

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5736924号
(P5736924)

(45) 発行日 平成27年6月17日(2015.6.17)

(24) 登録日 平成27年5月1日(2015.5.1)

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

請求項の数 4 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2011-86773 (P2011-86773)	(73) 特許権者	000006747 株式会社リコー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(22) 出願日	平成23年4月8日(2011.4.8)	(74) 代理人	100090103 弁理士 本多 章悟
(65) 公開番号	特開2012-220741 (P2012-220741A)	(74) 代理人	100067873 弁理士 樺山 亨
(43) 公開日	平成24年11月12日(2012.11.12)	(74) 代理人	100127111 弁理士 工藤 修一
審査請求日	平成26年3月18日(2014.3.18)	(72) 発明者	白崎 健 岩手県花巻市大畑第10地割109番地・ リコー光学株式会社内
		(72) 発明者	吉田 勇人 岩手県花巻市大畑第10地割109番地・ リコー光学株式会社内

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】

物体側から像側へ向かって、正の第1群、負の第2群、正の第3群、正の第4群を配し、第2群と第3群の間に開口絞りを配してなり、第1群は単レンズにより構成され、第2群は負レンズを少なくとも1枚含んで構成され、第3群は接合レンズにより構成され、第4群は少なくとも、1枚のメニスカスレンズを含んで構成され、該メニスカスレンズは最も像側に配されて像側の面が凹面であり、全レンズがガラスレンズである撮像レンズであって、

第*i*群(*i* = 1 ~ 4)の*d*線に対する焦点距離： f_i 、全系の*d*線に対する焦点距離： f 、第1群の物体側のレンズ面から像面までの実距離： L が、条件：

- (1) $2.7 < f_1 / f < 4.7$
- (2) $-15.9 < f_2 / f < -1.3$
- (3) $4.1 < f_3 / f < 14.4$
- (4) $1.2 < f_4 / f < 2.0$
- (5) $3.4 < L / f < 5.0$

を満足することを特徴とする撮像レンズ。

【請求項2】

請求項1記載の撮像レンズにおいて、

第3群を構成する接合レンズが、凹レンズを物体側、凸レンズを像側にして接合してなる接合レンズであり、

上記物体側の凹レンズの材料のd線に対するアッペ数： n 、上記像側の凸レンズの材料のd線に対するアッペ数： p が、条件：

(6) $n < 28.6$

(7) $p > 37.2$

を満足することを特徴とする撮像レンズ。

【請求項3】

請求項1または2記載の撮像レンズにおいて、

第4群に、少なくとも1面が非球面であるレンズを含むことを特徴とする撮像レンズ。

【請求項4】

請求項1～3の任意の1に記載の撮像レンズを有する撮像装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、撮像レンズおよびこれを用いた撮像装置に関する。この撮像レンズは小型でかつ耐環境性に優れ、結像性能が高く、車載カメラや監視カメラ等の撮像装置に好適に用いられる。

【背景技術】

【0002】

撮像レンズとエリアセンサを組み合わせた撮像装置として、「監視用カメラや車載カメラ」が実用化されつつある。

20

【0003】

監視用カメラや車載カメラに用いられる撮像レンズには、画角を広くして「広い撮像範囲」を撮像可能とすることを目的としたものも意図されているが、自動車の前方部分や、限られた監視領域など「比較的狭い撮像範囲」を良好に撮影できるようにすることも意図されている。

【0004】

監視用カメラや車載カメラは、画角の広狭に拘わらず「使用環境の変動」が大きい場合が多い。例えば、車載カメラをダッシュボードに搭載させた場合、ダッシュボード付近の温度は炎天下では高温となる。

【0005】

従って、車載用や監視用に用いられる撮像レンズは、環境変化に対して耐性の大きいものであることが求められる。撮像レンズを「断熱ケース」に入れて、環境変動の影響が撮像レンズに及ばないようにすることは可能であるが、コスト面から実際的ではない。

30

車載用や監視用の撮像レンズはまた「コンパクトであること」がコスト面からも好ましい。

【0006】

従来、車載、監視用の撮像レンズで「広画角のもの」は特許文献1、2等により知られている。また、高性能のものは、特許文献3、4等により知られている。

【0007】

特許文献3、4開示のものは、性能的には優れているが、耐環境性の面で問題なしとしない。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

この発明は、自動車の前方部分や、限られた監視領域など「比較的狭い撮像範囲」を良好に撮影できる撮像レンズであって、耐環境性に優れた、新規な撮像レンズおよびこれを搭載した撮像装置の実現を課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明の撮像レンズは「物体側から像側へ向かって、正の第1群、負の第2群、正の

50

第3群、正の第4群を配し、第2群と第3群の間に開口絞りを配してなり、第1群は単レンズにより構成され、第2群は負レンズを少なくとも1枚含んで構成され、第3群は接合レンズにより構成され、第4群は少なくとも、1枚のメニスカスレンズを含んで構成され、該メニスカスレンズは最も像側に配されて像側の面が凹面であり、全レンズがガラスレンズである撮像レンズ」である。

