

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6693650号  
(P6693650)

(45) 発行日 令和2年5月13日(2020.5.13)

(24) 登録日 令和2年4月20日(2020.4.20)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>B 6 4 C</b>	<b>37/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 4 C 37/00
<b>B 6 4 C</b>	<b>39/02</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 4 C 39/02
<b>B 6 4 C</b>	<b>29/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 4 C 29/00 A
<b>B 6 0 F</b>	<b>5/02</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 0 F 5/02

請求項の数 3 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2015-51760 (P2015-51760)	(73) 特許権者	304021277
(22) 出願日	平成27年3月16日 (2015.3.16)		国立大学法人 名古屋工業大学
(65) 公開番号	特開2016-26946 (P2016-26946A)		愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市29番
(43) 公開日	平成28年2月18日 (2016.2.18)	(72) 発明者	山田 学
審査請求日	平成30年2月23日 (2018.2.23)		愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市29番
(31) 優先権主張番号	特願2014-131355 (P2014-131355)		国立大学法人名古屋工業大学内
(32) 優先日	平成26年6月26日 (2014.6.26)	(72) 発明者	高橋 七奈
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)		愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市29番
		(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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プロテクトフレーム軸の傾きと独立に飛行体本体を水平にできる陸上走行可能な飛行体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

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を有する飛行体本体と、  
前記主たる進行方向に垂直となるように配置された車軸と、  
前記車軸に、回転可能に取り付けられた、前記飛行体本体を立体的に包み込む一対のプロ  
テクトフレームと、  
を備えた飛行体において、  
前記車軸は、前記飛行体本体に、  
弾性体およびダンパを介して、取り付けられた飛行体であって、  
前記飛行体は検査機器を搭載し、  
一対の前記弾性体および前記ダンパを、前記主たる進行方向に対して、対称に備え、  
前記車軸は分割されたことを特徴とする飛行体。

【請求項2】

前記車軸を、前記飛行体本体に、2次元的に拘束して、取り付けられたことを特徴とする請求  
項1に記載の飛行体。

【請求項3】

前記検査機器はカメラや接触センサである請求項1または2に記載の飛行体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

## 【 0 0 0 1 】

本発明は、中心に配置した1個の推進部または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を有する飛行体本体と、主たる進行方向に垂直となるように配置された車軸と、車軸に、回転可能に取り付けられた、一对の車輪または一对の飛行体本体を立体的に包み込むプロテクトフレームと、を備えた陸上走行可能な飛行体に関するものである

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 2 】

本発明の対象である陸上走行可能な回転する車輪またはプロテクトフレーム付の飛行体に関する従来技術は、プロテクトフレームの無い、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）である。例えば非特許文献1と2の  
10  
ようなヘリコプタ型のものや、非特許文献3のような飛行船型や、非特許文献4のような航空機型のものである。一方、特許文献1では、機体に複数のロータ（プロペラ）が配設された飛行体本体であって、ロータを2次元的にプロテクトフレームで囲うことによって、フレームの内側に配設される前記ロータと障害物との接触を防止する飛行体本体を開示している。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 1 - 0 4 6 3 5 5 号 公 報

## 【 非特許文献 】

## 【 0 0 0 4 】

【 非特許文献 1 】 田原誠、野波建蔵「マルチロータ型ヘリコプタの汎用的な機体設計手法と低コスト化による実現」日本機械学会論文集（C編）78巻787号（2012年）、pp.872-882

【 非特許文献 2 】 藤原大吾、辛振玉、羽沢建作、野波健蔵「自律小型無人ヘリコプタHホバリング制御と誘導制御」日本機械学会論文集（C編）70巻697号（2004年）、pp.1708-1714

【 非特許文献 3 】 山田学、多喜康博、舟橋康行「定常風に対する飛行船システムの大域的な位置と姿勢の制御」日本機械学会論文集（C編）76巻767号（2010年）、pp.1770-1779

【 非特許文献 4 】 Rogelio Lozano 「Unmanned Aerial Vehicles」ISTE Ltd and John Wiley & Sons, Inc.（2010年）pp.2-6  
20  
30

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 5 】

しかし従来技術の飛行体本体には以下の件の問題がある。即ち、前記非特許文献1～4で開示された推進器（プロペラ駆動装置やジェット型推進装置など）をもつ飛行体本体、および特許文献1で開示された飛行体本体には、以下の問題点がある。

## 【 0 0 0 6 】

（飛行体本体の問題点）

1）移動するためには常に飛行するしかないため、飛行体本体を持ち上げる力が常に必要である。そのため、多大なエネルギーを要し、飛行時間も制限される。  
40

2）陸上を移動できない。

## 【 0 0 0 7 】

発明者等は前記問題点を解決するため、既存の飛行体本体の必要な部分を保護する3次元のプロテクトフレームを飛行体本体に取り付ける発明（以下、飛行体）を行った。これは、3次元空間に存在する障害物に衝突しても飛行体本体の破損を生じず、着陸時や墜落時のダメージを軽減し、飛行体本体やこれに付加する搭載装置を保護する飛行体である。よって、飛行体が、着陸や墜落をしても、陸上を全方位走行できる。以下、「飛行体」とは、飛行体本体とプロテクトフレームを含む形態をいう。陸上を移動できるので、飛行体を持ち上げる必要がなく移動時間を長くできる。よって、前述の飛行体本体の問題点は解消できる。  
50

