

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6572644号
(P6572644)

(45) 発行日 令和1年9月11日(2019.9.11)

(24) 登録日 令和1年8月23日(2019.8.23)

(51) Int. Cl. F 1
G 0 2 B 13/04 (2006.01) G 0 2 B 13/04 D
G 0 2 B 13/18 (2006.01) G 0 2 B 13/18

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2015-131823 (P2015-131823)	(73) 特許権者	000006747
(22) 出願日	平成27年6月30日 (2015. 6. 30)		株式会社リコー
(65) 公開番号	特開2017-15893 (P2017-15893A)		東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号
(43) 公開日	平成29年1月19日 (2017. 1. 19)	(74) 代理人	100127111
審査請求日	平成30年5月17日 (2018. 5. 17)		弁理士 工藤 修一
		(74) 代理人	100067873
			弁理士 樺山 亨
		(74) 代理人	100090103
			弁理士 本多 章悟
		(72) 発明者	中山 貴裕
			東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号・株式 会社リコー内
		審査官	吉川 陽吾

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像光学系および撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から像側へ向かって順に、負の屈折力を持つ第 1 レンズ群、開口絞り、正の屈折力を持つ第 2 レンズ群を配して構成され、

第 1 レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、両凹形状の負レンズ、正レンズを配して構成され、

第 2 レンズ群は、開口絞り側から像側に向かって順に、物体側に凹面を向けた負レンズと正レンズとの接合レンズと、1 枚の正レンズとを配して構成され、

全系の焦点距離：f、第 1 レンズ群の焦点距離：f 1、第 1 レンズ群の最も像側のレンズ面から第 2 レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上距離：T 1 2 が、条件：

$$(1) \quad 2.00 < |f 1 / f| < 20.00$$

$$(4) \quad 0.10 < T 1 2 / f < 1.00$$

を満足する撮像光学系。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の撮像光学系であって、

第 2 レンズ群は、物体側に凹面を向けた負レンズと正レンズとの接合レンズである第 2 F レンズ群と、該第 2 F レンズ群の像側に配される第 2 R レンズ群とにより構成され、前記第 2 R レンズ群は正の屈折力を有する 1 枚の正レンズである撮像光学系。

【請求項 3】

請求項 2 記載の撮像光学系であって、

第2 Rレンズ群を構成する1枚の正レンズが、両凸レンズである撮影光学系。

【請求項4】

請求項2または3に記載の撮像光学系であって、

全系の焦点距離： f 、第2 Fレンズ群の焦点距離： $f_2 F$ が、条件：

$$(2) \quad 3.00 < |f_2 F / f| < 40.00$$

を満足する撮像光学系。

【請求項5】

請求項1～4の何れか1項に記載の撮像光学系であって、

全系の焦点距離： f 、第2レンズ群において開口絞り側に配置される接合レンズにおける物体側の負レンズの焦点距離： $f_2 F_1$ が、条件：

$$(3) \quad 0.30 < |f_2 F_1 / f| < 2.00$$

を満足する撮像光学系。

【請求項6】

請求項1～5の何れか1項に記載の撮像光学系であって、

第1レンズ群の最も像側のレンズ面から第2レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上距離が、光学系全体において最大の空気間隔である撮像光学系。

【請求項7】

請求項1～6の何れか1項に記載の撮像光学系であって、

全系の焦点距離： f 、無限遠合焦時における第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上距離： AL が、条件：

$$(5) \quad 0.15 < f / AL < 0.50$$

を満足する撮像光学系。

【請求項8】

請求項1ないし7の何れか1項に記載の撮像光学系を有する撮像装置。

【請求項9】

請求項8記載の撮像装置であって、

撮影画像をデジタル情報とする機能を有する撮像装置。

【請求項10】

車載用撮像装置として用いられる請求項8または9記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、撮像光学系および撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近来、撮像装置は、デジタルカメラ等の撮影用のカメラ装置のみならず、車載カメラ装置やステレオカメラ装置、監視用カメラ装置等、広範な種類のものが実用化されている。これら種々の撮像装置に搭載される撮像光学系には、一般に、性能が良好であることとともに、小型であることや、ある程度の広い画角をもつこと、明るいことが要請される。

構成レンズ枚数が比較的少ない撮像光学系としては、例えば、特許文献1～3に記載されたものが知られている。

特許文献1～3に記載された撮像光学系は、固体撮像素子による画像取得を意図して、レトロフォーカスに近い構成となっている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

この発明は、レトロフォーカス型の新規な撮像光学系の実現を課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0004】

この発明の撮像光学系は、物体側から像側へ向かって順に、負の屈折力を持つ第1レン

10

20

30

40

50

ズ群、開口絞り、正の屈折力を持つ第2レンズ群を配して構成され、第1レンズ群は、物体側から像側へ向かって順に、両凹形状の負レンズ、正レンズを配して構成され、第2レンズ群は、開口絞り側から像側に向かって順に、物体側に凹面を向けた負レンズと正レンズとの接合レンズと、1枚の正レンズとを配して構成され、全系の焦点距離： f 、第1レンズ群の焦点距離： f_1 、第1レンズ群の最も像側のレンズ面から第2レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上距離： T_{12} が、条件：

$$(1) \quad 2.00 < |f_1 / f| < 20.00$$

$$(4) \quad 0.10 < T_{12} / f < 1.00$$

を満足する。

【発明の効果】

【0005】

この発明によれば、レトロフォーカス型の新規な撮像光学系を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】実施例1の撮像光学系のレンズ構成を示す図である。