【0010】

請求項1記載の撮像レンズは、以下の点を特徴とする。

即ち、第*i*群 (*i* = 1 ~ 4) のd線に対する焦点距離： f_i 、全系のd線に対する焦点距離： f 、第1群の物体側のレンズ面から像面までの実距離： L が、条件：

$$(1) \quad 2.7 < f_1 / f < 4.7$$

$$(2) \quad -15.9 < f_2 / f < -1.3$$

$$(3) \quad 4.1 < f_3 / f < 14.4$$

$$(4) \quad 1.2 < f_4 / f < 2.0$$

$$(5) \quad 3.4 < L / f < 5.0$$

を満足する。

【0011】

請求項1記載の撮像レンズは、第3群を構成する接合レンズを「凹レンズを物体側、凸レンズを像側にして接合してなる接合レンズ」とし、物体側の凹レンズの材料のd線に対するアッベ数： n 、像側の凸レンズの材料のd線に対するアッベ数： p が、条件：

$$(6) \quad n < 28.6$$

$$(7) \quad p > 37.2$$

を満足する材料で構成するが好ましい(請求項2)。

【0012】

請求項1または2記載の撮像レンズは、第4群に「少なくとも1面が非球面であるレンズ」を含むことが好ましい(請求項3)。

【0013】

この発明の撮像装置は「請求項1~3の任意の1に記載の撮像レンズ」を有することを特徴とする(請求項4)。

【0014】

上記の如く、請求項1記載の撮像レンズは、第1~第4群を構成する全てのレンズがガラスレンズである。

【0015】

ガラス材料は耐薬品性も強いが、特に耐温度性に優れている。

撮像レンズを車載用とする場合、前述した、ダッシュボード近傍の「炎天下での高温状況」では、プラスチックレンズを使用すると、プラスチックのガラス転移温度が低く、線膨張係数が大きいため、レンズ面が変形して所定の結像機能を果たさない場合がある。

【0016】

請求項1記載の撮像レンズでは、全てのレンズがガラスレンズであるので、上記炎天下での高温状態でも、レンズの変形や膨張は問題とされない程度に小さく、環境変動に対して優れた耐性を実現できる。

【0017】

請求項1記載の撮像レンズは、上記の如きレンズ構成で、条件(1)~(4)を満足することにより、第1群~第4群のパワー配分を良好にバランスさせ、高い結像性能を実現する。

【0018】

条件(1)は、第1群の正のパワーの適正な範囲を規定する条件である。

条件(1)のパラメータ： f_1 / f が下限を超えると、第1群の正のパワーが相対的に強くなり、撮像レンズ全体で「収差のバランス」をとり難くなり、特に、非点収差と横収差・歪曲収差が増大し易く、他の群による「これら収差の補正」が難しくなる。

【0019】

10

20

30

40

50

パラメータ： f_1 / f が、条件(1)の上限を超えると、第1群の正のパワーが相対的に弱くなり、やはり撮像レンズ全体での収差のバランスをとり難くなる。また、第1群のパワーが弱くなりすぎて「撮像レンズ全長の短縮化」が難しくなる。

【0020】

条件(2)は、第2群の負のパワーの適正な範囲を規定する条件である。

条件(2)のパラメータ： f_2 / f が上限を超えると、第2群の負のパワーが相対的に強くなり、撮像レンズ全体で「収差のバランス」をとり難くなり、特に、球面収差と横収差・歪曲収差が増大し、他の群による「これら収差の補正」が難しくなる。

【0021】

パラメータ： f_2 / f が、条件(2)の下限を超えると、第2群の負のパワーが相対的に弱くなり、やはり撮像レンズ全体での収差のバランスをとり難くなる。

10

【0022】

条件(3)は、第3群の正のパワーの適正な範囲を規定する条件である。

条件(3)のパラメータ： f_3 / f が下限を超えると、第3群の正のパワーが相対的に強くなり、撮像レンズ全体での撮像レンズ全体での収差のバランスをとり難くなり、特に球面収差が増大し、他の群による補正が難しくなる。また軸上・倍率色収差も増大し、収差補正ができなくなる。

【0023】

パラメータ： f_3 / f が、条件(3)の上限を超えると、第3群の正のパワーが相対的に弱くなり、やはり撮像レンズ全体での収差のバランスをとり難くなる。

20

【0024】

条件(4)は、第4群の正のパワー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： f_4 / f が下限を超えると、第4群の正のパワーが相対的に強くなり、撮像レンズ全体での収差のバランスをとり難くなる。特に「光軸から離れた軸外の横収差」が増大し、他の群による収差の補正が難しくなる。

【0025】

パラメータ： f_4 / f が、条件(4)の上限を超えると、第4群の正のパワーが相対的に弱くなり、やはり撮像レンズ全体での収差のバランスをとり難くなる。また、第4群のパワーが弱くなりすぎて、撮像系全長の短縮化が難しくなる。

