

(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2017-100196

(P2017-100196A)

(43) 公開日 平成29年6月8日 (2017. 6. 8)

(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 0 3 0
B 2 3 P 19/04 (2006.01)	B 2 3 P 19/04 F	3 C 7 0 7
B 2 3 P 19/02 (2006.01)	B 2 3 P 19/02 B	
B 2 3 P 21/00 (2006.01)	B 2 3 P 21/00 3 0 6 C	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2015-232826 (P2015-232826)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成27年11月30日 (2015. 11. 30)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区新宿四丁目 1 番 6 号
		(74) 代理人	100116665
			弁理士 渡辺 和昭
		(74) 代理人	100164633
			弁理士 西田 圭介
		(74) 代理人	100179475
			弁理士 仲井 智至
		(72) 発明者	丸山 健一
			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
		F ターム (参考)	3C030 BB02 BB11 BC04 BC08 BC16 BC19 BC21 BC33 3C707 AS06 AS07 BS26 ES05 EV23 KS33 KX06

(54) 【発明の名称】 ロボットおよび制御方法

(57) 【要約】

【課題】 部品の組み付け作業を簡易に行うことができるロボットなどを提供する。

【解決手段】 物体の第 1 の嵌合部とバネの第 2 の嵌合部とを嵌合させるロボットであって、前記物体の第 1 の穴部および前記バネの第 2 の穴部がピンに挿入された状態で、前記物体または前記バネのいずれか一方を他方に対して前記ピンの軸方向に押し付けて、前記第 1 の嵌合部と前記第 2 の嵌合部とを嵌合させる、ロボット。

【選択図】 図 1

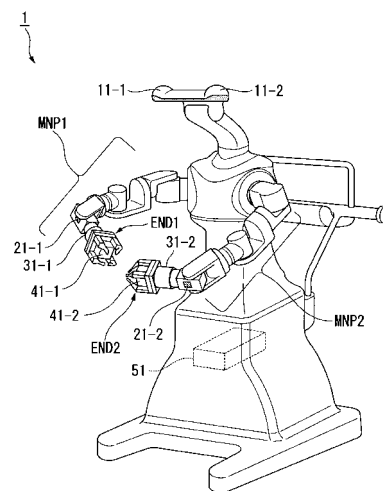


図 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

物体の第 1 の嵌合部とバネの第 2 の嵌合部とを嵌合させるロボットであって、
前記物体の第 1 の穴部および前記バネの第 2 の穴部がピンに挿入された状態で、前記物体または前記バネのいずれか一方を他方に対して前記ピンの軸方向に押し付けて、前記第 1 の嵌合部と前記第 2 の嵌合部とを嵌合させる、
ロボット。

【請求項 2】

ハンドを有し、
前記ハンドには掌が設けられており、
前記掌によって前記物体または前記バネを押し付ける、
請求項 1 に記載のロボット。

10

【請求項 3】

前記物体の前記第 1 の嵌合部の側は平面であり、
前記平面と前記ピンの軸方向とは直交しており、
前記平面に対し平行に押し付ける、
請求項 1 または請求項 2 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 4】

前記第 1 の嵌合部および前記第 2 の嵌合部が筒状であり、
前記物体または前記バネを押し付けた場合、前記第 1 の嵌合部と前記第 2 の嵌合部は、
少なくとも一方が弾性変形または塑性変形して、互いに圧入される、
請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のロボット。

20

【請求項 5】

前記ピンは、テーパ状である、
請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 6】

力センサーを備え、
前記力センサーの反力に基づいて、所定の値以上の力がかかるまで、前記物体または前記バネを押し付ける、
請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載のロボット。

30

【請求項 7】

腕を有し、
前記腕にはブロックが取り付けられており、
前記ブロックによって前記物体または前記バネを押し付ける、
請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 8】

物体の第 1 の嵌合部とバネの第 2 の嵌合部とを嵌合させるロボットを制御する制御方法であって、
前記物体の第 1 の穴部および前記バネの第 2 の穴部がピンに挿入された状態で、前記ロボットにより、前記物体または前記バネのいずれか一方を他方に対して前記ピンの軸方向に押し付けて、前記第 1 の嵌合部と前記第 2 の嵌合部とを嵌合させる、
制御方法。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ロボットおよび制御方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

ロボットにより 2 個の異なる部品を組み付けることが行われている。

特許文献 1 に記載されたロボット装置及び部品の組立て方法では、弾性変形しやすい円

50

環状の部品に円筒状の部品を挿入する組み付けが行われている（特許文献１参照）。

【０００３】

しかしながら、特許文献１に記載されたロボット装置及び部品の組立て方法では、円環状の部品と円筒状の部品との同心軸を合わせて組み込む作業をしており、ロボットに複雑な機構のエンドエフェクターが必要である。また、複数の部品の組（円環状の部品と円筒状の部品の組）を同時に組み込む必要がある場合には対応することができない。また、弾性変形しやすい部品を組み付ける場合には、インピーダンス制御による組み付けが難しくほぼ不可能である。

このように、従来では、弾性部品を他の部品に嵌合するためには、ひねる、あるいは、何回か押し込むなどの複雑な動作が必要となる場合があった。また、複数の弾性部品を嵌合するためには、その個数分、嵌合動作を実行する必要がある場合があった。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特開２０１４－１１７７６６号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

上述のように、従来のロボットでは、部品の組み付け作業が複雑となる場合があった。

【課題を解決するための手段】

20

【０００６】

上記課題の少なくとも一つを解決するために本発明の一態様は、物体の第１の嵌合部とバネの第２の嵌合部とを嵌合させるロボットであって、前記物体の第１の穴部および前記バネの第２の穴部がピンに挿入された状態で、前記物体または前記バネのいずれか一方を他方に対して前記ピンの軸方向に押し付けて、前記第１の嵌合部と前記第２の嵌合部とを嵌合させる、ロボットである。

この構成により、ロボットでは、物体の第１の穴部およびバネの第２の穴部がピンに挿入された状態で、当該物体または当該バネのいずれか一方を他方に対して当該ピンの軸方向に押し付けて、第１の嵌合部と第２の嵌合部とを嵌合させる。これにより、ロボットでは、部品の組み付け作業を簡易に行うことができる。

30

【０００７】

本発明の一態様は、ロボットにおいて、ハンドを有し、前記ハンドには掌が設けられており、前記掌によって前記物体または前記バネを押し付ける、構成が用いられてもよい。

この構成により、ロボットでは、ハンドの掌によって物体またはバネを押し付ける。これにより、ロボットでは、例えば、掌の面によって安定した向きに押し付けを行うことができる。

【０００８】

本発明の一態様は、ロボットにおいて、前記物体の前記第１の嵌合部の側は平面であり、前記平面と前記ピンの軸方向とは直交しており、前記平面に対し平行に押し付ける、構成が用いられてもよい。

40

この構成により、ロボットでは、物体の第１の嵌合部の側の平面に対し平行に押し付け、当該平面とピンの軸方向とは直交している。これにより、ロボットでは、安定した押し付けを行うことができる。

【０００９】

本発明の一態様は、ロボットにおいて、前記第１の嵌合部および前記第２の嵌合部が筒状であり、前記物体または前記バネを押し付けた場合、前記第１の嵌合部と前記第２の嵌合部は、少なくとも一方が弾性変形または塑性変形して、互いに圧入される、構成が用いられてもよい。

この構成により、ロボットでは、第１の嵌合部と第２の嵌合部は、少なくとも一方が弾性変形または塑性変形して、互いに圧入される。これにより、ロボットでは、弾性変形ま

50

たは塑性変形を用いて、第 1 の嵌合部と第 2 の嵌合部とを嵌合させることができる。

【0010】

本発明の一態様は、ロボットにおいて、前記ピンは、テーパ状である、構成が用いられてもよい。

この構成により、ロボットでは、ピンは、テーパ状である。これにより、ロボットでは、テーパ状のピンを用いることで、当該ピンに穴部を挿入し易くすることができる。

【0011】

本発明の一態様は、ロボットにおいて、力センサーを備え、前記力センサーの反力に基づいて、所定の値以上の力がかかるまで、前記物体または前記バネを押し付ける、構成が用いられてもよい。

この構成により、ロボットでは、力センサーの反力に基づいて、所定の値以上の力がかかるまで、物体またはバネを押し付ける。これにより、ロボットでは、力センサーを利用して、押し付けの完了を判定することができる。

