

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2023-37276

(P2023-37276A)

(43)公開日 令和5年3月15日(2023.3.15)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
G 0 2 B 13/04 (2006.01)	G 0 2 B 13/04 D	2 F 1 1 2
G 0 1 C 3/06 (2006.01)	G 0 1 C 3/06 1 1 0 V	2 H 0 8 7
G 0 2 B 13/18 (2006.01)	G 0 2 B 13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全22頁)

(21)出願番号	特願2021-143924(P2021-143924)	(71)出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	令和3年9月3日(2021.9.3)	(74)代理人	100110412 弁理士 藤元 亮輔
		(74)代理人	100104628 弁理士 水本 敦也
		(74)代理人	100121614 弁理士 平山 倫也
		(72)発明者	道場 直人 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		(72)発明者	梶山 和彦 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

最終頁に続く

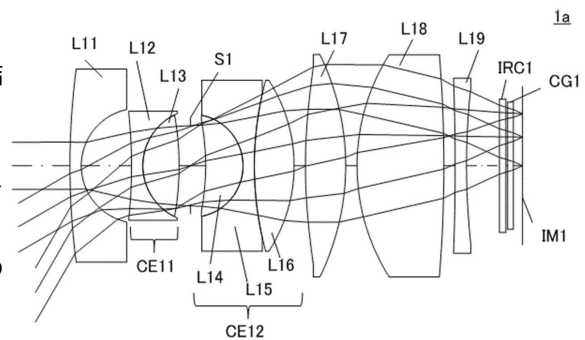
(54)【発明の名称】 光学系、撮像装置、車載システム、および移動装置

(57)【要約】

【課題】接合レンズの線膨張差を小さくしつつ、高い結像性能を有する光学系を提供する。

【解決手段】光学系(1a)は、開口絞り(S1)と、開口絞りの物体側に隣接して配置され、1以上の正レンズと1以上の負レンズを含む第1の接合レンズ(CE11)と、開口絞りの像側に隣接して配置され、1以上の正レンズと1以上の負レンズを含む第2の接合レンズ(CE21)とを有し、第1の接合レンズにおいて、1以上の正レンズのうち開口絞りに最も近い第1の正レンズおよび1以上の負レンズのうち開口絞りに最も近い第1の負レンズの屈折率 $N_{p1}$ 、 $N_{n1}$ 、第2の接合レンズにおいて、1以上の正レンズのうち開口絞りに最も近い第2の正レンズおよび1以上の負レンズのうち開口絞りに最も近い第2の負レンズの屈折率 $N_{p2}$ 、 $N_{n2}$ 、 $|N_{p1} - N_{n1}|$ および $|N_{p2} - N_{n2}|$ のうち大きい方の値 $|N_{sub}|$ は、所定の条件式を満足する。

【選択図】図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

開口絞りと、

前記開口絞りの物体側に隣接して配置され、1以上の正レンズと1以上の負レンズを含む第1の接合レンズと、

前記開口絞りの像側に隣接して配置され、1以上の正レンズと1以上の負レンズを含む第2の接合レンズと、を有し、

前記第1の接合レンズにおいて、前記1以上の正レンズのうち前記開口絞りに最も近い第1の正レンズおよび前記1以上の負レンズのうち前記開口絞りに最も近い第1の負レンズの屈折率をそれぞれ  $N_{p1}$  および  $N_{n1}$ 、前記第2の接合レンズにおいて、前記1以上の正レンズのうち前記開口絞りに最も近い第2の正レンズおよび前記1以上の負レンズのうち前記開口絞りに最も近い第2の負レンズの屈折率をそれぞれ  $N_{p2}$  および  $N_{n2}$ 、 $|N_{p1} - N_{n1}|$  および  $|N_{p2} - N_{n2}|$  のうち大きい方の値を  $|N_{sub}|$  とするとき、

$$1.70 < N_{p1} < 2.10$$

$$1.70 < N_{p2} < 2.10$$

$$1.75 < N_{n1} < 2.10$$

$$1.75 < N_{n2} < 2.10$$

$$0.01 < |N_{sub}| < 0.20$$

なる条件式を満足することを特徴とする光学系。

## 【請求項 2】

前記第1の正レンズと前記第1の負レンズとの接合面の曲率半径を  $R_A$ 、前記第2の正レンズと前記第2の負レンズとの接合面の曲率半径を  $R_B$  とするとき、

$$0.85 < |R_A / R_B| < 1.30$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の光学系。

## 【請求項 3】

前記光学系の焦点距離を  $f$ 、前記光学系のうち最も物体側に配置されたレンズの焦点距離を  $f_1$  とするとき、

$$-4.0 < f_1 / f < -1.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1または2に記載の光学系。

## 【請求項 4】

前記光学系の焦点距離を  $f$ 、前記第1の正レンズの焦点距離を  $f_{p1}$ 、前記第1の負レンズの焦点距離を  $f_{n1}$  とするとき、

$$-2.000 < f_{n1} / f < 0.001$$

$$0.001 < f_{p1} / f < 2.000$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載の光学系。

## 【請求項 5】

前記光学系の焦点距離を  $f$ 、前記第2の正レンズの焦点距離を  $f_{p2}$ 、前記第2の負レンズの焦点距離を  $f_{n2}$  とするとき、

$$-2.500 < f_{n2} / f < 0.001$$

$$0.001 < f_{p2} / f < 2.500$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載の光学系。

## 【請求項 6】

前記第1の接合レンズの物体側に隣接して配置された負レンズと、

前記第2の接合レンズの像側に隣接して配置された正レンズと、を更に有することを特徴とする請求項1乃至5のいずれか一項に記載の光学系。

## 【請求項 7】

前記第1の負レンズは前記第1の正レンズの物体側に配置され、前記第2の正レンズは前記第2の負レンズの物体側に配置されることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか一項に記載の光学系。

10

20

30

40

50

## 【請求項 8】

前記光学系の焦点距離は不変であることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の光学系。

## 【請求項 9】

前記光学系を構成する全てのレンズは常に固定されていることを特徴とする請求項 8 に記載の光学系。

## 【請求項 10】

前記第 1 の負レンズおよび前記第 2 の負レンズの少なくとも一方について、有効径を  $D_0$ 、外径を  $D_1$  とするとき、

$$1.5 < D_1 / D_0 < 15.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の光学系。

10

## 【請求項 11】

前記第 1 の負レンズの有効径を  $D_0$ 、外径を  $D_1$  とすることを特徴とする請求項 10 に記載の光学系。

## 【請求項 12】

前記第 2 の負レンズの有効径を  $D_0$ 、外径を  $D_1$  とすることを特徴とする請求項 10 に記載の光学系。

## 【請求項 13】

前記第 1 の負レンズの有効径は、前記第 2 の負レンズの有効径よりも小さいことを特徴とする請求項 10 乃至 12 のいずれか一項に記載の光学系。

20

## 【請求項 14】

前記第 1 の負レンズの有効径は、前記第 2 の負レンズの有効径よりも大きいことを特徴とする請求項 10 乃至 12 のいずれか一項に記載の光学系。

## 【請求項 15】

請求項 1 乃至 14 のいずれか一項に記載の光学系と、該光学系を介して物体を撮像する撮像素子とを有することを特徴とする撮像装置。

## 【請求項 16】

請求項 15 に記載の撮像装置と、該撮像装置により取得される前記物体の距離情報に基づいて車両と前記物体との衝突可能性を判定する判定部とを有することを特徴とする車載システム。

30

## 【請求項 17】

請求項 15 に記載の撮像装置を備え、該撮像装置を保持して移動可能であることを特徴とする移動装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、光学系、撮像装置、車載システム、および移動装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

車載カメラや監視カメラなどの撮像装置は、広い温度範囲での使用が想定されるため、高い結像性能が要求されるとともに、温度変化による接合レンズの剥がれや破損を防止する必要がある。また、接合レンズの正レンズと負レンズの屈折率差や分散の差を利用して色収差および像面湾曲を補正する方法が知られている。特許文献 1 には、屈折率や分散の差が大きい接合レンズを用いて、色収差および像面湾曲を補正するレンズ装置が開示されている。

