

(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.

B25J 13/08 (2006.01)

F 1

B 25 J 13/08

Z

請求項の数 14 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2011-73562 (P2011-73562)  
 (22) 出願日 平成23年3月29日 (2011.3.29)  
 (65) 公開番号 特開2012-206206 (P2012-206206A)  
 (43) 公開日 平成24年10月25日 (2012.10.25)  
 審査請求日 平成26年3月11日 (2014.3.11)

(73) 特許権者 000002369  
 セイコーエプソン株式会社  
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
 (74) 代理人 100095728  
 弁理士 上柳 雅善  
 (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。

10

## 【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、

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、30

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。

**【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】**

**【0001】**

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】****【0002】**

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

**【0003】**

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が提示されている。20

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0004】**

【特許文献1】特開平6-297364号公報

【特許文献2】特開2005-81442号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

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】****【0006】**

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。

**【0007】**

[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

**【0008】**

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。

#### 【0009】

[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。

#### 【0010】

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

#### 【0011】

[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。

#### 【0012】

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。 20

#### 【0013】

[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。

#### 【0014】

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。 30

#### 【0015】

[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、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。

#### 【0016】

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充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

#### 【0017】

[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。

#### 【0018】

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。

#### 【0019】

[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せる座標合せ工程と、を含むことを特徴とする。

#### 【0020】

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。

#### 【0021】

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。

#### 【0022】

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せることができる。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。

#### 【0023】

20

[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。

#### 【0024】

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充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。

#### 【0025】

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などを特徴とするロボットの制御方法。

#### 【0026】

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せることができる。

#### 【0027】

[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。

40

#### 【0028】

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充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。

#### 【0029】

[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。

#### 【0030】

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。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充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。

#### 【0031】

10

[適用例13] 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。

#### 【0032】

20

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。

#### 【0033】

[適用例14] 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。

#### 【0034】

30

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】

#### 【0035】

【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。

40

【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10】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11】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12】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13】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14】第4の実施形態のロボットの制御方法を示す工程図。

【図15】第5の実施形態のロボットの制御方法を示す工程図。

50

【図16】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17】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)

10

<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11は、上側台座4に備えられ、回転位置6でモーター16の駆動によって回転される。第2アーム12は、第1アーム11に接続され、回転位置7でモーター17の駆動によって回転される。第3アーム13は、第2アーム12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14は、第3アーム13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18は、第4アーム14に接続され、回転位置10でモーター(不図示)の駆動によって回転される。

20

【0039】

そしてロボット1の手首部18の先端には、ワーク30を把持可能な第1のハンド部21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30を第1のハンド部21で把持して搬送して、平面としての作業台32上に載置し、そのまま作業台32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32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21が、部品箱(符号無し)等に収められたワーク30を作業台32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も良い。

30

【0040】

図2は、第1のハンド部21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21は、手首部18の端部に配置された基部26と指部27とを主な要素として構成されている。指部27は、基部26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21は、指部27を閉じることでワーク30を把持でき、また、指部27を開くことで、把持していたワーク30を落下させることができる。

40

【0041】

第1のハンド部21は、基部26に該第1のハンド部に把持されたワーク30が作業台32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31を備えている。また、指部27の内側の面に、該指部で把持されたワーク30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33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21は、上述の接触センサー31と滑りセンサー33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21は、接触センサー31は備えているが、滑りセンサー33は備えていない。

【0042】

滑りセンサー33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33と接する物体(すなわちワ

50

ーク 3 0 ) 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 3 1 は、手首部 1 8 と基部 2 6 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 2 1 に把持されたワーク 3 0 が他の物体(本実施形態では作業台 3 2)に触れると、上述の力が変化する。接触センサー 3 1 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 3 0 が他の部たちに触れたときに、直ちに第 1 のハンド部 2 1 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 3 1 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。

#### 【 0 0 4 3 】

図 3 は、ワーク 3 0 に対して行う作業の態様を、第 1 のハンド部 2 1 と共に示す図である。本実施形態においてワーク 3 0 に対して行われる作業は、ワーク 3 0 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 2 5 等を用いて、ねじ等の棒状部品である第 2 のワーク 3 6 をワーク 3 0 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 3 0 は作業台 3 2 上に載置されている。第 2 のワーク 3 6 をワーク 3 0 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 3 2 で受けられている。したがって、ワーク 3 0 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 2 1 はワーク 3 0 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 3 2 に受けさせるためには、ワーク 3 0 の底部が作業台 3 2 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。