【0026】

30

このように、上記条件(1)～(4)を同時に満足させることにより、第1群～第4群の正・負・正・正のパワーを良好にバランスさせることにより、撮像レンズ全体での収差を良好にバランスさせ、撮像レンズとして良好な性能を実現する。

【0027】

第1群は、条件(1)を満足することにより「非点収差と横収差・歪曲収差」の良好な補正を可能とし、第2群は条件(2)を満足することにより「球面収差と横収差・歪曲収差」の良好な補正を可能とし、第3群は条件(3)を満足することにより「球面収差、軸上・倍率色収差」の良好な補正を可能とし、第4群は条件(4)を満足することにより、「光軸から離れた軸外の横収差」の良好な補正を可能とする。

【0028】

40

即ち、撮像レンズ全体のうちで、第2群は、負の屈折力により「球面収差」を補正する機能をもっており、第3群は「球面収差とともに色収差」を補正する機能を有する。そして、第4群は、第1～第3群で発生する諸収差を良好に補正する。

このようにして、良好な性能が実現される。

【0029】

歪曲収差は第1群と第2群とにより良好に補正され、第1、第2、第4群により「横収差を良好に補正可能」であるので、撮像素子上に解像度が高く、歪の無い良好な像を結像させることができる。

【0030】

条件(5)は、撮像レンズの「第1群の物体側のレンズ面から像面までの距離： L 」の適

50

正な範囲を規定する条件である。

【0031】

条件(5)のパラメータ： L/f が上限を超えると、距離： L が長くなることで非点収差は補正しやすくなるが、色収差と横収差の補正が難しくなる。また、距離： L が長くなることにより「撮像レンズ全長の短縮化」が難しくなる。

【0032】

パラメータ： L/f が、条件(5)の下限を超えると、撮像レンズの全長が短くなり、全系の屈折力が大きくなり、各群の屈折力を大きくせねばならず、諸収差が悪化し易い。特に「球面収差と横収差・歪曲収差」の補正が困難となる。

【0033】

このように、条件(1)～(5)を満足することにより、コンパクトで結像性能良好な撮像レンズが実現可能となる。

【0034】

第3群は接合レンズであるが、第3群は「物体側の負レンズ」に「像側の正レンズ」を接合し「第3群としての正のパワー」を実現している。即ち、接合レンズを構成する正・負レンズのパワーの絶対値は「正レンズ」において大きい。

【0035】

条件(6)、(7)のように、負レンズのアッペ数を「正レンズのアッペ数」より大きくすることにより「倍率の色収差に対する補正能力」を高める。

条件(6)、(7)を満足する材質で、第3群を構成すると、後述の実施例のように、色収差をきわめて良好に補正することが可能となる。

【0036】

通常、色収差の補正は「アッペ数の小さい正レンズ」と「アッペ数の大きい負レンズ」を組み合わせを行なわれるが、請求項2の撮像レンズのように、正レンズと負レンズのアッペ数の大小関係を逆にすることにより色収差の良好な補正を可能としている。

【0037】

即ち、絞りの物体側において発生する色収差に対し、第3群で逆の色収差を意図的に発生させて相殺する。即ち、第3群の接合レンズにより主として「軸上色収差」を補正するとともに、開口絞りの前後のレンズ(第2群、第3群)により倍率色収差を補正する。このようにして、撮像レンズ全体として、色収差を良好に補正できる。

【0038】

請求項3のように、第4群の少なくとも1面に非球面を採用し、第1～第3群で発生している横収差・非点収差・歪曲収差を補正可能とすることで、1枚のレンズで、球面レンズ複数枚の補正作用を実現でき、撮像レンズのさらなるコンパクト化が実現可能となる。

【発明の効果】

【0039】

以上に説明したように、この発明によれば新規な撮像レンズを実現できる。この撮像レンズは、後述の実施例のようにコンパクト且つ性能良好に実現可能であり、これを用いてコンパクト且つ性能良好な撮像装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】実施例1のレンズ構成を示す図である。

【図2】実施例2のレンズ構成を示す図である。

【図3】実施例3のレンズ構成を示す図である。

【図4】実施例4のレンズ構成を示す図である。

【図5】実施例5のレンズ構成を示す図である。

【図6】実施例1に関する収差図である。

【図7】実施例2に関する収差図である。

【図8】実施例3に関する収差図である。

【図9】実施例4に関する収差図である。

10

20

30

40

50

【図10】実施例5に関する収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0041】

以下、実施の形態を説明する。

図1～図5に、撮像レンズの実施の形態を5例示す。これら実施の形態の撮像レンズは、具体的には、後述する実施例1～5の撮像レンズに対応する。繁雑を避けるため、これらの図において符号を共通化する。

【0042】

図1～図5に示す実施の形態において、撮像レンズは、物体側（図の左方）から像側へ向かって、正の第1群G1、負の第2群G2、正の第3群G3、正の第4群G4を配し、第2群G2と第3群G3の間に開口絞りSを配してなる。

