

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4857063号
(P4857063)

(45) 発行日 平成24年1月18日(2012.1.18)

(24) 登録日 平成23年11月4日(2011.11.4)

(51) Int. Cl. F I
G O 2 B 15/20 (2006.01) G O 2 B 15/20
G O 2 B 13/18 (2006.01) G O 2 B 13/18

請求項の数 12 (全 25 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2006-267614 (P2006-267614) (22) 出願日 平成18年9月29日 (2006. 9. 29) (65) 公開番号 特開2008-89690 (P2008-89690A) (43) 公開日 平成20年4月17日 (2008. 4. 17) 審査請求日 平成21年9月29日 (2009. 9. 29)</p>	<p>(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 伊藤 大介 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 森内 正明 (56) 参考文献 特開2008-39838 (JP, A)</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、絞りを含む第3群、正の屈折力の第4群、正の屈折力の第5群より構成され、該第2群は物体側より像側へ順に負レンズ部、プリズムを有しており、ズーミングに際して、該第2群は不動であり、広角端から望遠端へのズーミングに際して該第1群と該第2群の間隔が増大し、該第2群と該第3群の間隔が減少し、該第3群と該第4群の間隔が減少するように該第1、第3、第4群が移動し、ズーミングに伴う像面変動を、該第5群で補正するズームレンズであつて、

広角端と、望遠端での全系の焦点距離を各々 f_w 、 f_T 、該第2群の焦点距離を f_2 、該負レンズ部の焦点距離を f_N 、該プリズムの光軸方向の長さを空気換算長とし、広角端における第2群の最も物体側のレンズ面から該絞りまでの光軸上の距離を L とするとき、
 【数1】

$$0.20 < |f_2| / \sqrt{(f_w \cdot f_T)} < 0.45$$

$$0.80 < |f_N / f_w| < 1.90$$

$$2.70 < L / f_w < 4.20$$

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 2 群は物体側より像側へ順に、負レンズ部、プリズム、負レンズ、正レンズより成り、該負レンズ部の材料の屈折率の平均値を n_{21} とするとき、

$$1.80 < n_{21} < 1.95$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 3】

前記プリズムの光軸上の厚みを D とするとき

$$1.10 < |D/f_2| < 2.00$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記負レンズ部には、少なくとも 1 つ以上の非球面形状の面が含まれていることを特徴とする請求項 1、2 又は 3 に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

広角端から望遠端までのズームングに要する前記第 1 群と前記第 4 群の移動量の絶対値を各々 M_1 、 M_4 とするとき、

$$0.90 < M_1/M_4 < 1.70$$

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 項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

広角端から望遠端までのズームングに要する前記第 3 群と前記第 4 群の移動量の絶対値を各々 M_3 、 M_4 とするとき、

$$0.20 < M_3/M_4 < 1.20$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

前記第 4 群は、物体側より像側へ順に、物体側が凸形状の正の第 4 1 レンズ、物体側が凸面でメニスカス形状の負の第 4 2 レンズ、両凸形状の正の第 4 3 レンズより成り、該第 4 1 レンズの物体側の面の曲率半径を R_{41} 、中心肉厚を D_{41} とするとき、

$$0.15 < D_{41}/R_{41} < 0.40$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

前記第 4 2 レンズの物体側の面の曲率半径を R_{42a} 、像側の面の曲率半径を R_{42b} とするとき、

$$1.50 < R_{42a}/R_{42b} < 4.50$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 7 に記載のズームレンズ。

【請求項 9】

前記第 5 群は、フォーカスに際して移動し、望遠端において無限遠物体に合焦しているときの横倍率を β_T とするとき、

$$0.55 < \beta_T < 0.85$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

前記第 1 群の焦点距離を f_1 とするとき、

$$0.35 < f_1/f_T < 0.85$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 11】

固体撮像素子に像を形成することを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

10

20

30

40

50

【請求項 1 2】

請求項 1 から 1 1 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成された像を受光する固体撮像素子を有していることを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はズームレンズに関し、例えばビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、放送用カメラ、銀塩写真用カメラ等の撮像装置用の撮影レンズに好適なものである。

【背景技術】

【0002】

固体撮像素子を用いた撮像装置に用いる撮影レンズには、コンパクトで高性能、高倍率なズームレンズであることが要求されている。これらの要求を満足するズームレンズの 1 つとして、物体側の第 1 群以外の群を移動させてフォーカスを行う、所謂リアフォーカス式のズームレンズが知られている。

【0003】

リアフォーカス式のズームレンズとして、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第 1 群、負の屈折力の第 2 群、正の屈折力の第 3 群、正の屈折力の第 4 群の 4 つの群を有する 4 群ズームレンズが知られている（特許文献 1、2）。この 4 群ズームレンズでは、第 2 群を移動させて変倍を行い、第 4 群を移動させて変倍に伴う像面変動とフォーカスを行っている。

【0004】

又物体側より像側へ順に、正の屈折力の第 1 群、負の屈折力の第 2 群、正の屈折力の第 3 群、正の屈折力の第 4 群、正の屈折力の第 5 群の 5 つの群を有した 5 群ズームレンズが知られている（特許文献 3）。

【0005】

この 5 群ズームレンズでは、第 2 群を移動させて変倍を行い、第 5 群を移動させてフォーカスを行っている。

【0006】

一方、ズームレンズの光学系中に反射部材を配し、光軸を略 90° 偏向させることにより物体側方向（カメラの前後方向）の光学的厚みを抑え、薄型のカメラを達成したズームレンズが提案されている（特許文献 4、5）。

【特許文献 1】特開平 7 - 270684 号公報

【特許文献 2】特開平 11 - 305124 号公報

【特許文献 3】特開 2000 - 180724 号公報

【特許文献 4】特開 2004 - 347712 号公報

【特許文献 5】特開 2004 - 102089 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献 4 は正の屈折力の第 1 群に配置されたプリズムによって光路を折り曲げた、高倍率で薄型のズームレンズを開示している。

【0008】

特許文献 4 のズームレンズはズーミングに際して、第 1 群が固定されており、第 1 群以降の各群の移動量を多くとることにより、高ズーム比を実現している。このため、プリズムから像面までの間隔が大きくなり、光学系の薄型化には有利な構成ではあるが、カメラ全体が大きくなる傾向がある。

【0009】

特許文献 5 は負の屈折力の第 2 群にプリズムを配置し、そのプリズムによって光路を折り曲げることにより、高倍率且つコンパクトを達成したズームレンズを開示している。

【0010】

10

20

30

40

50

特許文献5では、前玉有効径が比較的大きく、レンズ製造上の制約条件等を考慮すると、光学系全体が大型化する傾向がある。

【0011】

本発明は、光学系中に光路折り曲げ用のプリズムを用い、小型で、高ズーム比で、しかも全ズーム範囲にわたり高い光学性能が得られるズームレンズ及びそれを有する撮像装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明のズームレンズは、

物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、絞りを含む第3群、正の屈折力の第4群、正の屈折力の第5群より構成され、該第2群は物体側より像側へ順に負レンズ部、プリズムを有しており、ズームングに際して、該第2群は不動であり、広角端から望遠端へのズームングに際して該第1群と該第2群の間隔が増大し、該第2群と該第3群の間隔が減少し、該第3群と該第4群の間隔が減少するように該第1、第3、第4群が移動し、ズームングに伴う像面変動を、該第5群で補正するズームレンズであって、

広角端と、望遠端での全系の焦点距離を各々 f_W 、 f_T 、該第2群の焦点距離を f_2 、該負レンズ部の焦点距離を f_N 、該プリズムの光軸方向の長さを空気換算長とし、広角端における第2群の最も物体側のレンズ面から該絞りまでの光軸上の距離を L とするとき、

【0013】

【数1】

$$0.20 < |f_2| / \sqrt{(f_W \cdot f_T)} < 0.45$$

【0014】

$$0.80 < |f_N / f_W| < 1.90$$

$$2.70 < L / f_W < 4.20$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、高ズーム比で、しかも全ズーム範囲にわたり高い光学性能が得られ光学系全体が薄いコンパクトなズームレンズが得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

【実施例1】

【0017】

以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する撮像装置の実施例について説明する。

【0018】

図1は本発明の実施例1のズームレンズの光路を展開したときの広角端（短焦点距離端）におけるレンズ断面図、図2、図3、図4はそれぞれ実施例1のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端（長焦点距離端）における収差図である。

【0019】

図5は本発明の実施例2のズームレンズの光路を展開したときの広角端におけるレンズ断面図、図6、図7、図8はそれぞれ実施例2のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0020】

図9は本発明の実施例3のズームレンズの光路を展開したときの広角端におけるレンズ断面図、図10、図11、図12はそれぞれ実施例3のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0021】

10

20

30

40

50

図13は本発明の実施例4のズームレンズの光路を展開したときの広角端におけるレンズ断面図、図14、図15、図16はそれぞれ実施例4のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0022】

図17は本発明の実施例5のズームレンズの光路を展開したときの広角端におけるレンズ断面図、図18、図19、図20はそれぞれ実施例5のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0023】

図21は本発明の実施例6のズームレンズの光路を展開したときの広角端におけるレンズ断面図、図22、図23、図24はそれぞれ実施例6のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

