

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5785338号
(P5785338)

(45) 発行日 平成27年9月30日(2015.9.30)

(24) 登録日 平成27年7月31日(2015.7.31)

(51) Int.Cl. F 1
G O 2 B 13/02 (2006.01) G O 2 B 13/02

請求項の数 15 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2014-552908 (P2014-552908)	(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
(86) (22) 出願日	平成25年12月9日(2013.12.9)	(74) 代理人	100073184 弁理士 柳田 征史
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/007227	(74) 代理人	100090468 弁理士 佐久間 剛
(87) 国際公開番号	W02014/097570	(72) 発明者	富岡 右恭 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
(87) 国際公開日	平成26年6月26日(2014.6.26)		
審査請求日	平成27年5月27日(2015.5.27)	審査官	井亀 諭
(31) 優先権主張番号	特願2012-278808 (P2012-278808)		
(32) 優先日	平成24年12月21日(2012.12.21)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

早期審査対象出願

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像レンズおよび撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、第1レンズ群、絞り、正の屈折力を有する第2レンズ群、およびフォーカス時固定の負の屈折力を有する第3レンズ群からなり、

前記第1レンズ群は、物体側から順に、少なくとも1枚の正の屈折力を有するレンズ、少なくとも1組の接合レンズ、および像側に凹面を向けた負メニスカスレンズからなり、

前記第2レンズ群は、物体側から順に、両凹レンズと両凸レンズとからなる接合レンズ、および両凸レンズからなり、

前記第3レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、両凹レンズ、および両凸レンズからなり、

前記第1レンズ群、前記絞り、および前記第2レンズ群を光軸上で一体に移動させて、無限遠から有限距離へフォーカシングを行うことを特徴とする撮像レンズ。

【請求項2】

下記条件式(1)を満足することを特徴とする請求項1記載の撮像レンズ。

$$0.65 < f_{12} / f < 0.90 \dots (1)$$

但し、

f_{12} : 前記第1レンズ群および前記第2レンズ群の合成焦点距離

f : 全系の焦点距離

【請求項3】

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

$$1.00 < f_1 / f_2 < 2.50 \dots (2)$$

但し、

f_1 : 前記第1レンズ群の焦点距離

f_2 : 前記第2レンズ群の焦点距離

【請求項4】

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

$$0.15 < (R_{3mf} - R_{3mr}) / (R_{3mf} + R_{3mr}) < 0.50 \dots (3)$$

但し、

R_{3mf} : 前記第3レンズ群の負メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径

10

R_{3mr} : 前記第3レンズ群の負メニスカスレンズの像側の面の曲率半径

【請求項5】

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

$$0.10 < (R_{1mf} - R_{1mr}) / (R_{1mf} + R_{1mr}) < 0.30 \dots (4)$$

但し、

R_{1mf} : 前記第1レンズ群の負メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径

R_{1mr} : 前記第1レンズ群の負メニスカスレンズの像側の面の曲率半径

【請求項6】

前記第1レンズ群の負メニスカスレンズの物体側には、空気間隔を隔てて、物体側から順に像側に凹面を向けた負の屈折力を有するレンズと、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有するレンズとからなる接合レンズが配置されてなることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項記載の撮像レンズ。

20

【請求項7】

下記条件式(5)を満足することを特徴とする請求項1から6のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$1.0 < R_{2pf} / D_{2p} < 3.5 \dots (5)$$

