

(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2012-155228
(P2012-155228A)

(43) 公開日 平成24年8月16日(2012.8.16)

(51) Int.Cl.
G02B 13/04 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)

F I
G02B 13/04
G02B 13/18

テーマコード (参考)
2H087

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2011-15845 (P2011-15845)	(71) 出願人	000006747
(22) 出願日	平成23年1月27日 (2011. 1. 27)		株式会社リコー
		(74) 代理人	100082636
			弁理士 真田 修治
		(72) 発明者	林 勇樹
			東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
			会社リコー内
		(72) 発明者	窪田 高士
			東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
			会社リコー内
		F ターム (参考)	2H087 KA01 LA03 MA09 PA07 PA16
			PB11 QA02 QA07 QA12 QA22
			QA26 QA34 QA41 QA46 RA05
			RA13 RA36 RA42 RA43

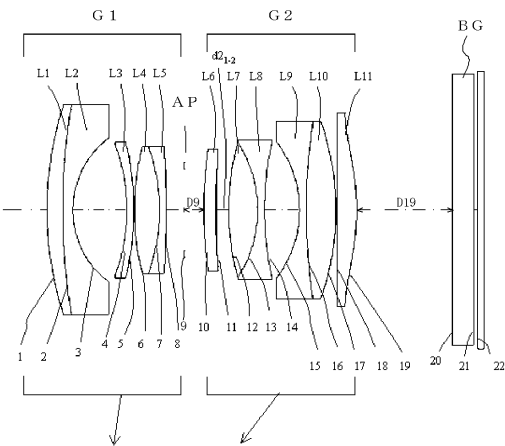
(54) 【発明の名称】 広角レンズ、撮像レンズユニット、カメラおよび携帯情報端末装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 無限遠物体から至近距離物体へのフォーカシングの際に生じる収差をフローティングにより良好に補正し、正・正の 2 群構成で、小型で高性能な広角レンズを提供する。

【解決手段】 全体でそれぞれ正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 に、それぞれ接合レンズを 2 枚有する、無限遠物体から至近距離物体に合焦するとき、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 は、独立に光軸方向に異なる移動量で移動する。無限遠におけるレンズ全系の焦点距離 F、無限遠におけるバックフォーカス B F、第 1 レンズ群 G 1 の最も物体側のレンズ面から第 1 レンズ群 G 1 の最も像面側のレンズ面までの距離 D 1、第 2 レンズ群 G 2 の最も物体側のレンズ面から前記第 2 レンズ群 G 2 の最も像面側のレンズ面までの距離 D 2 が、下記条件式 (1)、(2) : $4 \cdot 0 > B F / F$
(1) $0.5 < D 1 / D 2 < 1.0$ (2)
) を満足する。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像側に向かって順次、全体で正の屈折力を有する第 1 レンズ群、絞りおよび全体で正の屈折力を有する第 2 レンズ群で構成される光学系において、無限遠物体から至近距離物体に合焦するとき、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群は独立に光軸方向に異なる移動量で移動し、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群にそれぞれ接合レンズを少なくとも 1 枚以上有し、無限遠におけるレンズ全系の焦点距離 F 、無限遠におけるバックフォーカス $B F$ 、前記第 1 レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第 1 レンズ群の最も像面側のレンズ面までの距離 $D 1$ 、前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第 2 レンズ群の最も像面側のレンズ面までの距離 $D 2$ が、下記条件式 (1)、(2) :

$$4. \quad 0 > B F / F \quad (1)$$

$$0. \quad 5 < D 1 / D 2 < 1. \quad 0 \quad (2)$$

を満足することを特徴とする広角レンズ。

【請求項 2】

前記第 1 レンズ群の最も物体側のレンズに、接合レンズを用いることを特徴とする請求項 1 に記載の広角レンズ。

【請求項 3】

前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズの焦点距離 $f 2_1$ 、前記第 2 レンズ群の物体側から 2 番目に配置したレンズの焦点距離 (但し、前記第 2 レンズ群の物体側から 2 番目に配置したレンズが単レンズの場合は単レンズの焦点距離、接合レンズの場合は該接合レンズの焦点距離) $f 2_2$ 、前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズの第 2 面から次に配置されるレンズの第 1 面までの距離 $d 2_1 - 2$ が、下記条件式 (3) :

$$1. \quad 5 < f 2_1 / (f 2_2 \cdot d 2_1 - 2) < 4. \quad 4 \quad (3)$$

を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の広角レンズ。

【請求項 4】

前記第 2 レンズ群の焦点距離 $F 2$ 、無限遠におけるレンズ全系の焦点距離 F が、下記条件式 (4) :

$$1. \quad 0 < F 2 / F < 1. \quad 5 \quad (4)$$

を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の広角レンズ。

【請求項 5】

無限遠における光学系全長 L 、像面サイズの対角の長さ Y が、下記条件式 (5) :

$$0. \quad 1 < Y / L < 0. \quad 8 \quad (5)$$

を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の広角レンズ。

【請求項 6】

撮影光学系として、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の広角レンズを含むことを特徴とする撮像レンズユニット。

【請求項 7】

撮影用光学系として、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の広角レンズを含むことを特徴とするカメラ。

【請求項 8】

カメラ機能部の撮影用光学系として請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の広角レンズを含むことを特徴とする携帯情報端末装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、デジタルカメラ、ビデオカメラ、監視カメラを含む各種のカメラおよび携帯情報端末等に撮影レンズとして組み込むことができ、特にフローティングを利用した広角レンズ、この広角レンズを備えた撮像レンズユニット、カメラおよび携帯情報端末装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、銀塩フィルム方式のカメラに代わってCCD（電荷結合素子）撮像素子やCMOS（相補型金属酸化物半導体）撮像素子等の固体撮像素子を使用する撮像装置としてデジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラが普及し、ユーザのデジタルカメラに対する要望が多岐にわたり、個性豊かなデジタルカメラが普及している。その中でも、携帯時の利便性の向上に関しては、解決すべき技術的課題として優先順位が高く、これを実現するために、カメラレンズの小型化、利便性の追求がされ続けている。そして、これと並行して、より高性能化、高機能化を追求するために技術開発も行われている。

一方、レトロフォーカス型の広角レンズは、合焦する際にフォーカシングレンズを繰り出すと収差のバランスが崩れ、像性能に影響を及ぼしやすい。発生した収差を補正する為には、フォーカス群とは独立に動くフローティングレンズ群を採用した広角レンズが知られている。その一例として、特許文献1（特開2003-121735号公報）に開示のものがある。

従来、2群構成の広角レンズは、全体で負の屈折力を有する第1レンズ群と、全体として正の屈折力を有する第2レンズ群とに配置されるレンズ構成が多く発明されている。交換レンズ方式である一眼レフカメラは、カメラ内部にミラーが設置されているため、その分バックフォーカスを長くする必要がある。

【0003】

2群構成の広角レンズには、超広角レンズである上述した特許文献1（特開2003-121735号公報）、レトロフォーカスの広角レンズである特許文献2（特許第3495631号公報）、特許文献3（特許第3352264号公報）に開示のもの等がある。

また、特許文献4（特許第3500473号公報）、特許文献5（特開2008-151949号公報）、特許文献6（特開2008-89997号公報）、等の広角レンズもある。

デジタルカメラ、ビデオカメラ用の2群構成の広角レンズとしては、上述したように、例えば、特許文献1（特開2003-121735号公報）、特許文献2（特許第3495631号公報）、特許文献4（特許第3500473号公報）、特許文献5（特開2008-151949号公報）等を開示のものがある。

また、2群構成のレンズとしては、特許文献3（特許第3352264号公報）、特許文献6（特開2008-89997号公報）等を開示のレンズがある。

しかしながら、特許文献1（特開2003-121735号公報）の光学系は、レンズ11枚の2群構成からなるレンズであるが、レンズ枚数が多く、全長も大きいため小型化に不利である。

【0004】

特許文献2（特許第3495631号公報）、特許文献4（特許第3500473号公報）、特許文献5（特開2008-151949号公報）、特許文献6（特開2008-89997号公報）の光学系は、高性能であるが、バックフォーカスが長いいため、小型化に不利である。

また、特許文献3（特許第3352264号公報）の光学系は、レンズ10枚の2群構成とされており、レトロフォーカス型のF1.8程度のレンズであるが、バックフォーカスが焦点距離よりも長いいため小型化に不利である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、良好なる光学性能を有し、無限遠物体から至近距離物体へのフォーカシングの際に生じる収差をフローティングにより良好に補正し、正・正の2群構成で、小型で高性能な広角レンズを提供することにある。

