

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6066424号  
(P6066424)

(45) 発行日 平成29年1月25日(2017.1.25)

(24) 登録日 平成29年1月6日(2017.1.6)

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

請求項の数 13 (全 27 頁)

|  |   |
|--|---|
| <p>(21) 出願番号 特願2014-48377 (P2014-48377)<br/>                 (22) 出願日 平成26年3月12日 (2014. 3. 12)<br/>                 (65) 公開番号 特開2015-172655 (P2015-172655A)<br/>                 (43) 公開日 平成27年10月1日 (2015. 10. 1)<br/>                 審査請求日 平成28年3月9日 (2016. 3. 9)</p> | <p>(73) 特許権者 306037311<br/>                 富士フイルム株式会社<br/>                 東京都港区西麻布2丁目26番30号<br/>                 (74) 代理人 100073184<br/>                 弁理士 柳田 征史<br/>                 (74) 代理人 100090468<br/>                 弁理士 佐久間 剛<br/>                 (72) 発明者 山川 博充<br/>                 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324<br/>                 番地 富士フイルム株式会社内<br/>                 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】

物体側から順に、  
 物体側に凸面を向けたメニスカス形状を有する負の第1レンズ、  
 像側の面の光軸上の点が該面の有効径両端上の点よりも物体側にある負の第2レンズ、  
 および

正の第3レンズからなる前群と、  
 開口絞りと、  
 全体で正の後群とからなり、  
 前記後群が、1枚の正のレンズおよび1枚の負のレンズからなり、  
 下記条件式(1)を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$60.0 < d1 + 26 * Nd1 < 85.0 \dots (1)$$

ただし、

d1 : 前記第1レンズの材質のd線に対するアッベ数

Nd1 : 前記第1レンズの材質のd線に対する屈折率

【請求項2】

下記条件式(2)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。

$$0.15 < f3 / L < 0.26 \dots (2)$$

ただし、

f3 : 前記第3レンズの焦点距離

L : 前記第 1 レンズの物体側の面から像面までの光軸上の距離 (バックフォーカス分は空気換算長)

【請求項 3】

前記第 3 レンズが物体側に凸形状を有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。

【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。

$$d_4 / L < 0.07 \quad \dots \quad (3)$$

ただし、

d<sub>4</sub> : 前記第 2 レンズと前記第 3 レンズとの光軸上の距離

L : 前記第 1 レンズの物体側の面から像面までの光軸上の距離 (バックフォーカス分は空気換算長)

【請求項 5】

下記条件式 (4) から (7) 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。

$$d_2 > 5.0 \quad \dots \quad (4)$$

$$d_3 < 3.5 \quad \dots \quad (5)$$

$$d_a > 5.0 \quad \dots \quad (6)$$

$$d_b < 3.5 \quad \dots \quad (7)$$

ただし、

d<sub>2</sub> : 前記第 2 レンズの材質の d 線に対するアッペ数

d<sub>3</sub> : 前記第 3 レンズの材質の d 線に対するアッペ数

d<sub>a</sub> : 前記後群の正のレンズの材質の d 線に対するアッペ数

d<sub>b</sub> : 前記後群の負のレンズの材質の d 線に対するアッペ数

【請求項 6】

下記条件式 (8) を満足することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

$$80.0 < d_1 + 3.5 * N_{d1} < 96.0 \quad \dots \quad (8)$$

ただし、

d<sub>1</sub> : 前記第 1 レンズの材質の d 線に対するアッペ数

N<sub>d1</sub> : 前記第 1 レンズの材質の d 線に対する屈折率

【請求項 7】

前記後群が、物体側から前記負のレンズおよび前記正のレンズの順に配置されてな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。

【請求項 8】

前記後群の前記正のレンズと前記負のレンズとが互いに接合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 項記載の撮像レンズ。

【請求項 9】

前記正のレンズと前記負のレンズとの接合面が、近軸領域において物体側に凸形状であることを特徴とする請求項 8 記載の撮像レンズ。

【請求項 10】

前記正のレンズと前記負のレンズとの接合面が、光軸から離れるに従い屈折力が弱くなる非球面形状であることを特徴とする請求項 8 または 9 記載の撮像レンズ。

【請求項 11】

前記第 1 レンズの材質の比重が 4.0 以下であることを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

【請求項 12】

下記条件式 (5-1) を満足することを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれか 1 項記載の撮像レンズ。

10

20

30

40

50

d 3 < 2 7 ... ( 5 - 1 )

ただし、

d 3 : 前記第 3 レンズの材質の d 線に対するアッペ数

【請求項 1 3】

請求項 1 から 1 2 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、撮像レンズおよび撮像装置に関し、より詳しくは、CCD (Charge Coupled Device) や CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等の撮像素子を用いた車載用カメラ、監視カメラ等に使用されるのに好適な広角の撮像レンズ、およびこの撮像レンズを備えた撮像装置に関するものである。 10

【背景技術】

【0002】

CCD や CMOS 等の撮像素子は近年非常に小型化および高画素化が進んでいる。そのため、撮像機器本体並びにそれに搭載される撮像レンズにも小型化、軽量化が求められている。一方、車載用カメラ、監視カメラ等に使用される撮像レンズには、高い耐候性を持ち、広範囲に亘って良好な視界を確保できるように広画角で高い光学性能を有することが 20

【0003】

上記分野の撮像レンズとしては、例えば下記特許文献 1 ~ 4 に記載のものがある。特許文献 1 ~ 4 には、非球面レンズを含む 5 枚構成の撮像レンズが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2006 - 284620 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 233152 号公報

【特許文献 3】特開 2009 - 063877 号公報

【特許文献 4】中国特許出願公開第 102289052 号公報 30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで近年では、車載用カメラや監視カメラ等の分野において、例えば全画角で 180 度を超えるものが望まれる等、広角化に対する要望が強まってきている。また、近年の撮像素子の小型化および高画素化に伴い、高い解像性を有し、結像領域の広い範囲まで良好な像が得られるような高い光学性能を有する撮像レンズが求められるようになってきている。しかしながら、従来のレンズ系では、安価で小型に構成しながら、近年の要望を満たす程度の広角化と高い光学性能を同時に実現することは困難であった。 40

【0006】

例えば、広角化および高解像性を達成するためには、第 1 レンズが大きな負のパワーを持つと同時に、そこで発生する倍率色収差を極力小さくする必要のあることから、第 1 レンズには屈折率が比較的大きく、アッペ数が比較的大きい材質が用いられている。さらに、高い解像性を達成するためには、絞りの像側のレンズの枚数を増やして軸上色収差を改善することが行われている。しかしながら、アッペ数が大きい材質の多くは、レアアース等の高価な物質の含有量が高いために高価である。このため、レンズ枚数の増加と相まって、低コスト化を達成することは困難であった。

【0007】

本発明は、上記事情に鑑み、低コストでありながら、広角化と高い光学性能を実現可能 50

な撮像レンズ、およびこの撮像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。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の撮像レンズは、物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状を有する負の第1レンズ、

像側の面の光軸上の点が該面の有効径両端上の点よりも物体側にある負の第2レンズ、および

正の第3レンズからなる前群と、

開口絞りと、

全体で正の後群とからなり、

後群が、1枚の正のレンズおよび1枚の負のレンズからなり、

下記条件式(1)を満足することを特徴とするものである。

【0009】

$$60.0 < d1 + 26 * Nd1 < 85.0 \quad \dots \quad (1)$$

ただし、

d1：第1レンズの材質のd線に対するアッベ数

Nd1：第1レンズの材質のd線に対する屈折率

本発明の撮像レンズは、前群および後群以外に、実質的にパワーを持たないレンズ、絞りやカバーガラス等のレンズ以外の光学要素、レンズフランジ、レンズバレル、撮像素子、手ぶれ補正機構等の機構部分等を持つものも含むものであってもよい。

【0010】

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、正のレンズおよび負のレンズ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の場合を正、像側に凸の場合を負とすることにする。

【0011】

なお、本発明による撮像レンズにおいては、第3レンズが物体側に凸形状を有することが好ましい。

【0012】

また、本発明による撮像レンズにおいては、後群が、物体側から負のレンズおよび正のレンズの順に配置されてなることが好ましい。なお、物体側から正のレンズおよび負のレンズの順に配置されてなるものであってもよい。

【0013】

また、本発明による撮像レンズにおいては、後群の正のレンズと負のレンズとが互いに接合されていることが好ましい。

【0014】

この場合、正のレンズと負のレンズとの接合面が、近軸領域において物体側に凸形状であることが好ましい。

【0015】

またこの場合、正のレンズと負のレンズとの接合面が、光軸から離れるに従い屈折力が弱くなる非球面形状であることが好ましい。

【0016】

また、本発明による撮像レンズにおいては、第1レンズの材質の比重が4.0以下であることが好ましい。

【0017】

また、本発明の撮像レンズにおいては、下記条件式(2)~(8)を満足することが好ましい。なお、好ましい態様としては、下記条件式(2)~(8)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

10

20

30

40

50

い。

【0018】

$$0.15 < f_3 / L < 0.26 \quad \dots \quad (2)$$

$$d_4 / L < 0.07 \quad \dots \quad (3)$$

$$d_2 > 50 \quad \dots \quad (4)$$

$$d_3 < 35 \quad \dots \quad (5)$$

$$d_a > 50 \quad \dots \quad (6)$$

$$d_b < 35 \quad \dots \quad (7)$$

$$80.0 < d_1 + 35 * N d_1 < 96.0 \quad \dots \quad (8)$$

$$d_3 < 27 \quad \dots \quad (5 - 1)$$

10

ただし、

$f_3$  : 第3レンズの焦点距離

$L$  : 第1レンズの物体側の面から像面までの光軸上の距離 (バックフォーカス分は空気換算長)

