

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5607264号
(P5607264)

(45) 発行日 平成26年10月15日 (2014. 10. 15)

(24) 登録日 平成26年9月5日 (2014. 9. 5)

(51) Int. Cl.	F 1
G O 2 B 13/04 (2006. 01)	G O 2 B 13/04 D
G O 2 B 13/18 (2006. 01)	G O 2 B 13/18

請求項の数 22 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2013-551237 (P2013-551237)	(73) 特許権者	306037311
(86) (22) 出願日	平成24年12月25日 (2012. 12. 25)		富士フイルム株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/008259		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(87) 国際公開番号	W02013/099213	(74) 代理人	100073184
(87) 国際公開日	平成25年7月4日 (2013. 7. 4)		弁理士 柳田 征史
審査請求日	平成26年5月27日 (2014. 5. 27)	(74) 代理人	100090468
(31) 優先権主張番号	特願2011-284631 (P2011-284631)		弁理士 佐久間 剛
(32) 優先日	平成23年12月27日 (2011. 12. 27)	(72) 発明者	河村 大樹
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324
早期審査対象出願			番地 富士フイルム株式会社内
		審査官	森内 正明
		(56) 参考文献	国際公開第2009/063766 (W O, A 1)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像レンズおよび撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、第1レンズ群、絞り、および第2レンズ群から構成され、

前記第1レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力を有し、物体側に凸面を向けたメニスカス形状を有する第1-1レンズ、および正の屈折力を有し、物体側レンズ面が物体側に凸形状である第1-2レンズから構成され、

前記第2レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有し、像側に凸面を向けたメニスカス形状を有する第2-1レンズ、負の屈折力を有し、物体側レンズ面が物体側に凹形状であるとともに、物体側レンズ面の曲率半径の絶対値が像側レンズ面の曲率半径の絶対値よりも小さい形状を有する第2-2レンズ、および正の屈折力を有し、物体側レンズ面が

下記条件式(5)を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$Nd_p > 1.75 \quad \dots (5)$$

ただし、

Nd_p ：前記第1-2レンズ、前記第2-1レンズおよび前記第2-3レンズのd線に対する屈折率の平均値

【請求項 2】

前記第2レンズ群を構成する3枚のレンズは、それぞれ空気間隔を隔てて配置されていることを特徴とする請求項1記載の撮像レンズ。

【請求項 3】

前記第 2 レンズ群を構成する 3 枚のレンズのうちのいずれか 1 枚が、少なくとも 1 面が非球面の非球面レンズであることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の撮像レンズ。

【請求項 4】

全系における前記非球面レンズ以外のレンズは、球面レンズであることを特徴とする請求項 3 記載の撮像レンズ。

【請求項 5】

下記条件式 (1) を満足することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

$$1. \quad 2 < f / |f_4| < 2.9 \quad \cdots \quad (1)$$

ただし、

f_4 ：前記第 2 - 2 レンズの焦点距離

f ：全系の焦点距離

【請求項 6】

下記条件式 (1-1) を満足することを特徴とする請求項 5 記載の撮像レンズ。

$$1. \quad 3 < f / |f_4| < 2.8 \quad \cdots \quad (1-1)$$

【請求項 7】

下記条件式 (2) を満足することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

$$0.5 < f / f_3 < 1.5 \quad \cdots \quad (2)$$

ただし、

f_3 ：前記第 2 - 1 レンズの焦点距離

f ：全系の焦点距離

【請求項 8】

下記条件式 (2-1) を満足することを特徴とする請求項 7 記載の撮像レンズ。

$$0.6 < f / f_3 < 1.4 \quad \cdots \quad (2-1)$$

【請求項 9】

下記条件式 (3) を満足することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

$$0.5 < f / f_5 < 1.5 \quad \cdots \quad (3)$$

ただし、

f_5 ：前記第 2 - 3 レンズの焦点距離

f ：全系の焦点距離

【請求項 10】

下記条件式 (3-1) を満足することを特徴とする請求項 9 記載の撮像レンズ。

$$0.6 < f / f_5 < 1.4 \quad \cdots \quad (3-1)$$

【請求項 11】

下記条件式 (4) を満足することを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

$$0.6 < f / f_{G1} < 1.5 \quad \cdots \quad (4)$$

ただし、

f_{G1} ：前記第 1 レンズ群の焦点距離

f ：全系の焦点距離

【請求項 12】

下記条件式 (4-1) を満足することを特徴とする請求項 11 記載の撮像レンズ。

$$0.7 < f / f_{G1} < 1.4 \quad \cdots \quad (4-1)$$

【請求項 13】

下記条件式 (5-1) を満足することを特徴とする請求項 1 から 12 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

$$Nd_p > 1.78 \quad \cdots \quad (5-1)$$

【請求項 14】

下記条件式(6)を満足することを特徴とする請求項1から13のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$0.3 < f_{123} / f < 0.9 \quad \dots \quad (6)$$

ただし、

f_{123} ：前記第1-1レンズ、前記第1-2レンズおよび前記第2-1レンズの合成焦点距離

f ：全系の焦点距離

【請求項15】

下記条件式(6-1)を満足することを特徴とする請求項14記載の撮像レンズ。

$$0.4 < f_{123} / f < 0.8 \quad \dots \quad (6-1)$$

10

【請求項16】

下記条件式(7)を満足することを特徴とする請求項1から15のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$8^\circ < |\alpha| < 20^\circ \quad \dots \quad (7)$$

ただし、

α ：無限遠物体合焦点時に最大像高に至る主光線が光軸となす角度

【請求項17】

下記条件式(7-1)を満足することを特徴とする請求項16記載の撮像レンズ。

$$9^\circ < |\alpha| < 19^\circ \quad \dots \quad (7-1)$$

【請求項18】

20

下記条件式(8)を満足することを特徴とする請求項1から17のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$0.35 < Y / f < 0.70 \quad \dots \quad (8)$$

ただし、

Y ：最大像高

f ：全系の焦点距離

【請求項19】

下記条件式(8-1)を満足することを特徴とする請求項18記載の撮像レンズ。

$$0.40 < Y / f < 0.65 \quad \dots \quad (8-1)$$

【請求項20】

30

下記条件式(9)を満足することを特徴とする請求項1から19のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$0.70 < ST / TL < 0.95 \quad \dots \quad (9)$$

ただし、

ST ：前記絞りから像面までの光軸上の距離

TL ：全系の最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離（バックフォーカス分は空気換算長）

【請求項21】

下記条件式(9-1)を満足することを特徴とする請求項20記載の撮像レンズ。

$$0.75 < ST / TL < 0.95 \quad \dots \quad (9-1)$$

40

【請求項22】

請求項1から21のいずれか1項記載の撮像レンズを備えた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】

本発明は撮像レンズ、特に電子カメラ等の撮像装置に好適な小型のレンズに関するものである。また本発明は、そのような撮像レンズを備えた撮像装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

50

近年、例えばA P Sフォーマットやフォーサーズフォーマット等に準拠する大型の撮像素子を搭載したデジタルカメラが市場に多く供給されている。最近では、デジタル一眼レフカメラに限らず、上記の大型の撮像素子を用いつつ、レフレックスファインダーを持たないレンズ交換式のデジタルカメラや、コンパクトカメラも提供されている。これらのカメラの利点は、高画質でありながら、システム全体が小型で携帯性に優れている点にある。そして、カメラの小型化に伴って、レンズ系の小型化かつ薄型化の要求が非常に高まっている。

【0003】

このような大型の撮像素子に対応しつつも、レンズ枚数が少なくかつ小型の撮像レンズとして、例えば、特許文献1～4に記載されたものが提案されている。特許文献1～4に記載された撮像レンズにおいては、共通して最も物体側に負レンズが配置されており、いわゆるレトロフォーカスタイプ、あるいはこれに準ずるようなパワー配置を有するレンズ構成となっている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-237542号公報

【特許文献2】特開2009-258157号公報

【特許文献3】特開2010-186011号公報

【特許文献4】特開2011-59288号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

カメラ、特に一眼レフカメラの交換レンズとして用いられる撮像レンズにおいては、レンズ系と撮像素子との間に各種光学素子を挿入するため、あるいはレフレックスファインダー用の光路長を確保するために、長いバックフォーカスが必要な場合がある。このような場合、レトロフォーカスタイプのパワー配置が適している。

