

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年7月4日(04.07.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/142159 A1

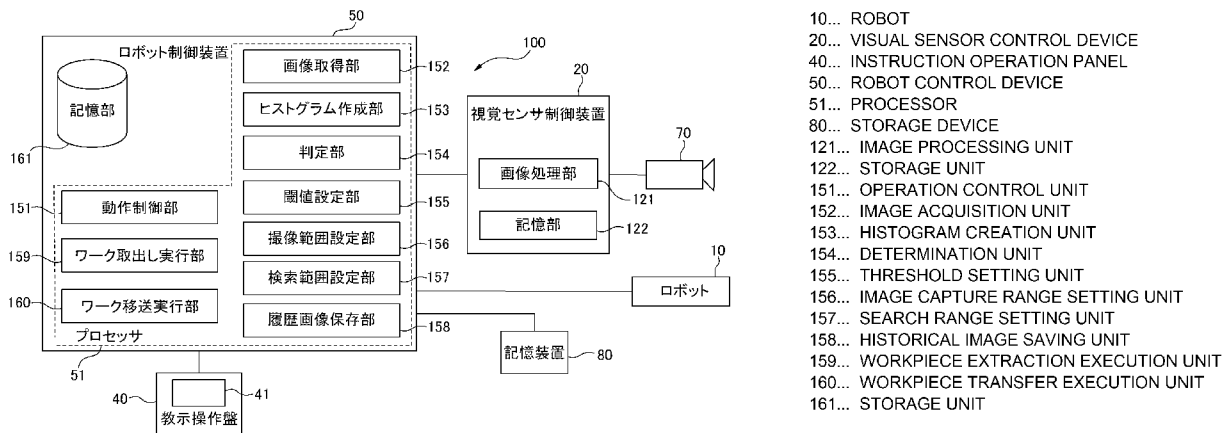
- (51) 国際特許分類:
B25J 19/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/047928
- (22) 国際出願日: 2022年12月26日(26.12.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: ファナック株式会社 (FANUC CORPORATION) [JP/JP]; 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 Yamanashi (JP).
- (72) 発明者: 伊藤 岬 (ITO, Misaki); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP). 並木 勇太 (NAMIKI, Yuta); 〒4010597 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 Yamanashi (JP).
- (74) 代理人: 青木 篤, 外 (AOKI, Atsushi et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目23番1号 虎ノ門ヒルズ森タワー 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: CONTROL DEVICE, ROBOT SYSTEM, OBJECT PRESENCE/ABSENCE DETERMINATION MEHTOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 制御装置、ロボットシステム、物体有無判定方法、及びプログラム

[図2]



(57) Abstract: A control device comprising: an image acquisition unit which acquires a distance image captured by a visual sensor; and a determination unit which, on the basis of the distance image, determines whether or not an object has been placed within a range specified by predetermined input information.

(57) 要約: 視覚センサにより撮像された距離画像を取得する画像取得部と、距離画像に基づき、所定の入力情報により指定された範囲内に物が置かれているか否かを判定する判定部と、を備える制御装置である。

[続葉有]

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称：

制御装置、ロボットシステム、物体有無判定方法、及びプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、産業用ロボットの制御装置、ロボットシステム、物体有無判定方法、及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 視覚センサによりワークを検出することで、不定の位置に配置されたワーク（バラ積みワーク等）をロボットにより取り出し、作業台や搬送装置等に載置するワーク取り出し作業を実行するロボットシステムが知られている。

[0003] 例えば特許文献1は、溶断等で得られた板状金属のワークにグラインダ仕上げを施す際のワーク移送用のハンドリングシステムを記載する。

[0004] 特許文献2は、ワークに対し所定の作業を行うロボットシステムに備えられる監視装置について記載する。この監視装置は、三次元カメラを備え、このカメラからワーク表面に設定した複数の測定点までの距離に基づき、制限領域内に物体が存在しているか否かを判定する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2007-021635号公報

特許文献2：特開2018-195959号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ワークの取り出しや移送等のハンドリングを行うロボットシステムでは、例えば、何らかの要因によりワークを配置すべき場所に一つ前の動作により置いたワークが存在したままとなるといった状況が発生する場合がある。このような状況が発生した場合、ロボットがワークを置こうとした際にワーク同士が干渉することによる不具合（生産サイクルの停止等）を招く可能性が

生じる。

[0007] 検査対象の場所に物があるか否かを検出できるようにし、それによりロボットによるワークのハンドリング作業における不具合の検出や不具合の未然の防止を確実にを行うことを可能とする技術が望まれている。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示の一態様は、視覚センサにより撮像された距離画像を取得する画像取得部と、前記距離画像に基づき、所定の入力情報により指定された範囲内に物が置かれているか否かを判定する判定部と、を備える制御装置である。

[0009] 添付図面に示される本発明の典型的な実施形態の詳細な説明から、本発明のこれらの目的、特徴および利点ならびに他の目的、特徴および利点がさらに明確になるであろう。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]一実施形態に係るロボット制御装置を含むロボットシステムの機器構成を表す図である。

[図2]ロボット制御装置及び視覚センサ制御部の機能ブロック図である。

[図3]3次元カメラにより取得される距離画像を説明するための図である。

[図4]検索範囲設定部による検索範囲の設定機能の第1の例を説明するための図である。

[図5]検索範囲設定部による検索範囲の設定機能の第2の例を説明するための図である。

[図6]検索範囲設定部による検索範囲の設定機能の第3の例を説明するための図である。

[図7]検索範囲設定部による検索範囲の設定機能の第4の例を説明するための図である。

[図8]撮像範囲及び検索範囲について説明するための図である。

[図9]図8に例示した第1の検索範囲についてのヒストグラムを表す図である。

[図10]図8に例示した第2の検索範囲についてのヒストグラムを表す図であ

る。

[図11]ロボット制御装置により実行される物体有無判定機能を一般的に表現した場合のフローチャートである。

[図12]ロボット制御装置により実行される物体有無判定処理の具体的な動作を表すフローチャートである。

[図13]ワーク移送処理に物体有無判定処理を適用した場合のフローチャートである。

[図14]載置面に何も置かれていない状態で視覚センサが距離画像を撮像する状態、及びその際に取得される距離画像のヒストグラムを示す図である。

[図15]載置面にワークが置かれている状態で視覚センサが距離画像を撮像する状態、及びその際に取得される距離画像のヒストグラムを示す図である。

[図16]閾値を設定するためのグラフィカルユーザインタフェースの例を示す図である。

[図17]バラ積みワークの取出し処理に物体有無判定処理を適用した場合のフローチャートである。

[図18]コンテナ内に多くのワークが存在する状態で視覚センサが距離画像を撮像する状況、及びその際に取得された距離画像のヒストグラムを示す図である。

[図19]コンテナ内に何も物がない状態で視覚センサが距離画像を撮像する状況、及びその際に取得された距離画像のヒストグラムを示す図である。

[図20]コンテナ内に一つのワークが残っている状態で視覚センサが距離画像を撮像する状況、及びその際に取得された距離画像のヒストグラムを示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 次に、本開示の実施形態について図面を参照して説明する。参照する図面において、同様の構成部分または機能部分には同様の参照符号が付けられている。理解を容易にするために、これらの図面は縮尺を適宜変更している。また、図面に示される形態は本発明を実施するための一つの例であり、本発

明は図示された形態に限定されるものではない。

[0012] 図1は一実施形態に係るロボット制御装置50を含むロボットシステム100の機器構成を表す図である。図1に示すように、ロボットシステム100は、アーム先端部にハンド33を搭載したロボット10と、ロボット10を制御するロボット制御装置50と、ロボット制御装置50に接続された教示操作盤40と、ロボット10のアーム先端部に取り付けられた視覚センサ70と、視覚センサ70を制御する視覚センサ制御装置20とを備える。ロボットシステム100は、例えば、視覚センサ70により作業台2上の対象物1の検出を行い、ロボット10に搭載したハンド33で対象物1のハンドリングを行うことができる。ロボットシステム100は、更に、視覚センサ70で撮像した距離画像に基づき、所定の入力情報により指定された範囲内に物が置かれているか否かを判定できるように構成されている。

[0013] ロボットシステム100には、更に、実行履歴データその他の情報を保存するための記憶装置80が備えられていても良い。記憶装置80は、例えば、ロボット制御装置50に接続された外部メモリである。或いは、記憶装置80は、ロボット制御装置50にネットワーク接続されたストレージデバイス、外部コンピュータ等であっても良い。なお、図1では、ロボットシステム100が、記憶装置80として独立した装置を備える場合の構成を示しているが、記憶装置80としての機能がロボット制御装置50或いは教示操作盤40内に搭載されていても良い。記憶装置80が教示操作盤40に接続される構成例も有り得る。

[0014] ロボット10は、本実施形態では垂直多関節ロボットであるが、作業目的に応じてパラレルリンクロボット、双腕型ロボット等の他の種類のロボットが用いられても良い。ロボット10は、手首部に取り付けられたエンドエフェクタによって所望の作業を実行することができる。図1では、エンドエフェクタとしてのハンド33が用いられている例を示している。

[0015] 視覚センサ70は、濃淡画像やカラー画像を撮像する2次元カメラとしての機能と、距離画像を取得する3次元カメラとしての機能を有するものとす

る。ロボットシステム１００には、複数台の視覚センサが配置されていても良い。３次元カメラとして、例えば、光飛行時間方式により距離画像を撮像するＴＯＦ（Time of Flight）カメラ、或いは、２台のカメラを含むステレオカメラを用いることができる。なお、図１では、視覚センサ７０がロボット１０に搭載される構成例を示しているが、視覚センサ７０は作業空間内に固定される固定カメラであっても良い。

[0016] 視覚センサ制御装置２０は、対象物のモデルパターンを保持しており、撮影画像中の対象物の画像とモデルパターンとのパターンマッチングにより対象物を検出する画像処理を実行することができる。なお、視覚センサ７０はキャリブレーション済みであるものとし、視覚センサ制御装置２０は、視覚センサ７０とロボット１０との相対位置関係を定義したキャリブレーションデータを保有しているものとする。これにより、視覚センサ７０で撮像した２次元画像上の位置を、作業空間に固定した座標系（ロボット座標系等）上の位置に変換することができる。

[0017] 図１では、視覚センサ制御装置２０はロボット制御装置５０とは別の装置として構成されているが、視覚センサ制御装置２０としての機能がロボット制御装置５０内に搭載されていても良い。

[0018] ロボット制御装置５０は、動作プログラム或いは教示操作盤４０からの指令に従ってロボット１０の動作を制御する。ロボット制御装置５０は、プロセッサ５１（図２）、メモリ（ＲＯＭ、ＲＡＭ、不揮発性メモリ等）、記憶装置、操作部、入出力インタフェース、ネットワークインタフェース等を有する一般的なコンピュータとしてのハードウェア構成を有していても良い。

[0019] 教示操作盤４０は、ロボット１０の教示（プログラム作成）や各種設定を行うための操作端末として用いられる。教示操作盤４０として、タブレット端末等により構成された教示装置を用いても良い。教示操作盤４０は、プロセッサ、メモリ（ＲＯＭ、ＲＡＭ、不揮発性メモリ等）、記憶装置、操作部、表示部４１（図２）、入出力インタフェース、ネットワークインタフェース等を有する一般的なコンピュータとしてのハードウェア構成を有していて

も良い。表示部 41（図 2）は、例えば、液晶ディスプレイを有する。

[0020] 視覚センサ制御装置 20 は、プロセッサ、メモリ（ROM、RAM、不揮発性メモリ等）、記憶装置、操作部、表示部、入出力インタフェース、ネットワークインタフェース等を有する一般的なコンピュータとしてのハードウェア構成を有していても良い。

[0021] 図 2 は、ロボット制御装置 50 及び視覚センサ制御装置 20 の機能ブロック図を示している。図 2 に示すように、ロボット制御装置 50 は、動作制御部 151、画像取得部 152、ヒストグラム作成部 153、判定部 154、閾値設定部 155、撮像範囲設定部 156、検索範囲設定部 157、履歴画像保存部 158、ワーク取出し実行部 159、及びワーク移送実行部 160 を備えている。これらの機能ブロックは、ロボット制御装置 50 のプロセッサ 51 がソフトウェアを実行することで実現されるものであっても良い。ロボット制御装置 50 は、更に、記憶部 161 を備える。

[0022] 記憶部 161 は、例えば、不揮発性メモリ或いはハードディスク装置等からなる記憶装置である。記憶部 161 には、ロボット 10 を制御するロボットプログラム、視覚センサ 70 により撮像された画像に基づきワークの検出等の画像処理を行うプログラム（ビジョンプログラム）、各種設定情報等が格納されている。

[0023] 動作制御部 151 は、ロボットプログラムにしたがって、或いは教示操作盤 40 からの指令に従ってロボットの動作を制御する。ロボット制御装置 50 は、動作制御部 151 が生成する各軸に対する指令に従って各軸のサーボモータに対するサーボ制御を実行するサーボ制御部（不図示）を備えている。

[0024] 画像取得部 152 は、視覚センサ 70 が撮像した距離画像や 2 次元画像を視覚センサ制御装置 20 から取得する機能を有する。

[0025] ヒストグラム作成部 153 は、取得された距離画像中の各点の距離情報に関する度数分布であるヒストグラム作成する機能を提供する。ヒストグラム作成部 153 は、作成したヒストグラムを表示画面（例えば教示操作盤 40

の表示部 41) に表示する機能を更に備えていても良い。

[0026] 判定部 154 は、画像取得部 152 により取得された距離画像に基づき、所定の入力情報によって指定された範囲内に物が置かれているか否かを判定する機能を提供する。ここで、所定の入力情報によって指定される範囲は、判定部 154 が判定のために検索を行う検索範囲、或いは、視覚センサ 70 の撮像範囲であり得る。例示として、判定部 154 は、ヒストグラム作成部 153 により作成されたヒストグラムに基づいて、指定された検索範囲内の検査対象面に物が置かれているか否かを判定するように構成されていても良い。

[0027] 閾値設定部 155 は、ヒストグラム上の検査対象面の距離情報と、検査対象面における他の物体の距離情報とを識別するための閾値を設定するための機能を提供する。閾値設定部 155 は、視覚センサ 70 により撮像される距離画像に基づいて閾値を自動的に設定する機能を有していても良い。閾値設定部 155 は、UI (ユーザインタフェース) 画面を介して閾値の設定を受け付けるように構成されていても良い。或いは、閾値設定部 155 は、外部装置から閾値の入力を受け付けるように構成されていても良い。閾値設定部 155 は、ロボットプログラム (ワーク取出しプログラム、ワーク移送プログラム、ビジョンプログラムなど) に記述された閾値設定に関する情報 (閾値を定義する変数等) にしたがって閾値を設定しても良い。

