

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-176940

(P2014-176940A)

(43) 公開日 平成26年9月25日(2014.9.25)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
B 2 5 J 13/08 (2006.01) B 2 5 J 13/08 Z 3 C 7 0 7

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2013-53306 (P2013-53306)
 (22) 出願日 平成25年3月15日 (2013.3.15)

(71) 出願人 000006622
 株式会社安川電機
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 (74) 代理人 100088155
 弁理士 長谷川 芳樹
 (74) 代理人 100145012
 弁理士 石坂 泰紀
 (74) 代理人 100161425
 弁理士 大森 鉄平
 (72) 発明者 泉 哲郎
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 株式会社安川電機内
 (72) 発明者 中村 民男
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 株式会社安川電機内

最終頁に続く

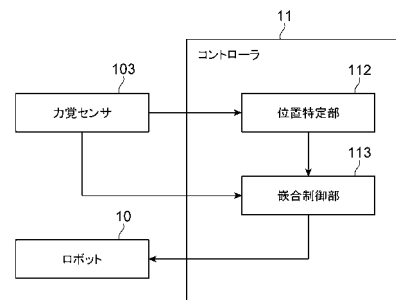
(54) 【発明の名称】 ロボットシステム、ロボット制御方法及び被加工物の製造方法

(57) 【要約】

【課題】ロボットによる嵌合作業を適切に行い、作業品質を一定に保つことができるロボットシステム、ロボット制御方法及び被化合物の製造方法を提供する。

【解決手段】ロボットシステム1は、ロボット10と、ロボット10の先端に取付けられ、嵌合部材20を把持可能なハンド102と、嵌合部材20が嵌合される被嵌合部材30と、ロボット10を制御するコントローラ11と、を備え、コントローラ11は、ハンド102が嵌合部材20を把持した状態で、ロボット10、嵌合部材20又はハンド102を、被嵌合部材30との相対的な位置関係が定まった位置決め部材50に接触させ、該接触させた位置を基準位置として嵌合位置40を特定する位置特定部112と、嵌合位置40において嵌合部材20と被嵌合部材30とを嵌合させるようロボット10を制御する嵌合制御部113と、を有している。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロボットと、
 前記ロボットの先端に取付けられ、嵌合部材を把持可能な嵌合部材把持具と、
 前記嵌合部材が嵌合される被嵌合部材と、
 前記ロボットを制御するロボット制御装置と、
 を備え、
 前記ロボット制御装置は、
 前記嵌合部材把持具が前記嵌合部材を把持した状態で、前記ロボット、前記嵌合部材又は前記嵌合部材把持具を、前記被嵌合部材との相対的な位置関係が定まった位置決め部材に接触させ、該接触させた位置を基準位置として嵌合位置を特定する位置特定部と、
 前記嵌合位置において前記嵌合部材と前記被嵌合部材とを嵌合させるよう前記ロボットを制御する嵌合制御部と、を有するロボットシステム。

10

【請求項 2】

前記ロボットの先端と前記嵌合部材把持具との間に配設された力覚センサを更に備える請求項 1 に記載のロボットシステム。

【請求項 3】

前記位置特定部は、前記接触させた位置に基づいて前記被嵌合部材に対する前記嵌合部材の位置ずれを検知し、該検知した位置ずれ幅に基づいて前記嵌合位置を特定する請求項 1 又は 2 に記載のロボットシステム。

20

【請求項 4】

前記位置特定部は、前記ロボット、前記嵌合部材又は前記嵌合部材把持具を、第 1 の方向から、第 1 の方向及び第 2 の方向から、又は、第 1 の方向及び第 2 の方向及び第 3 の方向から、前記位置決め部材に接触させることにより、前記位置ずれを検知する請求項 3 に記載のロボットシステム。

【請求項 5】

前記位置決め部材は、前記ロボット、前記嵌合部材又は前記嵌合部材把持具に対応する形状である請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のロボットシステム。

【請求項 6】

ロボットの先端に取付けられた嵌合部材把持具が嵌合部材を把持した状態で、前記ロボット、前記嵌合部材又は前記嵌合部材把持具を、嵌合部材が嵌合される被嵌合部材との相対的な位置関係が定まった位置決め部材に接触させ、該接触させた位置を基準位置として嵌合位置を特定する位置特定工程と、
 前記嵌合位置において前記嵌合部材と前記被嵌合部材とを嵌合させるよう前記ロボットを制御する嵌合制御工程と、を含むロボット制御方法。

