(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2022-114767
(P2022-114767A)

(43)公開日　令和4年8月8日(2022.8.8)

(51)国際特許分類			FI			テーマコード（参考）
Ｇ０２Ｂ	*13/04*	*(2006.01)*	Ｇ０２Ｂ	13/04	Ｄ	２Ｈ０８７
Ｇ０２Ｂ	*13/18*	*(2006.01)*	Ｇ０２Ｂ	13/18		３Ｄ０２０
Ｂ６０Ｒ	*11/02*	*(2006.01)*	Ｂ６０Ｒ	11/02	Ｚ	

審査請求　未請求　請求項の数　27　　ＯＬ　（全22頁）

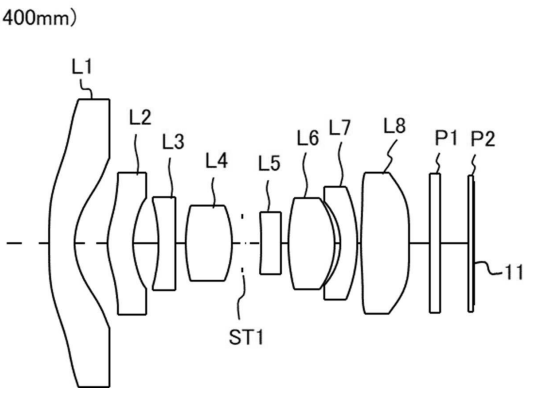
(21)出願番号　特願2021-11190(P2021-11190)
(22)出願日　令和3年1月27日(2021.1.27)

(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
(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　高橋 真
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　黒川 周一
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】魚眼レンズと望遠レンズを両立する射影特性を備え、さらに十分な画角と解像度を有する光学系を提供する。
【解決手段】光学系は、第１の領域と該第１の領域よりも周辺側の第２の領域とで結像倍率が異なる。該光学系のうち最も拡大共役側の第１レンズＬ１、該第１レンズに隣接する第２レンズ、および最も縮小共役側の最終レンズＬ８がそれぞれ非球面を有する。第１および第２レンズの非球面はそれぞれ変曲点を有する。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１の領域と該第１の領域よりも周辺側の第２の領域とで結像倍率が異なる光学系であって、
該光学系のうち最も拡大共役側の第１レンズ、該第１レンズに隣接する第２レンズ、および最も縮小共役側の最終レンズがそれぞれ非球面を有し、
前記第１および第２レンズの非球面がそれぞれ変曲点を有することを特徴とする光学系。
【請求項２】
前記第１および第２レンズのうち少なくとも一方のレンズの非球面は、複数の変曲点を有することを特徴とする請求項１の光学系。
【請求項３】
前記複数の変曲点を有する非球面は、光軸側から周辺側に向かって順に、拡大共役側に凸の形状、凹の形状、および凸の形状を有することを特徴とする請求項２に記載の光学系。
【請求項４】
前記第１および第２レンズの４つの面のうち少なくとも３つの面が変曲点を有する非球面であることを特徴とする請求項１から３のいずれか一項に記載の光学系。
【請求項５】
前記第１レンズの両面が非球面であることを特徴とする請求項１から４のいずれか一項に記載の光学系。
【請求項６】
前記第１レンズの非球面における光軸から前記変曲点までの径方向での距離をｙｉ、前記第１レンズの有効半径をｙＬ１とするとき、
０．３≦｜ｙｉ／ｙＬ１｜＜１．０
なる条件を満足することを特徴とする請求項１から５のいずれか一項に記載の光学系。
【請求項７】
前記第1および第２レンズがそれぞれメニスカス形状を有することを特徴とする請求項１から6のいずれか一項に記載の光学系。
【請求項８】
前記第１レンズが負の屈折力を有し、前記第２レンズが正の屈折力を有することを特徴とする請求項１から７のいずれか一項に記載の光学系。
【請求項９】
前記第１レンズの焦点距離をｆ１、前記第２レンズの焦点距離をｆ２とするとき、
０．１≦｜ｆ２／ｆ１｜≦６．０
なる条件を満足することを特徴とする請求項１から８のいずれか一項に記載の光学系。
【請求項１０】
前記第２レンズの非球面は、光軸から周辺側に向かって順に、拡大共役側に凸の形状および凹の形状を有することを特徴とする請求項１から９のいずれか一項に記載の光学系。
【請求項１１】
前記最終レンズの非球面は変曲点を有することを特徴とする請求項１から１０のいずれか一項に記載の光学系。
【請求項１２】
前記最終レンズの非球面は、複数の変曲点を有することを特徴とする請求項１１に記載の光学系。
【請求項１３】
前記光学系の最大半画角をθｍａｘとするとき、
θｍａｘ≧７０°
なる条件を満足することを特徴とする請求項１から１２のいずれか一項に記載の光学系。
【請求項１４】

前記光学系の最大半画角をθｍａｘ、前記光学系の最大像高をｙｍａｘとするとき、
０．６≦ｆｓｉｎθｍａｘ／ｙｍａｘ≦２．４
なる条件を満足することを特徴とする請求項１から１３のいずれか一項に記載の光学系。
【請求項１５】
前記最終レンズの両面が非球面であることを特徴とする請求項１から１４のいずれか一項に記載の光学系。
【請求項１６】
拡大共役側から縮小共役側に順に配置された、負の屈折力の前記第１レンズと、正の屈折力の前記第２レンズと、負の屈折力の第３レンズと、正の屈折力の第４レンズと、負または正の屈折力の第５レンズと、正の屈折力の第６レンズと、負の屈折力の第７レンズと、正の屈折力の前記最終レンズからなることを特徴とする請求項１から１５のいずれか一項に記載の光学系。
【請求項１７】
拡大共役側から縮小共役側に順に配置された、負の屈折力の前記第１レンズと、正の屈折力の前記第２レンズと、負の屈折力の第３レンズと、正の屈折力の第４レンズと、正の屈折力の第５レンズと、負の屈折力の第６レンズと、正の屈折力の前記最終レンズからなることを特徴とする請求項１から１５のいずれか一項に記載の光学系。
【請求項１８】
請求項１から１７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備えることを特徴とする撮像装置。
【請求項１９】
請求項１８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備えることを特徴とする車載システム。
【請求項２０】
前記車両と前記物体との衝突可能性が有ると判定された場合に、前記車両の駆動部に制動力を発生させる制御信号を出力する制御装置を備えることを特徴とする請求項１９に記載の車載システム。
【請求項２１】
前記車両と前記物体との衝突可能性が有ると判定された場合に、前記車両のユーザに対して警告を行う警告装置を備えることを特徴とする請求項１９または２０に記載の車載システム。
【請求項２２】
前記車両と前記物体との衝突に関する情報を外部に通知する通知装置を備えることを特徴とする請求項１９から２１のいずれか一項に記載の車載システム。
【請求項２３】
請求項１８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。
【請求項２４】
前記撮像装置によって得られた前記物体の距離情報に基づいて前記物体との衝突可能性を判定する判定部を有することを特徴とする請求項２３に記載の移動装置。
【請求項２５】
前記物体との衝突可能性が有ると判定された場合に、移動を制御する制御信号を出力する制御部を備えることを特徴とする請求項２４に記載の移動装置。
【請求項２６】
前記物体との衝突可能性が有ると判定された場合に、前記移動装置のユーザに対して警告を行う警告部を備えることを特徴とする請求項２４または２５に記載の移動装置。
【請求項２７】
前記物体との衝突に関する情報を外部に通知する通知部を備えることを特徴とする請求項２４から２６のいずれか一項に記載の移動装置。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、車載カメラ等の撮像装置に好適な光学系に関する。
【背景技術】
【０００２】
車載カメラは、車両の周辺の画像データを取得して他車両や障害物等の視認に利用されている。このような車載カメラでは、解像度は低くても広い視野を実現する魚眼レンズや、画角は狭いが遠方を拡大して高い解像度を実現する望遠レンズ等の複数種類の光学系を備えることが多い。これに対して、特許文献１、２には、魚眼レンズと望遠レンズの両方の特性を含む射影特性を有する光学系が開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２０１８－１２０１２５号公報
【特許文献２】特開２０１８－０８７９３８号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
特許文献１の光学系では、最も拡大共役側と最も縮小共役側の２面を非球面とする構成を採っている。しかし、魚眼レンズと望遠レンズを両立する射影特性を実現するには、非球面効果が少なすぎる。また、特許文献２の光学系では、３つの非球面レンズを用いている。しかし、これら非球面レンズの非球面形状が、魚眼レンズと望遠レンズを両立する射影特性を実現するために適切ではない。
【０００５】
本発明は、魚眼レンズと望遠レンズを両立する射影特性を備え、さらに十分な画角と解像度を有する光学系を提供する。
【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、第１の領域と該第１の領域よりも周辺側の第２の領域とで結像倍率が異なる。該光学系のうち最も拡大共役側の第１レンズ、該第１レンズに隣接する第２レンズ、および最も縮小共役側の最終レンズがそれぞれ非球面を有する。第１および第２レンズの非球面がそれぞれ変曲点を有することを特徴とする。なお、上記光学系を用いた撮像装置や、該撮像装置を用いた車載システムや移動装置も、本発明の他の一側面を構成する。
【発明の効果】
【０００７】
本発明によれば、魚眼レンズと望遠レンズを両立する射影特性を備え、さらに十分な画角と中心および周辺解像度とを有する光学系を提供することができる。
【図面の簡単な説明】
【０００８】
【図１】実施例１の光学系の断面図。
【図２】実施例１の光学系の収差図。
【図３】実施例２の光学系の断面図。
【図４】実施例２の光学系の収差図。
【図５】実施例３の光学系の断面図。
【図６】実施例３の光学系の収差図。
【図７】実施例４の光学系の断面図。
【図８】実施例４の光学系の収差図。
【図９】実施例１～４の光学系の射影特性を示す図。

