

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5652445号
(P5652445)

(45) 発行日 平成27年1月14日(2015.1.14)

(24) 登録日 平成26年11月28日(2014.11.28)

(51) Int.Cl. F I
B 2 5 J 13/00 (2006.01) B 2 5 J 13/00 Z
B 2 5 J 9/06 (2006.01) B 2 5 J 9/06 E

請求項の数 2 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-192114 (P2012-192114) (22) 出願日 平成24年8月31日 (2012.8.31) (65) 公開番号 特開2014-46419 (P2014-46419A) (43) 公開日 平成26年3月17日 (2014.3.17) 審査請求日 平成25年3月15日 (2013.3.15)</p>	<p>(73) 特許権者 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 100089118 弁理士 酒井 宏明 (72) 発明者 南 悠佑介 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 河野 智樹 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 審査官 佐藤 彰洋</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

胴部と、
 前記胴部に取り付けられ、線状体を保持可能な第1ハンドが取り付けられる第1アームと、
 前記胴部に取り付けられ、前記線状体を保持可能な第2ハンドが取り付けられる第2アームと、
 前記第1アーム、前記第2アームおよび前記第1ハンド、前記第2ハンドの動作をそれぞれ制御する制御部と、
 を備え、
 前記制御部は、
 巻回された線状体の先端を前記第1ハンドまたは前記第2ハンドに保持させ、当該線状体を引き出して環状部を形成させ、
 前記線状体を保持した一方のハンドから他方のハンドへ前記線状体を持ち替えさせる持替動作を行わせるとともに、前記他方のハンドを、前記環状部の内部を通過させることにより、前記線状体による結び目を形成させる
 ことを特徴とするロボット。

【請求項2】

前記環状部は、
 ドラムから引き出された前記線状体が、治具に係止されて折り返されている状態から、

前記線状体の先端を保持した一方のハンドと前記治具との間で前記線状体を前記他方のハンドで支持しながら、前記一方のハンドを、当該ハンドが取付けられた前記アームごと、前記ドラムと前記治具との間の線状体の向こう側へくぐらせることにより形成されることを特徴とする請求項 1 に記載のロボット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

開示の実施形態は、ロボットおよびロボットシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、部品供給部に対面するように配置され、一方の腕に設けたハンドと、他方の腕に設けたハンドとで、所定の作業を行うロボットおよび同ロボットを用いたロボットシステムが知られている。

10

【0003】

例えば、一方の腕に設けたハンドで線状体を把持し、他方の腕に設けたハンドで把持した部品を線状体に取り付ける作業を行うロボットが開示されている（例えば、特許文献 1 を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2010 - 158763 号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

かかるロボットによる作業の自動化分野では、ロボットにより自動化可能な作業内容を拡充させて、元々自動化が困難で人手に頼っていた作業を自動化することが求められている。

【0006】

実施形態の一態様は、上記に鑑みてなされたものであって、作業の自動化をより効率的に行うことができるロボットおよび同ロボットを備えるロボットシステムを提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

実施形態の一態様に係るロボットは、胴部と、第 1 アームと、第 2 アームと、制御部とを備える。第 1 アームは、前記胴部に取り付けられ、線状体を保持可能な第 1 ハンドが取り付けられる。第 2 アームと、前記胴部に取り付けられ、前記線状体を保持可能な第 2 ハンドが取り付けられる。制御部は、前記第 1 アーム、前記第 2 アームおよび前記第 1 ハンド、前記第 2 ハンドの動作をそれぞれ制御する。また、同制御部は、巻回された線状体の先端を前記第 1 ハンドまたは前記第 2 ハンドに保持させ、当該線状体を引き出して環状部を形成させ、前記線状体を保持した一方のハンドから他方のハンドへ前記線状体を持ち替えさせる持替動作を行わせるとともに、前記他方のハンドを、前記環状部の内部を通過させることにより、前記線状体による結び目を形成させる。

40

【発明の効果】

【0008】

実施形態の一態様によれば、作業の自動化をより効率的に行うことができるロボットおよびロボットシステムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】図 1 は、第 1 の実施形態に係るロボットシステムを示すブロック図である。

【図 2】図 2 は、同ロボットシステムが備えるロボットを示す説明図である。

50

【図3】図3は、同ロボットによる作業の一例を示す側面視による説明図である。

【図4】図4は、同平面視による説明図である。

【図5】図5は、同ロボットによる作業手順の一例を示す説明図である。

【図6】図6は、同ロボットによる作業手順の他の例を示す説明図である。

【図7】図7は、第2の実施形態に係るロボットシステムにおけるロボットによる作業の一例を示す平面視による説明図である。

【図8】図8は、第3の実施形態に係るロボットシステムにおけるロボットによる作業の一例を示す平面視による説明図である。

【図9】図9は、第4の実施形態に係るロボットシステムにおけるロボットによる作業の一例を示す説明図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、添付図面を参照して、本願の開示するロボットおよびロボットシステムの実施形態を詳細に説明する。なお、以下に示す実施形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0011】

(第1の実施形態)

先ず、第1の実施形態に係るロボットシステムの概略について説明する。図1は、第1の実施形態に係るロボットシステムを示すブロック図である。図示するように、ロボットシステム100は、ロボット1と、制御部2とを含んで構成される。

20

【0012】

ロボット1は、図示するように、工場のフロアなどの設置面Fに設けられた胴部10と、左アーム(第1アーム)11および右アーム(第2アーム)12と、左ハンド(第1ハンド)21および右ハンド(第2ハンド)22とを備えた、いわゆる双腕ロボットとして構成されている。

