

(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2006-18726  
(P2006-18726A)

(43) 公開日 平成18年1月19日(2006.1.19)

|                      |                |             |
|----------------------|----------------|-------------|
| (51) Int. Cl.        | F I            | テーマコード (参考) |
| G05D 1/02 (2006.01)  | G05D 1/02 J    | 3B006       |
| A47L 9/00 (2006.01)  | G05D 1/02 L    | 3C007       |
| B25J 5/00 (2006.01)  | A47L 9/00 I02Z | 5H301       |
| B25J 19/06 (2006.01) | B25J 5/00 A    |             |
|                      | B25J 19/06     |             |

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2004-197856 (P2004-197856)  
(22) 出願日 平成16年7月5日(2004.7.5)

(71) 出願人 000201113  
船井電機株式会社  
大阪府大東市中垣内7丁目7番1号  
(72) 発明者 山田 春樹  
大阪府大東市中垣内7丁目7番1号 船井電機株式会社内  
Fターム(参考) 3B006 KA01  
3C007 AS15 CS08 KS12 KX02 MS07  
WA16 WA28  
5H301 AA02 BB11 CC04 DD05 EE01  
GG09 KK07

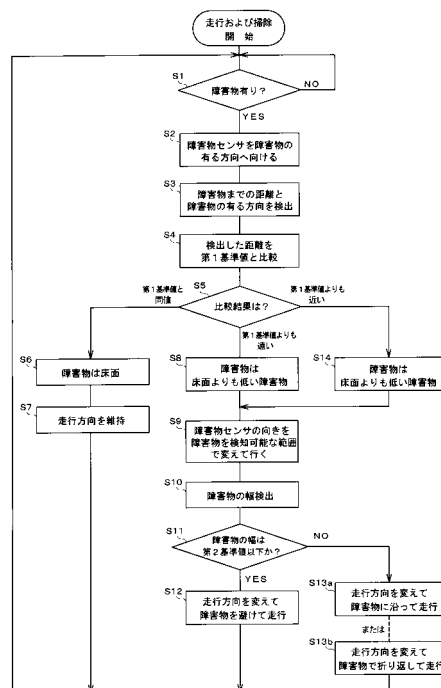
(54) 【発明の名称】 掃除機ロボット、移動作業ロボット

(57) 【要約】

【課題】 障害物と接触することなく、障害物の直近で作業を行うことが可能な移動作業ロボットおよび掃除機ロボットを提供する。

【解決手段】 走行しながら床面を掃除する掃除機ロボットにおいて、障害物を検知する障害物センサの向きを可変する方向可変手段を設ける。走行しながら掃除しているときに、障害物センサによって障害物を検知すると、方向可変手段を動作させることにより、障害物センサを障害物の有る方向へ向けて、当該障害物センサからの出力に基づいて、障害物までの距離および障害物の有る方向を検出する。

【選択図】 図5



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

障害物を検知する障害物センサからの出力に基づいて、障害物を回避しながら走行して床面の掃除を行う掃除機ロボットにおいて、

前記障害物センサに設けられた軸と、

当該ロボットの本体に取り付けられ、形成された貫通孔に前記軸を貫通させた状態で前記障害物センサを支持する支持部材と、

ギヤを介して前記軸を所定の角度ずつ回転させるモータと、

前記モータの駆動を制御する制御部と、を備え、

前記制御部は、前記障害物センサによって障害物を検知すると、前記モータを駆動して、前記ギヤおよび前記軸を介して前記障害物センサを前記支持部材と略平行に回転させることにより、前記障害物センサを障害物の有る方向へ向けて、当該障害物センサからの出力に基づいて障害物の位置を検出し、かつ前記障害物センサの向きを障害物を検知可能な範囲で変えて行って、当該障害物センサからの出力に基づいて障害物の大きさを検出することを特徴とする掃除機ロボット。

10

**【請求項 2】**

障害物を検知する障害物センサからの出力に基づいて、障害物を回避しながら移動して作業を行う移動作業ロボットにおいて、

前記障害物センサの向きを可変する方向可変手段と、

前記方向可変手段の動作を制御する制御部と、を備え、

前記制御部は、前記障害物センサによって障害物を検知すると、前記方向可変手段を動作させることにより、前記障害物センサを障害物の有る方向へ向けて、当該障害物センサからの出力に基づいて障害物の位置を検出することを特徴とする移動作業ロボット。

20

**【請求項 3】**

請求項 2 に記載の移動作業ロボットにおいて、

前記制御部は、前記障害物センサによって障害物を検知すると、前記方向可変手段を動作させることにより、前記障害物センサの向きを障害物を検知可能な範囲で変えて行って、当該障害物センサからの出力に基づいて障害物の大きさを検出することを特徴とする移動作業ロボット。

30

**【請求項 4】**

請求項 2 または請求項 3 に記載の移動作業ロボットにおいて、

前記方向可変手段は、前記障害物センサに設けられた軸と、前記軸を所定の角度ずつ回転させるモータとを含んでいることを特徴とする移動作業ロボット。

**【請求項 5】**

請求項 2 ないし請求項 4 のいずれかに記載の移動作業ロボットにおいて、

前記障害物センサを昇降させる昇降手段を備え、

前記制御部は、前記障害物センサによって障害物を検知すると、前記昇降手段を動作させることにより、前記障害物センサを障害物を検知可能な範囲で昇降させて行って、当該障害物センサからの出力に基づいて障害物の位置および大きさを検出することを特徴とする移動作業ロボット。

40

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、掃除機ロボットのような、自動的に移動しながら作業を行う移動作業ロボットに関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

従来から、自動的に移動しながら作業を行う自律誘導型の移動作業ロボットが開発されている。この移動作業ロボットの一例として、下記の特許文献 1 ~ 4 に記載されているような掃除機ロボットがある。掃除機ロボットは、吸い込みノズルやブラシ等のような清掃

50

手段と、車輪等の移動手段と、車輪に連結された操舵軸等の操舵手段とを本体底部等に備えている。そして、内蔵する走行モータの駆動により車輪を回転させながら、内蔵する操舵モータの駆動により操舵軸を回転させて、車輪の向きを変えることで、清掃場所の床面を塗りつぶすように走行して行き、同時に、内蔵するファンモータの駆動により発生させた吸気力によってノズルを通じてごみ等を吸い込んで、床面を掃除して行く。掃除機ロボットの走行制御を正確に行うために、車輪の回転数を計測するセンサ、ジャイロ、またはカメラを用いた光学式のセンサ等によって、本体の移動距離と旋回角度とが検出されている（特許文献1参照）。

