

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7119032号

(P7119032)

(45)発行日 令和4年8月16日(2022.8.16)

(24)登録日 令和4年8月5日(2022.8.5)

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 G	1/02	(2006.01)	H 0 2 G	1/02
B 6 4 C	39/02	(2006.01)	B 6 4 C	39/02
B 6 4 C	27/04	(2006.01)	B 6 4 C	27/04
B 6 4 D	27/24	(2006.01)	B 6 4 D	27/24

請求項の数 37 (全39頁)

(21)出願番号	特願2020-123686(P2020-123686)
(22)出願日	令和2年7月20日(2020.7.20)
(65)公開番号	特開2022-20282(P2022-20282A)
(43)公開日	令和4年2月1日(2022.2.1)
審査請求日	令和3年5月14日(2021.5.14)

(73)特許権者	000010076 ヤマハ発動機株式会社 静岡県磐田市新貝2 5 0 0 番地
(74)代理人	100101683 弁理士 奥田 誠司
(74)代理人	100139930 弁理士 山下 亮司
(74)代理人	100180529 弁理士 梶谷 美道
(72)発明者	矢嶋 準 静岡県磐田市新貝2 5 0 0 番地 ヤマハ 発動機株式会社内
審査官	遠藤 尊志

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 架空線保守作業システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

発電装置を有する回転翼機と、
電動モータを有し、供給された電力で前記電動モータを駆動して架空地線に沿って走行しながら前記架空地線の保守作業を行う作業機器と、
前記回転翼機から前記作業機器を吊り下げる第1ケーブルと、
前記発電装置が発電した電力を前記回転翼機の飛行中に前記作業機器に供給する第2ケーブルと
を備え、

前記作業機器が前記架空地線の前記保守作業を行っている間、前記発電装置が発電した電力を前記回転翼機から前記作業機器に供給する、架空線保守作業システム。

10

【請求項2】

発電装置を有する回転翼機と、
電動モータを有し、供給された電力で前記電動モータを駆動して架空地線に沿って走行しながら前記架空地線の保守作業を行う作業機器と、
前記回転翼機から前記作業機器を吊り下げる第1ケーブルと、
前記発電装置が発電した電力を前記回転翼機の飛行中に前記作業機器に供給する第2ケーブルと
を備え、

前記第1ケーブルは、前記回転翼機側の端部から、前記作業機器側の端部までの間にウ

20

ィークリンク装置を有し、

前記ウィークリンク装置は、前記ウィークリンク装置の両端が予め定められた閾値を超える荷重で引っ張られたときに物理的に切断される、架空線保守作業システム。

【請求項 3】

前記閾値は、前記作業機器の重量より大きく、前記回転翼機が飛行を制御することが可能な重量未満の範囲内である、請求項 2 に記載の架空線保守作業システム。

【請求項 4】

前記閾値は、前記作業機器の重量より大きく、前記回転翼機の可搬重量未満の範囲内である、請求項 2 に記載の架空線保守作業システム。

【請求項 5】

前記作業機器が前記架空地線の前記保守作業を行っている期間は、前記第 1 ケーブルの張力は前記作業機器の重量よりも小さい、請求項 3 または請求項 4 に記載の架空線保守作業システム。

