(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3678522号
(P3678522)
(45)発行日　平成17年8月3日(2005.8.3)　(24)登録日　平成17年5月20日(2005.5.20)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G02B 15/16　G02B 15/16
G02B 13/18　G02B 13/18

請求項の数 13　(全 19 頁)

(21)出願番号　特願平9-177
(22)出願日　平成9年1月6日(1997.1.6)
(65)公開番号　特開平10-197793
(43)公開日　平成10年7月31日(1998.7.31)
審査請求日　平成14年11月20日(2002.11.20)

(73)特許権者　000000376
オリンパス株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号
(74)代理人　100097777
弁理士　韮澤　弘
(74)代理人　100088041
弁理士　阿部　龍吉
(74)代理人　100092495
弁理士　蛭川　昌信
(74)代理人　100095120
弁理士　内田　亘彦
(74)代理人　100095980
弁理士　菅井　英雄
(74)代理人　100094787
弁理士　青木　健二

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ズームレンズを備えたカメラ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

最も像側に負の屈折力を有するレンズ群が配置された複数のレンズ群よりなり、少なくとも一つのレンズ群間隔を変化させることにより変倍を行い、以下の条件を満足することを特徴とするズームレンズを備えたカメラ。

（１）　０．０１＜－１／（ＨＢ×ｔａｎω）＜０．０５　（１／ｍｍ）

（３）’０．６＜－f_N／f_W＜１．０

（４）　－１．２＜Σｄ／f_N＜－０．３

ここで、ＨＢは物点が無限遠の場合の広角端においてレンズ最終面から全系の後側主点位置までの距離、ωは物点が無限遠の場合の広角端での半画角、f_Wは物点が無限遠の場合の広角端での焦点距離、f_Nは最も像側に配置された負の屈折力を有するレンズ群の焦点距離、Σｄは最も像側に配置された負の屈折力を有するレンズ群の光軸上の厚みである。

【請求項２】

以下の条件を満足することを特徴とする請求項１記載のズームレンズを備えたカメラ。

（５）　０．３＜ＩＨ／f_W＜１．２

ここで、ＩＨはフィルム対角長の１／２の長さである。

【請求項３】

物体側より順に、全体として正の屈折力を有する前群と、前記負の屈折力を有するレンズ群である全体としての負の屈折力を有する後群とからなり、双方の間隔を変えて変倍を行い、以下の条件を満足することを特徴とする請求項１又は２記載のズームレンズを備え

たカメラ。
（２）　０．０４＜f_{BW}／f_{W}＜０．２
ここで、f_{BW}は物点が無限遠の広角端でのバックフォーカスである。
【請求項４】
以下の条件を満足することを特徴とする請求項１から３の何れか１項記載のズームレンズを備えたカメラ。
（１）’０．０２＜－１／（ＨＢ×ｔａｎω）＜０．０５　（１／ｍｍ）
【請求項５】
物体側より順に、全体として正の屈折力を有する前群と、前記負の屈折力を有するレンズ群である後群とを配置し、双方の間隔を変えて変倍を行い、以下の条件を満足することを特徴とする請求項１又は２記載のズームレンズを備えたカメラ。
（２）’０．０８＜f_{BW}／f_{W}＜０．１５
ここで、f_{BW}は物点が無限遠の広角端でのバックフォーカスである。
【請求項６】
物体側より順に、全体として正の屈折力を有する前群と、前記負の屈折力を有するレンズ群である後群とを配置し、双方の間隔を変えて変倍を行い、以下の条件を満足することを特徴とする請求項１又は２記載のズームレンズを備えたカメラ。
（１）’０．０２＜－１／（ＨＢ×ｔａｎω）＜０．０５　（１／ｍｍ）
（２）’０．０８＜f_{BW}／f_{W}＜０．１５
ここで、f_{BW}は物点が無限遠の広角端でのバックフォーカスである。
【請求項７】
物体側より順に、正の屈折力の前群と、前記負の屈折力を有するレンズ群である後群とからなることを特徴とする請求項１又は２記載のズームレンズを備えたカメラ。
【請求項８】
物体側より順に、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、前記負の屈折力を有するレンズ群である第３レンズ群とを配置したことを特徴とする請求項１又は２記載のズームレンズを備えたカメラ。
【請求項９】
物体側より順に、負の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、前記負の屈折力を有するレンズ群である第３レンズ群とを配置したことを特徴とする請求項１又は２記載のズームレンズを備えたカメラ。
【請求項１０】
物体側より順に、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群と、前記負の屈折力を有するレンズ群である第４レンズ群とを配置したことを特徴とする請求項１又は２記載のズームレンズを備えたカメラ。
【請求項１１】
前記前群でフォーカシングをすることを特徴とする請求項３、５、６又は７記載のズームレンズを備えたカメラ。
【請求項１２】
前記正のレンズ群でフォーカシングをすることを特徴とする請求項９記載のズームレンズを備えたカメラ。
【請求項１３】
最も像側に配置された前記負の屈折力を有するレンズ群は、光軸から離れるに従って正の屈折力が強くなるような形状の少なくとも１面の非球面を有することを特徴とする請求項１から３の何れか１項記載のズームレンズを備えたカメラ。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、小型のズームレンズを備えたカメラに関し、特に、軸外収差が良好に補正され

たバックフォーカスの短いズームレンズを備えたレンズシャッターカメラ等に関するものである。また、本発明は、ライカ判よりも大きなフィルムサイズのカメラに関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

従来より、レンズシャッターカメラ等に用いられる小型のズームレンズとしては、特開昭５６－１２８９１１号等に開示されているように、前群を正レンズ群、後群を負レンズ群の構成にしたタイプがよく知られている。このタイプは、正・負配置のいわゆるテレフォトタイプを構成しているので、後群の屈折力を効率よく上げることにより小型化を達成することが可能である。しかし、このタイプは２つの群を移動させることで変倍を行っているので、自由度が小さく高変倍比化や高性能化には限界がある。

【０００３】

そのため、最近では、特開昭６３－２５６１３号等に開示されているように、物体側より順に、負、正、負の３群構成にしたタイプや、特開昭６３－３２５１３号等に開示されているように、更にその後ろに正又は負のレンズ群を付加した４群構成のズームレンズが多数提案されている。

【０００４】

また、特開昭６３－１５３５１１号等に開示されているように、物体側より順に、正、正、負の３群構成にしたタイプや、特開昭６３－４３１１５号等に開示されているように、正、正、負の３群構成のタイプの第２群を負・正に分割した正、負、正、負の４群構成のズームレンズが多数提案されている。

【０００５】

しかし、これらの例は全てライカサイズのフィルムフォーマットを基準としており、それ以上に大きなフィルムサイズへ適用するという視点は含まれていない。さらに、これらの例では、良好な収差性能を維持したままバックフォーカスを短くしてレンズ系を小型化することは最早限界であった。そのため、広角端でのバックフォーカスを更に短くすることは、最像側の負レンズ群のパワーアップを意味し、この負レンズ群により補正していた軸外収差が過剰に補正されすぎてしまい、反対に光学性能の劣化を招くことになる。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は従来技術のこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、最も像側に配置された負レンズ群を効果的に使って軸外収差を補正した小型のズームレンズを備えたカメラを提供することである。

【０００７】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明の第１のズームレンズを備えたカメラは、最も像側に負の屈折力を有するレンズ群が配置された複数のレンズ群よりなり、少なくとも一つのレンズ群間隔を変化させることにより変倍を行い、以下の条件を満足することを特徴とするものである。

