

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6504749号
(P6504749)

(45) 発行日 平成31年4月24日(2019.4.24)

(24) 登録日 平成31年4月5日(2019.4.5)

(51) Int. Cl. F I
B 6 2 D 57/04 (2006.01) B 6 2 D 57/04

請求項の数 7 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2014-90051 (P2014-90051)	(73) 特許権者	506122327
(22) 出願日	平成26年4月24日 (2014.4.24)		公立大学法人大阪市立大学
(65) 公開番号	特開2015-209021 (P2015-209021A)		大阪府大阪市住吉区杉本3丁目3番138号
(43) 公開日	平成27年11月24日 (2015.11.24)	(74) 代理人	100124039
審査請求日	平成29年3月31日 (2017.3.31)		弁理士 立花 顕治
		(74) 代理人	100156845
			弁理士 山田 威一郎
		(74) 代理人	100124431
			弁理士 田中 順也
		(74) 代理人	100112896
			弁理士 松井 宏記
		(74) 代理人	100179213
			弁理士 山下 未知子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動ロボット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

上下方向に延びる壁面に沿って移動可能な移動ロボットであって、
前記壁面に当接し、当該壁面に沿って移動可能な当接部と、
前記当接部を支持し、前記壁面から離れる方向に延びる支持部を有するロボット本体と

、
前記ロボット本体に搭載され、当該ロボット本体を浮揚させる浮揚手段と、
を備え、

前記当接部が前記壁面に当接したとき、前記浮揚手段が、前記当接部より下方に配置されるように構成され、

前記浮揚手段による上方への推進力により、前記当接部が前記壁面に押圧されるとともに、前記ロボット本体を上方に移動させるように構成されており、

前記当接部は、前記壁面に当接しつつ回転可能な少なくとも1つの車輪を備え、

前記車輪は、前記壁面を一方方向に回転可能に構成されている、移動ロボット。

【請求項 2】

前記車輪には、前記壁面に係合可能な係合部を備えている、請求項 1 に記載の移動ロボット。

【請求項 3】

前記ロボット本体は、前記支持部と連結される延長部をさらに備えることで、前記支持部と前記壁面との間に、当該移動ロボットの重心が位置するように構成される、請求項 1

または2に記載の移動ロボット。

【請求項4】

前記浮揚手段の操作を行うための操作信号の受送信を行う無線装置をさらに備えている、請求項1から3のいずれかに記載の移動ロボット。

【請求項5】

前記浮揚手段は、少なくとも1つのプロペラによって構成される、請求項1から4のいずれかに記載の移動ロボット。

【請求項6】

前記浮揚手段は、水平方向に並ぶ2つのプロペラで構成され、前記各プロペラの回転速度を独立して制御可能に構成されている、請求項5に記載の移動ロボット。 10

【請求項7】

前記浮揚手段の向きを変更することで、当該浮揚手段による推力の向きを変更の可能に構成されている、請求項1から6のいずれかに記載の移動ロボット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動ロボットに関する。

【背景技術】 20

【0002】

従来より行われている一般的な橋梁の点検作業は、橋梁の下方に作業用足場を設置した上で行われていた。すなわち、橋梁の下方に作業用足場を敷き詰め、作業員が行き来できる環境を構築した上で、その足場から作業員が橋梁の下部を点検する。また、橋梁の下方が道路の場合には、その道路に高所作業車を設置して橋梁の下部の点検を行う。その他、クレーン式点検車を用いて点検作業が行われる場合もある。

【0003】

ところが、このような作業では、作業用足場の設置、特殊車両の設置などの準備に時間を要するほか、作業員の負担が大きという問題がある。これを解決するため、例えば、非特許文献1には、橋梁点検ロボットが提案されている。このロボットは、橋梁の主桁下側のフランジを両側から挟み込んで走行しながら、搭載されたカメラで橋梁の点検を行うように構成されている。 30

【0004】

また、非特許文献2には、無限軌道と永久磁石とを搭載したロボットが開示されており、永久磁石によって橋梁鋼板版にロボットを吸着させつつ、無限軌道によって橋梁鋼板版に沿って移動するように構成されている。そして、搭載されたカメラで橋梁の点検を行っている。