【0006】

一方、上述したA P Sフォーマット等の大型の撮像素子を用いた撮像装置においても、レフレックスファインダーを持たないレンズ交換式のカメラ、あるいはレンズ一体型のコンパクトカメラ等、その構成によっては、一眼レフカメラ用の交換レンズほどの長いバックフォーカスを必要としない場合がある。

30

【0007】

ここで、特許文献1～4に記載の撮像レンズは、共通して、最も物体側に負レンズが配置され、絞りから像面側には、負レンズ、正レンズおよび正レンズが配置された構成となっている。このようなタイプの撮像レンズにおいては、長いバックフォーカスおよび光学性能の双方を確保するために、光学全長が必然的に長くなってしまふ。

【0008】

特許文献1～4に記載された撮像レンズを、上述したA P Sフォーマット等の大型の撮像素子を用いた撮像装置に対して適用した場合、高い光学性能を確保することができる。しかしながら、システム全体が小型で携帯性に優れた撮像装置に応じて、撮像レンズも小型化することが望まれている。

40

【0009】

本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、大型の撮像素子に対応できる光学性能を確保しつつ、撮像素子への入射角を抑え、さらには小型に形成可能な薄型かつ低コストの撮像レンズ、およびこの撮像レンズを適用し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】

【0010】

本発明の撮像レンズは、物体側から順に、第1レンズ群、絞り、および第2レンズ群から構成され、

50

前記第1レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力を有し、物体側に凸面を向けたメニスカス形状を有する第1-1レンズ、および正の屈折力を有し、物体側レンズ面が物体側に凸形状である第1-2レンズから構成され、

前記第2レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有し、像側に凸面を向けたメニスカス形状を有する第2-1レンズ、負の屈折力を有し、物体側レンズ面が物体側に凹形状であるとともに、物体側レンズ面の曲率半径の絶対値が像側レンズ面の曲率半径の絶対値よりも小さい形状を有する第2-2レンズ、および正の屈折力を有し、物体側レンズ面が物体側に凸形状である第2-3レンズから構成されることを特徴とするものである。

【0011】

なお、本発明の撮像レンズは、第1レンズ群と第2レンズ群とからなるものであるが、2つのレンズ群以外に、実質的にパワーを持たないレンズ、絞りやカバーガラス等のレンズ以外の光学要素、レンズフランジ、レンズバレル、撮像素子、手ぶれ補正機構等の機構部分等を持つものも含むものであってもよい。

【0012】

また、本発明においては、凸面、凹面、平面、両凹、メニスカス、両凸、平凸および平凹等といったレンズの面形状、正および負といったレンズの屈折力の符号は、非球面が含まれているものについては特に断りのない限り近軸領域で考えるものとする。また、本発明においては、曲率半径の符号は、面形状が物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負とすることにする。

【0013】

なお、本発明の撮像レンズにおいては、前記第2レンズ群を構成する3枚のレンズは、それぞれ空気間隔を隔てて配置されていることが好ましい。

【0014】

また、本発明による撮像レンズにおいては、前記第2レンズ群を構成する3枚のレンズのうちのいずれか1枚が、少なくとも1面が非球面の非球面レンズであることが好ましい。特に、第2レンズ群を構成する3枚のレンズのうち、第2-1レンズが非球面レンズであることが好ましい。

【0015】

この場合、全系における前記非球面レンズ以外のレンズは、球面レンズであることが好ましい。

【0016】

また、本発明による撮像レンズにおいては、下記条件式(1)を満足することが好ましい。

【0017】

$$1. \quad 2 < f / |f_4| < 2.9 \quad \cdots \quad (1)$$

ただし、

f_4 ：前記第2-2レンズの焦点距離

f ：全系の焦点距離

この場合、下記条件式(1-1)を満足することがより好ましい。

【0018】

$$1. \quad 3 < f / |f_4| < 2.8 \quad \cdots \quad (1-1)$$

また、本発明による撮像レンズにおいては、下記条件式(2)を満足することが好ましい。

【0019】

$$0.5 < f / f_3 < 1.5 \quad \cdots \quad (2)$$

ただし、

f_3 ：前記第2-1レンズの焦点距離

f ：全系の焦点距離

この場合、下記条件式(2-1)を満足することがより好ましい。

【0020】

$$0.6 < f / f_3 < 1.4 \quad \cdots \quad (2-1)$$

また、本発明による撮像レンズにおいては、下記条件式(3)を満足することが好ましい。

【0021】

$$0.5 < f / f_5 < 1.5 \quad \cdots \quad (3)$$

ただし、

f_5 ：前記第2－3レンズの焦点距離

f ：全系の焦点距離

この場合、下記条件式(3－1)を満足することがより好ましい。

【0022】

$$0.6 < f / f_5 < 1.4 \quad \cdots \quad (3-1)$$

また、本発明による撮像レンズにおいては、下記条件式(4)を満足することが好ましい。

【0023】

$$0.6 < f / f_{G1} < 1.5 \quad \cdots \quad (4)$$

ただし、

f_{G1} ：前記第1レンズ群の焦点距離

f ：全系の焦点距離

この場合、下記条件式(4－1)を満足することがより好ましい。

【0024】

$$0.7 < f / f_{G1} < 1.4 \quad \cdots \quad (4-1)$$

また、本発明による撮像レンズにおいては、下記条件式(5)を満足することが好ましい。

【0025】

$$Nd_p > 1.75 \quad \cdots \quad (5)$$

ただし、

Nd_p ：前記第1－2レンズ、前記第2－1レンズおよび前記第2－3レンズのd線に対する屈折率の平均値

この場合、下記条件式(5－1)を満足することがより好ましい。

【0026】

$$Nd_p > 1.78 \quad \cdots \quad (5-1)$$

また、本発明による撮像レンズにおいては、下記条件式(6)を満足することが好ましい。

【0027】

$$0.3 < f_{123} / f < 0.9 \quad \cdots \quad (6)$$

ただし、

f_{123} ：前記第1－1レンズ、前記第1－2レンズおよび前記第2－1レンズの合成焦点距離

f ：全系の焦点距離

この場合、下記条件式(6－1)を満足することがより好ましい。

【0028】

$$0.4 < f_{123} / f < 0.8 \quad \cdots \quad (6-1)$$

また、本発明による撮像レンズにおいては、下記条件式(7)を満足することが好ましい。

【0029】

$$8^\circ < |\alpha| < 20^\circ \quad \cdots \quad (7)$$

ただし、

α ：無限遠物体合焦点時に最大像高に至る主光線が光軸となす角度

この場合、下記条件式(7－1)を満足することがより好ましい。

【0030】

10

20

30

40

50

$$9^{\circ} < |\alpha| < 19^{\circ} \cdots (7-1)$$

また、本発明による撮像レンズにおいては、下記条件式(8)を満足することが好ましい。

【0031】

$$0.35 < Y/f < 0.70 \cdots (8)$$

ただし、

Y：最大像高、

f：全系の焦点距離

この場合、下記条件式(8-1)を満足することがより好ましい。

【0032】

$$0.40 < Y/f < 0.65 \cdots (8-1)$$

また、本発明による撮像レンズにおいては、下記条件式(9)を満足することが好ましい。

【0033】

$$0.70 < ST/TL < 0.95 \cdots (9)$$

ただし、

ST：前記絞りから像面までの光軸上の距離

TL：全系の最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離（バックフォーカス分は空気換算長）

この場合、下記条件式(9-1)を満足することがより好ましい。

【0034】

$$0.75 < ST/TL < 0.95 \cdots (9-1)$$

本発明による撮像装置は、上述した本発明による撮像レンズを備えたことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0035】

本発明の撮像レンズは、第1レンズ群を、負の屈折力を有し、物体側に凸面を向けたメニスカス形状を有する第1-1レンズ、および正の屈折力を有し、物体側レンズ面が物体側に凸形状である第1-2レンズから構成することにより、第1レンズ群で発生する球面収差、像面湾曲、および色収差等の諸収差をバランスよく補正することができる。

【0036】

また、第2レンズ群を3枚のレンズで構成することにより、薄型化、軽量化および低コスト化を実現することができる。

【0037】

また、第2レンズ群を構成する第2-1レンズを、正の屈折力を有し、像側に凸面を向けたメニスカス形状を有するものとすることにより、必要なバックフォーカスを確保しつつ、全長を小型化したときに、球面収差を良好に補正することができる。

