

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5810582号
(P5810582)

(45) 発行日 平成27年11月11日(2015.11.11)

(24) 登録日 平成27年10月2日(2015.10.2)

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

請求項の数 14 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2011-73562 (P2011-73562)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成23年3月29日 (2011. 3. 29)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2012-206206 (P2012-206206A)		東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
(43) 公開日	平成24年10月25日 (2012. 10. 25)	(74) 代理人	100095728
審査請求日	平成26年3月11日 (2014. 3. 11)		弁理士 上柳 雅誉
		(74) 代理人	100107261
			弁理士 須澤 修
		(72) 発明者	飯田 泉
			長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内
		審査官	佐藤 彰洋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボットの制御方法、及びロボット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロボットの制御方法であって、前記ロボットは、対象物を把持可能なハンド部を有し、前記ハンド部の前記対象物と接触する部分に、前記ハンド部に対する前記対象物の滑り量を検出する第 1 センサーを備え、前記ハンド部により前記対象物を第 1 姿勢で把持する把持工程と、前記ハンド部の把持力を前記第 1 センサーの検出値に基づいて低減することにより、前記第 1 姿勢とは異なる第 2 姿勢に前記対象物の姿勢を変更する開放工程と、
を含むことを特徴とするロボットの制御方法。

【請求項 2】

請求項 1 において、前記第 2 姿勢である前記対象物を、前記把持力を増加することにより再把持する再把持工程を含むことを特徴とするロボットの制御方法。

【請求項 3】

請求項 1 において、前記第 2 姿勢である前記対象物を再把持する再把持工程を含むことを特徴とするロボットの制御方法。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載のロボットの制御方法であって、

10

20

前記開放工程は、単位時間当たりの前記滑り量がしきい値以下となるように、前記ハンド部の把持力を調整しつつ実施する工程であることを特徴とするロボットの制御方法。

【請求項 5】

請求項 2 ～ 4 のいずれかに 1 項に記載のロボットの制御方法であって、

前記再把持工程は、前記開放工程を開始してから所定の時間が経過した後に実施される工程であることを特徴とするロボットの制御方法。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載のロボットの制御方法であって、

前記開放工程は、作業台の載置面に前記対象物の一部を接触させる作業と、前記第 2 姿勢に前記対象物の姿勢を変更する作業と、を含む工程であることを特徴とするロボットの制御方法。

10

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 のいずれかに 1 項に記載のロボットの制御方法において、

前記第 1 センサーは、感圧導電性ゴムから得られる出力電圧を検出する滑りセンサーであることを特徴とするロボットの制御方法。

【請求項 8】

ロボットであって、

前記ロボットは、対象物を把持可能なハンド部を有し、

前記ハンド部の前記対象物と接触する部分に、前記ハンド部に対する前記対象物の滑り量を検出する第 1 センサーを備え、

20

前記ハンド部により前記対象物を第 1 姿勢で把持する把持動作と、

前記ハンド部の把持力を前記第 1 センサーの検出値に基づいて低減することにより、前記第 1 姿勢とは異なる第 2 姿勢に前記対象物の姿勢を変更する開放動作と、を行うことを特徴とするロボット。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のロボットであって、

前記第 2 姿勢である前記対象物を、前記把持力を増加することにより再把持する再把持動作を行うことを特徴とするロボット。

【請求項 10】

請求項 8 に記載のロボットであって、

前記第 2 姿勢である前記対象物を、再度把持する再把持動作を行うことを特徴とするロボット。

30

【請求項 11】

請求項 8 ～ 10 のいずれか 1 項に記載のロボットであって、

前記開放動作は、単位時間当たりの前記滑り量がしきい値以下となるように、前記ハンド部の把持力を調整しつつ実施する動作であることを特徴とするロボット。

【請求項 12】

請求項 9 ～ 11 のいずれか 1 項に記載のロボットであって、

前記再把持動作は、前記開放動作を開始してから所定の時間が経過した後に実施される動作であることを特徴とするロボット。

40

【請求項 13】

請求項 8 ～ 12 のいずれか 1 項に記載のロボットであって、

前記開放動作は、作業台の載置面に前記対象物の一部を接触させ、前記第 2 姿勢に前記対象物の姿勢を変更する動作であることを特徴とするロボット。

【請求項 14】

請求項 8 ～ 13 のいずれか 1 項に記載のロボットにおいて、

前記第 1 センサーは、感圧導電性ゴムから得られる出力電圧を検出する滑りセンサーであることを特徴とするロボット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、ロボットの制御方法、およびロボットに関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

ロボット（ロボット装置）を用いて、作業対象物であるワークを把持しつつ該ワークに別の部品等を組み付ける作業を行う場合、ワークの座標系、すなわち位置とその姿勢等を把握することが必要となる。そのため、例えば特許文献 1 に示すように、ワークと該ワークに組み付ける部品の双方を、位置検出手段等を備えたロボットで把持しつつ、組み付け作業を行うロボットの制御方法が提示されている。しかし、ワークをロボット（より具体的には該ロボットが備えるハンド部）だけで固定して該ワークに対する組み付け作業を行う場合、該ロボットに必要とされる把持力が増大する。すなわち、ハンド部に駆動力の大きなアクチュエーターが必要となり、結果として、ロボットの重量、サイズ、及びコストが増加してしまう。

10

【 0 0 0 3 】

かかる状況に対応する方法、すなわちロボットのハンド部に過大な負荷をかけることなくワークを固定する方法として、例えば特許文献 2 に示すように、ワークを平面上に載置し、該ワークの重量を平面に負担させつつハンド部で該ワークを把持するロボットの方法及び装置が提示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

20

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開平 6 - 2 9 7 3 6 4 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 5 - 8 1 4 4 2 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

しかし、上述のロボットの制御方法は、ワークと平面との座標系を合せる調整作業に時間を要するという課題がある。上述の座標系が合っていない状態でワークを把持した場合、組み付け作業の精度が合わなくなってしまう。そのため、組み付け精度の向上と作業効率との両立が困難であるという課題がある。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

【 0 0 0 7 】

[適用例 1] 本適用例にかかるロボットの制御方法は、ハンド部でワークを把持する把持工程と、上記ワークを平面の近傍まで移送する移送工程と、上記ハンド部の把持力を低減することにより上記ワークを上記平面に落下させて、上記ワークを上記平面に倣わせる開放工程と、上記平面に倣った上記ワークを上記ハンド部で再度把持する再把持工程と、を含むことを特徴とする。

40

【 0 0 0 8 】

このようなロボットの制御方法であれば、平面上に位置するワークを再度把持するため、最初に把持したときの座標とは関係なく平面に対して座標が合わされた状態のワークを把持できる。すなわち平面を利用して自動的に座標合わせができる。したがって、ワークの座標系と平面の座標系とを容易に合せることができる。そして、座標系が合された状態のワークを、重量を平面に負担させつつハンド部で把持できる。したがって、ワークに別の部品等を組み付ける作業を実施する場合において、組み付け精度の向上と作業効率の向上とを両立できる。また、平面が作業台である場合、また、別の作業台への移送も容易となる。

なお、上述の「平面の近傍まで移送」とは、平面視で上記平面内に収まる位置までワー

50

クを移送することとワークを垂直方向（重力方向）において平面に近づけることの双方を含んでいる。すなわち、水平方向の移動と垂直方向の移動との双方を含んでいる。また、「近傍」とは、ワークの一部が接触することも含んでいる。

【 0 0 0 9 】

〔適用例 2〕上述のロボットの制御方法であって、上記ハンド部は上記ワークと上記平面との接触を検出可能なセンサーを備え、上記移送工程は、上記センサーが上記ワークの一部と上記平面との接触を検出するまで、上記ハンド部を上記平面に接近させることを特徴とするロボットの制御方法。

【 0 0 1 0 】

このようなロボットの制御方法であれば、開放工程においてワークが落下する距離を低減できる。したがって、開放工程を実施する際のワークへの衝撃等を低減できる。

10

【 0 0 1 1 】

〔適用例 3〕上述のロボットの制御方法であって、上記センサーは、上記ワークに加わる圧力を測定する圧力センサーと、上記ハンド部に加わる力を測定する力覚センサーと、上記ワークと上記平面との間隔を撮像する画像センサーと、の 3 種類のセンサーのうちのいずれかであることを特徴とするロボットの制御方法。

【 0 0 1 2 】

このようなロボットの制御方法であれば、ワークの一部と平面との接触を確実に検出できる。したがって、移送工程及び開放工程を実施する際のワークへの影響を低減できる。

【 0 0 1 3 】

20

〔適用例 4〕上述のロボットの制御方法であって、上記平面は略水平面であり、上記再把持工程は、上記開放工程を開始してから所定の時間が経過した後に実施される工程であることを特徴とするロボットの制御方法。

【 0 0 1 4 】

このようなロボットの制御方法であれば、開放工程の実施直後に、平面上でワークが振動した場合でも、該振動が収まった後に際把持できる。また、上述の振動等を検出するセンサー等を用いることなく、平面に倣った状態で停止したワークを再度把持することができる。したがって、コストを増加させることなく、かつ効率的に上述の組み付け作業を実施できる。

【 0 0 1 5 】

30

〔適用例 5〕上述のロボットの制御方法であって、上記ロボットは、上記ハンド部の上記ワークと接触する部分に、上記ハンド部に対する上記ワークの滑り量を測定する滑りセンサーを備え、上記開放工程は、単位時間当たりの上記滑り量がしきい値以下となるように、上記ハンド部の把持力を調整しつつ実施する工程であることを特徴とするロボットの制御方法。