[0028] 撮像範囲設定部 156 は、視覚センサ 70 が距離画像を撮像する際の撮像範囲を設定するための機能を提供する。撮像範囲設定部 156 は、UI 画面を介して撮像範囲の指定を受け付けるように構成されていても良い。撮像範囲設定部 156 は、外部装置から撮像範囲の入力を受け付けるように構成されていても良い。撮像範囲設定部 156 は、ロボットプログラム (ワーク取出しプログラム、ワーク移送プログラム、ビジョンプログラムなど) に記述された撮像範囲の指定に関する情報 (撮像範囲を定義する変数等) にしたがって撮像範囲 (大きさ、位置等) を設定しても良い。撮像範囲設定部 156 は、視覚センサ 70 (視覚センサ制御装置 20) に対し、設定された撮像範

囲で撮像を行うよう指令する信号を送出する。また、撮像範囲設定部 156 は、撮像範囲の移動のためにロボット 10 の位置姿勢の変更を行う場合には、動作制御部 151 に対してロボット 10 の位置姿勢を変更する指令を送出する。

[0029] 検索範囲設定部 157 は、判定部 154 が作業空間に物が置かれているかを判定する際に検索を行う検索範囲を、所定の入力情報に基づき設定する機能を提供する。所定の入力情報は、例えば、ロボットプログラムに記述された検索範囲の指定に関する情報（検索範囲を定義する変数等）、UI（ユーザインタフェース）を介して入力された設定情報、外部装置より入力された情報等であり得る。検索範囲設定部 157 による検索範囲の設定の詳細については後述する。

[0030] 履歴画像保存部 158 は、視覚センサ 70 によるワークの検出処理等が実行された際の履歴画像を含む履歴情報を例えば記憶装置 80 に保存する機能を提供する。

[0031] 記憶部 161 には、ロボット 10 にバラ積みされたワークの取り出し作業を実行させるためのワーク取出しプログラムや、ロボット 10 にワークを取り出して別の場所に移送させるためのワーク移送プログラムが保存されている。ワーク取出し実行部 159 は、プロセッサ 51 がワーク取出しプログラムを実行することで実現される機能ブロックである。ワーク取出し実行部 159 は、動作制御部 151 や視覚センサ制御装置 20 と連携してバラ積みワークの取り出し動作を実行する。ワーク移送実行部 160 は、プロセッサ 51 がワーク移送プログラムを実行することで実現される機能ブロックである。ワーク移送実行部 160 は、動作制御部 151 や視覚センサ制御装置 20 と連携してワークの移送動作を実行する。

[0032] 視覚センサ制御装置 20 は、画像処理部 121 と記憶部 122 とを備える。記憶部 122 は、例えば不揮発性メモリからなる記憶装置である。記憶部 122 は、距離画像の生成に用いられる各種設定、キャリブレーションデータ、ワークのモデルデータ等の画像処理に必要な各種データを記憶する。画

像処理部 121 は、ワークの検出処理等の各種画像処理を実行する。

[0033] 視覚センサ 70 の 3 次元カメラとしての機能により取得される距離画像について図 3 を参照して説明する。図 3 は、床面 90 上に置かれた高さの異なる三つのワーク W1、W2、W3 を視覚センサ 70 により撮像する状態と、撮像された距離画像 M1 を示している。距離画像は、撮像範囲内のものの高さによって明るさが変わる画像である。すなわち、距離画像は、カメラからの距離によって点の明るさが変わる点群を表したものとなっている。距離画像 M1 の場合、高さが高いほど白に近い色となり、高さが低いほど黒に近い色で各点が表示される。そのため、距離画像 M1 では、ワーク W1 に対応する部分（点群）の明るさが最も明るい色で表示され、ワーク W2 に対応する部分（点群）が次に明るい色で表示され、ワーク W3 に対応する部分（点群）が次に明るい色で表示され、床面 90 に対応する部分（点群）が最も暗い色で表示される。

[0034] 検索範囲設定部 157 による検索範囲の設定機能の詳細について図 4 から図 7 を参照して説明する。検索範囲設定部 157 による検索範囲の設定機能は以下の（F1）から（F4）を含む。

（F1）撮像された画像上で指定された検索範囲を、実作業空間上に定めた範囲として設定する機能。

（F2）撮像された画像上で指定された検索範囲を、視覚センサの撮像範囲に対応付けて設定する機能。

（F3）実空間上に検索範囲を設定する機能。

（F4）実空間上で指定された検索範囲を、視覚センサの撮像範囲に対応付けて設定する機能。

[0035] 上記機能（F1）及び（F2）では、検索範囲設定部 157 は、検索範囲を画像上の範囲として指定する入力を受け付ける。例示として、検索範囲設定部 157 は、検索範囲を画像上の範囲として指定するための入力手法として、

（a1）検索範囲を画像上の座標に準拠した数値情報として指定する手法と

、

(a 2) G U I (グラフィカルユーザインタフェース) 上で検索範囲を指定する入力手法と、を受け付け可能に構成される。

[0036] 上記指定手法 (a 1) では、検索範囲設定部 1 5 7 は、例えば図 4 左側に示すように、検索範囲 E 1 1 を距離画像 M 1 1 上の座標に準拠した数値情報として指定する入力を受け付ける。図 4 左側の例では、検索範囲 E 1 1 の位置として、距離画像 M 1 1 の左上隅を原点とする座標系における、左上角の座標値 ($(x, y) = (5, 2)$) と x 軸及び y 軸方向の幅 ($\Delta x = 20, \Delta y = 10$) が指定されている。なお、ここでは検索範囲を矩形の領域とし、数値情報として検索範囲の位置とサイズを指定する場合の例を示したが、検索範囲は矩形に限られず、円形、多角形等の他の形状として指定されても良い。他の形状として指定される場合には、数値情報として例えば幾何学中心、外径、頂点位置等を指定する情報が利用されても良い。検索範囲設定部 1 5 7 は、このような画像上の座標に準拠した数値情報による検索範囲の指定を、例えば、ロボットプログラムからの入力として受け付けても良く、或いは、U I 上で数値情報値を入力するユーザ操作を受け付けても良い。なお、このような U I 画面は、教示操作盤 4 0 の表示部 4 1 上に提供されるものであっても良い。

[0037] 上記指定手法 (a 2) では、検索範囲設定部 1 5 7 は、例えば図 5 左側に例示するように、距離画像 M 1 1 上で検索範囲を示す矩形の枠線の位置、大きさを指定することのできる G U I を提供する。このような G U I は、例えば、教示操作盤 4 0 の表示部 4 1 に表示されても良い。操作者は、マウス操作やタッチ操作によりカーソル C 1 を移動させることで検索範囲 E 1 1 を示す枠の位置及びサイズを指定することができる。なお、ここでは検索範囲を矩形の領域として G U I 上で設定する場合の例を示したが、検索範囲は円形、多角形等の他の形状として G U I 上で設定されても良い。指定方法 (a 2) では、操作者は直感的な操作により検索範囲を指定することができる。

[0038] 検索範囲設定部 1 5 7 は、上記指定手法 (a 1) 及び (a 2) を同時に適

用した形態での検索範囲の指定を受け付けるように構成されていても良い。
この場合、検索範囲設定部157は、例えば、操作者がGUI上で検索範囲を設定し、その後に数値情報により検索範囲を厳密に設定するという手順での指定を受け付ける。

[0039] 上記機能(F1)について図4を参照して説明する。ここでは、例示として、検索範囲を指定する手法としては上記指定手法(a1)が用いられるものとする。図4左側に示す距離画像M11は、作業空間内の設置面92上のワークW1-W3が配置された領域(撮像範囲R11)の距離画像である。指定手法(a1)により画像上で検索範囲E11が指定されると、検索範囲設定部157は、図4右側に示すように、画像上で指定された検索範囲E11を実空間上に定めた検索範囲(図4右側において同一の符号E11を付して示す)として設定する。この場合、検索範囲設定部157は、キャリブレーションデータ等を用いることで画像上の検索範囲に対応する実空間上の検索範囲の位置に変換することができる。

[0040] 本機能(F1)では、検索範囲設定部157は、上述のような指定手法(a1)或いは(a2)により指定された検索範囲を実空間上に固定された範囲として定める。したがって、視覚センサ70の位置や姿勢に変動があった場合でも検索範囲は実空間に固定されたままとすることができる。

[0041] 判定部154は、距離画像に基づき、実空間上の検索範囲E11に対応する範囲を判定の対象として、物が置かれているか否かの判定を行う。検索範囲が実空間に固定された範囲として設定されるため、視覚センサ70の位置や姿勢が変化し撮像範囲が移動した場合でも、実空間上の固定した範囲を判定の対象とすることが可能となる。本機能(F1)は、ロボットによる作業場所が所定の位置に決まっているような場合に有効な機能となる。

[0042] 上記機能(F2)について図5を参照して説明する。ここでは、例示として、検索範囲を指定する手法としては上記指定手法(a2)が用いられるものとする。画像上で検索範囲E11が指定されると、検索範囲設定部157は、図5右側に示すように、検索範囲E11を、撮像画像M11の撮像範囲

R 1 1 に対して対応付けた範囲として設定する。すなわち、検索範囲設定部 1 5 7 は、検索範囲 E 1 1 を、撮像範囲 R 1 1 に対して位置が固定された範囲として設定する（図 5 の右側参照）。したがって、視覚センサ 7 0 の位置或いは姿勢が変化して撮像範囲 R 1 1 が移動した場合、検索範囲 E 1 1 は撮像範囲 R 1 1 に追従して移動する。

[0043] 本機能の場合、判定部 1 5 4 は、撮像された距離画像 M 1 1 に対して設定された検索範囲 E 1 1 を判定の対象として、物が置かれているか否かの判定を行う。検索範囲が撮像範囲に紐づけて設定されているため、撮像画像上における判定対象の範囲を常に固定することができる。

[0044] 上記機能（F 3）及び（F 4）では、検索範囲設定部 1 5 7 は、検索範囲を実作業空間上での範囲として指定する入力を受け付ける。例示として、検索範囲設定部 1 5 7 は、検索範囲を実空間上での範囲として指定する手法として、

（b 1）ロボットをタッチアップ操作して実空間上で検索範囲を指定する手法と、

（b 2）ロボットプログラム或いはユーザ設定等の入力源から実空間上の位置情報として検索範囲を指定する手法と、を受け付け可能に構成される。

[0045] 上記機能（F 3）について図 6 を参照し説明する。ここでは、指定手法（b 1）が用いられる場合を例示する。図 6 左側に示すように、本機能（F 3）では、操作者はロボット 1 0 を操作して作業空間内の複数の点を、ロボット 1 0 のアーム先端に取り付けたタッチアップピン 3 5 によりタッチアップする操作を行うことで検索範囲の指定を行う。図 6 左側に示す例では、作業空間内の設置面 9 2 上に、検索範囲の四隅の位置に対応する 4 つの点 3 0 1、3 0 2、3 0 2、3 0 4 がタッチアップ操作により指定されている。タッチアップ操作により、4 つの点 3 0 1－3 0 4 の三次元位置が得られる。

[0046] この場合、図 6 右側に示すように、検索範囲設定部 1 5 7 は、4 つの点 3 0 1－3 0 4 を四隅とする矩形の範囲を、実空間上の検索範囲 E 1 2 として設定する。本機能（F 3）では、検索範囲 E 1 2 は、実空間内に固定された

範囲として設定される。操作者は、作業空間内の所望の位置に検索範囲を設定することができる。

[0047] 判定部 154 は、距離画像における実空間上の検索範囲 E 12 に対応する範囲を判定の対象として、物が置かれているか否かの判定を行う。なお、判定部 154 は、画像上での判定等の画像処理を行う場合には、キャリブレーションデータ等に基づき、実空間上の位置として指定された検索範囲 E 12 に対応する画像上の検索範囲を得るようにする。本例では、検索範囲が実空間に定められているため、視覚センサ 70 の位置や姿勢が変化し撮像範囲が移動した場合でも、実空間上の固定した範囲を判定の対象とすることが可能となる。本機能（F 3）は、ロボットによる作業場所が所定の位置に決まっているような場合に有効な機能となる。

[0048] 上記機能（F 4）について図 7 を参照し説明する。ここでは、上記指定手法（b 1）が用いられる場合を例示する。操作者は、上述の機能（F 3）の場合と同様に、ロボットをタッチアップ操作して実空間上に複数の点を指定する（図 7 左側参照）。これにより、検索範囲の四隅の位置を表す 3 次元座標値が取得される。

[0049] 検索範囲設定部 157 は、タッチアップ操作により指定された実空間上の検索範囲 E 12 を、視覚センサ 70 の撮像範囲 R 11 に対応付けた検索範囲（図 7 右側において同一の E 12 を付して示す）として設定する。したがって、本機能の場合には、検索範囲 E 12 は撮像範囲 R 11 を基準とした位置として設定され、視覚センサの位置或いは姿勢が変化して撮像範囲 R 11 が移動した場合でも、検索範囲をそれに追従して移動する。すなわち、撮像画像上での検索範囲の位置を常に固定することができる。

[0050] 本機能の場合、判定部 154 は、撮像範囲 R 11 の距離画像に対して設定された検索範囲 E 12 を判定の対象として、物が置かれているか否かの判定を行う。検索範囲が撮像範囲に紐づけて設定されているため、撮像画像上における判定対象の範囲を常に固定することができる。

[0051] 以上説明したように、本実施形態によれば、検索範囲の指定は、画像上の

範囲として指定することもでき、また、実空間上の範囲として指定することもできる。したがって、操作者は、作業内容や、作業空間の環境条件等を含む様々な条件に応じて状況に応じて適切な検索範囲の指定を行うことができる。また、上述したように、検索範囲を指定するための入力手法として、ロボットプログラムから指定する手法、UIを介したユーザ入力により指定する手法、ロボットをタッチアップ操作することで指定する手法等、が可能となっている。このように、本実施形態は、検索範囲の指定手法に関する高い自由度を提供することができる。

[0052] 判定部154は、距離画像に基づき、以上のように設定された検索範囲を判定の対象として、物が置かれているか否かの判定を行う。判定部154が、検索範囲に物が置かれているか否かを判定する処理の具体例として、以下では、ヒストグラム作成部153が距離画像から作成した同数分布（ヒストグラム）に基づき検査対象面に物が置かれているか否かを判定する動作を行う場合について説明する。物が置かれているかを判定する手法として、ここで例示する度数分布（ヒストグラム）を用いる以外の手法が用いられても良い。

[0053] ヒストグラム作成部153は、距離画像M1のように距離に応じて明るさが増える画像について距離（明るさ）を変数とするヒストグラムを作成する。ヒストグラム作成部153は、ヒストグラムを作成する場合において、距離画像上で検索範囲設定部157の機能により設定された検索範囲内で点群を検索してヒストグラムを作成するように構成されていても良い。図3のように取得された距離画像M1を例に説明する。図8に示すように、距離画像M1上で検索範囲E1が指定されているものとする。この場合にヒストグラム作成部153により作成されたヒストグラム201を図9に示す。図9のヒストグラム201において、横軸（変数）は点の明るさを示し、縦軸は点の数の和（度数）を示している。検索範囲E1では、床面90の割合が最も多いため、最も暗い点群として表される床面90の度数が最も高く表れている。それぞれ異なる高さを有するワークW1、W2、W3は、その上面が

