(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)公開番号
特開2025-37726
(P2025-37726A)
(43)公開日　令和7年3月18日(2025.3.18)

(51)国際特許分類		FI			テーマコード（参考）
H04N	*23/698 (2023.01)*	H04N	23/698		2F112
H04N	*23/45 (2023.01)*	H04N	23/45		2H054
H04N	*7/18 (2006.01)*	H04N	7/18	U	2H059
G03B	*37/00 (2021.01)*	G03B	37/00	A	5C054
G03B	*15/00 (2021.01)*	G03B	15/00	W	5C122

審査請求　未請求　請求項の数　8　ＯＬ　（全16頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2023-144827(P2023-144827)
(22)出願日　令和5年9月6日(2023.9.6)

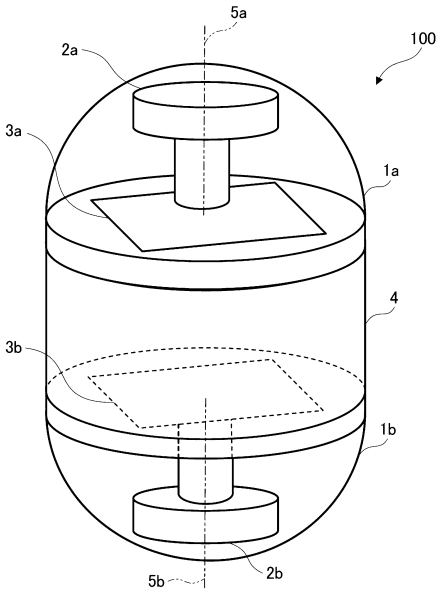
(71)出願人　000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
(74)代理人　100114775
弁理士　高岡 亮一
(74)代理人　100121511
弁理士　小田 直
(74)代理人　100208580
弁理士　三好 玲奈
(72)発明者　新井 誠人
東京都大田区下丸子３丁目３０番２号
キヤノン株式会社内

Ｆターム（参考）　2F112　AC03 AC06 CA12 DA04
2H054　BB07
2H059　BA11

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　画像処理システム、移動体、画像処理方法、及びコンピュータプログラム

(57)【要約】
【課題】
少数の撮像部を用いて全天球の合成画像と測距情報の生成が可能な画像処理システムを提供すること。
【解決手段】
画像処理システムにおいて、最大半画角がθａの第１の光学系を備えた第１の撮像部と、
最大半画角がθｂの第２の光学系を備えた第２の撮像部と、を有し、θａ＋θｂ＞１８０°を満たすように構成すると共に、前記第１の光学系の光軸と前記第２の光学系の光軸とを互いに反対向きに設置し、前記第１の撮像部と前記第２の撮像部の出力に基づき全天球の合成画像情報を生成する画像合成部と、前記第１の撮像部と前記第２の撮像部の重畳する視野角の出力に基づき距離情報を生成する測距処理部と、を有することを特徴とする。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
最大半画角がθａの第１の光学系を備えた第１の撮像部と、
最大半画角がθｂの第２の光学系を備えた第２の撮像部と、を有し、
θａ＋θｂ＞１８０°
を満たすように構成すると共に、
前記第１の光学系の光軸と前記第２の光学系の光軸とを互いに反対向きに設置し、
前記第１の撮像部と前記第２の撮像部の出力に基づき全天球の合成画像情報を生成する画像合成部と、
前記第１の撮像部と前記第２の撮像部の重畳する視野角の出力に基づき距離情報を生成する測距処理部と、を有することを特徴とする画像処理システム。
【請求項２】
前記第１の光学系と前記第２の光学系の少なくとも一方が可変画角の光学系であることを特徴とする請求項１に記載の画像処理システム。
【請求項３】
前記第１の光学系及び前記第２の光学系の夫々の焦点距離をｆ、像高をｙ、半画角をθとしたときに、射影特性ｙ（θ）が以下の条件、
０．２＜２×ｆ×ｔａｎ（θｍａｘ／２）／ｙ（θｍａｘ）＜０．９２
を満たすことを特徴とする請求項１に記載の画像処理システム。
【請求項４】
前記測距処理部とは、前記第１の撮像部と前記第２の撮像部の重畳する視野角の画像領域を切り出すトリミング処理部と、
前記トリミング処理部の出力に基づき前記距離情報を生成する距離算出部と、を有することを特徴とする請求項１に記載の画像処理システム。
【請求項５】
前記第１の撮像部及び前記第２の撮像部の撮影画像及び前記距離情報に基づき周囲に存在する物体を検出する検出部を更に備えたことを特徴とする請求項１に記載の画像処理システム。
【請求項６】
請求項１～５のいずれか１項に記載の画像処理システムの前記第１の撮像部と前記第２の撮像部を搭載することを特徴とする移動体。
【請求項７】
最大半画角がθａの第１の光学系を備えた第１の撮像部と、
最大半画角がθｂの第２の光学系を備えた第２の撮像部と、を有し、
θａ＋θｂ＞１８０°
を満たし、
前記第１の光学系の光軸と前記第２の光学系の光軸とを互いに反対向きに設置した撮像装置を用いた画像処理方法であって、
前記第１の撮像部と前記第２の撮像部の出力に基づき全天球の合成画像情報を生成すると共に、
前記第１の撮像部と前記第２の撮像部の重畳する視野角の出力に基づき距離情報を生成することを特徴とする画像処理方法。
【請求項８】
請求項１～５のいずれか１項に記載の画像処理システム又は請求項６に記載の移動体の各部をコンピュータにより制御するためのコンピュータプログラム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、画像処理システム、移動体、画像処理方法、及びコンピュータプログラム等に関するものである。

