

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4971632号
(P4971632)

(45) 発行日 平成24年7月11日(2012.7.11)

(24) 登録日 平成24年4月13日(2012.4.13)

(51) Int.CI.

G02B 15/20 (2006.01)

F 1

G02B 15/20

請求項の数 9 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2005-378710 (P2005-378710)
 (22) 出願日 平成17年12月28日 (2005.12.28)
 (65) 公開番号 特開2007-178825 (P2007-178825A)
 (43) 公開日 平成19年7月12日 (2007.7.12)
 審査請求日 平成20年12月4日 (2008.12.4)

(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 木村 友紀
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内

審査官 森内 正明

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レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、正の屈折力の第3レンズ群と、正の屈折力の第4レンズ群より構成されるズームレンズであって、広角端に比べて望遠端において、前記第1レンズ群は物体側に位置し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔は大きくなり、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔は小さくなり、ズーミングに際して前記第4レンズ群は物体側に凸形状の軌跡で移動し、フォーカシングに際して前記第4レンズ群が移動し、前記第1レンズ群は、物体側より像側へ順に、負レンズG11、正レンズG12、正レンズG13から構成され、前記正レンズG12の材料のアッペ数を d2、前記正レンズG13の材料のアッペ数を d3、前記負レンズG11と前記正レンズG12の合成焦点距離を f1a、前記正レンズG13の焦点距離を f1bとするとき、

$$70 < d3$$

$$0 < d3 - d2 < 30 . 0$$

$$2 . 0 < f1a / f1b < 20 . 0$$

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 2】

前記正レンズG13の材料の部分分散比を gFとするとき、
 $0 . 52 < gF$
 なる条件を満足することを特徴とする請求項1のズームレンズ。

【請求項 3】

前記負レンズG11と前記正レンズG12は接合されていることを特徴とする請求項1又は2に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記正レンズG13の物体側と像側の面の曲率半径を各々R31、R32とするとき、

$$1.0 < (R31 + R32) / (R32 - R31) < 2.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1から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2レンズ群は、2枚の負レンズと1枚の正レンズで構成され、各レンズは光軸上で間隔を空けて配置されていることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載のズームレンズ。 10

【請求項 6】

ズーミングに際し、前記第3レンズ群とは異なる軌跡で移動する開口絞りを有することを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】

広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第1レンズ群は物体側へ移動し、前記第2レンズ群は像側へ移動し、前記第3レンズ群は物体側へ凸形状の軌跡で移動することを特徴とする請求項1から6のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

固体撮像素子に像を形成することを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載のズームレンズ。 20

【請求項 9】

請求項1から8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す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、スチルカメラ、ビデオカメラ、銀塩写真用カメラそして電子スチルカメラなどに好適なズームレンズ及びそれを有する撮像装置に関するものである。 30

【背景技術】**【0002】**

最近、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等の撮像装置では、画素数の多い（高画素の）固体撮像素子が多く使用されている。それに伴い、それらの撮像装置に用いる光学系には高性能のズームレンズが求められている。

【0003】

特に高画素の固体撮像素子用のズームレンズには単色の諸収差の補正のみならず、広い波長域での色収差の補正を行なうことが要望されている。

【0004】

一般に高ズーム比のズームレンズでは望遠側のズーム位置の焦点距離が長いと、色収差については一次の色消しに加え、二次スペクトルの低減が重要になってくる。 40

【0005】

10倍程度以上の高ズーム比を得るのに適したズームレンズとして、最も物体側のレンズ群を正の屈折力のレンズ群としたポジティブリード型のズームレンズがある。

【0006】

このうち、物体側より像側へ順に正、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がある。

【0007】

この4群ズームレンズにおいて第1レンズ群に異常分散材料（以上分散性を有する材料）より成るレンズを用いて色収差を補正したズームレンズが知られている（例えば特許文 50

献 1 ~ 7)。

【 0 0 0 8 】

特許文献 1 ~ 7 のうち、例えば特許文献 6 では、ズーミングに際して、4 つのレンズ群が移動する 4 群ズームタイプにおいて、第 1 レンズ群の最も像側の第 3 レンズに異常分散性のガラスより成るレンズを使用した実施例を開示している。

【 0 0 0 9 】

また物体側より像側へ順に、正、負、正、正の屈折力のレンズ群より成る 5 群構成のズームレンズがある。この 5 群ズームレンズにおいて異常分散材料より成るレンズを用いて色収差を補正したズームレンズが知られている（例えば特許文献 9 ）。

【 0 0 1 0 】

特許文献 8 では、ズーミングに際して、第 1 レンズ群から第 4 レンズ群が移動し、フォーカスに際して第 5 レンズ群を移動させるズームタイプにおいて、第 1 レンズ群の最も像側の第 3 レンズに異常分散性のガラスより成るレンズを使用した実施例を開示している。

【 0 0 1 1 】

また物体側より像側へ順に正、負、正、負、正の屈折力のレンズ群より成る 5 群構成のズームレンズがある。この 5 群ズームレンズにおいて異常分散材料より成るレンズを用いて色収差を補正したズームレンズが知られている（例えば特許文献 9 ）。

【 0 0 1 2 】

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ブレを補正したものが知られている。

【特許文献 1】特許第 3097399 号

【特許文献 2】特開 2002 - 062478 号公報

【特許文献 3】特開 2002 - 098895 号公報

【特許文献 4】特許第 3391342 号

【特許文献 5】特開 2003 - 295059 号公報

【特許文献 6】特開 2004 - 212512 号公報

【特許文献 7】特開 2004 - 258229 号公報

【特許文献 8】特開 2004 - 252196 号公報

【特許文献 9】特開 2002 - 098895 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 3 】

ポジティブリード型のズームレンズにおいて、望遠側のズーム位置における軸上色収差の二次スペクトルは、軸上光線の高さが高い正の屈折力の第 1 レンズ群にて多く発生しやすい。

【 0 0 1 4 】

このため第 1 レンズ群の正レンズの材料に異常分散材料を用いて二次スペクトルを低減するのが効果的である。

【 0 0 1 5 】

一般に第 1 レンズ群で発生した色収差は第 2 レンズ群以降の各レンズ群の倍率が乗じられて結像性能に影響する。

【 0 0 1 6 】

このため、異常分散材料より成るレンズを第 1 レンズ群に使用することは、第 1 レンズ群以外のレンズ群に使用することに比べ、特に望遠側のズーム位置の軸上色収差を補正する上で効果が高い。

【 0 0 1 7 】

しかしながら、一般に異常分散材料は膨張率が高く、かつ割れやすいため、通常のガラスに比べて加工が難しい。特に有効径の大きい第 1 レンズ群に用いる場合には加工が困難である。

【 0 0 1 8 】

10

20

30

40

50

この他、異常分散材料と通常のガラスと組み合わせて接合レンズとして使用した場合、組み合わせるガラスとの膨張率が大きく異なる。このため、温度変化に対し面精度の劣化や接合強度の低下が生じる。

【0019】

そのため有効径の大きな第1レンズ群において、異常分散材料を接合レンズに用いずに、独立したレンズに使用する場合が多い。これによれば耐環境性能を向上させることができる。

