

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5972076号
(P5972076)

(45) 発行日 平成28年8月17日 (2016. 8. 17)

(24) 登録日 平成28年7月22日 (2016. 7. 22)

(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 8 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2012-153686 (P2012-153686)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成24年7月9日 (2012. 7. 9)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2014-16466 (P2014-16466A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成26年1月30日 (2014. 1. 30)	(74) 代理人	100086818
審査請求日	平成27年6月26日 (2015. 6. 26)		弁理士 高梨 幸雄
		(72) 発明者	江部 裕基
			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
		(72) 発明者	田代 欣久
			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	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】

物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群からなり、前記第3レンズ群は、最も広い空気間隔を境に分けられる正の屈折力の部分レンズ群 L 3 A、負の屈折力の部分レンズ群 L 3 B からなり、

広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が狭まるように前記第1レンズ群と前記第2レンズ群が移動し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が変化し、

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、前記部分レンズ群 L 3 A は不動であり、前記部分レンズ群 L 3 B は像側に移動し、

前記部分レンズ群 L 3 B の焦点距離の絶対値が最も小さい負の屈折力の単レンズ或いは負の屈折力の接合レンズの物体側の空気接触面の曲率半径を R 3 B a、前記部分レンズ群 L 3 B の焦点距離の絶対値が最も小さい負の屈折力の単レンズ或いは負の屈折力の接合レンズの像側の空気接触面の曲率半径を R 3 B b、前記部分レンズ群 L 3 A の焦点距離を f 3 A、前記部分レンズ群 L 3 B の焦点距離を f 3 B とするとき、

$$1.649 \leq (R3Bb + R3Ba) / (R3Bb - R3Ba) < 3.00$$

$$1.501 \leq f3A / |f3B| < 2.5$$

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】

前記部分レンズ群 L 3 B は1つのレンズまたは1つの接合レンズより構成されることを

特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 3】

前記部分レンズ群 L 3 B は、広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記部分レンズ群 L 3 A の移動軌跡とは異なった移動軌跡で物体側に移動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】

前記部分レンズ群 L 3 B は、広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記部分レンズ群 L 3 A の移動軌跡と同一の軌跡で物体側に移動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 5】

広角端から望遠端へのズーミングにおける前記部分レンズ群 L 3 A の移動量を x_{3A} 、広角端から望遠端へのズーミングにおける前記部分レンズ群 L 3 B の移動量を x_{3B} とするとき、

$$0.85 < x_{3A} / x_{3B} < 1.20$$

なる条件式を満足すること特徴とする請求項 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 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に、負の屈折力のレンズと、正の屈折力のレンズを有し、全部で 3 つ以下のレンズよりな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】

請求項 1 乃至 6 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。

【請求項 8】

広角端における最も物体側のレンズから前記撮像素子までの距離を T_{Lw} 、望遠端における全系の焦点距離を f_t 、望遠端における撮影半画角を t (度) とするとき、

$$3.0 < T_{Lw} / (f_t \times \tan(t)) < 6.5$$

なる条件式を満足すること特徴とする請求項 7 に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はズームレンズに関し、例えば、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、TVカメラ、監視用カメラ等の撮像装置に好適なズームレンズに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、電子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においては、広画角で、フォーカシングを高速に行うことができるズームレンズが要望されている。更に被写界深度の浅さを作画の表現方法に活かし、主要被写体を背景から浮き立たせる、所謂ボケ表現の良いズームレンズであることが要望されている。この他、電子撮像素子を用いた撮像装置ではシェーディング(色シェーディング)を避けるため像側のテレセントリック性の良いズームレンズであることが要望されている。

【0003】

近年、撮像装置の小型化が求められる、例えばコンパクトデジタルカメラでは、センササイズ(撮像素子の寸法)を小型とすることで、ズームレンズのテレセントリック性と撮像装置の小型化を図っている。このようなズームレンズは、実焦点距離が短いレンズ系となるため、撮影画像は被写界深度が深い画像となる。

【0004】

ズームレンズのテレセントリック性を維持したまま、センササイズを大型化しようすると全系が大型化してくる。デジタルカメラにおいて、より幅広くボケ表現を作画に活かしたい場合は、交換レンズシステム等の大型の撮像装置を用いる必要がある。全系の小型

10

20

30

40

50

化を維持しつつ、大型の撮像素子に対応する広画角のズームレンズとして、負の屈折力のレンズ群が先行するネガティブリード型のズームレンズが知られている（特許文献１～３）。

【０００５】

特許文献１では物体側より像側へ順に、負の屈折力の第１レンズ群、正の屈折力の第２レンズ群、正の屈折力の第３レンズ群、負の屈折力の第４レンズ群よりなり、各レンズ群を移動させてズームを行うズームレンズを開示している。そして第１レンズ群でフォーカシングを行うことを開示している。

【０００６】

特許文献２では、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第１レンズ群、正の屈折力の第２レンズ群、負の屈折力の第３レンズ群からなり、各レンズ群を移動させてズームを行うズームレンズを開示している。そして第３レンズ群を負の屈折力の第３ａレンズ群と正の屈折力の第３ｂレンズ群に分け、第３ｂレンズ群でフォーカシングを行うことを開示している。

10

【０００７】

特許文献３では物体側より像側へ順に、負の屈折力の第１レンズ群、正の屈折力の第２レンズ群、正の屈折力の第３レンズ群より成り、各レンズ群を移動させてズームを行うズームレンズを開示している。そして第３レンズ群でフォーカシングを行うことを開示している。

【０００８】

20

また近年、電子撮像素子を用いた撮像装置において、光学系の有する歪曲収差をデジタル処理で補正することが行われている。また、大型の電子撮像素子において、オンチップマイクロレンズ配置の最適化により、センサ（撮像素子）への光線の入射角を許容した技術が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００９】

【特許文献１】特開平１１－７２７０４号公報

【特許文献２】特開２０１１－５９２９３号公報

【特許文献３】特開２００６－２０８８９０号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１０】

撮像装置に用いられるズームレンズは、全系が小型で広画角で、高速のフォーカシングが容易で物体距離全般にわたり高い光学性能を有することが求められている。これらの要望を満足するには各レンズ群のレンズ構成や各レンズ群の屈折力等を適切に設定することが重要になってくる。

【００１１】

例えば、前述したネガティブリード型の３群ズームレンズでは、第３レンズ群の屈折力や第３レンズ群のレンズ構成、フォーカシングレンズ群のレンズ構成等を適切に設定することが重要になってくる。これらの構成が不適切であると、全系の小型化を図りつつ、広画角で、高速なフォーカシングを行いつつ、物体距離全般にわたり高い光学性能を得るのが大変困難になってくる。

40

【００１２】

特許文献１は、大型で高重量の第１レンズ群でフォーカシングを行っているため、高速のフォーカシングが困難である。

【００１３】

特許文献２は、テレセントリック性を確保するために、第３レンズ群を物体側から像側へ順に、負の屈折力の部分レンズ群と、正の屈折力の部分レンズ群に分割して構成している。このため、光学全長、最終レンズの有効径が大型化する。また、負の歪曲収差を電子

50

的に補正することを前提とし、光学系の歪曲補正を許容するレンズ構成になっている。負の歪曲収差を大きくすると、原理的に物体距離の移動に対する像面湾曲の変動が大きくなってくる。

【0014】

さらに、光学系の小型化且つ大型の撮像素子の組み合わせを実現するためにオンチップマイクロレンズを用いて斜入射を許容しても、原理的に物体距離の移動に対する像面湾曲の変動が大きくなってくる。