請求項1に記載の発明の目的は、小型で高性能な広角レンズを提供することにある。

請求項2に記載の発明の目的は、高性能な広角レンズを提供することにある。

請求項 3 に記載の発明の目的は、高性能な広角レンズを提供することにある。

請求項 4 に記載の発明の目的は、小型で高性能な広角レンズを提供することにある。

請求項 5 に記載の発明の目的は、高性能な広角レンズを提供することにある。

請求項 6 に記載の発明の目的は、小型で高性能な広角レンズを有する撮影レンズユニットを提供することにある。

請求項 7 に記載の発明の目的は、小型で高性能な広角レンズを有するカメラを提供することにある。

請求項 8 に記載の発明の目的は、小型で高性能な広角レンズを有する携帯情報端末装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

10

【0006】

請求項 1 に記載した発明に係る広角レンズは、

物体側から像側に向かって順次、全体で正の屈折力を有する第 1 レンズ群、絞りおよび全体で正の屈折力を有する第 2 レンズ群で構成される光学系において、無限遠物体から至近距離物体に合焦するとき、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群は独立に光軸方向に異なる移動量で移動し、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群にそれぞれ接合レンズを少なくとも 1 枚以上有し、無限遠におけるレンズ全系の焦点距離 F 、無限遠におけるバックフォーカス BF 、前記第 1 レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第 1 レンズ群の最も像面側のレンズ面までの距離 $D1$ 、前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第 2 レンズ群の最も像面側のレンズ面までの距離 $D2$ が、下記条件式 (1)、(2) :

20

$$4. \quad 0 > BF / F \quad (1)$$

$$0. \quad 5 < D1 / D2 < 1. \quad 0 \quad (2)$$

を満足することを特徴としている。

【0007】

請求項 2 に記載した発明に係る広角レンズは

請求項 1 に記載の広角レンズであって、前記第 1 レンズ群の最も物体側のレンズに、接合レンズを用いることを特徴としている。

請求項 3 に記載の広角レンズは、

請求項 1 または 2 に記載の広角レンズであって、

前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズの焦点距離 $f2_1$ 、前記第 2 レンズ群の物体側から 2 番目に配置したレンズの焦点距離 (但し、前記第 2 レンズ群の物体側から 2 番目に配置したレンズが単レンズの場合は単レンズの焦点距離、接合レンズの場合は該接合レンズの焦点距離) $f2_2$ 、前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズの第 2 面から次に配置されるレンズの第 1 面までの距離 $d2_{1-2}$ が、下記条件式 (3) :

30

$$1. \quad 5 < f2_1 / (f2_2 \cdot d2_{1-2}) < 4. \quad 4 \quad (3)$$

を満足することを特徴としている。

【0008】

請求項 4 に記載の広角レンズは、

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の広角レンズであって、

前記第 2 レンズ群の焦点距離 $F2$ 、無限遠におけるレンズ全系の焦点距離 F が、下記条件式 (4) :

40

$$1. \quad 0 < F2 / F < 1. \quad 5 \quad (4)$$

を満足することを特徴としている。

請求項 5 に記載の広角レンズは、

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の広角レンズであって、

無限遠における光学系全長 L 、像面サイズの対角の長さ Y が、下記条件式 (5) :

$$0. \quad 1 < Y / L < 0. \quad 8 \quad (5)$$

を満足することを特徴としている。

請求項 6 に記載の発明に係る撮影レンズユニットは、撮影用光学系として、

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の広角レンズを含むことを特徴としている。

50

請求項 7 に記載した発明に係るカメラは、撮影光学系として、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の広角レンズを含むことを特徴としている。

請求項 8 に記載した発明に係る携帯情報端末装置は、撮影用光学系として、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の広角レンズを含むことを特徴としている。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、良好なる光学性能を有し、無限遠物体から至近距離物体へのフォーカシングの際に生じる収差をフローティングにより良好に補正し、2 群で、群構成が正・正である、小型で高性能な広角レンズの提供することができる。

即ち、本発明の請求項 1 に記載の広角レンズによれば、

物体側から像側に向かって順次、全体で正の屈折力を有する第 1 レンズ群、絞りおよび全体で正の屈折力を有する第 2 レンズ群で構成される光学系において、無限遠物体から至近距離物体に合焦するとき、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群は独立に光軸方向に異なる移動量で移動し、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群にそれぞれ接合レンズを少なくとも 1 枚以上有し、無限遠におけるレンズ全系の焦点距離 F 、無限遠におけるバックフォーカス $B F$ 、前記第 1 レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第 1 レンズ群の最も像面側のレンズ面までの距離 $D 1$ 、前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第 2 レンズ群の最も像面側のレンズ面までの距離 $D 2$ が、下記条件式 (1)、(2)：

$$4. \quad 0 > B F / F \quad (1)$$

$$0. \quad 5 < D 1 / D 2 < 1. \quad 0 \quad (2)$$

を満足することにより、小型で高性能な広角レンズを得ることが可能となる。

【0010】

上記の条件式 (1) を満たさない場合、バックフォーカスが長くなり、全長が大きくなる傾向となり望ましくない。

また、条件式 (2) の上限を超える場合は、球面収差、歪曲収差が大きくなる傾向があり、下限を下回る場合は、球面収差、非点収差が大きくなる傾向があり望ましくない。

また、本発明の請求項 2 に記載の広角レンズによれば、

請求項 1 に記載の広角レンズにおいて、前記第 1 レンズ群の最も物体側のレンズに接合レンズを用いることによって、軸上色収差、倍率色収差、コマ収差の発生をバランス良く抑えることができる。

また、本発明の請求項 3 に記載の広角レンズによれば、

請求項 1 または 2 に記載の広角レンズにおいて、

前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズの焦点距離 $f 2_1$ 、前記第 2 レンズ群の物体側から 2 番目に配置したレンズの焦点距離 (但し、前記第 2 レンズ群の物体側から 2 番目に配置したレンズが単レンズの場合は単レンズの焦点距離、接合レンズの場合は該接合レンズの焦点距離) $f 2_2$ 、前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズの第 2 面から次に配置されるレンズの第 1 面までの距離 $d 2_1 - 2$ が、下記条件式 (3)：

$$1. \quad 5 < f 2_1 / (f 2_2 \cdot d 2_1 - 2) < 4. \quad 4 \quad (3)$$

を満足することにより、高性能な広角レンズを得ることが可能となる。

【0011】

但し、前記第 2 レンズ群の最も物体側のレンズと次に配置されるレンズを「正・正負」と組み合わせることで、歪曲収差、像面湾曲、軸上色収差を効果的に補正しているが、この条件式 (3) の範囲外の場合、歪曲収差、像面湾曲、軸上収差が大きく発生するため望ましくない。

また、本発明の請求項 4 に記載の広角レンズによれば、

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の広角レンズにおいて、

前記第 2 レンズ群の焦点距離 $F 2$ 、無限遠におけるレンズ全系の焦点距離 F が、下記条件式 (4)：

$$1. \quad 0 < F 2 / F < 1. \quad 5 \quad (4)$$

を満足することにより、小型で高性能な広角レンズを得ることが可能となる。

但し、条件式（４）の上限を超える場合、前記第２レンズ群の屈折力が弱くなり、球面収差がオーバーとなる傾向がある。条件式（４）の下限を下回る場合、前記第２レンズ群の屈折力が強くなり、球面収差がアンダーとなる傾向があり望ましくない。

【００１２】

また、本発明の請求項５に記載の広角レンズによれば、
無限遠における光学系全長 L 、像面サイズの対角の長さ Y が、下記条件式（５）：

$$0.1 < Y/L < 0.8 \quad (5)$$

を満足することにより、高性能な広角レンズを得ることが可能となる。

上記条件式（５）の下限を超える場合は、像面に対して光学系全長が長くなり、小型なレンズを得ることが困難となる。

10

また、本発明の請求項６に記載の撮像レンズユニットによれば、

請求項１～５のいずれか１項に記載の広角レンズを含むことにより、小型、高性能である広角レンズを撮影光学系として利用した、高画質の撮像レンズユニットを提供することができる。

また、本発明の請求項７に記載のカメラによれば、

請求項１～５のいずれか１項の広角レンズを含むことにより、小型、高性能である広角レンズを撮影光学系として利用した、高画質の撮像を可能としたカメラを提供することができる。

また、本発明の請求項８に記載の携帯情報端末装置によれば、

請求項１～５のいずれか１項の広角レンズを含むことにより、小型、高性能である広角レンズを撮影光学系として利用した、高画質の撮像を可能とした携帯情報端末装置を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１】本発明の実施例１に係る広角レンズの断面構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図２】図１に示す本発明の実施例１による広角レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差曲線図である。

【図３】図１に示す本発明の実施例１による広角レンズが、無限遠物体に合焦した状態におけるコマ収差を示す収差曲線図である。

30

【図４】本発明の実施例２に係る広角レンズの構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図５】図４に示す本発明の実施例２による広角レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差曲線図である。