但し、

R_{2pf} : 前記第2レンズ群の接合レンズを構成する両凸レンズの物体側の面の曲率半径

D_{2p} : 前記第2レンズ群の接合レンズを構成する両凸レンズの中心厚

30

【請求項8】

下記条件式(6)を満足することを特徴とする請求項1から7のいずれか1項記載の撮像レンズ。

$$n_{d3n} < 1.60 \dots (6)$$

但し、

n_{d3n} : 前記第3レンズ群を構成する両凹レンズのd線の屈折率

【請求項9】

下記条件式(1-1)を満足することを特徴とする請求項2記載の撮像レンズ。

$$0.72 < f_{12} / f < 0.85 \dots (1-1)$$

但し、

f_{12} : 前記第1レンズ群および前記第2レンズ群の合成焦点距離

f : 全系の焦点距離

40

【請求項10】

下記条件式(2-1)を満足することを特徴とする請求項3記載の撮像レンズ。

$$1.15 < f_1 / f_2 < 2.10 \dots (2-1)$$

但し、

f_1 : 前記第1レンズ群の焦点距離

f_2 : 前記第2レンズ群の焦点距離

【請求項11】

下記条件式(3-1)を満足することを特徴とする請求項4記載の撮像レンズ。

50

$0.20 < (R3mf - R3mr) / (R3mf + R3mr) < 0.36 \dots (3 - 1)$

但し、

R3mf：前記第3レンズ群の負メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径

R3mr：前記第3レンズ群の負メニスカスレンズの像側の面の曲率半径

【請求項12】

下記条件式(4-1)を満足することを特徴とする請求項5記載の撮像レンズ。

$0.14 < (R1mf - R1mr) / (R1mf + R1mr) < 0.23 \dots (4 - 1)$

但し、

R1mf：前記第1レンズ群の負メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径

R1mr：前記第1レンズ群の負メニスカスレンズの像側の面の曲率半径

【請求項13】

下記条件式(5-1)を満足することを特徴とする請求項7記載の撮像レンズ。

$1.6 < R2pf / D32p < 2.8 \dots (5 - 1)$

但し、

R2pf：前記第2レンズ群の接合レンズを構成する両凸レンズの物体側の面の曲率半径

D2p：前記第2レンズ群の接合レンズを構成する両凸レンズの中心厚

【請求項14】

下記条件式(6-1)を満足することを特徴とする請求項8記載の撮像レンズ。

$nd3n < 1.53 \dots (6 - 1)$

但し、

nd3n：前記第3レンズ群を構成する両凹レンズのd線の屈折率

【請求項15】

請求項1から14のいずれか1項記載の撮像レンズを搭載し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、デジタルカメラ、監視用カメラおよび映画撮影用カメラ等の電子カメラに用いられる撮像レンズ、およびこの撮像レンズを搭載した撮像装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、デジタルカメラ、監視用カメラおよび映画撮影用カメラ等の電子カメラに用いられる、交換用の撮像レンズとして、特許文献1～3に示すように、物体側から順に正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群および正の屈折力を有する第3レンズ群からなり、フォーカス時に第2レンズ群を移動させるものが知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許3084810号公報

【特許文献2】特許4624581号公報

【特許文献3】特開平9-159911号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一方、近年のデジタルカメラ、あるいは映画撮影用カメラ等の電子カメラの高精細化に伴い、諸収差が良好に補正された撮像レンズが要求されている。また、F値が小さい、いわゆる明るい撮像レンズの要望も高まっている。しかしながら、上記特許文献1, 2に記

10

20

30

40

50

載された撮像レンズはF値が大きく、明るい撮像レンズの要求を満たすものではなかった。また特許文献3に記載された撮像レンズは、F値は小さいものの、非点収差、像面湾曲および軸上色収差の補正が不十分であり、高精細化の要求に応えることができなかった。

【0005】

本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、F値が小さく、かつ諸収差が良好に補正された撮像レンズ、およびこの撮像レンズを搭載した撮像装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明による撮像レンズは、物体側から順に、第1レンズ群、絞り、正の屈折力を有する第2レンズ群、およびフォーカス時固定の負の屈折力を有する第3レンズ群からなり、

第1レンズ群は、物体側から順に、少なくとも1枚の正の屈折力を有するレンズ、少なくとも1組の接合レンズ、および像側に凹面を向けた負メニスカスレンズからなり、

第2レンズ群は、物体側から順に、両凹レンズと両凸レンズとからなる接合レンズ、および両凸レンズからなり、

第3レンズ群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、両凹レンズ、および両凸レンズからなり、

第1レンズ群、絞り、および第2レンズ群を光軸上で一体に移動させて、無限遠から有限距離へフォーカシングを行うことを特徴とするものである。

【0007】

本発明の撮像レンズは、第1レンズ群、絞り、第2レンズ群および第3レンズ群からなるものであるが、3つのレンズ群以外に、実質的にパワーを持たないレンズ、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、レンズパレル、撮像素子、手ぶれ補正機構等の機構部分等を持つものも含むものであってもよい。

【0008】

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

【0009】

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

【0010】

$$0.65 < f_{12} / f < 0.90 \dots (1)$$

但し、

f_{12} : 第1レンズ群および第2レンズ群の合成焦点距離

f : 全系の焦点距離

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

【0011】

$$1.00 < f_1 / f_2 < 2.50 \dots (2)$$

但し、

f_1 : 第1レンズ群の焦点距離

f_2 : 第2レンズ群の焦点距離

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

【0012】

$$0.15 < (R_{3mf} - R_{3mr}) / (R_{3mf} + R_{3mr}) < 0.50 \dots (3)$$

但し、

10

20

30

40

50

R_{3mf} : 第3レンズ群の負メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径

R_{3mr} : 第3レンズ群の負メニスカスレンズの像側の面の曲率半径

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

【0013】

$$0.10 < (R_{1mf} - R_{1mr}) / (R_{1mf} + R_{1mr}) < 0.30 \dots (4)$$

但し、

R_{1mf} : 第1レンズ群の負メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径

R_{1mr} : 第1レンズ群の負メニスカスレンズの像側の面の曲率半径

また、本発明による撮像レンズにおいては、第1レンズ群の負メニスカスレンズの物体側には、空気間隔を隔てて、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の屈折力を有するレンズと、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有するレンズとからなる接合レンズが配置されてなることが好ましい。

【0014】

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

【0015】

$$1.0 < R_{2pf} / D_{2p} < 3.5 \dots (5)$$

但し、

R_{2pf} : 第2レンズ群の接合レンズを構成する両凸レンズの物体側の面の曲率半径

D_{2p} : 第2レンズ群の接合レンズを構成する両凸レンズの中心厚

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

【0016】

$$nd_{3n} < 1.60 \dots (6)$$

但し、

nd_{3n} : 第3レンズ群を構成する両凹レンズのd線の屈折率

また、本発明による撮像レンズにおいては、下記条件式(1-1)、(2-1)、(3-1)、(4-1)、(5-1)および(6-1)の少なくとも1つを満足することがより好ましい。

