

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5006575号  
(P5006575)

(45) 発行日 平成24年8月22日(2012.8.22)

(24) 登録日 平成24年6月1日(2012.6.1)

(51) Int.Cl.

F 1

G O 2 B 15/16 (2006.01)  
G O 2 B 13/18 (2006.01)G O 2 B 15/16  
G O 2 B 13/18

請求項の数 12 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2006-145153 (P2006-145153)  
 (22) 出願日 平成18年5月25日(2006.5.25)  
 (65) 公開番号 特開2007-316288 (P2007-316288A)  
 (43) 公開日 平成19年12月6日(2007.12.6)  
 審査請求日 平成21年5月12日(2009.5.12)

(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 堀内 昭永  
 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 原田 英信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズ及びそれを用いた撮像装置

(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レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群を有し、ズーミングに際して該第2、第4レンズ群が移動するズームレンズであって、

該第1レンズ群は、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第1aレンズ群、正の屈折力の第1bレンズ群により構成されており、

該第1aレンズ群は、物体側から順に配置された、像側が凹面の2枚以上の負レンズ、1枚以上の正レンズにより構成されており、

該第1bレンズ群は、物体側から順に配置された、1枚以上の両凸形状の正レンズ、負レンズ、2枚以上の正レンズ、又は、1枚以上の両凸形状の正レンズ、負レンズと正レンズより成る接合レンズ、1枚以上の正レンズにより構成されており、

該第1aレンズ群と該第1bレンズ群の焦点距離を各々  $f_{1a}$ 、 $f_1$  とするとき、

$$2.28 \leq |f_{1a}/f_1| < 4.0$$

なる条件式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1bレンズ群の最も像側に配置された正レンズは、屈折力の絶対値が像側に比べ物体側に大きい、物体側が凸面の正レンズであることを特徴とする請求項1記載のズームレンズ。

【請求項 3】

10

20

前記第 1 b レンズ群内の前記接合レンズ或いは前記負レンズより像側に配置された正レンズが、物体側に凸面を有する 2 枚以下の正レンズであ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。

【請求項 4】

前記第 4 レンズ群よりも像側に配置された、正の屈折力の第 5 レンズ群を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

前記第 3 レンズ群と前記第 5 レンズ群の焦点距離を各々  $f_3$ 、 $f_5$  とするとき、

$$1.2 < f_3 / f_5 < 3.6$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 4 記載のズームレンズ。

10

【請求項 6】

広角端における前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の主点間隔を  $H_{12w}$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$  とするとき、

$$-7.7 < H_{12w} / f_w < -3.5$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 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 1 b レンズ群中の負レンズの物体側の面の曲率半径を  $R_{1bF}$ 、前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$  とするとき、

$$-0.09 < f_1 / R_{1bF} < 0.455$$

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

20

【請求項 8】

前記第 2 レンズ群の焦点距離を  $f_2$ 、広角端における全系の焦点距離を  $f_w$ 、広角端における全系の F ナンバーを  $F_{no.w}$ 、広角端において最も像側のレンズ面から像面までの距離の空気換算量を  $BF$  とするとき、

$$2.8 < |f_2 / f_w| < 5.2$$

【数 1】

$$6.4 < BF \times \sqrt{F_{no.w}} / f_w < 15.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

30

【請求項 9】

前記第 3 レンズ群は少なくとも 1 つの空気間隔を挟んで複数のレンズを有し、該少なくとも 1 つの空気間隔の光軸方向の長さを  $D_{3a}$ 、前記第 3 レンズ群の焦点距離を  $f_3$  とするとき、

$$0.01 < D_{3a} / f_3 < 0.1$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 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 a レンズ群と前記第 1 b レンズ群のうちの両凸形状の正レンズまでの合成系の焦点距離を  $f_{1FF}$ 、前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$  とするとき、

$$0.02 < f_1 / f_{1FF} < 0.83$$

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

40

【請求項 11】

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

【請求項 12】

請求項 1 乃至 11 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、

50

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影装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズ及びそれを用いた撮像装置に関し、ビデオカメラやデジタルスチルカメラ等の電子カメラ、フィルム用カメラそして放送用カメラ等に好適に用いられるものである。

【背景技術】

【0002】

最近、固体撮像素子を用いたビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、監視用カメラ等の撮像装置（カメラ）には、高機能であること、そしてカメラ全体が小型であることが要望されている。

10

【0003】

そしてそれに伴い、これらのカメラに用いる光学系（撮像光学系）には、小型で広画角で、しかも高い光学性能を有するズームレンズであることが求められている。

【0004】

又、プリズムやフィルター等の色分解光学系を用いた撮像装置では、像側にこれらの色分解光学系を配置する。このためこれらに用いるズームレンズには、色分解光学系の光路長に相当する長さのバックフォーカスを有することが求められている。

【0005】

20

これらの要求を満足するズームレンズとして物体側より像側へ順に正、負、正、正の屈折力の第1～第4レンズ群より成る4群ズームレンズが知られている。

【0006】

このうち、第2レンズ群を移動させて変倍を行い、第4レンズ群にて変倍に伴う像面変動を補正すると共に、フォーカシングを行う所謂リアフォーカス式の4群ズームレンズが知られている。

【0007】

そして、このリアフォーカス式の4群ズームレンズにおいて、第1レンズ群を物体側から像側へ順に負の屈折力の前群と正の屈折力の後群より構成し、広画角を図ったズームレンズが種々と提案されている（特許文献1、2）。

30

【0008】

この他、前述した要件を満足するズームレンズとして、物体側から像側へ順に正、負、正、正、正の屈折力の第1～第5レンズ群より成る5群ズームレンズが知られている。

【0009】

この5群ズームレンズにおいて、第2レンズ群と第4レンズ群を移動させてズーミングを行い第4レンズ群を移動させてフォーカスを行う比較的広画角なズームレンズが知られている（特許文献3、4）。

【特許文献1】特開平11-287952号公報

【特許文献2】特開平11-287954号公報

【特許文献3】特開平09-090221号公報

40

【特許文献4】特開2002-365539号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

ズームレンズにおいてリアフォーカス方式を採用すると、第1レンズ群でフォーカスを行うズームレンズに比べてレンズ系全体が小型化され、迅速なるフォーカスが可能となり、さらに近接撮影が容易となるなどの特徴が得られる。

【0011】

しかしながら反面、フォーカスの際の収差変動が多くなってくる。

【0012】

50

又、広画角化及び高ズーム比化を図ろうとすると全ズーム範囲にわたり、高い光学性能を得るのが難しくなる。

【0013】

このためリアフォーカス式のズームレンズにおいて、広画角化及び高ズーム比化を図りつつ、全ズーム領域において高い光学性能を得るには、各レンズ群のレンズ構成、特に第1レンズ群のレンズ構成を適切に設定する必要がある。

【0014】

更に、色分解光学系を像側に配置するだけの長さのバックフォーカスを得るには、各レンズ群の屈折力配置及びレンズ構成を適切に設定する必要がある。

【0015】

特に前述したズームタイプの4群ズームレンズや5群ズームレンズにおいて第1レンズ群のレンズ構成を適切に設定しないと、広画角化及び高ズーム比化を図る際に、画面全体及び全ズーム範囲にわたり良好な光学性能を得ることが大変難しくなる。

【0016】

本発明は、広画角、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】

【0017】

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レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群を有し、ズーミングに際して該第2、第4レンズ群が移動するズームレンズであって、

該第1レンズ群は、物体側より像側へ順に負の屈折力の第1aレンズ群、正の屈折力の第1bレンズ群により構成されており、

該第1aレンズ群は、物体側から順に配置された、像側が凹面の2枚以上の負レンズ、1枚以上の正レンズにより構成されており、

該第1bレンズ群は、物体側から順に配置された、1枚以上の両凸形状の正レンズ、負レンズ、2枚以上の正レンズ、又は、1枚以上の両凸形状の正レンズ、負レンズと正レンズより成る接合レンズ、1枚以上の正レンズにより構成されており、

該第1aレンズ群と該第1bレンズ群の焦点距離を各々 $f_{1a}$ 、 $f_{1b}$ とすると、

$$2.28 \leq f_{1a} / f_{1b} < 4.0$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【0018】

特に、前記第1bレンズ群の最も像側に配置された正レンズは、屈折力の絶対値が像側に比べ物体側に大きい、物体側が凸面の正レンズであることを特徴としている。

【0019】

又、前記第1bレンズ群内の前記接合レンズ或いは前記負レンズより像側に配置された正レンズが、物体側に凸面を有する2枚以下の正レンズであることを特徴としている。

【0021】

又、前述したズームレンズは、第4レンズ群の像側に正の屈折力の第5レンズ群を有することがある。

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば前述の如く、レンズ構成を特定することにより、広画角、高ズーム比で全ズーム領域にわたり高い光学性能を達成した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】

【0025】

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。

【0026】

図1は本発明の実施例1のズームレンズの広角端（短焦点距離端）におけるレンズ断面

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 2 7 】

図 5 は本発明の実施例 2 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図 6、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。

【 0 0 2 8 】

図 9 は本発明の実施例 3 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図 10、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。

10

【 0 0 2 9 】

図 13 は本発明の実施例 4 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図 14、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。

【 0 0 3 0 】

図 17 は本発明の実施例 5 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図 18、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。

【 0 0 3 1 】

図 21 は本発明の実施例 6 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図 22、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。

20

【 0 0 3 2 】

図 25 は本発明の実施例 7 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図 26、図 27、図 28 はそれぞれ実施例 7 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。

【 0 0 3 3 】

図 29 は本発明の実施例 8 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図 30、図 31、図 32 はそれぞれ実施例 8 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。

30

【 0 0 3 4 】

図 33 は本発明のズームレンズを備えるビデオカメラ（撮像装置）の要部概略図である。

【 0 0 3 5 】

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、レンズ断面図において、Z L はズームレンズ、C B はカメラ本体である。

【 0 0 3 6 】

L 1 は正の屈折力（光学的パワー＝焦点距離の逆数）の第 1 レンズ群、L 2 は負の屈折力の第 2 レンズ群、L 3 は正の屈折力の第 3 レンズ群、L 4 は正の屈折力の第 4 レンズ群、L 5 は正の屈折力の第 5 レンズ群である。S P は光量調整用の開口絞りであり、第 3 レンズ群 L 3 の物体側に位置している。

40

【 0 0 3 7 】

図 25、図 29 の実施例 7、8 において、G A はズームレンズ Z L の保護を目的とした必要に応じて設けられる保護ガラスである。尚、保護ガラス G A を実施例 1～6 においても同様に用いても良い。

【 0 0 3 8 】

G B は色分解プリズム、光学フィルター、フェースプレート、ローパスフィルター等に相当する光学ブロックである。I P は像面であり、ビデオカメラやデジタルスチルカメラの撮影光学系として使用する際には C C D センサや C M O S センサ等の固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面が、銀塩フィルム用カメラのときはフィルム面に相当する。

50

## 【0039】

第1レンズ群L1から第5レンズ群L5（図25、図29の実施例7、8では保護ガラスGA）までの各要素はズームレンズ（ズームレンズ部）ZLの一要素を構成している。ガラスブロックGBと撮像素子はカメラ本体CB内に収納されている。ズームレンズ部ZLはマウント部材Cを介してカメラ本体CBに着脱可能に装着されている。

## 【0040】

収差図において、d、gは各々d線及びg線、M、Sはメリジオナル像面、サジタル像面、倍率色収差はg線によって表している。

## 【0041】

FnoはFナンバー、 $\omega$ は撮影画角の半画角である。

10

## 【0042】

尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用のレンズ群（各実施例では第2レンズ群L2）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。

## 【0043】

各実施例では、広角端から望遠端へのズーミング（変倍）に際して矢印のように、第2レンズ群L2を像側へ移動させて変倍を行うと共に、変倍に伴う像面変動を第4レンズ群L4を物体側に凸状の軌跡を有するよう移動させて補正している。

## 【0044】

また、第4レンズ群L4の一部又は全部（各実施例では全部である）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。

20

## 【0045】

第4レンズ群のズーミングに伴う移動軌跡は物体距離によって異なっている。

## 【0046】

第4レンズ群L4に関する実線の曲線4aと点線の曲線4b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4レンズ群L4を物体側へ凸状の軌跡とすることで第3レンズ群L3と第4レンズ群L4との間の空間の有効利用を図り、レンズ全長の短縮化を効果的に達成している。

## 【0047】

30

各実施例では、例えば望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合には、矢印4cに示すように第4レンズ群L4を前方に繰り出すことで行っている。尚、第1レンズ群L1と第3レンズ群L3は、ズーミング及びフォーカスの為には光軸方向に固定であるが収差補正上必要に応じて移動させてもよい。

## 【0048】

各実施例においては、第3レンズ群の一部又は全部のレンズ群（防振レンズ群）を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させて光学系全体が振動したときの像ぶれを補正するようにしている。即ち防振を行っている。

## 【0049】

これにより可変頂角プリズム等の光学部材や防振のためのレンズ群を新たに付加することなく防振を行うようにし、光学系全体が大型化するのを防止している。

40

## 【0050】

図33に示す本発明のビデオカメラ（撮像装置）は、少なくとも上記ズームレンズと、色分解用素子と該色分解素子によって分割された各色対応の撮像素子と、撮像信号処理回路等を有している。

## 【0051】

まず図1、図5、図9、図13、図17、図21の実施例1～6の各レンズ群のレンズ構成について説明する。

## 【0052】

実施例1～6は、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力

50

の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5より成っている。

【0053】

そして、ズームングに際して前述の如く第2、第4レンズ群L2、L4が移動する。第1レンズ群L1は、負の屈折力の第1aレンズ群L1a、正の屈折力の第1bレンズ群L1bより成っている。

【0054】

ここで、第1aレンズ群L1aは、第1レンズ群内の最も物体側のレンズと、その像側のレンズとの空気間隔を除いて最も広い空気間隔を挟んで物体側（拡大共役側）のレンズ群であり、第1bレンズ群L1bは、その空気間隔の像側（縮小共役側）のレンズ群のこととする。本実施例においては、第1レンズ群は、レンズ群としては第1aレンズ群L1aと第1bレンズ群L1bのみを有している。

