

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-39429

(P2010-39429A)

(43) 公開日 平成22年2月18日(2010.2.18)

(51) Int.Cl.

G 0 2 B 15/20 (2006.01)

G 0 2 B 13/18 (2006.01)

F 1

G 0 2 B 15/20

G 0 2 B 13/18

テーマコード (参考)

2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2008-205516 (P2008-205516)

(22) 出願日 平成20年8月8日(2008.8.8)

(71) 出願人 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 藤崎 豊克

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

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) 【要約】

【課題】 光学系全体が小型で、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を得ること。

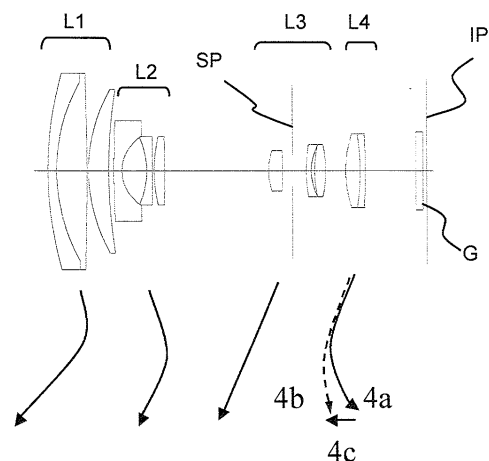
【解決手段】 物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群を有し、ズームングに際して、各レンズ群が移動するズームレンズであって、

該第1レンズ群および第3レンズ群は広角端に比べ望遠端において物体側に位置するように移動し、

該第4レンズ群は物体側へ凸状の軌跡を描くように移動し、

望遠端における該第1レンズ群と第2レンズ群との間隔 D_{T12} 、望遠端における該第2レンズ群と第3レンズ群との間隔 D_{T23} 、該第1、第2、第3レンズ群の焦点距離を順に f_1 、 f_2 、 f_3 、広角端における全系の焦点距離 f_w を各々適切に設定すること。

【選択図】 図1



【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、

ズームングに際して、各レンズ群が移動するズームレンズであって、

該第 1 レンズ群および第 3 レンズ群は広角端に比べ望遠端において物体側に位置するように移動し、

該第 4 レンズ群は物体側へ凸状の軌跡を描くように移動し、

望遠端における該第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との間隔を DT_{12} 、望遠端における該第 2 レンズ群と第 3 レンズ群との間隔を DT_{23} 、該第 1、第 2、第 3 レンズ群の焦点距離を順に f_1 、 f_2 、 f_3 、広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき

$$0.00 < DT_{23} / DT_{12} < 0.06$$

$$6.5 < f_1 / f_w < 30.0$$

$$-0.75 < f_2 / f_3 < -0.10$$

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 2 レンズ群の焦点距離 f_2 は

$$-2.5 < f_2 / f_w < -1.0$$

なる条件式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】

望遠端における前記第 3 レンズ群と第 4 レンズ群との間隔を DT_{34} とするとき

$$0.00 < DT_{23} / DT_{34} < 0.08$$

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

【請求項 4】

前記第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 とするとき、

$$0.1 < f_3 / f_4 < 0.8$$

なる条件式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 項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

前記第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 とするとき

$$-0.5 < f_2 / f_4 < -0.2$$

なる条件式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 項に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

前記第 3 レンズ群中のレンズ空気間隔のうち最大となるレンズ空気間隔を DL_3 、該第 3 レンズ群全体の厚みを DG_3 とするとき、

$$0.2 < DL_3 / DG_3 < 0.5$$

なる条件式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】

広角端と望遠端における前記第 4 レンズ群の横倍率をそれぞれ β_{4w} 、 β_{4t} とするとき、

$$0.5 < \beta_{4t} / \beta_{4w} < 2.0$$

なる条件式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。

【請求項 8】

広角端と望遠端における前記第 2 レンズ群の横倍率をそれぞれ β_{2w} 、 β_{2t} とするとき、

$$2.0 < \beta_{2t} / \beta_{2w} < 6.0$$

10

20

30

40

50

なる条件式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。

【請求項 9】

前記第 1 レンズ群は物体側から像側へ順に、負レンズ、正レンズ、正レンズからな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 3 レンズ群は物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズを含む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。

【請求項 11】

前記第 3 レンズ群は 2 枚の正レンズと 1 枚の負レンズを含む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】

前記第 4 レンズ群は正レンズまたは正レンズと負レンズを貼りあわせた接合レンズからなることを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 13】

前記第 3 レンズ群を、光軸方向と垂直方向の成分を持つように移動させて、前記ズームレンズが振動したときの撮影画像のぶれを補正する事を特徴とする、請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 14】

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 13 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 15】

請求項 1 乃至 14 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、デジタルスチルカメラ、TV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、TV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、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、コンパクトで高ズーム比で、かつ全ズーム範囲で高解像力の画像が得られるズームレンズであることが要求されている。

【0003】

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シングを行う、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シング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。

【 0 0 0 6 】

この4群ズームレンズにおいて、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補正とフォーカシングを行ったズームレンズが知られている（特許文献1、2）。

【 0 0 0 7 】

又、この4群ズームレンズにおいて、各レンズ群を移動させることによって変倍を行い、第4レンズ群を移動させてフォーカシングを行ったズームレンズが知られている（特許文献3、4）。

【 0 0 0 8 】

又、物体側より像側へ順に、正、負、正、正の屈折力のレンズ群を有する4または5群で第1から第4レンズ群を移動させることによってズーミングを行い、第4レンズ群でフォーカシングを行ったズームレンズが知られている（特許文献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2006 - 133632号公報

【特許文献4】特開2007 - 212537号公報

【特許文献5】特開2006 - 171655号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

一般にズームレンズを小型化するためには、ズームレンズ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、このようにしたズームレンズは、各レンズ面の屈折力の増加に伴い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望遠端における色収差などの諸収差の補正が困難になってくる。

【 0 0 1 0 】

また高ズーム比に伴い、各レンズ及びレンズ群の組立上の倒れなどの誤差が大きくなってくる。レンズ及びレンズ群の偏芯による敏感度が大きいと偏芯により光学性能が大きく劣化し、又防振時に光学性能が大きく劣化してくる。このためズームレンズにおいては、各レンズや各レンズ群の偏芯による敏感度はなるべく小さくするのが望ましい。

【 0 0 1 1 】

前述した4群ズームレンズや5群ズームレンズにおいて、高ズーム比とレンズ系全体の小型化を図りつつ、良好な光学性能を得るには各レンズ群の屈折力やレンズ構成、そして各レンズ群のズーミングに伴う移動条件等を適切に設定することが重要となる。

【 0 0 1 2 】

特に第1～第3レンズ群の屈折力やズーミングに際して各レンズ群の移動条件等を適切に設定することが重要になってくる。

【 0 0 1 3 】

これらの構成を適切に設定しないと、全系の小型化を図りつつ、高ズーム比で全ズーム範囲で高い光学性能を得るのが難しくなってくる。

【 0 0 1 4 】

本発明は、光学系全体が小型で、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】

【 0 0 1 5 】

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、各レンズ群が移動するズームレンズであって、

該第1レンズ群および第3レンズ群は広角端に比べ望遠端において物体側に位置するように移動し、

該第4レンズ群は物体側へ凸状の軌跡を描くように移動し、

10

20

30

40

50

望遠端における該第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との間隔を DT_{12} 、望遠端における該第 2 レンズ群と第 3 レンズ群との間隔を DT_{23} 、該第 1、第 2、第 3 レンズ群の焦点距離を順に f_1 、 f_2 、 f_3 、広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき

$$0.00 < DT_{23} / DT_{12} < 0.06$$

$$6.5 < f_1 / f_w < 30.0$$

$$-0.75 < f_2 / f_3 < -0.10$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、光学系全体が小型で、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が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【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】

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 レンズ群を有している。

【0019】

第 4 レンズ群の像側に正又は負の屈折力の第 5 レンズ群を有する場合もある。

【0020】

ズーミングに際して、第 1 レンズ群乃至第 4 レンズ群が移動する。特に第 1 レンズ群および第 3 レンズ群は広角端に比べ望遠端において物体側に位置するように移動する。

【0021】

又第 4 レンズ群は物体側へ凸状の軌跡を描くように移動する。

【0022】

フォーカシングに際して第 4 レンズ群が移動する。

【0023】

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である。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）における収差図である。

【0024】

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である。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。

【0025】

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である。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。

【0026】

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である。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。

【0027】

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である。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。

【0028】

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である。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

