

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-179654
(P2018-179654A)

(43) 公開日 平成30年11月15日(2018.11.15)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
GO1C 3/00 (2006.01)		GO1C 3/00	120		2F112
GO1C 3/06 (2006.01)		GO1C 3/06	110V		
		GO1C 3/06	120Q		

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2017-77040 (P2017-77040)
 (22) 出願日 平成29年4月7日(2017.4.7)
 (11) 特許番号 特許第6404985号 (P6404985)
 (45) 特許公報発行日 平成30年10月17日(2018.10.17)

(71) 出願人 390008235
 ファナック株式会社
 山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
 〇番地
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100102819
 弁理士 島田 哲郎
 (74) 代理人 100123582
 弁理士 三橋 真二
 (74) 代理人 100130133
 弁理士 曾根 太樹
 (74) 代理人 100112357
 弁理士 廣瀬 繁樹

最終頁に続く

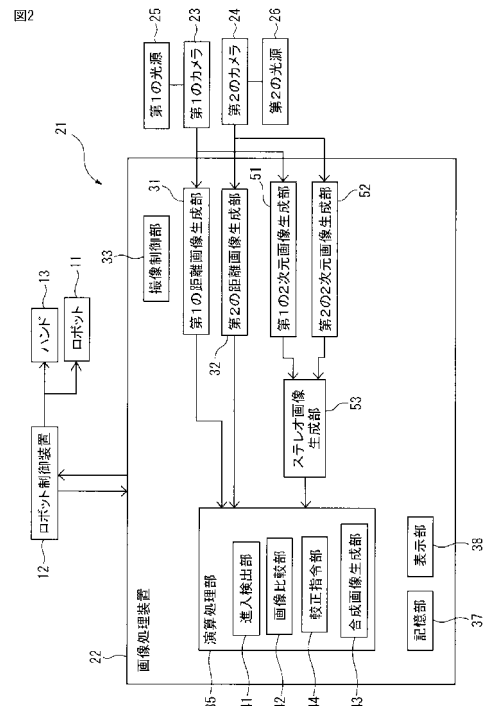
(54) 【発明の名称】 距離画像の異常を検出する撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 距離画像の異常を検出する撮像装置を提供する。

【解決手段】 撮像装置 21 の画像処理装置 22 は、光の飛行時間に基づいて第 1 のカメラ 23 および第 2 のカメラ 24 の出力信号から第 1 の距離画像および第 2 の距離画像を生成する距離画像生成部 31, 32 を含む。画像処理装置 22 は、カメラ 23, 24 の出力信号からステレオ画像を生成するステレオ画像生成部 53 を含む。画像処理装置 22 は、ステレオ画像と距離画像とを比較し、第 1 の距離画像および第 2 の距離画像のうち少なくとも一方の異常を検出する画像比較部 42 を含む。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像を撮像する第 1 の撮像部と、

第 1 の撮像部に対して予め定められた位置に配置され、画像を撮像する第 2 の撮像部と

、

第 1 の撮像部が撮像する領域に向けて光を発する第 1 の光源と、

第 2 の撮像部が撮像する領域に向けて光を発する第 2 の光源と、

第 1 の撮像部の出力信号および第 2 の撮像部の出力信号の処理を行う画像処理部とを備え、

前記画像処理部は、光の飛行時間に基づいて第 1 の撮像部の出力信号から距離情報を含む第 1 の距離画像を生成する第 1 の距離画像生成部と、

10

光の飛行時間に基づいて第 2 の撮像部の出力信号から距離情報を含む第 2 の距離画像を生成する第 2 の距離画像生成部と、

第 1 の撮像部の出力信号から第 1 の 2 次元画像を生成する第 1 の 2 次元画像生成部と、

第 2 の撮像部の出力信号から第 2 の 2 次元画像を生成する第 2 の 2 次元画像生成部と、

第 1 の 2 次元画像および第 2 の 2 次元画像に基づいて距離情報を含むステレオ画像を生成するステレオ画像生成部と、

ステレオ画像と、第 1 の距離画像および第 2 の距離画像のうち少なくとも一方とを比較し、第 1 の距離画像および第 2 の距離画像のうち少なくとも一方の異常を検出する画像比較部と、を含むことを特徴とする、撮像装置。

20

【請求項 2】

第 1 の撮像部および第 2 の撮像部が撮像する領域において、位置の測定を行う測定点が予め設定されており、

前記画像比較部は、前記測定点において、ステレオ画像と、第 1 の距離画像および第 2 の距離画像のうち少なくとも一方とを比較することにより前記異常を検出する、請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記画像比較部は、第 1 の距離画像と第 2 の距離画像とを比較することにより、第 1 の距離画像または第 2 の距離画像に前記異常が生じていることを検出し、ステレオ画像に基づいて前記異常が生じている距離画像を特定する、請求項 1 または 2 に記載の撮像装置。

30

【請求項 4】

前記画像処理部は、第 1 の距離画像生成部または第 2 の距離画像生成部に画像を較正する指令を送出する較正指令部を含み、

前記較正指令部は、前記異常が生じている距離画像を生成する距離画像生成部に対して、ステレオ画像に合わせるように距離画像を較正する指令を送出する、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記画像処理部は、ステレオ画像と、第 1 の距離画像または第 2 の距離画像の距離画像とを合成する合成画像生成部を含み、

前記合成画像生成部は、ステレオ画像から線状の部分を選定する線状部分選定部と、前記一方の距離画像から面状の部分を選定する面状部分選定部と、線状部分選定部により選定された線状の部分および面状部分選定部により選定された面状の部分を合成した距離画像を生成する合成部とを含む、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の撮像装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、距離画像の異常を検出する撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

カメラにて画像を撮像し、得られた画像に基づいて対象物の 3 次元的な位置を検出する

50

撮像装置が知られている。3次元的な位置を検出する撮像装置としては、光源から光を發した後に、対象物の表面にて反射した光を画素センサで受光する装置が知られている。撮像装置は、光源から發した光が対象物の表面にて反射して画素センサに戻るまでの時間を測定する。撮像装置は、測定した時間と光の速さとに基づいて、対象物までの距離を算出することができる。この撮像装置の方式は、光飛行時間方式と呼ばれている。

