

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3545654号

(P3545654)

(45) 発行日 平成16年7月21日(2004.7.21)

(24) 登録日 平成16年4月16日(2004.4.16)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G02B 13/18

F 1

G02B 13/18

請求項の数 2 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願平11-252035	(73) 特許権者	000208765
(22) 出願日	平成11年9月6日(1999.9.6)		株式会社エンプラス
(65) 公開番号	特開2001-75006(P2001-75006A)		埼玉県川口市並木2丁目30番1号
(43) 公開日	平成13年3月23日(2001.3.23)	(74) 代理人	100081282
審査請求日	平成14年8月2日(2002.8.2)		弁理士 中尾 俊輔
		(74) 代理人	100085084
			弁理士 伊藤 高英
		(74) 代理人	100110766
			弁理士 佐川 慎悟
		(72) 発明者	斉藤 共啓
			埼玉県川口市並木2丁目30番1号 株式
			会社エンプラス内
		(72) 発明者	金子 勇
			埼玉県川口市並木2丁目30番1号 株式
			会社エンプラス内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像レンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から、絞りと、光軸近傍において像面側に凸面が形成され中心曲率半径が異符号でない正のパワーを持つ第1レンズと、光軸近傍において物体側に凸面が形成され中心曲率半径が異符号でない負のパワーを持つ第2レンズと、光軸近傍において像面側に凸面が形成された正のパワーを持つ第3レンズとを順次配列してなり、少なくとも前記第2レンズの第1面を非球面形状に形成するとともに、

前記第2レンズは、

$$0.45 \times r_3 < r_4$$

ただし、

$r_3$  : 第2レンズの物体側の第1面の中心曲率半径

$r_4$  : 第2レンズの像面側の第2面の中心曲率半径

の条件を満足する

ことを特徴とする撮像レンズ。

【請求項2】

前記第1レンズは、

$$r_1 < 1.5 \times r_2$$

ただし、

$r_1$  : 第1レンズの物体側の第1面の中心曲率半径

$r_2$  : 第1レンズの像面側の第2面の中心曲率半径

の条件を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は撮像レンズに係り、特に携帯型のコンピュータやテレビ電話等に搭載される CCD、CMOS 等の固体撮像素子を利用した撮像装置（例えば、画像取込み用の CCD カメラ）に用いられ、広い画角を確保するとともに、小型軽量化を図ることを可能とした 3 枚レンズ構成の撮像レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、マルチメディアの進展が著しく、例えば、携帯型のコンピュータやテレビ電話等に搭載するための CCD、CMOS 等の固体撮像素子を利用したカメラ、例えば、CCD カメラの需要が著しく高まっている。このような CCD カメラは、限られた設置スペースに搭載する必要があることから、小型であり、かつ、軽量であることが望まれている。そのため、このような CCD カメラに用いられる撮像レンズも、同様に、小型軽量であることが要求されている。

【0003】

このような撮像レンズとしては、従来から、1 枚のレンズを用いた 1 枚構成のレンズ系や 2 枚のレンズを用いた 2 枚構成のレンズ系が用いられている。

【0004】

しかしながら、これらのものは、レンズ系の小型軽量化には極めて有利であるものの、近年、撮像レンズに要求される高画質、高解像度化には適していないという問題がある。

【0005】

そのため、従来から、3 枚のレンズを用いた 3 枚構成のレンズ系を用い、これにより、高画質、高解像度化に対応することが行なわれている。

【0006】

このような 3 枚構成のレンズ系は、銀塩写真カメラの分野においては長い歴史があり、種々の構成の光学系レンズが開発されてきている。

【0007】

しかしながら、銀塩写真カメラにおけるレンズ系は、レンズの厚みと焦点距離、およびレンズの厚みとレンズ径の関係から、これをそのままの形状で縮小していくと、製造が極めて困難な形状となってしまうため、撮像素子用の撮像レンズとして適用することは不可能であった。

【0008】

そのため、従来から、固体撮像素子専用の 3 枚構成の撮像レンズが開発されており、このような撮像レンズとして、例えば、物体側から負のパワーを持つレンズ、負のパワーを持つレンズ、正のパワーを持つレンズを順次配列したものがある。

【0009】

しかし、このような構成の撮像レンズでは、色収差を中心とする各収差を適正に補正することができず、また、像面から射出瞳までの距離を長く確保することが困難であるという問題を有している。

【0010】

このような問題点を解決する手段としては、光学系（レンズ群）よりも物体側に絞りを設けることが有効であり、このような撮像レンズとしては、例えば、特開平 4 - 153612 号公報、特開平 5 - 188284 号公報あるいは特開平 9 - 288235 号公報等が開示されているものがある。

【0011】

これらの各公報に開示されている撮像レンズは、いずれも物体側から絞り、第 1 レンズ、第 2 レンズおよび第 3 レンズを順次配列して構成されており、前記第 1 レンズをその第 1 面を凸面に形成してなる正のパワーを持つレンズとし、前記第 2 レンズをその第 1 面を凹

10

20

30

40

50

面に形成してなる負のパワーを持つレンズとし、さらに、第3レンズを正のパワーを持つレンズとしたものである。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、このような従来の撮像レンズにおいては、いずれも第1レンズをその第1面を凸面に形成しているため、撮像レンズの画角を大きく確保することができず、最大でも約50°の画角を確保するのが限度であるという問題を有している。

【0013】

また、前記各公報に開示された撮像レンズは、いずれも屈折率が1.7程度の高屈折率や屈折率が1.8以上の超高屈折率を有する特殊なガラスを用いるものであるため、レンズ系の軽量化を図ることができず、しかも、製造コストも高くなってしまいう問題をも有している。さらに、前記各公報に開示された撮像レンズにおいて、軽量化、低コスト化を図るために安価なガラスやプラスチック等の樹脂を適用した場合には、各撮像レンズの有する所望の光学性能を確保することができないという問題がある。

【0014】

本発明は前記した点に鑑みてなされたもので、安価なガラスやプラスチックを使用しながらも、所望の光学性能を維持するとともに、広い画角を確保しながら、各収差を良好に補正することができ、容易に製造することのできる撮像レンズを提供することを目的とするものである。

