

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号

特許第7007678号
(P7007678)

(45)発行日 令和4年1月25日(2022. 1. 25)

(24)登録日 令和4年1月12日(2022. 1. 12)

(51)Int. Cl. F I
 B 6 4 C 27/08 (2006. 01) B 6 4 C 27/08
 B 6 4 C 37/02 (2006. 01) B 6 4 C 37/02
 B 6 4 F 1/08 (2006. 01) B 6 4 F 1/08

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21)出願番号	特願2021-132002(P2021-132002)	(73)特許権者	592158969 西武建設株式会社 東京都豊島区南池袋一丁目16番15号
(22)出願日	令和3年8月13日(2021. 8. 13)	(73)特許権者	000125370 学校法人東京理科大学 東京都新宿区神楽坂一丁目3番地
審査請求日	令和3年8月24日(2021. 8. 24)	(73)特許権者	501267357 国立研究開発法人建築研究所 茨城県つくば市立原1番地3
早期審査対象出願		(73)特許権者	521359302 株式会社ケイ・パックス 千葉県佐倉市藤治台5番地3
		(74)代理人	100137338 弁理士 辻田 朋子

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ドローン及びそれを用いた壁面点検システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ドローン本体と、所定の壁面に当接する当接面が形成され、前記壁面上で回転しない当接部と、前記ドローン本体と前記当接部とを連結する連結部と、を備え、

前記ドローン本体は、飛行手段と、前記飛行手段を制御する制御手段と、前記飛行手段及び前記制御手段が設けられるドローン構成体と、を有し、

前記当接部は、前記ドローン本体よりも前方に配置されるように、前記連結部から突設され、

前記連結部には、前記壁面に対して所定の点検動作を行う点検装置が設けられ、

前記当接面の全面が前記壁面に当接した状態において、前記ドローン本体の姿勢が、斜め下方に向かう傾斜姿勢となるように構成され、

前記当接面は、弾性素材により形成され、上下方向に間隔を空けて複数設けられ、

前記複数の当接面は、同一平面上に設けられ、前記壁面に対して同時に面接触可能に構成されている、ドローン。

【請求項2】

前記ドローン構成体は、細長棒状体により、骨組状に構成されている、請求項1に記載のドローン。

【請求項3】

前記連結部は、細長棒状体により、骨組状に構成されている、請求項1又は2に記載のドローン。

【請求項 4】

前記連結部は、前記ドローン本体の左右に設けられた一对の側部と、略直線状に形成され、前記ドローン本体の前方から立設された一对の前方支持部と、略直線状に形成され、前記前方支持部と前記各当接部とを連結する突設部と、を含み、

前記各側部には、前記ドローン本体に連結され上方に延びる前記細長棒状体と、この上方に延びる前記細長棒状体から延設され、前方に延びる前記細長棒状体と、が設けられ、上方の前記当接部に連結された突設部は、前記各側部に設けられた、前方に延びる前記細長棒状体から延設されている、請求項 3 に記載のドローン。

【請求項 5】

前記制御手段は、平面視で、前記ドローン構成体の略中央に設けられ、

前記飛行手段は、平面視で、前記制御手段の四方にそれぞれ設けられ、

前記連結部は、点検装置保持部を含み、

前記点検装置保持部には、前記細長棒状体で囲われた、前記点検装置が設けられる空間が形成され、

前記空間は、前記制御手段の略直上に形成されている、請求項 4 に記載のドローン。

【請求項 6】

前記細長棒状体は、中空状である、請求項 2 ~ 5 の何れかに記載のドローン。

【請求項 7】

前記飛行手段と前記制御手段とを電氣的に接続する導線は、前記細長棒状体の内部に収容されている、請求項 6 に記載のドローン。

【請求項 8】

前記連結部には、前記点検装置を、前記壁面の面方向と略垂直方向に往復摺動させる摺動手段が設けられている、請求項 1 ~ 7 の何れかに記載のドローン。

【請求項 9】

前記点検装置は、前記壁面を削孔するドリル装置である、請求項 1 ~ 8 の何れかに記載のドローン。

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 の何れかに記載のドローンと、前記壁面の面方向に沿って設けられたガイドワイヤーと、前記ガイドワイヤーを支持するワイヤー支持手段と、を備え、

前記ドローンは、前記ガイドワイヤーに取付けられ、

前記ワイヤー支持手段は、前記ガイドワイヤーの巻出し及び巻取りを行うウィンチ装置を有し、

前記ガイドワイヤーは、前記ウィンチ装置により張設され、

前記ドローンは、前記ウィンチ装置により張設された前記ガイドワイヤーの張力で、前記壁面に向かって押圧されることで、前記ガイドワイヤーと前記壁面との間に挟持される、壁面点検システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ドローン及びそれを用いた壁面点検システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、スマートフォンやインターネットといったテクノロジーの発展を背景に、ドローンが世界的に普及している。ドローンとは、遠隔操作や自動制御によって無人で飛行できる航空機であり、マルチコプターとも呼ばれる。

【0003】

ドローンの利用用途としては、予め装着されたカメラや点検器具を用いて、特に高層ビルの外壁等、人力のみで実施困難な範囲の空撮や点検等を行うことが挙げられる。

【0004】

ところで、ドローンをこのような用途で用いる場合、天候の影響や操縦ミス等により対

10

20

30

40

象とする外壁からドローンが離れていかないよう、安定した飛行位置を維持する工夫が必要となる。

【0005】

これに対し、本発明者等は、特許文献1及び特許文献2に示される外壁点検システムを提案した。

【0006】

これらの外壁点検システムは、ドローンに連結された点検装置を、建設物の屋上や建設物の立設面から延びるガイドワイヤーに連結し、ウィンチ装置によるワイヤーの張設・弛緩動作でもって、点検装置を外壁に対して位置決めする。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特許6877013号公報

【特許文献2】特許6877723号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

前述した本発明者等による先の提案によって、外壁点検において、所定の点検装置を外壁に容易に位置決めすることが可能となる。

【0009】

しかしながら、先の提案によっても、なお、以下のような改善すべき問題点が残されている。

【0010】

即ち、ウィンチ装置の配設、ドローンとフレームとの連結等、システム全体を構築する労力が大きく、また、ドローンのみで点検装置を一時的に位置決めすることが困難である、という問題点である。