【0055】

第1aレンズ群は、物体側から順に配置された、像側が凹面の2枚以上の負レンズ、1枚以上の正レンズにより構成されており、第1bレンズ群は、物体側から順に配置された、1枚以上の両凸形状の正レンズ、負レンズ、2枚以上の正レンズ、又は、1枚以上の両凸形状の正レンズ、負レンズと正レンズより成る接合レンズ、1枚以上の正レンズにより構成されている。第1bレンズ群内の接合レンズ或いは負レンズより像側に配置された正レンズが、物体側に凸面を有する2枚以下の正レンズである。具体的には第1aレンズ群L1aは、像側が凹面の2枚の負レンズ、屈折力の絶対値が物体側に比べ像側に強い両凸形状の正レンズより成っている。

【0056】

第1bレンズ群L1bは、両凸形状の正レンズ、像側が凹面の負レンズ又は像側が凹面の負レンズと正レンズとの接合レンズ、物体側が凸面の2つの正レンズより成っている。

【0057】

尚、第1aレンズ群L1aを像側が凹面の2以上の負レンズ（3枚でも4枚でも構わない）、屈折力の絶対値が物体側に比べ像側に強い両凸形状の正レンズより構成しても良い。

【0058】

又、第1bレンズ群L1bを、両凸形状の正レンズ、負レンズ又は負レンズと正レンズより成る接合レンズ、最も像側に屈折力の絶対値が像側に比べ物体側に強く、物体側が凸面の正レンズより構成しても良い。

【0059】

尚、第1bレンズ群L1bは両凸形状の正レンズと、負レンズと物体側が凸面の正レンズより構成しても良く、これによればレンズ構成が簡素化される。

【0060】

ここで、第1bレンズ群L1bの少なくとも1枚の負レンズまたは接合レンズと、最も像面側の物体側が凸面の正レンズのレンズ構成により、望遠端の軸上色収差や球面収差を良好に補正している。

【0061】

第1bレンズ群L1bは、以上のように3枚以上の3枚から5枚のレンズより構成して諸収差を良好に補正している。

【0062】

また、第1レンズ群L1のレンズ構成を上記のようにすることにより、広角端の画角が75度以上の超広画角のズームレンズにもかかわらず、歪曲収差を通常の画角のズームレンズ並みの収差量に補正している。

【0063】

さらに非点収差や、像面湾曲を良好に補正している。

【0064】

第2レンズ群L2は、物体側から像側へ順に像側が凹面でメニスカス形状の負レンズ、

像側が凸面の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合レンズ、両凸形状の正レンズと負レンズとの接合レンズ又は単一の正レンズより成っている。ここで、最も物体側に配置された負レンズの像側に隣接させて負レンズを1、2枚配置しても構わない。

【0065】

変倍作用をする第2レンズ群L2をこのように構成することにより、収差補正を良好に行っている。又第2レンズ群L2のレンズ構成は、高性能な光学性能を得るため、ズームによる収差変動を良好に補正するようにしている。

【0066】

尚、各実施例においては、第2レンズ群L2に非球面を導入している。これにより広角端での非点収差を良好に補正して、高い光学性能を得ている。

10

【0067】

前記第3レンズ群は、物体側から像側へ順に、両凹形状の負レンズと正レンズとの接合レンズ、正レンズと負レンズとの接合レンズ又は単一の正レンズより成っている。

【0068】

前記第3レンズ群の一部又は全部は、光軸と垂直方向の成分を持つように移動して像を変位している。

【0069】

第3レンズ群L3は、物体側から像側へ順に、両凹形状の負レンズと正レンズとの接合レンズ、正レンズと負レンズとの接合レンズ又は単一の正レンズ(2枚以上でも良い)より成っている。

20

【0070】

又、第3レンズ群L3は、少なくとも1以上の非球面を有している。これによって広角端での球面収差やコマ収差、および軸上色収差を良好に補正している。

【0071】

このときの第3レンズ群L3に非球面を導入するとき、の非球面形状はレンズの周辺部にいくに従って正の屈折力が弱くなる形状とするのが望ましい。

【0072】

第3レンズ群L3の一部又は全部は、光軸と垂直方向の成分を持つ方向に移動して像を変位させている。即ち、防振を行うために、言い換えると像の揺れを抑制するため、又は像の位置変化量を低減するために、第3レンズ群L3の一部又は全部を光軸と垂直方向の成分を持つ方向に移動している。

30

【0073】

第4レンズ群L4は、物体側から像側へ順に正レンズ、負レンズと正レンズとの接合レンズより成っている。

【0074】

第5レンズ群L5は物体側から像側へ順に、両凸形状の正レンズと負レンズとの接合レンズより成っている。

【0075】

第5レンズ群L5のレンズ構成は、レンズ系全体として第4レンズ群に影響する。第5レンズ群L5は、第4レンズ群L4が行う球面収差、色収差の補正の一部を担っている。これによって、移動レンズ群である第4レンズ群L4のレンズ構成枚数を少なくしている。又第4レンズ群L4で瞬時のフォーカスを行うのに最適な構成としている。

40

【0076】

又、第5レンズ群L5は、第1レンズ群L1から第4レンズ群L4まででは補正しきれない収差、特に球面収差、色収差を補正して、高画質に適した収差補正を実現している。

【0077】

次に図25、図29の実施例7、8の各レンズ群のレンズ構成について説明する。

【0078】

実施例7、8は、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2、正の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4よ

50



り成っている。

【0079】

そしてズームングに際して前述の如く第2、第4レンズ群L2、L4が移動する。

【0080】

第1レンズ群L1は、負の屈折力の第1aレンズ群L1a、正の屈折力の第1bレンズ群L1bより成っている。

【0081】

第1aレンズ群L1a、第1bレンズ群L1bのレンズ構成及びそれから得られる効果は、実施例1～6と同じである。

【0082】

第2レンズ群L2は、物体側から像側へ順に像側が凹面でメニスカス形状の負レンズ、像側が凸面の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合レンズ、両凸形状の正レンズと負レンズとの接合レンズ又は単一の正レンズより成っている。

【0083】

第3レンズ群L3は、物体側から像側へ順に、両凹形状の負レンズと正レンズとの接合レンズ、正レンズと負レンズとの接合レンズより成っている。

【0084】

第4レンズ群L4のレンズ構成は、実施例1～6と同じである。

【0085】

各実施例では次の条件のうち1以上を満足するようにし、これによって各条件に相当する効果を得ている。

【0086】

第1aレンズ群L1aと第1レンズ群L1の焦点距離を各々f1a、f1とする。

【0087】

広角端における第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の主点間隔をH12wとする。広角端における全系の焦点距離をfwとする。

【0088】

第1bレンズ群L1b中の負レンズの物体側の面の曲率半径をR1bFとする。

【0089】

第2レンズ群L2の焦点距離をf2とする。広角端における全系のFナンバーをFnoとする。広角端において最も像側のレンズ面から像面までの距離の空気換算量（プリズム等の光学ブロックがないとしたときの長さ）所謂バックフォーカスをBFとする。

【0090】

このとき、

$$\frac{2.28}{-7.7} < |f1a / f1| < 4.0 \quad (1)$$

$$-7.7 < H12w / fw < -3.5 \quad (2)$$

$$-0.09 < f1 / R1bF < 0.455 \quad (3)$$

$$2.8 < |f2 / fw| < 5.2 \quad (4)$$

【0091】

【数1】

$$6.4 < BF \times \sqrt{Fno \cdot w} / fw < 15.0 \quad \dots (5)$$

【0092】

なる条件のうち1以上を満足している。

【0093】

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。

【0094】

条件式(1)は第1レンズ群L1中の第1aレンズ群L1aの屈折力を規定している条件である。条件式(1)は、間接的に第2レンズ群L2との主点間隔に影響をする。条件式(1)の上限を超えると主点間隔が短くならず、レンズ系が大型化して好ましくない。

10

20

30

40

50

逆に条件式(1)の下限を超えて第1aレンズ群L1aの屈折力が大きくなると、主点間隔を小さくするには有利だが、広角端から中間のズーム位置において非点収差や倍率色収差の補正が困難になる。

【0095】

条件式(2)は諸収差を良好に補正しつつ、レンズ全長の短縮化を図るための条件である。条件式(2)の上限を超えて主点間隔が大きくなると前玉径が大きくなってきて小型化が困難になる。

【0096】

逆に条件式(2)の下限を超えて主点間隔が小さくなると、広角端から中間のズーム位置において非点収差や倍率色収差の補正が困難になってくる。

10

【0097】

条件式(3)は広角端で発生する諸収差を良好に補正するための条件であり、特に、歪曲収差と倍率色収差を良好に補正するための条件である。条件式(3)の上限を超えて曲率が大きくなると倍率色収差がプラス方向に大きくなり好ましくない。逆に条件式(3)の下限を超えると、歪曲収差がマイナス方向に大きく発生してくるので好ましくない。

【0098】

条件式(4)、(5)はいずれもレンズ系全体の小型化と広画角化、そして長いバックフォーカスを確保するための条件である。条件式(4)、(5)のうち少なくとも1つを満足することによりバランスの取れたレンズ系を達成することができる。

【0099】

20

条件式(4)は第2レンズ群L2の負の屈折力に関し、超広画角化を達成するための変倍部の屈折力を規定している。

【0100】

又条件式(4)はズーミングに伴う収差変動を少なくしつつ高ズーム比を確保するためのものである。

【0101】

条件式(4)の上限を超えて第2レンズ群L2の負の屈折力が弱くなると変倍部におけるアフォーカル倍率を十分高めることができずバックフォーカスを所望の長さ確保することが困難となる。

【0102】

30

また、所望のズーム比を得るための第2レンズ群L2の移動量が増大し、絞りSPと第1レンズ群L1との距離が長くなって前玉径の増大を招くので好ましくない。

【0103】

逆に条件式(4)の下限を超えて第2レンズ群L2の負の屈折力が強くなり過ぎると、ペッツバル和が負の方向に増大し像面湾曲が大きくなると共に、ズーミングに伴う収差変動が大きくなる。

【0104】

条件式(5)はズームレンズのバックフォーカスBFとFナンバーとの関係式である。条件式(5)は、高性能なカメラで採用している色分解プリズムを用いて3つの色光に分光してそれぞれの画像を撮像素子で撮像して高画質の画像を得るためのものである。

40

【0105】

条件式(5)の上限を超えてFナンバーを明るくすると高次の球面収差、コマ収差が多く発生し、これらの収差の補正が困難となる。逆に条件式(5)の下限を越えて、Fナンバーが暗くなると軸上光線束が細くなり、ズームレンズの像側に配置される色分解プリズムが小型化になる。この結果、バックフォーカスが必要以上に長くなり、レンズ系全長の長大化を招き好ましくない。

【0106】

又、各実施例では、第3レンズ群L3は少なくとも1つの空気間隔をはさんで複数のレンズを有している。そして少なくとも1つの空気間隔の光軸方向の長さをD3a、該第3レンズ群の焦点距離をf3とする。このとき

50

$$0.01 < D3a / f3 < 0.1 \quad (6)$$

なる条件を満足している。

【0107】

第3レンズ群L3中の空気間隔は、光量調整用の絞りとは別に単一又は複数のNDフィルターなどの光量調整用フィルターを光路中に挿脱するためのものである。

【0108】

各実施例では、単一又は複数の光量調整用フィルターを光路中に挿脱して撮像素子に入射する光量を調整している。

【0109】

条件式(6)の上限を超えて、間隔が広くなりすぎるとレンズ系全体が大型化し、同時に、広角端における球面収差の補正が困難になってくる。逆に下限を超えると光量調整用フィルターの光路中への挿入が困難になる。

【0110】

第1aレンズ群L1aと第1bレンズ群L1bのうちの両凸形状の正レンズとの合成系の焦点距離を $f1FF$ 、第1レンズ群の焦点距離を $f1$ とする。このとき

$$0.02 < f1 / f1FF < 0.83 \quad (7)$$

なる条件を満足している。

【0111】

一般に、第1レンズ群の物体側に挿脱するワイドコンバーターレンズは屈折力が略0のアフォーカル系より成っている。

【0112】

各実施例において、第1レンズ群L1の一部のレンズ群がアフォーカル系であるとする、そのレンズ構成は第1aレンズ群L1aと第1bレンズ群の物体側の正レンズに相当する。

【0113】

しかしながら各実施例では、アフォーカル系を付加したものでないため、第1aレンズ群L1aと第1bレンズ群の物体側の正レンズより成る合成系は所定の屈折力を有している。

【0114】

条件式(7)は、このときの合成系の屈折力(焦点距離の逆数)を適切に設定したものである。

【0115】

条件式(7)はレンズ系全体の小型化を図るための条件である。条件式(7)の下限を超えて合成焦点距離 $f1FF$ が長くなるとレンズ系全体が大型化してくる。逆に上限を超えると球面収差の補正が困難になる。

【0116】

尚、実施例1~6においては、第3レンズ群L3と第5レンズ群L5の焦点距離を各々 $f3$ 、 $f5$ とする。このとき

$$1.2 < f3 / f5 < 3.6 \quad (8)$$

なる条件を満足している。

【0117】

条件式(8)は第3レンズ群L3と第5レンズ群L5の焦点距離の比に関し、ズーム比を大きくすることと長いバックフォーカスを確保するための条件である。条件式(8)の上限を超えて第3レンズ群L3の焦点距離が長くなると第3レンズ群L3から射出する光束の発散が大きくなり、バックフォーカスは長くなるが、第4レンズ群L4の有効径が大きくなりレンズ系全体が重くなってくる。

【0118】

逆に条件式(8)の下限を超えて第3レンズ群L3の焦点距離が短くなると十分な長さのバックフォーカスを確保するのが困難になる。又、第5レンズ群L5の焦点距離が長くなると球面収差の補正が不十分となる。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 1 9 】

尚、更に好ましくは、条件式 ( 1 ) ~ ( 8 ) の数値範囲を次の如く設定するのが光学性能を良好に維持するのが容易となるので好ましい。

## 【 0 1 2 0 】

$$\begin{aligned} \frac{2.28}{-7.0} < H_{12w} / f_w < -4.0 & (1a) \\ -0.07 < f_1 / R_{1bF} < 0.417 & (2a) \\ 3.1 < |f_2 / f_w| < 4.8 & (3a) \end{aligned}$$

## 【 0 1 2 1 】

## 【 数 2 】

$$7. 0 < BF \times \sqrt{F_{no} w} / f_w < 13.0 \cdots (5a)$$

## 【 0 1 2 2 】

$$\begin{aligned} 0.015 < D_{3a} / f_3 < 0.09 & (6a) \\ 0.1 < f_1 / f_{1FF} < 0.75 & (7a) \\ 1.4 < f_3 / f_5 < 3.2 & (8a) \end{aligned}$$