【図2】実施例2の撮像光学系のレンズ構成を示す図である。

【図3】実施例3の撮像光学系のレンズ構成を示す図である。

【図4】実施例4の撮像光学系のレンズ構成を示す図である。

【図5】実施例5の撮像光学系のレンズ構成を示す図である。

【図6】実施例1の撮像光学系の収差図である。

【図7】実施例2の撮像光学系の収差図である。

【図8】実施例3の撮像光学系の収差図である。

【図9】実施例4の撮像光学系の収差図である。

【図10】実施例5の撮像光学系の収差図である。

【図11】撮像装置の実施の1形態であるステレオカメラ装置を説明するための図である。

【図12】撮像装置の実施の1形態である車載用カメラ装置を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下、実施の形態を説明する。

図1～図5に、撮像光学系の実施の形態を5例示す。これら5例の実施の形態は、この順序で、後述する実施例1～5の撮像光学系に相当する。

これらの図において、図の左方が「物体側」、図の右方が「像側」である。

繁雑を避けるため、これら図1～図5において、符号を共通化する。

これらの図において、符号1Gは「第1レンズ群」、符号2Gは「第2レンズ群」、符号Sは「開口絞り」を示す。また、符号F1は、例えば、赤外線カットフィルタ等の「各種フィルタ」を表す。

【0008】

図1～図5に示す実施の形態では、撮像光学系により結像される像を「固体撮像素子」により撮像する場合が想定されている。図における符号F2は「固体撮像素子の受光面を保護する透明なカバーガラス」を示している。カバーガラスF2はまた「フィルタ機能」を備えている場合もある。

図1～図5において、符号Imは「像面」を示し、固体撮像素子は、その受光面を像面Imに合致させて配置される。

第1レンズ群1Gは、2枚のレンズL1、L2を物体側から像側へ、この順序に配列して構成されている。レンズL1は「両凹形状の負レンズ」即ち両凹レンズであり、レンズL2は「正レンズ」である。

【0009】

第1レンズ群1Gの像側には開口絞りSが配置され、開口絞りSの像側には第2レンズ群2Gが配置されている。

10

20

30

40

50

第2レンズ群2Gは、説明中の実施の形態においては、開口絞りS側から像側へ向かって順に、第2Fレンズ群2FGと第2Rレンズ群2RGを配して構成されている。

第2Fレンズ群2FGは、負レンズL3と正レンズL4とを接合してなり、負レンズL3を開口絞りS側に於て配置される。負レンズL3は物体側に凹面を向けている。

第2Rレンズ群2RGは、1枚の正レンズL5により構成されている。

【0010】

第2レンズ群2Gの構成は、図1～図5に示す如く、「物体側に凹面を向けた負レンズと正レンズとの接合レンズ」を開口絞り側に有し、その像側に1枚の正レンズを有する。

【0011】

第2Rレンズ群に「射出瞳距離制御の機能」を持たせ、このレンズ群を最小枚数の1枚で構成することで、撮像光学系全体の小型化が容易となる。

10

【0012】

前述の如く、第2レンズ群2Gは「正の屈折力」を有する。第2レンズ群2Gを、第2Fレンズ群と第2Rレンズ群とで構成する場合、第2Rレンズ群は正の屈折力を持つ。この場合、第2Fレンズ群の屈折力は、撮像光学系の屈折力が正となるという条件を満たせば、正であることも負であることも可能である。

【0013】

説明を補足する。

上記の如く、この発明の撮像光学系は、開口絞りSを介して、物体側の第1レンズ群は「負の屈折力」を持ち、像側の第2レンズ群は「正の屈折力」を持つ。即ち、この発明の撮像光学系は「レトロフォーカス型」である。

20

レトロフォーカス型の撮像光学系では、周知の如く、像面へ入射する結像光線の入射角の像高による変化が小さい。従って、固体撮像素子により撮像を行なう撮像装置の撮像光学系として適している。

レトロフォーカス型以外の撮像光学系は、広角化しようとする、一般に「軸外光の像面への入射角度が増大しがち」であるが、この発明の撮像光学系は「レトロフォーカス型」であるので、上記広角化に伴う「入射角度の増大」を有効に抑制することができる。

従って、この発明の撮像光学系は「広角化」が容易である。

【0014】

さらに、この発明の撮像光学系は、物体側に配される第1レンズ群を、物体側に配される「両凹レンズ」と、その像側に配される「正レンズ」とにより構成している。

30

物体側に配される両凹レンズの「像側の凹レンズ面」と、その像側の正レンズとの組み合わせは「球面収差の補正を容易化できる組み合わせ」であり、特に「撮像光学系を大口径化する場合に増大する球面収差」の補正に有効である。

従って、第1レンズ群を上記の如き構成としたことにより、この発明の撮像光学系は、球面収差の増大を抑制しつつ「広角化」を容易に実現できる。

また、第1レンズ群内の負レンズの「物体側面を凹面」とすることで、歪曲収差の制御が容易になる。第1レンズ群内の負レンズは「両凹形状」であるので、両面の負の屈折力により、負レンズ単体で「大きな負の屈折力」を実現しやすい。このため、第1レンズ群の負レンズには「比較的屈折率の低い低分散ガラス」の採用が容易になり、色収差の制御が容易になる。

40

【0015】

開口絞りの像側直後に設けられる接合レンズの像側面は「物体側に凹形状」である。第1レンズ群内の負レンズの像側面は「像側に凹形状」である。従って、これらの凹面が開口絞りを介して「向かい合う」状態となって、「コマ収差」の有効な補正が可能になる。

【0016】

また、第2レンズ群内において、開口絞り側の接合レンズを「物体側に凹面を向けた負レンズと正レンズを物体側から順に配置した接合レンズ」としたことで、色収差の適正な補正とともに、ペッツバル和の制御も容易となる。

【0017】

50

また「負レンズと正レンズを接合する」ことにより、製造誤差による性能劣化の抑制が可能となる。さらに、第2 Rレンズ群に「正の屈折力」を持たせることにより、射出瞳距離の制御が容易となる。

