

(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2019-155502

(P2019-155502A)

(43) 公開日 令和1年9月19日(2019.9.19)

(51) Int.Cl.
B25J 15/08 (2006.01)F I
B25J 15/08テーマコード (参考)
3C707

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2018-42702 (P2018-42702)
(22) 出願日 平成30年3月9日 (2018.3.9)(71) 出願人 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 100116665
弁理士 渡辺 和昭
(74) 代理人 100194102
弁理士 磯部 光宏
(74) 代理人 100179475
弁理士 仲井 智至
(74) 代理人 100216253
弁理士 松岡 宏紀
(72) 発明者 宮澤 修
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 ES03 ET02 EU07 EU09 EV11
HS29 HT23 KS03 KS33 KX08

(54) 【発明の名称】 ハンドおよびロボット

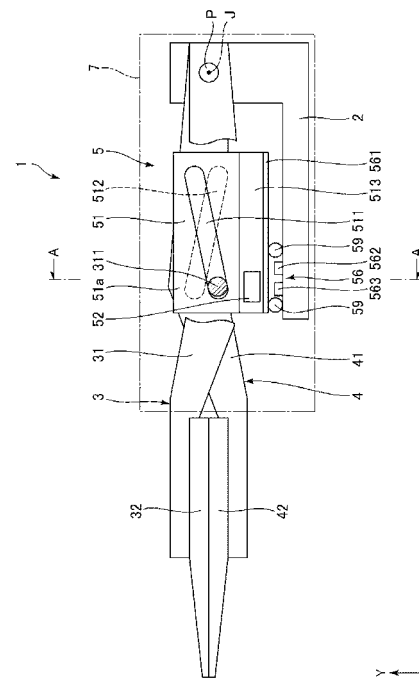
(57) 【要約】

【課題】把持力を高精度に制御することができるハンドおよびロボットを提供すること。

【解決手段】ハンドは、第1アームおよび第2アームと、前記第1アームおよび前記第2アームの先端の間隔を変更する開閉機構と、有する。また、前記開閉機構は、前記第1アームと係合し、前記第1アームおよび前記第2アームに対して変位可能な被駆動部と、前記被駆動部を前記第1アームおよび前記第2アームに対して変位させる圧電アクチュエーターと、を有する。そして、前記被駆動部が前記第1アームおよび前記第2アームに対して変位すると、前記第1アームの先端部が前記第2アームの先端部に対して接近または離間するように変位する。

。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 アームおよび第 2 アームと、
前記第 1 アームおよび前記第 2 アームの先端の間隔を変更する開閉機構と、
を有し、
前記開閉機構は、
前記第 1 アームと係合し、前記第 1 アームおよび前記第 2 アームに対して変位可能な被駆動部と、
前記被駆動部を前記第 1 アームおよび前記第 2 アームに対して変位させる圧電アクチュエーターと、
を有し、
前記被駆動部が前記第 1 アームおよび前記第 2 アームに対して変位すると、前記第 1 アームの先端部が前記第 2 アームの先端部に対して接近または離間するように変位することを特徴とするハンド。

10

【請求項 2】

前記第 1 アームおよび前記第 2 アームは、前記第 1 アームの基端部および前記第 2 アームの基端部に設けられた回動軸に対して回動可能に配置されている請求項 1 に記載のハンド。

【請求項 3】

前記第 1 アームの先端部は、前記第 2 アームの先端部に対する姿勢を保ったまま、前記第 2 アームの先端部に対して変位する請求項 1 に記載のハンド。

20

【請求項 4】

前記第 1 アームは、弾性変形可能であり、
前記第 1 アームが弾性変形することにより、前記第 1 アームの先端部が前記第 2 アームの先端部に対して変位する請求項 1 に記載のハンド。

【請求項 5】

前記第 1 アームは、その先端部と基端部との間において前記被駆動部と係合している請求項 2 に記載のハンド。

【請求項 6】

前記第 1 アームの先端部と前記第 2 アームの先端部とが並ぶ方向を第 1 方向とし、
前記第 1 方向に交差する方向を第 2 方向としたとき、
前記被駆動部は、前記第 1 アームおよび前記第 2 アームに対して前記第 2 方向に移動可能であり、
前記第 1 アームおよび前記被駆動部の一方には、前記第 1 方向および前記第 2 方向に対して傾斜した方向に延在するガイド部が設けられ、他方には、前記ガイド部と係合する係合部が設けられている請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載のハンド。

30

【請求項 7】

前記第 1 アームの先端部と前記第 2 アームの先端部とが並ぶ方向を第 1 方向としたとき、
、
前記被駆動部は、
回動可能に設けられている基部と、
前記基部に設けられ、前記基部の回動軸に対して偏心して設けられている偏心部と、を
有し、
前記偏心部が前記第 1 アームと係合している請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載のハンド。

40

【請求項 8】

前記被駆動部と前記圧電アクチュエーターとの間に配置され、前記圧電アクチュエーターの駆動力を前記被駆動部に伝達する伝達機構を有し、
前記伝達機構は、前記被駆動部に嚙合するウォームを有している請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載のハンド。

50

【請求項 9】

前記被駆動部は、前記第 2 アームと係合し、

前記被駆動部が前記第 1 アームおよび前記第 2 アームに対して変位すると、前記第 1 アームの先端部と前記第 2 アームの先端部とが接近または離間するように変位する請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載のハンド。

【請求項 10】

第 1 アームおよび第 2 アームと、

前記第 1 アームおよび前記第 2 アームの先端の間隔を変更する開閉機構と、
を有し、

前記開閉機構は、

前記第 1 アームと係合し、前記第 1 アームおよび前記第 2 アームに対して変位可能な被駆動部と、

前記被駆動部を前記第 1 アームおよび前記第 2 アームに対して変位させる圧電アクチュエーターと、

を有し、

前記被駆動部が前記第 1 アームおよび前記第 2 アームに対して変位すると、前記第 1 アームの先端部が前記第 2 アームの先端部に対して接近または離間するように変位するハンドを有する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、ハンドおよびロボットに関するものである。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、上端が固定されたピンセット状になった 2 本の指と、2 本の指を外側から押圧するリリースと、リリースを駆動するパルスモーターと、を有し、リリースにより 2 本の指を弾性変形させることにより、2 本の指を接近させたり離間させたりすることのできるハンドが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開昭 59 - 59380 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、パルスモーターによってリリースを駆動する機構では、ハンドの小型化および軽量化が困難であるし、2 本の指の先端部の位置や 2 本の指による把持力を高精度に制御することが困難という課題があった。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の適用例に係るハンドは、第 1 アームおよび第 2 アームと、

前記第 1 アームおよび前記第 2 アームの先端の間隔を変更する開閉機構と、
を有し、

前記開閉機構は、

前記第 1 アームと係合し、前記第 1 アームおよび前記第 2 アームに対して変位可能な被駆動部と、

前記被駆動部を前記第 1 アームおよび前記第 2 アームに対して変位させる圧電アクチュエーターと、

を有し、

前記被駆動部が前記第 1 アームおよび前記第 2 アームに対して変位すると、前記第 1 ア

10

20

30

40

50

ームの先端部が前記第２アームの先端部に対して接近または離間するように変位することを特徴とする。

【図面の簡単な説明】

【０００６】

【図１】本発明の第１実施形態に係るハンドを示す平面図である。

【図２】図１のハンドが有する被駆動部を示す平面図である。

【図３】被駆動部を図２と反対側から示す平面図である。

【図４】図２および図３中のＡ－Ａ線断面図である。

【図５】図１のハンドの動作を説明するための平面図である。

【図６】図１のハンドの動作を説明するための平面図である。

10

【図７】図１のハンドが有する圧電モーターを示す平面図である。

【図８】図７の圧電モーターが有する圧電モジュールを示す斜視図である。

【図９】図７の圧電モジュールが有する圧電アクチュエーターを示す平面図である。

【図１０】本発明の第２実施形態に係るハンドを示す平面図である。

【図１１】本発明の第３実施形態に係るハンドを示す平面図である。

【図１２】図１１のハンドを図１１と反対側から示す平面図である。

【図１３】図１１のハンドの動作を説明するための平面図である。

【図１４】本発明の第４実施形態に係るハンドを示す平面図である。

【図１５】図１４のハンドを図１４と反対側から示す平面図である。

【図１６】図１４のハンドの動作を説明するための平面図である。

20

【図１７】本発明の第５実施形態に係るハンドを示す平面図である。

【図１８】図１７のハンドを図１７と反対側から示す平面図である。

【図１９】図１７のハンドの動作を説明するための平面図である。

【図２０】本発明の第６実施形態に係るハンドを示す平面図である。

【図２１】図２０のハンドを図２０と反対側から示す平面図である。

【図２２】図２０および図２１中のＢ－Ｂ線断面図である。

【図２３】本発明の第７実施形態に係るハンドを示す平面図である。

【図２４】本発明の第８実施形態に係るハンドを示す平面図である。

【図２５】図２４のハンドが有する被駆動部を示す平面図である。

【図２６】被駆動部を図２５と反対側から示す平面図である。

30

【図２７】図２４のハンドの動作を説明するための平面図である。

【図２８】図２４中のＣ－Ｃ線断面図である。

【図２９】第１アームが有する接続部を示す平面図である。

【図３０】図２９に示す接続部の作用を説明するための平面図である。

【図３１】図２９に示す接続部の作用を説明するための平面図である。

【図３２】本発明の第９実施形態に係るロボットを示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【０００７】

以下、本発明のハンドおよびロボットを添付図面に示す実施形態に基づいて詳細に説明する。

40

【０００８】

< 第１実施形態 >

まず、本発明の第１実施形態に係るハンドについて説明する。

【０００９】

図１は、本発明の第１実施形態に係るハンドを示す平面図である。図２は、図１のハンドが有する被駆動部を示す平面図である。図３は、被駆動部を図２と反対側から示す平面図である。図４は、図２および図３中のＡ－Ａ線断面図である。図５および図６は、それぞれ、図１のハンドの動作を説明するための平面図である。図７は、図１のハンドが有する圧電モーターを示す平面図である。図８は、図７の圧電モーターが有する圧電モジュールを示す斜視図である。図９は、図７の圧電モジュールが有する圧電アクチュエーターを

50

示す平面図である。

【 0 0 1 0 】

なお、以下では、説明の便宜上、互いに直交する 3 つの軸を X 軸、Y 軸および Z 軸とし、X 軸に平行な方向を「X 軸方向」、Y 軸に平行な方向を「Y 軸方向」、Z 軸に平行な方向を「Z 軸方向」とも言う。また、各軸の矢印方向先端側を「プラス側」とも言い、反対側を「マイナス側」とも言う。また、X 軸方向マイナス側を「先端」、X 軸方向プラス側を「基端」とも言う。

【 0 0 1 1 】

図 1 に示すハンド 1 は、例えば、ロボット等に接続して用いられ、対象物を把持したり、把持した対象物をリリースしたりすることができる。ハンド 1 は、基台 2 と、基台 2 に回動可能に接続された第 1 アーム 3 および第 2 アーム 4 と、第 1 アーム 3 および第 2 アーム 4 を開閉させる開閉機構 5 と、基台 2 および開閉機構 5 を覆う外装 7 と、を有する。このようなハンド 1 では、開閉機構 5 の駆動によって第 1 アーム 3 および第 2 アーム 4 の先端部同士が接近・離間し、これにより、対象物を把持したり、リリースしたりすることができる。また、ハンド 1 は、外装 7 を介してロボット等に接続される。以下、ハンド 1 について詳細に説明する。

【 0 0 1 2 】

第 1、第 2 アーム 3、4 は、Z 軸方向に重なって配置されている。また、第 1、第 2 アーム 3、4 は、それぞれ、その基端部においてピン P によって基台 2 に回動可能に接続されている。そのため、第 1、第 2 アーム 3、4 は、基台 2 に対してピン P により形成された回動軸 J まわりに回動可能である。

