

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

周囲の状況を調査する調査装置を搭載し、飛行装置により飛行する飛行型調査機において、

前記飛行型調査機を任意の構造物に固定可能な固定装置と、
を備えた、
ことを特徴とする飛行型調査機。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の飛行型調査機において、
前記飛行装置を駆動する電源としてのバッテリーと、
をさらに備えた、
ことを特徴とする飛行型調査機。

10

【請求項 3】

請求項 1 に記載の飛行型調査機において、
前記固定装置による固定を解除可能な固定解除装置と、
をさらに備えた、
ことを特徴とする飛行型調査機。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の飛行型調査機において、
該飛行型調査機に対する動作指示を外部から受信する動作指示受信装置と、
前記調査装置による調査結果を外部に送信する調査結果送信装置と、
をさらに備えた、
ことを特徴とする飛行型調査機。

20

【請求項 5】

請求項 1 に記載の飛行型調査機において、
前記飛行型調査機の外部から受信した信号を前記飛行型調査機の外部の所定の装置に送信する中継装置と、
をさらに備えた、
ことを特徴とする飛行型調査機。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の飛行型調査機において、
前記飛行装置は、2重反転式プロペラによって飛行を行う装置である、
ことを特徴とする飛行型調査機。

30

【請求項 7】

請求項 3 に記載の飛行型調査機において、
前記固定装置は、磁石によって前記構造物に固定可能な装置である、
ことを特徴とする飛行型調査機。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の飛行型調査機において、
前記磁石は永久磁石である、
ことを特徴とする飛行型調査機。

40

【請求項 9】

請求項 8 に記載の飛行型調査機において、
前記固定解除装置は、前記構造物と前記永久磁石との間を離間させることで固定を解除する装置である、
ことを特徴とする飛行型調査機。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の飛行型調査機において、
前記調査装置は、周囲の映像を撮影する撮影装置を含む、
ことを特徴とする飛行型調査機。

50

【請求項 1 1】

請求項 4 に記載の飛行型調査機と、
 操作者が操作する端末装置と、
 を備え、
 前記端末装置は、
 操作者による前記飛行型調査機に対する動作指示の入力を受け付ける動作指示入力装置
 と、
 前記動作指示入力装置で受け付けた動作指示を送信する動作指示送信装置と、
 調査結果を受信する調査結果受信装置と、
 を有する、
 ことを特徴とする飛行型調査機を用いた調査システム。

10

【請求項 1 2】

周囲の状況を調査する調査装置を搭載し、飛行装置により飛行する飛行型調査機を用い
 た調査方法において、
 前記飛行装置によって飛行した後、固定装置によって任意の構造物に固定し、
 前記固定装置によって固定した状態で、前記調査装置によって周囲の調査を行う、
 ことを特徴とする飛行型調査機を用いた調査方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 2 に記載の飛行型調査機を用いた調査方法において、
 複数の前記飛行型調査機を用い、
 前記複数の飛行型調査機のうちの一は第一の飛行型調査機であり、
 前記複数の飛行型調査機のうちの一は第二の飛行型調査機であり、
 前記第一の飛行型調査機を前記固定装置によって任意の構造物に固定し、
 前記第一の飛行型調査機を前記固定装置によって固定した状態で、該第一の飛行型調査
 機によって前記第二の飛行型調査機を撮影し、
 操作者は、前記第一の飛行型調査機によって撮影した前記第二の飛行型調査機の映像を
 見ながら、前記第二の飛行型調査機を操縦する、
 ことを特徴とする飛行型調査機を用いた調査方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、飛行型調査機、飛行型調査機を用いた調査システムおよび飛行型調査機を用
 いた調査方法に関し、詳しくは調査対象地点まで飛行して調査を実施する飛行型調査機、
 飛行型調査機を用いた調査システムおよび飛行型調査機を用いた調査方法に関する。

【背景技術】

【0002】

地震、火災、竜巻、洪水、津波等の災害が発生し構造物が損壊した場合、構造物内の負
 傷者の有無、危険物の状況の把握、建物、機器の損傷による危険の有無等の調査を安全か
 つ迅速に行う必要がある。しかし、構造物が損壊している場合には、通路が塞がっていた
 り、床面に様々なものが散乱していたりして進入を妨げられることが想定され、さらに人
 間が調査する場合には 2 次災害のリスクがある。2 次災害のリスクを避けつつ対象を安全
 に調査するには、遠隔操作型のロボット等の利用が有効と考えられる。

40

【0003】

災害時に構造物内に進入し調査を行うロボットは、日本では阪神淡路大震災以降多数開
 発されており、瓦礫内に進入するための蛇型のものや、不整地走行に適したクローラ式
 のものが既に知られている。これらのロボットは、崩壊した建物の下部等の狭隘部への進入
 には有効であるが、大きな建物や高所等の調査では効率が悪いという欠点がある。

【0004】

この種の技術に関連して、特開 2014 - 104797 号公報には、床面を移動して建
 屋内に侵入するクローラ型の移動機構と、移動機構に設けられたカメラと、カメラのパン

50

チルト機構と、移動機構に搭載可能な飛行体と、飛行体に設けられた発光体と、カメラが発光体を追尾するようにパンチルト機構を制御するパンチルト制御手段と、カメラで撮影された画像を表示する表示手段と、飛行体を操作する操作手段と、を備える建屋内調査システムが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2014-104797号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