【請求項 6】

前記回転翼機は、前記第 1 ケーブルで前記作業機器を牽引する、請求項 5 に記載の架空線保守作業システム。

【請求項 7】

前記第 1 ケーブルは、前記ウィークリンク装置と、前記ウィークリンク装置を除く部分であるケーブル部とを有し、

前記閾値は、前記ケーブル部の切断荷重よりも小さい、請求項 2 から請求項 4 のいずれかに記載の架空線保守作業システム。

【請求項 8】

前記ウィークリンク装置はロープ形状を有し、

前記ウィークリンク装置の径の平均値は、前記ケーブル部の径の平均値よりも小さい、請求項 7 に記載の架空線保守作業システム。

【請求項 9】

前記ウィークリンク装置を構成する素材と前記ケーブル部の素材とは異なっており、

前記ウィークリンク装置の切断荷重は、前記ケーブル部の切断荷重よりも小さい、請求項 7 に記載の架空線保守作業システム。

【請求項 10】

前記第 1 ケーブルおよび前記第 2 ケーブルは並走する、請求項 1 に記載の架空線保守作業システム。

【請求項 11】

前記第 2 ケーブルの少なくとも一部は、前記第 1 ケーブルの内部に收容されている、請求項 1 から請求項 9 のいずれかに記載の架空線保守作業システム。

【請求項 12】

前記第 1 ケーブルは、前記ウィークリンク装置と、前記ウィークリンク装置を除く部分であるケーブル部とを有し、

前記第 2 ケーブルは、前記ケーブル部の内部に收容され、かつ、前記ウィークリンク装置をバイパスする、請求項 2 から請求項 9 のいずれかに記載の架空線保守作業システム。

【請求項 13】

前記第 1 ケーブルは、
前記ウィークリンク装置と、

前記ウィークリンク装置から見て前記回転翼機側の第 1 上流側ケーブル部と、

前記ウィークリンク装置から見て前記作業機器側の第 1 下流側ケーブル部とを有し、

前記第 2 ケーブルは、

前記第 1 上流側ケーブル部の内部に收容された第 2 上流側ケーブル部と、

前記第 1 下流側ケーブル部の内部に收容された第 2 下流側ケーブル部とを有し、

前記ウィークリンク装置は、

前記第 1 上流側ケーブル部に固定され、かつ前記第 2 上流側ケーブル部と電氣的に接

10

20

30

40

50

続されている上流側コネクタと、

前記第 1 下流側ケーブル部に固定され、かつ前記第 2 下流側ケーブル部と電氣的に接続されている下流側コネクタとを有し、

前記上流側コネクタおよび前記下流側コネクタは前記ウィークリンク装置を構成し、

前記上流側コネクタと前記下流側コネクタとは相対的に回転可能であり、かつ、任意の回転位置において、前記第 2 上流側ケーブル部および前記第 2 下流側ケーブル部は、前記上流側コネクタおよび前記下流側コネクタを介して電氣的に接続されている、請求項 2 から請求項 9 のいずれかに記載の架空線保守作業システム。

【請求項 1 4】

前記上流側コネクタおよび前記下流側コネクタは、それぞれ、

中心軸を含む内部電極端子と、

前記内部電極端子から所定距離離れた位置で前記内部電極端子を囲む外部電極端子とを有し、

前記上流側コネクタに対する前記下流側コネクタの任意の回転位置において、

前記上流側コネクタの内部電極端子と前記下流側コネクタの内部電極端子とは電氣的に接続され、かつ、前記上流側コネクタの外部電極端子と前記下流側コネクタの外部電極端子とは電氣的に接続されている、請求項 1 3 に記載の架空線保守作業システム。

【請求項 1 5】

前記第 1 ケーブルは、

前記ウィークリンク装置と、

前記ウィークリンク装置から見て前記回転翼機側の第 1 上流側ケーブル部と、

前記ウィークリンク装置から見て前記作業機器側の第 1 下流側ケーブル部とを有し、

前記ウィークリンク装置は、

前記第 1 上流側ケーブル部の側に取り付けられた第 1 磁石と、

前記第 1 下流側ケーブル部の側に取り付けられた第 2 磁石とを有し、

前記第 1 磁石および前記第 2 磁石は前記ウィークリンク装置を構成し、前記閾値は、前記第 1 磁石の磁力と前記第 2 磁石の磁力とによって決定される吸着力にしたがって予め定められる、請求項 7 に記載の架空線保守作業システム。

【請求項 1 6】

前記第 1 ケーブルは、

前記ウィークリンク装置と、

前記ウィークリンク装置から見て前記回転翼機側の第 1 上流側ケーブル部と、

前記ウィークリンク装置から見て前記作業機器側の第 1 下流側ケーブル部とを有し、

前記ウィークリンク装置は、前記第 1 上流側ケーブル部と前記第 1 下流側ケーブル部とを止める留め具である、請求項 7 に記載の架空線保守作業システム。

【請求項 1 7】

前記第 2 ケーブルは、前記第 1 上流側ケーブル部の外部および前記第 1 下流側ケーブル部の外部に沿って配設され、または前記第 1 上流側ケーブル部の内部および前記第 1 下流側ケーブル部の内部に配設され、前記ウィークリンク装置をバイパスする、請求項 1 5 または請求項 1 6 に記載の架空線保守作業システム。

