

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4268773号  
(P4268773)

(45) 発行日 平成21年5月27日 (2009.5.27)

(24) 登録日 平成21年2月27日 (2009.2.27)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>G02B 15/20</b>	<b>(2006.01)</b>	G02B 15/20	
<b>G02B 13/18</b>	<b>(2006.01)</b>	G02B 13/18	
<b>G03B 17/04</b>	<b>(2006.01)</b>	G03B 17/04	
<b>H04N 5/225</b>	<b>(2006.01)</b>	H04N 5/225	D

請求項の数 12 (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2001-222811 (P2001-222811)	(73) 特許権者	000006747 株式会社リコー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(22) 出願日	平成13年7月24日 (2001.7.24)	(74) 代理人	100067873 弁理士 樺山 亨
(65) 公開番号	特開2003-35868 (P2003-35868A)	(74) 代理人	100090103 弁理士 本多 章悟
(43) 公開日	平成15年2月7日 (2003.2.7)	(72) 発明者	大橋 和泰 東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式会社リコー内
審査請求日	平成17年7月21日 (2005.7.21)	審査官	瀬川 勝久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズにおける変倍群・ズームレンズ・撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側より順に、負の焦点距離を持つ第1群、正の焦点距離を持つ第2群、正の焦点距離を持つ第3群とからなり、第2群の物体側に第2群と一体に移動する絞りを有し、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、第2群が像側から物体側へ単調に移動し、第1群が変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動するズームレンズにおいて、

第2群として構成されて実質的な変倍を行う変倍群であって、

物体側から順に、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に曲率の大きな面を向けた負レンズ、正レンズ、正レンズの4枚で構成され、且つ、最も物体側の正レンズと、これに続く負レンズが接合レンズとして一体化され、

最も物体側の面と最も像側の面が非球面で、光軸方向の厚み： $L_2$ 、最大像高： $Y'$  が、条件：

$$(1) \quad 1.0 < (L_2 / Y') < 2.5$$

を満足することを特徴とする、ズームレンズにおける変倍群。

【請求項2】

物体側より順に、負の焦点距離を持つ第1群、正の焦点距離を持つ第2群、正の焦点距離を持つ第3群とからなり、第2群の物体側に第2群と一体に移動する絞りを有してなり、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、第2群が像側から物体側へ単調に移動して実質的な変倍を行い、第1群が変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動するズームレンズにおいて、

第 2 群として、請求項 1 記載の変倍群を用いたことを特徴とするズームレンズ。

【請求項 3】

請求項 2 記載のズームレンズにおいて、

第 1 群が、物体側から順に、2 枚の負レンズと、1 枚の正レンズからなる 3 枚構成であって、上記物体側から 2 枚目の負レンズの、最も像側の面が非球面であることを特徴とするズームレンズ。

【請求項 4】

請求項 3 記載のズームレンズにおいて、

第 1 群が、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、負レンズ、正レンズからなる 3 枚構成であって、

上記物体側から 2 枚目の負レンズの像側の面が非球面であることを特徴とするズームレンズ。

10

【請求項 5】

請求項 4 記載のズームレンズにおいて、

第 1 群の最も物体側に配された負メニスカスレンズの焦点距離：f L1、第 1 群の物体側から 2 番目に配された負レンズの焦点距離：f L2が、条件：

$$(3) \quad 0.7 < (f L1 / f L2) < 2.0$$

を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 6】

請求項 2 ~ 5 の任意の 1 に記載のズームレンズにおいて、

第 3 群が、1 枚の正レンズにより構成され、少なくとも 1 面の非球面を有することを特徴とするズームレンズ。

20

【請求項 7】

請求項 2 ~ 6 の任意の 1 に記載のズームレンズにおいて、

全系の構成レンズ枚数が 8 枚であることを特徴とするズームレンズ。

請求項 3 ~ 8 の任意の 1 に記載のズームレンズにおいて、

【請求項 8】

請求項 2 ~ 7 の任意の 1 に記載のズームレンズを、撮影用ズームレンズとして有する撮像装置。

【請求項 9】

請求項 8 記載の撮像装置において、

撮影用ズームレンズが沈胴式に収納されることを特徴とする撮像装置。

30

【請求項 10】

請求項 8 または 9 記載の撮像装置において、

撮影画像をデジタル情報とする機能を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 11】

請求項 10 記載の撮像装置において、

ズームレンズによる像を受光する受光素子が 200 万画素以上のものであることを特徴とする撮像装置。

【請求項 12】

携帯情報端末装置であることを特徴とする、請求項 10 または 11 記載の撮像装置。

40

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、ズームレンズにおける変倍群・ズームレンズ・撮像装置に関する。この発明は、銀塩カメラ等各種の撮影装置、特にデジタルカメラやビデオカメラやデジタル画像撮影機能を持つ情報機器に好適に適用できる。

【0002】

【従来の技術】

デジタル画像の撮影は従来のデジタルカメラのみならず、携帯電話等の携帯情報端末装置

50

にも広がり、ユーザの要望も多岐にわたってきている。中でも、高画質化と小型化とは常にユーザの欲するところであり、各種要望中において占めるウエイトが大きい。このため、撮影レンズとして用いられるズームレンズにも「高性能であることと小型であることとの両立」が求められる。

【0003】

ズームレンズの小型化には、レンズ全長（最も物体側のレンズ面から像面までの距離）の短縮が必要である。さらに、レンズ収納時のコンパクト化を図る所謂「沈胴型」の撮像装置では、収納時の寸法を小さくするため、ズーミングに際して移動する各群の光軸方向の厚みを減らすことも重要である。

【0004】

小型化に適したズームレンズのタイプとして、物体側より順に、負の焦点距離を持つ第1群、正の焦点距離を持つ第2群、正の焦点距離を持つ第3群を配し、第2群の物体側に「第2群と一体に移動する絞り」を有してなり、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、第2群が像側から物体側へ単調に移動し、第1群が変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動するものが知られている。

【0005】

特開平10 039214号は、上記タイプのズームレンズを提案したものとしては最も早く、基本的な構成は全て開示されているが、小型化という面では必ずしも十分ではない。上記タイプのズームレンズを改良し、小型化を進めたものが特開平11 287953号公報に開示されているが、第2群に非球面を1面しか有していないため、小型化はなお十分ではなく、収差補正も十分とは言いがたい。また、特開2000 0891102号公報は、その実施例3として、第2群に2面の非球面を用いて収差の良好な補正を図ったものを開示しているが、第2群の厚みが大きく、小型化に必ずしも有利ではない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

この発明は、上述した事情に鑑み、デジタル画像撮影に用いられるズームレンズの高性能を維持しつつ、更なる小型化を図ることを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

この発明の「ズームレンズにおける変倍群」は、「物体側より順に、負の焦点距離を持つ第1群、正の焦点距離を持つ第2群、正の焦点距離を持つ第3群からなり、第2群の物体側に第2群と一体に移動する絞りを有し、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、第2群が像側から物体側へ単調に移動し、第1群が変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動するズームレンズにおいて、第2群として構成され、実質的な変倍を行う変倍群」である。

【0008】

この発明の変倍群について説明するに先立って、類似の「参考例」を説明する。

参考例1の変倍群は、以下の如き特徴を有する。即ち、第2群として構成される変倍群は、物体側から順に、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に曲率の大きな面を向けた負レンズ、正レンズの3枚を配して構成され、最も物体側の面と最も像側の面が非球面である。

【0009】

参考例1の変倍群は、光軸方向の厚み： $L_2$ と最大像高： $Y'$ とが、条件：

$$(1) \quad 1.0 < (L_2 / Y') < 2.5$$

を満足することが好ましい（参考例2）。

【0010】

参考例1または2の変倍群は、最も像側の正レンズの、物体側および像側の面の曲率半径をそれぞれ $R_{31}$ および $R_{32}$ とすると、これらが条件：

$$(2) \quad -0.4 < (R_{31} + R_{32}) / (R_{31} - R_{32}) < 0.0$$

を満足することが好ましい（参考例3）。なお、この場合、像側の面は非球面であるので

10

20

30

40

50

、上記曲率半径： $R_{32}$ は近軸曲率半径である。

【0011】

参考例1または2または3の変倍群においては、最も物体側の正レンズと、これに続く負レンズとを接合して接合レンズとすることも（参考例4）、3枚のレンズを互いに独立したレンズとすることもできる（参考例5）。

【0012】

以下、この発明の変倍群を説明する。

請求項1記載の変倍群は、以下の如き特徴を有する。即ち、第2群として構成されて実質的な変倍を行う変倍群は、最も物体側の面と最も像側の面が非球面で、光軸方向の厚み： $L_2$ 、最大像高： $Y'$ が、条件：

$$(1) \quad 1.0 < (L_2 / Y') < 2.5$$

を満足する。

【0013】

そして、請求項1記載の変倍群は、物体側から順に、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に曲率の大きな面を向けた負レンズ、正レンズ、正レンズの4枚を配して構成される4枚構成のものであり、変倍群を構成する4枚のレンズのうちの「最も物体側の正レンズと、これに続く負レンズを接合レンズとして一体化」されている。

【0014】

この発明のズームレンズは「物体側より順に、負の焦点距離を持つ第1群、正の焦点距離を持つ第2群、正の焦点距離を持つ第3群とからなり、第2群の物体側に第2群と一体に移動する絞りを有してなり、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、第2群が像側から物体側へ単調に移動して実質的な変倍を行い、第1群が変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動するズームレンズ」であって、第2群として、上記請求項1記載の変倍群を用いたことを特徴とする（請求項2）。

【0015】

請求項3記載のズームレンズにおける第1群は「物体側から順に、2枚の負レンズ、1枚の正レンズを配し、物体側に配された1枚以上の負レンズのうちで、最も像側に位置する負レンズの像側の面を非球面とした3枚構成」であることができる。

「物体側の2枚の負レンズは、像側に曲率の大きな面を向けた負レンズ、像側の1枚の正レンズは、物体側に曲率の大きな面を向けたレンズ」とすることができる。

【0016】

この請求項3記載のズームレンズにおける第1群を「物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、負レンズ、正レンズを配してなる3枚構成」とし、物体側から第2番目に配される負レンズの像側の面を非球面とすることができる（請求項4）。この場合、第1群の最も物体側に配された負メニスカスレンズの焦点距離： $f_{L1}$ 、第1群の物体側から2番目に配された負レンズの焦点距離： $f_{L2}$ が、条件：

$$(3) \quad 0.7 < (f_{L1} / f_{L2}) < 2.0$$

を満足することが好ましい（請求項5）。

【0017】

また、参考例6として、請求項3記載のズームレンズにおける第1群を「物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズを配してなる2枚構成」とし、上記負メニスカスレンズの像側の面を非球面とすることが考えられる。

【0018】

上記請求項2～5の任意の1に記載のズームレンズにおける第3群を1枚の正レンズにより構成し、少なくとも1面の非球面を有するようにすることができる（請求項6）。

【0019】

上記請求項2～6記載のズームレンズは、全系の構成レンズ枚数を8枚とすることが好ましい（請求項7）。

【0020】

10

20

30

40

50

この発明の撮像装置は「撮影用ズームレンズ」として、上記請求項 2 ~ 7 の任意の 1 に記載のズームレンズを有することを特徴とする（請求項 8）。

この請求項 8 記載の撮像装置は「撮影用ズームレンズが沈胴式に収納される」構成とすることができる（請求項 9）。

【0021】

請求項 8 または 9 記載の撮像装置は「撮影画像をデジタル情報とする機能」を有することができる（請求項 10）、この場合、ズームレンズによる像を受光する受光素子は 200 万画素以上のものであることができる（請求項 11）。

