

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3619117号
(P3619117)

(45) 発行日 平成17年2月9日(2005.2.9)

(24) 登録日 平成16年11月19日(2004.11.19)

(51) Int.C1.⁷

F 1

G02B 15/20

G02B 15/20

G02B 13/18

G02B 13/18

G02B 13/22

G02B 13/22

請求項の数 9 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2000-113182 (P2000-113182)
 (22) 出願日 平成12年4月14日 (2000.4.14)
 (65) 公開番号 特開2001-296476 (P2001-296476A)
 (43) 公開日 平成13年10月26日 (2001.10.26)
 審査請求日 平成14年9月26日 (2002.9.26)

前置審査

(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 浜野 博之
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内
 (72) 発明者 関田 誠
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内
 審査官 吉野 公夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】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、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、そして正の屈折力の第3レンズ群から成り、各レンズ群の間隔を変化させてズーミングを行うズームレンズにおいて、第1レンズ群は、物体側から順に、負レンズと正レンズの2枚で構成され、広角端から望遠端へのズーミングに際し、無限遠物体にピントを合わせた状態において、第3レンズ群は像面側に単調にあるいは像面側に凸状の軌跡を描いて移動し、そのときの該第3レンズ群の像面側への移動量をM3、広角端の全系の焦点距離をfw、前記第3レンズ群の焦点距離をf3、望遠端における全系の焦点距離をftとするとき

$$0.08 < M3 / fw < 0.4$$

$$1.45 < f3 / ft < 2.0$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

前記第1レンズ群の焦点距離をf1、望遠端における全系の焦点距離をftとするとき、

$$0.7 < |f1 / ft| < 1.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項 3】

前記第2レンズ群の焦点距離をf2、望遠端における全系の焦点距離をftとするとき、

$$0.63 < f2 / ft < 0.8$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1又は2のズームレンズ。

10

20

【請求項 4】

前記第3レンズ群を正の単レンズにて構成したことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項 5】

前記第3レンズ群は球面より成る正の単レンズのみで構成されその物体側のレンズ面の曲率半径をR_{3f}、像面側のレンズ面の曲率半径をR_{3r}とするとき

$$-1.5 < (R_{3f} + R_{3r}) / (R_{3f} - R_{3r}) < -0.5$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1から4のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項 6】

前記第2レンズ群は像面側に比べ物体側に強い凸面を向けた正レンズと像側に凹面を向けた負レンズを接合した第1の接合レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズと正レンズを接合した第2の接合レンズにて構成したことを特徴とする請求項1から5のいずれか1項のズームレンズ。 10

【請求項 7】

有限距離物体に対するフォーカスを、前記第3レンズ群で行うことを特徴とする請求項1から6のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項 8】

前記第1レンズ群と前記第2レンズ群中に、少なくとも1面の非球面を有することを特徴とする請求項1から7のいずれか1項のズームレンズ。 20

【請求項 9】

請求項1から8のいずれか1項のズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する固体撮像素子とを備えることを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、ズームレンズ及びそれを用いた光学機器に関し、特に負の屈折力のレンズ群が先行する全体として3つのレンズ群を有し、これらの各レンズ群のレンズ構成を適切に設定することにより、レンズ系全体の小型化を図ったフィルム用のスチルカメラやビデオカメラ、そしてデジタルスチルカメラ等に好適なものである。 30

【0002】**【従来の技術】**

最近、固体撮像素子を用いたビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等、撮像装置（カメラ）の高機能化にともない、それに用いる光学系には広い画角を包含した大口径比のズームレンズが求められている。この種のカメラには、レンズ最後部と撮像素子との間に、ローパスフィルターや色補正フィルターなどの各種光学部材を配置する為、それに用いる光学系には、比較的バックフォーカスの長いレンズ系が要求される。さらに、カラー画像用の撮像素子を用いたカラーカメラの場合、色シェーディングを避けるため、それに用いる光学系には像側のテレセントリック特性の良いものが望まれている。 40

【0003】

従来より、負の屈折力の第1群と正の屈折力の第2群の2つのレンズ群より成り、双方のレンズ間隔を変えて変倍を行う。所謂ショートズームタイプの広角の2群ズームレンズが種々提案されている。これらのショートズームタイプの光学系では、正の屈折力の第2群を移動することで変倍を行い、負の屈折力の第1群を移動することで変倍に伴う像点位置の補正を行っている。 50

【0004】

これらの2つのレンズ群よりなるレンズ構成においては、ズーム倍率は2倍程度である。さらに2倍以上の高い変倍比を有しつつレンズ全体をコンパクトな形状にまとめるため、例えば特公平7-3507号公報や、特公平6-40170号公報等には2群ズームレンズの像側に負または正の屈折力の第3群を配置し、高倍化に伴って発生する諸収差の補正を行っている、所謂3群ズームレンズが提案されている。 50

【0005】

さらに米国特許第4,828,372号公報や米国特許第5,262,897号公報においては、3群ズームレンズにおいて第2レンズ群を接合レンズ2組を含む全部で6枚のレンズにて構成し、3倍以上の高倍化を実現している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

バックフォーカスとテレセントリック特性を満足する広角の3群ズームレンズ系が、例えば、特開昭63-135913号公報や、特開平7-261083号公報等で提案されている。また、特開平3-288113号公報には、3群ズームレンズにおいて負の屈折力の第1群を固定とし、正の屈折力の第2群と正の屈折力の第3群を移動させて変倍を行う光学系も開示されている。ところが、これらの従来例においては、各レンズ群の構成枚数が比較的多く、レンズ全長が長い、製造コストが高いなどの欠点を有していた。

10

【0007】

さらに近年、カメラのコンパクト化とレンズ系の高倍化を両立する為に、非撮影時に各レンズ群の間隔を撮影状態と異なる間隔まで縮小し、カメラ本体からのレンズ系の突出量を少なくした所謂沈胴ズームレンズが広く用いられている。しかしながら上記従来例の様に各レンズ群の構成枚数が多く、結果的に各レンズ群の光軸上の長さが長くなる場合や、各レンズ群の変倍及びフォーカシングにおける移動量が大きく、レンズ全長が長くなる場合においては、所望の沈胴長が達成出来ない場合がある。

【0008】

20

また、特開平7-261083号公報に記載される例では、負の屈折力の第1群のもっとも物体側に凸レンズ（正レンズ）が配置されており、特に広角化した場合のレンズ外径の増大が避けられない欠点を有していた。さらに、この例では負の屈折力の第1群を移動させて近距離物体へのフォーカシングを行うため、ズーミングでの移動とあいまってメカ構造の複雑化する欠点があった。

