

(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

G O 2 B 15/16 (2006.01)

G O 2 B 15/16

G O 2 B 13/18 (2006.01)

G O 2 B 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 栃木 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 f 2、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 R 234 とするとき、

$$1.5 < \left(\frac{2.4}{2.3} - \frac{2.3}{2.4} \right) < 3.0$$

$$4.1 < R_{234} / f_2 < 7.4$$

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 R 222、前記第23レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を R 231 とするとき、

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

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。

【0006】

40

【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

【 0 0 0 9 】

例えば、先の特開昭 6 2 - 2 4 2 1 3 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。

【 0 0 1 0 】

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

【 0 0 1 1 】

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。

【 0 0 1 2 】

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。

【 0 0 1 3 】

【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 2 1 レンズ、両レンズ面が凹面の負の第 2 2 レンズ、両レンズ面が凸面の正の第 2 3 レンズと負の第 2 4 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 2 3 レンズの材質のアップベ数を 2 3、前記第 2 4 レンズの材質のアップベ数を 2 4、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 、前記第 2 3 レンズと前記第 2 4 レンズとの接合レンズ面の曲率半径を R_{234} とするとき、

30

$$\frac{1}{4.1} < \left(\frac{2.4}{R_{234}} - \frac{2.3}{f_2} \right) < \frac{3}{7.4}$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

請求項 2 の発明は請求項 1 の発明において、前記第 2 2 レンズの像側のレンズ面の曲率半径を R_{222} 、前記第 2 3 レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を R_{231} とするとき、

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

なる条件を満足することを特徴としている。

40

【 0 0 1 5 】

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。

【 0 0 2 2 】

【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。

【 0 0 2 3 】

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

【 0 0 2 4 】

図 9 は本発明のリヤ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 1 0 , 図 1 1 , 図 1 2 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。

【 0 0 2 5 】

図 1 3 は本発明のリヤ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 1 4 , 図 1 5 , 図 1 6 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。

【 0 0 2 6 】

図 1 7 は本発明のリヤ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 1 8 , 図 1 9 , 図 2 0 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

【 0 0 2 7 】

図 2 1 は本発明のリヤ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 2 2 , 図 2 3 , 図 2 4 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。

【 0 0 2 8 】

図 2 5 は本発明のリヤ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 2 6 , 図 2 7 , 図 2 8 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。

【 0 0 2 9 】

20

図中 L 1 は正の屈折力の第 1 群、L 2 は負の屈折力の第 2 群、L 3 は正の屈折力の第 3 群、L 4 は正の屈折力の第 4 群である。S P は開口絞りであり、第 3 群 L 3 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。I P は像面であり、C C D 等の撮像素子が配置されている。

【 0 0 3 0 】

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。

【 0 0 3 1 】

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 4 a と点線の曲線 4 b 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

【 0 0 3 2 】

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 4 a , 4 b 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

【 0 0 3 3 】

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 4 c 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。

【 0 0 3 4 】

本発明において最も特徴的な点は、第 2 群 L 2 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 L 3 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。

【 0 0 3 5 】

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 - 8 8 3 0 9 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、バリエータ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 L 2 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 L 3 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 1 1 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 】

(ア-1)前記第 2 2 レンズの像側のレンズ面の曲率半径を R 2 2 2、前記第 2 3 レンズの物体側のレンズ面の曲率半径を R 2 3 1 とするとき

30

【 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 】

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 - 8 8 3 0 9 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。

40

【 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 1 に近づくと空隙レンズ作用の効果が薄れる。

50

【 0 0 4 6 】

(ア-2)前記第 2 3 レンズの材質のアッペ数を 23 、前記第 2 4 レンズの材質のアッペ数を 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。

【 0 0 4 7 】

(ア-3) 前記第 2 レンズ群の焦点距離を $f2$ 、前記第 2 3 レンズと前記第 2 4 レンズとの接合レンズ面の曲率半径を $R234$ とするとき

【 0 0 4 8 】

【 数 6 】

10

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

【 0 0 4 9 】

なる条件を満足することである。

前述の条件式(1)で第 2 2 レンズの像面側のレンズ面と第 2 3 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 2 3 レンズの後ろに第 2 4 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