これにより、先の提案を所定の壁面に適用する場合、ある程度の人数や技術力が必要となり、汎用性に欠ける。

【0011】

本発明は上記のような実状に鑑みてなされたものであり、簡易な構成でもって、点検装置を壁面に対して容易に、且つ安定的に位置決めすることが可能なドローン及びそれを用いた壁面点検システムを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するために、本発明は、ドローン本体と、所定の壁面に当接する当接面が形成された当接部と、前記ドローン本体と前記当接部とを連結する連結部と、を備え、前記ドローン本体は、飛行手段と、前記飛行手段を制御する制御手段と、前記飛行手段及び前記制御手段が設けられるドローン構成体と、を有し、

前記当接部は、前記ドローン本体よりも前方に配置されるように、前記連結部から突設され、

前記連結部には、前記壁面に対して所定の点検動作を行う点検装置が設けられ、

前記当接面の全面が前記壁面に当接した状態において、前記ドローン本体の姿勢が、斜め下方に向かう傾斜姿勢となるように構成されている。

【0013】

本発明のドローンによれば、作業者は、点検装置を壁面に対して容易に、且つ安定的に位置決めすることが可能となる。

【0014】

即ち、ドローンは通常、前方に向かって飛行させることで、プロペラの揚力の差でもって、自然と斜め下方に向かう傾斜姿勢となる。

このため、上記構成によれば、作業者は、ドローン本体を前方に向かって飛行させる簡

10

20

30

40

50

便な操作のみで、当接面の全面をスムーズに壁面に当接させることができる。

これにより、作業者は、ドローン本体の前方への推進力に基づく圧力を、当接面を介して確実に壁面に付与することができ、ドローン本体ひいては点検装置の、壁面に対する位置のブレを抑制することが可能となる。

【0015】

本発明の好ましい形態では、前記当接面は、弾性素材で形成されている。

【0016】

このような構成とすることで、ドローン本体の前方への推進力が増大するにつれて、当接面と壁面との間に強い摩擦力が生じることとなるため、点検装置の位置のブレを、さらに効果的に抑制することができる。

【0017】

本発明の好ましい形態では、前記当接面は、上下方向に間隔を空けて複数設けられ、前記複数の当接面は、同一平面上に設けられている。

【0018】

このような構成とすることで、当接面と壁面との間に生じる摩擦力を確保しつつ、当接面を小型に設計することができ、本ドローンの構成を簡素且つ軽量なものとするのが可能となる。

【0019】

本発明の好ましい形態では、前記ドローン構成体は、細長棒状体により、骨組状に構成されている。

【0020】

このような構成とすることで、ドローン構成体を簡素且つ軽量なものとするのが可能となる。

【0021】

本発明の好ましい形態では、前記連結部は、細長棒状体により、骨組状に構成されている。

【0022】

このような構成とすることで、連結部を簡素且つ軽量なものとするのが可能となる。

【0023】

本発明の好ましい形態では、前記細長棒状体は、中空状である。

【0024】

このような構成とすることで、ドローン構成体或いは連結部を、さらに軽量化することが可能となる。

【0025】

本発明の好ましい形態では、前記飛行手段と前記制御手段とを電氣的に接続する導線は、前記細長棒状体の内部に収容されている。

【0026】

このような構成とすることで、導線の破損等を防ぐと共に、本ドローン全体の良好な美観を維持することが可能となる。

【0027】

本発明の好ましい形態では、前記点検装置保持部には、前記点検装置が設けられ、前記点検装置保持部には、前記点検装置を、前記壁面の面方向と略垂直方向に往復摺動させる摺動手段が設けられている。

【0028】

このような構成とすることで、作業者は、点検装置を、本ドローンと共に壁面に位置決めした後、点検装置と壁面との間の距離を自在に調整することが可能となる。

【0029】

本発明の好ましい形態では、前記点検装置保持部には、前記点検装置が設けられ、前記点検装置は、前記壁面を削孔するドリル装置である。

【0030】

10

20

30

40

50

このような構成とすることで、本ドローンで、ドリル法による中性化深さ試験を行うことが可能となる。

【0031】

また、本発明は、壁面点検システムであって、
上記したドローンと、前記壁面の面方向に沿って設けられたガイドワイヤーと、前記ガイドワイヤーを支持するワイヤー支持手段と、を備え、
前記ドローンは、前記ガイドワイヤーに取付けられ、
前記ワイヤー支持手段は、前記ガイドワイヤーの巻出し及び巻取りを行うウィンチ装置を有し、
前記ガイドワイヤーは、前記ウィンチ装置により張設され、
前記ドローンは、前記ウィンチ装置により張設された前記ガイドワイヤーの張力で、前記壁面に向かって押圧されることで、前記ガイドワイヤーと前記壁面との間に挟持される。

10

【発明の効果】

【0032】

本発明によれば、簡易な構成でもって、点検装置を壁面に対して容易に、且つ安定的に位置決めすることが可能なドローン及びそれを用いた壁面点検システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の実施形態に係るドローンの概略斜視図である。
【図2】本発明の実施形態に係るドローンの平面図である。
【図3】本発明の実施形態に係るドローンの(a)側面図、(b)背面図である。
【図4】本発明の実施形態に係るドローンの(a)拡大側面図、(b)拡大正面図である。
【図5】本発明の実施形態に係るドローンの使用方法の説明図である。
【図6】本発明の実施形態に係るドローンの使用方法の説明図である。
【図7】本発明の実施形態に係る壁面点検システムの使用方法の説明図である。
【図8】本発明の実施形態に係る壁面点検システムの使用方法の説明図である。
【図9】本発明の実施形態に係る壁面点検システムの使用方法の説明図である。
【図10】本発明の実施形態に係る壁面点検システムの使用方法の説明図である。

20

30

【発明を実施するための形態】

【0034】

以下、図面を用いて、本発明の実施形態に係るドローンについて説明する。
なお、以下に示す実施形態は本発明の一例であり、本発明を以下の実施形態に限定するものではない。
また、これらの図において、符号Xは、本実施形態に係るドローンを示す。
また、以下説明の便宜上、図1及び図2に示すx軸方向を前後方向、y軸方向を左右方向、z軸方向を上下方向とする。

【0035】

以下、図1及び図2を用いて、ドローンXの構成について説明する。
なお、図1及び図2では、点検装置Vを省略している。
また、図2では、後述するドローン構成体13を構成する細長棒状体を点線で、後述する連結部3を構成する細長棒状体を実線で示している。

40

【0036】

図1及び図2に示すように、ドローンXは、ドローン本体1と、所定の壁面W(図4等参照)に当接する当接面Tが形成された当接部2と、ドローン本体1と当接部2とを連結する連結部3と、を備えている。

