

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6000029号
(P6000029)

(45) 発行日 平成28年9月28日(2016.9.28)

(24) 登録日 平成28年9月9日(2016.9.9)

(51) Int.Cl. F 1
B 2 5 J 13/08 (2006.01) B 2 5 J 13/08 A

請求項の数 14 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2012-198192 (P2012-198192)	(73) 特許権者	504454060 株式会社アプライド・ビジョン・システムズ
(22) 出願日	平成24年9月10日 (2012.9.10)		
(65) 公開番号	特開2014-50936 (P2014-50936A)		
(43) 公開日	平成26年3月20日 (2014.3.20)		
審査請求日	平成27年7月23日 (2015.7.23)	(73) 特許権者	392017705 旭興産株式会社 山口県岩国市長野1815番地7号
		(73) 特許権者	512026031 株式会社YOODS 山口県山口市小郡御幸町4-9 山陽ビル 小郡3F
		(74) 代理人	100095407 弁理士 木村 満

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハンドリングシステム、ハンドリング方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

柔軟性を有し積載状態により形状が変化するワークを移載するロボットハンドを備えるハンドリングシステムであって、

積載された状態の1以上の前記ワーク、又は、前記ワークの内容物の表面の3次元座標を計測する第1の3次元座標計測部と、

前記第1の3次元座標計測部が計測した前記表面の3次元座標に基づいて、前記表面のうち略鉛直方向における最上点を検出する最上点検出部と、

前記最上点検出部が検出した前記最上点から滑らかに連続する所定の大きさ以上の領域であって、前記ロボットハンドが把持するためのハンドリング領域を検出するハンドリング領域検出部と、

前記ハンドリング領域検出部が検出した前記ハンドリング領域内の前記表面に対向するように、前記ロボットハンドに備えられた前記ワークを把持する把持部を移動させて、前記把持部で前記ワークを把持し移載場所に移動させてから解放するように、前記ロボットハンドの動作を制御するロボットハンド制御部と、

を有することを特徴とするハンドリングシステム。

【請求項2】

前記ハンドリング領域検出部が、前記所定の大きさ以上のハンドリング領域を検出できなかった時には、前記最上点検出部は、前記ハンドリング領域を検出できなかった時の前記最上点を含む前記所定の大きさ未満の領域以外の領域で、略鉛直方向における最上点を

再検出し、前記ハンドリング領域検出部は、再検出した前記最上点から滑らかに連続する領域を再検出し、所定の大きさ以上のハンドリング領域を検出できるまで、前記最上点検出部の前記最上点の検出と、前記ハンドリング領域検出部の前記ハンドリング領域の検出を繰り返す、

ことを特徴とする請求項 1 に記載のハンドリングシステム。

【請求項 3】

前記ロボットハンドが前記ワークを把持し持ち上げた状態の、前記ワーク、又は、前記ワークの内容物の表面の 3 次元座標を計測する第 2 の 3 次元座標計測部と、

前記第 2 の 3 次元座標計測部が計測した、前記表面の 3 次元座標に基づいて、前記ワークの姿勢が正常か否かを判定するワーク姿勢判定部と、を更に有し、

前記ワーク姿勢判定部が、前記ワークの姿勢が正常でないとは判定した場合には、前記ロボットハンド制御部が、前記ワークを略平坦なスペースに下ろして解放するように制御し、前記第 1 の 3 次元座標計測部が、前記スペースの上部における前記表面の 3 次元座標を再計測し、前記最上点検出部は、前記スペースの上部において前記最上点を再検出し、前記ハンドリング領域検出部が、前記スペースの上部において前記ハンドリング領域を再検出し、前記ロボットハンド制御部が、再検出したハンドリング領域内の前記表面に対向するように前記把持部を移動させて、前記把持部で前記ワークを把持し、移載場所に移動させてから解放するように制御する、

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のハンドリングシステム。

【請求項 4】

前記ワーク姿勢判定部は、前記把持部の下方で且つ積載された前記ワークを含まない位置に想定した、上下 2 つの互いに接する検出空間のうち上方の検出空間に存する、前記ワーク、又は、前記ワークの内容物の表面の面積が、所定の値以上であるときに、姿勢が正常であると判定する、

ことを特徴とする請求項 3 に記載のハンドリングシステム。

【請求項 5】

前記ワーク姿勢判定部は、前記把持部の下方で且つ積載された前記ワークを含まない位置に想定した、上下 2 つの互いに接する検出空間のうち、下方の検出空間に含まれる、前記ワーク、又は、前記ワークの内容物の表面を示す 3 次元座標の計測数に対する、上方の検出空間に含まれる、前記ワーク、又は、前記ワークの内容物の表面を示す 3 次元座標の計測数の比が、所定の値以上であるときに、姿勢が正常であると判定する、

ことを特徴とする請求項 3 に記載のハンドリングシステム。

【請求項 6】

前記第 2 の 3 次元座標計測部は、前記第 1 の 3 次元座標計測部とは異なる方向から前記表面の 3 次元座標を計測する、

ことを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のハンドリングシステム。

【請求項 7】

前記第 1 の 3 次元座標計測部又は前記第 2 の 3 次元座標計測部による前記表面の 3 次元座標の計測の結果から、前記ワークを置くことが可能な広さを有する略平坦面を、前記スペースとして検出するスペース検出部を更に有する、

ことを特徴とする請求項 3 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のハンドリングシステム。

【請求項 8】

前記ハンドリング領域検出部が検出するハンドリング領域の大きさは、前記把持部の大きさに基づいて定められた大きさである、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のハンドリングシステム。

【請求項 9】

前記把持部が複数の吸気口を含み、前記複数の吸気口を前記ワークにあてた状態で、前記吸気口から吸気することにより前記ワークを把持する吸着ハンドである、

ことを特徴とする請求項 8 に記載のハンドリングシステム。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

前記把持部が、複数の指状体を含み、前記複数の指状体が互いに異なる方向から前記ワークを支持することにより前記ワークを把持する指状ハンドである、
ことを特徴とする請求項 8 に記載のハンドリングシステム。

【請求項 1 1】

前記ロボットハンドが前記ワークを持ち上げた後に、前記ワークを下方から撮影する撮影部と、

前記撮影部が撮影した画像に基づいて、前記ワークの水平面上での前記ワークの方向と重心位置を検出する方向・重心位置検出部と、を更に有し、

前記ロボットハンド制御部は、前記方向・重心位置検出部の検出結果に基づいて、前記ワークの重心位置が前記移載場所における所定の位置にあり、前記ワークの方向が前記移載場所における所定の方向を向いている状態で、前記ワークを解放するように、前記ロボットハンドを制御する、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 1 0 のいずれか 1 項に記載のハンドリングシステム。

【請求項 1 2】

前記ハンドリング領域検出部は、前記最上点検出部が検出した前記最上点から滑らかに連続する領域を検出し、当該領域が所定の大きさ以上であるとき、当該領域を前記ハンドリング領域として検出する、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 1 1 のいずれか 1 項に記載のハンドリングシステム。

【請求項 1 3】

柔軟性を有し積載状態により形状が変化するワークを把持して持ち上げ移載場所に移動させた後に解放するロボットハンドにより前記ワークを移載させるハンドリング方法であって、

積載された状態の 1 以上の前記ワーク、又は、前記ワークの内容物の表面の 3 次元座標を計測する第 1 の 3 次元座標計測ステップと、

計測した前記表面の 3 次元座標に基づいて、前記表面のうち略鉛直方向における最上点を検出する最上点検出ステップと、

検出した前記最上点から滑らかに連続する所定の大きさ以上の領域であって、前記ロボットハンドが把持するためのハンドリング領域を検出するハンドリング領域検出ステップと、

検出した前記ハンドリング領域内の前記表面に対向するように、前記ロボットハンドに備えられた前記ワークを把持する把持部を移動させて、前記把持部で前記ワークを把持し移載場所に移動させてから解放するように、前記ロボットハンドの動作を制御するロボットハンド制御ステップと、