【 0 0 5 0 】

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。

【 0 0 5 1 】

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。

【 0 0 5 2 】

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。

30

【 0 0 5 3 】

次に本発明のリヤ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 2 9 を用いて説明する。

【 0 0 5 4 】

図 2 9 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

【 0 0 5 5 】

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。

【 0 0 5 6 】

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。

【 0 0 5 7 】

各数値実施例において Ri は物体側より順に第 i 番目の面の曲率半径、 Di 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、 Ni 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ペ数である。

【 0 0 5 8 】

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、

【 0 0 5 9 】

【 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

【 0 0 6 0 】

なる式で表している。

【 0 0 6 1 】

また、例えば「e - Z」の表示は「1 0^{-Z}」を意味する。

【 0 0 6 2 】

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。

【 0 0 6 3 】

数値実施例 1

f=5.90~57.80		fno=1:2.89~2.95		$2\omega=60.6^\circ \sim 6.4^\circ$	
r1=73.290	d1=1.30	n1=1.84666	ν 1=23.9		
r2=27.358	d2=5.00	n2=1.48749	ν 2=70.2		
r3=-185.356	d3=0.20				
r4=26.768	d4=3.10	n3=1.88300	ν 3=40.8		
r5=98.007	d5=可変				10
r6=51.122	d6=0.80	n4=1.88300	ν 4=40.8		
r7=6.964	d7=2.83				
r8=-31.195	d8=0.70	n5=1.88300	ν 5=40.8		
r9=36.000	d9=0.60				
r10=14.590	d10=2.40	n6=1.84666	ν 6=23.9		
r11=-37.403	d11=0.60	n7=1.77250	ν 7=49.6		
r12=64.852	d12=可変				20
r13= (絞り)	d13=2.20				
* r14=50.190	d14=1.80	n8=1.58313	ν 8=59.4		
r15=-29.216	d15=可変				
r16=-40.597	d16=0.70	n9=1.84666	ν 9=23.8		
r17=20.155	d17=2.80	n10=1.67790	ν 10=54.9		
* r18=-19.748	d18=0.50				
r19=22.173	d19=1.60	n11=1.77250	ν 11=49.6		30
r20=-154.454	d20=可変				
r21= ∞	d21=3.17	n12=1.51680	ν 12=64.9		
r22= ∞					

非球面係数

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

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

【 0 0 6 6 】

【 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

【 0 0 6 7 】

参考例 数值実施例 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= (絞リ)	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

【 0 0 6 8 】

【 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

【 0 0 6 9 】

50

数值实施例 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=可变					
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=可变					
r13=(絞リ)	d13=2.20					
* r14=42.592	d14=1.80	n8=1.58313	8=59.4			
r15=-24.975	d15=可变					
r16=-40.384	d16=0.70	n9=1.84666	9=23.9			
r17=18.252	d17=2.80	n10=1.67790	10=54.9			
* r18=-19.890	d18=0.50					20
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 数值实施例 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=可变					
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					50

10

20

30

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=(絞リ) 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 】

数值実施例 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=(絞リ) 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 可變間隔	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 】

数值実施例 5

$f=6.03 \sim 59.02$ $fno=1:2.87 \sim 2.89$ $2 = 59.0^\circ \sim 6.4^\circ$

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
 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= (絞 り) d13=3.00
 * 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=

20

30

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

【 0 0 7 7 】

【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. 4 1	2 5. 7	4. 1	- 9. 1 0
数値実施例 2	0. 2 5	1 8. 8	4. 3	- 8. 6 0
参考例 1 数値実施例 1	0. 3 4	1 8. 8	3. 0	- 8. 6 0
数値実施例 3	0. 3 3	1 8. 8	7. 4	- 8. 8 1
参考例 2 数値実施例 2	0. 3 3	1 8. 8	3. 4	- 8. 5 4
数値実施例 4	0. 3 2	1 8. 8	4. 2	- 8. 6 0
数値実施例 5	0. 1 8	2 5. 7	5. 6	- 8. 8 5