10

20

30

40

50

遠端における収差図である。

【0029】

図25は本発明のズームレンズを備えるカメラ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スチルカメラやTV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。

【0030】

レンズ断面図において、左方が被写体側（物体側、前方）で、右方が像側（後方）である。ズームレンズをプロジェクターに用いるときは、左方がスクリーン、右方が被投射画像となる。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。

10

【0031】

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、 L_5 は正または負の屈折力の第5レンズ群である。

【0032】

SP は開口絞りであり、第3レンズ群 L_3 の物体側または第3レンズ群 L_3 中に配置している。 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。

【0033】

IP 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。

20

【0034】

収差図において、 d 、 g は各々 d 線及び g 線、 ΔM 、 ΔS 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。 ω は半画角、 Fno はFナンバーである。

【0035】

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。

【0036】

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レンズ群を移動させている。

30

【0037】

具体的には、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第1レンズ群 L_1 を広角端よりも望遠端で物体側に位置するように像側に凸状の軌跡を描いて移動している。第2レンズ群 L_2 を像側へ凸状の軌跡を描いて移動している。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 を物体側に凸状の軌跡を描いて移動させている。

【0038】

このように各実施例では、ズーミングに際し、各レンズ群を移動させることにより全系の小型化を図りつつ、高いズーム比を実現している。

40

【0039】

また、各レンズ群を移動させることで主に広角端及びその付近において画面周辺光量比の急峻な落ちを改善している。

【0040】

ズーミングに際し、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 が物体側に位置する様に移動させている。これにより広角端におけるレンズ全長（第1レンズ面から最終レンズ面までの距離）を小型に維持しつつ、高い変倍比が得られるようにしている。

【0041】

50

また、第 1 レンズ群 L 1 の偏芯および傾きの敏感度を低減させている。

【 0 0 4 2 】

特に、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 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 に変倍分担を持たせている。

【 0 0 4 3 】

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 に大きな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高ズーム比を得ている。

【 0 0 4 4 】

また、第 4 レンズ群 L 4 を広角端から望遠端へのズーミングに際し、物体側へ凸状の軌跡を描くように移動させている。これによって第 3 レンズ群 L 3 と第 4 レンズ群 L 4 との間隔を有効に活用し、高ズーム比化及び全系のコンパクト化を図っている。

【 0 0 4 5 】

また、第 4 レンズ群 L 4 を物体側へ凸状の軌跡を描くように移動させることでズーム中間域における像面変動および色収差変動を良好に補正している。

【 0 0 4 6 】

また、第 4 レンズ群 L 4 を光軸上移動させてフォーカシングを行うリヤーフォーカス式を採用している。

【 0 0 4 7 】

望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカシングを行う場合には各レンズ断面図の矢印 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シングしているときの広角端から望遠端へのズーミ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 8 】

さらに、各実施例では正の屈折力の第 3 レンズ群 L 3 を光軸に対して垂直方向に移動させることにより、光学系全体が振動したときの撮影画像のぶれを補正している。

【 0 0 4 9 】

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。

なお、本実施形態では第 3 レンズ群 L 3 を光軸と垂直方向に移動させて防振を行っているが、第 3 レンズ群 L 3 を光軸に垂直な方向の成分を持つようにさえ移動させれば、画像のぶれを補正することができる。

【 0 0 5 0 】

例えば鏡筒構造の複雑化を許容すれば、光軸上に回転中心を持つように第 3 レンズ群 L 3 を回動させて防振を行っても良い。

【 0 0 5 1 】

第 1 レンズ群 L 1 は軽量化及び有効レンズ径の小型化のために、レンズ枚数が少ない方が好ましい。各実施例においては、第 1 レンズ群 L 1 を正レンズと負レンズの各 1 枚を接合した接合レンズと正レンズより構成している。これにより高倍化を図った際に主に望遠端において発生する球面収差と色収差を補正している。

【 0 0 5 2 】

第 2 レンズ群 L 2 は、物体側の面が凸でメニスカス形状の負レンズ、物体側の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 枚のレンズより構成している。

【 0 0 5 3 】

これによってズーミ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。

【 0 0 5 4 】

また第 2 レンズ群 L 2 は 1 以上の非球面を有している。これによって広画角化した際の

10

20

30

40

50

像面湾曲を良好に補正している。

【0055】

第3レンズ群L3は物体側から像側へ正レンズ、像面側の面が凹形状の負レンズ、正レンズからなり、主に望遠端において球面収差とコマ収差を良好に補正している。また防振時には、偏芯収差の発生量を抑え、防振性能を良好にしている。

【0056】

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。

【0057】

第4レンズ群L4は物体側の面が凸形状の1枚の正レンズまたは正レンズと負レンズとを貼りあわせた接合レンズより構成している。

【0058】

また第4レンズ群L4は1以上の非球面を有している。これにより主にフォーカシングによる収差変動を抑え全系のコンパクト化を容易にしている。

【0059】

実施例4では最も像面側に像面に対してズームング時に固定)の正の屈折力の第5レンズ群L5を配置している。又、実施例6では最も像面側に像面に対してズームング時に固定の負の屈折力の第5レンズ群L5している。第5レンズ群L5は像面湾曲などの諸収差の補正、前玉径の小型化、および、高ズーム比化を容易にしている。

【0060】

各実施例において、望遠端における第1レンズ群L1と第2レンズ群L2との間隔をDT12とする。望遠端における第2レンズ群L2と第3レンズ群L3との間隔をDT23とする。

【0061】

第1、第2、第3レンズ群の焦点距離を順にf1、f2、f3とする。広角端における全系の焦点距離をfwとする。このとき

$$0.00 < DT23 / DT12 < 0.06 \quad \dots (1)$$

$$6.5 < f1 / fw < 30.0 \quad \dots (2)$$

$$-0.75 < f2 / f3 < -0.10 \quad \dots (3)$$

なる条件式を満足している。

【0062】

条件式(1)は全系を小型にしつつ高倍化するために、望遠端における第1レンズ群L1、第2レンズ群L2、第3レンズ群L3の各レンズ群の位置を適切に定めたものである。

【0063】

条件式(1)は望遠端におけるレンズ全長(第1レンズ面から最終レンズ面までの距離)を短縮しつつ、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の物理的干渉を防止し、更に光学性能の劣化を防ぐためのものである。

【0064】

条件式(1)の下限を超えると第1レンズ群L1と第2レンズ群L2とのレンズ間隔DT12が第2レンズ群L2と第3レンズ群L3とのレンズ群間隔DT23に比べて大きくなる。

【0065】

このため、望遠端におけるレンズ全長が大きくなり、小型化が困難になってくる。また、第2レンズ群L2および第3レンズ群L3が物理的に干渉してくる。また、第1レンズ群L1の移動量が大きくなるため、ズームング時の像ゆれ、振動音、ズームング時の鏡筒による偏芯などにより光学性能が劣化してくるので良くない。

【0066】

逆に条件式(1)の上限を超えると前玉有効径が増大し、全系が大型化してくる。また、望遠端において色収差と、球面収差の補正が困難となる。

【 0 0 6 7 】

条件式 (2) は全系を小型にしつつ高ズーム比化するために、変倍に寄与する第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離 f_1 と広角端における全系の焦点距離 f_w との比を適切に定めたものである。

【 0 0 6 8 】

条件式 (2) の下限を超えて第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離 f_1 が広角端における全系の焦点距離 f_w に比べて小さくなると、望遠端において軸上色収差、倍率色収差、球面収差が増大してくる。また、第 1 レンズ群 L 1 を構成する正レンズのコバの厚みを確保するのが困難になり、製造のために有効径を大きくしなければならないので良くない。

【 0 0 6 9 】

逆に上限を超えて第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離 f_1 が広角端における全系の焦点距離 f_w に比べて大きく (長く) になるとズームング時における第 1 レンズ群 L 1 の移動量が大きくなり、全系が大型化してくる。また第 1 レンズ群 L 1 の移動量の増大に伴い、ズームング時の像ゆれや、振動音が増大してくるので良くない。

【 0 0 7 0 】

条件式 (3) は広画角化と、全長の短縮化および広角端から望遠端へのズームングに際し、良好な光学性能を維持するために第 2 レンズ群 L 2 と第 3 レンズ群 L 3 の焦点距離 f_2 、 f_3 の比を適切に定めたものである。

【 0 0 7 1 】

条件式 (3) の下限を超えて第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離 f_2 が、第 3 レンズ群 L 3 の焦点距離 f_3 に比べて小さく (短く) になると、広角端において倍率色収差、非点収差の補正が困難になる。