【 0 0 1 3 】

第 1 アーム 3 は、基台 2 に回動可能に接続されたアーム本体 3 1 と、アーム本体 3 1 の先端部に固定された爪部 3 2 とを有する。同様に、第 2 アーム 4 は、基台 2 に回動可能に接続されたアーム本体 4 1 と、アーム本体 4 1 の先端部に固定された爪部 4 2 とを有する。爪部 3 2、4 2 は、対象物を把持する部分であり、アーム本体 3 1、4 1 からその先端側へ突出して設けられている。

【 0 0 1 4 】

また、アーム本体 3 1、4 1 は、硬質である。これに対して、爪部 3 2、4 2 は、弾性を有する。爪部 3 2、4 2 が弾性変形することにより、対象物に過度な把持力が加わることを抑制することができ、また、対象物との接触時の衝撃が緩和されて対象物の破損を抑制することもできる。なお、爪部 3 2、4 2 は、例えば、樹脂材料で構成され、ヤング率が 1 G p a 以下となっている。ただし、これに限定されず、爪部 3 2、4 2 もアーム本体 3 1、4 1 と同様に硬質であってもよい。

【 0 0 1 5 】

また、開閉機構 5 は、基台 2 に対して X 軸方向に移動可能な被駆動部 5 1 と、被駆動部 5 1 を X 軸方向に移動させる圧電モーター 5 2 と、基台 2 に対する被駆動部 5 1 の位置を検出する位置検出部 5 6 と、制御装置（図示せず）と、を有する。このような開閉機構 5 では、圧電モーター 5 2 が駆動すると、その駆動力が被駆動部 5 1 を介して第 1 アーム 3 および第 2 アーム 4 に伝わり、爪部 3 2、4 2 が開閉する。また、位置検出部 5 6 での検出結果は、制御装置にフィードバックされ、制御装置は、フィードバックされた検出結果に基づいて圧電モーター 5 2 の駆動を制御する。これにより、爪部 3 2、4 2 の開閉動作を精度よく制御することができる。

【 0 0 1 6 】

被駆動部 5 1 は、第 1、第 2 アーム 3、4 の先端部と基端部との間（爪部 3 2、4 2 と回動軸 J との間）に位置している。このように、被駆動部 5 1 を第 1、第 2 アーム 3、4 の先端部と基端部との間に配置することにより、スペースを有効活用することができ、ハンド 1 の小型化を図ることができる。また、被駆動部 5 1 は、Z 軸方向に厚さを有する板状をなし、アーム本体 3 1、4 1 の間に挟まれるように位置している。また、被駆動部 5 1 は、スライドガイド 5 9 を介して基台 2 に支持されており、これにより、基台 2 に対し

10

20

30

40

50

て X 軸方向に移動可能となっている。

【 0 0 1 7 】

また、図 2 に示すように、被駆動部 5 1 は、第 1 アーム 3 側 (Z 軸方向プラス側) の主面 5 1 a に設けられ、X 軸および Y 軸の両軸に対して傾斜した方向に延在する有底の長孔で構成されたガイド部 5 1 1 を有する。また、図 3 に示すように、被駆動部 5 1 は、第 2 アーム 4 側 (Z 軸方向マイナス側) の主面 5 1 b に設けられ、X 軸および Y 軸の両軸に対して傾斜した方向に延在する有底の長孔で構成されたガイド部 5 1 2 を有する。ガイド部 5 1 1 は、その先端部が基端部よりも Y 軸方向マイナス側に位置するように傾斜し、ガイド部 5 1 2 は、その先端部が基端部よりも Y 軸方向プラス側に位置するように傾斜している。すなわち、ガイド部 5 1 1、5 1 2 は、その傾きが互いに逆向きとなっている。

10

【 0 0 1 8 】

このような被駆動部 5 1 に対して、図 2 および図 4 に示すように、第 1 アーム 3 のアーム本体 3 1 は、被駆動部 5 1 側に突出する凸部で構成された係合部 3 1 1 を有する。そして、係合部 3 1 1 がガイド部 5 1 1 に挿入されることにより、ガイド部 5 1 1 と係合部 3 1 1 とが係合している。同様に、図 3 および図 4 に示すように、第 2 アーム 4 のアーム本体 4 1 は、被駆動部 5 1 側に突出する凸部で構成された係合部 4 1 1 を有する。そして、係合部 4 1 1 がガイド部 5 1 2 に挿入されることにより、ガイド部 5 1 2 と係合部 4 1 1 とが係合している。

【 0 0 1 9 】

このような構成では、被駆動部 5 1 が先端側 (X 軸方向マイナス側) に移動すれば、係合部 3 1 1 がガイド部 5 1 1 にガイドされて Y 軸方向プラス側に移動し、係合部 4 1 1 がガイド部 5 1 2 にガイドされて Y 軸方向マイナス側に移動する。そのため、図 5 に示すように、爪部 3 2、4 2 を開くように、第 1、第 2 アーム 3、4 が回動軸 J まわりに反対向きに回動する。反対に、被駆動部 5 1 が基端側 (X 軸方向プラス側) に移動すれば、係合部 3 1 1 がガイド部 5 1 1 にガイドされて Y 軸方向マイナス側に移動し、係合部 4 1 1 がガイド部 5 1 2 にガイドされて Y 軸方向プラス側に移動する。そのため、図 6 に示すように、爪部 3 2、4 2 を閉じるように、第 1、第 2 アーム 3、4 が回動軸 J まわりに反対向きに回動する。このように、被駆動部 5 1 を X 軸方向に移動するだけで、爪部 3 2、4 2 の開閉動作を行うことができる。そのため、ハンド 1 の構成が簡単なものとなる。

20

【 0 0 2 0 】

ここで、被駆動部 5 1 の X 軸方向への単位移動距離に対する第 1 アーム 3 の回動角 $\theta 1$ と第 2 アーム 4 の回動角 $\theta 2$ とは、等しいことが好ましい。これにより、爪部 3 2、4 2 を対称的に回動させることができ、対象物を把持し易くなる。なお、回動角 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ が等しいとは、 $\theta 1$ と $\theta 2$ とが一致する場合の他、例えば、製造上生じ得る誤差等、 $\pm 10\%$ 程度の誤差を含む意味である。ただし、これに限定されず、回動角 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ は、互いに異なってもよい。

30

【 0 0 2 1 】

また、本実施形態では、係合部 3 1 1 がアーム本体 3 1 と一体化されているが、これに限定されず、例えば、係合部 3 1 1 がアーム本体 3 1 と別体として形成され、アーム本体 3 1 に対して Z 軸まわりに回動可能に接続されていてもよい。同様に、係合部 4 1 1 がアーム本体 4 1 と別体として形成され、アーム本体 4 1 に対して Z 軸まわりに回動可能に接続されていてもよい。このように、係合部 3 1 1、4 1 1 をアーム本体 3 1、4 1 に対して回動可能とすることにより、被駆動部 5 1 が X 軸方向に移動したときの、ガイド部 5 1 1、5 1 2 と係合部 3 1 1、4 1 1 との摺動抵抗を低減することができる。そのため、よりスムーズな爪部 3 2、4 2 の開閉動作が可能となる。

40

【 0 0 2 2 】

また、例えば、本実施形態とは逆に、被駆動部 5 1 に係合部 3 1 1、4 1 1 が設けられ、アーム本体 3 1 にガイド部 5 1 1 が設けられ、アーム本体 4 1 にガイド部 5 1 2 が設けられていてもよい。また、本実施形態のガイド部 5 1 1、5 1 2 は、X 軸に対する傾きが延在方向の全域でほぼ等しいストレート状となっているが、これに限定されず、例えば、

50

延在方向の途中で湾曲または屈曲し、X軸に対する傾きが互いに異なる部分を有していてもよい。

【0023】

また、図1に示すように、被駆動部51は、第1、第2アーム3、4に対してY軸方向マイナス側に位置する部分を有し、当該部分には、X軸方向に延在する摺動部513が設けられている。摺動部513は、圧電モーター52との摩擦力を高めるために設けられており、例えば、アルミナ、ジルコニア等の高純度のセラミックスで構成されている。ただし、摺動部513は、省略してもよい。言い換えると、被駆動部51が摺動部513を兼ねていてもよい。

【0024】

図7に示すように、圧電モーター52は、基台2に固定され、摺動部513に押し付けられた圧電モジュール53を有する。このような圧電モーター52では、圧電モジュール53を駆動(振動)させることにより、被駆動部51が基台2に対してX軸方向に移動する。一方、圧電モジュール53の駆動(振動)が停止しているときは、圧電モジュール53が摺動部513に押し付けられた状態となり、これらの間に生じる摩擦力によって被駆動部51が基台2に対して固定される。そのため、第1、第2アーム3、4をそのままの姿勢で保持することができる。

【0025】

このように、被駆動部51の駆動源として圧電モーター52を用いることにより、ブレーキ機構等を別途搭載しなくても、第1、第2アーム3、4をそのままの姿勢で保持することができる。そのため、ハンド1の構成が簡単なものとなる。また、ハンド1の小型化および低コスト化を図ることもできる。また、前述したように、圧電モーター52は、被駆動部51に向けて押圧されているため、圧電モーター52と被駆動部51との間のがたつきが抑えられる。そのため、圧電モーター52によれば、例えば、パルスモーターと比べて被駆動部51のX軸方向の移動を高精度にかつ微細に制御することができる。したがって、対象物を把持する際の把持力(爪部32、42で挟み込む力)を高精度に制御することができる。よって、対象物を適切な把持力で把持することができ、例えば、把持力が大きすぎて対象物が破損したり、把持力が小さすぎて対象物がハンド1から落下したりすることを効果的に抑制することができる。

【0026】

図8に示すように、圧電モジュール53は、複数の圧電アクチュエーター54が積層してなる積層体540と、積層体540を摺動部513に向けて付勢する付勢部55と、を有する。また、図9に示すように、圧電アクチュエーター54は、振動部541と、振動部541を支持する支持部542と、振動部541と支持部542とを接続する一対の接続部543と、振動部541の先端部に設けられ、摺動部513に振動部541の駆動力を伝達する伝達部544と、を有する。

【0027】

振動部541には5つの圧電素子541a、541b、541c、541d、541eが設けられており、これら各圧電素子541a、541b、541c、541d、541eに所定の駆動信号を印加することにより、振動部541が振動し(伝達部544が楕円運動し)、被駆動部51が基台2に対してX軸方向に移動する。

【0028】

以上、圧電モーター52について説明したが、圧電モーター52の構成としては、圧電アクチュエーター54を有していれば、特に限定されない。例えば、圧電モジュール53の数が2以上であってもよいし、積層体540が有する圧電アクチュエーター54の数が1~3または5以上であってもよい。また、圧電アクチュエーター54は、振動部541および伝達部544を有していれば、支持部542および接続部543が省略されていてもよい。

【0029】

位置検出部56は、基台2に対する被駆動部51の位置(相対的な位置関係)を検出す

10

20

30

40

50

る。位置検出部 5 6 としては、被駆動部 5 1 の位置を検出できれば、特に限定されないが、本実施形態では、リニアエンコーダーを用いている。図 1 に示すように、位置検出部 5 6 は、被駆動部 5 1 に設けられ、格子目盛を有するスケール 5 6 1 と、基台 2 に固定された発光素子 5 6 2 および受光素子 5 6 3 と、を有する。そして、発光素子 5 6 2 がスケール 5 6 1 に向けて光を出射し、受光素子 5 6 3 がスケール 5 6 1 で反射された光を受光する。格子目盛は、例えば、光反射部と光吸収部（光透過部）とが X 軸方向に交互に並んだ構成となっており、スケール 5 6 1 が X 軸方向へ移動すると、それに伴って受光素子 5 6 3 からパルス状の信号が出力される。そして、このパルス状の信号に基づいて、基台 2 に対する被駆動部 5 1 の位置を検出することができ、基台 2 に対する被駆動部 5 1 の位置に基づいて、爪部 3 2、4 2 の開き量（離間距離）を検出することができる。

10

【0030】

なお、本実施形態では、位置検出部 5 6 として、所謂「反射型」のリニアエンコーダーを用いているが、これに限定されず、所謂「透過型」のリニアエンコーダーを用いてもよい。