【0015】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため請求項1に記載の発明に係る撮像レンズは、物体側から、絞りと、光軸近傍において像面側に凸面が形成され中心曲率半径が異符号でない正のパワーを持つ第1レンズと、光軸近傍において物体側に凸面が形成され中心曲率半径が異符号でない負のパワーを持つ第2レンズと、光軸近傍において像面側に凸面が形成された正のパワーを持つ第3レンズとを順次配列してなり、少なくとも前記第2レンズの第1面を非球面形状に形成するとともに、

前記第2レンズは、

$$0.45 \times r_3 \leq r_4$$

ただし、

$r_3$  : 第2レンズの物体側の第1面の中心曲率半径

$r_4$  : 第2レンズの像面側の第2面の中心曲率半径

の条件を満足することを特徴とするものである。

【0016】

この請求項1に記載の発明によれば、第1レンズの像面側の第2面を凸面としており、第1レンズの物体側の第1面が第2面と異符号でないことから、第1レンズの第1面は、凹面あるいは平面とされ、これにより、広い画角を確保することができる。

さらに、前記式は所望の光学性能を維持するとともに、広い画角を確保しながら、各収差を良好に補正することができ、容易に製造することができるための条件であり、式において、

$r_4$  の値を  $0.45 \times r_3$  以下とすることにより、倍率色収差等の各収差を良好に補正することができる。

【0017】

また、請求項2に記載の発明は、請求項1において、前記第1レンズは、

$$r_1 \leq 1.5 \times r_2$$

ただし、

$r_1$  : 第1レンズの物体側の第1面の中心曲率半径

$r_2$  : 第1レンズの像面側の第2面の中心曲率半径

の条件を満足することを特徴とするものである。

【0018】

10

20

30

40

50

この請求項 2 に記載の発明によれば、この式は所望の光学性能を維持するとともに、広い画角を確保しながら、各収差を良好に補正することができ、かつ、容易に製造することができるための条件であり、式において、 $r_1$  の値を  $1.5 \times r_2$  以下とすることにより、広い画角を確保しつつ各収差特に歪曲収差を許容できるレベルに抑えることができ、さらに、 $r_1$  の値を  $1.7 \times r_2$  以下とすることにより、より各収差の発生を抑えることができる。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図 1 から図 15 を参照して説明する。

【0022】

図 1 は本発明に係る撮像レンズの基本構造を示したもので、本実施形態の撮像レンズは、光軸近傍において像面側に凸面が形成され中心曲率半径が異符号でない正のパワーを持つ第 1 レンズ 1 と、光軸近傍において物体側に凸面が形成され中心曲率半径が異符号でない負のパワーを持つ第 2 レンズ 2 と、光軸近傍において像面側に凸面が形成された正のパワーを持つ第 3 レンズ 3 とからなり、これら各第 1 レンズ 1、第 2 レンズ 2 および第 3 レンズ 3 のうち、少なくとも前記第 2 レンズ 2 の物体側に位置する第 1 面が非球面形状に形成されている。

【0023】

さらに、前記第 1 レンズ 1 の物体側には、絞り 4 が配設されており、第 3 レンズ 3 の第 2 面側には、カバーガラス 5 および撮像素子としての CCD が実装されている。なお、符号 6 は、CCD の撮像面を示している。

【0024】

ここで、カバーガラス 5 は、撮像面の保護等に用いられるものであるが、本発明においては必ずしも必要とされるものではなく、撮像レンズの用途に応じて配置する、しないを適宜選択すればよいものである。また、カバーガラス 5 に代えて、あるいはカバーガラス 5 に加えてローパスフィルタ等を配置してもよいものである。

【0025】

前記第 1 レンズ 1 および第 2 レンズ 2 は、次の条件を満たすようになっている。

(1)  $r_1 < 1.5 \times r_2$ 、好ましくは、 $r_1 < 1.7 \times r_2$

(2)  $0.45 \times r_3 < r_4 < 0.2 f_1$ 、好ましくは、 $0.45 \times r_3 < r_4 < 0.2 f_1$

ただし、 $r_1$  は第 1 レンズ 1 の物体側の第 1 面の中心曲率半径、 $r_2$  は第 1 レンズ 1 の像面側の第 2 面の中心曲率半径、 $r_3$  は第 2 レンズ 2 の物体側の第 1 面の中心曲率半径、 $r_4$  は第 2 レンズ 2 の像面側の第 2 面の中心曲率半径、 $f_1$  は光学系全体の焦点距離である。

【0026】

本実施形態において、式 (1) および式 (2) は、所望の光学性能を維持するとともに、広い画角を確保しながら、各収差を良好に補正することができ、容易に製造することができるための条件である。

【0027】

本実施形態においては、第 1 レンズ 1 の像面側の第 2 面を凸面としており、第 1 レンズ 1 の物体側の第 1 面が第 2 面と異符号でないことから、第 1 レンズ 1 の第 1 面は、凹面あるいは平面とされ、これにより、前記式 (1) を満足することになるとともに、画角を大きく確保することができる。そして、式 (1) において、 $r_1$  の値を  $1.5 \times r_2$  以下とすることにより、各収差特に歪曲収差を許容できるレベルに抑えることができる。さらに、 $r_1$  の値を  $1.7 \times r_2$  以下とすることにより、より各収差の発生を抑えることができる。

【0028】

また、式 (2) において、 $r_4$  の値を  $0.45 \times r_3$  以下とすることにより、倍率色収差等の各収差を良好に補正することができる。さらに、 $r_4$  の値が  $0.2 f_1$  より小さくなると、第 2 レンズ 2 の第 2 面の曲率半径が小さくなりすぎて、製造が困難となる。

10

20

30

40

50

## 【0029】

なお、第3レンズ3の像面側の第2面は、凸面とされているが、第3レンズ3の物体側の第1面は、凸面、凹面あるいは平面等いずれの形状であってもよい。

## 【0030】

また、本実施形態においては、各レンズ1, 2, 3は、プラスチック等の樹脂により形成されるものであるが、前記第3レンズ3については、通常のガラス材料により形成するようにしてもよい。

