

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5360472号  
(P5360472)

(45) 発行日 平成25年12月4日(2013.12.4)

(24) 登録日 平成25年9月13日(2013.9.13)

(51) Int. Cl. F 1  
**GO 2 B 15/16 (2006.01)** GO 2 B 15/16  
**GO 2 B 15/163 (2006.01)** GO 2 B 15/163  
**GO 2 B 13/18 (2006.01)** GO 2 B 13/18

請求項の数 17 (全 27 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-23299 (P2009-23299)                  (22) 出願日 平成21年2月4日(2009.2.4)                  (65) 公開番号 特開2010-181518 (P2010-181518A)                  (43) 公開日 平成22年8月19日(2010.8.19)                  審査請求日 平成24年2月6日(2012.2.6)</p>	<p>(73) 特許権者 000004112                  株式会社ニコン                  東京都千代田区有楽町1丁目12番1号                  (74) 代理人 100140800                  弁理士 保坂 丈世                  (72) 発明者 村谷 真美                  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                    審査官 森内 正明</p>
---	---

最終頁に続く

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

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側より順に、  
 負の屈折力を有する第1レンズ群と、  
 正の屈折力を有する第2レンズ群と、を有し、  
 広角端状態から望遠端状態まで変倍する際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔を変化させ、

前記第2レンズ群は、前群と、後群と、を有し、前記前群を光軸方向に移動させて近距離物点に対する合焦を行うように構成され、

前記後群は、2つの接合レンズ成分を有し、

前記前群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を  $D2a$  とし、前記後群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を  $D2b$  としたとき、次式

$$0.30 < D2a / D2b < 0.65$$

の条件を満足するズームレンズ。

但し、レンズ成分とは単レンズ又は接合レンズを示し、接合レンズ成分とは接合レンズで構成されたレンズ成分を示す。

【請求項2】

物体側より順に、

負の屈折力を有する第1レンズ群と、

正の屈折力を有する第2レンズ群と、を有し、  
 広角端状態から望遠端状態まで変倍する際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔を変化させ、

前記第2レンズ群は、前群と、後群と、を有し、前記前群を光軸方向に移動させて近距離物点に対する合焦を行うように構成され、

前記前群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を  $D_{2a}$  とし、前記後群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を  $D_{2b}$  とし、前記前群の焦点距離を  $f_{2F}$  とし、前記後群の焦点距離を  $f_{2R}$  としたとき、次式

$$0.30 < D_{2a} / D_{2b} < 0.65$$

$$0.70 < f_{2R} / f_{2F} < 0.95$$

の条件を満足するズームレンズ。

【請求項3】

物体側より順に、

負の屈折力を有する第1レンズ群と、

正の屈折力を有する第2レンズ群と、を有し、

広角端状態から望遠端状態まで変倍する際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔を変化させ、

前記第2レンズ群は、前群と、後群と、を有し、前記前群を光軸方向に移動させて近距離物点に対する合焦を行うように構成され、

前記前群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を  $D_{2a}$  とし、前記後群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を  $D_{2b}$  とし、前記前群の焦点距離を  $f_{2F}$  とし、前記後群の焦点距離を  $f_{2R}$  としたとき、次式

$$0.25 < D_{2a} / D_{2b} < 0.65$$

$$0.75 < f_{2R} / f_{2F} < 0.9014$$

の条件を満足するズームレンズ。

【請求項4】

物体側より順に、

負の屈折力を有する第1レンズ群と、

正の屈折力を有する第2レンズ群と、を有し、

広角端状態から望遠端状態まで変倍する際に、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間隔を変化させ、

前記第2レンズ群は、前群と、後群と、を有し、全て正のレンズ成分で構成され、前記前群を光軸方向に移動させて近距離物点に対する合焦を行うように構成され、

前記前群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を  $D_{2a}$  とし、前記後群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を  $D_{2b}$  としたとき、次式

$$0.20 < D_{2a} / D_{2b} < 0.65$$

の条件を満足するズームレンズ。

但し、レンズ成分とは単レンズ又は接合レンズを示す。

【請求項5】

前記第2レンズ群の前記後群は、2つの接合レンズ成分を有する請求項3または4に記載のズームレンズ。

但し、レンズ成分とは単レンズ又は接合レンズを示し、接合レンズ成分とは接合レンズで構成されたレンズ成分を示す。

【請求項6】

前記第2レンズ群の前記前群の焦点距離を  $f_{2F}$  とし、前記第2レンズ群の前記後群の焦点距離を  $f_{2R}$  としたとき、次式

$$0.70 < f_{2R} / f_{2F} < 1.00$$

10

20

30

40

50

の条件を満足する請求項 1 または 4 に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

像高を  $IM$  とし、変倍比を  $Z$  とし、無限遠合焦時における広角端状態から望遠端状態までの間で最大となる全長を  $TL$  としたとき、次式

$$0.20 < IM \times Z / TL < 1.20$$

の条件を満足する請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

前記第 2 レンズ群の前記前群は、少なくとも 1 枚の接合レンズを含み、前記接合レンズに形成された接合面のうち少なくとも 1 面は、当該接合面の曲率半径を  $R_a$  としたとき、次式

$$0 < R_a$$

の条件を満足する請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

前記第 2 レンズ群の前記前群は、少なくとも 1 枚の接合レンズを含み、当該接合レンズの少なくとも 1 つは、物体側に配置された負レンズと像側に配置された正レンズとが接合されている請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

無限遠合焦状態における前記第 2 レンズ群の合成厚を  $D_2$  とし、広角端状態における全系の焦点距離を  $f_w$  としたとき、次式

$$0.60 < D_2 / f_w < 3.40$$

の条件を満足する請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 11】

前記第 2 レンズ群の前記前群の焦点距離を  $f_{2F}$  とし、前記第 2 レンズ群の焦点距離を  $f_2$  としたとき、次式

$$1.20 < f_{2F} / f_2 < 3.00$$

の条件を満足する請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 12】

前記第 2 レンズ群の前記前群は、2 枚以下のレンズで構成されている請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 13】

前記第 2 レンズ群の前記後群は、少なくとも 1 つの接合レンズ成分を有し、当該接合レンズ成分のうち、最も物体側に配置された接合レンズ成分は、最も物体側に正レンズを有する請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

但し、レンズ成分とは単レンズ又は接合レンズを示し、接合レンズ成分とは接合レンズで構成されたレンズ成分を示す。

【請求項 14】

前記第 1 レンズ群は、物体側より順に、1 枚または 2 枚の負の単レンズと、正の単レンズと、を有する請求項 1 ~ 13 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 15】

前記第 2 レンズ群の前記前群と前記後群との間に開口絞りを有する請求項 1 ~ 14 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 16】

前記第 2 レンズ群の少なくとも一部は、光軸と垂直方向の成分を持つように移動する請求項 1 ~ 15 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 17】

請求項 1 ~ 16 のいずれか一項に記載のズームレンズを有する光学機器。

【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、このズームレンズを備えた光学機器に関する。

10

20

30

40

50

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、凹先行タイプのズームレンズが提案されている（例えば、特許文献1参照）。このようなレトロフォーカスタイプの2群ズームレンズは、周辺光量が得やすく全長を短くできるため広角系のズームレンズとして用いられている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開平8 - 234102号公報

## 【発明の概要】

10

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、レトロフォーカスタイプの2群ズームレンズの第1レンズ群を物体側に移動させて合焦すると、近接撮影時に全長が長くなり、レンズ系全体が大きくなってしまおうという課題があった。

## 【0005】

本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであり、小型で光学性能の良好なズームレンズ、及び、このズームレンズを備えた光学機器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】

## 【0006】

20

前記課題を解決するために、第1の本発明に係るズームレンズは、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、を有して構成される。そして、広角端状態から望遠端状態まで変倍する際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔を変化させ、第2レンズ群は、前群と、後群と、を有し、前群を光軸方向に移動させて近距離物点に対する合焦を行うように構成され、後群は、2つの接合レンズ成分を有し、前群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離をD2aとし、後群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離をD2bとしたとき、次式

$$0.30 < D2a / D2b < 0.65$$

の条件を満足するように構成される。但し、レンズ成分とは単レンズ又は接合レンズを示し、接合レンズ成分とは接合レンズで構成されたレンズ成分を示す。

30

## 【0007】

また、第2の本発明に係るズームレンズは、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、を有して構成される。そして、広角端状態から望遠端状態まで変倍する際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔を変化させ、第2レンズ群は、前群と、後群と、を有し、前群を光軸方向に移動させて近距離物点に対する合焦を行うように構成され、前群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離をD2aとし、後群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離をD2bとし、前群の焦点距離をf2Fとし、の後群の焦点距離をf2Rとしたとき、次式

$$0.30 < D2a / D2b < 0.65$$

$$0.70 < f2R / f2F < 0.95$$

の条件を満足するように構成される。

40

また、第3の本発明に係るズームレンズは、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、を有して構成される。そして、広角端状態から望遠端状態まで変倍する際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔を変化させ、第2レンズ群は、前群と、後群と、を有し、前群を光軸方向に移動させて近距離物点に対する合焦を行うように構成され、前群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離をD2aとし、後群の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離をD2bとし、前群の焦点距離をf2Fとし、の後群の焦点距離をf