（１）　０．０１＜－１／（ＨＢ×ｔａｎω）＜０．０５　（１／ｍｍ）

（３）’０．６＜－f_N／f_W＜１．０

（４）　－１．２＜Σｄ／f_N＜－０．３

ここで、ＨＢは物点が無限遠の場合の広角端においてレンズ最終面から全系の後側主点位置までの距離、ωは物点が無限遠の場合の広角端での半画角、f_Wは物点が無限遠の場合の広角端での焦点距離、f_Nは最も像側に配置された負の屈折力を有するレンズ群の焦点距離、Σｄは最も像側に配置された負の屈折力を有するレンズ群の光軸上の厚みである。

【００１２】

（１）　０．０１＜－１／（ＨＢ×ｔａｎω）＜０．０５　（１／ｍｍ）

（３）　０．６＜－f_N／f_W＜１．５

ここで、ＨＢは物点が無限遠の場合の広角端においてレンズ最終面から全系の後側主点位

置までの距離、ωは物点が無限遠の場合の広角端での半画角、f_W は物点が無限遠の場合の広角端での焦点距離、f_N は最も像側に配置された負の屈折力を有するレンズ群の焦点距離である。

【００１３】

以下、本発明において上記の構成をとる理由と作用について説明する。

レンズ系を小型にするためには、像側に負の屈折力成分を配置することによりテレフォトタイプとして、全系の後側主点を物体側に移動させることが一般的である。像面との間に特にミラーを配置する必要のないタイプのズームレンズも同様で、最も像側に負のレンズ群を配置することで、レンズ系の小型化を達成している。像側の負レンズ群の屈折力を強くすればそれだけ全長の小型化は達成できるが、特に広角端の軸外収差の発生量が大きくなり、その補正が困難となる。

【００１４】

そこで、本発明に用いるズームレンズでは、上記の構成をとり、さらに、条件式（１）を満足させることで、レンズ系の小型化を図ったまま、特に広角端における軸外収差を良好に補正することを可能にしたものである。

【００１５】

軸外収差には、ザイデルの５収差の表現を使うと、非点収差と像面湾曲、コマ収差、歪曲収差がある。これら軸外収差は、非点収差と像面湾曲は入射半画角の２乗に、コマ収差は１乗に、歪曲収差は３乗に比例してそれらの発生量が大きくなる。また、屈折面の光線高が高くなればそれだけ発生量も増え、最も像側に配置された負のレンズ群においては、特に広角端の軸外光線の光線高が高くなるため、その発生量も大きくなる。そのため、一般には、入射半画角を不変のままで軸外収差の補正を行うために、軸外光線の光線高を低くして収差の発生量自体を小さくすることが行われている。これを最も像側に配置された負のレンズ群に適用すると、広角端の焦点距離に対してバックフォーカスを小さくすることが不可能となり、レンズ系の小型化が図れなくなる。

【００１６】

一方、本発明に用いるズームレンズでは、広角端の焦点距離に対してバックフォーカスを十分小さくすることにより、意図的に最も像側に配置された負のレンズ群を通る軸外光線の光線高を高くする。そのことで、軸外収差が発生しやすくなるが、それをコントロールさせるように後で記載する条件式（３）’、（４）を満足するようにしたものである。

【００１７】

条件式（１）はそのために設定したもので、同じ入射半画角でより効果的に軸外収差の補正が可能なように、軸外光線の光線高を規定するための条件式である。条件式（１）の下限の０．０１を越えると、軸外光線の光線高が高くなりすぎ、その発生量が大きくなりすぎるばかりか、それを負レンズ群内でコントロールすること自体が不可能となり、十分な収差補正ができなくなってしまう。また、上限の０．０５を越えると、逆に軸外光線の光線高が低くなり、広角端の焦点距離に対しバックフォーカスが長くなり、レンズ系の小型化が図れなくなってしまう。

【００１８】

また、特に２群ズームレンズの場合は、物体側より順に、全体として正の屈折力を有する前群と、全体としての負の屈折力を有する後群とを配置し、双方の間隔を変えて変倍を行い、前記の条件式（１）と（２）を満足するようにする。

【００１９】

前群正、後群負の２群ズームの場合は、条件式（１）を満足することで、レンズ系の小型化と広角端での軸外収差補正が良好に行われるが、条件式（２）を満足することで、更にそれを良好にすることができる。条件式（１）の作用効果は上記の通りであり、条件式（２）は、負の後群を通る軸外光線の光線高とレンズ系の小型化をバランスさせるために、広角端のバックフォーカスを規定した条件式である。

【００２０】

条件式（２）の下限の０．０４を越えると、全系の後側主点位置が物体側に必要以上に

大きく移動し、負の後群を通る軸外光線の光線高が高くなりすぎる結果、後群だけではコントロールできなくなる量の軸外収差が発生してしまう。また、さらに、バックフォーカスが短くなりすぎて、フィルム上にレンズのゴミ等が写り込んでしまう。条件式（２）の上限の０．２を越えると、広角端の焦点距離に対するバックフォーカスが長くなりすぎ、レンズ系の小型化が図れない。以上の構成と、条件式（１）、（２）、（３）’（４）を満足することにより、正・負の２群ズームレンズは更に良好な結果が得られる。

【００２１】

また、さらに、３群以上のズームレンズの場合は、最も像側に負の屈折力を有するレンズ群が配置された複数のレンズ群よりなり、少なくとも一つのレンズ群間隔を変化させることにより変倍を行い、前記の条件式（１）と（３）を満足するようにする。

【００２２】

最も像側に負の屈折力のレンズ群を配置した３群以上のズームレンズの場合には、条件式（１）、（３）’（４）を満足することで、レンズ系の小型化と広角端での軸外収差補正が良好に行われる。

条件式（１）の作用効果は上記の通りであり、条件式（３）’は、最も像側に配置された負の屈折力を有するレンズ群の焦点距離を規定することで、軸外収差を積極的に補正できるだけの軸外収差の発生量を確保すると同時に、レンズ系の小型化を達成するために設定した条件式である。

【００２３】

条件式（３）’の下限の０．６を越えると、最も像側に配置された負の屈折力を有するレンズ群の屈折力が強くなり、発生する収差量が大きくなりすぎてその補正ができなくなると同時に、広角端での全系の後側主点が必要以上に物体側へ移動してしまう結果、バックフォーカスが短くなり、フィルム上にゴミ等が写り込んでしまう。また、上限の１．０を越えると、逆にバックフォーカスが長くなり、レンズ系の小型化が図れなくなる上、広角端で最も像側に配置された負の屈折力を有するレンズ群で発生する軸外収差の発生量が小さく、全系でその補正ができなくなってしまう。以上の構成と、条件式（１）、（３）’を満足することにより、最も像側に負の屈折力のレンズ群を配置した３群以上のズームレンズは更に良好な結果が得られる。

【００２４】

また、条件式（３）’は、正・負の２群ズームレンズの場合にも適用が可能で、これを満足することにより、レンズ系の小型化を達成することができる。

【００２５】

そして、本発明に用いるズームレンズは、以下の条件式を満足することで、更に良好な収差補正が可能である。

（４）　$-1.2<\Sigma d/f_N<-0.3$

ここで、Σｄは最も像側に配置された負の屈折力を有するレンズ群の光軸上の厚みである。

【００２６】

条件式（４）は、軸外収差の中でも特に非点収差と歪曲収差を補正する目的で、最も像側に配置された負の屈折力を有するレンズ群の厚みを規定した条件式であり、その上限－０．３、下限－１．２の範囲を越えると、特に、それぞれの収差が補正不足、補正過剰となり、十分な性能を満足することができなくなってしまう。

