

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5895337号  
(P5895337)

(45) 発行日 平成28年3月30日(2016.3.30)

(24) 登録日 平成28年3月11日(2016.3.11)

(51) Int.Cl.

F 1

B25J 15/08 (2006.01)

B25J 15/08

C

B25J 13/08 (2006.01)

B25J 15/08

D

B25J 13/08

請求項の数 12 (全 28 頁)

(21) 出願番号

特願2010-260627 (P2010-260627)

(22) 出願日

平成22年11月22日 (2010.11.22)

(65) 公開番号

特開2012-81575 (P2012-81575A)

(43) 公開日

平成24年4月26日 (2012.4.26)

審査請求日

平成25年11月12日 (2013.11.12)

(31) 優先権主張番号

特願2010-206661 (P2010-206661)

(32) 優先日

平成22年9月15日 (2010.9.15)

(33) 優先権主張国

日本国 (JP)

(73) 特許権者

000002369

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

100064908

弁理士 志賀 正武

(74) 代理人

100140774

弁理士 大浪 一徳

(72) 発明者

山口 如洋

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

(72) 発明者

小菅 一弘

宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号

国立大学法人東北大学内

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】

第1の指部と、

第2の指部と、

前記第1の指部及び前記第2の指部が設けられる本体部と、

対象物を撮像するカメラと、を備え、

前記第1の指部は、第1の屈曲部を有し、

前記第2の指部は、第2の屈曲部を有し、

前記第1の指部及び第2の指部は、

前記対象物の載置面と平行に配置されるとともに前記対象物の曲面を把持する先端部と

、

前記載置面から離間する方向に配置されるとともに前記第1の指部及び前記第2の指部が設けられる本体部と接続される基端部と、を備え、

前記先端部と前記基端部とのなす角度は鈍角であり、

前記カメラの撮像結果に基づいて前記対象物の位置を検出し、

前記第1の指部と前記第2の指部との間に前記対象物が位置しない状態から、前記第1の指部と前記第2の指部との間に前記対象物が位置する状態になるまで、前記第1の指部と前記第2の指部を、前記載置面と平行な平面内で、平行移動あるいは回転移動させ、

前記第1の屈曲部と前記第2の屈曲部とによって、前記対象物の曲面を3点以上の接触点で把持させ、

10

20

前記第1の指部及び前記第2の指部における基端どうしの距離は、前記第1の指部及び前記第2の指部における屈曲部どうしの距離よりも小さく、

前記本体部と前記第1の指部及び前記第2の指部における前記屈曲部との間の距離は、前記第1の指部及び前記第2の指部における前記屈曲部と前記第1の指部及び前記第2の指部における先端との間の距離よりも大きいことを特徴とするロボット。

【請求項2】

前記対象物は円柱形状であることを特徴とする請求項1に記載のロボット。

【請求項3】

前記第1の指部及び前記第2の指部のうちの少なくとも一方を前記載置面と直交する回転軸の周りに回転させることにより、前記対象物の曲面を把持させることを特徴とする請求項1に記載のロボット。10

【請求項4】

前記第1の指部及び前記第2の指部のうちの少なくとも一方で、前記対象物の曲面を2点以上の接触点で把持させることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項5】

前記対象物の曲面を前記第1の指部、前記第2の指部及び前記本体部に接触させることによって把持させることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項6】

前記第1の指部及び前記第2の指部のうちの少なくとも一方には、前記対象物を挟んで前記載置面とは反対側に、前記対象物が前記載置面と直交する方向に飛び出すことを抑制するためのつばが設けられていることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載のロボット。20

【請求項7】

前記カメラは、前記本体部に設けられていることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項8】

前記第1の指部及び前記第2の指部における前記先端部の前記載置面と対向する面は平坦な面であることを特徴とする請求項1～7のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項9】

前記先端部と前記基端部とは、前記カメラで前記先端部を撮像する方向から見て重ならないように配置されていることを特徴とする請求項1～8のいずれか1項に記載のロボット。30

【請求項10】

前記対象物を把持する力を検出する検出装置を備え、

前記検出装置の検出結果に基づいて前記第1の指部及び前記第2の指部が前記対象物の曲面を把持する力を調整することを特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項11】

前記第1の指部及び前記第2の指部のそれぞれで、前記対象物の曲面を2点の接触点で把持させることを特徴とする請求項1～10のいずれか1項に記載のロボット。40

【請求項12】

第1の指部と、

第2の指部と、

前記第1の指部及び前記第2の指部が設けられる本体部と、

歯車を撮像するカメラと、を備え、

前記第1の指部は、第1の屈曲部を有し、

前記第2の指部は、第2の屈曲部を有し、

前記第1の指部及び第2の指部は、

前記歯車の載置面と平行に配置されるとともに前記歯車の曲面を把持する先端部と、

50

前記載置面から離間する方向に配置されるとともに前記第1の指部及び前記第2の指部が設けられる本体部と接続される基端部と、を備え、

前記先端部と前記基端部とのなす角度は鈍角であり、

前記カメラの撮像結果に基づいて前記歯車の位置を検出し、

前記第1の指部と前記第2の指部との間に前記歯車が位置しない状態から、前記第1の指部と前記第2の指部との間に前記歯車が位置する状態になるまで、前記第1の指部と前記第2の指部を、前記歯車の載置面と平行な平面内で、平行移動あるいは回転移動させ、

前記第1の屈曲部と前記第2の屈曲部とによって、前記歯車を3点以上の接触点で把持させ、

前記第1の指部及び前記第2の指部における基端どうしの距離は、前記第1の指部及び前記第2の指部における屈曲部どうしの距離よりも小さく、

前記本体部と前記第1の指部及び前記第2の指部における前記屈曲部との間の距離は、前記第1の指部及び前記第2の指部における前記屈曲部と前記第1の指部及び前記第2の指部における先端との間の距離よりも大きいことを特徴とするロボット。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本発明は、ロボットに関するものである。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

従来、産業用ロボットとして、垂直多間接ロボット、水平多間接ロボット（スカラロボット）、直交型ロボットなどが開発されており、それらのロボットが各々の特徴に適合する用途に合わせて選択されている。これらのロボットでは、対象物を把持する把持部を目指位置に移動させ、該把持部に対象物を把持させている。

##### 【0003】

このような産業用ロボットにおいては、自動組立その他の作業工程において、不特定で多様な姿勢をとる対象物を所定の姿勢で効率的に掴み取ることが要求されている。例えば、特許文献1のロボットでは、対象物を把持するチャック機構が回転機構によってチャック自身を支持する中心軸周りに正逆回転可能とされ、更に、回転機構自身が首振り機構によって下向きの所定角度範囲内で回動可能とされている。

##### 【先行技術文献】

##### 【特許文献】

##### 【0004】

##### 【特許文献1】特開2009-78312号公報

##### 【発明の概要】

##### 【発明が解決しようとする課題】

##### 【0005】

特許文献1の技術にあっては、制御装置により回転機構と、首振り機構とが制御されるので、チャックを様々な方向に向けることができるとともに、制御装置の制御によって様々な姿勢の対象物をチャック機構で把持することができると考えられる。

しかしながら、対象物が例えば小型・軽量であると、カメラを用いて対象物の位置・姿勢を正確に検出することが困難となり、対象物を把持するチャック機構の正確な位置決めを行うことができない場合がある。チャック機構の正確な位置決めを行うことができないと、把持動作時に対象物とチャック機構とが意図しない場所で接触するおそれがある。その場合、対象物が軽量であるため、対象物が意図しない方向に動いてしまい、対象物を所望の位置で保持することができない場合や、対象物が把持空間から飛び出してしまうなどの問題が生じる。

##### 【0006】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、対象物を逃がさず且つ確実に決められた位置で把持することができるロボットを提供することを目的とする。

10

20

30

40

50

**【課題を解決するための手段】****【0007】**

上記の課題を解決するため、本発明の第一の態様に係るロボットは、第1の指部と、第2の指部と、前記第1の指部及び前記第2の指部が設けられる本体部と、対象物を撮像するカメラと、を備え、前記第1の指部は、第1の屈曲部を有し、前記第2の指部は、第2の屈曲部を有し、前記第1の指部及び第2の指部は、前記対象物の載置面と平行に配置されるとともに前記対象物の曲面を把持する先端部と、前記載置面から離間する方向に配置されるとともに前記第1の指部及び前記第2の指部が設けられる本体部と接続される基端部と、を備え、前記先端部と前記基端部とのなす角度は鈍角であり、前記カメラの撮像結果に基づいて前記対象物の位置を検出し、前記第1の指部と前記第2の指部との間に前記対象物が位置しない状態から、前記第1の指部と前記第2の指部との間に前記対象物が位置する状態になるまで、前記第1の指部と前記第2の指部を、前記載置面と平行な平面内で、平行移動あるいは回転移動させ、前記第1の屈曲部と前記第2の屈曲部とによって、前記対象物の曲面を3点以上の接触点で把持させ、前記第1の指部及び前記第2の指部における基端どうしの距離は、前記第1の指部及び前記第2の指部における屈曲部どうしの距離よりも小さく、前記本体部と前記第1の指部及び前記第2の指部における前記屈曲部との間の距離は、前記第1の指部及び前記第2の指部における前記屈曲部と前記第1の指部及び前記第2の指部における先端との間の距離よりも大きいことを特徴とする。

上記の課題を解決するため、本発明の第二の態様に係るロボットは、第1の指部と、第2の指部と、前記第1の指部及び前記第2の指部が設けられる本体部と、歯車を撮像するカメラと、を備え、前記第1の指部は、第1の屈曲部を有し、前記第2の指部は、第2の屈曲部を有し、前記第1の指部及び第2の指部は、前記歯車の載置面と平行に配置されるとともに前記歯車の曲面を把持する先端部と、前記載置面から離間する方向に配置されるとともに前記第1の指部及び前記第2の指部が設けられる本体部と接続される基端部と、を備え、前記先端部と前記基端部とのなす角度は鈍角であり、前記カメラの撮像結果に基づいて前記歯車の位置を検出し、前記第1の指部と前記第2の指部との間に前記歯車が位置しない状態から、前記第1の指部と前記第2の指部との間に前記歯車が位置する状態になるまで、前記第1の指部と前記第2の指部を、前記歯車の載置面と平行な平面内で、平行移動あるいは回転移動させ、前記第1の屈曲部と前記第2の屈曲部とによって、前記歯車を3点以上の接触点で把持させ、前記第1の指部及び前記第2の指部における基端どうしの距離は、前記第1の指部及び前記第2の指部における屈曲部どうしの距離よりも小さく、前記本体部と前記第1の指部及び前記第2の指部における前記屈曲部との間の距離は、前記第1の指部及び前記第2の指部における前記屈曲部と前記第1の指部及び前記第2の指部における先端との間の距離よりも大きいことを特徴とする。

