 6 = 1.41102e-007 A 8 = 9.29048e-009 A10 = -6.61251e-011 A12 = -2.44948e-012

第21面

K = -8.53440e+001 A 4 = -4.18488e-005 A 6 = 2.38040e-006 A 8 = -2.37763e-007 A10 = -2.80011e-009 A12 = 5.18450e-010

第22面

K = -9.95357e-001 A 4 = 4.23761e-004 A 6 = -6.51217e-006 A 8 = -1.54756e-007 A10 = 8.71311e-009 A12 = 3.65323e-010

各種データ

ズーム比	10.00		
	広角	中間	望遠
焦点距離	3.13	4.74	31.29
Fナンバー	1.85	2.14	3.00
半画角	39.17	32.35	5.48
像高	2.55	3.00	3.00
レンズ全長	92.02	92.02	92.02
BF	5.62	5.62	5.62

10

20

30

40

50

d 5	0.76	5.35	28.69
d13	32.17	16.65	1.24
d14	9.79	16.12	1.81
d20	1.92	2.37	13.32
d22	3.17	7.33	2.75

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	58.94
2	6	-7.58
3	14	
4	15	13.83
5	21	-12.28
6	23	12.58
7	28	

10

【 0 0 6 2 】

[数值実施例 2]

単位 mm

20

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	99.548	1.50	1.84666	23.9
2	36.432	6.10	1.48749	70.2
3	-175.366	0.20		
4	36.404	2.57	1.80610	40.9
5	185.348	(可変)		
6	-233.002	0.80	1.78590	44.2
7	8.863	2.54		
8	876.540	0.80	1.67790	54.9
9	31.032	0.99		
10	-33.656	0.80	1.91082	35.3
11	25.020	0.65		
12	20.244	2.50	1.92286	18.9
13	-108.693	(可変)		
14(絞リ)		(可変)		
15*	14.040	3.50	1.58313	59.4
16*	-64.118	4.82		
17	15.630	0.50	1.84666	23.9
18	8.769	1.56		
19	11.040	3.29	1.49700	81.5
20	-18.870	(可変)		
21*	-35.707	0.50	1.55332	71.7
22*	11.422	(可変)		
23	15.656	1.26	1.80610	40.9
24	34.374	0.30		
25	16.445	0.50	1.92286	18.9
26	9.283	3.16	1.77250	49.6
27	-86.220	2.5		
28		1.86	1.51633	64.1

30

40

50

29 1.15
 30 0.50 1.49000 70.0
 31
 像面

非球面データ

第15面

K = -2.52489e+000 A 4= 1.11050e-004 A 6=-5.85518e-007 A 8=-3.48407e-010 A10=
 5.83176e-010 A12=-1.76288e-011

10

第16面

K = 1.94866e+001 A 4= 9.53994e-005 A 6=-4.42774e-007 A 8= 2.45623e-009 A10=
 3.74441e-010 A12=-1.80682e-011

第21面

K = -1.07625e+002 A 4=-3.48120e-005 A 6= 2.53015e-006 A 8=-1.62544e-007 A10=
 1.45384e-009 A12= 7.34982e-011

第22面

K = -9.76155e-001 A 4= 3.43648e-004 A 6=-6.88164e-006 A 8=-1.76249e-007 A10=
 2.26820e-008 A12=-5.29724e-010

20

各種データ

ズーム比	15.00		
	広角	中間	望遠
焦点距離	3.52	5.41	52.81
Fナンバー	1.85	2.15	3.00
半画角	35.91	29.00	3.25
像高	2.55	3.00	3.00
レンズ全長	96.57	96.57	96.57
BF	5.70	5.70	5.70
d 5	0.85	5.75	34.22
d13	33.44	15.78	0.85
d14	9.67	17.67	2.90
d20	2.39	3.01	10.45
d22	5.69	9.82	3.62