50

2 Rとしたとき、次式

$$\frac{0.25 < D2a / D2b < 0.65}{0.75 < f2R / f2F < 0.9014}$$

の条件を満足するように構成される。

【0008】

また、第4の本発明に係るズームレンズは、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、を有して構成される。そして、広角端状態から望遠端状態まで変倍する際に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔を変化させ、第2レンズ群は、前群と、後群と、を有し、全て正のレンズ成分で構成され、前群を光軸方向に移動させて近距離物点に対する合焦を行うように構成され、前群の最も物体側の

10

$$0.20 < D2a / D2b < 0.65$$

の条件を満足するように構成される。但し、レンズ成分とは単レンズ又は接合レンズを示す。

【0009】

また、第3及び第4の本発明に係るズームレンズにおいて、第2レンズ群の後群は、2つの接合レンズ成分を有することが好ましい。但し、レンズ成分とは単レンズ又は接合レンズを示し、接合レンズ成分とは接合レンズで構成されたレンズ成分を示す。

【0010】

また、第1及び第4の本発明に係るズームレンズは、第2レンズ群の前群の焦点距離を  $f2F$  とし、第2レンズ群の後群の焦点距離を  $f2R$  としたとき、次式

$$0.70 < f2R / f2F < 1.00$$

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、像高を  $IM$  とし、変倍比を  $Z$  とし、無限遠合焦時における広角端状態から望遠端状態までの間で最大となる全長を  $TL$  としたとき、次式

$$0.20 < IM \times Z / TL < 1.20$$

の条件を満足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2レンズ群の前群は、少なくとも1枚の接合レンズを含み、接合レンズに形成された接合面のうち少なくとも1面は、当該接合面の曲率半径を  $Ra$  としたとき、次式

$$0 < Ra$$

の条件を満足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レンズ群の前群は、少なくとも1枚の接合レンズを含み、当該接合レンズの少なくとも1つは、物体側に配置された負レンズと像側に配置された正レンズとが接合されていることが好ましい。

【0014】

また、このようなズームレンズは、無限遠合焦状態における第2レンズ群の合成厚を  $D2$  とし、広角端状態における全系の焦点距離を  $fw$  としたとき、次式

$$0.60 < D2 / fw < 3.40$$

の条件を満足することが好ましい。

【0015】

また、このようなズームレンズは、第2レンズ群の前群の焦点距離を  $f2F$  とし、第2レンズ群の焦点距離を  $f2$  としたとき、次式

$$1.20 < f2F / f2 < 3.00$$

の条件を満足することが好ましい。

【0016】

50

また、このようなズームレンズにおいて、第2レンズ群の前群は、2枚以下のレンズで構成されていることが好ましい。

【0017】

また、このようなズームレンズにおいて、第2レンズ群の後群は、少なくとも1つの接合レンズ成分を有し、当該接合レンズ成分のうち、最も物体側に配置された接合レンズ成分は、最も物体側に正レンズを有することが好ましい。但し、レンズ成分とは単レンズ又は接合レンズを示し、接合レンズ成分とは接合レンズで構成されたレンズ成分を示す。

【0018】

また、このようなズームレンズにおいて、第1レンズ群は、物体側より順に、1枚または2枚の負の単レンズと、正の単レンズと、を有することが好ましい。

10

【0019】

また、このようなズームレンズは、第2レンズ群の前群と後群との間に開口絞りを有することが好ましい。

【0020】

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、光軸と垂直方向の成分を持つように移動することが好ましい。

【0021】

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。

【発明の効果】

【0022】

本発明に係るズームレンズ、及び、このズームレンズを備えた光学機器を以上のように構成すると、小型で良好な光学性能を有するものを得ることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0023】

【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る。

【図2】第1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3】第1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。

30

【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る。

【図5】第2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6】第2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る。

【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。

40

【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る。

【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

50

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】本実施形態に係るズームレンズを搭載する電子スチルカメラを示し、(a)は正面図であり、(b)は背面図である。

【図14】図13(a)のA-A線に沿った断面図である。

【図15】本実施形態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。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本願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、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、を有して構成される。そして、広角端状態から望遠端状態まで変倍する際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔を変化させる。また、第2レンズ群G2は、前群G2aと、後群G2bと、を有し、前群G2aを光軸方向に移動させて近距離物点に対する合焦を行う。

【0025】

第1レンズ群G1は、物体側より順に、像側に凹面を向けた負レンズと、負レンズと、正レンズとの3枚のレンズから構成されるのが好ましく、第2レンズ群G2は、物体側より順に、正レンズ成分と、開口絞りとを配し、開口絞りの像側には正成分の接合レンズを2つ有する構成とするのが好ましい。

【0026】

レトロフォーカスタイプの2群ズームレンズで、合焦群を第1レンズ群G1とした場合、どの変倍域においても近距離撮影時の合焦移動量を一定にできるというメリットがある反面、大口径化する第1レンズ群G1を全長を伸ばす方向に移動させることになり、鏡筒の機構や収差の観点で従来は問題があった。

【0027】

しかし、本実施形態のズームレンズZLでは、第2レンズ群G2を前群G2aと後群G2bの二つに分割し、この前後群G2a、G2bの倍率や大きさの割合などを考慮しながら、一部の小さく軽いレンズ部(第2レンズ群G2の前群G2a)を合焦群とすることで、この合焦群を小型化し、鏡筒構成上の負担を軽減させている。また、合焦時に前後の群を動かさないため、全長変化がないという効果も担っている。

【0028】

それでは、このようなズームレンズZLを構成するための条件について説明する。このズームレンズZLは、前群G2aの最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離をD2aとし、後群G2bの最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離をD2b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。

【0029】

$$0.20 < D2a / D2b < 0.65 \quad (1)$$

【0030】

条件式(1)は、第2レンズ群G2内の前群G2aと後群G2bとの割合を合成厚で規定するための条件式である。条件式(1)の上限値を上回ると、合焦に関わる前群が大きすぎ、合焦群の小型化が図れなくなってしまう。または後群G2bが小さすぎるため、歪曲収差など軸外収差の補正が難しくなるため好ましくない。また、本実施形態の効果を確実にするために、条件式(1)の上限値を0.55にすることが好ましい。また、本実施形態の効果を更に確実にするために、条件式(1)の上限値を0.50にすることが更に好ましい。反対に、条件式(1)の下限値を下回ると、第2レンズ群G2内の前群G2aの割合が小さすぎ、合焦群として必要な倍率を確保することが困難となる上、近距離変動での非点収差等が悪化して、合成厚が薄くなるため好ましくない。また、本実施形態の効

10

20

30

40

50

果を確実にするために、条件式(1)の下限値を0.25にすることが好ましい。また、本実施形態の効果を更に確実にするために、条件式(1)の下限値を0.30にすることが更に好ましい。

【0031】

また、このズームレンズZLは、像高をIMとし、変倍比をZとし、無限遠合焦時における広角端状態から望遠端状態までの間で最大となる全長をTLとしたとき、以下の条件式(2)を満足することが望ましい。

【0032】

$$0.20 < IM \times Z / TL < 1.20 \quad (2)$$

【0033】

条件式(2)はレンズ系のズーム比と全長とのバランスを規定するための条件式である。条件式(2)の上限値を上回ると、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の後群G2bとに挟まれた内焦方式の場合、他のレンズ群との干渉を避けて合焦に必要な移動量を確保できない。または、全長が短すぎ、コマ収差や軸外収差が悪化するため好ましくない。また、本実施形態の効果を確実にするために、条件式(2)の上限値を1.00にすることが好ましい。また、本実施形態の効果を更に確実にするために、条件式(2)の上限値を0.80にすることが更に好ましい。反対に、条件式(2)の下限値を下回ると、ズーム比が極端に小さなズームレンズとなってしまいか、あるいはレンズ系全体が大型化してしまう。全系での大型化を避けるために第1レンズ群G1を小さくしようとすると、コマ収差など軸外収差の補正が困難となり、周辺光量が低下するおそれもあるため好ましくない。また、本実施形態の効果を確実にするために、条件式(2)の下限値を0.23にすることが好ましい。また、本実施形態の効果を更に確実にするために、条件式(2)の下限値を0.26にすることが更に好ましい。

【0034】

また、このズームレンズZLは、第2レンズ群G2の前群G2aの焦点距離をf2Fとし、第2レンズ群G2の後群G2bの焦点距離をf2Rとしたとき、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

【0035】

$$0.70 < f2R / f2F < 1.00 \quad (3)$$

【0036】

本実施形態のズームレンズZLは、第1レンズ群G1の像点に対して合焦群である第2レンズ群G2における前群G2aの物点が近く、広角端状態から望遠端状態へ変倍する間に合焦群の射出角がアフォーカルを含む解を持つように構成されており、これが直後に配置された後群G2bのコンバータとなる状態を形成するため、この前群G2aを光軸に沿って前後させることで、インナーフォーカスとしての構成を実現している。

【0037】

条件式(3)は、この第2レンズ群G2内の前群G2aが合焦群として成り立つように、前群G2aと後群G2bとの焦点距離の割合を規定するための条件式である。条件式(3)の上限値を上回ると、第2レンズ群G2の前群G2aの横倍率が広角端から望遠端までのどの域でもアフォーカルを挟まない状態となってしまう、結像のための解がなく合焦群として成り立たないのが好ましくない。また、本実施形態の効果を確実にするために、条件式(3)の上限値を0.95にすることが好ましい。また、本実施形態の効果を更に確実にするために、条件式(3)の上限値を0.935にすることが更に好ましい。反対に、条件式(3)の下限値を下回ると、第2レンズ群G2における前群G2aの焦点距離が大きくなるため、移動量が大きすぎ前後のレンズ群と干渉してしまう。そのため、撮影距離が近距離まで近づけず、合焦群としての十分な機能を果たせない。また、コマ収差が悪くなるため好ましくない。また、本実施形態の効果を確実にするために、条件式(3)の下限値を0.75にすることが好ましい。また、本実施形態の効果を更に確実にするために、条件式(3)の下限値を0.80にすることが更に好ましい。