#### 【0003】

上記のような掃除機ロボットには、本体の周囲に有る障害物との接触を回避しながら走行するために、障害物を検知する障害物センサが設けられている（特許文献2～4参照）。特許文献2では、法線の交叉角が $93.6^\circ$ になるように本体前面に連結された二つの板状体に、6つの障害物センサを3つずつ上下方向に並べて取り付けてセンサ群を構成し、当該センサ群を水平方向に揺動させることにより、前方 $180^\circ$ の範囲で障害物の有無を検知している。特許文献3では、水平方向に $360^\circ$ 回転する回転体に障害物センサを1つ取り付け、回転体とともに障害物センサを回転させることにより、周囲 $360^\circ$ の範囲で障害物の有無を検知し、検知した障害物の有る方向を検出している。特許文献4では、本体前面に複数の障害物センサを左右方向へ列状に並べて取り付けることにより、障害物を検知する範囲を広げて死角を少なくし、障害物の有無を検知して、検知した障害物までの距離を検出している。

10

20

【特許文献1】特開2003-180586号公報

【特許文献2】特開平6-202732号公報

【特許文献3】特開2003-116756号公報

【特許文献4】特開2002-366227号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0004】

従来から掃除機ロボットに対しては、人間が行うのと同じぐらい丁寧に、清掃場所の隅々まで掃除することが求められている。これを実現するには、掃除機ロボットの本体を壁や段差物等の障害物に接触させずに、障害物の直近まで近づけなければならないため、障害物の位置、即ち障害物までの距離と障害物の有る方向とを高い精度で検出する必要がある。一般的に、障害物センサによって障害物の位置を検出する場合、障害物センサが障害物を検知できる検知範囲の端部（非検知範囲との境界部分）で障害物を検知して、当該障害物の位置を検出するよりも、検知範囲の中央部で障害物を検知して、当該障害物の位置を検出する方が、障害物を的確に捉えることができるので、検出した障害物の位置の精度が高くなる。

30

#### 【0005】

よって、上記の特性を考慮すると、上述した特許文献4のように障害物センサを本体前面に取り付ける場合は、本体に対する障害物センサの向きが固定されるので、本体の向きによっては、障害物センサの検知範囲の中央部で障害物を検出できず、障害物の位置を高い精度で検出できないことがある。これに対して、上述した特許文献2、3のように障害物センサを移動させる場合は、本体に対する障害物センサの向きを変えることはできるが、障害物を検知した時または検知した直後の障害物センサの向きによっては、障害物センサの検知範囲の中央部で障害物を検出できず、障害物の位置を高い精度で検出できないことがある。

40

#### 【0006】

本発明は、上記問題点を解決するものであって、その課題とするところは、障害物と接触することなく、障害物の直近で作業を行うことが可能な移動作業ロボットおよび掃除機ロボットを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

50

## 【0007】

本発明では、障害物を検知する障害物センサからの出力に基づいて、障害物を回避しながら移動して作業を行う移動作業ロボットにおいて、障害物センサの向きを可変する方向可変手段と、方向可変手段の動作を制御する制御部とを備え、制御部は、障害物センサによって障害物を検知すると、方向可変手段を動作させることにより、障害物センサを障害物の有る方向へ向けて、当該障害物センサからの出力に基づいて障害物の位置を検出する。

## 【0008】

上記のように、障害物を検知したことに応じて、障害物センサを障害物の有る方向へ向けると、障害物を障害物センサの検知範囲の中央部で的確に捉えることができるので、その検知状態で障害物センサによって障害物の位置、即ち障害物までの距離と障害物の有る方向とを高い精度で検出することが可能となる。この結果、検出した障害物の位置に基づいて、移動作業ロボットの本体を障害物と接触させることなく障害物の直近まで近づけて作業を行うことが可能となる。また、障害物センサの向きを変えることで、広範囲に障害物を検知することができるので、前述の特許文献4のように広い検知範囲を確保しようとして多数の障害物センサを用いる必要はなく、障害物センサの使用数を少なくして、コストを低く抑えることが可能となる。

10

## 【0009】

また、本発明の実施形態では、上述した制御部は、障害物センサによって障害物を検知すると、方向可変手段を動作させることにより、障害物センサの向きを障害物を検知可能な範囲で変えて行って、当該障害物センサからの出力に基づいて障害物の大きさを検出する。このようにすることで、障害物センサの向きを移動作業ロボットの左右方向に変えて行くと、障害物の一端から他端までを障害物センサの検知範囲の中央部で的確に捉えることができるので、障害物センサによって障害物の大きさ、即ち障害物の左右方向の幅を高い精度で検出することが可能となる。また、障害物センサの向きを移動作業ロボットの上下方向に変えて行くと、障害物の下端から上端までを障害物センサの検知範囲の中央部で的確に捉えることができるので、障害物センサによって障害物の高さを高い精度で検出することが可能となる。さらに、障害物が障害物センサの限られた検知範囲に収まらないほど大きな障害物であっても、障害物センサの向きを変えながら当該障害物の一端から他端までを障害物センサの検知範囲の中央部で的確に捉えることができるので、当該障害物の大きさを高い精度で検出することが可能となる。これらの結果、検出した障害物の大きさに基づいて、例えば、障害物を避けて進むことができるか、障害物の手前で折り返さなければならないか、あるいは障害物の下方を通り抜けて進むことができるかというような移動経路の判断を行うことが可能となる。

20

30

## 【0010】

また、本発明の実施形態では、方向可変手段は、障害物センサに設けられた軸と、当該軸を所定の角度ずつ回転させるモータとを含んでいる。これによると、モータの駆動を制御することで、軸を介して障害物センサを回転させて、障害物センサの向きを精度良く変えて行くことができる。

## 【0011】

また、本発明の他の実施形態では、障害物センサを昇降させる昇降手段を備え、制御部は、障害物センサによって障害物を検知すると、昇降手段を動作させることにより、障害物センサを障害物を検知可能な範囲で昇降させて行って、当該障害物センサからの出力に基づいて障害物の位置および大きさを検出する。このようにすることで、障害物センサの上下方向の位置を障害物の高さに合わせることができ、また障害物の下端から上端までを障害物センサの検知範囲の中央部で的確に捉えることができるので、障害物センサによって障害物までの距離、障害物の有る方向、および障害物の高さをより高い精度で検出することが可能となる。また、障害物センサの向きを水平方向よりも下向きにしている場合には、障害物の移動作業ロボットに近い方（ロボットから見て手前側）の端部から、移動作業ロボットに遠い方（ロボットから見て奥側）の端部までを障害物センサの検知範囲の中央

40

50

部で的確に捉えることができるので、障害物センサによって障害物の奥行きも検出することが可能となる。この結果、検出した障害物の大きさに基づいて、例えば障害物を回り込んで（迂回して）進むことができるかというような移動経路の判断を行うことが可能となる。

#### 【0012】

さらに、本発明の典型的な実施形態では、障害物を検知する障害物センサからの出力に基づいて、障害物を回避しながら走行して床面の掃除を行う掃除機ロボットにおいて、障害物センサに設けられた軸と、当該ロボットの本体に取り付けられ、形成された貫通孔に軸を貫通させた状態で障害物センサを支持する支持部材と、ギヤを介して軸を所定の角度ずつ回転させるモータと、モータの駆動を制御する制御部とを備える。このような構成において、制御部は、障害物センサによって障害物を検知すると、モータを駆動して、ギヤおよび軸を介して障害物センサを支持部材と略平行に回転させることにより、障害物センサを障害物の有る方向へ向けて、当該障害物センサからの出力に基づいて障害物の位置を検出し、かつ障害物センサの向きを障害物を検知可能な範囲で変えて行って、当該障害物センサからの出力に基づいて障害物の大きさを検出する。