30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	51.56
2	6	-8.18
3	14	
4	15	15.59
5	21	-15.58
6	23	13.39
7	28	

40

【 0 0 6 3 】

[数値実施例 3]

50

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	78.555	1.30	1.84666	23.9	
2	33.127	3.97	1.60311	60.6	
3	864.626	0.20			
4	35.921	2.19	1.78590	44.2	
5	147.818	(可変)			
6	-295.531	0.90	1.80400	46.6	10
7	8.820	2.48			
8	9050.814	0.80	1.74330	49.3	
9*	33.540	0.96			
10	-32.800	0.80	1.78590	44.2	
11	24.194	0.30			
12	18.250	2.00	1.92286	18.9	
13	1135.692	(可変)			
14(絞り)		(可変)			
15*	13.408	3.50	1.58313	59.4	
16*	-48.950	5.17			20
17	17.111	0.50	1.92286	18.9	
18	9.232	1.77			
19	12.555	2.67	1.69680	55.5	
20	-24.731	(可変)			
21*	-32.230	0.50	1.55332	71.7	
22*	8.633	(可変)			
23	17.149	1.23	1.59282	68.6	
24	50.620	0.30			
25	14.876	0.50	1.92286	18.9	
26	10.549	3.18	1.71300	53.9	30
27	-42.941	2.5			
28		1.86	1.51633	64.1	
29		1.15			
30		0.50	1.49000	70.0	
31					

像面

非球面データ

第9面

K = 5.19745e+000 A 4=-1.69877e-005 A 6=-1.56832e-007 A 8= 4.40738e-009 A10= 40
4.05901e-011 A12=-5.49959e-012

第15面

K =-2.79055e+000 A 4= 1.43738e-004 A 6=-5.73538e-007 A 8= 1.73006e-008 A10=
3.29884e-010 A12=-8.73823e-012

第16面

K = 1.06630e+001 A 4= 1.24317e-004 A 6= 2.37561e-009 A 8= 1.32997e-008 A10=
5.37854e-011 A12=-2.69072e-012

第21面

K = -7.67703e+001 A 4 = -4.74362e-005 A 6 = 2.42022e-006 A 8 = -2.36262e-007 A 10 = -3.14022e-010 A 12 = 3.86101e-010

第22面

K = -1.32884e+000 A 4 = 4.51903e-004 A 6 = -6.29530e-006 A 8 = 3.86323e-008 A 10 = -7.11289e-009 A 12 = 6.56260e-010

各種データ

ズーム比	10.00			10
	広角	中間	望遠	
焦点距離	3.61	5.76	36.10	
Fナンバー	1.85	2.15	3.00	
半画角	35.24	27.51	4.75	
像高	2.55	3.00	3.00	
レンズ全長	86.79	86.79	86.79	
BF	5.64	5.64	5.64	
d 5	0.80	5.53	28.44	
d13	32.55	13.66	2.03	20
d14	6.59	15.64	1.43	
d20	2.07	2.73	11.25	
d22	3.90	8.37	2.78	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離		
1	1	51.98		
2	6	-7.85		
3	14			
4	15	14.01		30
5	21	-12.25		
6	23	12.82		
7	28			

【 0 0 6 4 】

[数值実施例 4]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	40
1	77.536	1.35	1.84666	23.9	
2	32.621	3.62	1.60311	60.6	
3	1290.339	0.20			
4	36.658	2.10	1.78590	44.2	
5	177.068	(可変)			
6	-143.303	0.80	1.80400	46.6	
7	8.839	2.38			
8	108.040	0.80	1.74330	49.3	
9*	37.608	0.88			
10	-32.093	0.80	1.78590	44.2	50

