

(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2015-160271

(P2015-160271A)

(43) 公開日 平成27年9月7日(2015.9.7)

(51) Int.Cl.  
B25J 13/08 (2006.01)F I  
B25J 13/08テーマコード (参考)  
3C707

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2014-36401 (P2014-36401)  
(22) 出願日 平成26年2月27日 (2014.2.27)(71) 出願人 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 雅誉  
(74) 代理人 100116665  
弁理士 渡辺 和昭  
(72) 発明者 山崎 武馬  
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) 3C707 AS07 BS10 BS26 KS33 KT01  
KT06 KX06 LU09 LV02 LV13  
LV17

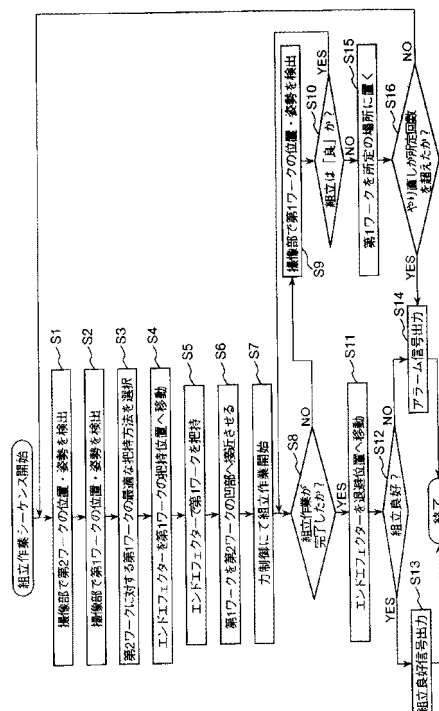
(54) 【発明の名称】 制御装置、ロボット、ロボットシステムおよび制御方法

## (57) 【要約】

【課題】第1の物体と第2の物体との組立の良否を迅速に把握することができる制御装置、ロボット、ロボットシステムおよび制御方法を提供すること。

【解決手段】制御装置は、エンドエフェクターが装着されるロボットアームと、力検出部とを備えた、第1ワークと第2ワークとを組み立てる組立を行なうロボットを制御する。制御装置は、ロボットアームの作動を制御する制御部と、第1ワークを支持したエンドエフェクターを含む領域を撮像して、撮像データを得る撮像部と、組立の良否判定を行なう良否判定部とを備える。制御部は、撮像データに基づいて、第1ワークと第2ワークとの位置合わせを行なうようにロボットアームを作動させて、組立を開始し、力検出部の検出結果に基づいて、組立が現に行なわれるようにロボットアームを作動させる。良否判定部は、組立が行なわれている最中に、撮像データに基づいて、良否判定を行なう。

【選択図】図12



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

エンドエフェクターとロボットアームと、前記ロボットアームと前記エンドエフェクターとの間に設けられる力検出部と、を備え、第 1 の物体と第 2 の物体とを組み立てるロボットを制御する制御装置であって、

前記ロボットアームの動きを制御する制御部と、

撮像データを得る撮像部と、

を備え、

前記制御部は、組立開始前にエンドエフェクターを少なくとも含む領域を前記撮像部で撮像して前記ロボットアームを動作させ、組立開始後に、少なくとも前記力検出部から出力値が出力されている間前記ロボットアームを動作させ、さらに前記第 1 の物体と前記第 2 の物体の組立部を撮像することを特徴とする制御装置。

10

**【請求項 2】**

前記組立の良否判定を行なう良否判定部を備え、

前記良否判定部は前記撮像データに基づいて前記良否判定を行ない、

前記良否判定が良の場合には、前記組立が完了するまで前記組立を継続する請求項 1 に記載の制御装置。

**【請求項 3】**

前記良否判定の結果が否の場合には、前記組立を一旦中断し、前記エンドエフェクターで前記第 1 の物体および前記第 2 の物体の少なくとも一方を支持し直し、前記組立を再開する制御を行なう請求項 2 に記載の制御装置。

20

**【請求項 4】**

前記良否判定部は、前記第 1 の物体および前記第 2 の物体の少なくとも一方の前記エンドエフェクターに対する姿勢の変化量が閾値を超えた場合に前記良否判定を否とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

**【請求項 5】**

前記第 1 の物体および前記第 2 の物体の少なくとも一方と前記エンドエフェクターの各特徴点を抽出する抽出部を備え、

前記変化量は、前記第 1 の物体および前記第 2 の物体の少なくとも一方の特徴点と、前記エンドエフェクターの特徴点との位置関係の変化である請求項 4 に記載の制御装置。

30

**【請求項 6】**

前記撮像データには、前記第 1 の物体と前記第 2 の物体との位置合わせを行なうときに用いられる第 1 撮像データと、前記第 1 撮像データと異なるタイミングで得られ、前記良否判定を行なうときに用いられる第 2 撮像データとが含まれる請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

**【請求項 7】**

前記撮像部は、1 つのカメラで構成され、

前記カメラで前記第 1 撮像データと前記第 2 撮像データとを得る請求項 6 に記載の制御装置。

**【請求項 8】**

前記制御部は、前記ロボットアームに対してインピーダンス制御を行なうよう構成されている請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

40

**【請求項 9】**

第 1 の物体および第 2 の物体の少なくとも一方を支持するエンドエフェクターが装着されるロボットアームを含むロボットであって、

前記ロボットアームと前記エンドエフェクターとの間に設けられて情報を検出する力検出部と、

前記エンドエフェクターを含む領域を撮像して、撮像データを得る撮像部と、

前記撮像データに基づいて前記ロボットアームを動作させて前記第 1 の物体と前記第 2 の物体との位置合わせを行ない、前記力検出部の検出結果に基づいて、前記ロボットア

50

ームを動作させて前記第 1 の物体と前記第 2 の物体との組立を行なう制御部と、  
前記撮像データに基づいて前記組立の良否判定を行なう良否判定部と、を備えることを特徴とするロボット。

【請求項 10】

前記ロボットアームを 2 本備え、  
一方の前記ロボットアームに装着された前記エンドエフェクターで前記第 1 の物体を支持し、他方の前記ロボットアームに装着された前記エンドエフェクターで前記第 2 の物体を支持する請求項 9 に記載のロボット。

【請求項 11】

前記力検出部は、力覚センサーで構成されている請求項 9 または 10 に記載のロボット

10

【請求項 12】

第 1 の物体および第 2 の物体の少なくとも一方を支持するエンドエフェクターが装着される少なくとも 1 本のロボットアームと、

前記ロボットアームと前記エンドエフェクターとの間に設けられて前記エンドエフェクターが受ける力情報を検出する力検出部と、を備えて、

前記第 1 の物体と前記第 2 の物体を組み立てるロボットを制御する、請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の制御装置と、を備えることを特徴とするロボットシステム。

【請求項 13】

前記ロボットアームを 2 本備え、  
一方の前記ロボットアームに装着された前記エンドエフェクターで前記第 1 の物体を支持し、他方の前記ロボットアームに装着された前記エンドエフェクターで前記第 2 の物体を支持する請求項 12 に記載のロボットシステム。

20

【請求項 14】

前記力検出部は、力覚センサーで構成されている請求項 12 または 13 に記載のロボットシステム。

【請求項 15】

第 1 の物体および第 2 の物体の少なくとも一方を支持する前記エンドエフェクターが装着されるロボットアームを含むロボットを制御する制御方法であって、

前記第 1 の物体および前記第 2 の物体の少なくとも一方を支持した前記エンドエフェクターを含む領域を撮像した撮像データに基づいて前記ロボットアームを動作させて前記第 1 の物体と前記第 2 の物体との位置合わせを行ない、前記ロボットアームと前記エンドエフェクターとの間に設けられた力検出部が検出する検出結果に基づいて、前記ロボットアームを動作させて前記第 1 の物体と前記第 2 の物体との組立を行なうとともに、前記撮像データに基づいて、前記組立の良否判定を行なうことを特徴とする制御方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、制御装置、ロボット、ロボットシステムおよび制御方法に関する。