40

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特開 2014 - 197129 号公報

## 【発明の概要】

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかし、分散や屈折率の差が大きい正レンズと負レンズの組み合わせは、正レンズと負レンズに含有されている物質が大きく異なるため、正レンズと負レンズの線膨張係数の差（線膨張差）が大きくなりやすい。正レンズと負レンズの線膨張差が大きい場合に大きな温度変化が加わると、接合レンズの接合面の膨張差や収縮差により大きな応力が発生し、剥がれや割れが生じる場合がある。

## 【0005】

そこで本発明は、接合レンズの線膨張差を小さくしつつ、高い結像性能を有する光学系、撮像装置、車載システム、および移動装置を提供することを目的とする。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明の一側面としての光学系は、開口絞りと、前記開口絞りの物体側に隣接して配置され、1以上の正レンズと1以上の負レンズを含む第1の接合レンズと、前記開口絞りの像側に隣接して配置され、1以上の正レンズと1以上の負レンズを含む第2の接合レンズとを有し、前記第1の接合レンズにおいて、前記1以上の正レンズのうち前記開口絞りに最も近い第1の正レンズおよび前記1以上の負レンズのうち前記開口絞りに最も近い第1の負レンズの屈折率 $N_{p1}$ 、 $N_{n1}$ 、前記第2の接合レンズにおいて、前記1以上の正レンズのうち前記開口絞りに最も近い第2の正レンズおよび前記1以上の負レンズのうち前記開口絞りに最も近い第2の負レンズの屈折率 $N_{p2}$ 、 $N_{n2}$ 、 $|N_{p1} - N_{n1}|$ および $|N_{p2} - N_{n2}|$ のうち大きい方の値 $|N_{sub}|$ は、所定の条件式を満足する。

20

## 【0007】

本発明の他の目的及び特徴は、以下の実施例において説明される。

## 【発明の効果】

## 【0008】

本発明によれば、接合レンズの線膨張差を小さくしつつ、高い結像性能を有する光学系、撮像装置、車載システム、および移動装置を提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0009】

【図1】実施例1における光学系の断面図である。

30

【図2】実施例1における光学系の横収差図である。

【図3】実施例2における光学系の断面図である。

【図4】実施例2における光学系の横収差図である。

【図5】実施例3における光学系の断面図である。

【図6】実施例3における光学系の横収差図である。

【図7】実施例4における光学系の断面図である。

【図8】実施例4における光学系の絞りの概略図である。

【図9】各実施例における光学系を備えた車載システムのブロック図である。

【図10】各実施例における光学系を備えた車両の要部概略図である。

【図11】各実施例における光学系を備えた車載システムの動作例を示すフローチャートである。

40

## 【発明を実施するための形態】

## 【0010】

以下、本発明の実施例について、図面を参照しながら詳細に説明する。

## 【0011】

まず、本発明に至った過程について説明する。接合レンズの色収差補正は、低屈折率低分散や高屈折率低分散のガラスを正レンズに使用して、低屈折率高分散や高屈折率高分散なガラスを負レンズに用いることが一般的である。また、軸上周辺光線の高い位置の正レンズに比較的的低分散のレンズ材を使用することで、色収差の発生を抑制することがある。

## 【0012】

50

しかし、接合レンズに使用する材料の分散や屈折率の差が大きい組み合わせは、正レンズと負レンズに含有されている物質が大きく異なるため、線膨張係数の差（線膨張差）が大きくなりやすい。正レンズと負レンズの線膨張差が大きい場合、大きな温度変化が加わると、接合レンズの接合面の膨張差や収縮差により大きな応力が発生し、剥がれや割れが生じる場合がある。剥がれや割れを回避するには、線膨張差が小さい正負のレンズ材料を選択することが好ましい。しかし、線膨張差が近い材量は、比較的屈折率が近い材料が多い。このため、線膨張差が近い材量で構成した接合レンズ単体で色収差の発生を抑制することは、困難である。

【 0 0 1 3 】

一方、像面湾曲を補正するには、ペッツパール和を小さくするための以下の式（ 1 ）を満足する構成が必要である。ペッツパール和は像面湾曲と相関があるため、ペッツパール和を小さくすることで像面湾曲を小さくすることができる。式（ 1 ）において、 $f_1$  は、光学系のうち最も物体側に配置された第 1 レンズの焦点距離、 $f_2$  は第 2 レンズの焦点距離、 $f_3$  は第 3 レンズの焦点距離、 $f_n$  は第  $N$  レンズの焦点距離である。また、 $N_1$  は第 1 レンズの屈折率、 $N_2$  は第 2 レンズの屈折率、 $N_3$  は第 3 レンズの屈折率、 $N_n$  は第  $N$  レンズの屈折率である。

【 0 0 1 4 】

【 数 1 】

$$\frac{1}{f_1 N_1} + \frac{1}{f_2 N_2} + \frac{1}{f_3 N_3} + \dots + \frac{1}{f_n N_n} = 0 \quad \dots (1)$$

【 0 0 1 5 】

通常、レンズの屈折率は正であるため、像面湾曲を低減するには、少なくとも一つのレンズを負の焦点距離にすることが好ましい。また、各レンズに高い屈折率を持つ硝材を選択することで、各レンズのペッツパールの発生を低減することが可能になる。つまり、大きな温度変化が生じても接合レンズの剥がれや割れを抑制しつつ、像面湾曲を補正するためには正レンズと負レンズは高屈折同士の材料が適していることがわかる。

【 0 0 1 6 】

例えば、後述の実施例 1 では、軸上周辺光線の高い位置の負レンズ（レンズ） $L_{11}$  は低屈折低分散硝材を使用しているものの、負レンズ  $L_{12}$  と正レンズ  $L_{13}$  とからなる接合レンズ  $CE_{11}$  は、高屈折率材で構成している。つまり、光学系の  $F$  値（絞り値）を決定する絞り（開口絞り） $S_1$  よりも前側（物体側）のレンズ群で色収差を出す硝材の選択をしている。また、絞り  $S_1$  よりも後側（像側）の正レンズ  $L_{14}$  と負レンズ  $L_{15}$  と正レンズ  $L_{16}$  とからなる接合レンズ  $CE_{12}$  は、高屈折率高分散の材料を使用している。このように、絞り前後の接合レンズの硝材は各レンズで色収差を発生しつつ、正負の色収差発生量のバランスを取り、トータルで色収差を補正するようなガラス選択を行っている。

【 0 0 1 7 】

以上のように、大きな温度変化が生じても接合レンズの剥がれや割れを抑制しつつ、色収差や像面湾曲を補正するためには正レンズと負レンズは小さな屈折率差であり、高屈折同士の材料を選択することで高い結像性能が得られる。以下、各実施例について説明する。

【 0 0 1 8 】

図 1、図 3、図 5、および図 7 はそれぞれ、実施例 1 ~ 4 における光学系 1 a ~ 1 d の断面図である。各実施例の光学系は、デジタルビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、放送用カメラ、銀塩フィルム用カメラ、監視用カメラ等の撮像装置に用いられる撮像光学系である。各断面図において、左方が物体側（前方）で、右方が像側（後方）である。また各断面図において、 $IM_1$ 、 $IM_2$ 、 $IM_3$ 、 $IM_4$  は像面であり、 $CMOS$  センサや  $CCD$  センサなどの撮像素子が配置される。

10

20

30

40

50

## 【0019】

各実施例の光学系は、開口絞りと、開口絞りの物体側に隣接して配置された接合レンズ（第1の接合レンズ）と、開口絞りの像側に隣接して配置された接合レンズ（第2の接合レンズ）とを有する。第1の接合レンズは、1以上の正レンズと1以上の負レンズを含む。第2の接合レンズは、1以上の正レンズと1以上の負レンズを含む。第1の接合レンズにおいて、1以上の正レンズのうち開口絞りに最も近い第1の正レンズおよび1以上の負レンズのうち開口絞りに最も近い第1の負レンズの屈折率をそれぞれ  $N_{p1}$  および  $N_{n1}$  とする。第2の接合レンズにおいて、1以上の正レンズのうち開口絞りに最も近い第2の正レンズおよび1以上の負レンズのうち開口絞りに最も近い第2の負レンズの屈折率をそれぞれ  $N_{p2}$  および  $N_{n2}$  とする。また、 $|N_{p1} - N_{n1}|$  および  $|N_{p2} - N_{n2}|$  のうち大きい方の値を  $|N_{sub}|$  とする。このとき、以下の条件式(1-1)~(1-4)、(2)を満足する。