【 0 0 7 8 】

【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。

【 0 0 7 9 】

この他、本発明によれば変倍比 1 0 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

- 【図 1 5】 本発明の数値実施例 3 の中間の収差図
【図 1 6】 本発明の数値実施例 3 の望遠端の収差図
【図 1 7】 本発明の参考例 2 のレンズ断面図
【図 1 8】 本発明の参考例 2 の広角端の収差図
【図 1 9】 本発明の参考例 2 の中間の収差図
【図 2 0】 本発明の参考例 2 の望遠端の収差図
【図 2 1】 本発明の数値実施例 4 のレンズ断面図
【図 2 2】 本発明の数値実施例 4 の広角端の収差図
【図 2 3】 本発明の数値実施例 4 の中間の収差図
【図 2 4】 本発明の数値実施例 4 の望遠端の収差図
【図 2 5】 本発明の数値実施例 5 のレンズ断面図
【図 2 6】 本発明の数値実施例 5 の広角端の収差図
【図 2 7】 本発明の数値実施例 5 の中間の収差図
【図 2 8】 本発明の数値実施例 5 の望遠端の収差図
【図 2 9】 本発明の光学機器の要部概略図

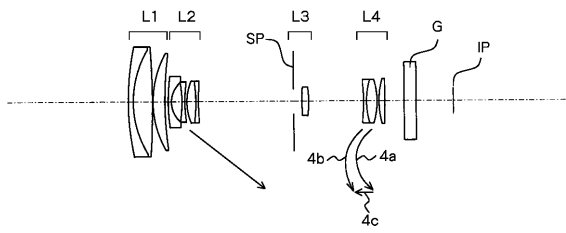
【符号の説明】

- L 1 第 1 群
L 2 第 2 群
L 3 第 3 群
L 4 第 4 群
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