## 【0031】

また、本実施形態においては、前記各レンズ1, 2, 3および絞り4の位置は、次の条件を満たすようになっている。

$$(3) f_1 \quad D_i \quad 0.1 \times f_1$$

$$(4) D_s \quad 0.6 \times f_1$$

$$(5) D_0 \quad 0.1 \times f_1$$

ただし、 $f_1$ は光学系全体の焦点距離、 $D_i$ は第*i*レンズの中心厚、 $D_s$ は前側焦点位置から絞り4までの距離、 $D_0$ は絞り4から第1レンズ1の第1面までの距離である。

## 【0032】

本実施形態において、式(3)、式(4)および式(5)は、像面から射出瞳までの距離を確保しながら、光学系全体の小型化を図ることができるとともに、容易に製造することができるための条件である。

## 【0033】

式(3)において、 $D_i$ の値が $f_1$ より大きくなると、レンズを樹脂の射出成形により形成した場合に、樹脂の収縮が大きくなり、レンズを所望の形状に加工することが困難となり、製造コストも高くなる。また、 $D_i$ の値が $0.1 \times f_1$ より小さいと、製造が極めて困難となり、やはり製造コストが高くなる。

## 【0034】

また、一般に、射出瞳の位置は、絞り4より像面側に位置するレンズの前側焦点位置と絞り4の位置との関係により決定されるものである。本発明の光学系においては、レンズ部全体が絞りより像面側に存在するため、レンズ部全体の前側焦点位置と絞りとの位置関係により射出瞳の位置が決定されることになる。固体撮像素子用の光学系としては、像面から射出瞳位置までの距離を長く確保することが望ましいが、式(4)において、 $D_s$ が $0.6 \times f_1$ より大きくなると、像面から射出瞳位置までの距離が短くなりすぎ、固体撮像素子用の光学系としては適さないものとなる。

## 【0035】

さらに、式(5)において、 $D_0$ の値が $0.1 \times f_1$ より大きくなると、絞り4から第3レンズ3までの距離が長くなるため、第3レンズ3の有効径が大きくなってしまい、光学系全体が大型化してしまう。また、第2レンズ2の像面側の第2面の形状が製造困難となるだけでなく、軸外の各収差を補正することが困難となる。

## 【0036】

本実施形態においては、前記各式の条件を満たすことにより、所望の光学性能を維持するとともに、広い画角を確保しながら、各収差を良好に補正することができ、しかも、像面から射出瞳までの距離を確保しながら、光学系全体の小型化を図ることができ、容易に製造することができる。

## 【0037】

なお、本実施形態における光学系は、像面の対角長を10mm以下、対角画角を $50^\circ$ 以上とした広角光学系に極めて好適である。

## 【0038】

## 【実施例】

次に、本発明の実施例について図2から図15を参照して説明する。

## 【0039】

10

20

30

40

50

ここで、本実施例において、 $f_1$  は光学系全体の焦点距離、 $f_1$  は第1レンズ1の焦点距離、 $f_2$  は第2レンズ2の焦点距離、 $f_3$  は第3レンズ3の焦点距離、 $f_{12}$  は第1レンズ1と第2レンズ2との合成焦点距離、 $F$  はFナンバー、 $2\omega$  は対角画角、 $r$  はレンズ等の曲率半径、 $d$  はレンズ厚または空気間隔、 $n_d$  は屈折率、 $d$  はアッペ数を示す。

【0040】

また、レンズの非球面の形状は、光軸方向にZ軸、光軸と垂直方向にX軸をとり、光の進行方向を正とし、 $k$ 、 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  を非球面係数としたとき次式で表している。

【0041】

【数式1】

10

$$Z = \frac{\frac{x^2}{r}}{1 + \sqrt{1 - (k+1) \frac{x^2}{r^2}}} + ax^4 + bx^6 + cx^8 + dx^{10}$$

【0042】

<実施例1>

20

図2は本発明の第1実施例を示したもので、この第1実施例は前記図1に示す構成の撮像レンズである。この第1実施例の撮像レンズは以下の条件に設定されている。

【0043】

$f_1 = 3.34 \text{ mm}$ 、 $F = 2.80$ 、 $2\omega = 68.0^\circ$ 、 $f_1 = 3.00 \text{ mm}$ 、 $f_2 = -2.97 \text{ mm}$ 、 $f_3 = 3.02 \text{ mm}$ 、 $f_{12} = 14.56 \text{ mm}$

面	曲率半径 r	距離 d	屈折率 n d	アッベ数 $\nu_d$	
1 (絞り)	0.000	0.1200			
2 (第1レンズ第1面)	-2.586	1.0000	1.49	57.8	
3 (第1レンズ第2面)	-1.063	0.1000			10
4 (第2レンズ第1面)	2.784	0.8000	1.62	24.0	
5 (第2レンズ第2面)	0.987	0.6800			
6 (第3レンズ第1面)	57.174	1.4600	1.52	53.0	
7 (第3レンズ第2面)	-1.609	0.0000			
8 (カバーガラス第1面)	0.000	1.9500	1.52		
9 (カバーガラス第2面)	0.000	1.0174			
10 (CCD面)					20

	k	a	b	
2	6.810868e+000	-2.357894e-002	1.624164e-001	
3	-2.232929e+000	-7.375819e-002	-1.456437e-002	
4	-1.833163e+001	-8.670305e-003	-9.173228e-003	
5	-3.864276e+000	1.570408e-003	-2.351872e-003	
6	3.151462e+002	-1.965893e-002	8.676285e-003	30
7	-6.173778e-001	3.328384e-003	3.281874e-004	

	c	d	
2	2.510014e-001	0.000000e+000	
3	1.339581e-003	0.000000e+000	
4	1.521292e-003	0.000000e+000	
5	1.878650e-004	0.000000e+000	40
6	-7.239345e-004	-5.084691e-006	
7	-3.825583e-004	-9.683090e-005	

このような条件の下で、

$r_1 / r_2 = 2.433$  となり、前記(1)式を満足するものであった。

【0044】

また、 $r_4 / r_3 = 0.355$  となり、前記(2)式を満足するものであった。

【0045】

さらに、第1レンズ1の厚さ $D_1$ は1.0000mm、第2レンズ2の厚さ $D_2$ は0.8000mm、第3レンズ3の厚さ $D_3$ は1.4600mmであり、いずれも前記(3)式を満足するものであった。