【0031】

以上、ハンド 1 について説明した。このようなハンド 1 は、前述したように、第 1 アーム 3 および第 2 アーム 4 と、第 1 アーム 3 および第 2 アーム 4 の先端の間隔を変更する開閉機構 5 と、を有する。また、開閉機構 5 は、第 1 アーム 3 と係合し、第 1 アーム 3 および第 2 アーム 4 に対して変位可能な被駆動部 5 1 と、被駆動部 5 1 を第 1 アーム 3 および第 2 アーム 4 に対して変位させる圧電アクチュエーター 5 4 と、を有する。そして、被駆動部 5 1 が第 1 アーム 3 および第 2 アーム 4 に対して変位すると、第 1 アーム 3 の先端部（爪部 3 2）が第 2 アーム 4 の先端部（爪部 4 2）に対して接近または離間するように変位する。

20

【0032】

このような構成によれば被駆動部 5 1 を変位させるだけで、爪部 3 2、4 2 の開閉動作を行うことができる。そのため、ハンド 1 の構成が簡単なものとなる。また、圧電アクチュエーター 5 4 によれば、圧電アクチュエーター 5 4 と被駆動部 5 1 との間のがたつきを抑えることができる。そのため、例えば、パルスモーターと比べて被駆動部 5 1 の変位を高精度にかつ微細に制御することができる。したがって、対象物を把持する際の把持力（爪部 3 2、4 2 で挟み込む力）を高精度に制御することができる。よって、対象物を適切な把持力で把持することができ、例えば、把持力が大きすぎて対象物が破損したり、把持力が小さすぎて対象物がハンド 1 から落下したりすることを効果的に抑制することができる。

30

【0033】

また、前述したように、第 1 アーム 3 および第 2 アーム 4 は、第 1 アーム 3 の基端部および第 2 アームの基端部に設けられた回動軸 J に対して回動可能に配置されている。これにより、第 1 アーム 3 の先端部と第 2 アーム 4 の先端部との開閉動作を簡単に行うことができる。

【0034】

また、前述したように、第 1 アーム 3 は、その先端部と基端部との間において被駆動部 5 1 と係合している。すなわち、係合部 3 1 1 が第 1 アーム 3 の先端部と基端部との間に位置している。これにより、スペースを有効活用でき、ハンド 1 の小型化を図ることができる。

40

【0035】

また、前述したように、第 1 アーム 3 の先端部と第 2 アーム 4 の先端部とが並ぶ方向を Y 軸方向（第 1 方向）とし、Y 軸方向に交差（本実施形態では直交）する方向を X 軸方向（第 2 方向）としたとき、被駆動部 5 1 は、第 1 アーム 3 および第 2 アーム 4 に対して X 軸方向に移動可能である。そして、第 1 アーム 3 および被駆動部 5 1 の一方（本実施形態では被駆動部 5 1）には、Y 軸方向および X 軸方向に対して傾斜した方向に延在するガイド部 5 1 1 が設けられ、他方（本実施形態では第 1 アーム 3）には、ガイド部 5 1 1 と係

50

合する係合部 3 1 1 が設けられている。このような構成とすることにより、開閉機構 5 の構成が簡単なものとなる。

【0036】

また、前述したように、被駆動部 5 1 は、第 2 アーム 4 と係合している。そして、被駆動部 5 1 が第 1 アーム 3 および第 2 アーム 4 に対して変位すると、第 1 アーム 3 の先端部（爪部 3 2）と第 2 アーム 4 の先端部（爪部 4 2）とが接近または離間するように変位する。これにより、第 1 アーム 3 だけが変位する構成と比べて、爪部 3 2、4 2 をより広く広げることができるため、より大きい対象物を把持できるようになる。

【0037】

なお、ハンド 1 の構成は、上述した構成に限定されない。例えば、本実施形態では、被駆動部 5 1 が第 1、第 2 アーム 3、4 と係合しているが、これに限定されず、被駆動部 5 1 が第 1 アーム 3 だけと係合していてもよい。この場合、第 2 アーム 4 を基台 2 に固定し、第 1 アーム 3 だけを回転軸 J まわりに回転させることにより、爪部 3 2、4 2 の開閉動作を行えばよい。

【0038】

また、例えば、第 1、第 2 アーム 3、4 が外装 7 を兼ねていてもよい。これにより、第 1、第 2 アーム 3、4 を閉じれば、それと共に外装 7 が小さくなるため、より狭い領域へもハンド 1 を挿入することができる。また、ハンド 1 の軽量化を図ることもできる。

【0039】

< 第 2 実施形態 >

次に、本発明の第 2 実施形態に係るハンドについて説明する。

【0040】

図 10 は、本発明の第 2 実施形態に係るハンドを示す平面図である。

【0041】

本実施形態に係るハンド 1 は、力検出部 6 が追加されていること以外は、前述した第 1 実施形態のハンド 1 と同様である。以下の説明では、第 2 実施形態のハンド 1 に関し、前述した第 1 実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。また、図 10 では、前述した第 1 実施形態と同様の構成について同一符号を付している。

【0042】

図 10 に示すように、本実施形態のハンド 1 は、第 1、第 2 アーム 3、4 に加わる外力を検出する力検出部 6 を有する。また、力検出部 6 は、第 1 力検出部 6 1 と、第 2 力検出部 6 2 と、第 3 力検出部 6 3 1、6 3 2 とを有する。第 1 力検出部 6 1 は、基台 2 と外装 7 との間に挟まれており、第 1、第 2 アーム 3、4 に作用する X 軸方向の力 F_x を受けることができる。そのため、第 1 力検出部 6 1 は、力 F_x を検出することができる。また、第 2 力検出部 6 2 は、基台 2 と外装 7 との間に挟まれており、第 1、第 2 アーム 3、4 に作用する Y 軸方向の力 F_y を受けることができる。そのため、第 2 力検出部 6 2 は、力 F_y を検出することができる。

【0043】

また、第 3 力検出部 6 3 1 は、アーム本体 3 1 と爪部 3 2 との間に挟まれている。このような第 3 力検出部 6 3 1 は、爪部 3 2 に作用する力を受けることができ、この力を検出する。なお、前述したように、爪部 3 2 が弾性を有するため、爪部 3 2 に作用する力が第 3 力検出部 6 3 1 に伝わり易い。さらには、第 3 力検出部 6 3 1 の基端側には、アーム本体 3 1 と爪部 3 2 とが離間して形成された空間 S 1 が形成されている。このような空間 S 1 を形成することにより、爪部 3 2 がさらに弾性変形し易くなり、爪部 3 2 に作用する力が第 3 力検出部 6 3 1 により伝わり易くなる。

【0044】

また、第 3 力検出部 6 3 2 は、アーム本体 4 1 と爪部 4 2 との間に挟まれている。このような第 3 力検出部 6 3 2 は、爪部 4 2 に作用する力を受けることができ、この力を検出する。なお、前述したように、爪部 4 2 が弾性を有するため、爪部 4 2 に作用する力が第

10

20

30

40

50

3力検出部632に伝わり易い。さらには、第3力検出部632の基端側には、アーム本体41と爪部42とが離間して形成された空間S2が形成されている。このような空間S2を形成することにより、爪部42がさらに弾性変形し易くなり、爪部42に作用する力が第3力検出部632により伝わり易くなる。

【0045】

このような第1力検出部61、第2力検出部62および第3力検出部631、632の構成としては、受けた力を検出することができれば、特に限定されない。例えば、力を受けることにより変形し、その変形によって抵抗値が変化し、その抵抗値変化に基づいて受けた力を検出する構成であってもよいし、受けた力に応じた起電力を発生し、発生した起電力に基づいて受けた力を検出する構成であってもよい。

10

【0046】

以上のような第2実施形態によっても、前述した第1実施形態と同様の構成を発揮することができる。

【0047】

<第3実施形態>

次に、本発明の第3実施形態に係るハンドについて説明する。

【0048】

図11は、本発明の第3実施形態に係るハンドを示す平面図である。図12は、図11のハンドを図11と反対側から示す平面図である。図13は、図11のハンドの動作を説明するための平面図である。

20

【0049】

本実施形態に係るハンド1は、第1、第2アーム3、4の構成が異なること以外は、前述した第1実施形態のハンド1と同様である。以下の説明では、第3実施形態のハンド1に関し、前述した第1実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。また、図11ないし図13では、前述した第1実施形態と同様の構成について同一符号を付している。

【0050】

図11に示すように、アーム本体31は、基部312と、基部312と基台2とを接続する一対のリンク313、314とを有する。リンク313、314は、平行に設けられており、その先端部において基部312と回動可能に接続され、基端部において基台2と回動可能に接続されている。また、基部312には爪部32が固定されていると共に、係合部311が形成されている。

30

【0051】

同様に、図12に示すように、アーム本体41は、基部412と、基部412と基台2とを接続する一対のリンク413、414とを有する。リンク413、414は、平行に設けられており、その先端部において基部412と回動可能に接続され、基端部において基台2と回動可能に接続されている。また、基部412には爪部42が固定されていると共に、係合部411が形成されている。

【0052】

このような第1、第2アーム3、4は、リンク機構を有するため、図13に示すように、被駆動部51がX軸方向へ移動すると、爪部32、42がその姿勢(X軸に対する傾き)を一定に保ちつつ変位する。つまり、本実施形態では、爪部32、42が互いに姿勢を一定に保ちつつ開閉する。そのため、対象物を把持し易くなる。

40

【0053】

以上のように、本実施形態では、第1アーム3の先端部(爪部32)は、第2アーム4の先端部(爪部42)に対する姿勢を保ったまま、第2アーム4の先端部(爪部42)に対して変位する。そのため、対象物を把持し易くなる。

【0054】

以上のような第3実施形態によっても、前述した第1実施形態と同様の効果を発揮することができる。

50

【 0 0 5 5 】

< 第 4 実施形態 >

次に、本発明の第 4 実施形態に係るハンドについて説明する。

【 0 0 5 6 】

図 1 4 は、本発明の第 4 実施形態に係るハンドを示す平面図である。図 1 5 は、図 1 4 のハンドを図 1 4 と反対側から示す平面図である。図 1 6 は、図 1 4 のハンドの動作を説明するための平面図である。

【 0 0 5 7 】

本実施形態に係るハンド 1 は、第 1、第 2 アーム 3、4 の構成が異なること以外は、前述した第 1 実施形態のハンド 1 と同様である。以下の説明では、第 4 実施形態のハンド 1 10
に関し、前述した第 1 実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。また、図 1 4 ないし図 1 6 では、前述した第 1 実施形態と同様の構成について同一符号を付している。

【 0 0 5 8 】

図 1 4 および図 1 5 に示すように、アーム本体 3 1、4 1 は、それぞれ、その基端部において基台 2 に固定されている。また、アーム本体 3 1、4 1 は、それぞれ、Y 軸方向に弾性変形可能である。このような構成では、図 1 6 に示すように、被駆動部 5 1 の X 軸方向への移動によって、アーム本体 3 1、4 1 が Y 軸方向に弾性変形し、これにより、爪部 3 2、4 2 が開閉する。

【 0 0 5 9 】

以上のように、本実施形態では、第 1 アーム 3 は、弾性変形可能であり、第 1 アーム 3 が弾性変形することにより、第 1 アーム 3 の先端部（爪部 3 2）が第 2 アーム 4 の先端部（爪部 4 2）に対して変位する。このような構成によれば、爪部 3 2、4 2 の開閉動作を簡単に行うことができる。

【 0 0 6 0 】

以上のような第 4 実施形態によっても、前述した第 1 実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【 0 0 6 1 】

< 第 5 実施形態 >

次に、本発明の第 5 実施形態に係るハンドについて説明する。

【 0 0 6 2 】

図 1 7 は、本発明の第 5 実施形態に係るハンドを示す平面図である。図 1 8 は、図 1 7 のハンドを図 1 7 と反対側から示す平面図である。図 1 9 は、図 1 7 のハンドの動作を説明するための平面図である。

