

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7706893号
(P7706893)

(45)発行日 令和7年7月14日(2025.7.14)

(24)登録日 令和7年7月4日(2025.7.4)

(51)国際特許分類

B 2 5 J 13/08 (2006.01)

F I

B 2 5 J

13/08

A

請求項の数 25 (全24頁)

(21)出願番号	特願2021-17515(P2021-17515)	(73)特許権者	000001007
(22)出願日	令和3年2月5日(2021.2.5)		キヤノン株式会社
(65)公開番号	特開2022-120550(P2022-120550)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
	A)	(74)代理人	100126240
(43)公開日	令和4年8月18日(2022.8.18)		弁理士 阿部 琢磨
審査請求日	令和6年1月30日(2024.1.30)	(74)代理人	100223941
			弁理士 高橋 佳子
		(74)代理人	100159695
			弁理士 中辻 七朗
		(74)代理人	100172476
			弁理士 富田 一史
		(74)代理人	100126974
			弁理士 大朋 靖尚
		(72)発明者	天野 新吾
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号キ
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ロボットシステム、ロボットシステムの制御方法、ロボットシステムを用いた物品の製造方法、ロボットハンド、ロボットハンドの制御方法、制御プログラムおよび記録媒体

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

指部と前記指部が設けられた掌部とを有するロボットハンドと、制御装置と、対象物と前記指部との距離に関する情報を取得する第1センサと、前記掌部の所定位置に設けられ前記対象物までの距離に関する情報を取得する第2センサと、を備えたロボットシステムであって、

前記制御装置は、

前記指部を動作させることで前記指部を前記対象物に接近させ前記対象物の把持を行う把持動作中において、前記第1センサの検出結果に基づき、前記対象物に対して前記指部が沿うように前記ロボットハンドの位置およびまたは姿勢を制御し、

前記指部を動作させることで前記指部を前記対象物に接近させ前記対象物の把持を行う把持動作中において、前記第2センサの検出結果に基づき、前記対象物に対して前記掌部が沿うように前記ロボットハンドの位置およびまたは姿勢を制御する、

ことを特徴とするロボットシステム。

【請求項2】

請求項1に記載のロボットシステムにおいて、

前記対象物の所定の面に前記指部が沿うように前記ロボットハンドの位置およびまたは姿勢を制御する、

ことを特徴とするロボットシステム。

【請求項3】

請求項 1 または 2 に記載のロボットシステムにおいて、
前記ロボットハンド全体の位置およびまたは姿勢を制御する、
ことを特徴とするロボットシステム。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のロボットシステムにおいて、

前記第 1 センサは前記指部に設けられており、前記指部の先端から、前記対象物が載置
されている面に対して直交する方向における前記対象物の長さ以下の範囲、に設けられて
いる、

ことを特徴とするロボットシステム。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のロボットシステムにおいて、
前記制御装置は、

前記第 2 センサの検出結果に基づき、前記対象物を前記指部で把持する方向と直交する
方向において前記対象物に対して前記掌部が沿うように前記ロボットハンドの位置および
または姿勢を制御する、

ことを特徴とするロボットシステム。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のロボットシステムにおいて、

前記第 2 センサは、前記掌部に設けられた、前記指部側に傾斜する傾斜面を備える部位
に設けられている、

ことを特徴とするロボットシステム。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載のロボットシステムにおいて、

前記指部には、前記対象物が載置されている面と前記指部の先端との距離に関する情報
を取得する第 3 センサが設けられている、

ことを特徴とするロボットシステム。

【請求項 8】

請求項 7 に記載のロボットシステムにおいて、

前記指部は、前記対象物を把持する場合に、前記対象物が載置されている面に対して直
交する方向に移動し、

前記指部を動作させることで前記指部を前記対象物に接近させ前記対象物の把持を行う
把持動作中において、前記第 3 センサの検出結果に基づき、前記指部と前記対象物が載置
されている面との干渉を回避するように、前記ロボットハンドの位置およびまたは姿勢を
制御する、

ことを特徴とするロボットシステム。

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載のロボットシステムにおいて、

前記第 1 センサは少なくとも 2 つ設けられており、光学的性質が異なる 2 種類のセンサ
となっている、

ことを特徴とするロボットシステム。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のロボットシステムにおいて、

少なくとも 2 つの前記第 1 センサの種類は、近接センサと TOF センサである、

ことを特徴とするロボットシステム。

【請求項 11】

請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載のロボットシステムにおいて、

前記第 1 センサは、前記指部において前記対象物と接触する面とは異なる面に設けられ
ている、

ことを特徴とするロボットシステム。

【請求項 12】

10

20

30

40

50

請求項 1 1 に記載のロボットシステムにおいて、
前記指部において、前記対象物と接触する面は、前記第 1 センサが設けられている面より
も高い位置に設けられている、
ことを特徴とするロボットシステム。

【請求項 1 3】

請求項 1 から 1 2 のいずれか 1 項に記載のロボットシステムにおいて、
前記制御装置は、
前記指部の第 1 面と、前記対象物における前記第 1 面と接触する第 2 面とが、略平行となるように、前記ロボットハンドの位置およびまたは姿勢を制御する、
ことを特徴とするロボットシステム。

10

【請求項 1 4】

請求項 1 から 1 3 のいずれか 1 項に記載のロボットシステムにおいて、
前記制御装置は、
前記掌部の第 3 面と、前記対象物における前記第 3 面と対向する第 4 面とが、略平行となるように、前記ロボットハンドの位置およびまたは姿勢を制御する、
ことを特徴とするロボットシステム。

【請求項 1 5】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載のロボットシステムにおいて、
前記指部には、前記対象物が載置されている面と前記指部の先端との距離に関する情報を取得する第 3 センサが設けられており、
前記ロボットハンドは、前記第 1 センサおよび前記第 2 センサおよび前記第 3 センサを統合して制御するセンサノードを備えている、
ことを特徴とするロボットシステム。

20

【請求項 1 6】

請求項 1 から 1 5 のいずれか 1 項に記載のロボットシステムにおいて、
前記制御装置により、前記対象物に対する前記ロボットハンドの位置およびまたは姿勢を自動で制御できる、
ことを特徴とするロボットシステム。

【請求項 1 7】

請求項 1 から 1 6 のいずれか 1 項に記載のロボットシステムにおいて、
前記対象物は、前記ロボットハンドが設けられたロボットアームに対して所定角度傾斜して配置されている、
ことを特徴とするロボットシステム。

30

【請求項 1 8】

請求項 1 から 1 7 のいずれか 1 項に記載のロボットシステムにおいて、
前記ロボットハンドは、前記指部として、第 1 指部と第 2 指部とを有しており、
前記第 1 センサは、前記第 1 指部または前記第 2 指部の片方、または前記第 1 指部及び前記第 2 指部の両方に設けられている、
ことを特徴とするロボットシステム。

【請求項 1 9】

請求項 7 または 8 に記載のロボットシステムにおいて、
前記ロボットハンドは、前記指部として、第 1 指部と第 2 指部とを有しており、
前記第 3 センサは、前記第 1 指部または前記第 2 指部の片方、または前記第 1 指部及び前記第 2 指部の両方に設けられている、
ことを特徴とするロボットシステム。

40

【請求項 2 0】

請求項 1 から 1 9 のいずれか 1 項に記載のロボットシステムにおいて、前記ロボットハンドが設けられたロボットアームを有し、前記ロボットハンドと前記ロボットアームとを用いて物品の製造を行うことを特徴とする物品の製造方法。

【請求項 2 1】

50

指部と前記指部が設けられた掌部とを有するロボットハンドと、制御装置と、対象物と前記指部との距離に関する情報を取得する第1センサと、前記掌部の所定位置に設けられ前記対象物までの距離に関する情報を取得する第2センサと、を備えたロボットシステムの制御方法であって、

前記制御装置が、

前記指部を動作させることで前記指部を前記対象物に接近させ前記対象物の把持を行う把持動作中において、前記第1センサの検出結果に基づき、前記対象物に対して前記ロボットハンドの指部が沿うように前記ロボットハンドの位置およびまたは姿勢を制御し、前記指部を動作させることで前記指部を前記対象物に接近させ前記対象物の把持を行う把持動作中において、前記第2センサの検出結果に基づき、前記対象物に対して前記掌部が沿うように前記ロボットハンドの位置およびまたは姿勢を制御する、

