

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5638702号
(P5638702)

(45) 発行日 平成26年12月10日(2014.12.10)

(24) 登録日 平成26年10月31日(2014.10.31)

(51) Int.Cl. F I
GO2B 13/04 (2006.01) GO2B 13/04 D
GO2B 13/18 (2006.01) GO2B 13/18

請求項の数 19 (全 34 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2013-542838 (P2013-542838)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成24年11月7日 (2012.11.7)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/JP2012/007120</p> <p>(87) 国際公開番号 W02013/069262</p> <p>(87) 国際公開日 平成25年5月16日 (2013.5.16)</p> <p>審査請求日 平成26年4月30日 (2014.4.30)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2011-245309 (P2011-245309)</p> <p>(32) 優先日 平成23年11月9日 (2011.11.9)</p> <p>(33) 優先権主張国 日本国(JP)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目26番30号</p> <p>(74) 代理人 100073184 弁理士 柳田 征史</p> <p>(74) 代理人 100090468 弁理士 佐久間 剛</p> <p>(72) 発明者 河村 大樹 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324 番地 富士フイルム株式会社内</p> <p>審査官 森内 正明</p>
---	---

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】

実質的に、物体側より順に、負または正の屈折力を有する第1レンズ群、絞り、および正の屈折力を有する第2レンズ群を配置して構成され、

前記第1レンズ群は実質的に、物体側より順に、負の屈折力を有する第11レンズ群、および正の屈折力を有する第12レンズ群を配置して、全体として3枚以下のレンズから構成され、

前記第11レンズ群は1枚の第1レンズからなり、前記第12レンズ群は前記第1レンズと空気間隔を隔てて配置された単レンズあるいは接合レンズである正レンズ成分からなり、

前記第2レンズ群は実質的に、物体側より順に、正の屈折力を有する第21レンズ群、および負の屈折力を有する第22レンズ群を配置して構成され、

前記第21レンズ群は、少なくとも1枚の正レンズと少なくとも1枚の負レンズを有し、

前記第22レンズ群は実質的に、少なくとも1枚の正レンズと少なくとも1枚の負レンズを含む合計3枚のレンズからなり、

レンズ系全体の焦点距離を f 、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第1レンズ群における第1レンズの像側レンズ面と前記正レンズ成分の最も物体側のレンズ面との光軸上での距離を d_{12} 、無限遠物体合焦時の第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から結像面までの光軸上の距離を TL 、最大像高を Y としたとき、以下の条件式(1)、(2)お

よび(3)を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$-0.50 < f / f_1 < 0.20 \quad \dots (1)$$

$$0.08 < d_{12} / f < 0.35 \quad \dots (2)$$

$$2.5 < TL / Y < 4.0 \quad \dots (3)$$

【請求項2】

以下の条件式(1')、(2')および(3')の少なくとも1つ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。

$$-0.45 < f / f_1 < 0.15 \quad \dots (1')$$

$$0.10 < d_{12} / f < 0.32 \quad \dots (2')$$

$$2.7 < TL / Y < 3.8 \quad \dots (3')$$

10

【請求項3】

以下の条件式(1")を満足することを特徴とする請求項1または2に記載の撮像レンズ。

$$-0.42 < f / f_1 < 0.10 \quad \dots (1")$$

【請求項4】

前記第2レンズ群が、物体側より順に配置された、負の屈折力を有するサブレンズ群、および1枚の正レンズのみから構成されていることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

【請求項5】

前記第2レンズ群中に配置された全てのレンズのd線に対する屈折率の平均値をNd₂₂としたとき、以下の条件式(4)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項に記載の撮像レンズ。

$$1.75 < Nd_{22} \quad \dots (4)$$

20

【請求項6】

以下の条件式(4')を満足することを特徴とする請求項5に記載の撮像レンズ。

$$1.78 < Nd_{22} \quad \dots (4')$$

【請求項7】

前記第2レンズ群中に、少なくとも一面が非球面であるレンズが配置されていることを特徴とする請求項1から6のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

【請求項8】

前記第2レンズ群中に、近軸領域において物体側のレンズ面が物体側に対して凹形状であり、少なくとも一面が非球面である負レンズが配置されていることを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

30

【請求項9】

前記第1レンズ群が、一方が正レンズで他方が負レンズであって互いに接合された2枚のレンズ、および1枚の正レンズの合計3枚より構成されていることを特徴とする請求項1から8のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

【請求項10】

前記第1レンズ群に、少なくとも一面が非球面とされた正レンズが配置されていることを特徴とする請求項1から9のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

40

【請求項11】

無限遠物体合焦状態において、第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から第2レンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離をd、第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から結像面までの光軸上の距離をTLとしたとき、以下の条件式(5)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項に記載の撮像レンズ。

$$1.1 < TL / d < 1.5 \quad \dots (5)$$

【請求項12】

以下の条件式(5')を満足することを特徴とする請求項11に記載の撮像レンズ。

$$1.20 < TL / d < 1.45 \quad \dots (5')$$

【請求項13】

50

前記第1レンズの焦点距離を f_{1n} 、全系の焦点距離を f としたとき、以下の条件式(6)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項に記載の撮像レンズ。

$$0.8 < |f_{1n}| / f < 1.2 \quad \dots (6)$$

【請求項14】

以下の条件式(6')を満足することを特徴とする請求項13に記載の撮像レンズ。

$$0.82 < |f_{1n}| / f < 1.15 \quad \dots (6')$$

【請求項15】

前記第1レンズの像側のレンズ面の曲率半径を R_{12} 、前記正レンズ成分の最も物体側のレンズ面の曲率半径を R_{21} としたとき、以下の条件式(7)を満足することを特徴とする請求項1から14のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

$$2.0 < (R_{21} + R_{12}) / (R_{21} - R_{12}) < 4.0 \quad \dots (7)$$

【請求項16】

以下の条件式(7')を満足することを特徴とする請求項15に記載の撮像レンズ。

$$2.2 < (R_{21} + R_{12}) / (R_{21} - R_{12}) < 3.8 \quad \dots (7')$$

【請求項17】

前記第2レンズ群が、物体側より順に配置された、負レンズ、負レンズ、正レンズの3枚より構成されていることを特徴とする請求項1から16のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

【請求項18】

前記第12レンズ群が1枚の正レンズのみからなることを特徴とする請求項1から17のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

【請求項19】

請求項1から18のいずれか1項に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広角レンズに関するものである。

【0002】

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】

【0003】

近年、例えばAPS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である。そして、それにともなって、小型なレンズ系への要求が非常に高まっている。このように大型の撮像素子に対応した広角レンズとしては、例えば、特許文献1～4に示されたものが挙げられる。

【0004】

従来、デジタルカメラやビデオカメラに搭載される広角レンズとして、負の屈折力を有する前群と正の屈折力を有する後群より構成されるレトロフォーカスタイプのレンズが知られている。デジタルカメラに搭載される広角レンズにおいては、広い画角を確保しながら、各種フィルタや光学部材を挿入するだけのバックフォーカスが必要になるため、焦点距離に対して長いバックフォーカスを得ることができる上記レトロフォーカスタイプのレンズが広く採用されてきた。特許文献1や2には、その典型的な例が示されている。また特許文献3には、レンズ枚数が少なく、コンパクトに構成された撮像レンズの例が示されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

一眼レフカメラの交換レンズ等においては、広い画角を確保しつつ、長いバックフォーカスを得るために、レトロフォーカスタイプで構成せざるを得ないという事情があるが、それほどの長いバックフォーカスを必要としない場合、あるいは、小型化や薄型化を優先させる場合においては、広角レンズにおいても、適宜、負のパワーを弱くした構成が採用されることもある。さらには、そのような場合、レトロフォーカスタイプとはパワー配置が逆である、正の屈折力を有する前群と、負の屈折力を有する後群よりなる所謂望遠タイプの構成や、その他のタイプの構成が採用されることもある。

【 0 0 0 6 】

望遠タイプでは、レンズ全長を短くし易いが、正のレンズ群が先行する場合には、それ以降の群に入射する軸外主光線の入射角（光軸に対する角度）が大きくなるため、広角化を図る場合には収差補正が難しいという問題がある。そこで、これら2つのタイプの折衷型を採用することも考えられており、具体的には例えば、最も物体側のレンズに負レンズを用いながらも、前群全体としては正のパワーを有する構成などが考えられている。例えば特許文献4には、負レンズが先行しているが、前群全体としては正の屈折力を有する構成とした撮像レンズの例が示されている。また、上記折衷型の構成として、望遠タイプのレンズの物体側に簡易的なワイドコンバージョンレンズ部を設けた構成なども考えられている。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

20

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開平 6 - 1 6 0 7 0 6 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 8 - 4 0 0 3 3 号公報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 1 1 - 5 9 2 8 8 号公報

【 特許文献 4 】 特開 2 0 0 9 - 2 5 8 1 5 7 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

特許文献1や2に示されるようなレトロフォーカスタイプの撮像レンズには、全長が大きくなりがちであるという問題が認められる。またこのタイプの撮像レンズは、前群に比較的大きな空気間隔を有することも特徴であり、第1レンズの径も大きくなる傾向にある。さらにこのタイプの撮像レンズは、絞りの前後のレンズ群が対称性を欠くため収差補正が難しく、また、十分な広角化や大口径化を図ると、レンズ枚数の増加や大型化が避けられないものとなっている。レンズ枚数が少なく、コンパクトに構成された撮像レンズの例として、前述の通り特許文献3に示されたものが挙げられるが、ここに示された撮像レンズは画角が 61° と、十分な広画角を得るには至っていない。

30

【 0 0 0 9 】

他方、前述の折衷型である特許文献4に示された撮像レンズは、レンズ枚数も少なく、コンパクトに構成可能となっているが、画角が 62° と、これも十分な広画角を得るには至っていない。

40

【 0 0 1 0 】

本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、小型に形成可能であると共に、広画角を確保できる撮像レンズを提供することを目的とする。

【 0 0 1 1 】

また本発明は、上述のような撮像レンズを備えて、小型に形成可能で、かつ広画角で撮影可能な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 】

【 0 0 1 2 】

本発明の撮像レンズは、

実質的に、物体側より順に、負または正の屈折力を有する第1レンズ群、絞り、および

50

正の屈折力を有する第2レンズ群を配置して構成され、

前記第1レンズ群は実質的に、物体側より順に、負の屈折力を有する第1-1レンズ群、および正の屈折力を有する第1-2レンズ群を配置して、全体として3枚以下のレンズから構成され、

前記第1-1レンズ群は1枚の第1レンズからなり、前記第1-2レンズ群は前記第1レンズと空気間隔を隔てて配置された単レンズあるいは接合レンズである正レンズ成分からなり、