【0015】

本発明は、全系が小型で、撮影画角が広画角であり、しかも高速なフォーカシングが容易な撮像素子を用いた撮像装置に好適な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】

【0016】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群からなり、前記第3レンズ群は、最も広い空気間隔を境に分けられる正の屈折力の部分レンズ群L3A、負の屈折力の部分レンズ群L3Bからなり、

広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が狭まるように前記第1レンズ群と前記第2レンズ群が移動し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が変化し、

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、前記部分レンズ群L3Aは不動であり、前記部分レンズ群L3Bは像側に移動し、

前記部分レンズ群L3Bの焦点距離の絶対値が最も小さい負の屈折力の単レンズ或いは負の屈折力の接合レンズの物体側の空気接触面の曲率半径をR3Ba、前記部分レンズ群L3Bの焦点距離の絶対値が最も小さい負の屈折力の単レンズ或いは負の屈折力の接合レンズの像側の空気接触面の曲率半径をR3Bb、前記部分レンズ群L3Aの焦点距離をf3A、前記部分レンズ群L3Bの焦点距離をf3Bとすると、

$$1.649 \leq (R3Bb + R3Ba) / (R3Bb - R3Ba) < 3.00$$

$$1.501 \leq f3A / |f3B| < 2.5$$

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】

【0017】

本発明によれば、全系が小型で、撮影画角が広画角であり、しかも高速なフォーカシングが容易な撮像素子を用いた撮像装置に好適なズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の参考例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) 参考例1のズームレンズの無限遠物体に合焦した時の広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図

【図3】(A)、(B) 参考例1の至近距離物体に合焦した時の広角端における縦収差図、至近距離物体に合焦した時の広角端における軸上(Y=0)と像高7割(Y=0.7Ymax)のときの横収差図

【図4】本発明の実施例1のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図5】(A)、(B)、(C) 実施例1のズームレンズの無限遠物体に合焦した時の広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図

【図6】(A)、(B) 実施例1の至近距離物体に合焦した時の広角端における縦収差図、至近距離物体に合焦した時の広角端における軸上(Y=0)と像高7割(Y=0.7Ymax)のときの横収差図

【図7】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

【図8】(A)、(B)、(C) 実施例2のズームレンズの無限遠物体に合焦した時の

10

20

30

40

50

広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図

【図 9】(A)、(B) 実施例 2 の至近距離物体に合焦した時の広角端における縦収差図、至近距離物体に合焦した時の広角端における軸上 ($Y = 0$) と像高 7 割 ($Y = 0.7 Y_{max}$) のときの横収差図

【図 10】本発明の参考例 2 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図 11】(A)、(B)、(C) 参考例 2 のズームレンズの無限遠物体に合焦した時の広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図

【図 12】(A)、(B) 参考例 2 の至近距離物体に合焦した時の広角端における縦収差図、至近距離物体に合焦した時の広角端における軸上 ($Y = 0$) と像高 7 割 ($Y = 0.7 Y_{max}$) のときの横収差図

10

【図 13】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

【図 14】(A)、(B)、(C) 実施例 3 のズームレンズの無限遠物体に合焦した時の広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図

【図 15】(A)、(B) 実施例 3 の至近距離物体に合焦した時の広角端における縦収差図、至近距離物体に合焦した時の広角端における軸上 ($Y = 0$) と像高 7 割 ($Y = 0.7 Y_{max}$) のときの横収差図

【図 16】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

【図 17】(A)、(B)、(C) 実施例 4 のズームレンズの無限遠物体に合焦した時の広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図

【図 18】(A)、(B) 実施例 4 の至近距離物体に合焦した時の広角端における縦収差図、至近距離物体に合焦した時の広角端における軸上 ($Y = 0$) と像高 7 割 ($Y = 0.7 Y_{max}$) のときの横収差図

20

【図 19】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】

【0019】

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、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ群、正の屈折力の第 2 レンズ群、負の屈折力の第 3 レンズ群からなる。第 3 レンズ群は、最も広い空気間隔を境に分けられる物体側から像側へ順に、正の屈折力の部分レンズ群 L3A、負の屈折力の部分レンズ群 L3B からなる。広角端から望遠端へのズーミングに際し、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間隔が狭まるように第 1 レンズ群と第 2 レンズ群は移動する。また第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の間隔が変化する。

30

【0020】

無限遠物体から近距離物体への合焦（フォーカシング）に際し、部分レンズ群 L3A は不動であり、部分レンズ群 L3B は像側に移動する。尚、以下のレンズ構成の説明において接合レンズは、接合部が一部でも存在する場合、1 つの接合レンズとする。またレンズ表面に樹脂を形成して接合させた素子も 1 つの接合レンズとして取り扱う。

【0021】

図 1 は、本発明の参考例 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) はそれぞれ参考例 1 のズームレンズの無限遠物体に合焦した時の広角端、中間のズーム位置、望遠端（長焦点距離端）における縦収差図である。図 3 (A) は至近距離物体に合焦した時の広角端における縦収差図である。図 3 (B) は至近距離物体に合焦した時の広角端における軸上 ($Y = 0$) と像高 7 割 ($Y = 0.7 Y_{max}$) のときの横収差図である。ここで Y_{max} は最高像高を示す。

40

【0022】

図 4 は、本発明の実施例 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 5 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 1 のズームレンズの無限遠物体に合焦した時の広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図である。図 6 (A) は至近距離物体に合焦した時の広角端における縦収差図である。図 6 (B) は至近距離物体に合焦した時の広角端における軸上 ($Y = 0$) と像高 7 割 ($Y = 0.7 Y_{max}$) のときの横収差図で

50

ある。

【 0 0 2 3 】

図 7 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 8 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 2 のズームレンズの無限遠物体に合焦した時の広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図である。図 9 (A) は至近距離物体に合焦した時の広角端における縦収差図である。図 9 (B) は至近距離物体に合焦した時の広角端における軸上 ($Y = 0$) と像高 7 割 ($Y = 0.7 Y_{max}$) のときの横収差図である。

【 0 0 2 4 】

図 10 は、本発明の参考例 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 11 (A)、(B)、(C) はそれぞれ参考例 2 のズームレンズの無限遠物体に合焦した時の広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図である。図 12 (A) は至近距離物体に合焦した時の広角端における縦収差図である。図 12 (B) は至近距離物体に合焦した時の広角端における軸上 ($Y = 0$) と像高 7 割 ($Y = 0.7 Y_{max}$) のときの横収差図である。

【 0 0 2 5 】

図 13 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 14 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 3 のズームレンズの無限遠物体に合焦した時の広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図である。図 15 (A) は至近距離物体に合焦した時の広角端における縦収差図である。図 15 (B) は至近距離物体に合焦した時の広角端における軸上 ($Y = 0$) と像高 7 割 ($Y = 0.7 Y_{max}$) のときの横収差図である。

【 0 0 2 6 】

図 16 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 17 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 4 のズームレンズの無限遠物体に合焦した時の広角端、中間のズーム位置、望遠端における縦収差図である。図 18 (A) は至近距離物体に合焦した時の広角端における縦収差図である。図 18 (B) は至近距離物体に合焦した時の広角端における軸上 ($Y = 0$) と像高 7 割 ($Y = 0.7 Y_{max}$) のときの横収差図である。図 19 は本発明の撮像装置の要部概略図である。

【 0 0 2 7 】

各実施例のズームレンズはビデオカメラ、デジタルカメラ、銀塩フィルムカメラ、監視カメラなどの撮像装置に用いられる撮影レンズ系である。各実施例のズームレンズは投射装置 (プロジェクタ) 用の投射光学系として用いることもできる。

