

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6023251号
(P6023251)

(45) 発行日 平成28年11月9日(2016.11.9)

(24) 登録日 平成28年10月14日(2016.10.14)

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

請求項の数 2 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2015-77202 (P2015-77202)	(73) 特許権者	390008235
(22) 出願日	平成27年4月3日(2015.4.3)		ファナック株式会社
(62) 分割の表示	特願2013-221385 (P2013-221385) の分割		山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358 〇番地
原出願日	平成25年10月24日(2013.10.24)	(74) 代理人	100099759
(65) 公開番号	特開2015-127096 (P2015-127096A)		弁理士 青木 篤
(43) 公開日	平成27年7月9日(2015.7.9)	(74) 代理人	100102819
審査請求日	平成27年4月21日(2015.4.21)		弁理士 島田 哲郎
		(74) 代理人	100123582
			弁理士 三橋 真二
		(74) 代理人	100112357
			弁理士 廣瀬 繁樹
		(74) 代理人	100157211
			弁理士 前島 一夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボットシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ロボットアームと、
 前記ロボットアームを制御するロボット制御部と、
 複数の締結箇所を有する物体の該締結箇所に、複数の締結部材を締結するための締結装置と、を備え、
 前記締結装置は、
第1の締結工具および第2の締結工具と、
前記第1の締結工具および前記第2の締結工具を互いに相対的に移動させる移動機構と、
 前記複数の締結箇所を撮像する撮像部と、を有し、
前記ロボットアームは、前記第1の締結工具および前記第2の締結工具と、前記物体とを、互いに相対的に移動させ、
 前記ロボット制御部は、
 前記撮像部が撮像した前記複数の締結箇所の画像データに基づいて、前記複数の締結箇所の位置を算出し、算出した該複数の締結箇所の位置を用いて、前記複数の締結箇所のうちの第1の締結箇所と第2の締結箇所との間の距離を算出し、
前記移動機構を制御して、前記第1の締結工具と前記第2の締結工具との間の距離が、前記第1の締結箇所と前記第2の締結箇所との間の前記距離と等しくなるように、前記第1の締結工具および前記第2の締結工具を互いに相対的に移動させ、

10

20

前記画像データに基づいて、前記第1の締結工具と前記第1の締結箇所との間の距離を算出し、

前記ロボットアームを動作させ、算出された前記第1の締結工具と前記第1の締結箇所との間の前記距離がゼロとなるように前記第1の締結工具および前記第2の締結工具と前記物体とを互いに相対的に移動させて、前記第1の締結工具を前記第1の締結箇所に配置するとともに、前記第2の締結工具を前記第2の締結箇所に配置する、ロボットシステム。

【請求項2】

前記ロボット制御部は、

前記第1の締結箇所と前記第2の締結箇所とを結ぶ仮想線の方向と、前記第2の締結工具の移動方向との間の角度をさらに算出し、

前記ロボットアームを動作させて、算出された前記角度がゼロとなるように、前記第1の締結工具および前記第2の締結工具と前記物体とを互いに相対的に移動させる、請求項1に記載のロボットシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボットシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

撮像されたワーク等の物体の画像データに基づいて、例えばボルトのような締結部材を物体に締結可能なロボットが知られている（例えば、特許文献1および2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平5-293725号公報

【特許文献2】特開2003-225837号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述の特許文献に記載のロボットは、締結部材を物体に締結可能な締結工具を1つ備えており、締結作業を行う場合、この締結工具を、撮像された物体の画像データに基づいて、物体に形成された締結箇所に位置決めしている。したがって、このようなロボットによれば、物体に対して複数の締結部材を締結する必要がある場合、1つの締結工具を、物体に形成された複数の締結箇所の各々に対して、その都度位置決めする必要があるので、締結作業に多くの時間を費やしてしまう。

【0005】

また、従来、複数の締結工具を備えたロボットも知られてはいるが、このようなロボットにおいては、締結工具間の距離（すなわち、ピッチ）が固定されている。したがって、このような従来のロボットにおいても、様々なピッチを有する物体に対して複数の締結部材を締結する必要がある場合、物体に形成された締結箇所間のピッチに応じて、締結工具のピッチを変更することができないので、締結作業を効率的に行うことができない。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様において、複数の締結箇所を有する物体の該締結箇所に、複数の締結部材を締結するための締結装置は、複数の締結工具と、複数の締結工具を互いに相対的に移動させる移動機構と、複数の締結箇所を撮像する撮像部と、撮像部が撮像した複数の締結箇所の画像データに基づいて、複数の締結箇所の位置を算出する締結位置算出部と、算出された複数の締結箇所の位置に基づいて、少なくとも1つの締結工具を移動させ、個々の締結工具が、対応の締結箇所に締結部材を締結可能な位置に配置されるように、移動機構

10

20

30

40

50

を制御する移動制御部とを備える。

【0007】

複数の締結工具は、固定された第1の締結工具と、該第1の締結工具に対して移動可能な第2の締結工具とを有してもよい。この場合において、移動制御部は、第2の締結工具を第1の締結工具に対して移動させて、第1の締結工具と第2の締結工具との間の距離が、複数の締結箇所の中の第1の締結箇所と第2の締結箇所との間の距離と等しくなるように、移動機構を制御してもよい。

【0008】

締結装置は、第1の締結工具が固定されるベース部をさらに備えてもよい。移動機構は、ベース部に設けられるレール部と、レール部に移動可能に取り付けられ、第2の締結工具を保持する工具保持部と、工具保持部をレール部に沿って移動させる動力部とを有してもよい。締結装置は、複数の締結工具の各々を回転駆動する複数の工具駆動部と、複数の締結工具を同時に回転駆動するように複数の工具駆動部を制御する回転制御部とをさらに備えてもよい。

10

【0009】

本発明の他の態様において、ロボットシステムは、ロボットアームと、ロボットアームを制御するロボット制御部と、上述の締結装置とを備える。ロボット制御部は、移動制御部を有するとともに、ロボットアームを制御して、複数の締結工具と物体とを相対的に位置決めする。