【 0 0 1 6 】

このようなロボットの制御方法であれば、開放工程において、平面に対してワークを徐々に接近させることができる。したがって、ワークを自由落下させる場合に比べて、ワークに加わる衝撃を低減できる。なお、上記のしきい値とは、開放工程においてワークの損傷等を十分に回避できる程度の値であり、ワークによって異なる値である。

40

【 0 0 1 7 】

〔適用例 6〕上述の制御方法であって、上記再把持工程は、上記開放工程を開始してから所定の時間が経過した後に実施されることを特徴とするロボットの制御方法。

【 0 0 1 8 】

このようなロボットの制御方法であれば、ワークが平面上に落下したこと検出するセンサー等を用いることなく、平面に倣った状態で停止したワークを再度把持することができる。したがって、コストを増加させることなく、かつ効率的に上述の組み付け作業を実施できる。

【 0 0 1 9 】

〔適用例 7〕また、本適用例のロボットの制御方法は、平面部を有し上記平面部に対し

50

て間隔を有する位置でワークを把持できるハンド部を備えるロボットの制御方法であって、ハンド部でワークを把持するワーク把持工程と、上記ワークと上記平面部とを押し合わせる座標合せ工程と、を含むことを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

このようなロボットの制御方法であれば、ハンド部の座標系とワークの座標系を容易に合せることができる。したがって、ハンド部の座標系との相対関係が既知の座標系を有する作業台に上記のワークを載置して該ワークに別の部品等を組み付ける作業を、ワークの座標系と作業台の座標系とを合せることなく実施できる。そのため、組み付け精度を落とすことなく、作業効率を向上できる。

【 0 0 2 1 】

10

〔適用例 8〕上述のロボットの制御方法であって、上記座標合せ工程は、上記平面部が上記ハンド部の重力方向に位置するように上記ロボットを駆動する反転工程と、上記ハンド部の把持力を低減することにより上記ワークを上記平面部に落下させて、上記ワークを上記平面部に倣わせる開放工程と、を含むことを特徴とするロボットの制御方法。

【 0 0 2 2 】

このようなロボットの制御方法であれば、ハンド部の把持力の加減のみで、ワークと平面部とを押し合わせるができる。したがって、アームの構造を複雑化させずに、ハンド部の座標系とワークの座標系を容易に合せることができる。

【 0 0 2 3 】

〔適用例 9〕上述の制御方法であって、上記ロボットは、上記ハンド部の上記ワークと接触する部分に、上記ハンド部に対する上記ワークの滑り量を測定する滑りセンサーを備えるロボットであり、上記開放工程は、単位時間当たりの上記滑り量がしきい値以下となるように、上記ハンド部の把持力を調整し上記ワークを落下させることを特徴とするロボットの制御方法。

20

【 0 0 2 4 】

このようなロボットの制御方法であれば、上記ワークが上記平面部に当たる際の衝撃を緩和できる。したがって、ワークに損傷等が生じる可能性を低減しつつ、上記ワークを上記平面部に倣わせることができる。なお、上記のしきい値とは、開放工程においてワークの損傷等を十分に回避できる程度の値であり、ワークによって異なる値である。

【 0 0 2 5 】

30

〔適用例 10〕上述のロボットの制御方法であって、上記平面部は、把持されたワークの方向に動作可能な可動部材であり、上記座標合せ工程は、上記ハンド部に把持された上記ワークに上記平面部を押し当てることを特徴とするロボットの制御方法。

【 0 0 2 6 】

このようなロボットの制御方法であれば、ワークを落下等させることなく、該ワークと平面部とを押し合わせるができる。

【 0 0 2 7 】

〔適用例 11〕上述のロボットの制御方法であって、上記平面部は、動作時に該平面部に加わる力を測定する力センサーを備える可動部材であり、上記座標合せ工程は、上記力がしきい値以下となるように、上記ハンド部の把持力と上記平面部の動作速度との少なくともいづれかを調整し、上記平面部を動作させることを特徴とするロボットの制御方法。

40

【 0 0 2 8 】

このようなロボットの制御方法であれば、座標合せ工程を実施する際の、上記ワークと上記ハンド部との間に生じる摩擦力を、一定値以下に制限できる。したがって、ワークに損傷等が生じる可能性を低減しつつ、上記ワークを上記平面部に倣わせることができる。なお、上記のしきい値とは、座標合せ工程においてワークの損傷等を十分に回避できる程度の値であり、ワークによって異なる値である。

【 0 0 2 9 】

〔適用例 12〕上述のロボットの制御方法であって、上記ハンド部は軸受け部と該軸受け部の回転数を測定する回転センサーとを備える平面部であり、上記座標合せ工程は、上

50

記ワークを上記軸受け部で把持し、上記回転数がしきい値以下となるように、上記ハンド部の把持力と上記平面部の動作速度との少なくともいずれかを調整し、上記平面部を動作させることを特徴とするロボットの制御方法。

【 0 0 3 0 】

このようなロボットの制御方法であれば、ワークを、落下、あるいは他の部材との間に対する摺動を生じさせずに上記平面部に押し合せることができる。したがって、ワークに損傷等が生じる可能性をより一層低減しつつ、上記ワークを上記平面部に倣わせることができる。なお、上記のしきい値とは、座標合せ工程においてワークの損傷等を十分に回避できる程度の値であり、ワークによって異なる値である。

【 0 0 3 1 】

〔適用例 1 3〕また、本適用例のロボットは、基部と、上記基部に配置された平面部と、上記基部から離れた位置でワークを把持可能な指部と、を有するハンド部を備え、重力方向に置かれた上記ワークを上記指部に把持させる動作と、上記平面部が把持された上記ワークの重力方向に位置するように上記ハンド部を反転させる動作と、上記指部の把持力を低減することにより上記ワークを上記平面部に落下させる動作と、を行うことが可能であることを特徴とする。

【 0 0 3 2 】

このようなロボットであれば、ハンド部の把持力の加減のみで、ハンド部の座標系とワークの座標系を合せることができる。したがってこのようなロボットであれば、ハンド部の座標系との相対関係が既知の座標系を有する作業台に上記のワークを載置して該ワークに別の部品等を組み付ける作業を容易に実施できる。

【 0 0 3 3 】

〔適用例 1 4〕また、本適用例のロボットは、基部と、上記基部から離れた位置でワークを把持可能な指部と、上記基部から上記指部の方向へ移動可能な平面部と、を有するハンド部を備え、上記指部に上記ワークを把持させる動作と、上記平面部を把持された上記ワークの方向に移動させて上記ワークに押し当てる動作と、を行うことが可能であることを特徴とする。

【 0 0 3 4 】

このようなロボットであれば、ワークを落下等させることなく、またハンド部を反転等させることなく、ハンド部の座標系とワークの座標系を合せることができる。したがってこのようなロボットであれば、ハンド部の座標系との相対関係が既知の座標系を有する作業台に上記のワークを載置して該ワークに別の部品等を組み付ける作業を容易に実施できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 5 】

【図 1】ロボットの概略を示す斜視図。

【図 2】第 1 のハンド部の概略を示す斜視図。

【図 3】ワークに対して行う作業の態様を第 1 のハンド部と共に示す図。

【図 4】第 1 の実施形態等で用いることができるワークの形状の例を示す図。

【図 5】第 1 の実施形態にかかるロボットの制御方法を示すフローチャート。

【図 6】第 1 の実施形態にかかるロボットの制御方法を示す工程図。

【図 7】作業台上に載置されたワークを示す斜視図。

【図 8】移送工程が実施される際の第 1 のハンド部とワークを示す図。

【図 9】第 2 の実施形態にかかるロボットの制御方法を示すフローチャート。

【図 1 0】第 2 の実施形態にかかるロボットの制御方法を示す工程図。

【図 1 1】第 3 の実施形態にかかるロボットの制御方法を示すフローチャート。

【図 1 2】第 3 の実施形態にかかるロボットの制御方法を示す工程図。

【図 1 3】第 4 の実施形態で用いられる第 2 のハンド部の概略を示す斜視図。

【図 1 4】第 4 の実施形態のロボットの制御方法を示す工程図。

【図 1 5】第 5 の実施形態のロボットの制御方法を示す工程図。

10

20

30

40

50

【図 1 6】第 6 の実施形態で用いられる第 3 のハンド部の概略を示す斜視図。

【図 1 7】第 6 の実施形態のロボット制御方法を示す工程図。

【発明を実施するための形態】

【0036】

以下、本発明の実施形態にかかるロボットの制御方法について、図面を参照しつつ述べる。なお本発明の実施の形態は、以下の図に示す構造、形状に限定されるものではない。また、以下の各図においては、各構成要素を図面で認識可能な程度の寸法とするため、該構成要素の縮尺を実際とは異ならせてある。

【0037】

(第 1 の実施形態)

<ロボット>

図 1 は、本実施形態、及び後述する各実施形態で用いられるロボット 1、及びロボット 1 が行う作業の概略を示す斜視図である。なお、本図では、ロボット 1 を制御する制御装置については、図示を省略している。