上記の課題を解決するため、本発明の第一の態様に係るロボットは、第1の指部と、第2の指部と、前記第1の指部及び前記第2の指部が設けられる本体部と、を備え、前記第1の指部は、第1の凹部を有し、前記第2の指部は、第2の凹部を有し、前記第1の指部と前記第2の指部との間に対象物が位置しない状態から、前記第1の指部と前記第2の指部との間に前記対象物が位置する状態になるまで、前記第1の指部と前記第2の指部を前記対象物の載置面と平行に移動させ、前記第1の凹部と前記第2の凹部とによって、前記対象物の曲面を3点以上の接触点で把持させ、前記第1の指部及び前記第2の指部における基端どうしの距離は、前記第1の指部及び前記第2の指部における屈曲部どうしの距離よりも小さく、前記本体部と前記第1の指部及び前記第2の指部における前記屈曲部との間の距離は、前記第1の指部及び前記第2の指部における前記屈曲部と前記第1の指部及び前記第2の指部における先端との間の距離よりも大きいことを特徴とする。

上記の課題を解決するため、本発明の第二の態様に係るロボットは、第1の指部と、第2の指部と、前記第1の指部及び前記第2の指部が設けられる本体部と、を備え、前記第1の指部は第1の凹部を有し、前記第2の指部は、第2の凹部を有し、前記第1の指部と前記第2の指部との間に歯車が位置しない状態から、前記第1の指部と前記第2の指部との間に前記歯車が位置する状態になるまで、前記第1の指部と前記第2の指部を前記歯車

10

20

30

40

50

の載置面と平行に移動させ、前記第1の凹部と前記第2の凹部とによって、前記歯車を3点以上の接触点で把持させ、前記第1の指部及び前記第2の指部における基端どうしの距離は、前記第1の指部及び前記第2の指部における屈曲部どうしの距離よりも小さく、前記本体部と前記第1の指部及び前記第2の指部における前記屈曲部との間の距離は、前記第1の指部及び前記第2の指部における前記屈曲部と前記第1の指部及び前記第2の指部における先端との間の距離よりも大きいことを特徴とする。

上記の課題を解決するため、本発明の第一の態様に係るロボットは、第1の指部と、第2の指部と、を備え、前記第1の指部は、第1の凹部を有し、前記第1の指部と前記第2の指部との間に対象物が位置しない状態から、前記第1の指部と前記第2の指部との間に前記対象物が位置する状態になるまで、記第1の指部と前記第2の指部を前記対象物の載置面と平行に移動させ、前記第1の凹部と前記第2の指部とによって、前記対象物の曲面を3点以上の接触点で把持させることを特徴とする。10

上記の課題を解決するため、本発明の第二の態様に係るロボットは、第1の指部と、第2の指部と、を備え、前記第1の指部は第1の凹部を有し、前記第1の指部と前記第2の指部との間に歯車が位置しない状態から、前記第1の指部と前記第2の指部との間に前記歯車が位置する状態になるまで、記第1の指部と前記第2の指部を前記歯車の載置面と平行に移動させ、前記第1の凹部と前記第2の指部とによって、前記歯車を3点以上の接触点で把持させることを特徴とする。

上記の課題を解決するため、本発明のロボットは、一対の指部を開閉させて対象物を把持する把持部と、前記対象物と前記把持部とを相対移動させる移動装置と、前記移動装置を制御して前記把持部を前記対象物に向けて相対移動させ、前記対象物の周辺に前記一対の指部を配置させた後、前記把持部を制御して前記一対の指部を前記対象物が載置された載置面と平行な面で開閉させ、前記対象物の側方から前記一対の指部の間に前記対象物を挟み込ませ、3点以上の接触点で前記把持部に前記対象物を把持させる制御装置と、を備えていることを特徴とする。20

#### 【0008】

このロボットによれば、制御装置の制御により、一対の指部は対象物の周辺に移動した後、対象物が載置された載置面と平行な面で開閉するので、対象物の周辺は一対の指部で囲まれることとなる。これにより、対象物は一対の指部で囲まれた領域の外に飛び出さないようになる。また、一対の指部は対象物を側方から挟み込むので、対象物は一対の指部の動作に従って移動し、これにより位置が整われる。また、把持部は対象物を3点以上の接触点で把持するので、対象物の位置を拘束し、且つ接触点の摩擦により対象物を安定して把持することができる。このような把持部の動作によって対象物を所定の位置で把持することができる。したがって、対象物を逃がさず且つ確実に決められた位置で把持することができるロボットを提供することができる。30

#### 【0009】

前記ロボットにおいて、前記把持部は、前記一対の指部を互いに離間する方向又は互いに接近する方向に平行移動させることにより、前記一対の指部を開閉させてもよい。

#### 【0010】

このロボットによれば、一対の指部は互いに平行移動して対象物を側方から挟み込むようになる。このため、対象物は一対の指部の開閉方向と略同じ方向に移動することとなる。したがって、一対の指部の開閉機構を簡易な構成とすることができます。40

#### 【0011】

前記ロボットにおいて、前記把持部は、前記一対の指部のうちの少なくとも一方を前記載置面と直交する回軸の周りに回転させることにより、前記一対の指部を開閉させてもよい。

#### 【0012】

このロボットによれば、一対の指部のうちの少なくとも一方が回転して対象物を側方から挟み込むようになる。このため、対象物は一対の指部のうちの少なくとも一方が回転する方向に引き込まれるよう移動することとなる。したがって、一対の指部の開閉機構を簡50

易な構成とすることができます。

【0013】

前記ロボットにおいて、前記一対の指部のうちの少なくとも一方は、前記対象物を側方から把持する把持面において前記対象物と2点以上の接触点で接してもよい。

【0014】

このように接触点を増やすことで、対象物を所定の位置で安定して把持しやすくなる。

【0015】

前記ロボットにおいて、前記把持部は、前記一対の指部が接続される本体部を備え、前記対象物を前記一対の指部及び前記本体部に接触させることによって前記対象物を3点以上の接触点で把持してもよい。

10

【0016】

前記ロボットにおいて、前記一対の指部のうちの少なくとも一方には、前記対象物を挟んで前記載置面とは反対側に、前記対象物が前記載置面と直交する方向に飛び出すことを抑制するためのつばが設けられていてもよい。

【0017】

このロボットによれば、対象物を挟み込む際に、対象物が上方に飛び出してしまうことを抑制することができる。

【0018】

前記ロボットにおいて、前記対象物を撮像するカメラを備え、前記制御装置は、前記カメラの撮像結果に基づいて前記対象物の位置を検出し、前記移動装置を制御して前記把持部を前記対象物に向けて相対移動させてもよい。

20

【0019】

このロボットによれば、対象物を把持する把持部の正確な位置決めを行うことができる。

【0020】

前記ロボットにおいて、前記把持部は、前記一対の指部が接続される本体部を備え、前記カメラは、前記本体部に取り付けられていてもよい。

【0021】

このロボットによれば、カメラが一対の指部に近い位置に配置されるので、対象物を把持する一対の指部の正確な位置決めを行うことができる。

30

【0022】

前記ロボットにおいて、前記一対の指部は、前記載置面と平行に配置されるとともに前記対象物を把持する先端部と、前記載置面から離間する方向に配置されるとともに前記本体部と接続される基端部と、を備えていてもよい。

【0023】

載置面に載置された対象物を把持する場合、一対の指部に把持動作を行わせる際に一対の指部を載置面に接触させることで対象物を安定して把持することが容易となる。例えば、一対の指部において先端部及び基端部が平行に配置された構成であると、対象物を把持する際に本体部が載置面と接触してしまい、先端部と載置面とが離間して対象物を安定して把持することが困難となる。しかしながら、本発明の構成によれば、一対の指部の先端部を載置面に接触させることが容易となる。したがって、対象物を所定の位置で安定して把持しやすくなる。

40

【0024】

前記ロボットにおいて、前記一対の指部における前記先端部の前記載置面と対向する面は平坦な面であってもよい。

【0025】

このロボットによれば、例えば一対の指部における先端部の載置面と対向する面が凹凸面である構成に比べて、一対の指部の先端部を載置面に接触させることが容易となる。したがって、対象物を所定の位置で安定して把持しやすくなる。

【0026】

50

前記ロボットにおいて、前記先端部と前記基端部とは、前記カメラで前記先端物を撮像する方向から見て重ならないように配置されていてもよい。

**【0027】**

このロボットによれば、先端部の把持動作を確認しつつ把持動作を行わせることができる。

**【0028】**

前記ロボットにおいて、前記先端部と基端部とのなす角度は鈍角であってもよい。

**【0029】**

例えば、先端部と基端部とのなす角度が鋭角である構成であると、カメラで先端部を撮像する方向から見て先端部が基端部に隠れてしまい先端部の正確な把持動作を検出することが困難となるおそれがある。しかしながら、本発明の構成であれば、カメラで先端部を撮像する方向から見て先端部が基端部に隠れてしまうことが少ない。したがって、先端部の把持動作を確認しつつ把持動作を行わせることが容易となる。10

**【0030】**

前記ロボットにおいて、前記把持部は、前記対象物を把持する力を検出する検出装置を備え、前記制御装置は、前記検出装置の検出結果に基づいて前記把持部が前記対象物を把持する力を調整してもよい。

**【0031】**

このロボットによれば、対象物に過度の荷重がかからないよう把持部の把持力を調整することができる。したがって、対象物を把持する際に、対象物が変形したり損傷したりすることを抑制することが可能となる。20

**【図面の簡単な説明】**

**【0032】**

【図1】本発明の第1実施形態に係るロボットの概略構成を示す斜視図である。

【図2】第1実施形態に係る把持部の構成を示す平面図である。

【図3】第1実施形態に係る把持部の動作を示す平面図である。

【図4】第1実施形態に係るロボットの動作を示すフロー・チャートである。

【図5】第2実施形態に係る把持部の構成を示す平面図である。

【図6】第2実施形態に係る把持部の動作を示す平面図である。

【図7】第3実施形態に係る把持部の構成を示す図である。30

【図8】第3実施形態に係る把持部の対象物の把持状態を示す図である。

【図9】第4実施形態に係る把持部の構成を示す図である。

【図10】第5実施形態に係る把持部の構成を示す平面図である。

【図11】第5実施形態に係る把持部の動作を示す平面図である。

【図12】把持部の第1変形例～第3変形例を示す平面図である。

【図13】把持部の第4変形例～第9変形例を示す平面図である。

【図14】把持部の第10変形例を示す平面図である。

【図15】把持部の第11変形例～第13変形例を示す側面図である。

【図16】対象物を把持部で把持する際に生じる力の関係を示す図である。

**【発明を実施するための形態】**

**【0033】**

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。かかる実施の形態は、本発明の一態様を示すものであり、この発明を限定するものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で任意に変更可能である。また、以下の図面においては、各構成をわかりやすくするために、実際の構造と各構造における縮尺や数等が異なっている。

**【0034】**

以下の説明においては、図1中に示されたXYZ直交座標系を設定し、このXYZ直交座標系を参照しつつ各部材について説明する。XYZ直交座標系は、X軸及びY軸が水平面に対して平行かつ互いに直交する方向に設定され、Z軸がX軸及びY軸のそれぞれと直交する方向（鉛直方向）に設定されている。50