尚、更に好ましくは、条件式 ( 1 a ) の上限値を 3 . 3 としたり、条件式 ( 7 a ) の下限値を 0 . 3 としたりしても良い。

## 【 0 1 2 3 】

又、各実施例では、広角端で無限遠物体にフォーカスしたときの歪曲収差が、画面全体にわたり - 6 % から 0 % であるように各要素を特定している。

## 【 0 1 2 4 】

超広画角になってくると歪曲収差はますます増大し、マイナスの歪曲収差すなわち樽型の歪曲が多く発生する。近年、画像表示面がフラット TV になってきて、樽型の歪曲収差が目立つようになってきた。そのため歪曲収差も良好に補正する必要がある。

## 【 0 1 2 5 】

従来、歪曲収差を補正するには最も物体側に正レンズを配置するか又は非球面を配置して補正している。

## 【 0 1 2 6 】

各実施例では、第 1 レンズ群 L 1 を前述の如く構成することで歪曲収差を良好に補正している。

## 【 0 1 2 7 】

尚、実施例 1 ~ 6 においては第 5 レンズ群 L 5 の像側、実施例 7、8 では第 4 レンズ群の像側に、又は / 及び第 1 レンズ群 L 1 の物体側に屈折力の小さな光学部材を配置しても良い。

## 【 0 1 2 8 】

次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたビデオカメラ ( 撮像装置 ) の実施形態を図 3 3 を用いて説明する。

## 【 0 1 2 9 】

図 3 3 において、10 はビデオカメラ本体またはデジタルスチルカメラ本体、11 は本発明のズームレンズによって構成された撮影光学系である。12 は撮影光学系 11 によって被写体像を受光する CCD 等の撮像素子の 1 つ、13 は撮像素子 12 が受光した被写体像を記録する記録手段である。14 は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。

## 【 0 1 3 0 】

上記表示素子は液晶パネル等によって構成され、撮像素子 12 上に形成された被写体像が表示される。15 は不図示の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。

## 【 0 1 3 1 】

このように本発明のズームレンズをビデオカメラ等の撮像装置に適用することにより、

10

20

30

40

50

高い光学性能を有する光学機器を実現している。

【 0 1 3 2 】

以上のように各実施例によればレンズ系全体を小型化し、高変倍比にもかかわらず高い光学性能を有したズームレンズ及びそれを用いた撮像装置を達成することができる。

【 0 1 3 3 】

この他各実施例によれば、ズーム比が 6 ～ 8 倍と高変倍比にもかかわらず広角端から望遠端のズーム位置に至る全変倍範囲にわたり、また無限遠物体から超至近物体に至る物体距離全般にわたり高い光学性能を有し、かつ F ナンバーが 1 . 6 程度と大口径比でありながら、色分解用プリズム等の光学素子が入る長いバックフォーカスを有し、更に複雑な絞り機構の入る空間や、ND フィルターの入る空間等を確保しつつ、全ズーム域・全物体距離にわたって良好な性能を有するズームレンズの提供が可能になり、このズームレンズが得られる。

【 0 1 3 4 】

以下に、実施例 1 ～ 8 に各々対応する数値実施例 1 ～ 8 を示す。各数値実施例において、 $i$  は物体側からの面の順番を示し、 $R_i$  は各面の曲率半径、 $D_i$  は第  $i$  面と第  $i + 1$  面との間の部材肉厚又は空気間隔、 $N_i$  はそれぞれ  $d$  線に対する屈折率、アッベ数を示す。又、各数値実施例では最も像側の 3 つの面は水晶ローパスフィルター、赤外カットフィルター等に相当する平面である。

【 0 1 3 5 】

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に基準にして  $X$  とするとき、

【 0 1 3 6 】

【 数 3 】

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

【 0 1 3 7 】

で表される。但し  $R$  は近軸曲率半径、 $k$  は円錐定数、 $A, B, C, D, E$  は非球面係数である。

【 0 1 3 8 】

又、「 $e - X$ 」は「 $\times 10^{-X}$ 」を意味している。 $f$  は焦点距離、 $Fno$  は F ナンバー、 $\omega$  は半画角を示す。又、前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表 - 1 に示す。

【 0 1 3 9 】

数値実施例 1

$$f = 1 \sim 5.84 \quad Fno = 1.66 \sim 2.66 \quad 2\omega = 82.5 \sim 17.1$$

$R_1 = 55.728$	$D_1 = 0.94$	$N_1 = 1.712995$	$1 = 53.9$
$R_2 = 8.844$	$D_2 = 4.12$		
$R_3 = -834.144$	$D_3 = 0.76$	$N_2 = 1.719995$	$2 = 50.2$
$R_4 = 20.789$	$D_4 = 1.52$		
$R_5 = 75.948$	$D_5 = 1.75$	$N_3 = 1.846660$	$3 = 23.9$
$R_6 = -26.570$	$D_6 = 3.79$		
$R_7 = 18.490$	$D_7 = 2.89$	$N_4 = 1.603112$	$4 = 60.6$
$R_8 = -18.490$	$D_8 = 0.66$		
$R_9 = -248.620$	$D_9 = 0.58$	$N_5 = 1.846660$	$5 = 23.9$
$R_{10} = 10.085$	$D_{10} = 0.36$		

R11 = 13.077	D11 = 1.78	N 6 = 1.487490	6 = 70.2	
R12 = -45.518	D12 = 0.06			
R13 = 9.697	D13 = 1.55	N 7 = 1.719995	7 = 50.2	
R14 = 405.903	D14 = 可変			
R15 = 11.623	D15 = 0.29	N 8 = 1.882997	8 = 40.8	
R16 = 2.651	D16 = 0.99			
R17 = -22.930	D17 = 1.20	N 9 = 1.808095	9 = 22.8	
R18 = -3.673	D18 = 0.50	N10 = 1.859600	10 = 40.4	
R19* = 6.115	D19 = 0.50			
R20 = 5.964	D20 = 1.13	N11 = 1.603420	11 = 38.0	10
R21 = -5.964	D21 = 0.20	N12 = 1.882997	12 = 40.8	
R22 = -10.871	D22 = 可変			
R23 = 絞り	D23 = 1.40			
R24 = -5.867	D24 = 0.23	N13 = 1.638539	13 = 55.4	
R25 = 4.070	D25 = 1.14	N14 = 1.683290	14 = 31.4	
R26* = -18.373	D26 = 1.86			
R27 = 30.383	D27 = 1.61	N15 = 1.548141	15 = 45.8	
R28 = -4.309	D28 = 0.29	N16 = 2.003300	16 = 28.3	
R29 = -7.062	D29 = 可変			
R30 = 137.286	D30 = 0.73	N17 = 1.622992	17 = 58.2	20
R31 = -11.175	D31 = 0.06			
R32 = 11.578	D32 = 0.29	N18 = 1.846660	18 = 23.9	
R33 = 5.964	D33 = 1.49	N19 = 1.487490	19 = 70.2	
R34 = -12.755	D34 = 可変			
R35 = 11.547	D35 = 0.85	N20 = 1.487490	20 = 70.2	
R36 = -8.906	D36 = 0.26	N21 = 1.647689	21 = 33.8	
R37 = -114.307	D37 = 1.75			
R38 =	D38 = 5.85	N22 = 1.589130	22 = 61.2	
R39 =	D39 = 1.10	N23 = 1.516330	23 = 64.2	
R40 =				30

\*は非球面

非球面係数

R19 k = 9.57065e-01 B = -1.80926e-03 C = -4.75705e-05 D = 0.00

E = 0.00 F = 0.00

R26 k = -2.15005e+01 B = 5.86862e-04 C = 2.13598e-05 D = -7.76637e-07

E = 0.00 F = 0.00

40

＼ 焦点距離	1.00	3.93	5.84
可変間隔＼			
D14	0.29	6.37	7.53
D22	8.30	2.22	1.06
D29	1.82	1.32	1.83
D34	1.15	1.65	1.14

数値実施例 2

f = 1 ~ 5.84 F n o = 1.68 ~ 2.65 2 = 82.5 ~ 17.1

50

R 1 = 48.316	D 1 = 0.94	N 1 = 1.772499	1 = 49.6	
R 2 = 9.028	D 2 = 4.20			
R 3 = -101.358	D 3 = 0.76	N 2 = 1.638539	2 = 55.4	
R 4 = 20.481	D 4 = 1.36			
R 5 = 71.694	D 5 = 1.75	N 3 = 1.846660	3 = 23.9	
R 6 = -25.772	D 6 = 3.94			
R 7 = 18.654	D 7 = 2.69	N 4 = 1.603112	4 = 60.6	
R 8 = -18.654	D 8 = 0.82			
R 9 = -206.775	D 9 = 0.58	N 5 = 1.846660	5 = 23.9	10
R10 = 10.347	D10 = 0.34			
R11 = 13.343	D11 = 1.76	N 6 = 1.487490	6 = 70.2	
R12 = -44.086	D12 = 0.06			
R13 = 9.939	D13 = 1.44	N 7 = 1.719995	7 = 50.2	
R14 = 447.751	D14 = 可変			
R15 = 11.953	D15 = 0.29	N 8 = 1.882997	8 = 40.8	
R16 = 2.713	D16 = 0.98			
R17 = -45.759	D17 = 1.40	N 9 = 1.805181	9 = 25.4	
R18 = -2.977	D18 = 0.29	N10 = 1.848620	10 = 40.0	20
R19* = 6.236	D19 = 0.48			
R20 = 5.741	D20 = 1.02	N11 = 1.603420	11 = 38.0	
R21 = -28.249	D21 = 可変			
R22 = 絞り	D22 = 1.77			
R23 = -4.928	D23 = 0.23	N12 = 1.622992	12 = 58.2	
R24 = 4.928	D24 = 1.14	N13 = 1.683290	13 = 31.4	
R25* = -14.511	D25 = 1.84			
R26 = 33.785	D26 = 1.55	N14 = 1.548141	14 = 45.8	
R27 = -4.364	D27 = 0.29	N15 = 2.003300	15 = 28.3	
R28 = -6.952	D28 = 可変			
R29 = 61.240	D29 = 0.73	N16 = 1.603112	16 = 60.6	30
R30 = -11.708	D30 = 0.06			
R31 = 11.643	D31 = 0.29	N17 = 1.846660	17 = 23.9	
R32 = 5.931	D32 = 1.58	N18 = 1.487490	18 = 70.2	
R33 = -13.771	D33 = 可変			
R34 = 11.823	D34 = 0.85	N19 = 1.487490	19 = 70.2	
R35 = -8.558	D35 = 0.26	N20 = 1.647689	20 = 33.8	
R36 = -67.005	D36 = 1.46			
R37 =	D37 = 5.85	N21 = 1.589130	21 = 61.2	
R38 =	D38 = 1.10	N22 = 1.516330	22 = 64.2	
R39 =				40

\*は非球面

非球面係数

R19 k = 2.12008e+00 B = -2.35439e-03 C = -1.22931e-04 D = 0.00  
E = 0.00 F = 0.00

R25 k = -1.62372e+00 B = 8.69232e-04 C = 9.25646e-06 D = -9.54787e-07  
E = 0.00 F = 0.00

\ 焦点距離	1.00	3.95	5.84
可変間隔 \			
D14	0.29	6.52	7.71
D21	8.73	2.50	1.31
D28	1.29	0.75	1.27
D33	1.46	1.99	1.48

## 数値実施例 3

10

$$f = 1 \sim 5.84 \quad F n o = 1.68 \sim 2.65 \quad 2 = 82.5 \sim 17.1$$

R 1 = 60.659	D 1 = 0.94	N 1 = 1.712995	1 = 53.9	
R 2 = 9.219	D 2 = 4.50			
R 3 = -48.636	D 3 = 0.76	N 2 = 1.638539	2 = 55.4	
R 4 = 25.034	D 4 = 1.40			
R 5 = 103.195	D 5 = 1.90	N 3 = 1.846660	3 = 23.9	
R 6 = -21.633	D 6 = 4.41			
R 7 = 19.247	D 7 = 2.83	N 4 = 1.603112	4 = 60.6	20
R 8 = -19.247	D 8 = 0.18			
R 9 = -931.793	D 9 = 0.58	N 5 = 1.846660	5 = 23.9	
R10 = 10.240	D10 = 0.51			
R11 = 15.325	D11 = 1.55	N 6 = 1.487490	6 = 70.2	
R12 = -94.158	D12 = 0.06			
R13 = 9.951	D13 = 1.58	N 7 = 1.693501	7 = 53.2	
R14 = -960.836	D14 = 可変			
R15 = 12.119	D15 = 0.29	N 8 = 1.882997	8 = 40.8	
R16 = 2.947	D16 = 1.00			
R17 = -40.088	D17 = 1.40	N 9 = 1.805181	9 = 25.4	30
R18 = -3.447	D18 = 0.47	N10 = 1.848620	10 = 40.0	
R19* = 5.933	D19 = 0.50			
R20 = 5.803	D20 = 1.02	N11 = 1.603420	11 = 38.0	
R21 = -11.104	D21 = 0.23	N12 = 1.882997	12 = 40.8	
R22 = -16.758	D22 = 可変			
R23 = 絞リ	D23 = 2.01			
R24 = -5.111	D24 = 0.23	N13 = 1.638539	13 = 55.4	
R25 = 5.111	D25 = 1.14	N14 = 1.683290	14 = 31.4	
R26* = -15.680	D26 = 1.90			
R27 = 79.346	D27 = 1.17	N15 = 1.433870	15 = 95.1	40
R28 = -7.368	D28 = 可変			
R29 = 23.538	D29 = 0.73	N16 = 1.603112	16 = 60.6	
R30 = -16.898	D30 = 0.06			
R31 = 15.764	D31 = 0.29	N17 = 1.846660	17 = 23.9	
R32 = 6.655	D32 = 1.58	N18 = 1.487490	18 = 70.2	
R33 = -10.971	D33 = 可変			
R34 = 13.317	D34 = 0.85	N19 = 1.487490	19 = 70.2	
R35 = -8.206	D35 = 0.26	N20 = 1.698947	20 = 30.1	
R36 = -32.545	D36 = 1.46			
R37 =	D37 = 5.85	N21 = 1.589130	21 = 61.2	50



R38 =                      D38 = 1.10              N22 = 1.516330              22 = 64.2  
R39 =

\*は非球面

非球面係数

R19 k = 1.55464e+00 B = -1.88361e-03 C = -6.82493e-05 D = 0.00

E = 0.00 F = 0.00

R26 k = -1.54951e+00 B = 1.33596e-03 C = 2.64342e-05 D = -6.62544e-07

E = 0.00 F = 0.00

10

\ 焦点距離	1.00	3.94	5.84
可変間隔 \			
D14	0.29	7.25	8.58
D22	9.50	2.54	1.22
D28	1.46	0.94	1.42
D33	1.42	1.94	1.46

