

(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2006-162829

(P2006-162829A)

(43) 公開日 平成18年6月22日(2006.6.22)

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

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2004-352330 (P2004-352330)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成16年12月6日 (2004.12.6)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
		(74) 代理人	100095728
			弁理士 上柳 雅誉
		(74) 代理人	100107076
			弁理士 藤綱 英吉
		(74) 代理人	100107261
			弁理士 須澤 修
		(72) 発明者	小松 朗
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(72) 発明者	清水 章弘
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
			最終頁に続く

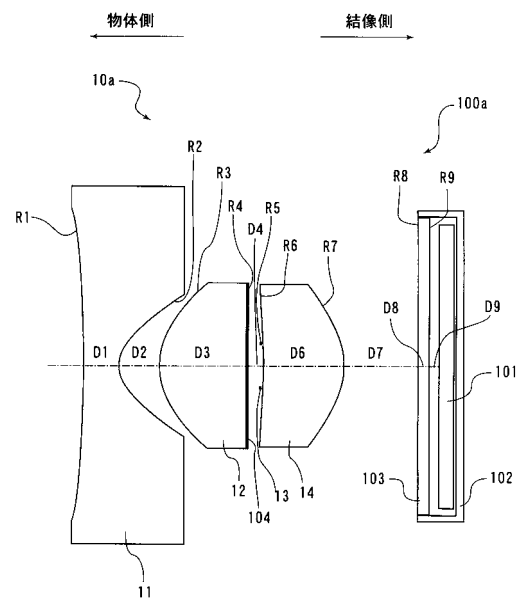
(54) 【発明の名称】 広角撮像レンズ及び撮像装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 90度以上の画角とF3.0以上の明るさを有し、100万画素以上の撮像素子にも対応可能な光学性能を持つ広角レンズ及びこのような広角レンズに赤外カットフィルタが組み込まれた撮像装置を提供する。

【解決手段】 負正正の3枚構成のレンズの屈折力が、それぞれ下記(1)～(3)の条件を満たし、且つそれぞれのレンズを構成する素材が、下記(4)～(9)の条件を満たすように設計する。(1) $-3.0 < f_1/f < -0.4$ 、(2) $0.8 < f_2/f < 7.0$ 、(3) $1.2 < f_3/f < 2.0$ 、(4) $n_1 < 1.65$ 、(5) $1.65 < n_2$ 、(6) $n_3 < 1.65$ 、(7) $50 < v_1$ 、(8) $v_2 < 50$ 、(9) $50 < v_3$ 、(f: レンズ全系の焦点距離、 $f_1 \sim f_3$: 第1～第3レンズの焦点距離、 $n_1 \sim n_3$: 第1～第3レンズの屈折率、 $v_1 \sim v_3$: 第1～第3レンズのアッベ数。)

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側より結像側へ向かって順に、負の屈折力を有し、物体側の面よりも結像側の面の曲率が高い第 1 レンズと、正の屈折力を有する第 2 レンズと、絞りと、正の屈折力を有し、物体側の面よりも結像側の面の曲率が高い第 3 レンズとから構成される広角撮像レンズであって、

前記第 1 レンズ、前記第 2 レンズ及び前記第 3 レンズの屈折力が、それぞれ下記 (1) ~ (3) の条件を満たし、且つそれぞれのレンズを構成する素材が、下記 (4) ~ (9) の条件を満たすことを特徴とする広角撮像レンズ。

$$(1) -3.0 < f_1 / f < -0.4$$

$$(2) 0.8 < f_2 / f < 7.0$$

$$(3) 1.2 < f_3 / f < 2.0$$

$$(4) n_1 < 1.65$$

$$(5) 1.65 < n_2$$

$$(6) n_3 < 1.65$$

$$(7) 50 < v_1$$

$$(8) v_2 < 50$$

$$(9) 50 < v_3$$

但し、 f はレンズ全系の焦点距離、 f_1 は第 1 レンズの焦点距離、 f_2 は第 2 レンズの焦点距離、 f_3 は第 3 レンズの焦点距離、 n_1 は第 1 レンズの屈折率、 n_2 は第 2 レンズの屈折率、 n_3 は第 3 レンズの屈折率、 v_1 は第 1 レンズのアッベ数、 v_2 は第 2 レンズのアッベ数、 v_3 は第 3 レンズのアッベ数である。

【請求項 2】

請求項 1 記載の広角撮像レンズにおいて、

前記第 1 レンズの結像側の屈折面が、軸対称非球面形状をしており、該非球面の径方向の曲率が、中心から外周部にかけて単調に減少しており、外周部の曲率は、中心曲率の 5 分の 1 以下であり、さらに下記 (10) と (11) の条件を満たすことを特徴とする広角撮像レンズ。

$$(10) |f / r_1| < 0.5$$

$$(11) 1.0 < |f / r_2|$$

但し、 f はレンズ全系の焦点距離、 r_1 は第 1 レンズの物体側屈折面の中心における曲率半径、 r_2 は第 1 レンズの結像側屈折面の中心における曲率半径である。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の広角撮像レンズにおいて、

前記第 3 レンズの結像側の屈折面が、軸対称非球面形状をしており、該非球面の径方向の曲率の絶対値が、中心から外周部にかけて単調に減少しており、外周部の曲率は、中心曲率の 2 分の 1 以下であり、さらに下記 (12) と (13) の条件を満たすことを特徴とする広角撮像レンズ。

$$(12) |f / r_6| < 0.8$$

$$(13) 0.3 < |f / r_7|$$

但し、 f はレンズ全系の焦点距離、 r_6 は第 3 レンズの物体側屈折面の中心における曲率半径、 r_7 は第 3 レンズの結像側屈折面の中心における曲率半径である。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 いずれかに記載の広角撮像レンズにおいて、