**【0035】**

(第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態に係るロボット1の概略構成を示す斜視図である。図1において、符号W1は第1対象物、符号W2は第2対象物である。また、符号L1Aは第1アーム21Aの回転軸、符号L2Aは第2アーム22Aの回転軸、符号L3Aは第3アーム23Aの回転軸、符号L4Aは把持部10Aの回転軸である。符号L1Bは第1アーム21Bの回転軸、符号L2Bは第2アーム22Bの回転軸、符号L3Bは第3アーム23Bの回転軸、符号L4Bは把持部10Bの回転軸である。

**【0036】**

ここでは、第1対象物W1として小型・軽量の歯車を例示して説明することとし、第2対象物W2として前記歯車を回転可能に支持する支持軸(ピン)を備える電子機器を例示して説明することとする。なお、第1対象物W1は把持部と接する側に曲面を有する略円柱形状となっている。

**【0037】**

図1に示すように、本実施形態に係るロボット1は、一対の指部を開閉させて対象物を把持する把持部10A, 10Bと、対象物と把持部10A, 10Bとをそれぞれ相対移動させるアーム(移動装置)20A, 20Bと、第1対象物W1を搬送するベルトコンベア33, 34と、第1対象物W1を第1ベルトコンベア(移動装置)33に搬入するフィーダと、第1対象物W1の受け渡し用の台となるステージ37と、対象物W1, W2を載置するステージ(移動装置)30と、アーム20A, 20B及びステージ30を支持する基台50と、アーム20A, 20Bにそれぞれ取り付けられたカメラ40A, 40Bと、ロボット1自身の動作を制御する制御装置60と、制御装置60への入力指示を行う入力装置70と、を備えている。

**【0038】**

把持部10Aは、第3アーム23Aの先端部に接続されている。把持部10Aは、第1ベルトコンベア33に配置された第1対象物W1を把持する。把持部10Aは、把持した第1対象物W1をステージ37に搬送する。把持部10Aは、第1対象物W1を把持する力を検出する検出装置41Aを備えている。検出装置41Aとしては、例えば、圧力センサーを用いたりモーターのトルクの変化(モーターを流れる電流の変化)を検出するセンサーを用いたりすることができる。

**【0039】**

把持部10Bは、第3アーム23Bの先端部に接続されている。把持部10Bは、ステージ37に配置された第1対象物W1を把持する。把持部10Bは、把持した第1対象物W1をステージ30に搬送する。把持部10Bは、把持した(またはステージ37に配置された)第1対象物W1を第2対象物W2に搬送する。具体的には、把持部10Bによって、歯車W1が電子機器W2のピンに挿通される。把持部10Bは、第1対象物W1を把持する力を検出する検出装置41Bを備えている。検出装置41Bとしては、例えば、圧力センサーを用いたりモーターのトルクの変化(モーターを流れる電流の変化)を検出するセンサーを用いたりすることができる。

**【0040】**

アーム20Aは、第1アーム21A、第2アーム22A、第3アーム23Aがこの順に連結されており、第1アーム21AがZ軸方向に回転軸を有する主軸24及び平面視略矩形の基底部25を介して基台50に接続されている。第1アーム21Aは、主軸24との連結個所において、水平方向(XY平面と平行な方向)に回転軸L1A周りを正逆回転可能に設けられている。第2アーム22Aは、第1アーム21Aとの連結個所において、水平方向に回転軸L2A周りを正逆回転可能に設けられている。第3アーム23Aは、第2アーム22Aとの連結個所において、水平方向に回転軸L3A周りを正逆回転可能であるとともに、垂直方向(Z軸方向)に上下移動可能に設けられている。なお、把持部10Aは、第3アーム23Aとの連結個所において、水平方向に直交する方向に回転軸L4A周りを正逆回転可能に設けられている。

10

20

30

40

50

## 【0041】

アーム20Bは、第1アーム21B、第2アーム22B、第3アーム23Bがこの順に連結されており、第1アーム21BがZ軸方向に回転軸を有する主軸24及び平面視略矩形の基底部25を介して基台50に接続されている。第1アーム21Bは、主軸24との連結個所において、水平方向(XY平面と平行な方向)に回転軸L1B周りを正逆回転可能に設けられている。第2アーム22Bは、第1アーム21Bとの連結個所において、水平方向に回転軸L2B周りを正逆回転可能に設けられている。第3アーム23Bは、第2アーム22Bとの連結個所において、水平方向に回転軸L3B周りを正逆回転可能であるとともに、垂直方向(Z軸方向)に上下移動可能に設けられている。なお、把持部10Bは、第3アーム23Bとの連結個所において、水平方向に直交する方向に回転軸L4B周りを正逆回転可能に設けられている。10

## 【0042】

第1ベルトコンベア33、第2ベルトコンベア34は、アーム20Aが設けられた側からこの順に離間して配置されている。フィーダ36は、第1ベルトコンベア33の上流側(+Y方向側)に配置されている。第2ベルトコンベア34は、第1ベルトコンベア33の下流側(-Y方向側)に突出するよう平面視において第1ベルトコンベア33よりも大きくなっている。第1ベルトコンベア33から落下した第1対象物W1は、第2ベルトコンベア34に搬送されて図示しない傾斜したベルトコンベアによりフィーダ36の開口部36aに投入される。このようにして、把持部10Aに把持されなかつた第1対象物W1は、第1ベルトコンベア33、第2ベルトコンベア34、フィーダ36を循環するようになっている。20

## 【0043】

ステージ30は、対象物を載置する天板31と、天板31を支持するベース部35と、を備えている。ベース部35は、例えば、X方向に天板31を水平移動させる移動機構と、Y方向に天板31を移動させる移動機構と、がそれぞれ独立に収納されており、天板31を水平方向に移動可能に設けられている。

## 【0044】

カメラ40Aは、アーム20Aを構成する第2アーム22Aの先端部に取り付けられている。カメラ40Aとしては、例えばCCDカメラを用いる。カメラ40Aは、第1ベルトコンベア33上に載置された第1対象物W1を撮像する。カメラ40Aの撮影画像は、制御装置60に送信される。30

## 【0045】

カメラ40Bは、アーム20Bを構成する第2アーム22Bの先端部に取り付けられている。カメラ40Bとしては、例えばCCDカメラを用いる。カメラ40Bは、天板31上に載置された第1対象物W1、第2対象物W2を撮像する。カメラ40Bの撮影画像は、制御装置60に送信される。

## 【0046】

制御装置60は、メモリー、CPU、電源回路等を内蔵している。制御装置60は、入力装置70から入力されるロボット1の動作内容を規定する動作プログラム等を記憶し、CPUによってメモリーに記憶された各種プログラムを起動しロボット1を統括制御する。40

## 【0047】

図2は、第1実施形態に係る把持部の構成を示す平面図である。図2において、符号P1は一対の指部12における基端どうしの距離、符号P2は一対の指部12における屈曲部どうしの距離(一対の指部において最も離間している部分の距離)、符号P3は本体部11と一対の指部12の屈曲部との間の距離、符号P4は一対の指部12における屈曲部と先端との間の距離である。ここでは、把持部10A及び把持部10Bのうち把持部10Aを例示して把持部の構成を説明することとする。把持部10Bについては把持部10Aと同様の構成であるため、その詳細な説明を省略する。

## 【0048】

図2に示すように、把持部10Aは、本体部11と、一対の指部12と、を備えている。本体部11は、平面視略矩形となっている。一対の指部12は、本体部11の一端部に接続されて一端部の側(本体部11に接続された側)を基準に移動可能に配置されている。具体的には、把持部10Aは、一対の指部12を互いに離間する方向又は互いに接近する方向に平行移動させることにより、一対の指部12を開閉させるようになっている。

#### 【0049】

一対の指部12の「指部」は、1つの指又は複数の指で構成されている。ただし、指部が複数の指で構成されている場合は、複数の指のうちの1つの指に残りの指は全て従属して動作する。すなわち、複数の指のうちの1つの指部と残りの指とは別個独立して動作することはできない。

10

#### 【0050】

一対の指部12の移動機構(スライド機構)は、例えば、本体部11に直線状の溝(貫通穴)を設け、一対の指部12の基端に突起を設ける等して、モーター等の駆動装置により、一対の指部12を直線状の溝に沿って移動させる構成となっている。一対の指部12は、2つの指部12が平行に移動する距離を1つの変数として制御される「1自由度の系(物体の位置を1つの変数で表すことができる系)」の構成となっている。

#### 【0051】

一対の指部12は、互いに対向する側が凹をなすようそれぞれ屈曲して形成されている。一対の指部12は、第1対象物W1の側方から接する側に互いに交差する複数(2つ)の把持面12a, 12bを有している。一対の指部は、第1対象物W1を側方から把持する把持面12a, 12bにおいて第1対象物W1と4点以上の接触点で接するようになっている。このように接触点を増やすことで、第1対象物W1を所定の位置で安定して把持しやすくなる。一対の指部12は、例えば、アルミニウム等の金属(平板)を曲げたり、前記金属(直方体)を切削したりすることによって形成することができる。

20

#### 【0052】

一対の指部12の双方において、把持面12a, 12b(図2参照)は、第1対象物W1が載置された面(第1ベルトコンベア33の上面)33aと直交している。なお、以下の説明においては、第1対象物W1が載置された面(第1ベルトコンベア33の上面)を単に「載置面」ということがある。

#### 【0053】

30

一対の指部12における基端どうしの距離P1は、一対の指部12における屈曲部どうしの距離P2よりも小さくなっている。本体部11と一対の指部12の屈曲部との間の距離P3は、一対の指部12における屈曲部と先端との間の距離P4よりも大きくなっている。このような構成により、第1対象物W1は一対の指部12の先端付近で把持されることとなる。制御装置60は、一対の指部12に第1対象物W1を4点以上の接触点で把持させるよう制御を行う。

#### 【0054】

ところで、例えば対象物が小型・軽量であると、カメラを用いて対象物の位置・姿勢を正確に検出することが困難となり、対象物を把持する把持部の正確な位置決めを行うことができない場合があった。把持部の正確な位置決めを行うことができないと、把持動作時に対象物と把持部とが意図しない場所で接触するおそれがある。その場合、対象物が軽量であるため、対象物が意図しない方向に動いてしまい、対象物を所望の位置で保持することができない場合や、対象物が把持空間から飛び出してしまうなどの問題が生じていた。

40

#### 【0055】

図16は、対象物WXを把持部10Xで把持する際に生じる力の関係(セルフアライメントを実現させるための、摩擦力と押し出し力との関係)を示す図である。図16においては、対象物WXが配置された面にXY座標系を設定し、把持部の一方側(-X方向側)と対象物WXとの接触点を原点としている。図16において、符号Fは把持部10Xが対象物WXを押し出す力、符号f<sub>s</sub>は押し出し力Fの把持部10Xの斜面方向成分、符号f<sub>y</sub>は押し出し力FのX軸方向成分、符号f<sub>f</sub>は対象物WXが把持部10Xから受ける摩擦

50

力、符号  $f_s$  は把持部 10X の斜面と Y 軸とのなす角度である。なお、本図においては、対象物 WX の質量が軽いため、対象物 WX と対象物 WX が配置された面との摩擦力は無視している。