【0037】

ドローン本体1は、飛行手段11と、飛行手段11を制御する制御手段12と、飛行手

50

段 1 1 及び制御手段 1 2 が設けられるドローン構成体 1 3 と、を有している。

【 0 0 3 8 】

飛行手段 1 1 は、本実施形態においては、一般的なドローンと同様に複数のプロペラ装置であり、二枚羽のプロペラ本体 1 1 a と、プロペラ本体 1 1 a を回転駆動させるモータ部 1 1 b と、モータ部 1 1 b とドローン構成体 1 3 とを連結するブラケット 1 1 c と、を含む。

【 0 0 3 9 】

制御手段 1 2 は、平面視で、ドローン構成体 1 3 の略中央に設けられており、各モータ部 1 1 b の駆動状態を個別に制御可能することで、ドローン X の空中での姿勢や、移動方向、移動速度等を制御する、所謂フライトコントローラである。

10

これにより、作業者は、制御手段 1 2 と無線で接続されたりリモコンを用いて、ドローン X 全体を、三次元的に自在に飛行させることができる。

【 0 0 4 0 】

ドローン構成体 1 3 は、全体として、略円柱状の細長棒状体により、骨組状に構成されており、プロペラ本体 1 1 a の回転軸と略垂直な平面に沿って形成された構成体本体 1 3 a と、構成体本体 1 3 a から下方に突設された複数の脚部 1 3 b と、を含む。

なお、ドローン構成体 1 3 を構成する細長棒状体は、中空状である。

また、細長棒状体は、例えばカーボン等の軽量素材を用いて形成されている。

【 0 0 4 1 】

構成体本体 1 3 a は、飛行手段 1 1 や制御手段 1 2 が設けられ、平面視で略田字状に形成された第一構成体 p 1 と、第一構成体 p 1 から前方に突設された、平面視で略コ字状の第二構成体 p 2 と、第一構成体 p 1 から後方に突設された、平面視で略コ字状の第三構成体 p 3 と、第一構成体 p 1 から左方に突設された、平面視で略 E 字状の第四構成体 p 4 と、第一構成体 p 1 から右方に突設された、平面視で略 E 字状の第五構成体 p 5 と、により構成されている。

20

【 0 0 4 2 】

また、これらの各構成体 p 1 ~ p 5 は、直線状或いは湾曲させた略同一径の複数の細長棒状体を、継手 j によって連結することで、骨組状に構成されている。

継手 j は、連結本数や連結方向に応じて、三方 ~ 五方の継手 j が適宜用いられる。

【 0 0 4 3 】

また、第一構成体 p 1 の左右側方に用いられる、前後方向に延びる細長棒状体には、その外部と内部を連通する連通孔 h が、各飛行手段 1 1 の近傍に、1箇所ずつ設けられている。さらに、制御手段 1 2 に覆われている細長棒状体にも、1箇所ないしは複数の連通孔（図示せず）が設けられている。

30

そして、各モータ部 1 1 b と制御手段 1 2 とを電気的に接続する各導線 k は、各連通孔 h を介して細長棒状体の内部を通り、制御手段 1 2 下方の連通孔を介して外部に出ることで、制御手段 1 2 に接続されている。

【 0 0 4 4 】

脚部 1 3 b は、平面視で第一構成体 p 1 の四隅に配置されるように 4 つ設けられ、各脚部 1 3 b の下端には、略円柱状のゴム脚 r が設けられている。

40

また、各脚部 1 3 b は、三本の細長棒状体を継手 j で連結することにより構成されており、鉛直に延びる細長棒状体は、構成体本体 1 3 a に設けられた継手 j と連結している。

なお、他の細長棒状体も、例えば、外方から嵌めこみ可能な可撓性を有する継手（図示せず）を用いて、構成体本体 1 3 a に連結される。

【 0 0 4 5 】

当接部 2 は、全体として弾性素材により形成された略円柱状体であり、その先端面が当接面 T である。

また、各当接面 T は、同一平面上に設けられている。

【 0 0 4 6 】

連結部 3 は、ドローン構成体 1 3 と同様に、全体として、略円柱状の細長棒状体により

50

、骨組状に構成されており、ドローン本体 1 から上方に立設されている。

なお、連結部 3 に用いられる細長棒状体は、中空状であり、ドローン構成体 1 3 に用いられる細長棒状体と略同一径である。

【 0 0 4 7 】

また、連結部 3 は、壁面 W に対して所定の点検動作を行う点検装置 V (図 3 等参照) が設けられる、点検装置保持部 3 1 と、略直線状に形成された一对の前方支持部 3 2 と、略 L 字状に形成された一对の側方支持部 3 3 と、略直線状に形成され、前方支持部 3 2 と当接部 2 とを連結する突設部 3 4 と、を含む。

なお、連結部 3 を構成する上記構成要素は、単一の連続した細長棒状体として示しているが、ドローン構成体 1 3 と同様に、複数の細長棒状体を継手 j で連結することにより、

10

【 0 0 4 8 】

点検装置保持部 3 1 は、第一構成体 p 1 から上方に立設された一对の側部 q 1 と、各側部 q 1 に懸架された複数の懸架部 q 2 と、により構成されている。

各側部 q 1 と各懸架部 q 2 とにより、点検装置保持部 3 1 には、細長棒状体で囲われた、略直方体状の空間が形成されている。

【 0 0 4 9 】

各側部 q 1 は、側面視で斜め上方に伸びる略 F 字状に形成されている。

また、各側部 q 1 は、特に図 2 に示すように、平面視で左右対称となるように設けられている。

20

【 0 0 5 0 】

各懸架部 q 2 は、各側部 q 1 の上方を懸架する第一懸架部 q 2 1、第二懸架部 q 2 2 及び第三懸架部 q 2 3、各側部 q 1 の下方を懸架する第四懸架部 q 2 4 (図 3 (b) 参照) 及び第五懸架部 q 2 5 により構成されている。

【 0 0 5 1 】

各前方支持部 3 2 は、第二構成体 p 2 の前方両端から斜め後方に立設され、各側部 q 1 の前端に連結されている。

【 0 0 5 2 】

各側方支持部 3 3 は、それぞれ、第四構成体 p 4 の右端及び第五構成体 p 5 の左端から上方に立設され、各側部 q 1 に連結している。

30

【 0 0 5 3 】

突設部 3 4 は、各前方支持部 3 2 に対して、上下方向に間隔を空けて 2 つ設けられている。

また、各突設部 3 4 は、特に図 2 に示すように、平面視で左右対称となるように設けられ、側面視で、略同一の角度で斜め上方に伸びて設けられている。

なお、各突設部 3 4 の伸びる角度は、各側部 q 1 の伸びる角度と略同一となされていることで、上方の突設部 3 4 は、各側部 q 1 の上方の細長棒状体から延設された態様となされている。