【図１０】実施例１～４の光学系の解像度特性を示す図。
【図１１】実施例１の光学系の曲率特性を示す図。
【図１２】実施例２の光学系の曲率特性を示す図。
【図１３】実施例３の光学系の曲率特性を示す図。
【図１４】実施例４の光学系の曲率特性を示す図。
【図１５】各実施例の光学系を用いた車載システムのブロック図。
【図１６】車載システムを搭載した車両の要部概略図。
【図１７】車載システムの動作例を示すフローチャート。
【発明を実施するための形態】
【０００９】
以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。実施例１～４の具体的な説明に先立って、各実施例に共通する事項について説明する。
【００１０】
各実施例の光学系は、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、車載カメラ、携帯電話用カメラ、監視カメラ、ウェアラブルカメラ、医療用カメラ等の撮像装置に好適なものである。
【００１１】
図１、図３、図５および図７はそれぞれ、実施例１、２、３および４の光学系の光軸（一点鎖線）を含む断面を示している。各図は、光学系の撮像距離１４００ｍｍの状態を示している。
【００１２】
各図において、左側が拡大共役側であり、右側が縮小共役側である。各実施例の光学系は、拡大共役側に位置する不図示の物体からの光束を集光させて縮小共役側の像面（１１，２１，３１，４１）に物体像を形成する結像（撮像）光学系である。像面には、ＣＣＤセンサやＣＭＯＳセンサ等の撮像素子の撮像面（受光面）が配置される。ただし、各実施例の光学系は、縮小共役側に配置された液晶パネル等の空間光変調素子からの光束を拡大共役側に配置されたスクリーン等の被投射面に投射するプロジェクタの投射光学系として使用することもできる。以下の説明では、光学系が、車載カメラの撮像光学系として用いられる場合について説明する。
【００１３】
各実施例の光学系は、拡大共役側から縮小共役側へ順に配置された、複数のレンズを含む前群と、開口絞り（ＳＴ１，ＳＴ２，ＳＴ３，ＳＴ４）と、複数のレンズを含む後群とにより構成されている。前群のうち最も拡大共役側の第１レンズ（Ｌ１，Ｌ２１，Ｌ３１，Ｌ４１）と拡大共役側から２番目の第２レンズ（Ｌ２，Ｌ２２，Ｌ３２，Ｌ４２）はそれぞれ、少なくとも１つの非球面を有する。また、後群（光学系）のうち最も縮小共役側の最終レンズ（Ｌ８，Ｌ２８，Ｌ３７，Ｌ４８）も少なくとも１つの非球面を有する。そして、第１レンズと第２レンズの非球面がそれぞれ変曲点を有する非球面形状に形成されている。変曲点とは、非球面の曲率の符号が切り替わる点（光軸を中心とする円）である。
【００１４】
このような構成を有する各実施例の光学系は、単一の光学系でありながら魚眼レンズと望遠レンズを両立する射影特性を備え、十分な画角と中心および周辺解像度とを有し、画角全体にわたって良好な光学性能を有する。
【００１５】
以下の説明において、画角１ｄｅｇあたりの単位長を解像度（ｍｍ／ｄｅｇ）と定義し、画角θに対する像高ｙの関係を射影特性ｙ（θ）と定義する。例えば一般的なｆθレンズは、各像高での解像度は一定であり、比例関係の射影特性を有する。また、光軸と最軸外主光線とがなす角度を最大半画角と定義する。
【００１６】
各実施例の光学系は、車載カメラにおいて、光軸近傍（光軸側）の中心領域としての第

１の領域がバックミラーに代わるＥミラー用に使用され、第１の領域よりも軸外側（周辺側）の周辺領域としての第２の領域がリアビュー用に使用される。第１の領域と第２の領域では結像倍率が異なり、第１の領域では望遠機能を有することで高解像を実現し、第２の領域では魚眼機能により十分な画角を得るとともに周辺部でも十分な解像度を実現する。

【００１７】

図９は、実施例１～４の光学系の射影特性ｙ（θ）（図では「θ－ｙ＿射影特性」と記している）を線種を互いに異ならせて示している。図１０は、実施例１～４の光学系の解像度特性（図では「θ－解像度特性」と記している）を線種を互いに異ならせて示している。いずれの実施例の光学系も、第１の領域と第２の領域とで結像倍率が異なり、第１の領域に対応する画角内では解像度が高く、第２の領域に対応する画角内では画角が大きくなるにつれて解像度が小さくなっていく射影特性を有している。

【００１８】

各実施例の光学系には、このような射影特性を実現するための歪曲収差と像面湾曲が与えられている。具体的には、軸外光線が高い位置に入射する第１レンズ、第２レンズおよび最終レンズに前述したように非球面を設けることで、効果的に歪曲収差と像面湾曲を与えている。拡大共役側のレンズの非球面により主として射影特性を制御し、それ以降のレンズの非球面によって像面湾曲を補正している。なお、第１および第２レンズＬ１、Ｌ２はそれぞれメニスカス形状を有する。メニスカス構造とすることで、広角でありながら収差の発生を抑えることができ、良好な画質を実現することができる。

【００１９】

図１１（ａ）～（ｆ）は、実施例１の光学系の非球面の光軸から径方向高さｙ（縦軸）と曲率Ｃ（横軸）との関係を表す曲率特性（ｙ－Ｃ特性）示す。（ａ）は第１レンズＬ１の拡大共役側の第１面の、（ｂ）は第１レンズＬ１の縮小共役側の第２面の、（ｃ）は第２レンズＬ２の拡大共役側の第３面の、（ｄ）は第２レンズＬ２の縮小共役側の第４面のｙ－Ｃ特性を示している。（ｅ）は第８レンズ（最終レンズ）Ｌ８の拡大共役側の第１６面の、（ｆ）は第８レンズＬ８の縮小共役側の第１７面のｙ－Ｃ特性を示している。

【００２０】

これらの図から分かるように、実施例１の光学系では、開口絞りＳＴよりも拡大共役側の非球面（第１、第２および第３面）が変曲点を有する。特に、第１レンズＬ１の第１面と第２面に変曲点を設けることで、第１の領域と第２の領域で大きく解像度を変化させて上述した射影特性を実現している。さらに上述した射影特性を実現するために、拡大共役側の非球面を同一面内に複数の変曲点を有する形状としている。