10

## 【0020】

$$1.70 < N_{p1} < 2.10 \quad \dots (1-1)$$

$$1.70 < N_{p2} < 2.10 \quad \dots (1-2)$$

$$1.75 < N_{n1} < 2.10 \quad \dots (1-3)$$

$$1.75 < N_{n2} < 2.10 \quad \dots (1-4)$$

$$0.01 < |N_{sub}| < 0.20 \quad \dots (2)$$

条件式(1-1)~(1-4)、(2)の上限値または下限値を超えると、大きな温度変化が生じた場合に、接合レンズの剥がれや割れを抑制しつつ、色収差や像面湾曲を補正することが難しい。なお各実施例において、第1の接合レンズまたは第2の接合レンズが2枚以上の正レンズまたは負レンズで構成されていても適用可能である。

20

## 【0021】

好ましくは、条件式(1-1)~(1-4)、(2)の数値範囲は、以下の条件式(1-1a)~(1-4a)、(2a)のように設定される。

## 【0022】

$$1.71 < N_{p1} < 2.05 \quad \dots (1-1a)$$

$$1.71 < N_{p2} < 2.05 \quad \dots (1-2a)$$

$$1.77 < N_{n1} < 2.05 \quad \dots (1-3a)$$

$$1.77 < N_{n2} < 2.05 \quad \dots (1-4a)$$

$$0.03 < |N_{sub}| < 0.19 \quad \dots (2a)$$

30

より好ましくは、条件式(1-1)~(1-4)、(2)の数値範囲は、以下の条件式(1-1b)~(1-4b)、(2b)のように設定される。

## 【0023】

$$1.72 < N_{p1} < 2.00 \quad \dots (1-1b)$$

$$1.72 < N_{p2} < 2.00 \quad \dots (1-2b)$$

$$1.80 < N_{n1} < 2.00 \quad \dots (1-3b)$$

$$1.80 < N_{n2} < 2.00 \quad \dots (1-4b)$$

$$0.05 < |N_{sub}| < 0.18 \quad \dots (2b)$$

更に好ましくは、条件式(2)は、第1の正レンズと第1の負レンズとの屈折率差の絶対値  $|N_{p1} - N_{n1}|$  と第2の正レンズと第2の負レンズとの屈折率差の絶対値  $|N_{p2} - N_{n2}|$  の両方について満足する。

40

## 【0024】

屈折率が近いもの同士の接合で各レンズの屈折力を得るには、絞り前後の接合面の曲率半径が小さくなる必要がある。絞りよりも物体側に配置された接合レンズ（第1の接合レンズ）の接合面の最小曲率半径（第1の正レンズと第1の負レンズとの接合面の曲率半径）を  $RA$  とする。また、絞りよりも像面側に配置された接合レンズ（第2の接合レンズ）の接合面の最小曲率半径（第2の正レンズと第2の負レンズとの接合面）を  $RB$  とする。このとき、以下の条件式(3)を満足することが好ましい。

## 【0025】

50

$$0.85 < |R A / R B| < 1.30 \quad \dots (3)$$

条件式(3)の下限値または上限値を超えると、屈折率が近いもの同士の接合で各レンズの屈折力を得ることが難しくなり、好ましくない。

【0026】

より好ましくは、条件式(3)の数値範囲は、以下の条件式(3a)のように設定される。

【0027】

$$0.87 < |R A / R B| < 1.25 \quad \dots (3a)$$

更に好ましくは、条件式(3)の数値範囲は、以下の条件式(3b)のように設定される。

【0028】

$$0.90 < |R A / R B| < 1.20 \quad \dots (3b)$$

広い画角の光束を収斂して倍率色収差を補正するには、光学系(全系)の焦点距離をf、光学系のうち最も物体側に配置された第1レンズの焦点距離をf1とすると、以下の条件式(4)を満足することが好ましい。

【0029】

$$-4.0 < f1 / f < -1.0 \quad \dots (4)$$

より好ましくは、条件式(4)の数値範囲は、以下の条件式(4a)のように設定される。

【0030】

$$-3.5 < f1 / f < -1.4 \quad \dots (4a)$$

更に好ましくは、条件式(4)の数値範囲は、以下の条件式(4b)のように設定される。

【0031】

$$-2.8 < f1 / f < -1.8 \quad \dots (4b)$$

条件式(4)の数値範囲から外れると、倍率色収差の補正が困難になるため、好ましくない。

【0032】

また、絞り前後の接合レンズ(第1の接合レンズおよび第2の接合レンズ)では、明るいFnoにおける球面収差や像面湾曲、色収差を補正しており、絞り前後の接合レンズ中の焦点距離の関係が影響している。ここで、第1の接合レンズにおける第1の正レンズの焦点距離をfp1、第1の負レンズの焦点距離をfn1、第2の接合レンズにおける第2の正レンズの焦点距離をfp2、第2の負レンズの焦点距離をfn2とする。このとき、以下の条件式(5)~(8)を満足することが好ましい。

【0033】

$$-2.000 < fn1 / f < 0.001 \quad \dots (5)$$

$$0.001 < fp1 / f < 2.000 \quad \dots (6)$$

$$-2.500 < fn2 / f < 0.001 \quad \dots (7)$$

$$0.001 < fp2 / f < 2.500 \quad \dots (8)$$

より好ましくは、条件式(5)~(8)の数値範囲は、以下の条件式(5a)~(8a)のようにそれぞれ設定される。

【0034】

$$-1.800 < fn1 / f < 0.001 \quad \dots (5a)$$

$$0.001 < fp1 / f < 1.800 \quad \dots (6a)$$

$$-2.300 < fn2 / f < 0.001 \quad \dots (7a)$$

$$0.001 < fp2 / f < 2.300 \quad \dots (8a)$$

更に好ましくは、条件式(5)~(8)の数値範囲は、以下の条件式(5b)~(8b)のようにそれぞれ設定される。

【0035】

$$-1.500 < fn1 / f < 0.001 \quad \dots (5b)$$

10

20

30

40

50

$$0.001 < f_{p1} / f < 1.500 \quad \dots (6b)$$

$$-2.000 < f_{n2} / f < 0.001 \quad \dots (7b)$$

$$0.001 < f_{p2} / f < 2.000 \quad \dots (8b)$$

条件式(5)～(8)の数値範囲から外れると、球面収差や像面湾曲、色収差補正の両立が困難になるため、好ましくない。

【0036】

好ましくは、第1の負レンズおよび第2の負レンズの少なくとも一方について、有効径をD0、外径をD1とすると、以下の条件式(9)を満足する。ここで有効径とは、光学面において結像に寄与する有効光線が通過する径(有効領域)である。なお各実施例において、第1の負レンズの有効径は、第2の負レンズの有効径よりも小さいが、これに限定されるものではなく、第1の負レンズの有効径が第2の負レンズの有効径よりも大き

10

【0037】

$$1.5 < D1 / D0 < 15.0 \quad \dots (9)$$

条件式(9)の下限を超えると、接合レンズの外径と他のレンズの外径とを揃えることが困難になり、より複雑な鏡筒構造が必要となるため、光学系のコストが高くなるため好ましくない。一方、条件式(9)の上限を超えると、接合レンズの外径と他のレンズの外径とを揃えるための負レンズの材料のコストが高くなるため好ましくない。

【0038】

より好ましくは、条件式(9)の数値範囲は、以下の条件式(9a)のように設定される。

20

【0039】

$$2.0 < D1 / D0 < 14.5 \quad \dots (9a)$$

更に好ましくは、条件式(1)の数値範囲は、以下の条件式(9b)のように設定される。

【0040】

$$2.5 < D1 / D0 < 14.0 \quad \dots (9b)$$

なお各実施例の光学系は、物体側から像側へ順に配置された、第1の負レンズ、第1の正レンズ、絞り、第2の正レンズ、および第2の負レンズを有するが、これに限定されるものではなく、各接合レンズにおける正レンズと負レンズの順が逆でもよい。また各実施例において、光学系を構成する全てのレンズは常に固定されている(ズームレンズでもフォーカスレンズでもない)が、これに限定されるものではない。例えば、光学系は、焦点距離が不変である単焦点光学系(単焦点レンズ)であってもよい。