【0022】

上記請求項 10、11 記載の撮像装置は「携帯情報端末装置」であることができる（請求項 12）。

10

【0023】

この発明のズームレンズのように、負・正・正の 3 群で構成されるズームレンズでは一般に、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、第 2 群が像側から物体側へと単調に移動し、第 1 群が変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動する。変倍機能の大半は第 2 群が担っており、第 3 群は主として像面から射出瞳を遠ざける機能を付与されている。

【0024】

各種収差が少なく、解像力の高いズームレンズを実現するためには、変倍による収差変動を小さく抑えねばならないが、特に実質的な変倍を行う変倍群、即ち「主たる変倍群」である第 2 群は、変倍範囲全域において良好に収差補正されている必要がある。

20

【0025】

第 2 群の収差の良好な補正は基本的には、第 2 群を構成するレンズ枚数を増やすことにより可能であるが、構成レンズ枚数の増加は、第 2 群の「光軸方向の厚みの増大」につながり、十分な小型化を達成できず、コストの増大も招来する。

【0026】

そこで、参考例 1 ~ 6 では、主たる変倍群たる第 2 群を、物体側から順に、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に曲率の大きな面を向けた負レンズ、正レンズを配した 3 枚構成とし、第 2 群の最も物体側の面と、最も像側の面とを非球面とした。

【0027】

即ち、第 2 群をトリプレットタイプとし「色収差補正と像面湾曲補正を両立できる最小構成枚数」とすることで小型化を実現した上で、2 面の非球面を用いて自由度の高い収差補正を行い、高性能化を実現している。

30

【0028】

第 2 群の最も物体側の面は「絞りの近傍」にあるため、軸上と軸外の光束が殆ど分離せずに通る、この面に設けた非球面は、主として球面収差やコマ収差の補正に寄与する。第 2 群の最も像側の面は、絞りから離れているため、軸上と軸外の光束がある程度分離して通る。したがって、この面に設けた非球面は、非点収差等の補正に寄与する。

【0029】

このように、2 面の非球面を「最も物体側の面と、最も像側の面」に用い、それぞれの非球面がもたらす効果を異ならせることにより、単色収差の補正の自由度を飛躍的に増大させることができ、枚数の少ないトリプレットの構成でも、色収差を含めた各種収差の十分な補正を行うことが可能となる。

40

【0030】

参考例 1 の変倍群では、第 2 群は 3 枚構成であるので小型化に良く適合するが、さらなる小型化を達成するためには、条件 (1) が満足されることが好ましい。パラメータ： $L_2/Y'$  が上限値の 2.5 以上になると、第 2 群の光軸方向の厚みが増大して十分な小型化を達成できなくなる。逆に、パラメータ： $L_2/Y'$  が下限値の 1.0 以下になると、第 2 群の「最も像側の面」が絞りに近付き、上記「非点収差等の補正」を行うための非球面の効果を十分に発揮できず、非点収差等の各種の収差の補正が困難となる。

【0031】

50

第2群を上記の如き「3枚構成」とする場合、条件(2)よりも狭い条件：

$$(1') \quad 1.0 < (L_2 / Y') < 2.0$$

を満足することにより、さらなる小型化を実現することが可能になる。

【0032】

第2群の構成をトリプレットタイプとすると、第2群の最も物体側の正レンズの、物体側の面(非球面)と、これに続く負レンズの像側の面とが「互いに大きく収差をやりとりする」ことになる。このため、この2つのレンズの組み付け誤差(偏心等)が結像性能に与える影響が大きくなりがちである。

【0033】

この点については、これら2つのレンズを接合することにより、組み付け誤差自体を小さく抑えることが可能である(参考例4)。

10

【0034】

しかし、参考例1の変倍群では、第2群の最も像側の正レンズにも非球面が採用され、この最も像側の正レンズの組み付け誤差が結像性能に与える影響も大きい。第2群の「最も像側の正レンズ」の組み付け誤差による結像性能への影響を小さく抑えるには、条件(2)を満足させるのが良い。

【0035】

条件(2)は、第2群の最も像側の正レンズの「物体側の面と像側の面(非球面)で、収差のやりとりを可及的に完結」させ、他のレンズとの位置関係がシビアにならないようにするためのものである。

20

【0036】

パラメータ： $(R_{31} + R_{32}) / (R_{31} - R_{32})$ が上限値の0.0以上になると、最も像側の正レンズの、像側の面で発生する収差が、物体側の面で発生する収差よりも大きくなり、下限値の0.4以下になると、物体側の面で発生する収差が像側の面で発生する収差よりも大きくなって、どちらにしても「他のレンズ面との収差のやりとり」が増えるため、この(第2群の最も像側の)正レンズの組み付け誤差による結像性能への影響が大きくなる。

【0037】

上記の如く、参考例1~5では第2群は3枚構成であるが、上記の条件(1)を満足させると、条件(1)が、第2群のサイズを制限するので、3枚構成以外の構成で第2群を構成しても、高性能と小型化の要請を満足させることができる。

30

【0038】

即ち、この場合、請求項1記載の変倍群のように、物体側から順に、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に曲率の大きな面を向けた負レンズ、正レンズ、正レンズの4枚を配して構成される4枚構成のものとすることができ、「最も物体側の正レンズと、これに続く負レンズを接合レンズとして一体化」することもできる。

【0039】

請求項2記載のズームレンズは上述の如く、3群構成の変倍群として、請求項1記載の変倍群を使用するものであるが、ズームレンズにおける各収差の「より良好な補正」のためには、請求項3記載の発明におけるように、第1群を「物体側から順に、像側に曲率の大きな面を向けた少なくとも1枚の負レンズと、物体側に曲率の大きな面を向けた少なくとも1枚の正レンズを有し、物体側に配された1枚以上の負レンズのうちで、最も像側に位置する負レンズの像側の面を非球面とする」のが良い。

40

【0040】

第1群を、このような構成とすることにより「像面湾曲を小さくする」ことができ、「軸外光線の屈折角が大きな面」を非球面とすることにより、特に短焦点端における歪曲収差を抑制することが可能となる。

【0041】

この場合、請求項4記載のズームレンズのように、第1群を「物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、負レンズ、正レンズを配してなる3枚構成とし、物

50

体側から第2番目に配される負レンズの像側の面を非球面」とし、請求項5記載の発明のように、条件(3)を満足させることにより、上記非球面の形成誤差による結像性能への影響を小さくし、非球面の効果を有効に発揮させることが可能になる。

【0042】

即ち、条件(3)において、パラメータ： $(f_{L1}/f_{L2})$ は、第1群における2枚の負レンズの「パワーの比」を表すが、このパラメータが上限値：2.0以上になると、非球面を有する2番目の負レンズのパワーが強くなり、非球面の製作誤差による結像性能への影響が大きくなる他、レンズ中心と周辺の肉厚差が大きくなって、このレンズを成型(モールド)により作成する場合の難度が高くなってしまふ。一方、パラメータ： $(f_{L1}/f_{L2})$ が下限値の0.7以下になると、非球面を有する2番目の負レンズのパワーが弱くなり、像側の面における軸外光線の屈折角が小さくなるため、非球面の効果が薄れてしまふ。

10

【0043】

なお、より好ましくは、条件(3)よりも更に狭い、以下の条件：

$$(3') \quad 0.7 < (f_{L1}/f_{L2}) < 1.5$$

を満足することが好ましい。

【0044】

また、上記参考例6のズームレンズのように、第1群を「物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズを配してなる2枚構成」とし、負メニスカスレンズの像側の面を非球面とすることができ、第1群をこのような2枚構成とすることにより、より簡単な構成で小型化に有利となる。また、上記請求項6記載のズームレンズのように、第1群を3枚構成とする場合は「収差補正能力が高まるため、広画角化に有利」である。

20

【0045】

第3群は、請求項6記載のズームレンズのように「1枚の正レンズで構成し、少なくとも1面を非球面とする」を有することが望ましい。このような構成により、第3群の厚みを最小限に抑えつつ、非点収差等の軸外収差をより良好に補正することができる。

【0046】

なお、第3群は、変倍に際して固定としても良いが、「少量移動させることにより、収差補正の自由度を増加させる」ことができる。

【0047】

【発明の実施の形態】

以下に、この発明のズームレンズの具体的な数値実施例を示す。各実施例とも、収差は十分に補正され、200万画素～300万画素の受光素子への対応が可能となっている。この発明のようにズームレンズを構成することで、十分な小型化を達成しながら非常に良好な像性能を確保し得ることが実施例により明らかである。

なお、以下に示す実施例1～8のうちで、実施例1～5と実施例8として示すものは、上記参考例1～5の変倍群を用いるズームレンズに関するものであり、実施例6および7は、この発明のズームレンズの実施例である。

【0048】

実施例における記号の意味は以下の通りである。

40

f：全系の焦点距離

F：Fナンバ

：半画角

R：曲率半径

D：面間隔

Nd：屈折率

d：アッベ数

K：非球面の円錐定数

A<sub>4</sub>：4次の非球面係数

A<sub>6</sub>：6次の非球面係数

50

$A_8$  : 8次の非球面係数

$A_{10}$  : 10次の非球面係数

$A_{12}$  : 12次の非球面係数

$A_{14}$  : 14次の非球面係数

$A_{16}$  : 16次の非球面係数

$A_{18}$  : 18次の非球面係数

非球面は、近軸曲率半径の逆数（近軸曲率）を  $C (= 1/R)$ 、光軸からの高さを  $H$ 、光軸方向のデプスを  $X$  として、上記円錐定数、非球面係数を用いて、周知の以下の式で定義される。

$$X = CH^2 / [ 1 + \{ 1 - (1+K)C^2H^2 \} ]$$

$$+ A_4 \cdot H^4 + A_6 \cdot H^6 + A_8 \cdot H^8 + A_{10} \cdot H^{10} + A_{12} \cdot H^{12} + A_{14} \cdot H^{14} + A_{16} \cdot H^{16} + A_{18} \cdot H^{18}$$

なお、非球面を採用した面には、面番号に「\*印」を付す。

また、長さの次元を持つ量の単位は「mm」である。

【0049】

【実施例】

### 実施例1

$$f = 4.33 \sim 10.28, F = 2.73 \sim 4.10, \omega = 40.29 \sim 18.97$$

面番号	R	D	Nd	$\nu_d$	備考
01	40.685	1.00	1.77250	49.62	第1レンズ
02	7.403	0.95			
03	14.152	1.00	1.74330	49.33	第2レンズ
04*	4.479	1.41			
05	8.729	2.01	1.72825	28.32	第3レンズ
06	$\infty$	可変(A)			
07	絞り	1.00			
08*	5.652	3.87	1.74400	44.90	第4レンズ
09	-14.306	0.80	1.80518	25.46	第5レンズ
10	5.615	0.35			
11	11.620	1.55	1.63854	55.45	第6レンズ
12*	-13.784	可変(B)			
13*	13.554	1.65	1.48749	70.44	第7レンズ
14	-98.025	可変(C)			
15	$\infty$	3.25	1.51680	64.20	各種フィルタ
16	$\infty$				