【0020】

特許文献1～7の4群ズームレンズ、特許文献8，9の5群ズームレンズは、いずれも第1レンズ群に異常分散性のガラスより成るレンズを用いて色収差の補正を行っている。

10

【0021】

しかしながら、異常分散性のガラスより成るレンズの屈折力が第1レンズ群全体の正の屈折力に占める割合が適切でなく、ズーム領域が全般にわたり2次スペクトルの低減が必ずしも十分でない。

【0022】

異常分散材料より成るレンズを第1レンズ群に独立に用いるときには、第1レンズ群の全体のレンズ構成、特にズームタイプや第1レンズ群を構成する各レンズの材料や屈折力等を適切に設定するのが重要である。そうでないと、色収差、特に2次スペクトルを良好に補正し、高い光学性能を得るのが難しくなってくる。

【0023】

20

本発明は、レンズ全長の短縮化と第1レンズ群の有効径の小型化を図り、耐環境性能の向上を達成しながら、広角端から望遠端に至る全ズーム範囲にわたり色収差を良好に補正し高い光学性能を有するズームレンズの提供を目的とする。

【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レンズ群と、負の屈折力の第2レンズ群と、正の屈折力の第3レンズ群と、正の屈折力の第4レンズ群より構成されるズームレンズであって、広角端に比べて望遠端において、前記第1レンズ群は物体側に位置し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔は大きくなり、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔は小さくなり、ズーミングに際して前記第4レンズ群は物体側に凸形状の軌跡で移動し、フォーカシングに際して前記第4レンズ群が移動し、前記第1レンズ群は、物体側より像側へ順に、負レンズG11、正レンズG12、正レンズG13から構成され、前記正レンズG12の材料のアッベ数をd2、前記正レンズG13の材料のアッベ数をd3、前記負レンズG11と前記正レンズG12の合成焦点距離をf1a、前記正レンズG13の焦点距離をf1bとするとき、

$$70 < d3$$

$$0 < d3 - d2 < 30 . 0$$

$$2 . 0 < f1a / f1b < 20 . 0$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

40

【0025】

本発明によれば、全系が小型で広角端から望遠端に至る全ズーム範囲にわたり色収差を良好に補正した高い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が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

【実施例】

【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】

50

図 1 は実施例 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。

【 0 0 2 9 】

図 5 は実施例 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。

【 0 0 3 0 】

図 9 は実施例 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。

10

【 0 0 3 1 】

図 13 は実施例 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。

【 0 0 3 2 】

図 17 は実施例 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。

20

【 0 0 3 3 】

図 21 は実施例 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、望遠端における収差図である。

【 0 0 3 4 】

図 25 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。

【 0 0 3 5 】

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。

【 0 0 3 6 】

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。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。

30

【 0 0 3 7 】

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 はフレアーアップリケーターであり、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 8 】

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 9 】

40

I P は像面である。像面 I P は、各実施例のズームレンズを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）の撮像面に相当する。銀塩フィルム用カメラの撮影光学系として使用する際には、フィルム面に相当する。

【 0 0 4 0 】

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、サジタル像面である。倍率色収差は g 線によって表している。n は半画角、F no は F ナンバーである。

【 0 0 4 1 】

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

50

能な範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。

【0042】

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、各レンズ群及び開口絞りSPを移動させている。

【0043】

具体的には、広角端から望遠端へのズーミングに際して、第1レンズ群L1を物体側へ、第2レンズ群L2を像側へ移動させている。第3レンズ群L3を物体側へ凸形状の軌跡で移動させている。第4レンズ群L4を物体側に凸形状の軌跡又はその一部の軌跡に沿って移動させている。

【0044】

各実施例では、広角端に比べ望遠端で、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の間隔が大きくなり、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間隔が小さくなるように、各レンズ群を移動させている。

【0045】

また第4レンズ群L4を前述の如く移動させて、変倍に伴う像面変動を補正している。

【0046】

各実施例において、第1レンズ群L1をズーミングに際して移動させることにより、広角端でのレンズ全長を短縮し光軸方向におけるレンズ系全体の小型化を図っている。また広角端にて、第1レンズ群L1と開口絞りSPの間隔を短縮して第1レンズ群L1の有効径を小さくしている。

【0047】

また第3レンズ群L3の像側に第3レンズ群L3とズーミングに際して一体的に移動するフレアーカット絞りFPを設けている。フレアーカット絞りFPは、第3レンズ群L3で防振に際して移動させるとときは不動（固定）である。このフレアーカット絞りFPを設けることによって中間のズーム位置において不要光をカットしている。

【0048】

実施例1乃至5において、開口絞りSPは、望遠端に比べ広角端で像側に位置するよう、第3レンズ群L3と異なる軌跡で独立に移動している。これにより、第1レンズ群L1の有効径を小さくし、望遠側のズーム位置において画面周辺での光量の急激な低下を緩和している。

【0049】

実施例6において、開口絞りSPは、ズーミングに際して第3レンズ群L3と一緒に移動している。これにより独立に移動するレンズ群の数を減らして鏡筒構造の簡素化を図っている。

【0050】

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ミングの際、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省電力化の点で有利である。

【0051】

ズーミングに際して、第4レンズ群L4を前述の如く移動させることにより、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4との空間の有効利用を図り、レンズ全長の短縮化を図っている。

【0052】

また第4レンズ群L4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。

【0053】

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広角端から望遠端へのズーミングに伴う像面変動を補正するための移動軌跡を示している。

【0054】

10

20

30

40

50

各実施例において、例えば、望遠端において無限遠物体から近距離物体へのフォーカスは、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う。

【0055】

尚、各実施例では4つのレンズ群で構成されるズームレンズを示しているが、第1レンズ群L1の物体側又は、第4レンズ群L4の像側に必要に応じて屈折力のあるレンズ群やコンバーターレンズ群等を設けても良い。

【0056】

次に各実施例のレンズ構成の特徴について説明する。

【0057】

以下、各レンズ群のレンズ構成は、物体側から像側へ順で示す。

10

【0058】

第1レンズ群L1は、物体側が凸面でメニスカス形状の負レンズG11と両凸形状の正レンズG12とを接合した全体として正の屈折力の接合レンズと、物体側が凸面でメニスカス形状の正レンズG13とで構成されている。

【0059】

このようなレンズ構成にて、望遠側のズーム位置において二次スペクトルを良好に補正するには、第1レンズ群L1の正レンズに異常分散材料を用いるのが効果的である。

【0060】

しかしながら、異常分散性を有する硝材は通常の異常分散性を有しない硝材に比べて加工が難しい。

20

【0061】

第1レンズ群L1の正レンズG12と正レンズG13の2枚の正レンズの材料に異常分散材料を使用すると、1枚の正レンズに使用する場合と比較して色収差の補正は有利である。

【0062】

しかしながら、第1レンズ群L1のレンズの有効径は他のレンズ群のレンズと比較して有効径が大きい。このため、レンズの製造が難しくなる。またズーム比が10倍程度のズームレンズでは、第1レンズ群L1を異常分散材料より成る1つの正レンズより構成することで、望遠端における軸上色収差の補正が容易となる。

