

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5693322号  
(P5693322)

(45) 発行日 平成27年4月1日(2015.4.1)

(24) 登録日 平成27年2月13日(2015.2.13)

(51) Int. Cl. F 1  
**G O 2 B 15/167 (2006.01)** G O 2 B 15/167  
**G O 2 B 15/20 (2006.01)** G O 2 B 15/20

請求項の数 5 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2011-69565 (P2011-69565)	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成23年3月28日(2011.3.28)	(74) 代理人	100094112 弁理士 岡部 譲
(65) 公開番号	特開2012-203297 (P2012-203297A)	(74) 代理人	100096943 弁理士 臼井 伸一
(43) 公開日	平成24年10月22日(2012.10.22)	(74) 代理人	100101498 弁理士 越智 隆夫
審査請求日	平成26年3月24日(2014.3.24)	(74) 代理人	100107401 弁理士 高橋 誠一郎
		(74) 代理人	100106183 弁理士 吉澤 弘司
		(74) 代理人	100128668 弁理士 齋藤 正巳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及び撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から像側へ順に、正の屈折力を有しズームングのためには移動しない第1レンズ群と、ズームングに際し、隣接するレンズ群の間隔を変化させながら移動する少なくとも2群を含むズームレンズ群と、開口絞りと、正の屈折力を有しズームングのためには移動しないリレーレンズ群と、を有し、

該第1レンズ群は、物体側から像側へ順に、正の屈折力を有する第11レンズ群と、負の屈折力を有する第12レンズ群と、正の屈折力を有する第13レンズ群と、を有し、

該第13レンズ群は、正の屈折力を有し可動である第13fレンズ群を含み、

該第12レンズ群及び該第13fレンズ群をそれぞれ異なる繰り出し量だけ像側から物体側へ繰り出すことにより近距離物体への焦点調整を行い、

以下の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$-2.5 < f_{12} / f_{13f} < -0.4$$

$$0.05 < x_{13f} / x_{12} < 5.0$$

但し、 $f_{12}$  : 第12レンズ群の焦点距離

$f_{13f}$  : 第13fレンズ群の焦点距離

$x_{12}$  : 第12レンズ群の、無限遠から至近までの焦点調整における繰り出し量

$x_{13f}$  : 第13fレンズ群の、無限遠から至近までの焦点調整における繰り出し量

し量

【請求項2】

前記ズームレンズの望遠端における焦点距離を  $f_t$  とするとき、

$$0.2 < f_1 / f_t < 1.0$$

を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 3】

前記第 1 2 レンズ群の焦点距離を  $f_{12}$ 、前記第 1 3 レンズ群の焦点距離を  $f_{13}$  とするとき、

$$-2.5 < f_{12} / f_{13} < -0.8$$

を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載のズームレンズと、  
該ズームレンズによって形成される像を光電変換する撮像素子と、  
を有することを特徴とする撮像装置。

10

【請求項 5】

前記ズームレンズの広角端における焦点距離を  $f_w$ 、イメージサイズを  $IS$  とするとき、

$$0.7 < f_w / IS < 2.4$$

を満足することを特徴とする請求項 4 に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、テレビカメラや映画用カメラ、ビデオカメラ、写真用カメラ、デジタルカメラに好適なズームレンズに関し、高倍率、小型軽量、且つ焦点調整による収差変動が少ないズームレンズ、及びそれを有する撮像装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、変倍レンズ群よりも物体側に位置するレンズ群により焦点調整を行うズームレンズにおいて、フォーカシングに伴い複数のレンズ群が移動する所謂フローティングフォーカス方式が種々提案されている。

【0003】

例えば、特許文献 1 では、第 1 レンズ群が負の屈折力の第 1 1 群、正の屈折力の第 1 2 群、正の屈折力の第 1 3 群から構成され、無限遠物体から近距離物体への焦点調整時に第 1 2 群、第 1 3 群がともに物体側へ移動するズームレンズが開示されている。

30

【0004】

また、特許文献 2 では、第 1 レンズ群が負の屈折力の第 1 1 群、正の屈折力の第 1 2 群、正の屈折力の第 1 3 群から構成され、無限遠物体から近距離物体への焦点調整時に第 1 2 群は像側に、第 1 3 群は物体側へ移動するズームレンズが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開平 7 - 1 5 1 9 6 6 号公報

40

【特許文献 2】特開平 9 - 2 5 8 1 0 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

テレビカメラ、映画用カメラ等に用いるズームレンズにおいては、機動性の確保と撮影自由度の向上のために、更なる高倍率と小型軽量化の両立が望まれている。また、焦点調整に伴う収差変動の少ない高性能なズームレンズが要求されている。更に映画撮影や CM 撮影に用いられるレンズにおいては焦点調整による被写体の大きさの変化（以下、ブリーディングと呼ぶ）を抑制することが望まれている。

【0007】

50

特許文献 1 の焦点調整方式ではブリージングを抑制することは困難である。

【 0 0 0 8 】

特許文献 2 の焦点調整方式では広角ズームレンズに適しているが、小型軽量化と高倍率化を両立することが困難である、

そこで本発明の目的は、高倍率と小型軽量の両立が可能であり、且つ焦点調整による収差変動が少なく、更にブリージングの少ない焦点調整方式を有するズームレンズ及びそれを有する撮像装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

上記目的を達成するために、本発明に係るズームレンズ及びそれを有する撮像装置は、  
物体側から像側へ順に、正の屈折力を有しズームングのためには移動しない第 1 レンズ群と、  
ズームングに際し、隣接するレンズ群の間隔を変化させながら移動する少なくとも 2  
群を含むズームレンズ群と、開口絞りと、正の屈折力を有しズームングのためには移動し  
ないリレーレンズ群とを有し、該第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に正の屈折力を有  
する第 1 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 1 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 1  
3 レンズ群と、を有し、該第 1 3 レンズ群は、正の屈折力を有し可動である第 1 3 f レン  
ズ群を含み、該第 1 2 レンズ群及び該第 1 3 レンズ群をそれぞれ異なる繰り出し量だけ像  
側から物体側へ繰り出すことにより近距離物体へ焦点調整を行い、以下の条件を満足する  
ことを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

$$\begin{aligned} -2.5 < f_{12} / f_{13} f < -0.4 \\ 0.05 < x_{13} f / x_{12} < 5.0 \end{aligned}$$

但し、 $f_{12}$  は第 1 2 レンズ群の焦点距離、 $f_{13} f$  は第 1 3 f レンズ群の焦点距離、 $x_{12}$  は第 1 2 レンズ群の、無限遠から至近までの焦点調整における繰り出し量、 $x_{13} f$  は第 1 3 f レンズ群の、無限遠から至近までの焦点調整における繰り出し量を示す。

【 0 0 1 1 】

本発明の更なる目的又はその他の特徴は、以下、添付の図面を参照して説明される好ましい実施例等によって明らかにされるであろう。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、高倍率、小型軽量且つフォーカスによる収差変動が少なく、更にブリージングの少ないズームレンズを達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】本発明の原理を示す図である。

【図 2】実施例 1 の広角端における、無限遠距離 (A) 及び至近 (B) でのレンズ断面図である。

【図 3】実施例 1 の望遠端における、物体距離無限 (A) 及び至近 (B) における光路図である。

【図 4 A】実施例 1 の広角端における、物体距離 7.0 m (a)、無限遠 (b)、至近 (1.5 m) (c) での収差図である。

【図 4 B】実施例 1 の望遠端における、物体距離 7.0 m (a) 無限遠 (b)、至近 (1.5 m) (c) での収差図である。

【図 5】実施例 2 の広角端における、無限遠距離 (A) 及び至近 (B) でのレンズ断面図である。

【図 6 A】実施例 2 の広角端における、物体距離 7.0 m (a)、無限遠 (b)、至近 (1.8 m) (c) での収差図である。

【図 6 B】実施例 2 の望遠端における、物体距離 7.0 m (a)、無限遠 (b)、至近 (1.8 m) (c) での収差図である。

【図 7】実施例 3 の広角端における、無限遠距離 (A) 及び至近 (B) でのレンズ断面図

10

20

30

40

50

である。

【図 8 A】実施例 3 の広角端における、物体距離 7.0 m ( a )、無限遠 ( b )、至近 ( 1.8 m ) ( c ) での収差図である。

【図 8 B】実施例 3 の望遠端における、物体距離 7.0 m ( a )、無限遠 ( b )、至近 ( 1.8 m ) ( c ) での収差図である。

【図 9】実施例 4 の広角端における、無限遠距離 ( A ) 及び至近 ( B ) でのレンズ断面図である。

【図 10 A】実施例 4 の広角端における、物体距離 12.0 m ( a )、無限遠 ( b )、至近 ( 3.5 m ) ( c ) での収差図である。

【図 10 B】実施例 4 の望遠端における、物体距離 12.0 m ( a )、無限遠 ( b )、至近 ( 3.5 m ) ( c ) での収差図である。

【図 11】実施例 5 の広角端における、無限遠距離 ( A ) 及び至近 ( B ) でのレンズ断面図である。

【図 12 A】実施例 5 の広角端における、物体距離 7.0 m ( a )、無限遠 ( b )、至近 ( 1.8 m ) ( c ) での収差図である。

【図 12 B】実施例 5 の望遠端における、物体距離 7.0 m ( a )、無限遠 ( b )、至近 ( 1.8 m ) ( c ) での収差図である。

【図 13】実施例 6 の撮像装置の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下に、本発明の実施の形態を添付の図面に基づいて詳細に説明する。

まず、本発明のズームレンズの特徴について、各条件式に沿って説明する。

本発明の高倍率、小型軽量且つ焦点調整による収差変動の少なく、更にブリージングの少ないズームレンズを達成するための第 1 レンズ群の構成及び、焦点調整方式について規定する。焦点調整による収差変動とは、主には物体距離無限遠から至近にかけた像面湾曲の変動を意味する。