30

【0041】

以下、各実施例の光学系の構成について具体的に説明する。

【実施例1】

【0042】

まず、実施例1における光学系1aについて説明する。図1に示されるように、光学系1aは、物体側から像側へ順に、負レンズL11、接合レンズCE11、絞りS1、接合レンズCE12、正レンズL17、正レンズL18、負レンズL19、波長選択フィルタIRC1、およびカバーガラスCG1からなる。負レンズL11は、光学系1aのうち最も物体側に配置された第1レンズである。接合レンズCE11は、絞りS1の物体側に隣接して配置された第1の接合レンズであり、負レンズ(第1の負レンズ)L12と正レンズ(第1の正レンズ)L13とからなる。接合レンズCE12は、絞りS1の像側に隣接して配置された第2の接合レンズであり、正レンズ(第2の正レンズ)L14と負レンズ(第2の負レンズ)L15と正レンズL16とからなる。カバーガラスCG1は、像面IM1に配置された撮像素子を保護するために設けられている。

40

【0043】

なお各接合レンズは、正レンズと負レンズとの間に接着剤等が塗布されて密着している。また、フィルタの有無や波長範囲は、限定されるものではない。これらの点は、後述の

50

各実施例に関しても同様である。

【 0 0 4 4 】

表 1 は、本実施例の光学系 1 a の数値データである。本実施例の光学仕様は、焦点距離 5 mm、像側 F n o 1 . 2、半画角 0 ~ 6 0 度に設定されている。設計波長は、4 8 6 . 1 ~ 6 5 6 . 2 7 nm である。各実施例の硝材は ( 株 ) オハラやの H O Y A ( 株 ) の光学ガラスを使用しているが、他の同等品を使用してもよい。

【 0 0 4 5 】

【表 1】

		曲率半径	間隔	硝材
物体面		-	無限遠	
L11	球	66.21	1.00	SBSL7_OHARA
	球	5.09	4.44	
L12	球	-45.75	1.00	SNBH56_OHARA
L13	球	5.02	3.21	SNPH3_OHARA
	球	-25.25	1.00	
S1	球	平面	1.34	
L14	球	-21.13	3.30	SLAM60_OHARA
L15	球	-4.57	1.00	SNPH4_OHARA
L16	球	29.18	3.51	SLAH59_OHARA
	球	-13.91	1.00	
L17	非球面11	47.16	3.56	MTAFD305_HOYA
	非球面12	-21.77	1.00	
L18	球	18.48	7.67	SLAH89_OHARA
	球	-120.94	1.00	
L19	球	-198.33	1.00	SBSL7_OHARA
	球	63.61	2.90	
IRC1	球	平面	0.58	BK7_SCHOTT
	球	平面	0.15	
CG1	球	平面	0.50	BK7_SCHOTT
	球	平面	0.81	
IM1		-		

【 0 0 4 6 】

表 2 は、光学系 1 a の非球面形状データである。各実施例の非球面形状は、光軸方向に Z 軸、光軸と垂直方向に h 軸、光の進行方向を正とし、R を近軸曲率半径、k を円錐係数、A ~ D をそれぞれ 4 次、6 次、8 次、1 0 次の非球面係数とすると、以下の式 ( 2 ) で表される。なお、各非球面係数における「 e ± X X 」は「 × 1 0 ± X X 」を意味している。

【 0 0 4 7 】

【数 2】

$$Z = \frac{(1/R)h^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(1/R)^2 h^2}} + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8 + Dh^{10} \dots (2)$$

【 0 0 4 8 】

10

20

30

40

50

【表 2】

	非球面11	非球面12
近軸曲率半径R	47.16	-21.77
円錐係数k	0.00	0.00
4次の係数A	-2.02E-05	1.62E-05
6次の係数B	-2.25E-07	-4.68E-07
8次の係数C	5.71E-09	8.56E-09
10次の係数D	-3.83E-11	-4.93E-11

10

## 【0049】

図2は、光学系1aの横収差図である。図2では、光学系の3つの画角におけるC線（波長656.3nm）、d線（波長587.6nm）、F線（波長486.1nm）の夫々に対する横収差を示しており、数値の単位はmmである。図2を見て分かるように、像面湾曲や色収差等が良好に補正されている。また、光学系の開口率（ビネッティング）は全画角において100%であるため、軸上から軸外にかけて明るい光学系が実現できている。

## 【実施例2】

## 【0050】

次に、図3を参照して、実施例2における光学系1bについて説明する。光学系1bは、物体側から像側へ順に、負レンズL21、接合レンズCE21、絞り（開口絞り）S2、接合レンズCE22、正レンズL26、L27、負レンズL28、正レンズL29、波長選択フィルタIRC2、カバーガラスCG2からなる。負レンズL21は、光学系1bのうち最も物体側に配置されたレンズである。接合レンズCE21は、絞りS2の物体側に隣接して配置された第1の接合レンズであり、負レンズ（第1の負レンズ）L22と正レンズ（第1の正レンズ）L23とからなる。接合レンズCE22は、絞りS2の像側に隣接して配置された第2の接合レンズであり、正レンズ（第2の正レンズ）L24と負レンズ（第2の負レンズ）L25とからなる。カバーガラスCG2は、像面IM2に配置された撮像素子を保護するために設けられている。

30

## 【0051】

表3は、本実施例の光学系1bの数値データである。本実施例の光学仕様は、焦点距離5mm、像側Fno1.5、半画角0~60度に設定されている。設計波長は、486.1~656.27nmである。

## 【0052】

40

50

【表 3】

		曲率半径	間隔	硝材
物体面		-	無限遠	
L21	球	26.41	1.00	SBSL7_OHARA
	球	5.11	5.63	
L22	球	-14.63	2.99	SNBH56_OHARA
L23	球	6.55	5.29	SNPH3_OHARA
	球	-53.70	1.00	
S2	球	平面	1.00	
L24	球	26.95	3.74	SLAH59_OHARA
L25	球	-6.88	1.00	SNPH4_OHARA
	球	-56.90	1.00	
L26	球	12.50	3.75	SLAL20_OHARA
	球	-72.73	1.00	
L27	非球面21	20.04	1.14	MTAFD305_HOYA
	非球面22	32.59	1.00	
L28	球	9.49	1.11	SLAH89_OHARA
	球	6.80	1.74	
L29	球	9.08	2.78	SBSL7_OHARA
	球	72.98	2.78	
IRC2	球	平面	0.58	BK7_SCHOTT
	球	平面	0.15	
CG2	球	平面	0.50	BK7_SCHOTT
	球	平面	0.81	
	球	-	0	
IM2				

10

20

30

【0053】

表 4 は、光学系 1 b の非球面形状データである。

【0054】

【表 4】

	非球面21	非球面22
近軸曲率半径R	20.04	32.59
円錐係数k	0.00	0.00
4次の係数A	3.13E-05	2.70E-04
6次の係数B	-1.09E-05	-1.36E-05
8次の係数C	1.59E-07	2.41E-07
10次の係数D	-7.92E-10	-1.44E-09

40

【0055】

図 4 は、光学系 1 b の横収差図である。図 4 では、光学系の 3 つの画角における C 線（波長 656.3 nm）、d 線（波長 587.6 nm）、F 線（波長 486.1 nm）の夫々に対する横収差を示しており、数値の単位は mm である。図 4 を見て分かるように、像面湾曲や色収差等が良好に補正されている。また、光学系の開口率（ビネッティング）は

50

全画角において100%であるため、軸上から軸外にかけて明るい光学系が実現できている。

【実施例3】

【0056】

次に、図5を参照して、実施例3における光学系1cについて説明する。光学系1cは、物体側から像側へ順に配置された、負レンズ(レンズ)L31、接合レンズCE31、絞り(開口絞り)S3、接合レンズCE32、正レンズL37、波長選択フィルタIRC3、およびカバーガラスCG3からなる。接合レンズCE31は、絞りS3の物体側に隣接して配置された第1の接合レンズであり、負レンズ(第1の負レンズ)L32と正レンズ(第1の正レンズ)L33とからなる。接合レンズCE32は、絞りS3の像側に隣接して配置された第2の接合レンズであり、正レンズ(第2の正レンズ)L34と負レンズ(第2の負レンズ)L35と正レンズL36とからなる。カバーガラスCG3は、像面IM3に配置された撮像素子を保護するために設けられている。