【0005】

しかしながら、非特許文献1のロボットはフランジが設けられている箇所にしか適用することができず、非特許文献2に記載のロボットは金属で形成された箇所にしか用いることができない。したがって、例えば、コンクリートで形成された壁面の点検を行うことは非常に困難であった。 40

【0006】

これに対して、例えば、特許文献1のような、プロペラなどの浮揚手段を有するロボットを飛行させ、これにカメラを搭載して壁面を検査することも考えられる。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】「橋梁点検ロボットの開発～維持管理業務の合理化に向けて～」川田技報vol.22/JAN.,2003,技術紹介 50

【非特許文献2】iXs Research Corp.、"橋梁鋼床版超音波探傷ロボット"、[online]、[平成24年11月22日検索日] インターネット <http://www.ixs.co.jp/products/robot/saut_robot_j.html>

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2007-5874号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、特許文献1のようなロボットは、プロペラによる揚力によってロボット10の自重を支持しなければならないため、出力の大きいモータを利用しなければならず、かえって重量が大きくなるという問題がある。また、プロペラによるロボットの制御は容易ではなく、例えば、停止した状態で検査を行うには、ホバリングなど高度な動作を行う必要があり、制御が困難であるという問題もある。

【0010】

このように、現在提案されているロボットを橋梁の点検に用いるには、種々の問題があり、改良が要望されていた。但し、このような問題は橋梁の検査のほか、特に、上下方向に延びる壁面に沿って移動するようなロボット全般に共通する問題である。

【0011】

本発明は、このような問題を解決するためになされたものであり、簡易な構成で、特に20、上下方向に延びる壁面に沿って移動可能であり、しかも制御が容易な移動ロボットを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、壁面に沿って移動可能な移動ロボットであって、前記壁面に当接し、当該壁面に沿って移動可能な当接部と、前記当接部を支持し、前記壁面から離れる方向に延びる支持部を有するロボット本体と、前記ロボット本体に搭載され、当該ロボット本体を浮揚させる浮揚手段と、を備えている。

【0013】

この構成によれば、移動ロボットを浮揚させる浮揚手段を備えつつ、支持部を介して壁面30に当接する当接部を備えている。したがって、本発明に係る移動ロボットは、当接部を壁面に当接させ、この当接部を壁面に沿って移動させつつ、浮揚手段によって浮揚して壁面を登っていく。したがって、ロボットの重量は、浮揚手段だけで支えるのではなく、当接部が壁面に当接することでも重量を支えている。したがって、浮揚手段にかかる負荷を低減することができ、これによって浮揚手段の大型化が防げるため、ロボットの構成を簡易にすることができる。また、当接部が壁面に当接した状態で、壁面に沿って移動するように構成されているため、ロボットは常に壁面と接触した状態となる。したがって、浮揚手段だけで動作を行う場合に比べ、壁面と垂直な方向の制御が不要となるため、動作が安定しやすくなり、制御を容易に行うことができる。

【0014】

上記移動ロボットにおいて、前記当接部は、前記壁面に当接しつつ回転可能な少なくとも1つの車輪を備えることができる。これにより、壁面に沿ってスムーズに移動することが可能である。

【0015】

ここで、前記各車輪を、一方向にのみ回転可能に構成することができる。これにより、車輪が反対方向には回転しないため、進行方向から後退するのを防止することができる。例えば、移動ロボットが壁面を登っているとき、何らかの原因で、浮揚手段の出力が低下した場合でも、移動ロボットが下降するのを防止することができる。また、移動ロボットを壁面で停止させる場合、浮揚手段の出力を下げて移動ロボットが下降するのを防止できるため、例えば、浮揚手段を電力で駆動している場合には、消費電力を低減することが40

できる。

【0016】

さらに、前記車輪に、前記壁面に係合可能な係合部を設ければ、車輪が壁面に対して滑りにくくなり、壁面を確実に移動することができる。また、壁面上で停止しやすくなる。特に、壁面が傾斜面や垂直な面であれば、このように構成すると有利である。