【0003】

特表2009-516157号公報においては、照明装置と、第1画像を記録する第1画像記録ユニットと、第2画像を記録する第2画素記録ユニットとを備える空間領域をモニターする装置が開示されている。第1画素記録ユニットは、空間領域を撮像する画素センサを含み、第2画像記録ユニットは、空間領域を撮像する画素センサを備える。この装置は、第1画像と第2画像とを比較することにより、少なくとも一つの画素上に撮像される空間領域の点について、間違った距離値を識別することが開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特表2009-516157号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

光飛行時間方式にて撮像した距離画像には、カメラから対象物までの距離の情報が含まれる。ところが、カメラまたは光源の経年変化により、対象物までの距離に誤差が生じる場合があった。この結果、撮像装置が対象物の位置を検出する場合に、位置の誤差が生じる場合があった。

20

【0006】

または、撮像装置は、周りの環境の温度の影響を受けるという特性を有する。特に、対象物に光を照射する光源は、周りの温度の影響を受ける。光源は、温度が変化すると発光する時期が所定の時期からずれる場合がある。このために、撮像装置は、温度が変化すると、正確な距離を測定できなくなる場合がある。

【0007】

このように、撮像装置にて生成される距離画像には誤差が含まれる場合があるために、撮像装置は、距離画像の異常を検出できることが好ましい。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

本開示の一態様の撮像装置は、画像を撮像する第1の撮像部と、第1の撮像部に対して予め定められた位置に配置され、画像を撮像する第2の撮像部とを備える。撮像装置は、第1の撮像部が撮像する領域に向けて光を發する第1の光源と、第2の撮像部が撮像する領域に向けて光を發する第2の光源とを備える。撮像装置は、第1の撮像部の出力信号および第2の撮像部の出力信号の処理を行う画像処理部を備える。画像処理部は、光の飛行時間に基づいて第1の撮像部の出力信号から距離情報を含む第1の距離画像を生成する第1の距離画像生成部と、光の飛行時間に基づいて第2の撮像部の出力信号から距離情報を含む第2の距離画像を生成する第2の距離画像生成部とを含む。画像処理部は、第1の撮像部の出力信号から第1の2次元画像を生成する第1の2次元画像生成部と、第2の撮像部の出力信号から第2の2次元画像を生成する第2の2次元画像生成部とを含む。画像処理部は、第1の2次元画像および第2の2次元画像に基づいて距離情報を含むステレオ画像を生成するステレオ画像生成部を含む。画像処理部は、ステレオ画像と、第1の距離画像および第2の距離画像のうち少なくとも一方とを比較し、第1の距離画像および第2の距離画像のうち少なくとも一方の異常を検出する画像比較部を含む。

40

【発明の効果】

【0009】

本開示の一態様によれば、距離画像の異常を検出する撮像装置を提供することができる

50

。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施の形態におけるロボットシステムの概略平面図である。

【図2】実施の形態におけるロボットシステムのブロック図である。

【図3】距離画像における距離の誤差を説明するための2台のカメラおよび対象物の概略平面図である。

【図4】異常が生じた距離画像を検出し、距離画像を較正する制御のフローチャートである。

【図5】距離画像の較正を行った後の2台のカメラおよび対象物の概略平面図である。

【図6】2台のカメラおよび他の対象物の概略平面図である。

【図7】実施の形態における合成画像生成部のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

図1から図7を参照して、実施の形態における撮像装置について説明する。本実施の形態の形態の撮像装置は、カメラから撮像する物または人までの距離の情報を含む距離画像を撮像することができる。また、本実施の形態の撮像装置は、予め定められた作業を行うロボットを備えるロボットシステムに配置されている。

【0012】

図1は、本実施の形態におけるロボットシステムの概略図である。図2に、本実施の形態のロボットシステムのブロック図を示す。図1および図2を参照して、本実施の形態のロボットシステムは、予め定められた作業を行うロボット11と、ロボット11を制御するロボット制御装置12とを備える。

【0013】

ロボット11には、エンドエフェクタとしてのハンド13が連結されている。本実施の形態のロボット11は、作業台14においてワークに対して作業を行う。ロボット11が行う作業には、ワークの並べ替え、およびワークの搬送等が含まれる。または、ロボットは任意の作業を行うことができる。例えば、ロボットが行う作業には、溶接および塗装等が含まれる。エンドエフェクタは、ロボットが行う作業に応じた装置が選定される。

【0014】

ロボット制御装置12は、例えば、バスを介して互いに接続されたCPU (Central Processing Unit)、RAM (Random Access Memory)、およびROM (Read Only Memory)等を備える演算処理装置(デジタルコンピュータ)にて構成されている。ロボット制御装置12は、ロボット11およびハンド13に対して動作指令を送出する。

【0015】

ロボット11の周りには、ロボット11が作業する領域として作業領域が設定される。作業領域は、安全のために設定される。例えば、作業領域は、ロボット11が作業を行う時に作業員または搬送車がロボット11に接触しないように設定されている。本実施の形態においては、作業領域を区画する柵15が配置されている。柵15には、入口部15aが形成されている。作業員16は、入口部15aから柵15にて囲まれる作業領域に進入することができる。ロボット11が駆動している期間中には、作業員16が柵15の内部に進入しないことが好ましい。

【0016】

本実施の形態におけるロボットシステムは、撮像装置21を備える。撮像装置21は、ロボット11が駆動している期間中に、作業員16が作業領域に進入したことを検出する。また、撮像装置21は、作業員16が作業領域から出たことを検出する。本実施の形態のロボット制御装置12は、作業員16が作業領域に進入した場合に、ロボット11およびハンド13を停止する制御を実施する。

【0017】

図3に、本実施の形態におけるカメラ、光源、および撮像の対象となる物の概略平面図

10

20

30

40

50

を示す。図 1 から図 3 を参照して、本実施の形態における撮像装置 2 1 は、作業員 1 6 が入口部 1 5 a から柵 1 5 にて囲まれる領域に進入したことを検出する。撮像装置 2 1 は、予め定められた領域の画像を撮像する第 1 の撮像部としての第 1 のカメラ 2 3 と、予め定められた領域の画像を撮像する第 2 の撮像部としての第 2 のカメラ 2 4 とを備える。第 1 のカメラ 2 3 および第 2 のカメラ 2 4 は、架台 2 7 に固定されている。