## 【0008】

この発明は、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。

ここで、車輪またはプロテクトフレームをつける車軸を、検査機器を搭載する飛行体本体の本体に固定して取り付けするため、以下の2点の課題がある。

## (課題1)

鉛直の壁を水平に走行することができない。本発明の飛行体は、推進部(飛行体本体)を進行方向に傾けて進行する。よって、鉛直の壁を水平に走行する場合、推進部を水平方向に傾け推進力(揚力)を得るが、鉛直上方への揚力がないため、飛行体本体の重力により、壁面を滑り落ちながら水平方向に走行する。

10

## (課題2)

飛行体本体とプロテクトフレーム(車輪)は一体構造であるので、その姿勢は等しくなる。そのため、図9に示す様に、天井に凸凹により、車輪であるプロテクトフレームの車輪が傾くと、飛行体本体および搭載している検査機器(カメラ等)も傾く。よって、カメラでは水平に撮影することができない。

## 【0009】

本発明は、上記の課題1および課題2を解決する飛行体を提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

20

上記の目的を達成するため、本発明は以下のようなものである。

発明1は、中心に配置した1個の推進部または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を有する飛行体本体と、主たる進行方向に垂直となるように配置された車軸と、車軸に、回転可能に取り付けられた、一对の車輪または一对の飛行体本体を立体的に包み込むプロテクトフレームと、を備えた飛行体において、車軸は、飛行体本体に、弾性体およびダンパを介して、取り付けられたことを特徴とする飛行体である。

発明2は、一对の弾性体およびダンパを、主たる進行方向に対して、対称に備えたことを特徴とする発明1に記載の飛行体である。

発明3は、車軸は分割されたことを特徴とする発明2に記載の飛行体である。

発明4は、車軸を、飛行体本体に、2次元的に拘束して、取り付けられたことを特徴とする発明1に記載の飛行体である。

30

## 【発明の効果】

## 【0011】

発明1は、プロテクトフレームまたは車輪をつける車軸と、検査機器を搭載する飛行体本体を、弾性体およびダンパを介して取り付けられたことを特徴とする。よって、飛行体が鉛直の壁を水平に走行する場合、推進部は水平方向に傾いている。ここで、飛行体本体の下部には重量物であるバッテリー等が搭載され鉛直下向きの重力が働いているので、推進部は、重力により鉛直上向きにも2次元的に傾き、上向きの揚力を得ることができる。よって、飛行体は鉛直の壁を水平に走行することができる。

また、天井面を走行してカメラ撮影をする場合、天井面に凹凸があっても、検査機器を搭載した飛行体本体を水平に保つことができ、飛行体は天井面を水平に撮影できる。

40

加えて、弾性体およびダンパの衝撃や振動の吸収機能により、飛行体本体や搭載した検査機器を保護することができる。

発明2は、一对の弾性体およびダンパを、主たる進行方向に対して、対称に備えているので、車軸に対して飛行体本体を、安定して制御することができる。

発明3は、車軸が分割されているので、一方の車輪またはプロテクトフレームが段差などを乗り越えた際、他方の車輪への影響を少なくすることができる。よって、飛行体の地上走行などを安定にすることができる。

発明4は、車軸を、飛行体本体に、2次元的に拘束して、取り付けることにより、車軸に対して飛行体本体が、水平方向への撓みを抑え、上下方向にのみ撓むようにしたものであ

50

る。車軸と飛行体本体を、1つの弾性体およびダンパにより、それぞれ一カ所に取り付けることができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の第1実施形態における飛行体の構成を示す。ただし飛行体本体1および推進部3を軸11の上部に設置してもよい

【図2】本第1実施形態における飛行体が、鉛直の壁を水平に走行する場合を示す。(b)は正面図、(a)は平面図、(c)は右側面図を示す。Xは鉛直方向、Yは水平方向を表す。

【図3】第1実施形態における飛行体が、鉛直の壁を水平(Y方向)に走行する場合の力の状態を示す(上から見た図)。

【図4】第1実施形態における飛行体が、鉛直の壁を水平(Y方向)に走行する場合の力の状態を示す(横から見た図)。

【図5】第1実施形態における飛行体が、空中を上昇し、天井に当たり、天井を走行する場合を示す。

【図6】第1実施形態における飛行体が陸上に墜落した場合、衝撃を吸収する状態を示す。

【図7】本発明の第2実施形態における飛行体を示す。

【図8】第2実施形態における飛行体に用いる弾性体のトーションバネを示す。

【図9】従来例を示す。

【図10】本発明の第3実施形態の構造を示す。

【図11】第3実施形態における飛行体が天井を走行する状態を示す。

【図12】第3実施形態の構造を示す。(a)は平面図、(b)は正面図を示す。

【図13】第3実施形態の構造を示す。(a)は右側面図、(b)は矢視図を示す。

【図14】第3実施形態の車輪10を取り外した状態の構造を示す。(a)は平面図、(b)は左側の第1車軸11aの正面図を示す。

【図15】第3実施形態の第2車軸11bの構造を示す。(a)は荷重がかからず弾性体13およびダンパ15が変形していない状態、(b)は荷重がかかり弾性体13およびダンパ15が変形している状態を示す。

【発明を実施するための形態】

【0013】

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。

【0014】

(第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態における陸上を走行可能な飛行体の構成を示す。ただし飛行体本体1および推進部3を軸11の上部に設置してもよい

飛行体本体1は、制御機能がある制御部(図示せず)、推進部3、飛行体本体1の下部に位置するバッテリー5および飛行体本体1の上部に位置する検査機器7からなる。これらは、メンテナンス時に工具等で取り外しはできるが、一体で固定されている。

