

(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2010-60903

(P2010-60903A)

(43) 公開日 平成22年3月18日(2010.3.18)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G 0 2 B 15/20 (2006.01)	G O 2 B 15/20	2 H 0 8 7
H 0 4 N 5/225 (2006.01)	H O 4 N 5/225	5 C 1 2 2

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2008-227152 (P2008-227152)	(71) 出願人	504371974
(22) 出願日	平成20年9月4日 (2008.9.4)		オリンパスイメージング株式会社
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
		(74) 代理人	100123962
			弁理士 斎藤 圭介
		(74) 代理人	100120204
			弁理士 平山 巖
		(72) 発明者	諸岡 優
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
			オリンパスイメージング株式会社内

最終頁に続く

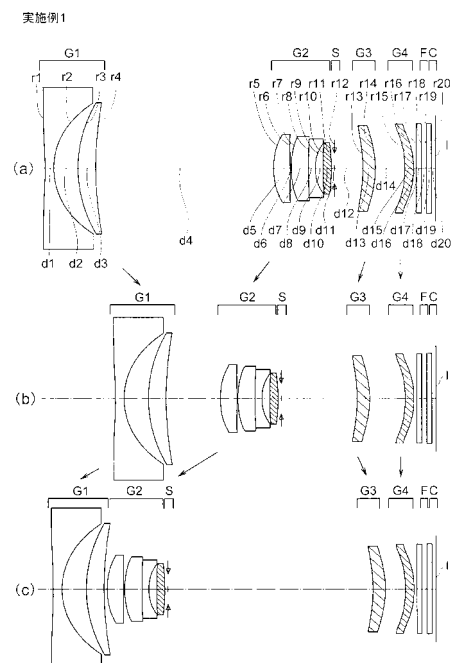
(54) 【発明の名称】ズームレンズおよびそれを備えた撮像装置

(57) 【要約】

【課題】広角端の画角の確保や小型化に有利な負先行のズームレンズであって、変倍比の確保及び光学性能の維持と低コスト化を達成し得るズームレンズを提供する。

【解決手段】物体側から順に、負第1レンズ群、正第2レンズ群、正第3レンズ群、を有し、広角端から望遠端への変倍に際して各レンズ群の間隔が変化するように第2レンズ群と第3レンズ群が移動し、第1レンズ群は、物体側より順に、非球面を有する負レンズ成分、正レンズ成分の2つのレンズ成分からなり、第3レンズ群は非球面を有する1つの正レンズ成分からなり、第1レンズ群中の負レンズ成分は所定の条件式を満足する負レンズを有し、第1レンズ群中の正レンズ成分は所定の条件式を満足する正レンズを有し、第3レンズ群中の正レンズ成分は所定の条件式を満足するプラスチック正レンズを有する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、
 負の屈折力を有する第 1 レンズ群、
 正の屈折力を有する第 2 レンズ群、
 正の屈折力を有する第 3 レンズ群、
 を有し、
 広角端から望遠端への変倍に際して各レンズ群の間の間隔が変化するように前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群が移動し、
 前記第 1 レンズ群は、物体側より順に、非球面を有する負レンズ成分、正レンズ成分の 2 つのレンズ成分からなり、
 前記第 3 レンズ群は 1 つの正レンズ成分からなり、
 前記第 1 レンズ群中の前記負レンズ成分は以下の条件式 (1) を満足する負レンズを有し、
 前記第 1 レンズ群中の前記正レンズ成分は以下の条件式 (2) を満足する正レンズを有し、
 前記第 3 レンズ群中の前記正レンズ成分は以下の条件式 (3)、(4) を満足するプラスチック非球面正レンズを有することを特徴とするズームレンズ。

$$1.81 < N_1 < 2.35 \quad \cdots (1)$$

$$1.9 < N_2 < 2.35 \quad \cdots (2)$$

$$1.49 < N_3 < 1.55 \quad \cdots (3)$$

$$4.5 < v_3 < 6.5 \quad \cdots (4)$$

但し、
 N_1 は前記第 1 レンズ群の負レンズ成分中の何れかの負レンズの d 線に対する屈折率、
 N_2 は前記第 1 レンズ群の正レンズ成分中の何れかの正レンズの d 線に対する屈折率、
 N_3 、 v_3 は、それぞれ前記第 3 レンズ群の正レンズ成分中の何れかのプラスチック非球面正レンズの d 線に対する屈折率および d 線に対するアッペ数、
 である。

【請求項 2】

広角端から望遠端への変倍時に、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間の間隔が狭くなり、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群が互いの間の間隔を変化させながら移動し、フォーカシング時に前記第 3 レンズ群が光軸方向に移動することを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 3】

前記第 1 レンズ群中の前記負レンズ成分と前記正レンズ成分はそれぞれガラスレンズを 1 つのみ有することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記第 3 レンズ群よりも像側に配置された第 4 レンズ群を有し、前記第 4 レンズ群は 1 つのレンズ成分からなり、前記第 4 レンズ群中の前記レンズ成分は以下の条件式 (5)、(6) を満足するプラスチック非球面レンズを有することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$1.49 < N_4 < 1.55 \quad \cdots (5)$$

$$4.5 < v_4 < 6.5 \quad \cdots (6)$$

但し、 N_4 、 v_4 は、それぞれ前記第 4 レンズ群のレンズ成分中の何れかのプラスチック非球面レンズの d 線に対する屈折率および d 線に対するアッペ数である。

【請求項 5】

前記第 4 レンズ群が以下の条件式 (10) を満足することを特徴とする請求項 4 に記載のズームレンズ。

$$-0.5 < (f_4 / f_w) \cdot 1 < 0.5 \quad \cdots (10)$$

但し、 f_4 は前記第 4 レンズ群の焦点距離である。

10

20

30

40

50

【請求項 6】

前記第 3 レンズ群が以下の条件式 (7) を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$4.5 < f_3 / f_w < 12.0 \quad \dots (7)$$

但し、

f_3 は前記第 3 レンズ群の焦点距離、

f_w は広角端における前記ズームレンズ全系の焦点距離、
である。

【請求項 7】

前記第 3 レンズ群中の前記正レンズ成分が物体側に凹面を向けたメニスカス形状を有し、以下の条件式 (13) を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$1.2 < (R_{31} + R_{32}) / (R_{31} - R_{32}) < 20.0 \quad \dots (13)$$

但し、

R_{31} は前記第 3 レンズ群の前記正レンズ成分の物体側面の近軸曲率半径、

R_{32} は前記第 3 レンズ群の前記正レンズ成分の像側面の近軸曲率半径である。

【請求項 8】

前記第 1 レンズ群中の前記負レンズ成分が以下の条件式 (8) を満足する両凹形状を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$0.2 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < 0.99 \quad \dots (8)$$

但し、

R_1 は前記第 1 レンズ群の前記負レンズ成分の物体側面の近軸曲率半径、

R_2 は前記第 1 レンズ群の前記負レンズ成分の像側面の近軸曲率半径、

である。

【請求項 9】

前記第 2 レンズ群は、物体側より順に、第 1 の正レンズ、第 2 の正レンズ、負レンズ、第 3 の正レンズからなり、前記第 1 から第 3 の正レンズのいずれかの正レンズが非球面を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】

前記第 2 レンズ群の像側直後に配置された明るさ絞りを有することを特徴とする請求項 1 から請求項 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 1 レンズ群の最も像側の面が像側に凹面を向けた形状であり、前記第 2 レンズ群の最も物体側の面が物体側に凸面を向けた形状であることを特徴とする請求項 10 に記載のズームレンズ。

【請求項 12】

前記第 1 レンズ群、前記第 2 レンズ群、前記第 3 レンズ群が以下の条件式 (11)、(12) を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 11 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$-0.6 < f_1 / f_3 < -0.16 \quad \dots (11)$$

$$0.15 < f_2 / f_3 < 0.42 \quad \dots (12)$$

但し、

f_1 は前記第 1 レンズ群の焦点距離、

f_2 は前記第 2 レンズ群の焦点距離、

f_3 は前記第 3 レンズ群の焦点距離、

である。

【請求項 13】

以下の条件式 (9) を満足することを特徴とする請求項 1 から請求項 10 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

$$4.1 < f_t / f_w < 8 \quad \dots (9)$$

但し、

f_t は望遠端における前記ズームレンズ全系の焦点距離、

f_w は広角端における前記ズームレンズ全系の焦点距離、

である。

【請求項 1 4】

ズームレンズと、前記ズームレンズの像側に配置され、且つ前記ズームレンズによる光学像を電気信号に変換する撮像素子を有し、前記ズームレンズが請求項 1 から請求項 1 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズであることを特徴とする撮像装置。

【請求項 1 5】

前記ズームレンズによるディストーションを含んだ電気信号を、画像処理によりディストーションを補正した画像信号に変換する画像変換部を有することを特徴とする請求項 1 4 に記載の撮像装置。

【請求項 1 6】

前記ズームレンズによる倍率色収差を含んだ電気信号を、画像処理により倍率色収差を補正した画像信号に変換する画像変換部を有することを特徴とする請求項 1 4 又は請求項 1 5 に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ズームレンズに関するものである。さらには、ズームレンズと撮像素子を備えたデジタルカメラやビデオカメラ等の撮像装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、撮像装置の技術分野において、銀塩カメラに代わりデジタルカメラが主流となっている。デジタルカメラは一般的に撮影フィルム用カメラに比べて撮像面サイズが小さいため小型化を達成しやすいという特徴をもつ。最近では携帯性が従来に比べてより一層重視される傾向があるためにデジタルカメラ自体が小型化している。さらに、屋内・屋外問わず、手軽にデジタルカメラを用いて撮影を楽しみたいという顧客のニーズがあるために、光学系として用いるズームレンズの広画角化や高変倍比化が求められている。

【0003】

このような小型・広画角・高変倍比のズームレンズの達成を目指して、従来から様々なズームレンズが提唱されている。例えば、特許文献 1 から 3 には、最も物体側に負屈折力のレンズ群を配置した負先行タイプのズームレンズが開示されている。このような、負先行のズームレンズは、全体としてレトロフォーカスタイプの屈折力配置となっているため、正先行型のズームレンズに比べ広角端での画角の確保に有利であり、最も物体側のレンズ群のサイズの小型化によりズームレンズ全体の小型化にも有利となっている。

【0004】

例示した特許文献 1 から 3 に開示されたズームレンズは、第 1 レンズ群の正レンズの屈折率を 1.9 以上と高くすることで、広角端の像面湾曲を補正しつつ、周辺部のレンズ厚みを小さく抑え、第 1 レンズ群全体を薄くし、ズームレンズの小型化を図っている。

そして、第 3 レンズ群に高屈折率のガラスレンズ、もしくは低分散のガラスレンズを用いている。

【0005】

【特許文献 1】特開 2007 - 179015 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 272216 号公報

【特許文献 3】特開 2007 - 333799 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、ガラスレンズを多用することは、製造コストの面で不利となる。

10

20

30

40

50

本発明はこのような状況に鑑みてなされたもので、広角端の画角の確保や小型化に有利な負先行のズームレンズであって、変倍比の確保及び光学性能の維持と低コスト化を達成し得るズームレンズの提供を目的とする。

更にはそのようなズームレンズを備えた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】

【0007】

上記課題を解決するため、本発明のズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群、を有し、広角端から望遠端への変倍に際して各レンズ群の間の間隔が変化するように第2レンズ群と第3レンズ群が移動し、第1レンズ群は、物体側より順に、非球面を有する負レンズ成分、正レンズ成分の2つのレンズ成分からなり、第3レンズ群は非球面を有する1つの正レンズ成分からなり、第1レンズ群中の負レンズ成分は以下の条件式(1)を満足する負レンズを有し、第1レンズ群中の正レンズ成分は以下の条件式(2)を満足する正レンズを有し、第3レンズ群中の正レンズ成分は以下の条件式(3)、(4)を満足するプラスチック正レンズを有することを特徴とするものである。

$$1.81 < N_1 < 2.35 \quad \cdots (1)$$

$$1.9 < N_2 < 2.35 \quad \cdots (2)$$

$$1.49 < N_3 < 1.55 \quad \cdots (3)$$

$$4.5 < v_3 < 6.5 \quad \cdots (4)$$

但し、

N_1 は第1レンズ群の負レンズ成分中の何れかの負レンズのd線に対する屈折率、

N_2 は第1レンズ群の正レンズ成分中の何れかの正レンズのd線に対する屈折率、

N_3 、 v_3 は、それぞれ第3レンズ群の正レンズ成分中の何れかのプラスチック正レンズのd線に対する屈折率およびd線に対するアッペ数である。

なお、レンズ成分は、光軸上にて空気と接する面が物体側面と像側面の2面のみのレンズ体を意味する。

【0008】

このような構成とすることで、広い画角を確保しやすいパワー配置のレンズ群配置となる。

また、第1レンズ群は、物体側より順に負レンズ成分、正レンズ成分を有するため、第1レンズ群の主点を物体側寄りにでき、第1レンズ群の小径化が可能となる。また、広角端での軸外収差、望遠端での球面収差の補正にも有利となる。さらに、負レンズ成分の少なくとも1面を非球面とすることで、負レンズ成分の負屈折力を確保しつつ、広角端における軸外収差を良好に補正できる。そして、第1レンズ群全体の負屈折力を確保できるので、ズームレンズ全長の短縮化によるコンパクト化に有利となる。