30

【請求項 7】

被加工物である嵌合部材を嵌合部材把持具で把持する把持工程と、
 前記嵌合部材把持具が前記嵌合部材を把持した状態で、ロボット、前記嵌合部材又は前記嵌合部材把持具を、嵌合部材が嵌合される被嵌合部材との相対的な位置関係が定まった位置決め部材に接触させ、該接触させた位置を基準位置として嵌合位置を特定する位置特定工程と、
 前記嵌合位置において前記嵌合部材と前記被嵌合部材とを嵌合させるよう前記ロボットを制御する嵌合制御工程と、を含む被加工物の製造方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボットシステム、ロボット制御方法及び被加工物の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、人間による手作業をロボットにより自動化させる需要が高まっている。例えば特

50

許文献 1 には、力覚センサを利用し、ロボットの先端に取付けられたハンドにより把持した嵌合部材を被嵌合部材に嵌合するロボットシステムが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2011-230245 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ロボットによる嵌合作業では、嵌合前の嵌合部材と被嵌合部材との相対的な位置関係がずれる（位置ずれが生じる）場合がある。位置関係がずれると、嵌合作業が適切に行えず、作業品質を一定に保てないおそれがある。

10

【0005】

よって、本技術分野では、ロボットによる嵌合作業を適切に行い、作業品質を一定に保つことができるロボットシステム、ロボット制御方法及び被化合物の製造方法が望まれている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係るロボットシステムは、ロボットと、ロボットの先端に取付けられ、嵌合部材を把持可能な嵌合部材把持具と、嵌合部材が嵌合される被嵌合部材と、ロボットを制御するロボット制御装置と、を備え、ロボット制御装置は、嵌合部材把持具が嵌合部材を把持した状態で、ロボット、嵌合部材又は嵌合部材把持具を、被嵌合部材との相対的な位置関係が定まった位置決め部材に接触させ、該接触させた位置を基準位置として嵌合位置を特定する位置特定部と、嵌合位置において嵌合部材と被嵌合部材とを嵌合させるようロボットを制御する嵌合制御部と、を有する。

20

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図 1】本実施形態に係るロボットシステムを模式的に表した図である。

【図 2】図 1 に示されたロボットシステムに含まれるロボットの側面図である。

【図 3】コントローラの機能ブロックを示す図である。

30

【図 4】本実施形態に係る嵌合位置の特定イメージを示した図である。

【図 5】位置決め部材の形状に応じた嵌合位置の特定イメージを示した図である。

【図 6】嵌合作業の手順を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、添付図面を参照して本発明の実施形態について説明する。なお、各図において同一又は相当部分には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0009】

本実施形態に係るロボットシステムは、単品の部品及び複数の部品が組み合わされた製品または半製品であるワーク（被加工物）に対して、ロボットが加工や組立等の種々の作業を行うロボットシステムであり、特に、ワークである嵌合部材を被嵌合部材に嵌合・挿入（以下、単に嵌合と記載）するものである。本実施形態に係るロボットシステムでは、力覚センサ技術を利用して後述するインピーダンス制御を行うことにより、嵌合作業の高品質化が図られている。なお、被加工物としてはロボットシステムにより加工を受けるあらゆる物品が該当し得る。例えば、被加工物としては電子機器用の基板の組立体、自動車などが含まれうる。

40

【0010】

図 1 は、本実施形態に係るロボットシステムを模式的に表した図である。図 1 に示すように、本実施形態に係るロボットシステム 1 は、ロボット 10、ロボット 10 の先端に取付けられ嵌合部材 20 を把持可能なエンドエフェクタであるハンド（嵌合部材把持具） 1

50

02、嵌合部材が嵌合される凹部を有する被嵌合部材30、ロボット10を制御するコントローラ(ロボット制御装置)11、及び、教示者とロボット10とのインターフェースである可搬式教示操作盤12を含んで構成されている。

【0011】

ロボット10の詳細について、図2を用いて説明する。図2は、図1に示されたロボットシステムに含まれるロボットの側面図である。図2に示すように、ロボット10は、基台104上に取り付けられた基礎部105、及び、基礎部105から上方に延伸するロボットアーム101を備えており、コントローラ11の動作命令に基づいて動作する。

【0012】

ロボットアーム101は、基端(基礎部105)側から順に、第1アーム106、第2アーム107、第3アーム108、第4アーム109、第5アーム110及び第6アーム111の6本のアームが連結されて構成されている。これらの各アームには、内部にアクチュエータが設けられており、各アクチュエータによって、図2中に両向き矢印で示すように各アームの連結部を関節として回転駆動させられる。

【0013】

また、ロボットアーム101の先端には上述したハンド102が設けられている。ハンド102は、ロボットアーム101の先端である第6アーム111の内部に設けられたアクチュエータにより回転駆動させられる。さらに、ハンド102の内部には、ハンド102の先端に取り付けられた一対の把持爪102aを駆動させるアクチュエータが設けられている。