10

#### 【0013】

上記のような構造によると、モータの駆動によって、ギヤおよび軸を介して障害物センサを支持部材と略平行に回転させて、障害物センサの向きを精度良く変えて行くことができる。そして、障害物を検知したことに応じて、障害物センサを障害物の有る方向へ確実に向けて、障害物を障害物センサの検知範囲の中央部で的確に捉えることができる。また、障害物センサの向きを障害物を検知可能な範囲で着実に変えて行って、障害物の支持部材と平行な方向の一端から他端までを障害物センサの検知範囲の中央部で的確に捉えることができる。従って、障害物センサによって障害物の位置および障害物の大きさを高い精度で検出することが可能となる。またこの結果、検出した障害物の位置および大きさに基づいて、掃除機ロボットの本体を障害物と接触させることなく障害物の直近まで近づけることができ、人間が行うのと略同じぐらい丁寧に、清掃場所の略隅々まで掃除することが可能となる。

20

#### 【発明の効果】

#### 【0014】

本発明によれば、障害物を検知したことに応じて、障害物センサを障害物の有る方向へ向けるので、障害物を障害物センサの検知範囲の中央部で的確に捉えて、障害物センサによって障害物の位置を高い精度で検出ことができ、この結果、検出した障害物の位置に基づいて、障害物と接触することなく、障害物の直近で作業を行うことが可能となる。

30

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0015】

図1は、本発明における移動作業ロボットおよび掃除機ロボットの一実施形態を構成する掃除機ロボット1の電気ブロック図である。図1において、2はマイクロコンピュータとその他制御回路からなる制御部である。この制御部2は、掃除機ロボット1の各部を制御する。3はROMおよびRAM等からなるメモリである。このメモリ3のROMには、制御部2が各部を制御するためのプログラムおよびデータが記憶されていて、RAMには、制御部2が各部を制御しているときのデータが読み書き可能に記憶される。4は後述する走行輪を回転させる走行モータ、5は走行輪の回転数を検出する走行用エンコーダである。6は走行輪に連結された操舵軸を回転させる操舵モータ、7は操舵軸の回転角度を検出する操舵用エンコーダである。8はごみ等を吸い込むために吸気力を発生させるファンモータである。

40

#### 【0016】

11～13は具備する一对のCCDに入射する映像の位相差により距離を測定する光学式のパッシブセンサからなる障害物センサである。これらの障害物センサ11～13によって、障害物が検知され、当該障害物の位置、即ち障害物までの距離および障害物の有る方向と、当該障害物の大きさが検出される。22はステッピングモータからなる第2セン

50

サ回転モータ（以下、第2モータという。）である。この第2モータ22は、後述するように第2障害物センサ12を回転させる。23はステッピングモータからなる第3センサ回転モータ（以下、第3モータという。）である。この第3モータ23は、後述するように第3障害物センサ13を回転させる。24は第2障害物センサ12の回転角度を検出する第2回転用エンコーダ（以下、第2エンコーダという。）、25は第3障害物センサ13の回転角度を検出する第3回転用エンコーダ（以下、第3エンコーダという。）である。

#### 【0017】

図2は、掃除機ロボット1の全体を示す平面図である。図2において、掃除機ロボット1の本体1a底部には、走行輪14、従動輪15、およびブラシ一体型の吸い込みノズル9が設けられている。走行輪14には、走行輪14の向きを変える操舵軸16が連結されている。本体1a前部（図2の下側）には、前述の障害物センサ11～13が、前方かつ斜め下方を向くように、左側から第2障害物センサ12、第1障害物センサ11、第3障害物センサ13の順で取り付けられている。これら障害物センサ11～13の取付構造は後述する。

10

#### 【0018】

前述の制御部2は、前述の走行モータ4の駆動によって走行輪14を回転させて、当該走行輪14と従動輪15とを床面上に転動させることにより、掃除機ロボット1の本体1aを走行させる。走行距離は、前述の走行用エンコーダ5が検出した走行輪14の回転数に基づいて算出する。また、制御部2は、前述の操舵モータ6の駆動によって操舵軸16を回転させて、走行輪14の向きを変えることにより、本体1aの走行方向を転換させる。走行方向、即ち走行輪14の向きは、前述の操舵用エンコーダ7が検出した操舵軸16の回転角度に基づいて算出する。また、制御部2は、走行中に前述のファンモータ8の駆動によって吸気力を発生させ、ノズル9を通じてごみ等を吸い込むことにより、床面を掃除する。さらに、制御部2は、走行および掃除中に、前述の各障害物センサ11～13によって本体1a前方の障害物を検知し、後述するように各障害物センサ11～13からの出力に基づいて障害物の位置と障害物の大きさを検出する。

20

#### 【0019】

図3は、障害物センサ11～13の取付構造を示す図であって、(a)は同平面図、(b)は同正面図である。図4は、同取付構造の他の状態を示す平面図である。図3において、17は略長方形の板金からなる支持部材である。この支持部材17は、図2に示すように長手方向と掃除機ロボット1の左右方向とが平行になるように、本体1aのフレーム（図示省略）に取り付けられている。支持部材17には、図3に示すように各障害物センサ11～13の底部に設けた2本の軸11a、11b、12a、12b、13a、13bをそれぞれ貫通させる貫通孔17a～17fが所定の間隔で形成されている。貫通孔17a～17dは円形であり、径が軸11a、11b、12a、13aの径と略同等の大きさになっている。貫通孔17e、17fは円を90°円弧状に広げた形であり、短径が軸12b、13bの径と略同等の大きさになっている。

30

#### 【0020】

第1障害物センサ11の軸11a、11bを支持部材17の貫通孔17a、17bに貫通させて、第1障害物センサ11を支持部材17の上面に載置する（第1障害物センサ11の底面を支持部材17の上面に接触させる）。そして、図3(b)に示すように軸11a、11bにナット21を螺合すると、第1障害物センサ11は本体1aの真直ぐ前方（図3(a)の下方）かつ斜め下方を向き、支持部材17と平行に動かないように支持部材17に支持される。第2障害物センサ12の軸12a、12bを支持部材17の貫通孔17c、17eに貫通させて、第2障害物センサ12を支持部材17の上面に載置する（第2障害物センサ12の底面を支持部材17の上面に接触させる）。そして、軸12aに小径ギヤ19を嵌め込んだ後ナット21を螺合するとともに、軸12bにナット21を螺合すると、第2障害物センサ12は本体1aの前方かつ斜め下方を向き、軸12aを中心にして支持部材17と平行に左方向へ90°の範囲で回転可能に支持部材17に支持され