【0009】

また、米国特許第4,999,007号公報には、3群ズームレンズにおいて、第1レンズ群、第2レンズ群をそれぞれ1枚の単レンズで構成したものも開示されている。ところが、広角端でのレンズ全長が比較的大きく、さらに広角端での第1群と絞りが大きく離れているため軸外光線の入射高が大きく第1群を構成するレンズの径が増大してしまうため、レンズ系全体が大きくなってしまう欠点を有していた。

30

【0010】

本発明では、これら従来例の欠点に鑑み、特に固体撮像素子を用いた撮影系に好適な、構成レンズ枚数の少ない、コンパクトで、小径化を達成した高変倍比で、優れた光学性能を有する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。

【0011】

さらに、本発明では、次の事項のうち少なくとも1つを満足するズームレンズを得ることを目的としている。即ち、

- ・広画端の画角を大きくしながら、高性能、コンパクト化を図ること。
- ・特に広角側での非点収差・歪曲収差を良好に補正すること。
- ・最小のレンズ構成を取りつつ、移動するレンズ群の収差分担を減らし、製造誤差によるレンズ群相互の偏心等での性能劣化を少なくし、製造の容易なものとすること。
- ・構成枚数を最小としながら、固体撮像素子を用いた撮影系に好適な良好な像側テレセントリック結像をもたせること。
- ・沈胴ズームレンズに要求される各レンズ群の光軸上の長さや各レンズ群の変倍及びフォーカシングによる光軸上の移動量を短くすること。
- ・広角端のみならずズーム全域で歪曲収差を良好に補正すること。
- ・像側テレセントリック結像のズームによる変動を小さくすること。
- ・テレセントリック結像を保ったまま変倍レンズ群の移動量を減らし、さらなる小型化を達成すること。

40

50

・近距離物体へのフォーカシング機構を簡素化すること。
等である。

【0012】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明のズームレンズは、物体側より順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、そして正の屈折力の第3レンズ群から成り、各レンズ群の間隔を変化させてズーミングを行うズームレンズにおいて、第1レンズ群は、物体側から順に、負レンズと正レンズの2枚で構成され、広角端から望遠端へのズーミングに際し、無限遠物体にピントを合わせた状態において、第3レンズ群は像面側に単調にあるいは像面側に凸状の軌跡を描いて移動し、そのときの該第3レンズ群の像面側への移動量をM3、広角端の全系の焦点距離をfw、前記第3レンズ群の焦点距離をf3、望遠端における全系の焦点距離をftとするとき

$$0.08 < M3 / fw < 0.4 \dots \dots \dots (1)$$

$$1.45 < f3 / ft < 2.0 \dots \dots \dots (3)$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0013】

請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記第1レンズ群の焦点距離をf1、望遠端における全系の焦点距離をftとするとき、

$$0.7 < |f1 / ft| < 1.0 \dots \dots \dots (2)$$

なる条件を満足することを特徴としている。

10

【0014】

請求項3の発明は、請求項1又は2の発明において、前記第2レンズ群の焦点距離をf2、望遠端における全系の焦点距離をftとするとき、

$$0.63 < f2 / ft < 0.8 \dots \dots \dots (4)$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0015】

請求項4の発明は、請求項1から3のいずれか1項の発明において、前記第3レンズ群を正の単レンズにて構成したことを特徴としている。

【0016】

請求項5の発明は、請求項1から4のいずれか1項の発明において、前記第3レンズ群は球面より成る正の単レンズのみで構成されその物体側のレンズ面の曲率半径をR3f、像面側のレンズ面の曲率半径をR3rとするとき

$$-1.5 < (R3f + R3r) / (R3f - R3r) < -0.5 \dots \dots \dots (5)$$

なる条件を満足することを特徴としている。

30

【0017】

請求項6の発明は、請求項1から5のいずれか1項の発明において、前記第2レンズ群は像面側に比べ物体側に強い凸面を向けた正レンズと像側に凹面を向けた負レンズを接合した第1の接合レンズと、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズと正レンズを接合した第2の接合レンズにて構成したことを特徴としている。

【0018】

請求項7の発明は、請求項1から6のいずれか1項の発明において、有限距離物体に対するフォーカスを、前記第3レンズ群で行うことの特徴としている。

40

【0019】

請求項8の発明は、請求項1から7のいずれか1項の発明において、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群中に、少なくとも1面の非球面を有することの特徴としている。

【0020】

請求項9の発明の撮像装置は、請求項1から8のいずれか1項のズームレンズと、該ズームレンズによって形成される像を受光する固体撮像素子とを備えることの特徴としている。

【0024】

50

【発明の実施の形態】

図1は本発明の後述する数値実施例1のレンズ断面図である。図2～図4は本発明の数値実施例の広角端，中間，望遠端の収差図である。

【0025】

図5は本発明の後述する数値実施例2のレンズ断面図である。図6～図8は本発明の数値実施例の広角端，中間，望遠端の収差図である。

【0026】

図9は本発明の後述する数値実施例3のレンズ断面図である。図10～図12は本発明の数値実施例の広角端，中間，望遠端の収差図である。

【0027】

図13は本発明の後述する数値実施例4のレンズ断面図である。図14～図16は本発明の数値実施例の広角端，中間，望遠端の収差図である。

【0028】

図17は本発明の光学機器の要部概略図である。

【0029】

レンズ断面図においてL1は負の屈折力の第1群（第1レンズ群）、L2は正の屈折力の第2群（第2レンズ群）、L3は正の屈折力の第3群（第3レンズ群）、SPは開口絞り、IPは像面である。Gはフィルターや色分解プリズム等のガラスブロックである。

【0030】

レンズ断面図に示すように、本発明のズームレンズは、物体側より順に、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、そして正の屈折力の第3レンズ群L3の3つのレンズ群を有しており、広角端から望遠端への変倍に際して、矢印の如く第1レンズ群L1が像側に凸状の往復移動、第2レンズ群L2が物体側に移動し、第3レンズ群L3は像側に移動している。

【0031】

本発明のズームレンズは以上の構成を基本構成としている。そして前述した各請求項におけるレンズ構成をとることにより高い光学性能を有したズームレンズを達成している。例えば、基本構成の基で請求項1の発明では条件式（1）、（3）を満足すること、を特徴としている。