【0009】

条件式(1)は第1レンズ群の負レンズ成分中何れかの負レンズのd線に対する好ましい屈折率を特定するものである。

条件式(1)の下限を下回らないようにすることで、負レンズ成分の像側面の曲率を適度に抑えることができ、広角端での像面湾曲や望遠端での球面収差の発生を抑えやすくなる。また、負レンズ成分のコバ厚みを小さく出来るので、第1レンズ群の小型化にも有利となる。上限を上回らないようにすることで、材料のコスト、レンズ面の加工のコストを抑えやすくなる。

【0010】

条件式(2)は第1レンズ群の正レンズ成分中の何れかの正レンズのd線に対する好ましい屈折率を特定するものである。条件式(2)の下限を下回らないようにすることで、像側面を小さい曲率半径の凹面としなくても広角端での像面湾曲、望遠端での球面収差を良好に補正できる。また、正レンズ成分のコバ厚みを確保しつつ軸上厚みを小さく出来るので、第1レンズ群の小型化にも有利となる。上限を上回らないようにすることで、材料のコスト、レンズ面の加工のコストを抑えやすくなる。

【 0 0 1 1 】

第 3 レンズ群は、変倍中の像面湾曲を補正する機能をもたせることができる。このレンズ群は大きな屈折力が不要なので、1つのレンズ成分で構成することが好ましい。また、第 3 レンズ群をフォーカシング時に移動するレンズ群とした際には、駆動負担を軽減でき好ましい。

そして、このレンズ成分に非球面を持たせることで、変倍時の像面湾曲の調整をいっそう行いやすくなる。

【 0 0 1 2 】

非球面の加工を考慮すると、非球面を正レンズ成分中のプラスチック正レンズに設けることが好ましい。

それにより、ガラスモールド非球面レンズを用いる場合より材料費を安くし、射出成型による非球面であっても成形が困難となることもなく、コスト低減につながる。

【 0 0 1 3 】

条件式 (3) は第 3 レンズ群中のプラスチック正レンズの d 線に対する屈折率に関する条件式、条件式 (4) は第 3 レンズ群中のプラスチック正レンズの d 線に対するアッベ数に関する条件式である。条件式 (3)、(4) の範囲内にあればプラスチック材料を用いても、第 3 レンズ群の屈折力を適度に保ちながら、ズーム全域での収差補正を良好に保つことが可能となる。

【 0 0 1 4 】

条件式 (3) の下限を下回らないようにプラスチックレンズの屈折率を確保することで、第 3 レンズ群の屈折力を確保しつつ球面収差を抑えやすくなる。条件式 (3) の上限を上回らないように屈折率を抑えることで、プラスチック材料としての入手が容易となる。また、非球面の加工精度の誤差による影響を抑えやすくなる。また、変倍時の像面湾曲の調整機能の確保に有利となる。

【 0 0 1 5 】

条件式 (4) の下限を下回らないようにすることで、広角端での倍率色収差の補正に有利となる。条件式 (4) の上限を上回らないようにすることで、プラスチック材料の入手が容易となる。

【 0 0 1 6 】

また、本発明において、以下の構成のいずれか 1 つ、もしくは複数を同時に満足することがより好ましい。なお、ズームレンズがフォーカシング機構を備える場合、後述する各構成要件は、最も遠距離の物体に合焦した状態での構成とする。

【 0 0 1 7 】

本発明において、広角端から望遠端への変倍時に、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との間の間隔が狭くなり、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群が互いの間の間隔を変化させながら移動し、フォーカシング時に第 3 レンズ群を光軸方向に移動することが好ましい。第 2 レンズ群が変倍機能を担い、第 3 レンズ群が収差の調整を行う機能を担う。第 3 レンズ群は屈折力が適度に抑えられているのでこのレンズ群をフォーカシングレンズ群とするとフォーカシングによる収差変動を低減しやすくなる。

【 0 0 1 8 】

また、第 1 レンズ群中の負レンズ成分と正レンズ成分はそれぞれガラスレンズを 1 つのみ有する構成とすることが好ましい。

各レンズ成分の小型化に有利となる。更には、小型化のためそれぞれのレンズ成分をガラス単レンズとすることがより好ましい。第 3 レンズ群も同様にレンズ成分を単レンズとすることがより好ましい。

【 0 0 1 9 】

また、第 3 レンズ群よりも像側に配置された第 4 レンズ群を有し、第 4 レンズ群は非球面を有する 1 つのレンズ成分からなり、第 4 レンズ群中のレンズ成分は以下の条件式 (5)、(6) を満足するプラスチックレンズを有することが好ましい。

$$1.49 < N_4 < 1.55 \quad \cdots (5)$$

10

20

30

40

50

$$4.5 < v_4 < 6.5 \quad \cdots (6)$$

但し、 N_4 、 v_4 は、それぞれ第4レンズ群のレンズ成分中の何れかのプラスチックレンズのd線に対する屈折率およびd線に対するアッペ数である。

【0020】

本発明のズームレンズは、第1レンズ群をシンプルな構成とするために、2つのレンズ成分の構成としている。そして、両レンズ成分中に高屈折率のレンズを含ませている。そのため、第1レンズ群での収差発生の低減に有利となる。一方、ズーム全域での像面湾曲の変動の補正については、他のレンズ群と共同して収差をキャンセルさせることが好ましい。そのため、第3レンズ群の移動による収差の調整に加え、上述のように非球面を持つ第4レンズ群を配置することで、いっそう収差補正を良好にし得る。

10

つまり、像面湾曲等の補正機能を第3レンズ群と第4レンズ群で分担することで光学性能の向上に有利となる。

【0021】

第4レンズ群の補正機能を得るためには大きな屈折力は不要であるので1つのレンズ成分で構成できる。また、第4レンズ群にプラスチック非球面レンズを用いることで、非球面の加工コストを低減しやすくなる。つまり、ガラスモールド非球面レンズを用いる場合より材料費を安くし、射出成型による非球面であっても成形が困難となることもなく、コスト低減につながる。

【0022】

条件式(5)は第4レンズ群中のプラスチックレンズのd線に対する屈折率に関する条件式、条件式(6)は第4レンズ群中のプラスチックレンズのd線に対するアッペ数に関する条件式である。

20

条件式(5)、(6)の範囲内にあればプラスチック材料を用いても、第4レンズ群の屈折力を適度に保ちながら、ズーム全域での収差補正を良好に保つことが可能となる。

【0023】

条件式(5)の下限を下回らないようにプラスチックレンズの屈折率を確保することで、第3レンズ群の屈折力を確保しつつ球面収差抑えやすくなる。条件式(5)の上限を上回らないように屈折率を抑えることで、プラスチック材料としての入手が容易となる。また、非球面の加工精度の誤差による影響を抑えやすくなる。また、変倍時の像面湾曲の調整機能の確保に有利となる。

30

【0024】

条件式(6)の下限を下回らないようにすることで、広角端での倍率色収差の補正に有利となる。条件式(6)の上限を上回らないようにすることで、プラスチック材料の入手が容易となる。第4レンズ群も同様にレンズ成分を単レンズとすることがより好ましい。

【0025】

更に、第4レンズ群が以下の条件式を満足することがより好ましい。

$$-0.5 < (f_4 / f_w)^{-1} < 0.5 \quad \cdots (10)$$

但し、 f_4 は第4レンズ群の焦点距離である。

【0026】

条件式(10)の範囲内として第4レンズ群の屈折力の絶対値を小さくすることで、第4レンズ群自体の薄型化と収差低減の両立に有利となり非球面によるズームレンズ全体の軸外収差の補正機能をいっそう得やすくなる。

40

【0027】

また、第3レンズ群が以下の条件式を満足することが望ましい。

$$4.5 < f_3 / f_w < 12.0 \quad \cdots (7)$$

但し、

f_3 は第3レンズ群の焦点距離、

f_w は広角端におけるズームレンズ全系の焦点距離、

である。

【0028】

50

条件式(7)は、第3レンズ群の好ましい焦点距離を特定するものである。

条件式(7)は、高変倍比化にともなって発生しやすくなる像面湾曲の変動を低減するための条件である。

【0029】

本発明では条件式(1)、(2)を満足することで、第1レンズ群単独での収差の低減に有利となる。一方、第2レンズ群で発生する変倍時の像面湾曲の変動は、第3レンズ群と相殺させることで補正することが好ましい。

【0030】

高変倍比化するには、第2レンズ群の屈折力を強くする必要がある。そのため、第3レンズ群による収差補正分担を適切に行うことが好ましい。条件式(7)を満足することで、第3レンズ群の屈折力を弱く保ち、変倍分担による移動の規制を弱くして、変倍による像面湾曲変動を主に補正する役割を担わせることが好ましい。

10

【0031】

条件式(7)の下限を下回らないようにして、第3レンズ群の屈折力を抑えることで、第3レンズ群が比較的物体側に寄る変倍域での収差変動を抑えやすくなる。また、第3レンズ群がプラスチックの単レンズであっても第3レンズ群自体の色収差の発生を抑えられる。上限を上回らないようにして、第3レンズ群の正屈折力を適度に確保することで、第2レンズ群の正屈折力の過剰を抑えやすくなる。

【0032】

また、更に以下の条件式(7')を満足することが望ましい。

20

$$5.5 < f_3 / f_w < 15.0 \quad \dots (7')$$

高変倍比化による収差変動の低減のために、条件式(7)の下限を5.5にすることが好ましい。

【0033】

さらに、第3レンズ群中の正レンズ成分が物体側に凹面を向けたメニスカス形状をもち、以下の条件式(13)を満足することがより好ましい。

$$1.2 < (R_{31} + R_{32}) / (R_{31} - R_{32}) < 20.0 \quad \dots (13)$$

但し、

R_{31} は第3レンズ群の正レンズ成分の物体側面の近軸曲率半径、

R_{32} は第3レンズ群の正レンズ成分の像側面の近軸曲率半径、

30

である。

【0034】

第3レンズ群は大きな屈折力を必要とせず、ズームレンズ全体の収差のバランスを良好にする機能を担う。そのため、第3レンズ群中の正レンズ成分は条件式(13)を満足するメニスカス形状とすることが好ましい。条件式(13)の下限を下回らないようにすることで、第3レンズ群に入射する光線の入射角を抑えられ、軸上収差と軸外収差ともに過剰な収差発生を抑えやすくなる。条件式(13)の上限を上回らないようにすることで、第3レンズ群が第2レンズ群に近づきすぎないようにし、干渉を抑えることが好ましい。第3レンズ群をフォーカシングレンズ群とする場合はとくに第2レンズ群との距離を確保でき好ましい。また、面形状の加工にも有利となる。

40

【0035】

また、第1レンズ群の負レンズ成分が以下の条件式(8)を満足する両凹形状をもつことが好ましい。

$$0.5 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < 1.0 \quad \dots (8)$$

但し、

R_1 は第1レンズ群の負レンズ成分の物体側面の近軸曲率半径、

R_2 は第1レンズ群の負レンズ成分の像側面の近軸曲率半径、

である。

【0036】

条件式(8)は第1レンズ群の負レンズ成分の形状に関する条件式である。条件式(8)

50

）を満足することで、第 1 レンズ成分の物体側面と像側面で良好に負のパワーを分担することが可能となり、広角端での像面湾曲や望遠端での球面収差の低減に有利となる。条件式（ 8 ）の下限を下回らないようにすることで負レンズ成分の物体側面の負屈折力を適度に抑えられ、広角端の軸外収差を低減しやすくなる。条件式（ 8 ）の上限を上回らないようにして、負レンズ成分の物体側面の負屈折力を確保することで、望遠端での球面収差を低減しやすくなる。

【 0 0 3 7 】

また、第 2 レンズ群は、物体側より順に、第 1 の正レンズ、第 2 の正レンズ、負レンズ、第 3 の正レンズからなり、第 1 から第 3 の正レンズのいずれかの正レンズが非球面を有することが好ましい。

10

【 0 0 3 8 】

正の屈折力の第 2 レンズ群は、一般的には正レンズ、負レンズ、正レンズのトリプレットで構成することが収差補正上は望ましいが、変倍比の確保と小型化の両立のためには物体側の正レンズの屈折力を強めて主点を物体側寄りにすることが好ましい。そこで、トリプレットレンズの物体側の正レンズを 2 枚の正レンズに置き換え、物体より順に、第 1 の正レンズ、第 2 の正レンズ、負レンズ、第 3 の正レンズの構成にすることで、変倍比の確保と収差補正にいっそう有利となる。

【 0 0 3 9 】

そして、第 2 レンズ群に含まれる正レンズの少なくとも 1 面を非球面とすることが望ましい。高変倍比化のために第 2 レンズ群の屈折力が大きくなりやすいが、正レンズに非球面を用いることにより、第 2 レンズ群での球面収差の補正に有利となる。