【背景技術】
【０００２】
従来、家庭、オフィスビル、住宅、物流センター等の様々な場所で自律的に移動し、仕事を行う移動体が知られている。このような移動体は、自身に搭載されたセンサの出力情報を利用して自己位置の推定や走行経路の生成を行うことで、自律走行を行うことができる。
【０００３】
このような自律走行を行う移動体の周辺状況を取得する技術として、異なる２つの視点位置から被写体を見た場合の視差画像を撮影し、その視差画像に基づき、被写体の特定領域の奥行き値を算出する測距技術が知られている。
【０００４】
又、２つの視点位置からの被写体の撮像に、視野角（画角）の広い光学レンズ、例えば、魚眼レンズを備えたカメラを用いる技術が知られている。又、移動体に搭載されたセンサより取得された映像情報を使用して遠隔監視や画像認識を行う技術が知られている。
【０００５】
例えば、特許文献１では、移動体に搭載された一対の全方位撮像部を用いることで、全方位の撮影と全方位の測距が行われる技術が開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００６】
【特許文献１】特開２０１７－１０２０７２号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
しかしながら、特許文献１に開示された従来技術では、撮像部下部や互いの撮像部等の死角部を撮影することが困難であるという課題があった。そのため全天球（水平方向３６０°、垂直１８０°）の撮影と全方位（水平方向３６０°）の測距をしようとすると、必要とする撮像部数が増大してしまう。
【０００８】
そこで本発明は、少数の撮像部を用いて全天球の合成画像と測距情報の生成が可能な画像処理システムを提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００９】
上記目的を達成するために、本発明の１側面の画像処理システムは、
最大半画角がθａの第１の光学系を備えた第１の撮像部と、
最大半画角がθｂの第２の光学系を備えた第２の撮像部と、を有し、
θａ＋θｂ＞１８０°
を満たすように構成すると共に、
前記第１の光学系の光軸と前記第２の光学系の光軸とを互いに反対向きに設置し、
前記第１の撮像部と前記第２の撮像部の出力に基づき全天球の合成画像情報を生成する画像合成部と、
前記第１の撮像部と前記第２の撮像部の重畳する視野角の出力に基づき距離情報を生成する測距処理部と、を有することを特徴とする。
【発明の効果】
【００１０】
本発明によれば、少数の撮像部を用いて全天球の合成画像と測距情報の生成が可能な画像処理システムを提供することが出来る。
【図面の簡単な説明】
【００１１】
【図１】実施形態１に係る撮像装置の斜視模式図である。

【図２】実施形態１に係る画像処理システム２００の構成例を示す機能ブロック図である。
【図３】（Ａ）、（Ｂ）は、実施形態１に係る撮像システムで取得される画像の例を示す図である。
【図４】測距処理部２０４の構成例を示す機能ブロック図である。
【図５】（Ａ）、（Ｂ）は、実施形態１に係る画像変換部４０２、４０３でパノラマ処理を行った結果の例を示す図である。
【図６】（Ａ）、（Ｂ）は、実施形態１に係る画像処理システムでトリミングを行った結果の例を示す図である。
【図７】ステレオ測距の原理を示す図である。
【図８】実施形態１に係る画像処理システムで撮影及び測距を行った結果の１例を示す図である。
【図９】（Ａ）～（Ｃ）は、実施形態２における光学系の特性を説明するための図である。
【図１０】実施形態３に係る移動体の外観斜視図である。
【図１１】実施形態３に係る自律走行システムの構成例を示す機能ブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【００１２】
以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。但し、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。尚、図面において、同一の部材又は要素については同一の参照番号を付し、それらの重複する説明については省略又は簡略化する。
【００１３】
（実施形態１）
以下に、本発明の実施形態１を説明する。
【００１４】
図１は、実施形態１に係る撮像装置の斜視模式図であり、図１に示す撮像装置１００は、第１の撮像部１ａと第２の撮像部１ｂを含む。第１の撮像部１ａと第２の撮像部１ｂは、筐体４に夫々の光軸５ａ及び５ｂが、同軸上かつ互いに反対向きに設けられる。
【００１５】
第１の撮像部１ａは、撮像素子３ａ及び第１の光学系２ａを備え、第２の撮像部１ｂは、撮像素子３ｂ及び第２の光学系２ｂを備える。撮像素子３ａ及び３ｂは、第１の光学系２ａを及び第２の光学系２ｂを通して入射される光を夫々電気信号に変化する。
【００１６】
撮像素子３ａ及び３ｂには、ＣＣＤ（Ｃｈａｒｇｅ Ｃｏｕｐｌｅｄ Ｄｅｖｉｃｅ）イメージセンサやＣＭＯＳ（Ｃｏｍｐｌｅｍｅｎｔａｒｙ Ｍｅｔａｌ Ｏｘｉｄｅ Ｓｅｍｉｃｏｎｄｕｃｔｏｒ）イメージセンサ等が用いられる。
【００１７】
第１の光学系２ａ及び第２の光学系２ｂには、第１の光学系２ａの最大半画角をθａ、第２の光学系２ｂの最大半画角をθｂとすると、以下の式１を満たすような光学系が用いられる。
θａ＋θｂ＞１８０°・・・（式１）
【００１８】
式１を満たす光学系であれば、第１の撮像部１ａと第２の撮像部１ｂより取得される画像には、重畳する画角が発生する。例えばθａを９５°θｂを９５°とすると、θａの８５°～９５°の画角とθｂの８５°～９５°の画角は重畳する画角となる。
【００１９】
尚、第１の光学系２ａ及び第２の光学系２ｂは同一の画角でなくとも良い。又、第１の光学系２ａ及び第２の光学系２ｂの少なくとも一方は固定画角の光学系に限らず、上記式１を満たす可変画角の光学系であっても良い。可変画角の光学系を用いると、第１の撮像部１ａと第２の撮像部１ｂより取得される画像の重畳領域が可変になり、後述の測距処理