【0063】

30

その際、異常分散材料より成る正レンズを、正レンズG12にせず正レンズG13とするのが良い。

【0064】

一般に、第1レンズ群L1の有効径は像面の最も高い位置（画面周辺部）に結像する最外軸外光線で決まっている。前述のレンズ構成より成る第1レンズ群L1において、一般に像面に近いレンズほど最外軸外光線の高さが低くなり、有効径は小さい。

【0065】

そのため異常分散材料を使用する正レンズとしては、有効径がより小さな正レンズG13を選択した方が、正レンズG12を選択する場合に比べて製造が容易になる。

【0066】

40

負レンズG11と正レンズG12は貼り合せて接合レンズとしても良いし、2つのレンズの間に間隔を設けて2つの単独のレンズとしても良い。

【0067】

各実施例では負レンズG11と正レンズG12を貼り合せて接合レンズとしている。

【0068】

接合レンズにすれば負レンズG11の像側の面または正レンズG12の物体側の面もしくはその両面での面反射により光線が結像面に達し、ゴーストが発生するのを低減できる。

【0069】

また負レンズG11と正レンズG12を接合レンズにすれば、負レンズG11と正レン

50

ズ G 1 2 との相対偏心による光学結像性能への敏感度を低くすることができ、製造が容易となる。

【 0 0 7 0 】

一方、負レンズ G 1 1 と正レンズ G 1 2 の間に空気間隔を設けて 2 つの単独のレンズとすれば、負レンズ G 1 1 の像側の面と正レンズ G 1 2 の物体側の面とで異なる曲率半径とすることができ、収差補正の自由度が増す。

【 0 0 7 1 】

異常分散性材料は、異常分散性を有しない通常のガラスに比べて、一般に線膨張係数が大きい。

【 0 0 7 2 】

そのため負レンズ G 1 1 と正レンズ G 1 2 を貼り合わせた接合レンズにおいて、正レンズ G 1 2 に異常分散材料を使用すると、温度変化で接合面に膨張係数の差による歪みが生じる。これは、大口径になるに従いレンズ面の変形による光学性能が劣化し、又接合強度が低下する。

【 0 0 7 3 】

これはレンズの径が大きくなるほど顕著になる。そのため有効径が大きな第 1 レンズ群 L 1 において、負レンズ G 1 1 と正レンズ G 1 2 を接合レンズとした場合は、正レンズ G 1 3 に線膨張係数の大きな異常分散材料を使用した方が、耐温度環境性能が向上する。

【 0 0 7 4 】

以上の理由により、各実施例のズームレンズでは、第 1 レンズ群 L 1 の正レンズ G 1 3 に異常分散材料から成るレンズを用いている。これにより望遠側のズーム位置における軸上色収差の二次スペクトルの補正を行っている。

【 0 0 7 5 】

正レンズ G 1 2 の材料の d 線に対するアッペ数を d 2 、正レンズ G 1 3 の材料の d 線に対するアッペ数を d 3 とする。負レンズ G 1 1 と正レンズ G 1 2 の合成焦点距離を f 1 a 、正レンズ G 1 3 の焦点距離を f 1 b とする。

【 0 0 7 6 】

このとき、

$$7.0 < d_3 \quad (1)$$

$$0 < d_3 - d_2 < 30.0 \quad (2)$$

$$2.0 < f_{1a} / f_{1b} < 20.0 \quad (3)$$

なる条件式を満足している。

【 0 0 7 7 】

条件式 (1) 乃至 (3) は望遠側のズーム位置において軸上色収差の二次スペクトルの補正を良好に行うための条件式である。フラウンホーファー線の d 線、F 線、C 線、g 線における材料の屈折率を N d 、N F 、N C 、N g とするとき、材料のアッペ数 d 、部分分散比を g F は、

$$d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

$$g_F = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$$

で表される。

【 0 0 7 8 】

望遠側のズーム位置において、軸上色収差の補正が一次でなされている状態（一次の色消し）では通常、g 線等の短波長側にて色収差の補正が過剰となる。基準波長（例えば d 線）のピント位置に対して短波長のピント位置はオーバー（補正過剰）傾向となる。

【 0 0 7 9 】

一般にある光学媒質においては短波長ほど屈折率が高くなる傾向がある。このため、短波長側における屈折率が高くなる度合いが強い材料を正レンズに用いれば、基準波長に対する短波長のピントのオーバー傾向が低減される。

【 0 0 8 0 】

よって部分分散比 g F が大きい材料を正レンズに用いると g 線のピントのオーバー傾

10

20

30

40

50

向が低減されることになる。

【0081】

一般に光学材料ではアッベ数 d と部分分散比 g_F には相関があることが知られている。例えば縦軸に部分分散比 g_F の値を取り、横軸にアッベ数 d を取ったグラフを用いる。

【0082】

このとき、オハラ社製の商品名 PBM2 ($d = 36.26$ 、 $g_F = 0.5828$) の点とオハラ社製の商品名 NSL7 ($d = 60.49$ 、 $g_F = 0.5436$) の点を結んだ線を基準線とする。このとき多くの光学ガラスの分布としてはアッベ数 d が 35 程度より小さい高分散材料は基準線より上側に存在している。

10

【0083】

又、アッベ数 d が 35 から 65 程度までの低分散材料は基準線より下側に位置するものが多い。又、アッベ数 d が 60 以上にて基準線より上側に位置する異常分散材料が存在している。

【0084】

第 1 レンズ群 L1 の正レンズに使用する低分散材料に関しては基準線より上側に位置するものを使用するのが二次スペクトルの補正に対し効果的である。基準線から離れるほど補正効果が高まるが、特にアッベ数 d が 71 を超える材料では基準線から大きく上側に離れた範囲に位置する。

【0085】

条件式(1)の下限を超えて第 1 レンズ群 L1 の正レンズ G13 の材料にアッベ数 d が 71 を下回る材料を使用すると、十分な異常分散性を得ることができなくなる。特に、望遠側のズーム位置での軸上色収差の二次スペクトルの補正が十分に行えない。

20

【0086】

また主分散 ($NF - NC$) が大きくなるため、正レンズ G13 にあまり大きな屈折力を与えることができない。その結果、第 1 レンズ群 L1 の屈折力を十分な値に保てなくなり、レンズ全長の短縮化と第 1 レンズ群 L1 の有効径の小型化が困難となる。

【0087】

条件式(1)の数値は、更に好ましくは、次の如く設定するのが良い。

【0088】

$$71 < d_3 \quad (1a)$$

30

条件式(2)の上限を超えると第 1 レンズ群 L1 の正レンズ G12 のアッベ数 d_2 が小さくなり、主分散 ($NF - NC$) の値が大きくなり負レンズ G11 との一次の色消しが困難となる。

【0089】

そのため第 1 レンズ群 L1 で生じる軸上色収差が大きくなり、特に望遠側のズーム位置で光学性能が低下してくる。また条件式(2)の下限を超えると正レンズ G12 のアッベ数 d_2 が正レンズ G13 のアッベ数 d_3 よりも大きな値を持ち正レンズ G12 の材料も異常分散性を有することになる。