【0017】

上記移動ロボットにおいて、前記ロボット本体は、前記支持部と連結される延長部をさらに備えることで、前記支持部と前記壁面との間に、当該移動ロボットの重心が位置するように構成することができる。これにより、移動ロボットの重心が壁面寄りに位置するため、移動ロボットを壁面に対して当接させ易くなる。

10

【0018】

上記移動ロボットにおいて、浮揚手段の向きを変更することで、浮揚手段による推力の方向を変更することができる。例えば、浮揚手段による推進方向を、前記当接部を前記壁面に押し付ける方向と前記壁面から離れる方向との間で変更可能とすることができる。

【0019】

上記移動ロボットにおいては、前記浮揚手段の操作を行うための操作信号の受送信を行う無線装置をさらに備えることができる。

【0020】

上記移動ロボットにおいては、前記浮揚手段の構成は特には限定されないが、少なくとも1つのプロペラとすることができる。

20

【0021】

ここで、前記浮揚手段を、水平方向に並ぶ2つのプロペラで構成し、前記各プロペラの回転速度を独立して制御可能に構成することができる。このようにすると、2つのプロペラで移動ロボットが動作するため、バランスが取りやすく、また、各プロペラの回転速度が相違するように制御すれば、壁面上を左右に旋回することができ、細かな動きが可能になる。

【発明の効果】

【0022】

本発明に係る移動ロボットによれば、簡易な構成で、特に、上下方向に延びる壁面に沿って移動可能であり、しかも制御が容易である。

30

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明に係る移動ロボットの一実施形態を示す側面図である。

【図2】図1の正面図である。

【図3】図1の移動ロボットの他の動作形態を示す側面図である。

【図4】図1の移動ロボットの旋回動作を示す正面図である。

【図5】図1の移動ロボットの他の例を示す側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明に係る移動ロボットの一実施形態について、図面を参照しつつ説明する。図1は移動ロボットが壁面に設置された状態を示す側面図、図2は図1の正面図である。

40

【0025】

< 1. 移動ロボットの概略構成 >

図1及び図2に示すように、この移動ロボットは、主として上下方向に延びる壁面Hに登るためのものであり、側面視L字型に形成されたロボット本体1と、このロボット本体1に搭載され、移動ロボットを浮揚させるための一对の浮揚ユニット2と、を備えている。また、ロボット本体1の端部には、壁面に当接する車輪ユニット3が取り付けられている。以下、各部材を詳細に説明する。

【0026】

車輪ユニット3は、棒状に延びる軸部材31と、その両端それぞれに、ワンウェイクラ

50

ッチ32を介して取り付けられた車輪33とを備えており、車輪33が壁面に当接しながら回転することで、移動ロボットが壁面Hに沿って移動するように構成されている。車輪33は、ワンウェイクラッチ32により軸部材31に対して、一方向、つまり壁面Hを登る方向に回転可能となっているが、それとは反対の方向、つまり壁面Hを下る方向には回転しないようになっている。

【0027】

ロボット本体1は、棒状の支持部材11と、棒状の延長部材12とを備え、これらの端部同士が連結されることで側面視L字型に形成されている。支持部材11は、車輪ユニット3の軸部材の中央に連結される第1端部と、延長部材と連結される第2端部とを有している。また、延長部材12は、支持部材11と連結される第1端部と、壁面Hと当接可能な第2端部とを有している。そして、延長部材12において、第1端部側には、浮揚ユニット2が取り付けられている。また、延長部材12において第2端部側には、浮揚ユニット2を制御する制御基板4と、浮揚ユニット2を駆動するためのバッテリー5が取り付けられている。