【0038】

10

20

30

40

50



また、本実施形態のズームレンズZLにおいて、第2レンズ群G2の前群G2aは、少なくとも1枚の接合レンズを含み、この接合レンズに形成された接合面のうち少なくとも1面は、当該接合面の曲率半径をRaとしたとき、以下の条件式(4)を満足することが望ましい。

【0039】

$$0 < R_a \quad (4)$$

【0040】

合焦群となる第2レンズ群G2の前群G2aは、極力小型化ができるよう少ない枚数で構成したいが、どの撮影距離においても球面収差や色収差などを良好に保つためには、この前群G2aは、少なくとも1枚の接合レンズを含み、当該接合レンズの少なくとも1つは、物体側に配置された負レンズと像側に配置された正レンズとが接合されていることが望ましい。

10

【0041】

なお、近軸瞳光線が第2レンズ群G2の前群G2aを通過する際、合焦によってこの群が光軸上を前後すると像面湾曲や非点収差が大きく変化してしまう。近距離変動をできるだけ小さくするためには、接合面の向きは凹面を像面側に向けていることが好ましい。すなわち、前述の条件式(4)を満足することが望ましい。さらに、接合面を物体側に凸面を向けた状態( $R_a > 0$ )に保ちながら、物体側は負レンズ、像側には正レンズを配置すると球面収差やコマ収差の補正を行う上で有利となる。

【0042】

20

また、本実施形態のズームレンズZLは、無限遠合焦状態における第2レンズ群G2の合成厚をD2とし、広角端状態における全系の焦点距離をfwとしたとき、以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

【0043】

$$0.60 < D_2 / f_w < 3.40 \quad (5)$$

【0044】

条件式(5)は、第2レンズ群G2の厚みを広角端状態における全系の焦点距離で規定するための条件式である。第2レンズ群G2は球面収差から軸外の収差まであらゆる収差を補正するために、ある程度の厚みを必要とするが、本実施形態では、レンズ鏡筒が縮筒または沈胴する場合でも小型化に有利となるよう、できるだけ収差を補正しながらレンズの合成厚を短縮させている。条件式(5)の上限値を上回ると、第2レンズ群G2全体の厚みが増大し小型化を達成できなくなる。第2レンズ群G2の値が上限を超えたまま小型化しようとする、他のレンズ群にしわ寄せができ、例えば、第1レンズ群G1が小さすぎて収差補正が困難になり、歪曲収差や像面バランスを良好に保つことができなくなるため好ましくない。また、本実施形態の効果を確実にするために、条件式(5)の上限値を2.80にすることが好ましい。また、本実施形態の効果を更に確実にするために、条件式(5)の上限値を2.10にすることが更に好ましい。反対に、条件式(5)の下限値を下回ると、第2レンズ群G2全体の厚みが小さすぎて第2レンズ群G2の前群G2aと後群G2bとの間隔がとれないため合焦レンズ群として近距離に移動させたときに前群G2aと後群G2bとが干渉してしまう。または、広角端状態での焦点距離を達成するために第2レンズ群G2のパワーが強まり、球面収差をはじめとする諸収差の補正が困難となるため好ましくない。また、本実施形態の効果を確実にするために、条件式(5)の下限値を1.00にすることが好ましい。また、本実施形態の効果を更に確実にするために、条件式(5)の下限値を1.40にすることが更に好ましい。

30

40

【0045】

また、本実施形態のズームレンズZLは、第2レンズ群G2の前群G2aの焦点距離をf2Fとし、第2レンズ群G2の焦点距離をf2としたとき、以下の条件式(6)を満足することが望ましい。

【0046】

$$1.20 < f_{2F} / f_2 < 3.00 \quad (6)$$

50

## 【 0 0 4 7 】

条件式(6)は、第2レンズ群G2の前群G2aと、第2レンズ群G2全体(前群G2a+後群G2b)の焦点距離とを規定するための条件式である。条件式(6)の上限値を上回ると、第2レンズ群G2における前群G2aの焦点距離が大きすぎて移動量が増大し、合焦時近距離に移動させたときに前群G2aと後群G2bとが干渉してしまったり、レンズ径全体が大型化し、広角化もはかれなくなるまた、コマ収差が悪くなるため好ましくない。また、本実施形態の効果を確実にするために、条件式(6)の上限値を2.85にすることが好ましい。また、本実施形態の効果を更に確実にするために、条件式(6)の上限値を2.70にすることが更に好ましい。更に、本実施形態の効果を確実にするために、条件式(6)の上限値を2.30にすることが更に好ましい。また、本実施形態の効果を更に確実にするために、条件式(6)の上限値を2.20にすることがより更に好ましい。反対に、条件式(6)の下限値を下回ると、第2レンズ群G2の前群G2aの焦点距離が短くなってしまいが、ズームの軌道や移動量を考慮した場合、第1レンズ群G1の像点と第2レンズ群G2の物点とを合わせる必要があるため第1レンズ群G1の焦点距離まで短くなり、歪曲収差や像面の補正が困難となるため好ましくない。また、本実施形態の効果を確実にするために、条件式(6)の下限値を1.40にすることが好ましい。また、本実施形態の効果を更に確実にするために、条件式(6)の下限値を1.60にすることが更に好ましい。更に、本実施形態の効果を確実にするために、条件式(6)の下限値を1.70にすることが更に好ましい。また、本実施形態の効果を更に確実にするために、条件式(6)の下限値を1.80にすることがより更に好ましい。

10

20

## 【 0 0 4 8 】

また、第2レンズ群G2の前群G2aは、2枚以下のレンズで構成されていることが望ましく、合焦レンズ群の小型化が達成でき、加工及び組立時の製造誤差による光学性能の劣化を妨げることができる。なお、本実施形態では2枚のレンズで構成されている例を示したが、1枚のレンズで構成しても良い。

## 【 0 0 4 9 】

また、第2レンズ群G2は、全て正のレンズ成分で構成されていることが望ましく、各レンズの屈折力を小さくできるため、製造誤差による結像性能へ悪影響を抑えながら収差の発生自体を小さくすることができる。また、主点がより像面に位置するため、全長の小型化にも貢献する。

30

## 【 0 0 5 0 】

更に、第2レンズ群G2の後群G2bについても、鏡筒の小型化や生産時の製造誤差を考慮して接合レンズにすることが望ましいが、その場合少なくとも2つの接合レンズを設けることがより望ましく、開口絞りSに近い物体側の接合レンズでは主に球面収差やコマ収差の補正を、像側近くに配置された接合レンズでは、主に像面湾曲や歪曲収差といった軸外の収差を補正することが、収差補正上効果的である。

## 【 0 0 5 1 】

この第2レンズ群G2の後群G2bは、特に、少なくとも1つの接合レンズ成分を有し、当該接合レンズ成分のうち、最も物体側に配置された接合レンズ成分は、最も物体側に正レンズを有することが望ましく、球面収差を良好に補正して、上記収差の補正効果をより高めることができる。

40

## 【 0 0 5 2 】

また、第1レンズ群G1は、物体側より順に、1枚または2枚の負の単レンズと、正の単レンズと、を有することが望ましく、第1レンズ群G1自体の小型化を図ることができる。また、このように第1レンズ群G1が小さくなるということは、軸外光線をより光軸方向に変位させることができるため、高次の収差の発生を抑え良好な収差補正が可能となる。

## 【 0 0 5 3 】

図13及び図14に、上述のズームレンズZLを備える光学機器として、電子スチルカメラ1(以後、単にカメラと記す)の構成を示す。このカメラ1は、不図示の電源ボタン

50

を押すと撮影レンズ（ズームレンズZ L）の不図示のシャッタが開放され、ズームレンズZ Lで不図示の被写体からの光が集光され、像面Iに配置された撮像素子C（例えば、C C DやC M O S等）に結像される。撮像素子Cに結像された被写体像は、カメラ1の背後に配置された液晶モニター2に表示される。撮影者は、液晶モニター2を見ながら被写体像の構図を決めた後、リリースボタン3を押し下げ被写体像を撮像素子Cで撮影し、不図示のメモリーに記録保存する。

【0054】

このカメラ1には、被写体が暗い場合に補助光を発光する補助光発光部4、ズームレンズZ Lを広角端状態（W）から望遠端状態（T）にズーミングする際のワイド（W）-テレ（T）ボタン5、及び、カメラ1の種々の条件設定等に使用するファンクションボタン6等が配置されている。なお、図14ではカメラ1とズームレンズZ Lとが一体に成形されたコンパクトタイプのカメラを例示したが、光学機器としては、ズームレンズZ Lを有するレンズ鏡筒とカメラボディ本体とが着脱可能な一眼レフカメラでも良い。

10

【0055】

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。

【0056】

上述の説明及び以降に示す実施形態においては、2群及び3群構成を示したが、4群等の他の群構成にも適用可能である。また、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。

