

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4593716号
(P4593716)

(45) 発行日 平成22年12月8日(2010.12.8)

(24) 登録日 平成22年9月24日(2010.9.24)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/16 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)G02B 15/16
G02B 13/18

請求項の数 3 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2000-41671 (P2000-41671)
(22) 出願日	平成12年2月18日 (2000.2.18)
(65) 公開番号	特開2001-228395 (P2001-228395A)
(43) 公開日	平成13年8月24日 (2001.8.24)
審査請求日	平成19年1月10日 (2007.1.10)

(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
(74) 代理人	100086818 弁理士 高梨 幸雄
(72) 発明者	村田 安規 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	柄木 伸之 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 吉川 陽吾

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】リヤーフォーカス式ズームレンズ及びそれを用いた光学機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側より順に正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、絞り、正の屈折力の第3群、正の屈折力の第4群より構成され、広角端から望遠端への変倍に際して、前記第1群と前記第3群は不動であり、前記第2群が像面側へ移動し、前記第4群は物体側に凸状の軌跡を有するように移動し、合焦に際して前記第4群が移動し、前記第2群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負の第21レンズ、両レンズ面が凹面の負の第22レンズ、両レンズ面が凸面の正の第23レンズと負の第24レンズとを接合した貼合わせレンズより構成され、前記第3群は非球面を有する1枚の正レンズより構成され、前記第23レンズの材質のアッペ数を23、前記第24レンズの材質のアッペ数を24、前記第2レンズ群の焦点距離をf2、前記第23レンズと前記第24レンズとの接合レンズ面の曲率半径をR234とするとき、

$$1.5 < (24 - 23) < 3.0 \\ 4.1 R234 / f2 \leq 7.4$$

なる条件を満足することを特徴とするリヤーフォーカス式のズームレンズ。

【請求項 2】

前記第22レンズの像側のレンズ面の曲率半径をR222、前記第23レンズの物体側のレンズ面の曲率半径をR231とするとき、

$$0 < R231 / R222 < 0.5$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1に記載のリヤーフォーカス式のズームレン

ズ。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載のリヤーフォーカス式のズームレンズを有することを特徴とする光学機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、リヤーフォーカス式のズームレンズ及びそれを用いた光学機器に関し、特にビデオカメラやフィルムカメラ、そして放送用カメラ等に好適に用いられる高変倍比でありながら、大口径比であり、構成するレンズ枚数が比較的少ないリヤーフォーカス式のズームレンズ及びそれを用いた光学機器に関するものである。 10

【0002】

【従来の技術】

従来よりビデオカメラや写真カメラ等の光学機器に用いられるズームレンズにおいて、物体側の第1レンズ群以外のレンズ群を移動させてフォーカスを行なう所謂リヤーフォーカス式を採用したものが種々提案されている。一般にリヤーフォーカス式ズームレンズは比較的小型軽量のレンズ群を移動させて焦点合せを行なう為にフォーカスレンズ群の駆動力が小さくなり、迅速な焦点合せが出来る等の特長がある。

【0003】

例えば、特開昭 62 - 24213号公報、特開平 2 - 48621号公報、そして特開平 4 - 43311号公報などでは、物体側より順に正の屈折力の第1レンズ群、変倍作用の負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、そして正の第4レンズ群の4つのレンズ群を有し、前記第1、第3レンズ群の各レンズ群を固定とし、前記第2レンズ群を光軸に沿って移動させて変倍を行い、前記第4レンズ群を変倍に伴う像面位置変動を補正するように光軸に沿って移動させるとともに、該第4レンズ群を移動させて合焦を行うリヤーフォーカス式ズームレンズが提案されている。 20

【0004】

又、特開昭 63 - 29718号公報では、物体側より順に正の屈折力の第1群と、負レンズ、負レンズ、正レンズの3枚のレンズにて構成され、全体として負の屈折力で変倍時に可動であって主として変倍をつかさどる第2群と、正の屈折力を有し非球面を含む第3群と、少し大きな空気間隔をあけて正の屈折力を有し変倍に伴う像面変動を補正し、合焦のために移動する第4群より構成したズームレンズを開示している。 30

【0005】

又、特開平 5 - 72472号公報では、物体側より順に正の屈折力で固定の第1群、負の屈折力で変倍のための第2群、固定で集光作用を有し正の屈折力の第3群、像面位置を維持するために光軸上を移動する正の屈折力の第4群を有する非球面を用いたズームレンズを開示している。同公報において第2群はメニスカス状の負レンズと両凹レンズと正レンズを配し、第3群は1面以上の非球面である単レンズから構成され、第4群は1面以上の非球面を有するレンズで構成されている。 40

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

一般にズームレンズにおいてリヤーフォーカス方式を採用するとレンズ系全体が小型化され、又、迅速なるフォーカスが可能となり、更に近接撮影が容易になる等の特長が得られる。

【0007】

しかしながら反面、フォーカスの際の収差変動が大きくなり、無限遠物体から近距離物体に至る物体距離全般に渡り高い光学性能を得るのが大変難しくなってくる。

【0008】

特に大口径比で高変倍比のズームレンズでは機構の簡素化を図りつつ、全変倍範囲にわたり、又、物体距離全般にわたり高い光学性能を得るのが大変難しくなってくる。 50

【0009】

例えば、先の特開昭62-24213号公報で提案されているリヤーフォーカス式のズームレンズの実施例をみると、変倍の機能を有する第2レンズ群は、物体側より順に物体側に凸面を向けたメニスカス状の負の単レンズ、両レンズ面が凹面の負レンズと正レンズとを接合した貼合せレンズより構成されている。該貼合せレンズは主に軸上の色収差、球面収差および軸外のコマ収差の補正を行なっている。

【0010】

前記ズームタイプにおいて更に小型化、高変倍化を図ろうとして第2レンズ群の屈折力を強めると、該第2レンズ群の貼合せレンズ面での収差補正の負担が大きくなり過ぎ、全ズーム域で高性能を実現するのが困難となる。

10

【0011】

また、該第2レンズ群の屈折力を強めると、該第2レンズ群を構成する各レンズの曲率が小さくなると共に高次の収差発生量が増加し、ズーム全域で良好に収差補正を行うことが困難になってくる。

【0012】

本発明は、レンズ系全体を小型化し、高変倍比であるにもかかわらず高い光学性能を有し、かつレンズの構成枚数を減らした簡易な構成のレンズ全長の短いズームレンズ及びそれを用いた光学機器の提供を目的とする。