同じ面積を有する。そのため、ワークW1、W2、W3を表すそれぞれの明るさの点群の度数は同じとなっている。

[0054] 図9を参照すると、検査対象面として床面90の明るさを特定することで、床面90上に床面90とは異なる高さの物が置かれているか否かを判定できることを理解することができる。図9の例の場合には、床面90とは異なる明るさの点群が3か所に分布していることから、床面90の上に高さの異なる3つのワークW1、W2、W3が置かれていることを判定することができる。検査対象面（床面90）の明るさの特定に関しては、ユーザ入力により検査対象面の明るさ（検査対象面の明るさであるか否かを判定するための閾値）を設定するようにしても良い。検査対象面の明るさ（検査対象面の明るさであるか否かを判定するための閾値）を、判定部154において自動設定するようにしても良い。検査対象面の明るさ（検査対象面の明るさであるか否かを判定するための閾値）を設定するやり方の詳細については後述する。

[0055] 図8に示すように、距離画像M1上で検索範囲E2が指定されている場合を考慮する。この場合にヒストグラム作成部153により作成されたヒストグラム202を図10に示す。検索範囲E2は床面90のみを含む領域であるため、ヒストグラム202において、度数を有する明るさは一種類のみとなり、また、その度数も検索範囲E1の場合と比較して低くなっている。

[0056] 検索範囲E1のように撮像範囲R1内で広い検索範囲をすることで広い範囲についてヒストグラムを得ることができ、広い範囲内での物の存在の有無を確認することができる。他方、検索範囲E2のように比較的狭い検索範囲を指定することは、限定された領域について高速に物の有無を判定することが望まれる場合に有用となる。また、検索範囲を比較的狭い範囲に限定するとヒストグラムに外れ値が含まれるような可能性を低減することが可能となる。

[0057] 図8には、視覚センサ70による撮像範囲R1も示されている。撮像範囲設定部156は、視覚センサ70の撮像可能範囲内において、撮像範囲の大

きさ・位置の指定を受け付ける。撮像範囲設定部 156 は、図 8 に示すような画面上で撮像範囲を表す矩形の画像の大きさ、位置の少なくともいずれかを設定するためのグラフィカルユーザインタフェースを提供するように構成されていても良い。このようなユーザインタフェースは、教示操作盤 40 の表示部 41 上に提供されるものであっても良い。

[0058] ヒストグラム作成部 153 は、上述のように指定された範囲（撮像範囲或いは検索範囲）について作成されたヒストグラム（ヒストグラム 201、202 等）を、教示操作盤 40 の操作部に対する所定の操作に応じて、例えば教示操作盤 40 の表示部 41 に表示する機能を備えていても良い。なお、ヒストグラム作成部 153 は、指定された範囲（撮像範囲或いは検索範囲）内の距離情報を、数値情報（ヒストグラムを表す数値テーブル）により例えば記憶部 161 に保存し、教示操作盤 40 の操作部に対する所定の操作に応じて、例えば教示操作盤 40 の表示部 41 に表示する機能を備えていても良い。

[0059] 上述したように、ロボット制御装置 50 は、所定の入力情報により指定された検索範囲内において、物が置かれているか否かを判定する機能を有する。図 11 は、判定部 154 によるこのような機能（物体有無判定処理）をより一般的に記述したフローチャートである。なお、本処理は、プロセッサ 51 による制御の下で実行される。図 11 に示すように、画像取得部 152 は、視覚センサ 70 により撮像された距離画像を取得する（ステップ S1）。次に、判定部 154 は、距離画像に基づき、所定の入力情報に基づき指定された検索範囲内に物が置かれているか否かを判定する（ステップ S2）。

[0060] 本実施形態では、ロボット制御装置 50 は、上述したようなヒストグラムに基づき、検査対象面（ヒストグラム 201 の場合には床面 90）上に物が置かれているか否かを判定することができるよう構成される。図 12 は、ロボット制御装置 50（プロセッサ 51）により実行される物体有無判定処理の具体的な動作例を表すフローチャートである。はじめに、画像取得部 152 は、視覚センサ 70 から検査対象面を含む撮像範囲を撮像した距離画像

を取得する（ステップS 1 0 1）。次に、ヒストグラム作成部 1 5 3 は、距離画像中の明るさのヒストグラムを作成する（ステップS 1 0 2）。ヒストグラムは、上述のように設定された検索範囲内について作成するようにしても良い。そして、判定部 1 5 4 は、距離画像中の明るさに関するヒストグラムに基づいて、検索範囲内の検査対象面に物が置かれているか否かを判定する（ステップS 1 0 3）。

[0061] 以下、図 1 2 の物体有無判定処理をロボット 1 0 によるワークのハンドリング作業に適用する実施例を二例挙げ、物体有無判定処理の詳細な内容を説明する。

[0062] 第 1 の実施例は、ワーク移送実行部 1 6 0 によるワークの移送作業に物体有無判定処理を適用した場合の動作例である。図 1 3 は、ワーク移送処理に物体有無判定処理を適用した場合のフローチャートである。本処理は、ロボット制御装置 5 0 のプロセッサ 5 1 による制御の下で実行される。

[0063] ワーク移送実行部 1 6 0 は、ロボット 1 0 によりベルトコンベヤ等の供給装置からワークを取り出す（ステップS 1 1）。ワーク移送実行部 1 6 0 は、ワークの移送先（搬送装置、作業台等）にワークを置くに当たり、移送先に物が置かれていないことを確認するために、物体有無判定処理を実行する（ステップS 1 2）。なお、本例において、ロボット 1 0 がワークを移送先に置く動作は、移送先に物（障害物）が無いことを前提として教示されているものとする。

[0064] ステップS 1 2 で実行される物体有無判定処理の具体例について図 1 4 及び図 1 5 を参照して説明する。図 1 4 は、移送先の載置面 9 1 に何も置かれていない状態で視覚センサ 7 0 が距離画像を撮像する状態を示すと共に、その際に取得された距離画像のヒストグラム 2 1 1 を示している。図 1 5 は、載置面 9 1 にワーク W 5 が置かれている状態で視覚センサ 7 0 が距離画像を撮像する状態を示すと共に、その際に取得されるヒストグラム 2 1 2 を示している。

[0065] ロボット制御装置 5 0 は、載置面 9 1 に何も置かれていない状態で取得さ

れたヒストグラム 211 を予め取得して記憶部 161 に保存しておいても良い。判定部 154 は、予め保存されているヒストグラム 211 と、ワーク移送処理実行時にステップ S12 において取得した距離画像のヒストグラム 212 との対比により、載置面 91 に物が置かれているか否かを判定することができる。

[0066] 図 14 のヒストグラム 211 中に示すように、閾値設定部 155 は、距離画像中に載置面 91 の高さ（明るさ）以外の高さ（明るさ）の度数が存在するか否かを判定するための閾値を設定する機能を提供する。ここで閾値とは、例えば、図 14 に示されているように、載置面 91 の高さ（明るさ）を基準として、この基準の高さ（明るさ）を含む範囲を定めるための上限値 K1 及び下限値 K2 として設定されても良い。判定部 154 は、この上限値 K1 と下限値 K2 で定められる範囲の外部の明るさの点群の存在が認められる場合に、載置面 91 に物が置かれていると判定することができる。

[0067] この閾値（上限値 K1、下限値 K2）は、ユーザにより設定されても良く、閾値設定部 155 により自動設定されても良い。閾値設定部 155 は、閾値（上限値 K1 及び下限値 K2）の自動設定を、以下の手順、
r1) 予め保存されているヒストグラム 211 において度数を有する明るさを、載置面 91 の明るさであると特定し、
r2) 載置面 91 の明るさに所定のマージンをプラスした明るさを上限値 K1 とし、載置面 91 の明るさから所定のマージンを減じた明るさを下限値 K2 と設定する、
により行っても良い。

[0068] なお、ここでは、閾値設定部 155 が、予め検査対象面にものが無い状態で取得した距離画像に基づき閾値を自動設定する手法について説明した。それ以外の手法として、例えば、検査対象面の状況によっては、
(d1) 検査時の距離画像中で最も度数が多い、或いは、
(d2) 検査時の距離画像中で最も度数が多く且つ最も暗い
という条件を満たす点群について検査対象面であると判定するアルゴリズム

を採用しても良い。アルゴリズム（d 1）は、検査対象面に基本的にものがあり置かれていない場合が多いと想定されるような状況において有効である。アルゴリズム（d 2）は、検査対象面に基本的にものがあり置かれていない場合が多く、且つ、検査対象面が床面等の撮像範囲内（或いは検索範囲内）で最も低い位置にある場合に有効である。

[0069] 閾値設定部 155 が、閾値（上限値 K 1、下限値 K 2）のユーザ設定を受け付ける場合には、図 16 に示すようなグラフィカルユーザインタフェース画面（GUI 画面 350）を教示操作盤 40 の表示部 41 に提供しても良い。図 16 に示す GUI 画面 350 は、検査対象面に物が無い状態で撮像された距離画像に基づき、ヒストグラム作成部 153 が作成したヒストグラムを表示すると共に、当該画面上で閾値の設定を受け付けるように構成されている。図 16 に示す GUI 画面 350 は、検査対象面の明るさ N 1 を挟んで閾値の上限値 K 1 と下限値 K 2 とを、数値入力欄 351、352 に入力できるように構成されている。ユーザは、数値入力欄 351、352 に所望の閾値の上限値 K 1 と下限値 K 2 とを設定することができる。このように、検査対象面のヒストグラムが表示された画面上で閾値の設定を行うことができるようにすることにより、ユーザは、ヒストグラムを参考に閾値の設定を直感的に行うことができる。

[0070] 検査時において（すなわち、ステップ S 12 での物体有無判定処理において）、図 15 に示すように載置面 91 にワーク W 5 が残っている状況を想定する。この場合、図 15 右側に示すようなヒストグラム 212 が生成される。そして、判定部 154 は、閾値の上限値 K 1 を超える明るさの点群の存在（すなわち、ワーク W 5 の存在）を特定する。この場合、ステップ S 13 において、検査対象面に物が置かれていると判定されることとなり（S 13：YES）、ワークを置く作業は中断され、処理はステップ 15 に進む。

[0071] 他方、ステップ S 13 において検査対象面に物が置かれていないと判定される場合には（S 13：NO）、ワーク移送実行部 160 は、載置面 91 にワークを置く作業を実行する（ステップ S 14）。そして、ワーク移送実行

部１６０は、次のワークを取り出し移送する作業を継続しても良い。

[0072] ステップＳ１５では、履歴画像保存部１５８は、ワークＷ５が載置面９１上に残った状態を視覚センサ７０の２次元カメラ機能により撮像した２次元画像を履歴画像として、他の履歴情報と共に記憶装置８０に保存する。そして、ワーク移送実行部１６０は、本処理を終了させる。

[0073] このように、本実施形態に係るワーク移送処理によれば、ワークを置く場所に何にもないことが確実に検出されるため、ワークを置く動作の安全性を向上させることができる。仮にワーク置く場所に何か物（障害物）がある場合には、ロボットによりワークを置く作業を中断することができる。よって、ロボットが、ワークが置かれている場所にワークを置く動作を行いワーク同士が干渉することによる不具合の発生（生産サイクルの停止等）を未然に防ぐことができる。したがって、本実施形態によれば、ワーク移送処理を、よりいっそう安全に且つスムーズに行うことが可能となる。

[0074] ステップＳ１５で保存された履歴画像は、載置面９１にワークＷ５が残った状況の把握や、要因の解析等するために利用することができる。また、それにより、必要な対策を講じることも可能となる。

[0075] ワーク移送処理が行われる間、ヒストグラム作成部１５３は、視覚センサ７０により取得された距離画像に基づくヒストグラムを、所定のユーザ操作に応じて表示画面（表示部４１）に表示するように構成されていても良い。ワーク移送処理において、判定部１５４は、設定された範囲（撮像範囲或いは検索範囲）内の検査対象面において物が置かれているか否かを判定しても良い。

[0076] 物体有無判定処理をロボット１０によるワークのハンドリング作業に適用する第２の実施例について説明する。第２の実施例は、ワーク取出し実行部１５９によるバラ積みワークの取出し処理に物体有無判定処理を適用した場合の動作例である。図１７は、バラ積みワークの取出し処理に物体有無判定処理を適用した場合のフローチャートである。本処理は、ロボット制御装置５０のプロセッサ５１による制御の下で実行される。ここでは、図１８及び

図 19 に示すように床面 90 上のコンテナ 95 内にバラ積みされたワーク W6（一部のワークのみに符号を付している）を取り出す作業が実行されるものとする。

[0077] ワーク取出し実行部 159 は、記憶部 161 に格納されたワーク取出しプログラムにしたがって、バラ積みワークの取出し処理を実行する（ステップ S21）。そして、ワーク取出し実行部 159 は、バラ積みワークの取り出しが完了したか否かを、所定の完了判定条件により判定する（ステップ S22）。所定の完了判定条件は、例えば、視覚センサ 70 によりコンテナ 95 内を撮像した 2 次元画像に基づきワーク W6 の検出処理を実行した検出結果としてワーク W6 が検出されないことである。ワークの取り出しが完了していないと判定される場合（S22：NO）、ワークの取り出し処理が継続する。

[0078] ワーク取出し実行部 159 によりワークの取り出し処理が完了したとの判定が下った場合（S22：YES）、物体有無判定処理が実行される（ステップ S23）。本物体有無判定処理では、コンテナ 95 内にワーク W6 が残っているか否かが判定されることとなる。

[0079] ステップ S23 で実行される物体有無判定処理に関して図 18 から図 20 を参照して説明する。図 18 は、コンテナ 95 内に多くのワーク W6 が存在する状態で視覚センサ 70 が距離画像を撮像する状況、及びその際に取得された距離画像のヒストグラム 221 を示している。図 19 は、コンテナ 95 内に何も物がない状態で視覚センサ 70 が距離画像を撮像する状況、及びその際に取得された距離画像のヒストグラム 222 を示している。図 20 は、コンテナ 95 内に一つのワーク W6 が残っている状態で視覚センサ 70 が距離画像を撮像する状況、及びその際に取得された距離画像のヒストグラム 223 を示している。

[0080] なお、本実施例においては、図 19 のようにコンテナ 95 内に物が何も無い状況で撮像されたヒストグラム 222 が予め記憶部 161 に保存されているものとする。閾値設定部 155 は、このヒストグラム 222 に基づきコン