にて取得される水平方向３６０°の距離情報の垂直位置を変更することが出来る。
【００２０】
即ち、測距情報の垂直方向の位置を任意に変更することが可能になり、撮像装置１００が必要としている範囲の距離情報を効率よく取得することができる。尚、第１の撮像部１ａと第２の撮像部１ｂは同種のカメラだけでなく、例えば赤外線カメラと可視光カメラのような、異種のカメラの組み合わせであっても良い。
【００２１】
図２は、実施形態１に係る画像処理システム２００の構成例を示す機能ブロック図である。尚、図２に示される機能ブロックの一部は、画像処理システム２００に含まれる不図示のコンピュータとしてのＣＰＵ等に、不図示の記憶媒体としてのメモリに記憶されたコンピュータプログラムを実行させることによって実現されている。
【００２２】
しかし、それらの一部又は全部をハードウェアで実現するようにしても構わない。ハードウェアとしては、専用回路（ＡＳＩＣ）やプロセッサ（リコンフィギュラブルプロセッサ、ＤＳＰ）などを用いることができる。
【００２３】
又、図２に示される夫々の機能ブロックは、同じ筐体に内蔵されていなくても良く、互いに信号路を介して接続された別々の装置により構成しても良い。即ち画像処理システム２００の一部は例えば外部サーバ等に設けられていても良い。尚、図２に関する以上の説明は、図４、図１１についても同様に当てはまる。
【００２４】
画像処理システム２００は、第１の撮像部１ａと第２の撮像部１ｂ、画像処理部２０２、２０３、及び測距処理部２０４と画像合成部２０５、物体検出部２０８、表示部２０９を有する。画像処理部２０２、２０３は、第１の撮像部１ａと第２の撮像部１ｂから出力された撮像信号に対して夫々ホワイトバランスの調整やデモザイク処理、ゲイン・オフセット調整、ガンマ補正、色補正など種々の画像処理を行う。
【００２５】
測距処理部２０４は後述の手法を用いて測距を行い、全方位（水平方向３６０°）の距離情報２０６を作成する。画像合成部２０５は、第１の撮像部１ａと第２の撮像部１ｂの撮像画像を夫々パノラマ展開した後、１枚の画像に合成し全天球（水平方向３６０°、垂直１８０°）の合成画像情報２０７を作成する。即ち、画像合成部２０５は、第１の撮像部１ａと第２の撮像部１ｂの出力に基づき全天球の合成画像情報を生成する。
【００２６】
尚、パノラマ展開の方式は正距円筒図法に基づく方式であっても良いしメルカトル図法に基づく方式であってもよく、本発明はその方式に限定されない。物体検出部２０８は距離情報２０６、合成画像情報２０７を基に撮像装置１００の周囲に存在する物体を画像認識することで検出する。即ち、物体検出部２０８は、第１の撮像部及び第２の撮像部の撮影画像及び距離情報に基づき周囲に存在する物体を検出する。
【００２７】
検出対象の物体は例えば、車両や建築物或いは人などの物体の位置である。尚、物体検出には距離情報のみを使用しても良いし、合成画像情報のみを使用してもよく、本発明は物体検出の方式に限定されない。
【００２８】
又、検出結果に基づく各種情報、例えばパノラマ画像内の検出された各種物体とその画像上の座標を示す情報や、パノラマ画像上にバウンディングボックス等を用いて物体検出結果の重畳画像等の情報の生成、出力を行っても良い。表示部２０９は距離情報２０６と合成画像情報２０７、物体検出部２０８で検出した物体情報等を表示する。
【００２９】
図３（Ａ）、（Ｂ）は、実施形態１に係る撮像装置で取得される画像の例を示す図である。図１に示すような撮像装置において、第１の撮像部１ａ、第２の撮像部１ｂが夫々例

えば半画角が９５°の広視野角の光学系を備え、光軸５ａが地面に対し垂直になるよう撮像装置１００を設置し、屋外を撮像すると仮定する。その場合、それぞれ上下の第１の撮像部１ａと第２の撮像部１ｂにより、図３（Ａ）、（Ｂ）に示すような第１画像３００ａ及び第２画像３００ｂが取得される。

【００３０】

第１画像３００ａには、中央部に空３０７が写しだされ、その周りの外周部に地上付近が写し出される。又、第２画像３００ｂには中央部に地面３０９と道路標示３０８等が写しだされ、その周りの外周部に地上付近が写し出される。

【００３１】

第１画像３００ａ及び第２画像３００ｂの夫々には、例えば横向きの歩行者３０１ａ及び３０１ｂ、建築物３０２ａ及び３０２ｂ、正面向きの歩行者３０３ａ及び３０３ｂ、車両３０４ａ及び３０４ｂが写し出されている。又、第１画像３００ａ及び第２画像３００ｂの夫々には、樹木３０５ａ及び３０５ｂ、建築物３０６ａ及び３０６ｂが写し出されている。

【００３２】

尚、撮像装置１００の設置位置や周辺の環境によって、上記の対象物が第１画像３００ａ及び第２画像３００ｂに写し出されないことがあっても良い。又、撮像装置１００の設置位置はこれに限られず、その設置位置に応じた第１画像３００ａ及び第２画像３００ｂが取得される。

【００３３】

図４は測距処理部２０４の構成例を示す機能ブロック図である。画像変換部４０２、４０３は、画像処理部２０２及び２０３より出力された、例えば図３に示す第１画像３００ａ及び第２画像３００ｂのような全天球画像を、カメラ内部・外部パラメータ等の較正情報４０１を用いてパノラマ展開処理を行う。

【００３４】

尚、前述のように、パノラマ展開の方式は正距円筒図法に基づく方式であっても良いしメルカトル図法に基づく方式等であってもよい。

【００３５】

図５（Ａ）、（Ｂ）は、実施形態１に係る画像変換部４０２、４０３でパノラマ処理を行った結果の例を示す図であり、図３に示すような第１画像３００ａ及び第２画像３００ｂをパノラマ展開したものである。

【００３６】

第１パノラマ画像５００ａは第１画像３００ａをパノラマ展開したものであり水平３６０°垂直１８０°の合成画像情報を表しており、第２パノラマ画像５００ｂは第２画像３００ｂを第１画像と同様にパノラマ展開したものである。

【００３７】

図４のトリミング処理部４０４、４０５は画像変換部４０２、４０３より出力されたパノラマ画像に対して、予め取得した、カメラ内部パラメータ等の較正情報４０１を用いて重畳画角を判定し、夫々のパノラマ画像より重畳領域の切り出しを行う。

【００３８】

重畳領域の切り出し処理の１例として、図６を用いて説明する。図６（Ａ）、（Ｂ）は、実施形態１に係る画像処理システムでトリミング（切り出し）を行った結果の例を示す図である。即ち、図６（Ａ）、（Ｂ）は、図５に示すような第１パノラマ画像５００ａ、第２パノラマ画像５００ｂの互いの重畳領域（８５°～９５°）を切り出すトリミング処理をした結果が示されている。

【００３９】

第１トリミング画像６００ａは第１パノラマ画像５００ａと第２パノラマ画像５００ｂの重畳領域である垂直８５°～９５°の部分を第１パノラマ画像５００ａよりトリミングしたものである。第２トリミング画像６００ｂは第１パノラマ画像５００ａと第２パノラマ画像５００ｂの重畳領域である垂直８５°～９５°部を第２パノラマ画像５００ｂより

トリミングしたものである。

【００４０】

以上のように、トリミング処理部４０４、４０５は、第１の撮像部と第２の撮像部の重畳する視野角の画像領域を切り出す。尚、重畳領域の判定はこれに限らず、画像のテクスチャに基づき重畳領域を判定する方式であってもよく、本発明はその判定方式に限定されない。