【0038】

また、第2レンズ群を構成する第2-2レンズを、負の屈折力を有し、物体側レンズ面が物体側に凹形状であるとともに、物体側レンズ面の曲率半径の絶対値が像側レンズ面の曲率半径の絶対値よりも小さい形状を有するものとすることにより、コマ収差および歪曲収差を抑えることができる。

【0039】

また、第2レンズ群を構成する第2-3レンズを、正の屈折力を有し、物体側レンズ面が物体側に凸形状であるものとすることにより、バックフォーカスを大きくし過ぎることなく、周辺光線の射出角度を抑えることができる。

【0040】

本発明による撮像装置は、本発明の撮像レンズを備えているため、小型で安価に構成でき、諸収差が補正された解像度の高い良好な像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【0041】

【図1】本発明の実施例1に係る撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図2】本発明の実施例2に係る撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図3】本発明の実施例3に係る撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図4】本発明の実施例4に係る撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図5】本発明の実施例5に係る撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図6】本発明の実施例6に係る撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図7】本発明の実施例7に係る撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図8】図1に示す実施例1の撮像レンズにおける、無限遠物体合焦点時に最大像高に至る光束を示す図

10

【図9】(A)～(D)は本発明の実施例1に係る撮像レンズの各収差図

【図10】(A)～(D)は本発明の実施例2に係る撮像レンズの各収差図

【図11】(A)～(D)は本発明の実施例3に係る撮像レンズの各収差図

【図12】(A)～(D)は本発明の実施例4に係る撮像レンズの各収差図

【図13】(A)～(D)は本発明の実施例5に係る撮像レンズの各収差図

【図14】(A)～(D)は本発明の実施例6に係る撮像レンズの各収差図

【図15】(A)～(D)は本発明の実施例7に係る撮像レンズの各収差図

【図16】本発明の一実施形態に係る撮像装置の概略構成図

【図17A】本発明の別の実施形態に係る撮像装置の概略構成図

【図17B】本発明の別の実施形態に係る撮像装置の概略構成図

20

【発明を実施するための形態】

【0042】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明の実施形態に係る撮像レンズの構成例を示す断面図であり、後述する実施例1の撮像レンズに対応している。また図2～図7は、本発明の実施形態に係る別の構成例を示す断面図であり、それぞれ後述する実施例2～7の撮像レンズに対応している。図1～図7に示す例の基本的な構成は互いに略同様であり、図示方法も同様であるので、ここでは主に図1を参照しながら、本発明の実施形態に係る撮像レンズについて説明する。

【0043】

図1では左側を物体側、右側を像側として、無限遠合焦状態での光学系配置を示している。これは、後述する図2～図7においても同様である。

30

【0044】

本実施形態の撮像レンズは、レンズ群として物体側から順に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2とから構成されている。なお、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間には、開口絞りStが配置されている。

【0045】

第1レンズ群G1は、物体側から順に、第1-1レンズおよび第1-1レンズに接合された第1-2レンズから構成されている。本実施形態では、第1レンズ群G1は、負の屈折力を有し、物体側に凸面を向けたメニスカス形状を有する第1-1レンズL11、および第1-1レンズL11に接合された、正の屈折力を有し、物体側レンズ面が物体側に凸形状である第1-2レンズL12から構成されている。

40

【0046】

なお、後述する実施例2～7においても、第1レンズ群G1は同様の構成とされる。

【0047】

第2レンズ群G2は、物体側から順に、第2-1レンズ、第2-2レンズおよび第2-3レンズの3枚のレンズから構成されている。本実施形態においては、第2レンズ群G2は、物体側から順に、正の屈折力を有し、像側に凸面を向けたメニスカス形状を有する、物体側および像側の面が非球面とされた第2-1レンズL21、負の屈折力を有し、物体側レンズ面が物体側に凹形状であるとともに、物体側レンズ面の曲率半径の絶対値が像側レンズ面の曲率半径の絶対値よりも小さい形状を有する第2-2レンズL22、および正

50

の屈折力を有し、物体側レンズ面が物体側に凸形状である第2-3レンズL23から構成されている。また、第2-1レンズL21、第2-2レンズL22および第2-3レンズL23は、空気間隔を隔てて配置されている。

【0048】

なお、後述する実施例2～7においても、第2レンズ群G2は同様の構成とされる。また、実施例2、4、5、6、7においても、第2-1レンズL21の物体側および像側の面が非球面とされている。実施例3においては、第2-1レンズL21の物体側の面が非球面とされている。

【0049】

また、図1に示す開口絞りStは必ずしも大きさや形状を表すものではなく、光軸Z上の位置を示すものである。またここに示すSimは結像面であり、後述するようにこの位置に、例えばCCD (Charge Coupled Device) やCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等からなる撮像素子が配置される。

【0050】

また、図1には、第2レンズ群G2と結像面Simとの間に、平行平板状の光学部材PPが配置された例を示している。撮像レンズを撮像装置に適用する際には、レンズを装着する撮像装置側の構成に応じて、光学系と結像面Simの間にカバーガラス、赤外線カットフィルタやローパスフィルタ等の各種フィルタ等を配置することが多い。上記光学部材PPは、それらを想定したものである。

【0051】

なお、本実施形態の撮像レンズにおいて、フォーカシングは、光学系全体を光軸Zに沿って移動させることにより行われる。

【0052】

本実施形態の撮像レンズは、第1レンズ群G1を、負の屈折力を有し、物体側に凸面を向けたメニスカス形状を有する第1-1レンズL11、および正の屈折力を有し、物体側レンズ面が物体側に凸形状である第1-2レンズL12から構成しているため、第1レンズ群G1で発生する球面収差、像面湾曲および色収差等の諸収差をバランスよく補正することができる。また、接合レンズを最適に配置することにより、良好な色消しを実現することができる。

【0053】

また、第2レンズ群G2を3枚のレンズL21、L22、L23から構成しているため、薄型化、軽量化および低コスト化を実現することができる。

【0054】

また、第2-1レンズL21を、正の屈折力を有し、像側に凸面を向けたメニスカス形状を有するものとしているため、必要なバックフォーカスを確保しつつ、全長を小型化したときに、球面収差を良好に補正することができる。

【0055】

また、第2-2レンズL22を、負の屈折力を有し、物体側レンズ面が物体側に対して凹形状であるとともに、物体側レンズ面の曲率半径の絶対値が像側レンズ面の曲率半径の絶対値よりも小さい形状を有するものとしているため、コマ収差および歪曲収差を抑えることができる。

【0056】

また、第2-3レンズL23を、正の屈折力を有し、物体側レンズ面が物体側に凸形状であるものとしているため、バックフォーカスを大きくし過ぎることなく、周辺光線の射出角度を抑えることができる。

【0057】

また、本実施形態の撮像レンズにおいては、第2レンズ群G2を構成する3枚のレンズL21、L22、L23は、空気間隔を隔てて配置された構成となっている。このため、レンズの設計自由度が上がり、収差補正に有利であるとともに、両面に非球面を自由に設定することができるという利点がある。

10

20

30

40

50

【0058】

また、本実施形態の撮像レンズにおいては、第2レンズ群G2を構成する3枚のレンズL21、L22、L23のうちのいずれか1枚が、少なくとも1面が非球面の非球面レンズとなっている。より好ましくは、第2-1レンズL21が非球面レンズとなっている。このように、第2レンズ群G2中に非球面レンズを設けることにより、軸上および軸外の収差のバランスを良好に保つことができ、像面湾曲を良好に補正することができる。

【0059】

なお、より像面側に配置されるレンズに非球面を設けた方が、レンズ面を通過するそれぞれの像高に向かう光線同士が分離されているため、非球面の効果を利用し易い。しかしながら、本実施形態の撮像レンズと同タイプの撮像レンズでは、像面側に向かうにつれてレンズ径が急に大きくなるため、コストが高くなってしまうという問題がある。特に本実施形態の撮像レンズは、大型の撮像素子を想定したものであり、最終レンズの外径が非常に大きくなってしまう。本実施形態の撮像レンズは薄型化を優先しており、広画角や大口径等、収差補正が特別に難しい状態でなければ、絞りStに近い位置であっても、ある程度の収差補正能力を有しつつ、低コスト化も実現できる。このため、最終レンズである第2-3レンズL23よりも手前のレンズ、特に第2-1レンズL21に非球面を設ける方が好ましい。