20

【0057】

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（超音波モーター等の）モーター駆動にも適している。特に、第2レンズ群G2の少なくとも一部を合焦レンズ群とするのが好ましい。

【0058】

また、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、または、光軸を含む面内方向に回転移動（揺動）させて、手ブレによって生じる像ブレを補正する防振レンズ群としても良い。特に、第2レンズ群G2の少なくとも一部を防振レンズ群とするのが好ましい。

30

【0059】

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妨げるので好ましい。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良く、レンズを屈折率分布型レンズ（GRINレンズ）或いはプラスチックレンズとしても良い。

40

【0060】

開口絞りSは、第2レンズ群G2の近傍に配置されるのが好ましいが、開口絞り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。また、第2レンズ群G2の前群G2aと後群G2bとの間に配置するのがより好ましい。

【0061】

さらに、各レンズ面には、フレアやゴーストを軽減し高コントラストの高い光学性能を達成するために、広い波長域で高い透過率を有する反射防止膜を施しても良い。

【0062】

本実施形態のズームレンズZ Lは、第1レンズ群G1が正のレンズ成分を1つと負のレ

50

レンズ成分を1つ有するのが好ましい。また、第1レンズ群G1は、物体側から順に、負正の順番にレンズ成分を、空気間隔を介在させて配置するのが好ましい。または、第1レンズ群G1が正のレンズ成分を1つと負のレンズ成分を2つ有するのが好ましい。また、第1レンズ群G1は、物体側から順に、負負正の順番にレンズ成分を、空気間隔を介在させて配置するのが好ましい。

【0063】

また、本実施形態のズームレンズZLは、第2レンズ群G2が正のレンズ成分を2つ有するのが好ましい。また、第2レンズ群G2は、物体側から順に、正正の順番にレンズ成分を、空気間隔を介在させて配置するのが好ましい。また、本実施形態のズームレンズZLは、第3レンズ群G3が正のレンズ成分を1つ有するのが好ましい。

10

【0064】

また、本実施形態のズームレンズZLは、変倍比が2～5程度である。本実施形態に係るズームレンズZLは、最も像側に配置されるレンズ成分の像側面から像面までの距離（バックフォーカス）が最も小さい状態で、10～30mm程度とするのが好ましい。また、本実施形態に係るズームレンズZLは、像高を5～12.5mmとするのが好ましく、5～9.5mmとするのがより好ましい。

【0065】

なお、本願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、本願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。

【0066】

以下、本実施形態のズームレンズZLの製造方法の概略を、図15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（ステップS100）。具体的に、本実施形態では、例えば、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L11、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL12、及び、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13を配置して第1レンズ群G1とし、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL21、及び、両凸レンズL22を配置して、第2レンズ群G2の前群G2aとし、開口絞りS、両凸レンズL23と両凹レンズL24との接合レンズ、及び、像側に凹面を向けた凹メニスカスレンズL25と両凸レンズL26との接合レンズを配置して第2レンズ群G2の後群G2bとする。このようにして準備した各レンズ群を配置してズームレンズを製造する。

20

30

【0067】

この際、広角端状態から望遠端状態まで変倍する際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔を変化させるように配置し、第2レンズ群G2に前群G2aと、後群G2bと、を配置して、前群G2aを光軸方向に移動させて近距離物点に対する合焦を行うよう構成する（ステップS200）。

【0068】

また、前群G2aの最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離をD2aとし、後群G2bの最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離をD2bとしたとき、以下に示す条件式(1)を満足するよう配置する（ステップS300）。

40

【0069】

$$0.20 < D2a / D2b < 0.65 \quad (1)$$

【実施例】

【0070】

以下、本願の各実施例を、添付図面に基づいて説明する。図1は、本実施例に係るズームレンズZLの構成を示す断面図であり、このズームレンズZLの屈折力配分及び広角端状態(W)から望遠端状態(T)への焦点距離状態の変化における各レンズ群の移動の様子を図1の下方に矢印で示している。この図1のズームレンズZL1は、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、を有して構成される。そして、広角端状態から望遠端状態まで変倍する際に、第1レンズ群

50

G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔を変化させる。また、第 2 レンズ群 G 2 は、前群 G 2 a と、後群 G 2 b と、を有し、前群 G 2 a を光軸方向に移動させて近距離物点に対する合焦を行う。

【 0 0 7 1 】

なお、開口絞り S は第 2 レンズ群 G 2 の前群 G 2 a 及び後群 G 2 b のどちらにあってもよい。また、各実施例において、第 2 レンズ群 G 2 b と像面 I との間に、像面 I に配設される C C D 等の固体撮像素子の限界解像以上の空間周波数をカットするためのローパスフィルター相当の部材 P 1 を有する。

【 0 0 7 2 】

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  $K$  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「 $\times 10^{-n}$ 」を示す。

【 0 0 7 3 】

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

【 0 0 7 4 】

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。、 は開口を表す。

【 0 0 7 5 】

〔 第 1 実施例 〕

図 1 は、第 1 実施例に係るズームレンズ Z L 1 の構成を示す図である。この図 1 のズームレンズ Z L 1 において、第 1 レンズ群 G 1 は、全体として負の屈折力を有し、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 1 1、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 2、及び、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 3 の 3 枚のレンズから構成されている。第 2 レンズ群 G 2 の前群 G 2 a は、全体として正の屈折力を有し、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 と両凸レンズ L 2 2 との接合レンズの 2 枚のレンズから構成されている。第 2 レンズ群 G 2 の後群 G 2 b は、物体側から順に、開口絞り S、両凸レンズ L 2 3 と両凹レンズ L 2 4 との接合レンズ、像側に凹面を向けた凹メニスカスレンズ L 2 5 と両凸レンズ L 2 6 との接合レンズの 4 枚のレンズから構成されている。

【 0 0 7 6 】

以下の表 1 に、第 1 実施例に係るズームレンズ Z L 1 の諸元の値を掲げる。この表 1 において、f は焦点距離、F N O は F ナンバー、 $\omega$  は画角、B f はバックフォーカスを、d 0 は物体面から第 1 レンズ群 G 1 の最も物体側のレンズ面までの軸上空気間隔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、屈折率及びアッペ数はそれぞれ d 線（ $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ）に対する値を示している。全長は、無限遠合焦時のレンズ面の第 1 面から像面 I までの光軸上の距離を表している。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。

【 0 0 7 7 】

（表 1）

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	= 10.25	~ 17.30	~ 29.30
Bf	= 5.4	~ 5.4	~ 5.4

10

20

30

40

50

F.NO = 3.58 ~ 4.37 ~ 5.83  
 2 = 80.4° ~ 50.9° ~ 31.2°  
 像高 = 8.2 ~ 8.2 ~ 8.2

面番号	曲率半径	面間隔	アッペ数	屈折率	
*1	24.5733	1.3000	40.10	1.85135	
*2	8.6979	6.5000			
3	350.4825	1.0000	44.78	1.74400	
4	25.2910	0.8243			
5	18.4974	3.4836	23.78	1.84666	10
6	65.7378	(d1)			
7	19.5919	2.0000	42.72	1.83481	
8	9.4188	2.5000	63.37	1.61800	
9	-153.2554	(d2)			
10	0.0000	0.5000			開口絞り S
11	14.0882	5.3759	52.64	1.74100	
12	-26.3968	1.0000	41.96	1.66755	
13	11.1060	2.1116			
14	25.3554	3.0000	40.76	1.88300	
15	10.0615	2.8000	65.46	1.60300	20
16	-30.9506	(d3)			
17	0.0000	3.0700	64.10	1.51680	
18	0.0000	(Bf)			

[ 各レンズ群の焦点距離 ]

レンズ群	始面	焦点距離	
G 1	1	-19.5583	
G 2 a	7	41.0226	
G 2 b	10	36.3741	
G 2	7	20.9288	30

【 0 0 7 8 】

この第1実施例において、第1面、及び、第2面の各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、すなわち頂点曲率半径R、円錐定数、及び、各非球面定数A4~A10の値を示す。

【 0 0 7 9 】

(表2)

面	A4	A6	A8	A10
第1面	1.9078	-1.14540E-05	-8.50660E-08	0.00000E+00
第2面	-0.1452	1.47980E-04	3.71930E-07	-5.34740E-10

【 0 0 8 0 】

この第1実施例において、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の前群G2aとの軸上空気間隔d1、第2レンズ群G2の前群G2aと後群G2bとの軸上空気間隔d2、及び、後群G2bとフィルター群FLとの軸上空気間隔d3は、変倍に際して変化する。次の表3に、無限遠及び至近撮影距離(d0 = 300mm)での広角端状態、中間焦点距離状態、及び、望遠端状態の各焦点距離における可変間隔を示す。

【 0 0 8 1 】

(表3)

	無限遠		
f	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	10.25	17.30	29.30

10

20

30

40

50

d1	27.7199	11.4459	1.7555
d2	3.0896	3.0896	3.0896
d3	10.9107	18.4547	31.2956
全長	82.5856	73.8557	77.0062
B f	5.4000	5.4000	5.4000
空気換算全長	81.5396	72.8097	75.9602
空気換算 B f	18.3347	25.8787	38.7196

至近撮影距離			
	広角端	中間焦点距離	望遠端
	-0.0316	-0.0541	-0.0923
d1	29.1453	12.6423	3.0212
d2	1.6642	1.8933	1.8240
d3	10.9107	18.4547	31.2956
全長	82.5856	73.8557	77.0062
B f	5.4000	5.4000	5.4000
空気換算全長	81.5396	72.8097	75.9602
空気換算 B f	18.3347	25.8787	38.7196