【００４１】

図４の距離算出部４０６はトリミング処理部４０４、４０５の出力であるトリミング画像に基づきステレオ測距を行い、距離情報を生成する。即ち、測距処理部２０４は、第１の撮像部と第２の撮像部の重畳する視野角の出力に基づき距離情報を生成する。図７は、ステレオ測距の原理を示す図である。測定対象物７０１は上下の画像で見え方が異なるため、画像７００ａの７０２の位置に、又、画像７００ｂの７０３の位置に結像する。

【００４２】

ここで、画像７００ａ、画像７００ｂは、トリミング処理部４０４、４０５より出力された第１トリミング画像６００ａ、第２トリミング画像６００ｂに対応した画像である。測距対象物が夫々の画像に結像した像である７０２と７０３は例えば、図６の横向きの歩行者３０１ａ及び３０１ｂ等である。

【００４３】

或いは、建築物３０２ａ及び３０２ｂ、正面向きの歩行者３０３ａ及び３０３ｂ、車両３０４ａ及び３０４ｂ、樹木３０５ａ及び３０５ｂ、建築物３０６ａ及び３０６ｂ、その他、動物や道路上構造物等である。

【００４４】

この時に画像７００ａと画像７００ｂで生じる視差７０４は、画像７００ａと画像７００ｂを図７の縦方向にステレオマッチングを行い、局所的な特徴量の類似度の高い画素位置を探索することで算出する。

【００４５】

尚、上述した視差の測定方式は１例であり、これに限定されるものではない。焦点距離７０５と基線長７０６は光学系及び撮像部の筐体への設置位置により決まる既知の値であるため、画像上で測定した視差７０４の値を用いると、三角形の相似の関係より測定対象物７０１までの距離を求めることができる。

【００４６】

上記処理をトリミング処理部４０４、４０５より出力されたトリミング画像、例えば図６の第１トリミング画像６００ａと第２トリミング画像６００ｂに対して行うことで、トリミング画像に対応する距離情報が算出される。又、算出された距離情報に基づき、例えば、視野内に存在する各種物体までの距離を示す距離画像等の情報の生成、出力を行っても良い。

【００４７】

図８は実施形態１に係る画像処理システムで撮影及び測距を行った結果の１例を示す図であり、撮像装置１００の全天球をパノラマ画像で表示し、物体検出結果と距離情報をバウンディングボックスと共に表示している。

【００４８】

バウンディングボックスに表示された距離は、距離情報２０６に基づく距離画像と、物体検出部２０８により検出されたパノラマ画像内の物体の画像上の座標に基づき算出したものである。即ち、その物体までの距離を、その物体内の距離画像の平均値等の統計的処理により算出したものである。尚、合成画像情報、距離情報、物体検出結果の夫々の表示方式は、図８の例に限定されない。

【００４９】

以上のように、実施形態１によれば、少数の撮像部（この例では２つの第１の撮像部１ａと第２の撮像部１ｂ）を用いて、撮像装置１００の全天球（水平方向３６０°、垂直１８０°）を撮影対象とし、撮像装置の全天球の合成画像情報を取得することができる。

【００５０】
　又、全方位（水平方向３６０°）を測距対象とし、撮像装置１００の周囲に存在する特定の物体までの距離を求めることができる。これにより、部品点数の増大を抑え、製造、設置、運用に要するコストや消費電力等を抑えて、撮像装置１００の全天球の合成画像情報と全方位の測距情報を取得する画像処理システム２００を実現することが出来る。
【００５１】
　（実施形態２）
　以下に、本発明の実施形態２を説明する。実施形態２では、実施形態１の光学系の光学特性を限定することで、画像処理システム２００の測距精度を向上する。
【００５２】
　即ち、実施形態２では、第１の撮像部１ａ、第２の撮像部１ｂの第１の光学系２ａ、第２の光学系２ｂを、光軸の中心付近の解像度に比べ周辺画角の解像度が高い特性を持つイメージサークルを生成する光学系とする。
【００５３】
　それにより、図４で示すようなトリミング処理部４０４、４０５より出力されるトリミング画像の画素数を向上することができる。又、測距誤差やばらつき等を低減でき、精度良く視差を求め、測距を行うことができる。
【００５４】
　図９（Ａ）～（Ｃ）は、実施形態２における光学系の特性を説明するための図であり、実施形態２においては、第１の光学系２ａと２ｂは略同一の特性を有するものとし、以下では、第１の光学系２ａの特性について例示的に説明する。
【００５５】
　図９（Ａ）は撮像装置１００に設置される第１の撮像部１ａと第２の撮像部１ｂの画角を側面から見た図である。第１の撮像部１ａは、図１に示したように第１の光学系２ａと撮像素子３ａとを有する。第１の光学系２ａは、第１の画角（第１の視野）９０１と、該第１の画角９０１よりも周辺側の第２の画角（第２の視野）９０２とで結像倍率が異なる。
【００５６】
　撮像素子３ａの撮像面（受光面）は、第１の画角９０１に含まれる物体を撮像する第１の領域と、第２の画角９０２に含まれる物体を撮像する第２の領域とを含む。又、第２の領域における単位画角あたりの画素数が、第１の領域における単位画角あたりの画素数よりも多くなっている。
【００５７】
　言い換えると、第１の撮像部１ａの第２の画角（第２の領域）における解像度が、第１の画角（第１の領域）における解像度よりも高くなっている。第２の撮像部１ｂについても同様に、第２の画角（第２の領域）における解像度が、第１の画角（第１の領域）における解像度よりも高くなっている。
【００５８】
　図９（Ｂ）は、撮像素子３ａの撮像面（受光面）上での各半画角における像高ｙを等高線状に示した図である。図９（Ｃ）は、図９（Ｂ）の第１象限における半画角θと像高ｙとの関係（第１の光学系２ａの射影特性）を表した図である。
【００５９】
　第１の光学系２ａは、図９（Ｃ）に示すように、所定の半画角θｃ未満の画角と半画角θｃ以上の画角でその射影特性ｙ（θ）が異なるように構成されている。従って、第１の光学系２ａは、単位あたりの半画角θに対する像高ｙの増加量を解像度としたとき、解像度が画角（撮像素子の受光面における領域）によって異なる。
【００６０】
　この局所的な解像度は、射影特性ｙ（θ）の半画角θでの微分値ｄｙ（θ）／ｄθで表すことができる。例えば、図９（Ｃ）の射影特性ｙ（θ）の傾きが大きいほど、解像度が高いといえる。又、図９（Ｂ）において、各半画角における像高ｙの等高線の間隔が大き