40

50

る。第3障害物センサ13の軸13a、13bを支持部材17の貫通孔17d、17fに貫通させて、第3障害物センサ13を支持部材17の上面に載置する(第3障害物センサ13の底面を支持部材17の上面に接触させる)。そして、軸13aに小径ギヤ19を嵌め込んだ後ナット21を螺合するとともに、軸13bにナット21を螺合すると、第3障害物センサ13は本体1aの前方かつ斜め下方を向き、軸13aを中心にして支持部材17と平行に右方向へ90°の範囲で回転可能に支持部材17に支持される。つまり、支持部材17は、障害物センサ11~13を本体1aの略前方かつ斜め下方に向くように左右方向に並べて支持する。障害物センサ11~13の間隔は、全障害物センサ11~13が真直ぐ前方を向いた状態で、隣り合う障害物センサ11~13同士の障害物を検知する検知範囲が近接するまたは一部重なるように設定されている。

10

## 【0021】

18は各小径ギヤ19と噛み合わされた大径ギヤである。左側の大径ギヤ18は、前述した第2モータ22の回転軸22aに嵌め込まれていて、右側の大径ギヤ18は、前述した第3モータ23の回転軸23aに嵌め込まれている。第2、第3モータ22、23は、本体1aのフレームに取り付けられていて、前述したようにステッピングモータからなり、それぞれ回転軸22a、23aを所定の角度ずつ低速回転させる。このため、図3の状態から第2、第3モータ22、23がそれぞれ正転駆動すると、回転軸22a、23aおよびギヤ18、19を介して軸12a、13aが所定の角度ずつ回転するとともに、軸12b、13bが貫通孔17e、17f内を移動して、各第2、第3障害物センサ12、13が所定の角度ずつ外側へ開くように回転し、各第2、第3障害物センサ12、13の向きが変わって行く。なお、小径ギヤ19、軸12a、13a、および第2、第3障害物センサ12、13は、2つのギヤ18、19のギヤ比により、第2、第3モータ22、23が1ステップあたりに回転軸22a、23aおよび大径ギヤ18を回転させる角度の約2倍の角度で回転する。図4は、第2、第3障害物センサ12、13が最大限(90°)外側へ開くように回転して、本体1aの左側方と右側方を向いた状態を示している。

20

## 【0022】

また、この図4の状態から第2、第3モータ22、23がそれぞれ逆転駆動すると、回転軸22a、23aおよびギヤ18、19を介して軸12a、13aが所定の角度ずつ回転するとともに、軸12b、13bが貫通孔17e、17f内を移動して、各第2、第3障害物センサ12、13が所定の角度ずつ内側に閉じるように回転し、各第2、第3障害物センサ12、13の向きが変わって行く。図3は、第2、第3障害物センサ12、13が最大限(90°)内側に閉じるように回転して、真直ぐ前方を向いた状態を示している。前述の制御部2は、上記のように第2、第3モータ22、23の駆動を制御することで、第2、第3障害物センサ12、13を回転させて、第2、第3障害物センサ12、13の向きを角度90°の範囲で所定の角度に変えて行く。また、制御部2は、第2、第3モータ22、23の駆動ステップ数と、前述の第2、第3エンコーダ24、25とによって、小径ギヤ18の回転角度、即ち第2、第3障害物センサ12、13の回転角度と向きを検出する。軸12a、12b、13a、13b、ギヤ18、19、第2、第3モータ22、23は、本発明における方向可変手段の一実施形態を構成する。

30

## 【0023】

図5は、掃除機ロボット1の動作手順を示すフローチャートである。各ステップは、前述の制御部2が実行する。なお、本手順を説明するにあたり、掃除機ロボット1による障害物の検知状況を示す図6と、掃除機ロボット1の走行経路を示す図7および図8を適宜参照する。また、図6において、障害物センサ11~13の前方に示す斜線部分は、障害物センサ11~13により障害物を検知する検知範囲である。図6~図8において、Fは清掃場所の床面、H、Ha、Hbは凹状段差、階段、穴、溝等のような床面Fよりも低い障害物、W、Wa、Wbは凸状段差、壁、床上設置物等のような床面Fよりも高い障害物である。なお、本例では、障害物センサ11~13により検知する障害物には、障害物H、Wはもちろん、床面Fも含まれる。

40

## 【0024】

50

前述したように、走行モータ4を駆動して、掃除機ロボット1の本体1aを清掃場所の床面Fに走行させながら、ファンモータ8を駆動して、ノズル9を通じてごみ等を吸い込んで床面Fの掃除を開始すると、制御部2は、各障害物センサ11~13によって本体1a前方に障害物F、H、Wのいずれかが有るのを検知する(図5のステップS1:YES)。すると、制御部2は、前述の第2、第3モータ22、23を駆動して、第2、第3障害物センサ12、13を回転させ、第2、第3障害物センサ12、13を検知した障害物の有る方向へ向ける(ステップS2)。これにより、障害物を少なくとも1つの障害物センサ11~13の検知範囲の中央部で的確に捉えられるようになる。そして、制御部2は、各障害物センサ11~13からの出力に基づいて、障害物の位置として障害物までの距離と障害物の有る方向とを検出する(ステップS3)。

10

#### 【0025】

次いで、制御部2は、検出した障害物までの距離を、前述のメモリ3に予め記憶された第1基準値と比較し(ステップS4)、比較結果を判定する(ステップS5)。なお、第1基準値は、予め障害物センサ11~13によって掃除機ロボット1の接地面までの距離を計測した値に設定されている。また、2つ以上の障害物センサ11~13によって検出した障害物までの距離が異なる場合は、全検出距離の平均値または全検出距離の最小値を、第1基準値と比較する。ここで、図6(a)に示すように、障害物センサ11~13によって掃除機ロボット1が接地している床面Fを検知しているときは、図5のステップS5において、検出した障害物までの距離は第1基準値と同値であるため、制御部2は、検出した障害物は床面Fであると判断する(ステップS6)。このように判断すると、制御部2は、当該障害物(床面)Fへの転落または衝突の恐れは無いので、本体1aの走行方向を変えずに維持する(ステップS7)。この後、制御部2は、ステップS1へ移行して、上述したように各処理を繰り返し実行して行く。

20

#### 【0026】

一方、図6(b)に示すように、障害物センサ11~13によって床面Fよりも低い障害物Hを検知しているときは、図5のステップS5において、検出した障害物までの距離は第1基準値よりも遠いため、制御部2は、検出した障害物は床面Fよりも低い障害物Hであると判断する(ステップS8)。このように判断すると、制御部2は、第2、第3モータ22、23を駆動して、第2、第3障害物センサ12、13を回転させ、第2、第3障害物センサ12、13の向きを障害物Hを検知可能な範囲で変えて行く(ステップS9)。これにより、障害物Hの左右方向の一端から他端までを少なくとも1つの障害物センサ11~13の検知範囲の中央部で的確に捉えられるようになる。そして、制御部2は、各障害物センサ11~13からの出力に基づいて、障害物Hの大きさとして障害物Hの左右方向の幅を検出する(ステップS10)。障害物Hの幅の検出方法としては、例えば第2、第3障害物センサ12、13の向きを変えながら、各障害物センサ11~13によって得られる障害物Hの映像において、障害物Hの端部(エッジ)や模様等の特徴点を左右方向に複数抽出して行き、各特徴点間の距離を計測して合算等することにより、障害物Hの幅を検出する。これ以外にも、例えば第2、第3障害物センサ12、13の向きを変えながら、各障害物センサ11~13からの出力に基づいて、障害物Hの左端までの距離と右端までの距離とを計測するとともに、第2、第3モータ22、23の駆動ステップ数と前述の第2、第3エンコーダ24、25からの出力とに基づいて、第2、第3障害物センサ12、13の向きを変えた角度(回転角度)を計測し、計測した2つの距離と角度とから三角法により障害物Hの幅(左端から右端までの距離)を検出することも可能である。