11	22.278	0.30			
12	17.524	2.00	1.92286	18.9	
13	544.904	(可変)			
14(絞り)		(可変)			
15*	13.451	3.50	1.58313	59.4	
16*	-49.421	5.00			
17	17.561	0.50	1.92286	18.9	
18	9.267	1.70			
19	12.461	3.05	1.69680	55.5	
20	-25.346	(可変)			10
21*	-30.683	0.50	1.49710	81.6	
22*	8.064	(可変)			
23	12.939	1.96	1.59282	68.6	
24	27.826	0.30			
25	14.737	0.50	1.92286	18.9	
26	10.816	3.34	1.71300	53.9	
27	-73.078	2.5			
28		1.80	1.51633	64.1	
29		1.15			
30		0.50	1.49000	70.0	20
31					

像面

非球面データ

第9面

K = 2.28601e+000 A 4=-1.60347e-005 A 6=-4.64408e-007 A 8= 1.79360e-009 A10=
8.46414e-010 A12=-2.52085e-011

第15面

K =-2.83472e+000 A 4= 1.39577e-004 A 6=-6.52837e-007 A 8= 1.35223e-008 A10=
3.01510e-010 A12=-8.14831e-012 30

第16面

K = 1.30301e+001 A 4= 1.16253e-004 A 6=-3.89895e-008 A 8= 7.16707e-009 A10=
1.52131e-010 A12=-5.13919e-012

第21面

K =-7.21756e+001 A 4=-6.34113e-005 A 6= 2.65734e-006 A 8=-1.74076e-007 A10=
4.69901e-009 A12=-6.72136e-012 40

第22面

K =-1.14288e+000 A 4= 4.26732e-004 A 6=-7.34654e-006 A 8= 1.38914e-007 A10=
7.32179e-009 A12=-2.73456e-010

各種データ

ズーム比	10.05		
	広角	中間	望遠
焦点距離	3.81	6.00	38.28
Fナンバー	1.85	2.15	3.00
半画角	33.81	26.58	4.48

像高	2.55	3.00	3.00
レンズ全長	87.75	87.75	87.75
BF	5.69	5.69	5.69
d 5	0.82	5.08	28.68
d13	33.64	13.81	2.08
d14	5.99	15.98	2.57
d20	1.53	2.17	8.70
d22	4.51	9.44	4.46

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	50.26
2	6	-8.22
3	14	
4	15	14.12
5	21	-12.79
6	23	13.47
7	28	

20

【 0 0 6 5 】

[数值実施例 5]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	80.016	1.50	1.84666	23.9
2	34.961	6.24	1.60311	60.6
3	507.300	0.20		
4	37.589	2.74	1.78590	44.2
5	122.368	(可変)		
6	-1239.300	0.90	1.80400	46.6
7	8.462	2.82		
8	55.043	0.80	1.74330	49.3
9*	27.169	1.07		
10	-34.090	0.80	1.78590	44.2
11	19.129	0.30		
12	17.181	2.00	1.92286	18.9
13	250.279	(可変)		
14(絞リ)		(可変)		
15*	13.137	3.50	1.58313	59.4
16*	-54.509	4.99		
17	16.547	0.50	1.92286	18.9
18	9.181	1.78		
19	12.632	2.46	1.69680	55.5
20	-24.098	(可変)		
21*	-33.872	0.50	1.55332	71.7
22*	8.608	(可変)		
23	18.028	1.32	1.59282	68.6
24	140.663	0.30		

30

40

50

25	15.817	0.50	1.92286	18.9
26	10.106	2.92	1.71300	53.9
27	-44.976	(可変)		
28		1.86	1.51633	64.1
29		1.15		
30		0.50	1.49000	70.0
31				

像面

非球面データ

10

第9面

K = -4.11855e+000 A 4= -3.47729e-005 A 6= -1.83132e-007 A 8= -1.19784e-009 A10= -1.23502e-010 A12= -7.91770e-013

第15面

K = -2.78522e+000 A 4= 1.52130e-004 A 6= -5.03131e-007 A 8= 2.02356e-008 A10= 1.38174e-010 A12= -8.87037e-012