第1～第3レンズが第1群を構成し、第4～第6レンズが第2群を構成し、第7レンズが第3群を構成する。第2群における第4レンズと第5レンズは接合レンズである。

【0050】

非球面

第4面

$$K=0.0, A_4=-1.37618 \times 10^{-3}, A_6=-5.03401 \times 10^{-5}, A_8=1.57384 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=-2.30976 \times 10^{-7}, A_{12}=-3.26464 \times 10^{-9}, A_{14}=4.00882 \times 10^{-10},$$

$$A_{16}=1.97709 \times 10^{-11}, A_{18}=-1.97909 \times 10^{-12}$$

第8面

$$K=0.0, A_4=-3.10301 \times 10^{-4}, A_6=-9.60865 \times 10^{-6}, A_8=1.38603 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=-1.17724 \times 10^{-7}$$

10

第12面

$$K=0.0, A_4=4.87200 \times 10^{-4}, A_6=4.48027 \times 10^{-5}, A_8=-1.67451 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=4.32123 \times 10^{-7}$$

第13面

$$K=0.0, A_4=-2.44272 \times 10^{-4}, A_6=2.13490 \times 10^{-5}, A_8=-1.60140 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=5.24693 \times 10^{-8}$$

20

可變量

	短焦点端	中間焦点距離	長焦点端
	f=4.33	f=6.64	f=10.28
A	11.640	5.480	1.400
B	1.440	4.890	10.180
C	3.096	2.892	2.559

条件式数值

30

$$(L_2/Y')=1.88$$

$$(R_{31}+R_{32})/(R_{31}-R_{32})=-0.085$$

$$(f_{L1}/f_{L2})=1.29$$

[ 0 0 5 1 ]

## 実施例 2

 $f = 4.33 \sim 10.28$ ,  $F = 2.71 \sim 4.06$ ,  $\omega = 40.30 \sim 18.94$ 

面番号	R	D	Nd	$\nu d$	備考	
01	42.748	1.00	1.77250	49.62	第1レンズ	
02	7.443	0.89				
03	13.728	1.00	1.74330	49.33	第2レンズ	
04*	4.394	1.50				10
05	8.857	2.00	1.72825	28.32	第3レンズ	
06	$\infty$	可変(A)				
07	絞り	1.00				
08*	5.337	2.41	1.74400	44.90	第4レンズ	
09	-198.170	0.52				
10	-42.607	0.88	1.80518	25.46	第5レンズ	
11	4.924	0.21				20
12	6.330	2.51	1.51680	64.20	第6レンズ	
13*	-12.158	可変(B)				
14*	13.923	1.68	1.48749	70.44	第7レンズ	
15	-117.275	可変(C)				
16	$\infty$	3.25	1.51680	64.20	各種フィルタ	
17	$\infty$					

第 1 ~ 第 3 レンズが第 1 群を構成し、第 4 ~ 第 6 レンズが第 2 群を構成し、第 7 レンズが第 3 群を構成する。 30

【 0 0 5 2 】

非球面

第4面

$$K=0.0, A_4=-1.42635 \times 10^{-3}, A_6=-6.33122 \times 10^{-5}, A_8=2.18856 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=-1.81517 \times 10^{-7}, A_{12}=-1.54734 \times 10^{-9}, A_{14}=5.33510 \times 10^{-10},$$

$$A_{16}=7.16118 \times 10^{-11}, A_{18}=-4.28124 \times 10^{-12}$$

第8面

$$K=0.0, A_4=-2.71616 \times 10^{-4}, A_6=-1.37281 \times 10^{-5}, A_8=2.07664 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=-1.81165 \times 10^{-7}$$

10

第13面

$$K=0.0, A_4=9.17882 \times 10^{-4}, A_6=5.21195 \times 10^{-5}, A_8=-1.05410 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=3.21835 \times 10^{-7}$$

第14面

$$K=0.0, A_4=-2.69023 \times 10^{-4}, A_6=3.06885 \times 10^{-5}, A_8=-2.70949 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=9.24380 \times 10^{-8}$$

20

可變量

	短焦点端	中間焦点距離	長焦点端
	f=4.33	f=6.64	f=10.28
A	11.680	5.480	1.400
B	1.440	4.850	10.180
C	3.044	2.873	2.528

条件式数值

$$(L_2 / Y') = 1.87$$

$$(R_{31} + R_{32}) / (R_{31} - R_{32}) = -0.315$$

$$(f_{L1} / f_{L2}) = 1.30$$

[ 0 0 5 3 ]

30

## 実施例 3

$$f = 4.33 \sim 10.28, F = 2.67 \sim 4.03, \omega = 40.31 \sim 18.96$$

面番号	R	D	Nd	$\nu d$	備考	
01	52.284	1.00	1.77250	49.62	第1レンズ	
02	7.548	0.90				
03	14.553	1.00	1.74330	49.33	第2レンズ	
04*	4.429	1.45				10
05	9.086	2.11	1.72825	28.32	第3レンズ	
06	-123.655	可変(A)				
07	絞り	1.00				
08*	5.316	2.25	1.74400	44.90	第4レンズ	
09	-545.787	0.47				
10	-38.991	1.18	1.80518	25.46	第5レンズ	
11	4.987	0.19				20
12	6.737	2.27	1.51680	64.20	第6レンズ	
13*	-11.295	可変(B)				
14*	13.622	1.73	1.48749	70.44	第7レンズ	
15	-75.425	可変(C)				
16	$\infty$	3.25	1.51680	64.20	各種フィルタ	
17	$\infty$					

第 1 ~ 第 3 レンズが第 1 群を構成し、第 4 ~ 第 6 レンズが第 2 群を構成し、第 7 レンズが第 3 群を構成する。 30

【 0 0 5 4 】

非球面

第4面

$$K=0.0, A_4=-1.52225 \times 10^{-3}, A_6=-4.90276 \times 10^{-5}, A_8=-3.89047 \times 10^{-7},$$

$$A_{10}=1.40729 \times 10^{-7}, A_{12}=-3.52907 \times 10^{-8}, A_{14}=1.18808 \times 10^{-9},$$

$$A_{16}=5.42840 \times 10^{-11}, A_{18}=-3.71221 \times 10^{-12}$$

第8面

$$K=0.0, A_4=-2.57172 \times 10^{-4}, A_6=-1.36917 \times 10^{-5}, A_8=2.21542 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=-1.81900 \times 10^{-7}$$

10

第13面

$$K=0.0, A_4=8.29889 \times 10^{-4}, A_6=4.54452 \times 10^{-5}, A_8=-2.92852 \times 10^{-7},$$

$$A_{10}=3.36336 \times 10^{-7}$$

第14面

$$K=0.0, A_4=-2.39053 \times 10^{-4}, A_6=2.27231 \times 10^{-5}, A_8=-1.86944 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=6.13185 \times 10^{-8}$$

20

可變量

	短焦点端	中間焦点距離	長焦点端
	f=4.33	f=6.64	f=10.28
A	11.600	5.420	1.380
B	1.440	5.040	10.700
C	3.191	2.996	2.556

条件式数值

30

$$(L_2 / Y') = 1.82$$

$$(R_{31} + R_{32}) / (R_{31} - R_{32}) = -0.253$$

$$(f_{L1} / f_{L2}) = 1.29$$

[ 0 0 5 5 ]

## 実施例 4

 $f = 4.33 \sim 10.30$ ,  $F = 2.71 \sim 4.04$ ,  $\omega = 40.29 \sim 18.95$ 

面番号	R	D	Nd	$\nu d$	備考	
01	29.129	1.00	1.77250	49.62	第1レンズ	
02	6.828	1.16				
03	16.225	1.00	1.74330	49.33	第2レンズ	
04*	4.651	1.47				10
05	9.174	2.39	1.74077	27.76	第3レンズ	
06	$\infty$	可変(A)				
07	絞り	1.00				
08*	5.233	2.76	1.72342	37.99	第4レンズ	
09	-19.253	0.16				
10	-13.695	0.80	1.80518	25.46	第5レンズ	
11	4.961	0.18				20
12	6.324	2.98	1.51680	64.20	第6レンズ	
13*	-10.432	可変(B)				
14*	13.397	1.60	1.48749	70.44	第7レンズ	
15	153.379	可変(C)				
16	$\infty$	3.25	1.51680	64.20	各種フィルタ	
17	$\infty$					

第 1 ~ 第 3 レンズが第 1 群を構成し、第 4 ~ 第 6 レンズが第 2 群を構成し、第 7 レンズが第 3 群を構成する。 30

【 0 0 5 6 】

非球面

第4面

$$K=0.0, A_4=-1.27929 \times 10^{-3}, A_6=-4.75375 \times 10^{-5}, A_8=1.78640 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=-2.09707 \times 10^{-7}, A_{12}=-3.99557 \times 10^{-9}, A_{14}=8.29203 \times 10^{-10},$$

$$A_{16}=-2.46067 \times 10^{-11}, A_{18}=-3.28212 \times 10^{-13}$$

第8面

$$K=0.0, A_4=-2.23927 \times 10^{-4}, A_6=-9.69866 \times 10^{-6}, A_8=1.89347 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=-1.43145 \times 10^{-7}$$

10

第13面

$$K=0.0, A_4=8.10959 \times 10^{-4}, A_6=4.46654 \times 10^{-5}, A_8=-1.33415 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=3.10407 \times 10^{-7}$$

第14面

$$K=0.0, A_4=-2.22347 \times 10^{-4}, A_6=2.09486 \times 10^{-5}, A_8=-1.79477 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=6.32978 \times 10^{-8}$$

20

可變量

	短焦点端	中間焦点距離	長焦点端
	f=4.33	f=6.64	f=10.30
A	11.700	5.410	1.300
B	1.450	5.040	10.740
C	3.520	3.254	2.651

条件式数值

30

$$(L_2/Y') = 1.97$$

$$(R_{31}+R_{32}) / (R_{31}-R_{32}) = -0.245$$

$$(f_{L1}/f_{L2}) = 1.29$$

[ 0 0 5 7 ]

## 実施例 5

$$f = 4.33 \sim 10.28, F = 2.70 \sim 4.03, \omega = 40.29 \sim 18.97$$

面番号	R	D	Nd	$\nu d$	備考	
01	26.338	1.00	1.77250	49.62	第1レンズ	
02	5.957	1.15				
03	11.354	1.00	1.74330	49.33	第2レンズ	
04*	4.800	1.68				10
05	9.326	1.89	1.74077	27.76	第3レンズ	
06	76.543	可変(A)				
07	絞り	1.00				
08*	5.240	2.97	1.72342	37.99	第4レンズ	
09	-17.637	0.20				
10	-11.727	0.81	1.80518	25.46	第5レンズ	
11	5.109	0.17				20
12	6.368	2.50	1.51680	64.20	第6レンズ	
13*	-10.112	可変(B)				
14*	13.474	1.60	1.48749	70.44	第7レンズ	
15	164.596	可変(C)				
16	$\infty$	3.25	1.51680	64.20	各種フィルタ	
17	$\infty$					