【００２１】

例えば、図１１（ａ）に示した第１面において、光軸近傍から軸外側（周辺側または径方向外側）に向かって像高ｙが変化するにつれて、まず曲率Ｃは正からｙ＝４．５ｍｍ付近の変曲点で負に変化し、さらに軸外側の６．８ｍｍ付近の変曲点で正に変化する。すなわち、第１面は２つの変曲点を有する。この非球面形状は以下の理由で形成されている。まず、光軸近傍では望遠効果を持たせるために非球面形状を拡大共役側に凸の形状とし、軸外側に向かって徐々に解像度を低下させるために拡大共役側に凹の形状へと非球面形状を変化させている。さらに周辺付近の解像度を確保するために、再度、拡大共役側に凸の形状へと非球面形状を変化させている。

【００２２】

実施例１の光学系では、さらに第１レンズＬ１の第２面も第１面と同様に、光軸側から軸該側に向かって拡大共役側に凸、凹および凸と変化する形状の非球面としている。また、第２レンズＬ２の第３面を、光軸側から軸該側に向かって拡大共役側に凸および凹と変化する形状の非球面としている。これらによって、上述した射影特性を効果的に実現している。特に、軸外光線が高い位置に入射する第１レンズＬ１の両面を非球面とし、かつ該両面に変曲点を設けることで、上述した射影特性をより効果的に実現している。

【００２３】

各実施例の光学系の第１レンズの非球面における光軸から変曲点までの径方向の距離をｙｉとし、該第１レンズの有効半径（有効光束半径）をｙＬ１とするとき、以下の条件式（１）を満足することが好ましい。

０．３≦｜ｙｉ／ｙＬ１｜＜１．０　　（１）

条件式（１）は上述した射影特性を実現しつつ良好な物体像を形成するための条件を示している。｜ｙｉ／ｙＬ１｜が条件式（１）の範囲を逸脱すると、光軸に近すぎる像高において近軸曲率に対して大きく曲率を変化させて変曲点を設けることになり、面形状の連続性を確保することができない。この結果、局所的な像面湾曲が生じて良好な物体像を形成することができず、撮像画像の画質を低下させるため、好ましくない。

【００２４】

条件式（１）の数値範囲を以下のようにするとより好ましい。

０．４≦｜ｙｉ／ｙＬ１｜≦０．９　　（１）′

また、条件式（１）の数値範囲を以下のようにするとさらに好ましい。

０．５≦｜ｙｉ／ｙＬ１｜≦０．８　　（１）″

また、各実施例の光学系は、十分な画角を得るために、第１レンズの焦点距離ｆ１が負、第２レンズの焦点距離ｆ２が正のレトロフォーカス構成を有する。これら第１および第２レンズの焦点距離（近軸焦点距離）ｆ１、ｆ２は、以下の条件式（２）を満足することが好ましい。

０．１≦｜ｆ２／ｆ１｜≦６．０　　（２）

ｆ２／ｆ１が条件式（２）の下限を下回ると、負の屈折力が相対的に弱くなりすぎて光学系の広角化が難しくなるため、好ましくない。また、ｆ２／ｆ１が条件式（２）の上限を超えると、負の屈折力が相対的に強くなりすぎて像面湾曲が過度にオーバーになり、良好な物体像を得ることが困難になるため、好ましくない。

【００２５】

条件式（２）の数値範囲を以下のようにするとより好ましい。

０．３≦｜ｆ２／ｆ１｜≦５．０　　（２）′

また、条件式（２）の数値範囲を以下のようにするとさらに好ましい。

０．５≦｜ｆ２／ｆ１｜≦４．５　　（２）′

また、各実施例の光学系において軸外主光線の入射位置が高い最終レンズの非球面にも変曲点を設けることで、より効果的に像面湾曲を補正することができる。

【００２６】

また、各実施例の光学系の構成は広画角になるほどより効果が得やすいため、最大半画角θｍａｘは以下の条件式（３）を満足することが好ましい。

θｍａｘ≧７０°　　（３）

条件式（３）の数値範囲を以下のようにするとより好ましい。

θｍａｘ≧９０°　　（３）′

次に、各実施例の光学系の射影特性についてより詳しく説明する。光軸付近の解像度が周辺部の解像度より高い射影特性として正射影が知られている。正射影では、最大像高（撮像素子の端）をｙｍａｘ、最大半画角をθｍａｘとするときに、

ｆｓｉｎθｍａｘ／ｙｍａｘ＝１

となる。

【００２７】

これに対して、例えば実施例１の光学系は、より良好な物体像を形成しつつ、

ｆｓｉｎθｍａｘ／ｙｍａｘ＝１．２３

と中心付近と周辺部の解像度の差がより大きい射影特性を実現している。

【００２８】

ｆｓｉｎθｍａｘ／ｙｍａｘは、以下の条件式（４）を満足することが好ましい。

０．６≦ｆｓｉｎθｍａｘ／ｙｍａｘ≦２．４　　（４）

ｆｓｉｎθｍａｘ／ｙｍａｘが条件式（４）の下限を下回ると、上述した各実施例の射影特性として十分な射影特性が実現できずに中心付近を十分に拡大することができず、好

ましくない。また、ｆｓｉｎθｍａｘ／ｙｍａｘが条件式（４）の上限を上回ると、像面湾曲の補正が不十分となり、良好な物体像を形成することが難しくなるため、好ましくない。

【００２９】

条件式（４）の数値範囲を以下のようにするとより好ましい。

０．７≦ｆｓｉｎθｍａｘ／ｙｍａｘ≦２．２　　（４）′

また、条件式（４）の数値範囲を以下のようにするとさらに好ましい。

０．８≦ｆｓｉｎθｍａｘ／ｙｍａｘ≦２．１　　（４）″

さらに上述した射影特性と広画角を実現しつつ良好な物体像を得るために、以下のレンズ構成（屈折力配置）とすることが好ましい。すなわち、前群を、拡大共役側から縮小共役側へ順に配置された、負の屈折力の第１レンズと、正の屈折力の第２レンズと、負の屈折力の第３レンズと、正の屈折力の第４レンズにより構成する。また、後群を、拡大共役側から縮小共役側へ順に配置された、負または正の屈折力の第５レンズと、正の屈折力の第６レンズと、負の屈折力の第７レンズと、正の屈折力の第８レンズにより構成する。

【００３０】

ただし、後群を、拡大共役側から縮小共役側へ順に配置された、正の屈折力の第５レンズと、負の屈折力の第６レンズと、正の屈折力の第７レンズにより構成してもよい。

なお、以上の説明は本発明の実施例として最小限の必要な構成のものであり、実施例の構成が上記説明の内容に限定されるものではない。例えば、開口絞りの位置とは、軸外主光線が光軸と交わる位置近傍を表しており、物理的な開口絞りに限定されない。また、射影特性や変曲点の位置と数等も上記説明のものに限定されない。

【００３１】

以下、実施例１～４の光学系について具体的に説明する。

【実施例１】

【００３２】

図１に示す実施例１の光学系は、拡大共役側から縮小共役側へ順に配置された、負の屈折力の第１レンズＬ１、正の屈折力の第２レンズＬ２、負の屈折力の第３レンズＬ３および正の屈折力の第４レンズＬ４を含む前群と、開口絞りＳＴ１と、負の屈折力の第５レンズＬ５、正の屈折力の第６レンズＬ６、負の屈折力の第７レンズＬ７および正の屈折力の第８レンズＬ８を含む後群とにより構成されている。図１において、Ｐ１、Ｐ２はフィルター等のガラス平板である。

【００３３】

表１には、本実施例の具体的な数値例を示している。表１の（Ａ）において、ｒｉは物体側からｉ番目の面の曲率半径（ｍｍ）、ｄｉはｉ番目と（ｉ＋１）番目の面間のレンズ厚または空気間隔（ｍｍ）、ｎｉは第ｉ面と第ｉ＋１面間の光学材料のｄ線における屈折率である。ｖｉは第ｉ面と第ｉ＋１面間の光学材料のｄ線を基準としたアッベ数である。

【００３４】

アッベ数ｖｄは、フラウンホーファ線のｄ線（５８７．６ｎｍ）、Ｆ線（４８６．１ｎｍ）、Ｃ線（６５６．３ｎｍ）における屈折率をＮｄ、ＮＦ、ＮＣとするとき、

ｖｄ＝（Ｎｄ－１）／（ＮＦ－ＮＣ）で表される。

【００３５】

ＳＴは開口絞りの位置である。面番号に付された「＊」は、その面が非球面であることを意味する。非球面の形状は、ｙを径方向での座標、ｚを光軸方向での座標、Ｋを円錐定数、光の進行方向を正とし、Ｒを近軸曲率半径、Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅ，Ｆ，Ｇを非球面係数とするとき、以下の式で表される。表１の（Ｂ）には、円錐定数と非球面係数を示している。