【0018】

本実施の形態における撮像装置 2 1 では、距離画像の測定誤差が大きくなったり、カメラが故障したりすることを考慮して、2 台のカメラ 2 3 , 2 4 が配置されている。すなわち、本実施の形態における撮像装置 2 1 は、1 台のカメラに不調が生じた時の安全性を考慮して、複数台のカメラ 2 3 , 2 4 を備える。

10

【0019】

第 1 のカメラ 2 3 と第 2 のカメラ 2 4 との相対位置は、予め定められている。すなわち、第 2 のカメラ 2 4 は、第 1 のカメラ 2 3 に対して予め定められた位置に配置されている。第 1 のカメラ 2 3 および第 2 のカメラ 2 4 は、架台 2 7 の支持部材 2 8 に固定されている。第 1 のカメラ 2 3 および第 2 のカメラ 2 4 は、予め定められた共通の領域を撮像できるように配置されている。第 1 のカメラ 2 3 および第 2 のカメラ 2 4 は、撮像範囲 2 3 a と撮像範囲 2 4 a とが重複するように配置されている。

【0020】

本実施の形態における第 1 のカメラ 2 3 および第 2 のカメラ 2 4 は、撮像範囲 2 3 a , 2 4 a の範囲内に入口部 1 5 a が含まれるように配置されている。すなわち、第 1 のカメラ 2 3 および第 2 のカメラ 2 4 は、入口部 1 5 a を通る作業員 1 6 を撮像できる位置に配置されている。

20

【0021】

撮像装置 2 1 は、第 1 のカメラ 2 3 が撮像する領域に向けて光を発する第 1 の光源 2 5 を備える。第 1 の光源 2 5 は、第 1 のカメラ 2 3 が撮像する時に発光する。撮像装置 2 1 は、第 2 のカメラ 2 4 が撮像する領域に向けて光を発する第 2 の光源 2 6 を備える。第 2 の光源 2 6 は、第 2 のカメラ 2 4 が撮像する時に発光する。

【0022】

第 1 のカメラ 2 3 および第 2 のカメラ 2 4 は、光飛行時間方式により距離画像を撮像するカメラであり、TOF (Time of Flight) カメラとも称される。それぞれの第 1 のカメラ 2 3 および第 2 のカメラ 2 4 は、画素センサを含んでいる。画素センサとしては、距離画像および 2 次元画像を撮像できる任意の画素センサを採用することができる。例えば、画素センサとして、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) センサを用いることができる。

30

【0023】

撮像装置 2 1 は、第 1 のカメラ 2 3 の出力信号および第 2 のカメラ 2 4 の出力信号の処理を行う画像処理部としての画像処理装置 2 2 を備える。画像処理装置 2 2 は、CPU、ROM、および RAM 等を含む演算処理装置にて構成することができる。

【0024】

画像処理装置 2 2 は、カメラ 2 3 , 2 4 の画像を処理するときの情報を記憶する記憶部 3 7 を含む。記憶部 3 7 は、例えば、距離画像を判定するときの判定値を記憶する。画像処理装置 2 2 は、カメラ 2 3 , 2 4 の画像に関する情報を表示する表示部 3 8 を含む。表示部 3 8 は、液晶表示パネル等により構成されている。表示部 3 8 は、撮像された距離画像またはステレオ画像等の画像を表示することができる。また、表示部 3 8 は、警告および判定値などを表示することができる。

40

【0025】

画像処理装置 2 2 は、第 1 のカメラ 2 3 、第 2 のカメラ 2 4 、第 1 の光源 2 5 、および第 2 の光源 2 6 を制御する撮像制御部 3 3 を備える。撮像制御部 3 3 は、第 1 のカメラ 2 3 および第 2 のカメラ 2 4 に撮像する指令を送出する。撮像制御部 3 3 は、第 1 のカメラ 2 3 にて撮像する時に複数回の光を発光するように第 1 の光源 2 5 を制御する。また、撮

50

像制御部 33 は、第 2 のカメラ 24 にて撮像する時に複数回の光を発光するように、第 2 の光源 26 を制御する。

【0026】

画像処理装置 22 は、光の飛行時間に基づいて第 1 のカメラ 23 の出力信号から第 1 の距離画像を生成する第 1 の距離画像生成部 31 を含む。距離画像には、カメラから撮像した対象物までの距離の情報が含まれる。画像処理装置 22 は、光の飛行時間に基づいて第 2 のカメラ 24 の出力信号から第 2 の距離画像を生成する第 2 の距離画像生成部 32 を含む。距離画像生成部 31, 32 は、光の伝播時間を算出し、カメラ 23, 24 から画像に写っている対象物までの距離を算出する。距離画像生成部 31, 32 は、光源 25, 26 から発した光がカメラ 23, 24 に戻るまでの時間を計測する。距離画像生成部 31, 32 は、例えば光の位相差を検出し、光が対象物に反射して戻るまでの時間を算出する。距離画像生成部 31, 32 は、第 1 のカメラ 23 の画素センサおよび第 2 のカメラ 24 の画素センサにて生成された信号を受信して、それぞれのカメラに対応する距離画像を作成する。また、距離画像生成部 31, 32 は、画像に含まれる任意の点までの距離に基づいて、この点の位置を算出することができる。

10

【0027】

画像処理装置 22 は、第 1 のカメラ 23 および第 2 のカメラ 24 にて撮像をした距離画像の処理を行う演算処理部 35 を含む。演算処理部 35 は、第 1 の距離画像および第 2 の距離画像に基づいて、作業員 16 が作業領域に進入したことを検出する進入検出部 41 を含む。進入検出部 41 は、それぞれの距離画像において、作業員 16 の位置を検出する。第 1 の距離画像および第 2 の距離画像の少なくとも一方において作業員 16 が作業領域の内部に移動した場合に、進入検出部 41 は、作業員 16 が作業領域に進入したと判断する。なお、進入検出部 41 は、第 1 の距離画像および第 2 の距離画像を用いて、任意の制御により作業員の進入を判別することができる。

20

【0028】

作業員 16 が作業領域に進入した場合に、進入検出部 41 は、ロボット制御装置 12 に作業員の進入を通知する信号を送信する。ロボット制御装置 12 は、ロボット 11 およびハンド 13 の駆動を停止する。または、ロボット制御装置 12 は、ロボット 11 およびハンド 13 の動作速度を遅くする制御を実施しても構わない。