【背景技術】

40

【0002】

従来、先端部にロボットハンドを装着することができる多関節ロボットアームが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。この多関節ロボットアームは、例えば、2 つのワーク同士を組み立てる組立作業を行なうことができる。組立作業を行なう際には、ロボットハンドで 2 つのワークのうちの一方のワークを把持して、作業台上に固定された他方のワークに力制御を行いながら挿入し、2 つのワークの組立体である完成品を得る。

【0003】

力制御は、部品同士のばらつきによる微妙な位置ずれに対応して組み立てできる柔軟な制御である反面、部品の位置ずれが許容範囲を超えていた場合、ロボットがなんらかの判断をしない限り、永久に部品の挿入を試みるか、完了したつもりで作業を終了する。特許

50

文献 1 に記載の多関節ロボットアームを備えるロボットシステムでは、組立作業後に、この組立が成功したのか、または、失敗したのかを判別していた、すなわち、組立の良否の判別をしていた。

【 0 0 0 4 】

しかしながら、このようなロボットシステムでは、例えば、一方のワークが組立作業中に落下したり、適正な姿勢からズレたりした場合であっても、組立作業を継続してしまう。その結果、得られた完成品は、例えば一方のワークが欠落した不良品となっている。そして、この不良品は、組立作業が完了して初めて把握される（認識される）こととなり、歩留まりが悪いという問題があった。

【 先行技術文献 】

10

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 国際公開第 9 8 / 1 7 4 4 4 号パンフレット

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

本発明の目的は、第 1 の物体と第 2 の物体との組立の良否を迅速に把握することができる制御装置、ロボット、ロボットシステムおよび制御方法を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

20

このような目的は、下記の本発明に係る適用例により達成される。

（ 適用例 1 ）

本発明に係る制御装置は、エンドエフェクターとロボットアームと、前記ロボットアームと前記エンドエフェクターとの間に設けられる力検出部と、を備え、第 1 の物体と第 2 の物体とを組み立てるロボットを制御する制御装置であって、

前記ロボットアームの動きを制御する制御部と、

撮像データを得る撮像部と、

を備え、

前記制御部は、組立開始前にエンドエフェクターを少なくとも含む領域を前記撮像部で撮像して前記ロボットアームを動作させ、組立開始後に、少なくとも前記力検出部から出力値が出力されている間前記ロボットアームを動作させ、さらに前記第 1 の物体と前記第 2 の物体の組立部を撮像することの特徴とする。

30

【 0 0 0 8 】

これにより、第 1 の物体と第 2 の物体との組立が完了するよりも以前に、すなわち、第 1 の物体と第 2 の物体との組立が行なわれている最中に、当該組立の良否を迅速に把握することができる。そして、良否判定が良であれば、第 1 の物体と第 2 の物体との組立体をそのまま次の工程に移行することができ、良否判定が否であれば、組立を再度行なって、組立体を得ることができ、よって、歩留まりの向上にも寄与する。

【 0 0 0 9 】

（ 適用例 2 ）

40

本発明に係る制御装置では、前記組立の良否判定を行なう良否判定部を備え、

前記良否判定部は前記撮像データに基づいて前記良否判定を行ない、

前記良否判定が良の場合には、前記組立が完了するまで前記組立を継続するのが好ましい。

これにより、第 1 の物体と第 2 の物体との組立をその完了まで迅速に行なうことができる。

【 0 0 1 0 】

（ 適用例 3 ）

本発明に係る制御装置では、前記良否判定の結果が否の場合には、前記組立を一旦中断し、前記エンドエフェクターで前記第 1 の物体および前記第 2 の物体の少なくとも一方を

50

支持し直し、前記組立を再開する制御を行なうのが好ましい。

これにより、第 1 の物体と第 2 の物体との組立が一旦不成功になったとしても、当該組立を成功に導くことができる。

【 0 0 1 1 】

( 適用例 4 )

本発明に係る制御装置では、前記良否判定部は、前記第 1 の物体および前記第 2 の物体の少なくとも一方の前記エンドエフェクターに対する姿勢の変化量が閾値を超えた場合に前記良否判定を否とするのが好ましい。

これにより、良否判定を簡単かつ迅速に行なうことができる。

【 0 0 1 2 】

( 適用例 5 )

本発明に係る制御装置では、前記第 1 の物体および前記第 2 の物体の少なくとも一方と前記エンドエフェクターの各特徴点を抽出する抽出部を備え、

前記変化量は、前記第 1 の物体および前記第 2 の物体の少なくとも一方の特徴点と、前記エンドエフェクターの特徴点との位置関係の変化であるのが好ましい。

これにより、良否判定をより簡単かつより迅速に行なうことができる。

【 0 0 1 3 】

( 適用例 6 )

本発明に係る制御装置では、前記撮像データーには、前記第 1 の物体と前記第 2 の物体との位置合わせを行なうときに用いられる第 1 撮像データーと、前記第 1 撮像データーと異なるタイミングで得られ、前記良否判定を行なうときに用いられる第 2 撮像データーとが含まれるのが好ましい。

これにより、第 1 の物体と第 2 の物体との位置合わせを行なう処理と、良否判定を行なう処理との各種処理条件に適した撮像データーを用いることができる。

【 0 0 1 4 】

( 適用例 7 )

本発明に係る制御装置では、前記撮像部は、1つのカメラで構成され、

前記カメラで前記第 1 撮像データーと前記第 2 撮像データーとを得るのが好ましい。

これにより、1つのカメラを兼用することができ、よって、カメラの設置数を抑制することができる。

【 0 0 1 5 】

( 適用例 8 )

本発明に係る制御装置では、前記制御部は、前記ロボットアームに対してインピーダンス制御を行なうよう構成されているのが好ましい。

これにより、組立が行なわれている最中に一方の物体が他方の物体とぶつかったときにも、当該他方の物体とやわらかく接することができ、よって、各物体の損傷を防止することができる。

【 0 0 1 6 】

( 適用例 9 )

本発明に係るロボットは、第 1 の物体および第 2 の物体の少なくとも一方を支持するエンドエフェクターが装着されるロボットアームを含むロボットであって、

前記ロボットアームと前記エンドエフェクターとの間に設けられて情報を検出する力検出部と、

前記エンドエフェクターを含む領域を撮像して、撮像データーを得る撮像部と、

前記撮像データーに基づいて前記ロボットアームを動作させて前記第 1 の物体と前記第 2 の物体との位置合わせを行ない、前記力検出部の検出結果に基づいて、前記ロボットアームを動作させて前記第 1 の物体と前記第 2 の物体との組立を行なう制御部と、

前記撮像データーに基づいて前記組立の良否判定を行なう良否判定部と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

これにより、第 1 の物体と第 2 の物体との組立が完了するよりも以前に、すなわち、第 1 の物体と第 2 の物体との組立が行なわれている最中に、当該組立の良否を迅速に把握することができる。そして、良否判定が良であれば、第 1 の物体と第 2 の物体との組立体をそのまま次の工程に移行することができ、良否判定が否であれば、組立を再度行なって、組立体を得ることができ、よって、歩留まりの向上にも寄与する。

【 0 0 1 8 】

( 適用例 1 0 )

本発明に係るロボットでは、前記ロボットアームを 2 本備え、一方の前記ロボットアームに装着された前記エンドエフェクターで前記第 1 の物体を支持し、他方の前記ロボットアームに装着された前記エンドエフェクターで前記第 2 の物体を支持するのが好ましい。

10

これにより、第 1 の物体と第 2 の物体との組立を迅速に行なうことができる。

【 0 0 1 9 】

( 適用例 1 1 )