【 0 0 2 8 】

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 を物体側からのレンズ群の順番とすると、 L_i は第 i レンズ群を示す。SP は開口絞りである。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などに相当する光学ブロックである。

【 0 0 2 9 】

IP は像面である。像面 IP は、ビデオカメラやデジタルカメラの撮影光学系としてズームレンズを使用する際には、CCD センサや CMOS センサなどの固体撮像素子 (光電変換素子) の撮像面に相当する。銀塩フィルムカメラの撮影光学系としてズームレンズを使用する際には、フィルム面に相当する。矢印は広角端から望遠端へのズーミングに際して、各レンズ群の移動軌跡と無限遠物体から近距離物体へのフォーカスをするときの移動方向を示している。

【 0 0 3 0 】

縦収差図において、 d -line、 g -line は各々 d 線及び g 線、 M 、 S はメリディオナル像面、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。 ω は半画角 (撮影半画角) (度)、 Fno は F ナンバーである。横収差図において実線が d 線、破線が g 線を表す。尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用のレンズ群 (例えば第 3

10

20

30

40

50

レンズ群 L 3) 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。

【 0 0 3 1 】

各実施例のズームレンズはいずれも、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第 1 レンズ L 1、正の屈折力の第 2 レンズ群 L 2、負の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 からなる。第 3 レンズ群 L 3 は、正の屈折力の部分レンズ群 L 3 a と負の屈折力の部分レンズ群 L 3 b からなる。また、広角端から望遠端のズームングに際し、第 1 レンズ L 1 と第 2 レンズ群 L 2 の間隔が狭まるように第 1 レンズ群 L 1 と第 2 レンズ群 L 2 が移動する。無限遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際し、部分レンズ群 L 3 b は像側に移動する。

【 0 0 3 2 】

部分レンズ群 L 3 a と部分レンズ群 L 3 b は、ズームングに際して互いに異なった移動軌跡で移動しても良く、また一体 (同一の軌跡) で移動してもよい。

【 0 0 3 3 】

参考例 1、実施例 2、実施例 3 ではズームングに際し部分レンズ群 L 3 a と部分レンズ群 L 3 b は一体で移動する。実施例 1、参考例 2、実施例 4 ではズームングに際し部分レンズ群 L 3 a と、部分レンズ群 L 3 b は互いに異なった軌跡で移動する。このため実施例 1、参考例 2、実施例 4 は 4 群ズームレンズとして取扱うこともできる。

【 0 0 3 4 】

各実施例では部分レンズ群 L 3 b でフォーカスすることによって、球面収差を発生させ、斜入射及び負の歪曲に起因する物体距離の移動に対する像面湾曲の変動分を補正し、物体距離全般にわたり像面湾曲を少なくし像面をそろえている。

【 0 0 3 5 】

各実施例のズームレンズは、以下の条件式の少なくとも 1 つを満足している。部分レンズ群 L 3 B の焦点距離の絶対値が最も小さい負の屈折力の単レンズ或いは負の屈折力の接合レンズの物体側の空気接触面の曲率半径を R 3 B a とする。部分レンズ群 L 3 B の焦点距離の絶対値が最も小さい負の屈折力の単レンズ或いは負の屈折力の接合レンズの像側の空気接触面の曲率半径を R 3 B b とする。部分レンズ群 L 3 A の焦点距離を f 3 A とする。部分レンズ群 L 3 B の焦点距離を f 3 B とする。

【 0 0 3 6 】

広角端から望遠端へのズームングにおける部分レンズ群 L 3 A の移動量を x 3 A、広角端から望遠端へのズームングにおける部分レンズ群 L 3 B の移動量を x 3 B とする。

【 0 0 3 7 】

本発明のズームレンズを撮像素子を有する撮像装置に用いたとき、広角端における最も物体側のレンズから前記撮像素子までの距離を T L w、望遠端における全系の焦点距離を f t、望遠端における撮影半画角を t (度) とする。このとき、次の条件式のうち 1 以上を満足している。

【 0 0 3 8 】

$$\frac{1.649}{1.501} (R3Bb + R3Ba) / (R3Bb - R3Ba) < 3.00 \quad \dots (1)$$

$$f3A / |f3B| < 2.5 \quad \dots (2)$$

$$0.85 < x3A / x3B < 1.20 \quad \dots (3)$$

$$3.0 < TLw / (ft \times \tan(t)) < 6.5 \quad \dots (4)$$

次に各条件式の技術的意味について説明する。

【 0 0 3 9 】

条件式 (1) は負の屈折力の部分レンズ群 L 3 B のレンズ形状に関し、物体側のレンズ面と像側のレンズ面の屈折力の分担を特定している。条件式 (1) を満足することで、部分レンズ群 L 3 B はコンセントリックなレンズ形状になり、フォーカシングに際して像面湾曲の発生を抑えつつ、球面収差を発生させて全体として球面収差をバランス良く補正している。条件式 (1) の範囲を外れると、コンセントリックなレンズ形状が崩れ、像面湾曲が多く発生し、また球面収差をバランス良く補正するのが困難になる。

【 0 0 4 0 】

条件式(2)は正の屈折力の部分レンズ群L3Aと負の屈折力の部分レンズ群L3Bの焦点距離の比を規定している。条件式(2)を満足することによって、部分レンズ群L3Bは適切なフォーカス感度を得ることができる。条件式(2)の上限を超えると、部分レンズ群L3Bの焦点距離が短くなりすぎて、球面収差が多く発生する。条件式(2)の下限を超えると、部分レンズ群L3Bのフォーカス感度が小さくなり全系の小型化が困難になる。

【0041】

条件式(3)は、ズーミングにおける部分レンズ群L3Aと部分レンズ群L3Bの移動量の比を規定している。条件式(3)を満足することによって、部分レンズ群L3Aと部分レンズ群L3Bは略一体で移動し、レンズ径を小さくすることが容易になる。条件式(3)の上限を超えると、部分レンズ群L3Bのレンズ径が大きくなるのでレンズ系の小型化が困難になる。

【0042】

条件式(3)の下限を超えると、望遠端において部分レンズ群L3Aと部分レンズ群L3Bの間隔が小さくなり、この結果、第3レンズ群L3の屈折力が強まるので、諸収差が増大してくるので良くない。

【0043】

条件式(4)は、望遠端におけるレンズ全長と撮影画角との関係を規定している。条件式(4)を満足することによって、適切なレンズ全長を規定している。条件式(4)の上限を超えると、レンズ全長が大きくなり全系の小型化が困難になる。また条件式(4)の下限を超えると、各レンズ群のパワーが強まり、諸収差を良好に補正することが困難になる。なお、各実施例において、より好ましくは条件式(1)乃至(4)の数値範囲を以下の範囲とするのが良い。

【0044】

$$\begin{aligned} \frac{1.649}{1.501} & \frac{(R3Bb + R3Ba)}{f3A / |f3B|} < 2.9 \dots (1a) \\ 0.95 & < x3A / x3B < 1.10 \dots (3a) \\ 4.0 & < TLW / (ft \times \tan(t)) < 6.0 \dots (4a) \end{aligned}$$

各実施例において、より好ましくは条件式(1a)乃至(4a)の数値範囲を以下の範囲とするのが良い。

【0045】

$$\begin{aligned} \frac{1.649}{1.501} & \frac{(R3Bb + R3Ba)}{f3A / |f3B|} < 2.90 \dots (1b) \\ 0.99 & < x3A / x3B < 1.10 \dots (3b) \\ 4.50 & < TLW / (ft \times \tan(t)) < 5.50 \dots (4b) \end{aligned}$$