ここで、計測する対象によって、検査機器7を、飛行体本体1の下部に取り付け、バッテリー5を上部に取り付ける場合もある。

2つのプロテクトフレーム9は、車軸11の両端に回転自在に取り付けられている。また、2つのプロテクトフレーム9は、車輪10として機能すると共に、飛行体本体1を立体的にカバーする。飛行体本体1の推進部3で発生する推力により、プロテクトフレーム9は、転がり運動で自由に陸上を移動ができる。

【0015】

飛行体の飛行体本体1と車軸11は、弾性体13およびダンパ15を介して組付けられる。弾性体13およびダンパ15は、飛行体本体1の自重により撓んでいる。また、弾性

10

20

30

40

50

体 1 3 およびダンパ 1 5 は、飛行体 の線対称になる 2 カ所で取り付けると良い。車軸 1 1 に対して飛行体本体 1 の水平方向への撓みを抑え、上下方向にのみ撓むようにできるからである。このように 2 次元的に拘束して、取り付けることにより、本発明の効果がより発揮できる。

弾性体 1 3 の弾性特性は、飛行体 の飛行体本体 1 (推進部 3、バッテリー 5 および検査機器 7 を含む) 質量により、有用な撓み量が発生するのを目安とする。有効な撓み量は、飛行体本体 1 の大きさに変わる。

【 0 0 1 6 】

ただしこれらの図は一例であり、説明の簡単のため、飛行体本体 1 は 4 ロータ型小型ヘリコプタとし、飛行体本体 1 に取り付け 2 つのプロテクトフレーム 9 を半球体としたが、本発明では任意の飛行体 を対象とし、プロテクトフレーム 9 は大きさとして飛行体本体 1 を立体的 (3 次元的) に覆い、形状として回転可能であり、軽量である条件を満たせば、その他の要件は任意である。また、一つの球状のプロテクトフレーム 9 でも良い。

【 0 0 1 7 】

例として、飛行体本体 1 を中心に十字形状の棒状のフレームを構成し、その端部に 4 つの推進部 3 を固定する。4 つの推進部 3 のプロペラは、一つの平面上に配置される。4 つのプロペラの回転数が同じ場合、飛行体本体 1 は鉛直方向に飛行する。

【 0 0 1 8 】

飛行体本体 1 の水平方向の移動は、4 つの推進部 3 のプロペラの内、移動したい進行方向の 2 つの推進部 3 のプロペラの回転数を下げる。よって、飛行体本体 1 は移動方向の端部が下がるように傾き飛行する。この水平移動は陸上及び水上走行の基本的な動作となる。この水平方向の直進移動の方向が、飛行体本体 1 の主たる進行方向である。左右方向へ曲がる際は、左右の推進部 3 のプロペラの回転数 (推進力) を変化させることにより行う。この水平移動は陸上走行の基本的な動作となる。よって、推進部 3 は飛行体本体 1 の主たる進行方向に対して左右対称に配置される。

プロテクトフレーム 9 または車輪 1 0 を取り付け 車軸 1 1 は、棒状の形態をしている。車軸 1 1 は、4 つの推進部 3 に干渉しないようにする。また、車軸 1 1 の取付け方向は、飛行体 の陸上での基本的な動作 (水平移動) において主たる進行方向に対して垂直方向が望ましい。陸上においてプロテクトフレーム 9 または車輪 1 0 を用いて走行する際、プロテクトフレーム 9 または車輪 1 0 の回転による進行方向と主たる進行方向が一致しエネルギー効率が良いからである。

車軸 1 1 は図 1 の A - A 断面図に示すように、飛行体本体 1 の本体構造体 4 が有している縦長の孔部 4 a に対して貫通している。また、一对の弾性体 1 3 およびダンパ 1 5 は、中心線 A - A に対して対称な位置に設置される (図 1)。車軸 1 1 は主たる進行方向に垂直に配置されているので、一对の弾性体 1 3 およびダンパ 1 5 は、主たる進行方向に対しても、対称な位置に設置される。また、一对の弾性体 1 3 およびダンパ 1 5 は、車軸 1 1 から、飛行体本体 1 の自重により撓んだ状態で釣り合っている。

車軸 1 1 の両端部にプロテクトフレーム 9 (または車輪 1 0) を回転可能に取り付ける。車軸 1 1 の取付け方向は、飛行体 の陸上 (および可能な場合は水上) での基本的な動作において主たる進行方向に対して垂直方向が望ましい。陸上又は水上においてプロテクトフレーム 9 を車輪として走行する際、輪郭部の回転による進行方向と主たる進行方向が一致しエネルギー効率が良いからである。

よって、図 1 に示す 4 ロータ型小型ヘリコプタの場合、飛行体本体 1 としての水平移動の基本的な動作より、車輪 1 0 としての飛行体 の主たる進行方向は前後 2 方向となる。

【 0 0 1 9 】

また、飛行体本体 1 が、通常のヘリコプタのように人が乗る本体部の上部に主たるプロペラを搭載する形態の場合、操縦席がある方向が水平移動時の進行方向となる。よって、車軸 1 1 は進行方向に垂直に本体部の左右に取り付けられる。この際プロペラは本体部の上部にあるので、車軸 1 1 はプロペラと干渉しない。

