

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6454053号
(P6454053)

(45) 発行日 平成31年1月16日(2019.1.16)

(24) 登録日 平成30年12月21日(2018.12.21)

(51) Int.Cl.		F 1
GO 2 B 15/10	(2006.01)	GO 2 B 15/10
GO 2 B 15/17	(2006.01)	GO 2 B 15/17

請求項の数 20 (全 21 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2018-505777 (P2018-505777)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成29年2月27日 (2017.2.27)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/JP2017/007523</p> <p>(87) 国際公開番号 W02017/159325</p> <p>(87) 国際公開日 平成29年9月21日 (2017.9.21)</p> <p>審査請求日 平成30年9月4日 (2018.9.4)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2016-52015 (P2016-52015)</p> <p>(32) 優先日 平成28年3月16日 (2016.3.16)</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 110001519 特許業務法人太陽国際特許事務所</p> <p>(72) 発明者 田中 琢也 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>(72) 発明者 島田 泰孝 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】 エクステンダーレンズおよび撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮像用のマスターレンズの内部に挿脱自在に配されて、結像位置を一定に保ったまま挿入後のレンズ全系の焦点距離を前記マスターレンズの焦点距離よりも長くするエクステンダーレンズであって、

物体側から順に、全体として正の屈折力を有する第1レンズ群と、全体として負の屈折力を有する第2レンズ群とからなり、

前記第1レンズ群は、物体側から順に、1枚以上の正レンズと、物体側から順に正レンズ、負レンズ、および正レンズの3枚のレンズが接合された3枚接合レンズとからなり、

下記条件式(1)を満足することを特徴とするエクステンダーレンズ。

$$2.6 < 1n < 4.0 \quad (1)$$

ただし、

1n：前記3枚接合レンズを構成する前記負レンズのd線基準のアッペ数

【請求項2】

下記条件式(2)を満足する請求項1記載のエクステンダーレンズ。

$$2.5 < 1pa - 1n < 3.5 \quad (2)$$

ただし、

1pa：前記第1レンズ群を構成する正レンズのd線基準のアッペ数の平均

【請求項3】

下記条件式(3)を満足する請求項1または2記載のエクステンダーレンズ。

10

20

$$-5 < f_1 / f_{1n} < -2 \quad (3)$$

ただし、

f_1 : 前記第1レンズ群の焦点距離

f_{1n} : 前記3枚接合レンズを構成する前記負レンズの焦点距離

【請求項4】

前記第2レンズ群は、1枚以上の正レンズと、1枚以上の負レンズとからなり、

下記条件式(4)を満足する請求項1から3のいずれか1項記載のエクステンダーレンズ。

$$1.8 < N_{2a} < 2.05 \quad (4)$$

ただし、

N_{2a} : 前記第2レンズ群を構成するレンズのd線に対する屈折率の平均

【請求項5】

前記第2レンズ群は、1枚以上の負レンズと、1枚以上の正レンズとからなり、

下記条件式(5)を満足する請求項1から4のいずれか1項記載のエクステンダーレンズ。

$$-0.1 < N_{2na} - N_{2pa} < 0 \quad (5)$$

ただし、

N_{2na} : 前記第2レンズ群が複数の負レンズを有する場合は前記第2レンズ群を構成する負レンズのd線に対する屈折率の平均であり、前記第2レンズ群が1枚のみ負レンズを有する場合は該負レンズのd線に対する屈折率

N_{2pa} : 前記第2レンズ群が複数の正レンズを有する場合は前記第2レンズ群を構成する正レンズのd線に対する屈折率の平均であり、前記第2レンズ群が1枚のみ正レンズを有する場合は該正レンズのd線に対する屈折率

【請求項6】

下記条件式(6)を満足する請求項1から5のいずれか1項記載のエクステンダーレンズ。

$$1.9 < N_{1n} < 2.05 \quad (6)$$

ただし、

N_{1n} : 前記3枚接合レンズを構成する前記負レンズのd線に対する屈折率

【請求項7】

下記条件式(7)を満足する請求項1から6のいずれか1項記載のエクステンダーレンズ。

$$0.55 < 1n < 0.605 \quad (7)$$

ただし、

$1n$: 前記3枚接合レンズを構成する前記負レンズのg線とF線間の部分分散比

【請求項8】

下記条件式(8)を満足する請求項1から7のいずれか1項記載のエクステンダーレンズ。

$$0.3 < N_{1n} - N_{1pa} < 0.5 \quad (8)$$

ただし、

N_{1n} : 前記3枚接合レンズを構成する前記負レンズのd線に対する屈折率

N_{1pa} : 前記第1レンズ群を構成する正レンズのd線に対する屈折率の平均

【請求項9】

前記3枚接合レンズより物体側に配置される前記第1レンズ群の正レンズは2枚以下である請求項1から8のいずれか1項に記載のエクステンダーレンズ。

【請求項10】

前記第2レンズ群は2枚のレンズからなる請求項1から9のいずれか1項記載のエクステンダーレンズ。

【請求項11】

前記第2レンズ群は、負レンズおよび正レンズが接合された接合レンズからなる請求項

10

20

30

40

50

10記載のエクステンダーレンズ。

【請求項12】

下記条件式(1-1)を満足する請求項1から11のいずれか1項記載のエクステンダーレンズ。

$$2.8 < 1n < 3.5 \quad (1-1)$$

【請求項13】

下記条件式(2-1)を満足する請求項1から12のいずれか1項記載のエクステンダーレンズ。

$$2.5 < 1pa - 1n < 3.2 \quad (2-1)$$

ただし、

1pa：前記第1レンズ群を構成する正レンズのd線基準のアッペ数の平均

【請求項14】

下記条件式(3-1)を満足する請求項1から13のいずれか1項記載のエクステンダーレンズ。

$$-3.5 < f1 / f1n < -2.7 \quad (3-1)$$

ただし、

f1：前記第1レンズ群の焦点距離

f1n：前記3枚接合レンズを構成する前記負レンズの焦点距離

【請求項15】

前記第2レンズ群は、1枚以上の正レンズと、1枚以上の負レンズとからなり、
下記条件式(4-1)を満足する請求項1から14のいずれか1項記載のエクステンダーレンズ。

$$1.85 < N2a < 2.05 \quad (4-1)$$

ただし、

N2a：前記第2レンズ群を構成するレンズのd線に対する屈折率の平均

【請求項16】

前記第2レンズ群は、1枚以上の正レンズと、1枚以上の負レンズとからなり、
下記条件式(5-1)を満足する請求項1から15のいずれか1項記載のエクステンダーレンズ。

$$-0.06 < N2na - N2pa < 0 \quad (5-1)$$

ただし、

N2na：前記第2レンズ群が複数の負レンズを有する場合は前記第2レンズ群を構成する負レンズのd線に対する屈折率の平均であり、前記第2レンズ群が1枚のみ負レンズを有する場合は該負レンズのd線に対する屈折率

N2pa：前記第2レンズ群が複数の正レンズを有する場合は前記第2レンズ群を構成する正レンズのd線に対する屈折率の平均であり、前記第2レンズ群が1枚のみ正レンズを有する場合は該正レンズのd線に対する屈折率