【0013】

胴部10は、設置面Fに支持されている基台10Aと基台10Aに対して回転軸108まわりに回転可能に設けられた旋回胴部10Bを有している。

【0014】

左アーム11は、旋回胴部10Bの左側(一端側)に回転軸(第1軸)101まわりに回転可能に設けられている。右アーム12は旋回胴部10Bの右側(他端側)に回転軸101まわりに回転可能に設けられている。なお、本実施形態では左アーム11及び右アーム12が、共に旋回胴部10Bの肩位置に設けられた同一構成の回転軸101まわりに回転可能となっているが、左アーム11及び右アーム12はそれぞれ異なる回転軸まわりに回転するように構成されていてもよい。

30

【0015】

制御部2は、少なくとも、左右アーム11, 12および左右ハンド21, 22の動作を制御することが可能である。

【0016】

本実施形態に係るロボットシステム100は、図示するように、ワーク支持装置3を備えている。ワーク支持装置3は、処理対象となるワーク4(図2参照)に応じて適宜用意されるものであり、処理に応じた形態でワーク4を支持するとともに、ワーク4の位置を適宜移動させることもできる。

40

【0017】

すなわち、本実施形態におけるワーク支持装置3は、先端に把持装置(不図示)を設けた支持杆31(図2参照)を備え、把持装置によってワーク4をしっかりと支持可能とするとともに、かかる把持装置の他に、モータなどの駆動源を備えている。そして、かかる駆動源によって、把持装置を駆動してワーク4を移動可能としている。

【0018】

本実施形態に係るロボットシステム100では、かかるワーク支持装置3を、制御部2

50

により、少なくともロボット1の左右アーム11, 12の動作と同期して制御している。

【0019】

制御部2は、いずれも図示しないが、CPU (Central Processing Unit) などの電子回路や、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory) およびHDD (Hard Disk Drive) などの記憶装置を備えている。そして、所定の作業を行えるように、かかる記憶装置に格納されたプログラムにしたがって、制御部2は、左右アーム11, 12および左右ハンド21, 22、さらにはワーク支持装置3の駆動を制御する。

【0020】

なお、本実施形態に係るロボットシステム100では、制御部2をロボット1から離隔して別体として配置しているが、例えば、胴部10などに内蔵することもできる。

10

【0021】

図2は、ロボットシステム100が備えるロボット1を平面視で示す説明図である。ロボット1の胴部10は、ワーク4に対向して配置されている。

【0022】

本実施形態におけるワーク4は、横断面視略円形の棒状体からなり、先端に把持装置(不図示)を設けた支持杆31を介してワーク支持装置3に支持されている。

【0023】

なお、ワーク4を直接的に支持する装置として、本実施形態におけるワーク支持装置3は把持装置を備えているが、これに限定されるものではない。ワーク支持装置3には、ワーク4の形状などに合わせて、例えば、挟持、把持、あるいは吸着などのように、その他の適宜の形態でワーク4を支持する装置を選択的に設けることができる。

20

【0024】

また、図示するように、ワーク4に対向して配置された胴部10の両肩部に、左右アーム11, 12が回動自在に取り付けられている。すなわち、胴部10の左肩部に左アーム11が、右肩部に右アーム12がそれぞれ回動自在に取り付けられている。なお、胴部10は、設置面などに対して固定された構成であってもよいが、設置面に別途固定された図示しないベース部に対して回動自在に設けることもできる。

【0025】

本実施形態におけるロボット1の左右アーム11, 12は、同一構成であって、図2に示すように、第1アーム体13、第2アーム体14、第3アーム体15、および第4アーム体16を備えている。そして、左右アーム11, 12の各先端、すなわち、第4アーム体16の先端に左右ハンド21, 22が取り付けられている。

30

【0026】

第1アーム体13は、肩部に対して第1軸101を介して揺動自在に、そして、第2軸102を介して回動自在に取り付けられている。また、第2アーム体14は、第1アーム体13の先端に、第3軸103を介して回動自在に取り付けられている。また、第3アーム体15は、第2アーム体14の先端に、第4軸104を介して回動自在に、そして、第5軸105を介して捻転自在に取り付けられている。

【0027】

そして、第4アーム体16は、第3アーム体15の先端に、第6軸106を介して回動自在に取り付けられている。そして、第4アーム体16の先端部に、ハンド21(22)を連動連結する第7軸107が設けられている。

40

【0028】

本実施形態では、回転軸108は設置面Fに対して垂直であり、第1軸101は回転軸108に対して直交している。第2軸102は第1軸101に対して直交しており、第3軸103は第2軸102に対して直交しており、第4軸104は第3軸103に対して直交しており、第5軸105は第4軸104に対して直交しており、第6軸106は第5軸105に対して直交しており、第7軸107は第6軸106に対して直交するように構成されている。なお、「垂直」及び「直交」は当業者にとり実質的なものであればよく、ある程度の誤差は許容されるものである。

50

【 0 0 2 9 】

このように、左アーム 1 1 の先端に第 7 軸 1 0 7 を介して左ハンド 2 1 が、右アーム 1 2 の先端に第 7 軸 1 0 7 を介して右ハンド 2 2 がそれぞれ取り付けられている。そして、各ハンド 2 1 , 2 2 は、ワーク 4 に対して、所定の作業を行う単一のツールをそれぞれが単独で保持可能に構成されている。