20

数値実施例 4

f = 1 ~ 5.84 F n o = 1.68 ~ 2.65 2 = 82.5 ~ 17.1

R 1 = 54.227	D 1 = 0.94	N 1 = 1.772499	1 = 49.6
R 2 = 9.750	D 2 = 4.35		
R 3 = -53.303	D 3 = 0.76	N 2 = 1.638539	2 = 55.4
R 4 = 20.328	D 4 = 2.29		
R 5 = 211.980	D 5 = 1.90	N 3 = 1.846660	3 = 23.9
R 6 = -20.320	D 6 = 4.31		
R 7 = 19.940	D 7 = 2.83	N 4 = 1.603112	4 = 60.6
R 8 = -19.940	D 8 = 0.88		
R 9 = -938.652	D 9 = 0.58	N 5 = 1.846660	5 = 23.9
R10 = 10.223	D10 = 0.39		
R11 = 14.337	D11 = 1.45	N 6 = 1.487490	6 = 70.2
R12 = -142.318	D12 = 0.06		
R13 = 9.842	D13 = 1.45	N 7 = 1.696797	7 = 55.5
R14 = 590.969	D14 = 可変		
R15 = 11.796	D15 = 0.29	N 8 = 1.882997	8 = 40.8
R16 = 2.928	D16 = 0.96		
R17 = -110.824	D17 = 1.40	N 9 = 1.808095	9 = 22.8
R18 = -4.808	D18 = 0.47	N10 = 1.848620	10 = 40.0
R19* = 6.221	D19 = 0.42		
R20 = 5.470	D20 = 1.02	N11 = 1.603420	11 = 38.0
R21 = -7.007	D21 = 0.23	N12 = 1.882997	12 = 40.8
R22 = -19.590	D22 = 可変		
R23 = 絞り	D23 = 2.44		
R24 = -5.647	D24 = 0.23	N13 = 1.638539	13 = 55.4
R25 = 5.647	D25 = 1.14	N14 = 1.683290	14 = 31.4
R26* = -18.563	D26 = 2.14		

30

40

50

R27 = 77.058	D27 = 1.17	N15 = 1.496999	15 = 81.5
R28 = -8.491	D28 = 可変		
R29 = 26.207	D29 = 0.73	N16 = 1.603112	16 = 60.6
R30 = -17.547	D30 = 0.06		
R31 = 14.490	D31 = 0.29	N17 = 1.846660	17 = 23.9
R32 = 6.816	D32 = 1.58	N18 = 1.496999	18 = 81.6
R33 = -13.363	D33 = 可変		
R34 = 15.647	D34 = 0.85	N19 = 1.487490	19 = 70.2
R35 = -8.463	D35 = 0.26	N20 = 1.698947	20 = 30.1
R36 = -32.700	D36 = 1.46		
R37 =	D37 = 5.84	N21 = 1.589130	21 = 61.2
R38 =	D38 = 1.10	N22 = 1.516330	22 = 64.2
R39 =			

10

\*は非球面

非球面係数

R19 k = 1.36203e+00 B = -1.54961e-03 C = -5.12136e-05 D = 0.00  
E = 0.00 F = 0.00

R26 k = -4.82085e+00 B = 1.07535e-03 C = 1.96665e-05 D = -6.81464e-07  
E = 0.00 F = 0.00

20

\ 焦点距離	1.00	3.95	5.84
可変間隔 \			
D14	0.29	7.36	8.71
D22	9.49	2.43	1.08
D28	1.46	0.77	1.17
D33	1.87	2.55	2.16

30

数値実施例 5

f = 1 ~ 7.64 F n o = 1.66 ~ 2.95 2 = 82.5 ~ 13.1

R 1 = 60.588	D 1 = 0.93	N 1 = 1.712995	1 = 53.9
R 2 = 9.071	D 2 = 4.19		
R 3 = 1747.387	D 3 = 0.76	N 2 = 1.719995	2 = 50.2
R 4 = 22.573	D 4 = 1.48		
R 5 = 77.437	D 5 = 1.78	N 3 = 1.846660	3 = 23.9
R 6 = -25.177	D 6 = 3.90		
R 7 = 18.577	D 7 = 2.98	N 4 = 1.603112	4 = 60.6
R 8 = -18.577	D 8 = 0.25		
R 9 = -205.801	D 9 = 0.58	N 5 = 1.846660	5 = 23.9
R10 = 10.137	D10 = 0.40		
R11 = 13.449	D11 = 1.78	N 6 = 1.487490	6 = 70.2
R12 = -66.098	D12 = 0.06		
R13 = 9.857	D13 = 1.58	N 7 = 1.719995	7 = 50.2
R14 = 460.450	D14 = 可変		
R15 = 11.110	D15 = 0.29	N 8 = 1.882997	8 = 40.8

40

50

R16 =	2.652	D16 =	1.05		
R17 =	-25.710	D17 =	1.20	N 9 =	1.808095
R18 =	-3.602	D18 =	0.50	N10 =	1.859600
R19* =	5.810	D19 =	0.50		
R20 =	5.695	D20 =	1.14	N11 =	1.603420
R21 =	-5.695	D21 =	0.20	N12 =	1.882997
R22 =	-11.597	D22 =	可変		
R23 =	絞り	D23 =	1.06		
R24 =	-6.017	D24 =	0.23	N13 =	1.638539
R25 =	4.380	D25 =	1.14	N14 =	1.683290
R26* =	-18.056	D26 =	1.84		
R27 =	27.200	D27 =	1.61	N15 =	1.548141
R28 =	-4.307	D28 =	0.29	N16 =	2.003300
R29 =	-7.070	D29 =	可変		
R30 =	140.480	D30 =	0.73	N17 =	1.622992
R31 =	-11.298	D31 =	0.06		
R32 =	11.963	D32 =	0.29	N18 =	1.846660
R33 =	6.100	D33 =	1.49	N19 =	1.487490
R34 =	-13.286	D34 =	可変		
R35 =	12.235	D35 =	0.85	N20 =	1.487490
R36 =	-8.964	D36 =	0.26	N21 =	1.647689
R37 =	-90.929	D37 =	1.75		
R38 =		D38 =	5.84	N22 =	1.589130
R39 =		D39 =	1.10	N23 =	1.516330
R40 =					

\*は非球面

非球面係数

R19 k = 7.27547e-01 B = -1.74498e-03 C = -4.15999e-05 D = 0.00

E = 0.00 F = 0.00

R26 k = -2.11922e+01 B = 4.97721e-04 C = 2.24620e-05 D = -1.74512e-06

E = 0.00 F = 0.00

\ 焦点距離	1.00	4.73	7.64
可変間隔 \			
D14	0.29	7.11	8.41
D22	9.03	2.20	0.91
D29	1.81	1.18	2.07
D34	1.31	1.93	1.05

数値実施例 6

f = 1 ~ 5.84 F n o = 1.66 ~ 2.06 2 = 82.5 ~ 17.1

R 1 =	39.180	D 1 =	0.94	N 1 =	1.712995	1 =	53.9
R 2 =	8.926	D 2 =	4.31				
R 3 =	-586.941	D 3 =	0.76	N 2 =	1.719995	2 =	50.2
R 4 =	16.889	D 4 =	1.70				

R 5 =	42.969	D 5 =	1.87	N 3 =	1.846660	3 =	23.9	
R 6 =	-28.993	D 6 =	4.44					
R 7 =	20.532	D 7 =	2.78	N 4 =	1.693501	4 =	53.2	
R 8 =	-20.532	D 8 =	0.15					
R 9 =	2981.244	D 9 =	0.58	N 5 =	1.846660	5 =	23.9	
R10 =	7.932	D10 =	2.64	N 6 =	1.496999	6 =	81.5	
R11 =	-343.826	D11 =	0.06					
R12 =	10.456	D12 =	1.55	N 7 =	1.834000	7 =	37.2	
R13 =	134.579	D13 =	可変					
R14 =	11.099	D14 =	0.29	N 8 =	1.882997	8 =	40.8	10
R15 =	2.614	D15 =	1.05					
R16 =	-22.875	D16 =	1.20	N 9 =	1.808095	9 =	22.8	
R17 =	-3.697	D17 =	0.50	N10 =	1.859600	10 =	40.4	
R18* =	5.828	D18 =	0.51					
R19 =	5.907	D19 =	1.13	N11 =	1.603420	11 =	38.0	
R20 =	-5.907	D20 =	0.20	N12 =	1.882997	12 =	40.8	
R21 =	-11.060	D21 =	可変					
R22 =	絞り	D22 =	0.98					
R23 =	-5.869	D23 =	0.23	N13 =	1.638539	13 =	55.4	
R24 =	4.135	D24 =	1.14	N14 =	1.683290	14 =	31.4	20
R25* =	-18.230	D25 =	1.84					
R26 =	29.742	D26 =	1.61	N15 =	1.548141	15 =	45.8	
R27 =	-4.311	D27 =	0.29	N16 =	2.003300	16 =	28.3	
R28 =	-7.073	D28 =	可変					
R29 =	149.677	D29 =	0.73	N17 =	1.622992	17 =	58.2	
R30 =	-11.179	D30 =	0.06					
R31 =	11.578	D31 =	0.29	N18 =	1.846660	18 =	23.9	
R32 =	5.987	D32 =	1.54	N19 =	1.487490	19 =	70.2	
R33 =	-12.771	D33 =	可変					
R34 =	11.426	D34 =	0.85	N20 =	1.487490	20 =	70.2	30
R35 =	-9.059	D35 =	0.26	N21 =	1.647689	21 =	33.8	
R36 =	-104.038	D36 =	1.75					
R37 =		D37 =	5.84	N22 =	1.589130	22 =	61.2	
R38 =		D38 =	1.10	N23 =	1.516330	23 =	64.2	
R39 =								

\*は非球面

非球面係数

R18	k = 5.36513e-02	B = -1.49583e-03	C = -3.74820e-05	D = 0.00000e+00	
	E = 0.00000e+00	F = 0.00000e+00			40
R25	k = -1.04670e+01	B = 8.10605e-04	C = 9.09617e-06	D = -1.95751e-07	
	E = 0.00000e+00	F = 0.00000e+00			

＼ 焦点距離	1.00	3.92	5.84
可変間隔 ＼			
D13	0.29	6.13	7.24
D21	8.44	2.60	1.49
D28	1.83	1.30	1.82

D33                      1.14            1.66            1.14

# 数値実施例 7

$f = 1 \sim 7.45$      $F_{no} = 1.66 \sim 2.95$      $2 = 82.4 \sim 13.4$

R 1 = 44.646	D 1 = 0.93	N 1 = 1.712995	1 = 53.9	10
R 2 = 9.256	D 2 = 4.79			
R 3 = -38.531	D 3 = 0.85	N 2 = 1.719995	2 = 50.2	
R 4 = 22.491	D 4 = 1.68			
R 5 = 97.614	D 5 = 2.34	N 3 = 1.846660	3 = 23.9	
R 6 = -19.144	D 6 = 4.61			20
R 7 = 19.465	D 7 = 2.80	N 4 = 1.603112	4 = 60.6	
R 8 = -19.465	D 8 = 0.35			
R 9 = -186.277	D 9 = 0.58	N 5 = 1.846660	5 = 23.9	
R10 = 10.161	D10 = 0.40			
R11 = 13.429	D11 = 1.67	N 6 = 1.487490	6 = 70.2	30
R12 = -1198.396	D12 = 0.06			
R13 = 10.478	D13 = 1.66	N 7 = 1.719995	7 = 50.2	
R14 = 527.489	D14 = 可変			
R15 = 8.123	D15 = 0.29	N 8 = 1.882997	8 = 40.8	
R16 = 2.730	D16 = 1.12			40
R17 = -15.211	D17 = 1.20	N 9 = 1.808095	9 = 22.8	
R18 = -4.132	D18 = 0.50	N10 = 1.859600	10 = 40.4	
R19* = 6.400	D19 = 0.49			
R20 = 5.919	D20 = 1.14	N11 = 1.603420	11 = 38.0	
R21 = -5.919	D21 = 0.20	N12 = 1.882997	12 = 40.8	50
R22 = -10.468	D22 = 可変			
R23 = 絞り	D23 = 0.99			
R24 = -7.326	D24 = 0.23	N13 = 1.638539	13 = 55.4	
R25 = 6.214	D25 = 1.14	N14 = 1.683290	14 = 31.4	
R26* = -18.567	D26 = 2.34			
R27 = 111.556	D27 = 1.61	N15 = 1.548141	15 = 45.8	
R28 = -4.520	D28 = 0.29	N16 = 2.003300	16 = 28.3	
R29 = -6.535	D29 = 可変			
R30 = 45.509	D30 = 0.82	N17 = 1.638539	17 = 55.4	
R31 = -12.261	D31 = 0.06			40
R32 = 8.890	D32 = 0.29	N18 = 1.922860	18 = 18.9	
R33 = 5.630	D33 = 1.49	N19 = 1.433870	19 = 95.1	
R34 = -14.661	D34 = 可変			
R35 =	D35 = 0.85	N20 = 1.487490	20 = 70.2	
R36 =	D36 = 0.26	N21 = 1.647689	21 = 33.8	
R37 =	D37 = 1.75			
R38 =	D38 = 5.84	N22 = 1.589130	22 = 61.2	
R39 =	D39 = 1.10	N23 = 1.516330	23 = 64.2	
R40 =				

\*は非球面

非球面係数

R19  $k = 3.19964e-01$   $B = -8.14760e-04$   $C = 3.43387e-05$   $D = 0.0$   
 $E = 0.00$   $F = 0.00$

R26  $k = -3.69462e+01$   $B = 5.20021e-04$   $C = 5.10133e-05$   $D = -3.02259e-06$   
 $E = 0.00$   $F = 0.00$

\ 焦点距離	1.00	4.61	7.45	
可変間隔 \				10
D14	0.29	8.60	10.18	
D22	10.79	2.49	0.91	
D29	0.77	0.31	0.78	
D34	0.93	1.39	0.93	
数値実施例 8				