前記第 2 レンズの結像側の屈折面が平坦であることを特徴とする広角撮像レンズ。

【請求項 5】

物体側より結像側へ向かって順に、負の屈折力を有し、物体側の面よりも結像側の面の曲率が高い第 1 レンズと、正の屈折力を有し、結像側の屈折面が平坦である第 2 レンズと、絞りと、正の屈折力を有し、物体側の面よりも結像側の面の曲率が高い第 3 レンズとから構成され、前記第 1 レンズ、前記第 2 レンズ及び前記第 3 レンズの屈折力が、それ

10

20

30

40

50

ぞれ下記 (1) ~ (3) の条件を満たし、且つそれぞれのレンズを構成する素材が、下記 (4) ~ (9)

$$(1) -3.0 < f_1 / f < -0.5$$

$$(2) 0.8 < f_2 / f < 7.0$$

$$(3) 1.2 < f_3 / f < 2.0$$

$$(4) n_1 < 1.65$$

$$(5) 1.65 < n_2$$

$$(6) n_3 < 1.65$$

$$(7) 50 < v_1$$

$$(8) v_2 < 50$$

$$(9) 50 < v_3$$

(但し、 f はレンズ全系の焦点距離、 f_1 は第 1 レンズの焦点距離、 f_2 は第 2 レンズの焦点距離、 f_3 は第 3 レンズの焦点距離、 n_1 は第 1 レンズの屈折率、 n_2 は第 2 レンズの屈折率、 n_3 は第 3 レンズの屈折率、 v_1 は第 1 レンズのアッペ数、 v_2 は第 2 レンズのアッペ数、 v_3 は第 3 レンズのアッペ数である。)

の条件を満たす広角撮像レンズと、前記第 2 レンズの結像側の屈折面に設けられた多層膜で構成される赤外線反射膜と、前記広角撮像レンズの結像側に配置された固体撮像素子とを有することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、CCD や CMOS などの固体撮像素子を備えた撮像装置に好適な広角撮像レンズ及びそのレンズを用いた撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、マルチメディアの進展は目覚しく、CCD (Charge Coupled Device) や CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) などの固体撮像素子を備えたデジタルスチルカメラ等の撮像装置の普及が急速に進んでいる。例えばドア監視カメラやテレビ電話などでは大きな撮影画角を有する広角撮像レンズが必要であり、広画角に加えて小型軽量であり、しかも明るく、高画質・高解像度のレンズが求められている。

【0003】

こうした撮像装置に用いられる広角撮像レンズとして、小型化に有利な 3 枚構成の撮像レンズが広く用いられている。従来、広画角で、諸収差が良好に補正された撮像レンズを目的とする 3 枚構成の広角撮像レンズとして、下記の特許文献 1 ~ 4 に示すように、物体側から順に、負、正、正レンズから構成され、長いバックフォーカスが得られるレトロフォーカス式の広角撮像レンズが提案されている。

【特許文献 1】特開平 6 - 3 4 8 7 8 公報

【特許文献 2】特開平 6 - 3 4 8 7 9 公報

【特許文献 3】特開平 1 0 - 3 1 9 3 1 5 公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 1 - 3 3 7 2 6 8 公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 の撮像レンズでは、画角は 120° と十分であるが、F ナンバーが 5.0 と暗く、十分な明るさを確保出来ていない。また、特許文献 2 の撮像レンズでは、画角が 82° と不十分であり、F ナンバーも 4.0 と暗く、十分な明るさを確保出来ていない。また、特許文献 3 の撮像レンズでは、F ナンバーは 2.0 と十分明るい、画角が 74° と不十分である。また、特許文献 4 の撮像レンズでは、水平画角は 100° 以上と十分であるが、ディストーション、非点収差共に大きく、十分な光学性能が得られていない。

10

20

30

40

50

【0005】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、90度以上の画角とF3.0以下の明るさを有し、100万画素以上の固体撮像素子にも対応可能な光学性能を有する広角撮像レンズを提供することを目的とする。

【0006】

また、固体撮像素子は、比較的広い波長の光に感度があり、可視光領域のみならず近赤外領域(750～2500nm)の光にも感度が良好である。しかし、通常のカメラの用途では、人間の眼に見えない赤外領域は不要であり、近赤外線が撮像素子に入射すると解像度の低下や画像のムラなどの不都合を引き起こす。そのため、撮像装置には撮像レンズと固体撮像素子の間に色ガラスなどの赤外カットフィルタが挿入され、入射する光の中の近赤外線をカットするようになっている。しかしながら、撮像装置の小型化のために部品としての赤外カットフィルタを省略することも必要になってきている。

【0007】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、広画角で明るく高性能な光学性能を有する広角撮像レンズに赤外カットフィルタが組み込まれた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】

【0008】

上記目的を達成するため、本発明は、第1に、物体側より結像側へ向かって順に、負の屈折力を有し、物体側の面よりも結像側の面の曲率が大きい第1レンズと、正の屈折力を有する第2レンズと、絞りと、正の屈折力を有し、物体側の面よりも結像側の面の曲率が大きい第3レンズとから構成される広角撮像レンズであって、前記第1レンズ、前記第2レンズ及び前記第3レンズの屈折力が、それぞれ下記(1)～(3)の条件を満たし、且つそれぞれのレンズを構成する素材が、下記(4)～(9)の条件を満たすことを特徴とする広角撮像レンズを提供する。

$$(1) -3.0 < f_1 / f < -0.5$$

$$(2) 0.8 < f_2 / f < 7.0$$

$$(3) 1.2 < f_3 / f < 2.0$$

$$(4) n_1 < 1.65$$

$$(5) 1.65 < n_2$$

$$(6) n_3 < 1.65$$

$$(7) 50 < v_1$$

$$(8) v_2 < 50$$

$$(9) 50 < v_3$$

但し、fはレンズ全系の焦点距離、f₁は第1レンズの焦点距離、f₂は第2レンズの焦点距離、f₃は第3レンズの焦点距離、n₁は第1レンズの屈折率、n₂は第2レンズの屈折率、n₃は第3レンズの屈折率、v₁は第1レンズのアッベ数、v₂は第2レンズのアッベ数、v₃は第3レンズのアッベ数である。