【0014】

ロボットアーム101の先端である第6アーム111とハンド102の間には力覚センサ103が配設されている。力覚センサ103は、検出部分に作用する、並進3軸方向の力成分と回転3軸回りのモーメント成分との合計6成分を同時に検出することができるいわゆる6軸力覚センサである。

【0015】

ロボット10は、コントローラ11の制御に従い、第1アーム106、第2アーム107、第3アーム108、第4アーム109、第5アーム110、第6アーム111、ハンド102及び把持爪102aを動作させることで、嵌合部材20を把持爪102aで把持し、該把持した嵌合部材20を被嵌合部材30に嵌合する。

【0016】

図1に戻り、コントローラ11は、例えば演算装置、記憶装置及び入出力装置を有するコンピュータである。コントローラ11は、動作命令を出すことによりロボット10の動作を制御する。具体的には、コントローラ11は、ケーブルハーネス13を介してロボット10のアクチュエータに接続されており、動作命令によってアクチュエータを駆動させ、ロボット10の動作を制御している。また、コントローラ11は、ケーブルハーネス13を介して力覚センサ103とも接続されている。

【0017】

ここで、動作命令とは、ロボット10を動作させるプログラムであるコマンドや、ロボット10を動作させるプログラムのまとまりであるジョブである。例えば、把持爪102aにより嵌合部材20を把持するコマンドや、把持した嵌合部材20を被嵌合部材30に嵌合するコマンドなども動作命令として予め設定されている。よって、通常は、動作命令に従って、ロボット10による嵌合作業は自動的に行われる。しかしながら、ロボット10により把持された嵌合部材20が非常に重い等、想定外の理由により嵌合部材20を把持した後のロボット10の位置が変更されたり、被嵌合部材30の位置が変更される場合があり、このような場合に、ロボット10による嵌合作業が適切に行われぬおそれがある。そこで、コントローラ11は、以下に示す機能を具備することで、嵌合作業を適切に行う。

【0018】

コントローラ11の機能について、図3を用いて説明する。図3は、コントローラの機

10

20

30

40

50

能ブロックを示す図である。図3に示すように、コントローラ11は、位置特定部112及び嵌合制御部113を有している。位置特定部112は、嵌合部材20の被嵌合部材30に対する嵌合位置を特定する。具体的には、位置特定部112は、ハンド102が嵌合部材20を把持した状態で、ロボット10、嵌合部材20又はハンド102を、被嵌合部材30との相対的な位置関係が定まった位置決め部材50(図1参照)に接触させ、該接触させた位置を基準位置として嵌合位置40(図1参照)を特定する。位置特定部112による嵌合位置40の特定の詳細について、以下に説明する。

【0019】

ロボット10には、コントローラ11より、把持爪102a(ハンド102)により嵌合部材20を把持するコマンド、及び、把持爪102a(ハンド102)が嵌合部材20を把持した状態で把持した箇所から所定の区間ロボットアーム101を移動させるコマンドが動作命令として予め設定されている。また、被嵌合部材30との相対的な位置関係が定まった位置には、図1に示すように、位置決め部材50が設けられている。

10

【0020】

位置決め部材50は、ロボット10、嵌合部材20又はハンド102の外形に対応した形状を有している。ここでは、立方体形状の嵌合部材20に対応して、位置決め部材50は立方体形状とされている。位置決め部材50は被嵌合部材30と一体で成形されていてもよいし、被嵌合部材30との相対的な位置関係を一定とできれば別体で成型されていてもよい。被嵌合部材30と位置決め部材50との相対的な位置関係は、位置決め部材位置情報として、位置特定部112が予め記憶している。具体的には、位置決め部材位置情報とは、被嵌合部材30と位置決め部材50との離間距離、及び、位置決め部材50からみた被嵌合部材30が設けられた方向に関する情報である。

20

【0021】

そして、動作命令に従ってロボット10がロボットアーム101を移動させた結果、ロボット10、嵌合部材20又はハンド102(把持爪102aを含む)が位置決め部材50に接触した場合には、力覚センサ103により該接触が検知される。力覚センサ103は接触に係る力成分の検出に加えて、ロボット10等における接触位置を検出する。このような力覚センサ103による接触位置の検出は、例えば、力覚センサ103によって検出された力とモーメントとから力の作用線が求められ、該力の作用線とロボット10等の表面との交点が接触位置として導出されることにより行われる。