ことを特徴とする制御方法。

【請求項 2 2】

指部と前記指部が設けられた掌部とを有するロボットハンドであって、

対象物に対する前記指部とロボットハンドの距離状態に関する情報を取得する第1センサと、前記掌部の所定位置に設けられ前記対象物までの距離に関する情報を取得する第2センサと、を備え、

前記指部を動作させることで前記指部を前記対象物に接近させ前記対象物の把持を行う把持動作中において、前記第1センサの検出結果に基づき、前記対象物に対して前記ロボットハンドの指部が沿うように前記ロボットハンドの位置およびまたは姿勢を制御し、前記指部を動作させることで前記指部を前記対象物に接近させ前記対象物の把持を行う把持動作中において、前記第2センサの検出結果に基づき、前記対象物に対して前記掌部が沿うように前記ロボットハンドの位置およびまたは姿勢を制御する、

ことを特徴とするロボットハンド。

【請求項 2 3】

指部と前記指部が設けられた掌部とを有するロボットハンドの制御方法であって、

対象物に対する前記指部とロボットハンドの距離状態に関する情報を取得する第1センサと、前記掌部の所定位置に設けられ前記対象物までの距離に関する情報を取得する第2センサと、を備え、

制御装置が、

前記指部を動作させることで前記指部を前記対象物に接近させ前記対象物の把持を行う把持動作中において、前記第1センサの検出結果に基づき、前記対象物に対して前記ロボットハンドの指部が沿うように前記ロボットハンドの位置およびまたは姿勢を制御し、前記指部を動作させることで前記指部を前記対象物に接近させ前記対象物の把持を行う把持動作中において、前記第2センサの検出結果に基づき、前記対象物に対して前記掌部が沿うように前記ロボットハンドの位置およびまたは姿勢を制御する、

ことを特徴とする制御方法。

【請求項 2 4】

請求項 2 1 または 2 3 に記載の制御方法をコンピュータで実行可能な制御プログラム。

【請求項 2 5】

請求項 2 4 に記載の制御プログラムを格納した、コンピュータで読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、ロボットシステムに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、従来人手で行われていたカメラやプリンタなどの工業製品の製造工程を、ロボットハンドとロボットアームを有するロボット装置を用いて自動化する要求が高まっている

10

20

30

40

50

。これら製品を構成する部品（ワーク）は、小型かつ精密な部品が多く、形状、材質など多岐に渡っている。そのため、ロボットハンドに正しく把持させるべく、ワークに適した把持姿勢をロボットハンドに設定する必要がある。上述の方法の1つとして特許文献1に記載の技術がある。下記特許文献1には、カメラを指先に設置し、指先のカメラを用いてワークの距離計測を行い、ワークに適した把持姿勢を設定する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2009-66678号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら特許文献1に記載された技術は、カメラを用いてワークの位置姿勢を計測するため画像処理が必要となる。画像処理を実行させる場合、各種調整（照明の姿勢調整、カメラの校正、画像処理のパラメータ調整など）といった作業が発生し、把持姿勢の設定を容易に行うことが困難になるという課題がある。

【0005】

本発明は、上述の事情に鑑み、把持姿勢の設定を容易に行うことができるロボット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】

20

【0006】

上記課題を解決するため、本発明では、指部と前記指部が設けられた掌部とを有するロボットハンドと、制御装置と、対象物と前記指部との距離に関する情報を取得する第1センサと、前記掌部の所定位置に設けられ前記対象物までの距離に関する情報を取得する第2センサとを備えたロボットシステムであって、前記制御装置は、前記指部を動作させることで前記指部を前記対象物に接近させ前記対象物の把持を行う把持動作中において、前記第1センサの検出結果に基づき、前記対象物に対して前記指部が沿うように前記ロボットハンドの位置およびまたは姿勢を制御し、前記指部を動作させることで前記指部を前記対象物に接近させ前記対象物の把持を行う把持動作中において、前記第2センサの検出結果に基づき、前記対象物に対して前記掌部が沿うように前記ロボットハンドの位置およびまたは姿勢を制御する、ことを特徴とするロボットシステムを採用した。

30

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、把持姿勢の設定を容易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明を採用可能なロボットシステムの概略構成を示した説明図である。

【図2】本発明を採用可能なセンサのシステム構成を示した説明図である。

【図3】本発明を採用可能なエンドエフェクタの概略構成を示した説明図である。

【図4】本発明を採用可能なロボットシステムに係る処理手順を示すフローチャート図である。

40

【図5】本発明を採用可能なセンサデータ取得に係る処理手順を示すフローチャート図である。

【図6】本発明を採用可能な指令値算出に係る処理手順を示すフローチャート図である。

【図7】本発明を採用可能なロボットシステムに係る処理の遷移図である。

【図8】本発明の第2の実施形態に係るセンサの概略を示した説明図である。

【図9】本発明の第3の実施形態に係るワークの概略を示した説明図である。

【図10】本発明の第3の実施形態に係るエンドエフェクタの概略構成を示した説明図である。

【図11】本発明の第3の実施形態に係るロボットシステムに係る処理の遷移図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、添付図面を参照して本発明を実施するに好適な実施形態につき詳細に説明する。なお、以下に示す実施例はあくまでも一例であり、例えば細部の構成については本発明の趣旨を逸脱しない範囲において変更することができる。また、各実施形態で取り上げる数値は、参考数値であって、本発明を限定するものではない。

【0010】

(第1の実施形態)

図1は、本発明を採用可能なロボットシステムの概略構成を示した説明図である。本実施形態のロボットシステム100は、ロボットアーム本体200、ロボットハンド本体300、センサノード800、ロボットハンド制御装置500、ロボットアーム制御装置400、センサ制御装置700、外部入力装置900で構成される。把持対象物であるワークW1は、載置台S1上に載置されている。10

【0011】

ロボットシステム100によってワークW1を操作し、他のワークに組付けることにより、工業製品、ないしは物品を製造することができる。例えば、このワークW1に対する操作は、ロボットアーム本体200とロボットハンド本体300を用いて把持対象物としてのワークW1を把持し、移動させ、さらにワークW1を他のワークに嵌合または組付といった操作で実行される。20

【0012】

ロボットアーム本体200は、本実施形態では多関節のロボットアームであり、ロボットアーム本体200の根元は台座600に固定されている。ロボットアーム本体200の先端には、エンドエフェクタであるロボットハンド本体300が装着されている。またロボットハンド本体300はセンサノード800を備えている。このロボットハンド本体300を用いてワークW1に対して操作を行う。また、ロボットアーム本体200の各関節には、これらの関節を各々駆動する駆動源としてのモータ、およびモータの回転角度を検出する位置検出手段としてのエンコーダがそれぞれ設けられている。なお、エンコーダの設置位置および出力方式は問わない。

【0013】

ロボットハンド本体300は後述するモータと開閉機構により2本の指を開閉し、ワークW1の把持ないし解放を行う1自由度以上のハンドであり、ワークW1をロボットアーム本体200に対して相対変位させないように把持できれば良い。なお、本実施形態では指の本数を2本としたが、当業者が適宜変更することができる。また本実施形態において、ロボットハンド300は不図示のモータ駆動で指を動作させているが、空気圧駆動のようなエアグリッパであっても良い。30

【0014】

ロボットアーム制御装置400は、CPU(Central Processing Unit)401、ROM(Read Only Memory)402、RAM(Random Access Memory)403を有している。また外部との通信を担うアームIF(Interface Face)404、外部IF405、フラッシュROM406を有している。ROM402あるいは、フラッシュROM406は、ロボットアーム本体200の各種動作に応じて対応する駆動部を制御するためのプログラムや、それらの制御に必要なデータ等を記憶している。RAM403はCPU401の作業領域として機能する。40

【0015】

アームIF404は、ロボットアーム本体と通信するためのインタフェースとして機能する。外部IF405は、ロボットハンド制御装置500、センサ制御装置700、外部入力装置900と通信するためのインタフェースとして機能する。CPU401は、ロボットハンド本体300の移動先であるロボットアーム本体200の先端の目標位置及び姿勢に対して各関節が取るべき角度を計算する。そしてアームIF404を介して各関節のモータを制御するサーボ回路(不図示)へと指令値を出力し、ロボットアーム本体20050