【0018】

この発明の撮像光学系は、上記構成において、さらに、以下の条件(1)、(4)を満足する。

$$(1) \quad 2.00 < |f1/f| < 20.00$$

$$(4) \quad 0.10 < T12/f < 1.00$$

第2レンズ群は「物体側に凹面を向けた負レンズと正レンズとの接合レンズを含む第2 Fレンズ群」と「第2 Fレンズ群の像側に配されて正の屈折力を有する第2 Rレンズ群」とにより構成することができる。

10

この場合には、以下の条件(2)、(3)の1以上を単独で、もしくは、上記条件(1)、(4)とともに満足することが好ましい。

$$(2) \quad 3.00 < |f2F/f| < 40.00$$

$$(3) \quad 0.30 < |f2F1/f| < 2.00$$

【0019】

また、以下の条件(5)を、前記条件(1)、(4)もしくは(1)、(4)および(2)(3)の任意の1以上とともに満足することが好ましい。

$$(5) \quad 0.15 < f/AL < 0.50$$

【0020】

20

条件(1)～(5)におけるパラメータの記号の意味するところは以下の通りである。

【0021】

f：撮像光学系全系の焦点距離(>0)

f1：第1レンズ群の焦点距離(<0)

f2F：第2 Fレンズ群の焦点距離(>0または<0)

f2F1：第2 Fレンズ群の接合レンズの「物体側に凹面を向けた負レンズ」の焦点距離(<0)

T12：第1レンズ群の最も像側のレンズ面から第2レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上距離(空気間隔)(>0)

AL：無限遠合焦時における第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上距離(空気間隔)(>0)

30

【0022】

条件(1)～(5)の意義につき説明する。

条件(1)は、全系の焦点距離：fに対する第1レンズ群の焦点距離：f1の好適な範囲を規定する条件である。

条件(1)のパラメータ：|f1/f|が大きく(小さく)なることは、第1レンズ群の持つ「負の屈折力」が、弱く(強く)なることを意味する。

条件(1)の上限を超えると、撮像光学系の有する「レトロフォーカス型」の特性が弱まり、撮像光学系の大型化を招来し易くなる。また、第1レンズ群内で「主に球面収差のやりとり」が過剰となって、製造誤差感度のバランスが悪化する恐れがある。

40

条件(1)の下限を超えると、第1レンズ群の負の屈折力が過剰に強くなり、第2レンズ群内を通過する軸外光が高くなり、第2レンズ群の大径化、延いては撮像光学系全体の大型化を招来し易くなる。また、開口絞りを挟む第1レンズ群と第2レンズ群と間の「各種収差のやりとり」が過剰となって、製造誤差感度のバランスが悪化する恐れもある。

なお、条件(1)のパラメータ：|f1/f|は、条件(1)よりも若干狭い、条件：

$$(1A) \quad 2.50 < |f1/f| < 15.00$$

を満足することが好ましい。

【0023】

条件(2)は、第2レンズ群を、第2 Fレンズ群と第2 Rレンズ群とで構成する場合において、全系の焦点距離：fに対する第2 Fレンズ群の焦点距離：f2Fの好適な範囲を

50

規定する条件である。

条件(2)のパラメータ： $|f_{2F}/f|$ が大きく(小さく)なることは、第2Fレンズ群の持つ屈折力が弱く(強く)なることを意味する。

撮像光学系は「実像結像系」であるから、全系の屈折力は正であり、第2レンズ群の正の屈折力が第1レンズ群の負の屈折力を凌駕することにより、全系の正の屈折力を得る。

【0024】

条件(2)の上限値を超えると、第2レンズ群の正の屈折力により凌駕されるべき、第1レンズ群の負の屈折力が弱くなり、第1レンズ群内における球面収差補正能力が低下するか、製造誤差感度が上昇する恐れがある。

また、撮像光学系のレトロフォーカス型の特性が弱まるか、もしくは第2Rレンズ群が大径化し、撮像光学系全体が大型化する恐れがある。

条件(2)の下限を下回ると、第1レンズ群と第2Fレンズ群との間の各種収差のやりとりが過大となり、製造誤差感度が上昇する恐れがある。

【0025】

条件(2)のパラメータは、より好ましくは条件(2)よりも若干狭い、条件：

$$(2A) \quad 4.00 < |f_{2F}/f| < 30.00$$

を満足することが好ましい。

【0026】

条件(3)は、全系の焦点距離： f に対する第2Fレンズ群の最も物体側にある負レンズの屈折力の好適な範囲を規定する条件である。

【0027】

条件(3)のパラメータ： $|f_{2F1}/f|$ が、大きく(小さく)なることは、第2Fレンズ群内の負レンズの屈折力が弱く(強く)なることを意味する。

条件(3)の上限を超えると、第2Fレンズ群内の「負レンズと正レンズのペア」が担っている色収差補正能力が低下して色収差補正が困難となり易い。

条件(3)の下限を下回ると、第2Fレンズ群の接合レンズ内でやりとりされる収差が過大となり、製造誤差感度が上昇する恐れがある。また、負レンズに接合される正レンズに「超高屈折率硝材」が必要となってコスト上昇する恐れもある。

条件(3)のパラメータは、より好適には、条件(3)よりも若干狭い、条件：

$$(3A) \quad 0.40 < |f_{2F1}/f| < 1.50$$

を満足するのが良い。

【0028】

条件(4)は、撮像光学系全系の焦点距離： f に対する「開口絞りを隔したレンズ面間隔： T_{12} 」の適正な範囲を規定する条件である。

条件(4)のパラメータ： T_{12}/f が大きく(小さく)なることは、第1レンズ群と第2レンズ群の「開口絞りを介したレンズ面間隔」が、大きく(小さく)なることを意味する。