10

【0024】

図25は本発明のズームレンズを備えるデジタルカメラ（撮像装置）の要部概略図である。

【0025】

図26は実施例1のズームレンズの光路を折り曲げて、カメラに装着するときのレンズ断面図である。

【0026】

各実施例のズームレンズは撮像装置に用いられる撮影レンズ系であり、光路を展開したレンズ断面図において、左方が物体側（前方）で、右方が像側（後方）である。

20

【0027】

尚、各実施例のズームレンズをプロジェクター等の投射レンズとして用いるときは、光路を展開したレンズ断面図において、左方がスクリーン、右方が被投射画像となる。

【0028】

レンズ断面図において、L1は正の屈折力（光学的パワー＝焦点距離の逆数）の第1群、L2は負の屈折力の第2群である。尚、ここでは、第1、2、3、4、5群と記載するが、これらに含まれる光学要素（レンズ、絞り、回折素子、反射素子等）の数は複数である必要は無く、一つであっても構わない。具体的には、レンズは1枚であっても構わないし、絞り一つであっても構わない。ここでの「群」は、光学ユニットと称しても構わない。

30

【0029】

第2群L2は1以上のレンズより成る負レンズ部L2nとプリズムPを有している。

【0030】

図1、図13、図19、図17、図21の実施例1、4～6においては、L3は開口絞りSPを含む正の屈折力の第3群である。具体的には、開口絞りと、1枚の正レンズを含んでおり、この正レンズは、物体側に凸のメニスカスレンズである（メニスカスで無くても構わない）。また、図5の実施例2と図9の実施例3においては、第3群L3は開口絞りSPのみから成っている。

【0031】

図5の実施例2と図9の実施例3において第3群L3には、開口絞りSPのみから成り、レンズが含まれていない。

40

【0032】

ここでは、前述したように、実施例2、3のようにレンズを持たない群も第3群L3と称する。L4は正の屈折力の第4群、L5は正の屈折力の第5群である。

【0033】

SPは開口絞りである。プリズムPは光路を90°折り曲げるプリズムであり、図1、図5、図9、図13、図17、図21、図24の実施例1～6では光路を展開して示している。Gは光学フィルター、フェースプレート等に相当する光学ブロックである。IPは像面であり、ビデオカメラやデジタルカメラの撮影光学系として使用する際にはCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面が、銀塩フィルム用カ

50

メラの撮像光学系として使用する際にはフィルム面に相当する。

【0034】

収差図において、 d 、 g は各々 d 線及び g 線、 M 、 S はメリディオナル像面、サジタル像面、倍率色収差は g 線によって表している。尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用の群である第1群 L_1 と第4群 L_4 が機構上光軸方向に移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。

【0035】

尚、図5の実施例2と図9の実施例3のズームレンズにおいては、全体として4つの群より成る4群ズームレンズとして取り扱っても良い。

【0036】

実施例1～6のズームレンズを撮像装置(カメラ)に用いるときは図26に示すように第2群 L_2 中に配置したプリズム P で光路を90度折り曲げて各群を配置している。

【0037】

このように、第2群 L_2 内に設けたプリズム P で光路を90°折り曲げることにより、カメラ厚(カメラの前後方向の厚さ)が短くなるようにしている。

【0038】

各実施例では、広角端から望遠端へのズーミングに際して、矢印のように、各群及び開口絞り SP が移動している。

【0039】

具体的には次のとおりである。

【0040】

各実施例では広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1群 L_1 は物体側へ移動している。第2群 L_2 は不動である。第3群 L_3 は物体側へ移動している。第4群 L_4 は物体側へ移動している。第5群 L_5 は物体側へ移動している。

【0041】

各実施例では、第5群 L_5 を光軸上移動させてフォーカシングを行うリアフォーカス式を採用している。第5群 L_5 に関する実線の曲線 $5a$ と点線の曲線 $5b$ 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変倍に伴う像面変動を補正するための移動軌跡である。このように第5群 L_5 を物体側へ凸状の軌跡とすることで第4群 L_4 と第5群 L_5 との間の空気の有効利用を図り、プリズム P から像面 IP までのレンズ全長の短縮化を効果的に達成している。又、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には、矢印 F に示すように第5群 L_5 を前方に繰り出すことで行っている。

【0042】

尚、各実施例においては、第4群 L_4 、あるいは第4群 L_4 内の1部のレンズを光軸と垂直な方向の成分を持つように移動させることで、手ぶれ等に起因した撮影レンズのぶれを安定化させるようにしても良い。

【0043】

次に各実施例のレンズ構成を説明する。

【0044】

以下、レンズ構成は特に断りがない限り、物体側から像側へ順に配置されているとして説明する。

【0045】

第1群 L_1 は、物体側から、物体側が凸面でメニスカス形状の負(負の屈折力)の第11レンズ 11 、正(正の屈折力)の第12レンズ 12 、物体側が凸面でメニスカス形状の正の第13レンズ 13 を有している。

【0046】

第2群 L_2 は、図1、図5、図9、図13、図17の実施例1～5では物体側から、負の第21レンズ 21 を含む負レンズ部 L_{2n} 、プリズム P 、屈折力の絶対値が物体側に比べ像面側が大きい負の第22レンズ 22 、正の第23レンズ 23 を有する。

【0047】

10

20

30

40

50

又、図21の実施例6では、物体側が凸面でメニスカス形状の負の第21aレンズ21aと、物体側が凸面でメニスカス形状の負の第21bレンズ21bより成る負レンズ部L2n、プリズムP、屈折力の絶対値が物体側に比べ像面側が大きい負の第22レンズ22、正の第23レンズ23を有している。

【0048】

ここで、実施例1～5においては、負レンズ部L2nは両凹レンズ1枚で構成されており、実施例6においては物体側が凸面でメニスカス形状の負の第21aレンズ21aと第22bレンズ21bで構成されている。すなわち、負レンズ部L2nは、1枚以上の負レンズで構成すれば良い。

より成っている。

10

【0049】

第2群L2内にプリズムPを配置する位置としては、負レンズ部L2nの後(像側)に配置するのが良い。第2群L2の最も物体側にプリズムPを配置した場合、プリズムPには第2群L2内の軸外光束が最も高い光線が入射することになる。

【0050】

プリズムPの厚みはプリズムPに入射する入射光束の高さによって決まるので、軸外光束の入射高さが高いプリズムPは大型化する。そのため、カメラの厚みが増し、カメラが大型化してくる。又、第2群L2の最も像側にプリズムPを配置すると、プリズムPよりも物体側のレンズ枚数が多くなるため、カメラの厚みが増し、カメラが大型化してくる。

【0051】

20

よって、正の屈折力の第1群L1から収斂してきた光束を負の屈折力の第2群L2で発散する構成が、小型化には有利な構成である。正の屈折力の第1群L1からの収斂光を負の屈折力の第2群L2で発散すると、第2群L2を通過した光束は、プリズムPに入射する高さが小さく、光軸との角度が緩い状態で進む。よって、プリズムPは小さく、プリズムPよりも物体側のレンズ枚数も少なくできるため、小型化が容易になる。

【0052】

又、プリズムPの像側のレンズ構成を負レンズ、正レンズの構成とすることで、ズームによる色収差の変動を小さくすることができる。この結果、光学性能が良好となる。プリズムPよりも物体側に位置する負の少なくとも1面は非球面形状とするのが良い。

【0053】

30

これによればズームに伴う収差変動を良好に補正するのが容易となる。ズームレンズにおいて、開口絞りSPからの間隔が離れるほど、広角端付近で軸外光束がレンズの周辺を通過する。

【0054】

又、前玉径を小さくするには、第2群L2の負のパワー(屈折力)を強くする必要がある。

【0055】

以上の理由から、軸外光線が第2群L2の各レンズ面に入射する角度がきつくなり、この結果、非点収差が増大する。

【0056】

40

そこで本実施例では開口絞りSPから間隔が離れている第2群L2内の負レンズ部L2nのうち負の第21レンズ(第21aレンズ)の少なくとも1面を非球面形状にしている。これによって、前玉径の大型化を防ぎ、広角端付近で高い像高において収差を良好に補正している。

【0057】

第3群L3は図1、図17、図21の実施例1、5、6では、開口絞りSPと正の第31レンズ31を有する。この正の第31レンズは物体側に凸のメニスカスレンズであることが望ましい。

【0058】

図5、図9の実施例2、3では開口絞りSPのみから成っている。

50

【 0 0 5 9 】

図 1 3 の実施例 4 では開口絞り S P と負の第 3 1 レンズ 3 1 を有している。この負の第 3 1 レンズは物体側に凸のメニスカスレンズであることが望ましい。

【 0 0 6 0 】

このとき、開口絞り S P とレンズとが一緒に群を構成している実施例 1、4 ~ 6 において、第 3 1 レンズの少なくとも 1 面は非球面形状である。開口絞り S P 付近のレンズの面を非球面形状にすることにより、ズームに伴う収差変動、特に球面収差とコマ収差を良好に補正している。

【 0 0 6 1 】

第 4 群 L 4 は、物体側が凸面の正の第 4 1 レンズ 4 1、物体側が凸面でメニスカス形状の負の第 4 2 レンズ 4 2、両凸形状の正の第 4 3 レンズ 4 3 を有している。第 4 群 L 4 中に非球面を設けるときには、なるべく物体側の正の第 4 1 レンズ 4 1 に設けるのが、収差を効果的に補正することができるため好ましい。

10

【 0 0 6 2 】

特に広角端において球面収差を良好に補正することができる。最も物体側の面に非球面を設けるときの非球面形状はレンズ中心からレンズの周辺にいくにしたがって正の屈折力が弱くなる形状とするのが良い。

