

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-170596

(P2017-170596A)

(43) 公開日 平成29年9月28日(2017.9.28)

(51) Int.Cl.

<b>B25J</b>	<b>19/06</b>	<b>(2006.01)</b>
<b>B25J</b>	<b>19/02</b>	<b>(2006.01)</b>
<b>G01L</b>	<b>5/00</b>	<b>(2006.01)</b>
<b>H01H</b>	<b>35/24</b>	<b>(2006.01)</b>

F 1

B 2 5 J	19/06
B 2 5 J	19/02
G O 1 L	5/00
H O 1 H	35/24

テーマコード(参考)

2 F 0 5 1
3 C 7 0 7
Z
5 G 0 5 6

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願2016-62310(P2016-62310)

(22) 出願日

平成28年3月25日(2016.3.25)

(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 100091292

弁理士 増田 達哉

(74) 代理人 100091627

弁理士 朝比 一夫

(72) 発明者 竹内 淳一

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

F ターム(参考) 2F051 AA10 AB02 AB09 BA07  
3C707 KS31 KS33 KV15 KW01 KW03  
KX15 MS07  
5G056 DB01 DC07 DE01 DG11

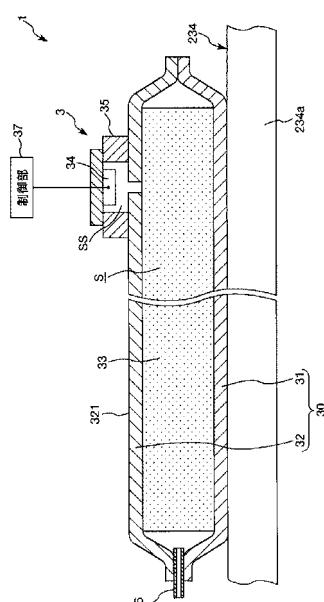
(54) 【発明の名称】ロボットおよび外力検知装置

## (57) 【要約】

【課題】被接触物との接触を高精度に検知することができるロボットおよび外力検知装置を提供することにある。

【解決手段】可動部と、前記可動部に配置されている第1部材と、前記第1部材との間に空間を形成している第2部材と、前記第1部材と前記第2部材との間に位置し、前記第2部材に固定され、弾性を有している第3部材と、前記空間内の圧力を検出する圧力検出部と、前記空間の内外を連通する開口部と、を有していることを特徴とするロボット。

【選択図】図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

可動部と、

前記可動部に配置されている第1部材と、

前記第1部材との間に空間を構成する第2部材と、

前記第1部材と前記第2部材との間に位置し、前記第2部材の前記第1部材から離間する方向への変位を規制する第3部材と、

前記空間内の圧力を検出する圧力検出部と、

前記空間の内外を連通する開口部と、を有していることを特徴とするロボット。

**【請求項 2】**

前記空間は、前記第1部材と前記第2部材とで囲まれている請求項1に記載のロボット。  
。

**【請求項 3】**

前記第3部材は、前記第1部材に固定されている請求項1または2に記載のロボット。

**【請求項 4】**

前記空間は、複数に仕切られている請求項1ないし3のいずれか1項に記載のロボット。  
。

**【請求項 5】**

前記圧力検出部は、前記第2部材に配置されている請求項1ないし4のいずれか1項に記載のロボット。

**【請求項 6】**

前記圧力検出部は、前記第1部材に配置されている請求項1ないし4のいずれか1項に記載のロボット。

**【請求項 7】**

前記可動部の一部が前記第1部材を兼ねている請求項1ないし6のいずれか1項に記載のロボット。

**【請求項 8】**

前記第3部材は、発泡体を含んでいる請求項1ないし6のいずれか1項に記載のロボット。

**【請求項 9】**

前記第3部材と前記第2部材との固定部が複数設けられている請求項1ないし8のいずれか1項に記載のロボット。

**【請求項 10】**

前記開口部の幅は、0.1mm以上、2mm以下の範囲内である請求項1ないし9のいずれか1項に記載のロボット。

**【請求項 11】**

前記開口部は、開口面積を変化させることができる請求項1ないし10のいずれか1項に記載のロボット。

**【請求項 12】**

第1部材と、

前記第1部材との間に空間を構成する第2部材と、

前記第1部材と前記第2部材との間に位置し、前記第2部材の前記第1部材から離間する方向への変位を規制する第3部材と、

前記空間内の圧力を検出する圧力検出部と、

前記空間の内外を連通する開口部と、を有していることを特徴とする外力検知装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、ロボットおよび外力検知装置に関するものである。

**【背景技術】**

10

20

30

40

50

**【0002】**

例えば、工業製品を製造する製造工程で用いられるロボットとして、特許文献1に記載のロボットが知られている。特許文献1のロボットは、関節を介して接続されている複数のアームと、最先端に位置するアームに取り付けられているハンドと、を有している。また、このロボットは、作業者との接触を検知することのできる機構を有している。この機構は、最先端に位置するアームに配置され、内部に帯状の空気室が形成されているマットと、マット内の圧力を検出する圧力スイッチと、を有し、作業者との接触により変化するマット内の圧力を圧力スイッチが検知すると、ロボットが安全に停止するようになっている。