本発明に係るロボットでは、前記力検出部は、力覚センサーで構成されているのが好ましい。

これにより、簡単な構成で、ロボットアームが受ける力を検出することができる。

【 0 0 2 0 】

( 適用例 1 2 )

本発明に係るロボットシステムは、第 1 の物体および第 2 の物体の少なくとも一方を支持するエンドエフェクターが装着される少なくとも 1 本のロボットアームと、

20

前記ロボットアームと前記エンドエフェクターとの間に設けられて前記エンドエフェクターが受ける力情報を検出する力検出部と、を備えて、

前記第 1 の物体と前記第 2 の物体を組み立てるロボットを制御する、上記制御装置と、を備えることを特徴とする。

これにより、第 1 の物体と第 2 の物体との組立が完了するよりも以前に、すなわち、第 1 の物体と第 2 の物体との組立が行なわれている最中に、当該組立の良否を迅速に把握することができる。そして、良否判定が良であれば、第 1 の物体と第 2 の物体との組立体をそのまま次の工程に移行することができ、良否判定が否であれば、組立を再度行なって、組立体を得ることができ、よって、歩留まりの向上にも寄与する。

30

【 0 0 2 1 】

( 適用例 1 3 )

本発明に係るロボットシステムでは、前記ロボットアームを 2 本備え、

一方の前記ロボットアームに装着された前記エンドエフェクターで前記第 1 の物体を支持し、他方の前記ロボットアームに装着された前記エンドエフェクターで前記第 2 の物体を支持するのが好ましい。

これにより、第 1 の物体と第 2 の物体との組立を迅速に行なうことができる。

【 0 0 2 2 】

( 適用例 1 4 )

本発明に係るロボットシステムでは、前記力検出部は、力覚センサーで構成されているのが好ましい。

40

これにより、簡単な構成で、ロボットアームが受ける力を検出することができる。

【 0 0 2 3 】

( 適用例 1 5 )

本発明に係る制御方法は、第 1 の物体および第 2 の物体の少なくとも一方を支持するエンドエフェクターが装着されるロボットアームを含むロボットを制御する制御方法であって、

前記第 1 の物体および前記第 2 の物体の少なくとも一方を支持した前記エンドエフェクターを含む領域を撮像した撮像データに基づいて前記ロボットアームを動作させて前記第 1 の物体と前記第 2 の物体との位置合わせを行ない、前記ロボットアームと前記エンド

50

エフェクターとの間に設けられた力検出部が検出する検出結果に基づいて、前記ロボットアームを動作させて前記第１の物体と前記第２の物体との組立を行なうとともに、前記撮像データに基づいて、前記組立の良否判定を行なうことを特徴とする。

これにより、第１の物体と第２の物体との組立が完了するよりも以前に、すなわち、第１の物体と第２の物体との組立が行なわれている最中に、当該組立の良否を迅速に把握することができる。そして、良否判定が良であれば、第１の物体と第２の物体との組立体をそのまま次の工程に移行することができ、良否判定が否であれば、組立を再度行なって、組立体を得ることができ、よって、歩留まりの向上にも寄与する。

【図面の簡単な説明】

【００２４】

10

【図１】本発明に係るロボットシステム（制御装置）（第１実施形態）による第１ワークと第２ワークとの組み立て過程を順に示す側面図である。

【図２】本発明に係るロボットシステム（制御装置）（第１実施形態）による第１ワークと第２ワークとの組み立て過程を順に示す側面図である。

【図３】本発明に係るロボットシステム（制御装置）（第１実施形態）による第１ワークと第２ワークとの組み立て過程を順に示す側面図である。

【図４】本発明に係るロボットシステム（制御装置）（第１実施形態）による第１ワークと第２ワークとの組み立て過程を順に示す側面図である。

【図５】本発明に係るロボットシステム（制御装置）（第１実施形態）による第１ワークと第２ワークとの組み立て過程を順に示す側面図である。

20

【図６】本発明に係るロボットシステム（制御装置）（第１実施形態）による第１ワークと第２ワークとの組み立て過程を順に示す側面図である。

【図７】本発明に係るロボットシステム（制御装置）（第１実施形態）による第１ワークと第２ワークとの組み立て過程を順に示す側面図である。

【図８】本発明に係るロボットシステム（制御装置）（第１実施形態）による第１ワークと第２ワークとの組み立て過程を順に示す側面図である。

【図９】図１～図８に示すロボットシステムのブロック図である。

【図１０】エンドエフェクターによる第１ワークの把持状態を示す図である。

【図１１】エンドエフェクターによる第１ワークの把持状態を示す図である。

【図１２】本発明に係るロボットシステム（制御装置）の制御プログラムを示すフローチャートである。

30

【図１３】本発明に係るロボットシステム（制御装置）（第２実施形態）による第１ワークと第２ワークとの組み立て過程を示す側面図である。

【図１４】図１３に示すロボットシステムのブロック図である。

【図１５】本発明に係るロボットシステム（制御装置）（第３実施形態）による第１ワークと第２ワークとの組み立て過程を示す側面図である。

【図１６】図１５に示すロボットシステムのブロック図である。

【図１７】本発明に係るロボット（第４実施形態）による第１ワークと第２ワークとの組み立て過程を示す正面図である。

【図１８】図１７に示すロボットのブロック図である。

40

【発明を実施するための形態】

【００２５】

以下、本発明に係る制御装置、ロボット、ロボットシステムおよび制御方法を添付図面に示す好適な実施形態に基づいて詳細に説明する。

< 第１実施形態 >

図１～図８は、それぞれ、本発明に係るロボットシステム（制御装置）（第１実施形態）による第１ワークと第２ワークとの組み立て過程を順に示す側面図、図９は、図１～図８に示すロボットシステムのブロック図、図１０および図１１は、それぞれ、エンドエフェクターによる第１ワークの把持状態を示す図、図１２は、本発明に係るロボットシステム（制御装置）の制御プログラムを示すフローチャートである。なお、以下では、説明の

50

都合上、図 1 ~ 図 8 中 ( 図 1 3、図 1 5、図 1 7 についても同様 ) の上側を「上」または「上方」、下側を「下」または「下方」と言い、エンドエフェクター側を「先端」、その反対側を「基端」と言う。

【 0 0 2 6 】

図 1 ~ 図 9 に示すように、ロボットシステム 1 0 0 は、ロボット 1 と制御装置 1 0 とを備え、第 1 ワーク ( 第 1 の物体 ) 2 0 と第 2 ワーク ( 第 2 の物体 ) 3 0 との組立体 ( 組立部 ) 4 0 を得るのに用いられる。

まず、ロボットシステム 1 0 0 の各部の構成について説明する前に、第 1 ワーク 2 0、第 2 ワーク 3 0 の構成について説明する。

【 0 0 2 7 】

図 1 ~ 図 8 に示すように、第 1 ワーク 2 0 は、基部 2 0 1 と、基部 2 0 1 から突出形成された突出部 2 0 2 とで構成されている。

図 1 0、図 1 1 に示すように、基部 2 0 1 は、正四角柱状をなす部分である。基部 2 0 1 の 4 つの側面 2 0 3 には、それぞれ、マーカー 2 0 4 が付されている。各マーカー 2 0 4 は、それぞれ、側面 2 0 3 の長手方向に沿って延在しており、側面 2 0 3 の幅方向の中央部に配置されている。なお、マーカー 2 0 4 は、例えば、印刷されたものであってもよいし、シール等のように貼り付けされたものであってもよい。

【 0 0 2 8 】

突出部 2 0 2 は、基部 2 0 1 の一端面 2 0 5 から突出し、基部 2 0 1 よりも細い部分である。突出部 2 0 2 の横断面形状は、円形をなしている。なお、突出部 2 0 2 は、基部 2 0 1 と一体的に形成されたものであってもよいし、別体で構成されたものであってもよい。