【 0 0 3 0 】

ところで、本実施形態に係るロボットシステム 1 0 0 により実行される所定の作業は、棒状体であるワーク 4 の周面に、ワーク 4 への供給物となるテープなどの帯状体 6 (図 3 参照) を螺旋状に巻回していく作業であり、ツールとしては、ワーク 4 に対して巻回する帯状体 6 を繰り出し可能とした供給装置 5 としている。

10

【 0 0 3 1 】

すなわち、各ハンド 2 1 , 2 2 は、ワーク 4 の周面を螺旋状に巻回していく帯状体 6 が巻回されたリール状の供給装置 5 を単独で保持可能に構成されている。図示は省略するが、例えば、リール状の供給装置 5 の略中心に設けた軸体を回転自在に保持する軸体連結装置を保持機構として備えている。

【 0 0 3 2 】

このように、制御部 2 は、かかる構成のロボット 1 とワーク支持装置 3 とを用いて、供給装置 5 をワーク 4 の周りを周回させることができる。具体的には、本実施形態に係るロボットシステム 1 0 0 は、所定のプログラムにしたがってロボット 1 とワーク支持装置 3 とを駆動させる制御部 2 によってワーク 4 の周面に所定の帯状体 6 を螺旋状に巻き上げていくことができる。すなわち、ツールである供給装置 5 を保持した一方のアーム (例えば、第 1 アームとしての左アーム 1 1) から、他方のアーム (例えば、第 2 アームとしての右アーム 1 2) へ供給装置 5 を持ち替えさせる持替動作を行わせ、当該供給装置 5 をワーク 4 の周りに周回させて、当該ワーク 4 の周面に帯状体 6 を螺旋状に巻回することができる。

20

【 0 0 3 3 】

図 3 は、ロボット 1 による作業の一例を側面視により示す説明図、図 4 は、同平面視により示す説明図である。図示するように、制御部 2 は、ワーク 4 の周辺における第 1 の位置 3 0 1 と第 2 の位置 3 0 2 とで、供給装置 5 を保持した一方のハンド (例えば、左ハンド 2 1) から、他方のハンド (例えば、右ハンド 2 2) へ供給装置 5 を持ち替える動作を行わせる。なお、図 3 および図 4 では、第 1 の位置 3 0 1 と第 2 の位置 3 0 2 とを星印で示している。

30

【 0 0 3 4 】

本実施形態に係るロボット 1 は、供給装置 5 を持ち替える動作を行う第 1 の位置 3 0 1 をワーク 4 の前方位置とし、第 2 の位置 3 0 2 をワーク 4 の後方位置としている。なお、ワーク 4 の前方位置とは、ワーク 4 とロボット 1 の胴部 1 0 との間となる位置であり、ワーク 4 の後方位置とは、ワーク 4 よりも、ロボット 1 の胴部 1 0 に遠い位置である。

【 0 0 3 5 】

ここで、供給装置 5 の持ち替える動作の一例を示す。図 3 および図 4 に示すように、制御部 2 は、ワーク 4 の前方位置である第 1 の位置 3 0 1 において、供給装置 5 を、これを保持した右ハンド 2 2 から左ハンド 2 1 へ持ち替えさせる。そして、ワーク 4 の周りを略半周した供給装置 5 を、今度は、ワーク 4 の後方位置である第 2 の位置 3 0 2 において、左ハンド 2 1 から右ハンド 2 2 へ持ち替えさせる。

40

【 0 0 3 6 】

このように、本実施形態に係るロボット 1 は、第 1 の位置 3 0 1 と第 2 の位置 3 0 2 とにおいて、供給装置 5 の持ち替え動作を行うことにより、ワーク 4 の周りに、供給装置 5 を容易に周回させることができる。このとき、供給装置 5 は、図 4 に示すように、ワーク 4 の周りを時計回りで周回し、円周状の軌跡 2 0 0 を描くことになる。

【 0 0 3 7 】

そして、供給装置 5 をワーク 4 の周りに複数回周回させることで、図 3 に示すように、

50

帯状体 6 をワーク 4 の周面に螺旋状に巻回していくことができる。

【 0 0 3 8 】

帯状体 6 をワーク 4 の周面に螺旋状に巻回するに際し、例えば、左右ハンド 2 1 , 2 2 の上昇を制御する場合と、さらに、ワーク支持装置 3 についても駆動制御する場合とがある。

【 0 0 3 9 】

左右ハンド 2 1 , 2 2 の上昇を制御する場合、供給装置 5 の持ち替え動作と同期させて左右の第 1 アーム体 1 3 , 1 3 を肩部を介して揺動させ、左右ハンド 2 1 , 2 2 を漸次上昇させるとよい。他方、ワーク支持装置 3 を制御する場合、左右ハンド 2 1 , 2 2 による供給装置 5 の持ち替え動作と同期させて、ワーク 4 を、支持杆 3 1 ごと漸次上昇させるとよい。

10

【 0 0 4 0 】

このように、制御部 2 は、ロボット 1 の左右アーム 1 1 , 1 2 および左右ハンド 2 1 , 2 2 の動作と同期してワーク支持装置 3 を駆動制御することができる。そして、棒状のワーク 4 の周面に、所定の帯状体 6 を螺旋状に、効率的に巻き上げていくことが可能となる。

【 0 0 4 1 】

また、本実施形態に係るロボットシステム 1 0 0 では、ワーク 4 がロボット 1 の胴部 1 0 に正対する位置にあり、供給装置 5 を持ち替える第 1 の位置 3 0 1 と第 2 の位置 3 0 2 とが、ワーク 4 の前方位置と後方位置としている。そのため、左右対称の構成である左右アーム 1 1 , 1 2 および左右ハンド 2 1 , 2 2 について、両方を略同様な動作とする単純なプログラムによっても、ワーク 4 の周面に所定の帯状体 6 を螺旋状に巻き上げる作業を実現することが可能となる。