【0013】**【課題を解決するための手段】**

20

請求項1の発明のリヤーフォーカス式のズームレンズは、物体側より順に正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、絞り、正の屈折力の第3群、正の屈折力の第4群より構成され、広角端から望遠端への変倍に際して、前記第1群と前記第3群は不動であり、前記第2群が像面側へ移動し、前記第4群は物体側に凸状の軌跡を有するように移動し、合焦に際して前記第4群が移動し、前記第2群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負の第21レンズ、両レンズ面が凹面の負の第22レンズ、両レンズ面が凸面の正の第23レンズと負の第24レンズとを接合した貼合せレンズより構成され、前記第3群は非球面を有する1枚の正レンズより構成され、前記第23レンズの材質のアッペ数を23、前記第24レンズの材質のアッペ数を24、前記第2レンズ群の焦点距離をf2、前記第23レンズと前記第24レンズとの接合レンズ面の曲率半径をR234とするとき、

30

$$\frac{15 < (24 - 23) < 30}{4.1 \quad R_{234} / f_2 \quad 7.4}$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0014】

請求項2の発明は請求項1の発明において、前記第22レンズの像側のレンズ面の曲率半径をR222、前記第23レンズの物体側のレンズ面の曲率半径をR231とするとき、

$$0 < R_{231} / R_{222} < 0.5$$

40

なる条件を満足することを特徴としている。

【0015】

請求項3の発明の光学機器は、請求項1または2に記載のリヤーフォーカス式のズームレンズを有することを特徴としている。

【0022】**【発明の実施の形態】**

図1は本発明のリヤーフォーカス式のズームレンズの実施形態1の要部断面図、図2、図3、図4は実施形態1の広角端、中間、望遠端のズーム位置における収差図である。

【0023】

図5は本発明のリヤーフォーカス式のズームレンズの実施形態2の要部断面図、図6、図7、図8は実施形態2の広角端、中間、望遠端のズーム位置における収差図である。

50

【0024】

図9は本発明のリヤーフォーカス式のズームレンズの参考例1の要部断面図、図10、図11、図12は参考例1の広角端、中間、望遠端のズーム位置における収差図である。

【0025】

図13は本発明のリヤーフォーカス式のズームレンズの実施形態3の要部断面図、図14、図15、図16は実施形態3の広角端、中間、望遠端のズーム位置における収差図である。

【0026】

図17は本発明のリヤーフォーカス式のズームレンズの参考例2の要部断面図、図18、図19、図20は参考例2の広角端、中間、望遠端のズーム位置における収差図である。

10

【0027】

図21は本発明のリヤーフォーカス式のズームレンズの実施形態4の要部断面図、図22、図23、図24は実施形態4の広角端、中間、望遠端のズーム位置における収差図である。

【0028】

図25は本発明のリヤーフォーカス式のズームレンズの実施形態5の要部断面図、図26、図27、図28は実施形態5の広角端、中間、望遠端のズーム位置における収差図である。

【0029】

図中L1は正の屈折力の第1群、L2は負の屈折力の第2群、L3は正の屈折力の第3群、L4は正の屈折力の第4群である。SPは開口絞りであり、第3群L3の前方に配置している。Gは色分解プリズムやフェースプレートやフィルター等のガラスブロックである。IPは像面であり、CCD等の撮像素子が配置されている。

20

【0030】

本実施形態では広角端から望遠端への変倍に際して矢印のように第2群を像面側へ移動させると共に、変倍に伴う像面変動を第4群の一部又は全部（本実施形態では全部）を物体側に凸状の軌跡を有しつつ移動させて補正している。

【0031】

又、第4群の一部又は全部（本実施形態では全部）を光軸上移動させてフォーカスを行うリヤーフォーカス式を採用している。同図に示す第4群の実線の曲線4aと点線の曲線4bは各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端への変倍に伴う際の像面変動を補正するための移動軌跡を示している。尚、第1群と第3群は変倍及びフォーカスの際固定である。

30

【0032】

本実施形態においては第4群を移動させて変倍に伴う像面変動の補正を行うと共に第4群を移動させてフォーカスを行うようにしている。特に同図の曲線4a、4bに示すように広角端から望遠端への変倍に際して物体側へ凸状の軌跡を有するように移動させている。これにより第3群と第4群との空間の有効利用を図りレンズ全長の短縮化を効果的に達成している。

40

【0033】

本実施形態において、例えば望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合は同図の直線4cに示すように第4群を前方へ繰り出すことにより行っている。

【0034】

本発明において最も特徴的な点は、第2群L2を前述したレンズ形状の3枚の負レンズと1枚の正レンズの3群4枚のレンズより構成し、更に第3群L3を構成する1つの正レンズに非球面を用いている点にある。

【0035】

高変倍比のズームレンズにおいて、小型でズーム全域に渡り良好に収差補正するためには、主に変倍作用を担うバリエータと呼ばれる該第2レンズ群（以下バリエータとも呼ぶ）

50

での収差変動を小さく押さえる事が重要である。しかし、小型で高変倍のレンズ仕様を満たすためには変倍作用を担うバリエータに強い負の屈折力を設定する必要があり、収差補正には不利な条件となる。

【 0 0 3 6 】

従来のバリエータは例えば特開平4-88309号公報実施例に見られるような負レンズ、負レンズと正レンズの接合レンズの2群3枚構成のレンズタイプが主流であった、このタイプのバリエータで高変倍比のズームレンズを実現しようとすると、バリエーターの負の屈折力が強くなるに伴い、バリエータ内の負レンズと正レンズの接合レンズの接合レンズ面の曲率がきつくなり、この接合レンズ面での高次収差の発生がズーム全域での収差変動を大きくする原因となっていた。

10

【 0 0 3 7 】

そこで本発明のズームレンズにおいては、変倍に大きく寄与する第2レンズ群L2を上記のようなレンズ構成にすることにより、各レンズのパワーの分担を減らしペッツバール和の低減を図っている。これによって、高変倍比にしてもズーミングによる像面の変動を少なくしている。更に該第2レンズ群から発散で入ってくる光束を受け止める第3レンズ群の正レンズに非球面を配することにより光学性能の向上も図っている。各実施形態においては、第3レンズ群L3の物体側のレンズ面に非球面を用いている。

【 0 0 3 8 】

又、各数値実施例では、第1群を物体側に凸面を向けたメニスカス状の負の第11レンズ、両レンズ面が凸面の正レンズ、そしてメニスカス状の正レンズより構成している。又、第4群を両レンズ面が凹面の負レンズ、両レンズ面が凸面の正レンズ、そして両レンズ面が凸面の正レンズより構成している。

20

【 0 0 3 9 】

本実施形態では以上のようにレンズ構成を設定することにより、全変倍範囲にわたり、又、物体距離全体にわたり高い光学性能を得ている。

【 0 0 4 0 】

本発明のリヤーフォーカス式のズームレンズは、以上のような構成を満足することにより実現されるが、更に高変倍比を維持しつつ光学性能を良好に維持する為には、以下の条件のうち少なくとも1つを満足することが望ましい。