いほど解像度が高いことを示している。
【００６１】
実施形態２の第１の光学系２ａは、光軸近傍の中心領域では像高ｙの増加率（図９（Ｃ）の射影特性ｙ（θ）の傾き）が小さく、中心領域の外側の周辺領域では画角が大きくなるにつれて像高ｙの増加率が大きくなっていく射影特性を有している。
【００６２】
図９（Ｂ）において、中心を含む第１の領域９０３が半画角θｃ未満の画角に対応し、第１の領域の外側の第２の領域９０４が半画角θｃ以上の画角に対応している。又、半画角θｃ未満の画角は図９（Ａ）における第１の画角９０１に対応し、半画角θｃ以上の画角は図９（Ａ）における第２の画角９０２に対応している。
【００６３】
同様に、第２の撮像部１ｂの第２の光学系２ｂの半画角θｃ未満の画角は図９（Ａ）における第１の画角９０１に対応し、半画角θｃ以上の画角は図９（Ａ）における第２の画角９０２に対応している。尚、第１パノラマ画像５００ａと第２パノラマ画像５００ｂの重畳領域（例えば垂直８５°～９５°の部分）は少なくとも一部が半画角θｃ以上となるように設定する。尚、重畳領域全体が半画角θｃ以上であることが望ましい。
【００６４】
上述したように、第１の領域９０３は相対的に低解像度の領域であり、第２の領域９０４は相対的に高解像度の領域である。又、第１の領域９０３は歪曲が相対的に多い高歪曲領域であり、第２の領域９０４は歪曲が相対的に少ない低歪曲領域となっている。従って、実施形態２においては、第１の領域９０３を低解像度領域又は高歪曲領域と呼び、第２の領域９０４を高解像度領域又は低歪曲領域とも呼ぶことがある。
【００６５】
尚、図９で示した特性は１例であり、これに限定されるものではない。例えば、光学系の低解像度領域と高解像度領域は同心円状に構成されていなくても良く、夫々の領域が歪んだ形状をしていても良い。又、低解像度領域の重心と高解像度領域の重心は一致していなくても良い。
【００６６】
又、低解像度領域の重心と高解像度領域の重心は、撮像素子の受光面の中心からずれていても良い。実施形態２の光学系においては、低解像度領域は光軸の近傍に、高解像度領域は光軸から離れた周辺側（即ち低解像度領域の外側）に形成されていれば良い。
【００６７】
第１の光学系２ａ及び第２の光学系の夫々の焦点距離をｆ、半画角をθ、像面での像高をｙ、像高ｙと半画角θとの関係を表す射影特性をｙ（θ）、θｍａｘを前記光学系が有する最大の半画角とするとき、下記の式２を満たすように構成されている。即ち、第１の光学系２ａは、射影特性ｙ（θ）が２ｆｔａｎ（θ／２）（立体射影方式）とは異なるように構成されている。
【００６８】
０．２＜２×ｆ×ｔａｎ（θｍａｘ／２）／ｙ（θｍａｘ）＜０．９２・・・（式２）
このような光学特性を有する光学系においては、射影特性ｙ（θ）を調整することにより、光軸に対して放射方向の倍率を調整することができる。
【００６９】
これにより光軸に対して放射方向と円周方向のアスペクト比をコントロールすることができるため、従来の魚眼レンズなどと異なり、画角が広角でありながら周辺領域において歪の少ない高解像度の像を得ることができる。
【００７０】
又、式２を満たすことにより、第２の領域９０４における解像度を立体射影方式の光学系よりも高くすることができる。尚、式２の上限を上回ると、第２の領域９０４における解像度が低くなり、第１の領域９０３における解像度との差が小さくなってしまうため好ましくない。

【００７１】
　又、式２の下限を下回ると、像面湾曲等の諸収差を良好に補正することが難しくなるため好ましくない。尚、上述した式２は１例であり、実施形態２における光学系は、これに限定されない。
【００７２】
　以上のように光学系を構成することで、周辺の第２の画角９０２の領域においては高解像度が得られる一方、低解像度領域では単位あたりの半画角θに対する像高ｙの増加量を小さくし、かつ広い画角を撮像することが可能になる。即ち、魚眼レンズと同等の広画角を撮像範囲としつつ、高解像度領域においては、高い解像度を得ることができる。
【００７３】
　又、実施形態２では、高解像度領域においては、一般的な撮像用の光学系の射影特性である中心射影方式（ｙ＝ｆ×ｔａｎθ）や等距離射影方式（ｙ＝ｆ×θ）に近似した射影特性としている。従って、高解像度領域においては、光学歪曲が小さく、精細な画像を生成することが可能となる。
【００７４】
　以上のような光学特性を持つ第１の撮像部１ａと第２の撮像部１ｂが、前述したように配置されることで、撮像装置１００の周辺画角を高解像度で撮影することができる。又、第１の撮像部１ａと第２の撮像部１ｂの高解像度領域は２つの撮像部の重畳領域と重なる為、従来の魚眼レンズと比べ相対的に高解像度の測距情報を取得することが出来る。
【００７５】
　（実施形態３）
　実施形態３では、撮像装置１００を、移動体の１種である例えば自律走行ロボットに搭載する形態について説明する。
【００７６】
　図１０は実施形態３に係る移動体１００１の外観斜視図である。撮像装置１００は支柱１０００を介して移動体１００１上部に設けられる。
【００７７】
　図１１は実施形態３に係る自律走行システムの構成例を示す機能ブロック図である。該自律走行システムは画像処理システム２００、自律走行処理システム１１００を有する。尚、移動体１００１は、該自律走行システムを有しており、自律走行を行うことが可能である。
【００７８】
　尚、実施形態３において、移動体は、少なくとも第１の撮像部と第２の撮像部を搭載する。画像処理システムにおけるそれ以外の部分は例えば外部のサーバ等に設けても良い。尚、画像処理システム２００の構成は実施形態１と同様の為、説明を省略する。
【００７９】
　次に、自律走行処理システム１１００について説明する。地図作成部１１０１は、画像処理システム２００により作成された距離情報２０６に基づき、自己位置姿勢の推定及び経路生成に必要となる地図１１０２を作成する。
【００８０】
　尚、地図１１０２は、例えば空間に存在する物体、建造物の床や壁、及び天井などの構造物の特徴を現す三次元の点群データや特徴点の座標データなどの三次元空間データである。又、地図１１０２は、移動体１００１の走行中に随時更新することができる。
【００８１】
　自己位置姿勢推定部１１０３は、移動体１００１の移動中に距離情報２０６及び地図１１０２に基づき移動体１００１の位置姿勢を推定する。
【００８２】
　走行経路生成部１１０４は、距離情報２０６と、物体検出部２０８の出力と、自己位置姿勢推定部１１０３による自己位置姿勢推定結果と、地図１１０２の検出結果とに基づき走行経路を生成する。移動体制御部１１０５は、走行経路生成部１１０４が生成した走行

