

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B1)

(11) 特許番号

特許第6661136号

(P6661136)

(45) 発行日 令和2年3月11日 (2020.3.11)

(24) 登録日 令和2年2月14日 (2020.2.14)

(51) Int.Cl. F 1
B 6 4 C 27/20 (2006.01) B 6 4 C 27/20
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

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2019-28072 (P2019-28072)	(73) 特許権者	715001390
(22) 出願日	平成31年2月20日 (2019.2.20)		株式会社プロドローン
審査請求日	令和1年6月19日 (2019.6.19)		愛知県名古屋市天白区中平 1 丁目 1 1 5 番地
早期審査対象出願		(74) 代理人	110002158
前置審査			特許業務法人上野特許事務所
		(72) 発明者	山口 明彦
			愛知県名古屋市中区新栄町二丁目 4 番地
			株式会社プロドローン内
		審査官	林 政道
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 無人航空機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の水平回転翼と、
機体を構成するボディと、を備えた無人航空機であって、
前記ボディは、

モノコック構造の中空体であり、外部環境から収容物を保護する第 1 ボディと、
フレーム構造の枠体である第 2 ボディと、を有し、

前記第 2 ボディは、少なくともその一部が前記第 1 ボディの外部に配置され、該第 1 ボディを外部から支持し、

前記第 1 ボディは、その内部空間のうち、上面、下面、または側面が平面で構成された空間である収容部を有し、

前記無人航空機のヘディング方向を前としたときに、前記収容部は、少なくとも前記第 1 ボディの前、後ろ、右、または左のいずれかの端部に設けられていることを特徴とする無人航空機。

【請求項 2】

前記複数の水平回転翼は前記第 2 ボディに支持され、

前記第 1 ボディは、前記各水平回転翼をダクト状に取り囲むロータガード部を有していることを特徴とする請求項 1 に記載の無人航空機。

【請求項 3】

前記第 1 ボディの前記ロータガード部の上下方向の幅は、30 mm 以上 100 mm 未満

10

20

であることを特徴とする請求項 2 に記載の無人航空機。

【請求項 4】

前記第 1 ボディを平面視したときの外周形状は略矩形状であることを特徴とする請求項 2 または請求項 3 のいずれか一項に記載の無人航空機。

【請求項 5】

前記第 1 ボディを平面視したときの外周形状は、四隅にアールが設けられた角丸の略矩形状であることを特徴とする請求項 4 に記載の無人航空機。

【請求項 6】

前記第 2 ボディは、

前記各水平回転翼を支持する棒体である複数のアームと、

前記複数のアームの一端が固定されるハブ部と、を有し、

前記複数のアームは、前記第 2 ボディを平面視したときに、前記ハブ部を中心として放射状に、それぞれいずれかの前記ロータガード部の中心を通るように延びており、

前記各アームの先端は前記第 1 ボディの外縁に固定されていることを特徴とする請求項 2 から請求項 5 のいずれか一項に記載の無人航空機。

【請求項 7】

前記収容部の上面、下面、または側面は、その面の少なくとも一部が外部から着脱可能な蓋体により構成されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の無人航空機。

【請求項 8】

前記第 1 ボディは複数の前記収容部を有し、

前記複数の収容部は、前記第 1 ボディの前、後ろ、右、または左のいずれかの端部と、中央と、に設けられていることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の無人航空機。

【請求項 9】

前記収容部は、補強部材によりその剛性が補強されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の無人航空機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は無人航空機技術に関する。

【背景技術】

【0002】

下記特許文献 1 には、ダクト状のロータガードを備えるマルチコプターが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2013-010499 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年、様々な事業分野への無人航空機の応用が検討されている。このような無人航空機の現在の主流である小型のマルチコプターは、各ロータが DC モータとこれに装着された固定ピッチプロペラとを有しており、制御部であるフライトコントローラが個々のロータの回転数を調節することで機体の姿勢制御および操舵を行う。このようなマルチコプターはその機能の多くがソフトウェアで実現されているため、機械的要素が少なく、機体設計の自由度やメンテナンス性に優れている。

【0005】

マルチコプターの応用範囲をより広げるべく、機体の防水・防塵性能の向上が求められ

10

20

30

40

50

ている。これを実現する手段の一つとして、ボディをモノコック構造にして電子機器類を内部に収容するという方法がある。しかし、飛行に耐えうるだけの剛性をモノコックボディで得るためにはボディの板厚を十分に大きくする必要があり、ボディ重量が増大するという課題がある。

【0006】

このような問題に鑑み、本発明が解決しようとする課題は、無人航空機の本ボディに防水・防塵性能を持たせるにあたり、ボディ重量の増加を抑えつつ必要な剛性を得ることにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するため、本発明の無人航空機は、複数の水平回転翼と、機体を構成するボディと、を備え、前記ボディは、モノコック構造の中空体である第1ボディと、フレーム構造の枠体である第2ボディと、を有し、前記第2ボディは、少なくともその一部が前記第1ボディの外部に配置されていることを要旨とする。

【0008】

フレーム構造のボディは簡素な構造で大きな剛性を得ることができる。防水・防塵機能を付与するモノコック構造の第1ボディ（以下、「モノコックボディ」ともいう。）に加えて別途フレーム構造の第2ボディ（以下、「フレームボディ」ともいう。）を備えることにより、ボディ全体としての剛性をフレームボディで担保することができる。すなわちモノコックボディの肉厚を最小限に抑えることができる。そして本発明では、フレームボディをモノコックボディの内部に収容してモノコックボディをその内側から支持するのではなく、フレームボディの少なくとも一部をモノコックボディの外部に配置し、モノコックボディを外側から支持可能な構造とすることにより、モノコックボディの内部空間の形状や寸法等を剛性の確保以外の用途に特化させることができる。これにより、ボディ重量の増加を効果的に抑えつつ、防水・防塵性能と飛行に必要な剛性とを得ることが可能となる。