【図６】図４に示す本発明の実施例２による広角レンズが、無限遠物体に合焦した状態におけるコマ収差を示す収差曲線図である。

【図７】本発明の実施例３に係る広角レンズの断面構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図８】図７に示す本発明の実施例３による広角レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差曲線図である。

【図９】図７に示す本発明の実施例３による広角レンズが、無限遠物体に合焦した状態におけるコマ収差を示す収差曲線図である。

40

【図１０】本発明に係る情報装置としてのデジタルカメラの一つの実施の形態の外観構成を模式的に示す物体側から見た斜視図であり、（ａ）は本発明に係る結像レンズを用いて構成した撮像レンズがデジタルカメラのボディー内に沈胴埋没している状態、（ｂ）は撮像レンズがデジタルカメラのボディーから突出している状態をそれぞれ示している。

【図１１】図１０のデジタルカメラの外観構成を模式的に示す撮影者側から見た斜視図である。

【図１２】図１０および図１１のデジタルカメラの機能構成を模式的に示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

50

【0014】

以下、本発明の実施の形態に基づき、図面を参照して本発明に係る広角レンズ、撮像レンズユニット、カメラおよび携帯情報端末装置を詳細に説明する。

即ち、図1は、本発明の第1の実施の形態に係る広角レンズを示すと共に、具体的数値に基づく実施例1に係る広角レンズの断面構成を示す断面図である。

具体的な数値を含む実施例について説明する前に、先ず、本発明の原理的な実施の形態を説明する。

即ち、本発明の第1の実施の形態に係る広角レンズは、図1に示すように、2群構成となっており、物体側から像側へ向かって、順次、全体で正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、全体として正の屈折力を有する第2レンズ群G2とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成している。

フォーカシング、即ち、合焦操作、に際しては、前記第1レンズ群G1と第2レンズ群G2とを独立して光軸方向に異なる繰り出し量（移動量）で移動させて有限距離の物体に合焦させる。

【0015】

第1レンズ群G1は、正の屈折力を有し、凸面を物体側に向けた正メニスカスレンズからなる第1レンズL1と、負の屈折力を有し、この場合負メニスカスレンズからなる第2レンズL2と、負の屈折力を有し、負メニスカスレンズからなる第3レンズL3と、正の屈折力を有し、像面側に強い曲率の凸面を向けた両凸レンズからなる第4レンズL4と、負の屈折力を有し、負メニスカスレンズからなる第5レンズL5とで構成され、このうち、第1レンズL1と第2レンズL2は、互いに密接して貼り合わせて一体に接合し、2枚接合レンズからなるL1-L2接合レンズを形成し、第4レンズL4と第5レンズL5は、互いに密接して貼り合わせて一体に接合し、2枚接合レンズからなるL4-L5接合レンズを形成している。

【0016】

第2レンズ群G2は、正の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる第6レンズL6と、正の屈折力を有し、像面側に強い曲率の凸面を向けた両凸レンズからなる第7レンズL7と、負の屈折力を有し、物体側に強い曲率の凹面を向けた両凹レンズからなる第8レンズL8と、負の屈折力を有し、物体側に強い曲率の凹面を向けた両凹レンズからなる第9レンズL9と、像面側に強い曲率の凸面を向けた両凸レンズからなる第10レンズと、正の屈折力を有し、像面側に強い曲率の凸面を向けた両凸レンズからなる第11レンズL11とで構成され、このうち、第7レンズL7と第8レンズL8は、互いに密接して貼り合わせて一体に接合し、2枚接合レンズL7-L8接合レンズを形成し、第9レンズL9と第10レンズL10は、互いに密接して貼り合わせて一体に接合し、2枚接合レンズL9-L10接合レンズを形成している。また、第11レンズL11の像面側を非球面としている。

第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間には、光学絞りAPが配置されており第2レンズ群G2の後方には、バック挿入ガラスBGが配置されている。

【0017】

フォーカシング、即ち、合焦操作に際しては、第1レンズL1から第5レンズL5までの第1レンズ群G1と、第6レンズL6から第11のレンズL11までの第2レンズ群G2とを、図1において矢印をもって示すように、無限遠物体から至近距離物体に合焦するとき、互いに異なる別々の繰り出し量で物体側に繰り出して移動させる。

第1レンズ群G1と第2レンズ群G2は、各群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、フォーカシング等に際しては、各群毎に一体的に動作する。この場合、光学絞りAPは、第1レンズG1の第5レンズL5と第2レンズ群G2の第6レンズL6との間に配置され、第1レンズ群G1と一体に動作する。

【0018】

即ち、本発明に係る広角レンズは、

物体側から像側に向かって順次、全体で正の屈折力を有する第1レンズ群、絞りおよび

10

20

30

40

50

全体で正の屈折力を有する第2レンズ群で構成される光学系において、無限遠物体から至近距離物体に合焦するとき、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群は独立に光軸方向に異なる移動量で移動し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群にそれぞれ接合レンズを少なくとも1枚以上有し、無限遠におけるレンズ全系の焦点距離 F 、無限遠におけるバックフォーカス BF 、前記第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第1レンズ群の最も像面側のレンズ面までの距離 $D1$ 、前記第2レンズ群の最も物体側のレンズ面から前記第2レンズ群の最も像面側のレンズ面までの距離 $D2$ が、下記条件式(1)、(2)：

$$4. \quad 0 > BF / F \quad (1)$$

$$0. \quad 5 < D1 / D2 < 1. \quad 0 \quad (2)$$

を満足する(請求項1に対応する)。

10

このような構成とすることにより、

良好なる光学性能を有し、無限遠物体から至近距離物体へのフォーカシングの際に生じる収差をフローティングにより良好に補正し、2群で、群構成が正・正である、小型で高性能な広角レンズを得ることが可能となる。

【0019】

上記の条件式(1)は、小型で高性能の広角レンズを得るための条件式であり、この条件式(1)を満たさない場合、バックフォーカスが長くなり、全長が大きくなる傾向となり望ましくない。

また、条件式(2)は、小型で高性能な広角レンズを得るための条件式であり、条件式(2)の上限を超える場合は、球面収差、歪曲収差が大きくなる傾向があり、下限を下回る場合は、球面収差、非点収差が大きくなる傾向があり望ましくない。

20

また、本発明に係る広角レンズは、

前記第1レンズ群の最も物体側のレンズに接合レンズを用いる(請求項2に対応する)。

。

このことによって、軸上色収差、倍率色収差、コマ収差の発生をバランス良く抑えることができる。

また、本発明に係る広角レンズによれば、

前記第2レンズ群の最も物体側のレンズの焦点距離 $f2_1$ 、前記第2レンズ群の物体側から2番目に配置したレンズの焦点距離(但し、前記第2レンズ群の物体側から2番目に配置したレンズが単レンズの場合は単レンズの焦点距離、接合レンズの場合は該接合レンズの焦点距離) $f2_2$ 、前記第2レンズ群の最も物体側のレンズの第2面から次に配置されるレンズの第1面までの距離 $d2_1 - 2$ が、下記条件式(3)：

30

$$1. \quad 5 < f2_1 / (f2_2 \cdot d2_1 - 2) < 4. \quad 4 \quad (3)$$

を満足するように構成する(請求項3に対応する)。

【0020】

このような構成とすることにより、高性能な広角レンズを得ることが可能となる。

但し、前記第2レンズ群の最も物体側のレンズと次に配置されるレンズを「正-正負」と組み合わせることで、歪曲収差、像面湾曲、軸上色収差を効果的に補正しているが、この条件式(3)の範囲外の場合、歪曲収差、像面湾曲、軸上収差が大きく発生するため望ましくない。

40

また、本発明に係る広角レンズによれば、

前記第2レンズ群の焦点距離 $F2$ と、無限遠におけるレンズ全系の焦点距離 F が、下記条件式(4)：

$$1. \quad 0 < F2 / F < 1. \quad 5 \quad (4)$$

を満足するように構成する(請求項4に対応する)。

このような構成とすることによって、小型で高性能な広角レンズを得ることが可能となる。

但し、条件式(4)の上限を超える場合、前記第2レンズ群の屈折力が弱くなり、球面収差がオーバーとなる傾向がある。下限を下回る場合、第2レンズ群の屈折力が強くなり、球面収差がアンダーとなる傾向があり望ましくない。

50

【0021】

また、本発明に係る広角レンズによれば、

無限遠における光学系全長 L 、像面サイズの対角の長さ Y が、下記条件式 (5) :

$$0.1 < Y/L < 0.8 \quad (5)$$

を満足するように構成する (請求項 5 に対応する)。

このような構成とすることによって、高性能な広角レンズを得ることが可能となる。

上記条件式 (5) の下限を下回る場合は、像面に対して光学系全長が長くなり、小型なレンズを得ることが困難となる。

また、本発明に係る撮影レンズユニットによれば、

請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の広角レンズを含むことにより、小型、高性能である広角レンズを撮影光学系として利用した、高画質の撮像レンズユニットを提供することができる (請求項 6 に対応する)。