しかし、特開2014-104797号公報に記載のシステムにおいて、飛行体の位置及び姿勢を地上または床面等から高い任意の点で保持したい場合（例えば、飛行体に搭載のカメラで定点観測したい場合）には、地上等を走行する移動体を任意の点で停止させる場合と異なり、その位置及び姿勢が保持されるように飛行体の制御を継続する必要がある。特に、飛行体がバッテリー駆動の場合には、継続飛行によりバッテリー電力が消費されるため、長時間の位置・姿勢保持が困難となる。

【0007】

本発明の目的は、2次災害のリスクを避け、安全、確実に、長時間にわたる調査が可能な飛行型調査機を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は上記の目的を達成するために、周囲の状況を調査する調査装置を搭載し、飛行装置により飛行する飛行型調査機において、前記飛行型調査機を任意の構造物に固定可能な固定装置と、を備えた、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、2次災害のリスクを避け、安全、確実に、長時間にわたる調査が可能な飛行型調査機を提供することができる。

【0010】

30

上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施形態に係る飛行型調査機を用いた調査システムの構成を示すブロック図。

【図2】本発明に係る飛行型調査機を用いた調査システムの実施例としての災害時調査システムによって、建屋内を調査している状況を示した説明図。

【図3】本発明に係る飛行型調査機の実施例としての飛行体の概略構成を示す斜視図。

【図4】本発明に係る飛行型調査機の実施例としての飛行体の制御系を示すブロック図。

【図5A】固定装置22の近傍の断面図であって、固定解除装置23の動作前を示す図。

40

【図5B】固定装置22の近傍の断面図であって、固定解除装置23の動作時を示す図。

【図6】飛行体10の上部に、固定装置22としての鉤部であるフック状部材22bを取り付けた例を示す斜視図。

【図7】本実施例の災害時調査システムによって建屋内を調査するときの流れを示したフローチャート。

【図8】本発明に係る飛行型調査機を用いた調査システムの実施例としての災害時調査システムによって、建屋内を調査している状況を示した説明図。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図面を用いて、本発明の実施形態に係る飛行型調査機および飛行型調査機を用い

50

た調査システムについて詳細に説明する。

【0013】

図1は、本発明の実施形態に係る飛行型調査機を用いた調査システムの構成を示すブロック図である。

【0014】

本実施形態の飛行型調査機を用いた調査システムは、飛行型調査機100と端末装置200とを有して構成される。

【0015】

飛行型調査機100は、バッテリー106と、バッテリー106を電源として動作する飛行装置101と、飛行装置101によって飛行した後、任意の構造物の被固定箇所に固定可能な固定装置102と、固定装置102によって被固定箇所に固定した状態を解除する固定解除装置104と、バッテリー106を電源として動作し、少なくとも固定装置によって被固定箇所に固定した状態で、周囲の調査を行う調査装置103と、少なくとも飛行装置101および調査装置103の制御を行う制御装置105と、を備えている。飛行装置101および調査装置103以外の構成も、バッテリー106を電源として動作するものであってもよい。制御装置105は、飛行装置101および調査装置103以外の構成も制御するものであってもよい。

10

【0016】

固定装置102によって被固定箇所に固定した状態で調査装置103による調査を実行することで、被固定箇所に固定した状態では飛行装置101を停止することができるので飛行装置101によるバッテリー106の消費を低減することができ、その分、調査装置103を駆動する電源を確保することができ、長時間の調査を実行可能となる。

20

【0017】

飛行型調査機100は、飛行型調査機100に対する動作指示を受信する動作指示受信装置107と、調査装置103による調査結果を送信する調査結果送信装置108と、をさらに備える場合があり、この場合、制御装置105は、前記動作指示受信装置によって受信した動作指示に基づき、前記飛行装置および前記調査装置の制御を行う。

【0018】

端末装置200は、操作者による飛行型調査機100に対する動作指示の入力を受け付ける動作指示入力装置201と、動作指示入力装置201で受け付けた動作指示を送信する動作指示送信装置202と、調査結果を受信する調査結果受信装置203と、を有する。飛行型調査機100に対する動作指示は、動作指示入力装置201で入力を受け付け、動作指示送信装置202から送信される。端末装置200の調査結果受信装置203は、飛行型調査機100の調査結果送信装置108によって送信された調査結果を受信する。この動作指示や調査結果の送受は、有線通信で行ってもよいが、無線通信で行うことが好ましく、電波通信、赤外線通信など既知の如何なる通信方式を用いてもよい。このように構成することで、端末装置200による飛行型調査機100の遠隔操作が可能となる。

30

【0019】

本実施形態の飛行型調査機を用いた調査システムでは、飛行型調査機100を複数設けてもよい。この場合、一の飛行型調査機100は、この一の飛行型調査機100とは別の他の飛行型調査機100に対する動作指示を端末装置200あるいはさらに別の飛行型調査機100から受信し、該動作指示を該他の飛行型調査機100に対して送信するとともに、該他の飛行型調査機100からの調査結果を受信し、該調査結果を端末装置200あるいはさらに別の飛行型調査機100に対して送信する中継装置109をさらに備えている。なお、中継のみを行う飛行型調査機100には、調査装置103や調査結果送信装置108を設けなくてもよい場合がある。

