

(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2016-132267

(P2016-132267A)

(43) 公開日 平成28年7月25日(2016.7.25)

| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
|--------------------------------|---------------|-------------|
| B 6 4 C 37/00 (2006.01) | B 6 4 C 37/00 | |
| B 6 4 C 27/08 (2006.01) | B 6 4 C 27/08 | |
| B 6 4 C 39/02 (2006.01) | B 6 4 C 39/02 | |
| B 6 2 D 61/00 (2006.01) | B 6 2 D 61/00 | |
| B 6 0 B 19/00 (2006.01) | B 6 0 B 19/00 | H |

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2015-6052 (P2015-6052)
 (22) 出願日 平成27年1月15日 (2015.1.15)

(71) 出願人 304021277
 国立大学法人 名古屋工業大学
 愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市29番
 (72) 発明者 山田 学
 愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市29番 国立大学法人名古屋工業大学内
 (72) 発明者 高橋 七奈
 愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市29番 国立大学法人名古屋工業大学内
 (72) 発明者 大塚 真生
 愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市29番 国立大学法人名古屋工業大学内

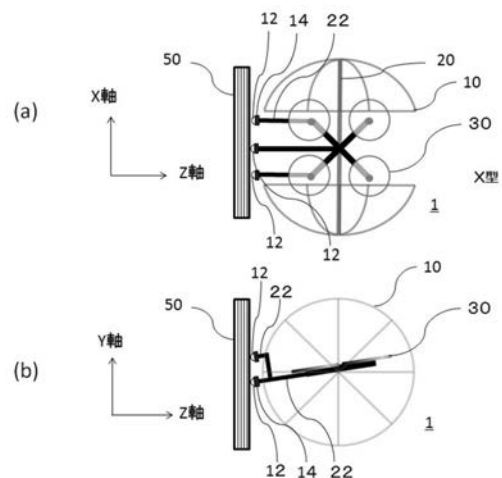
(54) 【発明の名称】 陸上走行可能な飛行体

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 壁面を垂直にも水平にも走行可能な飛行体を提供する。

【解決手段】 車輪10の外郭の外側に、車軸20の回転進行方向に交差する方向に回転可能で、車輪10より小さい外郭の車軸方向車輪12を複数個有する。車軸方向車輪12は、車軸20に垂直な軸および垂直な軸に平行な軸の内、少なくとも3本の軸の端部に有する。よって、飛行体が鉛直の壁を水平方向に移動する際、飛行体は、壁に車輪を接地させずに車軸方向車輪を接地させることができるので、車輪が抵抗にならず、車軸方向車輪の回転によりスムーズに移動することができる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

飛行体本体の主たる進行方向に垂直となるように取り付けられた車軸と、
前記飛行体本体の中心に配置した 1 個の推進部または前記主たる進行方向に対して左右対称に配置される複数の推進部と、
前記車軸に回転可能な車輪と、
を備えた飛行体において、
前記車輪の外郭の外側に、
前記車輪の回転進行方向に交差する方向に回転可能で、
前記車輪より小さい外郭の車軸方向車輪を複数個有することを特徴とする陸上走行可能な飛行体。

10

【請求項 2】

前記車軸方向車輪は、前記車軸に垂直な軸および前記垂直な軸に平行な軸の内、少なくとも 3 本の軸の端部に有することを特徴とする請求項 1 に記載の陸上走行可能な飛行体。

【請求項 3】

前記車軸方向車輪が前記車輪の周方向に等間隔を存して配置された車軸方向車輪付き車輪であって、
前記車軸方向車輪付き車輪が壁等を水平に走行する際、
前記車軸方向車輪のみが前記壁等に接地することを特徴とする請求項 1 に記載する陸上走行可能な飛行体。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、陸上走行可能な回転する車輪付の飛行体、即ち、飛行体の飛行体本体の中心に配置した 1 個の推進部または車輪の進行方向に対して左右対称に配置される複数の推進部と、飛行体本体の主たる進行方向である車輪の進行方向に垂直となるように取り付けられた車軸と、車軸に回転可能で前記飛行体本体を立体的に包み込む車輪とを備えた飛行体に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来、車輪の無い推進器（プロペラ駆動装置やジェット型推進装置など）をもつ飛行体（以下、飛行体本体）がある。これに対して、発明者らは、非特許文献 1 にて、図 8 に示す飛行体本体の中心に配置した 1 個の推進部または車輪の進行方向に対して左右対称に配置される複数の推進部と、飛行体本体の主たる進行方向である車輪の進行方向に垂直となるように取り付けられた車軸と、車軸に回転可能で前記飛行体本体を立体的に包み込む車輪とを備えた飛行体を開示した。これにより、墜落等による飛行体本体の損傷を防ぎ、車輪を回転して移動することにより、限られたバッテリー容量の中で、移動時間および移動距離を増すことができることを提案した。