【００３６】

$$z(y)=(y^2/Ri)/[1+\{1-(1+k)(y^2/Ri^2)\}^{1/2}]+Ay^4+By^6+Cy^8+Dy^{10}+Ey^{12}+Fy^{14}+Gy^{16}$$

また、数値例における条件式（１）～（４）に対応する値を表中の（Ｃ）にまとめて示

す。さらに参考値として、ｙｉ、ｙＬｉ、ｆ１、ｆ２およびｙｍａｘの値も示している。以上の数値例の説明は、他の実施例の数値例についても同じである。

【００３７】

表１の（Ｃ）に示すように、本実施例（数値例１）の光学系は条件式（１）～（４）を満足している。

【００３８】

前述したように、図９は本実施例（数値例１）の光学系の射影特性を示しており、図１１（ａ）～（ｆ）は本実施例の光学系における非球面（第１面、第２面、第３面、第４面、第１６面および第１７面）の曲率特性を示している。

【００３９】

図２は、本実施例（数値例１）の撮像距離１４００ｍｍでの縦収差図を示す。球面収差図において、実線はｄ線（波長５８７．６ｎｍ）に対する球面収差を示している。非点収差図において、実線Ｓはサジタル像面を、破線Ｔはメリディオナル像面を示している。歪曲収差はｄ線に対するものを示している。これら縦収差図の説明は、他の実施例の縦収差図についても同じである。

【実施例２】

【００４０】

図３に示す実施例２の光学系は、実施例１に対して射影特性と屈折力配置が異なる実施例である。本実施例の光学系は、拡大共役側から縮小共役側へ順に配置された、負の屈折力の第１レンズＬ２１、正の屈折力の第２レンズＬ２２、負の屈折力の第３レンズＬ２３および正の屈折力の第４レンズＬ２４を含む前群と、開口絞りＳＴ２と、正の屈折力の第５レンズＬ２５、正の屈折力の第６レンズＬ２６、負の屈折力の第７レンズＬ２７および正の屈折力の第８レンズＬ２８を含む後群とにより構成されている。図３において、Ｐ２１、Ｐ２２はフィルター等のガラス平板である。

【００４１】

表２には、本実施例の具体的な数値例を示している。表２の（Ｃ）に示すように、本実施例（数値例２）の光学系は条件式（１）～（４）を満足している。

【００４２】

図１２（ａ）～（ｆ）は本実施例（数値例２）の光学系における非球面（第１面、第２面、第３面、第４面、第１６面および第１７面）の曲率特性を示している。第１面および第３面は変曲点を有し、第２面は２つの変曲点を有する。

【００４３】

図４は、本実施例（数値例２）の撮像距離１４００ｍｍでの縦収差図を示す。

【実施例３】

【００４４】

図５に示す実施例３の光学系は、実施例１に対してレンズ数が異なるとともに、射影特性と画角（最大半画角７０°）が異なる実施例である。本実施例の光学系は、拡大共役側から縮小共役側へ順に配置された、負の屈折力の第１レンズＬ３１、正の屈折力の第２レンズＬ３２、負の屈折力の第３レンズＬ３３および正の屈折力の第４レンズＬ３４を含む前群と、開口絞りＳＴ３と、正の屈折力の第５レンズＬ３５、負の屈折力の第６レンズＬ３６および正の屈折力の第７レンズ（最終レンズ）Ｌ３７を含む後群とにより構成されている。図５において、Ｐ３１、Ｐ３２はフィルター等のガラス平板である。

【００４５】

表３には、本実施例の具体的な数値例を示している。表３の（Ｃ）に示すように、本実施例（数値例３）の光学系は条件式（１）～（４）を満足している。

【００４６】

図１３（ａ）～（ｄ）は本実施例（数値例３）の光学系における非球面（第１面、第２面、第３面および第１４面）の曲率特性を示している。第１面および第１４面は変曲点を有し、第３面は２つの変曲点を有する。

【００４７】

図６は、本実施例（数値例３）の撮像距離１４００ｍｍでの縦収差図を示す。

【実施例４】

【００４８】

図７に示す実施例４の光学系は、実施例１に対して、拡大共役側から２番目のレンズに複数の変曲点を有する非球面（第３面）が設けられている点が異なる実施例である。本実施例の光学系は、拡大共役側から縮小共役側へ順に配置された、負の屈折力の第１レンズＬ４１、正の屈折力の第２レンズＬ４２、負の屈折力の第３レンズＬ４３および正の屈折力の第４レンズＬ４４を含む前群と、開口絞りＳＴ４と、負の屈折力の第５レンズＬ４５、正の屈折力の第６レンズＬ４６、負の屈折力の第７レンズＬ４７および正の屈折力の第８レンズＬ４８を含む後群とにより構成されている。図７において、Ｐ４１、Ｐ４２はフィルター等のガラス平板である。

【００４９】

表４には、本実施例の具体的な数値例を示している。表４の（Ｃ）に示すように、本実施例（数値例４）の光学系は条件式（１）～（４）を満足している。

【００５０】

図１４（ａ）～（ｆ）は本実施例（数値例４）の光学系における非球面（第１面、第２面、第３面、第４面、第１６面および第１７面）の曲率特性を示している。第１面、第２面、第３面および第１６面は２つの変曲点を有する。

【００５１】

図８は、本実施例（数値例４）の撮像距離１４００ｍｍでの縦収差図を示す。

［表１］数値例１

（Ａ）レンズ構成(単位ｍｍ)

ｆ（焦点距離） 4.50
Ｆ（開口比） 2.80
最大半画角 90.0°
最大像高 3.65

*	r1 =	673.22	d1 =	1.50	n1 =	1.639	ν1 = 55.2
*	r2 =	3.89	d2 =	1.91			
*	r3 =	3.80	d3 =	1.50	n2 =	1.851	ν2 = 40.1
*	r4 =	4.10	d4 =	1.52			
	r5 =	-9.06	d5 =	1.00	n3 =	1.516	ν3 = 64.1
	r6 =	-245.04	d6 =	0.57			
	r7 =	8.22	d7 =	2.72	n4 =	1.517	ν4 = 52.4
	r8 =	-5.73	d8 =	0.66			
ST	r9 =	∞	d9 =	1.08			
	r10 =	-28.70	d10 =	1.18	n5 =	1.487	ν5 = 70.2
	r11 =	-123.86	d11 =	0.40			
	r12 =	9.67	d12 =	2.73	n6 =	1.691	ν6 = 54.8
	r13 =	-4.67	d13 =	0.36			
	r14 =	-3.62	d14 =	1.00	n7 =	1.946	ν7 = 18.0
	r15 =	-8.09	d15 =	0.20			
*	r16 =	19.77	d16 =	2.83	n8 =	1.583	ν8 = 59.5
*	r17 =	-150.00	d17 =	1.21			
	r18 =	∞	d18 =	0.65	n9 =	1.560	ν9 = 56.0
	r19 =	∞	d19 =	1.64			
	r20 =	∞	d20 =	0.30	n10 =	1.500	ν10 = 63.0
	r21 =	∞	d21 =	0.04			

（B）非球面係数

	K	A	B	C	D	E	F	G
r1	0	3.33E-03	-1.25E-04	2.08E-06	-1.87E-08	1.12E-10	-4.14E-13	0
r2	-2.122357	-2.66E-03	1.11E-03	-1.36E-04	7.23E-06	-1.84E-07	1.85E-09	0
r3	-1.766571	-9.36E-03	1.91E-04	2.77E-05	-1.73E-06	2.78E-08	0	0
r4	-0.7392095	-1.05E-02	1.31E-03	-1.29E-04	3.21E-05	-4.70E-06	4.46E-07	-1.832E-08
r16	0	-1.93E-03	-5.44E-05	9.61E-06	-6.18E-08	-4.26E-09	0	0
r17	0	-3.81E-03	-4.82E-04	6.83E-05	-4.20E-06	1.38E-07	-1.73E-09	0

（C）条件式の値

(1)	0.58
(2)	3.01
(3)	90
(4)	1.23

参考値

yi	4.47
yL1	7.71
f1	-6.13
f2	18.46
ymax	3.65

【００５２】

［表２］数値例２

（Ａ）レンズ構成(単位ｍｍ)