**【0056】**

図 16 に示すように、把持部 10X が対象物 WX を押し出す力 F を、把持部 10X の斜面方向成分  $f_s$  と、X 軸方向成分  $f_y$  とに分解すると、以下の式(1)、(2)で表される。なお、 $f_y$  は相殺される。

**【0057】**

$$f_s = F \tan \dots \quad (1)$$

**【0058】**

$$f_y = \frac{F}{\cos} \dots \quad (2)$$

**【0059】**

また、対象物 WX が把持部 10X から受ける摩擦力  $f_f$  は、摩擦係数を  $\mu$  とすると、以下の式(3)で表される。

**【0060】**

$$f_f = \mu F \dots \quad (3)$$

**【0061】**

ここで、対象物 WX が把持部 10X により押し出される条件は、以下の式(4)で表される。

**【0062】**

$$f_s > f_f \dots \quad (4)$$

**【0063】**

よって、式(1)、式(3)、及び式(4)より、対象物 WX が把持部 10X により押し出される条件は、以下の式(5)で表される。

**【0064】**

$$\mu < \tan \dots \quad (5)$$

**【0065】**

以上により、対象物 WX を把持部 10X で把持する場合、式(5)を満足することによって対象物 WX を把持部 10X で押し出してセルフアライメントを実現させることができる事が分かる。

**【0066】**

そこで、本発明のロボット 1 は、一対の指部 12 を開閉させて対象物（第 1 対象物 W1）を把持する把持部 10A と、第 1 対象物 W1 と把持部 10A とを相対移動させる移動装置（アーム 20A、第 1 ベルトコンベア 33）と、前記移動装置を制御して把持部 10A を第 1 対象物 W1 に向けて相対移動させ、第 1 対象物 W1 の周辺に一対の指部 12 を配置させた後、把持部 10A を制御して一対の指部 12 を第 1 対象物 W1 が載置された載置面 33a に平行な面で開閉させ、対象物 W1 の側方から一対の指部 12 の間に第 1 対象物 W1 を挟み込ませ、3 点以上の接触点で把持部 10A に第 1 対象物 W1 を把持させる制御装置 60 と、を備える構成となっている。以下、図 3 及び図 4 を参照して本実施形態に係るロボット 1 の動作について説明する。

**【0067】**

図 3 は、第 1 実施形態に係る把持部の動作を示す平面図である。図 4 は、第 1 実施形態に係るロボットの動作を示すフローチャートである。図 3(a) は把持部 10A を第 1 対象物 W1 に向けて相対移動させるとき、図 3(b) は第 1 対象物 W1 の周辺に一対の指部 12 を配置させたとき、図 3(c) は第 1 対象物 W1 の側方から一対の指部 12 の間に第 1 対象物 W1 を挟み込ませたとき、図 3(d) は把持部 10A に第 1 対象物 W1 を把持させたとき、を示している。なお、図 3 において、符号 G1, G2, G3, G4 は、一対の指部 12 と第 1 対象物 W1 との接触点である。ここでは、把持部 10A 及び把持部 10B のうち把持部 10A を例示して把持部の動作を説明することとする。把持部 10B については把持部 10A と同様の構成であるため、その詳細な説明を省略する。

10

20

30

40

50

**【0068】**

先ず、フィーダ36により、第1対象物W1を第1ベルトコンベア33に搬入する(図1参照)。次に、カメラ40Aにより第1対象物W1を撮像する。制御装置60は、カメラ40Aの撮像結果に基づいて、第1ベルトコンベア33上(載置面33a)に載置された第1対象物W1の位置を検出する(図4に示すステップS1)。

**【0069】**

次に、図3(a)に示すように、アーム20Aを制御して把持部10Aを第1対象物W1に向けて相対移動させる(図4に示すステップS2)。次に、把持部10Aを制御して把持部10Aに第1対象物W1を把持させる。ここでは、把持部10Aに第1対象物W1のケージング、セルフアライメント、摩擦把持の3つの機能を実現させる。

10

**【0070】**

なお、「ケージング」とは、対象物(第1対象物W1)がある位置・姿勢のときに、把持部10Aや第1対象物W1が配置された面(ここでは第1ベルトコンベアの上面33a)によって閉じられた空間の中にあることをいう。ケージングでは、第1対象物W1の位置・姿勢は拘束されておらず自由である。「セルフアライメント」とは、把持部10Aで第1対象物W1を挟み込む際に、把持部10Aの形状や把持部10Aと第1対象物W1との摩擦力によって、第1対象物W1を前記閉じられた空間の中で所定の位置に移動させることをいう。「摩擦把持」とは、把持部10Aに第1対象物W1を3点以上の接触点で接触させて第1対象物W1を拘束し、かつ、摩擦力によって第1対象物W1を第1対象物W1が配置された面33aに対して垂直な方向に拘束して把持することをいう。

20

**【0071】**

具体的には、図3(b)に示すように、第1対象物W1の周辺に一対の指部12を配置させた後、把持部10Aを制御して一対の指部12を第1対象物W1が載置された面33aと平行な面で開閉させて一対の指部12に第1対象物W1の周辺を囲ませる(図4に示すステップS3)。これにより、第1対象物W1は一対の指部12で囲まれた領域の外に飛び出さないようになる(ケージング)。

**【0072】**

次に、図3(c)に示すように、第1対象物W1の側方から一対の指部12の間に第1対象物W1を挟み込ませる(図4に示すステップS4)。これにより、第1対象物W1は一対の指部12に従って移動し、これにより位置が整われる(セルフアライメント)。

30

**【0073】**

そして、図3(d)に示すように、3点以上の接触点(ここでは接触点は4点)G1, G2, G3, G4で一対の指部12に第1対象物W1を把持させる(図4に示すステップS5)。これにより、第1対象物W1は、所定の位置で拘束される(摩擦把持)。このとき、把持部10Aに設けられた検出装置(図1参照)によって、把持部10Aが第1対象物W1を把持する力が検出されている。

**【0074】**

把持面12a, 12b(図2参照)と載置面33aの角度は、第1対象物W1との接触面積が大きく取れる角度に設定すると、「摩擦把持」の際に第1対象物W1を安定して把持することが可能になる。

40

**【0075】**

その後、把持部10Aは、把持した第1対象物W1をステージ30(図1参照)に搬送する。

**【0076】**

本実施形態のロボット1によれば、制御装置60の制御により、一対の指部12は第1対象物W1の周辺に移動した後、載置面33aと平行な面で開閉するので、第1対象物W1の周辺は一対の指部12で囲まれることとなる。これにより、第1対象物W1は一対の指部12で囲まれた領域の外に飛び出さないようになる(ケージング)。また、一対の指部12は第1対象物W1を側方から挟み込むので、第1対象物W1は一対の指部12に従って移動し、これにより位置が整われる(セルフアライメント)。また、把持部10Aは

50

対象物を3点以上の接触点（ここでは4点）G1, G2, G3, G4で把持するので、第1対象物W1の位置を拘束し、且つ接触点の摩擦により第1対象物W1を安定して把持することができる（摩擦把持）。このような把持部10Aの動作によって第1対象物W1を所定の位置で把持することができる。したがって、第1対象物W1を逃がさず且つ確実に決められた位置で把持することが可能なロボット1を提供することができる。

#### 【0077】

この構成によれば、把持部10Aが一对の指部12を互いに離間する方向又は互いに接近する方向に平行移動させることにより、一对の指部12を開閉させてるので、一对の指部12は互いに平行移動して第1対象物W1を側方から挟み込むようになる。このため、第1対象物W1は一对の指部12の開閉方向と略同じ方向に移動することとなる。したがって、一对の指部12の開閉機構を簡易な構成とすることができます。10

#### 【0078】

この構成によれば、一对の指部12は第1対象物W1を側方から把持する把持面12a, 12bにおいて第1対象物W1と4点以上の接触点で接している。このように接触点を増やすことで、第1対象物W1を所定の位置で安定して把持しやすくなる。

#### 【0079】

この構成によれば、第1対象物W1を撮像するカメラ40Aを備えているので、第1対象物W1を把持する把持部10Aの正確な位置決めを行うことができる。

#### 【0080】

この構成によれば、把持部10Aが第1対象物W1を把持する力を検出する検出装置41Aを備えている。このため、第1対象物W1に過度の荷重がかからないよう把持部10Aの把持力を調整することができる。したがって、第1対象物W1を把持する際に、第1対象物W1が変形したり損傷したりすることを抑制することが可能となる。20

#### 【0081】

なお、本実施形態においては、アームが単位ロボット当たり2台（アーム20A, アーム20B）配置されている例を挙げて説明したが、これに限らない。アームは、単位ロボット当たり1台だけ配置されていてもよいし3台以上配置されていてもよい。

#### 【0082】

また、本実施形態においては、第1対象物が略円柱形状の場合を例に挙げて説明したが、これに限らない。例えば、第1対象物としては、ギア（歯車）の他にも、ナット、ネジなどの種々の形状のものを用いることができる。30

#### 【0083】

##### （第2実施形態）

図5は、図2に対応した、本発明の第2実施形態に係る把持部110の構成を示す平面図である。図5において、符号P11は一对の指部112における基端どうしの距離、符号P12は一对の指部112における先端どうしの距離である。本実施形態の把持部110は、第1対象物W1を一对の指部112及び本体部11に接触させることによって第1対象物W1を3点以上の接触点で把持する点で、上述の第1実施形態で説明した把持部10Aと異なる。図5において、図2と同様の要素には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。40

#### 【0084】

図5に示すように、把持部110は、本体部11と、一对の指部112と、を備えている。把持部110は、一对の指部112を互いに離間する方向又は互いに接近する方向に平行移動させることにより、一对の指部112を開閉させるようになっている。

#### 【0085】

一对の指部112は、一方（ここではY軸方向）に延在している。一对の指部112は、第1対象物W1の側方から接する側に平坦な把持面112aを有している。把持面112aは、載置面33aと直交している。制御装置60（図1参照）は、一对の指部112及び本体部11に第1対象物W1を3点以上の接触点で把持させるよう制御を行う。

#### 【0086】

50

一対の指部 112 における基端どうしの距離 P11 は、一対の指部 112 における先端どうしの距離 P12 よりも大きくなっている。このような構成により、第1対象物 W1 は一対の指部 112 の基端付近で把持されることとなる。以下、図4及び図6を参照して本実施形態に係る把持部 110 の動作について説明する。

#### 【0087】

図6は、図3に対応した、第2実施形態に係る把持部 110 の動作を示す平面図である。図6(a)は把持部 110 を第1対象物 W1 に向けて相対移動させるとき、図6(b)は第1対象物 W1 の周辺に一対の指部 112 を配置させたとき、図6(c)は第1対象物 W1 の側方から一対の指部 112 の間に第1対象物 W1 を挟み込ませたとき、図6(d)は把持部 110 に第1対象物 W1 を把持させたとき、を示している。なお、図6において、符号 G11, G12, G13 は、把持部 110 と第1対象物 W1 との接触点である。