【0029】

また、進入検出部 41 は、作業員 16 が作業領域から退出したことを検出することができる。本実施の形態の進入検出部 41 は、第 1 の距離画像および第 2 の距離画像の両方の距離画像において、作業員 16 が作業領域の外側に移動した場合に、作業員 16 が作業領域から退出したと判断する。なお、進入検出部 41 は、第 1 の距離画像および第 2 の距離画像を用いて、任意の制御により作業員 16 が作業領域の外側に出たことを検出することができる。

30

【0030】

進入検出部 41 は、ロボット制御装置 12 に作業員の退出を通知する信号を送信する。ロボット制御装置 12 は、ロボット 11 およびハンド 13 の駆動を再開する。または、ロボット制御装置 12 は、ロボット 11 およびハンド 13 の動作速度を元の速度まで戻す制御を実施しても構わない。なお、作業員 16 が柵 15 の入口部 15a から出た場合に、作業員 16 がロボット制御装置 12 の所定のボタンを押圧することにより、ロボット制御装置 12 に作業員 16 の退出を通知しても構わない。

40

【0031】

このように、本実施の形態の画像処理装置 22 は、画像に含まれる物や人の位置を検出することができる。または、画像処理装置 22 は、予め定められた領域に物や人が存在するか否かを検出することができる。

【0032】

図 3 を参照して、第 1 のカメラ 23 は、撮像範囲 23a の領域に存在する物または人を撮像することができる。第 2 のカメラ 24 は、撮像範囲 24a の内部に存在する物または

50

人を撮像することができる。ここでの例では、対象物 6 2 について説明する。距離画像生成部 3 1, 3 2 は、カメラ 2 3, 2 4 にて撮像される距離画像に基づいて、カメラ 2 3, 2 4 から対象物 6 2 までの距離を検出することができる。

【0033】

ところが、カメラ 2 3, 2 4 および光源 2 5, 2 6 は、周りの温度の影響を受ける場合がある。このような温度による影響は、温度ドリフトと称される。また、カメラ 2 3, 2 4 が経年劣化して、対象物 6 2 までの距離を正しく検出できない場合がある。図 3 に示す例では、第 1 のカメラ 2 3 による第 1 の距離画像では、対象物 6 2 までの距離を正確に検出することができる。一方で、第 2 のカメラ 2 4 による第 2 の距離画像では、第 2 のカメラ 2 4 の経年劣化のために、対象物 6 2 までの距離を正確に測定することができない。第 2 の距離画像では、第 2 のカメラ 2 4 から対象物 6 2 までの距離を短く測定している。この結果、第 2 の距離画像では、対象物 6 2 が位置 6 3 に配置されているように検出される。

10

【0034】

図 2 を参照して、本実施の形態の画像処理装置 2 2 は、第 1 の距離画像および第 2 の距離画像のうち少なくとも一方の異常を検出するように形成されている。また、本実施の形態の第 1 のカメラ 2 3 および第 2 のカメラ 2 4 は、それぞれの画素センサの画素における濃淡の信号を出力することができる。画像処理装置 2 2 は、第 1 のカメラ 2 3 の出力信号から第 1 の 2 次元画像を生成する第 1 の 2 次元画像生成部 5 1 と、第 2 のカメラ 2 4 の出力信号から第 2 の 2 次元画像を生成する第 2 の 2 次元画像生成部 5 2 とを含む。本実施の形態では、第 1 のカメラ 2 3 と第 2 のカメラ 2 4 との相対位置が予め定められている。そして、相対位置および 2 つの 2 次元画像に基づいて、距離情報を含むステレオ画像を生成することができる。画像処理装置 2 2 は、第 1 の 2 次元画像および第 2 の 2 次元画像に基づいて、ステレオ画像を生成するステレオ画像生成部 5 3 を含む。ステレオ画像は、画像に含まれる部分の距離の情報を含む距離画像である。

20

【0035】

演算処理部 3 5 は、複数の画像を比較する画像比較部 4 2 を含む。光飛行時間方式による距離画像では、温度ドリフト等が生じる。しかしながら、ステレオ画像では、温度ドリフトおよびカメラの経年変化等の影響を受けにくく、対象物までの正確な距離を算出することができる。本実施の形態では、ステレオ画像に含まれる距離の情報を、正確な距離の情報として用いる。画像比較部 4 2 は、ステレオ画像と第 1 の距離画像とを比較することにより、第 1 の距離画像が異常であるか否かを判別する。また、画像比較部 4 2 は、ステレオ画像と第 2 の距離画像とを比較することにより、第 2 の距離画像が異常であるか否かを判別する。

30

【0036】

演算処理部 3 5 は、第 1 の距離画像生成部 3 1 および第 2 の距離画像生成部 3 2 のうち少なくとも一方に、画像の校正の指令を送出する校正指令部 4 4 を含む。校正指令部 4 4 は、異常が生じている距離画像を生成する距離画像生成部に校正の指令を送出する。

【0037】

図 4 に、本実施の形態の撮像装置において、距離画像の異常を検出する制御のフローチャートを示す。図 4 に示す制御は任意の時期に行うことができる。または、図 4 に示す制御は、予め定められた時間間隔ごとに行うことができる。

40

【0038】

図 2 および図 4 を参照して、ステップ 8 1 において、第 1 のカメラ 2 3 および第 2 のカメラ 2 4 は、画像を撮像する。撮像制御部 3 3 は、第 1 の光源 2 5 および第 1 のカメラ 2 3 を制御して撮像する。この後に、撮像制御部 3 3 は、第 2 の光源 2 6 および第 2 のカメラ 2 4 を制御して撮像する。ステップ 8 2 において、第 1 の距離画像生成部 3 1 は、第 1 のカメラ 2 3 の出力信号に基づいて、第 1 の距離画像を生成する。第 2 の距離画像生成部 3 2 は、第 2 のカメラ 2 4 の出力信号に基づいて第 2 の距離画像を生成する。

【0039】

50

次に、ステップ 8 3 において、距離画像生成部 3 1 , 3 2 は、距離画像に含まれる予め定められた測定点の位置を算出する。図 1 および図 3 を参照して、本実施の形態では、距離画像の異常を検出するための測定点としてマーカ 6 1 が配置されている。本実施の形態のマーカ 6 1 は動かない。マーカ 6 1 は、カメラ 2 3 , 2 4 の撮像範囲 2 3 a , 2 4 a の内部に配置されている。