【0032】

次に本発明のズームレンズの実施形態のレンズ構成の特徴について説明する。

【0033】

第1レンズ群は望遠端では広角端とほぼ同じあるいはやや像面側に位置することで沈胴時の第1レンズ群の移動量が大き過ぎないようにしている。

【0034】

第1レンズ群は望遠端で広角端に比べてより像側に位置し、開口絞りSPは第2レンズ群L2の物体側に設けられており、第2レンズ群と一体で光軸上を移動する。

【0035】

本実施形態は、正の屈折力の第2レンズ群の移動により主な変倍を行い、負の屈折力の第1レンズ群の往復移動及び正の屈折力の第3レンズ群による像側方向への移動よって変倍に伴う像点の移動を補正している。

【0036】

正の屈折力の第3レンズ群は、撮像素子を用いたとき、その小型化に伴う撮影レンズの屈折力の増大を分担し、第1、第2レンズ群で構成されるショートズーム系の屈折力を減らすことで特に第1レンズ群を構成する各レンズでの収差の発生を抑え良好な光学性能を達成している。また、特に固体撮像素子等を用いた光学機器に必要な像側のテレセントリックな結像を正の屈折力の第3レンズ群にフィールドレンズの役割を持たせることで達成している。

【0037】

また、絞りを第2レンズ群のもっとも物体側に置き、広角側での入射瞳と第1レンズ群と

10

20

30

40

50

の距離を縮めることで第1レンズ群を構成するレンズの外径の増大をおさえるとともに、正の屈折力の第2レンズ群の物体側に配置した絞りを挟んで第1レンズ群と第3レンズ群とで軸外の諸収差を打ち消すことで構成レンズ枚数を増やさずに良好な光学性能を得ている。

【0038】

さらに、本実施形態においては負の屈折力の第1レンズ群を物体側から順に像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズL11、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズL12の2枚のレンズで構成し、正の屈折力の第2レンズ群を物体側から順に、両レンズ面が凸面の正レンズL21、両レンズ面が凹面の負レンズL22、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズL23、両レンズ面が凸面の正レンズL24の4枚のレンズを有し、レンズL21とレンズL22及びL23とレンズL24を接合した2組の接合レンズで構成し、正の屈折力の第3レンズ群を物体側に強い凸面を向けた正レンズL31で構成している。

【0039】

このように各レンズ群を所望の屈折力配置と収差補正とを両立するレンズ構成とすることにより、良好な光学性能を保ちつつ、レンズ系のコンパクト化を達成している。負の屈折力の第1レンズ群は、軸外主光線を絞り中心に瞳結像させる役割を持っており、特に広角側においては軸外主光線の屈折量が大きいために軸外諸収差、とくに非点収差と歪曲収差が発生し易い。そこで、通常の広角レンズ系と同様最も物体側のレンズ径の増大が抑えられる負-正の構成とした上で、メニスカス状の負レンズL11の像側のレンズ面を周辺で負の屈折力が弱くなる形状の非球面とする事により、非点収差と歪曲収差をバランス良く補正すると共に、2枚と言う少ないレンズ枚数で第1レンズ群を構成し、レンズ全体のコンパクト化に寄与している。

【0040】

次に正の屈折力の第2レンズ群は、そのレンズ群中の最も物体側に強い凸面を向けた正レンズL21を配置し、第1レンズ群を射出した軸外主光線の屈折角を少なくし、軸外諸収差が発生しない様なレンズ形状としている。また、正レンズL21は、最も軸上光線の通る高さが高いレンズであり、主に球面収差、コマ収差の補正に関与しているレンズである。本実施形態においては、正レンズL21の物体側のレンズ面をレンズ周辺で正の屈折力が弱くなる形状の非球面とすることにより、球面収差、コマ収差を良好に補正している。次に、正レンズL21の像面側に配置された負レンズL22には像側に凹面をもたせ、それに続く像側の負レンズL23の物体側の凸面とにより負の空気レンズを形成し、大口径比化に伴って発生する球面収差の補正を行っている。

【0041】

さらに本実施形態においては、CCD等の固体撮像素子の高画素化及びセルピッチの微細化に伴って要求される、色収差量の縮小化に対応する為に、第2レンズ群を2組の接合レンズにて構成し、軸上色収差及び倍率色収差を良好に補正している。

【0042】

本発明のズームレンズでは第3レンズ群を像面側に移動させることで第3レンズ群に変倍機能を持たせ、第2レンズ群での変倍負担を小さくすることで第2レンズ群の移動量を低減し、レンズ全長の小型化を達成している。

【0043】

次に前述の各条件式の技術的意味及び前述した特徴以外のレンズ構成について述べる。

【0044】

(ア-1)条件式(1)は主にレンズ系全体の小型化を図る為のものである。

【0045】

条件式(1)の下限値を越えて第3レンズ群の移動量が小さくなってしまうと第3レンズ群の変倍に関する寄与が小さくなってしまって、第2レンズ群をそれだけ多く移動させる必要が生じるのでレンズ系の小型化が不十分になる。逆に上限値を超えると望遠端におけるバックフォーカスの確保が困難になる。

10

20

30

40

50

【0046】

(ア-2) 条件式(2)は主に第1レンズ群の屈折力を適切に設定することで十分なバックフォーカスを確保しつつ、歪曲や像面湾曲などの諸収差を良好に補正し、高い光学を達成する為のものである。

【0047】

条件式(2)の下限値を越えて第1レンズ群の焦点距離が短くなると変倍時の歪曲や像面湾曲の変動の補正が困難になる。逆に上限値を超えるとバックフォーカスの確保が困難になる。

【0048】

(ア-3) 本実施形態のズームレンズを用いて近距離物体を撮影する場合には、第1レンズ群を物体側へ移動することで良好な性能を得られるが、さらに望ましくは、第3レンズ群を物体側に移動した方が良い。これは、最も物体側に配置した第1レンズ群をフォーカシングさせた場合に生じる、前玉径の増大、レンズ重量が最も重い第1レンズ群を移動させる事によるアクチュエーターの負荷の増大を防ぎ、さらに第1レンズ群と第2レンズ群とをカム等で単純に連携して変倍時に移動させることが可能となり、メカ構造の簡素化及び精度向上を達成できるためである。

10

【0049】

(ア-4) 条件式(3)は正の屈折力の第3レンズ群を設けることで単なる負と正の屈折力の2群構成に対してよりテレセントリックな構成とし、その効果を十分にする為のものである。

20

【0050】

条件式(3)の下限値を越えて第3レンズ群の焦点距離が短くなり過ぎると第1、第2群の合成焦点距離がそれだけ長くなるためレンズ全体のコンパクト化が不十分になる。逆に上限値を超えると射出瞳が特に広角端で短くなり過ぎ、また第3レンズ群でフォーカシングをする際はフォーカシングに必要な移動量が増大するので良くない。