【0009】

また、本発明の無人航空機は、前記複数の水平回転翼が前記第2ボディに支持され、前記第1ボディは前記各水平回転翼をダクト状に取り囲むロータガード部を有していることが好ましい。屋内などの狭小空間で無人航空機を飛行させたり、無人航空機に低空飛行させたりする場合、高速回転する水平回転翼が周囲の人や構造物を損傷させることを防ぐ何らかの手立てが必要である。高剛性のフレームボディで水平回転翼を支持し、形状の自由度が高いモノコックボディがロータガードを兼ねることにより、無人航空機の安全性が高められ、無人航空機の適用範囲がさらに広げられる。

【0010】

このとき、前記第1ボディの前記ロータガード部の上下方向の幅（厚み）は、30mm以上100mm未満であることが好ましい。ロータガード部には、水平回転翼がコーニングして上方に反った場合でも水平回転翼がはみ出さない程度の厚みが必要である。また、ロータガード部の内側の空間（モノコックボディの内部空間）を有効利用するためには、ロータガード部の厚みは電子機器等の厚みよりも大きい方がよい。一方、ロータガード部を厚くすることは、モノコックボディの重量を増加させ、また、ロータ効率を低下させることにもなる。ロータガード部の厚みを30mm以上100mm未満にすることにより、これらの利点と欠点とのバランスを最適化することができる。

【0011】

また、本発明において、前記第1ボディを平面視したときの外周形状は略矩形状であることが好ましい。このとき、前記第1ボディを平面視したときの外周形状は、四隅にアールが設けられた角丸の略矩形状であることがさらに好ましい。モノコックボディの外周に凹凸があると、その凹凸が周辺物等に引っ掛かることで無人航空機の姿勢が不意に乱されるおそれがある。モノコックボディの外周から凹凸や角を極力取り除くことで、屋内などの狭小空間をより安全に飛行させることが可能となる。

【0012】

また、本発明において、前記第2ボディは、前記各水平回転翼を支持する棒体である複数のアームと、前記複数のアームの一端が固定されるハブ部と、を有し、前記複数のアームは、前記第2ボディを平面視したときに、前記ハブ部を中心として放射状に、それぞれいずれかの前記ロータガード部の中心を通るように延びており、前記各アームの先端は前記第1ボディの外縁に固定されているが好ましい。ハブ部から放射状に延びるアームの先端をそれぞれモノコックボディの外縁に固定することにより、水平回転翼を簡易かつ堅牢な構造で支持しつつ、ボディ全体としての剛性を効果的に高めることができる。

【0013】

また、本発明において、前記第1ボディは、その内部空間のうち、上面、下面、または側面が平面で構成された空間である収容部を有することが好ましい。一般に、モノコックボディにはボディの剛性を高めるために曲面が多用される。このようなモノコックボディに電子機器等を固定する場合、少ない平面部にこれらを密集させるか、またはこれらを固定するための部材を別途モノコックボディ内に配置する必要がある。本発明の無人航空機は、ボディ全体の剛性がフレームボディで担保されるため、従来のモノコックボディよりも平面を取り入れやすい。これによりモノコックボディに収容部を設けることが容易となり、モノコックボディの収容性が高められる。

10

【0014】

このとき、前記収容部の上面、下面、または側面は、その面の少なくとも一部が外部から着脱可能な蓋体により構成されていることが好ましい。収容部の一部を蓋体で構成することにより、作業者が収容部内に簡便にアクセスすることが可能となる。

20

【0015】

またこのとき、前記収容部は、前記無人航空機のヘディング方向を前としたときに、前記第1ボディの前、後ろ、右、または左のいずれかの端部に設けられてもよく、さらには、前記第1ボディが複数の前記収容部を有し、前記複数の収容部が、前記第1ボディを平面視したときの中央と、外周側の端部と、に設けられている構成としてもよい。

【0016】

また、本発明において、前記収容部は、補強部材によりその剛性が補強されていることが好ましい。本発明のモノコックボディは従来のモノコックボディよりも平面を取り入れやすいが、平面部分の剛性が曲面部分よりも脆弱であることに変わりはない。収容部を補強部材で補強することにより、収容部を電子機器等の固定部としてより安全に使用することができる。

30

【発明の効果】

【0017】

このように、本発明の無人航空機によれば、無人航空機のボディに防水・防塵性能を持たせるにあたり、ボディ重量の増加を抑えつつ必要な剛性を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】実施形態にかかるマルチコプターの外観を示す斜視図である。

【図2】モノコックボディおよびフレームボディのそれぞれの外観を示す分解斜視図である。

40

【図3】実施形態にかかるマルチコプターの平面図である。

【図4】実施形態にかかるマルチコプターの側面図である。

【図5】モノコックボディが備える収容部の構造を示す平面図である。

【図6】中央収容部の内部構造と、フレームボディとの接続構造とを示す側面視断面図である。

【図7】実施形態にかかるマルチコプターの機能構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、図面を参照しながら本発明にかかる無人航空機の実施形態について説明する。以

50

下に説明するマルチコプター１０は、水平回転翼である複数のロータ１２で飛行する無人航空機である。なお、本発明でいう「水平回転翼」とは、回転軸の軸線方向が鉛直に向けられ、回転面が水平面となる回転翼をいう。回転軸や回転面を多少傾けたものであっても、その推力が主に上方への成分で構成されるものであれば本発明の「水平回転翼」に含まれる。