【先行技術文献】

10

**【特許文献】****【0003】**

【特許文献1】特開昭63-39786号公報

**【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、特許文献1のロボットでは、作業者（被接触物）がマットと接触した場合に、マットの作業者との接触部が凹むと共に接触部以外の部分が膨らむため、結果としてマット内の圧力変化が生じ難い。そのため、作業者との接触を高精度に検知することができない。

20

**【0005】**

本発明の目的は、被接触物との接触を高精度に検知することができるロボットおよび外力検知装置を提供することにある。

**【課題を解決するための手段】****【0006】**

このような目的は、下記の本発明により達成される。

本発明のロボットは、可動部と、

前記可動部に配置されている第1部材と、

前記第1部材との間に空間を構成する第2部材と、

前記第1部材と前記第2部材との間に位置し、前記第2部材の前記第1部材から離間する方向への変位を規制する第3部材と、

30

前記空間内の圧力を検出する圧力検出部と、

前記空間の内外を連通する開口部と、を有していることを特徴とするロボット。

このような構成によれば、第3部材によって第2部材の第1部材から離間する方向への変位を規制することができる。そのため、被接触物（代表的には作業者）が第2部材と接触した場合に、第2部材の被接触物との接触部以外の部分が膨らみ難くなり、接触による空間内の圧力変化が大きくなる。また、被接触物との接触が解除されれば、第3部材によって速やかに自然状態へ復帰することもできる。そのため、被接触物との接触を高感度に検知することができるロボットとなる。

**【0007】**

40

本発明のロボットでは、前記空間は、前記第1部材と前記第2部材とで囲まれていることが好ましい。

これにより、比較的簡単に空間を形成することができる。

**【0008】**

本発明のロボットでは、前記第3部材は、前記第1部材に固定されていることが好ましい。

これにより、第3部材によって第2部材の第1部材から離間する方向への変位をより効果的に規制することができる。

**【0009】**

50

本発明のロボットでは、前記空間は、複数に仕切られていることが好ましい。

これにより、1つの空間を小さくすることができるため、被接触物との接触による圧力変化が大きくなる。

【0010】

本発明のロボットでは、前記圧力検出部は、前記第2部材に配置されていることが好ましい。

これにより、圧力検出部を空間からより近い場所に配置することができるため、空間内の圧力をより正確に検出することができる。

【0011】

本発明のロボットでは、前記圧力検出部は、前記第1部材に配置されていることが好ましい。

これにより、圧力検出部を空間からより近い場所に配置することができるため、空間内の圧力をより正確に検出することができる。

【0012】

本発明のロボットでは、前記可動部の一部が前記第1部材を兼ねていることが好ましい。

これにより、装置構成を簡略化することができる。

【0013】

本発明のロボットでは、前記第3部材は、発泡体を含んでいることが好ましい。

これにより、第3部材の構成が簡単となる。

【0014】

本発明のロボットでは、前記第3部材と前記第2部材との固定部が複数設けられていることが好ましい。

これにより、第3部材によって第2部材の変形が阻害され難くなるため、第2部材の破損を低減することができる。

【0015】

本発明のロボットでは、前記開口部の幅は、0.1mm以上、2mm以下の範囲内であることが好ましい。

これにより、被接触物との接触による空間内の圧力変化を比較的大きくすることができ、被接触物との接触の有無をより高精度に検知することができる。

【0016】

本発明のロボットでは、前記開口部は、開口面積を変化させることができることが好ましい。

これにより、被接触物との接触による空間内の圧力変化の具合を調整することができる。

【0017】

本発明の外力検知装置は、第1部材と、

前記第1部材との間に空間を構成する第2部材と、

前記第1部材と前記第2部材との間に位置し、前記第2部材の前記第1部材から離間する方向への変位を規制する第3部材と、

前記空間内の圧力を検出する圧力検出部と、

前記空間の内外を連通する開口部と、を有していることを特徴とする。

このような構成によれば、第3部材によって第2部材の第1部材から離間する方向への変位を規制することができる。そのため、被接触物（代表的には作業者）が第2部材と接触した場合に、第2部材の被接触物との接触部以外の部分が膨らみ難くなり、接触による空間内の圧力変化が大きくなる。また、被接触物との接触が解除されれば、第3部材によって速やかに自然状態へ復帰することもできる。そのため、被接触物との接触を高感度に検知することができる外力検知装置となる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の第1実施形態に係るロボットを示す斜視図である。

10

20

30

40

50

【図2】図1に示すロボットが備えている外力検知装置を示す断面図である。

【図3】図2に示す外力検知装置に被接触物が接触した状態を示す断面図である。

【図4】図2に示す外力検知装置の変形例を示す断面図である。

【図5】外力検知装置が備える圧力センサーの検出信号の一例を示すグラフである。

【図6】本発明の第2実施形態に係るロボットを示す部分拡大断面図である。

【図7】本発明の第3実施形態に係るロボットを示す部分拡大断面図である。

【図8】本発明の第4実施形態に係るロボットを示す部分拡大断面図である。

【図9】本発明の第5実施形態に係るロボットを示す部分拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

10

以下、本発明のロボットおよび外力検知装置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。

【0020】

<第1実施形態>

まず、本発明の第1実施形態に係るロボットについて説明する。

【0021】

図1は、本発明の第1実施形態に係るロボットを示す斜視図である。図2は、図1に示すロボットが備えている外力検知装置を示す断面図である。図3は、図2に示す外力検知装置に被接触物が接触した状態を示す断面図である。図4は、図2に示す外力検知装置の変形例を示す断面図である。図5は、外力検知装置が備える圧力センサーの検出信号の一例を示すグラフである。