【0010】

20

複数の締結工具は、ロボットアームに取り付けられてもよい。この場合において、複数の締結工具は、ロボットアームの動作により、物体に対して締結作業を実行する位置に移動されてもよい。または、複数の締結工具は、ロボットアームから離れた場所に配置されてもよい。この場合において、ロボットアームは、物体を把持して動作することにより、複数の締結工具が締結作業を実行する位置に物体を移動させてもよい。また、ロボット制御部は、画像データに基づいて、ロボットアームの動作を制御してもよい。

【0011】

本発明のさらに他の態様において、複数の締結工具を有する締結機によって、複数の締結箇所を有する物体の該締結箇所に、複数の締結部材を締結するための方法は、複数の締結箇所を撮像するステップと、撮像された複数の締結箇所の画像データに基づいて、複数の締結箇所の位置を算出するステップと、個々の締結工具が、対応の締結箇所に締結部材を締結可能な位置に配置されるように、算出された複数の締結箇所の位置に基づいて、少なくとも1つの締結工具を移動させるステップとを備える。

30

【0012】

複数の締結工具は、第1の締結工具と、該第1の締結工具に対して移動可能な第2の締結工具とを有してもよい。この場合において、複数の締結箇所の位置を算出するステップは、画像データに基づいて、複数の締結箇所の中の第1の締結箇所と第2の締結箇所との間の距離を算出することを含んでもよい。

【0013】

また、締結工具を移動させるステップは、第1の締結工具と第2の締結工具との間の距離が、第1の締結箇所と第2の締結箇所との間の距離と等しくなるように、第2の締結工具を第1の締結工具に対して移動させることを含んでもよい。

40

【0014】

この方法は、ロボットアームによって、複数の締結工具と物体とを相対的に位置決めするステップをさらに備えてもよい。複数の締結工具は、ロボットアームに取り付けられてもよい。この場合において、複数の締結工具と物体とを相対的に位置決めするステップは、ロボットアームの動作により、複数の締結工具を、物体に対して締結作業を実行する位置に移動することを含んでもよい。

【0015】

または、複数の締結工具は、ロボットアームから離れた場所に配置されてもよい。この

50

場合において、複数の締結工具と物体とを相対的に位置決めするステップは、ロボットアームによって物体を把持して運搬し、複数の締結工具が締結作業を実行する位置に該物体を移動させることを含んでもよい。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、撮像部によって撮像された画像データを用いて、複数の締結工具を、締結作業を実行すべき位置へ移動させるとともに、締結工具の各々を対応する締結箇所配置すべく、締結工具のうちの1つを移動させることができる。これにより、複数の締結工具を、複数の締結箇所に対してより迅速且つ高精度に配置させることができる。このため、締結作業に要する時間を短縮することができるので、製品の製造効率を向上させることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の一実施形態に係るロボットシステムのブロック図である。

【図2】図1に示す締結機の拡大図である。

【図3】図1に示す物体を説明するための図であって、(a)は物体の上面図を示し、(b)は(a)中の線b-bで切断した物体の断面図を示す。

【図4】図1に示すロボットシステムの動作方法を示すフローチャートである。

【図5】図4のステップS11の詳細を示すフローチャートである。

【図6】図4のステップS1および図5のステップS112を説明するための図であって、(a)はステップS1における締結工具の移動前後の状態を示す図であり、(b)は、図6(a)に示す締結機および物体を、図6(a)中の矢印bから見た図を示す。

20

【図7】図4のステップS8の開始時における、締結工具と物体の配置を示す図である。

【図8】本発明の他の実施形態に係るロボットシステムのブロック図である。

【図9】図8に示すロボットシステムの動作方法を示すフローチャートである。

【図10】図9のステップS11'の詳細を示すフローチャートである。

【図11】図9のステップS1'を説明するための図であって、ステップS1'における締結工具の移動前後の状態を示す。

【図12】図9のステップS8の開始時における、締結工具と物体の配置を示す図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。まず、図1を参照して、本発明の一実施形態に係るロボットシステム10について説明する。本実施形態に係るロボットシステム10は、締結部材としての複数のボルトBを、物体Aに対して締結するためのロボットシステムである。

【0019】

ロボットシステム10は、ボルト締結用のロボット11と、ロボット11を制御するロボット制御部12とを備える。ロボット制御部12は、ロボット11を構成する各要素を直接的または間接的に制御する。ロボット11は、例えば、複数の関節軸を有する垂直多関節型ロボットであって、ロボットアーム13と、ロボットアーム13を駆動するロボットアーム駆動部14と、締結装置100とを備える。

40

【0020】

ロボットアーム13は、鉛直軸周りに回転可能な旋回胴(図示せず)に連結されており、旋回胴に取付けられた下腕部(図示せず)、および下腕部に取り付けられた前腕部13aを含む。前腕部13aの先端には、手首部15が取り付けられている。ロボットアーム駆動部14は、ロボット制御部12からの指令に応じて、ロボットアーム13の関節軸に設けられたサーボモータを駆動することによって、ロボットアーム13を動作させる。

【0021】

締結装置100は、ボルトBを物体Aに締結する締結機101と、後述する移動機構の

50

移動を制御するための移動制御部102と、ボルトBを締結すべき物体A上の締結箇所の位置を算出する締結位置算出部103と、物体Aを撮像するための撮像部104とを備える。なお、本実施形態においては、ロボット制御部12が、移動制御部102および締結位置算出部103の機能を担う。移動制御部102および締結位置算出部103の機能の詳細については、後述する。

【0022】

撮像部104は、例えばCCDまたはCMOSセンサからなる撮像素子と、撮像された被写体のデータを画像処理する画像処理部とを含み、レンズを透過して入射する被写体像を光電変換し、画像処理が施された画像データとして出力する。この撮像部104は、ロボット制御部12からの指令に応じて、物体Aを撮像し、物体Aの画像データをロボット制御部12へ送信する。撮像部104は、例えばロボットアーム13に固設されており、物体Aを撮像するとき、予め定められた位置に位置決めされる。ロボット制御部12は、撮像部104の位置を、3次元空間における座標として予め記憶する。

10

【0023】

ロボットシステム10は、締結機101に設けられた締結工具111、112を回転駆動するための回転制御部16を備える。回転制御部16は、ロボット制御部12に通信可能に接続されており、ロボット制御部12と相互通信しつつ、締結工具111、112を回転駆動して、ボルトBを物体Aに締結する。