【0090】

この結果、第 1 レンズ群 L1 の正レンズ G13 のみに異常分散材料を用いることが難しくなってくる。

40

【0091】

条件式(2)の数値範囲は望ましくは次の如く設定すると良い。

【0092】

$$0 < d_3 - d_2 < 26.0 \quad (2a)$$

第 1 レンズ群 L1 の異常分散材料より成る正レンズ G13 による二次スペクトルの補正の効果を高めるには正レンズ G13 の屈折力をある程度強める必要がある。

【0093】

条件式(3)は正レンズ G13 への屈折力の配分を規定するものである。

50

【0094】

条件式(3)の上限を超えると、正レンズG13の焦点距離 f_{1b} が小さくなりすぎて正レンズG13の曲率がきつくなり、望遠側のズーム位置において球面収差の補正が困難となる。

【0095】

条件式(3)の下限を超えると、正レンズG13の屈折力が弱くなりすぎて、異常分散材料を使用したことによる望遠側のズーム位置における二次スペクトルの補正効果が小さくなり軸上色収差の補正が不十分となる。

【0096】

第1レンズ群L1の正レンズG13の異常分散材料は、例えば実施例1乃至3においては株式会社オハラ社製の商品名S-FPL51(屈折率1.49700、アッベ数81.5)である。 10

【0097】

実施例4においては株式会社オハラ社製の商品名S-FPL53(屈折率1.48750、アッベ数95.0)である。

【0098】

実施例5,6においては株式会社住田光学ガラス社製の商品名K-GFK70(屈折率1.56907、アッベ数71.3)である。

【0099】

なお条件式(3)は望遠側のズーム位置において、軸上色収差の二次スペクトルの補正効果をより高めるためには次の如くに設定すると良い。 20

【0100】

$$2.3 < f_{1a} / f_{1b} < 16.0 \quad (3a)$$

また更に望ましくは次の如くに設定するのが良い。

【0101】

$$2.5 < f_{1a} / f_{1b} < 14.0 \quad (3b)$$

これによれば第1レンズ群L1における正レンズG13の材料の異常分散性を望遠側のズーム位置において軸上色収差の二次スペクトルの補正に対してより効果的に作用させることができる。

【0102】

第1レンズ群L1の正レンズG13の材料の部分分散比を g_F とするとき、
 $0.52 < g_F \quad (4)$

の条件式を満足している。

【0103】

条件式(4)は第1レンズ群L1の正レンズG13に使用する材料の異常分散性を規定したものである。

【0104】

条件式(4)の下限を超えて第1レンズ群L1の正レンズG13の材料の部分分散比 g_F が小さくなると、十分な異常分散性を得ることができなくなる。この結果、望遠側のズーム位置において軸上色収差の二次スペクトルの補正が不十分となる。 40

【0105】

条件式(4)の数値は、更に好ましくは次の如く設定するのが良い。

【0106】

$$0.53 < g_F \quad (4a)$$

第1レンズ群L1の正レンズG13の物体側の面の曲率半径をR31、像側の面の曲率半径をR32とするとき、

$$1.0 < (R31 + R32) / (\underline{R32} - \underline{R31}) < 2.0 \quad (5)$$

の条件式を満足している。

【0107】

条件式(5)は正レンズG13のレンズ形状を規定するものである。 50

【0108】

条件式(5)の上限を超えて正レンズG13のメニスカス形状の度合いが強くなりすぎると、物体側の面の曲率半径R31が小さくなる。この結果、望遠側のズーム位置において周辺光束が正レンズG13に入射する入射角度が大きくなりすぎ、球面収差と非点収差が大きく発生してくる。

【0109】

一方、条件式(5)の下限を超えて正レンズG13の両面が凸形状となると、正レンズG13の像側の面でズーム全域にわたり周辺光束の入射角度が大きくなりすぎる。この結果、非点収差が大きく発生し、他の面で補正しきれなくなる。条件式(5)は更に好ましくは、次の如くに設定するのが良い。

10

【0110】

$$1.1 < (R_{31} + R_{32}) / (R_{32} - R_{31}) < 1.8 \quad (5a)$$

条件式(5)は、更に望ましくは次の如くに設定すると、特に望遠側のズーム位置において球面収差と非点収差の補正が良好に行えるので良い。

【0111】

$$1.15 < (R_{31} + R_{32}) / (R_{32} - R_{31}) < 1.6 \quad (5b)$$

デジタルスチルカメラ用のズームレンズでは高解像力が要求されており、特にズーミングに伴う倍率色収差の変動を良好に補正することが重要となっている。

20

【0112】

そのため各実施例のズームレンズでは、主たる変倍作用を有する第2レンズ群L2を次の如く構成している。物体側に比べ像側に屈折力の絶対値が大きく、像側の面が凹でメニスカス形状の負レンズ、負レンズ、物体側の面が凸形状の正レンズの3枚のレンズで構成している。これによって第2レンズ群L2の主点の色消しを効果的に行ってズーミングに伴う倍率色収差の変動を良好に補正している。

【0113】

10倍程度の高ズーム比を有するズームレンズを有するスチルカメラやビデオカメラ等の撮像装置では、手振れ等の振動による撮影画像のぶれを補正する防振機能を有することが強く要望される。

【0114】

各実施例では、第3レンズ群L3の全部を光軸の垂直方向の成分を持つように移動(変位)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。

30

【0115】

なお、第3レンズ群L3の一部を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させて撮影画像のぶれを補正しても良い。

【0116】

光学性能、特に防振時の光学性能を良好に維持しつつ光学全長の小型化を達成するため、第3レンズ群L3を2枚の正レンズと1枚の負レンズより構成している。

【0117】

特に第3レンズ群L3を、物体側の面が凸形状の正レンズと、物体側に比べ像側に屈折力の絶対値が大きく、像側が凹面でメニスカス形状の負レンズを有するようにしている。これによって収差補正を良好に行い、かつレンズ全長を短縮している。

40

【0118】

また最も像面側に正レンズを配置することで、ある程度のテレフォト構成を維持しつつ、第3レンズ群L3の対称性を高めている。

【0119】

これによって第3レンズ群L3内で歪曲収差を補正し、第3レンズ群L3をシフトして防振を行う際に発生する偏心歪曲収差の発生を低減している。

【0120】

さらに各実施例では、軸上光線が高い位置を通る、開口絞りSPのすぐ後に位置する第3レンズ群L3の最も物体側の正レンズの1面を非球面形状としている。

50

【0121】

これによって広角端から望遠端に至るズーム範囲全域に渡って球面収差とコマ収差を良好に補正している。

【0122】

次に本発明の数値実施例を示す。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す。 R_i は第 i 面の曲率半径、 D_i は第 i 面と第 $i+1$ 面の間の間隔、 N_i と α_i は各々 d 線に対する第 i 番目の光学部材の屈折率とアッペ数である。

【0123】

非球面形状は光軸方向に X 軸、光軸と垂直方向に H 軸、光の進行方向を正とし R を近軸曲率半径、K を円錐定数、B, C, D, E を各々非球面係数としたとき