前記第2レンズ群は実質的に、物体側より順に、正の屈折力を有する第2-1レンズ群、および負の屈折力を有する第2-2レンズ群を配置して構成され、

前記第2-1レンズ群は、少なくとも1枚の正レンズと少なくとも1枚の負レンズを有し、

前記第2-2レンズ群は実質的に、少なくとも1枚の正レンズと少なくとも1枚の負レンズを含む合計3枚のレンズからなり、

レンズ系全体の焦点距離を f 、前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、前記第1レンズ群における第1レンズの像側レンズ面と前記正レンズ成分の最も物体側のレンズ面との光軸上での距離を d_{12} 、無限遠物体合焦時の第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から結像面までの光軸上の距離（バックフォーカスは空気換算長とする）を TL 、最大像高を Y としたとき、以下の条件式

$$-0.50 < f / f_1 < 0.20 \quad \dots (1)$$

$$0.08 < d_{12} / f < 0.35 \quad \dots (2)$$

$$2.5 < TL / Y < 4.0 \quad \dots (3)$$

を満足することを特徴とするものである。

【0013】

なお上の3箇所に記載した「実質的に・・・構成され」とは、そこに挙げられた構成要件としてのレンズ群以外に、実質的にパワーを有さないレンズ、絞りやカバーガラス等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、手振れ補正機構等の機構部分等を持つ場合も含むものとする。

【0014】

また、本発明の撮像レンズにおけるレンズの面形状、屈折力の符号は、非球面が含まれているものについては近軸領域で考えるものとする。

【0015】

なお本発明の撮像レンズは、上記条件式(1)～(3)が規定する範囲内で、特に下記条件式

$$-0.45 < f / f_1 < 0.15 \quad \dots (1')$$

$$0.10 < d_{12} / f < 0.32 \quad \dots (2')$$

$$2.7 < TL / Y < 3.8 \quad \dots (3')$$

のうちの少なくとも1つを満足することが望ましい。

【0016】

さらには、上記条件式(1)あるいは(1')が規定する範囲内で、特に下記条件式

$$-0.42 < f / f_1 < 0.10 \quad \dots (1'')$$

を満足することがさらに望ましい。

【0017】

また前記第2-2レンズ群は、物体側より順に配置された、負の屈折力を有するサブレンズ群、および1枚の正レンズのみから構成されていることが望ましい。

【0018】

また本発明の撮像レンズにおいては、前記第2-2レンズ群中に配置された全てのレンズの d 線に対する屈折率の平均値を N_{d22} としたとき、以下の条件式

$$1.75 < N_{d22} \quad \dots (4)$$

を満足することが望ましい。

【0019】

10

20

30

40

50

さらに本発明の撮像レンズは、上記条件式(4)が規定する範囲内で、特に下記条件式

$$1.78 < Nd^2 \dots (4')$$
を満足することがより望ましい。

【0020】

また前記第2レンズ群中には、少なくとも一面が非球面であるレンズが配置されていることが望ましい。

【0021】

また第2レンズ群中には、近軸領域において物体側のレンズ面が物体側に対して凹形状であり、少なくとも一面が非球面である負レンズが配置されていることが望ましい。

【0022】

他方、前記第21レンズ群は、一方が正レンズで他方が負レンズであって互いに接合された2枚のレンズ、および1枚の正レンズの合計3枚より構成されていることが望ましい。

【0023】

さらに第21レンズ群には、少なくとも一面が非球面とされた正レンズが配置されていることが望ましい。

【0024】

また本発明の撮像レンズは、無限遠物体合焦状態において、第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から第2レンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離を d 、第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から結像面までの光軸上の距離(バックフォーカスは空気換算長とする)を TL としたとき、以下の条件式

$$1.1 < TL / d < 1.5 \dots (5)$$

を満足することが望ましい。

【0025】

さらに本発明の撮像レンズは、上記条件式(5)が規定する範囲内で、特に下記条件式

$$1.20 < TL / d < 1.45 \dots (5')$$
を満足することがより望ましい。

【0026】

また本発明の撮像レンズは、前記第1レンズの焦点距離を f_{1n} 、全系の焦点距離を f としたとき、以下の条件式

$$0.8 < |f_{1n}| / f < 1.2 \dots (6)$$

を満足することが望ましい。

【0027】

さらに本発明の撮像レンズは、上記条件式(6)が規定する範囲内で、特に下記条件式

$$0.82 < |f_{1n}| / f < 1.15 \dots (6')$$
を満足することがより望ましい。

【0028】

また本発明の撮像レンズは、前記第1レンズの像側のレンズ面の曲率半径を R_{12} 、前記正レンズ成分の最も物体側のレンズ面の曲率半径を R_{21} としたとき、以下の条件式

$$2.0 < (R_{21} + R_{12}) / (R_{21} - R_{12}) < 4.0 \dots (7)$$

を満足することが望ましい。

【0029】

さらに本発明の撮像レンズは、上記条件式(7)が規定する範囲内で、特に下記条件式

$$2.2 < (R_{21} + R_{12}) / (R_{21} - R_{12}) < 3.8 \dots (7')$$
を満足することがより望ましい。

【0030】

また前記第22レンズ群は、物体側より順に配置された、負レンズ、負レンズ、正レンズの3枚より構成されていることが望ましい。

【0031】

そして前記第12レンズ群は1枚の正レンズのみからなることが望ましい。

10

20

30

40

50

【0032】

他方、本発明による撮像装置は、以上説明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】

【0033】

本発明の撮像レンズは前述した通り、物体側より順に、負または正の屈折力を有する第1レンズ群、絞り、および正の屈折力を有する第2レンズ群を配置して構成されている。その上で第1レンズ群は、物体側より順に、1枚の第1レンズからなり負の屈折力を有する第11レンズ群、および上記第1レンズと空気間隔を隔てて配置された単レンズあるいは接合レンズである正レンズ成分からなる第12レンズ群を配置して構成されている。つまりこの第1レンズ群は、全体としては、光学系全体の焦点距離に比べて焦点距離が長くて、パワーが弱いもので、レンズ系全体の焦点距離を短くする役割を担う簡易的なワイドコンバージョンレンズを構成していると考えることができる。他方、第2レンズ群は全体として、正の屈折力を有する第21レンズ群と、負の屈折力を有する第22レンズ群とで構成されている。

10

【0034】

つまり本発明の撮像レンズは、正の屈折力を有する前群と負の屈折力を有する後群を有する望遠タイプのパワー配置を持つマスターレンズ部とみなせる第2レンズ群に対して、簡易的なワイドコンバージョンレンズとみなせる第1レンズ群を付加したような構成となっている。

20

【0035】

広角化を図るためには負レンズ群先行であることが望ましいが、レトロフォーカスタイプとするとレンズ全長が大きくなってしまい、逆に正レンズ群先行とすると、薄型化し易いが、広角化を図ると軸外の収差補正が非常に難しくなる。本発明の撮像レンズはその折衷型と考えられる上記構成、つまり、望遠型のマスターレンズ部の物体側に、厚くなり過ぎない簡易的なワイドコンバージョン部を設けた構成とされているので、小型化と広角化を共に実現できるものとなる。

【0036】

あるいは、本発明の撮像レンズは、一眼レフ用の交換レンズほどの長いバックフォーカスは必要としないが、ある程度長いバックフォーカスが必要な撮像装置における必要十分なバックフォーカスに対してパワー配置が最適化されたレンズ構成を持つものであると言える。

30

【0037】

次に、条件式(1)~(3)が満足されることによる効果について説明する。条件式(1)は、第1レンズ群を弱い発散系、あるいは弱い収束系とすることによって、諸収差の補正を良好に行うための条件である。すなわち、その上限値を上回るほどに正のパワーが強くなると、コマ収差の補正が難しくなったり、あるいは必要なバックフォーカスを確保することが難しくなったりする。逆に、その下限値を下回るほどに負のパワーが強くなると、その発散性によって歪曲収差が生じる。それを抑えようとする、像面湾曲の補正が困難になる。条件式(1)が満足されていれば、上述の不具合を防止して、諸収差を良好に補正可能となる。

40

【0038】

条件式(2)は、第1レンズ群に配置された負レンズである第1レンズと、それよりも像側に配置された正レンズ成分の間の空気間隔と、レンズ系全体の焦点距離との関係を規定したものであり、その上限値を上回ると、球面収差やコマ収差の補正には有利になるが、第1レンズ群全体が厚くなってしまいうので好ましくない。逆に、その下限値を下回ると、上記各収差の補正に不利であるとともに、第1レンズの像側レンズ面および正レンズ成分の物体側レンズ面での反射で発生するゴースト光の強度が強くなってしまい、好ましくない。条件式(2)が満足されていれば、上述の不具合を防止して、諸収差を良好に補正可能となる。

50

【0039】

条件式(3)は、光学全長と最大像高との関係を規定したものであり、その上限値を上回ると、収差補正上は有利になるが、レンズ系全体が大きくなって小型化の面で好ましくない。逆にその下限値を下回ると、レンズ系全体での球面収差や像面湾曲の補正が難しくなるので好ましくない。条件式(3)が満足されていれば、上述の不具合を防止して、諸収差を良好に補正し、また小型化も可能になる。

【0040】

以上述べた条件式(1)~(3)による効果は、それらの条件式が規定する範囲内で特に前記条件式(1')~(3')のうち少なくとも1つが満足されている場合は、より顕著なものとなる。そして、特に前記条件式(1'')が満足されている場合は、諸収差をより一層良好に補正可能となる。

10

【0041】

また、本発明の撮像レンズにおいて特に前記第22レンズ群が、物体側より順に配置された、負の屈折力を有するサブレンズ群、および1枚の正レンズのみから構成されている場合は、上記正レンズによって、撮像素子への軸外光線の入射角を抑えることが可能になる。

【0042】

また、本発明の撮像レンズにおいて特に前記条件式(4)が満足されている場合は、以下の効果を得ることができる。すなわち、この条件式(4)は第22レンズ群中に配置された全レンズの屈折率の平均値を規定したものであり、その下限値を下回ると、ペッツヴァール和のコントロールが難しくなり、像面湾曲の補正が難しくなるため、好ましくない。条件式(4)が満足されていれば、上述の不具合を防止して、像面湾曲を良好に補正可能となる。

20

【0043】

上記の効果は、条件式(4)が規定する範囲内で特に前記条件式(4')が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

【0044】

また本発明の撮像レンズにおいて、特に第22レンズ群中に、少なくとも一面が非球面であるレンズが配置されている場合は、撮像レンズ全体を薄型化しながらも、球面収差および像面湾曲のバランスを制御しやすくなる。