30

【0022】

力覚センサ103により検知された接触に係る情報は、力覚センサ103よりケーブルハーネス13を介してコントローラ11の位置特定部112に入力される。位置特定部112は、力覚センサ103により接触に係る情報の入力があった場合には、接触した位置を基準位置とし、位置決め部材位置情報に基づいて、基準位置から被嵌合部材30が設けられた方向に向かって、被嵌合部材30と位置決め部材50との離間距離分だけ移動した位置を嵌合位置40として特定する。嵌合位置40は、3方向(第1の方向、第2の方向及び第3の方向)における位置で特定される。ここで、第3の方向とは嵌合部材20を被嵌合部材30に対して嵌合する方向(Z方向)であり、第1の方向とは第3の方向と交差する方向(X方向であり)、第2の方向とは第1及び第3の方向と交差する方向(Y方向)である。なお、図1、図4及び図5において、第1の方向と第2の方向とは反対であってもよい。すなわち、図1、図4及び図5において、X方向が第2の方向であり、Y方向が第1の方向であってもよい。なお、位置特定部112は、特定した嵌合位置40を、嵌合制御部113に入力する。

40

【0023】

嵌合位置40の特定イメージについて、図4を用いて説明する。図4は、本実施形態に係る嵌合位置の特定イメージを示した図である。図4(a)に示すように、ロボット10が把持爪102aにより嵌合部材20を把持した状態において、被嵌合部材30が、破線で示した本来の嵌合位置から第1の方向であるX方向にずれて配置されているとする。なお、ここでは第2の方向であるY方向及び第3の方向であるZ方向には、被嵌合部材30

50

は位置ずれしていないものとする。

【0024】

そして、嵌合部材20を把持したロボット10に対して、所定の区間、ロボットアーム101を移動させるコマンドがコントローラ11より動作命令として出され、図4(b)に示すように、嵌合部材20が位置決め部材50に接触する。

【0025】

この場合、力覚センサ103により接触が検知され、検知された接触に係る情報が力覚センサ103からコントローラ11の位置特定部112に入力される。位置特定部112には位置決め部材位置情報が予め記憶されているため、位置特定部112は、図4(c)に示すように、第2の方向であるX方向に被嵌合部材30と位置決め部材50との離間距離分だけロボットアーム101を移動させた位置を嵌合位置40として特定する。なお、図4では、X方向のみに位置ずれしているとして嵌合位置40の特定を説明したが、Y方向及びZ方向に位置ずれしている場合にも同様に嵌合位置40を特定することができる。

10

【0026】

また、位置特定部112は、接触位置に基づいて被嵌合部材30に対する嵌合部材20の位置ずれを検知し、該検知した位置ずれ幅に基づいて嵌合位置40を特定する。位置特定部112は、ロボット10、嵌合部材20又はハンド102における位置決め部材50との接触位置(以下、ロボット10等における接触位置と記載する)、位置決め部材50におけるロボット10、嵌合部材20又はハンド102との接触位置(以下、位置決め部材50における接触位置と記載する)、及び、位置決め部材位置情報から、位置ずれ幅を特定する。

20

【0027】

ロボット10等における接触位置は、上述したように力覚センサ103により検出される。すなわち、位置特定部112は、力覚センサ103より入力される接触に係る情報より、ロボット10等における接触位置を特定する。また、位置決め部材50における接触位置は、ロボット10等を、X方向から、又は、X方向及びY方向から、又は、X方向及びY方向及びZ方向から、位置決め部材50に接触させることにより特定される。すなわち、位置特定部112は、ロボット10等をX方向から位置決め部材50に接触させることで、位置決め部材50におけるX方向の接触位置を特定し、ロボット10等をY方向から位置決め部材50に接触させることで、位置決め部材50におけるY方向の接触位置を特定し、ロボット10等をZ方向から位置決め部材50に接触させることで、位置決め部材50におけるZ方向の接触位置を特定する。

30

【0028】

また、上述した位置決め部材位置情報は、位置決め部材50における各位置毎に位置特定部112に予め記憶されている。すなわち、位置決め部材50における各位置毎に、各方向における被嵌合部材30との離間距離が記憶されている。

【0029】

位置特定部112による位置ずれ幅の特定は、最初に、位置決め部材50における接触位置、及び、位置決め部材位置情報から、該位置決め部材50の接触位置における被嵌合部材30との離間距離が方向毎に特定される。次に、特定した離間距離等に、ロボット10等における接触位置を考慮し位置ずれ幅が特定され嵌合位置40が特定される。

40

【0030】

すなわち、例えば、位置決め部材50の接触位置における被嵌合部材30との離間距離がX方向に20cm、Y方向に30cm、Z方向に0cmであると特定されたとする。そして、ロボット10等における接触箇所が嵌合部材20の先端からZ方向に10cm把持爪102aよりの箇所であると特定されたとする。この場合、位置ずれ幅は、X方向に20cm、Y方向に30cm、Z方向に10cmであると特定される。