10

#### 【0088】

図4に示すステップ S1 については、第1実施形態に係る把持部 10A の動作と同様のためその詳細な説明を省略する。

#### 【0089】

図6(a)に示すように、アーム 20A(図1参照)を制御して把持部 110 を第1対象物 W1 に向けて相対移動させる(図4に示すステップ S2)。次に、把持部 110 を制御して把持部 110 に第1対象物 W1 を把持させる。ここでは、把持部 110 に第1対象物 W1 のケージング、セルフアライメント、摩擦把持の3つの機能を実現させる。

20

#### 【0090】

具体的には、図6(b)に示すように、第1対象物 W1 の周辺に一対の指部 112 を配置させた後、把持部 110 を制御して一対の指部 112 を載置面 33a と平行な面で開閉させて一対の指部 112 に第1対象物 W1 の周辺を囲ませる(図4に示すステップ S3)。これにより、第1対象物 W1 は一対の指部 112 で囲まれた領域の外に飛び出さないようになる(ケージング)。

#### 【0091】

次に、図6(c)に示すように、第1対象物 W1 の側方から一対の指部 112 の間に第1対象物 W1 を挟み込ませる(図4に示すステップ S4)。これにより、第1対象物 W1 は一対の指部 112 に従って移動し、これにより位置が整われる(セルフアライメント)。

30

#### 【0092】

そして、図6(d)に示すように、一対の指部 112 及び本体部 11 に3点以上の接触点(ここでは接触点は3点)G11, G12, G13 で第1対象物 W1 を把持させる(図4に示すステップ S5)。これにより、第1対象物 W1 は、所定の位置で拘束される(摩擦把持)。

#### 【0093】

##### (第3実施形態)

図7は、本発明の第3実施形態に係る把持部 210 の構成を示す図である。図7(a)は、図2に対応した、本発明の第3実施形態に係る把持部 210 の構成を示す平面図である。図7(b)は、本発明の第3実施形態に係る把持部 210 の構成を示す断面図である。本実施形態の把持部 210 は、一対の指部 212 に第1対象物 W1 を挟んで載置面 33a とは反対側に第1対象物 W1 が載置面 33a と直交する方向に飛び出すことを抑制するためのつば 212c が設けられている点で、上述の第1実施形態で説明した把持部 10A と異なる。図7において、図2と同様の要素には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

40

#### 【0094】

図7に示すように、把持部 210 は、本体部 11 と、一対の指部 212 と、を備えている。把持部 210 は、一対の指部 212 を互いに離間する方向又は互いに接近する方向に平行移動させることにより、一対の指部 212 を開閉させるようになっている。

#### 【0095】

50

一対の指部 212 は、第1対象物 W1 の側方から接する側に互いに交差する複数（2つ）の把持面 212a, 212b を有している。把持面 212a, 212b は、載置面 33a と直交している。制御装置 60（図1参照）は、一対の指部 212 に第1対象物 W1 を4点以上の接触点で把持せるよう制御を行う。

#### 【0096】

一対の指部 212 には、第1対象物 W1 を挟んで載置面 33a とは反対側に、第1対象物 W1 が載置面 33a と直交する方向に飛び出すことを抑制するためのつば 212c が設けられている。つば 212c の下面是、載置面 33a と平行になっている。

#### 【0097】

図8は、本発明の第3実施形態に係る把持部 210 の対象物の把持状態を示す図である。  
10  
。図8(a)は、図7(a)に対応した、本発明の第3実施形態に係る把持部 210 の対象物の把持状態を示す平面図である。図8(b)は、図7(b)に対応した、本発明の第3実施形態に係る把持部 210 の対象物の把持状態を示す断面図である。なお、図8において、符号 G21, G22, G23, G24 は、把持部 210 と第1対象物 W1 との接触点である。

#### 【0098】

図8(a)に示すように、一対の指部 212 を制御して、一対の指部 212 に第1対象物 W1 を4点以上の接触点（ここでは接触点は4点）G21, G22, G23, G24 で把持せる（図4に示すステップ S5）。これにより、第1対象物 W1 は、所定の位置で拘束される。  
20

#### 【0099】

図8(b)に示すように、第1対象物 W1 の底面（-Z方向側）は載置面 33a に接触しており、第1対象物 W1 の上面（+X方向側）はつば 212c の下面に接触している。このようにして、第1対象物 W1 は、把持面 212a, 212b 及びつば 212c の下面に接触して把持される。

#### 【0100】

本実施形態のロボットによれば、第1対象物 W1 を挟み込む際に、第1対象物 W1 が上方に飛び出してしまうことを抑制することができる。

#### 【0101】

なお、本実施形態においては、一対の指部の双方につばが設けられている構成を例に挙げて説明したが、これに限らない。例えば、一対の指部のうちいずれか一方につばが設けられている構成であってもよい。すなわち、一対の指部のうちの少なくとも一方につばが設けられている構成であればよい。ただし、つばは第1対象物が上方に飛び出ない面積を有する必要がある。  
30

#### 【0102】

##### （第4実施形態）

図9は、本発明の第4実施形態に係る把持部 310 の構成を示す図である。図9(a)は、図7に対応した、本発明の第4実施形態に係る把持部 310 の構成を示す平面図である。図9(b)は、本発明の第3実施形態に係る把持部 310 の構成を示す側面図である。本実施形態の把持部 310 は、一対の指部 320 が、載置面 33a と平行に配置されるとともに第1対象物 W1 を把持する先端部 321 と、載置面 33a と離間する方向に配置されるとともに本体部 11 と接続される基端部 322 とを備えている点で、上述の第3実施形態で説明した把持部 210 と異なる。図9において、図7と同様の要素には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。  
40

#### 【0103】

図9に示すように、把持部 310 は、本体部 11 と、一対の指部 320 と、を備えている。把持部 310 は、一対の指部 320 を互いに離間する方向又は互いに接近する方向に平行移動させることにより、一対の指部 320 を開閉させるようになっている。

#### 【0104】

一対の指部 320 は、載置面 33a と平行に配置されるとともに第1対象物 W1 を把持  
50

する先端部321と、載置面33aと離間する方向に配置されるとともに本体部11と接続される基端部322とを備えている。

#### 【0105】

一対の指部320の先端部321は、第1対象物W1の側方から接する側に互いに交差する複数の把持面（ここでは2つの面）321a, 321bを有している。把持面321a, 321bは、載置面33aと直交している。制御装置60（図1参照）は、一対の指部320の先端部321に第1対象物W1を4点以上の接触点で把持させるよう制御を行う。

#### 【0106】

一対の指部320の先端部321には、第1対象物W1を挟んで載置面33aとは反対側に、第1対象物W1が載置面33aと直交する方向に飛び出すことを抑制するためのつば321cが設けられている。

#### 【0107】

一対の指部320における先端部321の載置面33aと対向する面321dは平坦な面である。

#### 【0108】

一対の指部320において、先端部321と基端部322とは、カメラ340で先端部321を撮像する方向（ここではZ軸方向）から見て重ならないように配置されている。なお、カメラ340は、載置面33aと直交する方向から見て、第1対象物W1と重なる位置に配置されている。

10

20

#### 【0109】

一対の指部320において、先端部321と基端部322とのなす角度θ1は鈍角である。

#### 【0110】

本実施形態のロボットによれば、一対の指部全体が載置面と平行に配置される構成に比べて、第1対象物W1を所定の位置で把持することが容易となる。載置面に載置された第1対象物を把持する場合、一対の指部を載置面に接触させて一対の指部に把持動作を行わせることで第1対象物を安定して把持することが容易となる。例えば、一対の指部において先端部及び基端部が平行に配置された構成であると、第1対象物を把持する際に本体部が載置面と接触してしまい、先端部と載置面とが離間して第1対象物を把持することが困難となる。しかしながら、本発明の構成によれば、一対の指部320の先端部321を載置面33aに接触させることができることが容易となる。したがって、第1対象物W1を所定の位置で把持しやすくなる。

30

#### 【0111】

この構成によれば、一対の指部における先端部の載置面と対向する面が凹凸面である構成に比べて、一対の指部320の先端部321を載置面33aに接触させることができることが容易となる。したがって、第1対象物W1を所定の位置で把持しやすくなる。

#### 【0112】

この構成によれば、先端部321の把持動作を確認しつつ把持動作を行わせることができる。

40

#### 【0113】

この構成によれば、先端部と基端部とのなす角度が鋭角である構成に比べて、先端部321の把持動作を確認しつつ把持動作を行わせることができることが容易となる。例えば、先端部と基端部とのなす角度が鋭角である構成であると、カメラで先端部を撮像する方向から見て先端部が基端部に隠れてしまい先端部の正確な把持動作を検出することが困難となるおそれがある。しかしながら、本発明の構成であれば、カメラ340で先端部321を撮像する方向から見て先端部321が基端部322に隠れてしまうことが少ない。したがって、先端部321の把持動作を確認しつつ把持動作を行わせることができることが容易となる。

#### 【0114】

（第5実施形態）

50

図10は、図2に対応した、本発明の第5実施形態に係る把持部410の構成を示す平面図である。図10において、符号P21は一对の指部における基端どうしの距離、符号P22は一对の指部における屈曲部どうしの距離、符号P23は本体部と一对の指部の屈曲部との間の距離、符号P24は一对の指部における屈曲部と先端との間の距離である。また、符号2は、一对の指部412のなす角度（具体的には一对の指部412における面412bの形成部分のなす角度）である。本実施形態の把持部410は、一对の指部412を載置面33aと直交する回転軸413の周りに回転させることにより、一对の指部412を開閉させる点で、上述の第1実施形態で説明した把持部10Aと異なる。図10において、図2と同様の要素には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

## 【0115】

10

図10に示すように、把持部410は、本体部411と、一对の指部412と、を備えている。一对の指部412は、本体部411の一端部に接続されて一端部の側（本体部411に接続された側）を基準に移動可能に配置されている。具体的には、把持部410は、一对の指部412を載置面33aと直交する回転軸413の周りに回転させることにより、一对の指部412を開閉させるようになっている。

## 【0116】

一对の指部412の移動機構（回転機構）は、例えば、本体部411に凹部（貫通穴）を設け、一对の指部412の基端に回転軸413を設けて回転軸413を凹部に回転可能に配置する等して、モーター等の駆動装置により、一对の指部412を回転軸413の周りに回転させる構成となっている。一对の指部412は、2つの指部412が回転軸413を中心として回転する角度を1つの変数として制御される「1自由度の系（物体の位置を1つの変数で表すことができる系）」の構成となっている。

20

## 【0117】

一对の指部412は、第1対象物W1の側方から接する側に互いに交差する複数の把持面412a, 412bを有している。把持面412a, 412bは、載置面33aと直交している。制御装置60（図1参照）は、一对の指部412に第1対象物W1を4点以上の接触点で把持させるよう制御を行う。

## 【0118】

図11は、図3に対応した、第5実施形態に係る把持部410の動作を示す平面図である。図11(a)は把持部410を第1対象物W1に向けて相対移動させるととき、図11(b)は第1対象物W1の周辺に一对の指部412を配置させたとき、図11(c)は第1対象物W1の側方から一对の指部412の間に第1対象物W1を挟み込ませたとき、図11(d)は把持部410に第1対象物W1を持たせたとき、なお、図11において、符号G31, G32, G33, G34は、一对の指部412と第1対象物W1との接触点である。