【 0 0 2 0 】

10

20

30

40

50

プロテクトフレーム 9 の大きさ、形状、重量の特徴は以下のものである。プロテクトフレーム 9 の大きさは、飛行体本体 1 (特に推進器) を立体的 (3 次元的) に囲んでカバーし、墜落時・離陸時・着陸時・飛行時において飛行体本体 1 (特に推進器) が陸上や障害物に当たらないよう、十分な大きさをもつものとする。飛行体を立体的に包み込むため、プロテクトフレーム 9 は、飛行体本体 1 (推進部 3 を含む) に対して凹形状 (円盤形状も含む) となっている。プロテクトフレーム 9 の形状は、いかなる姿勢で着陸しても転がりやすい形状 (例えば飛行体本体 1 の進行方向から見た場合半球又は円筒形形状をしており、進行方向に平行かつ車軸 1 1 の伸びる方向に直交する断面形状が円形 (円盤形状も含む) 又は六角形以上の多面体などが良い) とし、かつ内部の飛行体本体 1 の空気の流れを妨げないよう、十分な隙間をもつようにする。プロテクトフレーム 9 の重量は、飛行体本体 1 のペイロード以下で十分に軽量とし、プロテクトフレームを含めた飛行体が、離陸を含め空中で自由に運動できるものである。

10

**【 0 0 2 1 】**

左右 2 つのプロテクトフレーム 9 を、飛行体の車軸 1 1 の両端にそれぞれ取り付ける場合、一軸のみ自由回転できるように構成する。搭載方法として、つぎのイ)、ロ)、ハ) の 3 つの実施形態が可能ないようにすると良い。

イ) 着陸時や墜落時において、いかなる姿勢で着陸しても周りを囲った左右のプロテクトフレーム 9 (または車輪 1 0) により、飛行体本体 1 (特にプロペラなどの推進器) を破損せずに転がり、飛行体本体 1 の姿勢を自動で回復し、最終的に離陸時に都合のよい姿勢となること。

20

ロ) 陸上において、推進部 3 を制御部で制御し、飛行体本体 1 を進みたい方向に傾ければ、飛行体本体 1 は姿勢を保持したまま、プロテクトフレーム 9 は回転し陸上を転がり走行する。左右 2 つのプロテクトフレームの輪郭部が、2 輪車両の車幅方向の車輪 1 0 (タイヤ) の役割を果たすため、陸上走行時に飛行体はロール方向の動きが抑えられ、直進安定性が高い。

ハ) 陸上において、飛行体にヨー方向の回転力を与えれば、左右 2 つのプロテクトフレーム 9 (または車輪 1 0) の輪郭部が 2 輪車両の車輪 1 0 として互いに反対向きに回転するので、飛行体はその場でヨー方向に容易に回転できる。よって、飛行体は陸上を安全かつあらゆる方向に移動できる。

**【 0 0 2 2 】**

また、飛行体の他の実施例もある。これは、飛行体本体 1 の推進部 3 を搭載するためのステーが十字型に 4 本即ち 2 対あるが、この 1 対のステー部の左右両端に車軸 1 1 を接続するものである。

30

車軸 1 1 の両端部にプロテクトフレーム 9 (または車輪 1 0) がつくのは同じ構造である。このような構成であれば、飛行体本体 1 のステーを車軸 1 1 と共用できるので、飛行体本体 1 の設計自由度が大きくなる。

**【 0 0 2 3 】**

図 2 は、本発明の第 1 実施形態における飛行体が、鉛直の壁を水平に走行する場合を示す。座標軸は、鉛直方向を X 軸、水平方向を Y 軸とする。

図 2 (b) の正面図において、プロテクトフレーム 9 (または車輪 1 0) は鉛直の壁に接し、推進部 3 の推進力により、飛行体は、水平方向 (Y 軸方向) に走行している。

40

図 2 (a) の平面図において、プロテクトフレーム 9 (または車輪 1 0) は壁に接して、飛行体は、Y 軸方向に走行している。Y 方向が主たる進行方向であるので、推進部 3 は Y 軸方向に対して傾斜して推進力 (揚力) を発生している。

図 2 (c) の右側面図において、プロテクトフレーム 9 (または車輪 1 0) は壁に接して、飛行体は、Y 軸方向に走行している。推進部 3 は、飛行体本体 1 と車軸 1 1 は、弾性体 1 3 およびダンパ 1 5 を介して組付けられ、飛行体本体 1 の質量による重力で、弾性体 1 3 およびダンパ 1 5 が伸びることができる。従って、推進部 3 は、X 軸方向にも 2 次的に傾斜することができ、X 軸上方に推進力 (揚力) を発生している。

**【 0 0 2 4 】**

50

図3は、本発明の第1実施形態における飛行体 が、鉛直の壁を水平（Y方向）に走行する場合の力の状態を示す（上から見た図）。推進部3により、推進部3に垂直に揚力（ベクトル表示）が発生する。推進部3が進行方向に傾斜していることにより、水平方向には揚力のY軸方向成分が発生する。また、壁方向には、車輪10またはプロテクトフレーム9を壁に押しつける揚力も発生する。よって、飛行体 は鉛直の壁を水平方向に走行することができる。

【0025】

図4は、本発明の第1実施形態における飛行体 が、鉛直の壁を水平（Y方向）に走行する場合の力の状態を示す（横から見た図）。推進部3により、推進部3に垂直に揚力（ベクトル）が発生する。飛行体車軸11と、弾性体13およびダンパ15を介して組付けられており、飛行体本体1は、その質量による重力で、弾性体13およびダンパ15が伸びることができる。従って、推進部3は、鉛直上方向であるX軸方向にも2次元的に傾斜することができる。X軸上方に揚力のX軸方向成分を発生している。また、壁方向には、車輪10またはプロテクトフレーム9を壁に押しつける揚力も発生する。よって、揚力のX軸方向の成分により、飛行体 は重力により落下することなく、鉛直の壁を水平方向に走行することができる。