【0031】

なお、位置決め部材50を、ロボット10、嵌合部材20又はハンド102に対応する形状として形成しておき、ロボット10等における接触位置及び位置決め部材50にお

50

る接触位置を特定し、嵌合位置40を特定してもよい。すなわち、例えば、位置決め部材50におけるX方向及びY方向の接触位置を特定する場合に、上述したようにロボット10等をX方向及びY方向から位置決め部材50に接触させるのではなく、X方向から接触させた後に、接触させた状態でY方向にロボット10等を移動させ、ロボット10等が位置決め部材50の形状に倣って静定した位置を、X方向及びY方向の接触位置として特定してもよい。この場合には、ロボット10等において倣って静定する箇所は一か所に定まるため、ロボット10等における接触位置も特定できる。なお、ロボット10等を位置決め部材50の形状に倣って静定させる際には、後述するインピーダンス制御の技術が利用される。

【0032】

10

このような位置決め部材50の形状に応じた嵌合位置40の特定イメージについて、図5を用いて説明する。図5は、位置決め部材の形状に応じた嵌合位置の特定イメージを示した図であり、ロボット10等を上面視した図である。図5(a)に示すように、ロボット10の把持爪102aが把持する嵌合部材20xは、側面が円形状であり、また、被嵌合部材30xに嵌合される部分は破線で示す円柱状になっている。また、位置決め部材50xには、嵌合部材20xの側面の形状(円形状)に対応する形状の凹み部分51xが形成されている。なお、該凹み部分51xの形状と嵌合部材20xの側面の形状とが一致する位置は、一意に定まる。

【0033】

20

まず、嵌合部材20xを把持したロボット10に対して、第1の方向であるX方向に所定の区間、ロボットアーム101を移動させるコマンドがコントローラ11より動作命令として出され、図5(b)に示すように嵌合部材20xが位置決め部材50xに接触している。この場合、力覚センサ103により接触が検知され、検知された接触に係る情報が力覚センサ103からコントローラ11の位置特定部112に入力される。そして、さらにコントローラ11よりロボットアーム101を第2の方向であるY方向に所定の区間移動させるコマンドが動作命令として出される。

【0034】

30

ロボット10がコントローラ11の動作命令に従って、第2の方向であるY方向にロボットアーム101を移動させると、嵌合部材20xの側面の形状が位置決め部材50xの凹み部分51xの形状と一致する箇所に到達する(図5(c)参照)。コントローラ11は、該凹み部分51xの形状に倣ってロボット10を静定させる。なお、凹み部分51xの形状に倣ってロボット10を静定させる際には、後述するインピーダンス制御の技術を利用している。

【0035】

そして、位置特定部112は、ロボット10を静定させた位置より、位置決め部材50xにおけるX方向及びY方向の接触位置、及び、嵌合部材20xにおける接触位置を特定し、これらと位置決め部材位置情報とから、嵌合位置40xを特定する。

【0036】

40

図3に戻り、嵌合制御部113は、位置特定部112が特定した嵌合位置40において嵌合部材20と被嵌合部材30とを嵌合させるようロボット10を制御する。嵌合制御部113により行われる処理は大きく2つに分けられ、一方は位置特定部112から入力された嵌合位置40に基づくロボット10のロボットアーム101の移動処理であり、他方はロボットアーム101の移動処理後の嵌合位置40におけるインピーダンス制御を利用した嵌合処理である。

【0037】

インピーダンス制御を利用した嵌合処理について詳細に説明する。インピーダンス制御とは、ロボットの手先に外から力を加えた場合に生じる機械的なインピーダンス(慣性、減衰係数、剛性)を、目的とする作業に都合の良い値に設定し位置と力を制御する制御手法のことである。上述したように、嵌合処理を行う前提として、嵌合位置40には嵌合部材20がセットされた状態となっている。嵌合位置40において、嵌合制御部113は、

50

力制御を開始し、嵌合部材 20 を被嵌合部材 30 に接触させる動作命令 (TOUCH コマンド) をロボット 10 に対して出す。

【0038】

嵌合制御部 113 は、力覚センサ 103 より接触に係る情報の入力があると、穴位置探り動作を行う動作命令をロボット 10 に対して出す。穴位置探り動作とは、ロボット 10 がロボットアーム 101 を左右に振りながら嵌合位置 40x の凹部を探索する動作である。該穴位置探り動作の間は、嵌合部材 20 は被嵌合部材 30 に接触している。嵌合部材 20 が適切な向きで被嵌合部材 30 に嵌合されるよう、被嵌合部材 30 の凹部には位置決めピンが設けられている。穴位置探り動作が成功すると、嵌合制御部 113 は、凹部の形状に沿って回転する位置決めピン探り動作を行う動作命令をロボット 10 に対して出す。