の各関節を駆動制御する。これによってロボットハンド本体 300 に把持されたワーク W 1 を目標位置へと搬送することができる。

【0016】

ロボットハンド制御装置 500 もロボットアーム制御装置 400 と同様に、CPU 501、ROM 502、RAM 503、ハンド IF 504、外部 IF 505、フラッシュ ROM 506 を有している。ROM 502 あるいは、フラッシュ ROM 506 は、ロボットハンド本体 300 の各種動作に応じて対応する駆動部を制御するためのプログラムや、それらの制御に必要なデータ等を記憶している。RAM 503 は CPU 501 の作業領域として機能する。

【0017】

ハンド IF 504 は、ロボットハンド本体 300 と通信するためのインターフェースとして機能する。外部 IF 505 は、ロボットアーム制御装置 400、センサ制御装置 700、外部入力装置 900 と通信するためのインターフェースとして機能する。CPU 501 は、ロボットハンド本体 300 の指部の目標位置に対して駆動源が取るべき角度を計算する。そして、ハンド IF 504 を介して駆動源を制御するサーボ回路（不図示）へと指令値を出力し、ロボットハンド本体 300 の指部を駆動制御する。これによってロボットハンド本体 300 によりワーク W 1 を把持することができる。

【0018】

図 2 は、本実施形態センサシステムの制御構成を示した制御ブロック図である。本実施形態のセンサシステムは、センサ 811～816、センサノード 800、センサ 811～816 を制御するセンサ制御装置 700 で構成される。

10

20

【0019】

センサ 811～816 は、ワーク W 1 までの距離を計測可能な距離センサである。センサ 811～816 は、近接センサであっても、TOF (Time Of Flight) センサであっても良いが、本実施形態では近接センサとする。近接センサは、LED (不図示) とフォトトランジスタ (不図示) から成るフォトリフレクタである。送信部である LED は、赤外線 LED が好適である。送信部から発光された光をワーク W 1 が反射して、その反射光を受信部のフォトトランジスタが受信することで距離を計測する。フォトトランジスタは、距離に応じた反射光の輝度を電流として出力する。抵抗を介することで電流は電圧として計測することができる。

30

【0020】

センサノード 800 は、電源コントローラ 801 とセンサデータ取得部 802 を有している。電源コントローラ 801 は、センサ 811～816 の電源をそれぞれオンオフ制御することができる。センサデータ取得部 802 は、センサ 811～816 の出力（検出結果）をそれぞれ取得することができる。本実施形態の場合、センサ 811～816 は近接センサであるためセンサの出力は電圧となり、センサデータ取得部 802 は A/D コンバータと同等のものとなる。また、電源コントローラ 801 とセンサデータ取得部 802 は、センサ制御装置 700 と通信するため、シリアル通信が可能なノード IF 804 を備えている。

40

【0021】

センサ制御装置 700 は、CPU 701、ROM 702、RAM 703、センサ IF 704、外部 IF 705、フラッシュ ROM 706 を有している。ROM 702 あるいは、フラッシュ ROM 706 は、センサ 811～816 の電源制御やセンサデータを取得し、補正するためのプログラムや、それらの制御に必要なデータ等を記憶している。RAM 703 は CPU 701 の作業領域として機能する。センサ IF 704 は、センサノード 800 内の電源コントローラ 801 とセンサデータ取得部 802 と通信するためノード IF 804 と接続されるインターフェースとして機能する。外部 IF 705 は、ロボットアーム制御装置 400、ロボットハンド制御装置 500 などと通信するためのインターフェースとして機能する。

【0022】

50

図3は、本実施形態のロボットハンド本体300の概略構成を示した図である。ロボットハンド本体300は、ハンド用モータドライバ301、エンコーダ302、ハンド用モータ303、ギヤ304、指部305、306、スライドガイド307、308を有している。

【0023】

ハンド用モータドライバ301は、ハンド用モータ303の回転角をエンコーダ302で計測し、各制御装置からの指令値に基づきフィードバック制御する。そしてギヤ304、スライドガイド307、308を介して、指部305、306の位置を制御することができる。

【0024】

指部305の先端には、センサ811、812、813、814が図示の位置に配置される。センサ811、812、813は、ワークW1のZ軸方向の厚みよりも小さい範囲で同一面内に配置され、指部305とワークW1の把持方向(X軸方向)の距離を計測可能である。またセンサ814は、指部305と台座600または載置台S1の手先方向(Z軸方向)の距離を計測可能に配置される。また、指部305の先端には、ワークW1と接触する面となる接触部309が設けられている。接触部309は、センサ811～813が設けられている面とは異なる面(各センサが設けられている面から所定の高さを有する段差)となるように設けられている。これによりワークW1を把持する際、ワークW1と各センサとが接触する危険性を低減し、センサが故障する可能性を低減できる。

【0025】

一方、センサ815、816は、ワークW1に対して、ワークW1のY軸方向(指部の把持方向と直交する方向)の幅よりも大きい長さとなる位置となるようにロボットハンド本体300の掌部に傾斜を持って配置される。上述の配置により各センサによりワークの面を確実に計測することが可能となる。

【0026】

次に、本実施形態のロボットシステム100における処理手順を図4に示すフローチャートを用いて説明する。前提として、ワークW1は、直方体とし、載置台S1の中でロボットハンド本体300に対して所定の角度傾斜し、ラフに置かれているものとする。また、ワークW1をロボットハンド本体300の指部305、306によって把持できる位置から開始するものとする。センサ811～816によって、ワークW1または載置台S1を計測することで、ロボットハンド本体300の位置姿勢を適切に変更し把持を行う。また下記で述べるフローは各制御装置のCPUが相互に通信を行うことで実行されるものとする。

【0027】

まずステップS10にて、指部305、306の目標値を設定する。この目標値は、把持直前の幅D_{ref}、載置台S1とのクリアランスh_{ref}、位置決め許容値x_yz、姿勢決め許容値T_xy_zである。これらの値は、ロボットハンド本体300の目標となる把持姿勢を決める値である。本実施形態では、これらの値の設定により、ロボットハンド本体300がワークW1に沿う(各指部の接触面が、接触するワークW1の面に対して略平行となる、掌部の面が、掌部に対向するワークW1の面に対して略平行となる)把持姿勢を目標とする。位置決め許容値x_yzは、センサによって計測される各指部および掌部とワークとの距離の許容値、姿勢決め許容値T_xy_zは、センサの計測結果から幾何学的に求められる指部および掌部とワークとの相対的な角度の許容値である。

【0028】

次にステップS20にて、センサ制御装置700が、センサ811～816のセンサデータを取得する。詳細は、図5を用いて後述する。

【0029】

次にステップS30にて、センサ制御装置700が、ロボットハンド本体300の位置姿勢の現在値を取得する。外部IF705を介して、ロボットアーム制御装置400とロボットハンド制御装置500とから、ロボットハンド本体300の位置および姿勢の情報

10

20

30

40

50

である x、y、z、 T_x 、 T_y 、 T_z と指部 305、307 の相対的な位置関係である把持幅 H を取得する。

【0030】

次にステップ S40 にて、制御完了条件と比較する。制御完了条件は、各計測値 D が次式を満たす場合である。

【0031】

【数1】

$$\left\{ \begin{array}{l} |D_{ref} - D_1| < \varepsilon_{xyz} \\ |D_{ref} - D_2| < \varepsilon_{xyz} \\ |D_{ref} - D_3| < \varepsilon_{xyz} \\ |h_{ref} - D_4| < \varepsilon_{xyz} \\ |D_{ref} - D_5 \cos \alpha| < \varepsilon_{xyz} \\ \tan^{-1} \left(\frac{|D_1 - D_3|}{L_{7a}} \right) < \varepsilon_{Txyz} \\ \tan^{-1} \left(\frac{|D_1 - D_2|}{L_{7g}} \right) < \varepsilon_{Txyz} \\ \left| \tan^{-1} \left(\frac{|D_6 - D_5|}{L_{7c}} \right) - \alpha \right| < \varepsilon_{Txyz} \end{array} \right. \quad (1)$$

