

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4847091号  
(P4847091)

(45) 発行日 平成23年12月28日(2011.12.28)

(24) 登録日 平成23年10月21日(2011.10.21)

(51) Int.Cl. F 1  
**G 0 2 B 15/20 (2006.01)** G O 2 B 15/20  
**G 0 2 B 13/18 (2006.01)** G O 2 B 13/18

請求項の数 10 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2005-301083 (P2005-301083)	(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
(22) 出願日	平成17年10月15日(2005.10.15)	(74) 代理人	100086818 弁理士 高梨 幸雄
(65) 公開番号	特開2007-108544 (P2007-108544A)	(72) 発明者	猿渡 浩 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
(43) 公開日	平成19年4月26日(2007.4.26)	(72) 発明者	浜野 博之 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
審査請求日	平成20年10月6日(2008.10.6)	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レンズ群より構成され、各レンズ群が移動してズームを行うズームレンズであって、前記第1レンズ群と前記第3レンズ群はズームに際してそれらの位置が広角端に比べて望遠端において物体側に位置するように移動しており、前記第2レンズ群は、2枚の負レンズと1枚の正レンズの3つの独立したレンズのみをレンズとして有しており、広角端での前記第2レンズ群の結像倍率に対する望遠端での前記第2レンズ群の結像倍率比を  $2z$ 、広角端での前記第3レンズ群の結像倍率に対する望遠端での前記第3レンズ群の結像倍率比を  $3z$ 、前記第2レンズ群の焦点距離を  $f_2$ 、望遠端でのレンズ全系の焦点距離を  $f_t$  とするとき、

$$0.7 < 2z / 3z < 1.3$$

$$-0.3 < f_2 / f_t < 0.1$$

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】

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レンズ群より構成され、各レンズ群が移動してズームを行うズームレンズであって、前記第1レンズ群と前記第3レンズ群はズームに際してそれらの位置が広角端に比べて望遠端において物体側に位置するように移動しており、広角端での前記第2レンズ群の結像倍率に対する望遠端での前記第2レンズ群

の結像倍率比を  $2z$ 、広角端での前記第3レンズ群の結像倍率に対する望遠端での前記第3レンズ群の結像倍率比を  $3z$ 、前記第2レンズ群の焦点距離を  $f_2$ 、望遠端でのレンズ全系の焦点距離を  $f_t$ 、前記第4レンズ群は、レンズとして1つのレンズのみを有し、そのレンズの物体側と像側の面の近軸曲率半径をそれぞれ  $R_a$ 、 $R_b$  とするとき、

$$\frac{0.7 < 2z / 3z < 1.3}{-0.3 < f_2 / f_t < 0.1}$$

$$1.0 < (R_b + R_a) / (R_b - R_a) < 2.0$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項3】

前記第1レンズ群の広角端から望遠端へのズームングにおける光軸上の移動量を  $X_1$  とするとき、

$$0.2 < X_1 / f_t < 0.5$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1又は2のズームレンズ。

【請求項4】

前記第3レンズ群の広角端から望遠端へのズームングにおける光軸上の移動量を  $X_3$  とするとき、

$$0.2 < X_3 / f_t < 0.5$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項5】

前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の広角端から望遠端へのズームングにおける光軸上の移動量をそれぞれ  $X_1$ 、 $X_2$  とするとき、

$$2.0 < X_1 / X_2 < 4.0$$

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

【請求項6】

前記第4レンズ群は、フォーカス用のレンズ群であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項7】

前記第3レンズ群は1以上の非球面形状の面を有することを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項8】

前記第3レンズ群を、光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動させて、結像位置を変移させていることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項9】

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乃至8のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項10】

請求項1乃至9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る像を受光する固体撮像素子と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及びそれを有する撮像装置に関し、例えばビデオカメラや電子スチルカメラ、銀塩写真用のカメラ等に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

近年、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、放送用カメラ、そして銀塩フィルムを用いたカメラ等の撮像装置は高機能化され、又装置全体が小型化されている。そしてそれに用いる撮影光学系としてレンズ全長が短く、コンパクトでしかも高解像力のズームレンズが要求されている。

【0003】

10

20

30

40

50

これらの要求に応えるズームレンズとして、物体側の第1レンズ群以外のレンズ群を移動させてフォーカスを行う、所謂リヤフォーカス式のズームレンズが知られている。

【0004】

一般にリヤフォーカス式のズームレンズは第1レンズ群を移動させてフォーカスを行うズームレンズに比べて第1レンズ群の有効径が小さくなり、レンズ系全体の小型化が容易になる。また近接撮影、特に極至近撮影が容易となり、さらに小型軽量のレンズ群を移動させているので、レンズ群の駆動力が小さくて済み迅速な焦点合わせが出来る等の特徴がある。

【0005】

リヤ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レンズ群の4つのレンズ群を有する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レンズ群を移動させて変倍を行い、第4レンズ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。

10

【0006】

一般にカメラの非使用時（非撮影時）に収納性を高めるには各レンズ群を沈胴させるのが効果的である。

【0007】

しかしながら第2レンズ群が殆どの変倍機能を有する上記のようなズームタイプの4群ズームレンズでは第1レンズ群、第2レンズ群の偏心に対する敏感度が大きすぎて沈胴構造には適さない。

20

【0008】

これに対して、沈胴に適した4つのレンズ群より成るズームレンズが知られている（特許文献3～6）。

【0009】

特許文献3、4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レンズ群の4つのレンズ群より成る。そして第1レンズ群を単レンズで構成すると共に、第1、第2、第3、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フォーカスを行っている。これにより光学系全体を簡素化して沈胴構造にも適したズーム比3程度のズームレンズを開示している。

30

【0010】

又、特許文献5、6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レンズ群の4つのレンズ群より成っている。そして第1、第2、第3、第4レンズ群を移動させてズーミングを行うズーム比5程度のズームレンズを開示している。

【0011】

一方、ズームレンズにおいて一部のレンズ群を変位させて画像ぶれを補正したものが知られている。

【0012】

例えば物体側から像側へ順に正、負、正、正の屈折力の第1、第2、第3、第4レンズ群より成る4群構成のズームレンズにおいて、第3レンズ群全体を光軸と垂直方向に振動させて静止画像を得るズームレンズが知られている（特許文献7）。

40

【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】特開平10-62687号公報

【特許文献4】特開2001-194586号公報

【特許文献5】特開2003-315676号公報

【特許文献6】特開2004-94233号公報

【特許文献7】特開平7-128619号公報

50

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0013】

一般に撮影光学系を小型化するためには、撮影光学系を構成する各レンズ群の屈折力を強めつつ、レンズ枚数を削減すれば良い。しかしながら、このようにした撮影光学系は、レンズ肉厚が増してしまいレンズ系の短縮効果が不十分になると同時に諸収差の補正が困難になってくる。