【請求項 1 8】

前記第 1 ケーブルの、前記回転翼機から前記ウィークリンク装置までの間、および/または、前記ウィークリンク装置から前記作業機器までの間に、少なくとも 1 つの弾性部材を有する、請求項 2 から請求項 9 および請求項 1 2 から請求項 1 7 のいずれかに記載の架空線保守作業システム。

【請求項 1 9】

前記第 1 ケーブルおよび前記第 2 ケーブルの巻き取りおよび繰り出しを行うケーブルリールをさらに有する、請求項 1 に記載の架空線保守作業システム。

【請求項 2 0】

前記ケーブルリールと機械的に接続された巻き取りモータを有し、

10

20

30

40

50

前記巻き取りモータが前記ケーブルリールを回転させることにより、前記第 1 ケーブルおよび前記第 2 ケーブルの巻き取りおよび繰り出しを行う、請求項 19 に記載の架空線保守作業システム。

【請求項 21】

発電装置を有する回転翼機と、

電動モータを有し、供給された電力で前記電動モータを駆動して架空地線に沿って走行しながら前記架空地線の保守作業を行う作業機器と、

前記回転翼機から前記作業機器を吊り下げる第 1 ケーブルと、

前記発電装置が発電した電力を前記回転翼機の飛行中に前記作業機器に供給する第 2 ケーブルと、

前記第 1 ケーブルおよび前記第 2 ケーブルの巻き取りおよび繰り出しを行うケーブルリールと、

前記ケーブルリールと機械的に接続された巻き取りモータと、

前記巻き取りモータの回転方向および回転量を制御するコントローラとを備え、

前記巻き取りモータが前記ケーブルリールを回転させることにより、前記第 1 ケーブルおよび前記第 2 ケーブルの巻き取りおよび繰り出しを行い、

前記作業機器が前記架空地線に沿って走行している期間中は、前記コントローラは、前記第 1 ケーブルおよび前記第 2 ケーブルを所定の張力で引っ張るよう、前記巻き取りモータの回転方向および回転量を調整する、架空線保守作業システム。

【請求項 22】

前記巻き取りモータはロータを有し、

前記コントローラは、

前記ロータの所定の回転位置である基準位置と、前記基準位置における前記ケーブルリールから前記作業機器までの前記第 1 ケーブルおよび前記第 2 ケーブルの長さとの関係、および、

前記巻き取りモータの回転方向および回転量から、前記第 1 ケーブルおよび前記第 2 ケーブルの現在の長さを算出し、算出した長さに応じて前記巻き取りモータの回転方向および回転量を調整する、請求項 21 に記載の架空線保守作業システム。

【請求項 23】

前記コントローラは、前記回転翼機の高度を指示する制御信号を出力することが可能であり、

前記第 1 ケーブルおよび前記第 2 ケーブルの長さが予め定められた所定の長さよりも長い場合には、前記コントローラは前記回転翼機の高度を下げるよう指示する制御信号を出力し、

前記第 1 ケーブルおよび前記第 2 ケーブルの長さが予め定められた所定の長さよりも短い場合には、前記コントローラは前記回転翼機の高度を上げるよう指示する制御信号を出力する、請求項 22 に記載の架空線保守作業システム。

【請求項 24】

前記第 1 ケーブルおよび前記第 2 ケーブルの長さが予め定められた所定の長さよりも短い場合には、前記コントローラは外部に警告を発する、請求項 23 に記載の架空線保守作業システム。