20

【 0 0 4 2 】

ここで、図 5 を参照しながら、ロボット 1 が、供給装置 5 の持ち替え動作を行いながら、実際に帯状体 6 をワーク 4 に巻く作業について説明する。図 5 は、ロボット 1 による作業手順の一例を示す説明図である。なお、供給装置 5 から引き出された帯状体 6 の先端は、既にワーク 4 に連結されているものとする。

【 0 0 4 3 】

また、図 4 に示した例では、供給装置 5 はワーク 4 の周りを時計回りで周回していたが、ここでは、供給装置 5 がワーク 4 の周りを反時計回りで周回するものとしている。

30

【 0 0 4 4 】

図 5 (a) に示すように、ここでは、供給装置 5 は右ハンド 2 2 に保持されている。この図 5 (a) に示した状態は、制御部 2 が、供給装置 5 を保持する右ハンド 2 2 と供給装置 5 を保持しない左ハンド 2 1 とのいずれについても、ワーク 4 の後方へ位置するように左右アーム 1 1 , 1 2 を駆動制御した結果である。また、制御部 2 は、左右アーム 1 1 , 1 2 を周回させながら上昇させており、帯状体 6 は螺旋を描くように周回している。

【 0 0 4 5 】

そして、図 5 (b) に示すように、ワーク 4 の直後方位置において、左右ハンド 2 1 , 2 2 を、あたかも合掌するかのように対面させ、このタイミングで供給装置 5 の持ち替えを行う。また、供給装置 5 は左ハンド 2 1 と右ハンド 2 2 との間にあり、これら左右ハンド 2 1 , 2 2 によって供給装置 5 の持ち替えがなされる。

40

【 0 0 4 6 】

また、本実施形態に係るロボット 1 は、持替動作の際に、供給装置 5 を保持した一方のハンド (ここでは、右ハンド 2 2) の周回速度に、他方のハンド (ここでは、左ハンド 2 1) の周回速度を追従させるように制御部 2 によって制御される。

【 0 0 4 7 】

すなわち、棒状のワーク 4 に帯状体 6 を巻回する場合、帯状体 6 の張力を一定にして巻回しなければ、帯状体 6 がずれてしまうなど、巻回態様が乱れるおそれがある。そこで、張力が低下して帯状体 6 の巻回に緩みが生じないように、供給装置 5 を保持した右ハンド

50

22の周回速度に、供給装置5を保持しない左ハンド21の周回速度を追従させた状態で供給装置5の持ち替えを、換言すれば、受け渡しを行うようにしている。

【0048】

つまり、図5(b)に示した状態では、供給装置5は、一瞬、左右ハンド21, 22に同時に保持されることになる。このようにして、帯状体6は、持ち替え時にも張力が変化することなく、常に均一の張力でワーク4の周面に巻回されることになる。

【0049】

左ハンド21に受け渡された供給装置5は、図5(c)に示すように、ワーク4の左奥側へと移動する。このときの左右アーム11, 12および左右ハンド21, 22の状態は、高さ方向へ位置がずれる他は図5(a)の状態と殆ど変わらない。

10

【0050】

次に、制御部2は、左右アーム11, 12を屈曲させ、図5(d)に示すように、左ハンド21に保持された供給装置5を、ワーク4の左手前側まで引き寄せる。そして、この場合も、制御部2は、左右アーム11, 12を周回させながら上昇させており、帯状体6は螺旋を描くように周回する。

【0051】

また、同時に、制御部2は、ワーク支持装置3を制御して、ワーク4の位置をロボット1の胴部10から遠ざける方向へと移動させる(矢印f1を参照)。すなわち、制御部2は、ワーク支持装置3を、ロボット1の左右アーム11, 12の動作と同期して制御している。

20

【0052】

そして、図5(e)に示すように、ワーク4の前方位置において、制御部2は、ここでも左右ハンド21, 22を対面させて供給装置5の持ち替えを行う。そして、この場合も、供給装置5を保持した左ハンド21の周回速度に、供給装置5を保持しない右ハンド22の周回速度を追従させた状態で供給装置5の持ち替えを行い、帯状体6の張力が変化しないようにする。

【0053】

右ハンド22に受け渡された供給装置5は、図5(f)に示すように、ワーク4の右手前側へ移動する。このときの左右アーム11, 12および左右ハンド21, 22の状態は、高さ方向へ位置がずれる他は図5(d)の状態と殆ど変わらない。

30

【0054】

次いで、制御部2は、左右アーム11, 12が伸延する側へ屈曲度合いを変化させ、図5(g)に示すように、右ハンド22に保持された供給装置5を、ワーク4の右奥側まで移動させる。同時に、制御部2は、ワーク支持装置3を制御して、ワーク4の位置をロボット1の胴部10に近づく方向へと移動させる(矢印f2を参照)。

【0055】

このときのロボット1の左右アーム11, 12および左右ハンド21, 22の姿勢は、高さ方向へ位置がずれる他は図5(a)で示した状態と同じである。こうして、ロボット1による帯状体6のワーク4に対する巻回作業の1サイクルが終了する。そして、かかる巻回作業が繰り返されることにより、ワーク4の周面に帯状体6が巻回されていく。

40

【0056】

上述してきたように、第1の実施形態では、ロボット1を備えるロボットシステム100により、棒状のワーク4に、帯状体6を螺旋状に巻回していく作業を、効率的に行うことができる。