【0038】

図示するように、ロボット 1 は、上側台座 4 と下側台座 3、及び複数のアームと該アーム等を駆動するモーター等を備えている。上側台座 4 は、下側台座 3 に備えられ、回転位置 5 でモーター（不図示）の駆動によって回転される。第 1 アーム 1 1 は、上側台座 4 に備えられ、回転位置 6 でモーター 1 6 の駆動によって回転される。第 2 アーム 1 2 は、第 1 アーム 1 1 に接続され、回転位置 7 でモーター 1 7 の駆動によって回転される。第 3 アーム 1 3 は、第 2 アーム 1 2 に接続され、回転位置 8 でモーター（不図示）の駆動によって回転される。第 4 アーム 1 4 は、第 3 アーム 1 3 に備えられ、回転位置 9 を中心としてモーター（不図示）により回転される。手首部 1 8 は、第 4 アーム 1 4 に接続され、回転位置 1 0 でモーター（不図示）の駆動によって回転される。

【0039】

そしてロボット 1 の手首部 1 8 の先端には、ワーク 3 0 を把持可能な第 1 のハンド部 2 1 が装着されている。ロボット 1 は、部品箱（符号無し）等に収められたワーク 3 0 を第 1 のハンド部 2 1 で把持して搬送して、平面としての作業台 3 2 上に載置し、そのまま作業台 3 2 上に固定することができる。

なお、本図においてロボット 1 は作業台 3 2 上に設置されているが、この態様に限定されるものではない。上述の第 1 のハンド部 2 1 が、部品箱（符号無し）等に収められたワーク 3 0 を作業台 3 2 上に載置可能であれば、ロボット 1 は作業台の近傍に設置されていても良い。

【0040】

図 2 は、第 1 のハンド部 2 1 の概略を示す斜視図である。図示するように、第 1 のハンド部 2 1 は、手首部 1 8 の端部に配置された基部 2 6 と指部 2 7 とを主な要素として構成されている。指部 2 7 は、基部 2 6 に形成された溝部（符号無し）に沿って X 方向に移動可能である。第 1 のハンド部 2 1 は、指部 2 7 を閉じることでワーク 3 0 を把持でき、また、指部 2 7 を開くことで、把持していたワーク 3 0 を落下させることができる。

【0041】

第 1 のハンド部 2 1 は、基部 2 6 に該第 1 のハンド部に把持されたワーク 3 0 が作業台 3 2 等の他の物体と接触したことを検出可能な接触センサー 3 1 を備えている。また、指部 2 7 の内側の面に、該指部で把持されたワーク 3 0 が該指部に対して相対的に移動したことを検出可能な滑りセンサー 3 3 を備えている。ただし、本実施形態で用いられる第 1 のハンド部 2 1 は、上述の接触センサー 3 1 と滑りセンサー 3 3 のいずれも備えていない。また、第 2 の実施形態で用いられる第 1 のハンド部 2 1 は、接触センサー 3 1 は備えているが、滑りセンサー 3 3 は備えていない。

【0042】

滑りセンサー 3 3 は、感圧素子すなわち圧力に対応した信号を出力する素子の一種である感圧導電性ゴムを用いて形成されている。滑りセンサー 3 3 と接する物体（すなわちワ

10

20

30

40

50

ーク３０）が滑ると、感圧素子としての感圧導電性ゴムから得られる出力電圧に電圧変化が発生する。ロボット１は、かかる電圧変化を制御装置（不図示）で分析して、滑り量の算出ができる。

また、接触センサー３１は、手首部１８と基部２６との間に働く力の変化を検出する力覚センサーである。第１のハンド部２１に把持されたワーク３０が他の物体（本実施形態では作業台３２）に触れると、上述の力が変化する。接触センサー３１は、かかる力の変化を出力電圧の変化に変えて、上述の制御装置に伝達できる。したがってロボット１は、ワーク３０が他の部たちに触れたときに、直ちに第１のハンド部２１あるいは該ハンド部に連なる上述の６軸の駆動を停止させることができる。

なお、接触センサー３１としては、上述の力覚センサーの他に、圧力センサーあるいは画像センサーを用いることができる。

【００４３】

図３は、ワーク３０に対して行う作業の態様を、第１のハンド部２１と共に示す図である。本実施形態においてワーク３０に対して行われる作業は、ワーク３０に別の部品を組み込む作業である。具体的には、別のロボットの第５のハンド部２５等を用いて、ねじ等の棒状部品である第２のワーク３６をワーク３０の略上方から組み込む作業である。かかる作業が行われる間、ワーク３０は作業台３２上に載置されている。第２のワーク３６をワーク３０に組み込む際に該ワークにかかる力、すなわち略重力方向の力は、作業台３２で受けられている。したがって、ワーク３０に略重力方向に強い力が加わるような組み込み作業を実施する場合でも、第１のハンド部２１はワーク３０を水平方向で固定するのみで足りている。ここで、上述のように重力方向の力を作業台３２に受けさせるためには、ワーク３０の底部が作業台３２に対して正しく接していることが必要となる。すなわち、ワークの座標系と平面の座標系との整合が取れていることが必要となる。本実施形態及び後述する各実施形態のロボットの制御方法は、かかる整合を複雑な制御装置及び観測装置等を用いることなく得ることができる。

【００４４】

<ワーク>

図４（ａ）～（ｃ）は、本実施形態及び後述する各実施形態で用いることができるワーク３０の形状の例を、第１のハンド部２１と共に示す図である。本図及び後述する各図では、ワーク３０の、第１のハンド部２１で把持される面（以下、「側面」と称する。）に直交する方向をＸ方向としている。そしてワーク３０における将来的に作業台３２と接する側を、底部と称している。底部が含まれる面内においてＸ方向と直行する方向をＹ方向としている。そして、Ｙ方向とＸ方向の双方に直行する方向をＺ方向として、Ｘ方向及びＹ方向から見た状態を示している。

【００４５】

図４（ａ）は、板状、すなわちＸ方向の寸法が小さい直方体のワーク３０を示す図である。かかる形状のワーク３０は直方体であっても自立しづらいが、第１のハンド部２１で側面を把持して固定することで、作業台３２（図３参照）上に安定した状態で載置できる。

上述の図３等ではワーク３０を直方体として図示しているが、ワーク３０の形状はかかる形状に限定されない。

図４（ｂ）は、底部のみが狭まった形状のワーク３０を示す図である。かかる形状のワーク３０であっても、側面を第１のハンド部２１で把持できるため、作業台３２上に安定した状態で載置できる。

図４（ｃ）は、底部の２点で作業台３２に接する形状のワーク３０を示す図である。通常、物体が平面上に停止するためには、３点が接触している必要がある。しかし、側面が第１のハンド部２１で把持されている場合、このような形状のワーク３０であっても、２点のみ作業台３２に接触した状態で安定的に保持できる。

【００４６】

<ロボットの制御方法>

図 5 は、本実施形態にかかるロボットの制御方法を示すフローチャートである。そして図 6 は、本実施形態にかかるロボットの制御方法を示す工程図である。図 6 において、図 6 ((a)、(c)、(e)) はワーク 30 を X 方向から見た図であり、図 6 ((b)、(d)、(f)) はワーク 30 を Y 方向から見た図である。また、図 6 ((b)、(d)、(f)) は断面図ではないが、指部 27 にハッチングを施している。

【 0 0 4 7 】

本実施形態にかかるロボットの制御方法は、以下の 4 工程を含んでいる。把持工程は、第 1 のハンド部 21 でワーク 30 を把持する工程である。移送工程は、ワーク 30 を作業台 32 の近傍まで移送する工程である。開放工程は、ワーク 30 を作業台 32 上に落下させる工程である。再把持工程は、落下後に作業台 32 上で停止したワーク 30 を第 1 のハ

10

【 0 0 4 8 】

まずステップ S1 として座標系の粗調整を行う。そしてステップ S2 として、作業台 32 とは別の場所において、第 1 のハンド部 21 でワーク 30 を把持する。かかるステップ S1 とステップ S2 が、把持工程に対応する。座標系の粗調整とは、ロボットの座標系とその周囲の空間の座標系との相対関係を大まかに認識することである。本実施形態のロボットの制御方法は、上記の相対関係を正確に認識する必要はないが、後述するようにワーク 30 を作業台 32 の近傍まで搬送する必要があるため、大まかな認識は必要である。

ステップ S1 で上記の認識を得たあと、ステップ S2 として、第 1 のハンド部 21 で作業台 32 とは離れた場所において (図 1 参照) ワーク 30 を把持する。

20

【 0 0 4 9 】

次にステップ S3 として、図 6 (a)、(b) に示すように、ロボット 1 における上述の 6 軸を制御して、ワーク 30 及び該ワークを把持する第 1 のハンド部 21 を作業台 32 の近傍まで移送する。かかるステップ S3 が、移送工程に対応する。

【 0 0 5 0 】

図示するように、ステップ S3 では、ワーク 30 が作業台 32 の近傍に位置する状態、すなわち作業台 32 から若干の距離を有する状態で、第 1 のハンド部 21 を停止させる。「若干の距離」とは、少なくともワーク 30 を作業台 32 に落下させても、ワーク 30 の品質が影響を受けない距離である。かかる距離は、ワーク 30 の形状、重量、材質等によって異なる。また、ステップ S1 の粗調整の精度が高ければ、かかる「若干の距離」を縮小できる。

30

【 0 0 5 1 】

次にステップ S4 として、図 6 (c)、(d) に示すように、指部 27 を開くことにより第 1 のハンド部 21 の把持力を低減して、ワーク 30 を作業台 32 に落下 (自由落下) させる。そして次にステップ S5 として、指部 27 を開いたままで、所定時間待機する。そして、ワーク 30 (の底部) を作業台 32 に対して俵わせる。すなわち、ワーク 30 を、該ワークの底部が作業台 32 に対して安定した状態にさせる。かかるステップ S4 とステップ S5 が、開放工程に対応する。なお、上述の所定時間は、ワーク 30 が作業台 32 に対して俵った状態となるまでに要する時間に、若干の余裕を加えた時間である。したがって、ワーク 30 の形状や材質によって異なった時間となる。