【0028】

次に、浮揚ユニット2について説明する。浮揚ユニット2は、延長部材12と直交するように水平に延びる棒状の支持ロッド21を備えており、この支持ロッド21はブラケット22を介して延長部材12に取り付けられている。支持ロッド21は、ブラケット22上で軸回りに回転可能に支持されている。そして、支持ロッド21の両端部には、それぞれモータが取り付けられており、各モータにプロペラシャフト241a, 241bを介してプロペラが取り付けられている。ここでは、説明の便宜のため、壁面Hに向かって右側のモータ及びプロペラを、右側モータ23a、右側プロペラ24aと称し、壁面Hに向かって左側のモータ及びプロペラを、左側モータ23b、左側プロペラ24bと称することとする。この構成により、右側プロペラ24a及び左側プロペラ24bはそれぞれ独立して回転可能となっている。そして、各プロペラ24a, 24bは支持ロッド21の両端部のギア付モータ23a、24bの出力軸に取り付けられているため、支持ロッド21が軸回りに回転すると、プロペラ24a, 24bの向き、つまりプロペラシャフト241a, 241bの鉛直方向Zに対する角度が変わるようになっている。

【0029】

次に、支持ロッド21を回転するための機構について説明する。まず、延長部材12のブラケット22には中央モータ25と、この中央モータ25により駆動する減速用のギアボックス26とが取り付けられている。そして、このギアボックス26は、支持ロッド21の左右方向の中央付近に固定された歯車27に噛合している。さらに、支持ロッド21と支持部材11の間にはバネ28が取り付けられており、支持ロッド21は、このバネ28によって支持部材11側に付勢されている。そして、支持ロッド21は、初期状態では、後述する図3に示す回転位置にある。すなわち、この回転位置では、プロペラシャフト241a, 241bが延長部材12と平行になっており、ここから中央モータ25を駆動すると、ギアボックス26を介して歯車27が回転し、支持ロッド21は、初期状態からバネ28に抗して回転するようになっている(図1における回転方向A)。これにより、プロペラシャフト241a, 241bは図1に示すような、支持部材11と平行となるような状態まで回転可動域があり、プロペラ推力を壁面H側に倒して、その分力が移動ロボットを壁面Hに押し付けるようにしている。

【0030】

上述した右側モータ23a、左側モータ23b、及び中央モータ25は、それぞれバッテリー5により駆動するとともに、制御基板4によってその回転が制御されている。また、制御基板4には、無線装置が実装されており、無線によって制御基板4に、各モータ23a, 23b, 25に対する制御信号を送信できるようになっている。

【0031】

上記のように構成された移動ロボットは、延長部材12の第2端部側に制御基板4やバッテリー5が取り付けられているため、これが重りとなって、図1に示すように、移動ロボ

ットの重心Gが、支持部材11と延長部材12との間に位置するようになっている。

【0032】

<2. 移動ロボットの動作>

次に、上記のように構成された移動ロボットの動作について説明する。まず、図1に示すように、車輪ユニット3を上側に向けた上で、両車輪33が壁面Hに当接するようにセットする。このとき、移動ロボットの重心Gが上記のように支持部材11と延長部材12との間にあるので、後述するようにプロペラを駆動すると、延長部材12の第2端部は壁面Hに当接する。こうして、壁面H、支持部材11、延長部材12とで側面視三角形の空間が形成される。但し、延長部材12の第2端部は必ずしも壁面Hに当接させなくてもよい。

10

【0033】

次に、中央モータ25を駆動し、プロペラシャフト241a, 241bが概ね鉛直方向に向くように支持ロッド21を回転させる。より詳細に説明すると、プロペラシャフト241a, 241bは、若干壁面側を向くように傾けることが好ましく、これにより移動ロボットの推進方向が壁面Hに向かうため、車輪33を壁面に対して押圧させることができ、車輪33が壁面Hから離れるのを防止することができる。

【0034】

続いて、右側モータ23a及び左側モータ23bを駆動し、プロペラ24a, 24bを回転させると、移動ロボットには上方に向かう推進力が作用する。これにより、移動ロボットは壁面Hに沿って上方へ登っていく。このとき、移動ロボットは両車輪33が壁面Hに当接しつつ回転するため、移動ロボットは安定的に上昇する。また、各車輪33はワンウェイクラッチ32が取り付けられているため、移動ロボットが下降する方向には回転しない。したがって、何らかの理由でプロペラ24a, 24bによる推進力が弱まったとしても、例えば、車輪33と壁面Hとの摩擦力によって移動ロボットは、壁面H上で滑り落ちることなく静止することができる。また、プロペラ24a, 24bを駆動する各モータ23a, 23bの出力を低下させることもでき、消費電力を低減することもできる。

