

(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2018-163047

(P2018-163047A)

(43) 公開日 平成30年10月18日 (2018. 10. 18)

(51) Int. Cl.			F I			テーマコード (参考)		
<b>G01L</b>	<b>5/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G01L	5/00	Z	2F051		
<b>B25J</b>	<b>19/02</b>	<b>(2006.01)</b>	B25J	19/02		3C707		
<b>G01L</b>	<b>1/26</b>	<b>(2006.01)</b>	G01L	1/26	Z			

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2017-60520 (P2017-60520)  
 (22) 出願日 平成29年3月27日 (2017. 3. 27)

(71) 出願人 597065329  
 学校法人 龍谷大学  
 京都府京都市伏見区深草塚本町67番地  
 (74) 代理人 100121337  
 弁理士 藤河 恒生  
 (72) 発明者 ホ アンヴァン  
 滋賀県大津市瀬田大江町横谷1-5 学校  
 法人龍谷大学内  
 (72) 発明者 渋谷 恒司  
 滋賀県大津市瀬田大江町横谷1-5 学校  
 法人龍谷大学内  
 Fターム(参考) 2F051 AA10 AB09 BA05  
 3C707 KS31 KS32 KS33 KV04 KW01  
 KW02 KW03 KX08

最終頁に続く

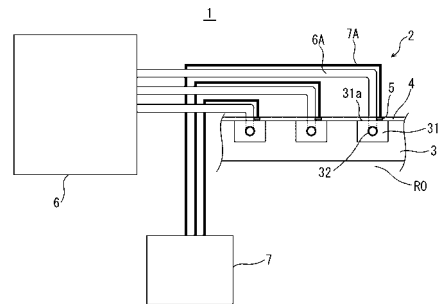
(54) 【発明の名称】 触覚検知装置

(57) 【要約】

【課題】 検知しなければならない物体からの力が状況に応じて変わっても、力的確な検知が可能な触覚検知装置を提供する。

【解決手段】 この触覚検知装置 1 は、触覚検知器 2 と触覚検知制御器 6 と計測器 7 とを備えるものにおいて、触覚検知器 2 は、開口部 31 a を有する内空間部 31 及びそれに内部で連通し気体又は液体を供給する供給路 32 が形成されたベース部 3 と、内空間部 31 の開口部 31 a を塞ぎ、内空間部 31 の気体又は液体の圧力に応じて膨張し得るシート部 4 と、印加された力を検知するものであって、シート部 4 に埋め込まれ、シート部 4 の膨張により傾き得るセンサー 5 と、を有し、触覚検知制御器 6 は、供給路 32 から内空間部 31 に気体又は液体を供給し、計測器 7 は、センサー 5 が検知した値を計測する。

【選択図】 図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

触覚検知器と触覚検知制御器と計測器とを備える触覚検知装置において、  
前記触覚検知器は、  
開口部を有する内空間部及びそれに内部で連通し気体又は液体を供給する供給路が形成されたベース部と、  
前記内空間部の前記開口部を塞ぎ、前記内空間部の気体又は液体の圧力に応じて膨張し得るシート部と、  
印加された力を検知するものであって、該シート部に埋め込まれ、該シート部の膨張により傾き得るセンサーと、を有し、  
前記触覚検知制御器は、前記供給路から前記内空間部に気体又は液体を供給し、  
前記計測器は、前記センサーが検知した値を計測することを特徴とする触覚検知装置。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の触覚検知装置において、  
前記シート部は、前記ベース部と別部材であることを特徴とする触覚検知装置。

**【請求項 3】**

請求項 2 に記載の触覚検知装置において、  
前記シート部は、前記ベース部よりも柔軟性が高いことを特徴とする触覚検知装置。

**【請求項 4】**

請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の触覚検知装置において、  
前記センサーは、前記内空間部の前記開口部の中心からずれて配置されていることを特徴とする触覚検知装置。

20

**【請求項 5】**

請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の触覚検知装置において、  
前記センサーは、1 個の前記内空間部に対して、1 個又は 2 個以上設けられていることを特徴とする触覚検知装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、触覚検知装置に関する。