## 【 0 0 8 2 】

次の表 4 に、この第 1 実施例に係るズームレンズ Z L 1 の各条件式対応値を示す。なおこの表 4 において、D 2 a は前群 G 2 a の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を、D 2 b は後群 G 2 b の最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を、I M は像高を、Z は変倍比を、T L は無限遠合焦時における広角端状態から望遠端状態までの間で最大となる全長を、f 2 F は前群 G 2 a の焦点距離を、f 2 R は後群 G 2 b の焦点距離を、R a は前群 G 2 a の負メニスカスレンズ L 2 1 と両凸レンズ L 2 2 との接合面の曲率半径を、D 2 は無限遠合焦状態における第 2 レンズ群 G 2 の合成厚を、f w は広角端状態における全系の焦点距離を、f 2 は第 2 レンズ群 G 2 の焦点距離を、それぞれ表している。以上の符号の説明は以降の実施例においても同様である。

## 【 0 0 8 3 】

(表 4)

(1)  $D 2 a / D 2 b = 0.3150$

(2)  $I M \times Z / T L = 0.2838$

(3)  $f 2 R / f 2 F = 0.8867$

(4)  $R a = 9.4188$

(5)  $D 2 / f w = 2.1831$

(6)  $f 2 F / f 2 = 1.9601$

## 【 0 0 8 4 】

図 2 及び図 3 に、d 線 ( $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ) に対する第 1 実施例の諸収差図を示す。すなわち、図 2 ( a ) は広角端状態における無限遠合焦状態の収差図であり、図 2 ( b ) は中間焦点距離状態における無限遠合焦状態での諸収差であり、図 2 ( c ) は望遠端状態における無限遠合焦状態での諸収差である。また、図 3 ( a ) は広角端状態における至近撮影距離合焦状態の収差図であり、図 3 ( b ) は中間焦点距離状態における至近撮影距離合焦状態での諸収差であり、図 3 ( c ) は望遠端状態における至近撮影距離合焦状態での諸収差である。各収差図において、F N O は F ナンバーを、Y は像高を、A は各像高に対する半画角を、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。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。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 5 】

〔 第 2 実施例 〕

図 4 は、第 2 実施例に係るズームレンズ Z L 2 の構成を示す図である。この図 4 のズームレンズ Z L 2 において、第 1 レンズ群 G 1 は、全体として負の屈折力を有し、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 1 1、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 1 2、及び、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 3 の 3 枚のレンズから構成されている。第 2 レンズ群 G 2 の前群 G 2 a は、全体として正の屈折力を有し、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 と両凸レンズ L 2 2 との接合レンズの 2 枚のレンズから構成されている。第 2 レンズ群 G 2 の後群 G 2 b は、物体側から順に、開口絞り S、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 2 3 と像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 2 4 との接合レンズ、及び、像側に凹面を向けた凹メニスカスレンズ L 2 5 と両凸レンズ L 2 6 との接合レンズの 4 枚のレンズから構成されている。

10

【 0 0 8 6 】

以下の表 5 に、第 2 実施例の諸元の値を掲げる。

【 0 0 8 7 】

( 表 5 )

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	= 10.25	~ 17.30	~ 29.30
Bf	= 5.4	~ 5.4	~ 5.4
F.NO	= 3.57	~ 4.39	~ 5.94
2	= 82.7 °	~ 52.7 °	~ 32.3 °
像高	= 8.2	~ 8.2	~ 8.2

20

面番号	曲率半径	面間隔	アッベ数	屈折率
*1	28.6241	2.3000	40.10	1.85135
*2	8.7000	5.5000		
3	350.5666	1.0000	44.78	1.74400
4	26.2601	1.2515		
5	19.1923	4.0078	23.78	1.84666
6	81.1513	(d1)		
7	28.5021	2.0000	42.72	1.83481
8	10.2213	2.5000	63.37	1.61800
9	-39.1851	(d2)		
10	0.0000	0.5000		開口絞り S
11	11.3103	3.7408	52.64	1.74100
12	19.5341	1.0000	41.96	1.66755
13	11.6560	2.1116		
14	70.0187	2.0295	40.76	1.88300
15	9.0005	2.8000	65.46	1.60300
16	-18.3602	(d3)		
17	0.0000	3.0700	64.10	1.51680
18	0.0000	(Bf)		

30

40

[ 各レンズ群の焦点距離 ]

レンズ群	始面	焦点距離
G 1	1	-19.5947
G 2 a	7	42.0000
G 2 b	10	37.8596
G 2	7	20.9611

50



## 【 0 0 8 8 】

この第2実施例において、第1面、及び、第2面の各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A4～A10の値を示す。

## 【 0 0 8 9 】

(表6)

面		A 4	A 6	A 8	A 10
第1面	1.4287	-3.51840E-06	-2.72930E-08	0.00000E+00	0.00000E+00
第2面	-0.1452	1.47980E-04	3.71930E-07	1.93710E-09	2.43060E-12

## 【 0 0 9 0 】

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の前群G2aとの軸上空気間隔d1、第2レンズ群G2の前群G2aと後群G2bとの軸上空気間隔d2、及び、後群G2bとフィルター群FLとの軸上空気間隔d3は、変倍に際して変化する。次の表7に、無限遠及び至近撮影距離(d0 = 300mm)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 1 】

(表7)

	無限遠		
	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	10.25	17.30	29.30
d1	27.5704	11.2409	1.5175
d2	2.1349	2.1349	2.1349
d3	13.4226	20.9643	33.8011
全長	82.3391	73.5513	76.6646
B f	5.4000	5.4000	5.4000
空気換算全長	81.2931	72.5053	75.6186
空気換算 B f	20.8466	28.3883	41.2251

	至近撮影距離		
	広角端	中間焦点距離	望遠端
	-0.0316	-0.0540	-0.0921
d1	29.0026	12.4405	2.7774
d2	0.7028	0.9354	0.8750
d3	13.4226	20.9643	33.8011
全長	82.3391	73.5513	76.6646
B f	5.4000	5.4000	5.4000
空気換算全長	81.2931	72.5053	75.6186
空気換算 B f	20.8466	28.3883	41.2251

## 【 0 0 9 2 】

次の表8に、この第2実施例における各条件式対応値を示す。

## 【 0 0 9 3 】

(表8)

- (1)  $D_{2a} / D_{2b} = 0.3852$   
 (2)  $IM \times Z / TL = 0.2847$   
 (3)  $f_{2R} / f_{2F} = 0.9014$   
 (4)  $R_a = 10.2213$   
 (5)  $D_2 / fw = 1.8358$   
 (6)  $f_{2F} / f_2 = 2.0037$

## 【 0 0 9 4 】

図5及び図6に、d線( $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ )に対する第2実施例の諸収差図を示す。

すなわち、図5(a)は広角端状態における無限遠合焦状態の収差図であり、図5(b)は中間焦点距離状態における無限遠合焦状態での諸収差であり、図5(c)は望遠端状態における無限遠合焦状態での諸収差である。また、図6(a)は広角端状態における至近撮影距離合焦状態の収差図であり、図6(b)は中間焦点距離状態における至近撮影距離合焦状態での諸収差であり、図6(c)は望遠端状態における至近撮影距離合焦状態での諸収差である。各収差図から明らかなように、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。

【0095】

〔第3実施例〕

図7は、第3実施例に係るズームレンズZL3の構成を示す図である。この図7のズームレンズZL3は、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、及び、第3レンズ群G3から構成されている。このズームレンズZL3において、第1レンズ群G1は、全体として負の屈折力を有し、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L11、両凹レンズL12、及び、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL13の3枚のレンズから構成されている。第2レンズ群G2の前群G2aは、全体として正の屈折力を有し、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L21と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL22との接合レンズの2枚のレンズから構成されている。第2レンズ群G2の後群G2bは、物体側から順に、開口絞りS、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL23、及び、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズL24と両凸レンズL25との接合レンズの3枚のレンズから構成されている。第3レンズ群G3は、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL31の1枚のレンズから構成されている。

【0096】

以下の表9に、第3実施例の諸元の値を掲げる。

【0097】

(表9)

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	= 9.99	~ 19.99	~ 30.00
Bf	= 0.5	~ 0.5	~ 0.5
F.NO	= 3.78	~ 5.60	~ 7.43
2	= 81.5°	~ 44.9°	~ 30.7°
像高	= 8.2	~ 8.2	~ 8.2

面番号	曲率半径	面間隔	アッベ数	屈折率
*1	23.2800	1.3000	40.10	1.85135
*2	8.7000	9.0142		
3	-114.6470	1.6647	53.20	1.69350
4	46.2589	0.1000		
5	23.4802	3.4348	25.10	1.90200
6	86.7048	(d1)		
7	11.1533	2.7000	46.62	1.81600
8	6.4045	2.7000	59.38	1.60729
9	22.2070	(d2)		
10	0.0000	0.7015		
*11	10.9429	2.6859	62.56	1.55880
12	13.6285	1.0895		
13	85.4236	2.7000	34.97	1.80100
14	10.0059	2.4961	65.44	1.60300
15	-19.9649	(d3)		
16	23.2917	2.0000	70.23	1.48749

開口絞り S

10

20

30

40

50

17 21.6426 3.0000  
 18 0.0000 3.0000 64.10 1.51680  
 19 0.0000 (Bf)

