

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6608125号
(P6608125)

(45) 発行日 令和1年11月20日(2019.11.20)

(24) 登録日 令和1年11月1日(2019.11.1)

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

請求項の数 5 (全 31 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2014-94609 (P2014-94609) (22) 出願日 平成26年5月1日(2014.5.1) (65) 公開番号 特開2015-212723 (P2015-212723A) (43) 公開日 平成27年11月26日(2015.11.26) 審査請求日 平成29年4月20日(2017.4.20)</p> <p>前置審査</p>	<p>(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</p> <p>(74) 代理人 100094112 弁理士 岡部 譲</p> <p>(74) 代理人 100101498 弁理士 越智 隆夫</p> <p>(74) 代理人 100106183 弁理士 吉澤 弘司</p> <p>(74) 代理人 100128668 弁理士 齋藤 正巳</p> <p>(72) 発明者 竹本 庄一 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</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から像側へ順に、ズームングのためには移動しない正の屈折力の第1レンズ群と、ズームングのために移動する負の屈折力の第2レンズ群と、ズームングのために移動する正の屈折力の第3レンズ群と、正の屈折力の第4レンズ群と、負の屈折力の第5レンズ群とから構成されたズームレンズであって、

前記第1レンズ群は、少なくとも1枚の負レンズを有する正の屈折力の第11レンズ群と、1枚の正レンズと1枚の負レンズとからなる負の屈折力の第12レンズ群とからなり、

望遠端での前記ズームレンズの焦点距離を f_t とし、前記第1レンズ群の焦点距離を f_{11} とし、広角端での最大像高を i_{max} とし、無限遠合焦状態における前記第3レンズ群および前記第3レンズ群より像側に配置されたレンズ群の、望遠端での横倍率の積を c_t とし、広角端での横倍率の積を c_w とし、前記第11レンズ群の焦点距離を f_{11} とし、前記第12レンズ群の焦点距離を f_{12} とし、

$$0.02 < LN | c_t / c_w | / LN (f_t / f_w) < 0.50$$

$$2.0 < f_t / f_{11} < 7.0$$

$$20 < f_t / i_{max} < 120$$

$$-0.50 < f_{11} / f_{12} < -0.20$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

但し、条件式中の $LN()$ は、括弧内の数値の自然対数を表わす。

【請求項 2】

無限遠合焦状態における前記第 2 レンズ群の広角端での横倍率を $2w$ として、

$$-0.35 < 2w < -0.15$$

なる条件式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 2 レンズ群を構成する凸レンズのアッペ数の平均値を $2p$ とし、前記凸レンズの部分分散比の平均値を $2p$ とし、前記第 2 レンズ群を構成する凹レンズのアッペ数の平均値を $2n$ とし、前記凹レンズの部分分散比の平均値を $2n$ として、

$$-8.50 \times 10^{-4} < (2p - 2n) / (2p - 2n) < -2.00 \times 10^{-4}$$

10

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のズームレンズ。但し、アッペ数 および部分分散比 は、 g 線における屈折率を N_g とし、 F 線における屈折率を N_F とし、 d 線における屈折率を N_d とし、 C 線における屈折率を N_C として、それぞれ

$$\begin{aligned} &= (N_d - 1) / (N_F - N_C) \\ &= (N_g - N_F) / (N_F - N_C) \end{aligned}$$

なる式で表されるものとする。

【請求項 4】

前記第 1 レンズ群を構成する凸レンズのアッペ数の平均値を $1p$ とし、前記凸レンズの部分分散比の平均値を $1p$ とし、前記第 1 レンズ群を構成する凹レンズのアッペ数の平均値を $1n$ とし、前記凹レンズの部分分散比の平均値を $1n$ として、

$$-1.80 \times 10^{-3} < (1p - 1n) / (1p - 1n) < -0.80 \times 10^{-3}$$

20

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のうちいずれか 1 項に記載のズームレンズ。但し、アッペ数 および部分分散比 は、 g 線における屈折率を N_g とし、 F 線における屈折率を N_F とし、 d 線における屈折率を N_d とし、 C 線における屈折率を N_C として、それぞれ

$$\begin{aligned} &= (N_d - 1) / (N_F - N_C) \\ &= (N_g - N_F) / (N_F - N_C) \end{aligned}$$

なる式で表されるものとする。

30

【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 4 のうちいずれか 1 項に記載のズームレンズと、

前記ズームレンズの像面に配された撮像素子と、

を有することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、テレビカメラやビデオカメラ及び写真用カメラ、放送用テレビカメラ、映画撮影用カメラに好適なズームレンズに関し、特に大口径且つ高倍率の望遠ズームレンズに関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

テレビ等で自然番組等を撮影（例えば屋外で動物や鳥などを遠距離から撮影）する場合、高変倍比で超望遠域の焦点距離まで使え（例えば、7 倍以上の高倍率で、且つ望遠端半画角が 3 度以下）、高い光学性能を有するズームレンズが要望されている。このような撮影においては、カメラを肩に担いで撮影する場合も多いため、より小型軽量で携帯性に優れたズームレンズが要望されている。また近年、従来からのビデオカメラや放送用テレビカメラに加え、一眼レフレックスカメラなど、スチル撮影用のカメラでも動画撮影を行う等、動画撮影の機会が増えている。動画撮影を行うレンズでは、撮影を行いながらズーム操作やフォーカス操作を行うため、これらの操作時にレンズ全長が変化する場合、その操

50

作音がノイズとなって撮影に影響を与えるため好ましくない。そのため、第1群がズームングに際して固定であり、フォーカスはインナーフォーカスであるズームレンズが動画撮影に適したレンズとして要求が高まっている。一般的に一眼レフレックスカメラのセンサ（撮像素子）のサイズは1型よりも大型であり、ビデオカメラや放送用テレビカメラで主に用いられる1型以下のサイズのセンサに比べ大型である。そのため、1型を超えるような大型センサに対応しながらも、携帯性や機能性に優れた、動画撮影に好適な高倍率・超望遠ズームレンズへの要望が高まっている。

【0003】

特許文献1では、4群より構成されるズームレンズで、望遠端画角が0.7度程度、変倍比が1.5倍程度であり、2/3型の放送用テレビカメラに好適な望遠ズームレンズが提案されている。

10

【0004】

特許文献2では、4群より構成されるズームレンズで、望遠端画角が1.6度程度で変倍比が3倍程度のズームレンズが提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2007-139858号公報

【特許文献2】特開2004-085846号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1のズームレンズに対し、更に大きな撮像素子に対応し、大口径比を維持しながら高変倍比化を行う際の課題として、変倍群よりも像側の有効径が増大してしまうため、レンズ全体の小型化が難しい。

【0007】

特許文献2のズームレンズに対し、更に高変倍比化を行う際の課題として、像面補正のための第3群の移動量の抑制が難しく、加えて第1群のレンズ全厚が大きいいため、レンズ全体の小型化が難しい。

【0008】

30

本発明は、高変倍比（例えば7以上）、超望遠（例えば望遠端での半画角が3度以下）、大型センサ（例えば1型以上）への対応、および小型軽量の点で有利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】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズームングのためには移動しない正の屈折力の第1レンズ群と、ズームングのために移動する負の屈折力の第2レンズ群と、ズームングのために移動する正の屈折力の第3レンズ群と、正の屈折力の第4レンズ群と、負の屈折力の第5レンズ群とから構成されたズームレンズであって、前記第1レンズ群は、少なくとも1枚の負レンズを有する正の屈折力の第11レンズ群と、1枚の正レンズと1枚の負レンズとからなる負の屈折力の第12レンズ群とからなり、望遠端での前記ズームレンズの焦点距離を f_t とし、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 とし、広角端での最大像高を i_{max} とし、無限遠合焦状態における前記第3レンズ群および前記第3レンズ群より像側に配置されたレンズ群の、望遠端での横倍率の積を c_t とし、広角端での横倍率の積を c_w とし、前記第11レンズ群の焦点距離を f_{11} とし、前記第12レンズ群の焦点距離を f_{12} として、

40

$$0.02 < LN | \quad c_t / \quad c_w | \quad / LN (f_t / f_w) < 0.50$$

$$2.0 < f_t / f_1 < 7.0$$

$$20 < f_t / i_{max} < 120$$

$$-0.50 < f_{11} / f_{12} < -0.20$$

50

なる条件式を満足することを特徴とする。但し、条件式中の $L N ()$ は、括弧内の数値の自然対数を表わす。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、高変倍比（例えば7以上）、超望遠（例えば望遠端での半画角が3度以下）、大型センサ（例えば1型以上）への対応、および小型軽量の点で有利なズームレンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施例1のズームレンズの無限遠合焦状態の広角端におけるレンズ断面図である

10

。【図2】実施例1のズームレンズの広角端・無限遠合焦時（A）、焦点距離200mm・無限遠合焦時（B）、望遠端で無限遠合焦時（C）の縦収差図である。

【図3】実施例2のズームレンズの無限遠合焦時の広角端におけるレンズ断面図である。

【図4】実施例2のズームレンズの広角端・無限遠合焦時（A）、焦点距離240mm・無限遠合焦時（B）、望遠端で無限遠合焦時（C）の縦収差図である。

【図5】実施例3のズームレンズの無限遠合焦時の広角端におけるレンズ断面図である。

【図6】実施例3のズームレンズの広角端・無限遠合焦時（A）、焦点距離200mm・無限遠合焦時（B）、望遠端で無限遠合焦時（C）の縦収差図である。

【図7】実施例4のズームレンズの無限遠合焦時の広角端におけるレンズ断面図である。

20

【図8】実施例4のズームレンズの広角端・無限遠合焦時（A）、焦点距離200mm・無限遠合焦時（B）、望遠端で無限遠合焦時（C）の縦収差図である。

【図9】実施例5のズームレンズの無限遠合焦時の広角端におけるレンズ断面図である。

【図10】実施例5のズームレンズの広角端・無限遠合焦時（A）、焦点距離500mm・無限遠合焦時（B）、望遠端で無限遠合焦時（C）の縦収差図である。

【図11】実施例6のズームレンズの無限遠合焦時の広角端におけるレンズ断面図である

。【図12】実施例6のズームレンズの広角端・無限遠合焦時（A）、焦点距離400mm・無限遠合焦時（B）、望遠端で無限遠合焦時（C）の縦収差図である。

【図13】本発明の撮像装置の要部概略図である。

30

【図14】本発明の第1レンズ群の近軸屈折力配置の模式図である。

【図15】負レンズ群の倍率色収差の2色の色収差補正と2次スペクトル残存に関する模式図である。

【図16】正レンズ群の軸上色収差の2色の色収差補正と2次スペクトル残存に関する模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

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。本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズーミングのためには移動しない正の第1レンズ群を有する。更に、ズーミングに際して移動する負の屈折力の第2レンズ群、ズーミングに際して移動する正の第3レンズ群、少なくとも1つ以上の正のレンズ群、を有する。ここでレンズ群がズーミングのためには移動しないというのは、レンズ群がズーミングを行う目的で駆動されることは無いが、ズーミングとフォーカシングとを同時に行う場合があれば、フォーカシングのために移動することはあり得るということである。

40

【0013】

各実施例のズームレンズは、第1レンズ群の焦点距離と、望遠端におけるレンズ全体の焦点距離の関係や、第2レンズ群以降の変倍分担比を適切に規定することで、高変倍比・超望遠のズームレンズながら、大型センサに対応する場合も小型軽量化を実現している。尚、本明細文中にあるセンサの型とは、撮像管の撮像面サイズに相当し、一般的に2/3型では対角長が11mm、1型では16mmである。

50

【0014】

具体的には、本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズームングのためには移動しない正の第1レンズ群、ズームングに際して移動する負の第2レンズ群、ズームングに際して移動する正の第3レンズ群と、少なくとも1つの正のレンズ群と、を有するズームレンズである。また、レンズ全系の広角端での焦点距離を f_w 、望遠端での焦点距離を f_t 、広角端での半画角の最大値を w 、無限遠合焦状態における第3レンズ群以降のレンズユニットの望遠端での横倍率の積を c_t 、広角端での横倍率の積を c_w とするとき、

$$0.02 < LN | c_t / c_w | / LN (f_t / f_w) < 0.50 \quad \dots (1)$$

$$2.0 < f_t / f_1 < 7.0 \quad \dots (2)$$

$$20 < f_t / (f_w \times \tan w) < 120 \quad \dots (3)$$

なる条件を満足することを特徴とする。

但し、条件式中の $LN()$ は、括弧内の数値の自然対数を表わす。

【0015】

条件式(1)は、第3レンズ群以降のレンズ群の広角端での横倍率の積 c_w と第3レンズ群以降のレンズ群の望遠端での横倍率の積 c_t との比 (c_t / c_w) と、ズームレンズの変倍比 (f_t / f_w) との関係の規定し、換言すれば、第3レンズ群以降の群の変倍分担比を規定している。