20

【 0 0 4 0 】

また、第 2 レンズ群の像側直後に明るさ絞りを配置することが好ましい。

負先行のズームレンズタイプで高変倍比化するためには、第 2 レンズ群の変倍作用を大きくすることが効果的である。そのため第 2 レンズ群の後方に明るさ絞りを配置することが好ましい。

【 0 0 4 1 】

明るさ絞りが第 2 レンズ群の物体側に配置されている場合、望遠端にて第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の軸上空気間隔を小さくし難くなるが、明るさ絞りを第 2 レンズ群の像側直後に配置することによって、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間の間隔をメカの制約なく近づけることが出来る。そのため、変倍時の第 2 レンズ群の移動量の確保に有利となり、変倍比の確保と小型化の両立に有利となる。

30

【 0 0 4 2 】

また、広角端付近での第 3 レンズ群の有効径を小さくしやすくなる。つまり、第 3 レンズ群における広角端から望遠端にかけての有効径の変化をつけやすくなる。それにより、変倍時の収差の調整にいっそう有利となる。

【 0 0 4 3 】

更には、広角端から望遠端への変倍の際、明るさ絞りが、第 2 レンズ群と一体で移動する構成とするとメカ構成がいっそう簡易にできる、また、第 2 レンズ群中の有効径の変化が小さくなり、第 2 レンズ群の小型化や収差の低減に有利となる。

40

【 0 0 4 4 】

さらには、第 1 レンズ群の最も像側の面が像側に凹面を向けた形状であり、第 2 レンズ群の最も物体側の面が物体側に凸面を向けた形状であることが好ましい。広角端付近での収差補正に有利な形状としながら、望遠端にて第 2 レンズ群の主点を第 1 レンズ群に近づけやすくなり小型化と変倍比の確保の両立にいっそう有利となる。

【 0 0 4 5 】

また、第 1 レンズ群、第 2 レンズ群、第 3 レンズ群が以下の条件式（ 1 1 ）、（ 1 2 ）を満足することが好ましい。

$$-0.6 < f_1 / f_3 < -0.16 \quad \cdots (11)$$

$$0.15 < f_2 / f_3 < 0.42 \quad \cdots (12)$$

50

但し、

f_1 は第 1 レンズ群の焦点距離、

f_2 は第 2 レンズ群の焦点距離、

である。

【 0 0 4 6 】

画角の確保や変倍比の確保を行いつつ、小型化や性能確保をバランスよく行うため、第 1、第 2 レンズ群の屈折力を適度に高め、相対的に第 3 レンズ群の屈折力を弱くして収差バランスを調整しやすくすることが好ましい。

【 0 0 4 7 】

条件式 (1 1) の下限を下回らないようにして第 1 レンズ群の負屈折力を確保することで小型広画角化に有利となる。もしくは、第 3 レンズ群の屈折力を低減でき、像面湾曲の変動の補正に有利となる。条件式 (1 1) の上限を上回らないようにして第 1 レンズ群の屈折力を抑えることで、第 1 レンズ群での収差低減にいっそう有利となる。条件式 (1 2) の下限を下回らないようにして第 2 レンズ群の屈折力を抑えることで、収差補正のためにレンズ枚数の増大を抑えられる。条件式 (1 2) の上限を上回らないようにして第 3 レンズ群の屈折力を抑えることで、軸外収差の変動を抑えやすくなる。

【 0 0 4 8 】

また、以下の条件式 (9) を満足することが好ましい。

$$3.85 < f_t / f_w < 8 \quad \dots (9)$$

但し、 f_t は望遠端におけるズームレンズ全系の焦点距離である。

【 0 0 4 9 】

条件式 (9) の下限を下回らないようにして画角変更による自由度を確保することで種々の撮影シーンに対応でき好ましい。条件式 (9) の上限を上回らないようにすることで、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群で発生する収差を抑えやすくなり、小型化とズーム全域での性能確保に有利となる。ズームレンズがフォーカシング機能を有す場合は、上記各構成は、最も遠距離の物体に合焦した状態とする。

【 0 0 5 0 】

条件式 (1) については、下限値を 1.83、更には 1.85 とすることがより好ましい。上限値を 2.0、更には 1.9 とすることがより好ましい。

【 0 0 5 1 】

条件式 (2) については、下限値を 1.91、更には 1.92 とすることがより好ましい。上限値を 2.2、更には 2.1 とすることがより好ましい。

【 0 0 5 2 】

条件式 (3) については、下限値を 1.51、更には 1.52 とすることがより好ましい。上限値を 1.54、更には 1.53 とすることがより好ましい。

【 0 0 5 3 】

条件式 (4) については、下限値を 5.0、更には 5.4 とすることがより好ましい。上限値を 6.2、更には 5.9 とすることがより好ましい。

【 0 0 5 4 】

条件式 (5) については、下限値を 1.51、更には 1.52 とすることがより好ましい。上限値を 1.54、更には 1.53 とすることがより好ましい。

【 0 0 5 5 】

条件式 (6) については、下限値を 5.0、更には 5.4 とすることがより好ましい。上限値を 6.2、更には 5.9 とすることがより好ましい。

【 0 0 5 6 】

条件式 (7) については、下限値を 5.5、更には 6.0 とすることがより好ましい。上限値を 11.7、更には 11.4 とすることがより好ましい。

【 0 0 5 7 】

条件式 (8) については、下限値を 0.3、更には 0.5 とすることがより好ましい。上限値を 0.95、更には 0.9 とすることがより好ましい。

【 0 0 5 8 】

条件式 (9) については、下限値を 4 . 1、更には 4 . 5 とすることがより好ましい。上限値を 7、更には 6 とすることがより好ましい。

【 0 0 5 9 】

条件式 (1 0) については、下限値を - 0 . 3、更には - 0 . 1 5 とすることがより好ましい。上限値を 0 . 3、更には 0 . 1 5 とすることがより好ましい。

【 0 0 6 0 】

条件式 (1 1) については、下限値を - 0 . 5、更には - 0 . 4 とすることがより好ましい。上限値を - 0 . 1 8、更には - 0 . 2 とすることがより好ましい。

【 0 0 6 1 】

条件式 (1 2) については、下限値を 0 . 1 7、更には 0 . 1 8 とすることがより好ましい。上限値を 0 . 3 8、更には 0 . 3 5 とすることがより好ましい。

【 0 0 6 2 】

条件式 (1 3) については、下限値を 2 . 0、更には 3 . 0 とすることがより好ましい。上限値を 1 6 . 0、更には 1 2 . 0 とすることがより好ましい。

【 0 0 6 3 】

また、本発明の撮像装置は、ズームレンズと、そのズームレンズの像側に配置され、且つズームレンズによる光学像を電気信号に変換する撮像素子を有し、そのズームレンズが前述のズームレンズの何れかに記載のズームレンズとするものである。画角の確保、小型化に有利であり、性能、コストのバランスが良好な撮像装置を提供できる。

【 0 0 6 4 】

更には、ズームレンズによるディストーションを含んだ電気信号を、画像処理によりディストーションを補正した画像信号に変換する画像変換部を有することが好ましい。

【 0 0 6 5 】

ズームレンズのディストーションを電氣的に補正したうえで画像の記録や表示を行える。したがって、ズームレンズのディストーションの収差発生を許容することで、像面湾曲やコマ収差の補正に有利となり、結果的に小型のズームレンズで良好な画質を得やすくなる。

【 0 0 6 6 】

また、ズームレンズによる倍率色収差を含んだ電気信号を、画像処理により倍率色収差を補正した画像信号に変換する画像変換部を有することが好ましい。ズームレンズにより撮影された画像の電気信号を、画像処理により倍率色収差による色のずれを補正した画像信号に変換する画像変換部を有することが好ましい。ズームレンズの倍率色収差を電氣的に補正することで、より良好な画像を得ることができるようになる。ズームレンズの倍率色収差を許容することで、レンズの材料選択の自由度が確保でき、低コスト化、薄型化、高性能化に有利となる。

【 0 0 6 7 】

また、本発明のズームレンズは、上記全ての構成に関して、前記ズームレンズを構成するレンズの内、少なくとも一面は反射防止コートを施すことが望ましい。

【 発明の効果 】

【 0 0 6 8 】

本発明にかかるズームレンズは、広角端の画角の確保や小型化に有利な負先行のズームレンズであって、変倍比の確保及び光学性能の維持と低コスト化を達成できる、という効果を奏する。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 6 9 】

以下に、本発明にかかるズームレンズ及び撮像装置の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。

【 実施例 】

【 0 0 7 0 】

以下、本発明のズームレンズの実施例 1 ~ 6 について説明する。実施例 1 ~ 6 の無限遠物点合焦時の広角端 (a)、中間焦点距離状態 (b)、望遠端 (c) のレンズ断面図をそれぞれ図 1 ~ 図 6 に示す。図 1 ~ 図 6 中、第 1 レンズ群は G 1、第 2 レンズ群は G 2、明るさ (開口) 絞りは S、第 3 レンズ群は G 3、第 4 レンズ群は G 4、赤外光を制限する波長域制限コートを施したローパスフィルタを構成する平行平板は F、電子撮像素子のカバーガラスの平行平板は C、像面は I で示してある。なお、カバーガラス C の表面に波長域制限用の多層膜を施してもよい。また、そのカバーガラス C にローパスフィルタ作用を持たせるようにしてもよい。ここで、図 1 ~ 図 6 において、斜線を付したレンズはプラスチックレンズであり、それ以外のレンズはガラスレンズである。

【 0 0 7 1 】

10

また、各実施例において、明るさ絞り S は第 2 レンズ群 G 2 と一体で移動する。数値データはいずれも無限遠の被写体に合焦した状態でのデータである。各数値の長さの単位は mm、角度の単位は ° (度) である。フォーカシングはいずれの実施例も第 3 レンズ群 G 3 の移動により行う。さらに、ズームデータは広角端 (W E)、本発明で定義する中間ズーム状態 (S T)、望遠端 (T E) での値である。

【 0 0 7 2 】

実施例 1 のズームレンズは、図 1 に示すように、物体側から順に、負の屈折力の第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力の第 2 レンズ群 G 2 と、開口絞り S と、正の屈折力の第 3 レンズ群 G 3 と、正の屈折力の第 4 レンズ群 G 4 と、を配置している。

【 0 0 7 3 】

20

広角端から望遠端への変倍に際して、第 1 レンズ群 G 1 は像側へ移動した後に、物体側へ移動する。第 2 レンズ群 G 2 は物体側へ移動する。第 3 レンズ群 G 3 は物体側へ移動した後に像側へ移動する。第 4 レンズ群 G 4 は固定している。

【 0 0 7 4 】

物体側から順に、第 1 レンズ群 G 1 は、両凹負レンズと、像側に凹面を向けた正メニスカスレンズと、からなる。第 2 レンズ群 G 2 は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとの接合レンズと、両凸正レンズと、からなる。第 3 レンズ群 G 3 は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる。第 4 レンズ群 G 4 は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる。

【 0 0 7 5 】

30

非球面は、第 1 レンズ群 G 1 の両凹負レンズの両面と、第 2 レンズ群 G 2 の物体側の両凸正レンズの両面と、第 2 レンズ群 G 2 の像側の両凸正レンズの像側の面と、第 3 レンズ群 G 3 の正メニスカスレンズの像側の面と、第 4 レンズ群 G 4 の正メニスカスレンズの両面と、に用いている。

【 0 0 7 6 】

実施例 2 のズームレンズは、図 2 に示すように、物体側から順に、負の屈折力の第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力の第 2 レンズ群 G 2 と、開口絞り S と、正の屈折力の第 3 レンズ群 G 3 と、正の屈折力の第 4 レンズ群 G 4 と、を配置している。

【 0 0 7 7 】

40

広角端から望遠端への変倍に際して、第 1 レンズ群 G 1 は像側へ移動した後に、物体側へ移動する。第 2 レンズ群 G 2 は物体側へ移動する。第 3 レンズ群 G 3 は物体側へ移動した後に像側へ移動する。第 4 レンズ群 G 4 は固定している。

【 0 0 7 8 】

物体側から順に、第 1 レンズ群 G 1 は、両凹負レンズと、像側に凹面を向けた正メニスカスレンズと、からなる。第 2 レンズ群 G 2 は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとの接合レンズと、両凸正レンズと、からなる。第 3 レンズ群 G 3 は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる。第 4 レンズ群 G 4 は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる。

【 0 0 7 9 】

50

非球面は、第 1 レンズ群 G 1 の両凹負レンズの両面と、第 2 レンズ群 G 2 の物体側の両

凸正レンズの両面と、第 2 レンズ群 G 2 の像側の両凸正レンズの像側の面と、第 3 レンズ群 G 3 の正メニスカスレンズの像側の面と、第 4 レンズ群 G 4 の正メニスカスレンズの両面との 8 面に用いている。