【0012】

本発明の一態様は、ロボットにおいて、腕を有し、前記腕にはブロックが取り付けられており、前記ブロックによって前記物体または前記バネを押し付ける、構成が用いられてもよい。

この構成により、ロボットでは、腕に取り付けられたブロックによって物体またはバネを押し付ける。これにより、ロボットでは、例えば、押し付けの領域の面積が小さい場合などにおいて、押し付けの領域の大きさあるいは形状に合わせたブロックを使用して押し付けを行うことができる。

【0013】

上記課題の少なくとも一つを解決するために本発明の一態様は、物体の第 1 の嵌合部とバネの第 2 の嵌合部とを嵌合させるロボットを制御する制御方法であって、前記物体の第 1 の穴部および前記バネの第 2 の穴部がピンに挿入された状態で、前記ロボットにより、前記物体または前記バネのいずれか一方を他方に対して前記ピンの軸方向に押し付けて、前記第 1 の嵌合部と前記第 2 の嵌合部とを嵌合させる、制御方法である。

この構成により、制御方法では、物体の第 1 の穴部およびバネの第 2 の穴部がピンに挿入された状態で、当該物体または当該バネのいずれか一方を他方に対して当該ピンの軸方向に押し付けて、第 1 の嵌合部と第 2 の嵌合部とを嵌合させる。これにより、制御方法では、部品の組み付け作業を簡易に行うことができる。

【0014】

以上のように、本発明に係るロボットおよび制御方法によれば、物体の第 1 の穴部およびバネの第 2 の穴部がピンに挿入された状態で、当該物体または当該バネのいずれか一方を他方に対して当該ピンの軸方向に押し付けて、第 1 の嵌合部と第 2 の嵌合部とを嵌合させる。これにより、本発明に係るロボットおよび制御方法では、部品の組み付け作業を簡易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図 1】本発明の一実施形態に係るロボットの概略的な構成例を示す図である。

【図 2】本発明の一実施形態に係る制御装置の概略的な構成例を示すブロック図である。

【図 3】本発明の一実施形態に係る治具の構成例を示す図である。

【図 4】本発明の一実施形態に係るバネの構成例を示す図である。

【図 5】本発明の一実施形態に係る板材の構成例を示す図である。

【図 6】本発明の一実施形態に係るロボットにより部品を組み付ける作業の手順の一例を示すフローチャートである。

【図 7】本発明の一実施形態に係る部品の組み付け作業の工程を説明するための図である。

。

【図 8】本発明の一実施形態に係る部品の組み付け作業の工程を説明するための図である。

。

10

20

30

40

50

【図 9】本発明の一実施形態に係る部品の組み付け作業の工程を説明するための図である。

【図 10】本発明の一実施形態に係る部品の組み付け作業の工程を説明するための図である。

【図 11】本発明の一実施形態に係る部品の組み付け作業の工程を説明するための図である。

【図 12】本発明の一実施形態に係る部品の組み付け作業の工程を説明するための図である。

【図 13】本発明の一実施形態に係る押し付け機構の変形例を示す図である。

【図 14】本発明の一実施形態に係る押し付け機構の変形例を示す図である。

10

【図 15】本発明の一実施形態に係る押し付け機構の変形例を示す図である。

【図 16】本発明の一実施形態に係る嵌合に関する変形例を示す図である。

【図 17】本発明の一実施形態に係る嵌合に関する変形例を示す図である。

【図 18】本発明の一実施形態に係る嵌合に関する変形例を示す図である。

【図 19】本発明の一実施形態に係る嵌合に関する変形例を示す図である。

【図 20】本発明の一実施形態に係る嵌合に関する変形例を示す図である。

【図 21】本発明の一実施形態に係る治具の変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

20

【0017】

＜ロボットの説明＞

図 1 は、本発明の一実施形態に係るロボット 1 の概略的な構成例を示す図である。

ロボット 1 は、上部にある頭部と、中央部にある胴体部と、下部にある台部（台の部分）と、胴体部に設けられた腕部を備える。

ロボット 1 は、腕部として 2 本の腕（アーム）を有する双腕のロボットである。

【0018】

ロボット 1 は、一方の腕側の構成として、第 1 のマニピュレーター MNP 1 と、第 1 の力センサー 31-1 と、第 1 のエンドエフェクター END 1 を備える。これらは一体化され、本実施形態では、第 1 のマニピュレーター MNP 1 と第 1 のエンドエフェクター END 1 との間に第 1 の力センサー 31-1 を備える。

30

ロボット 1 は、他方の腕側の構成として、第 2 のマニピュレーター MNP 2 と、第 2 の力センサー 31-2 と、第 2 のエンドエフェクター END 2 を備える。これらは一体化され、本実施形態では、第 2 のマニピュレーター MNP 2 と第 2 のエンドエフェクター END 2 との間に第 2 の力センサー 31-2 を備える。

【0019】

ここで、本実施形態では、第 1 のエンドエフェクター END 1 として、ハンドが用いられている。当該ハンドは、4 本の爪（指と呼ばれてもよい）と、第 1 の掌 41-1 を備える。第 1 の掌 41-1 は平らな面を有する。当該ハンドは、第 1 の掌 41-1 を支える支柱を有しており、当該支柱の長さが伸び縮みすることで、第 1 の掌 41-1 の平らな面での押し付けまたは引っ張りが可能である。

40

また、本実施形態では、第 2 のエンドエフェクター END 2 として、ハンドが用いられている。当該ハンドは、4 本の爪（指と呼ばれてもよい）と、第 2 の掌 41-2 を備える。第 2 の掌 41-2 は平らな面を有する。当該ハンドは、第 2 の掌 41-2 を支える支柱を有しており、当該支柱の長さが伸び縮みすることで、第 2 の掌 41-2 の平らな面での押し付けまたは引っ張りが可能である。

【0020】

本実施形態では、一方の腕側の構成（エンドエフェクター END 1 が取り付けられたマニピュレーター MNP 1）により 7 軸の自由度の動作を行うことが可能であり、他方の腕側の構成（エンドエフェクター END 2 が取り付けられたマニピュレーター MNP 2）に

50

より7軸の自由度の動作を行うことが可能であるが、他の構成例として、6軸以下または8軸以上の自由度の動作を行う構成が用いられてもよい。

ここで、アームは、7軸の自由度で動作する場合、6軸以下の自由度で動作する場合と比較して取り得る姿勢が増えることによって、例えば、動作が滑らかになり、当該アームの周辺に存在する物体との干渉を容易に回避することができる。また、アームが7軸の自由度で動作する場合、当該アームの制御は、アームが8軸以上の自由度で動作する場合と比較して計算量が少なく容易である。このような理由から、本実施形態では、好ましい一例として、7軸の自由度で動作するアームが用いられている。

また、本実施形態では、胴体部は、腰の部分で、1軸の自由度で回転することが可能な構成である。

10

【0021】

また、ロボット1は、頭部の左右のそれぞれに設けられた2個の撮像部（第1の撮像部11-1、第2の撮像部11-2）と、第1のマニピュレーターMNP1の所定部位に設けられた撮像部（第3の撮像部21-1）と、第2のマニピュレーターMNP2の所定部位に設けられた撮像部（第4の撮像部21-2）を備える。

それぞれの撮像部（第1の撮像部11-1、第2の撮像部11-2、第3の撮像部21-1、第4の撮像部21-2）は、例えば、CCD（Charge Coupled Device）あるいはCMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）等を用いたカメラである。

第1の撮像部11-1および第2の撮像部11-2は、それぞれ、頭部の動きに応じて動かされる。

20

第3の撮像部21-1および第4の撮像部21-2は、それぞれ、第1のマニピュレーターMNP1および第2のマニピュレーターMNP2のそれぞれの動きに応じて動かされる。

【0022】

また、ロボット1は、制御装置51を備える。本実施形態では、ロボット1は、台部の内部に制御装置51を備える。

制御装置51は、ロボット1の動作を制御する。制御装置51は、例えば、第1のマニピュレーターMNP1および第2のマニピュレーターMNP2の動作を制御する。さらに、ロボット1の腰などの部分の動作が可能な構成では、制御装置51は当該腰などの部分の動作を制御する。