を有することを特徴とするハンドリング方法。

【請求項 1 4】

柔軟性を有し積載状態により形状が変化するワークを把持して持ち上げ移載場所に移動させた後に解放するロボットハンドを制御するコンピュータに、

積載された状態の 1 以上の前記ワーク、又は、前記ワークの内容物の表面の 3 次元座標を取得する第 1 の 3 次元座標取得手順と、

取得した前記表面の 3 次元座標に基づいて、前記表面のうち略鉛直方向における最上点を検出する最上点検出手順と、

検出した前記最上点から滑らかに連続する所定の大きさ以上の領域であって、前記ロボットハンドが把持するためのハンドリング領域を検出するハンドリング領域検出手順と、

検出した前記ハンドリング領域内の前記表面に対向するように、前記ロボットハンドに備えられた前記ワークを把持する把持部を移動させて、前記把持部で前記ワークを把持し移載場所に移動させてから解放するように、前記ロボットハンドの動作を制御するロボットハンド制御手順と、

を実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、ワークを移載するハンドリングシステム、ハンドリング方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

積載されたワークをロボットハンドが移載するシステムにおいて、ワークを把持するロボットハンドの位置、向きを決定するために、積載物の上方から撮影した画像や距離センサの出力に基づいてワークの形状、位置を取得する方法が知られている（例えば、特許文献 1、2）。

【 0 0 0 3 】

特許文献 1 に記載のワーク位置認識装置は、同一平面上に並んだ複数のワークを撮影した画像から輪郭データを取得し、輪郭データから各ワークの位置、姿勢を検出し、画像中のワーク部分の画像をマスク画像として登録しておき、対象となるワークの画像とマスク画像のパターンマッチングを行い、マッチングが成功したときに対象となるワークの位置及び姿勢を出力するとしている。

【 0 0 0 4 】

また、特許文献 2 に記載の袋状ワーク認識方法は、レーザレーダやステレオカメラのような距離センサで袋状ワークの 3 次元形状を取得し、その 3 次元形状の法線ベクトルの角度から、その不連続部分を袋状ワークの境界と見なして、袋状ワークの位置と姿勢を認識するとしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開 2 0 1 0 - 3 2 2 5 8 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 0 - 2 5 6 2 0 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

積載されたワークが袋物であり、内容物が袋の中で流動する場合、ワークの表面が平坦でなく、表面の一部に凹凸が生じていることがある。その場合、特許文献 1 に記載のワーク位置認識装置では、ワーク表面のパターンが正確に判別できないという問題が生じる。

【 0 0 0 7 】

また、ワークが複数段で積み重なっている状態に置いて、段差がある部分にワークが積まれ、上段のワークが水平に置かれられない場合がある。その場合、特許文献 2 のように、境界位置から袋上ワークの外形、姿勢を認識しても、水平方向の姿勢は正確に認識できても、鉛直方向の姿勢が正確に認識できず、ワークを把持するのに最適な箇所を検出することができないという問題が生じる。

【 0 0 0 8 】

本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、積載されたワークを確実に持ち上げ、移載することのできる、ハンドリングシステム等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】

【 0 0 0 9 】

上記目的を達成するため、本発明の第 1 の観点に係るハンドリングシステムは、柔軟性を有し積載状態により形状が変化するワークを移載するロボットハンドを備えるハンドリングシステムであって、

積載された状態の 1 以上の前記ワーク、又は、前記ワークの内容物の表面の 3 次元座標を計測する第 1 の 3 次元座標計測部と、

前記第 1 の 3 次元座標計測部が計測した前記表面の 3 次元座標に基づいて、前記表面のうち略鉛直方向における最上点を検出する最上点検出部と、

前記最上点検出部が検出した前記最上点から滑らかに連続する所定の大きさ以上の領域

10

20

30

40

50

であって、前記ロボットハンドが把持するためのハンドリング領域を検出するハンドリング領域検出部と、

前記ハンドリング領域検出部が検出した前記ハンドリング領域内の前記表面に対向するように、前記ロボットハンドに備えられた前記ワークを把持する把持部を移動させて、前記把持部で前記ワークを把持し移載場所に移動させてから解放するように、前記ロボットハンドの動作を制御するロボットハンド制御部と、

を有することを特徴とする。

前記ハンドリング領域検出部は、前記最上点検出部が検出した前記最上点から滑らかに連続する領域を検出し、当該領域が所定の大きさ以上であるとき、当該領域を前記ハンドリング領域として検出してもよい。

10

【0010】

前記ハンドリング領域検出部が、前記所定の大きさ以上のハンドリング領域を検出できなかった時には、前記最上点検出部は、前記ハンドリング領域を検出できなかった時の前記最上点を含む前記所定の大きさ未満の領域以外の領域で、略鉛直方向における最上点を再検出し、前記ハンドリング領域検出部は、再検出した前記最上点から滑らかに連続する領域を再検出し、所定の大きさ以上のハンドリング領域を検出できるまで、前記最上点検出部の前記最上点の検出と、前記ハンドリング領域検出部の前記ハンドリング領域の検出を繰り返すようにしてもよい。

【0011】

前記ロボットハンドが前記ワークを把持し持ち上げた状態の、前記ワーク、又は、前記ワークの内容物の表面の3次元座標を計測する第2の3次元座標計測部と、

20

前記第2の3次元座標計測部が計測した、前記表面の3次元座標に基づいて、前記ワークの姿勢が正常か否かを判定するワーク姿勢判定部と、を更に有し、

前記ワーク姿勢判定部が、前記ワークの姿勢が正常でないと判定した場合には、前記ロボットハンド制御部が、前記ワークを略平坦なスペースに下ろして解放するように制御し、前記第1の3次元座標計測部が、前記スペースの上部における前記表面の3次元座標を再計測し、前記最上点検出部は、前記スペースの上部において前記最上点を再検出し、前記ハンドリング領域検出部が、前記スペースの上部において前記ハンドリング領域を再検出し、前記ロボットハンド制御部が、再検出したハンドリング領域内の前記表面に対向するように前記把持部を移動させて、前記把持部で前記ワークを把持し、移載場所に移動させてから解放するように制御するようにしてもよい。

30

【0012】

前記ワーク姿勢判定部は、前記把持部の下方で且つ積載された前記ワークを含まない位置に想定した、上下2つの互いに接する検出空間のうち上方の検出空間に存する、前記ワーク、又は、前記ワークの内容物の表面の面積が、所定の値以上であるときに、姿勢が正常であると判定するようにしてもよい。

【0013】

前記ワーク姿勢判定部は、前記把持部の下方で且つ積載された前記ワークを含まない位置に想定した、上下2つの互いに接する検出空間のうち、下方の検出空間に含まれる、前記ワーク、又は、前記ワークの内容物の表面を示す3次元座標の計測数に対する、上方の検出空間に含まれる、前記ワーク、又は、前記ワークの内容物の表面を示す3次元座標の計測数の比が、所定の値以上であるときに、姿勢が正常であると判定するようにしてもよい。

40

【0014】

前記第2の3次元座標計測部は、前記第1の3次元座標計測部とは異なる方向から前記表面の3次元座標を計測するようにしてもよい。

【0015】

前記第1の3次元座標計測部又は前記第2の3次元座標計測部による前記表面の3次元座標の計測の結果から、前記ワークを置くことが可能な広さを有する略平坦面を、前記スペースとして検出するスペース検出部を更に有するようにしてもよい。

50

【 0 0 1 6 】

前記ハンドリング領域検出部が検出するハンドリング領域の大きさは、前記把持部の大きさに基づいて定められた大きさであってもよい。

【 0 0 1 7 】

前記把持部が複数の吸気口を含み、前記複数の吸気口を前記ワークにあてた状態で、前記吸気口から吸気することにより前記ワークを把持する吸着ハンドであってもよい。

【 0 0 1 8 】

前記把持部が、複数の指状体を含み、前記複数の指状体が互いに異なる方向から前記ワークを支持することにより前記ワークを把持する指状ハンドであってもよい。

【 0 0 1 9 】

前記ロボットハンドが前記ワークを持ち上げた後に、前記ワークを下方から撮影する撮影部と、

前記撮影部が撮影した画像に基づいて、前記ワークの水平面上での前記ワークの方向と重心位置を検出する方向・重心位置検出部と、を更に有し、

前記ロボットハンド制御部は、前記方向・重心位置検出部の検出結果に基づいて、前記ワークの重心位置が前記移載場所における所定の位置にあり、前記ワークの方向が前記移載場所における所定の方向を向いている状態で、前記ワークを解放するように、前記ロボットハンドを制御するようにしてもよい。