30

## 【0119】

図4に示すステップS1については、第1実施形態に係る把持部10Aの動作と同様のためその詳細な説明を省略する。

## 【0120】

40

図11(a)に示すように、アーム20A（図1参照）を制御して把持部410を第1対象物W1に向けて相対移動させる（図4に示すステップS2）。このときの一对の指部のなす角度を2aとする。次に、把持部410を制御して把持部410に第1対象物W1を持たせる。ここでは、把持部410に第1対象物W1のケージング、セルフアライメント、摩擦把持の3つの機能を実現させる。

## 【0121】

具体的には、図11(b)に示すように、第1対象物W1の周辺に一对の指部412を配置させた後、把持部410を制御して一对の指部412を載置面33aと平行な面で開閉させて一对の指部412に第1対象物W1の周辺を囲ませる（図4に示すステップS3）。これにより、第1対象物W1は一对の指部412で囲まれた領域の外に飛び出さないようになる（ケージング）。なお、このときの一对の指部412のなす角度2bは、

50

$2a$ よりも小さくなっている ( $2b < 2a$ )。

#### 【0122】

次に、図11(c)に示すように、第1対象物W1の側方から一対の指部412の間に第1対象物W1を挟み込ませる(図4に示すステップS4)。これにより、第1対象物W1は一対の指部412に従って移動し、これにより位置が整われる(セルフアライメント)。なお、このときの一対の指部412のなす角度 $2c$ は、 $2b$ よりも小さくなっている( $2c < 2b$ )。

#### 【0123】

そして、図11(d)に示すように、3点以上の接触点(ここでは接触点は4点)G31, G32, G33, G34で一対の指部412に第1対象物W1を把持させる(図4に示すステップS5)。これにより、第1対象物W1は、所定の位置で拘束される(摩擦把持)。なお、このときの一対の指部412のなす角度 $2d$ は、 $2c$ よりも小さくなっている( $2d < 2c$ )。

#### 【0124】

本実施形態のロボットによれば、一対の指部412が回転して第1対象物W1を側方から挟み込むようになる。このため、第1対象物W1は一対の指部412が回転する方向に引き込まれるよう移動することとなる。したがって、一対の指部412の開閉機構を簡単な構成とすることができます。

#### 【0125】

##### (変形例1)

20

図12は、図2に対応した、本発明に係る把持部の第1変形例～第3変形例を示す平面図である。図12(a)は、本発明に係る把持部の第1変形例を示す平面図である。なお、図12においては、便宜上、第1対象物W1の図示を省略している。本変形例の把持部501は、一対の指部512が第1対象物W1の側方から接する側に曲面512bを有している点で、上述の第1実施形態で説明した把持部10Aと異なる。図12(a)において、図2と同様の要素には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

#### 【0126】

図12(a)に示すように、本変形例の把持部501は、本体部511と、一対の指部512と、を備えている。把持部501は、一対の指部512を互いに離間する方向又は互いに接近する方向に平行移動させることにより、一対の指部512を開閉させようになっている。

30

#### 【0127】

一対の指部512は、第1対象物W1の側方から接する側に互いに交差する複数の把持面512a, 512bを有している。把持面512a, 512bは、載置面33aと直交している。制御装置60(図1参照)は、一対の指部512に第1対象物W1を4点以上の接触点で把持させるよう制御を行う。

#### 【0128】

一対の指部512は、第1対象物W1の側方から接する側に曲面512bを有している。具体的には、複数の面512a, 512bのうち本体部511に近い側の把持面512bは、第1対象物W1の側方から接する側に凸をなす曲面となっている。

40

#### 【0129】

##### (変形例2)

図12(b)は、図10に対応した、本発明に係る把持部の第2変形例を示す平面図である。本変形例の把持部502は、一対の指部522が第1対象物W1の側方から接する側に曲面522bを有している点で、上述の第5実施形態で説明した把持部410と異なる。図12(b)において、図10と同様の要素には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

#### 【0130】

図12(b)に示すように、把持部502は、本体部521と、一対の指部522と、を備えている。把持部502は、一対の指部522を載置面33aと直交する回軸52

50

3の周りに回転させることにより、一対の指部522を開閉させるようになっている。

#### 【0131】

一対の指部522は、第1対象物W1の側方から接する側に互いに交差する複数の把持面522a, 522bを有している。把持面522a, 522bは、載置面33aと直交している。制御装置60(図1参照)は、一対の指部522に第1対象物W1を4点以上の接触点で把持させるよう制御を行う。

#### 【0132】

一対の指部522は、第1対象物W1の側方から接する側に曲面522bを有している。具体的には、複数の面522a, 522bのうち本体部521に近い側の把持面522bは、第1対象物W1の側方から接する側に凸をなす曲面となっている。

10

#### 【0133】

(変形例3)

図12(c)は、図10に対応した、本発明に係る把持部の第3変形例を示す平面図である。本変形例の把持部503は、一対の指部112が一方向に延在している点で、上述の第5実施形態で説明した把持部410と異なる。図12(b)において、図10と同様の要素には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

#### 【0134】

図12(c)に示すように、把持部503は、本体部531と、一対の指部532と、を備えている。把持部503は、一対の指部532を載置面33aと直交する回軸533の周りに回転させることにより、一対の指部532を開閉させるようになっている。

20

#### 【0135】

一対の指部532は、一方向(ここではY軸方向)に延在している。一対の指部532は、第1対象物W1の側方から接する側に平坦な把持面532aを有している。把持面532aは、載置面33aと直交している。制御装置60(図1参照)は、一対の指部532及び本体部531に第1対象物W1を3点以上の接触点で把持させるよう制御を行う。

#### 【0136】

(変形例4)

図13は、図2に対応した、本発明に係る把持部の第4変形例～第9変形例を示す平面図である。図13(a)は、本発明に係る把持部の第4変形例を示す平面図である。なお、図13においては、便宜上、第1対象物W1の図示を省略するとともに、一対の指部を線で示している。また、第4変形例～第9変形例に示す構成は、一対の指部が平行移動する構成と一対の指部が回転移動する構成との双方において適用可能である。

30

#### 【0137】

図13(a)に示すように、本変形例の把持部601は、本体部611と、一対の指部612と、を備えている。一対の指部612は、本体部611の一端部に接続されて一端部の側(本体部611に接続された側)を基準に移動可能に配置されている。

#### 【0138】

一対の指部612は、第1対象物W1の側方から接する側に把持面612aを有している。把持面612aは、第1対象物W1の側方から接する側に凹をなす曲面となっている。把持面612aは、載置面33aと直交している。制御装置60(図1参照)は、一対の指部612に第1対象物W1を4点以上の接触点で把持させるよう制御を行う。

40

#### 【0139】

(変形例5)

図13(b)は、本発明に係る把持部の第5変形例を示す平面図である。図13(b)に示すように、本変形例の把持部602は、本体部621と、一対の指部622と、を備えている。一対の指部622は、本体部621の一端部に接続されて一端部の側(本体部621に接続された側)を基準に移動可能に配置されている。

#### 【0140】

一対の指部622は、第1対象物W1の側方から接する側に互いに交差する複数の把持面622a, 622bを有している。把持面622a, 622bは、第1対象物W1の側

50

方から接する側に凸をなす曲面となっている。把持面 622a, 622b は、載置面 33a と直交している。制御装置 60(図1参照)は、一対の指部 622 に第1対象物 W1 を 4 点以上の接触点で把持させるよう制御を行う。

#### 【0141】

(変形例6)

図13(c)は、本発明に係る把持部の第6変形例を示す平面図である。図13(c)に示すように、本変形例の把持部 603 は、本体部 631 と、一対の指部 632A, 632B と、を備えている。一対の指部 632A, 632B は、本体部 631 の一端部に接続されて一端部の側(本体部 631 に接続された側)を基準に移動可能に配置されている。

#### 【0142】

一対の指部 632A, 632B のうち一方の指部 632A は、第1対象物 W1 の側方から接する側に平坦な把持面 632Aa を有している。把持面 632Aa は、載置面 33a と直交している。

#### 【0143】

一対の指部 632A, 632B のうち他方の指部 632B は、第1対象物 W1 の側方から接する側に把持面 632Ba を有している。把持面 632Ba は、第1対象物 W1 の側方から接する側に凹をなす曲面となっている。把持面 632Ba は、載置面 33a と直交している。制御装置 60(図1参照)は、一対の指部 632A, 632B に第1対象物 W1 を 3 点以上の接触点で把持させるよう制御を行う。

#### 【0144】

(変形例7)

図13(d)は、本発明に係る把持部の第7変形例を示す平面図である。図13(d)に示すように、本変形例の把持部 604 は、本体部 641 と、一対の指部 642A, 642B と、を備えている。一対の指部 642A, 642B は、本体部 641 の一端部に接続されて一端部の側(本体部 641 に接続された側)を基準に移動可能に配置されている。

#### 【0145】

一対の指部 642A, 642B のうち一方の指部 642A は、第1対象物 W1 の側方から接する側に平坦な把持面 642Aa を有している。把持面 642Aa は、載置面 33a と直交している。

#### 【0146】

一対の指部 642A, 642B のうち他方の指部 642B は、第1対象物 W1 の側方から接する側に互いに交差する複数の把持面 642Ba, 642Bb を有している。把持面 642Ba, 642Bb は、それぞれ第1対象物 W1 の側方から接する側に凸をなす曲面となっている。把持面 642Ba, 642Bb は、載置面 33a と直交している。制御装置 60(図1参照)は、一対の指部 642A, 642B に第1対象物 W1 を 3 点以上の接触点で把持させるよう制御を行う。

#### 【0147】

(変形例8)

図13(e)は、本発明に係る把持部の第8変形例を示す平面図である。図13(e)に示すように、本変形例の把持部 605 は、本体部 651 と、一対の指部 652 と、を備えている。一対の指部 652 は、本体部 651 の一端部に接続されて一端部の側(本体部 651 に接続された側)を基準に移動可能に配置されている。

#### 【0148】

一対の指部 652 は、第1対象物 W1 の側方から接する側に互いに交差する複数の平坦な面 652a, 652b, 652c を有している。面 652a, 652b, 652c は、互いに連続して隣接している。面 652a, 652b, 652c のうち面 652a, 652b は、第1対象物 W1 を把持する把持面となる。一方、残りの面 652c は、第1対象物 W1 を把持しない面となる。面 652a, 652b, 652c は、載置面 33a と直交している。制御装置 60(図1参照)は、一対の指部 652(面 652a, 652b)に第1対象物 W1 を 4 点以上の接触点で把持させるよう制御を行う。

10

20

30

40

50

## 【0149】

(変形例9)

図13(f)は、本発明に係る把持部の第9変形例を示す平面図である。図13(f)に示すように、本変形例の把持部606は、本体部661と、一対の指部662と、を備えている。一対の指部662は、本体部661の一端部に接続されて一端部の側(本体部661に接続された側)を基準に移動可能に配置されている。