テナ 95 の底面 95 a の高さ（明るさ）を特定し、この明るさを基準とする閾値の上限値 K 1 と下限値 K 2 とを決定するものとする。底面 95 a の明るさの特定及び閾値（上限値 K 1 及び下限値 K 2）の設定は、上述の手順（r 1）及び（r 2）にしたがって行うことができる。なお、図 18 に示すように、コンテナ 95 内に多くのワーク W 6 が存在する状況では、ヒストグラム 221 には、底面 95 a を基準とする閾値の上限値 K 1 と下限値 K 2 で定められる範囲を超える明るさの領域に多くの点群が分布することとなる。他方、図 19 に示すように、コンテナ内にワーク W 6 が残っていない状況では、底面 95 a を基準とする閾値の上限値 K 1 と下限値 K 2 で定められる範囲を超える明るさの領域に度数を有する点群は存在しない。

[0081] 物体有無判定処理の結果、閾値の上限値 K 1 と下限値 K 2 で定められる範囲を超える明るさを有する点群が存在しない場合、検査対象面としての底面 95 a に物がないと判定される（S 24：NO）。この場合、バラ積みワークの取出しは適切に終了していることとなり、本処理を終了する。

[0082] 物体有無判定処理が実行される際のコンテナ 95 内の状況が、図 20 に示すようにワーク W 6 が残った状況であるとする。この場合、判定部 154 は、図 20 に示されるヒストグラム 223 により検査対象面における物体の有無を判定する。ヒストグラム 223 では、閾値の上限値 K 1 と下限値 K 2 で定められる範囲を超える明るさの領域に点群の分布が認められる。したがって、この場合、判定部 154 は、検査対象面である底面 95 a に物があると判定する（S 24：YES）。

[0083] この場合（S 24：YES）、履歴画像保存部 158 は、ワーク W 6 が底面 95 a に残った状態を視覚センサ 70 の 2 次元カメラ機能により撮像した 2 次元画像を履歴画像として、他の履歴情報と共に記憶装置 80 に保存する（ステップ S 25）。そして、ワーク取出し実行部 159 は、本処理を終了させる。

[0084] 以上のように、本実施形態に係るワーク取出し処理によれば、コンテナ内にワークが残っている状態でロボット制御装置がワーク取出し完了判定を下

すという不具合を確実に検出することができる。

[0085] ステップS 2 5 で保存された履歴画像は、ワークW 6 が残った状態でワーク取出し実行部 1 5 9 により取出し完了判定が下った要因を解析するために利用することができる。例えば、図 2 0 に例示したように、ワークW 6 の一側面がコンテナ 9 5 の内側面に密着して残っているような状況では、2 次元画像に対しパターンマッチングを適用した検出処理ではワークW 6 を良好に検出できないことも想定され得る。他方、上述の通り、物体有無判定処理による判定によればワークW 6 の存在を適切に判定することができる。したがって、図 2 0 に示すようにワークW 6 が残存する状況を履歴画像として保存するようにすることで、上記要因を解析し、必要な対策を講じることも可能となる。

[0086] なお、上述の第 2 の実施例では、コンテナ 9 5 の側面が計測されないように撮像範囲或いは検索範囲が予め調整されていても良い。このように撮像範囲或いは検索範囲を設定することで、ヒストグラムには、コンテナ 9 5 の底面 9 5 a とワークW 6 （ワークW 6 が存在する場合）による高さのみの度数が現れるようになり、物体有無判定をより良好に行うことが可能となる。

[0087] 以上説明したように、本実施形態によれば、検査対象の場所に物が置かれているか否かを確実に判定することが可能となり、ロボットによるワークのハンドリング作業における不具合の発生の未然の防止や不具合の発生の検出を確実に行うことが可能となる。

[0088] 上述した実施形態において図 2 に示した機能ブロック図における機能の配置は例示であり、機能の配置については様々な変形例を構成し得る。例えば、ロボット制御装置 5 0 に配置した機能ブロックの一部（例えば、閾値設定部 1 5 5、撮像範囲設定部 1 5 6、及び検索範囲設定部 1 5 7）を教示操作盤 4 0 側に配置するような構成例も有り得る。

[0089] 教示操作盤 4 0 としての機能（ユーザインタフェースとしての表示部や操作部の機能等）をロボット制御装置 5 0 としての機能に含めてロボット制御装置と定義しても良い。

- [0090] 上述の実施形態では、判定部 154 が距離画像のヒストグラムを用いて検索範囲内に物が置かれているか否かを判定する動作例を説明したが、判定部が検索範囲内に物が置かれているか否かを判定する動作例はこれに限られない。例えば、判定部 154 は、距離画像中の各点の距離データを用いて、指定された検索範囲に物が置かれているか否かを判定しても良い。この場合には、例えば、検索範囲内の基準面の高さを基準として特定の高さを有する物体の存在が認められる場合に、検索範囲内に（基準面上に）物が置かれていると判定しても良い。なお、判定部をこのような構成とする場合には、ヒストグラムによる判定に係わる機能（ヒストグラム作成部 153 及び閾値設定部 155）は省略することができる。
- [0091] 図 2 に示したロボット制御装置や視覚センサ制御装置の機能ブロックは、これらの装置のプロセッサが、記憶装置に格納された各種ソフトウェアを実行することで実現されても良く、或いは、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）等のハードウェアを主体とした構成により実現されても良い。
- [0092] 上述の物体有無判定処理（図 11、図 12）は、各種情報処理装置上で実行することが可能である。
- [0093] 上述した実施形態における物体有無判定処理（図 11、図 12）、ワーク移送処理（図 13）、ワーク取出し処理（図 17）等の各種の処理を実行するプログラムは、コンピュータに読み取り可能な各種記録媒体（例えば、ROM、EEPROM、フラッシュメモリ等の半導体メモリ、磁気記録媒体、CD-ROM、DVD-ROM等の光ディスク）に記録することができる。
- [0094] 本開示について詳述したが、本開示は上述した個々の実施形態に限定されるものではない。これらの実施形態は、本開示の要旨を逸脱しない範囲で、または、特許請求の範囲に記載された内容とその均等物から導き出される本開示の趣旨を逸脱しない範囲で、種々の追加、置き換え、変更、部分的削除等が可能である。また、これらの実施形態は、組み合わせて実施することもできる。例えば、上述した実施形態において、各動作の順序や各処理の順序

は、一例として示したものであり、これらに限定されるものではない。また、上述した実施形態の説明に数値又は数式が用いられている場合も同様である。

[0095] 上記実施形態および変形例に関し更に以下の付記を記載する。

(付記 1)

視覚センサ (70) により撮像された距離画像を取得する画像取得部 (152) と、前記距離画像に基づき、所定の入力情報により指定された範囲内に物が置かれているか否かを判定する判定部 (154) と、を備える制御装置 (50)。

(付記 2)

前記所定の入力情報により指定された前記範囲を検索範囲として設定する検索範囲設定部 (157) を更に備える、付記 1 に記載の制御装置 (50)。

(付記 3)

前記所定の入力情報は、前記検索範囲を画像上の範囲として指定する情報である、付記 2 に記載の制御装置 (50)。

(付記 4)

前記所定の入力情報は、前記検索範囲を実空間上の範囲として指定する情報である、付記 2 に記載の制御装置 (50)。

(付記 5)

前記所定の入力情報は、ロボットプログラムに記述されている、付記 1 から 4 のいずれか一項に記載の制御装置 (50)。

(付記 6)

前記所定の入力情報は、ユーザインタフェースを介して入力された情報である付記 1 から 4 のいずれか一項に記載の制御装置 (50)。

(付記 7)

前記検索範囲設定部 (157) は、実空間上に定めた範囲として前記検索範囲を設定する、付記 2 から 4 のいずれか一項に記載の制御装置 (50)。

(付記 8)

前記検索範囲設定部（１５７）は、前記視覚センサ（７０）の撮像範囲に対応付けた範囲として前記検索範囲を設定する、付記 2 から 4 のいずれか一項に記載の制御装置（５０）。

(付記 9)

前記画像上の範囲は、当該画像上の座標に準拠する数値情報として表されている、付記 3 に記載の制御装置（５０）。

(付記 10)

前記検索範囲設定部（１５７）は、前記画像上の範囲をグラフィカルな操作により指定するためのグラフィカルユーザインタフェースを提供する、付記 3 に記載の制御装置（５０）。

(付記 11)

前記検索範囲設定部（１５７）は、ロボット（１０）に実空間上の複数の点をタッチアップさせる動作を実行させることにより得られる前記複数の点の 3 次元座標を、前記検索範囲を実空間上の範囲として指定する情報として取得する、付記 4 に記載の制御装置（５０）。

(付記 12)

前記所定の入力情報により指定された範囲を、前記視覚センサ（７０）が撮像する前記撮像範囲として設定するための撮像範囲設定部（１５６）を更に備え、前記撮像範囲設定部（１５６）は、前記視覚センサ（７０）に対し、設定された前記撮像範囲で前記視覚センサが撮像を行うよう指令する信号を送出する、付記 1 に記載の制御装置（５０）。

(付記 13)

前記判定部（１５４）は、指定された前記範囲内において検査対象面に物が置かれているか否かを判定する、付記 1 から 12 のいずれか一項に記載の制御装置（５０）。

(付記 14)

前記判定部（１５４）は、取得された前記距離画像中の各点の距離情報に

関する度数分布に基づいて、前記検査対象面に物が置かれているか否かを判定する、付記 1 3 に記載の制御装置（50）。

（付記 1 5）

前記度数分布における前記検査対象面の距離情報と、前記検査対象面における他の物体の距離情報とを識別するための閾値を設定するための閾値設定部（155）を更に備え、前記判定部（154）は前記閾値を用いて前記検査対象面に物が置かれているか否かを判定する、付記 1 4 に記載の制御装置（50）。

（付記 1 6）

前記閾値設定部（155）は、前記検査対象面に物が置かれていない状況において得られた距離画像の各点の距離情報に関する度数分布に基づいて前記閾値を設定する、付記 1 5 に記載の制御装置（50）。

（付記 1 7）

前記閾値設定部（155）は、ユーザ操作による前記閾値の設定を受け付けるユーザインタフェースを提供するように構成されている、付記 1 5 に記載の制御装置（50）。

（付記 1 8）

前記ユーザインタフェースは、前記距離画像の度数分布を表す画像を含むグラフィカルユーザインタフェースとして構成されている、付記 1 7 に記載の制御装置（50）。

（付記 1 9）

前記閾値設定部（155）は、ロボットプログラムに記述された閾値情報にしたがい前記閾値を設定する、付記 1 5 に記載の制御装置（50）。

（付記 2 0）

取得された前記距離画像中の各点の距離情報に基づき前記度数分布を表す画像を生成し表示画面に表示するヒストグラム作成部（153）を更に備える、付記 1 4 から 1 9 のいずれか一項に記載の制御装置（50）。

（付記 2 1）

前記ヒストグラム作成部（１５３）は、前記距離画像中の指定された範囲で前記度数分布を表す画像を生成するように構成されている、付記２０に記載の制御装置（５０）。

（付記２２）

ロボット（１０）により供給装置からワークを取り出し所定の載置面に置くワーク移送作業を実行するためのワーク移送実行部（１６０）を更に備え、

前記判定部（１５４）は、前記ワーク移送実行部（１６０）が前記ワークを前記載置面に置く前に、前記載置面を撮像した距離画像に基づき、前記載置面に物があるか否かを判定する、付記１４から２１のいずれか一項に記載の制御装置（５０）。

（付記２３）

ロボット（１０）により容器内にバラ積みされたワークを取り出す取出し作業を実行するためのワーク取出し実行部（１５９）を更に備え、前記判定部（１５４）は、前記ワーク取出し実行部（１５９）が所定の完了判定条件に基づきワークの取出しの完了判定を下した際に、前記容器の底面を撮像した距離画像に基づいて、前記容器の底面に物があるか否かを判定する、付記１４から２１のいずれか一項に記載の制御装置（５０）。

（付記２４）

前記判定部（１５４）により物があると判定された場合に履歴画像を保存する履歴画像保存部（１５８）を更に備える、付記２２又は２３に記載の制御装置（５０）。

（付記２５）

前記距離画像は、各点の前記距離情報を明るさにより表す画像であり、前記度数分布は、前記距離画像の各点の明るさの分布を表す、付記１４から２４のいずれか一項に記載の制御装置。

（付記２６）

ロボット（１０）と、視覚センサ（７０）と、付記１から２５のいずれか

一項に記載の制御装置（５０）と、を具備し、前記制御装置（５０）は前記ロボット（１０）を制御する、ロボットシステム（１００）。

（付記２７）

情報処理装置上で実行される方法であって、

視覚センサ（７０）により撮像された距離画像を取得し、

前記距離画像に基づき、所定の入力情報により指定された範囲内に物が置かれているか否かを判定する、物体有無判定方法。

（付記２８）

コンピュータのプロセッサに、

視覚センサ（７０）により撮像された距離画像を取得する手順と、

前記距離画像に基づき、所定の入力情報により指定された範囲内に物が置かれているか否かを判定する手順と、

を実行させるためのプログラム。

符号の説明

[0096]	１０	ロボット
	２０	視覚センサ制御装置
	３３	ハンド
	４０	教示操作盤
	５０	ロボット制御装置
	５１	プロセッサ
	７０	視覚センサ
	８０	記憶装置
	９０	床面
	９１	載置面
	９５	コンテナ
	９５ a	底面
	１００	ロボットシステム
	１２１	画像処理部

1 2 2	記憶部
1 5 1	動作制御部
1 5 2	画像取得部
1 5 3	ヒストグラム作成部
1 5 4	判定部
1 5 5	閾値設定部
1 5 6	撮像範囲設定部
1 5 7	検索範囲設定部
1 5 8	履歴画像保存部
1 5 9	ワーク取出し実行部
1 6 0	ワーク移送実行部
1 6 1	記憶部
3 5 0	G U I 画面

請求の範囲

- [請求項1] 視覚センサにより撮像された距離画像を取得する画像取得部と、
前記距離画像に基づき、所定の入力情報により指定された範囲内に物が置かれているか否かを判定する判定部と、
を備える制御装置。
- [請求項2] 前記所定の入力情報により指定された前記範囲を検索範囲として設定する検索範囲設定部を更に備える、請求項1に記載の制御装置。
- [請求項3] 前記所定の入力情報は、前記検索範囲を画像上の範囲として指定する情報である、請求項2に記載の制御装置。
- [請求項4] 前記所定の入力情報は、前記検索範囲を実空間上の範囲として指定する情報である、請求項2に記載の制御装置。
- [請求項5] 前記所定の入力情報は、ロボットプログラムに記述されている、請求項1から4のいずれか一項に記載の制御装置。
- [請求項6] 前記所定の入力情報は、ユーザインタフェースを介して入力された情報である請求項1から4のいずれか一項に記載の制御装置。
- [請求項7] 前記検索範囲設定部は、実空間上に定めた範囲として前記検索範囲を設定する、請求項2から4のいずれか一項に記載の制御装置。
- [請求項8] 前記検索範囲設定部は、前記視覚センサの撮像範囲に対応付けた範囲として前記検索範囲を設定する、請求項2から4のいずれか一項に記載の制御装置。
- [請求項9] 前記画像上の範囲は、当該画像上の座標に準拠する数値情報として表されている、請求項3に記載の制御装置。
- [請求項10] 前記検索範囲設定部は、前記画像上の範囲をグラフィカルな操作により指定するためのグラフィカルユーザインタフェースを提供する、請求項3に記載の制御装置。
- [請求項11] 前記検索範囲設定部は、ロボットに実空間上の複数の点をタッチアップさせる動作を実行させることにより得られる前記複数の点の3次元座標を、前記検索範囲を実空間上の範囲として指定する情報として