30

**【背景技術】****【0002】**

ロボットなどの把持部の遠隔操作においては、操作者には把持部とそれが把持する物体との接触状態が提示され、操作者はそれに対応する適正な遠隔操作を行わなければならない。そのため、把持部には、物体との接触状態を検知する触覚検知装置が設けられる。

**【0003】**

例えば、特許文献 1 には、柔軟構造を有するロボットの把持部の表面に複数のセンサー（例えば、圧力センサー）を配置した触覚検知装置が開示されている。この触覚検知装置では、物体の把持開始時の把持部の表面に働く法線接触力と初期圧力重心位置を測定し、その後、物体を持ち上げる際に、柔軟構造は物体に働く外力（重力）に応じて変形して圧力重心位置が移動するため、そのときの重心位置の移動量を基にして滑りの発生を判定、予想できるとしている。

40

**【0004】**

また、特許文献 2 には、ロボットなどの把持部に弾性材料により形成された空気袋を配列して設け、空気袋の内圧を圧力センサーで検知して物体の大きさと位置を触覚し、気体供給により空気袋の内圧を改変して柔軟度を変化させることができ、それにより滑り落ちを防止できるとしている触覚検知装置が開示されている。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0005】**

50

【特許文献1】特開2006-297542号公報

【特許文献2】特開2008-149443号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、触覚検知装置が検知しなければならない物体からの力は、例えば、把持するときには物体の応力、把持を維持するときには物体が滑ろうとする力、というように、状況に応じて変わる場合が少なくない。しかしながら、そういう場合、特許文献1及び特許文献2を含め従来の触覚検知装置においては、力の的確な検知という点で、改善の余地がある。

10

【0007】

本発明は、係る事由に鑑みてなされたものであり、その目的は、検知しなければならない物体からの力が状況に応じて変わっても、力の的確な検知が可能な触覚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】

【0008】

上記目的を達成するために、請求項1に記載の触覚検知装置は、触覚検知器と触覚検知制御器と計測器とを備える触覚検知装置において、前記触覚検知器は、開口部を有する内空間部及びそれに内部で連通し気体又は液体を供給する供給路が形成されたベース部と、前記内空間部の前記開口部を塞ぎ、前記内空間部の気体又は液体の圧力に応じて膨張し得るシート部と、印加された力を検知するものであって、該シート部に埋め込まれ、該シート部の膨張により傾き得るセンサーと、を有し、前記触覚検知制御器は、前記供給路から前記内空間部に気体又は液体を供給し、前記計測器は、前記センサーが検知した値を計測することを特徴とする。

20

【0009】

請求項2に記載の触覚検知装置は、請求項1に記載の触覚検知装置において、前記シート部は、前記ベース部と別部材であることを特徴とする。

【0010】

請求項3に記載の触覚検知装置は、請求項2に記載の触覚検知装置において、前記シート部は、前記ベース部よりも柔軟性が高いことを特徴とする。

30

【0011】

請求項4に記載の触覚検知装置は、請求項1～3のいずれか1項に記載の触覚検知装置において、前記センサーは、前記内空間部の前記開口部の中心からずれて配置されていることを特徴とする。

【0012】

請求項5に記載の触覚検知装置は、請求項1～4のいずれか1項に記載の触覚検知装置において、前記センサーは、1個の前記内空間部に対して、1個又は2個以上設けられていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

本発明の触覚検知装置によれば、検知しなければならない物体からの力が状況に応じて変わっても、力の的確な検知が可能である。

40

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施形態に係る触覚検知装置を模式的に示すものであって、触覚検知器は断面図、触覚検知制御器と計測器はブロック図で示している。