【0051】

(ア-5) 条件式(4)は第2レンズ群の変倍に要する移動量を低減し、光学系全体の小型化を達成する為のものである。

【0052】

条件式(4)の下限値を越えて第2レンズ群の焦点距離が短くなるとレンズ系の小型化には有利だがペツツバール和が正の方向に大きくなり過ぎて像面湾曲の補正が困難になる。逆に上限値を超えると変倍に必要な第2レンズ群の移動量が大きくなり小型化の達成が難しくなる。

30

【0053】

(ア-6) 本発明では第2レンズ群を接合レンズ2組にて構成しているが、その利点は、所謂トリプレットタイプにおける凹(負)レンズ成分の屈折力を2成分に分離し、トリプレットタイプの様な単一の凹レンズ成分による収差補正方法に対して収差補正上の自由度を増やす事で、凹レンズ成分のガラス厚を増大させる事により補正していた軸外フレアの補正や、凹レンズ成分の前後に設けた2つの負の空気レンズによる球面収差補正を行う必要が無くなり、トリプレットタイプに比較して第2レンズ群の光軸上の厚みを小さくする事が可能となり、光学全長の短縮及び沈胴時のレンズ全長短縮に寄与している。

40

【0054】

(ア-7) 第3レンズ群は大きさ、そしてフォーカシングに必要なアクチュエーターの負荷の低減という点では正の単レンズで構成するのが望ましい。

【0055】

条件式(5)は第3レンズ群を正の単レンズで球面レンズとした場合、レンズ形状を適切に設定し、収差変動を少なくしつつ、フォーカスを行う為のものである。

【0056】

条件式(5)の下限値を超えると撮像面と第3群の単レンズの物体側のレンズ面で発生するゴーストが撮像面近傍に結像しやすくなり、これを回避しようとすると余計にバックフ

50

オーカスを取る必要で出来て十分な小型化が難しくなる。また上限値を超えると第3レンズ群でフォーカシングを行う時にフォーカシングの際の球面収差や非点収差の補正が困難になる。

【0057】

(ア-8) 第3レンズ群にレンズ周辺で正の屈折力が弱まるような形状の非球面を導入すると、更に変倍時の非点収差の変動を低減できる。

である。

【0058】

以上のように本実施形態によれば、物体側より順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、そして正の屈折力の第3レンズ群の3つのレンズ群を配し、各レンズ群の間隔を変化させて変倍を行い、各レンズ群の屈折力配置や移動量、群形状等を適切に設定することで、特に固体撮像素子を用いた撮影系に好適な、構成レンズ枚数が少なくコンパクトで、特に色収差を良好に補正した優れた光学性能を有するズームレンズが達成出来る。

10

【0059】

また、各レンズ群中に効果的に非球面を導入することによって、軸外諸収差、特に非点収差・歪曲収差および大口径比化した際の球面収差の補正が効果的に行える。

【0060】

次に本発明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17を用いて説明する。

20

【0061】

図17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。

【0062】

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。

【0063】

30

次に本発明の数値実施例を示す。

【0064】

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 α_i は各々物体側より順に第*i*番目の光学部材の屈折率とアッベ数である。

【0065】

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、

【0066】

【数1】

40

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

【0067】

なる式で表している。又、例えば「e-Z」の表示は「10^-Z」を意味する。

【0068】

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。

【0069】

50

【外1】

数值実施例1

$f = 1 \sim 2.83 \quad F \approx 0 = 2.87 \sim 4.90 \quad 2\omega = 59.5^\circ \sim 22.8^\circ$

R 1 =	10.855	D 1 =	0.21	N 1 =	1.802380	ν 1 =	40.8
R 2 =	0.830(非球面)	D 2 =	0.31				
R 3 =	1.545	D 3 =	0.29	N 2 =	1.846660	ν 2 =	23.9
R 4 =	4.768	D 4 =	可変				
R 5 =	絞り	D 5 =	0.11				
R 6 =	0.885(非球面)	D 6 =	0.43	N 3 =	1.802380	ν 3 =	40.8
R 7 =	-5.079	D 7 =	0.10	N 4 =	1.698947	ν 4 =	30.1
R 8 =	0.720	D 8 =	0.08				
R 9 =	2.210	D 9 =	0.09	N 5 =	1.698947	ν 5 =	30.1
R10 =	0.944	D10 =	0.31	N 6 =	1.603112	ν 6 =	60.6
R11 =	-3.065	D11 =	可変				
R12 =	2.292	D12 =	0.21	N 7 =	1.518229	ν 7 =	58.9
R13 =	144.538	D13 =	0.43				
R14 =	∞	D14 =	0.44	N 8 =	1.516330	ν 8 =	64.1
R15 =	∞						

10

20

\焦点距離		1.00	2.41	2.83
可変間隔\				
D 4		2.57	0.54	0.32
D11		0.87	2.62	3.11

非球面係数

R2 k=-1.30000e+00 B=1.19770e-01 C=6.17069e-02 D=-1.61837e-01 E=1.55951e-01
 F=-4.47577e-02

30

R6 k=-6.96530e-02 B=-6.61431e-02 C=-4.49055e-02 D=-6.81707e-02 E=-4.05399e-02
 F=0.00000e+00

【0070】

【外2】

数值実施例 2

$f = 1 \sim 2.83$ $F n_o = 2.86 \sim 4.90$ $2\omega = 59.5^\circ \sim 22.8^\circ$

R 1 =	9.686	D 1 =	0.21	N 1 =	1.802380	ν 1 =	40.8
R 2 =	0.838(非球面)	D 2 =	0.31	N 2 =	1.846660	ν 2 =	23.9
R 3 =	1.532	D 3 =	0.29	N 3 =	1.743300	ν 3 =	49.3
R 4 =	4.456	D 4 =	可変	N 4 =	1.603420	ν 4 =	38.0
R 5 =	絞り	D 5 =	0.11	N 5 =	1.698947	ν 5 =	30.1
R 6 =	0.884(非球面)	D 6 =	0.44	N 6 =	1.603112	ν 6 =	60.6
R 7 =	-3.817	D 7 =	0.10	N 7 =	1.603112	ν 7 =	60.6
R 8 =	0.715	D 8 =	0.09	N 8 =	1.516330	ν 8 =	64.1
R 9 =	2.243	D 9 =	0.09				
R10 =	0.828	D10 =	0.31				
R11 =	-3.729	D11 =	可変				
R12 =	2.648	D12 =	0.21				
R13 =	44.247	D13 =	0.43				
R14 =	∞	D14 =	0.44				
R15 =	∞						