経路に基づき、移動体１００１の移動方向や速度を制御する。駆動部１１０６は、移動体１００１の車輪などを駆動する。

【００８３】

以上説明したように、実施形態３における撮像装置１００を含む自律走行システムを搭載した移動体１００１は、撮像装置１００が取得した、移動体１００１の全天球の合成画像情報と全方位の距離情報に基づいて自律走行を行う。そのため、移動体１００１に設ける部品点数の増大を抑え、製造、設置、運用に要するコストやエネルギーを抑えて、移動体１００１の自律走行を実現することが出来る。

【００８４】

以上、本発明をその好適な実施形態に基づいて詳述してきたが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づき種々の変形や上記実施形態の組み合わせが可能であり、それらを本発明の範囲から除外するものではない。尚、上記実施形態は、以下の組み合わせを含む。

【００８５】

（構成１）最大半画角がθａの第１の光学系を備えた第１の撮像部と、最大半画角がθｂの第２の光学系を備えた第２の撮像部と、を有し、θａ＋θｂ＞１８０°を満たすように構成すると共に、前記第１の光学系の光軸と前記第２の光学系の光軸とを互いに反対向きに設置し、前記第１の撮像部と前記第２の撮像部の出力に基づき全天球の合成画像情報を生成する画像合成部と、前記第１の撮像部と前記第２の撮像部の重畳する視野角の出力に基づき距離情報を生成する測距処理部と、を有することを特徴とする画像処理システム。

【００８６】

（構成２）前記第１の光学系と前記第２の光学系の少なくとも一方が可変画角の光学系であることを特徴とする構成１に記載の画像処理システム。

【００８７】

（構成３）前記第１の光学系及び前記第２の光学系の夫々の焦点距離をｆ、像高をｙ、半画角をθとしたときに、射影特性ｙ（θ）が以下の条件、０．２＜２×ｆ×ｔａｎ（θｍａｘ／２）／ｙ（θｍａｘ）＜０．９２を満たすことを特徴とする構成１に記載の画像処理システム。

【００８８】

（構成４）前記測距処理部とは、前記第１の撮像部と前記第２の撮像部の重畳する視野角の画像領域を切り出すトリミング処理部と、前記トリミング処理部の出力に基づき前記距離情報を生成する距離算出部と、を有することを特徴とする構成１～３のいずれか１つに記載の画像処理システム。

【００８９】

（構成５）前記第１の撮像部及び前記第２の撮像部の撮影画像及び前記距離情報に基づき周囲に存在する物体を検出する検出部を更に備えたことを特徴とする構成１～４のいずれか１つに記載の画像処理システム。

【００９０】

（構成６）構成１～５のいずれか１つに記載の画像処理システムの前記第１の撮像部と前記第２の撮像部を搭載することを特徴とする移動体。

【００９１】

（方法）最大半画角がθａの第１の光学系を備えた第１の撮像部と、最大半画角がθｂの第２の光学系を備えた第２の撮像部と、を有し、θａ＋θｂ＞１８０°を満たし、前記第１の光学系の光軸と前記第２の光学系の光軸とを互いに反対向きに設置した撮像装置を用いた画像処理方法であって、前記第１の撮像部と前記第２の撮像部の出力に基づき全天球の合成画像情報を生成すると共に、前記第１の撮像部と前記第２の撮像部の重畳する視野角の出力に基づき距離情報を生成することを特徴とする画像処理方法。

【００９２】

（プログラム）構成１～５のいずれか１つに記載の画像処理システム又は構成６に記載

の移動体の各部をコンピュータにより制御するためのコンピュータプログラム。

【００９３】

尚、上記実施形態における制御の一部又は全部を実現するために、上述した実施形態の機能を実現するコンピュータプログラムをネットワーク又は各種記憶媒体を介して画像処理システム等に供給するようにしてもよい。そしてその画像処理システム等におけるコンピュータ（又はＣＰＵやＭＰＵ等）がそのプログラムを読み出して実行するようにしてもよい。その場合、そのプログラム、及び該プログラムを記憶した記憶媒体は本発明を構成することとなる。

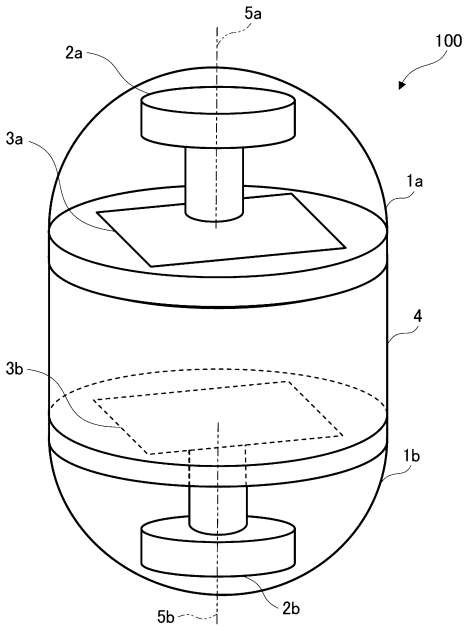
【符号の説明】

【００９４】

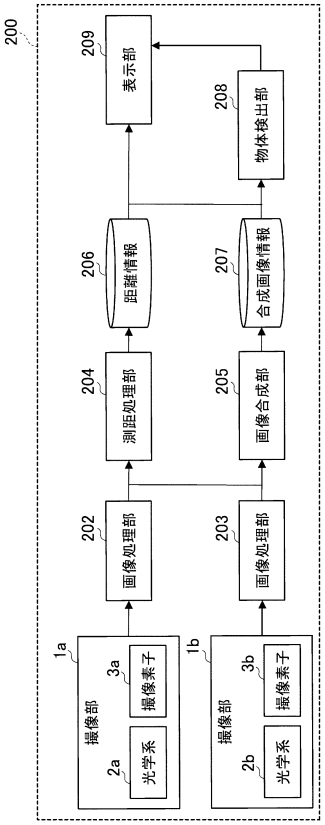
１００：撮像装置
２００：画像処理システム
１ａ：第１の撮像部
１ｂ：第２の撮像部
２ａ：第１の光学系
２ｂ：第２の光学系
３ａ：第１の撮像部１ａの撮影素子
３ｂ：第２の撮像部１ｂの撮影素子
５ａ：第１の撮像部１ａの光軸
５ｂ：第２の撮像部１ｂの光軸