各実施例では以上のように構成することにより、大型の撮像素子を採用しながら、全系が小型でかつ高速なフォーカシングが容易なズームレンズを実現している。各実施例においては、以下構成の少なくとも1つを満足することが好ましい。

【0046】

部分レンズ群L3Bは1つのレンズまたは1つの接合レンズより構成されるのが良い。部分レンズ群L3Bが、1つのレンズ或いは接合レンズで構成されることによって、フォーカスレンズ群を軽量化することができる。部分レンズ群L3Bは、広角端から望遠端へのズーミングに際し、部分レンズ群L3Aの移動軌跡とは異なった移動軌跡で、又は同一の軌跡で物体側に移動するのが良い。部分レンズ群L3Bが、広角端から望遠端へのズーミングに際し、物体側に移動することによって、部分レンズ群L3Bのレンズ径を小型化することが容易になる。

【0047】

第1レンズ群L1は、物体側から像側へ順に、負の屈折力のレンズと、正の屈折力のレンズを有し、全部で3つ以下のレンズよりなるのが良い。第1レンズ群L1が全部で3つ以下であることによって、沈胴時に薄型化を図ることが容易となる。

【0048】

次に各実施例のレンズ構成について説明する。図1の参考例1のズームレンズでは、広角端から望遠端へのズーミングに際し、矢印のように第2レンズ群L2は物体側に移動する。第3レンズ群L3を構成する正の屈折力の部分レンズ群L3Aと負の屈折力の部分レンズ群L3Bは一体となって（同じ軌跡で）物体側に移動する。第1レンズ群L1は像側に凸状の軌跡を描いて移動する。また、開口絞りSPは第2レンズ群L2の物体側に配置され、ズーミングに際して独立に（各レンズ群とは異なった軌跡で）物体側に移動する。

【0049】

無限遠物体から有限距離物体へ合焦（フォーカス）は、第3レンズ群L3を構成する一部の負の屈折力の部分レンズ群L3Bを光軸上像側へ移動させることで行うリアフォーカス方式を採用している。フォーカシングに際して部分レンズ群L3Aは不動である。

10

【0050】

本参考例では第3レンズ群L3を構成する軽量な部分レンズ群L3Bをフォーカスレンズ群とすることで、迅速な合焦を容易にしている。至近距離物体で発生する像面湾曲の変動をフォーカス用の部分レンズ群L3Bで生じる球面収差で補正している。

【0051】

以下、各レンズ群のレンズ構成について説明する。レンズ構成は、以下、物体側から像側の順とする。第1レンズ群L1は像側のレンズ面が非球面形状でかつ像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズより構成されている。第2レンズ群L2は、両面が非球面形状でかつ物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ、正レンズより構成されている。

20

【0052】

第3レンズ群L3を構成する部分レンズ群L3Aは像側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズ、部分レンズ群L3Bは物体側のレンズ面が非球面形状でかつ物体側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズより構成されている。開口絞りSPは第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の間に配置している。

【0053】

図4の実施例1のズームレンズについて説明する。実施例1は参考例1と比較して、ズーム方式及び第2レンズ群L2のレンズ構成を変更した点異なる。第2レンズ群L2は物体側から像側へ順に、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。また最も像側の正レンズは像側のレンズ面が非球面形状である。

30

【0054】

図4の実施例1のズームレンズでは、広角端から望遠端へのズーミングに際し、矢印のように第2レンズ群L2は物体側に移動する。第3レンズ群L3を構成する正の屈折力の部分レンズ群L3Aと負の屈折力の部分レンズ群L3Bは双方の間隔を縮小しつつ物体側に移動する。第1レンズ群L1は像側に凸状の軌跡を描いて移動する。その他の構成は参考例1と同じである。

【0055】

図7の実施例2のズームレンズについて説明する。実施例2は参考例1と比較して、第2レンズ群L2のレンズ構成と開口絞りSPの位置を変更した点異なる。第2レンズ群L2は、両面が非球面形状の正レンズ、物体側が凸面の正レンズと像側が凹面の負レンズを接合した接合レンズ、像側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズより構成されている。また第2レンズ群L2の最も像側の正レンズの像側のレンズ面は非球面形状である。開口絞りSPは第2レンズ群L2の像側に配置されており、ズーミングに際して第2レンズ群L2と一体的に（同じ軌跡で）移動する。その他の構成は参考例1と同じである。

40

【0056】

図10の参考例2のズームレンズについて説明する。参考例2は参考例1と比較して、第2レンズ群L2のレンズ構成と第3レンズ群L3の各部分レンズ群L3a、L3bの広角端から望遠端にズーミングする際の相対的な移動軌跡を変更した点異なる。

50

【 0 0 5 7 】

第2レンズ群L2は、物体側から像側へ順に、物体側のレンズ面が非球面形状の正レンズ、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズを接合した接合レンズ、像側のレンズ面が非球面形状でかつメニスカス形状の負レンズから構成されている。

【 0 0 5 8 】

図10の参考例2のズームレンズでは、広角端から望遠端へのズーミングに際し、矢印のように第2レンズ群L2は物体側に移動する。第3レンズ群L3を構成する正の屈折力の部分レンズ群L3Aと負の屈折力の部分レンズ群L3Bは双方の間隔を拡大しつつ物体側に移動する。この他の構成は参考例1と同じである。

【 0 0 5 9 】

図13の実施例3のズームレンズについて説明する。実施例3は参考例1と比較して、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2のレンズ構成が異なる。第1レンズ群L1は物体側から像側へ順に、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス形状の2つの正レンズから構成されている。第2レンズ群L2は物体側の面が非球面形状の正レンズ、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとを接合した接合レンズ、像側の面が非球面形状の負レンズより構成されている。この他の構成は参考例1と同じである。

【 0 0 6 0 】

図16の実施例4のズームレンズについて説明する。実施例4は参考例1と比較して、第1レンズ群L1のレンズ構成と第2レンズ群L2のレンズ構成と第3レンズ群L3の各部分レンズ群L3A、L3Bの広角端から望遠端にズーミングする際の相対的な移動軌跡を変更した点が異なる。

【 0 0 6 1 】

第1レンズ群L1は物体側から像側へ順に、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ、像側のレンズ面が非球面形状で両凹形状の負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズから構成されている。第2レンズ群L2は物体側の面が非球面形状の正レンズ、両凸形状の正レンズと両凹形状の負レンズとを接合した接合レンズ、像側の面が非球面形状の負レンズより構成されている。

【 0 0 6 2 】

図16の実施例4のズームレンズでは、広角端から望遠端へのズーミングに際し、矢印のように第2レンズ群L2は物体側に移動する。第3レンズ群L3を構成する正の屈折力の部分レンズ群L3Aと負の屈折力の部分レンズ群L3Bは双方の間隔を拡大しつつ物体側に移動する。この他の構成は参考例1と同じである。

【 0 0 6 3 】

次に、本発明の参考例1、実施例1、2、参考例2、実施例3、4に対応する数値実施例1乃至6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し、 r_i はレンズ面の曲率半径である。 d_i は第i面と第i+1面との間のレンズ肉厚および空気間隔である。 n_{di} 、 d_i はそれぞれd線に対する屈折率、アッペ数を示す。*は非球面であることを示す。また、最も像側の4つの面はフェースプレート等のガラス材である。また、k、A4、A6、A8、A10は非球面係数である。