【 0 0 4 1 】

30

(ア-1)前記第22レンズの像側のレンズ面の曲率半径をR222、前記第23レンズの物体側のレンズ面の曲率半径をR231とするとき

【 0 0 4 2 】

【 数 5 】

$$0 < \frac{R_{231}}{R_{222}} < 0.5 \cdots (1)$$

【 0 0 4 3 】

なる条件を満足することである。

【 0 0 4 4 】

40

バリエータ(第2レンズ群)を物体側から順に、負レンズ、負レンズ、正レンズと負レンズの接合レンズとし、従来タイプ(特開平4-88309号公報)のバリエータでは接合レンズであった物体側より2番目の負レンズと正レンズの間に空気層を設け空隙レンズ作用をもたらせた。この空隙レンズを積極的に活用し条件式(1)を満足することで従来、接合レンズ面であったバリエータの物体側より2番目の負レンズと正レンズの向き合ったレンズ面の曲率を緩くすることを可能としている。このレンズ面の曲率を緩くすることにより、高次の球面収差や高次のコマ収差発生を少なくしている。

【 0 0 4 5 】

条件式(1)の下限を超えると、空隙レンズ自体で発生する高次球面収差が増大し収差補正困難となる、上限の0.5を超えると空隙レンズ作用の効果が薄れる。

50

【0046】

(ア-2) 前記第23レンズの材質のアッベ数を23、前記第24レンズの材質のアッベ数を24とするとき

$$15 < (24 - 23) < 30 \dots (2)$$

なる条件を満足することである。

【0047】

(ア-3) 前記第2レンズ群の焦点距離をf2、前記第23レンズと前記第24レンズとの接合レンズ面の曲率半径をR234とするとき

【0048】

【数6】

10

$$4.1 \leq \frac{R234}{f2} \leq 7.4 \quad \dots (3)$$

【0049】

なる条件を満足することである。

前述の条件式(1)で第22レンズの像面側のレンズ面と第23レンズの物体側のレンズ面の曲率を緩くしたため色収差が補正不足となる場合がある。そこでバリエータの色収差をバランスよく補正するために、バリエータの第23レンズの後ろに第24レンズを接合し、条件式(2)及び(3)を満足することで、ズーム全域に渡り色収差変動を少なく押さえ、良好な収差補正を可能にしている。

20

【0050】

条件式(2)の下限を超えると色収差補正が不足になり、上限を超えると現存する硝材では屈折率の低いものとなり高次球面収差や高次コマ収差の発生が問題になる。

【0051】

条件式(3)の下限を超えると色収差補正には有利となるが、この接合レンズ面での高次球面収差、コマ収差の発生が問題となる、下限を超えると色収差補正が不足となり、ズーム広角端から望遠端での色収差変動が困難となる。

30

【0052】

上記条件を満たし第2レンズ群であるバリエータでの高次収差発生量と収差変動を少なく押さえることにより、第3レンズ群を1枚の非球面レンズ構成で収差補正を可能にしている。

【0053】

次に本発明のリヤーフォーカス式のズームレンズを撮影光学系として用いたビデオカメラ(光学機器)の実施形態を図29を用いて説明する。

【0054】

図29において、10はビデオカメラ本体、11は本発明のズームレンズによって構成された撮影光学系、12は撮影光学系11によって被写体像を受光するCCD等の撮像素子、13は撮像素子12が受光した被写体像を記録する記録手段、14は不図示の表示素子に表示された被写体像を観察するためのファインダーである。上記表示素子は液晶パネル等によって構成され、撮像素子12上に形成された被写体像が表示される。

40

【0055】

このように本発明のズームレンズをビデオカメラ等の光学機器に適用することにより、小型で高い光学性能を有する光学機器を実現している。

【0056】

以下に本発明の実施形態1乃至5と参考例1、2の数値例を記載する。

【0057】

各数値実施例においてR_iは物体側より順に第i番目の面の曲率半径、D_iは物体側より順に第i番目の面と第(i+1)番目の面の間隔、N_iとiは各々物体側より順に第i

50

番目の光学部材のガラスの屈折率とアッベ数である。

【0058】

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、Rを近軸曲率半径、各非球面係数をK, B, C, D, E, Fとしたとき、

【0059】

【数7】

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10} + FH^{12}$$

10

【0060】

なる式で表している。

【0061】

また、例えば「e-Z」の表示は「10^-Z」を意味する。

【0062】

数値実施例において最終の2つのレンズ面はフェースプレートやフィルター等のガラスブロックである。又、前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表1に示す。

【0063】

数值実施例1

$f=5.90 \sim 57.80$ $f_{no}=1:2.89 \sim 2.95$ $2\omega=60.6^\circ \sim 6.4^\circ$
 $r_1=73.290$ $d_1=1.30$ $n_1=1.84666$ $\nu_1=23.9$
 $r_2=27.358$ $d_2=5.00$ $n_2=1.48749$ $\nu_2=70.2$
 $r_3=-185.356$ $d_3=0.20$
 $r_4=26.768$ $d_4=3.10$ $n_3=1.88300$ $\nu_3=40.8$
 $r_5=98.007$ $d_5=\text{可変}$ 10
 $r_6=51.122$ $d_6=0.80$ $n_4=1.88300$ $\nu_4=40.8$
 $r_7=6.964$ $d_7=2.83$
 $r_8=-31.195$ $d_8=0.70$ $n_5=1.88300$ $\nu_5=40.8$
 $r_9=36.000$ $d_9=0.60$
 $r_{10}=14.590$ $d_{10}=2.40$ $n_6=1.84666$ $\nu_6=23.9$
 $r_{11}=-37.403$ $d_{11}=0.60$ $n_7=1.77250$ $\nu_7=49.6$
 $r_{12}=64.852$ $d_{12}=\text{可変}$ 20
 $r_{13}=(\text{絞り})$ $d_{13}=2.20$
 $* r_{14}=50.190$ $d_{14}=1.80$ $n_8=1.58313$ $\nu_8=59.4$
 $r_{15}=-29.216$ $d_{15}=\text{可変}$
 $r_{16}=-40.597$ $d_{16}=0.70$ $n_9=1.84666$ $\nu_9=23.8$
 $r_{17}=20.155$ $d_{17}=2.80$ $n_{10}=1.67790$ $\nu_{10}=54.9$
 $* r_{18}=-19.748$ $d_{18}=0.50$
 $r_{19}=22.173$ $d_{19}=1.60$ $n_{11}=1.77250$ $\nu_{11}=49.6$ 30
 $r_{20}=-154.454$ $d_{20}=\text{可変}$
 $r_{21}=\infty$ $d_{21}=3.17$ $n_{12}=1.51680$ $\nu_{12}=64.9$
 $r_{22}=\infty$