【 0 0 5 4 】

ここで、当接部 2 が各突設部 3 4 の先端にそれぞれ設けられることで、ドローン X は計 4 つの当接部 2 を備えている。

40

また、各当接部 2 は、各突設部 3 4 により、ドローン本体 1 よりも前方に配置されるように、連結部 3 から突設されている。

【 0 0 5 5 】

以下、図 3 及び図 4 を用いて、上記した点検装置保持部 3 1 に点検装置 V を設けた態様について説明する。

なお、図 4 (b) は、図 4 (a) に示す点検装置 V を、図 4 (a) の矢印方向から見た正面図である。

【 0 0 5 6 】

。

50

図3に示すように、点検装置Vを設ける場合、点検装置保持部31に摺動手段m及び支持手段nを設ける。

【0057】

摺動手段mは、第一懸架部q21及び第二懸架部q22に設けられたブラケットf1を介して、点検装置保持部31が形成する空間に設けられている。

また、摺動手段mの後述するレール部m1の上面は、ブラケットf1の端部と、小ねじや接着剤等所定の連結手段により連結されている。

【0058】

ブラケットf1は、第一懸架部q21及び第二懸架部q22それぞれに間隔を空けて一対設けられた、上下方向に延びる部材であり、その各上端部が、第一懸架部q21や第二懸架部q22に連結されている。

10

【0059】

支持手段nは、第五懸架部q25に設けられたブラケットf2を介して、点検装置保持部31が形成する空間に設けられている。

【0060】

ブラケットf2は、第五懸架部q25に一つ設けられた、上下方向に延びる部材であり、その下端部が、第五懸架部q25に連結されている。

【0061】

図4を用いて摺動手段m及び支持手段nについて詳述すれば、摺動手段mは、レール部m1と、レール部m1に沿って往復摺動するブラケットm2と、ブラケットm2に連結された薄板状体m3と、ブラケットm2の往復摺動動作を制御する制御手段m4と、により構成されている。

20

支持手段nは、ブラケットf2から上方に突設され、その上端部が、後述するシャフトV3を安定的に載置可能となるように、半円状に湾曲している。

なお、図4(b)では、ブラケットf1及びブラケットf2に設けられている貫通孔を、点線で示している。

【0062】

点検装置Vは、本実施形態においては、壁面Wを削孔するドリル装置であり、壁面Wに貫入するドリル部V1と、ドリル部V1を回転駆動させる駆動部V2と、ドリル部V1と駆動部V2との間に設けられるシャフトV3と、駆動部V2に電力を供給するバッテリーV4と、により構成されている。

30

【0063】

なお、駆動部V2によるドリル部V1の回転駆動や、摺動手段mによる点検装置Vの摺動動作については、ドローンXを飛行させるリモコンとは異なるリモコンにより、無線で制御される。

【0064】

以下、図5～図10を用いて、本実施形態に係るドローンXの使用方法について説明する。

なお、本実施形態におけるドローンX或いは壁面点検システムSは、ドリル法と呼ばれる、中性化深さ試験に用いた壁面点検に用いられる。

40

ドリル法とは、ドリル装置を用いて対象の建設物の壁面(コンクリート)を削孔し、この際に生じた削孔粉にフェノールフタレイン等の試薬をかけ、削孔粉の色を観察することで、対象の建設物の耐久性を評価する方法である。

【0065】

以下、図5～図7を用いて、ドローンXのみを用いて壁面点検を行う例について説明する。

【0066】

まず、作業者は、図5(a)に示すように、建設物の外壁や内壁等、点検対象となる所定の壁面Wの近傍までドローンXを飛行させ、点検装置Vを、壁面Wにおける所望の位置に対向させる。

50

なお、このとき、作業者は、ドローンXをホバリング飛行させることで、その姿勢を中空で保持する。

【0067】

ここで、ドローン本体1が、図5(a)に示すように、壁面Wが立設されている立設面(地面)に対して水平な状態、即ち、ピッチ角が0度の状態におけるドローン本体1の姿勢を、水平姿勢とする。

【0068】

次に、作業者は、図5(b)に示すように、ドローンXを壁面Wに向かって前方に飛行させる。

これにより、前方の2つのプロペラ本体11aの揚力が、後方の2つのプロペラ本体11aの揚力よりも弱くなるため、ドローン本体1の姿勢は、水平姿勢からピッチ角が増大し、斜め下方に向かう傾斜姿勢となる。

このとき、作業者は、ドローン本体1に付与する前方への推進力を調整し、当接面Tの面方向と壁面Wの面方向とを略平行としておくことが好ましい。

【0069】

次に、作業者は、図6(a)に示すように、ドローンXの前方へ飛行により、当接面Tの全面を壁面Wに当接させる。

このとき、作業者が、ドローン本体1の前方へ推進力を増大させていくことで、ピッチ角が増大する方向への動きに基づく摩擦力が、当接面Tと壁面Wとの間に発生し、ドローンXは、壁面Wに対して安定的に位置決めされる。

【0070】

なお、作業者は、図5(b)や図6(a)に示すより状態もピッチ角が小さい状態で、当接面Tを壁面Wに当接させても良い。

この場合、まず下方の当接面Tの下端が壁面Wに当接することとなるが、作業者は、この状態からドローン本体1の前方へ推進力を増大させていくことで、ドローン本体のピッチ角が、下方の当接面Tの下端を軸にドローンXが回転する態様で、増大する。

これにより、作業者は、ドローンXを、図6(a)に示す状態と同様の状態とすることができる。

【0071】

次に、作業者は、図6(b)に示すように、ドリル部V1を動作させつつ、摺動手段mにより点検装置Vを前方に摺動させることで、壁面Wにドリル部V1を貫入させる。

【0072】

これにより、壁面Wの削孔が行われ、地面に削孔粉が落下することで、作業者は、この削孔粉を回収し、中性化深さ試験を行うことができる。

【0073】

また、作業者は、摺動手段mによりドリル部V1の端部を壁面Wから引き抜くことで、再度、ドローンXを飛行させることができる。

これにより、作業者は、上記と同様の手順で、ドローンXにより、壁面Wにおける、上記とは異なる箇所の削孔を行うことができる。

【0074】

以下、図7～図10を用いて、ドローンXやガイドワイヤーAによる壁面点検システムSを用いて壁面点検を行う例について説明する。

【0075】

図7及び図8に示すように、壁面点検システムSは、所定の立設面Gに立設された建築物Zの外壁(壁面W)に適用されるものであり、ドローンXと、点検装置Vと、壁面Wの面方向に沿って設けられたガイドワイヤーAと、ガイドワイヤーAを支持するワイヤー支持手段Bと、ドローンXを壁面Wから離間させる離間手段Cと、を備えている。

