

(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2016-9170

(P2016-9170A)

(43) 公開日 平成28年1月18日(2016.1.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 13/04 (2006.01)	G02B 13/04	D 2H087
G02B 13/18 (2006.01)	G02B 13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2014-131586 (P2014-131586)	(71) 出願人	000000376 オリンパス株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(22) 出願日	平成26年6月26日 (2014.6.26)	(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	西尾 彰訓 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

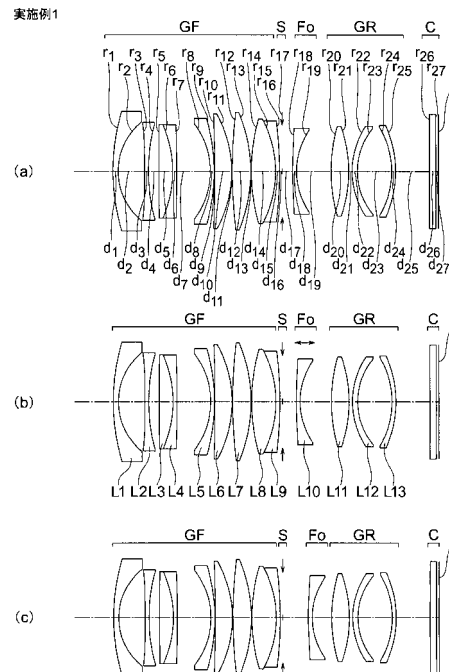
(54) 【発明の名称】 広角レンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】大口径でありながら諸収差が十分に低減され、フォーカスレンズが軽量化された小型な広角レンズ及びそれを有する撮像装置を提供する。

【解決手段】広角レンズは、物体側から順に、正屈折力を有する前側レンズ群GFと、負屈折力を有する1枚のフォーカスレンズF_oと、正屈折力を有する後側レンズ群GRと、からなり、フォーカシング時はフォーカスレンズが光軸上を移動し、以下の条件式(1)、(2)、(3)を満たす。 $0.8 < f_1 / f < 1.2$ (1)、 $|f_1 / f_{23}| < 0.5$ (2)、 $0.03 < Fno / (f \times 21.633 / Y) < 0.08$ (3)、但し、 f_1 は、前側レンズ群の焦点距離、 f_{23} は、フォーカスレンズと後側レンズ群とを合わせたレンズ系の無限遠物体合焦時の焦点距離、 f は、広角レンズ全系の焦点距離、 Fno は、広角レンズ全系のFナンバー、 Y は、広角レンズの結像面での最大像高、である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、

正屈折力を有する前側レンズ群と、

負屈折力を有する 1 枚のフォーカスレンズと、

正屈折力を有する後側レンズ群と、からなり、

フォーカシング時は前記フォーカスレンズが光軸上を移動し、

以下の条件式 (1)、(2)、(3) を満たすことを特徴とする広角レンズ。

$$0.8 < f_1 / f < 1.2 \quad (1)$$

$$|f_1 / f_{23}| < 0.5 \quad (2)$$

$$0.03 < Fno / (f \times 21.633 / Y) < 0.08 \quad (3)$$

但し、

f_1 は、前記前側レンズ群の焦点距離、

f_{23} は、前記フォーカスレンズと前記後側レンズ群とを合わせたレンズ系の無限遠物体合焦時の焦点距離、

f は、前記広角レンズ全系の焦点距離、

Fno は、前記広角レンズ全系の F ナンバー、

Y は、前記広角レンズの結像面での最大像高、

である。

【請求項 2】

第 1 レンズは、前記前側レンズ群のうち最も物体側に位置し、

前記第 1 レンズが以下の条件式 (4) を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の広角レンズ。

$$0.4 < (r_{L1f} + r_{L1r}) / (r_{L1f} - r_{L1r}) < 6 \quad (4)$$

但し、

r_{L1f} は前記第 1 レンズの物体側面の近軸曲率半径、

r_{L1r} は前記第 1 レンズの像側面の近軸曲率半径、

である。

【請求項 3】

以下の条件式 (5) を満たすことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の広角レンズ。

$$0.4 < (r_{Fof} + r_{For}) / (r_{Fof} - r_{For}) < 3 \quad (5)$$

但し、

r_{Fof} は前記フォーカスレンズの物体側面の近軸曲率半径、

r_{For} は前記フォーカスレンズの像側面の近軸曲率半径、

である。

【請求項 4】

以下の条件式 (6) を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の広角レンズ。

$$(1 - m_{g_{Fo}}^2) \times m_{g_R}^2 < -0.4 \quad (6)$$

但し、

$m_{g_{Fo}}$ は前記フォーカスレンズの横倍率、

m_{g_R} は前記後側レンズ群の横倍率、

である。

【請求項 5】

以下の条件式 (7) を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の広角レンズ。

$$nd_{Fo} > 1.75 \quad (7)$$

但し、

nd_{Fo} は前記フォーカスレンズの d 線における屈折率、

である。

10

20

30

40

50

【請求項 6】

以下の条件式 (8) を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の広角レンズ。

$$d_{F_0} \leq 55.0 \quad (8)$$

但し、

d_{F_0} は前記フォーカスレンズのアップベ数、である。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の広角レンズと、撮像面を持ち且つ前記広角レンズにより前記撮像面上に形成された像を電気信号に変換する撮像素子と、を有することを特徴とする撮像装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、広角レンズ及びそれを有する撮像装置に関する。特に、レンズ交換式カメラの広角レンズ及びそれを有する撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

レンズ交換式カメラとして、ミラーレス一眼カメラが知られている。ミラーレス一眼カメラでは、一眼レフカメラのような跳ね上げミラーが存在しない。そのため、ミラーレス一眼カメラは、一眼レフカメラに比べてコンパクトなカメラにすることができる。近年、ミラーレス一眼カメラのコンパクト性がユーザーに受け入れられて、その市場が拡大しつつある。

20

【0003】

ミラーレス一眼カメラにも、一眼レフカメラと同様に AF (オートフォーカス) 機能が備わっている。ここで、AF 方式としては、位相差 AF とコントラスト AF とがある。一眼レフカメラでは、位相差 AF が主流となっている。

【0004】

一方、ミラーレス一眼カメラの中には、位相差 AF を用いることができないものも存在する。そのようなミラーレス一眼カメラでは、コントラスト AF を用いることになる。コントラスト AF では、フォーカスレンズ群を走査してコントラストが最大になる場所を探すことで合焦を行う。

30

【0005】

コントラスト AF を用いる場合に問題となるのが、フォーカスレンズ群の重量である。ここで、合焦状態になるまでに必要なフォーカスレンズ群の移動量を、所定の移動量とする。位相差 AF の場合、AF センサーからの情報を用いて、所定の移動量を一回で算出できる。よって、その算出した所定の移動量にしたがって、フォーカスレンズ群を移動させることができる。

【0006】

一方、コントラスト AF の場合、AF センサーから得られる情報はその瞬間のコントラスト値のみである。すなわち、所定の移動量を一回で算出することはできない。そのため、コントラスト AF では、フォーカスレンズ群を移動させてコントラストを算出し、移動前のコントラストと比較する。このようにして、コントラストの変化を読み取りながら、コントラストが最大となる場所を探すことで合焦動作を行うことになる。

40

【0007】

ここで、コントラストの最大値を検出するためには、移動後のコントラストが移動前のコントラストよりも小さくなることを確認しなくてはならない。よって、コントラスト AF では、コントラストが最大となった位置よりも、更にフォーカスレンズ群を移動させる必要がある。

【0008】

50

したがって、所定の移動量をコントラストAFと位相差AFとで比較した場合、所定の移動量は前者の場合が圧倒的に大きくなる。以上の点から、コントラストAFが用いられる光学系では、フォーカスレンズ群の軽量化が大きなポイントとなる。

【0009】

コントラストAFが用いられる広角レンズとして、特許文献1～6に開示された光学系が存在する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2013-257395号公報

10

【特許文献2】特開2013-238740号公報

【特許文献3】特開2012-173435号公報

【特許文献4】特開2012-226309号公報

【特許文献5】特開2013-218267号公報

【特許文献6】特開2013-037080号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

特許文献1～6に開示された光学系では、フォーカスレンズ群を負レンズ1枚のみで構成し、フォーカスレンズ群の軽量化を行っている。しかしながら、フォーカスレンズ群を簡易な構成としている副作用で光学系全体が大きくなる。そのため、特許文献1～6に開示された光学系は、光学系全体の小型化に不利であった。

20

【0012】

本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであって、大口径でありながら諸収差が十分に低減され、フォーカスレンズが軽量化された小型な広角レンズ及びそれを有する撮像装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の広角レンズは、
物体側から順に、

30

正屈折力を有する前側レンズ群と、

負屈折力を有する1枚のフォーカスレンズと、

正屈折力を有する後側レンズ群と、からなり、

フォーカシング時はフォーカスレンズが光軸上を移動し、

以下の条件式(1)、(2)、(3)を満たすことを特徴とする。

$$0.8 < f_1 / f < 1.2 \quad (1)$$

$$|f_1 / f_{23}| < 0.5 \quad (2)$$

$$0.03 < Fno / (f \times 21.633 / Y) < 0.08 \quad (3)$$

但し、

f_1 は、前側レンズ群の焦点距離、

40

f_{23} は、フォーカスレンズと後側レンズ群とを合わせたレンズ系の無限遠物体合焦時の焦点距離、

f は、広角レンズ全系の焦点距離、

Fno は、広角レンズ全系のFナンバー、

Y は、広角レンズの結像面での最大像高、

である。

【0014】

また、本発明の撮像装置は、

上記の広角レンズと、

撮像面を持ち且つ広角レンズにより撮像面上に形成された像を電気信号に変換する撮像

50

素子と、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、大口径でありながら諸収差が十分に低減され、フォーカスレンズが軽量化された小型な広角レンズ及びそれを有する撮像装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】実施例1に係る広角レンズのレンズ断面図であって、(a)は無有限遠物体合焦時、(b)は倍率が0.033倍時、(c)は最至近物体合焦時のレンズ断面図である。