10

\焦点距離	1.00	2.40	2.83
可変間隔\			
D 4	2.60	0.54	0.32
D11	0.77	2.54	3.05

20

非球面係数

R2 k=-1.30000e+00 B=1.18880e-01 C=8.30828e-02 D=-2.46182e-01 E=3.32011e-01
 $F = -1.68932e-01$

30

R6 k=-9.46702e-02 B=-7.14402e-02 C=-3.93806e-02 D=-9.10926e-02 E=-4.05399e-02
 $F = 0.00000e+00$

【0 0 7 1】

【外3】

数值実施例 3

$f = 1 \sim 2.83 \quad F n o = 2.86 \sim 4.90 \quad 2\omega = 58.0^\circ \sim 22.2^\circ$

R 1 =	40.701	D 1 =	0.21	N 1 =	1.806100	ν 1 =	40.7	
R 2 =	0.876(非球面)	D 2 =	0.28	N 2 =	1.846660	ν 2 =	23.9	
R 3 =	1.641	D 3 =	0.31	N 3 =	1.743300	ν 3 =	49.3	
R 4 =	7.676	D 4 =	可変	N 4 =	1.647689	ν 4 =	33.8	10
R 5 =	絞り	D 5 =	0.11	N 5 =	1.846660	ν 5 =	23.9	
R 6 =	0.797(非球面)	D 6 =	0.37	N 6 =	1.603112	ν 6 =	60.6	
R 7 =	38.519	D 7 =	0.08	N 7 =	1.589130	ν 7 =	61.3	
R 8 =	0.674	D 8 =	0.09	N 8 =	1.516330	ν 8 =	64.1	
R 9 =	2.419	D 9 =	0.07					
R10 =	1.359	D10 =	0.25					
R11 =	-2.632	D11 =	可変					
R12 =	3.108(非球面)	D12 =	0.24					
R13 =	-25.016	D13 =	0.42					
R14 =	∞	D14 =	0.43					
R15 =	∞							

焦点距離	1.00	2.39	2.83	
可変間隔	D 4	2.58	0.51	0.27
	D11	0.72	2.55	3.04

非球面係数

R2 k=-2.25821e+00 B=2.69487e-01 C=-1.72442e-01 D=1.53228e-01 E=-1.20333e-01
 F=4.19943e-02

R6 k=-9.88795e-02 B=-7.77363e-02 C=-4.83226e-02 D=-1.69170e-01 E=7.89854e-03
 F=0.00000e+00

R12 k=-2.86549e+00 B=-2.19540e-02 C=1.90603e-01 D=-6.03124e-01 E=7.17200e-01
 F=-5.29660e-02

【0 0 7 2】

【外 4】

20

30

40

数值実施例 4

$f = 1 \sim 2.95 \quad F \text{ no} = 2.77 \sim 4.80 \quad 2\omega = 61.7^\circ \sim 22.9^\circ$

R 1 =	11.859	D 1 =	0.23	N 1 =	1.802380	ν 1 =	40.7
R 2 =	0.886(非球面)	D 2 =	0.35				
R 3 =	1.689	D 3 =	0.38	N 2 =	1.846660	ν 2 =	23.9
R 4 =	5.373	D 4 =	可変				
R 5 =	絞り	D 5 =	0.12				
R 6 =	0.868(非球面)	D 6 =	0.40	N 3 =	1.743300	ν 3 =	49.3
R 7 =	2.419	D 7 =	0.11	N 4 =	1.647689	ν 4 =	33.8
R 8 =	0.732	D 8 =	0.12				
R 9 =	1.890	D 9 =	0.09	N 5 =	1.846660	ν 5 =	23.9
R10 =	1.093	D10 =	0.33	N 6 =	1.603112	ν 6 =	60.6
R11 =	-3.344	D11 =	可変				
R12 =	2.445	D12 =	0.27	N 7 =	1.487490	ν 7 =	70.2
R13 =	-37.684	D13 =	0.45				
R14 =	∞	D14 =	0.46	N 8 =	1.516330	ν 8 =	64.1
R15 =	∞						

10

焦点距離	1.00	2.50	2.95
可変間隔			
D 4	2.98	0.60	0.35
D11	0.83	2.82	3.36

20

非球面係数

R2 k=-1.55665e+00 B=1.47610e-01 C=-2.95829e-02 D=3.79213e-02 E=-5.88716e-02
 F=3.15479e-02

30

R6 k=-1.02390e-01 B=-5.07761e-02 C=-3.18134e-02 D=-5.79304e-02 E=-2.08294e-02
 F=0.00000e+00

【0073】

【表1】

条件式		実施例			
		1	2	3	4
(1)	M3/fw	0.173	0.241	0.324	0.173
(2)	f1/ft	0.838	0.855	0.890	0.857
(3)	f3/ft	1.588	1.648	1.665	1.600
(4)	f2/ft	0.719	0.720	0.725	0.759
(5)	(R3f+R3r)/(R3f-R3r)	-1.032	-1.127	--	-0.878

40

【0074】

【発明の効果】

本発明によれば、構成レンズ枚数の少ない、コンパクトで、小径化を達成した高変倍比で、優れた光学性能を有する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

50

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】本発明の数値実施例 3 のレンズ断面図
- 【図 10】本発明の数値実施例 3 の広角端の収差図
- 【図 11】本発明の数値実施例 3 の中間の収差図
- 【図 12】本発明の数値実施例 3 の望遠端の収差図
- 【図 13】本発明の数値実施例 4 のレンズ断面図
- 【図 14】本発明の数値実施例 4 の広角端の収差図
- 【図 15】本発明の数値実施例 4 の中間の収差図
- 【図 16】本発明の数値実施例 4 の望遠端の収差図
- 【図 17】本発明の光学機器の要部概略図

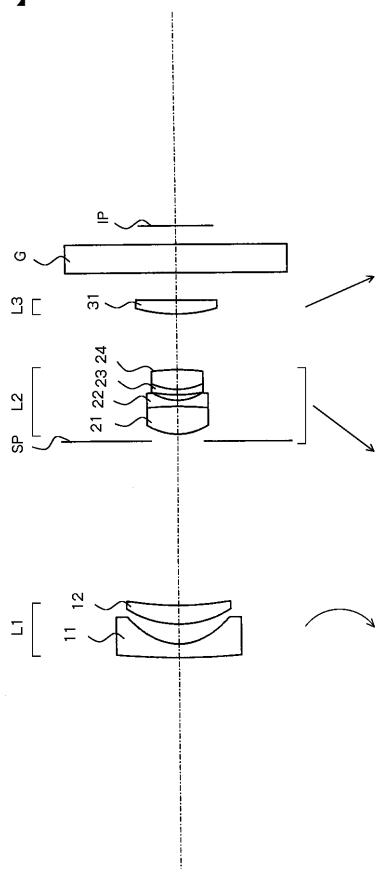
【符号の説明】

- L 1 第 1 群
- L 2 第 2 群
- L 3 第 3 群
- S P 絞り
- I P 像面
- d d 線
- g g 線
- S サジタル像面
- M メリディオナル像面