ｆ（焦点距離） 3.40
Ｆ（開口比） 2.88
最大半画角 90.0°
最大像高 3.65

* r1 = 11.13 d1 = 1.16 n1 = 1.639 ν1 = 55.2
* r2 = 3.04 d2 = 3.56
* r3 = 3.20 d3 = 1.65 n2 = 1.851 ν2 = 40.1
* r4 = 2.81 d4 = 0.90
r5 = 148.59 d5 = 2.22 n3 = 1.653 ν3 = 41.1
r6 = 4.06 d6 = 0.16
r7 = 9.88 d7 = 1.40 n4 = 1.850 ν4 = 32.0
r8 = 35.72 d8 = 0.30
ST r9 = ∞ d9 = 0.22
r10 = 8.64 d10 = 1.65 n5 = 1.582 ν5 = 61.4
r11 = -4.11 d11 = 0.10
r12 = 7.62 d12 = 3.82 n6 = 1.519 ν6 = 66.6
r13 = -3.65 d13 = 0.14
r14 = -3.41 d14 = 0.22 n7 = 1.850 ν7 = 32.0
r15 = -83.40 d15 = 0.10
* r16 = 7.97 d16 = 2.29 n8 = 1.583 ν8 = 59.5
* r17 = -15.70 d17 = 0.80
r18 = ∞ d18 = 0.65 n9 = 1.516 ν9 = 64.1
r19 = ∞ d19 = 0.87
r20 = ∞ d20 = 0.44 n10 = 1.516 ν10 = 64.1
r21 = ∞ d21 = 0.50

（B）非球面係数

	K	A	B	C	D	E	F
r1	0	5.32E-04	-5.05E-06	-1.66E-07	1.50E-09	0	0
r2	-2.100389	5.68E-03	-3.08E-04	2.78E-05	-1.53E-06	2.69E-08	0
r3	-0.6799194	-8.22E-04	-6.13E-04	-7.43E-06	1.67E-06	0	0
r4	0.2269621	-1.78E-03	-3.59E-03	5.49E-04	-5.37E-05	0	0
r16	-0.2068002	-5.06E-05	-1.61E-06	3.93E-08	1.38E-08	1.96E-09	0
r17	-95.567581	-1.50E-03	-4.30E-05	4.45E-06	9.55E-08	-8.52E-09	4.04E-11

（C）条件式の値

(1)	0.74
(2)	4.05
(3)	90
(4)	0.93

参考値

yi	5.79
yL1	7.83
f1	-6.95
f2	28.14
ymax	3.65

【００５３】

［表３］数値例３

（Ａ）レンズ構成(単位ｍｍ)

ｆ（焦点距離　4.05
Ｆ（開口比）　2.80
最大半画角　70.0°
最大像高　1.90

*　r1 = 670.00　d1 = 1.00　n1= 1.639　ν1 = 55.2
*　r2 = 15.16　d2 = 0.71
*　r3 = 4.18　d3 = 1.46　n2 = 1.851　ν2 = 40.1
r4 = 5.24　d4 = 1.67
r5 = -40.74　d5 = 1.00　n3 = 1.883　ν3 = 40.8
r6 = 4.57　d6 = 1.73
r7 = 14.62　d7 = 2.00　n4 = 1.654　ν4 = 39.7
r8 = -5.03　d8 = 3.67
ST　r9 = ∞　d9 = 0.10
r10 = 2223.65　d10 = 1.28　n5 = 1.487　ν5 = 70.2
r11 = -2.28　d11 = 0.37
r12 = -2.04　d12 = 0.50　n6 = 1.946　ν6 = 18.0
r13 = -4.75　d13 = 1.34
*　r14 = 4.46　d14 = 2.63　n7 = 1.583　ν7 = 59.5
r15 = -4.13　d15 = 0.30
r16 = ∞　d16 = 0.65　n8 = 1.560　ν8 = 56.0
r17 = ∞　d17 = 1.64
r18 = ∞　d18 = 0.30　n9 = 1.500　ν9 = 63.0
r19 = ∞　d19 = 0.10

（B）非球面係数

	K	A	B	C	D	E	F
r1	0	3.33E-03	-1.25E-04	2.08E-06	-1.87E-08	1.12E-10	-4.14E-13
r2	9.92365612	-7.55E-03	1.66E-03	-1.30E-04	6.27E-06	-1.99E-07	3.14E-09
r3	-4.3820869	-3.68E-03	1.08E-03	-4.38E-05	-1.77E-06	9.82E-08	0
r14	0	-5.98E-04	-1.39E-03	2.02E-04	-1.90E-05	7.65E-07	0

（C）条件式の値

(1)	0.75
(2)	0.61
(3)	70
(4)	2.00

参考値

yi	4.46
yL1	5.94
f1	-24.31
f2	14.86
ymax	1.90

【００５４】

［表４］数値例４

（Ａ）レンズ構成(単位ｍｍ)

ｆ（焦点距離） 4.47
Ｆ（開口比） 2.80
最大半画角 90.0°
最大像高 3.65

```
*    r1 =  1350.32   d1 =  1.50   n1 =  1.639   v1 =  55.2
*    r2 =     4.09   d2 =  1.67
*    r3 =     3.80   d3 =  1.22   n2 =  1.851   v2 =  40.1
*    r4 =     4.13   d4 =  1.60
     r5 =    -7.51   d5 =  1.00   n3 =  1.516   v3 =  64.1
     r6 =   307.29   d6 =  0.65
     r7 =    10.30   d7 =  2.72   n4 =  1.517   v4 =  52.4
     r8 =    -5.50   d8 =  0.43
ST   r9 =        ∞   d9 =  1.31
    r10 =    13.48   d10 =  1.17   n5 =  1.487   v5 =  70.2
    r11 =    12.92   d11 =  0.51
    r12 =     9.70   d12 =  2.75   n6 =  1.691   v6 =  54.8
    r13 =    -5.08   d13 =  0.33
    r14 =    -4.01   d14 =  1.00   n7 =  1.946   v7 =  18.0
    r15 =    -9.44   d15 =  0.40
*   r16 =    17.10   d16 =  2.89   n8 =  1.583   v8 =  59.5
*   r17 =  -150.00   d17 =  1.21
    r18 =        ∞   d18 =  0.65   n9 =  1.560   v9 =  56.0
    r19 =        ∞   d19 =  1.48
    r20 =        ∞   d20 =  0.30   n10 =  1.500   v10 =  63.0
    r21 =        ∞   d21 =  0.20
```

（Ｂ）非球面係数

	K	A	B	C	D	E	F	G
r1	0	3.60E-03	-1.81E-04	5.38E-06	-1.01E-07	1.07E-09	-4.71E-12	0
r2	-1.6313473	-3.27E-04	7.43E-04	-1.10E-04	6.21E-06	-1.63E-07	1.74E-09	0
r3	-1.8060312	-7.53E-03	-3.28E-04	7.89E-05	-3.92E-06	6.32E-08	0	0
r4	-0.7790764	-8.30E-03	1.69E-04	2.68E-06	6.30E-05	-1.56E-05	1.58E-06	-5.338E-08
r16	0	-2.16E-03	6.60E-05	-4.18E-06	4.47E-07	-1.01E-08	0	0
r17	0	-5.32E-03	-2.89E-05	1.84E-05	-1.13E-06	3.48E-08	-3.23E-10	0

（Ｃ）条件式の値

(1)	0.67
(2)	3.21
(3)	90
(4)	1.22

参考値

yi	5.07
yL1	7.56
f1	-6.42
f2	20.63
ymax	3.65

【００５５】
図１５は、上述した各実施例の光学系を撮像光学系として用いた車載カメラ１０とこれを備えた車載システム（運転支援装置）６００の構成を示している。車載システム６００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１０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。
【００５６】
図１６は、車載システム６００を備えた移動装置としての車両７００を示している。図１６においては、車載カメラ１０の撮像範囲５０を車両７００の前方に設定した場合を示しているが、撮像範囲５０を車両７００の後方や側方などに設定してもよい。
【００５７】
図１６に示すように、車載システム６００は、車載カメラ１０と、車両情報取得装置２０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）３０と、警告装置（警告部）４０とを備える。また、車載カメラ１０は、撮像部１と、画像処理部２と、視差算出部３と、距離取得部（取得部）４と、衝突判定部５とを備えている。画像処理部２、視差算出部３、距離取得部４、及び衝突判定部５で、処理部が構成されている。撮像部１は、上述した各実施例の光学系と撮像素子とを有する。
【００５８】
図１７のフローチャートは、車載システム６００の動作例を示す。ステップＳ１では、撮像部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。
【００５９】
ステップＳ２では、車両情報取得装置２０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。
【００６０】
ステップＳ３では、撮像部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。