取得する、請求項 4 に記載の制御装置。

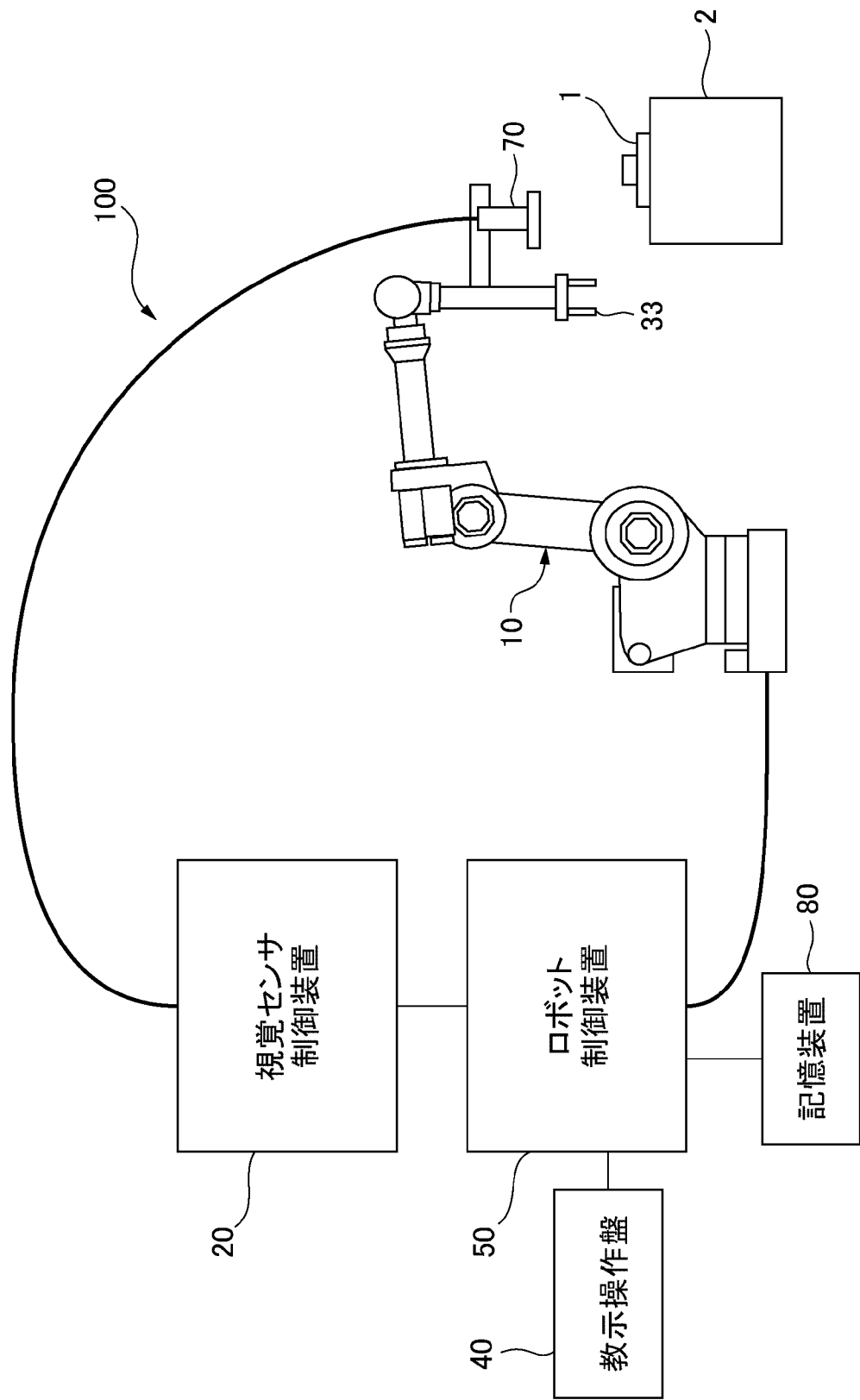
- [請求項12] 前記所定の入力情報により指定された範囲を、前記視覚センサが撮像する撮像範囲として設定するための撮像範囲設定部を更に備え、
前記撮像範囲設定部は、前記視覚センサに対し、設定された前記撮像範囲で前記視覚センサが撮像を行うよう指令する信号を送出する、請求項 1 に記載の制御装置。
- [請求項13] 前記判定部は、指定された前記範囲内において検査対象面に物が置かれているか否かを判定する、請求項 1 から 12 のいずれか一項に記載の制御装置。
- [請求項14] 前記判定部は、取得された前記距離画像中の各点の距離情報に関する度数分布に基づいて、前記検査対象面に物が置かれているか否かを判定する、請求項 13 に記載の制御装置。
- [請求項15] 前記度数分布における前記検査対象面の距離情報と、前記検査対象面における他の物体の距離情報とを識別するための閾値を設定するための閾値設定部を更に備え、
前記判定部は前記閾値を用いて前記検査対象面に物が置かれているか否かを判定する、請求項 14 に記載の制御装置。
- [請求項16] 前記閾値設定部は、前記検査対象面に物が置かれていない状況において得られた距離画像の各点の距離情報に関する度数分布に基づいて前記閾値を設定する、請求項 15 に記載の制御装置。
- [請求項17] 前記閾値設定部は、ユーザ操作による前記閾値の設定を受け付けるユーザインタフェースを提供するように構成されている、請求項 15 に記載の制御装置。
- [請求項18] 前記ユーザインタフェースは、前記距離画像の度数分布を表す画像を含むグラフィカルユーザインタフェースとして構成されている、請求項 17 に記載の制御装置。
- [請求項19] 前記閾値設定部は、ロボットプログラムに記述された閾値情報にしたがい前記閾値を設定する、請求項 15 に記載の制御装置。

- [請求項20] 取得された前記距離画像中の各点の距離情報に基づき前記度数分布を表す画像を生成し表示画面に表示するヒストグラム作成部を更に備える、請求項14から19のいずれか一項に記載の制御装置。
- [請求項21] 前記ヒストグラム作成部は、前記距離画像中の指定された範囲で前記度数分布を表す画像を生成するように構成されている、請求項20に記載の制御装置。
- [請求項22] ロボットにより供給装置からワークを取り出し所定の載置面に置くワーク移送作業を実行するためのワーク移送実行部を更に備え、
前記判定部は、前記ワーク移送実行部が前記ワークを前記載置面に置く前に、前記載置面を撮像した距離画像に基づき、前記載置面に物があるか否かを判定する、請求項14から21のいずれか一項に記載の制御装置。
- [請求項23] ロボットにより容器内にバラ積みされたワークを取り出す取出し作業を実行するためのワーク取出し実行部を更に備え、
前記判定部は、前記ワーク取出し実行部が所定の完了判定条件に基づきワークの取出しの完了判定を下した際に、前記容器の底面を撮像した距離画像に基づいて、前記容器の底面に物があるか否かを判定する、請求項14から21のいずれか一項に記載の制御装置。
- [請求項24] 前記判定部により物があると判定された場合に履歴画像を保存する履歴画像保存部を更に備える、請求項22又は23に記載の制御装置。
- [請求項25] 前記距離画像は、各点の前記距離情報を明るさにより表す画像であり、
前記度数分布は、前記距離画像の各点の明るさの分布を表す、請求項14から24のいずれか一項に記載の制御装置。
- [請求項26] ロボットと、
視覚センサと、
請求項1から25のいずれか一項に記載の制御装置と、を具備し、

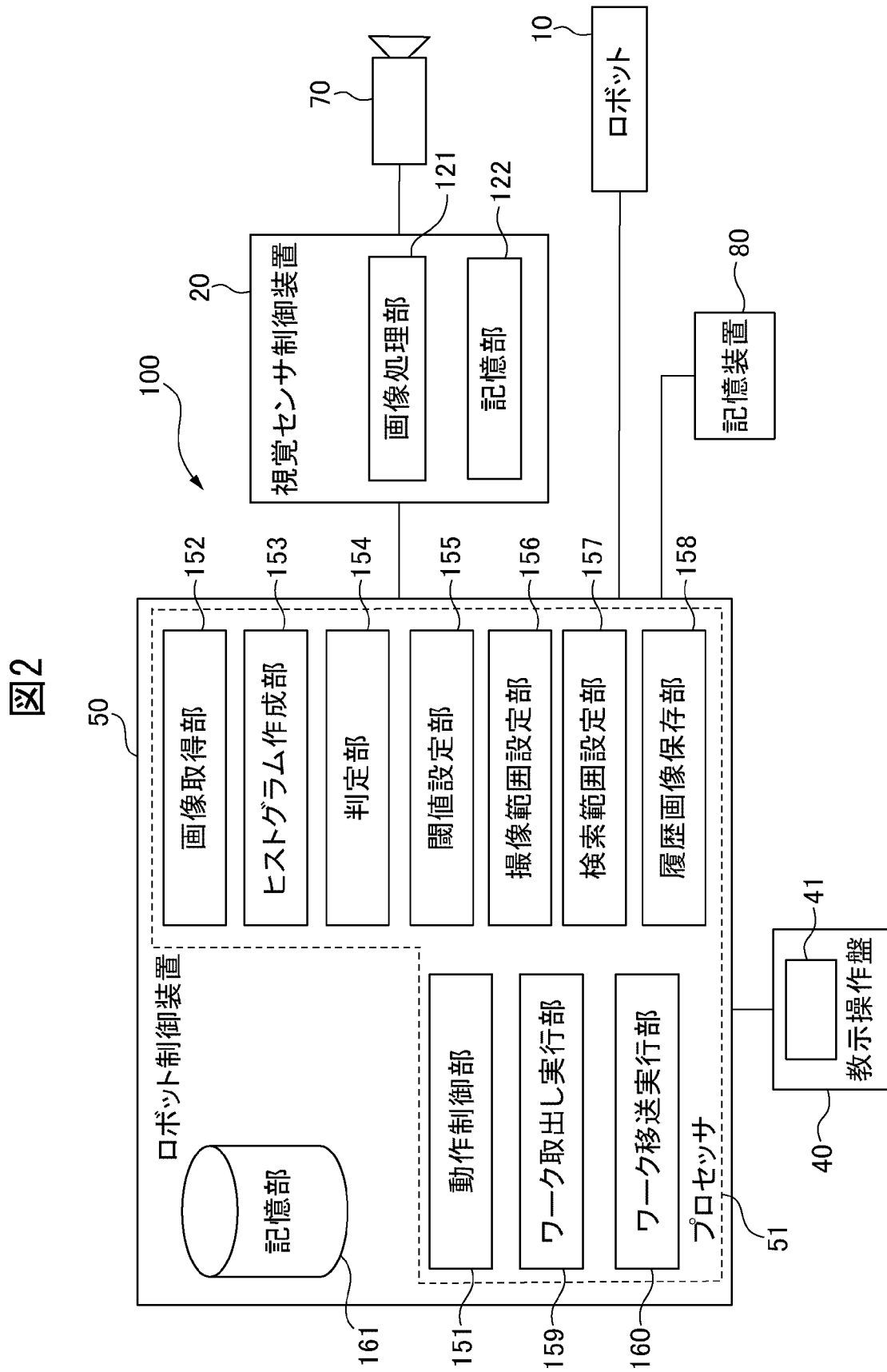
- 前記制御装置は前記ロボットを制御する、ロボットシステム。
- [請求項27] 情報処理装置上で実行される方法であって、
- 視覚センサにより撮像された距離画像を取得し、
- 前記距離画像に基づき、所定の入力情報により指定された範囲内に物が置かれているか否かを判定する、物体有無判定方法。
- [請求項28] コンピュータのプロセッサに、
- 視覚センサにより撮像された距離画像を取得する手順と、
- 前記距離画像に基づき、所定の入力情報により指定された範囲内に物が置かれているか否かを判定する手順と、
- を実行させるためのプログラム。

[図1]

図1

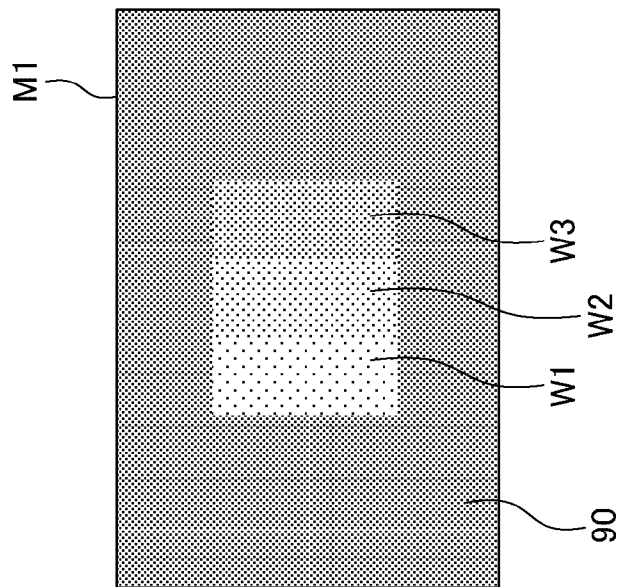
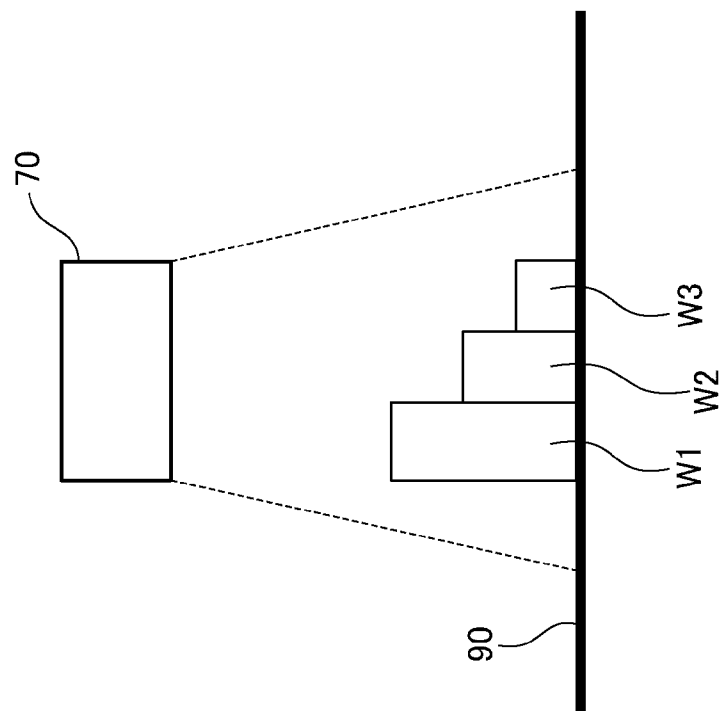