【 0 0 7 2 】

また、第 2 レンズ群 L 2 中の負レンズの開角が大きくなり、レンズの製造が困難になる。また、ズーム中間域においてコマ収差が多く発生し、像面変動が大きくなっていく。さらに、第 2 レンズ群 L 2 が偏芯したときの光学性能の劣化に対する敏感度が高くなり、組み立てが困難となる。

【 0 0 7 3 】

また、第 3 レンズ群 L 3 を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させ防振を行う場合、第 3 レンズ群 L 3 の防振に対する敏感度が低くなるため、第 3 レンズ群 L 3 の防振時における移動量が大きくなり、全体が大型化してくるので良くない。

【 0 0 7 4 】

ここで防振に対する敏感度とは、第 3 レンズ群 L 3 を単位量 D_L (例えば 1 mm) 移動させたときの像点の光軸と垂直方向の変移量 M との比 M / D_L である。

【 0 0 7 5 】

条件式 (3) の上限を超えて第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離 f_2 が第 3 レンズ群 L 3 の焦点距離 f_3 に比べて大きく (長く) になると広画角化および前玉有効径の縮小が困難になる。

【 0 0 7 6 】

また高ズーム比化に伴い第 2 レンズ群 L 2 の移動量が大きくなり、全長が増大していく。さらに第 3 レンズ群の偏芯による光学性能の劣化に対する敏感度が高くなり、第 3 レンズ群 L 3 を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させて防振を行う場合、防振時における光学性能が劣化していく。

【 0 0 7 7 】

以上のように条件式 (1)、(2)、(3) を満足するように各レンズ群の焦点距離および望遠端における各レンズ群の位置関係、各レンズ群の移動軌跡等を適切に設定している。

【 0 0 7 8 】

これにより、ズーム全域で高い光学性能を維持した広画角かつ高ズーム比で前玉有効径が小さく、全長の短いコンパクトなズームレンズを達成している。

10

20

30

40

50

【0079】

尚、更に好ましくは条件式(1)～(3)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0080】

$$\begin{aligned} 0.001 < DT_{23} / DT_{12} < 0.060 & \dots (1a) \\ 6.7 < f_1 / f_w < 20.0 & \dots (2a) \\ -0.7 < f_2 / f_3 < -0.2 & \dots (3a) \end{aligned}$$

各実施例によれば以上の如く構成することにより、高ズーム比でズーム全域にわたり高い光学性能を有した小型のズームレンズを得ることができる。

【0081】

本発明において、更に好ましくは次の諸条件のうち1以上を満足するのが良い。

10

【0082】

望遠端における第3レンズ群L3と第4レンズ群L4との間隔を DT_{34} とする。

【0083】

第4レンズ群L4の焦点距離を f_4 とする。

【0084】

第3レンズ群L3中のレンズ空気間隔のうち最大となるレンズ空気間隔を DL_3 、第3レンズ群全体の厚みを DG_3 とする。

【0085】

広角端と望遠端における第4レンズ群L4の横倍率をそれぞれ β_{4w} 、 β_{4t} とする。

【0086】

20

広角端と望遠端における第2レンズ群L2の横倍率をそれぞれ β_{2w} 、 β_{2t} とする。

【0087】

このとき、

$$\begin{aligned} -2.5 < f_2 / f_w < -1.0 & \dots (4) \\ 0.00 < DT_{23} / DT_{34} < 0.08 & \dots (5) \\ 0.1 < f_3 / f_4 < 0.8 & \dots (6) \\ -0.5 < f_2 / f_4 < -0.2 & \dots (7) \\ 0.2 < DL_3 / DG_3 < 0.5 & \dots (8) \\ 0.5 < \beta_{4t} / \beta_{4w} < 2.0 & \dots (9) \\ 2.0 < \beta_{2t} / \beta_{2w} < 6.0 & \dots (10) \end{aligned}$$

30

なる条件式のうち1以上を満足するのが良い。

【0088】

条件式(4)は全系を小型にしつつ広画角かつ高ズーム比にするために、変倍に寄与する第2レンズ群L2の焦点距離 f_2 と広角端における全系の焦点距離 f_w との比を適切に定めたものである。

【0089】

条件式(4)の下限を超えて第2レンズ群L2の負の焦点距離 f_2 が広角端における全系の焦点距離 f_w に比べて大きくなると、前玉有効径を縮小すること、および広画角化するのが困難になる。またズーム中間域において非点収差を補正するのが困難になる。さらに高倍化に伴う第2レンズ群L2の移動量が大きくなるため、全長が長くなり小型化が困難になる。

40

【0090】

逆に条件式(4)の上限を超えて第2レンズ群L2の負の焦点距離 f_2 が広角端における全系の焦点距離 f_w に比べて小さくなると、ズーム中間域においてコマ収差および像面変動を補正するのが困難になる。また、第2レンズ群L2が偏芯したときの光学性能の劣化に対する敏感度が高くなり、組み立てが困難になってくる。

【0091】

条件式(5)は全系を小型化しつつ高ズーム比化を図るために、望遠端において無限遠物体に合焦しているときの第2レンズ群L2、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4の相対的な位置関係を適切に定めたものである。

50

【0092】

又条件式(5)は望遠端におけるレンズ全長の短縮化および、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の物理的干渉および光学性能の劣化を防止するためのものである。

【0093】

条件式(5)の下限を超えると第3レンズ群L3と第4レンズ群L4とのレンズ間隔DT34が第2レンズ群L2と第3レンズ群L3とのレンズ群間隔DT23に比べて大きくなる。

【0094】

このため、望遠端におけるレンズ全長が大きくなり、全系の小型化が困難になる。また、第2レンズ群L2および第3レンズ群L3が物理的に干渉しやすくなる。また、第4レンズ群L4でフォーカシングする場合、第4レンズ群L4のフォーカス敏感度が小さくなる。このため、レンズの間隔などによる誤差をフォーカシングで吸収する量が多くなり、フォーカシングのための余裕量を多く必要とし、全系が大型化してくる。また、誤差吸収による第4レンズ群L4の位置の移動による光学性能が大きく劣化してくる。

10

【0095】

ここでフォーカス敏感度とは第4レンズ群L4を単位量FD(例えば1mm)移動させたときの像点(ピント位置)の変移量FDaとの比、FDa/FDである。

【0096】

逆に条件式(5)の上限を超えると第4レンズ群L4と像面との距離が長くなり、全系を小型化しつつ、高いズーム比を実現することが困難となる。また、前玉有効径の縮小が困難となり、全系が大型化してくる。

20

【0097】

条件式(6)は全系を小型化しつつ高いズーム比を得るために、変倍に寄与する第3レンズ群L3の焦点距離f3および第4レンズ群L4の焦点距離f4の比を適切に定めたものである。

【0098】

条件式(6)の下限を超えて第3レンズ群L3の焦点距離f3が小さくなると、特に望遠端において第4レンズ群L4のフォーカシングに伴うストロークが大きくなるため、レンズ全長が増大してくる。また第3レンズ群L3の屈折力が大きくなるため、球面収差やコマ収差の補正が困難になる。

30

【0099】

また、第3レンズ群L3の焦点距離f3が小さくなると、望遠端において第4レンズ群L4でフォーカシングした際に第4レンズ群L4に入る光線の角度変動が大きくなり、距離変動による光学性能の変動が大きくなるため好ましくない。

【0100】

さらに、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させて防振を行う場合、第3レンズ群L3の防振に対する敏感度が低くなる。このため、第3レンズ群L3の防振時における移動量が大きくなり、全系が大型化してくる。

【0101】

逆に上限を超えて第3レンズ群L3の焦点距離f3が大きくなると第3レンズ群L3の変倍分担比が小さくなるため、高倍化が困難になる。また、球面収差、コマ収差の補正が困難になる。

40

【0102】

さらに第4レンズ群L4の焦点距離f4が小さくなると、撮像面に入る光線の入射角がズームングによって大きく変動し、色シェーディングが増大するため良くない。

【0103】

条件式(7)は全系を小型にしつつ高ズーム比化するために、変倍に寄与する第2レンズ群L2の焦点距離f2と第4レンズ群L4の焦点距離f4の比を適切に定めたものである。

【0104】

50

条件式(7)の下限を超えて第2レンズ群L2の焦点距離 f_2 が第4レンズ群L4の焦点距離 f_4 に比べて大きくなると、前玉有効径の縮小および広画角化が困難になる。また、フォーカシングによる光学性能の劣化が大きくなる。また、ズーム中間域において非点収差の補正が困難になる。さらに、高倍化に伴う第2レンズ群の移動量が大きくなるため、レンズ全長が長くなり小型化が困難になる。