【0060】

また、本実施形態の撮像レンズにおいては、第2レンズ群G2を構成する3枚のレンズL21、L22、L23のうちのいずれか1枚のみを非球面レンズとし、他のレンズを球面レンズとすることにより、低コスト化を図ることができる。

【0061】

また、本実施形態の撮像レンズは、上記構成を有するとともに、下記条件式(1)を満足している。

【0062】

$$1. \quad 2 < f / |f_4| < 2.9 \quad \cdots \quad (1)$$

ただし、

f_4 ：第2-2レンズL22の焦点距離

f ：全系の焦点距離

また、条件式(1)が規定する範囲内で、特に下記条件式(1-1)を満足している。

【0063】

$$1. \quad 3 < f / |f_4| < 2.8 \quad \cdots \quad (1-1)$$

ここで、条件式(1)が規定する条件、つまり文字式の部分の具体的な値については、表15において実施例毎にまとめて記載してある。これは後述する条件式(2)～(9)に関しても同様である。

【0064】

以上のように条件式(1)を満足することにより、本実施形態の撮像レンズは以下の効果を奏する。すなわち、条件式(1)は、全系の焦点距離と第2-2レンズL22の焦点距離の関係を規定しており、上限値を上回ると、非点収差および倍率色収差の補正が困難となり、好ましくない。逆に、下限値を下回ると、像面湾曲の補正が困難となり、好ましくない。

【0065】

そして本実施形態の撮像レンズにおいては、条件式(1)が規定する範囲内で特に条件式(1-1)も満足することで、上述の効果がより顕著なものとなる。

【0066】

また、本実施形態の撮像レンズは、下記条件式(2)を満足しており、さらには、条件式(2)が規定する範囲内で特に下記条件式(2-1)を満足している。

【0067】

$$0.5 < f / f_3 < 1.5 \quad \cdots \quad (2)$$

$$0.6 < f / f_3 < 1.4 \quad \cdots \quad (2-1)$$

ただし、

f_3 ：第2－1レンズL21の焦点距離

f ：全系の焦点距離

条件式(2)は、全系の焦点距離と第2－1レンズL21の焦点距離との関係を規定しており、上限値を上回ると、諸収差、特に像面湾曲および歪曲収差の補正が困難となり、好ましくない。逆に、下限値を下回ると、収差補正上は有利になるが、バックフォーカスが長くなり、小型化することが困難となるため、好ましくない。

【0068】

そして本実施形態の撮像レンズにおいては、条件式(2)が規定する範囲内で特に条件式(2－1)も満足することで、上述の効果がより顕著なものとなる。

10

【0069】

また、本実施形態の撮像レンズは、下記条件式(3)を満足しており、さらには、条件式(3)が規定する範囲内で特に下記条件式(3－1)を満足している。

【0070】

$$0.5 < f / f_5 < 1.5 \quad \cdots \quad (3)$$

$$0.6 < f / f_5 < 1.4 \quad \cdots \quad (3-1)$$

ただし、

f_5 ：第2－3レンズの焦点距離

f ：全系の焦点距離

条件式(3)は、全系の焦点距離と第2－3レンズL23の焦点距離との関係を規定しており、上限値を上回ると、像面湾曲および歪曲収差の補正が困難となり、好ましくない。逆に、下限値を下回ると、コマ収差の補正が困難となり、さらには、射出瞳を像面から十分に離すことができなくなるため、好ましくない。

20

【0071】

そして本実施形態の撮像レンズにおいては、条件式(3)が規定する範囲内で特に条件式(3－1)も満足することで、上述の効果がより顕著なものとなる。

【0072】

また、本実施形態の撮像レンズは、下記条件式(4)を満足しており、さらには、条件式(4)が規定する範囲内で特に下記条件式(4－1)を満足している。

【0073】

$$0.6 < f / f_{G1} < 1.5 \quad \cdots \quad (4)$$

$$0.7 < f / f_{G1} < 1.4 \quad \cdots \quad (4-1)$$

ただし、

f_{G1} ：第1レンズ群G1の焦点距離

f ：全系の焦点距離

条件式(4)は、全系の焦点距離と第1レンズ群G1の焦点距離との関係を規定しており、上限値を上回ると、第1レンズ群G1で発生する球面収差および歪曲収差の補正が困難となり、好ましくない。逆に、下限値を下回ると、第1レンズ群G1の焦点距離が長くなって光学全長が大きくなり、これを防ぐために、第2レンズ群G2の正の屈折力を強くすると、球面収差やコマ収差をバランスよく補正することが困難となり、好ましくない。

40

【0074】

そして本実施形態の撮像レンズにおいては、条件式(4)が規定する範囲内で特に条件式(4－1)も満足することで、上述の効果がより顕著なものとなる。

【0075】

また、本実施形態の撮像レンズは、下記条件式(5)を満足しており、さらには、条件式(5)が規定する範囲内で特に下記条件式(5－1)を満足している。

【0076】

$$Nd_p > 1.75 \quad \cdots \quad (5)$$

$$Nd_p > 1.78 \quad \cdots \quad (5-1)$$

ただし、

50

N d p：第1－2レンズL 1 2、第2－1レンズL 2 1および第2－3レンズL 2 3のd線に対する屈折率の平均値

条件式(5)は、第1－2レンズL 1 2、第2－1レンズL 2 1および第2－3レンズL 2 3のd線に対する屈折率の平均値を規定しており、条件式(5)の下限値を下回ると、ペッツバル和のコントロールが難しくなり、像面湾曲を良好に補正するためには、光学全長を大きくする必要があり、小型化が困難となるため、好ましくない。

【0077】

そして本実施形態の撮像レンズにおいては、条件式(5)が規定する範囲内で特に条件式(5－1)も満足することで、上述の効果がより顕著なものとなる。

【0078】

また、本実施形態の撮像レンズは、下記条件式(6)を満足しており、さらには、条件式(6)が規定する範囲内で特に下記条件式(6－1)を満足している。

【0079】

$$0.3 < f_{123} / f < 0.9 \quad \dots \quad (6)$$

$$0.4 < f_{123} / f < 0.8 \quad \dots \quad (6-1)$$

ただし、

f_{123} ：第1－1レンズL 1 1、第1－2レンズL 1 2および第2－1レンズL 2 1の合成焦点距離

f ：全系の焦点距離

条件式(6)は、第1－1レンズL 1 1、第1－2レンズL 1 2および第2－1レンズL 2 1の合成焦点距離を規定しており、上限値を上回ると、レンズ全長が大きくなり、好ましくない。逆に、下限値を下回ると、波長毎の球面収差の補正が困難となる。また、ペッツバル和のコントロールが困難となり、像面湾曲および非点収差を同時にバランスよく補正することが困難となるため、好ましくない。

【0080】

そして本実施形態の撮像レンズにおいては、条件式(6)が規定する範囲内で特に条件式(6－1)も満足することで、上述の効果がより顕著なものとなる。

【0081】

また、本実施形態の撮像レンズは、下記条件式(7)を満足しており、さらには、条件式(7)が規定する範囲内で特に下記条件式(7－1)を満足している。

【0082】

$$8^\circ < |\alpha| < 20^\circ \quad \dots \quad (7)$$

$$9^\circ < |\alpha| < 19^\circ \quad \dots \quad (7-1)$$

ただし、

α ：無限遠物体合焦点時に最大像高に至る主光線の光軸となす角度

条件式(7)は、無限遠物体合焦点時に最大像高に至る主光線の光軸となす角度の範囲を規定している。図8に、図1に示す実施例1の撮像レンズにおける、無限遠物体合焦点時に最大像高に至る光束を示す。図8には、最大像高に至る光束2、および光束2において、開口絞りS tの中心を通る光線である主光線4を示している。また、結像面S i mから右側に、主光線4と結像面S i mとの交点を通り光軸Zと平行な仮想線と、主光線4から延びる仮想線とがなす角度は、最大像高に至る主光線が光軸となす角度と同一であることから、これら2つの仮想線がなす角度を条件式(7)に示す角度 α として示している。