【図面】

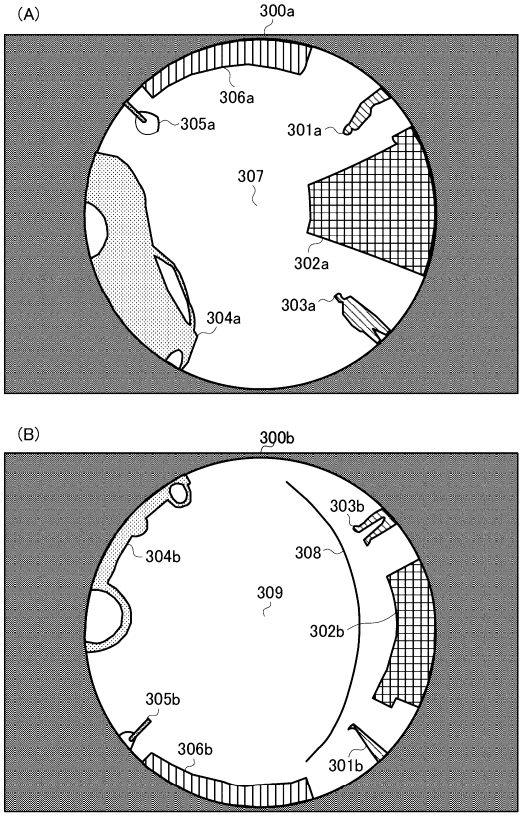
【図１】



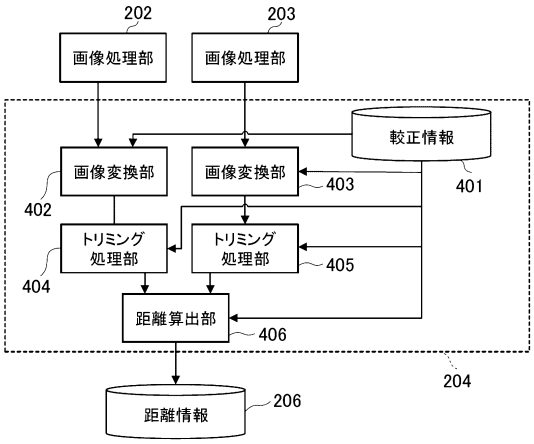
【図２】



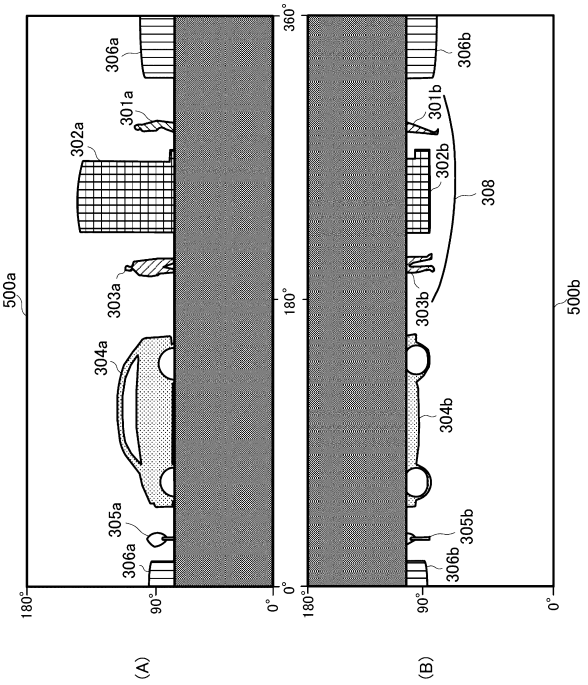
【図３】


(A)
300a
306a
305a
301a
307
302a
303a
304a
(B)
300b
303b
304b
308
309
302b
305b
306b
301b

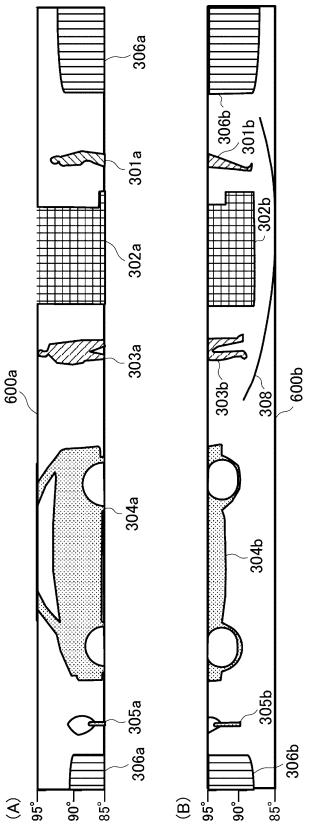
【図４】


202
203
画像処理部
画像処理部
較正情報
画像変換部
画像変換部
403
401
402
トリミング処理部
トリミング処理部
405
404
距離算出部
406
204
距離情報
206

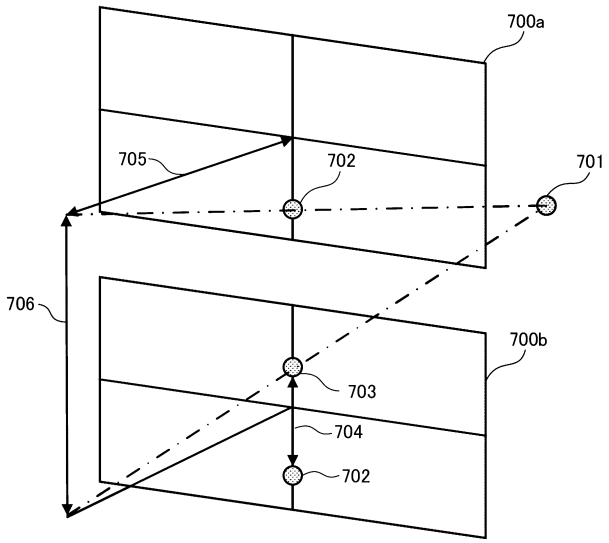
【図５】


360°
180°
0°
500a
500b
306a
301a
302a
303a
304a
305a
306a
306b
301b
302b
308
303b
304b
305b
306b
180°
90°
0°
(A)
(B)