【0105】

逆に上限を超えて第2レンズ群L2の焦点距離 f_2 が第4レンズ群L4の焦点距離 f_4 に比べて小さくなると、ズーム中間域においてコマ収差および像面変動の補正が困難になる。また、第2レンズ群L2の偏芯に対する光学性能の劣化との比である敏感度が高くなり、組み立てが困難となる。さらに、第4レンズ群L4のフォーカシングによる移動量が大きくなり、レンズ全長が増大してくるので良くない。

10

【0106】

条件式(8)は、全系を小型化しつつ、ズーム比を大きくしたときに、ズーム全域に渡って良好な光学性能を得るために第3レンズ群中のレンズ間隔を適切に定めたものである。

【0107】

条件式(8)の下限を超えて第3レンズ群L3中で空気間隔が最大となるレンズ間隔 D_{L3} が第3レンズ群L3の全体の厚み D_{G3} に比べて小さくなると主に非点収差の補正が困難になる。

【0108】

逆に条件式(8)の上限を超えて第3レンズ群L3中で空気間隔が最大となるレンズ間隔 D_{L3} が第3レンズ群L3の全体の厚み D_{G3} に比べて大きくなると第3レンズ群L3の厚みが大きくなりすぎて、レンズ全長が増大してくる。さらにレンズ同士が離れることで位置決め精度が厳しくなり、組み立てが困難になる。

20

【0109】

条件式(9)は全系が小型でかつ高いズーム比を得るために広角端および望遠端における第4レンズ群L4の横倍率 β_{4w} 、 β_{4t} を適切に定めたものである。

【0110】

条件式(9)の下限値を超えて望遠端において第4レンズ群L4の横倍率 β_{4t} が小さくなりすぎると第4レンズ群L4でフォーカシングした際の敏感度が小さくなり、第4レンズ群L4の移動量が増えるため全長が大きくなっていく。

30

【0111】

逆に条件式(9)の上限値を超えて望遠端において第4レンズ群L4の横倍率 β_{4t} が大きくなると全長を短く保ったまま高ズーム比化するのが困難となる。またフォーカシングした際の光学性能の変動も大きくなっていく。また、撮像面に入る光線の入射角がズームイングによって大きく変動し、色シェーディングが増大するため良くない。

【0112】

条件式(10)は全系が小型でかつ高いズーム比を得るために広角端および望遠端において第2レンズ群の横倍率 β_{2w} 、 β_{2t} を適切に定めたものである。

【0113】

条件式(10)の下限値を超えて望遠端において第2レンズ群L2の横倍率 β_{2t} が小さくなりすぎるとコマ収差および像面変動の補正が困難になる。また、前玉有効径が増大してくる。

40

【0114】

逆に条件式(10)の上限値を超えて望遠端において第2レンズ群L2の横倍率 β_{2t} が大きくなりすぎるとズームングに際して第2レンズ群の物体側への移動量が大きくなる。このため、全長が増大し、大型化してくるので良くない。

【0115】

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(4)～(10)の数値範囲を次の如く設定するの

50

が好ましい。

【0116】

$$\begin{aligned} -2.0 < f_2 / f_w < -1.0 & \dots (4a) \\ 0.001 < DT_{23} / DT_{34} < 0.070 & \dots (5a) \\ 0.15 < f_3 / f_4 < 0.70 & \dots (6a) \\ -0.45 < f_2 / f_4 < -0.2 & \dots (7a) \\ 0.22 < DL_3 / DG_3 < 0.44 & \dots (8a) \\ 0.7 < \beta_{4t} / \beta_{4w} < 1.8 & \dots (9a) \\ 2.2 < \beta_{2t} / \beta_{2w} < 5.8 & \dots (10a) \end{aligned}$$

各実施例において、更に好ましくは各実施例の第1レンズ群は物体側から像側へ順に負、正、正レンズの3枚のレンズから構成するのが良い。

10

【0117】

これによれば、主に望遠端において球面収差と、色収差を良好に補正するのが容易となる。

【0118】

又、好ましくは各実施例の第3レンズ群L3は物体側から順に正、負レンズを含む構成にするのが良い。

【0119】

これにより、主に望遠端において球面収差とズーム全域におけるコマ収差および非点収差を良好に補正するのが容易となる。さらに第3レンズ群中の前側主点を前に出すことで高ズーム比化が容易になる。

20

【0120】

さらに好ましくは第3レンズ群L3は少なくとも2枚の正レンズと1枚の負レンズを含む構成にするのが良い。

【0121】

これによれず、主にズーム全域においてコマ収差を良好に補正することが容易となる。さらに好ましくは第4レンズ群L4は正レンズまたは正レンズと負レンズの貼りあわせた接合レンズからなる構成にするのが良い。

【0122】

これによれば、全系の小型化を図り、第4レンズ群L4でフォーカシングする際に高速化が容易となる。

30

【0123】

以上のように各実施例によれば、ズーム全域で高い光学性能を維持しつつ、広画角かつ高変倍比で前玉径および全長の短い小型なズームレンズを達成することができる。

【0124】

次に、本発明の実施例1～6に各々対応する数値実施例1～6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、 r_i は第i番目の光学面(第i面)の曲率半径、 d_i は第i面と第i+1面との間の間隔、 n_{di} と v_{di} 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。

【0125】

またkを離心率、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 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、非球面形状は、

$$x = \left(\frac{h^2}{R} \right) / \left[1 + \left[1 - (1+k) \left(\frac{h}{R} \right)^2 \right]^{1/2} \right] + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10}$$

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-Z」を意味する。

【0126】

BFは空気換算でのバックフォーカスである。

【0127】

40

50

数値実施例において最後の２つの面は、フィルター、フェースプレート等の光学ブロックの面である。

【 0 1 2 8 】

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 1 2 9 】

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	v d	
1	48.562	1.20	1.84666	23.9	10
2	24.861	4.20	1.48749	70.2	
3	-322.030	0.20			
4	22.336	2.80	1.77250	49.6	
5	70.138	(可変)			
6*	220.348	1.10	1.85960	40.4	
7*	5.055	3.60			
8	-11.343	0.65	1.58313	59.4	
9	259.998	0.20			
10	18.720	1.60	1.92286	18.9	
11	-103.908	(可変)			20
12*	8.606	2.00	1.68540	52.3	
13	-88.984	1.30			
14(絞り)	∞	1.91			
15	20.814	0.70	1.92286	18.9	
16	7.381	0.50			
17	17.325	1.60	1.51742	52.4	
18	-17.325	(可変)			
19*	16.501	2.10	1.68540	52.3	
20	-34.252	0.65	1.92286	18.9	
21	-101.656	(可変)			30
像面	∞				

非球面データ

第6面

K = -4.36817e+003 A 4= 7.84461e-005 A 6= -1.11803e-006 A 8= 4.37742e-009

第7面

K = -7.53573e-001 A 4= 3.38148e-004 A 6= 1.09789e-005 A 8= 5.57043e-008

第12面

K = 3.10477e+000 A 4= -8.34539e-004 A 6= -3.11372e-005 A 8= 1.83787e-006
A10= -2.66664e-007

第19面

K = 5.97792e+000 A 4= -1.62077e-004 A 6= -2.19872e-008 A 8= -1.24320e-007

各種データ

ズーム比 10.31

焦点距離 5.11 19.63 52.65 41.09 7.52 50

Fナンバー	3.39	4.60	5.84	5.15	3.87
画角	37.18	11.17	4.21	5.39	27.28
像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	52.30	60.93	72.25	70.14	50.88
BF	8.17	13.23	4.84	8.90	10.12

d 5	0.70	12.62	20.31	19.25	2.04
d11	14.38	2.43	1.20	1.00	8.52
d18	2.75	6.35	19.59	14.68	3.90
d21	7.01	12.07	3.68	7.74	8.96
d23	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

10

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	35.24
2	6	-6.72
3	12	13.68
4	19	23.01

【 0 1 3 0 】

20

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	v d
1	56.442	1.20	1.84666	23.9
2	30.613	4.50	1.48749	70.2
3	-145.984	0.20		
4	24.934	2.80	1.69680	55.5
5	69.079	(可変)		
6*	55.305	1.55	1.84862	40.0
7*	5.338	3.40		
8	-12.484	0.60	1.77250	49.6
9	54.683	0.20		
10	16.904	1.50	1.92286	18.9
11	-95.759	(可変)		
12*	9.832	1.80	1.76753	49.3
13	-125.855	1.00		
14(絞り)	∞	1.50		
15	16.189	0.70	1.94595	18.0
16	8.072	0.58		
17	48.328	1.60	1.48749	70.2
18	-13.136	(可変)		
19*	15.762	2.50	1.58313	59.4
20	-23.313	0.60	1.84666	23.9
21	-76.868	(可変)		
像面	∞			