【 0 0 2 0 】

また、本発明の第2の観点に係るハンドリング方法は、
柔軟性を有し積載状態により形状が変化するワークを把持して持ち上げ移載場所に移動させた後に解放するロボットハンドにより前記ワークを移載させるハンドリング方法であって、

積載された状態の1以上の前記ワーク、又は、前記ワークの内容物の表面の3次元座標を計測する第1の3次元座標計測ステップと、

計測した前記表面の3次元座標に基づいて、前記表面のうち略鉛直方向における最上点を検出する最上点検出ステップと、

検出した前記最上点から滑らかに連続する所定の大きさ以上の領域であって、前記ロボットハンドが把持するためのハンドリング領域を検出するハンドリング領域検出ステップと、

検出した前記ハンドリング領域内の前記表面に対向するように、前記ロボットハンドに備えられた前記ワークを把持する把持部を移動させて、前記把持部で前記ワークを把持し移載場所に移動させてから解放するように、前記ロボットハンドの動作を制御するロボットハンド制御ステップと、

を有することを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

また、本発明の第3の観点に係るプログラムは、
柔軟性を有し積載状態により形状が変化するワークを把持して持ち上げ移載場所に移動させた後に解放するロボットハンドを制御するコンピュータに、

積載された状態の1以上の前記ワーク、又は、前記ワークの内容物の表面の3次元座標を取得する第1の3次元座標取得手順と、

取得した前記表面の3次元座標に基づいて、前記表面のうち略鉛直方向における最上点を検出する最上点検出手順と、

検出した前記最上点から滑らかに連続する所定の大きさ以上の領域であって、前記ロボットハンドが把持するためのハンドリング領域を検出するハンドリング領域検出手順と、

検出した前記ハンドリング領域内の前記表面に対向するように、前記ロボットハンドに備えられた前記ワークを把持する把持部を移動させて、前記把持部で前記ワークを把持し移載場所に移動させてから解放するように、前記ロボットハンドの動作を制御するロボットハンド制御手順と、

を実行させることを特徴とする。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、積載されたワークを確実に持ち上げ、移載することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】実施の形態に係るハンドリングシステムを側方から見た図である。

【図2】実施の形態に係るハンドリングシステムを上方から見た図である。

【図3】吸着ハンドからなる把持部を示した図である。(a)は把持部を側面から見た図である。(b)は把持部を(a)のA方向から見た図である。

【図4】(a)ロボットハンドがワークを把持して持ち上げた状態を示す図である。(b)ロボットハンドがワークをケース上部に移動させた状態を示す図である。(c)ロボットハンドがワークをケース内部に格納した状態を示す図である。

【図5】ロボットハンドと制御装置の機能を説明するためのブロック図である。

【図6】最上点とハンドリング領域を検出する処理を説明するための図である。(a)はワークを把持する前の状態を側面から見た図である。(b)はワークを上方から見た図である。(c)はワークを把持した時の状態を側面から見た図である。

【図7】姿勢判定の処理を説明するための図である。(a)は、ワークの姿勢が正常である状態を示した図である。(b)はワークの姿勢が正常でない状態を示した図である。

【図8】ワーク移載処理を示すフローチャートである。

【図9】リトライ処理を示すフローチャートである。

【図10】指状体からなる把持部を示した図である。(a)は把持部を側面から見た図である。(b)は把持部を(a)のA方向から見た図である。

【図11】多数の吸着部からなる把持部を示した図である。(a)は把持部を側面から見た図である。(b)は把持部を(a)のA方向から見た図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

(実施の形態)

本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0025】

本実施の形態に係るハンドリングシステム1は、略水平な積載面を有する積載台11上に積載された複数のワーク10をロボットハンド20で把持し、持ち上げ、別の場所に移載させるシステムである。ハンドリングシステム1は、図1、図2に示すように、ロボットハンド20と、第1センサ30と、第2センサ40と、制御装置50と、通信線60と、移載先のケース70と、カメラ80を有する。ロボットハンド20、第1センサ30、第2センサ40、カメラ80は、通信線60を介して制御装置50に接続されており、制御装置50からの制御信号に基づいて駆動する。

【0026】

ワーク10は任意の形状、大きさを有するものであり、例えば、粒状、ゲル状で、柔軟性、流動性を有する物質を詰めた袋状のものや、柔軟性を有し積載状態により形状が変化するものでもよい。この場合、袋は、例えば、透明体、反射体でもよい。ワーク10は、積載台11の上に任意の方向に多段に積まれている。

【0027】

ロボットハンド20は、ワーク10を把持する把持部21と、把持部21の位置、向きを変更するために伸縮、回転等の動作を行うアーム22を備える。本実施の形態では把持部21は、アーム22の先端近傍に備えられている。

【0028】

把持部21は、任意の方法でワーク10を把持する機能を有するものである。本実施の形態における把持部21は、複数の吸気口211を有し、吸気口211をワーク10の表面に充てた状態で吸気口から吸気することにより、ワーク10を把持する吸着ハンドである。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

吸着ハンドから構成される把持部 2 1 は、図 3 (a)、(b) に示すように、台座 2 1 2 の中央に位置する主吸気部 2 1 3 と、主吸気部 2 1 3 の周囲に位置する複数の補助吸気部 2 1 4 を有する。主吸気部 2 1 3 と、複数の補助吸気部 2 1 4 とはそれぞれ別の吸気系統に接続されており、互いに独立に吸気される。主吸気部 2 1 3、補助吸気部 2 1 4 の先端に吸気口 2 1 1 が開口しており、吸気口 2 1 1 の台座 2 1 2 側にバネ等が備え付けられており、吸気方向に伸縮可能な構造になっている。これは、ワーク 1 0 の表面が平坦でない場合、ワーク 1 0 の表面に各吸気口 2 1 1 が密着できるようにするためである。

【 0 0 3 0 】

ロボットハンド 2 0 は、制御装置 5 0 から制御信号に基づいて駆動する。ロボットハンド 2 0 の駆動内容の概要を図 4 に示す。まず、図 4 (a) に示すように、ワーク 1 0 を把持部 2 1 で把持して持ち上げる。その後、図 4 (b) のように、移載先のケース 7 0 の上部までワーク 1 0 を移動させ、図 4 (c) に示すように、ケース 7 0 の内部にワーク 1 0 を下ろした後にワーク 1 0 を解放する。ワーク 1 0 の移載先はこのようなケースの内部に限られず任意の場所でよいが、本実施の形態では、図 4 に示すような持ち運び可能な樹脂ケースとする。

【 0 0 3 1 】

ロボットハンド 2 0 は、図 5 に示すように CPU (Central Processing Unit : 中央処理装置) 2 0 1、通信部 2 0 2 を更に備える。通信部 2 0 2 は、制御装置 5 0 から制御信号を受信する。また、ロボットハンド 2 0 の駆動状況を制御装置 5 0 に送信してもよい。CPU 2 0 1 は、通信部 2 0 2 が受信した制御信号に基づいて、把持制御部 2 0 1 1 が把持部 2 1 の把持、解放を制御し、アーム制御部 2 0 1 2 がアーム 2 2 の回転、伸縮等を制御する。

【 0 0 3 2 】

第 1 センサ 3 0 と第 2 センサ 4 0 は、対象物の 3 次元座標を計測するための情報を出力するセンサであり、例えば、対象物にパターン光を照射する光照射部とカメラから構成される。第 1 センサ 3 0 又は第 2 センサ 4 0 と、これらのセンサ出力データに基づいて三角測量の原理により 3 次元座標を算出する、制御装置 5 0 内の 3 次元座標算出部 5 0 1 2 と、が 3 次元座標計測部を構成する。