30

本実施形態では、第1の撮像部11-1、第2の撮像部11-2、第3の撮像部21-1および第4の撮像部21-2のそれぞれは、画像を撮像して、撮像された画像の情報を制御装置51に送信（出力）する。また、第1の力センサー31-1および第2の力センサー31-2のそれぞれは、第1のエンドエフェクターEND1および第2のエンドエフェクターEND2のそれぞれに作用する力およびモーメントを検出して、検出結果の情報を制御装置51に送信（出力）する。制御装置51は、これらの情報を受信（入力）し、受信された情報を、ロボット1の動作を制御する際に、使用することが可能である。

ここで、第1の撮像部11-1、第2の撮像部11-2、第3の撮像部21-1、第4の撮像部21-2、第1の力センサー31-1および第2の力センサー31-2のそれぞれと制御装置51とは回線を介して接続されており、当該回線を介して情報を通信することが可能である。

40

【0023】

本実施形態では、第1のマニピュレーターMNP1の位置および姿勢、第2のマニピュレーターMNP2の位置および姿勢、および各撮像部（第1の撮像部11-1、第2の撮像部11-2、第3の撮像部21-1、第4の撮像部21-2）により撮像される画像について、座標系のキャリブレーションが行われている。

【0024】

本実施形態では、制御装置51は、あらかじめ設定された動作制御プログラムにしたがって、ロボット1の動作を制御する。制御装置51は、ロボット1の動作を実現するため

50

に必要な各種の情報を、ロボット 1（本体）に対して教示する。

具体例として、制御装置 5 1 は、各マニピュレーター（第 1 のマニピュレーター M N P 1 および第 2 のマニピュレーター M N P 2）の動作を制御することで、各エンドエフェクター（第 1 のエンドエフェクター E N D 1 および第 2 のエンドエフェクター E N D 2）により物体を把持すること、各エンドエフェクターにより把持された物体を移動させること、各エンドエフェクターにより把持された物体を所定位置に載置して離す（把持を解除する）こと、各エンドエフェクターにより把持された物体を加工（例えば、穴開けなど）すること、などが可能である。

【0025】

ここで、本実施形態では、制御装置 5 1 がロボット 1 の内部に備えられる場合を示したが、他の構成例として、制御装置 5 1 はロボット 1 とは別体で備えられてもよく、この構成では、制御装置 5 1 とロボット 1 とは有線のケーブルまたは無線により接続される。

【0026】

図 2 は、本発明の一実施形態に係る制御装置 5 1 の概略的な構成例を示すブロック図である。

制御装置 5 1 は、入力部 1 1 1 と、出力部 1 1 2 と、記憶部 1 1 3 と、制御部 1 1 4 を備える。制御部 1 1 4 は、情報取得部 1 3 1 と、ロボット動作決定部 1 3 2 と、ロボット動作制御部 1 3 3 を備える。

【0027】

入力部 1 1 1 は、外部から情報を入力する。例えば、入力部 1 1 1 は、ユーザーにより操作される操作部を有し、操作部の操作に応じた情報を入力してもよく、また、外部の装置から出力された情報を入力してもよい。入力部 1 1 1 は、例えば、各撮像部（第 1 の撮像部 1 1 - 1、第 2 の撮像部 1 1 - 2、第 3 の撮像部 2 1 - 1、第 4 の撮像部 2 1 - 2）から出力された画像（撮像画像）の情報を入力し、各力センサー（力センサー 3 1 - 1、力センサー 3 1 - 2）から出力された検出結果の情報を入力する。

出力部 1 1 2 は、外部へ情報を出力する。例えば、出力部 1 1 2 は、表示画面を有し、当該表示画面に情報を出力してもよく、また、外部の装置へ情報を出力してもよい。出力部 1 1 2 は、例えば、各撮像部（第 1 の撮像部 1 1 - 1、第 2 の撮像部 1 1 - 2、第 3 の撮像部 2 1 - 1、第 4 の撮像部 2 1 - 2）に動作の指示を与える情報を出力してもよく、各力センサー（力センサー 3 1 - 1、力センサー 3 1 - 2）に動作の指示を与える情報を出力してもよい。

【0028】

記憶部 1 1 3 は、情報を記憶する。例えば、記憶部 1 1 3 は、動作制御プログラム、および各種のパラメーターなどを記憶する。

制御部 1 1 4 は、ロボット 1 に関する各種の制御を行う。例えば、制御部 1 1 4 は、C P U（C e n t r a l P r o c e s s i n g U n i t）などのプロセッサを備え、記憶部 1 1 3 に記憶された動作制御プログラムを実行することにより、各種の制御を行う。

【0029】

情報取得部 1 3 1 は、情報を取得する。例えば、情報取得部 1 3 1 は、入力部 1 1 1 により入力された情報を取得すること、および、記憶部 1 1 3 により記憶された情報を取得することが可能である。情報取得部 1 3 1 は、例えば、各撮像部（第 1 の撮像部 1 1 - 1、第 2 の撮像部 1 1 - 2、第 3 の撮像部 2 1 - 1、第 4 の撮像部 2 1 - 2）から出力された画像（撮像画像）の情報、および各力センサー（力センサー 3 1 - 1、力センサー 3 1 - 2）から出力された検出結果の情報を取得することが可能である。また、情報取得部 1 3 1 は、例えば、記憶部 1 1 3 に記憶されたパラメーターなどの情報を取得することが可能である。

ロボット動作決定部 1 3 2 は、ロボット 1 により行う動作（ロボット動作）を決定する。この場合、ロボット動作決定部 1 3 2 は、情報取得部 1 3 1 により取得された情報に基づいて、ロボット 1 により行う動作を決定してもよい。

10

20

30

40

50

ロボット動作制御部 133 は、ロボット動作決定部 132 により決定されたロボット動作を実現するように、ロボット 1 の動作を制御する。

【0030】

ここで、本実施形態では、2 本のアーム（腕）を備える双腕ロボットが用いられるが、他の構成例として、1 本のアーム（腕）を備える単腕ロボットが用いられてもよい。また、複数の単腕ロボットが用いられてもよい。また、ロボットは、例えば、パラレルリンクロボットであってもよく、直交軸ロボットであってもよく、単軸ロボットであってもよく、スカラロボットであってもよい。

【0031】

＜ロボットにより部品を組み付ける作業の説明＞

まず、図 3～図 5 を参照して、部品（ワーク）および治具を説明する。

図 3 は、本発明の一実施形態に係る治具 211 の構成例を示す図である。

治具 211 は、板材 221 と、2 個のピン 231、232 を有する。板材 221 は平らな平面を有する板状の物体である。2 個のピン 231、232 は、板材 221 の一方の面に所定の間隔をあけて設けられている。2 個のピン 231、232 の軸の方向（軸方向）は、板材 221 の面に対して垂直となっている。本実施形態では、2 個のピン 231、232 は、同一の形状を有する。各ピン 231、232 は、円柱状の軸（支柱）の形状を有しており、先端（板材 221 から離れる方の先）に向かって細くなるテーパ状の形状を有している。治具 211（板材 221 および 2 個のピン 231、232）は、例えば、金属で構成されている。なお、板材 221 と 2 個のピン 231、232 とは、例えば、一体で形成されてもよく、または、別体で形成されて組み付けられてもよい。

本実施形態では、テーパ状のピン 231、232 が用いられることで、当該ピン 231、232 に穴部を挿入し易くすることができる。

なお、本実施形態では、ピンに穴部を挿入するとは、ピンと穴部とを嵌合させることをいう。

【0032】

図 4 は、本発明の一実施形態に係るバネ 251、252（部品）の構成例を示す図である。

図 4 には、2 個のバネ 251、252 を示してある。本実施形態では、2 個のバネ 251、252 は、同一の形状を有する。2 個のバネ 251、252 は、例えば、金属で構成されている。各バネ 251、252 は、弾性変形する弾性部材であり、過剰な力が加えられると塑性変形し得る。各バネ 251、252 は、コイル状の形状を有しており、コイルの内側に筒状の穴部を有する。

【0033】

図 5 は、本発明の一実施形態に係る板材 271（部品）の構成例を示す図である。

板材 271 は平らな平面を有する板状の物体である。板材 271 は、所定の間隔をあけて、2 個の筒状の穴部 291、292 を有する。板材 271 の一方の面において、それぞれの穴部 291、292 は、穴の輪郭に沿った突起部を有する。本実施形態では、2 個の穴部 291、292 は、同一の形状を有する。板材 271 は、例えば、金属で構成されている。