10

【0039】

ロボット 10 が位置決めピンの探索に成功すると、嵌合制御部 113 は、嵌合部材 20 を被嵌合部材 30 の凹部に挿入する動作命令 (INSERT コマンド) をロボット 10 に対して出す。そして、ロボット 10 が該動作命令に従って嵌合部材 20 を被嵌合部材 30 の凹部に挿入して、嵌合制御部 113 による力制御が終了する。なお、嵌合処理後、ロボット 10 は、コントローラ 11 の動作命令に従って、嵌合部材 20 を放し退避する。コントローラ 11 の各機能についての説明は以上である。

【0040】

図 1 に戻り、可搬式教示操作盤 12 は、教示者がロボット 10 を手動 (JOG) 操作したり動作プログラムを作成・編集したりするためのインターフェースであり、主に操作ボタン群 121 と表示画面 122 とで構成されている。

20

【0041】

次に、嵌合作業の一連の流れについて、図 6 を用いて説明する。図 6 は、嵌合作業の手順を示すフローチャートである。まず、コントローラ 11 に設定された動作命令に従い、ロボット 10 の把持爪 102a (ハンド 102) により嵌合部材 20 が把持される (S101、把持工程)。つづいて、位置特定部 112 により、嵌合部材 20 と被嵌合部材 30 とを嵌合させる嵌合位置 40 が特定される (S102、位置特定工程)。具体的には、ロボット 10 等を被嵌合部材 30 との相対的な位置関係が定まった位置決め部材 50 に接触させることにより、嵌合位置 40 が特定される。そして、嵌合制御部 113 により、嵌合位置 40 において嵌合部材 20 と被嵌合部材 30 とを嵌合させるようにロボット 10 が制御される (S103、嵌合制御工程)。具体的には、嵌合位置 40 に嵌合部材 20 がセットされた状態で、インピーダンス制御により嵌合部材 20 が被嵌合部材 30 の凹部に嵌合されるよう、ロボット 10 が制御される。

30

【0042】

以上、本実施形態に係るロボットシステム 1 では、嵌合部材 20 をハンド 102 が把持した状態で、ロボット 10、嵌合部材 20 又はハンド 102 を、被嵌合部材 30 との相対的な位置関係が定まった位置決め部材 50 に接触させることにより、位置特定部 112 が、嵌合部材 20 と被嵌合部材 30 との嵌合位置 40 を特定している。

【0043】

ロボットによる嵌合作業では、嵌合前の嵌合部材と被嵌合部材との相対的な位置関係がずれる (位置ずれが生じる) 場合がある。従来、このような位置ずれに対応するために、嵌合時の嵌め合い動作の中に、被嵌合部材 (の凹部) を探索する動作を設定している。しかしながら、探索する動作の探索範囲を超えて位置ずれが生じた場合には、嵌合作業が適切に行えず、嵌合作業の品質を一定に保てないおそれがある。

40

【0044】

この点、本実施形態に係るロボットシステム 1 は上述したように、ロボット 10 等を被嵌合部材 30 との相対的な位置関係が定まった位置決め部材 50 に接触させ、該接触させた位置を基準位置として嵌合位置 40 を特定しているため、被嵌合部材 30 (の凹部) を探索する範囲を超えて位置ずれが生じている場合であっても嵌合作業を適切に行うことができる。すなわち、嵌合作業の品質を一定に保つことができる。

50

【 0 0 4 5 】

また、ロボット 1 0 の先端（第 6 アーム 1 1 1）とハンド 1 0 2 との間に配設された力覚センサ 1 0 3 を備えていることで、ロボット 1 0 等と位置決め部材 5 0 との接触に係る力成分が検出できるとともに、ロボット 1 0 等における接触位置が検出できる。

【 0 0 4 6 】

また、位置特定部 1 1 2 が、接触させた位置に基づいて被嵌合部材 3 0 に対する嵌合部材 2 0 の位置ずれを検知し、該検知した位置ずれ幅に基づいて嵌合位置 4 0 を特定することで、接触させた位置毎に適切な嵌合位置 4 0 を特定することができ、嵌合作業の品質をより一層高めることができる。