$d_4$  : 第2レンズと第3レンズとの光軸上の距離

$d_2$  : 第2レンズの材質の  $d$  線に対するアッベ数

$d_3$  : 第3レンズの材質の  $d$  線に対するアッベ数

$d_a$  : 後群の正のレンズの材質の  $d$  線に対するアッベ数

$d_b$  : 後群の負のレンズの材質の  $d$  線に対するアッベ数

本発明の撮像装置は、上記記載の本発明の撮像レンズを備えたことを特徴とするものである。

20

【発明の効果】

【0019】

本発明の撮像レンズによれば、5枚のレンズ系において、各レンズの形状およびパワーを好適に設定し、条件式(1)を満足するようにしているため、安価に構成しながら、十分な広角化および高い光学性能を実現することができる。

【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、安価に構成でき、広い画角での撮像が可能であり、高画質の映像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0021】

【図1】本発明の実施例1の撮像レンズのレンズ構成および光路を示す断面図

【図2】本発明の実施例2の撮像レンズのレンズ構成および光路を示す断面図

【図3】本発明の実施例3の撮像レンズのレンズ構成および光路を示す断面図

【図4】本発明の実施例4の撮像レンズのレンズ構成および光路を示す断面図

【図5】本発明の実施例5の撮像レンズのレンズ構成および光路を示す断面図

【図6】本発明の実施例1の撮像レンズの各収差図

【図7】本発明の実施例2の撮像レンズの各収差図

【図8】本発明の実施例3の撮像レンズの各収差図

【図9】本発明の実施例4の撮像レンズの各収差図

40

【図10】本発明の実施例5の撮像レンズの各収差図

【図11】本発明の実施形態に係る車載用の撮像装置の配置を説明するための図

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明の撮像レンズ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～図5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、それぞれ後述の実施例1～5の撮像レンズに対応している。図1～図5に示す例の基本的な構成は同様であり、図示方法も同様であるため、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】

50

本発明の実施形態に係る撮像レンズは、光軸Zに沿って、物体側から順に、第1レンズL1、第2レンズL2および第3レンズL3からなる前群G1と、第4レンズL4および第5レンズL5からなる後群G2とが配された5枚構成のレンズ系である。第3レンズL3と第4レンズL4との間には、開口絞りStが配置されている。開口絞りStを第3レンズL3と第4レンズL4との間に配置することにより、径方向の小型化を図ることができる。

【0024】

なお、図1では、左側を物体側、右側を像側としており、図示されている開口絞りStは必ずしも大きさや形状を表すものではなく、光軸上の位置を示すものである。図1中の符号Ri (i = 1, 2, 3, ...) は、各レンズ面の曲率半径を示し、符号Di (i = 1, 2, 3, ...) は面間隔を示す。また、図1には、無限遠の距離にある物点からの軸上光束2、最大画角での軸外光束3も併せて示す。

10

【0025】

図1では、撮像レンズが撮像装置に適用される場合を考慮して、撮像レンズの像面Simに配置された撮像素子5も図示している。また、撮像レンズを撮像装置に適用する際には、レンズを装着するカメラ側の構成に応じて、カバーガラスや、ローパスフィルタまたは赤外線カットフィルタ等を設けることが好ましく、図1では、これらを想定した平行平板状の光学部材PPを第5レンズL5と撮像素子5 (像面Sim) との間に配置した例を示している。

【0026】

20

第1レンズL1は、負のパワーを持ち、物体側に凸面を向けたメニスカスレンズであるように構成される。このように第1レンズL1を負のパワーを持ち、物体側に凸面を向けたメニスカスレンズとすることにより、画角180度を超える広角化および歪曲収差の補正に有利となる。最も物体側に配置される第1レンズL1は、風雨や洗浄用の溶剤に晒されることが想定されるが、第1レンズL1の物体側の面は凸面となるから、これらの状況において懸念されるゴミ、埃、水滴等が残留しにくいという利点もある。

【0027】

また、第2レンズL2および第3レンズL3は、それぞれ負および正のパワーを持つように構成される。また、後群G2の第4レンズL4および第5レンズL5はそれぞれ負および正のパワーを持ち、後群G2は全体で正のパワーを持つように構成される。なお、第4レンズL4および第5レンズL5は、それぞれ正のパワーおよび負のパワーを持つものとしてもよい。

30

【0028】

第2レンズL2は、像側の面の光軸上の点が像側の面の有効径両端上の点よりも物体側にある形状を有するように構成される。「像側の面の光軸上の点が像側の面の有効径両端上の点よりも物体側にある」とは、第2レンズL2の像側の面が、近軸領域において物体側に凸形状であっても凹形状であってもよいが、光軸上の点が、有効径両端上の点よりも物体側にあることを意味する。第2レンズL2の像側の面がこのような形状を有することにより、周辺光線が第3レンズL3以降に入射する角度を好適に減じることができ、中心と周辺との収差バランスをとりやすくなる。

40

【0029】

第3レンズL3を正のパワーを持つものとすることにより、歪曲収差および倍率色収差の補正が容易となる。

【0030】

また、絞りStの後方に、正のパワーの後群G2を配置することにより、第3レンズL3と後群G2とで正の屈折力を分担し、レトロフォーカスのパワー配置を維持しながら球面収差の発生を抑えることができる。また、後群G2の第4レンズL4および第5レンズL5を、それぞれ正のレンズおよび負のレンズにより構成することにより、軸上色収差および倍率色収差を好適に補正することができる。

【0031】

50

また、本実施形態に係る撮像レンズは、下記条件式(1)を満足するように構成されている。

【0032】

$$60.0 < d1 + 26 * Nd1 < 85.0 \quad \dots (1)$$

ただし、

$d1$  : 第1レンズL1の材質のd線に対するアッペ数

$Nd1$  : 第1レンズL1の材質のd線に対する屈折率

条件式(1)の上限を満足することにより、第1レンズL1の材質にレアアースの含有量が少なくなるため、低コスト化および耐酸性をとともに備えた材質を選択できるようになる。条件式(1)の下限を満足することにより、第1レンズL1の材質の屈折率が小さくなり過ぎるのを防止して、必要なパワーを得るための第1レンズL1および第2レンズL2の形状の加工がしやすくなり、倍率色収差および軸上色収差の双方を良好に補正することができる。

10

【0033】

本実施形態の撮像レンズは、上記のように第1レンズL1～第5レンズL5の各レンズのパワーおよび形状を好適に設定し、条件式(1)を満足することにより、比較的安価な材質により第1レンズL1を構成し、低コストにレンズ系を構成しながら、十分な広角化を達成し、さらに球面収差、像面湾曲および歪曲収差(ディストーション)を含む諸収差を良好に補正することができる。また、本実施形態の撮像レンズによれば、結像領域の広い範囲に亘って高解像を実現することができるため、近年の高画素化が進んだ撮像素子にも対応することが可能になる。

20

【0034】

本実施形態に係る撮像レンズは、さらに以下に述べる構成を有することが好ましい。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。

【0035】

本実施形態の撮像レンズにおいては第2レンズL2、第3レンズL3、第4レンズL4および第5レンズL5は全て、少なくとも一方の面が非球面形状であることが好ましい。第2レンズL2、第3レンズL3、第4レンズL4および第5レンズL5の少なくとも一方の面を非球面形状とすることで、光学系の光軸方向の全長を短くしながらも高い解像性を得ることが可能になる。また、少ないレンズ枚数により、球面収差、像面湾曲およびディストーション等の諸収差を良好に補正することが可能になる。より良好な収差補正のためには、第2レンズL2、第3レンズL3、第4レンズL4および第5レンズL5は、両面が非球面形状であることが好ましい。

30

【0036】

第2レンズL2は両凹形状であることが好ましい。これにより、第2レンズL2の物体側の面および像側の面の曲率半径の絶対値を小さくすることなく、第2レンズL2に大きな負の屈折力を与えることができるため、バックフォーカスの確保に有利である。

【0037】

第2レンズL2は物体側に凹面を向けた負のメニスカス形状であってもよい。これにより、第1レンズL1および第2レンズL2による補正過剰な球面収差の発生を抑えることができる。

40

【0038】

第3レンズL3の物体側の面を凸形状とすることが好ましい。これにより、非点収差の発生を抑えながら、軸上色収差および倍率色収差を補正することができる。

【0039】

第3レンズL3を両凸形状としてもよい。これにより、歪曲収差および倍率色収差の補正に有利となる。

【0040】

また、後群G2の第4レンズL4および第5レンズL5は、接合された構成および接合

50

されていない構成のいずれも可能である。設計自由度を高めるという点では接合されていない方が有利であるが、色収差の良好な補正および光軸方向の小型化のためには、第4レンズL4および第5レンズL5を接合した構成とすることが好ましい。また、第4レンズL4および第5レンズL5を接合レンズとすることで、これら2つのレンズを保持する間隔環が不要となり、さらに、第4レンズL4および第5レンズL5の相対的な偏心が要因となる性能の劣化を防止できるため、組み立て性が向上し、性能のばらつきを抑制できるので、コスト面において有利となる。

【0041】

第4レンズL4は像側に曲率半径の絶対値の小さい面を向けた両凹形状であり、第5レンズL5は両凸形状であることが好ましい。これにより、第4レンズL4および第5レンズL5の接合面が、近軸領域で物体側に凸形状となるため、倍率色収差の補正に有利である。