【請求項17】

下記条件式(6-1)を満足する請求項1から16のいずれか1項記載のエクステンダーレンズ。

$$1.95 < N1n < 2.05 \quad (6-1)$$

ただし、

N1n：前記3枚接合レンズを構成する前記負レンズのd線に対する屈折率

【請求項18】

下記条件式(7-1)を満足する請求項1から17のいずれか1項記載のエクステンダーレンズ。

$$0.57 < 1n < 0.6 \quad (7-1)$$

ただし、

1n：前記3枚接合レンズを構成する前記負レンズのg線とF線間の部分分散比

【請求項19】

10

20

30

40

50

下記条件式(8-1)を満足する請求項1から18のいずれか1項記載のエクステンダーレンズ。

$$0.33 < N1n - N1pa < 0.45 \quad (8-1)$$

ただし、

$N1n$ ：前記3枚接合レンズを構成する前記負レンズのd線に対する屈折率

$N1pa$ ：前記第1レンズ群を構成する正レンズのd線に対する屈折率の平均

【請求項20】

請求項1から19のいずれか1項記載のエクステンダーレンズを備えた撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、撮像用のマスターレンズの内部に挿入されることにより挿入後のレンズ全系の焦点距離をこのマスターレンズの焦点距離よりも長焦点距離側へ変化させるエクステンダーレンズ、およびこのエクステンダー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】

従来、映画撮影用カメラ等の分野において、撮像用のマスターレンズの内部に挿脱自在に配されて、挿入後のレンズ全系の焦点距離をマスターレンズの焦点距離よりも長焦点距離側へ変化させるエクステンダーレンズが用いられている。例えば、下記特許文献1および2には、4群または5群構成の変倍光学系をマスターレンズとし、このうち変倍の際に固定されている最も像側のレンズ群の内部にエクステンダーレンズを挿入した構成が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-075646号公報

【特許文献2】国際公開WO2013/031214号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

30

近年の画像および映像の分野では高画質化への要求が高まっており、レンズ系にも高性能化が求められている。しかしながら、特許文献1に記載されているエクステンダーレンズは近年の要求レベルに比して、球面収差および軸上色収差が大きく、マスターレンズに挿入された際にレンズ全系の性能劣化が大きい。また、特許文献2に記載されているエクステンダーレンズも、近年の要求レベルに十分応えるためにはマスターレンズに挿入された際のレンズ全系の軸上色収差について改善の余地がある。

【0005】

本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、結像位置を変えずに、マスターレンズの内部に挿入後のレンズ全系の焦点距離をこのマスターレンズの焦点距離よりも長焦点距離側へ変化させる作用を有しながら、球面収差および軸上色収差が小さく、マスターレンズに挿入した際の性能劣化が小さいエクステンダーレンズ、およびこのエクステンダーレンズを備えた撮像装置を提供することを目的とするものである。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明のエクステンダーレンズは、撮像用のマスターレンズの内部に挿脱自在に配されて、結像位置を一定に保ったまま挿入後のレンズ全系の焦点距離をマスターレンズの焦点距離よりも長くするエクステンダーレンズであって、物体側から順に、全体として正の屈折力を有する第1レンズ群と、全体として負の屈折力を有する第2レンズ群とからなり、第1レンズ群は、物体側から順に、1枚以上の正レンズと、物体側から順に正レンズ、負レンズ、および正レンズの3枚のレンズが接合された3枚接合レンズとからなり、下記条

50

件式(1)を満足することを特徴とする。

$$2.6 < 1/n < 4.0 \quad (1)$$

ただし、

1/n : 3枚接合レンズを構成する負レンズのd線基準のアップベ数

【0007】

本発明のエクステンダーレンズにおいては、下記条件式(2)、(3)、(6)~(8)、(1-1)~(3-1)、および(6-1)~(8-1)のうちの少なくとも1つを満足することが好ましい。

$$2.5 < 1/p_a - 1/n < 3.5 \quad (2)$$

$$-5 < f_1 / f_{1n} < -2 \quad (3)$$

$$1.9 < N_{1n} < 2.05 \quad (6)$$

$$0.55 < 1/n < 0.605 \quad (7)$$

$$0.3 < N_{1n} - N_{1p_a} < 0.5 \quad (8)$$

$$2.8 < 1/n < 3.5 \quad (1-1)$$

$$2.5 < 1/p_a - 1/n < 3.2 \quad (2-1)$$

$$-3.5 < f_1 / f_{1n} < -2.7 \quad (3-1)$$

$$1.95 < N_{1n} < 2.05 \quad (6-1)$$

$$0.57 < 1/n < 0.6 \quad (7-1)$$

$$0.33 < N_{1n} - N_{1p_a} < 0.45 \quad (8-1)$$

ただし、

1/p_a : 第1レンズ群を構成する正レンズのd線基準のアップベ数の平均

1/n : 3枚接合レンズを構成する負レンズのd線基準のアップベ数

f_1 : 第1レンズ群の焦点距離

f_{1n} : 3枚接合レンズを構成する負レンズの焦点距離

N_{1n} : 3枚接合レンズを構成する負レンズのd線に対する屈折率

1/n : 3枚接合レンズを構成する負レンズのg線とF線間の部分分散比

N_{1p_a} : 第1レンズ群を構成する正レンズのd線に対する屈折率の平均

【0008】

また、本発明のエクステンダーレンズにおいては、第2レンズ群は、1枚以上の正レンズと、1枚以上の負レンズとからなることが好ましく、このように構成した場合は、下記条件式(4)、(5)、(4-1)、および(5-1)のうちの少なくとも1つを満足することが好ましい。

$$1.8 < N_{2a} < 2.05 \quad (4)$$

$$-0.1 < N_{2n_a} - N_{2p_a} < 0 \quad (5)$$

$$1.85 < N_{2a} < 2.05 \quad (4-1)$$

$$-0.06 < N_{2n_a} - N_{2p_a} < 0 \quad (5-1)$$

ただし、

N_{2a} : 第2レンズ群を構成するレンズのd線に対する屈折率の平均

N_{2n_a} : 第2レンズ群が複数の負レンズを有する場合は第2レンズ群を構成する負レンズのd線に対する屈折率の平均であり、第2レンズ群が1枚のみ負レンズを有する場合はこの負レンズのd線に対する屈折率

N_{2p_a} : 第2レンズ群が複数の正レンズを有する場合は第2レンズ群を構成する正レンズのd線に対する屈折率の平均であり、第2レンズ群が1枚のみ正レンズを有する場合はこの正レンズのd線に対する屈折率

【0009】

本発明のエクステンダーレンズにおいては、第1レンズ群の3枚接合レンズより物体側に配置される第1レンズ群の正レンズは2枚以下であるように構成してもよい。

【0010】

本発明のエクステンダーレンズにおいては、第2レンズ群は2枚のレンズからなるように構成してもよい。このようにした場合は、第2レンズ群は、負レンズおよび正レンズが

10

20

30

40

50

接合された接合レンズからなるように構成してもよい。

【0011】

本発明の撮像装置は、本発明のエクステンダーレンズを備えたものである。

【0012】

なお、上記の「～からなり」および「～からなる」は、実質的なことを意味するものであり、構成要素として挙げたもの以外に、実質的にパワーを有さないレンズ、絞りおよび/または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、および/または手振れ補正機構等の機構部分等が含まれていてもよい。

【0013】

なお、上記の「結像位置を一定に保ったまま」は、実質的なことを意味するものである。例えば、マスターレンズの結像面に撮像素子を配置して撮像装置を構成する場合、この撮像素子の画素ピッチを p とし、エクステンダーレンズが挿入されたレンズ全系の F ナンバーを AFN としたとき、エクステンダーレンズの挿入前後の結像位置の許容変化量は、 $-4 \times p \times AFN \sim +4 \times p \times AFN$ の範囲とすることができる。