【 0 0 6 3 】

本実施形態に係るハンド 1 は、第 1、第 2 アーム 3、4 の構成が異なること以外は、前述した第 1 実施形態のハンド 1 と同様である。以下の説明では、第 5 実施形態のハンド 1 40
に関し、前述した第 1 実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。また、図 1 7 ないし図 1 9 では、前述した第 1 実施形態と同様の構成について同一符号を付している。

【 0 0 6 4 】

図 1 7 に示すように、アーム本体 3 1 は、基部 3 1 2 と、基部 3 1 2 と基台 2 とを接続する一対の梁 3 1 5、3 1 6 とを有する。梁 3 1 5、3 1 6 は、その先端部において基部 3 1 2 に固定され、基端部において基台 2 に固定されている。そして、基部 3 1 2 には爪部 3 2 が固定されていると共に、係合部 3 1 1 が形成されている。また、梁 3 1 5、3 1 6 は、それぞれ、Y 軸方向に弾性変形可能であり、平行ばねを構成している。

【 0 0 6 5 】

同様に、図 1 8 に示すように、アーム本体 4 1 は、基部 4 1 2 と、基部 4 1 2 と基台 2 とを接続する一対の梁 4 1 5、4 1 6 とを有する。梁 4 1 5、4 1 6 は、その先端部において基部 4 1 2 に固定され、基端部において基台 2 に固定されている。そして、基部 4 1 50

2には爪部42が固定されていると共に、係合部411が形成されている。また、梁415、416は、それぞれ、Y軸方向に弾性変形可能であり、平行ばねを構成している。

【0066】

このような構成では、図19に示すように、被駆動部51がX軸方向へ移動すると、梁315、316がY軸方向に弾性変形し、それに伴って爪部32が変位し、梁415、416がY軸方向に弾性変形し、それに伴って爪部42が変位する。前述したように、梁315、316が平行ばねであるため、爪部32は、その姿勢(X軸に対する傾き)を一定に保ちつつ変位し、同様に、梁415、416が平行ばねであるため、爪部42は、その姿勢(X軸に対する傾き)を一定に保ちつつ変位する。つまり、爪部32、42は、互いに姿勢を一定に保ちつつ開閉する。そのため、対象物を把持し易くなる。

10

【0067】

以上のような第5実施形態によっても、前述した第1実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【0068】

<第6実施形態>

次に、本発明の第6実施形態に係るハンドについて説明する。

【0069】

図20は、本発明の第6実施形態に係るハンドを示す平面図である。図21は、図20のハンドを図20と反対側から示す平面図である。図22は、図20および図21中のB-B線断面図である。

20

【0070】

本実施形態に係るハンド1は、開閉機構5の構成が異なること以外は、前述した第4実施形態のハンド1と同様である。以下の説明では、第6実施形態のハンド1に関し、前述した第4実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。また、図20ないし図22では、前述した第4実施形態と同様の構成について同一符号を付している。

【0071】

図20に示すように、アーム本体31、41は、それぞれ、基台2に固定されている。また、アーム本体31、41は、それぞれ、Y軸方向に弾性変形可能である。

【0072】

30

また、図20に示すように、被駆動部51は、アーム本体31とアーム本体41との間に位置し、基台2に対してZ軸まわりに回動可能な円盤状の基部516を有する。そして、基部516の第1アーム3側の主面516aには偏心部517が設けられている。また、図21に示すように、基部516の第2アーム4側の主面516bには偏心部518が設けられている。偏心部517、518は、それぞれ、円形であり、その中心が基部516の回動軸J1からずれている。また、偏心部517、518は、互いに同じ形状であり、回動軸J1まわりに180°ずれて配置されている。そして、図22に示すように、偏心部517の外周面にアーム本体31に設けられた係合部311が当接(係合)しており、偏心部518の外周面にアーム本体41に設けられた係合部411が当接(係合)している。

40

【0073】

このような構成では、被駆動部51が回動軸J1まわりに回動すると、偏心部517、518とアーム本体31、41との当接点がY軸方向に移動し、それに伴って、アーム本体31、41がY軸方向に弾性変形することにより、爪部32、42が開閉する。

【0074】

また、基部516の外周面には摺動部513が設けられており、この摺動部513に圧電モーター52が押し付けられている。圧電モーター52を駆動(振動)させることにより、被駆動部51が基台2に対して回動軸J1まわりに回動し、爪部32、42が開閉する。一方、圧電モーター52の駆動(振動)が停止しているときは、圧電モーター52が摺動部513に押し付けられた状態となり、これらの間に生じる摩擦力によって被駆動部

50

５１が基台２に対して固定され、爪部３２、４２の位置が固定される。

【００７５】

また、位置検出部５６としてロータリーエンコーダーが用いられている。図２１に示すように、位置検出部５６は、基部５１６の主面５１６ｂに設けられ、格子目盛を有する環状のスケール５６１と、基台２に固定された発光素子５６２および受光素子５６３と、を有する。

【００７６】

以上のように、第１アーム３の先端部（爪部３２）と第２アーム４の先端部（爪部４２）とが並ぶ方向をＹ軸方向（第１方向）としたとき、被駆動部５１は、回動可能に設けられている基部５１６と、基部５１６に設けられ、基部５１６の回動軸Ｊ１に対して偏心して設けられている偏心部５１７と、を有し、偏心部５１７が第１アーム３と係合している。このような構成とすることにより、開閉機構５の構成が簡単なものとなる。

10

【００７７】

以上のような第６実施形態によっても、前述した第１実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【００７８】

< 第７実施形態 >

次に、本発明の第７実施形態に係るハンドについて説明する。

【００７９】

図２３は、本発明の第７実施形態に係るハンドを示す平面図である。

20

【００８０】

本実施形態に係るハンド１は、開閉機構５の構成が異なること以外は、前述した第６実施形態のハンド１と同様である。以下の説明では、第７実施形態のハンド１に関し、前述した第６実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。また、図２３では、前述した第６実施形態と同様の構成について同一符号を付している。

【００８１】

図２３に示すように、開閉機構５は、さらに、被駆動部５１と圧電モーター５２との間に位置し、圧電モーター５２の駆動力を被駆動部５１に伝達する伝達機構５８を有する。被駆動部５１および伝達機構５８は、ウォームギア構造となっている。つまり、被駆動部５１の基部５１６が、ウォームホイール（歯車）で構成され、伝達機構５８が、基部５１６（ウォームホイール）に噛合し、基台２に対して回動可能なウォーム５８１（ねじ）で構成されている。また、ウォーム５８１にはローター５８２が固定されており、このローター５８２に圧電モーター５２が接続されている。そのため、圧電モーター５２の駆動によってウォーム５８１が回動軸Ｊ２まわりに回動すると、基部５１６が回動軸Ｊ１まわりに回動し、それに伴って爪部３２、４２が開閉する。

30

【００８２】

このような伝達機構５８によれば、例えば、ウォーム５８１のリード角（進み角）を小さくすることにより、セルフロック機能が発現し、基部５１６（ウォームホイール）側からウォーム５８１側への回動の伝達が非常に困難になる。そのため、外力による爪部３２、４２の不本意な変位を効果的に抑制することができ、爪部３２、４２の位置精度が向上する。

40

【００８３】

以上のように、本実施形態のハンド１は、被駆動部５１と圧電モーター５２（圧電アクチュエーター５４）との間に配置され、圧電モーター５２の駆動力を被駆動部５１に伝達する伝達機構５８を有する。そして、伝達機構５８は、被駆動部５１に噛合するウォーム５８１を有している。このような伝達機構５８を追加することにより、外力による爪部３２、４２の不本意な変位を効果的に抑制することができ、爪部３２、４２の位置精度が向上する。

【００８４】

50

以上のような第 7 実施形態によっても、前述した第 1 実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【 0 0 8 5 】

< 第 8 実施形態 >

次に、本発明の第 8 実施形態に係るハンドについて説明する。

【 0 0 8 6 】

図 2 4 は、本発明の第 8 実施形態に係るハンドを示す平面図である。図 2 5 は、図 2 4 のハンドが有する被駆動部を示す平面図である。図 2 6 は、被駆動部を図 2 5 と反対側から示す平面図である。図 2 7 は、図 2 4 のハンドの動作を説明するための平面図である。図 2 8 は、図 2 4 中の C - C 線断面図である。図 2 9 は、第 1 アームが有する接続部を示す平面図である。図 3 0 および図 3 1 は、それぞれ、図 2 9 に示す接続部の作用を説明するための平面図である。

10

【 0 0 8 7 】

本実施形態に係るハンド 1 は、第 1、第 2 アーム 3、4 の構成および開閉機構 5 の構成が異なること以外は、前述した第 1 実施形態のハンド 1 と同様である。以下の説明では、第 8 実施形態のハンド 1 に関し、前述した第 1 実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。また、図 2 4 ないし図 3 1 では、それぞれ、前述した第 1 実施形態と同様の構成について同一符号を付している。

【 0 0 8 8 】

図 2 4 および図 2 5 に示すように、アーム本体 3 1 は、基部 3 1 2 と、基部 3 1 2 と基台 2 とを接続する梁 3 1 5 とを有する。梁 3 1 5 は、その先端部において基部 3 1 2 に固定され、基端部において基台 2 に固定されている。そして、基部 3 1 2 には係合部 3 1 1 が設けられていると共に、爪部 3 2 が固定されている。また、梁 3 1 5 は、Y 軸方向に弾性変形可能である。同様に、図 2 6 が示すように、アーム本体 4 1 は、基部 4 1 2 と、基部 4 1 2 と基台 2 とを接続する梁 4 1 5 とを有する。梁 4 1 5 は、その先端部において基部 4 1 2 に固定され、基端部において基台 2 に固定されている。そして、基部 4 1 2 には係合部 4 1 1 が設けられていると共に、爪部 4 2 が固定されている。また、梁 4 1 5 は、Y 軸方向に弾性変形可能である。

20

【 0 0 8 9 】

また、基台 2 は、X 軸方向に延びるスライドガイド 5 9 を有する。そして、このスライドガイド 5 9 に被駆動部 5 1 が支持されていると共に、被駆動部 5 1 がスライドガイド 5 9 に沿って X 軸方向に移動可能となっている。

30

【 0 0 9 0 】

また、図 2 5 に示すように、被駆動部 5 1 は、第 1 アーム 3 側（Z 軸方向プラス側）の主面 5 1 a に設けられ、X 軸および Y 軸の両軸に対して傾斜した斜面で構成されたガイド部 5 1 1 を有する。そして、このガイド部 5 1 1 に係合部 3 1 1 が当接（係合）している。また、図 2 6 に示すように、被駆動部 5 1 は、第 2 アーム 4 側（Z 軸方向マイナス側）の主面 5 1 b に設けられ、X 軸および Y 軸の両軸に対して傾斜した斜面で構成されたガイド部 5 1 2 を有する。そして、このガイド部 5 1 2 に係合部 4 1 1 が当接（係合）している。なお、ガイド部 5 1 1、5 1 2 は、その傾きが互いに逆である。

40

【 0 0 9 1 】

このような構成では、被駆動部 5 1 が基端側（X 軸方向プラス側）に移動すれば、係合部 3 1 1 がガイド部 5 1 1 にガイドされて Y 軸方向マイナス側に移動し、係合部 4 1 1 がガイド部 5 1 2 にガイドされて Y 軸方向プラス側に移動する。そのため、図 2 7 に示すように、爪部 3 2、4 2 が閉じるように、第 1、第 2 アーム 3、4 が梁 3 1 5、4 1 5 を弾性変形させつつ回動軸 J まわりに反対向きに回動する。

【 0 0 9 2 】

ここで、図 2 8 に示すように、アーム本体 3 1 の基部 3 1 2 は、開閉機構 5（特に、被駆動部 5 1 および圧電モーター 5 2）の Z 軸方向プラス側を覆うように設けられた第 1 部分 3 1 2 A と、開閉機構 5 の Y 軸方向プラス側を覆うように設けられた第 2 部分 3 1 2 B