10

【0042】

第4レンズL4および第5レンズL5の接合面は、光軸から離れるに従い屈折力が弱くなる非球面形状であることが好ましい。これにより、接合面の近軸領域における曲率半径の絶対値を小さくすることができるため、軸上色収差を良好に補正することができる。

【0043】

本実施形態に係る撮像レンズは、下記条件式(2)~(8)を満足することが好ましい。

【0044】

$$0.15 < f_3 / L < 0.26 \quad \dots \quad (2)$$

$$d_4 / L < 0.07 \quad \dots \quad (3)$$

$$d_2 > 5.0 \quad \dots \quad (4)$$

$$d_3 < 3.5 \quad \dots \quad (5)$$

$$d_a > 5.0 \quad \dots \quad (6)$$

$$d_b < 3.5 \quad \dots \quad (7)$$

$$80.0 < d_1 + 3.5 * N_{d1} < 96.0 \quad \dots \quad (8)$$

20

ただし、

$f_3$ : 第3レンズL3の焦点距離

L: 第1レンズL1の物体側の面から像面までの光軸上の距離(バックフォーカス分は空気換算長)

30

$d_4$ : 第2レンズL2と第3レンズL3との光軸上の距離

$d_2$ : 第2レンズL2の材質のd線に対するアッペ数

$d_3$ : 第3レンズL3の材質のd線に対するアッペ数

$d_a$ : 後群G2の正のレンズの材質のd線に対するアッペ数

$d_b$ : 後群G2の負のレンズの材質のd線に対するアッペ数

$d_1$ : 第1レンズL1の材質のd線に対するアッペ数

$N_{d1}$ : 第1レンズL1の材質のd線に対する屈折率

条件式(2)の上限を満足することにより、倍率色収差を良好に補正できる。条件式(2)の下限を満足することにより、軸上色収差を良好に補正できる。

40

【0045】

条件式(3)の上限を満足することにより、収差を良好に保ちながらレンズの全長を小さく抑えることが容易となる。

【0046】

条件式(4)~(7)を満足することにより、軸上色収差および倍率色収差の双方を良好に補正することができる。

【0047】

とくに条件式(5)を満足することにより、第1レンズL1により発生する倍率色収差を良好に補正できる。

【0048】

50



条件式(8)の上限を満足することにより、第1レンズL1の材質にレアアースの含有量が少なくなるため、低コスト化と耐酸性とをともに備えた材質を選択できるようになる。条件式(8)の下限を満足することにより、第1レンズL1の材質の屈折率が小さくなり過ぎるのを防止して、必要なパワーを得るための第1レンズL1および第2レンズL2の形状の加工がしやすくなり、倍率色収差および軸上色収差の双方を良好に補正することができる。

【0049】

さらに、下記条件式(5-1)を満足することが好ましい。条件式(5-1)を満足することにより、条件式(5)を満足することにより得られる効果と同様の効果を得ることができるか、または効果をさらに高めることができる。

【0050】

$$d3 < 27 \dots (5-1)$$

なお、条件式(1)または条件式(8)を満足するレンズの材質は、比較的高価なものも含まれるが、耐酸性大きいあるいは比較的軽量であるものが多いため、本願の目的を損なうものではない。

【0051】

本実施形態の撮像レンズは、全画角が200度より大きいことが好ましい。全画角は、最大画角での軸外光束3の主光線と光軸Zとのなす角の2倍である。全画角が200度より大きな広角のレンズ系とすることで、近年の広角化の要望に対応可能となる。

【0052】

本実施形態の撮像レンズが例えば車載用カメラや監視用カメラ等の厳しい環境において使用される場合には、最も物体側に配置される第1レンズL1は、風雨による表面劣化、直射日光による温度変化に強く、さらには油脂・洗剤等の化学薬品に強い材質、すなわち耐水性、耐候性、耐酸性、耐薬品性等が高い材質を用いることが要望される。例えば、材質の耐酸性は、ISO8424:1996の耐酸性クラスSRが1のものを用いることが好ましい。また、耐水性は、日本光学硝子工業会が定める粉末法耐水性が1のものを用いることが好ましい。また、第1レンズL1には、堅く、割れにくい材質を用いることが要望されることがある。材質をガラスとすることで、上記要望を満たすことが可能となる。あるいは、第1レンズL1の材質として、透明なセラミックスを用いてもよい。

【0053】

なお、第1レンズL1の物体側の面に、強度、耐傷性、耐薬品性を高めるための保護手段を施してもよく、その場合には、第1レンズL1の材質をプラスチックとしてもよい。このような保護手段は、ハードコートであってもよく、撥水コートであってもよい。

【0054】

第2レンズL2、第3レンズL3、第4レンズL4および第5レンズL5の材質としては、プラスチックを用いることが好ましく、この場合には、非球面形状を精度よく作製することができるとともに、軽量化および低コスト化を図ることが可能となる。

【0055】

材質にプラスチックを用いる場合は、吸水による性能変化を極力抑えることができるように吸水性が小さく、かつ解像性低下の原因となる複屈折性が低い材質を選択することが好ましい。この条件を満たす材質として、第2レンズL2および第4レンズL4は、シクロオレフィン系や環状オレフィン系のプラスチックを、第3レンズL3および第5レンズL5はポリカーボネート系のプラスチックやポリエステル系のプラスチックを選択することが好ましい。

【0056】

第2レンズL2、第3レンズL3、第4レンズL4および第5レンズL5の少なくともいずれかの材質にプラスチックを用いた場合は、その材質として、プラスチックに光の波長より小さな粒子を混合させたいわゆるナノコンジット材料を用いてもよい。

【0057】

本実施形態の撮像レンズにおいては、ゴースト光低減等のために、各レンズに反射防止

10

20

30

40

50

膜を施すようにしてもよい。その際、例えば図1に示すような撮像レンズでは、第1レンズL1の像側の面、第2レンズL2の像側の面、第3レンズL3の物体側の面において、周辺部の各面の接線と光軸とのなす角が小さいため、周辺部の反射防止膜の厚さがレンズ中央部より薄くなる。そこで、上記3つの面のうちの、第1レンズL1の像側の面を含む一面以上の面に、中央付近での反射率が最も小さくなる波長を600nm以上900nm以下とした反射防止膜を施すことにより、有効径全体で反射率を平均的に低減することができ、ゴースト光を低減させることができる。また、可視光から900nm程度まで反射率を抑えた多層膜コートを使用してもよい。また、膜厚を均一にしやすいウエットプロセスによる反射防止膜を使用してもよい。

【0058】

なお、中央付近での反射率が最も小さくなる波長が600nmより短いと、周辺部での反射率が最も小さくなる波長が短くなり過ぎ、長波長側の反射率が高くなるため、赤味がかかったゴーストが発生しやすくなってしまふ。また、中央付近での反射率が最も小さくなる波長が900nmより長いと、中央部での反射率が最も小さくなる波長が長くなり過ぎ、短波長側の反射率が高くなるため、像の色合いがかなり赤味がかかってしまふとともに、青味がかかったゴーストが発生しやすくなってしまふ。このように、中央付近での反射率が最も小さくなる波長が600nmより短い、もしくは900nmより長い場合でも、可視光から900nm程度まで反射率を抑えた多層膜コートを使用することにより、像の色合いが赤みを帯びたり、青みかかったゴーストが発生することを防ぐことができる。また、膜厚を均一にしやすいウエットプロセスによる反射防止膜を使用しても同様の効果が得られる。

【0059】

また、本実施形態の撮像レンズにおいては、各レンズ間の有効径外を通過する光束は、迷光となって像面に達し、ゴーストとなるおそれがあるため、必要に応じて、この迷光を遮光する遮光手段を設けることが好ましい。この遮光手段としては、例えばレンズの像側の有効径外の部分に不透明な塗料を施したり、不透明な板材を設けたりしてもよい。または、迷光となる光束の光路に不透明な板材を設けて遮光手段としてもよい。

【0060】

なお、撮像レンズの用途に応じて、レンズ系と撮像素子5との間に紫外光から青色光をカットするようなフィルタ、または赤外光をカットするようなIR(Infrared)カットフィルタを挿入してもよい。あるいは、上記フィルタと同様の特性を持つコートをレンズ面に施してもよい。

【0061】

図1では、レンズ系と撮像素子5との間に各種フィルタを想定した光学部材PPを配置した例を示しているが、この代わりに、各レンズの間にこれらの各種フィルタを配置してもよい。あるいは、撮像レンズが有する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。

【実施例】

【0062】

次に、本発明の撮像レンズの数値実施例について説明する。

[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。図1に示すように実施例1の撮像レンズは、物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状を有する負の第1レンズL1、両凹形状の第2レンズL2および両凸形状の第3レンズL3からなる前群G1、開口絞りSt、並びに像側に曲率半径の絶対値が小さい凹面を向けた両凹形状の第4レンズL4および両凸形状の第5レンズL5からなる後群G2から構成されている。第4レンズL4および第5レンズL5は接合されており、その合成焦点距離は正である。また、第2レンズL2および第3レンズL3の両面、第4レンズL4の物体側の面および第5レンズL5の像側の面は非球面である。第2レンズL2の両面を非球面とすることにより、歪曲収差および非点収差の補正に有利である。第3レンズL3の両面および第5レンズL

10

20

30

40

50

5の像側の面を非球面とすることにより、球面収差の補正に有利である。

【0063】

表1、表2および表3は、実施例1に係る撮像レンズの構成に対応する具体的なレンズデータを示している。表1にはその基本的なレンズデータを示し、表2には緒元のデータを示し、表3には非球面係数のデータを示す。