## 【0014】

またカメラの非使用時に各レンズ群を沈胴して収納しようとするともメカ構造的にどうしてもレンズ及びレンズ群の倒れなどの誤差が大きくなってくる。このときレンズ及びレンズ群の敏感度が大きいと光学性能の劣化やズーム時の像ゆれが生じてしまう。このため撮影光学系においては、レンズやレンズ群の敏感度はなるべく小さくするのが望ましい。

10

## 【0015】

正、負、正、正の屈折力のレンズ群より成る4群構成のズームレンズでは、第2レンズ群と、第4レンズ群だけを移動して変倍（ズーム）を行う方式が多く用いられている。この方式では、殆どの変倍を第2レンズ群で行わなければならない。その結果どうしても第1レンズ群と第2レンズ群の屈折力を大きくせざるを得ない。

## 【0016】

これに対して特許文献3で示されたズームレンズは比較的、第1レンズ群や第2レンズ群の敏感度が小さくなるので沈胴構造には適している。

20

## 【0017】

しかしながら第1レンズ群がズーム時に固定であるので広角端でのレンズ全長の短縮化や前玉径の小型化が難しい。

## 【0018】

また特許文献4で示されたズームレンズは第1レンズ群をズーム時に移動させることで小型、大口径かつ高性能を達成している。

## 【0019】

特許文献4は、第1レンズ群の広角端から望遠端へのズームに伴う移動量が小さい。このために広角端で入射瞳を十分短くして、前玉径の小型化を図るのが難しい。

30

## 【0020】

特許文献5で示されたズームレンズは、第3レンズ群による変倍の負担を適切に定める事により、変倍比5倍程度を得ている。特許文献5において、より高倍化を実現するためには、第2レンズ群との変倍の分担が必要になってくる。

## 【0021】

特許文献6で示されたズームレンズは、第4レンズ群のズームに伴う移動軌跡を定める事で入射瞳の変動を小さくし、前玉径の小型化を図っている。

## 【0022】

特許文献6において高ズーム比化を図ろうとするとレンズ全長が増大してくる。

## 【0023】

本発明は、レンズ全長の小型化を図ると共に、広角端から望遠端に至る全ズーム範囲にわたり良好なる光学性能を有する、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。

40

## 【課題を解決するための手段】

## 【0024】

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レンズ群より構成され、各レンズ群が移動してズームを行うズームレンズであって、前記第1レンズ群と前記第3レンズ群はズームに際してそれらの位置が広角端に比べて望遠端において物体側に位置するように移動しており、前記第2レンズ群は、2枚の負レンズと1枚の正レ

50

レンズの3つの独立したレンズのみをレンズとして有しており、広角端での前記第2レンズ群の結像倍率に対する望遠端での前記第2レンズ群の結像倍率比を  $2z$ 、広角端での前記第3レンズ群の結像倍率に対する望遠端での前記第3レンズ群の結像倍率比を  $3z$ 、前記第2レンズ群の焦点距離を  $f_2$ 、望遠端でのレンズ全系の焦点距離を  $f_t$  とするとき

$$0.7 < 2z / 3z < 1.3$$

$$-0.3 < f_2 / f_t < 0.1$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【0025】

この他、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レンズ群より構成され、各レンズ群が移動してズームを行うズームレンズであって、前記第1レンズ群と前記第3レンズ群はズームに際してそれらの位置が広角端に比べて望遠端において物体側に位置するように移動しており、広角端での前記第2レンズ群の結像倍率に対する望遠端での前記第2レンズ群の結像倍率比を  $2z$ 、広角端での前記第3レンズ群の結像倍率に対する望遠端での前記第3レンズ群の結像倍率比を  $3z$ 、前記第2レンズ群の焦点距離を  $f_2$ 、望遠端でのレンズ全系の焦点距離を  $f_t$ 、前記第4レンズ群は、レンズとして1つのレンズのみを有し、そのレンズの物体側と像側の面の近軸曲率半径をそれぞれ  $R_a$ 、 $R_b$  とするとき、

$$0.7 < 2z / 3z < 1.3$$

$$-0.3 < f_2 / f_t < 0.1$$

$$1.0 < (R_b + R_a) / (R_b - R_a) < 2.0$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、レンズ全長の小型化を図ると共に、広角端から望遠端に至る全ズーム範囲にわたり良好なる光学性能を有する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】

【0027】

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。

【0028】

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）におけるレンズ断面図、図2、図3はそれぞれ実施例1のズームレンズの広角端、望遠端（長焦点距離）における収差図である。

【0029】

図4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5、図6はそれぞれ実施例2のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。

【0030】

図7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8、図9はそれぞれ実施例3のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。

【0031】

図10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11、図12はそれぞれ実施例4のズームレンズの広角端、望遠端における収差図である。

【0032】

図13は本発明のズームレンズを備えるカメラ（撮像装置）の要部概略図である、各実施例のズームレンズはビデオカメラやデジタルカメラそして銀塩フィルムカメラ等の撮像装置に用いられる撮影レンズ系である。レンズ断面図において、左方が被写体側（前方）で、右方が像側（後方）である。レンズ断面図において、 $i$ は物体側からのレンズ群の順番を示し、 $L_i$ は第 $i$ レンズ群である。

【0033】

10

20

30

40

50

レンズ断面図において、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 レンズ群である。

【 0 0 3 4 】

S P は開口絞りであり、第 3 レンズ群 L 3 の物体側に配置している。F P はフレアー絞りであり、第 3 レンズ群 L 3 の像側に配置しており、不要光と遮光している。

【 0 0 3 5 】

G は光学フィルター、フェースプレート、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光学ブロックである。

【 0 0 3 6 】

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）の撮像面に、銀塩フィルム用カメラのときはフィルム面に相当する感光面が置かれる。

【 0 0 3 7 】

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。は半画角、f n o は F ナンバーである。

【 0 0 3 8 】

尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用レンズ群が機構上光軸上を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。

【 0 0 3 9 】

各実施例では、広角端から望遠端へのズームングに際して矢印のように各レンズ群を移動させている。

【 0 0 4 0 】

具体的には、各実施例では広角端から望遠端へのズームングに際して矢印のように第 1 レンズ群 L 1 を物体側へ、第 2 レンズ群 L 2 を像側へ凸状の軌跡で移動させて変倍に伴う像面変動を補正している。

【 0 0 4 1 】

また、第 3 レンズ群 L 3 を物体側へ移動させ、第 4 レンズ群 L 4 を物体側に凸上の軌跡で移動させている。

【 0 0 4 2 】

ズームングに際し、広角端に比べて望遠端において第 1 レンズ群 L 1 と第 3 レンズ群 L 3 を物体側に位置する様に移動させることで広角端におけるレンズ全長を小型に維持しつつ、大きなズーム比が得られるようにしている。