10

また、本発明に係るカメラによれば、

小型、高性能である広角レンズを撮影光学系として利用した、高画質の撮像を可能としたカメラを提供することができる (請求項 7 に対応する)。

また、本発明に係る携帯情報端末装置によれば、小型、高性能である広角レンズを撮影光学系として利用して高画質の撮像を得ることが可能となる (請求項 8 に対応する)。

【実施例 1】

【0022】

次に、上述した本発明の第 1 の実施の形態に基づく、具体的な実施例 (数値実施例という場合がある) を詳細に説明する。第 1 の実施の形態、第 2 の実施の形態および第 3 の実施の形態に対応する実施例 1～実施例 2 および実施例 3 は、本発明に係る広角レンズの具体的数値例による具体的構成の実施例である。第 4 の実施の形態は、実施例 1、実施例 2 および実施例 3 に示されるような広角レンズを有して構成した撮像レンズユニットを撮像用光学系として用いた本発明に係るカメラまたは携帯情報端末装置の一つの実施の形態である。

20

実施例 1、実施例 2 および実施例 3 の各広角レンズにおける収差は、図 2、図 3 と図 5、図 6 と図 8、図 9 に示されるように、高いレベルで補正されており、球面収差、非点収差、像面湾曲およびコマ収差も十分に補正され、歪曲収差も絶対値で 2.0% 程度となっている。これら本発明の実施例 1、実施例 2 および実施例 3 のような広角レンズを構成することにより、半画角が 38 度前後と広角で、且つ F 値 (F ナンバ) が 2.5 程度と大口径でありながら、非常に良好な結像性能を確保し得ることは、各実施例より明らかである。

30

【0023】

実施例 1、実施例 2 および実施例 3 に共通の記号の意味は、次の通りである。

【0024】

F : 光学系全体の焦点距離

Fno : F 値 (F ナンバ、即ち、開口数)

R : 曲率半径 (非球面については近軸曲率半径)

D : 面間隔

Nd : 屈折率

vd : アッベ数

ω : 半画角 (度)

40

また、非球面に関しては、面の頂点を基準としたときの光軸からの高さ H の位置での光軸方向の変位 X が、円錐係数を k 、4 次、6 次、8 次、10 次、…の非球面係数をそれぞれ C_4 、 C_6 、 C_8 、 C_{10} 、…とし、近軸曲率半径を R ($c = 1/R$) として、次の式 (6) で定義される。

【0025】

【数 1】

$$X = \frac{c H^2}{1 + \sqrt{1 - (k+1) c^2 H^2}} + C 4 H^4 + C 6 H^6 + C 8 H^8 + C 10 H^{10} + \dots \quad (6)$$

【0026】

図1は、本発明の実施例1（第1の実施の形態）に係る広角レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を示している。

即ち、本発明の実施例1に係わる広角レンズの光学系は、図1に示すように、第1レンズL1、第2レンズL2、第3レンズL3、第4レンズL4、第5レンズL5、光学絞りAP、第6レンズL6、第7レンズL7、第8レンズL8、第9レンズL9、第10レンズL10、第11レンズL11、そしてバック挿入ガラスBGを具備しており、これらを図示のように、物体側から像面側に向かって、順次配置し、第1レンズL1と第2レンズL2は、L1-L2接合レンズ、第4レンズL4と第5レンズL5は、L4-L5接合レンズ、第7レンズL7と第8レンズL8は、L7-L8接合レンズ、第9レンズL9と第10レンズL10は、L9-L10接合レンズを構成している。

図1には、各光学面の面番号も示している。なお、図1に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため、後述する図4および図7と共通の参照符号を付していてもそれらに対応する実施例とはかならずしも共通の構成ではない。

【0027】

本発明の実施例1に係る広角レンズは、図1に示すように、2群構成となっており、物体側から像側へ向かって、順次、全体で正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、全体として正の屈折力を有する第2レンズ群G2とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成している。

フォーカシング、即ち、合焦操作、に際しては、前記第1レンズ群G1と第2レンズ群G2とを独立して図1の矢印をもって示すように、光軸方向に異なる繰出量（移動量）で移動させて有限距離の物体に合焦させる。

第1レンズ群G1は、正の屈折力を有し、凸面を物体側に向けた正メニスカスレンズからなる第1レンズL1と、負の屈折力を有し、この場合負メニスカスレンズからなる第2レンズL2と、負の屈折力を有し、凸面を像面側に向けた負メニスカスレンズからなる第3レンズL3と、正の屈折力を有し、像面側に強い曲率の凸面を向けた両凸レンズからなる第4レンズL4と、負の屈折力を有し、負メニスカスレンズからなる第5レンズL5とで構成され、このうち、第1レンズL1と第2レンズL2は、互いに密接して貼り合わせて一体に接合し、2枚接合レンズからなるL1-L2接合レンズを形成し、第4レンズL4と第5レンズL5は、互いに密接して貼り合わせて一体に接合し、2枚接合レンズからなるL4-L5接合レンズを形成している。

【0028】

第2レンズ群G2は、正の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる第6レンズL6と、正の屈折力を有し、像面側に強い曲率の凸面を向けた両凸レンズからなる第7レンズL7と、負の屈折力を有し、物体側に強い曲率の凹面を向けた両凹レンズからなる第8レンズL8と、負の屈折力を有し、物体側に強い曲率の凹面を向けた両凹レンズからなる第9レンズL9と、正の屈折力を有し、像面側に強い曲率の凸面を向けた両凸レンズからなる第10レンズL10と、正の屈折力を有し、像面側に強い曲率の凸面を向けた両凸レンズからなる第11レンズL11とで構成され、このうち、第7レンズL7と第8レンズL8は、互いに密接して貼り合わせて一体に接合し、2枚接合レンズL7-L8接合レンズを形成し、第9レンズL9と第10レンズL10は、互いに密接して貼り合わせて一体に接合し、2枚接合レンズL9-L10接合レンズを形成している。また、第11レンズL11の像面側を非球面としている。

第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の間には、光学絞り A P が配置されており第 2 レンズ群 G 2 の後方には、バック挿入ガラス B G が配置されている。

フォーカシング、即ち、合焦操作に際しては、第 1 レンズ L 1 から第 5 レンズ L 5 までの第 1 レンズ群 G 1 と、第 6 レンズ L 6 から第 11 レンズ L 11 までの第 2 レンズ群 G 2 とを、図 1 において矢印をもって示すように、無限遠物体から至近距離物体に合焦するとき、互いに異なる別々の繰り出し量で物体側に繰り出して移動させる。

【0029】

第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 は、各群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、フォーカシング等に際しては、各群毎に一体的に動作する。この場合、光学絞り A P は、第 1 レンズ G 1 の第 5 レンズ L 5 と第 2 レンズ群 G 2 の第 6 レンズ L 6 との間に配置され、第 1 レンズ群 G 1 と一体に動作する。

この実施例 1 においては、全系の焦点距離 F、開放 F 値 F n o および半画角 ω が、それぞれ $F = 18.3 \text{ mm}$ 、 $F n o = 2.56$ および $\omega = 38.0$ 度であり、この実施例 1 における各光学要素における光学面の曲率半径（非球面については近軸曲率半径）R、隣接する光学面の面間隔 D、屈折率 N d およびアッベ数 νd 等の光学特性は下記表 1 の通りである。

【0030】

【表 1】

実施例 1（数値）

$F = 18.3 \text{ mm}$ 、 $F n o = 2.56$

面番号	R	D	N d	νd
1	35.099	1.85	1.847	23.7
2	64.737	1.20	1.487	70.2
3	9.524	6.33		
4	-19.343	0.80	1.923	20.8
5	-30.838	0.10		
6	27.546	2.91	1.883	40.7
7	-19.579	0.80	1.847	23.7
8	-99.0399	2.10		
9	絞り	可変 (D9)		
10	45.414	1.42	1.923	20.8
11	100.768	1.49		
12	26.0345	3.39	1.883	40.7
13	-13.010	0.80	1.603	38.0
14	32.145	4.10		
15	-11.794	0.80	1.847	23.7
16	60.475	3.47	1.883	40.2
17	-27.891	0.10		
18	969.300	2.34	1.850	40.2
19*	-23.4278	可変 (D19)		
20	—	2.50	1.52	64.1
21	—	0.50		
22	—	0.70	1.52	64.1