40

【0020】

飛行装置101は、2重反転式プロペラによって飛行を行う装置である場合がある。飛行装置101は、他の如何なる機構によって飛行するものであってもよい。

【0021】

50

固定装置102は磁石である場合があり、この場合、強磁性体の箇所（鉄製の柱、壁、梁、天井、天井クレーン、その他の重機など）である被固定箇所に磁石である固定装置102を吸着させ、飛行型調査機100を固定装置102によって被固定箇所に固定する。この磁石である固定装置102は、電磁石であってもよいし、永久磁石であってもよい。固定装置102が電磁石である場合には、固定装置102は、制御装置105によって制御されて電磁石が励磁され、強磁性体の箇所である被固定箇所に固定するものであってもよいし、固定解除装置104は、制御装置105によって制御されて電磁石が消磁され、被固定箇所への固定を解除するものであってもよい。固定装置102が永久磁石である場合には、簡易な構成で強磁性体の箇所である被固定箇所への固定が実現できる。固定解除装置104は、固定装置102と被固定箇所との間を離間させることによって固定を解除するものであってもよい。例えば、固定解除装置104は、飛行型調査機100から被固定箇所に向けて突出させるように移動制御可能な棒状部材を設け、制御装置105がこの棒状部材を被固定箇所に向けて突出させることで、固定装置102と被固定箇所との間を、磁石である固定装置102の吸着力が及ばない距離まで離間させ、被固定箇所への固定を解除するものであってもよい。

10

【0022】

固定装置102は鉤部である場合がある。この場合、被固定箇所は、例えば天井クレーンのフックや露出した配管などの、鉤部である固定装置102を引っ掛けることが可能な箇所である。

【0023】

固定装置102としては、このほか、飛行装置101の重量に耐えられる程度の強度で、粘着面で被固定箇所に固定するものであってもよいし、両面テープ、ガムテープ、瞬間接着剤などを用いてもよいが、再利用可能な手段で固定するものであることが望ましい。

20

【0024】

また、飛行型調査機100における固定装置102を設ける位置、すなわち飛行型調査機100のうち被固定箇所と接触する位置は、飛行型調査機100の上面であってもよいし、側面、底面などいずれの位置であってもよい。後述の実施例1のように、飛行型調査機100が外殻11に覆われた飛行体10である場合には、外殻11の頭頂部に固定装置102としての固定装置22を設けてもよいし（図3参照）、これ以外にも、外殻11の球形を地球に見立てた場合の、赤道位置よりも上部（北半球）のいずれかの表面に固定装置22を設けてもよいし、赤道位置のいずれかの表面に固定装置22を設けてもよいし、赤道位置よりも下部（南半球）のいずれかの表面に固定装置22を設けてもよい。

30

【0025】

調査装置103は、周囲の映像を撮影する撮影装置を含む場合がある。この撮影装置で撮影した映像は、調査結果として端末装置200に送信され、端末装置200では表示装置（不図示）でこの映像を表示することが可能である。また、調査装置103は、飛行型調査機100の周囲の温度を測定する温度測定装置を含んでもよいし、飛行型調査機100の周囲のガス成分を測定するガス測定装置を含んでもよいし、飛行型調査機100の周囲の音を収録する音収録装置を含んでもよいし、飛行型調査機100の周囲の放射線線量を測定する放射線測定装置を含んでもよいし、その他、既知のあらゆる環境調査を行う装置を含んでもよい。

40

【0026】

飛行型調査機100を複数設けた場合、一の飛行型調査機100の撮影装置が、この一の飛行型調査機100とは別の他の飛行型調査機100を撮影し、操作者は一の飛行型調査機100の撮影装置で撮影した他の飛行型調査機100の映像を見ながら、端末装置200を操作して他の飛行型調査機100を操縦することができる。

【0027】

ところで、特開2014-104797号公報のクローラ型の移動機構のように、地表面又は床面等の上を移動するタイプの遠隔操作ロボットによる追尾映像に基づく飛行体の操作は、当該遠隔操作ロボットの移動範囲により制限されるため、結果的に走行体による

50

調査範囲が限定されるという課題がある。例えば、クローラによる乗り越えが不可能な障害物が地上等に存在する場合、当該障害物を越えた領域の飛行体の追尾は困難となり、飛行体による調査も困難となる。また、床面上を移動する移動機構に搭載したカメラは床面近傍に設定されているため、当該移動機構より上方に障害物が存在する場合には、高い位置を飛ぶ飛行体を当該障害物の影響で追尾しにくくなり、飛行体による調査が困難となる。また、移動機構から出力される無線で飛行体を制御する場合に電波を反射する素材の構造物が存在すると、当該構造物が飛行体への信号到達の障害となり、所望の場所へ飛行体を移動できない虞もある。

【0028】

本実施形態によれば、操作者は一の飛行型調査機100の撮影装置で撮影した他の飛行型調査機100の映像を見ながら、端末装置200を操作して他の飛行型調査機100を操縦することができ、一の飛行型調査機100は、飛行装置101によって飛行するため移動範囲を広めることができ、さらに複数の中継用の飛行型調査機100を用いることで障害物を越えてさらに奥の調査を行うことができる。

10

【実施例1】

【0029】

以下、本発明による飛行型調査機を用いた調査システムの実施例について図面を用いて詳細に説明する。

【0030】

図2は、本発明に係る飛行型調査機を用いた調査システムの実施例としての災害時調査システムによって、建屋内を調査している状況を示した説明図である。

20

【0031】

図3は、本発明に係る飛行型調査機の実施例としての飛行体の概略構成を示す斜視図である。

【0032】

図4は、本発明に係る飛行型調査機の実施例としての飛行体の制御系を示すブロック図である。

【0033】

本発明による飛行型調査機を用いた調査システムは、災害時の建屋内の調査に特化せず、災害時以外の建屋、人口建造物内の調査や、洞窟、地下、山岳地帯などの調査などにも適用可能なものであるが、この実施例では、本発明に係る飛行型調査機を用いた調査システムの実施例としての災害時調査システムについて説明する。