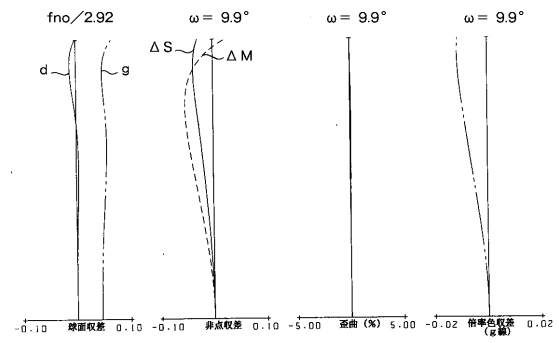
10

20

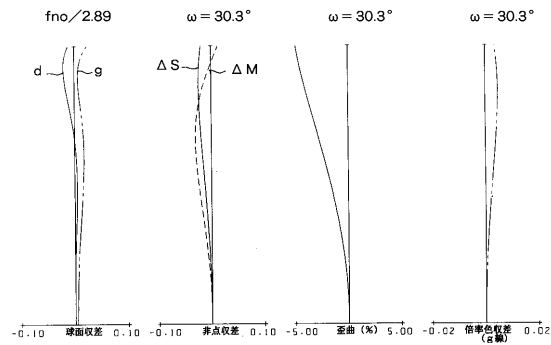
【図 1】



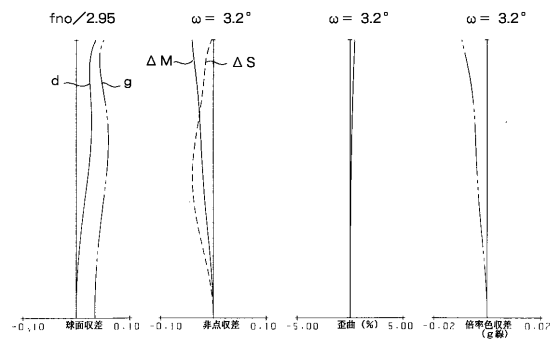
【図 3】



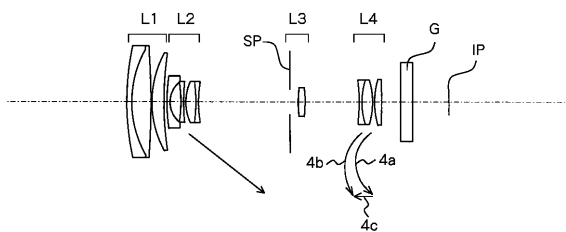
【図 2】



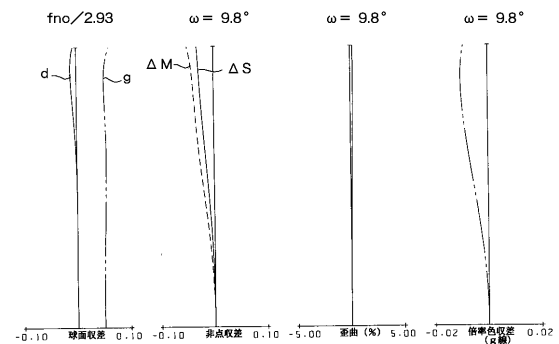
【図 4】



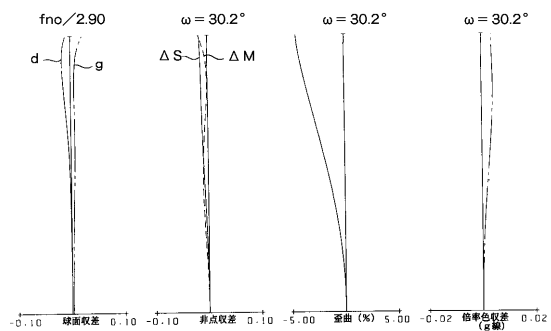
【図 5】



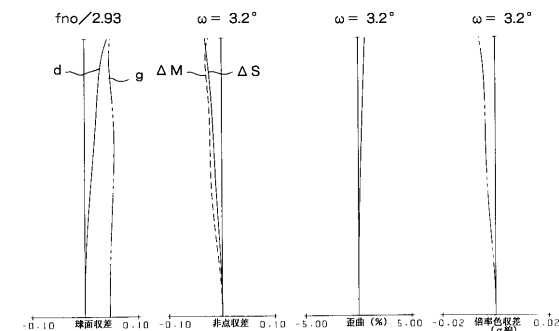
【図 7】



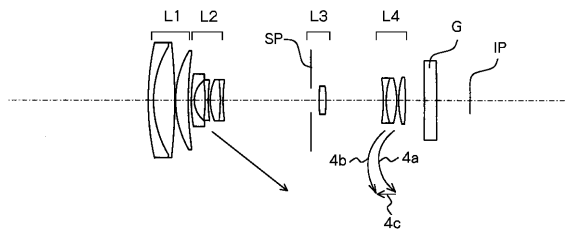
【図 6】



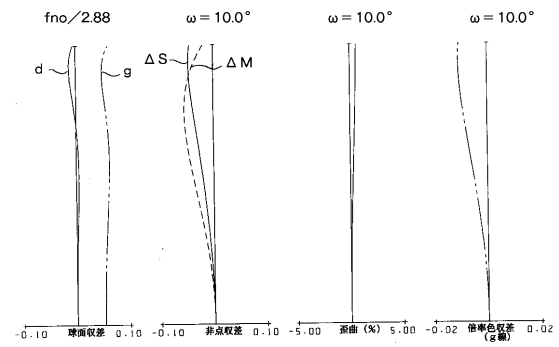
【図 8】