【0031】

表 1 において、面番号に「*（アスタリスク）」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。

即ち、表 1 においては、「*」が付された第 19 面、即ち、第 11 レンズ L 11 の像側

面の光学面が非球面であり、式（６）における各非球面のパラメータは、次の通りである。

即ち、第１１レンズの像側の面（第１９面）の円錐係数は、 $K = 0.00000$ であり、非球面のパラメータは、次の表２の通りである。

【００３２】

【表２】

面		１ ９
非球面係数	C ４	5.07523e-005
	C ６	-1.99839e-007
	C ８	1.04973e-008
	C １ ０	-1.24817e-010
	C １ ２	4.34732e-013
	C １ ４	5.61505e-015
	C １ ６	-6.81567e-017
	C １ ８	2.33600e-019

10

【００３３】

表１における光学絞りＡＰと第６レンズＬ６との間の可変間隔Ｄ９、そして第１１レンズＬ１１とバック挿入ガラスＢＧとの間の可変間隔Ｄ１９は、物体距離が無限遠（ＩＮＦ）および２５０ｍｍに変化した際に、それぞれ、下記の表３の通り変化する。

20

【００３４】

【表３】

物体距離	Ｄ ９	Ｄ １ ９
Ｉ Ｎ Ｆ	2.33	11.20
２ ５ ０ mm	2.00	12.51

【００３５】

また、この実施例１における先に述べた条件式（１）～条件式（５）に対応する値は、それぞれ次の通りとなる。

30

$$(1) \quad B F / F = 0.81$$

$$(2) \quad D 1 / D 2 = 0.78$$

$$(3) \quad f 2_1 / (f 2_2 \cdot d 2_1 - 2) = 2.20$$

$$(4) \quad F 2 / F = 1.23$$

$$(5) \quad Y / L = 0.56$$

したがって、この実施例１における先に述べた条件式（１）～条件式（５）に係る数値は、それぞれ各条件式の範囲内であり、条件式（１）～条件式（５）を満足している。

また、図２に、実施例１に係る広角レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差曲線図をそれぞれ示しており、図３に、コマ収差の収差曲線図を示している。

40

なお、これらの収差曲線図において、球面収差における破線は正弦条件をあらわし、非点収差における実線はサジタル、そして破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。また、球面収差、非点収差、並びにコマ収差の各収差図におけるｇおよびｄはそれぞれ、ｇ線およびｄ線をあらわしている。これらは、他の実施例に係る収差曲線図についても同様である。

【実施例２】

【００３６】

図４は、本発明の実施例２（第２の実施の形態）に係る広角レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を示している。

即ち、本発明の実施例２に係わる広角レンズの光学系は、図４に示すように、第１レン

50

ズ L 1、第 2 レンズ L 2、第 3 レンズ L 3、第 4 レンズ L 4、第 5 レンズ L 5、光学絞り A P、第 6 レンズ L 6、第 7 レンズ L 7、第 8 レンズ L 8、第 9 レンズ L 9、第 10 レンズ L 10、第 11 レンズ L 11、そしてバック挿入ガラス B G を具備しており、これらを図示のように、物体側から像面側に向かって、順次配置し、第 1 レンズ L 1 と第 2 レンズ L 2 は、L 1 - L 2 接合レンズ、第 4 レンズ L 4 と第 5 レンズ L 5 は、L 4 - L 5 接合レンズ、第 7 レンズ L 7 と第 8 レンズ L 8 は、L 7 - L 8 接合レンズ、第 9 レンズ L 9 と第 10 レンズ L 10 は、L 9 - L 10 接合レンズを構成している。

図 4 には、各光学面の面番号 (1 ~ 22) も示している。なお、図 4 に対する各参照符号は、参照符号の桁数の増大による説明の煩雑化を避けるため、各実施例毎に独立に用いており、そのため、前述した図 1、後述する図 7 と共通の参照符号を付していてもそれらに対応する実施例とはかならずしも共通の構成ではない。

10

【0037】

本発明の実施例 2 に係る広角レンズは、図 4 に示すように、2 群構成となっており、物体側から像側へ向かって、順次、全体で正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、全体として正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成している。

フォーカシング、即ち、合焦操作、に際しては、前記第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 とを独立して図 4 の矢印をもって示すように、光軸方向に異なる繰り出し量 (移動量) で移動させて有限距離の物体に合焦させる。

第 1 レンズ群 G 1 は、正の屈折力を有し、凸面を物体側に向けた正メニスカスレンズからなる第 1 レンズ L 1 と、負の屈折力を有し、この場合負メニスカスレンズからなる第 2 レンズ L 2 と、負の屈折力を有し、凸面を像面側に向けた負メニスカスレンズからなる第 3 レンズ L 3 と、正の屈折力を有し、像面側に強い曲率の凸面を向けた両凸レンズからなる第 4 レンズ L 4 と、負の屈折力を有し、負メニスカスレンズからなる第 5 レンズ L 5 とで構成され、このうち、第 1 レンズ L 1 と第 2 レンズ L 2 は、互いに密接して貼り合わせて一体に接合し、2 枚接合レンズからなる L 1 - L 2 接合レンズを形成し、第 4 レンズ L 4 と第 5 レンズ L 5 は、互いに密接して貼り合わせて一体に接合し、2 枚接合レンズからなる L 4 - L 5 接合レンズを形成している。

20

【0038】

第 2 レンズ群 G 2 は、正の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる第 6 レンズ L 6 と、正の屈折力を有し、像面側に強い曲率の凸面を向けた両凸レンズからなる第 7 レンズ L 7 と、負の屈折力を有し、物体側に強い曲率の凹面を向けた両凹レンズからなる第 8 レンズ L 8 と、負の屈折力を有し、物体側に強い曲率の凹面を向けた両凹レンズからなる第 9 レンズ L 9 と、正の屈折力を有し、像面側に強い曲率の凸面を向けた両凸レンズからなる第 10 レンズと、正の屈折力を有し、像面側に強い曲率の凸面を向けた両凸レンズからなる第 11 レンズ L 11 とで構成され、このうち、第 7 レンズ L 7 と第 8 レンズ L 8 は、互いに密接して貼り合わせて一体に接合し、2 枚接合レンズ L 7 - L 8 接合レンズを形成し、第 9 レンズ L 9 と第 10 レンズ L 10 は、互いに密接して貼り合わせて一体に接合し、2 枚接合レンズ L 9 - L 10 接合レンズを形成している。また、第 11 レンズ L 11 の像面側 (第 19 面側) を非球面としている。

30

40

第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の間には、光学絞り A P が配置されており第 2 レンズ群 G 2 の後方には、バック挿入ガラス B G が配置されている。

フォーカシング、即ち、合焦操作に際しては、第 1 レンズ L 1 から第 5 レンズ L 5 までの第 1 レンズ群 G 1 と、第 6 レンズ L 6 から第 11 レンズ L 11 までの第 2 レンズ群 G 2 とを、図 1 において矢印をもって示すように、無限遠物体から至近距離物体に合焦するとき、互いに異なる別々の繰り出し量で物体側に繰り出して移動させる。

【0039】

第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 は、各群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、フォーカシング等に際しては、各群毎に一体的に動作する。この場合、光学絞り A P は、第 1 レンズ G 1 の第 5 レンズ L 5 と第 2 レンズ群 G 2 の第 6 レンズ L 6 との間に

50

配置され、第 1 レンズ群 G 1 と一体に動作する。

この実施例 2 においては、全系の焦点距離 F 、開放 F 値 Fno および半画角 ω が、それぞれ $F = 18.3 \text{ mm}$ 、 $Fno = 2.56$ および $\omega = 38.0$ 度であり、この実施例 2 における各光学要素における光学面の曲率半径（非球面については近軸曲率半径） R 、隣接する光学面の面間隔 D 、屈折率 Nd およびアッペ数 νd 等の光学特性は下記表 4 の通りである。

【0040】

【表 4】

実施例 2（数値）

$F = 18.3 \text{ mm}$ 、 $Fno = 2.56$

面番号	R	D	Nd	νd
1	32.695	1.72	1.805	25.4
2	49.779	1.20	1.487	70.2
3	9.524	6.25		
4	-19.283	1.20	1.847	23.7
5	-30.894	0.10		
6	26.151	2.91	1.883	40.7
7	-21.122	0.80	1.847	23.7
8	-97.160	2.10		
9	絞り	可変 (D9)		
10	52.775	1.36	1.847	23.7
11	96.732	1.38		
12	25.043	3.36	1.883	40.7
13	-12.964	0.80	1.603	38.0
14	30.978	4.12		
15	-11.538	0.80	1.847	23.7
16	78.303	3.16	1.883	40.7
17	-30.760	0.10		
18	229.363	2.90	1.850	40.2
19*	-22.286	可変 (D19)		
20	—	2.50	1.52	64.1
21	—	0.50		
22	—	0.70	1.52	64.1

【0041】

表 4 において、面番号に「*（アスタリスク）」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。

即ち、表 4 においては、「*」が付された第 19 面、即ち、第 11 レンズ L 11 の像面側の光学面が非球面であり、式（6）における各非球面のパラメータは、次の通りである。