10

【0124】

【数1】

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10} + A'H^3 + C'H^5 + D'H^7$$

【0125】

なる式で表している。

【0126】

また、例えば「e-Z」の表示は「10-Z」を意味する。 f は焦点距離、Fno は F ナンバー、- は半画角である。また前述の各条件式と数値実施例の関係を表 1 に示す。

20

【0127】

数値実施例 1

$$f = 7.74 \sim 89.56 \quad Fno = 2.88 \sim 3.77 \quad 2 = 60.5^\circ \sim 5.8^\circ$$

$$R_1 = 71.103 \quad D_1 = 1.70 \quad N_1 = 1.83400 \quad 1 = 37.2$$

$$R_2 = 34.313 \quad D_2 = 6.20 \quad N_2 = 1.48749 \quad 2 = 70.2$$

$$R_3 = -367.241 \quad D_3 = 0.20 \quad N_3 = 1.49700 \quad 3 = 81.5$$

$$R_4 = 33.071 \quad D_4 = 4.70 \quad N_4 = 1.83400 \quad 4 = 37.2$$

$$R_5 = 300.263 \quad D_5 = \text{可変} \quad N_5 = 1.60311 \quad 5 = 60.6$$

$$R_6 = 72.805 \quad D_6 = 1.20 \quad N_6 = 1.83400 \quad 6 = 18.9$$

$$R_7 = 10.237 \quad D_7 = 4.84 \quad N_7 = 1.48749 \quad 7 = 59.4$$

$$R_8 = -38.863 \quad D_8 = 0.90 \quad N_8 = 1.84666 \quad 8 = 23.9$$

$$R_9 = 25.242 \quad D_9 = 0.80 \quad N_9 = 1.48749 \quad 9 = 70.2$$

$$R_{10} = 19.034 \quad D_{10} = 2.40 \quad N_{10} = 1.92286 \quad 10 = 55.5$$

$$R_{11} = 57.423 \quad D_{11} = \text{可変} \quad N_{11} = 1.84666 \quad 11 = 23.9$$

$$R_{12} = \text{開口絞り} \quad D_{12} = \text{可変} \quad N_{12} = 1.516330 \quad 12 = 64.1$$

$$R_{13} = 11.580(\text{非球面}) \quad D_{13} = 3.00 \quad N_{13} = 1.58313 \quad 13 = 40$$

$$R_{14} = -109.327 \quad D_{14} = 2.80 \quad N_{14} = 1.84666 \quad 14 = 23.9$$

$$R_{15} = 19.010 \quad D_{15} = 0.80 \quad N_{15} = 1.48749 \quad 15 = 60.6$$

$$R_{16} = 9.941 \quad D_{16} = 1.10 \quad N_{16} = 1.84666 \quad 16 = 18.9$$

$$R_{17} = 49.134 \quad D_{17} = 1.80 \quad N_{17} = 1.48749 \quad 17 = 55.5$$

$$R_{18} = -160.488 \quad D_{18} = 1.46 \quad N_{18} = 1.84666 \quad 18 = 23.9$$

$$R_{19} = \text{固定絞り} \quad D_{19} = \text{可変} \quad N_{19} = 1.516330 \quad 19 = 64.1$$

$$R_{20} = 25.636 \quad D_{20} = 2.90 \quad N_{20} = 1.69680 \quad 20 = 59.4$$

$$R_{21} = -33.447 \quad D_{21} = 0.70 \quad N_{21} = 1.84666 \quad 21 = 23.9$$

$$R_{22} = -130.833 \quad D_{22} = 10.0 \quad N_{22} = 1.84666 \quad 22 = 60.6$$

$$R_{23} = \text{開口絞り} \quad D_{23} = 1.00 \quad N_{23} = 1.516330 \quad 23 = 40$$

$$R_{24} = \text{開口絞り} \quad D_{24} = 1.00 \quad N_{24} = 1.516330 \quad 24 = 23.9$$

30

40

50

【 0 1 2 8 】

【表 1】

焦点距離 可変間隔	7.74	26.59	89.56
D 5	0.80	22.71	38.55
D11	31.90	14.07	2.18
D12	11.20	3.10	1.39
D19	7.03	6.30	13.29

10

【 0 1 2 9 】

非球面係数

R14 k=-1.62191 B = 1.07376e-4 C = 7.99936e-6 D = 1.21422e-7
 E=-4.73427e-10 A'=-4.49811e-5 B'=-2.53899e-5 C'=-1.45680e-6

数值実施例 2

f = 7.74 ~ 89.56 Fno = 2.81 ~ 3.85 2 = 63.1° ~ 5.8°

R 1 = 73.236	D 1 = 1.70	N 1 = 1.74950	1 = 35.3
R 2 = 35.024	D 2 = 6.20	N 2 = 1.48749	2 = 70.2
R 3 = -334.072	D 3 = 0.20		
R 4 = 32.823	D 4 = 4.70	N 3 = 1.49700	3 = 81.5
R 5 = 147.896	D 5 = 可変		
R 6 = 65.598	D 6 = 1.20	N 4 = 1.83481	4 = 42.7
R 7 = 9.932	D 7 = 4.62		
R 8 = -51.567	D 8 = 0.90	N 5 = 1.66672	5 = 48.3
R 9 = 26.634	D 9 = 0.80		
R10 = 18.316	D10 = 2.40	N 6 = 1.92286	6 = 18.9
R11 = 50.067	D11 = 可変		
R12 = 開口絞り	D12 = 可変		
R13 = 13.305(非球面)	D13 = 3.20	N 7 = 1.74330	7 = 49.3
R14 = -97.155	D14 = 2.80		
R15 = 66.719	D15 = 0.80	N 8 = 1.84666	8 = 23.9
R16 = 11.629	D16 = 1.00		
R17 = 27.560	D17 = 2.00	N 9 = 1.48749	9 = 70.2
R18 = -39.332	D18 = 1.46		
R19 = 固定絞り	D19 = 可変		
R20 = 29.994	D20 = 2.80	N10 = 1.71300	10 = 53.9
R21 = -67.545	D21 = 0.70	N11 = 1.84666	11 = 23.9
R22 = -167.492	D22 = 10.0		
R23 =	D23 = 1.00	N12 = 1.516330	12 = 64.1
R24 =			

20

30

40

【 0 1 3 0 】

【表2】

可変間隔	焦点距離		
	7.74	25.59	89.56
D 5	0.80	22.32	38.86
D11	29.84	13.27	2.23
D12	11.20	3.10	1.39
D19	7.60	7.20	15.38

10

【0 1 3 1】

非球面係数

R14 k= 1.51186 B = -6.85166e-5 C = -1.14823e-7 D = -1.46666e-7
 E= 7.06620e-10 A' = -6.73836e-5 B' = -1.99923e-5 C' = 8.31856e-7