【 0 0 4 0 】

図 2 および図 4 を参照して、距離画像生成部 3 1 , 3 2 は、それぞれの距離画像に基づいてマーカ 6 1 の位置を算出する。距離画像には、カメラ 2 3 , 2 4 から測定点までの距離の情報が含まれる。距離画像生成部 3 1 , 3 2 は、カメラ 2 3 , 2 4 から測定点までの距離と、カメラ 2 3 , 2 4 の位置とに基づいて、測定点の位置を算出することができる。測定点の位置は、予め定められた座標系にて設定することができる。第 1 の距離画像生成部 3 1 は、第 1 の距離画像に基づいてマーカ 6 1 の位置を検出する。また、第 2 の距離画像生成部 3 2 は、第 2 の距離画像に基づいてマーカ 6 1 の位置を検出する。

【 0 0 4 1 】

ステップ 8 4 において、演算処理部 3 5 の画像比較部 4 2 は、第 1 の距離画像に基づくマーカ 6 1 の位置と、第 2 の距離画像に基づくマーカ 6 1 の位置とを比較する。画像比較部 4 2 は、第 1 の距離画像に基づく測定点の位置と、第 2 の距離画像に基づく測定点の位置との距離を算出する。第 1 の距離画像に基づくマーカ 6 1 の位置と、第 2 の距離画像に基づくマーカ 6 1 の位置との距離が判定値以内である場合に、画像比較部 4 2 は、第 1 の距離画像および第 2 の距離画像は正常であると判別することができる。この場合には、この制御を終了する。

【 0 0 4 2 】

一方で、第 1 の距離画像に基づくマーカ 6 1 の位置と、第 2 の距離画像に基づくマーカ 6 1 の位置との距離が判定値よりも大きい場合に、画像比較部 4 2 は、第 1 の距離画像および第 2 の距離画像のうち少なくとも一方に異常が生じていると判別する。この場合に、制御はステップ 8 5 に移行する。次に、画像処理装置 2 2 は、第 1 のカメラ 2 3 の出力信号および第 2 のカメラ 2 4 の出力信号に基づいて、ステレオ画像を生成する。

【 0 0 4 3 】

ステップ 8 5 において、撮像制御部 3 3 は、2 次元画像を撮像するように第 1 のカメラ 2 3 および第 2 のカメラ 2 4 を制御する。第 1 の 2 次元画像生成部 5 1 は、第 1 のカメラ 2 3 の画素の濃淡の出力信号に基づいて第 1 の 2 次元画像を生成する。第 2 の 2 次元画像生成部 5 2 は、第 2 のカメラ 2 4 の画素の濃淡の出力信号に基づいて第 2 の 2 次元画像を生成する。この様に、2 次元画像生成部 5 1 , 5 2 は、カメラ 2 3 , 2 4 に含まれる画素センサの出力を用いて、濃淡を有する 2 次元の画像をそれぞれ生成する。

【 0 0 4 4 】

ステップ 8 6 において、ステレオ画像生成部 5 3 は、第 1 の 2 次元画像および第 2 の 2 次元画像を用いてステレオ画像を生成する。ステレオ画像生成部 5 3 は、2 台のカメラ 2 3 , 2 4 の位置および 2 つの 2 次元画像における視差に基づいて、ステレオ画像を生成する。ステレオ画像は、画像に含まれる対象物までの距離の情報を含む距離画像である。ステップ 8 7 において、ステレオ画像生成部 5 3 は、ステレオ画像に含まれるマーカ 6 1 までの距離と、カメラ 2 3 , 2 4 の位置とに基づいて、マーカ 6 1 の位置を算出する。検出されたマーカ 6 1 の位置は、正しい位置として用いられる。

【 0 0 4 5 】

なお、ステレオ画像の生成においては、ステップ 8 5 において画像を新たに撮像せずに、ステップ 8 2 において撮像した時のカメラ 2 3 , 2 4 の出力信号を用いても構わない。

【 0 0 4 6 】

ステップ 8 8 において、画像比較部 4 2 は、第 1 の距離画像および第 2 の距離画像のうち異常が生じている距離画像を特定する。画像比較部 4 2 は、ステレオ画像におけるマーカ 6 1 の位置と、第 1 の距離画像におけるマーカ 6 1 の位置とを比較する。それぞれの画像におけるマーカ 6 1 の位置同士の距離が予め定められた判定値以内の場合に、画像比較

部 4 2 は、第 1 の距離画像は正常であると判定する。それぞれの画像におけるマーカ 6 1 の位置同士の距離が予め定められた判定値よりも大きい場合に、画像比較部 4 2 は、第 1 の距離画像は異常であると判定する。このように、画像比較部 4 2 は、距離画像をステレオ画像と比較して、異常を含む距離画像を特定する。

【 0 0 4 7 】

また、画像比較部 4 2 は、ステレオ画像におけるマーカ 6 1 の位置と、第 2 の距離画像におけるマーカ 6 1 の位置とを比較する。それぞれの画像におけるマーカ 6 1 の位置同士の距離が判定値以内であれば、画像比較部 4 2 は、第 2 の距離画像は正常であると判定することができる。一方で、それぞれの画像におけるマーカ 6 1 の位置同士の距離が予め定められた判定値よりも大きい場合に、画像比較部 4 2 は、第 2 の距離画像が異常であると判定することができる。

10

【 0 0 4 8 】

次に、ステップ 8 9 において、校正指令部 4 4 は、異常が生じている距離画像を生成した距離画像生成部 3 1 , 3 2 に対して、距離画像を校正する指令を送出する。校正指令部 4 4 は、距離画像に基づくマーカ 6 1 の位置をステレオ画像に基づくマーカ 6 1 の位置に合わせるように校正する指令を送出する。

【 0 0 4 9 】

光飛行時間方式により計測された距離の誤差は、光源 2 5 , 2 6 の発光時期の誤差などに起因する。距離画像に含まれる各部分に対して一様に距離の誤差を発生する。このために、全ての画素に対応した距離を、一つの補正方法により補正することができる。例えば、全ての画素において検出された距離に対して一定の補正值を加算したり減算したりすることができる。このように、距離画像生成部 3 1 , 3 2 は、距離画像を校正することができる。