【0017】

$$0.72 < f_{12} / f < 0.85 \dots (1-1)$$

$$1.15 < f_1 / f_2 < 2.10 \dots (2-1)$$

$$0.20 < (R_{3mf} - R_{3mr}) / (R_{3mf} + R_{3mr}) < 0.36 \dots (3-1)$$

$$0.14 < (R_{1mf} - R_{1mr}) / (R_{1mf} + R_{1mr}) < 0.23 \dots (4-1)$$

$$1.6 < R_{2pf} / D_{2p} < 2.8 \dots (5-1)$$

$$nd_{3n} < 1.53 \dots (6-1)$$

本発明の撮像装置は、上記の本発明の撮像レンズを搭載したことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、物体側から順に、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、第1レンズ群を、物体側から順に、少なくとも1枚の正の屈折力を有するレンズ、少なくとも1組の接合レンズ、および像側に凹面を向けた負メニスカスレンズからなるものとし、第2レンズ群を、物体側から順に、両凹レンズと両凸レンズとからなる接合レンズ、および両凸レンズからなるものとしたため、明るい光学系を実現することができ、かつ球面収差および軸上色収差を良好に補正することが可能となる。また、第1レンズ群を負メニスカスレンズを有するものとしたため、球面収差、非点収差および

10

20

30

40

50

像面湾曲の劣化を防止できる。

【0019】

また、第2レンズ群の像側に、フォーカス時固定の負の屈折力を有する第3レンズ群を配置し、第3レンズ群を物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、両凹レンズ、および両凸レンズからなるものとしたため、フォーカシングに伴う像面湾曲の変動を良好に補正することが可能となる。

【0020】

本発明の撮像装置によれば、本発明の撮像レンズを備えているため、高性能に構成でき、撮像素子を用いて高精細な像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0021】

【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】(A)～(D)は本発明の実施例1に係る撮像レンズの各収差図

【図6】(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7】(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8】(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9】本発明の一実施形態に係る撮像装置の概略構成図

20

【発明を実施するための形態】

【0022】

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4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2～4の撮像レンズに対応している。図1～図4に示す例の基本的な構成は互いに略同様であり、図示方法も同様であるので、ここでは主に図1を参照しながら、本発明の実施形態に係る撮像レンズについて説明する。

【0023】

図1では左側を物体側、右側を像側として、無限遠合焦状態での光学系配置を示している。これは、後述する図2～図4においても同様である。

30

【0024】

本実施形態の撮像レンズは、レンズ群として物体側から順に、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2および第3レンズ群G3から構成されている。なお、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間には、開口絞りStが配置されている。第2レンズ群G2は正の屈折力を有し、第3レンズ群G3は負の屈折力を有する。第1レンズ群G1は、正の屈折力を有するものとすることができる。

【0025】

第1レンズ群G1は、物体側から順に、少なくとも1枚の正の屈折力を有するレンズ、少なくとも1組の接合レンズ、および像側に凹面を向けた負メニスカスレンズから構成されている。また、第1レンズ群G1の負メニスカスレンズの物体側には、空気間隔を隔てて、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の屈折力を有するレンズと、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有するレンズとからなる接合レンズを配置することが好ましい。本実施形態では、第1レンズ群G1は、物体側から順に、正の第1-1レンズL11、両凸レンズである第1-2レンズL12と両凹レンズである第1-3レンズL13との接合レンズ、像側に凹面を向けた負の第1-4レンズL14と物体側に凸面を向けた正の第1-5レンズL15との接合レンズ、および像側に凹面を向けた負メニスカスレンズである第1-6レンズL16の6枚のレンズから構成されている。

40

【0026】

なお、後述する実施例2においては、第1レンズ群G1は、物体側から順に、正の第1

50

- 1 レンズ L 1 1、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第 1 - 2 レンズ L 1 2、像側に凹面を向けた負の第 1 - 3 レンズ L 1 3 と物体側に凸面を向けた正の第 1 - 4 レンズ L 1 4 との接合レンズ、および像側に凹面を向けた負メニスカスレンズである第 1 - 5 レンズ L 1 5 の 5 枚のレンズから構成されている。実施例 3 においては、第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第 1 - 1 レンズ L 1 1、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第 1 - 2 レンズ L 1 2、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第 1 - 3 レンズ L 1 3、像側に凹面を向けた負の第 1 - 4 レンズ L 1 4 と物体側に凸面を向けた正の第 1 - 5 レンズ L 1 5 との接合レンズ、および像側に凹面を向けた負メニスカスレンズである第 1 - 6 レンズ L 1 6 の 6 枚のレンズから構成されている。実施例 4 においては、第 1 レンズ群 G 1 は実施例 1 と同様の構成とされている。

10

【 0 0 2 7 】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、両凹レンズと両凸レンズとからなる接合レンズ、および両凸レンズの 3 枚のレンズから構成されている。本実施形態においては、第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に両凹レンズである第 2 - 1 レンズ L 2 1 と両凸レンズである第 2 - 2 レンズ L 2 2 との接合レンズ、および両凸レンズである第 2 - 3 レンズ L 2 3 の 3 枚のレンズから構成されている。なお、後述する実施例 2 ~ 4 においても、第 2 レンズ群 G 2 は同様の構成とされている。

【 0 0 2 8 】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、両凹レンズ、および両凸レンズの 3 枚のレンズから構成されている。本実施形態においては、第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズである第 3 - 1 レンズ L 3 1、両凹レンズである第 3 - 2 レンズ L 3 2、および両凸レンズである第 3 - 3 レンズ L 3 3 の 3 枚のレンズから構成されている。なお、後述する実施例 2 ~ 4 においても、第 3 レンズ群 G 3 は同様の構成とされている。