30

この飛行体の用途として老朽化したトンネルや橋梁の天井や壁などの検査に適用できる。即ち、飛行体にカメラや接触センサ等の検査機器を搭載して、トンネルや橋梁の表面の撮影等のデータ収集を行うことができる。

40

【先行技術文献】**【非特許文献】****【0003】**

【非特許文献 1】 高橋七奈、山下修平、山田学、“クアッドヘリコプタの入出力線形化による追従制御と壁も天井も自由に走行できる空陸両用飛行ロボットの開発”、第 37 回日本ロボット学会学術講演会論文集（CD）、（2013年）、1D3-04

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

50

従来例の車輪を有する飛行体は鉛直の壁を水平に走行することができない。即ち、飛行体は、推進部（飛行体本体）を、車軸に対して進行方向に傾けて進行する。よって、図9（a）に示すように、鉛直壁50を上方（Y軸）へ走行する場合、飛行体本体30を傾け、上向きの揚力 F_h1 と壁50を押しつける力 F_h2 （Z軸）を発生させる。力 F_h2 により車輪10と壁50の接触部には摩擦力 F_m 上向きに発生する。揚力 F_h1 と摩擦力 F_m の和が、飛行体の重量 F_w より大きい場合、飛行体は、推進部（飛行体本体）を、車軸に対して進行方向に傾けて進行する。この場合、図9（b）に示すように水平方向（X軸）には、移動できない。

ここで、車輪10を鉛直の壁の水平方向（X軸）にして、水平方向走行する場合、推進部による推力は、推進部を有する飛行体本体が車軸に対して傾斜するので、進行方向（X軸）と壁方向（Z軸）に発生し、鉛直方向（Y軸）には発生しない。よって、鉛直方向（Y軸）の力の釣り合いを考えると、Y軸の下方には、飛行体の重量 F_w が働き、壁方向（Z軸）の推力によりY軸の上方に車輪の摩擦力が働く。しかし、この摩擦力は、飛行体の重量 F_w に比べ小さい。従って、飛行体は、壁面を滑り落ちながら水平方向（X軸）に走行する。よって、従来例の飛行体は鉛直の壁を水平方向のデータ収集ができない問題があった。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、上記の課題を解決する飛行体1を提供することであり、以下の通りである。

発明1は、飛行体本体の主たる進行方向に垂直となるように取り付けられた車軸と、飛行体本体の中心に配置した1個の推進部または前記主たる進行方向に対して左右対称に配置される複数の推進部と、車軸に回転可能な車輪と、を備えた飛行体において、車輪の外郭の外側に、車輪の回転進行方向に交差する方向に回転可能で、車輪より小さい外郭の車軸方向車輪を複数個有することを特徴とする陸上走行可能な飛行体である。

発明2は、車軸方向車輪は、車軸に垂直な軸および垂直な軸に平行な軸の内、少なくとも3本の軸の端部に有することを特徴とする発明1に記載の陸上走行可能な飛行体である。発明3は、車軸方向車輪が車輪の周方向に等間隔を存して配置された車軸方向車輪付き車輪であって、車軸方向車輪付き車輪が壁等を水平に走行する際、車軸方向車輪のみが壁等に接地することを特徴とする請求項1に記載する陸上走行可能な飛行体である。

【発明の効果】

【0006】

発明1によれば、飛行体は、車輪の外郭に車輪の回転方向に交差する方向に回転可能で、車輪より小さい外郭の車軸方向車輪を複数個有している。よって、飛行体が鉛直の壁を水平方向に移動する際、飛行体は、壁に車輪を接地させずに車軸方向車輪を接地させることができるので、車輪が抵抗にならず、車軸方向車輪の回転によりスムーズに移動することができる。