【 0 0 6 3 】

各実施例において、レンズ全系を小型にするには、正の屈折力の第 4 群 L 4 で十分に光束径を細くすることが重要である。

20

【 0 0 6 4 】

各実施例のズームタイプのズームレンズではもともと第 4 群 L 4 には第 2 群 L 2 からの発散光が入ってくる傾向がある。

【 0 0 6 5 】

このため入射光束を細くして射出するには、第 4 群 L 4 の正の屈折力の負担が大きくなる。

【 0 0 6 6 】

そこで第 4 群 L 4 の正の第 4 1 レンズ 4 1 の物体側の面を非球面形状としている。これによって屈折力を強めても、収差を良好な状態に保つことができるようにして、かつ光束径を細くして射出している。それにより、第 4 群 L 4 と第 5 群 L 5 の間隔をさらに縮めて、レンズ全系の小型化を図っている。

30

【 0 0 6 7 】

正の第 4 1 レンズ 4 1 の物体側の非球面形状のレンズ面には発散光が入射し、該レンズ面で光束は収斂する。そして第 4 1 レンズ 4 1 の像面側のレンズ面に収斂光が入射するようにしており、これによって収差補正を良好に行っている。

【 0 0 6 8 】

第 5 群 L 5 は、正の第 5 1 レンズ 5 1 と、負の第 5 2 レンズ 5 2 を有している。このとき、正の第 5 1 レンズ 5 1 は両凸形状であり、負の第 5 2 レンズ 5 2 は像側が凸面のメニスカス形状であることが望ましい。

【 0 0 6 9 】

これにより、第 5 群 L 5 でフォーカスするときの色収差の変動を少なくしている。

40

【 0 0 7 0 】

上記のように各群を構成した上で、広角端から望遠端へのズームに際して第 1 群と第 2 群の間隔が増大し、第 2 群と第 3 群の間隔が減少し、第 3 群と第 4 群の間隔が減少するように各群を移動させる。その際、光路を略 90 度 (80 以上 100 度以下) 折り曲げるプリズムを有する第 2 群は固定とし、第 1、第 3、第 4 群を移動させ、そのズームに伴う像面変動を、第 5 群で補正することが望ましい。

【 0 0 7 1 】

各実施例においては、次の条件の 1 以上を満足している。これによって各条件に相当する効果を得ている。

50

【0072】

広角端、望遠端での全系の焦点距離を各々 f_w 、 f_T 、第1群 L_1 と第2群 L_2 の焦点距離を各々 f_1 、 f_2 、負レンズ部 L_{2n} の焦点距離を f_N 、広角端における第2群 L_2 の最も物体側のレンズ面から開口絞り SP までの光軸上の距離を L とする。ここでは、プリズム P の光軸方向の長さを空気換算長とする。空気換算長とは、プリズム P の光軸上の長さを、プリズムの屈折率で割ったものである。

【0073】

負レンズ部 (L_{2n}) の材料の屈折率の平均値を n_{21} とする。

【0074】

プリズム P の光軸上の厚みを D とする。

10

【0075】

広角端から望遠端までのズーミングに要する第1群 L_1 と第3群 L_3 と第4群 L_4 の移動量の絶対値を順に M_1 、 M_3 、 M_4 とする。

【0076】

第41レンズの物体側の面の曲率半径を R_{41} 、中心肉厚を D_{41} とする。

【0077】

第42レンズの物体側の面の曲率半径を R_{42a} 、像側の面の曲率半径を R_{42b} とする。

【0078】

第5群 L_5 は、フォーカスに際して移動し、望遠端において無限遠物体に合焦しているときの横倍率を 5_T とする。

20

【0079】

このとき

【0080】

【数2】

$$0.20 < |f_2| / \sqrt{(f_w \cdot f_T)} < 0.45$$

【0081】

$$\begin{aligned} & (1) \\ 0.80 & < |f_N / f_w| < 1.90 & (2) \\ 2.70 & < L / f_w < 4.20 & (3) \\ 1.80 & < n_{21} < 1.95 & (4) \\ 1.10 & < |D / f_2| < 2.00 & (5) \\ 0.90 & < M_1 / M_4 < 1.70 & (6) \\ 0.20 & < M_3 / M_4 < 1.20 & (7) \\ 0.15 & < D_{41} / R_{41} < 0.40 & (8) \\ 1.50 & < R_{42a} / R_{42b} < 4.50 & (9) \\ 0.55 & < 5_T < 0.85 & (10) \\ 0.35 & < f_1 / f_T < 0.85 & (11) \end{aligned}$$

30

40

なる条件のうち1以上を満足している。

【0082】

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。

【0083】

条件式(1)は小型で、高ズーム比のズームレンズを得るためのものである。

【0084】

条件式(1)の上限値を超えて第2群 L_2 の焦点距離が長くなると、光学性能を良好に維持するには有利となる。

【0085】

しかしながら、所望のズーム比を得るために第1群 L_1 、第4群 L_4 の移動量が大きく

50

なり、レンズ全長及び前玉径が増大するので良くない。

【0086】

又、条件式(1)の下限值を超えて、第2群L2の焦点距離が短くなると、レンズ系全体の小型化には有利となる。しかしながら、ペッツバル和が負の方向に大きくなり像面がオーバーになり、良好な光学性能を保つのが困難となる。

【0087】

条件式(2)は小型で光学性能の良いズームレンズを得るためのものである。

【0088】

条件式(2)の上限值を超えて第2群L2の負レンズ部L2nの焦点距離 f_N が長くなると、広角端付近において像高の高い位置での非点収差の補正は容易となる。

10

【0089】

しかしながら、負レンズ部L2nのパワーが弱くなる分、第1群L1の有効径を決める軸外光束の通る光軸からの位置が高くなる。このため、前玉径が大きくなり、カメラの厚みが増し小型化が困難となる。

【0090】

又、条件式(2)の下限值を超えて第2群L2の負レンズ部L2nの焦点距離が短くなると、小型化には有利となるが、非点収差が増大し、光学性能が低下してくるため良くない。

【0091】

条件式(3)はズームレンズの小型化を実現するためのものである。特に、広角端付近で前玉径を決めている軸外光束の広がりを抑えるための条件である。条件式(3)の上限值を超えて、第2群L2の物体側のレンズ面から開口絞りSPまでの距離が長くなると、前玉径が大きくなり小型化が困難になる。

20

【0092】

ここで、第2群L2の物体側のレンズ面から開口絞りSPまでの距離の中で、プリズムPの光軸上の距離は空気間隔に換算している。プリズムPの光軸上の距離を8.8mm、プリズムPの材料の屈折率を2.0とすると、空気換算長は $8.8 \div 2.0 = 4.4$ mmである。

【0093】

開口絞りSPが第2群L2から遠く離れている状態で前玉径を小さくするためには、第2群L2の負レンズ部L2nの材料の屈折率を強める必要がある。しかしながら、負レンズ部L2nのパワーが強まると良好な光学性能が得られなくなるため良くない。

30

【0094】

又、条件式(3)の下限值を超えて第2群の最も物体側のレンズ面から開口絞りSPまでの距離が短くなると、前玉有効径が小さくなるので小型化には有利となる。

【0095】

しかしながら、逆に開口絞りSPと第4群L4との間隔が広がってくる。開口絞りSPと第4群L4の間隔が広がると、第4群L4に入射する軸上光線の高さが高くなるため第4群L4の有効径が大きくなる。

【0096】

第4群L4に入射する軸上光線が光軸から高くなると、球面収差、コマ収差が悪化する。さらには有効径が大きくなるので、レンズ製造条件を満足するために、レンズの肉厚が厚くなり、小型化に不利になり、良くない。

40

【0097】

条件式(4)は第2群L2の負レンズ部L2nの材料の屈折率に関するものである。条件式(4)の上限值を超えて負レンズ部L2nの材料の屈折率が大きくなると、像面彎曲の補正には有利になるが、実際に使用可能な材料が限られてくるので良くない。条件式(4)の下限值を超えて負レンズ部L2nの材料の屈折率が小さくなると、ペッツバル和が負の方向に大きくなり像面がオーバーとなる。

【0098】

50

更に、屈折率が小さくなる分、レンズ面の曲率が小さくなり、余分な空気スペースが必用となり、小型化には良くない。

【0099】

条件式(5)は光路を90°折り曲げるためのプリズムPの光軸上の厚さに対する第2群の焦点距離に関するものである。

【0100】

条件式(5)の上限値を超えてプリズムPの光軸上の厚さが厚くなるとカメラが厚くなり、小型化には不利なため良くない。条件式(5)の下限地を超えてプリズムPの光軸上の厚さが薄くなると、プリズム内に光線を通させるために、第2群L2の負レンズ部L2nのパワーを強める必用がある。

10

【0101】

この結果、負レンズ部L2nのパワーが強くなると、非点収差が悪化し良好な光学性能が得られなくなる。

【0102】

条件式(6)はズームにおける第1群L1の移動量と第4群L4の移動量に関するものである。条件式(6)の上限値を超えて第1群L1の移動量が大きくなると、望遠端においてレンズ全長が大きくなる。

【0103】

条件式(6)の下限値をこえて第1群L1の移動量が小さくなると、第1群L1のパワーが大きくなり、倍率色収差が悪化し、良好な光学性能が得られなくなる。

20

【0104】

条件式(7)はズームにおける第3群L3の移動量と第4群の移動量に関するものである。条件式(7)の上限値を超えて、第3群L3の移動量が大きくなると、前玉径が大きくなり小型化には不利なため良くない。又、条件式(7)の下限値を超えて第3群L3の移動量が小さくなると、前玉有効径が小さくなるので小型化には有利となる。しかしながら、開口絞りSPと第4群L4との間隔が広がり、球面収差、コマ収差が悪化し、良好な光学性能を得ることが困難となる。