【0034】

次に、図 6～図 12 を参照して、ロボット 1 により部品を組み付ける作業の手順の一例を示す。

ここで、本実施形態では、ロボット 1 は、第 1 のマニピュレーター MNP1 および第 1 のエンドエフェクター END1 により、治具 211 または部品（板材 271、バネ 251、252）を扱うことが可能である。具体的には、ロボット 1 は、第 1 のエンドエフェクター END1 の爪により治具 211 または部品を把持することが可能である。また、ロボット 1 は、第 1 のエンドエフェクター END1 の第 1 の掌 41-1 により治具 211 または部品を押し付けることが可能である。また、ロボット 1 は、第 1 のマニピュレーター MNP1 により、第 1 のエンドエフェクター END1 の位置あるいは姿勢を変更することが

10

20

30

40

50

可能である。また、ロボット1は、第1の力センサー31-1の検出結果、あるいは、各撮像部（第1の撮像部11-1、第2の撮像部11-2、第3の撮像部21-1、第4の撮像部21-2）の撮像画像を参照することが可能である。第1の力センサー31-1の検出結果は、例えば、力制御に用いられる。各撮像部の撮像画像は、例えば、ビジュアルサーボなどに用いられる。

【0035】

同様に、本実施形態では、ロボット1は、第2のマニピュレーターMNP2および第2のエンドエフェクターEND2により、治具211または部品（板材271、バネ251、252）を扱うことが可能である。具体的には、ロボット1は、第2のエンドエフェクターEND2の爪により治具211または部品を把持することが可能である。また、ロボット1は、第2のエンドエフェクターEND2の第2の掌41-2により治具211または部品を押し付けることが可能である。また、ロボット1は、第2のマニピュレーターMNP2により、第2のエンドエフェクターEND2の位置あるいは姿勢を変更することが可能である。また、ロボット1は、第2の力センサー31-2の検出結果、あるいは、各撮像部（第1の撮像部11-1、第2の撮像部11-2、第3の撮像部21-1、第4の撮像部21-2）の撮像画像を参照することが可能である。第2の力センサー31-2の検出結果は、例えば、力制御に用いられる。各撮像部の撮像画像は、例えば、ビジュアルサーボなどに用いられる。

【0036】

ロボット1により治具211および部品（板材271、バネ251、252）の位置あるいは姿勢を認識する方法としては、任意の方法が用いられてもよい。一例として、ロボット1により治具211および部品（板材271、バネ251、252）のテンプレートの情報を記憶しておき、撮像画像に含まれる治具211および部品（板材271、バネ251、252）の画像と当該テンプレートの情報に基づいて、パターンマッチングなどを用いて、治具211および部品（板材271、バネ251、252）の位置あるいは姿勢を認識してもよい。他の例として、ロボット1は、マニピュレーターおよびエンドエフェクターの位置および姿勢を含めて動作の手順をあらかじめ記憶しておき、記憶された手順どおりの動作を行ってもよい。また、例えば、ロボット1に対して動作の内容など（例えば、初期的な位置、あるいは、終了の位置など）を示すマーカーが設置されて、撮像画像に含まれるマーカーの画像に基づいてロボット1により動作の内容などを認識してもよい。

【0037】

本実施形態では、ロボット1は、第1のエンドエフェクターEND1の4個の爪により治具211を把持し、第2のエンドエフェクターEND2の4個の爪により部品（板材271、バネ251、252）を把持して、作業を行う。なお、治具211を扱うエンドエフェクターと、部品を扱うエンドエフェクターとは、逆であってもよい。

このようにロボット1が治具211および部品の両方を把持して作業を行う構成では、例えば、治具211を設置するテーブルなどのスペースを省略することが可能である。なお、他の構成例として、治具211をテーブルなどに設置した状態で、ロボット1がいずれか一方または両方のエンドエフェクターにより部品を把持して作業を行う構成が用いられる。

【0038】

図6は、本発明の一実施形態に係るロボット1により部品を組み付ける作業の手順の一例を示すフローチャートである。

図7～図12は、本発明の一実施形態に係る部品の組み付け作業の工程を説明するための図である。

【0039】

図7には、作業前における治具211および部品（板材271、バネ251、252）を示してある。作業前においては、治具211および部品は、例えば、ロボット1の作業領域のテーブルなどに置かれている。

本実施形態では、ロボット 1 により 2 個のバネ 2 5 1、2 5 2 を同時に板材 2 7 1 に組み付ける作業を示す。

【0040】

(ステップ S 1)

ロボット 1 は、治具 2 1 1 のピン 2 3 1、2 3 2 にバネ 2 5 1、2 5 2 の穴部（例えば、コイルの内側の穴部）を挿入する。

具体的には、ロボット 1 は、第 1 のエンドエフェクター E N D 1 の 4 個の爪により治具 2 1 1 を把持し、その状態で、第 2 のエンドエフェクター E N D 2 の 4 個の爪により一方のバネ 2 5 1 を把持して、当該バネ 2 5 1 の穴部を一方のピン 2 3 1 に挿入する。続けて、ロボット 1 は、第 2 のエンドエフェクター E N D 2 の 4 個の爪により他方のバネ 2 5 2 を把持して、当該バネ 2 5 2 の穴部を他方のピン 2 3 2 に挿入する。

10

【0041】

図 8 には、治具 2 1 1 の一方のピン 2 3 1 に一方のバネ 2 5 1 の穴部が挿入された状態を示してある。図 8 には、ピン 2 3 1、2 3 2 の軸を含む平面での断面を示してある。図示では、バネ 2 5 1 は、断面における 2 つの部分 2 5 1 a、2 5 1 b として、コイル部分を省略して簡易化されて、示されている。

図 9 には、さらに、治具 2 1 1 の他方のピン 2 3 2 に他方のバネ 2 5 2 の穴部が挿入された状態を示してある。図 9 には、ピン 2 3 1、2 3 2 の軸を含む平面での断面を示してある。図示では、バネ 2 5 2 は、断面における 2 つの部分 2 5 2 a、2 5 2 b として、コイル部分を省略して簡易化されて、示されている。

20

【0042】

ここで、本実施形態では、ロボット 1 が治具 2 1 1 のピン 2 3 1、2 3 2 にバネ 2 5 1 ~ 2 5 2 の穴部を挿入する場合を示したが、他の構成例として、人が手動で治具 2 1 1 のピン 2 3 1、2 3 2 にバネ 2 5 1 ~ 2 5 2 の穴部を挿入して、それ以降の作業をロボット 1 が行ってもよい。

【0043】

(ステップ S 2)

ロボット 1 は、板材 2 7 1 の穴部 2 9 1、2 9 2 をピン 2 3 1、2 3 2 に挿入する。具体的には、ロボット 1 は、第 1 のエンドエフェクター E N D 1 の 4 個の爪により治具 2 1 1 を把持した状態で、第 2 のエンドエフェクター E N D 2 の 4 個の爪により板材 2 7 1 を把持して、2 個の穴部 2 9 1、2 9 2 のそれぞれを 2 個のピン 2 3 1、2 3 2 のそれぞれに挿入する。

30

ここで、本実施形態では、ロボット 1 は、板材 2 7 1 の穴部 2 9 1、2 9 2 の突起部がピン 2 3 1、2 3 2 と接する向きで、板材 2 7 1 の穴部 2 9 1、2 9 2 をピン 2 3 1、2 3 2 に挿入する。

【0044】

(ステップ S 3)

ロボット 1 は、板材 2 7 1 の面（穴部 2 9 1、2 9 2 の突起部が設けられた面）をバネ 2 5 1、2 5 2 の先端に当接させる。具体的には、ロボット 1 は、（ステップ S 2）の処理の後に続けて、第 2 のエンドエフェクター E N D 2 の 4 個の爪により板材 2 7 1 を把持したまま、当該板材 2 7 1 と治具 2 1 1 の板材 2 2 1 とを近付けていき、当該板材 2 7 1 の面をバネ 2 5 1、2 5 2 の先端に当接させる。そして、ロボット 1 は、第 2 のエンドエフェクター E N D 2 の 4 個の爪により板材 2 7 1 を把持した状態を解除する（つまり、4 個の爪を開いて板材 2 7 1 を離す）。これにより、板材 2 7 1 が治具 2 1 1 のピン 2 3 1、2 3 2 のところに載置され、当該板材 2 7 1 が当該治具 2 1 1 にセットされる。なお、板材 2 7 1 の穴部 2 9 1、2 9 2 と治具 2 1 1 のピン 2 3 1、2 3 2 との相対的な位置の精度は、例えば、少なくとも、以降の作業が可能である程度であればよい。