【0083】

そして、条件式(7)の上限値を上回ると、撮像素子に光が取り込まれにくくなり、好ましくない。逆に、下限値を下回ると、光学性能を確保しようとするれば、バックフォーカスを長くするか、開口絞りS tより像側に配置されたレンズのパワーを弱くして、各レンズを通過する光線の角度の変化を緩やかにするため、各レンズの径が大きくなり、その結果、レンズ系が大型化してしまうため、好ましくない。

【0084】

そして本実施形態の撮像レンズにおいては、条件式(7)が規定する範囲内で特に条件

10

20

30

40

50

式（７－１）も満足することで、上述の効果がより顕著なものとなる。

【００８５】

また、本実施形態の撮像レンズは、下記条件式（８）を満足しており、さらには、条件式（８）が規定する範囲内で特に下記条件式（８－１）を満足している。

【００８６】

$$0.35 < Y/f < 0.70 \quad \cdots (8)$$

$$0.40 < Y/f < 0.65 \quad \cdots (8-1)$$

ただし、

Y：最大像高、

f：全系の焦点距離

10

なお、最大像高Yは、レンズの設計仕様、および搭載される装置の仕様等によって決めることができる。

【００８７】

条件式（８）は、最大像高と全系の焦点距離との関係を規定しており、上限値を上回ると、焦点距離が短くなるため、像面湾曲および倍率色収差の補正が困難となり、好ましくない。逆に、下限値を下回ると、焦点距離が長くなり、薄型化することが困難となるため、好ましくない。

【００８８】

そして本実施形態の撮像レンズにおいては、条件式（８）が規定する範囲内で特に条件式（８－１）も満足することで、上述の効果がより顕著なものとなる。

20

【００８９】

また、本実施形態の撮像レンズは、下記条件式（９）を満足しており、さらには、条件式（９）が規定する範囲内で特に下記条件式（９－１）を満足している。

【００９０】

$$0.70 < ST/TL < 0.95 \quad \cdots (9)$$

$$0.75 < ST/TL < 0.95 \quad \cdots (9-1)$$

ただし、

ST：絞りから像面までの光軸上の距離

TL：全系の最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離（バックフォーカス分は空気換算長）

30

条件式（９）は、光学全長と、絞り位置から結像面までの距離との比を規定しており、上限値を上回ると、絞りよりも物体側に配置されたレンズのスペースが小さくなるため、レンズ枚数を減らす必要があったり、レンズの曲率を無理に小さくする必要が生じたりするため、諸収差の補正が困難となり、好ましくない。逆に、下限値を下回ると、絞り位置が撮像素子に近づくため、撮像素子への光線の入射光が大きくなり、好ましくない。

【００９１】

そして本実施形態の撮像レンズにおいては、条件式（９）が規定する範囲内で特に条件式（９－１）も満足することで、上述の効果がより顕著なものとなる。

【００９２】

次に、本発明の撮像レンズの実施例について、特に数値実施例を主に詳しく説明する。

40

【００９３】

<実施例１>

実施例１の撮像レンズのレンズ群の配置を図１に示す。なお、図１の構成におけるレンズ群および各レンズの詳細な説明は上述した通りであるので、以下では特に必要のない限り重複した説明は省略する。

【００９４】

表１に、実施例１の撮像レンズの基本レンズデータを示す。ここでは、光学部材PPも含めて示している。表１において、Siの欄には最も物体側にある構成要素の物体側の面を１番目として像側に向かうに従い順次増加するように構成要素に面番号を付したときのi番目（i＝１、２、３、…）の面番号を示す。Riの欄にはi番目の面の曲率半径を示

50

し、 D_i の欄には*i*番目の面と*i*+1番目の面との光軸Z上の面間隔を示している。また、 N_{dj} の欄には最も物体側の構成要素を1番目として像側に向かうに従い順次増加する*j*番目($j=1, 2, 3, \dots$)の構成要素の*d*線(波長587.6nm)に対する屈折率を示し、 ν_{dj} の欄には*j*番目の構成要素の*d*線に対するアッペ数を示している。また、この基本レンズデータには、開口絞りStも含めて示しており、開口絞りStに相当する面の曲率半径の欄には、 ∞ (絞り)と記載している。

【0095】

表1の曲率半径Rおよび面間隔Dの値の単位はmmである。また表1中では、所定の桁でまるめた数値を記載している。そして曲率半径の符号は、面形状が物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負としている。

【0096】

また表1のレンズデータでは、非球面の面番号に*印を付しており、非球面の曲率半径として近軸の曲率半径の数値を示している。そして表1の下には、レンズ系全体の焦点距離*f*、およびFNo.を併せて示してある。

【0097】

以上述べた表1の記載の仕方は、後述する表3, 5, 7, 9, 11, 13においても同様である。

【0098】

また表2に、実施例1の撮像レンズの非球面データを示す。ここでは、非球面の面番号と、その非球面に関する非球面係数を示す。ここで非球面係数の数値の「 $E-n$ 」(n :整数)は、「 $\times 10^{-n}$ 」を意味する。なお非球面係数は、下記非球面式における各係数KA、Am($m=3, 4, 5, \dots, 10$)の値である。

【0099】

$$Z_d = C \cdot h^2 / \{1 + (1 - KA \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \sum Am \cdot h^m$$

ただし、

Z_d : 非球面深さ(高さ*h*の非球面上の点から、非球面頂点が接する光軸に垂直な平面に下ろした垂線の長さ)

h: 高さ(光軸からのレンズ面までの距離)

C: 近軸曲率半径の逆数

KA、Am: 非球面係数($m=3, 4, 5, \dots, 10$)

以上述べた表2の記載の仕方は、後述する表4, 6, 8, 10, 12, 14においても同様である。

【0100】

以下に記載する表では全て、上述したように長さの単位としてmmを用い、角度の単位として度(°)を用いているが、光学系は比例拡大または比例縮小して使用することが可能であるため、他の適当な単位を用いることもできる。

【表1】

実施例1. 基本レンズデータ

S_i (面番号)	R_i (曲率半径)	D_i (面間隔)	N_{dj} (屈折率)	ν_{dj} (アッペ数)
1	25.3462	0.76	1.761821	26.52
2	8.7504	2.10	1.882997	40.76
3	87.4617	1.66		
4	∞ (絞り)	4.00		
*5	-6.9610	3.30	1.677900	54.89
*6	-5.7754	5.40		
7	-8.1729	0.85	1.805181	25.42
8	-28.4698	1.00		
9	47.8788	4.00	1.882997	40.76
10	-46.2419	1.66		
11	∞	2.80	1.550000	55.00
12	∞			

*非球面

$f=25.471$ FNo.=3.50

10

20

30

40

【表 2】

実施例1. 非球面データ

非球面係数・S5	
KA	1.00000000
A3	9.25875659E-03
A4	-1.14467380E-02
A5	5.17948801E-03
A6	-5.54598496E-04
A7	-4.42790802E-04
A8	1.36659292E-04
A9	-2.87112441E-06
A10	-2.29001336E-06
非球面係数・S6	
KA	1.00000000
A3	6.48127911E-03
A4	-5.46805538E-03
A5	1.69554769E-03
A6	-8.34085892E-06
A7	-8.73763869E-05
A8	1.77731235E-06
A9	4.48264056E-06
A10	-5.60010282E-07

10

【0101】

ここで、実施例1の撮像レンズの無限遠合焦状態における球面収差、非点収差、歪曲収差（ディストーション）、倍率色収差を、それぞれ図9の（A）～（D）に示す。各収差はd線（波長587.6nm）を基準としたものであるが、球面収差図では波長460.0nmおよび615.0nmに関する収差も示し、特に倍率色収差図では波長460.0nmおよび615.0nmに関する収差を示す。非点収差図では、サジタル方向については実線で、タンジェンシャル方向については点線で示している。球面収差図のFNo.はF値を意味し、その他の収差図の ω は半画角を意味する。以上述べた収差の表示方法は、後述する図10～図15においても同様である。

20

【0102】

<実施例2>

図2に、実施例2の撮像レンズにおけるレンズ群の配置を示す。表3に実施例2の撮像レンズの基本レンズデータを示す。表4に、実施例2の撮像レンズの非球面データを示す。図10の（A）～（D）に、実施例2の撮像レンズの各収差図を示す。