【0015】

本発明のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有しズーミングのためには移動しない第 1 レンズ群と、ズーミングに際し、隣接するレンズ群の間隔を変化させながら移動する少なくとも 2 群を含む変倍レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力を有しズーミングのためには移動しないリレーレンズ群とから構成される。第 1 レンズ群は、物体側より順に正の屈折力を有する第 11 レンズ群、負の屈折力を有する第 12 レンズ群、正の屈折力を有する第 13 レンズ群で構成される。第 13 レンズ群は、正の屈折力を有し可動である第 13 f レンズ群を含む。第 12 レンズ群及び第 13 f レンズ群をそれぞれ物体側へ繰り出すことにより近距離物体へ焦点調整を行う。

【0016】

更に第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$ 、第 11 レンズ群の焦点距離を  $f_{11}$ 、レンズ全系における望遠端の焦点距離を  $f_t$ 、 $x_{12}$  を第 12 レンズ群の焦点調整における物体側への繰り出し量、 $x_{13f}$  を第 13 f レンズ群の焦点調整における物体側への繰り出し量としたとき、以下の条件式を満足している。

$$-2.5 < f_{12} / f_{13f} < -0.4 \quad \dots (1)$$

$$0.05 < x_{13f} / x_{12} < 5.0 \quad \dots (2)$$

【0017】

本発明の光学的作用について図 1 を用いて説明する。

図 1 は、任意のズーム位置における物体距離無限遠 ( A ) 及び最至近物体距離 ( B ) における第 1 レンズの軸外光路概念図である。図 1 において、左側が物体側、右側が像面側であり、物体側から順に、正の屈折力の第 11 レンズ群  $U_{11}$ 、負の屈折力の第 12 レンズ群  $U_{12}$ 、正の屈折力の第 13 レンズ群  $U_{13}$  を示している。物体距離が無限遠での第 11 レンズ群  $U_{11}$  における軸外光線の高さを  $h_{11inf}$  とし、至近での第 11 レンズ群  $U_{11}$  における軸外光線の高さを  $h_{11mod}$  とすると、以下の関係が成り立つ。

10

20

30

40

50

$$h_{11inf} > h_{11mod} \cdots (6)$$

【0018】

つまり、第11レンズ群U11を通過する軸外入射光線の高さは物体距離が無限遠の場合より至近の場合の方が低い。この効果により、物体距離が無限遠から至近に向けて変化すると像面湾曲はオーバー側に変化する。また、第12レンズ群U12が、物体距離が無限遠から至近に向けて物体側に繰り出すとき、至近側で像面湾曲はアンダー側に変化する。更に、第13レンズ群U13が、物体距離が無限遠から至近に向けて物体側に繰り出すとき、至近側で像面湾曲はオーバー側に変化する。以上により、第11レンズ群U11の入射光線高さの変化による像面湾曲をオーバーにする寄与分と、第12レンズ群U12が物体側に繰り出すことによる像面湾曲をアンダーにする寄与分と、第13レンズ群U13が物体側に繰り出すことによる像面湾曲をオーバーにする寄与分が全て相殺し、焦点調整による像面湾曲の変動を抑制することが可能となる。

10

【0019】

但し、第11レンズ群U11のパワーの増大により、第12レンズ群U12の繰り出し量が増大するため、第11レンズ群U11のパワーを適切に設定することが必要となる。

【0020】

次に、第12レンズ群U12と第13レンズ群U13の2つのレンズ群を移動する所謂フローティングフォーカス方式によるブリージングの抑制について説明する。第12レンズ群U12が物体距離が無限遠から至近に向けて物体側に繰り出すとき、全系の焦点距離は広角側にシフトする。一方で、第13レンズ群U13が物体距離が無限遠から至近に向けて物体側に繰り出すとき、全系の焦点距離は望遠側にシフトする。

20

【0021】

以上より、第12レンズ群U12と第13レンズ群U13の繰り出し量の比を適切に設定することにより、ブリージングを相殺することが可能となる。

【0022】

次に、前述の条件式(1)及び(2)に関して説明する。

【0023】

(1)式は、第12レンズ群U12の焦点距離 $f_{12}$ と、第13レンズ群U13に含まれる正の屈折力を有し可動である第13fレンズ群の焦点距離 $f_{13f}$ との比を規定する。

30

$$-2.5 < f_{12} / f_{13f} < -0.4 \cdots (1)$$

【0024】

(1)式の上限が満たされないと、第12レンズ群U12の負の屈折力に対して第13fレンズ群の正の屈折力が大きくなり過ぎ、物体距離が無限遠から至近に向けて第12レンズ群U12と第13fレンズ群を物体側に繰り出すとき、物体距離至近側における像面湾曲の変動がオーバー側に過補正となってしまう。逆に、(1)式の下限が満たされないと、第12レンズ群U12の負の屈折力に対して第13fレンズ群の正の屈折力が小さくなり過ぎ、物体距離が無限遠から至近に向けて第12レンズ群U12と第13fレンズ群を物体側に繰り出すとき、物体距離至近側における像面湾曲の変動がアンダー側に過補正となってしまう。更に次の如く条件式を設定することがより好ましい。

40

$$-1.8 < f_{12} / f_{13f} < -0.6 \cdots (1a)$$

【0025】

(2)式は、第12レンズ群U12の焦点調整における繰り出し量と第13レンズ群U13、もしくは第13レンズ群U13内の正の屈折力を有するレンズ群の繰り出し量の比を規定する。

$$0.05 < x_{13f} / x_{12} < 5.0 \cdots (2)$$

【0026】

(2)式を満たすことで、焦点調整による収差変動の抑制とブリージングの抑制の両立が可能となる。(2)式の上限が満たされないと、第12レンズ群U12の焦点調整による繰り出し量に対して第13fレンズ群の焦点調整による繰り出し量が大きくなり過ぎ、

50

物体距離至近側における像面湾曲の変動がオーバーに過補正となってしまう。また、物体距離至近側における焦点距離が長焦点化してしまい、ブリージングの抑制が困難となる。  
 (2)式の下限が満たされないと、第12レンズ群U12の焦点調整による繰り出し量に対して第13fレンズ群の焦点調整による繰り出し量が小さくなり過ぎ、物体距離至近側における像面湾曲の変動がアンダーに過不足となってしまう。また、物体距離至近側における焦点距離が短焦点化してしまい、ブリージングの抑制が困難となる。更に次の如く条件式を設定することがより好ましい。

$$0.13 < x_{13} f / x_{12} < 2.2 \dots (2a)$$

【0027】

(3)式は、第1レンズ群U1の焦点距離と第11レンズ群U11の焦点距離の比を規定する。

$$0.07 < f_1 / f_{11} < 0.35 \dots (3)$$

【0028】

(3)式を満たすことで、焦点調整による収差変動の抑制が可能となる。(3)式の上限が満たされないと、第1レンズ群U1に対する第11レンズ群U11のパワーが強くなり過ぎてしまい、第12レンズ群U12の繰り出し量が增大してしまう。これにより焦点調整による収差変動の抑制、小型軽量化が困難となってしまう。(3)式の下限が満たされないと、第1レンズ群U1に対する第11レンズ群U11のパワーが弱くなり過ぎてしまい、第11レンズ群U11の焦点調整における像面湾曲変動の抑制効果がなくなってしまう。更に次の如く条件式を設定することがより好ましい。

$$0.11 < f_1 / f_{11} < 0.28 \dots (3a)$$

【0029】

(4)式は、第1レンズ群の焦点距離とレンズ全系における望遠端の焦点距離の比を規定している。

$$0.2 < f_1 / f_t < 1.0 \dots (4)$$

【0030】

(4)式を満たすことで、高倍率と高性能化の両立が可能となる。(4)式の上限が満たされないと、レンズ全系における望遠端の焦点距離に対する第1レンズ群U1の焦点距離が長くなり過ぎてしまう。第1レンズ群U1の長焦点化により、変倍レンズ群の物点位置が遠ざかるため、変倍のための移動量が增大してしまい、高倍率化が困難となる。(4)式の下限が満たされないと、レンズ全系における望遠端の焦点距離に対する第1レンズ群U1のパワーが強くなり過ぎてしまい、第1レンズ群U1に起因する諸収差の抑制が困難となる。更に次の如く条件式を設定することがより好ましい。

$$0.35 < f_1 / f_t < 0.7 \dots (4a)$$

【0031】

さらに本発明は、上記の特徴を有するズームレンズと、該ズームレンズによって形成された像を受光する所定の有効撮像範囲を有する固体撮像素子と、を有する撮像装置において、レンズ全系における広角端の焦点距離を $f_w$ 、イメージサイズをISとしたとき、ズームレンズを特に有効に利用するための以下の条件を規定する。

$$0.7 < f_w / IS < 2.4 \dots (5)$$

【0032】

(5)式の上限が満足されないと、レンズ全系における広角端の焦点距離が長くなり過ぎてしまう。(5)式の下限が満足されないと、レンズ全系における広角端の焦点距離 $f_w$ が短くなり過ぎ、第11レンズ群U11の軸外光線の入射高さが増大し、レンズ外径が大型化してしまう。

更に次の如く条件式を設定することがより好ましい。

$$0.85 < f_w / IS < 1.20 \dots (5a)$$

【0033】

尚、本発明のズームレンズが特に有効に利用されるズームレンズの変倍比としては、変倍比が4倍以上であることが好ましい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 4 】

以下に本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置の実施例について説明する。

## 【 実施例 1 】

## 【 0 0 3 5 】

図 2 は本発明の第 1 の実施例（数値実施例 1）であるズームレンズにおいて、広角端における物体距離が無限遠（A）、至近（B）におけるレンズ断面図である。

図 2 において、物体側（左側）から順に、第 1 レンズ群 U 1 としての正の屈折力を有するフォーカスレンズ群、第 2 レンズ群 U 2 としての変倍用の負の屈折力のバリエータ、第 3 レンズ群 U 3 としての負の屈折力のコンペンセータ、絞り S P、第 4 レンズ群 U 4 としての結像作用を有する正の屈折力のリレ - 群、撮像面 I である。本実施例においては、第 2 レンズ群 U 2 と第 3 レンズ群 U 3 とで変倍レンズ群を構成する。第 2 レンズ群 U 2（バリエータ）は、光軸上を像面側へ単調に移動させることにより、広角端から望遠端への変倍を行う。第 3 レンズ群 U 3（コンペンセータ）は、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を非直線的に移動する。

