

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-44191

(P2010-44191A)

(43) 公開日 平成22年2月25日 (2010.2.25)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G02B 15/20 (2006.01)	G02B 15/20	2H087
G02B 13/18 (2006.01)	G02B 13/18	
G03B 5/00 (2006.01)	G03B 5/00	J

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2008-207756 (P2008-207756)
 (22) 出願日 平成20年8月12日 (2008.8.12)

(71) 出願人 000004112
 株式会社ニコン
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
 (74) 代理人 100140800
 弁理士 保坂 丈世
 (72) 発明者 佐藤 進
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ、このズームレンズを備えた光学機器、及び、ズームレンズの製造方法

(57) 【要約】

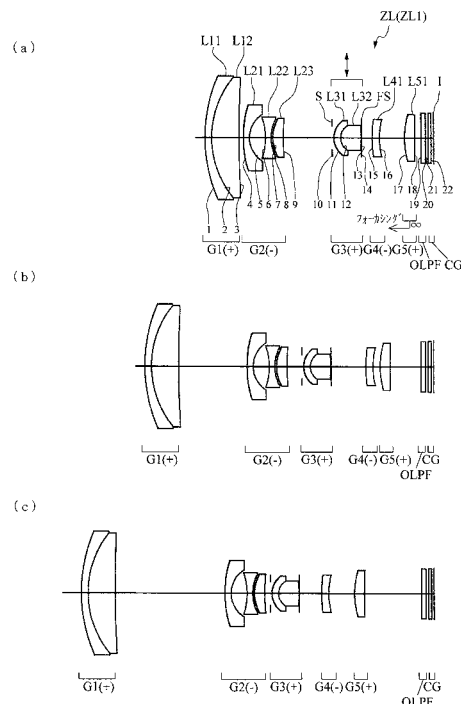
【課題】 良好な光学性能を有するズームレンズ、このズームレンズを備えた光学機器、及び、ズームレンズの製造方法を提供する。

【解決手段】 電子スチルカメラ 1 等に搭載されるズームレンズ ZL を、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3、負の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4、正の屈折力を有する第 5 レンズ群 G 5 で構成する。第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、正レンズを有し、第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、両凹レンズ、正レンズを有する。第 1、第 2、第 3 レンズ群 G 1、G 2、G 3 の焦点距離を f_1 、 f_2 、 f_3 としたとき、次式

$$0.005 < (-f_2) \times f_3 / (f_1^2) < 0.023$$

の条件を満足する。

【選択図】 図 1



前記第 5 レンズ群は、物体側レンズ面が物体側に凸形状で像側レンズ面より曲率半径の小さい正レンズとして構成され、

撮像物体が有限距離にある場合の合焦に際しては、前記第 5 レンズ群を光軸に沿って物体側に移動させる請求項 1 ~ 9 いずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 1】

撮影物体が無限遠にあるときに、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、

前記第 1 レンズ群及び前記第 3 レンズ群は、物体側へ移動し、

前記第 2 レンズ群は、前記広角端状態から所定の間焦点距離状態までは光軸に沿って像側に移動し、前記所定の間焦点距離状態から前記望遠端状態までは光軸に沿って物体側に移動する請求項 1 ~ 10 いずれか一項に記載のズームレンズ。

10

【請求項 1 2】

前記第 3 レンズ群は、物体側から順に、

物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、

像側レンズ面が非球面の両凸レンズと、を有し、

前記第 4 レンズ群は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズを有する請求項 1 ~ 11 いずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 1 3】

前記第 3 レンズ群は、物体側から順に、

物体側レンズ面が物体側に凸形状の非球面である正レンズと、

物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、

像側レンズ面が非球面の両凸レンズと、を有し、

前記第 4 レンズ群は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズを有する請求項 1 ~ 11 いずれか一項に記載のズームレンズ。

20

【請求項 1 4】

請求項 1 ~ 13 いずれか一項に記載のズームレンズを有する光学機器。

【請求項 1 5】

物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、負の屈折力を有する第 4 レンズ群と、正の屈折力を有する第 5 レンズ群と、を有するズームレンズの製造方法であって、

30

物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、正レンズと、を前記第 1 レンズ群に配置し、

物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと、正レンズと、を前記第 2 レンズ群に配置し、

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 とし、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 とし、前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 としたとき、次式

$$0.005 < (-f_2) \times f_3 / (f_1^2) < 0.023$$

の条件を満足するズームレンズの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、ズームレンズ、このズームレンズを備えた光学機器、及び、ズームレンズの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、電子スチルカメラなどに適したズームレンズが提案されている（例えば、特許文献 1、2 参照）。

【特許文献 1】特開 2007 47538 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 264174 号公報

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、従来のズームレンズでは、優れた光学性能を維持しつつ広角端画角と変倍比を大きくできないという課題があった。

【0004】

本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであり、優れた光学性能を維持しつつ、広角端画角と変倍比が大きく、かつ広角端全長の小型なズームレンズ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】

【0005】

前記課題を解決するために、本発明に係るズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群と、を有し、第1レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、正レンズと、を有し、第2レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと、正レンズと、を有するよう構成する。そして、第1レンズ群の焦点距離を f_1 とし、第2レンズ群の焦点距離を f_2 とし、第3レンズ群の焦点距離を f_3 としたとき、次式

$$0.005 < (-f_2) \times f_3 / (f_1^2) < 0.023$$

の条件を満足するよう構成する。

【0006】

また、このようなズームレンズは、第1レンズ群の焦点距離を f_1 とし、第2レンズ群の焦点距離を f_2 としたとき、次式

$$0.050 < (-f_2) / f_1 < 0.140$$

の条件を満足することが好ましい。

【0007】

また、このようなズームレンズは、第1レンズ群の焦点距離を f_1 とし、第5レンズ群の焦点距離を f_5 としたとき、次式

$$0.57 < f_5 / f_1 < 1.30$$

の条件を満足することが好ましい。

【0008】

また、このようなズームレンズは、第1レンズ群に含まれる負メニスカスレンズの媒質の d 線に対する屈折率を n_{11} としたとき、次式

$$1.85 < n_{11} < 2.30$$

の条件を満足することが好ましい。

【0009】

また、このようなズームレンズにおいて、第1レンズ群は、負メニスカスレンズと正レンズとの接合レンズとして構成され、第2レンズ群は、全てのレンズが空気間隔を空けて配置されることが好ましい。

【0010】

また、このようなズームレンズは、第3レンズ群の焦点距離を f_3 とし、第4レンズ群の焦点距離を f_4 としたとき、次式

$$0.10 < f_3 / (-f_4) < 0.45$$

の条件を満足することが好ましい。

【0011】

また、このようなズームレンズは、第2レンズ群に含まれる負メニスカスレンズの物体側レンズ面を非球面とし、さらに、第2レンズ群に含まれる前記正レンズのレンズ面のうち、少なくとも1面を非球面とすることが好ましい。

【0012】

また、このようなズームレンズにおいて、第3レンズ群の少なくとも一部は、光軸と略

10

20

30

40

50

垂直方向の成分を持つように移動することが好ましい。

【0013】

また、このようなズームレンズにおいて、第2レンズ群の少なくとも一部は、光軸と略垂直方向の成分を持つように移動することが好ましい。

【0014】

また、このようなズームレンズにおいて、第5レンズ群は、物体側レンズ面が物体側に凸形状で像側レンズ面より曲率半径の小さい正レンズとして構成され、撮像物体が有限距離にある場合の合焦に際しては、第5レンズ群を光軸に沿って物体側に移動させることが好ましい。

【0015】

また、このようなズームレンズは、撮影物体が無有限遠にあるときに、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、第1レンズ群及び第3レンズ群は、物体側へ移動し、第2レンズ群は、広角端状態から所定の間焦点距離状態までは光軸に沿って像側に移動し、所定の間焦点距離状態から望遠端状態までは光軸に沿って物体側に移動することが好ましい。

【0016】

また、このようなズームレンズにおいて、第3レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、像側レンズ面が非球面の両凸レンズと、を有し、第4レンズ群は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズを有することが好ましい。

【0017】

また、このようなズームレンズにおいて、第3レンズ群は、物体側から順に、物体側レンズ面が物体側に凸形状の非球面である正レンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、像側レンズ面が非球面の両凸レンズと、を有し、第4レンズ群は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズを有することが好ましい。

【0018】

また、本発明に係る光学機器は、上述のズームレンズのいずれかを備えて構成される。

【0019】

また、本発明に係るズームレンズの製造方法は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群と、を有するズームレンズの製造方法である。その際に、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、正レンズと、を第1レンズ群に配置し、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと、正レンズと、を第2レンズ群に配置し、第1レンズ群の焦点距離を f_1 とし、第2レンズ群の焦点距離を f_2 とし、第3レンズ群の焦点距離を f_3 としたとき、次式

$$0.005 < (-f_2) \times f_3 / (f_1^2) < 0.023$$

の条件を満足するよう製造する。

【発明の効果】

【0020】

本発明に係るズームレンズ、このズームレンズを備えた光学機器、及び、ズームレンズの製造方法を以上のように構成すると、優れた光学性能を維持しつつ、広角端画角と変倍比が大きく、かつ広角端全長の小型なものを得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、本発明の好ましい実施形態について図面を参照して説明する。なお、本明細書中において、広角端状態及び望遠端状態とは、特に記載が無い場合は、無限遠合焦状態を指すものとする。図1に示すように、本ズームレンズZLは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とから構成される。

10

20

30

40

50

【0022】

本ズームレンズZLのレンズ構成を光学的見地で説明すれば、第1レンズ群G1は第1集光レンズ群であり、第2レンズ群G2は変倍レンズ群であり、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との合成群は結像レンズ群であり、第5レンズ群G5はフィールドレンズ群である。