【請求項 25】

前記コントローラは、音、光および振動のうちの少なくとも一つにより前記警告を発する、請求項 24 に記載の架空線保守作業システム。

【請求項 26】

前記作業機器と有線または無線で通信する端末装置をさらに備え、

前記端末装置は、

前記作業機器の作業状況を表すデータを受信する通信回路と、

前記データを表示する表示装置と

10

20

30

40

50

を備え、

前記表示装置に前記警告を表示する、請求項 2 4 に記載の架空線保守作業システム。

【請求項 2 7】

発電装置を有する回転翼機と、

電動モータを有し、供給された電力で前記電動モータを駆動して架空地線に沿って走行しながら前記架空地線の保守作業を行う作業機器と、

前記回転翼機から前記作業機器を吊り下げる第 1 ケーブルと、

前記発電装置が発電した電力を前記回転翼機の飛行中に前記作業機器に供給する第 2 ケーブルと、

前記第 1 ケーブルおよび前記第 2 ケーブルの巻き取りおよび繰り出しを行うケーブルリールと、

前記ケーブルリールと機械的に接続された巻き取りモータと、

前記ケーブルリールと前記巻き取りモータとを支持するブラケットと

を備え、

前記巻き取りモータが前記ケーブルリールを回転させることにより、前記第 1 ケーブルおよび前記第 2 ケーブルの巻き取りおよび繰り出しを行う、架空線保守作業システム。

【請求項 2 8】

前記作業機器は、前記作業機器が前記架空地線に載置される際に前記作業機器を前記架空地線に誘導するガイドを有する、請求項 1 から請求項 2 7 のいずれかに記載の架空線保守作業システム。

【請求項 2 9】

前記作業機器が前記架空地線の上方から前記架空地線に載置される場合、前記ガイドは、前記架空地線の延びる方向に平行で、かつ、地平面に対して斜めの方向に広がる、少なくとも 1 つの棒状部材または板状部材である、請求項 2 8 に記載の架空線保守作業システム。

【請求項 3 0】

前記ガイドは、少なくとも 2 つの板状部材であり、

前記少なくとも 2 つの板状部材は、前記架空地線の延びる方向に平行で、地平面に対して斜めの方向に広がり、かつ、前記少なくとも 2 つの板状部材の間に前記架空地線を含むよう前記作業機器を前記架空地線に誘導する、請求項 2 8 に記載の架空線保守作業システム。

【請求項 3 1】

前記作業機器は、

風を受けるフィンと、

風向きを検出するセンサと、

前記フィンの向きを変更する電動モータと、

前記センサが検出した前記風向きに応じて前記電動モータを駆動し、前記フィンの向きを調整する制御装置と、

を備える、請求項 2 8 に記載の架空線保守作業システム。

【請求項 3 2】

前記回転翼機は、回転翼を回転させるエンジンを有する、請求項 1 から請求項 3 1 のいずれかに記載の架空線保守作業システム。

【請求項 3 3】

前記回転翼機は回転翼を回転させるドローンモータを有し、

前記発電装置は、前記第 2 ケーブルを介して前記作業機器に供給する電力、および、前記ドローンモータを回転させる電力を生成する燃料電池であり、

前記作業機器は、前記作業機器に供給された前記電力を利用して前記電動モータを駆動し、前記架空地線を自走する、請求項 1 から請求項 3 1 のいずれかに記載の架空線保守作業システム。

【請求項 3 4】

10

20

30

40

50

前記作業機器は少なくとも１台のカメラを有し、前記保守作業のために前記カメラを利用して前記架空地線を撮影する、請求項１から請求項３３のいずれかに記載の架空線保守作業システム。

【請求項３５】

少なくとも１本の電線が前記架空地線と同じ方向に併設されており、

前記少なくとも１台のカメラは２台以上のカメラであり、

前記２台以上のカメラの各々は、前記架空地線および前記少なくとも１本の電線を撮影する、請求項３４に記載の架空線保守作業システム。

【請求項３６】

前記少なくとも１台のカメラは、ジンバルを介して前記作業機器に接続されている、請求項３４または請求項３５に記載の架空線保守作業システム。

10

【請求項３７】

前記回転翼機は無人ヘリコプターである、請求項１から請求項３６のいずれかに記載の架空線保守作業システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、電線路に架設された架空線の保守作業に用いられる架空線保守作業システムに関する。

【背景技術】

20

【０００２】

一般に、電力を運ぶ電線路では、支持物である鉄塔に送電線および架空地線が架設されている。架空地線は、送電線などの他の架空線を雷から保護するために架設される。電力会社は、送電線および架空地線の保守作業を定期的に行う。架空地線は比較的細いため、人が架空地線に直接ぶら下がりて検査を行うことができない。そのため、架空地線の検査を行う自動検査機器の開発が進められている（例えば、特許文献１参照）。自動検査機器はバッテリーを搭載しており架空地線上を自走できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