数値実施例 3

f = 7.74 ~ 89.56 Fno = 2.84 ~ 3.85 2 = 60.5° ~ 5.8°

R 1 = 98.087	D 1 = 1.70	N 1 = 1.83400	1 = 37.2	20
R 2 = 34.288	D 2 = 6.20	N 2 = 1.58913	2 = 61.1	
R 3 = -261.565	D 3 = 0.20			
R 4 = 31.838	D 4 = 4.70	N 3 = 1.49700	3 = 81.5	
R 5 = 171.669	D 5 = 可変			
R 6 = 65.128	D 6 = 1.20	N 4 = 1.83481	4 = 42.7	
R 7 = 9.689	D 7 = 4.50			
R 8 = -47.835	D 8 = 0.90	N 5 = 1.66672	5 = 48.3	
R 9 = 26.668	D 9 = 0.80			
R10 = 18.043	D10 = 2.51	N 6 = 1.92286	6 = 18.9	
R11 = 49.765	D11 = 可変			30
R12 = 閉口絞り	D12 = 可変			
R13 = 13.970(非球面)	D13 = 3.20	N 7 = 1.69350	7 = 53.2	
R14 = -156.361	D14 = 2.80			
R15 = 45.386	D15 = 0.80	N 8 = 1.84666	8 = 23.9	
R16 = 13.298	D16 = 1.10			
R17 = 45.390	D17 = 2.00	N 9 = 1.48749	9 = 70.2	
R18 = -25.298	D18 = 1.46			
R19 = 固定絞り	D19 = 可変			
R20 = 31.266	D20 = 2.80	N10 = 1.71300	10 = 53.9	
R21 = -72.909	D21 = 0.70	N11 = 1.84666	11 = 23.9	40
R22 = -2269.673	D22 = 10.0			
R23 =	D23 = 1.00	N12 = 1.516330	12 = 64.1	
R24 =				

【0 1 3 2】

【表3】

可変間隔	焦点距離	7.74	25.75	89.56
D 5		0.80	22.07	38.31
D11		29.60	13.15	2.18
D12		11.20	3.10	1.39
D19		9.10	7.70	16.55

10

【0 1 3 3】

非球面係数

R14 k = 5.41434e-1 B = -4.04284e-5 C = 1.90402e-6 D = -7.97902e-8
E = 6.69964e-10 A' = -2.76268e-5 B' = -1.51338e-5 C' = 2.48920e-7

数値実施例 4

f = 7.74 ~ 89.57 Fno = 2.85 ~ 3.85 2 = 60.5° ~ 5.8°

R 1 = 67.282	D 1 = 1.70	N 1 = 1.83400	1 = 37.2	20
R 2 = 35.500	D 2 = 6.20	N 2 = 1.48749	2 = 70.2	
R 3 = -292.159	D 3 = 0.20			
R 4 = 32.129	D 4 = 4.70	N 3 = 1.43875	3 = 95.0	
R 5 = 194.324	D 5 = 可変			
R 6 = 70.193	D 6 = 1.20	N 4 = 1.80400	4 = 46.6	
R 7 = 9.722	D 7 = 5.05			
R 8 = -37.964	D 8 = 0.90	N 5 = 1.69680	5 = 55.5	
R 9 = 26.475	D 9 = 0.20			
R10 = 18.117	D10 = 2.70	N 6 = 1.84666	6 = 23.9	
R11 = 140.853	D11 = 可変			30
R12 = 閉口絞り	D12 = 可変			
R13 = 13.256(非球面)	D13 = 3.00	N 7 = 1.66910	7 = 55.4	
R14 = -1005.721	D14 = 2.40			
R15 = 17.089	D15 = 0.80	N 8 = 1.92286	8 = 18.9	
R16 = 10.878	D16 = 1.30			
R17 = -243.259	D17 = 1.80	N 9 = 1.48749	9 = 70.2	
R18 = -26.163	D18 = 1.46			
R19 = 固定絞り	D19 = 可変			
R20 = 28.205	D20 = 2.70	N 10 = 1.69680	10 = 55.5	
R21 = -84.898	D21 = 0.70	N 11 = 1.84666	11 = 23.9	40
R22 = 1702.403	D22 = 10.0			
R23 =	D23 = 1.00	N 12 = 1.516330	12 = 64.1	
R24 =				

【0 1 3 4】

【表4】

可変間隔	焦点距離		
	7.74	26.12	89.57
D 5	0.80	23.04	39.68
D11	31.30	13.66	1.90
D12	11.20	3.10	1.39
D19	8.66	7.94	16.13

10

【0 1 3 5】

非球面係数

R14 k=-8.18503e-1 B = 5.02929e-5 C = 8.40041e-6 D = 9.89551e-8
E=-2.77395e-10 A'=-6.11176e-5 B'=-2.89954e-5 C'=-1.35505e-6

数値実施例 5

f = 7.74 ~ 89.57 Fno = 2.85 ~ 3.85 2 = 60.5° ~ 5.8°

R 1 = 82.622	D 1 = 1.70	N 1 = 1.83400	1 = 37.2	20
R 2 = 34.132	D 2 = 6.20	N 2 = 1.48749	2 = 70.2	
R 3 = -400.896	D 3 = 0.20			
R 4 = 34.163	D 4 = 4.70	N 3 = 1.56907	3 = 71.3	
R 5 = 310.564	D 5 = 可変			
R 6 = 59.934	D 6 = 1.20	N 4 = 1.80400	4 = 46.6	
R 7 = 9.501	D 7 = 4.99			
R 8 = -39.158	D 8 = 0.90	N 5 = 1.69680	5 = 55.5	
R 9 = 25.360	D 9 = 0.20			
R10 = 17.416	D10 = 2.70	N 6 = 1.84666	6 = 23.9	
R11 = 113.553	D11 = 可変			30
R12 = 閉口絞り	D12 = 可変			
R13 = 12.962(非球面)	D13 = 3.00	N 7 = 1.66910	7 = 55.4	
R14 = -519.408	D14 = 2.40			
R15 = 16.220	D15 = 0.80	N 8 = 1.92286	8 = 18.9	
R16 = 10.370	D16 = 1.50			
R17 = -203.762	D17 = 1.80	N 9 = 1.48749	9 = 70.2	
R18 = -28.323	D18 = 1.46			
R19 = 固定絞り	D19 = 可変			
R20 = 26.261	D20 = 2.40	N10 = 1.69680	10 = 55.5	
R21 = -97.993	D21 = 0.70	N11 = 1.84666	11 = 23.9	40
R22 = 367.979	D22 = 10.0			
R23 =	D23 = 1.00	N12 = 1.516330	12 = 64.1	
R24 =				

【0 1 3 6】

【表5】

可変間隔	焦点距離		
	7.74	26.04	89.57
D 5	0.80	22.92	39.47
D11	31.24	13.72	2.05
D12	11.20	3.10	1.39
D19	8.85	7.93	16.59

10

【0137】

非球面係数

R14 k=-9.19156e-1 B = 5.80487e-5 C = 8.36018e-6 D = 8.43578e-8
E=-2.18436e-10 A'=-5.16908e-5 B'=-3.01793e-5 C'=-1.24856e-6