【００２０】

また、以下の説明における「上下」とは、各図に描かれた座標軸のＺ軸に平行な方向を意味しており、Ｚ_１側を「上」、Ｚ_２側を「下」とする。「前後」とは、同座標軸のＸ軸に平行な方向を意味しており、Ｘ_１側を「前」および「ヘディング方向」、Ｘ_２側を「後ろ」とする。同様に、「左右」とは、同座標軸のＹ軸に平行な方向を意味しており、Ｙ_１側を「右」、Ｙ_２側を「左」とする。また、「水平」とは、同座標軸に示されるＸＹ平面方向を意味している。

10

【００２１】

<構成概要>

図１は、本実施形態にかかるマルチコプター１０の外観を示す斜視図である。本形態のマルチコプター１０は、直交配置された２基のライダー９１（ＬＩＤＡＲ）で周囲の地物や構造物との距離を計測し、周辺環境のポイントクラウドを取得する機体である。本発明の無人航空機の用途は特に限定されず、例えば空撮用の機体や、人荷用の輸送機、さらにはホビードローンであってもよい。

【００２２】

本形態のマルチコプター１０はいわゆるクアッドコプタであり、４基のロータ１２の回転数を個々に調節することにより機体の姿勢制御および操舵を行う。各ロータ１２は、駆動源であるモータ１２１と、モータ１２１に直結された固定ピッチプロペラ１２３とにより構成されている。なお、本発明の無人航空機の水平回転翼の数は２基以上であればよく、本形態のクアッドコプタには限定されない。例えば２基のロータを備えるタンデムロータ、トライコプタ（３基）、ヘキサコプタ（６基）、オクタコプタ（８基）、８基よりも多くのロータ１２を備えるものであってもよい。さらには、複数の水平回転翼で離着陸するＶＴＯＬ（Vertical Take-Off and Landing）機も本発明の無人航空機に含まれる。

20

【００２３】

マルチコプター１０の機体は、モノコック構造の中空体であるモノコックボディ３０（第１ボディ）と、フレーム構造の枠体であるフレームボディ４０（第２ボディ）とが結合されてなるボディ１１により構成されている。フレームボディ４０はモノコックボディ３０の下に配置され、モノコックボディ３０を外部から支えている。

30

【００２４】

フレームボディ４０は、機体の中心から平面視Ｘ形状に伸びる４本のアーム４２を有しており、ロータ１２は各アーム４２の中ほどに設けられたモータマウント４３にそれぞれ固定されている。

【００２５】

<モノコックボディ>

図２は、モノコックボディ３０およびフレームボディ４０のそれぞれの外観を示す分解斜視図である。図２には、モノコックボディ３０とフレームボディ４０とが上下に分離された様子が描かれている。図３はマルチコプター１０の平面図である。図４はマルチコプター１０の側面図である。

40

【００２６】

モノコックボディ３０はＧＦＲＰ（Glass Fiber Reinforced Plastics）またはＣＦＲＰ（Carbon Fiber Reinforced Plastics）製の中空体であり、後述する電子機器類をその内部に収容して保護することでマルチコプター１０に防水・防塵性能を付与している。なお、モノコックボディ３０はそれのみで飛行に耐えうるボディ剛性を得られるものではない。

【００２７】

50

図3に示すように、モノコックボディ30を平面視したときの外周形状は略矩形状であり、その四隅の角部にはアールが設けられている。マルチコプター10を例えば屋内などの狭小空間で飛行させる場合、モノコックボディ30の外周に凹凸などがあると、その部分が周辺物等に引っ掛かってマルチコプター10の姿勢が不意に乱されるおそれがある。本形態のモノコックボディ30は、その外周形状を凹凸や角ない滑らかな形状にすることにより、屋内における飛行をより安全に行うことが可能とされている。ただし、本発明のモノコックボディの形状は本形態のものには限られず、その用途や飛行環境に応じて適宜変更可能である。

【0028】

(ロータガード部)

図3に示すように、本形態のモノコックボディ30は、4基のロータ12をダクト状に取り囲むロータガード部31を有している。屋内などの狭小空間でマルチコプター10を飛行させたり、マルチコプター10に低空飛行させたりする場合、高速回転するロータ12が周囲の人や構造物を損傷させるおそれがある。モノコックボディ30がロータガード部31を有することにより、マルチコプター10は周辺物等が存在する環境下においても安全に飛行することが可能とされている。

【0029】

本形態のロータガード部31は、その上下方向の幅(厚み)が50mmに設計されている。ロータガード部31には、ロータ12のプロペラ123がコーニングして上方に反った場合でもプロペラ123が外部にはみ出さない程度の厚みが必要である。また、ロータガード部31の内側の空間(モノコックボディ30の内部空間)を有効利用するためには、ロータガード部31の厚みはモノコックボディ30内に収容される電子機器等の厚みよりも大きい方がよい。一方、ロータガード部31を厚くすることは、モノコックボディ30の重量を増加させ、また、ロータ効率を低下させることにもなる。本形態のマルチコプター10は、ロータガード部31の厚みが50mmに設定されていることにより、ロータガード部31の厚みに関するこれらの利点および欠点のバランスが最適化されている。なお、ロータガード部31の厚みは50mmには限られず、機体のサイズや要求される安全性、飛行環境等に応じて適宜変更可能である。なお、プロペラ123と周辺物との接触方向が水平方向に限られるときは、ロータガード部31の厚みは30mm以上100mm未満にすることが望ましいと考えられる。

【0030】

なお、本形態のマルチコプター10はモノコックボディ30がロータガード部31を兼ねることで機体構造の効率化と安全性とを両立させているが、例えば周辺物のない開けた場所や主に上空を飛行させる場合はロータガード部31を省略することも可能である。

【0031】

(収容部)