【００６１】

ステップＳ４では、撮像部１により取得された複数の画像データ間の視差（像ずれ）情報を、視差算出部３によって算出する。視差情報の算出方法としては、ＳＳＤＡ法や面積相関法等の既知の方法を用いることができるため、ここでは説明を省略する。なお、ステップＳ２，Ｓ３，Ｓ４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。

【００６２】

ステップＳ５では、撮像部１により撮像した対象物との間隔情報を、距離取得部４によって取得（算出）する。距離情報は、視差算出部３により算出された視差情報と、撮像部１の内部パラメータおよ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。

【００６３】

そして、ステップＳ６では、車両情報取得装置２０により取得された車両情報や、距離取得部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Ｓ７）、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Ｓ８）。

【００６４】

次に、衝突判定部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３０や警告装置４０に対して通知（送信）する。このとき、制御装置３０は、衝突判定部５での判定結果に基づいて車両を制御し（ステップＳ６）、警告装置４０は、衝突判定部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Ｓ７）。なお、判定結果の通知は、制御装置３０及び警告装置４０の少なくとも一方に対して行えばよい。

【００６５】

制御装置３０は、車両の駆動部（エンジンやモータ等）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、ハンドルを切る、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４０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。

【００６６】

以上説明した車載システム６００によれば、上記処理により、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、上述した各実施例の光学系を車載システム６００に適用することで、車載カメラ１０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および衝突判定を行うことが可能になる。

【００６７】

なお、距離情報の算出については、様々な方法を採り得るが、例として、撮像部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。

【００６８】

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。

【００６９】

また、車載システム６００や移動装置７００は、万が一移動装置７００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、移動装置７００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。

【００７０】

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２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）によって行ってもよい。

【００７１】

なお、車載システム６００を運転支援（衝突被害軽減）に適用する場合について説明したが、これに限らず、車載システム６００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６００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。

【００７２】

以上説明した各実施例は代表的な例にすぎず、本発明の実施に際しては、各実施例に対して種々の変形や変更が可能である。

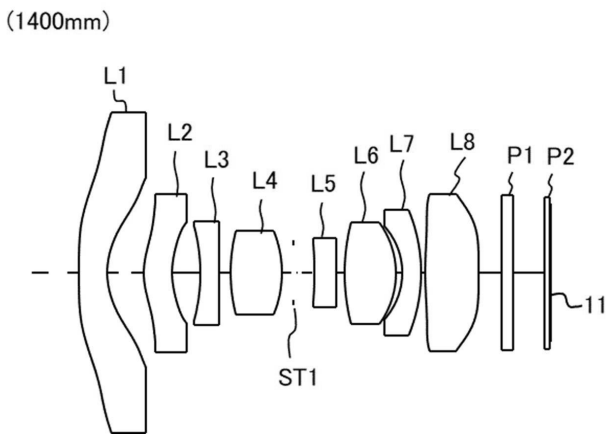
【符号の説明】

【００７３】

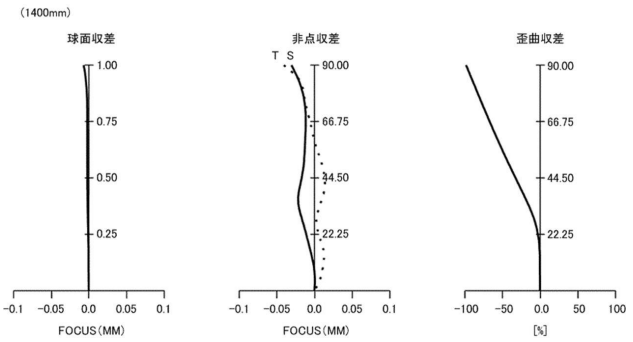
Ｌ１，Ｌ２１，Ｌ３１，Ｌ４１　第１レンズ
Ｌ２，Ｌ２２，Ｌ３２，Ｌ４２　第２レンズ
Ｌ３，Ｌ２３，Ｌ３３，Ｌ４３　第３レンズ
Ｌ４，Ｌ２４，Ｌ３４，Ｌ４４　第４レンズ
Ｌ５，Ｌ２５，Ｌ３５，Ｌ４５　第５レンズ
Ｌ６，Ｌ２６，Ｌ３６，Ｌ４６　第６レンズ
Ｌ７，Ｌ２７，Ｌ３７，Ｌ４７　第７レンズ
Ｌ８，Ｌ２８，Ｌ３８　第８レンズ
１１，２１，３１，４１　像面
ＳＴ１，ＳＴ２，ＳＴ３，ＳＴ４　開口絞り

【図面】

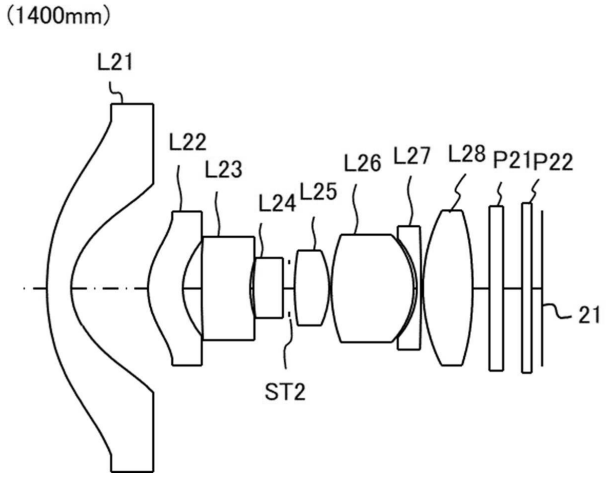
【図１】


(1400mm)
L1
L2
L3
L4
L5
L6
L7
L8
P1
P2
11
ST1

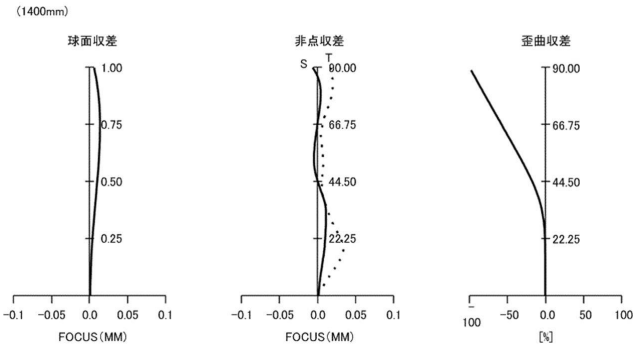
【図２】


(1400mm)
球面収差
1.00
0.75
0.50
0.25
−0.1 −0.05 0.0 0.05 0.1
FOCUS(MM)
非点収差
T S
90.00
66.75
44.50
22.25
−0.1 −0.05 0.0 0.05 0.1
FOCUS(MM)
歪曲収差
90.00
66.75
44.50
22.25
−100 −50 0.0 50 100
[%]