ここで、弾性体13およびダンパ15は、2カ所で車軸11と飛行体本体1を連結し、下側の弾性体13およびダンパ15は圧縮され、上側の弾性体13およびダンパ15は引張られている。車軸11に対して飛行体本体1の水平方向への撓みを抑え、上下方向にのみ撓むようにできるからである。このように2次元的に拘束して、取り付けることにより、本発明の効果がより発揮できる。

【0026】

図5は、本発明の第1実施形態における飛行体 が、空中を上昇し、天井に当たり、天井を走行する場合を示す。

（a）は、飛行体 が陸上にいる状態を示す。推進部3が水平であり、鉛直上向きの揚力がはたらいいており、飛行体 は、天井に向かって浮上する。

（b）は、飛行体 が水平な天井に到達した瞬間を示す。天井に凸部があると飛行体 の片側の車輪10またはプロテクトフレーム9が、その凸部に乗り上げ、車軸11および飛行体本体1は水平にはならない。

（c）は、飛行体本体1の適切な重力により、弾性体13およびダンパ15が伸び縮みし、飛行体本体1が水平になった状態を示す。飛行体本体1に搭載した検査機器7（カメラ等）は、天井を天井面に水平に検査することができる。

【0027】

図6は、本発明の第1実施形態における飛行体 が陸上に墜落した場合、衝撃を吸収する状態を示す。

飛行体 が落下した場合、陸上には車輪10またはプロテクトフレーム9が衝突する。車輪10またはプロテクトフレーム9は弾性力があり衝突の衝撃を吸収することができる。第1実施形態は、飛行体 の飛行体本体1と車軸11は、弾性体13およびダンパ15を介して組付けられている。よって、さらに衝突の衝撃を吸収することができるので、飛行体本体1に搭載される制御機器、推進部3、バッテリー5および検査機器7を、より効果的に保護することができる。

【0028】

弾性体13は、コイルバネ、板バネ、トーシヨンバネ等のバネ機構、または/およびゴムなどの弾性力を有する材料などである。

【0029】

（第2実施形態）

図7は、本発明の第2実施形態における飛行体 を示す。第2実施形態の発明は、第1実施形態の弾性体13に対して、トーシヨンバネ17を採用したことである。第1実施形態の弾性体13およびダンパ15による、車軸11と飛行体本体1の連結は、2カ所以上としたほうが良いが、トーシヨンバネ17によれば、一カ所の連結で、車軸11と飛行体本

10

20

30

40

50

体 1 の位置関係を特定し、飛行体本体 1 の重力や適切な重力により、車軸 1 1 に対して、飛行体本体 1 を水平に保つことができる。

【 0 0 3 0 】

図 8 は、本発明の第 2 実施形態における飛行体 1 に用いる弾性体のトーシヨンバネを示す。ここでトーシヨンバネは、通常圧縮して使用するので、上部のアーム 1 7 a 側に飛行体本体 1、下側のアーム 1 7 b に車軸 1 1 を組み付けて使用する。

トーシヨンバネ 1 7 のアーム 1 7 a およびアーム 1 7 b は、作動方向が 2 次元限的に拘束されているので、一カ所の連結でも良い。また、トーシヨンバネ 1 7 の機械的特性を飛行体本体 1 の質量、飛行体 1 の大きさ等に合わせて選定する。

【 0 0 3 1 】

(第 3 実施形態)

第 3 実施形態は、車軸 1 1 を第 1 車軸 1 1 a および第 2 車軸 1 1 b に分割して、第 1 車軸 1 1 a および第 2 車軸 1 1 b の一方の端部に、車輪 1 0 またはプロテクトフレーム 9 を弾性体 1 3 およびダンパ 1 5 を介して取付け、第 1 車軸 1 1 a および第 2 車軸 1 1 b の他方の端部は、飛行体本体 1 に取付ける構造である。図 1 0 に第 3 実施形態の構成を示す。車輪 1 0 は、第 1 車軸 1 1 a に取り付けられる。第 1 車軸 1 1 a は、弾性体 1 3 およびダンパ 1 5 を介して Z 形リンク 2 2 に取り付けられ、Z 形リンク 2 2 は飛行体本体 1 に取り付けられる。他方の車輪 1 0 および第 2 車軸 1 1 b も同様の構成である。

【 0 0 3 2 】

図 1 1 に、本発明の第 3 実施形態における飛行体 1 が天井 1 を走行する状態を示す。天井 1 に一对の車輪 1 0 を設置させている。飛行体本体 1 の 4 つの推進部のプロペラは回転して上向きの揚力を発生させている。飛行体本体 1 の上部に検査機器 7 であるカメラを搭載している。一对の車輪 1 0 の第 1 車軸 1 1 a および第 2 車軸 1 1 b は、それぞれ弾性体 1 3 およびダンパ 1 5 を介して、飛行体本体 1 に取り付けられている。