図5はモノコックボディ30が備える収容部の構造を示す平面図である。モノコックボディ30の内部は空洞になっており、その内部に電子機器やケーブル等を収容することでこれらを外部の環境から保護することができる。モノコックボディ30が保護可能な対象は電子機器等には限られず、例えば運搬する荷物であってもよい。

【0032】

モノコックボディ30には、その中央部と前後左右の外周側端部に、電子機器等の収容部である中央収容部32および端部側収容部33(以下、これらを総称して「収容部32, 33」ともいう。)が設けられている。図3に示されるように、これら収容部32, 33の上面は、着脱可能な蓋部である中央カバー321および端部カバー331(以下、これらを総称して「カバー321, 331」ともいう。)により構成されており、作業者はモノコックボディ30の上面から各収容部32, 33に簡便にアクセスすることができる。なお、本形態ではこれら収容部32, 33の上面のほぼ全体がカバー321, 331で構成されているが、収容物の出し入れさえできれば、これら収容部32, 33の上面の一部のみをカバー321, 331で構成することもできる。また、カバー321, 331が

構成する収容部 3 2, 3 3 の部位はこれら収容部 3 2, 3 3 の上面には限られず、作業者が収容部 3 2, 3 3 にアクセス可能であれば収容部 3 2, 3 3 の下面または側面を構成してもよい。

【0033】

また、本形態ではカバー 3 2 1, 3 3 1 がモノコックボディ 3 0 とは別体である（別々に成形される）ことで、カバー 3 2 1, 3 3 1 の形状の自由度が高められている。これにより例えば、機体前方の端部カバー 3 3 1 のようにライダ 9 1 を高く持ち上げるような形状にしたり、バッテリー 1 9（図 5 参照）用の収容スペースを確保するために中央カバー 3 2 1 の中央部を高くしたりすることが可能とされている。

【0034】

図 4 に示されるように、中央収容部 3 2 および端部側収容部 3 3 は、その内部空間の下面（底面）が平面で構成されている。一般に、モノコックボディは曲面を多用することでその剛性を確保する。このようなモノコックボディに電子機器等を固定する場合、少ない平面部にこれらを密集させるか、または電子機器等を固定するための部材を別途モノコックボディ内に配置する必要がある。本形態のモノコックボディ 3 0 は、ボディ 1 1 全体の剛性がフレームボディ 4 0 により担保されるため、従来のモノコックボディよりも平面部を取り入れやすい。

【0035】

また、フレーム構造のボディを用いた一般的なマルチコプターでは、各アームの先端にはロータが配置されるため、隣接するロータとロータの間に何か別の装置を配置するときには、その装置を支持するアームを別途追加する必要がある。また、モノコック構造のボディを用いる場合でも、ボディの中心部から離れた位置に何らかの装置を配置するためには、その装置を支持可能な剛性を得るためにボディを肉厚に形成しなければならない。すなわち、従来のマルチコプターのボディは、機体の中心から離れた位置にロータ以外の装置を搭載することには不向きである。本形態のマルチコプター 1 0 は、フレームボディ 4 0 がボディ 1 1 全体の剛性を担うことでモノコックボディ 3 0 の形状の自由度が高められており、また、フレームボディ 4 0 とモノコックボディ 3 0 の形状を工夫することでモノコックボディ 3 0 の端部（中心から離れた位置にある部分）の剛性を比較的容易に高めることができる。これにより本形態のモノコックボディ 3 0 は従来のマルチコプターよりも収容部の配置に関する自由度が高められている。

【0036】

例えば本形態のモノコックボディ 3 0 では、曲面からなる環状の内周面を有する 4 つのロータガード部 3 1 が中央に密集するように配置されている。ロータガード部 3 1 の内周面は曲面であるため比較的剛性が高い。そして、前後左右に隣接するロータガード部 3 1 の境界部分は略円筒形状に形成されており、さらに剛性が高められている。また、モノコックボディ 3 0 を平面視したときの四隅はロータガード部 3 1 の一部であり、これら四隅も略円筒形状に形成されている。そして、中央収容部 3 2 および端部側収容部 3 3 はこれらロータガード部 3 1 に挟まれる位置にあり、ロータガード部 3 1 から連続するように形成されている。すなわち、本形態の中央収容部 3 2 および端部側収容部 3 3 は、平面部を有していても極力剛性が得られるように考慮されている。これに加えフレームボディ 4 0 がモノコックボディ 3 0 を支持することにより、これら収容部 3 2, 3 3 には様々な装置を収容可能な剛性が付与されている。

【0037】

また、図 4 に示すように、中央収容部 3 2 および端部側収容部 3 3 の開口部には、その縁部を縁取るように板状の補強部材である中央補強プレート 3 4 1 および端部補強プレート 3 4 2 が接合されている。本形態のモノコックボディ 3 0 は従来のモノコックボディよりも平面を取り入れやすいが、平面部分の剛性が曲面部分に劣ることに変わりはない。中央収容部 3 2 および端部側収容部 3 3 を中央補強プレート 3 4 2 および端部補強プレート 3 4 1 でそれぞれ補強することにより、これら収容部 3 2, 3 3 をより安全に使用することが可能とされている。

【0038】

なお、モノコックボディ30の収容部32, 33の位置や数は本形態の構成には限られない。例えばモノコックボディ30に中央収容部32のみを設けた構成や、または端部側収容部33のみを設けた構成としてもよい。また例えば、端部側収容部33をモノコックボディ30の前後のみまたは左右のみに設けた構成とすることも考えられる。中央補強プレート342および端部補強プレート341も必須ではない。収容部32, 33が十分な強度を備えているなら補強部材は省略できる。逆に、各端部側収容部33について、その開口部だけではなく下面にも補強プレートを接合することで、端部側収容部33をさらに補強することも可能である。なお、詳しくは後段で述べるが、中央収容部32の下面には補強部材の一種である連結プレート322が接合されている。なお、補強部材の形態はプレートには限られず、収容部32, 33の上下面を支える支柱であってもよい。