【図2】同上の触覚検知装置の触覚検知器を拡大して示すものであって、(a)が平面図、(b)が(a)のA-A線で示す切断面で切断した断面図である。

【図3】同上の触覚検知装置のセンサーを拡大して示すものであって、(a)が平面図、(b)が右側面図である。

50

【図4】同上の触覚検知装置の触覚検知器に物体が接触したときを模式的に示す断面図であって、(a)が物体を把持するとき、(b)が物体の把持を維持するときである。

【図5】同上の触覚検知装置のプロトタイプを示すものであって、(a)が平面図、(b)が(a)のA-A線で示す切断面で切断した断面図である。

【図6】同上の触覚検知装置のプロトタイプを用いた実験状態を示すものであって、(a)が実験1、(b)が実験2a、(c)が実験2bを示す断面図である。

【図7】同上の触覚検知装置のプロトタイプを用いた実験1の実験結果を示すグラフである。

【図8】同上の触覚検知装置のプロトタイプを用いた実験2a、2bの実験結果を示すグラフであって、(a)が実験2a、(b)が実験2bについてのものである。

【図9】同上の触覚検知装置のプロトタイプを用いた実験2a、2bの実験結果から導いたFET特性を示すグラフであって、(a)が実験2a、(b)が実験2bについてのものである。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明を実施するための形態を説明する。本発明の実施形態に係る触覚検知装置1は、図1に示すように、触覚検知器2と触覚検知制御器6と計測器7とを備える。触覚検知器2は、ロボットなどの把持部ROに設けられており、ベース部3とシート部4とセンサー5とを有する。本実施形態では、ベース部3とシート部4は別部材となっている。

【0016】

ベース部3は、図2(a)、(b)で示すように、内空間部(チャンバー)31と供給路32が形成されている。ベース部3は、例えば、シリコン樹脂製とすることができる。

【0017】

内空間部31は、開口部31aを有する。内空間部31は、平面視で角形又円形のものとすることができる。内空間部31の数とサイズは、触覚検知装置1の用途に応じて様々に変更可能である。

【0018】

供給路32は、内空間部31に内部で連通し、触覚検知制御器6にチューブ6Aを介して接続され、内空間部31に気体又は液体を供給するものである。

【0019】

シート部4は、ベース部3の表面に貼り付けられ、内空間部31の開口部31aを塞ぐ。シート部4は、内空間部31の気体又は液体の圧力に応じて膨張可能である。より詳細には、シート部4は、内空間部31の気体又は液体の圧力が所定の値であると、実質的に膨張していない状態が可能であり、所定の値より大きくなるにつれて膨張が大きくなる。シート部4は、薄肉のものであり、膨張し易いように、ベース部3よりも柔軟性が高い素材とすることができる。シート部4は、例えば、ベース部3よりも柔軟性を高くしたシリコン樹脂製とすることができる。

【0020】

センサー5は、シート部4に埋め込まれている。センサー5は、ベース部3の内空間部31の数に対応した数だけ設けられる。

【0021】

センサー5は、本実施形態では、歪ゲージを用いている。センサー5は、一般的には、図3(a)、(b)に示すように、全体的に平板状のものであり、樹脂製のゲージベース51と、その上の平面上に金属がパターンニングされた抵抗素子52と、抵抗素子52に半田付けされた金属製の2個のリード線53、53と、ゲージベース51上の抵抗素子52とリード線53、53とを覆う樹脂製のラミネート材54と、を有するものである。リード線53、53は、電気配線7Aに接続される。

【0022】

センサー5は、それに印加される力を検知する。その検知した値は、後述するように計

10

20

30

40

50

測器 7 によって計測される。詳細には、印加される力により、抵抗素子 5 2 が歪んで抵抗値が変わり、その抵抗値の変化を 2 個のリード線 5 3、5 3 を通して計測器 7 が計測する。なお、本実施形態では、センサー 5 の向きとは、抵抗素子 5 2 が形成される平面の法線の向きを言うものとする。

【0023】

センサー 5 は、内空間部 3 1 の開口部 3 1 a の中心からずれて配置されている。そのため、センサー 5 は、シート部 4 の膨張に応じて傾く。本実施形態では、シート部 4 が実質的に膨張していない状態だと、センサー 5 の向きは、ベース部 3 の表面に対して垂直な向きである。そして、シート部 4 の膨張が大きくなっていくと、センサー 5 の向きは、ベース部 3 の表面に対して垂直な向きから傾く。

10

【0024】

センサー 5 は、ある一定向きの力を検知しようとするとき、センサー 5 の向きにより感度が異なるのが普通である。ロボットなどの把持部 R O が物体 M を把持するとき（把持しようとするとき）には、センサー 5 の向きを、図 4 ( a ) に示すように、ベース部 3 の表面に対して垂直な向きとしてベース部 3 の表面に対して垂直な力を検知し易いようにすることができる。一方、ロボットなどの把持部が物体 M の把持を維持するときには、センサー 5 の向きを、図 4 ( b ) に示すように、ベース部 3 の表面に対して垂直な向きから傾けて、物体 M が滑る方向の力（ベース部 3 の表面に対して平行に近い力）を検知し易いようにすることができる。