[ 各レンズ群の焦点距離 ]

レンズ群 始面 焦点距離

G 1 1 -20.9469  
 G 2 a 7 45.9257  
 G 2 b 10 32.4183  
 G 2 7 23.1092  
 G 3 16 -1040.6836

10

【 0 0 9 8 】

この第3実施例において、第1面、第2面、及び、第11面の各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 9 】

(表10)

面		A 4	A 6	A 8	A 10
第1面	1.6705	-1.43850E-05	-3.39680E-07	1.40850E-09	-2.46260E-12
第2面	0.0075	1.01880E-04	-2.22740E-07	-3.13580E-09	2.40200E-11
第11面	0.3018	-3.10000E-05	9.39260E-07	-2.19100E-08	7.01870E-10

20

【 0 1 0 0 】

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の前群G2aとの軸上空気間隔d1、第2レンズ群G2の前群G2aと後群G2bとの軸上空気間隔d2、及び、後群G2bと第3レンズ群G3との軸上空気間隔d3は、変倍に際して変化する。次の表11に、無限遠及び至近撮影距離(d0 = 200mm)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 1 】

(表11)

	無限遠		
	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	9.99	19.99	30.00
d1	32.5814	8.8953	1.0000
d2	3.0000	3.0000	3.0000
d3	15.5729	26.8640	38.1671
全長	90.2409	77.8460	81.2537
Bf	0.5001	0.5001	0.5001
空気換算全長	89.2187	76.8238	80.2316
空気換算Bf	5.4779	5.4779	5.4779

30

	至近撮影距離		
	広角端	中間焦点距離	望遠端
	-0.0445	-0.0913	-0.1383
d1	34.7958	10.9623	3.2946
d2	0.7856	0.9331	0.7054
d3	15.5729	26.8640	38.1671
全長	90.2409	77.8460	81.2537
Bf	0.5001	0.5001	0.5001
空気換算全長	89.2187	76.8238	80.2316
空気換算Bf	5.4779	5.4779	5.4779

40

50

【 0 1 0 2 】

次の表 1 2 に、この第 3 実施例における各条件式対応値を示す。

【 0 1 0 3 】

(表 1 2)

( 1 )  $D 2 a / D 2 b = 0.6019$

( 2 )  $I M \times Z / T L = 0.2729$

( 3 )  $f 2 R / f 2 F = 0.7059$

( 4 )  $R a = \underline{6.4045}$

( 5 )  $D 2 / f w = 1.8091$

( 6 )  $f 2 F / f 2 = 1.9873$

10

【 0 1 0 4 】

図 8 及び図 9 に、d 線 (  $\lambda = 587.6 \text{ nm}$  ) に対する第 3 実施例の諸収差図を示す。すなわち、図 8 ( a ) は広角端状態における無限遠合焦状態の収差図であり、図 8 ( b ) は中間焦点距離状態における無限遠合焦状態での諸収差であり、図 8 ( c ) は望遠端状態における無限遠合焦状態での諸収差である。また、図 9 ( a ) は広角端状態における至近撮影距離合焦状態の収差図であり、図 9 ( b ) は中間焦点距離状態における至近撮影距離合焦状態での諸収差であり、図 9 ( c ) は望遠端状態における至近撮影距離合焦状態での諸収差である。各収差図から明らかなように、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。

20

【 0 1 0 5 】

[ 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る。この図 1 0 のズームレンズ Z L 4 は、第 1 レンズ群 G 1、第 2 レンズ群 G 2、及び、第 3 レンズ群 G 3 から構成されている。このズームレンズ Z L 4 において、第 1 レンズ群 G 1 は、全体として負の屈折力を有し、物体側から順に、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 1 1、及び、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 1 2 の 2 枚のレンズから構成されている。第 2 レンズ群 G 2 の前群 G 2 a は、全体として正の屈折力を有し、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 と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 2 2 との接合レンズの 2 枚のレンズから構成されている。第 2 レンズ群 G 2 の後群 G 2 b は、物体側から順に、開口絞り S、両凸レンズ L 2 3、両凹レンズ L 2 4、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 2 5、及び、両凸レンズ L 2 6 の 4 枚のレンズから構成されている。第 3 レンズ群 G 3 は、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 3 1 の 1 枚のレンズから構成されている。

30

【 0 1 0 6 】

以下の表 1 3 に、第 4 実施例の諸元の値を掲げる。

【 0 1 0 7 】

(表 1 3)

	広角端	中間焦点距離	望遠端
f	= 9.44	~ 12.96	~ 18.13
Bf	= 10.59	~ 17.77	~ 17.56
F.NO	= 3.99	~ 4.72	~ 5.59
$2\omega$	= 77.1°	~ 58.5°	~ 42.8°
像高	= 8.2	~ 8.2	~ 8.2

40

面番号	曲率半径	面間隔	アッベ数	屈折率
*1	104.1787	1.0000	40.19	1.85049
*2	5.3165	2.5731		
3	11.0612	2.0000	23.78	1.84666
4	36.5497	(d1)		

50

5	17.0544	1.0000	35.31	1.59270	
6	13.9075	1.7000	52.32	1.75500	
7	273.4983	(d2)			
8	0.0000	0.1000			開口絞り S
9	7.6462	2.9795	45.87	1.54814	
10	-7.9955	1.9000	31.62	1.75692	
11	7.9335	0.6500			
12	87.1421	1.0049	67.87	1.59319	
13	-9.8241	0.2590			
14	69.2280	1.2000	67.87	1.59319	10
15	-30.0898	(d3)			
16	-12.2369	1.0000	60.03	1.64000	
17	-15.2548	(Bf)			

[ 各レンズ群の焦点距離 ]

レンズ群 始面 焦点距離

G 1	1	-12.7650			
G 2 a	7	22.9400			
G 2 b	10	19.4250			
G 2	7	11.8655			20
G 3	16	-111.0000			

【 0 1 0 8 】

この第4実施例において、第1面、及び、第2面の各レンズ面は非球面形状に形成されている。次の表14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 9 】

(表14)

面	A4	A6	A8	A10	
第1面	1.0000	2.04520E-05	-1.50310E-08	-1.16940E-08	2.12500E-10
第2面	0.4921	-9.85910E-05	-1.94350E-06	-2.42600E-07	4.78370E-09

【 0 1 1 0 】

この第4実施例において、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の前群G2aとの軸上空気間隔d1、第2レンズ群G2の前群G2aと後群G2bとの軸上空気間隔d2、及び、後群G2bと第3レンズ群G3との軸上空気間隔d3は、変倍に際して変化する。次の表15に、無限遠及び至近撮影距離(d0 = 459mm)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 1 1 】

(表15)

	無限遠			
	広角端	中間焦点距離	望遠端	
f	9.44	12.95	18.13	40
d1	8.6610	4.5056	0.5063	
d2	0.6787	0.6787	0.6787	
d3	3.7139	0.6895	4.9025	
全長	41.0096	41.0096	41.0096	
Bf	10.5896	17.7695	17.5558	
空気換算全長	41.0096	41.0096	41.0096	
空気換算Bf	10.5896	17.7695	17.5558	

至近撮影距離

	広角端	中間焦点距離	望遠端
	-0.0200	-0.0275	-0.0386
d1	9.0185	4.8517	0.8635
d2	0.3213	0.3326	0.3214
d3	3.7139	0.6895	4.9025
全長	41.0096	41.0096	41.0096
B f	10.5896	17.7695	17.5558
空気換算全長	41.0096	41.0096	41.0096
空気換算 B f	10.5896	17.7695	17.5558

## 【 0 1 1 2 】

次の表 1 6 に、この第 4 実施例における各条件式対応値を示す。

## 【 0 1 1 3 】

(表 1 6)

$$(1) D2a / D2b = 0.3378$$

$$(2) IM \times Z / TL = 0.3840$$

$$(3) f2R / f2F = 0.8468$$

$$(4) Ra = 13.9075$$

$$(5) D2 / fw = 1.2159$$

$$(6) f2F / f2 = 1.9333$$

## 【 0 1 1 4 】

図 1 1 及び図 1 2 に、d 線 ( $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ) に対する第 4 実施例の諸収差図を示す。すなわち、図 1 1 (a) は広角端状態における無限遠合焦状態の収差図であり、図 1 1 (b) は中間焦点距離状態における無限遠合焦状態での諸収差であり、図 1 1 (c) は望遠端状態における無限遠合焦状態での諸収差である。また、図 1 2 (a) は広角端状態における至近撮影距離合焦状態の収差図であり、図 1 2 (b) は中間焦点距離状態における至近撮影距離合焦状態での諸収差であり、図 1 2 (c) は望遠端状態における至近撮影距離合焦状態での諸収差である。各収差図から明らかのように、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。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 1 1 5 】