30

【表 3】

実施例2. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν_dj (アッペ数)
1	18.7609	0.76	1.761821	26.52
2	8.7504	2.10	1.882997	40.76
3	50.3912	2.49		
4	∞ (絞り)	4.00		
*5	-8.4234	3.30	1.677900	54.89
*6	-6.4941	4.44		
7	-7.3258	0.85	1.805181	25.42
8	-26.4650	2.28		
9	56.4290	3.70	1.903658	31.32
10	-43.4934	2.49		
11	∞	2.80	1.550000	55.00
12	∞			

*非球面

f=28.38 FNo.=3.50

40

【表 4】

実施例2. 非球面データ

非球面係数・S5	
KA	1.00000000
A3	-2.80413432E-04
A4	-3.21782558E-04
A5	-4.73048920E-04
A6	4.98281764E-04
A7	-3.26933905E-04
A8	1.05556489E-04
A9	-1.63651243E-05
A10	8.00251069E-07
非球面係数・S6	
KA	1.00000000
A3	-5.44511891E-04
A4	9.93357528E-04
A5	-9.60450139E-04
A6	3.89753049E-04
A7	-6.86195012E-05
A8	-2.66963012E-06
A9	2.54138068E-06
A10	-2.59720615E-07

10

【0 1 0 3】

<実施例 3>

図 3 に、実施例 3 の撮像レンズにおけるレンズ群の配置を示す。表 5 に実施例 3 の撮像レンズの基本レンズデータを示す。表 6 に、実施例 3 の撮像レンズの非球面データを示す。図 1 1 の (A) ~ (D) に、実施例 3 の撮像レンズの各収差図を示す。

20

【表 5】

実施例3. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	νdj (アッベ数)
1	16.3942	0.81	1.728250	28.46
2	7.0008	4.00	1.882997	40.76
3	29.9374	2.49		
4	∞(絞り)	4.08		
*5	-8.3879	3.50	1.803480	40.45
6	-7.3035	1.70		
7	-8.0000	0.85	1.784723	25.68
8	-22.1257	2.73		
9	41.4637	4.60	1.834807	42.71
10	-60.5743	2.49		
11	∞	2.80	1.550000	55.00
12	∞			

*:非球面

f=28.775 FNo.=2.88

30

【表 6】

実施例3. 非球面データ

非球面係数・S5	
KA	1.00000000
A3	-2.28842467E-05
A4	-2.24042350E-04
A5	-2.78103185E-05
A6	2.07187001E-06
A7	-3.29891731E-06
A8	1.58262768E-06
A9	-4.14992777E-07
A10	3.08397746E-08

40

【0 1 0 4】

<実施例 4>

図 4 に、実施例 4 の撮像レンズにおけるレンズ群の配置を示す。表 7 に実施例 4 の撮像レンズの基本レンズデータを示す。表 8 に、実施例 4 の撮像レンズの非球面データを示す。図 1 2 の (A) ~ (D) に、実施例 4 の撮像レンズの各収差図を示す。

【表 7】

実施例4. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν_{dj} (アッベ数)
1	22.1613	0.76	1.761821	26.52
2	10.0000	2.10	1.882997	40.76
3	95.6598	2.51		
4	∞ (絞り)	4.00		
*5	-7.7107	3.30	1.677900	54.89
*6	-6.8653	5.81		
7	-6.9822	0.85	1.805181	25.42
8	-14.1660	1.40		
9	42.8640	3.70	1.882997	40.76
10	-93.2048	2.51		
11	∞	2.80	1.550000	55.00
12	∞			

*非球面

f=28.114 FNo.=3.51

10

【表 8】

実施例4. 非球面データ

非球面係数・S5	
KA	1.00000000
A3	1.73094199E-04
A4	-4.58724390E-04
A5	-4.50803947E-04
A6	6.31577806E-04
A7	-3.89467668E-04
A8	1.12510035E-04
A9	-1.45680455E-05
A10	4.57454529E-07
非球面係数・S6	
KA	1.00000000
A3	-5.51646389E-07
A4	4.79779713E-04
A5	-7.50858345E-04
A6	3.61911192E-04
A7	-7.03863703E-05
A8	-2.43222343E-06
A9	2.66390237E-06
A10	-2.72023725E-07

20

【0105】

30

<実施例 5>

図 5 に、実施例 5 の撮像レンズにおけるレンズ群の配置を示す。表 9 に実施例 5 の撮像レンズの基本レンズデータを示す。表 10 に、実施例 5 の撮像レンズの非球面データを示す。図 13 の (A) ~ (D) に、実施例 5 の撮像レンズの各収差図を示す。

【表 9】

実施例5. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	ν_{dj} (アッベ数)
1	20.9219	1.00	1.922860	18.90
2	13.1018	1.50		
3	10.0000	2.60	1.882997	40.76
4	39.5181	2.48		
5	∞ (絞り)	4.00		
*6	-8.9629	3.00	1.803480	40.45
*7	-6.8958	2.20		
8	-9.0979	0.85	1.761821	26.52
9	306.4999	4.70		
10	49.0978	5.20	1.882997	40.76
11	-41.2367	2.48		
12	∞	2.80	1.550000	55.00
13	∞			

*非球面

f=29.256 FNo.=3.50

40

【表 10】

実施例5. 非球面データ

非球面係数・S6	
KA	1.00000000
A3	8.77582480E-04
A4	-1.51652001E-03
A5	2.76817992E-04
A6	8.24763455E-06
A7	-3.87235760E-05
A8	7.03965729E-06
A9	-1.04599428E-07
A10	-7.01576590E-08
非球面係数・S7	
KA	1.00000000
A3	2.25777390E-04
A4	-1.69236280E-04
A5	-2.03990051E-06
A6	-1.58872888E-07
A7	8.09765172E-07
A8	-1.64028689E-07
A9	-6.51270886E-08
A10	1.02350883E-08

10

【0106】

<実施例 6>

図6に、実施例6の撮像レンズにおけるレンズ群の配置を示す。表11に実施例6の撮像レンズの基本レンズデータを示す。表12に、実施例6の撮像レンズの非球面データを
示す。図14の(A)～(D)に、実施例6の撮像レンズの各収差図を示す。

20

【表 11】

実施例6. 基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Nd _i (屈折率)	ν _{d_i} (アッベ数)
1	18.1410	0.76	1.761821	26.52
2	8.7504	2.10	1.882997	40.76
3	32.5561	2.48		
4	∞(絞り)	4.00		
*5	-10.9381	3.30	1.677900	54.89
*6	-7.6245	6.00		
7	-9.4783	0.85	1.805181	25.42
8	-200.3019	3.93		
9	93.7640	5.00	1.903658	31.32
10	-28.6724	2.48		
11	∞	2.80	1.550000	55.00
12	∞			

*:非球面

f=32.553 FNo.=3.62

30

【表 12】

実施例6. 非球面データ

非球面係数・S5	
KA	1.00000000
A3	1.89563757E-04
A4	-6.29014789E-04
A5	-5.09921270E-04
A6	6.71198606E-04
A7	-3.91089495E-04
A8	1.11477354E-04
A9	-1.55007891E-05
A10	7.88361241E-07
非球面係数・S6	
KA	1.00000000
A3	-3.88180382E-04
A4	9.31474651E-04
A5	-9.66330793E-04
A6	3.73661852E-04
A7	-5.64524663E-05
A8	-4.38546536E-06
A9	2.26296097E-06
A10	-1.92251639E-07

40

50

【0107】

<実施例7>

図7に、実施例7の撮像レンズにおけるレンズ群の配置を示す。表13に実施例7の撮像レンズの基本レンズデータを示す。表14に、実施例7の撮像レンズの非球面データを示す。図15の(A)～(D)に、実施例7の撮像レンズの各収差図を示す。

【表13】

実施例7. 基本レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν_{dj}
(面番号)	(曲率半径)	(面間隔)	(屈折率)	(アッベ数)
1	27.8203	0.76	1.761821	26.52
2	10.0000	2.10	1.882997	40.76
3	188.4539	2.52		
4	∞ (絞り)	4.00		
*5	-7.1450	3.30	1.677900	54.89
*6	-6.2830	6.61		
7	-8.3927	0.85	1.805181	25.42
8	-19.5415	1.25		
9	36.6393	3.70	1.834807	42.71
10	-250.0000	2.52		
11	∞	2.80	1.550000	55.00
12	∞			