非球面係数

r_{14} 面 $r=5.01902D+01$ $k=-4.28770D+01$ $B=-2.56450D-07$
 $C=1.20645D-07$ $D=1.59659D-08$ $E=1.63563D-09$ $F=-2.00233D-10$ 40
 r_{18} 面 $r=-1.97484D+01$ $k=1.79416D-01$ $B=2.42450D-06$
 $C=1.88915D-07$ $D=-3.15899D-10$ $E=-1.16563D-10$ $F=7.84552D-13$

【0 0 6 4】

【表1】

焦点距離 可変間隔	5.90	18.84	57.80
d 5	0.90	16.35	25.05
d 12	25.15	9.70	1.00
d 15	14.49	11.65	16.01
d 20	5.00	7.84	3.48

【 0 0 6 5 】

数值実施例 2

f=5.91~57.84	fno=1:2.90~2.93	2ω=60.4° ~6.4°	10	
r1=69.352	d1=1.30	n1=1.84666	v 1=23.9	
r2=27.986	d2=5.10	n2=1.49700	v 2=81.5	
r3=-177.475	d3=0.20			
r4=26.474	d4=3.15	n3=1.88300	v 3=40.8	
r5=86.929	d5=可変			
r6=46.955	d6=0.80	n4=1.88300	v 4=40.8	
r7=6.790	d7=2.89		20	
r8=-34.381	d8=0.70	n5=1.88300	v 5=40.8	
r9=51.533	d9=0.60			
r10=12.882	d10=2.70	n6=1.84666	v 6=23.9	
r11=-36.547	d11=0.60	n7=1.83481	v 7=42.7	
r12=29.002	d12=可変			
r13= (絞り)	d13=2.20			
* r14=39.181	d14=1.80	n8=1.58313	v 8=59.4	30
r15=-32.638	d15=可変			
r16=-40.263	d16=0.70	n9=1.84666	v 9=23.9	
r17=19.663	d17=2.80	n10=1.67790	v 10=54.9	
* r18=-19.463	d18=0.50			
r19=21.386	d19=1.85	n11=1.77250	v 11=49.6	
r20=-195.606	d20=可変			
r21=∞	d21=3.17	n12=1.51680	v 12=64.2	40
r22=∞				

非球面係数

r14面 r=3.91813D+01 k=-3.29956D+01 B=3.11655D-05
C=-2.69492D-07 D=-2.37202D-08 E=3.10037D-09 F=-1.59613D-10
r18面 r=-1.94634D+01 k=2.36307D-01 B=7.95708D-06

C=1.41805D-07 D=-7.93131D-09 E=1.43526D-10 F=3.95032D-13

【0066】

【表2】

焦点距離 可変間隔	5.91	18.94	57.84
d 5	0.80	15.61	23.93
d 12	24.16	9.35	1.03
d 15	14.28	11.24	15.48
d 20	5.00	8.04	3.80

10

【0067】

参考例 数値実施例 1

f=5.91 ~ 57.79	fno=1:2.90 ~ 3.01	2 =59.2 ° ~ 6.02 °	
r1=68.270	d1=1.35	n1=1.84666	1=23.9
r2=27.077	d2=5.60	n2=1.48749	2=70.2
r3=-127.735	d3=0.20		
r4=25.006	d4=3.35	n3=1.83481	3=42.7
r5=84.576	d5=可変		
r6=39.094	d6=0.80	n4=1.88300	4=40.8
r7=6.603	d7=2.92		
r8=-34.526	d8=0.70	n5=1.88300	5=40.8
r9=38.104	d9=0.60		
r10=12.977	d10=2.70	n6=1.84666	6=23.9
r11=-36.129	d11=0.60	n7=1.83481	7=42.7
r12=35.704	d12=可変		
r13= (絞り)	d13=2.20		
* r14=44.157	d14=1.80	n8=1.58313	8=59.4
r15=-28.817	d15=可変		
r16=-37.417	d16=0.70	n9=1.84666	9=23.9
r17=18.709	d17=2.80	n10=1.67790	10=54.9
* r18=-20.373	d18=0.50		
r19=20.715	d19=1.80	n11=1.77250	11=49.6
r20=-92.038	d20=可変		
r21=	d21=3.17	n12=1.51680	12=64.2
r22=			

20

30

非球面係数

r14面	r=4.41567D+01	k=-3.79319D+01	B=1.28884D-05	
	C=-2.45252D-08	D=3.55930D-08	E=7.85890D-10	F=-2.43503D-10
r18面	r=-2.03734D+01	k=-1.30631D-01	B=3.41480D-06	
	C=1.83231D-07	D=-2.36926D-09	E=-2.35948D-11	F=3.24000D-13

40

【0068】

【表3】

焦点距離 可変間隔	5.91	18.42	57.79
d 5	0.80	15.00	22.98
d 12	23.22	9.02	1.04
d 15	15.12	12.53	17.15
d 20	5.00	7.59	2.97

【0069】

50

数值実施例3

f=6.00 ~ 58.83 fno=1:2.89 ~ 3.00 2 =58.2 ° ~ 6.4 °
 r1=70.307 d1=1.30 n1=1.84666 1=23.9
 r2=26.658 d2=5.10 n2=1.48749 2=70.2
 r3=-175.593 d3=0.20
 r4=26.160 d4=3.15 n3=1.88300 3=40.8
 r5=93.149 d5=可変
 r6=30.946 d6=0.80 n4=1.88300 4=40.8
 r7=6.518 d7=2.99
 r8=-36.767 d8=0.70 n5=1.88300 5=40.8 10
 r9=38.324 d9=0.60
 r10=12.527 d10=2.70 n6=1.84666 6=23.9
 r11=-65.030 d11=0.60 n7=1.83481 7=42.7
 r12=29.726 d12=可変
 r13=(絞り) d13=2.20
 * r14=42.592 d14=1.80 n8=1.58313 8=59.4
 r15=-24.975 d15=可変
 r16=-40.384 d16=0.70 n9=1.84666 9=23.9
 r17=18.252 d17=2.80 n10=1.67790 10=54.9 20
 * r18=-19.890 d18=0.50
 r19=20.267 d19=1.80 n11=1.77250 11=49.6
 r20=-199.591 d20=5.00
 r21= d21=3.17 n12=1.51680 12=64.2
 r22=

非球面係数

r14面 r=4.25924D+01 k=-3.51255D+01 B=1.27254D-05
 C=-2.17513D-07 D=2.57324D-08 E=1.69969D-09 F=-2.13852D-10
 r18面 r=-1.98900D+01 k=-1.17923D-01 B=1.39270D-07
 C=9.06409D-08 D=2.70260D-09 E=-1.94211D-10 F=1.65295D-12 30

【0 0 7 0】

【表4】

焦点距離 可変間隔	6.00	18.63	58.83
d 5	0.80	15.61	23.95
d 12	24.15	9.33	1.00
d 15	15.70	12.81	17.40