即ち、第 11 レンズ L 11 の像側の面（第 19 面）の円錐係数は、 $K = 0.00000$ であり、非球面のパラメータは、次の表 5 の通りである。

【0042】

10

20

30

40

【表 5】

面	1 9
非球面係数	C 4
	C 6
	C 8
	C 1 0
	C 1 2
	C 1 4
	C 1 6
	C 1 8

10

【0 0 4 3】

表 5 における光学絞り A P と第 6 レンズ L 6 との間の可変間隔 D 9、そして第 1 1 レンズ L 1 1 とバック挿入ガラス B G との間の可変間隔 D 1 9 は、物体距離が無限遠 (I N F) および 2 5 0 mm に変化した際に、それぞれ、下記の表 6 の通り変化する。

【0 0 4 4】

【表 6】

物体距離	D 9	D 1 9
I N F	2. 32	10. 93
2 5 0 mm	2. 00	12. 25

20

【0 0 4 5】

また、この実施例 2 における先に述べた条件式 (1) ～条件式 (5) に対応する値は、それぞれ次の通りとなる。

- (1) $B F / F = 0 . 8 0$
- (2) $D 1 / D 2 = 0 . 7 9$
- (3) $f 2 _ 1 / (f 2 _ 2 \cdot d 2 _ 1 - 2) = 3 . 7 1$
- (4) $F 2 / F = 1 . 2 3$
- (5) $Y / L = 0 . 5 6$

30

したがって、この実施例 2 における先に述べた条件式 (1) ～条件式 (5) に係る数値は、それぞれ各条件式の範囲内であり、条件式 (1) ～条件式 (5) を満足している。

また、図 5 に、実施例 2 に係る広角レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差曲線図をそれぞれ示しており、図 6 にコマ収差の収差曲線図を示している。

なお、これらの収差曲線図において、球面収差における破線は正弦条件をあらわし、非点収差における実線はサジタル、そして破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。また、球面収差、非点収差、並びにコマ収差の各収差図における g および d はそれぞれ、g 線および d 線をあらわしている。これらは、他の実施例に係る収差曲線図についても同様である。

40

【実施例 3】

【0 0 4 6】

図 7 は、本発明の実施例 3 (第 3 の実施の形態) に係る広角レンズの光学系の無限遠合焦時における縦断面のレンズ構成を示している。

即ち、本発明の実施例 3 に係わる広角レンズの光学系は、図 7 に示すように、第 1 レンズ L 1、第 2 レンズ L 2、第 3 レンズ L 3、第 4 レンズ L 4、第 5 レンズ L 5、光学絞り A P、第 6 レンズ L 6、第 7 レンズ L 7、第 8 レンズ L 8、第 9 レンズ L 9、第 1 0 レンズ L 1 0、第 1 1 レンズ L 1 1、そしてバック挿入ガラス B G を具備しており、これらを図示のように、物体側から像面側に向かって、順次配置し、第 1 レンズ L 1 と第 2 レンズ L 2 は、L 1 - L 2 接合レンズ、第 4 レンズ L 4 と第 5 レンズ L 5 は、L 4 - L 5 接合レ

50

ンズ、第7レンズL7と第8レンズL8は、L7-L8接合レンズ、第9レンズL9と第10レンズL10は、L9-L10接合レンズを構成している。

本発明の実施例3に係る広角レンズは、図7に示すように、2群構成となっており、物体側から像側へ向かって、順次、全体で正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、全体として正の屈折力を有する第2レンズ群G2とを配置して物体の光学像を結像させる光学系を構成している。

フォーカシング、即ち、合焦操作、に際しては、前記第1レンズ群G1と第2レンズ群G2とを独立して図7の矢印をもって示すように、光軸方向に異なる繰出量（移動量）で移動させて有限距離の物体に合焦させる。

【0047】

第1レンズ群G1は、正の屈折力を有し、凸面を物体側に向けた正メニスカスレンズからなる第1レンズL1と、負の屈折力を有し、この場合負メニスカスレンズからなる第2レンズL2と、負の屈折力を有し、凸面を像面側に向けた負メニスカスレンズからなる第3レンズL3と、正の屈折力を有し、像面側に強い曲率の凸面を向けた両凸レンズからなる第4レンズL4と、負の屈折力を有し、負メニスカスレンズからなる第5レンズL5とで構成され、このうち、第1レンズL1と第2レンズL2は、互いに密接して貼り合わせて一体に接合し、2枚接合レンズからなるL1-L2接合レンズを形成し、第4レンズL4と第5レンズL5は、互いに密接して貼り合わせて一体に接合し、2枚接合レンズからなるL4-L5接合レンズを形成している。

第2レンズ群G2は、正の屈折力を有し、物体側に凸面を向けた両凸レンズからなる第6レンズL6と、正の屈折力を有し、像面側に強い曲率の凸面を向けた両凸レンズからなる第7レンズL7と、負の屈折力を有し、物体側に強い曲率の凹面を向けた両凹レンズからなる第8レンズL8と、負の屈折力を有し、物体側に強い曲率の凹面を向けた両凹レンズからなる第9レンズL9と、正の屈折力を有し、像面側に強い曲率の凸面を向けた両凸レンズからなる第10レンズL10と、正の屈折力を有し、像面側に強い曲率の凸面を向けた両凸レンズからなる第11レンズL11とで構成され、このうち、第7レンズL7と第8レンズL8は、互いに密接して貼り合わせて一体に接合し、2枚接合レンズL7-L8接合レンズを形成し、第9レンズL9と第10レンズL10は、互いに密接して貼り合わせて一体に接合し、2枚接合レンズL9-L10接合レンズを形成している。また、第11レンズL11の像面側（第19面側）を非球面としている。

【0048】

第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間には、光学絞りAPが配置されており第2レンズ群G2の後方には、バック挿入ガラスBGが配置されている。

フォーカシング、即ち、合焦操作に際しては、第1レンズL1から第5レンズL5までの第1レンズ群G1と、第6レンズL6から第11レンズL11までの第2レンズ群G2とを、図7において矢印をもって示すように、無限遠物体から至近距離物体に合焦するとき、互いに異なる別々の繰り出し量で物体側に繰り出して移動させる。

第1レンズ群G1と第2レンズ群G2は、各群毎に適宜なる共通の支持枠等によって支持され、フォーカシング等に際しては、各群毎に一体的に動作する。この場合、光学絞りAPは、第1レンズG1の第5レンズL5と第2レンズ群G2の第6レンズL6との間に配置され、第1レンズ群G1と一体に動作する。

この実施例3においては、全系の焦点距離F、開放F値Fnoおよび半画角 ω が、それぞれF=18.3mm、Fno=2.56および $\omega=38.0$ 度であり、この実施例3における各光学要素における光学面の曲率半径（非球面については近軸曲率半径）R、隣接する光学面の面間隔D、屈折率Ndおよびアッペ数vd等の光学特性は下記表7の通りである。

【0049】

10

20

30

40

【表 7】

実施例 3 (数値)

F = 18.3 mm、F n o = 2.56

面番号	R	D	N d	ν d
1	30.431	1.58	1.755	27.5
2	39.356	1.20	1.488	70.2
3	9.524	6.40		
4	-18.904	1.20	1.847	23.7
5	-29.639	0.10		
6	26.728	2.73	1.883	40.7
7	-25.910	0.80	1.847	23.7
8	-79.869	2.15		
9	絞り	可変 (D9)		
10	128.741	1.35	1.883	40.7
11	-6572.017	1.40		
12	24.757	3.326	1.883	40.7
13	-13.226	0.80	1.603	38.0
14	28.541	4.14		
15	-11.658	0.80	1.847	23.7
16	78.858	3.17	1.883	40.7
17	-30.166	0.10		
18	348.682	2.90	1.851	40.2
19*	-22.060	可変 (D19)		
20	—	2.50	1.52	64.1
21	—	0.50		
22	—	0.70	1.52	64.1

10

20

【0050】

30

表 7 において、面番号に「* (アスタリスク)」を付して示した面番号のレンズ面が非球面である。

即ち、表 7 においては、「*」が付された第 19 面、即ち、第 11 レンズ L 11 の像側面の光学面が非球面であり、式 (6) における各非球面のパラメータは、次の通りである。

即ち、第 11 レンズ L 11 の像側の面 (第 19 面) の円錐係数は、 $K = 0.00000$ であり、非球面のパラメータは、次の表 8 の通りである。

【0051】

【表 8】

面	19
C 4	2.97409e-005
C 6	-1.15578e-007
C 8	1.04392e-008
C 10	-1.29074e-010
C 12	4.53870e-013
C 14	5.64058e-015
C 16	-6.60806e-017
C 18	2.16832e-019