【0046】

また、 $D_5 = 0.560$ となり、前記(4)式を満足するものであった。

【0047】

さらに、 $D_0 = 0.12$ となり、前記(5)式を満足するものであった。

【0048】

この第1実施例の撮像レンズにおける、球面収差、非点収差、歪曲収差を図3に示す。

【0049】

この結果によれば、球面収差、非点収差、歪曲収差のいずれもほぼ満足できる値となり、十分な光学特性を得ることができることがわかる。

<実施例2>

図4は本発明の第2実施例を示したもので、この第2実施例は前記図1に示す構成の撮像レンズである。この第2実施例の撮像レンズは以下の条件に設定されている。

【0050】

$f_1 = 4.21 \text{ mm}$ 、 $F = 2.80$ 、 $2\omega = 58.8^\circ$ 、 $f_1 = 3.22 \text{ mm}$ 、 $f_2 = -2.24 \text{ mm}$ 、 $f_3 = 3.12 \text{ mm}$ 、 $f_{12} = -8.04 \text{ mm}$

面	曲率半径 r	距離 d	屈折率 n d	アッベ数 $\nu d$	
1 (絞り)	0.000	0.1500			
2 (第1レンズ第1面)	-2.979	1.0000	1.49	57.8	
3 (第1レンズ第2面)	-1.153	0.0500			10
4 (第2レンズ第1面)	65.072	0.6000	1.58	30.0	
5 (第2レンズ第2面)	1.283	0.3500			
6 (第3レンズ第1面)	-72.181	1.3500	1.49	57.8	
7 (第3レンズ第2面)	-1.521	0.0000			
8 (カバーガラス第1面)	0.000	1.9500	1.52		
9 (カバーガラス第2面)	0.000	3.4930			
10 (CCD面)					20

	k	a	b	
2	1.171866e+001	1.225985e-001	-1.447614e-001	
3	-3.436575e+000	-1.147218e-001	-2.605932e-002	
4	-2.584875e+005	-2.444967e-001	-1.057055e-001	
5	-5.990517e+000	-1.093009e-001	3.616028e-002	
6	4.620498e+002	1.652295e-002	-2.025125e-002	30
7	-6.312580e-001	-7.274025e-003	1.580740e-003	

	c	d	
2	2.211246e-001	6.438260e-003	
3	1.055872e-002	-3.245510e-002	
4	1.572570e-001	-1.616840e-001	
5	-3.995775e-003	-2.963840e-003	40
6	1.341412e-002	-3.735690e-003	
7	-3.912459e-003	1.483400e-003	

このような条件の下で、

$r_1 / r_2 = 2.584$  となり、前記(1)式を満足するものであった。

【0051】

また、 $r_4 / r_3 = 0.020$  となり、前記(2)式を満足するものであった。

【0052】

さらに、第1レンズ1の厚さ $D_1$ は1.0000mm、第2レンズ2の厚さ $D_2$ は0.6000mm、第3レンズ3の厚さ $D_3$ は1.3500mmであり、いずれも前記(3)式を満足するものであった。

【0053】

また、 $D_5 = 1.417$ となり、前記(4)式を満足するものであった。

【0054】

さらに、 $D_0 = 0.15$ となり、前記(5)式を満足するものであった。

【0055】

この第2実施例の撮像レンズにおける、球面収差、非点収差、歪曲収差を図5に示す。

【0056】

この結果によれば、球面収差、非点収差、歪曲収差のいずれもほぼ満足できる値となり、十分な光学特性を得ることができるとわかる。

<実施例3>

図6は本発明の第3実施例を示したもので、この第3実施例は前記図1に示す構成の撮像レンズである。この第3実施例の撮像レンズは以下の条件に設定されている。

【0057】

$f_1 = 4.00 \text{ mm}$ 、 $F = 2.80$ 、 $2\omega = 60.1^\circ$ 、 $f_1 = 2.37 \text{ mm}$ 、 $f_2 = -1.85 \text{ mm}$ 、 $f_3 = 3.13 \text{ mm}$ 、 $f_{12} = 152.60 \text{ mm}$

面	曲率半径 r	距離 d	屈折率 n d	アッベ数 $\nu_d$	
1 (絞り)	0.000	0.1200			
2 (第1レンズ第1面)	-3.211	1.4696	1.49	57.8	
3 (第1レンズ第2面)	-0.988	0.2415			10
4 (第2レンズ第1面)	16.263	0.9660	1.58	30.0	
5 (第2レンズ第2面)	0.993	0.5000			
6 (第3レンズ第1面)	3.781	1.4600	1.49	57.8	
7 (第3レンズ第2面)	-2.282	0.0000			
8 (カバーガラス第1面)	0.000	1.9500	1.52		
9 (カバーガラス第2面)	0.000	1.3624			
10 (CCD面)					20

	k	a	b	
2	5.929735e+000	-2.859071e-002	1.046176e-002	
3	-2.360030e+000	-4.431520e-002	-2.603356e-002	
4	-1.538654e+001	-1.413687e-002	-8.950297e-003	
5	-3.993883e+000	-1.153873e-002	8.889962e-003	
6	0.000000e+000	-4.418279e-002	3.261525e-002	30
7	-5.831106e-001	9.874002e-003	-7.137743e-003	

	c	d	
2	-9.219272e-002	6.782276e-002	
3	1.730786e-002	-6.694795e-003	
4	4.501324e-003	-4.155513e-004	
5	-5.586444e-003	9.309323e-004	40
6	-9.287161e-003	9.445557e-004	
7	5.355318e-003	-6.681037e-004	

このような条件の下で、

$r_1 / r_2 = 3.250$  となり、前記(1)式を満足するものであった。

【0058】

また、 $r_4 / r_3 = 0.061$  となり、前記(2)式を満足するものであった。

【0059】

さらに、第1レンズ1の厚さ $D_1$ は1.4696mm、第2レンズ2の厚さ $D_2$ は0.9660mm、第3レンズ3の厚さ $D_3$ は1.4600mmであり、いずれも前記(3)式を満足するものであった。