#### 【 0 0 4 4 】

##### < 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 3 0 の形状の例を、第 1 のハンド部 2 1 と共に示す図である。本図及び後述する各図では、ワーク 3 0 の、第 1 のハンド部 2 1 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 3 0 における将来的に作業台 3 2 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。

#### 【 0 0 4 5 】

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 3 0 を示す図である。かかる形状のワーク 3 0 は直方体であっても自立しづらいが、第 1 のハンド部 2 1 で側面を把持して固定することで、作業台 3 2 (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 3 0 を直方体として図示しているが、ワーク 3 0 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 3 0 を示す図である。かかる形状のワーク 3 0 であっても、側面を第 1 のハンド部 2 1 で把持できるため、作業台 3 2 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 3 2 に接する形状のワーク 3 0 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 2 1 で把持されている場合、このような形状のワーク 3 0 であっても、2 点のみ作業台 3 2 に接触した状態で安定的に保持できる。

#### 【 0 0 4 6 】

##### < ロボットの制御方法 >

10

20

30

40

50

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。

#### 【0047】

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のハンド部21で再度把持する工程である。以下、上記双方の図を用いて工程順に説明する。  
10

#### 【0048】

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

#### 【0049】

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。

#### 【0050】

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

#### 【0051】

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に対して倣わせる。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に対して倣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

#### 【0052】

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。

#### 【0053】

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、特に 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。

【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。

【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。

【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に対して倣わせる。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。

【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に対して倣った状態のワーク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に倣った状態で第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】

10

20

40

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持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】

20

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。

#### 【0069】

30

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、再把持工程、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。

#### 【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否かを判定する。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S12として指部27を若干開いて、把持力を低下させる。そしてステップS10～ステップS13を繰り返しつつ、ステップS14として、ステップS9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S6のワーク再把持を実施する。かかるステップS6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27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27及びワーク30の態様に殆んど差はない。そこで、再把持工程を示す図は省略している。

#### 【0073】

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に倣った状態で第1のハンド部21により固定できる。すなわち、作業台上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。なお、ステップS6のワーク再把持を実施する前に、指部27を完全に開放する工程を実施しても良い。

10

#### 【0074】

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、接触センサー31を用いてワーク30の一部を作業台32に接触させた後に、滑りセンサー33を用いて、ワーク30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30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30)容易に作業台32に倣わせることができる。

20

#### 【0075】

##### (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32を用いずにワーク30の座標系を含せる点に特徴がある。具体的には、ワーク30の座標系をハンド部(後述する第2のハンド部22)に対して合せている。第2のハンド部22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30を含む色々な形状のワーク30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30の形状等の説明は省略して、第2のハンド部22を示す図13と工程図14を用いて説明する。

30

#### 【0076】

図13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22の概略を示す斜視図である。第2のハンド部22は、手首部18と連続する基部26と指部27と平面部28を含んでいる。指部27はX方向に可動してワーク30を把持できる。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、滑りセンサー33が備えられている。

40

#### 【0077】

図14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す工程図である。本図において、図14((a)、(c)、(e))はワーク30をX方向から見た図であり、図14((b)、(d)、(f))はワーク30をY方向から見た図である。なお、ワーク30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15、図17では、図示を省略している。以下、工程順に説明する。

#### 【0078】

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14(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。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30を把持する

50

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が位置するようになる。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でもできる。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】

40

##### (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。

#### 【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。

10

#### 【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。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。

20

#### 【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を回転可能の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。

30

#### 【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。

40

#### 【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

50

、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。

10

#### 【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せることができるという特徴を有している。

20

#### 【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。

30

また、滑りセンサー 33 に代えて、ばねで保持されたペ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。