20

【0022】

図1に示すロボット1は、例えば、精密機器等の工業製品を製造する製造工程で用いることのできるロボットである。同図に示すように、ロボット1は、可動部としての複数のアーム231、232、233、234、235、236を備えているロボット本体2と、ロボット本体2に配置されている外力検知装置3と、を有している。また、図2に示すように、外力検知装置3は、アーム234の筐体234aに配置されている第1部材としての第1シート材31と、第1シート材31と共に第1シート材31との間に包囲された空間Sを構成する第2部材としての第2シート材32と、第1シート材31と第2シート材32との間に位置し、第2シート材32の第1シート材32から離間する方向への変位を規制する第3部材としての変位規制部33と、空間S内の圧力を検出する圧力検出部としての圧力センサー34と、空間Sの内外を連通する開口部36と、圧力センサー34からの出力を受信する制御部37と、を有している。このような外力検知装置3およびロボット1によれば、変位規制部33によって第2シート材32の第1シート材31から離間する方向への変位を規制することができるため、被接触物X(代表的には作業者)が第2シート材32(アーム234)と接触した場合に、図3に示すように、第2シート材32の被接触物Xとの接触部以外の部分が膨らみ難くなり、空間S内の圧力変化を大きくすることができる。また、被接触物Xとの接触が解除されれば、変位規制部33の弾性によって速やかに自然状態へ復帰することもできる。そのため、被接触物Xとの接触を高感度に検知することができ、ロボット1の安全な駆動が可能となる。なお、「変位を規制する」とは、変位を完全に抑制せずとも、変位量を低減させることも含んでいる。

30

【0023】

以下、このようなロボット1について詳細に説明する。

ロボット本体2は、例えば床や天井に固定されるベース21と、関節機構221を介してベース21に連結され、関節機構221を軸に回動するアーム231と、関節機構222を介してアーム231に連結され、関節機構222を軸に回動するアーム232と、関節機構223を介してアーム232の先端に連結され、関節機構223を軸に回動するアーム233と、関節機構224を介してアーム233の先端に連結され、関節機構224を軸に回動するアーム234と、関節機構225を介してアーム234の先端に連結され、関節機構226を介してアーム235と、関節機構225を軸に回動するアーム235と、関節機構226を介してアーム236を有する。

40

50

の先端に連結され、関節機構 226 を軸に回動するアーム 236 と、を有している。また、アーム 236 にはハンド接続部 24 が設けられており、ハンド接続部 24 には、ロボット 1 に実行させる作業に応じたハンド 26（エンドエフェクター）が装着される。

#### 【0024】

各アーム 231、232、233、234、235、236 の回動駆動は、各関節機構 221、222、223、224、225、226 に内蔵されているモーター等によって行われる。各モーターの駆動は、ロボット制御部 25 で制御され、これにより、ロボット 1 に所望の動作を実行させることができる。

#### 【0025】

図 2 に示すように、外力検知装置 3 は、アーム 234 の筐体 234a に配置されている第 1 シート材 31 と、第 1 シート材 31 との間に空間 S を形成している第 2 シート材 32 と、第 1 シート材 31 と第 2 シート材 32 との間に位置する変位規制部 33 と、空間 S 内の圧力を検出する圧力センサー 34 と、空間 S の内外を連通する開口部 36 と、圧力センサー 34 からの出力を受信する制御部 37 と、を有している。そして、第 1 シート材 31 がアーム 234 の筐体 234a の表面に配置されており、第 2 シート材 32 の表面 321 が被接触物 X との接触面となっている。つまり、第 2 シート材 32 は第 1 シート材 31 に対してアーム 234 とは反対側に配置されている。

#### 【0026】

なお、外力検知装置 3 の配置としては、動く部分（すなわち、可動部）に配置されれば特に限定されず、アーム 231、232、233、234、235、236 の少なくとも 1 つのアームに配置されればよい。ただし、外力検知装置 3 を複数のアームに配置する場合は、関節機構を跨いで空間 S を配置せずに、アーム毎に独立した空間 S を配置することが好みしい。

#### 【0027】

第 1 シート材 31 および第 2 シート材 32 は、それぞれ、シート状をなし気密性および可撓性を有する部材である。そして、これら第 1 シート材 31 および第 2 シート材 32 は、外縁部同士で接合されており、その内側（第 1 シート材 31 と第 2 シート材 32 との間）に空間 S を有する袋体 30 を形成している。すなわち、空間 S は、第 1 シート材 31 と第 2 シート材 32 とで囲まれている。ただし、第 1 シート材 31 は、硬質な部材で構成されていてもよい。また、第 1 シート材 31 と第 2 シート材 32 は、一体となっていてもよい。すなわち、例えば、1 枚のシートを 2 つ折りにし、2 つの折り曲げ片の外縁同士を接合することで袋体 30 としてもよい。