20

【 0 0 5 0 】

図 5 に、距離画像の校正を行った後の 2 台のカメラおよび対象物の概略平面図を示す。この例では、第 2 のカメラ 2 4 にて撮像した第 2 の距離画像が校正されている。すなわち、校正指令部 4 4 は、第 2 の距離画像生成部 3 2 に校正の指令を送出している。第 1 のカメラ 2 3 の画像から特定される対象物 6 2 の位置と、第 2 のカメラ 2 4 の画像から特定される対象物 6 2 の位置とが一致している。

【 0 0 5 1 】

本実施の形態における画像処理装置 2 2 は、ステレオ画像と第 1 の距離画像とを比較し、ステレオ画像と第 2 の距離画像とを比較している。そして、画像処理装置 2 2 は、第 1 の距離画像および第 2 の距離画像のうち少なくとも一方で異常を検出することができる。上記の例では、第 2 の距離画像に異常が生じている場合を例示しているが、この形態に限られず、第 1 の距離画像および第 2 の距離画像の両方に異常が生じていても構わない。この場合には、校正指令部 4 4 は、第 1 の距離画像生成部 3 1 および第 2 の距離画像生成部 3 2 に対して、距離画像を校正する指令を送出することができる。

30

【 0 0 5 2 】

また、画像比較部 4 2 は、第 1 の距離画像および第 2 の距離画像のうち一方をステレオ画像と比較しても構わない。例えば、第 1 のカメラが第 2 のカメラよりも非常に古い場合に、第 1 のカメラによる第 1 の距離画像をステレオ画像と比較し、第 1 のカメラの経年劣化を検出しても構わない。この場合に、ステレオ画像と第 2 の距離画像とは比較しなくても構わない。

40

【 0 0 5 3 】

また、上記の制御においては、画像比較部 4 2 は、ステレオ画像と距離画像とを比較する前に、第 1 の距離画像と第 2 の距離画像とを比較している。画像比較部 4 2 は、第 1 の距離画像および第 2 の距離画像において、異常が生じているか否かを判別する。そして、画像比較部 4 2 は、第 1 の距離画像または第 2 の距離画像に異常が生じていることを検出した後に、ステレオ画像に基づいて異常が生じている距離画像を特定している。

【 0 0 5 4 】

50

第1の距離画像および第2の距離画像において、両方の距離画像に同時に経年劣化等の異常が生じる場合は少ない。このために、画像比較部42は、第1の距離画像と第2の距離画像とに予め定められた差異が生じた場合に、いずれかの距離画像に異常が生じていると判断することができる。この制御を行うことにより、距離画像に異常が生じている場合に限り、ステレオ画像を作成することができる。距離画像に異常が生じているか否かを判断する制御を行うときに、ステレオ画像を毎回生成する必要がなく、処理時間を短くすることができる。

【0055】

なお、画像比較部42は、第1の距離画像と第2の距離画像とを比較せずに、ステレオ画像と第1の距離画像を比較し、更に、ステレオ画像と第2の距離画像とを比較しても構
10
われない。すなわち、画像比較部42は、第1の距離画像と第2の距離画像とを比較する制御を実施せずに、ステレオ画像と2つの距離画像とを比較して、異常が生じている距離画像を特定しても構わない。

【0056】

ところで、ステレオ画像生成部53は、ステレオ画像を作成する際に、第1の2次元画像の所定の部分について、第2の2次元画像の対応する位置を特定する制御を実施する。例えば、ステレオ画像生成部53は、第1の2次元画像における入口部15aが、第2の2次元画像のどの部分に対応するかを特定する制御を実施する。この後に視差が算出される。この対応箇所を特定する制御は、画素における輝度を用いて行うことができる。例えば、対応箇所を特定する制御は、複数の画素における輝度の変化について、マッチング評
20
価関数を用いて行うことができる。対応箇所を特定する制御では計算量が多くなり、画像処理装置22の負荷が大きくなる。

【0057】

本実施の形態では、ステレオ画像生成部53は、第1の距離画像または第2の距離画像に含まれる距離の情報から、カメラから所定の部分までの距離を取得することができる。対応箇所を特定する制御において、カメラから所定の部分までの距離が分かるために、対応箇所を探索する範囲を小さくすることができる。ステレオ画像生成部53は、狭い範囲にて対応箇所を特定する制御を実施することができる。この結果、画像処理装置22の処理の負荷を小さくすることができる。

【0058】

更に、本実施の形態においては、第1のカメラ23が撮像する領域および第2のカメラ24が撮像する領域の内部に、位置の測定を行う測定点としてマーカ61が予め設定されている。画像比較部42は、マーカ61において、第1の距離画像と第2の距離画像とを比較している。また、画像比較部42は、マーカ61において、ステレオ画像と第1の距離画像および第2の距離画像のうち少なくとも一方とを比較することにより、距離画像の異常を検出している。
30

【0059】

このように、画像の一部である測定点を予め設定することにより、ステレオ画像生成部53は、測定点の周りの領域のステレオ画像を生成すれば良い。また、ステレオ画像を作成する時に、ステレオ画像生成部53は、測定点の周りの領域において、第1の2次元
40
画像と第2の2次元画像との位置の対応付けを実施すれば良い。

【0060】

更に、測定点の位置は、第1の距離画像に基づく測定点の位置および第2の距離画像に基づく測定点の位置の少なくとも一方から推定することができる。このために、ステレオ画像生成部53は、推定された位置を用いて、測定点に関する対応箇所を特定する制御を実施することができる。この結果、測定点の位置の算出において、画像処理装置22の負荷を軽減することができる。なお、ステレオ画像生成部53は、対応付けを行った後にマーカ61の視差を算出することができる。ステレオ画像生成部53は、視差に基づいてマーカ61までの距離を算出することができる。

【0061】

10

20

30

40

50

また、画像比較部は、予め設定された測定点以外の部分において、任意の部分の位置を比較することにより、距離画像の異常を判別しても構わない。例えば、画像比較部は、ステレオ画像において対象物の輪郭が明確な部分を選定する。画像比較部は、距離画像において選定した部分に対応する部分を特定する。そして、画像比較部は、その部分を用いて距離画像の異常の判別を行っても構わない。