$f = 1 \sim 4.70$   $F n o = 1.66 \sim 2.06$   $2 = 82.3 \sim 21.1$

R 1 = 100.213	D 1 = 0.93	N 1 = 1.712995	1 = 53.9	
R 2 = 11.631	D 2 = 4.58			20
R 3 = -38.830	D 3 = 0.84	N 2 = 1.719995	2 = 50.2	
R 4 = 24.269	D 4 = 2.11			
R 5 = -34222.160	D 5 = 2.33	N 3 = 1.846660	3 = 23.9	
R 6 = -19.876	D 6 = 5.64			
R 7 = 22.370	D 7 = 2.80	N 4 = 1.563839	4 = 60.7	
R 8 = -22.370	D 8 = 0.39			
R 9 = 26.314	D 9 = 0.58	N 5 = 1.846660	5 = 23.9	
R10 = 8.291	D10 = 2.37	N 6 = 1.518229	6 = 58.9	
R11 = 43.630	D11 = 0.06			
R12 = 9.495	D12 = 1.60	N 7 = 1.517417	7 = 52.4	30
R13 = 54.537	D13 = 可変			
R14 = 7.817	D14 = 0.29	N 8 = 1.882997	8 = 40.8	
R15 = 2.724	D15 = 1.23			
R16 = -12.708	D16 = 1.19	N 9 = 1.808095	9 = 22.8	
R17 = -4.264	D17 = 0.50	N10 = 1.859600	10 = 40.4	
R18* = 7.038	D18 = 0.47			
R19 = 5.999	D19 = 1.14	N11 = 1.603420	11 = 38.0	
R20 = -5.999	D20 = 0.20	N12 = 1.882997	12 = 40.8	
R21 = -10.274	D21 = 可変			
R22 = 絞り	D22 = 1.02			40
R23 = -6.566	D23 = 0.23	N13 = 1.638539	13 = 55.4	
R24 = 9.486	D24 = 1.14	N14 = 1.688931	14 = 31.1	
R25* = -17.487	D25 = 2.22			
R26 = 158.312	D26 = 1.60	N15 = 1.548141	15 = 45.8	
R27 = -4.600	D27 = 0.29	N16 = 2.003300	16 = 28.3	
R28 = -6.538	D28 = 可変			
R29 = 46.927	D29 = 0.82	N17 = 1.638539	17 = 55.4	
R30 = -11.673	D30 = 0.06			
R31 = 8.348	D31 = 0.29	N18 = 1.922860	18 = 18.9	
R32 = 5.556	D32 = 1.49	N19 = 1.433870	19 = 95.1	50

R33 = -17.557      D33 = 可変  
 R34 =              D34 = 0.84      N20 = 1.487490      20 = 70.2  
 R35 =              D35 = 0.26      N21 = 1.647689      21 = 33.8  
 R36 =              D36 = 1.75  
 R37 =              D37 = 5.83      N22 = 1.589130      22 = 61.2  
 R38 =              D38 = 1.09      N23 = 1.516330      23 = 64.2  
 R39 =

\*は非球面

10

非球面係数

R18 k = 6.36477e-02 B = -5.39706e-04 C = 5.86568e-05 D = 0.0  
 E = 0.00000e+00 F = 0.00000e+00

R25 k = -4.67145e+01 B = 1.13187e-04 C = 8.62692e-05 D = -4.62136e-06  
 E = 0.00000e+00 F = 0.00000e+00

\ 焦点距離      1.00      3.35      4.70  
 可変間隔 \  
 D13              0.29      7.69      9.09  
 D21              11.29      3.90      2.49  
 D28              0.75      0.25      0.29  
 D33              0.78      1.28      1.24

20

【 0 1 4 0 】

【 表 1 】

30

表-1

条件式	数値実施例							
	1	2	3	4	5	6	7	8
(1)	2.68	2.54	2.80	2.68	3.05	3.06	2.78	2.28
(2)	-4.43	-4.62	-5.47	-5.82	-4.36	-4.09	-6.40	-6.44
(3)	-0.032	-0.039	-0.009	-0.009	-0.041	0.003	-0.049	0.379
(4)	3.62	3.69	4.11	4.01	3.50	3.47	4.19	4.34
(5)	8.13	7.99	8.18	8.18	8.12	8.122	10.26	10.21
(6)	0.022	0.020	0.026	0.037	0.030	0.023	0.074	0.057
(7)	0.52	0.52	0.60	0.60	0.59	0.59	0.69	0.52
(8)	2.50	2.93	2.38	1.60	1.81	2.53	---	---

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 4 1 】

【 図 1 】 実施例 1 のレンズ断面図

【 図 2 】 実施例 1 に対応する数値実施例の広角端における収差図

【 図 3 】 実施例 1 に対応する数値実施例の中間のズーム位置における収差図

【 図 4 】 実施例 1 に対応する数値実施例の望遠端における収差図

【 図 5 】 実施例 2 のレンズ断面図

【 図 6 】 実施例 2 に対応する数値実施例の広角端における収差図

【 図 7 】 実施例 2 に対応する数値実施例の中間のズーム位置における収差図

50

- 【図 8】実施例 2 に対応する数値実施例の望遠端における収差図  
 【図 9】実施例 3 のレンズ断面図  
 【図 10】実施例 3 に対応する数値実施例の広角端における収差図  
 【図 11】実施例 3 に対応する数値実施例の中間のズーム位置における収差図  
 【図 12】実施例 3 に対応する数値実施例の望遠端における収差図  
 【図 13】実施例 4 のレンズ断面図  
 【図 14】実施例 4 に対応する数値実施例の広角端における収差図  
 【図 15】実施例 4 に対応する数値実施例の中間のズーム位置における収差図  
 【図 16】実施例 4 に対応する数値実施例の望遠端における収差図  
 【図 17】実施例 5 のレンズ断面図  
 【図 18】実施例 5 に対応する数値実施例の広角端における収差図  
 【図 19】実施例 5 に対応する数値実施例の中間のズーム位置における収差図  
 【図 20】実施例 5 に対応する数値実施例の望遠端における収差図  
 【図 21】実施例 6 のレンズ断面図  
 【図 22】実施例 6 に対応する数値実施例の広角端における収差図  
 【図 23】実施例 6 に対応する数値実施例の中間のズーム位置における収差図  
 【図 24】実施例 6 に対応する数値実施例の望遠端における収差図  
 【図 25】実施例 7 のレンズ断面図  
 【図 26】実施例 7 に対応する数値実施例の広角端における収差図  
 【図 27】実施例 7 に対応する数値実施例の中間のズーム位置における収差図  
 【図 28】実施例 7 に対応する数値実施例の望遠端における収差図  
 【図 29】実施例 8 のレンズ断面図  
 【図 30】実施例 8 に対応する数値実施例の広角端における収差図  
 【図 31】実施例 8 に対応する数値実施例の中間のズーム位置における収差図  
 【図 32】実施例 8 に対応する数値実施例の望遠端における収差図  
 【図 33】本発明の撮像装置の要部概略図

【符号の説明】

【 0 1 4 2 】

Z L	ズームレンズ	
C B	カメラ本体	
G A	保護ガラス	
G B	光学ブロック	
C	マウント部材	
L 1	第 1 レンズ群	
L 2	第 2 レンズ群	
L 3	第 3 レンズ群	
L 4	第 4 レンズ群	
S P	絞り	
I P	像面	
G	ガラスブロック	
d	d 線	
g	g 線	
S	サジタル像面	
M	メリディオナル像面	
F n o	F ナンバー	
1 0	カメラ本体	
1 1	撮影光学系	
1 2	撮像素子	
1 3	記録手段	
1 4	ファインダー	