数値実施例 6

f = 7.74 ~ 89.56 Fno = 2.89 ~ 3.32 2 = 60.5° ~ 5.8°

R 1 = 81.007	D 1 = 1.70	N 1 = 1.83400	1 = 37.2	20
R 2 = 33.554	D 2 = 6.20	N 2 = 1.48749	2 = 70.2	
R 3 = -434.240	D 3 = 0.20			
R 4 = 33.990	D 4 = 4.70	N 3 = 1.56907	3 = 71.3	
R 5 = 371.485	D 5 = 可変			
R 6 = 66.358	D 6 = 1.20	N 4 = 1.80400	4 = 46.6	
R 7 = 9.527	D 7 = 5.03			
R 8 = -30.907	D 8 = 0.90	N 5 = 1.69680	5 = 55.5	
R 9 = 29.623	D 9 = 0.20			
R10 = 18.852	D10 = 2.70	N 6 = 1.84666	6 = 23.9	
R11 = 208.598	D11 = 可変			30
R12 = 閉口絞り	D12 = 1.39			
R13 = 12.793(非球面)	D13 = 3.00	N 7 = 1.66910	7 = 55.4	
R14 = 168.066	D14 = 2.40			
R15 = 15.421	D15 = 0.80	N 8 = 1.92286	8 = 18.9	
R16 = 10.331	D16 = 1.50			
R17 = -713.649	D17 = 1.80	N 9 = 1.48749	9 = 70.2	
R18 = -26.703	D18 = 1.46			
R19 = 固定絞り	D19 = 可変			
R20 = 26.661	D20 = 2.40	N 10 = 1.69680	10 = 55.5	
R21 = -74.757	D21 = 0.70	N 11 = 1.84666	11 = 23.9	40
R22 = 390.914	D22 = 10.0			
R23 =	D23 = 1.00	N 12 = 1.516330	12 = 64.1	
R24 =				

【0138】

【表6】

焦点距離 可変間隔	7.74	26.07	89.56
D 5	0.80	22.54	38.83
D11	40.23	14.98	1.82
D19	9.36	7.92	16.38

10

【0139】

非球面係数

R14 $k=-8.86533e-1$ B = 6.00603e-5 C = 8.32118e-6 D = 8.48513e-8
E=-1.38375e-10 A'=-5.99159e-5 B'=-2.89432e-5 C'=-1.27958e-6

【0140】

【表7】

表1

条件式		実施例					
		1	2	3	4	5	6
1	$v d_3$	81.54	81.54	81.54	94.99	71.3	71.3
2	$v d_3 - v d_2$	11.3	11.3	20.4	24.8	1.1	1.1
3	f_{1a} / f_{1b}	4.42	2.81	3.53	2.63	12.01	12.97
4	θgF	0.539	0.539	0.539	0.535	0.545	0.545
5	$(R_{31} + R_{32}) / (R_{32} - R_{31})$	1.25	1.57	1.46	1.40	1.25	1.20

20

【0141】

次に、数値実施例1～6のズームレンズを撮影光学系とした撮像装置の実施例を図25を用いて説明する。

30

【0142】

図25において、10はビデオカメラやデジタルスチルカメラ等の撮像装置本体、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。

【0143】

12は撮影光学系11によって被写体像を受光するCCDやCMOS等で構成される固体撮像素子、13は撮像素子12が受光した被写体像に関する情報を記録するメモリ、14は不図示の表示素子に表示された被写体像を観察するためのファインダーである。

【0144】

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。

40

【0145】

15は前記ファインダーと同等の機能を有する液晶表示パネルである。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、小型で高い光学性能を有する撮像装置を実現している。

【図面の簡単な説明】

【0146】

【図1】本発明の実施例1に対応する数値実施例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

50

【図5】本発明の実施例2に対応する数値実施例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に対応する数値実施例3の広角端におけるレンズ断面図

【図10】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

【図11】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12】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13】本発明の実施例4に対応する数値実施例4の広角端におけるレンズ断面図

【図14】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

10

【図15】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16】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17】本発明の実施例5に対応する数値実施例5の広角端におけるレンズ断面図

【図18】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19】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20】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

【図21】本発明の実施例6に対応する数値実施例6の広角端におけるレンズ断面図

【図22】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23】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24】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