第16面

K = 3.35227e+000 A 4= 1.22604e-004 A 6= 1.20989e-007 A 8= 1.11080e-008 A10= -7.63185e-011 A12= -2.55794e-012

第21面

K = -8.54682e+001 A 4= -3.90697e-005 A 6= 1.32877e-006 A 8= -2.37517e-007 A10= -2.37318e-009 A12= 5.18905e-010

第22面

K = -9.95498e-001 A 4= 4.03442e-004 A 6= -6.53274e-006 A 8= -1.90482e-007 A10= 7.91243e-009 A12= 3.70686e-010

30

各種データ

ズーム比	10.01		
	広角	中間	望遠
焦点距離	3.12	4.73	31.26
Fナンバー	1.85	2.14	3.00
半画角	39.24	32.38	5.48
像高	2.55	3.00	3.00
レンズ全長	91.56	91.56	91.56
BF	5.64	5.63	5.96

40

d 5	0.76	5.33	29.25
d13	32.20	16.67	1.71
d14	9.79	16.10	1.21
d20	1.89	2.32	13.00
d22	3.13	7.35	2.28
d27	2.50	2.49	2.82

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	59.22
---	---	-------

50

2	6	-7.62
3	14	
4	15	13.77
5	21	-12.35
6	23	12.72
7	28	

【 0 0 6 6 】

【表 1】

実施例条件式対応値

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
	fw	3.129	3.521	3.610	3.807	3.122
	ft	31.291	52.809	36.100	38.280	31.265
	ω_w	43.773	40.429	39.726	38.227	43.833
	ω_t	5.414	3.206	4.692	4.446	5.420
	f1	58.937	51.558	51.979	50.256	59.222
	f2	-7.581	-8.183	-7.849	-8.216	-7.622
	f3	13.832	15.590	14.009	14.118	13.774
	f4	-12.282	-15.581	-12.253	-12.792	-12.353
	f5	12.579	13.395	12.816	13.470	12.717
	β_{2W}	-0.166	-0.205	-0.197	-0.215	-0.165
	β_{2T}	-0.425	-1.238	-0.639	-0.798	-0.431
	β_{3W}	-0.279	-0.311	-0.298	-0.296	-0.278
	β_{3T}	-1.100	-0.810	-0.944	-0.803	-1.096
	DS3	16.123	17.675	15.640	16.138	16.103
条件式(1)	DS3 / f 3	1.166	1.134	1.116	1.143	1.169
条件式(2)	f 3 / f 2	-1.825	-1.905	-1.785	-1.718	-1.807
条件式(3)	$f2/\sqrt{fw \times ft}$	-0.766	-0.600	-0.688	-0.681	-0.771
条件式(4)	$(\beta_{2T}/\beta_{2W})/(\beta_{3T}/\beta_{3W})$	0.652	2.321	1.025	1.363	0.662
条件式(5)	β_{3T}/β_{3W}	3.939	2.605	3.171	2.717	3.946
条件式(6)	$\nu d4$	71.68	71.68	71.68	81.56	71.68