20

【 0 0 2 9 】

また、図 1 に示す開口絞り S t 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 S i m は結像面であり、後述するようにこの位置に、例えば C C D (Charge Coupled Device) や C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等からなる撮像素子が配置される。

30

【 0 0 3 0 】

また、図 1 には、第 3 レンズ群 G 3 と結像面 S i m との間に、平行平板状の光学部材 P P 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 S i m の間にカバーガラス、赤外線カットフィルタやローパスフィルタ等の各種フィルタ等を配置することが多い。上記光学部材 P P は、それらを想定したものである。

【 0 0 3 1 】

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、第 3 レンズ群 G 3 を固定し、第 1 レンズ群 G 1、絞り S t および第 2 レンズ群 G 2 を一体として光軸 Z に沿って移動させることにより行われる。

40

【 0 0 3 2 】

本実施形態の撮像レンズは、物体側から順に、第 1 レンズ群 G 1、絞り S t、および正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 を配置し、第 1 レンズ群 G 1 を、物体側から順に、少なくとも 1 枚の正の屈折力を有するレンズ、少なくとも 1 組の接合レンズ、および像側に凹面を向けた負メニスカスレンズからなるものとし、第 2 レンズ群 G 2 を、物体側から順に、両凹レンズと両凸レンズとからなる接合レンズ、および両凸レンズからなるものとしたため、F 値が 1.9 程度と明るい光学系を実現することができ、かつ球面収差および軸上色収差を良好に補正することが可能となる。また、第 1 レンズ群 G 1 を負メニスカスレンズを有するものとするにより、球面収差、非点収差および像面湾曲の劣化を防止できる。

50

【0033】

また、第1レンズ群G1の負メニスカスレンズの物体側に、空気間隔を隔てて、物体側から順に像側に凹面を向けた負の屈折力を有するレンズと、物体側に凸面を向けた正の屈折力を有するレンズとからなる接合レンズを配置することにより、高次の球面収差の発生を抑えつつ軸上色収差を良好に補正することが可能となる。

【0034】

また、第2レンズ群G2の像側に、フォーカス時固定の負の屈折力を有する第3レンズ群G3を配置し、第3レンズ群G3を物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、両凹レンズ、および両凸レンズからなるものとすることにより、フォーカシングに伴う像面湾曲の変動を良好に補正することが可能となる。

10

【0035】

次に、本発明の上記実施形態に係る撮像レンズが有することが好ましい構成について説明する。なお、好ましい態様としては、以下のいずれか1つの構成を有するものでもよく、あるいは任意の2つ以上を組み合わせた構成を有するものでもよい。

【0036】

第1レンズ群G1および第2レンズ群G2の合成焦点距離に関し、下記条件式(1)を満足することが好ましい。

【0037】

$$0.65 < f_{12} / f < 0.90 \dots (1)$$

但し、

f_{12} : 第1レンズ群G1および第2レンズ群G2の合成焦点距離

f : 全系の焦点距離

条件式(1)の下限を下回ると、第1レンズ群G1および第2レンズ群G2からなる合成レンズ群の正の屈折力が增大するため、球面収差が補正不足となる。条件式(1)の上限を上回ると、全長の大型化を招くこととなる。

20

【0038】

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

【0039】

$$0.72 < f_{12} / f < 0.85 \dots (1-1)$$

第1レンズ群G1および第2レンズ群G2の焦点距離に関し、下記条件式(2)を満足することが好ましい。

30

【0040】

$$1.00 < f_1 / f_2 < 2.50 \dots (2)$$

但し、

f_1 : 第1レンズ群G1の焦点距離

f_2 : 第2レンズ群G2の焦点距離

条件式(2)の下限を下回ると、第1レンズ群G1の正の屈折力が增大するため、球面収差が補正不足となる。条件式(2)の上限を上回ると、全長の大型化を招くこととなる。

40

【0041】

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

【0042】

$$1.15 < f_1 / f_2 < 2.10 \dots (2-1)$$

第3レンズ群G3を構成する負メニスカスレンズに関し、下記条件式(3)を満足することが好ましい。

【0043】

$$0.15 < (R_{3mf} - R_{3mr}) / (R_{3mf} + R_{3mr}) < 0.50 \dots (3)$$

但し、

50

R_{3mf} : 第3レンズ群G3の負メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径

R_{3mr} : 第3レンズ群G3の負メニスカスレンズの像側の面の曲率半径

条件式(3)の下限を下回るまたは上限を上回ると、球面収差、非点収差および像面湾曲の劣化を招く。

【0044】

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

【0045】

$$0.20 < (R_{3mf} - R_{3mr}) / (R_{3mf} + R_{3mr}) < 0.36 \dots (3-1)$$

第1レンズ群G1を構成する負メニスカスレンズに関し、下記条件式(4)を満足することが好ましい。

【0046】

$$0.10 < (R_{1mf} - R_{1mr}) / (R_{1mf} + R_{1mr}) < 0.30 \dots (4)$$

但し、

R_{1mf} : 第1レンズ群G1の負メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径

R_{1mr} : 第1レンズ群G1の負メニスカスレンズの像側の面の曲率半径

条件式(4)の下限を下回るまたは上限を上回ると、球面収差、非点収差および像面湾曲の劣化を招く。

【0047】

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とくに条件式(4-1)も満足することで、上述の効果がより顕著なものとなる。