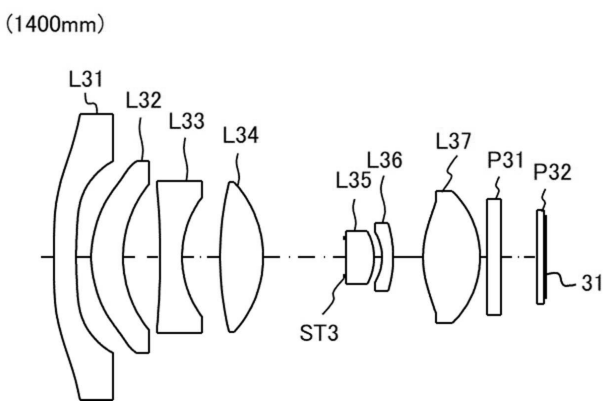
【図３】


(1400mm)
L21
L22
L23
L24
L25
L26
L27
L28
P21
P22
21
ST2

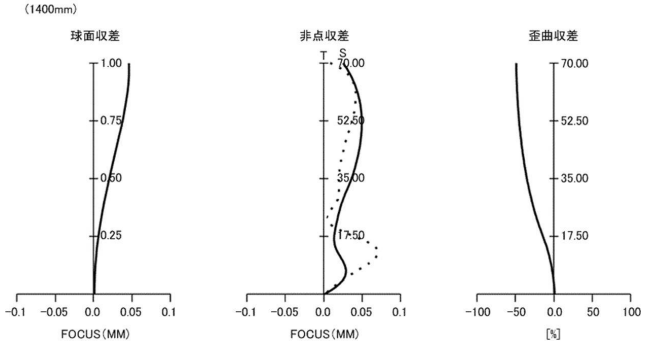
【図４】


(1400mm)
球面収差
1.00
0.75
0.50
0.25
−0.1 −0.05 0.0 0.05 0.1
FOCUS(MM)
非点収差
S T
90.00
66.75
44.50
22.25
−0.1 −0.05 0.0 0.05 0.1
FOCUS(MM)
歪曲収差
90.00
66.75
44.50
22.25
−100 −50 0.0 50 100
[%]

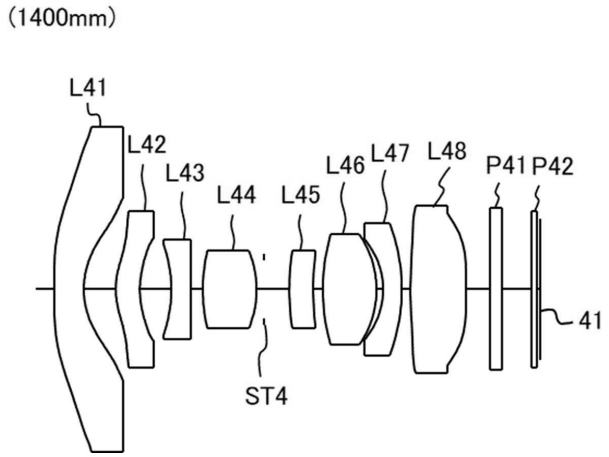
【図５】


(1400mm)
L31
L32
L33
L34
L35
L36
L37
P31
P32
31
ST3

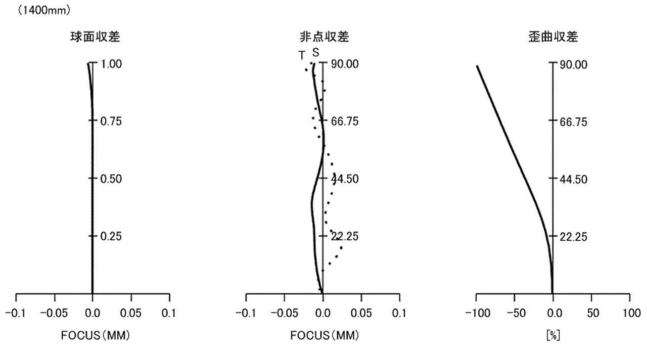
【図６】


(1400mm)
球面収差
1.00
0.75
0.50
0.25
−0.1 −0.05 0.0 0.05 0.1
FOCUS(MM)
非点収差
T S
70.00
52.50
35.00
17.50
−0.1 −0.05 0.0 0.05 0.1
FOCUS(MM)
歪曲収差
70.00
52.50
35.00
17.50
−100 −50 0.0 50 100
[%]

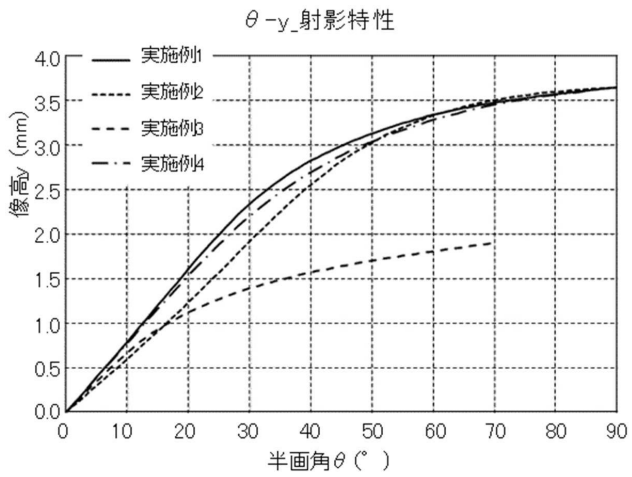
【図７】


(1400mm)
L41
L42
L43
L44
L45
L46
L47
L48
P41
P42
41
ST4

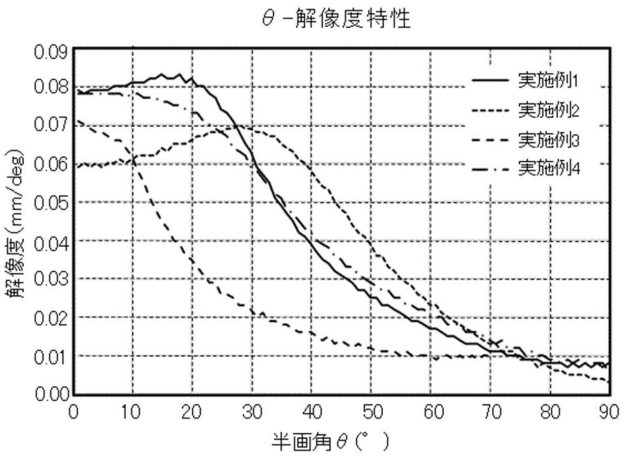
【図８】


(1400mm)
球面収差
1.00
0.75
0.50
0.25
−0.1 −0.05 0.0 0.05 0.1
FOCUS(MM)
非点収差
T S
90.00
66.75
44.50
22.25
−0.1 −0.05 0.0 0.05 0.1
FOCUS(MM)
歪曲収差
90.00
66.75
44.50
22.25
−100 −50 0.0 50 100
[%]