【0023】

更に、収差補正上の特徴を説明する。第1レンズ群G1と第2レンズ群G2とは、変倍に際して光線入射高や光線入射角度が大きく変化するので、球面収差や像面湾曲のズームングに対する変動に大きく寄与する。第3レンズ群G3は、開口絞りを有する構成であることが好ましく、変倍に際して光線入射高や光線入射角度の変化は少ないのでズームングに対する各種収差変動の寄与は少ない。しかしながら、第1レンズ群G1で集光した光束を更に集光する事で結像するので、第3レンズ群G3は強い屈折力にしなげなければならない、曲率半径が小さいレンズから構成される傾向がある。曲率半径の小さいレンズから構成すると、高次の球面収差が大きく発生する傾向にある。第4レンズ群G4と第5レンズ群G5とは、各像高に対する入射光束径が小さいので、球面収差よりも像面湾曲の変動に大きく寄与する。更に、第5レンズ群G5は、シェーディングに代表される固体撮像素子と撮影光学系とのマッチングを取るために、射出瞳を結像面よりも物体側に遠くする働きも有する。

【0024】

ここで、広角端状態における光学系の全長を短くするために、本実施形態のズームレンズZLにおいて、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2とを構成するレンズ枚数を合計5枚以下（具体的には、第1レンズ群G1を凹凸のレンズ2枚、第2レンズ群G2を凹凸のレンズ3枚）となるように構成して、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の総ガラス厚（空気間隔を含む）を、従来品に比べて薄くすることが好ましい。

【0025】

ただし、像面湾曲のズームングに対する変動が大きくならない様に、第1レンズ群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL11と、正レンズL12とを有する構成として、開口絞りSに対してコンセントリックな形状とする事が好ましい。また、球面収差のズームングに対する変動が大きくならない様に、第2レンズ群G2は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21と、両凹レンズL22と、正レンズL23とを有する構成とすることが好ましい。

【0026】

ここで、全長を小さくしたままに変倍比を大きくした場合に、良好なる結像性能を維持するための条件を示す。本実施形態のズームレンズZLは、第1レンズ群G1の焦点距離をf1とし、第2レンズ群G2の焦点距離をf2とし、第3レンズ群G3の焦点距離をf3としたとき、以下に示す条件式(1)を満足することが望ましい。

【0027】

$$0.005 < (-f2) \times f3 / (f1^2) < 0.023 \quad (1)$$

【0028】

条件式(1)は、第1レンズ群G1の焦点距離に対する第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3の焦点距離の比を規定するものである。条件式(1)の上限値を上回ると、広角端の像面湾曲が負に大きくなるため好ましくない。なお、条件式(1)の上限値を0.021とすることが好ましい。反対に、条件式(1)の下限値を下回ると、変倍による球面収差の変動が大きくなるため好ましくない。なお、条件式(1)の下限値を0.010とすることが好ましい。

【0029】

このようなズームレンズZLは、第1レンズ群G1の焦点距離をf1とし、第2レンズ群G2の焦点距離をf2としたとき、以下に示す条件式(2)を満足することが望ましい。この条件式(2)を満足することで、全長を小さくしたままに変倍比を大きくし

10

20

30

40

50

、良好なる結像性能を維持することができる。

【0030】

$$0.050 < (-f2) / f1 < 0.140 \quad (2)$$

【0031】

条件式(2)は、第1レンズ群G1の焦点距離に対する第2レンズ群G2の焦点距離の比を規定するものである。条件式(2)の上限値を上回ると、望遠端状態の像面湾曲が正に大きくなるため好ましくない。なお、条件式(2)の上限値を0.135, 0.130とすることが好ましい。反対に、条件式(2)の下限値を下回ると、変倍による球面収差の変動が大きくなるため好ましくない。なお、条件式(2)の下限値を0.070とすることが好ましい。

10

【0032】

また、このズームレンズZLにおいて、第1レンズ群G1の焦点距離をf1とし、第5レンズ群G5の焦点距離をf5としたとき、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。この条件式(3)を満足することで、良好な結像性能を維持しつつ、全長を小さくしたままに変倍比を大きくすることができる。

【0033】

$$0.57 < f5 / f1 < 1.30 \quad (3)$$

【0034】

条件式(3)は、第1レンズ群G1の焦点距離に対する第5レンズ群G5の焦点距離の比を規定するものである。条件式(3)の上限値を上回ると、望遠端状態の像面湾曲が正に大きくなるため好ましくない。なお、条件式(3)の上限値を1.10とすることが好ましい。反対に、条件式(3)の下限値を下回ると、変倍による球面収差の変動が大きくなるため好ましくない。なお、条件式(3)の下限値を0.60とすることが好ましい。

20

【0035】

また、このズームレンズZLにおいて、全長を小さくするべく、第1レンズ群G1の総厚を小さくするためには、第1レンズ群G1に採用する硝子の屈折率を大きくしてレンズ面の曲率半径を大きくすればよい。ここで、第1レンズ群G1に含まれる負メニスカスレンズの媒質のd線に対する屈折率をn11としたとき、以下の条件式(4)を満足することが望ましく、これにより、良好な収差補正が可能となる。

【0036】

$$1.85 < n11 < 2.30 \quad (4)$$

【0037】

条件式(4)は、第1レンズ群G1に含まれる負メニスカスレンズの媒質のd線に対する屈折率を規定するものである。条件式(4)の上限値を上回ると、望遠端の色収差が大きくなるため好ましくない。なお、条件式(4)の上限値を2.15とすることが好ましい。反対に、条件式(4)の下限値を下回ると、第1レンズ群G1の総厚を小さくしたままでは球面収差補正が困難であるため好ましくない。なお、条件式(4)の下限値を1.88とすることが好ましい。

30

【0038】

本実施形態のズームレンズZLにおいて、第1レンズ群G1は、負メニスカスレンズL11と正レンズL12との接合レンズとして構成されるのが好ましく、鏡筒に組み込む際の相互偏心が発生せず、そのため、偏心による像面倒れ(結像面のアオリ現象)が発生しないものとなる。

40

【0039】

また、第2レンズ群G2(図1では、負メニスカスレンズL21と両凹レンズL22と正レンズL23)は、全てのレンズが空気間隔を開けて配置されることが好ましく、これにより、収差補正の自由度を確保することができる。

【0040】

また、このズームレンズZLにおいて、第3レンズ群G3の焦点距離をf3とし、第4レンズ群G4の焦点距離をf4としたとき、以下の条件式(5)を満足することが望まし

50

い。この条件式(5)を満足することで、第1レンズ群G1の有効径が小さいまま、良好な収差補正が可能となる。具体的には、例えば、有効径18~22mmと小さいにも関わらず、高変倍とすることができる。

【0041】

$$0.10 < f_3 / (-f_4) < 0.45 \quad (5)$$

【0042】

条件式(5)は、第4レンズ群G4の焦点距離に対する第3レンズ群G3の焦点距離の比を規定するものである。条件式(5)の上限値を上回ると、ズームによる像面湾曲の変動が大きくなるため好ましくない。なお、条件式(5)の上限値を0.42とすることが好ましい。反対に、条件式(5)の下限値を下回ると、球面収差が大きくなってしま

10

【0043】

また、第2レンズ群G2に含まれる負メニスカスレンズL21の物体側レンズ面を非球面とし、さらに、第2レンズ群G2に含まれる正レンズL23のレンズ面のうち、少なくとも1面を非球面とする事が好ましい。このように構成することで、広角端半画角が35°より大きく、変倍比が5倍以上のズームレンズとすることができる。

【0044】

また、このズームレンズZLにおいて、第3レンズ群G3の少なくとも一部は、光軸と略垂直方向の成分を持つように移動することにより防振補正を行う構成とすることが好ましい。このような構成とすると、像側に負屈折力の第4レンズ群G4を配置しているので、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との屈折力配分を適宜規定することにより、第3

20

【0045】

また、このズームレンズZLにおいて、第2レンズ群G2の少なくとも一部は、光軸と略垂直方向の成分を持つように移動することにより防振補正を行う構成とすることが好ましい。このような構成とすると、結像面でのブレ補正量が、広角端領域と比較して大きくなる傾向にある望遠端領域で、レンズシフト量を小さくすることが可能となる。

【0046】

また、このズームレンズZLにおいて、第5レンズ群G5は、物体側レンズ面が物体側に凸形状で像側レンズ面より曲率半径の小さい正レンズとして構成するのが好ましい。撮像物体が有限距離にある場合の合焦に際しては、第5レンズ群G5を光軸に沿って物体側に移動させることが好ましく、これにより、近距離合焦における像面湾曲収差の変動が少ないものとなり、また、近距離合焦における球面収差の変動が少ないものとなる。

30

【0047】

また、このズームレンズZLは、撮影物体が無遠にあるときに、広角端状態から望遠端状態までレンズ位置状態が変化する際に、第1レンズ群G1及び第3レンズ群G3は、物体側へ移動し、第2レンズ群G2は、広角端状態から所定の間焦点距離状態までは光軸に沿って像側に移動し、所定の間焦点距離状態から望遠端状態までは光軸に沿って物体側に移動することが好ましい。このように第1レンズG1が物体側へ移動することにより、高変倍のズームレンズであるにも関わらず、鏡筒縮筒時には全長を小さくすることができ、第1レンズ群G1の広角端全長よりも小さい縮筒全長を簡易な方法で組み込むことができる。更に、第2レンズ群G2が物体側に凹形状の軌跡の移動を行い、第3レンズ群G3が物体側に移動を行うことにより、効率的な変倍を行うことができ、また、第2レンズ群G2は変倍に必要なスペースを少なくでき、かつ、第3レンズ群G3が変倍のために物体側に移動するスペースを確保することができる。

40

【0048】

ここで、第3レンズ群G3を正の屈折力とし、第4レンズ群G4を負の屈折力としてテレフォトタイプの構成とすれば、全光学系のバックフォーカスが短くなる。更に、最大撮影画角に対する第1レンズ群G1の入射光束高が低くなるため、第1レンズ群G1の有効径も小さくなる。第3レンズ群G3は、物体側のレンズ面と像側のレンズ面とが非球面で

50

あることが好ましい。物体側のレンズ面とは、第3レンズ群G3の最も物体側のレンズ面から最も中心厚の大きいレンズの物体側のレンズ面までのいずれかである。像側のレンズ面とは、第3レンズ群G3の最も中心厚の大きいレンズの像側のレンズ面から最も像側のレンズ面までのいずれかである。