10

## 【 0 0 3 6 】

本実施例における第 1 レンズ群 U 1 の構成は第 1 面から第 1 7 面までに対応する。第 1 レンズ群 U 1 は、正の屈折力の第 1 1 レンズ群 U 1 1、物体距離無限遠から至近にかけて物体側に 1 6 . 1 6 m m 移動する負の屈折力の第 1 2 レンズ群 U 1 2、物体距離無限遠から至近にかけて物体側に 4 . 8 5 m m 移動する正の屈折力の第 1 3 レンズ群 U 1 3 より構成される。本実施例においては、第 1 3 レンズ U 1 3 全体が第 1 3 f レンズ群 U 1 3 f に

20

## 【 0 0 3 7 】

図 3 に、本発明の実施例 1 の第 1 レンズ群 U 1 の光路図を示す。第 1 1 レンズ群 U 1 1 において物体距離無限遠（A）における軸外入射光線高さが至近（B）における軸外入射光線高さよりも高くなっていることが分かる。

## 【 0 0 3 8 】

図 4 A に数値実施例 1 の広角端における物体距離 7 . 0 m（a）、無限遠（b）、至近（1 . 5 m）（c）の収差図を、図 4 B に数値実施例 1 の望遠端における物体距離 7 . 0 m（a）、無限遠（b）、至近（1 . 5 m）（c）の収差図を示す。但し、物体距離は像面を基準とした値である。尚、各実施例における収差図において、球面収差は e 線（実線）、g 線（2 点鎖線）を示している。非点収差は e 線のメリディオナル像面（meri）（点線）とサジタル像面（sagi）（実線）を示している。倍率色収差は g 線（2 点鎖線）によって表している。F n o は F ナンバー、 $\theta$  は半画角を表す。また、球面収差は 0 . 4 m m、非点収差は 0 . 4 m m、歪曲は 5 %、倍率色収差は 0 . 0 5 m m のスケールで描かれている。

30

## 【 0 0 3 9 】

本実施例の各条件対応値を表 1 に示す。また、本実施例のブリージングを、広角端の物体距離無限遠における全系の焦点距離に対する至近における全系の焦点距離変化の比率と定義した場合の値を表 2 に示す。本実施例は条件式（1）～（5）を満足しており、高倍率、小型軽量且つフォーカスによる収差変動が少なく、ブリージングの少ないズームレンズを達成している。

40

## 【 0 0 4 0 】

以下に本発明の第 1 の実施例に対応する数値実施例 1 を示す。以後、記載する各数値実施例において、いずれも i は物体側からの面の順序を示し、 $r_i$  は物体側より第 i 番目の面の曲率半径、 $d_i$  は物体側より第 i 番目と第 i + 1 番目の間隔、 $n_{d_i}$ 、 $d_i$  は第 i 番目の光学部材の屈折率とアッペ数である。B F は空気換算のバックフォーカスである。

## 【 0 0 4 1 】

非球面形状は、光軸方向に X 軸、光軸と垂直方向に H 軸、光の進行方向を正としたとき、近軸曲率半径 R、円錐常数 k、非球面係数  $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ 、 $A_{12}$  によって、次式で表される。

50

## 【数 1】

$$X = \frac{H^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(H/R)^2}} + A4H^4 + A6H^6 + A8H^8 + A10H^{10} + A12H^{12}$$

## 【0042】

また、以下の数値実施例の数値内で、「e - z」は「× 10<sup>-z</sup>」を意味する。

## 【0043】

(数値実施例 1)

単位 mm

10

## 面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1	-2169.523	9.00	1.51633	64.1	140.17
2	-314.385	17.12			138.65
3	-1314.817	3.00	1.69680	55.5	106.32
4	256.027	16.35			102.86
5	-135.450	3.00	1.77250	49.6	102.49
6	214.527	10.00	1.80809	22.8	105.84
7	-4416.376	2.00			106.31
8	265.280	16.00	1.60311	60.6	108.39
9*	-204.953	0.20			108.40
10	470.288	3.00	1.84666	23.8	105.34
11	133.708	0.78			103.29
12	140.997	17.00	1.43387	95.1	103.37
13	-320.050	0.20			103.38
14	182.418	12.00	1.59240	68.3	101.75
15	-590.022	0.20			100.97
16	149.424	8.00	1.59240	68.3	96.43
17	486.995	(可変)			95.40
18	89.717	1.80	1.77250	49.6	48.24
19	31.533	10.06			41.62
20	-118.868	1.50	1.60311	60.6	41.38
21	86.401	0.15			40.17
22	49.488	6.24	1.80518	25.4	40.06
23	-15259.953	3.00			39.23
24	-68.145	1.50	1.77250	49.6	39.12
25	-3979.779	(可変)			38.54
26	-85.815	1.50	1.80400	46.6	35.00
27	321.459	3.50	1.92286	18.9	36.14
28	-700.345	(可変)			36.88
29(絞り)		2.00			38.21
30	1156.972	4.20	1.62041	60.3	39.26
31	-118.359	0.20			39.91
32	1169.967	4.20	1.62041	60.3	40.40
33	-103.147	0.20			40.67
34	135.391	6.50	1.43875	94.9	40.54
35	-71.283	1.60	1.84666	23.8	40.30
36	-253.564	0.20			40.46
37	40.391	6.50	1.61800	63.3	40.10

20

30

40

50

38	170.242	30.53			39.05
39	-157.350	1.20	2.00330	28.3	23.85
40	37.528	0.90			23.85
41	61.846	3.35	1.92286	18.9	23.95
42	-1434.512	21.54			24.31
43	-23.105	2.00	1.90366	31.3	29.49
44	-29.181	0.15			31.82
45	-1389.536	5.00	1.61800	63.3	34.54
46	-51.387	0.15			35.25
47	52.270	5.00	1.48749	70.2	36.08
48	143.875				35.63

10

像面

【 0 0 4 4 】

非球面データ

第9面

K =-3.69523e+000 A 4=-1.63293e-008 A 6= 1.65333e-012 A 8=-2.91145e-016 A10=  
4.33793e-020 A12=-3.27158e-024

各種データ

ズーム比 8.0

20

焦点距離	30.00	60.00	90.00	120.00	240.00
Fナンバー	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80
画角	27.40	14.53	9.80	7.38	3.71
像高	15.55	15.55	15.55	15.55	15.55
レンズ全長	397.08	397.08	397.08	397.08	397.08
BF	43.65	43.65	43.65	43.65	43.65

d17	0.70	48.07	68.46	80.51	102.64
d25	107.72	49.84	25.57	13.22	5.48
d28	2.50	13.01	16.89	17.19	2.80

30

入射瞳位置	121.39	212.72	281.69	337.22	485.52
射出瞳位置	-216.79	-216.79	-216.79	-216.79	-216.79
前側主点位置	147.94	258.90	340.59	401.93	504.36
後側主点位置	13.65	-16.35	-46.35	-76.35	-196.35

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
1	1	150.19	117.84	93.74	15.23
2	18	-41.06	24.24	7.07	-10.78
3	26	-130.63	5.00	-0.50	-3.15
4	29	68.89	95.42	40.89	-116.21

40

【実施例2】

【0045】

図5は本発明の第2の実施例(数値実施例2)であるズームレンズにおいて、広角端における物体距離が無限遠(A)、至近(B)におけるレンズ断面図である。

図5において、物体側(左側)から順に、第1レンズ群U1としての正の屈折力を有するフォーカスレンズ群、第2レンズ群U2としての変倍用の負の屈折力のバリエータ、第3レンズ群U3としての負の屈折力のコンペンセータ、絞りSP、第4レンズ群U4とし

50

ての結像作用を有する正の屈折力のリレ - 群、撮像面 I である。本実施例においては、第 2 レンズ群 U 2 と第 3 レンズ群 U 3 とで変倍レンズ群を構成する。第 2 レンズ群 U 2 (パリエータ) は、光軸上を像面側へ単調に移動させることにより、広角端から望遠端への変倍を行う。第 3 レンズ群 U 3 (コンペンセータ) は、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を非直線的に移動する。

【 0 0 4 6 】

本実施例における第 1 レンズ群 U 1 は第 1 面から第 1 7 面までに対応する。第 1 レンズ群 U 1 は、正の屈折力の第 1 1 レンズ群 U 1 1、物体距離無限遠から至近にかけて物体側に 1 9 . 1 8 mm 移動する負の屈折力の第 1 2 レンズ群 U 1 2、物体距離が無限遠から至近にかけて物体側に 3 . 8 4 mm 移動する正の屈折力の第 1 3 レンズ群 U 1 3 より構成される。本実施例においては、第 1 3 レンズ群全体が、第 1 3 f レンズ群 U 1 3 f に対応する。

10

【 0 0 4 7 】

図 6 A に、数値実施例 2 の広角端における物体距離 7 . 0 m ( a )、無限遠 ( b )、至近 ( 1 . 8 m ) ( c ) の収差図を、図 6 B に、数値実施例 2 の望遠端における物体距離 7 . 0 m ( a )、無限遠 ( b )、至近 ( 1 . 8 m ) ( c ) の収差図を示す。但し、物体距離は像面を基準とした値である。

【 0 0 4 8 】

本実施例の各条件対応値を表 1 に示す。また、本実施例のプリージングを、広角端の物体距離無限遠における全系の焦点距離に対する至近における全系の焦点距離変化の比率と定義した場合の値を表 2 に示す。本実施例は条件式 ( 1 ) ~ ( 5 ) を満足しており、高倍率、小型軽量且つフォーカスによる収差変動の少ない高性能なズームレンズを達成している。

20

【 0 0 4 9 】

( 数値実施例 2 )