30

40

非球面データ

第6面

K = 0.00000e+000 A 8=-2.71167e-008 A10= 2.91406e-010

50

第7面

K = -1.29019e+000 A 4= 9.02395e-004 A 6= 1.36547e-005 A 8=-1.79305e-008

第12面

K = -1.65091e+000 A 4= 1.15345e-005 A 6= 4.90350e-006 A 8=-5.77855e-007
A10= 2.46059e-008

第19面

K = -8.33205e+000 A 4= 2.53126e-004 A 6=-1.28096e-006

10

各種データ

ズーム比 11.43

焦点距離	5.12	20.92	58.56	46.77	8.98
Fナンバー	3.50	4.56	5.51	5.14	3.93
画角	35.69	10.49	3.79	4.74	23.35
像高	3.68	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	56.59	66.32	77.41	75.50	57.95
BF	6.34	12.79	7.75	10.30	9.24

20

d 5	0.75	15.61	23.99	22.79	6.22
d11	16.78	3.93	0.67	1.21	9.63
d18	6.47	7.75	18.76	14.97	6.62
d21	5.18	11.64	6.59	9.14	8.08
d23	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	40.49
2	6	-6.65
3	12	13.30
4	19	27.30

30

【 0 1 3 1 】

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	v d
1	46.100	1.20	1.84666	23.9
2	24.294	4.10	1.48749	70.2
3	-533.604	0.20		
4	23.154	2.80	1.77250	49.6
5	78.257	(可変)		
6*	137.194	1.10	1.85960	40.4
7*	4.989	3.50		
8	-11.597	0.65	1.60311	60.6
9	113.625	0.20		
10	17.794	1.60	1.92286	18.9
11	-128.482	(可変)		

40

50

12(絞り)	∞	0.50		
13*	8.505	2.00	1.68540	52.3
14	-88.984	3.13		
15	18.584	0.70	1.92286	18.9
16	7.186	0.50		
17	16.972	1.50	1.51742	52.4
18	-21.703	(可変)		
19*	16.149	2.40	1.68540	52.3
20	-25.089	0.60	1.92286	18.9
21	-54.039	(可変)		
像面	∞			

10

非球面データ

第6面

K = 1.44609e+001 A 4= 3.70710e-005 A 6=-1.29006e-006 A 8= 9.45173e-009

第7面

K = -6.46572e-001 A 4= 2.80717e-004 A 6= 7.91116e-006 A 8=-2.52287e-008

第13面

K = 3.41865e+000 A 4=-9.21812e-004 A 6=-3.48871e-005 A 8= 1.25417e-006
A10=-2.66664e-007

20

第19面

K = 4.70183e+000 A 4=-1.49494e-004 A 6= 1.35226e-007 A 8=-8.47311e-008

各種データ

ズーム比 10.30

焦点距離	5.11	16.20	52.65	37.05	7.45
Fナンバー	3.39	4.16	5.35	4.65	3.74
画角	37.17	13.45	4.21	5.97	27.49
像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	52.42	60.03	73.59	70.77	50.71
BF	7.78	12.76	6.67	10.40	10.08

30

d 5	0.70	10.97	20.82	19.01	1.68
d11	13.60	2.86	0.50	0.76	7.66
d18	3.65	6.76	18.92	13.92	4.61
d21	6.49	11.47	5.38	9.10	8.79
d23	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

40

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	35.49
2	6	-6.53
3	12	13.75
4	19	20.24

50

【 0 1 3 2 】

単位 mm

面 データ

面 番 号	r	d	nd	v d	
1	47.493	1.20	1.84666	23.9	
2	24.370	4.20	1.48749	70.2	
3	-261.849	0.20			
4	22.346	2.80	1.77250	49.6	
5	72.489	(可変)			10
6*	179.521	1.20	1.85960	40.4	
7*	5.066	3.60			
8	-10.829	0.65	1.58313	59.4	
9	102.210	0.20			
10	18.849	1.60	1.92286	18.9	
11	-88.665	(可変)			
12*	8.613	2.00	1.68540	52.3	
13	-88.984	1.30			
14(絞り)	∞	1.90			
15	19.090	0.70	1.92286	18.9	20
16	7.413	0.50			
17	20.593	1.60	1.51742	52.4	
18	-20.593	(可変)			
19*	16.542	2.10	1.68540	52.3	
20	-26.247	0.65	1.92286	18.9	
21	-66.702	(可変)			
22	-124.575	1.30	1.51633	64.1	
23	-54.482	(可変)			
像 面	∞				30

非球面データ

第6面

K = -2.60799e+003 A 4= 8.89173e-005 A 6= -1.21653e-006 A 8= 4.09157e-009

第7面

K = -6.60842e-001 A 4= 2.98790e-004 A 6= 1.11252e-005 A 8= 1.10444e-007

第12面

K = 3.13668e+000 A 4= -8.35642e-004 A 6= -3.08920e-005 A 8= 1.76517e-006
A10= -2.66664e-007

第19面

K = 5.36390e+000 A 4= -1.54107e-004 A 6= 6.45448e-008 A 8= -9.79706e-008

各種データ

ズーム比 10.31

焦点距離	5.11	19.80	52.65	41.71	7.44	
Fナンバー	3.39	4.66	5.14	4.83	3.89	
画角	37.20	11.07	4.21	5.31	27.51	50

像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	52.28	61.29	71.68	69.83	51.07
BF	5.71	5.71	5.71	5.71	5.71

d 5	0.70	12.17	20.41	19.15	1.78
d11	13.83	2.31	0.51	0.50	8.32
d18	1.81	4.82	15.79	11.83	2.82
d21	2.53	8.57	1.55	4.94	4.73
d23	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55
d25	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	34.33
2	6	-6.47
3	12	14.13
4	19	21.82
5	22	186.36

【 0 1 3 3 】

20

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	v d
1	35.420	1.20	1.80518	25.4
2	23.694	4.60	1.48749	70.2
3	101.691	0.20		
4	27.989	3.00	1.69680	55.5
5	70.601	(可変)		
6*	424.632	1.10	1.85960	40.4
7*	5.051	4.18		
8	-11.688	0.80	1.69680	55.5
9	-34.798	0.20		
10	27.287	1.80	1.92286	18.9
11	-52.859	(可変)		
12(絞り)	∞	-0.20		
13*	8.560	2.50	1.68540	52.3
14	-45.840	2.77		
15	24.534	0.76	1.92286	18.9
16	6.941	0.50		
17	13.835	1.70	1.69680	55.5
18	-23.089	(可変)		
19*	18.124	2.20	1.69350	53.2
20	-160.163	(可変)		
像面	∞			

30

40

非球面データ

第6面

K = -4.49652e+004 A 4= 1.06321e-004 A 6= -1.55003e-006 A 8= 7.91875e-009

50

第7面

K = -7.34115e-001 A 4= 1.12003e-004 A 6= 1.23574e-005 A 8=-1.69913e-007

第13面

K = 2.96284e+000 A 4=-8.34192e-004 A 6=-2.80046e-005 A 8= 1.68691e-006
A10=-2.66664e-007

第19面

K = 9.10560e+000 A 4=-2.73974e-004 A 6= 4.44006e-006 A 8=-2.70039e-007

各種データ

ズーム比 8.01

焦点距離	4.38	7.62	35.10	18.33	5.86
Fナンバー	3.40	3.90	5.85	5.18	3.55
画角	41.50	26.96	6.30	11.94	33.46
像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	53.81	53.20	74.81	67.30	50.90
BF	4.65	6.04	2.26	3.38	6.22

d 5	0.80	5.31	25.65	17.75	2.56
d11	16.01	7.52	0.98	3.67	9.99
d18	5.05	7.03	18.62	15.19	4.82
d20	3.49	4.88	1.10	2.22	5.06
d22	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	50.53
2	6	-7.47
3	12	12.08
4	19	23.60

【 0 1 3 4 】

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	v d
1	35.154	1.20	1.80518	25.4
2	23.910	4.60	1.48749	70.2
3	104.921	0.20		
4	28.022	3.00	1.69680	55.5
5	66.714	(可変)		
6*	141.854	1.10	1.85960	40.4
7*	5.066	4.36		
8	-11.688	0.80	1.69680	55.5
9	-36.194	0.20		
10	28.062	1.80	1.92286	18.9
11	-55.338	(可変)		
12(絞り)	∞	-0.20		