【図2】実施例2に係る広角レンズのレンズ断面図であって、(a)は無有限遠物体合焦時、(b)は倍率が0.033倍時、(c)は最至近物体合焦時のレンズ断面図である。

【図3】実施例3に係る広角レンズのレンズ断面図であって、(a)は無有限遠物体合焦時、(b)は倍率が0.033倍時、(c)は最至近物体合焦時のレンズ断面図である。

【図4】実施例4に係る広角レンズのレンズ断面図であって、(a)は無有限遠物体合焦時、(b)は倍率が0.033倍時、(c)は最至近物体合焦時のレンズ断面図である。

【図5】実施例5に係る広角レンズのレンズ断面図であって、(a)は無有限遠物体合焦時、(b)は倍率が0.033倍時、(c)は最至近物体合焦時のレンズ断面図である。

【図6】実施例6に係る広角レンズのレンズ断面図であって、(a)は無有限遠物体合焦時、(b)は倍率が0.033倍時、(c)は最至近物体合焦時のレンズ断面図である。

【図7】実施例7に係る広角レンズのレンズ断面図であって、(a)は無有限遠物体合焦時、(b)は倍率が0.033倍時、(c)は最至近物体合焦時のレンズ断面図である。

【図8】実施例1にかかる広角レンズの球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す図であり、(a)~(d)は無有限遠物体合焦時、(e)~(h)は倍率が0.033倍時、(i)~(l)は最至近物体合焦時での収差図を示している。

【図9】実施例2にかかる広角レンズの球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す図であり、(a)~(d)は無有限遠物体合焦時、(e)~(h)は倍率が0.033倍時、(i)~(l)は最至近物体合焦時での収差図を示している。

【図10】実施例3にかかる広角レンズの球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す図であり、(a)~(d)は無有限遠物体合焦時、(e)~(h)は倍率が0.033倍時、(i)~(l)は最至近物体合焦時での収差図を示している。

【図11】実施例4にかかる広角レンズの球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す図であり、(a)~(d)は無有限遠物体合焦時、(e)~(h)は倍率が0.033倍時、(i)~(l)は最至近物体合焦時での収差図を示している。

【図12】実施例5にかかる広角レンズの球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す図であり、(a)~(d)は無有限遠物体合焦時、(e)~(h)は倍率が0.033倍時、(i)~(l)は最至近物体合焦時での収差図を示している。

【図13】実施例6にかかる広角レンズの球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す図であり、(a)~(d)は無有限遠物体合焦時、(e)~(h)は倍率が0.033倍時、(i)~(l)は最至近物体合焦時での収差図を示している。

【図14】実施例7にかかる広角レンズの球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す図であり、(a)~(d)は無有限遠物体合焦時、(e)~(h)は倍率が0.033倍時、(i)~(l)は最至近物体合焦時での収差図を示している。

【図15】撮像装置の断面図である。

10

20

30

40

50

【図 16】撮像装置の外観を示す前方斜視図である。

【図 17】撮像装置の後方斜視図である。

【図 18】撮像装置の主要部の内部回路の構成ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

実施例の説明に先立ち、本発明のある態様に係る実施形態の作用効果を説明する。なお、本実施形態の作用効果を具体的に説明するに際しては、具体的な例を示して説明することになる。しかし、後述する実施例の場合と同様に、それらの例示される態様はあくまでも本発明に含まれる態様のうちの一部に過ぎず、その態様には数多くのバリエーションが存在する。したがって、本発明は例示される態様に限定されるものではない。

10

【0018】

本実施形態の広角レンズは、物体側から順に、正屈折力を有する前側レンズ群と、負屈折力を有する 1 枚のフォーカスレンズと、正屈折力を有する後側レンズ群と、からなり、フォーカシング時はフォーカスレンズが光軸上を移動し、以下の条件式 (1)、(2)、(3) を満たすことを特徴とする。

$$0.8 < f_1 / f < 1.2 \quad (1)$$

$$|f_1 / f_{23}| < 0.5 \quad (2)$$

$$0.03 < Fno / (f \times 21.633 / Y) < 0.08 \quad (3)$$

但し、

f_1 は、前側レンズ群の焦点距離、

20

f_{23} は、フォーカスレンズと後側レンズ群とを合わせたレンズ系の無限遠物体合焦時の焦点距離、

f は、広角レンズ全系の焦点距離、

Fno は、広角レンズ全系の F ナンバー、

Y は、広角レンズの結像面での最大像高、

である。

【0019】

本実施形態の広角レンズは、物体側から順に、正屈折力を有する前側レンズ群と、負屈折力を有する 1 枚のフォーカスレンズと、正屈折力を有する後側レンズ群とからなる。そして、本実施形態の広角レンズでは、フォーカシング時にフォーカスレンズが光軸上を移動する構成が採用されている。

30

【0020】

まず、フォーカスレンズを 1 枚のレンズで構成することにより、フォーカシング時に移動するレンズの重量を軽量化できる。しかも、移動するレンズが 1 枚なので、フォーカスレンズを移動させるための駆動機構が簡素化され、これにより、駆動機構の製造が容易になる。その結果、高速で、高い精度のコントラスト AF を達成することができる。

【0021】

次に、屈折力の配置を、物体側から順に、正屈折力、負屈折力、正屈折力にしている。これにより、大口径な広角レンズでありながら、球面収差やコマ収差を良好に補正することができる。大口径レンズでは、球面収差やコマ収差を良好に補正するために、軸上光線の高さが高い場所に、収差補正に関する自由度 (以下、「補正自由度」という) を可能な限り多く持たせることが重要である。ここで、補正自由度とは、例えば、レンズ面の曲率半径、レンズ面の間隔、屈折率、アッペ数等である。

40

【0022】

本実施形態の広角レンズでは、後側レンズ群よりも物体側に、負屈折力のレンズが配置されている。その結果、後側レンズ群に入射する光束については、その軸上光線の高さが可能な限り高い状態に保たれることになる。このように、本実施形態の広角レンズでは、光学系の構成が軸上光線の高さをできるだけ高く保つ構成になっている。そのため、前側レンズ群から後側レンズ群までの間ある全ての補正自由度を、余すことなく球面収差やコマ収差の補正に活用することができる。

50

【 0 0 2 3 】

条件式(1)は、前側レンズ群の屈折力に関する規定であって、前側レンズ群の焦点距離を広角レンズ全系の焦点距離で規格化したものである。なお、広角レンズ全系の焦点距離は、無限物体合焦時の焦点距離である。

【 0 0 2 4 】

条件式(1)の下限値を下回ると、前側レンズ群の屈折力が大きくなりすぎる。この場合、前側レンズ群における各レンズの曲率半径が小さくなるので、前側レンズ群で発生する収差、特に球面収差やコマ収差が悪化する。

【 0 0 2 5 】

また、条件式(1)の上限値を上回ると、前側レンズ群の屈折力が小さくなりすぎるため、光学系の広角化と小型化に不利になる。光学系の大型化を避けるためには、後側レンズ群の屈折力を大きくしなくてはならないが、そうすると、後側レンズ群内で発生する球面収差やコマ収差の補正が困難となる。

10

【 0 0 2 6 】

条件式(2)は、前側レンズ群の屈折力と、フォーカスレンズと後側レンズ群とを合わせたレンズ系(以下、「合成レンズ系」という)の合成屈折力に関する規定であって、前側レンズ群の焦点距離を合成レンズ系の焦点距離で規格化したものである。なお、合成レンズ系の焦点距離は、無限物体合焦時の焦点距離である。

【 0 0 2 7 】

条件式(2)の上限値を上回ると、フォーカスレンズの屈折力が大きくなりすぎる。この場合、フォーカシング時、すなわちフォーカスレンズを移動した時の収差変動が大きくなる。その結果、広角レンズの結像性能が悪化する。よって、条件式(2)の下限値を下回することは好ましくない。

20

【 0 0 2 8 】

また、光学系の大型化を避けるためには、後側レンズ群の屈折力を大きくしなくてはならないが、そうすると、後側レンズ群内で発生する球面収差やコマ収差の発生量が増える。その結果、広角レンズの結像性能が悪化する。よって、条件式(2)の上限値を上回るとは好ましくない。

【 0 0 2 9 】

条件式(3)は、広角レンズのFナンバーと広角レンズ全系の焦点距離の比について規定したものである。なお、広角レンズ全系の焦点距離については、光学系の結像面での像高Yで規格化を行なっている。なお、Fナンバーは、無限物体合焦時のFナンバーである。

30

【 0 0 3 0 】

条件式(3)の下限値を下回ると、Fnoが小さくなりすぎるため、球面収差の発生が大きくなる。また、条件式(3)の上限値を上回ると、Fnoが大きくなりすぎるため、広角レンズが明るいレンズでなくなる。もしくは、広角レンズ全系の焦点距離が大きくなるため、光学系全体をコンパクトに構成できなくなる。

【 0 0 3 1 】

また、本実施形態の広角レンズでは、第1レンズは、前側レンズ群のうち最も物体側に位置し、第1レンズが以下の条件式(4)を満たすことが好ましい。

40

$$0.4 < (r_{L1f} + r_{L1r}) / (r_{L1f} - r_{L1r}) < 6 \quad (4)$$

但し、

r_{L1f} は第1レンズの物体側面の近軸曲率半径、

r_{L1r} は第1レンズの像側面の近軸曲率半径、

である。

【 0 0 3 2 】

条件式(4)は第1レンズのシェイプファクターに関する規定である。この第1レンズは、前側レンズ群のうち、最も物体側に位置するレンズである。

【 0 0 3 3 】

50

なお、第1レンズは負レンズであることが好ましい。第1レンズが負レンズの場合、条件式(4)の技術的意義は以下のとおりである。

【0034】

条件式(4)の下限値を下回ると、第1レンズの負屈折力が大きくなりすぎる。この場合、前側レンズ群全体の正屈折力が小さくなりすぎるので、光学系の全長が長くなる。このように、条件式(4)の下限値を下回ると、光学系の構成が小型化に不利な構成となる。

【0035】

また、条件式(4)の上限値を上回ると、第1レンズの負屈折力が小さくなりすぎる。この場合、前側レンズ群全体の正屈折力が強くなりすぎるので、前側レンズ群内の正レンズの屈折力と負レンズの屈折力とのバランスが崩れる。その結果、倍率色収差の発生量が増大する。条件式(4)の上限値を上回ると、結像性能が悪化するため好ましくない。

10

【0036】

また、本実施形態の広角レンズでは、以下の条件式(5)を満たすことが好ましい。

$$0.4 < (r_{Fof} + r_{For}) / (r_{Fof} - r_{For}) < 3 \quad (5)$$

但し、

r_{Fof} はフォーカスレンズの物体側面の近軸曲率半径、

r_{For} はフォーカスレンズの像側面の近軸曲率半径、

である。

20

【0037】

条件式(5)はフォーカスレンズのシェイプファクターに関する規定である。

【0038】

条件式(5)の下限値を下回ると、フォーカスレンズの負屈折力が小さくなりすぎる。そのため、フォーカシング時に、フォーカスレンズの移動量が増大してしまう。よって、条件式(5)の下限値を下回るとは望ましくない。