*非球面

f=26.679 FNo.=3.50

【表14】

実施例7. 非球面データ

非球面係数・S5	
KA	1.00000000E+00
A3	3.09590698E-03
A4	-5.29738361E-03
A5	3.41600678E-03
A6	-1.00840627E-03
A7	-1.52802256E-04
A8	1.73201999E-04
A9	-4.08656777E-05
A10	3.09986608E-06
非球面係数・S6	
KA	1.00000000E+00
A3	1.72069478E-03
A4	-1.26446970E-03
A5	1.78762977E-04
A6	1.20682762E-04
A7	-4.91077993E-05
A8	1.45038466E-06
A9	1.60560243E-06
A10	-1.99663630E-07

【0108】

また表15に、上述した条件式(1)～(9)が規定する条件、すなわち文字式の部分の値を、実施例1～7の各々について示す。この表15の値はd線に関するものである。表15に示すように、実施例1～7の撮像レンズはいずれも条件式(1)～(9)の全てを満たし、さらにはそれらの条件式が規定する範囲内のより好ましい範囲を示す条件式(1-1)～(9-1)も全て満たしている。これによって得られる効果は、先に詳しく説明した通りである。

【表 15】

条件式に関する値							
	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7
(1) f/f_4	1.77	2.23	1.77	1.57	2.55	2.65	1.42
(2) f/f_3	1.09	1.15	1.01	0.79	1.30	1.24	0.89
(3) f/f_5	0.94	1.03	0.96	0.84	1.00	1.32	0.70
(4) f/f_G1	0.87	1.08	1.19	1.06	1.30	1.00	0.93
(5) $N_d p$	1.81	1.82	1.84	1.81	1.81	1.82	1.80
(6) $f_1/f_2/f_3/f$	0.67	0.59	0.66	0.70	0.53	0.57	0.71
(7) α	15.11	16.51	13.73	15.67	10.79	13.00	17.45
(8) Y/f	0.57	0.50	0.51	0.52	0.50	0.45	0.53
(9) ST/TL	0.88	0.87	0.80	0.87	0.87	0.89	0.87

10

【0109】

なお、図1には、レンズ系と結像面Simとの間に光学部材PPを配置した例を示したが、ローパスフィルタや特定の波長域をカットするような各種フィルタ等を配置する代わりに、各レンズの間にこれらの各種フィルタを配置してもよく、あるいは、いずれかのレンズのレンズ面に、各種フィルタと同様の作用を有するコートを実施してもよい。

【0110】

次に、本発明による撮像装置について説明する。図16に、本発明の一実施形態によるカメラの斜視形状を示す。ここに示すカメラ10は、コンパクトデジタルカメラであり、カメラボディ11の正面および内部には本発明の実施形態に係る小型の撮像レンズ12が設けられ、カメラボディ11の正面には被写体に閃光を発光するための閃光発光装置13が設けられ、カメラボディ11の上面にはシャッターボタン15と、電源ボタン16とが設けられ、カメラボディ11の内部には撮像素子17が設けられている。撮像素子17は、小型の撮像レンズ12により形成される光学像を撮像して電気信号に変換するものであり、例えば、CCDやCMOS等により構成される。

20

【0111】

上述したように、本発明の実施形態に係る撮像レンズ12は十分な小型化が実現されているため、カメラ10は、沈胴式を採用しなくても携帯時と撮影時の両方においてコンパクトなカメラとすることができる。あるいは、沈胴式を採用した場合には、従来の沈胴式のカメラよりもさらに小型で携帯性の高いカメラとすることができる。また、本発明による撮像レンズ12が適用されたこのカメラ10は、高画質で撮影可能なものとなる。

30

【0112】

次に、本発明による撮像装置の別の実施形態について、図17を参照して説明する。ここに斜視形状を示すカメラ30は、交換レンズ20が取り外し自在に装着される、いわゆるミラーレス一眼形式のデジタルスチルカメラであり、図17Aはこのカメラ30を前側から見た外観を示し、図17Bはこのカメラ30を背面側から見た外観を示している。

【0113】

このカメラ30はカメラボディ31を備え、その上面にはシャッターボタン32と電源ボタン33とが設けられている。またカメラボディ31の背面には、操作部34および35と表示部36とが設けられている。表示部36は、撮像された画像や、撮像される前の画角内にある画像を表示するためのものである。

40

【0114】

カメラボディ31の前面中央部には、撮影対象からの光が入射する撮影開口が設けられ、その撮影開口に対応する位置にマウント37が設けられ、このマウント37を介して交換レンズ20がカメラボディ31に装着されるようになっている。交換レンズ20は、本発明による撮像レンズを鏡筒内に収納したものである。

【0115】

そしてカメラボディ31内には、交換レンズ20によって形成された被写体像を受け、それに応じた撮像信号を出力するCCD等の撮像素子（図示せず）、その撮像素子から出力された撮像信号を処理して画像を生成する信号処理回路、およびその生成された画像を記録するための記録媒体等が設けられている。このカメラ30では、シャッターボタン3

50

2を押すことにより1フレーム分の静止画の撮影がなされ、この撮影で得られた画像データが上記記録媒体に記録される。

【0116】

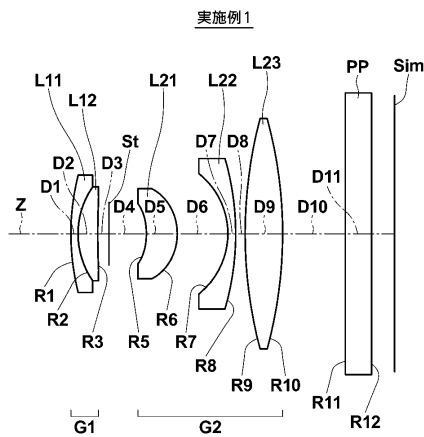
このようなミラーレス一眼カメラ30に用いられる交換レンズ20に、本発明による撮像レンズを適用することにより、このカメラ30はレンズ装着状態において十分小型で、また高画質で撮影可能なものとなる。

【0117】

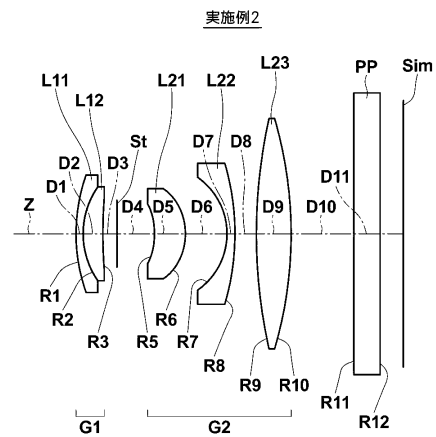
以上、実施形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施形態および実施例に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔、屈折率、アッベ数、非球面係数等の値は、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得るものである。