【 0 0 8 0 】

実施例 3 のズームレンズは、図 3 に示すように、物体側から順に、負の屈折力の第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力の第 2 レンズ群 G 2 と、開口絞り S と、正の屈折力の第 3 レンズ群 G 3 と、正の屈折力の第 4 レンズ群 G 4 と、を配置している。

【 0 0 8 1 】

広角端から望遠端への変倍に際して、第 1 レンズ群 G 1 は像側へ移動した後に、物体側へ移動する。第 2 レンズ群 G 2 は物体側へ移動する。第 3 レンズ群 G 3 は物体側へ移動した後に像側へ移動する。第 4 レンズ群 G 4 は固定している。

10

【 0 0 8 2 】

物体側から順に、第 1 レンズ群 G 1 は、両凹負レンズと、像側に凹面を向けた正メニスカスレンズとからなる。第 2 レンズ群 G 2 は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとの接合レンズと、両凸正レンズと、からなる。第 3 レンズ群 G 3 は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる。第 4 レンズ群 G 4 は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる。

【 0 0 8 3 】

非球面は、第 1 レンズ群 G 1 の両凹負レンズの両面と、第 1 レンズ群 G 1 の正メニスカスレンズの両面と、第 2 レンズ群 G 2 の物体側の両凸正レンズの両面と、第 2 レンズ群 G 2 の像側の両凸正レンズの像側の面と、第 3 レンズ群 G 3 の正メニスカスレンズの像側の面と、第 4 レンズ群 G 4 の正メニスカスレンズの両面との 10 面に用いている。

20

【 0 0 8 4 】

実施例 4 のズームレンズは、図 4 に示すように、物体側から順に、負の屈折力の第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力の第 2 レンズ群 G 2 と、開口絞り S と、正の屈折力の第 3 レンズ群 G 3 と、正の屈折力の第 4 レンズ群 G 4 と、を配置している。

【 0 0 8 5 】

広角端から望遠端への変倍に際して、第 1 レンズ群 G 1 は像側へ移動した後に、物体側へ移動する。第 2 レンズ群 G 2 は物体側へ移動する。第 3 レンズ群 G 3 は物体側へ移動した後に像側へ移動する。第 4 レンズ群 G 4 は固定している。

30

【 0 0 8 6 】

物体側から順に、第 1 レンズ群 G 1 は、両凹負レンズと、像側に凹面を向けた正メニスカスレンズと、からなる。第 2 レンズ群 G 2 は、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとの接合レンズと、両凸正レンズと、からなる。第 3 レンズ群 G 3 は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる。第 4 レンズ群 G 4 は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる。

【 0 0 8 7 】

非球面は、第 1 レンズ群 G 1 の両凹負レンズの両面と第 1 レンズ群 G 1 の正メニスカスレンズの両面と、第 2 レンズ群 G 2 の物体側の両凸正レンズの両面と、第 2 レンズ群 G 2 の像側の両凸正レンズの像側の面と、第 3 レンズ群 G 3 の正メニスカスレンズの像側の面と、第 4 レンズ群 G 4 の正メニスカスレンズの両面との 10 面に用いている。

40

【 0 0 8 8 】

実施例 5 のズームレンズは、図 5 に示すように、物体側から順に、負の屈折力の第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力の第 2 レンズ群 G 2 と、開口絞り S と、正の屈折力の第 3 レンズ群 G 3 と、負の屈折力の第 4 レンズ群 G 4 と、を配置している。

【 0 0 8 9 】

広角端から望遠端への変倍に際して、第 1 レンズ群 G 1 は像側へ移動した後に、物体側へ移動する。第 2 レンズ群 G 2 は物体側へ移動する。第 3 レンズ群 G 3 は物体側へ移動した後に像側へ移動する。第 4 レンズ群 G 4 は固定している。

【 0 0 9 0 】

50

物体側から順に、第 1 レンズ群 G 1 は、両凹負レンズと、像側に凹面を向けた正メニスカスレンズと、からなる。第 2 レンズ群 G 2 は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとの接合レンズと、両凸正レンズと、からなる。第 3 レンズ群 G 3 は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる。第 4 レンズ群 G 4 は、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなる。

【 0 0 9 1 】

非球面は、第 1 レンズ群 G 1 の両凹負レンズの両面と、第 1 レンズ群 G 1 の正メニスカスレンズの両面と、第 2 レンズ群 G 2 の物体側の正メニスカスレンズの両面と、第 2 レンズ群 G 2 の両凸正レンズの像側の面と、第 3 レンズ群 G 3 の正メニスカスレンズの像側の面と、第 4 レンズ群 G 4 の負メニスカスレンズの両面との 1 0 面に用いている。

10

【 0 0 9 2 】

実施例 6 のズームレンズは、図 6 に示すように、物体側から順に、負の屈折力の第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力の第 2 レンズ群 G 2 と、正の屈折力の第 3 レンズ群 G 3 と、を配置している。

【 0 0 9 3 】

広角端から望遠端への変倍に際して、第 1 レンズ群 G 1 は像側へ移動した後に、物体側へ移動する。第 2 レンズ群 G 2 は物体側へ移動する。第 3 レンズ群 G 3 は物体側へ移動した後に像側へ移動する。

【 0 0 9 4 】

20

物体側から順に、第 1 レンズ群 G 1 は、両凹負レンズと、像側に凹面を向けた正メニスカスレンズと、からなる。第 2 レンズ群 G 2 は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとの接合レンズと、両凸正レンズと、からなる。第 3 レンズ群 G 3 は、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる。

【 0 0 9 5 】

非球面は、第 1 レンズ群 G 1 の両凹負レンズの両面と、第 1 レンズ群 G 1 の正メニスカスレンズの両面と、第 2 レンズ群 G 2 の物体側の正メニスカスレンズの両面と、第 2 レンズ群 G 2 の両凸正レンズの像側の面と、第 3 レンズ群 G 3 の正メニスカスレンズの像側の面との 8 面に用いている。

30

【 0 0 9 6 】

以下に、上記各実施例の数値データを示す。記号は上記の外、 f は全系焦点距離、 $B F$ はバックフォーカス、 f_1 、 $f_2 \dots$ は各レンズ群の焦点距離、 $I H$ は像高、 F_{NO} は F ナンバー、 ω は半画角、 $W E$ は広角端、 $S T$ は中間焦点距離状態、 $T E$ は望遠端、 r_1 、 $r_2 \dots$ は各レンズ面の曲率半径、 d_1 、 $d_2 \dots$ は各レンズ面間の間隔、 n_{d1} 、 $n_{d2} \dots$ は各レンズの d 線の屈折率、 v_{d1} 、 $v_{d2} \dots$ は各レンズのアッペ数である。後述するレンズ全長は、レンズ最前面からレンズ最終面までの距離にバックフォーカスを加えたものである。 $B F$ (バックフォーカス) は、レンズ最終面から近軸像面までの距離を空気換算して表したものである。

また、各非球面形状は、各実施例における各非球面係数を用いて、以下の式で表される。

40

但し、光軸方向の座標を Z 、光軸と垂直な方向の座標を Y とする。

$$Z = (Y^2 / r) / [1 + \{1 - (1 + K) \cdot (Y / r)^2\}^{1/2}] + A_4 \times Y^4 + A_6 \times Y^6 + A_8 \times Y^8 + A_{10} \times Y^{10} + A_{12} \times Y^{12}$$

ただし、 r は近軸曲率半径、 K は円錐係数、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} はそれぞれ 4 次、6 次、8 次、10 次、12 次の非球面係数である。また、非球面係数において、「 $e - n$ 」(n は整数) は、「 10^{-n} 」を示している。

【 0 0 9 7 】

数値実施例 1

単位 mm

50

面 デ ー タ

面 番 号	r	d	nd	v d
物 面	∞	∞		
1*	-36.121	0.85	1.85135	40.10
2*	6.613	2.40		
3	12.132	1.76	1.92286	18.90
4	32.163	可 変		
5*	6.094	1.63	1.58313	59.38
6*	-193.979	0.10		
7	7.205	1.70	1.88300	40.76
8	35.008	0.68	1.84666	23.78
9	4.067	0.80		
10	42.637	0.80	1.52540	56.25
11*	-15.492	0.30		
12(絞 り)	∞	可 変		
13	-18.564	1.27	1.52540	56.25
14*	-10.395	可 変		
15*	-16.887	0.85	1.52540	56.25
16*	-11.717	0.30		
17	∞	0.50	1.51633	64.14
18	∞	0.50		
19	∞	0.50	1.51633	64.14
20	∞	0.37		
像 面	∞			

10

20

非 球 面 デ ー タ

第 1 面

K=0.000

A4=5.23384e-04,A6=-8.99800e-06,A8=5.58642e-08

30

第 2 面

K=0.000

A4=1.53184e-04,A6=2.36186e-06,A8=-4.85067e-07

第 5 面

K=0.000

A4=-6.87558e-04,A6=3.61041e-05,A8=-2.43068e-06

第 6 面

K=0.000

A4=-2.16456e-04,A6=5.64134e-05,A8=-3.68492e-06

第 1 1 面

40

K=0.000

A4=3.42256e-04,A6=-6.70299e-05,A8=1.21276e-05

第 1 4 面

K=0.000

A4=1.34406e-04,A6=1.61801e-06,A8=-2.13189e-07

第 1 5 面

K=0.000

A4=-3.47016e-03,A6=1.29634e-04

第 1 6 面

K=0.000

50

A4=-3.11938e-03,A6=1.39866e-04

ズームデータ

	広角	中間	望遠
焦点距離	4.48	9.90	21.39
F n o .	2.86	4.45	6.12
画角 2 ω	89.98	41.95	19.71
BF	1.83	1.83	1.83
全長	38.16	31.33	37.38
d4	17.49	5.26	0.20
d12	2.78	7.54	20.25
d14	2.92	3.57	1.96

10

各群焦点距離

f1=-11.16 f2=9.90 f3=42.68 f4=68.94

【 0 0 9 8 】

数値実施例 2

単位 mm

20

面データ

面番号	r	d	nd	v d
物面	∞	∞		
1*	-39.192	0.85	1.85135	40.10
2*	6.869	2.41		
3	11.734	1.58	1.94595	17.98
4	25.053	可変		
5*	6.133	1.52	1.58313	59.38
6*	-329.489	0.10		
7	7.223	1.69	1.88300	40.76
8	25.780	0.60	1.84666	23.78
9	4.136	0.70		
10	45.318	0.81	1.58313	59.38
11*	-15.535	0.30		
12(絞り)	∞	可変		
13	-17.977	1.32	1.52540	56.25
14*	-10.904	可変		
15*	-16.661	0.85	1.52540	56.25
16*	-11.659	0.30		
17	∞	0.50	1.51633	64.14
18	∞	0.50		
19	∞	0.50	1.51633	64.14
20	∞	0.37		
像面	∞			

30

40

非球面データ

第 1 面

K=0.000

A4=5.35330e-04,A6=-8.67116e-06,A8=4.51209e-08

第 2 面

50

K=0.000

A4=2.38314e-04,A6=5.35853e-06,A8=-4.99255e-07

第 5 面

K=0.000

A4=-7.70741e-04,A6=2.83015e-05,A8=-4.35533e-06

第 6 面

K=0.000

A4=-3.14549e-04,A6=3.60394e-05,A8=-4.98647e-06

第 1 1 面

K=0.000

A4=2.43798e-04,A6=-4.53369e-05,A8=8.62818e-06

第 1 4 面

K=0.000

A4=2.38072e-04,A6=-1.20387e-05,A8=4.38193e-08

第 1 5 面

K=0.000

A4=-1.63985e-03,A6=2.23619e-05

第 1 6 面

K=0.000

A4=-1.06692e-03,A6=3.12519e-05

ズームデータ

	広角	中間	望遠
焦点距離	4.62	10.06	21.95
F n o .	2.86	4.37	6.12
画角 2 ω	88.13	41.33	19.21
BF	1.83	1.83	1.83
全長	37.70	31.20	37.35
d4	17.07	5.27	0.20
d12	2.86	7.42	20.66
d14	3.22	3.96	1.94

各群焦点距離

f1=-11.17 f2=9.85 f3=49.57 f4=69.82

【 0 0 9 9 】

数値実施例 3

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	v d
物面	∞	∞		
1*	-55.310	0.85	1.85135	40.10
2*	6.568	2.22		
3*	9.905	1.80	2.00178	19.30
4*	17.477	可変		
5*	5.848	1.70	1.58313	59.38
6*	-595.150	0.10		
7	7.072	1.55	1.88300	40.76
8	15.131	0.60	1.84666	23.78

9	4.052	0.70		
10	17.929	0.75	1.58313	59.38
11*	-34.293	0.30		
12(絞り)	∞	可変		
13	-8.791	1.30	1.52540	56.25
14*	-6.930	可変		
15*	-12.362	0.85	1.52540	56.25
16*	-12.086	0.30		
17	∞	0.50	1.51633	64.14
18	∞	0.50		
19	∞	0.50	1.51633	64.14
20	∞	0.37		
像面	∞			