【0009】

第1レンズ、第2レンズ、第3レンズのそれぞれの屈折力を制限する条件式(1)～(3)を満たすことによって、これらの負正正の3枚構成のレンズで諸収差を良好に補正しながら90度以上の画角とF3.0以下の明るさを有する広角撮像レンズを得ることができると共に、色収差補正と全系のパワー配分に関する条件(4)～(9)を満たすことにより、色収差を良好に補正し、結像性能を良好にすることができる。

【0010】

また、本発明は、第2に、上記第1の広角撮像レンズにおいて、前記第1レンズの結像側の屈折面が、軸対称非球面形状をしており、該非球面の径方向の曲率が、中心から外周部にかけて単調に減少しており、外周部の曲率は、中心曲率の5分の1以下であり、さらに下記(10)と(11)の条件を満たすことを特徴とする広角撮像レンズを提供する。

$$(10) \quad |f / r_1| < 0.5$$

10

20

30

40

50

(11) $1.0 < |f/r_2|$

但し、 f はレンズ全系の焦点距離、 r_1 は第1レンズの物体側屈折面の中心における曲率半径、 r_2 は第1レンズの結像側屈折面の中心における曲率半径である。

【0011】

前記第1レンズの結像側の屈折面を非球面とすると共に、中心の曲率と外周部の曲率の比、第1レンズの両面の曲率を規定することによって、歪曲収差と非点収差を良好に補正し、高性能な光学性能を与えることができる。

【0012】

本発明は、第3に、上記第1又は2の広角撮像レンズにおいて、前記第3レンズの結像側の屈折面が、軸対称非球面形状をしており、該非球面の径方向の曲率の絶対値が、中心から外周部にかけて単調に減少しており、外周部の曲率は、中心曲率の2分の1以下であり、さらに下記(12)と(13)の条件を満たすことを特徴とする広角撮像レンズを提供する。 10

(12) $|f/r_6| < 0.8$

(13) $0.3 < |f/r_7|$

但し、 f はレンズ全系の焦点距離、 r_6 は第3レンズの物体側屈折面の中心における曲率半径、 r_7 は第3レンズの結像側屈折面の中心における曲率半径である。

【0013】

前記第3レンズの結像側の屈折面を非球面とすると共に、中心の曲率と外周部の曲率の比、第3レンズの両面の曲率を規定することによって、コマ収差、非点収差、像面湾曲を良好に補正し、高性能な光学性能を与えることができる。 20

【0014】

本発明は、第4に、上記第1～3いずれかの広角撮像レンズにおいて、前記第2レンズの結像側の屈折面が平坦であることを特徴とする広角撮像レンズを提供する。

【0015】

広角撮像レンズの一面を平坦とすることによって、その平坦な屈折面に多層膜で構成される赤外線反射膜を形成することが可能になり、部品としての赤外カットフィルタを省略し、撮像装置を小型化することができる。

【0016】

本発明は、第5に、物体側より結像側へ向かって順に、負の屈折力を有し、物体側の面よりも結像側の面の曲率大きい第1レンズと、正の屈折力を有し、結像側の屈折面が平坦である第2レンズと、絞りと、正の屈折力を有し、物体側の面よりも結像側の面の曲率大きい第3レンズとから構成され、前記第1レンズ、前記第2レンズ及び前記第3レンズの屈折力が、それぞれ下記(1)～(3)の条件を満たし、且つそれぞれのレンズを構成する素材が、下記(4)～(9) 30

(1) $-3.0 < f_1/f < -0.5$

(2) $0.8 < f_2/f < 7.0$

(3) $1.2 < f_3/f < 2.0$

(4) $n_1 < 1.65$

(5) $1.65 < n_2$

(6) $n_3 < 1.65$

(7) $50 < v_1$

(8) $v_2 < 50$

(9) $50 < v_3$

(但し、 f はレンズ全系の焦点距離、 f_1 は第1レンズの焦点距離、 f_2 は第2レンズの焦点距離、 f_3 は第3レンズの焦点距離、 n_1 は第1レンズの屈折率、 n_2 は第2レンズの屈折率、 n_3 は第3レンズの屈折率、 v_1 は第1レンズのアッベ数、 v_2 は第2レンズのアッベ数、 v_3 は第3レンズのアッベ数である。) 40

の条件を満たす広角撮像レンズと、前記第2レンズの結像側の屈折面に設けられた多層膜で構成される赤外線反射膜と、前記広角撮像レンズの結像側に配置された固体撮像素子と 50

を有することを特徴とする撮像装置を提供する。

【0017】

この撮像装置は、90度以上の画角とF3.0以下の明るさを有し、100万画素以上の撮像素子にも対応可能な光学性能を有する広角撮像レンズの一面を平坦とし、その平坦な屈折面に多層膜で構成される赤外線反射膜を形成したことにより、部品としての赤外カットフィルタを省略し、撮像装置を小型化することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の広角撮像レンズ及び撮像装置の実施の形態について説明するが、本発明は以下の実施の形態に限定されるものではない。

図1は、本発明の広角撮像レンズ及び撮像装置の典型的な構成を示す概略構成図である。図1に示す広角撮像レンズ及び撮像装置は後述する第1実施例を示している。また、図5は、本発明の広角撮像レンズ及び撮像装置の他の典型的な構成を示す概略構成図である。図5に示す広角撮像レンズ及び撮像装置は後述する第2実施例を示している。