また、第 1 ワーク 2 0 は、組み立てられる前は、載置ボックス 5 0 に載置されている。載置ボックス 5 0 は、第 1 ワーク 2 0 の突出部 2 0 2 が挿入される凹部 5 0 1 を有し、これにより、第 1 ワーク 2 0 を起立した状態で支持することができる。このとき、基部 2 0 1 は、上方に露出する。

【 0 0 2 9 】

図 1 ( 図 2 ~ 図 8 も同様 ) に示すように、第 2 ワーク 3 0 は、四角錐台形状をなす部材で構成されている。この第 2 ワーク 3 0 の傾斜した 4 つの側面 3 0 1 のうちの 1 つには、凹部 3 0 2 が開口している。凹部 3 0 2 は、その中心軸が側面 3 0 1 と直交するように形成されている。図 5 に示すように、凹部 3 0 2 には、第 1 ワーク 2 0 の突出部 2 0 2 が挿入される。そして、この挿入により、組立体 4 0 が製造される。

【 0 0 3 0 】

また、第 2 ワーク 3 0 は、床面 2 0 0 に載置されており、組立に先立って準備されている。

次に、ロボットシステム 1 0 0 の各部の構成について説明する。

前述したように、ロボットシステム 1 0 0 は、ロボット 1 と、制御装置 1 0 とを備えている。

【 0 0 3 1 】

ロボット 1 は、第 1 ワーク 2 0 と第 2 ワーク 3 0 とを組み立てる組立を行なう装置である。このロボット 1 は、ロボットアーム 2 と、力覚センサー 3 とを備えている。

ロボットアーム 2 は、複数本 ( 本実施形態では 3 本 ) のリンク 2 1 と、隣接するリンク 2 1 同士を回動可能に連結する関節 2 2 とを有する多関節ロボットアームである。

最も基端側に位置するリンク 2 1 は、床面 2 0 0 上に回動可能に支持されている。これにより、ロボット 1 全体が鉛直軸回りに回動することができる。

【 0 0 3 2 】

また、最も先端側に位置するリンク 2 1 は、エンドエフェクター 4 が着脱自在に装着される ( 以下、エンドエフェクター 4 が装着された状態を「装着状態」と言う )。そして、この装着状態でロボット 1 が用いられ、エンドエフェクター 4 は、リンク 2 1 の軸回りに回動することができる。

10

20

30

40

50



各関節 2 2 には、それぞれ、回動駆動源としてのモーター 2 2 1 が内蔵されている。そして、各関節 2 2 の角度、すなわち、各モーター 2 2 1 の回転数を適宜設定することにより、ロボットアーム 2 の姿勢を変更することができる（図 1 ～図 8 参照）。

#### 【0033】

図 1 に示すように、エンドエフェクター 4 は、第 1 ワーク 2 0 を挟持する（支持する）一対の挟持片 4 1 と、挟持片 4 1 同士を接近・離間可能に支持する支持部 4 2 とを有している。

図 1 0、図 1 1 に示すように、各挟持片 4 1 は、平面視で長方形をなす板部材で構成されている。また、各挟持片 4 1 の表側の面、すなわち、外側を向く面には、それぞれ、マーカー 4 1 1、4 1 2 が付されている。マーカー 4 1 1、4 1 2 は、それぞれ、挟持片 4 1 の長辺方向に沿って延在しており、挟持片 4 1 の幅方向に互いに離間して配置されている。なお、マーカー 4 1 1、4 1 2 は、例えば、印刷されたものであってもよいし、シール等のように貼り付けされたものであってもよい。

#### 【0034】

図 1 0 に示す状態では、第 1 ワーク 2 0 のマーカー 2 0 4 がエンドエフェクター 4 のマーカー 4 1 1 とマーカー 4 1 2 との間に位置し、かつ、マーカー 2 0 4 がマーカー 4 1 1 とマーカー 4 1 2 に平行である。このような位置関係は、「第 1 ワーク 2 0 がエンドエフェクター 4 に正常に挟持されている」とみなされる（判断される）。

一方、図 1 1 に示す状態では、第 1 ワーク 2 0 のマーカー 2 0 4 がエンドエフェクター 4 のマーカー 4 1 1 とマーカー 4 1 2 との間から外れ、さらに、マーカー 2 0 4 がマーカー 4 1 1 とマーカー 4 1 2 に対し傾斜している。このような位置関係は、「第 1 ワーク 2 0 がエンドエフェクター 4 に正常に挟持されていない」とみなされる。

#### 【0035】

支持部 4 2 は、例えば互いに噛み合う多数の歯車と、その駆動源としてのモーターとを有し、これらの歯車が連動して回動することにより、挟持片 4 1 同士の接近・離間を行なうことができる。なお、支持部 4 2 は、ロボットアーム 2 に装着される部分でもある。

また、本実施形態では、エンドエフェクター 4 は、第 1 ワーク 2 0 を支持しているが、これは、第 1 ワーク 2 0 が第 2 ワーク 3 0 よりも小さく、支持し易いものであるためである。従って、エンドエフェクター 4 は、第 2 ワーク 3 0 を支持することができれば、それでも構わない。

#### 【0036】

図 1 に示すように、ロボットアーム 2 の最も先端側に位置するリンク 2 1 には、力検出部としての力覚センサー 3 が設置されている。装着状態で力覚センサー 3 は、当該リンク 2 1 とエンドエフェクター 4 との間に位置し、当該リンク 2 1（ロボットアーム 2）がエンドエフェクター 4 を介して受ける力やモーメント等の力情報を容易かつ確実に検出することができる。なお、以下では、力とモーメントとを含めて力と言う。

#### 【0037】

この力覚センサー 3 の検出結果、すなわち、力覚センサー 3 から出力される信号は、制御装置 1 0（パーソナルコンピューター 1 1）に入力される。そして、制御装置 1 0 は、力覚センサー 3 の検出結果に基づいて所定の制御を行う。

なお、力覚センサー 3 としては、特に限定されず、各種のものをを用いることができるが、その 1 例としては、互いに直交する 3 軸の各軸方向の力および各軸回りのモーメントを検出する 6 軸力センサー等が挙げられる。

#### 【0038】

また、力覚センサー 3 の形状は、特に限定されないが、本実施形態では円盤状となっている。この円盤状をなす力覚センサー 3 は、中心軸がリンク 2 1 の長手方向に沿っている。

図 9 に示すように、制御装置 1 0 は、ロボット 1 と電氣的に接続され、当該ロボット 1 を制御する装置である。制御装置 1 0 は、パーソナルコンピューター 1 1 と、撮像部 1 2 としてのカメラ 1 2 1 とを有している。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 9 】

パーソナルコンピュータ 11 は、CPU (Central Processing Unit) 13 と、メモリー (記録媒体) 14 とが内蔵されている。

CPU 13 は、各種処理を実行する機能を有している。その機能としては、例えば、ロボットアーム 2 の作動を制御する制御部としての機能、第 1 ワーク 20 と第 2 ワーク 30 との組立の良否判定を行なう良否判定部としての機能、第 1 ワーク 20 のマーカー 204 やエンドエフェクター 4 のマーカー 411、412 を抽出する抽出部としての機能等が挙げられる。

## 【 0 0 4 0 】

また、各種処理用の制御プログラムは、メモリー 14 に記憶されている。そして、CPU 13 は、実行すべき処理に応じて、該当する制御プログラムをメモリー 14 から呼び出す。

10

カメラ 121 は、ズーム機能を有する CCD (Charge Coupled Device) カメラである。カメラ 121 は、下方を向いて天井 300 に支持されており、第 1 ワーク 20 を支持したエンドエフェクター 4 を少なくとも含む、ロボット 1 の稼動領域全体を組立開始前と組立中に撮像して、撮像データを得ることができる。