40

【0045】

図 10 には、板材 2 7 1 の穴部 2 9 1、2 9 2 がピン 2 3 1、2 3 2 に挿入された後に、板材 2 7 1 の面がバネ 2 5 1、2 5 2 の先端に当接させられた状態を示してある。図 1

50

0 には、ピン 2 3 1、2 3 2 の軸を含む平面での断面を示してある。図示では、一方の穴部 2 9 1（その突起部）は、断面における 2 つの部分 2 9 1 a、2 9 1 b として示されており、他方の穴部 2 9 2（その突起部）は、断面における 2 つの部分 2 9 2 a、2 9 2 b として示されている。

【0046】

（ステップ S 4）

ロボット 1 は、板材 2 7 1 の穴部 2 9 1、2 9 2 をピン 2 3 1、2 3 2 およびバネ 2 5 1、2 5 2 に押し付ける。具体的には、ロボット 1 は、第 1 のエンドエフェクター E N D 1 の 4 個の爪により治具 2 1 1 を把持した状態で、第 2 のエンドエフェクター E N D 2 の第 2 の掌 4 1－2 を板材 2 7 1 の面（穴部 2 9 1、2 9 2 の突起部が設けられていない面）に当てて、さらに、力制御を使用して、当該板材 2 7 1 を治具 2 1 1 の板材 2 2 1 に近付ける方向に第 2 の掌 4 1－2 に力を加えることで、当該板材 2 7 1 の穴部 2 9 1、2 9 2 をピン 2 3 1、2 3 2 およびバネ 2 5 1、2 5 2 に押し付ける。

10

この場合、ロボット 1 は、板材 2 7 1 の面（穴部 2 9 1、2 9 2 の突起部が設けられた面）と治具 2 1 1 のピン 2 3 1、2 3 2 の軸方向とが垂直に保たれるように、当該板材 2 7 1 を当該軸方向に押し付ける。

【0047】

ここで、本実施形態では、治具 2 1 1 の板材 2 2 1 の面とピン 2 3 1、2 3 2 の軸方向とが垂直であるため、ロボット 1 は、板材 2 7 1 の面（穴部 2 9 1、2 9 2 の突起部が設けられた面）と治具 2 1 1 の板材 2 2 1 の面（板材 2 7 1 と対向させられた面）とが平行に保たれるように、当該板材 2 7 1 を押し付けてもよい。一例として、ロボット 1 は、第 2 の掌 4 1－2 の平らな面を治具 2 1 1 の板材 2 2 1 と平行にしたまま、当該平らな面を板材 2 7 1 の面（穴部 2 9 1、2 9 2 の突起部が設けられていない面）に接触させ、力制御を使用して、当該板材 2 7 1 を治具 2 1 1 の板材 2 2 1 に向かう方向に押し付ける。

20

また、ロボット 1 は、板材 2 7 1 の面における 2 個の穴部 2 9 1、2 9 2 の中間の位置（または、そこに近い位置）に第 2 の掌 4 1－2 を当てて、押し付けを行ってもよい。

【0048】

図 1 1 には、ロボット 1 が、第 2 の掌 4 1－2 の平らな面を板材 2 7 1 の面に平行に当接させて、当該第 2 の掌 4 1－2 によって当該板材 2 7 1 を治具 2 1 1 の板材 2 2 1 に向かって押し付けている状態を示してある。

30

【0049】

（ステップ S 5）

ロボット 1 は、第 2 の力センサー 3 1－2 により検出された力（反力）が所定の閾値以上であるか否かを判定する。ここで、当該所定の閾値は、例えば、あらかじめロボット 1（例えば、記憶部 1 1 3）に記憶される。当該所定の閾値としては、様々な値が用いられてもよい。当該所定の閾値は、板材 2 7 1 とバネ 2 5 1、2 5 2 とが組み付けられたとみなされるか否かを判定するための値であり、例えば、あらかじめ、実験または理論により定められる。

ロボット 1 は、第 2 の力センサー 3 1－2 により検出された力が所定の閾値以上であると判定した場合には、（ステップ S 6）の処理へ移行する。一方、ロボット 1 は、第 2 の力センサー 3 1－2 により検出された力が所定の閾値未満であると判定した場合には、（ステップ S 4）の処理へ移行する。

40

【0050】

（ステップ S 6）

ロボット 1 は、第 2 の力センサー 3 1－2 により検出された力が所定の閾値以上であると判定したときに、板材 2 7 1 の押し付けを終了する。具体的には、ロボット 1 は、第 2 の掌 4 1－2 の平らな面を板材 2 7 1 の面から離す。これにより、板材 2 7 1 が治具 2 1 1 のピン 2 3 1、2 3 2 のところに載置された状態となる。このとき、板材 2 7 1 の 2 個の穴部 2 9 1、2 9 2 のそれぞれと 2 個のバネ 2 5 1、2 5 2 のそれぞれとが圧入により組み付けられて固定された状態となっている。

50

ここで、本実施形態では、板材 271 の 2 個の穴部 291、292 のそれぞれの突起部（嵌合部）と、2 個のバネ 251、252 のそれぞれの先端部（嵌合部）とが嵌合されて固定される。このとき、2 個のバネ 251、252 のそれぞれの先端部（嵌合部）は弾性変形している。なお、2 個のバネ 251、252 のそれぞれの先端部（嵌合部）は、例えば、弾性変形の後に塑性変形していてもよい。

【0051】

このように、本実施形態では、板材 271 の穴部 291、292 とバネ 251、252 との相対的な位置の関係が正確に理想の位置に一致していなくてもよく（つまり、理想の位置から多少ずれてもよく）、ロボット 1 は、第 2 の掌 41-2 の平らな面を押し出して、さらに 4 個の爪が押し込む対象（本例では、板材 271）に干渉しないところまで当該 4 個の爪を開いた状態で、力制御を使用して目標の力（所定の閾値の力）を検出するまで、第 2 の掌 41-2 を治具 211 の方へ進ませている。

10

【0052】

（ステップ S7）

ロボット 1 は、板材 271 およびバネ 251、252 を治具 211 のピン 231、232 から取り外す。具体的には、ロボット 1 は、第 2 のエンドエフェクター END2 の 4 個の爪により板材 271 を把持して、当該板材 271 の 2 個の穴部 291、292 から治具 211 の 2 個のピン 231、232 を抜くように、当該板材 271 を当該治具 211 から遠ざける（つまり、離す）。

【0053】

20

図 12 には、バネ 251、252 が組み付けられて固定された板材 271 が、治具 211 から取り外された状態を示してある。

本実施形態では、それぞれのバネ 251、252 の先端部（嵌合部）の径（例えば、直径）が広げられるように変形（例えば、弾性変形）させられて、当該先端部が板材 271 のそれぞれの穴部 291、292 の突起部（嵌合部）の外周を覆うように、互いに圧入されて嵌合させられる。

【0054】

以上のように、本実施形態に係るロボット 1 では、板材 271 の嵌合部とバネ 251、252 の嵌合部とを嵌合させることで、当該板材 271 と当該バネ 251、252 とを組み付けることができる。また、本実施形態に係るロボット 1 では、複数（図 3～図 12 の例では、2 個）のバネ 251、252 を同時に板材 271 に組み付けることができる。

30

また、本実施形態に係るロボット 1 では、力制御を使用して、板材 271 とバネ 251、252 との組み付け位置（例えば、嵌合部）に倣うように、両者を組み付けることができる。このため、本実施形態に係るロボット 1 では、例えば、板材 271 の穴部 291、292 の軸とバネ 251、252 の軸とが一致しなくても（多少ずれても）、倣い動作によって組み付けが可能である。

【0055】

このように、本実施形態に係るロボット 1 では、部品の組み付け作業を簡易に行うことが可能である。例えば、本実施形態に係るロボット 1 では、部品を立てる（本実施形態では、バネ 251、252 をピン 231、232 で立てる）ような簡易な治具を用いて、部品の組み付け作業を行うことが可能である。本実施形態に係るロボット 1 では、弾性のある複数の部品（本実施形態では、バネ 251、252）を他の部品（本実施形態では、板材 271）に容易に組み付けることが可能である。本実施形態に係るロボット 1 は、例えば、産業用ロボットにより製品を作成する際における部品の組み付け作業に適用することができる。