【0024】

次に、図2を参照して、締結機101の構成について詳述する。締結機101は、ロボットアーム13の手首部15に連結されたベース部110と、ベース部110に設置された第1の締結工具111および第2の締結工具112とを有する。ベース部110は、軸 O_0 に沿って直線状に延在する棒状の部材である。ベース部110の先端側の底部には、該底部から下方へ突出する第1の工具保持部113が固設されている。第1の締結工具111は、この第1の工具保持部113を介して、ベース部110に固定されている。

20

【0025】

また、ベース部110の底部には、ベース部110の基端部115から第1の工具保持部113の近傍の位置まで、軸 O_0 に沿って直線状に延在するレール部114が固定されている。レール部114は、中空の部材であって、内部に螺子軸（図示せず）を収容している。ベース部110の基端部115には、モータ116が固定されており、上述の螺子軸は、このモータ116の出力シャフト（図示せず）に連結されている。このモータ116は、ロボット制御部12からの指令に応じて、出力シャフトを回転駆動する動力部として機能する。

30

【0026】

レール部114には、第2の工具保持部117が移動可能に取り付けられている。この第2の工具保持部117は、上述の螺子軸と螺合する連結部（図示せず）を有している。この連結部を介して、第2の工具保持部117は、モータ116によって螺子軸が回転駆動されるのに伴って、図中の矢印 D_0 に示すように、軸 O_0 に沿って駆動される。第2の締結工具112は、第2の工具保持部117によって保持されている。

【0027】

したがって、第2の締結工具112は、第2の工具保持部117が移動するのに伴って、軸 O_0 に沿って第2の工具保持部117とともに移動する。このように、本実施形態においては、第2の締結工具112は、レール部114と、レール部114に沿って移動する第2の工具保持部117と、螺子軸を駆動する動力部としてのモータ116と、螺子軸を含むボール螺子機構とによって、軸 O_0 に沿って移動される。すなわち、レール部114、第2の工具保持部117、モータ116、およびボール螺子機構は、第2の締結工具112を移動させる移動機構として機能する。

40

【0028】

第1の締結工具111は、軸 O_0 と直交する軸 O_1 に沿って延びる軸部111aと、軸部111aを回転駆動する工具駆動部（図示せず）とを含む。軸部111aの先端には、

50

物体Aに締結される第1のボルトB₁が設置される。工具駆動部は、第1の締結工具111に内蔵されており、上述した回転制御部16からの指令に応じて、軸部111aを、図中の矢印D₁に示すように軸O₁周りに回転駆動する。

【0029】

同様に、第2の締結工具112は、軸O₁と平行な軸O₂に沿って延びる軸部112aと、軸部111aを回転駆動する工具駆動部（図示せず）とを含む。軸部112aの先端には、物体Aに締結される第2のボルトB₂が設置される。工具駆動部は、第2の締結工具112に内蔵されており、上述した回転制御部16からの指令に応じて、軸部112aを、図中の矢印D₂に示すように軸O₂周りに回転駆動する。

【0030】

10

締結機101のベース部110は、手首部15を介して、ロボットアーム13の前腕部13aの先端に連結されている。手首部15は、軸O₄周りに回転可能となるように、ベース部110を保持する。軸O₄は、前腕部13aの軸O₃と直交して延びる（図2においては紙面表裏方向に延びる）軸である。また、手首部15は、軸O₅周りに回転可能となるように、ベース部110を保持する。この軸O₅は、軸O₄と直交し、且つ軸O₄周りに回転可能な軸である。ベース部110の軸O₀は、軸O₅に直交し、且つ、軸O₅周りに回転可能な軸である。

【0031】

次に、図3を参照して、締結装置100によってボルトBを締結する対象物となる物体Aについて簡単に説明する。本実施形態においては、物体Aは、ワークWと、ワークW上に配置された治具Jとを含む。ワークWには、計4個の螺子孔21、22、23、および24が、予め定められた位置に形成されている。

20

【0032】

また、治具Jには、ワークの螺子孔21、22、23、および24に対応する位置に、計4個の貫通孔31、32、33、および34が形成されている。締結装置100は、このワークWと治具Jとを互いに固定するために、図3に示すように治具JをワークW上に配置した状態で、ボルトBを治具Jの貫通孔31、32、33、34に挿通し、ワークWの螺子孔21、22、23、24に螺着する。

【0033】

次に、図1～図7を参照して、本実施形態に係るロボットシステム10の動作について説明する。上述したように、ロボットシステム10は、ワークWと治具Jとを互いに固定するために、ボルトBを物体Aに締結するためのシステムである。図4に示すように、本実施形態に係る動作フローが開始した後、ステップS1において、ロボット制御部12は、ロボットアーム13を動作させ、締結工具111、112を作業前位置へ移動させる。

30

【0034】

具体的には、ロボット制御部12は、ロボットプログラムに従って、ロボットアーム駆動部14に指令を送り、締結工具111、112を、物体Aの近傍の予め定められた作業前位置に配置させるべく、ロボットアーム13を動作させる。ステップS1における動作を図6(a)に概略的に示す。図6(a)に示すように、ステップS1において、締結工具111、112は、ロボットアーム13の動作により、図中のXに示す初期位置から、図中のYに示す作業前位置へ移動される。

40

【0035】

なお、上述のロボットプログラムは、ロボットアーム13によって締結工具111、112を作業前位置Yに移動させるためのロボットアーム13に対する動作指令を含むプログラムである。このロボットプログラムは、初期位置Xにおけるロボットアーム13の位置から、作業前位置Yにおけるロボットアーム13の位置に至るまでの経路を、ロボット11に教示することによって、構築される。

【0036】

再度図4を参照して、ステップS2において、ロボット制御部12は、複数の締結箇所を撮像する。具体的には、ロボット制御部12は、撮像部104に指令を送り、例えばコ

50

ンベアによって予め定められた位置に運搬された物体Aを、物体Aの上側から撮像する。これにより、治具Jに形成された貫通孔31、32、33、および34（ワークWに形成された螺子孔21、22、23、および24）を、複数の締結箇所として撮像する。