【0060】

また、 $D_5 = 1.342$ となり、前記(4)式を満足するものであった。

【0061】

さらに、 $D_0 = 0.12$ となり、前記(5)式を満足するものであった。

【0062】

この第3実施例の撮像レンズにおける、球面収差、非点収差、歪曲収差を図7に示す。

【0063】

この結果によれば、球面収差、非点収差、歪曲収差のいずれもほぼ満足できる値となり、十分な光学特性を得ることができるとわかる。

<実施例4>

図8は本発明の第4実施例を示したもので、この第4実施例は前記図1に示す構成の撮像レンズである。この第4実施例の撮像レンズは、以下の条件に設定されている。

【0064】

$f_1 = 4.21 \text{ mm}$ 、 $F = 2.80$ 、 $2\omega = 60.0^\circ$ 、 $f_1 = 3.98 \text{ mm}$ 、 $f_2 = -4.93 \text{ mm}$ 、 $f_3 = 4.91 \text{ mm}$ 、 $f_{12} = 21.08 \text{ mm}$

面	曲率半径 r	距離 d	屈折率 n d	アッベ数 $\nu_d$	
1 (絞り)	0.000	0.1500			
2 (第1レンズ第1面)	-2.051	1.0000	1.49	57.8	
3 (第1レンズ第2面)	-1.165	0.0500			10
4 (第2レンズ第1面)	4.982	0.5500	1.62	24.0	
5 (第2レンズ第2面)	1.813	0.4000			
6 (第3レンズ第1面)	-2.652	1.1500	1.49	57.8	
7 (第3レンズ第2面)	-1.449	0.0000			
8 (カバーガラス第1面)	0.000	1.9500	1.52		
9 (カバーガラス第2面)	0.000	3.3515			
10 (CCD面)					20

	k	a	b	
2	4.589549e+000	1.103479e-001	-7.527224e-002	
3	-2.220726e+000	-1.264583e-001	4.640025e-002	
4	-3.138802e+001	-1.992003e-001	-4.300628e-003	
5	-5.158782e+000	-1.287441e-001	2.462945e-002	
6	-9.566350e-001	5.079559e-002	-3.786115e-002	30
7	-5.800868e-001	4.369435e-003	-1.439120e-002	

	c	d	
2	9.629993e-002	8.042673e-002	
3	-4.562130e-002	-1.143194e-003	
4	-1.111646e-002	-2.305504e-002	
5	-3.967208e-003	5.707421e-004	40
6	1.115883e-002	-1.416765e-003	
7	5.728262e-003	-1.183067e-003	

このような条件の下で、

$r_1 / r_2 = 1.761$ となり、前記(1)式を満足するものであった。

【0065】

また、 $r_4 / r_3 = 0.364$ となり、前記(2)式を満足するものであった。

【0066】

さらに、第1レンズ1の厚さ $D_1$ は1.0000mm、第2レンズ2の厚さ $D_2$ は0.5500mm、第3レンズ3の厚さ $D_3$ は1.1500mmであり、いずれも前記(3)式を満足するものであった。

【0067】

また、 $D_5 = 1.666$ となり、前記(4)式を満足するものであった。

【0068】

さらに、 $D_0 = 0.15$ となり、前記(5)式を満足するものであった。

【0069】

この第4実施例の撮像レンズにおける、球面収差、非点収差、歪曲収差を図9に示す。

【0070】

この結果によれば、球面収差、非点収差、歪曲収差のいずれもほぼ満足できる値となり、十分な光学特性を得ることができるとわかる。

<実施例5>

図10は本発明の第5実施例を示したもので、この第5実施例は前記図1に示す構成の撮像レンズである。この第5実施例の撮像レンズは、以下の条件に設定されている。

【0071】

$f_1 = 4.21 \text{ mm}$ 、 $F = 2.80$ 、 $2\omega = 58.7^\circ$ 、 $f_1 = 3.27 \text{ mm}$ 、 $f_2 = -3.55 \text{ mm}$ 、 $f_3 = 4.49 \text{ mm}$ 、 $f_{12} = 19.00 \text{ mm}$

面	曲率半径 r	距離 d	屈折率 n d	アッベ数 $\nu_d$	
1 (絞り)	0.000	0.1500			
2 (第1レンズ第1面)	-2.470	1.0000	1.49	57.8	
3 (第1レンズ第2面)	-1.108	0.0500			10
4 (第2レンズ第1面)	2.333	0.5500	1.62	24.0	
5 (第2レンズ第2面)	1.030	0.5700			
6 (第3レンズ第1面)	-5.923	1.1500	1.49	57.8	
7 (第3レンズ第2面)	-1.718	0.0000			
8 (カバーガラス第1面)	0.000	1.9500	1.52		
9 (カバーガラス第2面)	0.000	2.4991			
10 (CCD面)					20

	k	a	b	
2	5.929735e+000	5.751056e-002	-7.249047e-002	
3	-2.360030e+000	-4.969801e-002	-2.462469e-002	
4	-1.538654e+001	-5.238795e-002	-3.970703e-002	
5	-3.993883e+000	-6.020320e-002	1.161353e-004	
6	0.000000e+000	1.781465e-002	-8.658776e-003	30
7	-5.831106e-001	-3.554645e-003	-9.588639e-005	

	c	d	
2	9.709219e-002	0.000000e+000	
3	1.712321e-003	0.000000e+000	
4	1.667543e-002	0.000000e+000	
5	-2.332736e-004	0.000000e+000	40
6	-9.613677e-003	0.000000e+000	
7	-2.569281e-003	0.000000e+000	

このような条件の下で、

$r_1 / r_2 = 2.230$ となり、前記(1)式を満足するものであった。

【0072】

また、 $r_4 / r_3 = 0.441$ となり、前記(2)式を満足するものであった。

【0073】

さらに、第1レンズ1の厚さ $D_1$ は1.0000mm、第2レンズ2の厚さ $D_2$ は0.5500mm、第3レンズ3の厚さ $D_3$ は1.1500mmであり、いずれも前記(3)式を満足するものであった。