#### 【0028】

また、空間 S 内、すなわち第 1 シート材 31 と第 2 シート材 32 との間には弾性を有する変位規制部 33 が設けられている。変位規制部 33 は、弾性を有している。そのため、変位規制部 33 がクッションのような機能を果たし、被接触物 X が第 2 シート材 32 と接触する際の衝撃を緩和することができる。そのため、被接触物 X としての作業者の安全性が向上する。さらには、被接触物 X との接触が解除された後には、変位規制部 33 の復元力（弾性）によって、第 2 シート材 32 が速やかに自然状態へ復帰するため、次の被接触物 X との接触に備えることができる。なお、前記「自然状態」とは、静止状態で、かつ、被接触物 X と接触していない状態を言う。

#### 【0029】

このような変位規制部 33 は、シート状をなしており、下面（すなわち、第 1 シート材 31 側の面）は、その全域にわたって第 1 シート材 31 に固定されており、上面（すなわち、第 2 シート材 32 側の面）は、その全域にわたって第 2 シート材 32 と固定されている。なお、変位規制部 33 と第 1、第 2 シート材 31、32 との固定は、例えば、接着剤を用いて行うことができる。このように、変位規制部 33 を第 1、第 2 シート材 31、32 に固定することで、図 3 に示すように、被接触物 X が接触した際、第 2 シート材 32 の被接触物 X との接触部以外の部分の膨らみを規制することができる。そのため、被接触物 X が第 2 シート材 32 に接触した際の空間 S 内の圧力変化を大きくすることができる。な

10

20

30

40

50

お、ここで「規制」は、変位規制部33を省略した場合と比較して、第2シート材32の前記接触部以外の部分を膨らみ難くすることができることを意味しており、好ましくは、前記接触部以外の部分の膨らみを防止することができることを意味している。

#### 【0030】

特に本実施形態では、変位規制部33は、スポンジに代表されるような、空孔を有する発泡体で構成されている。このように、変位規制部33を発泡体で構成することで、変位規制部33の構成が簡単となると共に、高い衝撃吸収性を発揮することができる。このような発泡体としては、例えば、ウレタンフォーム材を用いることができる。特に、発泡体としては、連続した空孔を有していることが好ましく、これにより、内部に通気性を有し、空気の通過が可能となる。

10

#### 【0031】

変位規制部33の厚さとしては、特に限定されないが、袋体30内に配置された状態で、例えば、1cm以上、5cm以下とすることができる。この程度の厚さとすることで、十分に薄い袋体30となり、アーム234に配置し易くなる。

#### 【0032】

なお、変位規制部33としては、弾性を有していれば特に限定されず、例えば、ゴム部材や、後述するようなバネ部材333で構成されていてもよい。

#### 【0033】

また、袋体30には空間Sの内外を連通する開口部36が設けられている。開口部36は、第1シート材31と第2シート材32との接合部、すなわち、第1シート材31と第2シート材32との間に挟まれるようにして配置されている。このような開口部36を配置することで、ロボット1が配置されている雰囲気の圧力（以下「雰囲気圧力」とも言う。）と空間S内の圧力とが平衡状態となる。なお、開口部36の配置としては、特に限定されず、例えば、第1シート材31を貫通するように配置されていてもよいし、第2シート材32を貫通するように配置されていてもよい。また、例えば、第1、第2シート材31、32の少なくとも一方を気体透過性を有するシート材で構成し、前記シート材が開口部36を兼ねていてもよい。

20

#### 【0034】

このような開口部36は、空間Sの圧力の変化速度を調整する役割を果たす。図3に示すように、被接触物Xが第2シート材32に接触し、空間Sの体積が減少したときには空間S内の空気が外部へ排出され難くなっている、反対に、接触している被接触物Xが離れ（以下、「接触の解除」と言う）、空間Sの体積が増加したときには雰囲気中の空気が空間S内へ導入され難くなっている。そのため、被接触物Xとの接触時に、一時的に空間S内の圧力を高めることができ、被接触物Xとの接触の解除時に、一時的に空間内の圧力を下げることができる。そのため、被接触物Xとの接触の有無を高感度に検知することができる。

30

#### 【0035】

ここで、開口部36の幅（径）は、特に限定されないが、例えば、0.1mm以上、2mm以下の範囲内であることが好ましい。このような範囲とすることで、開口部36の単位時間当たりの流量が適当（多過ぎず、少な過ぎず）なものとなる。すなわち、上述の上限値とすることで、上述したような効果をより高めることができる。また、上述の下限値とすることで、被接触物Xと第2シート材32との接触時に、空間S内の圧力の高まり過ぎを低減でき、袋体30の破損等を低減することができる。

40

#### 【0036】

また、開口部36は、例えば可変バルブ（すなわち、開度を調整可能なバルブ）のような、開口面積を変化させることができる構成となっていることが好ましい。これにより、開口部36を通過する空気の流量を調整することができる。そのため、被接触物Xの接触時や接触状態が解除されたときにおける空間S内の圧力変化の具合を調整することができ、利便性が向上する。なお、開口面積を変化させることができる別の構成として、例えば、図4に示すように、開口部36が複数配置されていてもよい。そして、蓋等によって塞