【0049】

また、このズームレンズZLにおいて、第3レンズ群G3は、物体側から順に、物体側レンズ面が物体側に凸形状の非球面である負メニスカスレンズ（例えば、図1におけるL31のレンズ）と、像側レンズ面が非球面の両凸レンズ（例えば、図1におけるL32のレンズ）とから構成し、第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ（例えば、図1におけるL41のレンズ）から構成することが好ましく、良好な諸収差を維持しつつズームレンズZLの小型化が達成可能となる。

10

【0050】

また、このズームレンズZLにおいて、第3レンズ群G3は、物体側から順に、物体側レンズ面が物体側に凸形状の非球面である正レンズ（例えば、図4におけるL31のレンズ）と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ（例えば、図4におけるL32のレンズ）と、像側レンズ面が非球面の両凸レンズ（例えば、図4におけるL33のレンズ）とから構成し、第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ（例えば、図4におけるL41のレンズ）から構成することが好ましい。このような構成により、更に良好な結像性能を得ることができる。

【0051】

20

図13に、上述のズームレンズZLを備える光学機器として、デジタル一眼レフカメラ1（以後、単にカメラと記す）の略断面図を示す。このカメラ1において、不図示の物体（被写体）からの光は、撮影レンズ2（ズームレンズZL）で集光されて、クイックリターンミラー3を介して焦点板4に結像される。そして、焦点板4に結像された光は、ペンタプリズム5中で複数回反射されて接眼レンズ6へと導かれる。これにより、撮影者は、物体（被写体）像を接眼レンズ6を介して正立像として観察することができる。

【0052】

また、撮影者によって不図示のリリースボタンが押されると、クイックリターンミラー3が光路外へ退避し、撮影レンズ2で集光された不図示の物体（被写体）の光は撮像素子7上に被写体像を形成する。これにより、物体（被写体）からの光は、当該撮像素子7により撮像され、物体（被写体）画像として不図示のメモリに記録される。このようにして、撮影者は本カメラ1による物体（被写体）の撮影を行うことができる。なお、図17に記載のカメラ1は、ズームレンズZLを着脱可能に保持するものでも良く、ズームレンズZLと一体に成形されるものでも良い。また、カメラ1は、いわゆる一眼レフカメラでも良く、クイックリターンミラー等を有さないコンパクトカメラでも良い。

30

【0053】

以下に記載の内容は、光学特性を損なわない範囲で適宜採用可能である。

【0054】

上述の説明及び以降に示す実施形態においては、5群構成を示したが、6群等の他の群構成にも適用可能である。また、最も物体側にレンズまたはレンズ群を追加した構成や、最も像側にレンズまたはレンズ群を追加した構成でも構わない。また、レンズ群とは、変倍時に変化する空気間隔で分離された、少なくとも1枚のレンズを有する部分を示す。さらに、変倍時の各レンズ群の移動態様も変更可能である。例えば、変倍時に第1レンズ群G1を固定すれば、変倍による第1レンズ群G1の移動機構の勘合差による偏芯収差が発生しない。また、防振群を変倍時に固定すれば、防振機構と変倍機構の分離が可能である。

40

【0055】

また、単独または複数のレンズ群、または部分レンズ群を光軸方向に移動させて、無限遠物体から近距離物体への合焦を行う合焦レンズ群としても良い。この場合、合焦レンズ群はオートフォーカスにも適用でき、オートフォーカス用の（超音波モーター等を用いた

50

) モーター駆動にも適している。特に、第 5 レンズ群 G 5 を合焦レンズ群とするのが好ましい。また、変倍のための機構と合焦のための機構が共存可能であれば、第 1 レンズ群 G 1、第 2 レンズ群 G 2 の少なくとも一部を合焦レンズ群としても良い。

【 0 0 5 6 】

また、本実施形態においては、レンズ群または部分レンズ群を光軸に垂直な方向の成分を持つように移動させて、手ぶれによって生じる像ぶれを補正する防振レンズ群としてもよい。なお、移動としては、直線運動の他、光軸上のある点を回転中心とした回転移動（揺動）でも良い。特に、前述したように第 2 レンズ群 G 2、第 3 レンズ群 G 3 の少なくとも一部を防振レンズ群として、いわゆる防振ズームレンズ系として機能させることが可能である。また、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 とを一体として防振レンズ群としてもよい。

10

【 0 0 5 7 】

また、レンズ面は、球面または平面で形成されても、非球面で形成されても構わない。レンズ面が球面または平面の場合、レンズ加工及び組立調整が容易になり、加工及び組立調整の誤差による光学性能の劣化を防げるので好ましい。また、像面がずれた場合でも描写性能の劣化が少ないので好ましい。レンズ面が非球面の場合、非球面は、研削加工による非球面、ガラスを型で非球面形状に形成したガラスモールド非球面、ガラスの表面に樹脂を非球面形状に形成した複合型非球面のいずれの非球面でも構わない。また、レンズ面は回折面としてもよく、レンズを屈折率分布型レンズ（GRINレンズ）あるいはプラスチックレンズとしてもよい。

20

【 0 0 5 8 】

開口絞り S は、第 3 レンズ群 G 3 近傍または第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間に配置されるのが好ましいが、開口絞り S としての部材を設けずに、レンズの枠でその役割を代用しても良い。

【 0 0 5 9 】

さらに、各レンズ面には、広い波長域で高い透過率を有する反射防止膜を施すことにより、フレアやゴーストを軽減し、コントラストの高い光学性能を達成できる。

【 0 0 6 0 】

本実施形態のズームレンズ Z L は、第 1 レンズ群 G 1 が、正レンズ成分を 1 つ有するのが好ましい。また、第 2 レンズ群 G 2 が、正レンズ成分を 1 つと、負レンズ成分を 2 つ有するのが好ましい。この場合、物体側から順に、負負正の順序にレンズ成分を、空気間隔を介在させて配置するのが好ましい。また、第 3 レンズ群 G 3 が、正レンズ成分を 1 つまたは 2 つと、負レンズ成分を 1 つ有するのが好ましい。この場合、物体側から順に、負正または正負正の順序にレンズ成分を配置するのが好ましい。また、第 4 レンズ群 G 4 が、負レンズ成分を 1 つ有するのが好ましい。また、第 5 レンズ群 G 5 が、正レンズ成分を 1 つ有するのが好ましい。

30

【 0 0 6 1 】

なお、本発明を分かり易く説明するために実施形態の構成要件を付して説明したが、本発明がこれに限定されるものではないことは言うまでもない。

【 0 0 6 2 】

以下、本実施形態のズームレンズ Z L の製造方法の概略を、図 1 4 を参照して説明する。まず、各レンズを配置してレンズ群をそれぞれ準備する。具体的に、本実施形態では、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 1 と、正レンズ L 1 2 と、を配置して第 1 レンズ群 G 1 とし、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 1 と、両凹レンズ L 2 2 と、正レンズ L 2 3 と、を配置して第 2 レンズ群 G 2 とする。

40

【 0 0 6 3 】

次に、円筒状の鏡筒内に各レンズ群を組み込む（ステップ S 1 0 0）。レンズ群を鏡筒内に組み込む際、光軸に沿った順に 1 つずつレンズ群を鏡筒内に組み込んで良いし、一部または全てのレンズ群を保持部材で一体保持してから鏡筒部材と組み立てても良い。上

50

記のようにズームレンズZ Lを組み立てた後は、ズームレンズZ Lの各種動作を確認する（ステップS 2 0 0）。各種動作の一例としては、物体の像を形成する結像動作、変倍時に少なくとも一部のレンズ群が光軸方向に沿って移動する変倍動作、遠距離物体から近距離物体への合焦を行うレンズ群が光軸方向に沿って移動する合焦動作、少なくとも一部のレンズが光軸と略直交方向の成分を持つように移動する手ぶれ補正動作、などが挙げられる。なお、各種動作の確認順序は任意である。

【実施例】

【0064】

以下、本発明の各実施例を、添付図面に基づいて説明する。図1, 4, 7, 10は、本実施例に係るズームレンズZ Lの構成を示す断面図である。この図1のズームレンズZ L 1は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G 1、負の屈折力を有する第2レンズ群G 2、開口絞りS、正の屈折力を有する第3レンズ群G 3、負の屈折力を有する第4レンズ群G 4、正の屈折力を有する第5レンズ群G 5、光学的ローパス・フィルターOLPF、及び、固体撮像素子のカバーガラスCGを備えて構成される。

10

【0065】

第1レンズ群G 1は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 1 1と正レンズL 1 2とを貼り合わせた接合レンズから構成される。第2レンズ群G 2は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 2 1、両凹レンズL 2 2、及び、正レンズL 2 3から構成される。

【0066】

第3レンズ群G 3は、最も物体側の面が物体側に凸形状で、最も像側の面が像側に凸形状に構成される。この第3レンズ群G 3の詳細なレンズ構成は、各実施例で説明する。第4レンズ群G 4は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 4 1から構成される。第5レンズ群G 5は、物体側物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 5 1から構成される。第3レンズ群G 3と第4レンズ群G 4との間に、フレアカット絞りFSを配置している。

20

【0067】

各実施例において、広角焦点距離から望遠焦点距離への変倍の際、第1レンズ群G 1及び第3レンズ群G 3は、物体側へ移動し、第2レンズ群G 2は、物体側に凹の軌跡にて光軸に沿って移動する。第5レンズ群G 5は、撮影物体が有限距離にある場合の合焦に際しては、光軸に沿って物体側に移動する。また、各実施例における固体撮像素子中心から対角への対角長は、4.05mmである。

30

【0068】

各実施例において、非球面は、光軸に垂直な方向の高さをyとし、高さyにおける各非球面の頂点の接平面から各非球面までの光軸に沿った距離（サグ量）をS(y)とし、基準球面の曲率半径（近軸曲率半径）をrとし、円錐定数をとし、n次の非球面係数をA_nとしたとき、以下の式(a)で表される。なお、以降の実施例において、「E - n」は「×10⁻ⁿ」を示す。