【0048】

$$0.14 < (R_{1mf} - R_{1mr}) / (R_{1mf} + R_{1mr}) < 0.23 \dots (4-1)$$

第2レンズ群G2の接合レンズを構成する両凸レンズに関し、下記条件式(5)を満足することが好ましい。

【0049】

$$1.0 < R_{2pf} / D_{2p} < 3.5 \dots (5)$$

但し、

R_{2pf} : 第2レンズ群G2の接合レンズを構成する両凸レンズの物体側の面の曲率半径

D_{2p} : 第2レンズ群G2の接合レンズを構成する両凸レンズの中心厚

条件式(5)の下限を下回ると、接合面の曲率半径が小さくなり過ぎて、高次の球面収差が発生してしまう。条件式(5)の上限を上回ると、接合面での色消しの効果が弱まり、軸上色収差が増大してしまう。

【0050】

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とくに条件式(5-1)も満足することで、上述の効果がより顕著なものとなる。

【0051】

$$1.6 < R_{2pf} / D_{2p} < 2.8 \dots (5-1)$$

第3レンズ群を構成する両凹レンズのd線の屈折率に関し、下記条件式(6)を満足することが好ましい。

【0052】

$$nd_{3n} < 1.60 \dots (6)$$

但し、

nd_{3n} : 第3レンズ群G3を構成する両凹レンズのd線の屈折率

条件式(6)の上限を上回ると、ベッツパール和が増大し像面湾曲が発生してしまう。

【0053】

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とくに条件式(6-1)も満足することで、上述の効果がより顕著なものとなる。

【0054】

$$nd_{3n} < 1.53 \dots (6-1)$$

10

20

30

40

50

【実施例】

【0055】

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

【0056】

<実施例1>

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

【0057】

実施例1の撮像レンズの基本レンズデータを表1に、その他のデータを表2に示す。同様に、実施例2～4の撮像レンズの基本レンズデータおよびその他のデータを表3～表8に示す。以下では、表中の記号の意味について、実施例1のものを例にとり説明するが、実施例2～4のものについても基本的に同様である。なお、表1～8に示す各数値データは、全系の焦点距離が100となるように規格化されている。

【0058】

表1の基本レンズデータにおいて、 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*i*番目($i = 1, 2, 3, \dots$)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上の面間隔を示している。なお、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。

【0059】

また、基本レンズデータにおいて、 n_{dj} の欄には最も物体側のレンズを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。なお、基本レンズデータには、開口絞り S_t も含めて示しており、開口絞り S_t に相当する面の面番号の欄には、“面番号(絞り)”と記載している。

【0060】

表2のその他のデータには、無限遠合焦状態における、全系の焦点距離(f)、バックフォーカス(空気換算長) Bf 、F値($FNo.$)、および全画角(2θ)の値を示している。

【0061】

以上述べた表1および表2の記載の仕方は、後述する表3～8においても同様である。

【0062】

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

10

20

30

【表 1】

実施例1・基本レンズデータ

Si	Ri	Di	ndj	ν dj
1	62.5564	8.00	1.58913	61.14
2	-353.1144	0.30		
3	50.3779	8.60	1.49700	81.54
4	-190.8274	2.21	1.71299	53.87
5	100.6451	4.37		
6	1758.5215	2.22	1.51742	52.43
7	24.2843	9.40	1.49700	81.54
8	272.0234	1.71		
9	32.8432	1.70	1.51742	52.43
10	21.7228	8.21		
11(絞り)	∞	5.58		
12	-34.7794	1.96	1.48749	70.45
13	22.4549	8.55	1.49700	81.54
14	-51.5312	1.96		
15	57.2476	4.89	1.51633	64.14
16	-67.3657	0.74		
17	39.1910	8.13	1.85026	32.27
18	20.1195	5.48		
19	-47.7619	1.16	1.43875	94.93
20	40.6835	5.34		
21	36.5819	3.60	1.72916	54.68
22	-106.1727	19.53		
23	∞	1.93	1.51633	64.14
24	∞	4.39		

10

20

【表 2】

実施例1・その他のデータ

f'	100.00
Bf'	24.52
FNo.	1.91
2ω [°]	13.4

30

【0063】

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5の（A）～（D）に示す。各収差はd線（波長587.6nm）を基準としたものであるが、球面収差図ではC線（波長656.3nm）、F線（波長486.1nm）およびg線（波長436nm）に関する収差も示し、とくに倍率色収差図ではC線（波長656.3nm）、F線（波長486.1nm）およびg線（波長436nm）に関する収差を示す。非点収差図では、サジタル方向については実線で、タンジェンシャル方向については点線で示している。球面収差図のFNo.はF値を意味し、その他の収差図の ω は半画角を意味する。以上述べた収差の表示方法は、後述する図6～図8においても同様である。

40

【0064】

<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。実施例2の撮像レンズは、上述した実施例1の撮像レンズと略同様の構成とされているが、第1レンズ群G1が、物体側から順に、正の第1-1レンズL11、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ

50

である第1 - 2レンズL12、像側に凹面を向けた負の第1 - 3レンズL13と物体側に凸面を向けた正の第1 - 4レンズL14との接合レンズ、および像側に凹面を向けた負メニスカスレンズである第1 - 5レンズL15の5枚のレンズから構成されている点において相違している。