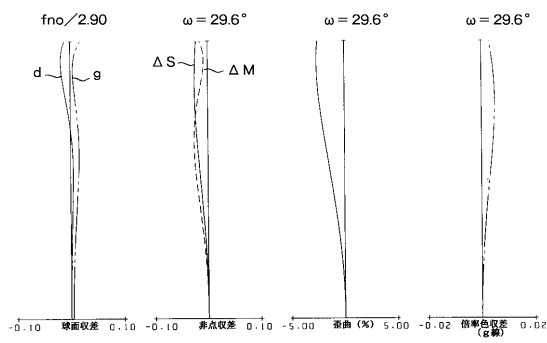
【図 9】



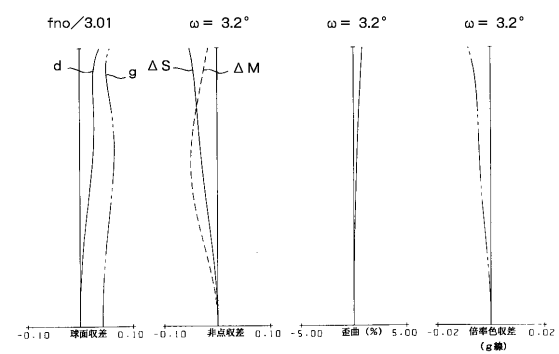
【図 11】



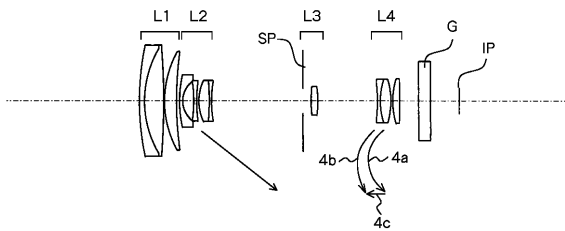
【図 10】



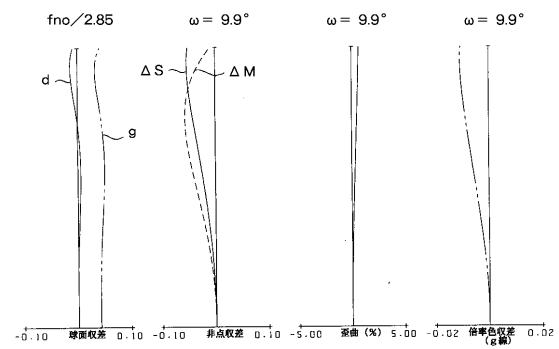
【図 12】



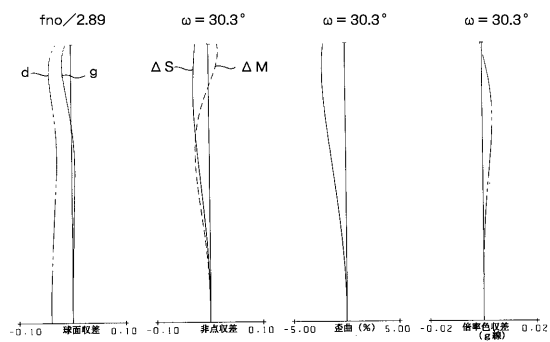
【図 13】



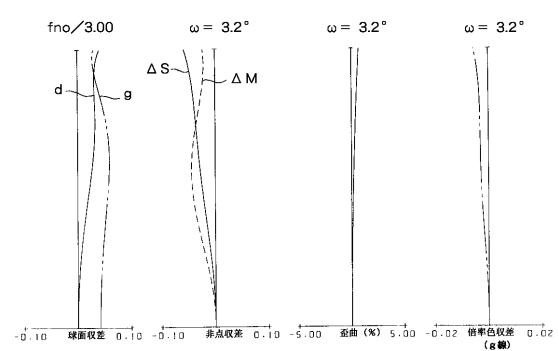
【図 15】



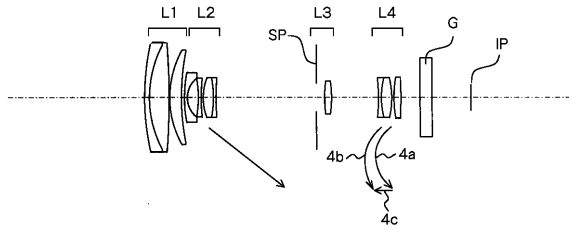
【図 14】



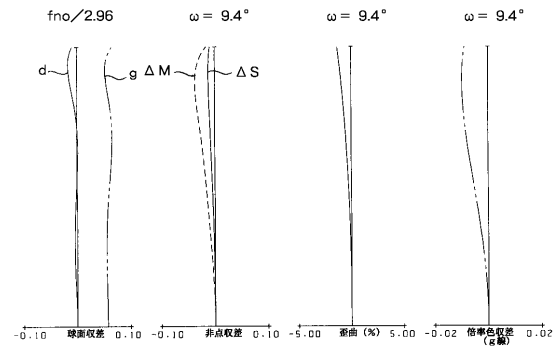
【図 16】



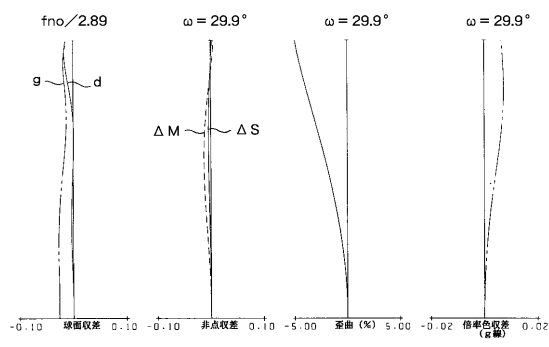
【図 17】