【0039】

また、条件式(5)の上限値を上回ると、フォーカスレンズの負屈折力が大きくなりすぎる。この場合、フォーカシング時、すなわちフォーカスレンズを移動した時の球面収差やコマ収差の変動を抑えることが困難となる。

30

【0040】

また、本実施形態の広角レンズでは、以下の条件式(6)を満たすことが好ましい。

$$(1 - m_{g_{Fo}}^2) \times m_{g_R}^2 < -0.4 \quad (6)$$

但し、

$m_{g_{Fo}}$ はフォーカスレンズの横倍率、

m_{g_R} は後側レンズ群の横倍率、

である。

【0041】

条件式(6)はフォーカスレンズのフォーカシング敏感度に関する規定である。なお、フォーカスレンズの横倍率と後側レンズ群の横倍率は、無限物体合焦時の横倍率である。

40

【0042】

条件式(6)の上限値を上回ると、フォーカスレンズのフォーカシング敏感度が低くなりすぎる。この場合、フォーカシング時に、フォーカスレンズの移動量が増大してしまう。よって、条件式(6)の上限値を上回るとは望ましくない。

【0043】

また、本実施形態の広角レンズでは、以下の条件式(7)を満たすことが好ましい。

$$nd_{Fo} \geq 1.75 \quad (7)$$

但し、

nd_{Fo} はフォーカスレンズのd線における屈折率、

である。

50

【0044】

条件式(7)はフォーカスレンズの屈折率に関する規定である。

【0045】

条件式(7)の上限値を上回ると、フォーカスレンズに用いられる硝材の比重が重くなる。この場合、フォーカスレンズの重量が増大してしまうため、フォーカスレンズを高速で移動させることができない。また、駆動機構における負荷が増大する。よって、条件式(7)の上限値を上回るとは望ましくない。

【0046】

また、本実施形態の広角レンズでは、以下の条件式(8)を満たすことが好ましい。

$$d_{F0} > 55.0 \quad (8)$$

但し、

d_{F0} はフォーカスレンズのアッペ数、
である。

【0047】

条件式(8)はフォーカスレンズのアッペ数に関する規定である。

【0048】

条件式(8)の下限値を下回ると、フォーカシング時、すなわちフォーカスレンズを移動した時の色収差の変動が大きくなるため、倍率色収差の補正が困難となる。よって、条件式(8)の下限値を下回るとは好ましくない。

【0049】

また、本実施形態の撮像装置は、上述の広角レンズと、撮像面を持ち且つ広角レンズにより撮像面上に形成された像を電気信号に変換する撮像素子と、を有することを特徴とする。

【0050】

このようにすることで、大口径な広角レンズでありながら、高解像の画像を素早く得るのに有利な撮像装置とすることが可能となる。

【0051】

また、上述の構成は相互に複数を同時に満足することがより好ましい。また、一部の構成を同時に満足するようにしてもよい。例えば、上述の広角レンズや撮像装置の何れかにて、上述の他の広角レンズの何れかを用いるようにしてもよい。

【0052】

また、条件式については、それぞれの条件式を個別に満足させるようにしても良い。このようにすると、それぞれの効果を得やすくなるので好ましい。

【0053】

また、各条件式について、以下のように下限値、または上限値を変更しても良い、このようにすることで、各条件式の効果を一層確実にできるので好ましい。

【0054】

条件式(1)については、以下のようにすることが好ましい。

$$0.85 < f_1 / f < 1.1 \quad (1')$$

条件式(2)については、以下のようにすることが好ましい。

$$0 < |f_1 / f_{23}| < 0.4 \quad (2')$$

条件式(3)については、以下のようにすることが好ましい。

$$0.03 < Fno / (f \times 21.633 / Y) < 0.075 \quad (3')$$

条件式(4)については、以下のようにすることが好ましい。

$$0.4 < (r_{L1f} + r_{L1r}) / (r_{L1f} - r_{L1r}) < 5 \quad (4')$$

条件式(5)については、以下のようにすることが好ましい。

$$0.4 < (r_{F0f} + r_{F0r}) / (r_{F0f} - r_{F0r}) < 2 \quad (5')$$

条件式(6)については、以下のようにすることが好ましい。

$$(1 - m g_{F0}^2) \times m g_R^2 < -0.6 \quad (6')$$

条件式(7)については、以下のようにすることが好ましい。

10

20

30

40

50

$n d_{F_0} = 1.7$ (7')

【0055】

以下に、本発明に係る撮像装置に用いられるズームレンズの実施例を、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。

【0056】

以下、ズームレンズの実施例1～7について説明する。実施例1～7のレンズ断面図を、それぞれ図1～図7に示す。図中、(a)は、無限遠物体合焦時のレンズ断面図、(b)は、倍率が0.033倍時のレンズ断面図、(c)は、最至近物体合焦時のレンズ断面図である。なお、倍率が0.033倍時とは、倍率が0.033倍となる物体距離に合焦した時のことを意味する。

10

【0057】

また、前側レンズ群はG F、フォーカスレンズはF o、後側レンズ群はG R、開口絞り(明るさ絞り)はS、カバーガラスはC、像面(撮像面)はIで示してある。

【0058】

また、ゴースト、フレア等の不要光をカットするために、明るさ絞り以外にフレア絞りを配置してもかまわない。フレア絞りは、前側レンズ群の物体側、前側レンズ群とフォーカスレンズとの間、フォーカスレンズと後側レンズ群との間、後側レンズ群と像面との間のいずれの場所に配置しても良い。

【0059】

枠部材をフレア絞りの遮光部として用い、この枠部材によりフレア光線を遮光するように構成しても良いし、別の部材で遮光部を構成しても良い。また、遮光部は光学系に直接印刷しても、塗装しても良い。また、シールなどを遮光部として光学系に接着してもかまわない。

20

【0060】

また、遮光部の形状は円形、楕円形、矩形、多角形、関数曲線で囲まれる範囲等、いかなる形状でもかまわない。また有害光束をカットするだけでなく画面周辺のコマフレア等の光束をカットしても良い。

【0061】

また、各レンズには反射防止コートを行い、ゴースト、フレアを軽減してもかまわない。マルチコートであれば効果的にゴースト、フレアを軽減できるので望ましい。また赤外カットコートをレンズ面、カバーガラス等に行ってもかまわない。

30

【0062】

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、接合レンズの接合面の屈折率は、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い。そのため、接合レンズの接合面に、あえてコートを施すことは少ない。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・フレアを軽減できるので、なお良好な画像を得ることができるようになる。

【0063】

特に、最近では高屈折率硝材が普及している。高屈折率硝材は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。ただし、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。

40

【0064】

接合面コートの効果的な使用方法に関しては、特開平2-27301号公報、特開2001-324676号公報、特開2005-92115号公報、USP7116482公報等が開示されている。

【0065】

これらの文献では、特に正先行ズームレンズの第1群内の接合レンズ面コートについて

50

述べられている。そこで、本発明の正屈折力の前側レンズ群内の接合レンズ面についても、これら文献に開示されているごとく接合面コートを実施すればよい。

【0066】

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。

【0067】

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。また前側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。

【0068】

実施例1の広角レンズは、図1に示すように、物体側から像側に順に、正屈折力を有する前側レンズ群GFと、負屈折力を有するフォーカスレンズF_oと、正屈折力を有する後側レンズ群GRと、で構成されている。開口絞りSは、前側レンズ群GFとフォーカスレンズF_oとの間に配置されている。

【0069】

前側レンズ群GFは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL₁と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL₂と、両凸正レンズL₃と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL₄と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL₅と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL₆と、両凸正レンズL₇と、両凸正レンズL₈と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL₉と、で構成されている。ここで、両凸正レンズL₃と負メニスカスレンズL₄とが接合されている。また、両凸正レンズL₈と負メニスカスレンズL₉とが接合されている。

【0070】

フォーカスレンズF_oは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL₁₀で構成されている。

【0071】

後側レンズ群GRは、両凸正レンズL₁₁と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL₁₂と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL₁₃と、で構成されている。

【0072】

フォーカシング時、フォーカスレンズF_oが光軸に沿って移動する。より詳しくは、無限遠物体から最至近物体へのフォーカシング時、フォーカスレンズF_oは像側に移動する。

【0073】

非球面は、負メニスカスレンズL₂の両面と、負メニスカスレンズL₁₀の両面との、合計4面に設けられている。

【0074】

実施例2の広角レンズは、図2に示すように、物体側から像側に順に、正屈折力を有する前側レンズ群GFと、負屈折力を有するフォーカスレンズF_oと、正屈折力を有する後側レンズ群GRと、で構成されている。開口絞りSは、前側レンズ群GFとフォーカスレンズF_oとの間に配置されている。

【0075】

前側レンズ群GFは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL₁と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL₂と、両凸正レンズL₃と、両凹負レンズL₄と、両凹負レンズL₅と、両凸正レンズL₆と、両凸正レンズL₇と、両凸正レンズL₈と、両凹負レンズL₉と、で構成されている。ここで、両凸正レンズL₃と両凹負レンズL₄とが接合

10

20

30

40

50

されている。また、両凹負レンズL5と両凸正レンズL6とが接合されている。また、両凸正レンズL8と両凹負レンズL9とが接合されている。

【0076】

フォーカスレンズF_oは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL10で構成されている。

【0077】

後側レンズ群GRは、両凸正レンズL11と、両凸正レンズL12と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL13と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL14と、で構成されている。

【0078】

フォーカシング時、フォーカスレンズF_oが光軸に沿って移動する。より詳しくは、無限遠物体から最至近物体へのフォーカシング時、フォーカスレンズF_oは像側に移動する。

【0079】

非球面は、負メニスカスレンズL2の像側面と、負メニスカスレンズL10の両面との、合計3面に設けられている。

【0080】

実施例3の広角レンズは、図3に示すように、物体側から像側に順に、正屈折力を有する前側レンズ群GFと、負屈折力を有するフォーカスレンズF_oと、正屈折力を有する後側レンズ群GRと、で構成されている。開口絞りSは、前側レンズ群GFとフォーカスレンズF_oとの間に配置されている。

【0081】

前側レンズ群GFは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL2と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL3と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL4と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL5と、両凹負レンズL6と、両凸正レンズL7と、両凸正レンズL8と、で構成されている。ここで、両凹負レンズL6と両凸正レンズL7とが接合されている。

【0082】

フォーカスレンズF_oは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9で構成されている。

【0083】

後側レンズ群GRは、両凸正レンズL10と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL11と、両凹負レンズL12と、で構成されている。