【 0 0 6 4 】

非球面形状は光軸からの高さhの位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にしてxとすると

$$x = (h^2 / R) / [1 + \{1 - (1 + k)(h/R)^2\}^{1/2}] + A4 \cdot h^4 + A6 \cdot h^6 + A8 \cdot h^8 + A10 \cdot h^{10}$$

で表される。但しRは近軸曲率半径である。

各非球面係数における「 $e \pm XX$ 」は「 $\times 10 \pm XX$ 」を意味している。

【 0 0 6 5 】

バックフォーカスBFは最終面（ガラスブロック面）から像面までの距離で示している。数値実施例2において間隔d5、数値実施例4において間隔d5の一部、数値実施例5

10

20

30

40

50

において間隔 d 7 の一部、数値実施例 6 において間隔 d 7 の一部が負になっている。これは物体側から像側へ順に開口絞り S P、第 2 レンズ群 L 2 の最も物体側のレンズと数えたためである。又、前述の各条件式と各数値実施例との関係を表 1 に示す。

【 0 0 6 6 】

(数値実施例 1)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径	
1	630.930	2.00	1.85135	40.1	23.69	10
2*	14.274	2.71			19.32	
3	16.615	2.70	1.92286	20.9	19.42	
4	28.019	(可変)			18.68	
5(絞り)		(可変)			9.14	
6*	9.988	2.80	1.59201	67.0	9.62	
7*	57.271	0.86			9.13	
8	18.862	0.90	1.84666	23.8	8.73	
9	9.964	0.76			8.22	
10	19.817	1.70	1.55332	71.7	8.23	20
11	-40.328	(可変)			8.07	
12	-133.988	1.80	1.80518	25.4	12.03	
13	-24.167	2.15			12.44	
14*	-12.621	1.10	1.80139	45.5	12.73	
15	-70.306	(可変)			14.30	
16		1.20	1.51633	64.1	30.00	
17		0.50			30.00	
18		0.50	1.51633	64.1	30.00	
19					30.00	
像面						30

非球面データ

第2面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.05597e-006 A 6= 1.25558e-007 A 8=-1.50164e-009 A10= 6.60752e-012

第6面

K = 0.00000e+000 A 4=-7.49169e-005 A 6=-3.83056e-007 A 8=-5.11542e-009

第7面

K = 0.00000e+000 A 4= 9.58427e-006

第14面

K = 0.00000e+000 A 4=-6.87375e-006 A 6=-1.87280e-007 A 8= 2.83233e-009

各種データ

ズーム比	2.55		
	広角	中間	望遠
焦点距離	18.20	32.56	46.35
Fナンバー	3.61	5.04	6.47

半画角（度）	36.83	22.71	16.39
像高	13.63	13.63	13.63
レンズ全長	63.75	57.99	61.36
BF	0.50	0.50	0.50

d 4	20.69	7.19	2.83
d 5	1.77	1.09	0.42
d11	10.74	10.86	10.23
d15	8.38	16.68	25.72

10

入射瞳位置	14.47	9.04	6.48
射出瞳位置	-24.04	-32.02	-40.43
前側主点位置	19.17	9.00	0.34
後側主点位置	-17.70	-32.06	-45.85

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	-31.46	7.41	0.44	-4.65
SP	5		0.00	0.00	-0.00
L2	6	19.24	7.01	0.37	-4.82
L3A	12	36.35	1.80	1.21	0.22
L3B	14	-19.36	1.10	-0.13	-0.75
G	16		2.20	0.81	-0.81

20

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-17.18
2	3	39.72
3	6	19.99
4	8	-26.16
5	10	24.26
6	12	36.35
7	14	-19.36
8	16	0.00
9	18	0.00

30

【 0 0 6 7 】

(数値実施例 2)

単位 mm

40

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	335.246	2.00	1.85135	40.1	24.03
2*	13.760	3.21			19.39
3	17.153	2.70	1.92286	20.9	19.32
4	28.292	(可変)			18.50
5(絞り)		(可変)			9.68
6*	10.457	3.50	1.58313	59.4	9.87
7	40.325	0.36			9.12
8	19.255	1.80	1.60311	60.6	8.90

50

9	228.119	0.93			8.38
10	-19.704	1.10	1.84666	23.8	8.09
11	201.902	0.89			7.98
12	127.080	1.70	1.55332	71.7	7.89
13*	-24.283	(可変)			7.78
14	-235.335	1.80	1.80518	25.4	13.58
15	-32.191	(可変)			14.00
16	-13.421	1.20	1.76802	49.2	14.23
17*	-54.777	(可変)			16.04
18		1.20	1.51633	64.1	30.00
19		0.50			30.00
20		0.50	1.51633	64.1	30.00
21					30.00

像面

非球面データ

第2面

K = -4.89598e-001 A 4= 2.05544e-005 A 6= 8.29112e-008 A 8= 1.96550e-010 A10= 1.81500e-014

10

20

第6面

K = -6.81908e-001 A 4= 1.00935e-004 A 6= 1.41205e-006 A 8= -6.67307e-009 A10= 5.14516e-010

第13面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.48890e-004 A 6= 1.52840e-006 A 8= 8.21576e-008

第17面

K = 0.00000e+000 A 4= -1.29737e-005 A 6= -9.39646e-009 A 8= -7.15201e-010 A10= 8.18626e-012

30

各種データ

ズーム比	2.86		
	広角	中間	望遠
焦点距離	18.20	35.24	52.10
Fナンバー	3.61	5.29	7.00
半画角(度)	36.77	21.10	14.63
像高	13.60	13.60	13.60
レンズ全長	65.15	60.50	65.96
BF	0.50	0.50	0.50

40

d 4	21.61	7.08	2.66
d 5	-0.16	-0.69	-1.21
d13	9.92	10.96	11.07
d15	2.00	2.00	1.95
d17	7.91	17.27	27.62

入射瞳位置	14.37	9.02	6.57
射出瞳位置	-24.11	-33.72	-43.87
前側主点位置	19.11	7.97	-2.51

50

後側主点位置 -17.70 -34.74 -51.60

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	-29.59	7.91	0.27	-5.34
SP	5		0.00	0.00	-0.00
L2	6	19.48	10.27	0.41	-7.28
L3A	14	46.13	1.80	1.15	0.16
L3B	16	-23.44	1.20	-0.22	-0.91
G	18		2.20	0.81	-0.81

10

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-16.90
2	3	42.29
3	6	23.21
4	8	34.76
5	10	-21.16
6	12	36.99
7	14	46.13
8	16	-23.44
9	18	0.00
10	20	0.00

20

【 0 0 6 8 】

(数値実施例 3)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	-941.504	2.10	1.85135	40.1	26.05
2*	16.681	2.96			21.70
3	19.114	2.90	1.92286	20.9	21.84
4	32.192	(可変)			21.08
5*	10.682	3.60	1.58313	59.4	9.39
6*	-358.259	0.36			8.88
7	25.252	1.60	1.48749	70.2	8.55
8	129.775	1.20	1.80809	22.8	8.05
9	16.420	1.18			7.53
10	-55.945	1.50	1.55332	71.7	7.39
11*	-15.970	0.99			7.34
12(絞リ)		(可変)			6.96
13	-22.687	1.80	1.80518	25.4	11.37
14	-13.868	1.75			12.03
15	-10.179	1.20	1.76802	49.2	12.32
16*	-35.476	(可変)			14.23
17		1.20	1.51633	64.1	30.00
18		0.50			30.00
19		0.50	1.51633	64.1	30.00
20					30.00