30

【文献】特開２０１３－０６２９４６号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

自動検査機器の重量はバッテリー等に起因して大きくなる。そのため複数の作業員の各々が、分解した自動検査機器を持って鉄塔を登り、鉄塔の最上部で機器を組み立てている。

【０００５】

作業員に組み立てられた後、自動検査機器は現在の鉄塔から架空地線を自走して次の鉄塔に向かい、架空地線を検査する。その後は、作業員が存在する鉄塔に戻ってくることが求められる。山岳地帯などでは、作業員が次の鉄塔に移動することが困難な場合があるからである。

40

【０００６】

バッテリーの電力が途中で枯渇し、架空地線の途中で自動検査機器が止まってしまった場合、人が直接回収に向かうことは困難であるから、高所作業車等を利用して回収することになる。この場合、検査コストが高額化する。バッテリーの電力が途中で枯渇しないようにバッテリー容量を大きくしようとすると、バッテリーが大型化し、自動検査機器の重量が大きくなるという課題がある。

【０００７】

本発明は、架空線の保守作業を容易にする架空線保守作業システムを提供する。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 0 8 】

本発明のある実施形態に係る架空線保守作業システムは、発電装置を有する回転翼機と、電動モータを有し、供給された電力で前記電動モータを駆動して架空地線に沿って走行しながら前記架空地線の保守作業を行う作業機器と、前記回転翼機から前記作業機器を吊り下げる第1ケーブルと、前記発電装置が発電した電力を前記回転翼機の飛行中に前記作業機器に供給する第2ケーブルとを備える。

【 0 0 0 9 】

回転翼機が発電装置から作業機器に電力を供給し、作業機器は供給された電力を利用して保守作業を行う。作業機器が、重量物であるバッテリーを内蔵する必要がなく、または内蔵するとしても従来よりも低容量でよく軽量化できるため、従来よりも長い時間保守作業を行うことが可能になる。回転翼機の最大積載量以内であれば、回転翼機に搭載される発電装置の発電量は比較的容易に増加できるため、作業機器を比較的長い時間稼働させることができる。

10

【 0 0 1 0 】

ある実施形態において、前記第1ケーブルは、前記回転翼機側の端部から、前記作業機器側の端部までの間にウィークリンク装置を有し、前記ウィークリンク装置は、前記ウィークリンク装置の両端が予め定められた閾値を超える荷重で引っ張られたときに物理的に切断されてもよい。

【 0 0 1 1 】

回転翼機に所定以上の大きさの荷重が掛かった場合、ウィークリンク装置が切断されることにより、その荷重から回転翼機を解放することができる。

20

【 0 0 1 2 】

ある実施形態において、前記閾値は、前記作業機器の重量より大きく、前記回転翼機が飛行を制御することが可能な重量未満の範囲内であってもよい。

【 0 0 1 3 】

使用する作業機器の重量より大きく、回転翼機が飛行を制御することが可能な重量未満の閾値を有するウィークリンク装置を採用することにより、回転翼機は作業機器を支えながら作業機器の保守作業を補助できる。

【 0 0 1 4 】

ある実施形態において、前記閾値は、前記作業機器の重量より大きく、前記回転翼機の可搬重量未満の範囲内であってもよい。

30

【 0 0 1 5 】

作業機器の重量より大きく、回転翼機の可搬重量未満の閾値を有するウィークリンク装置を採用することにより、回転翼機は作業機器を支えながら作業機器の保守作業を補助できる。

【 0 0 1 6 】

ある実施形態において、前記作業機器が前記架空地線の保守作業を行っている期間は、前記第1ケーブルの張力は作業機器の重量よりも小さくてもよい。

【 0 0 1 7 】

作業機器が自走することによって第1ケーブルの張力は作業機器の重量よりも小さくなるため、ウィークリンク装置が切断されることはない。

40

【 0 0 1 8 】

ある実施形態において、前記回転翼機は、前記第1ケーブルで前記作業機器を牽引してもよい。

【 0 0 1 9 】

作業機器が自走することに加え、回転翼機が第1ケーブルで作業機器を牽引することにより、作業機器はより高速に移動することができる。牽引中も保守作業を行うことにより、作業の迅速化を図ることが可能になる。