50

ぐ開口部 3 6 の数を変更することで、開口部 3 6 の全体としての開口面積を変化させることができる。

#### 【 0 0 3 7 】

圧力センサー 3 4 は、第 2 シート材 3 2 に配置されている。具体的には、第 2 シート材 3 2 には台座 3 5 が設けられており、この台座 3 5 には第 2 シート材 3 2 に形成されている開口を介して空間 S と連通している収容空間 S S が設けられている。そして、この収容空間 S S 内に圧力センサー 3 4 が設けられている。このように、第 2 シート材 3 2 に圧力センサー 3 4 を配置することで、圧力センサー 3 4 を空間 S からより近い場所に配置することができる。そのため、圧力損失が小さくなると共に、圧力変化を検出するまでのタイムラグが短くなり、空間 S 内の圧力をより正確に検出することができる。

10

#### 【 0 0 3 8 】

なお、圧力センサー 3 4 としては、圧力を検出することができれば特に限定されず、公知の物を適用することができる。例えば、圧力センサー 3 4 は、受圧により撓み変形するダイアフラムと、ダイアフラムの撓みを検出する検出素子（例えば、ダイアフラム上に配置されているピエゾ抵抗素子）と、を有する構成とすることができる。

#### 【 0 0 3 9 】

図 5 に、被接触物 X と接触したときの空間 S 内の圧力の変化（すなわち、圧力センサー 3 4 の検出信号）の一例を示す。このグラフは、時刻 T 1 に被接触物 X が第 2 シート材 3 2 に接触し、時刻 T 2 に被接触物 X が第 2 シート材 3 2 から離れた場合の圧力変化を示している。同図に示すように、時刻 T 1 において第 2 シート材 3 2 に被接触物 X が接触すると空間 S 内の圧力が急峻に上昇した後（すなわち、雰囲気圧力よりも高い陽圧となった後）、開口部 3 6 を介して空間 S の空気が抜けることで空間 S 内の圧力が雰囲気圧力と平衡状態となる。そして、時刻 T 2 において被接触物 X との接触が解除されると、変位規制部 3 3 の復元力によって速やかに空間 S が広がり、それに伴って空間 S 内の圧力が一時的に低下する（すなわち、雰囲気圧力よりも低い負圧となる）。そして、この現象は、被接触物 X が第 2 シート材 3 2 の表面のどの部位に接触しても生じる。外力検知装置 3 は、このような圧力変化に基づいて、被接触物 X との接触の有無を判断できるように構成されている。

20

#### 【 0 0 4 0 】

制御部 3 7 は、圧力センサー 3 4 での空間 S 内の圧力の検出結果から被接触物 X との接触の有無を判断する。具体的には、制御部 3 7 は、図 5 で示したように、空間 S 内の圧力が大きく上昇した場合（陽圧になった場合）には被接触物 X と接触したと判断し、空間 S 内の圧力が一時的に低下した場合（負圧になった場合）には被接触物 X との接触が解除されたと判断する。そして、制御部 3 7 は、被接触物 X と接触したと判断した場合には、その情報をロボット本体 2 のロボット制御部 2 5 に送信する。ロボット制御部 2 5 は、被接触物 X と接触したとの情報を制御部 3 7 から受信した場合には、例えば、速やかにロボット本体 2 を停止させる。これにより、ロボット 1 や被接触物 X の破損を防止でき、特に、被接触物 X としての作業者の安全を確保することができる。反対に、制御部 3 7 は、被接触物 X との接触が解除されたと判断した場合には、その情報をロボット制御部 2 5 に送信する。ロボット制御部 2 5 は、被接触物 X との接触が解除されたとの情報を制御部 3 7 から受信した場合には、例えば、速やかにロボット本体 2 の駆動を再開する。これにより、被接触物 X との接触によるタイムロスを短くすることができる。

30

#### 【 0 0 4 1 】

以上、外力検知装置 3 について詳細に説明した。このような構成によれば、前述したように、被接触物 X との接触の有無を高精度に検知することができ、ロボット 1 の安全な駆動が可能となる。特に、外力検知装置 3 によれば、空間 S 内の圧力を一定に保つ必要が無いため、そのためのポンプやバルブを配置せずに済み、コスト削減を図ることができる。また、雰囲気の温度が変化した場合には開口部 3 6 を通して空気の出入りが可能であるため、雰囲気の温度変化に影響を受け難く、どのような雰囲気の温度においても、高精度に接触の有無を検知することができる。

40

50

## 【0042】

特に、本実施形態では、被接触物Xと接触する袋体30中に弾性を有する変位規制部33が配置されているため、被接触物Xとの接触時の衝撃を緩和することができ、被接触物Xとしての作業者の安全をより確保することができる。また、被接触物Xと接触してから変位規制部33が圧縮しきるまで（すなわち、被接触物Xが硬いアーム234の筐体234aにぶつかるまで）に若干の時間差が生じるため、ロボット本体2の駆動を停止するまでの間に若干の猶予を与えることができる。そのため、例えば、通常動作における各アーム231、232、233、234、235、236の移動速度を比較的早く設定しても、被接触物Xとの接触時には安全にロボット本体2を停止させることができる。