第 1 ~ 第 3 レンズが第 1 群を構成し、第 4 ~ 第 6 レンズが第 2 群を構成し、第 7 レンズが第 3 群を構成する。 30

【 0 0 5 8 】

非球面

第4面

$$K=0.0, A_4=-1.18340 \times 10^{-3}, A_6=-5.15513 \times 10^{-5}, A_8=2.55275 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=-2.44284 \times 10^{-7}, A_{12}=-3.45686 \times 10^{-9}, A_{14}=1.00396 \times 10^{-9},$$

$$A_{16}=-4.09624 \times 10^{-11}, A_{18}=2.60442 \times 10^{-13}$$

第8面

$$K=0.0, A_4=-2.06641 \times 10^{-4}, A_6=-6.64406 \times 10^{-6}, A_8=1.79604 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=-1.27500 \times 10^{-7}$$

10

第13面

$$K=0.0, A_4=1.00672 \times 10^{-3}, A_6=5.77600 \times 10^{-5}, A_8=-1.35110 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=4.73799 \times 10^{-7}$$

第14面

$$K=0.0, A_4=-2.40787 \times 10^{-4}, A_6=3.74236 \times 10^{-5}, A_8=-3.77197 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=1.38975 \times 10^{-7}$$

20

可變量

	短焦点端	中間焦点距離	長焦点端
	f=4.33	f=6.64	f=10.28
A	11.840	5.630	1.530
B	1.660	5.160	10.570
C	3.306	3.072	2.665

条件式数值

30

$$(L_2/Y') = 1.90$$

$$(R_{31}+R_{32}) / (R_{31}-R_{32}) = -0.227$$

$$(f_{L1}/f_{L2}) = 0.851$$

[ 0 0 5 9 ]

## 実施例 6

 $f = 4.33 \sim 10.28$ ,  $F = 2.75 \sim 4.08$ ,  $\omega = 40.30 \sim 19.03$ 

面番号	R	D	Nd	$\nu d$	備考	
01	18.512	1.00	1.77250	49.62	第1レンズ	
02	6.948	0.99				
03	13.261	1.00	1.74330	49.33	第2レンズ	
04*	4.130	1.63				10
05	7.992	1.76	1.84666	23.78	第3レンズ	
06	21.770	可変(A)				
07	絞り	1.00				
08*	5.666	3.23	1.72342	37.99	第4レンズ	
09	-10.575	0.80	1.80518	25.46	第5レンズ	
10	5.648	0.31				
11	11.807	1.70	1.51680	64.20	第6レンズ	20
12	-11.807	0.10				
13	$\infty$	1.34	1.51680	64.20	第7レンズ	
14*	-15.216	可変(B)				
15*	11.050	1.64	1.48749	70.44	第8レンズ	
16	47.539	可変(C)				
17	$\infty$	3.25	1.51680	64.20	各種フィルタ	
18	$\infty$					30

第1～第3レンズが第1群を構成し、第4～第7レンズが第2群を構成し、第8レンズが第3群を構成する。第2群における第4レンズと第5レンズは接合レンズである。

【0060】

非球面

第 4 面

$$K = 0.0, A_4 = -1.36732 \times 10^{-3}, A_6 = -6.93407 \times 10^{-5}, A_8 = -7.84082 \times 10^{-7},$$

$$A_{10} = 2.83825 \times 10^{-7}, A_{12} = -5.78120 \times 10^{-8}, A_{14} = -7.22128 \times 10^{-10},$$

$$A_{16} = 4.13152 \times 10^{-10}, A_{18} = -1.85992 \times 10^{-11}$$

第 8 面

$$K = 0.0, A_4 = -4.08236 \times 10^{-4}, A_6 = -7.50989 \times 10^{-6}, A_8 = 7.45071 \times 10^{-7},$$

$$A_{10} = -9.85596 \times 10^{-8}$$

10

第 1 4 面

$$K = 0.0, A_4 = 6.16408 \times 10^{-5}, A_6 = 4.52472 \times 10^{-6}, A_8 = 2.22316 \times 10^{-7},$$

$$A_{10} = -1.94698 \times 10^{-8}$$

第 1 5 面

$$K = 0.0, A_4 = -2.44412 \times 10^{-4}, A_6 = 1.88531 \times 10^{-5}, A_8 = -1.48017 \times 10^{-6},$$

$$A_{10} = 4.92294 \times 10^{-8}$$

20

可變量

	短焦点端	中間焦点距離	長焦点端
	f=4.33	f=6.64	f=10.28
A	10.380	5.120	1.400
B	1.450	5.600	10.980
C	3.442	2.939	2.873

条件式数值

$$(L_2/Y') = 2.14$$

$$(f_{L1}/f_{L2}) = 1.77$$

30

【 0 0 6 1 】

## 実施例7

 $f = 4.33 \sim 10.18$ ,  $F = 2.73 \sim 4.00$ ,  $\omega = 40.30 \sim 19.19$ 

面番号	R	D	Nd	$\nu d$	備考	
01	29.593	1.25	1.77250	49.62	第1レンズ	
02	7.058	1.20				
03	17.247	1.10	1.74330	49.33	第2レンズ	
04*	4.563	1.30				10
05	8.485	2.16	1.72825	28.32	第3レンズ	
06	$\infty$	可変(A)				
07	絞り	1.00				
08*	5.283	2.61	1.72342	37.99	第4レンズ	
09	-20.081	0.29				
10	-12.075	0.81	1.80518	25.46	第5レンズ	
11	5.253	0.31				20
12	8.812	1.35	1.58913	61.25	第6レンズ	
13	20.251	0.10				
14	12.502	1.73	1.48749	70.44	第7レンズ	
15*	-8.992	可変(B)				
16*	13.337	1.65	1.48749	70.44	第8レンズ	
17	463.779	可変(C)				
18	$\infty$	3.25	1.51680	64.20	各種フィルタ	30
19	$\infty$					

第1～第3レンズが第1群を構成し、第4～第7レンズが第2群を構成し、第8レンズが第3群を構成する。

【0062】

非球面

第4面

$$K=0.0, A_4=-1.29720 \times 10^{-3}, A_6=-5.09824 \times 10^{-5}, A_8=1.81023 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=-2.10769 \times 10^{-7}, A_{12}=-4.76553 \times 10^{-9}, A_{14}=8.28677 \times 10^{-10},$$

$$A_{16}=-2.46190 \times 10^{-11}, A_{18}=-4.19978 \times 10^{-13}$$

第8面

$$K=0.0, A_4=-1.98718 \times 10^{-4}, A_6=-947779 \times 10^{-6}, A_8=2.05528 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=-1.77908 \times 10^{-7}$$

10

第15面

$$K=0.0, A_4=5.86592 \times 10^{-4}, A_6=3.85335 \times 10^{-5}, A_8=-2.22078 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=1.73297 \times 10^{-7}$$

第16面

$$K=0.0, A_4=-1.97840 \times 10^{-4}, A_6=1.55183 \times 10^{-5}, A_8=-1.27195 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=4.39912 \times 10^{-8}$$

20

可變量

	短焦点端	中間焦点距離	長焦点端
	f=4.33	f=6.63	f=10.18
A	11.860	5.530	1.400
B	1.450	5.230	10.810
C	3.570	3.241	2.731

条件式数值

$$(L_2/Y') = 2.06$$

$$(f_{L1}/f_{L2}) = 1.42$$

30

【0063】

## 実施例 8

$$f = 5.46 \sim 10.29, F = 2.76 \sim 3.64, \omega = 33.92 \sim 19.03$$

面番号	R	D	Nd	$\nu d$	備考	
01	128.673	1.00	1.80610	40.74	第1レンズ	
02*	4.108	1.50				
03	8.797	1.75	1.84666	23.78	第2レンズ	
04	56.875	可変(A)				10
05	絞り	1.00				
06*	5.276	2.39	1.72342		37.99 第3レンズ	
07	-16.390	0.23				
08	-10.483	0.80	1.80518	25.46	第4レンズ	
09	5.803	0.21				
10	7.974	2.29	1.51680	64.20	第5レンズ	
11*	-9.846	可変(B)				20
12*	13.220	1.55	1.48749	70.44	第6レンズ	
13	132.376	可変(C)				
14	$\infty$	3.25	1.51680	4.20	各種フィルタ	
15	$\infty$					

第 1、第 2 レンズが第 1 群を構成し、第 3 ~ 第 5 レンズが第 2 群を構成し、第 6 レンズが第 3 群を構成する。

【 0 0 6 4 】

## 非球面

## 第2面

$$K=0.0, A_4=-1.41341 \times 10^{-3}, A_6=-8.23203 \times 10^{-5}, A_8=3.51562 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=-4.08043 \times 10^{-7}, A_{12}=-2.02424 \times 10^{-8}, A_{14}=1.46185 \times 10^{-9},$$

$$A_{16}=8.49258 \times 10^{-11}, A_{18}=-8.85489 \times 10^{-12}$$

## 第6面

$$K=0.0, A_4=-1.06275 \times 10^{-4}, A_6=7.68066 \times 10^{-6}, A_8=1.00953 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=-4.21879 \times 10^{-8}$$

10

## 第11面

$$K=0.0, A_4=9.01094 \times 10^{-4}, A_6=6.60691 \times 10^{-5}, A_8=-4.27954 \times 10^{-7},$$

$$A_{10}=5.21148 \times 10^{-7}$$

## 第12面

$$K=0.0, A_4=-3.07368 \times 10^{-4}, A_6=2.58407 \times 10^{-5}, A_8=-1.98853 \times 10^{-6},$$

$$A_{10}=6.58622 \times 10^{-8}$$

20

## 可変量

	短焦点端	中間焦点距離	長焦点端
	f=5.46	f=7.50	f=10.29
A	10.010	5.730	2.280
B	1.460	4.390	7.200
C	4.540	4.367	4.954

## 条件式数値

30

$$(L_2/Y') = 1.69$$

$$(R_{31}+R_{32}) / (R_{31}-R_{32}) = -0.105$$

## 【0065】

図1～図8に順次、上記実施例1～8のズームレンズの「短焦点端におけるレンズ配置」と、長焦点端への変倍に伴う各群の移動の様子を矢印で示す。これらの図において、「I」は第1群、「II」は第2群、「III」は第3群を示し、「S」は絞り、「F」は各種フィルタを示している。各実施例とも「収差補正の自由度を増加させる」ために、変倍に際して、第3群IIIを少量移動させる構成としている。

40

## 【0066】

実施例1に関する、短焦点端、中間焦点距離、長焦点端における収差曲線図を図9～図11に順次示す。実施例2に関する、短焦点端、中間焦点距離、長焦点端における収差曲線図を図12～図14に順次示す。

## 【0067】

実施例3に関する、短焦点端、中間焦点距離、長焦点端における収差曲線図を図15～図17に順次示す。実施例4に関する、短焦点端、中間焦点距離、長焦点端における収差曲線図を図18～図20に順次示す。

## 【0068】

実施例5に関する、短焦点端、中間焦点距離、長焦点端における収差曲線図を図21～図

50

23に順次示す。実施例6に関する、短焦点端、中間焦点距離、長焦点端における収差曲線図を図24～図26に順次示す。

【0069】

実施例7に関する、短焦点端、中間焦点距離、長焦点端における収差曲線図を図27～図29に順次示す。実施例8に関する、短焦点端、中間焦点距離、長焦点端における収差曲線図を図30～図32に順次示す。