30

【0034】

まず、図2を用いて本実施例の災害時調査システムの構成について説明する。

【0035】

災害時調査システムは、調査対象である建屋1内のオペレータ（操作者）が直接目視で確認可能な場所に固定する飛行型調査機100としての飛行体10（第一の飛行型調査機）と、飛行体10を無線の中継局としてオペレータからは直接確認できない場所に侵入して調査を行う第二の飛行体30（例えば飛行体10と同じ構成、第二の飛行型調査機）と、オペレータが飛行体10、第二の飛行体30を操作するための端末装置200としての遠隔制御装置40と、から構成されている。図2の例では、飛行体10は、建屋1内の各フロアの開口部2を通過して天井クレーン50に、固定装置102としての固定装置22（図3、図4参照）により固定された状態を示している。

40

【0036】

図2では、端末装置200としての遠隔制御装置40を建屋1内に示したが、建屋1に崩落の可能性がある場合等は、飛行体10と通信するためのアンテナ（例えば、動作指示送信装置202および調査結果受信装置203を構成するアンテナ）と、例えば雲台付きのカメラ（例えば、飛行体10の周囲を撮影し、建屋1の外でこの撮影映像を見ながら飛行体10の操縦を行うためのTVカメラ）のみを、図2に示した遠隔制御装置40の位置に設置し、オペレータは建屋1の外から（例えば、動作指示入力装置201により）操作

50

してもよい。さらに、他のフロアの開口部 2 付近の構造物に飛行体 10 を固定し、そのフロアを第二の飛行体 30 で調査可能なことは容易にわかる。

【0037】

次に、飛行体 10 の構成について図 3、図 4 を用いて説明する。

【0038】

飛行体 10 は球形の外殻 11 の中央部分にシャフト 12 a が取り付けられており、シャフト 12 a の中央部分に、飛行装置 101 としての 2 重反転式プロペラ 13 を保持した構成となっている。2 重反転式プロペラ 13 は上プロペラ 13 a と下プロペラ 13 b とを有し、これらを逆回転させることで反トルクを相殺し安定した飛行を実現する。

【0039】

また、飛行体 10 には、2 重反転式プロペラ 13 をシャフト 12 a の軸回り（ピッチ軸回り）に回動させるプロペラ方向制御装置 14 a と、2 重反転式プロペラ 13 をシャフト 12 b の軸回り（ロール軸回り）に回動させるプロペラ方向制御装置 14 b と、を備えている。シャフト 12 a の軸方向とシャフト 12 b の軸方向とは直交している。

【0040】

飛行体 10 の下部には、飛行体各部に電源を供給するためのバッテリー 15 と電源回路 16（図 4 参照）（バッテリー 106 に相当）が備えられており、さらにパンチルトを調整可能な雲台 17（図 4 参照）に搭載されたカメラ 18 が備えられている。カメラ 18 は、動画、静止画、暗視画像、暗視映像など各種撮影をすることができるものであってもよい。

【0041】

外殻 11 は、球形の外周形状を成すように湾曲した複数枚（本実施例では 30 枚）の例えば樹脂製の外殻片 11 a を有し、その各外殻片 11 a の一端を接続部品 11 b（例えば樹脂製）に接続し他端を別の接続部品 11 b に接続して球形を形成して成る。この外殻 11 の内部に 2 重反転式プロペラ 13 やカメラ 18 等の構成を収容することにより、飛行体 10 の飛行時に構造物の外壁等に衝突したり、地面に落下したりした場合に内部に擁した構成を衝撃から保護することができる。また、本実施例の外殻 11 の構成によれば、外殻 11 の内部が視認可能であり、2 重反転式プロペラ 13 の動作等を目視することができる。また、本実施例の外殻 11 の構成によれば、外殻 11 を軽量化することができ、2 重反転式プロペラ 13 の負荷を軽減することができる。

【0042】

外殻 11 には、カメラ 18 で撮影する際の照明のための複数の白色 LED 19、およびオペレータに例えば飛行体 10 の進行方向を示すためのカラー LED 20 が備えられている。

【0043】

例えば、図 2 の例で言えば、カラー LED 20 を点灯することで飛行体 10、30 の位置を認識可能とすることができる。飛行体 30 のカラー LED 20 の灯りを飛行体 10 のカメラ 18 で追尾して（飛行体 10 の雲台 17 をパンチルト制御して）、オペレータはこの飛行体 10 のカメラ 18 の撮影映像を見ながら飛行体 30 の操縦を行うことができる。

【0044】

また、飛行体 10 の外殻 11 が球形であるが故に飛行体 10 の前後左右が不明であり、飛行体 10 を操縦する際の進行方向を確認することが困難であるが、カラー LED 20 を外殻 11 の例えば前方に設けることで飛行体 10 の前後左右が明確になる。すなわち、遠隔制御装置 40 で飛行体 10 が前方に進むように操縦すれば、カラー LED 20 を前方にした方向に飛行体 10 が進むことがあらかじめ分かっているので、飛行体 10 を操縦しやすくすることができる。

【0045】

さらに、飛行体 10 には、飛行時の姿勢を検出する姿勢検出装置（例えばジャイロ）21 が備えられている。さらに、飛行体 10 の上部には、調査対象の近傍の被固定箇所へ飛行体 10 を固定するための固定装置 22 とともに、固定装置 22 の固定を解除するための固定解除装置 104 としての固定解除装置 23 が備えられている。さらに、飛行体 10 に

10

20

30

40

50

は、第二の飛行体 30 の制御信号（動作指示に相当）を中継する無線中継機 24（図 4 参照）（中継装置 109 に相当）と、第二の飛行体 30 のカメラ 18 の映像信号（調査結果に相当）を中継する映像中継機 25（図 4）（中継装置 109 に相当）も具備されている。