【0019】

図1、図5における R_i (i は1からの整数)で示される符号は、物体側から結像側に向かって順にレンズ面番号を示し、 D_i (i は1からの整数)で示される符号は、物体側から結像側に向かって順に主光線軸におけるレンズの中心厚及びレンズ間の空気間隔を示す。

【0020】

図1、図5に示す広角撮像レンズ10a、10bは、物体側より結像側へ向かって順に、第1レンズ11、第2レンズ12、絞り13、第3レンズ14を有する。撮像装置100a、100bは、広角撮像レンズ10a、10bの結像側に、前面が結像面になっている固体撮像素子101が配置され、固体撮像素子101を封入しているパッケージ102の平面ガラスのカバーガラス103が固体撮像素子101の物体側に配置されている構造となっている。

【0021】

本発明の広角撮像レンズ10a、10bは、負の屈折力を有する第1レンズ11、正の屈折力を有する第2レンズ12及び正の屈折力を有する第3レンズ14の3枚構成のレトロフォーカス式のレンズである。レトロフォーカス式は長いバックフォーカスを確保でき、レンズ系と固体撮像素子の間に図示しない光学ローパスフィルタ、カバーガラス103等の部品を配置するために長いバックフォーカスを必要とする撮像装置に適している。

【0022】

また、本発明の広角撮像レンズでは、絞り13は第2レンズ12と第3レンズ14の間に配置されている構造となっている。レンズの形状として、第1レンズは物体側の面よりも結像側の面の曲率が大きく、第3レンズは物体側の面よりも結像側の面の曲率が大きいという特徴を有する。

【0023】

本発明の広角撮像レンズは、90度以上、好ましくは95度以上の画角とF3.0以下、好ましくはF2.8以下の明るさを有し、100万画素以上の撮像素子にも対応可能な光学性能を持つ広角撮像レンズとするために、第1レンズ11の屈折力が下記式(1)の条件を、

$$(1) -3.0 < f_1 / f < -0.5$$

第2レンズの屈折力が下記式(2)の条件を、

$$(2) 0.8 < f_2 / f < 7.0$$

第3レンズの屈折力が下記式(3)の条件を

$$(3) 1.2 < f_3 / f < 2.0$$

それぞれ満たす必要がある。且つそれぞれのレンズを構成する素材が、下記(4)～(9)を満たす必要がある。

$$(4) n_1 < 1.65$$

10

20

30

40

50

$$(5) \quad 1.65 < n_2$$

$$(6) \quad n_3 < 1.65$$

$$(7) \quad 50 < v_1$$

$$(8) \quad v_2 < 50$$

$$(9) \quad 50 < v_3$$

【0024】

但し、上記式中、 f はレンズ全系の焦点距離、 f_1 は第1レンズの焦点距離、 f_2 は第2レンズの焦点距離、 f_3 は第3レンズの焦点距離、 n_1 は第1レンズの屈折率、 n_2 は第2レンズの屈折率、 n_3 は第3レンズの屈折率、 v_1 は第1レンズのアッベ数、 v_2 は第2レンズのアッベ数、 v_3 は第3レンズのアッベ数である。

10

【0025】

式(1)～式(3)は、各レンズの屈折力を制限する条件である。式(1)の下限を超えると第1レンズ11のパワーが弱くなり、レンズを小型化することが困難になる。また、式(1)の上限を超えた時は、第1レンズ11のパワーが強くなり過ぎ、第1面の曲率半径が小さくなり、非点収差とコマ収差の補正が困難になる。

【0026】

式(2)の下限を超えると第2レンズ12のパワーが強くなり過ぎ、非点収差と球面収差のバランスが悪くなる。また、式(2)の上限を超えると第2レンズ12のパワーが弱くなり、色収差補正が困難になる。

【0027】

式(3)の下限を超えると第3レンズ14のパワーが強くなり過ぎ、ペッツバル和が大きくなり、像面湾曲の補正が困難になる。また、式(3)の上限を超えると第3レンズ14のパワーが弱くなり、レンズの全長が長くなると共に、射出瞳距離が近くなり、固体撮像素子101に入射する光束の角度が大きくなって受光感度が低下する。

20

【0028】

さらに、式(4)～式(9)は、色収差補正と全系のパワー配分に関する条件であり、これらの条件を満たさない場合、色収差補正が困難になり、結像性能が落ちる。

【0029】

さらに、3枚の少ない枚数で高性能なレンズを実現させるためには、非球面を使用することが有効である。本発明の広角撮像レンズでは、第1レンズ11の結像側の屈折面を非球面とすることが好ましい。第1レンズの結像側の屈折面の非球面は、軸対称非球面形状をしており、該非球面の径方向の曲率が、中心から外周部にかけて単調に減少しており、外周部の曲率は、中心曲率の5分の1以下であり、さらに下記(10)と(11)の条件を満たすことが好ましい。なお、非球面形状を表す「径方向の曲率が単調に減少している」という表現は、フラット部分、例えばレンズの中心部のように曲率が増減しない部分、が存在していてもよいことを含む。

30

$$(10) \quad |f/r_1| < 0.5$$

$$(11) \quad 1.0 < |f/r_2|$$

但し、 f はレンズ全系の焦点距離、 r_1 は第1レンズの物体側屈折面の中心における曲率半径、 r_2 は第1レンズの結像側屈折面の中心における曲率半径である。

40

【0030】

第1レンズの結像側屈折面の形状がこの条件から外れ、曲率の増加する部分がある場合や、周辺部の曲率が中心曲率の5分の1以上ある場合には、非点収差と歪曲収差の補正が十分行えない。また、条件式(10)と(11)は、第1レンズの屈折力配分を規定する式であり、この条件を満たさない場合、歪曲収差と非点収差の補正が困難になる。