【００２７】

なお、条件式（１）、（２）の数値範囲の中でも、それぞれ以下の条件式（１）’、（２）’の数値範囲に限定することで、更なる軸外収差の補正と全系の小型化が可能である。

【００２８】

（１）’$0.02<-1/(HB\times\tan\omega)<0.05$　（１／ｍｍ）

（２）’$0.08<f_{BW}/f_W<0.15$

また、本発明のズームレンズを３群で構成する場合は、物体側より順に、正、正、負あ

るいは負、正、負の群構成が望ましい。特に、正、正、負の３群で構成した場合には、高変倍比化と小型化に有利であり、負、正、負の３群で構成した場合には、その対称性から軸外収差の補正に有利であるためである。また、これらの場合、レンズ系の最も物体側の面を物体に対して凹面とすることにより、特にその面で軸外光線の入射角を大きくし、最も像側に配置された負の屈折力を有するレンズ群で発生する軸外収差とキャンセルするような収差を発生させ、良好な軸外性能を得ることができる。なお、例えば正、正、負の３群構成のズームレンズの第２群を負正に分割し、正、負、正、負の４群構成にすれば、自由度が更に増えて収差補正上有利なのはいうまでもない。

【００２９】

また、本発明に用いるズームレンズはどこでフォーカシングをすることも可能であるが、２群構成のズームレンズの場合は、正の前群で、３群構成のズームレンズの場合は、正の第２群をフォーカシング群として用いるのが、物点位置の違いによる収差変動が小さくて好ましい。

【００３０】

さらに、３群以上の構成のズームレンズの場合は、フローティングの考えを導入し、２つ以上の群を独立に移動させることによりフォーカシングを行うことが可能なのはいうまでもない。

【００３１】

また、さらに、本発明に用いるズームレンズに非球面を導入すれば、なお一層良好な性能が得られる。特に軸外収差を補正する目的で、最も像側に配置された負の屈折力を有するレンズ群に非球面を導入する場合は、少なくとも１面は光軸から離れるに従って正の屈折力が強くなるような形状の非球面が望ましい。また、正の屈折力を有するレンズ群に、特に望遠端の球面収差を補正する目的で非球面を導入する場合は、少なくとも１面は光軸から離れるに従って正の屈折力が弱くなるような形状の非球面が望ましい。

また、本発明に用いるズームレンズにプラスチックレンズに用いれば、コスト上有利であり、非球面レンズをプラスチックで構成すれば、生産上も好ましい。

【００３２】

また、本発明に用いるズームレンズは、広角端を以下の条件式（５）を満足するような範囲に設定することで、以上説明してきた作用効果をさらに活かすことが可能である。

（５）　０．３＜ＩＨ／f_W＜１．２

ここで、ＩＨはフィルム対角長の１／２の長さ、f_Wは物点が無限遠の場合の広角端での焦点距離である。

条件式（５）の上限１．２、下限０．３の範囲を越えると、レンズ系の広角端での小型化と軸外収差のバランスが崩れ、所望の性能を得ることができなくなってしまう。

【００３３】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に用いるズームレンズの実施例１～５について図面を参照にして説明する。図１～図５に物点無限遠における実施例１～５のレンズ断面図を示す。各図中、（ａ）は広角端、（ｂ）は中間焦点距離、（ｃ）は望遠端での断面図である。

【００３４】

実施例１～５中、実施例１と実施例２は、前群Ｇ１が正、後群Ｇ２が負の屈折力を有する２群ズームレンズの例であり、実施例３と実施例４は、物体側から順に、正、正、負の屈折力を有する３群ズームレンズの例であり、実施例５は、物体側から順に、負、正、負の屈折力を有する３群ズームレンズの例である。なお、実施例５は、第２群Ｇ２を移動させることにより－１／５０倍の近距離物点にフォーカシングするようにしている。

【００３５】

各実施例の数値データは後記するが、実施例１においては、図１に示すように、第１群（前群）Ｇ１は、物体側に凸の正メニスカスレンズと、両凹レンズと、両凸レンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、絞りとからなり、第２群（後群）Ｇ２は、像側に凸の正メニスカスレンズと、像側に凸の負メニスカスレンズ２枚とからなる。非球面は、第２群

Ｇ２の最も物体側の面１面に用いられている。なお、第２群Ｇ２の最も物体側のレンズはプラスチックレンズである。

【００３６】

実施例２においては、図２に示すように、第１群（前群）Ｇ１は、物体側に凸の正メニスカスレンズと、像側に凸の負メニスカスレンズと、両凹レンズと、両凸レンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、絞りとからなり、第２群（後群）Ｇ２は、像側に凸の正メニスカスレンズと、像側に凸の負メニスカスレンズ２枚とからなる。非球面は用いられていない。

【００３７】

実施例３においては、図３に示すように、第１群Ｇ１は、物体側に凸の正メニスカスレンズと、像側に凸の負メニスカスレンズとからなり、第２群Ｇ２は、両凹レンズと、両凸レンズ２枚と、絞りとからなり、第３群Ｇ３は、像側に凸の正メニスカスレンズと、両凹レンズと、像側に凸の負メニスカスレンズとからなる。非球面は、第２群Ｇ２の絞りの前の面１面に用いられている。

【００３８】

実施例４においては、図４に示すように、第１群Ｇ１は、両凹レンズと、両凸レンズとからなり、第２群Ｇ２は、両凹レンズと、両凸レンズ２枚と、絞りとからなり、第３群Ｇ３は、像側に凸の正メニスカスレンズと、両凹レンズと、像側に凸の負メニスカスレンズとからなる。非球面は、第１群Ｇ１の両凹レンズの像側の面１面に用いられている。

【００３９】

実施例５においては、図５に示すように、第１群Ｇ１は、両凹レンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、像側に凸の負メニスカスレンズとからなり、第２群Ｇ２は、物体側に凸の負メニスカスレンズと物体側に凸の正メニスカスレンズとの接合レンズと、両凸レンズと、絞りとからなり、第３群Ｇ３は、像側に凸の正メニスカスレンズと、物体側に凸の正メニスカスレンズと、像側に凸の負メニスカスレンズとからなる。非球面は、第１群Ｇ１の両凹レンズの像側の面と、第２群Ｇ２の最も物体側の面の２面に用いられている。

【００４０】

以下に、上記各実施例の数値データを示すが、記号は上記の外、ｆは全系焦点距離、F_{NO}はＦナンバー、２ωは画角、f_Bはバックフォーカス、r_1、r_2…は各レンズ面の曲率半径、d_1、d_2…は各レンズ面間の間隔、n_{d1}、n_{d2}…は各レンズのｄ線の屈折率、ν_{d1}、ν_{d2}…は各レンズのアッベ数である。なお、非球面形状は、ｘを光の進行方向を正とした光軸とし、ｙを光軸と直行する方向にとると、下記の式にて表される。

$x=(y^2/r)/[1+\{1-(K+1)(y/r)^2\}^{1/2}]+A_4y^4+A_6y^6+A_8y^8+A_{10}y^{10}$

ただし、ｒは近軸曲率半径、Ｋは円錐係数、A_4、A_6、A_8、A_{10}はそれぞれ４次、６次、８次、１０次の非球面係数である。

【００４１】

実施例１

ｆ　＝57.48190～69.48431～89.45734

F_{NO}＝ 3.872 ～ 4.787 ～ 6.077

２ω＝60.596°～53.098°～42.926°

f_B ＝ . ～ . ～ .