【0076】

点検装置Vは、特に図8に示されるように、ガイドワイヤーAと壁面Wとの間に配置されている。

10

20

30

40

50

【0077】

ガイドワイヤーAは、例えばピアノ線等の高強度な金属線であり、本実施形態においては、4本のガイドワイヤーAの各先端部が、各側方支持部33に取付けられている。

【0078】

ワイヤー支持手段Bは、建設物Zの屋上に設けられた一対の上部ワイヤー支持手段B1と、各上部ワイヤー支持手段B1の直下の立設面Gに設けられた一対の下部ワイヤー支持手段B2と、により構成されている。

なお、以下では、各上部ワイヤー支持手段B1により支持されているガイドワイヤーAを、上部ガイドワイヤーA1、各下部ワイヤー支持手段B2により支持されているガイドワイヤーAを、下部ガイドワイヤーA2と称する。

10

【0079】

上部ワイヤー支持手段B1は、特に図8に示すように、ガイドワイヤーAが巻き回されたウィンチ装置Uと、建設物ZのパラペットZ1に取付けられる基台Hと、基台Hの上部に設けられた第一ガイドローラーR1と、基台Hの側部に設けられた一対の第二ガイドローラーR2と、を有している。

下部ワイヤー支持手段B2は、ウィンチ装置Uを有している。

【0080】

ウィンチ装置Uは、遠隔操作により、電動で各ガイドワイヤーAの巻取り及び巻出し動作を行うことができる。

このため、各ウィンチ装置Uは、個別に巻取り及び巻出しを行うこともできるし、連動させて同時に巻取り及び巻出し動作を行うこともできる。

20

なお、上部ワイヤー支持手段B1のウィンチ装置Uは、基台Hの上部に設けられている。

【0081】

第一ガイドローラーR1は、ブラケットb1に支持され、略水平方向を軸に回転可能に構成されている。

【0082】

一対の第二ガイドローラーR2は、それぞれブラケットb2に支持され、壁面Wに対して略垂直方向を軸に回転可能に構成されている。

また、各第二ガイドローラーR2は、対峙して設けられることで、各上部ガイドワイヤーA1を挟み込んでいる。

30

【0083】

第一ガイドローラーR1及び第二ガイドローラーR2をこのように構成することで、各ウィンチ装置Uによる各上部ガイドワイヤーA1の巻取り及び巻出し動作が円滑に行われる。

【0084】

離間手段Cは、立設面GからドローンXに向かって延びる離間ワイヤーC1と、立設面Gに設けられ、離間ワイヤーC1が巻き回された巻取り手段C2と、を有している。

【0085】

巻取り手段C2は、遠隔操作により、電動で離間ワイヤーC1の巻取り及び巻出し動作を行うことができる。

40

【0086】

離間手段Cをこのように構成することで、作業者は、巻取り手段C2により離間ワイヤーC1を巻取り、ドローンXを、壁面Wから離間させる方向に引張ることができる。

これにより、ドローンXの不意の故障等で飛行制御が困難となった場合等に、ドローンXが壁面Wに衝突する事態を防止することができる。

【0087】

上記した壁面点検システムSを用いる場合、まず、作業者は、各ワイヤー支持手段Bを、所定の位置（本実施形態であれば建設物Zの屋上及び立設面Gにそれぞれ2箇所）に配置する。

50

【 0 0 8 8 】

次に、作業者は、各ワイヤー支持手段 B（ウィンチ装置 U）に巻き回されている各ガイドワイヤー A を巻出し、各ガイドワイヤー A の端部を各側方支持部 3 3 に締結する。

また、作業者は、巻取り手段 C 2 に巻き回されている離間ワイヤー C 1 を巻出し、離間ワイヤー C 1 の端部を、第一構成体 p 1 の後方に締結する。

【 0 0 8 9 】

次に、作業者は、図 7 及び図 8 に示すように、点検対象となる壁面 W の近傍までドローン X を飛行させ、点検装置 V を、壁面 W における所望の位置に対向させる。

なお、このとき、作業者は、ドローン X をホバリング飛行させることで、その姿勢を中空で保持する。

【 0 0 9 0 】

次に、作業者は、図 5（b）に示した状態と同様に、ドローン X を壁面 W に向かって前方に飛行させることで、図 6（a）に示した状態と同様に、当接面 T の全面を、壁面 W に当接させる。

また、作業者は、図 6（b）に示した状態と同様に、ドリル部 V 1 を動作させつつ、摺動手段 m により点検装置 V を前方に摺動させることで、壁面 W にドリル部 V 1 を貫入させる。

【 0 0 9 1 】

これにより、壁面 W の削孔が行われ、立設面 G に削孔粉が落下することで、作業者は、この削孔粉を回収し、中性化深さ試験を行うことができる。

【 0 0 9 2 】

このとき、作業者は、各ウィンチ装置 U により、各ガイドワイヤー A を巻取り、各ガイドワイヤー A を張設することができる。

これにより、壁面点検システム S は、図 9 に示す状態から、図 1 0 に示す状態となる。

【 0 0 9 3 】

即ち、各ガイドワイヤー A が張設されることにより、各ガイドワイヤー A の弛緩部分が、壁面 W に向かって移動し、各ガイドワイヤー A が連結されているドローン X が、各ガイドワイヤー A の張力でもって、壁面 W に向かって押圧される。

そして、壁面 W と各ガイドワイヤー A とで、ドローン X を挟持する態様となり、ドローン X が壁面 W に、さらに安定的に位置決めされる。

【 0 0 9 4 】

また、作業者は、摺動手段 m によりドリル部 V 1 の端部を壁面 W から引き抜き、ワイヤー支持手段 B により各ガイドワイヤー A を弛緩させることで、再度、ドローン X を飛行させることができる。