40

#### 【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 の底部が充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

50

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。

### 【0097】

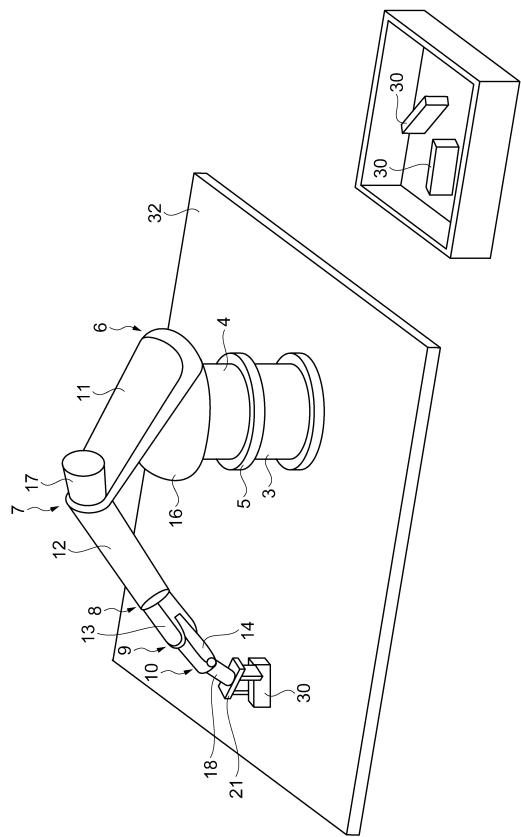
また同様に、上述の第4～第6の実施形態において、第2のハンド部22が有する平面部28（のワーク30に対向する面）を、規則的な凹凸を有する面で構成することもできる。ワーク30の底部が充分な面積を有する平面である場合、かかる態様の平面部28を有する第2のハンド部22を用いても、ワーク30の座標系を合せることができる。