10

20

30

【0032】

各計測値 D の下付き数字は、各センサ 811 ~ 816 の内、どのセンサで取得したセンサデータに関する距離の計測値であるかを示している。D₁ はセンサ 811 の計測値、D₂ はセンサ 812 の計測値、D₃ はセンサ 813 の計測値、D₄ はセンサ 814 の計測値、D₅ はセンサ 815 の計測値、D₆ はセンサ 816 の計測値である。α はセンサ 815 が口ボットハンド本体 300 の掌部となす角である。L_{7a} はセンサ 811 とセンサ 813 のそれぞれの計測点間の長さ、L_{7c} はセンサ 815 とセンサ 816 のそれぞれの計測点間の長さ、L_{7g} はセンサ 811 とセンサ 812 のそれぞれの計測点間の長さである。制御完了条件を満たす場合、完了となる。

【0033】

逆に、目標値が制御完了条件を満たさない場合、ステップ S40 : N 0 より、ステップ S50 に進む。ステップ S50 では、センサ制御装置 700 がロボットアーム制御装置 400 とロボットハンド制御装置 500 に送信する指令値を算出する。詳細は、図 6 を用いて後述する。

【0034】

次にステップ S60 より、外部 I/F 705 を介して、算出した指令値をそれぞれロボットアーム制御装置 400 とロボットハンド制御装置 500 に送信する。そしてステップ S20 の直前に戻り、再度センサデータを取得し、計測値が式 (1) で示す制御完了条件を満たすか判定を行う。

40

【0035】

ステップ S40 にて、各計測値が制御完了条件を満たせば、ロボットハンド本体 300 が適切な把持姿勢であると判断し、把持姿勢の調整に関する制御フローを終了する。

【0036】

次にセンサデータの取得を行うステップ S20 について詳述する。図 5 は、本実施形態におけるセンサデータ取得に係る処理手順（ステップ S20）を示すフロー チャートである。

【0037】

50

まずステップ S 2 1 にて、変数 i に 1 をセットする。変数 i は、センサ番号を示す。センサ番号は、各計測値 D の下付き数字のセンサと対応する。

【 0 0 3 8 】

次にステップ S 2 2 にて、変数 i がセンサ総数 N を超えているか判断する。本実施形態の場合、N は 6 である。変数 i がセンサ総数 N を超えていない場合、ステップ S 2 2 : N 0 より、ステップ S 2 3 に進む。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 2 3 では、変数 i の値に従って、センサ 8 1 1 ~ 8 1 6 のいずれかを電源コントローラ 8 0 1 を用いて ON する。例えば、変数 i が 1 の場合はセンサ 8 1 1 のみを ON し、変数 i が 6 の場合はセンサ 8 1 6 のみを ON する。

【 0 0 4 0 】

次にステップ S 2 4 にて、ON したいいずれかのセンサ 8 1 1 ~ 8 1 6 からのセンサデータ取得部 8 0 2 を用いて、センサデータを取得する。本実施形態の場合、センサ 8 1 1 ~ 8 1 6 は近接センサであるので、センサデータは電圧である。また、センサデータを複数回取得して、フィルタ処理をしても良い。

【 0 0 4 1 】

そしてステップ S 2 5 にて、センサ 8 1 1 ~ 8 1 6 を電源コントローラ 8 0 1 によって、すべて OFF する。

【 0 0 4 2 】

そしてステップ S 2 6 にて、変数 i をインクリメントし、ステップ S 2 2 の直前に戻る。以上のフローを繰り返し、必要な数のセンサからセンサデータを取得する。

【 0 0 4 3 】

ステップ S 2 2 において、変数 i がセンサ総数 N を超えている場合、ステップ S 2 2 : YES より、ステップ S 2 7 に進む。ステップ S 2 7 では、センサデータを距離計測データに補正する。近接センサの場合、近接センサの焦点距離以降は、計測対象物との距離が大きくなると、電圧は低下するので、テーブルや多項式を用いて、電圧から距離に補正することができる。その際に、テーブルや多項式の係数の値を事前に取得し、フラッシュ ROM 7 0 6 に保存しておくと好適である。このようにすることで、他のセンサの LED 光の影響を軽減でき、センサの計測精度を向上可能である。以上によりセンサデータを取得し、センサデータの取得の制御フローを終了する。

【 0 0 4 4 】

次にロボットハンド本体 3 0 0 の位置姿勢を調整する指令値算出の制御フローについて詳述する。図 6 は、本実施形態における指令値算出および位置姿勢の調整に係る処理手順（ステップ S 3 0 ~ ステップ S 6 0 ）の詳細を示すフローチャートである。図 7 は、図 6 の制御フローチャートにおけるロボットハンド本体 3 0 0 の状態図である。ここで図 7 (a) より、ワーク W 1 は、ロボットハンド本体 3 0 0 に対して所定の角度傾斜している状態からスタートする。

【 0 0 4 5 】

図 6 より、まずステップ S 7 1 にて、X、Y 軸姿勢の完了条件と比較する。完了条件は、次式をすべて満たすことである（図 7 (a) ~ (d) ）。

【 0 0 4 6 】

【 数 2 】

$$\left\{ \begin{array}{l} \tan^{-1} \left(\frac{|D_1 - D_3|}{L_{za}} \right) < \varepsilon_{Txyz} \\ \left| \tan^{-1} \left(\frac{|D_6 - D_5|}{L_{zc}} \right) - \alpha \right| < \varepsilon_{Txyz} \end{array} \right. \quad (2)$$

【 0 0 4 7 】

10

20

30

40

50

図7(a)より、センサ811、センサ813からの検出値が、式(2)を満たすか判定し、満たされなければステップS75に進み、Y軸周りの姿勢を補正する指令値を出力し、ステップS71の直前まで戻りロボットハンド本体300の姿勢を変更する。センサ811、センサ813からの検出値が式(2)を満たせば、Y軸周りの姿勢が図7(b)の状態となり、ロボットハンド本体300のY軸周りの姿勢の調整が完了する。

【0048】

同様に図7(c)より、センサ815、センサ816からの検出値が、式(2)を満たすか判定し、満たされなければステップS75に進み、X軸周りの姿勢を補正する指令値を出力し、ステップS71の直前まで戻りロボットハンド本体300の姿勢を変更する。センサ815、センサ816からの検出値が式(2)を満たせば、X軸周りの姿勢が図7(d)の状態となり、ロボットハンド本体300のX周り軸の姿勢の調整が完了する。

10

【0049】

ここで、ステップS75において、X、Y軸周りの姿勢補正の指令値は、次式にて算出する。

【0050】

【数3】

$$\begin{cases} x_{ref} = x \\ y_{ref} = y \\ z_{ref} = z \\ T_{xref} = T_x - \tan^{-1} \left(\frac{D_6 - D_5}{L_{zc}} \right) + \alpha \quad (3) \\ T_{yref} = T_y + \tan^{-1} \left(\frac{D_1 - D_3}{L_{za}} \right) \\ T_{zref} = T_z \end{cases}$$

20

【0051】

ステップS71にて、X軸周りの姿勢、Y軸周りの姿勢の調整が完了すれば、ステップS72に進む。ステップS72では、Z軸位置の完了条件と比較する(図7(e)(f))。

30

【0052】

【数4】

$$|h_{ref} - D_4| < \varepsilon_{xyz} \quad (4)$$

【0053】

図7(e)より、センサ814からの検出値が、式(4)を満たすか判定し、満たされなければステップS76に進み、Z軸の位置を補正する指令値を出力し、ステップS72の直前まで戻りロボットハンド本体300の姿勢を変更する。センサ814からの検出値が式(4)を満たせば、図7(f)の状態となり、ロボットハンド本体300のZ軸の位置の調整が完了する。

40

【0054】

ここで、ステップS76において、Z軸位置補正の指令値は、次式にて算出する。

【0055】

【数5】

50

$$\begin{cases} x_{ref} = x \\ y_{ref} = y \\ z_{ref} = z + h_{ref} - D_4 \quad (5) \\ T_{xref} = T_x \\ T_{yref} = T_y \\ T_{zref} = T_z \end{cases}$$