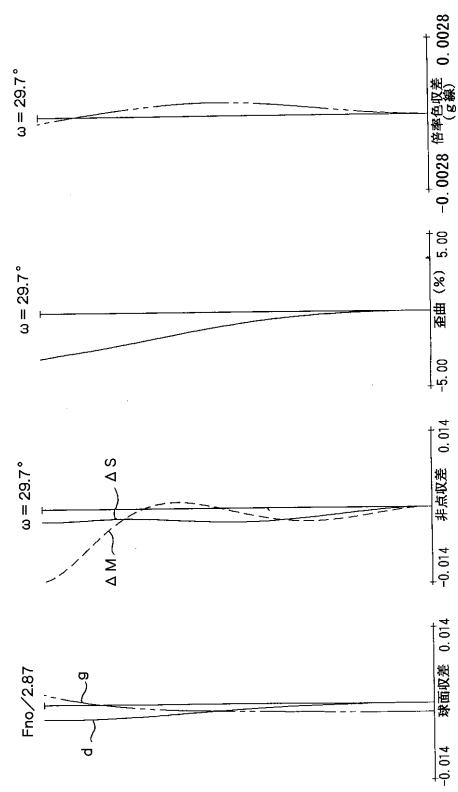
10

20

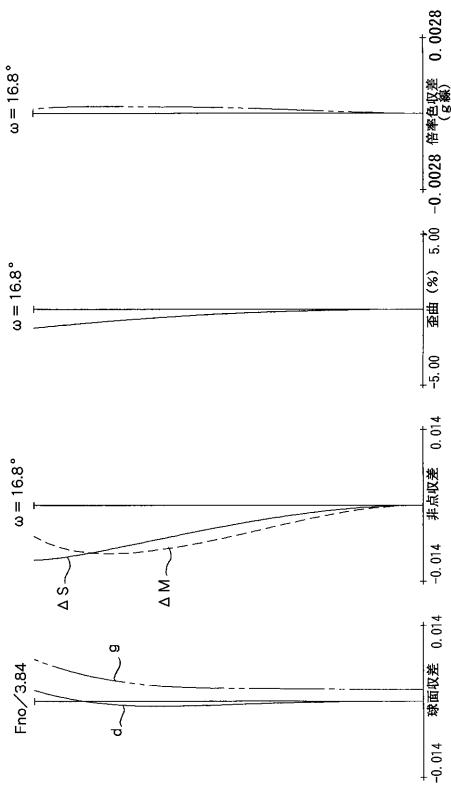
【図1】



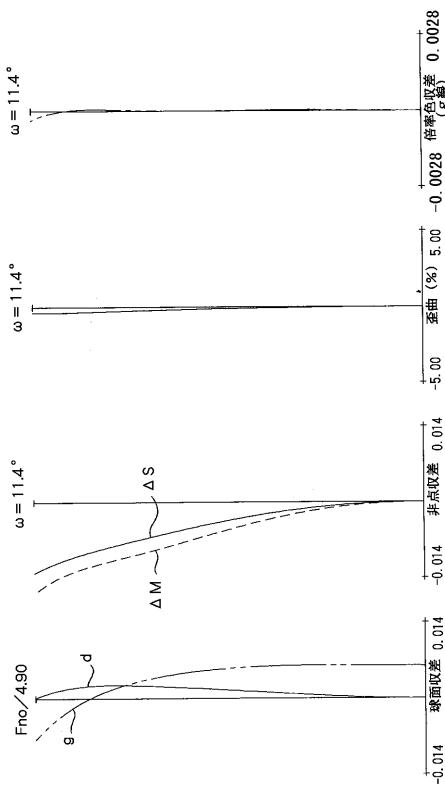
【図2】



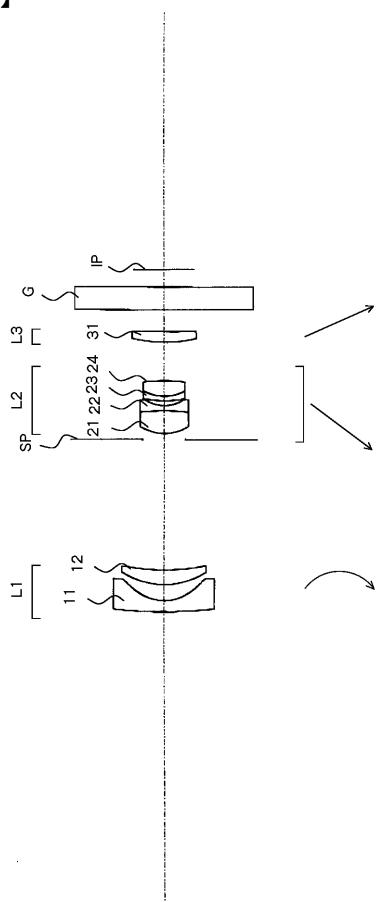
【図3】



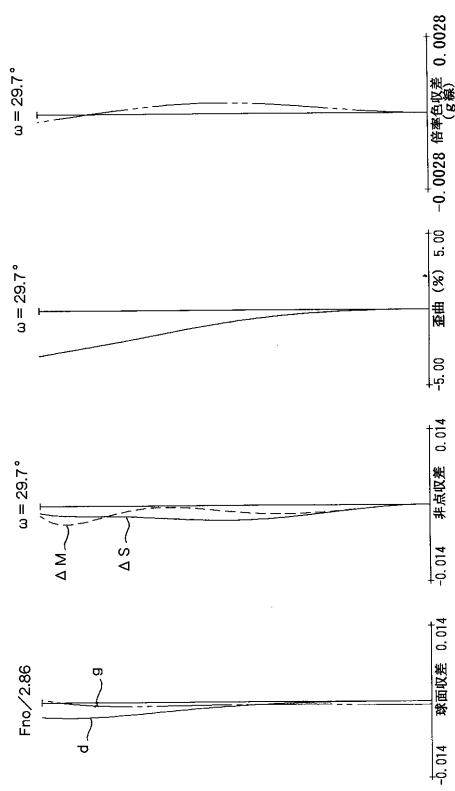
【図4】



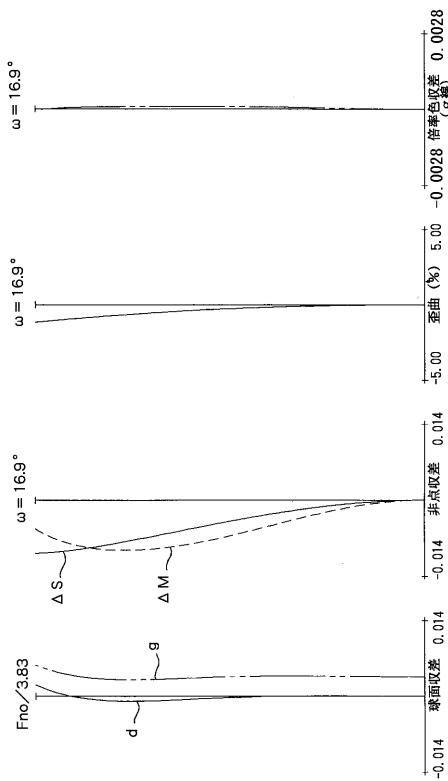
【図5】



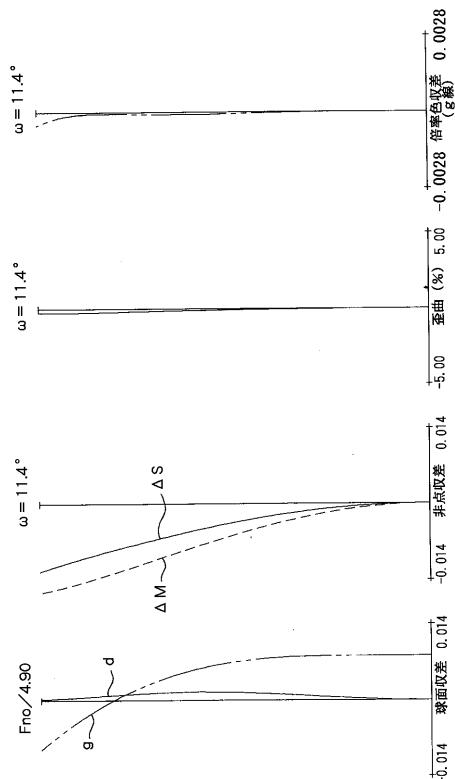
【図6】



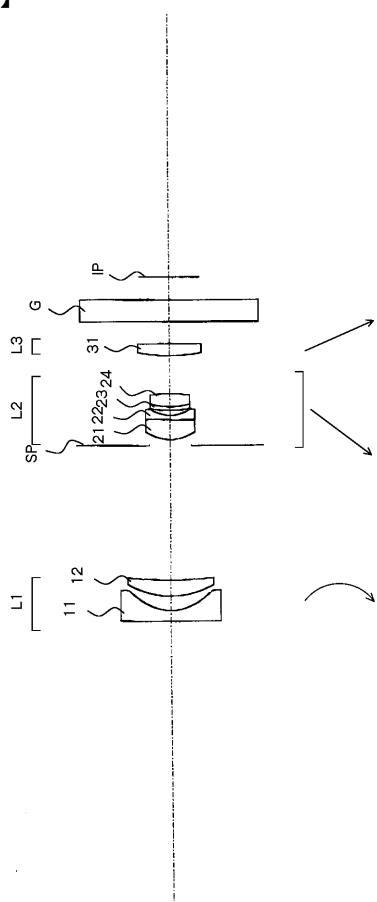