【0074】

また、 $D_5 = 1.881$ となり、前記(4)式を満足するものであった。

【0075】

さらに、 $D_0 = 0.15$ となり、前記(5)式を満足するものであった。

【0076】

この第5実施例の撮像レンズにおける、球面収差、非点収差、歪曲収差を図11に示す。

【0077】

この結果によれば、球面収差、非点収差、歪曲収差のいずれもほぼ満足できる値となり、十分な光学特性を得ることができることがわかる。

<実施例6>

図12は本発明の第6実施例を示したもので、この第6実施例は前記図1に示す構成の撮像レンズである。この第6実施例の撮像レンズは、以下の条件に設定されている。

【0078】

$f_1 = 4.60 \text{ mm}$ 、 $F = 2.80$ 、 $2\omega = 51.8^\circ$ 、 $f_1 = 3.00 \text{ mm}$ 、 $f_2 = -3.03 \text{ mm}$ 、 $f_3 = 4.80 \text{ mm}$ 、 $f_{12} = 13.24 \text{ mm}$

面	曲率半径 r	距離 d	屈折率 n d	アッベ数 $\nu_d$	
1 (絞り)	0.000	0.2300			
2 (第1レンズ第1面)	-2.852	1.0000	1.49	57.8	
3 (第1レンズ第2面)	-1.087	0.1000			10
4 (第2レンズ第1面)	2.953	0.8000	1.62	24.0	
5 (第2レンズ第2面)	1.029	0.6800			
6 (第3レンズ第1面)	166.826	1.4600	1.49	57.8	
7 (第3レンズ第2面)	-2.399	0.0000			
8 (カバーガラス第1面)	0.000	1.9500	1.52		
9 (カバーガラス第2面)	0.000	1.8332			
10 (CCD面)					20

	k	a	b	
2	5.929735e+000	-9.997860e-003	-2.925155e-002	
3	-2.360030e+000	-5.814863e-002	-1.550045e-002	
4	-1.538654e+001	-3.498282e-003	-6.414351e-003	
5	-3.993883e+000	-8.261720e-003	-2.446294e-003	
6	0.000000e+000	-1.754035e-002	8.255340e-003	30
7	-5.831106e-001	2.566225e-003	-2.035686e-003	

	c	d	
2	1.235172e-002	0.000000e+000	
3	-1.938904e-003	0.000000e+000	
4	3.725098e-003	0.000000e+000	
5	2.020822e-003	0.000000e+000	40
6	-7.942635e-005	0.000000e+000	
7	1.209266e-003	0.000000e+000	

このような条件の下で、

$r_1 / r_2 = 2.623$  となり、前記(1)式を満足するものであった。

【0079】

また、 $r_4 / r_3 = 0.348$  となり、前記(2)式を満足するものであった。

【0080】

さらに、第1レンズ1の厚さ $D_1$ は1.0000mm、第2レンズ2の厚さ $D_2$ は0.8000mm、第3レンズ3の厚さ $D_3$ は1.4600mmであり、いずれも前記(3)式を満足するものであった。

【0081】

また、 $D_5 = 2.274$ となり、前記(4)式を満足するものであった。

【0082】

さらに、 $D_0 = 0.23$ となり、前記(5)式を満足するものであった。

【0083】

この第6実施例の撮像レンズにおける、球面収差、非点収差、歪曲収差を図13に示す。

【0084】

この結果によれば、球面収差、非点収差、歪曲収差のいずれもほぼ満足できる値となり、十分な光学特性を得ることができるとわかる。

<実施例7>

図14は本発明の第7実施例を示したもので、この第7実施例は前記図1に示す構成の撮像レンズであり、本実施形態においては、第3レンズ3のみをガラスにより形成するようにしたものである。この第7実施例の撮像レンズは、以下の条件に設定されている。

【0085】

$f_1 = 4.21 \text{ mm}$ 、 $F = 2.80$ 、 $2\omega = 59.3^\circ$ 、 $f_1 = 3.22 \text{ mm}$ 、 $f_2 = -2.24 \text{ mm}$ 、 $f_3 = 3.13 \text{ mm}$ 、 $f_{12} = -8.04 \text{ mm}$

面	曲率半径 r	距離 d	屈折率 n d	アッベ数 $\nu_d$	
1 (絞り)	0.000	0.1500			
2 (第1レンズ第1面)	-2.979	1.0000	1.49	57.8	
3 (第1レンズ第2面)	-1.153	0.0500			10
4 (第2レンズ第1面)	65.072	0.6000	1.59	30.0	
5 (第2レンズ第2面)	1.283	0.3500			
6 (第3レンズ第1面)	-14.298	1.3500	1.59	61.3	
7 (第3レンズ第2面)	-1.690	0.0000			
8 (カバーガラス第1面)	0.000	1.9500	1.52	64.2	
9 (カバーガラス第2面)	0.000	3.5888			
10 (CCD面)					20

	k	a	b	
2	1.171866e+001	1.225985e-001	-1.447614e-001	
3	-3.436575e+000	-1.147218e-001	-2.605932e-002	
4	-2.584875e+005	-2.444967e-001	-1.057055e-001	
5	-5.990517e+000	-1.093009e-001	3.616028e-002	
6	-4.577535e+001	2.217574e-002	-2.041625e-002	30
7	-4.955774e-001	-2.062264e-003	2.475431e-003	

	c	d	
2	2.211246e-001	6.438260e-003	
3	1.055872e-002	-3.245510e-002	
4	1.572570e-001	-1.616840e-001	
5	-3.995775e-003	-2.963840e-003	40
6	1.420966e-002	-3.735690e-003	
7	-3.298729e-003	1.483400e-003	

このような条件の下で、

$r_1 / r_2 = 2.584$  となり、前記(1)式を満足するものであった。

【0086】

また、 $r_4 / r_3 = 0.020$  となり、前記(2)式を満足するものであった。

【0087】

さらに、第1レンズ1の厚さ $D_1$ は1.0000mm、第2レンズ2の厚さ $D_2$ は0.6000mm、第3レンズ3の厚さ $D_3$ は1.3500mmであり、いずれも前記(3)式を満足するものであった。