10

【0056】

ステップS72にて、Z軸の位置の調整が完了すれば、ステップS73に進む。ステップS73では、Z軸周りの姿勢の完了条件と比較する(図7(g)(h))。

【0057】

【数6】

$$\tan^{-1}\left(\frac{|D_1 - D_2|}{L_{rg}}\right) < \varepsilon_{Txyz} \quad (6)$$

20

【0058】

図7(g)より、センサ811、センサ812からの検出値が、式(6)を満たすか判定し、満たされなければステップS77に進み、Z軸周りの姿勢を補正する指令値を出力し、ステップS73の直前まで戻りロボットハンド本体300の姿勢を変更する。センサ811、センサ812からの検出値が式(6)を満たせば、図7(h)の状態となり、ロボットハンド本体300のZ軸周りの姿勢の調整が完了する。

【0059】

ここで、ステップS77において、Z軸周りの姿勢補正の指令値は、次式にて算出する。

【0060】

【数7】

30

$$\begin{cases} x_{ref} = x \\ y_{ref} = y \\ z_{ref} = z \\ T_{xref} = T_x \\ T_{yref} = T_y \\ T_{zref} = T_z + \tan^{-1}\left(\frac{D_1 - D_2}{L_{rg}}\right) \quad (7) \end{cases}$$

40

【0061】

ステップS73にて、Z軸周りの姿勢の調整が完了すれば、ステップS74に進む。ステップS74では、X軸位置、Y軸位置の完了条件と比較する(図7(i)(j))。

【0062】

【数8】

50

$$\left\{ \begin{array}{l} |D_{ref} - D_1| < \varepsilon_{xyz} \\ |D_{ref} - D_2| < \varepsilon_{xyz} \\ |D_{ref} - D_3| < \varepsilon_{xyz} \\ |D_{ref} - D_5 \cos \alpha| < \varepsilon_{xyz} \end{array} \right. \quad (8)$$

【0063】

図7(i)より、センサ811、センサ812、センサ813からの検出値が、式(8)を満たすか判定し、満たされなければステップS78に進み、X軸位置、Y軸位置を補正する指令値を出力する。そしてステップS74の直前まで戻りロボットハンド本体300の姿勢を変更する。センサ811、センサ812、センサ813からの検出値が式(8)を満たせば、図7(j)の状態となり、ロボットハンド本体300のX軸位置、Y軸位置の調整が完了する。この際、指部305、306の駆動量により調整を行い、さらに調整を行う。

【0064】

ここで、ステップS78において、X軸位置、Y軸位置補正の指令値は、次式にて算出する。

【0065】**【数9】**

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{ref} = x + D_{ref} - D_1 \\ y_{ref} = y - D_{ref} + D_5 \cos \alpha \\ z_{ref} = z \\ T_{xref} = T_x \\ T_{yref} = T_y \\ T_{zref} = T_z \end{array} \right. \quad (9)$$

【0066】

以上のフローにより、ロボットハンド本体300の姿勢において、ワークWが傾斜していても、ワークWに沿った把持姿勢に調整を行うことができる。よって、例えばカメラを用いざとも、ロボットハンド本体300の把持姿勢の調整を行うことができる。ゆえにカメラの画像処理に伴う調整などを削減することができ、ワークに沿った把持姿勢の設定を容易に行うことができる。

【0067】**(第2の実施形態)**

上述の第1の実施形態では、1種類のセンサを複数用いてロボットハンド本体300の姿勢を調整する場合について説明した。しかしながら、光学的性質が異なる2種類のセンサを用いてロボットハンド本体300の姿勢を調整する場合においても実施できる。なお、以下では、第1の実施形態とは異なるハードウェアや制御系の構成の部分について図示し説明する。また、第1の実施形態と同様の部分については上記と同様の構成ならびに作用が可能であるものとし、その詳細な説明は省略するものとする。

【0068】

図8は、本実施形態におけるセンサの概略を示した図である。把持部305'上のセンサ811と同一面内にセンサ811'を隣接して配置している。本実施形態では、センサ811は近接センサであり、センサ811'はTOFセンサとする。説明の簡略化のため、図示は省略するが、センサ811と同様に、センサ812~816において、近接センサ81

10

20

30

40

50

2 ~ 8 1 6 それぞれの同一面内に T O F センサを隣接して配置している。

【 0 0 6 9 】

一般的に、近接センサは、測定レンジが短いが、高分解能である。また、T O F センサは、測定レンジが長いが、低分解能である。それぞれの長所を生かし、短所を補うために、以下のように用いる。それぞれのセンサでワークW 1 を計測した際に、処理に用いるセンサ値D を次式で決定する。

【 0 0 7 0 】

【 数 1 0 】

$$D = \begin{cases} D_{prox} & (D_{t_{of}} \leq D_{th}) \\ D_{t_{of}} & (D_{t_{of}} > D_{th}) \end{cases} \quad (10)$$

10

【 0 0 7 1 】

ただし、 D_{prox} は近接センサでの計測値、 $D_{t_{of}}$ は T O F センサでの計測値、 D_{th} は閾値である。本実施形態においては、 D_{th} は 20 mm 程度が好適である。より具体的に言えば、各々のセンサの分解能の特性を活かし、近接センサで近距離を、T O F センサで遠距離を計測する。式(10)によるセンサ値D を用いることで、第1の実施形態と同様に、ワークW 1 と各指部との距離を計測することでき、ロボットハンド本体 300 の位置姿勢を調整することができる。

20

【 0 0 7 2 】

以上、本実施形態によれば、2種類のセンサを用いてワークW 1 と各指部との距離を計測してロボットハンド本体 300 の位置姿勢を調整できる。近接センサで近距離を、T O F センサで遠距離を計測することで、センサを1種類のみのときよりも測定レンジを大きく、かつ、近距離を精度良く計測することができる。

【 0 0 7 3 】

(第 3 の実施形態)

上述の第1の実施形態では、対称性が高い直方体のワークの場合について説明した。しかしながら、直方体よりも対称性が低い凸型のワークの場合においても実施できるものである。なお、以下では、第1の実施形態とは異なるハードウェアや制御系の構成の部分について図示し説明する。また、第1の実施形態と同様の部分については上記と同様の構成ならびに作用が可能であるものとし、その詳細な説明は省略するものとする。

30

【 0 0 7 4 】

図9は、本実施形態に係るワークW 2 の概略を示した図である。直方体よりも対称性が低い凸型となっている。図10は、本実施形態におけるロボットハンド本体 300' の概略構成を示した図である。

【 0 0 7 5 】

第1の実施形態と大きく異なる点は、指部 305 と同様に、指部 306 にもセンサ 821 ~ 824 が配置されている点である。センサ 821 ~ 823 は、ワークW 2 のZ軸方向の厚みよりも小さい範囲で同一面内に配置され、指部 306 とワークW 2 の把持方向(X 軸方向)の距離を計測可能である。またセンサ 824 は、指部 306 と台座 600 または載置台 S 1 の手先方向(Z 軸方向)の距離を計測可能に配置される。そして、センサ 831、832 は、各指部または各指部の動作軸(軸A)に対して、ワークW 2 のY軸方向の幅よりも大きい長さ離間する位置となるようにロボットハンド本体 300' の掌部に、掌部に対して垂直に配置される。上述の配置により各センサによりワークの面を確実に計測することが可能となる。

40

【 0 0 7 6 】

次に、本実施形態におけるロボットハンド本体 300' の把持姿勢の調整の処理手順を、第1の実施形態と同様に、図4、図6に示すフローチャート図を用いて説明する。また図11は、本実施形態における図6の制御フローチャートにおけるロボットハンド本体 300

50

0'の状態図である。前提として、ワークW2は、載置台S1の中でロボットハンド本体300'に対して所定の角度傾斜し、ラフに置かれているものとする。また、ワークW2をロボットハンド本体300'の指部305、306によって把持できる位置から開始するものとする。また各センサによって、ワークW2または載置台S1を計測することで、ロボットハンド本体300の位置姿勢を適切に変更し把持を行う。また下記で述べるフローは各制御装置のCPUが相互に通信を行うことで実行されるものとし、第1の実施形態と異なる部分を詳述する。