10

【0057】

表5は、本実施例の光学系1cの数値データである。本実施例の光学仕様は、焦点距離5mm、像側Fno2.0、半画角0~60度に設定されている。設計波長は、486.1~656.27nmである。

【0058】

【表5】

		曲率半径	間隔	硝材
物体面		-	無限遠	
L31	球	-252.07	1.00	SBSL7_OHARA
	球	4.37	3.20	
L32	球	-157.96	1.92	SNBH56_OHARA
L33	球	4.08	2.34	SNPH2_OHARA
	球	-29.65	1.00	
S3	球	平面	1.10	
L34	球	-39.59	2.66	SLAM60_OHARA
L35	球	-3.68	1.03	SNPH1_OHARA
L36	球	22.64	2.46	SLAH58_OHARA
	球	-11.78	1.00	
L37	非球面31	19.95	6.73	MTAFD305_HOYA
	非球面32	-19.88	5.77	
IRC3	球	平面	0.58	BK7_SCHOTT
	球	平面	0.15	
CG3	球	平面	0.50	BK7_SCHOTT
	球	平面	0.81	
	球	-	0	

20

30

40

【0059】

表6は、光学系1cの非球面形状データである。

【0060】

50

【表 6】

	非球面31	非球面32
近軸曲率半径R	19.95	-19.88
円錐係数k	0.00	0.00
4次の係数A	-8.78E-05	6.55E-05
6次の係数B	-2.97E-07	-2.17E-06
8次の係数C	1.99E-08	5.93E-08
10次の係数D	-5.09E-10	-7.80E-10

10

## 【0061】

図6は、光学系1cの横収差図である。図6では、光学系の3つの画角におけるC線（波長656.3nm）、d線（波長587.6nm）、F線（波長486.1nm）の夫々に対する横収差を示しており、数値の単位はmmである。図6を見て分かるように、像面湾曲や色収差等が良好に補正されている。また、光学系の開口率（ビネッティング）は全画角において100%であるため、軸上から軸外にかけて明るい光学系が実現できている。

## 【実施例4】

## 【0062】

次に、図7を参照して、実施例4における光学系1dについて説明する。光学系1dは、物体側から像側へ順に、負レンズL41、接合レンズCE41、絞り（開口絞り）S4、接合レンズCE42、正レンズL47、正レンズL48、負レンズL49、波長選択フィルタIRC4、およびカバーガラスCG4からなる。負レンズL41は、光学系1dのうち最も物体側に配置されたレンズである。接合レンズCE41は、絞りS4の物体側に隣接して配置された第1の接合レンズであり、負レンズ（第1の負レンズ）L42と正レンズ（第1の正レンズ）L43とからなる。接合レンズCE42は、絞りS4の像側に隣接して配置された第2の接合レンズであり、正レンズ（第2の正レンズ）L44と負レンズ（第2の負レンズ）L45と正レンズL46とからなる。カバーガラスCG4は、像面IM4に配置された撮像素子を保護するために設けられている。

20

## 【0063】

表7は、本実施例の光学系1dの数値データである。本実施例の光学仕様は、焦点距離5mm、像側Fno1.2、半画角0~60度に設定されている。設計波長は、486.1~656.27nmである。

30

## 【0064】

40

50

【表 7】

		曲率半径	間隔	硝材
物体面		-	無限遠	
L41	球	-276.861	1.31	SBSL7_OHARA
	球	5.42372	3.62	
L42	球	70.8962	0.80	SNBH56_OHARA
L43	球	4.90146	3.52	SNPH3_OHARA
	球	-28.9776	0.20	
S4	球	平面	0.80	
L44	球	-25.3327	3.24	SLAM60_OHARA
L45	球	-4.7287	0.80	SNPH4_OHARA
L46	球	12.69594	4.93	SLAH59_OHARA
	球	-14.6644	0.20	
L47	非球面41	34.13	4.68	MTAFD305_HOYA
	非球面42	-28.08	0.20	
L48	球	16.65	5.70	SLAH89_OHARA
	球	-71.42	1.00	
L49	球	-36.47	1.00	SBSL7_OHARA
	球	34.36	2.94	
IRC4	球	平面	0.58	BK7_SCHOTT
	球	平面	0.15	
CG4	球	平面	0.50	BK7_SCHOTT
	球	平面	0.81	
	球	-	0	

10

20

## 【0065】

表 8 は、光学系 1 d の非球面形状データである。

## 【0066】

## 【表 8】

	非球面41	非球面42
近軸曲率半径R	34.13	-28.08
円錐係数k	0.00	0.00
4次の係数A	7.88E-05	8.93E-05
6次の係数B	-6.50E-07	-2.71E-07
8次の係数C	7.65E-09	5.80E-09
10次の係数D	-6.01E-11	-6.17E-11

30

## 【0067】

図 8 は、光学系 1 d における絞り S 4 の概略図である。絞り S 4 は、一般的な円形開口の絞りではなく、遮光部材に 2 つの楕円の穴が開いている形状である。穴の間隔は  $Fno1.7$  相当になっており、縦横が  $Fno2.8$  と  $Fno4.0$  相当の二つの穴が開いている。これにより、瞳を二分割する構成を採っている。本実施例の絞り S 4 では、遮光部材に 2 つの楕円の穴 A 及び穴 B を横方向に配置しているが、必要に応じて縦方向に偏心させて配置してもよい。

40

## 【0068】

本実施例の光学系 1 d を測距光学系として用いる場合、像面 IM 4 には、遮光部材に 2 つの楕円の穴 A 及び穴 B からの入射光束を区別して光電変換できる撮像素子（撮像面位相差センサ）が配置される。このような撮像素子と、本実施例の光学系 1 d、および後述する処理部により、車載カメラなどの測距装置を構成することができる。

50

【 0 0 6 9 】

被写体が本実施例の光学系 1 d の前側焦点面上にある場合、光学系 1 d の像面において、分割された二つの光束による像に位置ずれは発生しない。しかし、被写体が光学系 1 d の前側焦点面以外の位置にある場合、分割された二つの光束による像に位置ずれが発生する。このとき、各光束が形成する像の位置ずれは、被写体の前側焦点面からの変位量に対応している。このため、各光束による像の位置ずれ量及び位置ずれの方向を取得することで、被写体までの距離を測定することができる。

【 0 0 7 0 】

表 9 および表 1 0 は、実施例 1 ~ 3 における条件式に関する数値を示す。表 9 において、 $N_{p3}$  は第 2 の接合レンズの最も像側に配置された正レンズ L 1 6、L 3 6 の屈折率、 $N_{sub1}$  は  $|N_{p1} - N_{n1}|$ 、 $N_{sub2}$  は  $|N_{p2} - N_{n2}|$  をそれぞれ示す。

10

【 0 0 7 1 】

【表 9】

	第1の接合レンズ			第2の接合レンズ			
	Nn1	Np1	Nsub1	Np2	Nn2	Np3	Nsub2
実施例1	1.85478	1.95906	0.10428	1.743	1.893	1.816	0.15
実施例2	1.85478	1.95906	0.10428	1.816	1.893	-	0.077
実施例3	1.85478	1.92286	0.06808	1.743	1.808	1.883	0.065
実施例4	1.85478	1.95906	0.10428	1.743	1.893	1.816	0.15

20

【 0 0 7 2 】

【表 1 0】

	f	RA/RB	fn1	fp1	fp2	fn2
実施例1	5	1.10	-2.16	-1.06	0.94	1.45
実施例2	5	0.95	-2.51	-1.01	1.29	1.42
実施例3	5	1.11	-1.67	-0.94	0.82	1.06
実施例4	5.6	1.04	-1.84	-1.12	0.83	1.32