【0084】

フォーカシング時、フォーカスレンズF_oが光軸に沿って移動する。より詳しくは、無限遠物体から最至近物体へのフォーカシング時、フォーカスレンズF_oは像側に移動する。

【0085】

非球面は、負メニスカスレンズL3の像側面と、両凸正レンズL8の両面と、負メニスカスレンズL9の両面と、正メニスカスレンズL11の物体側面との、合計6面に設けられている。

【0086】

実施例4の広角レンズは、図4に示すように、物体側から像側に順に、正屈折力を有する前側レンズ群GFと、負屈折力を有するフォーカスレンズF_oと、正屈折力を有する後側レンズ群GRと、で構成されている。開口絞りSは、前側レンズ群GFとフォーカスレンズF_oとの間に配置されている。

【0087】

前側レンズ群GFは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL2と、両凹負レンズL3と、両凸正レンズL4と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL5と、両凹負レンズL6と、両凸正レンズL7と、

10

20

30

40

50

両凸正レンズL 8と、で構成されている。ここで、両凹負レンズL 6と両凸正レンズL 7とが接合されている。

【0088】

フォーカスレンズF oは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 9で構成されている。

【0089】

後側レンズ群G Rは、両凸正レンズL 10と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 11と、で構成されている。

【0090】

フォーカシング時、フォーカスレンズF oが光軸に沿って移動する。より詳しくは、無限遠物体から最至近物体へのフォーカシング時、フォーカスレンズF oは像側に移動する。

10

【0091】

非球面は、両凸正レンズL 8の両面と、負メニスカスレンズL 9の両面と、両凸正レンズL 10の両面との、合計6面に設けられている。

【0092】

実施例5の広角レンズは、図5に示すように、物体側から像側に順に、正屈折力を有する前側レンズ群G Fと、負屈折力を有するフォーカスレンズF oと、正屈折力を有する後側レンズ群G Rと、で構成されている。開口絞りSは、前側レンズ群G FとフォーカスレンズF oとの間に配置されている。

20

【0093】

前側レンズ群G Fは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 1と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 2と、両凹負レンズL 3と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 4と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 5と、両凹負レンズL 6と、両凸正レンズL 7と、両凸正レンズL 8と、で構成されている。ここで、両凹負レンズL 3と正メニスカスレンズL 4とが接合されている。また、両凹負レンズL 6と両凸正レンズL 7とが接合されている。

【0094】

フォーカスレンズF oは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 9で構成されている。

30

【0095】

後側レンズ群G Rは、両凸正レンズL 10と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 11と、両凹負レンズL 12と、で構成されている。ここで、正メニスカスレンズL 11と両凹負レンズL 12とが接合されている。

【0096】

フォーカシング時、フォーカスレンズF oが光軸に沿って移動する。より詳しくは、無限遠物体から最至近物体へのフォーカシング時、フォーカスレンズF oは像側に移動する。

【0097】

非球面は、両凸正レンズL 8の両面と、負メニスカスレンズL 9の両面と、両凸正レンズL 10の両面との、合計6面に設けられている。

40

【0098】

実施例6の広角レンズは、図6に示すように、物体側から像側に順に、正屈折力を有する前側レンズ群G Fと、負屈折力を有するフォーカスレンズF oと、正屈折力を有する後側レンズ群G Rと、で構成されている。開口絞りSは、前側レンズ群G FとフォーカスレンズF oとの間に配置されている。

【0099】

前側レンズ群G Fは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 1と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 2と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 3と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL 4と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレ

50

レンズL5と、両凹負レンズL6と、両凸正レンズL7と、両凸正レンズL8と、で構成されている。ここで、両凹負レンズL6と両凸正レンズL7とが接合されている。

【0100】

フォーカスレンズF0は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9で構成されている。

【0101】

後側レンズ群GRは、両凸正レンズL10と、両凸正レンズL11と、両凹負レンズL12と、で構成されている。

【0102】

フォーカシング時、フォーカスレンズF0が光軸に沿って移動する。より詳しくは、無限遠物体から最至近物体へのフォーカシング時、フォーカスレンズF0は像側に移動する。

【0103】

非球面は、負メニスカスレンズL3の像側面と、両凸正レンズL8の両面と、負メニスカスレンズL9の両面と、両凸正レンズL11の物体側面との、合計6面に設けられている。

【0104】

実施例7の広角レンズは、図7に示すように、物体側から像側に順に、正屈折力を有する前側レンズ群GFと、負屈折力を有するフォーカスレンズF0と、正屈折力を有する後側レンズ群GRと、で構成されている。開口絞りSは、前側レンズ群GFとフォーカスレンズF0との間に配置されている。

【0105】

前側レンズ群GFは、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL1と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL2と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL3と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL4と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL5と、両凹負レンズL6と、両凸正レンズL7と、両凸正レンズL8と、で構成されている。ここで、両凹負レンズL6と両凸正レンズL7とが接合されている。

【0106】

フォーカスレンズF0は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL9で構成されている。

【0107】

後側レンズ群GRは、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL10と、両凸正レンズL11と、両凹負レンズL12と、で構成されている。

【0108】

フォーカシング時、フォーカスレンズF0が光軸に沿って移動する。より詳しくは、無限遠物体から最至近物体へのフォーカシング時、フォーカスレンズF0は像側に移動する。

【0109】

非球面は、負メニスカスレンズL3の像側面と、両凸正レンズL8の両面と、負メニスカスレンズL9の両面と、正メニスカスレンズL10の両面との、合計7面に設けられている。

【0110】

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、rは各レンズ面の曲率半径、dは各レンズ面間の間隔、ndは各レンズのd線の屈折率、dは各レンズのアップ数、*印は非球面である。また、ODは物体距離、fは全系の焦点距離、FNO.はFナンバー、 θ は半画角、IHは像高、FBはバックフォーカス、全長は、ズームレンズの最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの距離にFB(バックフォーカス)を加えたもの、f1、f2...は各レンズ群の焦点距離である。なお、FB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、0.03倍とは、倍率が0.033倍となる物体距離に合焦した時のことを意味する。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 1 】

また、非球面形状は、光軸方向を z、光軸に直交する方向を y にとり、円錐係数を k、非球面係数を A 4、A 6、A 8、A 10 としたとき、次の式で表される。

$$z = (y^2 / r) / [1 + \{ 1 - (1 + k) (y / r)^2 \}^{1/2}] + A 4 y^4 + A 6 y^6 + A 8 y^8 + A 10 y^{10}$$

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。なお、これら諸元値の記号は後述の実施例の数値データにおいても共通である。

【 0 1 1 2 】

数値実施例 1

単位 mm

10

面データ

面番号	r	d	nd	d	
物面					
1	80.030	2.00	1.48749	70.23	
2	24.790	10.08			
3*	11434.720	1.50	1.49700	81.54	
4*	69.506	4.00			
5	1083.435	5.28	1.85135	40.10	
6	-45.280	1.50	1.51823	58.90	20
7	-611.836	12.99			
8	-30.701	1.50	1.63980	34.46	
9	-71.987	0.20			
10	-606.938	6.60	1.72916	54.68	
11	-45.343	0.20			
12	188.812	7.15	1.72916	54.68	
13	-59.131	0.20			
14	71.464	9.43	1.49700	81.61	
15	-42.688	1.50	1.85478	24.80	
16	-161.815	1.00			30
17(絞リ)		可変			
18*	134.409	1.50	1.58313	59.38	
19*	26.958	可変			
20	65.232	6.71	1.72916	54.68	
21	-53.288	1.27			
22	31.796	2.00	1.85478	24.80	
23	26.344	13.14			
24	-33.487	1.50	1.85478	24.80	
25	-43.024	13.06			
26		2.50	1.51633	64.14	40
27		1.00			
像面					

非球面データ

第 3 面

k=0.000

A4=-7.05141e-06,A6=4.10562e-09

第 4 面

k=0.000

A4=-1.51948e-06,A6=1.38816e-09,A8=1.13645e-11

50

第 1 8 面

k=0.000

A4=-5.54541e-06

第 1 9 面

k=0.000

A4=-4.04947e-06,A6=-4.34102e-09,A8=-1.06011e-11

各種データ

O D	無限遠	0.03倍	最至近	
f	36.00	35.85	35.04	10
F N O .	1.43	1.43	1.39	
2	66.29	64.64	59.31	
I H	21.633	21.633	21.633	
F B (in air)	15.71	14.51	10.45	
全長 (in air)	124.14	122.95	118.89	
d17	4.00	5.24	9.74	
d19	13.18	11.94	7.44	

群焦点距離

f1=34.70 f2=-58.13 f3=57.60

【 0 1 1 3 】

数值実施例 2

单位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
物面					
1	82.758	2.00	1.48749	70.23	
2	26.475	12.85			30
3	-67.428	2.00	1.80610	40.92	
4*	-114.676	5.55			
5	111.557	5.92	2.00178	19.32	
6	-61.484	1.50	1.64769	33.79	
7	60.217	4.84			
8	-70.635	1.50	1.85478	24.80	
9	71.791	7.24	1.72916	54.68	
10	-61.101	0.20			
11	92.804	8.03	1.72916	54.68	
12	-54.279	0.20			40
13	74.086	6.62	1.72916	54.68	
14	-71.438	1.50	1.85478	24.80	
15	204.074	2.00			
16(絞り)		可変			
17*	147.149	1.50	1.58313	59.38	
18*	30.720	可変			
19	83.250	6.51	1.49700	81.61	
20	-47.602	0.20			
21	59.033	5.11	1.72916	54.68	
22	-417.245	0.20			50

23	40.393	2.00	1.54814	45.79
24	23.631	11.12		
25	-53.621	1.50	1.54814	45.79
26	-250.939	13.06		
27		2.50	1.51633	64.14
28		1.00		
像面				

非球面データ

第4面

k=0.000

A4=5.07906e-06, A6=9.51877e-10, A8=5.55452e-12

第17面

k=0.000

A4=-2.57496e-06, A6=-5.11833e-09

第18面

k=0.000

A4=-5.01512e-07, A6=-6.36618e-09, A8=-8.84629e-12

各種データ

O D	無限遠	0.03倍	最至近
f	35.70	35.63	35.02
F N O .	1.45	1.45	1.42
2	67.90	65.91	59.59
I H	21.633	21.633	21.633
F B (in air)	15.71	14.52	10.46
全長 (in air)	124.15	122.96	118.90

d16	4.00	5.59	11.36
d18	14.35	12.76	6.99

群焦点距離

f1=39.04 f2=-66.90 f3=56.31

【0 1 1 4】

数值実施例3

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
物面				
1	63.793	2.00	1.48749	70.23
2	28.394	12.31		
3	54.669	1.50	1.49700	81.54
4	26.749	11.59		
5	178.267	1.50	1.51633	64.14
6*	38.553	8.91		
7	45.656	7.34	2.00069	25.46
8	5488.639	0.20		
9	29.144	1.50	1.56732	42.82
10	22.332	13.88		