【0062】

光飛行時間方式による距離の誤差は、前述の通りに、取得する画像に対して一様に発生する。すなわち、距離画像の一部分の距離の精度が悪いような局所的な誤差は発生しない。このために、距離画像の異常を判別する画像の一部分を予め設定しておくことが好ましい。また、画像の一部分としては、動かない部分を選定することが好ましい。

10

【0063】

ところで、本実施の形態の画像処理装置22は、第1のカメラ23の出力信号および第2のカメラ24の出力信号から距離画像を生成する。さらに、画像処理装置22は、第1のカメラ23の出力信号および第2のカメラ24の出力信号に基づいて、ステレオ画像を生成する機能を有する。本実施の形態の画像処理装置22は、これらの機能を用いて、ステレオ画像と、第1の距離画像または第2の距離画像の一方の距離画像とを合成する。距離画像とステレオ画像とを組み合わせることにより、距離に関する情報が正確な画像を生成することができる。

【0064】

図6に、2台のカメラおよび対象物の概略平面図を示す。対象物65は、カメラ23、24から見たときに、線状の部分65a、65b、65cと、面状の部分65d、65e、65f、65gとを有する。面状の部分65d、65e、65f、65gは、撮像した画像において面になる部分である。線状の部分65a、65b、65cは、撮像した画像において輪郭線等の線になる部分である。また、線状の部分には、輪郭線以外に面状の部分に記載された模様等が含まれる。

20

【0065】

光飛行時間方式にて取得された距離画像においては、対象物65にて反射した光を取得するために、面状の部分65d、65e、65f、65gは正確な距離(位置)を検出することができる。ところが、線状の部分65a、65b、65cでは、検出される距離(位置)が不正確になる場合がある。例えば、線状の部分65a、65b、65cでは、一つの画素に相当する撮像範囲において極端な高さの違いが生まれる。このような場合、複数の高さの中間値に近い値が検出されたり、全く異なる高さの値が検出されたりする場合がある。

30

【0066】

これに対して、ステレオ画像では、線状の部分65a、65b、65cの距離(位置)が正確に検出されるが、面状の部分65d、65e、65f、65gでは検出される距離(位置)が不正確になる場合がある。例えば、面状の部分65gは、滑らかに曲がる面であるために、面状の部分65gの内部では視差が生じない。このために、距離(位置)が取得できなくなる場合がある。

【0067】

本実施の形態における画像処理装置22は、ステレオ画像における線状の部分と、距離画像における面状の部分とを合成した距離画像を生成する。図2を参照して、演算処理部35は、ステレオ画像と、第1の距離画像または第2の距離画像の一方の距離画像とを合成する合成画像生成部43を含む。

40

【0068】

図7に、合成画像生成部のブロック図を示す。合成画像生成部43は、ステレオ画像から線状の部分を選定する線状部分選定部46を含む。線状部分選定部46は、ステレオ画像から線状に延びる部分を抽出する。合成画像生成部43は、第1の距離画像または第2の距離画像の一方の距離画像から面状の部分を選定する面状部分選定部47を含む。第1の距離画像および第2の距離画像のうち、選定する距離画像は予め決めておくことができ

50

る。撮像した画像において、線状の部分以外は面状の部分になる。このために、例えば、面状部分選定部 4 7 は、線状部分選定部 4 6 にて選定された部分以外の部分を選定することができる。

【 0 0 6 9 】

合成画像生成部 4 3 は、線状部分選定部 4 6 にて選定された線状の部分および面状部分選定部 4 7 にて選定された面状の部分合成した距離画像を生成する合成部 4 8 を含む。合成部 4 8 は、線状の部分にステレオ画像を採用し、面状の部分に距離画像を採用して、ステレオ画像と距離画像とを合成することができる。合成部 4 8 により生成された画像は、面状の部分および線状の部分の両方の部分において、優れた距離の情報を含む距離画像になる。このような合成画像は、例えば、画像処理装置 2 2 の表示部 3 8 に表示することができる。または、画像処理装置 2 2 は、他の装置に合成画像を送信しても構わない。

10

【 0 0 7 0 】

本実施の形態の撮像装置は、第 1 のカメラに対して第 1 の光源が配置され、第 2 のカメラに対して第 2 の光源が配置されているが、この形態に限られない。第 1 の光源および第 2 の光源は、一体的に形成されていても構わない。すなわち、第 1 のカメラと連動し、更に、第 2 のカメラと連動する共通の光源が配置されていても構わない。この場合に、共通の光源は、第 1 のカメラにて撮像する時に発光し、第 2 のカメラにて撮像する時に発光する。もしくは、共通の光源の発光に対して第 1 のカメラおよび第 2 のカメラにて同時に撮像しても構わない。

【 0 0 7 1 】

20

本実施の形態の撮像装置は、ロボットシステムに配置されているが、この形態に限られない。撮像装置は、物または人の距離を測定したり、物または人の位置を検出したりする任意の装置に配置することができる。例えば、建物に進入する人を検出する撮像装置および自動車の衝突を回避するための撮像装置等に、本実施の形態の撮像装置を適用することができる。

【 0 0 7 2 】

上述の制御においては、機能および作用が変更されない範囲において適宜ステップの順序を変更することができる。

【 0 0 7 3 】

上記の実施の形態は、適宜組み合わせることができる。上述のそれぞれの図において、同一または相等する部分には同一の符号を付している。なお、上記の実施の形態は例示であり発明を限定するものではない。また、実施の形態においては、特許請求の範囲に示される実施の形態の変更が含まれている。

30

【 符号の説明 】

【 0 0 7 4 】

- 2 1 撮像装置
- 2 2 画像処理装置
- 2 3 第 1 のカメラ
- 2 4 第 2 のカメラ
- 2 5 第 1 の光源
- 2 6 第 2 の光源
- 3 1 第 1 の距離画像生成部
- 3 2 第 2 の距離画像生成部
- 3 5 演算処理部
- 4 2 画像比較部
- 4 3 合成画像生成部
- 4 4 較正指令部
- 5 1 第 1 の 2 次元画像生成部
- 5 2 第 2 の 2 次元画像生成部
- 5 3 ステレオ画像生成部