【 0 0 2 0 】

ある実施形態において、前記第1ケーブルは、前記ウィークリンク装置と、前記ウィー

50

クリンク装置を除く部分であるケーブル部とを有し、前記閾値は、前記ケーブル部の切断荷重よりも小さくてもよい。

【0021】

ウィークリンク装置の閾値（切断荷重）がケーブル部の切断荷重よりも小さいことにより、第1ケーブルに閾値以上の荷重がかかったときは、第1ケーブルはウィークリンク装置において切断される。

【0022】

ある実施形態において、前記ウィークリンク装置はローブ形状を有し、前記ウィークリンク装置の径の平均値は、前記ケーブル部の径の平均値よりも小さくてもよい。

【0023】

ウィークリンク装置の径の平均値をケーブル部の径の平均値よりも小さくすることで、ウィークリンク装置が切断される閾値をケーブル部の切断荷重よりも小さくすることができる。

【0024】

ある実施形態において、前記ウィークリンク装置を構成する素材と前記ケーブル部の素材とは異なっており、前記ウィークリンク装置の切断荷重は、前記ケーブル部の切断荷重よりも小さくてもよい。

【0025】

ウィークリンク装置の素材をケーブル部の素材とは異ならせ、かつウィークリンク装置の切断荷重をケーブル部の切断荷重よりも小さくすることで、ウィークリンク装置が切断される閾値をケーブル部の切断荷重よりも小さくすることができる。

【0026】

ある実施形態において、前記第1ケーブルおよび前記第2ケーブルは並走してもよい。

【0027】

ある実施形態において、前記第2ケーブルの少なくとも一部は、前記第1ケーブルの内部に收容されていてもよい。

【0028】

ある実施形態において、前記第1ケーブルは、前記ウィークリンク装置と、前記ウィークリンク装置を除く部分であるケーブル部とを有し、前記第2ケーブルは、前記ケーブル部の内部に收容され、かつ、前記ウィークリンク装置をバイパスしてもよい。

【0029】

ある実施形態において、前記第1ケーブルは、ウィークリンク装置と、前記ウィークリンク装置から見て前記回転翼機側の第1上流側ケーブル部と、前記ウィークリンク装置から見て前記作業機器側の第1下流側ケーブル部とを有し、前記第2ケーブルは、前記第1上流側ケーブル部の内部に收容された第2上流側ケーブル部と、前記第1下流側ケーブル部の内部に收容された第2下流側ケーブル部とを有し、前記ウィークリンク装置は、前記第1上流側ケーブル部に固定され、かつ前記第2上流側ケーブル部と電氣的に接続されている上流側コネクタと、前記第1下流側ケーブル部に固定され、かつ前記第2下流側ケーブル部と電氣的に接続されている下流側コネクタとを有し、前記上流側コネクタおよび前記下流側コネクタは前記ウィークリンク装置を構成し、前記上流側コネクタと前記下流側コネクタとは相対的に回転可能であり、かつ、任意の回転位置において、前記第2上流側ケーブル部および前記第2下流側ケーブル部は、前記上流側コネクタおよび前記下流側コネクタを介して電氣的に接続されていてもよい。

【0030】

上流側コネクタと下流側コネクタとは相対的に回転可能で、かつ回転位置にかかわらず第2上流側ケーブル部および第2下流側ケーブル部は電氣的に接続されている。これにより、運搬中および/または作業中の第1および第2ケーブルのねじれを回避しつつ第2ケーブルの導通を確保することができる。また、上流側コネクタと下流側コネクタとがウィークリンク装置を兼ねているため、ウィークリンク装置と別個に設ける場合と比較して構成を簡単化できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

ある実施形態において、前記上流側コネクタおよび前記下流側コネクタは、それぞれ、中心軸を含む内部電極端子と、前記内部電極端子から所定距離離れた位置で前記内部電極端子を囲む外部電極端子とを有し、前記上流側コネクタに対する前記下流側コネクタの任意の回転位置において、前記上流側コネクタの内部電極端子と前記下流側コネクタの内部電極端子とは電氣的に接続され、かつ、前記上流側コネクタの外部電極端子と前記下流側コネクタの外部電極端子とは電氣的に接続されていてもよい。