【0077】

図4において、本実施形態におけるステップS40における制御完了条件は、各センサの計測値Dが次式をすべて満たすことである。

【0078】

【数11】

$$\left\{ \begin{array}{l} |D_{ref} - D_{811}| < \varepsilon_{xyz} \\ |D_{ref} - D_{812}| < \varepsilon_{xyz} \\ |D_{ref} - D_{813}| < \varepsilon_{xyz} \\ |D_{ref} - D_{821}| < \varepsilon_{xyz} \\ |D_{ref} - D_{822}| < \varepsilon_{xyz} \\ |D_{ref} - D_{823}| < \varepsilon_{xyz} \\ |h_{ref} - D_{814}| < \varepsilon_{xyz} \\ |h_{ref} - D_{824}| < \varepsilon_{xyz} \\ |D_{ref} - D_{831}| < \varepsilon_{xyz} \\ |D_{ref} - D_{832}| < \varepsilon_{xyz} \\ \tan^{-1}\left(\frac{|D_{811} - D_{813}|}{L_{a1}}\right) < \varepsilon_{Txyz} \\ \tan^{-1}\left(\frac{|D_{821} - D_{823}|}{L_{a2}}\right) < \varepsilon_{Txyz} \\ \tan^{-1}\left(\frac{|D_{811} - D_{812}|}{L_{g1}}\right) < \varepsilon_{Txyz} \\ \tan^{-1}\left(\frac{|D_{821} - D_{822}|}{L_{g2}}\right) < \varepsilon_{Txyz} \\ \tan^{-1}\left(\frac{|D_{831} - D_{832}|}{L_c}\right) < \varepsilon_{Txyz} \end{array} \right. \quad (11)$$

10

20

30

40

【0079】

各計測値Dの下付き数字は、各センサ811～814、821～824、831、832の内、どのセンサで取得したセンサデータに関する距離の計測値であるかを示している。D₈₁₁はセンサ811の計測値、D₈₁₂はセンサ812の計測値、D₈₁₃はセンサ813の計測値、D₈₁₄はセンサ814の計測値である。D₈₂₁はセンサ821の計測値、D₈₂₂はセンサ822の計測値、D₈₂₃はセンサ823の計測値、D₈₂₄はセンサ824の計測値である。D₈₃₁はセンサ831の計測値、D₈₃₂はセンサ832の計測値である。

【0080】

L_{a1}はセンサ811とセンサ813のそれぞれの計測点間の長さ、L_{a2}はセンサ82

50

1とセンサ823のそれぞれの計測点間の長さである。 L_c はセンサ831とセンサ832のそれぞれの計測点間の長さである。 L_{g1} はセンサ811とセンサ812のそれぞれの計測点間の長さ、 L_{g2} はセンサ821とセンサ822のそれぞれの計測点間の長さである。把持直前の幅 D_{ref} 、載置台S1とのクリアランス h_{ref} 、位置決め許容値 ε_{xyz} 、姿勢決め許容値 ε_{Txyz} は、第1の実施形態と同様に設定されているものとする。

【0081】

図6より、ステップS71にて、X、Y軸姿勢の完了条件と比較する。本実施形態におけるステップS71の完了条件は、次式をすべて満たすことである(図11(a)~(d))。

【0082】

【数12】

$$\begin{cases} \tan^{-1}\left(\frac{|D_{811}-D_{813}|}{L_{a1}}\right) < \varepsilon_{Txyz} \\ \tan^{-1}\left(\frac{|D_{821}-D_{823}|}{L_{a2}}\right) < \varepsilon_{Txyz} \\ \tan^{-1}\left(\frac{|D_{831}-D_{832}|}{L_c}\right) < \varepsilon_{Txyz} \end{cases} \quad (12)$$

10

20

【0083】

図11(a)より、センサ811、センサ813、センサ821、センサ823からの検出値が、式(12)を満たすか判定し、満たされなければステップS75に進み、Y軸周りの姿勢を補正する指令値を出力する。そしてステップS71の直前まで戻りロボットハンド本体300'の姿勢を変更する。センサ811、センサ813、センサ821、センサ823からの検出値が式(12)を満たせば、Y軸周りの姿勢が図12(b)の状態となり、ロボットハンド本体300'のY軸周りの姿勢の調整が完了する。

【0084】

同様に図11(c)より、センサ831、センサ832からの検出値が、式(12)を満たすか判定し、満たされなければステップS75に進み、X軸周りの姿勢を補正する指令値を出力する。そして、ステップS71の直前まで戻りロボットハンド本体300'の姿勢を変更する。センサ831、センサ832からの検出値が式(12)を満たせば、X軸周りの姿勢が図11(d)の状態となり、ロボットハンド本体300'のX周り軸の姿勢の調整が完了する。

30

【0085】

ここで、ステップS75において、X、Y軸周りの姿勢補正の指令値は、次式にて算出する。

【0086】

【数13】

$$\begin{cases} x_{ref}=x \\ y_{ref}=y \\ z_{ref}=z \\ T_{xref}=T_x - \tan^{-1}\left(\frac{D_{831}-D_{832}}{L_c}\right) \\ T_{yref}=T_y + \tan^{-1}\left(\frac{D_{811}-D_{813}}{L_{a1}}\right) \\ T_{zref}=T_z \end{cases} \quad (13)$$

40

50

【0087】

ステップS71にて、X軸周りの姿勢、Y軸周りの姿勢の調整が完了すれば、ステップS72に進む。本実施形態のステップS72では、次式のZ軸位置の完了条件と比較する(図11(e)(f))。

【0088】**【数14】**

$$\begin{cases} |h_{ref} - D_{814}| < \varepsilon_{xyz} \\ |h_{ref} - D_{824}| < \varepsilon_{xyz} \end{cases} \quad (14)$$

10

【0089】

図11(e)より、センサ814、センサ824からの検出値が、式(14)を満たすか判定し、満たされなければステップS76に進み、Z軸の位置を補正する指令値を出力し、ステップS72の直前まで戻りロボットハンド本体300'の姿勢を変更する。センサ814、センサ824からの検出値が式(14)を満たせば、図11(f)の状態となり、ロボットハンド本体300のZ軸の位置の調整が完了する。

【0090】

ここで、本実施形態のステップS76において、Z軸位置補正の指令値は、次式にて算出する。

20

【0091】**【数15】**

$$\begin{cases} x_{ref} = x \\ y_{ref} = y \\ z_{ref} = z + h_{ref} - D_{814} \\ T_{xref} = T_x \\ T_{yref} = T_y \\ T_{zref} = T_z \end{cases} \quad (15)$$

30

【0092】

ステップS72にて、Z軸の位置の調整が完了すれば、ステップS73に進む。本実施形態のステップS73では、次式のZ軸周りの姿勢の完了条件と比較する(図11(g)(h))。

【0093】**【数16】**

$$\begin{cases} \tan^{-1} \left(\frac{|D_{811} - D_{812}|}{L_{g1}} \right) < \varepsilon_{xyz} \\ \tan^{-1} \left(\frac{|D_{821} - D_{822}|}{L_{g2}} \right) < \varepsilon_{xyz} \end{cases} \quad (16)$$

40

【0094】

図11(g)より、センサ811、センサ812、センサ821、センサ822からの検出値が、式(16)を満たすか判定し、満たされなければステップS77に進み、Z軸周りの姿勢を補正する指令値を出力する。そしてステップS73の直前まで戻りロボット

50

ハンド本体 300' の姿勢を変更する。センサ 811、センサ 812、センサ 821、センサ 822 からの検出値が式(16)を満たせば、図 11(h)の状態となり、ロボットハンド本体 300' の Z 軸周りの姿勢の調整が完了する。

【0095】

ここで、本実施形態のステップ S77において、Z 軸周りの姿勢補正の指令値は、次式にて算出する。

【0096】

【数 17】

$$\begin{cases} x_{ref} = x \\ y_{ref} = y \\ z_{ref} = z \\ T_{xref} = T_x \\ T_{yref} = T_y \\ T_{zref} = T_z + \tan^{-1} \left(\frac{D_{811} - D_{812}}{L_{g1}} \right) \end{cases} \quad (17)$$