[図2]



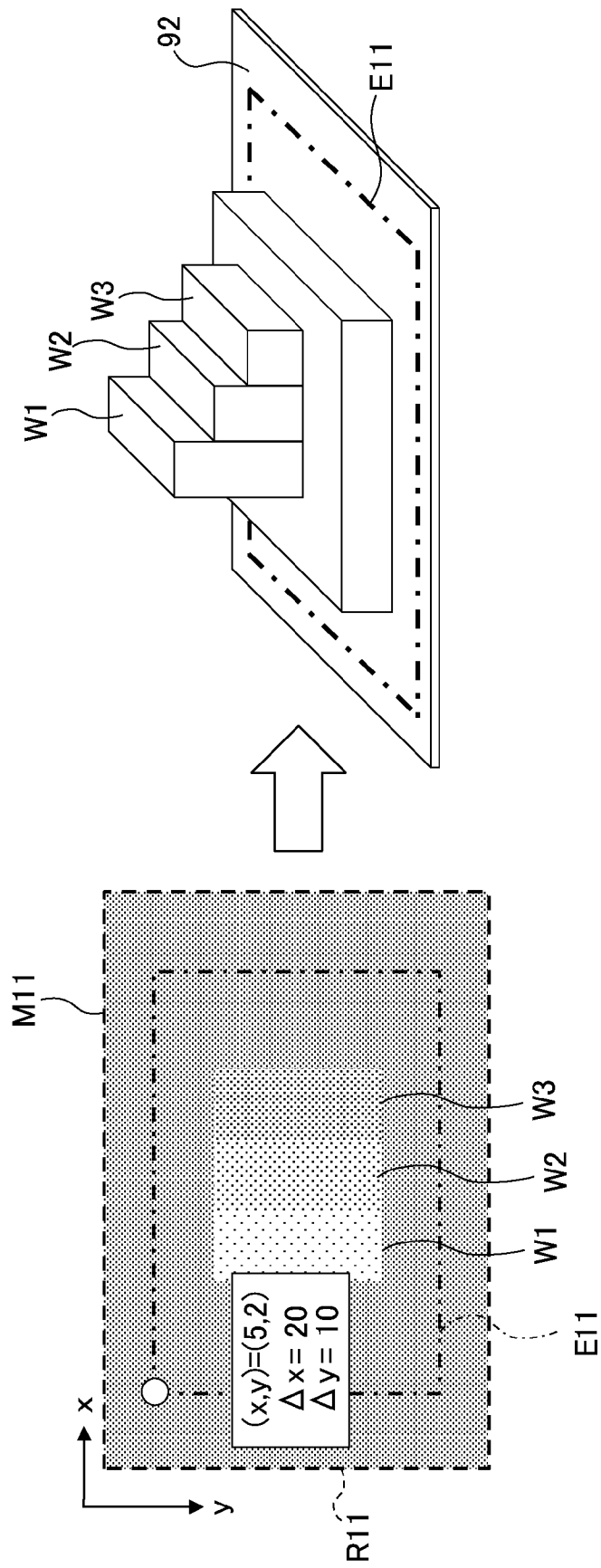
[図3]

図3



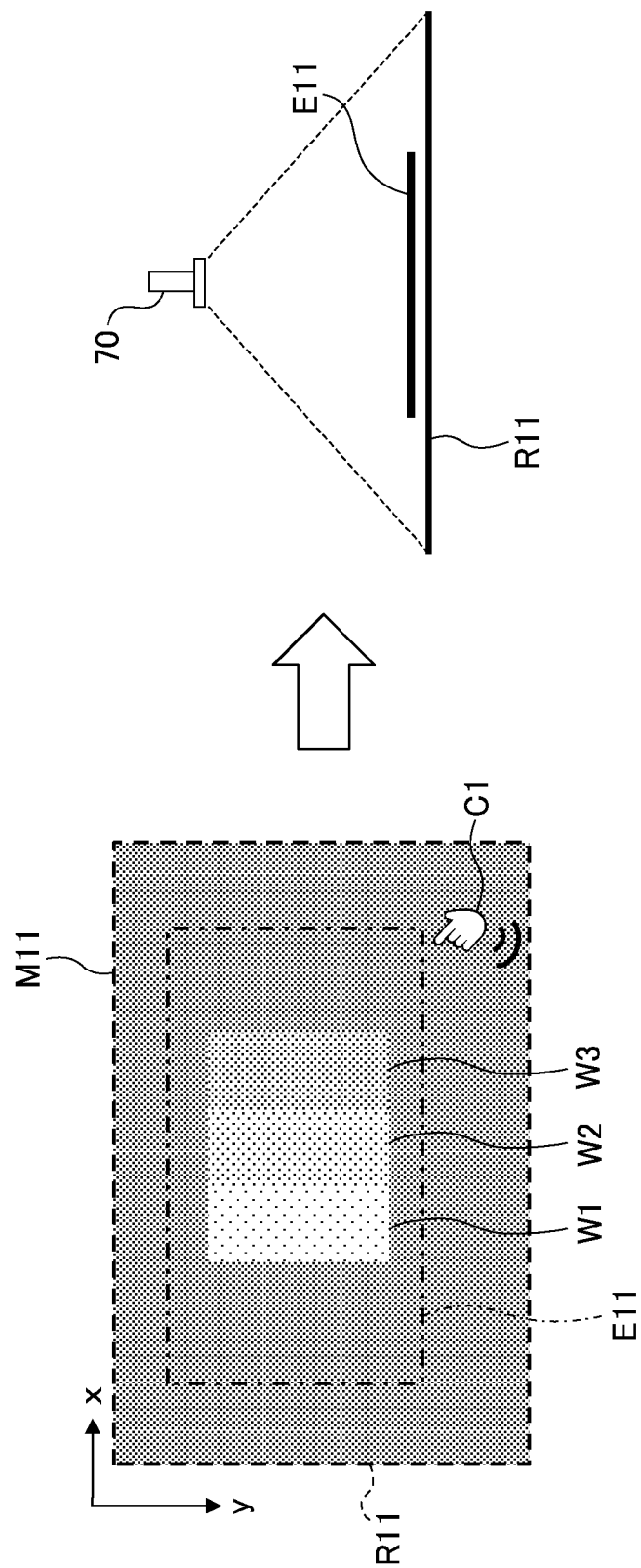
[図4]

図4



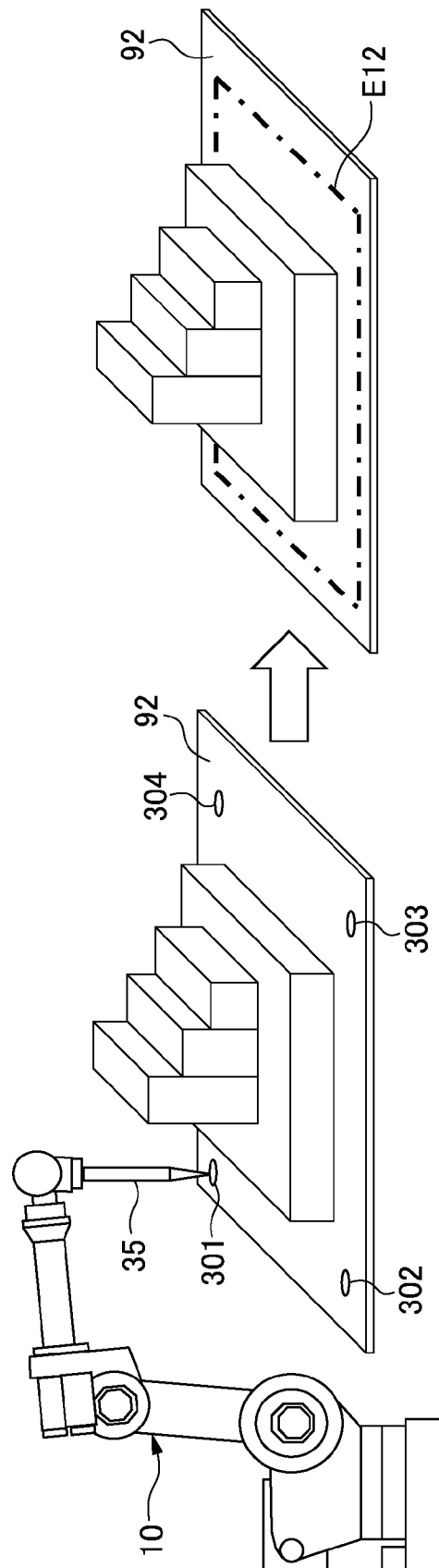
[図5]

図5



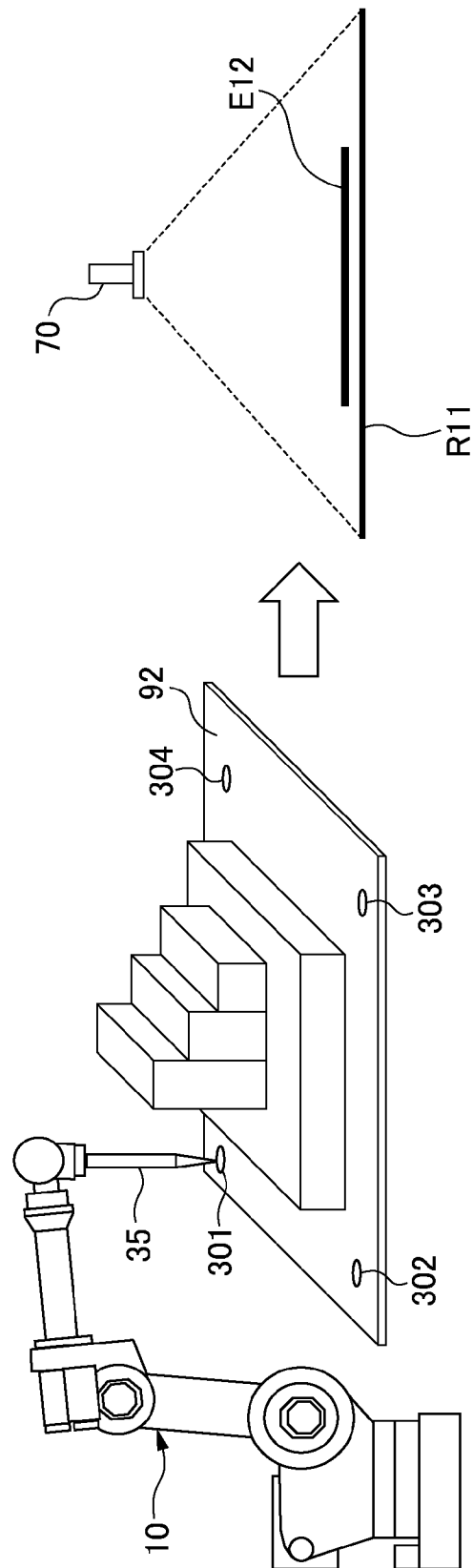
[図6]

図6



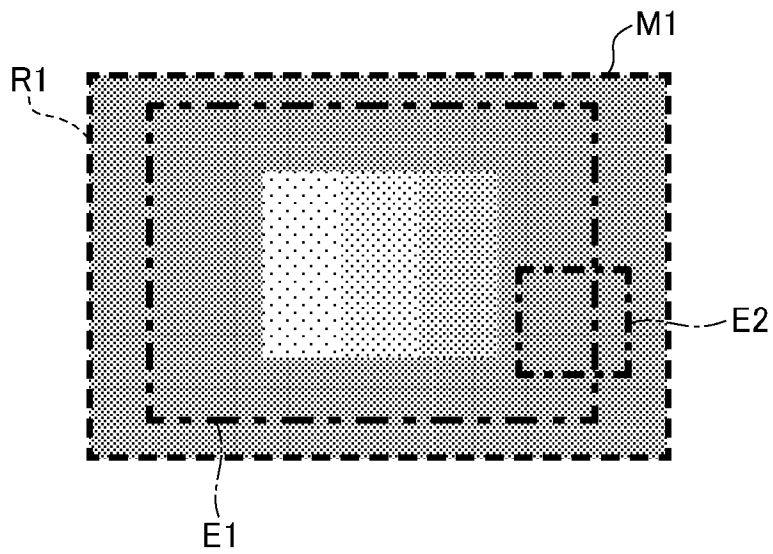
[図7]

図7



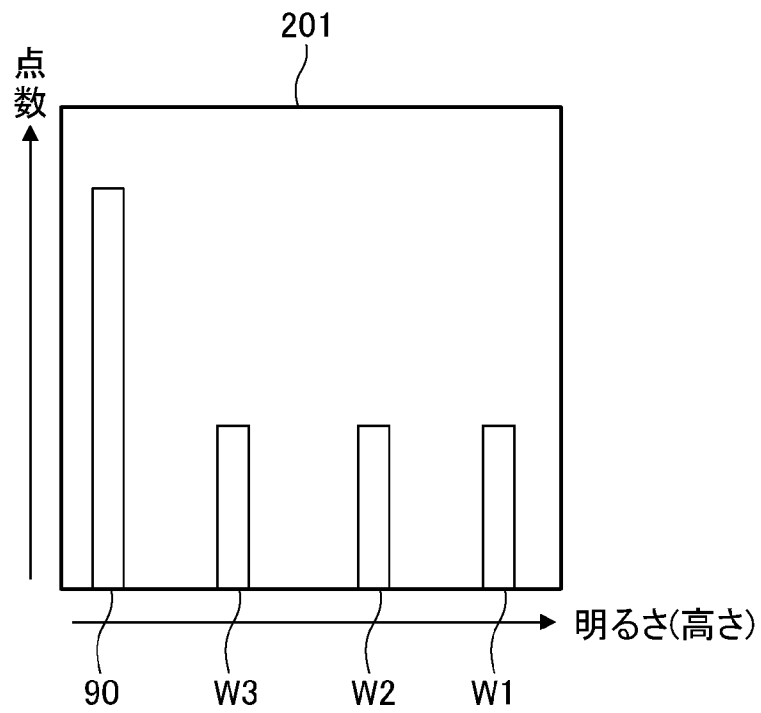
[図8]