40

【 0 0 5 2 】

本実施形態においては、指部 27 はワーク 30 から完全に離れるまで開かれる。従って、第 1 のハンド部 21 の把持力はゼロとなる。ただ、指部 27 は必要以上には開かないことが好ましい。上述したように、ワーク 30 には底部すなわち作業台 32 と接する部分が線状であるもの、あるいは 2 点のみで構成されている物も含まれる。そのようなワーク 30 の場合、指部 27 を大きく開放すると、作業台 32 上で斜めに傾くこととなる。そのため、指部 27 の開放は、指部 27 がワーク 30 の側面から離れた段階で停止させることが好ましい。

【 0 0 5 3 】

次に、ステップ S6 として、図 6 (e)、(f) に示すように、指部 27 を閉じて、作

50

業台 3 2 に対して倣った状態のワーク 3 0 を再度把持する。かかるステップ S 6 が、再把持工程に対応する。

以上の再把持工程で、座標が不明確な状態で置かれていたワーク 3 0 を作業台 3 2 まで搬送してかつ、底部が作業台 3 2 に倣った状態で第 1 のハンド部 2 1 により固定できる。すなわち、作業台 3 2 上に載置されたワーク 3 0 の側面を第 1 のハンド部 2 1 で支えるように固定できる。

【 0 0 5 4 】

図 7 は、把持工程～再把持工程の実施により、作業台 3 2 上に載置されたワーク 3 0 を示す斜視図である。第 1 のハンド部 2 1 の図示は省略している。ワーク 3 0 の底部が作業台 3 2 に倣っているため、作業台 3 2 の座標を、図示するように X 方向、Y 方向、及び Z 方向と定めた場合、ワーク 3 0 の Z 方向と作業台 3 2 の Z 方向とは一致する。

10

【 0 0 5 5 】

図 8 は、搬送時すなわち移送工程が実施される際の第 1 のハンド部 2 1 とワーク 3 0 を示す図である。上述したようにステップ S 1 において、座標系は粗調整しかされないため、ワーク 3 0 における第 1 のハンド部 2 1 が把持する位置（場所）は、図 8（a）と図 8（b）で例示するように都度ばらつきを有しており、一定ではない。そして、このようにばらつきをもって把持されたワーク 3 0 を、第 1 のハンド部 2 1 で把持したまま Z 方向が一致するように作業台 3 2 上に載置することは困難である。

【 0 0 5 6 】

一方で、ステップ S 1 における座標系の調整を、ワーク 3 0 の搬送を実施する度に高精度で行うことは、作業効率の低下につながるという問題がある。本実施形態のロボットの制御方法であれば、ワーク 3 0 を作業台 3 2 に落下させた後再度把持するため、作業効率を低下させることなく、かつ容易に作業台 3 2 にワークを倣わせることができる。すなわち作業台 3 2 の Z 方向とワーク 3 0 の Z 方向を一致させることができる。

20

【 0 0 5 7 】

以上述べたように、本実施形態にかかるロボットの制御方法であれば、作業台 3 2 の Z 方向とワーク 3 0 の Z 方向の座標を容易に一致させることができる。そしてかかるワーク 3 0 に対して、上述の図 3 に示す組み込み作業を容易に実施できる。ワーク 3 0 に別の部品である第 2 のワーク 3 6（図 3 参照に示す）を組み込む作業を、作業台 3 2 を用いずに、すなわちワーク 3 0 を宙に浮かせた状態で行う場合、第 1 のハンド部 2 1 は、ワーク 3 0 の重量に加えて第 2 のワーク 3 6 を組み込む際の押し付け力に対抗する分の把持力を有する必要がある。そして、かかる把持力の増加は、ロボット 1 のサイズ、重量、コストを増加させる。

30

【 0 0 5 8 】

一方、本実施形態のロボットの制御方法であれば複雑な制御装置及び観測装置等を用いることなくワーク 3 0 の底部を作業台 3 2 に倣わせることができる。そして上述の押し付け力を、作業台 3 2 に受け止めさせることができる。そのため、第 1 のハンド部 2 1 の把持力は、ワーク 3 0 が水平方向、特 X 方向に倒れようとする力に対抗できれば充分である。したがって、小型化、軽量化された低コストのロボット 1 を用いて、図 4 に示すような自立しにくい形状のワーク 3 0 に別の部品である第 2 のワーク 3 6 を組み込む作業を実施できる。

40

【 0 0 5 9 】

なお、図 7 に示すように、本実施形態のロボット制御方法によれば、ワーク 3 0 は、Z 方向の座標のみが作業台 3 2 の座標と一致するように載置される。したがって、第 2 のワーク 3 6 を組み込む際には、ワーク 3 0 の X 座標及び Y 座標を把握する必要がある。かかる座標の確認は、図 7 に示すように、互いに直交する 3 方向、すなわち作業台 3 2 の X 方向、Y 方向及び Z 方向からカメラ等（不図示）を用いてワーク 3 0 の位置を確認することで、容易に実施できる。そして確認された座標を元に、別のロボットが備える第 5 のハンド部 2 5 を駆動することで、上述の組み込み作業を容易に実施できる。

【 0 0 6 0 】

50

(第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。図9は、本実施形態にかかるロボットの制御方法を示すフローチャートである。そして図10は、本実施形態にかかるロボットの制御方法を示す工程図である。本実施形態のロボットの制御方法は、上述の第1の実施形態のロボット制御方法と類似している。対象となるワーク30、及び該ワークの搬送に用いるロボット1の構成等も略同様である。相違点は、第1のハンド部21に接触センサー31を加えた構成をとっていることである。そこで、上述の図1～図4及び図7、図8に相当する図は省略して、フローチャートと工程図のみを用いて説明する。上述の図6と同様に、図10((a)、(c)、(e)、(g))はワーク30をX方向から見た図であり、図10((b)、(d)、(f)、(h))はワーク30をY方向から見た図である。また、図10((b)、(d)、(f)、(h))においては、指部27にハッチングを施している。

10

【0061】

本実施形態にかかるロボットの制御方法は、上述の第1の実施形態のロボットの制御方法と同様に、把持工程、移送工程、開放工程、再把持工程、の計4工程を含んでいる。以下、上記双方の図を用いて工程順に説明する。

【0062】

まずステップS1として座標系の粗調整を行う。そしてステップS2として、作業台32とは別の場所において、第1のハンド部21でワーク30を把持する。かかるステップS1とステップS2が、把持工程に対応する。

20

【0063】

そして次に、ステップS3として、図10(a)、(b)に示すように、ロボット1における上述の6軸を制御して、ワーク30及び該ワークを把持する第1のハンド部21を作業台32の近傍まで移送する。そして次に、ステップS7として、第1のハンド部21を作業台32に接近させる。かかる接近は、接触センサー31でワーク30が作業台32と接触したか否かを検出しつつ行う。かかる、接触を検出する動作がステップS8である。そして、ステップS7とステップS8により、図10(c)、(d)に示すように、ワーク30の一部を作業台32に接触させる。

本実施形態のロボットの制御方法においては、ステップS3とステップS7とステップS8とが移送工程に相当する。すなわち本実施形態の移送工程は、第1の実施形態における移送工程とは異なり、ワーク30の一部を作業台32に接触させるまで第1のハンド部21を駆動する工程である。

30

【0064】

そして次に、ステップS4として、図10(e)、(f)に示すように、指部27を開いて、ワーク30を作業台32に落下(自由落下)させる。そして次にステップS5として、指部27を開いたままで、所定時間待機する。そして、ワーク30(の底部)を作業台32に対して做わせる。すなわち、ワーク30を、該ワークの底部が作業台32に対して安定した状態にさせる。かかるステップS4とステップS5が、開放工程に対応する。なお、ステップS4において、指部27はワーク30から完全に離れるまで開くが、極端に大きくは開かないことが好ましい点は、上述の第1の実施形態にかかるロボットの制御方法と同様である。

40

【0065】

次に、ステップS6として、図10(e)、(f)に示すように、指部27を閉じて、作業台32に対して做った状態のワーク30を再度把持する。かかるステップS6が、再把持工程に対応する。

以上の工程で、座標が不明確な状態で置かれていたワーク30を作業台32まで搬送してかつ、底部が作業台32に做った状態で第1のハンド部21により固定できる。すなわち、作業台32上に載置されたワーク30の側面を第1のハンド部21で支えるように固定できる。

【0066】

50

以上述べたように、本実施形態のロボットの制御方法であれば、上述の第1の実施形態のロボットの制御方法と同様に、複雑な制御装置及び観測装置等を用いることなくワーク30の底部を作業台32に倣わせることができる。そして本実施形態のロボットの制御方法は、ワーク30の一部を作業台32に接触させた後に指部27を開くため、ワーク30の底部を作業台32に倣わせる際の、ワーク30の落下距離を低減できる。したがって、落下による衝撃を低減でき、ワーク30が振動に弱い場合、あるいは傷が生じ易い材料で形成されている場合等においても、容易に作業台32に倣わせることができる。

また、落下による振動を低減できることから、開放工程を実施後に再把握工程を開始するまでの時間を短縮でき、作業効率を上げることができる。

【0067】

10

(第3の実施形態)