ＩＨ＝34.85mm

r_1 = 27.7244	d_1 = 3.5254	n_{d1} =1.71300	ν_{d1} =53.84
r_2 = 122.4137	d_2 = 2.8434		
r_3 = -59.8497	d_3 = 3.5191	n_{d2} =1.83400	ν_{d2} =37.17
r_4 = 34.4570	d_4 = 1.8420		
r_5 = 77.5696	d_5 =16.5530	n_{d3} =1.58313	ν_{d3} =59.38
r_6 = -32.8760	d_6 = 0.2420		
r_7 = 38.3177	d_7 = 2.5486	n_{d4} =1.51823	ν_{d4} =58.96

r_8 = 361.0018 d_8 = 1.2907
r_9 = ∞（絞り） d_9 =(可変)
r_{10}= -104.2747（非球面） d_{10}= 6.9367 n_{d5} =1.52542 ν_{d5} =55.78
r_{11}= -69.7755 d_{11}= 4.2091
r_{12}= -36.3975 d_{12}= 1.4864 n_{d6} =1.78590 ν_{d6} =44.19
r_{13}= -54.0732 d_{13}=11.0520
r_{14}= -19.3697 d_{14}= 2.3686 n_{d7} =1.72916 ν_{d7} =54.68
r_{15}= -37.4152

ズーム間隔

f	57.48190	69.48431	89.45734
dg	15.34222	9.37008	2.98419

非球面係数
第１０面
K = 0
A_4 = 1.0069 ×10^{-5}
A_6 =-3.2735 ×10^{-8}
A_8 = 4.3649 ×10^{-10}
A_{10}=-1.4686 ×10^{-12} 。

【００４２】
実施例２
f ＝56.49997～70.49962～89.63455
F_{NO}＝ 3.946 ～ 4.923 ～ 6.035
２ω＝61.944°～52.980°～43.146°
f_B ＝ . ～ . ～ .
ＩＨ＝34.85mm
r_1 = 30.1324 d_1 = 3.0455 n_{d1} =1.69680 ν_{d1} =55.53
r_2 = 64.0157 d_2 = 2.5724
r_3 = -37.4440 d_3 = 9.7899 n_{d2} =1.78590 ν_{d2} =44.19
r_4 = -39.8481 d_4 = 0.7910
r_5 = -61.3819 d_5 = 3.5800 n_{d3} =1.83400 ν_{d3} =37.17
r_6 = 45.1134 d_6 = 0.8675
r_7 = 64.1348 d_7 = 6.5821 n_{d4} =1.60311 ν_{d4} =60.68
r_8 = -37.7502 d_8 = 0.2000
r_9 = 38.0136 d_9 = 5.4007 n_{d5} =1.62280 ν_{d5} =57.04
r_{10}= 266.1204 d_{10}= 1.2907
r_{11}= ∞（絞り） d_{11}=(可変)
r_{12}= -81.9778 d_{12}= 3.0084 n_{d6} =1.83400 ν_{d6} =37.17
r_{13}= -35.9506 d_{13}= 0.2000
r_{14}= -50.1773 d_{14}= 5.7885 n_{d7} =1.72916 ν_{d7} =54.68
r_{15}= -737.8817 d_{15}=10.7738
r_{16}= -22.5194 d_{16}= 2.8000 n_{d8} =1.78590 ν_{d8} =44.19
r_{17}= -48.3899

ズーム間隔

f	56.49997	70.49962	89.63455
d_{11}	20.66005	11.68570	3.95382

【００４３】

実施例３

f ＝56.98133～70.46247～89.45954

F_{NO}＝ 4.307 ～ 5.340 ～ 6.750

2ω＝61.596°～52.174°～42.614°

f_B ＝ . ～ . ～ .

ＩＨ＝34.85mm

r_1 = 32.4052	d_1 = 3.2000	n_{d1} =1.69680	ν_{d1} =55.53
r_2 = 45.7497	d_2 = 4.0340		
r_3 = -36.6768	d_3 = 8.3167	n_{d2} =1.78590	ν_{d2} =44.19
r_4 = -42.7845	d_4 =(可変)		
r_5 = -35.1280	d_5 = 3.2710	n_{d3} =1.83400	ν_{d3} =37.17
r_6 = 59.6928	d_6 = 0.2000		
r_7 = 25.1868	d_7 = 6.6603	n_{d4} =1.60311	ν_{d4} =60.68
r_8 = -34.5814	d_8 = 0.2000		
r_9 = 50.7268	d_9 = 2.8000	n_{d5} =1.62280	ν_{d5} =57.04
r_{10}= -457.9309（非球面）	d_{10}= 1.5000		
r_{11}= ∞（絞り）	d_{11}=(可変)		
r_{12}= -124.8078	d_{12}= 3.4804	n_{d6} =1.83400	ν_{d6} =37.17
r_{13}= -30.2302	d_{13}= 0.2000		
r_{14}= -40.2138	d_{14}= 2.5000	n_{d7} =1.74100	ν_{d7} =52.65
r_{15}= 112.8500	d_{15}=10.0460		
r_{16}= -17.7043	d_{16}= 2.8000	n_{d8} =1.78590	ν_{d8} =44.19
r_{17}= -33.5387			

ズーム間隔

f	56.98133	70.46247	89.45954
d_4	5.03699	2.90474	1.20000
d_{11}	17.55943	11.69294	6.52875

非球面係数

第１０面

K ＝ 0

A_4 ＝ 2.0979 ×10^{-5}

A_6 ＝ 6.6723 ×10^{-8}

A_8 = 1.8229 ×10^{-10}
A_{10}= 0 。

【００４４】

実施例４

f =57.42205～69.97808～89.92677
F_{NO}= 4.143 ～ 5.098 ～ 6.638
2ω=61.996°～52.942°～42.604°
f_B = . ～ . ～ .
ＩＨ=34.85mm

r_1 = -127.5116	d_1 = 3.7631	n_{d1} =1.72916	ν_{d1} =54.68
r_2 = 55.6452（非球面）	d_2 = 3.6407		
r_3 = 41.0946	d_3 = 4.9817	n_{d2} =1.83400	ν_{d2} =37.16
r_4 = -181.2868	d_4 =(可変)		
r_5 = -72.3793	d_5 = 2.1262	n_{d3} =1.68893	ν_{d3} =31.08
r_6 = 30.6782	d_6 = 1.8000		
r_7 = 72.2304	d_7 = 3.7273	n_{d4} =1.56873	ν_{d4} =63.16
r_8 = -47.4098	d_8 = 0.2000		
r_9 = 47.0591	d_9 =10.8386	n_{d5} =1.48749	ν_{d5} =70.23
r_{10}= -31.4740	d_{10}= 1.5000		
r_{11}= ∞（絞り）	d_{11}=(可変)		
r_{12}= -79.9855	d_{12}=13.9133	n_{d6} =1.72342	ν_{d6} =37.95
r_{13}= -31.3262	d_{13}= 0.2000		
r_{14}= -41.8528	d_{14}= 7.1230	n_{d7} =1.69680	ν_{d7} =55.53
r_{15}= 243.9638	d_{15}=13.9905		
r_{16}= -22.5775	d_{16}= 2.4372	n_{d8} =1.74100	ν_{d8} =52.64
r_{17}= -49.8360			

ズーム間隔

f	57.42205	69.97808	89.92677
d_4	10.48111	9.28519	7.62571
d_{11}	13.03866	7.76976	2.50000

非球面係数
第２面
K = 0
A_4 = 5.6926 ×10^{-6}
A_6 = 5.3656 ×10^{-9}
A_8 =-1.7080 ×10^{-12}
A_{10}= 2.1066 ×10^{-14} 。