20

【0025】

このように、触覚検知装置 1 は、センサー 5 の向きを可動にすることで、検知しなければならない物体 M からの力が状況に応じて変わっても、力的的確な検知が可能になる。また、センサー 5 の傾きの程度は、物体 M の種類に応じ、又は、把持の状態に応じて変えることが可能である。

【0026】

なお、センサー 5 は、1 個の内空間部 3 1 に対して、1 個に限らず、2 個以上設けてもよい。センサー 5 が 2 個以上の場合、それらを例えば内空間部 3 1 の開口部 3 1 a の中心から対称的に配置して、物体 M が 1 次元の往復運動や 2 次元の運動をし得る場合に印加される力をより検知し易くすることができる。

30

【0027】

触覚検知制御器 6 は、チューブ 6 A 及び供給路 3 2 を介して内空間部 3 1 に気体又は液体を供給する。触覚検知制御器 6 は、ロボットなどの把持部 R O が物体 M を把持するとき（把持しようとするとき）には、センサー 5 の向きがベース部 3 の表面に対して垂直な向きになるように、気体又は液体を加圧して供給する。また、ロボットなどの把持部が物体 M の把持を維持するときには、センサー 5 の向きがベース部 3 の表面に対して垂直な向きから傾くように、気体又は液体を、物体 M を把持するときよりも加圧して供給する。なお、センサー 5 の向きを変えるためには、シート部 4 の剛性が低ければ（柔軟性が高ければ）気体又は液体の圧力の変化は比較的小さく、剛性が高ければ（柔軟性が低ければ）気体又は液体の圧力の変化は比較的大きくなる。また、内空間部 3 1 に供給する気体又は液体の圧力は、複数個の内空間部 3 1 ごとに変えることも可能であるし、複数個の内空間部 3 1 全てを共通にすることも可能である。後者の場合、触覚検知制御器 6 は、1 個のチューブ 6 A が接続され、途中で分岐して各々が供給路 3 2 に接続されるようにすることができる。

40

【0028】

計測器 7 は、電気配線 7 A を介して、センサー 5 が検知した値を計測する。計測器 7 は、センサー 5 に対応した既存の一般的な回路が適用可能である。

【0029】

このように、触覚検知装置 1 は、ロボットなどの把持部 R O が物体 M を把持するときと把持を維持するときとで、印加される力の向きに応じてセンサー 5 の向きを異ならせることができるので、センサー 5 の感度などの特性を好適に利用することができる。

50

## 【 0 0 3 0 】

次に、本願発明者が製作した触覚検知装置 1 のプロトタイプを用いた実験について述べる。

## 【 0 0 3 1 】

図 5 ( a )、( b ) に、このプロトタイプを示す。ベース部 3 の外形は、縦 4 0 m m、横 5 0 m m、高さ 1 0 m m のサイズの直方体である。ベース部 3 の表面 ( 縦 4 0 m m、横 5 0 m m の面 ) に、平面視で長方形の内空間部 3 1 を 2 個形成している。内空間部 3 1 は、縦 3 0 m m、横 1 0 m m、高さ 6 m m のサイズである。また、内空間部 3 1 に連通する供給路 3 2 を形成している。シート部 4 は、ベース部 3 よりも柔軟性が高い素材のものとしている。シート部 4 は、2 個の内空間部 3 1 を含むベース部 3 の表面をすべて覆ってベース部 3 に接着されている。なお、図 5 ( a ) においては、縦方向は上下方向、横方向は左右方向、図 5 ( b ) においては、高さは上下方向である。

10

## 【 0 0 3 2 】

センサー 5 は、内空間部 3 1 のそれぞれの開口部 3 1 a の上方に、開口部 3 1 a の中心から一方向に ( 図 5 ( a )、( b ) においては右側に ) ずれて配置されている。