【 0 0 4 3 】

特に、各実施例では、ズームングに際して第 3 レンズ群 L 3 を物体側に移動させることにより、第 3 レンズ群 L 3 に大きな変倍効果を持たせている。更に正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 を物体側へ移動することで第 2 レンズ群 L 2 にも変倍効果を持たせて第 1 レンズ群 L 1、第 2 レンズ群 L 2 の屈折力をあまり大きくすることなく 5 倍以上の高ズーム比を得ている。

【 0 0 4 4 】

また、第 4 レンズ群 L 4 はフォーカス用のレンズ群であり、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。

【 0 0 4 5 】

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同図矢印 4 c に示すように第 4 レンズ群 L 4 を前方に繰り出すことによって行っている。第 4 レンズ群 L 4 の実線の曲線 4 a と点線の曲線 4 b 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広角端から望遠端へのズームングに伴う際の像面変動を補正するための移動軌跡を示している。

【 0 0 4 6 】

10

20

30

40

50

各実施例では、軽量の第4レンズ群L4をフォーカスの為に移動することで迅速なフォーカスを、例えば自動焦点検出を容易にしている。

【0047】

各実施例においては、第3レンズ群L3を光軸と垂直方向の成分を持つように移動(変移)させて光学系全体が振動したときの像ぶれ(結像位置)を補正するようにしている。

【0048】

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。

【0049】

なお、開口絞りSPはズームングに際して第3レンズ群L3と一体に移動しているが、別体にて移動しても、又固定としてもよい。一体に移動すると移動/可動で分けられる群数が少なくなり、メカ構造が簡素化しやすくなる。

10

【0050】

また、第3レンズ群L3と別体にて移動させる場合は、前玉径の小型化に有利である。

【0051】

また、開口絞りSPを固定とする場合は絞りユニットを移動させる必要がないため、ズームングの際、駆動させるアクチュエータの駆動トルクを小さく設定できる省電力化の点で有利となる。

【0052】

第1レンズ群L1は有効レンズ径が大きくなるので、レンズ枚数が少ない方が好ましい

20

【0053】

各実施例においては、正レンズと負レンズの各1枚を、接合或いは独立で配置する事で、少ないレンズ枚数で第1レンズ群L1で発生する色収差を抑制している。

【0054】

第2レンズ群L2は、物体側の面が凸でメニスカス形状の負レンズ、両レンズ面が凹形状の負レンズ、物体側の面が凸形状の正レンズの独立した3つのレンズより構成している。

【0055】

これによってズームング時の収差変動を少なくし、特に広角端における歪曲収差や望遠端における球面収差を良好に補正している。

30

【0056】

第3レンズ群L3は物体側から像側へ2枚の正レンズと像面側の面が凹形状の負レンズで構成し、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3巻間の主点間隔を小さくすることで第3レンズ群L3以降のレンズ長を短縮している。

【0057】

第3レンズ群L3は1以上の非球面を有している。これによってズームングに伴う収差変動を良好に補正している。

【0058】

第4レンズ群L4は物体側の面が凸形状の正レンズ1枚より構成している。

40

【0059】

以上のような構成とすることで各実施例のズームレンズは、高ズーム比でありながらコンパクトな光学系を達成している。さらに以下の条件式の1以上を満足するようにして各条件式に対応した効果を得ている。

【0060】

広角端での第2レンズ群L2の結像倍率に対する望遠端での第2レンズ群L2の結像倍率比を  $2z$ 、広角端での第3レンズ群L3の結像倍率に対する望遠端での第3レンズ群L3の結像倍率比を  $3z$  とする。第2レンズ群L2の焦点距離を  $f_2$ 、望遠端でのレンズ全系の焦点距離を  $f_t$  とする。

【0061】

50

第1レンズ群L1、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3の広角端から望遠端へのズームにおける光軸上の移動量を順にX1、X2、X3とする。但し移動量は、レンズ群が往復移動とするときは光軸方向の最大の移動量である。

【0062】

第4レンズ群L4を構成する1つのレンズは、物体側と像側の面の光軸近傍の曲率半径(近軸曲率半径)をそれぞれRa、Rbとする。このとき、

$$0.7 < 2z / 3z < 1.3 \dots (1)$$

$$-0.3 < f2 / ft < 0.1 \dots (2)$$

$$0.2 < X1 / ft < 0.5 \dots (3)$$

$$0.2 < X3 / ft < 0.5 \dots (4)$$

$$2.0 < X1 / X2 < 4.0 \dots (5)$$

$$1.0 < (Rb + Ra) / (Rb - Ra) < 2.0 \dots (6)$$

なる条件のうち1以上を満足している。

【0063】

各実施例では、それぞれの条件式を満足することによって、それに応じた効果を得ている。

【0064】

次に各条件式の技術的な意味について説明する。

【0065】

条件式(1)の下限を超えてズームにおける第3レンズ群L3の変倍分担が大きくなると、十分なズーム比を得る上で第3レンズ群の移動量を増やす必要が生じ、ズーム時の射出瞳の変動が大きくなるため好ましくない。

【0066】

逆に上限を超えると、第2レンズ群L2の屈折力、或いはズームに伴う移動量が大きくなり過ぎるため、ズーム全域での良好なる収差補正が困難になる。

【0067】

条件式(2)の下限を超えて第2レンズ群L2の焦点距離が小さくなる(負の値が大きくなる)と十分なズーム比を得るために第2レンズ群L2の移動量を大きくする必要が生じて、鏡筒全長が長くなる。

【0068】

逆に上限を超えて、第2レンズ群L2の屈折力が強くなりすぎると、ズーム全域において収差変動が大きくなり、これを補正するのが難しくなる。

【0069】

条件式(3)は、第1レンズ群L1のズーム時の移動量を適切に設定したものである。下限を超えて第1レンズ群L1の移動量が小さくなり過ぎると、望遠端において第2レンズ群L2との間隔を充分に取ることが出来ない。このため、第2レンズ群L2での充分な変倍効果が得られない。また、広角端における入射瞳距離を短くして、前玉径を小さくするためにも、適切な第1レンズ群L1の移動量が必要となる。逆に上限を超えるとズーム時の移動量が大きくなり過ぎてレンズ全長の小型化が困難となる。

【0070】

条件式(4)の下限を超えて、第3レンズ群L3のズームに伴う移動量が小さくなり過ぎると、大きなズーム比を得るためには、第3レンズ群L3の屈折力を上げる必要がある。そうすると、特に望遠端における球面収差やコマ収差の補正が困難になってくる。逆に上限を超えると、第3レンズ群L3のズームに伴う移動量が大きくなると広角端でのレンズ全長が大きくなり過ぎるので良くない。