【 0 0 3 3 】

第 1 センサ 3 0 は積載されたワーク 1 0 の表面の 3 次元座標を計測するもので、第 1 センサ 3 0 の出力は、ロボットハンド 2 0 の把持部 2 1 が把持するワーク 1 0 の表面上の位置を決定するために用いられる。一方、第 2 センサ 4 0 は、ロボットハンド 2 0 がワーク 1 0 を把持して持ち上げた時のワーク 1 0 の表面の 3 次元座標を計測するもので、第 2 センサ 4 0 の出力は、ロボットハンド 2 0 が持ち上げたときのワーク 1 0 の姿勢が正常か否かを判定するために用いられる。

【 0 0 3 4 】

第 1 センサ 3 0 と第 2 センサ 4 0 の設置位置、計測方向は任意の位置、方向で良いが、互いに異なる方向で設置されることが望ましい。本実施の形態では、第 1 センサ 3 0 は、積載台 1 1 の積載面の上方に位置し、ほぼ鉛直方向の下向き、つまり積載面にほぼ垂直な方向に向けて設置される。また、第 2 センサ 4 0 は、図 1 の紙面手前から見てワーク 1 0 の積載位置の後方に位置し、ロボットハンド 2 0 の把持部 2 1 を斜め下方から見上げるような方向に設置される。

【 0 0 3 5 】

ここで、第 1 センサ 3 0 と第 2 センサ 4 0 から出力するセンサ出力データは、ワーク 1 0 の表面に対応するものであるが、ワーク 1 0 が袋状であり、その袋が透明な場合等には、袋の内容物の表面に対応するデータが出力される場合もある。

【 0 0 3 6 】

カメラ 8 0 は、対象物の 2 次元画像を撮影する撮影装置である。カメラ 8 0 は、図 1、図 2 に示すように、鉛直方向の下方から上方に向かって、ロボットハンド 2 0 が把持して

10

20

30

40

50

いるワーク10を撮影する。カメラ80は、水平面におけるワーク10の姿勢を示す画像データを制御装置50に送信し、制御装置50はその画像データに基づいて、ワーク10の回転と移動を調整して、移載先のケース70内におけるワーク10の方向と位置が、一定の方向と位置になるようにロボットハンド20を制御する制御信号をロボットハンド20に送信する。

【0037】

制御装置50は、第1センサ30、第2センサ40から受信したセンサ出力データや、カメラ80から受信した画像データに基づいて制御信号を生成し、ロボットハンド20に生成した制御信号を送信する情報処理装置であり、パーソナルコンピュータ等から構成される。

10

【0038】

制御装置50は、図5に示すように、CPU(Central Processing Unit:中央処理装置)501、通信部502、RAM(Random Access Memory)503、記憶部504と、を備える。

【0039】

CPU501は、制御装置50の各構成部の制御を行うとともに、記憶部504に保存されているプログラムを実行することにより、ワーク移載処理等の各処理を実行する。

【0040】

通信部502は、ロボットハンド20、第1センサ30、第2センサ40、カメラ80と通信線60を介して信号を送受信する機能を有する。通信部502は、第1センサ30、第2センサ40が出力したセンサ出力データや、カメラ80が出力した画像データを受信してCPU501に出力し、また、CPU501から出力されたロボットハンド20への制御信号を送信する。

20

【0041】

RAM503は、高速にデータの読み書きが可能なメモリであり、通信部502が受信したセンサ出力データや画像データ、記憶部504から読み出した画像データ等をデータ処理のために一時保存する。

【0042】

記憶部504は、ハードディスク、メモリカード、フラッシュメモリ等の大容量の記憶装置からなり、通信部502が受信したセンサ出力データや画像データ、受信したデータ信号に対して計算処理を施して得たデータ、移載場所等の位置情報データ、ワーク移載処理等を実行するためのプログラム等の各種データを記憶する。

30

【0043】

制御装置50のCPU501は、ワーク移載処理を実行するために、図5に示すように、データ取得部5011、3次元座標算出部5012、最上点検出部5013、ハンドリング領域検出部、姿勢判定部5015、方向・重心位置検出部5016、ロボットハンド制御信号生成部5017の各機能部を有する。

【0044】

データ取得部5011は、通信部502が第1センサ30、第2センサ40、カメラ80から受信し、又は、記憶部504から読み出して、RAM503に一時保存しているセンサ出力データ、画像データ等のうち、処理に必要なデータを特定し取得する。

40

【0045】

3次元座標取得部5012は、第1センサ30、第2センサ40が出力したセンサ出力データをデータ取得部5011から取得し、これに基づいてワーク10の表面の3次元座標を算出して出力する。

【0046】

例えば、第1センサ30と第2センサ40が、対象物にパターン光を照射する光照射部とカメラから構成される場合には、各センサの光照射部が出力するパターンの特徴点と、そのセンサのカメラから出力される画像データが示す特徴点をそれぞれ対応付けて、三角測量の原理により各特徴点の3次元座標を算出することができる。このとき、光照射部が

50

照射する光のパターンの情報は、記憶部504に予め記憶しておき、必要なときに記憶部504から取得しても良い。

【0047】

3次元座標取得部5012は、第1センサ30からのセンサ出力データを取得した場合には、3次元座標のデータを最上点検出部5013に出力する。また、3次元座標取得部5012は、第2センサ40からのセンサ出力データを取得した場合には、3次元座標のデータを姿勢判定部5015に出力する。

【0048】

最上点検出部5013は、3次元座標取得部5012から入力された3次元座標のデータに基づいて、積載されたワーク10の最上点を検出する。例えば、図6(a)のようにワーク10が袋状であって内容物が袋の中で流動するものであり、最上段のワーク10が段差のある部分に積まれたために、ワーク表面が湾曲する場合があるが、この場合、鉛直方向Gにおいて最上点である点Pを検出する。最上点検出部5013は、その最上点Pの位置データをハンドリング領域検出部5014に出力する。また、ワーク10の表面の3次元座標のデータもハンドリング領域検出部5014に出力する。

【0049】

ハンドリング領域検出部5014は、最上点検出部5013から出力された最上点Pの位置データと、ワーク10の表面の3次元座標のデータに基づいて、最上点Pから滑らかに連続する領域で、且つ、ロボットハンドの把持部21が把持するのに十分な予め定めておいた大きさの領域をハンドリング領域として検出して出力する。ここで、「滑らかに」連続するとは、例えば、所定値以下の変化率で連続することを意味する。

【0050】

例えば、図6の例では、領域Qをハンドリング領域として検出する。ここで、ロボットハンドの把持部21が把持するのに十分な大きさとは、把持部21の大きさに基づいて定められた大きさである。例えば、把持部21が図3に示す吸着ハンドである場合には、主吸気部213と補助吸気部214の吸気口全てを塞ぐことのできる大きさ、あるいはその大きさを一定の割合で拡大した大きさである。

【0051】

姿勢判定部5015は、3次元座標取得部5012から出力された3次元座標のデータに基づいて、ロボットハンド20に持ち上げられたワーク10の姿勢が正常か否か、つまりハンドリングに適しているか否かを判定する。

【0052】

姿勢判定について図7を用いて説明する。第2センサ40で計測できる空間を図7に示すXYZ座標で表す。Z軸は鉛直方向であり、XY面が水平面である。図中、破線で示すように、ロボットハンド20の把持部21より低く、且つ、積載されたワーク10を含まない高さに、上下2つの互いに接した検出空間、A空間とB空間を設定する。

【0053】

A空間は、ワーク10がロボットハンド20によって正常にハンドリングされているときの、起こりうる姿勢のワーク10全体が入るのに必要十分な大きさの空間である。B空間は、X座標、Y座標の範囲がA空間と同じ範囲であり、Z座標の範囲がA空間の下でかつ積載されたワーク10を含まない高さの範囲である。