50

と、を有する。一方、アーム本体 4 1 の基部 4 1 2 は、開閉機構 5 の Z 軸方向マイナス側を覆うように設けられた第 1 部分 4 1 2 A と、開閉機構 5 の Y 軸方向マイナス側を覆うように設けられた第 2 部分 4 1 2 B と、を有する。すなわち、基部 3 1 2、4 1 2 は、開閉機構 5 の周囲を覆うように形成されており、外装 7 を兼ねている。これにより、第 1、第 2 アーム 3、4 を閉じれば、それと共に外装 7 が小さくなるため、より狭い領域へもハンド 1 を挿入することができる。また、ハンド 1 の軽量化を図ることもできる。

【0093】

また、図 2 9 に示すように、第 1 アーム 3 は、基部 3 1 2 と爪部 3 2 との間に、これらを接続する接続部材 3 3 を有している。接続部材 3 3 は、基端部において基部 3 1 2 に固定された基体 3 3 1 と、基体 3 3 1 の先端側に位置し、爪部 3 2 が固定された爪部固定部 3 3 2 と、基体 3 3 1 と爪部固定部 3 3 2 との間に位置し、これらを接続する接続部 3 3 3 と、基体 3 3 1 と空隙 G を隔てて対向配置された応力伝達部 3 3 4 と、基体 3 3 1 と応力伝達部 3 3 4 の先端部同士を接続する接続部 3 3 5 と、を有する。

10

【0094】

また、基体 3 3 1 と応力伝達部 3 3 4 との間の空隙 G には、第 3 力検出部 6 3 1 が設けられている。また、応力伝達部 3 3 4 には、第 3 力検出部 6 3 1 を押圧する押圧部材 3 3 6 が設けられており、第 3 力検出部 6 3 1 を与圧している。押圧部材 3 3 6 は、例えば、ねじで構成されており、締め込み量を調整することにより、第 3 力検出部 6 3 1 への与圧の大きさを調整することができる。

【0095】

20

このような構成によれば、例えば、爪部 3 2 の先端で対象物を押圧するような動作を行った場合等、図 3 0 に示すように爪部 3 2 に X 軸方向プラス側への応力が加わった際には、接続部材 3 3 が矢印に示すように変形し、空隙 G のギャップが広がるように応力伝達部 3 3 4 が変位するため、第 3 力検出部 6 3 1 に加わる力が減少する。一方、例えば、爪部 3 2、4 2 で対象物を把持する動作を行った場合等、図 3 1 に示すように、爪部 3 2 に Y 軸方向プラス側への応力が加わった際には、接続部材 3 3 が矢印に示すように変形し、空隙 G のギャップが狭くなるように応力伝達部 3 3 4 が変位するため、第 3 力検出部 6 3 1 に加わる力が増大する。

【0096】

したがって、例えば、爪部 3 2 の先端で対象物を押圧する動作により加わる力と、対象物 W を把持する動作の際に爪部 3 2 に加わる力と、を判別することができると共に、それらの力を精度よく検出することができる。なお、第 2 アーム 4 も、第 1 アーム 3 と同様に、基部 4 1 2 と爪部 4 2 との間に、これらを接続する接続部材 4 3 を有している。接続部材 4 3 は、接続部材 3 3 と同様の構成であるため、その説明を省略する。

30

【0097】

以上のような第 8 実施形態によっても、前述した第 1 実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【0098】

< 第 9 実施形態 >

次に、本発明の第 9 実施形態に係るロボットについて説明する。

40

【0099】

図 3 2 は、本発明の第 9 実施形態に係るロボットを示す斜視図である。

【0100】

図 3 2 に示すロボット 1 0 0 0 は、精密機器やこれを構成する部品の給材、除材、搬送および組立等の作業を行うことができる。ロボット 1 0 0 0 は、ロボット本体 1 1 0 0 と、ロボット本体 1 1 0 0 に装着されているハンド 1 と、を有する。

【0101】

ロボット本体 1 1 0 0 は、6 軸ロボットであり、床や天井に固定されるベース 1 1 1 0 (第 1 部材) と、ベース 1 1 1 0 に回動自在に連結されたアーム 1 1 2 0 (第 2 部材) と、アーム 1 1 2 0 に回動自在に連結されたアーム 1 1 3 0 と、アーム 1 1 3 0 に回動自在

50

に連結されたアーム 1 1 4 0 と、アーム 1 1 4 0 に回動自在に連結されたアーム 1 1 5 0 と、アーム 1 1 5 0 に回動自在に連結されたアーム 1 1 6 0 と、アーム 1 1 6 0 に回動自在に連結されたアーム 1 1 7 0 と、これらアーム 1 1 2 0、1 1 3 0、1 1 4 0、1 1 5 0、1 1 6 0、1 1 7 0 の駆動を制御する制御装置 1 1 8 0 と、を有する。また、アーム 1 1 7 0 にはハンド接続部が設けられており、ハンド接続部にはロボット本体 1 1 0 0 に実行させる作業に応じたエンドエフェクターとして、ハンド 1 が装着される。

【0102】

以上、ロボット 1 0 0 0 について説明した。このようなロボット 1 0 0 0 は、前述したように、ハンド 1 を有している。したがって、ロボット 1 0 0 0 は、第 1 アーム 3 および第 2 アーム 4 と、第 1 アーム 3 および第 2 アーム 4 の先端の間隔を変更する開閉機構 5 と、を有する。また、開閉機構 5 は、第 1 アーム 3 と係合し、第 1 アーム 3 および第 2 アーム 4 に対して変位可能な被駆動部 5 1 と、被駆動部 5 1 を第 1 アーム 3 および第 2 アーム 4 に対して変位させる圧電アクチュエーター 5 4 と、を有する。そして、被駆動部 5 1 が第 1 アーム 3 および第 2 アーム 4 に対して変位すると、第 1 アーム 3 の先端部（爪部 3 2）が第 2 アームの先端部（爪部 4 2）に対して接近または離間するように変位するハンド 1 を有する。

10

【0103】

このような構成によれば、被駆動部 5 1 を変位させるだけで爪部 3 2、4 2 の開閉動作を行うことができる。そのため、ロボット 1 0 0 0 の構成が簡単なものとなる。また、圧電アクチュエーター 5 4 によれば、圧電アクチュエーター 5 4 と被駆動部 5 1 との間のがたつきを抑えることができる。そのため、例えば、パルスモーターと比べて被駆動部 5 1 の変位を高精度にかつ微細に制御することができる。したがって、対象物を把持する際の把持力（爪部 3 2、4 2 で挟み込む力）を高精度に制御することができる。よって、対象物を適切な把持力で把持することができ、例えば、把持力が大きすぎて対象物が破損したり、把持力が小さすぎて対象物がロボット 1 0 0 0 から落下したりすることを効果的に抑制することができる。

20

【0104】

以上、本発明のハンドおよびロボットを図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができる。また、本発明に、他の任意の構成物が付加されていてもよい。また、前述した実施形態では、X 軸、Y 軸および Z 軸がそれぞれ直交しているが、X 軸、Y 軸および Z 軸は、交差していればよく、直交していなくてもよい。

30

【符号の説明】

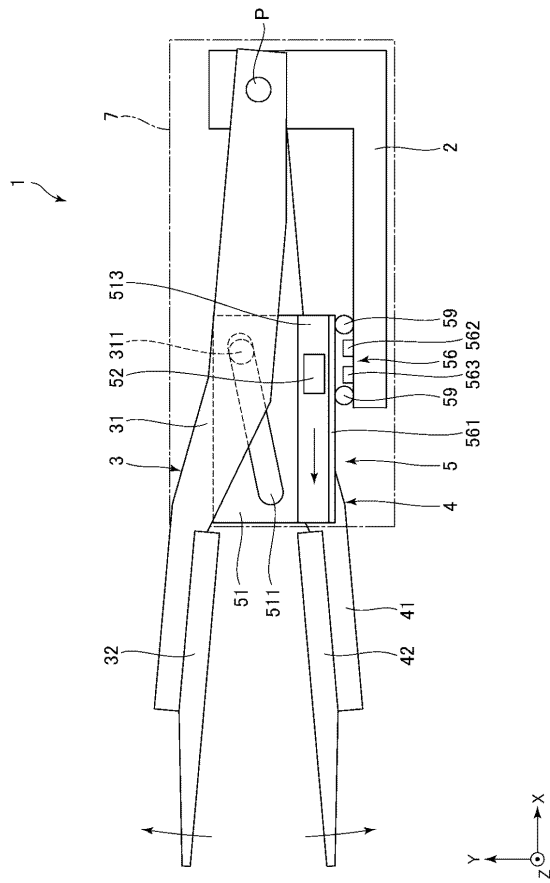
【0105】

1 ... ハンド、2 ... 基台、3 ... 第 1 アーム、3 1 ... アーム本体、3 1 1 ... 係合部、3 1 2 ... 基部、3 1 2 A ... 第 1 部分、3 1 2 B ... 第 2 部分、3 1 3、3 1 4 ... リンク、3 1 5、3 1 6 ... 梁、3 2 ... 爪部、3 3 ... 接続部材、3 3 1 ... 基体、3 3 2 ... 爪部固定部、3 3 3 ... 接続部、3 3 4 ... 応力伝達部、3 3 5 ... 接続部、3 3 6 ... 押圧部材、4 ... 第 2 アーム、4 1 ... アーム本体、4 1 1 ... 係合部、4 1 2 ... 基部、4 1 2 A ... 第 1 部分、4 1 2 B ... 第 2 部分、4 1 3、4 1 4 ... リンク、4 1 5、4 1 6 ... 梁、4 2 ... 爪部、4 3 ... 接続部材、5 ... 開閉機構、5 1 ... 被駆動部、5 1 a、5 1 b ... 主面、5 1 1、5 1 2 ... ガイド部、5 1 3 ... 摺動部、5 1 6 ... 基部、5 1 6 a、5 1 6 b ... 主面、5 1 7、5 1 8 ... 偏心部、5 2 ... 圧電モーター、5 3 ... 圧電モジュール、5 4 ... 圧電アクチュエーター、5 4 0 ... 積層体、5 4 1 ... 振動部、5 4 1 a ~ 5 4 1 e ... 圧電素子、5 4 2 ... 支持部、5 4 3 ... 接続部、5 4 4 ... 伝達部、5 5 ... 付勢部、5 6 ... 位置検出部、5 6 1 ... スケール、5 6 2 ... 発光素子、5 6 3 ... 受光素子、5 8 ... 伝達機構、5 8 1 ... ウォーム、5 8 2 ... ローター、5 9 ... スライドガイド、6 ... 力検出部、6 1 ... 第 1 力検出部、6 2 ... 第 2 力検出部、6 3 1、6 3 2 ... 第 3 力検出部、7 ... 外装、1 0 0 0 ... ロボット、1 1 0 0 ... ロボット本体、1 1 1 0 ... ベース、1 1 2 0 ~ 1 1 7 0 ... アーム、1 1 8 0 ... 制御装置、J、J 1、J 2 ... 回動軸、P ... ピン、S 1、S 2 ... 空間、G ... 空隙