【0046】

建屋 1 内の狭隘な場所の通過では、飛行体 10 は構造物に接触することが想定されるが、図 3 に示すように、2 重反転式プロペラ 13 の周りを球形の外殻 11 が囲っている構造であるため、2 重反転式プロペラ 13 が構造物に接触しにくい構造となっている。

【0047】

さらに、飛行体 10 の下部にバッテリー 15 等の重量物を配置することで、飛行体 10 が予期せぬ着地をした場合にも、飛行体 10 の重心位置によるモーメントのためバッテリーが接地面近傍にきて 2 重反転式プロペラ 13 がほぼ鉛直方向を向くため、2 重反転式プロペラ 13 を駆動することで再飛行可能な構成となっている。

10

【0048】

さらに、飛行体 10 を固定装置 22 で調査対象近傍の構造物（被固定箇所）に固定することで、固定後はホパリングをする必要がなくなるため、バッテリー 15 の消費が抑制され、雲台 17 を用いたカメラ 18 による調査を長時間行うことができる。

【0049】

遠隔制御装置 40 は、動作指示入力装置 201 としての操作入力装置 41、43 を備える。例えば、操作入力装置 41 は飛行体 10 に対する入力を行う装置であり、操作入力装置 43 は第二の飛行体 30 に対する入力を行う装置である。操作入力装置 41、43 は共通の装置にしてもよい。飛行体の数をより多く用いる場合には操作入力装置の数をそれに応じて増やしてもよい。

20

【0050】

遠隔制御装置 40 は、動作指示送信装置 202 としての無線送信機 42、44 を備える。例えば、無線送信機 42 は飛行体 10 に向けた送信を行う装置であり、無線送信機 44 は第二の飛行体 30 に向けた送信を行う装置である。無線送信機 42、44 は共通の装置にしてもよい。飛行体の数をより多く用いる場合には無線送信機の数にそれに応じて増やしてもよい。

【0051】

遠隔制御装置 40 は、調査結果受信装置 203 としての映像受信機 46 を備え、調査結果受信装置 203 で受信した映像を表示する表示装置としてのモニタ 45 を備える。

30

【0052】

飛行体 10 は、制御装置 105 としてのマイコン 27 を備えている。マイコン 27 は、調査装置 103 としてのカメラ 18 や雲台 17 の動作制御を行うことができる。雲台 17 を動作させることでカメラ 18 が撮影する向きを変えることができる。

【0053】

2 重反転式プロペラ 13 の回転制御は、マイコン 27 によって制御されたスピードコントローラ 27c が、2 つのプロペラうちの上のプロペラを回すプロペラ上モータ 27e や 2 つのプロペラのうちの下のプロペラを回すプロペラ下モータ 27f を駆動することで実施される。

40

【0054】

2 重反転式プロペラ 13 の傾き制御（向き制御）は、マイコン 27 によって制御されたスピードコントローラ 27d が、プロペラ方向制御装置 14a、14b を駆動するプロペラ方向制御（ロール）27g やプロペラ方向制御（ピッチ）27h を駆動することで実施される。

【0055】

飛行体 10 は、カメラ 18 のほかに、さらにカメラ 18a を備え、カメラ 18 とは異なる映像を撮影することができるようにしてもよい。

【0056】

50

マイコン 27 は、固定解除装置 23 の動作制御を行うことができる。

【0057】

第二の飛行体 30 は、飛行体 10 と同じ構成にすることができる。また、第二の飛行体 30 は、調査装置 103 としての環境計測センサ 28 を備えてもよい。環境計測センサ 28 は環境データ（温度、放射線線量等）を取得し、その環境データを調査結果として調査結果送信装置 108（図 4 では対応する構成の図示省略）によって送信する。飛行体 10 も環境計測センサ 28 を備えてもよいことはもちろんである。

【0058】

次に、固定装置 22、固定解除装置 23 の一例について図 5A, B を用いて説明する。図 5A は、固定装置 22 の近傍の断面図であり、固定解除装置 23 の動作前を示す図である。図 5B は、固定装置 22 の近傍の断面図であり、固定解除装置 23 の動作時を示す図である。

10

【0059】

本実施例では、固定装置 22 としてドーナツ状の永久磁石を用いている。固定装置 22 として磁石を用いれば、鉄製の構造物たとえば天井クレーンや天井空調機等に飛行体 10 を磁力で吸着し固定することが可能となる。

【0060】

本実施例では、固定解除装置 23 としてソレノイドを用いている。ソレノイドに通電することでピン 26（棒状部材）をドーナツ状の磁石の中心の穴 22a から磁石（固定装置 22）が吸着している鉄製の構造物（被固定箇所）に対して押しつけて固定装置 22 と被固定箇所との間を離間させることが可能であり、このピン 26 を被固定箇所に押しつける力を磁石の吸着力から飛行体の重量を引いた力より強くすることで固定解除装置 23 による固定の解除を実現できる。

20

【0061】

さらに、図 2 に示したような位置に飛行体 10 を固定した場合は、固定解除装置 23 として飛行体 10 の下部にロープ（不図示）を結んでおき、解除の場合はロープを引っ張ることで固定を解除することができる。この場合、ロープを電源ケーブルにしてバッテリーの代わりに電源を供給すれば、バッテリーの心配なく飛行体 10 の雲台付きカメラ 18 を使用することができる場合がある。