10

【0014】

なお、上記のレンズ群の屈折力の符号、レンズの屈折力の符号、およびレンズの面形状は、非球面が含まれているものは近軸領域で考えることとする。また、断りがない限り上記条件式は全て d 線（波長 587.6 nm ）を基準としたものである。

【0015】

なお、あるレンズの g 線と F 線間の部分分散比 gF とは、そのレンズの g 線（波長 435.8 nm ）、 F 線（波長 486.1 nm ）、および C 線（波長 656.3 nm ）の屈折率をそれぞれ N_g 、 N_F 、および N_C としたとき、 $gF = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$ で定義されるものである。

20

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、物体側から順に、正の第1レンズ群と、負の第2レンズ群とからなるエクステンダーレンズにおいて、第1レンズ群が有するレンズの構成を好適に設定し、所定の条件式を満足するように設定しているため、結像位置を変えずに、マスターレンズの内部に挿入後のレンズ全系の焦点距離をこのマスターレンズの焦点距離よりも長焦点距離側へ変化させる作用を有しながら、球面収差および軸上色収差が小さく、マスターレンズに挿入した際の性能劣化が小さいエクステンダーレンズ、およびこのエクステンダーレンズを備えた撮像装置を提供することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】マスターレンズに本発明の一実施形態に係るエクステンダーレンズを挿入した状態の構成を示す断面図である。

【図2】本発明の実施例1のエクステンダーレンズの構成を示す断面図である。

【図3】本発明の実施例2のエクステンダーレンズの構成を示す断面図である。

【図4】本発明の実施例3のエクステンダーレンズの構成を示す断面図である。

【図5】マスターレンズの各収差図であり、左から順に、球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、および倍率色収差図である。

40

【図6】マスターレンズに本発明の実施例1のエクステンダーレンズを挿入した状態の各収差図であり、左から順に、球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、および倍率色収差図である。

【図7】マスターレンズに本発明の実施例2のエクステンダーレンズを挿入した状態の各収差図であり、左から順に、球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、および倍率色収差図である。

【図8】マスターレンズに本発明の実施例3のエクステンダーレンズを挿入した状態の各収差図であり、左から順に、球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、および倍率色収差図である。

50

【図9】本発明の一実施形態に係る撮像装置の概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

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。本実施形態に係るエクステンダーレンズEXは、撮像用のマスターレンズMLの内部に挿脱自在に配されて、結像位置を一定に保ったまま、挿入後のレンズ全系（マスターレンズMLとエクステンダーレンズEXの合成レンズ系）の焦点距離をマスターレンズMLの焦点距離よりも長くするものである。すなわち、このエクステンダーレンズEXを挿入する前のマスターレンズML単体の結像面の位置と、エクステンダーレンズEXを挿入した後のレンズ全系の結像面Simの位置とは一致しており、エクステンダーレンズEXの挿入により焦点距離が拡大される。

10

【0019】

マスターレンズMLとしては、例えば、映画撮影用カメラ、放送用カメラ、ビデオカメラ、デジタルカメラ、および/または監視用カメラ等の撮像装置に搭載可能な撮像レンズを挙げることができる。

【0020】

図1は、本発明の一実施形態に係るエクステンダーレンズEXをマスターレンズMLの内部に挿入した状態の構成を示す断面図である。図2は、図1のエクステンダーレンズEXの構成を示す断面図である。図2に示す例のエクステンダーレンズEXは後述の実施例1に対応している。図1および図2では、図の左側が物体側、右側が像側である。

20

【0021】

図1に例示するマスターレンズMLは、ズームレンズであり、物体側から順に、フォーカスレンズ群Fと、バリエーターレンズ群Vと、コンペンセーターレンズ群Cと、絞りStと、リレーレンズ前群RFと、リレーレンズ後群RRとからなる。リレーレンズ前群RFとリレーレンズ後群RRを合成して構成されるリレーレンズ群は結像作用を有する。変倍の際に、フォーカスレンズ群F、リレーレンズ前群RF、およびリレーレンズ後群RRは結像面Simに対して固定されており、バリエーターレンズ群Vおよびコンペンセーターレンズ群Cは光軸方向の相互間隔を変化させて移動するように構成されている。

【0022】

図1の例のリレーレンズ前群RFとリレーレンズ後群RRは所定の空気間隔を隔てて配置されている。無限遠物体に合焦したマスターレンズML単体の状態では、リレーレンズ前群RFとリレーレンズ後群RRの空間には略平行光が通るように構成されている。エクステンダーレンズEXをこのようなリレーレンズ前群RFとリレーレンズ後群RRの間に挿脱自在に配することで、結像位置を一定に保ったまま、エクステンダーレンズEXの挿入により焦点距離を拡大することが容易となる。

30

【0023】

なお、レンズ系を撮像装置に適用する際には、撮像装置の仕様に応じた各種フィルタ、プリズム、および/または保護用のカバーガラスを備えることが好ましい。このため図1では、これらを想定した入射面と出射面が光軸Zに垂直な光学部材Pをレンズ系と結像面Simとの間に配置した例を示している。しかし、光学部材Pは本発明においては省略可能である。

40

【0024】

このエクステンダーレンズEXは、光軸Zに沿って物体側から像側へ向かって順に、全体として正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、全体として負の屈折力を有する第2レンズ群G2とからなる。このように構成することで、エクステンダーレンズEXの挿入前後で結像位置を変化させることなく、エクステンダーレンズEXに長焦点距離化の作用を持たせることが容易となる。

【0025】

図2に示す例では、第1レンズ群G1は、物体側から順に、正のレンズL11、正のレンズL12、正のレンズL13、負のレンズL14、および正のレンズL15が配置され

50

た5枚構成であり、第2レンズ群G2は、物体側から順に、負のレンズL21、および正のレンズL22が配置された2枚構成である。ただし、本発明においては、第1レンズ群G1のレンズ枚数、第2レンズ群G2のレンズ枚数、および/または第2レンズ群G2の負正レンズの配列順は、図2に示す例と異なる構成を採ることも可能である。

【0026】

第1レンズ群G1は、物体側から順に、1枚以上の正レンズと、3枚接合レンズ3CEとからなる。この3枚接合レンズ3CEは、物体側から順に、正レンズ、負レンズ、および正レンズの3枚のレンズが接合されたものである。第1レンズ群G1が3枚接合レンズ3CEを構成する正レンズ以外に1枚以上の正レンズを有することで、第1レンズ群G1に十分な正の屈折力を与えることができる。

10

【0027】

第1レンズ群G1の3枚接合レンズ3CEより物体側に配置される第1レンズ群G1の正レンズは2枚以下であることが好ましい。すなわち、第1レンズ群G1は、物体側から順に、1枚または2枚の正レンズと、上記の3枚接合レンズ3CEとからなるように構成することが好ましい。このようにした場合は、エクステンダーレンズEXの光軸方向の長さが長くなりすぎるのを防ぐことができる。エクステンダーレンズEXはマスターレンズMLの内部に配置されることから光軸方向の長さに制約があるため、レンズ枚数をこの範囲に限定することが好ましい。