【0031】

さらに、本発明の広角撮像レンズでは、第3レンズ14の結像側の屈折面を非球面とすることが好ましい。この第3レンズ14の結像側の屈折面の非球面が、軸対称非球面形状をしており、該非球面の径方向の曲率の絶対値が、中心から外周部にかけて単調に減少しており、外周部の曲率は、中心曲率の2分の1以下であり、さらに下記(12)と(13

50

）の条件を満たすことが好ましい。なお、非球面形状を表す「径方向の曲率が単調に減少している」という表現は、フラット部分、例えばレンズの中心部のように曲率が増減しない部分、が存在していてもよいことを含む。

(12) $|f/r_6| < 0.8$

(13) $0.3 < |f/r_7|$

但し、 f はレンズ全系の焦点距離、 r_6 は第3レンズの物体側屈折面の中心における曲率半径、 r_7 は第3レンズの結像側屈折面の中心における曲率半径である。

【0032】

第3レンズの結像側屈折面の形状がこの条件から外れ、曲率の増加する部分がある場合や、周辺部の曲率が中心曲率の2分の1以上ある場合には、非点収差とコマ収差の補正が十分行えない。また、条件式(12)と(13)は、第3レンズ14の屈折力配分を規定する式であり、この条件を満たさない場合、像面湾曲と非点収差の補正が困難になる。

【0033】

また、本発明の広角撮像レンズでは、第2レンズ12の結像側の屈折面を平坦にすることができる。そのため、この平坦な屈折面に多層膜で構成される赤外線反射膜104を形成することができる。撮像レンズに赤外線反射膜104を設けることによって、広角撮像レンズ10a、10bに赤外カットフィルタを兼用させることができ、部品としての赤外カットフィルタを省略し、広角撮像レンズ10a、10bと固体撮像素子101との間の距離を短くした撮像装置100a、100bを構成することが可能となる。

【実施例】

【0034】

以下、本発明の広角撮像レンズ及び撮像装置の実施例を示す。

(実施例1)

図1は実施例1の広角撮像レンズの概略構成図である。図2は実施例1の諸収差を示す収差図である。図2の収差図の中で、左のグラフはd線(587.56nm)、g線(435.4nm)、C線(656.27nm)の波長における球面収差を示している。中央のグラフは像面湾曲と非点収差を示し、符合Sは球欠的像面、符合Tは子午的像面を表している。右のグラフは歪曲収差を示している。なお、歪曲収差量を示す横軸の単位はパーセント(%)、他の収差量を示す横軸の単位はmmである。

【0035】

表1に実施例1の設計データを示す。表1には、面 R_i の曲率半径 r_i (mm)、物体側より結像側へ向かって第 i 番目の各レンズの光軸上の中心厚及び各レンズ間の光軸上の空気間隔 D_i (mm)、物体側より結像側へ順に i 番目の光学材料のd線に対する屈折率 N_d とアッペ数 V_d が示されている。また、表2に下記非球面式における非球面係数の k 、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} を示す。なお、非球面係数を示す数値表示において、[E-〇〇]の表示は10の-〇〇乗を示す。表5に実施例1の仕様データを示す。

【数1】

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + A_4r^4 + A_6r^6 + A_8r^8 + A_{10}r^{10}$$

【0036】

但し、 r は光軸からの距離、 z は曲面の座標値、 k は円錐定数、 c は面の中心曲率、 A_4 は4次の非球面係数、 A_6 は6次の非球面係数、 A_8 は8次の非球面係数、 A_{10} は10次の非球面係数を示す。

【0037】

10

20

30

40

【表 1】

面 No.	曲率半径 r_i	間隔 D	N d	V d	
1	-30	1.00	1.48749	70.20	第 1 レンズ
2	0.987	1.10			
3	1.934	2.50	1.73077	40.50	第 2 レンズ
4	∞	0.35			
5	∞	0.05			絞り
6	17.537	2.30	1.58313	59.40	第 3 レンズ
7	-2.104	2.09			
8	∞	0.30	1.51633	64.10	カバーガラス
9	∞	0.30			

10

【0038】

【表 2】

面 No.	K	A_4	A_6	A_8	A_{10}
2	-1.1245	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00
3	-0.6244	-7.9060E-03	-4.0096E-04	0.0000E+00	0.0000E+00
6	0.0	-2.2615E-02	3.0000E-03	0.0000E+00	0.0000E+00
7	-2.0542	2.2085E-03	-4.9140E-04	0.0000E+00	0.0000E+00

20

【0039】

実施例 1 における第 1 レンズの結像側屈折面の中心から周辺部に至る曲率を図 3 に示す。また、実施例 1 における第 3 レンズの結像側屈折面の中心から周辺部に至る曲率を図 4 に示す。

【0040】

実施例 1 の広角撮像レンズ 10a は、負の屈折力を有する第 1 レンズ 11 の物体側の屈折面 R1 が凹面で、第 1 レンズ 11 の結像側の屈折面 R2 が物体側の屈折面 R1 より曲率が大きい凹面の非球面となっている。第 1 レンズ 11 の結像側の屈折面 R2 の非球面は、軸対象非球面形状をしており、その径方向の曲率は、図 3 より、中心から周辺に行くに従って漸次小さくなり、中心から約 1.8 mm 離れた周辺部の曲率は中心の曲率の約 $1/10$ となっている。

30

【0041】

正の屈折力を有する第 2 レンズ 12 の物体側の屈折面 R3 は非球面となっている。第 2 レンズ 12 の結像側の屈折面 R4 は平坦であり、この屈折面 R4 に多層膜で構成される赤外線反射膜 104 が設けられている。赤外線反射膜 104 の分光特性を図 9 に示す。