10

【0097】

ステップ S73にて、Z 軸周りの姿勢の調整が完了すれば、ステップ S74に進む。本実施形態のステップ S74では、X 軸位置、Y 軸位置の完了条件と比較する(図 7(i) (j))。

【0098】

【数 18】

$$\begin{cases} |D_{ref} - D_{811}| < \varepsilon_{xyz} \\ |D_{ref} - D_{812}| < \varepsilon_{xyz} \\ |D_{ref} - D_{813}| < \varepsilon_{xyz} \\ |D_{ref} - D_{821}| < \varepsilon_{xyz} \\ |D_{ref} - D_{822}| < \varepsilon_{xyz} \\ |D_{ref} - D_{823}| < \varepsilon_{xyz} \\ |D_{ref} - D_{831}| < \varepsilon_{xyz} \\ |D_{ref} - D_{832}| < \varepsilon_{xyz} \end{cases} \quad (18)$$

20

30

【0099】

図 11(i)より、センサ 811～813、センサ 821～823、センサ 831、832 からの検出値が、式(18)を満たすか判定し、満たされなければステップ S78に進み、X 軸位置、Y 軸位置を補正する指令値を出力する。そしてステップ S74の直前まで戻りロボットハンド本体 300' の姿勢を変更する。センサ 811～813、センサ 821～823、センサ 831、832 からの検出値が式(18)を満たせば、図 11(j)の状態となり、ロボットハンド本体 300' の X 軸位置、Y 軸位置の調整が完了する。この際、指部 305、306 の駆動量により調整を行い、さらに調整を行う。

【0100】

ここで、ステップ S78において、X 軸位置、Y 軸位置補正の指令値は、次式にて算出

40

50

する。

【0101】

【数19】

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{ref} = x + D_{ref} - D_{g11} \\ y_{ref} = y - D_{ref} + D_{g31} \\ z_{ref} = z \\ T_{xref} = T_x \\ T_{yref} = T_y \\ T_{zref} = T_z \end{array} \right. \quad (19)$$

10

【0102】

以上のフローにより、ロボットハンド本体300'の姿勢において、対称性の低い凸型ワークが傾斜していても、ワークに沿った把持姿勢に調整を行うことができる。よって、例えばカメラを用いざとも、ロボットハンド本体300'の把持姿勢の調整を行うことができる。ゆえにカメラの画像処理に伴う調整などを削減することができ、ワークに沿った把持姿勢の設定を容易に行うことができる。

【0103】

20

(その他の実施形態)

以上述べた第1～第3の実施形態の処理手順は具体的には各制御装置により実行されるものである。従って上述した機能を実行可能なソフトウェアのプログラムを記録した記録媒体を、各制御装置を統合する制御装置に供給し、統合的に処理を行うCPUが記録媒体に格納されたプログラムを読み出し実行することによって達成されるよう構成することができる。この場合、記録媒体から読み出されたプログラム自体が上述した各実施形態の機能を実現することになり、プログラム自体およびそのプログラムを記録した記録媒体は本発明を構成することになる。

【0104】

また、各実施形態では、コンピュータで読み取り可能な記録媒体が各ROM或いは各RAM或いは各フラッシュROMであり、ROM或いはRAM或いはフラッシュROMに制御プログラムが格納される場合について説明した。しかしながら本発明はこのような形態に限定されるものではない。本発明を実施するための制御プログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体であれば、いかなる記録媒体に記録されていてもよい。例えば、制御プログラムを供給するための記録媒体としては、HDD、外部記憶装置、記録ディスク等を用いてもよい。

30

【0105】

また上述した種々の実施形態では、ロボットアーム本体200が複数の関節を有する多関節ロボットアームを用いた場合を説明したが、関節の数はこれに限定されるものではない。ロボットアームの形式として、垂直多軸構成を示したが、パラレルリンク型など異なる形式の関節においても上記と同等の構成を実施することができる。

40

【0106】

また、指部が平行リンク機構であり、把持動作をさせる際に、指部が把持方向に直交する方向(Z軸方向)に移動する際にも、大きく効果を発揮する。把持の前だけでなく、把持動作中にも上述した把持姿勢調整の制御フローを実行させることで、Z軸方向に移動する指部にあわせて、ロボットハンド本体のZ軸方向における位置が調整されるので、指部が載置台やトレーと接触することを低減することができる。

【0107】

また上述した種々の実施形態は、制御装置に設けられる記憶装置の情報に基づき、伸縮、屈伸、上下移動、左右移動もしくは旋回の動作またはこれらの複合動作を自動的に行う

50

ことができる機械に適用可能である。

【0108】

なお本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想内で多くの変形が可能である。また、本発明の実施形態に記載された効果は、本発明から生じる最も好適な効果を列挙したに過ぎず、本発明による効果は、本発明の実施形態に記載されたものに限定されない。

【符号の説明】

【0109】

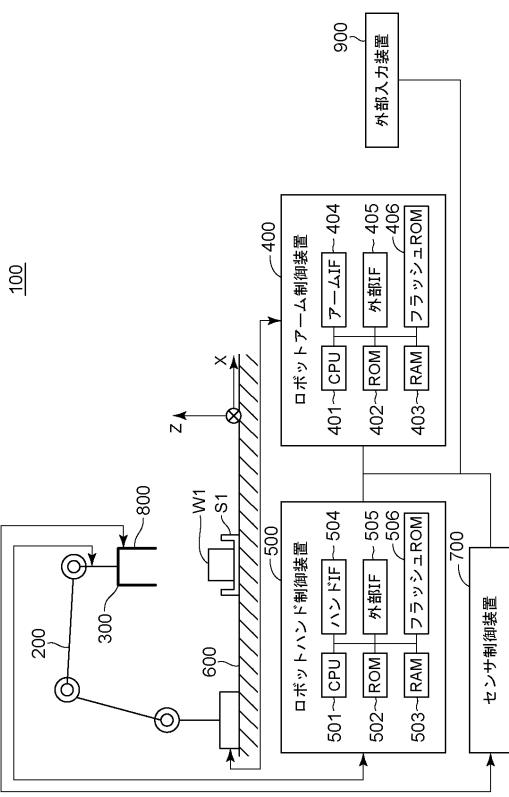
100	ロボットシステム	10
200	ロボットアーム本体	
300、300'	ロボットハンド本体	
301	ハンド用モータドライバ	
302	エンコーダ	
303	モータ	
304	ギヤ	
305、305'	指部	
307、308	スライドガイド	
400	ロボットアーム制御装置	
500	ロボットハンド制御装置	
600	基台	20
700	センサ制御装置	
800	センサノード	
801	電源コントローラ	
802	センサデータ取得部	
811～816、821～824、831、832	センサ	
811'	TOFセンサ	
S1	載置台	
W1、W2	ワーク	