【0016】

条件式(1)の上限を超えると、第3レンズ群以降の変倍分担比が大きくなり過ぎる。第3レンズ群以降のレンズ群は第2レンズ群に比べ弱い屈折力で構成されるため、第3レンズ群以降で所定の変倍分担比を得るための移動量が大きくなり、レンズ全長を短くすることが困難となる。条件式(1)の下限を下回ると、第2レンズ群の移動量が大きくなり過ぎ、第2レンズ群で発生する倍率色収差や像面収差の変動が大きくなり高性能を得ることが困難となる。

【0017】

次に条件式(2)は、第1レンズ群の焦点距離 f_1 と望遠端における焦点距離 f_t との比を規定している。 f_1 と f_t が適切な関係にあることで、望遠域まで使用できるレンズにて問題となる軸上色収差と、望遠・高倍率レンズにて問題となる製造誤差により生じるズームング時のピントずれを抑えることができる。

【0018】

条件式(2)の上限を超えると、望遠端の焦点距離に対する第1レンズ群の焦点距離が相対的に短くなり過ぎ、望遠側における第1レンズ群の拡大倍率が大きくなり過ぎる。第1レンズ群の拡大倍率が大きい場合、第1レンズ群で発生する軸上色収差を第2レンズ群以降では補正しきれなくなり、望遠側で高性能を得ることが困難となる。更に、第2レンズ群の横倍率が相対的に大きくなる。第2レンズ群の製造誤差により第2レンズ群の諸量、ここでは特に焦点距離がずれる場合、第2レンズ群の焦点距離ずれが像面位置にも影響を及ぼす。ここで、第2レンズ群の横倍率を 2 、それ以降のレンズ群の横倍率を c 、第2レンズ群自体の像位置の変位量を s_{k2} 、とすると、第2レンズ群で発生する結像位置の変動が以下の式で像面でのピントずれ量 s_k に拡大される。

$$s_k = s_{k2} \times (1 - 2^2) \times c^2 \quad \dots (コ)$$

【0019】

(コ)式に関し、本発明のように高倍率な望遠ズームレンズにおいて、 2 及び c の大きさは、望遠端で共に1よりも大きくなる。そのため、第2レンズ群の横倍率が相対的に大きくなることで、第2レンズ群の製造誤差はより大きく像面位置に影響し、ズームングによるピントずれを抑制することが難しくなり製造性に影響を与える。

【0020】

条件式(2)の下限を下回ると、第1レンズ群の焦点距離が大きくなり過ぎ、第1レンズ群の小型化が困難になり、加えて第1レンズ群で発生する球面収差や軸上色収差が増大し、他のレンズ群での補正が困難となる。

10

20

30

40

50

【0021】

次に条件式(3)は、ズームレンズの広角端における焦点距離 f_w と広角端における半画角 w と、望遠端焦点距離 f_t との関係を規定している。条件式(3)の分母の $f_w \times \tan w$ は、レンズ全系として光線がケラれることなく使用することができる広角端での最大像高 i_{max} に相当する。

【0022】

条件式(3)の上限を超えると、望遠端の焦点距離が相対的に長くなりすぎる。この場合、上述の条件式で規定した条件範囲内の構成では、ズーミングによるピント移動を抑えられず、更に望遠端での軸上色収差も補正することが困難となる。条件式(3)の下限を下回ると、上の条件で規定した条件範囲内の構成では、第1レンズ群の焦点距離が相対的に大きくなり、レンズの小型・軽量化が困難となる。

10

【0023】

好ましくは条件式(1)乃至(3)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$0.05 < LN | c_t / c_w | / LN (f_t / f_w) < 0.40 \dots (1a)$$

$$2.2 < f_t / f_1 < 6.0 \dots (2a)$$

$$25 < f_t / (f_w \times \tan w) < 115 \dots (3a)$$

【0024】

各実施例において更に好ましくは、次の諸条件のうち1以上を満足するのが良い。

【0025】

第1レンズ群は、少なくとも1枚の負レンズを有する正の第11レンズ群と、1枚の正レンズと負レンズからなる負の第12レンズ群から成り、各群の焦点距離をそれぞれ f_{11} 、 f_{12} とする。また、前記第1レンズ群の、最も物体側のレンズ面の面頂点位置から、最も像側のレンズ面の面頂点位置までの長さを $UD1$ とする。第2レンズ群の広角端、無限遠合焦状態における横倍率を $2w$ とする。このとき、下記条件式のうち少なくとも1つを満足することが好ましい。

20

$$-0.50 < f_{11} / f_{12} < -0.20 \dots (4)$$

$$0.27 < UD1 / f_1 < 0.55 \dots (5)$$

$$-0.35 < 2w < -0.15 \dots (6)$$

【0026】

条件式(4)は第1レンズ群を構成する第11レンズ群と、第12レンズ群の焦点距離の関係の規定している。第11レンズ群を正、第12レンズ群を負の屈折力で構成し、条件式(4)の条件式を満足する構成とすることで、第1レンズ群と、第2レンズ群以降でズーミングに際して移動するレンズ群の重量を軽量化することができる。図14は、第11レンズ群と第12レンズ群の近軸関係を示した模式図である。図14(a)、(b)では、部分系の焦点距離の比に以下の関係が成り立つとする。

30

$$f_{11a} / f_{12a} < f_{11b} / f_{12b} \dots (サ)$$

【0027】

図14(a)(b)に示すように、第1レンズ群の像側から光軸に対して平行な光線が入射し、その光線が物体側に向かって第12レンズ群と第11レンズ群を通過した光線とが交わる点の光軸上の位置が、第1レンズ群の像側主点位置である。図14(a)(b)に上記(サ)式が成り立つとき、第12レンズ群の焦点距離が相対的に強くなることで、図14に示す第12レンズ群からの射出角 θ'_{12} は大きくなり、第11レンズ群からの射出角 θ'_{11} は小さくなる。その結果、図14(a)から図14(b)のように光軸に対して平行な入射光線と第11レンズ群からの射出光線の交点である像側主点位置は、より物体側に変位する。主点位置が物体側に変位した結果、物体側からの軸上入射光線は第1レンズ群のより物体側で収斂作用を受け、第1レンズ群の射出側レンズ群のレンズ径や、それ以降の第2レンズ群の径及び、それに続く移動群を保持する鏡筒等の径も小さくすることができる。本発明のように、倍率が高く望遠端の焦点距離が長い場合、移動群の移動量が大きく、またレンズ径自体も非常に大きくなる傾向にあるため、移動群の重量を軽量化することは携帯性向上や、レンズ駆動に必要な機能の簡略化にもつながる。

40

50

【0028】

条件式(4)の上限を超えると、第12レンズ群の焦点距離が相対的に短くなり過ぎ、第1レンズ群の主点が大きく物体側に変位する。その結果、第1レンズ群の物体側のレンズを通る軸外光線の光線高さが高くなり、レンズ径が大きくなるため、小型・軽量化が困難となる。条件式(4)の下限を下回ると、第12レンズ群の焦点距離が相対的に長くなり過ぎ、第1レンズ群の主点を物体側に変位させることが難しくなる。その結果、第1レンズ群の主点を所望の値にすることができず、小型・軽量化が困難となる。

【0029】

条件式(5)は、第1レンズ群の最も物体側の面頂点から、最も像側の面頂点までの距離UD1と、第1レンズ群の焦点距離f1の関係を規定している。

10

【0030】

条件式(5)の上限を超える場合、第1レンズ群の全厚が大きくなりすぎる。第1レンズ群は、レンズ中で最もレンズ径の大きいレンズ群であり第1レンズ群が大きくなるとレンズ全体の小型・軽量化が困難となる。条件式(5)の下限を下回ると、第1レンズ群の全厚が相対的に小さくなり過ぎる。この場合、第1レンズ群を構成する各レンズの屈折力が強くなり過ぎ、各レンズで発生する収差量が増大するため、特に望遠側の軸上色収差や球面収差、またコマ収差の補正が困難となる。

【0031】

条件式(6)は、第2レンズ群の広角端、無限遠合焦時における横倍率 $2w$ を規定している。

20

【0032】

条件式(6)の上限を超えると、広角端での第2レンズ群の横倍率が大きくなり過ぎる。第2レンズ群の横倍率を大きくとるためには、第1レンズ群と第2レンズ群の主点間隔を大きくとる必要がある。そのため、第1レンズ群と第2レンズ群の空気間隔を大きくする必要があり、レンズ全長が長くなるため、レンズ全体の小型軽量化が困難となる。条件式(6)の下限を下回ると、第2レンズ群の広角側でズームングする際の移動量が大きくなり、第1レンズ群と第2レンズ群が絞り面から離れるため、第1レンズ群と第2レンズ群のレンズ径が増大し、小型軽量化が困難となる。

【0033】

更に好ましくは条件式(4)乃至(6)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

30

$$-0.47 < f_{11} / f_{12} < -0.25 \quad \dots (4a)$$

$$0.29 < UD1 / f_1 < 0.47 \quad \dots (5a)$$

$$-0.32 < 2w < -0.19 \quad \dots (6a)$$

【0034】

更なる本発明のズームレンズの態様として、第3レンズ群よりも像側のレンズ群を、ズームングに際して移動する正の第4レンズ群と、ズームングのためには移動しない正の第5レンズ群で構成することが好ましい。移動群として第4レンズ群を追加することで、ズームング時の像面補正の自由度が高くなり、第1レンズ群への軸外入射光線の高さの制御や第3,4レンズ群への軸上入射光線の光線高さを制御できるため、更なるレンズ群の小型化が可能となる。また、第5レンズ群はズームングのためには移動しないことで、第5レンズ群内の結像関係はズームングで不変となるため、第5レンズ群内に防振群等の付加機能を持つレンズ群を配置することで制御を簡素化することが可能となる。加えて、第5レンズ群内に、光軸上に挿抜可能なエクステンダ等の焦点距離変換手段を設ける場合にも、近傍に移動するレンズ群が無い場合簡易な機構で設けることが可能となる。

40

【0035】

更なる本発明のズームレンズの態様として、第2レンズ群内に使用する光学材料の部分分散比を規定している。第2レンズ群を構成する凸レンズのアップ数と部分分散比の平均値を $2p$ 、 $2p$ 、凹レンズのアップ数と部分分散比の平均値を $2n$ 、 $2n$ としたとき、

$$-8.50 \times 10^{-4} < (2p - 2n) / (2p - 2n)$$

50

$$< - 2 . 0 0 \times 1 0 ^ { - 4 } \dots (7)$$

を満たしている。

【0036】

ここで、本発明で用いている光学素子(レンズ)の材料のアッペ数と部分分散比は以下の通りである。フラウンホーファ線のg線(435.8nm)、F線(486.1nm)、d線(587.6nm)、C線(656.3nm)における屈折率をそれぞれNg、NF、Nd、NCとすると、アッペ数 d、g線とF線に関する部分分散比 gFは以下の通りである。

$$d = (Nd - 1) / (NF - NC) \dots (ア)$$

$$gF = (Ng - NF) / (NF - NC) \dots (イ)$$

10

【0037】

現存する光学材料は、アッペ数 dに対して部分分散比 gFは狭い範囲に存在する。また、アッペ数 dが小さいほど部分分散比 gFが大きい、アッペ数 dが大きいほど屈折率が低い傾向を持っている。ここで、屈折率 1、2、アッペ数 1、2の2枚のレンズ1、2で構成される薄肉密着系の色収差補正条件は、

$$1 / 1 + 2 / 2 = E \dots (ウ)$$

で表される。ここで、レンズ1、2の合成屈折力 は、

$$= 1 + 2 \dots (エ)$$

である。(ウ)式において、E = 0を満たすと、色収差においてC線とF線の結像位置が一致する。このとき、1、2は以下の式で表される。

20

$$1 = x \cdot 1 / (1 - 2) \dots (オ)$$

$$2 = x \cdot 2 / (1 - 2) \dots (カ)$$

【0038】

図15は物体面と開口絞りの間にある負の屈折力のレンズ群LNによる倍率色収差の2色の色収差補正と2次スペクトル残存に関する模式図である。図15のような負レンズ群LNの色収差補正では、負レンズ1にアッペ数 1の大きい材料、正レンズ2にアッペ数 2の小さい材料を用いる。したがって、負レンズ1は部分分散比 1が小さく、正レンズ2は部分分散比 2が大きい。C線とF線で倍率色収差を補正すると、g線の結像点が光軸から離れる方向にずれる。C線、F線に対するg線の倍率色収差のズレ量を2次スペクトル量 Yと定義すると、