【0042】

赤外線反射膜 104 は、次のような 40 層の多層膜構造を有する。高屈折率層 (H) が Ta_2O_5 、低屈折率層 (L) が SiO_2 である。膜厚構成は、 $(1\text{H}, 1\text{L})^S$ のように表される。ここで、カットしたい波長の中心近くの波長を設計波長 λ として、高屈折率層 (H) の膜厚を光学的膜厚 $nd = 1/4\lambda$ の値を 1H として表記し、低屈折率層 (L) を同様に 1L とする。S はスタック数と呼ばれる繰り返しの回数で、括弧内の構成を周期的に繰り返すことを表している。

40

【0043】

設計波長 $\lambda = 755\text{ nm}$ 、基板側から 1.141H、1.088L、1.03H、1.01L、 $(0.994\text{H}, 0.994\text{L})^6$ 、1.024H、1.077L、1.309H、0.175L、1.368H、1.241L、1.273H、1.277L、 $(1.275\text{H}, 1.276\text{L})^6$ 、1.257H、1.278L、1.254H、0.626

50

Lの40層である。

【0044】

正の屈折力を有する第3レンズ14の物体側の屈折面R6と結像側の屈折面R7は共に非球面となっており、物体側の凹面の屈折面R6よりも結像側の凸面の屈折面R7の曲率が大きくなっている。第3レンズ14の結像側の屈折面R7の非球面は、軸対象非球面形状をしており、図4よりその径方向の曲率は、中心から周辺に行くに従って漸次小さくなり、中心から約1.6mm離れた周辺部の曲率は中心の曲率の約0.35となっている。

(実施例2)

【0045】

図5は実施例2の広角撮像レンズの概略構成図である。図6は実施例2の諸収差を示す収差図である。図6の各収差図は図2と同様の意味を有する。表3に実施例2の設計データを示す。表3には面Riの曲率半径ri(mm)、屈折率Nd、アッベ数Vdが示されている。また、表4に上記非球面式における非球面係数のk、A₄、A₆、A₈、A₁₀を示す。表5に実施例2の仕様データを示す。

【0046】

【表3】

面 No.	曲率半径 r _i	間隔 D	N _d	V _d	
1	5.907	0.80	1.53000	55.80	第1レンズ
2	1.169	2.62			
3	4.803	2.29	1.75520	27.50	第2レンズ
4	∞	1.03			
5	∞	0.26			絞り
6	4.141	1.58	1.53000	55.80	第3レンズ
7	-2.464	1.30			
8	∞	0.75	1.51633	64.10	カバーガラス
9	∞	1.22			

【0047】

【表4】

面 No.	K	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀
1	0.0	-2.4035E-03	-6.8705E-06	0.0000E+00	0.0000E+00
2	-0.82095	6.2380E-03	3.7786E-03	0.0000E+00	0.0000E+00
6	0.0	-1.3675E-02	3.0000E-03	0.0000E+00	0.0000E+00
7	-2.0749	-6.6449E-05	5.1061E-04	0.0000E+00	0.0000E+00

【0048】

実施例2における第1レンズ11の結像側屈折面R2の中心から周辺部に至る曲率を図7に示す。また、実施例2における第3レンズ14の結像側屈折面R7の中心から周辺部に至る曲率を図8に示す。

【0049】

実施例2の広角撮像レンズ10bは、負の屈折力を有する第1レンズ11の物体側の屈折面R1が凸面で、第1レンズ11の結像側の屈折面R2が物体側の屈折面R1より曲率が大きい凹面の非球面となっている。その非球面は、軸対象非球面形状をしており、その径方向の曲率は、図7より、中心から周辺に行くに従って漸次小さくなり、中心から約2.1mm離れた周辺部の曲率は中心の曲率の約1/10となっている。

【0050】

正の屈折力を有する第2レンズ12の結像側の屈折面R4は平坦であり、この屈折面R4に多層膜で構成される赤外線反射膜104が設けられている。赤外線反射膜104の分

光特性を図 9 に示す。赤外線反射膜 104 の膜構成は実施例 1 と同じ 40 層構造である。

【0051】

正の屈折力を有する第 3 レンズ 14 の物体側の屈折面 R6 と結像側の屈折面 R7 は共に非球面の凸面となっており、物体側の屈折面 R6 よりも結像側の屈折面 R7 の曲率が大きくなっている。第 3 レンズ 14 の結像側の屈折面 R7 の非球面は、軸対象非球面形状をしており、図 8 よりその径方向の曲率は、中心から周辺に行くに従って漸次小さくなり、中心から約 1.6 mm 離れた周辺部の曲率は中心の曲率の約 0.23 となっている。

【0052】

【表 5】

設計仕様	記号	実施例 1	実施例 2
画角	2ω	95.6°	114.8°
焦点距離	f	2.10	1.70
F ナンバー	Fno	2.8	2.0
最大像高	H	2.25	2.25
第 1 レンズの焦点距離	f1	-1.933	-2.907
第 2 レンズの焦点距離	f2	2.632	6.306
第 3 レンズの焦点距離	f3	3.354	3.166
f1 / f		-0.92	-1.71
f2 / f		1.55	3.71
f3 / f		1.60	1.86
f / r1		0.07	0.29
f / r2		2.13	1.45
f / r6		0.12	0.41
f / r7		1.00	0.69

【0053】

本実施例の広角撮像レンズは、画角が 95 度以上であり、ドア監視カメラやテレビ電話などに適した画角を有する。また、F ナンバーは 2.8 以下と非常に明るく、しかも、諸収差はよく補正されており、光学性能に優れている。そのため、100 万画素以上の撮像素子にも対応可能な光学性能を有する。

【産業上の利用可能性】

【0054】

本発明の広角撮像レンズは、ドア監視カメラやテレビ電話などの大きな撮影画角を必要とする固体撮像素子を用いた撮像分野に利用可能である。

また、本発明の撮像装置は、かかる広角撮像レンズに赤外カットフィルタを含ませたものであるため、より小型化されたドア監視カメラやテレビ電話に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図 1】本発明の広角撮像レンズと撮像装置の実施例 1 の概略構成図である。