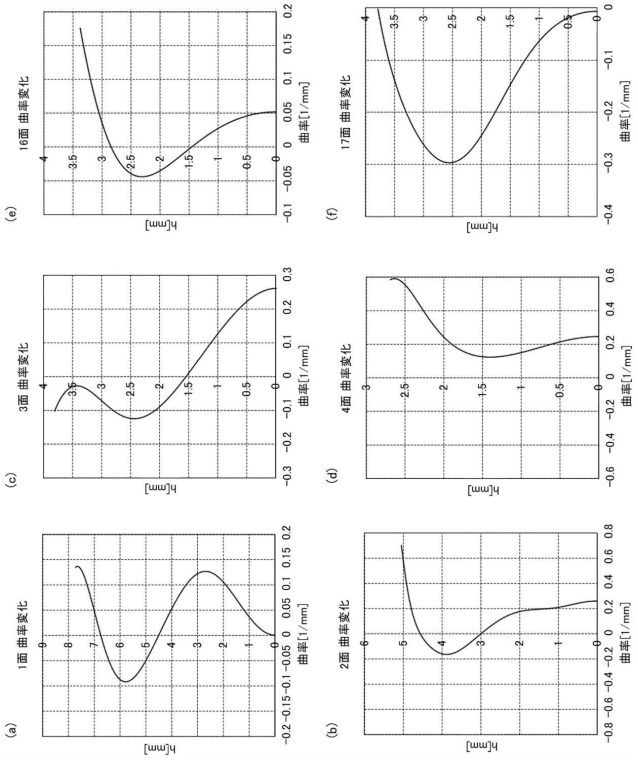
【図９】



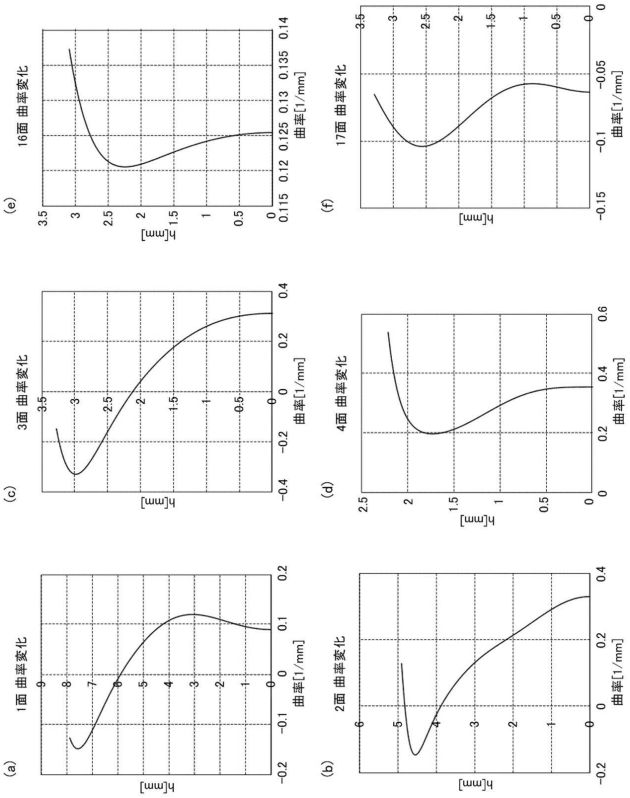
【図１０】



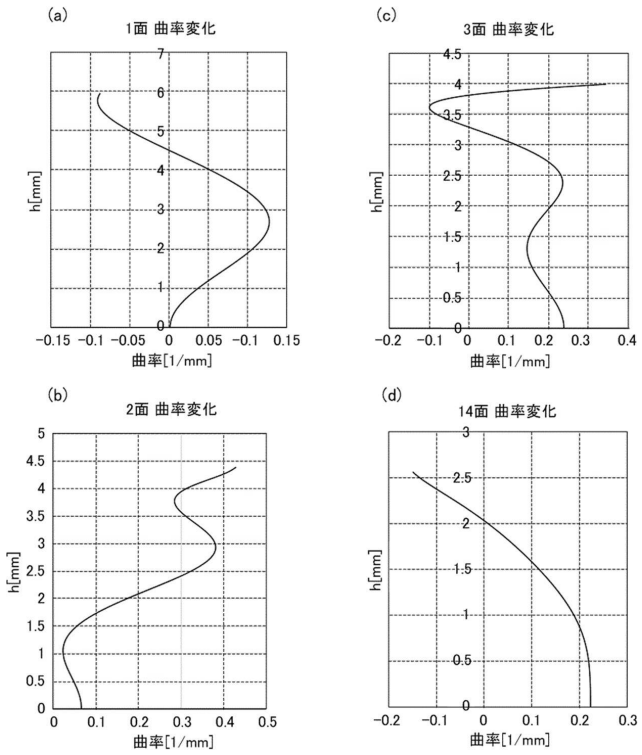
【図１１】



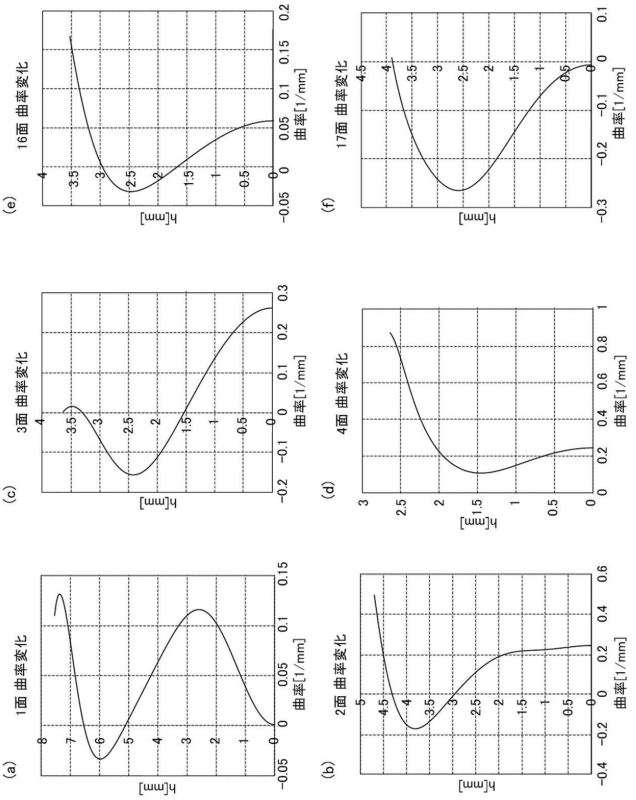
【図１２】



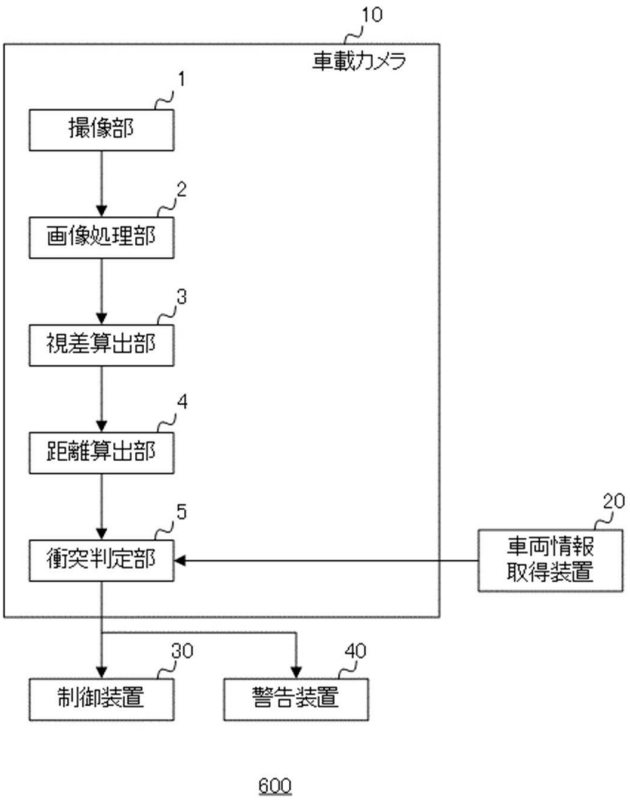
【図１３】



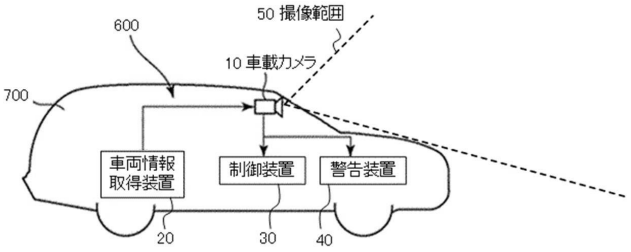
【図１４】



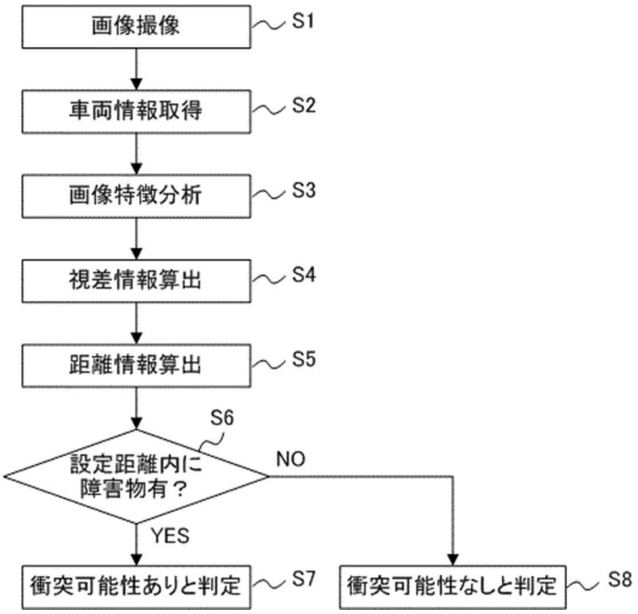
【図１５】



【図１６】



【図１７】


画像撮像
S1
車両情報取得
S2
画像特徴分析
S3
視差情報算出
S4
距離情報算出
S5
S6
設定距離内に
障害物有？
NO
YES
衝突可能性ありと判定
S7
衝突可能性なしと判定
S8

フロントページの続き

Ｆターム（参考） 2H087 KA01 LA07 PA07 PA08 PA17 PB07 PB08 QA02 QA07 QA17
QA21 QA22 QA26 QA34 QA42 QA45 RA04 RA05 RA12 RA13 RA32
RA43 RA44
3D020 BA20 BE03