【0064】

表1のレンズデータにおいて、 $S_i$ の欄は最も物体側の構成要素の面を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、 $R_i$ の欄は*i*番目の面の曲率半径を示し、 $D_i$ の欄は*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、ここでは、光学部材PPも含めて示している。また、曲率半径の符号は、物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負としている。各実施例において、レンズデータの表の $R_i$ 、 $D_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots$ )は、レンズ断面図の符号 $R_i$ 、 $D_i$ と対応している。また、表1のレンズデータにおいて、 $N_{dj}$ の欄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( $j = 1, 2, 3, \dots$ )のレンズのd線(波長587.6nm)に対する屈折率を示し、 $d_j$ の欄は*j*番目の光学要素のd線に対するアッペ数を示している。なお、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、と記載している。

10

【0065】

また、表1のレンズデータにおいて、面番号の左側に付された記号「\*」は、そのレンズ面が非球面形状であることを示す。表1の基本レンズデータには、これらの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。

20

【0066】

なお、実施例1において、第1レンズL1を構成する材料は、株式会社オハラ社製のS-LAM66( $N_d = 1.80100$ 、 $d = 34.97$ 、比重=3.55、ISO8424:1996の耐酸性クラスSR=4)である。

【0067】

表2には実施例1に係る撮像レンズにおける緒元のデータとして、d線での近軸焦点距離*f* (mm)、バックフォーカス*Bf*、F値(FNo.)および画角( $2\theta$ )の値を示している。

【0068】

表3には実施例1に係る撮像レンズにおける非球面係数のデータを示す。ここでは、非球面の面番号と、その非球面に関する非球面係数を示す。ここで非球面係数の数値の「E-n」( $n$ :整数)は、「 $\times 10^{-n}$ 」を意味する。なお非球面係数は、下記非球面式における各係数KA、 $A_m$  ( $m = 3, 4, 5, \dots, 20$ )の値である。

30

【0069】

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

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)

40

*C*: 近軸曲率半径の逆数

KA、 $A_m$ : 非球面係数

実施例1に係る撮像レンズの非球面は、上記非球面式に基づき、非球面係数 $A_m$ については $A_3 \sim A_{20}$ までの次数を有効に用いて表している。

【0070】

以上述べた表1~表3の記載の仕方は、後述する表4~表15においても同様である。

【0071】

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

50

【 0 0 7 2 】

【 表 1 】

実施例1・レンズデータ

| Si    | Ri        | Di      | Ndj     | $\nu$ dj |
|-------|-----------|---------|---------|----------|
| 1     | 13.00837  | 1.40000 | 1.80100 | 34.97    |
| 2     | 4.00250   | 2.56012 |         |          |
| *3    | -1.11949  | 1.10000 | 1.53391 | 55.89    |
| *4    | 19.17052  | 0.44392 |         |          |
| *5    | 1.92127   | 1.63858 | 1.61399 | 25.53    |
| *6    | -9.05669  | 0.22364 |         |          |
| 7(絞り) | $\infty$  | 0.26585 |         |          |
| *8    | -51.21157 | 0.19999 | 1.61399 | 25.53    |
| 9     | 2.50000   | 1.39097 | 1.53391 | 55.89    |
| *10   | -1.04814  | 1.50000 |         |          |
| 11    | $\infty$  | 0.80000 | 1.51680 | 64.20    |
| 12    | $\infty$  | 0.01349 |         |          |

10

【 0 0 7 3 】

【 表 2 】

実施例1・諸元 (d線)

|               |       |
|---------------|-------|
| f'            | 0.897 |
| Bf'           | 2.041 |
| FNo.          | 2.98  |
| $2\omega$ [°] | 221.0 |

20

【 0 0 7 4 】

【表 3】

| 実施例1・非球面係数<br>面番号 | 3              | 4              | 5              | 6              | 8              | 10             |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| KA                | 0.000000E+00   | 0.000000E+00   | 0.000000E+00   | 0.000000E+00   | 0.000000E+00   | 0.000000E+00   |
| A3                | 3.4777159E-01  | 7.0330361E-01  | 2.8402519E-01  | -3.5282441E-02 | -1.1626986E-01 | 4.5806684E-02  |
| A4                | -9.3768232E-02 | -6.1524489E-01 | -3.6214859E-01 | 2.2034950E-01  | 1.1900308E+00  | -6.3459192E-01 |
| A5                | 8.6882617E-03  | 3.4047821E-01  | 3.3705968E-01  | -2.6775249E-01 | -8.3082043E+00 | 2.3548128E+00  |
| A6                | -6.3669379E-04 | 4.2486245E-01  | 8.1354814E-02  | -1.6102140E-01 | 2.7110213E+01  | -3.8668312E+00 |
| A7                | -3.0307945E-03 | -9.5608106E-02 | -3.7671674E-01 | 4.9665734E-01  | -5.2688520E+01 | 1.7953687E+00  |
| A8                | 1.4047834E-03  | -3.2961291E-01 | 2.8727218E-01  | -3.7493467E-01 | 1.0111172E+02  | 1.0116339E+00  |
| A9                | 1.1761894E-04  | -7.5296742E-02 | -9.7273002E-02 | 1.8478825E-02  | -3.2239884E+02 | 1.0754118E+00  |
| A10               | -4.7108610E-05 | 8.4009406E-02  | 2.9479427E-02  | -4.2894826E-01 | 6.2736742E+02  | -1.4822301E+00 |
| A11               | -1.1475705E-05 | 6.4614154E-02  | -2.8523492E-02 | 4.2643478E-01  | 8.8271170E+02  | -4.7537600E+00 |
| A12               | -2.9185795E-06 | -8.8853164E-03 | 5.5459384E-03  | 8.8392736E-01  | -6.8106702E+03 | 6.3219571E+00  |
| A13               | -1.4212873E-06 | 1.7241785E-02  | -6.1104054E-03 | -1.3970182E+00 | 1.1361002E+04  | -1.4434934E+00 |
| A14               | 9.0021277E-07  | -7.5158723E-03 | 3.9724733E-03  | 7.6723690E-01  | -4.3452542E+03 | -1.9690042E-02 |
| A15               | -4.5183816E-08 | -3.1171951E-03 | 3.7599971E-03  | -3.3486020E-01 | 3.8967801E+03  | -6.0367060E-01 |
| A16               | 3.4283322E-08  | -7.5547362E-03 | 1.3342210E-03  | 4.4711171E-01  | -2.8341829E+04 | 5.5001026E-02  |
| A17               | 2.8803282E-09  | 1.6795484E-03  | -2.9687676E-03 | -5.6435481E-01 | 1.5010206E+04  | -3.5746987E-01 |
| A18               | -4.6690012E-09 | 5.6153744E-04  | 5.6356413E-05  | 1.1448305E+00  | 6.7666770E+04  | 6.8247280E-01  |
| A19               | -5.8659603E-10 | 1.2319302E-03  | -2.6971334E-04 | -9.1234912E-02 | -9.9396762E+04 | -2.4284950E-01 |
| A20               | 2.5241431E-10  | -5.1443141E-04 | 4.4254667E-04  | -6.0334621E-01 | 3.9883631E+04  | 1.2240875E-03  |

10

20

30

40

【実施例 2】

図 2 は、本発明の実施例 2 に係る撮像レンズの構成を示す図である。実施例 2 に係る撮像レンズは、実施例 1 に係る撮像レンズと略同様の構成とされているが、第 4 レンズ L 4 が、像側に凹面を向けたメニスカス形状を有する負のレンズであり、第 4 レンズ L 4 の像側の面および第 5 レンズ L 5 の物体側の面が非球面である点において実施例 1 と相違している。なお、実施例 2 において、第 1 レンズ L 1 を構成する材料は、株式会社オハラ社製の S - T I H 6 ( N d = 1 . 8 0 5 1 8 、 d = 2 5 . 4 2 、 比重 = 3 . 3 7 、 I S O 8

50

4 2 4 : 1 9 9 6 の耐酸性クラス S R = 1 ) である。

【 0 0 7 5 】

表 4 に実施例 2 の撮像レンズの基本レンズデータを、表 5 に実施例 2 の撮像レンズの諸元のデータを、表 6 に実施例 2 の撮像レンズの非球面係数のデータを示す。

【 0 0 7 6 】

【表 4】

実施例2・レンズデータ

| Si    | Ri        | Di      | Ndj     | $\nu_{dj}$ |
|-------|-----------|---------|---------|------------|
| 1     | 12.80498  | 1.40000 | 1.80518 | 25.42      |
| 2     | 4.00250   | 2.49839 |         |            |
| *3    | -1.11120  | 1.10000 | 1.53391 | 55.89      |
| *4    | 149.75524 | 0.44392 |         |            |
| *5    | 1.66808   | 2.21710 | 1.61399 | 25.53      |
| *6    | -9.63810  | 0.21043 |         |            |
| 7(絞り) | $\infty$  | 0.24542 |         |            |
| *8    | 21.11093  | 0.26771 | 1.61399 | 25.53      |
| *9    | 0.80000   | 1.38468 | 1.53391 | 55.89      |
| *10   | -1.10808  | 1.48987 |         |            |
| 11    | $\infty$  | 0.80000 | 1.51680 | 64.20      |
| 12    | $\infty$  | 0.00000 |         |            |

10

20

【 0 0 7 7 】

【表 5】

実施例2・諸元 (d線)

|                   |       |
|-------------------|-------|
| f'                | 1.036 |
| Bf'               | 2.003 |
| FNo.              | 2.99  |
| $2\omega[^\circ]$ | 219.8 |