10

【0039】

図6は中央収容部32の内部構造と、フレームボディ40との接続構造とを示す側面視断面図である。なお図6では説明の便宜上、中央収容部32内の電子機器等を省略している。

【0040】

中央収容部32に被せられた中央カバー321は、その中心部分が円柱形状に盛り上がっていることで内部に空間が設けられており、その空間にはバッテリー19が配置される(図5)。より具体的には、中央補強プレート341のバッテリー19が固定され、その上に中央カバー321が被せられている。中央収容部32は、その下面にも補強部材の一種である連結プレート322が接合されており、中央補強プレート341と連結プレート322とは支柱323で接続されている。また、連結プレート322には、後述するフレームボディ40のセンターハブ41を構成する支柱413がねじ固定されている。

20

【0041】

<フレームボディ>

フレームボディ40は主にCFRP製のパイプ材と平板材とにより構成された簡素な構造の枠体であり、ボディ11に飛行に耐えうるだけの剛性を付与している。なお、マルチコプター10のボディ11は、モノコックボディ30とフレームボディ40とを組み合わせたときに十分な剛性を得られればよく、フレームボディ40はそれのみで飛行に耐えうるだけの剛性を有している必要はない。

30

【0042】

図2および図4に示されるように、本形態のフレームボディ40は、ロータ12を支持する円筒形状のパイプ材である4本のアーム42と、アーム42の一端が固定されるハブ部であるセンターハブ41と、を有している。

【0043】

センターハブ41は、板面を上下に向けて上下に平行に配置された2枚の平板材であるセンタープレート412を有している。これら2枚のセンタープレート412の内側には、複数の支柱413と、アーム42の一端が接合されるアームホルダ412とが固定されている。

【0044】

各アーム42の中ほどにはロータ12の台座部であるモータマウント43が取り付けられており、ロータ12はモータマウント43に固定されている。また、モータマウント43の近傍には、アーム42から下方に延びる脚部であるスタンド44が取り付けられている。各アーム42の先端には連結部材45が取り付けられており、アーム42は連結部材45によりその先端がモノコックボディ30に固定される。

40

【0045】

図3に示すように、これらアーム42は、フレームボディ40を平面視したときに、センターハブ41を中心として放射状に、それぞれいずれかのロータガード部31の中心を通るように延びており、各アーム42の先端はモノコックボディ30の四隅に連結部材45を介して固定されている。モノコックボディ30の四隅はロータガード部31の一部で

50

あり、これらは略円筒形状に形成されている。すなわち、モノコックボディ 30 の四隅はモノコックボディ 30 の中では比較的剛性の高い部分である。かかる四隅にアーム 42 の先端を固定することによりボディ 11 全体としての剛性が効果的に高められている。なお、本形態のモノコックボディ 30 は四隅が平面視円弧形状に形成されているが、連結部材 45 をねじ止めしやすいうように四隅に部分的に平面を設けてもよい。

【0046】

一般に、フレーム構造のボディは簡素な構造で大きな剛性を得ることができる。本形態のマルチコプター 10 は、防水・防塵機能を付与するモノコックボディ 30 に加え、別途フレームボディ 40 を備えていることにより、ボディ 11 全体としての剛性がフレームボディ 40 により担保されている。これによりモノコックボディ 30 の肉厚を最小限に抑えることが可能とされている。

10

【0047】

そして本形態のマルチコプター 10 は、フレームボディ 40 をモノコックボディ 30 の内部に収容してモノコックボディ 30 をその内側から支持するのではなく、フレームボディ 40 がモノコックボディ 30 の外部に配置され、モノコックボディ 30 を外側から支える構造とされていることにより、モノコックボディ 30 の内部空間の形状や寸法等を剛性の確保以外の用途に特化させることが可能とされている。なお、本形態ではフレームボディ 40 の全体がモノコックボディ 30 の外部に配置されているが、フレームボディ 40 は、その少なくとも一部がモノコックボディ 30 を外部から支持可能であれば上で述べたような効果を一応は得ることができる。

20

【0048】

このように本形態のマルチコプター 10 は、そのボディ 11 がモノコックボディ 30 とフレームボディ 40 とで構成されていることにより、ボディ重量の増加を効果的に抑えつつ、防水・防塵性能と飛行に必要な剛性とを得ることが可能とされている。

【0049】

(機能構成)

図 7 はマルチコプター 10 の機能構成を示すブロック図である。本形態のマルチコプター 10 は、制御部であるフライトコントローラ FC、ロータ 12、および、操縦者（オペレータ端末 14）との通信を行う通信装置 13 を備えている。そして、本形態のマルチコプター 10 は、その特有の装備としてライダー 91 および F P V カメラ 92 を有している。ライダー 91 は、周辺環境のポイントクラウドを取得してオペレータ端末 14 にこれを転送する。F P V カメラ 92 は、機体前方の映像をオペレータ端末 14 に転送し、マルチコプター 10 を一人称視点で操縦すること可能にする。本形態の F P V カメラ 92 はサーボ 921 によりチルト操作が可能である。

30

【0050】

フライトコントローラ FC はその主構成として制御装置 20 を備えている。制御装置 20 は、中央処理装置である CPU 21 と、RAM や ROM ・フラッシュメモリなどの記憶装置からなるメモリ 22 とを有している。

【0051】

フライトコントローラ FC はさらに、IMU 25 (Inertial Measurement Unit: 慣性計測装置)、GPS 受信器 26、気圧センサ 27、電子コンパス 28、およびレーザ測距センサ 29 を含む飛行制御センサ群 S を有しており、これらは制御装置 20 に接続されている。