30

$$Y = (1 /) \times (1 - 2) / (1 - 2) \dots (キ)$$

で表される。倍率色収差の2次スペクトルをズーム全域に渡り良好に補正するには、倍率色収差の変動に大きな影響を持つ第2レンズ群での発生量を調節する必要がある。第2レンズ群は負の屈折力を持っており、レンズ全体での倍率色収差の2次スペクトルの変動量を良好に補正するには、第2レンズ群で発生する2次スペクトル量 Yを小さくするような硝材を選択する必要がある。条件式(7)の条件は、第2レンズでの倍率色収差の発生量を小さくするように規定している。条件式(7)の上限の条件が満たされないと、倍率色収差の2次スペクトルの補正には有利だが、第2レンズ群を構成する凹レンズの屈折率が低くなり、凹レンズの曲率半径が小さくなる。その結果、像面湾曲やコマ収差の高次収差が増大し、良好な光学性能の達成が困難となる。条件式(7)の下限の条件が満たされ

40

$$- 7 . 7 0 \times 1 0 ^ { - 4 } < (2 p - 2 n) / (2 p - 2 n)$$

$$< - 2 . 3 0 \times 1 0 ^ { - 4 } \dots (7a)$$

【0039】

さらなる本発明のズームレンズの態様として、第1レンズ群内に使用する光学材料の部分分散比を規定している。第1レンズ群を構成する凸レンズのアッペ数と部分分散比の平均値を 1p、1p、凹レンズのアッペ数と部分分散比の平均値を 1n、1nとしたとき、

$$- 1 . 8 0 \times 1 0 ^ { - 3 } < (1 p - 1 n) / (1 p - 1 n)$$

50

$$< - 0 . 8 0 \times 1 0 ^ { - 3 } \dots (8)$$

を満たしている。

【 0 0 4 0 】

図 1 6 は正のレンズ群 P L による軸上色収差の 2 色の色収差補正と 2 次スペクトルの残存に関する模式図である。図 1 6 において、正レンズ 1 にアッペ数 1 の大きい材料、負レンズ 2 にアッペ数 2 の小さい材料を用いる。したがって、正レンズ 1 は部分分散比 1 が小さく、負レンズ 2 は部分分散比 2 が大きくなり、C 線と F 線で軸上色収差を補正すると g 線の結像点が像側にずれる。物体距離を無限遠として光束を入射した場合の C 線、F 線に対する g 線の軸上色収差のズレ量を 2 次スペクトル量 S と定義すると、

$$S = - (1 /) \times (1 - 2) / (1 - 2) \dots (\text{ク})$$

で表される。望遠端の軸上色収差の 2 次スペクトルを良好に補正するには、2 次スペクトルが顕著に発生する第 1 レンズ群の発生量を調節する必要がある。条件式 (7) で規定したように本発明の好ましい形態においては、倍率色収差の 2 次スペクトルをズーム全域に渡り良好になるよう第 2 レンズ群で使用する光学材料を工夫している。その結果、第 1 レンズ群で使用する光学材料に関しても、適切な材料で構成しない場合、特に望遠端での軸上色収差が補正過剰になる課題が生じる。第 1 レンズ群は正の屈折力を持っており、望遠端の軸上色収差の 2 次スペクトルを良好に補正するためには、第 1 レンズ群で発生する 2 次スペクトル量 S を適切な補正量となるよう材料を決めることが必要となる。条件式 (8) は、望遠端の軸上色収差の補正と高い光学性能を達成するために規定している。条件式 (8) の上限の条件が満たされないと、望遠端の軸上色収差の 2 次スペクトルの補正には有利だが、第 2 レンズ群を構成する凸レンズの屈折率が低くなり、第 2 レンズ群を構成する凸レンズの曲率半径が小さくなる。その結果、望遠端の球面収差の高次収差が増大し、良好な光学性能の達成が困難となる。条件式 (8) の下限の条件が満たされないと、望遠端の軸上色収差の 2 次スペクトルが増加し、望遠端の色収差を良好に補正することが困難となる。条件式 (8) の数値範囲は次の如く設定するのが、更に好ましい。

$$- 1 . 6 0 \times 1 0 ^ { - 3 } < (1 p - 1 n) / (1 p - 1 n) < - 1 . 0 0 \times 1 0 ^ { - 3 } \dots (8 a)$$

【 0 0 4 1 】

以下に、本発明のズームレンズの具体的な構成について、実施例とそれに対応する数値実施例のレンズ構成を説明する。

【実施例 1】

【 0 0 4 2 】

図 1 は、本発明の実施例 1 としての数値実施例 1 の広角端（短焦点距離端）で、無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図 2 は、広角端で無限遠合焦時（A）、焦点距離 200mm のズーム位置で無限遠合焦時（B）、望遠端で無限遠合焦時（C）の収差図である。各レンズ断面図において、左方が被写体（物体）側（前方）で、右方が像側（後方）である。U 1 は不動の正の第 1 レンズ群である。U 1 は物体側から像側へ順に正の屈折力の U 1 1、正の屈折力の U 1 2、負の屈折力の U 1 3 のサブユニットからなる。U 2 はズームングに際し移動する負の屈折力の第 2 レンズ群であり、光軸上を像面側へ移動させることにより、広角端から望遠端へのズームングを行っている。U 3 と U 4 は共にズームングに際し移動する正の第 3 レンズ群および正の第 4 レンズ群であり、広角端から望遠端にかけて、光軸上を移動する。S P は光軸方向に移動しない開口絞り、U 5 は不動の結像作用を有する正の第 5 群（リレー群）である。第 5 レンズ群 U 5 内には、焦点距離変換用のコンバータ（エクステンダ）等が装着されても良い。I P は像面であり、固体撮像素子やフィルム面といった撮像面に相当する。フォーカシングに関しては、U 1 2 のような第 1 レンズ群の一部を光軸方向に移動させても良いし、第 2 レンズ群以降の移動群、若しくは固定群の一部を移動させ行っても良い。

【 0 0 4 3 】

各収差図において、球面収差における直線、破線、一点鎖線、二点鎖線はそれぞれ e 線、F 線、C 線、g 線である。非点収差における実線と一点鎖線はそれぞれサジタル像面（

10

20

30

40

50

S), メリディオナル像面(M)であり、倍率色収差における破線、一点鎖線、二点鎖線はそれぞれF線、C線、g線である。非点収差および倍率色収差は、絞り位置における光束の中心を通る光線を主光線としたときの収差量を示している。は近軸での半画角、F n oはFナンバーである。縦収差図では、球面収差は0.5mm、非点収差は0.5mm、歪曲は5%、倍率色収差は0.05mmのスケールで描かれている。尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は第2レンズ群が機構上、光軸上を移動可能な範囲の両端に位置したときの変倍位置をいう。これらレンズ断面図と収差図に関する説明は、以降の実施例においても、特に記載の無い限り全て同じである。

【0044】

実施例1としての数値実施例1における第1群から第4群について説明する。第1レンズ群U1は、数値実施例1において第1レンズ面～第14レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に正の第11レンズ群、正の第12レンズ群、負の第13レンズ群で構成されている。正の第11レンズ群は物体側から像側へ順に2枚の正レンズと、負レンズにて構成されている。正の第12レンズ群は物体側から像側へ順に正レンズと、正レンズと負レンズが貼り合わされた接合正レンズにて構成されており、第12レンズ群を光軸方向に移動させることでフォーカス調整を行う。第13レンズ群は正レンズと負レンズが貼り合わされた接合負レンズで構成されている。第2レンズ群U2は、数値実施例1において第15レンズ面～第25レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に、負レンズ、正レンズと負レンズが貼り合わされた接合負レンズ、負レンズ、正レンズ、負レンズで構成されている。第3レンズ群U3は、数値実施例1において第26レンズ面～第31レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に正レンズ、負レンズ、正レンズで構成されている。第4レンズ群U4は、数値実施例1において第32レンズ面～第37レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズ、正レンズで構成されている。非球面は第29面に用いられており、コマ収差と球面収差のズームによる変動の補正を行っている。なお、本実施例においてf11は、第11～第12レンズ群の無限遠合焦状態における合成焦点距離であり、f12は第13レンズ群の焦点距離である。

【0045】

本実施例の各条件式対応値を表1に示す。本数値実施例はいずれの条件式も満足しており、良好な光学性能を達成している。加えて、広角端焦点距離50mm、変倍比20倍であり、最大像高が15.55mmと大判であり、広角端のFナンバーが4.5、望遠端のFナンバーが7.4と超望遠、高倍率、大口径なズームレンズでありながら小型化を達成している。

【実施例2】

【0046】

実施例2としての数値実施例2における第1群から第4群について説明する。第1レンズ群U1は、数値実施例2において第1レンズ面～第13レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に正の第11レンズ群と負の第12レンズ群で構成されている。正の第11レンズ群は物体側から像側へ順に2枚の正レンズと、負レンズ、2枚の正レンズにて構成されている。第12レンズ群は正レンズと負レンズが貼り合わされた接合負レンズで構成されており、第12レンズ群を光軸方向に動かすことでフォーカス調整を行う。第2レンズ群U2は、数値実施例2において第14レンズ面～第23レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に、正レンズと負レンズが貼り合わされた接合負レンズと、負レンズ、正レンズと負レンズが貼り合わされた接合正レンズ、負レンズで構成されている。第3レンズ群U3は、数値実施例2において第24レンズ面～第28レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に正レンズと負レンズが貼り合わされた接合正レンズと正レンズで構成されている。第4レンズ群U4は、数値実施例2において第29レンズ面～第33レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズと正レンズが貼り合わされた接合レンズで構成されている。非球面は第27面と第28面に用いられており、コマ収差と球面収差のズームによる変動を補正している。なお、本実施例においてf11は、第11～第12レンズ群の無限遠合焦状態における合成焦点距離であり、f12は第13レンズ群の焦点距離で

10

20

30

40

50

ある。

【 0 0 4 7 】

本実施例の各条件式対応値を表 1 に示す。本数値実施例はいずれの条件式も満足しており、良好な光学性能を達成している。加えて、広角端焦点距離 6 0 m m、変倍比 1 5 倍であり、最大像高が 1 5 . 5 5 m m と大判であり、広角端の F ナンバーが 4 . 5、望遠端の F ナンバーが 7 . 0 と超望遠、高倍率、大口径なズームレンズでありながら小型化を達成している。

【 実施例 3 】

【 0 0 4 8 】

実施例 3 としての数値実施例 3 における第 1 群から第 4 群について説明する。第 1 レンズ群 U 1 は、数値実施例 3 において第 1 レンズ面 ~ 第 1 4 レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に正の第 1 1 レンズ群、正の第 1 2 レンズ群、負の第 1 3 レンズ群で構成されている。正の第 1 1 レンズ群は物体側から像側へ順に 2 枚の正レンズと、負レンズにて構成されている。正の第 1 2 レンズ群は物体側から像側へ順に正レンズと、正レンズと負レンズが貼り合わされた接合正レンズにて構成されており、第 1 2 レンズ群を光軸方向に移動させることでフォーカス調整を行う。第 1 3 レンズ群は正レンズと負レンズが貼り合わされた接合負レンズで構成されている。第 2 レンズ群 U 2 は、数値実施例 3 において第 1 5 レンズ面 ~ 第 2 5 レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に、2 枚の負レンズ、正レンズと負レンズが貼り合わされた接合負レンズ、正レンズ、負レンズで構成されている。第 3 レンズ群 U 3 は、数値実施例 3 において第 2 6 レンズ面 ~ 第 3 1 レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に正レンズ、負レンズ、正レンズで構成されている。第 4 レンズ群 U 4 は、数値実施例 3 において第 3 2 レンズ面 ~ 第 3 6 レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズと正レンズが貼り合わされた接合レンズで構成されている。非球面は第 2 9 面に用いられており、コマ収差と球面収差のズームによる変動を補正している。なお、本実施例において f_{11} は、第 1 1 ~ 第 1 2 レンズ群の無限遠合焦状態における合成焦点距離であり、 f_{12} は第 1 3 レンズ群の焦点距離である。