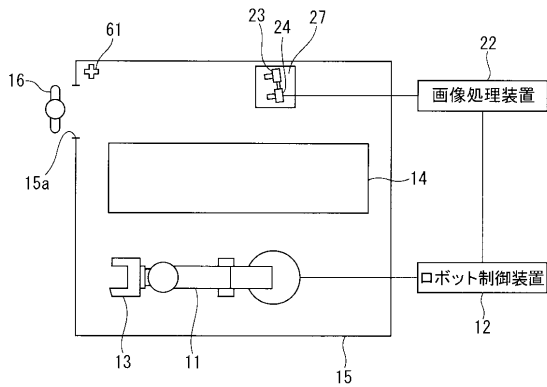
40

50

- 4 6 線状部分選定部
- 4 7 面状部分選定部
- 4 8 合成部
- 6 1 マーカ
- 6 2 , 6 5 対象物
- 6 5 a , 6 5 b , 6 5 c 線状の部分
- 6 5 d , 6 5 e , 6 5 f , 6 5 g 面状の部分

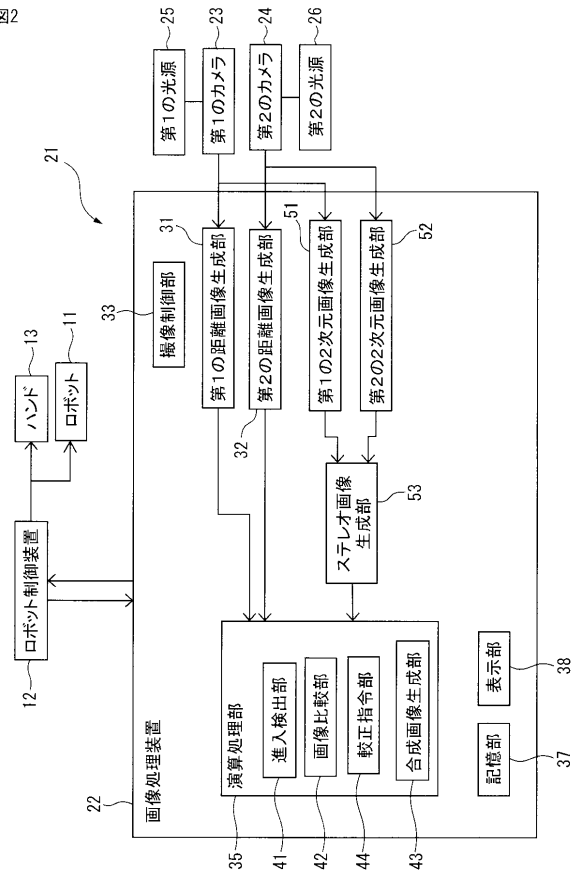
【 図 1 】

図1



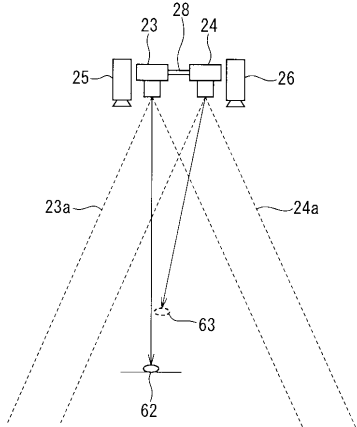
【 図 2 】

図2



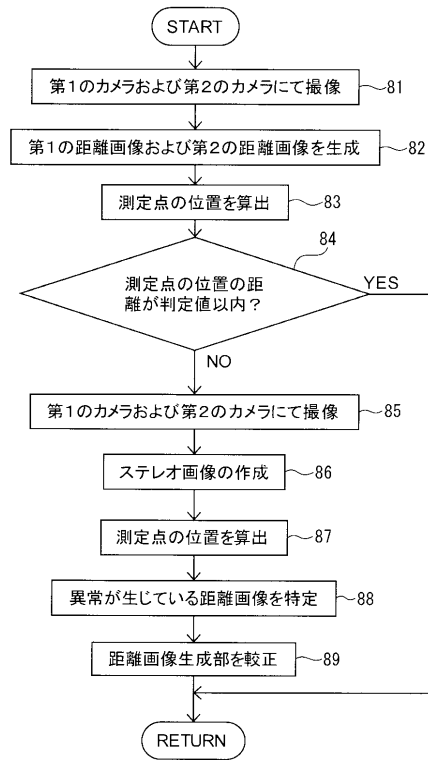
【 図 3 】

図3



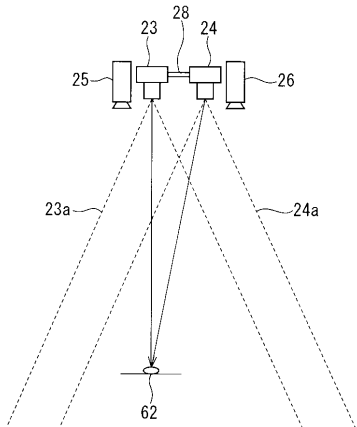
【 図 4 】

図4



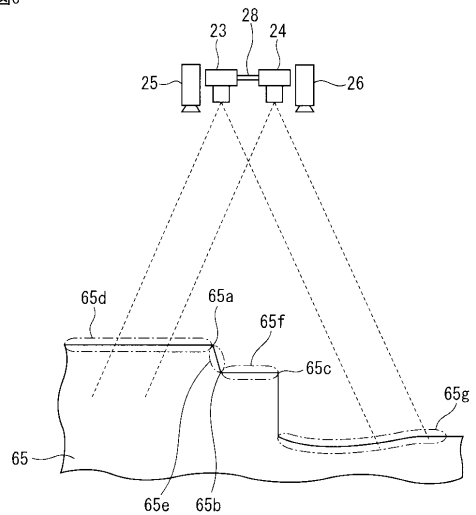
【 図 5 】

図5



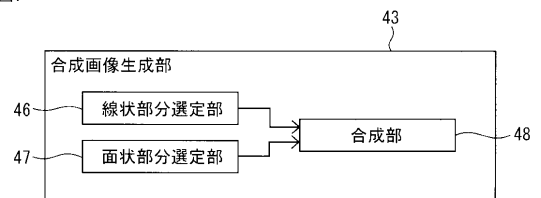
【 図 6 】

図6



【 図 7 】

図7



フロントページの続き

(72)発明者 高橋 祐輝

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

(72)発明者 渡邊 淳

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

(72)発明者 中村 稔

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

Fターム(参考) 2F112 AA07 AD01 BA15 CA12 FA03 FA07 FA35 FA45