【0105】

条件式(8)は第41レンズの中心肉厚に関する。

【0106】

条件式(8)の上限値を超えて第41レンズ41の中心肉厚が大きくなると、第41レンズ41の体積が大きくなり、重量が増してくるので良くない。

30

【0107】

更に、モールドにて成形する場合は成形タクトが長くなり、製造上不利となるため良くない。又、第4群L4の小型化にも不利となる。

【0108】

条件式(8)の下限値を超えて第41レンズ41の中心肉厚が小さくなると、軸外光線が像側のレンズ面で屈曲するときの光軸からの高さが低くなり、軸外コマ収差の補正不足となる。

【0109】

特に第41レンズ41の像側のレンズ面を非球面形状とした場合、レンズ周辺での非球面形状による曲率変化が比較的大きい領域において軸外コマ収差の補正作用が弱まるため良くない。

40

【0110】

条件式(9)は第42レンズ42のレンズ形状に関する。

【0111】

条件式(9)の上限値を超えて、レンズ形状が変化すると、第4群L4の後側主点位置が物体側へよりすぎて第4群L4と第5群L5の間隔が短くなる。この結果、ズーム及びフォーカシングのために移動する第4群L4の移動スペースを十分確保することが難しくなる。

50

【0112】

条件式(9)の下限値を超えて、レンズ形状が変化すると、第4群L4の後側主点位置を物体側に移動させて小型化する効果が薄れ、レンズ全長が大型化してくる。

【0113】

条件式(10)は、フォーカシングによる収差変動を少なくし、光学系全体の小型化を図るためのものである。条件式(10)の上限値を超えて第5群L5の横倍率が大きくなると、第5群L5のフォーカス敏感度が低下してくる。

【0114】

このため、近距離物体にフォーカスするときの第5群L5の繰出し量が大きくなり、第4群L4と第5群L5の間隔を短縮することができず、小型化が難しくなる。

10

【0115】

又、フォーカスするときの移動量が大きくなると、フォーカスによる収差変動が大きくなるため良くない。また、条件式(10)の下限値を超えて横倍率が小さくなると、バックフォーカスが長くなり、レンズ全長が増大してくるため良くない。

【0116】

条件式(11)は、第1群L1の焦点距離に関する。

【0117】

条件式(11)の上限値を超えて第1群L1の焦点距離が大きくなると、レンズ全系の焦点距離が長くなり、所望の焦点距離範囲(ズーム範囲)を確保することが困難となるため良くない。又、条件式(11)の下限値を超えて第1群L1の焦点距離が小さくなると、第1群L1の屈折力(第1群の焦点距離の逆数)の負荷が大きくなり、特に望遠端において球面収差、倍率色収差が悪化するため良くない。

20

【0118】

尚、各実施例において、前述の各条件式の数値範囲を次の如く設定すると更に好ましい。

【0119】

【数3】

$$0.24 < |f2| / \sqrt{(fW \cdot fT)} < 0.42 \quad \dots\dots (1a)$$

30

【0120】

$$1.05 < |fN / fW| < 1.65 \quad (2a)$$

$$2.90 < L / fW < 4.10 \quad (3a)$$

$$1.83 < n21 < 1.90 \quad (4a)$$

$$1.20 < |D / f2| < 1.90 \quad (5a)$$

$$1.10 < M1 / M4 < 1.50 \quad (6a)$$

$$0.35 < M3 / M4 < 0.90 \quad (7a)$$

$$0.20 < D41 / R41 < 0.32 \quad (8a)$$

$$1.90 < R42a / R42b < 4.00 \quad (9a)$$

$$0.60 < 5T < 0.75 \quad (10a)$$

40

$$0.44 < f1 / fT < 0.72 \quad (11a)$$

尚、各実施例において、第1群L1の物体側や第5群L5の像側に屈折力の小さな群を付加しても良い。又、テレコンバーターレンズやワイドコンバーターレンズ等を物体側や像側に配置しても良い。

【0121】

以上のように各実施例によれば、レンズ全系を小型化し、高ズーム比にも関わらず高い光学性能を有したズームレンズが得られる。

【0122】

この他、リアフォーカス方式を採用しつつ、ズーム比9倍~12倍と高ズーム比でかつ広角端から望遠端に至るズーム領域全般にわたり、良好なる光学性能を有したズームレン

50

ズが得られる。

【 0 1 2 3 】

又、第 2 群 L 2 をズームングのためには不動とし、光路を折り曲げることにより、カメラの小型化が可能となる。又、ズーム比が 9 倍から 1 2 倍と高いにも関わらず、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有するズームレンズが得られる。

【 0 1 2 4 】

次に、各実施例に対応する数値実施例を示す。各数値実施例において i は物体側からの面の順序を示し、 R_i は第 i 番目の面（第 i 面）の曲率半径、 D_i は第 i 面と第 $i + 1$ 面との間隔、 N_i 、 i はそれぞれ d 線を基準とした屈折率、アッペ数を示す。又、各数値実施例において最も像側の 2 面は光学ブロック G に相当する平面である。また、 k 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F は非球面係数である。非球面形状は光軸からの高さ h の位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にして x とするとき

$$x = (h^2 / R) / [1 + \{ 1 - (1 + k) (h / R)^2 \}^{1/2}] + B h^4 + C h^6 + D h^8 + E h^{10} + F h^{12}$$

で表される。但し R は近軸曲率半径である。又、例えば「 $e - Z$ 」の表示は「 10^{-2} 」を意味する。 f は焦点距離、 Fno は F ナンバー、 θ は半画角である。又、前述の各条件式と各数値実施例との関係を（表 1）に示す。

【 0 1 2 5 】

数値実施例 1

$$f = 5.96 - 56.31 \quad Fno = 2.88 - 4.33 \quad \theta = 30.9^\circ - 3.6^\circ$$

R 1 =	29.084	D 1 =	1.30	N 1 =	1.805181	1 =	25.4
R 2 =	19.623	D 2 =	4.40	N 2 =	1.496999	2 =	81.5
R 3 =	692.725	D 3 =	0.15				
R 4 =	22.287	D 4 =	2.65	N 3 =	1.603112	3 =	60.6
R 5 =	83.412	D 5 =	可変				
R 6 =	-44.328	D 6 =	0.65	N 4 =	1.882997	4 =	40.8
R 7 =	7.975	D 7 =	2.40				
R 8 =		D 8 =	8.80	N 5 =	2.003300	5 =	28.3
R 9 =		D 9 =	0.10				
R10 =	108.169	D10 =	0.55	N 5 =	1.772499	5 =	49.6
R11 =	9.326	D11 =	0.47				
R12 =	9.564	D12 =	1.55	N 6 =	1.922860	6 =	18.9
R13 =	20.893	D13 =	可変				
R14 =	絞り	D14 =	1.00				
R15 =	23.802	D15 =	1.00	N 7 =	1.772499	7 =	49.6
R16 =	44.427	D16 =	可変				
R17 =	7.635	D17 =	2.15	N 8 =	1.693501	8 =	53.2
R18 =	59.450	D18 =	1.53				
R19 =	17.036	D19 =	0.55	N 9 =	1.846660	9 =	23.9
R20 =	6.502	D20 =	0.75				
R21 =	25.637	D21 =	1.20	N10 =	1.603112	10 =	60.6
R22 =	-34.014	D22 =	可変				
R23 =	18.301	D23 =	2.70	N11 =	1.603112	11 =	60.6
R24 =	-16.384	D24 =	0.30				
R25 =	-17.932	D25 =	0.55	N12 =	1.922860	12 =	18.9
R26 =	-32.789	D26 =	可変				
R27 =		D27 =	2.00	N13 =	1.516330	13 =	64.1
R28 =							

\ 焦点距離	5.96	15.03	56.31
可変間隔 \			
D 5	1.09	8.50	17.76
D13	10.90	4.12	1.60
D16	3.96	1.52	0.65
D22	7.76	13.33	22.82
D26	6.49	10.13	4.03

非球面係数

10

R6 k= 1.51736e+01 B= 1.85461e-04 C=-9.02884e-07 D=-3.10691e-08
E= 1.19550e-09 F=-1.22545e-11
R15 k= 4.53019e+00 B=-3.09819e-05 C= 3.23536e-09 D=-1.36000e-07
E= 2.22415e-09
R17 k=-4.40287e-01 B=-4.81219e-05 C=-2.43245e-06 D= 3.65244e-07
E=-1.28667e-08

数值实施例2

f= 5.82 - 65.24 Fno= 2.70 - 4.33 =31.5 ° - 3.13 °

20

R 1 = 30.692	D 1 = 1.30	N 1 = 1.805181	1 = 25.4
R 2 = 20.116	D 2 = 4.50	N 2 = 1.496999	2 = 81.5
R 3 = -551.357	D 3 = 0.15		
R 4 = 20.561	D 4 = 2.80	N 3 = 1.603112	3 = 60.6
R 5 = 69.415	D 5 = 可変		
R 6 = -31.487	D 6 = 0.65	N 4 = 1.882997	4 = 40.8
R 7 = 6.992	D 7 = 2.20		
R 8 =	D 8 = 8.80	N 5 = 2.003300	5 = 28.3
R 9 =	D 9 = 0.15		
R10 = -537.450	D10 = 0.55	N 5 = 1.696797	5 = 55.5
R11 = 13.348	D11 = 0.40		
R12 = 12.639	D12 = 1.35	N 6 = 1.922860	6 = 18.9
R13 = 39.135	D13 = 可変		
R14 = 絞リ	D14 = 可変		
R15 = 10.503	D15 = 2.30	N 7 = 1.677900	7 = 55.3
R16 = -82.375	D16 = 4.06		
R17 = 16.478	D17 = 0.60	N 8 = 1.922860	8 = 18.9
R18 = 8.180	D18 = 0.68		
R19 = 27.076	D19 = 1.20	N 9 = 1.603112	9 = 60.6
R20 = -49.819	D20 = 可変		
R21 = 19.486	D21 = 2.75	N10 = 1.603112	10 = 60.6
R22 = -15.448	D22 = 0.30		
R23 = -14.731	D23 = 0.55	N11 = 1.922860	11 = 18.9
R24 = -20.601	D24 = 可変		
R25 =	D25 = 2.00	N12 = 1.516330	12 = 64.1
R26 =			