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1	-650.810	8.00	1.51633	64.1	139.91
2	-319.344	24.19			137.49
3	-328.288	3.30	1.77250	49.6	109.64
4	157.776	10.68	1.80809	22.8	105.12
5	993.077	9.79			104.52
6	-206.150	3.20	1.88300	40.8	104.05
7	-941.784	6.56			104.94
8	367.686	14.61	1.60311	60.6	106.12
9*	-198.164	0.20			105.94
10	248.955	3.00	2.00069	25.5	102.59
11	120.008	0.32			99.68
12	121.240	14.00	1.43387	95.1	99.73
13	-4296.582	0.20			99.37
14	149.314	12.00	1.43387	95.1	97.77
15	-932.824	0.20			96.93
16	147.522	9.62	1.59240	68.3	92.17
17	1515.868	(可変)			90.48
18*	219.701	1.50	1.81600	46.6	41.88
19	30.528	9.87			36.41
20	-50.291	1.30	1.61800	63.3	36.21
21	153.783	0.15			36.54

30

40

50

22	63.436	8.50	1.72047	34.7	36.99
23	-47.429	1.13			36.75
24	-38.906	1.30	1.61800	63.3	36.45
25	-229.319	(可変)			36.05
26	-79.137	1.50	1.78800	47.4	37.16
27	169.160	4.00	1.80809	22.8	38.76
28	-419.524	(可変)			39.54
29(絞り)		2.00			42.93
30	266.917	6.00	1.62041	60.3	44.45
31	-84.540	0.20			44.95
32	169.157	5.00	1.62041	60.3	45.22
33	-226.121	0.20			45.06
34	133.617	8.00	1.49700	81.5	44.31
35	-69.585	1.50	2.00069	25.5	43.59
36	1244.843	0.15			43.45
37	48.963	7.00	1.61800	63.3	43.35
38	554.491	28.23			42.46
39	473.327	1.00	1.90366	31.3	26.80
40	41.037	3.84			26.43
41	50.158	4.50	1.92286	18.9	27.90
42	-206.901	11.71			27.73
43	-44.189	1.00	2.00330	28.3	24.75
44	59.859	2.55			25.39
45	-133.347	3.50	1.51633	64.1	25.86
46	-55.998	0.15			27.35
47	95.351	5.00	1.51633	64.1	29.32
48	-88.263	5.01			30.11
49	106.784	4.50	1.48749	70.2	32.25
50	-98.105				32.42

像面

【 0 0 5 0 】

非球面データ

第9面

K = -2.18399e+000 A 4 = -3.07579e-009 A 6 = 2.42180e-013 A 8 = -1.76920e-016 A 10 = 7.90680e-020 A 12 = -1.42366e-023

第18面

K = 6.98145e+001 A 4 = -2.76274e-007 A 6 = -6.04505e-010 A 8 = -8.68550e-013 A 10 = 1.27664e-015 A 12 = -2.80810e-018

各種データ

ズーム比 10.00

焦点距離	30.00	60.00	90.00	120.00	300.00
Fナンバー	2.80	2.80	2.80	2.80	3.53
画角	27.40	14.53	9.80	7.38	2.97
像高	15.55	15.55	15.55	15.55	15.55
レンズ全長	407.46	407.46	407.46	407.46	407.46
BF	41.49	41.49	41.49	41.49	41.49

10

20

30

40

50

d17	1.72	48.61	68.64	80.39	106.80
d25	108.04	50.99	26.89	14.29	7.06
d28	6.05	16.21	20.28	21.13	1.95

入射瞳位置	124.11	222.91	301.03	366.97	638.27
射出瞳位置	-127.39	-127.39	-127.39	-127.39	-127.39
前側主点位置	148.78	261.60	343.07	401.70	405.34
後側主点位置	11.49	-18.51	-48.51	-78.51	-258.51

### 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
1	1	151.36	119.87	91.34	6.26
2	18	-38.53	23.75	1.59	-16.79
3	26	-127.28	5.50	-0.77	-3.83
4	29	59.42	101.04	17.74	-102.10

#### 【実施例 3】

##### 【0051】

図7は本発明の第3の実施例(数値実施例3)であるズームレンズにおいて、広角端における物体距離無限遠(A)、至近(B)におけるレンズ断面図である。

図7において、物体側(左側)から順に、第1レンズ群U1としての正の屈折力を有するフォーカスレンズ群、第2レンズ群U2としての変倍用の負の屈折力のバリエータ、第3レンズ群U3としての負の屈折力のコンペンセータ、絞りSP、第4レンズ群U4としての結像作用を有する正の屈折力のリレ-群、撮像面Iである。本実施例においては、第2レンズ群U2と第3レンズ群U3とで変倍レンズ群を構成する。第2レンズ群U2(バリエータ)は、光軸上を像面側へ単調に移動することにより、広角端から望遠端への変倍を行っている。第3レンズ群U3(コンペンセータ)は、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を非直線的に移動する。

##### 【0052】

本実施例における第1レンズ群U1は第1面から第17面までに対応する。第1レンズ群U1は、正の屈折力の第11レンズ群U11、物体距離無限遠から至近にかけて物体側に9.68mm移動する負の屈折力の第12レンズ群U12、正の屈折力の第13群レンズ群U13より構成される。また、物体距離無限遠から至近にかけて第13レンズ群U13内の正の屈折力のレンズ群U13pが物体側に3.87mm移動する。従って、本実施例においては、レンズ群U13pが第13fレンズ群U13fに対応する。

##### 【0053】

図8Aに、数値実施例3の広角端それぞれにおける物体距離7.0m(a)、無限遠(b)、至近(1.8m)(c)の収差図を、図8Bに、数値実施例3の望遠端における物体距離7.0m(a)、無限遠(b)、至近(1.8m)(c)の収差図を示す。但し、物体距離は像面を基準とした値である。

##### 【0054】

本実施例の各条件対応値を表1に示す。また、本実施例のブリージングを、広角端の物体距離無限遠における全系の焦点距離に対する至近における全系の焦点距離変化の比率と定義した場合の値を表2に示す。本実施例は条件式(1)~(5)を満足しており、高倍率、小型軽量且つフォーカスによる収差変動の少ない高性能なズームレンズを達成している。

##### 【0055】

(数値実施例3)

単位 mm

面データ

10

20

30

40

50

面番号	r	d	nd	vd	有効径	
1	-6789.500	10.50	1.60311	60.6	138.74	
2	-343.710	14.71			136.28	
3	-266.492	3.30	1.69680	55.5	115.61	
4	162.714	1.08			109.44	
5	142.133	8.50	1.80809	22.8	109.30	
6	291.958	13.88			108.47	
7	-211.816	3.20	1.77250	49.6	108.01	
8	815.467	1.10			109.08	
9	208.910	19.00	1.60311	60.6	110.87	10
10*	-174.951	0.20			110.72	
11	217.741	3.10	1.84666	23.8	104.22	
12	112.077	2.32			100.76	
13	133.853	14.64	1.43387	95.1	100.78	
14	-707.405	5.00			100.26	
15	161.107	9.76	1.43387	95.1	95.88	
16	-22208.830	0.20			94.90	
17	106.014	10.19	1.49700	81.5	88.93	
18	512.264	(可変)			87.34	
19*	227.378	1.50	1.77250	49.6	42.76	20
20	29.039	11.27			36.47	
21	-49.662	1.20	1.61800	63.3	35.74	
22	139.946	0.15			35.82	
23	62.790	8.20	1.72047	34.7	36.13	
24	-48.295	1.07			35.82	
25	-38.287	1.20	1.61800	63.3	35.73	
26	-220.222	(可変)			35.28	
27	-74.007	1.50	1.75500	52.3	34.44	
28	377.371	3.50	1.92286	18.9	35.73	
29	-570.601	(可変)			36.54	30
30(絞リ)		1.80			42.36	
31	177.912	6.20	1.61800	63.3	43.96	
32	-82.278	0.20			44.33	
33	194.410	4.50	1.60311	60.6	44.29	
34	-172.682	0.20			44.12	
35	98.865	7.50	1.48749	70.2	42.88	
36	-68.090	1.50	2.00069	25.5	42.25	
37	189.781	0.20			41.75	
38	43.490	7.50	1.58913	61.1	42.01	
39	-2545.279	22.85			41.28	40
40	-236.294	1.00	1.88300	40.8	27.70	
41	40.169	5.00	1.92286	18.9	26.77	
42	6060.276	12.05			26.06	
43	-42.798	1.00	1.88300	40.8	23.46	
44	47.570	3.85			24.49	
45	60.216	6.41	1.51633	64.1	29.07	
46	-58.866	2.43			30.30	
47	116.213	5.61	1.48749	70.2	32.68	
48	-61.471	6.77			33.08	
49	81.277	5.08	1.48749	70.2	33.14	50

50	-87.099	2.63			32.90
51	-46.195	1.30	1.80518	25.4	32.40
52	-101.262				32.76

像面

【 0 0 5 6 】

非球面データ

第10面

K = -1.89696e+000 A 4= 4.04225e-009 A 6= 5.23730e-013 A 8= 8.64765e-016 A10= -2.63688e-019 A12= 2.72307e-023

10

第19面

K = 6.87039e+001 A 4= 2.43632e-007 A 6= -6.90320e-010 A 8= 6.83337e-013 A10= -2.58097e-015 A12= 1.85224e-018

各種データ

ズーム比 8.00

焦点距離	30.00	60.00	90.00	120.00	240.00
Fナンバー	2.80	2.80	2.80	2.80	2.82
画角	27.40	14.53	9.80	7.38	3.71
像高	15.55	15.55	15.55	15.55	15.55
レンズ全長	407.85	407.85	407.85	407.85	407.85
BF	44.83	44.83	44.83	44.83	44.83

20

d18	0.70	43.30	61.50	72.16	91.46
d26	95.35	43.12	21.48	10.61	4.11
d29	11.12	20.74	24.19	24.39	11.60