## 【 0 0 3 3 】

ベース部 3 は、シリコン樹脂 ( S M O O T H - O N 社製の商品名 D r a g o n S k i n <sup>R</sup> 2 0 ) の液体を型に注入して作製した。センサー 5 が埋め込まれたシート部 4 は、以下のようにして製作した。まず、シリコン樹脂 ( S M O O T H - O N 社製の商品名 E c o f l e x <sup>R</sup> 1 0 ) の 1 m m の薄い液体層を途中まで固化し、株式会社共和電業製の歪ゲージのセンサー 5 を所定の位置に配置した。その上に、同じシリコン樹脂の液体を注ぎ、完全に固化するまで放置した。

20

## 【 0 0 3 4 】

触覚検知装置 1 のプロトタイプを用いた実験 ( 実験 1 及び実験 2 ) は、以下のとおりである。

## 【 0 0 3 5 】

まず、実験 1 について述べる。実験 1 では、センサー 5 の向きをベース部 3 の表面に対して垂直な向きとしている。この場合、触覚検知制御器 6 は、空気圧を 0 . 0 1 M P a とし、空気を内空間部 3 1 に供給するようにした。把持するときには物体 M から印加される力を模擬するため、図 6 ( a ) に示すように、球形のローラー C を配置して、1 個のセンサー 5 の位置でシート部 4 の上から不規則的に 0 ~ 5 N のパルス状の力をシート部 4 ( ベース部 3 ) の表面に対して垂直に加えた。計測器 7 は、計測する速度を 5 0 0 H z とし、また、増幅及びデジタルデータ化した電圧値を出力するようにした。

30

## 【 0 0 3 6 】

図 7 は、実験 1 の結果を示したものである。センサー 5 は、ローラー C による力を的確に ( 敏感に ) 検知していることが分かる。

## 【 0 0 3 7 】

次に、実験 2 について述べる。実験 2 の中で、実験 2 a では、センサー 5 の向きを、ベース部 3 の表面に対して垂直な向きから傾けている。この場合、触覚検知制御器 6 は、空気圧を 0 . 0 5 M P a とし、空気を内空間部 3 1 に供給するようにした。実験 2 b では、センサー 5 の向きをベース部 3 の表面に対して垂直な向きとしている。この場合、触覚検知制御器 6 は、空気圧を 0 . 0 1 M P a とし、空気を内空間部 3 1 に供給するようにした。実験 2 a 及び実験 2 b において、把持を維持するときには物体 M から印加される滑り方向の力を模擬するため、図 6 ( b )、( c ) に示すように、球形のローラー C を配置して、シート部 4 の上を 4 H z の周期で回転しながら端から端まで往復走行するようにした。計測器 7 は、計測する速度を 5 0 0 H z とし、また、増幅及びデジタルデータ化した電圧値を出力するようにした。

40

## 【 0 0 3 8 】

図 8 において、( a ) は実験 2 a の実験結果、( b ) は実験 2 b の実験結果をそれぞれ示したものである。図 8 ( a )、( b ) を比較すると、( a ) の方がローラー C による力

50

を的確に（敏感に）検知していることが分かる。

【0039】

また、図9において、(a)は実験2aの実験結果のFET特性、(b)は実験2bの実験結果のFET特性をそれぞれ示したものである。(a)では、ローラーCの回転数が4Hzであるため、この周波数でピークが顕著に現れている。(b)では、4Hzでのピークは、他の周波数成分と明確に識別できないものとなっている。

【0040】

このように、触覚検知装置1のプロトタイプを用いた実験（実験1及び実験2）により、印加される力の向きに応じてセンサー5の向きを異ならせることで、センサー5の感度などの特性を好適に利用することができ、状況（物体Mを把持するとき及び物体Mの把持を維持するとき）に応じた力の検知が可能であることが分かる。

10

【0041】

以上、本発明の実施形態に係る触覚検知装置について説明したが、本発明は、実施形態に記載したものに限られることなく、特許請求の範囲に記載した事項の範囲内での様々な設計変更が可能である。例えば、ベース部3とシート部4は、場合によっては、1つの部材で一体的に形成することも可能である。また、センサー5は、歪ゲージ以外のセンサーとすることも可能である。