40

50

【0052】

図7における光学絞りAPと第6レンズL6との間の可変間隔D9、そして第11レンズL11とバック挿入ガラスBGとの間の可変間隔D19は、物体距離が無限遠(INF)および250mmに変化した際に、それぞれ、下記の表9の通り変化する。

【0053】

【表9】

物体距離	D9	D19
INF	2.26	11.09
250mm	1.95	12.41

10

【0054】

また、この実施例3における先に述べた条件式(1)～条件式(5)に対応する値は、それぞれ次の通りとなる。

$$(1) \quad BF/F = 0.81$$

$$(2) \quad D1/D2 = 0.78$$

$$(3) \quad f2_1 / (f2_2 \cdot d2_1 - 2) = 3.71$$

$$(4) \quad F2/F = 1.31$$

$$(5) \quad Y/L = 0.56$$

したがって、この実施例3における先に述べた条件式(1)～条件式(5)に係る数値は、それぞれ各条件式の範囲内であり、条件式(1)～条件式(5)を満足している。

20

また、図8に、実施例3に係る広角レンズが無限遠物体に合焦した状態における球面収差、非点収差および歪曲収差の各収差曲線図をそれぞれ示しており、図9に、コマ収差の収差曲線図を示している。

なお、これらの収差曲線図において、球面収差における破線は正弦条件をあらわし、非点収差における実線はサジタル、そして破線はメリディオナルをそれぞれあらわしている。また、球面収差、非点収差、並びにコマ収差の各収差図におけるgおよびdはそれぞれ、g線およびd線をあらわしている。これらは、他の実施例に係る収差曲線図についても同様である。

【0055】

次に、上述した実施例1、実施例2および実施例3に示されたような本発明に係る広角レンズを撮像用光学系として採用して情報装置、例えば、いわゆるデジタルカメラを構成した本発明の第4の実施の形態について図10(a)、(b)～図12を参照して説明する。図10(a)、(b)は、物体、即ち、被写体側である前面側から見たデジタルカメラの外観をそれぞれ示す斜視図、図11は、撮影者側である背面側から見たデジタルカメラの外観を示す斜視図であり、図12は、デジタルカメラの機能構成を示すブロック図である。なお、ここでは、情報装置としてのデジタルカメラについて説明しているが、ビデオカメラおよびフィルムカメラ等を含む主として撮像専用の撮像装置だけでなく、携帯電話機や、PDA(personal data assistant)などと称される携帯情報端末装置、さらにはこれらの機能を組み合わせた携帯端末装置を含む種々の情報装置にデジタルカメラ等に相当する撮像機能が組み込まれることが多い。このような情報装置も外観は、若干異なるもののデジタルカメラ等と実質的に全く同様の機能・構成を含んでおり、このような情報装置に本発明に係る広角レンズを採用してもよい。

30

40

【0056】

図10および図11に示すように、デジタルカメラは、撮影レンズ101、シャッターボタン102、ズームレバー103、ファインダ104、ストロボ105、液晶モニタ106、操作ボタン107、電源スイッチ108、メモ리카ードスロット109および通信カードスロット110等を備えている。さらに、図12に示すように、デジタルカメラは、受光素子111、信号処理装置112、画像処理装置113、中央演算装置(CPU)114、半導体メモリ115および通信カード等116も備えている。

デジタルカメラは、撮影レンズ101とCMOS(相補型金属酸化物半導体)撮像素子や

50

ＣＣＤ（電荷結合素子）撮像素子等のエリアセンサとしての受光素子１１１を有しており、撮像用光学系である撮影レンズ（広角レンズ）１０１によって形成される撮影対象となる物体、つまり被写体、の像を受光素子１１１によって読み取るように構成されている。この撮影レンズ１０１として、実施例１、実施例２および実施例３において説明した本発明に係る広角レンズを用いている（請求項７または請求項８に対応する）。

受光素子１１１の出力は、中央演算装置１１４によって制御される信号処理装置１１２によって処理され、デジタル画像情報に変換される。信号処理装置１１２によってデジタル化された画像情報は、やはり中央演算装置１１４によって制御される画像処理装置１１３において所定の画像処理が施された後、不揮発性メモリ等の半導体メモリ１１５に記録される。この場合、半導体メモリ１１５は、メモリカードスロット１０９に装填されたメモリカードでもよく、デジタルカメラ本体に内蔵された半導体メモリでもよい。液晶モニタ１０６には、撮影中の画像を表示することもできるし、半導体メモリ１１５に記録されている画像を表示することもできる。

【００５７】

また、半導体メモリ１１５に記録した画像は、通信カードスロット１１０に装填した通信カード等１１６を介して外部へ送信することも可能である。

撮影レンズ１０１は、デジタルカメラの携帯時には図１０の（ａ）に示すように沈胴状態にあってデジタルカメラのボディー内に埋没しており、ユーザが電源スイッチ１０８を操作して電源を投入すると、図１０の（ｂ）に示すように鏡胴が繰り出され、デジタルカメラのボディーから突出する構成とする。ズームレバー１０３を操作することによって、被写体画像の切り出し範囲を変更して擬似的に変倍するいわゆるデジタルズーム方式のズームングを行うこともできる。このとき、ファインダ１０４の光学系も有効画角の変化に連動して変倍するようにすることが望ましい。

多くの場合、シャッターボタン１０２の半押し操作により、フォーカシングがなされる。

シャッターボタン１０２をさらに押し込み全押し状態とすると撮影が行なわれ、その後に上述した通りの処理がなされる。

半導体メモリ１１５に記録した画像を液晶モニタ１０６に表示させたり、通信カード等１１６を介して外部へ送信させる際には、操作ボタン１０７を所定のごとく操作する。半導体メモリ１１５および通信カード等１１６は、メモリカードスロット１０９および通信カードスロット１１０等のような、それぞれ専用または汎用のスロットに装填して使用される。

なお、撮影レンズ１０１が沈胴状態にあるときには、結像レンズの各群は必ずしも光軸上に並んでいなくても良い。例えば、沈胴時に第２レンズ群Ｇ２が光軸上から退避して、第１レンズ群Ｇ１と並列的に収納されるような機構とすれば、デジタルカメラのさらなる薄型化を実現することができる。

【符号の説明】

【００５８】

- G 1 第１レンズ群
- G 2 第２レンズ群
- L 1 ～ L 1 1 第１レンズ～第７レンズ
- A P 光学絞り
- B G バック挿入ガラス等
- 1 0 1 撮影レンズ
- 1 0 2 シャッターボタン
- 1 0 3 ズームレバー
- 1 0 4 ファインダ
- 1 0 5 ストロボ
- 1 0 6 液晶モニタ
- 1 0 7 操作ボタン
- 1 0 8 電源スイッチ

10

20

30

40

50

- 109 メモリカードスロット
- 110 通信カードスロット
- 111 受光素子（エリアセンサ）
- 112 信号処理装置
- 113 画像処理装置
- 114 中央演算装置（CPU）
- 115 半導体メモリ
- 116 通信カード等