入射瞳位置	125.25	222.84	300.65	367.20	575.78
射出瞳位置	-153.52	-153.52	-153.52	-153.52	-153.52
前側主点位置	150.71	264.69	349.82	414.61	525.39
後側主点位置	14.83	-15.17	-45.17	-75.17	-195.17

30

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
1	1	142.08	120.68	87.27	1.12
2	19	-36.47	24.59	2.17	-17.06
3	27	-123.50	5.00	-0.59	-3.26
4	30	64.32	105.59	26.44	-108.63

【実施例4】

40

【 0 0 5 7 】

図9は本発明の第4の実施例(数値実施例4)であるズームレンズにおいて、広角端における物体距離無限遠(A)、至近(B)におけるレンズ断面図である。

図9において、物体側から順に、第1レンズ群U1としての正の屈折力を有するフォーカスレンズ群、第2レンズ群U2としての変倍用の負の屈折力のバリエータ、第3レンズ群U3としての正の屈折力のコンペンセータ、絞りSP、第4レンズ群U4としての結像作用を有する正の屈折力のリレ-群、色分解プリズムと等価なガラスブロックP、撮像面Iである。本実施例においては、第2レンズ群U2と第3レンズ群U3とで変倍レンズ群を構成する。第2レンズ群U2(バリエータ)は、光軸上を像面側へ単調に移動することにより、広角端から望遠端への変倍を行う。第3レンズ群U3(コンペンセータ)は、変

50

倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を物体側へ移動する。

【 0 0 5 8 】

本実施例における第1レンズ群U1は第1面から第17面までに対応する。第1レンズ群U1は、正の屈折力の第11レンズ群U11、物体距離無限遠から至近にかけて物体側に4.67mm移動する負の屈折力の第12レンズ群U12、正の屈折力の第13レンズ群U13より構成される。また、物体距離無限遠から至近にかけて第13レンズ群U13内の正の屈折力のレンズ群U13pが物体側に9.33mm移動する。従って、本実施例においては、レンズ群U13pが第13fレンズ群U13fに対応する。

【 0 0 5 9 】

図10A、10Bに、数値実施例4の広角端、望遠端それぞれにおける物体距離12.0m、無限遠、至近(3.5m)の収差図を示す。但し、物体距離は像面を基準とした値である。

10

【 0 0 6 0 】

本実施例の各条件対応値を表1に示す。また、本実施例のブリージングを、広角端の物体距離無限遠における全系の焦点距離に対する至近における全系の焦点距離変化の比率と定義した場合の値を表2に示す。

本実施例は条件式(1)~(5)を満足しており、高倍率、小型軽量且つフォーカスによる収差変動の少ない高性能なズームレンズを達成している。

【 0 0 6 1 】

(数値実施例4)

20

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1	-2350.524	17.00	1.60311	60.6	227.97
2	-460.033	10.29			224.48
3	-1487.959	4.50	1.69680	55.5	189.59
4	232.002	0.18			173.66
5	186.833	16.00	1.80809	22.8	171.86
6	373.507	24.72			168.63
7	-251.578	4.48	1.77250	49.6	168.08
8	675.623	1.54			165.66
9	329.716	34.00	1.60311	60.6	171.44
10*	-239.056	0.28			172.99
11	335.084	4.34	1.84666	23.8	170.95
12	161.470	3.33			166.34
13	180.933	29.00	1.43387	95.1	166.67
14	-1007.581	11.00			166.83
15	244.710	19.00	1.43387	95.1	165.95
16	-4667.505	0.28			165.06
17	142.602	19.00	1.49700	81.5	156.35
18	370.276	(可変)			153.91
19	125.846	2.00	1.83481	42.7	44.34
20	50.861	7.45			40.10
21	-111.873	1.90	1.81600	46.6	38.12
22	81.295	5.50			37.22
23	-65.760	1.90	1.81600	46.6	37.42
24	87.235	8.32	1.92286	21.3	40.52
25	-79.376	0.67			41.73
26	-89.729	2.20	1.88300	40.8	41.96

30

40

50

27	-408.148	(可変)			43.41	
28	-453.539	10.50	1.59240	68.3	61.17	
29	-84.689	0.20			63.37	
30	310.071	9.00	1.48749	70.2	64.85	
31	-162.832	4.25			65.06	
32	-80.000	2.50	1.72047	34.7	64.99	
33	-120.000	0.20			66.39	
34	110.608	2.50	1.84666	23.9	67.42	
35	71.952	10.00	1.49700	81.5	66.16	
36	29725.425	0.20			66.05	10
37	177.665	9.00	1.48749	70.2	65.79	
38	-149.331	(可変)			65.38	
39(絞り)		4.50			35.95	
40	-73.418	1.80	1.81600	46.6	34.56	
41	76.284	0.20			34.14	
42	37.966	5.70	1.80809	22.8	34.75	
43	109.139	4.97			33.84	
44	-66.390	2.00	1.88300	40.8	33.34	
45	-530.397	30.00	1.80518	25.4	33.63	
46	-143.721	5.50			35.83	20
47	-208.261	5.00	1.62041	60.3	35.44	
48	-72.261	0.20			35.52	
49	-1120.488	1.50	1.83400	37.2	34.87	
50	42.660	10.00	1.62041	60.3	34.15	
51	-53.539	0.20			33.99	
52	75.978	7.00	1.48749	70.2	31.56	
53	-35.421	1.50	1.83400	37.2	30.64	
54	-122.470	5.00			29.88	
55		55.50	1.51633	64.2	40.00	
56					40.00	30

像面

【 0 0 6 2 】

非球面データ

第10面

K = -1.32497e+000 A 4= 3.88103e-010 A 6=-1.90763e-014 A 8= 6.09570e-017 A10=  
-8.18397e-021 A12= 3.57731e-025

各種データ

ズーム比 59.06

焦点距離	10.00	24.81	66.23	325.00	590.61	
Fナンバー	1.80	1.80	1.80	2.00	3.63	
画角	28.81	12.50	4.75	0.97	0.53	
像高	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	
レンズ全長	673.01	673.01	673.01	673.01	673.01	
BF	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	
d18	2.00	72.00	117.00	153.30	159.50	
d27	239.71	160.59	101.50	31.00	2.99	
d38	3.50	12.62	26.71	60.90	82.72	50

40

50

入射瞳位置	189.06	373.78	722.18	2433.71	4900.33
射出瞳位置	-257.05	-257.05	-257.05	-257.05	-257.05
前側主点位置	198.69	396.28	771.98	2363.17	4184.71
後側主点位置	-0.00	-14.81	-56.23	-315.00	-580.61

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
1	1	221.00	198.94	130.55	-11.70
2	19	-27.50	29.93	7.36	-14.59
3	28	67.50	48.35	18.07	-16.77
4	39	87.80	140.57	66.05	9.57

10

【実施例 5】

【0063】

図 1 1 は本発明の実施例 5 ( 数値実施例 5 ) であるズームレンズにおいて、広角端における物体距離無限遠、至近におけるレンズ断面図である。

図 1 1 において、物体側から順に、第 1 レンズ群 U 1 としての正の屈折力を有するフォーカスレンズ群、第 2 レンズ群 U 2 としての変倍用の負の屈折力の第 1 バリエータ、第 4 レンズ群 U 4 としての正の屈折力のコンペンセータ、絞り S P、第 5 レンズ群 U 5 としての結像作用を有する正の屈折力のリレ - 群、撮像面 I である。本実施例においては、第 2 レンズ群 U 2 と第 3 レンズ群 U 3 と第 4 レンズ群 U 4 とで変倍レンズ群を構成する。第 2 レンズ群 U 2 ( 第 1 バリエータ ) は、光軸上を像面側へ単調に移動することにより、広角端から望遠端への変倍を行う。第 3 レンズ群 U 3 ( 第 2 バリエータ ) は、光軸上を移動することにより、広角端から望遠端への変倍を行う。第 4 レンズ群 U 4 ( コンペンセータ ) は、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸上を非直線的に移動する。尚、第 3 レンズ群 U 3 がコンペンセータ、第 4 レンズ群 U 4 が第 2 バリエータであっても良い。

20

【0064】

本実施例における第 1 レンズ群 U 1 は第 1 面から第 1 7 面までに対応する。第 1 レンズ群 U 1 は、正の屈折力の第 1 1 レンズ群 U 1 1、物体距離無限遠から至近にかけて物体側に 9 . 1 8 m m 移動する負の屈折力の第 1 2 レンズ群 U 1 2、正の屈折力の第 1 3 レンズ群 U 1 3 より構成される。また、物体距離無限遠から至近にかけて第 1 3 レンズ群 U 1 3 内の正の屈折力のレンズ群 U 1 3 p が物体側に 1 . 3 8 m m 移動する。従って、本実施例においては、レンズ群 U 1 3 p が第 1 3 f レンズ群 U 1 3 f に対応する。

30

【0065】

図 1 2 A に、数値実施例 5 の広角端における物体距離 7 . 0 m ( a )、無限遠 ( b )、至近 ( 1 . 8 m ) ( c ) の収差図を、図 1 2 B に、数値実施例 5 の望遠端における物体距離 7 . 0 m ( a )、無限遠 ( b )、至近 ( 1 . 8 m ) ( c ) の収差図を、示す。但し、物体距離は像面を基準とした値である。

【0066】

本実施例の各条件対応値を表 1 に示す。また、本実施例のブリージングを、広角端の物体距離無限遠における全系の焦点距離に対する至近における全系の焦点距離変化の比率と定義した場合の値を表 2 に示す。本実施例は条件式 ( 1 ) ~ ( 5 ) を満足しており、高倍率、小型軽量且つフォーカスによる収差変動の少ない高性能なズームレンズを達成している。

40

【0067】

( 数値実施例 5 )