【0054】

3次元座標取得部5012から出力されたワーク10の表面の3次元座標のうち、A空間に含まれるX座標、Y座標の最大値と最小値から占有面積を求め、占有面積が予め設定した第1閾値より小さい場合は、姿勢が正常でないと判断する。また、占有面積が第1閾値以上の場合であっても、B空間に含まれる3次元座標の計測数に対する、A空間に含まれる3次元座標の計測数の比が、予め設定した第2閾値より小さいときには、姿勢が正常でないと判断する。

【0055】

それ以外の、A空間における占有面積が第1閾値以上で、且つ、B空間の3次元座標の

10

20

30

40

50

計測数が0である場合又はA空間とB空間の3次元座標の計測数の比が第2閾値以上の場合は正常であると判定する。

【0056】

図7の例においては、(a)に示すように、ワーク10の全ての3次元座標がA空間に含まれている場合には、ワーク10の姿勢が正常と判断される。一方、(b)に示すように、3次元座標の多くがB空間に含まれ、A空間に含まれるX座標、Y座標の最大値と最小値から求めた占有面積が予め設定した第1閾値より小さい、あるいは、占有面積が第1閾値以上であるが、B空間に含まれる3次元座標の計測数に対する、A空間に含まれる3次元座標の計測数の比が、第2閾値より小さかった場合には、ワーク10の姿勢は正常でないと判断される。

10

【0057】

姿勢判定部5015は上記のような判定基準により正常か否かを判定し、その判定結果をロボットハンド制御信号生成部5017に出力する。

【0058】

方向・重心位置検出部5016は、ロボットハンド20によって持ち上げられ、カメラ80の上方の所定場所に移動されてきたワーク10を、カメラ80で撮影した画像データがデータ取得部5011から入力されると、その画像データに基づいて、ワーク10の方向、重心位置を検出する。そして、ワーク10の方向と重心位置がケース70内における予め定めた方向と位置になるよう回転量と移動量を微調整する調整値を含む信号をロボットハンド制御信号生成部5017に出力する。

20

【0059】

ロボットハンド制御信号生成部5017は、ハンドリング領域検出部5014からハンドリング領域の位置情報が入力されたときには、入力された位置情報が示すハンドリング領域内のワーク10の表面に対向するように、把持部21を移動させ、把持部21がワーク10を把持し、持ち上げるようにロボットハンド20を制御する制御信号を生成し出力する。ここで、ロボットハンド20に送信する制御信号は、ロボットハンド20の駆動の基準となるロボット座標系における値を含むものである。

【0060】

また、ロボットハンド制御信号生成部5017は、姿勢判定部5015からワーク10の持ち上げられたときの姿勢が正常であることを示す信号が入力された場合には、カメラ80の上部の所定の場所にワーク10を移動させるようにロボットハンド20を制御する制御信号を生成し出力する。ここで所定の場所は、ワーク10の方向と重心位置を検出するための場所である。

30

【0061】

一方、姿勢判定部5015からワーク10の持ち上げられたときの姿勢が正常でないことを示す信号が入力された場合には、リトライをするためのリトライ平面12にワーク10を移動させ、ワーク10を解放するようにロボットハンド20を制御する制御信号を生成し出力する。ここで、リトライ平面12は、図2の破線で示したように、第1センサ30又は第2センサ40の出力に基づいて検出した、平坦で且つワーク10を置くのに十分な広さの平面である。

40

【0062】

また、ロボットハンド制御信号生成部5017は、方向・重心位置検出部5016から出力された、ワーク10の回転量と移動量を微調整する調整値を含む信号に基づいて、ワーク10をケース70内における予め定めた位置、方向に移動、回転するようにロボットハンド20を制御する制御信号を生成し出力する。

【0063】

ロボットハンド制御信号生成部5017が出力した制御信号は、通信部502を介して、ロボットハンド20へ送信される。

【0064】

以上のように構成されたハンドリングシステム1におけるワーク10を移載する動作に

50

ついて、図 8、9 のフローチャートに沿って説明する。図 8、9 のフローチャートは、制御装置 50 の CPU 501 が実行するワーク移載処理を示したものである。

【0065】

CPU 501 は、まず、第 1 センサ 30 を用いて、積載されたワーク 10 の表面の 3 次元計測を行う (ステップ S 101)。具体的には、データ取得部 5011 が、第 1 センサ 30 のセンサ出力データを取得し、3 次元座標算出部 5012 が、ワーク 10 の表面の 3 次元座標を算出する。

【0066】

次に最上点検出部 5013 が、3 次元座標のうち鉛直方向において最上の位置に在る最上点を検出する (ステップ S 102)。ハンドリング領域検出部 5014 は、最上点検出部 5013 が検出した最上点から滑らかに連続する領域を検出する (ステップ S 103)。

10

【0067】

最上点から滑らかに連続する領域であって、一定の大きさ以上であるハンドリング領域を検出できたか否かを判定する (ステップ S 104)。ハンドリング領域を検出できた場合には (ステップ S 104: Yes)、ステップ S 106 に進む。一方、ハンドリング領域が検出できなかった場合には (ステップ S 104: No)、ハンドリング領域検出部 5014 が一度検出した、最上点から滑らかに連続し且つ一定の大きさ未満の領域を探索領域から除外して (ステップ S 105)、最上点と最上点から滑らかに連続する領域を再検出し、ハンドリング領域が検出できるまで、ステップ S 102 からステップ S 105 までの処理を繰り返す。

20

【0068】

ステップ S 106 では、ロボットハンド制御信号生成部 5017 が、検出されたハンドリング領域の位置情報が示す領域内のワーク 10 の表面に対向するように、把持部 21 を移動させ、把持部 21 にワーク 10 を把持させ、持ち上げるようにロボットハンド 20 を制御する制御信号を生成し出力する (ステップ S 106)。

【0069】

その後、第 2 センサを用いて、積載されたワーク 10 の表面の 3 次元計測を行う (ステップ S 107)。具体的には、データ取得部 5011 が、第 2 センサのセンサ出力データを取得し、3 次元座標算出部 5012 が、ワーク 10 の表面の 3 次元座標を算出する。

30

【0070】

次に姿勢判定部 5015 が、第 2 センサを用いて得たワーク 10 の表面の 3 次元座標に基づいて、ワーク 10 の姿勢が正常か否かを判定する (ステップ S 108)。判定した結果、ワーク姿勢が正常であると判定された場合には (ステップ S 109: Yes)、ステップ S 111 に進む。ワーク姿勢が正常でないと判定された場合には (ステップ S 109: No)、図 9 に示すリトライ処理を実行する (ステップ S 110)。

【0071】

リトライ処理では、まず、第 1 センサ 30 又は第 2 センサ 40 を用いた 3 次元計測を行い (ステップ S 201)、一定の大きさ以上の平坦な面であるリトライ平面 12 を検出する (ステップ S 202)。

40

【0072】

そして、ロボットハンド制御信号生成部 5017 は、ワーク 10 を把持した把持部 21 をリトライ平面 12 の上部に移動させるようにロボットハンド 20 を制御する制御信号を生成し出力する (ステップ S 203)。その後、把持部 21 がワーク 10 を解放するように制御する制御信号を生成し出力する (ステップ S 204)。

【0073】

次に、第 1 センサ 30 を用いて、リトライ平面上のワーク 10 の表面の 3 次元計測を行い (ステップ S 205)、最上点検出部 5013 が、計測した 3 次元座標のうち鉛直方向において最上の位置に在る最上点を検出する (ステップ S 206)。ハンドリング領域検出部 5014 は、最上点検出部 5013 が検出した最上点から滑らかに連続するハンドリ

50

ング領域を検出する（ステップS207）。

【0074】

ステップS207で検出したハンドリング領域に把持部21を移動させ、把持部21にリトライ平面12の上のリトライ対象のワーク10を把持させ、持ち上げるようにロボットハンド20を制御する制御信号を出力して（ステップS208）、リトライ処理を終了する。