図8

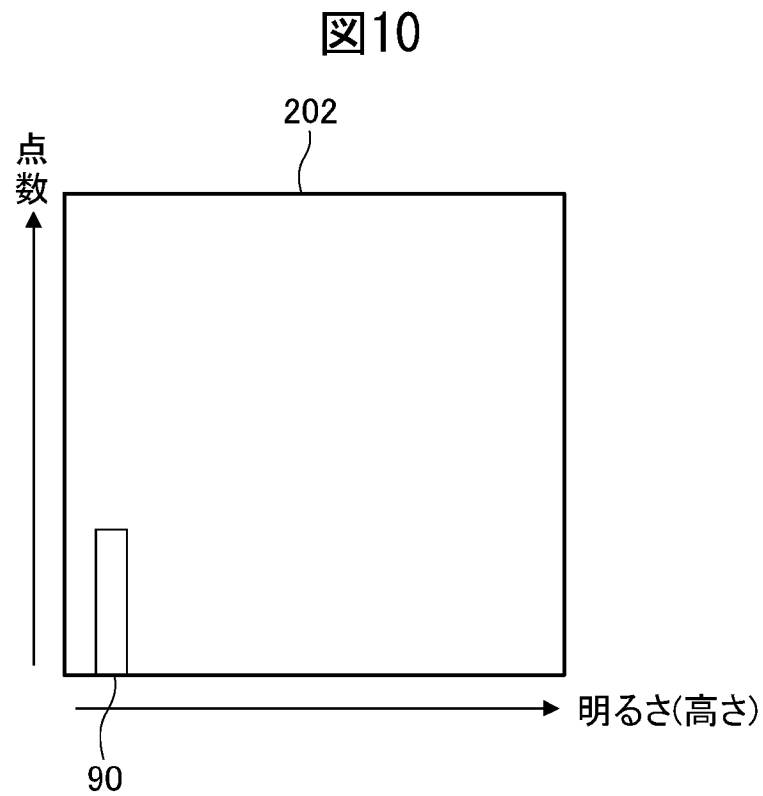


[図9]

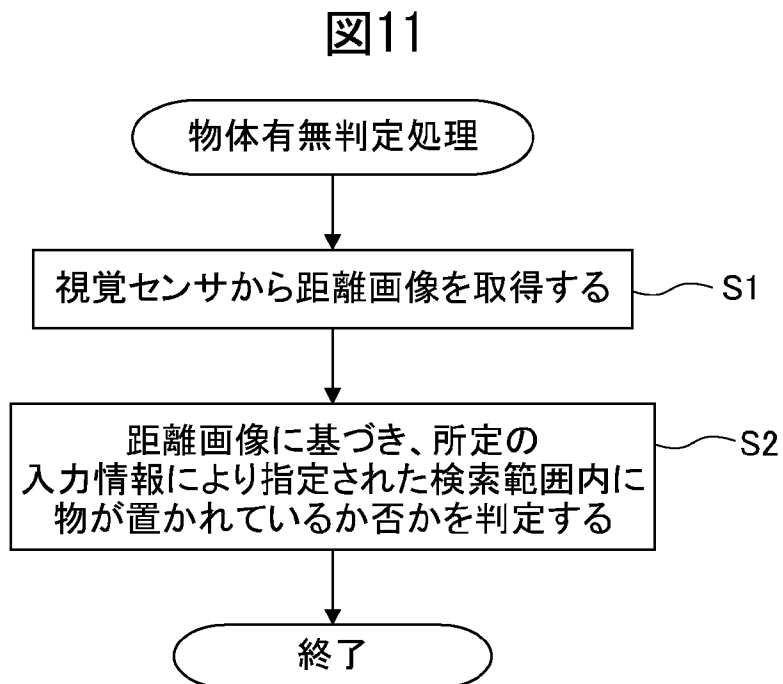
図9



[図10]

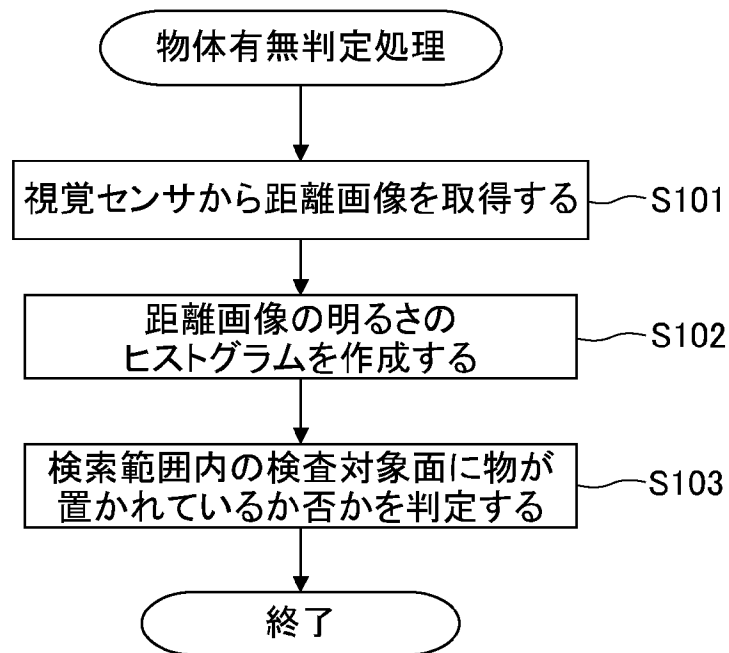


[図11]



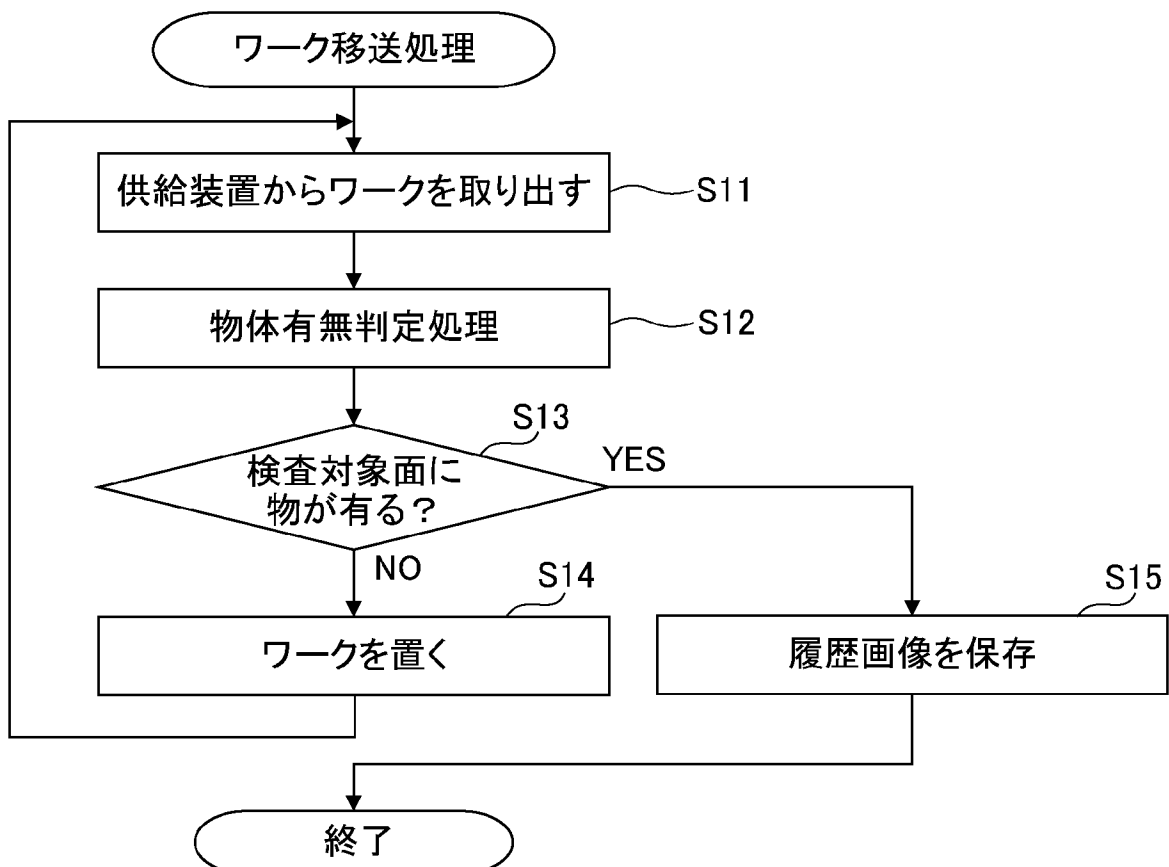
[図12]

図12



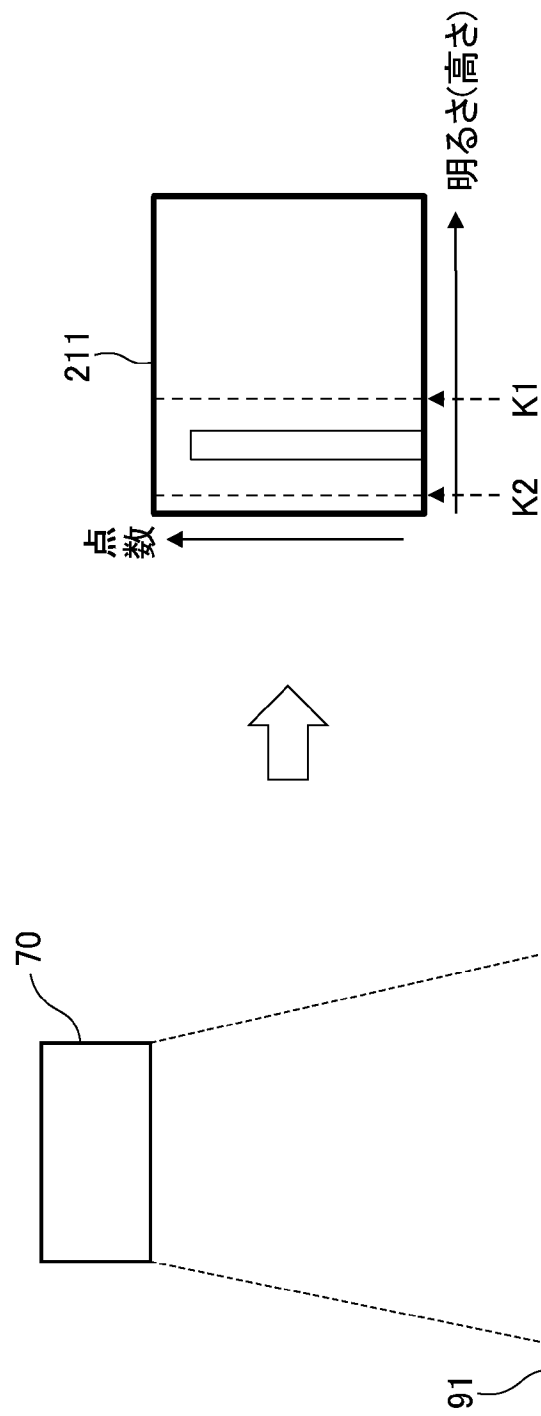
[図13]

図13



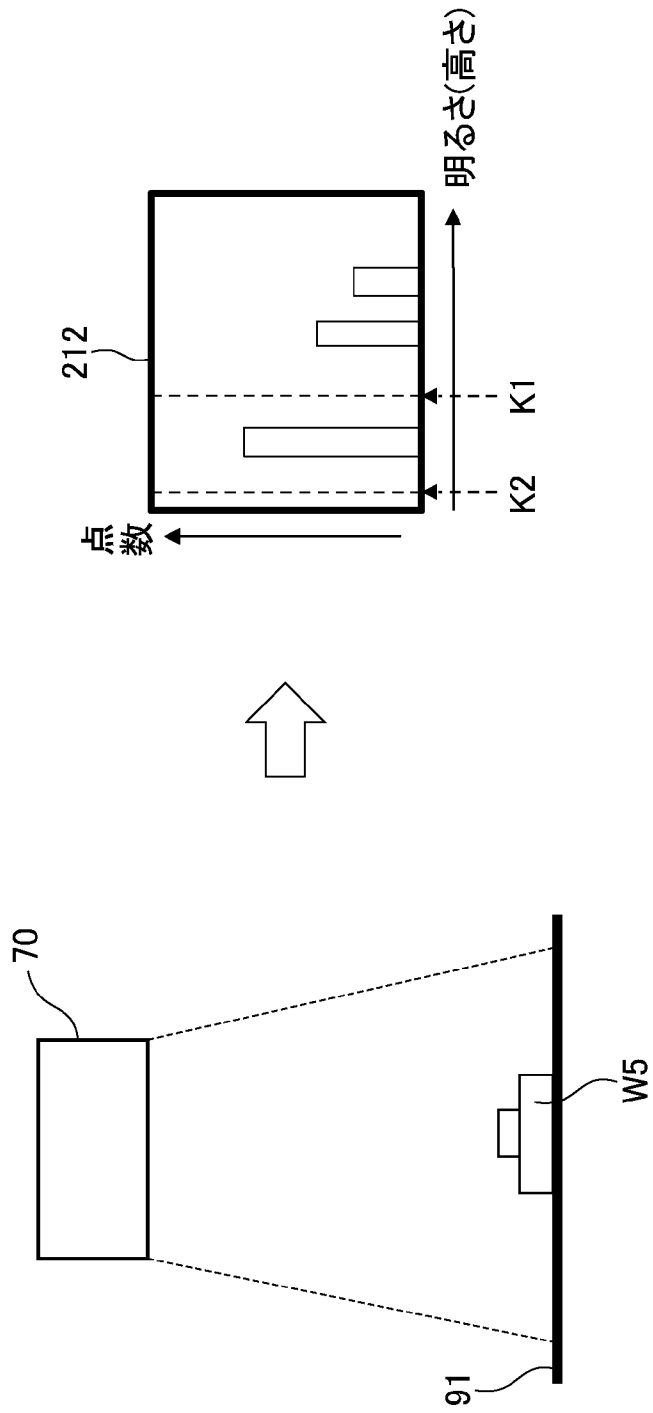
[図14]

図14



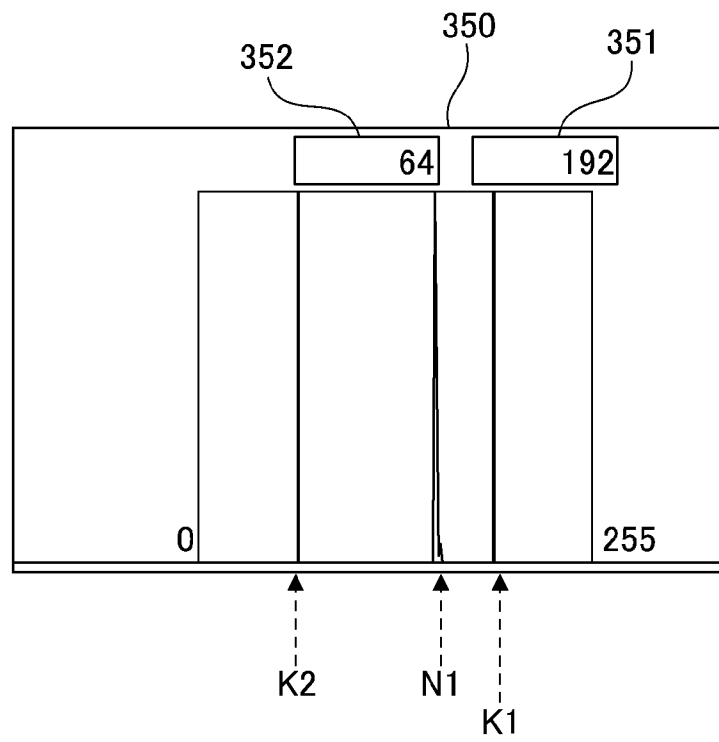
[図15]