30

40

50

像面

非球面データ

第2面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.85663e-006 A 6=-6.42586e-009 A 8=-1.34037e-011 A10=-2.33517e-013

第5面

K = 0.00000e+000 A 4=-6.78016e-005 A 6=-2.39198e-006 A 8= 9.66286e-009 A10=-2.78029e-009

10

第6面

K = 0.00000e+000 A 4= 6.44369e-007 A 6=-2.42536e-006 A 8=-1.35785e-007

第11面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.37313e-004 A 6= 2.61315e-006 A 8= 9.51658e-008

第16面

K = 0.00000e+000 A 4=-2.87189e-005 A 6= 1.45191e-008 A 8=-1.30367e-009 A10=4.13170e-012

20

各種データ

ズーム比	2.86		
	広角	中間	望遠
焦点距離	18.20	35.31	52.10
Fナンバー	3.61	5.31	7.00
半画角(度)	36.77	21.07	14.63
像高	13.60	13.60	13.60
レンズ全長	64.49	57.22	61.04
BF	0.50	0.50	0.50

30

d 4	23.20	6.40	0.70
d12	7.94	7.60	7.29
d16	7.51	17.37	27.21

入射瞳位置	19.10	14.66	12.51
射出瞳位置	-18.09	-27.75	-37.40
前側主点位置	19.49	5.84	-7.01
後側主点位置	-17.70	-34.81	-51.60

40

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	-34.28	7.96	0.38	-5.12
L2	5	18.37	10.		
43		0.60	-7.38		
L3A	13	40.61	1.80	2.35	1.44
L3B	15	-18.98	1.20	-0.28	-0.97
G	17		2.20	0.81	-0.81

単レンズデータ

50

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-19.23
2	3	46.08
3	5	17.85
4	7	63.99
5	8	-23.37
6	10	39.86
7	13	40.61
8	15	-18.98
9	17	0.00
10	19	0.00

10

【 0 0 6 9 】

(数値実施例 4)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	474.910	2.00	1.88202	37.2	26.10
2*	14.420	2.55			21.00
3	17.336	3.00	1.92286	20.9	21.19
4	32.217	(可変)			20.51
5(絞リ)		(可変)			9.65
6*	10.510	3.00	1.69350	53.2	10.08
7	28.553	0.22			9.31
8	14.847	2.90	1.55332	71.7	9.09
9	-22.268	0.70	1.76182	26.5	8.32
10	30.733	0.87			7.88
11	-86.184	0.90	1.74330	49.3	7.67
12*	-1723.710	(可変)			7.49
13	452.220	2.00	1.80518	25.4	13.03
14	-36.074	(可変)			13.56
15	-14.559	0.90	1.80400	46.6	14.20
16	-40.088	(可変)			15.62
17		1.20	1.51633	64.1	30.00
18		0.50			30.00
19		0.50	1.51633	64.1	30.00
20					30.00

20

30

像面

40

非球面データ

第2面

K = 0.00000e+000 A 4= 9.36719e-007 A 6=-3.21408e-008 A 8= 1.76026e-010 A10=-2.59875e-012

第6面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.22453e-005 A 6= 4.59342e-007 A 8= 1.33646e-008

第12面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.16055e-004 A 6= 2.64693e-006 A 8= 1.15951e-007

50

各種データ

ズーム比	2.86		
	広角	中間	望遠
焦点距離	18.20	35.16	52.10
Fナンバー	3.61	5.15	6.70
半画角(度)	36.77	21.15	14.63
像高	13.60	13.60	13.60
レンズ全長	68.25	61.04	65.15
BF	0.50	0.50	0.50

10

d 4	24.56	7.98	2.71
d 5	1.46	0.69	-0.07
d12	9.07	8.42	8.10
d14	2.73	3.08	3.26
d16	8.70	19.13	29.42

入射瞳位置	15.73	9.47	6.40
射出瞳位置	-25.66	-35.33	-45.05
前側主点位置	21.27	10.13	-1.10
後側主点位置	-17.70	-34.66	-51.60

20

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	-32.41	7.55	0.35	-4.72
SP	5		0.00	0.00	-0.00
L2	6	21.06	8.58	-3.17	-7.76
L3A	13	41.57	2.00	1.03	-0.08
L3B	15	-28.89	0.90	-0.29	-0.80
G	17		2.20	0.81	-0.81

30

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-16.90
2	3	37.08
3	6	22.46
4	8	16.56
5	9	-16.85
6	11	-122.08
7	13	41.57
8	15	-28.89
9	17	0.00
10	19	0.00

40

【 0 0 7 0 】

(数値実施例 5)

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
-----	---	---	----	---	-----

50

1	209.292	0.70	1.88300	40.8	25.33
2	15.755	0.27			21.60
3	15.900	1.74	1.53110	56.0	21.60
4*	15.473	2.93			20.67
5	17.356	2.60	1.92286	20.9	20.66
6	26.517	(可変)			19.90
7(絞り)		(可変)			9.59
8*	10.078	3.00	1.69350	53.2	10.15
9	41.379	0.49			9.40
10	19.773	2.60	1.55332	71.7	9.01
11	-20.609	0.70	1.76182	26.5	8.17
12	31.011	0.64			7.65
13	-96.706	0.90	1.76802	49.2	7.50
14*	1103.906	(可変)			7.31
15	901.149	2.10	1.80518	25.4	13.94
16	-36.521	2.36			14.42
17	-14.400	0.90	1.80400	46.6	14.76
18	-38.550	(可変)			16.19
19		1.20	1.51633	64.1	30.00
20		0.50			30.00
21		0.50	1.51633	64.1	30.00
22					30.00

像面

非球面データ

第4面

K = 0.00000e+000 A 4= 5.50689e-006 A 6= 4.97218e-008 A 8=-4.36623e-010 A10= 1.27517e-012

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.85936e-005 A 6= 2.90621e-007 A 8= 1.75936e-008

第14面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.14991e-004 A 6= 2.32339e-006 A 8= 1.57121e-007

各種データ

ズーム比	2.86		
	広角	中間	望遠
焦点距離	18.20	35.22	52.10
Fナンバー	3.61	5.31	7.00
半画角(度)	36.77	21.11	14.63
像高	13.60	13.60	13.60
レンズ全長	68.09	61.94	66.66
BF	0.50	0.50	0.50
d 6	23.01	7.71	3.28
d 7	2.25	0.85	-0.56
d14	10.36	9.43	8.98
d18	7.83	19.32	30.33

10

20

30

40

50

入射瞳位置	15.43	9.71	7.26
射出瞳位置	-25.78	-35.88	-45.87
前側主点位置	21.03	10.83	0.83
後側主点位置	-17.70	-34.72	-51.60

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	-32.19	8.24	0.27	-5.65
SP	7		0.00	0.00	-0.00
L2	8	20.86	8.33	-3.22	-7.63
L3A	15	43.63	2.10	1.12	-0.05
L3B	17	-29.07	0.90	-0.30	-0.81
G	19		2.20	0.81	-0.81

10

単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-19.33
2	3	2598.22
3	5	47.91
4	8	18.49
5	10	18.67
6	11	-16.16
7	13	-115.74
8	15	43.63
9	17	-29.07
10	19	0.00
11	21	0.00

20

【 0 0 7 1 】

(数値実施例 6)