【 0 0 4 9 】

本実施例の各条件式対応値を表 1 に示す。本数値実施例はいずれの条件式も満足しており、良好な光学性能を達成している。加えて、広角端焦点距離 5 0 m m、変倍比 1 0 倍であり、最大像高が 1 5 . 5 5 m m と大判であり、広角端の F ナンバーが 4 . 0、望遠端の F ナンバーが 5 . 0 と超望遠、高倍率、大口径なズームレンズでありながら小型化を達成している。

【 実施例 4 】

【 0 0 5 0 】

実施例 4 としての数値実施例 4 における第 1 群から第 4 群について説明する。第 1 レンズ群 U 1 は、数値実施例 4 において第 1 レンズ面 ~ 第 1 4 レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に正の第 1 1 レンズ群、正の第 1 2 レンズ群、負の第 1 3 レンズ群で構成されている。正の第 1 1 レンズ群は物体側から像側へ順に 2 枚の正レンズと、負レンズにて構成されている。正の第 1 2 レンズ群は物体側から像側へ順に正レンズと、正レンズと負レンズが貼り合わされた接合正レンズにて構成されており、第 1 2 レンズ群を光軸方向に移動させることでフォーカス調整を行う。第 1 3 レンズ群は正レンズと負レンズが貼り合わされた接合負レンズで構成されている。第 2 レンズ群 U 2 は、数値実施例 4 において第 1 5 レンズ面 ~ 第 2 5 レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に、2 枚の負レンズ、正レンズと負レンズが貼り合わされた接合負レンズ、正レンズ、負レンズで構成されている。第 3 レンズ群 U 3 は、数値実施例 4 において第 2 6 レンズ面 ~ 第 3 1 レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に正レンズ、負レンズ、正レンズで構成されている。第 4 レンズ群 U 4 は、数値実施例 4 において第 3 2 レンズ面 ~ 第 3 7 レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズと正レンズで構成されている。非球面は第 1 5、2 2、2 9、4 9 面に用いられており、第 1 5 面と 2 2 面は、軸外収差の変動、第 2 9 面は球面収差やコマ収差の変動、第 4 9 面は、高像高における高次の像面収差を抑制している。なお、本実

10

20

30

40

50

施例において f_{11} は、第 1 1 ~ 第 1 2 レンズ群の無限遠合焦状態における合成焦点距離であり、 f_{12} は第 1 3 レンズ群の焦点距離である。

【 0 0 5 1 】

本実施例の各条件式対応値を表 1 に示す。本数値実施例はいずれの条件式も満足しており、良好な光学性能を達成している。加えて、広角端焦点距離 50 mm、変倍比 20 倍であり、最大像高が 21.64 mm と大判であり、広角端の F ナンバーが 4.5、望遠端の F ナンバーが 7.5 と超望遠、高倍率、大口径なズームレンズでありながら小型化を達成している。

【実施例 5】

【 0 0 5 2 】

実施例 5 としての数値実施例 5 における第 1 群から第 4 群について説明する。第 1 レンズ群 U 1 は、数値実施例 5 において第 1 レンズ面 ~ 第 1 4 レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に正の第 1 1 レンズ群、正の第 1 2 レンズ群、負の第 1 3 レンズ群で構成されている。正の第 1 1 レンズ群は物体側から像側へ順に 2 枚の正レンズと、負レンズにて構成されている。正の第 1 2 レンズ群は物体側から像側へ順に正レンズと、正レンズと負レンズが貼り合わされた接合正レンズにて構成されており、第 1 2 レンズ群を光軸方向に移動させることでフォーカス調整を行う。第 1 3 レンズ群は正レンズと負レンズが貼り合わされた接合負レンズで構成されている。第 2 レンズ群 U 2 は、数値実施例 5 において第 1 5 レンズ面 ~ 第 2 4 レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に、負レンズ、負レンズと正レンズが貼り合わされた接合負レンズ、負レンズと正レンズが貼り合わされた接合負レンズ、負レンズで構成されている。第 3 レンズ群 U 3 は、数値実施例 5 において第 2 5 レンズ面 ~ 第 3 0 レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に正レンズ、負レンズ、正レンズで構成されている。第 4 レンズ群 U 4 は、数値実施例 5 において第 3 1 レンズ面 ~ 第 3 5 レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズと正レンズで構成されている。非球面は第 1 5、2 8、3 1、4 2 面に用いられており、第 1 5 面は、軸外収差の変動、第 2 8、3 1 面は球面収差やコマ収差の変動、第 4 2 面は、高像高における高次の像面収差を抑制している。なお、本実施例において f_{11} は、第 1 1 ~ 第 1 2 レンズ群の無限遠合焦状態における合成焦点距離であり、 f_{12} は第 1 3 レンズ群の焦点距離である。

【 0 0 5 3 】

本実施例の各条件式対応値を表 1 に示す。本数値実施例はいずれの条件式も満足しており、良好な光学性能を達成している。加えて、広角端焦点距離 50 mm、変倍比 30 倍であり、最大像高が 14.0 mm と大判であり、広角端の F ナンバーが 4.5、望遠端の F ナンバーが 10.0 と超望遠、高倍率、大口径なズームレンズでありながら小型化を達成している。

【実施例 6】

【 0 0 5 4 】

実施例 6 としての数値実施例 6 における第 1 群から第 4 群について説明する。第 1 レンズ群 U 1 は、数値実施例 6 において第 1 レンズ面 ~ 第 1 2 レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に非常に弱い屈折力であり負の第 1 1 レンズ群、正の第 1 2 レンズ群で構成されている。負の第 1 1 レンズ群は物体側から像側へ順に負レンズ、正レンズ、負レンズ、正レンズで構成されている。正の第 1 2 レンズ群は物体側から像側へ順に 2 枚の正レンズで構成されており、第 1 2 レンズ群を光軸方向に移動させることでフォーカス調整を行う。第 2 レンズ群 U 2 は、数値実施例 6 において第 1 3 レンズ面 ~ 第 2 3 レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に、2 枚の負レンズ、正レンズと負レンズが貼り合わされた接合正レンズ、負レンズ、正レンズで構成されている。第 3 レンズ群 U 3 は、数値実施例 6 において第 2 4 レンズ面 ~ 第 2 9 レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に正レンズ、負レンズ、正レンズで構成されている。第 4 レンズ群 U 4 は、数値実施例 6 において第 3 0 レンズ面 ~ 第 3 5 レンズ面に対応し、物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズと正レンズで構成されている。非球面は第 2 7 面に用いられており、第 2 7 面は球面収差やコマ収差の変動を抑制している。なお、本実施例において f_{11} は、第 1 1 レンズ群の焦点距離であ

10

20

30

40

50

り、 f_{12} は、第12レンズ群の焦点距離である。

【0055】

本実施例の各条件式対応値を表1に示す。本数値実施例は条件式(1)~(3)及び条件式(5)~(8)を満足しており、良好な光学性能を達成している。加えて、広角端焦点距離40mm、変倍比20倍であり、最大像高が15.55mmと大判であり、広角端のFナンバーが4.5、望遠端のFナンバーが5.6と超望遠、高倍率、大口径なズームレンズでありながら小型化を達成している。

【0056】

(数値実施例)

次に本発明の実施例1~6に対応する数値実施例1~6を示す。各数値実施例において i は物体側からの面の順序を示し、 r_i は物体側より第 i 番目の面の曲率半径、 d_i は物体側より第 i 面と第 $i + 1$ 番目の間隔、 n_{di} と d_i は第 i 番目の光学部材の屈折率とアッペ数である。焦点距離、Fナンバー、画角は、それぞれ無限遠合焦時の値を表している。BFはレンズの最終面から像面までの距離を空気換算した値である。

10

【0057】

尚、非球面形状は、光軸方向の座標を x 、光軸と垂直方向の座標を y 、基準の曲率半径を R 、円錐常数を k 、 n 次の非球面係数を A_n として、以下の式で表される。但し、「 e^{-x} 」は「 $\times 10^{-x}$ 」を意味している。尚、非球面を有するレンズ面には各表中の面番号の左側に*印を付している。

$$x = (y^2 / r) / \{ 1 + (1 - k \times y^2 / r^2)^{0.5} \} + A4 \times y^4 + A6 \times y^6 + A8 \times y^8 + A10 \times y^{10} + A12 \times y^{12}$$

20

【0058】

各実施例と前述した各条件式との対応を表1に示す。

【0059】

(数値実施例1)

面番号	r	d	nd	vd	gF	有効径	焦点距離
1	246.68132	17.57134	1.433870	95.10	0.5373	137.561	379.844
2	-489.49126	0.70000	1.000000	0.00	0.0000	136.362	0.000
3	251.80653	14.77425	1.433870	95.10	0.5373	130.301	419.328
4	-649.85945	1.00394	1.000000	0.00	0.0000	128.957	0.000
5	-509.36354	4.00000	1.720467	34.70	0.5834	128.865	-393.778
6	652.48261	14.44601	1.000000	0.00	0.0000	125.445	0.000
7	255.23550	10.29049	1.433870	95.10	0.5373	118.241	558.103
8	-4902.84082	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	117.027	0.000
9	197.35639	12.59513	1.438750	94.93	0.5343	111.945	420.679
10	-2906.58993	2.50000	1.720467	34.70	0.5834	109.606	-882.774
11	821.58629	2.94687	1.000000	0.00	0.0000	107.326	0.000
12	1913.20539	6.71999	1.761821	26.52	0.6135	105.877	536.079
13	-524.31136	2.20000	1.618000	63.33	0.5441	104.412	-267.162
14	242.71285	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	99.476	0.000
15	-860.74296	1.80000	1.816000	46.62	0.5568	50.656	-89.348
16	80.17496	3.81547	1.000000	0.00	0.0000	47.151	0.000
17	375.28281	7.31173	1.720467	34.70	0.5834	46.543	69.386
18	-57.65105	1.50000	1.595220	67.74	0.5442	45.806	-66.490
19	128.90141	4.07926	1.000000	0.00	0.0000	41.685	0.000
20	-92.43936	1.50000	1.595220	67.74	0.5442	41.683	-65.212
21	67.72717	0.10000	1.000000	0.00	0.0000	40.314	0.000
22	55.67072	6.08760	1.720467	34.70	0.5834	40.359	67.855
23	-405.29323	2.13101	1.000000	0.00	0.0000	39.833	0.000

30

40

50

24	-77.78064	1.40000	1.595220	67.74	0.5442	39.815	-74.269
25	103.94566	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	38.960	0.000
26	116.76899	6.42003	1.618000	63.33	0.5441	43.512	79.194
27	-83.01992	0.02878	1.000000	0.00	0.0000	43.578	0.000
28	-86.18403	1.50000	1.834000	37.16	0.5775	43.539	-92.667
*29	803.67833	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	43.982	0.000
30	120.27059	5.59541	1.496999	81.54	0.5374	44.453	130.541
31	-139.57348	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	44.522	0.000
32	87.58614	4.42301	1.487490	70.23	0.5300	43.877	183.090
33	3911.73924	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	43.479	0.000
34	86.15302	1.50000	1.720467	34.70	0.5834	42.506	-168.527
35	50.16723	1.21338	1.000000	0.00	0.0000	41.157	0.000
36	66.35327	5.30796	1.496999	81.54	0.5374	41.151	116.995
37	-468.67849	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	40.725	0.000
38(絞リ)	0.00000	10.51965	1.000000	0.00	0.0000	28.657	0.000
39	603.24912	1.40000	1.882997	40.76	0.5667	23.839	-48.954
40	40.51116	0.15000	1.000000	0.00	0.0000	23.084	0.000
41	35.62346	4.10373	1.805181	25.42	0.6161	23.101	36.637
42	-171.92350	3.92591	1.000000	0.00	0.0000	22.594	0.000
43	-109.90676	1.50000	1.910820	35.25	0.5824	20.117	-33.390
44	42.71602	33.00000	1.000000	0.00	0.0000	19.407	0.000
45	90.18955	6.39772	1.496999	81.54	0.5374	30.314	68.285
46	-53.37817	5.55492	1.000000	0.00	0.0000	30.620	0.000
47	-138.46821	4.00000	1.882997	40.76	0.5667	29.643	-36.072
48	42.24648	5.86644	1.603420	38.03	0.5835	29.852	66.251
49	-797.00609	0.15000	1.000000	0.00	0.0000	30.355	0.000
50	114.93981	7.37952	1.517417	52.43	0.5564	30.683	53.618
51	-35.98055	3.00000	1.882997	40.76	0.5667	30.879	-98.457
52	-63.53396	(BF)	1.000000	0.00	0.0000	31.927	0.000