発明2によれば、発明1において、車軸方向車輪は、車軸に垂直な軸および垂直な軸に平行な軸の内、少なくとも3本の軸の端部に有する。よって、車軸方向車輪は、車輪の外郭の外側にあるので、壁に対して飛行体を、安定した3点支持とする3個の車軸方向車輪で接地することができる。飛行体は安定して走行することができる。

発明3によれば、発明1において、飛行体は、車軸方向車輪が車輪の周方向に等間隔を存して配置された車軸方向車輪付き車輪を有し、車軸方向車輪付き車輪が壁等を水平に走行する際、車軸方向車輪のみが壁等に接地するので、安定して走行することができる。車軸方向車輪付き車輪は、車輪の外周に複数の車軸方向車輪を有するので、飛行体が鉛直の壁等に当接する際の飛行体の姿勢に関係なく車軸方向車輪を接地させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の第1実施形態の車軸方向車輪12を示す。飛行体本体はH型フレーム。

【図2】第1実施形態の車軸方向車輪12により鉛直の壁を上方に走行する状態を示す。

(a)は平面図、(b)は正面図を示す。飛行体本体はX型フレーム。

10

20

30

40

50

【図 3】第 1 実施形態の車軸方向車輪 1 2 により鉛直の壁を上方に走行する状態を示す（平面図）。飛行体本体は H 型フレーム。

【図 4】第 1 実施形態の車軸方向車輪 1 2 により鉛直の壁を上方に走行後、右折して水平に走行する状態を示す。

【図 5】車軸方向車輪 1 2 が 2 個以下の場合、鉛直の壁を水平に走行が困難な状態を示す（正面図）。

【図 6】本発明の第 2 実施形態の軸方向車輪付き車輪 1 6 の構造を示す。

【図 7】第 2 実施形態の車軸方向車輪付き車輪 1 6 の試作品を示す。（a）は図面、（b）は試作品の外観、（c）は仕様を示す。

【図 8】従来 of 飛行体の外観構造を示す。

10

【図 9】従来 of 飛行体が鉛直の壁 5 0 を上方に移動できるが、水平方向に移動できない状態を示す。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について説明する。本発明は、以下の実施形態に限定されるものではなく、発明の範囲を逸脱しない限りにおいて、変更、修正、改良を加え得るものである。

【0009】

（第 1 実施形態）

図 1 に、本発明の第 1 実施形態の車軸方向車輪 1 2 を示す。飛行体本体は H 型フレームである。

20

車軸方向車輪 1 2 は、球状の車輪で、全方向に回転可能にホルダー 1 4 に保持されている。ホルダー 1 4 は、車軸 2 0 に垂直な軸に平行な軸の端部に備えられている。車軸方向車輪 1 2 は、3 個ある。

車軸方向車輪 1 2 は、車輪 1 0 の外郭すなわち外径の外側に、車輪 1 0 の回転進行方向に交差する方向に回転可能で、車輪 1 0 より小さい外郭を有している。飛行体 1 が、壁等を回転して移動する際、通常は、車輪 1 0 が壁に接して回転する。一方、飛行体 1 が、壁を水平に移動する場合、3 個の車軸方向車輪 1 2 は、車輪 1 0 の外郭の外側にあり、壁に 3 個とも接し、3 点で飛行体は支持され安定している。この際、車輪 1 0 は壁に接していない。車軸方向車輪 1 2 は、球状の車輪で、ホルダー 1 4 に保持されているので、壁上の全方位（ 180° ）に回転可能である。よって、3 個の車軸方向車輪 1 2 は、車輪 1 0 の回転進行方向に交差する方向に回転可能であり、飛行体 1 は、鉛直の壁を水平方向に移動可能である。車軸方向車輪 1 2 の外径は、車輪 1 0 の補助的な車輪であるので、車輪 1 0 の外径より小さくて良い。よって、飛行体 1 を、軽量でコンパクトに構成することができる。