30

40

#### 【0027】

上記のようにして障害物Hの幅を検出すると、制御部2は、障害物Hの幅がメモリ3に予め記憶された第2基準値以下か否かを判定する(ステップS11)。なお、第2基準値は、掃除機ロボット1が障害物を避けつつ(障害物の左側方または右側方を走行しつつ)、前方に進める比較的小さな障害物の幅に設定されている。ステップS11で、障害物Hの幅が第2基準値以下であれば(ステップS11:YES)、制御部2は、障害物Hは避けることが可能な比較的小さな障害物(例えば、小さな穴や溝等)Haであるので、既に

50



検出した障害物 H までの距離と障害物 H の有る方向とに基づいて、図 7 ( a ) に示すように、本体 1 a を障害物 H a に転落させないように障害物 H a の直近まで近づけた後、前述の操舵モータ 6 を駆動して、本体 1 a の走行方向を変えながら障害物 H a を避け、障害物 H a の左側方または右側方を走行させる ( 図 5 のステップ S 1 2 ) 。

【 0 0 2 8 】

上記に対して、ステップ S 1 1 で、障害物 H の幅が第 2 基準値以下でなければ ( ステップ S 1 1 : N O ) 、制御部 2 は、障害物 H は避けることが不可能な比較的大きな障害物 ( 例えば、階段や大きな凹状段差等 ) H b であるので、既に検出した障害物 H b までの距離と障害物 H b の有る方向とに基づいて、図 7 ( b ) に示すように、本体 1 a を障害物 H b の直近まで近づけた後、操舵モータ 6 を駆動して、本体 1 a の走行方向を 9 0 ° 変え、障害物 H b の手前を障害物 H b に沿って ( 障害物 H b との距離を一定にしながら ) 走行させる ( 図 5 のステップ S 1 3 a ) 。または、図 7 ( c ) に示すように、本体 1 a を障害物 H b の直近まで近づけた後、操舵モータ 6 を駆動して、本体 1 a の走行方向を 1 8 0 ° 変え、障害物 H b の手前で折り返して走行させる ( 図 5 のステップ S 1 3 b ) 。上述したように走行方向を変えて障害物 H への転落を回避した後、制御部 2 は、ステップ S 1 へ移行して、上述したように各処理を繰り返し実行して行く。

10

【 0 0 2 9 】

また一方、図 6 ( c ) に示すように、障害物センサ 1 1 ~ 1 3 によって床面 F よりも高い障害物 W を検知しているときは、図 5 のステップ S 5 において、検出した障害物までの距離は第 1 基準値よりも近いため、制御部 2 は、検出した障害物は床面 F よりも高い障害物 W であると判断する ( ステップ S 1 4 ) 。このように判断すると、制御部 2 は、前述したように、第 2、第 3 モータ 2 2、2 3 を駆動して、第 2、第 3 障害物センサ 1 2、1 3 の向きを障害物 W を検知可能な範囲で変えて行く ( ステップ S 9 ) 。そして、制御部 2 は、各障害物センサ 1 1 ~ 1 3 からの出力に基づいて、障害物 W の大きさとして障害物 W の左右方向の幅を検出する ( ステップ S 1 0 ) 。障害物 W の幅の検出方法は、上述した障害物 H の幅の検出方法と同様にして行く。

20

【 0 0 3 0 】

障害物 W の幅を検出すると、制御部 2 は、障害物 W の幅が第 2 基準値以下か否かを判定する ( ステップ S 1 0 ) 。ここで、障害物 W の幅が第 2 基準値以下であれば ( ステップ S 1 0 : Y E S ) 、制御部 2 は、障害物 W は避けることが可能な比較的小さな障害物 ( 例えば、小さな床上設置物や階段等 ) W a であるので、既に検出した障害物 W a までの距離と障害物 W a の有る方向とに基づいて、図 8 ( a ) に示すように、本体 1 a を障害物 W a に衝突させないように障害物 W a の直近まで近づけた後、本体 1 a の走行方向を変えながら障害物 W a を避け、障害物 W a の左側方または右側方を走行させる ( 図 5 のステップ S 1 2 ) 。

30

【 0 0 3 1 】

上記に対して、ステップ S 1 1 で、障害物 W の幅が第 2 基準値以下でなければ ( ステップ S 1 1 : N O ) 、制御部 2 は、障害物 W は避けることが不可能な比較的大きな障害物 ( 例えば、大きな凸状段差や壁等 ) W b であるので、図 8 ( b ) に示すように、本体 1 a を障害物 W b の直近まで近づけた後、本体 1 a の走行方向を 9 0 ° 変えて、障害物 W b の手前を障害物 W b に沿って ( 障害物 W b との距離を一定にしながら ) 走行させる ( 図 5 のステップ S 1 3 a ) 。または、図 8 ( c ) に示すように、本体 1 a を障害物 W b の直近まで近づけた後、本体 1 a の走行方向を 1 8 0 ° 変えて、障害物 W b の手前で折り返して走行させる ( 図 5 のステップ S 1 3 b ) 。上述したように走行方向を変えて障害物 W への衝突を回避した後、制御部 2 は、ステップ S 1 へ移行して、上述したように各処理を繰り返し実行して行く。

40

【 0 0 3 2 】

以上のように、障害物 F、H、W を検知したことに応じて、第 2、第 3 障害物センサ 1 2、1 3 を障害物 F、H、W の有る方向へ向けることで、障害物 F、H、W を少なくとも 1 つの障害物センサ 1 1 ~ 1 3 の検知範囲の中央部で的確に捉えることができるので、そ

50

の検知状態で障害物センサ 11 ~ 13 によって障害物 F、H、W の位置、即ち障害物 F、H、W までの距離と障害物 F、H、W の有る方向とを高い精度で検出することが可能となる。また、第 2、第 3 障害物センサ 12、13 の向きを左右方向に変えて行くことで、障害物 F、H、W の一端から他端までを少なくとも 1 つの障害物センサ 11 ~ 13 の検知範囲の中央部で的確に捉えることができるので、障害物センサ 11 ~ 13 によって障害物 F、H、W の大きさ、即ち障害物 F、H、W の左右方向の幅を高い精度で検出することが可能となる。特に、障害物 H、W が各障害物センサ 11 ~ 13 の限られた検知範囲に収まらないほど大きな障害物 H、W であっても、第 2、第 3 障害物センサ 12、13 の向きを変えながら当該障害物 H、W の一端から他端までを障害物センサの検知範囲の中央部で的確に捉えることができるので、当該障害物 H、W の幅を高い精度で検出することが可能となり、大変有益である。 10