30

【 0 0 7 8 】

【表 6】

| 実施例2・非球面係数<br>面番号 | 3              | 4              | 5              | 6              | 8              | 9              | 10             |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| KA                | 0.000000E+00   | 0.000000E+00   | 0.000000E+00   | 0.000000E+00   | 0.000000E+00   | -1.9203501E+00 | 0.000000E+00   |
| A3                | 3.4745293E-01  | 7.2110592E-01  | 2.9069272E-01  | -2.9774363E-02 | -9.7462932E-02 | 0.000000E+00   | 4.3064316E-02  |
| A4                | -9.3948279E-02 | -6.0478643E-01 | -3.6667355E-01 | 1.8519691E-01  | 1.0101825E+00  | -5.2113515E-02 | -6.5734861E-01 |
| A5                | 8.8066463E-03  | 3.5007985E-01  | 3.3393181E-01  | -2.8976648E-01 | -8.4379333E+00 | 0.000000E+00   | 2.3387933E+00  |
| A6                | -6.2876665E-04 | 4.2228496E-01  | 8.0080503E-02  | -1.7739017E-01 | 2.7305829E+01  | -1.8713783E-01 | -3.8672372E+00 |
| A7                | -3.0204641E-03 | -9.8681251E-02 | -3.8142184E-01 | 4.5667387E-01  | -5.2562756E+01 | 0.000000E+00   | 1.7952187E+00  |
| A8                | 1.4045147E-03  | -3.3132289E-01 | 2.8707589E-01  | -4.9138816E-01 | 1.0314536E+02  | -5.5899152E-02 | 1.0059027E+00  |
| A9                | 1.1583220E-04  | -7.2368305E-02 | -9.1477082E-02 | -2.1851501E-01 | -3.2821636E+02 | 0.000000E+00   | 1.0725304E+00  |
| A10               | -4.6920240E-05 | 8.4750035E-02  | 2.7293199E-02  | 1.4640117E+00  | 6.2528885E+02  | 1.1321986E-01  | -1.4844308E+00 |
| A11               | -1.1675615E-05 | 6.6082909E-02  | -2.9170552E-02 | -3.9312835E-01 | 8.8389422E+02  |                | -4.7517735E+00 |
| A12               | -2.9386526E-06 | -1.0281102E-02 | 3.1472117E-03  | 1.7625415E+00  | -6.8087390E+03 |                | 6.3192355E+00  |
| A13               | -1.4191474E-06 | 1.5465821E-02  | -9.2299132E-04 | -3.5667330E+00 | 1.1403143E+04  |                | -1.4444456E+00 |
| A14               | 9.0422430E-07  | -7.9625113E-03 | 4.8207165E-03  | 1.0131312E+00  | -4.3625838E+03 |                | -2.0179227E-02 |
| A15               | -3.8808713E-08 | -2.9044288E-03 | 4.8631609E-03  | -1.5362131E+00 | 3.5802785E+03  |                | -5.9716255E-01 |
| A16               | 3.3660292E-08  | -6.5753664E-03 | -8.6756124E-04 | -1.0379599E-01 | -2.7766523E+04 |                | 5.5257528E-02  |
| A17               | 2.8042455E-09  | 1.4018214E-03  | -1.6937590E-03 | -4.8435951E-02 | 1.5197334E+04  |                | -3.5869603E-01 |
| A18               | -4.6407802E-09 | 4.2607474E-04  | -1.8348038E-04 | 4.3080562E-01  | 6.7576822E+04  |                | 6.8499642E-01  |
| A19               | -5.8173977E-10 | 1.1986131E-03  | -1.5121519E-03 | 3.0942374E+00  | -1.0128066E+05 |                | -2.4665518E-01 |
| A20               | 2.3560903E-10  | -4.4275825E-04 | 1.0408899E-03  | -1.5265552E+00 | 4.1475539E+04  |                | 2.2592168E-03  |

10

20

30

40

〔実施例 3〕

図 3 は、本発明の実施例 3 に係る撮像レンズの構成を示す図である。実施例 3 に係る撮

50

像レンズは、実施例 1 に係る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<sub>2</sub> が物体側に凹面を向けたメニスカス形状を有する負のレンズであり、第 4 レンズ L<sub>4</sub> の像側の面および第 5 レンズ L<sub>5</sub> の物体側の面が非球面である点において実施例 1 と相違している。なお、実施例 3 において、第 1 レンズ L<sub>1</sub> を構成する材料は、株式会社オハラ社製の S - NPH 1 ( N<sub>d</sub> = 1 . 8 0 8 0 9、 d = 2 2 . 7 6、比重 = 3 . 2 9、ISO 8 4 2 4 : 1 9 9 6 の耐酸性クラス S R = 1 ) である。

【 0 0 7 9 】

表 7 に実施例 3 の撮像レンズの基本レンズデータを、表 8 に実施例 3 の撮像レンズの諸元のデータを、表 9 に実施例 3 の撮像レンズの非球面係数のデータを示す。

【 0 0 8 0 】

【表 7】

実施例3・レンズデータ

| Si    | Ri         | Di      | Ndj     | $\nu_{dj}$ |
|-------|------------|---------|---------|------------|
| 1     | 14.06589   | 1.40000 | 1.80809 | 22.76      |
| 2     | 4.00250    | 2.59413 |         |            |
| *3    | -1.10631   | 1.10000 | 1.53391 | 55.89      |
| *4    | -290.70540 | 0.44392 |         |            |
| *5    | 1.53788    | 2.22119 | 1.61399 | 25.53      |
| *6    | -10.02349  | 0.26261 |         |            |
| 7(絞り) | $\infty$   | 0.22755 |         |            |
| *8    | -27.10503  | 0.23291 | 1.61399 | 25.53      |
| *9    | 0.80000    | 1.48368 | 1.53391 | 55.89      |
| *10   | -0.99081   | 1.31831 |         |            |
| 11    | $\infty$   | 0.80000 | 1.51680 | 64.20      |
| 12    | $\infty$   | 0.00030 |         |            |

【 0 0 8 1 】

【表 8】

実施例3・諸元 (d線)

|               |       |
|---------------|-------|
| f'            | 0.978 |
| Bf'           | 1.846 |
| FNo.          | 2.99  |
| $2\omega$ [°] | 217.0 |

【 0 0 8 2 】

10

20

30



【表 9】

実施例3・非球面係数

| 面番号 | 3              | 4              | 5              | 6              | 8              | 9              | 10             |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| KA  | 0.000000E+00   | 0.000000E+00   | 0.000000E+00   | 0.000000E+00   | 0.000000E+00   | -2.0351413E+00 | 0.0000000E+00  |
| A3  | 3.4740071E-01  | 7.4685054E-01  | 2.9944801E-01  | -3.5769569E-02 | -1.4081652E-01 | 0.0000000E+00  | 4.8039976E-02  |
| A4  | -9.3938873E-02 | -6.3858297E-01 | -3.6317090E-01 | 2.2563196E-01  | 1.1780565E+00  | -4.6363539E-02 | -6.8239368E-01 |
| A5  | 8.8065816E-03  | 3.4429211E-01  | 3.3349208E-01  | -2.4942487E-01 | -8.6127379E+00 | 0.0000000E+00  | 2.3824568E+00  |
| A6  | -6.2784536E-04 | 4.2257968E-01  | 7.9584539E-02  | -1.7195600E-01 | 2.7106771E+01  | -2.9815931E-01 | -3.9097851E+00 |
| A7  | -3.0205669E-03 | -9.4236632E-02 | -3.8421180E-01 | 4.5494071E-01  | -5.2954926E+01 | 0.0000000E+00  | 1.8198100E+00  |
| A8  | 1.4043544E-03  | -3.3114085E-01 | 2.8659981E-01  | -5.0695036E-01 | 1.0260433E+02  | -1.4979027E-02 | 1.0260209E+00  |
| A9  | 1.1584959E-04  | -7.2609949E-02 | -9.0917314E-02 | -2.5287623E-01 | -3.2275848E+02 | 0.0000000E+00  | 1.0560767E+00  |
| A10 | -4.6919595E-05 | 8.4084223E-02  | 2.8774014E-02  | 1.3922972E+00  | 6.2479838E+02  | 1.8716752E-01  | -1.4910375E+00 |
| A11 | -1.1652492E-05 | 6.6456199E-02  | -2.8435614E-02 | -6.0551614E-01 | 8.7183468E+02  |                | -4.7561383E+00 |
| A12 | -2.9803691E-06 | -1.0428222E-02 | 3.5612124E-03  | 1.7726686E+00  | -6.8165261E+03 |                | 6.3175594E+00  |
| A13 | -1.4121695E-06 | 1.5479991E-02  | -8.3526118E-04 | -3.5798985E+00 | 1.1394134E+04  |                | -1.4448099E+00 |
| A14 | 9.0438701E-07  | -8.0590797E-03 | 4.9188146E-03  | 1.1591071E+00  | -4.3140430E+03 |                | -1.9942813E-02 |
| A15 | -3.9019651E-08 | -2.8843533E-03 | 5.1261350E-03  | -1.3942035E+00 | 3.8227193E+03  |                | -5.9653535E-01 |
| A16 | 3.3790446E-08  | -6.5387025E-03 | -9.2664629E-04 | 3.6244983E-01  | -2.8102219E+04 |                | 5.6761923E-02  |
| A17 | 2.8244721E-09  | 1.4353379E-03  | -1.7434063E-03 | 6.2105280E-01  | 1.5225437E+04  |                | -3.5729870E-01 |
| A18 | -4.6341164E-09 | 4.0612175E-04  | -2.1625466E-04 | 8.3030079E-01  | 6.7416521E+04  |                | 6.8612550E-01  |
| A19 | -5.8311501E-10 | 1.1627918E-03  | -1.5228753E-03 | 3.9495299E+00  | -1.0142371E+05 |                | -2.4686773E-01 |
| A20 | 2.3423212E-10  | -4.1378208E-04 | 1.0279125E-03  | -3.6943895E+00 | 4.1877995E+04  |                | 1.5150146E-03  |