40

【0056】

ここで、本実施形態では、例えば、マーカーなどを基準として、第 2 の掌 41-2 を初期的な位置に設置した後に、第 2 の掌 41-2 で板材 271 を押し付け、そして、力制御を使用して、第 2 の掌 41-2 で板材 271 を押し付けることを終了する位置を判定する。他の構成例として、マーカーなどを基準として、第 2 の掌 41-2 を初期的な位置に設

50

置した後に、第2の掌41-2で板材271を押し付け、そして、第2の掌41-2の位置と第2のエンドエフェクターEND2により治具211を把持する位置との相対的な位置関係が所定の位置関係となったときに、第2の掌41-2で板材271を押し付けることを終了してもよい。

【0057】

また、本実施形態では、ロボット1は、治具211に設置されたバネ251、252と板材271とのうちで、板材271を第2の掌41-2で押し付けたが、他の構成例として、治具211を第2の掌41-2で押し付けることによって、バネ251、252を押し付けてもよい。また、他の構成例として、ロボット1は、バネ251、252と板材271との両方を押し付けてもよい。

10

また、本実施形態では、バネ251、252と板材271（穴部291、292）とのうちで、バネ251、252が弾性変形（または、塑性変形）する場合を示したが、他の構成例として、板材271（穴部291、292）が弾性変形（または、塑性変形）してもよい。

【0058】

<変形例の説明>

図13は、本発明の一実施形態に係る押し付け機構の変形例を示す図である。

図13には、ロボット1が、第2のマニピュレーターMNP2において、第2の掌41-2にブロック311を取り付け、当該第2の掌41-2により当該ブロック311を介して板材271を押し付ける例を示してある。例えば、ロボット1は、第2の掌41-2に吸着機構などを備え、当該第2の掌41-2によりブロック311を吸着などして取り付けた状態で押し付け作業を行い、また、押し付け作業が完了した後に、当該ブロック311を所定の位置（例えば、除材のための領域）に除材する。

20

ここで、ブロック311の形状あるいは大きさなどとしては、様々なものが用いられてもよい。ブロック311の形状としては、例えば、角柱または円柱などが用いられてもよい。

なお、図13では、治具211および部品（板材271、バネ251、252）については、断面を示してある。

本例では、例えば、押し付けの領域の面積が小さい場合などにおいて、押し付けの領域の大きさあるいは形状に合わせたブロックを使用して押し付けを行うことができる。

30

【0059】

図14は、本発明の一実施形態に係る押し付け機構の変形例を示す図である。

図14には、第2のエンドエフェクターEND2が有する4個の爪331-1～331-4の先端を板材271の面に当接させて、当該爪331-1～331-4によって当該板材271を押し付ける例を示してある。この場合、第2の掌41-2は、板材271と干渉しないように、4個の爪331-1～331-4の内側に収納されている。

【0060】

図15は、本発明の一実施形態に係る押し付け機構の変形例を示す図である。

図15の例では、図7～図12に示される板材271の代わりに、他の形状の部材371が用いられている。

40

部材371は、概略的には、平らな平面を有する板状の物体である。部材371は、所定の間隔をあけて、2個の穴部391、392を有する。部材371の一方の面において、それぞれの穴部391、392は、穴の輪郭に沿った突起部を有する。本例では、2個の穴部391、392は、同一の形状を有する。また、部材371は、当該部材371の他方の面において、2個の穴部391、392の中間に、突起した部分（嵌合部と呼ぶ）393を有する。部材371は、例えば、金属で構成されている。

なお、図15では、治具211および部品（部材371、バネ251、252）については、断面を示してある。図15では、一方の穴部391（その突起部）は、断面における2つの部分391a、391bとして示されており、他方の穴部392（その突起部）は、断面における2つの部分392a、392bとして示されている。

50

【0061】

また、図15の例では、エンドエフェクターEND3において、第2の掌41-2の代わりに、他の形状の先端部（嵌合部と呼ぶ）351が用いられている。

本例では、部材371の嵌合部393とエンドエフェクターEND3の嵌合部351とは、互いに嵌合する異なる形状を有する。

そして、本例では、ロボット1は、エンドエフェクターEND3の嵌合部351を部材371の嵌合部393に嵌合させた状態で、当該嵌合部351に力を加えて、当該部材371を押し付ける。

【0062】

なお、ロボット1は、上記したエンドエフェクターの掌、爪または所定の嵌合部、あるいはブロック（治具の一例）に限られず、エンドエフェクターの様々な部位または治具を押し付け対象に押し付けて、押し付け作業を行ってもよい。一例として、ロボット1は、エンドエフェクターの掌以外の平らな面を押し付け対象に押し付けて、押し付け作業を行ってもよい。

【0063】

図16は、本発明の一実施形態に係る嵌合に関する変形例を示す図である。

図16には、バネ411および板材412について、当該バネ411の軸（ピンの軸でも同様）を含む平面での断面を示してある。

図16の例では、板材412の穴部421の内側（嵌合部）にバネ411の一端（嵌合部）が嵌合されている。このように、図7～図12の例のように、バネが穴部の突起の外側に位置するように嵌合されてもよく、または、図16の例のように、バネ411が穴部421の内側に位置するように嵌合されてもよい。

なお、図16では、バネ411は、断面における2つの部分411a、411bとして示されている。また、図16では、板材412は、断面における2つの部分412a、412bとして示されており、穴部421は、断面における2つの部分421a、421bとして示されている。

【0064】

図17は、本発明の一実施形態に係る嵌合に関する変形例を示す図である。

図17には、バネ431および板材432について、当該バネ431の軸（ピンの軸でも同様）を含む平面での断面を示してある。

図17の例では、板材432は、一方の面に窪み部441を有する。そして、板材432の当該窪み部441の内側（嵌合部）にバネ431の一端（嵌合部）が嵌合されている。

なお、図17では、バネ431は、断面における2つの部分431a、431bとして示されている。

【0065】

図18は、本発明の一実施形態に係る嵌合に関する変形例を示す図である。

図18には、バネ451および板材452について、当該バネ451の軸（ピンの軸でも同様）を含む平面での断面を示してある。

図18の例では、板材452の穴部461の外側にバネ451が嵌合される。この場合、嵌合前の状態では、バネ451の一端（嵌合する側の一端）の面と、板材452の穴部461の突起部の面とを、所定の距離L1だけ重複させて、互いに対向させる。これにより、バネ451の一端が弾性変形（または、塑性変形）して、板材452の穴部461の外側に嵌合される。所定の距離L1としては、例えば、あらかじめ、実験または理論により定められる。

なお、図18では、バネ451は、断面における2つの部分451a、451bとして示されている。また、図18では、板材452は、断面における2つの部分452a、452bとして示されており、穴部461は、断面における2つの部分461a、461bとして示されている。

【0066】

図 19 は、本発明の一実施形態に係る嵌合に関する変形例を示す図である。

図 19 には、バネ 471 および板材 472 について、当該バネ 471 の軸（ピンの軸でも同様）を含む平面での断面を示してある。

図 19 の例では、板材 472 の穴部 481 の突起部の外側にバネ 471 が嵌合される。板材 472 の穴部 481 の突起部の外側の先端（バネ 471 と対向させられる側）に凸部が設けられている。これにより、板材 472 の穴部 481 の突起部とバネ 471 とが嵌合させられた状態で、前記した凸部とバネ 471 とが引っ掛かることで、バネ 471 が板材 472 の穴部 481 の突起部から外れることを（前記した凸部が無いときと比べて）防止することができる。

ここで、本例では、前記した凸部は、板材 472 の穴部 481 の突起部の外側を 1 周覆う形状を有するが、他の形状が用いられてもよい。

なお、図 19 では、バネ 471 は、断面における 2 つの部分 471 a、471 b として示されている。また、図 19 では、板材 472 は、断面における 2 つの部分 472 a、472 b として示されており、穴部 481 は、断面における 2 つの部分 481 a、481 b として示されている。