## 【 0 0 4 1 】

制御装置 10 では、CPU 13 は、ロボットアーム 2 に対してインピーダンス制御を行なうことができる。「インピーダンス制御」とは、ロボットアーム 2 に装着されたエンドエフェクター 4 に外力が加わったときに、当該エンドエフェクター 4 があたかも稼動領域内ではねやダンパーに支持されているかのように、ロボットアーム 2 をふるまわせる制御方法である (坪内孝司・大隅久・米田完著、「これならできるロボット創造設計」、第 1 刷、講談社、2007 年 2 月 10 日、p.p. 75 - 76)。そして、このときのばね定数、ダンパーの定数、ロボットアーム 2 (エンドエフェクター 4) の見かけの質量を全て制御プログラム (ソフトウェア) 上で指定することができる。

20

## 【 0 0 4 2 】

このインピーダンス制御により、エンドエフェクター 4 に把持された第 1 ワーク 20 が、床面 200 上の第 2 ワーク 30 とぶつかったときにも、当該第 2 ワーク 30 とやわらかく接することができる。これにより、例えば、第 1 ワーク 20 や第 2 ワーク 30 の損傷を防止することができる。

30

また、CPU 13 は、撮像データに対する画像処理を行ない、第 1 ワーク 20 のマーカー 204 やエンドエフェクター 4 のマーカー 411、412 を抽出することができる。このような処理は、まず、撮像データとして、濃淡画像を得る。各図では、それぞれ、第 1 ワーク 20 のマーカー 204 と、エンドエフェクター 4 のマーカー 411、412 とが、色が濃い濃色領域となり、それ以外の部分が、色が淡い淡色領域となっている。そして、このような画像を二値化して、前記濃色領域を抽出して、マーカー 204、411、412 とする。

## 【 0 0 4 3 】

また、CPU 13 は、第 1 ワーク 20 と第 2 ワーク 30 との組立が行なわれている最中に、マーカー 204、411、412 の抽出結果に基づいて、当該組立の良否判定を行なうことができる。このような処理は、まず、組立中における、第 1 ワーク 20 のエンドエフェクター 4 に対する姿勢の変化量、すなわち、第 1 ワーク 20 の特徴点として抽出されたマーカー 204 と、エンドエフェクター 4 の特徴点として抽出されたマーカー 411、412 との位置関係がどの程度変化したのかを検出する。具体的には、マーカー 204 がマーカー 411 とマーカー 412 と間からどの程度位置ズレが生じ、どの程度マーカー 411、412 に対して傾いたのかを検出する。そして、この検出された変化量が閾値を超えなければ (図 10 に示す状態) 良否判定を「良」とし、超えた場合に (図 11 に示す状態) 良否判定を「否」とする。

40

## 【 0 0 4 4 】

このような良否判定をすることができる理由としては、エンドエフェクター 4 が第 1 ワ

50

ーク 20 を把持した直後（図 2 参照）の第 1 ワーク 20 のエンドエフェクター 4 に対する姿勢は、第 1 ワーク 20 の第 2 ワーク 30 への挿入完了まで（図 5 参照）そのまま維持されることとなるため、図 10 に示す状態で良否判定を「良」とすることができるからである。しかし、第 1 ワーク 20 を第 2 ワーク 30 に挿入しようとしたときに、第 1 ワーク 20 の突出部 202 が第 2 ワーク 30 の凹部 302 に挿入されず、側面 301 に衝突する場合がある（図 6 中の補助投影図参照）。この場合、第 1 ワーク 20 のエンドエフェクター 4 に対する姿勢は、エンドエフェクター 4 が第 1 ワーク 20 を把持した直後の姿勢から変化しているため、図 11 に示す状態で良否判定を「否」とすることができるからである。

#### 【0045】

次に、第 1 ワーク 20 と第 2 ワーク 30 との組立用の制御プログラム（本発明に係る制御方法）について、図 1 ～ 図 8、図 10 および図 11 を参照しつつ、図 12 に示すフローチャートに基づいて説明する。

まず、図 1 に示すように、ロボット 1（ロボットアーム 2）は、初期状態となっており、また、第 1 ワーク 20 および第 2 ワーク 30 は、それぞれ、所定位置に準備されている。この状態をカメラ 121 で撮像して、第 1 撮像データ（撮像データ）を得、当該第 1 撮像データに基づいて、CPU 13 により、第 2 ワーク 30 の位置および姿勢を検出し（ステップ S1）、第 1 ワーク 20 の位置および姿勢を検出する（ステップ S2）。

#### 【0046】

次に、ステップ S1 および S2 での検出結果に基づいて、CPU 13 により、第 2 ワーク 30 に対する第 1 ワーク 20 の最適な把持方法を選択する（ステップ S3）。なお、把持方法は、予めメモリ 14 に複数種記憶されており、これらの中から選択することができる。

次に、図 2 に示すように、ロボット 1 を作動させて、ステップ S3 で選択された把持方法でエンドエフェクター 4 が第 1 ワーク 20 を把持可能な位置に、当該エンドエフェクター 4 を移動させ（ステップ S4）、把持動作を行なわせる（ステップ S5）。

#### 【0047】

次に、第 1 撮像データに基づいた位置制御により、図 3 に示すように、第 1 ワーク 20 と第 2 ワーク 30 との位置合わせを行なうように、すなわち、第 1 ワーク 20 の突出部 202 が第 2 ワーク 30 の凹部 302 に挿入可能な位置にまで接近するようにロボット 1 を作動させる（ステップ S6）。

次に、力覚センサー 3 の検出結果に基づいた前記インピーダンス制御（力制御）により、図 4 に示すように、第 1 ワーク 20 と第 2 ワーク 30 との組立を開始して、そのまま継続していく、すなわち、当該組立が現に行なわれるようにロボット 1 を作動させる（ステップ S7）。

#### 【0048】

次に、第 1 ワーク 20 と第 2 ワーク 30 との組立が完了したか否かを判断する（ステップ S8）。この判断は、例えば、ステップ S7 後にパーソナルコンピューター 11 に内蔵されているタイマー（図示せず）を作動させ、第 1 ワーク 20 の第 2 ワーク 30 に対する挿入が完了したとみなされる時間を経過したか否かで行なわれる。なお、この挿入完了時間は、例えば実験やシミュレーション等により既知となっており、予めメモリ 14 に記憶されている。

#### 【0049】

ステップ S8 の判断の結果、未だ組立が完了していないと判断されている場合には、カメラ 121 を作動させて第 2 撮像データ（撮像データ）を得、当該第 2 撮像データに基づいて、CPU 13 により、第 1 ワーク 20 の位置および姿勢を検出する（ステップ S9）。

次に、ステップ S9 での検出結果に基づいて、第 1 ワーク 20 と第 2 ワーク 30 との組立の良否判定を行なう（ステップ S10）。この良否判定は、前述したように、図 10 に示す状態を良否判定「良」とし、図 11 に示す状態を良否判定「否」とする。

#### 【0050】

10

20

30

40

50

ステップ S 1 0 の判断の結果、良否判定が「良」の場合、組立が完了するまで当該組立を継続する。これにより、図 5 に示す状態となる。ステップ S 1 0 を実行した後、ステップ S 8 に戻り、組立が完了していないと判断される、すなわち、挿入完了時間の経過を迎える。

次に、エンドエフェクター 4 を作動させて、第 1 ワーク 2 0 を解放するとともに、ロボット 1 を作動させて、エンドエフェクター 4 を所定の退避位置まで移動させる（ステップ S 1 1 ）。

【 0 0 5 1 】

次に、得られた第 1 ワーク 2 0 と第 2 ワーク 3 0 との組立体 4 0 が良好か否かを判断する（ステップ S 1 2 ）。この判断は、例えば、テンプレートマッチングにより行なわれる。