【００４５】

実施例５

f =58.62419～69.93659～89.09643
F_{NO}= 4.210 ～ 4.885 ～ 6.024
2ω=62.872°～53.306°～42.580°

f_B = . ～ . ～ .
ＩＨ＝34.85mm
r_1 = -136.8802 d_1 = 1.8500 n_{d1} =1.69680 ν_{d1} =55.53
r_2 = 28.0894（非球面） d_2 = 0.4000
r_3 = 25.8510 d_3 = 4.2185 n_{d2} =1.80100 ν_{d2} =34.97
r_4 = 114.3033 d_4 = 1.9014
r_5 = -171.8671 d_5 = 2.4564 n_{d3} =1.69680 ν_{d3} =55.53
r_6 = -672.2122 d_6 =(可変)
r_7 = 61.3055（非球面） d_7 = 1.7164 n_{d4} =1.72825 ν_{d4} =28.46
r_8 = 21.6683 d_8 = 8.2982 n_{d5} =1.51633 ν_{d5} =64.14
r_9 = 75.9732 d_9 = 0.2000
r_{10}= 34.7837 d_{10}=11.7838 n_{d6} =1.48749 ν_{d6} =70.23
r_{11}= -27.6249 d_{11}= 1.5000
r_{12}= ∞（絞り） d_{12}=(可変)
r_{13}= -55.0380 d_{13}=11.1130 n_{d7} =1.66446 ν_{d7} =35.81
r_{14}= -38.5152 d_{14}= 2.8888
r_{15}= 37.7960 d_{15}= 3.2366 n_{d8} =1.77250 ν_{d8} =49.60
r_{16}= 39.0980 d_{16}= 9.9471
r_{17}= -22.9028 d_{17}= 5.1740 n_{d9} =1.72916 ν_{d9} =54.68
r_{18}= -491.0107

ズーム間隔（無限遠物点）

f	58.62419	69.93659	89.09643
d_6	12.92531	8.82548	4.10599
d_{12}	11.73371	7.53462	2.50000

（物点－１／５０倍）

f	58.62419	69.93659	89.09643
d_6	12.05488	8.09025	3.51976
d_{12}	12.52513	8.25001	3.12025

非球面係数
第２面
Ｋ = 0
A_4 = 1.9012 $\times 10^{-6}$
A_6 = 2.5404 $\times 10^{-9}$
A_8 =-6.8183 $\times 10^{-13}$

A_{10}= 2.0412 ×10^{-14}
第７面
Ｋ ＝ 0
A_4 =-1.1625 ×10^{-5}
A_6 =-2.1198 ×10^{-8}
A_8 =-6.6221 ×10^{-12}
A_{10}=-7.4818 ×10^{-14} 。

【００４６】
上記実施例１～５の無限遠物点に対する収差図をそれぞれ図６～図１０に示す。また、実施例５の－１／５０倍の近距離物点にフォーカシングした状態での収差図を図１１に示す。各収差図中、（ａ１）～（ａ３）は球面収差、（ｂ１）～（ｂ３）は非点収差、（ｃ１）～（ｃ３）は歪曲収差、（ｄ１）～（ｄ３）は倍率色収差を示し、（ａ１）～（ｄ１）は広角端での、（ａ２）～（ｄ２）は中間焦点距離での、（ａ３）～（ｄ３）は望遠端でのそれぞれの収差を表す。

【００４７】
次に、上記実施例１～５の前記条件式（１）～（５）の値を次の表に示す。

【００４８】

条件式	実施例１	実施例２	実施例３	実施例４	実施例５
(1)	0.0336	0.0333	0.0367	0.0328	0.0401
(2)	0.113	0.115	—	—	—
(3)	0.771	0.958	0.733	0.699	0.864
(4)	-0.588	-0.417	-0.456	-0.939	-0.639
(5)	0.606	0.617	0.612	0.607	0.594

。

【００４９】
〔１〕　最も像側に負の屈折力を有するレンズ群が配置された複数のレンズ群よりなり、少なくとも一つのレンズ群間隔を変化させることにより変倍を行い、以下の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。
（１）　０．０１＜－１／（ＨＢ×ｔａｎω）＜０．０５　（１／ｍｍ）
ここで、ＨＢは物点が無限遠の場合の広角端においてレンズ最終面から全系の後側主点位置までの距離、ωは物点が無限遠の場合の広角端での半画角である。

【００５０】
〔２〕　最も像側に負の屈折力を有するレンズ群が配置された複数のレンズ群よりなり、少なくとも一つのレンズ群間隔を変化させることにより変倍を行い、以下の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。
（１）　０．０１＜－１／（ＨＢ×ｔａｎω）＜０．０５　（１／ｍｍ）
（５）　０．３＜ＩＨ／f_W ＜１．２
ここで、ＨＢは物点が無限遠の場合の広角端においてレンズ最終面から全系の後側主点位置までの距離、ωは物点が無限遠の場合の広角端での半画角、ＩＨはフィルム対角長の１／２の長さ、f_W は物点が無限遠の場合の広角端での焦点距離である。

【００５１】
〔３〕　物体側より順に、全体として正の屈折力を有する前群と、全体としての負の屈折力を有する後群とを配置し、双方の間隔を変えて変倍を行い、以下の条件を満足すること

を特徴とするズームレンズ。
（１）　０．０１＜－１／（ＨＢ×ｔａｎω）＜０．０５　（１／ｍｍ）
（２）　０．０４＜f_{BW}／f_W＜０．２
ここで、ＨＢは物点が無限遠の場合の広角端においてレンズ最終面から全系の後側主点位置までの距離、ωは物点が無限遠の場合の広角端での半画角、f_Wは物点が無限遠の場合の広角端での焦点距離、f_{BW}は物点が無限遠の広角端でのバックフォーカスである。
【００５２】
〔４〕　最も像側に負の屈折力を有するレンズ群が配置された複数のレンズ群よりなり、少なくとも複数のレンズ群間隔を変化させることにより変倍を行い、以下の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。
（１）　０．０１＜－１／（ＨＢ×ｔａｎω）＜０．０５　（１／ｍｍ）
（３）　０．６＜－f_N／f_W＜１．５
ここで、ＨＢは物点が無限遠の場合の広角端においてレンズ最終面から全系の後側主点位置までの距離、ωは物点が無限遠の場合の広角端での半画角、f_Wは物点が無限遠の場合の広角端での焦点距離、f_Nは最も像側に配置された負の屈折力を有するレンズ群の焦点距離である。
【００５３】
〔５〕　最も像側に負の屈折力を有するレンズ群が配置された複数のレンズ群よりなり、少なくとも一つのレンズ群間隔を変化させることにより変倍を行い、以下の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。
（１）’０．０２＜－１／（ＨＢ×ｔａｎω）＜０．０５　（１／ｍｍ）
ここで、ＨＢは物点が無限遠の場合の広角端においてレンズ最終面から全系の後側主点位置までの距離、ωは物点が無限遠の場合の広角端での半画角である。
【００５４】
〔６〕　最も像側に負の屈折力を有するレンズ群が配置された複数のレンズ群よりなり、少なくとも一つのレンズ群間隔を変化させることにより変倍を行い、以下の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。
（１）’０．０２＜－１／（ＨＢ×ｔａｎω）＜０．０５　（１／ｍｍ）
（５）　０．３＜ＩＨ／f_W＜１．２
ここで、ＨＢは物点が無限遠の場合の広角端においてレンズ最終面から全系の後側主点位置までの距離、ωは物点が無限遠の場合の広角端での半画角、ＩＨはフィルム対角長の１／２の長さ、f_Wは物点が無限遠の場合の広角端での焦点距離である。
【００５５】
〔７〕　物体側より順に、全体として正の屈折力を有する前群と、全体としての負の屈折力を有する後群とを配置し、双方の間隔を変えて変倍を行い、以下の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。
（１）’０．０２＜－１／（ＨＢ×ｔａｎω）＜０．０５　（１／ｍｍ）
（２）　０．０４＜f_{BW}／f_W＜０．２
ここで、ＨＢは物点が無限遠の場合の広角端においてレンズ最終面から全系の後側主点位置までの距離、ωは物点が無限遠の場合の広角端での半画角、f_Wは物点が無限遠の場合の広角端での焦点距離、f_{BW}は物点が無限遠の広角端でのバックフォーカスである。
【００５６】
〔８〕　最も像側に負の屈折力を有するレンズ群が配置された複数のレンズ群よりなり、少なくとも複数のレンズ群間隔を変化させることにより変倍を行い、以下の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。
（１）’０．０２＜－１／（ＨＢ×ｔａｎω）＜０．０５　（１／ｍｍ）
（３）　０．６＜－f_N／f_W＜１．５
ここで、ＨＢは物点が無限遠の場合の広角端においてレンズ最終面から全系の後側主点位置までの距離、ωは物点が無限遠の場合の広角端での半画角、f_Wは物点が無限遠の場合の広角端での焦点距離、f_Nは最も像側に配置された負の屈折力を有するレンズ群の焦点