【0037】

ステップS3において、ロボット制御部12は、締結箇所の撮像が適正に完了したか否かを判断する。具体的には、ロボット制御部12は、撮像部104から受信した画像データを解析し、計4個の貫通孔31、32、33、および34の全てを認識したか否かを判断する。ロボット制御部12は、全ての貫通孔31、32、33、および34を認識した場合にYESと判断し、ステップS4に進む。一方、ロボット制御部12は、貫通孔31、32、33、および34のうちの少なくとも1つを認識できなかった場合にNOと判断し、ステップS2に戻る。

10

【0038】

ステップS4において、ロボット制御部12は、物体Aにおける、ボルトBを締結すべき締結箇所の位置を算出する。具体的には、ロボット制御部12は、物体Aの画像データと、撮像部104の座標および視線データとに基づいて、治具Jに設けられた貫通孔31、32、33、および34（すなわち、ワークWの螺子孔21、22、23、24）の座標を算出する。このように、本実施形態においては、ロボット制御部12は、画像データに基づいて締結箇所の位置を算出する締結位置算出部103の機能を担う。

【0039】

ステップS4の後、ステップS5において、ロボット制御部12は、2つの締結箇所の間の距離を算出する。具体的には、ロボット制御部12は、ステップS4にて算出された貫通孔31、32、33、および34の座標を用いて、貫通孔31、32、33、および34のうちの2つの間の距離、例えば、図3に示すように、治具Jの貫通孔31と貫通孔33との間の距離 d_2 を算出する。

20

【0040】

ステップS6において、ロボット制御部12は、算出された2つの締結箇所の間の距離に基づいて、第2の締結工具112を第1の締結工具111に対して移動させる。具体的には、ロボット制御部12は、モータ116を回転駆動し、第1の締結工具111と第2の締結工具112との間の距離 d_1 （図2）が、ステップS5にて算出された距離 d_2 と等しくなるように、第2の締結工具112を移動させる。このように、本実施形態においては、ロボット制御部12は、個々の締結工具を対応の締結箇所に配置すべく移動機構を制御する移動制御部102の機能を担う。

30

【0041】

ステップS7において、ロボット制御部12は、第2の締結工具112の移動が完了したか否かを判断する。例えば、ロボット制御部12は、モータ116の回転数に基づいて、距離 d_1 と距離 d_2 とが等しくなるように第2の締結工具112が移動されたか否かを判断する。

【0042】

ロボット制御部12は、YESと判断した場合、ステップS8に進む。このようにステップS7においてYESと判断されたとき、第1の締結工具111および第2の締結工具112の各々が、対応する螺子孔21および23にボルトB₁およびB₂を締結可能な位置に配置されることになる。一方、ロボット制御部12は、NOと判断した場合、ステップS6に戻る。

40

【0043】

一方、ロボット制御部12は、ステップS4の後に、ステップS5～S7と並行して、ステップS11を実行する。ステップS11において、ロボット制御部12は、締結工具111、112と物体Aとを相対的に位置決めする。このステップS11について、図5を参照して説明する。

【0044】

ステップS11が開始された後、ステップS111において、ロボット制御部12は、

50

ステップS 2にて得られた画像データに基づいて、ロボットアーム1 3の移動補正値を算出する。具体的には、ロボット制御部1 2は、画像データから算出された貫通孔3 1、3 2、3 3、および3 4の座標を参照して、締結工具1 1 1、1 1 2を、物体Aに対して締結作業を実行することができる作業位置へ移動させるための、ロボットアーム1 3の移動補正値を算出する。

【0045】

このステップS 1 1 1について、図6 (b)を参照してより具体的に説明する。図6 (b)は、作業前位置に配置された締結機1 0 1および物体Aを、図6 (a)中の矢印bから見た図を示す。なお、図6 (b)においては、理解の容易の観点から、締結機1 0 1のベース部1 1 0、締結工具1 1 1、1 1 2を点線にて示す。

10

【0046】

ステップS 1 1 1において、ロボット制御部1 2は、移動補正値として、例えば、第1の締結工具1 1 1と、ワークWに形成された螺子孔2 1 (治具Jの貫通孔3 1)との間の距離 δ 、螺子孔2 1 (治具Jの貫通孔3 1)および螺子孔2 3 (治具Jの貫通孔3 3)を結ぶ仮想線 L_0 と、ベース部1 1 0の軸 O_0 との間の第1の角度 ϕ 、ならびに、治具Jの上面 S_0 と、締結工具1 1 1、1 1 2の軸 O_1 、 O_2 と直交する平面 (すなわち、ベース部1 1 0の上面) S_1 との間の第2の角度を算出する。

【0047】

再度図5を参照して、ステップS 1 1 2において、ロボット制御部1 2は、ステップS 1 1 1にて算出された移動補正値に基づいて、締結工具1 1 1、1 1 2の位置を、物体Aに対して締結作業を実行することができる作業位置へ補正する。具体的には、ロボット制御部1 2は、ロボットアーム駆動部1 4を介してロボットアーム1 3を動作させ、距離 δ 、第1の角度 ϕ 、および第2の角度が0となるように、締結工具1 1 1、1 1 2の位置を補正する。

20

【0048】

その結果、治具Jの上面 S_0 と、締結工具1 1 1、1 1 2の軸 O_1 、 O_2 と直交する平面 S_1 とが、互いに平行となる。また、第1の締結工具1 1 1が、螺子孔2 1 (治具Jの貫通孔3 1)の中心軸線上に位置決めされるとともに、ベース部1 1 0の軸 O_0 と、仮想線 L_0 とが一致する。ステップS 1 1 2が完了した後、ロボット制御部1 2は、ステップS 1 1を終了し、図4に示すステップS 8へ進む。

30

【0049】

上述のように、本実施形態においては、第1の締結工具1 1 1に対して第2の締結工具1 1 2を移動させるステップS 5～S 6と、締結工具1 1 1、1 1 2を作業位置へ配置させるステップS 1 1とが、並行して実行される。このため、ステップS 8の開始時においては、図7に示すように、第1の締結工具1 1 1および第2の締結工具1 1 2が、それぞれ、螺子孔2 1 (貫通孔3 1)および螺子孔2 3 (貫通孔3 3)に位置決めされた状態となる。