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。図11は、本実施形態にかかるロボットの制御方法を示すフローチャートである。そして図12は、本実施形態にかかるロボットの制御方法を示す工程図である。本実施形態のロボットの制御方法は、上述の第1の実施形態のロボット制御方法と類似している。対象となるワーク30、及び該ワークの搬送に用いるロボット1の構成等も略同一である。そこで、第2の実施形態と同様に、フローチャートと工程図のみを用いて説明する。

【0068】

上述の図6及び図10と同様に、図12((a)、(c)、(e))はワーク30をX方向から見た図であり、図12((b)、(d)、(f))はワーク30をY方向から見た図である。また、図12((b)、(d)、(f))においては、指部27にハッチングを施している。また、本実施形態において、ワーク30を把持する第1のハンド部21は、接触センサー31に加えて滑りセンサー33(図2参照)を備えている。ただし、滑りセンサー33は指部27の内側に配置されているため、図12では図示を省略している。

20

【0069】

本実施形態にかかるロボットの制御方法は、上述の第1及び第2の実施形態のロボットの制御方法と同様に、把持工程、移送工程、開放工程、再把握工程、の計4工程を含んでいる。そして上記4工程のうち、把持工程と移送工程は、上述に第2の実施形態における該工程と略同一である。そこで以下、上記双方の図を用いて、第2の実施形態のロボットの制御方法とは異なる点を中心に、本実施形態のロボットの制御方法を工程順に説明する。

30

【0070】

まず、第2の実施形態と同様に、ステップS1とステップS2とからなる把持工程を実施する。そして次に、ステップS3を実施して図12(a)、(b)に示すように、ワーク30及び該ワークを把持する第1のハンド部21を作業台32の近傍まで移送する。そして次に、ステップS7とステップS8とを実施して、図12(c)、(d)に示すように、接触センサー31を利用して、ワーク30の一部を作業台32に接触させる。上述したように、ステップS3とステップS7とステップS8とで、移送工程が構成される。

【0071】

40

次に、ステップS9～S14からなる開放工程を実施する。まずステップS9として、指部27を若干開いて、ワーク30が作業台32に向かって滑り始めるまで把持力を低下させる。そしてワーク30を、指部27の内側の面に対して徐々に滑らせて、図12(e)、(f)に示すように作業台32上まで落下させる。ここで、ステップS9を実施しつつ、ステップS10として、滑りセンサー33(図2参照)を用いてワーク30の滑り量を検出する。そしてステップS11として、かかる滑り量が所定のしきい値と比べて大きいかなかを判定する。滑り量がしきい値よりも大きいと判定された場合、ステップS13として指部27を若干閉じて把持力を増加させる。そして、かかる状態で再度ステップS10としてワーク30の滑り量を検出する。

【0072】

50

滑り量がしきい値よりも小さいと判定された場合、ステップ S 1 2 として指部 2 7 を若干開いて、把持力を低下させる。そしてステップ S 1 0 ～ステップ S 1 3 を繰り返しつつ、ステップ S 1 4 として、ステップ S 9 を開始してからの時間を計測する。所定時間が経過したと判定された場合、ステップ S 6 のワーク再把持を実施する。かかるステップ S 6 が、再把持工程である。なお、本実施形態では開放工程において指部 2 7 を完全には開かないため、開放工程と再把持工程との間で、指部 2 7 及びワーク 3 0 の態様に殆んど差は無い。そこで、再把持工程を示す図は省略している。

【 0 0 7 3 】

以上の工程で、座標が不明確な状態で置かれていたワーク 3 0 を作業台 3 2 まで搬送してかつ、底部が作業台 3 2 に就いた状態で第 1 のハンド部 2 1 により固定できる。すなわち、作業台上 3 2 上に載置されたワーク 3 0 の側面を第 1 のハンド部 2 1 で支えるように固定できる。なお、ステップ S 6 のワーク再把持を実施する前に、指部 2 7 を完全に開放する工程を実施しても良い。

【 0 0 7 4 】

以上述べたように、本実施形態のロボットの制御方法であれば、上述の第 1 及び第 2 の実施形態のロボットの制御方法と同様に、複雑な制御装置及び観測装置等を用いることなくワーク 3 0 の底部を作業台 3 2 に就わせることができる。そして本実施形態のロボットの制御方法は、接触センサー 3 1 を用いてワーク 3 0 の一部を作業台 3 2 に接触させた後に、滑りセンサー 3 3 を用いて、ワーク 3 0 を徐々に落下させる点に特徴がある。その結果、落下による衝撃をより一層低減できる。したがって、ワーク 3 0 が振動に非常に弱い場合、あるいは非常に傷が生じ易い材料で形成されている場合等においても、(ワーク 3 0) 容易に作業台 3 2 に就わせることができる。

【 0 0 7 5 】

(第 4 の実施形態)

次に、本発明の第 4 の実施形態にかかるロボットの制御方法、及び本実施形態で用いられるロボットについて説明する。本実施形態のロボットの制御方法は、上述の第 1 ～第 3 の実施形態とは異なり、作業台 3 2 を用いずにワーク 3 0 の座標系を合せる点に特徴がある。具体的には、ワーク 3 0 の座標系をハンド部 (後述する第 2 のハンド部 2 2) に対して合せている。第 2 のハンド部 2 2 を備えるロボットの本体は、図 1 に示すロボット 1 と略同一である。そして本実施形態のロボットの制御方法は、図 4 に示すようなワーク 3 0 を含む色々な形状のワーク 3 0 を対象とすることができる。そこで、本実施形態のロボット制御方法については、ロボット 1 の本体及びワーク 3 0 の形状等の説明は省略して、第 2 のハンド部 2 2 を示す図 1 3 と工程図 1 4 を用いて説明する。

【 0 0 7 6 】

図 1 3 は、本実施形態のロボットの制御方法で用いられるロボットの第 2 のハンド部 2 の概略を示す斜視図である。第 2 のハンド部 2 2 は、手首部 1 8 と連続する基部 2 6 と指部 2 7 と平面部 2 8 を含んでいる。指部 2 7 は X 方向に可動してワーク 3 0 を把持できる。そして、指部 2 7 の内側、すなわち X 方向において他の指部 2 7 と対向する側の面には、滑りセンサー 3 3 が備えられている。

【 0 0 7 7 】

図 1 4 は、本実施形態のロボットの制御方法、すなわちワーク 3 0 の座標合せ工程を示す工程図である。本図において、図 1 4 ((a) 、 (c) 、 (e)) はワーク 3 0 を X 方向から見た図であり、図 1 4 ((b) 、 (d) 、 (f)) はワーク 3 0 を Y 方向から見た図である。なお、ワーク 3 0 の座標系すなわち X 方向、Y 方向、Z 方向については図 3 等に示す通りであり、本図及び後述する図 1 5、図 1 7 では、図示を省略している。以下、工程順に説明する。

【 0 0 7 8 】

まず、上述の第 1 の実施形態のロボットの制御方法と同様に、座標系の粗調整を行う。そして、図 1 4 (a) 、 (b) に示すように、指部 2 7 を X 方向に可動させて、ワーク 3 0 を把持する。かかる工程がワーク把持工程である。ロボット 1 でワーク 3 0 を把持する

場合、部品箱等に収められたワーク 30 の上方から第 2 のハンド部 22 を接近させて把持することが一般的である。したがって、平面部 28 はワーク 30 の上方に位置することとなる。

【0079】

ここで本工程では、ワーク 30 を把持することのみを目的としているため、座標系の精度は粗くなっている。したがって、平面部 28 に対するワーク 30 の底面の平行度は確保されていない。また、上記の面は図 4 (b) に示すようなワーク 30 であれば、線に近くなる。さらに、図 4 (c) に示すようなワーク 30 であれば 2 点となる。すなわち、かかる 2 点の間に引かれる想定上の線が平面部 28 に対して平行にならない状態で、ワーク 30 は把持される。

10

【0080】

次に、反転工程として、図 14 (c)、(d) に示すように、平面部 28 が上方すなわち重力方向と反対の方向を向くようにロボット 1 を駆動する。すなわち、ワーク 30 と基部 26 の方向を逆転させ、ワーク 30 の下方に基部 26 及び平面部 28 が位置するようにする。かかる工程が反転工程である。なお、何らかの手法で、最初から図 14 (c)、(d) に示すように平面部 28 がワーク 30 の下方に位置するようにワーク 30 を把持できるのであれば、本工程は省略できる。

【0081】

次に、図 14 (e)、(f) に示すように、第 2 のハンド部 22 の把持力、正確には指部 27 の把持力を低減して、上記ワーク 30 を平面部 28 上に落下させる。かかる工程が開放工程である。ここで、かかる落下は、滑りセンサー 33 で感知されるワーク 30 の落下速度すなわち滑り速度が所定の範囲内となるように行う。そのため、指部 27 を完全には開放しない。そのため、ワーク 30 は徐々に平面部 28 上に滑り落ちる。そしてワーク 30 は、上記の底面が平面部 28 に倣った状態で停止する。かかる状態は、ワーク 30 の形状が同一である限り、常に一定である。したがって、第 2 のハンド部 22 の座標系とワーク 30 の座標系とを一致させることができる。

20

【0082】

この後、第 2 のハンド部 22 の把持力を再度上昇させる再把持工程を実施することでもできる。かかる工程は、ワーク 30 が停止した後、所定の時間経過後に実施することが好ましい。ワーク 30 の停止の判断は、滑りセンサー 33 を用いて行うことができる。