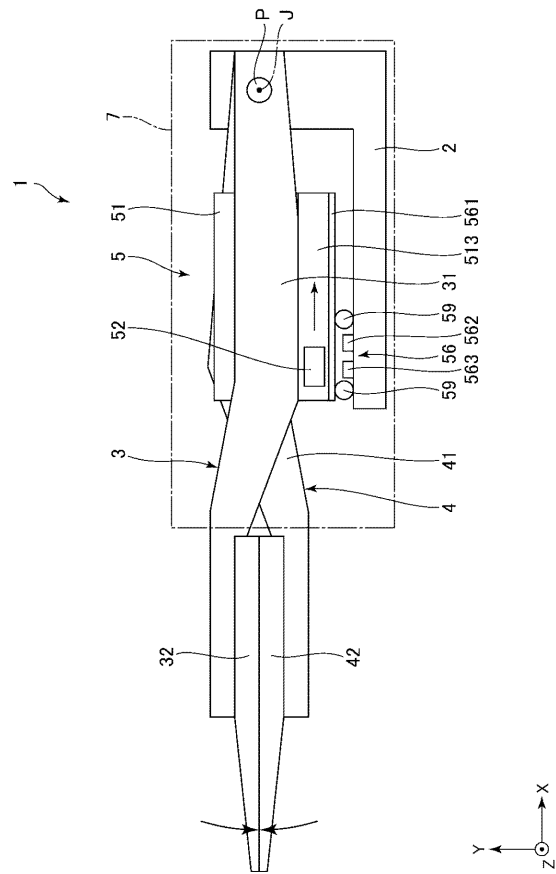
40

50

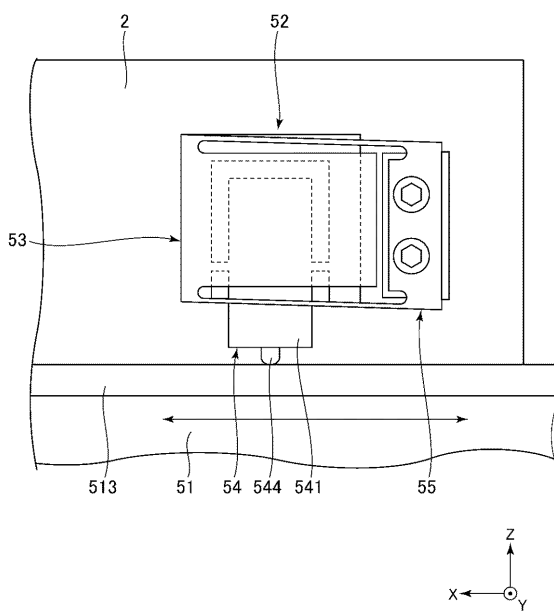
【図 5】



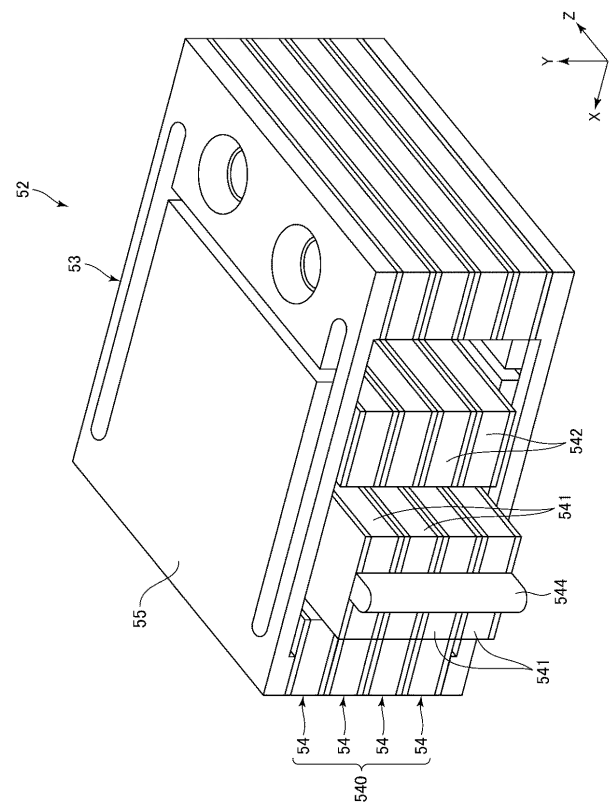
【図 6】



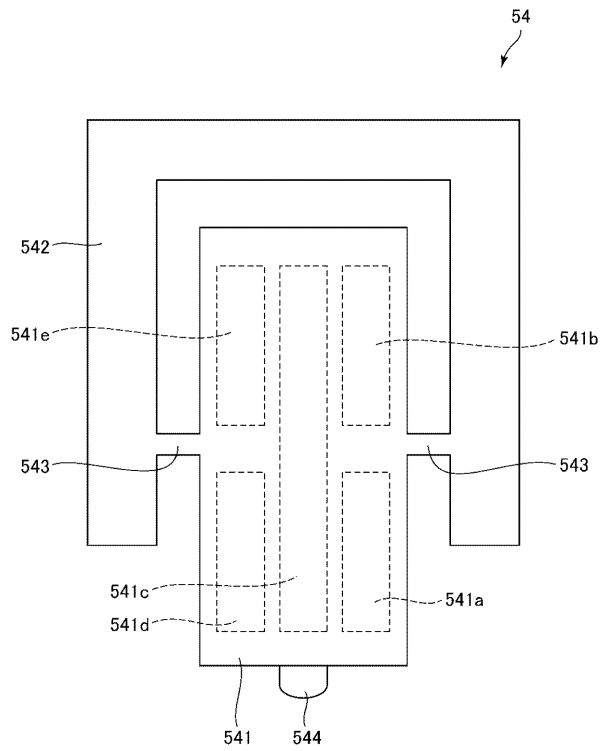
【図 7】



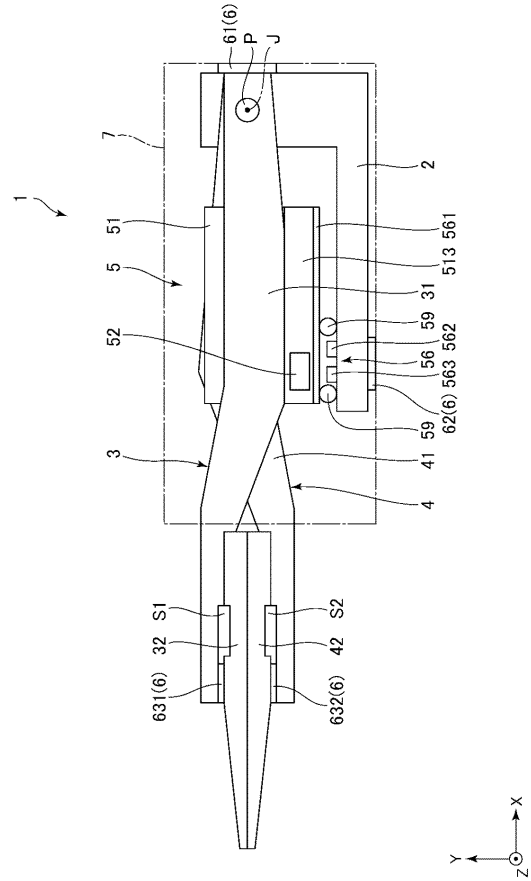
【図 8】



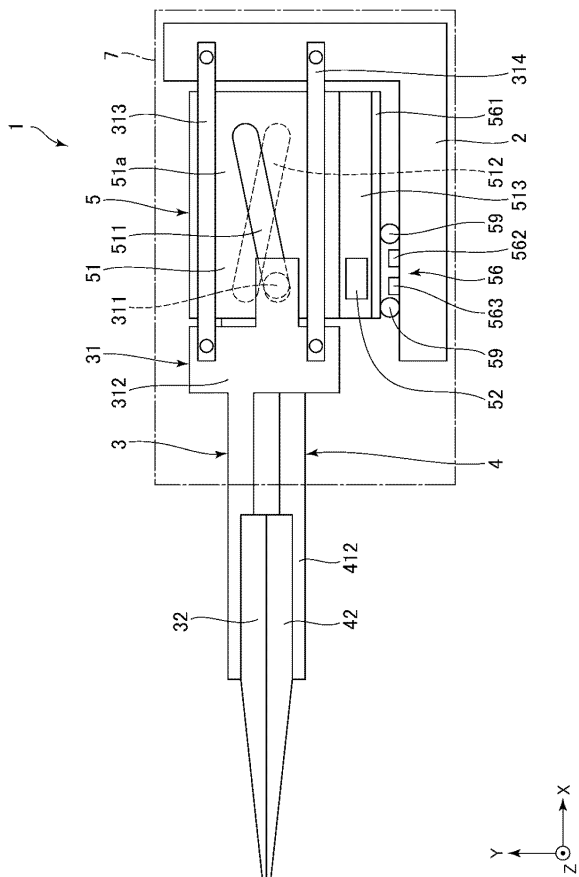
【図 9】



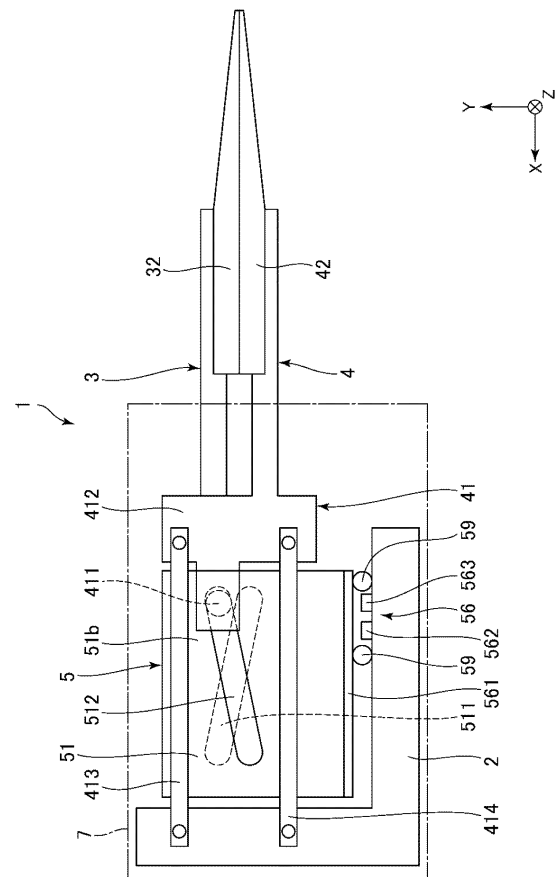
【図 10】



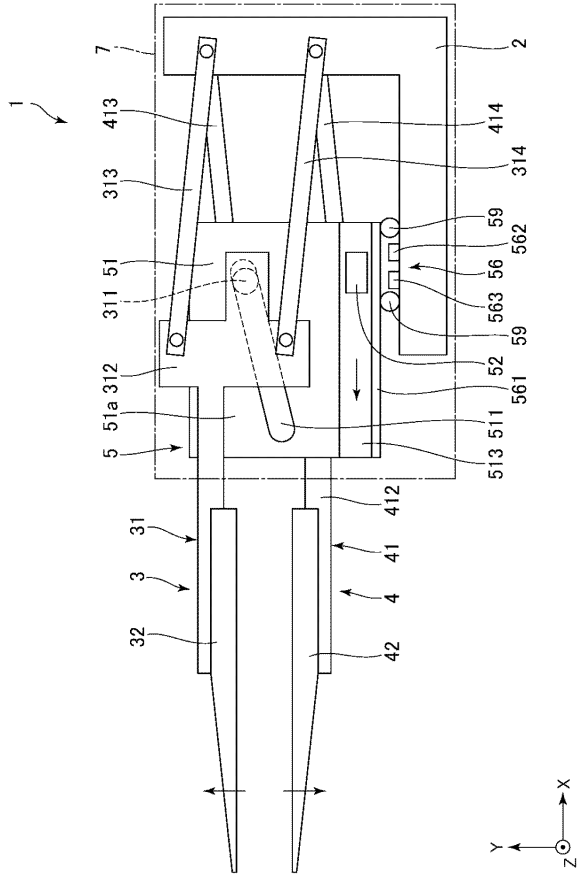
【図 11】



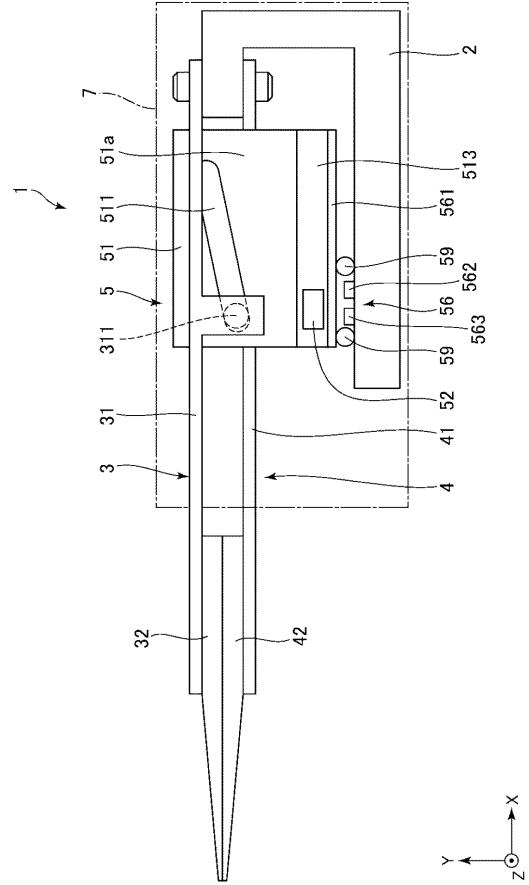
【図 12】