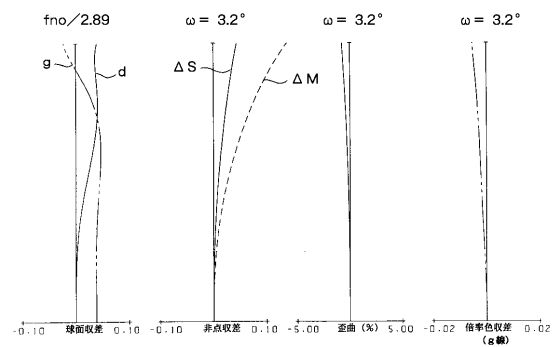
【図 19】



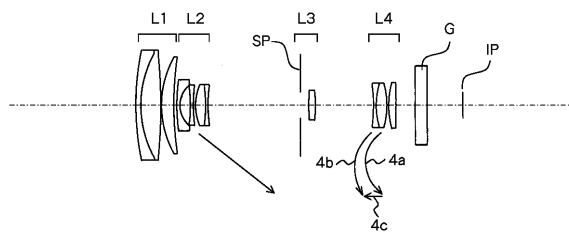
【図 18】



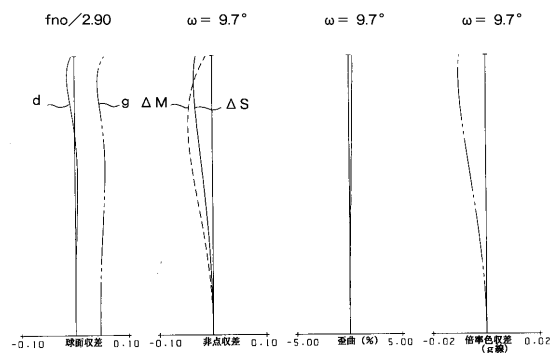
【図 20】



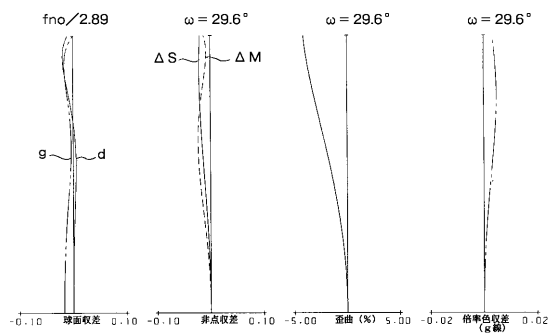
【図 21】



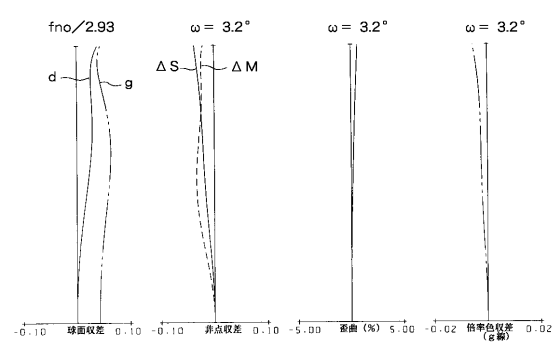
【図 23】



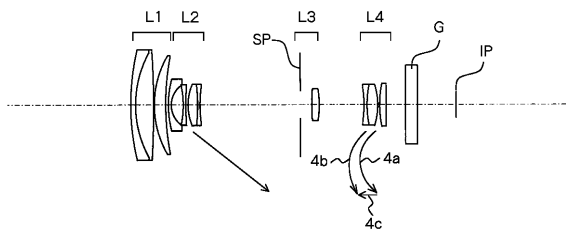
【図 22】



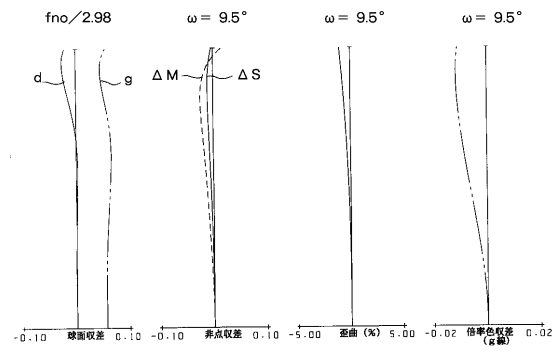
【図 24】



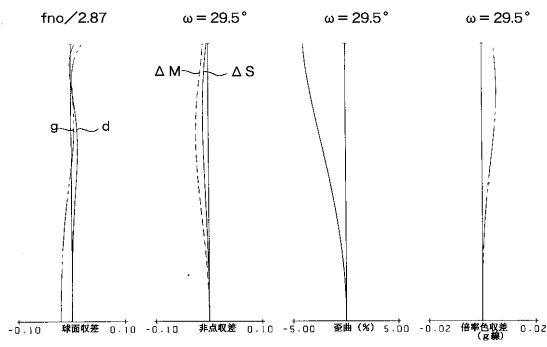
【図 25】



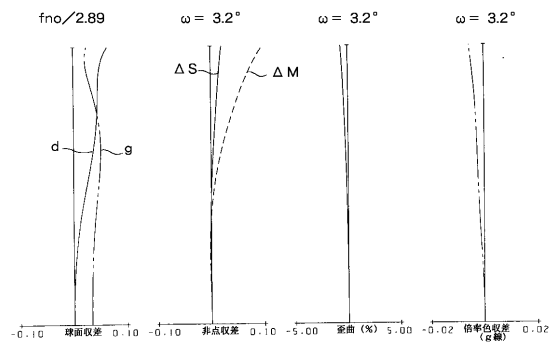
【図 27】