30

なお、本実施形態のロボットの制御方法は、滑りセンサー 33 を用いずに行うこともできる。すなわち、開放工程において指部 27 を完全に開放して、ワーク 30 を平面部 28 上に自由落下させることも可能である。

【0083】

本実施形態のロボットの制御方法は、作業台 32 のような、ロボット 1 とは別途設けられた平面を用いることなく、ワーク 30 の座標系と第 2 のハンド部 22 の座標系を一致させられることに特徴がある。かかるロボットの制御方法であれば、ワーク 30 を作業台 32 上まで搬送する工程を省くことができるため、より一層効率的に上記の座標系を合せることができる。

【0084】

(第 5 の実施形態)

次に、本発明の第 5 の実施形態にかかるロボットの制御方法について説明する。本実施形態のロボットの制御方法は、上述の第 4 の実施形態のロボットの制御方法と類似している。すなわち、平面部 28 を有する第 2 のハンド部 22 を用いて、作業台 32 を用いずにワーク 30 の座標系を合せる制御方法である。そのため、本実施形態のロボットの制御方法で用いる第 2 のハンド部 22 は、第 4 の実施形態のロボットの制御方法で用いる第 2 のハンド部 22 と略同一であり、平面部 28 が可動部材である点が異なっている。そこで、工程図を用いて説明する。

40

【0085】

図 15 は、本実施形態のロボットの制御方法、すなわちワーク 30 の座標合せ工程を示

50

す工程図である。以下、各工程について述べる。まず、上述の第４の実施形態のロボットの制御方法と同様に、座標系の粗調整を行う。そして次に、ワーク把持工程として、図１５（ａ）、（ｂ）に示すように、指部２７をＸ方向に可動させて、ワーク３０を把持する。第４の実施形態におけるワーク把持工程と同様に、ワーク３０は平面部２８との間に間隔が生じるように、かつ、平面部２８は下方に位置するように把持される。

【００８６】

そして次に、座標合せ工程として、図１５（ｃ）、（ｄ）に示すように、平面部２８を基部２６側と反対の方向に駆動してワーク３０に押し当てる。そして平面部２８とワーク３０の一方の面とを完全に対向させる。すなわち、そしてワーク３０の底面を平面部２８に倣わせて、第２のハンド部２２の座標系とワーク３０の座標系とを一致させる。本工程は、上述の再把持工程と同様に、滑りセンサー３３を用いて、ワーク３０が平面部２８に押されて移動する速度が所定の範囲内となるように行う。そして、ワーク３０の表面に指部２７と摺動することによる傷等が発生しないように、把持力を下限しつつ行う。なお、ワーク３０の底面を平面部２８に倣わせた後に、第２のハンド部２２の把持力を再度上昇させる再把持工程を実施しても良い。

【００８７】

本実施形態のロボットの制御方法であれば、上述の第４の実施形態のロボットの制御方法と同様に、第２のハンド部２２の座標系とワーク３０の座標系とを一致させることができる。そして本実施形態のロボットの制御方法は、ワーク３０は固定したままで、平面部２８を移動させて座標系を一致させることに特徴がある。そのため、重力を利用してワーク３０を落下させる必要がなく、ワーク３０を上側に向ける反転工程を実施せずに上述の座標系を一致させることができる。したがって、本実施形態のロボットの制御方法であれば、ワーク３０を作業台３２上まで搬送する工程と反転工程の双方を省くことができ、より一層効率的に上述の座標系を合せることができる。

【００８８】

（第６の実施形態）

次に、本発明の第６の実施形態にかかるロボットの制御方法、及び本実施形態で用いられるロボットについて説明する。本実施形態のロボットの制御方法は、上述の第４、及び第５の実施形態のロボットの制御方法と類似している。すなわち、作業台３２を用いずにワーク３０の座標系を合せる制御方法である。しかし本実施形態のロボット制御方法は、上述の座標合せを、ワーク３０を回転可能なように把持することが可能な第３のハンド部２３を用いて行う点で、第４、及び第５の実施形態のロボットの制御方法と相違している。そこで本実施形態については、第３のハンド部２３を示す図と工程図を用いて説明する。

【００８９】

図１６は、本実施形態のロボットの制御方法で用いられるロボットが有する第３のハンド部２３の概略を示す斜視図である。第３のハンド部２３は、手首部１８と連続する基部２６と指部２７と平面部２８を備えている。平面部２８は、第２のハンド部２２の該平面部と同様に可動部材である。指部２７は、上述の第２のハンド部２２の指部２７と同様にＸ方向において可動であり、Ｙ方向に位置するワーク３０を把持できる。ただし、第３のハンド部２３が備える指部２７は、一すなわち２本のみである。そして、幅（Ｙ方向の寸法）が、第２のハンド部２２が備える指部２７に比べて若干拡大されている。そして、指部２７の内側、すなわちＸ方向において他の指部２７と対向する側の面には、軸受け部３４と回転センサー３５が配置されている。回転センサー３５は、図示するように、軸受け部３４を囲むように複数個が配置されている。

【００９０】

図１７は、本実施形態のロボットの制御方法を示す工程図、すなわち第３のハンド部２３を用いて行うワーク３０の座標合せ方法を示す工程図である。以下、各工程について述べる。まず、上述の第４、及び第５の実施形態のロボットの制御方法と同様に、座標系の粗調整を行う。そして次に、ワーク把持工程として、図１７（ａ）、（ｂ）に示すように

、指部 27 を X 方向に可動させて、ワーク 30 を把持する。

上述したように、指部 27 には軸受け部 34 が配置されているため、ワーク 30 は該軸受け部により把持される。そのため、把持力が不足する場合、ワーク 30 が軸受け部 34 を中心として回転する可能性がある。そこで本工程では、ワークの動きを回転センサー 35 で測定して、上記の回転が起こらないように把持力を調整する。

【0091】

次に、座標合せ工程として、図 17 (c)、(d) に示すように、平面部 28 を上方すなわち基部 26 側と反対の方向に駆動する。そしてワーク 30 を、軸受け部 34 を中心として回転させる。本工程は、回転センサー 35 でワーク 30 の回転の状況を測定しつつ行う。すなわち、ワーク 30 が一定の速度で回転するように、平面部 28 の駆動速度を調整する。また、ワーク 30 がスムーズに回転するように把持力を調整する。そして、ワーク 30 の回転が停止したことが回転センサー 35 により確認された時点で、平面部 28 の駆動を停止する。以上の工程で、ワーク 30 の底面を平面部 28 に倣わせて、第 3 のハンド部 23 の座標系とワーク 30 の座標系とを一致させることができる。

【0092】

本実施形態のロボットの制御方法は、上述の第 5 の実施形態のロボットの制御方法と同様に、反転工程を実施せずに第 3 のハンド部 23 の座標系とワーク 30 の座標系とを一致させることができる。また指部 27 で把持されたワーク 30 を摺動させず回転させるのみで上述の座標系を合わせるため、指部 27 の全長 (Z 方向の寸法) を縮小できる。したがって、本実施形態のロボットの制御方法は、第 3 のハンド部 23 の形状に比較して、相対的に大型のワーク 30 を把持して座標系を合わせることができるという特徴を有している。

【0093】

本発明の実施の形態は、上述の各実施形態以外にも様々な変形例が考えられる。以下、変形例を挙げて説明する。

【0094】

(変形例 1)

上述の第 4 の実施形態における開放工程では、指部 27 を完全に開くことなく、ワーク 30 を除去に落下させていた。しかし上述の工程では、指部 27 を完全に開放してワーク 30 を自由落下させることもできる。かかる方法であれば、滑りセンサー 33 を配置する必要がなく、第 2 のハンド部 22 の構成を簡略化できる。

また、滑りセンサー 33 に代えて、ばねで保持されたベアリング等を配置しても良い。かかる構成であれば、滑りセンサー 33 を用いることなくワーク 30 を徐々に落下させることができる。したがって、第 2 のハンド部 22 の構成、及びロボット 1 の制御装置 (不図示) 等を簡略化した上で、同様の効果を得ることができる。

【0095】

(変形例 2)

上述の第 5 の実施形態、及び第 6 の実施形態において、平面部 28 は、該平面部が駆動される方向、すなわち Z 方向に対して垂直であった。しかし、平面部 28 を Z 方向に対して斜めに設定することも可能である。かかるロボットの制御方法であればワーク 30 が Z 方向に対して所定の角度を有するように、座標系を合わせることができる。したがって、ワーク 30 に対して第 2 のワーク 36 等を斜め方向から組み込むような作業を効率的に実施できる。

【0096】

(変形例 3)

上述の第 1 ~ 第 3 の実施形態では、ワーク 30 を平面 (平面としての作業台 32) 上に落下させていた。しかし、対象とするワーク 30 の底部が十分な面積を有する平面である場合、例えば図 4 (a) に示すワーク 30 を X 方向に拡大した形状のワーク 30 である場合、作業台 32 (の上面) は、平面に限定する必要は無い。作業台 32 (の上面) が、規則的な凹凸を有する面であっても良い。なお、かかる「規則的な凹凸を有する面」とは、凸部 (の頂点) が同一の平面に含まれる面を意味する。3 点が接触すると平面が確定する

ため、上述のワーク 30 を対象とする場合、かかる上面を有する作業台 32 を用いても、ワーク 30 の座標系を合せることができる。

【 0 0 9 7 】

また同様に、上述の第 4 ～ 第 6 の実施形態において、第 2 のハンド部 22 が有する平面部 28 (のワーク 30 に対向する面) を、規則的な凹凸を有する面で構成することもできる。ワーク 30 の底部が十分な面積を有する平面である場合、かかる態様の平面部 28 を有する第 2 のハンド部 22 を用いても、ワーク 30 の座標系を合せることができる。