10

非球面データ

第1面

K=0.000

A4=6.29147e-04, A6=-1.09060e-05, A8=5.99850e-08

第2面

K=0.000

A4=-3.60728e-04, A6=4.71665e-05, A8=-1.23411e-06

第3面

K=0.000

A4=-1.10232e-03, A6=3.73924e-05, A8=-4.29166e-07

第4面

K=0.000

A4=-8.55694e-04, A6=2.65450e-05, A8=-3.14820e-07

第5面

K=0.000

A4=-5.10380e-04, A6=7.65810e-06, A8=-2.83620e-07

第6面

K=0.000

A4=-3.00819e-05, A6=1.81730e-05, A8=-3.80335e-07

第11面

K=0.000

A4=4.60385e-04, A6=-3.37836e-05, A8=6.28934e-06

第14面

K=0.000

A4=2.07326e-04, A6=4.98692e-06, A8=2.33245e-07

第15面

K=0.000

A4=-3.49411e-03, A6=9.13012e-05

第16面

K=0.000

A4=-2.45682e-03, A6=5.95790e-05

20

30

40

ズームデータ

	広角	中間	望遠
焦点距離	4.51	9.90	25.07
Fno.	2.87	4.28	6.16

50

画角 2 ω	90.09	41.75	16.81
BF	1.83	1.83	1.83
全長	39.69	31.18	38.14
d4	19.34	6.02	0.20
d12	2.93	5.39	21.93
d14	2.87	5.22	1.46

各群焦点距離

f1=-11.34 f2=9.66 f3=50.22 f4=500.26

10

【 0 1 0 0 】

数值実施例 4

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	v d
物面	∞	∞		
1*	-58.197	0.85	1.85135	40.10
2*	6.557	2.19		
3*	9.191	1.76	2.00178	19.30
4*	15.054	可変		
5*	5.701	1.83	1.58313	59.38
6*	-5147.531	0.10		
7	7.163	1.49	1.88300	40.76
8	15.469	0.60	1.84666	23.78
9	4.145	0.70		
10	17.199	0.66	1.58313	59.38
11*	-42.828	0.30		
12(絞り)	∞	可変		
13	-8.752	1.38	1.52540	56.25
14*	-6.937	可変		
15*	-12.070	0.85	1.52540	56.25
16*	-12.311	0.30		
17	∞	0.50	1.51633	64.14
18	∞	0.50		
19	∞	0.50	1.51633	64.14
20	∞	0.37		
像面	∞			

20

30

非球面データ

第 1 面

K=0.000

A4=6.75398e-04,A6=-1.18456e-05,A8=6.58162e-08

第 2 面

K=0.000

A4=-4.06863e-04,A6=5.13645e-05,A8=-1.29930e-06

第 3 面

K=0.000

A4=-1.30204e-03,A6=3.92755e-05,A8=-4.08741e-07

第 4 面

40

50

K=0.000

A4=-1.01988e-03,A6=2.83769e-05,A8=-2.90079e-07

第 5 面

K=0.000

A4=-4.59761e-04,A6=3.75214e-06,A8=4.21709e-07

第 6 面

K=0.000

A4=2.45003e-05,A6=1.89720e-05,A8=1.50558e-07

第 1 1 面

K=0.000

A4=7.04505e-04,A6=-4.01432e-05,A8=1.07392e-05

第 1 4 面

K=0.000

A4=1.91230e-04,A6=3.08490e-06,A8=4.59629e-07

第 1 5 面

K=0.000

A4=-3.40694e-03,A6=1.10543e-04

第 1 6 面

K=0.000

A4=-2.05594e-03,A6=5.90357e-05

ズームデータ

	広角	中間	望遠
焦点距離	4.45	9.90	25.70
F n o .	2.86	4.29	6.12
画角 2 ω	90.93	41.60	16.38
BF	1.83	1.83	1.83
全長	39.72	31.04	38.35
d4	19.55	6.06	0.20
d12	3.02	5.34	22.13
d14	2.62	5.11	1.48

各群焦点距離

f1=-11.22 f2=9.53 f3=50.49 f4=5471.43

数値実施例 5

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	v d
物面	∞	∞		
1*	-79.815	0.85	1.85135	40.10
2*	6.537	1.95		
3*	8.269	1.79	2.00178	19.30
4*	12.742	可変		
5*	5.768	1.72	1.58313	59.38
6*	66.406	0.10		
7	7.745	1.45	1.88300	40.76
8	17.711	0.60	1.84666	23.78
9	4.663	0.70		

10	11.705	0.60	1.58313	59.38
11*	-159.640	0.30		
12(絞リ)	∞	可変		
13	-8.354	1.66	1.52540	56.25
14*	-5.835	可変		
15*	-8.171	0.85	1.52540	56.25
16*	-16.651	0.30		
17	∞	0.50	1.51633	64.14
18	∞	0.50		
19	∞	0.50	1.51633	64.14
20	∞	0.37		
像面	∞			

10

非球面データ

第1面

K=0.000

A4=6.47192e-04, A6=-1.14005e-05, A8=6.15163e-08

第2面

K=0.000

A4=-5.53507e-04, A6=5.77538e-05, A8=-1.41050e-06

第3面

K=0.000

A4=-1.49323e-03, A6=4.46478e-05, A8=-5.15387e-07

第4面

K=0.000

A4=-1.14397e-03, A6=3.16494e-05, A8=-3.38461e-07

第5面

K=0.000

A4=-4.53881e-04, A6=1.34904e-05, A8=-8.63776e-07

第6面

K=0.000

A4=-1.69372e-04, A6=2.66598e-05, A8=-1.51731e-06

第11面

K=0.000

A4=1.05108e-03, A6=-1.21510e-05, A8=1.01732e-05

第14面

K=0.000

A4=4.75041e-04, A6=1.04361e-05, A8=6.11855e-07

第15面

K=0.000

A4=-5.92872e-03, A6=2.29989e-04

第16面

K=0.000

A4=-5.41493e-03, A6=1.74643e-04

ズームデータ

	広角	中間	望遠
焦点距離	4.70	9.90	26.74
F n o .	2.89	4.18	6.06

20

30

40

50

画角 2 ω	87.74	41.95	15.78
BF	1.83	1.83	1.83
全長	39.75	31.47	38.42
d4	19.45	6.76	0.20
d12	3.06	6.71	21.98
d14	2.83	3.60	1.83

各群焦点距離

$f1=-11.61$ $f2=9.64$ $f3=30.00$ $f4=-31.63$

【 0 1 0 1 】

数値実施例 6

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	v d
物面	∞	∞		
1*	-94.381	0.85	1.85135	40.10
2*	6.612	2.31		
3*	8.592	1.73	2.00178	19.30
4*	13.008	可変		
5*	5.763	1.77	1.58313	59.38
6*	142.941	0.10		
7	6.939	1.73	1.88300	40.76
8	16.536	0.60	1.84666	23.78
9	4.057	0.70		
10	13.551	0.60	1.58313	59.38
11*	-437.950	0.30		
12(絞り)	∞	可変		
13	-9.634	1.36	1.52540	56.25
14*	-7.140	可変		
15	∞	0.50	1.51633	64.14
16	∞	0.50		
17	∞	0.50	1.51633	64.14
18	∞	0.37		
像面	∞			

非球面データ

第 1 面

$K=0.000$

$A4=7.26361e-04, A6=-1.29478e-05, A8=6.89655e-08$

第 2 面

$K=0.000$

$A4=-3.58096e-04, A6=4.77895e-05, A8=-1.22371e-06$

第 3 面

$K=0.000$

$A4=-1.40387e-03, A6=3.14286e-05, A8=-3.00061e-07$

第 4 面

$K=0.000$

$A4=-1.12627e-03, A6=2.31533e-05, A8=-2.10399e-07$

第 5 面

10

20

30

40

50

K=0.000

A4=-4.56577e-04,A6=7.52433e-06,A8=-4.36188e-07

第 6 面

K=0.000

A4=-6.09644e-05,A6=1.56792e-05,A8=-5.60172e-07

第 1 1 面

K=0.000

A4=9.34937e-04,A6=6.99884e-06,A8=1.07582e-05

第 1 4 面

K=0.000

A4=5.64174e-04,A6=-1.18595e-05,A8=6.85347e-07

10

ズームデータ

	広角	中間	望遠
焦点距離	4.57	9.83	25.46
F n o .	2.86	4.33	6.12
画角 2 ω	90.63	42.27	16.73
BF	5.28	5.57	4.62
全長	38.89	31.11	38.13
d4	19.07	6.65	0.20
d12	2.49	6.84	21.26
d14	3.75	4.04	3.09

20

各群焦点距離

f1=-11.79 f2=9.63 f3=44.19

【 0 1 0 2 】

以上の実施例 1 ～ 6 の無限遠物点合焦時の収差図をそれぞれ図 7 ～ 図 1 2 に示す。これらの収差図において、(a) は広角端、(b) は中間焦点距離状態、(c) は望遠端における、球面収差 (S A)、非点収差 (A S)、歪曲収差 (D T)、倍率色収差 (C C) を示す。各図中、“ ω ” は半画角を示す。

30

【 0 1 0 3 】

次に、各実施例における条件式 (1) ～ (1 3) の値を掲げる。中間及び望遠端での像高は 3 . 8 3 mm である。なお、ディストーションの補正に関しては、中間焦点距離状態、望遠端状態では上述の値に対して変更がない。このため、重複する値については記載を省略する。

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6	
ディストーション							
電気補正時像高							
(広角端)	3.49	3.49	3.49	3.49	3.50	3.48	40
ディストーション							
補正後全画角							
(広角端)	82.85	81.05	82.40	83.12	80.12	81.64	

< 条件式 >

	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) N ₁	1.85135	1.85135	1.85135	1.85135	1.85135	1.85135	
(2) N ₂	1.92286	1.94595	2.00178	2.00178	2.00178	2.00178	50

(3) N_3	1.52540	1.52540	1.52540	1.52540	1.52540	1.52540	
(4) v_3	56.25	56.25	56.25	56.25	56.25	56.25	
(5) N_4	1.52540	1.52540	1.52540	1.52540	1.52540	-	
(6) v_4	56.25	56.25	56.25	56.25	56.25	-	
(7) f_3 / f_w	9.54	10.73	11.14	11.34	6.39	9.67	
(8) $(R_1 + R_2) / (R_1 - R_2)$	0.69	0.70	0.79	0.80	0.85	0.87	
(9) f_t / f_w	4.78	4.75	5.56	5.77	5.69	5.57	
(10) $(f_4 / f_w)^{-1}$	0.06491	0.06616	0.00901	0.00081	-0.12877	-0.12877	10
(11) f_1 / f_3	-0.261	-0.225	-0.226	-0.222	-0.387	-0.267	
(12) f_2 / f_3	0.232	0.199	0.192	0.189	0.321	0.218	
(13) $(R_{31} + R_{32}) / (R_{31} - R_{32})$	3.545	4.083	8.445	8.644	5.632	6.724	

【0104】

(反射防止コート)

ゴースト・フレアの発生を防止するためにレンズの空気接触面に反射防止コートを施すことは一般的に行われている。一方、接合レンズの接合面では接着材の屈折率が空気の屈折率よりも十分高い。そのためもともと単層コート並み、あるいはそれ以下の反射率となっていることが多く、あえてコートを施すことは少ない。

20

【0105】

しかしながら、接合面にも積極的に反射防止コートを施せばさらにゴースト・フレアを軽減でき、なお良好な画像を得ることができるようになる。特に最近では高屈折率硝材が普及し収差補正効果が高いためカメラ光学系に多用されるようになってきているが、高屈折率硝材を接合レンズとして用いた場合、接合面での反射も無視できなくなってくる。そのような場合、接合面に反射防止コートを施しておくことは特に効果的である。

【0106】

接合面コートの効果的な使用法に関しては、特開平2-27301号、特開2001-324676号、特開2005-92115号、USP7116482等に記載されている。使用するコート材としては、基盤となるレンズの屈折率と接着材の屈折率に応じて、比較的高屈折率な Ta_2O_5 、 TiO_2 、 Nb_2O_5 、 ZrO_2 、 HfO_2 、 CeO_2 、 SnO_2 、 In_2O_3 、 ZnO 、 Y_2O_3 などのコート材、比較的低屈折率な MgF_2 、 SiO_2 、 Al_2O_3 などのコート材、などを適宜選択し、位相条件を満たすような膜厚に設定すれば良い。

30

【0107】

当然のことながら、レンズの空気接触面へのコーティング同様、接合面コートをマルチコートとしても良い。2層あるいはそれ以上の膜数のコート材や膜厚を適宜組み合わせることで、更なる反射率の低減や、反射率の分光特性・角度特性等のコントロールなどを行うことが可能となる。また第1レンズ群以外のレンズ接合面についても、同様の思想に基づいて接合面コートを行うことが効果的なのは言うまでもない。

40

【0108】

(ディストーションの信号処理)