### 【符号の説明】

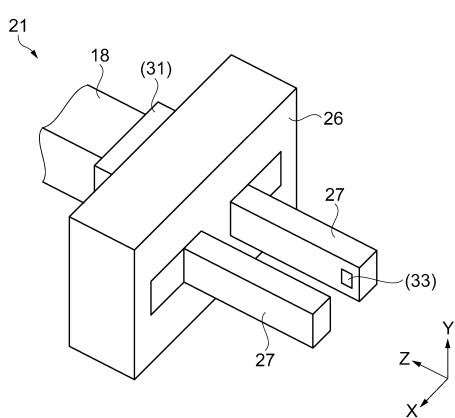
#### 【0098】

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。

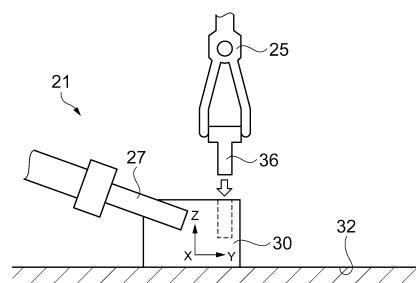
【図1】



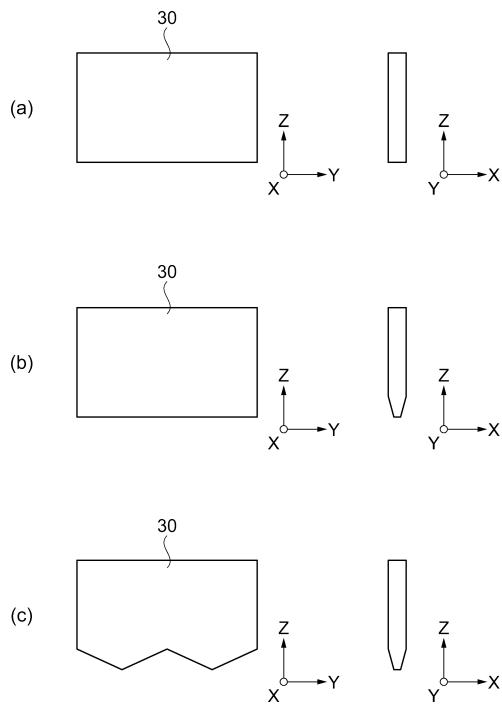
【図2】



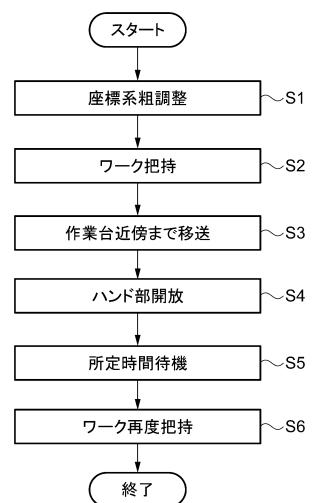
【図3】



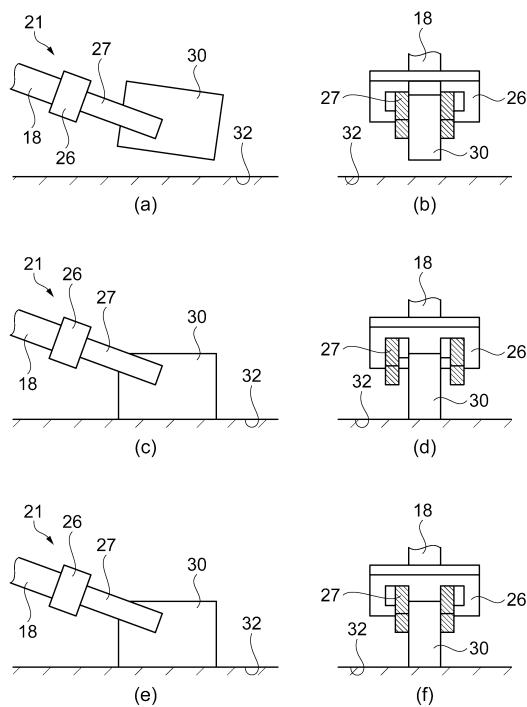