【0050】

ステップS 8において、ロボット制御部1 2は、締結工具1 1 1、1 1 2によって、複数のボルト B_1 、 B_2 を同時に締結する。具体的には、ロボット制御部1 2は、回転制御部1 6と通信し、回転制御部1 6は、第1の締結工具1 1 1の軸部1 1 1 aと、第2の締結工具1 1 2の軸部1 1 2 aを同時に回転駆動する。これにより、ボルト B_1 および B_2 が、それぞれ、ワークWの螺子孔2 1および2 3に同時に締結される。

40

【0051】

ステップS 9において、ロボット制御部1 2は、締結作業が適正に実行されたか否かを判断する。例えば、回転制御部1 6は、ボルト B_1 、 B_2 を締結しているときの締結トルクが、予め定められた値に一定時間内に到達しなかった場合、締結異常信号をロボット制御部1 2へ送信する。ロボット制御部1 2は、締結異常信号を受信した場合にNOと判断し、ステップS 1 0に進む。一方、ロボット制御部1 2は、一定期間内に締結異常信号を受信しなかった場合にYESと判断し、図4に示すフローを終了する。

50

【0052】

ステップS10において、ロボット制御部12は、異常処理ステップを開始する。異常処理ステップにおいて、ロボット制御部12は、締結が適正に実行されなかった物体Aを不良品と判断し、ロボットアーム13を動作させて該物体Aを不良品収容場所へ搬送する。そして、ロボット制御部12は、図4に示すフローを終了する。

【0053】

または、ロボット制御部12は、異常処理ステップにおいて、締結作業を再度実行してもよい。この場合、ロボット制御部12は、回転制御部16と通信し、回転制御部16は、締結異常が検出された締結工具を、ステップS8とは反対の方向に回すことによって、ボルトBの締結を緩める。その後、回転制御部16は、ボルトBをステップS8と同じ方向に回すことによって、締結作業を再実行する。そして、ロボット制御部12は、ステップS9へ戻る。

10

【0054】

本実施形態によれば、ロボット制御部12は、撮像部104によって撮像された画像データを用いて、締結工具111、112を、締結作業を実行すべき作業位置へ移動させるとともに、締結工具111、112の各々を対応する締結箇所配置すべく、第2の締結工具を移動させている。これにより、複数の締結工具111、112を、複数の締結箇所に対してより迅速且つ高精度に配置させることができる。このため、ボルトBの締結作業に要する時間を短縮することができるので、製品の製造効率を向上させることができる。

【0055】

20

次に、図8を参照して、本発明の他の実施形態に係るロボットシステム40について説明する。なお、上述の実施形態と同様の部材には同じ符号を付し、詳細な説明を省略する。ロボットシステム40は、ロボット41と、ロボット41を制御するロボット制御部42と、予め定められた位置に固定された締結装置200とを備える。上述の実施形態と同様に、ロボット制御部42は、移動制御部102および締結位置算出部103の機能を有する。

【0056】

ロボット41は、ロボットアーム13と、ロボットアーム13を駆動するロボットアーム駆動部44と、ロボットハンド43とを備える。ロボットハンド43は、ロボットアーム13の前腕部13aの先端に、手首部15を介して取り付けられており、物体Aを把持して持ち上げたり、把持した物体Aを解放したりする。

30

【0057】

ロボットアーム駆動部44は、ロボット制御部42からの指令に応じて、ロボットアーム13の関節軸に設けられたサーボモータを駆動することによって、ロボットアーム13を動作させる。また、ロボットアーム駆動部44は、ロボット制御部42からの指令に応じて、ロボットハンド43を操作して、物体Aを把持し、解放する。

【0058】

締結装置200は、上述の実施形態と同様に、締結機101、移動制御部102、締結位置算出部103、および撮像部104を備える。締結機101は、図2に示す実施形態と同様の構成を有しており、ロボットアーム13から離隔した、予め定められた位置に固定される。例えば、締結機101のベース部110は、製造ラインのロボットセルに設けられた壁に固定される。また、ロボットシステム40は、締結工具111、112を回転駆動するための回転制御部16を備える。

40

【0059】

次に、図8～12を参照して、本実施形態に係るロボットシステム40の動作について説明する。本実施形態に係るフローにおいては、ロボット制御部42は、図9に示すステップS1'およびステップS11'以外は、上述の実施形態と同様に、図4に示すステップS2～ステップS10を実行する。したがって、ステップS2～ステップS10の詳細な説明は省略し、ステップS1'およびステップS11'に関して、以下に説明する。

【0060】

50

図9に示すフローが開始した後、ステップS1'において、ロボット制御部42は、ロボットアーム13を動作させ、物体Aを作業前位置へ移動させる。具体的には、ロボット制御部42は、ロボットプログラムに従って、ロボットアーム駆動部44に指令を送り、ロボットハンド43によって把持された物体Aを、締結工具111、112の近傍の予め定められた作業前位置に配置させるべく、ロボットアーム13を動作させる。

【0061】

ステップS1'の動作を図11に概略的に示す。図11に示すように、ステップS1'において、ロボットハンド43によって把持された物体Aは、ロボットアーム13の動作により、図中のX'に示す初期位置から、図中のY'に示す作業前位置へ移動される。

【0062】

再度図9を参照して、ステップS4の後、ロボット制御部42は、ステップS5～S7と並行して、ステップS11'を実行する。ステップS11'において、ロボット制御部42は、締結工具111、112と物体Aとを相対的に位置決めする。このステップS11'について、図10を参照して説明する。

【0063】

ステップS11'が開始された後、ステップS111'において、ロボット制御部42は、ステップS2にて得られた画像データに基づいて、ロボットアーム13の移動補正値を算出する。具体的には、ロボット制御部42は、画像データから算出された貫通孔31、32、33、および34の座標に基づいて、締結工具111、112を用いて物体Aに対して締結作業を実行することができる作業位置へ物体Aを移動させるための、ロボットアーム13の移動補正値を算出する。

【0064】

例えば、ロボット制御部42は、上述のステップS111と同様に、移動補正値として、第1の締結工具111と、ワークWに形成された螺子孔21（治具Jの貫通孔31）との間の距離 δ （図6（b））、螺子孔21（治具Jの貫通孔31）および螺子孔23（治具Jの貫通孔33）を結ぶ仮想線 L_0 と、ベース部110の軸 O_0 との間の第1の角度 ϕ （図6（b））、ならびに、治具Jの上面 S_0 と、締結工具111、112の軸 O_1 、 O_2 と直交する平面（すなわち、ベース部110の上面） S_1 との間の第2の角度を算出する。