30

40

\ 焦点距離	5.82	11.00	65.24
可変間隔 \			
D 5	1.26	4.95	17.69

50

D13	9.93	4.45	1.58
D14	5.14	2.26	0.54
D20	5.90	10.79	23.04
D24	7.39	10.87	3.21

非球面係数

R6 k= 8.21639e+00 B= 3.33593e-04 C=-3.51908e-06 D= 2.69097e-08
 E= 2.47456e-10 F=-5.92604e-12
 R15 k=-6.48043e-01 B=-4.60172e-05 C=-5.73108e-06 D= 6.34476e-07
 E=-2.26301e-08

10

数值实施例3

f= 5.50 - 52.42 Fno= 2.88 - 4.33 =33.0° - 3.9°

R 1 =	30.191	D 1 =	1.30	N 1 =	1.805181	1 =	25.4
R 2 =	20.205	D 2 =	4.10	N 2 =	1.496999	2 =	81.5
R 3 =	259.345	D 3 =	0.15				
R 4 =	21.276	D 4 =	2.75	N 3 =	1.603112	3 =	60.6
R 5 =	78.535	D 5 =	可変				
R 6 =	-38.339	D 6 =	0.65	N 4 =	1.882997	4 =	40.8
R 7 =	6.774	D 7 =	2.60				
R 8 =		D 8 =	8.80	N 5 =	2.003300	5 =	28.3
R 9 =		D 9 =	0.09				
R10 =	-313577.572	D10 =	0.55	N 5 =	1.696797	5 =	55.5
R11 =	17.444	D11 =	0.39				
R12 =	15.058	D12 =	1.25	N 6 =	1.922860	6 =	18.9
R13 =	49.910	D13 =	可変				
R14 =	絞り	D14 =	可変				
R15 =	10.461	D15 =	2.50	N 7 =	1.693501	7 =	53.2
R16 =	-49.586	D16 =	3.12				
R17 =	16.304	D17 =	0.55	N 8 =	1.922860	8 =	18.9
R18 =	8.102	D18 =	1.15				
R19 =	44.623	D19 =	1.20	N 9 =	1.603112	9 =	60.6
R20 =	-43.220	D20 =	可変				
R21 =	14.688	D21 =	3.25	N10 =	1.603112	10 =	60.6
R22 =	-17.248	D22 =	0.30				
R23 =	-16.503	D23 =	0.55	N11 =	1.922860	11 =	18.9
R24 =	-28.734	D24 =	可変				
R25 =		D25 =	2.00	N12 =	1.516330	12 =	64.1
R26 =							

20

30

40

\ 焦点距離	5.50	10.04	52.42
可変間隔 \			
D 5	1.37	4.41	18.20
D13	7.41	1.08	1.31
D14	9.08	7.00	0.52
D20	6.29	12.82	23.40
D24	5.50	7.37	3.05

非球面係数

50

R6 k= 1.37463e+01 B= 3.16820e-04 C=-3.27593e-06 D= 1.36507e-08
 E= 9.33347e-10 F=-1.60821e-11
 R15 k= 1.24610e+00 B=-2.86430e-04 C=-1.26083e-06 D=-1.15832e-07
 E= 1.34362e-09

数值实施例4

f= 5.77 - 65.23 Fno= 2.88 - 4.33 =31.8° - 3.1°

R 1 =	29.868	D 1 =	1.30	N 1 =	1.805181	1 =	25.4	10
R 2 =	19.946	D 2 =	4.40	N 2 =	1.496999	2 =	81.5	
R 3 =	999.269	D 3 =	0.15					
R 4 =	22.877	D 4 =	2.60	N 3 =	1.603112	3 =	60.6	
R 5 =	87.587	D 5 =	可変					
R 6 =	-50.727	D 6 =	0.65	N 4 =	1.882997	4 =	40.8	
R 7 =	7.405	D 7 =	2.40					
R 8 =		D 8 =	8.80	N 5 =	2.003300	5 =	28.3	
R 9 =		D 9 =	0.09					
R10 =	90.986	D10 =	0.55	N 5 =	1.772499	5 =	49.6	
R11 =	10.129	D11 =	0.28					20
R12 =	10.007	D12 =	1.45	N 6 =	1.922860	6 =	18.9	
R13 =	22.813	D13 =	可変					
R14 =	絞り	D14 =	0.80					
R15 =	27.715	D15 =	1.00	N 7 =	1.772499	7 =	49.6	
R16 =	26.481	D16 =	可変					
R17 =	8.261	D17 =	2.50	N 8 =	1.693501	8 =	53.2	
R18 =	-69.979	D18 =	2.92					
R19 =	28.911	D19 =	0.55	N 9 =	1.846660	9 =	23.9	
R20 =	7.357	D20 =	0.79					
R21 =	29.398	D21 =	1.20	N10 =	1.603112	10 =	60.6	30
R22 =	-28.992	D22 =	可変					
R23 =	18.549	D23 =	2.70	N11 =	1.603112	11 =	60.6	
R24 =	-16.317	D24 =	0.30					
R25 =	-19.493	D25 =	0.55	N12 =	1.922860	12 =	18.9	
R26 =	-33.893	D26 =	可変					
R27 =		D27 =	2.00	N13 =	1.516330	13 =	64.1	
R28 =								

\ 焦点距離	5.77	12.16	65.23	
可変間隔 \				40
D 5	1.02	5.54	19.19	
D13	11.76	4.39	1.30	
D16	3.15	2.21	1.29	
D22	6.48	10.68	21.79	
D26	6.59	10.70	3.59	

非球面係数

R6 k=-1.74717e+00 B= 1.57117e-04 C=-1.12064e-06 D=-2.40064e-08
 E= 1.03911e-09 F=-1.10285e-11

R15 $k=-7.98741e+01$ $B= 5.96282e-04$ $C=-2.05798e-05$ $D=-4.47065e-08$
 $E= 3.42370e-08$
R17 $k=-3.86722e-01$ $B=-2.50568e-04$ $C= 1.24985e-06$ $D= 3.84261e-07$
 $E=-2.34063e-08$

数值实施例5

$f= 5.96 - 56.32$ $Fno= 2.88 - 4.33$ $=30.9^\circ - 3.6^\circ$

R 1 =	29.923	D 1 =	1.30	N 1 =	1.805181	1 =	25.4	
R 2 =	19.817	D 2 =	4.40	N 2 =	1.496999	2 =	81.5	10
R 3 =	1065.081	D 3 =	0.15					
R 4 =	20.331	D 4 =	2.85	N 3 =	1.603112	3 =	60.6	
R 5 =	67.625	D 5 =	可変					
R 6 =	-368.273	D 6 =	0.65	N 4 =	1.882997	4 =	40.8	
R 7 =	7.052	D 7 =	2.40					
R 8 =		D 8 =	0.00	N 5 =	2.003300	5 =	28.3	
R 9 =		D 9 =	0.42					
R10 =	-69.265	D10 =	0.55	N 5 =	1.772499	5 =	49.6	
R11 =	8.843	D11 =	0.43					
R12 =	8.966	D12 =	1.55	N 6 =	1.922860	6 =	18.9	20
R13 =	19.759	D13 =	可変					
R14 =	絞リ	D14 =	1.00					
R15 =	24.586	D15 =	1.00	N 7 =	1.772499	7 =	49.6	
R16 =	83.005	D16 =	可変					
R17 =	8.152	D17 =	2.30	N 8 =	1.693501	8 =	53.2	
R18 =	670.005	D18 =	1.15					
R19 =	18.907	D19 =	0.55	N 9 =	1.846660	9 =	23.9	
R20 =	6.839	D20 =	0.79					
R21 =	36.274	D21 =	1.20	N10 =	1.603112	10 =	60.6	
R22 =	-24.956	D22 =	可変					30
R23 =	18.913	D23 =	2.60	N11 =	1.603112	11 =	60.6	
R24 =	-17.528	D24 =	0.30					
R25 =	-21.825	D25 =	0.55	N12 =	1.922860	12 =	18.9	
R26 =	-58.211	D26 =	可変					
R27 =		D27 =	2.00	N13 =	1.516330	13 =	64.1	
R28 =								

\ 焦点距離	5.96	15.23	56.32	
可変間隔 \				
D 5	0.78	7.90	17.20	40
D13	9.31	2.68	1.60	
D16	4.73	2.30	0.51	
D22	10.14	12.83	23.05	
D26	5.00	11.37	4.02	

非球面係数

R6 $k= 2.28344e+03$ $B= 9.43762e-05$ $C=-2.60075e-08$ $D=-3.39267e-08$
 $E= 8.87312e-10$
 $F=-7.46469e-12$

R15 k= 1.62906e+01 B=-1.53373e-04 C=-8.16138e-07 D=-9.46956e-08
 E=-9.83389e-09
 R17 k=-6.17182e-01 B=-1.87458e-05 C=-1.61897e-06 D= 1.77639e-07
 E=-3.71156e-09