【0070】

各収差曲線図において、球面収差の図中の破線は正弦条件を表す。また、非点収差の図中の実線はサジタル、破線はメリディオナルを表す。「Y'」は最大像高であり、単位は「mm」である。また、球面収差・非点収差・歪曲収差の図における横軸の単位も「mm」である。各実施例とも、短焦点端・中間焦点距離・長焦点端において、収差が良好に補正され、性能良好である。

【0071】

上記実施例1～8のうちで、実施例1～5および実施例8のズームレンズにおける第2群IIは、物体側より順に、負の焦点距離を持つ第1群I、正の焦点距離を持つ第2群II、正の焦点距離を持つ第3群IIIを配し、第2群の物体側に第2群IIと一体に移動する絞りSを有し、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、第2群IIが像側から物体側へ単調に移動し、第1群Iが変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動するズームレンズにおいて、第2群IIとして構成されて実質的な変倍を行う変倍群であって、物体側から順に、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ、像側に曲率の大きな面を向けた負レンズ、正レンズの3枚を配して構成され、最も物体側の面と最も像側の面が非球面である。

【0072】

そして、実施例1～5および実施例8のズームレンズの第2群IIは、光軸方向の厚み： $L_2$ 、最大像高： $Y'$ が、条件：

$$(1) \quad 1.0 < (L_2 / Y') < 2.5$$

を満足し、最も像側の正レンズの、物体側および像側の面の曲率半径をそれぞれ $R_{31}$ および $R_{32}$ とすると、これらが条件：

$$(2) \quad -0.4 < (R_{31} + R_{32}) / (R_{31} - R_{32}) < 0.0$$

を満足する。

【0073】

また、実施例1のズームレンズの第2群IIでは、最も物体側の正レンズ（第4レンズ）と、これに続く負レンズ（第5レンズ）とが接合された接合レンズであり、実施例2～5、実施例8のズームレンズの第2群IIでは、3枚のレンズが互いに独立したレンズである。

【0074】

実施例6および7のズームレンズの第2群IIは、物体側より順に、負の焦点距離を持つ第1群I、正の焦点距離を持つ第2群II、正の焦点距離を持つ第3群IIIからなり、第2群の物体側に第2群と一体に移動する絞りSを有し、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、第2群IIが像側から物体側へ単調に移動し、第1群Iが変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動するズームレンズにおいて、第2群IIとして構成されて実質的な変倍を行う変倍群であって、最も物体側の面と最も像側の面が非球面で、光軸方向の厚み： $L_2$ 、最大像高： $Y'$ が、条件：(1)

$$1.0 < (L_2 / Y') < 2.5$$

を満足し、物体側から順に、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ（第4レンズ）、像側に曲率の大きな面を向けた負レンズ（第5レンズ）、正レンズ（第6レンズ）、正レンズ（第7レンズ）の4枚を配して構成され、実施例6では、最も物体側の正レンズ（第4レンズ）と、これに続く負レンズ（第5レンズ）が接合レンズとして一体化されている。従って、実施例6、7の各ズームレンズは、物体側より順に、負の焦点距離を持つ第1群I、正の焦点距離を持つ第2群II、正の焦点距離を持つ第3群IIIを配し、第2群

10

20

30

40

50

IIの物体側に第2群と一体に移動する絞りSを有してなり、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、第2群IIが像側から物体側へ単調に移動して実質的な変倍を行い、第1群Iが変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動するズームレンズにおいて、第2群IIとして、請求項1記載の変倍群を用いたものである。

【0075】

実施例1～8のズームレンズはまた、第1群Iが、物体側から順に、像側に曲率の大きな面を向けた少なくとも1枚の負レンズ、物体側に曲率の大きな面を向けた少なくとも1枚の正レンズを配してなり、上記少なくとも1枚の負レンズの、最も像側の面が非球面である。

【0076】

実施例1～7のズームレンズは、第1群Iが、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ(第1レンズ)、像側に曲率の大きな面を向けた負レンズ(第2レンズ)、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ(第3レンズ)を配してなる3枚構成であって、像側に曲率の大きな面を向けた負レンズの像側の面(第4面)が非球面であり、第1群Iの最も物体側に配された負メニスカスレンズ(第1レンズ)の焦点距離： $f_{L1}$ 、第1群の物体側から2番目に配された負レンズ(第2レンズ)の焦点距離： $f_{L2}$ が、条件：

$$(3) \quad 0.7 < (f_{L1} / f_{L2}) < 2.0$$

を満足する。

【0077】

実施例8のズームレンズの第1群Iは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ(第1レンズ)、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズ(第2レンズ)を配してなる2枚構成で、負メニスカスレンズの像側の面(第2面)が非球面である。

【0078】

実施例1～8の各ズームレンズとも、第3群IIIは、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズにより構成され、少なくとも1面の非球面(物体側面)を有するものであり、実施例1～8の各ズームレンズとも、全系の構成レンズ枚数が8枚以下(実施例1～5において7枚構成、実施例6、7において8枚構成、実施例8において6枚構成)である。

【0079】

図33は、この発明の「撮像装置」の実施の1形態を説明するための図である。図33(a)は正面側と上部面とを示す図、図33(c)は背面側を示す図である。撮像装置30は、撮影レンズ31として、上に説明した請求項1～7の任意の1に記載のズームレンズ(実施例6または7)を「撮影用ズームレンズ」として有する。

【0080】

図33(a)において、符号32はフラッシュ、符号33はファインダを示す。ズームレバー34とシャッターボタン35は、本体の上面側に配置されている。図33(b)は撮影レンズ31の使用状態を示す図である。撮影レンズ31は、使用されないときは、図33(a)に示すように、撮像装置本体に「沈胴式」に収納される。ズームレンズの上記各実施例とも、レンズ枚数が6～8枚と少なく、第2群の厚さが小さいので、沈胴式に収納すると、薄いカメラ本体内に収納できる。

【0081】

図33(c)に示すように、電源スイッチ35、操作ボタン37、液晶モニタ38は撮像装置本体の背面側に配置され、通信カード用スロット39Aと、メモリカードスロット39Bは、本体側面に配置されている。

【0082】

図34は、撮像装置の「システム構造」を示す図である。撮像装置30は形態情報端末装置である(請求項20)。図34に示すように、撮像装置は、撮影レンズ31と受光素子(エリアセンサ)45を有し、撮影レンズ31によって形成される撮影対象物の像を受光素子45によって読取るように構成され、受光素子45からの出力は中央演算装置40の制御を受ける信号処理装置42によって処理されてデジタル情報に変換される。即ち、

10

20

30

40

50

撮像装置 30 は「撮影画像をデジタル情報とする機能」を有している。

【0083】

信号処理装置 42 によってデジタル化された画像情報は、中央演算装置 40 の制御を受ける画像処理装置 41 において所定の画像処理を受けた後、半導体メモリ 44（前記メモリカードスロット 39B にセットされる）に記録される。液晶モニタ 38 には、撮影中の画像を表示することもできるし、半導体メモリ 44 に記録されている画像を表示することもできる。また、半導体メモリ 44 に記録した画像は、通信カード 43 等（前記通信カードスロット 39A にセットされる）を使用して外部へ送信することも可能である。

【0084】

図 33（a）に示すように、撮影レンズ 31 は撮像装置 30 の携帯時には「沈胴状態」にあり、ユーザが電源スイッチ 36 を操作して電源を入れると、図 33（b）に示すように鏡胴が繰り出される。このとき、鏡胴内部でズームレンズの各群は、例えば「短焦点端の配置」となっており、ズームレバー 34 を操作することで各群の配置が変化して長焦点端への変倍を行うことができる。このとき、ファインダ 33 も撮影レンズの画角変化に連動して変倍する。

10

【0085】

シャッターボタン 35 の「半押し」によりフォーカシングがなされる。フォーカシングは、第 1 群または第 3 群の移動、もしくは、受光素子の移動によって行うことができる。シャッターボタン 35 を、半押し状態からさらに押し込むと撮影がなされ、その後は上記の画像情報処理が実行される。

20

【0086】

半導体メモリ 44 に記録した画像を、液晶モニタ 38 に表示したり、通信カード 43 等を使用して外部へ送信する場合は、操作ボタン 37 の操作により行なう。撮影レンズ 31 として、実施例 1～8 の任意のものを使用すると、これらは性能良好であるので、受光素子 45 として、200 万画素～300 万画素クラスのものを使用した高画質で小型の撮像装置を実現できる。

【0087】

【発明の効果】

以上に説明したように、この発明によれば新規な、ズームレンズにおける変倍群、ズームレンズ、撮像装置を実現できる。

30

この発明の変倍群は、光軸方向の厚みが有効に縮小されているので、ズームレンズをコンパクト化でき、特に、沈胴型の撮像装置における収納時の寸法を有効に小さくできる。

【0088】

また、この発明のズームレンズは、デジタル画像撮影に要求される高性能を維持しつつ、従来のものよりも更なる小型化を図ることが可能であり、この発明のズームレンズを用いる撮像装置は、小型で且つ高性能に実現可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】実施例 1 のズームレンズの短焦点端におけるレンズ配置と、変倍に伴う各群の移動を示す図である。