20

【0035】

このように、移動ロボットは、車輪33を壁面Hに当接させることで、安定して上昇することができるが、車輪33を壁面Hから離れた状態で上昇することもできる。すなわち、図3に示すようなプロペラ24a, 24bのみによる移動も可能である。この場合、中央モータ25を駆動し、プロペラシャフト241a, 241bが延長部材12と平行になるように、支持ロッド21を回転させる。これにより、移動ロボットの推進力が壁面Hから離れるように作用するため、両車輪33は壁面Hから離間し、移動ロボットは、プロペラ24a, 24bのみによって浮揚し、ホバリングなどの動作も可能となる。

30

【0036】

また、上記のように、中央モータ25を駆動し、支持ロッドを回転させることで、移動ロボットは、壁面Hに対して前進または後退する方向に移動可能となる。また、右側モータ23a及び左側モータ23bは独立して駆動できるため、例えば、左側モータ23aの回転数を右側モータ23bよりも上げると、図4に示すように、移動ロボットは左側に旋回し、左側モータ23bの回転数を右側モータ23aよりも上げると、移動ロボットは右側に旋回する。

40

【0037】

<3. 特徴>

以上のように、本実施形態に係る移動ロボットによれば、ロボット本体1を浮揚させるプロペラ24a, 24bを備えつつ、支持部材11を介して壁面に当接する車輪ユニット3を備えている。したがって、この移動ロボットは、車輪ユニット3を壁面に当接させ、この車輪33を壁面に沿って移動させつつ、プロペラ24a, 24bによって移動ロボットを浮揚させて壁面を登っていく。したがって、移動ロボットの重量は、プロペラ24a, 24bの駆動だけで支えるのではなく、車輪33が壁面Hに当接することでもロボットの重量を支えている。したがって、プロペラ24a, 24bにかかる負荷を低減すること

50

ができ、これによってモータも小型化できるため、ロボットの構成を簡易にすることができる。

【0038】

また、車輪33が壁面Hに当接した状態で、壁面Hに沿って移動するように構成されているため、ロボットは常に壁面Hと接触した状態となる。したがって、プロペラ24a, 24bだけで動作を行う場合に比べ、壁面Hと垂直な方向の制御が不要となり、動作の制御が容易である。例えば、プロペラだけの場合、ロボットを静止させるホバリングは制御が非常に難しいが、本実施形態のように、ロボットの一部を壁面Hに当接させれば、壁面での静止は簡単な制御で可能となる。

【0039】

また、この移動ロボットは、重心Gが支持部材11と延長部材12との間にあるため、ロボットの重量は、より壁面に対して作用する。したがって、ロボットの重量をさらに壁面Hで支えやすくなる。

【0040】

この移動ロボットは、コンクリート壁などの壁面に沿って移動することが可能であるため、コンクリート橋、ダム、トンネルなど、人が立ち入りにくい様々な場所で利用可能である。例えば、この移動ロボットにカメラや、種々のセンサ(例えば、温度センサ、渦電流式探傷プローブ、超音波センサ、レーダー探査システムなど)を搭載すれば、作業員が直接検査できないような対象面であっても、移動ロボットによる検査が可能となる。

【0041】

<4. 変形例>

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて、種々の変更が可能である。

【0042】

<4-1>

上記車輪ユニットの構成は特には限定されず、種々の態様が可能である。例えば、車輪の数は特には限定されず、1または3以上であってもよい。

【0043】

また、車輪33と壁面Hと摩擦を増大させるため、例えば、図5に示すように、外周面に複数の爪331(係合部)を有する車輪33を用いることもできる。これにより、爪が壁面に引っかかり、車輪が壁面に対して滑りにくくなる。これにより、壁面での停止を確実に行うことができる。