【0 0 7 1】

参考例 数値実施例2

f=6.01 ~ 59.01 fno=1:2.89 ~ 2.89 2 =59.8 ° ~ 6.4 °
 r1=64.967 d1=1.30 n1=1.84666 1=23.9
 r2=29.027 d2=5.15 n2=1.48749 2=70.2
 r3=-177.652 d3=0.20
 r4=25.154 d4=3.05 n3=1.88481 3=42.7
 r5=61.808 d5=可変
 r6=34.762 d6=0.80 n4=1.88300 4=40.8
 r7=6.432 d7=2.85
 r8=-27.224 d8=0.70 n5=1.88300 5=40.8
 r9=41.608 d9=0.60 40
 50

r10=13.918	d10=2.70	n6=1.84666	6=23.9
r11=-28.983	d11=0.60	n7=1.83481	7=42.7
r12=53.374	d12=可変		
r13= (紋り)	d13=2.20		
* r14=36.600	d14=1.80	n8=1.58313	8=59.4
r15=-28.083	d15=可変		
r16=-44.150	d16=0.70	n9=1.84666	9=23.9
r17=20.380	d17=2.80	n10=1.67790	10=54.9
r18=-22.314	d18=0.50		
r19=29.859	d19=1.95	n11=1.77250	11=49.6
r20=-94.191	d20=5.00		
r21=	d21=3.17	n12=1.51680	12=64.2
r22=			

10

非球面係数

r14面 r=3.66003D+01 k=-2.21824D+01 B=1.91217D-05
 C=-9.28714D-07 D=3.22454D-08 E=1.31625D-09 F=-8.90730D-1

【0 0 7 2】

【表5】

焦点距離 可変間隔	6.01	19.95	59.01
d 5	0.80	17.13	26.32
d 12	26.57	10.24	1.05
d 15	12.41	7.67	9.95

20

【0 0 7 3】

数値実施例4

f=6.01 ~ 59.00	fno=1:2.89 ~ 2.93	2 =59.2 ° ~ 6.4 °	
r1=70.577	d1=1.30	n1=1.84666	1=23.9
r2=28.102	d2=5.25	n2=1.48749	2=70.2
r3=-135.912	d3=0.20		
r4=25.710	d4=3.20	n3=1.83481	3=42.7
r5=85.671	d5=可変		
r6=48.172	d6=0.80	n4=1.88300	4=40.8
r7=6.784	d7=2.81		
r8=-34.302	d8=0.70	n5=1.88300	5=40.8
r9=41.261	d9=0.60		
r10=13.312	d10=2.70	n6=1.84666	6=23.9
r11=-35.939	d11=0.60	n7=1.83481	7=42.7
r12=36.888	d12=可変		
r13= (紋り)	d13=2.20		
* r14=41.177	d14=1.80	n8=1.58313	8=59.4
r15=-29.537	d15=可変		
r16=-39.851	d16=0.70	n9=1.84666	9=23.9
r17=19.986	d17=2.80	n10=1.67790	10=54.9
* r18=-20.589	d18=0.50		
r19=22.582	d19=1.95	n11=1.77250	11=49.6
r20=-116.734	d20=5.00		
r21=	d21=3.17	n12=1.51680	12=64.2
r22=			

30

40

50

非球面係数

r14面 r=4.11772D+01 k=-3.06458D+01 B=1.49123D-05
 C=-9.25985D-08 D=1.59599D-08 E=1.57343D-09 F=-1.66189D-10
 r18面 r=-2.05892D+01 k=-1.61879D-01 B=2.46942D-07
 C=2.33996D-07 D=-6.83658D-09 E=2.80776D-11 F=1.30665D-12

【0 0 7 4】

【表 6】

焦点距離 可変間隔	6.01	19.10	59.00
d 5	0.80	15.74	24.15
d 12	24.38	9.44	1.03
d 15	15.31	12.06	16.33

10

【0 0 7 5】

数値実施例 5

f=6.03 ~ 59.02 fno=1:2.87 ~ 2.89 2 =59.0 ° ~ 6.4 °

r1=62.095 d1=1.30 n1=1.84666 1=23.9

r2=28.268 d2=4.70 n2=1.48749 2=70.2

r3=-228.219 d3=0.20

20

r4=25.507 d4=2.95 n3=1.83481 3=42.7

r5=67.193 d5=可変

r6=26.771 d6=0.80 n4=1.88300 4=40.8

r7=6.365 d7=3.15

r8=-23.692 d8=0.70 n5=1.88300 5=40.8

r9=74.962 d9=0.60

r10=13.790 d10=2.50 n6=1.84666 6=23.9

r11=-49.225 d11=0.60 n7=1.77250 7=49.6

r12=33.632 d12=可変

r13= (紋り) d13=3.00

30

* r14=41.241 d14=2.00 n8=1.58313 8=59.4

r15=-25.592 d15=可変

r16=-29.471 d16=0.70 n9=1.84666 9=23.9

r17=25.818 d17=2.85 n10=1.67790 10=54.9

r18=-17.943 d18=0.50

r19=28.075 d19=1.80 n11=1.77250 11=49.6

r20=-137.571 d20=5.00

r21= d21=3.17 n12=1.51680 12=64.2

r22=

40

非球面係数

r14面 r=4.12412D+01 k=-2.09653D+01 B=-9.81742D-06

C=-2.33933D-07 D=7.49268D-09 E=2.16763D-09 F=-1.21645D-10

【0 0 7 6】

【表 7】

焦点距離 可変間隔	6.03	19.74	59.02
d 5	0.70	16.99	26.15
d 12	26.49	10.21	1.05
d 15	11.83	7.73	10.99

【0077】

【表8】

表1

	条件式(1)	条件式(2)	条件式(3)	f 2
数値実施例1	0. 41	25. 7	4. 1	-9. 10
数値実施例2	0. 25	18. 8	4. 3	-8. 60
参考例1 数値実施例1	0. 34	18. 8	3. 0	-8. 60
数値実施例3	0. 33	18. 8	7. 4	-8. 81
参考例2 数値実施例2	0. 33	18. 8	3. 4	-8. 54
数値実施例4	0. 32	18. 8	4. 2	-8. 60
数値実施例5	0. 18	25. 7	5. 6	-8. 85

【0078】

【発明の効果】

本発明によれば、レンズ系全体を小型化し、高変倍比であるにもかかわらず高い光学性能を有し、かつレンズの構成枚数を減らした簡易な構成のレンズ全長の短いズームレンズ及びそれを用いた光学機器を達成することができる。