【先行技術文献】

【特許文献】

【0059】

【特許文献1】特開2003-121735号公報

【特許文献2】特許第3495631号公報

【特許文献3】特許第3352264号公報

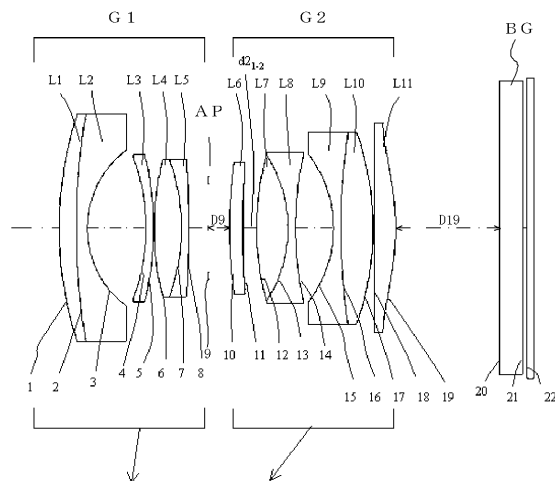
【特許文献4】特許第3500473号公報

【特許文献5】特開2008-151949号公報

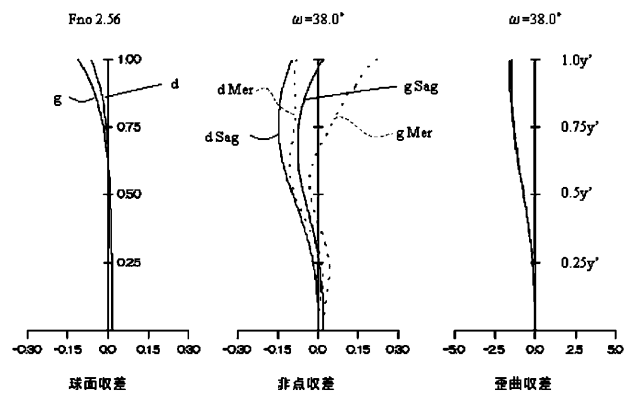
【特許文献6】特開2008-89997号公報

10

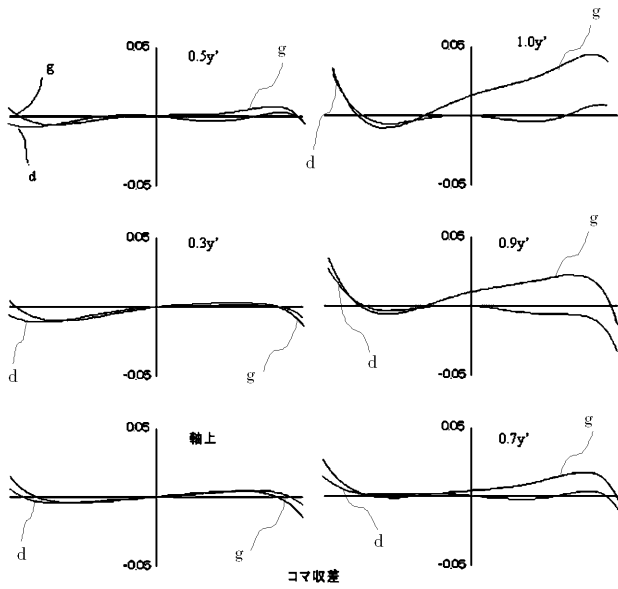
【図1】



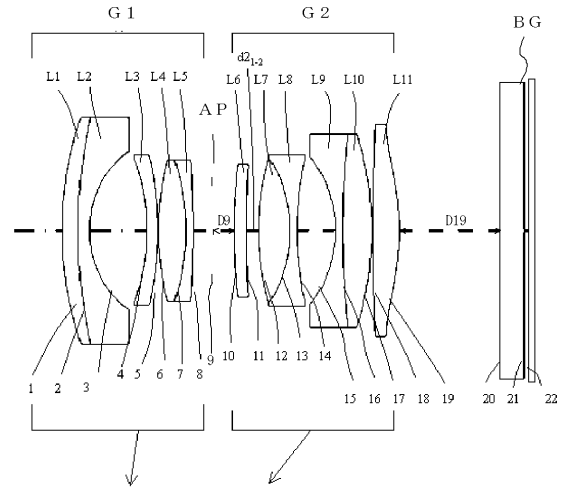
【図2】



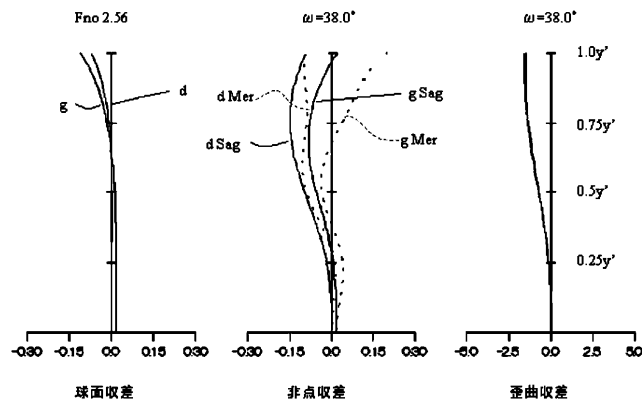
【図 3】



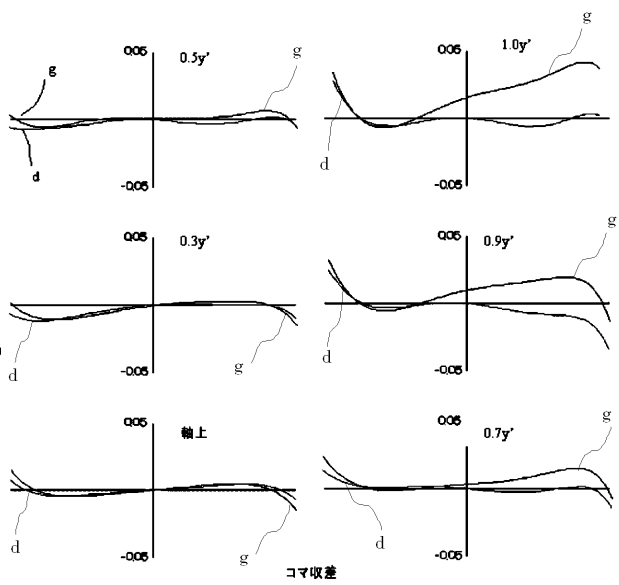
【図 4】



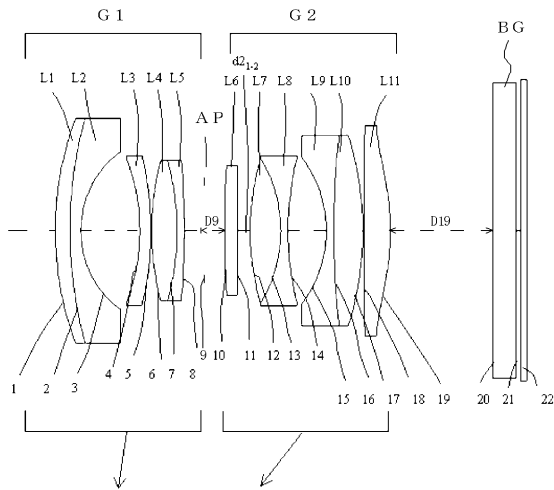
【図 5】



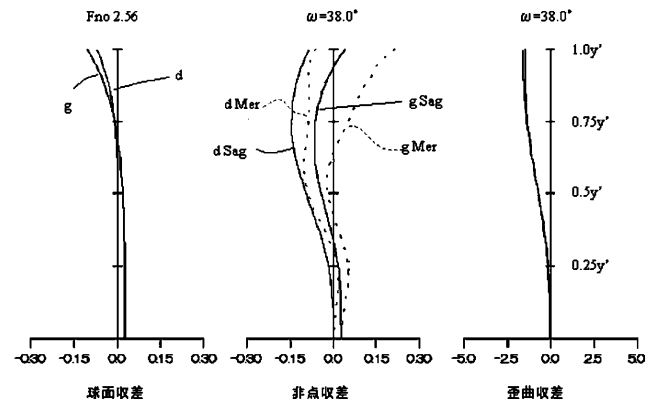
【図 6】



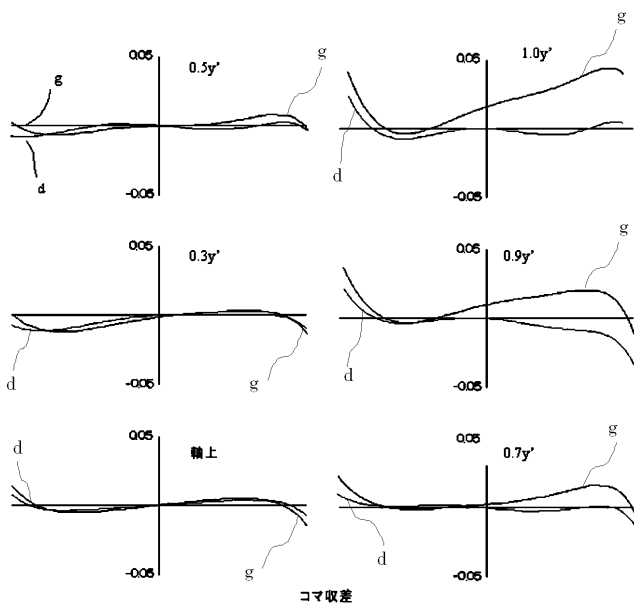
【図 7】



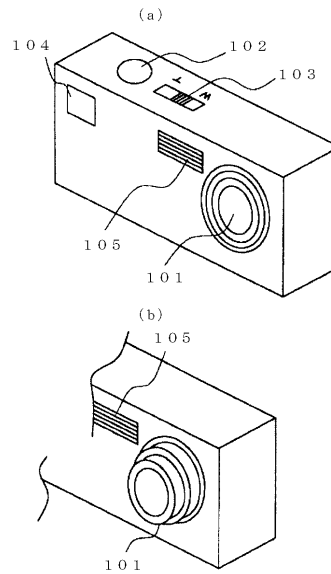
【図 8】



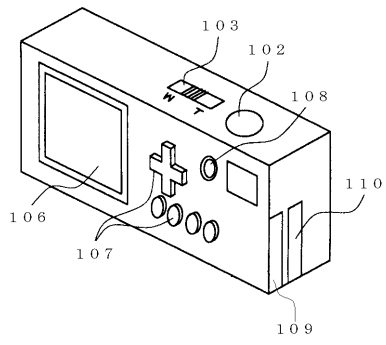
【図 9】



【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】