30

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	有効径
1	285.744	0.70	1.83400	37.2	22.75
2	18.420	4.20			19.94
3	-102.878	0.70	1.76802	49.2	19.56
4*	111.133	0.12			19.24
5	20.593	2.20	1.92286	20.9	19.15
6	38.116	(可変)			18.65
7(絞リ)		(可変)			9.59
8*	9.854	3.10	1.69350	53.2	10.07
9	40.931	0.46			9.30
10	16.372	3.00	1.55332	71.7	8.88
11	-18.056	0.70	1.78472	25.7	7.94
12	49.252	0.58			7.50
13	-45.968	0.90	1.76802	49.2	7.36
14*	145.258	(可変)			7.12
15	-542.068	1.50	1.84666	23.8	13.45
16	-37.397	(可変)			13.81

40

50

17	-12.055	0.90	1.80400	46.6	14.27
18	-25.100	(可変)			15.92
19		1.20	1.51633	64.1	30.00
20		0.50			30.00
21		0.50	1.51633	64.1	30.00
22					30.00

像面

非球面データ

第4面

10

K = 0.00000e+000 A 4= 2.00154e-005 A 6=-1.02309e-008 A 8= 5.62424e-010 A10=
-1.20907e-012

第8面

K = 0.00000e+000 A 4= 4.40958e-005 A 6= 8.31775e-008 A 8= 1.95210e-008

第14面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.80991e-004 A 6= 1.53930e-006 A 8= 2.47609e-007

各種データ

20

ズーム比	2.86		
	広角	中間	望遠
焦点距離	18.20	35.33	52.10
Fナンバー	3.61	5.31	7.00
半画角(度)	36.77	21.05	14.63
像高	13.60	13.60	13.60
レンズ全長	62.20	58.14	63.67
BF	0.50	0.50	0.50

d 6	19.67	5.92	1.77
d 7	1.31	0.64	-0.03
d14	9.31	6.78	6.09
d16	2.78	3.81	4.05
d18	7.36	19.22	30.02

30

入射瞳位置	13.69	8.56	6.26
射出瞳位置	-23.95	-34.16	-44.29
前側主点位置	18.34	7.88	-2.24
後側主点位置	-17.70	-34.83	-51.60

40

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	レンズ構成長	前側主点位置	後側主点位置
L1	1	-28.81	7.92	0.10	-6.05
SP	7		0.00	0.00	-0.00
L2	8	19.36	8.74	-3.78	-7.98
L3A	15	47.38	1.50	0.87	0.06
L3B	17	-29.76	0.90	-0.48	-0.99
G	19		2.20	0.81	-0.81

単レンズデータ

50

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-23.64
2	3	-69.46
3	5	45.78
4	8	17.98
5	10	16.02
6	11	-16.76
7	13	-45.37
8	15	47.38
9	17	-29.76
10	19	0.00
11	21	0.00

10

【 0 0 7 2 】

【 表 1 】

条件式	下限	上限	参考例1	実施例1	実施例2	参考例2	実施例3	実施例4
(1)	1.05	3.00	1.438	1.649	1.805	2.141	2.193	2.848
(2)	1.00	2.50	1.878	1.968	2.14	1.439	1.501	1.592
(3)	0.85	1.20	1	0.997	1	1.026	1	1.056
(4)	3.00	6.50	4.688	4.79	4.742	5.018	5.007	4.574

20

【 0 0 7 3 】

次に本発明の撮像装置の一例としてデジタルスチルカメラを用いたときの実施例を図 19 を用いて説明する。図 19 において、20 はカメラ本体、21 は本発明に係る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。

【 0 0 7 4 】

23 は撮像素子 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ーである。このように本発明によれば、小型

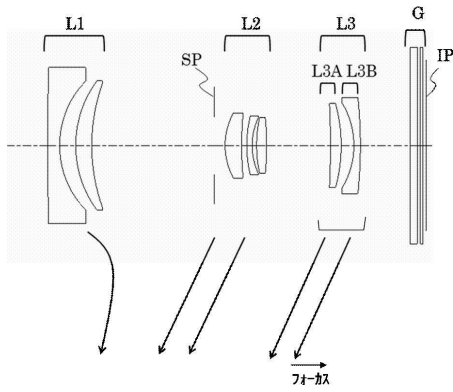
30

【 符号の説明 】

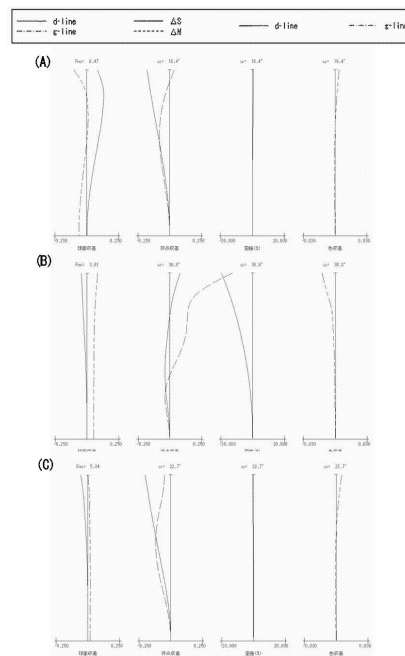
【 0 0 7 5 】

L 1 第 1 レンズ群 L 2 第 2 レンズ群 L 3 第 3 レンズ群
L 3 A 部分レンズ群 L 3 B 部分レンズ群
S P F ナンバー決定部材（開口絞り）