【0028】

3枚接合レンズ3CEにおいては、物体側から順に正負正が接合された接合レンズとすることで、物体側から順に正負が接合された2枚接合レンズと比べて、接合レンズ内の負レンズの像側の面となる接合面の曲率半径の絶対値を小さくすることができ、負レンズより物体側の正レンズで発生した球面収差を良好に補正できる。また、2つの接合面のうち少なくとも一方の接合面の物体側と像側のレンズのアップ数差を小さくしても1次色収差を補正できるため、これらのレンズの材料として部分分散比が近い材料を選択でき、2次色収差の発生を抑えながら1次色収差を補正できる。第1レンズ群G1の正レンズで発生した球面収差および軸上色収差を第1レンズ群G1内で補正することで、球面収差および軸上色収差に加え倍率色収差も同時に補正することができるため、第1レンズ群G1内に3枚接合レンズ3CEを配置することが有利である。仮に、第1レンズ群G1の正レンズで発生した球面収差および軸上色収差を第1レンズ群G1から離れたところで補正しようとすると、軸上と軸外での補正作用が異なってしまうため上記と同等の効果を得ることは難しい。

20

30

【0029】

第2レンズ群G2は、1枚以上の負レンズと、1枚以上の正レンズとからなることが好ましい。このように構成することで、諸収差を補正しつつ、第1レンズ群G1で収束させた光束を平行に戻すことができる。エクステンダーレンズEXが上述したようなリレーレンズ群内の略平行光の光路中に挿入される場合は、このような構成が有利である。

【0030】

第2レンズ群G2は2枚のレンズからなるように構成してもよい。このように構成することで、エクステンダーレンズEXの光軸方向の長さが長くなりすぎるのを防ぐことができる。このようにした場合、第2レンズ群G2は、1枚の負レンズと1枚の正レンズとからなるように構成してもよい。さらに、第2レンズ群G2は、負レンズおよび正レンズが接合された接合レンズからなるように構成してもよく、このようにした場合は、負レンズと正レンズそれぞれの屈折力を強めながら5次以上の高次の球面収差の発生を抑えることができる。

40

【0031】

このエクステンダーレンズEXは下記条件式(1)を満足するように構成される。

$$2.6 < 1/n < 4.0 \quad (1)$$

ただし、

1/n : 3枚接合レンズを構成する負レンズのd線基準のアップ数

50

【0032】

条件式(1)の下限以下とならないようにすることで、部分分散比の小さい材料を選択することができ、2次色収差の発生を抑えることができる。条件式(1)の上限以上とならないようにすることで、1次色収差を良好に補正できる。条件式(1)に関する効果を高めるためには、下記条件式(1-1)を満足することが好ましい。

$$2.8 < 1/n < 3.5 \quad (1-1)$$

【0033】

さらに、下記条件式(2)を満足することが好ましい。

$$2.5 < 1/p_a - 1/n < 3.5 \quad (2)$$

ただし、

1/p_a : 第1レンズ群を構成する正レンズのd線基準のアップベ数の平均

1/n : 3枚接合レンズを構成する負レンズのd線基準のアップベ数

【0034】

条件式(2)の下限以下とならないようにすることで、1次色収差を良好に補正できる。条件式(2)の上限以上とならないようにすることで、第1レンズ群G1の正レンズと第1レンズ群G1の負レンズに部分分散比の近い材料を選択でき、2次色収差の発生を抑えることができる。条件式(2)の下限に関する効果を得ながら上限に関する効果を高めるためには、下記条件式(2-1)を満足することが好ましい。

$$2.5 < 1/p_a - 1/n < 3.2 \quad (2-1)$$

【0035】

また、下記条件式(3)を満足することが好ましい。

$$-5 < f_1 / f_{1n} < -2 \quad (3)$$

ただし、

f_1 : 第1レンズ群の焦点距離

f_{1n} : 3枚接合レンズを構成する負レンズの焦点距離

【0036】

第1レンズ群G1の屈折力に対する第1レンズ群G1の負レンズの屈折力の比を条件式(3)の範囲に収めることで、第1レンズ群G1の正レンズで発生した球面収差の補正を容易にすることができる。条件式(3)に関する効果を高めるためには、下記条件式(3-1)を満足することが好ましい。

$$-3.5 < f_1 / f_{1n} < -2.7 \quad (3-1)$$

【0037】

第2レンズ群G2が、1枚以上の正レンズと、1枚以上の負レンズとからなる場合、下記条件式(4)を満足することが好ましい。

$$1.8 < N_{2a} < 2.05 \quad (4)$$

ただし、

N_{2a} : 第2レンズ群を構成するレンズのd線に対する屈折率の平均

【0038】

条件式(4)の下限以下とならないようにすることで、エクステンダーレンズEXの光軸方向の長さを抑えながら第1レンズ群G1で発生する諸収差、特に球面収差および非点収差を抑えることができる。条件式(4)の上限以上とならないようにすることで、正レンズのアップベ数と負レンズのアップベ数との差を確保できるように適切な材料を選択することが容易となり、色収差の補正に有利となる。条件式(4)の上限に関する効果を得ながら下限に関する効果を高めるためには、下記条件式(4-1)を満足することが好ましい。

$$1.85 < N_{2a} < 2.05 \quad (4-1)$$

【0039】

また、第2レンズ群G2が、1枚以上の正レンズと、1枚以上の負レンズとからなる場合、下記条件式(5)を満足することが好ましい。

$$-0.1 < N_{2na} - N_{2pa} < 0 \quad (5)$$

10

20

30

40

50

ただし、

$N2na$: 第2レンズ群が複数の負レンズを有する場合は第2レンズ群を構成する負レンズのd線に対する屈折率の平均であり、第2レンズ群が1枚のみ負レンズを有する場合はこの負レンズのd線に対する屈折率

$N2pa$: 第2レンズ群が複数の正レンズを有する場合は第2レンズ群を構成する正レンズのd線に対する屈折率の平均であり、第2レンズ群が1枚のみ正レンズを有する場合はこの正レンズのd線に対する屈折率

【0040】

条件式(5)の下限以下とならないようにすることで、像面湾曲の発生を抑えることができる。条件式(5)の上限以上とならないようにすることで、球面収差の補正を容易にすることができる。条件式(5)の上限に関する効果を得ながら下限に関する効果を高めるためには、下記条件式(5-1)を満足することが好ましい。

$$-0.06 < N2na - N2pa < 0 \quad (5-1)$$

【0041】

また、下記条件式(6)を満足することが好ましい。

$$1.9 < N1n < 2.05 \quad (6)$$

ただし、

$N1n$: 3枚接合レンズを構成する負レンズのd線に対する屈折率

【0042】

条件式(6)の下限以下とならないようにすることで、球面収差の補正を容易にすることができる。条件式(6)の上限以上とならないようにすることで、適切な部分分散比を有する材料を選択することができ、2次色収差の補正が容易となる。条件式(6)の上限に関する効果を得ながら下限に関する効果を高めるためには、下記条件式(6-1)を満足することが好ましい。

$$1.95 < N1n < 2.05 \quad (6-1)$$

【0043】

また、下記条件式(7)を満足することが好ましい。

$$0.55 < 1n < 0.605 \quad (7)$$

ただし、

$1n$: 3枚接合レンズを構成する負レンズのg線とF線間の部分分散比

【0044】

条件式(7)の下限以下とならないようにすることで、適切なアッペ数の材料を選択することができ、1次色収差の補正が容易となる。条件式(7)の上限以上とならないようにすることで、2次色収差の発生を抑えることができる。条件式(7)に関する効果を高めるためには、下記条件式(7-1)を満足することが好ましい。

$$0.57 < 1n < 0.6 \quad (7-1)$$

【0045】

また、下記条件式(8)を満足することが好ましい。

$$0.3 < N1n - N1pa < 0.5 \quad (8)$$

ただし、

$N1n$: 3枚接合レンズを構成する負レンズのd線に対する屈折率

$N1pa$: 第1レンズ群を構成する正レンズのd線に対する屈折率の平均

【0046】

条件式(8)の下限以下とならないようにすることで、像面湾曲の補正が容易となる。条件式(8)の上限以上とならないようにすることで、3枚接合レンズ3CE内の負レンズの屈折率が高くなりすぎないようにすることができ、3枚接合レンズ3CE内の接合面の曲率半径の絶対値が大きくなりすぎるのを防ぐことができるため、球面収差の補正が容易となる。条件式(8)に関する効果を高めるためには、下記条件式(8-1)を満足することが好ましい。

$$0.33 < N1n - N1pa < 0.45 \quad (8-1)$$

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

なお、上述した好ましい構成および/または可能な構成は、任意の組合せが可能であり、要求される仕様に応じて適宜選択的に採用されることが好ましい。

【 0 0 4 8 】

次に、マスターレンズ M L の数値例および本発明のエクステンダーレンズ E X の数値実施例について説明する。

【 0 0 4 9 】

[マスターレンズ]