【0062】

図 6 は、飛行体 10 の上部に、固定装置 22 としての鉤部であるフック状部材 22b を取り付け例を示す斜視図である。

30

【0063】

このような固定装置 22 の場合は、水平に設置された配管や天井クレーンのフック等にフック状部材 22b を引っ掛けることで飛行体 10 を固定することができる。この場合の解除は、2重反転式プロペラ 13 を駆動して再度飛行し、横方向に移動して配管からフック状部材 22b を外すことで実現でき、この制御が固定解除装置 104 に相当する。

【0064】

次に、本実施例の災害時調査システムを用いて建屋内の調査を行う手順について図 7 を用いて説明する。図 7 は、本実施例の災害時調査システムによって建屋内を調査するときの流れを示したフローチャートである。

40

【0065】

オペレータは、遠隔制御装置 40 で飛行体 10 を直接目視または目視と飛行体 10 搭載のカメラ映像を見ながら操縦し、調査対象フロアに固定装置 22 を使って飛行体 10 を固定する。次に、飛行体 10 に搭載した雲台 17 を操作し、飛行体 10 を固定した周囲の映像をカメラ 18 により取得し、建物の損傷、障害物の状況等の調査を行う（ステップ S110、S111）。

【0066】

飛行体 10 の周辺に建物等の損傷がなく、調査対象フロアのさらに奥まで調査可能である場合は第二の飛行体 30 を飛行させて調査を行う。さらに、第二の飛行体 30 に搭載し

50

た環境計測センサ 28 により環境データ（温度、放射線線量等）も取得する（ステップ S 112、S 113）。このとき、オペレータは第二の飛行体 30 用の操作入力装置 43 を操作し、制御信号は飛行体 10 の無線中継機 24 を経由して第二の飛行体 30 に送られる。第二の飛行体 30 のカメラ 18 の映像は飛行体 10 の映像中継機 25 を経由して遠隔制御装置 40 のモニタ 45 に表示される。

【0067】

オペレータは、予め調べておいた第二の飛行体 30 の満充電からの飛行可能時間と現在の飛行時間を比較し、バッテリーの残存状況を考慮しつつ第二の飛行体 30 による調査を行う（ステップ S 114、S 115）。バッテリーの残りが少なくなった場合は、第二の飛行体 30 を操縦し帰還させる（ステップ S 116）。また、必要な範囲の調査が終了した場合も第二の飛行体 30 を操縦し帰還させる（ステップ S 116）。

10

【0068】

その後、飛行体 10 の 2 重反転式プロペラ 13 を動作させて（ステップ S 117）ホバリング状態にして、固定解除装置 23 を動作させることで固定を解除し（ステップ S 118）飛行体 10 を操縦して帰還させる（ステップ S 119）。このような手順により、災害時の建屋内等の調査を 2 次災害の危険を避けながら安全に実施することができる。

【0069】

さらに、図 8 に示したように第二の飛行体 30 を飛行体 10 と同様に調査対象フロアの飛行体 10 から確認できる位置に固定し、飛行体 10、第二の飛行体 30 を中継局として第三の飛行体 60 を飛行させることでさらに広いエリアの調査を行うことが可能となる。飛行体 10 や第二の飛行体 30 の固定は、フロアの高い位置の方が第三の飛行体 60 の監視が容易となる可能性が高いが、無線途絶の原因となる障害物が少ない場合は、床面 51 に着地させて、中継局として使用可能なことは明らかである。図 8 の例では、飛行体 10 は床面 51 に着地させている。

20

【0070】

以上説明した調査システムによれば、オペレータは目視やカメラの映像と飛行体に搭載したカメラの映像を見ながら、飛行体を遠隔操作して、調査対象近傍に固定し、飛行体に搭載したカメラの雲台を操作することで、飛行中と異なり安定した画像で調査が可能となる。さらに、調査対象があるフロアの無線が届く範囲に固定した第一の飛行体を中継局とし、第一の飛行体の雲台カメラの映像を使って第二の飛行体を飛行させることで、通信の途絶による操縦不能を防ぐことができ、調査範囲を拡大することができる。さらに、前記第一、第二の飛行体に無線の中継装置を搭載して無線の中継局とし、第三の飛行体を制御する方式とすることで、飛行体の移動可能範囲をさらに拡大して、調査範囲の拡大が可能となり、2 次災害のリスクを抑えた調査を行うという目的は達成される。なお、いうまでもないが中継局とする飛行体の数に限定は無く 3 機以上の飛行体を中継局としても良い。

30

【0071】

< 付記 >

なお、以上説明した実施形態は、

1 .

周囲の状況を調査する調査装置を搭載し、飛行装置により飛行する飛行型調査機において、

40

前記飛行型調査機を任意の構造物に固定可能な固定装置と、
を備えた、

ことを特徴とする飛行型調査機、としたので、

・ 2 次災害のリスクを避け、安全、確実に、長時間にわたる調査が可能で飛行型調査機を提供することができる。

・ すなわち、本実施形態によれば、固定装置によって任意の構造物に固定することで、飛行装置を停止しても被固定箇所に停止していることができるので、飛行装置を停止してエネルギー消費を低減した状態で調査装置による調査を行うことができ、省エネルギーで長時間にわたる調査が可能となる。

50

【0072】

また本実施形態は、

2 .

1 . に記載の飛行型調査機において、

前記飛行装置を駆動する電源としてのバッテリーと、

をさらに備えた、

ことを特徴とする飛行型調査機、としたので、

・固定装置によって任意の構造物に固定することで、飛行装置を停止しても被固定箇所に停止していることができるので、飛行装置を停止してバッテリー消費を低減した状態で調査装置による調査を行うことができ、長時間にわたる調査が可能となる。

10

【0073】

また本実施形態は、

3 .