【図 2】実施例 2 のズームレンズの短焦点端におけるレンズ配置と、変倍に伴う各群の移動を示す図である。

40

【図 3】実施例 3 のズームレンズの短焦点端におけるレンズ配置と、変倍に伴う各群の移動を示す図である。

【図 4】実施例 4 のズームレンズの短焦点端におけるレンズ配置と、変倍に伴う各群の移動を示す図である。

【図 5】実施例 5 のズームレンズの短焦点端におけるレンズ配置と、変倍に伴う各群の移動を示す図である。

【図 6】実施例 6 のズームレンズの短焦点端におけるレンズ配置と、変倍に伴う各群の移動を示す図である。

【図 7】実施例 7 のズームレンズの短焦点端におけるレンズ配置と、変倍に伴う各群の移

50

動を示す図である。

【図 8】実施例 8 のズームレンズの短焦点端におけるレンズ配置と、変倍に伴う各群の移動を示す図である。

【図 9】実施例 1 のズームレンズの短焦点端における収差曲線図である。

【図 10】実施例 1 のズームレンズの中間焦点距離における収差曲線図である。

【図 11】実施例 1 のズームレンズの長焦点端における収差曲線図である。

【図 12】実施例 2 のズームレンズの短焦点端における収差曲線図である。

【図 13】実施例 2 のズームレンズの中間焦点距離における収差曲線図である。

【図 14】実施例 2 のズームレンズの長焦点端における収差曲線図である。

【図 15】実施例 3 のズームレンズの短焦点端における収差曲線図である。

10

【図 16】実施例 3 のズームレンズの中間焦点距離における収差曲線図である。

【図 17】実施例 3 のズームレンズの長焦点端における収差曲線図である。

【図 18】実施例 4 のズームレンズの短焦点端における収差曲線図である。

【図 19】実施例 4 のズームレンズの中間焦点距離における収差曲線図である。

【図 20】実施例 4 のズームレンズの長焦点端における収差曲線図である。

【図 21】実施例 5 のズームレンズの短焦点端における収差曲線図である。

【図 22】実施例 5 のズームレンズの中間焦点距離における収差曲線図である。

【図 23】実施例 5 のズームレンズの長焦点端における収差曲線図である。

【図 24】実施例 6 のズームレンズの短焦点端における収差曲線図である。

【図 25】実施例 6 のズームレンズの中間焦点距離における収差曲線図である。

20

【図 26】実施例 6 のズームレンズの長焦点端における収差曲線図である。

【図 27】実施例 7 のズームレンズの短焦点端における収差曲線図である。

【図 28】実施例 7 のズームレンズの中間焦点距離における収差曲線図である。

【図 29】実施例 7 のズームレンズの長焦点端における収差曲線図である。

【図 30】実施例 8 のズームレンズの短焦点端における収差曲線図である。

【図 31】実施例 8 のズームレンズの中間焦点距離における収差曲線図である。

【図 32】実施例 8 のズームレンズの長焦点端における収差曲線図である。

【図 33】撮像装置の実施の 1 形態を説明するための図である。

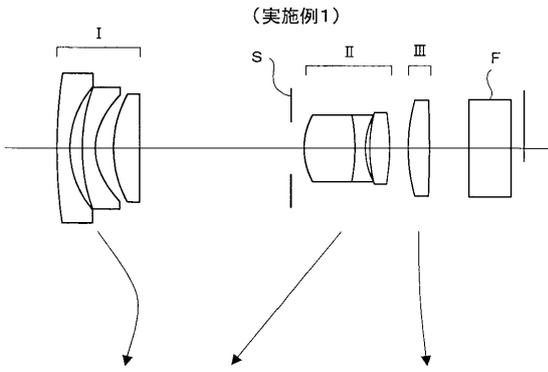
【図 34】図 33 の実施の形態のシステム構成を説明するための図である。

【符号の説明】

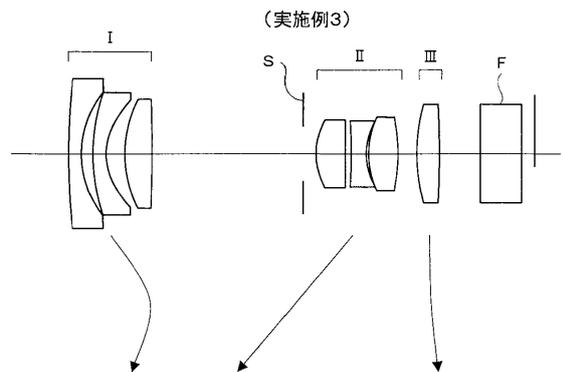
30

I 第 1 群  
 I I 第 2 群  
 I I I 第 3 群  
 S 絞り

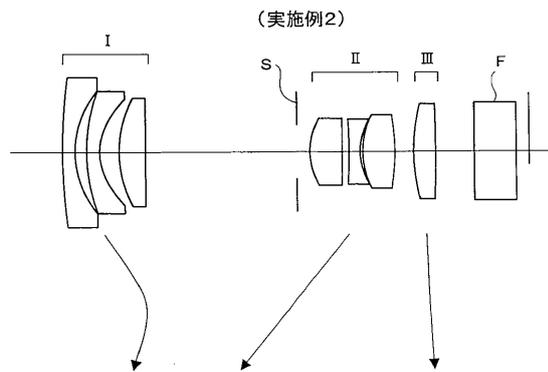
【図1】



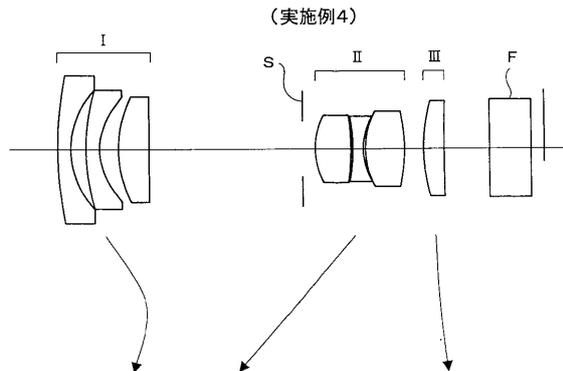
【図3】



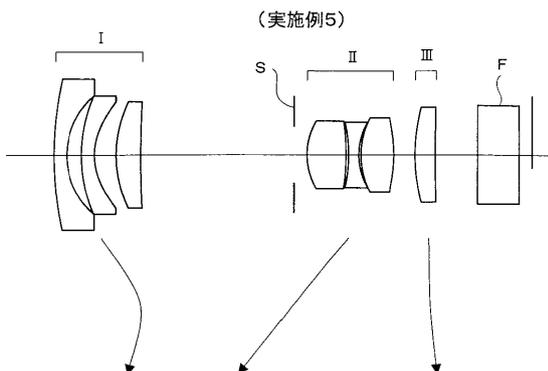
【図2】



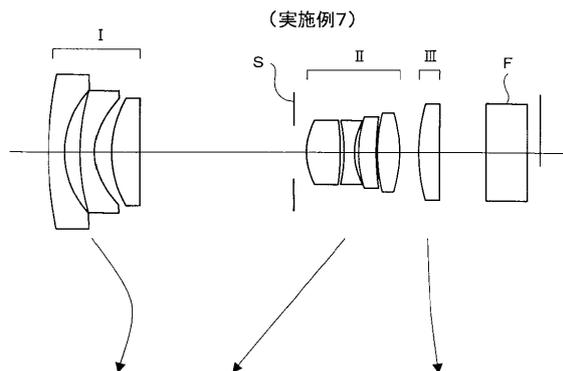
【図4】



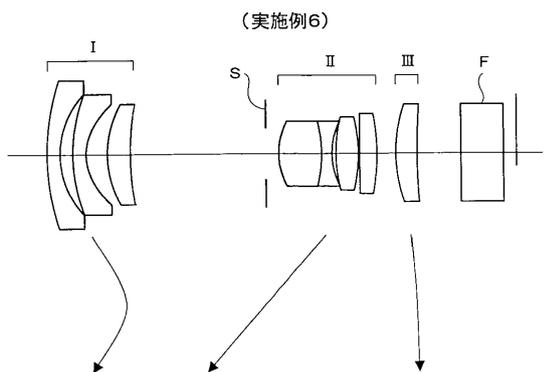
【図5】



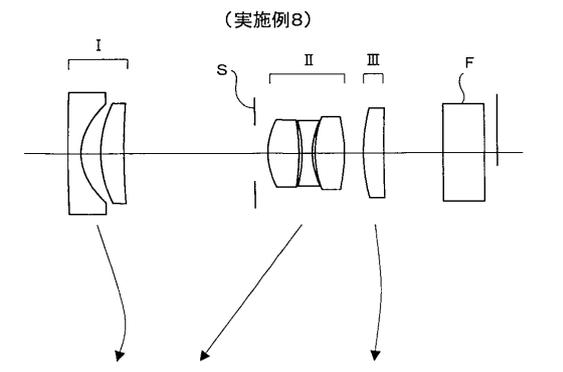
【図7】



【図6】

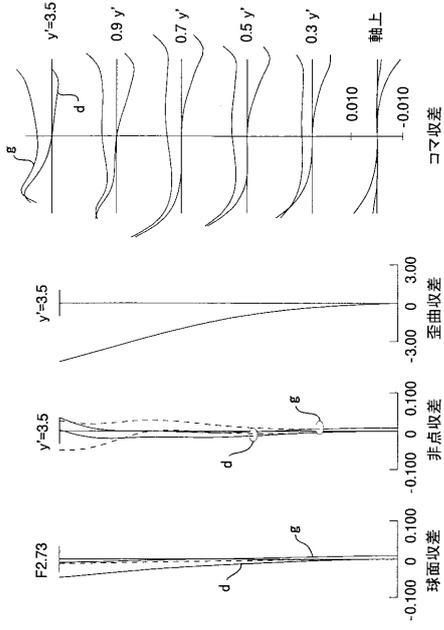


【図8】



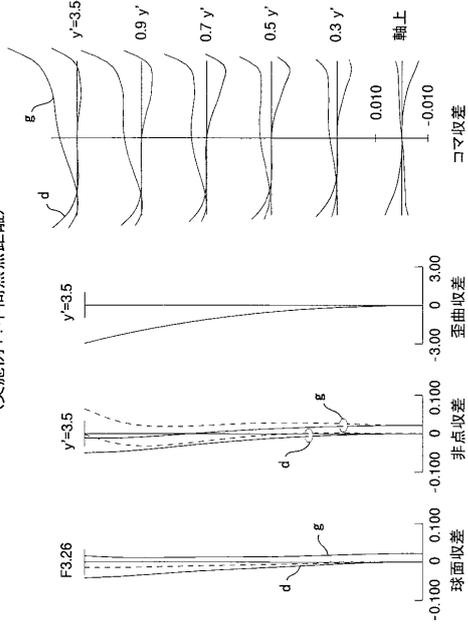
【 図 9 】

(実施例1:短焦点端)



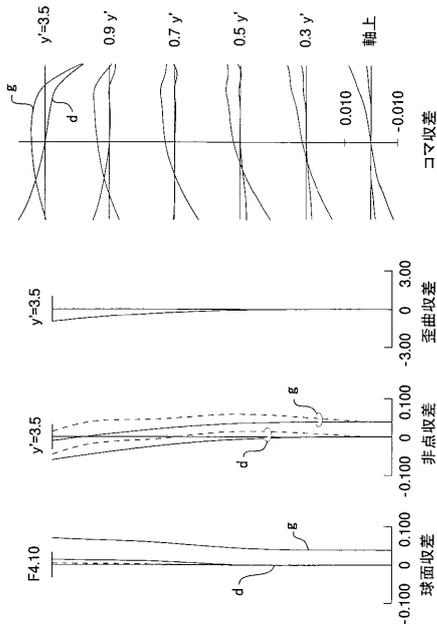
【 図 10 】

(実施例1:中間焦点距離)



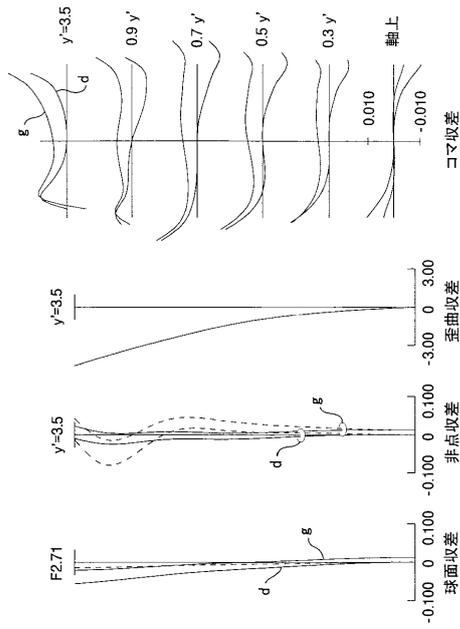
【 図 11 】

(実施例1:長焦点端)