【0071】

尚条件式(3)と条件式(4)において、第1レンズ群L1と第3レンズ群L3の移動量X1、X3は、いずれもズーム比が大きくなるに伴って増大するため、望遠端の焦点距離で規格化している。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 2 】

条件式(5)の下限を超えて第2レンズ群L2のズームングに伴う移動量が大きくなり過ぎると、望遠端における第3レンズ群L3との間隔を確保するために、広角端における第2レンズ群L2と第3レンズ群L3との間隔を十分に空けておく必要がある。このため、レンズ全長の短縮が難しくなる。逆に上限を超えて第1レンズ群L1のズームングに伴う移動量が大きくなると、他のレンズ群と比較して第1レンズ群L1のストロークだけが大きくなりすぎる。このため、沈胴長を短縮するためには、沈胴構造の多段化が避けられず、鏡筒径は大型化するので良くない。

## 【 0 0 7 3 】

条件式(6)の下限を超えるレンズ形状になるとバックフォーカスが短くなってくる。逆に上限を超えると第4レンズ群L4の屈折力が不十分になるため、ズーム比を稼ぐのが難しくなる。

10

## 【 0 0 7 4 】

尚、各実施例において、更に収差補正及びズームングの際の収差変動を小さくしつつレンズ系全体の小型化を図るには、条件式(1)~(6)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

## 【 0 0 7 5 】

$$0.75 < 2z / 3z < 1.20 \dots (1a)$$

$$-0.3 < f2 / ft < -0.15 \dots (2a)$$

$$0.25 < X1 / ft < 0.40 \dots (3a)$$

$$0.25 < X3 / ft < 0.40 \dots (4a)$$

$$2.4 < X1 / X2 < 3.4 \dots (5a)$$

$$1.2 < (Rb + Ra) / (Rb - Ra) < 1.85 \dots (6a)$$

20

以上のように各実施例によれば、ズームングにおける各レンズ群の移動量と各レンズ群の屈折力を適切に設定することで、高ズーム比化にもかかわらずレンズ全長の小型化を達成出来る。

## 【 0 0 7 6 】

特に広角端から望遠端に至る全ズーム範囲にわたり良好なる光学性能を有するズームレンズを得ることができる。

## 【 0 0 7 7 】

次に、本発明の実施例1~4に各々対応する数値実施例1~4を示す。各数値実施例においてiは物体側からの光学面の順序を示し、riは第i番目の光学面(第i面)の曲率半径、diは第i面と第i+1面との間隔、niとni+1はそれぞれd線に対する第i番目の光学部材の材料の屈折率、アッペ数を示す。

30

## 【 0 0 7 8 】

またkを円錐定数、B、C、D、Eを非球面係数、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、非球面形状は、

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

で表示される。但しRは曲率半径である。また例えば「E-Z」の表示は「10<sup>-2</sup>」を意味する。fは焦点距離、fnoはFナンバー、 $\omega$ は半画角を示す。

40

## 【 0 0 7 9 】

数値実施例において最後の2つの面は、光学ブロックGを構成する面である。

## 【 0 0 8 0 】

また、各数値実施例における上述した条件式との対応を表1に示す。

## 【 0 0 8 1 】

【数 1】

[数值实施例 1]

$f = 5.77 - 32.98$	$f_{no} = 2.9 - 4.9$	$2\omega = 63.4^\circ - 12.3^\circ$	
r 1= 23.920	d 1= 0.90	n 1=1.84666	$\nu$ 1= 23.8
r 2= 17.169	d 2= 3.20	n 2=1.69680	$\nu$ 2= 55.5
r 3= 192.065	d 3=可变		
r 4= 26.447	d 4= 0.65	n 3=1.88300	$\nu$ 3= 40.8
r 5= 6.215	d 5= 3.17		
r 6= -19.993	d 6= 0.60	n 4=1.69680	$\nu$ 4= 55.5
r 7= 19.186	d 7= 0.60		
r 8= 13.726	d 8= 1.80	n 5=1.84666	$\nu$ 5= 23.8
r 9= -919.492	d 9=可变		
r10= (絞り)	d10= 0.80		
r11= 7.374	d11= 2.30	n 6=1.58313	$\nu$ 6= 59.4
r12= -23.171	d12= 0.20		
r13= 5.120	d13= 1.60	n 7=1.48749	$\nu$ 7= 70.2
r14= 9.893	d14= 0.80	n 8=1.84666	$\nu$ 8= 23.8
r15= 3.904	d15=可变		
r16= 10.154	d16= 2.00	n 9=1.58313	$\nu$ 9= 59.4
r17= 49.838	d17=可变		
r18= $\infty$	d18= 2.00	n10=1.51633	$\nu$ 10= 64.1
r19= $\infty$			

10

20

焦点距離 可变間隔	5.77	13.78	32.98
d 3	0.40	9.85	16.26
d 9	18.03	7.06	1.90
d 15	7.20	8.93	19.14
d 17	2.00	4.30	2.46

非球面

(第 11 面)  $k = -2.51604E-1$   $B = -1.22226E-4$   $C = 3.44854E-6$   $D = 4.71772E-7$

(第 12 面)  $k = 9.03719$   $B = 3.46637E-4$   $C = 6.34455E-6$   $D = 5.48840E-7$

30

【 0 0 8 2 】

## 【数 2】

[数值实施例 2]

$f=5.78-32.59$	$fno=2.9-4.9$	$2\omega=63.3^{\circ}-12.5^{\circ}$	
r 1= 25.336	d 1= 0.90	n 1=1.84666	$\nu$ 1= 23.8
r 2= 18.417	d 2= 3.20	n 2=1.69680	$\nu$ 2= 55.5
r 3= 198.277	d 3=可变		
r 4= 29.935	d 4= 0.65	n 3=1.88300	$\nu$ 3= 40.8
r 5= 6.525	d 5= 2.91		
r 6= -24.896	d 6= 0.60	n 4=1.69680	$\nu$ 4= 55.5
r 7= 18.550	d 7= 0.60		
r 8= 13.181	d 8= 1.70	n 5=1.84666	$\nu$ 5= 23.8
r 9= 279.148	d 9=可变		
r10= (絞り)	d10= 0.80		
r11= 7.036	d11= 2.30	n 6=1.58913	$\nu$ 6= 61.1
r12= -22.129	d12= 0.10		
r13= 5.660	d13= 1.70	n 7=1.48749	$\nu$ 7= 70.2
r14= 11.567	d14= 1.10	n 8=1.84666	$\nu$ 8= 23.8
r15= 3.864	d15=可变		
r16= 10.355	d16= 2.00	n 9=1.74330	$\nu$ 9= 49.3
r17= 36.340	d17=可变		
r18= $\infty$	d18= 2.00	n10=1.51633	$\nu$ 10= 64.1
r19= $\infty$			