単位 mm

面データ

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

50

1	-6789.500	10.50	1.60311	60.6	134.64	
2	-316.819	13.29			132.30	
3	-273.538	3.30	1.69680	55.5	111.09	
4	148.689	1.08			104.53	
5	130.544	8.05	1.80809	22.8	104.31	
6	237.359	15.90			103.09	
7	-175.038	3.20	1.77250	49.6	101.98	
8	940.865	1.10			102.92	
9	219.161	19.57	1.60311	60.6	104.90	
10*	-164.924	0.20			104.95	10
11	209.351	3.10	1.84666	23.8	99.71	
12	112.342	2.14			96.37	
13	133.373	15.29	1.43387	95.1	96.41	
14	-421.039	2.50			95.94	
15	161.872	10.10	1.43387	95.1	94.94	
16	-1920.492	0.20			94.53	
17	101.420	11.24	1.49700	81.5	91.37	
18	513.546	(可変)			90.18	
19*	225.182	1.50	1.77250	49.6	42.22	
20	29.043	10.32			36.09	20
21	-44.737	1.20	1.61800	63.3	35.95	
22	164.036	0.15			36.27	
23	65.711	10.74	1.72047	34.7	36.66	
24	-44.484	0.96			36.17	
25	-36.749	1.20	1.61800	63.3	36.10	
26	-183.639	(可変)			35.74	
27	-89.025	1.50	1.75500	52.3	37.60	
28	369.683	3.50	1.92286	18.9	38.78	
29	-603.636	(可変)			39.47	
30	-604.961	4.86	1.61800	63.3	41.71	30
31	-70.764	0.20			42.31	
32	185.252	3.69	1.60311	60.6	42.80	
33	-508.303	(可変)			42.75	
34(絞リ)		2.00			41.98	
35	56.310	8.59	1.48749	70.2	41.46	
36	-83.084	1.50	2.00069	25.5	40.81	
37	131.700	0.20			40.28	
38	42.831	6.67	1.58913	61.1	40.75	
39	657.022	22.84			40.17	
40	611.381	1.00	1.88300	40.8	29.41	40
41	58.046	3.85	1.92286	18.9	28.70	
42	-404.813	9.41			28.21	
43	-44.692	1.00	1.88300	40.8	23.15	
44	47.466	3.30			23.79	
45	58.023	5.64	1.51633	64.1	27.01	
46	-52.816	0.15			27.86	
47	130.273	5.42	1.48749	70.2	28.73	
48	-50.737	5.41			29.06	
49	68.955	2.41	1.48749	70.2	28.19	
50	111.123	6.08			27.83	50

51	-34.252	1.30	1.80518	25.4	27.41
52	-50.630				28.05

像面

【 0 0 6 8 】

非球面データ

第10面

K = -1.83956e+000 A 4= -1.10900e-009 A 6= 1.13486e-012 A 8= 4.72225e-016 A10= -1.63366e-019 A12= 1.77698e-023

第19面

K = 7.90027e+001 A 4= 1.53253e-007 A 6= -1.38868e-009 A 8= 1.52527e-012 A10= -2.14292e-015 A12= -1.78341e-018

10

各種データ

ズーム比 8.00

焦点距離	30.00	61.17	89.34	121.04	240.01
Fナンバー	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80
画角	27.40	14.26	9.87	7.32	3.71
像高	15.55	15.55	15.55	15.55	15.55
レンズ全長	400.53	400.53	400.53	400.53	400.53
BF	45.51	45.51	45.51	45.51	45.51

20

d18	0.70	41.31	56.70	67.36	86.02
d26	94.10	37.62	15.33	4.60	16.13
d29	11.12	23.76	28.03	27.43	3.76
d33	1.80	5.02	7.65	8.32	1.79

入射瞳位置	121.66	214.82	280.55	348.43	591.43
射出瞳位置	-78.95	-78.95	-78.95	-78.95	-78.95
前側主点位置	144.43	245.93	305.76	351.75	368.60
後側主点位置	15.51	-15.66	-43.83	-75.53	-194.50

30

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
1	1	131.30	120.74	87.74	4.22
2	19	-37.06	26.07	1.59	-18.43
3	27	-154.83	5.00	-0.70	-3.38
4	30	81.94	8.74	3.53	-1.95
5	34	150.79	86.76	8.03	-70.47

40

【 0 0 6 9 】

## 【表 1】

表 1 数値実施例 1～5 における各条件式対応値

条件式		数値実施例				
		1	2	3	4	5
(1)	$f_{12} / f_{13f}$	-1.269	-1.609	-0.718	-0.719	-0.671
(2)	$\delta_{x13f} / \delta_{x12}$	0.30	0.20	0.40	2.00	0.15
(3)	$f_1 / f_{11}$	0.212	0.126	0.238	0.235	0.239
(4)	$f_1 / f_t$	0.626	0.505	0.592	0.374	0.547
(5)	$f_w / IS$	0.965	0.965	0.965	0.909	0.965

10

## 【0070】

## 【表 2】

表 2 数値実施例 1～5 におけるブリージング

		数値実施例				
		1	2	3	4	5
全系の焦点距離 (広角端)	inf	30.00	30.00	30.00	10.00	30.00
	mod	29.40	29.02	29.58	10.38	28.91
変化率 (inf-mod)/inf(%)		1.99	3.27	1.41	-3.85	3.64

20

## 【実施例 6】

## 【0071】

図 13 は実施例 1 乃至 5 のズームレンズを撮影光学系として用いた実施例 6 である撮像装置の概略図である。

図 13 において、撮像装置 125 は、実施例 1 乃至 5 のいずれかのズームレンズ 101 と、ズームレンズ 101 に着脱可能なカメラ 124 を含む。ズームレンズ 101 は、焦点調整用レンズ群を含む第 1 レンズ群 F、変倍レンズ群 LZ、結像用レンズ群 R を有する。SP は開口絞りである。第 1 レンズ群 F 及び変倍レンズ群 LZ はそれぞれヘリコイドやカム等の駆動機構 114、115 によって光軸方向に駆動される。駆動機構 114、115 及び開口絞り SP は電動駆動するモーター（駆動手段）116～118 によって電動駆動される。第 1 群レンズ F や変倍レンズ群 LZ の光軸上の位置や、開口絞り SP の絞り径はエンコーダやポテンショメータ、あるいはフォトセンサ等の検出器 119～121 によって検出される。カメラ 124 は、光学フィルタや色分解光学系に相当するガラスブロック 109、ズームレンズ 101 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）110 を含む。また、CPU 111、122 は、カメラ 124 及びズームレンズ 101 の各種の駆動を制御する。このように本発明のズームレンズをテレビカメラに適用することにより高い光学性能を有する撮像装置を実現することができる。

30

## 【0072】

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されないことは言うまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

## 【符号の説明】

## 【0073】

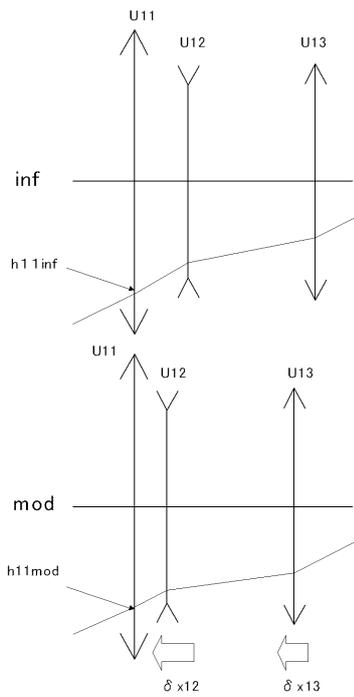
- U1 第 1 レンズ群
- U2 第 2 レンズ群
- U3 第 3 レンズ群
- U4 第 4 レンズ群
- SP 絞り
- U5 第 5 レンズ群

40

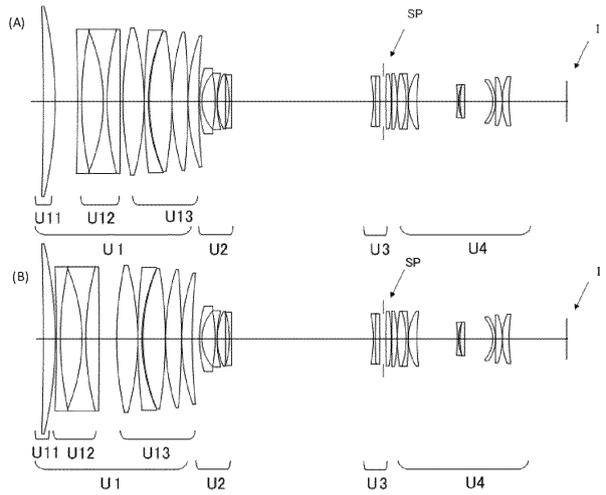
50

- U 1 1 第 1 1 レンズ群
- U 1 2 第 1 2 レンズ群
- U 1 3 第 1 3 レンズ群
- U 1 3 p 第 1 3 レンズ群内の正の屈折力のレンズ群