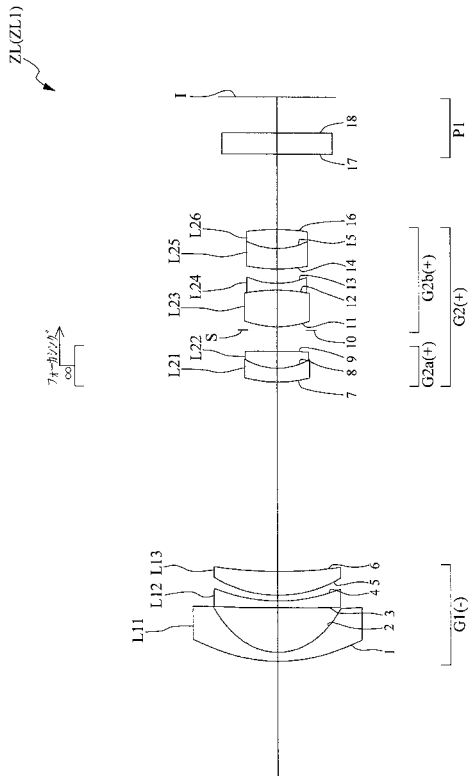
Z L ( Z L 1 ~ Z L 4 )   ズームレンズ  
 G 1   第 1 レンズ群   G 2   第 2 レンズ群  
 G 2 a   前群   G 2 b   後群  
 S   開口絞り  
 1   電子スチルカメラ ( 光学機器 )