表 1 に、図 1 のマスターレンズ M L の基本レンズデータを示す。表 1 の S i の欄には最も物体側の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の面に面番号を付した場合の i 番目 (i = 1、2、3、...) の面番号を示し、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 上の面間隔を示す。表 1 の N d j 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、...) の構成要素の d 線 (波長 5 8 7 . 6 n m) に関する屈折率を示し、n d j の欄には j 番目の構成要素の d 線基準の A ッペ数を示し、g F j の欄は j 番目の構成要素の g 線 (波長 4 3 5 . 8 n m) と F 線 (波長 4 8 6 . 1 n m) 間の部分分散比を示す。

10

【 0 0 5 0 】

ここで、曲率半径の符号は、物体側に凸面を向けた面形状のものを正とし、像側に凸面を向けた面形状のものを負としている。表 1 には光学部材 P および絞り S t も含めて示しており、絞り S t に相当する面の面番号の欄には面番号と (S t) という語句を記載している。D i の最下欄の値は表中の最も像側の面と結像面 S i m との間隔である。表 1 では変倍の際に変化する可変面間隔については、D D [] という記号を用い、[] の中にこの間隔の物体側の面番号を付して D i の欄に記入している。

20

【 0 0 5 1 】

表 2 に、図 1 のマスターレンズ M L のズーム比 Z r、全系の焦点距離 f、F ナンバー F N o .、最大全画角 2 ω、および可変面間隔を d 線基準で示す。2 ω の欄の (°) は単位が度であることを意味する。表 2 では、広角端状態の各値を W I D E と表記した欄に示し、望遠端状態の各値を T E L E と表記した欄に示している。表 1 と表 2 の値は無遠物体に合焦した状態のものである。

30

【 0 0 5 2 】

表 1 では、非球面の面番号には * 印を付しており、非球面の曲率半径の欄には近軸の曲率半径の数値を記載している。表 3 に、実施例 1 の非球面の非球面係数を示す。表 3 の非球面係数の数値の「 E - n 」 (n : 整数) は「 × 1 0 ⁻ⁿ 」を意味する。非球面係数は、下式で表される非球面式における各係数 K A、A m (m = 3、4、5、... 1 1) の値である。

【 0 0 5 3 】

【 数 1 】

$$Zd = \frac{C \times h^2}{1 + \sqrt{1 - KA \times C^2 \times h^2}} + \sum_m A_m \times h^m$$

40

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

K A、A m : 非球面係数

【 0 0 5 4 】

各表のデータにおいて、角度の単位としては度を用い、長さの単位としては m m を用いているが、光学系は比例拡大または比例縮小しても使用可能なため他の適当な単位を用い

50

ることできる。また、以下に示す各表では所定の桁でまるめた数値を記載している。

【 0 0 5 5 】

【表 1】

マスターレンズ

Si	Ri	Di	Ndj	ν_{dj}	θ_{gFj}
*1	634.83390	3.000	1.80100	34.97	0.58642
2	33.75712	17.000			
*3	124.11505	2.000	1.49700	81.54	0.53748
4	56.42767	16.000			
5	-72.37997	1.945	1.95375	32.32	0.59015
6	-203.08358	0.300			
7	136.36991	6.582	1.84666	23.78	0.61923
8	-278.75785	0.750			
9	-2214.28465	6.344	1.53775	74.70	0.53936
10	-94.01203	6.165			
11	114.90374	7.653	1.43875	94.66	0.53402
*12	-181.23707	4.135			
13	-76.79981	1.800	1.80100	34.97	0.58642
14	-125.81550	0.120			
15	185.21220	1.800	1.95375	32.32	0.59015
16	64.62698	16.603	1.43875	94.66	0.53402
17	-57.45342	0.120			
18	268.19846	7.675	1.43387	95.18	0.53733
19	-89.92154	0.120			
20	54.86266	4.510	1.72916	54.68	0.54451
21	95.46056	DD[21]			
22	39.34813	0.800	2.00100	29.13	0.59952
23	15.52524	4.862			
24	-33.35899	0.800	1.91082	35.25	0.58224
25	79.25759	5.012	1.80518	25.42	0.61616
26	-15.83685	0.810	1.77250	49.60	0.55212
27	73.32791	0.120			
28	34.34982	5.742	1.69895	30.13	0.60298
29	-17.37568	0.800	1.95375	32.32	0.59015
30	-74.61052	DD[30]			
31	-33.55731	0.810	1.72916	54.68	0.54451
32	59.29751	2.386	1.84661	23.88	0.62072
33	-1461.61713	DD[33]			
34(St)	∞	1.000			
*35	64.33975	5.728	1.80610	40.88	0.56889
36	-72.49509	0.120			
37	132.25836	5.132	1.51742	52.43	0.55649
38	-44.17611	1.000	1.95375	32.32	0.59015
39	-232.64823	34.530			
40	251.74948	3.389	1.84661	23.88	0.62072
41	-69.00499	1.311			
42	41.82568	6.077	1.58913	61.13	0.54067
43	-51.65585	1.000	1.95375	32.32	0.59015
44	26.55522	1.636			
45	30.91083	9.581	1.53775	74.70	0.53936
46	-26.27377	1.000	1.95375	32.32	0.59015
47	-89.88638	0.120			
48	69.58120	5.697	1.48749	70.24	0.53007
49	-35.77275	0.200			
50	∞	1.000	1.51633	64.14	0.53531
51	∞	4.940			
52	∞	33.000	1.60859	46.44	0.56664
53	∞	13.200	1.51633	64.05	0.53463
54	∞	5.882			

【 0 0 5 6 】

10

20

30

40

【表 2】
マスターレンズ

	WIDE	TELE
Zr	1.0	12.6
f	4.668	58.586
FNo.	1.85	2.66
$2\omega(^{\circ})$	105.2	10.8
DD[21]	0.700	47.210
DD[30]	44.529	5.768
DD[33]	9.498	1.749

10

【 0 0 5 7 】

【表 3】
マスターレンズ

面番号	1	3	12	35
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	7.7331900E-08	1.2511589E-06	3.1471918E-07	7.5666665E-08
A4	2.1574272E-06	-1.2362781E-06	9.9931720E-07	-2.9675868E-06
A5	6.8538000E-09	1.7200180E-07	6.2756751E-08	7.5246634E-08
A6	-1.1993261E-09	-2.0836149E-08	-9.2537362E-09	-2.4769474E-08
A7	4.1083592E-11	1.4165625E-09	7.9132266E-10	4.8852246E-09
A8	-1.3620966E-12	-5.5095567E-11	-4.1967354E-11	-5.4987517E-10
A9	2.9609313E-14	9.3002972E-13	1.3194435E-12	3.6613236E-11
A10	-3.3115915E-16	7.0894937E-16	-2.2782601E-14	-1.3249378E-12
A11	1.5754046E-18	-1.3733415E-16	1.6628971E-16	1.9926583E-14