10

20

焦点距離 可変間隔	5.78	13.73	32.59
d 3	0.40	10.48	17.68
d 9	17.98	7.06	1.90
d 15	6.33	8.33	17.34
d 17	2.00	3.84	2.12

非球面

(第 11 面)  $k=7.37878E-2$   $B=-2.84074E-4$   $C=-6.05152E-6$   $D=7.43239E-7$  $E=-3.46116E-8$ (第 12 面)  $k=0$   $B=2.52279E-4$   $C=-2.60949E-6$   $D=4.66192E-7$ (第 16 面)  $k=0$   $B=1.79575E-5$   $C=1.19826E-6$   $D=0$ 

30

【 0 0 8 3 】

【数 3】

〔数值实施例 3〕

$f=5.95-39.48$	$f_{no}=2.8-4.9$	$2\omega=61.8^\circ-10.3^\circ$	
r 1= 21.638	d 1= 1.00	n 1=1.84666	$\nu$ 1= 23.8
r 2= 15.483	d 2= 0.30		
r 3= 15.968	d 3= 3.60	n 2=1.69680	$\nu$ 2= 55.5
r 4= 218.206	d 4=可变		
r 5= 32.696	d 5= 0.65	n 3=1.88300	$\nu$ 3= 40.8
r 6= 6.283	d 6= 3.05		
r 7= -19.950	d 7= 0.60	n 4=1.69680	$\nu$ 4= 55.5
r 8= 19.664	d 8= 0.60		
r 9= 13.787	d 9= 1.80	n 5=1.84666	$\nu$ 5= 23.8
r10= -3380.250	d10=可变		
r11= (絞り)	d11= 0.70		
r12= 8.721	d12= 2.30	n 6=1.58313	$\nu$ 6= 59.4
r13= -16.711	d13= 0.20		
r14= 4.275	d14= 1.90	n 7=1.49700	$\nu$ 7= 81.5
r15= 33.893	d15= 0.70	n 8=1.80610	$\nu$ 8= 33.3
r16= 3.549	d16=可变		
r17= 9.158	d17= 2.00	n 9=1.48749	$\nu$ 9= 70.2
r18= 89.389	d18=可变		
r19= $\infty$	d19= 2.00	n10=1.51633	$\nu$ 10= 64.1
r20= $\infty$			

10

焦点距離 可变間隔	5.95	15.31	39.48
d 4	0.40	9.68	16.75
d 10	18.49	6.85	2.00
d 16	7.26	8.72	19.18
d 18	2.00	5.08	2.40

20

非球面

(第 12 面)  $k=-3.99616E-1$   $B=-8.97537E-5$   $C=1.67141E-6$   $D=-4.36098E-8$

(第 13 面)  $k=-1.65387E-1$   $B=1.79023E-4$   $C=-1.56975E-6$   $D=1.04720E-7$

30

【 0 0 8 4 】

## 【数 4】

## [数值実施例 4]

$$f = 5.95 - 45.89 \quad f_{no} = 2.8 - 4.9 \quad 2\omega = 61.8^\circ - 8.9^\circ$$

r 1=	21.158	d 1=	1.00	n 1=	1.84666	$\nu$ 1=	23.8
r 2=	14.748	d 2=	0.30				
r 3=	15.266	d 3=	3.60	n 2=	1.69680	$\nu$ 2=	55.5
r 4=	320.851	d 4=	可変				
r 5=	30.053	d 5=	0.65	n 3=	1.88300	$\nu$ 3=	40.8
r 6=	6.213	d 6=	3.21				
r 7=	-14.497	d 7=	0.60	n 4=	1.69680	$\nu$ 4=	55.5
r 8=	55.295	d 8=	0.60				
r 9=	17.071	d 9=	1.80	n 5=	1.92286	$\nu$ 5=	18.9
r10=	150.435	d10=	可変				
r11=	(絞り)	d11=	0.70				
r12=	9.028	d12=	2.30	n 6=	1.58313	$\nu$ 6=	59.4
r13=	-16.421	d13=	0.20				
r14=	4.082	d14=	1.90	n 7=	1.49700	$\nu$ 7=	81.5
r15=	30.264	d15=	0.70	n 8=	1.80610	$\nu$ 8=	33.3
r16=	3.409	d16=	可変				
r17=	8.810	d17=	2.00	n 9=	1.48749	$\nu$ 9=	70.2
r18=	41.011	d18=	可変				
r19=	$\infty$	d19=	2.00	n10=	1.51633	$\nu$ 10=	64.1
r20=	$\infty$						

10

20

焦点距離 可変間隔	5.95	16.51	45.89
d 4	0.40	10.14	17.45
d 10	18.83	7.22	1.99
d 16	7.46	8.94	19.57
d 18	2.00	5.45	2.31

非球面

(第 12 面)  $k = -9.27367E-1$   $B = 1.33709E-5$   $C = -1.37165E-6$   $D = 1.65086E-7$ (第 13 面)  $k = -1.65387E-1$   $B = 1.79023E-4$   $C = -1.56975E-6$   $D = 1.04720E-7$ 

30

## 【 0 0 8 5 】

## 【表 1】

条件式		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
(1)	$\beta_{2z} / \beta_{3z}$	0.76	0.83	0.96	1.17
(2)	$f_{2/ft}$	-0.28	-0.30	-0.22	-0.18
(3)	$X1/ft$	0.37	0.38	0.31	0.28
(4)	$X3/ft$	0.38	0.34	0.31	0.27
(5)	$X1/X2$	3.25	2.49	2.92	2.86
(6)	$(Rb+Ra)/(Rb-Ra)$	1.51	1.80	1.23	1.55

40

## 【 0 0 8 6 】

次に各実施例に示したようなズームレンズを撮影光学系として用いたデジタルスチルカメラの実施形態を図 1 3 を用いて説明する。

## 【 0 0 8 7 】

図 1 3 において、2 0 はカメラ本体、2 1 は実施例 1 ~ 4 で説明したいずれかのズームレンズによって構成された撮影光学系である。2 2 はカメラ本体に内蔵され、撮影光学系

50

21によって形成された被写体像を受光するCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子（光電変換素子）である。23は固体撮像素子22によって光電変換された被写体像に対応する情報を記録するメモリである。24は液晶ディスプレイパネル等によって構成され、固体撮像素子22上に形成された被写体像を観察するためのファインダである。

【0088】

このように本発明のズームレンズをデジタルスチルカメラ等の撮像装置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が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0089】

【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

10

【図2】実施例1のズームレンズの広角端での収差図

【図3】実施例1のズームレンズの望遠端での収差図

【図4】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5】実施例2のズームレンズの広角端での収差図

【図6】実施例2のズームレンズの望遠端での収差図

【図7】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8】実施例3のズームレンズの広角端での収差図

【図9】実施例3のズームレンズの望遠端での収差図

【図10】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11】実施例4のズームレンズの広角端での収差図