【0057】

なお、上述してきた実施形態では、ワーク支持装置3の駆動についても制御部2で制御する構成とした。しかし、ワーク支持装置3は不動として、ロボット1の左右アーム11, 12および左右ハンド21, 22の駆動を制御するだけでも同様な作業を行うことができる。

【0058】

50

ここで、帯状体6の巻回対象であるワーク4の形態が異なる場合について説明する。上述してきた例では、ワーク4を一本の棒状体としたが、例えば、2本の棒状体が並設されていたり、あるいは、ワーク4がU字形状であったりしても、帯状体6の巻回作業を行うことができる。この場合、供給装置5が2つのワーク41, 42の周りを8の字を描くように周回するものとしている。

【0059】

図6は、ロボット1による作業手順の他の例を示す説明図である。図示するように、この例では、並設された2本のワーク41, 42が、共通のワーク支持装置3によって共に保持されている。また、供給装置5から引き出された帯状体6の先端は、既に、左側に位置するワーク41に連結されているものとする。

10

【0060】

図6(a)は、供給装置5が左ハンド21から右ハンド22に持ち替えられるタイミングを示している。図6(a)に示すように、制御部2は、ワーク41の直後方位置において、左右ハンド21, 22を、あたかも合掌するかのように対面させ、このタイミングで供給装置5の持ち替えを行わせる。持替動作の態様については、上述した例と同様であり、持替動作の際に、供給装置5を保持した左ハンド21の周回速度に、右ハンド22の周回速度を追従させている。

【0061】

次に、図6(b)に示すように、左右アーム11, 12をそれぞれ外側方向へ屈曲させる。すなわち、供給装置5を受け渡された右ハンド22を、ワーク41の右側へと移動させて、ワーク41およびワーク42の間に位置させる。

20

【0062】

次に、制御部2は、左右アーム11, 12をさらに深く屈曲させて胴部10側に近接させ、図6(c)に示すように、右ハンド22に保持された供給装置5を、ワーク支持装置3の手前側まで引き寄せる。

【0063】

そして、図6(d)に示すように、制御部2は、供給装置5がワーク42の右手前側になるまでワーク支持装置3を左方向へ移動させる(矢印f3を参照)。このとき、制御部2は、ワーク支持装置3の移動動作に合わせて右アーム12の各アーム体13~16を回転させ、図示するように、右ハンド22に保持された供給装置5をワーク42の右側に位置させる。

30

【0064】

次いで、制御部2は、図6(e)に示すように、ワーク42の直後方位置において、左右ハンド21, 22を、あたかも合掌するかのように対面させ、このタイミングで供給装置5の持ち替えを行う。このとき、制御部2は、左アーム11を、ワーク41, 42の間に延在する帯状体6の上方を通過するように移動させて干渉しないようにしている。

【0065】

また、この場合も、持替動作の際には、供給装置5を保持した右ハンド22の周回速度に、左ハンド21の周回速度を追従させる。こうして、ワーク41に一端が連結された帯状体6が、ワーク42の一部周面にも巻回されることになる。

40

【0066】

次いで、制御部2は、左ハンド21を上昇させながら左アーム11を胴部10側に近接させるように屈曲させ、図6(f)に示すように、持ち替えられて左ハンド21に保持された供給装置5を、ワーク支持装置3の手前側まで引き寄せる。

【0067】

次いで、制御部2は、図6(g)に示すように、供給装置5がワーク41の左手前側になるまでワーク支持装置3を右方向へ移動させる(矢印f4を参照)。このとき、制御部2は、ワーク支持装置3の移動動作に合わせて左アーム11の各アーム体13~16を回転させ、図示するように、左ハンド21に保持された供給装置5をワーク41の左側に位置させる。なお、このとき、右アーム12についても、胴部10側に近接させるように屈

50

曲させておく。

【0068】

そして、図6(h)に示すように、制御部2は、ワーク41の直後方位置において、左右ハンド21, 22を合掌するかのように対面させ、このタイミングで供給装置5の持ち替えを行う。この場合も、持替動作の際には、供給装置5を保持した左ハンド21の周回速度に、右ハンド22の周回速度を追従させる。こうして、左右のワーク41, 42に、帯状体6が8の字状に巻回されることになる。そして、かかる巻回作業を繰り返すことにより、ワーク41, 42の間で帯状体6を巻回していくことができる。

【0069】

ところで、上述してきた実施形態では、ワーク4に対する作業として、帯状体6をワーク4に螺旋状に巻回していく例で説明したが、帯状体6をリング状に1巻きする作業であっても構わない。

10

【0070】

また、供給装置5に巻回されたワーク4に供給される材料としては、上述したテープなどの帯状体6に代えて、糸、ワイヤ、ケーブルなどからなる線状体であってもよい。

【0071】

(第2の実施形態)

図7は、第2の実施形態に係るロボットシステム100におけるロボット1による作業の一例を示す平面視による説明図である。本実施形態では、上述してきたツールとして、ワーク4の周面を検査する検査装置としている。具体的には、検査装置をカメラ50とし、ロボットシステム100が実行する作業は、カメラ50を左右ハンド21, 22の間で持ち替えながら円柱状または円筒状のワーク4の周りを周回させて、ワーク4の周面を撮像する作業としている。