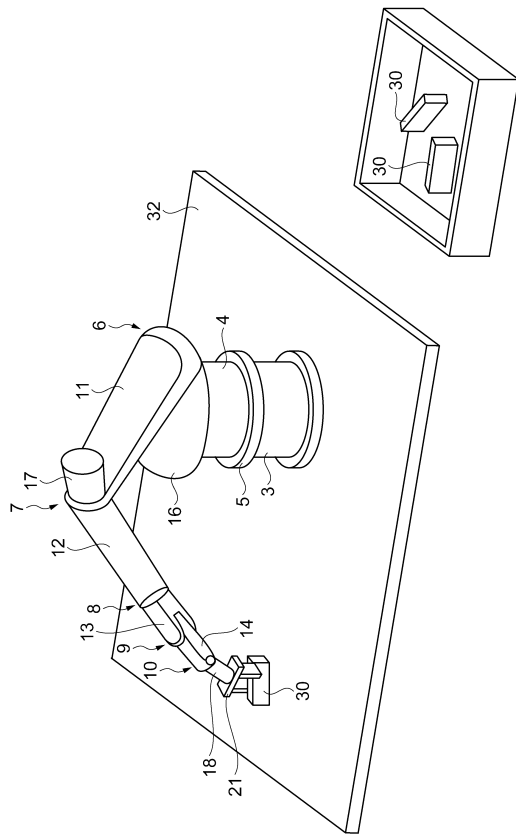
【 符号の説明 】

【 0 0 9 8 】

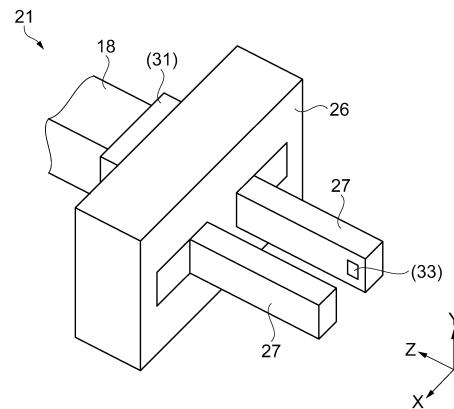
1 ... ロボット、 3 ... 下側台座、 4 ... 上側台座、 5 ... 回転位置、 6 ... 回転位置、 7 ... 回転位置、 8 ... 回転位置、 9 ... 回転位置、 10 ... 回転位置、 11 ... 第 1 アーム、 12 ... 第 2 アーム、 13 ... 第 3 アーム、 14 ... 第 4 アーム、 16 ... モーター、 17 ... モーター、 18 ... 手首部、 21 ... 第 1 のハンド部、 22 ... 第 2 のハンド部、 23 ... 第 3 のハンド部、 25 ... 第 5 のハンド部、 26 ... 基部、 27 ... 指部、 28 ... 平面部、 30 ... ワーク、 31 ... 接触センサー、 32 ... 平面としての作業台、 33 ... 滑りセンサー、 34 ... 軸受け部、 35 ... 回転センサー、 36 ... 第 2 のワーク。