本実施例のズームレンズは矩形の光電変換面上に広角端では樽型の歪曲収差が発生する。一方中間焦点距離状態付近や望遠端では歪曲収差の発生が抑えられる。歪曲収差を電氣的に補正するために、有効撮像領域は、広角端では樽形状とし、中間焦点距離状態や望遠端では矩形の形状となるようにしている。そして、あらかじめ設定した有効撮像領域を画像処理により画像変換し、歪みを低減させた矩形の画像情報に変換する。広角端での像高 I_{Hw} は、中間焦点距離状態の像高 I_{Hs} や望遠端での像高 I_{Ht} よりも小さくなるようにしている。

50

【 0 1 0 9 】

(倍率色収差の信号処理)

一般に、電子スチルカメラにおいては被写体の像を、第1原色、第2原色、第3原色の3原色の像に分解して、それぞれの出力信号を演算により重ね合わせるによりカラー画像を再現するようにしている。ズームレンズに倍率色収差がある場合、第1原色の光による像を基準にして考えると、第2原色と第3原色の光による像が結像される位置は第1原色の像が結像される位置からずれることになる。

【 0 1 1 0 】

電子的に画像の倍率色収差を補正するためには、第1原色に対する第2原色、第3原色の光の結像位置のずれの量をズームレンズの収差情報に基づいて撮像素子の各画素について予め求めておく。そして撮影画像の各画素ごとに、第1原色とのズレ量だけ補正するよう座標変換を行ってやればよい。例えば、赤(R)、緑(G)、青(B)の3原色の出力信号からなる画像について説明すれば、Gに対するRとBの結像位置ずれを各画素について求めておき、Gとのずれがなくなるように撮影画像の座標変換を行い、その後にRとBの信号を出力してやればよい。

10

【 0 1 1 1 】

倍率色収差はズーム、フォーカス、絞り値によって変化するが、各レンズポジション(ズーム、フォーカス、絞り値)ごとに、この第1原色からの第2原色および第3原色のずれ量を補正データとして記憶保持装置に記憶させておくことよい。ズームポジションに応じてこの補正データを参照することで、第1原色信号に対する第2及び第3原色のずれを補正した第2及び第3原色信号を出力することができる。

20

【 0 1 1 2 】

(歪曲収差の補正)

ところで、本発明のズームレンズを用いたときに、像の歪曲は電氣的にデジタル補正する。以下に、像の歪曲をデジタル補正するための基本的概念について説明する。

【 0 1 1 3 】

例えば、図13に示すように、光軸と撮像面との交点を中心として有効撮像面の長辺に内接する半径Rの円周上(像高)での倍率を固定し、この円周を補正の基準とする。そして、それ以外の任意の半径 $r(\omega)$ の円周上(像高)の各点を略放射方向に移動させて、半径 $r'(\omega)$ となるように同心円状に移動させることで補正する。

30

【 0 1 1 4 】

例えば、図13において、半径Rの円の内側に位置する任意の半径 $r_1(\omega)$ の円周上の点 P_1 は、円の中心に向けて補正すべき半径 $r_1'(\omega)$ 円周上の点 P_2 に移動させる。また、半径Rの円の外側に位置する任意の半径 $r_2(\omega)$ の円周上の点 Q_1 は、円の中心から離れる方向に向けて補正すべき半径 $r_2'(\omega)$ 円周上の点 Q_2 に移動させる。

【 0 1 1 5 】

ここで、 $r'(\omega)$ は次のように表すことができる。

$$r'(\omega) = \alpha \cdot f \cdot \tan \omega \quad (0 < \alpha < 1)$$

ただし、

ω は被写体半画角、 f は結像光学系(本発明では、ズームレンズ)の焦点距離である。

40

【 0 1 1 6 】

ここで、前記半径Rの円上(像高)に対応する理想像高をYとすると、

$$\alpha = R / Y = R / (f \cdot \tan \omega)$$

となる。

【 0 1 1 7 】

光学系は、理想的には、光軸に対して回転対称であり、すなわち歪曲収差も光軸に対して回転対称に発生する。したがって、上述のように、光学的に発生した歪曲収差を電氣的に補正する場合には、再現画像上で光軸と撮像面との交点を中心とした有効撮像面の長辺に内接する半径Rの円の円周上(像高)の倍率を固定して、それ以外の半径 $r(\omega)$ の円周上(像高)の各点を略放射方向に移動させて、半径 $r'(\omega)$ となるように同心円状に

50

移動させることで補正することができれば、データ量や演算量の点で有利と考えられる。

【0118】

ところが、光学像は、電子撮像素子で撮像された時点で（サンプリングのため）連続量ではなくなる。したがって、厳密には光学像上に描かれる上記半径 R の円も、電子撮像素子上の画素が放射状に配列されていない限り正確な円ではなくなる。

【0119】

つまり、離散的座標点毎に表される画像データの形状補正においては、上記倍率を固定できる円は存在しない。そこで、各画素 (X_i, Y_j) 毎に、移動先の座標 (X_i', Y_j') を決める方法を用いるのがよい。なお、座標 (X_i', Y_j') に (X_i, Y_j) の2点以上が移動してきた場合には、各画素が有する値の平均値をとる。また、移動してくる点がない場合には、周囲のいくつかの画素の座標 (X_i', Y_j') の値を用いて補間すればよい。

10

【0120】

このような方法は、特にズームレンズを有する電子撮像装置において光学系や電子撮像素子の製造誤差等のために光軸に対して歪みが著しく、前記光学像上に描かれる上記半径 R の円が非対称になった場合の補正に有効である。また、撮像素子あるいは各種出力装置において信号を画像に再現する際に幾何学的歪み等が発生する場合等の補正に有効である。

【0121】

本発明の電子撮像装置では、補正量 $r'(\omega) - r(\omega)$ を計算するために、 $r(\omega)$ すなわち半画角と像高との関係、あるいは、実像高 r と理想像高 r' / α との関係が、電子撮像装置に内蔵された記録媒体に記録されている構成としてもよい。

20

【0122】

なお、歪曲補正後の画像が短辺方向の両端において光量が極端に不足することのないようにするには、前記半径 R が、次の条件式を満足するのがよい。

【0123】

$$0 < R < 0.6 L_s$$

ただし、 L_s は有効撮像面の短辺の長さである。

【0124】

好ましくは、前記半径 R は、次の条件式を満足するのがよい。

$$0.3 L_s < R < 0.6 L_s$$

30

さらには、半径 R は、略有効撮像面の短辺方向の内接円の半径に一致させるのが最も有利である。なお、半径 $R = 0$ の近傍、すなわち、軸上近傍において倍率を固定した補正の場合は、画質の面で若干の不利があるが、広角化しても小型化するための効果は確保できる。

【0125】

なお、補正が必要な焦点距離区間については、いくつかの焦点ゾーンに分割する。そして、該分割された焦点ゾーン内の望遠端近傍で略、

$$r'(\omega) = \alpha \cdot f \cdot \tan \omega$$

を満足する補正結果が得られる場合と同じ補正量で補正してもよい。

【0126】

40

ただし、その場合、分割された焦点ゾーン内の広角端において樽型歪曲量がある程度残存してしまう。また、分割ゾーン数を増加させてしまうと、補正のために必要な固有データを記録媒体に余計に保有する必要が生じあまり好ましくない。そこで、分割された焦点ゾーン内の各焦点距離に関連した1つ又は数個の係数を予め算出しておく。この係数は、シミュレーションや実機による測定に基づいて決定しておけばよい。

【0127】

そして、前記分割されたゾーン内の望遠端近傍で略、

$$r'(\omega) = \alpha \cdot f \cdot \tan \omega$$

を満足する補正結果が得られる場合の補正量を算出し、この補正量に対して焦点距離毎に前記係数を一律に掛けて最終的な補正量にしてもよい。

50

【 0 1 2 8 】

ところで、無限遠物体を結像させて得られた像に歪曲がない場合は、

$$f = y / \tan \omega$$

が成立する。

ただし、 y は像点の光軸からの高さ（像高）、 f は結像系（本発明ではズームレンズ）の焦点距離、 ω は撮像面上の中心から y の位置に結ぶ像点に対応する物点方向の光軸に対する角度（被写体半画角）である。

【 0 1 2 9 】

結像系に樽型の歪曲収差がある場合は、

$$f > y / \tan \omega$$

となる。つまり、結像系の焦点距離 f と、像高 y とを一定とすると、 ω の値は大きくなる。

【 0 1 3 0 】

（デジタルカメラ）

図 1 4 ~ 図 1 6 は、以上のようなズームレンズを撮影光学系 1 4 1 に組み込んだ本発明によるデジタルカメラの構成の概念図を示す。図 1 4 はデジタルカメラ 1 4 0 の外観を示す前方斜視図、図 1 5 は同後方正面図、図 1 6 はデジタルカメラ 1 4 0 の構成を示す模式的な断面図である。ただし、図 1 4 と図 1 6 においては、撮影光学系 1 4 1 の非沈胴時を示している。デジタルカメラ 1 4 0 は、この例の場合、撮影用光路 1 4 2 を有する撮影光学系 1 4 1、ファインダー用光路 1 4 4 を有するファインダー光学系 1 4 3、シャッターボタン 1 4 5、フラッシュ 1 4 6、液晶表示モニター 1 4 7、焦点距離変更ボタン 1 6 1、設定変更スイッチ 1 6 2 等を含み、撮影光学系 1 4 1 の沈胴時には、カバー 1 6 0 をスライドすることにより、撮影光学系 1 4 1 とファインダー光学系 1 4 3 とフラッシュ 1 4 6 はそのカバー 1 6 0 で覆われる。そして、カバー 1 6 0 を開いてカメラ 1 4 0 を撮影状態に設定すると、撮影光学系 1 4 1 は図 1 6 の非沈胴状態になり、カメラ 1 4 0 の上部に配置されたシャッターボタン 1 4 5 を押圧すると、それに連動して撮影光学系 1 4 1、例えば実施例 1 のズームレンズを通して撮影が行われる。撮影光学系 1 4 1 によって形成された物体像が、波長域制限コートを施したローパスフィルタ F とカバーガラス C を介して CCD 1 4 9 の撮像面上に形成される。この CCD 1 4 9 で受光された物体像は、処理手段 1 5 1 を介し、電子画像としてカメラ背面に設けられた液晶表示モニター 1 4 7 に表示される。また、この処理手段 1 5 1 には記録手段 1 5 2 が接続され、撮影された電子画像を記録することもできる。なお、この記録手段 1 5 2 は処理手段 1 5 1 と別体に設けてもよいし、フレキシブルディスクやメモリーカード、MO 等により電子的に記録書込を行うように構成してもよい。また、CCD 1 4 9 に代わって銀塩フィルムを配置した銀塩カメラとして構成してもよい。

【 0 1 3 1 】

さらに、ファインダー用光路 1 4 4 上にはファインダー用対物光学系 1 5 3 が配置してある。ファインダー用対物光学系 1 5 3 は、複数のレンズ群（図の場合は 3 群）と 2 つのプリズムからなり、撮影光学系 1 4 1 のズームレンズに連動して焦点距離が変化するズーム光学系からなり、このファインダー用対物光学系 1 5 3 によって形成された物体像は、像正立部材である正立プリズム 1 5 5 の視野枠 1 5 7 上に形成される。この正立プリズム 1 5 5 の後方には、正立正像にされた像を観察者眼球 E に導く接眼光学系 1 5 9 が配置されている。なお、接眼光学系 1 5 9 の射出側にカバー部材 1 5 0 が配置されている。

【 0 1 3 2 】

このように構成されたデジタルカメラ 1 4 0 は、撮影光学系 1 4 1 が本発明により、沈胴時に厚みを極めて薄く、高変倍で全変倍域で結像性能が極めて安定的であるので、高性能・小型化・広角化が実現できる。

【 0 1 3 3 】

（内部回路構成）

図 1 7 は、上記デジタルカメラ 1 4 0 の主要部の内部回路の構成ブロック図である。な

お、以下の説明では、上記の処理手段は、例えばCDS / ADC部124、一時記憶メモリ117、画像処理部118等からなり、記憶手段は、例えば記憶媒体部119等からなる。

【0134】

図17に示すように、デジタルカメラ140は、操作部112と、この操作部112に接続された制御部113と、この制御部113の制御信号出力ポートにバス114及び115を介して接続された撮像駆動回路116並びに一時記憶メモリ117、画像処理部118、記憶媒体部119、表示部120、及び設定情報記憶メモリ部121を備えている。

【0135】

上記の一時記憶メモリ117、画像処理部118、記憶媒体部119、表示部120、及び設定情報記憶メモリ部121は、バス122を介して相互にデータの入力又は出力が可能のように構成され、また、撮像駆動回路116には、CCD149とCDS / ADC部124が接続されている。

【0136】

操作部112は各種の入力ボタンやスイッチを備え、これらの入力ボタンやスイッチを介して外部（カメラ使用者）から入力されるイベント情報を制御部に通知する回路である。

【0137】

制御部113は、例えばCPU等からなる中央演算処理装置であり、不図示のプログラムメモリを内蔵し、そのプログラムメモリに格納されているプログラムにしたがって、操作部112を介してカメラ使用者から入力される指示命令を受けてデジタルカメラ140全体を制御する回路である。