## 【0150】

一对の指部662は、第1対象物W1の側方から接する側に互いに交差する複数の平坦な面662a, 662b, 662cを有している。面662a, 662b, 662cのうち面662a, 662bは、互いに連続して隣接している。面662a, 662b, 662cのうち面662a, 662bは、第1対象物W1を把持する把持面となる。一方、残りの面662cは、第1対象物W1を把持しない面となる。面662a, 662b, 662cは、載置面33aと直交している。制御装置60(図1参照)は、一对の指部662(面662a, 662b)に第1対象物W1を4点以上の接触点で把持させるよう制御を行う。

10

## 【0151】

(変形例10)

図14は、図2に対応した、本発明に係る把持部の第10変形例を示す平面図である。なお、第10変形例に示す構成は、一对の指部が平行移動する構成と一对の指部が回転移動する構成との双方において適用可能である。

20

## 【0152】

図14に示すように、本変形例の把持部607は、本体部671と、一对の指部672A, 672Bと、を備えている。一对の指部672A, 672Bは、本体部671の一端部に接続されて一端部の側(本体部671に接続された側)を基準に移動可能に配置されている。

## 【0153】

一对の指部672A, 672Bのうち一方の指部672Aは、第1対象物W1の側方から接する側に凹をなして形成されている。一方の指部672Aは、第1対象物W1の側方から接する側に互いに交差する複数の平坦な面672Aa, 672Abを有している。面672Aa, 672Abは、互いに連続して隣接している。面672Aa, 672Abは、第1対象物W1を把持する把持面となる。面672Aa, 672Abは、載置面33aと直交している。

30

## 【0154】

一对の指部672A, 672Bのうち他方の指部672Bは、第1対象物W1の側方から接する側に凸をなして形成されている。他方の指部672Bは、第1対象物W1の側方から接する側に互いに交差する複数の平坦な面672Ba, 672Bbを有している。面672Ba, 672Bbは、互いに連続して隣接している。面672Ba, 672Bbの交差する部分(屈曲部)が、第1対象物W1を把持する部分となる。面672Ba, 672Bbは、載置面33aと直交している。制御装置60(図1参照)は、一对の指部672A, 672B(一方の指部672Aの面672Aa, 672Ab及び他方の指部672Bの屈曲部)に第1対象物W1を3点以上の接触点で把持させるよう制御を行う。

40

## 【0155】

(変形例11)

図15は、図9(b)に対応した、本発明に係る把持部の第11変形例～第13変形例を示す側面図である。図15(a)は、本発明に係る把持部の第11変形例を示す側面図である。なお、第11変形例～第13変形例に示す構成は、一对の指部が平行移動する構成と一对の指部が回転移動する構成との双方において適用可能である。

## 【0156】

図15(a)に示すように、本変形例の把持部701は、本体部711と、一对の指部720と、を備えている。一对の指部720は、本体部711の一端部に接続されて一端

50

部の側（本体部 711 に接続された側）を基準に移動可能に配置されている。

**【0157】**

一対の指部 720 は、載置面 33a と平行に配置されるとともに第 1 対象物 W1 を把持する先端部 721 と、載置面 33a と離間する方向に配置されるとともに本体部 11 と接続される基端部 722 とを備えている。

**【0158】**

一対の指部 720 において、先端部 721 と基端部 722 とは、カメラ 740 で先端部 721 を撮像する方向から見て重ならないように配置されている。一対の指部 720 において、先端部 721 と基端部 722 とのなす角度 3 は鈍角である。カメラ 740 は、本体部 711 に取り付けられている。

10

**【0159】**

本変形例のロボットによれば、カメラ 740 が一対の指部 720 に近い位置に配置されるので、第 1 対象物 W1 を把持する一対の指部 720 の正確な位置決めを行うことができる。

**【0160】**

(変形例 12)

図 15 (b) は、本発明に係る把持部の第 12 变形例を示す側面図である。なお、図 15 (b) においては、便宜上、第 1 対象物 W1 の図示を省略している。

**【0161】**

図 15 (b) に示すように、本変形例の把持部 702 は、本体部 711 と、一対の指部 720A と、を備えている。一対の指部 720A は、本体部 711 の一端部に接続されて一端部の側（本体部 711 に接続された側）を基準に移動可能に配置されている。

20

**【0162】**

一対の指部 720A は、載置面 33a と平行に配置されるとともに第 1 対象物 W1 を把持する先端部 721A と、載置面 33a と離間する方向に配置されるとともに本体部 11 と接続される基端部 722A とを備えている。先端部 721A 及び基端部 722A の接続部は湾曲している。

**【0163】**

一対の指部 720A において、先端部 721A と基端部 722A とは、カメラ 740 で先端部 721A を撮像する方向から見て重ならないように配置されている。一対の指部 720A において、先端部 721A と基端部 722A とのなす角度（側面視直線部分のなす角度）4 は鈍角である。カメラ 740 は、本体部 711 に取り付けられている。

30

**【0164】**

(変形例 13)

図 15 (c) は、本発明に係る把持部の第 13 变形例を示す側面図である。なお、図 15 (c) においては、便宜上、第 1 対象物 W1 の図示を省略している。

**【0165】**

図 15 (c) に示すように、本変形例の把持部 703 は、本体部 711 と、一対の指部 720B と、を備えている。一対の指部 720B は、本体部 711 の一端部に接続されて一端部の側（本体部 711 に接続された側）を基準に移動可能に配置されている。

40

**【0166】**

一対の指部 720B は、載置面 33a と平行に配置されるとともに第 1 対象物 W1 を把持する先端部 721B と、載置面 33a と離間する方向に配置されるとともに本体部 711 と接続される基端部 722B とを備えている。

**【0167】**

一対の指部 720B において、先端部 721B と基端部 722B とは、カメラ 740 で先端部 721B を撮像する方向から見て重ならないように配置されている。一対の指部 720B において、先端部 721B と基端部 722B とのなす角度（側面視直線部分のなす角度）は直角である。カメラ 740 は、本体部 711 に取り付けられている。

**【0168】**

50

なお、上述した実施形態では、ロボットにおいて、把持部をスカラロボットによって移動させて把持部に対象物を把持させる構成としたが、これに限らない。例えば、直交型ロボットなど他の形式のロボットによって把持部を移動させて把持部に対象物を把持させる構成とすることもできる。

#### 【0169】

また、上述した実施形態では、ロボットにおいて、基台上にアーム（移動装置）が取り付けられた構成としたが、これに限らない。例えば、基台にステージを跨ぐ橋梁部を取り付け、該橋梁部からアームを下げる構成とすることもできる。

#### 【符号の説明】

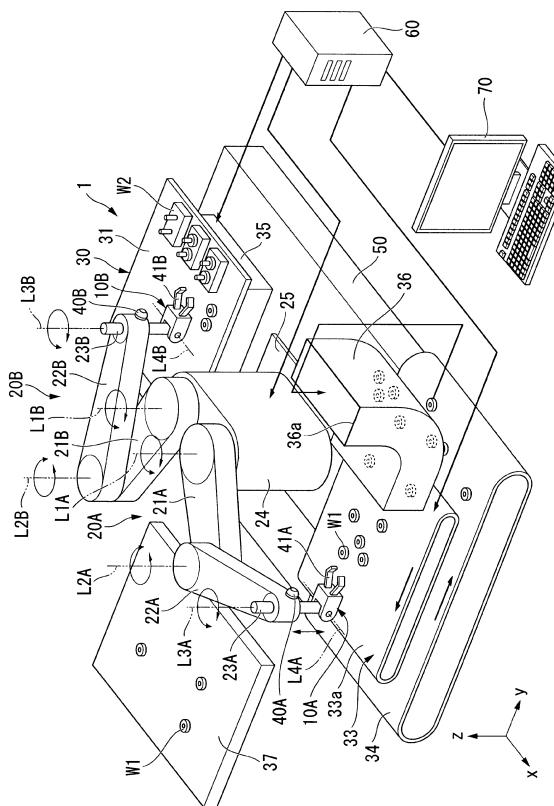
##### 【0170】

1...ロボット、10A, 110, 210, 310, 410, 501, 502, 503, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 701, 702, 703...把持部、11, 411, 511, 521, 531, 611, 621, 631, 641, 651, 661, 671, 711...本体部、12, 112, 212, 320, 412, 512, 522, 532, 612, 622, 632A, 632B, 642A, 642B, 652, 662, 672A, 672B, 720, 720A, 720B...一対の指部、20A, 20B...アーム（移動装置）、30...ステージ（移動装置）、33...第1ベルトコンベア（移動装置）、40A, 40B, 340, 740...カメラ、41A, 41B...検出装置、60...制御装置、413, 523, 533...回転軸、321d...先端部の載置面と対向する面、12a, 12b, 112a, 212a, 212b, 321a, 321b, 412a, 412b, 512a, 512b, 522a, 522b, 532a, 622a, 622b, 632Aa, 642Aa, 642Ba, 642Bb, 652a, 652b, 662a, 662b, 672Aa, 672Ab...把持面、212c, 321c...つば、321, 721, 721A, 721B...先端部、322, 722, 722A, 722B...基端部、1, 3, 4...先端部と基端部とのなす角度、W1...第1対象物（対象物）、W2...第2対象物（対象物）