30

【0045】

特に上記第22レンズ群中に、近軸領域において物体側のレンズ面が物体側に対して凹形状であり、少なくとも一面が非球面である負レンズが配置されている場合は、小型化のために、そこに入射する光線の角度が大きく変化しがちであるこの負レンズに非球面を設けることにより、大きな収差補正効果が得られる。

【0046】

また前記第21レンズ群が、一方が正レンズで他方が負レンズであって互いに接合された2枚のレンズ、および1枚の正レンズの合計3枚より構成されている場合は、接合レンズの作用により色収差を良好に補正可能となる。またこの場合、絞りの直後に配置された第21レンズ群に正レンズを設けることによって、球面収差の補正に有利となる。

40

【0047】

なお第21レンズ群を上記3枚のレンズから構成する場合は、物体側より順に、負レンズ、該負レンズと接合された正レンズ、および正レンズが配置されていることがより好ましく、負レンズを最も物体側に配置することによって、ペッツヴァール和を抑えやすくなる。そのような構成にすると、球面収差の補正についてはやや不利になるが、上記接合された2枚のレンズの他にさらに別の正の単レンズを設けることにより、球面収差の補正も良好になされ得る。

【0048】

そして第21レンズ群に、少なくとも一面が非球面とされた正レンズが配置されている場合は、球面収差やコマ収差の補正効果をさらに高めることができる。

50

【0049】

また、本発明の撮像レンズにおいて特に前記条件式(5)が満足されている場合は、以下の効果を得ることができる。すなわち、この条件式(5)は第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から第2レンズ群の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離と、第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から結像面までの光軸上の距離との関係を規定したものであり、その上限値を上回るとレンズ系全体が大きくなり、小型化と高性能化の両立が困難になる。逆にその下限値を下回ると、球面収差や像面湾曲をバランス良く補正することが難しくなり、さらには、必要なバックフォーカスを確保することが難しくなる。条件式(5)が満足されていれば、上述の不具合を防止して、小型化と高性能化を両立可能とし、また球面収差や像面湾曲をバランス良く補正でき、さらには所望のバックフォーカスを確保する

10

【0050】

上記の効果は、条件式(5)が規定する範囲内で特に前記条件式(5')が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

【0051】

また、本発明の撮像レンズにおいて特に前記条件式(6)が満足されている場合は、以下の効果を得ることができる。すなわち、この条件式(6)は、前記第1レンズの焦点距離と全系の焦点距離との関係を規定したものであり、その下限値を下回って、第1レンズ群の負のパワーが強くなると、像面湾曲やベッツヴァール和を負の方向に増大させてしまう。逆にその上限値を上回ると、コマ収差の補正が難しくなり、さらには所望のバックフォーカスを確保することが難しくなる。条件式(6)が満足されていれば、上述の不具合を防止して、像面湾曲やベッツヴァール和を小さく抑えることができ、コマ収差も良好に補正可能となり、さらには所望のバックフォーカスを確保することも容易となる。

20

【0052】

上記の効果は、条件式(6)が規定する範囲内で特に前記条件式(6')が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

【0053】

また、本発明の撮像レンズにおいて特に前記条件式(7)が満足されている場合は、以下の効果を得ることができる。すなわち、この条件式(7)は、前記第1レンズの像側のレンズ面の曲率半径と、それと空気間隔を置いて配置された前記正レンズ成分の最も物体側のレンズ面の曲率半径との関係を規定したものであり、その上限値を上回ると、歪曲収差および像面湾曲が大きくなるので好ましくない。逆にその下限値を下回ると、コマ収差の補正が難しくなるので好ましくない。条件式(7)が満足されていれば、上述の不具合を防止して、歪曲収差および像面湾曲を小さく抑えることができ、またコマ収差の補正も容易となる。

30

【0054】

上記の効果は、条件式(7)が規定する範囲内で特に前記条件式(7')が満足されている場合は、より顕著なものとなる。

【0055】

また、本発明の撮像レンズにおいて特に前記第22レンズ群が、物体側より順に配置された、負レンズ、負レンズ、正レンズの3枚より構成されている場合は、小型化の上で特に有利となる。

40

【0056】

さらに本発明の撮像レンズにおいて、特に前記第12レンズ群が1枚の正レンズのみからなる場合も、小型化の上で特に有利となる。

【0057】

他方、本発明による撮像装置は、以上説明した効果を奏する本発明の撮像レンズを備えたものであるから、広画角で撮像可能で、また小型軽量化も達成される。

【図面の簡単な説明】

【0058】

50

【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】本発明の実施例 8 に係る撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図 9】本発明の実施例 9 に係る撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

【図 10】(A) ~ (D) は本発明の実施例 1 に係る撮像レンズの各収差図

10

【図 11】(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 12】(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 13】(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 14】(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 15】(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 16】(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 17】(A) ~ (D) は本発明の実施例 8 に係る撮像レンズの各収差図

【図 18】(A) ~ (D) は本発明の実施例 9 に係る撮像レンズの各収差図

【図 19】本発明の一実施形態に係る撮像装置の概略構成図

【図 20A】本発明の別の実施形態に係る撮像装置の概略正面図

20

【図 20B】図 20A に示した撮像装置の概略背面図

【発明を実施するための形態】

【0059】

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 9 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 ~ 9 の撮像レンズに対応している。図 1 ~ 図 9 に示す例の基本的な構成は、図 9 の例のみ第 1 レンズ群 G 1 が 3 枚のレンズから構成されている点を除いて互いに同様であり、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。

30

【0060】

図 1 では左側が物体側、右側が像側として、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 9 においても同様である。

【0061】

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、負または正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1、および正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 が配列されてなる。なお、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間には、開口絞り S t が配設されている。

【0062】

上記第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 1 レンズ群 G 1 1、および正の屈折力を有する第 1 2 レンズ群 G 1 2 を配置して構成されている。この第 1 レンズ群 G 1 は全体として 3 枚以下のレンズから構成されるものであり、本実施形態では第 1 1 レンズ群 G 1 1 が 1 枚の負レンズ（負の屈折力を有するレンズ）である第 1 レンズ L 1 からなり、第 1 2 レンズ群 G 1 2 が 1 枚の正レンズ（正の屈折力を有するレンズ）である第 2 レンズ L 2 からなるものとされている。

40

【0063】

なお後述する実施例 2 ~ 8 においても、第 1 2 レンズ群 G 1 2 は同様の構成とされる。それに対して実施例 9 では、第 1 2 レンズ群 G 1 2 は互いに接合された正レンズ L 2 a および負レンズ L 2 b から構成されている。このレンズ L 2 a および L 2 b からなる接合レンズは、正の屈折力を有するものとされている。本発明においては、このような接合レン

50

ズおよび、同じく正の屈折力を有する単レンズである第2レンズL2をまとめて「正レンズ成分」という。

【0064】

一方第2レンズ群G2は、物体側より順に、正の屈折力を有する第21レンズ群G21、および負の屈折力を有する第22レンズ群G22を配置して構成されている。これらの第21レンズ群G21および第22レンズ群G22はいずれも、少なくとも1枚の正レンズと少なくとも1枚の負レンズを有するものとされている。本実施形態において第21レンズ群G21は、物体側より順に、負レンズである第3レンズL3、この第3レンズL3と接合された正レンズである第4レンズL4、および正レンズである第5レンズL5を配置して構成されている。一方第22レンズ群G22は、物体側より順に、負レンズである

10

【0065】

なお図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。

【0066】

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など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。また、近年の撮像装置は高画質化のために各色毎にCCDを用いる3CCD方式を採用しているものがあり、この3CCD方式に対応するためには、色分解プリズム等の色分解光学系をレンズ系と結像面Simの間に挿入することになる。光学部材PPとして、そのような色分解光学系が配置されてもよい。

20

【0067】

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ってなされる。

【0068】

以下、各レンズ群を構成するレンズの詳細について説明する。一例として上記第1レンズL1は両凹レンズ、第2レンズL2は物体側(図1中の左方)に凸面を向けた平凸レンズ、第3レンズL3は像側(つまり結像面Sim側で図1中の右方)に凹面を向けた負メニスカスレンズ、第4レンズL4は両凸レンズ、第5レンズL5は両凸レンズ、第6レンズL6は像側に凹面を向けた平凹レンズ、第7レンズL7は物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、そして第8レンズL8は両凸レンズとされている。

30

【0069】

本実施形態の撮像レンズは、正の屈折力を有する前群(第21レンズ群G21)と負の屈折力を有する後群(第22レンズ群G22)を有する望遠タイプのパワー配置を持つマスターレンズ部とみなせる第2レンズ群G2に対して、簡易的なワイドコンバージョンレンズとみなせる第1レンズ群G1を付加したような構成となっている。それにより本撮像レンズは、小型化と広角化を共に実現できるものとなっている。

40

【0070】

その上で本撮像レンズにおいては、レンズ系全体の焦点距離をf、第1レンズ群G1の焦点距離をf1、第1レンズ群G1における第1レンズL1の像側レンズ面と前記正レンズ成分としての第2レンズL2の最も物体側のレンズ面との光軸上での距離をd12、無限遠物体合焦時の第1レンズ群G1の最も物体側のレンズ面すなわち第1レンズL1の物体側レンズ面から結像面Simまでの光軸上の距離(バックフォーカスは空気換算長とする)をTL、最大像高をYとしたとき、以下の条件式

$$-0.50 < f / f_1 < 0.20 \quad \dots (1)$$

50

$$0.08 < d_{12} / f < 0.35 \quad \dots (2)$$

$$2.5 < TL / Y < 4.0 \quad \dots (3)$$

を全て満足している。また、これらの条件式(1)~(3)が規定する範囲内で、特に下記条件式

$$-0.45 < f / f_1 < 0.15 \quad \dots (1')$$

$$0.10 < d_{12} / f < 0.32 \quad \dots (2')$$

$$2.7 < TL / Y < 3.8 \quad \dots (3')$$

も全て満足されている。さらには、条件式(1)あるいは(1')が規定する範囲内で、特に下記条件式

$$-0.42 < f / f_1 < 0.10 \quad \dots (1'')$$

も満足されている。

【0071】

なお、条件式(1)~(3)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19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(4)~(7)に関しても同様である。

【0072】

以上のように条件式(1)~(3)が全て満足されていることにより、本実施形態の撮像レンズは以下の効果を奏するものとなっている。すなわち条件式(1)は、第1レンズ群G1を弱い発散系、あるいは弱い収束系とすることによって、諸収差の補正を良好に行うための条件であり、その上限値を上回るほどに正のパワーが強くなると、コマ収差の補正が難しくなったり、あるいは必要なバックフォーカスを確保することが難しくなったりする。逆に、下限値を下回るほどに負のパワーが強くなると、その発散性によって歪曲収差が生じる。それを抑えようとすると、像面湾曲の補正が困難になる。条件式(1)が満足されていれば、上述の不具合を防止して、諸収差を良好に補正可能となる。