【図4】



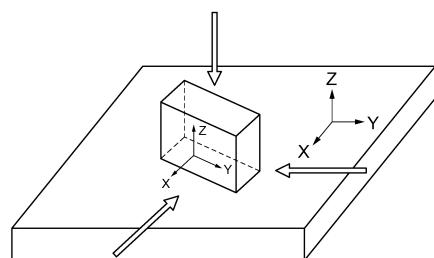
【図5】



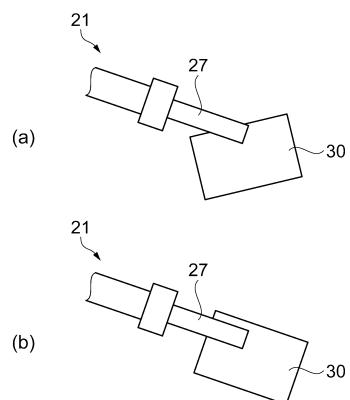
【図6】



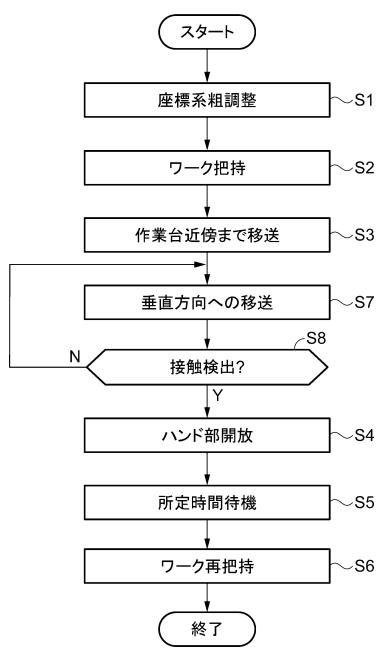
【図7】



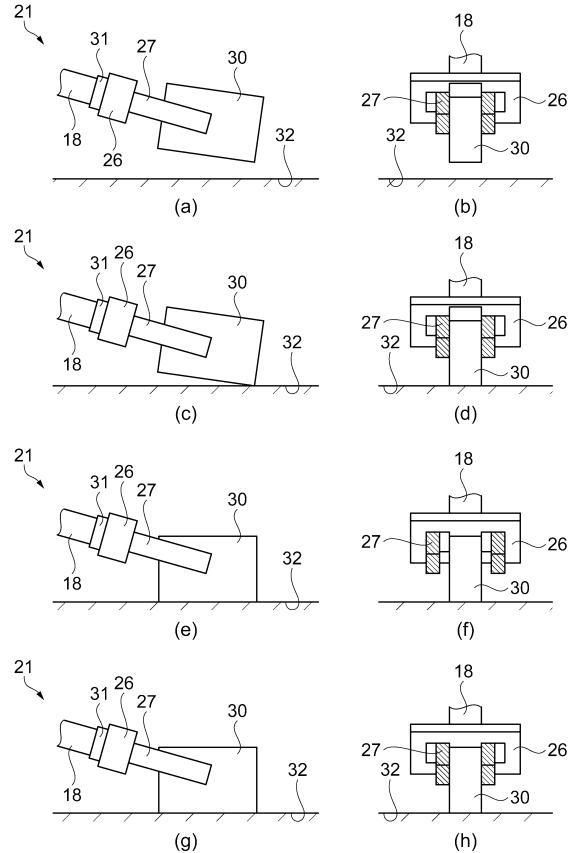
【図8】



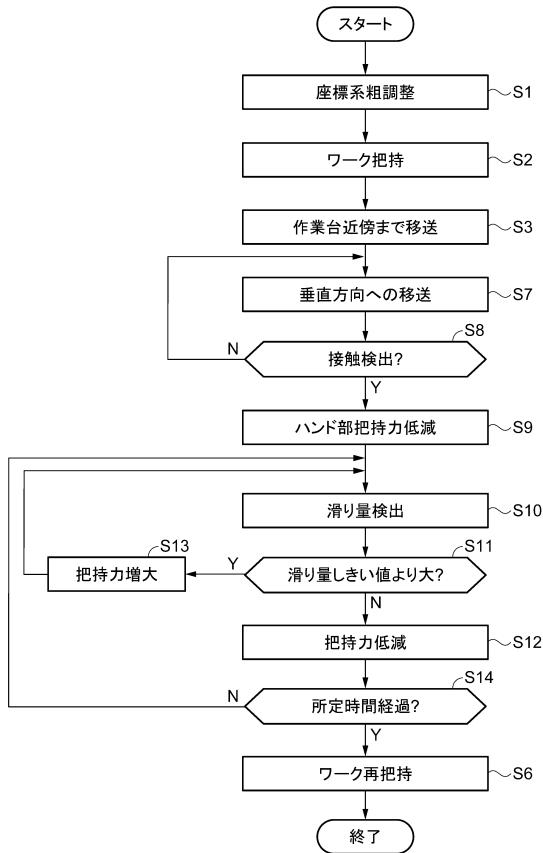
【図9】



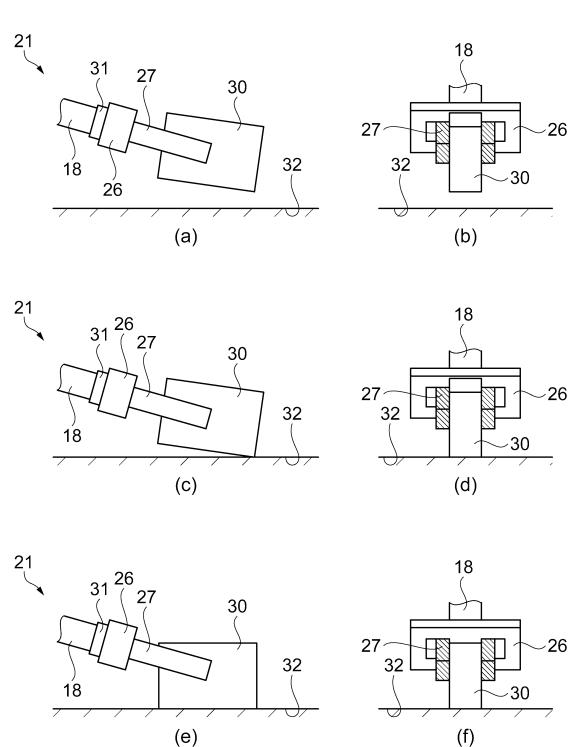
【図10】