【0065】

ステップS112'において、ロボット制御部42は、ステップS111'にて算出された移動補正値に基づいて、物体Aの位置を作業位置へ補正する。例えば、ロボット制御部42は、ロボットアーム駆動部44を介してロボットアーム13を動作させ、距離 δ 、第1の角度 ϕ 、および第2の角度が0となるように、物体Aの位置を補正する。

【0066】

その結果、治具Jの上面 S_0 と、締結工具111、112の軸 O_1 、 O_2 と直交する平面 S_1 とが、互いに平行となり、第1の締結工具111が、螺子孔21（治具Jの貫通孔31）の中心軸線上に位置決めされるとともに、ベース部110の軸 O_0 と、仮想線 L_0 とが一致する。ステップS112'が完了した後、ロボット制御部42は、ステップS11'を終了し、図9に示すステップS8へ進む。

【0067】

このように、本実施形態においては、第1の締結工具111に対して第2の締結工具112を移動させるステップS5～S6と、締結工具111、112を作業位置へ配置させるステップS11'とが、並行して実行される。このため、ステップS8の開始時には、図12に示すように、第1の締結工具111および第2の締結工具112が、それぞれ、螺子孔21（貫通孔31）および螺子孔23（貫通孔33）に位置決めされた状態となる。

【0068】

本実施形態によれば、複数の締結工具111、112を、複数の締結箇所に対してより迅速且つ高精度に配置させることができる。このため、ボルトBの締結作業に要する時間

10

20

30

40

50

を短縮することができるので、製品の製造効率を向上させることができる。

【0069】

なお、上述の実施形態においては、締結装置100がロボットシステム10、20に組み込まれている場合について述べたが、これに限らず、締結装置100単体としても、複数の締結部材を締結することも可能である。以下、締結装置100が単体として締結作業を実行する場合における、締結装置100の構成および動作について説明する。

【0070】

この場合、締結装置100は、上述のロボット制御部12に対応する要素である締結装置制御部と、上述の回転制御部16とを備える。締結装置制御部は、締結装置100を構成する各要素を直接的または間接的に制御する。この締結装置制御部は、上述の移動制御部102および締結位置算出部103の機能を担うとともに、撮像部104の撮像動作を制御する。また、締結装置制御部は、回転制御部16と通信し、第1の締結工具111の軸部111aと、第2の締結工具112の軸部112aを回転駆動する。

10

【0071】

締結作業を行う場合、締結装置制御部は、図4に示すステップS2～S8を実行する。締結装置の動作フローの例について、以下に簡単に説明する。締結装置の動作フローが開始した後、ステップS2において、締結装置制御部は、撮像部104に指令を送り、複数の締結箇所を撮像する。ステップS3において、締結装置制御部は、締結箇所の撮像が適正に完了したか否かを判断する。ステップS4において、締結装置制御部は、締結位置算出部103として機能し、画像データに基づいて、物体Aにおける、ボルトBを締結すべき締結箇所の位置を算出する。

20

【0072】

ステップS5において、締結装置制御部は、2つの締結箇所の間の距離を算出する。ステップS6において、締結装置制御部は、移動制御部102として機能し、算出された2つの締結箇所の間の距離 d_2 に基づいて、第2の締結工具112を第1の締結工具111に対して移動させる。ステップS7において、締結装置制御部は、第2の締結工具112の移動が完了したか否かを判断する。そして、ステップS8において、締結装置制御部は、回転制御部16と通信し、締結工具によって、複数のボルトBを同時に締結する。

【0073】

このような締結装置100によっても、撮像部104によって撮像された画像データを用いて、締結工具の各々を対応する締結箇所に配置すべく、締結工具のうちの1つを移動させることができる。これにより、複数の締結工具を、複数の締結箇所に対してより迅速且つ高精度に配置させることができる。このため、締結作業に要する時間を短縮することができるので、製品の製造効率を向上させることができる。

30

【0074】

なお、上述の実施形態においては、締結装置が2つの締結工具を備える場合について述べた。しかしながら、これに限らず、締結装置は、3以上の締結工具を備えてもよい。また、上述の実施形態においては、第2の締結工具が一方方向に沿って移動する場合について述べたが、これに限らず、第2の締結工具が、例えばx-y平面上を任意の方向に移動する構成であってもよい。このような構成は、x軸に沿って配設されたx軸方向螺子軸と、y軸方向に沿って配設されたy軸方向螺子軸とを含むボール螺子機構によって実現することができる。

40

【0075】

また、上述の実施形態においては、ロボット制御部が、移動補正值として、距離 δ 、第1の角度 ϕ 、ならびに、第2の角度を算出する場合について述べた。しかしながら、これに限らず、ロボット制御部は、例えば、複数の締結工具の各々の座標と、物体上の締結箇所の各々の座標との差から、移動補正值を算出してもよいし、他の如何なるパラメータに基づいて、移動補正值を算出してもよい。

【0076】

上述の実施形態においては、初期位置Xにおけるロボットアームの位置から、作業前位

50

置 Y におけるロボットアームの位置に至るまでの経路を、ロボットに教示させることによって、締結工具を作業前位置 Y に移動させる場合について述べた。しかしながら、これによらず、ロボット制御部 12 は、作業前位置 Y に対応する座標を予め記録し、該座標を参照してロボットアームを動作させ、締結工具を作業前位置 Y に配置させてもよい。

【0077】

以上、発明の実施形態を通じて本発明を説明したが、上述の実施形態は、特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが、発明の解決手段に必須であるとは限らない。さらに、上述の実施形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

10

【0078】

また、特許請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。特許請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず、」、「次に、」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