【0075】

リトライ後は、ステップS107に戻り、ワーク10の姿勢が正常か否かを再度判定する。

【0076】

ワーク10の姿勢が正常であると判定された場合には（ステップS109）、ロボットハンド制御信号生成部5017は、カメラ80の上部の方向・重心位置検出場所にワーク10を移動させるようにロボットハンド20を制御する制御信号を生成し出力する（ステップS111）。

【0077】

カメラ80は、ワーク10を下方から撮影し、データ取得部5011は、カメラ80が撮影した画像データを取得する（ステップS112）。

【0078】

カメラ80が撮影した画像データに基づいて、方向・重心位置検出部5016は、ワーク10の方向、重心位置を検出する。そして、ワーク10の方向と重心位置がケース70内における予め定めた方向と位置になるよう回転量と移動量を微調整する調整値を含む信号をロボットハンド制御信号生成部5017に出力する（ステップS113）。

【0079】

ロボットハンド制御信号生成部5017は、方向・重心位置検出部5016から出力された、ワーク10の回転量と移動量を微調整する調整値を含む信号と、記憶部504に記憶していたケース70の場所を示す情報に基づいて、ワーク10をケース70内における予め定めた位置、方向に移動、回転するようにロボットハンド20を制御する制御信号を生成し出力する。（ステップS114）。

【0080】

その後、把持部21がケース70内でワーク10を解放するように、ロボットハンド20を制御する制御信号を生成し出力して（ステップS115）、処理を終了する。

【0081】

このようにして、ワーク10を積載台11の上から移載先のケース70内部まで移載させることができる。

【0082】

以上説明したように、本実施の形態においては、第1センサ30を用いて計測したワーク10の表面の3次元座標に基づいて、ロボットハンド20の把持部21が把持するのに適したハンドリング領域を検出し、その領域を把持部21が把持して持ち上げてワーク10を移動させることとした。これにより、ワーク10の内容物、形状によらず、また、ワーク10の積載状態によらず、確実にワーク10を把持することができる。

【0083】

また、ロボットハンド20がワーク10を把持して持ち上げた状態を、第2センサ40を用いて3次元計測し、得られたワーク10の表面の3次元座標に基づいて、ワーク10の姿勢が正常か否か判定し、正常でなかった場合には、リトライ平面12上でワーク10を一旦解放して、その後再度ワーク10を把持して持ち上げることとした。これにより、ワーク10を正常に持ち上げられず、移動途中で落ちるような危険性がある場合にも、ワーク10を確実に把持しなおすことができる。

【0084】

また、ロボットハンド20がワーク10を把持して持ち上げた状態を、下方からカメラ80で撮影して、得られた画像に基づいて、ワーク10の重心位置と方向が予め定めた位

10

20

30

40

50

置と方向になるように移動、回転させることとした。これにより、把持時のワーク10の位置や方向によらず、移載先のケース70内に位置と方向をそろえて収めることができる。

【0085】

このように本発明は、積載された状態の1以上のワークの表面の3次元座標を計測した結果に基づいてワークの表面のうち鉛直方向における最上点の位置を検出し、最上点から滑らかに連続する所定の大きさ以上の領域であって、ロボットハンドが把持するためのハンドリング領域を検出し、ハンドリング領域内のワークの表面に対向するように、ロボットハンドの把持部を移動させて、ワークを把持し、移載させることとしたため、積載されたワークを確実に持ち上げ、移載することが可能になる。

10

【0086】

なお、本発明は、上記実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲での種々の変更は勿論可能である。

【0087】

例えば、第1センサ30、第2センサ40の例として、パターン光照射部とカメラからなる構成について説明したが、これに限られず、ステレオカメラやレーザレーダ等、任意の3次元計測用のセンサでよい。

【0088】

また、ロボットハンド20の把持部21の例として吸着タイプの構成について説明したが、これに限られず、把持機能を持つ任意の構成でよい。例えば、把持部21は、図10に示すような、吸着部215と複数の指状体216からなり、互いに異なる方向から複数の指状体216がワーク10を支持する構成の指状ハンドでもよい。この場合、指状体216に代わり、針状体でワークを刺して把持する構成でも良い。

20

【0089】

また、把持部21は、図11に示すような、多数の吸着部217が配列され吸着部217の先端部がワークに密着できるような首振り機構218を設けるとともに、吸着部217が台座219に対して位置を変動させることができ、適切な位置で位置保持する機構を有する位置保持型吸着ハンドでよい。

【0090】

また、最上点検出部5013で検出する最上点は鉛直方向において最上の点としたが、鉛直方向に対して一定の角度ずれた方向に対して最上の点を検出するようにしてもよい。

30

【0091】

また、方向・重心位置検出部5016が、ワーク10の回転量と移動量を微調整する調整値を算出して、ロボットハンド制御信号生成部5017が、その調整値に基づいてワーク10の移動、回転をするようにロボットハンド20を制御する制御信号を生成し出力するとしたが、カメラ80の上部で、ワーク10を回転、移動させた後にカメラ80で再度撮影し、その撮影データに基づいて、再度方向と重心位置を検出し、回転量、移動量を再調整してもよい。また、所定の方向と重心位置となるまで、上記のワーク10の撮影からワーク10の回転、移動までの処理を繰り返してもよい。

【0092】

また、カメラ80が撮影した画像データに基づいて、ワーク10の大きさを検出し、大きさ毎に分類して、複数のケースに振り分けて移載するようにしてもよい。

40

【0093】

また、制御装置50のCPUが実行したワーク移載処理等のプログラムを、既存のコンピュータ等の情報端末で実行させることにより、当該情報端末を本発明に係る制御装置50として機能させることも可能である。

【0094】

このようなプログラムの配布方法は任意であり、例えば、CD-ROM (Compact Disk Read-Only Memory)、DVD (Digital Versatile Disk)、MO (Magneto Optical Disk)、メモリカード等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納して配布してもよい