#### 【0033】

上記の結果、検出した障害物 F、H、W の位置に基づいて、移動作業ロボット 1 の本体 1a を障害物 F、H、W と接触させることなく障害物 F、H、W の直近まで近づけて、掃除させることが可能となる。また、検出した障害物 H、W の幅に基づいて、障害物 H、W を避けて進むことができるか、障害物 H、W に沿って進まなければならないか、あるいは障害物 H、W の手前で折り返さなければならないかというような走行経路の判断を行うことが可能となる。つまり、検出した障害物 F、H、W の位置および大きさに基づいて、人間が行うのと略同じぐらい丁寧に、掃除機ロボット 1 に清掃場所の略隅々まで掃除させることが可能となる。 20

#### 【0034】

また、第 2、第 3 モータ 24、25 の駆動によって、ギヤ 18、19 および軸 12a、13a を介して第 2、第 3 障害物センサ 12、13 を支持部材と略平行に回転させて行く構造によって、第 2、第 3 障害物センサ 12、13 の向きを精度良く変えて行くことができる。このため、障害物 F、H、W を検知したことに応じて、第 2、第 3 障害物センサ 12、13 を障害物 F、H、W の有る方向へ確実に向けて、障害物 F、H、W を少なくとも 1 つの障害物センサ 11 ~ 13 の検知範囲の中央部で的確に捉えることができる。また、第 2、第 3 障害物センサ 12、13 の向きを障害物 F、H、W を検知可能な範囲で着実に変えて行って、障害物 F、H、W の一端から他端までを少なくとも 1 つの障害物センサ 11 ~ 13 の検知範囲の中央部で的確に捉えることができる。 30

#### 【0035】

さらに、第 2、第 3 障害物センサ 12、13 の向きを変えることで、3 つの障害物センサ 11 ~ 13 によって広範囲に障害物 F、H、W を検出することができるので、前述の特許文献 4 のように広い検知範囲を確保しようとして多数の障害物センサを用いる必要はなく、障害物センサの使用数を少なくして、コストを低く抑えることが可能となる。また、3 つの障害物センサ 11 ~ 13 からの出力に基づいて、障害物 F、H、W までの距離と障害物 F、H、W の幅とを検出するので、単一の障害物センサのみによるよりもデータ量が多くなり、当該距離および幅を高い精度で検出することが可能となる。

#### 【0036】

本発明は、以上述べた実施形態以外にも種々の形態を採用することができる。例えば、以上の実施形態では、3 つの障害物センサ 11 ~ 13 を本体 1a 前面に取り付けて、両端の 2 つの障害物センサ 12、13 の向きを変える場合を例に挙げているが、本発明はこれのみに限定するものではなく、取り付ける障害物センサの数は、1 つでも 2 つでも 4 つ以上でもよく、また、向きを変える障害物センサの数は、1 つでも 2 つでも 3 つ以上でもよい。 40

#### 【0037】

また、以上の実施形態では、第 2、第 3 障害物センサ 12、13 の回転可能角度を 90° に設定して、当該障害物センサ 12、13 の向きを真直ぐ前方から側方へ 90° の範囲で可変する場合を例に挙げているが、本発明はこれのみに限定するものではなく、障害物センサの回転可能角度を例えば 120°、180°、または 360° というように 90° 50

よりも大きな角度に設定したり、例えば60°、45°、または30°というように90°よりも小さな角度に設定したりして、設定した角度の範囲で障害物センサの向きを可変するようにしてもよい。なお、障害物センサの回転可能角度を360°に設定する場合は、センサ回転用モータの回転軸で障害物センサを直接または間接的に支持するようにすればよい。

#### 【0038】

また、以上の実施形態では、支持部材17が本体1aに取り付けられて静止している場合を例に挙げているが、本発明はこれのみに限定するものではなく、支持部材が移動して、障害物センサの向きや位置を変えるような構造にしてもよい。例えば、図9に示す構造では、支持部材17と第2、第3モータ22、23とを保持部材30に固定して保持し、当該保持部材30の側面に連結した軸31を掃除機ロボット1の本体1aのフレーム(図示省略)で回転可能に支持する。また、軸31に嵌め込んだギヤ32と、モータ34の回転軸34aに嵌め込んだギヤ33とを噛み合わせる。保持部材30、軸31、ギヤ32、33、およびモータ34は、本実施形態における方向可変手段を構成する。この構造において、モータ34が駆動すると、回転軸34a、ギヤ32、33、および軸31を介して保持部材30が軸31を中心にして回転し、支持部材17や第2、第3モータ22、23等とともに、障害物センサ11~13が上下方向へ揺動して、障害物センサ11~13の向きが上下方向に変わって行く。このため、障害物センサ11~13によって障害物を検知したときに、前述の制御部2が、モータ34を駆動して、障害物センサ11~13を障害物を検知可能な範囲で上下に揺動させて行くと、障害物の下端から上端までを障害物センサ11~13の検知範囲の中央部で的確に捉えることができるので、障害物センサ11~13からの出力に基づいて、障害物の高さを高い精度で検出することが可能となる。

#### 【0039】

また、図10(a)に示す構造では、保持部材30の側面を本体1aのフレーム(図示省略)で上下に昇降可能に支持するとともに、保持部材30の底面にリニア式ステッピングモータ35のアクチュエータ35aを連結する。保持部材30およびモータ35は、本実施形態において昇降手段を構成する。この構造において、モータ35が駆動すると、アクチュエータ35aがモータ35の本体から伸びて保持部材30を持ち上げたり、アクチュエータ35aがモータ35の本体内へ縮んで保持部材30を降ろしたりして、支持部材17や第2、第3モータ22、23等とともに、障害物センサ11~13が昇降し、障害物センサ11~13の高さ位置が上下方向に変わって行く。また、図10(b)に示す構造では、保持部材30の側面を本体1aのフレーム(図示省略)で上下に昇降可能に支持するとともに、保持部材30の側面にラック36を連結して、当該ラック36にモータ38の回転軸38aに嵌め込まれたピニオン37を噛み合わせる。保持部材30、ラック36、ピニオン37、およびモータ38は、本実施形態において昇降手段を構成する。この構造において、モータ38が駆動すると、ピニオン37が回転して、ラック36を介して保持部材30を上下に移動させ、支持部材17や第2、第3モータ22、23等とともに、障害物センサ11~13が昇降し、障害物センサ11~13の高さ位置が上下方向に変わって行く。