30

また、車軸方向車輪 1 2 のホルダー 1 4 の内少なくとも 1 個は、車軸 2 0 に垂直な軸に平行な軸の端部に備えられている。これは、車軸 2 0 が車輪 1 0 の回転中心になっているので、車軸 2 0 に垂直な軸は、車輪 1 0 の半径方向となる。一方、車軸方向車輪 1 2 のホルダー 1 4 の内少なくとも 1 個は、車軸 2 0 に垂直な軸に平行な軸の端部に備えられている。残りの車軸方向車輪 1 2 のホルダー 1 4 の内少なくとも 1 個は、車軸 2 0 に垂直な軸またはこれに平行な軸の端部に備えられている。よって、車軸方向車輪 1 2 は、車輪 1 0 の外郭の外側にあるので、壁に対して飛行体 1 を、安定した 3 点支持とする 3 個の車軸方向車輪 1 2 で接地することができ、飛行体 1 は安定して走行することができる。また、車軸方向車輪 1 2 は、走行する壁面の状況等に応じて 4 個以上としても良い。

40

尚、車輪 1 0 は、回転可能な円形が良い。また、外形は、図 8 のように半球状として飛行体本体 3 0 を保護するプロテクター機能をもつものでも良いし、図 1 のように円盤状の車輪機能を優先するものでも良い。

【0010】

図 2 に、第 1 実施形態の車軸方向車輪 1 2 により鉛直の壁を上方に走行する状態を示す。

図 2（a）は平面図、図 2（b）は正面図を示す。飛行体本体は X 型フレームである。

50

図 2 (a) によれば、飛行体 1 は、壁 5 0 に 3 個の車軸方向車輪 1 2 で接し、車輪 1 0 は接していない。3 個の車軸方向車輪 1 2 で、壁 5 0 を上方方向 (Y) 方向へ移動している。

図 2 (b) によれば、飛行体本体 3 0 が傾斜し、飛行体 1 が上方 (Y 軸) と壁 5 0 方向 (Z 軸) に推力を発生している。飛行体 1 は、壁 5 0 に 3 個の車軸方向車輪 1 2 で接し、壁 5 0 を上方方向 (Y) 方向へ移動している。

ここで、飛行体 1 の推力を制御すれば X 軸方向へも移動することができる。この機能は後述する。

【 0 0 1 1 】

図 3 は、第 1 実施形態の車軸方向車輪 1 2 により鉛直の壁を上方に走行する状態を示す (平面図) 。飛行体本体は H 型フレームである。

図 2 (a) と同様に飛行体 1 は、壁 5 0 に 3 個の車軸方向車輪 1 2 で接し、車輪 1 0 は接していない。3 個の車軸方向車輪 1 2 で、壁 5 0 を上方方向 (Y) 方向へ移動している。

【 0 0 1 2 】

図 4 に、第 1 実施形態の車軸方向車輪 1 2 により鉛直の壁を上方に走行後、右折して水平に走行する状態を示す。

まず (1) において、飛行体 1 は、鉛直の壁 3 0 を上方 (Y 軸) に移動している。(1) の (a) は正面図であり、(1) の (b) は平面図である。これは、H フレームで図示しているが、図 2 と同様、飛行体 1 は、壁 5 0 に 3 個の車軸方向車輪 1 2 で接し、壁 5 0 を上方方向 (Y) 方向へ移動している。

次に (2) において、飛行体本体 3 0 の 4 つの推進部の推進力を制御する。すなわち、Y 軸方向に対して右側の 2 つ推進部の推進力を、左側の 2 つの推進部の推進力より弱くすると、飛行体 1 は、X 軸方向にも推力を得ることができる。従って、車軸 2 0 が右に下がり車輪 1 0 が右方向に傾く。ここでも、車輪 1 0 は壁 5 0 に接しなく、3 個の車軸方向車輪 1 2 が接している。飛行体本体 3 0 による揚力は、飛行体本体 3 0 を傾斜させること、および推進部の推進力を制御することで、X 軸、Y 軸、および Z 軸の 3 方向に発生している。Z 軸方向の推力は、3 個の車軸方向車輪 1 2 を壁 5 0 に押しつけ摩擦力を発生させ飛行体 1 を安定して走行させる。Y 軸方向の揚力は、自重のある飛行体 1 を持ち上げる。X 軸方向の推力は、飛行体 1 を右方向に水平に走行させる。