【0073】

条件式(2)は、第1レンズ群G1に配置された負レンズである第1レンズL1と、それよりも像側に配置された正レンズ成分である第2レンズL2の間の空気間隔と、レンズ系全体の焦点距離との関係を規定したものであり、その上限値を上回ると、球面収差やコマ収差の補正には有利になるが、第1レンズ群G1全体が厚くなってしまわない。逆にその下限値を下回ると、上記各収差の補正に不利であるとともに、第1レンズL1の像側レンズ面および第2レンズL2の物体側レンズ面での反射で発生するゴースト光の強度が強くなってしまい、好ましくない。条件式(2)が満足されていれば、上述の不具合を防止して、諸収差を良好に補正可能となる。

【0074】

条件式(3)は、光学全長と最大像高との関係を規定したものであり、その上限値を上回ると、収差補正上は有利になるが、レンズ系全体が大きくなって小型化の面で好ましくない。逆にその下限値を下回ると、レンズ系全体での球面収差や像面湾曲の補正が難しくなるので好ましくない。条件式(3)が満足されていれば、上述の不具合を防止して、諸収差を良好に補正し、また小型化も達成される。

【0075】

そして本実施形態の撮像レンズにおいては、条件式(1)~(3)が規定する範囲内で特に条件式(1')~(3')も全て満足され、さらには条件式(1'')も満足されているので、上述の効果がより顕著なものとなる。なお条件式(1')~(3')は全て満足される必要はなく、そのうち1つでも満足されていれば、上記効果がより高いものとなる。

【0076】

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が、物体側より順に配置された、負の屈折力を有するサブレンズ群(第6レンズL6および第7レンズL7からなるものである)、および1枚の正レンズである第8レンズL8のみから構成されている。この構成においては、正レンズである第8レンズL8によって、撮像素子への軸外光線

10

20

30

40

50

の入射角を小さく抑えることが可能になる。

【0077】

また、本実施形態の撮像レンズにおいては、第22レンズ群G22中に配置された全てのレンズ、つまり第6レンズL6、第7レンズL7および第8レンズL8のd線に対する屈折率の平均値をNd22としたとき、以下の条件式

$$1.75 < Nd22 \quad \dots (4)$$

が満足されており、さらには、条件式(4)が規定する範囲内で特に下記条件式

$$1.78 < Nd22 \quad \dots (4')$$

も満足されている(表19参照)。

【0078】

この条件式(4)が満足されていることにより、本実施形態の撮像レンズは下記の効果を奏するものとなっている。すなわち条件式(4)は、第22レンズ群G22の中に配置された全レンズの屈折率の平均値を規定したものであり、その下限値を下回ると、ペッツヴァール和のコントロールが難しくなり、像面湾曲の補正が難しくなるため、好ましくない。条件式(4)が満足されていれば、上述の不具合を防止して、像面湾曲を良好に補正可能となる。

【0079】

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')も満足されているので、上述の効果がより顕著なものとなる。

【0080】

また本実施形態の撮像レンズにおいて、第22レンズ群G22の中には、物体側および像側のレンズ面が共に非球面である第7レンズL7が配置されている。第22レンズ群G22の中にこのような第7レンズL7が配置されていることにより、撮像レンズ全体を薄型化しながらも、球面収差および像面湾曲のバランスを制御しやすくなる。

【0081】

また、より詳細に説明すると上記第7レンズL7は、近軸領域において物体側のレンズ面が物体側に対して凹形状であり、そして物体側および像側のレンズ面が共に非球面の負レンズとされている。小型化を達成しようとする、第7レンズL7に入射する光線の角度が大きく変化しがちであるが、該第7レンズL7を上述のような形状とすることにより、大きな収差補正効果が得られる。

【0082】

また本実施形態の撮像レンズにおいて、第21レンズ群G21は、一方が正レンズで他方が負レンズであって互いに接合された2枚のレンズ(第3レンズL3と第4レンズL4)、および1枚の正レンズ(第5レンズL5)の合計3枚より構成されている。この構成においては、第3レンズL3と第4レンズL4からなる接合レンズの作用により色収差を良好に補正可能となる。またこの場合、絞りの直後に配置された第21レンズ群G21に正レンズを設けることによって、球面収差の補正に有利となる。

【0083】

そして上記3枚のレンズは物体側より、負レンズ(第3レンズL3)、該負レンズと接合された正レンズ(第4レンズL4)、および正レンズ(第5レンズL5)の順に配置されている。このように負レンズを最も物体側に配置することによって、ペッツヴァール和を抑えやすくなる。また、そのような構成にすると、球面収差の補正についてはやや不利になるが、接合された2枚のレンズL3、L4の他にさらに別の正の単レンズつまり第5レンズL5を設けることにより、球面収差の補正も良好になされ得る。

【0084】

また本実施形態の撮像レンズにおいて、第21レンズ群G21には、物体側および像側のレンズ面が共に非球面とされた正レンズである第5レンズL5が配置されている。このような第5レンズL5が配置されたことにより、球面収差やコマ収差の補正効果をさらに高めることができる。

【0085】

10

20

30

40

50

また本実施形態の撮像レンズは、無限遠物体合焦状態において、第1レンズL1の物体側レンズ面から第8レンズL8の像側レンズ面までの光軸上の距離を d 、第1レンズL1の物体側レンズ面から結像面S_{im}までの光軸上の距離（バックフォーカスは空気換算長とする）をTLとしたとき、以下の条件式

$$1.1 < TL / d < 1.5 \quad \dots (5)$$

を満足し、さらにはこの条件式(5)が規定する範囲内で、特に下記条件式

$$1.20 < TL / d < 1.45 \quad \dots (5')$$

も満足している（表19参照）。

【0086】

この条件式(5)が満足されていることにより、本実施形態の撮像レンズは下記の効果を奏するものとなっている。すなわち条件式(5)は、第1レンズ群G1の最も物体側のレンズ面から第2レンズ群G2の最も像側のレンズ面までの光軸上の距離と、第1レンズ群G1の最も物体側のレンズ面から結像面S_{im}までの光軸上の距離との関係を規定したものであり、その上限値を上回るとレンズ系全体が大きくなり、小型化と高性能化の両立が困難になる。逆にその下限値を下回ると、球面収差や像面湾曲をバランス良く補正することが難しくなり、さらには、必要なバックフォーカスを確保することが難しくなる。条件式(5)が満足されていれば、上述の不具合を防止して、小型化と高性能化を両立可能とし、また球面収差や像面湾曲をバランス良く補正でき、さらには所望のバックフォーカスを確保することも容易となる。

【0087】

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')も満足されているので、上述の効果がより顕著なものとなる。

【0088】

また本実施形態の撮像レンズは、第1レンズL1の焦点距離を f_{1n} 、全系の焦点距離を f としたとき、以下の条件式

$$0.8 < |f_{1n}| / f < 1.2 \quad \dots (6)$$

を満足し、さらにはこの条件式(6)が規定する範囲内で、特に下記条件式

$$0.82 < |f_{1n}| / f < 1.15 \quad \dots (6')$$

も満足している（表19参照）。

【0089】

この条件式(6)が満足されていることにより、本実施形態の撮像レンズは下記の効果を奏するものとなっている。すなわち条件式(6)は、第1レンズL1の焦点距離と全系の焦点距離との関係を規定したものであり、その下限値を下回って、第1レンズ群G1の負のパワーが強くなると、像面湾曲やペッツヴァール和を負の方向に増大させてしまう。逆にその上限値を上回ると、コマ収差の補正が難しくなり、さらには所望のバックフォーカスを確保することが難しくなる。条件式(6)が満足されていれば、上述の不具合を防止して、像面湾曲やペッツヴァール和を小さく抑えることができ、コマ収差も良好に補正可能となり、さらには所望のバックフォーカスを確保することも容易となる。

【0090】

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')も満足されているので、上述の効果がより顕著なものとなる。

【0091】

また本実施形態の撮像レンズは、第1レンズL1の像側レンズ面の曲率半径を R_{12} 、正レンズ成分である第2レンズL2の物体側レンズ面の曲率半径を R_{21} としたとき、以下の条件式

$$2.0 < (R_{21} + R_{12}) / (R_{21} - R_{12}) < 4.0 \quad \dots (7)$$

を満足し、さらにはこの条件式(7)が規定する範囲内で、特に下記条件式

$$2.2 < (R_{21} + R_{12}) / (R_{21} - R_{12}) < 3.8 \quad \dots (7')$$

も満足している（表19参照）。

【0092】

10

20

30

40

50

この条件式(7)が満足されていることにより、本実施形態の撮像レンズは下記の効果を奏するものとなっている。すなわち条件式(7)は、第1レンズL1の像側レンズ面の曲率半径と、それと空気間隔を置いて配置された正レンズ成分である第2レンズL2の最も物体側のレンズ面の曲率半径との関係を規定したものであり、その上限値を上回ると、歪曲収差および像面湾曲が大きくなるので好ましくない。逆にその下限値を下回ると、コマ収差の補正が難しくなるので好ましくない。条件式(7)が満足されていれば、上述の不具合を防止して、歪曲収差および像面湾曲を小さく抑えることができ、またコマ収差の補正も容易となる。

【0093】

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式(7')も満足されているので、上述の効果がより顕著なものとなる。

10

【0094】

また本実施形態の撮像レンズにおいて第22レンズ群G22は、物体側より順に配置された、負レンズである第6レンズL6、負レンズである第7レンズL7、正レンズである第8レンズL8の3枚より構成されている。このように第22レンズ群G22を3枚のレンズのみから構成すれば、撮像レンズの小型化の上で特に有利となる。

【0095】

そして本実施形態の撮像レンズにおいて、第11レンズ群G11は1枚の負レンズである第1レンズL1のみからなり、そして第12レンズ群G12は1枚の正レンズである第2レンズL2のみからなる。このような構成も、撮像レンズの小型化の上で特に有利なものとなる。

20

【0096】

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。

【0097】

<実施例1>

前述した通り、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前述した通りであるので、以下では特に必要の無い限り重複した説明は省略する。

【0098】

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、 S_i の欄には最も物体側に有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($i = 1, 2, 3, \dots$)の面番号を示す。 R_i の欄には*i*番目の面の曲率半径を示し、 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、 d_j 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、(開口絞り)と記載している。