【符号の説明】

【 0 0 6 7 】

B 1 第 1 レンズ群

B 2 第 2 レンズ群

B 3 第 3 レンズ群

B 4 第 4 レンズ群

B 5 第 5 レンズ群

d d 線

g g 線

M メリディオナル像面

S サジタル像面

S P 絞り

I P 結像面

G センサのフェースプレートやローパスフィルター等のガラスブロック

球面収差 実線 : d 線、2点鎖線 : g 線

非点収差 実線 : d 線 S、点線 : d 線 M

歪曲 d 線

倍率色収差 2点鎖線 : g 線

10

20

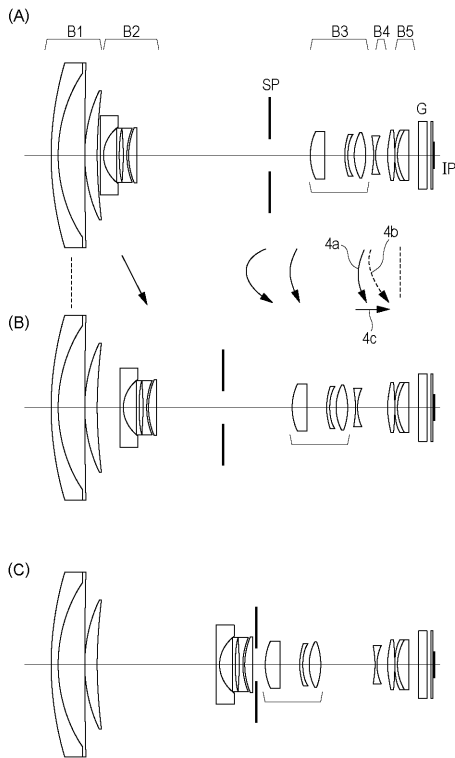