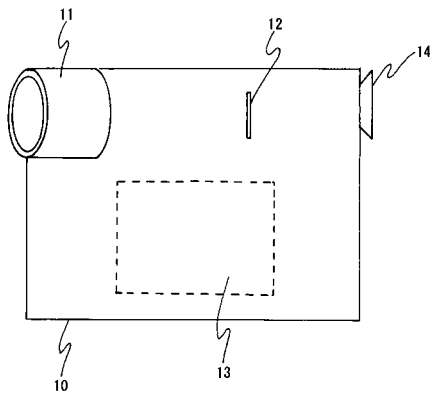
【図 26】



【図 28】



【図 29】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 0 4 - 2 0 8 9 1 2 (J P , A)
特開平 1 1 - 2 5 8 5 0 2 (J P , A)
特開平 1 1 - 0 4 4 8 4 5 (J P , A)
特開平 0 8 - 0 8 2 7 4 3 (J P , A)
特開平 1 1 - 3 0 5 1 2 4 (J P , A)
特開平 0 8 - 2 7 1 7 9 0 (J P , A)
特開平 0 3 - 0 0 6 5 0 7 (J P , A)
特開平 0 6 - 0 0 3 5 9 2 (J P , A)
特開平 1 0 - 1 7 0 8 2 7 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G02B 15/00-15/28