30

【0099】

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。

40

【0100】

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。

【0101】

以上は、後述する表3、5、7、9、11、13、15、および17においても同様である。

50

【 0 1 0 2 】

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 $K A$ 、 $A m$ ($m = 3, 4, 5, \dots, 16$) の値である。

【 0 1 0 3 】

$$Z d = C \cdot h^2 / \{ 1 + (1 - K A \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2} \} + A m \cdot h^m$$

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

$K A$ 、 $A m$ ：非球面係数（ $m = 3, 4, 5, \dots, 16$ ）

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、16、および 18 においても同様である。

【 0 1 0 4 】

以下に記載する表では全て、前述したように長さの単位として mm を使い、角度の単位として度（°）を用いているが、光学系は比例拡大又は比例縮小して使用することが可能であるので、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

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	Ndj (屈折率)	νdj (アッベ数)
1	-127.7261	1.00	1.517417	52.43
2	10.3754	3.75		
3	22.3303	2.40	1.834000	37.16
4	∞	2.51		
5	∞ (開口絞り)	3.70		
6	33.4959	0.86	1.647689	33.79
7	9.7960	5.50	1.804000	46.57
8	-27.8872	0.47		
*9	29.2500	2.40	1.906100	40.73
*10	-130.8460	0.40		
11	∞	0.80	1.922860	18.90
12	16.6589	2.51		
*13	-7.2118	1.90	1.805004	40.98
*14	-12.0000	0.87		
15	52.4207	5.80	1.834807	42.71
16	-29.8692	6.71		
17	∞	2.70	1.516330	64.14
18	∞			

*:非球面

f=18.554 FNo.=2.06

10

20

30

【表 2】

実施例 1. 非球面データ

非球面係数・S9		非球面係数・S10	
KA	4.78304655	KA	-1497.83281901
A3	-2.53595966E-05	A3	3.99685295E-04
A4	5.91514146E-05	A4	-2.61954183E-04
A5	-4.93656786E-05	A5	8.54474233E-06
A6	4.75153450E-06	A6	1.35531333E-05
A7	7.34091959E-07	A7	-1.33495869E-06
A8	2.19092014E-07	A8	-7.65249439E-08
A9	-1.01933177E-07	A9	-2.67058977E-08
A10	4.87556962E-09	A10	7.34713251E-09
A11	6.30048753E-10	A11	2.29305258E-10
A12	9.55609385E-11	A12	-4.25150935E-11
A13	-5.32097670E-12	A13	-2.16472161E-12
A14	-6.34524093E-12	A14	-4.08200802E-12
A15	7.81178659E-13	A15	4.73756578E-13
A16	-1.86432156E-14	A16	4.03970404E-15
非球面係数・S13		非球面係数・S14	
KA	-9.99999182	KA	-9.03456826
A3	1.44873607E-03	A3	6.08341085E-04
A4	-4.57007497E-03	A4	-5.87639667E-04
A5	1.22220936E-03	A5	1.76418852E-04
A6	-8.81849829E-05	A6	-7.54073400E-06
A7	-3.13466545E-06	A7	-1.38246135E-06
A8	-8.63636316E-07	A8	2.08740129E-07
A9	3.14898636E-07	A9	4.01946484E-08
A10	-1.63434945E-08	A10	-2.05178639E-08
A11	-8.44979403E-10	A11	2.61661033E-09
A12	2.11519332E-11	A12	-1.08213936E-10

10

20

【 0 1 0 5 】

また表 19 に、前記条件式 (1) ~ (7) が規定する条件、つまり文字式の部分の値を、実施例 1 ~ 9 の各々について示す。この表 19 の値は d 線に関するものである。ここに示される通り、実施例 1 の撮像レンズ並びに、後述する実施例 2 ~ 9 の撮像レンズはいずれも条件式 (1) ~ (7) 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') ~ (7') 並びに (1'') も全て満たしている。そ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。

30

【 0 1 0 6 】

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 10 の (A) ~ (D) に示す。各収差は d 線 (波長 587.6 nm) を基準としたものであるが、球面収差図では波長 460.0 nm および 615.0 nm に関する収差も示し、特に倍率色収差図では波長 460.0 nm および 615.0 nm 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 θ は半画角を意味する。以上述べた収差の表示方法は、後に示す図 11 ~ 図 18 においても同様である。

40

【 0 1 0 7 】

図 10 に示した通り、本実施例の撮像レンズの全画角 (2θ) は 82.8° であり、十分広い画角が確保されている。また、他の実施例 2 ~ 9 の撮像レンズにおいても、それぞれ図 11 ~ 図 18 に示される通り全画角 (2θ) は $75.8^\circ \sim 83.6^\circ$ の範囲にあり、十分な広画角化が達成されている。

【 0 1 0 8 】

< 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。この実施例 2 の撮像レ

50

レンズは、前述した実施例 1 の撮像レンズと略同様の構成とされているが、第 2 レンズ L 2 が物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる点、第 6 レンズ L 6 が両凹レンズからなる点、の 2 点において相違している。

【 0 1 0 9 】

なお、上に述べた実施例 1 に対する相違点は、後述する実施例 3 ~ 6 においても同様であり、実施例 3 ~ 6 の説明ではその点を繰り返し述べることはしない。

【 0 1 1 0 】

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。また表 4 に、本実施例の撮像レンズの非球面データを示す。そして図 1 1 の (A) ~ (D) に、この実施例 2 の撮像レンズの各収差図を示す。

【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} (アッベ数)
1	-130.0000	1.00	1.517417	52.43
2	9.3728	2.20		
3	23.2239	2.20	1.834000	37.16
4	306.7400	1.92		
5	∞ (開口絞リ)	3.70		
6	24.7145	0.86	1.647689	33.79
7	9.2318	5.50	1.804000	46.57
8	-25.6886	0.62		
*9	54.4173	2.21	1.803480	40.45
*10	-34.9352	0.66		
11	-153.3459	0.80	1.922860	18.90
12	16.8996	2.41		
*13	-7.1953	1.70	1.803480	40.45
*14	-12.0000	0.71		
15	53.3825	5.30	1.834807	42.71
16	-30.1338	7.80		
17	∞	2.70	1.516330	64.14
18	∞			

*:非球面

f=18.851 FNo.=2.06

10

20

30

【表 4】

実施例2. 非球面データ

非球面係数・S9		非球面係数・S10	
KA	4.81681329	KA	-25.25950749
A3	-1.48737551E-04	A3	2.33313969E-04
A4	1.02000705E-04	A4	-1.66288594E-04
A5	-6.57448035E-05	A5	-2.24914543E-05
A6	6.62989549E-06	A6	1.51067991E-05
A7	8.45216364E-07	A7	-1.03947590E-06
A8	2.31187153E-07	A8	-4.70534781E-08
A9	-1.15020037E-07	A9	-3.95362492E-08
A10	5.28306013E-09	A10	7.64321354E-09
A11	7.47402723E-10	A11	3.15488672E-10
A12	1.47108610E-10	A12	6.77132656E-12
A13	-1.56844032E-12	A13	-3.58237265E-13
A14	-7.22664593E-12	A14	-4.16878220E-12
A15	3.08901966E-13	A15	-4.85468541E-14
A16	3.54736872E-14	A16	5.64388150E-14
非球面係数・S13		非球面係数・S14	
KA	-9.88951433	KA	-9.86540022
A3	1.98775601E-03	A3	8.15495951E-04
A4	-4.77319314E-03	A4	-6.33798120E-04
A5	1.27433157E-03	A5	1.82880148E-04
A6	-9.09757952E-05	A6	-5.36953230E-06
A7	-3.92395232E-06	A7	-1.62089134E-06
A8	-8.61333009E-07	A8	1.55075805E-07
A9	3.19561813E-07	A9	3.99720260E-08
A10	-1.43021744E-08	A10	-1.95845963E-08
A11	-8.87928373E-10	A11	2.66170798E-09
A12	-5.77345282E-12	A12	-1.17194960E-10

10

20

【 0 1 1 1 】

< 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。

【 0 1 1 2 】

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。また表 6 に、本実施例の撮像レンズの非球面データを示す。そして図 1 2 の (A) ~ (D) に、この実施例 3 の撮像レンズの各収差図を示す。

30

【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)	ν_{dj} (アッベ数)
1	-130.0000	1.00	1.517417	52.43
2	10.8674	5.00		
3	22.7371	2.80	1.834000	37.16
4	452.3189	1.60		
5	∞ (開口絞り)	3.66		
6	25.8065	0.86	1.647689	33.79
7	9.8729	5.50	1.804000	46.57
8	-33.2513	0.46		
*9	50.1808	2.45	1.803480	40.45
*10	-44.1144	0.33		
11	-148.4884	0.88	1.922860	18.90
12	17.1721	2.42		
*13	-7.3040	1.70	1.803480	40.45
*14	-12.0000	0.98		
15	54.5458	5.30	1.834807	42.71
16	-30.9086	7.80		
17	∞	2.70	1.516330	64.14
18	∞			

*:非球面

f=18.856 FNo.=2.07

10

20

【表 6】

実施例3. 非球面データ

非球面係数・S9		非球面係数・S10	
KA	4.90090515	KA	-25.22281915
A3	-1.84709305E-04	A3	2.99627545E-04
A4	1.05821251E-04	A4	-1.31941782E-04
A5	-6.65469018E-05	A5	-2.09834253E-05
A6	6.61172613E-06	A6	1.46865320E-05
A7	8.36108156E-07	A7	-1.14208296E-06
A8	2.25209237E-07	A8	-6.09820829E-08
A9	-1.16356900E-07	A9	-4.06604740E-08
A10	5.06290063E-09	A10	7.50824758E-09
A11	7.31359358E-10	A11	2.94183901E-10
A12	1.48166446E-10	A12	1.67466824E-12
A13	-9.70862393E-13	A13	-1.16466908E-12
A14	-7.23507634E-12	A14	-4.11154058E-12
A15	2.89320207E-13	A15	-1.49318959E-14
A16	4.00127676E-14	A16	5.77182293E-14
非球面係数・S13		非球面係数・S14	
KA	-9.88382213	KA	-9.88458283
A3	2.56858244E-03	A3	1.00726329E-03
A4	-4.72632229E-03	A4	-6.22310432E-04
A5	1.27113397E-03	A5	1.83108224E-04
A6	-9.17998235E-05	A6	-5.65132488E-06
A7	-3.99843732E-06	A7	-1.66903373E-06
A8	-8.59190196E-07	A8	1.50757121E-07
A9	3.20600103E-07	A9	3.98900514E-08
A10	-1.42365085E-08	A10	-1.95881277E-08
A11	-9.13420969E-10	A11	2.66925840E-09
A12	-1.58382351E-11	A12	-1.16589812E-10