【0044】

このほか、車輪33と壁面Hとの摩擦力を増大できるものであればよく、凹凸を設けたもの、粘着剤を塗布したもの、あるいは壁面が金属である場合には磁石を設けたものなど、種々の態様が可能である。

【0045】

また、上記実施形態では、ワンウェイクラッチ32により車輪33が一方向にしか回転しないようにしているが、これに限定されるものでなく、他方向に回転できるものであってもよい。こうすることで、プロペラ24の出力を低下すれば、壁面を下降することができる。

【0046】

また、車輪は必ずしも設けなくてもよく、壁面Hに当接し、且つ壁面Hに沿って移動できればよい。例えば、単に支持部材11の第1端部を当接部として当接させてもよい。

【0047】

<4-2>

上記実施形態では、ロボット本体1を支持部材11と延長部材12とでL字型に形成しているが、その他の形態でもよい。例えば、箱形の筐体によりロボット本体を構成することもできる。但し、車輪ユニット3を上部に設け、重心Gが車輪ユニット3の反対側で、壁面寄りになるように構成することが好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 8 】

< 4 - 3 >

上記実施形態では、無線により移動ロボットの操作を行っているが、予め移動のルートを制御基板にプログラムしておき、無線によらずに移動ロボットが指定されたルートを通るようにしてもよい。

【 0 0 4 9 】

< 4 - 4 >

上記実施形態では、移動ロボットの浮揚手段として2つのプロペラを用いているが、プロペラの数は特に限定されない。また、プロペラ以外にも、移動ロボットを浮揚できるものであればよく、例えば、エアを吹き出しつつ、上昇するように構成することもできる

10

【 0 0 5 0 】

< 4 - 5 >

上記実施形態では、移動ロボットが垂直な壁面を登る例について説明したが、本発明に係る移動ロボットは、垂直な壁面のほか、傾斜面、水平な面など種々の壁面を移動することができる。

【 0 0 5 1 】

< 4 - 6 >

上記実施形態の移動ロボットは、橋梁などの点検用のロボットとして説明したが、これに限定されるものではなく、上下方向に延びる壁面上を移動するロボット全般に適用することができる。したがって、検査用に限らず、搬送用のロボット、狭領域未知空間マッピングロボットなどにも適用することができる。

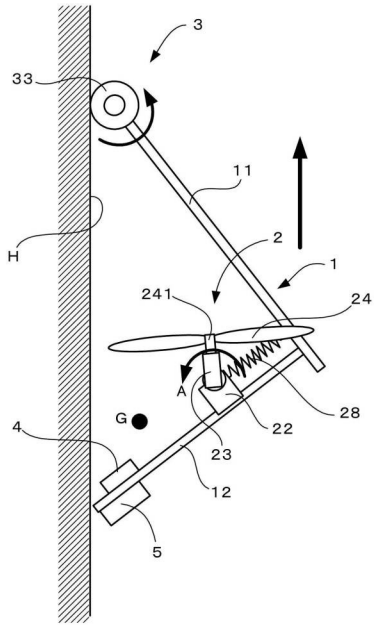
20

【 符号の説明 】

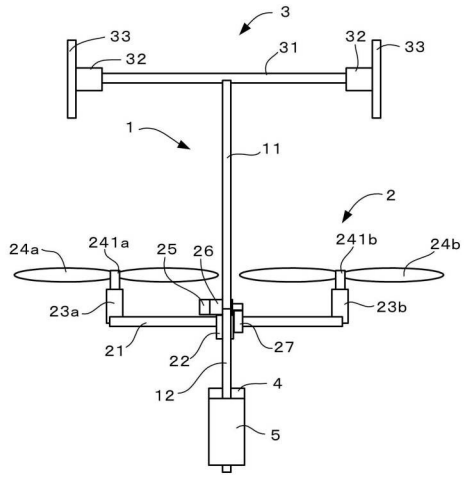
【 0 0 5 2 】

- 1 ロボット本体
- 1 1 支持部材 (支持部)
- 1 2 延長部材 (延長部)
- 2 浮揚ユニット (浮揚手段)
- 3 車輪ユニット (当接部)