1 . に記載の飛行型調査機において、

前記固定装置による固定を解除可能な固定解除装置と、

をさらに備えた、

ことを特徴とする飛行型調査機、としたので、

・固定解除装置で固定を解除した後、飛行装置を動作させることで、再度、飛行することができる。

20

【0074】

また本実施形態は、

4 .

1 . に記載の飛行型調査機において、

該飛行型調査機に対する動作指示を外部から受信する動作指示受信装置と、

前記調査装置による調査結果を外部に送信する調査結果送信装置と、

をさらに備えた、

ことを特徴とする飛行型調査機、としたので、

・動作指示を送信する動作指示送信装置を有する端末装置によって、飛行型調査機を遠隔操作することができ、また、調査結果送信装置によって送信された調査結果を遠隔で受信することができ、より安全、確実な調査を実施することができる。

30

【0075】

また本実施形態は、

5 .

1 . に記載の飛行型調査機において、

前記飛行型調査機の外部から受信した信号を前記飛行型調査機の外部の所定の装置に送信する中継装置と、

をさらに備えた、

ことを特徴とする飛行型調査機、としたので、

・複数の飛行型調査機を用いて、中継装置によって中継することで、人間が操作する地点から、より遠方、より複雑な形状の地域の調査を行うことができる。

40

【0076】

また本実施形態は、

6 .

1 . に記載の飛行型調査機において、

前記飛行装置は、2重反転式プロペラによって飛行を行う装置である、

ことを特徴とする飛行型調査機、としたので、

・反トルクを相殺し、安定した飛行を行うことができる。

【0077】

また本実施形態は、

7 .

50

3. に記載の飛行型調査機において、
前記固定装置は、磁石によって前記構造物に固定可能な装置である、
ことを特徴とする飛行型調査機、としたので、
・強磁性体、例えば鉄製の柱、壁、梁、天井、天井クレーン、その他の重機などに磁石で固定することによって、簡易な構成で飛行型調査機を固定することができる。固定装置の磁石は、電磁石であってもよいし、永久磁石であってもよい。固定装置の磁石が電磁石である場合には、固定解除装置は、電磁石への通電を停止することで固定を解除する装置であってもよい。

【0078】

また本実施形態は、

8.

7. に記載の飛行型調査機において、
前記磁石は永久磁石である、
ことを特徴とする飛行型調査機、としたので、
・電磁石のように通電する構成が不要であり、簡易な構成で飛行型調査機を固定することができる。

【0079】

また本実施形態は、

9.

8. に記載の飛行型調査機において、
前記固定解除装置は、前記構造物と前記永久磁石との間を離間させることで固定を解除する装置である、
ことを特徴とする飛行型調査機、としたので、
・固定解除装置は、被固定箇所と永久磁石との間を離間させることで確実に固定を解除することができる。簡易な構成で飛行型調査機を固定することができる。

【0080】

また本実施形態は、

10.

1. に記載の飛行型調査機において、
前記調査装置は、周囲の映像を撮影する撮影装置を含む、
ことを特徴とする飛行型調査機、としたので、
・人間が進入できない場所を撮影することができ、容易に状況把握をすることができる。
・また、飛行型調査機が、他の飛行型調査機に対する動作指示を受信し、該動作指示を該他の飛行型調査機に対して送信するとともに、該他の飛行型調査機からの調査結果を受信し、該調査結果を送信する中継装置をさらに備えた場合には、飛行型調査機が、周囲の映像を撮影する撮影装置によって他の飛行型調査機を撮影することで、他の飛行型調査機の周囲を映像で確認することができ、他の飛行型調査機を操縦しやすくすることができる。

【0081】

また本実施形態は、

11.

4. に記載の飛行型調査機と、
操作者が操作する端末装置と、
を備え、
前記端末装置は、
操作者による前記飛行型調査機に対する動作指示の入力を受け付ける動作指示入力装置と、
前記動作指示入力装置で受け付けた動作指示を送信する動作指示送信装置と、
調査結果を受信する調査結果受信装置と、
を有する、
ことを特徴とする飛行型調査機を用いた調査システム、としたので、

10

20

30

40

50

・操作者は端末装置を操作することで、離れた場所にある飛行型調査機を操作することができ、より安全、確実な調査を実施することができる。

【0082】

また本実施形態は、

12.

周囲の状況を調査する調査装置を搭載し、飛行装置により飛行する飛行型調査機を用いた調査方法において、

前記飛行装置によって飛行した後、固定装置によって任意の構造物に固定し、

前記固定装置によって固定した状態で、前記調査装置によって周囲の調査を行う、ことを特徴とする飛行型調査機を用いた調査方法、としたので、

10

・2次災害のリスクを避け、安全、確実に、長時間にわたる調査が可能な飛行型調査機を用いた調査方法を提供することができる。

【0083】

また実施形態は、

13.