## 【0043】

10

## &lt;第2実施形態&gt;

次に、本発明の第2実施形態に係るロボットについて説明する。

図6は、本発明の第2実施形態に係るロボットを示す部分拡大断面図である。

## 【0044】

本実施形態に係るロボットは、主に、外力検知装置の構成が異なること以外は、前述した第1実施形態のロボットと同様である。

## 【0045】

20

なお、以下の説明では、第2実施形態のロボットに関し、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。また、図6では前述した実施形態と同様の構成について、同一符号を付している。

## 【0046】

図6に示すように、本実施形態のロボット1では、アーム234の一部が外力検知装置3の第1シート材31を兼ねている。具体的には、アーム234の筐体234aが第1シート材31を兼ねている。これにより、ロボット1の装置構成を簡略化することができる。

## 【0047】

特に、本実施形態では、筐体234aにはフィン234bが設けられており、空間Sの内外の熱交換を効率的に行うことができる。なお、筐体234aは、例えば、各種金属材料で構成することができる。

## 【0048】

30

また、筐体234aには空間Sの内外を連通する開口234cが形成されており、この開口234cが開口部36を兼ねている。また、筐体234aには空間の内外を連通する開口234dが形成されており、この開口234dには圧力センサー34が配置されている。すなわち、圧力センサー34は、第1シート材31を兼ねている筐体234aに配置されている。このように、筐体234aに圧力センサー34を配置することで、圧力センサー34を空間Sからより近い場所に配置することができる。そのため、圧力損失が少なくなると共に、圧力変化を検出するまでのタイムラグが短くなるため、空間S内の圧力をより正確に検出することができる。また、圧力センサー34をアーム234内に配置することができるため、圧力センサー34を保護することができる。

## 【0049】

40

このような第2実施形態によっても、前述した第1実施形態と同様の効果を発揮することができる。

## 【0050】

## &lt;第3実施形態&gt;

次に、本発明の第3実施形態に係るロボットについて説明する。

図7は、本発明の第3実施形態に係るロボットを示す部分拡大断面図である。

## 【0051】

本実施形態に係るロボットは、主に、外力検知装置の構成が異なること以外は、前述した第1実施形態のロボットと同様である。

## 【0052】

50

なお、以下の説明では、第3実施形態のロボットに関し、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。また、図7では前述した実施形態と同様の構成について、同一符号を付している。

#### 【0053】

図7に示すように、本実施形態の外力検知装置3では空間Sが複数に仕切られている。そして、空間S毎に開口部36および圧力センサー34が配置されている。このような構成とすることで、1つの空間Sの体積を小さくすることができ、被接触物Xとの接触による圧力変化がより大きくなる。そのため、より高感度で、被接触物Xとの接触を検知することができる。また、圧力変化を検知した圧力センサー34に対応する空間Sを特定することで、被接触物Xとの接触箇所をより狭い範囲で特定することもできる。

10

#### 【0054】

このような第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。なお、本実施形態では、複数の空間S毎に圧力センサー34および開口部36を配置しているが、例えば、複数の空間Sを直列に繋げると共に、いずれかの空間Sに連通する開口部36を配置し、1つの圧力センサー34によって圧力変化を検知する構成となっていてもよいし、開口部36を有する複数の空間Sを並列に繋げて1つの圧力センサー34によって圧力変化を検知する構成となっていてもよい。

20

#### 【0055】

##### <第4実施形態>

次に、本発明の第4実施形態に係るロボットについて説明する。

図8は、本発明の第4実施形態に係るロボットを示す部分拡大断面図である。

#### 【0056】

本実施形態に係るロボットは、主に、外力検知装置の構成が異なること以外は、前述した第1実施形態のロボットと同様である。

#### 【0057】

なお、以下の説明では、第4実施形態のロボットに関し、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。また、図8では前述した実施形態と同様の構成について、同一符号を付している。

30

#### 【0058】

図8に示すように、本実施形態の外力検知装置3では変位規制部33が複数の分割片331に分割されており、複数の分割片331が互いに離間して配置されている。すなわち、変位規制部33と第2シート材32との固定部は、互いに離間して複数設けられている。これにより、前述した第1実施形態の構成と比較して、変位規制部33によって第2シート材32の変形が阻害され難くなり、第2シート材32の破損を低減することができる。また、前述した第1実施形態の構成と比較して、変位規制部33の体積が小さくなるため、軽量化を図ることもできる。

40

#### 【0059】

このような第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。なお、本実施形態では、変位規制部33を複数の分割片331に分割しているが、例えば、第1実施形態と同様に分割されていない1つの変位規制部33を用い、第1、第2シート材31、32との固定箇所を複数配置してもよい。

#### 【0060】

##### <第5実施形態>

次に、本発明の第5実施形態に係るロボットについて説明する。

図9は、本発明の第5実施形態に係るロボットを示す部分拡大断面図である。

#### 【0061】

本実施形態に係るロボットは、主に、外力検知装置の構成が異なること以外は、前述した第1実施形態のロボットと同様である。

#### 【0062】

なお、以下の説明では、第5実施形態のロボットに関し、前述した実施形態との相違点

50

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9では前述した実施形態と同様の構成について、同一符号を付している。