13*	8.903	2.50	1.68540	52.3
14	-41.123	3.02		
15	23.473	0.76	1.92286	18.9
16	6.940	0.50		
17	12.648	1.70	1.69680	55.5
18	-32.555	(可変)		
19*	16.307	2.20	1.68540	52.3
20	-44.972	(可変)		
21	-91.464	0.60	1.69680	55.5
22	92.915	(可変)		
像面	∞			

10

非球面データ

第6面

K = -1.46574e+003 A 4= 8.10927e-005 A 6= -1.03070e-006 A 8= 4.68000e-009

第7面

K = -7.21778e-001 A 4= 9.68862e-005 A 6= 9.30949e-006 A 8= -7.11366e-008

第13面

K = 2.92555e+000 A 4= -7.37954e-004 A 6= -2.56766e-005 A 8= 2.18221e-006 A10= -2.66664e-007

20

第19面

K = 5.79008e+000 A 4= -2.56772e-004 A 6= 4.16766e-006 A 8= -1.99073e-007

各種データ

ズーム比 8.04

焦点距離	4.37	7.69	35.10	18.50	5.95
Fナンバー	3.40	3.91	5.69	5.14	3.60
画角	41.58	26.73	6.30	11.83	33.06
像高	3.88	3.88	3.88	3.88	3.88
レンズ全長	55.70	54.78	76.69	68.92	52.62
BF	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71

30

d 5	0.80	5.19	25.68	17.73	2.39
d11	17.08	7.98	0.97	3.86	10.58
d18	5.66	8.26	18.35	15.41	6.37
d20	1.10	2.29	0.64	0.85	2.23
d22	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55
d24	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

40

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	50.84
2	6	-7.47
3	12	12.37
4	19	17.72
5	21	-66.06

50

【 0 1 3 5 】

【 表 1 】

表 1

	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 $0<DT23/DT12<0.06$	0.059	0.028	0.048	0.025	0.030	0.030
② $6.5<f1/fw<30$	6.898	7.904	6.944	6.724	11.539	11.638
③ $-0.75<f2/f3<-0.1$	-0.492	-0.500	-0.475	-0.458	-0.618	-0.604
④ $-2.5<f2/fw<-1$	-1.316	-1.298	-1.277	-1.267	-1.706	-1.711
⑤ $0<DT23/(DT34<0.08$	0.061	0.036	0.053	0.033	0.042	0.042
⑥ $0.1<f3/f4<0.8$	0.594	0.487	0.679	0.647	0.512	0.698
⑦ $-0.5<f2/f4<-0.2$	-0.292	-0.244	-0.322	-0.296	-0.317	-0.422
⑧ $0.2<DL3/DG3<0.5$	0.401	0.348	0.400	0.400	0.337	0.356
⑨ $0.5<\beta 4t/\beta 4w<2.0$	1.209	0.926	1.101	1.087	1.134	1.037
⑩ $2.0<\beta 2t/\beta 2w<6.0$	4.782	5.005	5.061	5.643	2.936	2.998

10

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 2 5 を用いて説明する。

【 0 1 3 6 】

図 2 5 において、2 0 はカメラ本体、2 1 は実施例 1 ~ 5 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 2 1 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。2 3 は固体撮像素子 2 2 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。2 4 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 2 2 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。