12.に記載の飛行型調査機を用いた調査方法において、

複数の前記飛行型調査機を用い、

前記複数の飛行型調査機のうちの一は第一の飛行型調査機であり、

前記複数の飛行型調査機のうちの一は第二の飛行型調査機であり、

前記第一の飛行型調査機を前記固定装置によって任意の構造物に固定し、

20

前記第一の飛行型調査機を前記固定装置によって固定した状態で、該第一の飛行型調査機によって前記第二の飛行型調査機を撮影し、

操作者は、前記第一の飛行型調査機によって撮影した前記第二の飛行型調査機の映像を見ながら、前記第二の飛行型調査機を操縦する、

ことを特徴とする飛行型調査機を用いた調査方法、としたので、

・複数の飛行型調査機を用いて、第二の飛行型調査機の操縦をしやすくすることができる。

【0084】

以上説明したように、例えば災害により損傷した建屋や崩壊の可能性があるトンネル等の例えば閉空間の人手による調査では2次災害の危険が伴う。本実施形態によれば、このような閉空間の調査を2次災害のリスクを避けて、安全に調査することができる。さらに、工場、プラントではフロアの天井が高い場合も多く、調査対象が高所に存在する場合も多い。そのような対象を調査する場合、人が行ける場合でも調査時の2次災害のリスクは高くなる。さらに、建屋内に複数のフロアを持っている場合も、例えば、上層階フロアは移動に時間がかかるため放射線環境下である場合等は調査のリスクが高い。そのような場合にも本実施形態の飛行型調査機によれば安全に調査を実施することができる。

30

【0085】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。

例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

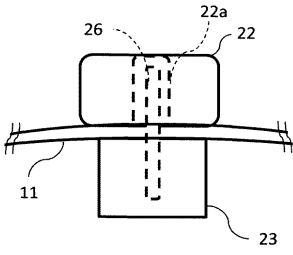
40

【符号の説明】

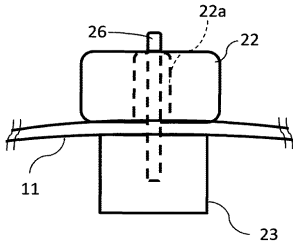
【0086】

10...飛行体、11...外殻、13...2重反転式プロペラ、14a、14b...プロペラ方向制御装置、15...バッテリー、17...雲台、18...カメラ、21...姿勢検出装置、22...固定装置、23...固定解除装置、24...無線中継機、25...映像中継機、30...第二の飛行体、40...遠隔制御装置。

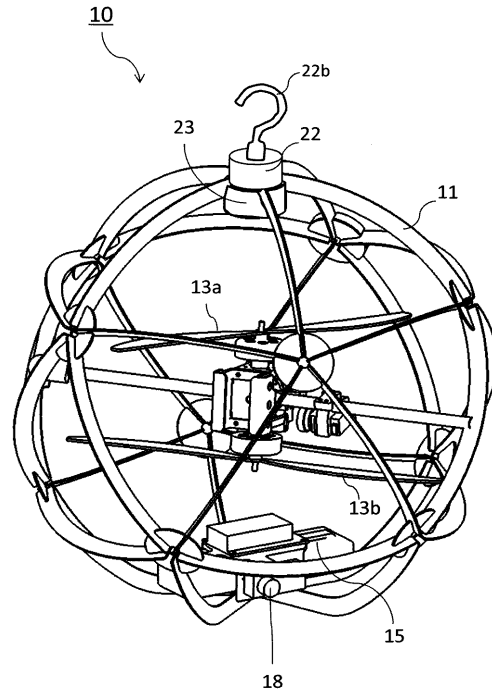
【図5A】



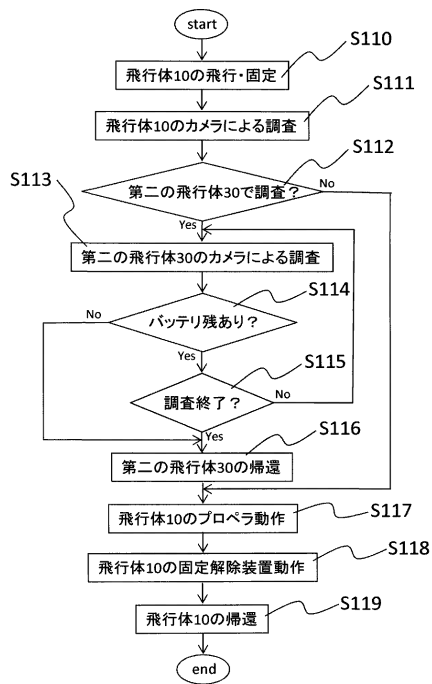
【図5B】



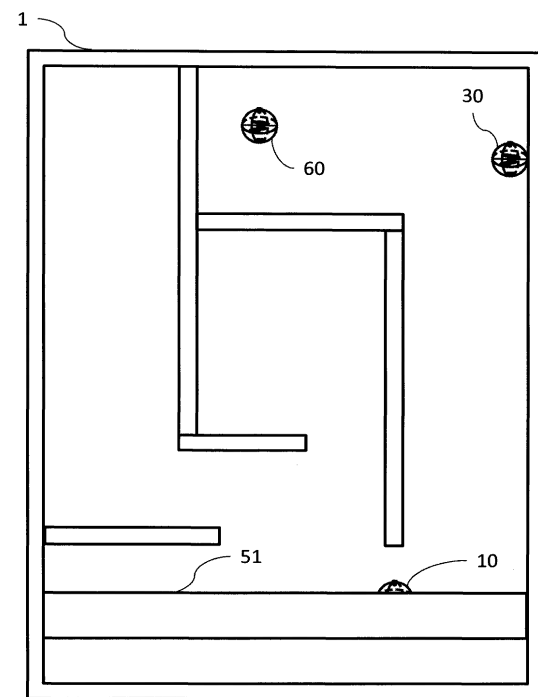
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)	
B 6 4 C	13/20	(2006.01)	B 6 4 C	13/20	Z
B 6 4 D	27/24	(2006.01)	B 6 4 D	27/24	

(72)発明者 山本 晃弘
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

株式会社日立製作所内

(72)発明者 米谷 豊
茨城県日立市幸町三丁目1番1号
株式会社内

日立GEニュークリア・エナジー

(72)発明者 大谷 健一
茨城県日立市幸町三丁目1番1号
株式会社内

日立GEニュークリア・エナジー