30

40

【 0 1 1 3 】

< 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。

【 0 1 1 4 】

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。また表 8 に、本実施例の撮

50

像レンズの非球面データを示す。そして図13の(A)~(D)に、この実施例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	-130.0000	1.00	1.517417	52.43
2	9.5102	2.70		
3	22.0961	2.20	1.834000	37.16
4	334.6333	1.63		
5	∞ (開口絞り)	3.70		
6	25.4951	0.86	1.647689	33.79
7	9.2423	5.50	1.804000	46.57
8	-25.9075	0.20		
*9	85.0392	2.21	1.803480	40.45
*10	-44.4582	0.79		
11	-285.3358	0.80	1.922860	18.90
12	19.2135	2.42		
*13	-6.7318	1.70	1.730770	40.51
*14	-10.8069	0.78		
15	45.3313	5.30	1.729157	54.68
16	-30.0121	7.80		
17	∞	2.70	1.516330	64.14
18	∞			

*:非球面

f=18.854 FNo.=2.09

【表8】

実施例4. 非球面データ

非球面係数・S9		非球面係数・S10	
KA	4.90233180	KA	-25.32361273
A3	-2.43344984E-06	A3	2.09092766E-04
A4	8.69079933E-05	A4	-1.07368132E-04
A5	-6.21234152E-05	A5	-2.46541399E-05
A6	7.05846160E-06	A6	1.46279612E-05
A7	8.68495255E-07	A7	-1.05765476E-06
A8	2.29094008E-07	A8	-3.90280046E-08
A9	-1.16099630E-07	A9	-3.75449670E-08
A10	5.18271233E-09	A10	7.84158519E-09
A11	7.47364287E-10	A11	2.98286523E-10
A12	1.50595263E-10	A12	-4.35192600E-12
A13	-8.89086279E-13	A13	-2.71933023E-12
A14	-7.22591573E-12	A14	-4.37892027E-12
A15	2.64791258E-13	A15	1.59611740E-13
A16	4.05305351E-14	A16	3.97854984E-14
非球面係数・S13		非球面係数・S14	
KA	-9.42717713	KA	-9.75085149
A3	6.66894845E-04	A3	3.08905101E-04
A4	-4.60543525E-03	A4	-6.23476051E-04
A5	1.28372358E-03	A5	1.92574624E-04
A6	-9.22261267E-05	A6	-4.70968505E-06
A7	-4.13985321E-06	A7	-1.64676037E-06
A8	-8.69474031E-07	A8	1.45219713E-07
A9	3.22905935E-07	A9	3.92474750E-08
A10	-1.36578007E-08	A10	-1.96051724E-08
A11	-8.48649111E-10	A11	2.67123982E-09
A12	-3.14053694E-11	A12	-1.16998732E-10

【0115】

< 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。

【 0 1 1 6 】

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。また表 10 に、本実施例の撮像レンズの非球面データを示す。そして図 14 の (A) ~ (D) に、この実施例 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	-130.0000	1.00	1.517417	52.43
2	8.9033	2.20		
3	20.1515	2.20	1.834000	37.16
4	296.1613	1.50		
5	∞ (開口絞り)	3.00		
6	24.7340	0.86	1.647689	33.79
7	9.0025	5.00	1.804000	46.57
8	-24.1575	0.36		
*9	57.6598	2.21	1.803480	40.45
*10	-33.1452	0.43		
11	-147.1837	0.80	1.922860	18.90
12	15.9115	2.40		
*13	-7.2122	1.70	1.803480	40.45
*14	-12.0000	0.86		
15	52.1174	5.30	1.834807	42.71
16	-30.0118	7.80		
17	∞	2.70	1.516330	64.14
18	∞			

*:非球面

f=18.844 FNo.=2.06

【表 10】

実施例 5. 非球面データ

非球面係数・S9		非球面係数・S10	
KA	4.81697393	KA	-25.25812231
A3	-2.87083732E-04	A3	1.18906335E-04
A4	1.05711740E-04	A4	-1.88109111E-04
A5	-6.53027730E-05	A5	-2.34215137E-05
A6	6.68165534E-06	A6	1.52087805E-05
A7	8.53227276E-07	A7	-1.00379688E-06
A8	2.32786056E-07	A8	-4.03960798E-08
A9	-1.14759171E-07	A9	-3.86232149E-08
A10	5.33961887E-09	A10	7.75211108E-09
A11	7.55941020E-10	A11	3.22968768E-10
A12	1.48424669E-10	A12	6.57664659E-12
A13	-1.42751835E-12	A13	-5.75922797E-13
A14	-7.22317200E-12	A14	-4.21518210E-12
A15	3.05071684E-13	A15	-5.22006545E-14
A16	3.44249052E-14	A16	5.69869593E-14
非球面係数・S13		非球面係数・S14	
KA	-9.89517991	KA	-9.85793120
A3	1.85057692E-03	A3	5.21756700E-04
A4	-4.82506210E-03	A4	-6.33880498E-04
A5	1.27004228E-03	A5	1.83688280E-04
A6	-9.11546904E-05	A6	-5.27618751E-06
A7	-3.89232232E-06	A7	-1.61504338E-06
A8	-8.50728357E-07	A8	1.55286768E-07
A9	3.21279636E-07	A9	4.00169628E-08
A10	-1.41686834E-08	A10	-1.95650895E-08
A11	-9.17275261E-10	A11	2.66391220E-09
A12	-2.40950739E-11	A12	-1.17572834E-10

【 0 1 1 7 】

10

20

30

40

50

< 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。本実施例における第 1 レンズ L 1 ~ 第 8 レンズ L 8 の基本的な形状は、前述した実施例 1 の撮像レンズにおけるものと同じとされている。

【 0 1 1 8 】

表 1 1 に、実施例 6 の撮像レンズの基本レンズデータを示す。また表 1 2 に、本実施例の撮像レンズの非球面データを示す。そして図 1 5 の (A) ~ (D) に、この実施例 6 の撮像レンズの各収差図を示す。

【表 1 1】

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)	Ndj (屈折率)	ν_{dj} (アッベ数)
1	-145.0864	1.20	1.517417	52.43
2	10.8800	5.00		
3	22.3837	2.70	1.834000	37.16
4	∞	3.04		
5	∞ (開口絞り)	3.60		
6	31.0470	0.86	1.647689	33.79
7	9.3039	5.50	1.804000	46.57
8	-35.6789	0.59		
*9	28.2650	2.40	1.803480	40.45
*10	-114.4925	0.40		
11	∞	0.80	1.922860	18.90
12	16.2687	3.04		
*13	-7.3314	1.90	1.803480	40.45
*14	-12.0000	0.98		
15	40.8171	5.80	1.834807	42.71
16	-39.7764	4.80		
17	∞	2.70	1.516330	64.14
18	∞			

*:非球面

f=18.176 FNo.=2.06

10

20

【表 1 2】

実施例6. 非球面データ

非球面係数・S9		非球面係数・S10	
KA	4.77007960	KA	-1497.54565857
A3	-3.79293326E-05	A3	4.04467015E-04
A4	5.70357143E-05	A4	-2.59391917E-04
A5	-4.98225602E-05	A5	8.97086394E-06
A6	4.67436260E-06	A6	1.35791720E-05
A7	7.24833738E-07	A7	-1.33900297E-06
A8	2.18220211E-07	A8	-7.82873179E-08
A9	-1.01974508E-07	A9	-2.70538943E-08
A10	4.86981213E-09	A10	7.29189058E-09
A11	6.28923650E-10	A11	2.23853917E-10
A12	9.52146829E-11	A12	-4.27010780E-11
A13	-5.37120455E-12	A13	-2.06882541E-12
A14	-6.34684918E-12	A14	-4.05427667E-12
A15	7.81955863E-13	A15	4.80449294E-13
A16	-1.78849114E-14	A16	4.02247345E-15
非球面係数・S13		非球面係数・S14	
KA	-10.00000005	KA	-8.85644971
A3	1.87794510E-03	A3	5.53775377E-04
A4	-4.70929110E-03	A4	-5.88883792E-04
A5	1.25990398E-03	A5	1.77823269E-04
A6	-8.97858655E-05	A6	-6.42441811E-06
A7	-3.58496731E-06	A7	-1.43469031E-06
A8	-8.76017548E-07	A8	1.87860292E-07
A9	3.16843370E-07	A9	3.89529996E-08
A10	-1.53220422E-08	A10	-2.02431200E-08
A11	-7.89621795E-10	A11	2.65239445E-09
A12	1.75372381E-12	A12	-1.12065607E-10

10

20

【 0 1 1 9】

< 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。この実施例 7 の撮像レンズは、前述した実施例 1 の撮像レンズと略同様の構成とされているが、第 2 レンズ L 2 が物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる点において相違している。

30

【 0 1 2 0】

表 1 3 に、実施例 7 の撮像レンズの基本レンズデータを示す。また表 1 4 に、本実施例の撮像レンズの非球面データを示す。そして図 1 6 の (A) ~ (D) に、この実施例 7 の撮像レンズの各収差図を示す。

【表 1 3】

実施例7. 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	490.4644	1.00	1.517417	52.43
2	9.0938	2.40		
3	16.3026	2.15	1.834000	37.16
4	43.0920	2.03		
5	∞ (開口絞り)	3.80		
6	20.6269	0.86	1.647689	33.79
7	9.0025	5.50	1.804000	46.57
8	-25.5385	0.27		
*9	38.0679	2.30	1.803480	40.45
*10	-114.9964	0.28		
11	∞	1.00	1.922860	18.90
12	17.0800	7.36		
*13	-5.9995	1.50	1.803480	40.45
*14	-9.3294	0.81		
15	47.0517	5.20	1.834807	42.71
16	-35.8574	1.00		
17	∞	2.62	1.516798	64.20
18	∞			