【符号の説明】

20

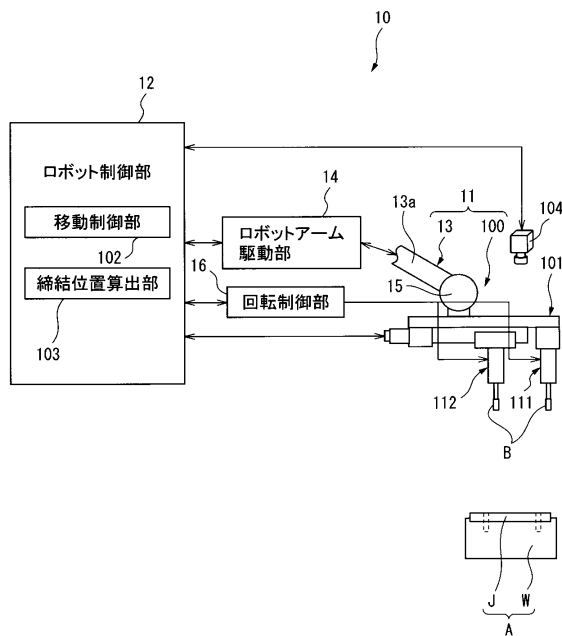
【0079】

- 10, 40 ロボットシステム
- 11, 41 ロボット
- 12, 42 ロボット制御部
- 13 ロボットアーム
- 16 回転制御部
- 100, 200 締結装置
- 101 締結機
- 102 移動制御部
- 103 締結位置算出部
- 104 撮像部
- 110 ベース部
- 111 第1の締結工具
- 112 第2の締結工具
- 114 レール部
- 116 モータ
- 117 第2の工具保持部

30

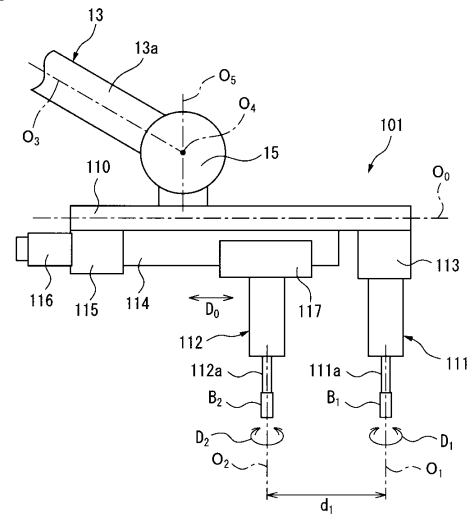
【図 1】

図1



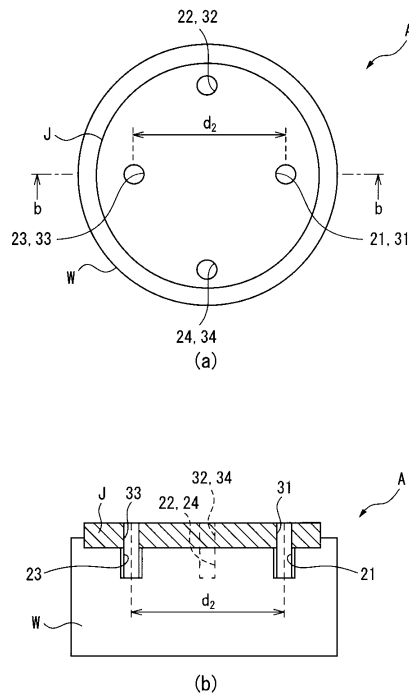
【図 2】

図2



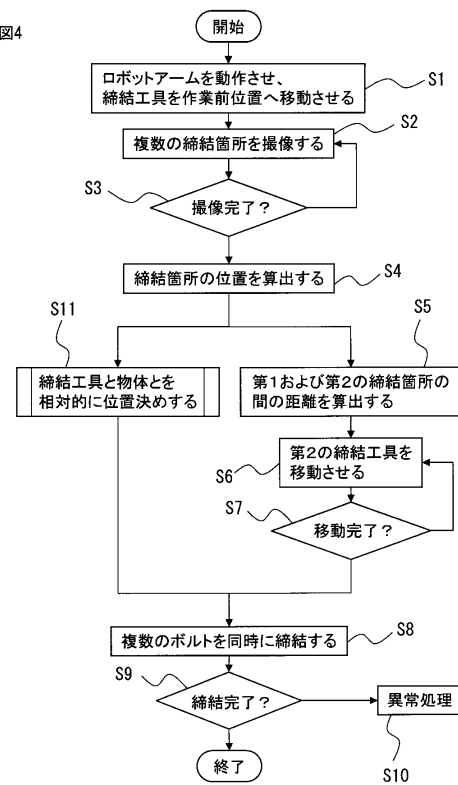
【図 3】

図3

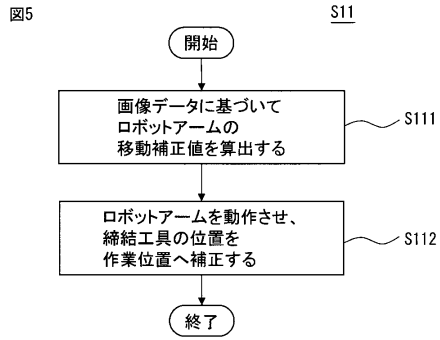


【図 4】

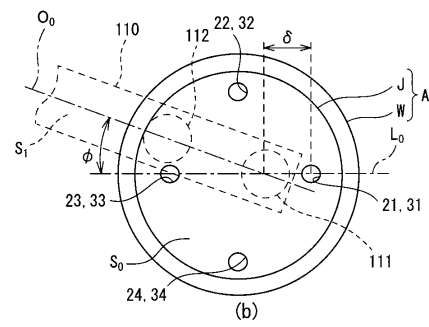
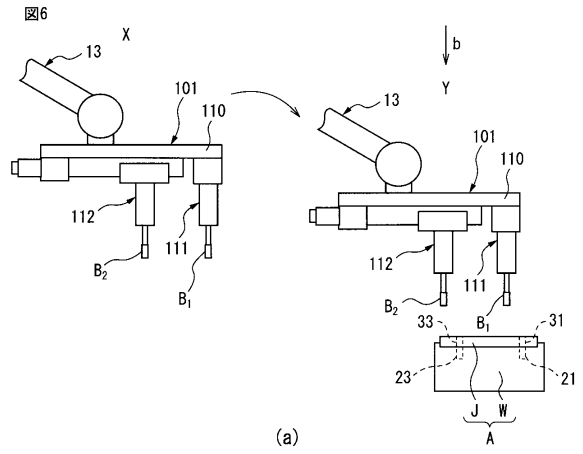
図4