距離である。

【００５７】

〔９〕　物体側より順に、全体として正の屈折力を有する前群と、全体としての負の屈折力を有する後群とを配置し、双方の間隔を変えて変倍を行い、以下の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

（１）　０．０１＜－１／（ＨＢ×ｔａｎω）＜０．０５　（１／ｍｍ）

（２）’０．０８＜f_{BW}／f_W ＜０．１５

ここで、ＨＢは物点が無限遠の場合の広角端においてレンズ最終面から全系の後側主点位置までの距離、ωは物点が無限遠の場合の広角端での半画角、f_W は物点が無限遠の場合の広角端での焦点距離、f_{BW}は物点が無限遠の広角端でのバックフォーカスである。

【００５８】

〔１０〕　最も像側に負の屈折力を有するレンズ群が配置された複数のレンズ群よりなり、少なくとも複数のレンズ群間隔を変化させることにより変倍を行い、以下の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

（１）　０．０１＜－１／（ＨＢ×ｔａｎω）＜０．０５　（１／ｍｍ）

（３）’０．６＜－f_N ／f_W ＜１．０

ここで、ＨＢは物点が無限遠の場合の広角端においてレンズ最終面から全系の後側主点位置までの距離、ωは物点が無限遠の場合の広角端での半画角、f_W は物点が無限遠の場合の広角端での焦点距離、f_N は最も像側に配置された負の屈折力を有するレンズ群の焦点距離である。

【００５９】

〔１１〕　物体側より順に、全体として正の屈折力を有する前群と、全体としての負の屈折力を有する後群とを配置し、双方の間隔を変えて変倍を行い、以下の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

（１）’０．０２＜－１／（ＨＢ×ｔａｎω）＜０．０５　（１／ｍｍ）

（２）’０．０８＜f_{BW}／f_W ＜０．１５

ここで、ＨＢは物点が無限遠の場合の広角端においてレンズ最終面から全系の後側主点位置までの距離、ωは物点が無限遠の場合の広角端での半画角、f_W は物点が無限遠の場合の広角端での焦点距離、f_{BW}は物点が無限遠の広角端でのバックフォーカスである。

【００６０】

〔１２〕　最も像側に負の屈折力を有するレンズ群が配置された複数のレンズ群よりなり、少なくとも複数のレンズ群間隔を変化させることにより変倍を行い、以下の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

（１）’０．０２＜－１／（ＨＢ×ｔａｎω）＜０．０５　（１／ｍｍ）

（３）’０．６＜－f_N ／f_W ＜１．０

ここで、ＨＢは物点が無限遠の場合の広角端においてレンズ最終面から全系の後側主点位置までの距離、ωは物点が無限遠の場合の広角端での半画角、f_W は物点が無限遠の場合の広角端での焦点距離、f_N は最も像側に配置された負の屈折力を有するレンズ群の焦点距離である。

【００６１】

〔１３〕　物体側より順に、正の屈折力の前群と、負の屈折力の後群とからなることを特徴とする上記〔１〕又は〔２〕記載のズームレンズ。

【００６２】

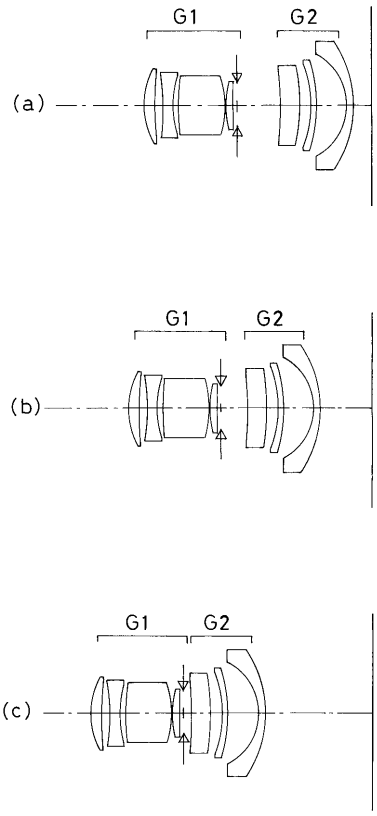
〔１４〕　物体側より順に、正の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とを配置したことを特徴とする上記〔１〕、〔２〕又は〔４〕記載のズームレンズ。

【００６３】

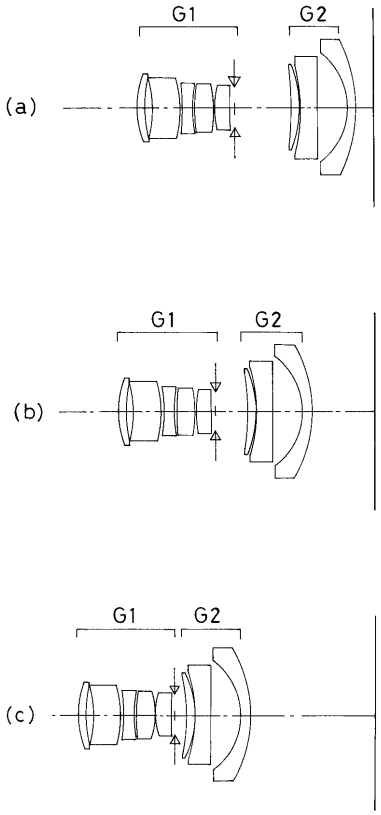
〔１５〕　物体側より順に、負の屈折力を有する第１レンズ群と、正の屈折力を有する第２レンズ群と、負の屈折力を有する第３レンズ群とを配置したことを特徴とする上記〔１〕、〔２〕又は〔４〕記載のズームレンズ。