【0069】

$$S(y) = (y^2 / r) / \{ 1 + (1 - \times y^2 / r^2)^{1/2} \} + A4 \times y^4 + A6 \times y^6 + A8 \times y^8 + A10 \times y^{10} \quad (a)$$

40

【0070】

なお、各実施例において、2次の非球面係数A2は0である。また、各実施例の表中において、非球面には面番号の左側に*印を付している。

【0071】

〔第1実施例〕

図1は、第1実施例に係る高変倍ズームレンズZ L 1の構成を示す図であり、(a)は広角焦点距離、(b)は中間焦点距離、(c)は望遠焦点距離の無限遠合焦状態における各レンズ群の位置をそれぞれ示している。また、第3レンズ群G 3は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 3 1と両凸レンズL 3 2との接合レンズから

50

構成される。また、第2レンズ群G2の負メニスカスレンズL21の物体側レンズ面、正メニスカスレンズL23の物体側レンズ面、第3レンズ群G3の負メニスカスレンズL31の物体側レンズ面、及び、両凸レンズL32の像側レンズ面は非球面形状である。ここで、第3レンズ群G3は、光軸に対して垂直方向に移動する事によりブレ補正を行う。

【0072】

以下の表1に、第1実施例の諸元の値を掲げる。この表1において、fは焦点距離、FNOはFナンバー、 θ は半画角、 β は撮影倍率、Bfはバックフォーカス、D0は物体から第1レンズ群G1中の負メニスカスレンズL11の物体側レンズ面までの距離をそれぞれ表している。さらに、面番号は光線の進行する方向に沿った物体側からのレンズ面の順序を、面間隔は各光学面から次の光学面までの光軸上の間隔を、屈折率及びアッベ数はそれぞれd線($\lambda = 587.6\text{nm}$)に対する値を示している。ここで、以下の全ての諸元値において掲載されている焦点距離、曲率半径、面間隔、その他長さの単位は一般に「mm」が使われるが、光学系は、比例拡大または比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。なお、曲率半径0.0000は平面を示し、空気の屈折率1.00000は省略してある。また、これらの符号の説明及び諸元表の説明は以降の実施例においても同様である。

10

【0073】

(表1)

面番号	曲率半径	面間隔	アッベ数	屈折率
1	27.5097	1.2000	25.46	2.000690
2	16.9301	4.9000	46.58	1.804000
3	176.2580	(d3)		
*4	24.4232	1.1000	49.23	1.768020
5	4.9392	2.9000		
6	-10.9213	1.0000	46.58	1.804000
7	7.3015	0.3000		
*8	6.3650	1.9000	25.10	1.902000
9	39.0608	(d9)		
10	0.0000	0.3000		開口絞り
*11	3.7804	1.2000	25.10	1.902000
12	2.5897	3.7000	82.42	1.496970
*13	-13.9738	0.0000		
14	0.0000	(d14)		フレアカット絞り
15	24.9186	1.3000	40.77	1.883000
16	13.7154	(d16)		
17	14.8202	1.8000	82.56	1.497820
18	169.4148	(d18)		
19	0.0000	0.8000	64.12	1.516800
20	0.0000	0.5000		
21	0.0000	0.5000	64.12	1.516800
22	0.0000	Bf		

20

30

40

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f =	5.24	~ 15.00	~ 29.75
FNO =	3.4	~ 4.6	~ 5.7
θ =	39.4°	~ 14.7°	~ 7.6°

【0074】

この第1実施例において、第4面、第8面、第11面、及び、第13面のレンズ面は非球面形状に形成されている。次の表2に、非球面のデータ、すなわち円錐定数及び各非球面定数A4~A10の値を示す。

50

【 0 0 7 5 】

(表 2)

面		A 4	A 6	A 8	A 10
4	-8.6644	2.72700E-04	-1.57650E-06	0.00000E+00	0.00000E+00
8	-1.2232	-3.27420E-05	-1.95060E-05	3.03950E-06	-1.47780E-07
11	-0.4895	6.99170E-04	7.70230E-05	-1.19480E-06	4.72130E-07
13	-9.7561	1.32990E-03	1.14250E-04	0.00000E+00	0.00000E+00

【 0 0 7 6 】

この第 1 実施例において、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との軸上空気間隔 d 3、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との軸上間隔 d 9、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との軸上間隔 d 1 4、第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 との軸上間隔 d 1 6、及び、第 5 レンズ群 G 5 と光学的ローパス・フィルタ O L P F との軸上空気間隔 d 1 8 は、ズーミングに際して変化する。次の表 3 に無限遠及び至近撮影距離での広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態の各焦点距離における可変間隔を示す。また、防振補正時の防振レンズ群移動量と像面移動量を示す。

【 0 0 7 7 】

(表 3)

[合焦時における可変間隔]

	無限遠		
	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	5.24000	15.00000	29.75200
D0			
d3	0.79193	12.34061	19.89818
d9	8.77809	2.69704	0.99137
d14	1.93710	6.24562	4.05028
d16	4.48459	1.26959	4.63532
d18	1.15960	5.53369	10.21522
Bf	0.40631	0.40631	0.40631
全長	41.01841	51.95365	63.65746

	至近撮影距離		
	広角端	中間焦点距離	望遠端
	-0.05000	-0.05000	-0.05000
D0	91.82230	264.75800	536.61950
d3	0.79193	12.34061	19.89818
d9	8.77809	2.69704	0.99137
d14	1.93710	6.24562	4.05028
d16	3.52332	-0.24109	2.48517
d18	2.12087	7.04438	12.36537
Bf	0.40631	0.40631	0.40631
全長	41.01841	51.95365	63.65746

[防振補正時の防振レンズ群移動量と像面移動量]

	無限遠		
	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	5.24000	15.00000	29.75200
レンズ	± 0.061	± 0.076	± 0.086
像面	± 0.112	± 0.190	± 0.267

至近撮影距離

10

20

30

40

50

	広角端	中間焦点距離	望遠端
	-0.05000	-0.05000	-0.05000
レンズ	±0.061	±0.076	±0.085
像面	±0.112	±0.190	±0.267

【 0 0 7 8 】

次の表 4 に、この第 1 実施例における各レンズ群の焦点距離と各条件式対応値を示す。なおこの表 4 において、 f_1 は第 1 レンズ群 G 1 の焦点距離を、 f_2 は第 2 レンズ群 G 2 の焦点距離を、 f_3 は第 3 レンズ群 G 3 の焦点距離を、 f_4 は第 4 レンズ群 G 4 の焦点距離を、 f_5 は第 5 レンズ群 G 5 の焦点距離を、 n_{11} は第 1 レンズ群 G 1 における負メニスカスレンズ L 1 1 の媒質の d 線に対する屈折率を、それぞれ表している。以降の実施例

10

【 0 0 7 9 】

(表 4)

$$f_1 = 47.940$$

$$f_2 = -5.081$$

$$f_3 = 7.895$$

$$f_4 = -36.537$$

$$f_5 = 32.498$$

$$(1) (-f_2) \times f_3 / (f_1^2) = 0.017$$

$$(2) (-f_2) / f_1 = 0.106$$

$$(3) f_5 / f_1 = 0.678$$

$$(4) n_{11} = 2.001$$

$$(5) f_3 / (-f_4) = 0.216$$

20

【 0 0 8 0 】

この第 1 実施例の広角端状態での無限遠合焦状態の収差図及び防振補正時の横収差図を図 2 (a) に示し、中間焦点距離状態での無限遠合焦状態の収差図及び防振補正時の横収差図を図 2 (b) に示し、望遠端状態での無限遠合焦状態の収差図及び防振補正時の横収差図を図 2 (c) に示す。また、広角端状態での至近撮影距離 ($R_w = 133 \text{ mm}$ 、 $R_m = 317 \text{ mm}$ 、 $R_t = 600 \text{ mm}$) 合焦状態における収差図及び防振補正時の横収差図を図 3 (a) に示し、中間焦点距離状態での至近撮影距離合焦状態における収差図及び防振補正時の横収差図を図 3 (b) に示し、望遠端状態での至近撮影距離合焦状態における収差図及び防振補正時の横収差図を図 3 (c) に示す。

30

【 0 0 8 1 】

各収差図において、FNO は F ナンバーを、Y は像高を、NA は開口数を、d は d 線 ($= 587.6 \text{ nm}$) を、C は C 線 ($= 656.3 \text{ nm}$) を、F は F 線 ($= 486.1 \text{ nm}$) を、g は g 線 ($= 435.6 \text{ nm}$) をそれぞれ示している。また、非点収差を示す収差図において実線はサジタル像面を示し、破線はメリディオナル像面を示している。また、倍率色収差を示す収差図は d 線を基準として示されている。なお、この収差図の説明は以降の実施例においても同様である。各収差図から明らかのように、第 1 実施例では、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有することがわかる。

40

【 0 0 8 2 】

〔第 2 実施例〕

図 4 は、第 2 実施例に係るズームレンズ ZL 2 の構成を示す図であり、(a) は広角焦点距離、(b) は中間焦点距離、(c) は望遠焦点距離の無限遠合焦状態における各レンズ群の位置をそれぞれ示している。また、第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、物体側レンズ面が物体側に凸形状の正メニスカスレンズ L 3 1、及び、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 3 2 と両凸レンズ L 3 3 との接合レンズから構成される。また、第 2 レンズ群 G 2 の負メニスカスレンズ L 2 1 の物体側レンズ面、正メニスカスレンズ L 2 3 の物体側レンズ面、第 3 レンズ群 G 3 の負メニスカスレンズ L 3 2 の物体側レンズ面、及

50

び、両凸レンズ L 3 3 の像側レンズ面は非球面形状である。第 2 実施例においては、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との間にフレアカット絞り F S 3 を配置するだけでなく、更に、第 2 レンズ群 G 2 の前後にもフレアカット絞り F S 1 , F S 2 を配置している。ここで、第 2 レンズ群 G 2 は、光軸に対して垂直方向に移動する事によりブレ補正を行う。

【 0 0 8 3 】

以下の表 5 に、第 2 実施例の諸元の値を掲げる。

【 0 0 8 4 】

(表 5)