10

20

30

40

50

11	-133.442	1.50	1.85478	24.80
12	24.687	9.52	1.72916	54.68
13	-322.375	0.20		
14*	43.258	8.81	1.72903	54.04
15*	-43.195	1.00		
16(絞リ)		可変		
17*	218.632	1.50	1.58313	59.38
18*	30.962	可変		
19	40.906	9.13	1.72916	54.68
20	-42.170	0.20		
21*	-84.057	3.00	1.85400	40.39
22	-44.627	0.20		
23	-112.252	1.50	1.59551	39.24
24	28.787	22.07		
25		2.50	1.51633	64.14
26		1.00		

像面

10

非球面データ

第6面

k=0.000

A4=-2.98677e-07,A6=-6.41601e-10,A8=-1.47571e-12

第14面

k=0.000

A4=-3.38880e-06,A6=-8.60210e-10,A8=1.09677e-12

第15面

k=0.000

A4=3.91843e-06,A6=-3.44779e-09

第17面

k=0.000

A4=5.48098e-06,A6=-2.44321e-08

第18面

k=0.000

A4=8.42420e-06,A6=-2.04555e-08,A8=-1.28267e-11

第21面

k=0.000

A4=-1.31540e-05,A6=2.68849e-09,A8=-3.59054e-12

各種データ

O D 無限遠 0.03倍 最至近

f 23.50 23.48 23.26

F N O . 1.45 1.45 1.43

2 91.29 89.65 84.20

I H 21.633 21.633 21.633

F B (in air) 24.72 23.94 21.23

全長 (in air) 137.14 136.36 133.65

d16 4.00 5.03 8.74

d18 11.12 10.11 6.38

20

30

40

50

群焦点距離

$f1=25.02$ $f2=-62.04$ $f3=51.61$

【 0 1 1 5 】

数值実施例 4

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
物面					
1	58.321	2.00	1.48749	70.23	10
2	29.302	10.64			
3	49.251	1.50	1.49700	81.54	
4	25.239	15.65			
5	-241.536	1.50	1.51633	64.14	
6	50.935	4.33			
7	46.046	7.70	2.00069	25.46	
8	-1985.913	0.20			
9	27.460	1.50	1.56732	42.82	
10	21.349	14.55			
11	-81.546	1.50	1.85478	24.80	20
12	27.670	10.80	1.72916	54.68	
13	-77.224	0.20			
14*	42.618	9.10	1.72903	54.04	
15*	-46.941	1.00			
16(絞リ)		可変			
17*	167.416	1.50	1.58313	59.38	
18*	27.078	可変			
19*	45.268	8.02	1.72916	54.68	
20*	-34.847	0.69			
21	427.683	1.50	1.59551	39.24	30
22	28.130	22.95			
23		2.50	1.51633	64.14	
24		1.00			
像面					

非球面データ

第 1 4 面

$k=0.000$

$A4=-4.49684e-06, A6=-2.79480e-09, A8=3.42980e-12$

第 1 5 面

$k=0.000$

$A4=2.09734e-06, A6=-3.08647e-09$

第 1 7 面

$k=0.000$

$A4=6.93315e-06, A6=-3.11419e-08$

第 1 8 面

$k=0.000$

$A4=1.03662e-05, A6=-2.15117e-08, A8=-5.95705e-11$

第 1 9 面

$k=0.000$

40

50

A4=-4.95881e-06,A6=7.19135e-09,A8=-1.10419e-11

第 2 0 面

k=0.000

A4=7.61929e-06,A6=-2.45117e-09

各種データ

O D	無限遠	0.03倍	最至近
f	24.50	24.44	24.14
F N O .	1.45	1.45	1.43
2	88.91	87.49	82.77
I H	21.633	21.633	21.633
F B (in air)	25.59	24.78	21.97
全長 (in air)	137.15	136.34	133.53
d16	4.00	4.82	7.80
d18	13.67	12.85	9.87

10

群焦点距離

f1=22.83 f2=-55.62 f3=54.40

【 0 1 1 6 】

数值実施例 5

単位 mm

20

面データ

面番号	r	d	nd	d
物面				
1	49.863	2.00	1.48749	70.23
2	27.935	9.26		
3	42.259	1.50	1.49700	81.54
4	22.174	15.55		
5	-426.758	1.50	1.51633	64.14
6	41.883	6.68	2.00069	25.46
7	1318.081	0.20		
8	29.655	1.50	1.60562	43.70
9	21.775	9.90		
10	-88.475	1.50	1.85478	24.80
11	29.561	10.35	1.72916	54.68
12	-73.426	1.67		
13*	49.889	9.59	1.72903	54.04
14*	-39.569	1.00		
15(絞リ)		可変		
16*	239.542	1.50	1.58313	59.38
17*	29.798	可変		
18*	48.910	8.34	1.72916	54.68
19*	-32.801	0.20		
20	-1003.642	4.99	1.72916	54.68
21	-39.240	1.50	1.63980	34.46
22	31.117	19.50		
23		2.50	1.51633	64.14
24		1.00		

30

40

50

像面

非球面データ

第 1 3 面

k=0.000

A4=-5.28496e-06,A6=-4.77651e-09,A8=6.32884e-12

第 1 4 面

k=0.000

A4=4.57769e-07,A6=-3.11361e-09,A8=-3.02206e-13

第 1 6 面

k=0.000

A4=8.80650e-06,A6=-3.52603e-08

第 1 7 面

k=0.000

A4=1.23470e-05,A6=-2.56948e-08,A8=-5.18706e-11

第 1 8 面

k=0.000

A4=-5.97175e-06,A6=1.94629e-09,A8=3.92263e-12

第 1 9 面

k=0.000

A4=8.71036e-06,A6=-8.34299e-09,A8=1.51616e-11

各種データ

O D	無限遠	0.03倍	最至近
f	24.50	24.51	24.41
F N O .	1.45	1.45	1.44
2	88.90	87.20	81.61
I H	21.633	21.633	21.633
F B (in air)	22.15	21.33	18.49
全長 (in air)	130.14	129.33	126.48
d15	4.00	5.01	8.69
d17	15.27	14.26	10.58

群焦点距離

f1=25.56 f2=-58.51 f3=48.64

【 0 1 1 7 】

数值実施例 6

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1	60.651	2.00	1.48749	70.23
2	29.547	13.23		
3	56.652	1.50	1.49700	81.54
4	25.457	11.44		
5	89.364	1.50	1.48749	70.23
6*	27.701	12.20		
7	45.381	6.72	2.00069	25.46
8	798.602	0.38		

10

20

30

40

50

9	33.378	1.50	1.56732	42.82
10	22.872	12.40		
11	-143.899	1.50	1.85478	24.80
12	26.755	9.14	1.72916	54.68
13	-149.601	0.40		
14*	42.948	8.70	1.72903	54.04
15*	-40.061	1.00		
16(絞リ)		可変		
17*	301.783	1.50	1.58313	59.38
18*	27.280	可変		
19	32.922	10.25	1.49700	81.54
20	-39.399	0.20		
21*	1680.878	3.48	1.85400	40.39
22	-46.112	0.37		
23	-133.197	1.50	1.59551	39.24
24	25.745	19.28		
25		2.50	1.51633	64.14
26		1.00		

像面

10

20

非球面データ

第6面

k=0.000

A4=-1.48852e-06,A6=-1.48302e-10,A8=-7.78295e-12

第14面

k=0.000

A4=-4.38811e-06,A6=-1.43032e-09,A8=2.29471e-12

第15面

k=0.000

A4=4.14389e-06,A6=-3.51908e-09

第17面

k=0.000

A4=7.20975e-06,A6=-3.28236e-08

第18面

k=0.000

A4=1.04325e-05,A6=-2.88415e-08,A8=-3.22816e-11

第21面

k=0.000

A4=-1.49416e-05,A6=2.57640e-09,A8=-1.64152e-11

30

40

各種データ

OD	無限遠	0.03倍	最至近
f	20.50	20.47	20.28
FNO.	1.45	1.45	1.43
2	99.09	97.62	92.74
IH	21.633	21.633	21.633
FB (in air)	21.92	21.24	18.88
全長 (in air)	137.14	136.47	134.10

d16 4.00 4.73 7.35

50

d18 10.32 9.60 6.97

群焦点距離

f1=19.95 f2=-51.54 f3=48.78

【 0 1 1 8 】

数值实施例 7

单位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	d	
物面					
1	67.016	2.00	1.48749	70.23	
2	31.712	14.59			
3	58.190	1.50	1.49700	81.54	
4	28.972	11.90			
5	98.042	1.50	1.48749	70.23	
6*	31.501	13.79			
7	46.588	6.65	2.00069	25.46	
8	268.039	1.07			
9	27.216	1.50	1.56732	42.82	20
10	20.354	17.60			
11	-112.436	1.50	1.85478	24.80	
12	30.640	7.80	1.72916	54.68	
13	-115.778	0.20			
14*	48.365	7.66	1.72903	54.04	
15*	-43.179	1.00			
16(絞リ)		可変			
17*	136.798	1.50	1.58313	59.38	
18*	32.451	可変			
19*	-248.222	4.00	1.72903	54.04	30
20*	-40.931	0.20			
21	86.409	8.05	1.72916	54.68	
22	-36.135	0.20			
23	-127.225	1.50	1.59551	39.24	
24	26.982	19.88			
25		2.50	1.51633	64.14	
26		1.00			
像面					

非球面データ

第 6 面

k=0.000

A4=-2.40663e-06, A6=5.41445e-11, A8=-5.70662e-12

第 1 4 面

k=0.000

A4=-3.89020e-06, A6=-2.42494e-09, A8=1.93231e-12

第 1 5 面

k=0.000

A4=2.93623e-06, A6=-5.54643e-09

第 1 7 面

40

50

k=0.000

A4=4.46979e-06, A6=-2.11402e-08

第 18 面

k=0.000

A4=8.53180e-06, A6=-2.22481e-08, A8=9.41289e-13

第 19 面

k=0.000

A4=-6.99708e-06, A6=2.92200e-09, A8=-2.73585e-11

第 20 面

k=0.000

A4=6.23800e-06

10

各種データ

OD	無限遠	0.03倍	最至近
f	20.50	20.48	20.33
FNO.	1.45	1.45	1.44
2	99.08	97.68	92.99
IH	21.633	21.633	21.633
FB (in air)	22.52	21.85	19.48
全長 (in air)	145.15	144.46	142.10
d16	4.00	5.03	8.83
d18	12.91	11.88	8.08