20

【図12】実施例4のズームレンズの望遠端での収差図

【図13】撮像装置の概略図

【符号の説明】

【0090】

L1 第1レンズ群

L2 第2レンズ群

L3 第3レンズ群

L4 第4レンズ群

d d線

g g線

M メリディオナル像面

S サジタル像面

SP 絞り

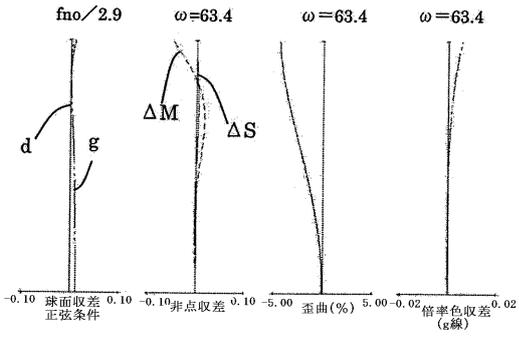
FP フレアークット絞り

G CCDのフォースプレートやローパスフィルター等のガラスブロック  
半画角

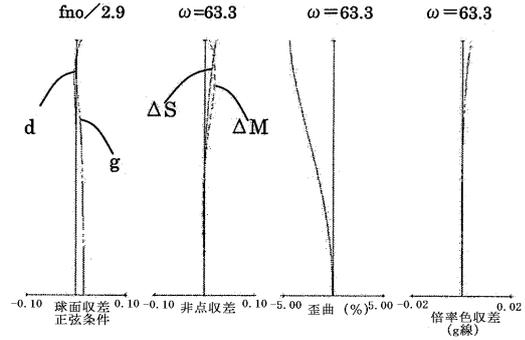
fno Fナンバー

30

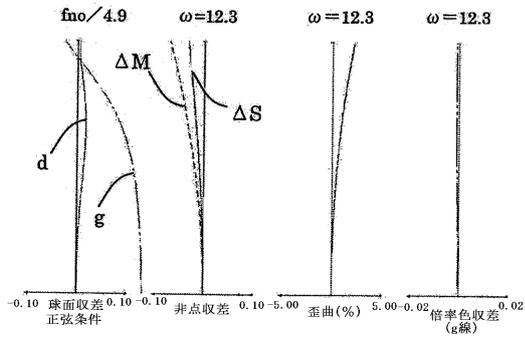