【 0 0 4 7 】

また、位置特定部 1 1 2 が、ロボット 1 0、嵌合部材 2 0 又はハンド 1 0 2 を、X 方向から、X 方向及び Y 方向から、又は、X 方向及び Y 方向及び Z 方向から、位置決め部材 5 0 に接触させて位置ずれを検知することで、嵌合部材 2 0 及び被嵌合部材 3 0 が設けられた箇所毎に適切に嵌合位置 4 0 を特定することができる。すなわち、嵌合部材 2 0 と被嵌合部材 3 0 との相対的な位置関係のずれが一次元でのみ生じ得る場合には X 方向から、二次元で生じ得る場合には X 方向及び Y 方向から、三次元で生じ得る場合には X 方向及び Y 方向及び Z 方向から、それぞれロボット 1 0 等を位置決め部材 5 0 に接触させることで、嵌合部材 2 0 及び被嵌合部材 3 0 が設けられた箇所毎の適切な嵌合位置 4 0 の特定が可能となる。

【 0 0 4 8 】

また、位置決め部材 5 0 を、ロボット 1 0、嵌合部材 2 0 又はハンド 1 0 2 に対応する形状とし、ロボット 1 0 等が位置決め部材 5 0 の形状に倣って静定した位置に基づいて嵌合位置 4 0 を特定することにより、一方向からロボット 1 0 等を位置決め部材 5 0 に接触させることで、二方向又は三方向に位置ずれしている場合の嵌合位置 4 0 の特定も行うことができる。すなわち、嵌合位置 4 0 の特定処理を簡易化できる。

【 0 0 4 9 】

以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は必ずしも上述した実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。例えば、嵌合部材 2 0 を被嵌合部材 3 0 の凹部に嵌合するとして説明したが、必ずしも被嵌合部材が凹部を有するものでなくてもよく、嵌合部材が凹部を有し該凹部に凸形状の被嵌合部材を嵌合する態様であってもよい。また、嵌合制御部 1 1 3 はインピーダンス制御により嵌合処理を行うとして説明したが、嵌合部材と被嵌合部材とを嵌合させることができればその他の制御方法により嵌合処理を行ってもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 0 】

1 ... ロボットシステム、1 0 ... ロボット、1 1 ... コントローラ（ロボット制御装置）、2 0、2 0 x ... 嵌合部材、3 0、3 0 x ... 被嵌合部材、4 0 ... 嵌合位置、5 0、5 0 x ... 位置決め部材、1 0 2 ... ハンド（嵌合部材把持具）、1 0 3 ... 力覚センサ、1 1 2 ... 位置特定部、1 1 3 ... 嵌合制御部。