【００６４】
〔１６〕　物体側より順に、正の屈折力を有する第１レンズ群と、負の屈折力を有する第２レンズ群と、正の屈折力を有する第３レンズ群と、負の屈折力を有する第４レンズ群とを配置したことを特徴とする上記〔１〕、〔２〕又は〔４〕記載のズームレンズ。
【００６５】
〔１７〕　前群でフォーカシングをすることを特徴とする上記〔３〕記載のズームレンズ。
【００６６】
〔１８〕　正のレンズ群でフォーカシングをすることを特徴とする上記〔４〕又は〔１５〕記載のズームレンズ。
【００６７】
〔１９〕　以下の条件式（４）を満足することを特徴とする上記〔１〕から〔４〕の何れか１項記載のズームレンズ。
（４）　$-1.2<\Sigma d/f_N<-0.3$
ここで、Σｄは最も像側に配置された負の屈折力を有するレンズ群の光軸上の厚みである。
【００６８】
〔２０〕　最も像側に配置された負の屈折力を有するレンズ群に導入された非球面の少なくとも１面は、光軸から離れるに従って正の屈折力が強くなるような形状であることを特徴とする上記〔１〕から〔４〕の何れか１項記載のズームレンズ。
【００６９】
〔２１〕　正の屈折力を有するレンズ群に導入された非球面の少なくとも１面は、光軸から離れるに従って正の屈折力が弱くなるような形状であることを特徴とする上記〔１〕から〔４〕の何れか１項記載のズームレンズ。
【００７０】
【発明の効果】
以上の説明から明らかなように、本発明によると、最も像側に配置された負レンズ群を効果的に使って軸外収差を補正した小型のズームレンズを備えたカメラ得ることができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明に用いる実施例１のズームレンズの物点無限遠における断面図である。
【図２】実施例２のズームレンズの物点無限遠における断面図である。
【図３】実施例３のズームレンズの物点無限遠における断面図である。
【図４】実施例４のズームレンズの物点無限遠における断面図である。
【図５】実施例５のズームレンズの物点無限遠における断面図である。
【図６】実施例１の物点無限遠における収差図である。
【図７】実施例２の物点無限遠における収差図である。
【図８】実施例３の物点無限遠における収差図である。
【図９】実施例４の物点無限遠における収差図である。
【図１０】実施例５の物点無限遠における収差図である。
【図１１】実施例５の－１／５０倍の近距離物点にフォーカシングした状態での収差図である。
【符号の説明】
Ｇ１…第１レンズ群
Ｇ２…第２レンズ群
Ｇ３…第３レンズ群

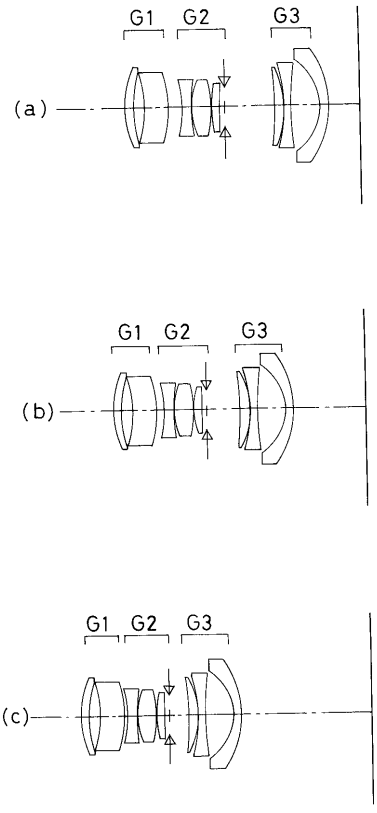
【図１】



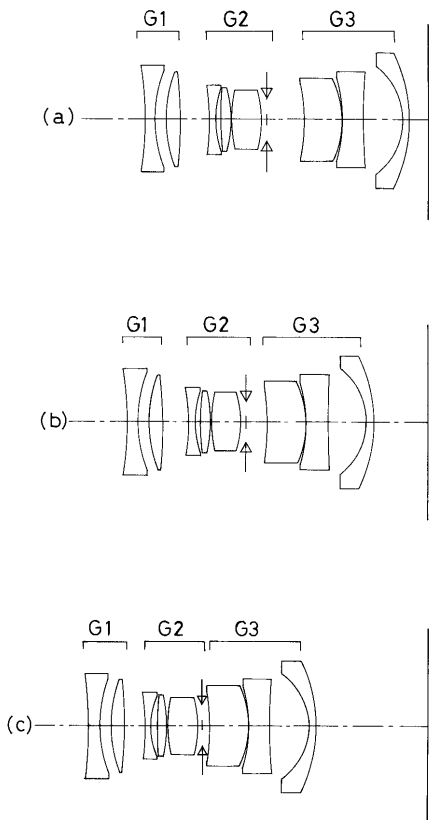
【図２】



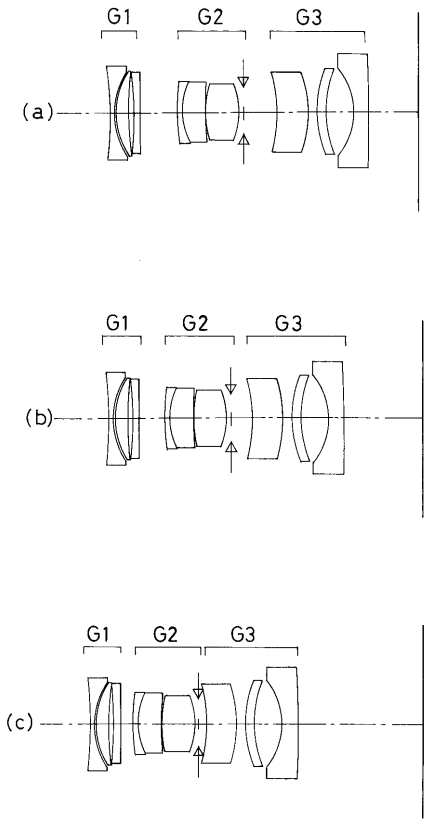
【図３】



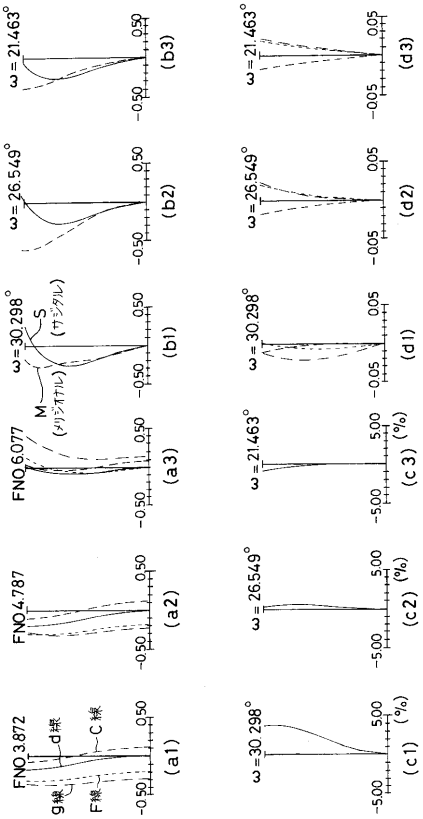
【図４】



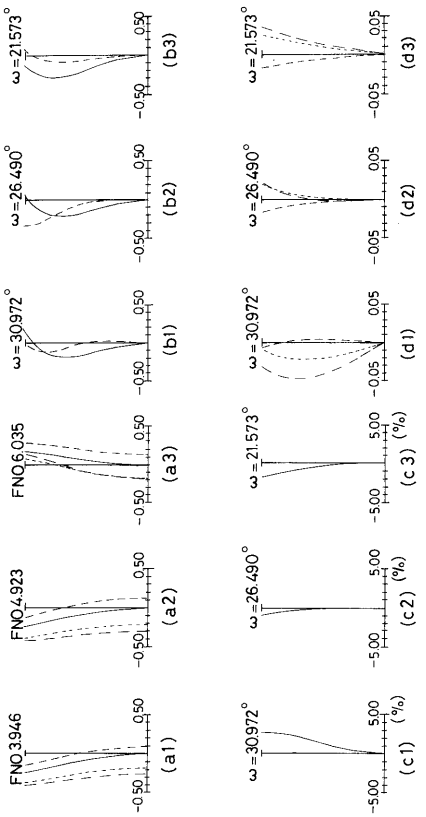
【図５】


G1
G2
G3
(a)
(b)
(c)