【 図 2 】



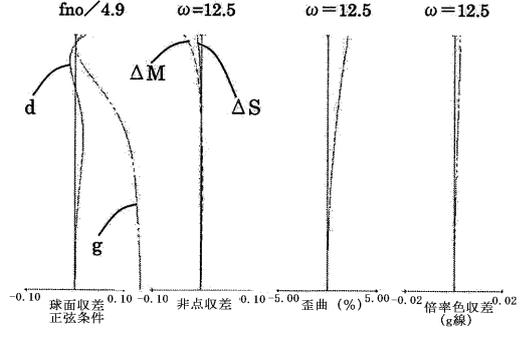
【 図 5 】



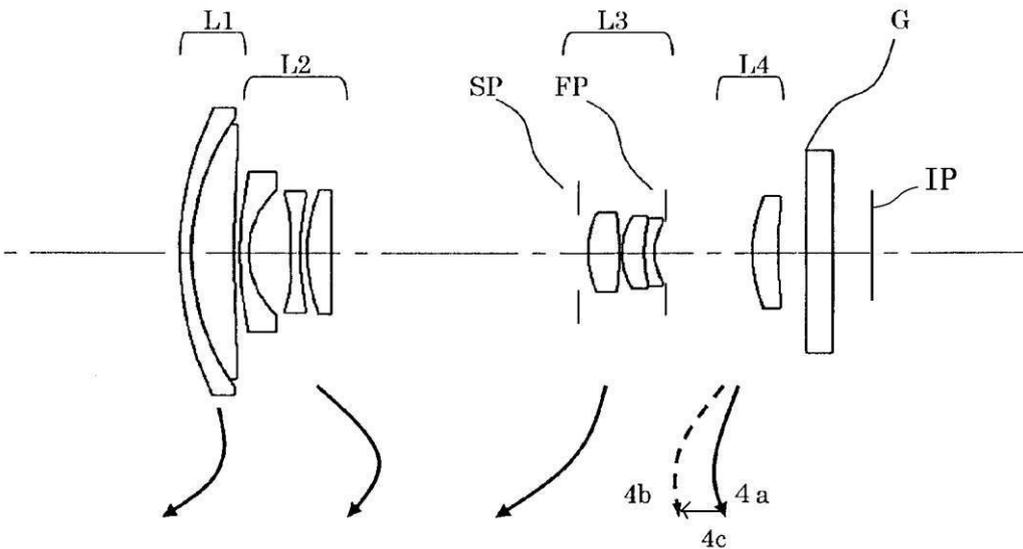
【 図 3 】



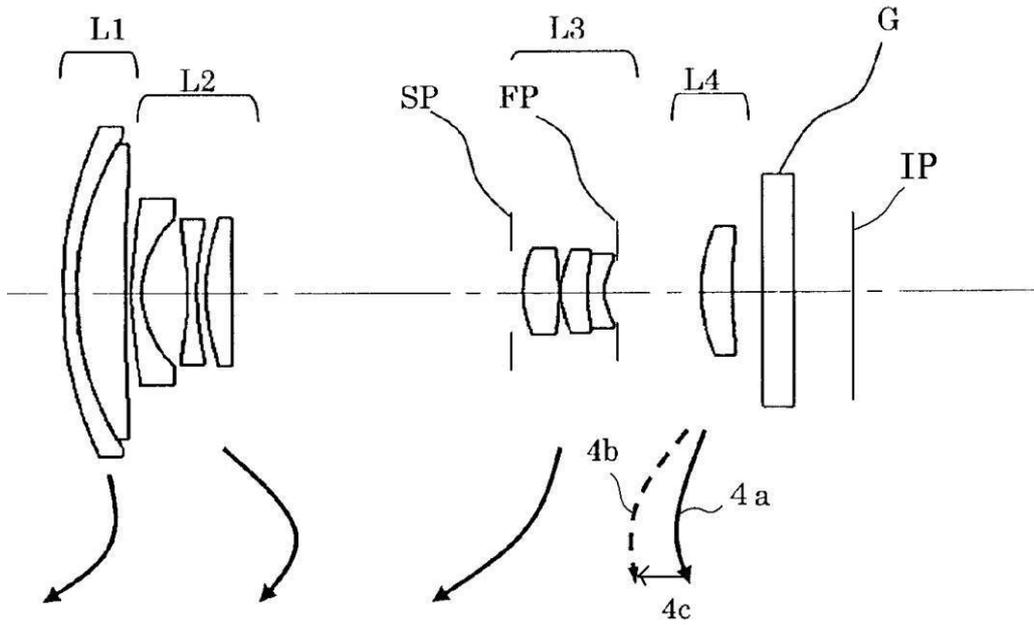
【 図 6 】



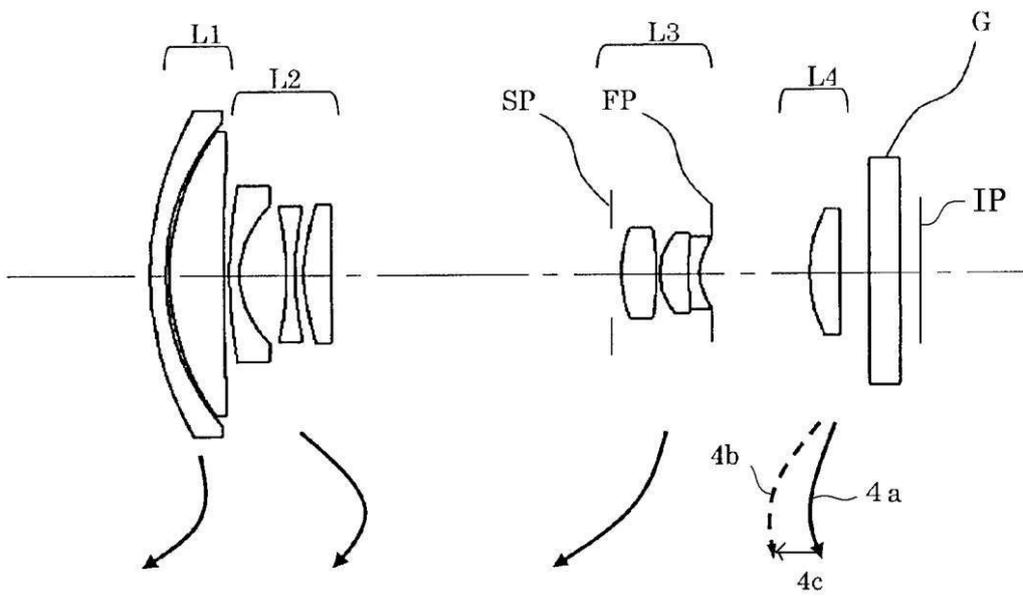
【 図 1 】



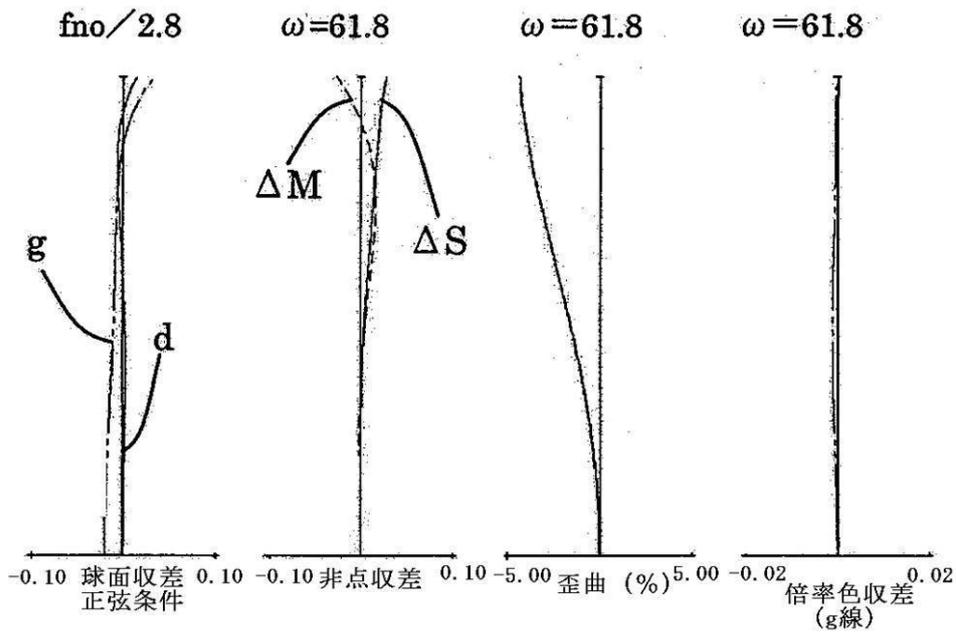
【 図 4 】



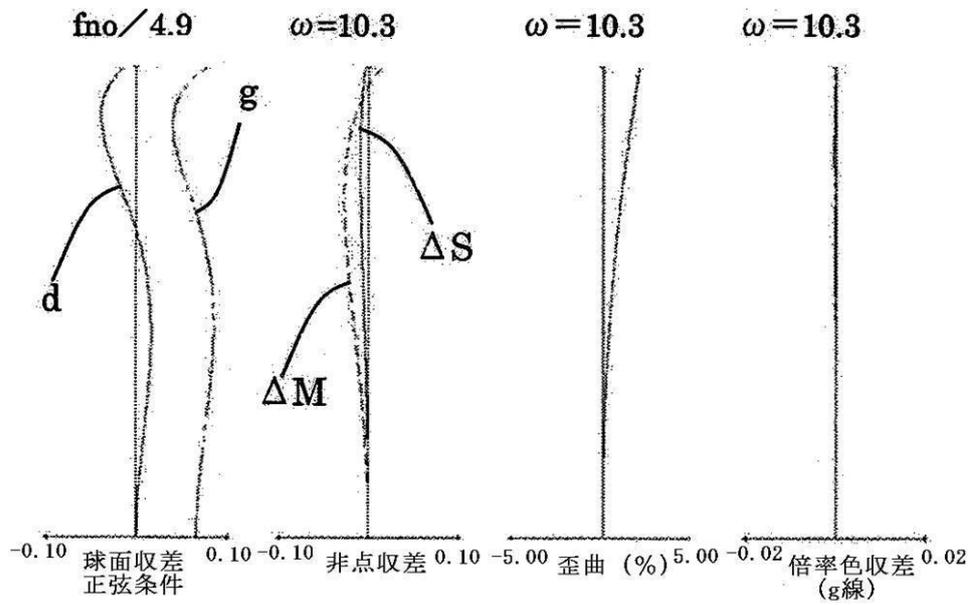
【 図 7 】