#### 【0040】

上記の図10(a)または図10(b)の構造において、障害物センサ11~13によって障害物を検知したときに、前述の制御部2は、モータ35またはモータ38を駆動し、障害物センサ11~13を障害物を検知可能な範囲で昇降させて行って、当該障害物センサ11~13からの出力に基づいて障害物の位置および大きさを検出する。このようにすると、障害物センサ11~13の上下方向の位置(高さ)を障害物の高さに合わせることで、また障害物の下端から上端までを障害物センサ11~13の検知範囲の中央部で的確に捉えることができるので、障害物センサ11~13からの出力に基づいて、障害物までの距離、障害物の有る方向、および障害物の幅だけでなく、障害物の高さをより高い精度で検出することが可能となる。また、障害物センサ11~13の向きを水平方向よりも下向きにしている場合には、障害物の本体1aに近い方(本体1aから見て手前側)の

端部から、本体 1 a に遠い方（本体 1 a から見て奥側）の端部までを障害物センサ 1 1 ~ 1 3 の検知範囲の中央部で的確に捉えることができるので、障害物センサ 1 1 ~ 1 3 によって障害物の奥行きも検出することが可能となる。

【0041】

これらの結果、障害物がテーブルやソファ等のように、床面に載置された状態で床面との間に所定高さの空間を生じる障害物である場合には、検出した障害物の高さに基づいて、例えば、障害物の下方を通り抜けて進むことができるかというような走行経路の判断を行うことが可能となる。また、検出した障害物の幅と奥行きに基づいて、例えば、障害物を回り込んで（迂回して）進むことができるかというような走行経路の判断を行うことが可能となる。

10

【0042】

また、以上の実施形態では、掃除機ロボット 1 の本体 1 a 前部に、支持部材 1 7 を支持部材 1 7 の長手方向と本体 1 a の左右方向とが平行になるように取り付けて、当該支持部材 1 7 で障害物センサ 1 1 ~ 1 3 を略前方に向けて支持する場合を例に挙げているが、本発明はこれのみに限定するものではなく、本体の側部または後部に支持部材を取り付けて、当該支持部材で障害物センサを略側方または略後方に向けて支持するようにしてもよい。また、支持部材を支持部材の長手方向と本体の高さ方向とが平行になるように本体に取り付けて、当該支持部材で障害物センサを略前方、略側方、または略後方に向けて支持するようにしてもよい。この場合、障害物センサの向きを上下方向に変えて行くと、障害物の下端から上端までを障害物センサの検知範囲の中央部で的確に捉えることができるので、障害物センサからの出力に基づいて、障害物の高さを高い精度で検出することが可能となる。

20

【0043】

さらに、以上の実施形態では、掃除機ロボット 1 に、本発明を適用した場合を例に挙げているが、本発明はこれ以外にも、例えば所定の場所に有る物体を別の場所に移送する無人搬送ロボットや、敷地内を移動しながら侵入者等をカメラで撮影するセキュリティロボットのような、自動的に移動しながら作業を行う移動作業ロボットに適用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0044】

30

【図 1】掃除機ロボットの電気ブロック図である。

【図 2】掃除機ロボットの全体を示す平面図である。

【図 3】掃除機ロボットへの障害物センサの取付構造を示す図である。

【図 4】同取付構造の他の状態を示す図である。

【図 5】掃除機ロボットの動作手順を示すフローチャートである。

【図 6】掃除機ロボットによる障害物の検知状況を示す図である。

【図 7】掃除機ロボットの走行経路を示す図である。

【図 8】掃除機ロボットの走行経路を示す図である。

【図 9】他の実施形態の図である。

【図 10】他の実施形態の図である。

40

【符号の説明】

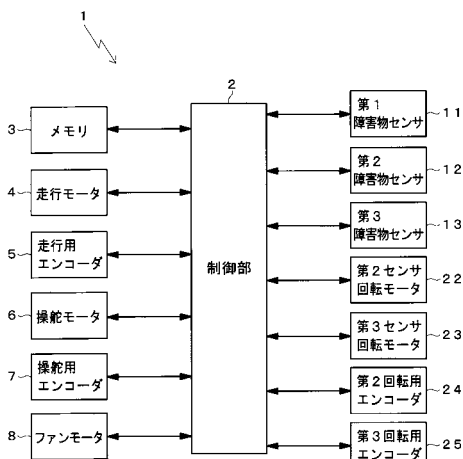
【0045】

- 1 掃除機ロボット
- 1 a 掃除機ロボットの本体
- 2 制御部
- 1 1 第 1 障害物センサ
- 1 1 a、1 1 b 軸
- 1 2 第 2 障害物センサ
- 1 2 a、1 2 b 軸
- 1 3 第 3 障害物センサ

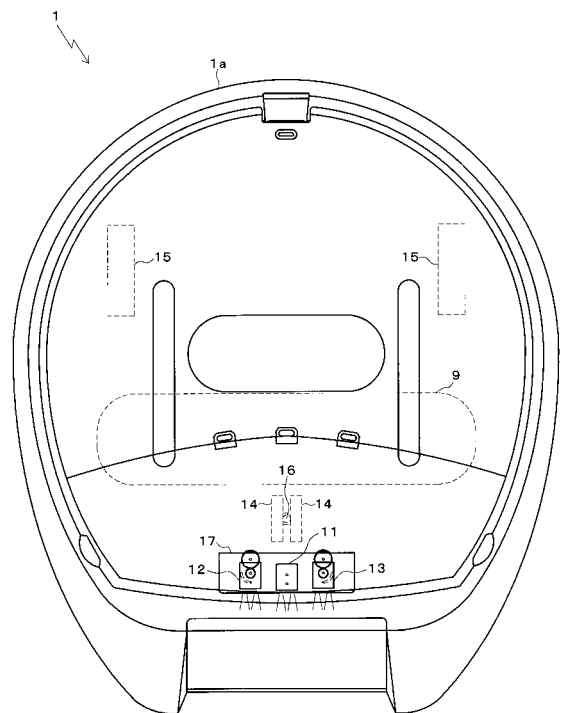
50

- 13 a、13 b 軸
- 17 支持部材
- 17 a ~ 17 f 貫通孔
- 18 大径ギヤ
- 19 小径ギヤ
- 22 第2センサ回転用モータ
- 23 第3センサ回転用モータ
- 30 保持部材
- 31 軸
- 32 ギヤ
- 33 ギヤ
- 34 モータ
- 35 モータ
- 36 ラック
- 37 ピニオン
- 38 モータ
- F 床面（障害物）
- H、H a、H b 床面よりも低い障害物
- W、W a、W b 床面よりも高い障害物