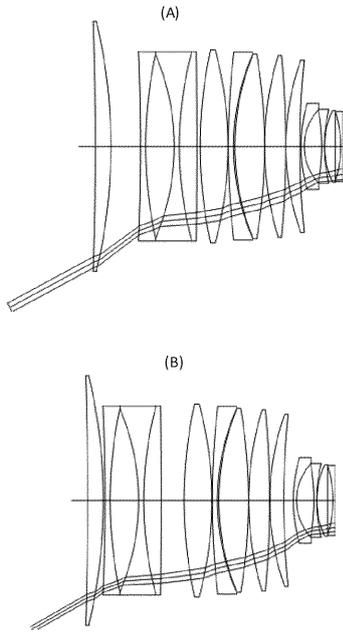
【 図 1 】



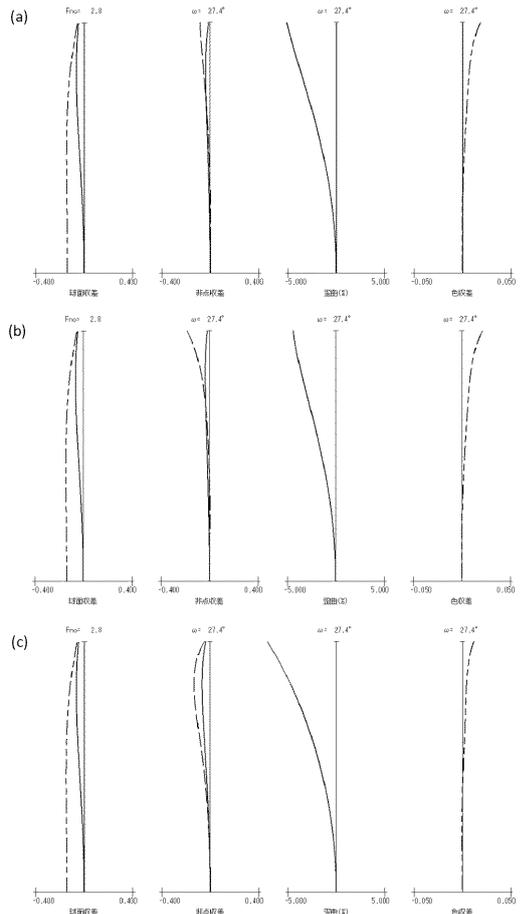
【 図 2 】



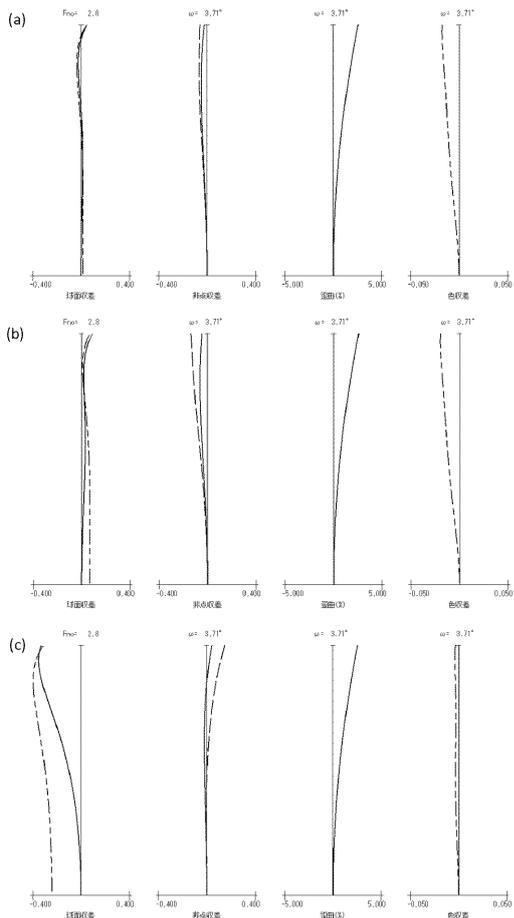
【 図 3 】



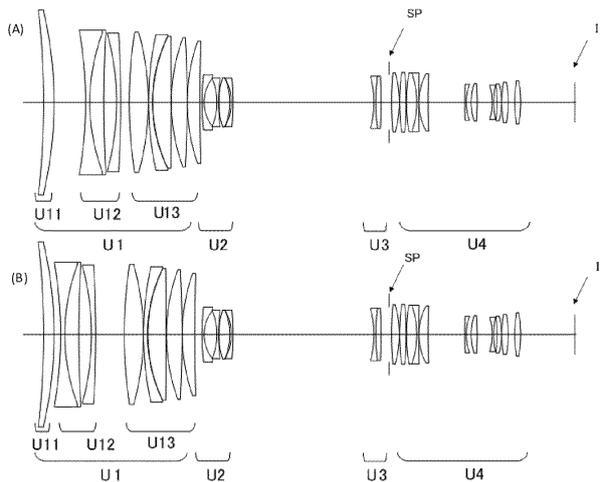
【 図 4 A 】



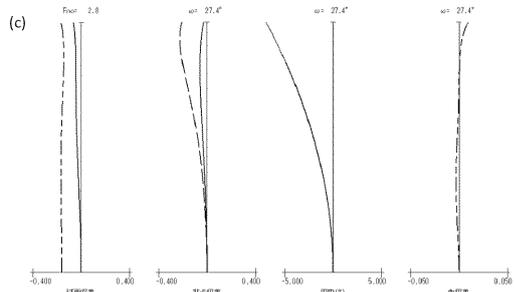
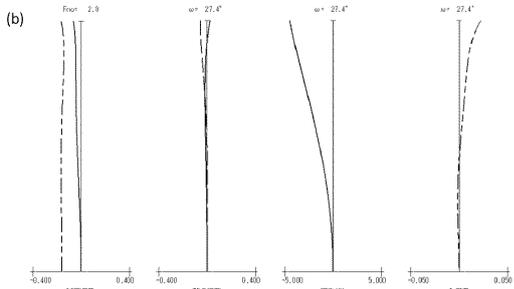
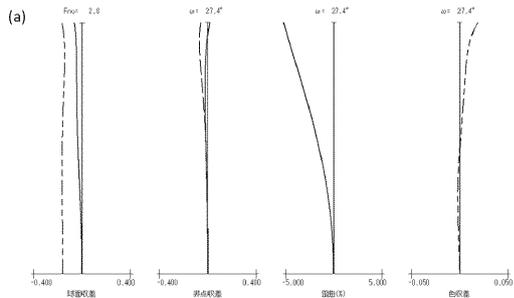
【 図 4 B 】



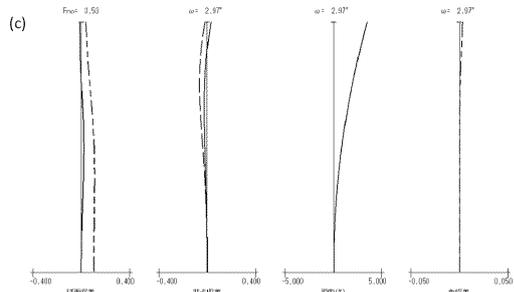
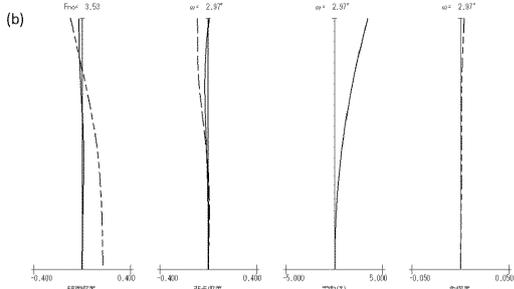
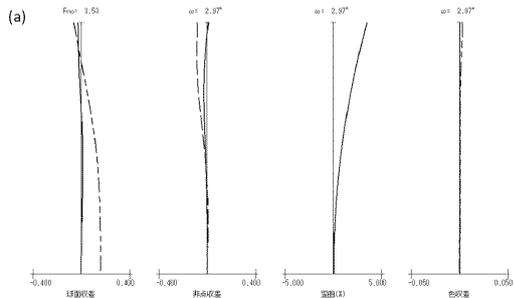
【 図 5 】



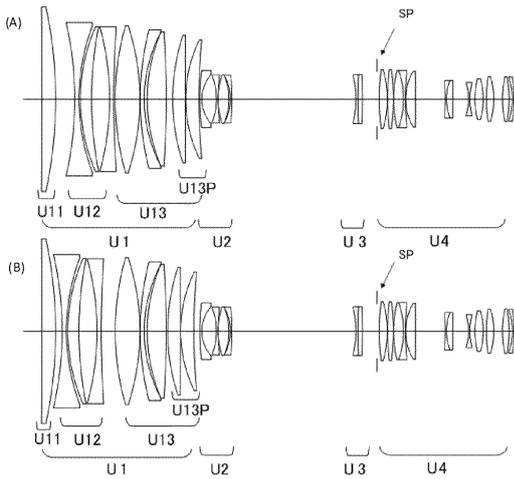
【 6 A 】



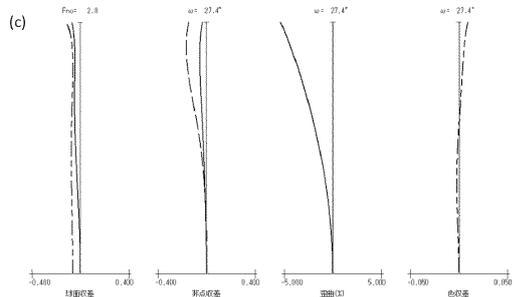
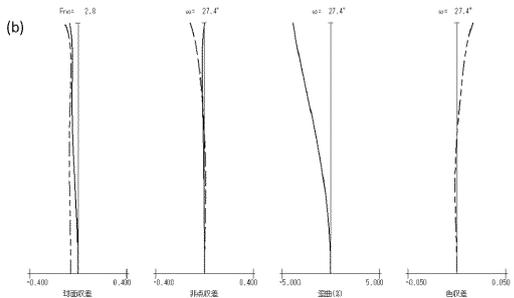
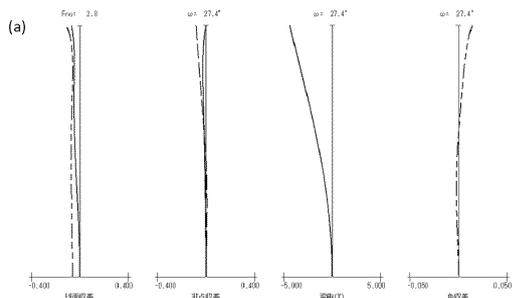
【 6 B 】