【符号の説明】

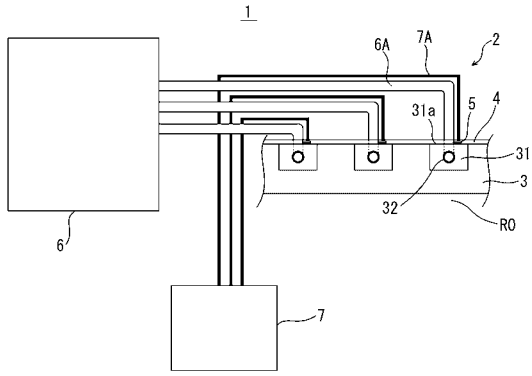
【0042】

- 1 触覚検知装置
- 2 触覚検知器
- 3 ベース部
- 3 1 内空間部
- 3 1 a 内空間部の開口部
- 3 2 供給路
- 4 シート部
- 5 センサー
- 5 1 ゲージベース
- 5 2 抵抗素子
- 5 3 リード線
- 5 4 ラミネート材
- 6 触覚検知制御器
- 6 A チューブ
- 7 計測器
- 7 A 電気配線
- C 球形のローラー
- M 物品
- R O 把持部

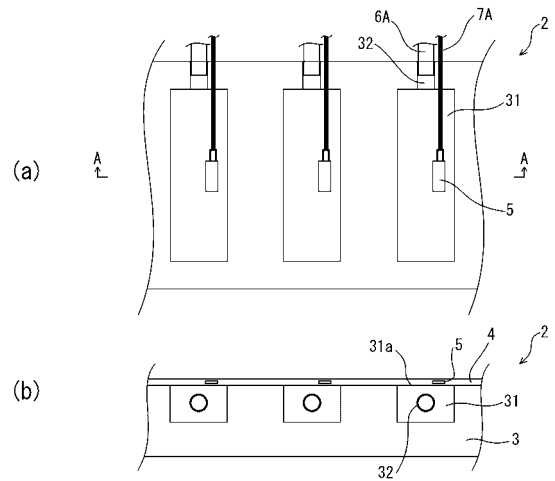
20

30

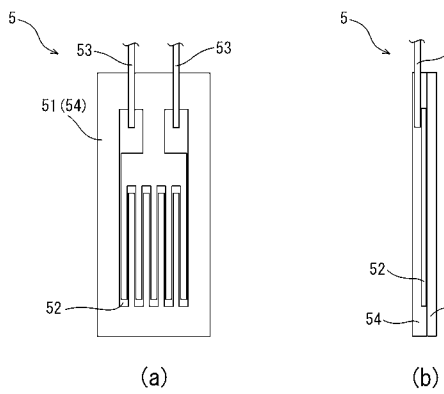
【 図 1 】



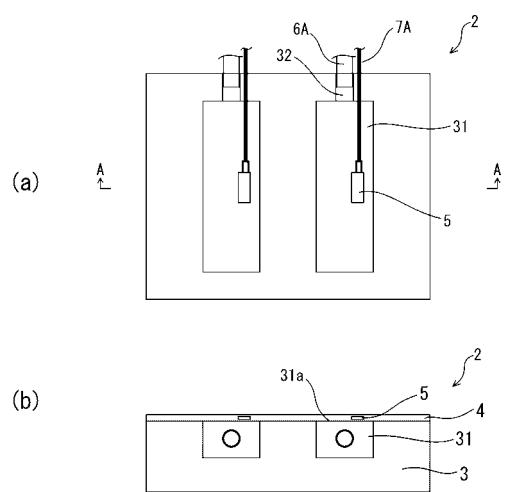
【 図 2 】



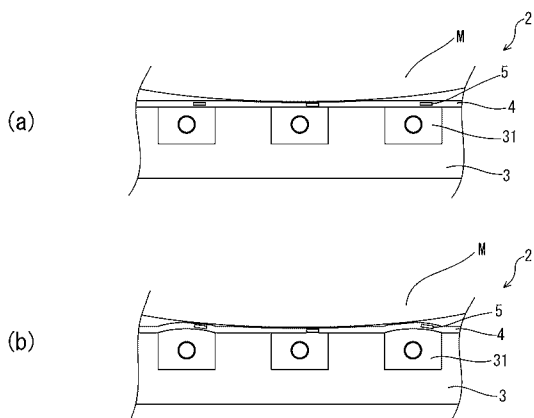
【 図 3 】



【 図 5 】

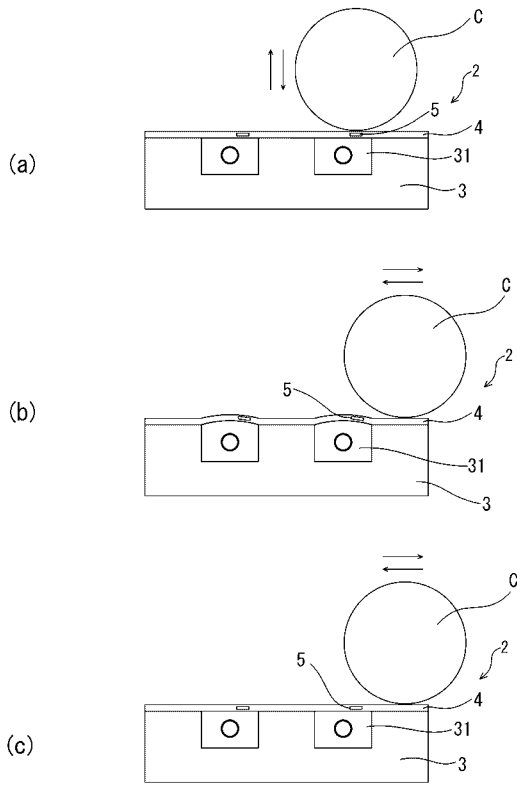