次に (3) は、上述した 3 方向の揚力により、飛行体 1 は、3 個の車軸方向車輪 1 2 により、鉛直の壁 5 0 上を水平に走行し続けることができる。

【 0 0 1 3 】

図 5 は、車軸方向車輪 1 2 が 2 個以下の場合、鉛直の壁を水平に走行が困難な状態を示す (正面図) 。

図 5 は、車軸方向車輪 1 2 が 1 個、または 2 個の車軸方向車輪 1 2 が水平方向 (X 軸方向) に並んだ状態を示す。壁 5 0 には、車軸方向車輪 1 2 と共に 2 個の車輪 1 0 が接する。車輪 1 0 は、X 軸方向には回転できず抵抗になるので、飛行体は、X 軸方向 (壁を水平方向) には移動が困難である。

また、図示しないが 2 個の車軸方向車輪 1 2 が鉛直方向 (Y 軸方向) に並んだ状態では、壁 5 0 には車軸方向車輪 1 2 と共に 2 個の車輪 1 0 のいずれか一方が接する。車輪 1 0 は、X 軸方向には回転できず抵抗になるので、飛行体は、X 軸方向 (壁を水平方向) には移動が困難である。

以上より、飛行体 1 は、車軸方向車輪 1 2 が 2 個以下の場合、鉛直の壁を水平に走行が困難となる。

【 0 0 1 4 】

(第 2 実施形態)

図 6 に、本発明の第 2 実施形態の車軸方向車輪付き車輪 1 6 の構造を示す。

軸方向車輪付き車輪 1 6 は、車軸方向車輪 1 8 およびホルダー 1 9 が車輪 1 7 の周方向に等間隔を存して配置されている。車軸方向車輪 1 8 は、球状の車輪で、ホルダー 1 9 に全方向回転可能に保持されている。

10

20

30

40

50

飛行体 1 が鉛直の壁等を水平に走行する際、車軸方向車輪付き車輪は、車軸方向車輪のみが壁等に接地する。すなわち、となり合う 2 個の車軸方向車輪 1 8 が壁に接地し、その間の車輪 1 7 が接地しない。よって、飛行体 1 は、2 つの軸方向車輪付き車輪 1 6 の、となり合う 2 個の車軸方向車輪 1 8 が壁に接地して走行する。車輪 1 7 の外周は接地しないので、飛行体 1 は抵抗が少なく滑らかに走行することができる。

また、車軸方向車輪付き車輪は、車輪の外周に複数の車軸方向車輪を有するので、飛行体が鉛直の壁等に当接する際の飛行体の姿勢に関係なく車軸方向車輪を接地させることができる。

【0015】

図 7 は、第 2 実施形態の車軸方向車輪付き車輪 1 6 の試作品を示す。図 7 (a) は図面、図 7 (b) は試作品の外観、図 7 (c) は仕様を示す。尚、車軸方向車輪 1 8 は、球状ではなく円形状で試作した。

図 7 (a) の図面は、外径 4 8 0 mm の車輪 1 7 の半径方向の外径部に、外径 3 0 mm の円形の車軸方向車輪 1 8 を取り付けた。車軸方向車輪 1 8 は、1 5 ° 間隔で 2 4 個である。車輪 1 7 が壁を回転した際、車輪 1 7 は壁に接触しないで、車軸方向車輪 1 8 のみが接触する。このようにすることで、車輪 1 7 が接触しないので抵抗にならず、小車輪 1 8 が回転するので、飛行体 1 は、車軸 2 0 方向にスムーズに移動することができる。

図 7 (b) は、実際に試作した車軸方向車輪付き車輪 1 6 の外観を示す。これに着けた飛行体 1 により、車輪 1 7 が接触しないで、小車輪 1 8 が回転させ、鉛直の壁を水平方向に、すなわち飛行体 1 の車軸 2 0 方向にスムーズに移動することを確認した。

図 7 (c) は、試作した車軸方向車輪付き車輪 1 6 の仕様を示す。車軸方向車輪付き車輪 1 6 は、直径 5 0 0 mm、厚み 2 5 mm、重量 1 6 5 g である。

車輪 1 7 は、直径 4 8 0 mm、厚み 7 . 5 mm、重量 8 4 g である。材質はテクセルである。尚、車軸方向車輪 1 8 の取付け部には車輪 1 7 に切欠きを設けており、車軸方向車輪 1 8 の車軸は、車輪 1 7 の外形より 2 . 5 mm 内側にワイヤーを巻き付けて試作した。車軸方向車輪 1 8 は、直径 2 5 mm、厚み 5 mm、重量 3 . 3 g である。使用個数は、2 4 個で材質はテクセルである。