条件(4)の上限を超えると、第2レンズ群内を通る軸外光が過大に高くなり、第2レンズ群が大径化し、軸外収差補正が難しくなり易く、撮像光学系全体も大型化し易い。

条件(4)の下限を超えると、第1レンズ群内を通る軸外光が過剰に低くなり易く、各像高の光束の重複範囲が大きくなって、歪曲収差等の軸外収差補正が困難になり易い。

条件(4)のパラメータ： T_{12}/f は、より好適には、条件(4)よりも若干狭い、以下の条件：

$$(4A) \quad 0.15 < T_{12}/f < 0.80$$

を満足するのが良い。

【0029】

条件(5)は、全系の焦点距離： f に対する光学全長： AL の好適な範囲を規定する条件である。

条件(5)のパラメータ： f/AL が大きく(小さく)なることは、レンズ系全長に対して焦点距離が長く(短く)なることを意味する。

10

20

30

40

50

条件(5)の上限を超えると、射出瞳が像面から離れ、結像光学系としては所謂「前絞り系」に近くなり、主に歪曲収差の補正が困難となり易い。

条件(5)の下限を超えると、歪曲収差等の収差補正上は有利になるが、光学全長が長大化し易くなる。

第1レンズ群の最も像側のレンズ面から第2レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上距離(前述の「T12」)は、上述の如く条件(4)(より好ましくは条件(4A))を満足することが好ましい。

【0030】

しかしさらに加えて、この間隔：T12は、撮像光学系全体において「最大の空気間隔」であることが好ましい。

開口絞りを挟んで物体側の「負の屈折力(第1レンズ群)」と像側の「正の屈折力(第2レンズ群)」とを配置し、これらの間隔を比較的広くとることで、十分な画角の確保と球面収差をはじめとする各種収差補正を両立させることが容易になる。

【0031】

なお、光学樹脂材料に比較して熱膨張率が小さく、環境変動による光学特性変化が小さいガラス製レンズを全レンズに採用することで、環境変動や経時変化耐性に優れた撮像光学系を構成することが可能となる。

この発明の撮像光学系は勿論、レンズ面として非球面形状を用いることができるが、非球面を形成するレンズをガラスレンズとする場合には、ガラスモールドにより非球面を形成することにより、非球面を低コストで形成できる。

撮像光学系における歪曲収差の補正に関しては、上記条件(4)、(5)に関連して説明した。撮像光学系により結像された画像を「固体撮像素子を用いて取得」する場合には、周知の如く、固体撮像素子により電子的なデータに変換された画像データに対し、歪曲収差を電子的な演算処理により補正できることが知られている。

このような電子的な演算処理に歪曲収差補正を行う場合には「電子的な演算処理に歪曲収差補正」が可能な範囲内で、撮像光学系自体の歪曲収差はある程度の大きさが許容される。しかし、この場合でも、電子的な歪曲収差補正の手法や画像劣化を考慮すると、撮像光学系で生じる歪曲収差は「像高に対して変曲点を持たない」こと、最大で-25%程度未満であることが好ましい。

【0032】

この発明の撮像光学系を有する撮像装置は、車載カメラ装置、ステレオカメラ装置、車載センシングカメラ、監視用カメラ装置、デジタルカメラ、携帯情報端末装置、ビデオカメラ等として実施できる。勿論、銀塩カメラ等としても実施できる。

撮像光学系の具体的な実施例を挙げる前に、撮像光学系を用いる撮像装置の実施の形態例として、ステレオカメラ装置と車載カメラ装置を簡単に説明する。

【0033】

図11は、ステレオカメラ装置の実施の形態を概略図として示す図である。ステレオカメラ装置については、すでに知られているので、以下の説明は概略である。

図11において、符号11A、11Bは撮像光学系であり、同一仕様のものである。

撮像光学系11A、11Bとしては、請求項1ないし請求項9の何れか1項に記載のもの、具体的には、実施例1ないし5の適宜のものを用いる。

符号12A、12Bは固体撮像素子であり、例えばCCDセンサやCMOSセンサを用いることができる。

【0034】

撮像光学系11A、11Bは、光軸AXAと光軸AXBとを互いに平行にして、所定の距離：D(基線長という。)を隔して配置されている。

撮像光学系11Aは、物体Obの像を固体撮像素子12Aの受光面に結像させる。

撮像光学系11Bは、物体Obの像を固体撮像素子12Bの受光面に結像させる。

【0035】

固体撮像素子12A、12Bは、撮像光学系11A、11Bにより結像した画像を撮影

10

20

30

40

50

画像のデータとして制御演算部 13 に入力させる。

【0036】

コンピュータやCPUとして構成された制御演算部 13 は、撮像素子 12 A、12 B から入力される画像情報をデジタル情報化する。

そして、デジタル情報化された画像情報に基づき、物体Obまでの距離を演算により算出する。即ち、制御演算部 13 は「撮像素子 12 A、12 B から入力され、デジタル情報化された画像情報」に対して歪曲収差の電子的な補正を行い、このように歪曲収差を補正された画像情報に基づき、物体Obまでの距離を演算産出する。

制御演算部 13 では、各撮像素子 12 A、12 B に結像する物体Obの像位置に基づき、像位置間の距離： $D +$ を求める。

撮像光学系の焦点距離： f 、上記基線長： D を用いると、上記の如く求められた「 $D +$ 」により、撮像面から物体Obまでの距離： Z は、次式：

$$Z = f \{ 1 + (D /) \}$$

により算出される。

これが、ステレオカメラ装置による距離測定である。

【0037】

図12は、車載カメラ装置の実施の1形態を概略図として示す図である。

図12(a)において、符号14により示された撮像装置は「車載カメラ装置」として、車両AUに載置され、車両外の画像情報を取得する。

車載カメラ装置14は、図12(b)に示すように、撮像系120と制御演算部13Cとを有する。撮像系120は、撮像光学系11Cと固体撮像素子12Cとを有する。

車両AUに搭載された車載カメラ装置14は、車両外の画像情報を取得してデジタル情報化する。デジタル情報化された画像情報は、制御演算部13Cで画像処理等のデジタル処理を受け、適宜の方法で表示される。