図15



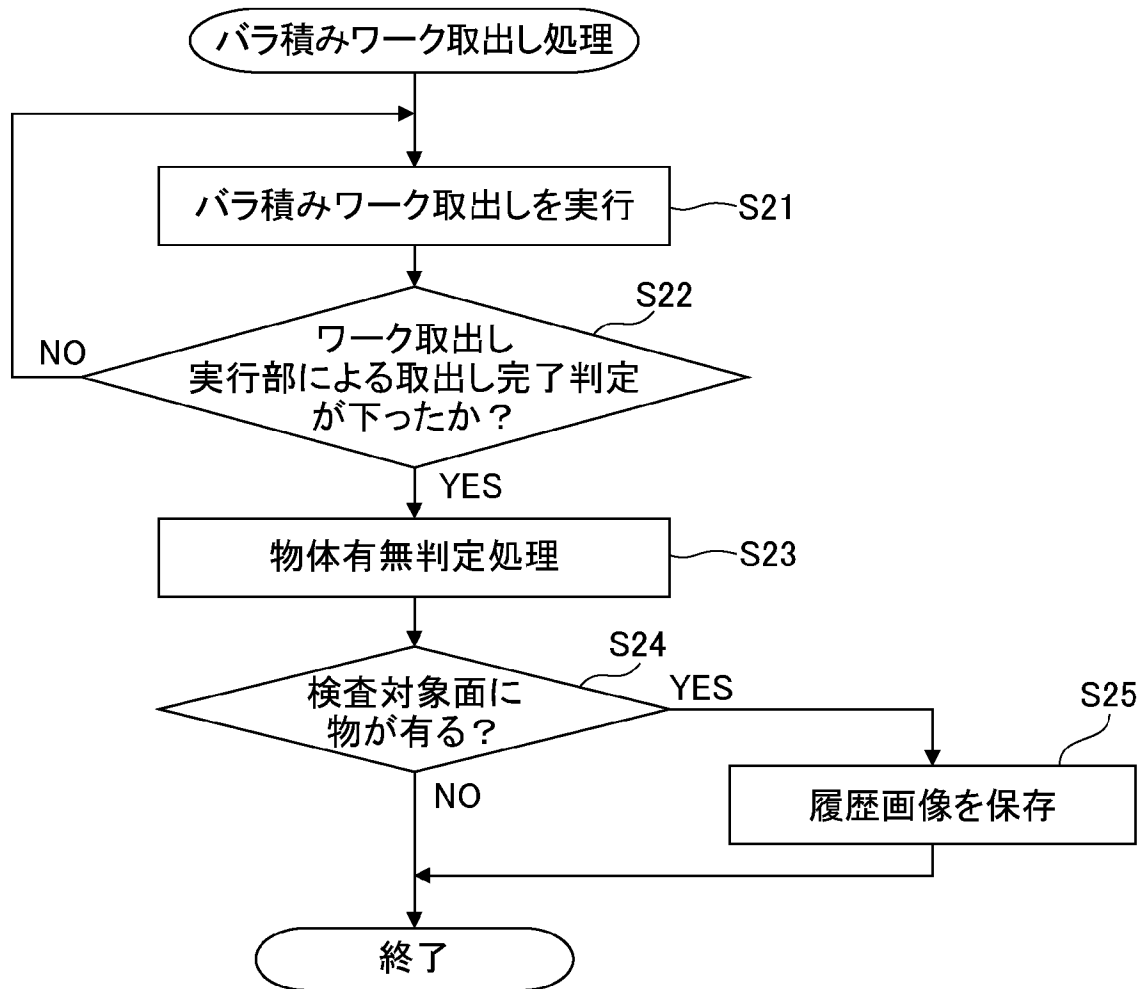
[図16]

図16



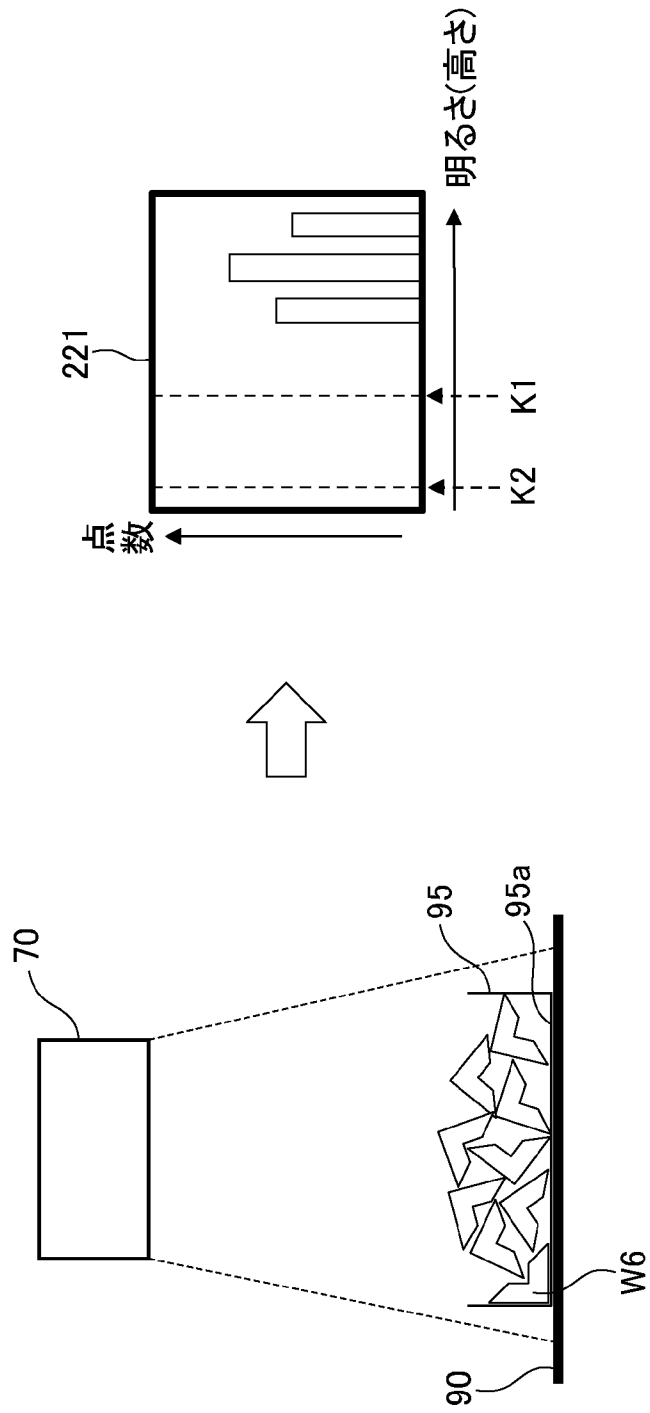
[図17]

図17



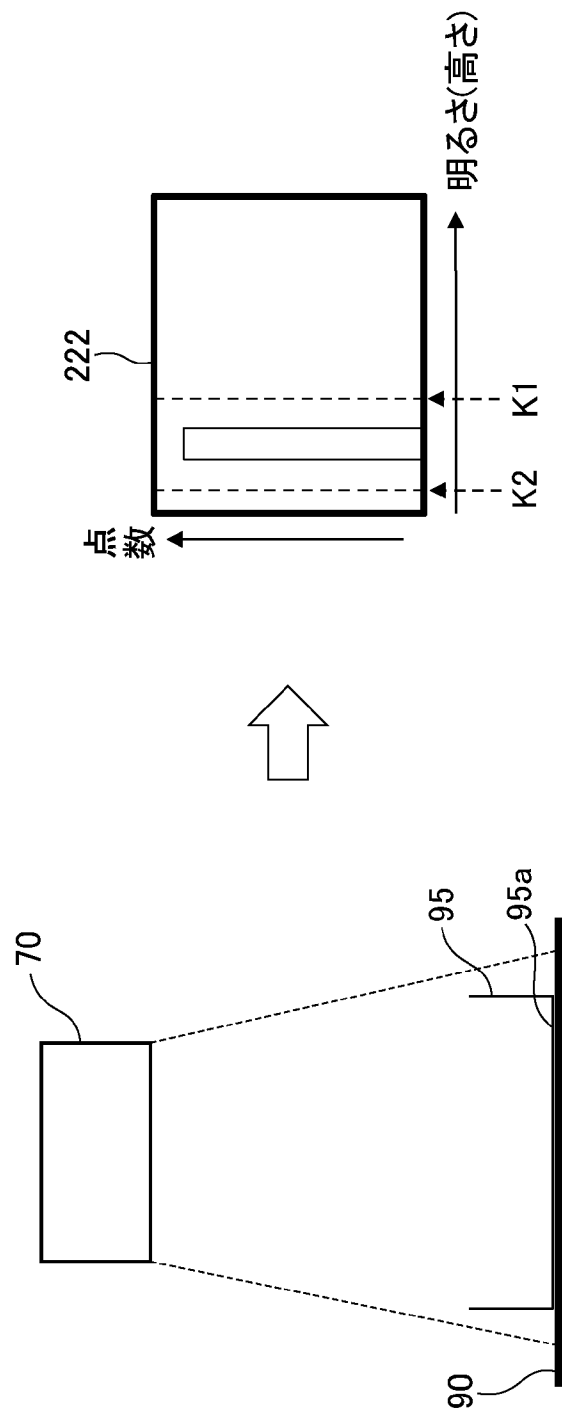
[図18]

図18



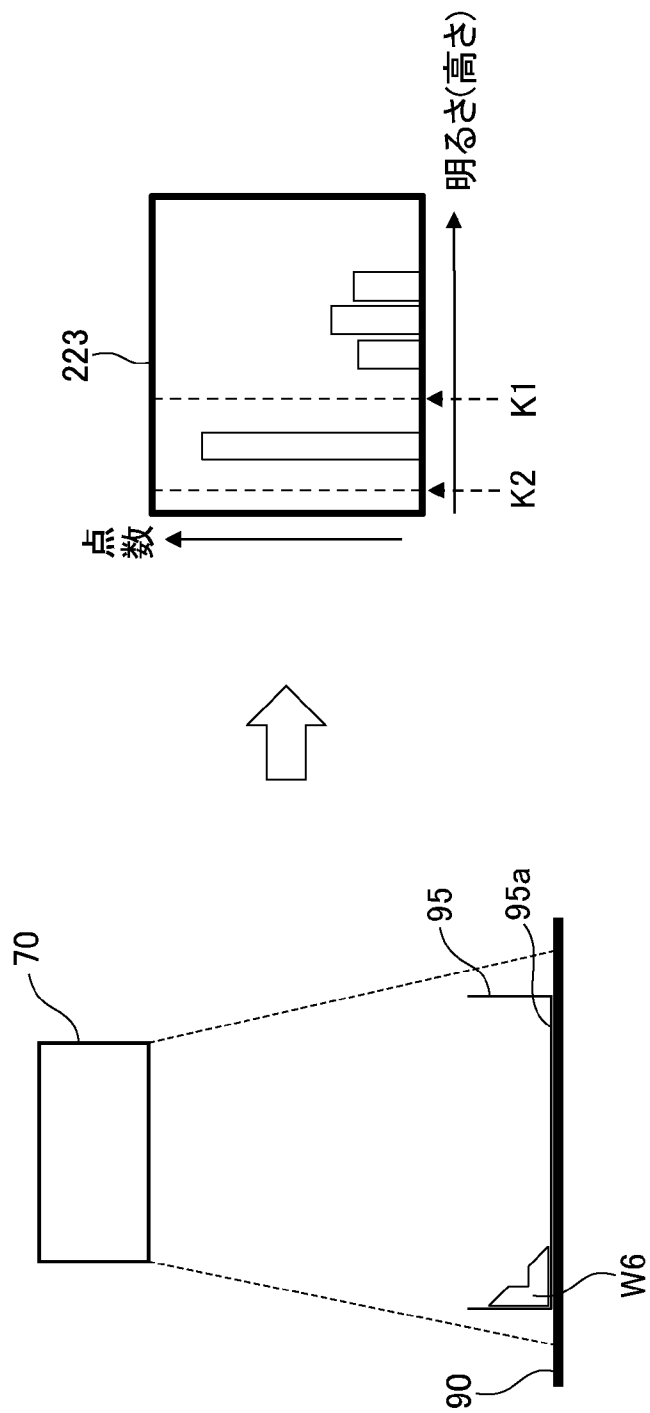
[図19]

図19



[図20]

図20



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/047928

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B25J 19/04**(2006.01)i

FI: B25J19/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B25J19/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2021-73099 A (SONY GROUP CORPORATION) 13 May 2021 (2021-05-13) paragraphs [0014]-[0067]	1, 5, 8, 26-28
Y		2-4, 6-7, 9-13
A		14-25
Y	JP 2020-17111 A (FANUC CORPORATION) 30 January 2020 (2020-01-30) fig. 11-13	2-4, 6-7, 9-13
Y	JP 3174872 U (KEISOKUGIKEN CO.,LTD.) 12 April 2012 (2012-04-12) fig. 10-14	11, 13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 February 2023

Date of mailing of the international search report

28 February 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/047928

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2021-73099	A	13 May 2021	WO 2019/171822 A1 paragraphs [0014]-[0067]	
JP	2020-17111	A	30 January 2020	(Family: none)	
JP	3174872	U	12 April 2012	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B25J 19/04(2006.01)i FI: B25J19/04										
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B25J19/04 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
X	JP 2021-73099 A（ソニーグループ株式会社）13.05.2021（2021 - 05 - 13） 段落 [0014] - [0067]	1, 5, 8, 26-28								
Y		2-4, 6-7, 9-13								
A		14-25								
Y	JP 2020-17111 A（ファナック株式会社）30.01.2020（2020 - 01 - 30） 第11-13図	2-4, 6-7, 9-13								
Y	JP 3174872 U（計測技研株式会社）12.04.2012（2012 - 04 - 12） 第10-14図	11, 13								
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。										
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献										
国際調査を完了した日 15.02.2023		国際調査報告の発送日 28.02.2023								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 杉山 悟史 3U 3322 電話番号 03-3581-1101 内線 3364								

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/047928

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2021-73099	A	13.05.2021	WO 2019/171822 A1 段落 [0014] – [0067]	
JP	2020-17111	A	30.01.2020	(ファミリーなし)	
JP	3174872	U	12.04.2012	(ファミリーなし)	