【 0 0 7 3 】

各実施例の光学系によれば、大きな温度変化が生じても接合レンズの剥がれや割れを抑制しつつ、高い結像性能が得ることができる。

30

【 0 0 7 4 】

次に、図 9 乃至図 1 1 を参照して、各実施例の光学系（光学装置）を備える車載カメラ 1 0 0、および車載カメラ 1 0 0 を備える車載システム（運転支援装置）6 0 0 について説明する。図 9 は、車載カメラ 1 0 0 およびそれを備える車載システム 6 0 0 の構成図である。車載システム 6 0 0 は、自動車（車両）等の移動可能な移動体（移動装置）により保持され、車載カメラ 1 0 0 により取得した車両の周囲の画像情報に基づいて、車両の運転（操縦）を支援するためのシステムである。図 1 0 は、車載システム 6 0 0 を備える移動装置としての車両 7 0 0 の概略図である。図 1 0 においては、車載カメラ 1 0 0 の撮像範囲 5 0 0 を車両 7 0 0 の前方に設定した場合を示しているが、撮像範囲 5 0 0 を車両 7 0 0 の後方や側方などに設定してもよい。

40

【 0 0 7 5 】

図 7 に示されるように、車載システム 6 0 0 は、車載カメラ 1 0 0 と、車両情報取得装置 2 0 0 と、制御装置（制御部、ECU：エレクトロニックコントロールユニット）3 0 0 と、警告装置（警告部）4 0 0 とを備える。また、車載カメラ 1 0 0 は、撮像部（撮像装置）1 0 1 と、画像処理部 1 0 2 と、視差算出部 1 0 3 と、距離取得部（取得部）1 0 4 と、衝突判定部 1 0 5 とを備えている。画像処理部 1 0 2、視差算出部 1 0 3、距離取得部 1 0 4、及び衝突判定部 1 0 5 で、処理部が構成されている。撮像部 1 0 1 は、上述した何れかの実施例に係る光学系と、撮像素子（撮像面位相差センサ）とを有する。

50

## 【 0 0 7 6 】

図 1 1 は、本実施例に係る車載システム 6 0 0 の動作例を示すフローチャートである。以下、このフローチャートに沿って車載システム 6 0 0 の動作を説明する。

## 【 0 0 7 7 】

まず、ステップ S 1 では、撮像部 1 0 1 を用いて車両の周囲の障害物や歩行者などの対象物（被写体）を撮像し、複数の画像データ（視差画像データ）を取得する。

## 【 0 0 7 8 】

また、ステップ S 2 では、車両情報取得装置 2 0 0 により車両情報の取得を行う。車両情報とは、車両の車速、ヨーレート、舵角などを含む情報である。

## 【 0 0 7 9 】

ステップ S 3 では、撮像部 1 0 1 により取得された複数の画像データに対して、画像処理部 1 0 2 により画像処理を行う。具体的には、画像データにおけるエッジの量や方向、濃度値などの特徴量を解析する画像特徴解析を行う。ここで、画像特徴解析は、複数の画像データの夫々に対して行ってもよいし、複数の画像データのうち一部の画像データのみに対して行ってもよい。

## 【 0 0 8 0 】

ステップ S 4 では、撮像部 1 0 1 により取得された複数の画像データ間の視差（像ズレ）情報を、視差算出部 1 0 3 によって算出する。視差情報の算出方法としては、SSDA 法や面積相関法などの既知の方法を用いることができるため、本実施例では説明を省略する。なお、ステップ S 2、S 3、S 4 は、上記の順番に行われてもよいし、互いに並列して処理を行われてもよい。

## 【 0 0 8 1 】

ステップ S 5 では、撮像部 1 0 1 により撮像した対象物との間隔情報を、距離取得部 1 0 4 によって取得（算出）する。距離情報は、視差算出部 1 0 3 により算出された視差情報と、撮像部 1 0 1 の内部パラメータ及び外部パラメータと、に基づいて算出することができる。なお、ここでの距離情報とは、対象物との間隔、デフォーカス量、像ズレ量、などの対象物との相対位置に関する情報のことであり、画像内における対象物の距離値を直接的に表すものでも、距離値に対応する情報を間接的に表すものでもよい。

## 【 0 0 8 2 】

そして、ステップ S 6 では、車両情報取得装置 2 0 0 により取得された車両情報や、距離取得部 1 0 4 により算出された距離情報を用いて、対象物までの距離が予め設定された設定距離の範囲内に含まれるか否かの判定を、衝突判定部 1 0 5 によって行う。これにより、車両の周囲の設定距離内に対象物が存在するか否かを判定し、車両と対象物との衝突可能性を判定することができる。衝突判定部 1 0 5 は、設定距離内に対象物が存在する場合は「衝突可能性あり」と判定し（ステップ S 7）、設定距離内に対象物が存在しない場合は「衝突可能性なし」と判定する（ステップ S 8）。

## 【 0 0 8 3 】

次に、衝突判定部 1 0 5 は、「衝突可能性あり」と判定した場合、その判定結果を制御装置 3 0 0 や警告装置 4 0 0 に対して通知（送信）する。このとき、制御装置 3 0 0 は、衝突判定部 1 0 5 での判定結果に基づいて車両を制御し（ステップ S 6）、警告装置 4 0 0 は、衝突判定部 1 0 5 での判定結果に基づいて車両のユーザ（運転者、搭乗者）への警告を行う（ステップ S 7）。なお、判定結果の通知は、制御装置 3 0 0 及び警告装置 4 0 0 の少なくとも一方に対して行えばよい。

## 【 0 0 8 4 】

制御装置 3 0 0 は、車両の駆動部（エンジンやモータなど）に対して制御信号を出力することで、車両の移動を制御することができる。例えば、車両においてブレーキをかける、アクセルを戻す、ハンドルの切る、各輪に制動力を発生させる制御信号を生成してエンジンやモータの出力を抑制するなどの制御を行う。また、警告装置 4 0 0 は、ユーザに対して、例えば警告音（警報）を発する、カーナビゲーションシステムなどの画面に警告情報を表示する、シートベルトやステアリングに振動を与えるなどの警告を行う。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 5 】

以上、本実施例に係る車載システム 6 0 0 によれば、上記の処理により、効果的に対象物の検知を行うことができ、車両と対象物との衝突を回避することが可能になる。特に、上述した実施例に係る光学系を車載システム 6 0 0 に適用することで、車載カメラ 1 0 0 の全体を小型化して配置自由度を高めつつ、広画角にわたって対象物の検知及び衝突判定を行うことが可能になる。

## 【 0 0 8 6 】

本実施例では、車載カメラ 1 0 0 が撮像面位相差センサを有する撮像部 1 0 1 を 1 つのみ備える構成について説明したが、これに限られず、車載カメラ 1 0 0 として撮像部を 2 つ備えるステレオカメラを採用してもよい。この場合、撮像面位相差センサを用いなくても、同期させた 2 つの撮像部の夫々によって画像データを同時に取得し、その 2 つの画像データを用いることで、上述したものと同様の処理を行うことができる。ただし、2 つの撮像部による撮像時間の差異が既知であれば、2 つの撮像部を同期させなくてもよい。

10

## 【 0 0 8 7 】

なお、距離情報の算出については、様々な実施例が考えられる。一例として、撮像部 1 0 1 が有する撮像素子として、二次元アレイ状に規則的に配列された複数の画素部を有する瞳分割型の撮像素子（受光部）を採用した場合について説明する。瞳分割型の撮像素子において、一つの画素部は、マイクロレンズと複数の光電変換部とから構成され、光学系の瞳における異なる領域を通過する一対の光束を受光し、対をなす画像データを各光電変換部から出力することができる。

20

## 【 0 0 8 8 】

そして、対をなす画像データ間の相関演算によって各領域の像ずれ量が算出され、距離取得部 1 0 4 により像ずれ量の分布を表す像ずれマップデータが算出される。あるいは、距離取得部 1 0 4 は、その像ずれ量をさらにデフォーカス量に換算し、デフォーカス量の分布（撮像画像の 2 次元平面上の分布）を表すデフォーカスマップデータを生成してもよい。また、距離取得部 1 0 4 は、デフォーカス量から変換される対象物との間隔の距離マップデータを取得してもよい。