20

群焦点距離

f1=22.24 f2=-73.35 f3=53.81

【0119】

以上の実施例 1 ~ 7 の収差図を、それぞれ図 8 ~ 図 14 に示す。各図中、“ ” は半画角を示す。

【0120】

これらの収差図において、(a)、(b)、(c)、(d) は、それぞれ、無限遠物体合焦時における球面収差 (SA)、非点収差 (AS)、歪曲収差 (DT)、倍率色収差 (CC) を示している。

30

【0121】

また、(e)、(f)、(g)、(h) は、それぞれ、倍率が 0.33 倍時における球面収差 (SA)、非点収差 (AS)、歪曲収差 (DT)、倍率色収差 (CC) を示している。

【0122】

また、(i)、(j)、(k)、(l) は、それぞれ、最至近物体合焦時における球面収差 (SA)、非点収差 (AS)、歪曲収差 (DT)、倍率色収差 (CC) を示している。

40

【0123】

次に、各実施例における条件式 (1) ~ (8) の値を掲げる。

条件式	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
(1) f_1/f	0.963854	1.093443	1.064775	0.93172
(2) $ f_1/f_{23} $	0.087091	0.178207	0.153703	0.10074
(3) $Fno/(f \times 21.633/Y)$	0.039807	0.040616	0.061702	0.059184
(4) $(r_{L1f} + r_{L1r}) / (r_{L1f} - r_{L1r})$	1.897535	1.940782	2.604265	3.019496
(5) $(r_{Fof} + r_{For}) / (r_{Fof} - r_{For})$	1.501781	1.527697	1.32996	1.385905

50

(6) $(1 - mg_{F_o}^2) \times mg_R^2$	-0.97289	-0.75609	-0.76748	-0.99514
(7) nd_{F_o}	1.583126	1.583126	1.583126	1.583126
(8) d_{F_o}	59.38	59.38	59.38	59.38

条件式	実施例 5	実施例 6	実施例 7
(1) f_1/f	1.043155	0.973279	1.084684
(2) $ f_1/f_{23} $	0.20206	0.097512	0.179826
(3) $Fno/(f \times 21.633/Y)$	0.059184	0.070732	0.070731
(4) $(r_{L1f} + r_{L1r}) / (r_{L1f} - r_{L1r})$	3.547958	2.899852	2.796481
(5) $(r_{Fof} + r_{For}) / (r_{Fof} - r_{For})$	1.284138	1.19876	1.621989
(6) $(1 - mg_{F_o}^2) \times mg_R^2$	-0.80912	-0.94053	-0.66279
(7) nd_{F_o}	1.583126	1.583126	1.583126
(8) d_{F_o}	59.38	59.38	59.38

【0124】

図15は、電子撮像装置としての一眼ミラーレスカメラの断面図である。図15において、一眼ミラーレスカメラ1の鏡筒内には撮影光学系2が配置される。マウント部3は、撮影光学系2を一眼ミラーレスカメラ1のボディに着脱可能とする。マウント部3としては、スクリュタイプのマウントやパヨネットタイプのマウント等が用いられる。この例では、パヨネットタイプのマウントを用いている。また、一眼ミラーレスカメラ1のボディには、撮像素子面4、バックモニタ5が配置されている。なお、撮像素子としては、小型のCCD又はCMOS等が用いられている。

【0125】

そして、一眼ミラーレスカメラ1の撮影光学系2として、例えば上記実施例1～7に示した本発明の広角レンズが用いられる。

【0126】

図16、図17は、本発明に係る撮像装置の構成の概念図を示す。図16は撮像装置としてのデジタルカメラ40の外観を示す前方斜視図、図17は同後方斜視図である。このデジタルカメラ40の撮影光学系41に、本発明の広角レンズが用いられている。

【0127】

この実施形態のデジタルカメラ40は、撮影用光路42上に位置する撮影光学系41、シャッターボタン45、液晶表示モニター47等を含み、デジタルカメラ40の上部に配置されたシャッターボタン45を押圧すると、それに連動して撮影光学系41、例えば実施例1の広角レンズを通して撮影が行われる。撮影光学系41によって形成された物体像が、結像面近傍に設けられた撮像素子（光電変換面）上に形成される。この撮像素子で受光された物体像は、処理手段によって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47に表示される。また、撮影された電子画像は記憶手段に記録することができる。

【0128】

図18は、デジタルカメラ40の主要部の内部回路を示すブロック図である。なお、以下の説明では、前述した処理手段は、例えばCDS/A DC部24、一時記憶メモリ17、画像処理部18等で構成され、記憶手段は、記憶媒体部19等で構成される。

【0129】

図18に示すように、デジタルカメラ40は、操作部12と、この操作部12に接続された制御部13と、この制御部13の制御信号出力ポートにバス14及び15を介して接続された撮像駆動回路16並びに一時記憶メモリ17、画像処理部18、記憶媒体部19、表示部20、及び設定情報記憶メモリ部21を備えている。

【0130】

上記の一時記憶メモリ17、画像処理部18、記憶媒体部19、表示部20、及び設定情報記憶メモリ部21は、バス22を介して相互にデータの入力、出力が可能とされている。また、撮像駆動回路16には、CCD49とCDS/A DC部24が接続されている

10

20

30

40

50

。

【0131】

操作部12は、各種の入力ボタンやスイッチを備え、これらを介して外部（カメラ使用者）から入力されるイベント情報を制御部13に通知する。制御部13は、例えばCPUなどからなる中央演算処理装置であって、不図示のプログラムメモリを内蔵し、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、デジタルカメラ40全体を制御する。

【0132】

CCD49は、撮像駆動回路16により駆動制御され、撮影光学系41を介して形成された物体像の画素ごとの光量を電気信号に変換し、CDS/A DC部24に出力する撮像素子である。

10

【0133】

CDS/A DC部24は、CCD49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（ベイヤーデータ、以下RAWデータという。）を一時記憶メモリ17に出力する回路である。

【0134】

一時記憶メモリ17は、例えばSDRAM等からなるバッファであり、CDS/A DC部24から出力される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18は、一時記憶メモリ17に記憶されたRAWデータ又は記憶媒体部19に記憶されているRAWデータを読み出して、制御部13にて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。

20

【0135】

記憶媒体部19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、これらのフラッシュメモリに、一時記憶メモリ17から転送されるRAWデータや画像処理部18で画像処理された画像データを記録して保持する。

【0136】

表示部20は、液晶表示モニター47などにて構成され、撮影したRAWデータ、画像データや操作メニューなどを表示する。設定情報記憶メモリ部21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、操作部12の入力操作によってROM部から読み出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。

30

【0137】

このように構成されたデジタルカメラ40は、撮影光学系41として本発明の広角レンズを採用することで、広い範囲を、高い解像で素早く撮像することができる撮像装置とすることが可能となる。

【産業上の利用可能性】

【0138】

以上のように、本発明は、大口径でありながら諸収差が十分に低減され、フォーカスレンズが軽量化された小型な広角レンズ及びそれを有する撮像装置やデジタル機器に適している。

40

【符号の説明】

【0139】

- GF 前側レンズ群
- GR 後側レンズ群
- Fo フォーカスレンズ
- S 開口絞り
- C カバーガラス
- I 像面
- 1 一眼ミラーレスカメラ
- 2 撮影光学系

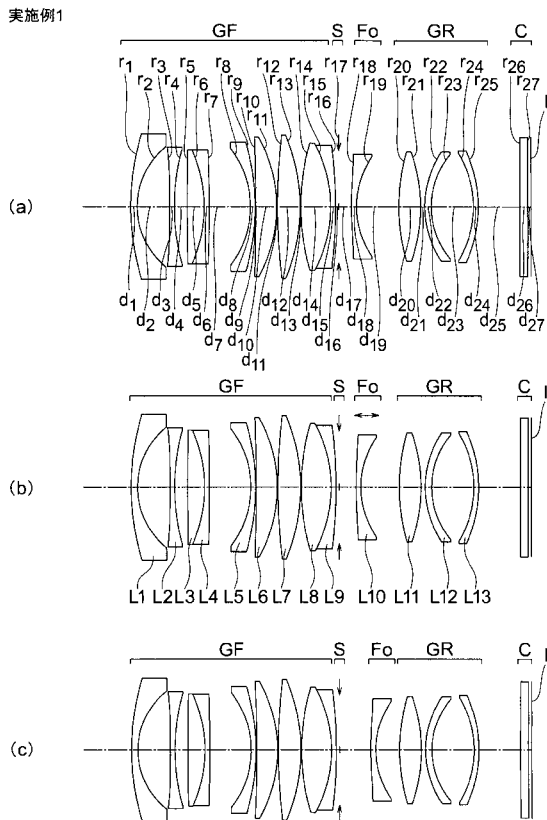
50

- 3 鏡筒のマウント部
- 4 撮像素子面
- 5 バックモニタ
- 1 2 操作部
- 1 3 制御部
- 1 4、1 5 バス
- 1 6 撮像駆動回路
- 1 7 一時記憶メモリ
- 1 8 画像処理部
- 1 9 記憶媒体部
- 2 0 表示部
- 2 1 設定情報記憶メモリ部
- 2 2 バス
- 2 4 C D S / A D C 部
- 4 0 デジタルカメラ
- 4 1 撮影光学系
- 4 2 撮影用光路
- 4 5 シャッターボタン
- 4 7 液晶表示モニター
- 4 9 C C D