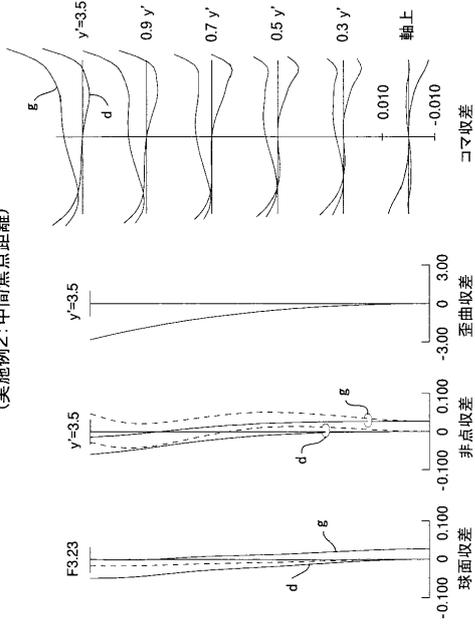
【 図 12 】

(実施例2:短焦点端)



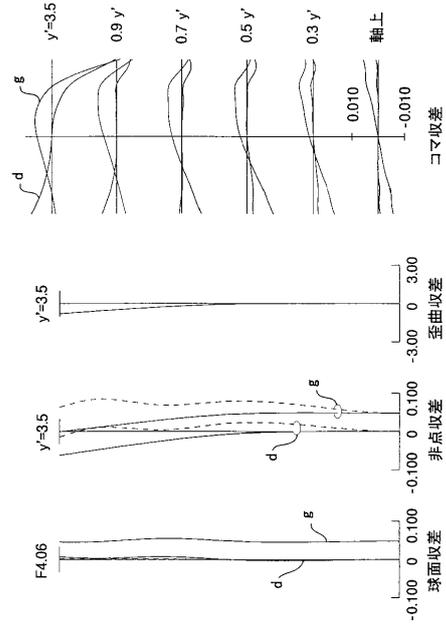
【 図 1 3 】

(実施例2: 中間焦点距離)



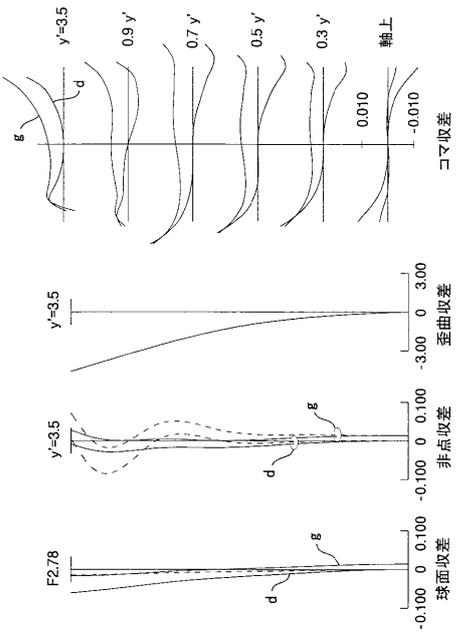
【 図 1 4 】

(実施例2: 長焦点端)



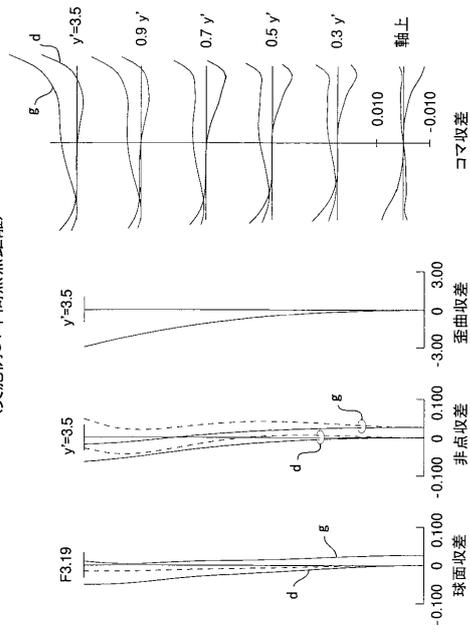
【 図 1 5 】

(実施例3: 短焦点端)



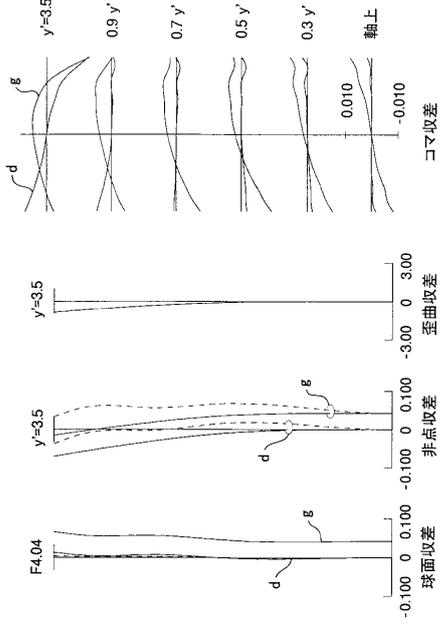
【 図 1 6 】

(実施例3: 中間焦点距離)



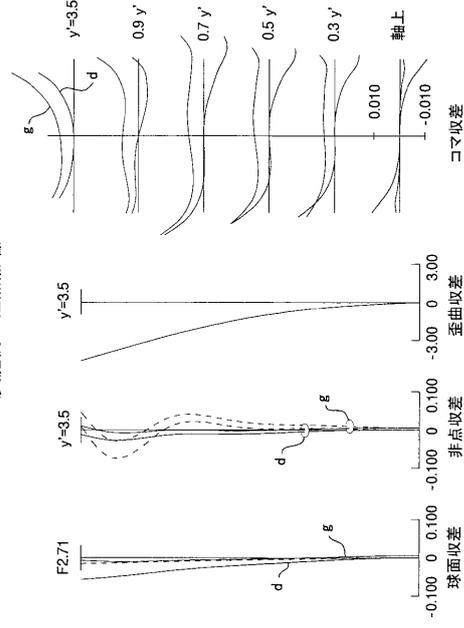
【 図 1 7 】

(実施例3:長焦点端)



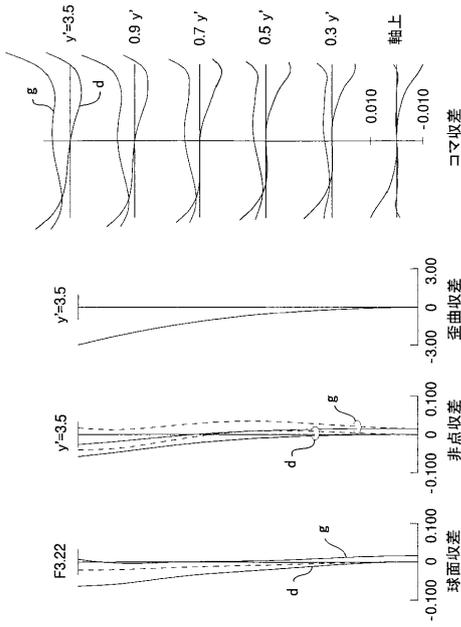
【 図 1 8 】

(実施例4:短焦点端)



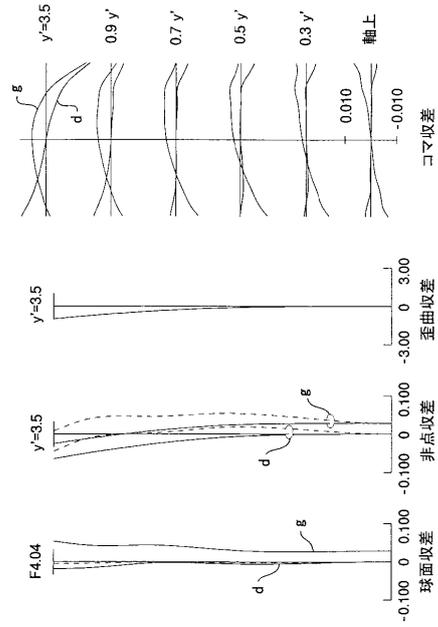
【 図 1 9 】

(実施例4:中間焦点距離)



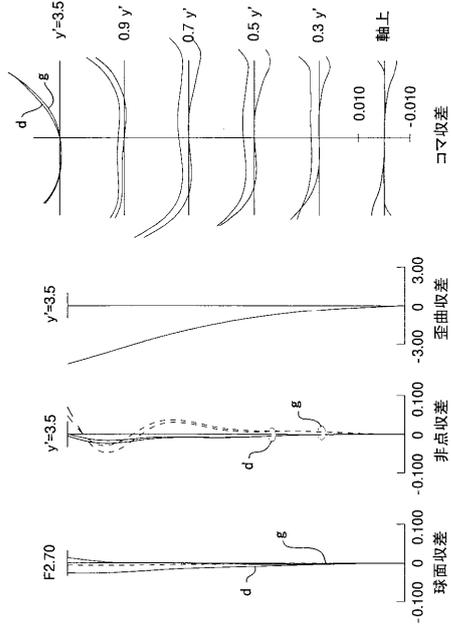
【 図 2 0 】

(実施例4:長焦点端)



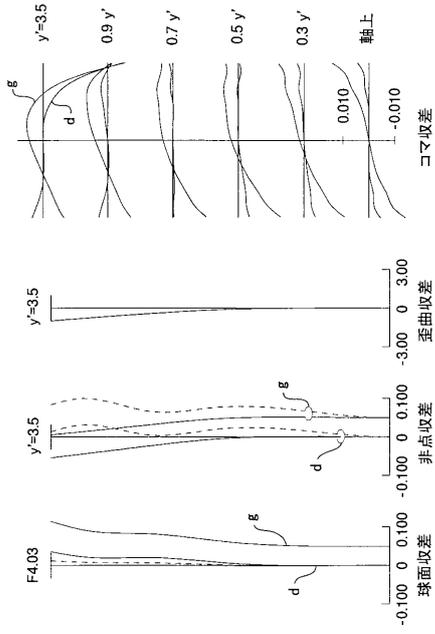
【 図 2 1 】

(実施例5:短焦点端)



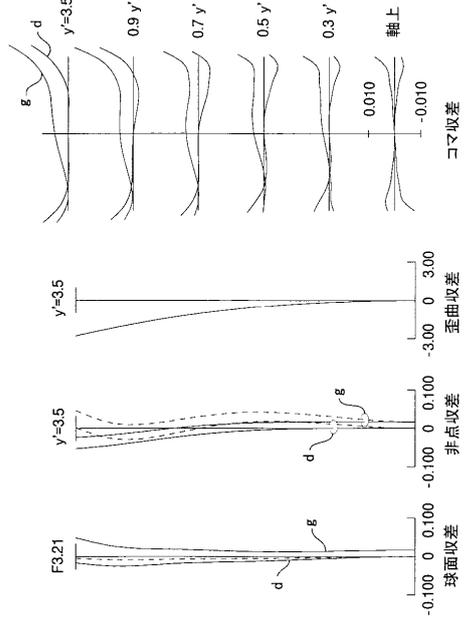
【 図 2 3 】

(実施例5:長焦点端)