【0065】

表3に実施例2の撮像レンズの基本レンズデータを、表4にその他のデータを示す。図6の(A)～(D)に、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	Ri	Di	ndj	ν dj
1	68.0017	7.47	1.58913	61.14
2	-552.9237	0.07		
3	45.1294	5.92	1.49700	81.54
4	95.9944	3.24		
5	703.2845	2.26	1.51742	52.43
6	26.8669	9.65	1.49700	81.54
7	118.4600	0.07		
8	34.6741	2.23	1.63980	34.46
9	24.9221	7.88		
10(絞り)	∞	5.89		
11	-53.8190	2.24	1.48749	70.23
12	20.4388	9.82	1.49700	81.54
13	-81.5480	2.99		
14	83.2590	11.13	1.58913	61.14
15	-133.8019	2.97		
16	33.4093	4.72	1.92286	20.88
17	20.8144	4.45		
18	-61.3653	1.48	1.49700	81.54
19	36.7624	3.43		
20	35.5866	3.94	1.80440	39.59
21	-140.2811	21.14		
22	∞	1.71	1.51633	64.14
23	∞	3.68		

10

20

30

【表4】

実施例2・その他のデータ

f'	100.00
Bf'	25.95
FNo.	1.90
2ω [°]	13.4

40

【0066】

<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。実施例3の撮像レンズは、上述した実施例1の撮像レンズと略同様の構成とされているが、第1レンズ群G1が、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第1 - 1レンズL11、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第1 - 2レンズL12、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズである第1 - 3レンズL13、像側に凹面を向けた負の第1 - 4レンズL14と物体側に凸面を向けた正の第1 - 5レンズL15との接合レンズ、および像側に凹面を向けた負メニスカスレンズである第1 - 6レンズL16の6枚のレン

50

ズから構成されている点において相違している。

【 0 0 6 7 】

表 5 に実施例 3 の撮像レンズの基本レンズデータを、表 6 にその他のデータを示す。図 7 の (A) ~ (D) に、実施例 3 の撮像レンズの各収差図を示す。

【表 5】

実施例3・基本レンズデータ

Si	Ri	Di	ndj	ν dj
1	112.6204	3.40	1.54671	67.50
2	276.9647	0.07		
3	66.7247	6.64	1.49700	81.54
4	638.4034	2.45		
5	44.5807	4.00	1.54930	64.42
6	65.5622	3.53		
7	196.5022	3.26	1.51000	53.26
8	26.3620	9.36	1.49700	81.54
9	146.5208	0.07		
10	31.4791	2.22	1.55291	45.08
11	22.4484	8.87		
12(絞り)	∞	7.93		
13	-45.1027	2.23	1.47999	61.90
14	21.4086	8.22	1.49700	81.54
15	-81.0686	0.07		
16	82.6603	9.83	1.58650	62.33
17	-83.9300	1.48		
18	33.2678	4.45	1.84666	23.78
19	18.9623	4.89		
20	-45.3174	2.27	1.49700	81.54
21	43.2152	3.10		
22	36.4700	4.23	1.80440	39.59
23	-100.2112	21.12		
24	∞	1.70	1.51633	64.14
25	∞	3.73		

【表 6】

実施例3・その他のデータ

f'	100.00
Bf'	25.97
$FN_o.$	1.90
$2\omega[^\circ]$	13.4

【 0 0 6 8 】

< 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。実施例 4 の撮像レンズは、上述した実施例 1 の撮像レンズと略同様の構成とされている。表 7 に実施例 4 の撮像レンズの基本レンズデータを、表 8 にその他のデータを示す。図 8 の (A) ~ (D) に、実施例 4 の撮像レンズの各収差図を示す。

10

20

30

40

【表 7】

実施例4・基本レンズデータ

Si	Ri	Di	ndj	ν dj
1	57.1746	9.42	1.58913	61.14
2	-457.7296	1.09		
3	50.8196	9.15	1.49700	81.54
4	-155.1633	2.23	1.72916	54.68
5	96.4373	2.25		
6	287.2067	2.24	1.51742	52.15
7	24.2107	8.42	1.49700	81.54
8	122.6312	0.07		
9	30.9571	2.23	1.51742	52.15
10	22.3594	7.48		
11(絞り)	∞	5.89		
12	-44.1057	2.24	1.48749	70.45
13	18.6887	8.99	1.49700	81.54
14	-66.0952	0.07		
15	71.8082	10.47	1.58913	61.14
16	-105.3220	2.97		
17	33.8537	3.71	1.92286	20.88
18	20.4058	4.47		
19	-43.7766	1.48	1.43875	94.93
20	35.5191	3.37		
21	35.5120	4.10	1.80440	39.59
22	-105.6842	21.13		
23	∞	1.71	1.51633	64.14
24	∞	3.67		

10

20

【表 8】

実施例4・その他のデータ

f'	100.00
Bf'	25.93
FNo.	1.90
2ω [°]	13.4

30

【0069】

また表 9 に、上述した条件式 (1) ~ (6) が規定する条件、すなわち文字式の部分の値を、実施例 1 ~ 4 の各々について示す。この表 9 の値は d 線に関するものである。表 9 に示すように、実施例 1 ~ 4 の撮像レンズはいずれも条件式 (1) ~ (6) の全てを満たし、さらにはそれらの条件式が規定する範囲内のより好ましい範囲を示す条件式 (1 - 1) ~ (6 - 1) も全て満たしている。

40

【表 9】

式の番号	条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
(1)	$f12/f$	0.75	0.81	0.76	0.78
(2)	$f1/f2$	1.97	1.18	1.28	1.48
(3)	$(R3mf - R3mr) / (R3mf + R3mr)$	0.32	0.23	0.27	0.25
(4)	$(R1mf - R1mr) / (R1mf + R1mr)$	0.20	0.16	0.17	0.16
(5)	$R2pf/D2p$	2.62	2.08	2.61	2.08
(6)	$nd3n$	1.44	1.50	1.50	1.44

【0070】

以上の各数値データおよび各収差図から分かるように、各実施例について、F 値が 1 .