【実施例 4】

図 4 は、本発明の実施例 4 に係る撮像レンズの構成を示す図である。実施例 4 に係る撮

10

20

30

40

50

像レンズは、実施例 2 に係る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、物体側に凹面を向けたメニスカス形状を有する負のレンズである点において実施例 2 と相違している。なお、実施例 4 において、第 1 レンズ L 1 を構成する材料は、株式会社オハラ社製の S - N M B 5 5 ( N d = 1 . 8 0 0 0 0 、 d = 2 9 . 8 4 、 比重 = 3 . 6 8 、 I S O 8 4 2 4 : 1 9 9 6 の耐酸性クラス S R = 1 ) である。

【 0 0 8 3 】

表 1 0 に実施例 4 の撮像レンズの基本レンズデータを、表 1 1 に実施例 4 の撮像レンズの緒元のデータを、表 1 2 に実施例 4 の撮像レンズの非球面係数のデータを示す。

【 0 0 8 4 】

【表 1 0 】

10

実施例4・レンズデータ

| Si    | Ri        | Di      | Ndj     | $\nu_{dj}$ |
|-------|-----------|---------|---------|------------|
| 1     | 11.98007  | 1.40000 | 1.80000 | 29.84      |
| 2     | 4.00250   | 2.45834 |         |            |
| *3    | -1.14112  | 1.10000 | 1.53391 | 55.89      |
| *4    | -96.20163 | 0.44392 |         |            |
| *5    | 1.50312   | 2.25336 | 1.58364 | 30.27      |
| *6    | -9.12366  | 0.19906 |         |            |
| 7(絞り) | $\infty$  | 0.23263 |         |            |
| *8    | 170.98956 | 0.29671 | 1.58364 | 30.27      |
| *9    | 0.80000   | 1.37999 | 1.53391 | 55.89      |
| *10   | -1.21694  | 1.39294 |         |            |
| 11    | $\infty$  | 0.80000 | 1.51680 | 64.20      |
| 12    | $\infty$  | 0.00000 |         |            |

20

【 0 0 8 5 】

【表 1 1 】

実施例4・諸元 (d線)

|                   |       |
|-------------------|-------|
| f'                | 1.171 |
| Bf'               | 1.950 |
| FNo.              | 2.99  |
| $2\omega[^\circ]$ | 213.6 |

30

【 0 0 8 6 】

【表 1 2】

| 実施例4・非球面係数<br>面番号 | 3              | 4              | 5              | 6              | 8              | 9              | 10             |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| KA                | 0.000000E+00   | 0.000000E+00   | 0.000000E+00   | 0.000000E+00   | 0.000000E+00   | -8.9026487E-01 | 0.000000E+00   |
| A3                | 3.4552557E-01  | 7.1156438E-01  | 3.0619828E-01  | -2.2320013E-02 | -8.3198881E-02 | 0.000000E+00   | 3.3331875E-02  |
| A4                | -9.4149949E-02 | -5.8646483E-01 | -3.6498788E-01 | 1.8727609E-01  | 1.0410870E+00  | 1.0122655E-02  | -6.6269395E-01 |
| A5                | 8.7859816E-03  | 3.5730973E-01  | 3.3578891E-01  | -2.7589088E-01 | -8.3706407E+00 | 0.000000E+00   | 2.3402353E+00  |
| A6                | -6.2517172E-04 | 4.2692283E-01  | 7.9935315E-02  | -1.7134878E-01 | 2.7347711E+01  | -1.2437531E-01 | -3.8567871E+00 |
| A7                | -3.0202116E-03 | -9.7560720E-02 | -3.8171158E-01 | 4.5080015E-01  | -5.2595569E+01 | 0.000000E+00   | 1.7961370E+00  |
| A8                | 1.4050914E-03  | -3.3139557E-01 | 2.8743651E-01  | -4.9724719E-01 | 1.0277105E+02  | -7.5405985E-02 | 1.0017416E+00  |
| A9                | 1.1588631E-04  | -7.2218047E-02 | -9.1068742E-02 | -2.3344535E-01 | -3.2950204E+02 | 0.000000E+00   | 1.0741115E+00  |
| A10               | -4.6935219E-05 | 8.4787627E-02  | 2.7715854E-02  | 1.3987647E+00  | 6.2377638E+02  | 6.5754693E-02  | -1.4858503E+00 |
| A11               | -1.1698805E-05 | 6.5651463E-02  | -2.9044911E-02 | -4.0100103E-01 | 8.9143279E+02  |                | -4.7522308E+00 |
| A12               | -2.9382935E-06 | -1.0386314E-02 | 3.2115851E-03  | 1.7925005E+00  | -6.8144396E+03 |                | 6.3188834E+00  |
| A13               | -1.4188724E-06 | 1.5405560E-02  | -8.8080981E-04 | -3.5333905E+00 | 1.1398217E+04  |                | -1.4457319E+00 |
| A14               | 9.0423149E-07  | -8.1127632E-03 | 4.8840640E-03  | 1.0576560E+00  | -4.3799856E+03 |                | -2.1916091E-02 |
| A15               | -3.8870584E-08 | -2.9216858E-03 | 4.9679233E-03  | -1.4706644E+00 | 3.5991523E+03  |                | -5.9823081E-01 |
| A16               | 3.3662652E-08  | -6.5905762E-03 | -8.9097442E-04 | 2.2691255E-02  | -2.7627442E+04 |                | 5.4195604E-02  |
| A17               | 2.8234999E-09  | 1.3980910E-03  | -1.7150583E-03 | 1.2987145E-01  | 1.4929108E+04  |                | -3.5705409E-01 |
| A18               | -4.6409684E-09 | 4.2357781E-04  | -2.0113839E-04 | 7.1944609E-01  | 6.8359276E+04  |                | 6.8454423E-01  |
| A19               | -5.8198135E-10 | 1.2382733E-03  | -1.5223976E-03 | 2.7806140E+00  | -1.0265561E+05 |                | -2.4723081E-01 |
| A20               | 2.3569091E-10  | -4.3618144E-04 | 1.0313752E-03  | -2.0662320E+00 | 4.2179878E+04  |                | 3.0881752E-03  |

〔実施例 5〕

図 5 は、本発明の実施例 5 に係る撮像レンズの構成を示す図である。実施例 5 に係る撮

10

20

30

40

50

像レンズは、実施例 2 に係る撮像レンズと略同様の構成とされている。なお、実施例 5 において、第 1 レンズ L 1 を構成する材料は、株式会社村田製作所製のルミセラ Type - Z (  $N_d = 2.09501$ 、 $d = 29.43$ 、比重 = 7.3 ) である。

【 0 0 8 7 】

表 1 3 に実施例 5 の撮像レンズの基本レンズデータを、表 1 4 に実施例 5 の撮像レンズの緒元のデータを、表 1 5 に実施例 5 の撮像レンズの非球面係数のデータを示す。

【 0 0 8 8 】

【表 1 3】

実施例5・レンズデータ

| Si    | Ri       | Di       | Ndj     | $\nu_{dj}$ |
|-------|----------|----------|---------|------------|
| 1     | 12.38201 | 1.40000  | 2.09501 | 29.43      |
| 2     | 4.00250  | 2.33421  |         |            |
| *3    | -1.18274 | 1.10000  | 1.53391 | 55.89      |
| *4    | 8.87371  | 0.44392  |         |            |
| *5    | 1.71006  | 1.91437  | 1.61399 | 25.53      |
| *6    | -8.44436 | 0.27011  |         |            |
| 7(絞り) | $\infty$ | 0.21053  |         |            |
| *8    | 16.68788 | 0.19999  | 1.61399 | 25.53      |
| *9    | 0.80000  | 1.55693  | 1.53391 | 55.89      |
| *10   | -1.04430 | 1.49999  |         |            |
| 11    | $\infty$ | 0.80000  | 1.51680 | 64.20      |
| 12    | $\infty$ | -0.00627 |         |            |

10

20

【 0 0 8 9 】

【表 1 4】

実施例5・諸元 (d線)

|                    |       |
|--------------------|-------|
| $f'$               | 0.869 |
| $Bf'$              | 2.021 |
| FNo.               | 2.99  |
| $2\omega [^\circ]$ | 218.6 |