これにより、作業者は、上記と同様の手順で、ドローン X により、壁面 W における、上記とは異なる箇所での削孔を行うことができる。

【 0 0 9 5 】

なお、壁面点検を終了する場合、作業者は、上記の通り、ドリル部 V 1 を壁面 W から引き抜き、各ガイドワイヤー A を弛緩させた後、ドローン X を建設物 Z の屋上或いは立設面 G に着陸させる。

【 0 0 9 6 】

また、作業者は、ドローン X と各ガイドワイヤー A の締結を解消することで、ドローン X を回収する。

そして、作業者は、各ウィンチ装置 U により、各ガイドワイヤー A を巻取った後、各ワイヤー支持手段 B を回収する。

【 0 0 9 7 】

本実施形態によれば、作業者は、ドローン本体 1 の前方への推進力に基づく圧力を、当接面 T を介して確実に壁面 W に付与することができ、ドローン本体 1 ひいては点検装置 V の、壁面 W に対する位置のブレを抑制することが可能となる。

【 0 0 9 8 】

10

20

30

40

50

また、当接面 T が弾性素材で形成されていることで、ドローン本体 1 の前方への推進力が増大するにつれて、当接面 T と壁面 W との間に強い摩擦力が生じることとなるため、点検装置 V の位置のブレを、さらに効果的に抑制することができる。

【 0 0 9 9 】

また、当接面 T が上下方向に間隔を空けて、同一平面上に複数設けられていることで、当接面 T と壁面 W との間に生じる摩擦力を確保しつつ、当接面 T を小型に設計することができ、ドローン X の構成を簡素且つ軽量なものとするのが可能となる。

【 0 1 0 0 】

また、ドローン構成体 1 3 が、細長棒状体により骨組状に構成されていることで、ドローン構成体 1 3 を簡素且つ軽量なものとするのが可能となる。

10

【 0 1 0 1 】

また、連結部 3 が、細長棒状体により骨組状に構成されていることで、連結部 3 を簡素且つ軽量なものとするのが可能となる。

【 0 1 0 2 】

また、細長棒状体が中空状であることで、ドローン構成体 1 3 及び連結部 3 を、さらに軽量化することが可能となる。

【 0 1 0 3 】

また、飛行手段 1 1 (モータ部 1 1 b) と制御手段 1 2 とを電氣的に接続する導線 k が細長棒状体の内部に收容されていることで、導線 k の破損等を防ぐと共に、ドローン X 全体の良好な美観を維持することが可能となる。

20

【 0 1 0 4 】

また、摺動手段 m により、作業者は、点検装置 V を、ドローン X と共に壁面 W に位置決めした後、点検装置 V と壁面 W との間の距離を自在に調整することが可能となる。

【 0 1 0 5 】

また、点検装置 V が壁面 W を削孔するドリル装置であることで、ドローン X で、ドリル法による中性化深さ試験を行うことが可能となる。

【 0 1 0 6 】

なお、上述の実施形態において示した各構成部材の諸形状や寸法等は一例であって、設計要求等に基づき種々変更可能である。

【 0 1 0 7 】

例えば、上記の実施形態では、ドローン X 或いは壁面点検システム S を、ドリル法と呼ばれる、中性化深さ試験 (破壊式調査) に用いた例を示したが、点検装置 V を、ドリル装置の代わりにカメラやシュミットハンマーとしても良い。

30

この場合、カメラであれば、赤外線サーモグラフィによる非接触式調査を、シュミットハンマーであれば、シュミットハンマー法による接触式調査を、それぞれ行うことができる。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 8 】

X ドローン
 1 ドローン本体
 1 1 飛行手段
 1 2 制御手段
 1 3 ドローン構成体
 2 当接部
 T 当接面
 3 連結部
 V 点検装置
 W 壁面
 A ガイドワイヤー
 B ワイヤー支持手段

40

50

- C 離間手段
- Z 建設物
- G 立設面
- S 壁面点検システム

【要約】

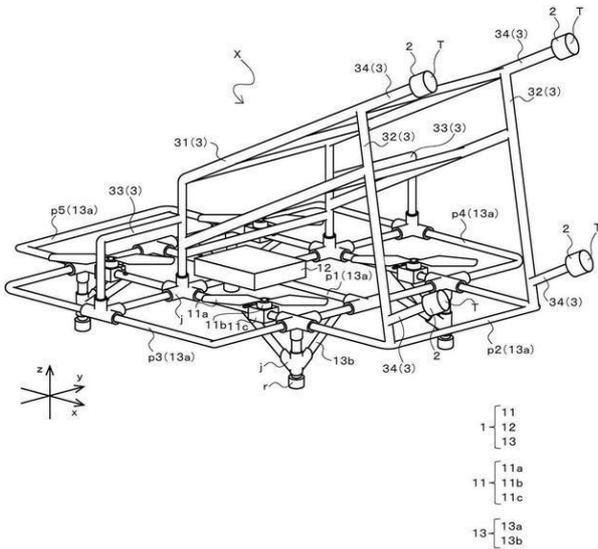
【課題】簡易な構成でもって、点検装置を壁面に対して容易に、且つ安定的に位置決めすることが可能なドローン及びそれを用いた壁面点検システムを提供する。

【解決手段】ドローン本体 1 と、所定の壁面 W に当接する当接面 T が形成された当接部 2 と、ドローン本体 1 と当接部 2 とを連結する連結部 3 と、を備え、ドローン本体 1 は、飛行手段 1 1 と、飛行手段 1 1 を制御する制御手段 1 2 と、飛行手段 1 1 及び制御手段 1 2 が設けられるドローン構成体 1 3 と、を有し、当接部 2 は、ドローン本体 1 よりも前方に配置されるように、連結部 3 から突設され、連結部 3 には、壁面 W に対して所定の点検動作を行う点検装置 V が設けられ、当接面 T の全面が壁面 W に当接した状態において、ドローン本体 1 の姿勢が、斜め下方に向かう傾斜姿勢となるように構成されている。