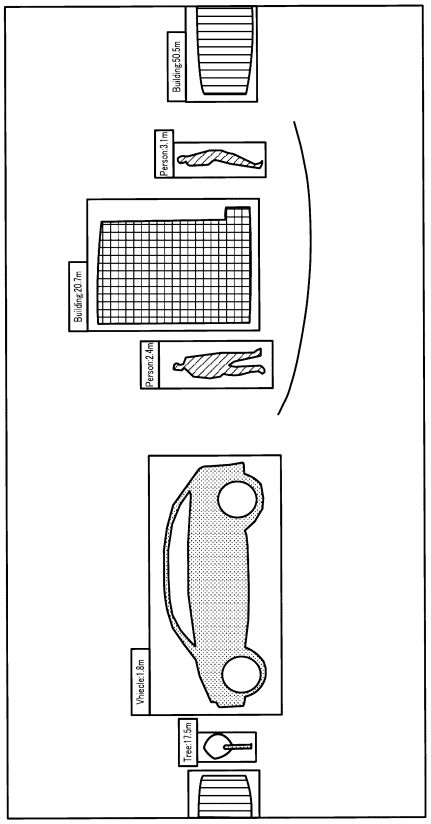
【図６】


306a
301a
302a
303a
600a
304a
305a
306a
306b
301b
302b
303b
308
600b
304b
305b
306b
(A)
(B)
95°
90°
85°

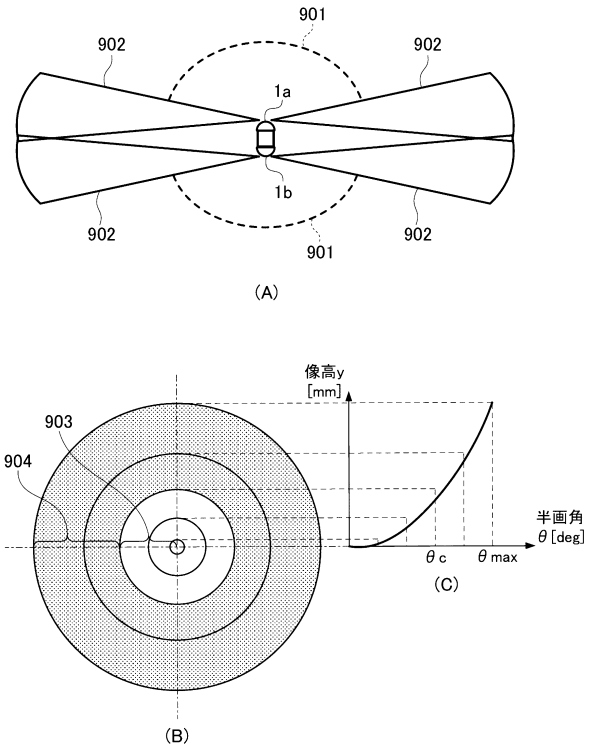
【図７】


700a
705
702
701
706
700b
703
704
702

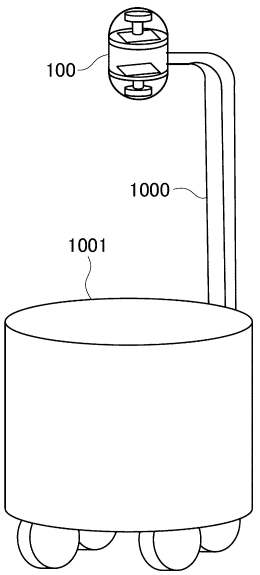
【図８】


Building:20.5m
Person:3.1m
Building:20.7m
Person:2.4m
Vhecle:1.8m
Tree:17.5m

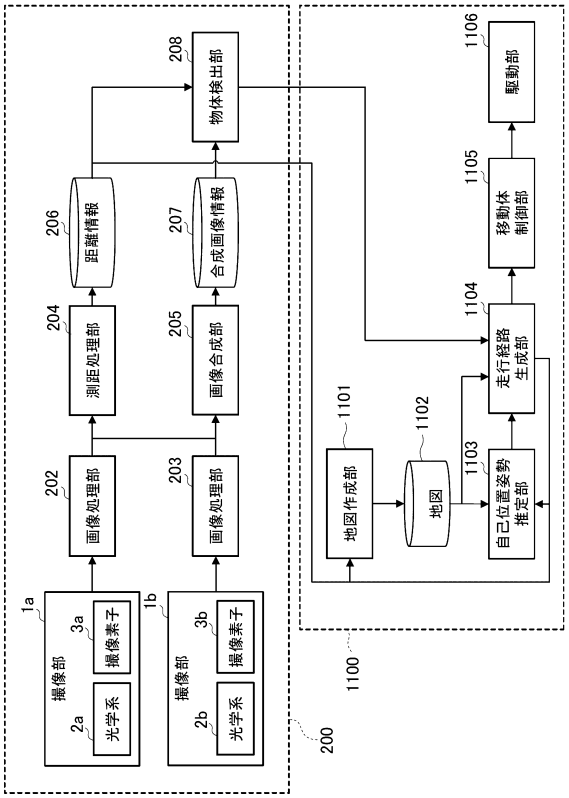
【図９】


901
902
902
1a
1b
902
902
901
(A)
像高y
[mm]
903
904
半画角
θ [deg]
θc
θmax
(C)
(B)

【図１０】


100
1000
1001

【図１１】


200
1a
撮像部
2a
光学系
3a
撮像素子
1b
撮像部
2b
光学系
3b
撮像素子
202
画像処理部
203
画像処理部
204
測距処理部
205
画像合成部
206
距離情報
207
合成画像情報
208
物体検出部
1100
1101
地図作成部
1102
地図
1103
自己位置姿勢
推定部
1104
走行経路
生成部
1105
移動体
制御部
1106
駆動部

フロントページの続き

(51)国際特許分類		FＩ			テーマコード（参考）
Ｇ０３Ｂ　19/06　(2021.01)		Ｇ０３Ｂ	19/06		
Ｇ０１Ｃ　3/06　(2006.01)		Ｇ０１Ｃ	3/06	１１０Ｖ	

Ｆターム（参考）　5C054　CA04 CC02 FC12 FD02
5C122　DA03 DA04 DA27 EA55 EA67 FA02 FA04 FA18 FB06 FH09
FH14 FH18 HA13 HA35 HB05