【0138】

CCD149は、本発明による撮影光学系141を介して形成された物体像を受光する。CCD149は、撮像駆動回路116により駆動制御され、その物体像の各画素ごとの光量を電気信号に変換してCDS / ADC部124に出力する撮像素子である。

【0139】

CDS / ADC部124は、CCD149から入力する電気信号を増幅しかつアナログ / デジタル変換を行って、この増幅とデジタル変換を行っただけの映像生データ（バイヤーデータ、以下RAWデータという。）を一時記憶メモリ117に出力する回路である。

【0140】

一時記憶メモリ117は、例えばSDRAM等からなるバッファであり、CDS / ADC部124から出力される上記RAWデータを一時的に記憶するメモリ装置である。画像処理部118は、一時記憶メモリ117に記憶されたRAWデータ又は記憶媒体部119に記憶されているRAWデータを読み出して、制御部113から指定された画質パラメータに基づいて歪曲収差補正を含む各種画像処理を電氣的に行う回路である。

【0141】

記録媒体部119は、例えばフラッシュメモリ等からなるカード型又はスティック型の記録媒体を着脱自在に装着して、それらカード型又はスティック型のフラッシュメモリに、一時記憶メモリ117から転送されるRAWデータや画像処理部118で画像処理された画像データを記録して保持する装置の制御回路である。

【0142】

表示部120は、液晶表示モニターを備え、その液晶表示モニターに画像や操作メニュー等を表示する回路である。設定情報記憶メモリ部121には、予め各種の画質パラメータが格納されているROM部と、そのROM部から読み出された画質パラメータの中から操作部112の入力操作によって選択された画質パラメータを記憶するRAM部が備えられている。設定情報記憶メモリ部121は、それらのメモリへの入出力を制御する回路である。

【0143】

10

20

30

40

50

このように構成されたデジタルカメラ 140 は、撮影光学系 141 が、本発明により、十分な広角域を有し、コンパクトな構成としながら、高変倍で全変倍域で結像性能が極めて安定的であるので、高性能・小型化・広角化が実現できる。そして、広角側、望遠側での速い合焦動作が可能となる。

【産業上の利用可能性】

【0144】

以上のように、本発明にかかるズームレンズは、高変倍比を有しながら光学性能の確保や小型化する場合に有用である。

【図面の簡単な説明】

【0145】

【図1】本発明のズームレンズの実施例1の無限遠物点合焦時の広角端(a)、中間状態(b)、望遠端(c)でのレンズ断面図である。

【図2】本発明のズームレンズの実施例2の図1と同様の図である。

【図3】本発明のズームレンズの実施例3の図1と同様の図である。

【図4】本発明のズームレンズの実施例4の図1と同様の図である。

【図5】本発明のズームレンズの実施例5の図1と同様の図である。

【図6】本発明のズームレンズの実施例6の図1と同様の図である。

【図7】実施例1の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図8】実施例2の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図9】実施例3の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図10】実施例4の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図11】実施例5の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図12】実施例6の無限遠物点合焦時の収差図である。

【図13】歪曲収差の補正を説明する図である。

【図14】本発明による沈胴式のズームレンズを組み込んだデジタルカメラの外観を示す前方斜視図である。

【図15】上記デジタルカメラの後方斜視図である。

【図16】上記デジタルカメラの断面図である。

【図17】デジタルカメラの主要部の内部回路の構成ブロック図である。

【符号の説明】

【0146】

G1・・・第1レンズ群

G2・・・第2レンズ群

G3・・・第3レンズ群

G4・・・第4レンズ群

S・・・明るさ絞り

LPF・・・ローパスフィルタ

CG・・・カバーガラス

I・・・像面

112・・・操作部

113・・・制御部

114・・・バス

115・・・バス

116・・・撮像駆動回路

117・・・一時記憶メモリ

118・・・画像処理部

119・・・記憶媒体部

120・・・表示部

121・・・設定情報記憶メモリ部

122・・・バス

10

20

30

40

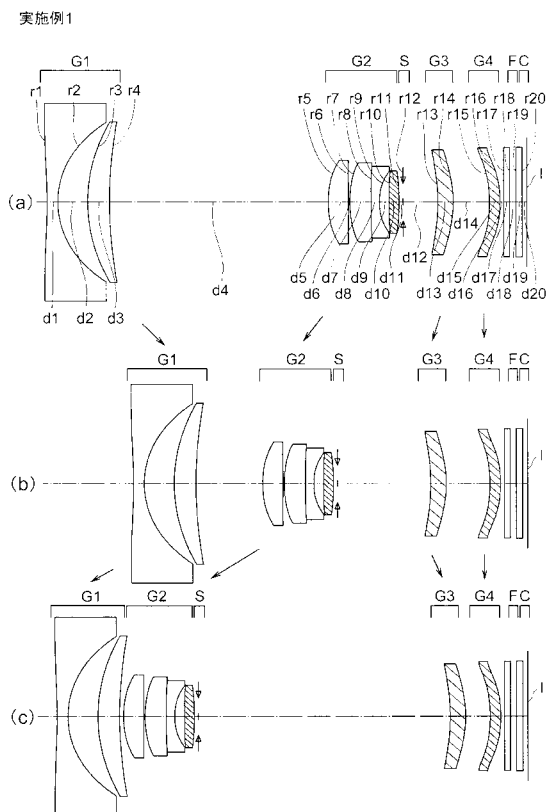
50

1 2 4 . . . C D S / A D C 部
 1 4 0 . . . デジタルカメラ
 1 4 1 . . . 撮影光学系
 1 4 2 . . . 撮影用光路
 1 4 3 . . . ファインダー光学系
 1 4 4 . . . ファインダー用光路
 1 4 5 . . . シャッターボタン
 1 4 6 . . . フラッシュ
 1 4 7 . . . 液晶表示モニター
 1 4 9 . . . C C D
 1 5 0 . . . カバー部材
 1 5 1 . . . 処理手段
 1 5 2 . . . 記録手段
 1 5 3 . . . ファインダー用対物光学系
 1 5 5 . . . 正立プリズム
 1 5 7 . . . 視野枠
 1 5 9 . . . 接眼光学系
 1 6 0 . . . カバー
 1 6 1 . . . 焦点距離変更ボタン
 1 6 2 . . . 設定変更スイッチ