10

ステップ S 1 2 の判断の結果、組立体 4 0 が良好の場合、その旨の信号を例えばモニター（図示せず）に出力して（ステップ S 1 3 ）、オペレーター等に報知する。一方、組立体 4 0 が不良の場合、その旨のアラーム信号（音声）を出力して（ステップ S 1 4 ）、オペレーター等に報知する。

【 0 0 5 2 】

また、図 5 に示す状態とならずに、図 6 に示す状態となると、ステップ S 1 0 の判断の結果、良否判定が「否」となり、この場合、図 7 に示すように、ロボット 1 を作動させて、エンドエフェクター 4 に把持された第 1 ワーク 2 0 を載置ボックス 5 0 の凹部 5 0 1 上に移動させ、図 8 に示すように、そのまま解放する（ステップ S 1 5 ）。これにより、第 1 ワーク 2 0 が載置ボックス 5 0 に再度載置される。

20

【 0 0 5 3 】

次に、このステップ S 1 5 が所定回数を超えたか否かを判断する（ステップ S 1 6 ）。ステップ S 1 6 の判断の結果、前記所定回数を超えていない場合には、ステップ S 1 に戻り、以後、それより下位のステップを順次実行する。これにより、組立が一旦中断され、エンドエフェクター 4 で第 1 ワーク 2 0 を把持し直して、第 1 ワーク 2 0 と第 2 ワーク 3 0 との組立を再度行なう（再開する）ことができる。一方、前記所定回数を超えた場合には、ステップ S 1 4 を実行する。

【 0 0 5 4 】

このように、ロボットシステム 1 0 0 では、第 1 ワーク 2 0 と第 2 ワーク 3 0 との組立が行なわれている最中に、当該組立の良否判定を行なうことができる。これにより、組立が完了するまで、得られた組立体 4 0 が良好なものなのか、それとも、不良なものなのか不明となるのを防止することができる、すなわち、第 1 ワーク 2 0 と第 2 ワーク 3 0 との組立の良否を迅速に把握することができる。そして、良否判定が良であれば、良品の組立体 4 0 をそのまま次の工程に移行することができ、良否判定が否であれば、組立を再度行なって、良品の組立体 4 0 を得ることができる。これにより、組立作業のタクトタイムや歩留まりの向上に寄与する。

30

【 0 0 5 5 】

前述したように、カメラ 1 2 1 から得られる撮像データーとして、第 1 撮像データーと、第 1 撮像データーと異なるタイミングで得られた第 2 撮像データーとがある。第 1 撮像データーは、第 1 ワーク 2 0 と第 2 ワーク 3 0 との位置合わせを行なうときに用いられる撮像データーであり、第 2 撮像データーは、良否判定を行なうときに用いられる撮像データーである。このように、ロボットシステム 1 0 0 では、第 1 ワーク 2 0 と第 2 ワーク 3 0 との位置合わせを行なう処理と、組立の良否判定を行なう処理との各種処理条件に適した撮像データーを用いることができる。

40

また、第 1 撮像データーと第 2 撮像データーとは、カメラ 1 2 1 で得られている。これにより、1 つのカメラ 1 2 1 を各種処理実行時に兼用することができ、よって、カメラ 1 2 1 の設置数を抑制することができる。

【 0 0 5 6 】

< 第 2 実施形態 >

50

図 1 3 は、本発明に係るロボットシステム（制御装置）（第 2 実施形態）による第 1 ワークと第 2 ワークとの組み立て過程を示す側面図、図 1 4 は、図 1 3 に示すロボットシステムのブロック図である。

以下、これらの図を参照して本発明に係る制御装置、ロボット、ロボットシステムおよび制御方法の第 2 実施形態について説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

本実施形態は、ロボットアームの設置数が異なること以外は前記第 1 実施形態と同様である。

#### 【0057】

図 1 3、図 1 4 に示すように、本実施形態では、ロボット 1 は、互いに離間して配置された 2 本のロボットアーム 2 を備えている。そして、図 1 3 中の左側のロボットアーム 2 に装着されたエンドエフェクター 4 で第 1 ワーク 2 0 を把持し、図 1 3 中の右側のロボットアーム 2 に装着されたエンドエフェクター 4 で第 2 ワーク 3 0 を把持することができる。なお、本実施形態では、第 2 ワーク 3 0 は、エンドエフェクター 4 で支持することができる程度の大きさの柱状の部材である。

このような構成により、第 1 ワーク 2 0 と第 2 ワーク 3 0 との組立を行なう際に、これらのワーク同士を互いに移動させて接近させることができ、よって、その組立を迅速に行なうことができる。

#### 【0058】

##### < 第 3 実施形態 >

図 1 5 は、本発明に係るロボットシステム（制御装置）（第 3 実施形態）による第 1 ワークと第 2 ワークとの組み立て過程を示す側面図、図 1 6 は、図 1 5 に示すロボットシステムのブロック図である。

#### 【0059】

以下、これらの図を参照して本発明に係る制御装置、ロボット、ロボットシステムおよび制御方法の第 3 実施形態について説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

本実施形態は、カメラの設置数が異なること以外は前記第 2 実施形態と同様である。

図 1 5、図 1 6 に示すように、本実施形態では、撮像部 1 2 は、カメラ 1 2 1 を第 1 カメラとして、その他に、第 2 カメラとしてのカメラ 1 2 2 と、第 3 カメラとしてのカメラ 1 2 3 とを有している。

#### 【0060】

カメラ 1 2 2 は、各ロボットアーム 2 の最も先端側に位置するリンク 2 1 に、先端側を向くように支持されている。

また、2 本のロボットアーム 2 の間には、作業台 4 0 0 が配置されている。この作業台 4 0 0 には、例えば組立体 4 0 を載置することができる。

そして、カメラ 1 2 3 は、作業台 4 0 0 上に、斜め上方を向くように支持されている。

このような構成により、組立状況に応じてカメラ 1 2 1 ~ 1 2 3 のいずれかを切り換えて、ワーク同士の位置合わせや、組立の良否判定に用いることができる。

#### 【0061】

##### < 第 4 実施形態 >

図 1 7 は、本発明に係るロボット（第 4 実施形態）による第 1 ワークと第 2 ワークとの組み立て過程を示す正面図、図 1 8 は、図 1 7 に示すロボットのブロック図である。

以下、これらの図を参照して本発明に係る制御装置、ロボット、ロボットシステムおよび制御方法の第 4 実施形態について説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

本実施形態は、ロボットの構成が異なること以外は前記第 2 実施形態と同様である。

#### 【0062】

図 1 7 に示すように、本実施形態では、ロボット 1 は、胴部 5 と、当該胴部 5 に回動可能に連結された 2 本のロボットアーム 2 とを有する人間型双腕ロボットである。胴部 5 に

10

20

30

40

50

は、CPU 13やメモリー14が内蔵されている(図18参照)。

このような構成のロボット1は、図17中の左側のロボットアーム2に装着されたエンドエフェクター4で第1ワーク20を把持し、図17中の右側のロボットアーム2に装着されたエンドエフェクター4で第2ワーク30を把持することができる。これにより、第1ワーク20と第2ワーク30との組立を行なう際に、これらのワーク同士を互いに移動させて接近させることができ、よって、その組立を迅速に行なうことができる。

#### 【0063】

また、胴部5の上部には、頭部に相当する部分に、撮像部12としての2つのカメラ124が並設されている。これにより、ステレオ視で、第1ワーク20と第2ワーク30との組立状態を確認することができる。

また、胴部5の下部には、複数のキャスター6が設置されている。これにより、例えばロボット1をその背面側から(図17中の紙面奥側から手前に向かって)押圧することにより、床面200上を移動させることができる。

以上、本発明に係る制御装置、ロボット、ロボットシステムおよび制御方法を図示の実施形態について説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、制御装置、ロボット、ロボットシステムを構成する各部は、同様の機能を発揮し得る任意の構成のものと置換することができる。また、任意の構成物が付加されていてもよい。