数值实施例6

f= 5.96 - 56.29 Fno= 2.88 - 4.33 =30.9 ° - 3.6 °

R 1 =	38.647	D 1 =	1.30	N 1 =	1.805181	1 =	25.4	
R 2 =	24.776	D 2 =	0.30					10
R 3 =	24.729	D 3 =	3.85	N 2 =	1.496999	2 =	81.5	
R 4 =	-1819.468	D 4 =	0.18					
R 5 =	25.226	D 5 =	2.60	N 3 =	1.603112	3 =	60.6	
R 6 =	85.013	D 6 =	可变					
R 7 =	187.241	D 7 =	0.65	N 4 =	1.882997	4 =	40.8	
R 8 =	23.495	D 8 =	0.73					
R 9 =	54.316	D 9 =	0.50	N 5 =	1.804000	5 =	46.6	
R10 =	9.542	D10 =	2.00					
R11 =		D11 =	8.80	N 6 =	1.772499	6 =	49.6	
R12 =		D12 =	0.09					20
R13 =	-1809.110	D13 =	0.55	N 6 =	1.772499	6 =	49.6	
R14 =	8.867	D14 =	0.48					
R15 =	9.230	D15 =	1.25	N 7 =	1.922860	7 =	18.9	
R16 =	17.967	D16 =	可变					
R17 =	絞り	D17 =	1.00					
R18 =	12.643	D18 =	1.00	N 8 =	1.804000	8 =	46.6	
R19 =	21.424	D19 =	可变					
R20 =	6.540	D20 =	2.00	N 9 =	1.693501	9 =	53.2	
R21 =	15.018	D21 =	0.30					
R22 =	13.969	D22 =	0.80	N10 =	1.846660	10 =	23.9	30
R23 =	6.103	D23 =	1.40					
R24 =	25.356	D24 =	1.70	N11 =	1.603112	11 =	60.6	
R25 =	-19.863	D25 =	可变					
R26 =	17.751	D26 =	2.20	N12 =	1.592400	12 =	68.3	
R27 =	-20.963	D27 =	0.30					
R28 =	-24.643	D28 =	0.55	N13 =	1.922860	13 =	18.9	
R29 =	-94.323	D29 =	可变					
R30 =		D30 =	2.00	N14 =	1.516330	14 =	64.1	
R31 =								40

\ 焦点距離	5.96	14.41	56.29
可变間隔 \			
D 6	0.89	8.94	21.33
D16	11.21	4.43	1.59
D19	5.31	2.98	0.50
D25	7.28	13.42	23.77
D29	6.48	9.45	4.43

非球面係数

R7 k=-5.54514e+03 B= 1.80276e-04 C=-3.57488e-06 D=-2.89965e-08
 E= 8.70855e-10 F=-2.23230e-12

R8 k= 4.44124e+00 B= 7.32601e-06 C= 9.77828e-07 D=-2.28142e-07
 E= 3.12445e-09

R18 k=-1.10241e+00 B= 1.90002e-05 C= 1.54841e-06 D=-1.64938e-07

R20 k= 4.92528e-01 B=-2.78882e-04 C=-8.40554e-06 D=-5.04028e-07
 E= 2.05188e-08

R21 k= 2.31497e+00 B= 1.01149e-04 C=-4.11221e-06 D=-4.65700e-07
 E= 5.77391e-08

10

【 0 1 2 6 】
 【 表 1 】

表 1

		下限値	上限値	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
(1)	$ f2/\sqrt{(fw \cdot ft)} $	0.20	0.45	0.315	0.316	0.405	0.307	0.264	0.320
(2)	$ fN/fw $	0.80	1.90	1.277	1.104	1.178	1.262	1.313	1.609
(3)	L /fw	2.70	4.20	3.525	3.371	3.152	3.739	3.306	3.759
(4)	n21	1.80	1.95	1.883	1.883	1.883	1.883	1.883	1.843
(5)	D/f2	1.10	2.00	1.524	1.412	1.281	1.479	1.818	1.499
(6)	M1/M4	0.90	1.70	1.322	1.269	1.149	1.475	1.376	1.416
(7)	M3/M4	0.20	1.20	0.738	0.645	0.416	0.849	0.646	0.667
(8)	D41/R41	0.15	0.40	0.282	0.219	0.239	0.303	0.282	0.306
(9)	R42a/R42b	1.50	4.50	2.620	2.015	2.012	3.930	2.765	2.289
(10)	β 5T	0.55	0.85	0.649	0.666	0.637	0.655	0.689	0.714
(11)	f1/ft	0.35	0.85	0.578	0.465	0.637	0.509	0.565	0.696
	fw	-	-	5.959	5.822	5.498	5.767	5.959	5.963
	ft	-	-	56.311	66.888	52.418	65.230	56.316	56.288
	f1	-	-	32.527	31.072	33.385	33.188	31.810	39.162
	f2	-	-	-5.776	-6.231	-6.872	-5.948	-4.840	-5.872
	L	-	-	21.005	19.623	17.331	21.561	19.700	22.416
	fN	-	-	-7.610	-6.428	-6.476	-7.280	-7.824	-9.595
	D	-	-	8.800	8.800	8.800	8.800	8.800	8.800
	M1	-	-	16.671	16.434	16.834	18.165	16.422	20.447
	M3	-	-	9.300	8.351	6.090	10.461	7.711	9.622
	M4	-	-	12.608	12.955	14.653	12.315	11.934	14.435
	D41	-	-	2.150	2.300	2.500	2.500	2.300	2.000
	R41	-	-	7.635	10.503	10.461	8.261	8.152	6.540
	R42a	-	-	17.036	16.478	16.304	28.911	18.907	13.969
	R42b	-	-	6.502	8.180	8.102	7.357	6.839	6.103

20

30

【 0 1 2 7 】

次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたデジタルカメラ（光学機器）の実施形態を図 2 6 を用いて説明する。

【 0 1 2 8 】

図 2 6 において、2 0 はデジタルカメラ本体、2 1 は上述の実施形態のズームレンズによって構成された撮影光学系である。P はプリズムである。撮影光学系 2 1 を経た被写体像（撮影光）を CCD 等の撮像素子上（光電変換素子上）2 2 に導いている。2 3 は撮像素子 2 2 が受光した被写体像を記録する記録手段、2 4 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 2 2 上に形成された被写体像が表示される。2 5 は、前記ファインダーと同等の機能を有する液晶表示パネルである。

40

【 0 1 2 9 】

このように本発明のズームレンズをデジタル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撮像装置を実現している。

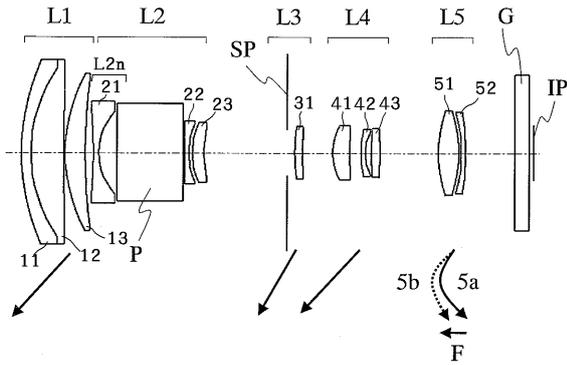
【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 3 0 】

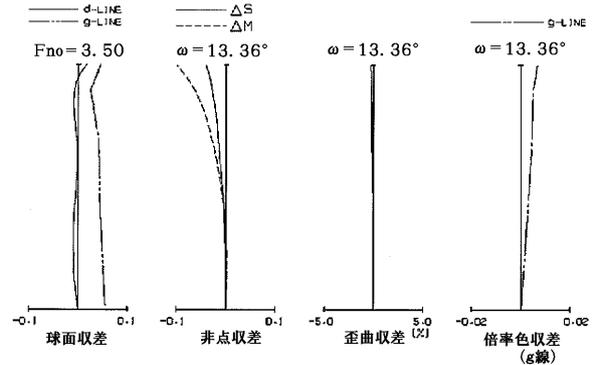
50

【図 1】	実施例 1 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図	
【図 2】	実施例 1 のズームレンズの広角端における諸収差図	
【図 3】	実施例 1 のズームレンズの中間のズーム位置における諸収差図	
【図 4】	実施例 1 のズームレンズの望遠端における諸収差図	
【図 5】	実施例 2 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図	
【図 6】	実施例 2 のズームレンズの広角端における諸収差図	
【図 7】	実施例 2 のズームレンズの中間のズーム位置における諸収差図	
【図 8】	実施例 2 のズームレンズの望遠端における諸収差図	
【図 9】	実施例 3 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図	
【図 10】	実施例 3 のズームレンズの広角端における諸収差図	10
【図 11】	実施例 3 のズームレンズの中間のズーム位置における諸収差図	
【図 12】	実施例 3 のズームレンズの望遠端における諸収差図	
【図 13】	実施例 4 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図	
【図 14】	実施例 4 のズームレンズの広角端における諸収差図	
【図 15】	実施例 4 のズームレンズの中間のズーム位置における諸収差図	
【図 16】	実施例 4 のズームレンズの望遠端における諸収差図	
【図 17】	実施例 5 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図	
【図 18】	実施例 5 のズームレンズの広角端における諸収差図	
【図 19】	実施例 5 のズームレンズの中間のズーム位置における諸収差図	
【図 20】	実施例 5 のズームレンズの望遠端における諸収差図	20
【図 21】	実施例 6 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図	
【図 22】	実施例 6 のズームレンズの広角端における諸収差図	
【図 23】	実施例 6 のズームレンズの中間のズーム位置における諸収差図	
【図 24】	実施例 6 のズームレンズの望遠端における諸収差図	
【図 25】	本発明の撮像装置の要部概略図	
【図 26】	本発明の光路折り曲げ状態のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図	
【符号の説明】		
【 0 1 3 1 】		
L 1	第 1 群	
L 2	第 2 群	30
L 3	第 3 群	
L 4	第 4 群	
L 5	第 5 群	
S P	絞り	
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	
G	ガラスブロック	40
P	プリズム	