*:非球面

f=18.865 FNo.=2.06

【表 1 4】

実施例7. 非球面データ

非球面係数・S9		非球面係数・S10	
KA	-8.86187060	KA	12.89110464
A3	-1.78072549E-05	A3	5.56276759E-04
A4	-7.33015125E-05	A4	-3.56310692E-04
A5	2.99704998E-05	A5	8.54766745E-05
A6	-4.05937221E-06	A6	1.07528439E-06
A7	-2.54883663E-07	A7	-1.58434600E-06
A8	-5.79695842E-08	A8	-1.89441910E-07
A9	5.45482276E-08	A9	7.98471867E-08
A10	-2.94274226E-09	A10	2.05319386E-09
A11	-6.69741527E-11	A11	-5.70596167E-10
A12	-1.21522411E-10	A12	-1.24050605E-10
A13	-9.20311348E-12	A13	-1.26463034E-11
A14	4.04140532E-12	A14	4.78323072E-12
A15	-1.45530396E-13	A15	-6.83539013E-13
A16	-4.35936396E-15	A16	5.96271008E-14
S13		S14	
KA	-4.35159775	KA	-1.22136855
A3	1.56110052E-03	A3	-3.84243737E-04
A4	-3.28032310E-03	A4	9.66250561E-04
A5	7.85868750E-04	A5	-1.50246747E-04
A6	-3.80578990E-05	A6	2.44246524E-05
A7	-4.32824501E-06	A7	-2.17723598E-07
A8	-2.81611524E-07	A8	-1.81520972E-07
A9	1.61215013E-07	A9	-8.53898812E-09
A10	-5.63933411E-09	A10	-4.71404340E-09
A11	-1.83433966E-09	A11	1.26477822E-09
A12	1.33497232E-10	A12	-6.59889353E-11

【 0 1 2 1】

< 実施例 8 >

図 8 に、実施例 8 の撮像レンズにおけるレンズ群の配置を示す。この実施例 8 の撮像レンズは、前述した実施例 1 の撮像レンズと略同様の構成とされているが、第 2 レンズ L 2 が物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる点において相違している。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 2 】

表 1 5 に、実施例 8 の撮像レンズの基本レンズデータを示す。また表 1 6 に、本実施例の撮像レンズの非球面データを示す。そして図 1 7 の (A) ~ (D) に、この実施例 8 の撮像レンズの各収差図を示す。

【表 1 5】

実施例8. 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	-143.4302	1.20	1.517417	52.43
2	11.6703	5.50		
3	20.6147	2.70	1.834000	37.16
4	2742.1811	3.38		
5	∞ (開口絞り)	3.60		
6	41.5164	0.86	1.647689	33.79
7	9.0026	5.50	1.804000	46.57
8	-42.0839	0.59		
*9	29.8087	2.40	1.803480	40.45
*10	-141.6629	0.40		
11	∞	0.80	1.922860	18.90
12	16.5450	3.38		
*13	-7.2645	1.90	1.803480	40.45
*14	-12.0000	0.20		
15	49.7420	6.50	1.882997	40.76
16	-30.3632	6.00		
17	∞	2.70	1.516330	64.14
18	∞			

10

20

*:非球面

f=19.155 FNo.=2.06

【表 1 6】

実施例8. 非球面データ

非球面係数・S9		非球面係数・S10	
KA	4.76267672	KA	-1153.48297732
A3	-5.70636004E-05	A3	5.16014392E-04
A4	6.31322991E-05	A4	-2.57379280E-04
A5	-4.99384464E-05	A5	9.63037754E-06
A6	4.53276044E-06	A6	1.36365163E-05
A7	7.02709930E-07	A7	-1.35152204E-06
A8	2.16335454E-07	A8	-8.36407696E-08
A9	-1.01973299E-07	A9	-2.80335662E-08
A10	4.87947458E-09	A10	7.15547788E-09
A11	6.28864718E-10	A11	2.17661316E-10
A12	9.44440825E-11	A12	-4.11255102E-11
A13	-5.56368924E-12	A13	-1.44091129E-12
A14	-6.36575533E-12	A14	-3.93136758E-12
A15	7.84831353E-13	A15	4.93771098E-13
A16	-1.66476918E-14	A16	1.50458813E-16
非球面係数・S13		非球面係数・S14	
KA	-10.00000000	KA	-9.31945544
A3	1.44374813E-03	A3	3.39093757E-04
A4	-4.70276848E-03	A4	-6.13227765E-04
A5	1.26192021E-03	A5	1.76064166E-04
A6	-8.95877705E-05	A6	-6.45501592E-06
A7	-3.58500972E-06	A7	-1.42219886E-06
A8	-8.79993893E-07	A8	1.90066843E-07
A9	3.16112436E-07	A9	3.91610080E-08
A10	-1.53761147E-08	A10	-2.02381642E-08
A11	-7.72752505E-10	A11	2.65132961E-09
A12	1.05279542E-11	A12	-1.12120754E-10

30

40

【 0 1 2 3 】

50

< 実施例 9 >

図 9 に、実施例 9 の撮像レンズにおけるレンズ群の配置を示す。この実施例 9 の撮像レンズは、前述した実施例 1 の撮像レンズと略同様の構成とされているが、図 1 に示した第 2 レンズ L 2 に代えて、両凸レンズ 2 a および両凹レンズ 2 b が接合されてなる接合レンズが適用されている点、および第 6 レンズ L 6 が両凹レンズからなる点、の 2 点において相違している。なおこの場合は、上記接合レンズが第 1 2 レンズ群 G 1 2 の正レンズ成分となる。

【 0 1 2 4 】

表 1 7 に、実施例 9 の撮像レンズの基本レンズデータを示す。また表 1 8 に、本実施例の撮像レンズの非球面データを示す。そして図 1 8 の (A) ~ (D) に、この実施例 9 の撮像レンズの各収差図を示す。

【表 1 7】

実施例 9. 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	-130.0000	1.00	1.517417	52.43
2	10.7440	4.00		
3	25.5704	2.80	1.834000	37.16
4	-76.0000	1.00	1.717362	29.52
5	452.3189	2.02		
6	∞ (開口絞り)	3.70		
7	25.3994	0.86	1.647689	33.79
8	10.2922	5.50	1.804000	46.57
9	-34.7287	0.54		
*10	42.8608	2.21	1.803480	40.45
*11	-43.1359	0.67		
12	-215.7889	0.80	1.922860	18.90
13	17.1622	2.41		
*14	-7.3112	1.70	1.803480	40.45
*15	-12.0000	0.98		
16	53.7085	5.30	1.834807	42.71
17	-31.6295	7.80		
18	∞	2.70	1.516330	64.14
19	∞			

*非球面

f=18.856 FNo.=2.07

10

20

30

【表 18】

実施例9. 非球面データ

S10		S11	
KA	4.53804858	KA	-26.33457998
A3	-2.77625404E-04	A3	1.03461084E-04
A4	1.42779695E-04	A4	-8.02890388E-05
A5	-6.36198392E-05	A5	-2.25161828E-05
A6	6.35531239E-06	A6	1.42351475E-05
A7	7.74273055E-07	A7	-1.16698223E-06
A8	2.20540871E-07	A8	-5.82713249E-08
A9	-1.15830601E-07	A9	-3.96742791E-08
A10	5.26577747E-09	A10	7.65099489E-09
A11	7.65678287E-10	A11	3.12343667E-10
A12	1.52079022E-10	A12	3.98505606E-12
A13	-8.01265939E-13	A13	-7.56019115E-13
A14	-7.26345367E-12	A14	-4.00722782E-12
A15	2.77845354E-13	A15	-5.44602626E-15
A16	3.76915988E-14	A16	5.01244423E-14
S14		S15	
KA	-10.00000000	KA	-9.72845693
A3	2.35823491E-03	A3	1.01512239E-03
A4	-4.67754570E-03	A4	-6.23521054E-04
A5	1.26710826E-03	A5	1.84900802E-04
A6	-9.21885725E-05	A6	-5.74120048E-06
A7	-3.95201068E-06	A7	-1.69612533E-06
A8	-8.49721041E-07	A8	1.50706043E-07
A9	3.21149137E-07	A9	4.05155244E-08
A10	-1.44050937E-08	A10	-1.94776230E-08
A11	-9.30744700E-10	A11	2.67438472E-09
A12	-2.91569104E-12	A12	-1.19110054E-10

10

20

【表 19】

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	実施例8	実施例9
(1)	$f/f1$	-0.166	-0.411	-0.145	-0.332	-0.345	-0.077	-0.372	0.057	-0.241
(2)	$d12/f$	0.202	0.117	0.265	0.143	0.117	0.275	0.127	0.287	0.212
(3)	TL/y	3.174	3.042	3.538	3.042	2.840	3.214	2.946	3.348	3.295
(4)	$Nd2$	1.854	1.854	1.854	1.794	1.854	1.854	1.854	1.870	1.854
(5)	$TL/\sum d$	1.309	1.368	1.335	1.369	1.392	1.259	1.304	1.294	1.330
(6)	$ f1n /f$	0.993	0.890	1.021	0.902	0.849	1.069	0.946	1.082	1.010
(7)	$(R21+R12)/(R21-R12)$	2.736	2.343	2.831	2.551	2.583	2.892	3.523	3.610	2.454

10

20

30

【0125】

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施してもよい。

40

【0126】

次に、本発明による撮像装置について説明する。図19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広角レンズである撮像レンズ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、小型の広角レンズ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。

50

【0127】

前述したように、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ので、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、広画角で撮影可能なものとなる。

【0128】

次に、本発明による撮像装置の別の実施形態について、図20Aおよび図20B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レフ形式のデジタルスチルカメラであり、図20Aはこのカメラ30を前側から見た外観を示し、図20Bはこのカメラ30を背面側から見た外観を示している。

10

【0129】

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。

【0130】

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。

20

【0131】

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32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。

30

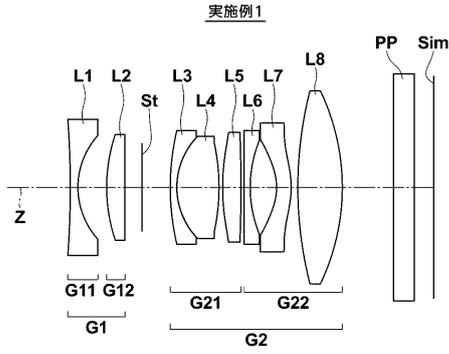
【0132】

このようなミラーレス一眼レフカメラ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、広画角で撮影可能なものとなる。

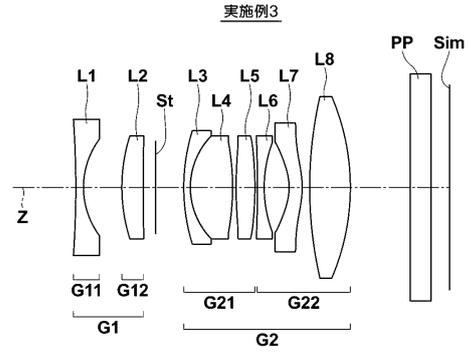
【0133】

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、アッペ数、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。