20

【 0 0 5 8 】

図 5 に、表 1 のマスターレンズ M L の無限遠物体に合焦した状態での各収差図を示す。図 5 の W I D E と付した上段に左から順に広角端での球面収差、非点収差、歪曲収差（ディストーション）、および倍率色収差（倍率の色収差）を示し、T E L E と付した下段に左から順に望遠端での球面収差、非点収差、歪曲収差、および倍率色収差を示す。球面収差図では、d 線（波長 5 8 7 . 6 n m）、C 線（波長 6 5 6 . 3 n m）、F 線（波長 4 8 6 . 1 n m）、および g 線（波長 4 3 5 . 8 n m）に関する収差をそれぞれ実線、長破線、短破線、および灰色の実線で示す。非点収差図では、サジタル方向の d 線に関する収差を実線で示し、タンジェンシャル方向の d 線に関する収差を短破線で示す。歪曲収差図では d 線に関する収差を実線で示す。倍率色収差図では、C 線、F 線、および g 線に関する収差をそれぞれ長破線、短破線、および灰色の実線で示す。球面収差図の F N o . は F ナンバーを意味し、その他の収差図の は半画角を意味する。

30

【 0 0 5 9 】

【実施例 1】

実施例 1 のエクステンダーレンズ E X の構成図は図 2 に示したものである。実施例 1 のエクステンダーレンズ E X は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 とからなる。第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、両凸形状のレンズ L 1 1 と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状のレンズ L 1 2 と、両凸形状のレンズ L 1 3 と、両凹形状のレンズ L 1 4 と、両凸形状のレンズ L 1 5 とからなる。レンズ L 1 3 ~ L 1 5 は接合されて 3 枚接合レンズ 3 C E を構成している。第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、両凹形状のレンズ L 2 1 と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状のレンズ L 2 2 とからなる。レンズ L 2 1 とレンズ L 2 2 は接合されている。

40

【 0 0 6 0 】

表 4 に、実施例 1 のエクステンダーレンズ E X の基本レンズデータを示す。表 4 で用いている記号や記載方法は基本的に表 1 のものと同様である。ただし、光学部材 P および絞り S t は表 4 には無い点、および表 4 では D i の最下欄が空白である点は表 1 のもの異なる。このエクステンダーレンズ E X は、表 1 のマスターレンズ M L の 3 9 面と 4 0 面の

50

間に挿脱自在に配される。このエクステンダーレンズE XをマスターレンズM Lに挿入する際の、マスターレンズM Lの39面とエクステンダーレンズE Xの最も物体側の面との空気間隔、およびエクステンダーレンズE Xの最も像側の面とマスターレンズM Lの40面との空気間隔を表4の枠外下方にそれぞれ「マスターレンズの39面との空気間隔」および「マスターレンズの40面との空気間隔」として示す。

【0061】

表5に、実施例1のエクステンダーレンズE Xを表1の39面と40面の間に挿入した全系の諸元として、ズーム比 Z_r 、全系の焦点距離 f 、Fナンバー $FNo.$ 、および最大全画角 2ω を d 線基準で示す。ここでいう全系とは、マスターレンズM L、エクステンダーレンズE X、および光学部材Pからなる系である。

【0062】

【表4】

実施例1

Si	Ri	Di	Ndj	ν_{dj}	θ_{gFj}
1	29.63361	5.240	1.59282	68.62	0.54414
2	-688.89653	0.120			
3	38.53944	3.078	1.49700	81.54	0.53748
4	170.23123	0.497			
5	33.32860	4.497	1.71700	47.93	0.56062
6	-65.56211	0.912	2.00100	29.13	0.59952
7	14.99199	5.721	1.57501	41.50	0.57672
8	-122.34044	1.797			
9	-71.03797	0.986	1.88300	40.76	0.56679
10	11.88983	2.810	1.89286	20.36	0.63944
11	21.74188				

マスターレンズの39面との空気間隔 1.980

マスターレンズの40面との空気間隔 6.892

【0063】

【表5】

実施例1+マスターレンズ

	WIDE	TELE
Z_r	1.0	12.6
f	9.048	113.554
$FNo.$	3.60	5.16
$2\omega(^{\circ})$	66.0	5.6

【0064】

図6に、実施例1のエクステンダーレンズE Xを表1の39面と40面の間に挿入した全系の無限遠物体に合焦した状態での各収差図を示す。図6で用いている記号や記載方法は基本的に図5のものと同様である。

【0065】

上記の実施例1のエクステンダーレンズE Xに関する図示方法、各データの記号、および記載方法等は、特に断りがない限り以下の実施例のものについても同様であるため、以下では重複説明を省略する。

【0066】

[実施例2]

図3に、実施例2のエクステンダーレンズE Xの構成図を示す。実施例2のエクステンダーレンズE Xは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2とからなる。第1レンズ群G1はレンズL11~L15からなり、第2レンズ群G2はレンズL21~L22からなる。実施例2の全レンズの凹凸形状および屈折力の符号、および接合されているレンズは実施例1のものと同じである。

【 0 0 6 7 】

表 6 に、実施例 2 のエクステンダーレンズ E X の基本レンズデータを示す。表 7 に、実施例 2 のエクステンダーレンズ E X を表 1 の 3 9 面と 4 0 面の間に挿入した全系の諸元を示し、図 7 に、この全系の無限遠物体に合焦した状態での各収差図を示す。

【 0 0 6 8 】

【表 6】

実施例 2

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	θ gFj
1	29.65264	5.263	1.59282	68.62	0.54414
2	-595.02706	0.120			
3	38.13813	3.298	1.49700	81.54	0.53748
4	159.77617	0.312			
5	33.33223	4.514	1.68440	57.28	0.54264
6	-64.65274	0.983	1.95375	32.32	0.59015
7	14.44653	5.661	1.54798	48.84	0.56178
8	-137.43755	1.839			
9	-73.33010	1.037	1.88300	40.76	0.56679
10	12.37746	2.668	1.89286	20.36	0.63944
11	22.30428				

10

マスターレンズの39面との空気間隔 1.980

マスターレンズの40面との空気間隔 6.854

20

【 0 0 6 9 】

【表 7】

実施例 2 + マスターレンズ

	WIDE	TELE
Zr	1.0	12.6
f	9.046	113.533
FNo.	3.61	5.17
$2\omega(^{\circ})$	66.2	5.6

30

【 0 0 7 0 】

[実施例 3]

図 4 に、実施例 3 のエクステンダーレンズ E X の構成図を示す。実施例 3 のエクステンダーレンズ E X は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 とからなる。第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、両凸形状のレンズ L 1 1 と、両凸形状のレンズ L 1 2 と、両凹形状のレンズ L 1 3 と、両凸形状のレンズ L 1 4 とからなる。レンズ L 1 2 ~ L 1 4 は接合されて 3 枚接合レンズ 3 C E を構成している。第 2 レンズ群 G 2 はレンズ L 2 1 ~ L 2 2 からなる。実施例 3 の第 2 レンズ群 G 2 の全レンズの凹凸形状および屈折力の符号、および接合されているレンズは実施例 1 のものと同じである。