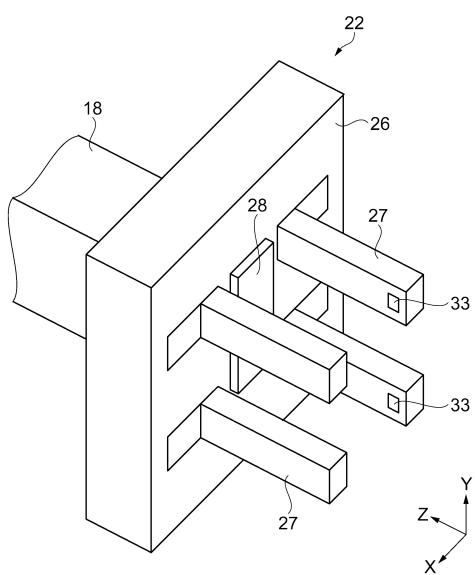
【図11】



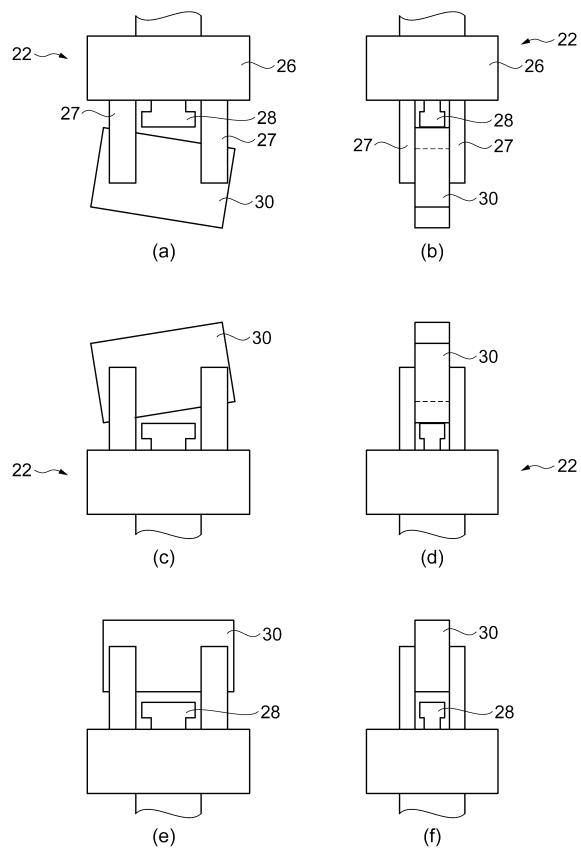
【図12】



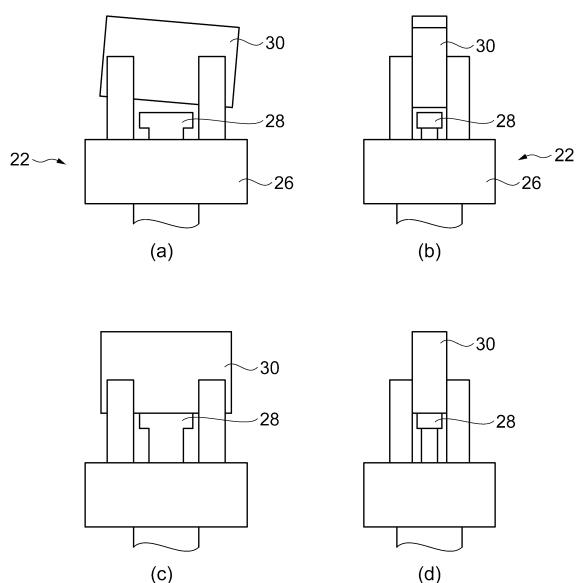
【図13】



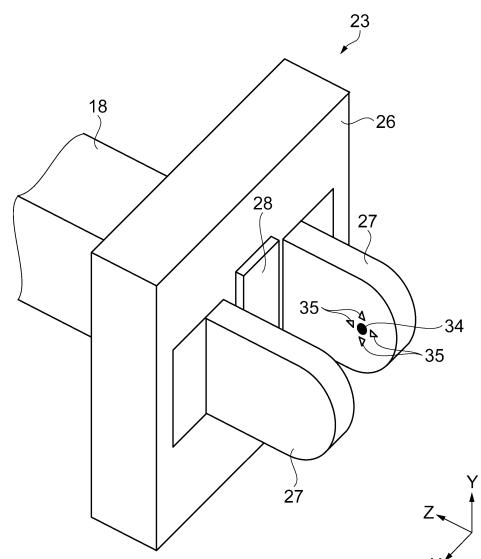
【図14】



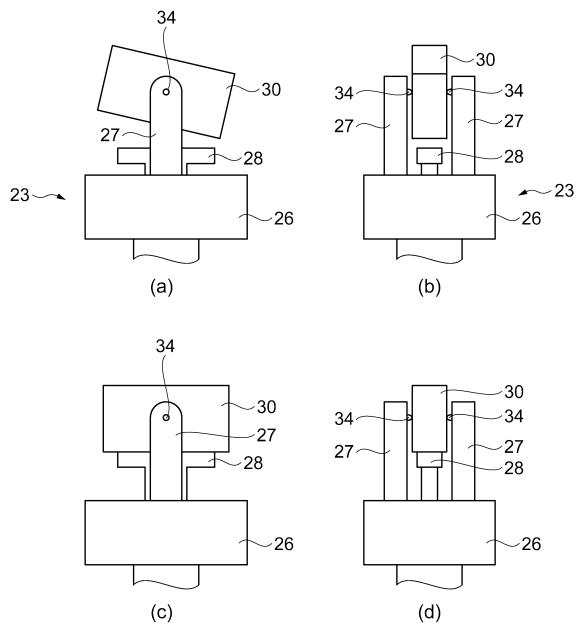
【図15】



【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