10

20

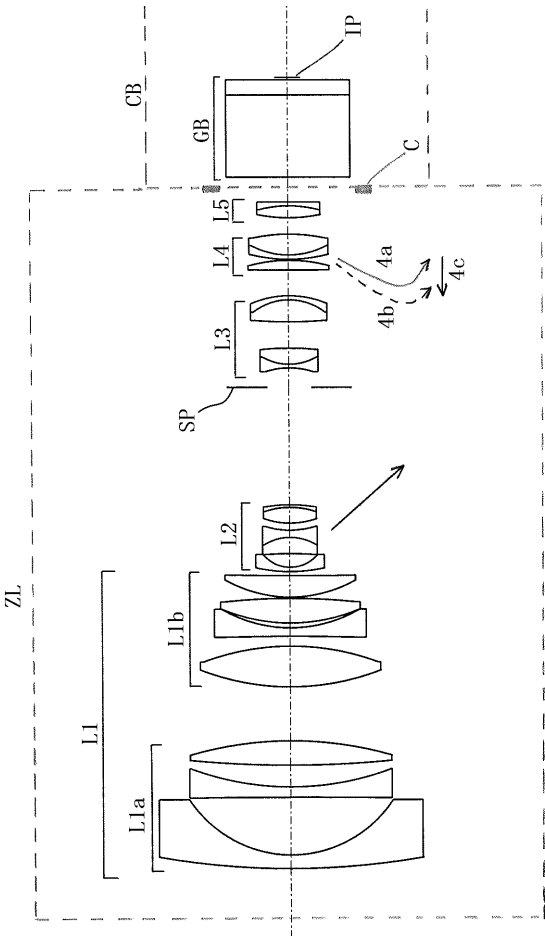
30

40

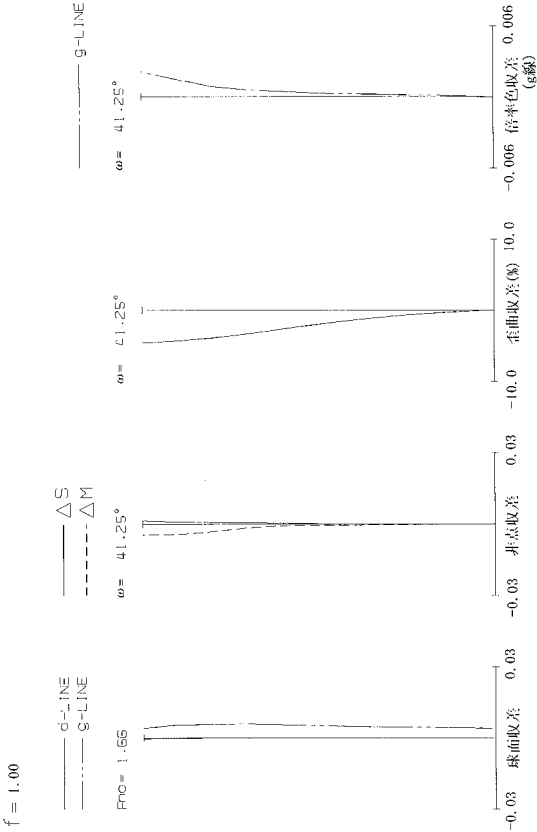
50



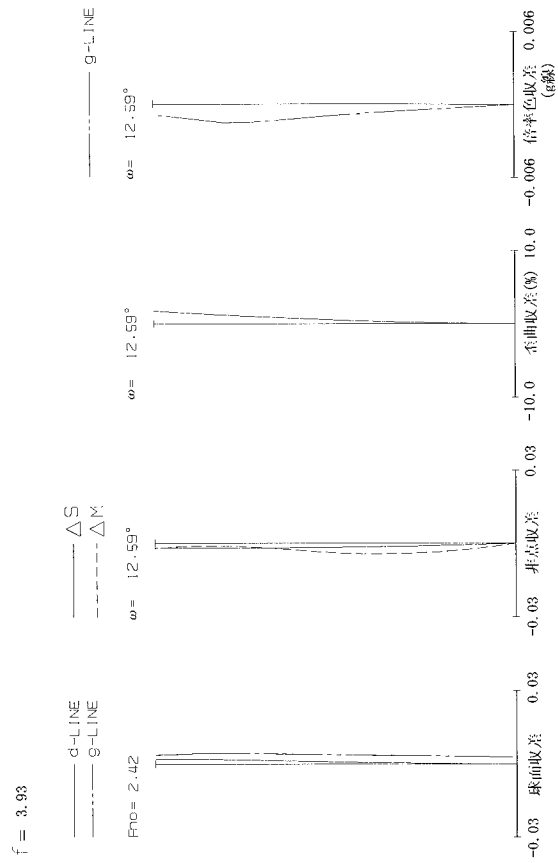
【図 1】



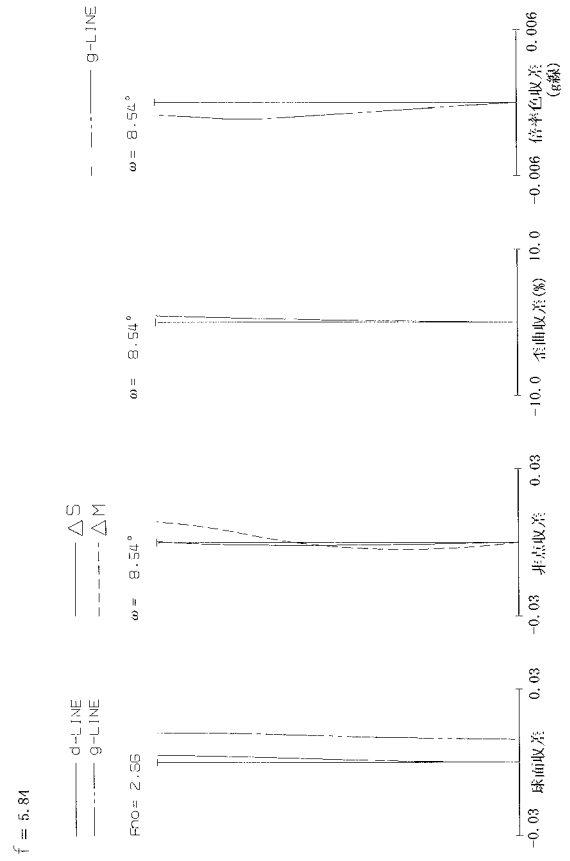
【図 2】



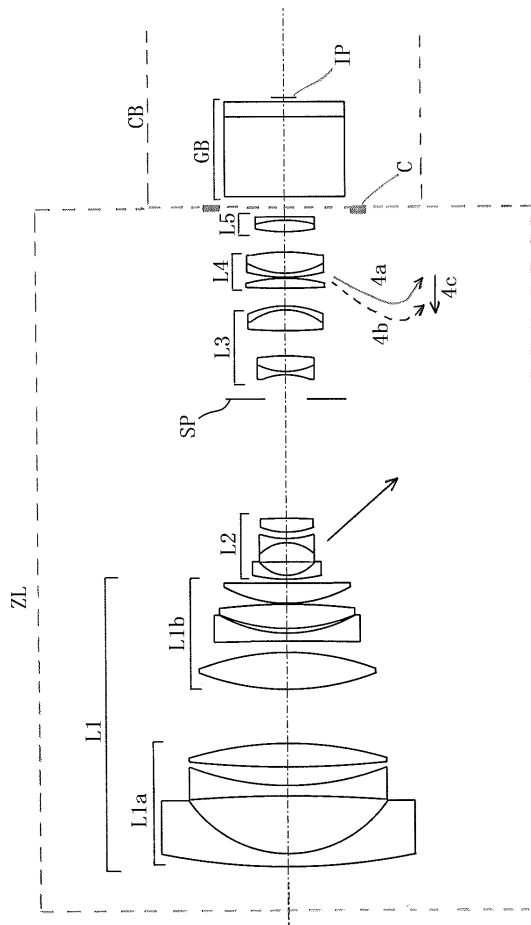
【図 3】



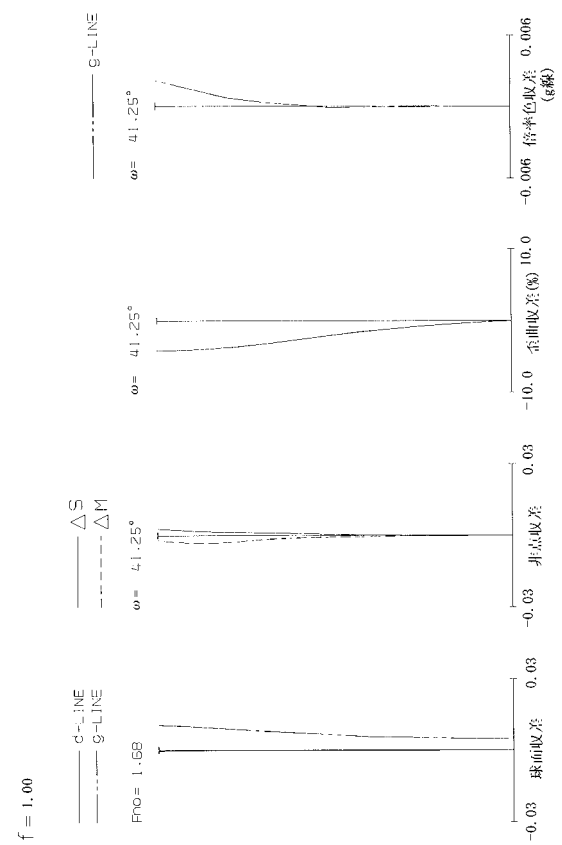
【図 4】



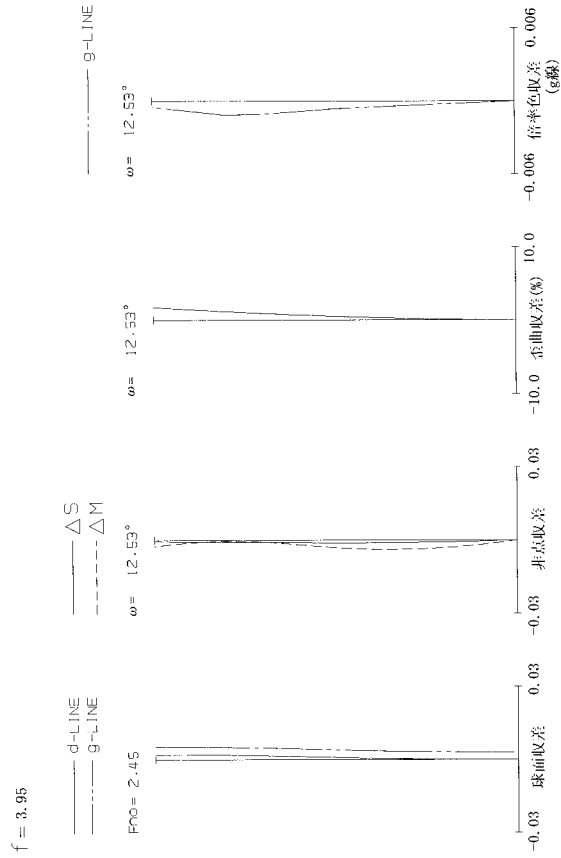
【図 5】



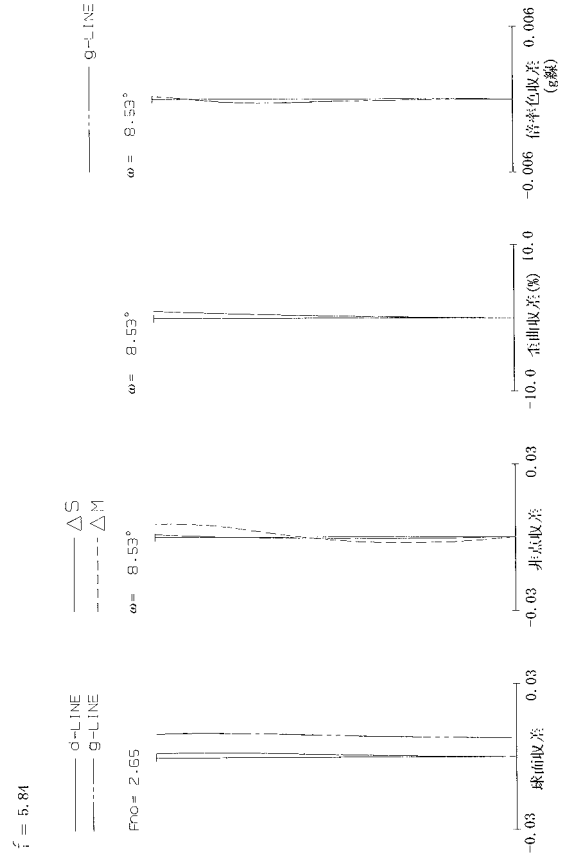
【図 6】



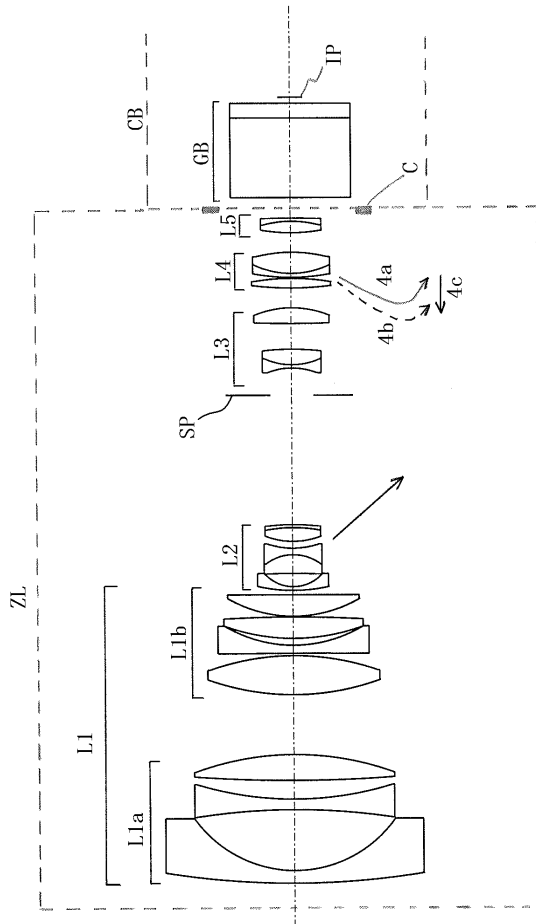
【図 7】



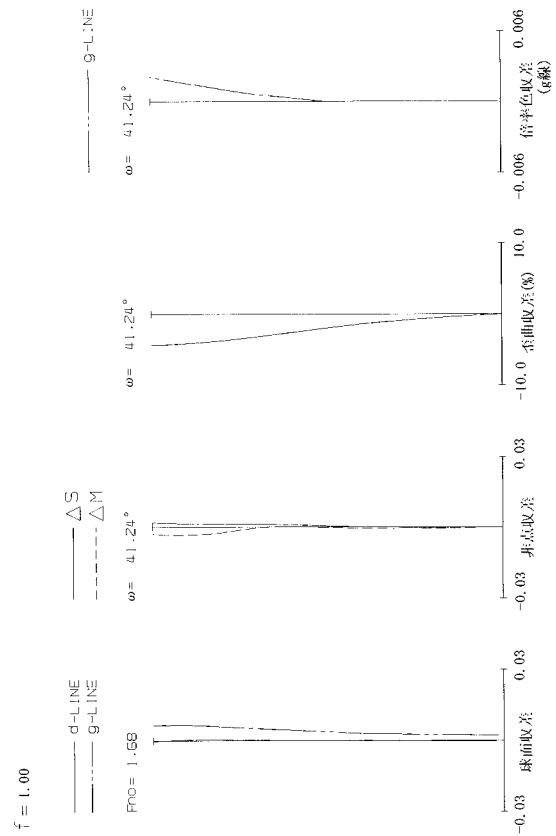
【図 8】



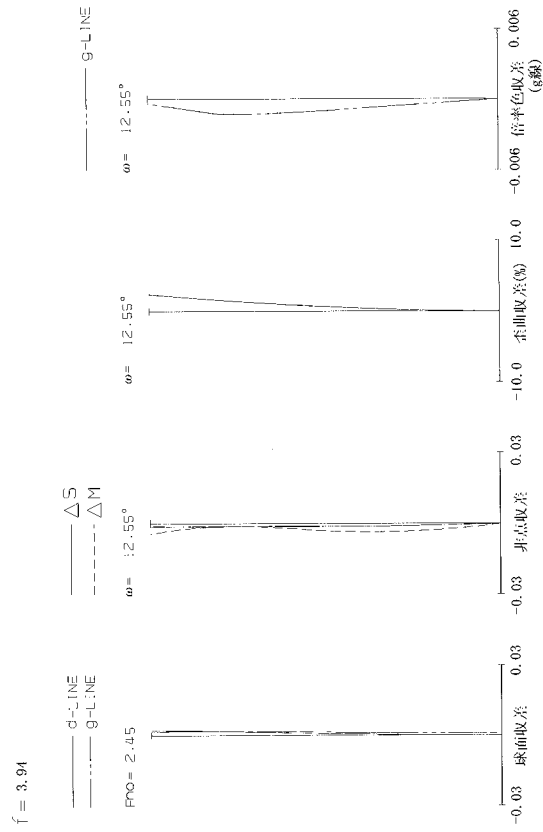
【図 9】



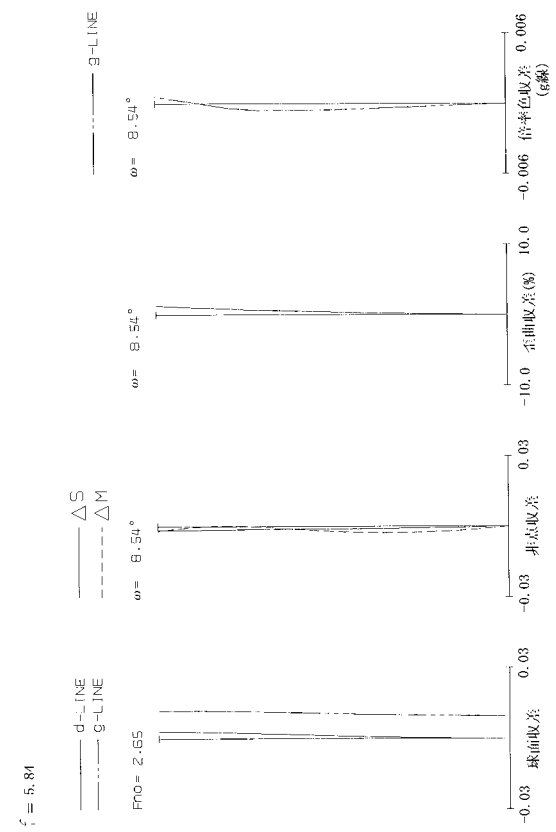
【図 10】



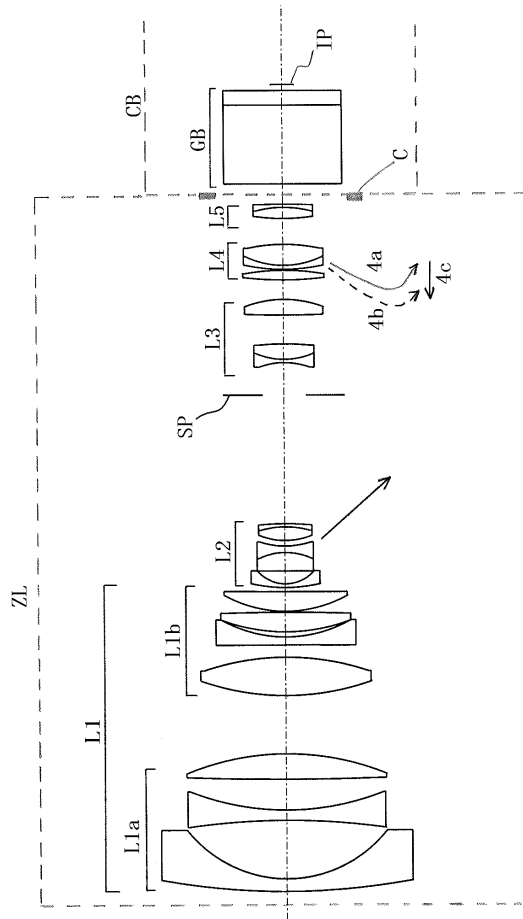