10

20

30

像面

非球面データ

第29面

K = 9.77619e+002 A 4= 1.75645e-007 A 6=-1.54674e-011 A 8=-1.21139e-012 A10=
2.79900e-015 A12=-3.45030e-018

各種データ

ズーム比	20.00		
	広角	中間	望遠
焦点距離	50.00	200.00	1000.00
Fナンバー	4.50	4.50	7.40
半画角	17.28	4.45	0.89
像高	15.55	15.55	15.55
レンズ全長	493.74	493.74	493.74
BF	66.76	66.76	66.76

40

d14 5.00 84.76 132.18

50

d25	162.25	77.28	3.00
d31	24.90	9.14	40.88
d37	1.82	22.78	17.91

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	255.00
2	15	-34.75
3	26	105.00
4	32	125.00
5	38	-605.15

10

【 0 0 6 0 】

(数值実施例 2)

面番号	r	d	nd	vd	gF	有効径	焦点距離
1	270.17928	15.13046	1.433870	95.10	0.5373	130.169	407.710
2	-507.30992	0.20171	1.000000	0.00	0.0000	129.580	0.000
3	195.46941	13.65616	1.433870	95.10	0.5373	124.249	481.146
4	2899.45736	9.30808	1.000000	0.00	0.0000	122.342	0.000
5	-479.70303	3.00000	1.800000	29.84	0.6017	119.105	-388.923
6	908.20312	0.96409	1.000000	0.00	0.0000	117.139	0.000
7	295.93269	11.79869	1.433870	95.10	0.5373	115.660	440.626
8	-537.32876	1.45510	1.000000	0.00	0.0000	114.642	0.000
9	158.77485	11.37494	1.433870	95.10	0.5373	106.811	465.192
10	721.42143	2.11266	1.000000	0.00	0.0000	104.386	0.000
11	774.60480	7.65730	1.800000	29.84	0.6017	102.789	316.577
12	-379.05422	2.20000	1.743198	49.34	0.5530	101.523	-170.137
13	191.59077	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	95.371	0.000
14	306.46548	6.29897	1.720467	34.70	0.5834	46.492	98.717
15	-92.63364	1.80000	1.772499	49.60	0.5521	44.594	-41.170
16	49.20051	6.82093	1.000000	0.00	0.0000	38.932	0.000
17	-97.47695	1.50000	1.595220	67.74	0.5442	38.473	-82.245
18	99.61135	0.15000	1.000000	0.00	0.0000	37.660	0.000
19	69.28990	5.66183	1.800000	29.84	0.6017	37.640	59.953
20	-154.06464	1.00000	1.496999	81.54	0.5374	37.136	-175.321
21	202.36374	3.49735	1.000000	0.00	0.0000	36.056	0.000
22	-62.48999	1.40000	1.595220	67.74	0.5442	36.038	-82.553
23	235.75049	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	35.802	0.000
24	108.87034	6.22491	1.595220	67.74	0.5442	41.732	78.622
25	-80.81998	1.50000	1.834000	37.16	0.5775	41.823	-94.228
26	3721.87578	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	42.359	0.000
*27	204.87400	4.21540	1.583126	59.38	0.5423	42.639	143.950
*28	-142.08754	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	42.768	0.000
29	210.29170	4.22394	1.487490	70.23	0.5300	42.592	176.200
30	-145.08052	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	42.449	0.000
31	74.94026	1.50000	1.720467	34.70	0.5834	41.129	-126.894
32	40.96106	7.05734	1.496999	81.54	0.5374	39.624	84.510
33	1398.05586	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	38.991	0.000

20

30

40

50

34(絞リ)	0.00000	10.53028	1.000000	0.00	0.0000	28.093	0.000
35	126.06891	1.40000	1.882997	40.76	0.5667	23.147	-62.020
36	38.13355	0.15000	1.000000	0.00	0.0000	22.330	0.000
37	28.91783	4.11703	1.805181	25.42	0.6161	22.279	35.238
38	-2749.18415	1.09107	1.000000	0.00	0.0000	21.525	0.000
39	-286.78566	1.50000	1.910820	35.25	0.5824	20.805	-28.586
40	28.92117	33.00000	1.000000	0.00	0.0000	19.622	0.000
41	70.74415	6.88294	1.496999	81.54	0.5374	30.454	62.449
42	-53.78764	5.53775	1.000000	0.00	0.0000	30.680	0.000
43	-109.72301	4.00000	1.882997	40.76	0.5667	29.415	-35.634
44	45.23886	8.00963	1.603420	38.03	0.5835	29.636	39.386
45	-47.34010	0.15000	1.000000	0.00	0.0000	30.120	0.000
46	-115.77129	5.47766	1.501372	56.42	0.5533	29.869	93.498
47	-33.99699	3.00000	1.882997	40.76	0.5667	29.828	-68.273
48	-80.59641	(BF)	1.000000	0.00	0.0000	30.746	0.000

像面

非球面データ

第27面

K = 1.58925e+001 A 4=-7.43425e-007 A 6= 1.04684e-010 A 8= 2.14168e-013 A10=-8.73048e-016 A12= 1.85388e-018

第28面

K =-1.09433e+001 A 4=-3.39181e-007 A 6= 3.00641e-010 A 8=-2.80726e-013 A10=1.32329e-016 A12= 1.13931e-018

各種データ

ズーム比 15.00

	広角	中間	望遠
焦点距離	60.00	240.00	900.00
Fナンバー	4.50	4.50	7.00
半画角	14.53	3.71	0.99
像高	15.55	15.55	15.55
レンズ全長	458.15	458.15	458.15
BF	65.00	65.00	65.00

d13	17.12	86.73	128.82
d23	130.97	57.75	1.67
d28	25.40	8.04	37.61
d33	2.70	23.67	8.09

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	245.59
2	14	-34.00
3	24	110.00
4	29	105.00
5	34	-361.71

【 0 0 6 1 】

10

20

30

40

50

(数值实施例3)

面番号	r	d	nd	vd	gF	有効径	焦点距離	
1	14683.19138	4.28544	1.487490	70.23	0.5300	100.000	1721.757	
2	-893.35269	0.70000	1.000000	0.00	0.0000	99.993	0.000	
3	362.01860	11.51442	1.433870	95.10	0.5373	99.670	332.370	
4	-238.35968	0.35944	1.000000	0.00	0.0000	99.317	0.000	
5	-231.46543	2.50000	2.001000	29.13	0.5997	99.238	-427.694	
6	-501.88128	8.57177	1.000000	0.00	0.0000	99.455	0.000	
7	240.55692	10.07997	1.433870	95.10	0.5373	97.514	364.940	
8	-460.74683	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	96.985	0.000	10
9	144.71298	12.03462	1.438750	94.93	0.5343	92.816	263.769	
10	-570.27449	2.40000	1.834000	37.16	0.5775	91.583	-769.155	
11	-4898.86844	1.00000	1.000000	0.00	0.0000	90.227	0.000	
12	619.25437	7.09837	1.800000	29.84	0.6017	88.390	265.204	
13	-324.96638	2.30000	1.772499	49.60	0.5521	87.309	-178.464	
14	242.19484	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	83.470	0.000	
15	-178.55461	1.20000	1.816000	46.62	0.5568	37.386	-47.096	
16	49.43883	5.59373	1.000000	0.00	0.0000	35.028	0.000	
17	-71.20411	1.20000	1.496999	81.54	0.5374	34.990	-117.033	20
18	324.58556	0.10000	1.000000	0.00	0.0000	35.168	0.000	
19	107.25329	6.59981	1.720467	34.70	0.5834	35.303	44.268	
20	-44.64885	1.20000	1.496999	81.54	0.5374	35.198	-58.246	
21	83.75158	0.10000	1.000000	0.00	0.0000	33.794	0.000	
22	55.75224	2.24505	1.720467	34.70	0.5834	33.679	264.958	
23	77.20356	3.84124	1.000000	0.00	0.0000	33.200	0.000	
24	-75.98380	1.20000	1.496999	81.54	0.5374	33.148	-145.873	
25	1696.98389	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	33.097	0.000	
26	10721.79237	4.47902	1.516330	64.14	0.5352	38.162	122.892	30
27	-64.06026	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	38.506	0.000	
28	-66.50266	1.00000	1.720467	34.70	0.5834	38.514	-107.550	
*29	-453.51248	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	39.451	0.000	
30	102.12806	6.96953	1.438750	94.93	0.5343	40.558	98.351	
31	-73.48540	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	40.893	0.000	
32	75.33389	5.78775	1.438750	94.93	0.5343	40.711	126.948	
33	-210.70991	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	40.346	0.000	
34	56.18515	1.00000	1.720467	34.70	0.5834	38.729	-92.170	
35	30.30107	7.72184	1.516330	64.14	0.5352	36.804	63.732	40
36	334.95037	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	36.043	0.000	
37(絞リ)	0.00000	3.42568	1.000000	0.00	0.0000	27.363	0.000	
38	-76.00199	1.00000	1.882997	40.76	0.5667	26.135	-44.367	
39	82.33763	4.78571	1.728250	28.46	0.6077	25.808	45.929	
40	-55.71617	1.50000	1.000000	0.00	0.0000	25.614	0.000	
41	-381.14533	1.00000	1.834807	42.73	0.5648	24.140	-108.480	
42	119.79483	0.50000	1.000000	0.00	0.0000	23.697	0.000	
43	20.43624	3.50000	1.717362	29.50	0.6048	22.717	86.590	
44	28.15792	1.69497	1.000000	0.00	0.0000	21.225	0.000	50

45	84.59384	1.00000	1.882997	40.76	0.5667	21.053	-53.858	
46	30.38613	35.00000	1.000000	0.00	0.0000	20.141	0.000	
47	-36.11799	4.82364	1.438750	94.93	0.5343	24.588	73.242	
48	-17.72245	1.00000	1.834807	42.73	0.5648	25.142	-49.165	
49	-31.85952	0.50000	1.000000	0.00	0.0000	27.172	0.000	
50	65.20672	1.00000	1.834807	42.73	0.5648	29.231	-55.093	
51	26.86796	6.87418	1.517417	52.43	0.5564	29.218	43.868	
52	-137.45767	0.50000	1.000000	0.00	0.0000	29.715	0.000	
53	28.89595	3.99950	1.516330	64.14	0.5352	31.634	138.643	
54	46.05030	(BF)	1.000000	0.00	0.0000	31.149	0.000	10

像面

非球面データ

第29面

K = 1.99297e+002 A 4= 8.40121e-007 A 6= 5.66873e-010 A 8=-1.71055e-012 A10=
4.35647e-015 A12=-3.59753e-018

各種データ

ズーム比	10.00							
	広角	中間	望遠					20
焦点距離	50.00	200.00	500.00					
Fナンバー	4.00	4.00	5.00					
半画角	17.28	4.45	1.78					
像高	15.55	15.55	15.55					
レンズ全長	376.01	376.01	376.01					
BF	44.09	44.09	44.09					
d14	3.45	85.24	113.85					
d25	100.00	38.45	1.59					
d31	40.00	5.99	13.31					30
d36	2.49	16.26	17.19					

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1 1 205.00
2 15 -34.50
3 26 110.50
4 32 80.00
5 37 -159.71

【 0 0 6 2 】

(数値実施例 4)

面番号	r	d	nd	vd	gF	有効径	焦点距離	
1	326.67857	15.75842	1.433870	95.10	0.5373	140.491	444.392	
2	-466.47547	0.70000	1.000000	0.00	0.0000	139.266	0.000	
3	230.77526	14.96465	1.433870	95.10	0.5373	129.287	400.768	
4	-698.54118	1.00000	1.000000	0.00	0.0000	128.099	0.000	
5	-508.72076	4.00000	1.720467	34.70	0.5834	128.179	-337.657	
6	473.91513	7.39981	1.000000	0.00	0.0000	124.692	0.000	
7	524.01780	9.36516	1.433870	95.10	0.5373	122.616	661.210	
8	-634.00814	0.15000	1.000000	0.00	0.0000	121.818	0.000	50