20

【 0 1 3 7 】

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 】

【 0 1 3 8 】

30

【 図 1 】 本発明の実施例 1 の広角端におけるレンズ断面図

【 図 2 】 本発明の実施例 1 に対応する数値実施例 1 の広角端の収差図

【 図 3 】 本発明の実施例 1 に対応する数値実施例 1 の中間のズーム位置の収差図

【 図 4 】 本発明の実施例 1 に対応する数値実施例 1 の望遠端の収差図

【 図 5 】 本発明の実施例 2 の広角端におけるレンズ断面図

【 図 6 】 本発明の実施例 2 に対応する数値実施例 2 の広角端の収差図

【 図 7 】 本発明の実施例 2 に対応する数値実施例 2 の中間のズーム位置の収差図

【 図 8 】 本発明の実施例 2 に対応する数値実施例 2 の望遠端の収差図

【 図 9 】 本発明の実施例 3 の広角端におけるレンズ断面図

【 図 1 0 】 本発明の実施例 3 に対応する数値実施例 3 の広角端の収差図

40

【 図 1 1 】 本発明の実施例 3 に対応する数値実施例 3 の中間のズーム位置の収差図

【 図 1 2 】 本発明の実施例 3 に対応する数値実施例 3 の望遠端の収差図

【 図 1 3 】 本発明の実施例 4 の広角端におけるレンズ断面図

【 図 1 4 】 本発明の実施例 4 に対応する数値実施例 4 の広角端の収差図

【 図 1 5 】 本発明の実施例 4 に対応する数値実施例 4 の中間のズーム位置の収差図

【 図 1 6 】 本発明の実施例 4 に対応する数値実施例 4 の望遠端の収差図

【 図 1 7 】 本発明の実施例 5 の広角端におけるレンズ断面図

【 図 1 8 】 本発明の実施例 5 に対応する数値実施例 5 の広角端の収差図

【 図 1 9 】 本発明の実施例 5 に対応する数値実施例 5 の中間のズーム位置の収差図

【 図 2 0 】 本発明の実施例 5 に対応する数値実施例 5 の望遠端の収差図

50

【図 2 1】本発明の実施例 6 の広角端におけるレンズ断面図

【図 2 2】本発明の実施例 6 に対応する数値実施例 6 の広角端の収差図

【図 2 3】本発明の実施例 6 に対応する数値実施例 6 の中間のズーム位置の収差図

【図 2 4】本発明の実施例 6 に対応する数値実施例 6 の望遠端の収差図

【図 2 5】本発明の撮像装置の概略図

【符号の説明】

【 0 1 3 9 】

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

d d 線

g g 線

ΔM メリディオナル像面

ΔS サジタル像面

S P 絞り

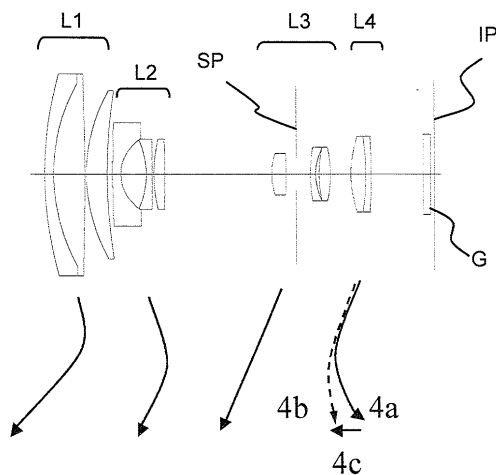
G C C D のフォースプレートやローパスフィルター等のガラスブロック

ω 半画角

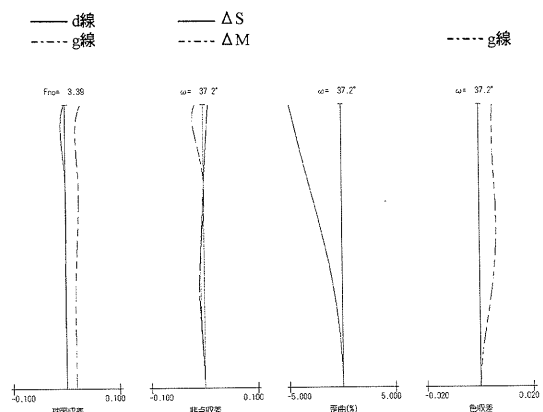
F n o F ナンバー

10

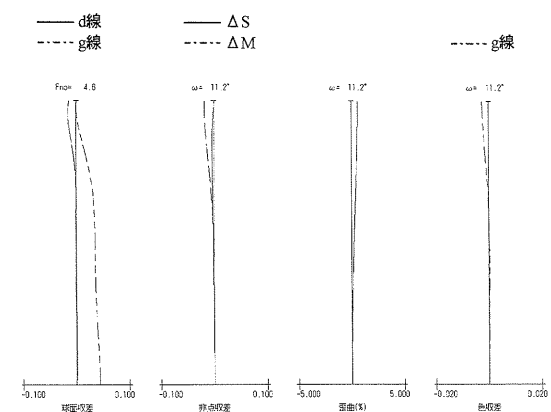