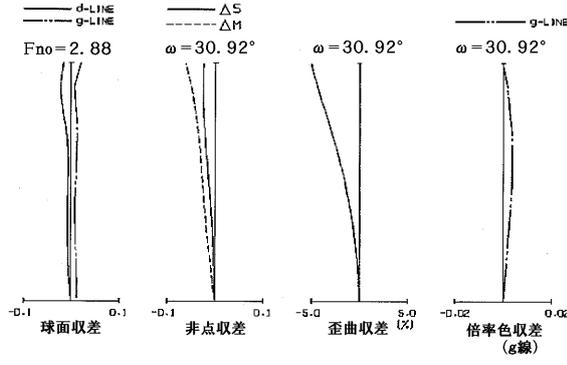
【 図 1 】



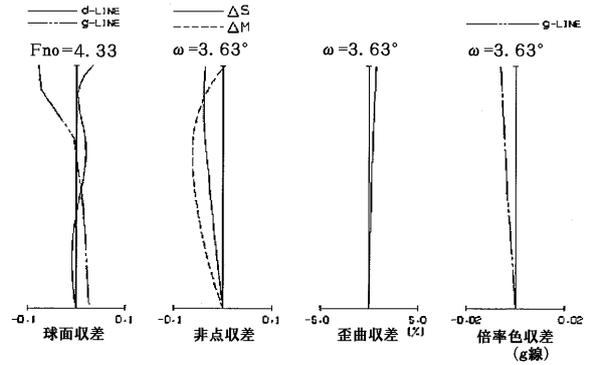
【 図 3 】



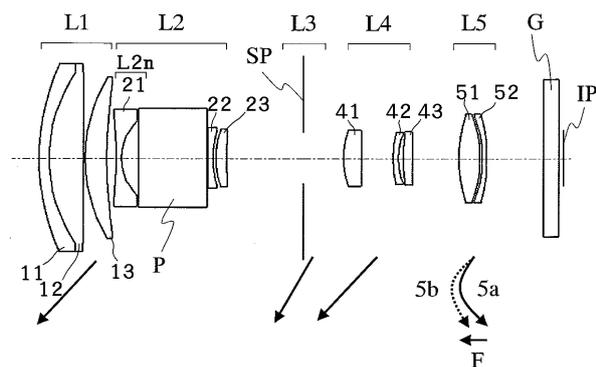
【 図 2 】



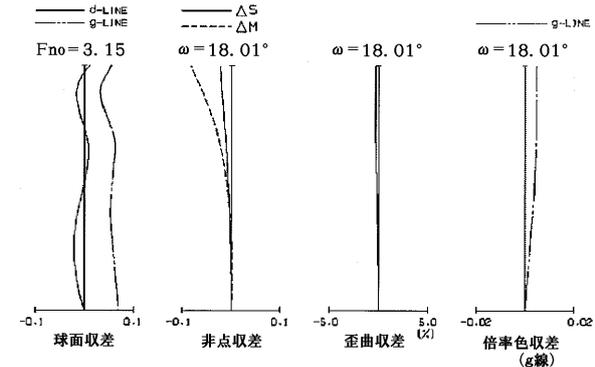
【 図 4 】



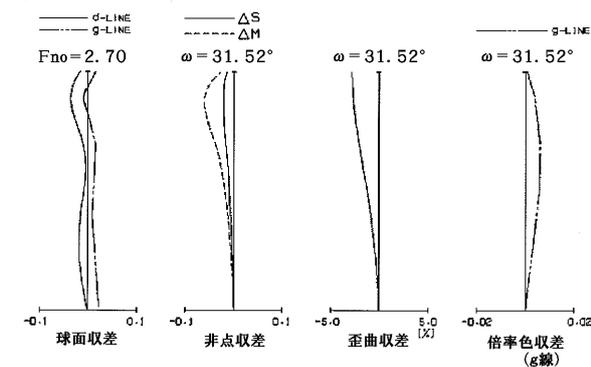
【 図 5 】



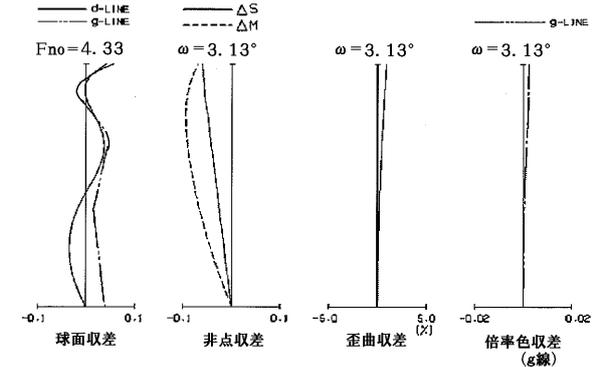
【 図 7 】



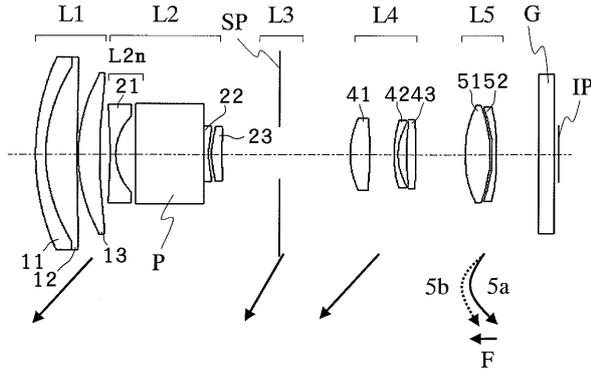
【 図 6 】



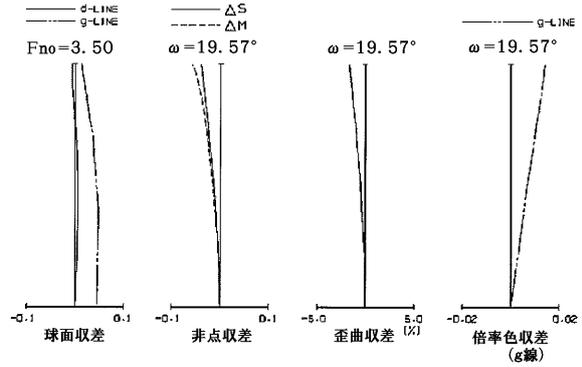
【 図 8 】



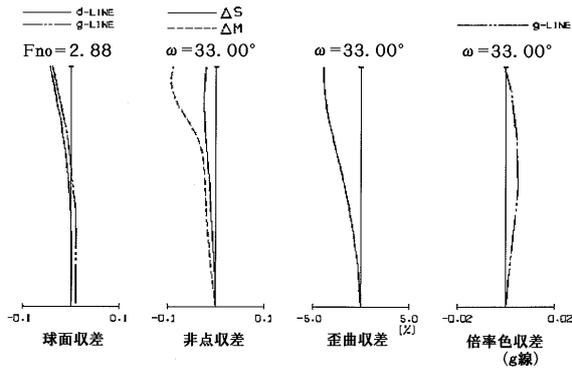
【 図 9 】



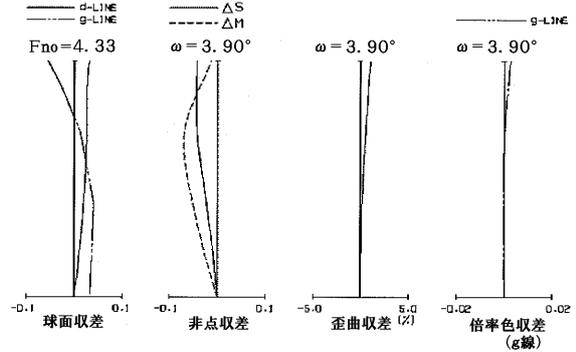
【 図 1 1 】



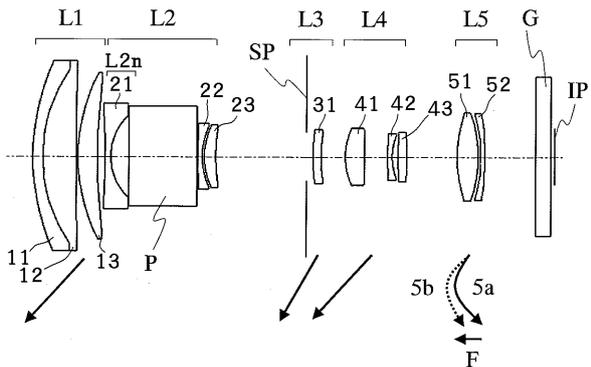
【 図 1 0 】



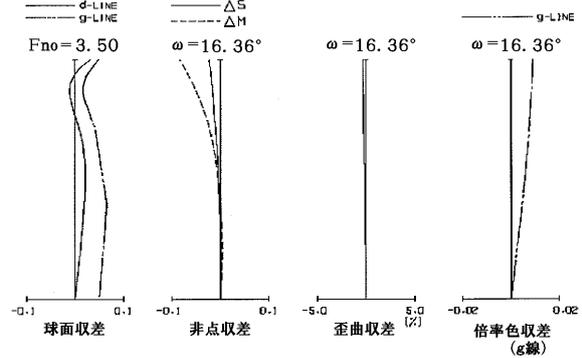
【 図 1 2 】



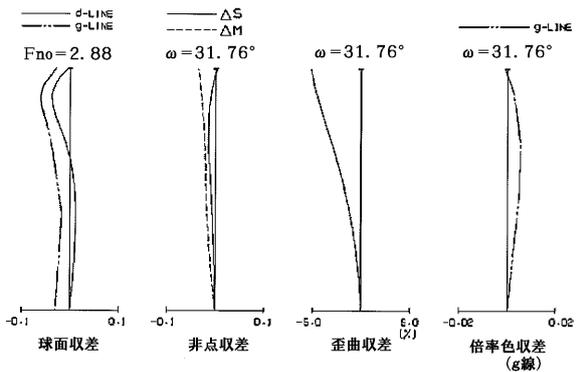
【 図 1 3 】



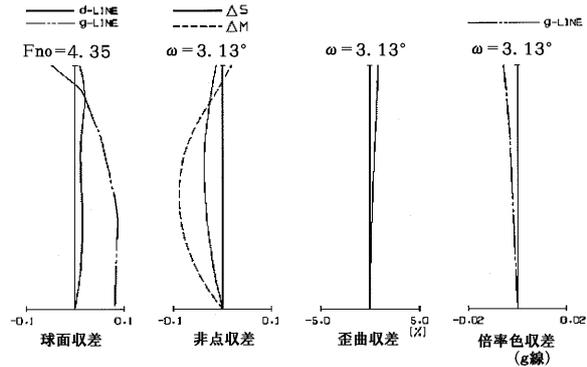