【0067】

図 20 は、本発明の一実施形態に係る嵌合に関する変形例を示す図である。

図 20 には、バネ 491 および板材 492 について、当該バネ 491 の軸（ピンの軸でも同様）を含む平面での断面を示してある。

図 20 の例では、板材 492 の穴部 501 の内側にバネ 491 が嵌合される。板材 492 の穴部 501 の内側に凸部が設けられている。これにより、板材 492 の穴部 501 とバネ 491 とが嵌合させられた状態で、前記した凸部とバネ 491 とが引っ掛かることで、バネ 491 が板材 492 の穴部 501 から外れることを（前記した凸部が無いときと比べて）防止することができる。

ここで、本例では、前記した凸部は、板材 492 の穴部 501 の内側を 1 周覆う形状を有するが、他の形状が用いられてもよい。

なお、図 20 では、バネ 491 は、断面における 2 つの部分 491 a、491 b として示されている。また、図 20 では、板材 492 は、断面における 2 つの部分 492 a、492 b として示されており、穴部 501 は、断面における 2 つの部分 501 a、501 b として示されている。

【0068】

図 21 は、本発明の一実施形態に係る治具 611 の変形例を示す図である。

治具 611 は、板材 621 と、2 個のピン 631、632 を有する。ここで、本例の治具 611 は、図 3 に示される治具 211 と比べて、ピン 631、632 の形状が異なり、他の構成は同様である。本例では、2 個のピン 631、632 は、同一の形状を有する。各ピン 631、632 は、三角または四角などの角柱状の軸（支柱）の形状を有しており、先端（板材 621 から離れる方の先）に向かって細くなるテーパ状の形状を有している。

ここで、治具のピンの形状としては、他の形状が用いられてもよく、例えば、テーパを有しない円柱状または角柱状の軸（支柱）の形状が用いられてもよい。

【0069】

なお、本実施形態では、バネと組み付ける対象となる部品として、板状の部品が用いられたが、他の形状の部品が用いられてもよい。

また、本実施形態では、2 個のバネを同時に組み付け対象の部品に組み付ける場合を示したが、他の構成例として、1 個のバネを組み付け対象の部品に組み付ける作業が行われてもよく、または、3 個以上のバネを同時に組み付け対象の部品に組み付ける作業が行われてもよい。例えば、図 3 に示されるような治具には、少なくとも、同時に組み付けられるバネの数と同数のピンが設けられればよい。

【0070】

< 以上の実施形態のまとめ >

10

20

30

40

50

一構成例として、物体（図 7～図 12 の例では、部品である板材 271）の第 1 の嵌合部（図 7～図 12 の例では、穴部 291、292 の突起部）とバネ（図 7～図 12 の例では、バネ 251、252）の第 2 の嵌合部（図 7～図 12 の例では、バネの穴部）とを嵌合させるロボットであって、当該物体の第 1 の穴部および当該バネの第 2 の穴部がピン（図 7～図 12 の例では、治具 211 のピン 231、232）に挿入された状態で、当該物体または当該バネ（図 7～図 12 の例では、バネが設置された治具 211）のいずれか一方を他方に対して当該ピンの軸方向に押し付けて、第 1 の嵌合部と第 2 の嵌合部とを嵌合させる、ロボット（図 1 の例では、ロボット 1）である。

一構成例として、ロボットにおいて、ハンド（図 1 の例では、第 1 のエンドエフェクター E N D 1 または第 2 のエンドエフェクター E N D 2）を有し、当該ハンドには掌（図 1 の例では、第 1 の掌 41-1 または第 2 の掌 41-2）が設けられており、当該掌によって物体またはバネを押し付ける。

一構成例として、ロボットにおいて、物体の第 1 の嵌合部の側は平面であり、当該平面とピンの軸方向とは直交しており、当該平面に対し平行に押し付ける（図 11 の例では、当該平面と第 2 の掌 41-2 の面とを平行にして押し付ける）。

一構成例として、ロボットにおいて、第 1 の嵌合部および第 2 の嵌合部が筒状であり、物体またはバネを押し付けた場合、第 1 の嵌合部と第 2 の嵌合部は、少なくとも一方が弾性変形または塑性変形して、互いに圧入される（例えば、図 11～図 12 の例）。

一構成例として、ロボットにおいて、ピンは、テーパー状である（例えば、図 3 の例）。

一構成例として、ロボットにおいて、力センサー（図 1 の例では、力センサー 31-1、31-2）を備え、当該力センサーの反力に基づいて、所定の値（所定の閾値）以上の力がかかるまで、物体またはバネを押し付ける（例えば、図 6 に示される（ステップ S5）の処理）。

一構成例として、ロボットにおいて、腕（図 1 の例では、第 1 のマニピュレーター M N P 1 または第 2 のマニピュレーター M N P 2）を有し、当該腕にはブロック（図 13 の例では、ブロック 311）が取り付けられており、当該ブロックによって物体またはバネを押し付ける。

一構成例として、物体の第 1 の嵌合部とバネの第 2 の嵌合部とを嵌合させるロボットを制御する制御方法であって、当該物体の第 1 の穴部および当該バネの第 2 の穴部がピンに挿入された状態で、ロボットにより、当該物体または当該バネのいずれか一方を他方に対して当該ピンの軸方向に押し付けて、当該第 1 の嵌合部と当該第 2 の嵌合部とを嵌合させる、制御方法（例えば、図 6 に示される制御方法）である。

【0071】

以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

【0072】

なお、以上に説明した装置（例えば、制御装置 51）における任意の構成部の機能を実現するためのプログラムを、コンピューター読み取り可能な記録媒体（記憶媒体）に記録（記憶）し、そのプログラムをコンピューターシステムに読み込ませて実行するようにしてもよい。なお、ここでいう「コンピューターシステム」とは、オペレーティングシステム（OS：O p e r a t i n g S y s t e m）あるいは周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピューター読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM（R e a d O n l y M e m o r y）、CD（C o m p a c t D i s k）-ROM等の可搬媒体、コンピューターシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピューター読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークあるいは電話回線等の通信回線を介してプログラムが送信された場合のサーバーやクライアントとなるコンピューターシステム内部の揮発性メモリー（RAM：R a n d o m A c c e s s M e m o r y）のように、一定時

10

20

30

40

50

間プログラムを保持しているものも含むものとする。

また、上記のプログラムは、このプログラムを記憶装置等に格納したコンピューターシステムから、伝送媒体を介して、あるいは、伝送媒体中の伝送波により他のコンピューターシステムに伝送されてもよい。ここで、プログラムを伝送する「伝送媒体」は、インターネット等のネットワーク（通信網）あるいは電話回線等の通信回線（通信線）のように情報を伝送する機能を有する媒体のことをいう。

また、上記のプログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。さらに、上記のプログラムは、前述した機能をコンピューターシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。

【符号の説明】

【0073】

1…ロボット、MNP1～MNP2…マニピュレーター、END1～END3…エンドエフェクター、11-1～11-2、21-1～21-2…撮像部、31-1～31-2…力センサー、41-1～41-2…掌、51…制御装置、111…入力部、112…出力部、113…記憶部、114…制御部、131…情報取得部、132…ロボット動作決定部、133…ロボット動作制御部、211、611…治具、221、271、412（412a、412b）、432、452（452a、452b）、472（472a、472b）、492（492a、492b）、621…板材、231～232、631～632…ピン、251（251a、251b）、252（252a、252b）、411（411a、411b）、431（431a、431b）、451（451a、451b）、471（471a、471b）、491（491a、491b）…バネ、291（291a、291b）、292（292a、292b）、391（391a、391b）、392（392a、392b）、421（421a、421b）、461（461a、461b）、481（481a、481b）、501（501a、501b）…穴部、311…ブロック、331-1～331-4…爪、351、393…嵌合部、371…部材、441…窪み部