30

【 0 0 9 0 】

【表 15】

| 実施例5・非球面係数<br>面番号 | 3              | 4              | 5              | 6              | 8              | 9             | 10             |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|----------------|
| KA                | 0.000000E+00   | 0.000000E+00   | 0.000000E+00   | 0.000000E+00   | 0.000000E+00   | -3.000000E+00 | 0.000000E+00   |
| A3                | 3.4534641E-01  | 7.1537734E-01  | 2.9565950E-01  | -1.8914592E-02 | -1.0410137E-01 | 0.000000E+00  | 4.6260994E-02  |
| A4                | -9.4256431E-02 | -6.0483474E-01 | -3.6008393E-01 | 2.3676287E-01  | 1.0411452E+00  | 0.000000E+00  | -6.2502863E-01 |
| A5                | 8.6819352E-03  | 3.4692797E-01  | 3.3704865E-01  | -2.6512781E-01 | -8.2727236E+00 | 0.000000E+00  | 2.3493276E+00  |
| A6                | -6.8785895E-04 | 4.3801046E-01  | 8.3595226E-02  | -1.5934201E-01 | 2.7489785E+01  | 0.000000E+00  | -3.8706960E+00 |
| A7                | -3.0320225E-03 | -9.7344294E-02 | -3.7552545E-01 | 5.2267948E-01  | -5.3984261E+01 | 0.000000E+00  | 1.7999136E+00  |
| A8                | 1.3997695E-03  | -3.3624879E-01 | 2.9032108E-01  | -3.6254028E-01 | 1.0718850E+02  | 0.000000E+00  | 1.0158698E+00  |
| A9                | 1.1791715E-04  | -7.4042468E-02 | -9.2971026E-02 | 4.3277755E-02  | -3.3200875E+02 | 0.000000E+00  | 1.0395467E+00  |
| A10               | -4.7343251E-05 | 8.2863141E-02  | 2.9749977E-02  | -4.0353135E-01 | 6.2597143E+02  | 0.000000E+00  | -1.4433527E+00 |
| A11               | -1.1484796E-05 | 6.3918991E-02  | -2.7366079E-02 | 4.2546647E-01  | 9.1677488E+02  |               | -4.7571536E+00 |
| A12               | -2.8412625E-06 | -9.2240119E-03 | 5.8810922E-03  | 8.6962185E-01  | -6.8616890E+03 |               | 6.3206669E+00  |
| A13               | -1.4076852E-06 | 1.6975553E-02  | -5.7191110E-03 | -1.3929339E+00 | 1.1255055E+04  |               | -1.4441708E+00 |
| A14               | 9.0306447E-07  | -7.6736589E-03 | 4.2487760E-03  | 5.3241791E-01  | -4.2247799E+03 |               | -1.2170167E-02 |
| A15               | -4.3390269E-08 | -3.2488441E-03 | 4.7336449E-03  | -4.1520151E-01 | 4.0721123E+03  |               | -6.0598453E-01 |
| A16               | 3.4894091E-08  | -7.6466641E-03 | -1.6536810E-03 | 6.5412038E-01  | -2.7866905E+04 |               | 4.8259032E-02  |
| A17               | 2.7547647E-09  | 1.5264480E-03  | -1.6072328E-03 | -1.5569955E+00 | 1.4610478E+04  |               | -3.6667101E-01 |
| A18               | -4.6321298E-09 | 6.6177572E-04  | 1.5120351E-04  | 2.1716844E+00  | 6.6828336E+04  |               | 6.9395872E-01  |
| A19               | -6.6733909E-10 | 1.2667094E-03  | -3.1385977E-04 | 1.4136083E-01  | -1.0071865E+05 |               | -2.4074473E-01 |
| A20               | 2.5473741E-10  | -4.5186421E-04 | 3.7474664E-04  | -9.0140145E-01 | 4.2095355E+04  |               | -1.7427518E-03 |

また、表 16 に実施例 1 ~ 5 の条件式 ( 1 ) ~ ( 8 ) の対応値を示す。表 16 から分かるように、条件式 ( 1 ) ~ ( 7 ) について、各実施例の値がその数値範囲内となっている

10

20

30

40

50

。なお、条件式(8)については、実施例1, 5がその範囲に含まれず、条件式(5-1)については、実施例4がその範囲に含まれない。

【0091】

【表16】

| 式の番号       | 条件式               | 実施例1  | 実施例2  | 実施例3  | 実施例4  | 実施例5  |
|------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| (1)        | $\nu d1+26 * Nd1$ | 81.8  | 72.4  | 69.8  | 76.6  | 83.9  |
| (2)        | $f3/L$            | 0.243 | 0.213 | 0.198 | 0.205 | 0.218 |
| (3)        | $d4/L$            | 0.039 | 0.038 | 0.038 | 0.038 | 0.039 |
| (4)        | $\nu d2$          | 55.89 | 55.89 | 55.89 | 55.89 | 55.89 |
| (5), (5-1) | $\nu d3$          | 25.53 | 25.53 | 25.53 | 30.27 | 25.53 |
| (6)        | $\nu da$          | 55.89 | 55.89 | 55.89 | 55.89 | 55.89 |
| (7)        | $\nu db$          | 25.53 | 25.53 | 25.53 | 30.27 | 25.53 |
| (8)        | $\nu d1+35 * Nd1$ | 98.0  | 88.6  | 86.0  | 92.8  | 102.8 |

10

【収差性能】

図6は、左から順に実施例1に係る撮像レンズにおける球面収差、非点収差、歪曲収差および倍率色収差を示している。歪曲収差の図は、全系の焦点距離  $f$ 、画角(変数扱い、 $0$ )を用いて、理想像高を  $2f \times \tan(\theta/2)$  とし、それからのずれ量を示す。各収差図には、 $d$ 線(波長  $587.6 \text{ nm}$ )を基準波長とした収差を示すが、球面収差図には  $g$ 線(波長  $436 \text{ nm}$ )、 $F$ 線(波長  $481.6 \text{ nm}$ )および  $C$ 線(波長  $656.27 \text{ nm}$ )についての収差も示す。また、倍率色収差図には、 $g$ 線、 $F$ 線および  $C$ 線についての収差を示す。球面収差図の  $FNo.$  は  $F$ ナンバー、その他の収差図の  $\theta$  は半画角を意味する。

20

【0092】

また同様に、上記実施例2~5の撮像レンズそれぞれの球面収差、非点収差、歪曲収差および倍率色収差の収差図を図7~図10に示す。図7~図10においても、左から順に球面収差、非点収差、歪曲収差および倍率色収差を示している。

【0093】

なお、本発明は、上記実施形態および各実施例に限定されず種々の変形実施が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔および屈折率の値等は、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。

【0094】

以上のデータから分かるように、実施例1~5の撮像レンズは、第1レンズ  $L1$  に比較的安価な材料を使用して低コスト化を図った上で、さらに、 $213.6 \sim 221.0$ 度という、 $210$ 度を超える非常に広い全画角、および各収差が良好に補正された高解像の良好な光学性能を実現している。これらの撮像レンズは、監視カメラや、自動車の前方、側方、後方等の映像を撮影するための車載用カメラ等に好適に使用可能である。

30

【0095】

図11に使用例として、自動車100に本実施形態の撮像レンズを備えた撮像装置を搭載した様子を示す。図11において、自動車100は、その助手席側の側面の死角範囲を撮像するための車外カメラ101と、自動車100の後側の死角範囲を撮像するための車外カメラ102と、ルームミラーの背面に取り付けられ、ドライバーと同じ視野範囲を撮影するための車内カメラ103とを備えている。車外カメラ101と車外カメラ102と車内カメラ103とは、本発明の実施形態に係る撮像装置であり、本発明の実施例の撮像レンズと、この撮像レンズにより形成される光学像を電気信号に変換する撮像素子とを備えている。

40

【0096】

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、車外カメラ101、102および車内カメラ103は、安価に構成でき、広い画角を有し、解像度の高い良好な映像を得ることができる。

【0097】

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

50

び実施例に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔、屈折率、アッベ数、非球面係数の値は、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。また、レンズの材質も上記各数値実施例で用いたものに限定されず、別の材質を用いてもよい。

【0098】

また、撮像装置の実施形態では、本発明を車載用カメラに適用した例について図を示して説明したが、本発明はこの用途に限定されるものではなく、例えば、携帯端末用カメラや監視カメラ等にも適用可能である。

【符号の説明】

【0099】

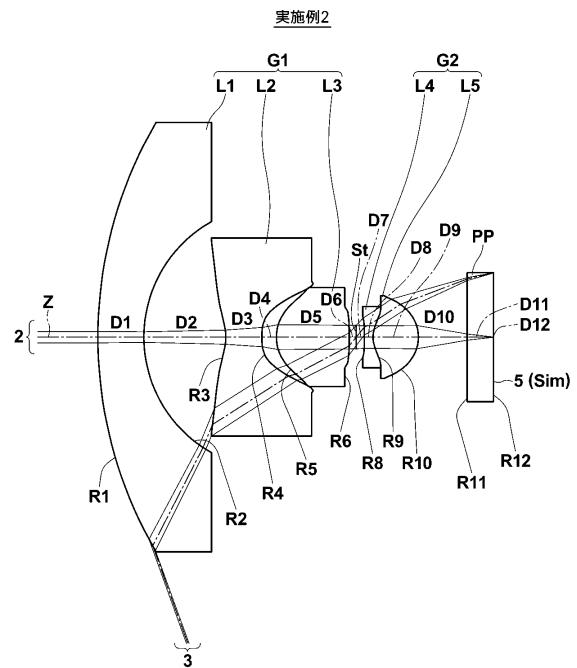
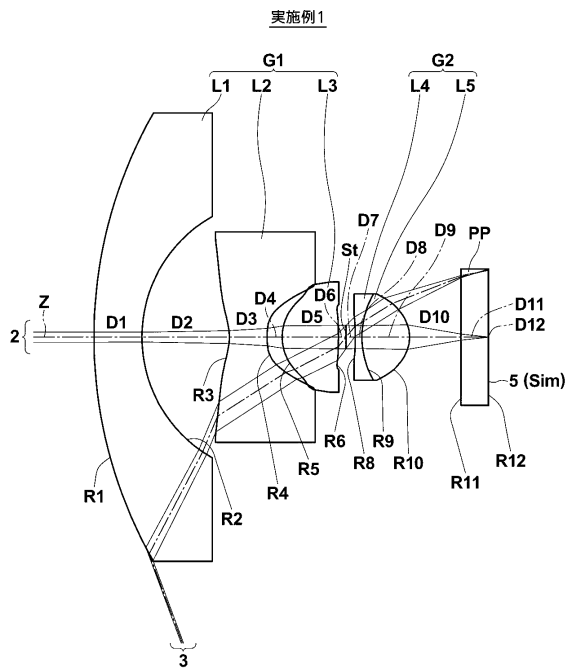
- 2 軸上光束
- 3 軸外光束
- 5 撮像素子
- 100 自動車
- 101、102 車外カメラ
- 103 車内カメラ
- L1 第1レンズ
- L2 第2レンズ
- L3 第3レンズ
- L4 第4レンズ
- L5 第5レンズ
- PP 光学部材
- Sim 像面
- St 開口絞り
- Z 光軸