#### 【0063】

図9に示すように、本実施形態の外力検知装置3では、第1シート材31および第2シート材32が、それぞれ、板状の硬質な部材で構成されており、これら第1、第2シート材31、32の外周部同士を連結して空間Sを形成している連結部38が設けられている。連結部38は、弾性または柔軟性を有する材料で構成されていることが好ましい。また、本実施形態では、第1シート材31および第2シート材32は、板状の硬質な部材で構成されており、変位規制部33は、弾性体として複数のバネ部材333で構成されている。各バネ部材333は、空間Sの厚さ方向に伸縮するように設けられている。このように、変位規制部33をバネ部材333で構成することで、変位規制部33の構成が簡単となると共に、被接触物Xとの接触時の衝撃を緩和することができる。そのため、被接触物Xとしての作業者の安全性が向上する。

10

#### 【0064】

このような第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。

#### 【0065】

以上、本発明のロボットおよび外力検知装置について、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もよい。また、各実施形態を適宜組み合わせてもよい。

20

#### 【0066】

また、前述した実施形態では、ロボットとして、回転軸の数が6ある6軸多関節ロボットを用いたが、ロボットとしては、これに限定されず、例えば、胴体と2つの多関節アームを有する双腕ロボットであってもよいし、スカラロボット（水平多関節ロボット）であってもよい。

#### 【0067】

また、前述した実施形態では、外力検知装置をロボットに配置した構成について説明したが、外力検知装置を配置する対象は、ロボットに限定されない。例えば、バイク、自動車等の移動体、動物（特に人間）、植物等の生物等に配置してもよい。

30

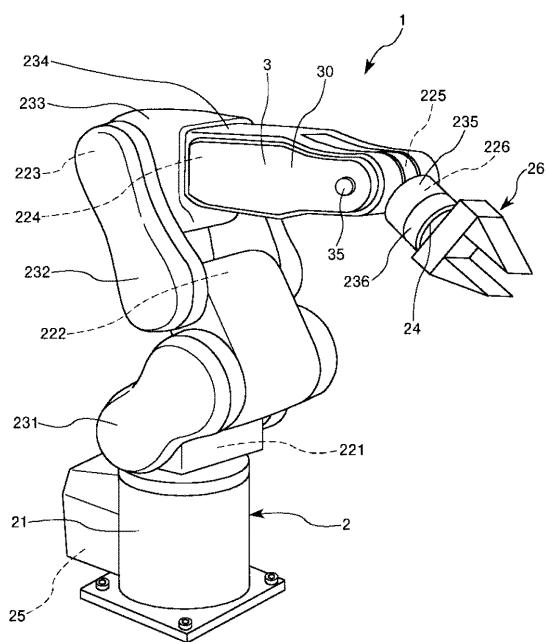
#### 【符号の説明】

#### 【0068】

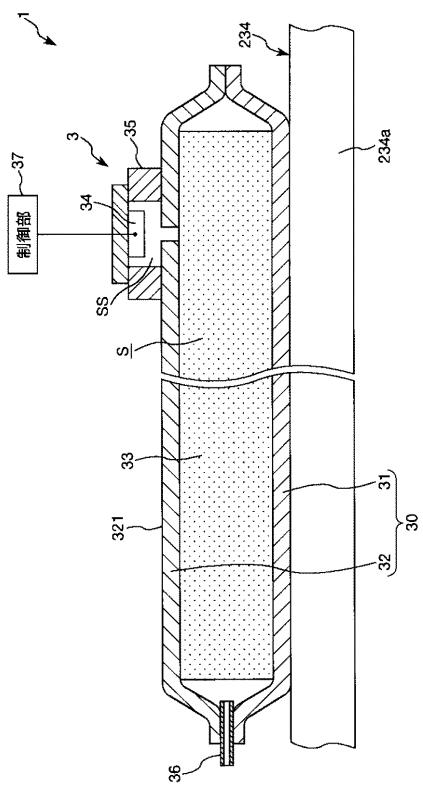
1...ロボット、2...ロボット本体、3...外力検知装置、21...ベース、24...ハンド接続部、25...ロボット制御部、26...ハンド、30...袋体、31...第1シート材、32...第2シート材、33...変位規制部、34...圧力センサー、35...台座、36...開口部、37...制御部、38...連結部、221...関節機構、222...関節機構、223...関節機構、224...関節機構、225...関節機構、226...関節機構、231...アーム、232...アーム、233...アーム、234...アーム、234a...筐体、234b...フィン、234c...開口、234d...開口、235...アーム、236...アーム、321...表面、331...分割片、333...バネ部材、S...空間、SS...収容空間、T1、T2...時刻、X...被接触物