50

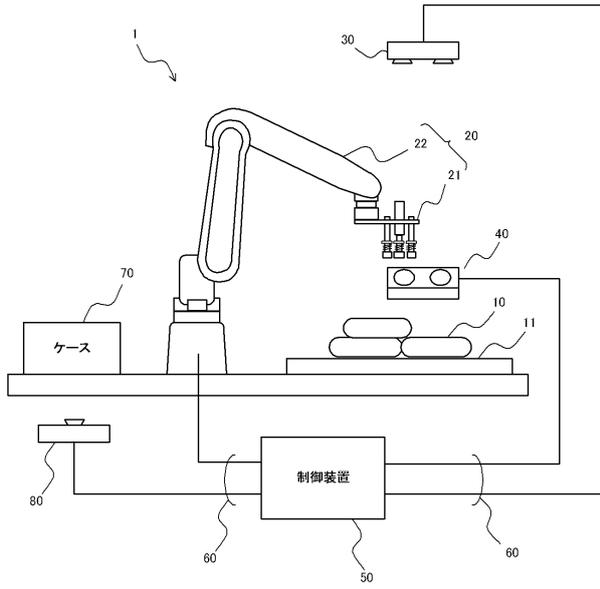
し、インターネット等の通信ネットワークを介して配布してもよい。

【符号の説明】

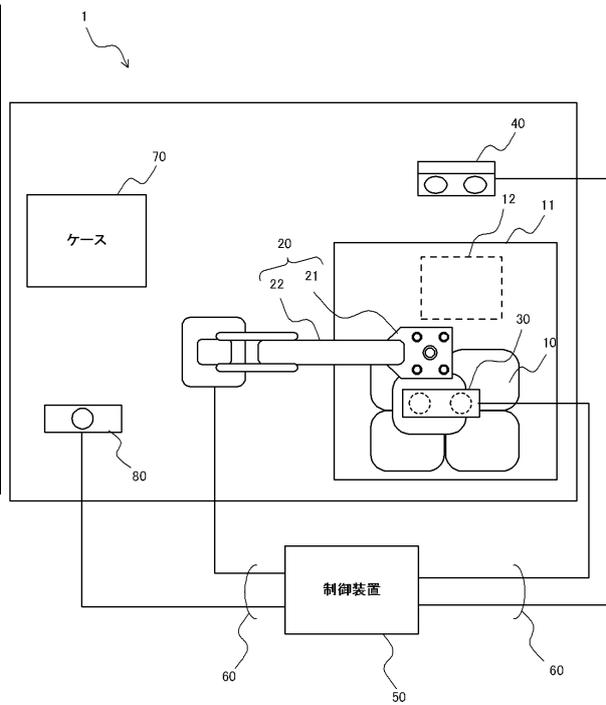
【0095】

1 ... ハンドリングシステム	
1 0 ... ワーク	
1 1 ... 積載台	
2 0 ... ロボットハンド	
2 0 1 ... CPU	
2 0 1 1 ... 把持制御部	
2 0 1 2 ... アーム制御部	10
2 0 2 ... 通信部	
2 1 ... 把持部	
2 1 1 ... 吸気口	
2 1 2 ... 台座	
2 1 3 ... 主吸気部	
2 1 4 ... 補助吸気部	
2 1 5 ... 吸着部	
2 1 6 ... 指状体	
2 1 7 ... 吸着部	
2 1 8 ... 首振り機構	20
2 1 9 ... 台座	
2 2 ... アーム	
3 0 ... 第1センサ	
4 0 ... 第2センサ	
5 0 ... 制御装置	
5 0 1 ... CPU	
5 0 1 1 ... データ取得部	
5 0 1 2 ... 3次元座標算出部	
5 0 1 3 ... 最上点検出部	
5 0 1 4 ... ハンドリング領域検出部	30
5 0 1 5 ... 姿勢判定部	
5 0 1 6 ... 方向・重心位置検出部	
5 0 1 7 ... ロボットハンド制御信号生成部	
5 0 2 ... 通信部	
5 0 3 ... RAM	
5 0 4 ... 記憶部	
6 0 ... 通信線	
7 0 ... ケース	
8 0 ... カメラ	