10

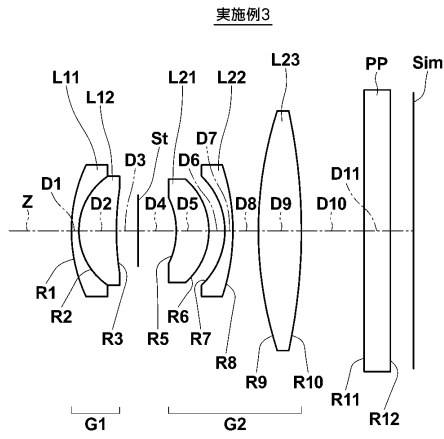
【図1】



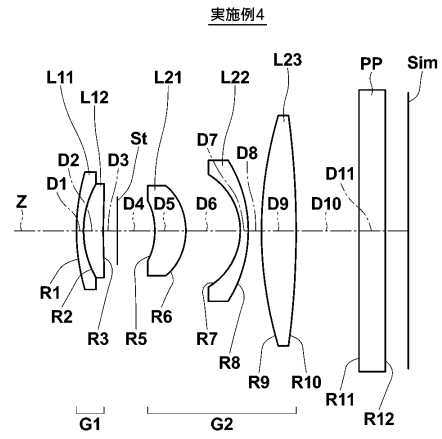
【図2】



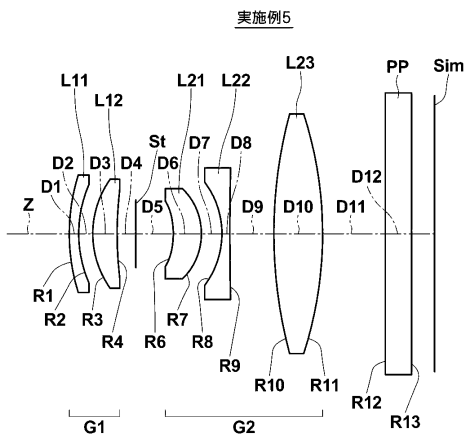
【図 3】



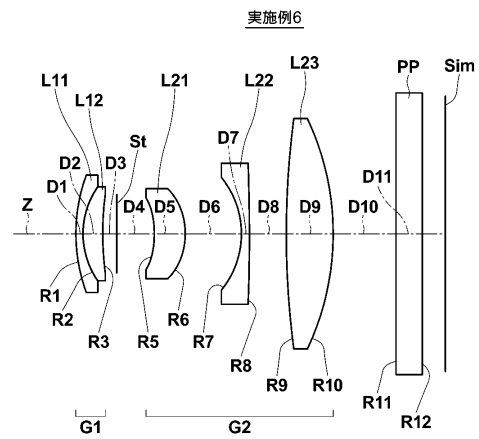
【図 4】



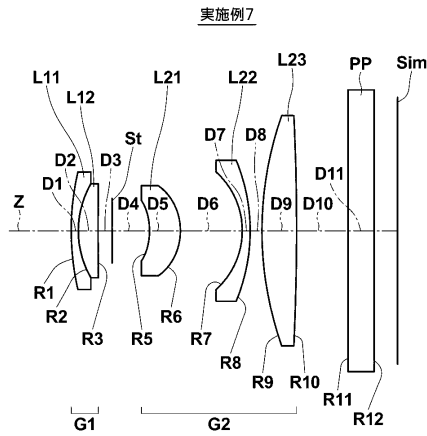
【図 5】



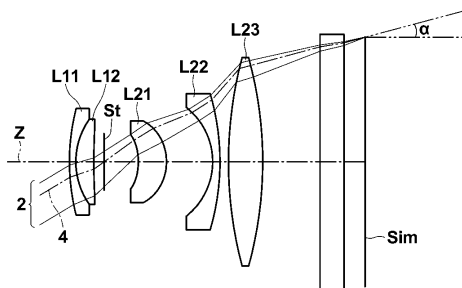
【図 6】



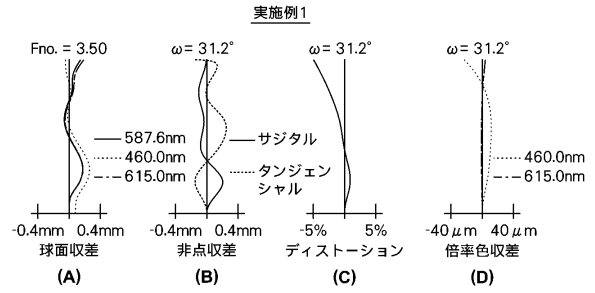
【図 7】



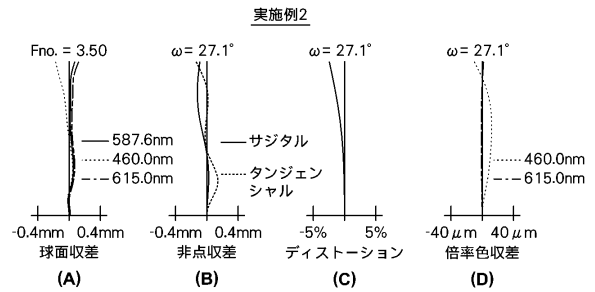
【図 8】



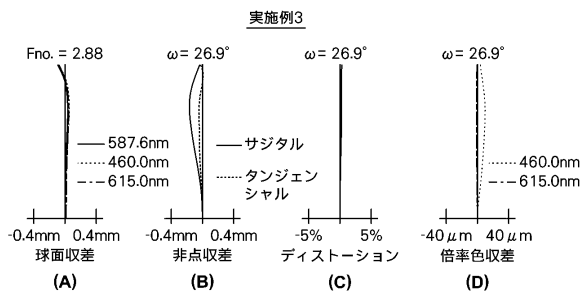
【図 9】



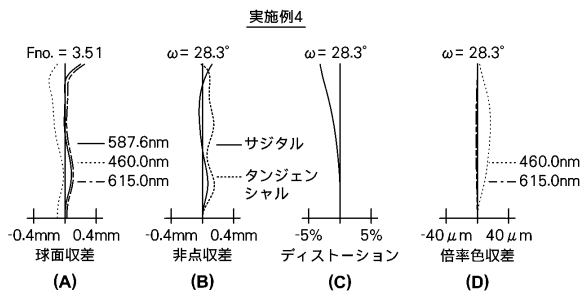
【図 10】



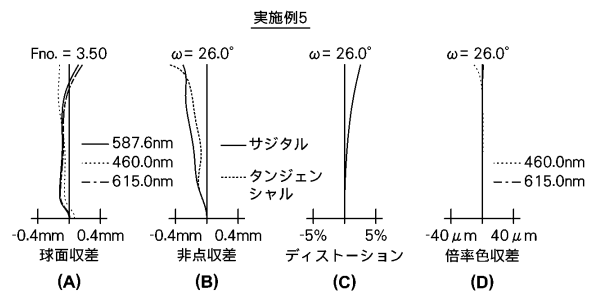
【図 11】



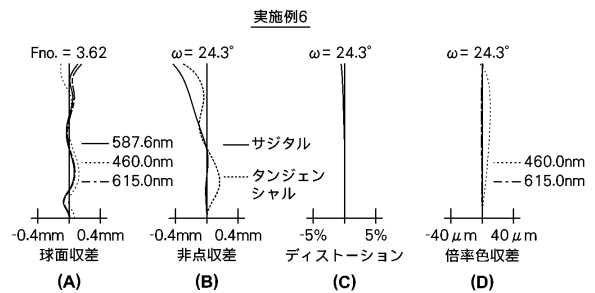
【図 12】



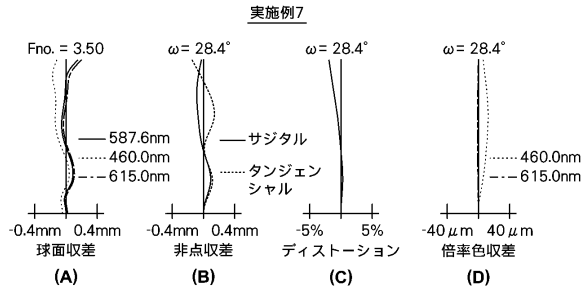
【図 13】



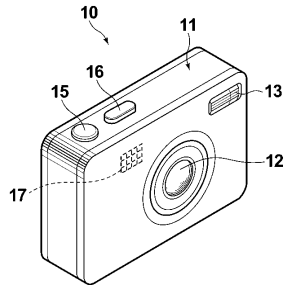
【図 14】



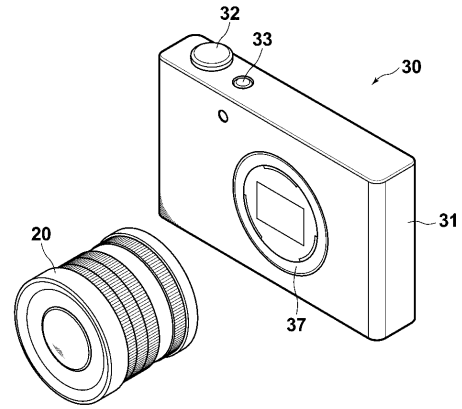
【図 15】



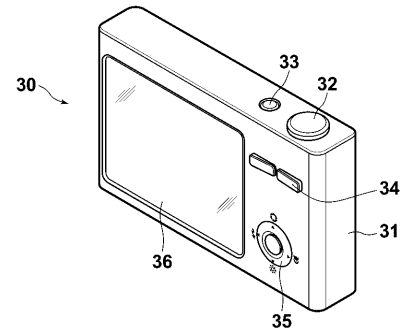
【図 16】



【図 17 A】



【図 17 B】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 B	9 / 0 0	—	1 7 / 0 8
G 0 2 B	2 1 / 0 2	—	2 1 / 0 4
G 0 2 B	2 5 / 0 0	—	2 5 / 0 4