【図 1】



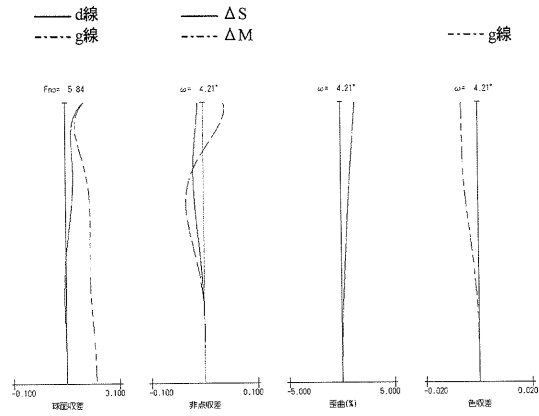
【図 2】



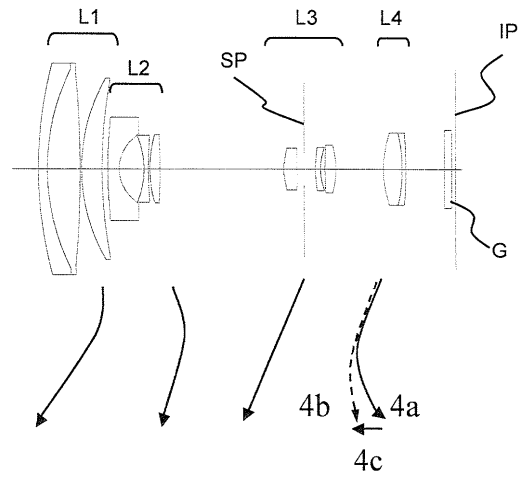
【図 3】



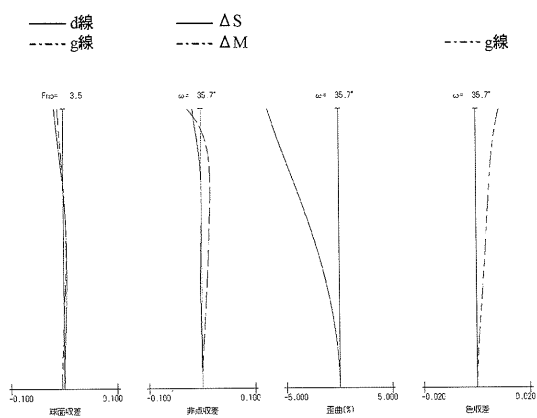
【図 4】



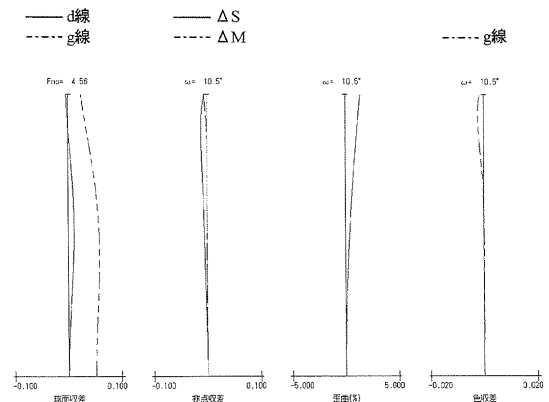
【図 5】



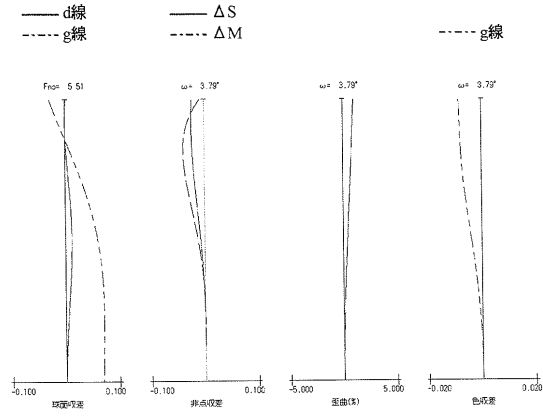
【図 6】



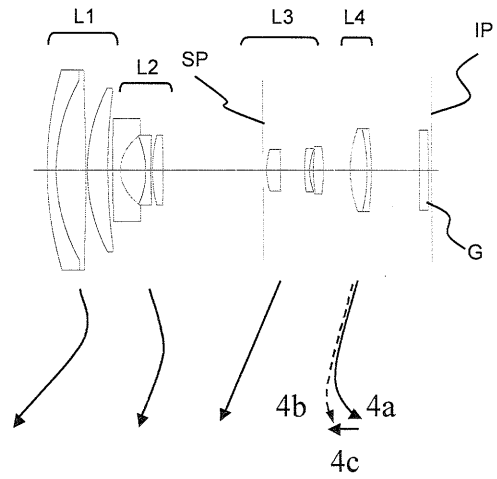
【図 7】



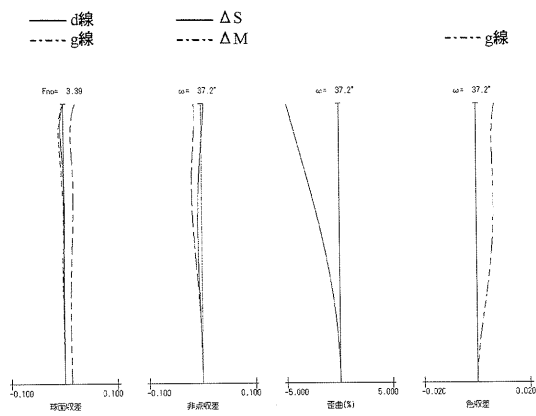
【図 8】



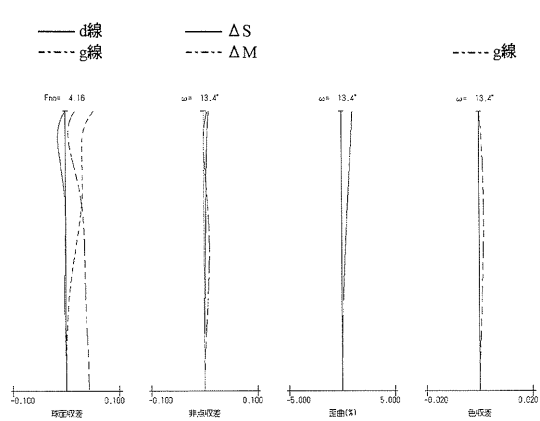
【図 9】



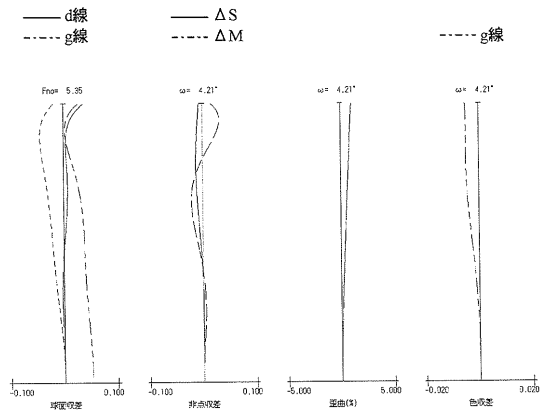
【図 10】



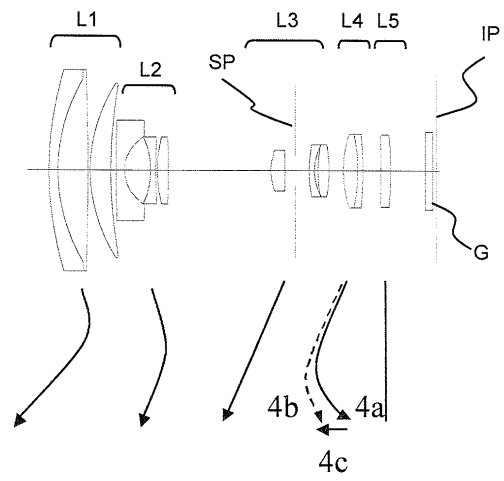
【図 11】



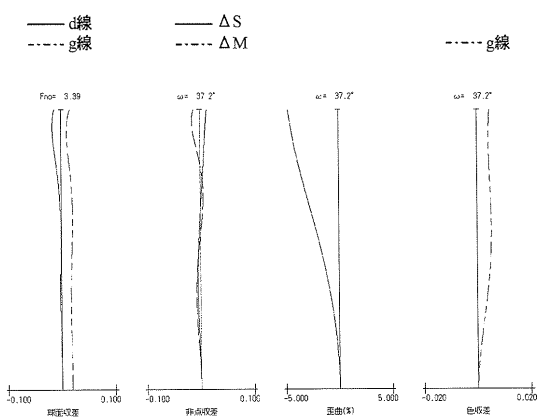
【図 1 2】



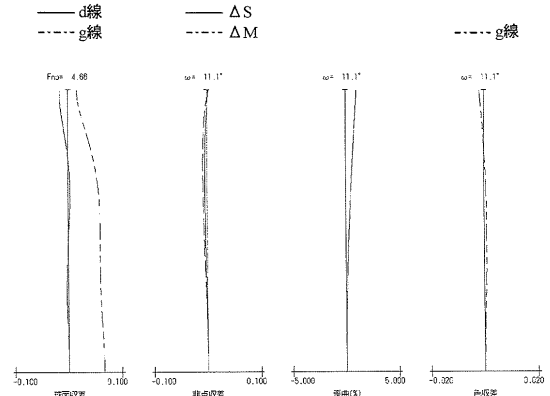
【図 1 3】



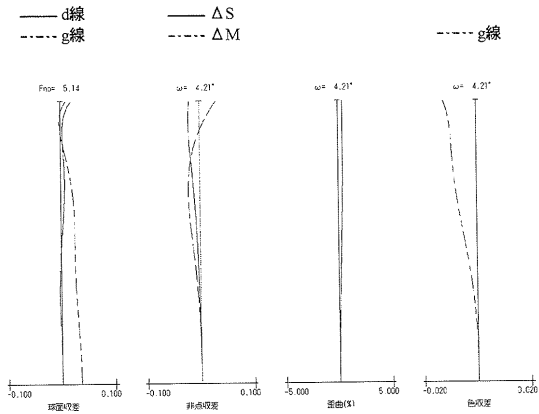
【図 1 4】



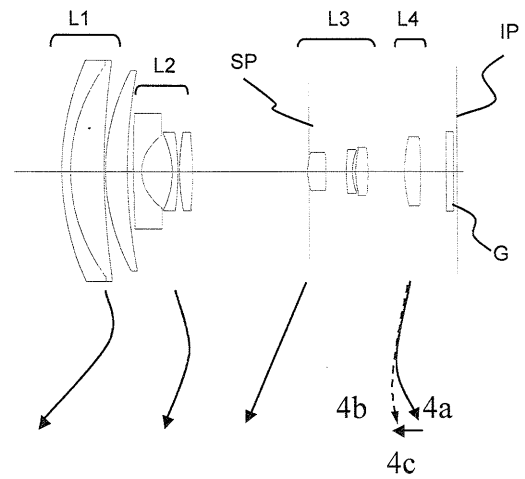
【図 1 5】



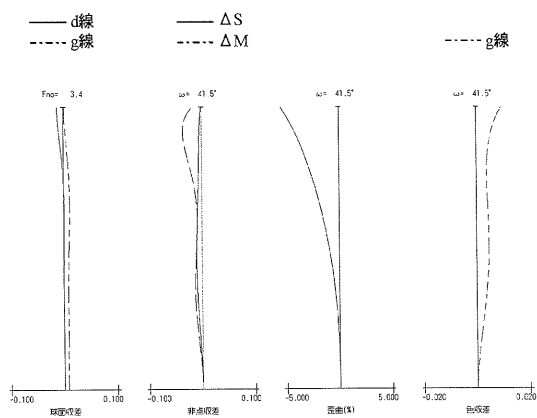
【図 16】



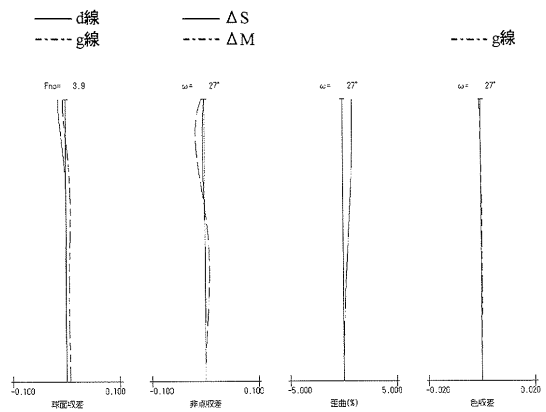
【図 17】



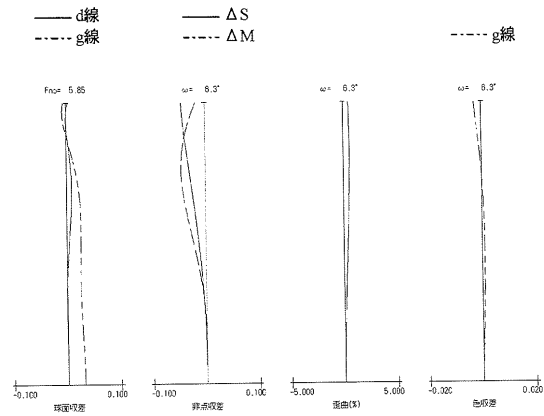
【図 18】



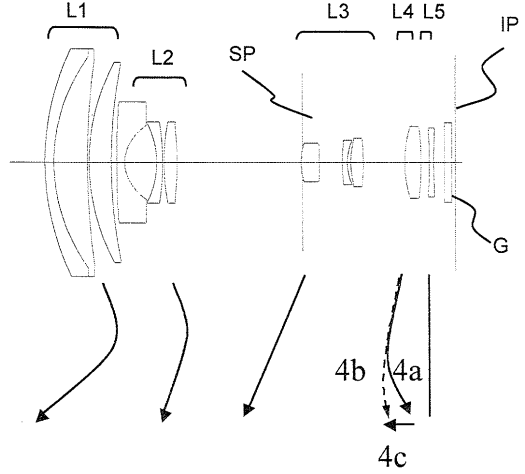
【図 19】



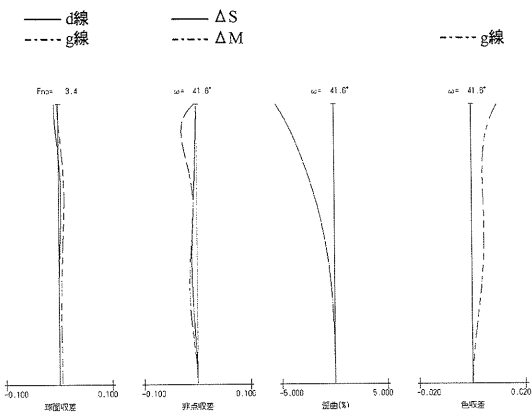
【図 20】



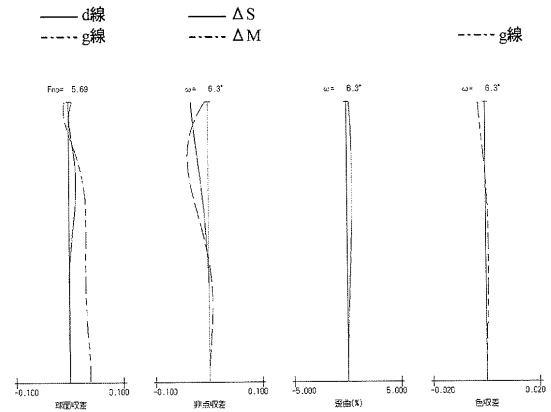
【図 21】



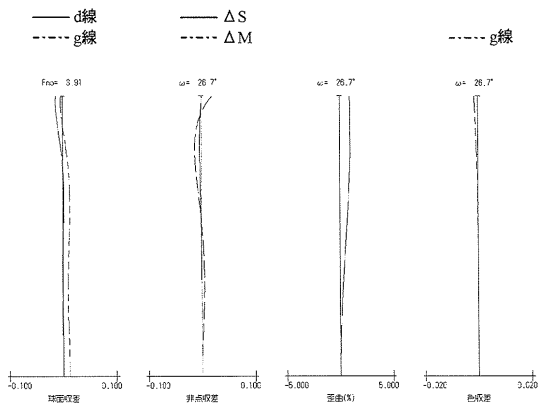
【図 22】



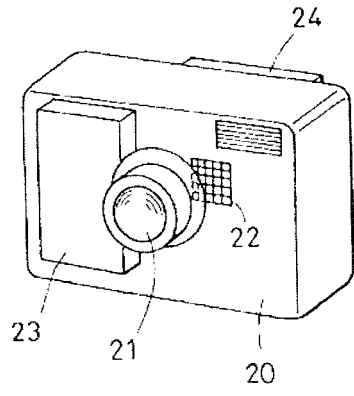
【図 24】



【図 23】



【図 25】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA01 LA01 MA15 PA09 PA10 PA19 PB11 PB12 QA02 QA07
QA17 QA21 QA25 QA32 QA37 QA41 QA42 QA45 RA05 RA12
RA36 RA42 RA43 SA23 SA27 SA29 SA32 SA43 SA47 SA49
SA52 SA55 SA62 SA63 SA64 SA65 SA76 SB04 SB14 SB33
SB42