【図 2】実施例 1 の諸収差図である。

【図 3】実施例 1 における第 1 レンズの結像側の屈折面の非球面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 4】実施例 1 における第 3 レンズの結像側の屈折面の非球面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 5】本発明の広角撮像レンズと撮像装置の実施例 2 の概略構成図である。

【図 6】実施例 2 の諸収差図である。

【図 7】実施例 2 における第 1 レンズの結像側の屈折面の非球面の曲率の変化を示すグラフである。

【図 8】実施例 2 における第 3 レンズの結像側の屈折面の非球面の曲率の変化を示すグラフである。

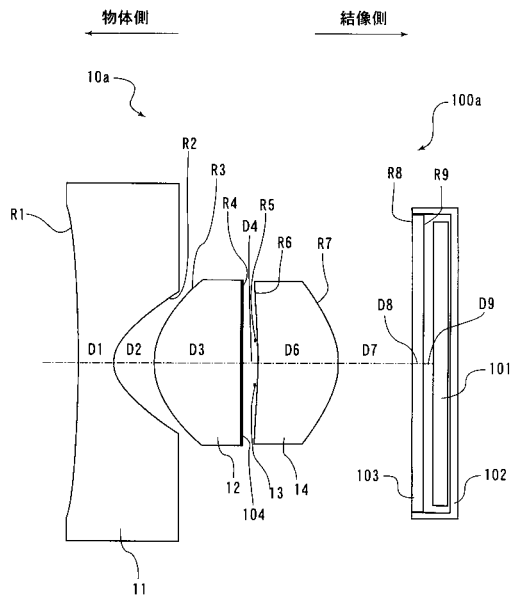
【図 9】赤外線反射膜の分光透過率を示すグラフである。

【符号の説明】

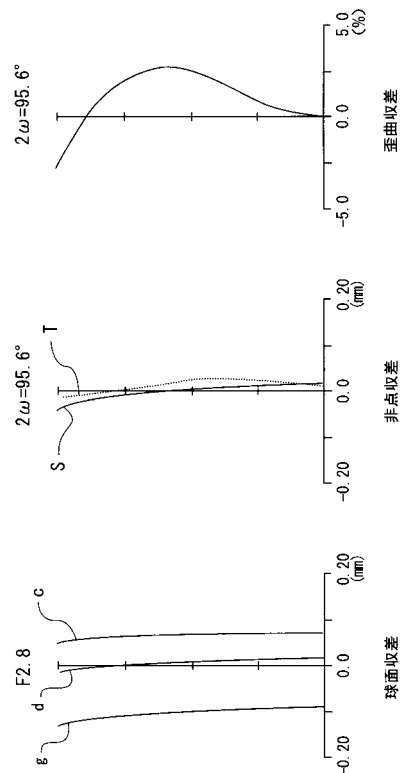
【0056】

10a, 10b: 広角撮像レンズ、11: 第 1 レンズ、12: 第 2 レンズ、13: 絞り、14: 第 3 レンズ、100a, 100b: 撮像装置、101: 固体撮像素子、102: パッケージ、103: カバーガラス、104: 赤外線反射膜