【 0 0 3 3 】

図 1 2 に、第 3 実施形態の構成を示す。図 1 2 ( a ) は平面図、図 1 2 ( b ) は正面図を示す。図 1 1 ( a ) の平面図において、飛行体本体 1 は、4 つの推進部 3 を有している。推進部 3 はプロペラを有している。飛行体本体 1 の両端には、一对の車輪 1 0 を有している。図 1 2 ( b ) の正面図において、飛行体本体 1 の上部には、検査機器 7 であるカメラを有している。一对の車輪 1 0 は、それぞれ平行リンク、弾性体 1 3、およびダンパ 1 5 を介して、飛行体本体 1 に取り付けられている。

【 0 0 3 4 】

図 1 3 に、第 3 実施形態の構成を示す。図 1 3 ( a ) は右側面図、図 1 3 ( b ) は矢視図を示す。図 1 3 ( a ) の右側面図において、第 1 車軸 1 1 a に車輪 1 0 が取り付けられる。

【 0 0 3 5 】

図 1 4 に、第 3 実施形態の車輪 1 0 を取り外した状態の構成を示す。Z 形リンク 2 2 の代わりに平行リンク 2 0 を使用している。図 1 4 ( a ) は平面図、図 1 4 ( b ) は左側の第 1 車軸 1 1 a の正面図を示す。図 1 4 ( a ) の平面図において、第 1 車軸 1 1 a および第 2 車軸 1 1 b の一端は、それぞれ平行リンク 2 0 を介して飛行体本体 1 に取り付けられている。図 1 4 ( b ) の左側の第 1 車軸 1 1 a の正面図において、第 1 車軸 1 1 a の一端は、平行リンク 2 0 の一方の鉛直方向のリンク 2 0 a に取り付けられる。他方の平行な鉛直リンク 2 0 b は、飛行体本体 1 に取り付けられる。2 本の鉛直方向に平行なリンク 2 0 c、2 0 d には、弾性体 1 3 とダンパ 1 5 が取り付けられる。第 1 車軸 1 1 a が取り付けられたリンク 2 0 a は、常に飛行体本体 1 に取り付けられたリンク 2 0 b と平行に移動する。第 2 車軸 1 1 b も同様である。したがって、第 1 車軸 1 1 a および第 2 車軸 1 1 b は、主たる進行方向に対して垂直になっている。

また、第 1 車軸 1 1 a および第 2 車軸 1 1 b の移動は、弾性体 1 3 とダンパ 1 5 によって拘束される。すなわち、飛行体 1 が地上に落下した場合、車輪 1 0 が床 8 に衝突した衝撃力は、ほとんど弾性体 1 3 とダンパ 1 5 により吸収され、飛行体本体 1 には小さな衝撃力しか伝わらない。よって、飛行体本体 1 (搭載されている、推進部 3、バッテリー 5、

10

20

30

40

50



および検査機器 7 を含む) を、落下からの衝撃から保護することができる。

【 0 0 3 6 】

図 1 5 に、第 3 実施形態の第 2 車軸 1 1 b の構造を示す。図 1 5 ( a ) は荷重がかからず弾性体 1 3 およびダンパ 1 5 が変形していない状態、図 1 5 ( b ) は荷重がかかり弾性体 1 3 およびダンパ 1 5 が変形している状態を示す。図 1 5 ( a ) において平行リンク 2 0 はほぼ正方形の形状をしているが、図 1 5 ( b ) においては、平行リンク 2 0 は、菱形の形状をしている。弾性体 1 3 とダンパ 1 5 は、図 1 5 ( a ) に対して、図 1 5 ( b ) では圧縮され全長が短くなっている。

【 0 0 3 7 】

第 3 実施形態では、平行リンク 2 0 および Z 形リンク 2 2 を使用したが、平行リンク 2 0 および Z 形リンク 2 2 を使用しないで、弾性体 1 3 およびダンパ 1 5 の一方の端部を、第 1 車軸 1 1 a または第 2 車軸 1 1 b に取付け、他方の端部を他の形状のブラケット等を介して飛行体本体 1 に取り付けてもよい。

【 0 0 3 8 】

上記の実施形態によると、本発明は以下のである。

発明 1 は、中心に配置した 1 個の推進部 3 または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 3 を有する飛行体本体 1 と、主たる進行方向に垂直となるように配置された車軸 1 1 と、車軸 1 1 に、回転可能に取り付けられた、一对の車輪 1 0 または一对の飛行体本体 1 を立体的に包み込むプロテクトフレーム 9 と、を備えた飛行体 において、車軸 1 1 は、飛行体本体 1 に、弾性体 1 3 およびダンパ 1 5 を介して、取り付けたことを特徴とする飛行体 である。

発明 2 は、一对の弾性体 1 3 およびダンパ 1 5 を、主たる進行方向に対して、対称に備えたことを特徴とする発明 1 に記載の飛行体 である。

発明 3 は、車軸 1 1 は分割されたことを特徴とする発明 2 に記載の飛行体である。

発明 4 は、車軸 1 1 を、飛行体本体 1 に、2 次元的に拘束して、取り付けたことを特徴とする発明 1 に記載の飛行体である。

発明 1 は、プロテクトフレーム 9 または車輪 1 0 をつける車軸 1 1 と、検査機器 7 などを搭載する飛行体本体 1 を、弾性体 1 3 およびダンパ 1 5 を介して取り付けたことを特徴とする。よって、飛行体 が鉛直の壁口を水平に走行する場合、推進部 3 は水平方向に傾いている。ここで、飛行体本体 1 の下部には重量物であるバッテリー 5 などが搭載され鉛直下向きの重力が働いているので、推進部 3 は、重力により鉛直上向きにも 2 次元的に傾き、上向きの揚力を得ることができる。よって、飛行体 は鉛直の壁を水平に走行することができる。