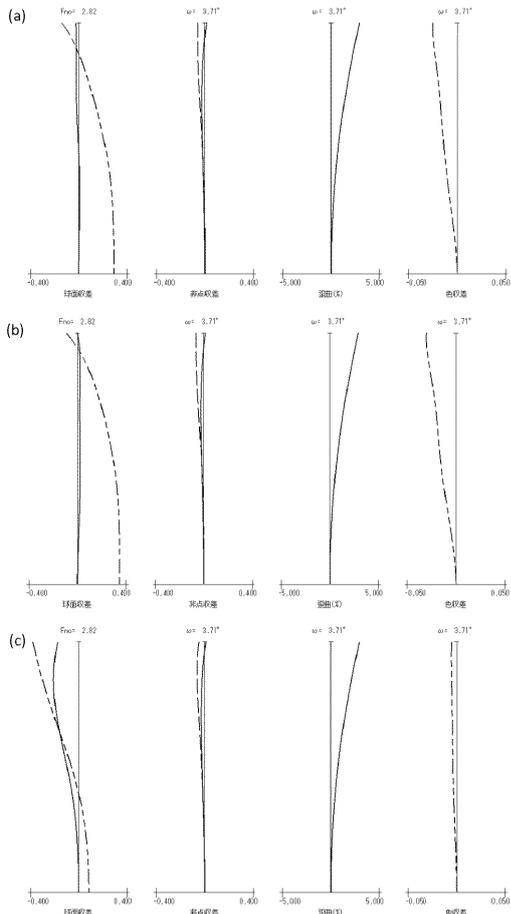
【 7 】



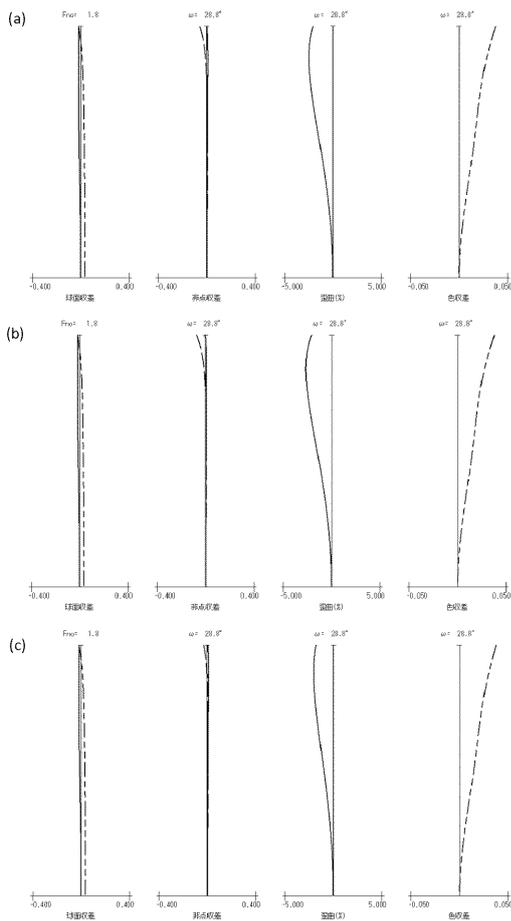
【 8 A 】



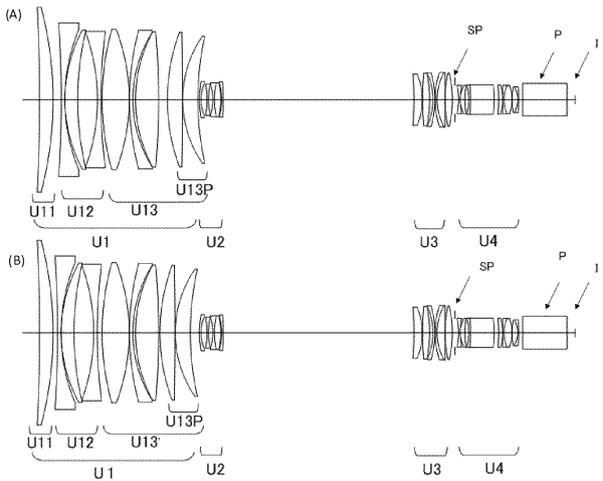
【 8 B 】



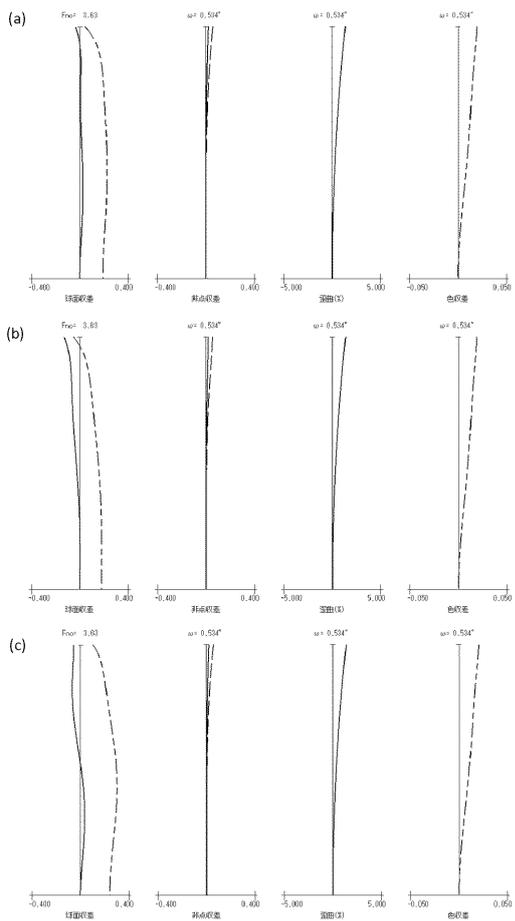
【 10 A 】



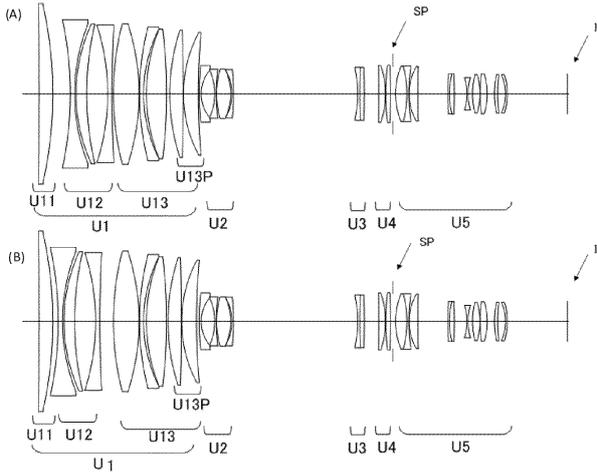
【 9 】



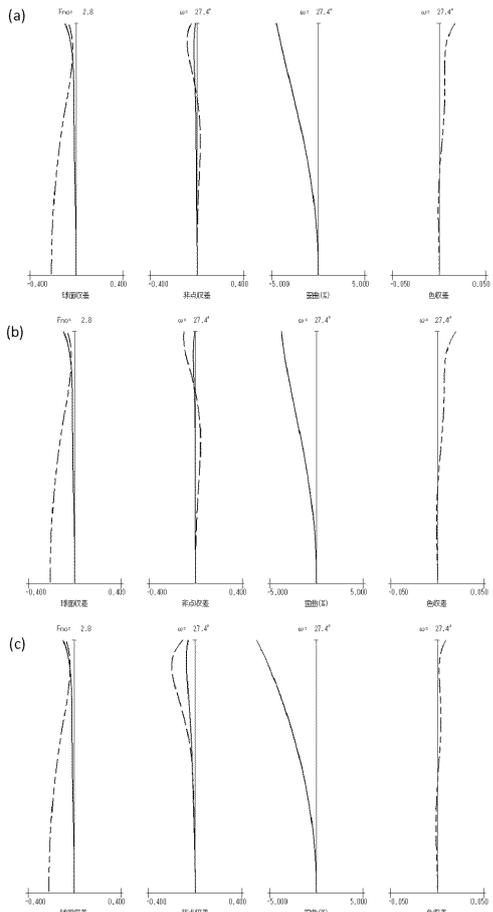
【 10 B 】



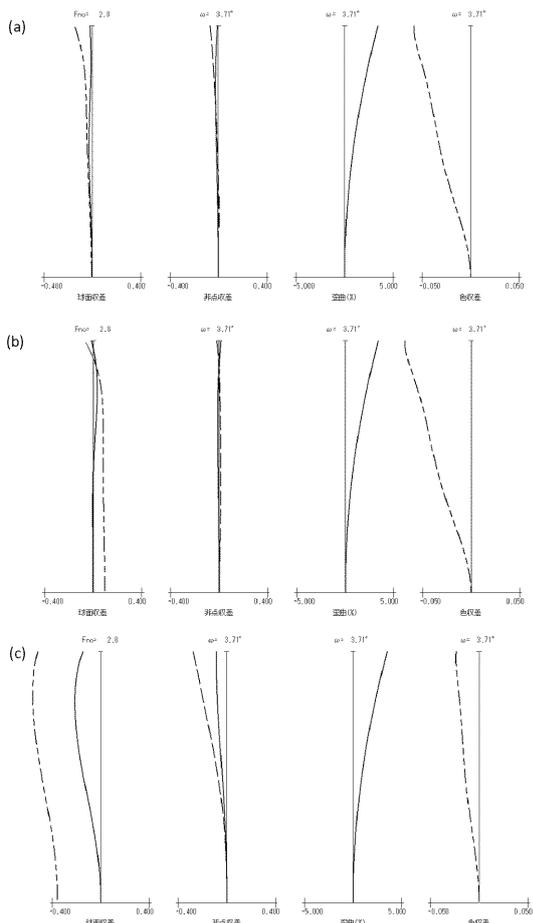
【図 1 1】



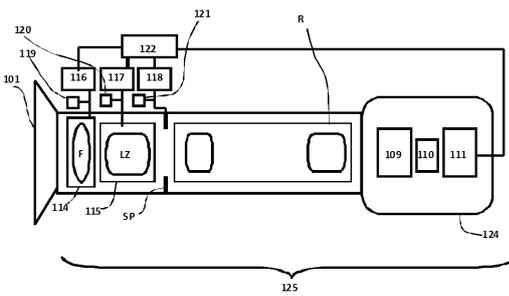
【図 1 2 A】



【図 1 2 B】



【図 1 3】



## フロントページの続き

(74)代理人 100134393

弁理士 木村 克彦

(74)代理人 100174230

弁理士 田中 尚文

(72)発明者 若園 毅

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 臼井 文昭

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 森内 正明

(56)参考文献 特開2004-85846(JP, A)

特開昭63-188110(JP, A)

特公昭47-27416(JP, B1)

米国特許出願公開第2009/0303596(US, A1)

(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