撮像光学系11Cとしては、請求項1ないし請求項9の何れか1項に記載のもの、具体的には、実施例1ないし5の適宜のものを用いる。

なお、図12(b)における撮像系120と制御演算部13Cの部分(車載カメラ装置14)を、図11の「ステレオカメラ装置」に代えることができる。

即ち、図11に示すステレオカメラ装置は、これを車載カメラ装置として車両に搭載することができる。

【実施例】

【0038】

以下に、撮像光学系の具体的な実施例を5例示す。

【0039】

実施例における記号の意味は以下の通りである。

【0040】

f : 全系の焦点距離

F_{no} : Fナンバ

: 半画角

Y' : 最大像高

R : 曲率半径

D : 面間隔

N_d : d 線における屈折率

d : アッペ数

K : 非球面の円錐定数

A_4 : 4次の非球面係数

A_6 : 6次の非球面係数

A_8 : 8次の非球面係数

A_{10} : 10次の非球面係数

【0041】

10

20

30

40

50

「非球面」は、近軸曲率半径の逆数（近軸曲率）：C、光軸からの高さ：H、円錐定数：K、高次の非球面係数：A4、A6、A8、A10を用い、周知の次式で表す。

$$X = CH^2 / \{1 + \sqrt{1 - (1+K)C^2H^2}\} + A4 \cdot H^4 + A6 \cdot H^6 + A8 \cdot H^8 + A10 \cdot H^{10} + \dots$$

【 0 0 4 2 】

長さの次元を持つ量の単位は、特に断らない限り「mm」であり、角の単位は「度」である。

【 0 0 4 3 】

以下、各実施例に関するデータを示す。なお、以下のデータの表示において「硝種」は、株式会社オハラ、HOYA株式会社の光学硝種名（商品名）である。

【 0 0 4 4 】

「実施例 1」

$$f=5.53、\quad Fno=1.57、\quad \omega=34.7$$

面番号	R	D	Nd	d	硝種
1	-20.000	0.80	1.51633	64.14	S-BSL7(OHARA)
2	4.826	1.02			
3	7.234	1.51	1.92286	18.90	S-NPH2(OHARA)
4	30.000	0.97			
5	(絞り)	0.93			
6	-5.210	1.80	1.84666	23.78	S-TIH53(OHARA)
7	7.902	2.58	1.71700	47.93	S-LAM3(OHARA)
8	-6.369	0.15			
9*	7.776	2.67	1.61881	63.85	M-PCD4(HOYA)
10	-12.064	1.00			
11		0.30	1.54437	70.71	各種フィルタ
12		6.35			
13		0.40	1.50680	46.07	カバーガラス
14		BF			

【 0 0 4 5 】

上の表記で「BF」は「バックフォーカス」で、カバーガラスF2の像側面から像面Imまでの距離である。また、上の表記で「*印」を付した面番号は、この面番号の面が「非球面であることを示している。以下の他の実施例においても同様である。

【 0 0 4 6 】

「非球面のデータ」

非球面のデータを以下に示す。

「第9面」

$$K = -0.10208, \quad A4 = -5.16075E-04, \quad A6 = -1.69452E-06,$$

$$A8 = 3.12012E-08, \quad A10 = -1.87456E-09$$

非球面の表記において、例えば「-1.87456E-09」は「 -1.87456×10^{-9} 」を意味する。以下においても同様である。

【 0 0 4 7 】

「条件のパラメータの値」

各条件のパラメータの値は以下の通りである。

条件(1) 8.01

条件(2) 8.86

条件(3) 0.63

条件(4) 0.34

条件(5) 0.26

【 0 0 4 8 】

「実施例 2」

$$f=5.52、\quad Fno=1.59、\quad \omega=34.6$$

10

20

30

40

50

面番号	R	D	Nd	d	硝種	
1	-29.642	0.80	1.51633	64.14	S-BSL7(OHARA)	
2	4.197	0.29				
3	5.970	1.49	1.92286	18.90	S-NPH2 (OHARA)	
4	22.816	0.17				
5	(絞り)	1.18				
6	-4.278	1.71	1.89286	20.36	S-NPH4(OHARA)	
7	17.795	2.30	1.80400	46.58	S-LAH65V(OHARA)	
8	-5.697	0.15				
9*	7.285	2.95	1.61881	63.85	M-PCD4(HOYA)	10
10	-12.620	1.00				
11		0.30	1.54437	70.71	各種フィルタ	
12		5.25				
13		0.40	1.50680	46.07	カバーガラス	
14		BF				

【 0 0 4 9 】

「非球面のデータ」

非球面のデータを以下に示す。

「第9面」

K= -0.06384, A4= -6.02437E-04, A6= -2.72886E-06,
A8= -1.94106E-08, A10= -1.02174E-09

20

【 0 0 5 0 】

「条件のパラメータの値」

各条件のパラメータの値は以下の通りである。

条件(1) 8.61

条件(2) 21.87

条件(3) 0.68

条件(4) 0.24

条件(5) 0.29

【 0 0 5 1 】

「実施例3」

f=5.50、 Fno=1.40、 =34.7

面番号	R	D	Nd	d	硝種	
1	-21.01100	0.80	1.49700	81.54	S-FPL51(OHARA)	
2	4.73700	0.96				
3*	9.66700	3.99	1.92286	20.88	M-FDS1 (HOYA)	
4	34.99700	1.13				
5	(絞り)	0.67				
6	-6.07000	0.98	1.84666	23.78	S-TIH53(OHARA)	
7	11.29400	2.68	1.80400	46.58	S-LAH65V(OHARA)	40
8	-6.42700	0.15				
9*	7.93300	3.00	1.61881	63.85	M-PCD4(HOYA)	
10	-15.23600	1.00				
11		0.30	1.54437	70.71	各種フィルタ	
12		5.96				
13		0.40	1.50680	46.07	カバーガラス	
14		BF				