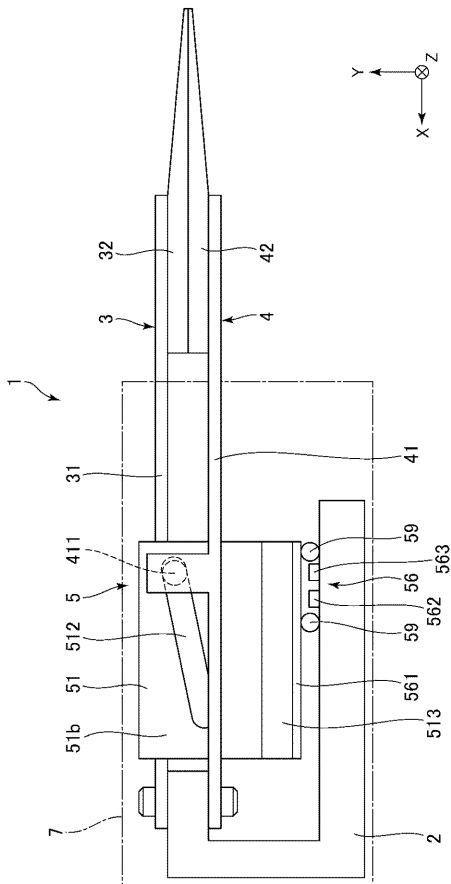
【図 13】



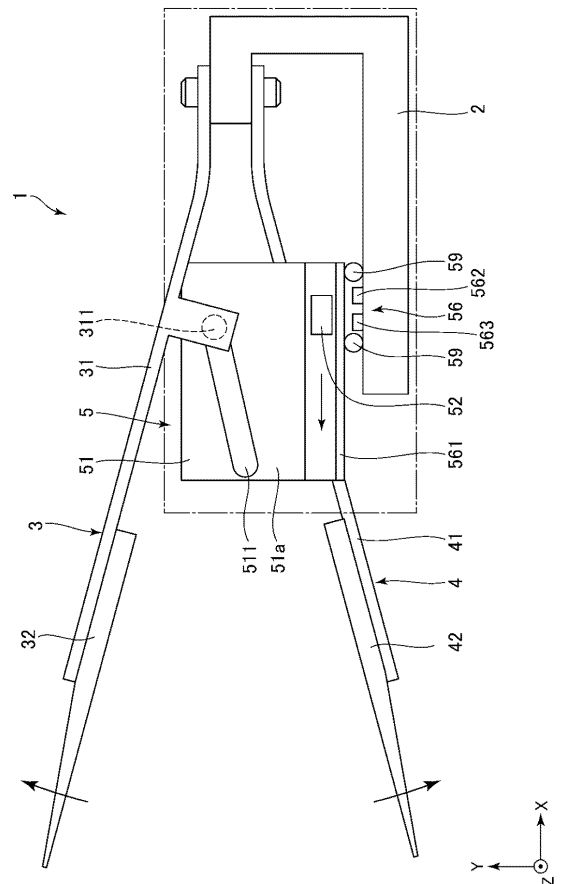
【図 14】



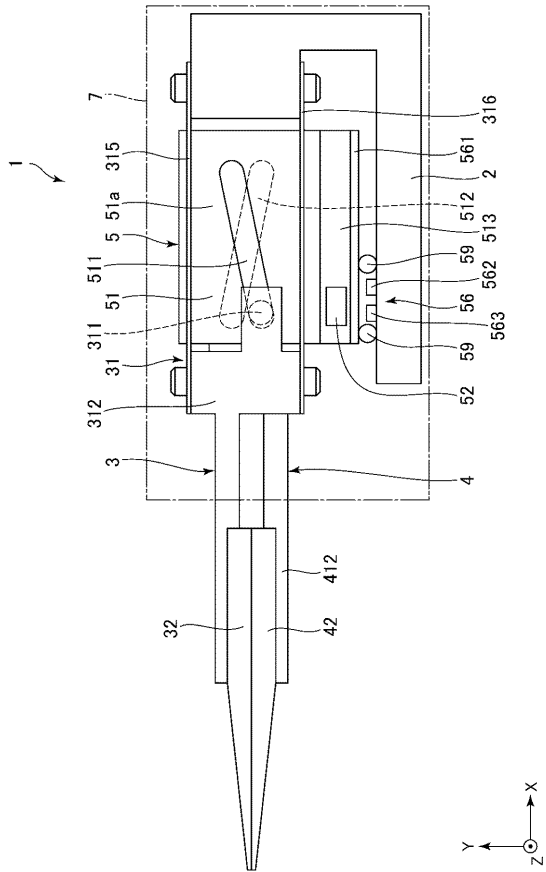
【図 15】



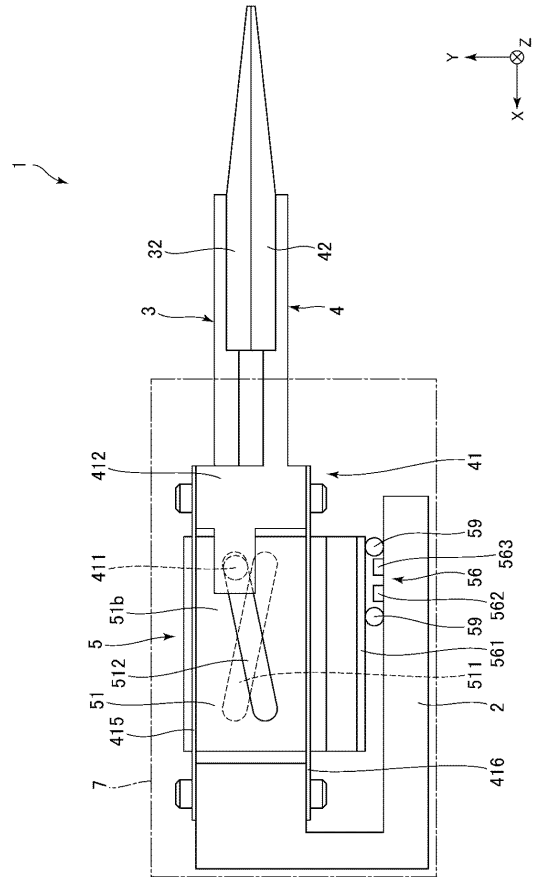
【図 16】



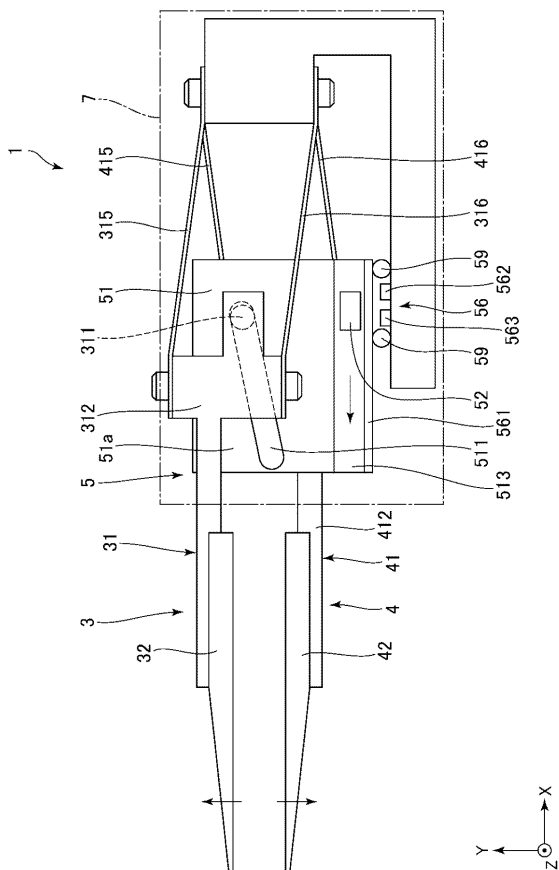
【図 17】



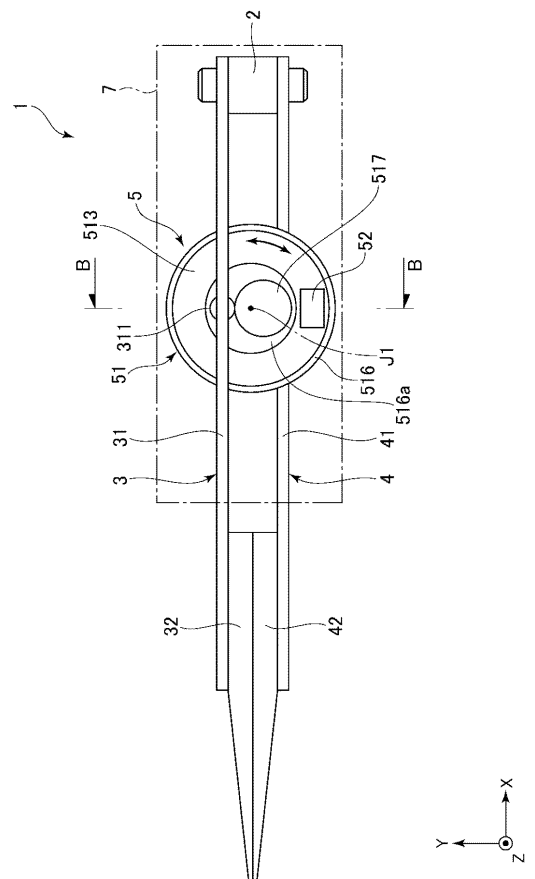
【図 18】



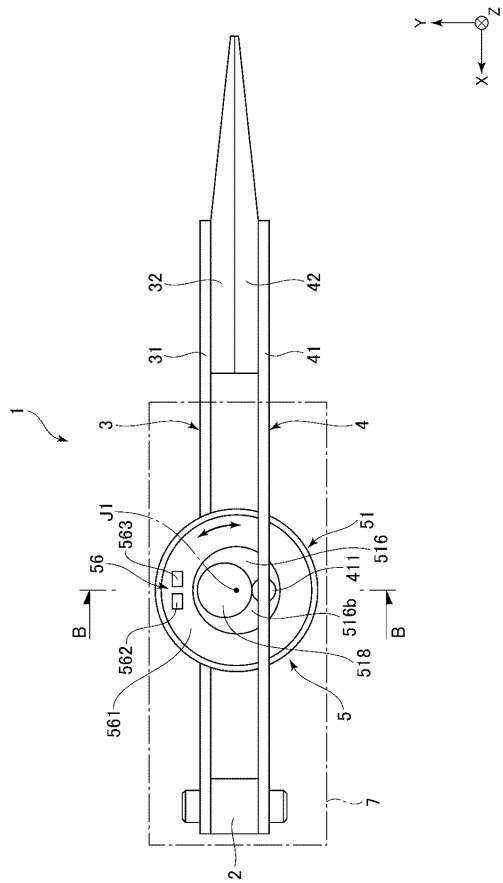
【図 19】



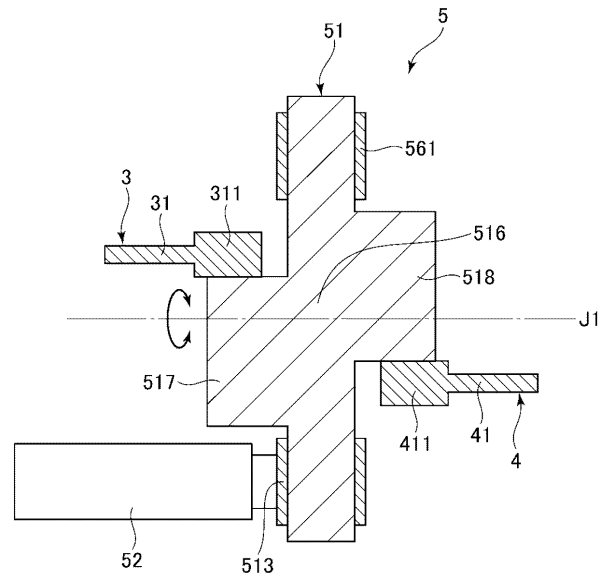
【図 20】



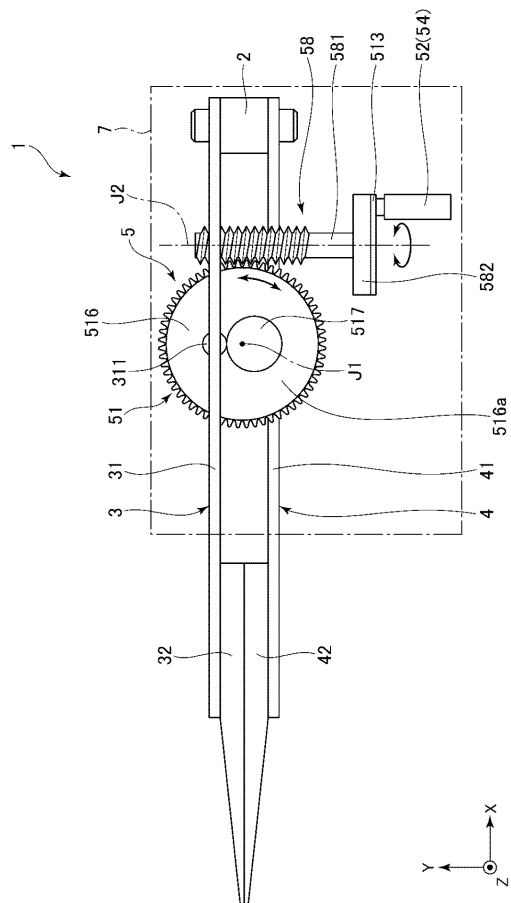