また、天井イを走行してカメラ撮影をする場合、天井面に凹凸があっても、カメラである検査機器 7 を搭載した飛行体本体 1 を水平に保つことができ、飛行体 は天井面を水平に撮影できる。

加えて、弾性体 1 3 およびダンパ 1 5 による衝撃や振動の吸収機能により、飛行体本体 1 や搭載した検査機器 7 などを保護することができる。

発明 2 は、一对の弾性体 1 3 およびダンパ 1 5 を、主たる進行方向に対して、対称に備えているので、車軸に対して飛行体本体 1 を、安定して制御することができる。

発明 3 は、車軸 1 1 が分割されているので、一方の車輪 1 0 またはプロテクトフレーム 9 が段差などを乗り越えた際、他方の車輪 1 0 またはプロテクトフレーム 9 への影響を少なくすることができる。よって、飛行体 の地上走行などを安定にすることができる。

発明 4 は、車軸 1 1 を、飛行体本体 1 に、2 次元的に拘束して、取り付けることにより、車軸 1 1 に対して飛行体本体 1 が、水平方向への撓みを抑え、上下方向にのみ撓むようにしたものである。車軸 1 1 と飛行体本体 1 を、1 つの弾性体およびダンパにより、それぞれ一カ所に取り付けることができる。

【 符号の説明 】

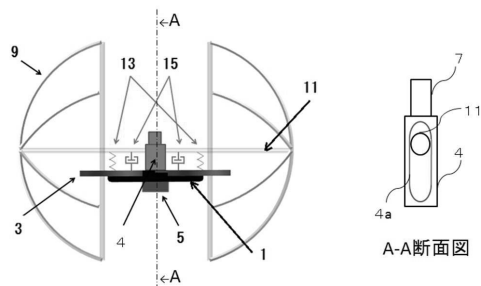
【 0 0 3 9 】

1	飛行体
3	飛行体本体
4	推進部
4 a	本体構造体
5	孔部
7	バッテリー
9	検査機器
10	プロテクトフレーム
11	車輪
11 a	車軸
11 b	第1車軸
13	第2車軸
15	弾性体
17	ダンパ
17 a	回転バネ
17 b	アーム
20	アーム
20 a, b, c, d	平行リンク
22	平行リンク
イ	Z形リンク
ロ	天井
ハ	壁
	床