面番号	曲率半径	面間隔	アッペ数	屈折率	
1	23.1334	1.2000	31.31	1.903660	
2	16.3749	5.4000	65.47	1.603000	
3	391.4411	(d3)			
4	0.0000	-0.2000			フレアカット絞り
*5	29.5449	1.0000	40.10	1.851350	
6	5.0566	2.9000			
7	-19.5260	1.0000	52.32	1.754999	
8	7.0238	0.4000			
*9	6.9419	2.1000	24.06	1.821140	
10	69.7314	0.3000			
11	0.0000	(d11)			フレアカット絞り
12	0.0000	0.3000			開口絞り
13	5.1229	1.3000	49.61	1.772500	
14	6.6417	0.1000			
*15	4.8572	1.0000	24.06	1.821140	
16	3.0279	3.3000	82.42	1.496970	
*17	-19.3974	0.2000			
18	0.0000	(d18)			フレアカット絞り
19	18.5170	1.0000	40.77	1.883000	
20	11.0889	(d20)			
21	20.2583	1.5000	64.12	1.516800	
22	392.2561	(d22)			
23	0.0000	0.8000	64.12	1.516800	
24	0.0000	0.5000			
25	0.0000	0.5000	64.12	1.516800	
26	0.0000	Bf			

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f =	5.24	~ 15.00	~ 29.75
FNO =	3.2	~ 4.6	~ 5.8
=	39.1 °	~ 14.6 °	~ 7.5 °

【 0 0 8 5 】

この第 2 実施例において、第 5 面、第 9 面、第 1 5 面、及び、第 1 7 面のレンズ面は非球面形状に形成されている。次の表 6 に、非球面のデータ、すなわち円錐定数 及び各非球面定数 A 4 ~ A 10 の値を示す。

【 0 0 8 6 】

(表 6)

面	A 4	A 6	A 8	A 10
5	7.5508	9.86700E-05	-2.42740E-06	0.00000E+00 0.00000E+00
9	-0.7837	1.37510E-04	-3.38370E-05	4.49530E-06 -1.75740E-07

15 0.3967 -8.50510E-04 -3.84740E-05 1.83030E-06 -3.76580E-07
 17 -100.0000 5.44360E-04 1.87640E-04 0.00000E+00 0.00000E+00

【 0 0 8 7 】

この第2実施例において、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の前側のフレアカット絞りFS1との軸上空気間隔d3、第2レンズ群の後側のフレアカット絞りFS2と開口絞りSとの軸上空気間隔d11、第3レンズ群G3側のフレアカット絞りFS3と第4レンズ群G4との軸上空気間隔d18、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との軸上空気間隔d20、及び、第5レンズ群G5と光学的ローパス・フィルターOLPFとの軸上空気間隔d22は、ズーミングに際して変化する。次の表7に無限遠及び至近撮影距離での広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態の各焦点距離における可変間隔を示す。また、防振補正時の防振レンズ群移動量と像面移動量を示す。

10

【 0 0 8 8 】

(表7)

[合焦時における可変間隔]

無限遠			
	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	5.24000	15.00000	29.75200
D0			
d3	1.13151	12.89901	20.81925
d11	8.12364	2.31578	0.54187
d18	1.23845	2.49865	1.17903
d20	2.33991	5.13226	10.63139
d22	1.32158	3.22867	5.19549
Bf	0.40633	0.40633	0.40633
全長	40.73233	52.65160	64.94425

20

至近撮影距離			
	広角端	中間焦点距離	望遠端
	-0.05000	-0.05000	-0.05000
D0	92.02480	261.83760	521.01580
d3	1.13151	12.89901	20.81925
d11	8.12364	2.31578	0.54187
d18	1.23845	2.49865	1.17903
d20	1.39326	3.12761	7.45957
d22	2.26824	5.23332	8.36731
Bf	0.40633	0.40633	0.40633
全長	40.73233	52.65160	64.94425

30

[防振補正時の防振レンズ群移動量と像面移動量]

無限遠			
	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	5.24000	15.00000	29.75200
レンズ	±0.138	±0.111	±0.105
像面	±0.112	±0.190	±0.267
至近撮影距離			
	広角端	中間焦点距離	望遠端
	-0.05000	-0.05000	-0.05000
レンズ	±0.146	±0.115	±0.109
像面	±0.112	±0.190	±0.267

40

50

【 0 0 8 9 】

次の表 8 に、この第 2 実施例における各レンズ群の焦点距離と各条件式対応値を示す。

【 0 0 9 0 】

(表 8)

$$f_1 = 50.604$$

$$f_2 = -5.586$$

$$f_3 = 7.859$$

$$f_4 = -33.415$$

$$f_5 = 41.277$$

$$(1) (-f_2) \times f_3 / (f_1^2) = 0.017$$

$$(2) (-f_2) / f_1 = 0.110$$

$$(3) f_5 / f_1 = 0.816$$

$$(4) n_{11} = 1.904$$

$$(5) f_3 / (-f_4) = 0.235$$

10

【 0 0 9 1 】

この第 2 実施例の広角端状態での無限遠合焦状態の収差図及び防振補正時の横収差図を図 5 (a) に示し、中間焦点距離状態での無限遠合焦状態の収差図及び防振補正時の横収差図を図 5 (b) に示し、望遠端状態での無限遠合焦状態の収差図及び防振補正時の横収差図を図 5 (c) に示す。また、広角端状態での至近撮影距離 ($R_w = 133 \text{ mm}$ 、 $R_m = 317 \text{ mm}$ 、 $R_t = 600 \text{ mm}$) 合焦状態における収差図及び防振補正時の横収差図を図 6 (a) に示し、中間焦点距離状態での至近撮影距離合焦状態における収差図及び防振補正時の横収差図を図 6 (b) に示し、望遠端状態での至近撮影距離合焦状態における収差図及び防振補正時の横収差図を図 6 (c) に示す。各収差図から明らかのように、第 2 実施例では、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有することがわかる。

20

【 0 0 9 2 】

〔第 3 実施例〕

図 7 は、第 3 実施例に係るズームレンズ Z L 3 の構成を示す図であり、(a) は広角焦点距離、(b) は中間焦点距離、(c) は望遠焦点距離の無限遠合焦状態における各レンズ群の位置をそれぞれ示している。また、第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、物体側レンズ面が物体側に凸形状の正メニスカスレンズ L 3 1、及び、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 3 2 と両凸レンズ L 3 3 との接合レンズから構成される。また、第 2 レンズ群 G 2 の負メニスカスレンズ L 2 1 の物体側レンズ面、正メニスカスレンズ L 2 3 の像側レンズ面、第 3 レンズ群 G 3 の正メニスカスレンズ L 3 1 の物体側レンズ面、及び、両凸レンズ L 3 3 の像側レンズ面は非球面形状である。

30

【 0 0 9 3 】

以下の表 9 に、第 3 実施例の諸元の値を掲げる。

【 0 0 9 4 】

(表 9)

面番号	曲率半径	面間隔	アッペ数	屈折率
1	20.5705	0.8500	31.31	1.903660
2	15.0494	3.6000	65.47	1.603000
3	185.0508	(d3)		
*4	18.6406	0.8000	40.10	1.851350
5	4.6871	3.0000		
6	-7.0918	0.6000	52.29	1.755000
7	19.5697	0.3000		
8	7.5636	1.6000	24.06	1.821140
*9	81.0452	(d9)		
10	0.0000	0.3000		

40

開口絞り

50

*11	4.6293	1.6000	49.32	1.743300
12	9.9447	0.1000		
13	5.7853	0.7000	31.31	1.903660
14	2.6492	2.9000	67.05	1.592010
*15	-40.1825	0.3000		
16	0.0000	(d16)		フレアカット絞り
17	17.3456	0.7000	40.77	1.883000
18	8.2391	(d18)		
19	12.9378	1.4000	64.12	1.516800
20	52.5748	(d20)		
21	0.0000	0.8000	64.12	1.516800
22	0.0000	0.5000		
23	0.0000	0.5000	64.12	1.516800
24	0.0000	Bf		

10

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f =	5.20	~ 15.00	~ 35.00
FNO =	3.0	~ 4.2	~ 5.8
	= 39.3°	~ 14.6°	~ 6.4°

20

【 0 0 9 5 】

この第3実施例において、第4面、第9面、第11面、及び、第15面のレンズ面は非球面形状に形成されている。次の表10に、非球面のデータ、すなわち円錐定数及び各非球面定数A4~A10の値を示す。

【 0 0 9 6 】

(表10)

面		A 4	A 6	A 8	A 10
4	8.3572	1.37270E-04	-3.68070E-06	0.00000E+00	0.00000E+00
9	-100.0000	8.53770E-04	2.45400E-05	-2.74240E-06	1.53840E-07
11	-0.2391	-9.15390E-06	5.67610E-06	0.00000E+00	0.00000E+00
15	-100.0000	2.21700E-03	4.10820E-05	0.00000E+00	0.00000E+00

30

【 0 0 9 7 】

この第3実施例において、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との軸上空気間隔d3、第2レンズ群G2と開口絞りSとの軸上空気間隔d9、フレアカット絞りFSと第4レンズ群G4との軸上空気間隔d16、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との軸上空気間隔d18、及び、第5レンズ群G5と光学的ローパス・フィルターOLPFとの軸上空気間隔d20は、ズーミングに際して変化する。次の表11に無限遠及び至近撮影距離での広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態の各焦点距離における可変間隔を示す。

【 0 0 9 8 】

(表11)

[合焦時における可変間隔]

40

		無限遠	
	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	5.20000	15.00000	35.00000
D0			
d3	0.77360	11.37803	21.26380
d9	7.83646	1.85004	0.62574
d16	0.59325	1.48152	0.59325
d18	2.82401	0.53452	11.96803
d20	2.12038	8.13986	6.25583
Bf	0.71062	0.71063	0.71069