9	141.42849	15.45709	1.438750	94.93	0.5343	114.688	304.168	
10	-2394.32576	2.50000	1.720467	34.70	0.5834	113.156	-1081.591	
11	1167.46931	1.21229	1.000000	0.00	0.0000	111.049	0.000	
12	1513.69755	4.90614	1.854780	24.80	0.6121	110.359	577.489	
13	-741.75658	2.20000	1.618000	63.33	0.5441	109.554	-301.969	
14	250.89124	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	104.471	0.000	
*15	399.99280	2.00000	1.816000	46.62	0.5568	53.397	-73.464	
16	52.24705	9.67114	1.000000	0.00	0.0000	47.225	0.000	
17	-68.98087	1.50000	1.595220	67.74	0.5442	47.360	-68.812	10
18	102.52955	0.80000	1.000000	0.00	0.0000	45.877	0.000	
19	136.99502	7.39188	1.720467	34.70	0.5834	45.875	65.381	
20	-70.89345	1.50000	1.595220	67.74	0.5442	45.622	-65.260	
21	87.27916	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	43.852	0.000	
*22	61.79860	6.83810	1.720467	34.70	0.5834	43.785	69.887	
23	-269.03086	2.31018	1.000000	0.00	0.0000	43.138	0.000	
24	-70.70437	1.90000	1.595220	67.74	0.5442	43.311	-66.658	
25	92.05492	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	41.842	0.000	
26	465.31833	4.92170	1.595220	67.74	0.5442	49.861	143.380	20
27	-104.54692	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	50.141	0.000	
28	-95.23894	1.80000	1.834000	37.16	0.5775	50.133	-142.254	
*29	-474.76565	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	51.469	0.000	
30	145.94554	8.21762	1.496999	81.54	0.5374	53.027	109.259	
31	-85.25411	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	53.316	0.000	
32	103.02061	5.56834	1.595220	67.74	0.5442	52.181	150.827	
33	-703.36095	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	51.803	0.000	
34	89.83478	1.80000	1.720467	34.70	0.5834	50.110	-110.447	
35	41.99222	0.16549	1.000000	0.00	0.0000	47.460	0.000	30
36	42.51067	8.55432	1.496999	81.54	0.5374	47.468	82.867	
37	-1359.32426	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	47.086	0.000	
38(絞リ)	0.00000	2.50000	1.000000	0.00	0.0000	31.098	0.000	
39	-163.06739	1.60000	1.639999	60.08	0.5370	30.114	-82.140	
40	78.33421	0.10000	1.000000	0.00	0.0000	29.207	0.000	
41	26.40020	4.11138	1.531717	48.84	0.5630	28.721	83.119	
42	61.56760	0.96556	1.000000	0.00	0.0000	27.936	0.000	
43	150.41160	1.60000	1.772499	49.60	0.5521	27.930	-64.121	
44	37.22289	21.33094	1.000000	0.00	0.0000	26.573	0.000	40
45	171.59368	1.60000	1.882997	40.76	0.5667	25.107	-34.393	
46	25.81664	6.10167	1.698947	30.13	0.6029	25.391	29.502	
47	-96.15077	21.91788	1.000000	0.00	0.0000	25.766	0.000	
48	47.42133	2.60000	1.882997	40.76	0.5667	29.452	-74.692	
*49	26.94011	3.46433	1.000000	0.00	0.0000	28.538	0.000	
50	45.25765	8.84848	1.501372	56.42	0.5533	29.709	42.157	
51	-37.35449	1.60000	1.882997	40.76	0.5667	30.004	-45.343	
52	-526.08631	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	31.124	0.000	
53	50.27100	11.66669	1.501372	56.42	0.5533	32.437	35.502	
54	-25.58199	1.60000	1.882997	40.76	0.5667	32.551	-50.512	50

55 -61.27756 (BF) 1.000000 0.00 0.0000 34.280 0.000
 像面

非球面データ

第15面

K = 9.56606e+000 A 4=-2.38525e-007 A 6= 3.05939e-010 A 8= 1.73334e-013 A10=
 -4.06823e-016 A12= 3.14889e-019

第22面

K = 9.14684e-001 A 4= 3.44432e-007 A 6=-6.79631e-010 A 8=-1.94799e-014 A10= 10
 4.71804e-016 A12=-6.96922e-019

第29面

K = 1.77658e+001 A 4= 3.76174e-007 A 6=-3.85412e-011 A 8= 1.69970e-013 A10=
 -2.14148e-016 A12= 1.04959e-019

第52面

K =-1.07821e+000 A 4= 5.89784e-007 A 6=-3.15957e-009 A 8= 1.97960e-011 A10=
 -1.60622e-013 A12= 2.81140e-016

20

各種データ

ズーム比	20.00		
	広角	中間	望遠
焦点距離	50.00	200.00	1000.00
Fナンバー	4.50	4.50	7.50
半画角	23.40	6.18	1.24
像高	21.64	21.64	21.64
レンズ全長	479.16	479.16	479.16
BF	61.37	61.37	61.37

30

d14	1.21	74.31	125.17
d25	141.34	55.50	0.84
d31	36.46	21.70	5.01
d37	1.62	29.12	49.61

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	235.00
2	15	-30.85
3	26	110.00
4	32	105.00
5	38	-110.47

40

【 0 0 6 3 】

(数値実施例 5)

面番号	r	d	nd	vd	gF	有効径	焦点距離
1	307.55163	17.57143	1.433870	95.10	0.5373	149.996	451.344
2	-533.39025	0.70000	1.000000	0.00	0.0000	149.539	0.000
3	283.38566	19.58639	1.433870	95.10	0.5373	144.216	367.735
4	-359.52266	1.00394	1.000000	0.00	0.0000	142.980	0.000
5	-350.09799	4.00000	1.720467	34.70	0.5834	142.255	-339.417

50

6	833.68327	25.29114	1.000000	0.00	0.0000	138.659	0.000	
7	277.14461	13.82768	1.433870	95.10	0.5373	129.141	522.598	
8	-1244.99211	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	127.470	0.000	
9	188.53605	12.94197	1.433870	95.10	0.5373	120.593	430.399	
10	-25989.26163	2.50000	1.720467	34.70	0.5834	118.771	-1254.775	
11	943.26663	2.94687	1.000000	0.00	0.0000	116.579	0.000	
12	2527.57480	8.10238	1.761821	26.52	0.6135	115.129	447.924	
13	-398.00062	2.20000	1.618000	63.33	0.5441	113.597	-239.450	
14	237.48185	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	107.043	0.000	
								10
*15	-425.16053	1.80000	1.754998	52.32	0.5476	46.002	-120.203	
16	116.26240	6.91604	1.000000	0.00	0.0000	43.489	0.000	
17	-77.43514	1.50000	1.595220	67.74	0.5442	41.934	-71.657	
18	96.39345	6.90387	1.720467	34.70	0.5834	40.434	56.038	
19	-68.17358	1.50000	1.000000	0.00	0.0000	40.005	0.000	
20	-70.21381	1.50000	1.595220	67.74	0.5442	38.049	-57.436	
21	67.62333	4.23715	1.720467	34.70	0.5834	35.815	92.341	
22	-6881.20455	2.86458	1.000000	0.00	0.0000	35.172	0.000	
23	-56.49108	1.40000	1.595220	67.74	0.5442	35.115	-59.347	
24	96.05248	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	34.430	0.000	20
25	106.06442	7.16064	1.618000	63.33	0.5441	46.688	82.278	
26	-95.83925	0.12492	1.000000	0.00	0.0000	46.737	0.000	
27	-104.32654	1.50000	1.834000	37.16	0.5775	46.634	-110.930	
*28	871.36349	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	46.934	0.000	
29	81.28697	5.70154	1.496999	81.54	0.5374	47.635	153.268	
30	-1240.33801	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	47.512	0.000	
*31	123.98329	6.47892	1.487490	70.23	0.5300	47.027	118.458	
32	-106.91516	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	46.694	0.000	30
33	319.00503	1.50000	1.720467	34.70	0.5834	44.905	-124.926	
34	70.43254	6.03125	1.496999	81.54	0.5374	43.469	119.239	
35	-369.81289	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	42.874	0.000	
36(絞リ)	0.00000	8.63110	1.000000	0.00	0.0000	33.266	0.000	
37	361.88964	1.40000	1.882997	40.76	0.5667	28.053	-31.579	
38	25.98178	5.71981	1.761821	26.52	0.6135	26.443	30.235	
39	-199.02059	3.00000	1.000000	0.00	0.0000	25.962	0.000	
40	-331.36717	1.50000	2.003300	28.27	0.5980	23.925	-49.856	
41	59.63035	30.00000	1.000000	0.00	0.0000	23.167	0.000	40
*42	58.84110	4.66497	1.517417	52.43	0.5564	25.147	55.540	
43	-55.13321	0.75000	1.000000	0.00	0.0000	25.010	0.000	
44	-66.59470	4.00000	1.882997	40.76	0.5667	24.623	-22.456	
45	29.27488	6.36072	1.603420	38.03	0.5835	24.517	29.695	
46	-43.08869	1.50000	1.000000	0.00	0.0000	24.791	0.000	
47	-94.91780	4.20692	1.517417	52.43	0.5564	24.473	68.670	
48	-26.33176	3.00000	1.834807	42.71	0.5642	24.486	-51.269	
49	-71.36289	(BF)	1.000000	0.00	0.0000	25.385	0.000	

像面

非球面データ

第15面

K = -1.85753e+002 A 4= 8.14403e-007 A 6= 8.72314e-011 A 8= 7.71433e-013 A10=
-1.72911e-015 A12= 1.37509e-018

第28面

K = 7.34242e+002 A 4= 3.16380e-007 A 6= 8.34068e-011 A 8=-3.51830e-013 A10=
5.94163e-016 A12=-4.65419e-019

第31面

K = -6.36723e+000 A 4=-5.33965e-007 A 6=-4.59300e-011 A 8= 3.58485e-014 A10=
1.31143e-016 A12=-1.64997e-019

10

第42面

K = 3.06784e+000 A 4= 1.08776e-006 A 6=-1.98897e-009 A 8= 2.90074e-011 A10=
-1.43531e-013 A12= 2.37788e-016

各種データ

ズーム比	30.00		
	広角	中間	望遠
焦点距離	50.00	500.00	1500.00
Fナンバー	4.50	5.00	10.00
半画角	15.64	1.60	0.53
像高	14.00	14.00	14.00
レンズ全長	520.83	520.83	520.83
BF	70.00	70.00	70.00
d14	3.03	121.51	142.94
d24	185.06	59.90	3.00
d30	17.62	1.94	55.46
d35	2.00	24.34	6.30

20

30

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	270.00
2	15	-32.50
3	25	103.00
4	31	113.50
5	36	-88.23

【 0 0 6 4 】

40

(数値実施例6)

面番号	r	d	nd	vd	gF	有効径	焦点距離
1	296.53152	4.00000	1.712995	53.87	0.5458	142.858	-823.871
2	196.23701	1.00000	1.000000	0.00	0.0000	141.132	0.000
3	206.15767	17.70419	1.433870	95.10	0.5373	141.199	400.193
4	-1089.16753	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	140.948	0.000
5	356.13631	4.00000	1.743198	49.34	0.5530	139.269	-277.640
6	130.41565	0.15000	1.000000	0.00	0.0000	134.928	0.000
7	129.45681	15.54802	1.433870	95.10	0.5373	135.092	446.030
8	374.92795	13.54253	1.000000	0.00	0.0000	134.873	0.000