10

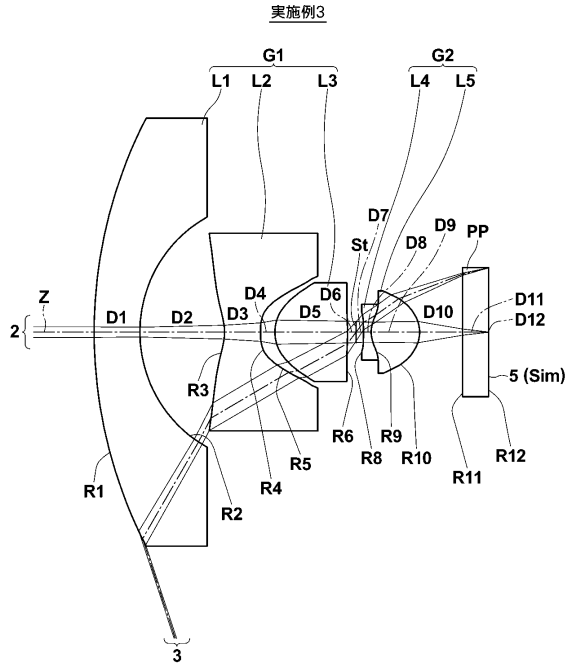
20

【図1】

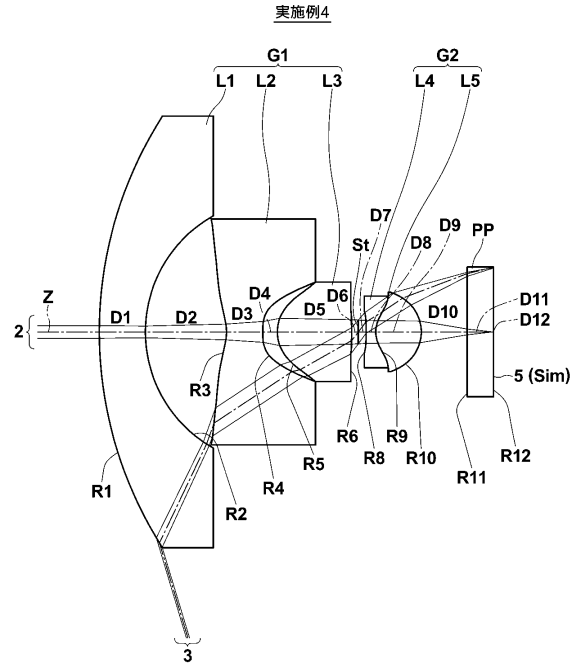
【図2】



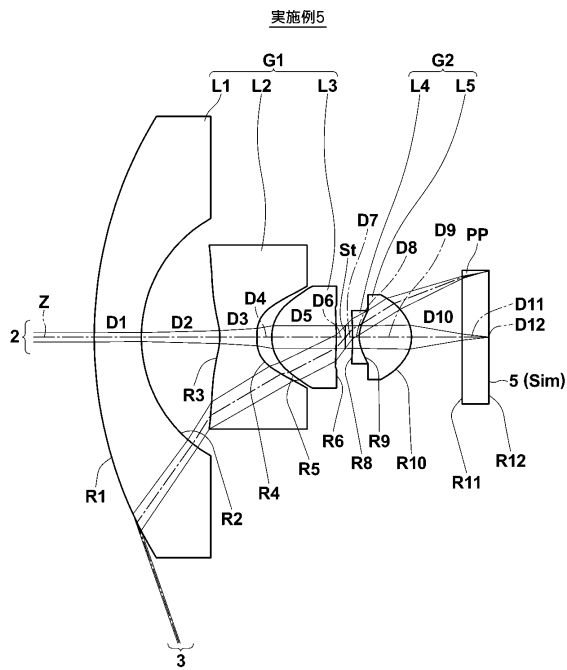
【 図 3 】



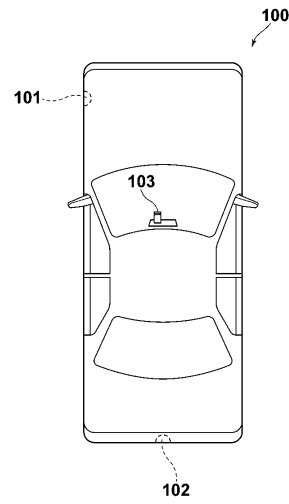
【 図 4 】



【 図 5 】

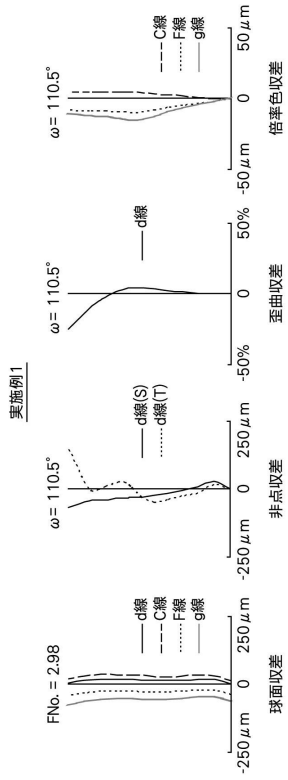


【 図 1 1 】

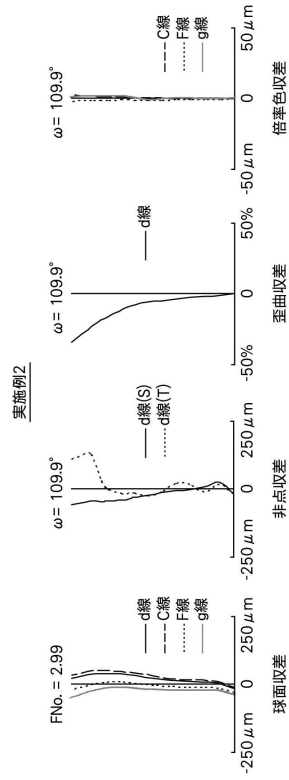




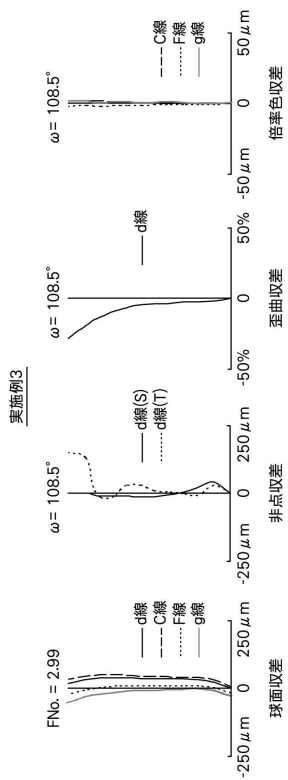
【 図 6 】



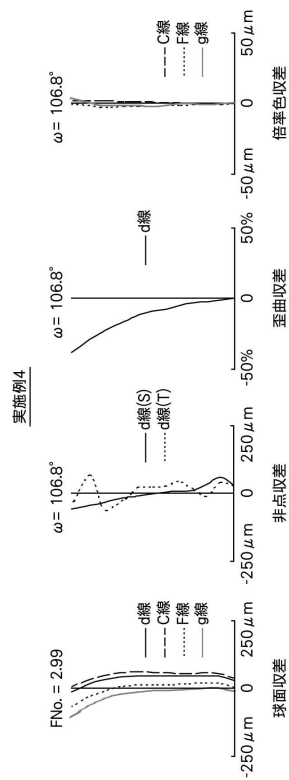
【 図 7 】

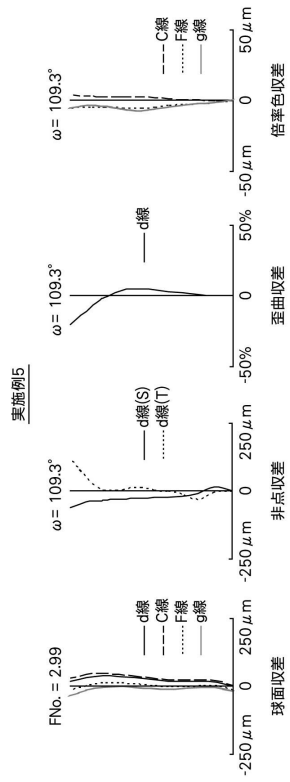


【 図 8 】



【 図 9 】





---

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2010/001713(WO, A1)  
国際公開第2015/072094(WO, A1)  
特開2014-228570(JP, A)  
特開2014-89241(JP, A)  
特開2010-243711(JP, A)  
米国特許出願公開第2012/0069140(US, A1)  
特開2008-158198(JP, A)  
特開平10-39206(JP, A)  
特開平6-130298(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 |