30

40

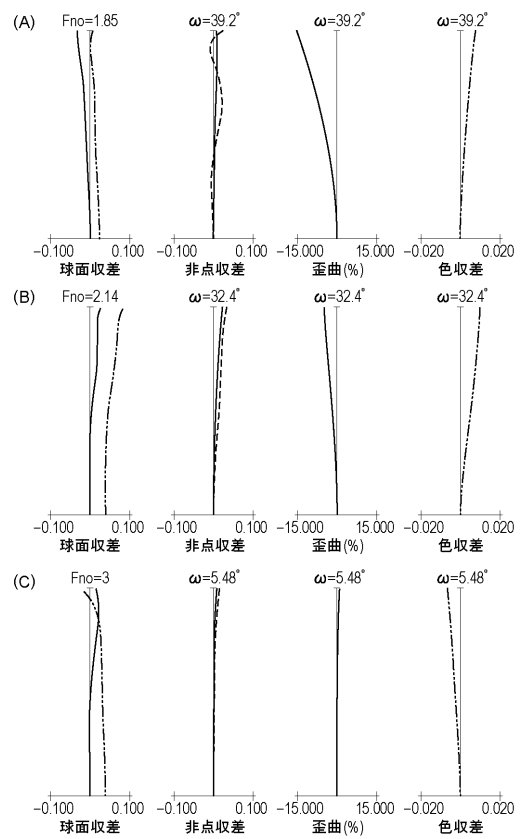
50

横収差 実線：d線 S、点線：d線 M Y：像高比率

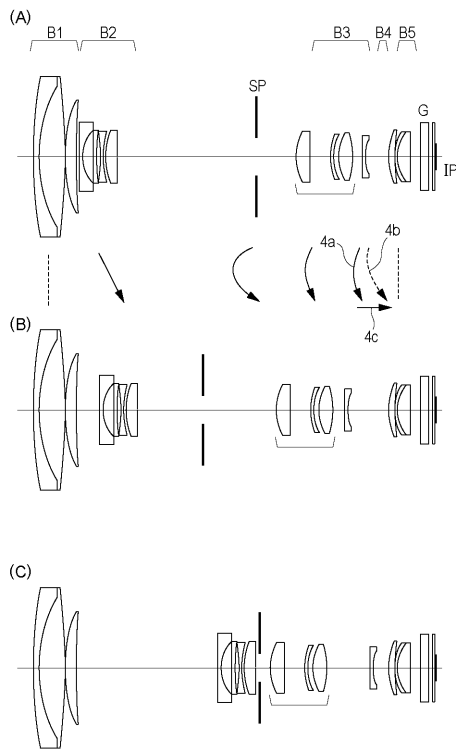
【図1】



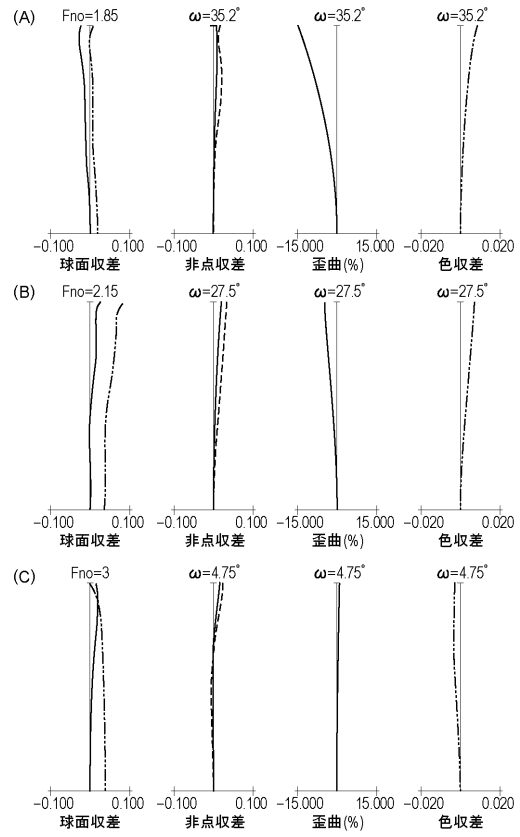
【図2】



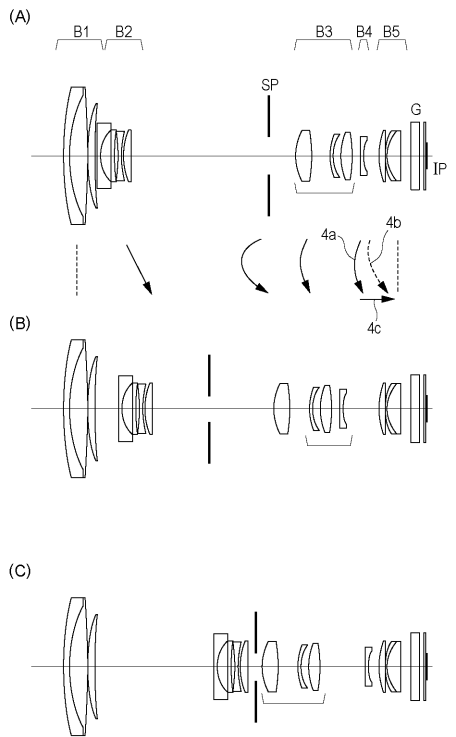
【 図 3 】



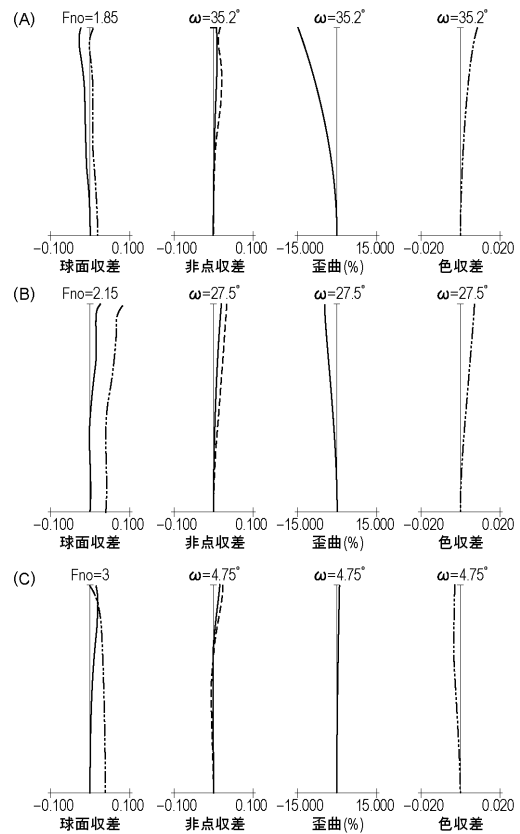
【 図 4 】