50

9程度と明るく、かつ諸収差が良好に補正された撮像レンズが実現できている。

【0071】

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。

【0072】

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、本発明の実施形態の撮像レンズ1を用いた撮像装置10の概略構成図を示す。撮像装置としては、例えば、デジタルカメラ、監視用カメラおよび映画撮影用カメラ等の電子カメラを挙げることができる。

10

【0073】

図9に示す撮像装置10は、撮像レンズ1と、撮像レンズ1の像側に配置されたフィルタ2と、撮像レンズ1によって結像される被写体の像を撮像する撮像素子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、フォーカス調整を行うためのフォーカス制御部5とを備える。

【0074】

撮像レンズ1は、正の第1レンズ群G1と、絞りStと、正の第2レンズ群G2と、負の第3レンズ群G3とを有する。第1レンズ群G1、絞りstおよび第2レンズ群G2は、フォーカス制御部5により光軸上一体に移動されてフォーカシングを行う。第3レンズ群G3はフォーカス時に固定されている。なお、図9では各レンズ群を概略的に示している。撮像素子3は、撮像レンズ1により形成される光学像を撮像して電気信号を出力するものであり、その撮像面は撮像レンズ1の像面に一致するように配置される。撮像素子3としては例えばCCDやCMOS等を用いることができる。

20

【0075】

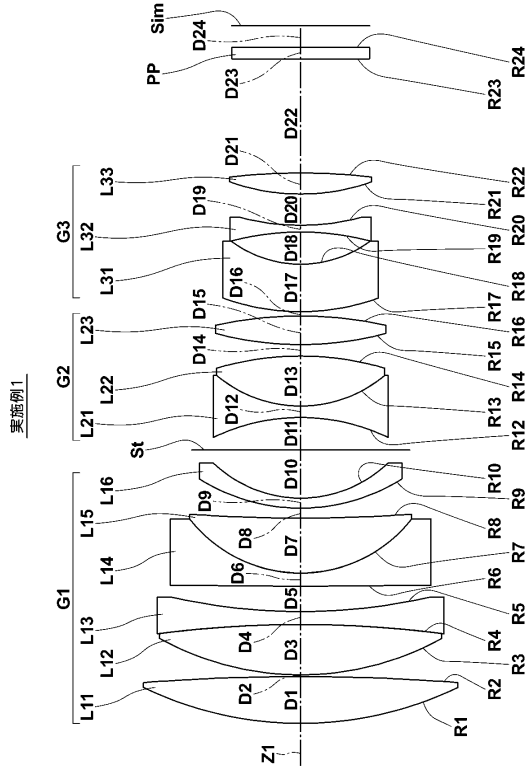
本発明の実施例に係る撮像レンズは、上述した長所を有するものであるから、撮像装置10を小型で安価に構成でき、明るい良好な映像を得ることができる。

【0076】

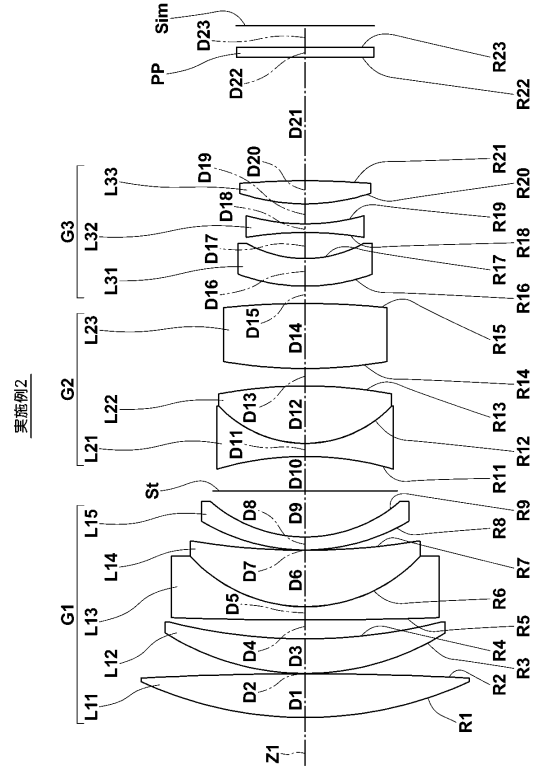
以上、実施形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施形態および実施例に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔、屈折率、アッペ数等の値は、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得るものである。