50

	至近撮影距離		
	広角端	中間焦点距離	望遠端
	-0.05000	-0.05000	-0.05000
D0	93.70690	276.37400	621.06040
d3	0.77360	11.37803	21.26380
d9	7.83646	1.85004	0.62574
d16	0.59325	1.48152	0.59325
d18	2.01777	-0.71609	8.86406
d20	2.92662	9.39047	9.35980
Bf	0.71062	0.71063	0.71069
全長	35.40832	44.64460	61.96735

10

【 0 0 9 9 】

次の表 1 2 に、この第 3 実施例における各レンズ群の焦点距離と各条件式対応値を示す。

【 0 1 0 0 】

(表 1 2)

$$f_1 = 46.889$$

$$f_2 = -5.482$$

$$f_3 = 6.818$$

$$f_4 = -18.437$$

$$f_5 = 32.811$$

$$(1) (-f_2) \times f_3 / (f_1^2) = 0.017$$

$$(2) (-f_2) / f_1 = 0.117$$

$$(3) f_5 / f_1 = 0.700$$

$$(4) n_{11} = 1.904$$

$$(5) f_3 / (-f_4) = 0.370$$

20

【 0 1 0 1 】

この第 3 実施例の広角端状態での無限遠合焦状態の収差図を図 8 (a) に示し、中間焦点距離状態での無限遠合焦状態の収差図を図 8 (b) に示し、望遠端状態での無限遠合焦状態の収差図を図 8 (c) に示す。また、広角端状態での至近撮影距離 ($R_w = 133 \text{ mm}$ 、 $R_m = 317 \text{ mm}$ 、 $R_t = 600 \text{ mm}$) 合焦状態における収差図を図 9 (a) に示し、中間焦点距離状態での至近撮影距離合焦状態における収差図を図 9 (b) に示し、望遠端状態での至近撮影距離合焦状態における収差図を図 9 (c) に示す。各収差図から明らかのように、第 3 実施例では、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有することがわかる。

30

【 0 1 0 2 】

〔第 4 実施例〕

図 1 0 は、第 4 実施例に係るズームレンズ Z L 4 の構成を示す図であり、(a) は広角焦点距離、(b) は中間焦点距離、(c) は望遠焦点距離 T の無限遠合焦状態における各レンズ群の位置をそれぞれ示している。また、第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、物体側レンズ面が物体側に凸形状の正メニスカスレンズ L 3 1、及び、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 3 2 と両凸レンズ L 3 3 との接合レンズから構成される。また、第 2 レンズ群 G 2 の負メニスカスレンズ L 2 1 の物体側レンズ面、正メニスカスレンズ L 2 3 の像側レンズ面、第 3 レンズ群 G 3 の正メニスカスレンズ L 3 1 の物体側レンズ面、及び、両凸レンズ L 3 3 の像側レンズ面は非球面形状である。

40

【 0 1 0 3 】

以下の表 1 3 に、第 4 実施例の諸元の値を掲げる。

【 0 1 0 4 】

50

(表 1 3)

面番号	曲率半径	面間隔	アッペ数	屈折率	
1	40.6412	0.8000	25.46	2.000690	
2	28.2157	3.0000	55.52	1.696800	
3	-248.3988	(d3)			
*4	20.3283	0.7000	40.10	1.851350	
5	4.7773	3.0000			
6	-7.1182	0.6000	52.29	1.755000	
7	15.3756	0.3000			
8	8.7760	1.4000	24.06	1.821140	10
*9	-67.1622	(d9)			
10	0.0000	0.3000			開口絞り
*11	4.3306	1.5000	49.23	1.768020	
12	8.1228	0.1000			
13	6.7870	0.8000	31.31	1.903660	
14	2.6931	2.9000	67.05	1.592010	
*15	-17.9541	0.3000			
16	0.0000	(d16)			フレアカット絞り
17	18.1191	0.6000	40.77	1.883000	
18	10.8949	(d18)			20
19	15.5342	1.1000	64.12	1.516800	
20	31.5412	(d20)			
21	0.0000	0.8000	64.12	1.516800	
22	0.0000	0.5000			
23	0.0000	0.5000	64.12	1.516800	
24	0.0000	Bf			
	広角端	中間焦点距離	望遠端		
	f = 5.20	~ 15.00	~ 29.75		
	FNO = 2.9	~ 4.4	~ 6.1		30
	= 39.3°	~ 14.5°	~ 7.5°		

【 0 1 0 5 】

この第 4 実施例において、第 4 面、第 9 面、第 11 面、及び、第 15 面のレンズ面は非球面形状に形成されている。次の表 1 4 に、非球面のデータ、すなわち円錐定数 及び各非球面定数 A4 ~ A10 の値を示す。

【 0 1 0 6 】

(表 1 4)

面	A 4	A 6	A 8	A 10	
4	8.7918	8.15820E-05	-2.43020E-06	0.00000E+00	0.00000E+00
9	-100.0000	4.68610E-04	2.25190E-05	-1.70990E-06	9.88520E-08
11	-0.1603	-2.51830E-04	4.91790E-06	0.00000E+00	0.00000E+00
15	-49.4719	7.76570E-04	1.28900E-04	0.00000E+00	0.00000E+00

【 0 1 0 7 】

この第 4 実施例において、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との軸上空気間隔 d 3、第 2 レンズ群 G 2 と開口絞り S との軸上空気間隔 d 9、フレアカット絞り F S と第 4 レンズ群 G 4 との軸上空気間隔 d 1 6、第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 との軸上空気間隔 d 1 8、及び、第 5 レンズ群 G 5 と光学的ローパス・フィルター O L P F との軸上空気間隔 d 2 0 は、ズーミングに際して変化する。次の表 1 5 に無限遠及び至近撮影距離での広角端状態、中間焦点距離状態、望遠端状態の各焦点距離における可変間隔を示す。

【 0 1 0 8 】

(表 15)

[合焦時における可変間隔]

	無限遠		
	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	5.20000	15.00000	29.75200
D0			
d3	2.13790	14.10706	24.00163
d9	7.18428	1.48172	0.43507
d16	0.70000	1.92596	0.69998
d18	3.36244	0.90830	13.14983
d20	2.79157	10.28635	8.11872
Bf	0.40632	0.40630	0.40630
全長	35.78250	48.31569	66.01153

10

	至近撮影距離		
	広角端	中間焦点距離	望遠端
	-0.05000	-0.05000	-0.05000
D0	93.74760	275.48500	534.77850
d3	2.13790	14.10706	24.00163
d9	7.18428	1.48172	0.43507
d16	0.70000	1.92596	0.69998
d18	2.14708	-0.82129	9.45958
d20	4.00693	12.01594	11.80897
Bf	0.40632	0.40630	0.40630
全長	35.78250	48.31569	66.01153

20

【 0 1 0 9 】

次の表 16 に、この第 4 実施例における各レンズ群の焦点距離と各条件式対応値を示す。

【 0 1 1 0 】

(表 16)

f 1 = 60.000

f 2 = -5.455

f 3 = 7.179

f 4 = -32.200

f 5 = 57.874

(1) (- f 2) × f 3 / (f 1 ²) = 0.011

(2) (- f 2) / f 1 = 0.091

(3) f 5 / f 1 = 0.965

(4) n 1 1 = 2.001

(5) f 3 / (- f 4) = 0.223

30

40

【 0 1 1 1 】

この第 4 実施例の広角端状態での無限遠合焦状態の収差図を図 11 (a) に示し、中間焦点距離状態での無限遠合焦状態の収差図を図 11 (b) に示し、望遠端状態での無限遠合焦状態の収差図を図 11 (c) に示す。また、広角端状態での至近撮影距離 (R w = 1 3 3 mm、R m = 3 1 7 mm、R t = 6 0 0 mm) 合焦状態における収差図を図 12 (a) に示し、中間焦点距離状態での至近撮影距離合焦状態における収差図を図 12 (b) に示し、望遠端状態での至近撮影距離合焦状態における収差図を図 12 (c) に示す。各収差図から明らかなように、第 4 実施例では、広角端状態から望遠端状態までの各焦点距離状態において諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有することがわかる。

【 図面の簡単な説明 】

50

【 0 1 1 2 】

【図 1】第 1 実施例によるズームレンズの構成を示す断面図であり、(a) は広角焦点距離、(b) は中間焦点距離、(c) は望遠焦点距離の無限遠合焦状態における各レンズ群の位置を示す。

【図 2】第 1 実施例の無限遠合焦状態の諸収差図及び防振補正時の横収差図であり、(a) は広角端状態における諸収差図及び防振補正時の横収差図であり、(b) は中間焦点距離状態における諸収差図及び防振補正時の横収差図であり、(c) は望遠端状態における諸収差図及び防振補正時の横収差図である。

【図 3】第 1 実施例の至近撮影距離合焦状態の諸収差図及び防振補正時の横収差図であり、(a) は広角端状態における諸収差図及び防振補正時の横収差図であり、(b) は中間焦点距離状態における諸収差図及び防振補正時の横収差図であり、(c) は望遠端状態における諸収差図及び防振補正時の横収差図である。

【図 4】第 2 実施例によるズームレンズの構成を示す断面図であり、(a) は広角焦点距離、(b) は中間焦点距離、(c) は望遠焦点距離の無限遠合焦状態における各レンズ群の位置を示す。

【図 5】第 2 実施例の無限遠合焦状態の諸収差図及び防振補正時の横収差図であり、(a) は広角端状態における諸収差図及び防振補正時の横収差図であり、(b) は中間焦点距離状態における諸収差図及び防振補正時の横収差図であり、(c) は望遠端状態における諸収差図及び防振補正時の横収差図である。

【図 6】第 2 実施例の至近撮影距離合焦状態の諸収差図及び防振補正時の横収差図であり、(a) は広角端状態における諸収差図及び防振補正時の横収差図であり、(b) は中間焦点距離状態における諸収差図及び防振補正時の横収差図であり、(c) は望遠端状態における諸収差図及び防振補正時の横収差図である。

【図 7】第 3 実施例によるズームレンズの構成を示す断面図であり、(a) は広角焦点距離、(b) は中間焦点距離、(c) は望遠焦点距離の無限遠合焦状態における各レンズ群の位置を示す。