10

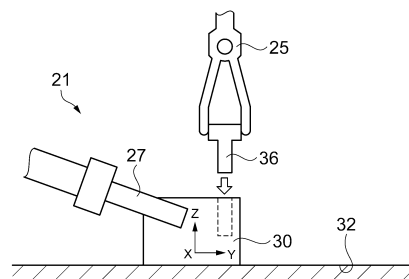
【 図 1 】



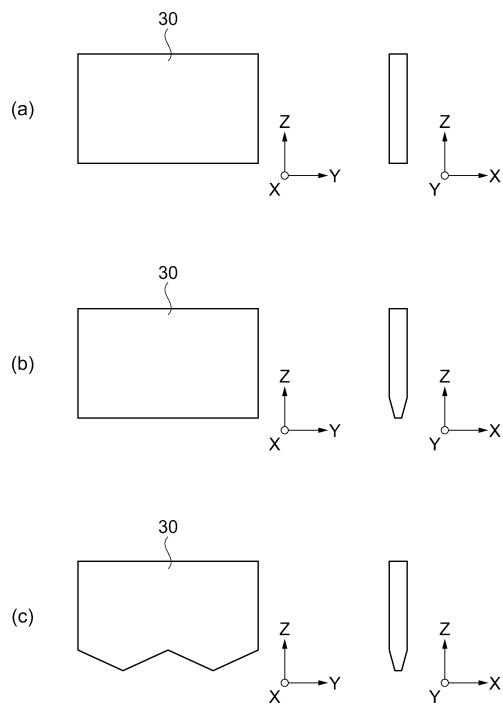
【 図 2 】



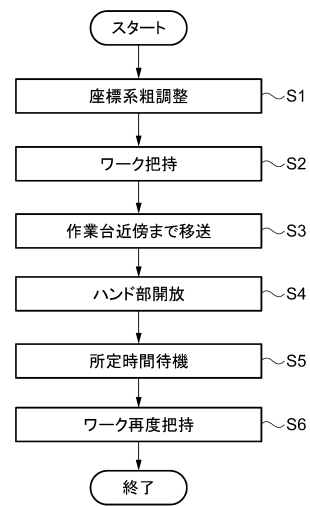
【 図 3 】



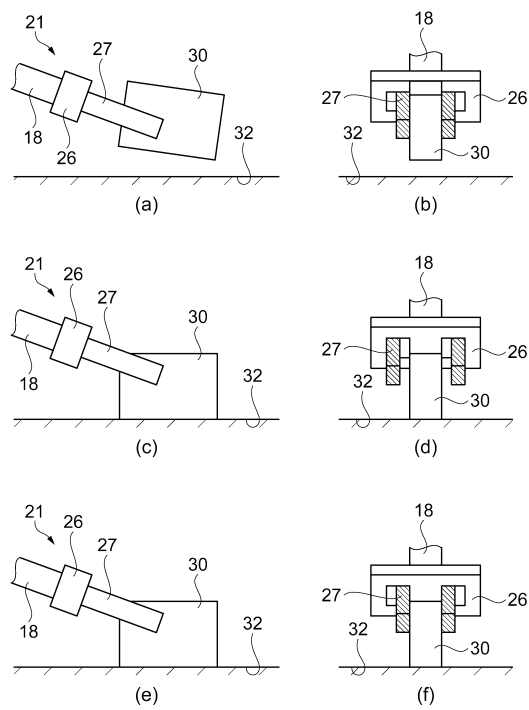
【図 4】



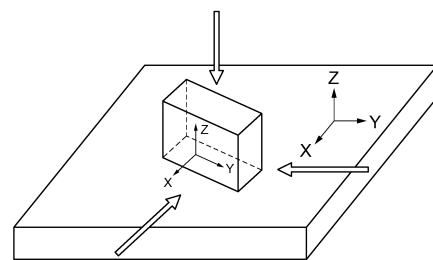
【図 5】



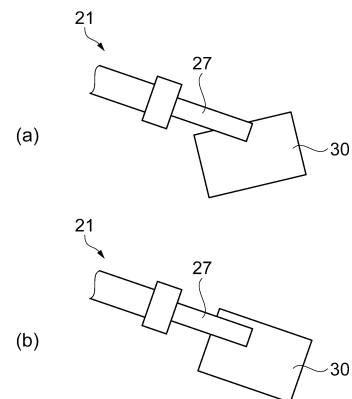
【図 6】



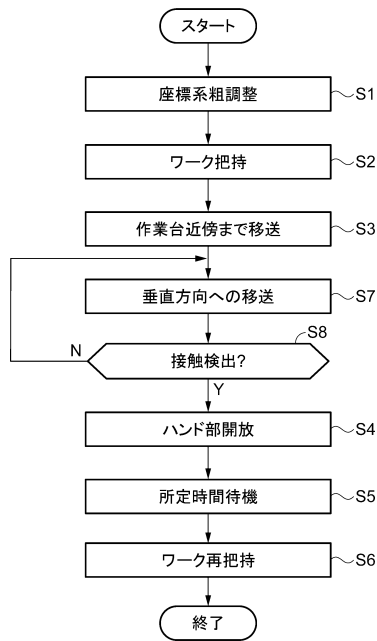
【図 7】



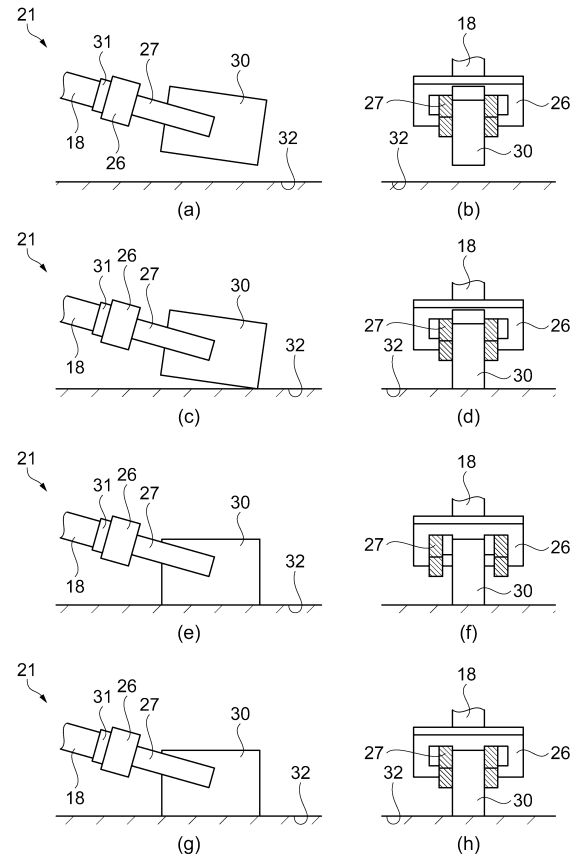
【図 8】



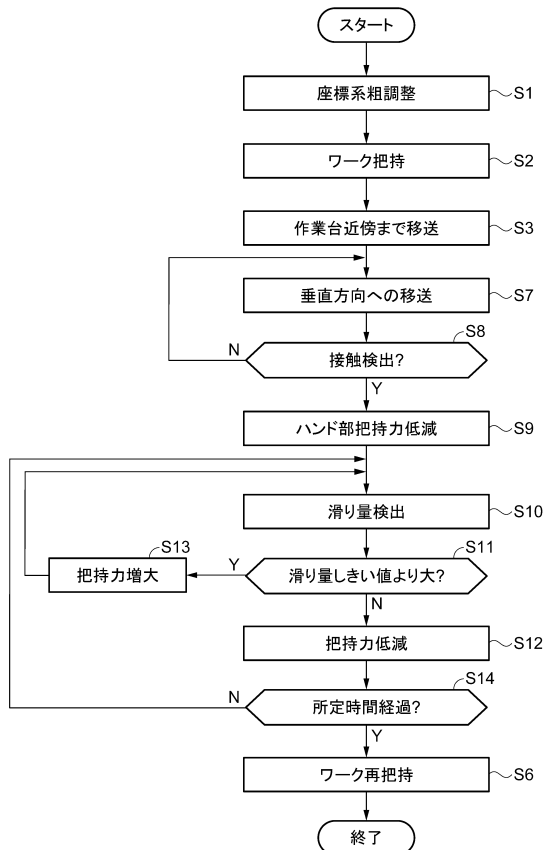
【図 9】



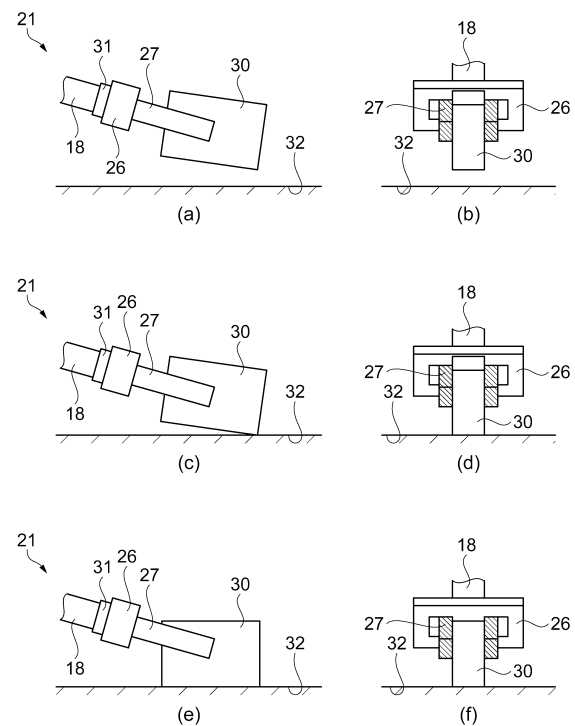
【図 10】



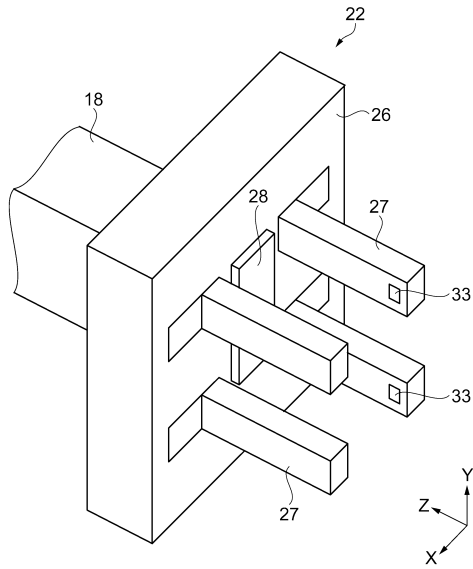
【図 11】



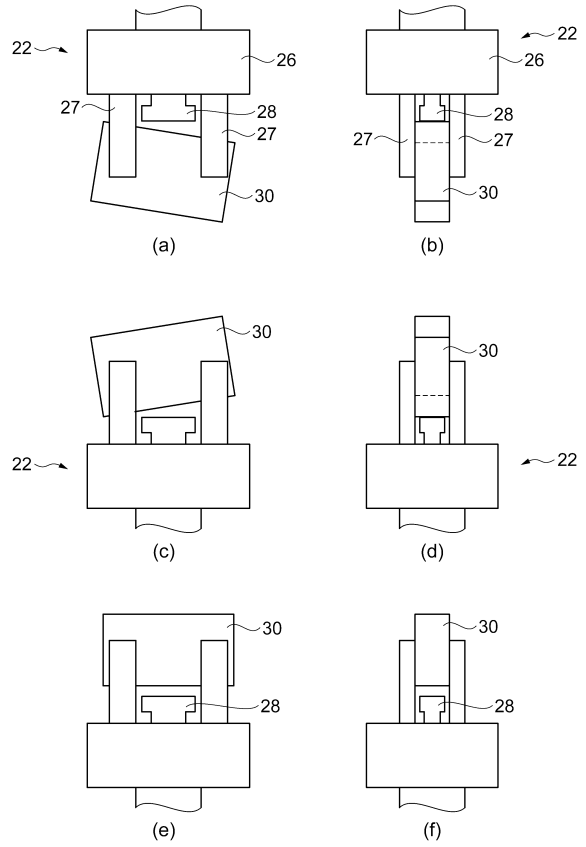
【図 12】



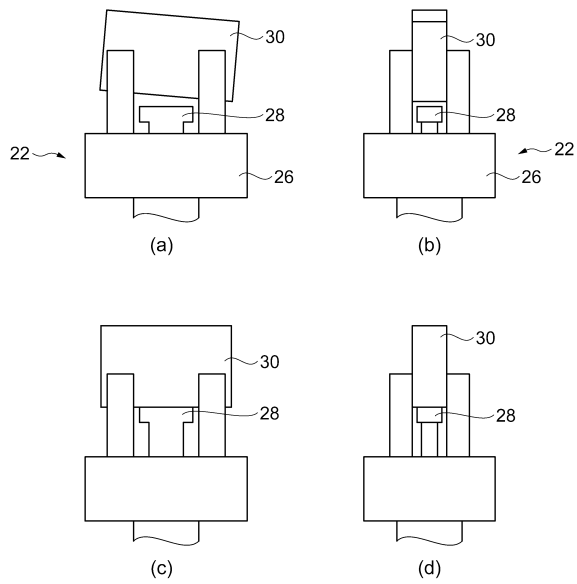
【図 13】



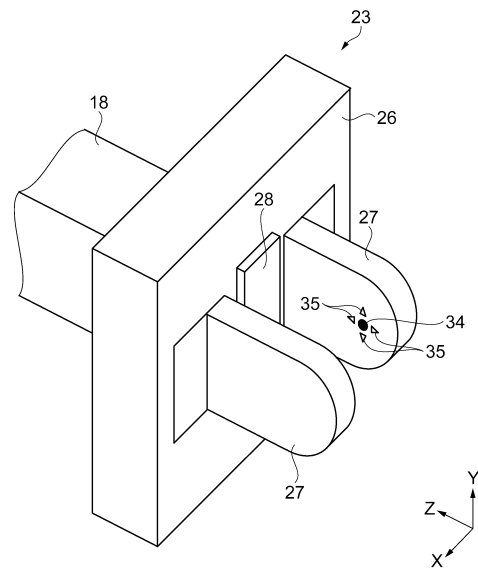
【図 14】



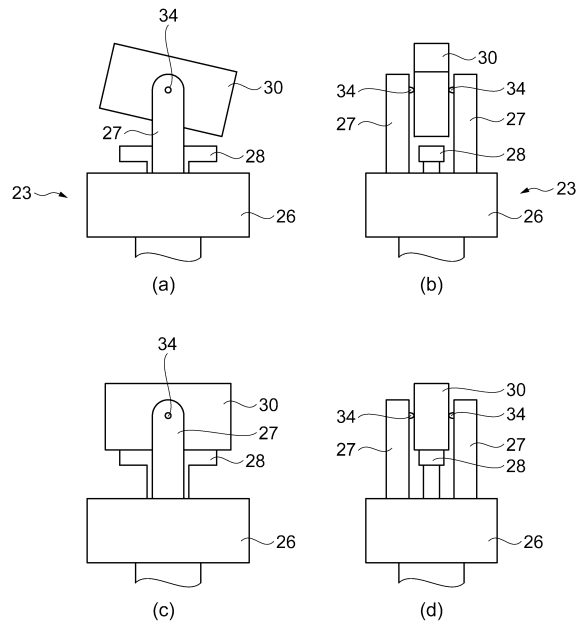
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-255191(JP,A)
特開平06-285783(JP,A)
特開昭59-107891(JP,A)
特開2000-218581(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B25J 1/00 - 21/02