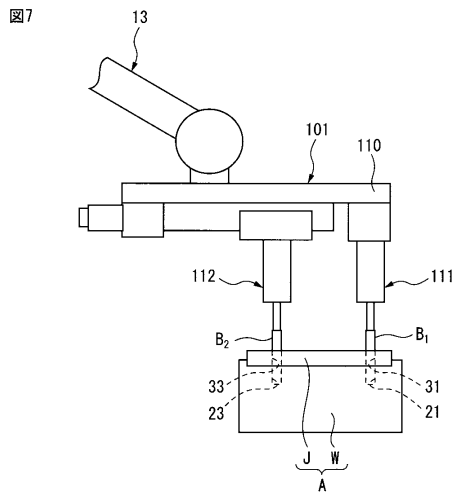
【図 5】



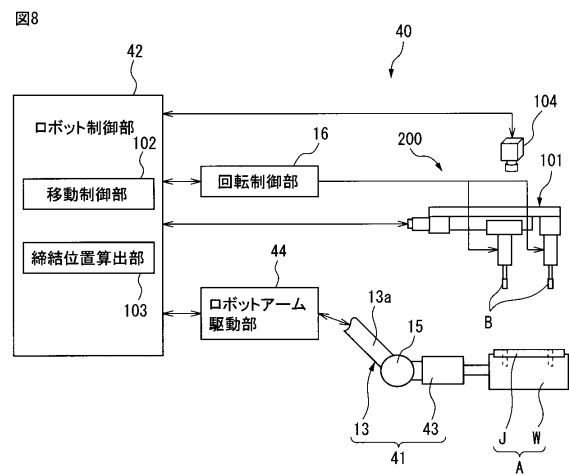
【図 6】



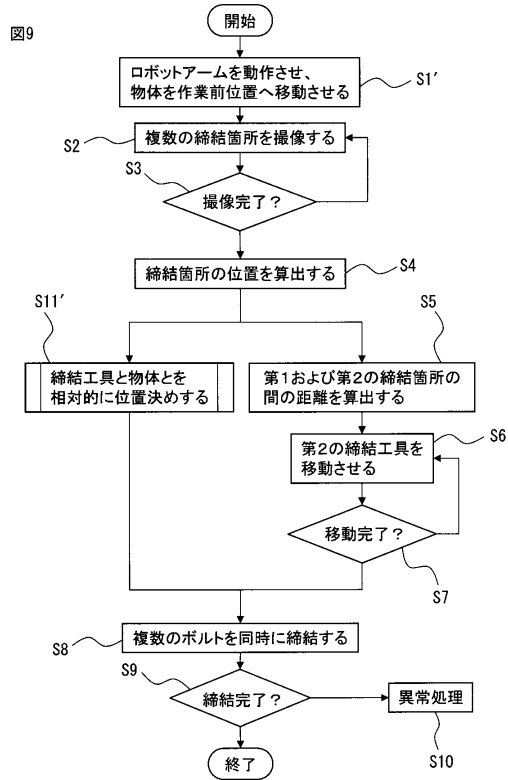
【図 7】



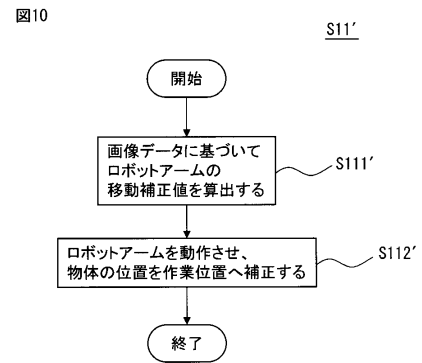
【図 8】



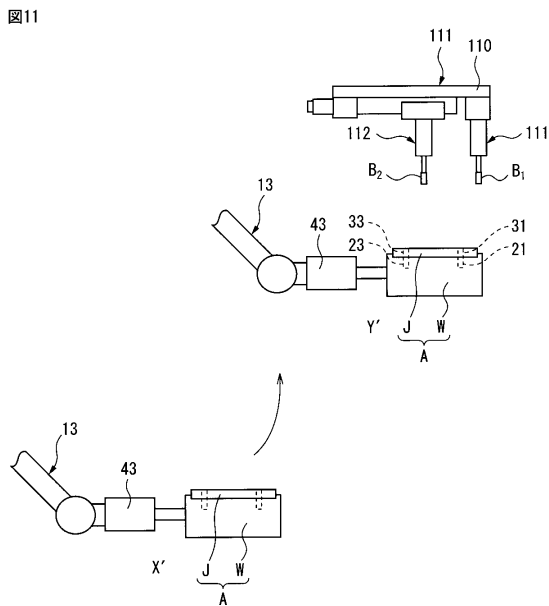
【図 9】



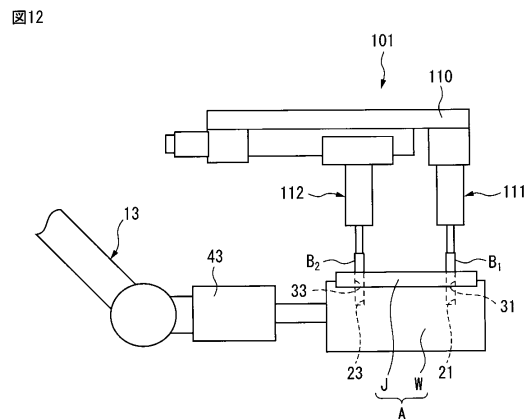
【図 10】



【図 1 1】



【图 1 2】



フロントページの続き

(74)代理人 100159684

弁理士 田原 正宏

(72)発明者 佐々木 正明

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

審査官 臼井 卓巳

(56)参考文献 米国特許出願公開第2005/0005412 (US, A1)

国際公開第2009/096239 (WO, A1)

米国特許出願公開第2011/0048649 (US, A1)

特開2000-210825 (JP, A)

特開平03-104701 (JP, A)

特開2003-311556 (JP, A)

実開昭61-112834 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 13/00-13/08

B23Q 17/00

B23P 19/06-21/00

B60B 29/00

B60C 25/132