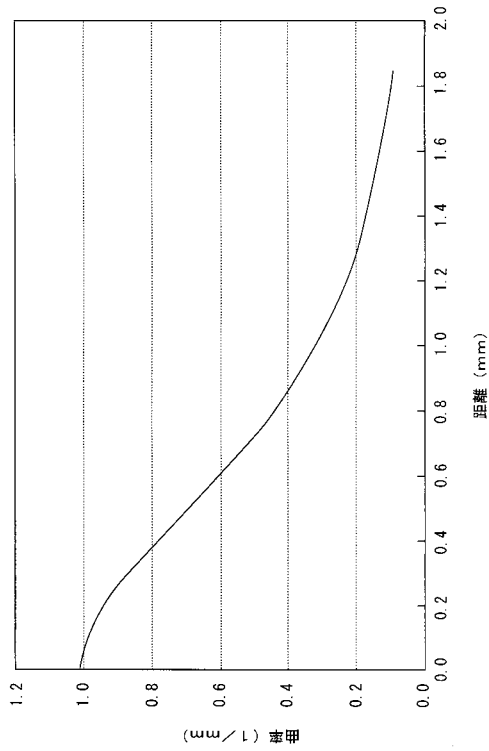
【図 1】



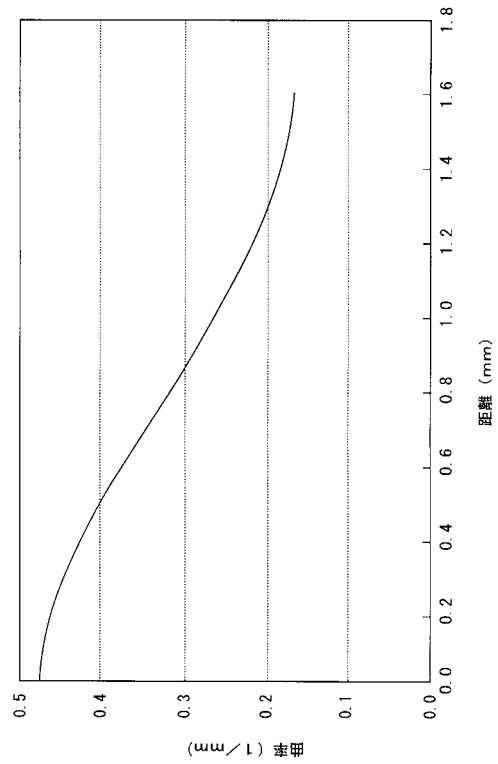
【図 2】



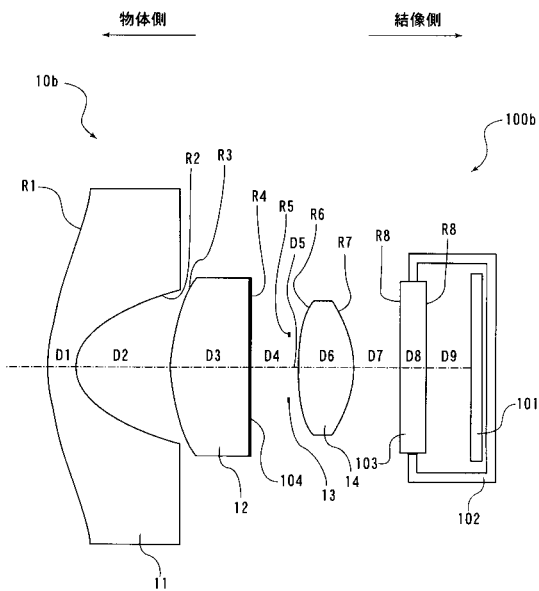
【 図 3 】



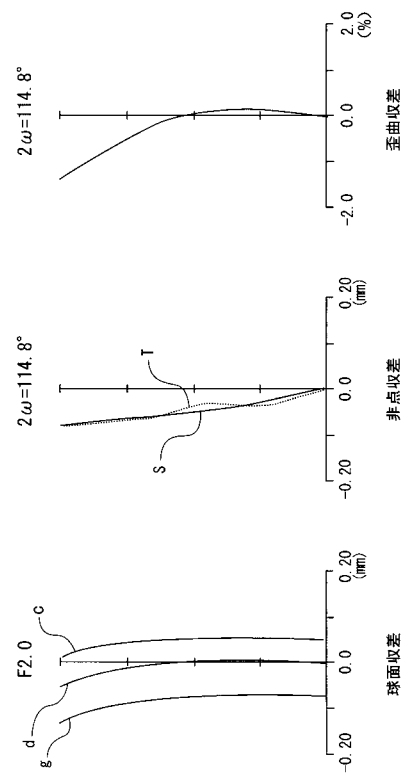
【図 4】



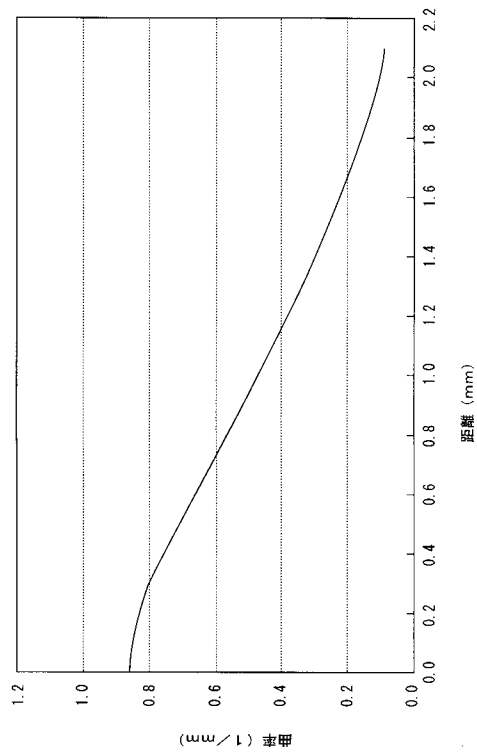
【図 5】



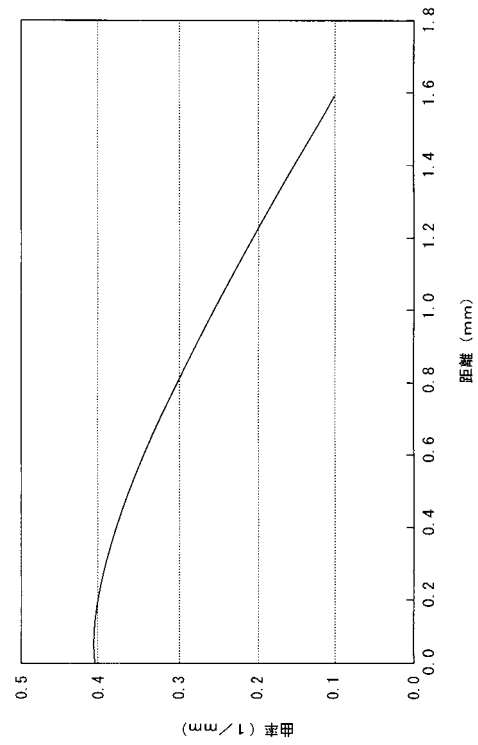
【 図 6 】



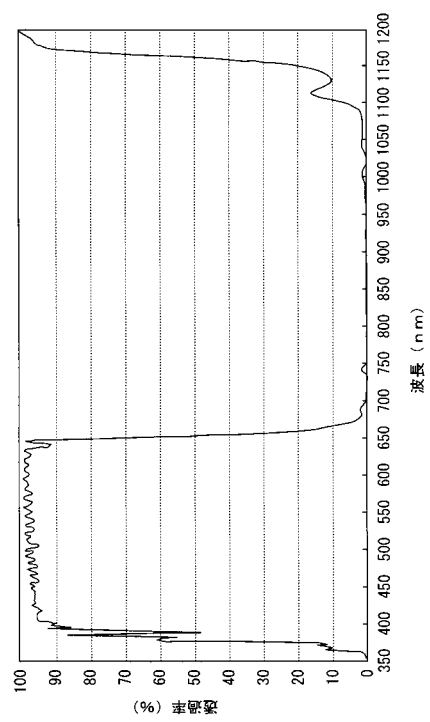
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA03 LA03 PA03 PA17 PB03 QA02 QA03 QA07 QA17 QA19
QA21 QA25 QA34 QA41 QA46 RA04 RA05 RA12 RA13 RA32
RA42