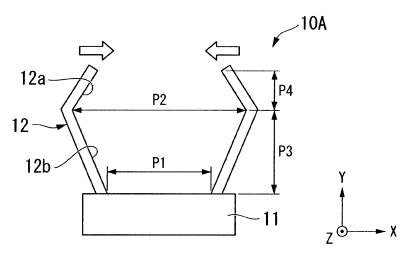
10

20

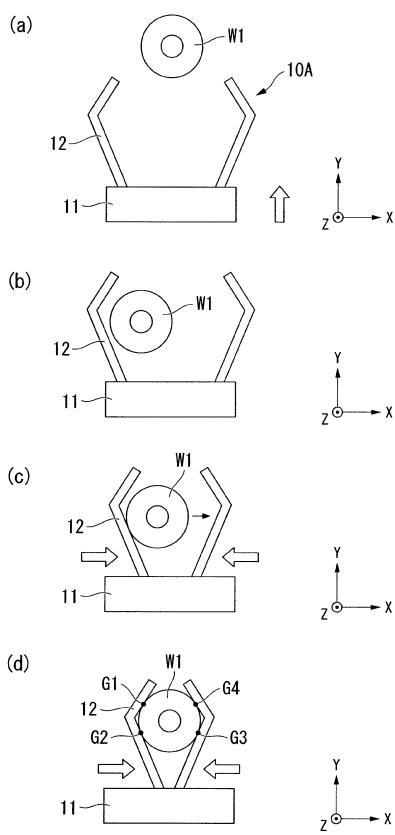
【 図 1 】



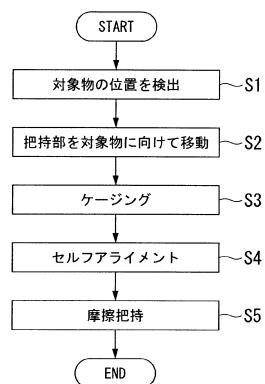
【 四 2 】



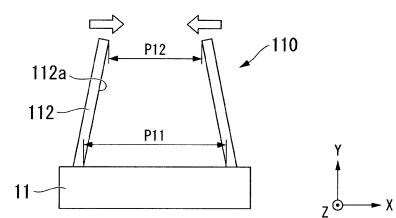
【 図 3 】



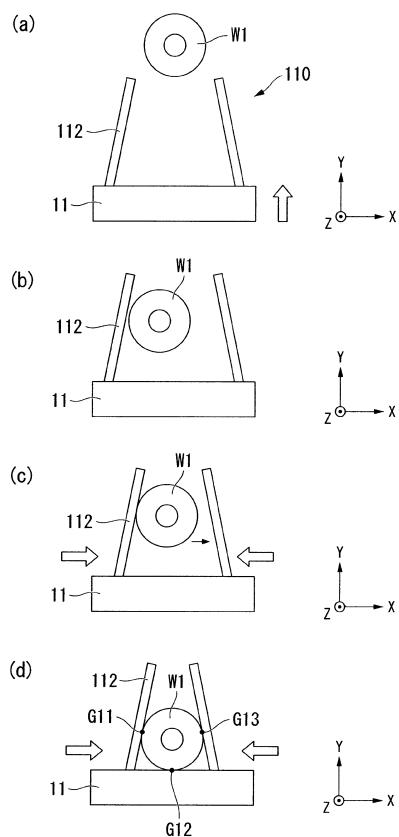
【 四 4 】



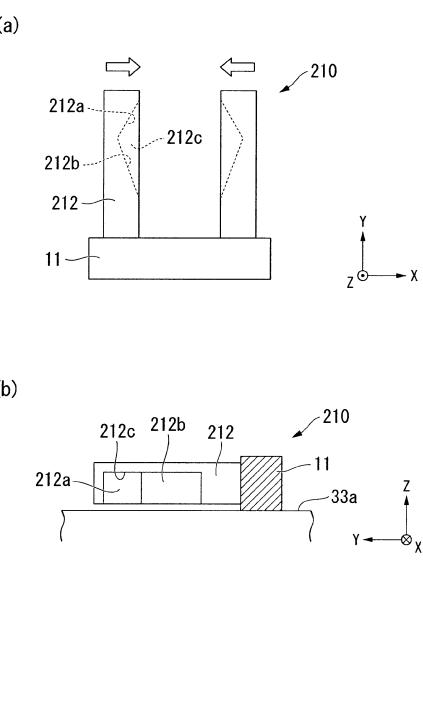
【図5】



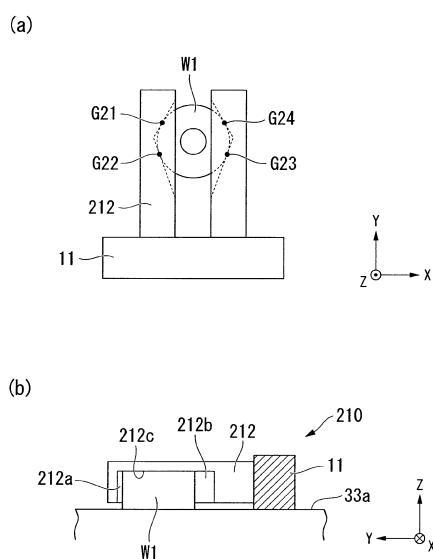
【図6】



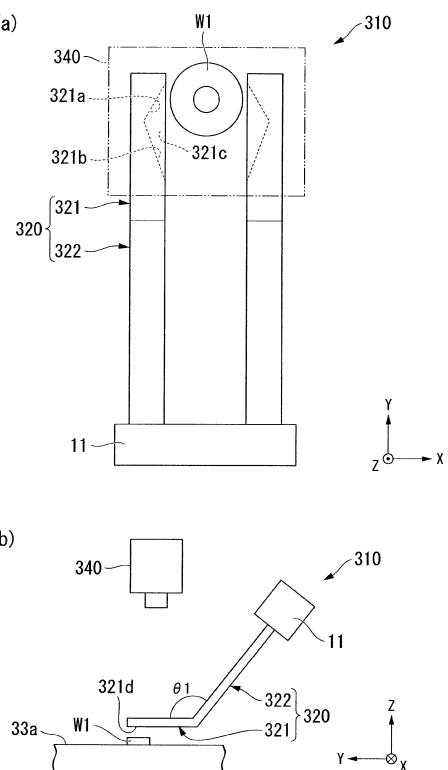
【図7】



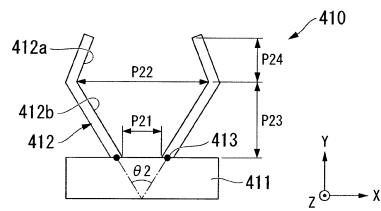
【図8】



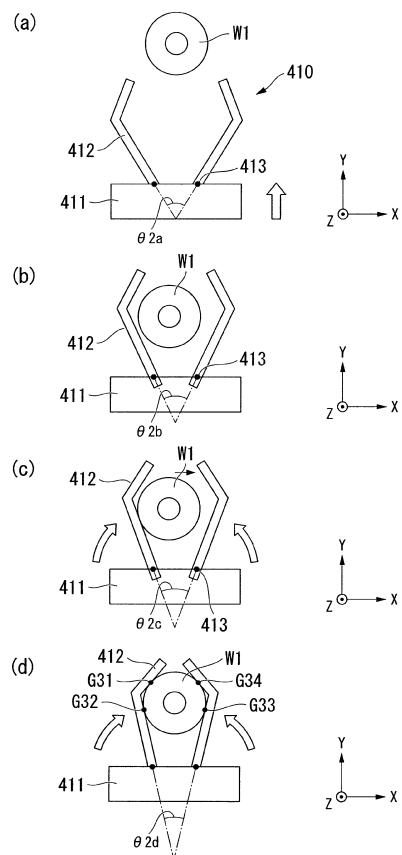
【図9】



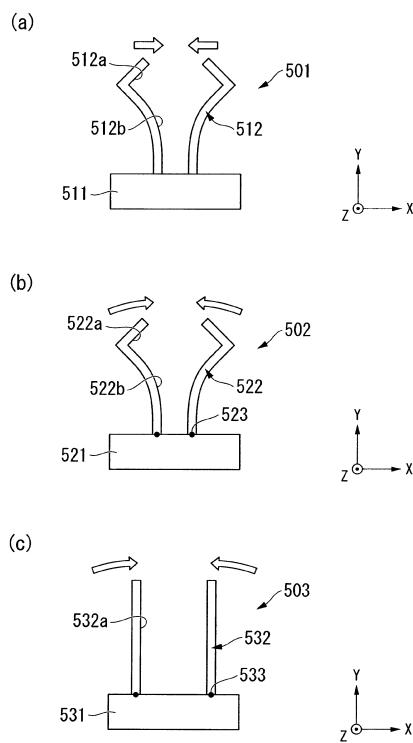
【図10】



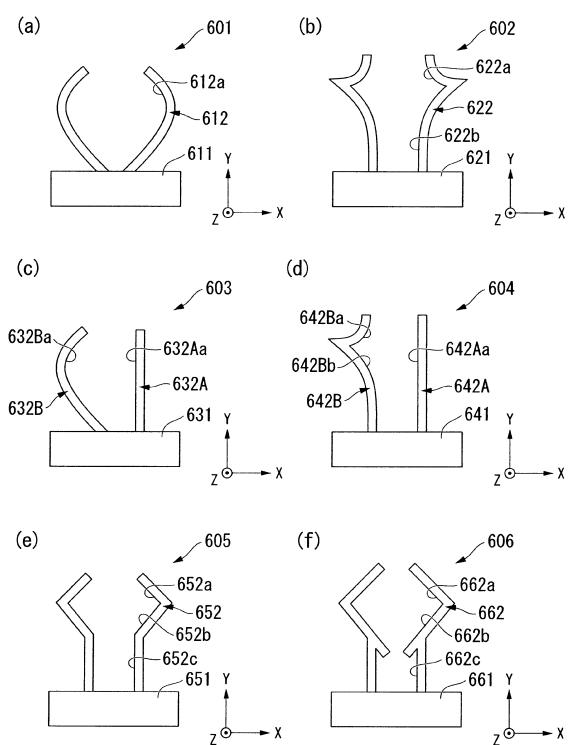
【図11】



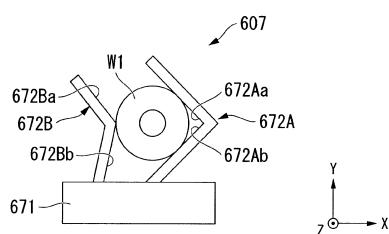
【図12】



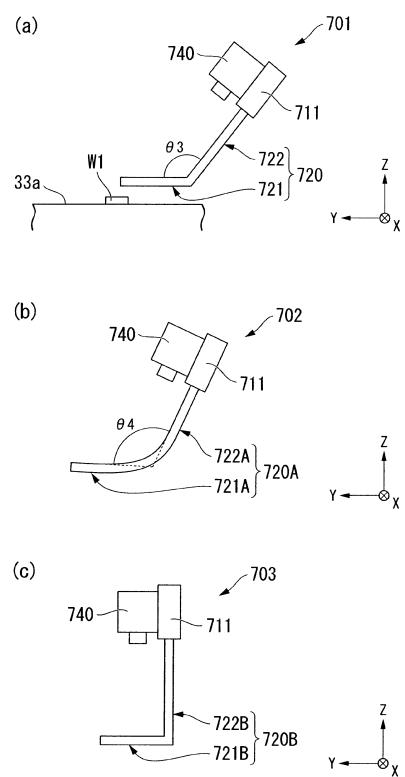
【図13】



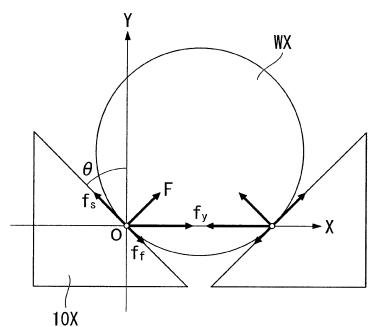
【図14】



【図15】



【図16】



---

フロントページの続き

(72)発明者 平田 泰久

宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内

(72)発明者 海隅 亜矢

宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内

審査官 佐藤 彰洋

(56)参考文献 特開平03-239491(JP,A)

実開昭48-029567(JP,U)

実開平03-126590(JP,U)

特開平08-300283(JP,A)

特開平10-071591(JP,A)

実開昭61-201791(JP,U)

特開2004-230513(JP,A)

特開2002-254382(JP,A)

特開2001-105374(JP,A)

特開昭59-007589(JP,A)

特開2009-113167(JP,A)

特開平02-106296(JP,A)

特開平01-267214(JP,A)

実開平04-035894(JP,U)

実開昭61-099493(JP,U)

特開昭59-175976(JP,A)

特開昭57-061486(JP,A)

実開昭55-066791(JP,U)

実開昭52-077173(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 1/00-21/02