20

【0072】

ロボット1の制御部2は、図7に示すように、ワーク4の周辺における星印で示した第1、第2の各位置となる持替位置300, 300でカメラ50の持ち替えを行わせる。すなわち、持替位置300, 300において、カメラ50を保持した一方のハンド(例えば、左ハンド21)から、他方のハンド(例えば、右ハンド22)へカメラ50を持ち替えさせる持替動作を行わせ、カメラ50をワーク4の周りに周回させるのである。このときの、左右アーム11, 12や左右ハンド21, 22の動作は、第1の実施形態で説明した動作制御に準ずる。

30

【0073】

なお、検査装置としては、カメラ50に限定されるものではなく、例えば、超音波センサや赤外線センサなどの各種センサであってもよく、これらセンサを用いることにより、カメラ50と同様にワーク4の周面を効率的に検査することができる。

【0074】

このように、かかる第2の実施形態に係るロボットシステム100においては、ロボット1を用いて、円柱状または円筒状のワーク4の周面の検査を効率よく行うことができる。

【0075】

40

(第3の実施形態)

図8は、第3の実施形態に係るロボットシステム100におけるロボット1による作業の一例を示す平面視による説明図である。本実施形態では、第1の実施形態で説明したツールとしての供給装置5や、第2の実施形態で説明したツールとしての検査装置であるカメラ50に代えて、円柱状または円筒状のワーク4の周面を加熱する加熱装置としてのヒータ51としている。

【0076】

すなわち、本実施形態に係るロボットシステム100が実行する作業は、ヒータ51を左右ハンド21, 22の間で持ち替えながらワーク4の周りを周回させて、ワーク4の周面を加熱する作業としている。

50

【 0 0 7 7 】

ロボット1の制御部2は、図8に示すように、ワーク4の周辺における星印で示した第1、第2の各位置となる持替位置300、300でヒータ51の持ち替えを行わせる。すなわち、持替位置300、300において、ヒータ51を保持した一方のハンド（例えば、左ハンド21）から、他方のハンド（例えば、右ハンド22）へヒータ51を持ち替えさせる持替動作を行わせ、ヒータ51をワーク4の周りに周回させるのである。このときの、左右アーム11、12や左右ハンド21、22の動作は、第1、第2の実施形態で説明した動作制御に準ずる。なお、ここでは、ヒータ51は、ワーク4の周面に当接させながら周回させているが、周面から離隔して加熱するようにしてもよい。

【 0 0 7 8 】

このように、第3の実施形態に係るロボットシステム100においては、ロボット1を用いて、円柱状または円筒状のワーク4の周面を効率よく加熱することができる。

【 0 0 7 9 】

以上、各実施形態を通してロボット1およびロボットシステム100を説明してきたが、実施形態で示した上述の構成に限定されるものではない。例えば、ツールの持替動作を行う第1の位置301と第2の位置302とを、ワーク4の後方位置と前方位置として説明したが、ワーク4の周りのいかなる位置に設定してもよい。その場合、左右アーム11、12および左右ハンド21、22、あるいはワーク支持装置3の駆動については、制御部2により適宜制御されるものとする。

【 0 0 8 0 】

また、ワーク4の形状についても、断面形状が必ずしも円形である必要はなく、多角形などの異形状であってもよい。

【 0 0 8 1 】

また、制御部2は、ツールが供給装置5の場合、その持替動作の際に、供給装置5を保持した一方のハンド（例えば左ハンド21）の周回速度に、他方のハンド（例えば右ハンド22）の周回速度を追従させて、帯状体6の張力を一定に維持するようにした。しかし、制御部2は、供給装置5を持ち替える動作の前後で、あえて、帯状体6の張力を変化させることによって、多様な巻回態様を実現することもできる。

【 0 0 8 2 】

また、制御部2は、例えば、ツールを持ち替える動作の前後で、ツールのワーク4に対する周回軌道を変化させることもできる。

【 0 0 8 3 】

例えば、ツールが供給装置5であって、帯状体6（あるいは線状体）をワーク4に螺旋状に巻回する場合であれば、周回軌道をずらして螺旋のピッチをずらすことが可能である。こうして、供給装置5を持ち替える前後で、螺旋のピッチを変更し、帯状体6（あるいは線状体）の多様な巻回態様を実現することができる。

【 0 0 8 4 】

（第4の実施形態）

ところで、上述してきた第1～第3の実施形態に係るロボット1では、ワーク4に対して所定の作業を行うツール（例えば供給装置5）をハンド（左ハンド21および右ハンド22）で保持する構成としていた。

【 0 0 8 5 】

しかし、例えば、紐、糸、ロープ、あるいは針金などのような線状体を、直接ハンドで保持する構成とすることもできる。

【 0 0 8 6 】

すなわち、上述してきた構成のロボット1を備えるロボットシステム100において、制御部2は、線状体70により形成される環状部を通過するように、第1ハンド（左ハンド21または右ハンド22）及び第2ハンド（右ハンド22または左ハンド21）のうち線状体70を保持した一方のハンドから他方のハンドへ線状体70を持ち替えさせる持替動作を行わせ、線状体70による結び目を形成することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 7 】

図 9 は、第 4 の実施形態に係るロボットシステム 1 0 0 におけるロボット 1 による作業の一例を示す説明図である。本実施形態では、第 1 の実施形態で示した供給装置 5 などを保持することなく、線状体 7 0 を直接保持可能な左ハンド 2 1 (第 1 ハンド) が取付けられる左アーム 1 1 (第 1 アーム) と、やはり線状体 7 0 を直接保持可能な右ハンド 2 2 (第 2 ハンド) が取付けられる右アーム 1 2 (第 2 アーム) とを備えている。