10

【0043】

第1群G1は単レンズ（正レンズ）により構成され、第2群G2は「負レンズを少なくとも1枚」含んで構成される。図2の例では、第2群は「1枚の負レンズ」により構成され、図1、図3～図5に示す例では、第2群G2は「負レンズ（物体側）と正レンズ（像側）」で構成される。

図1～5において符号Fは、各種フィルタや撮像素子のカバーガラスを「光学的にこれらと等価な1枚の平行平板ガラス」として示したものである。また、符号Imは「像面」を示し、撮像装置に用いられる撮像素子の受光面位置に一致する。

【0044】

20

図1～図5の例とも、第3群G3は「物体側から負・正の接合レンズ」により構成され、第4群G4は少なくとも1枚の正レンズを含んで構成される。即ち、図1～図4の実施の形態では第4レンズ群は2枚の正レンズにより構成され、図5の例では「1枚の正レンズ」により構成されている。また、全レンズとも「ガラスレンズ」である。

【0045】

実施例1～5に示すように、これらの撮像レンズは何れも、条件(1)～(7)を満足している。

【実施例】

【0046】

以下、実施例1～5を具体的に示す。

30

各実施例のデータとしては、以下に示すように物体側（図1～図5の左方）から数えた面（絞りの面を含む）の曲率半径、面間隔、材質の屈折率（d線）、アッペ数（d線）の値を与える。なお「長さの次元を持つ量」の単位は「mm」である。

【0047】

「実施例1」

実施例1の撮像レンズは図1に示したレンズ構成のものである。

実施例1のデータを表1に示す。

【0048】

【表 1】

面	曲率半径	面間隔	屈折率(nd)	アッベ数(ν_d)	非球面
1	17.799	1.68	1.8830	40.8	
2	-119.464	1.17			
3	∞	0.00			
4	-63.269	0.80	1.6180	63.4	
5	3.746	1.83			
6	7.943	1.48	1.8340	37.2	
7	-84.370	0.83			
8	∞	1.78			
9	-9.154	1.00	1.8467	23.8	
10	7.630	2.37	1.6180	63.4	
11	-5.540	0.10			
12	19.505	1.61	1.8830	40.8	
13	-19.505	0.10			
14	7.240	3.30	1.8340	37.2	
15	6.440	2.70			
16	∞	0.55	1.5163	64.1	
17	∞	0.33			
18	∞	-0.04			

10

20

【0049】

実施例 1 の撮像レンズには非球面が用いられていない。
 実施例 1 における条件式にかかるパラメータの値を表 2 に示す。

【0050】

【表 2】

$f_d =$	5.70	$f_1 =$	17.64	$f_1/f =$	3.10
$L =$	21.59	$f_2 =$	-43.68	$f_2/f =$	-7.67
$L/f_d =$	3.79	$f_3 =$	74.43	$f_3/f =$	13.07
$\nu_n =$	23.8	$f_4 =$	8.24	$f_4/f =$	1.45
$\nu_p =$	63.40				

40

【0051】

表 2 の値から、実施例 1 の撮像レンズが条件 (1) ~ (7) を満足していることが分かる。

【0052】

「実施例 2」

実施例 2 の撮像レンズは図 2 に示したレンズ構成のものである。
 実施例 2 のデータを表 3 に示す。

【0053】

50

【表 3】

面	曲率半径	面間隔	屈折率(nd)	アッベ数(ν_d)	非球面
1	9.150	1.84	1.8467	23.8	
2	27.840	0.20			
3	5.150	1.11	1.5163	64.1	
4	2.000	1.60			
5	∞	1.60			
6	-6.114	1.00	1.9229	18.9	
7	26.543	2.54	1.6516	58.5	
8	-4.168	0.20			
9	15.615	2.08	1.8160	46.6	
10	-15.615	0.32			
11	9.230	3.45	1.8160	46.6	
12	15.012	2.50			
13	∞	0.55	1.5163	64.1	
14	∞	0.54			
15	∞	-0.02			

10

20

【0054】

実施例 2 の撮像レンズには非球面が用いられていない。

実施例 2 における条件式にかかるパラメータの値を表 4 に示す。

【0055】

【表 4】

$f_d =$	4.73	$f_1 =$	15.40	$f_1/f_d =$	3.26
$L =$	19.51	$f_2 =$	-7.20	$f_2/f_d =$	-1.52
$L/f_d =$	4.12	$f_3 =$	21.94	$f_3/f_d =$	4.64
$\nu_n =$	18.9	$f_4 =$	6.62	$f_4/f_d =$	1.40
$\nu_p =$	58.50				