## 【 0 0 8 9 】

また、車載システム 6 0 0 や車両 7 0 0 は、万が一車両 7 0 0 が障害物に衝突した場合に、その旨を車載システムの製造元（メーカー）や移動装置の販売元（ディーラー）などに通知するための通知装置（通知部）を備えていてもよい。例えば、通知装置としては、車両 7 0 0 と障害物との衝突に関する情報（衝突情報）を予め設定された外部の通知先に対して電子メールなどによって送信するもの採用することができる。

30

## 【 0 0 9 0 】

このように、通知装置によって衝突情報を自動通知する構成を採ることにより、衝突が生じた後に点検や修理などの対応を速やかに行うことができる。なお、衝突情報の通知先は、保険会社、医療機関、警察などや、ユーザが設定した任意のものであってもよい。また、衝突情報に限らず、各部の故障情報や消耗品の消耗情報を通知先に通知するように通知装置を構成してもよい。衝突の有無の検知については、上述した受光部からの出力に基づいて取得された距離情報を用いて行ってもよいし、他の検知部（センサ）によって行っ

40

## 【 0 0 9 1 】

なお、本実施例では、車載システム 6 0 0 を運転支援（衝突被害軽減）に適用したが、これに限らず、車載システム 6 0 0 をクルーズコントロール（全車速追従機能付を含む）や自動運転などに適用してもよい。また、車載システム 6 0 0 は、自動車等の車両に限らず、例えば船舶や航空機、産業用ロボットなどの移動体に適用することができる。また、移動体に限らず、高度道路交通システム（ITS）等の物体認識を利用する種々の機器に適用することができる。

## 【 0 0 9 2 】

また、上述した実施例では、光学系を車載システムにおける撮像部に適用する場合につ

50

いて説明したが、これに限られるものではない。例えば、光学系をデジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、銀塩フィルム用カメラなどの撮像装置に適用してもよいし、望遠鏡等の光学機器やプロジェクタなどの投影装置に適用してもよい。

【0093】

各実施例によれば、接合レンズの線膨張差を小さくしつつ、高い結像性能を有する光学系、撮像装置、車載システム、および移動装置を提供することができる。

【0094】

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【符号の説明】

【0095】

1 a、1 b、1 c、1 d 光学系

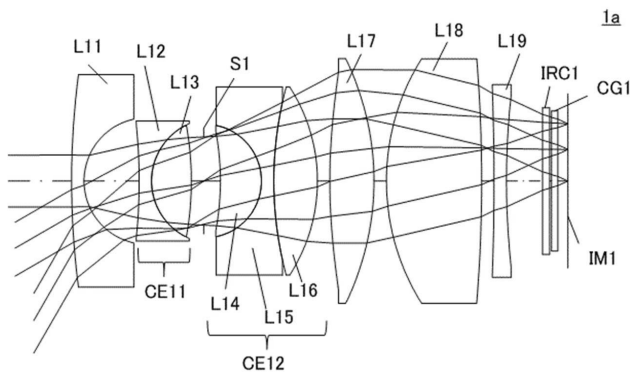
CE 1 1、CE 2 1、CE 3 1、CE 4 1 接合レンズ（第1の接合レンズ）