【 0 0 8 8 】

本実施形態におけるロボットシステム 1 0 0 が実行する作業は、線状体 7 0 を持ち替えて結び目を作る作業である。

【 0 0 8 9 】

ここでは、図 9 (a) に示すように、ドラム 5 5 から引き出された線状体 7 0 が、棒状の治具 4 0 に係止されて折り返されている状態を初期状態とする。線状体 7 0 の先端は、左ハンド 2 1 により保持されている。なお、かかる初期状態に至るには、例えば、線状体 7 0 の先端を左ハンド 2 1 で把持し、ドラム 5 5 から引き出しながら途中でヘアピン状に折り返し、その後、折り返し部分の内側に、上方あるいは下方から治具 4 0 を挿通する動作とすることができる。あるいは、治具 4 0 は予めセットされている状態で、線状体 7 0 の先端を左ハンド 2 1 で把持してドラム 5 5 から引き出し、治具 4 0 を通り過ぎた位置 (図 9 における治具 4 0 の右側) で、線状体 7 0 を右ハンド 2 2 に持ち替えさせ、治具 4 0 の手前で右ハンド 2 2 を左方へ移動させ、治具 4 0 を通り過ぎた位置 (図 9 における治具 4 0 の左側) で、線状体 7 0 を再度左ハンド 2 1 に持ち替えさせる動作とすることもできる。

【 0 0 9 0 】

次いで、図 9 (b) に示すように、線状体 7 0 の先端を保持している左ハンド 2 1 と治具 4 0 との間で、線状体 7 0 を右ハンド 2 2 で支持しながら、左ハンド 2 1 を、左アーム 1 1 ごとドラム 5 5 と治具 4 0 との間の線状体 7 0 の向こう側にくぐらせる。このとき、線状体 7 0 は、必要な長さだけドラム 5 5 から引き出されるとともに、ドラム 5 5 と治具 4 0 との間には、図示するような略三角形の環状部分 7 1 が形成される。

【 0 0 9 1 】

次いで、左ハンド 2 1 から線状体 7 0 の先端を右ハンド 2 2 に持ち替え、図 9 (c) に示すように、左ハンド 2 1 で線状体 7 0 のドラム 5 5 側を保持する一方、右ハンド 2 2 を環状部分 7 1 の内側で下方へ引き下げる。

【 0 0 9 2 】

こうして、図 9 (d) に示すように、環状部分 7 1 が絞られて、線状体 7 0 による結び目を形成することができる。

【 0 0 9 3 】

なお、上述してきた実施形態において、制御部 2 は、ロボット 1 の左右アーム 1 1 , 1 2 の動作と同期してワーク支持装置 3 を駆動制御した。しかし、制御部 2 は、左右アーム 1 1 , 1 2 に代えて左右ハンド 2 1 , 2 2 の動作と同期させてワーク支持装置 3 を駆動制御することもできる。

【 0 0 9 4 】

さらなる効果や変形例は、当業者によって容易に導き出すことができる。このため、本発明のより広範な態様は、以上のように表しかつ記述した特定の詳細および代表的な実施形態に限定されるものではない。したがって、添付の特許請求の範囲およびその均等物によって定義される総括的な発明の概念の精神または範囲から逸脱することなく、様々な変更が可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 5 】

- 1 ロボット
- 2 制御部
- 3 ワーク支持装置

10

20

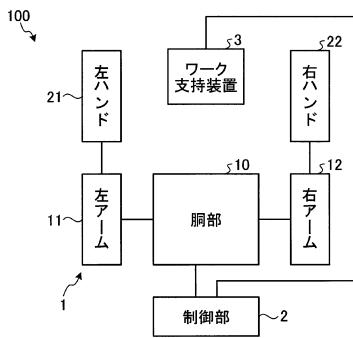
30

40

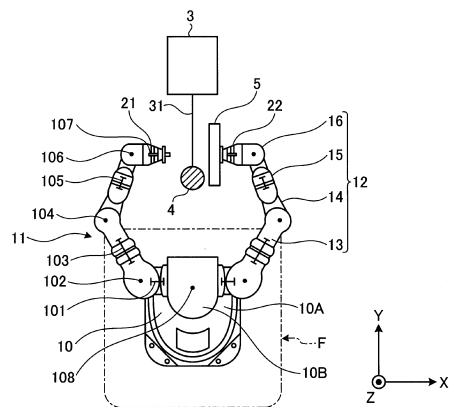
50

- 4 ワーク
- 5 供給装置（ツール）
- 6 帯状体
- 10 胴部
- 11 左アーム
- 12 右アーム
- 21 左ハンド
- 22 右ハンド
- 55 ドラム
- 70 線状体
- 100 ロボットシステム
- 300 持替位置
- 301 第1の位置
- 302 第2の位置