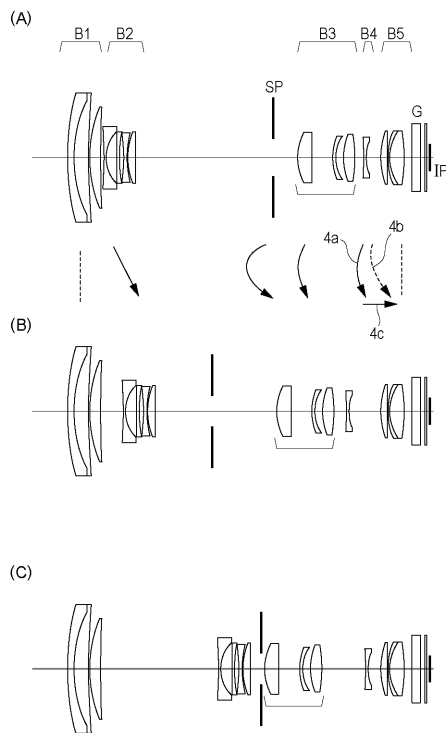
【 図 5 】



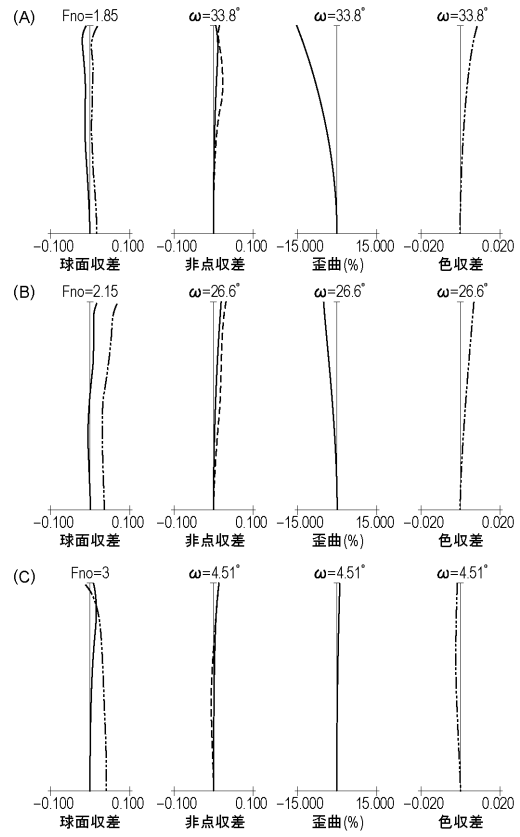
【 図 6 】



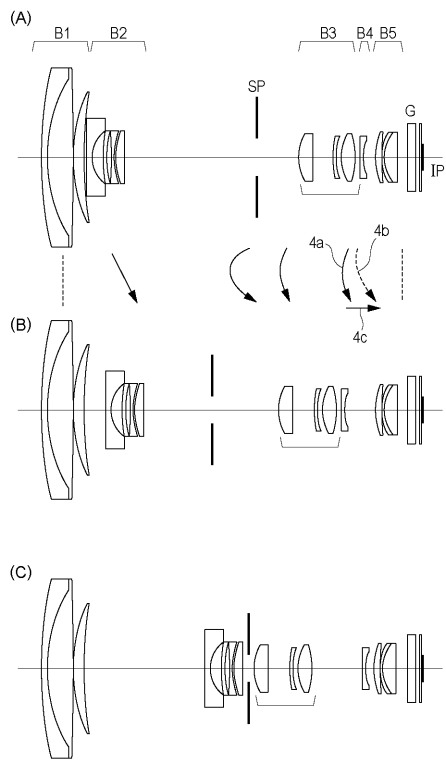
【 図 7 】



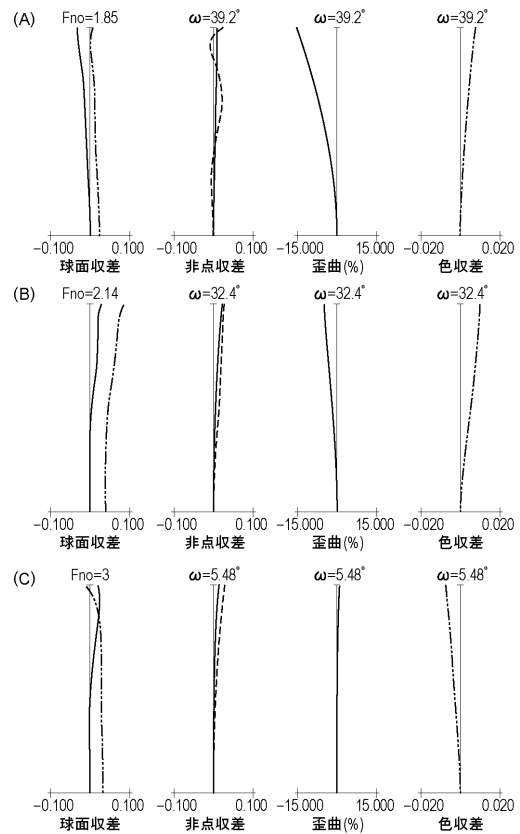
【 図 8 】



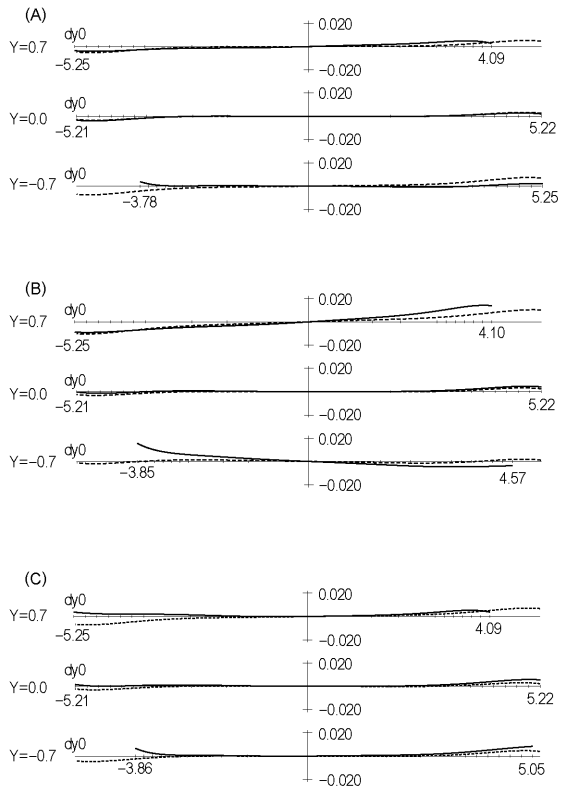
【 図 9 】



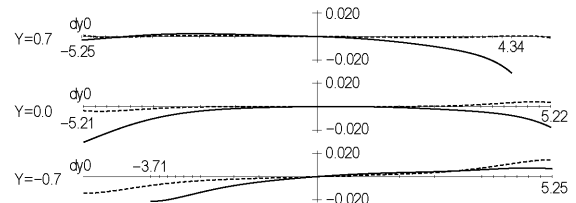
【 図 10 】



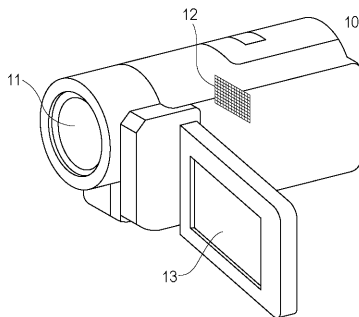
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-139770(JP,A)
特開平06-148523(JP,A)
特開2009-251280(JP,A)
特開2006-337745(JP,A)
特開2007-226142(JP,A)
特開平05-215967(JP,A)
特開平06-109976(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