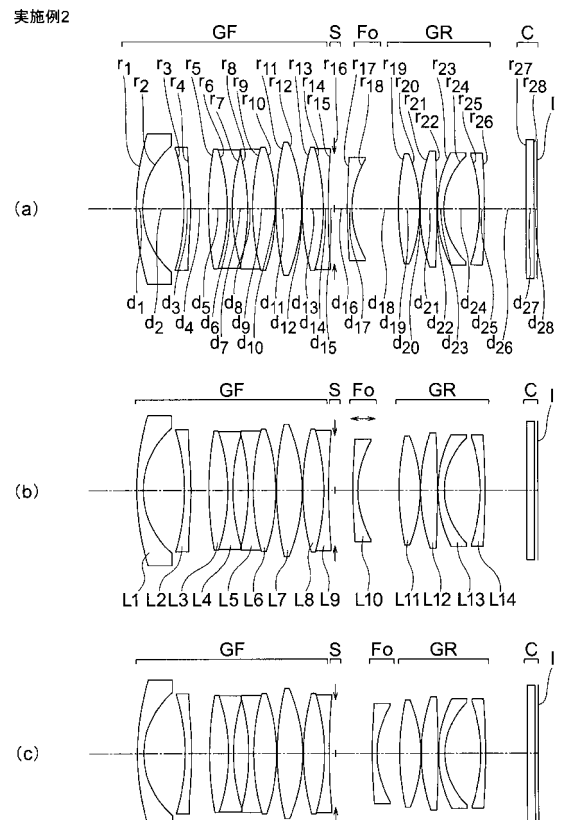
10

20

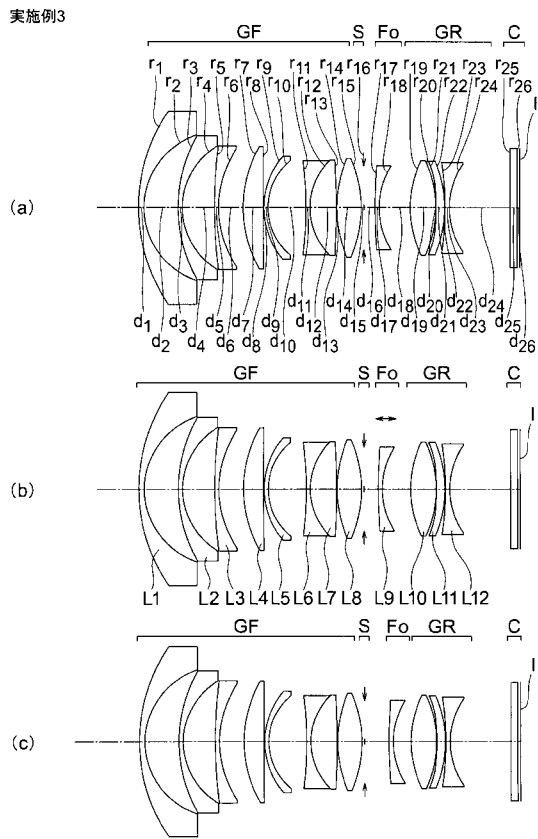
【 図 1 】



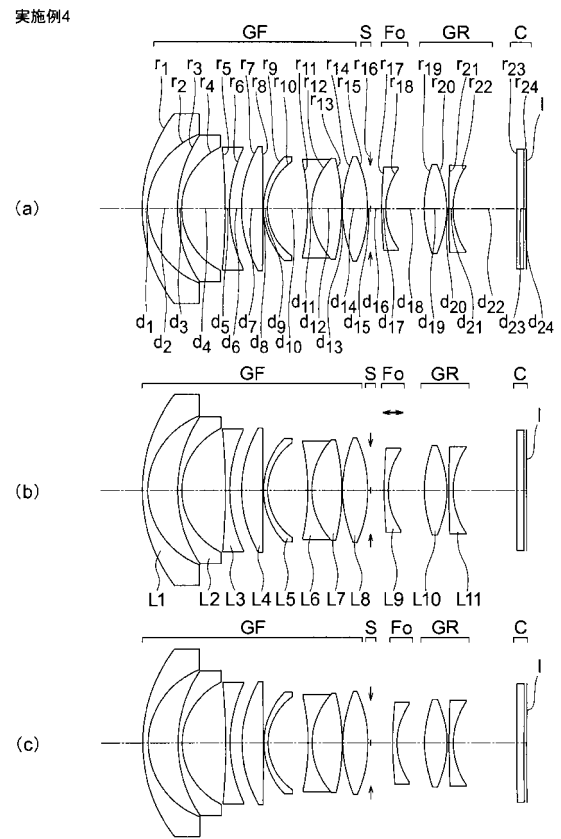
【 図 2 】



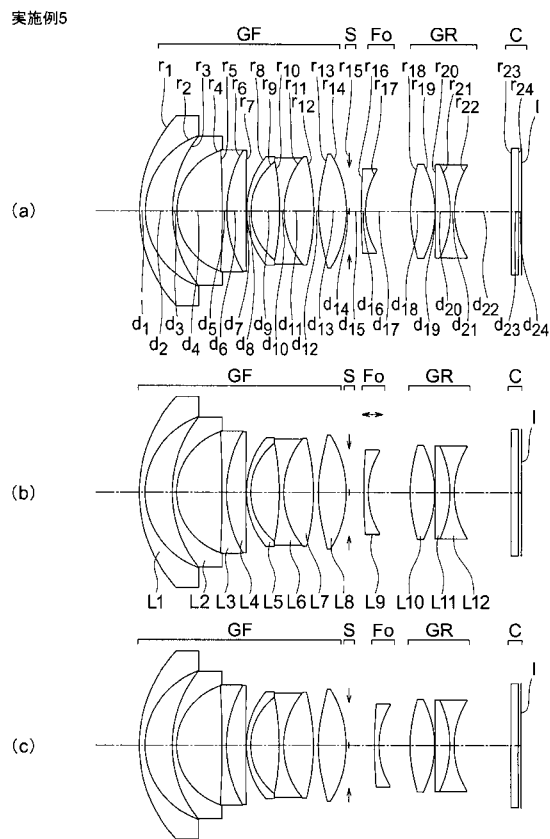
【 図 3 】



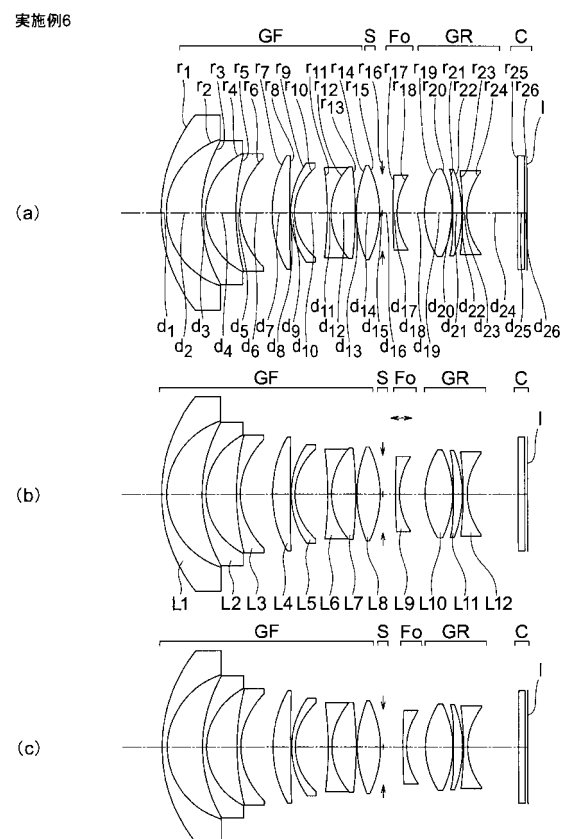
【 図 4 】



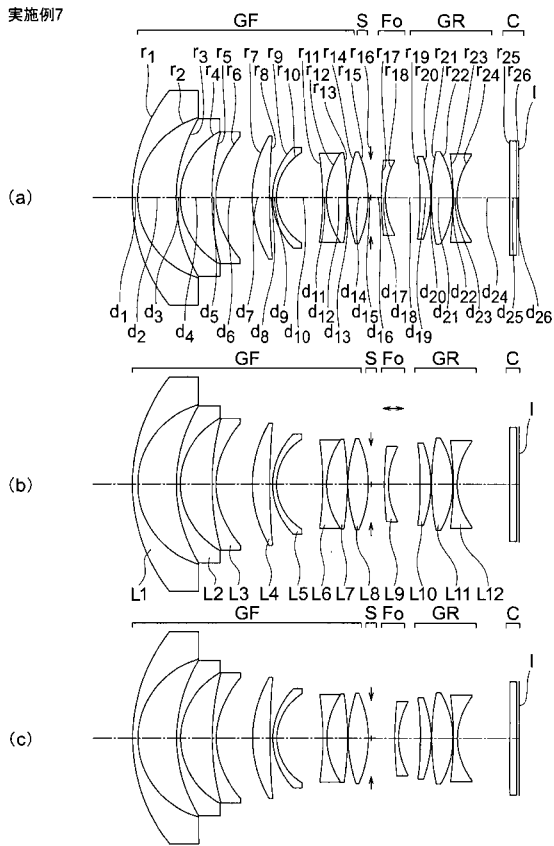
【 図 5 】



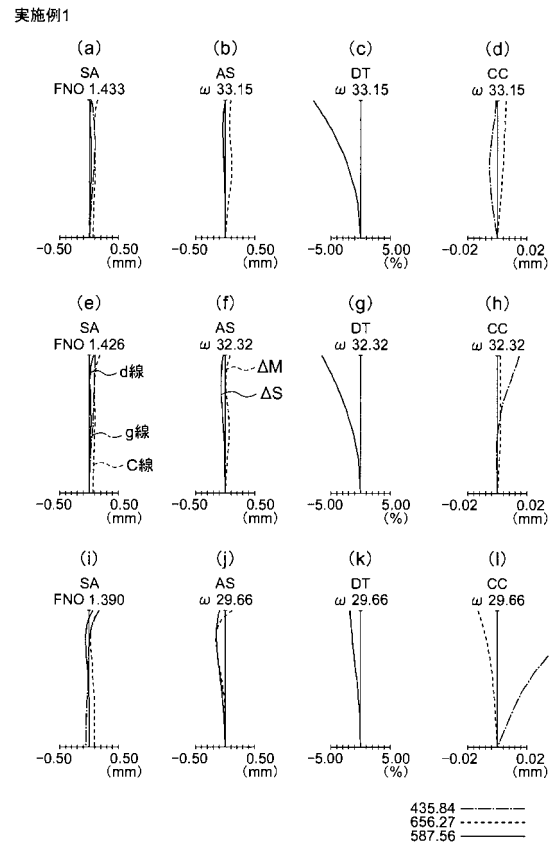
【 図 6 】



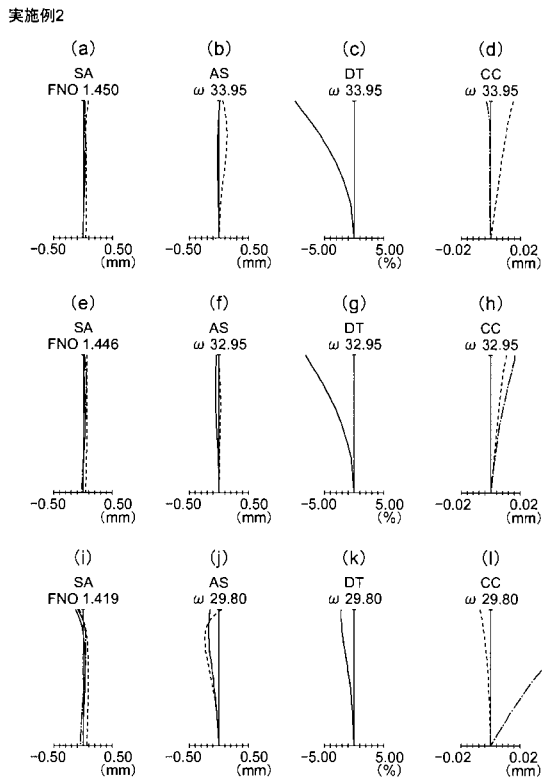
【 図 7 】



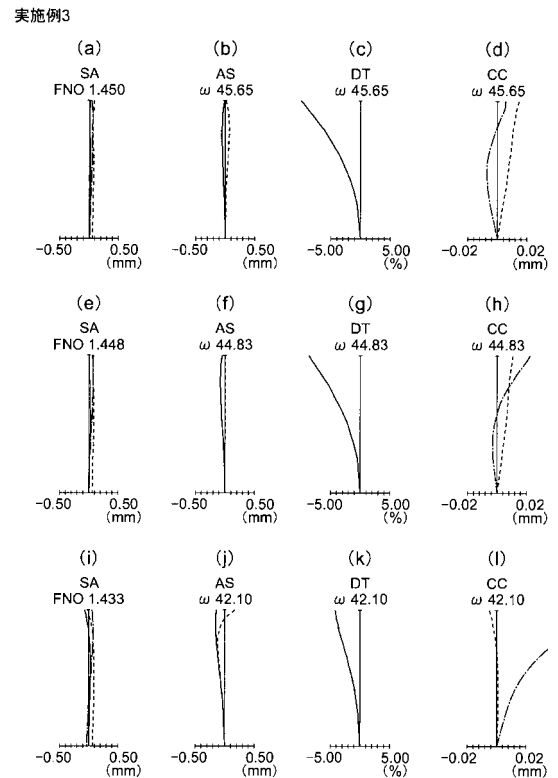
【 図 8 】



【 図 9 】

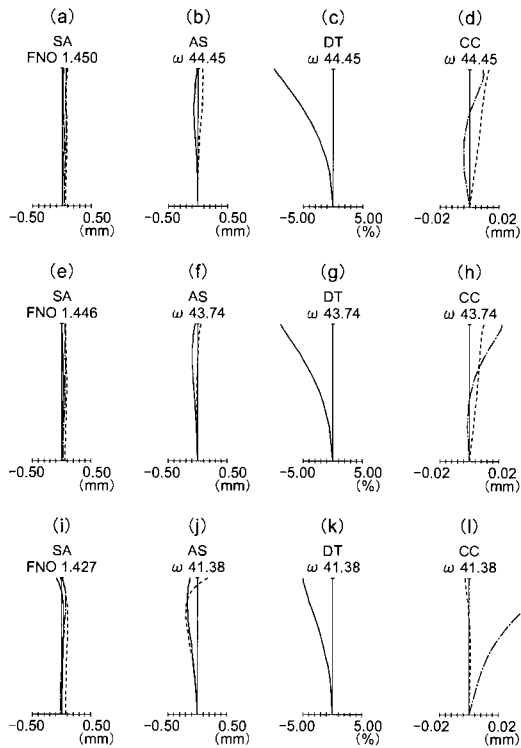


【 図 10 】



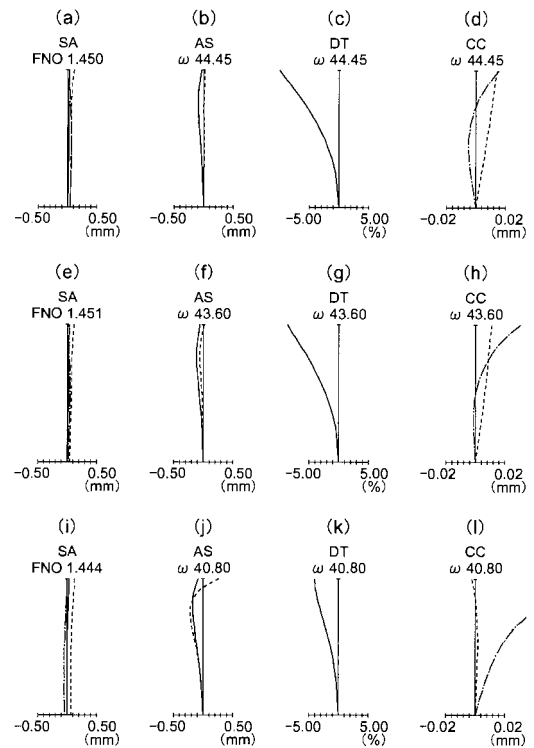