【 図 4 】

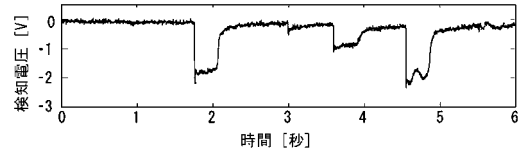




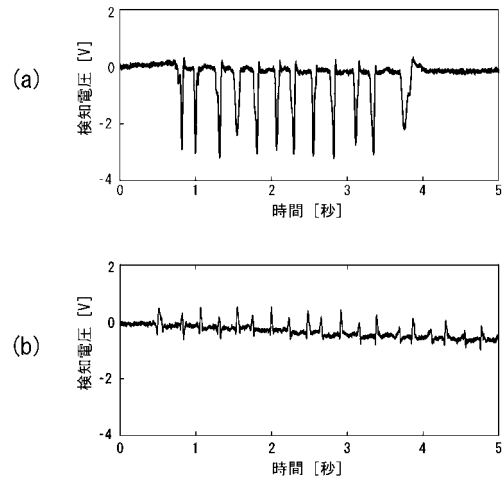
【図 6】



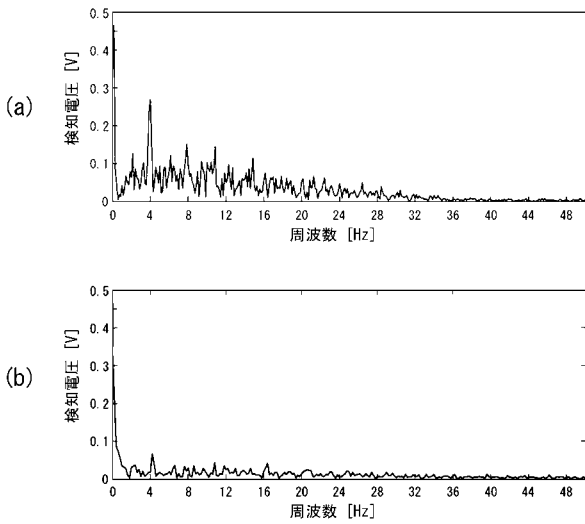
【図 7】



【図 8】



【図 9】



---

フロントページの続き

特許法第30条第2項適用申請有り 刊行物 2016 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS) 平成28年10月9日 集会 2016 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS) 平成28年10月12日 刊行物 Proceedings of the 2016 IEEE/SICE International Symposium on System Integration 平成28年12月13日 集会 2016 IEEE/SICE International Symposium on System Integration 平成28年12月14日