30

【0056】

表 4 の値から、実施例 2 の撮像レンズが条件 (1) ~ (7) を満足していることが分かる。

40

【0057】

「実施例 3」

実施例 3 の撮像レンズは図 3 に示したレンズ構成のものである。

実施例 3 のデータを表 5 に示す。

【0058】

【表 5】

面	曲率半径	面間隔	屈折率(nd)	アッベ数(ν_d)	非球面
1	7.352	2.06	1.8348	42.7	
2	17.150	0.20			
3	6.040	1.00	1.6180	63.4	
4	2.087	1.37			
5	∞	2.21	1.9229	20.9	
6	-17.195	0.44			
7	∞	0.69			
8	-5.823	1.01	1.9229	20.9	
9	9.880	2.01	1.7725	49.6	
10	-4.505	0.20			
11	27.138	1.73	1.8160	46.6	
12	-11.390	0.20			
13	8.514	2.73	1.8160	46.6	
14	13.363	3.00			
15	∞	0.55	1.5163	64.1	
16	∞	0.11			
17	∞	-0.01			

10

20

【0059】

実施例3の撮像レンズには非球面が用いられていない。

実施例3における条件式にかかるパラメータの値を表6に示す。

30

【0060】

【表 6】

$f_d =$	4.66	$f_1 =$	14.07	$f_1/f_e =$	3.02
$L =$	19.50	$f_2 =$	-9.89	$f_2/f_e =$	-2.12
$L/f_d =$	4.19	$f_3 =$	22.33	$f_3/f_e =$	4.80
$\nu_n =$	20.9	$f_4 =$	6.65	$f_4/f_e =$	1.43
$\nu_p =$	49.60				

40

【0061】

表6の値から、実施例3の撮像レンズが条件(1)~(7)を満足していることが分かる。

【0062】

「実施例4」

実施例4の撮像レンズは図4に示したレンズ構成のものである。

実施例4のデータを表7に示す。

【0063】

【表 7】

面	曲率半径	面間隔	屈折率(nd)	アッベ数(ν_d)	非球面
1	9.475	2.36	1.8160	46.6	
2	34.892	0.20			
3	11.523	1.63	1.6030	65.5	
4	2.360	1.37			
5	11.450	1.90	1.9229	20.9	
6	-31.072	0.27			
7	∞	0.69			
8	-4.081	1.00	1.9229	20.9	
9	7.373	2.02	1.7725	49.6	
10	-4.059	0.20			
11	∞	1.80	1.8160	46.6	
12	-9.082	0.19			
13	5.210	2.61	1.7130	53.9	
14	8.989	2.50			
15	∞	0.55	1.5163	64.1	
16	∞	0.21			
17	∞	-0.01			

10

20

【0064】

実施例 4 の撮像レンズには非球面が用いられていない。

実施例 4 における条件式にかかるパラメータの値を表 8 に示す。

30

【0065】

【表 8】

$f_d =$	4.32	$f_1 =$	15.30	$f_1/f =$	3.54
$L =$	19.49	$f_2 =$	-18.59	$f_2/f =$	-4.30
$L/f_d =$	4.51	$f_3 =$	56.30	$f_3/f =$	13.04
$\nu_r =$	20.9	$f_4 =$	5.76	$f_4/f =$	1.33
$\nu_p =$	49.60				

40

【0066】

表 8 の値から、実施例 4 の撮像レンズが条件 (1) ~ (7) を満足していることが分かる。

【0067】

「実施例 5」

実施例 5 の撮像レンズは図 5 に示したレンズ構成のものである。

実施例 5 のデータを表 9 に示す。

【0068】

【表 9】

面	曲率半径	面間隔	屈折率(nd)	アッベ数(νd)	非球面
1	14.840	2.17	1.8160	46.6	
2	∞	0.50			
3	∞	1.00	1.4875	70.2	
4	3.329	2.72			
5	6.804	1.80	1.8467	23.8	
6	26.620	0.60			
7	∞	0.57			
8	-4.435	1.00	1.8467	23.8	
9	4.100	2.30	1.8160	46.6	
10	-4.640	0.20			
11	3.890	3.19	1.7503	45.4	※
12	7.768	2.50			※
13	∞	0.55	1.5163	64.1	
14	∞	0.21			
15	∞	0.00			

10

20

【0069】

実施例 5 の撮像レンズは、第 4 群を構成する正メニスカスレンズの両面（第 11 面および第 12 面 表中に「*」印を付している。）に非球面を用いている。

【0070】

「非球面形状」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、各次数の非球面係数：A、B、C、Dを用い、Xを光軸方向における非球面量として、周知の式：

30

$$X = ch^2 / [1 + \{1 - (1 + K)c^2 h^2\}] + A \cdot h^4 + B \cdot h^6 + C \cdot h^8 + D \cdot h^{10}$$