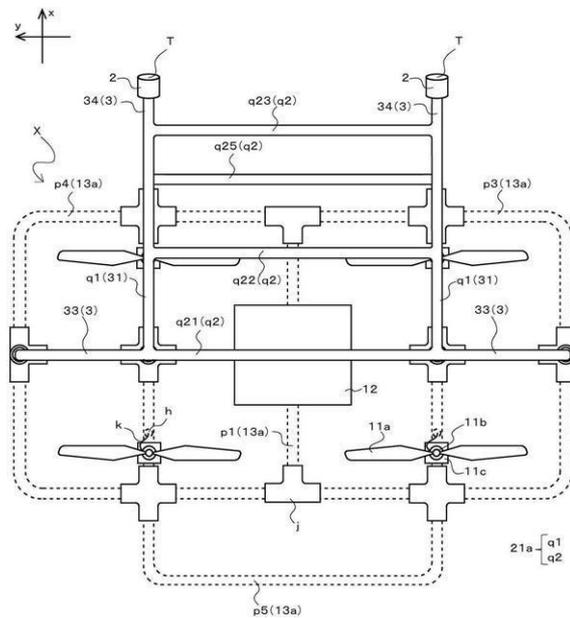
10

【選択図】図 1

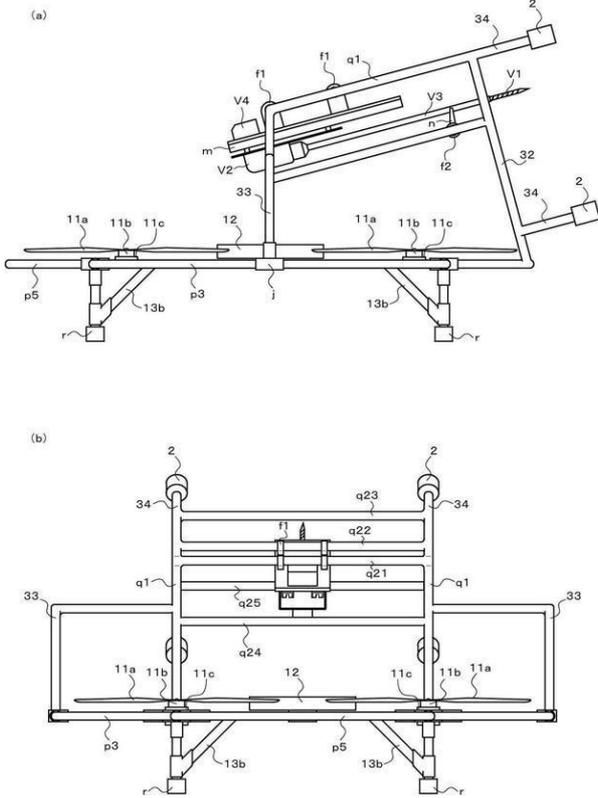
【図 1】



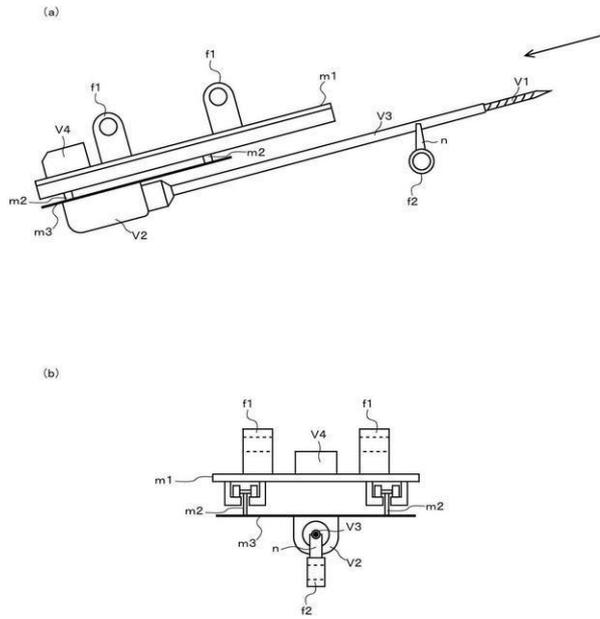
【図 2】



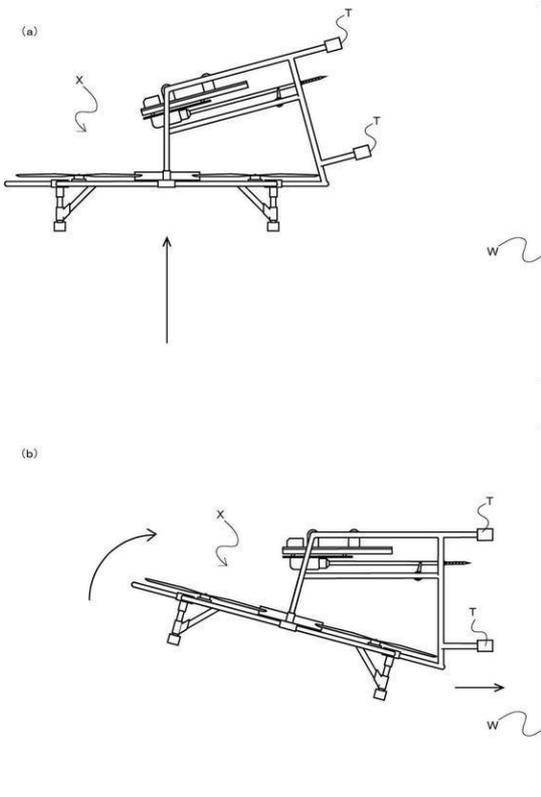
【図3】



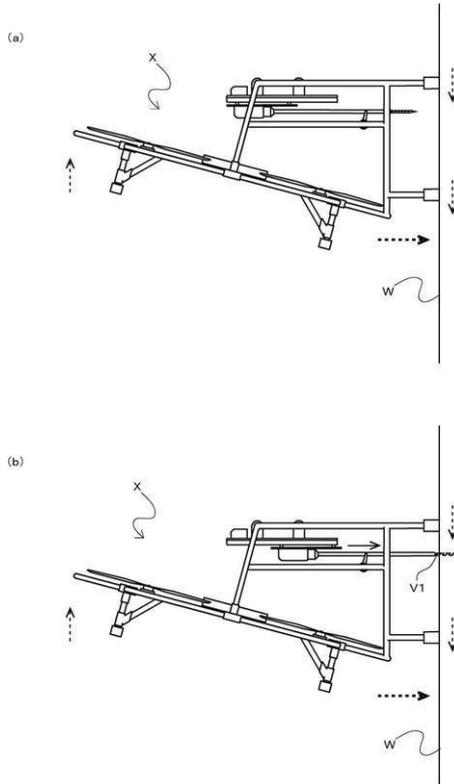
【図4】



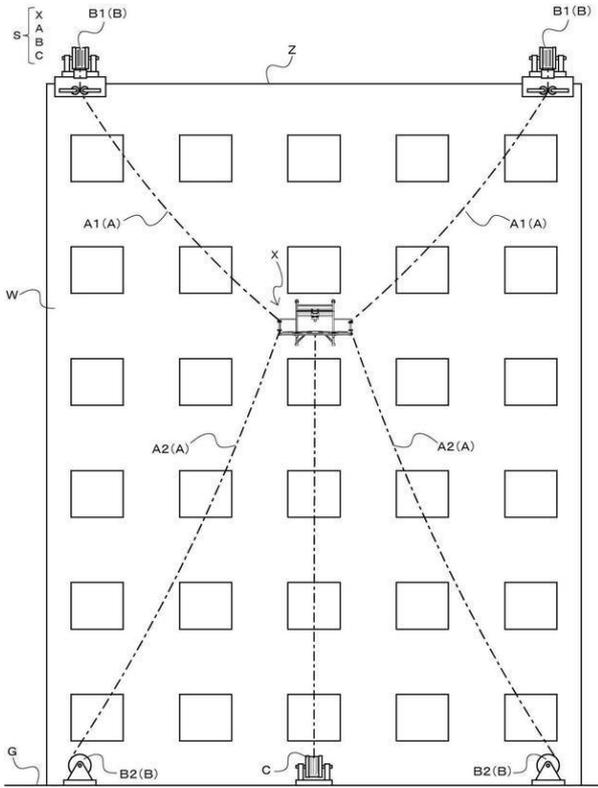
【図5】



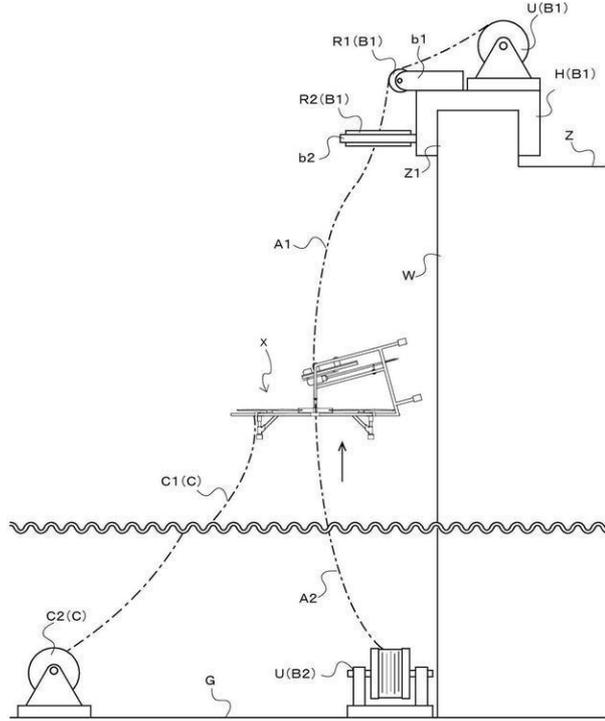
【図6】



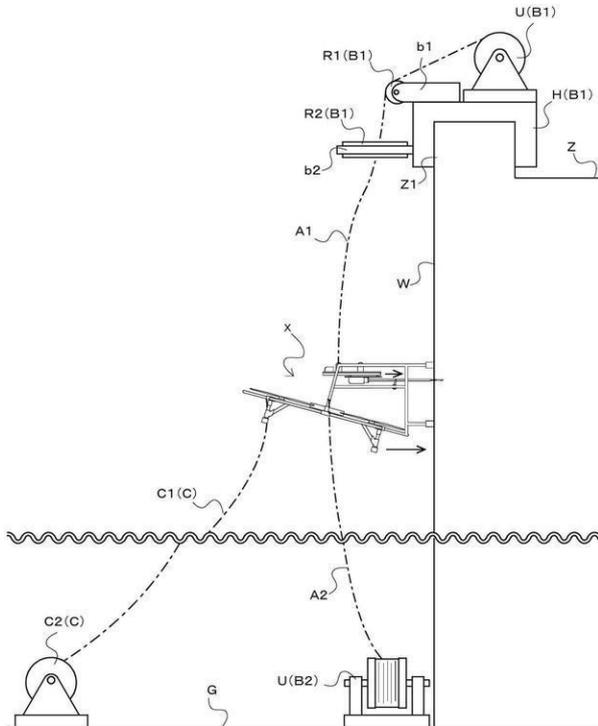
【 図 7 】



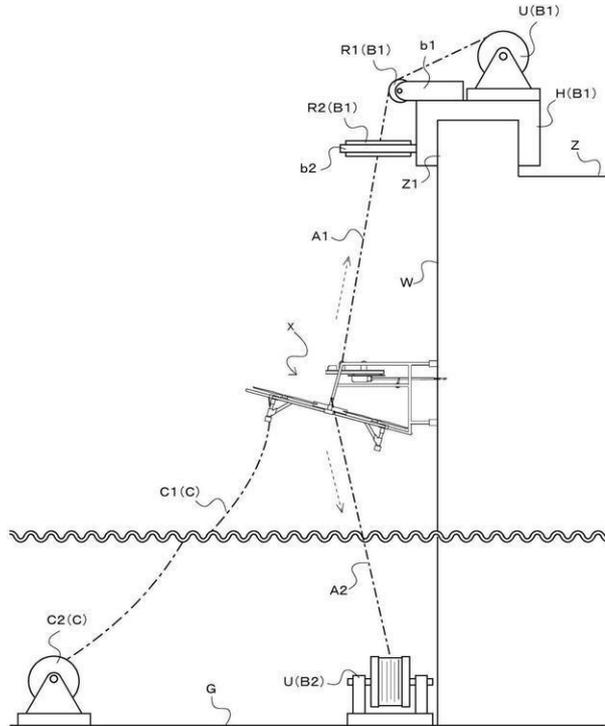
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

- (72)発明者 二村 憲太郎
埼玉県所沢市くすのき台1丁目11番地の1 西武建設株式会社内
- (72)発明者 兼松 学
東京都新宿区神楽坂一丁目3番地 学校法人東京理科大学内
- (72)発明者 宮内 博之
茨城県つくば市立原1番地3 国立研究開発法人建築研究所内
- (72)発明者 河内 義彦
千葉県佐倉市藤治台5番地3 株式会社ケイ・パックス内

審査官 塚本 英隆

- (56)参考文献 特開2020-049981(JP, A)
特開2018-130983(JP, A)
特開2019-089470(JP, A)
特開2016-132267(JP, A)
特開2019-093749(JP, A)
特許第6877723(JP, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 4 C 2 7 / 0 8
B 6 4 C 3 7 / 0 2
B 6 4 F 1 / 0 8