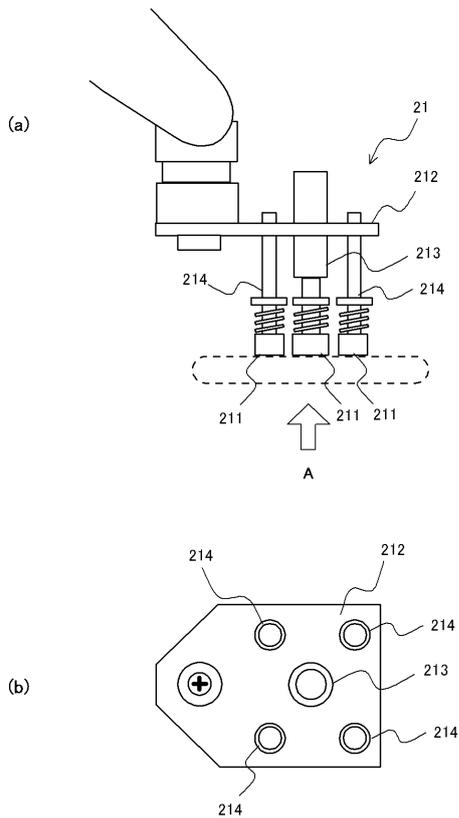
【図 1】



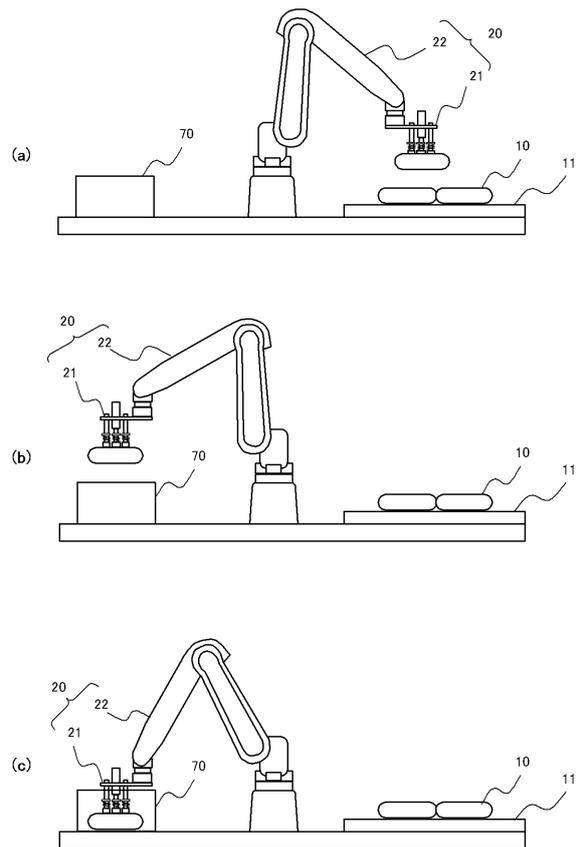
【図 2】



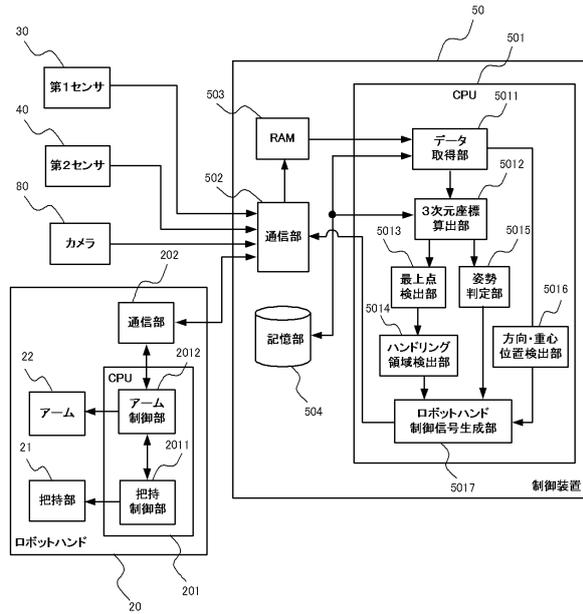
【図 3】



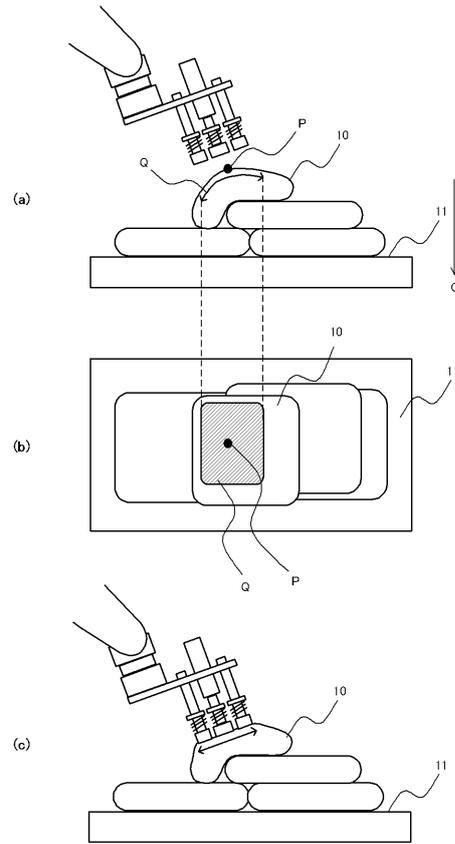
【図 4】



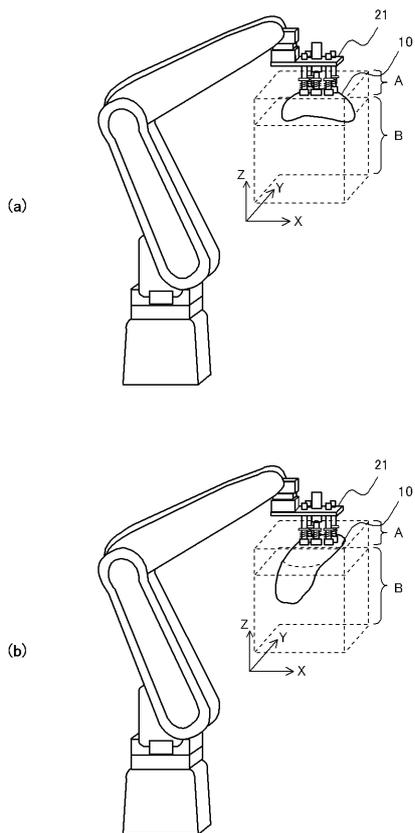
【図5】



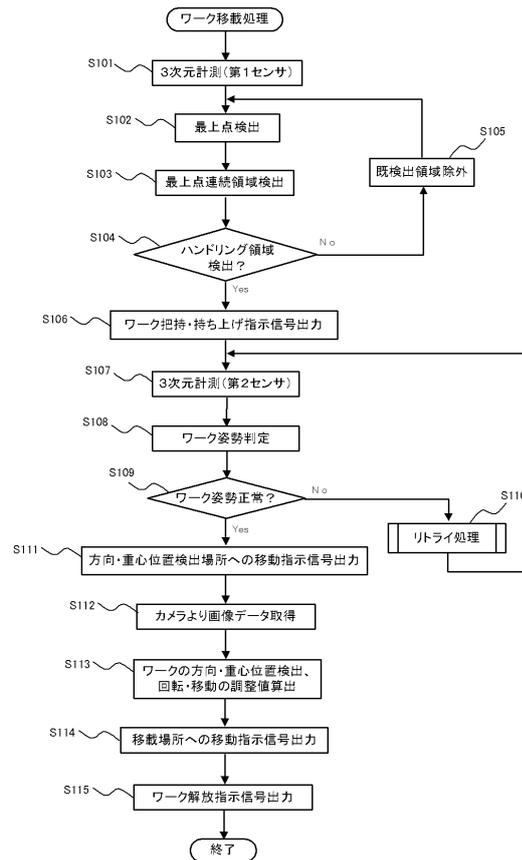
【図6】



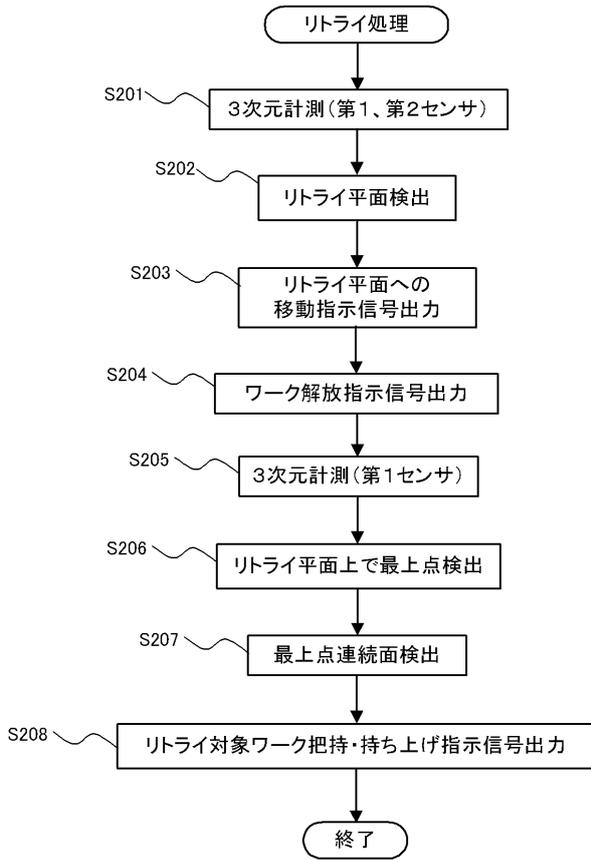
【図7】



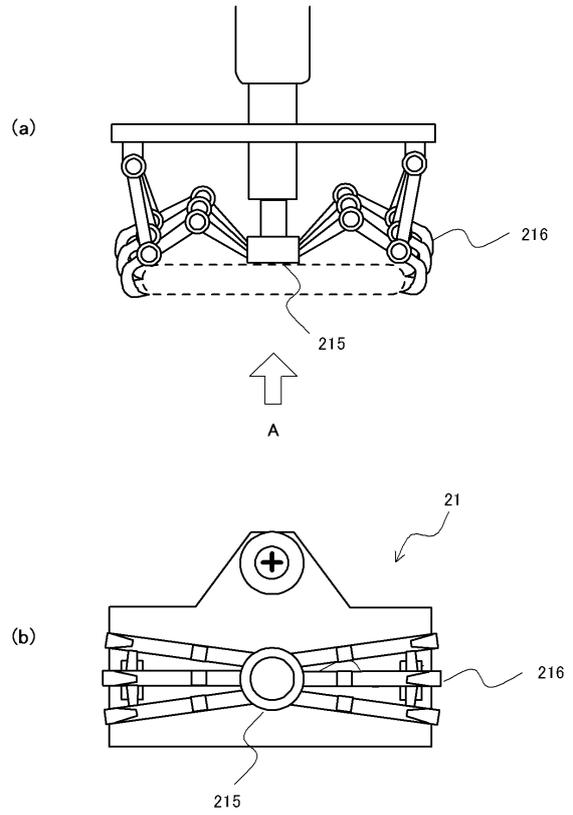
【図8】



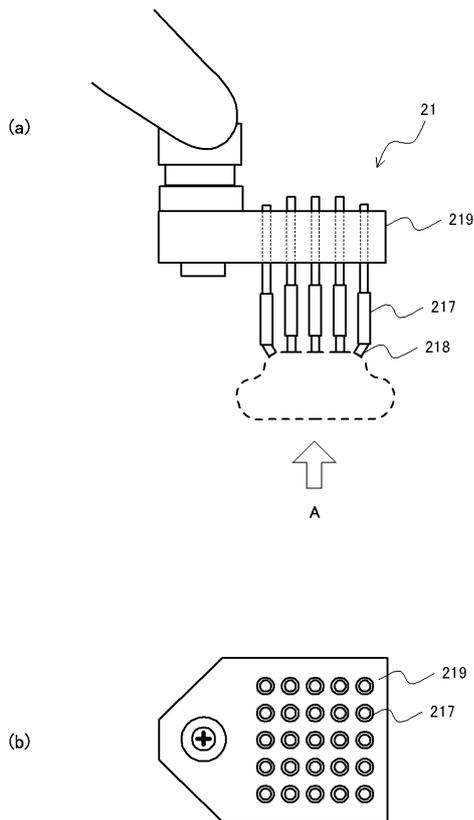
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

- (74)代理人 100169753
弁理士 竹内 幸子
- (74)代理人 100109449
弁理士 毛受 隆典
- (74)代理人 100132883
弁理士 森川 泰司
- (74)代理人 100145355
弁理士 石堂 毅彦
- (72)発明者 藤村 恒太
大阪府池田市上池田 2 - 4 - 1 5 - 5 0 1 株式会社アプライド・ビジョン・システムズ 関西開
発室内
- (72)発明者 高橋 裕信
茨城県つくば市吾妻 2 - 5 - 1 つくば市産業振興センター 2 0 5 株式会社アプライド・ビジョ
ン・システムズ内
- (72)発明者 上田 文雄
山口県岩国市長野 1 8 1 5 番地 7 号 旭興産株式会社内
- (72)発明者 原田 寛
山口県山口市小郡御幸町 4 - 9 山陽ビル小郡 3 F 株式会社 YOODS 内

審査官 中田 善邦

- (56)参考文献 特開 2 0 0 7 - 0 2 1 6 3 5 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 0 5 5 9 9 9 (J P , A)
特開平 0 9 - 2 8 5 9 8 5 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 6 6 3 8 3 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 2 4 8 2 1 4 (J P , A)
特開平 0 9 - 2 7 2 0 9 0 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 0 6 9 5 4 2 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 2 2 4 6 9 5 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 2 1 3 5 2 1 (J P , A)
特開平 1 1 - 1 2 3 6 8 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 2 5 J 1 / 0 0 - 2 1 / 0 2