50

9	155.29485	18.86311	1.433870	95.10	0.5373	135.785	339.935	
10	-2973.97397	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	135.140	0.000	
11	150.08297	14.42543	1.433870	95.10	0.5373	128.939	443.558	
12	656.09723	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	127.278	0.000	
13	-1581.09064	1.80000	1.816000	46.62	0.5568	49.507	-52.360	
14	44.16547	9.90829	1.000000	0.00	0.0000	44.328	0.000	
15	-66.23190	1.50000	1.496999	81.54	0.5374	44.292	-134.054	
16	-7582.68151	0.15000	1.000000	0.00	0.0000	44.615	0.000	
17	78.57682	8.73981	1.720467	34.70	0.5834	44.922	53.821	10
18	-73.96482	1.50000	1.496999	81.54	0.5374	44.520	-88.827	
19	111.05326	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	42.214	0.000	
20	46.38655	3.91260	1.720467	34.70	0.5834	41.294	171.759	
21	71.27968	4.70907	1.000000	0.00	0.0000	40.158	0.000	
22	-116.93181	1.40000	1.595220	67.74	0.5442	40.105	-76.194	
23	74.84737	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	38.894	0.000	
24	117.28808	6.98179	1.618000	63.33	0.5441	44.080	79.825	
25	-83.74630	0.15000	1.000000	0.00	0.0000	44.168	0.000	
26	-84.76803	1.50000	1.834000	37.16	0.5775	44.116	-98.094	20
*27	2888.86663	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	44.583	0.000	
28	99.34248	5.58632	1.496999	81.54	0.5374	45.190	139.777	
29	-228.91625	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	45.184	0.000	
30	307.57238	4.08165	1.487490	70.23	0.5300	44.776	224.345	
31	-169.86545	0.20000	1.000000	0.00	0.0000	44.564	0.000	
32	74.84159	1.50000	1.720467	34.70	0.5834	43.061	-154.226	
33	44.46471	0.85000	1.000000	0.00	0.0000	41.557	0.000	
34	49.40372	6.01491	1.496999	81.54	0.5374	41.557	-1.#10	
35	0.00000	(可変)	1.000000	0.00	0.0000	41.124	0.000	30
36(絞り)	0.00000	10.52322	1.000000	0.00	0.0000	29.612	0.000	
37	259.95225	1.40000	1.882997	40.76	0.5667	24.638	-55.642	
38	41.41924	0.15000	1.000000	0.00	0.0000	23.824	0.000	
39	32.89909	4.21323	1.805181	25.42	0.6161	23.817	39.648	
40	-1471.23937	4.50275	1.000000	0.00	0.0000	23.144	0.000	
41	-204.34876	1.50000	1.910820	35.25	0.5824	20.271	-31.947	
42	34.31624	33.00000	1.000000	0.00	0.0000	19.376	0.000	
43	63.14969	6.66912	1.496999	81.54	0.5374	30.386	63.166	
44	-60.58599	5.51773	1.000000	0.00	0.0000	30.552	0.000	40
45	-92.46799	4.00000	1.882997	40.76	0.5667	29.451	-32.760	
46	43.31702	7.95980	1.603420	38.03	0.5835	29.922	39.436	
47	-49.82488	0.15000	1.000000	0.00	0.0000	30.512	0.000	
48	162.75165	5.38663	1.501372	56.42	0.5533	30.317	69.768	
49	-44.29892	3.00000	1.882997	40.76	0.5667	30.107	-61.901	
50	-235.34177	(BF)	1.000000	0.00	0.0000	30.447	0.000	

像面

非球面データ

第27面

K = 7.88437e+003 A 4= 3.70999e-007 A 6= 2.97099e-011 A 8=-1.13196e-013 A10=
1.01136e-016 A12=-4.55239e-020

各種データ

ズーム比	20.00		
	広角	中間	望遠
焦点距離	40.00	400.00	800.00
Fナンバー	4.50	4.50	5.60
半画角	21.24	2.23	1.11
像高	15.55	15.55	15.55
レンズ全長	488.14	488.14	488.14
BF	64.42	64.42	64.42
d12	2.73	113.53	127.29
d23	162.00	45.39	7.70
d29	18.69	3.86	43.33
d35	1.81	22.45	6.91

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	205.00
2	13	-34.00
3	24	105.00
4	30	125.00
5	36	-317.30
【 0 0 6 5 】		

20

【表 1】

表 1 : 実施例 1 乃至 6 それぞれに対する条件式 (1) 乃至 (8) の値

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
fw	50.0	60.0	50.0	50.0	50.0	40.0
ft	1000.0	900.0	500.0	1000.0	1500.0	800.0
f1	255.0	245.6	205.0	235.0	270.0	205.0
f11	188.67	165.00	157.52	182.26	196.38	-11562.31
f12	-536.06	-373.50	-559.16	-636.65	-518.14	194.87
β_{2w}	-0.25	-0.28	-0.26	-0.21	-0.22	-0.25
β_{2t}	-3.01	-3.33	-1.72	-1.53	-4.22	-3.51
β_{3w}	-0.93	-1.45	-2.10	-1.23	-0.78	-0.90
β_{3t}	-2.10	-2.19	-24.32	10.34	-1.30	-1.44
β_{4w}	0.42	0.31	0.21	0.34	0.42	0.42
β_{4t}	0.31	0.25	0.03	-0.11	0.40	0.38
β_5	2.00	1.98	2.09	1.00	2.56	2.03
UD1	89.95	78.86	63.04	79.61	110.87	89.63
β_{cw}	-0.79	-0.88	-0.92	-0.42	-0.84	-0.77
β_{ct}	-1.31	-1.10	-1.42	-1.17	-1.32	-1.11
β_{ct}/β_{cw}	1.66	1.26	1.54	2.80	1.57	1.44
ft/fw	20.00	15.00	10.00	20.00	30.00	20.00
ω_w	17.28	14.53	17.28	23.40	15.64	21.24
条件式(1)	0.17	0.08	0.19	0.34	0.13	0.12
条件式(2)	3.92	3.66	2.44	4.26	5.56	3.90
条件式(3)	64.29	57.88	32.15	46.22	107.16	51.46
条件式(4)	-0.35	-0.44	-0.28	-0.29	-0.38	-59.33
条件式(5)	0.35	0.32	0.31	0.34	0.41	0.44
条件式(6)	-0.25	-0.28	-0.26	-0.21	-0.22	-0.25
条件式(7)	-4.95E-04	-6.40E-04	-7.37E-04	-5.07E-04	-4.78E-04	-2.78E-04
条件式(8)	-1.30E-03	-1.40E-03	-1.08E-03	-1.30E-03	-1.31E-03	-1.14E-03

【 0 0 6 6 】

(撮像装置)

次に、各実施例に係るズームレンズを撮像光学系として用いた撮像装置について説明する。図 1 3 は各実施例のズームレンズを撮影光学系として用いた撮像装置 (テレビカメラシステム) の要部概略図である。図 1 3 において 1 0 1 は実施例 1 ~ 6 のいずれか 1 つのズームレンズである。

【 0 0 6 7 】

1 2 4 はカメラである。ズームレンズ 1 0 1 はカメラ 1 2 4 に対して着脱可能になっている。1 2 5 はカメラ 1 2 4 にズームレンズ 1 0 1 を装着することにより構成される撮像装置である。ズームレンズ 1 0 1 は第 1 レンズ群 1 1 4、ズーミングに際して移動する変倍部 1 1 5、結像用のレンズ群 1 1 6 を有している。S P は開口絞りである。ズーミングのためには移動しないレンズ群 1 1 6 は、光路中より挿抜可能な変倍光学系 I E を有している。

【 0 0 6 8 】

変倍部 1 1 5 には、光軸方向に駆動される為の駆動機構が備わっている。1 1 7、1 1 8 は変倍部 1 1 5 及び開口絞り S P を電動駆動するモータ等の駆動手段である。尚、駆動機構を追加することでレンズ群 1 1 4、1 1 5、1 1 6 の全体、もしくは各レンズ群の一部は光軸方向に移動することによりフォーカシングを行うこともできる。1 1 9、1 2 0 は、変倍部 1 1 5 中の各レンズ群の光軸上の位置と、開口絞り S P の絞り径を検出する為の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である。尚、変倍部 1 1 5 中の各レンズ群の駆動軌跡は、ヘリコイドやカムなどの機械的軌跡や、超音波モータなどによる電氣的軌跡のどちらであっても構わない。カメラ 1 2 4 において、1 0 9 は

10

20

30

40

50

カメラ 1 2 4 内の光学フィルタや色分解プリズムに相当するガラスブロック、1 1 0 はズームレンズ 1 0 1 によって形成された被写体像を受光する CCD センサや CMOS センサ等の固体撮像素子（光電変換素子）である。また、1 1 1、1 2 2 はカメラ 1 2 4 及びズームレンズ 1 0 1 の各種の駆動を制御する CPU である。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している。

【 0 0 6 9 】

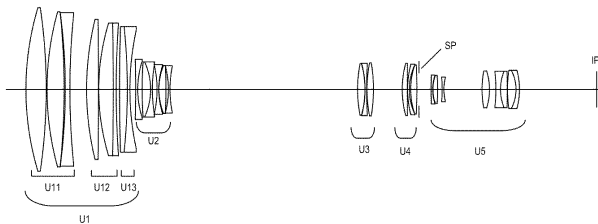
以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【 符号の説明 】

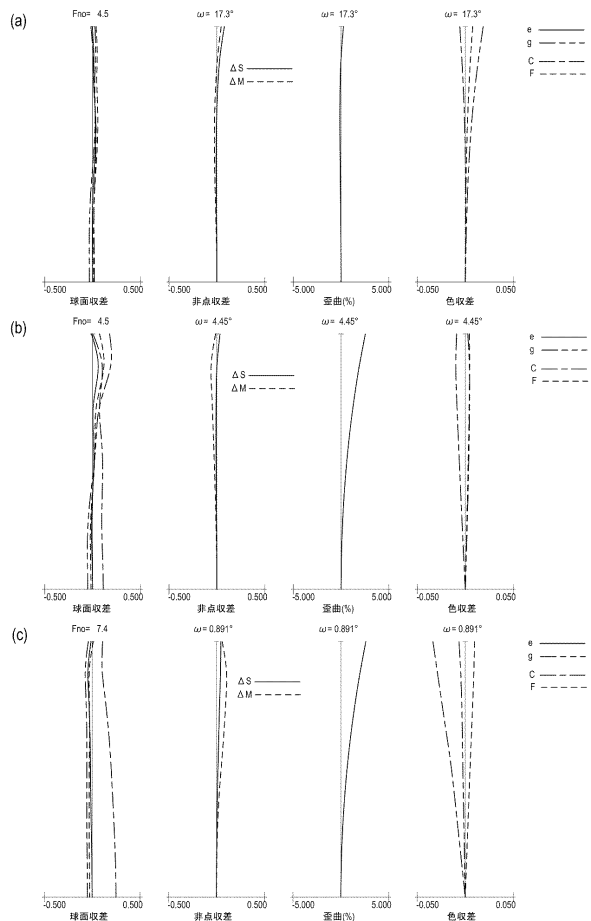
【 0 0 7 0 】

- U 1 第 1 レンズ群
- U 2 第 2 レンズ群
- U 3 第 3 レンズ群
- U 4 第 4 レンズ群
- U 5 第 5 レンズ群
- S P 絞り
- I P 像面