【0016】

以上、第 1 実施形態、第 2 実施形態より、以下の作用および効果がある。

発明 1 は、飛行体本体 3 0 の主たる進行方向に垂直となるように取り付けた車軸 2 0 と、飛行体本体 3 0 の中心に配置した 1 個の推進部または前記主たる進行方向に対して左右対称に配置される複数の推進部と、車軸 2 0 に回転可能な車輪 1 0 と、を備えた飛行体 1 において、車輪 1 0 の外郭の外側に、車輪 1 0 の回転進行方向に交差する方向に回転可能で、車輪 1 0 (1 7) より小さい外郭の車軸方向車輪 1 2 または 1 8 を複数個有することを特徴とする陸上走行可能な飛行体 1 である。

発明 2 は、車軸方向車輪 1 2 は、車軸 2 0 に垂直な軸および垂直な軸に平行な軸の内、少なくとも 3 本の軸の端部に有することを特徴とする発明 1 に記載の陸上走行可能な飛行体である。

発明 3 は、車軸方向車輪 1 8 が車輪 1 0 (1 7) の周方向に等間隔を存して配置された車軸方向車輪付き車輪 1 6 であって、車軸方向車輪付き車輪 1 6 が壁等を水平に走行する際、車軸方向車輪 1 8 のみが壁等に接地することを特徴とする請求項 1 に記載する陸上走行可能な飛行体 1 である。

発明 1 によれば、飛行体 1 は、車輪 1 0 の外郭に車輪 1 0 の回転方向に交差する方向に回転可能で、車輪 1 0 より小さい外郭の車軸方向車輪 1 2 または 1 8 を複数個有している。よって、飛行体 1 が鉛直の壁を水平方向に移動する際、飛行体 1 は、壁に車輪 1 0 (1 7) を接地させずに車軸方向車輪 1 2 または 1 8 を接地させることができるので、車輪 1 0 (1 7) が抵抗にならず、車軸方向車輪 1 2 または 1 8 の回転によりスムーズに移動することができる。

発明 2 によれば、発明 1 において、車軸方向車輪 1 2 は、車軸 2 0 に垂直な軸および垂直な軸に平行な軸の内、少なくとも 3 本の軸の端部に有する。よって、車軸方向車輪 1 2 は

10

20

30

40

50

、車輪 10 の外郭の外側にあるので、壁に対して飛行体 1 を、安定した 3 点支持とする 3 個の車軸方向車輪 12 で接地することができ、飛行体 1 は安定して走行することができる。

発明 3 によれば、発明 1 において、飛行体 1 は、車軸方向車輪 18 が車輪 10 (17) の周方向に等間隔を存して配置された車軸方向車輪付き車輪 16 を有し、車軸方向車輪付き車輪 16 が壁等を水平に走行する際、車軸方向車輪 18 のみが壁等に接地するので、安定して走行することができる。車軸方向車輪付き車輪 16 は、車輪 10 (17) の外周に複数の車軸方向車輪 18 を有するので、飛行体 1 が鉛直の壁等に当接する際の飛行体 1 の姿勢に関係なく車軸方向車輪 18 を接地させることができる。

【産業上の利用可能性】

10

【0017】

この飛行体の用途として老朽化したトンネルや橋梁に加えビル等の建物の屋外において天井や壁などの検査に適用できる。即ち、飛行体にカメラや接触センサ等の検査機器を搭載して、建物の表面を安定して走行するので、撮影等のデータ収集を正確に行うことができる。