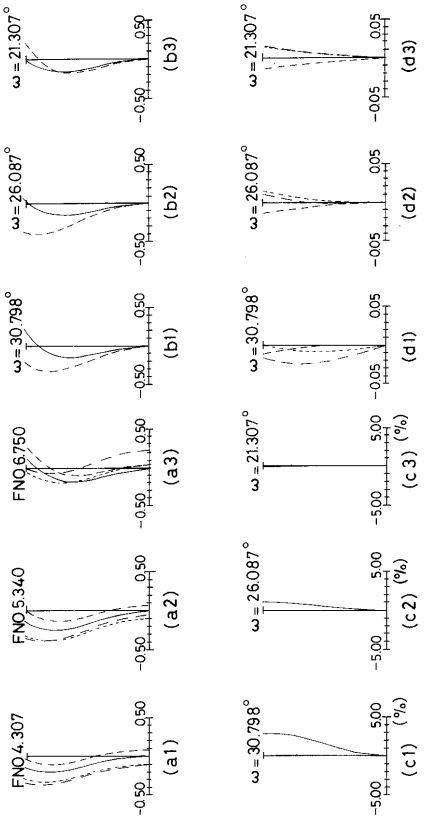
【図６】


ω=21.463°
ω=26.549°
ω=30.298°
FNO.6.077
FNO.4.787
FNO.3.872
S（サジタル）
M（メリジオナル）
d線
C線
g線
F線
(a1)
(a2)
(a3)
(b1)
(b2)
(b3)
(c1) (%)
(c2) (%)
(c3) (%)
(d1)
(d2)
(d3)

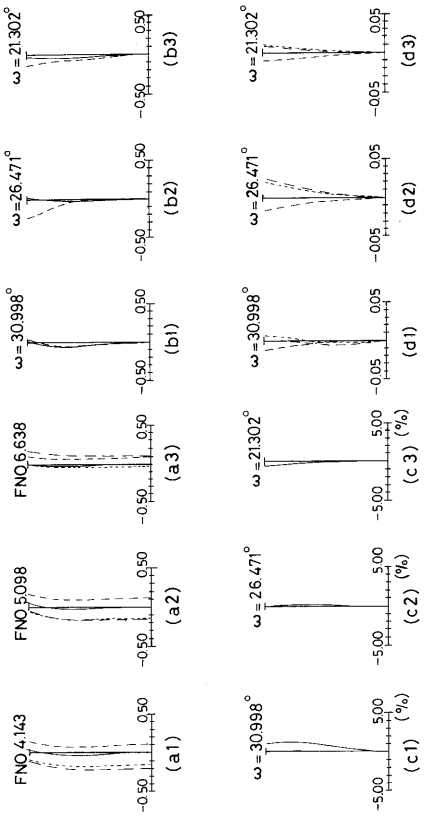
【図７】


ω=21.573°
ω=26.490°
ω=30.972°
FNO.6.035
FNO.4.923
FNO.3.946
(a1)
(a2)
(a3)
(b1)
(b2)
(b3)
(c1) (%)
(c2) (%)
(c3) (%)
(d1)
(d2)
(d3)

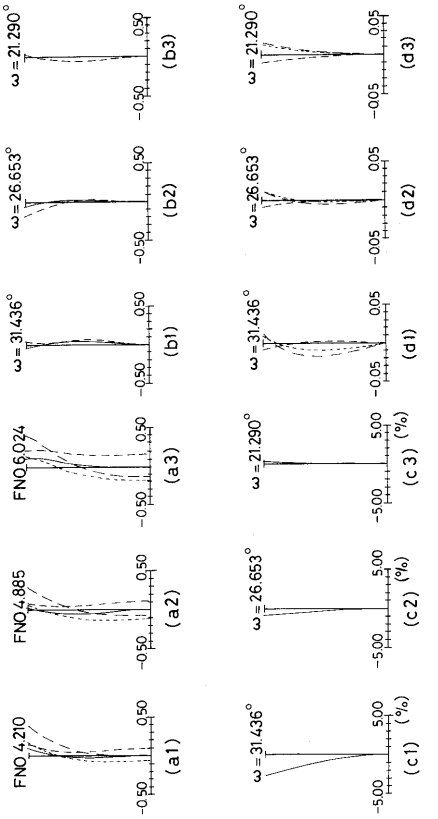
【図８】


ω=21.307°
ω=26.087°
ω=30.798°
FNO.6.750
FNO.5.340
FNO.4.307
(a1)
(a2)
(a3)
(b1)
(b2)
(b3)
(c1) (%)
(c2) (%)
(c3) (%)
(d1)
(d2)
(d3)

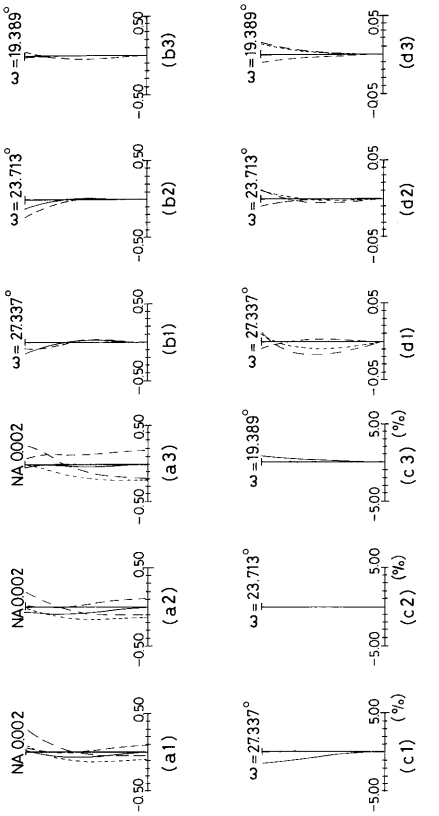
【図９】


FNO 4.143
FNO 5.098
FNO 6.638
ω=30.998°
ω=26.471°
ω=21.302°
(a1)
(a2)
(a3)
(b1)
(b2)
(b3)
(c1) (%)
(c2) (%)
(c3) (%)
(d1)
(d2)
(d3)

【図１０】


FNO 4.210
FNO 4.885
FNO 6.024
ω=31.436°
ω=26.653°
ω=21.290°
(a1)
(a2)
(a3)
(b1)
(b2)
(b3)
(c1) (%)
(c2) (%)
(c3) (%)
(d1)
(d2)
(d3)

【図１１】


NA 0.002
NA 0.002
NA 0.002
ω=27.337°
ω=23.713°
ω=19.389°
(a1)
(a2)
(a3)
(b1)
(b2)
(b3)
(c1) (%)
(c2) (%)
(c3) (%)
(d1)
(d2)
(d3)

フロントページの続き

(74)代理人 100091971
弁理士 米澤 明
(72)発明者 青木法彦
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号オリンパス光学工業株式会社内

審査官 山村 浩

(56)参考文献 特開昭６３－ ２５６１３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}, ＤＢ名)
G02B 9/00 - 17/08
G02B 21/02 - 21/04
G02B 25/00 - 25/04