30

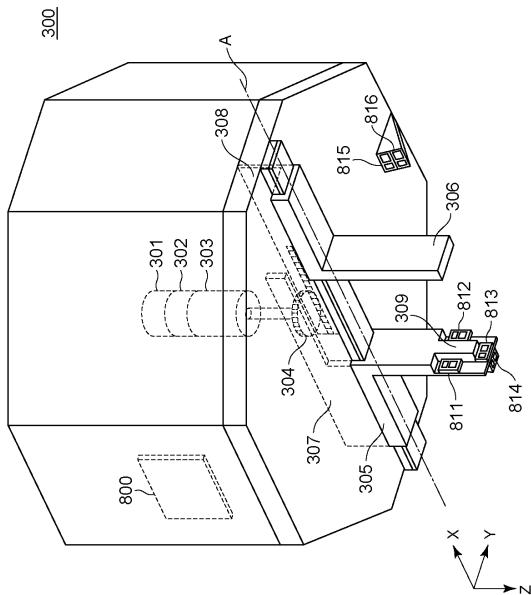
40

50

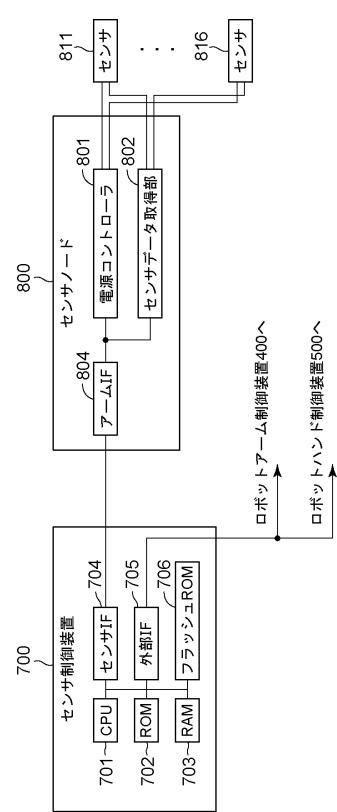
【図面】
【図 1】



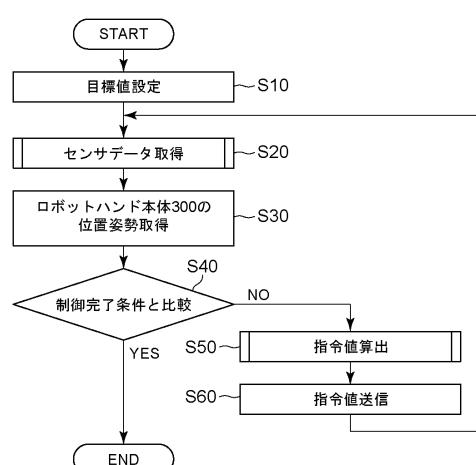
【図 3】



【図 2】



【図 4】



10

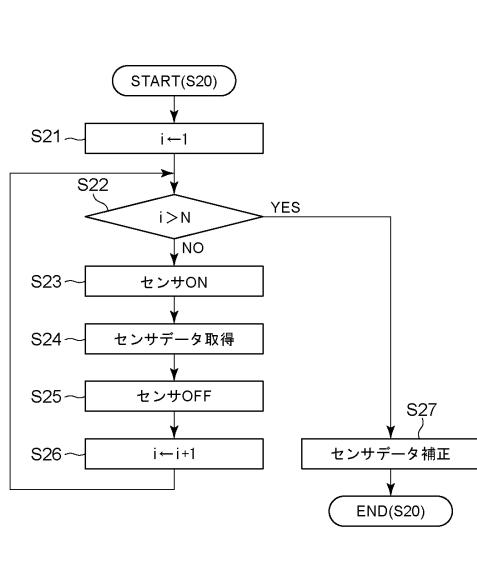
20

30

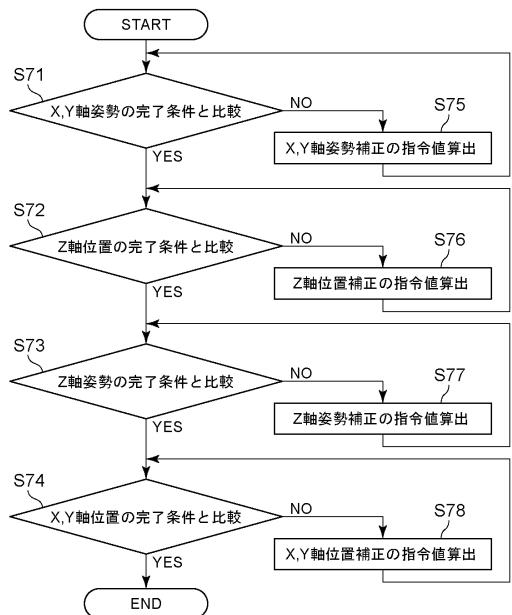
40

50

【図 5】



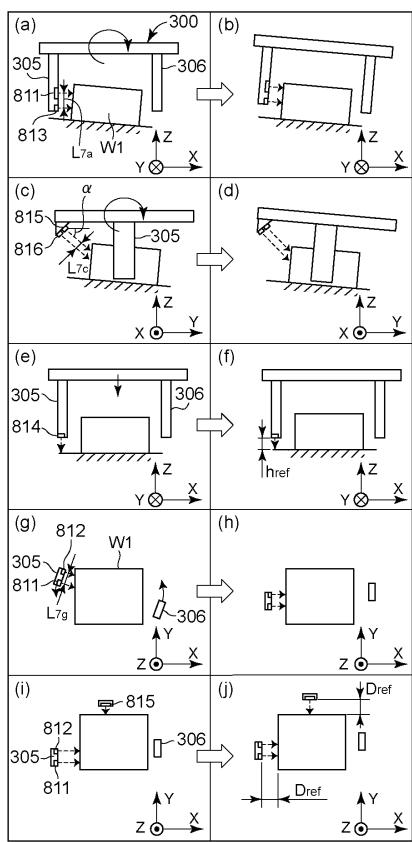
【図 6】



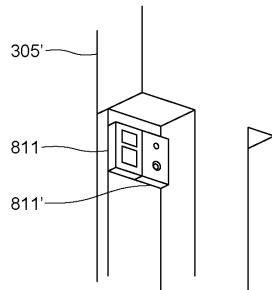
10

20

【図 7】



【図 8】

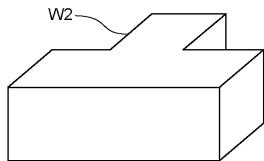


30

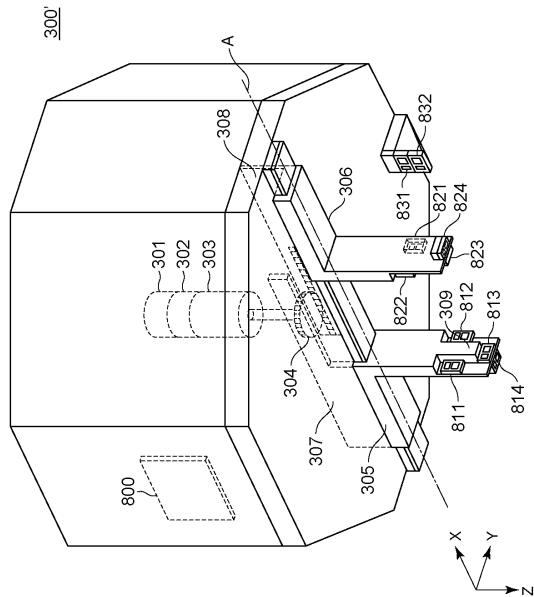
40

50

【図9】



【図10】



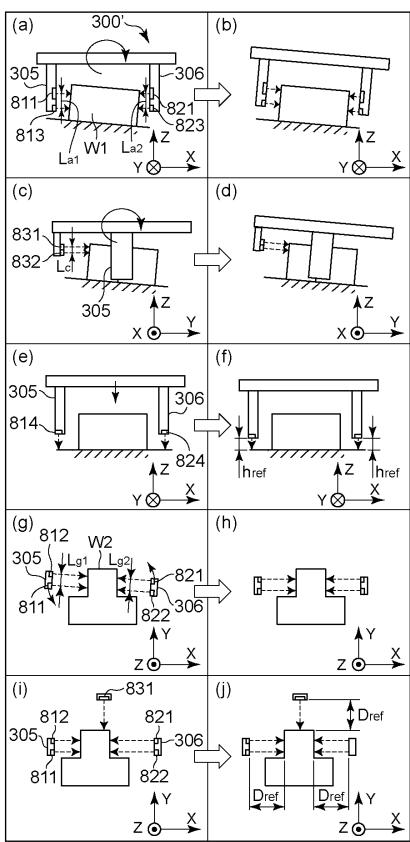
10

20

30

40

【図11】



50

フロントページの続き

ヤノン株式会社内

(72)発明者 大熊 勇

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

審査官 白井 卓巳

(56)参考文献 特開平09-047986(JP,A)

特開平04-159094(JP,A)

特開2004-276215(JP,A)

特開平01-146679(JP,A)

特許第6656549(JP,B1)

特開2010-017768(JP,A)

特開2001-252886(JP,A)

特開2020-183021(JP,A)

特開平04-240087(JP,A)

特開2009-274204(JP,A)

特開2013-091114(JP,A)

特開昭63-120092(JP,A)

特開平04-343691(JP,A)

特開2009-066716(JP,A)

特開2019-072822(JP,A)

米国特許出願公開第2017/0217023(US,A1)

韓国公開特許第10-2010-0077232(KR,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B25J 3/00 - 19/00

G02B 7/02