【 0 0 5 2 】

「非球面のデータ」

非球面のデータを以下に示す。

50

「第3面」

$K = -0.45091$, $A4 = -2.89980E-05$, $A6 = -1.30023E-05$,
 $A8 = 1.75267E-06$, $A10 = -1.47667E-07$

「第9面」

$K = 0.08660$, $A4 = -4.57309E-04$, $A6 = -8.46306E-07$,
 $A8 = -1.39586E-07$, $A10 = 2.17038E-09$

【0053】

「条件のパラメータの値」

各条件のパラメータの値は以下の通りである。

条件(1) 3.46

条件(2) 10.39

条件(3) 0.83

条件(4) 0.33

条件(5) 0.24

10

【0054】

「実施例4」

$f = 5.62$, $Fno = 1.60$, $\theta = 35.2$

面番号	R	D	Nd	d	硝種
1	-9.49400	0.80	1.48749	70.24	S-FSL5 (OHARA)
2	5.22000	1.30			
3*	10.53000	1.45	1.92286	20.88	M-FDS1 (HOYA)
4	-200.00000	0.15			
5	(絞り)	2.57			
6	-6.91600	1.50	1.84666	23.78	S-TIH53 (OHARA)
7	10.79100	2.41	1.67790	55.34	S-LAL12 (OHARA)
8	-6.79700	0.15			
9*	7.85100	2.58	1.61881	63.85	M-PCD4 (HOYA)
10	-13.87800	1.00			
11		1.51	1.54437	70.71	各種フィルタ
12		6.12			
13		0.40	1.50680	46.07	カバーガラス
14		BF			

20

30

【0055】

「非球面のデータ」

非球面のデータを以下に示す。

「第3面」

$K = 0.36679$, $A4 = 1.57670E-04$, $A6 = -2.75540E-05$,
 $A8 = 2.56131E-06$

「第9面」

$K = 0.00338$, $A4 = -4.79265E-04$, $A6 = 6.02514E-07$,
 $A8 = -2.41014E-07$, $A10 = 5.19489E-09$

40

【0056】

「条件のパラメータの値」

各条件のパラメータの値は以下の通りである。

条件(1) 5.13

条件(2) 17.87

条件(3) 0.85

条件(4) 0.48

条件(5) 0.24

【0057】

50

「実施例 5」

f=5.53、 Fno=1.59、 $\omega=34.7$

面番号	R	D	Nd	d	硝種	
1	-17.19500	0.80	1.51633	64.14	S-BSL7 (OHARA)	
2	4.11400	0.45				
3*	6.34500	1.77	1.82115	24.06	M-FDS910 (HOYA)	
4	180.00000	1.54				
5	(絞り)	0.62				
6	-4.70600	1.80	1.84666	23.78	S-TIH53 (OHARA)	
7	9.93800	2.44	1.71700	47.93	S-LAM3 (OHARA)	10
8	-5.95000	0.15				
9*	7.68900	2.49	1.61881	63.85	M-PCD4(HOYA)	
10	-12.07400	1.00				
11		0.30	1.54437	70.71	各種フィルタ	
12		6.25				
13		0.40	1.50680	46.07	カバーガラス	
14		BF				

【 0 0 5 8 】

「非球面のデータ」

非球面のデータを以下に示す。

「第 3 面」

K= 0.21624, A4= 1.93498E-04, A6= 1.74635E-05,
A8= 1.08075E-06

「第 9 面」

K= -0.12273, A4= -5.27254E-04, A6= -2.16755E-06,
A8= 4.92547E-08, A10= -2.10189E-09

【 0 0 5 9 】

「条件のパラメータの値」

各条件のパラメータの値は以下の通りである。

条件 (1) 8.26

条件 (2) 8.97

条件 (3) 0.65

条件 (4) 0.39

条件 (5) 0.26

【 0 0 6 0 】

図 6 ~ 図 1 0 に順次、実施例 1 ~ 5 の撮像光学系の「無限遠物体に合焦している状態」における収差曲線を示す。これらの収差図において、「非点収差」の図中の実線はサジタル、破線はメリディオナルを表す。「d」は d 線、「g」は g 線に関するものであることを示す。

【 0 0 6 1 】

図 6 ~ 図 1 0 に示す収差図から明らかなように、各収差は十分に補正されている。各実施例において、水平画角：53 度程度の広画角、F ナンバ：1.6 程度の大口徑、を実現できる。

【 0 0 6 2 】

以上のようにこの発明によれば、以下の如き、新規な撮像光学系および撮像装置を実現できる。

【 0 0 6 3 】

[1]

物体側から像側へ向かって順に、負の屈折力を持つ第 1 レンズ群 1 G、開口絞り S、正の屈折力を持つ第 2 レンズ群 2 G を配して構成され、第 1 レンズ群 1 G は、物体側から像

10

20

30

40

50

側へ向かって順に、両凹形状の負レンズL1、正レンズL2を配して構成され、第2レンズ群は、開口絞りS側から像側に向かって順に、物体側に凹面を向けた負レンズL3と正レンズL4との接合レンズと、1枚の正レンズL5とを配して構成され、全系の焦点距離： f 、第1レンズ群の焦点距離： f_1 、第1レンズ群の最も像側のレンズ面から第2レンズ群の最も物体側のレンズ面までの光軸上距離： T_{12} が、条件：

$$(1) \quad 2.00 < |f_1 / f| < 20.00$$

$$(4) \quad 0.10 < T_{12} / f < 1.00$$

を満足する撮像光学系(実施例1~5)。

【0064】

[2]