【図 1 1】



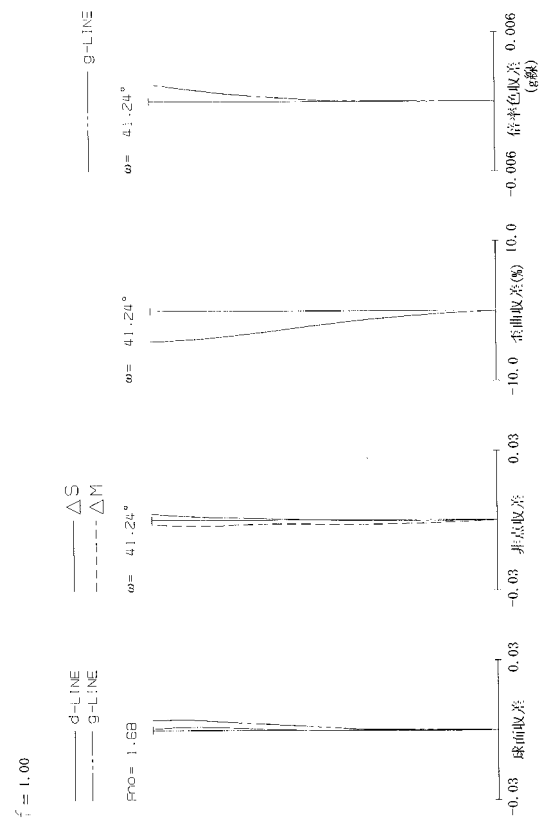
【図 1 2】



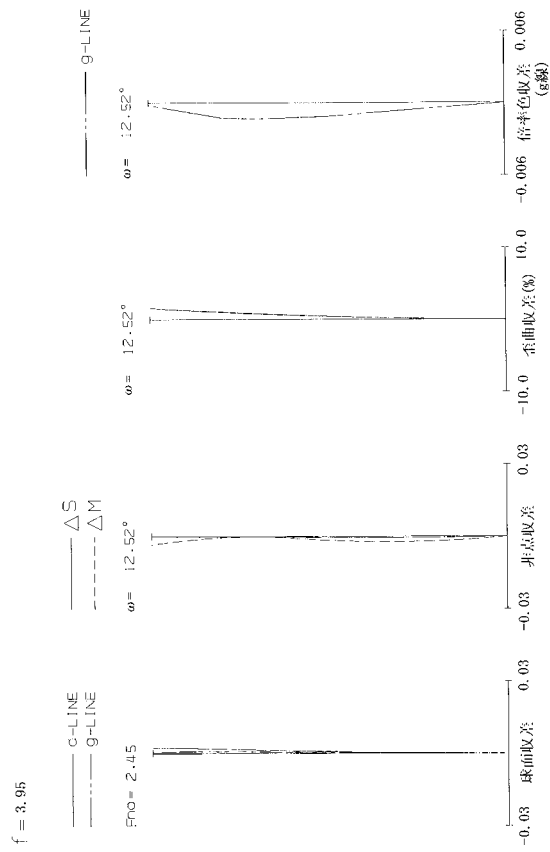
【図 1 3】



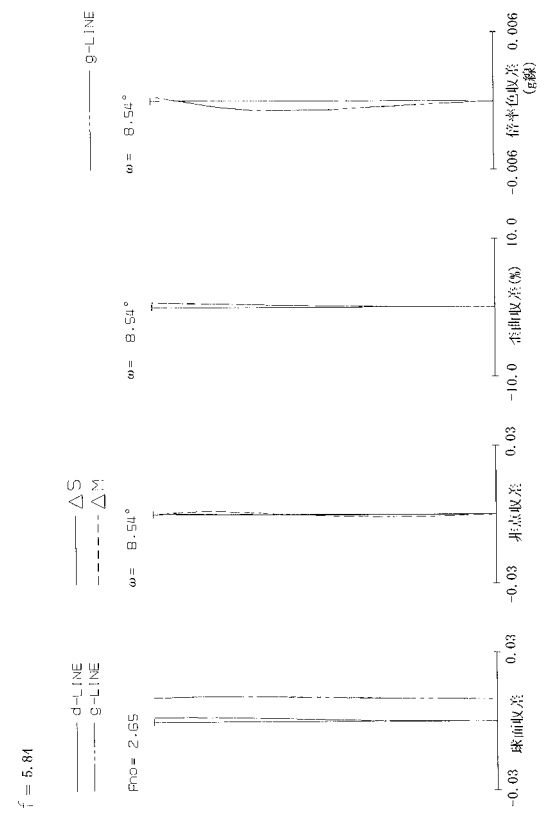
【図 1 4】



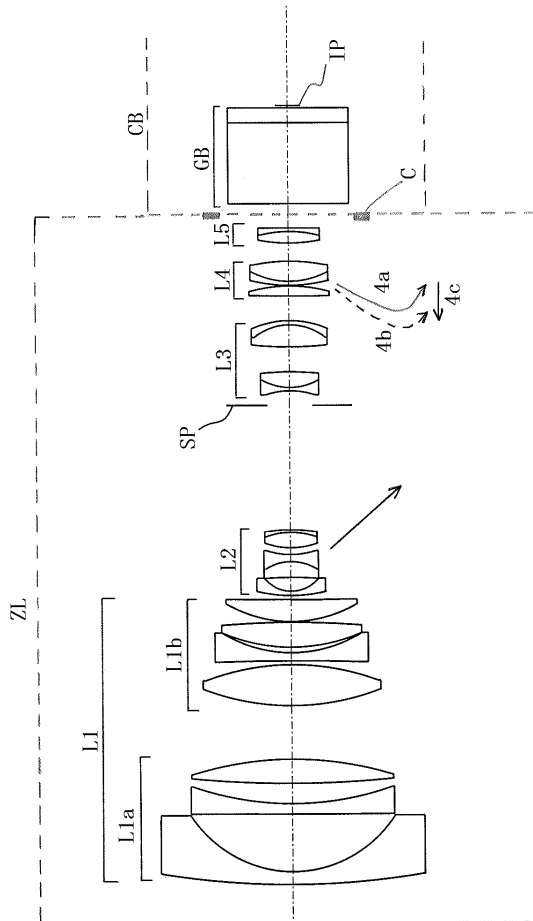
【図 15】



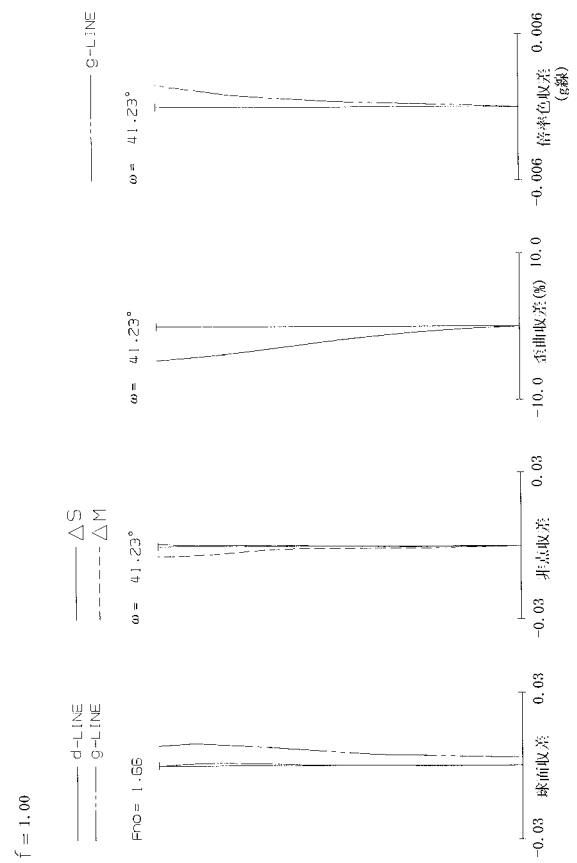
【図 16】



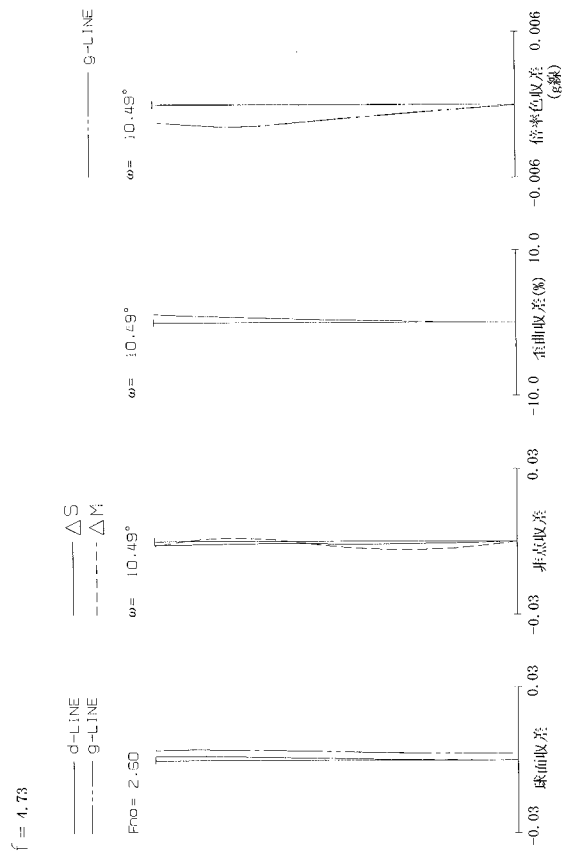
【図 17】



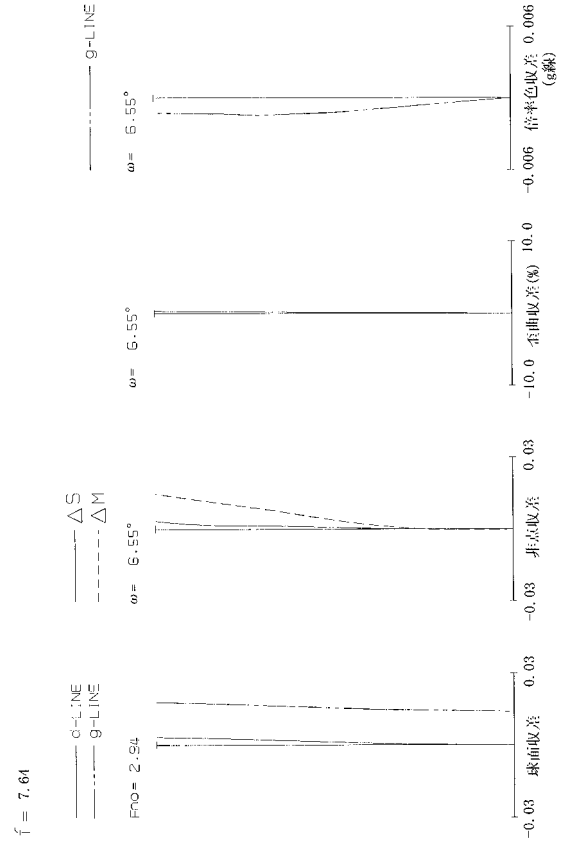
【図 18】



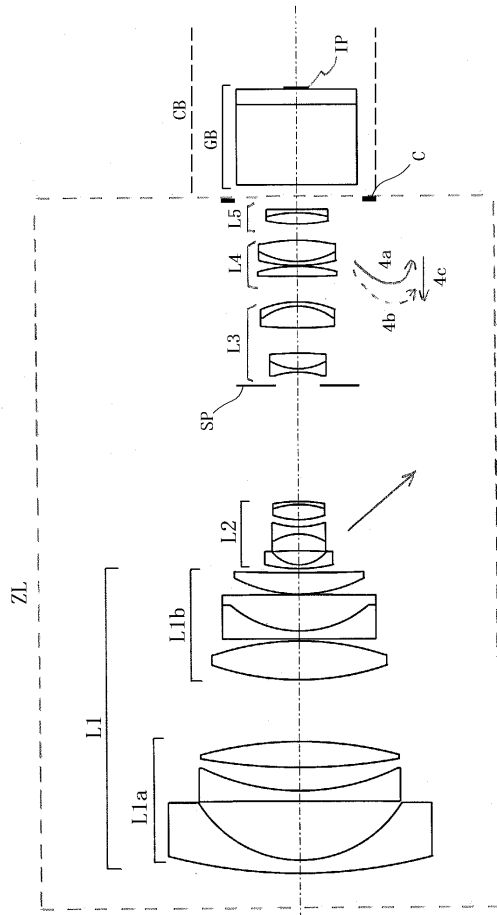
【図 19】



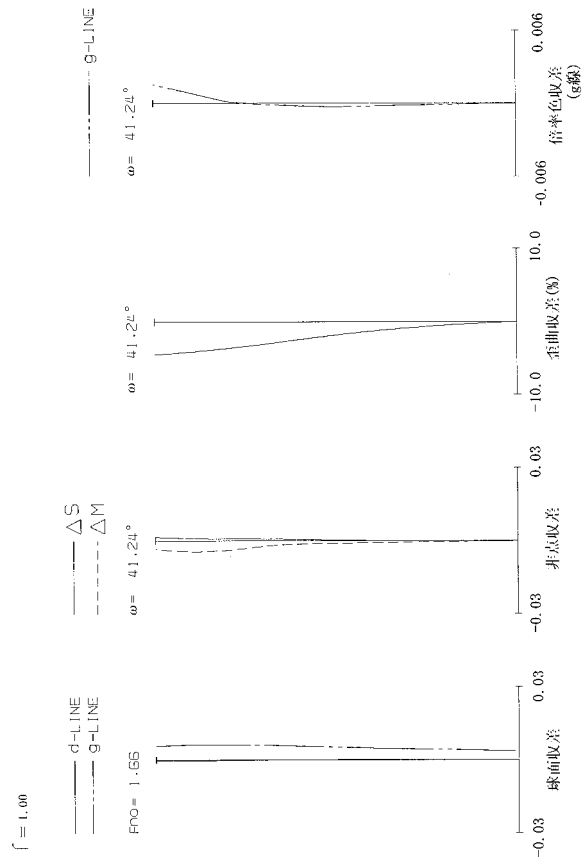
【図 20】



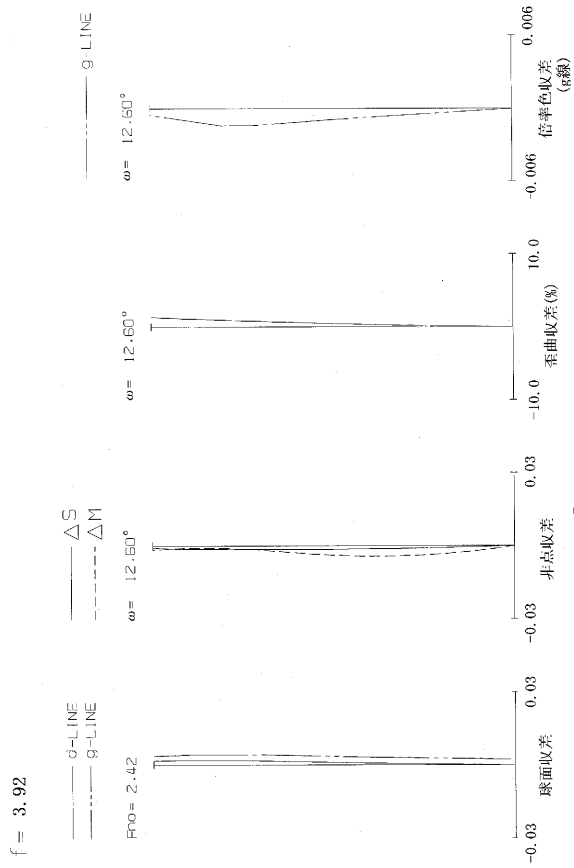
【図 21】



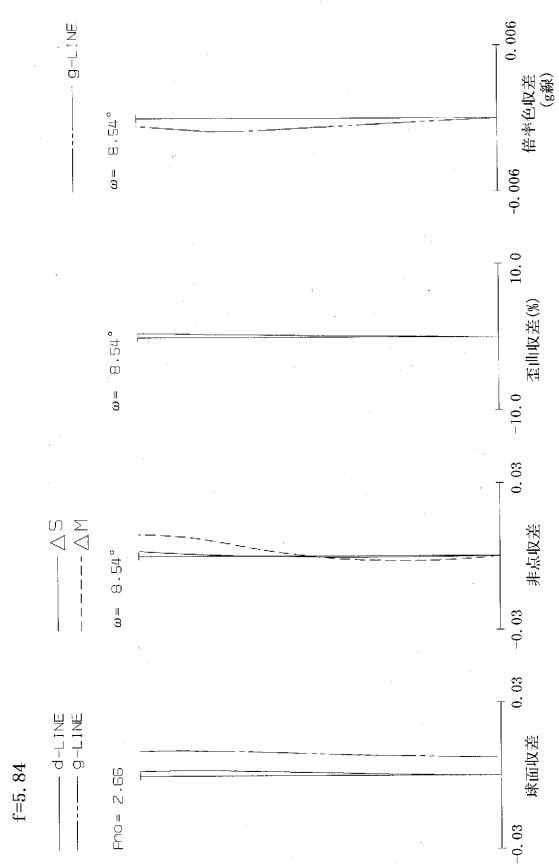
【図 22】



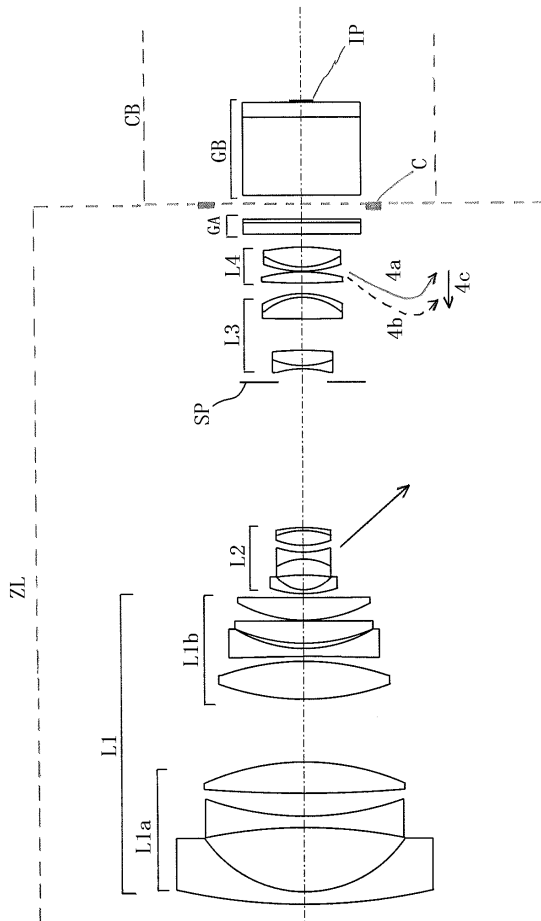