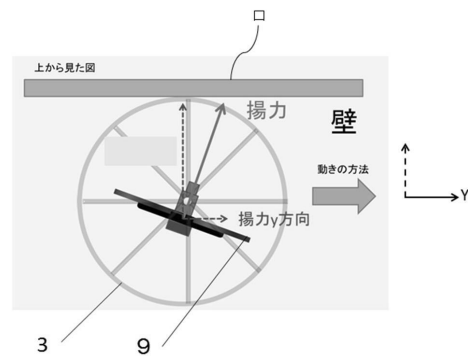
10

20

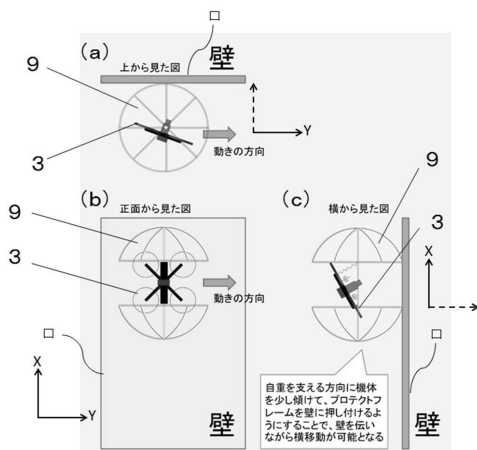
【図1】



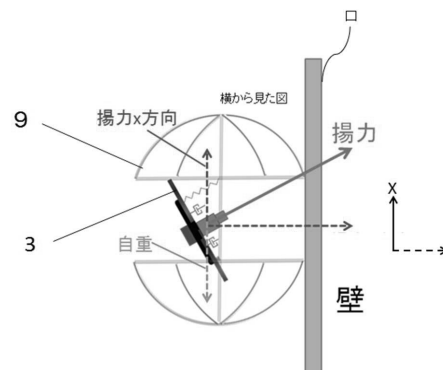
【図3】



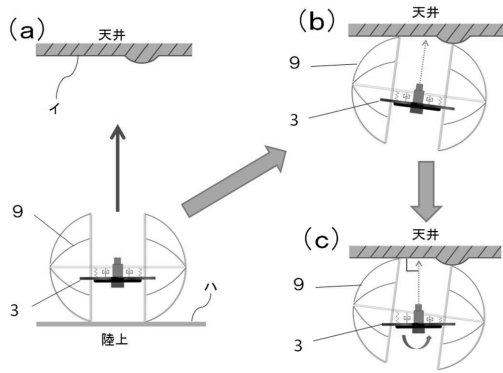
【図2】



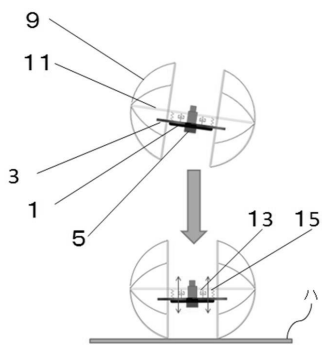
【図4】



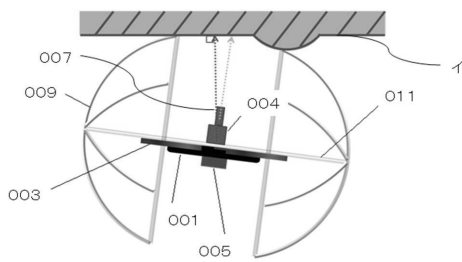
【図5】



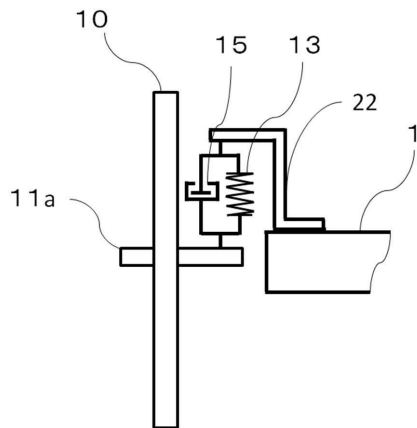
【図6】



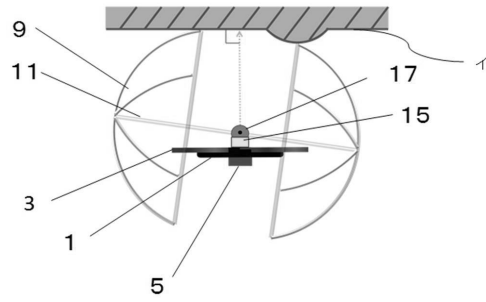
【図9】



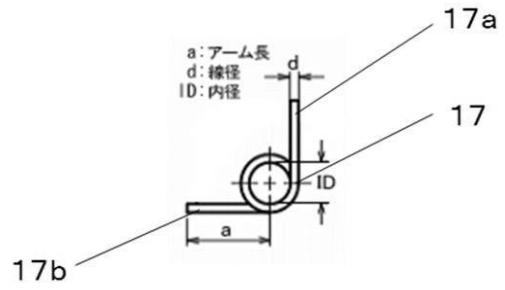
【図10】



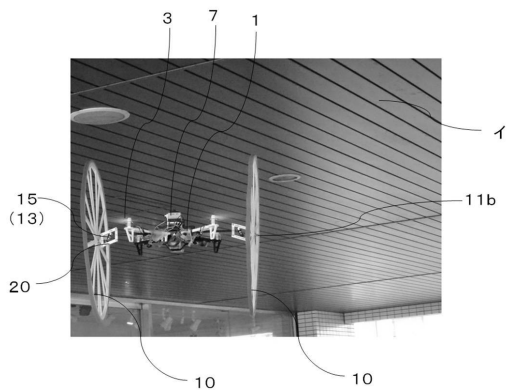
【図7】



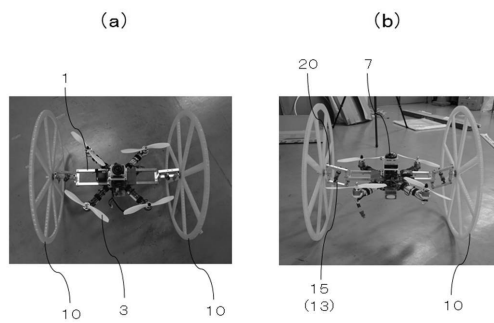
【図8】



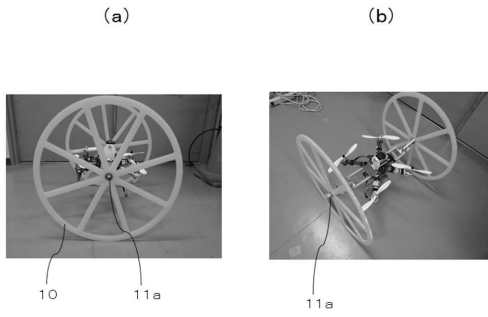
【図11】



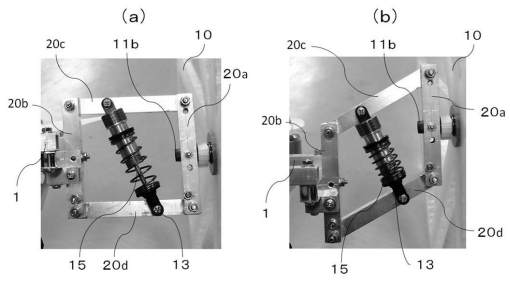
【図12】



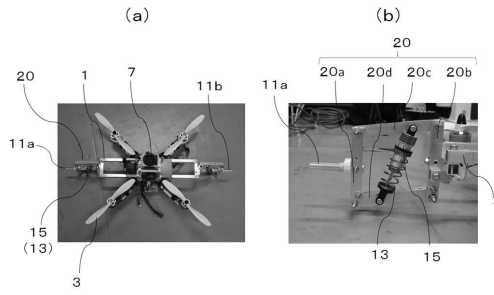
【 13 】



【 15 】



【 14 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 小澤 愛

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

審査官 伊藤 秀行

(56)参考文献 特開平03-295795(JP,A)

米国特許出願公開第2013/0105619(US,A1)

中国実用新案第203078753(CN,U)

中国特許出願公開第103708028(CN,A)

米国特許第01833468(US,A)

国際公開第2012/130856(WO,A1)

米国特許第01870826(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60F 5/02

B64C 37/00

B64C 27/04

B64C 27/08

B64C 29/00

B64C 25/00

B64C 25/06

B62D 61/00

B64C 25/36

B64C 39/02