#### 【0064】

また、本発明に係る制御装置、ロボット、ロボットシステムおよび制御方法は、前記各実施形態のうちの、任意の2以上の構成(特徴)を組み合わせたものであってもよい。

ロボットアームの本数は、第1実施形態では1本、第2実施形態～第4実施形態では2本であったが、これに限定されず、3本以上であってもよい。

エンドエフェクターは、前記各実施形態では挟持によりワークを支持するよう構成されたものであるが、これに限定されず、例えば、吸着によりワークを支持するよう構成されたものであってもよい。

#### 【0065】

また、第1ワークと第2ワークとの組立の良否判定を行なうときには、前記各実施形態では第1ワークのマーカーを特徴点として抽出していたが、これに限定されず、例えば、第1ワーク自体の溝やエッジ、これらとマーカーとの組み合わせたものを特徴点として抽出してもよい。これと同様に、第1ワークと第2ワークとの組立の良否判定を行なうときには、前記各実施形態ではエンドエフェクターのマーカーを特徴点として抽出していたが、これに限定されず、例えば、エンドエフェクター自体の溝やエッジ、これらとマーカーとの組み合わせたものを特徴点として抽出してもよい。

#### 【符号の説明】

#### 【0066】

1 ... ロボット    2 ... ロボットアーム    21 ... リンク    22 ... 関節    221 ...  
モーター    3 ... 力覚センサー    4 ... エンドエフェクター    41 ... 挟持片    411 ...  
... マーカー    412 ... マーカー    42 ... 支持部    5 ... 胴部    6 ... キャスター    1  
0 ... 制御装置    11 ... パーソナルコンピューター    12 ... 撮像部    121 ... カメ  
ラ    122 ... カメラ    123 ... カメラ    124 ... カメラ    13 ... CPU    14 ...  
... メモリー    20 ... 第1ワーク    201 ... 基部    202 ... 突出部    203 ... 側面  
204 ... マーカー    205 ... 一端面    30 ... 第2ワーク    40 ... 組立体    50  
... 載置ボックス    100 ... ロボットシステム    200 ... 床面    300 ... 天井    3  
01 ... 側面    302 ... 凹部    400 ... 作業台    501 ... 凹部