40

【0052】

IMU 25 はマルチコプター 10 の傾きを検出するセンサであり、主に 3 軸加速度センサおよび 3 軸角速度センサにより構成されている。GPS 受信器 26 は、正確には航法衛星システム (NSS: Navigation Satellite System) の受信器である。GPS 受信器 26 は、全地球航法衛星システム (GNSS: Global Navigation Satellite System) または地域航法衛星システム (RNSS: Regional Navigational Satellite System) から現在の経緯度値を取得する。気圧センサ 27 は、検出した気圧高度からマルチコプター 10

50

の海拔高度（標高）を特定する高度センサである。電子コンパス 28 には 3 軸地磁気センサが用いられており、電子コンパス 28 はマルチコプター 10 の機首の方位角を検出する。また、本形態のマルチコプター 10 は機体の上下に向けられたレーザ測距センサ 29 を有しており、これにより地面や床面からの対地高度、さらには天井面からの距離を取得することができる。

【0053】

フライトコントローラ FC は、これら飛行制御センサ群 S により、機体の傾きや回転のほか、飛行中の経緯度、高度、および機首の方位角を含む自機の位置情報を取得することが可能とされている。

【0054】

なお、本形態の飛行制御センサ群 S は一例であり、フライトコントローラ FC を構成するセンサ類は本形態の組み合わせには限られない。例えば、気圧センサ 27 を省略した構成や、レーザ測距センサ 29 を視差や赤外線・超音波など他の方式の測距センサにすることが考えられる。また、GPS 受信器 26 が電波を受信不能な場所では、機体の水平移動をオプティカルフローセンサや画像認識等で検知することが考えられる。その他、レーザ測距センサ 29 を追加して、上下前後左右の周辺物との距離を測定し、その距離からマルチコプター 10 の空間位置を特定することも可能である。

【0055】

制御装置 20 は、マルチコプター 10 の飛行時における姿勢や基本的な飛行動作を制御するプログラムである飛行制御プログラム FS を有している。飛行制御プログラム FS は、飛行制御センサ群 S から取得した情報を基に個々のロータ 12 の回転数を調節し、機体の姿勢や位置の乱れを補正しながらマルチコプター 10 を飛行させる。なお、本形態のマルチコプター 10 では固定ピッチプロペラのロータ 12 が採用されているが、例えば可変ピッチプロペラを備えるロータを採用し、そのピッチ角を個々に制御して飛行動作を制御することもできる。また、ロータ 12 の駆動源もモータ 121 には限られず、フレームボディ 40 にエンジンを固定し、その駆動力を動力伝達機構で各ロータ 12 に分岐させることも考えられる。

【0056】

制御装置 20 はさらに、マルチコプター 10 を自律飛行させるプログラムである自律飛行プログラム AP を有している。そして、制御装置 20 のメモリ 22 には、マルチコプター 10 の目的地や経路地の経緯度等の座標、飛行中の高度や速度などが指定されたパラメータである飛行計画 FP が登録されている。自律飛行プログラム AP は、オペレータ端末 14 からの指示や所定の時刻などを開始条件として、飛行計画 FP に従ってマルチコプター 10 を自律的に飛行させる。

【0057】

このように、本形態のマルチコプター 10 は高度な飛行制御機能を備えた無人航空機である。ただし、本発明の無人航空機はマルチコプター 10 の形態には限定されず、例えば飛行制御センサ群 S から一部のセンサが省略された機体や、自律飛行機能を備えず手動操縦のみにより飛行可能な機体を用いることもできる。

【0058】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明の範囲はこれに限定されるものではなく、発明の主旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加えることができる。

【符号の説明】

【0059】

10：マルチコプター（無人航空機），11：ボディ，12：ロータ，121：モータ，123：プロペラ（水平回転翼），13：通信装置，14：オペレータ端末，19：バッテリー，FC：フライトコントローラ，20：制御装置，S：飛行制御センサ群，25：IMU，26：GPS 受信器，27：気圧センサ，28：電子コンパス，29：レーザ測距センサ，30：モノコックボディ，31：ダクト部，32：中央収容部（収容部），321：中央カバー（蓋部），322：連結プレート（補強部材），323：支柱（補強部

10

20

30

40

50

材), 33: 端部収容部(収容部), 331: 端部カバー(蓋部), 341: 中央補強プレート(補強部材), 342: 端部補強プレート(補強部材), 40: フレームボディ, 41: センターハブ(ハブ部), 411: センタープレート, 412: アームホルダ, 413: 支柱, 42: アーム, 43: モータマウント, 44: スタンド, 45: 連結部材, 91: ライダ, 92: F P Vカメラ

【要約】

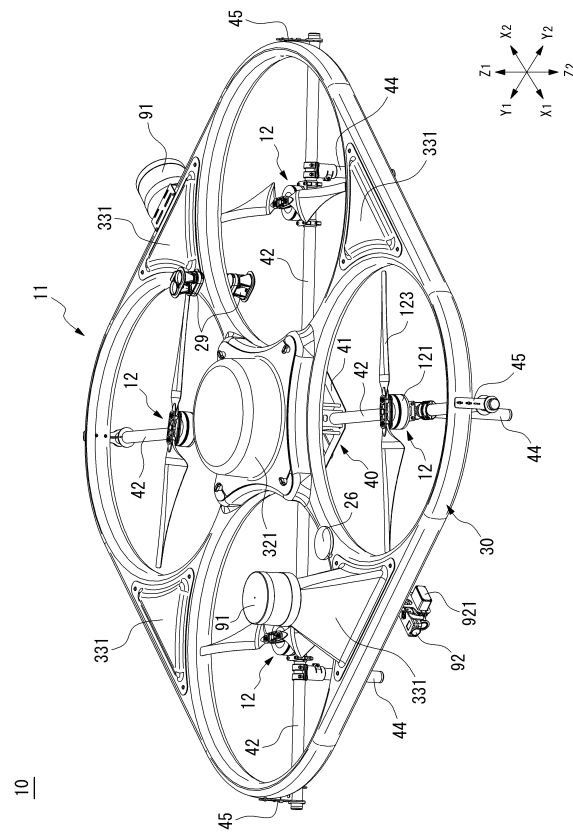
【課題】無人航空機のボディに防水・防塵性能を持たせるにあたり、ボディ重量の増加を抑えつつ必要な剛性を得る。