【図 8】第 3 実施例の無限遠合焦状態の諸収差図であり、(a) は広角端状態における諸収差図であり、(b) は中間焦点距離状態における諸収差図であり、(c) は望遠端状態における諸収差図である。

【図 9】第 3 実施例の至近撮影距離合焦状態の諸収差図であり、(a) は広角端状態における諸収差図であり、(b) は中間焦点距離状態における諸収差図であり、(c) は望遠端状態における諸収差図である。

【図 10】第 4 実施例によるズームレンズの構成を示す断面図であり、(a) は広角焦点距離、(b) は中間焦点距離、(c) は望遠焦点距離の無限遠合焦状態における各レンズ群の位置を示す。

【図 11】第 4 実施例の無限遠合焦状態の諸収差図であり、(a) は広角端状態における諸収差図であり、(b) は中間焦点距離状態における諸収差図であり、(c) は望遠端状態における諸収差図である。

【図 12】第 4 実施例の至近撮影距離合焦状態の諸収差図であり、(a) は広角端状態における諸収差図であり、(b) は中間焦点距離状態における諸収差図であり、(c) は望遠端状態における諸収差図である。

【図 13】本発明に係るズームレンズを搭載するデジタル一眼レフカメラの断面図を示す。

【図 14】本発明に係るズームレンズの製造方法を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

【 0 1 1 3 】

Z L (Z L 1 ~ Z L 4) ズームレンズ

G 1 第 1 レンズ群 G 2 第 2 レンズ群 G 3 第 3 レンズ群

G 4 第 4 レンズ群 G 5 第 5 レンズ群

10

20

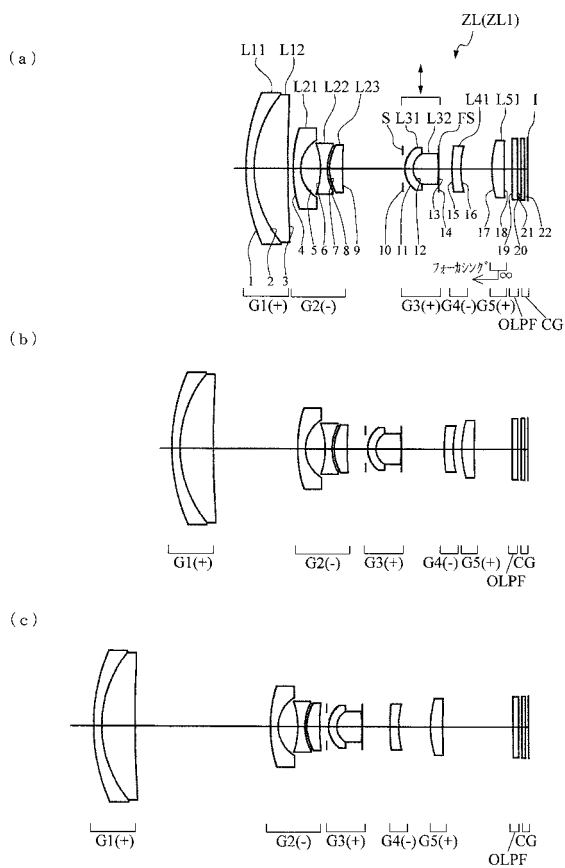
30

40

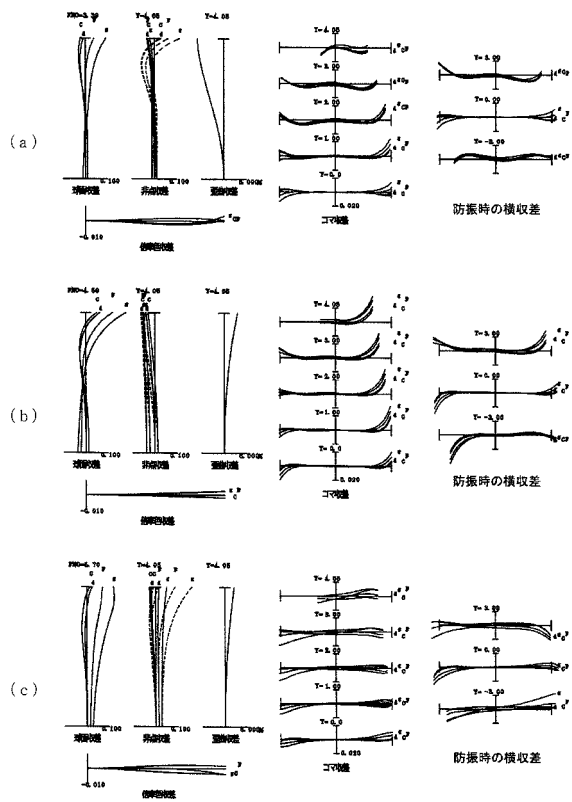
50

S 開口絞り
 1 電子スチルカメラ（光学機器）