CE 2 1、CE 2 2、CE 3 2、CE 4 2 接合レンズ（第2の接合レンズ）

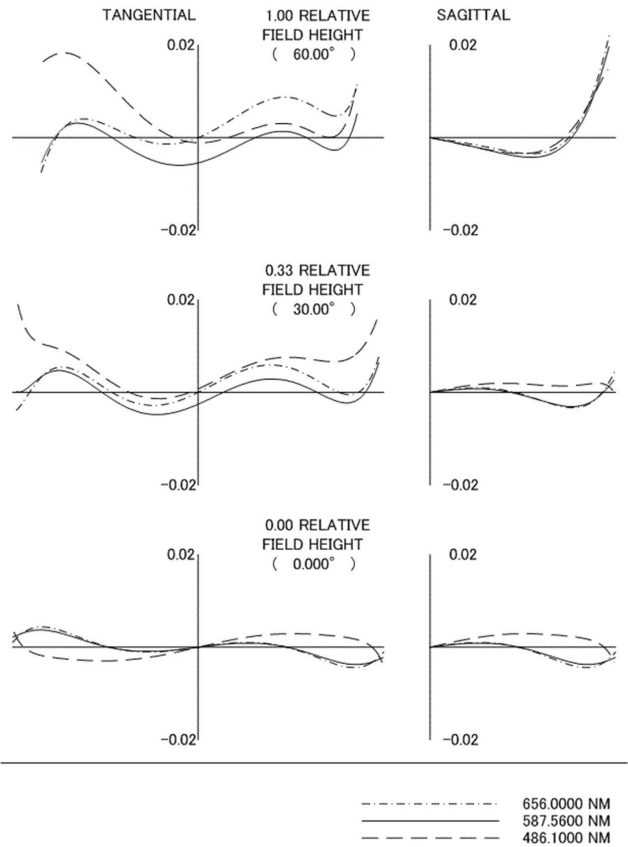
S 1、S 2、S 3、S 4 絞り（開口絞り）

【図面】

【図1】



【図2】



10

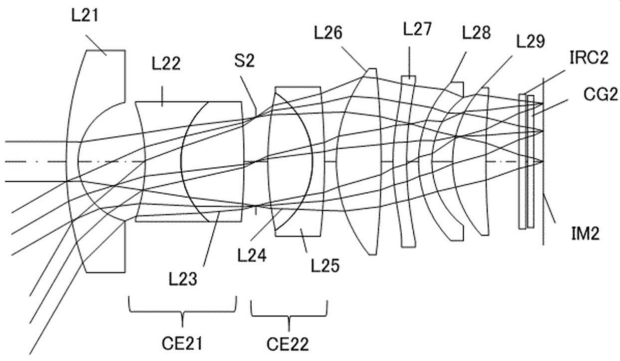
20

30

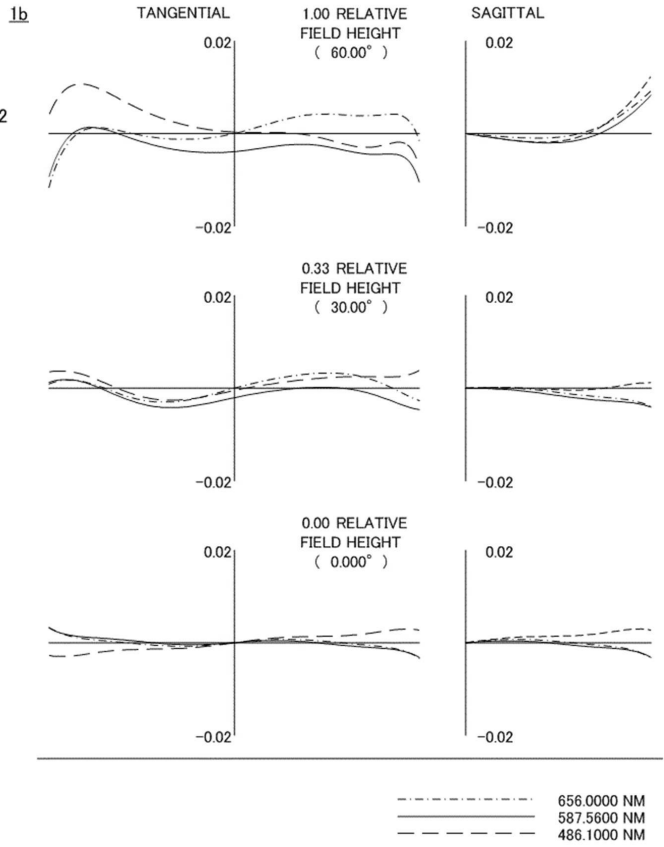
40

50

【 図 3 】



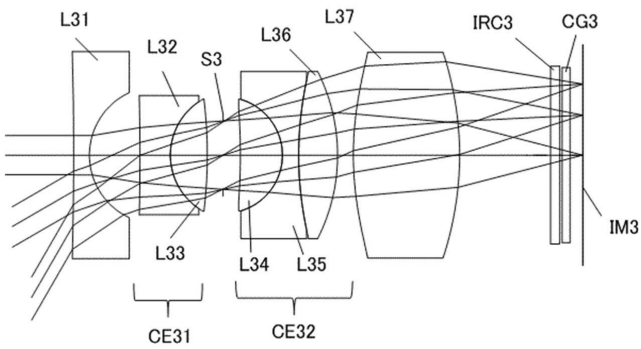
【 図 4 】



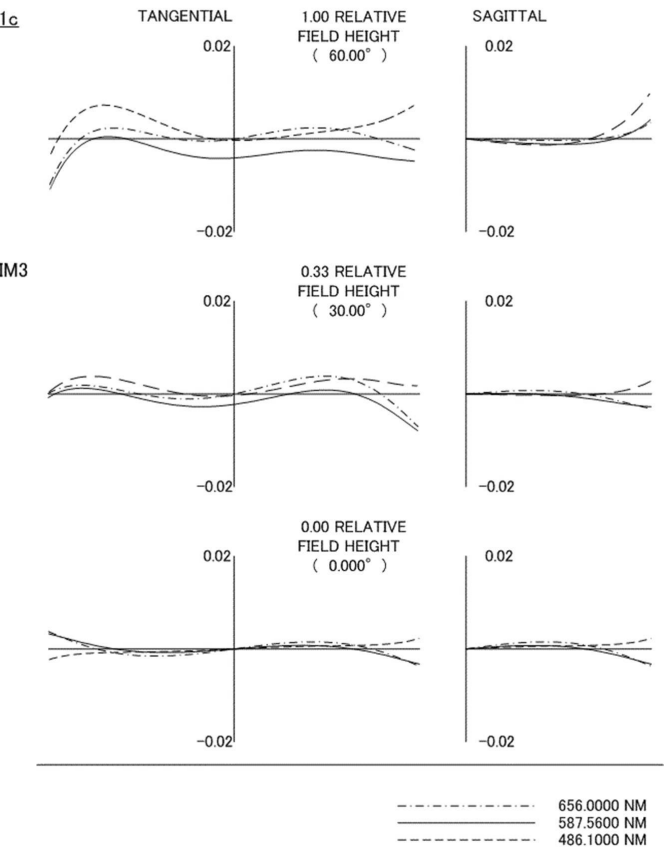
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

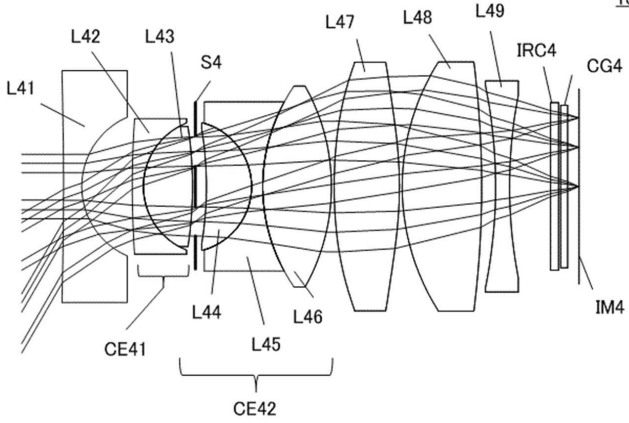


30

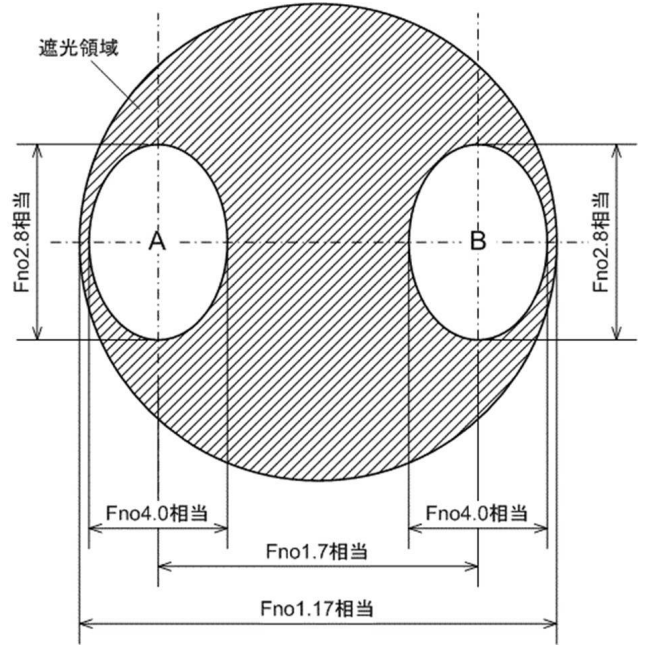
40

50

【図7】



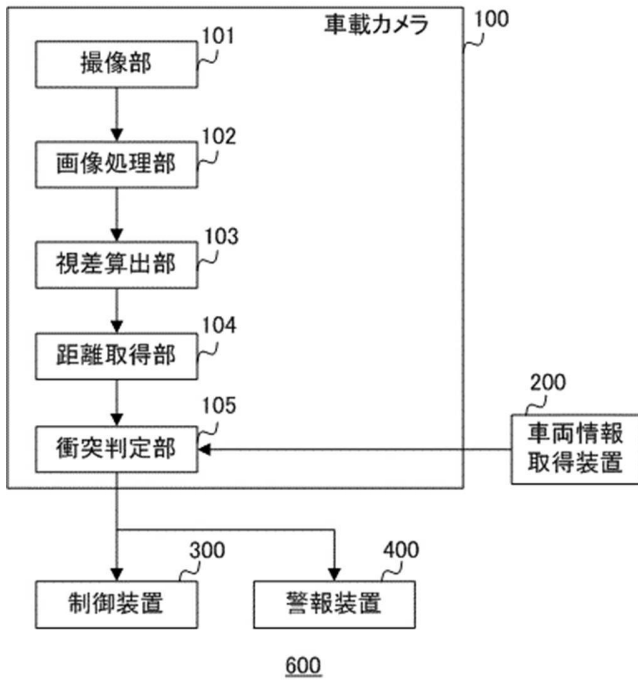
【図8】



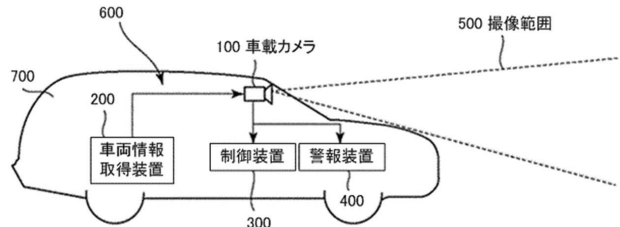
10

20

【図9】



【図10】

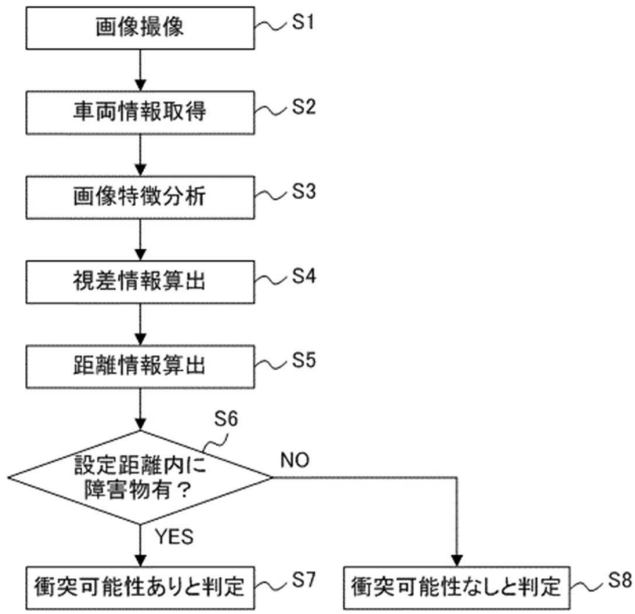


30

40

50

【図 11】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2F112 AC03 AC06 BA06 CA05 DA28 FA03 FA07 FA21 FA35 FA38  
FA45  
2H087 KA02 KA03 LA03 NA00 PA04 PA06 PA07 PA19 PB07 PB09  
QA02 QA03 QA06 QA07 QA17 QA19 QA22 QA25 QA32 QA34 QA39  
QA41 QA42 QA45 QA46 RA05 RA12 RA13 RA32 RA42 RA43 RA44