[1]記載の撮像光学系であって、第2レンズ群は2G、物体側に凹面を向けた負レンズL3と正レンズとの接合レンズである第2Fレンズ群2FGと、該第2Fレンズ群の像側に配される第2Rレンズ群2RGとにより構成され、前記第2Rレンズ群は正の屈折力を有する1枚の正レンズL5である撮像光学系(実施例1~5)。

【0066】

[3]

[2]記載の撮像光学系であって、第2Rレンズ群2RGを構成する1枚の正レンズL5が両凸レンズである撮影光学系(実施例1~5)。

【0067】

[4]

[3]記載の撮像光学系であって、全系の焦点距離： f 、第2Fレンズ群の焦点距離： f_{2F} が、条件：

$$(2) \quad 3.00 < |f_{2F} / f| < 40.00$$

を満足する撮像光学系(実施例1~5)。

【0068】

[5]

[1]~[4]の何れか1に記載の撮像光学系であって、全系の焦点距離： f 、第2レンズ群2Gにおいて開口絞りS側に配置される接合レンズにおける物体側の負レンズL3の焦点距離： f_{2F1} が、条件：

$$(3) \quad 0.30 < |f_{2F1} / f| < 2.00$$

を満足する撮像光学系(実施例1~5)。

【0069】

[6]

[1]~[5]の何れか1に記載の撮像光学系であって、第1レンズ群1Gの最も像側のレンズ面から第2レンズ群2Gの最も物体側のレンズ面までの光軸上距離が、光学系全体において最大の空気間隔である撮像光学系(実施例1~5)。

【0071】

[7]

[1]~[6]の何れか1に記載の撮像光学系であって、全系の焦点距離： f 、無限遠合焦時における第1レンズ群の最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上距離： A_L が、条件：

$$(5) \quad 0.15 < f / A_L < 0.50$$

を満足する撮像光学系(実施例1~5)。

【0072】

[8]

[1]~[7]の何れか1に記載の撮像光学系を有する撮像装置(図11)。

【0073】

[9]

[8]記載の撮像光学系であって、撮影画像をデジタル情報とする機能を有する撮像装置(図11、図12)。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 4 】

[1 0]

車載用撮像装置として用いられる[8]または[9]記載の撮像装置(図 1 1、図 1 2)。

【 0 0 7 5 】

以上、発明の好ましい実施の形態について説明したが、この発明は上述した特定の実施形態に限定されるものではなく、上述の説明で特に限定していない限り、特許請求の範囲に記載された発明の趣旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

この発明の実施の形態に記載された効果は、発明から生じる好適な効果を列挙したに過ぎず、発明による効果は「実施の形態に記載されたもの」に限定されるものではない。

【符号の説明】

10

【 0 0 7 6 】

- 1 G 第 1 レンズ群
- 2 G 第 2 レンズ群
- S 開口絞り
- F 1 各種フィルタ
- F 2 カバーガラス
- 2 F G 第 2 F レンズ群
- 2 R G 第 2 R レンズ群

【先行技術文献】

【特許文献】

20

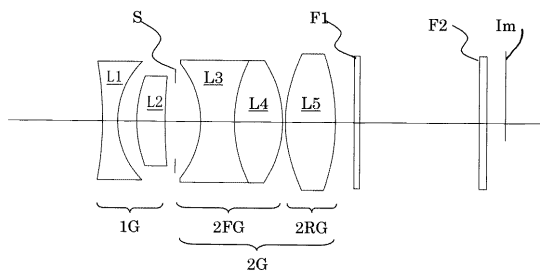
【 0 0 7 7 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 3 - 1 3 1 1 2 6 号公報