【図 23】



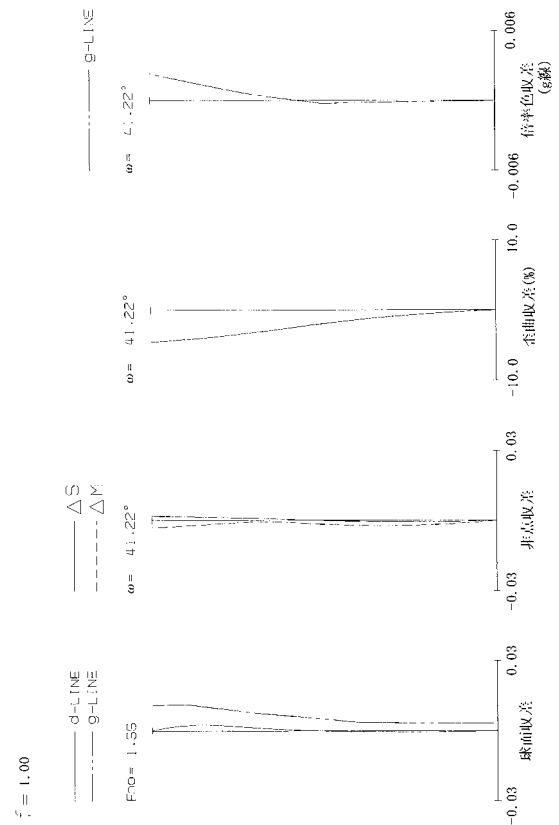
【図 24】



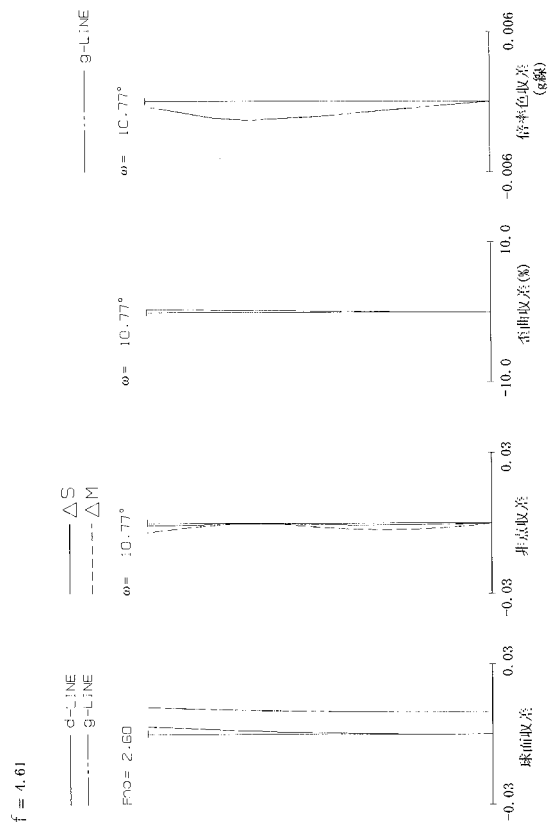
【図 25】



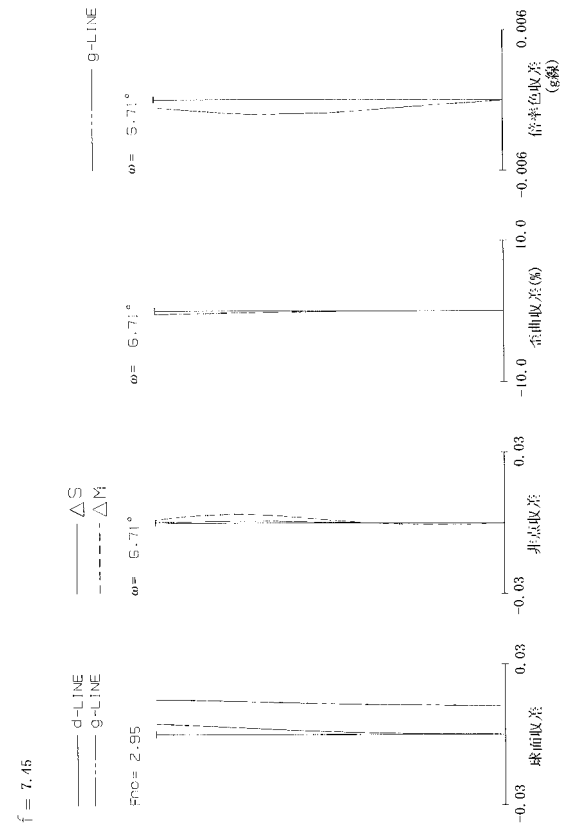
【図 26】



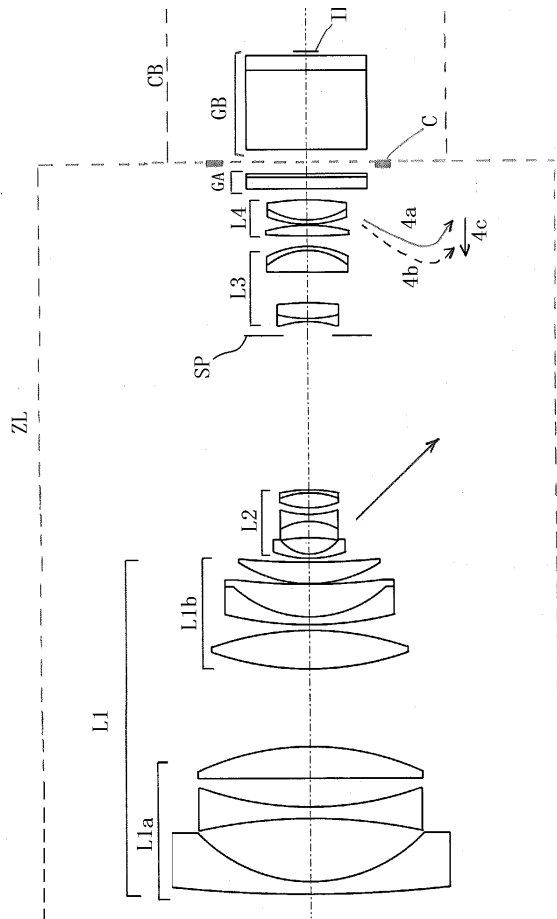
【図 27】



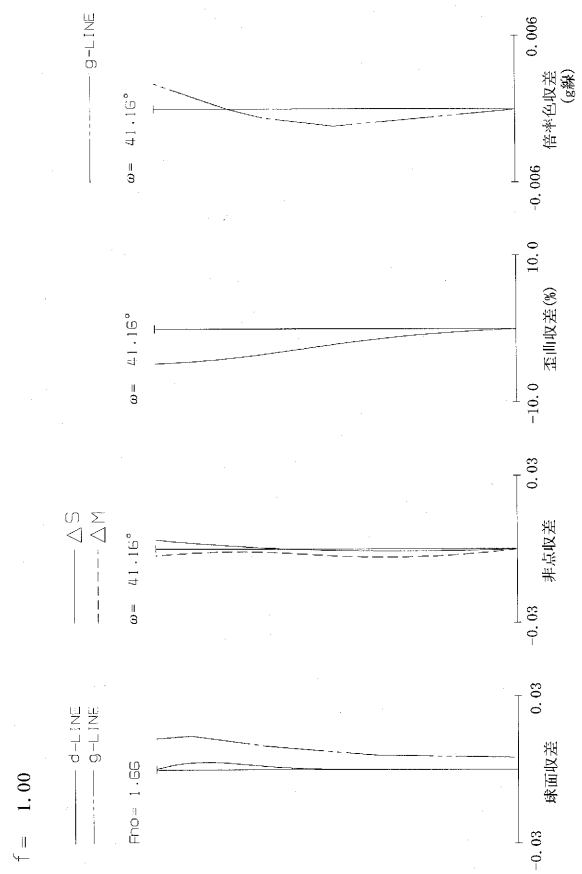
【図 28】



【図 29】

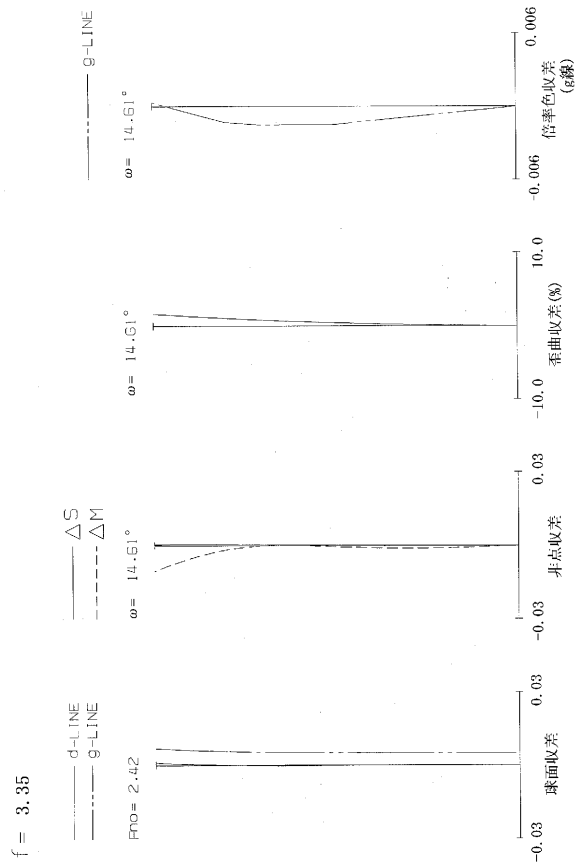


【図 30】

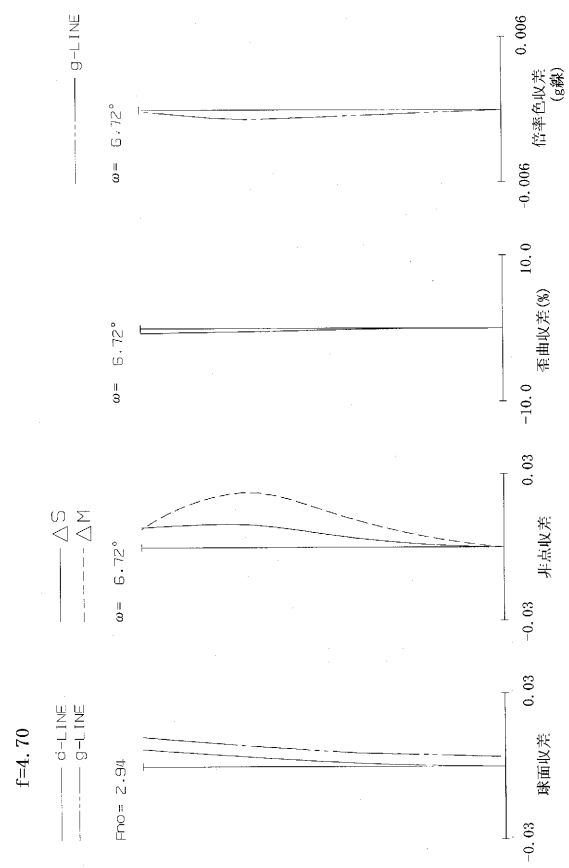




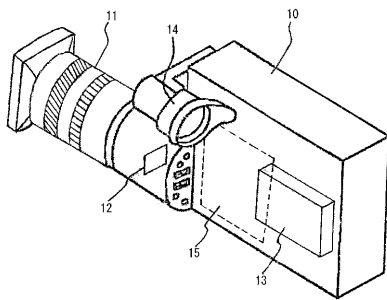
【図 3 1】



【図 3 2】



【図 3 3】



---

フロントページの続き

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

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 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