40

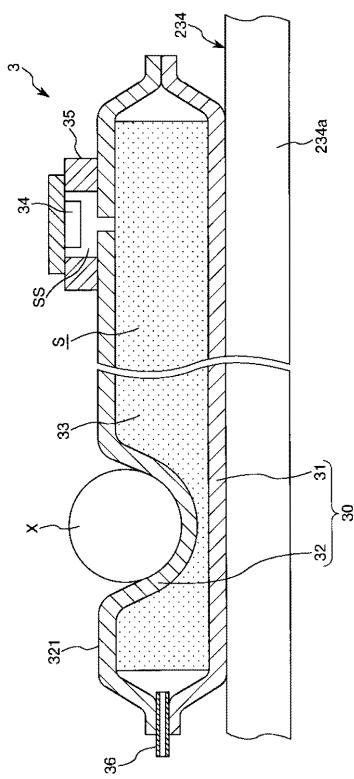
【図1】



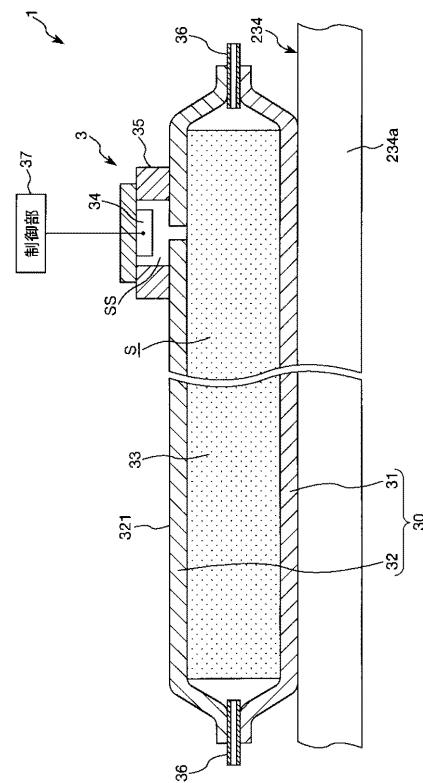
【図2】



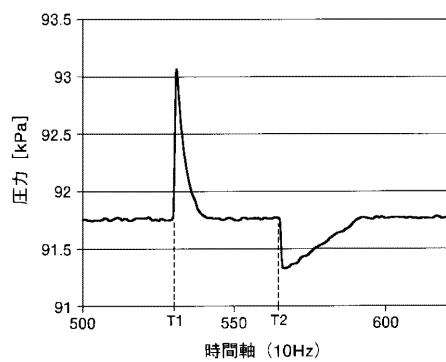
【図3】



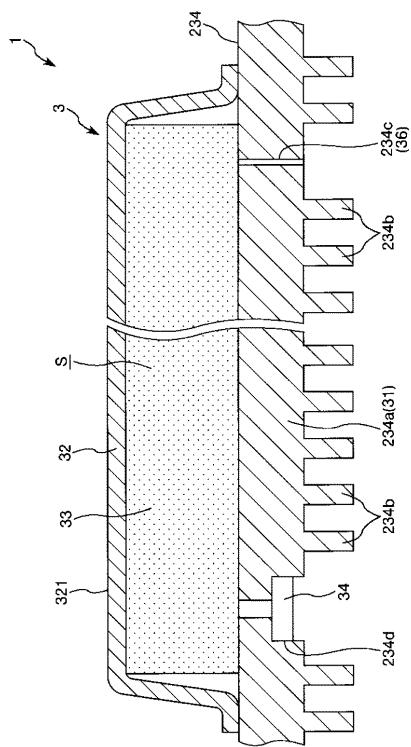
【図4】



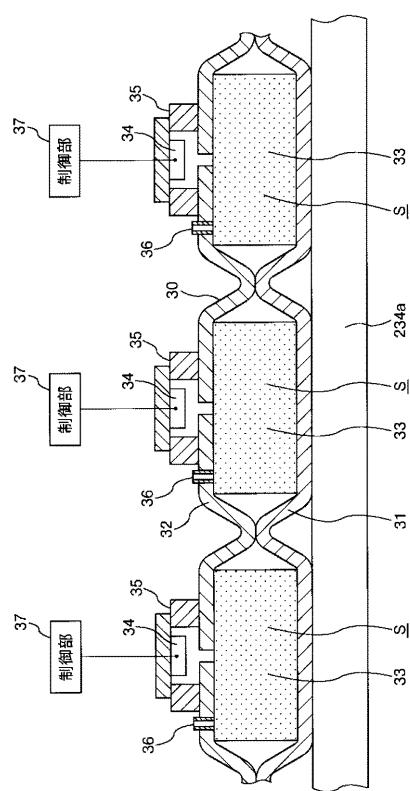
【図5】



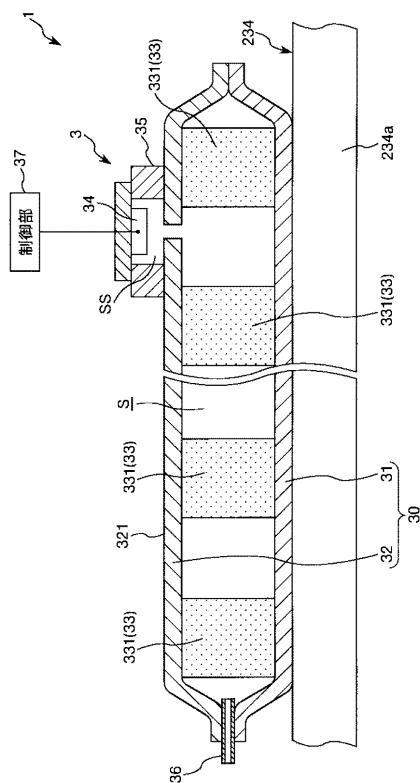
【 四 6 】



【 図 7 】



【 四 8 】



【図9】