【0079】

この他、本発明によれば変倍比10倍に及ぶ高変倍比でありながら、小型軽量の全変倍範囲に渡り良好に収差補正を行った高い光学性能を有したリアーフォーカス式ズームレンズを達成する事ができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】 本発明の数値実施例1のレンズ断面図
- 【図2】 本発明の数値実施例1の広角端の収差図
- 【図3】 本発明の数値実施例1の中間の収差図
- 【図4】 本発明の数値実施例1の望遠端の収差図
- 【図5】 本発明の数値実施例2のレンズ断面図
- 【図6】 本発明の数値実施例2の広角端の収差図
- 【図7】 本発明の数値実施例2の中間の収差図
- 【図8】 本発明の数値実施例2の望遠端の収差図
- 【図9】 本発明の参考例1のレンズ断面図
- 【図10】 本発明の参考例1の広角端の収差図
- 【図11】 本発明の参考例1の中間の収差図
- 【図12】 本発明の参考例1の望遠端の収差図
- 【図13】 本発明の数値実施例3のレンズ断面図
- 【図14】 本発明の数値実施例3の広角端の収差図

10

20

30

40

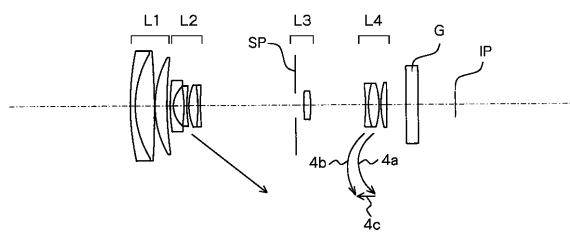
50

- 【図 15】 本発明の数値実施例3の中間の収差図
【図 16】 本発明の数値実施例3の望遠端の収差図
【図 17】 本発明の参考例 2のレンズ断面図
【図 18】 本発明の参考例 2の広角端の収差図
【図 19】 本発明の参考例 2の中間の収差図
【図 20】 本発明の参考例 2の望遠端の収差図
【図 21】 本発明の数値実施例4のレンズ断面図
【図 22】 本発明の数値実施例4の広角端の収差図
【図 23】 本発明の数値実施例4の中間の収差図
【図 24】 本発明の数値実施例4の望遠端の収差図
【図 25】 本発明の数値実施例5のレンズ断面図
【図 26】 本発明の数値実施例5の広角端の収差図
【図 27】 本発明の数値実施例5の中間の収差図
【図 28】 本発明の数値実施例5の望遠端の収差図
【図 29】 本発明の光学機器の要部概略図

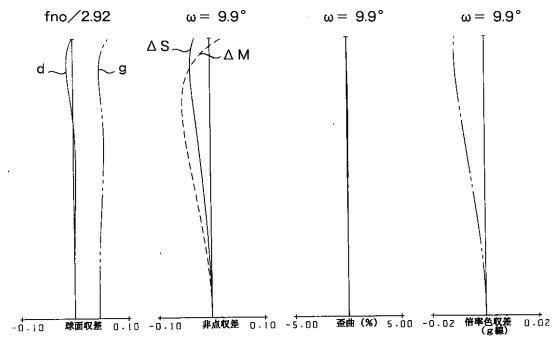
【符号の説明】

L 1	第 1 群	10
L 2	第 2 群	
L 3	第 3 群	
L 4	第 4 群	20
S P	絞り	
G	ガラスブロック	
I P	像面	
d	d 線	
g	g 線	
M	メリディオナル像面	
S	サジタル像面	