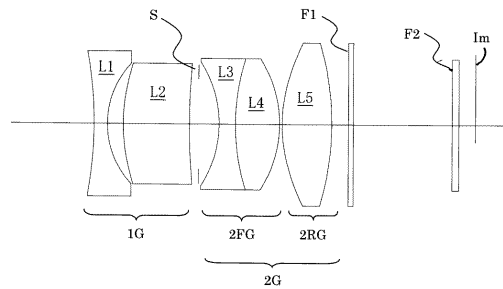
【特許文献 2】特開 2 0 0 0 - 1 8 0 7 1 8 号公報

【特許文献 3】特開平 1 1 - 1 4 2 7 3 0 号公報

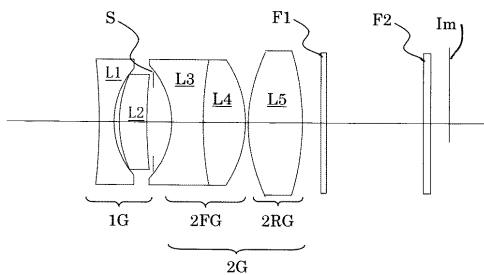
【 図 1 】



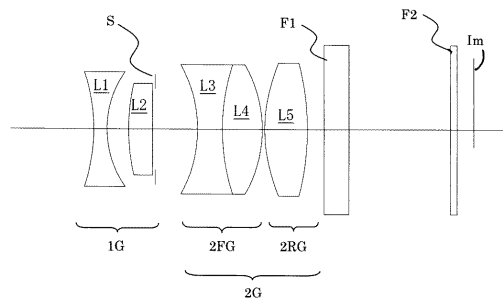
【 図 3 】



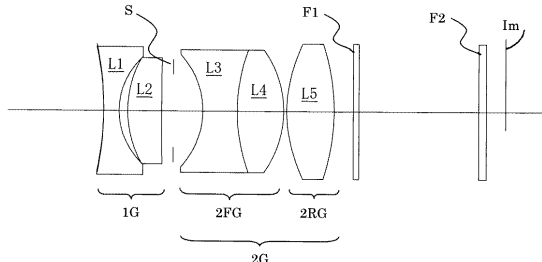
【 図 2 】



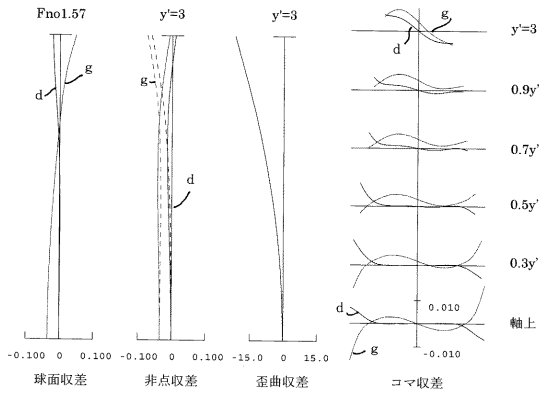
【 図 4 】



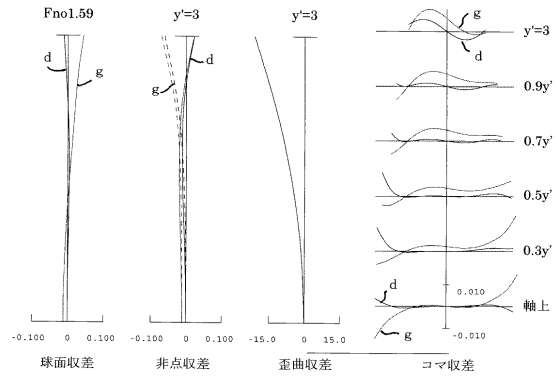
【図5】



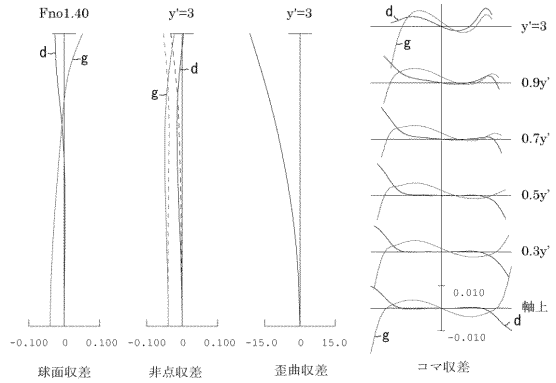
【図6】



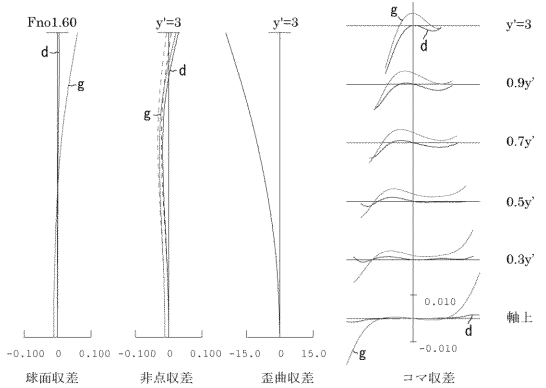
【図7】



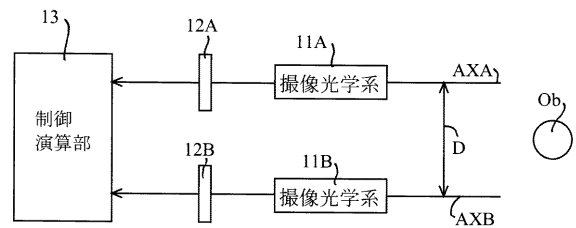
【図8】



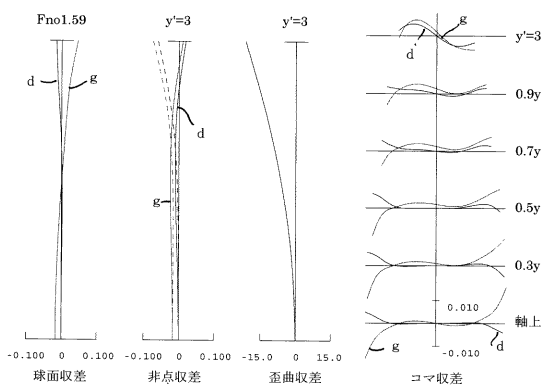
【図9】



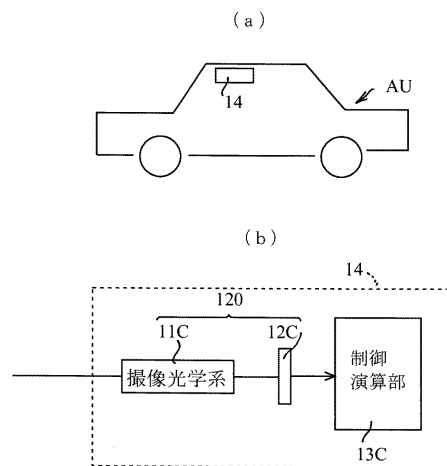
【図11】



【図10】



【図12】



フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2014/147856(WO, A1)
特開平03-122607(JP, A)
特開平03-078716(JP, A)
特開2008-107391(JP, A)
特開平03-100511(JP, A)
米国特許出願公開第2016/0070094(US, A1)
米国特許出願公開第2008/0180809(US, A1)
特開2005-338143(JP, A)
米国特許出願公開第2005/0259329(US, A1)
特開2010-156762(JP, A)
米国特許出願公開第2010/0165476(US, A1)
特開平10-039207(JP, A)
米国特許第06043941(US, A)
特開平11-249008(JP, A)
米国特許第06075658(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08