で表わし、曲率半径と円錐定数：K、非球面係数：A～Dを与えて形状を特定する。

【0071】

非球面のデータを表 10 に示す。

非球面データの数値において例えば「2.74E-06」は「 2.74×10^{-6} 」を表す。

【0072】

【表 10】

40

面	K	A	B	C	D
11	0	2.110E-06	1.131E-05	2.740E-06	0
12	0	5.649E-03	5.273E-04	-3.131E-05	2.624E-05

【0073】

実施例 5 における条件式にかかるパラメータの値を表 11 に示す。

【0074】

【表 1 1】

$f_d =$	432	$f_1 =$	18.19	$f_1/f_e =$	4.21
$L =$	19.30	$f_2 =$	-62.28	$f_2/f_e =$	-14.43
$L/f_d =$	4.47	$f_3 =$	25.48	$f_3/f_e =$	5.90
$\nu_r =$	23.8	$f_4 =$	7.68	$f_4/f_e =$	1.78
$\nu_p =$	46.60				

【0075】

10

表 1 1 の値から、実施例 5 の撮像レンズが条件 (1) ~ (7) を満足していることが分かる。

【0076】

図 6 (a) に、実施例 1 に関する球面収差 (左図)、非点収差 (中央図)、歪曲収差 (右図) を示す。また、図 6 (b) に実施例 1 に関する横収差を示す。以下、図 7 ~ 図 1 0 に、実施例 2 ~ 5 に関する収差図を図 6 に倣って示す。

【0077】

描く収差図において「R」は波長：656.2725 nm、「G」は波長：567.5618 nm、「B」は波長：486.1327 nmであることを表す。移転集さと歪曲収差については波長：567.5618 nmを基準値として示す。非点収差における実線はサジタル、波線はメリディオナルである。

20

【0078】

なお、各実施例における半画角は、以下の通りである。

【0079】

実施例 1 : 23.7 度
 実施例 2 : 27.86 度
 実施例 3 : 28.98 度
 実施例 4 : 28.92 度
 実施例 5 : 28.04 度
 また、Fナンバは以下の通りである。

30

【0080】

実施例 1 : 1.4
 実施例 2 : 1.9
 実施例 3 : 1.86
 実施例 4 : 1.9
 実施例 5 : 1.9

実施例に関する収差図に示されたように、実施例 1 ~ 5 とともに、画角は 47 度 ~ 57 度程度であるが、球面収差・非点収差・歪曲収差・横収差とも良好に補正されている。また、全レンズ枚数は 6 ~ 7 枚と少なく、コンパクトに実現でき、Fナンバも 2 以下と明るいレンズとなっている。実施例 5 では、第 4 群に非球面を採用することにより、第 4 群を 1 枚の正レンズで構成しながらも、図 1 0 に示すように良好な性能を実現できている。

40

【0081】

従って、各実施例の撮像レンズとも、自動車の前方部分や、限られた監視領域など「比較的狭い撮像範囲」を良好に撮影するのに適しており、各実施例の撮像レンズを周知の撮像装置に用いることにより、上記撮影に適した撮像装置を実現できる。