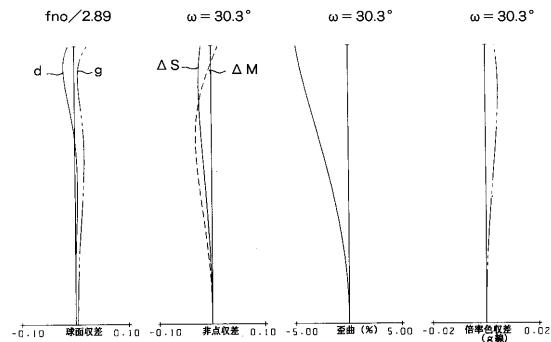
【図1】



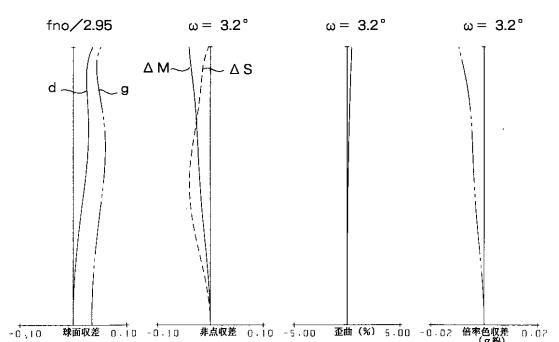
【図3】



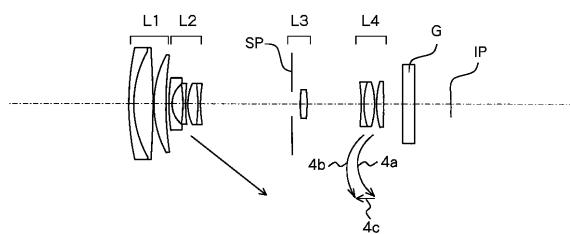
【図2】



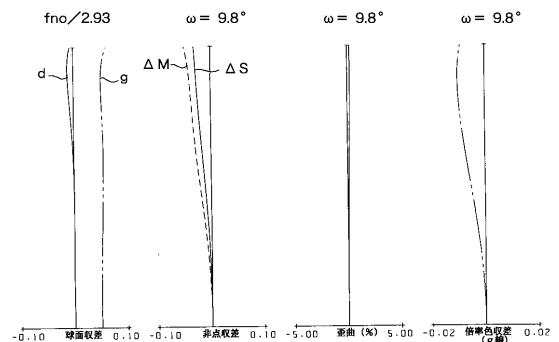
【図4】



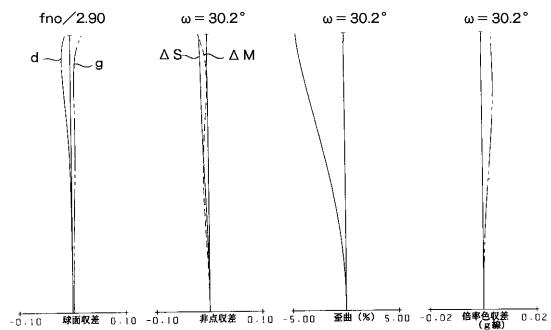
【図5】



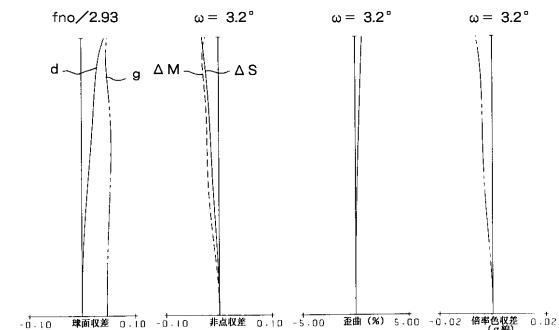
【図7】



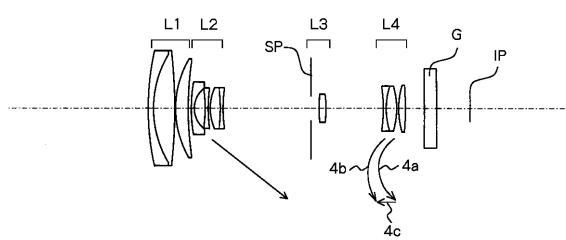
【図6】



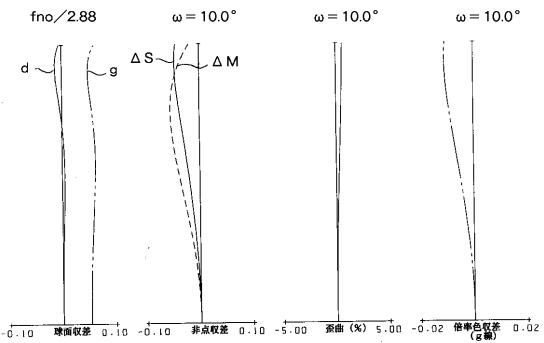
【図8】



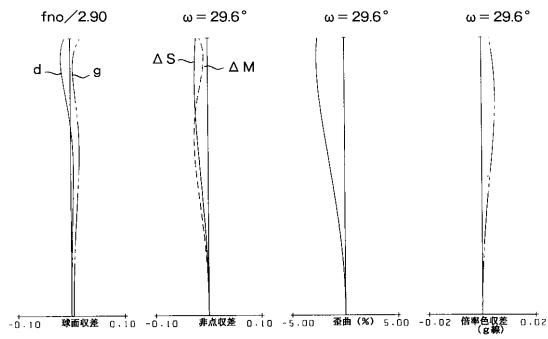
【図 9】



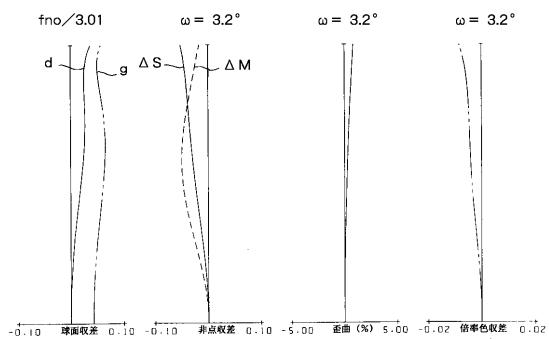
【図 11】



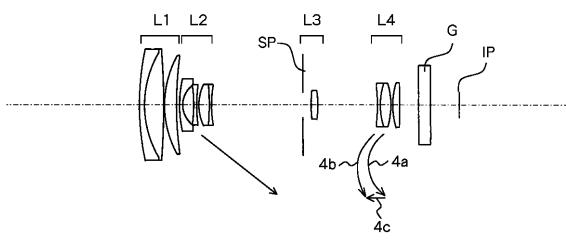
【図 10】



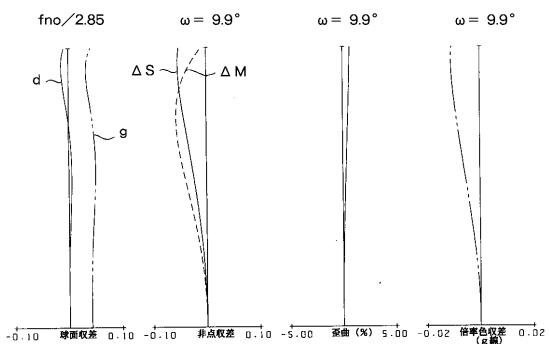
【図 12】



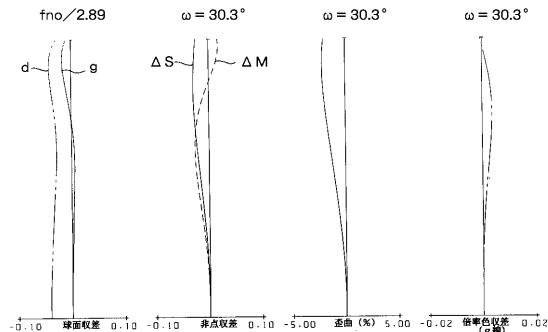
【図 13】



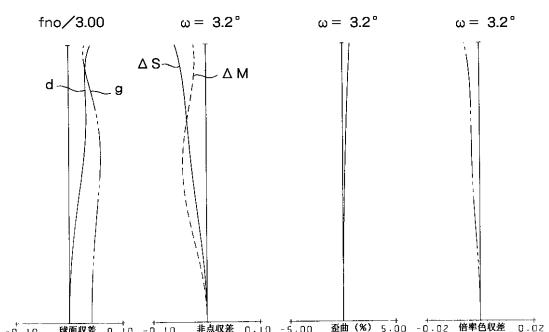
【図 15】



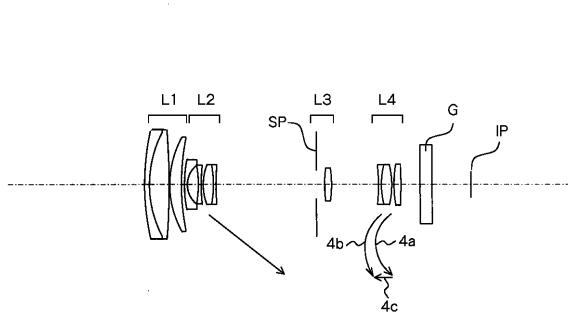
【図 14】



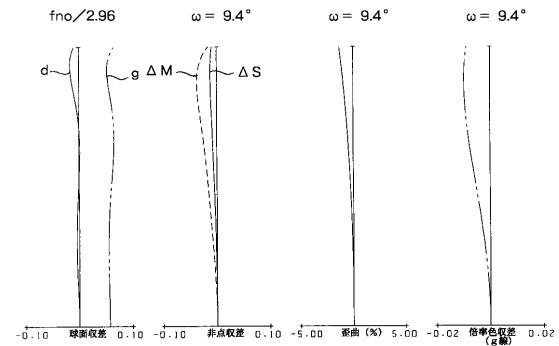
【図 16】



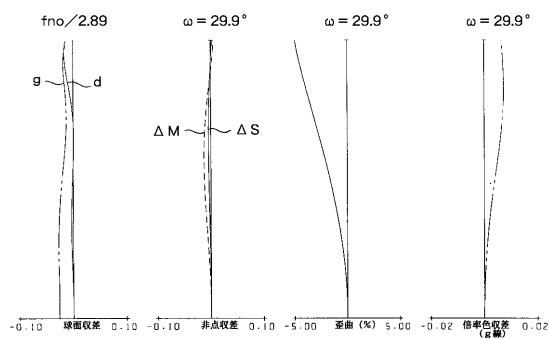