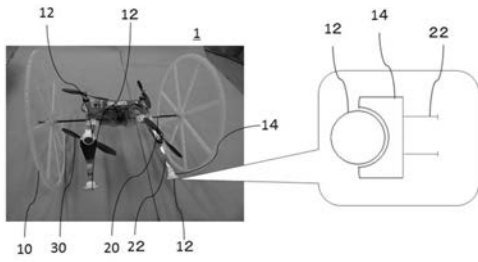
【符号の説明】

【0018】

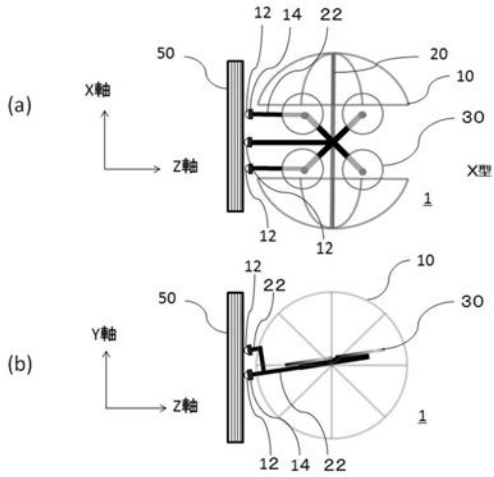
| | |
|----|------------|
| 1 | 飛行体 |
| 10 | 車輪 |
| 12 | 車軸方向車輪 |
| 14 | ホルダー |
| 16 | 車軸方向車輪付き車輪 |
| 17 | 車輪 |
| 18 | 車軸方向車輪 |
| 19 | ホルダー |
| 20 | 車軸 |
| 30 | 飛行体本体 |
| 50 | 壁（鉛直方向：Y軸） |
| 52 | 床（水平方向：X軸） |

20

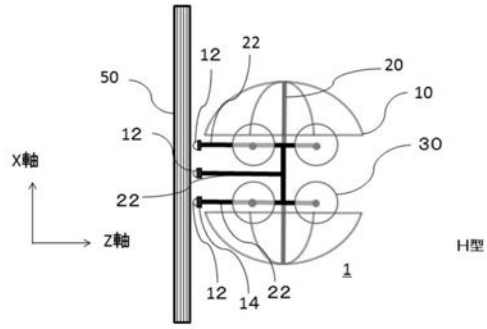
【 図 1 】



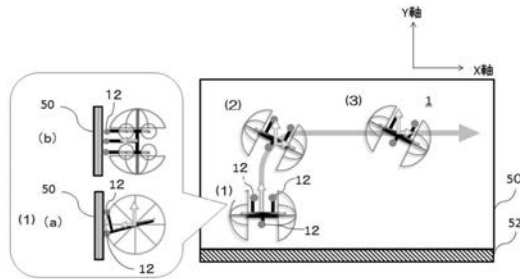
【 図 2 】



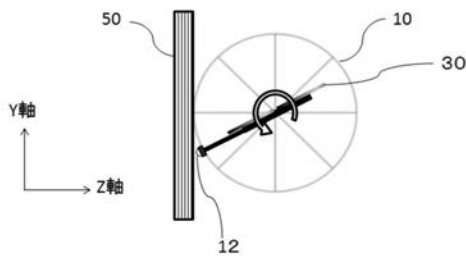
【 図 3 】



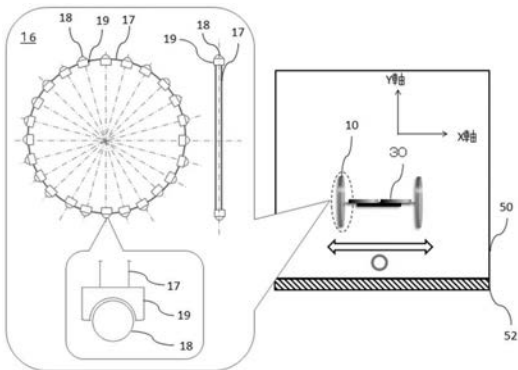
【 図 4 】



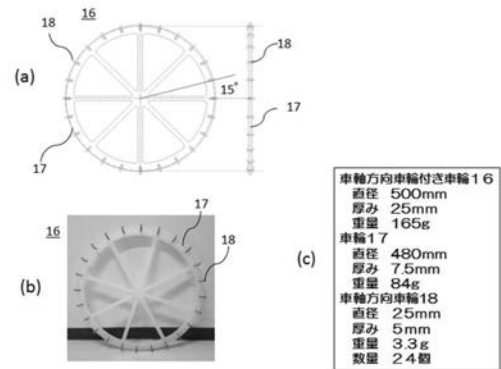
【 図 5 】



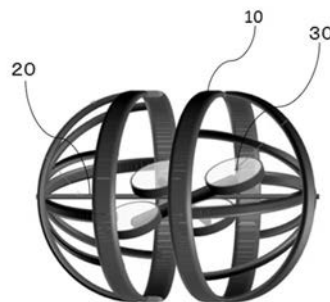
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