【解決手段】複数の水平回転翼(12)と、機体を構成するボディ(11)と、を備え、前記ボディ(11)は、モノコック構造の中空体である第1ボディ(30)と、フレーム構造の枠体である第2ボディ(40)と、を有し、前記第2ボディ(40)は、少なくともその一部が前記第1ボディ(30)の外部に配置されていることを特徴とする無人航空機。

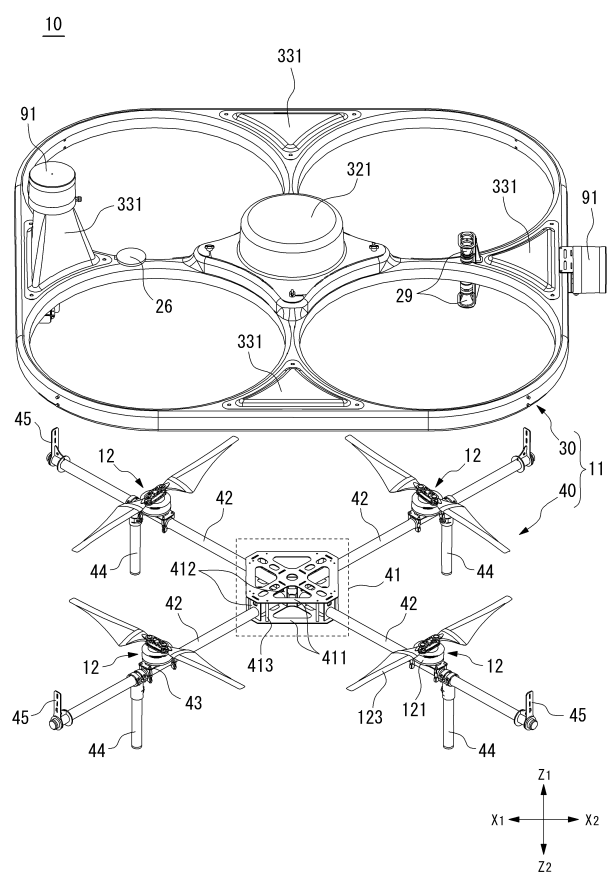
10

【選択図】図1

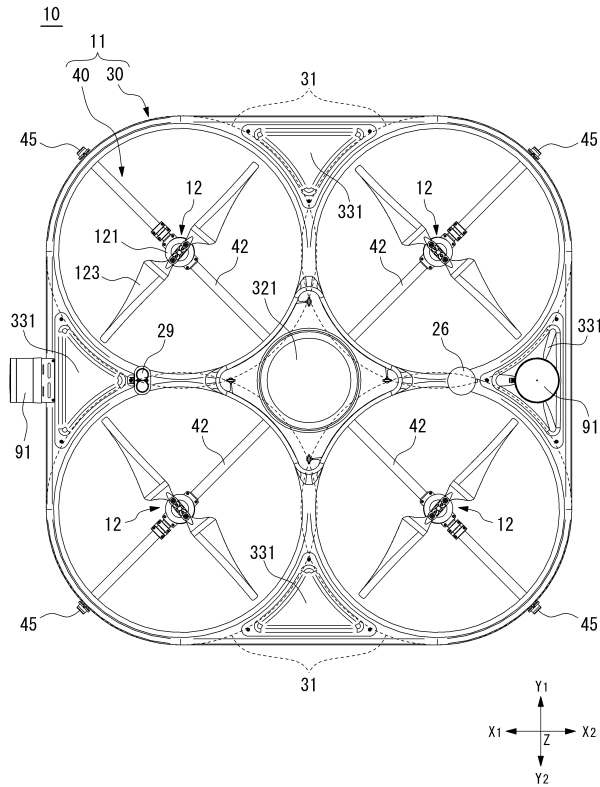
【図1】



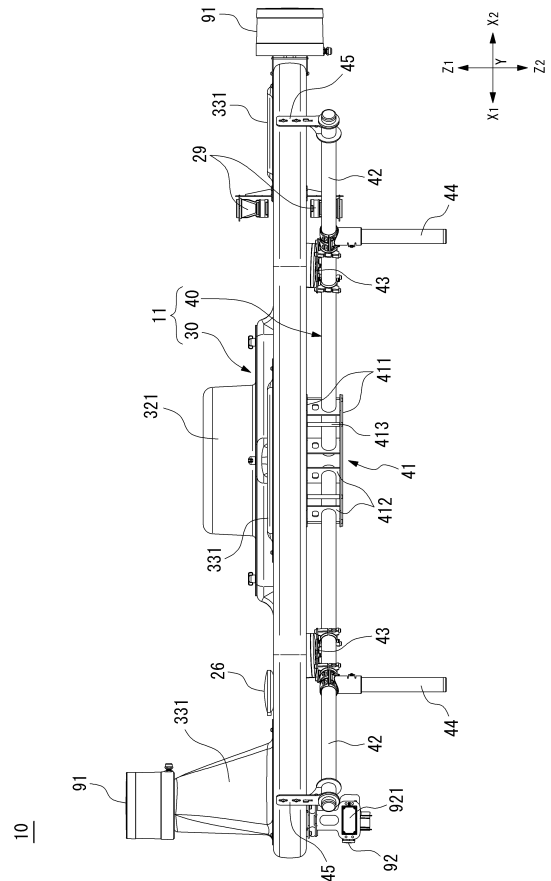
【図2】



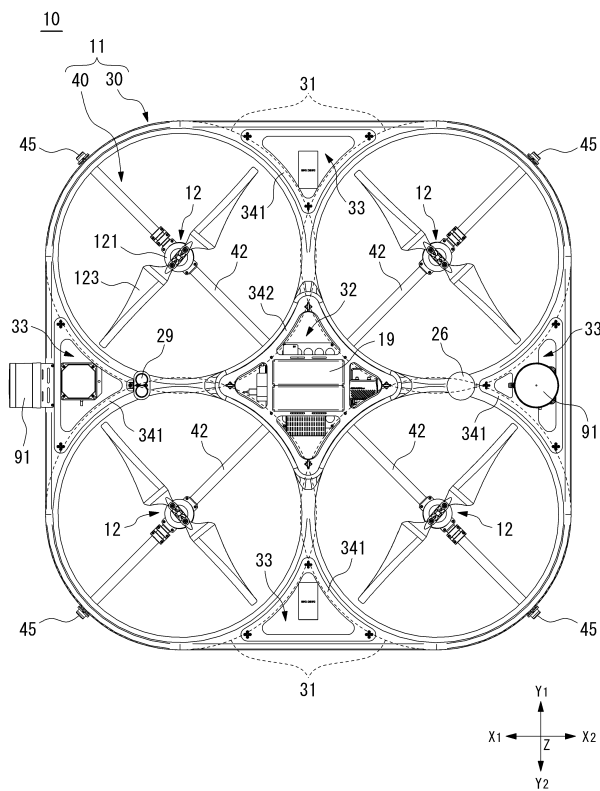