【符号の説明】

【0082】

G 1 第 1 群
 G 2 第 2 群
 G 3 第 3 群

50

G 4 第 4 群
S 開口絞り

【先行技術文献】

【特許文献】

【0083】

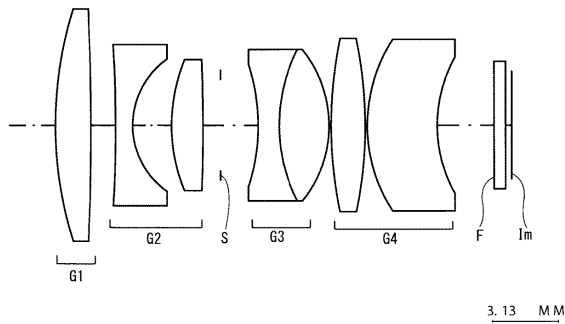
【特許文献1】特開2010-256627号公報

【特許文献2】特開2010-243711号公報

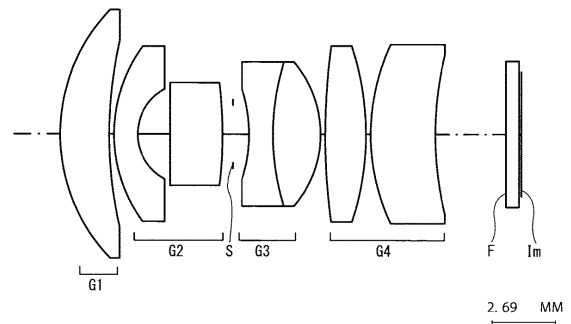
【特許文献3】特開2008-116794号公報

【特許文献4】特開2005-316208号公報

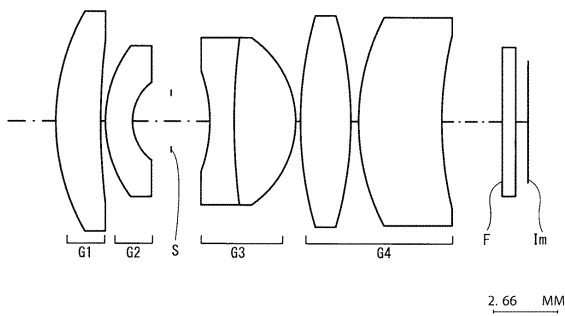
【図1】



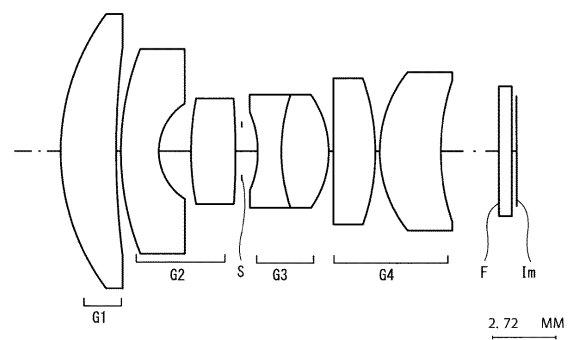
【図3】



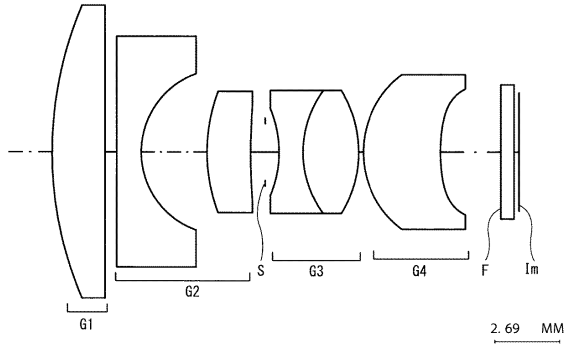
【図2】



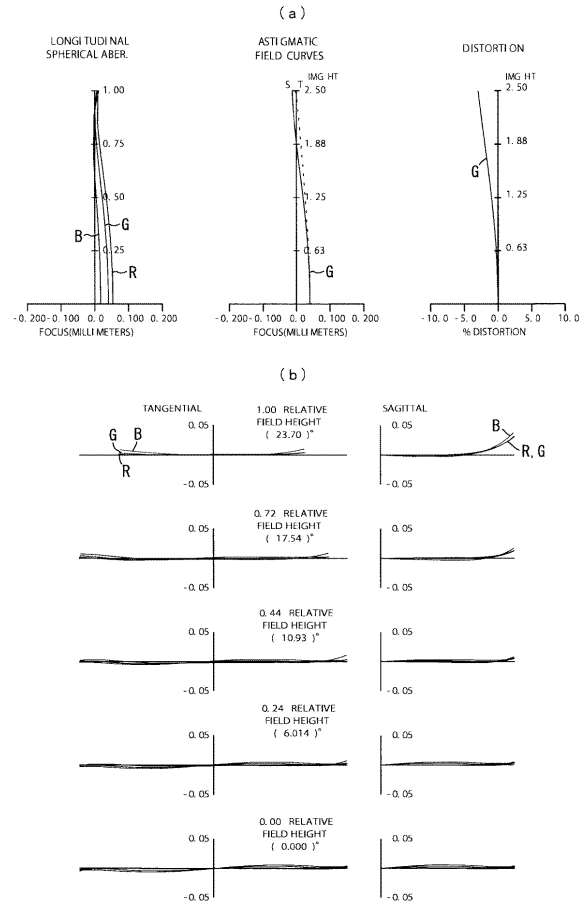
【図4】



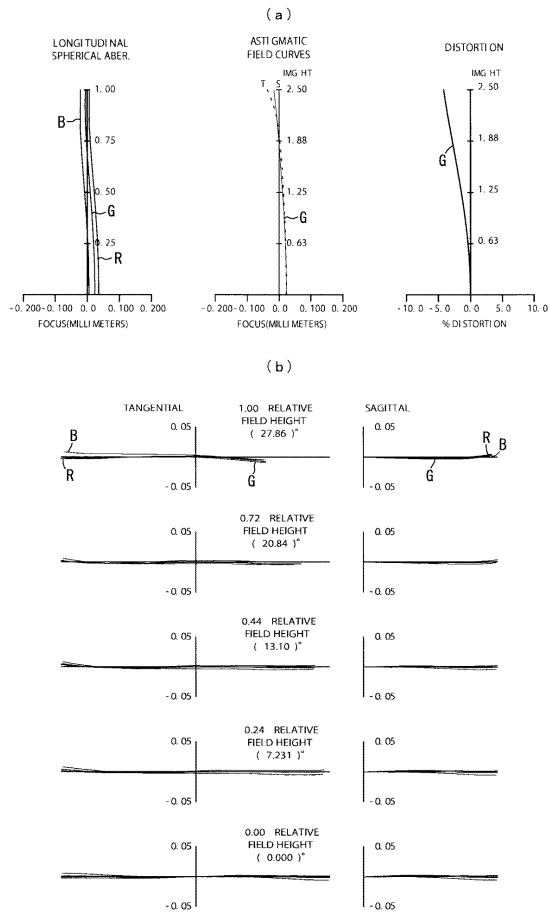