30

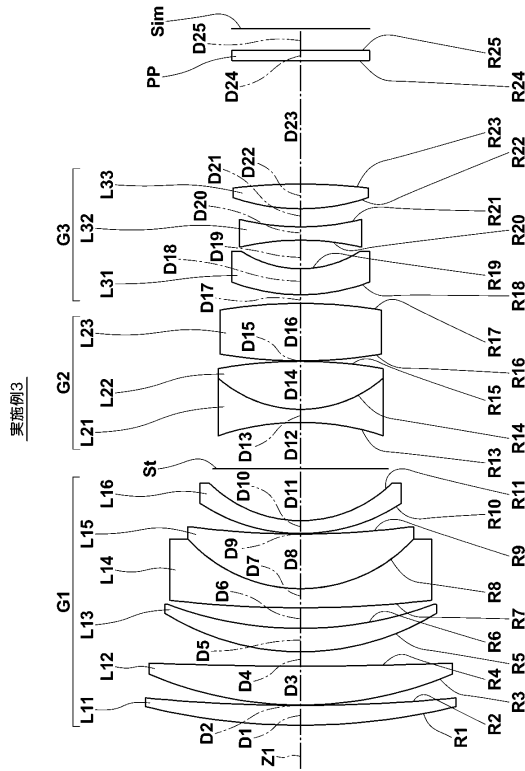
【 図 1 】



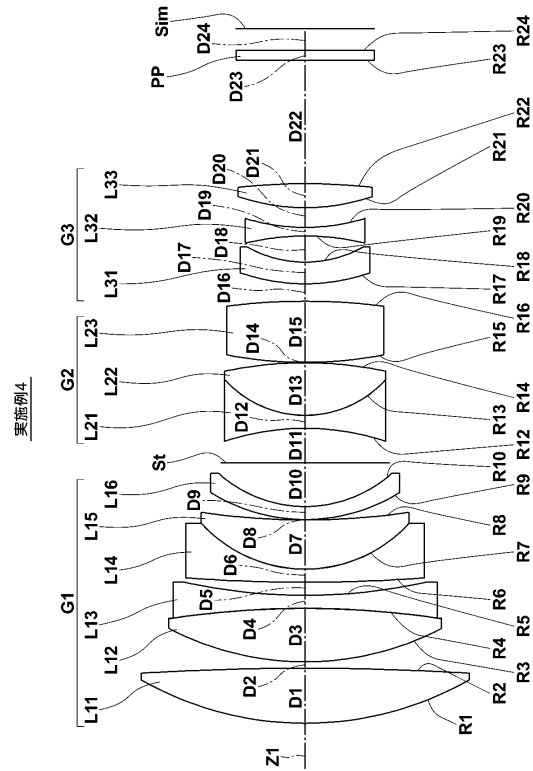
【 図 2 】



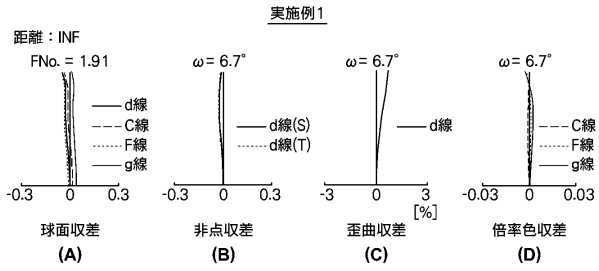
【 図 3 】



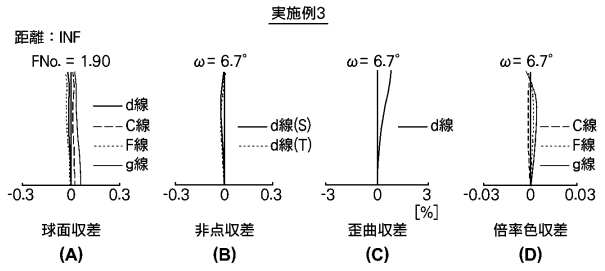
【 図 4 】



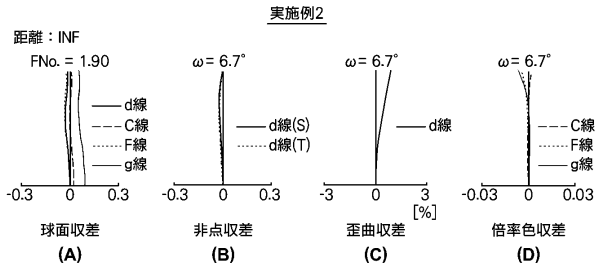
【 図 5 】



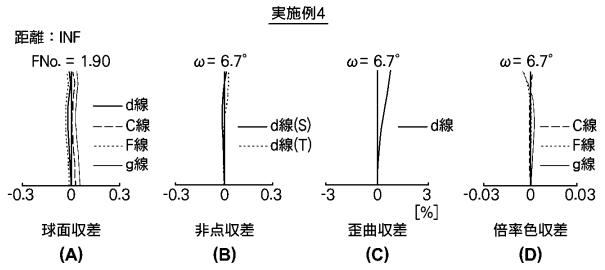
【 図 7 】



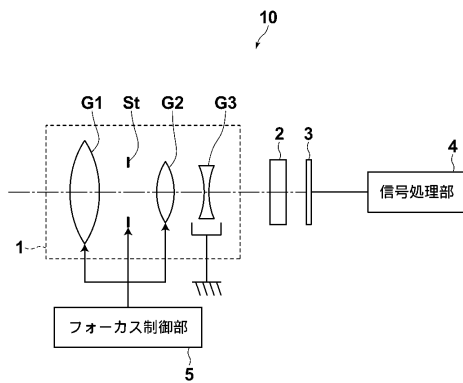
【 図 6 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特許第3084810(JP, B2)
特許第4624581(JP, B2)
特開平9-159911(JP, A)
特開平3-141313(JP, A)
特開2012-78397(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