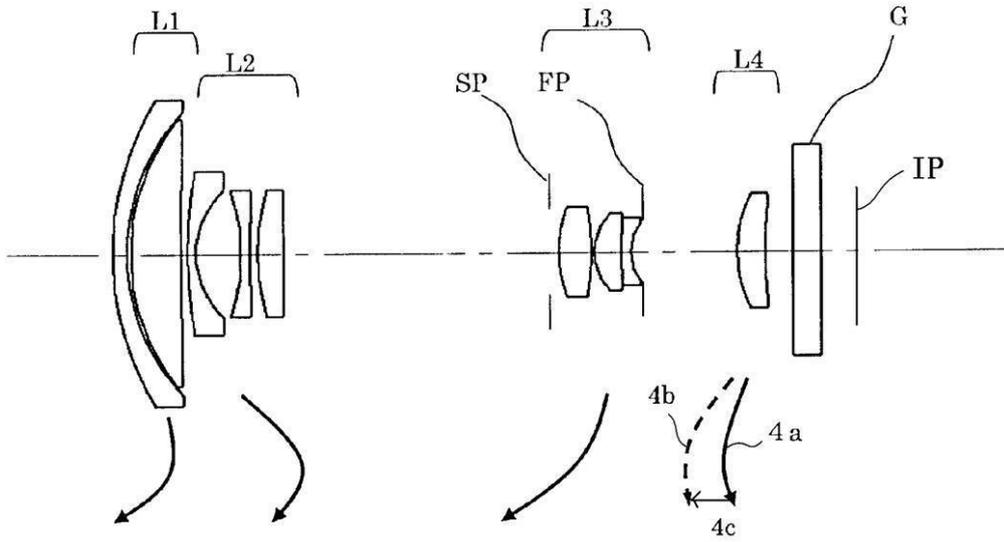
【 図 8 】



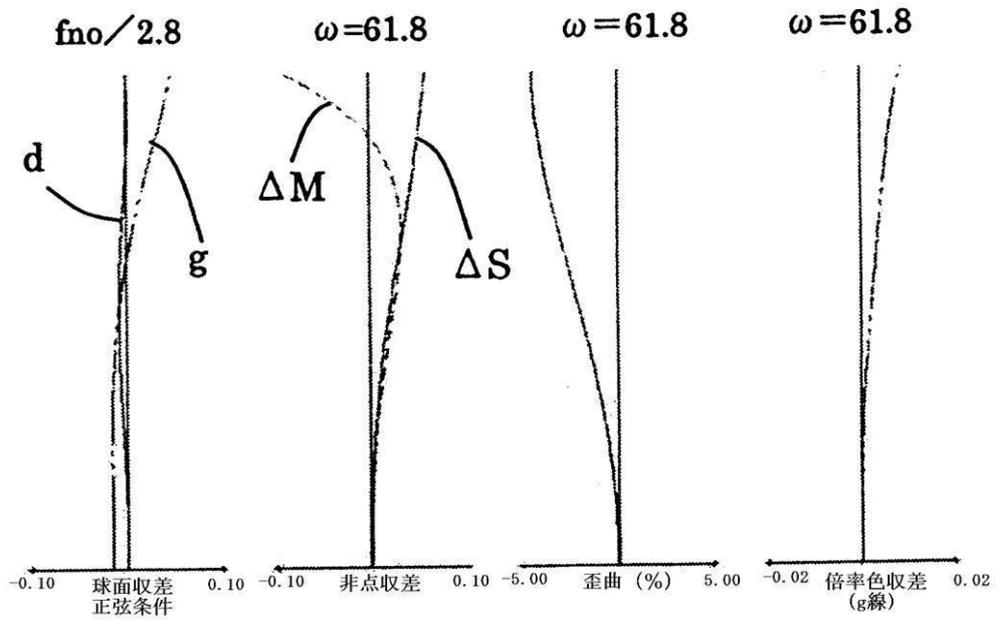
【 図 9 】



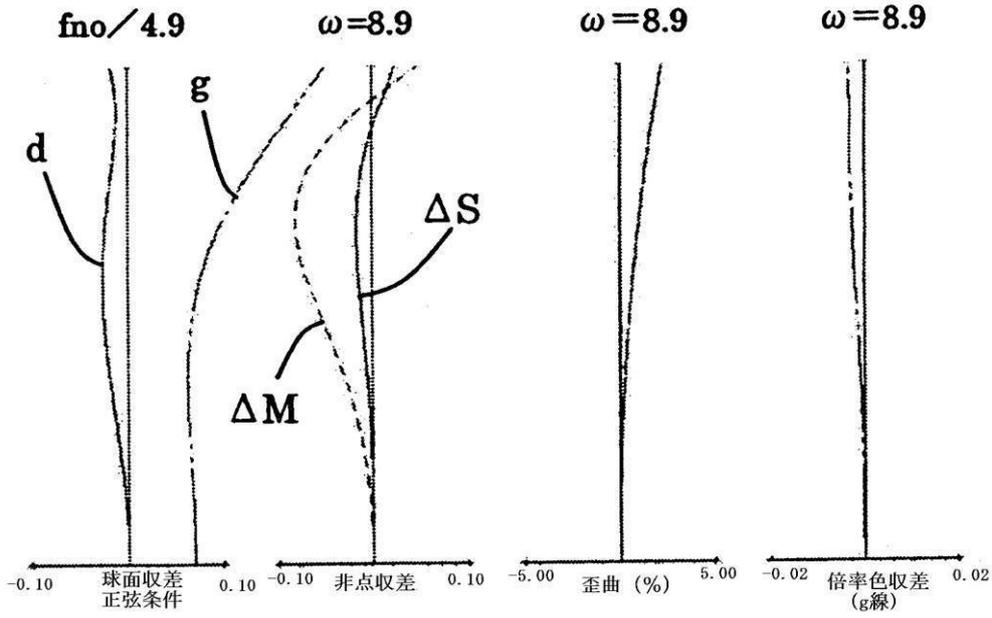
【 図 1 0 】



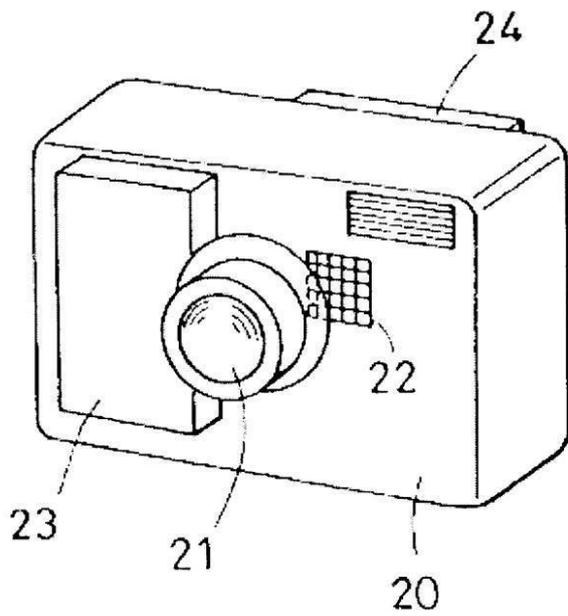
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平08-271790(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08

G02B 21/02 - 21/04

G02B 25/00 - 25/04