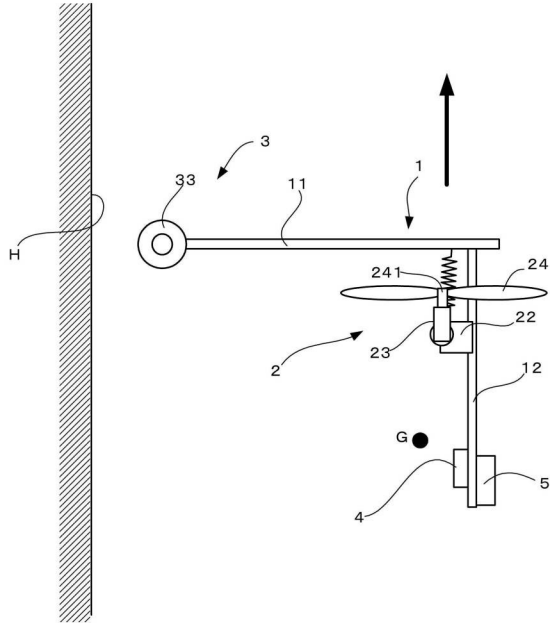
【 図 1 】



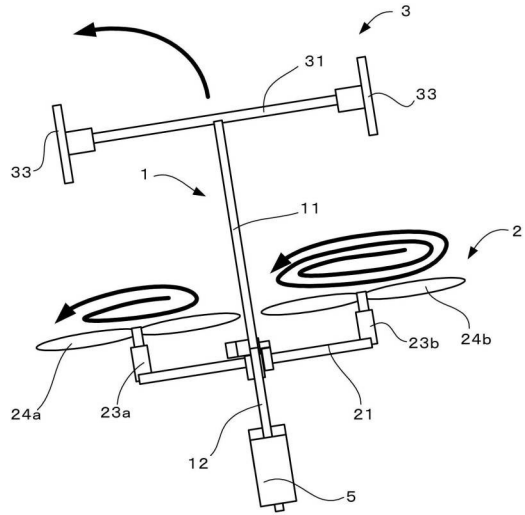
【 図 2 】



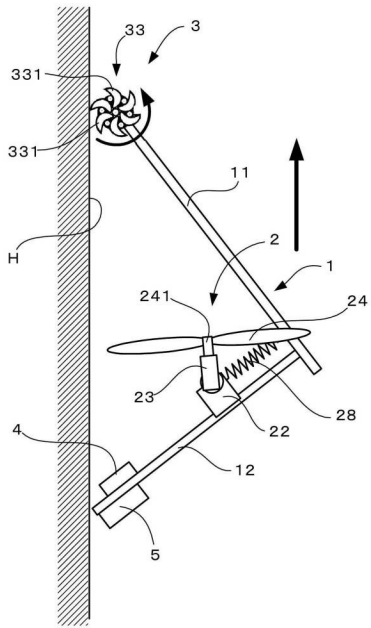
【 図 3 】



【 図 4 】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 高田 洋吾

大阪府大阪市住吉区杉本3丁目3番138号 公立大学法人大阪市立大学内

(72)発明者 川合 忠雄

大阪府大阪市住吉区杉本3丁目3番138号 公立大学法人大阪市立大学内

審査官 中野 裕之

(56)参考文献 特開2011-194937(JP,A)

実開昭61-183786(JP,U)

特開2012-140101(JP,A)

特開昭52-113097(JP,A)

米国特許出願公開第2012/0173053(US,A1)

仏国特許出願公開第00974611(FR,A1)

特公昭31-001562(JP,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

B 6 2 D 5 7 / 0 4

F 1 6 M 1 1 / 2 0

F 1 6 M 1 1 / 4 2

F 1 6 M 1 3 / 0 0

F 1 6 M 1 3 / 0 2

B 6 4 C 2 5 / 1 6

B 6 4 C 2 5 / 3 2

B 6 4 C 2 5 / 3 4

B 6 4 C 2 7 / 0 6

B 6 4 C 2 7 / 0 8

B 6 4 C 3 9 / 0 2

B 6 0 F 5 / 0 0