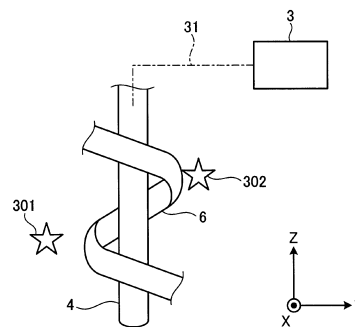
【図1】



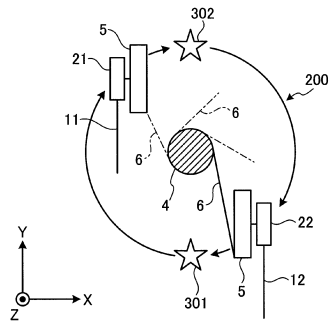
【図2】



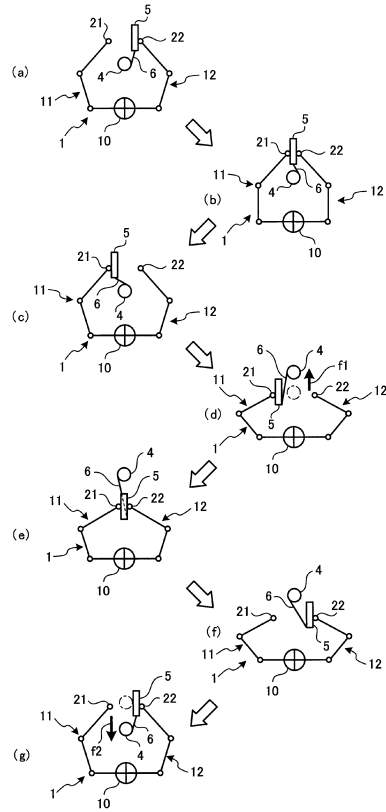
【図3】



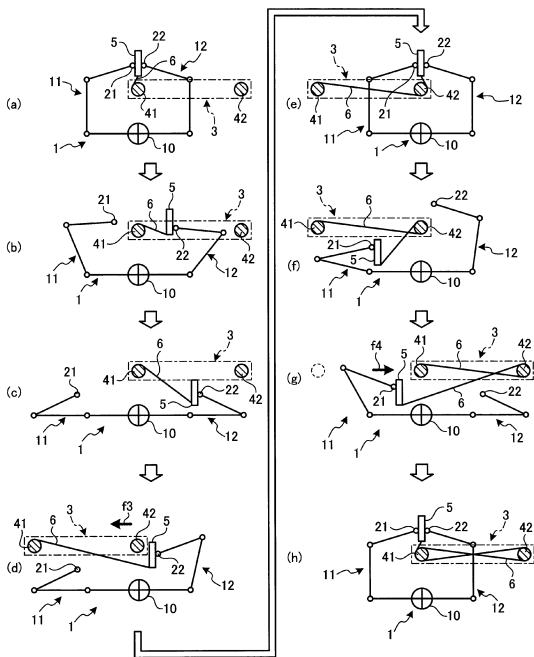
【 図 4 】



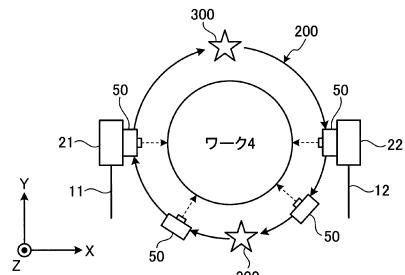
【 図 5 】



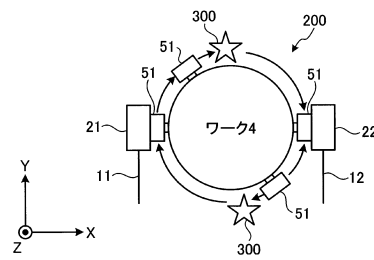
【 図 6 】



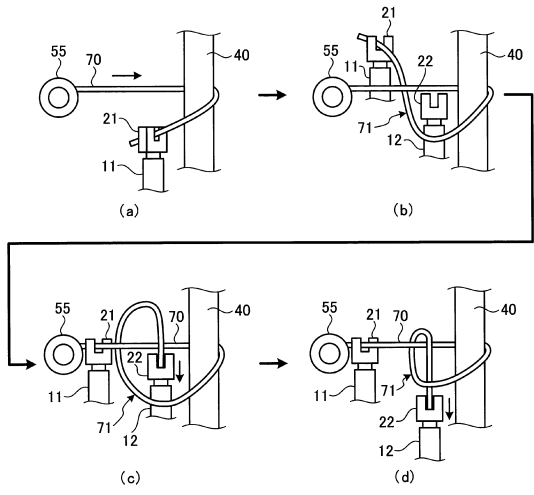
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平02-132068(JP,A)

特開平03-060990(JP,A)

特開2006-035346(JP,A)

特開2011-148009(JP,A)

特開2009-018911(JP,A)

特開2005-225612(JP,A)

特開2010-239943(JP,A)

特開平06-313220(JP,A)

特開2011-189979(JP,A)

特開2011-000669(JP,A)

特開2008-274363(JP,A)

特開2010-173037(JP,A)

山川 雄司 Yuji Yamakawa, 高速多指ハンドと高速視触覚フィードバックを用いた柔軟紐の結び操作 Knotting Manipulation of a Flexible Rope Using a High-speed Multifingered Hand and High-speed Visual and Tactile Sensory Feedback, 日本ロボット学会誌 第27巻 第9号 Journal of the Robotics Society of Japan, 日本, 社団法人日本ロボット学会 The Robotics Society of Japan, 第27巻

ティンヅアンヴィン ティンヅアンヴィン Trinh Van Vinh Trinh Van Vinh, 結びのためのマニピュレーションシステム Manipulation system for knotting a rope, 第28回日本ロボット学会学術講演会予稿集DVD-ROM 2010年 The 28th Annual Conference of the Robotics Society of Japan

松野 隆幸 Takayuki MATSUNO, トポロジカルモデルと結び目不変量を用いたマニピュレーションのためのロープの形状認識 Rope Structure Recognition for Manipulation Using Topological Model and Knot Invariant, 計測自動制御学会論文集 第41巻 第4号 Transactions of the Society of Instrument and Control Engineers, 日本, 社団法人計測自動制御学会 The Society of Instrument and Control Engineers, 第41巻

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 1/00-21/02