【 図 5 】



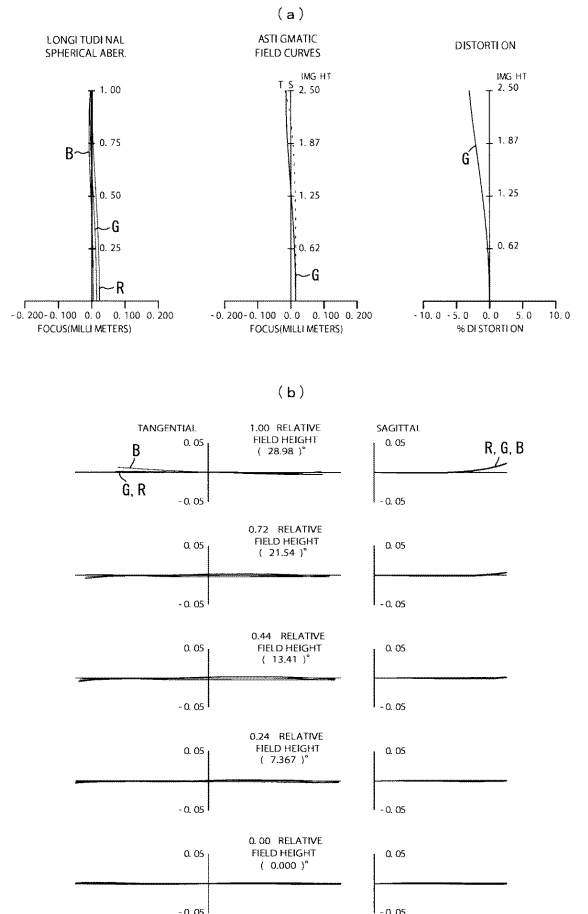
【 図 6 】



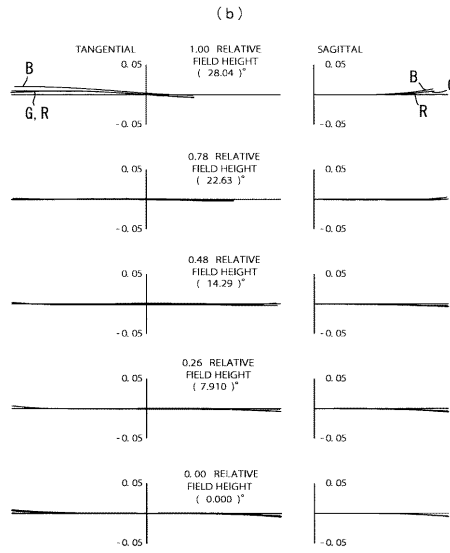
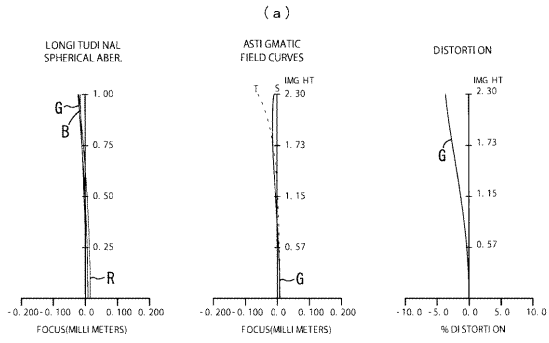
【 図 7 】



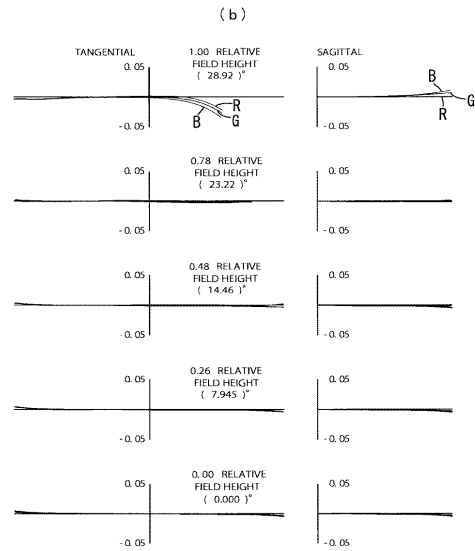
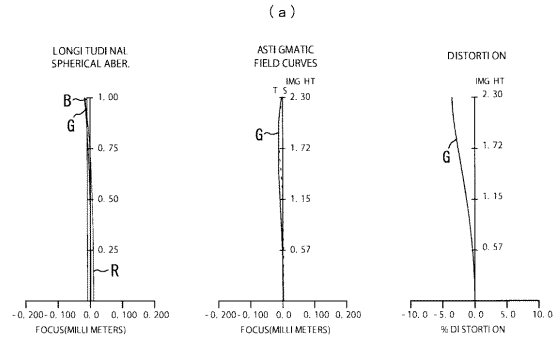
【 図 8 】



【 9 】



【 10 】



フロントページの続き

審査官 殿岡 雅仁

- (56)参考文献 特開平10-048515(JP,A)
特開2011-070174(JP,A)
特開2006-065249(JP,A)
独国特許出願公開第04102377(DE,A1)
特開2012-226309(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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