【 図 1 5 】



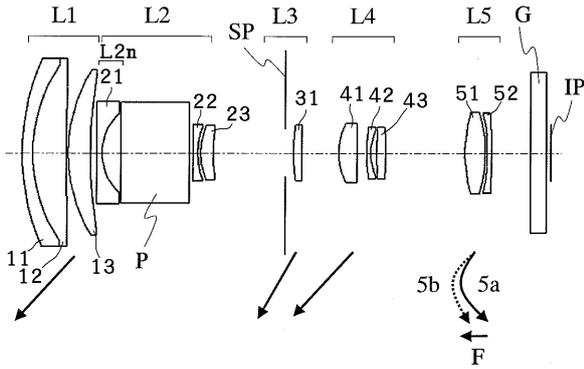
【 図 1 4 】



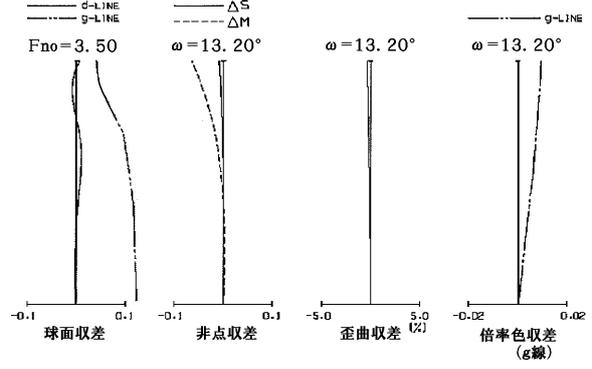
【 図 1 6 】



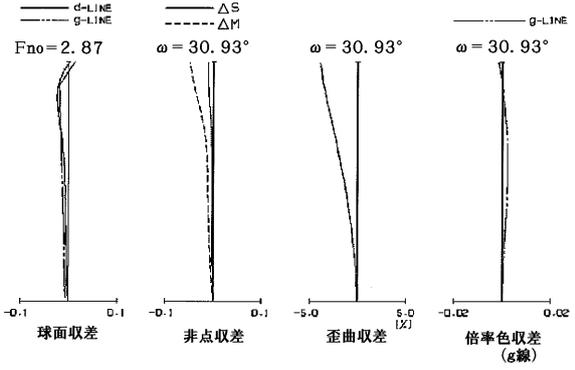
【 図 17 】



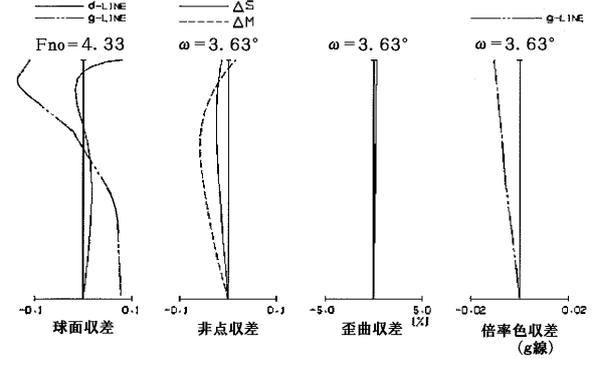
【 図 19 】



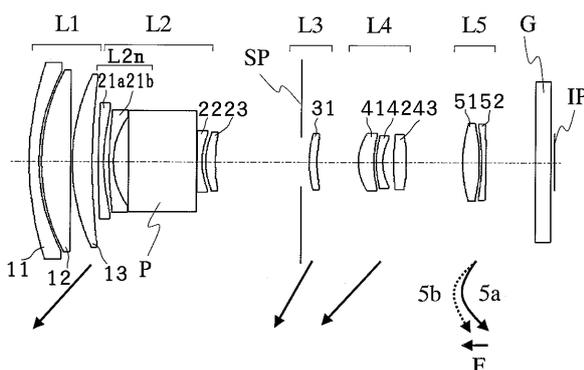
【 図 18 】



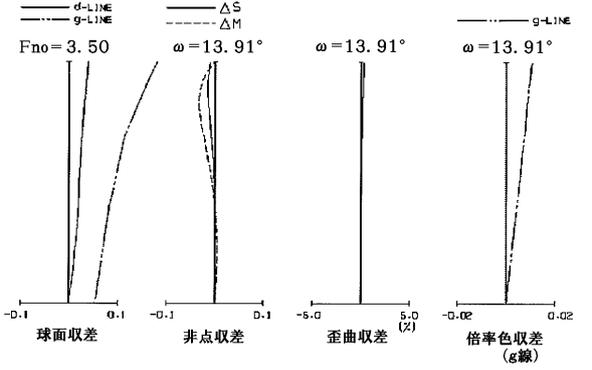
【 図 20 】



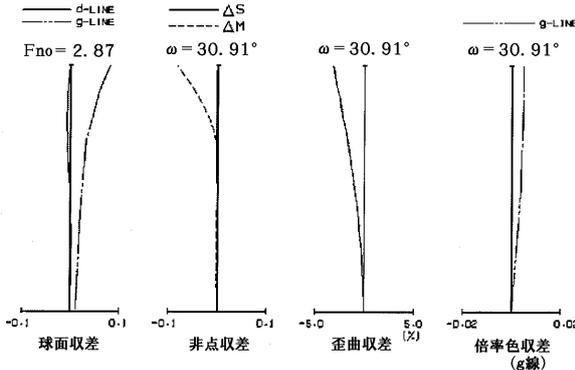
【 図 21 】



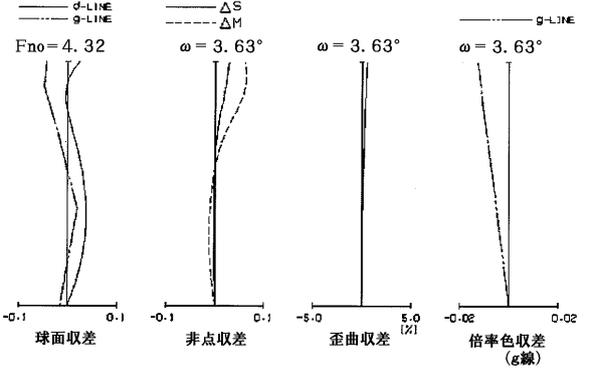
【 図 23 】



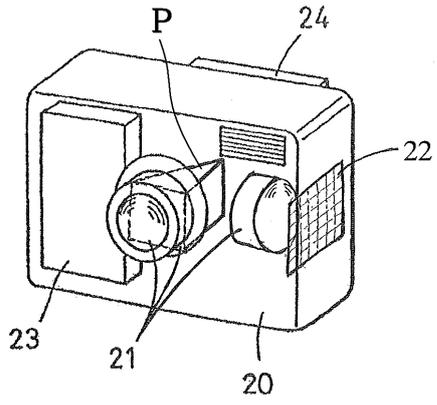
【 図 22 】



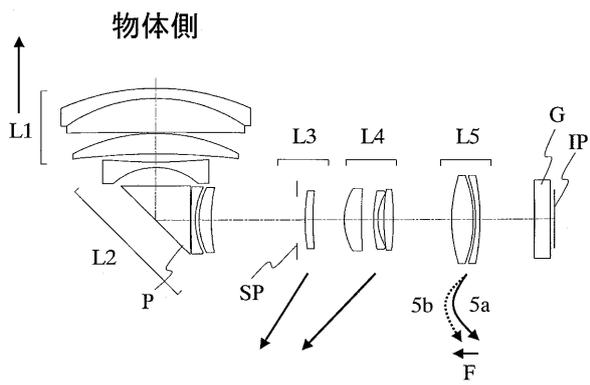
【 図 24 】



【図 25】



【図 26】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 B	9 / 0 0	-	1 7 / 0 8
G 0 2 B	2 1 / 0 2	-	2 1 / 0 4
G 0 2 B	2 5 / 0 0	-	2 5 / 0 4