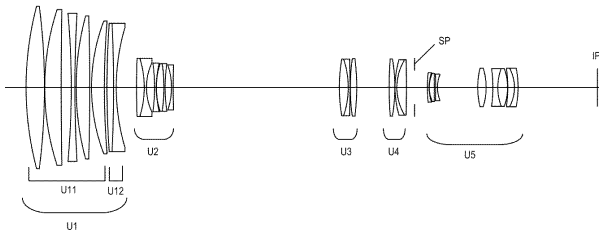
【 図 1 】



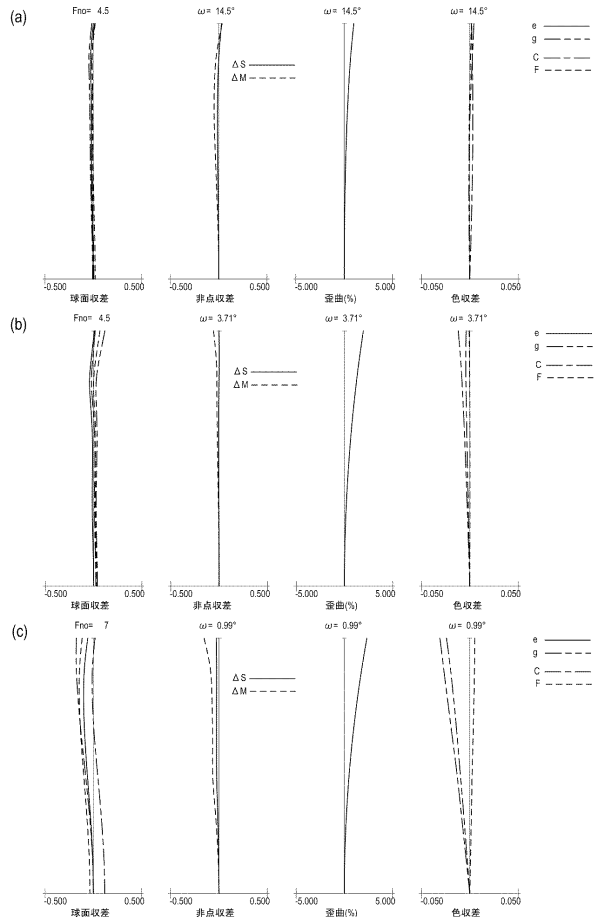
【 図 2 】



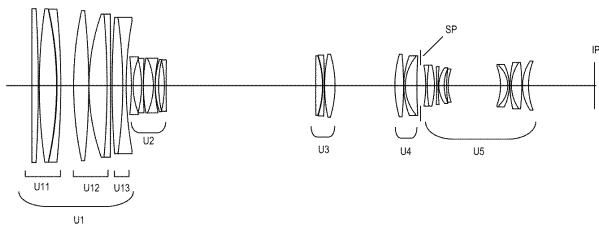
【 図 3 】



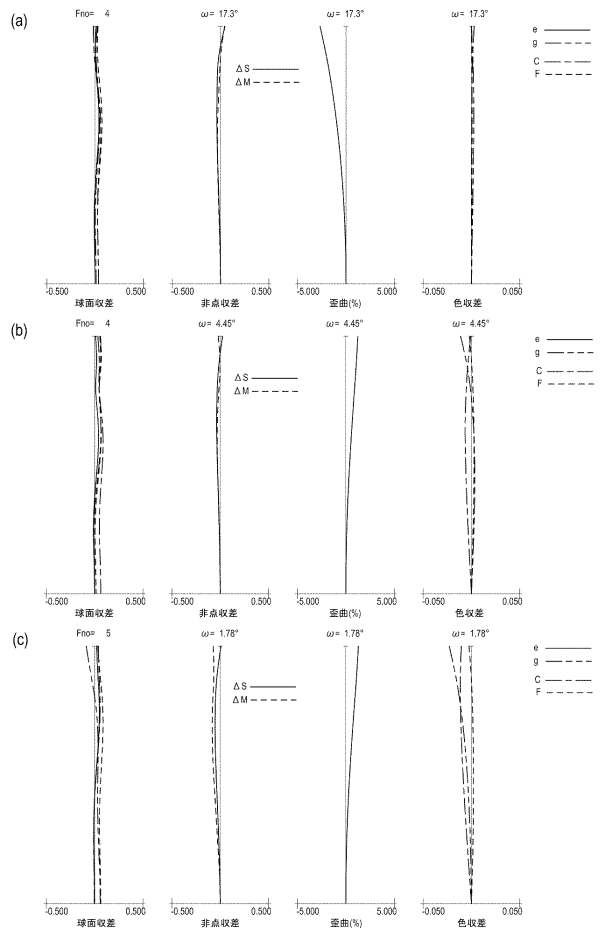
【 図 4 】



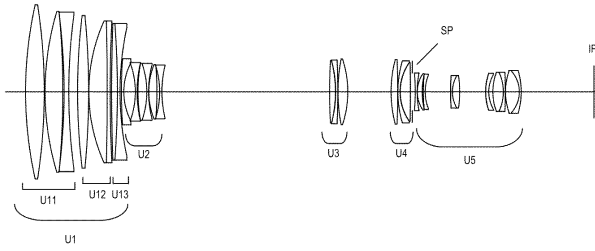
【 図 5 】



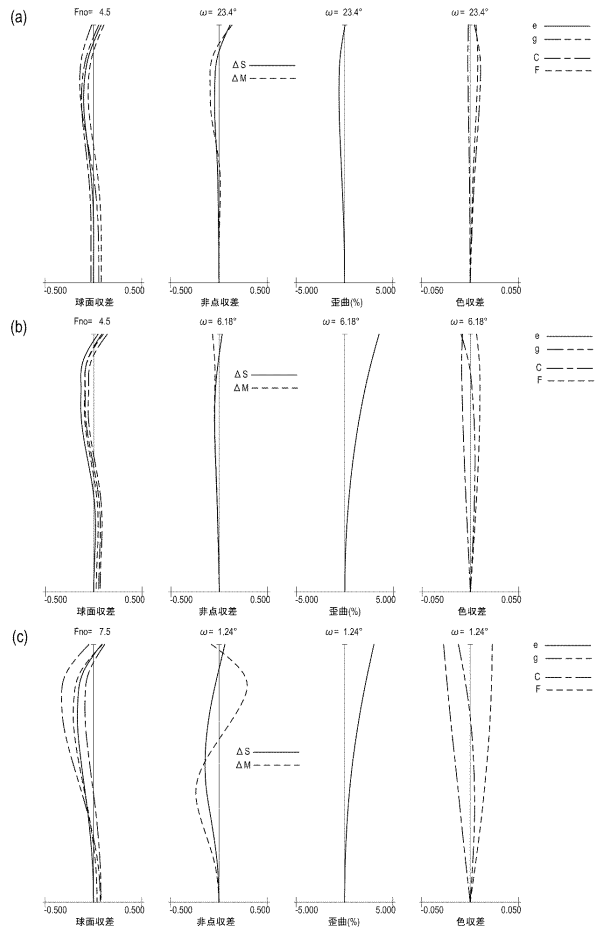
【 図 6 】



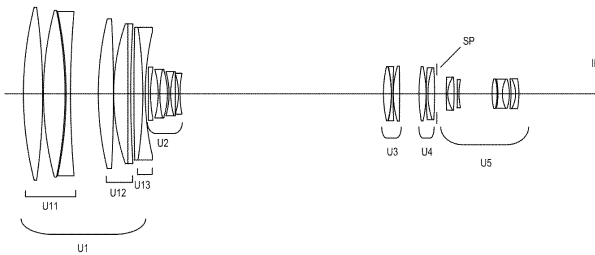
【図7】



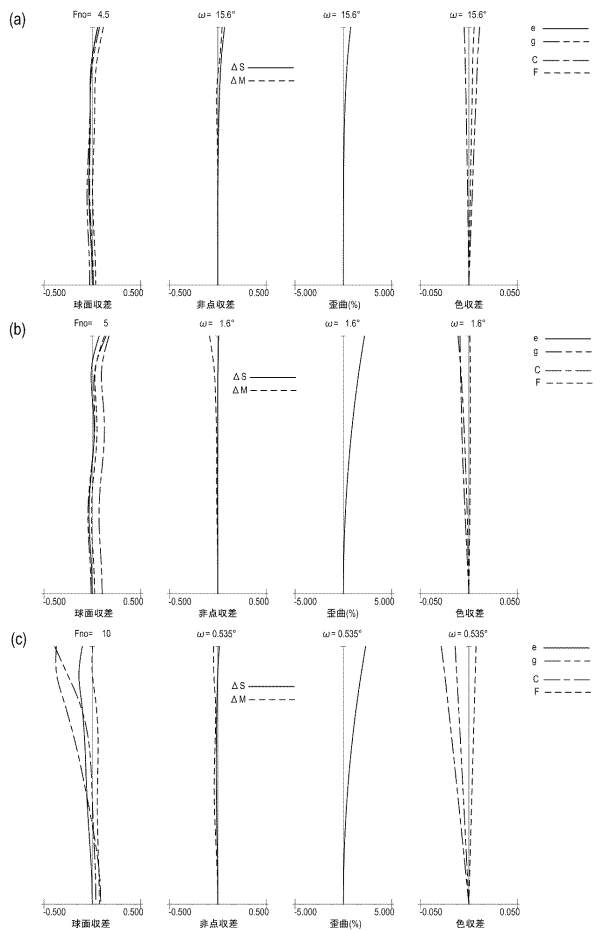
【図8】



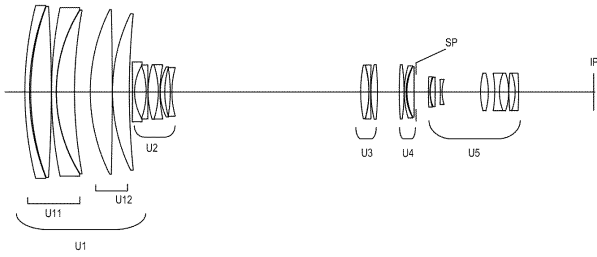
【図9】



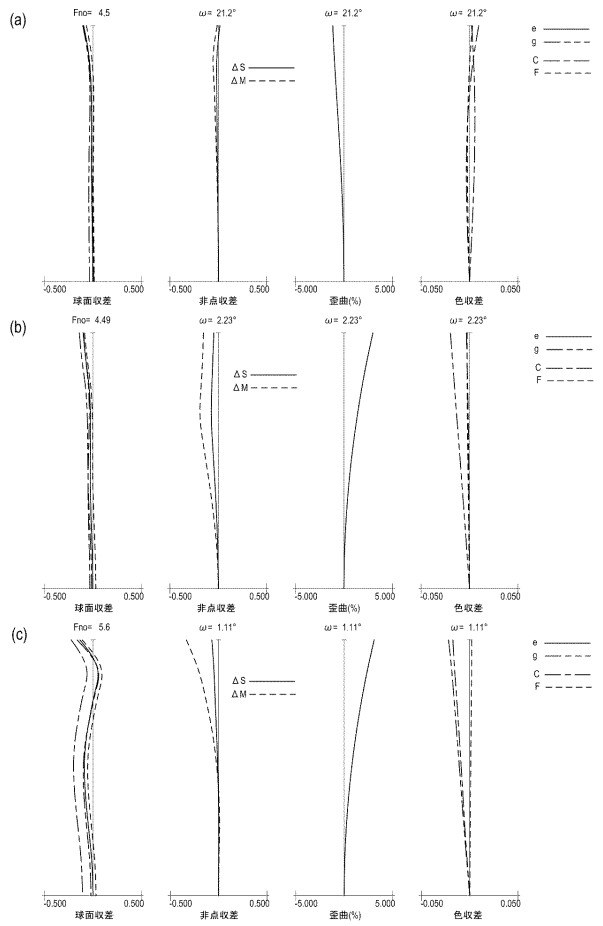
【図10】



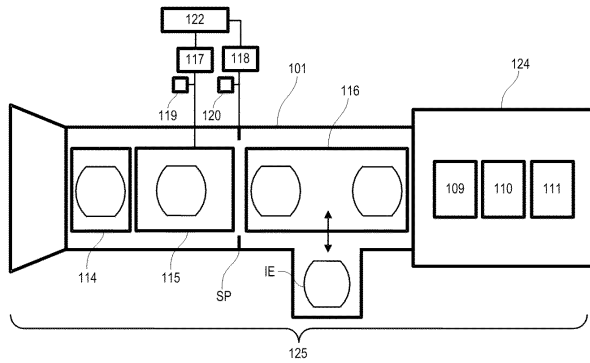
【図 1 1】



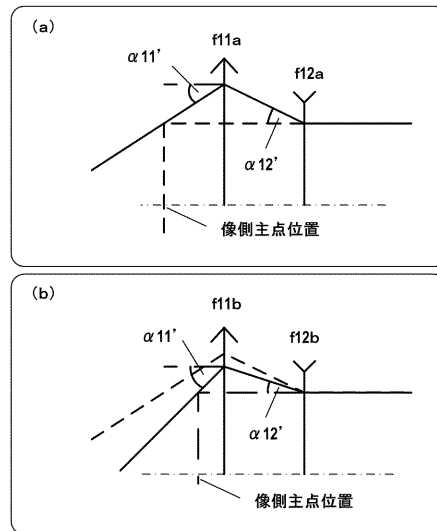
【図 1 2】



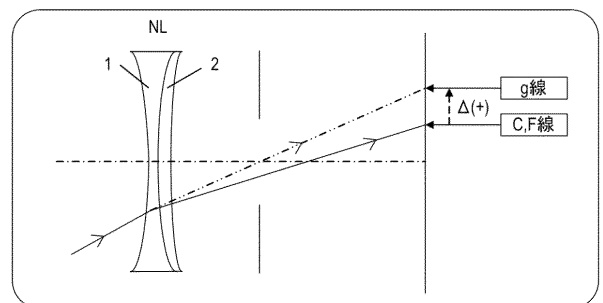
【図 1 3】



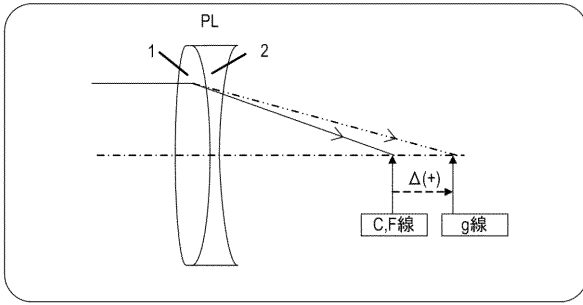
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 16】



フロントページの続き

審査官 小倉 宏之

- (56)参考文献 特開2010-039188(JP,A)
特開2009-265569(JP,A)
特開2010-008505(JP,A)
特開2009-265553(JP,A)
特開2009-105621(JP,A)
特開昭61-029826(JP,A)
特開2009-128492(JP,A)
特開平11-072705(JP,A)
特開2010-048855(JP,A)
特開2000-121939(JP,A)
特開平09-005628(JP,A)
特開平07-151966(JP,A)
特開平08-297244(JP,A)
特開2004-085846(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 15/20

G02B 13/18