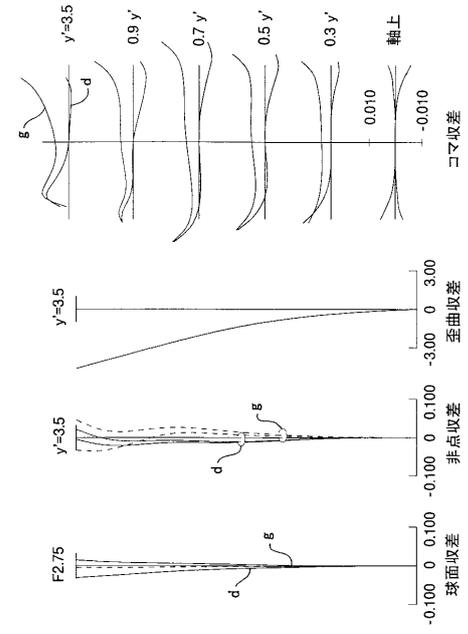
【 図 2 2 】

(実施例5:中間焦点距離)



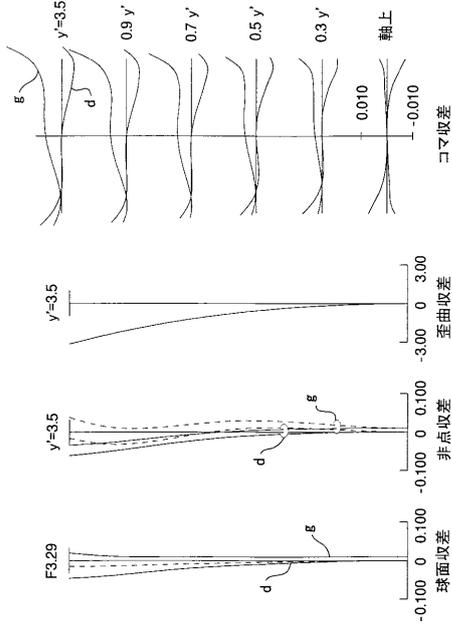
【 図 2 4 】

(実施例6:短焦点端)



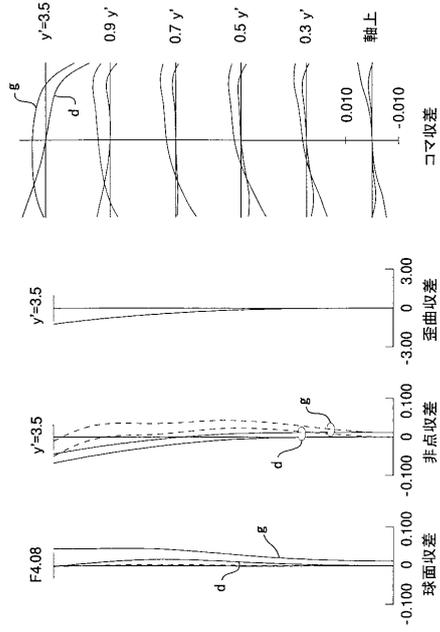
【 図 2 5 】

(実施例6:中間焦点距離)



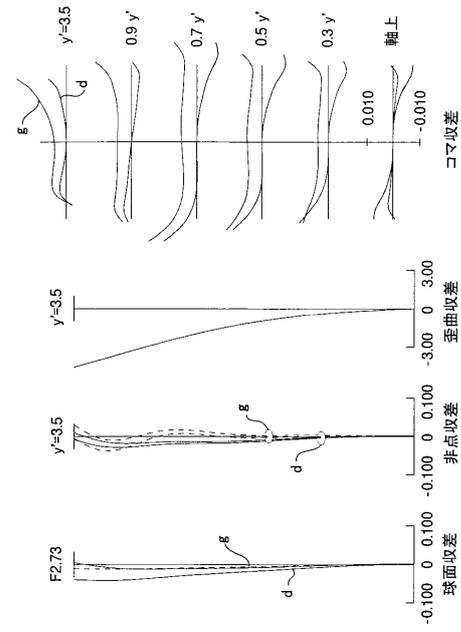
【 図 2 6 】

(実施例6:長焦点端)



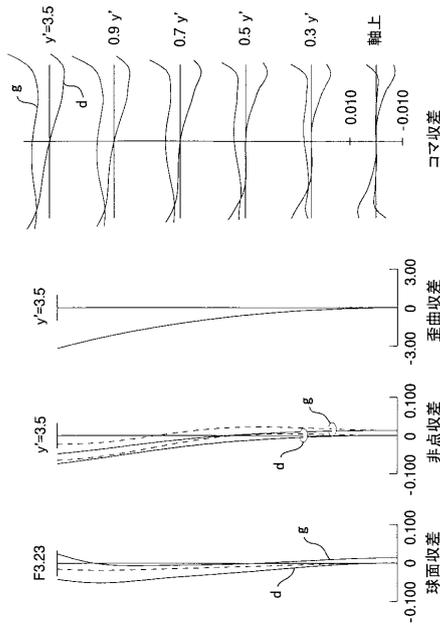
【 図 2 7 】

(実施例7:短焦点端)



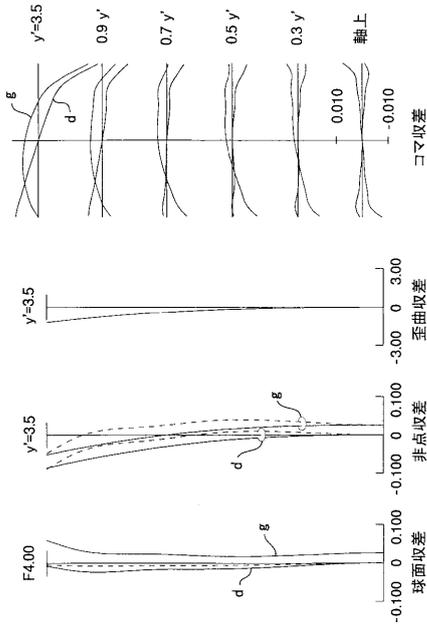
【 図 2 8 】

(実施例7:中間焦点距離)



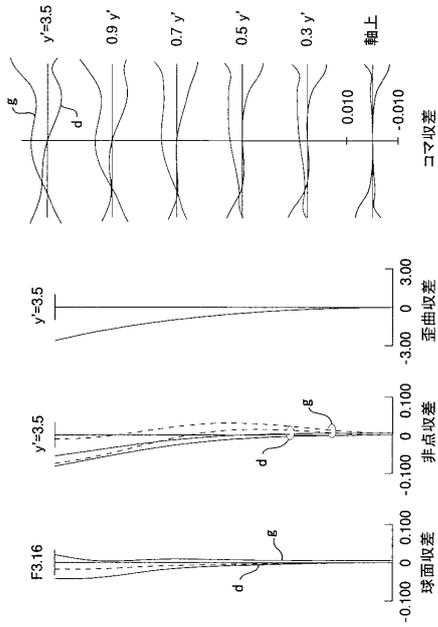
【 図 29 】

(実施例7: 長焦点端)



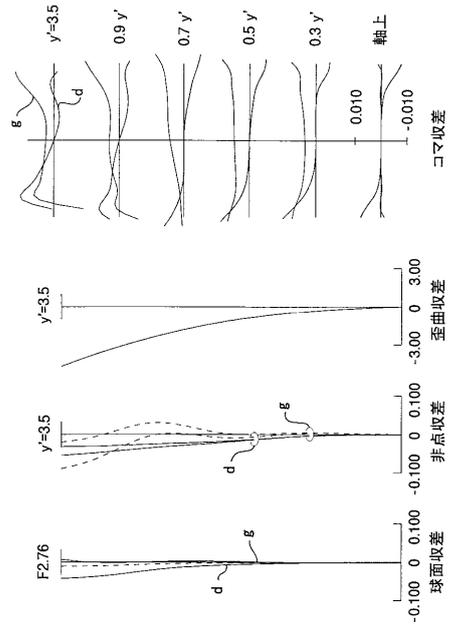
【 図 31 】

(実施例8: 中間焦点距離)



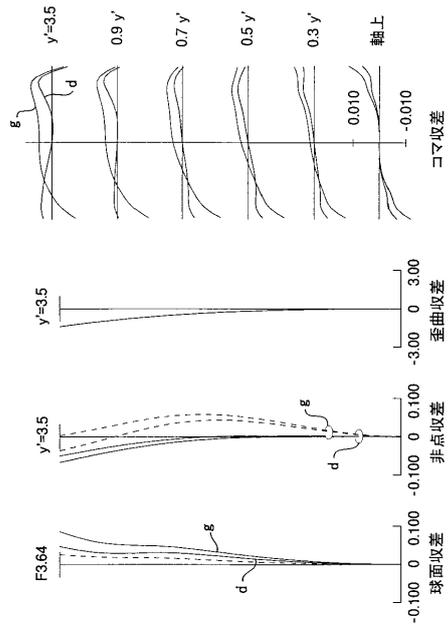
【 図 30 】

(実施例8: 短焦点端)

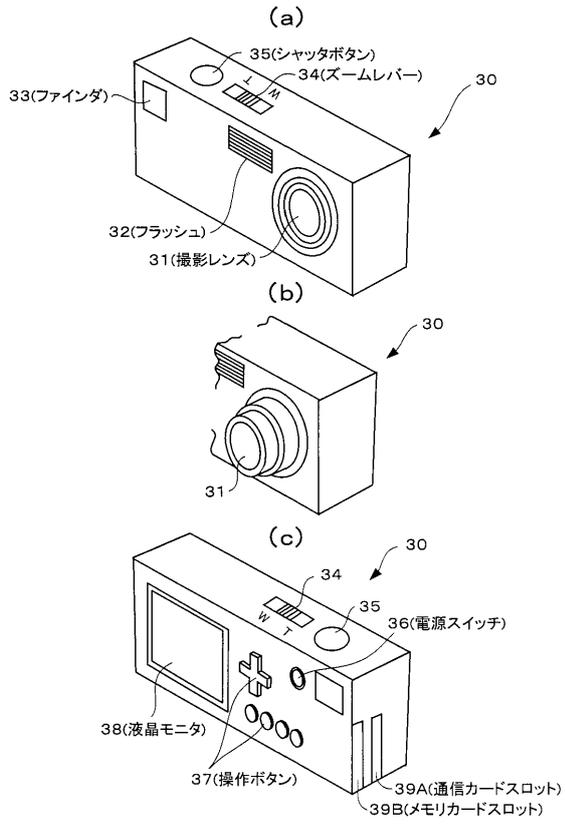


【 図 32 】

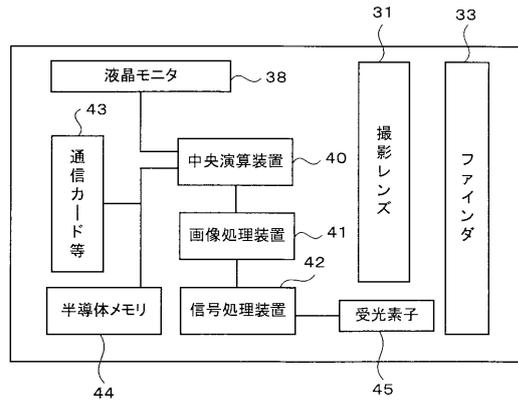
(実施例8: 長焦点端)



【図33】



【図34】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07 - 013077 (JP, A)  
特開2000 - 089110 (JP, A)  
特開2000 - 111798 (JP, A)  
特開平11 - 287953 (JP, A)  
特開2002 - 048975 (JP, A)  
特開2001 - 272602 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00-17/08