【図 3】



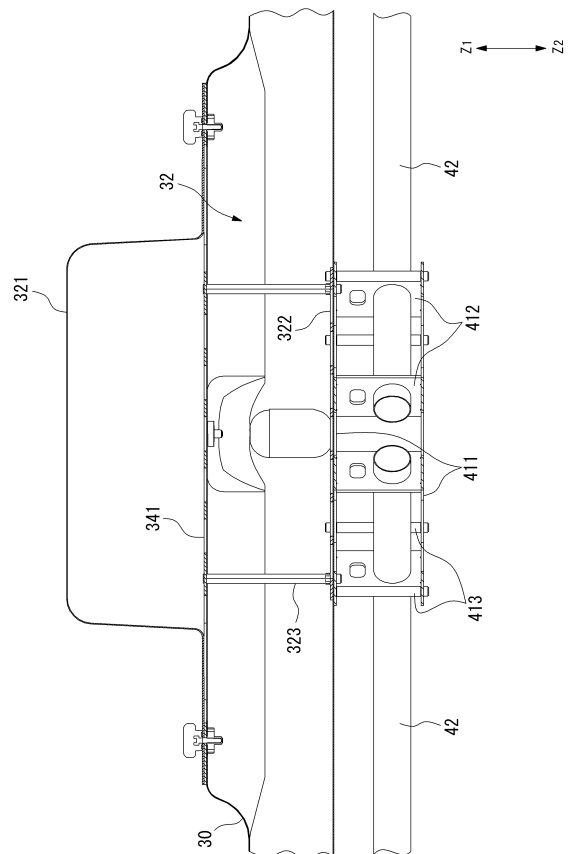
【図 4】



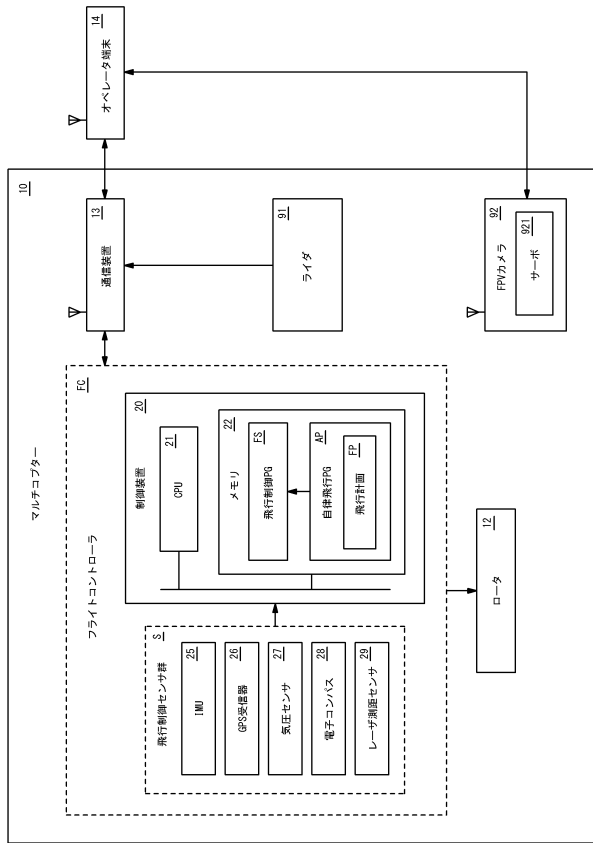
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2019-069658 (JP, A)
再公表特許第2014/068982 (JP, A1)
米国特許第09457899 (US, B2)
特表2013-510760 (JP, A)
特表2017-532256 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B64C 27/20
B64C 27/08
B64C 39/02