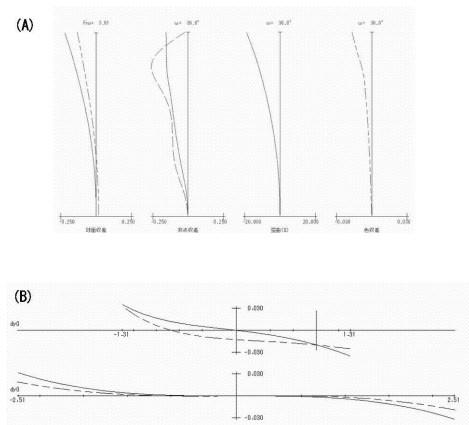
【図 1】



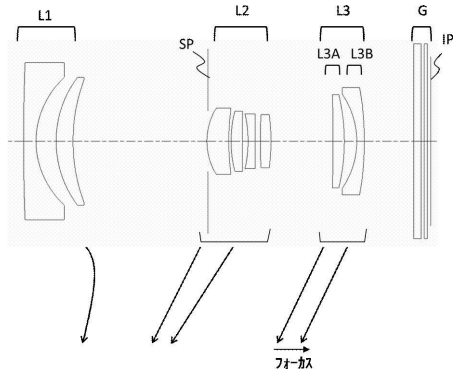
【図 2】



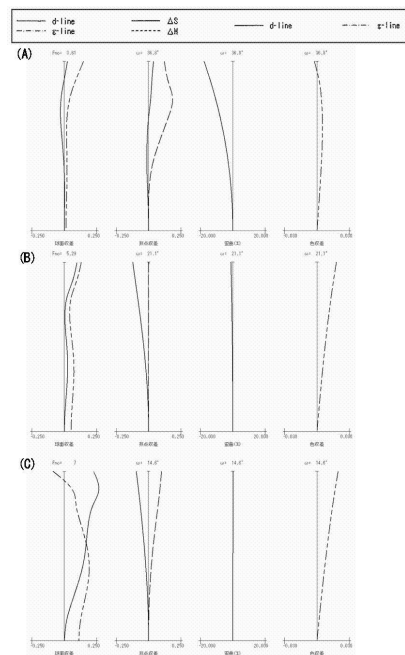
【図 3】



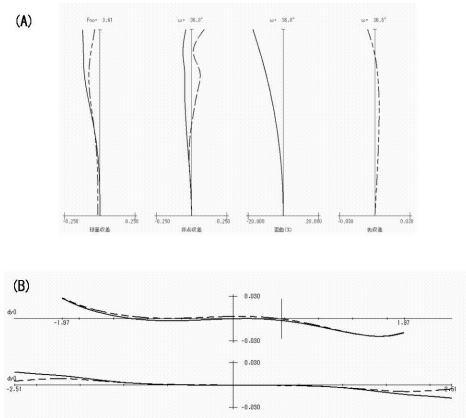
【図 4】



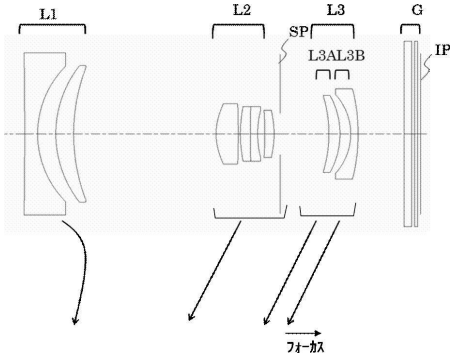
【図 5】



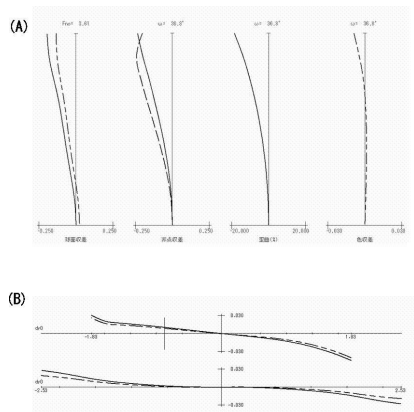
【図 6】



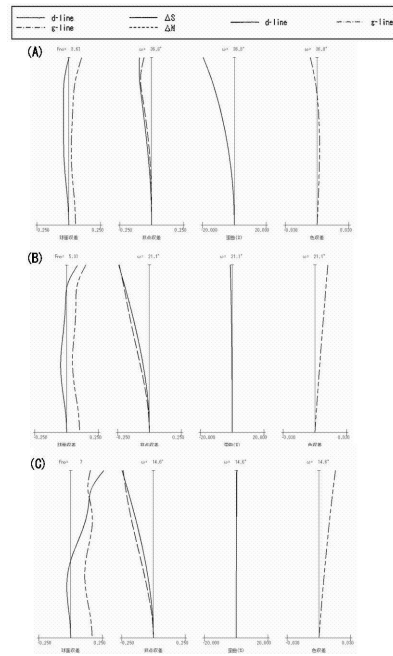
【図 7】



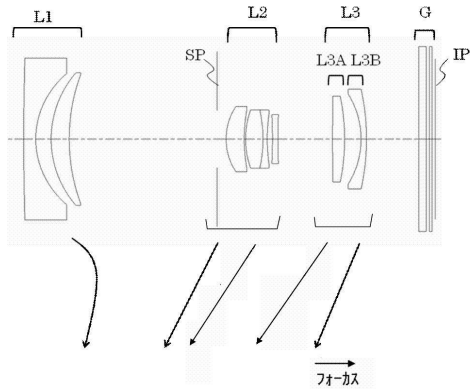
【図 9】



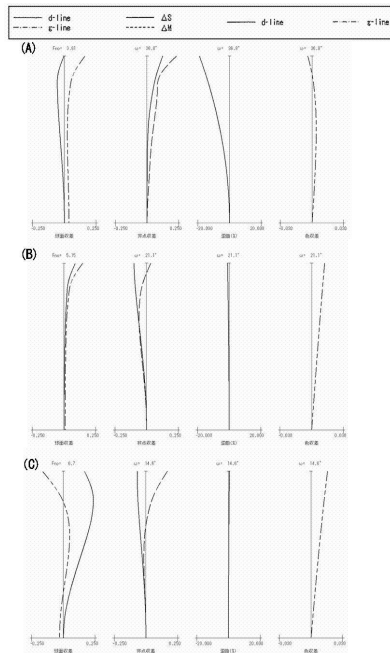
【図 8】



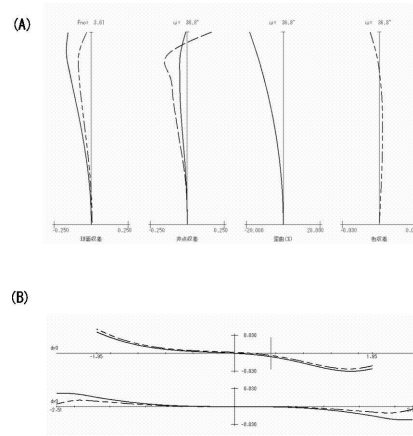
【図 10】



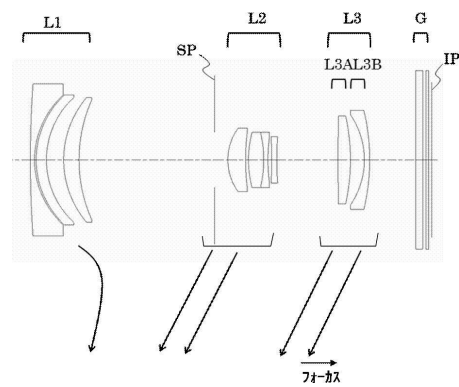
【図 1 1】



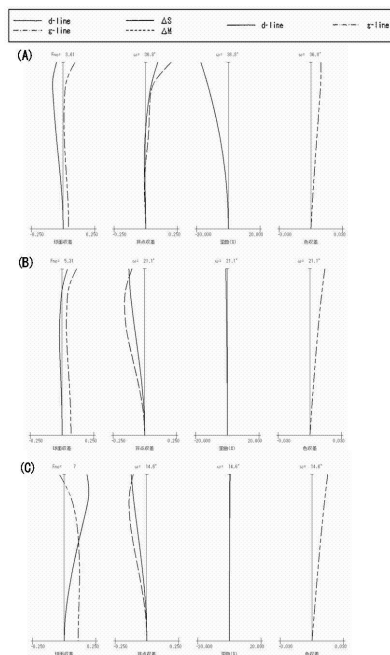
【図 1 2】



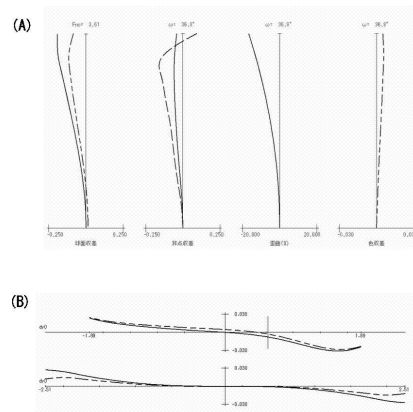
【図 1 3】



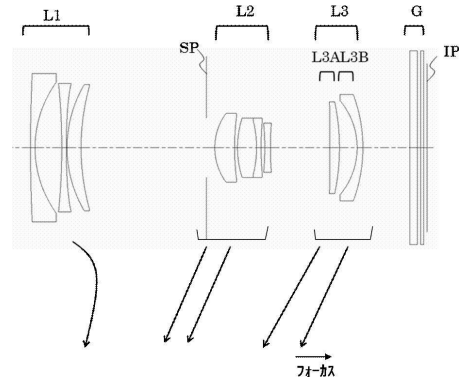
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭58-160912(JP,A)
特開平07-146441(JP,A)
特開平04-237009(JP,A)
特開平08-062499(JP,A)
特開平08-220436(JP,A)
特開平08-184761(JP,A)
米国特許第05253114(US,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