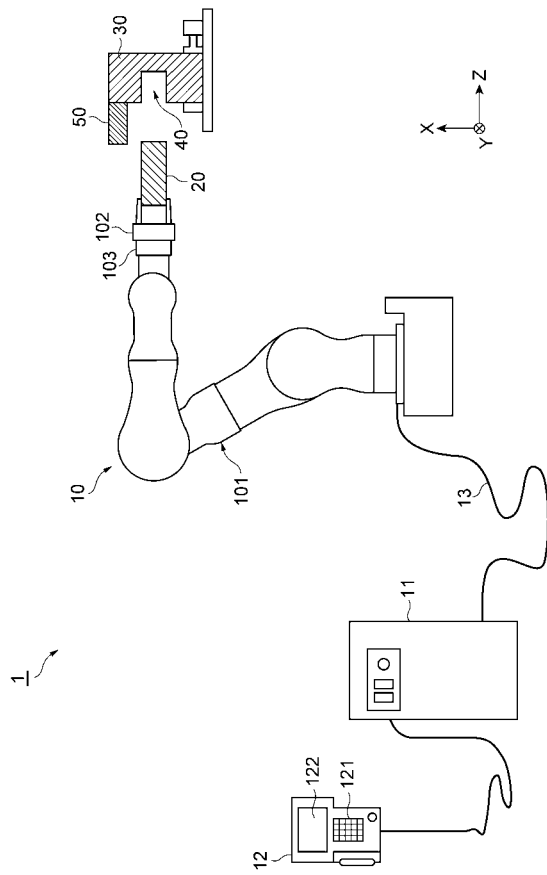
10

20

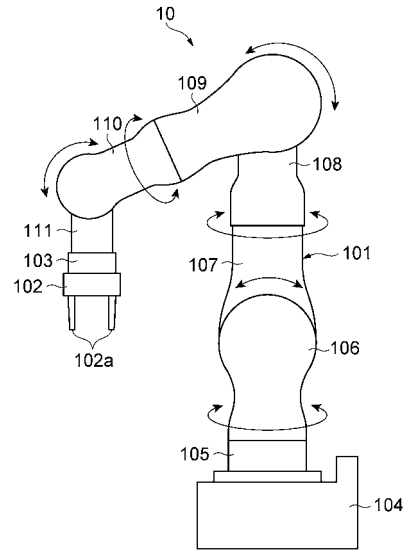
30

40

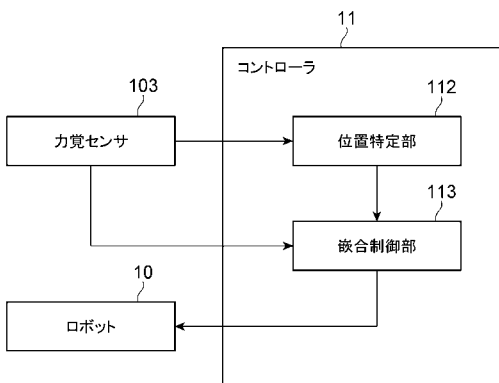
【図 1】



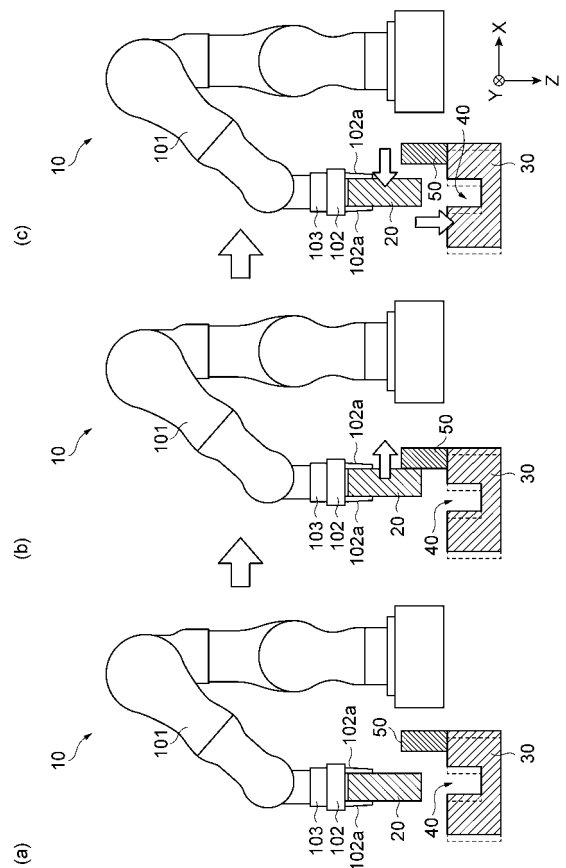
【図 2】



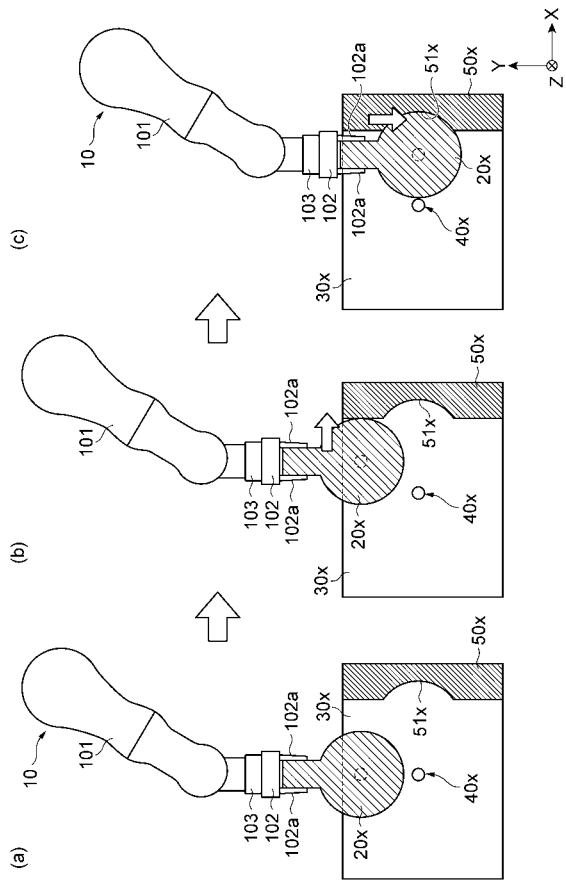
【図 3】



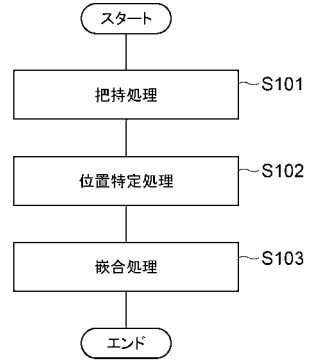
【図 4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 河野 大

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内

(72)発明者 永井 亮一

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内

Fターム(参考) 3C707 AS07 BS12 DS01 ES03 KS31 KS33 KX06 LT07 LU09 LV17