40

【 0 0 7 1 】

表 8 に、実施例 3 のエクステンダーレンズ E X の基本レンズデータを示す。表 9 に、実施例 3 のエクステンダーレンズ E X を表 1 の 3 9 面と 4 0 面の間に挿入した全系の諸元を示し、図 8 に、この全系の無限遠物体に合焦した状態での各収差図を示す。

【 0 0 7 2 】

【表 8】
実施例 3

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj	θ gFj
1	30.62443	5.857	1.49700	81.54	0.53748
2	-121.20457	1.968			
3	27.20020	5.653	1.91082	35.25	0.58224
4	-44.27496	0.800	2.00100	29.13	0.59952
5	14.95763	5.038	1.58913	61.23	0.53979
6	-257.65224	2.626			
7	-72.33774	0.810	1.89800	34.00	0.58703
8	11.66987	2.747	1.95906	17.47	0.65993
9	19.65546				

マスターレンズの39面との空気間隔 1.979
マスターレンズの40面との空気間隔 7.051

【0073】

【表 9】

実施例3+マスターレンズ

	WIDE	TELE
Zr	1.0	12.6
f	9.047	113.539
FNo.	3.62	5.17
$2\omega(^{\circ})$	66.0	5.6

【0074】

表 10 に上記実施例 1 ~ 3 のエクステンダーレンズ EX の条件式 (1) ~ (8) の対応値を示す。表 10 に示す値は、条件式 (7) の対応値以外は d 線を基準としたものである。

【0075】

【表 10】

式番号		実施例1	実施例2	実施例3
(1)	$\nu 1n$	29.13	32.32	29.13
(2)	$\nu 1pa - \nu 1n$	30.77	31.75	30.21
(3)	$f1/f1n$	-2.907	-2.942	-3.009
(4)	N2a	1.88793	1.88793	1.92853
(5)	$N2na - N2pa$	-0.00986	-0.00986	-0.06106
(6)	N1n	2.00100	1.95375	2.00100
(7)	$\theta 1n$	0.59952	0.59015	0.59952
(8)	$N1n - N1pa$	0.40554	0.37320	0.33535

【0076】

次に、本発明の実施形態に係る撮像装置について説明する。図 9 に、本発明の実施形態の撮像装置の一例として、本発明の実施形態に係るエクステンダーレンズ EX を用いた撮像装置 10 の概略構成図を示す。撮像装置 10 としては、例えば、映画撮影用カメラ、放送用カメラ、デジタルカメラ、ビデオカメラ、または監視用カメラ等を挙げることができる。

【0077】

撮像装置 10 は、マスターレンズ ML と、マスターレンズ ML の内部に挿脱自在に配されるエクステンダーレンズ EX と、マスターレンズ ML の像側に配置されたフィルタ 2 と、フィルタ 2 の像側に配置された撮像素子 3 と、撮像素子 3 からの出力信号を演算処理する信号処理部 4 と、レンズ系の変倍を制御する変倍制御部 5 とを備えている。なお、図 9 では、エクステンダーレンズ EX とマスターレンズ ML が備える各レンズ群を概略的に図

10

20

30

40

50

示している。撮像素子3は光学像を電気信号に変換するものであり、例えば、CCD (Charge Coupled Device) またはCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等を用いることができる。撮像素子3は、その撮像面がマスターレンズMLの結像面に一致するように配置される。なお、図9では1つの撮像素子3のみ図示しているが、本発明の撮像装置はこれに限定されず、3つの撮像素子を有するいわゆる3板方式の撮像装置であってもよい。変倍制御部5によりマスターレンズMLの変倍およびエクステンダーレンズEXの挿脱が行われる。

【0078】

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ず、種々の変形が可能である。例えば、各レンズの曲率半径、面間隔、屈折率、アッペ数、および部分分散比等は、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。また、本発明を適用可能なマスターレンズは上記例のものに限定されず、他の構成のズームレンズ、バリフォーカルレンズ、または固定焦点光学系でもよい。

10

【符号の説明】

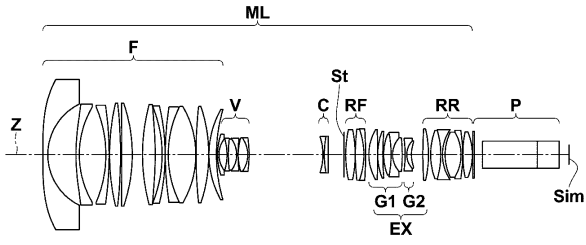
【0079】

- 2 フィルタ
- 3 撮像素子
- 3CE 3枚接合レンズ
- 4 信号処理部
- 5 変倍制御部
- 10 撮像装置
- C コンペンセーターレンズ群
- EX エクステンダーレンズ
- F フォーカスレンズ群
- G1 第1レンズ群
- G2 第2レンズ群
- L11 ~ L15、L21、L22 レンズ
- ML マスターレンズ
- P 光学部材
- RF リレーレンズ前群
- RR リレーレンズ後群
- Sim 結像面
- St 絞り
- V バリエーターレンズ群
- Z 光軸