【0088】

また、 $D_5 = 1.407$ となり、前記(4)式を満足するものであった。

【0089】

さらに、 $D_0 = 0.15$ となり、前記(5)式を満足するものであった。

【0090】

この第7実施例の撮像レンズにおける、球面収差、非点収差、歪曲収差を図15に示す。

【0091】

この結果によれば、球面収差、非点収差、歪曲収差のいずれもほぼ満足できる値となり、十分な光学特性を得ることができることがわかる。

【0092】

なお、本発明は前記実施形態のものに限定されるものではなく、必要に応じて種々変更することが可能である。

【0093】

【発明の効果】

以上述べたように請求項1に記載の発明に係る撮像レンズは、第1レンズの像面側の第2面を凸面としており、第1レンズの物体側の第1面が第2面と異符号でないようにしているので、第1レンズの第1面は、凹面あるいは平面とされ、これにより、画角を大きく確保することができる。さらに、請求項1に記載の式を満足することにより、所望の光学性能を維持するとともに、広い画角を確保しながら、各収差を良好に補正することができ、容易に製造することができる等の効果を奏する。

【0094】

また、請求項2に記載の発明は、式を満足することにより、所望の光学性能を維持するとともに、広い画角を確保しながら、各収差を良好に補正することができ、容易に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る撮像レンズの実施の一形態を示す概略構成図