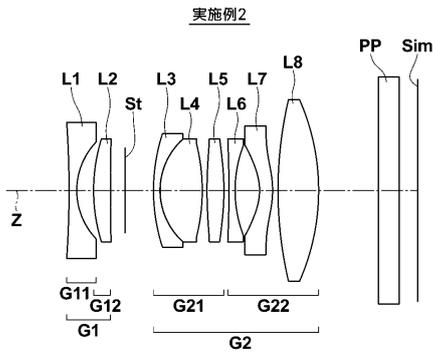
【 図 1 】



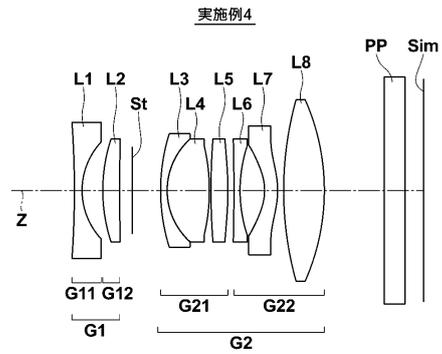
【 図 3 】



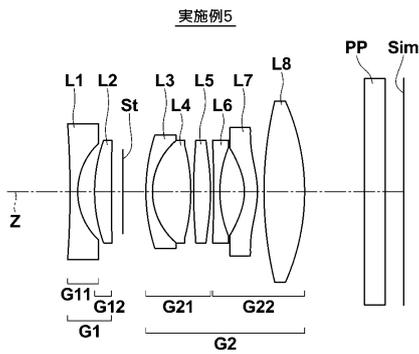
【 図 2 】



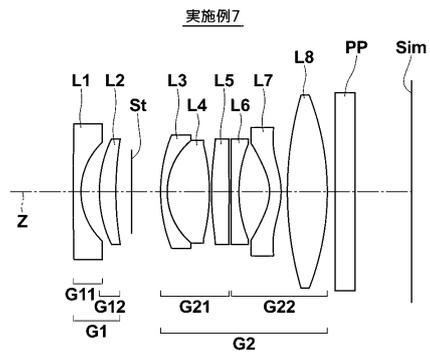
【 図 4 】



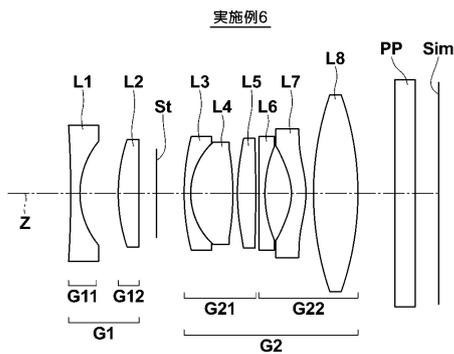
【 図 5 】



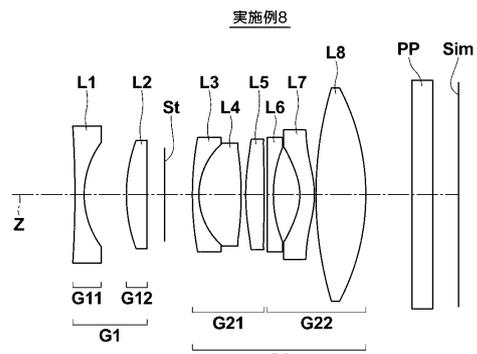
【 図 7 】



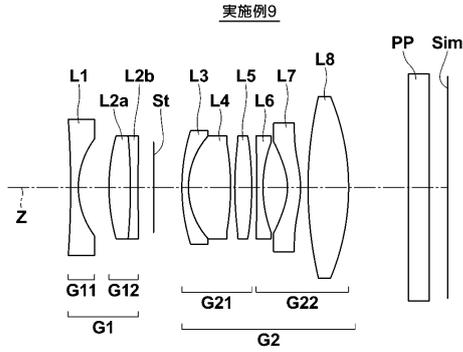
【 図 6 】



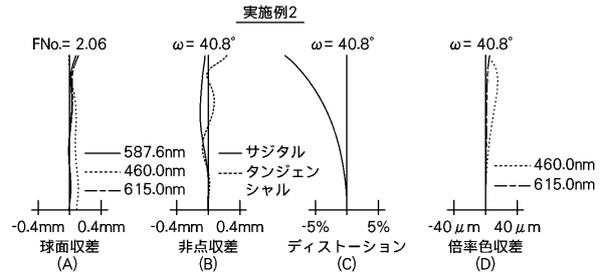
【 図 8 】



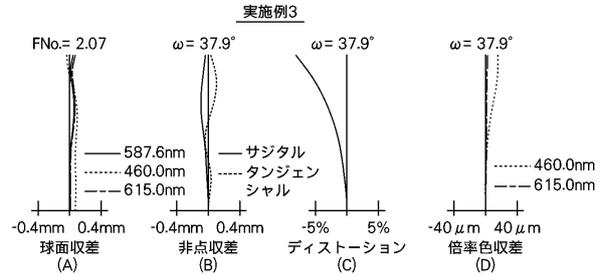
【図9】



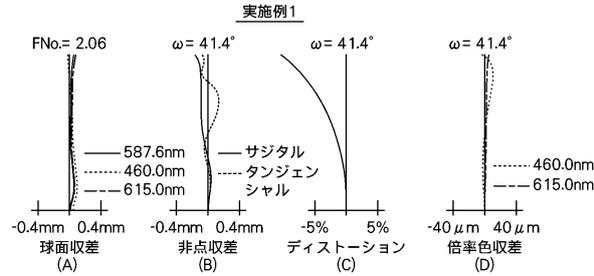
【図11】



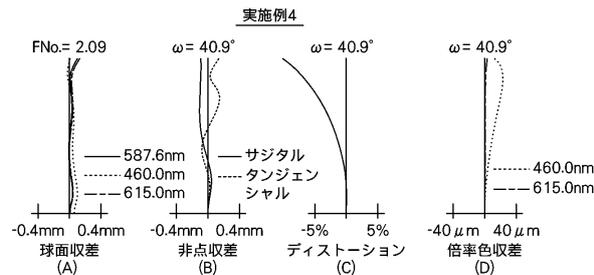
【図12】



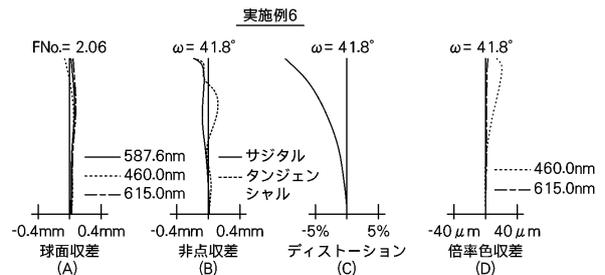
【図10】



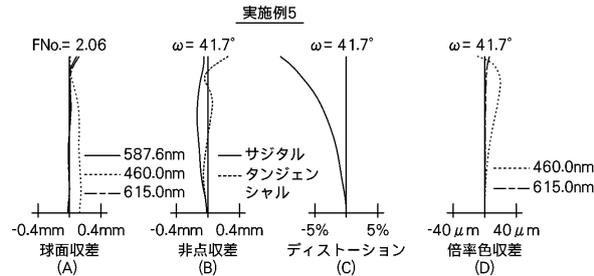
【図13】



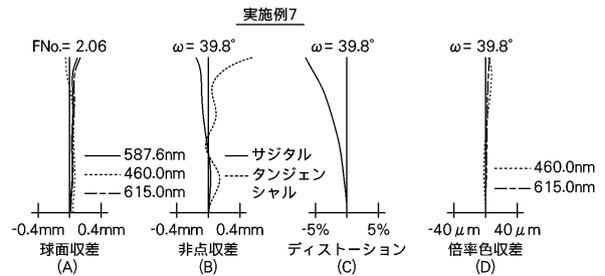
【図15】



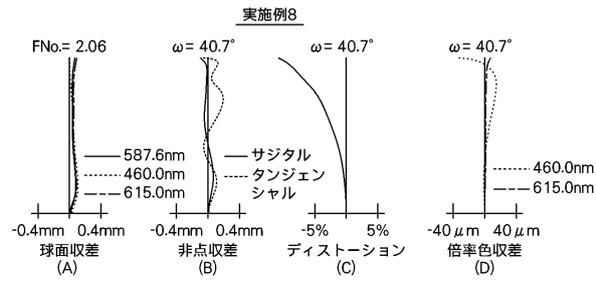
【図14】



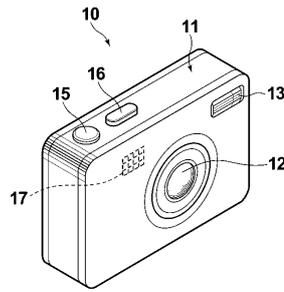
【図16】



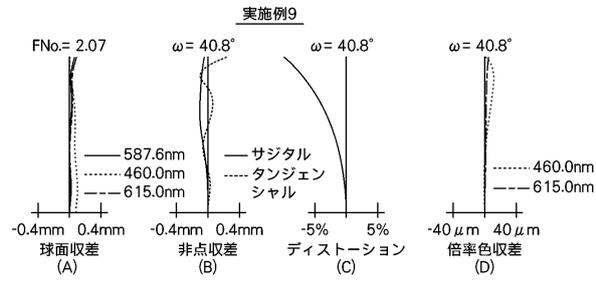
【図17】



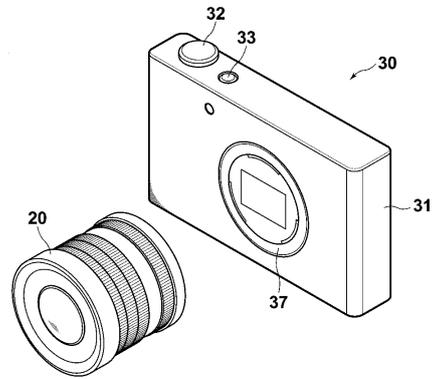
【図19】



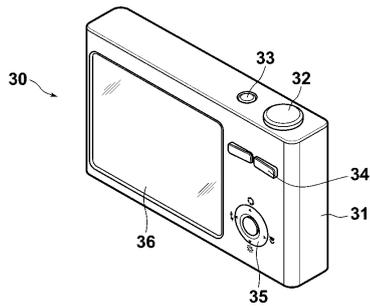
【図18】



【図20A】



【図20B】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2011-59288(JP,A)
特開2008-107391(JP,A)
特開2003-98430(JP,A)
特開平11-142730(JP,A)
特開平10-20188(JP,A)
特開平9-43512(JP,A)
特開平8-286105(JP,A)
特開平6-324264(JP,A)
特開平5-134175(JP,A)
特開2012-181508(JP,A)
特開2012-234169(JP,A)
特開2013-37081(JP,A)
特開2013-37080(JP,A)
特開2012-68448(JP,A)
特開2013-29658(JP,A)
特開2012-226309(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B	9/00	-	17/08
G02B	21/02	-	21/04
G02B	25/00	-	25/04