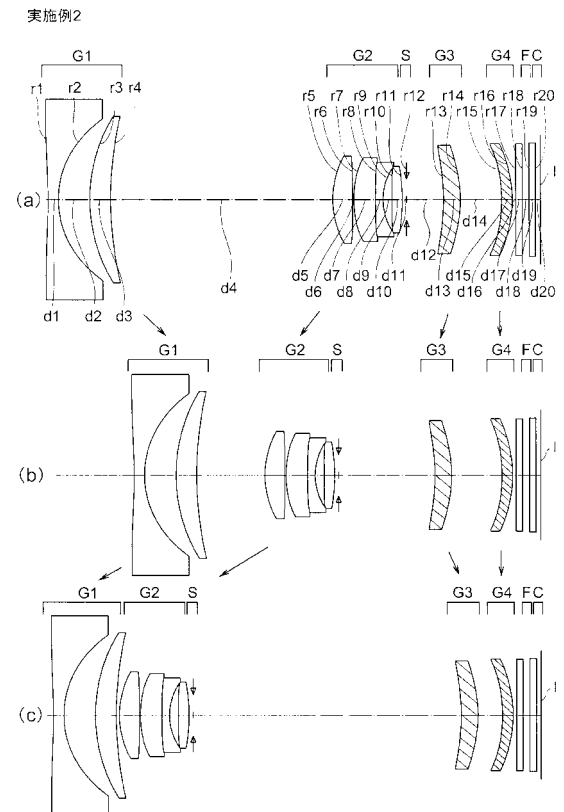
10

20

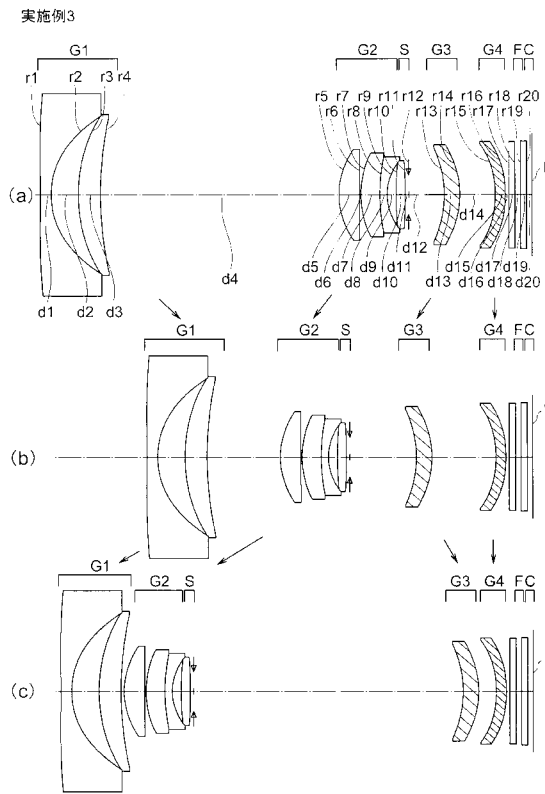
【図 1】



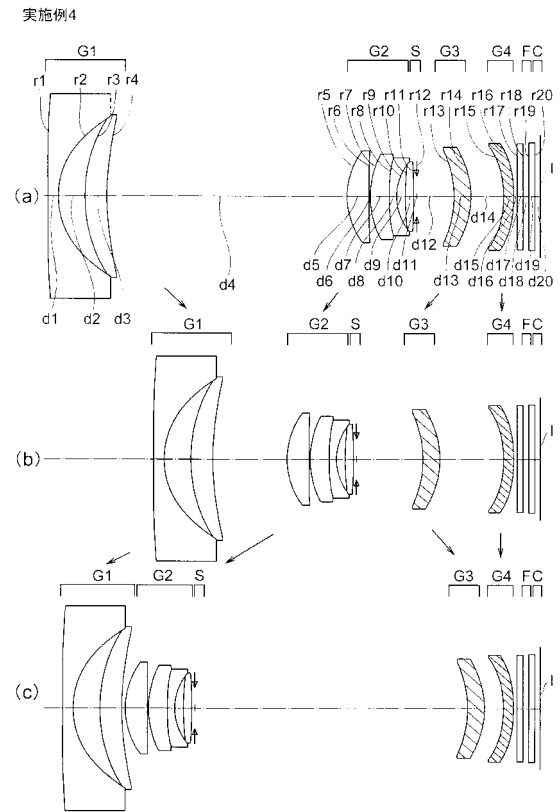
【図 2】



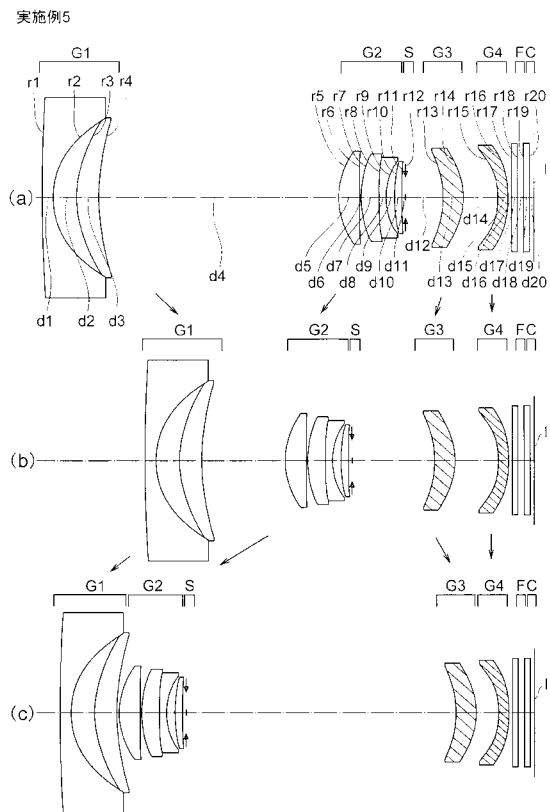
【図 3】



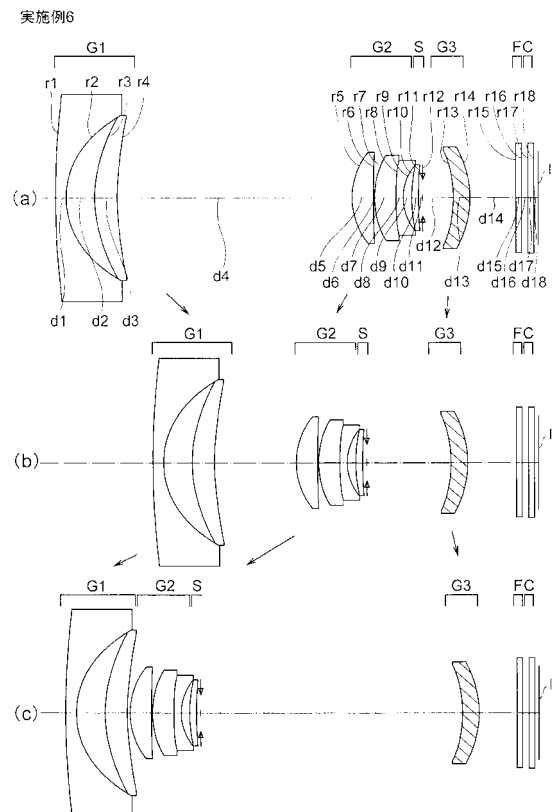
【図 4】



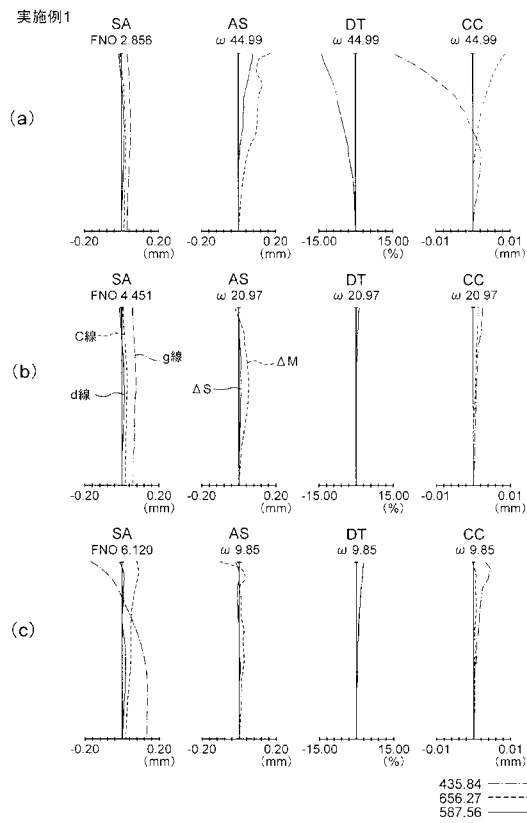
【図 5】



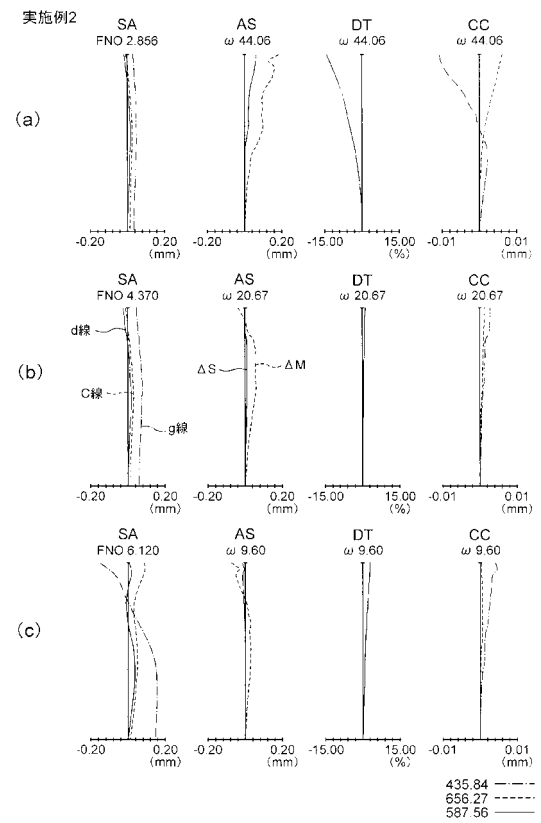
【図 6】



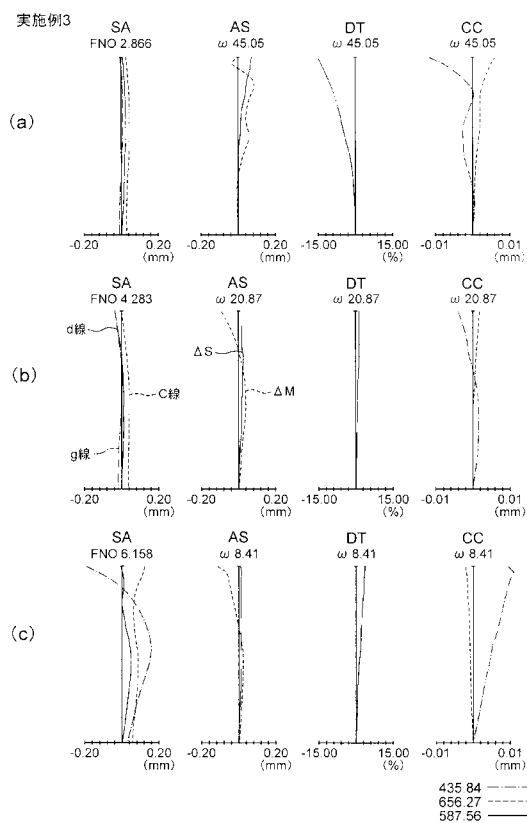
【図 7】



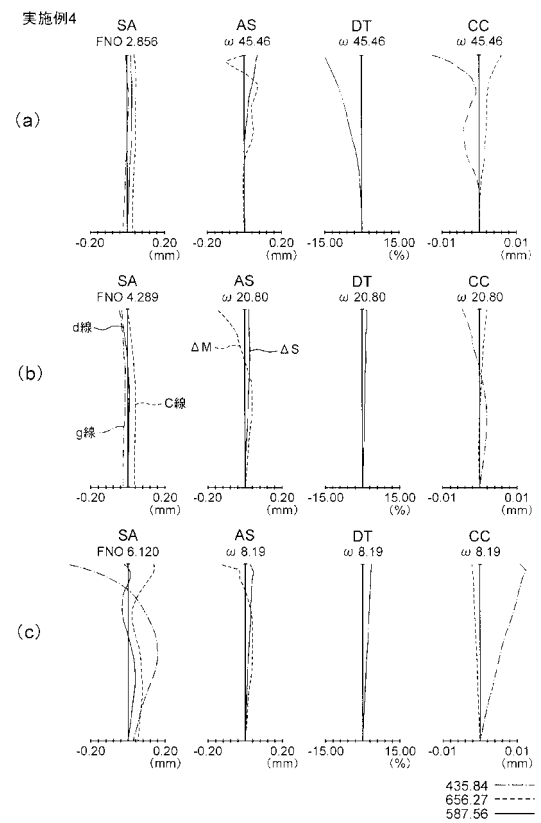
【図 8】



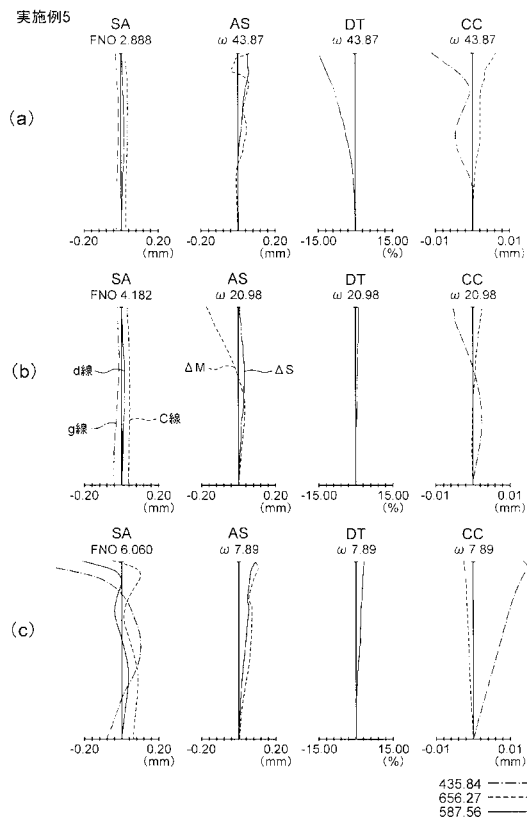
【図 9】



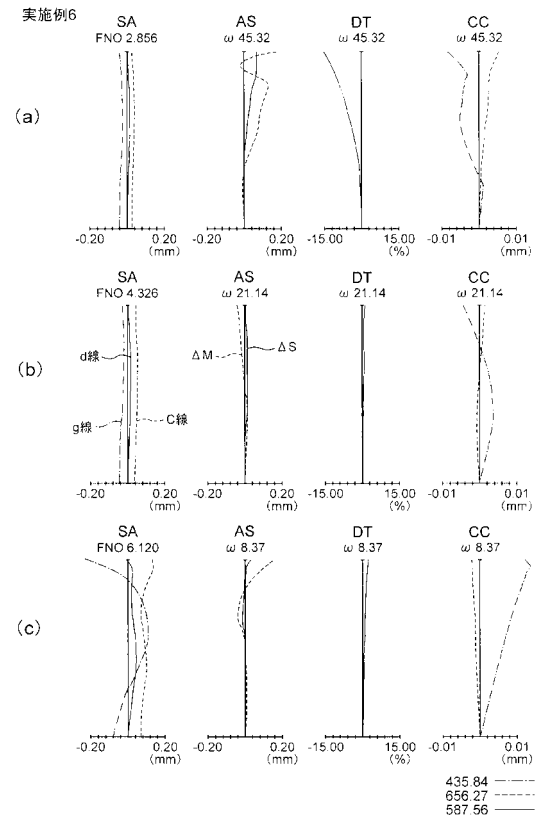
【図 10】



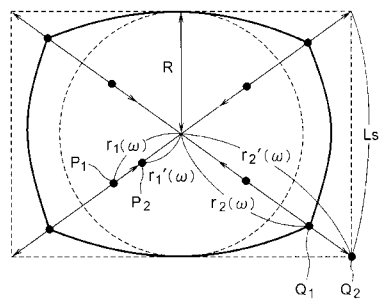
【図 1 1】



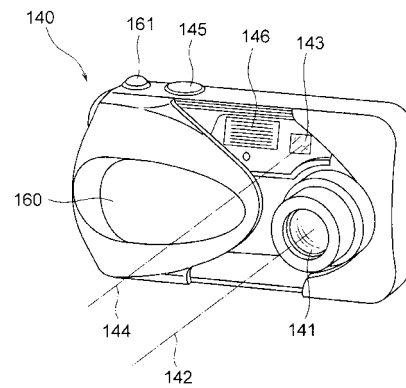
【図 1 2】



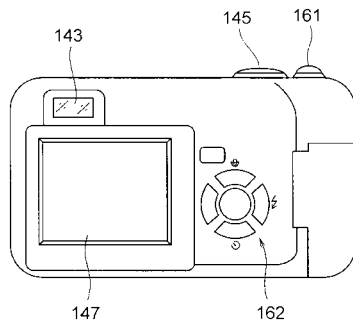
【図 1 3】



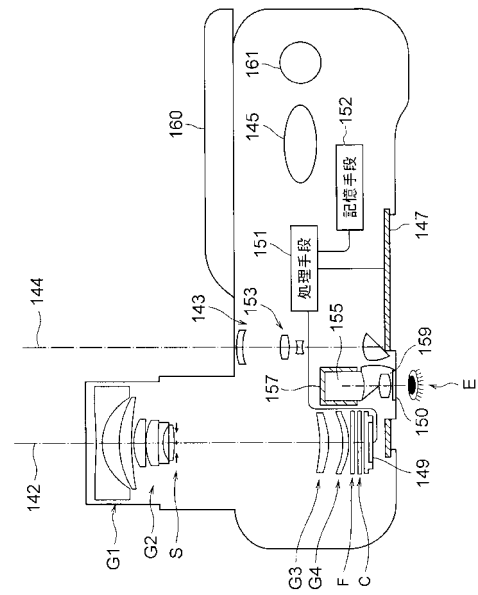
【図 1 4】



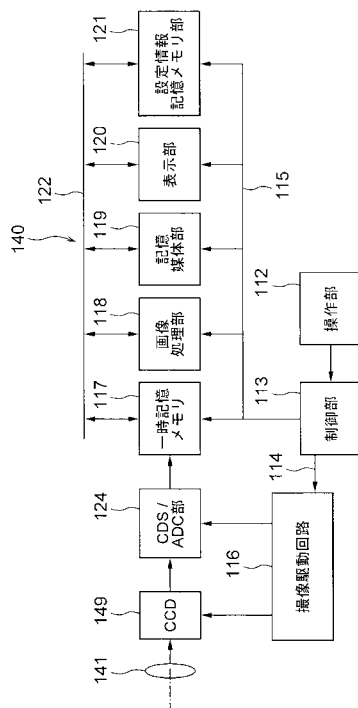
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA01 MA14 PA07 PA18 PB08 QA03 QA07 QA19 QA21 QA25
QA32 QA37 QA41 QA45 QA46 RA05 RA12 RA13 RA36 RA42
RA43 SA14 SA16 SA19 SA24 SA26 SA29 SA32 SA33 SA62
SA63 SA64 SA75 SB03 SB15 SB22 SB32 UA01
5C122 EA54 EA55 FA02 FB03 FE02 GE05 HA88 HB01 HB06 HB10