10

20

【図 1】

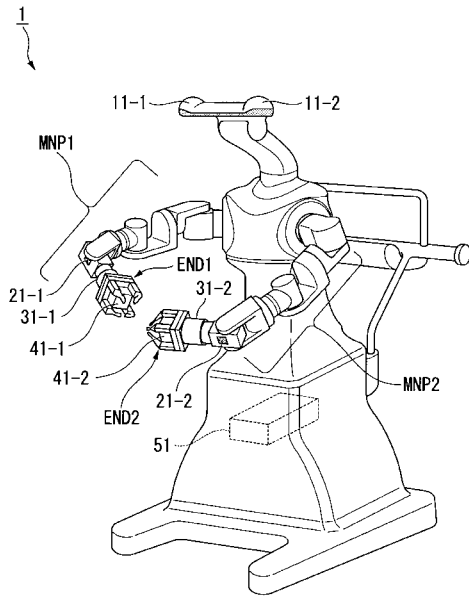


図1

【図 2】

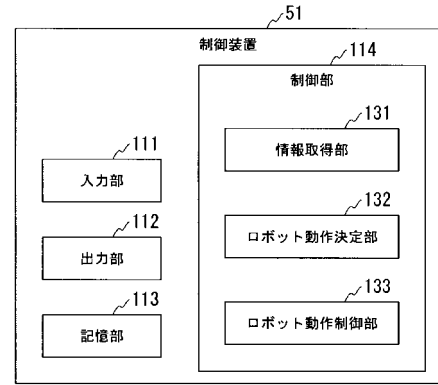


図2

【図 3】

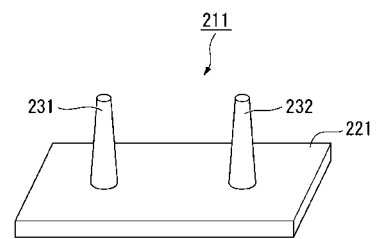


図3

【図 4】



図4

【図 5】

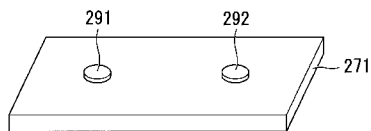


図5

【図 6】

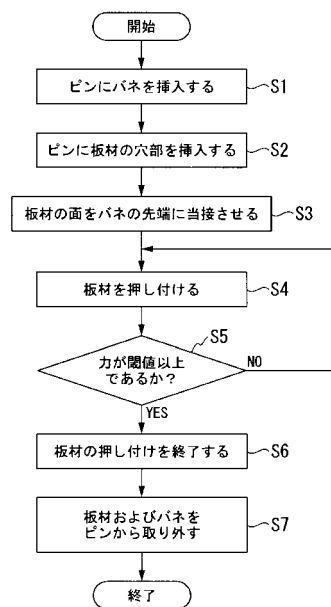
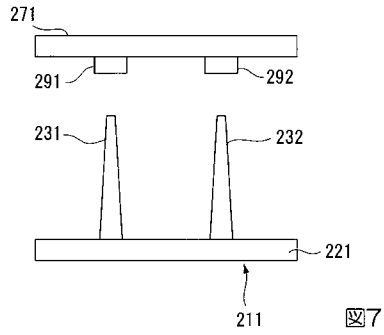
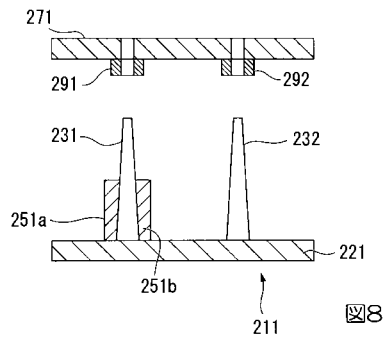


図6

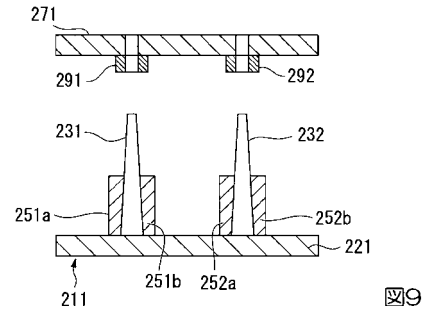
【図 7】



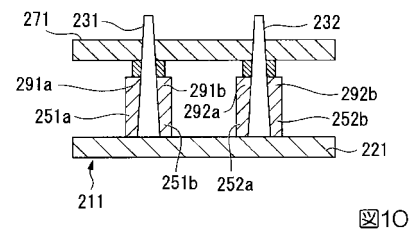
【図 8】



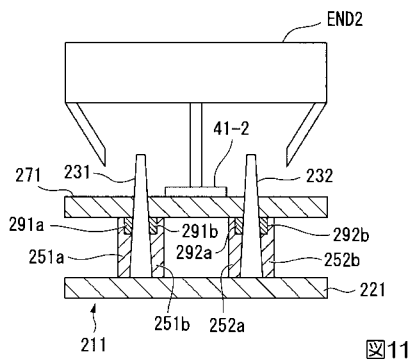
【図 9】



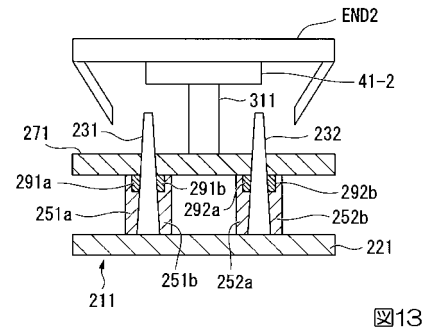
【図 10】



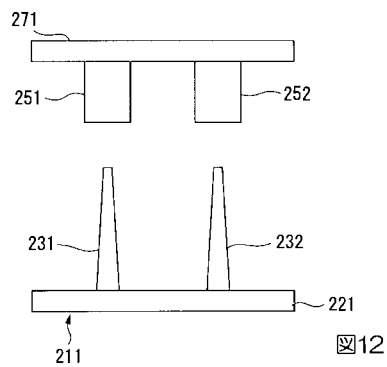
【図 11】



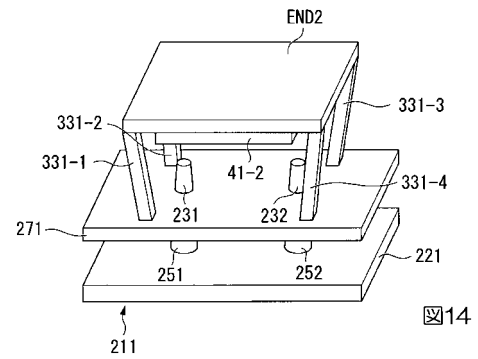
【図 13】



【図 12】



【図 14】



【図 15】

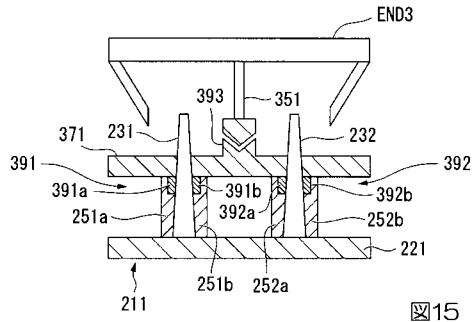


図15

【図 16】

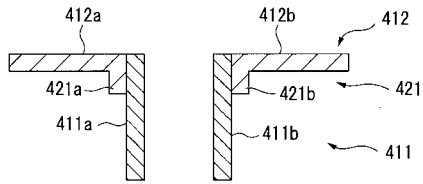


図16

【図 17】

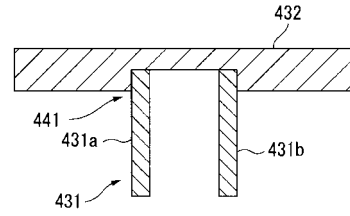


図17

【図 18】

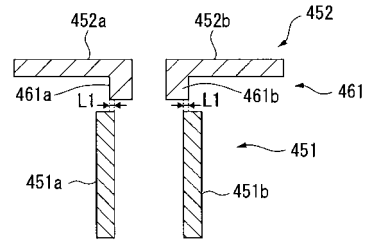


図18

【図 19】

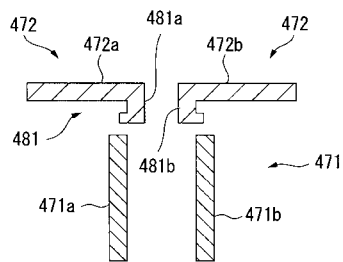


図19

【図 21】

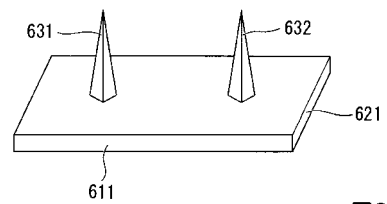


図21

【図 20】

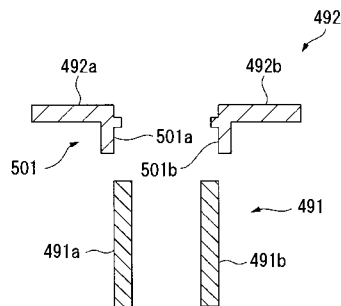


図20