【図7】



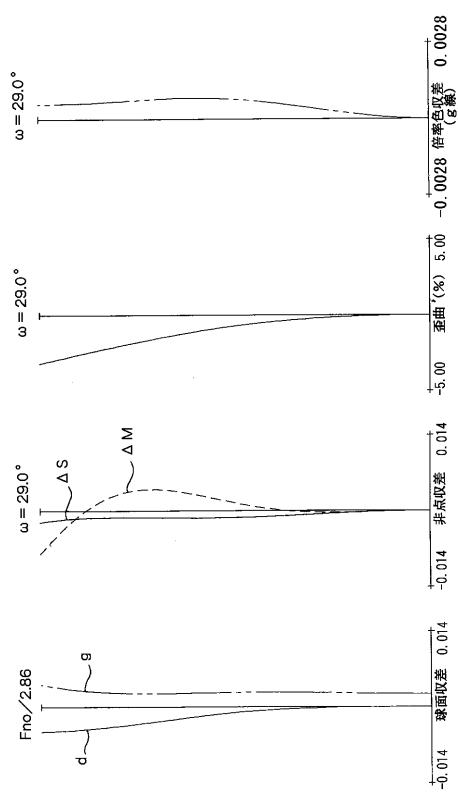
【図8】



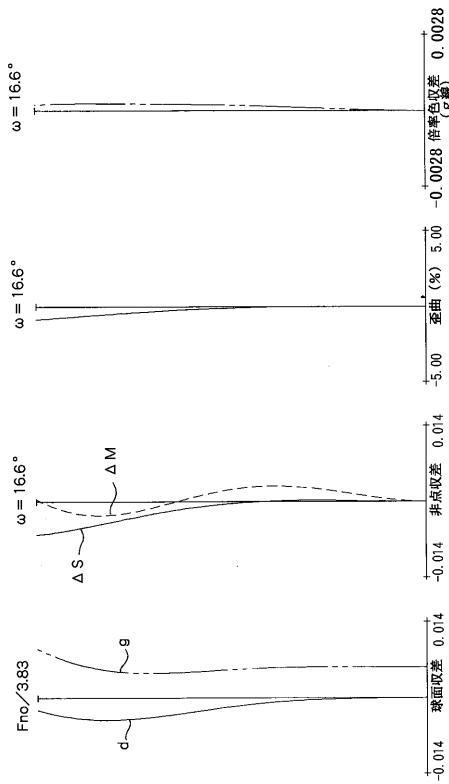
【図 9】



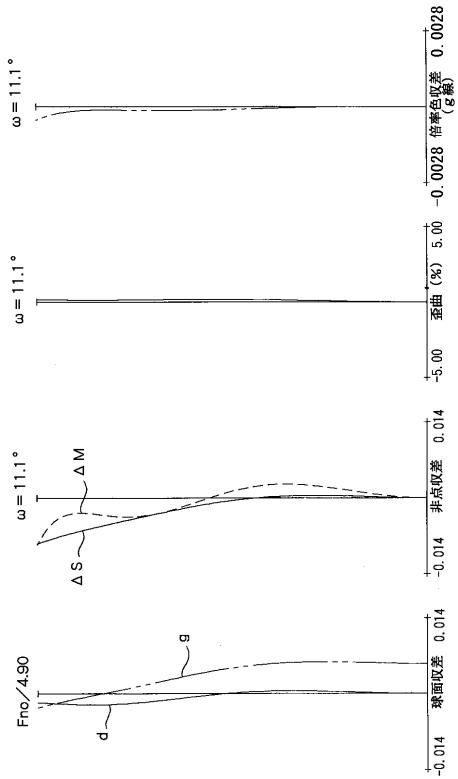
【図 10】



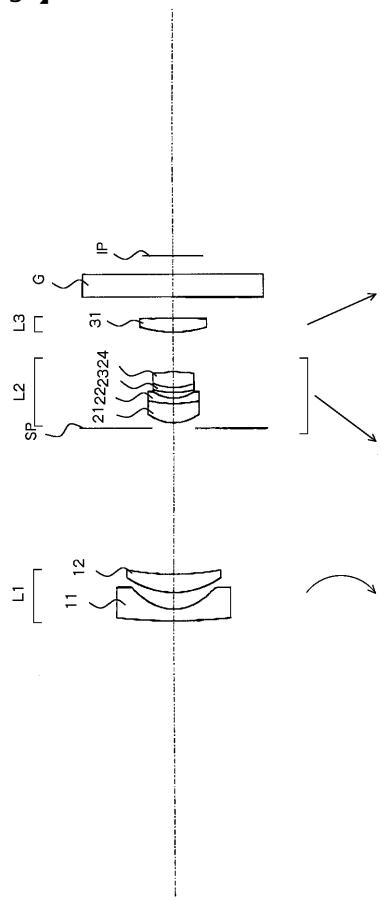
【図 11】



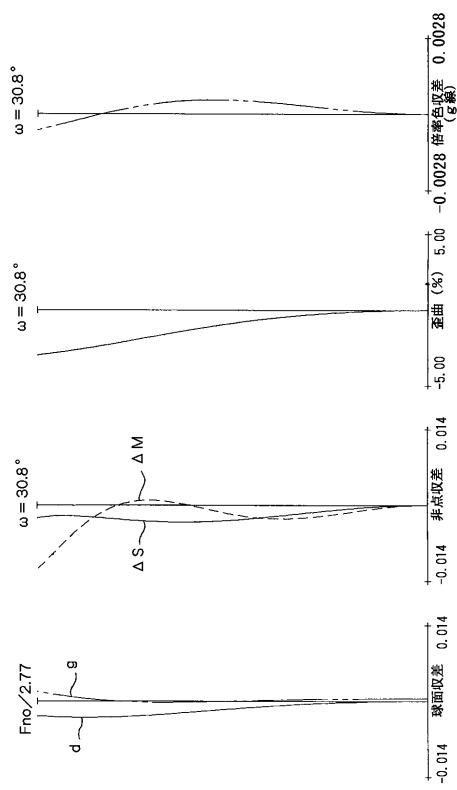
【図 12】



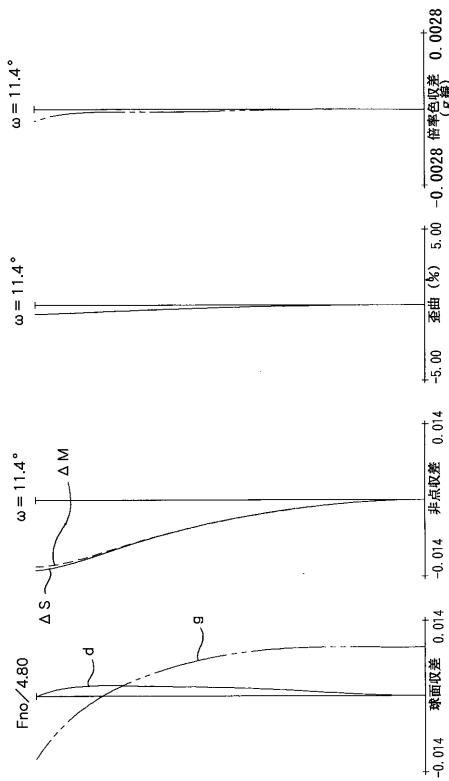
【図 1 3】



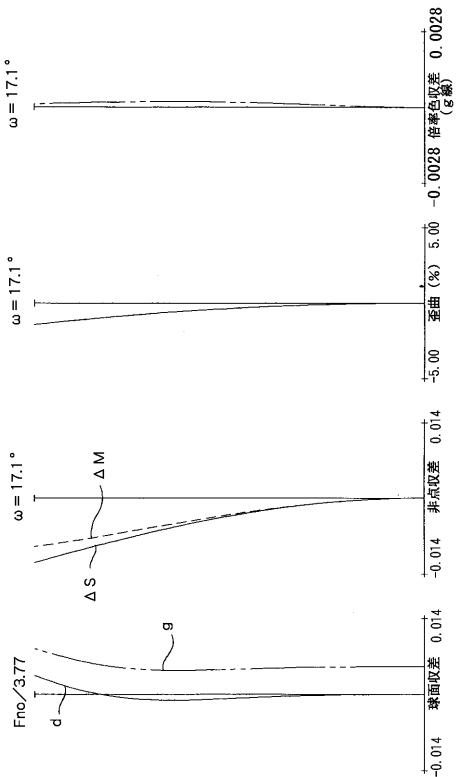
【図 1 4】



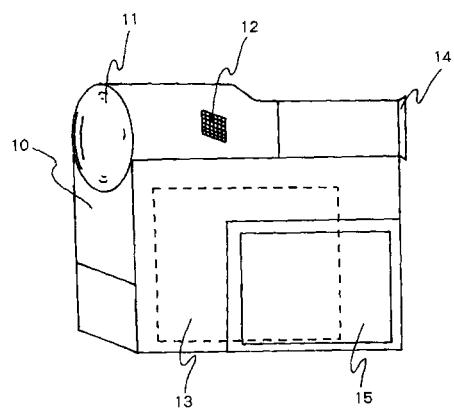
【図 1 5】



【図 1 6】



【図17】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平11-119101(JP,A)
特開平11-095104(JP,A)
特開平10-213745(JP,A)
特開平11-052237(JP,A)
特開平11-287953(JP,A)
特開平10-293253(JP,A)
特開平03-024001(JP,A)
特開2001-343587(JP,A)
特開2000-267009(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G02B 15/16