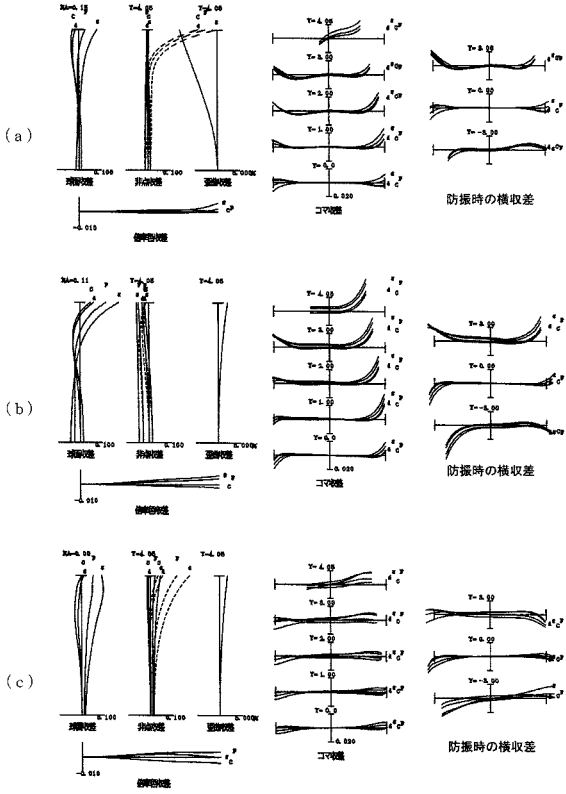
【 図 1 】



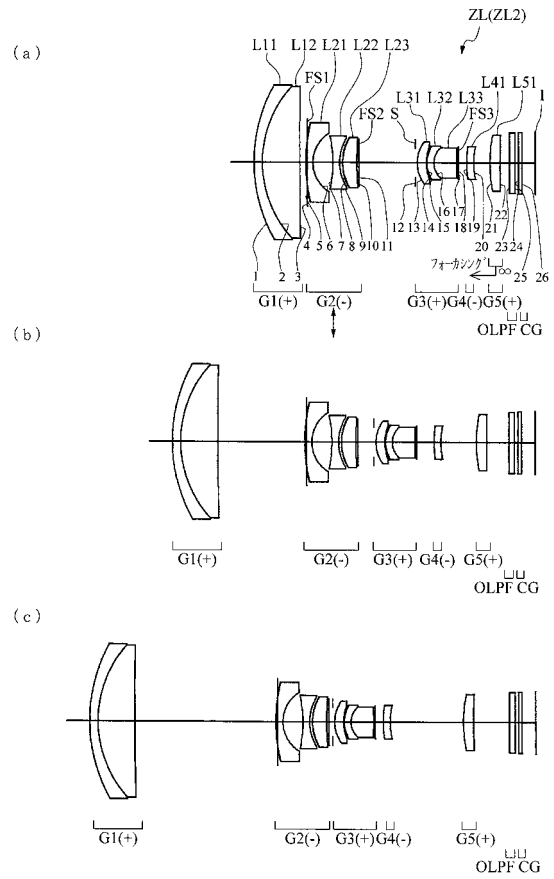
【 図 2 】



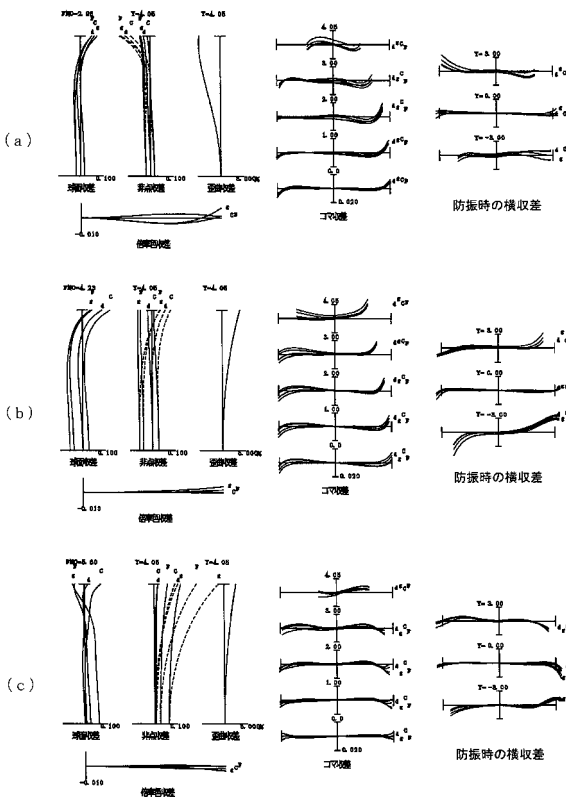
【図3】



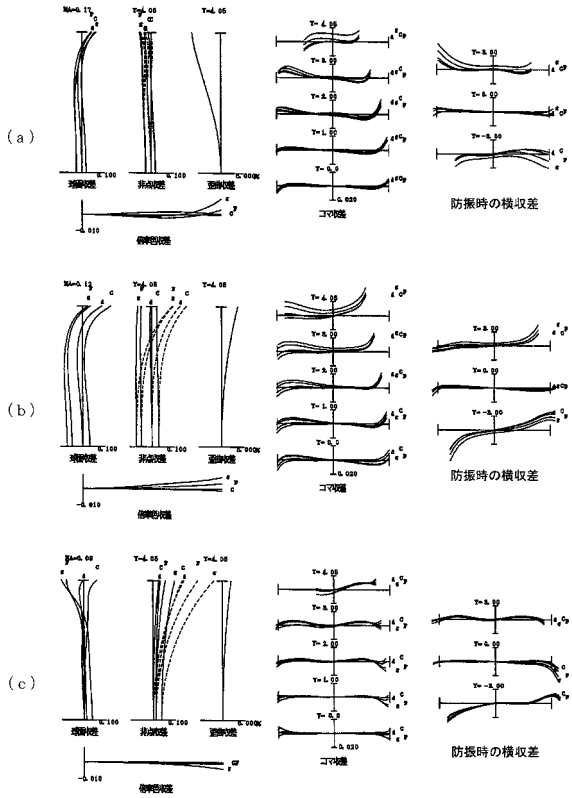
【図4】



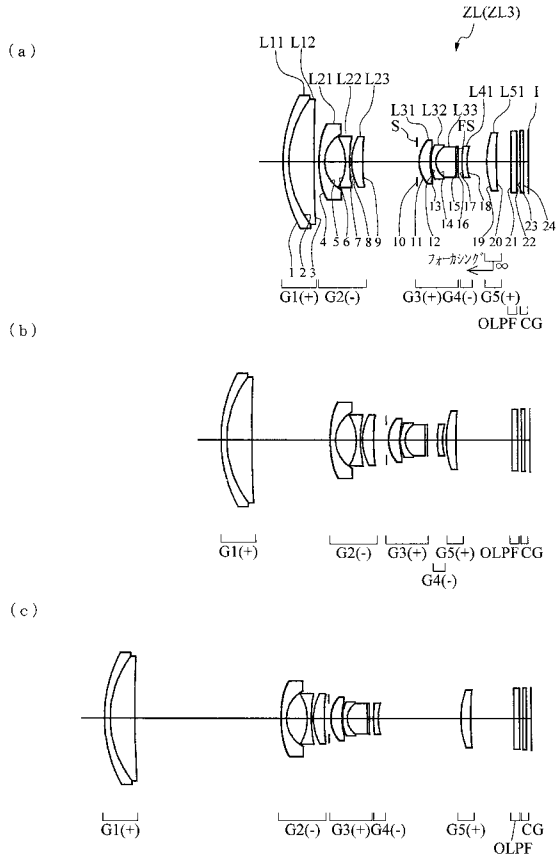
【図5】



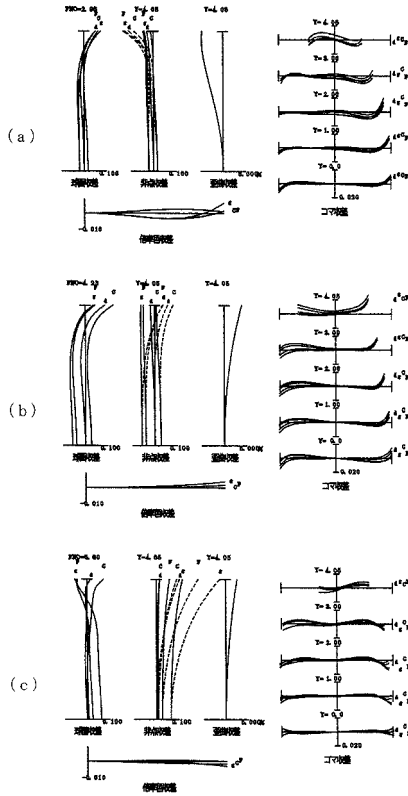
【図6】



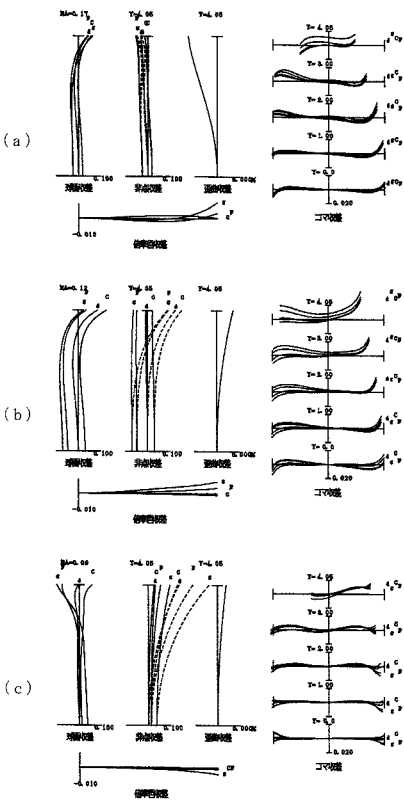
【 図 7 】



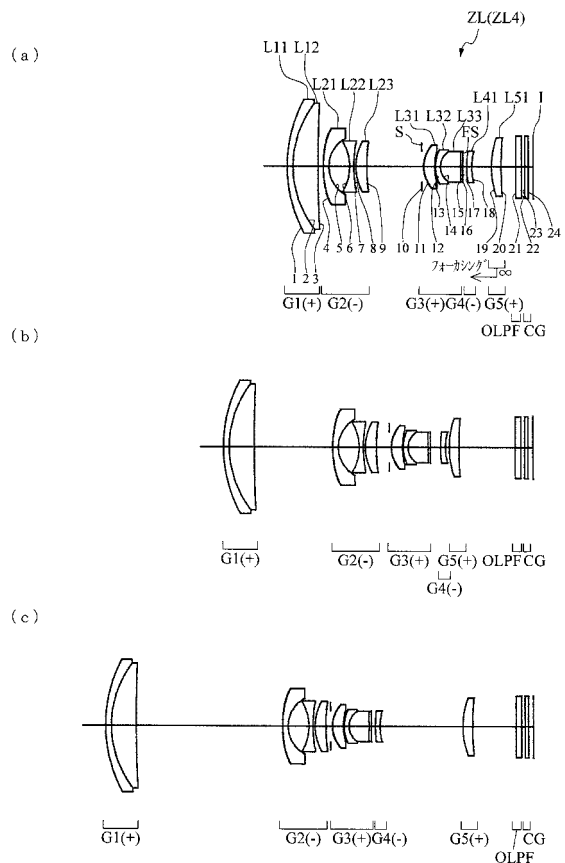
【 図 8 】



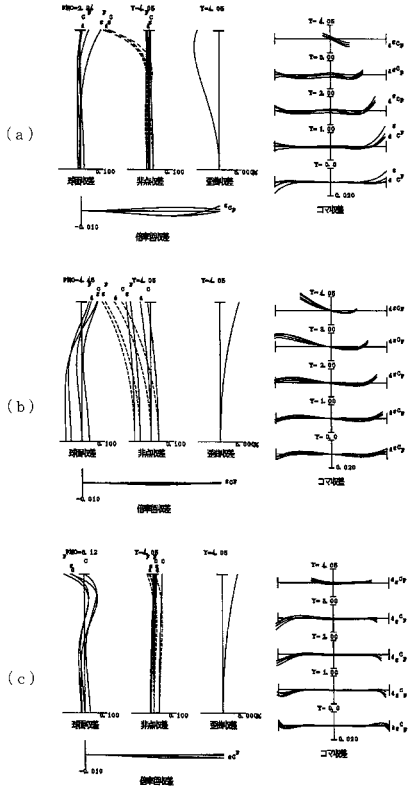
【 図 9 】



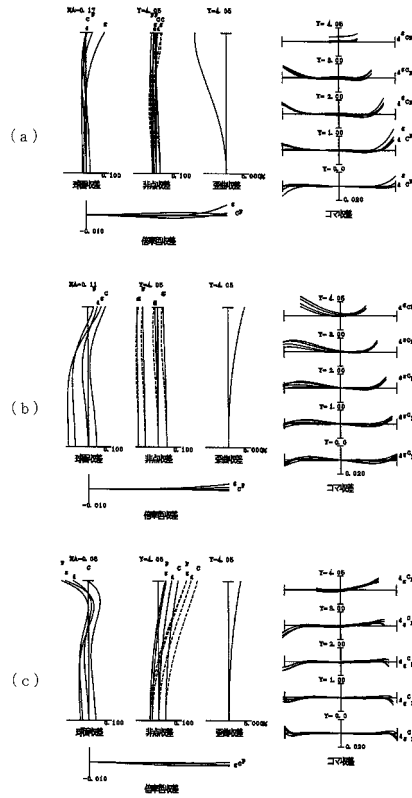
【 図 10 】



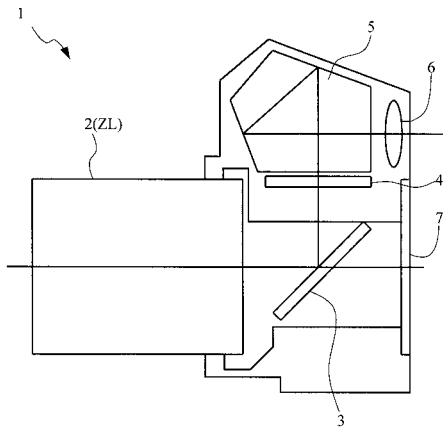
【 図 1 1 】



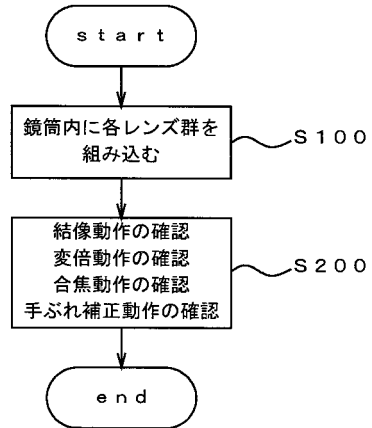
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA02 KA03 LA01 MA08 MA16 NA07 NA18 PA07 PA08 PA19
PB09 PB10 QA02 QA06 QA17 QA21 QA26 QA32 QA42 QA45
RA05 RA12 RA13 RA36 RA42 RA43 RA44 SA43 SA47 SA49
SA53 SA55 SA62 SA63 SA64 SA65 SA66 SB03 SB14 SB23
SB24 SB32 SB42