20

【図25】本発明の撮像装置の要部概略図

【符号の説明】

【0147】

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

M メリジオナル像面

30

S サジタル像面

S P 絞り

F P フレアーカット絞り

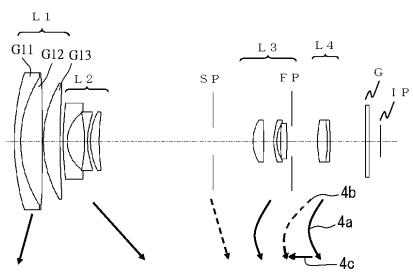
I P 結像面

G C C D のフェ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

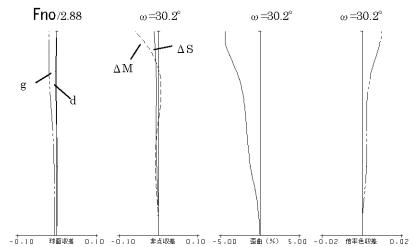
半画角

F n o F ナンバー

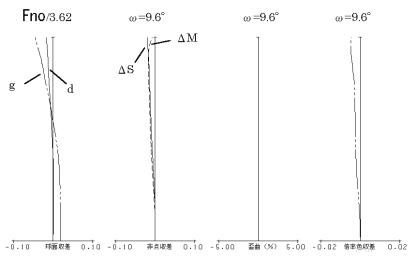
【図1】



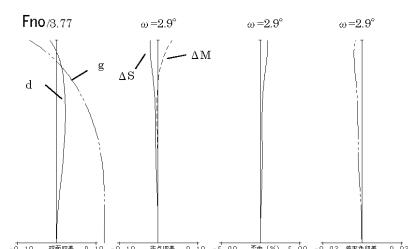
【図2】



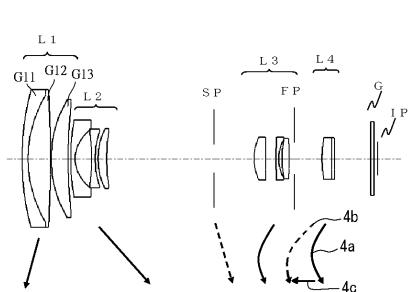
【図3】



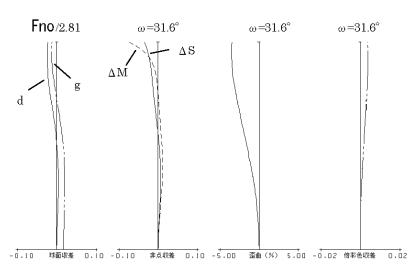
【図4】



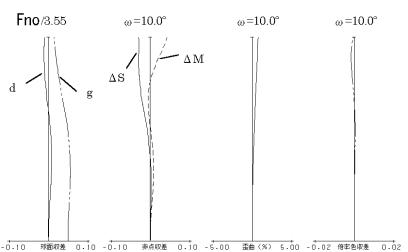
【図5】



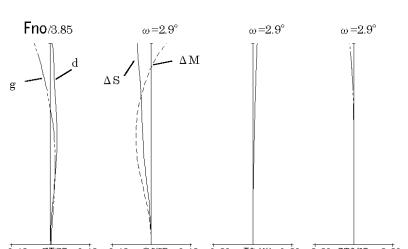
【図6】



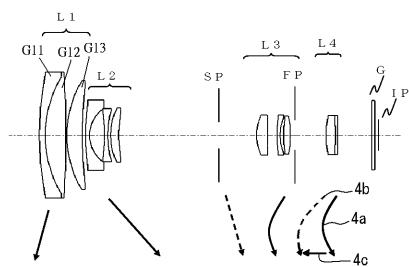
【図7】



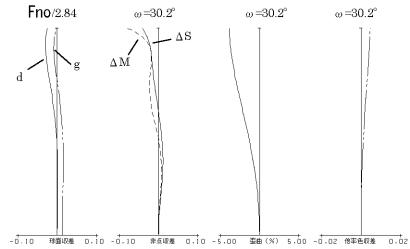
【図8】



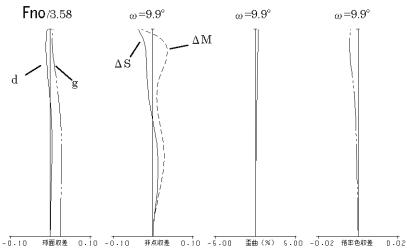
【図9】



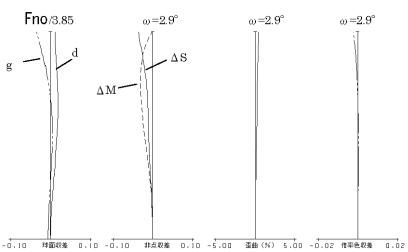
【図10】



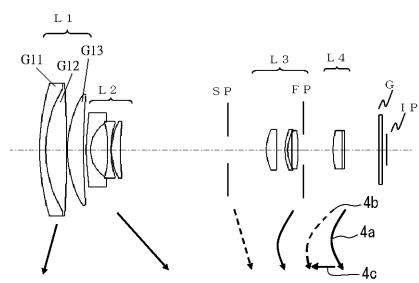
【図11】



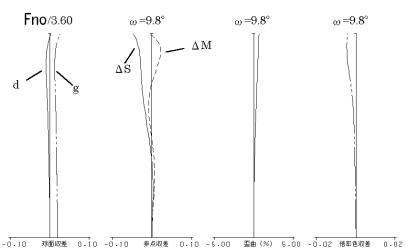
【図12】



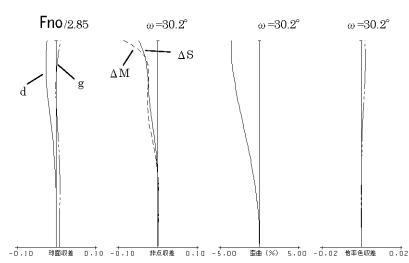
【図13】



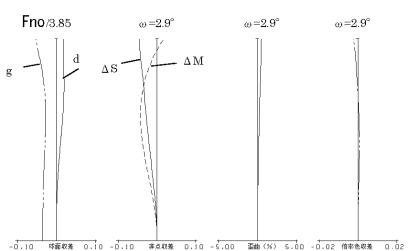
【図15】



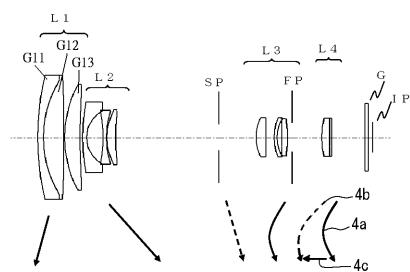
【図14】



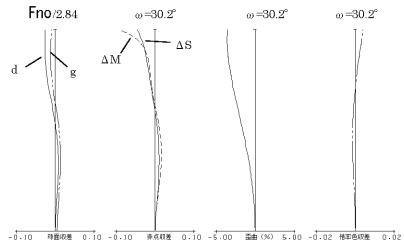
【図16】



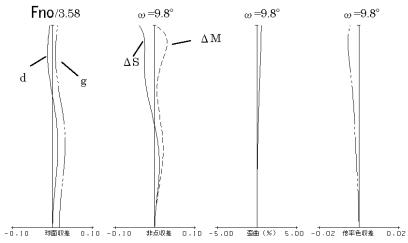
【図17】



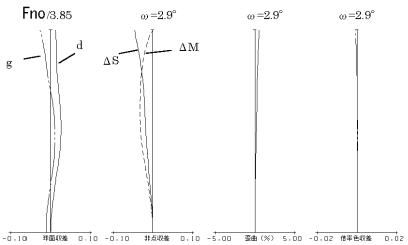
【図18】



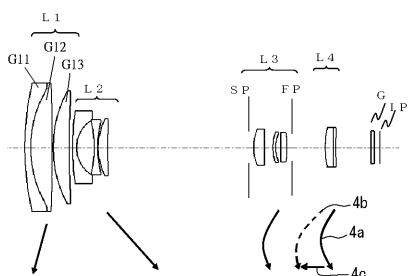
【図19】



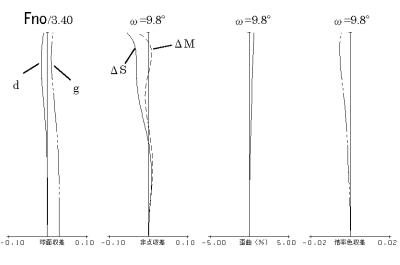
【図20】



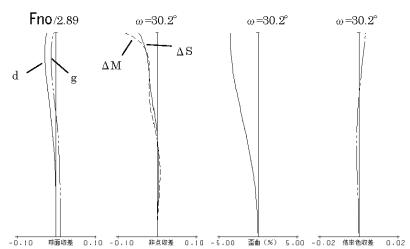
【図21】



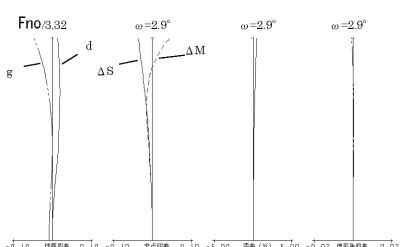
【図23】



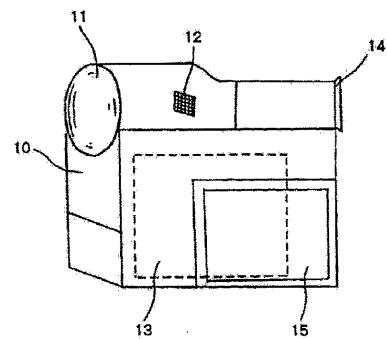
【図22】



【図24】



【図25】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平11-242161(JP,A)
特開平5-341188(JP,A)
特開2003-177317(JP,A)
特開2004-212512(JP,A)
特開平7-20381(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B	9 / 0 0	-	1 7 / 0 8
G 02 B	2 1 / 0 2	-	2 1 / 0 4
G 02 B	2 5 / 0 0	-	2 5 / 0 4