【 図 1 1 】

実施例4



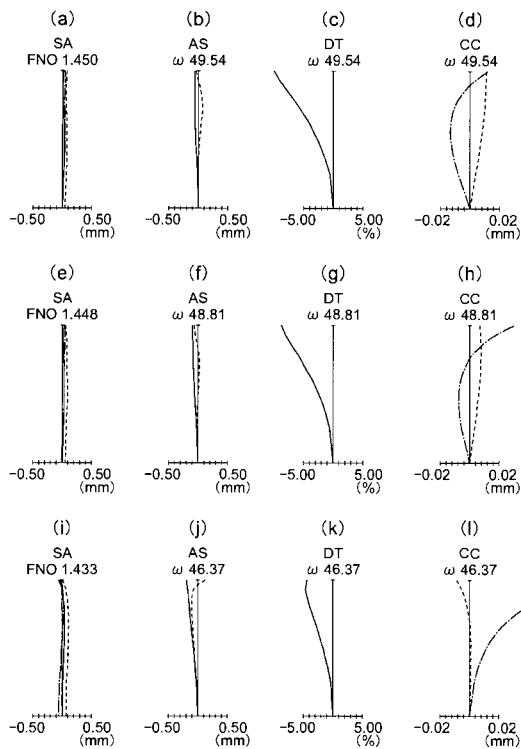
【 図 1 2 】

実施例5



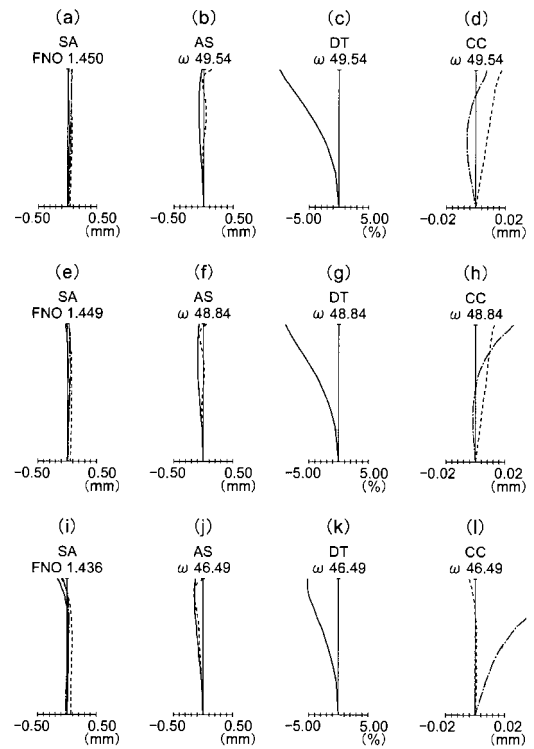
【 図 1 3 】

実施例6

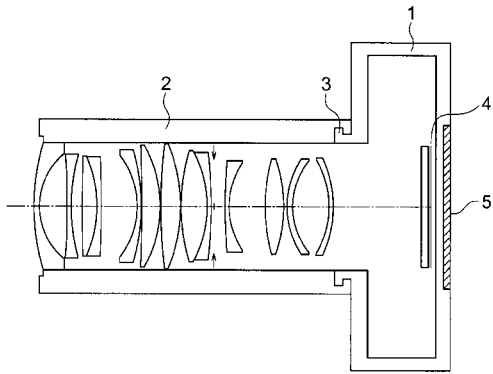


【 図 1 4 】

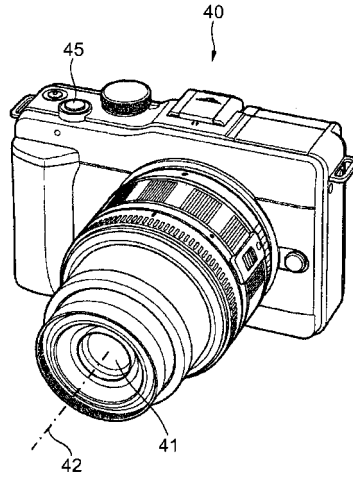
実施例7



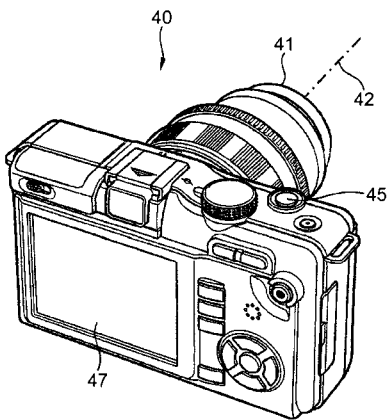
【図 15】



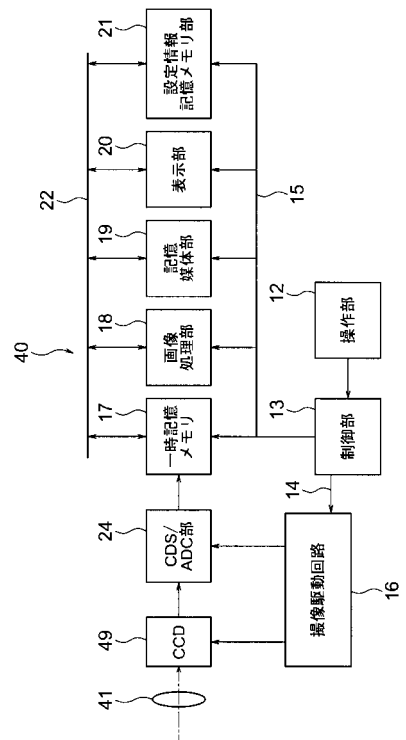
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA01 LA03 MA07 PA09 PA10 PA11 PA18 PA19 PA20 PB11
PB12 PB13 PB14 QA02 QA06 QA07 QA17 QA22 QA25 QA26
QA37 QA39 QA41 QA42 QA45 QA46 RA04 RA05 RA12 RA13
RA32 RA44