10

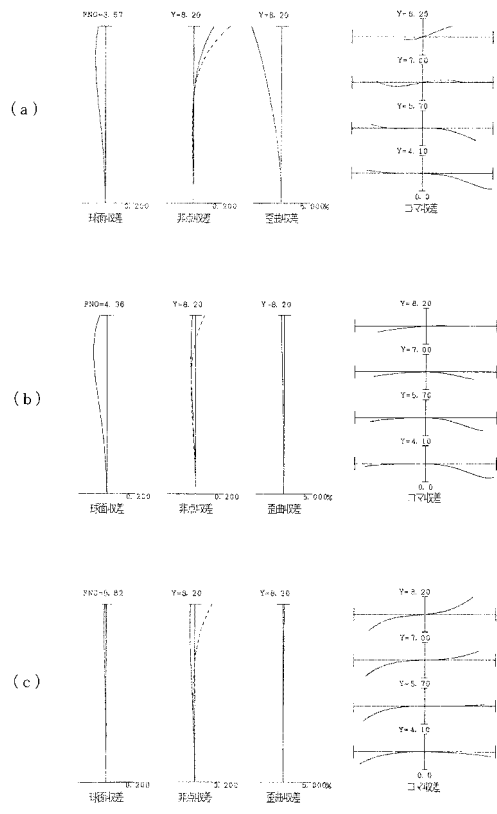
20

30

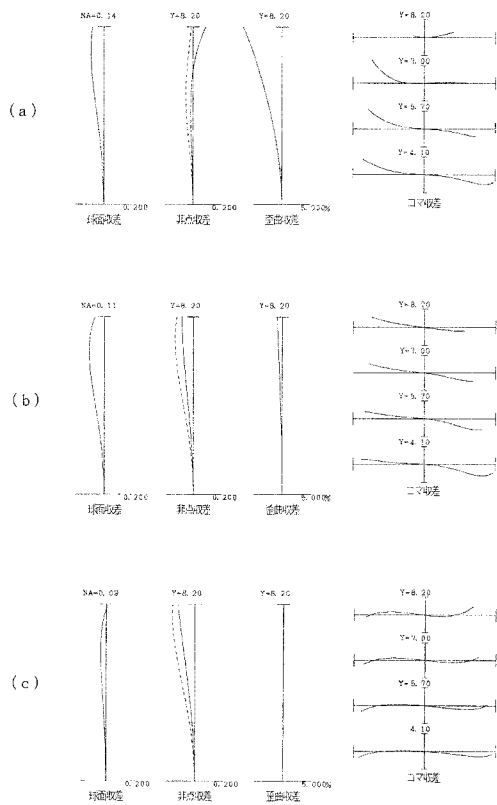
【 図 1 】



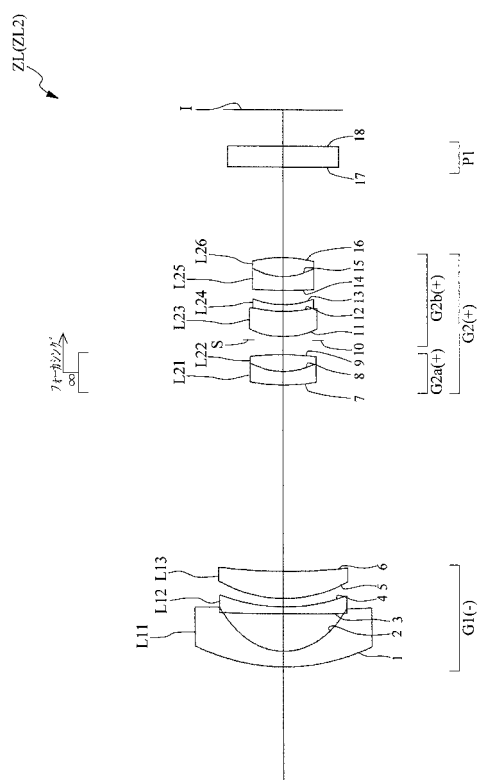
【 図 2 】



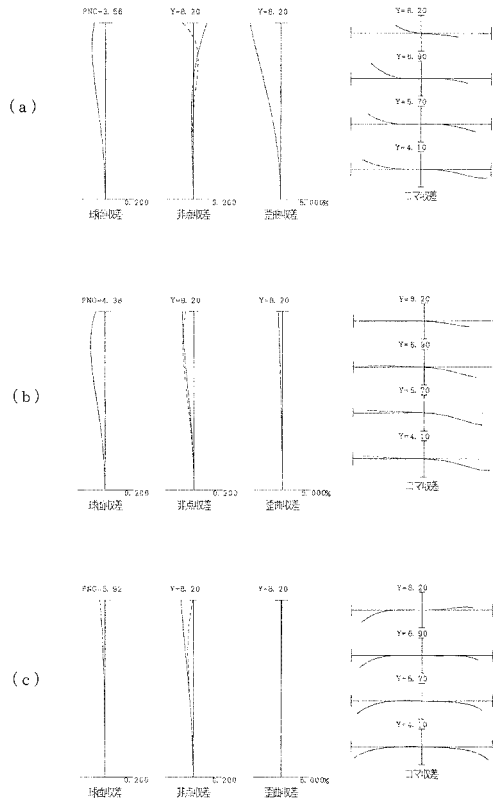
【 図 3 】



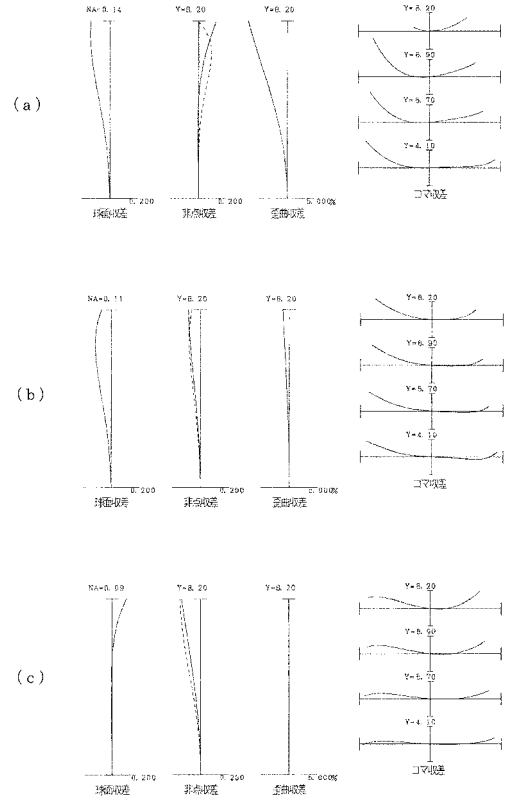
【 図 4 】



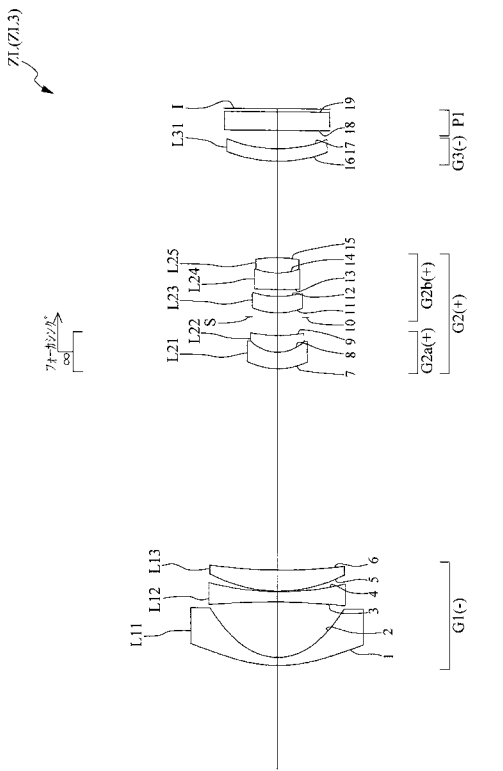
【 図 5 】



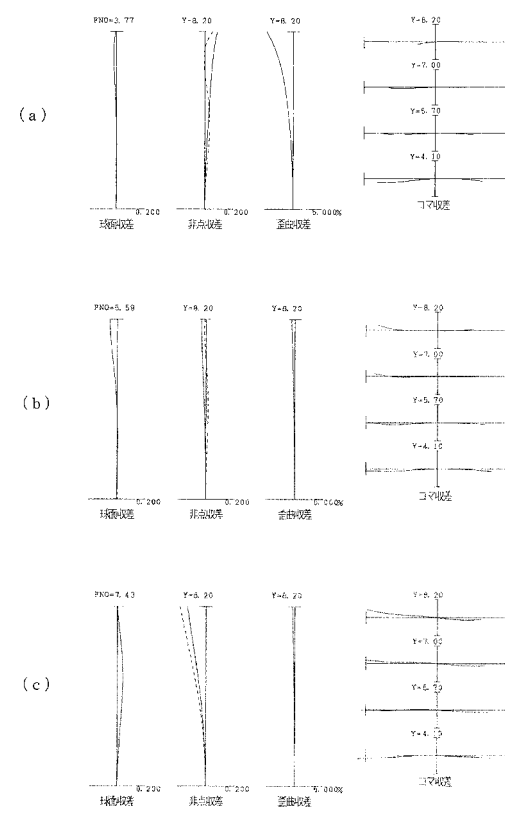
【 図 6 】



【 図 7 】

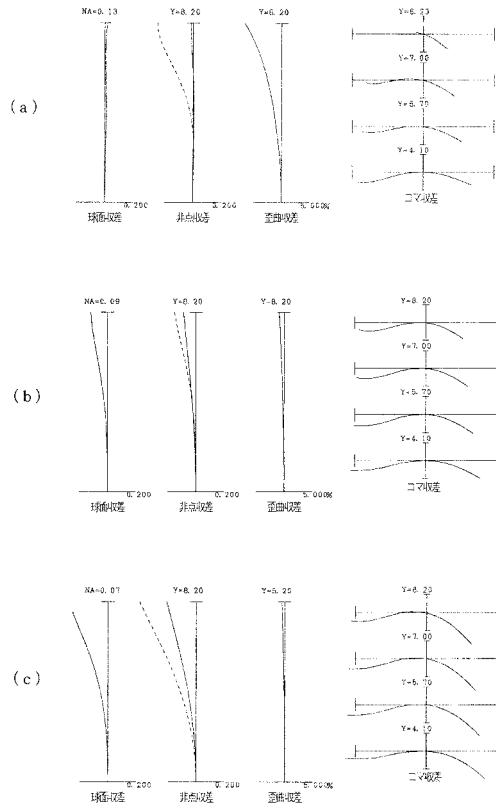


【 図 8 】

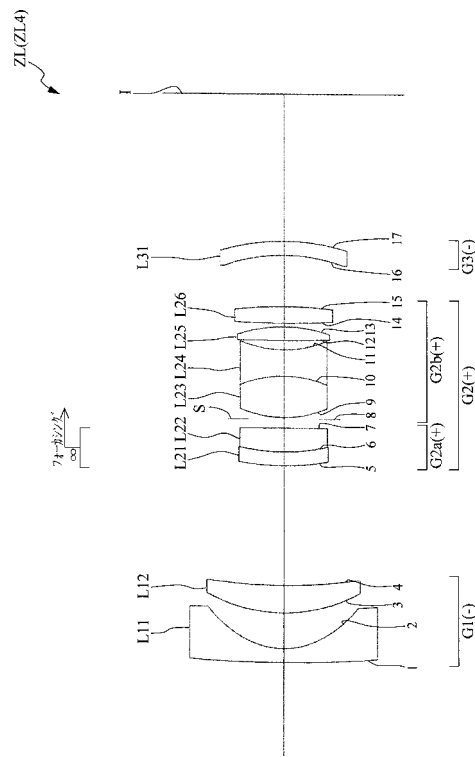




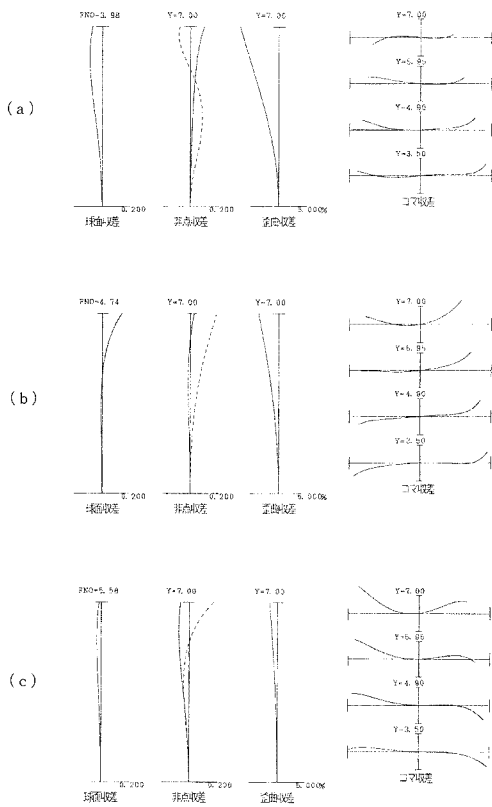
【 図 9 】



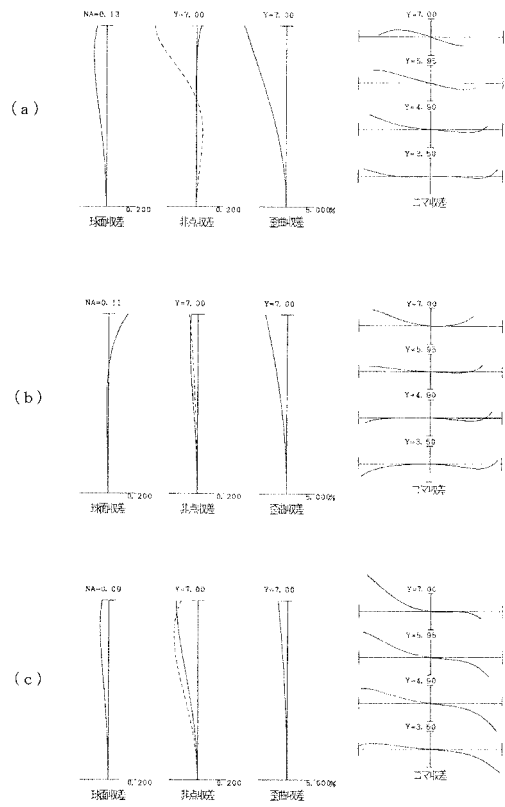
【 図 10 】



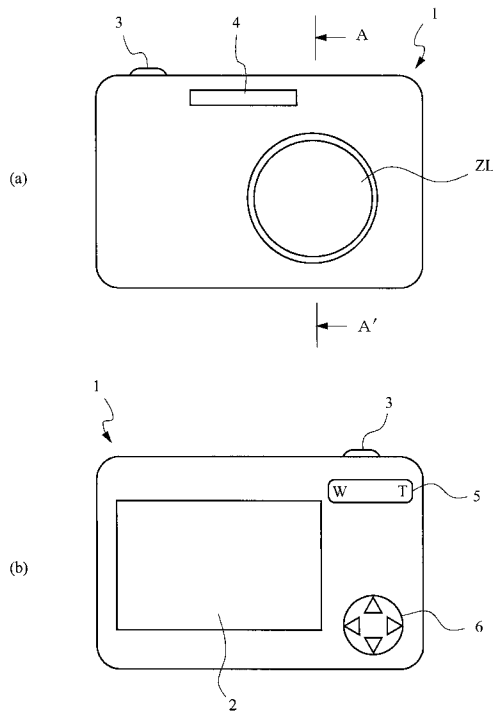
【 図 11 】



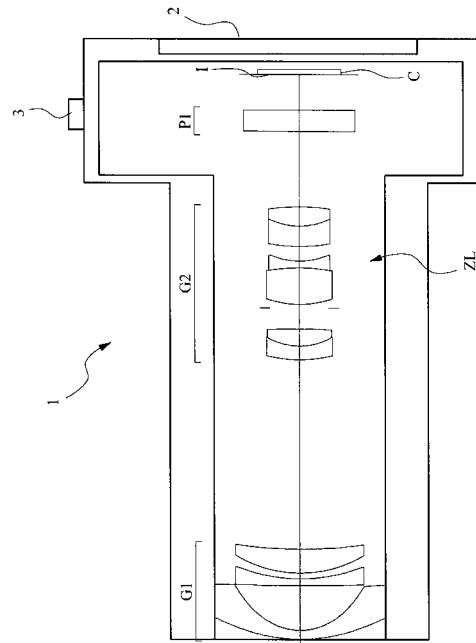
【 図 12 】



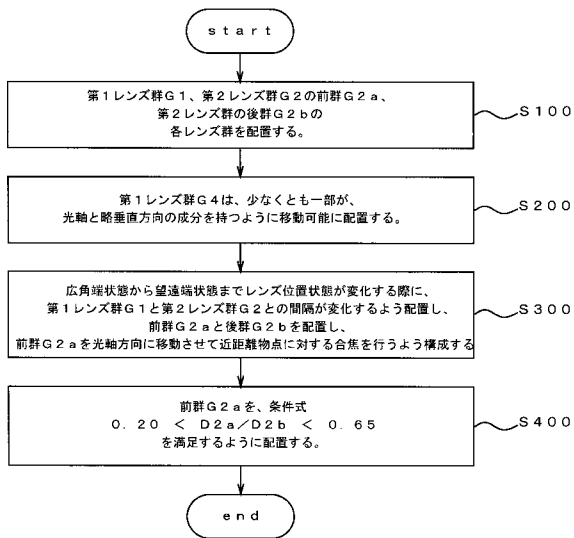
【図13】



【図14】



【図15】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-258511(JP,A)  
特開2007-94174(JP,A)  
特開2007-279232(JP,A)  
特開平8-327907(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