【図 2 1】



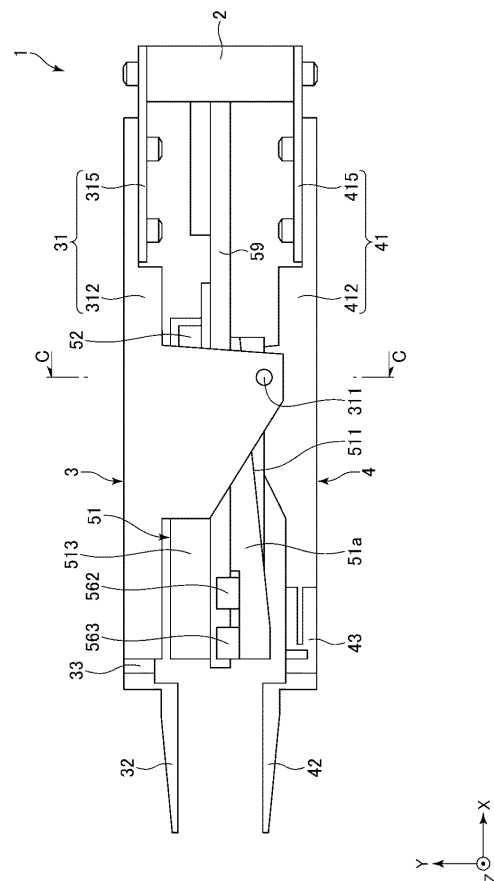
【図 2 2】



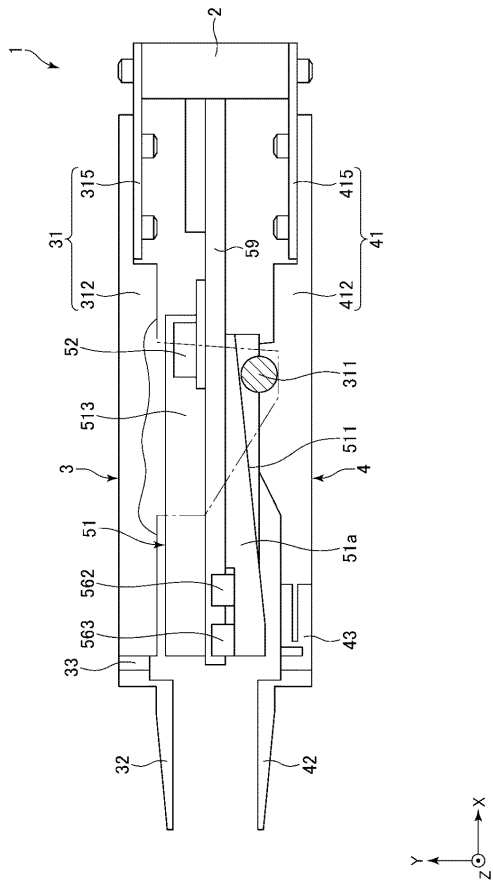
【図 2 3】



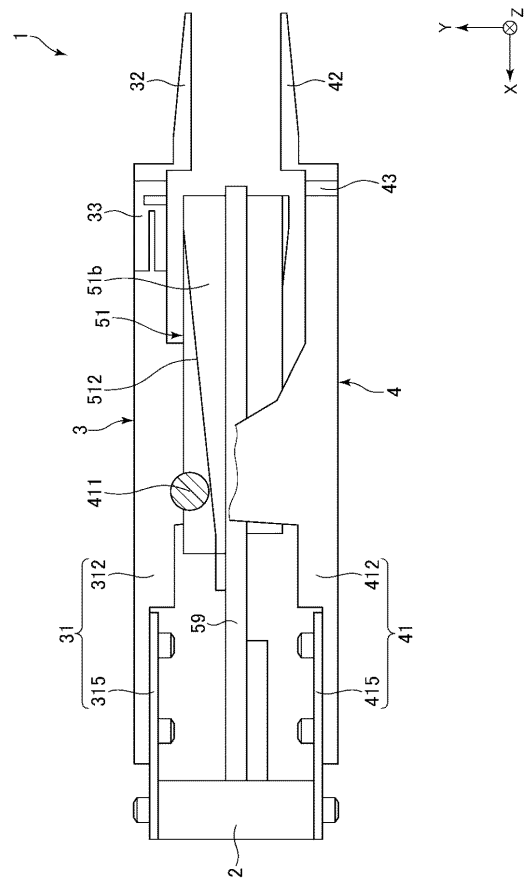
【図 2 4】



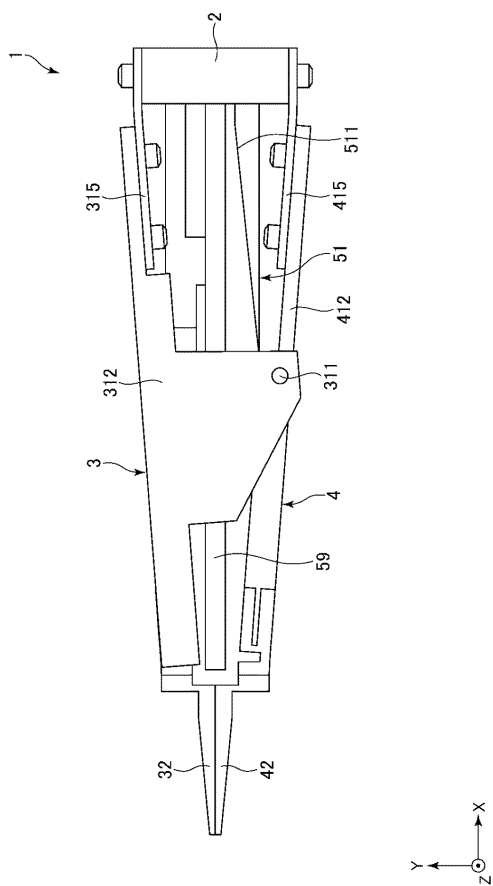
【図 25】



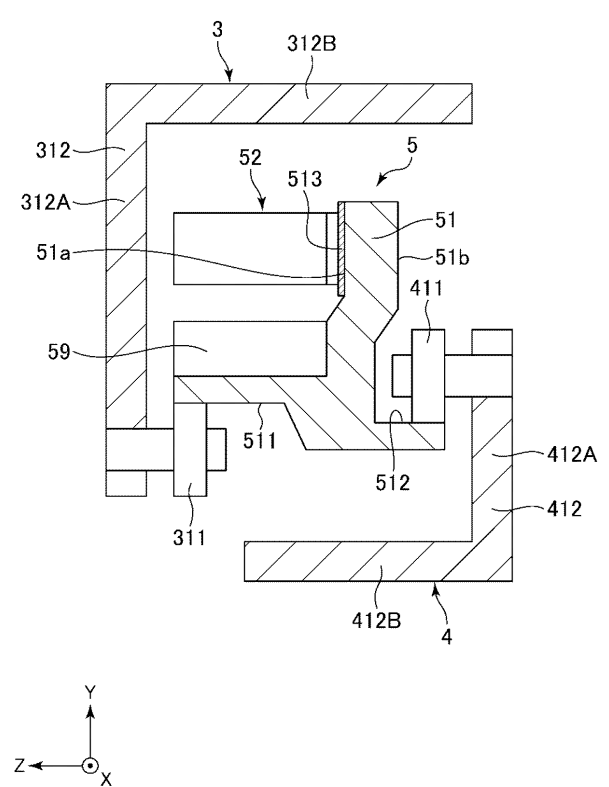
【図 26】



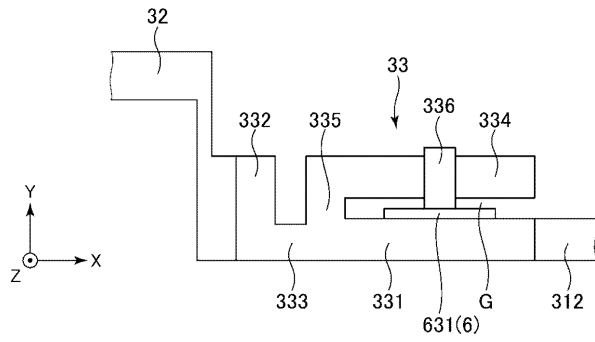
【図 27】



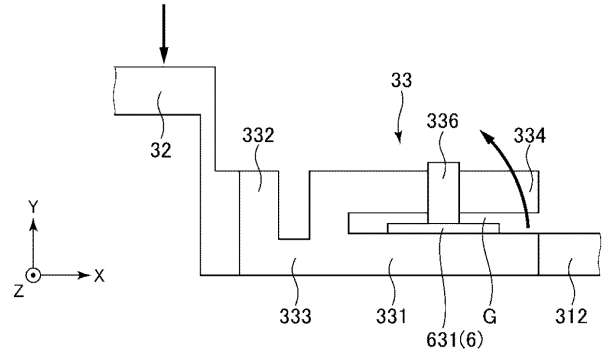
【図 28】



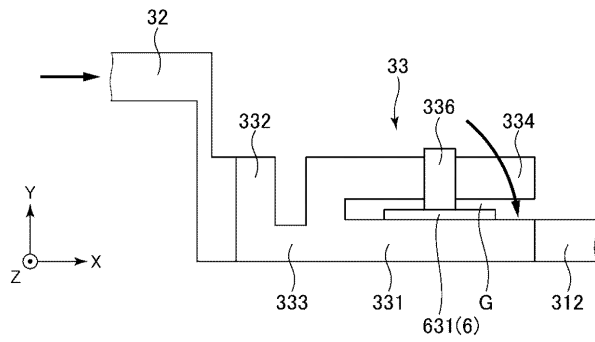
【図 29】



【図 31】



【図 30】



【図 32】