【図2】本発明の撮像レンズの第1実施例を示す概略構成図

【図3】図2の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す説明図

【図4】本発明の撮像レンズの第2実施例を示す概略構成図

【図5】図4の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す説明図

【図6】本発明の撮像レンズの第3実施例を示す概略構成図

【図7】図6の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す説明図

【図8】本発明の撮像レンズの第4実施例を示す概略構成図

【図9】図8の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す説明図

【図10】本発明の撮像レンズの第5実施例を示す概略構成図

【図11】図10の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す説明図

【図12】本発明の撮像レンズの第6実施例を示す概略構成図

【図13】図12の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す説明図

【図14】本発明の撮像レンズの第7実施例を示す概略構成図

【図15】図14の撮像レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差を示す説明図

【符号の説明】

- 1 第1レンズ
- 2 第2レンズ
- 3 第3レンズ
- 4 絞り
- 5 カバーガラス
- 6 CCD基板

10

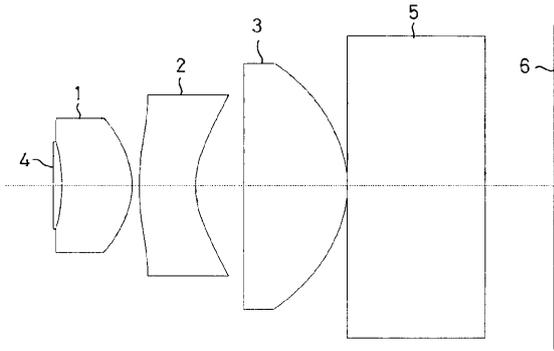
20

30

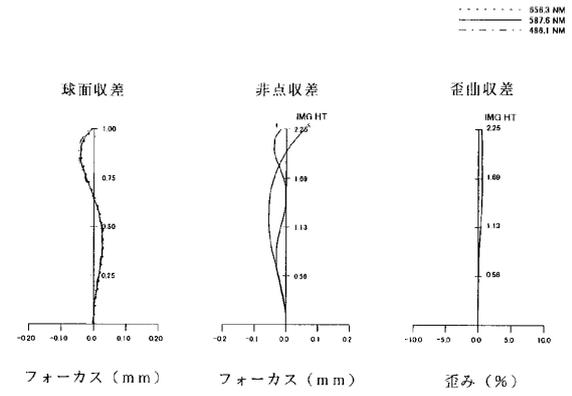
40

50

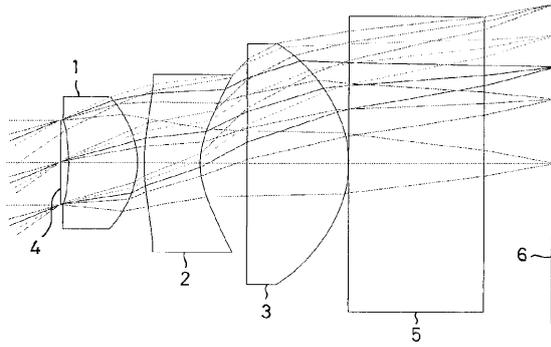
【図1】



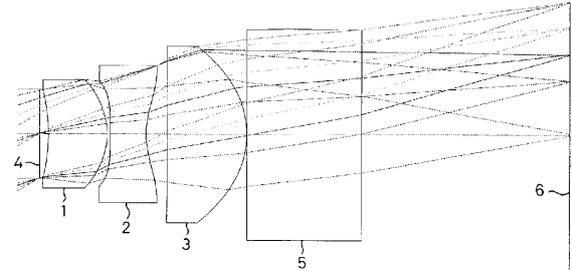
【図3】



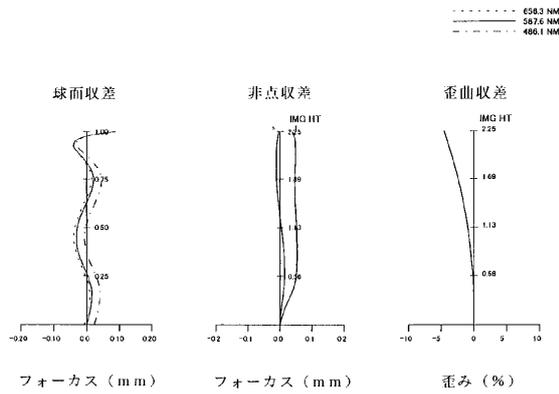
【図2】



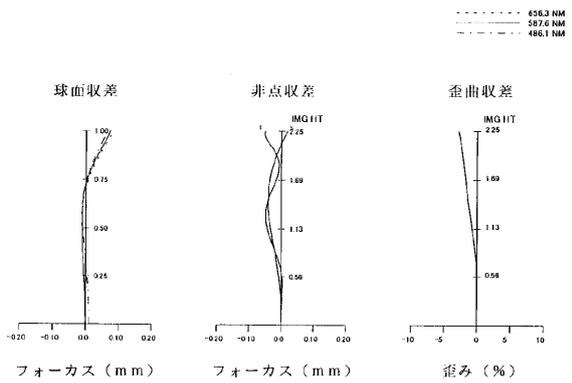
【図4】



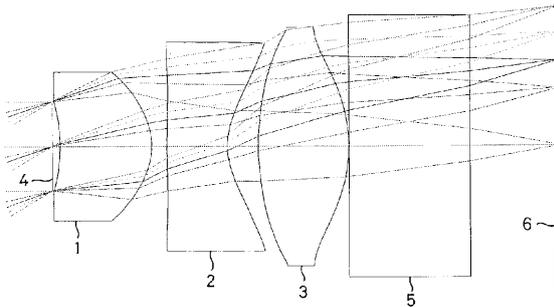
【図5】



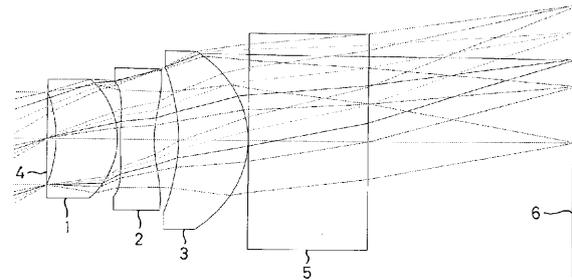
【図7】



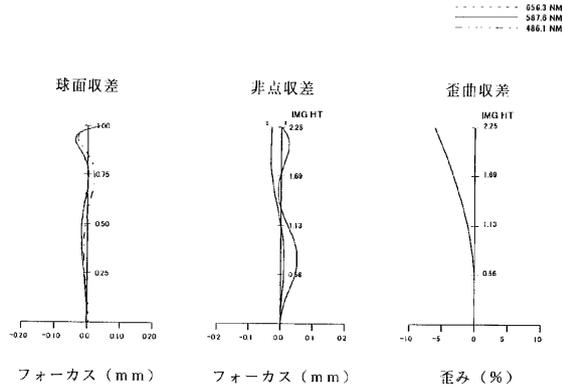
【図6】



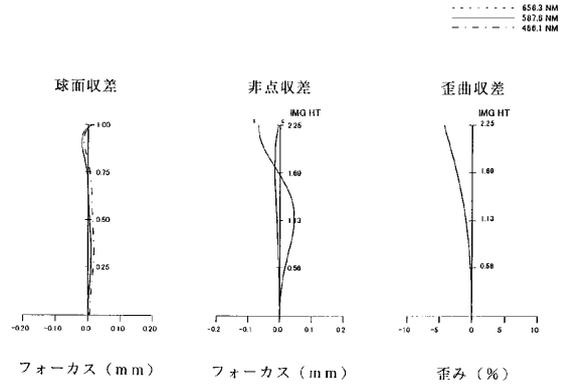
【図8】



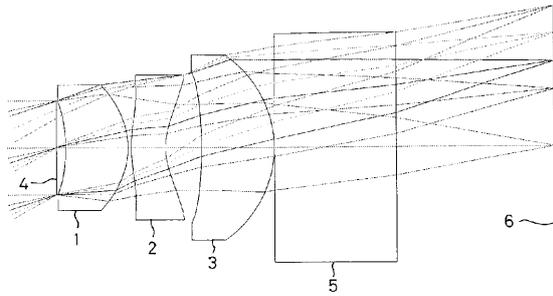
【 図 9 】



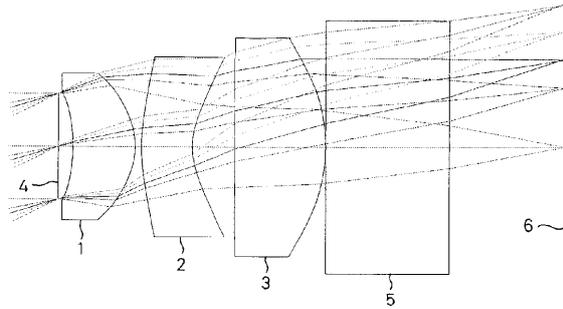
【 図 1 1 】



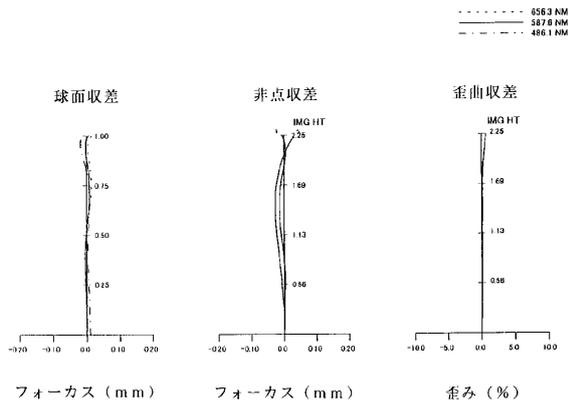
【 図 1 0 】



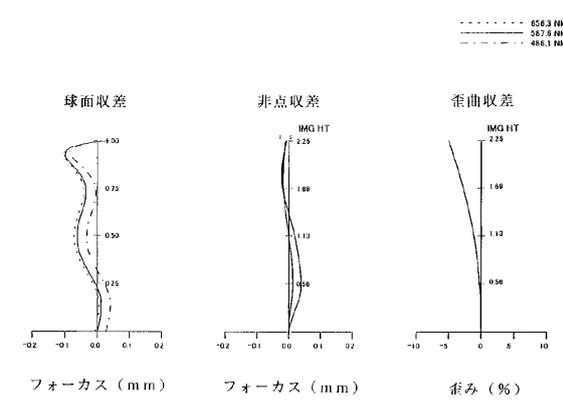
【 図 1 2 】



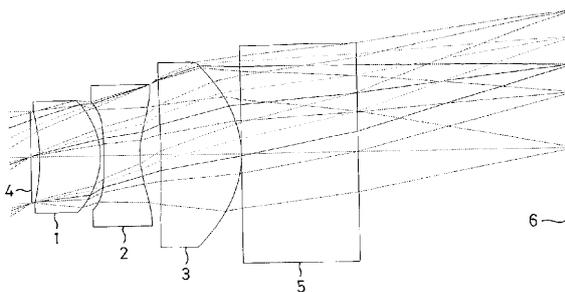
【 図 1 3 】



【 図 1 5 】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

審査官 吉野 公夫

(56)参考文献 特開平09 - 281388 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

G02B 13/00

G02B 9/00