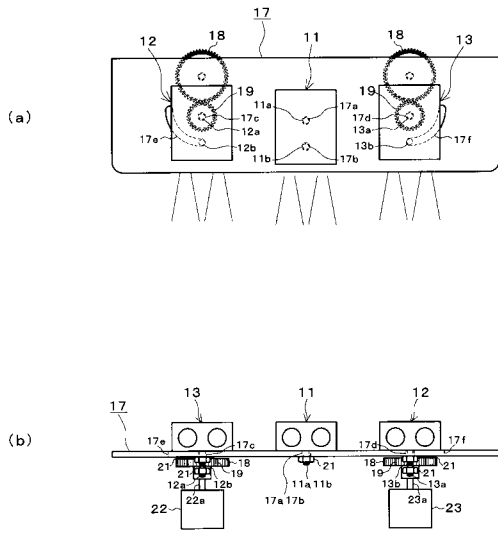
【図1】



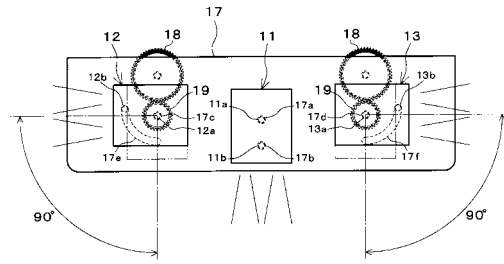
【図2】



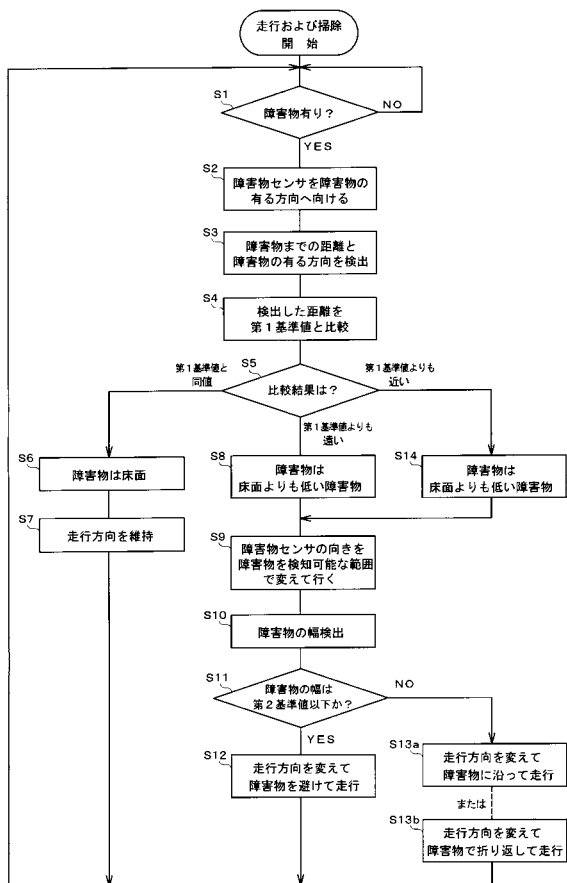
【 図 3 】



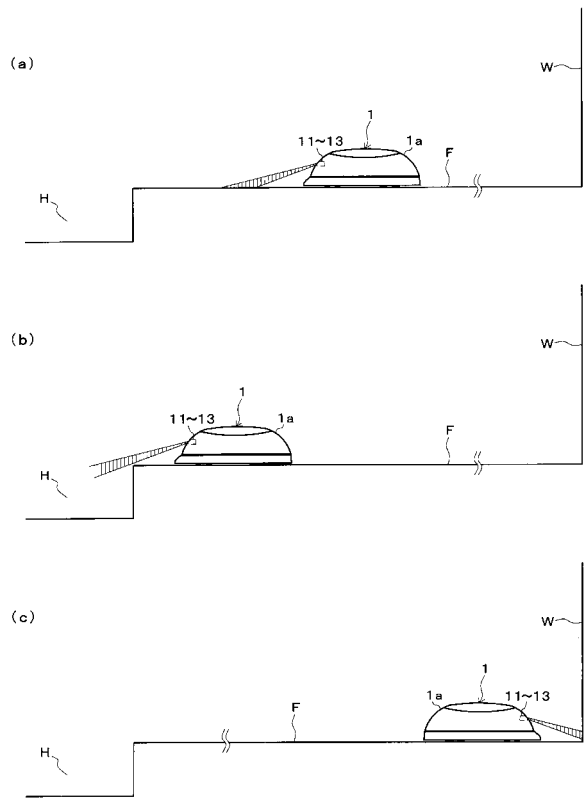
【 図 4 】



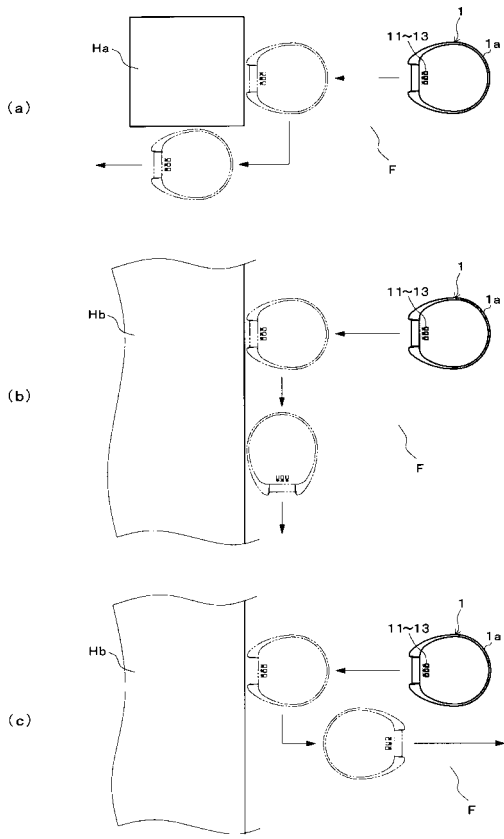
【 図 5 】



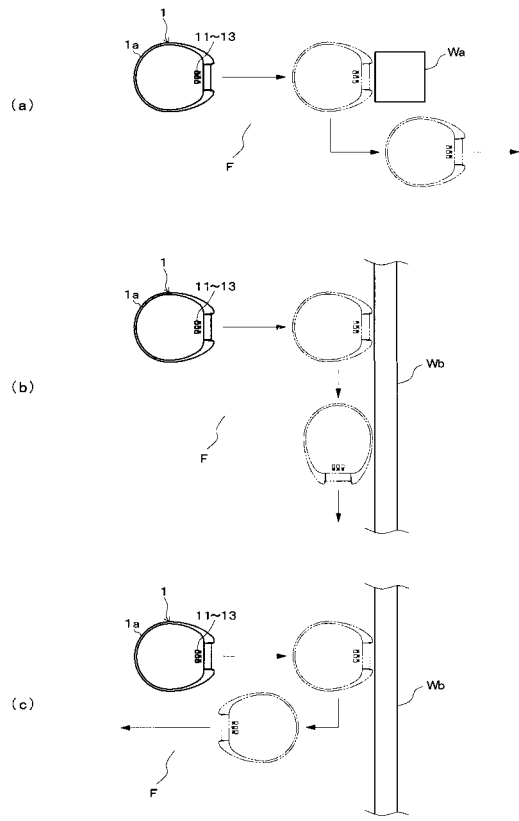
【 図 6 】



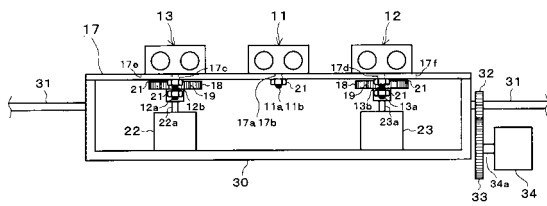
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】