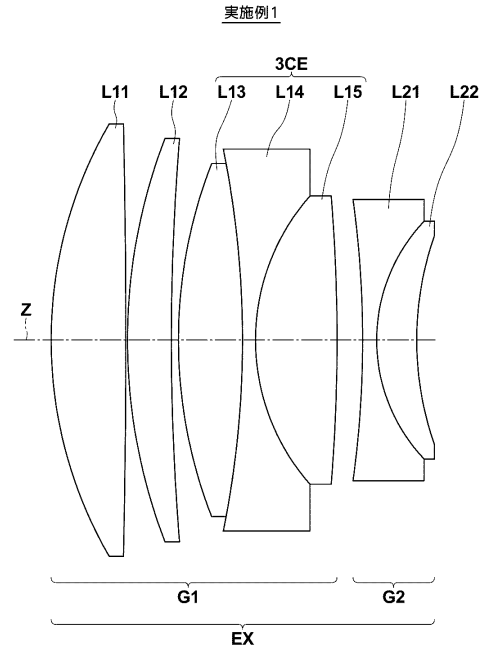
20

30

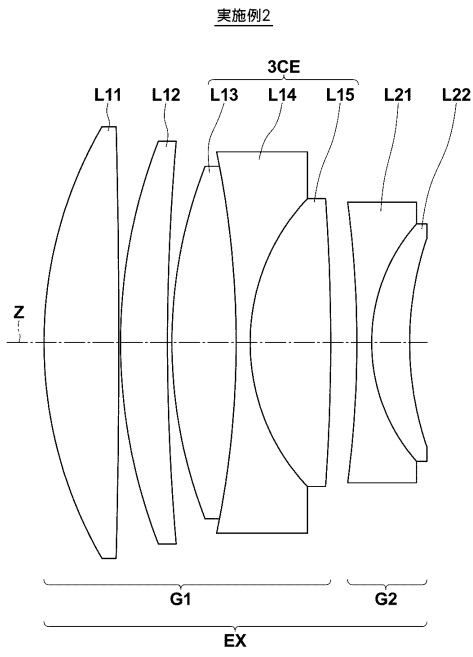
【図1】



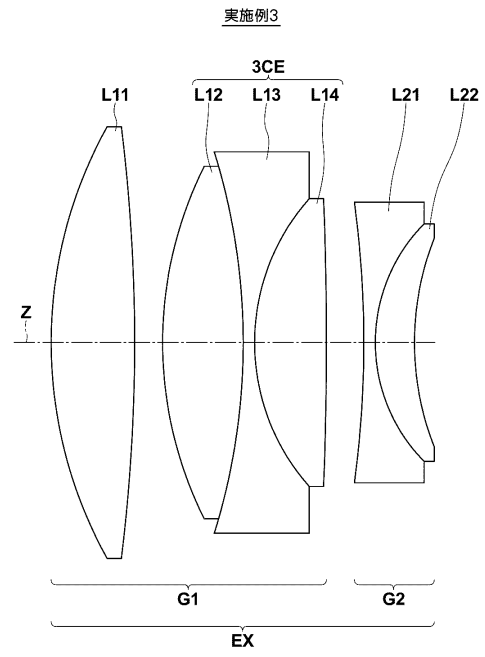
【図2】



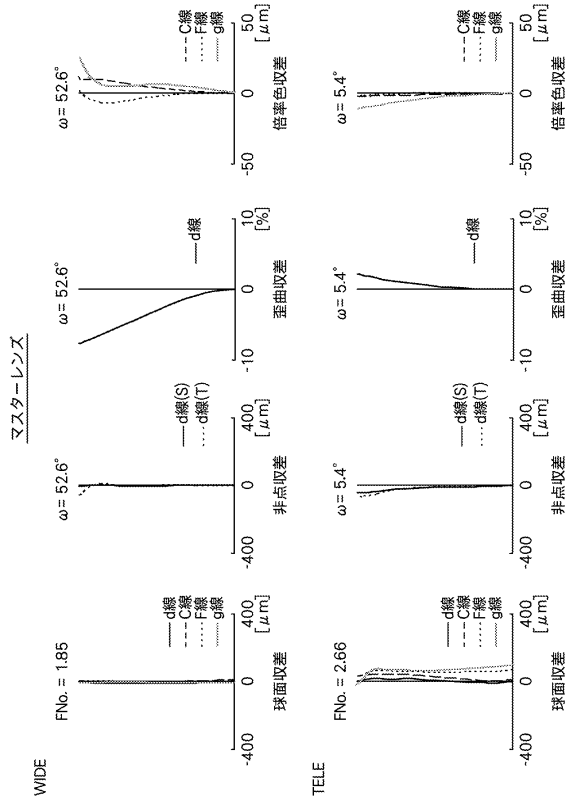
【図3】



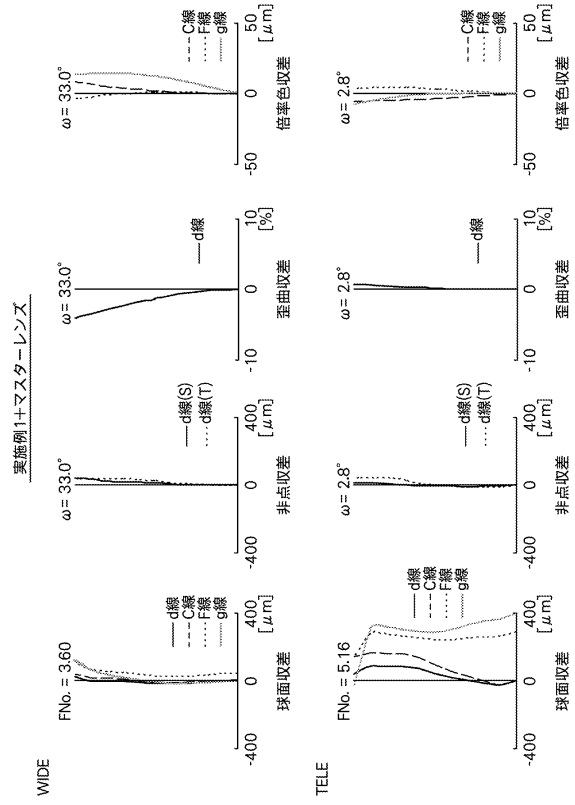
【図4】



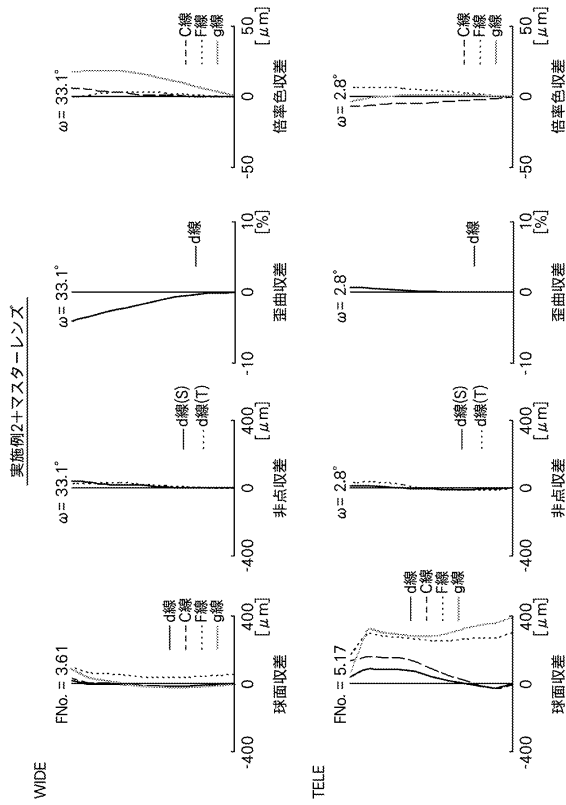
【 図 5 】



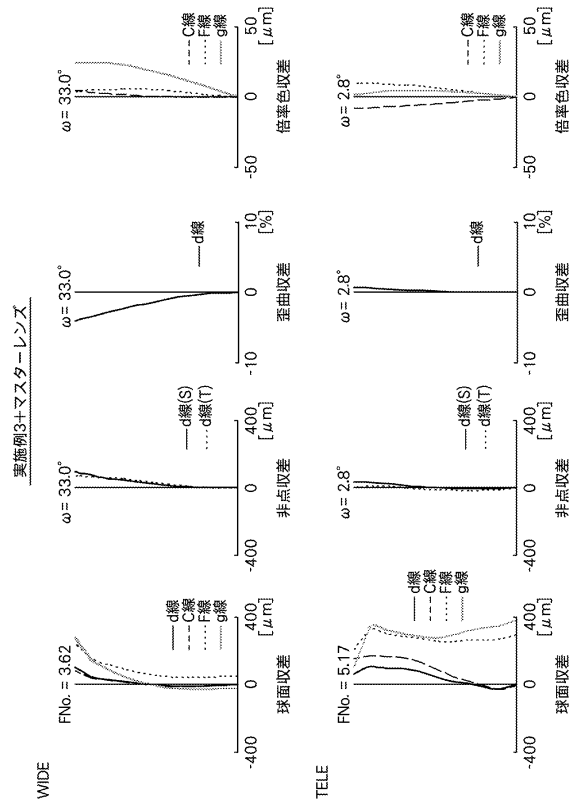
【 図 6 】



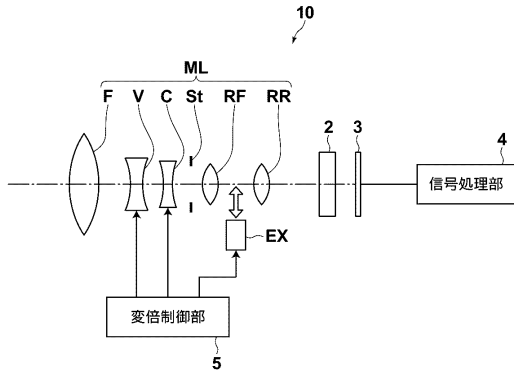
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 1 8 3 8 0 0 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 2 5 6 3 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 1 5 2 6 1 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

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