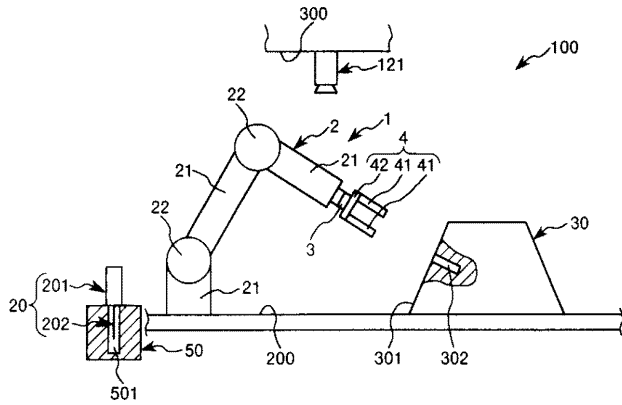
10

20

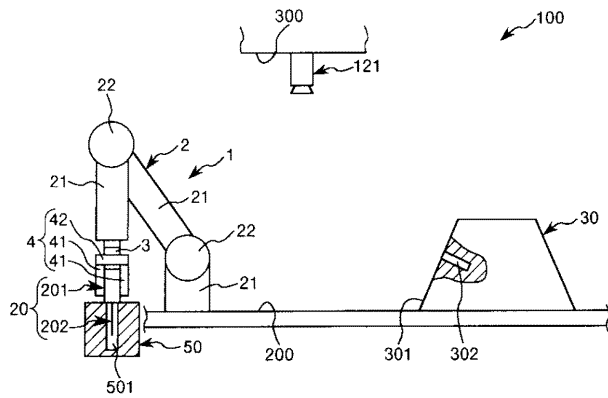
30

40

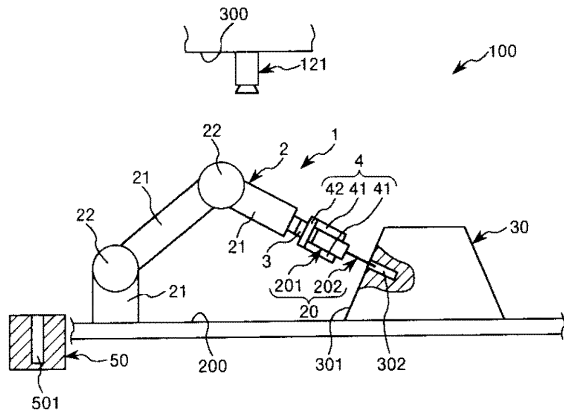
【図 1】



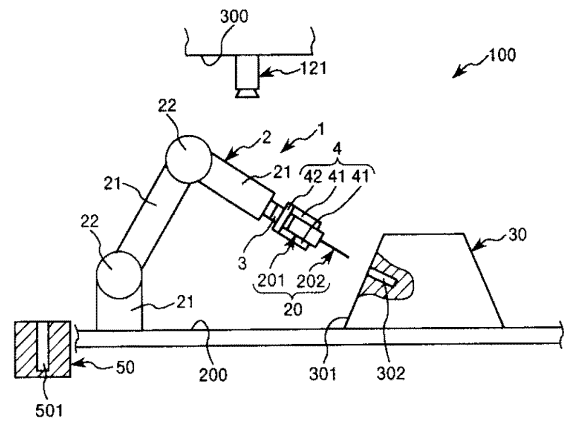
【図 2】



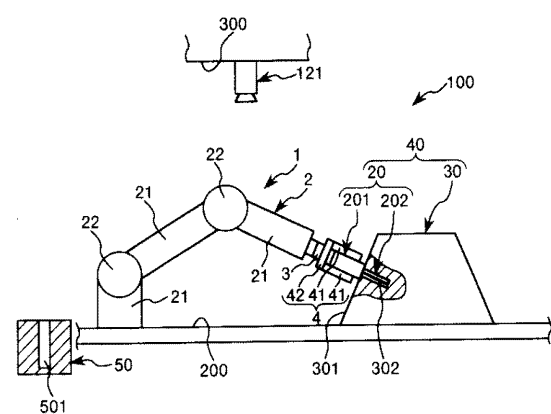
【図 4】



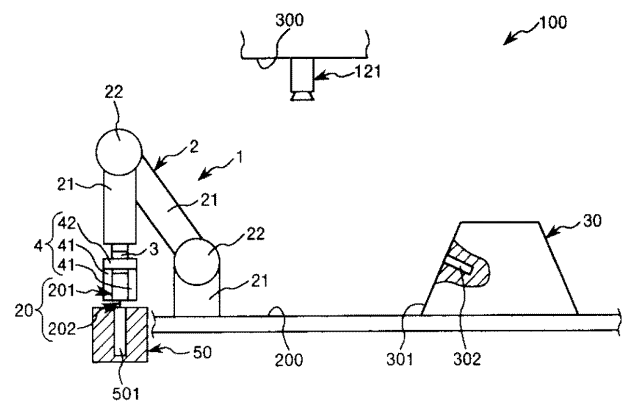
【図 3】



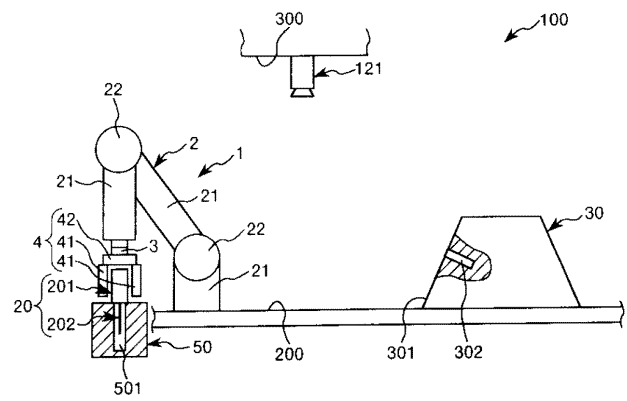
【図 5】



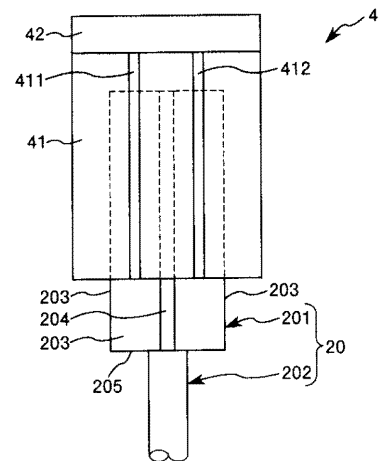
【 図 7 】



【 図 8 】

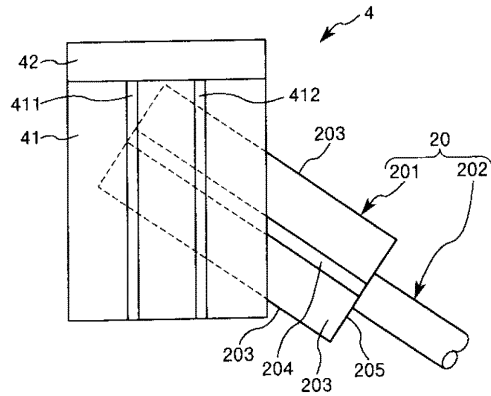


【 ㄨ 1 0 】

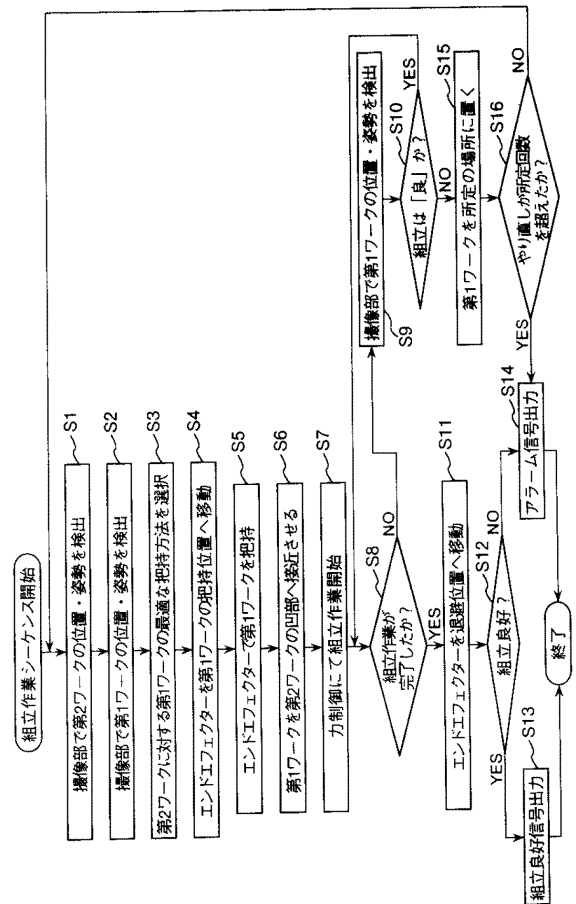




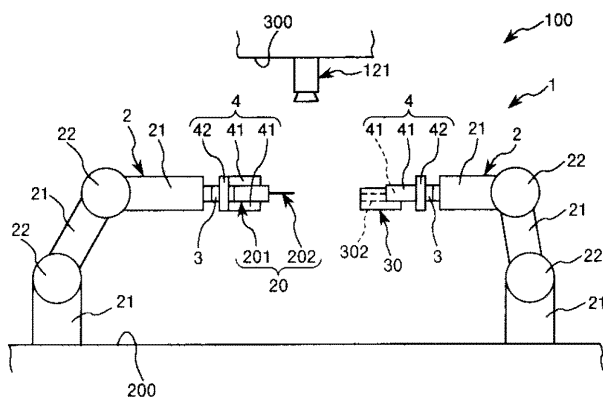
【図 1 1】



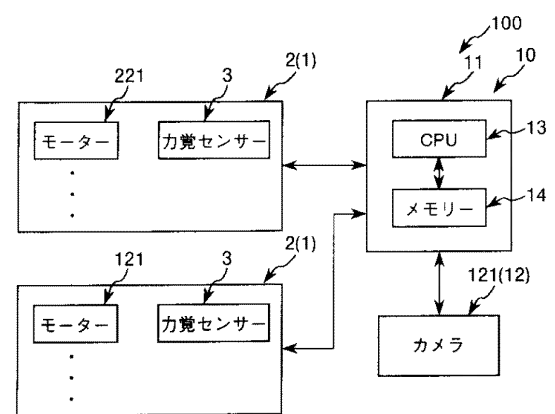
【図 1 2】



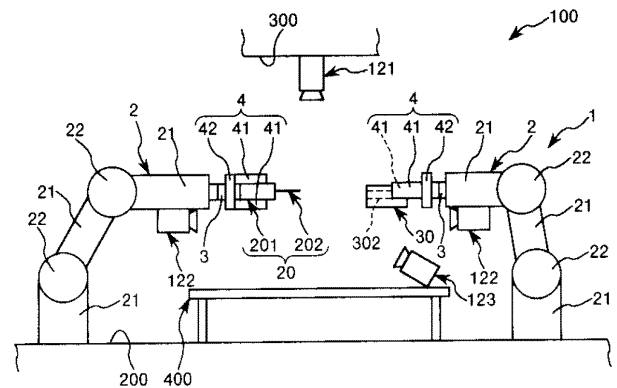
【図 1 3】



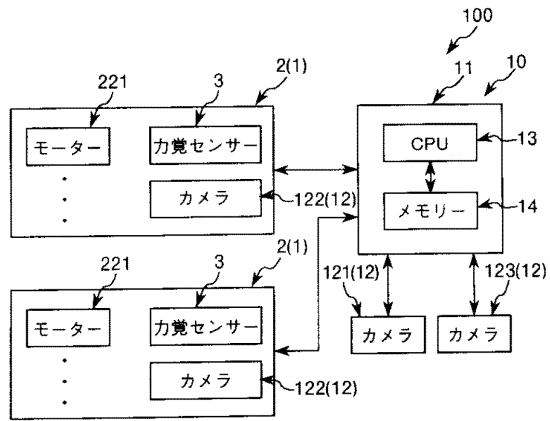
【図 1 4】



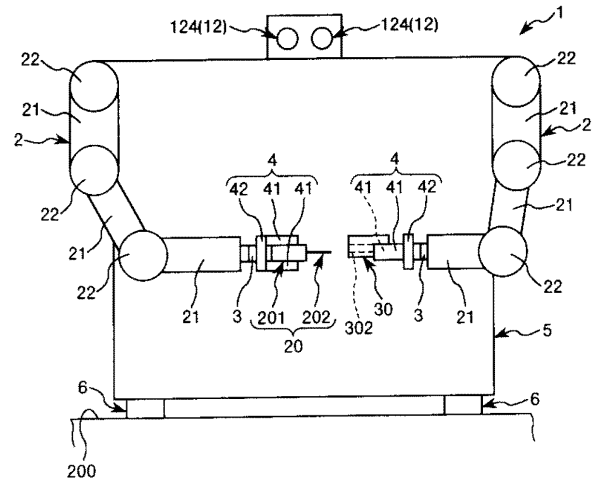
【図 1 5】



【図 16】



【図 17】



【図 18】