【図17】



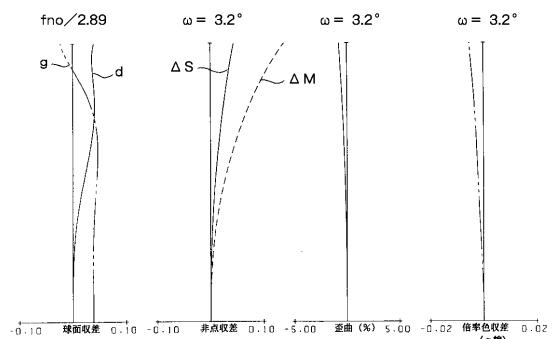
【図19】



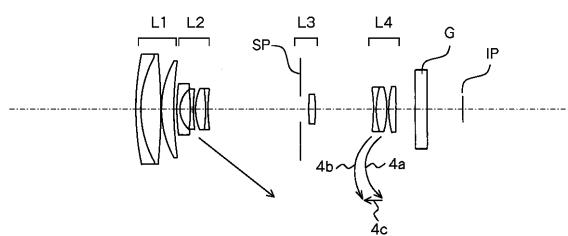
【図18】



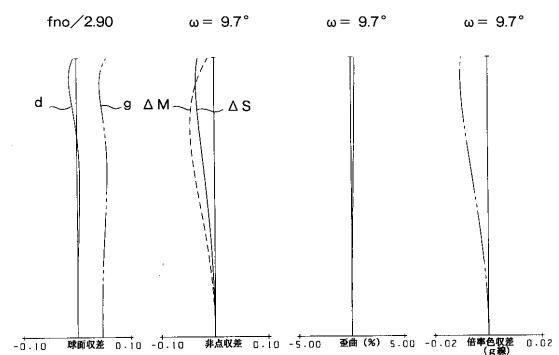
【図20】



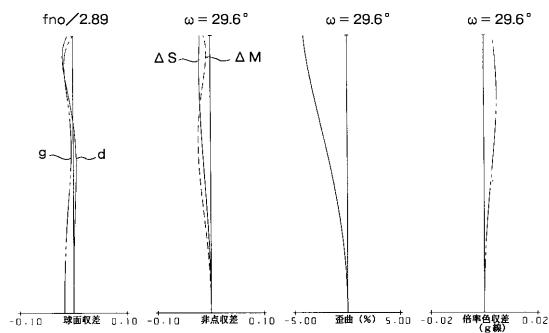
【図21】



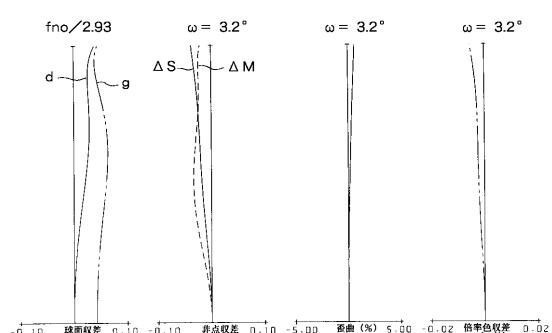
【図23】



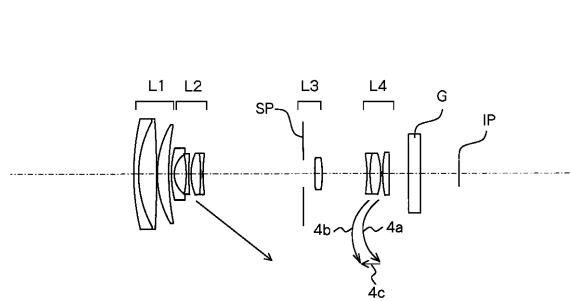
【図22】



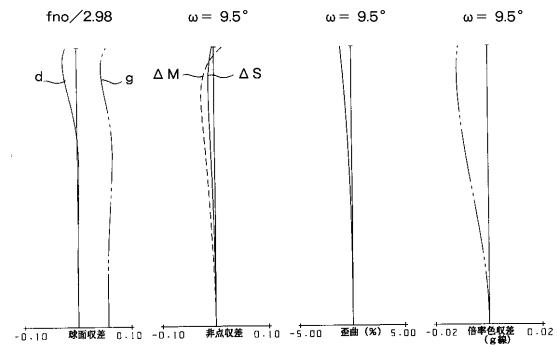
【図24】



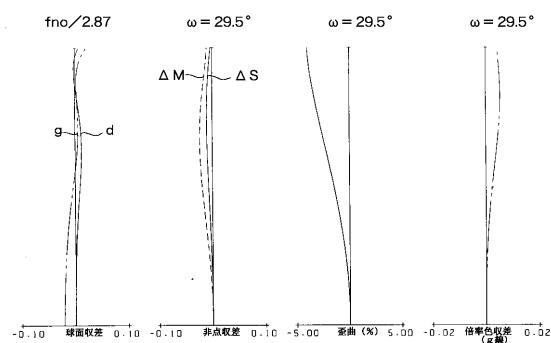
【図25】



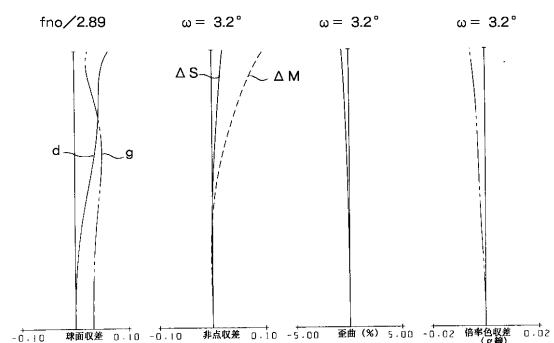
【図27】



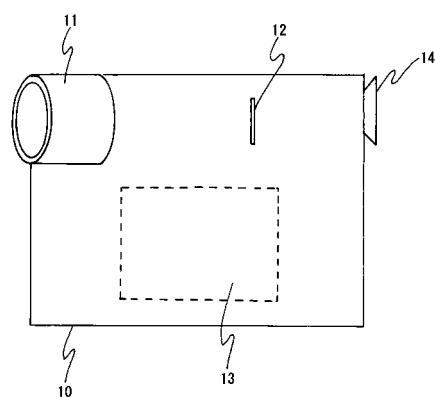
【図26】



【図28】



【図29】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平04-208912(JP,A)
特開平11-258502(JP,A)
特開平11-044845(JP,A)
特開平08-082743(JP,A)
特開平11-305124(JP,A)
特開平08-271790(JP,A)
特開平03-006507(JP,A)
特開平06-003592(JP,A)
特開平10-170827(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 15/00-15/28