【 0 0 3 2 】

上流側コネクタと下流側コネクタとが相対的に回転可能であることにより、ケーブルのねじれを回避しつつ、上流側コネクタの内部電極端子と下流側コネクタの内部電極端子同士、および、上流側コネクタの外部電極端子と下流側コネクタの外部電極端子同士の電氣的な導通を確保することができる。

10

【 0 0 3 3 】

ある実施形態において、前記第 1 ケーブルは、ウィークリンク装置と、前記ウィークリンク装置から見て前記回転翼機側の第 1 上流側ケーブル部と、前記ウィークリンク装置から見て前記作業機器側の第 1 下流側ケーブル部とを有し、前記ウィークリンク装置は、前記第 1 上流側ケーブル部の側に取り付けられた第 1 磁石と、前記第 1 下流側ケーブル部の側に取り付けられた第 2 磁石とを有し、前記第 1 磁石および前記第 2 磁石は前記ウィークリンク装置を構成し、前記閾値は、前記第 1 磁石の磁力と前記第 2 磁石の磁力とによって決定される吸着力にしたがって予め定められてもよい。

20

【 0 0 3 4 】

第 1 上流側ケーブル部に取り付けられた第 1 磁石と、第 1 下流側ケーブル部に取り付けられた第 2 磁石とを有するウィークリンク装置を設ける。第 1 磁石および第 2 磁石がウィークリンク装置を構成する。ウィークリンク装置の閾値は、第 1 磁石と第 2 磁石とが互いに吸着する吸着力にしたがって決定される。これにより、荷重が吸着力よりも小さい範囲内で、回転翼機から作業機器を吊り下げることが可能になる。

【 0 0 3 5 】

ある実施形態において、前記第 1 ケーブルは、前記ウィークリンク装置と、前記ウィークリンク装置から見て前記回転翼機側の第 1 上流側ケーブル部と、前記ウィークリンク装置から見て前記作業機器側の第 1 下流側ケーブル部とを有し、前記ウィークリンク装置は、前記第 1 上流側ケーブル部と前記第 1 下流側ケーブル部とを止める留め具であってもよい。

30

【 0 0 3 6 】

ある実施形態において、前記第 2 ケーブルは、前記第 1 上流側ケーブル部の外部および前記第 1 下流側ケーブル部の外部に沿って配設され、または前記第 1 上流側ケーブル部の内部および前記第 1 下流側ケーブル部の内部に配設され、前記ウィークリンク装置をバイパスしてもよい。

【 0 0 3 7 】

第 2 ケーブルは、第 1 上流側ケーブル部および第 1 下流側ケーブル部の外部に沿って、またはそれらの内部に配設されているが、ウィークリンク装置の位置においてはウィークリンク装置をバイパスして配設されている。これにより、ウィークリンク装置を構成する磁石または留め具と第 2 ケーブルとの干渉は回避される。

40

【 0 0 3 8 】

ある実施形態において、前記第 1 ケーブルの、前記回転翼機から前記ウィークリンク装置までの間、および / または、前記ウィークリンク装置から前記作業機器までの間に、少なくとも 1 つの弾性部材を有してもよい。

【 0 0 3 9 】

ウィークリンク装置の回転翼機側、および / または、作業機器側に少なくとも 1 つの弾性部材を設けることにより、瞬間的に閾値を超えるような荷重がかかった場合でもウィークリンク装置の切断を回避できる。

50

【 0 0 4 0 】

ある実施形態において、前記第 1 ケーブルおよび前記第 2 ケーブルの巻き取りおよび繰り出しを行うケーブルリールをさらに有してもよい。

【 0 0 4 1 】

第 1 および第 2 ケーブルの巻き取りまたは繰り出しを行うケーブルリールを設けることにより、第 1 および第 2 ケーブルの不必要なたるみや、架空地線からの作業機器の浮き上がりを回避できる。これにより、回転翼機の高度を頻繁に変えることなく、作業機器と架空地線との距離を調整できる。

【 0 0 4 2 】

ある実施形態において、前記ケーブルリールと機械的に接続された巻き取りモータを有し、前記巻き取りモータが前記ケーブルリールを回転させることにより、前記第 1 ケーブルおよび前記第 2 ケーブルの巻き取りおよび繰り出しを行ってもよい。

10

【 0 0 4 3 】

巻き取りモータを利用すると、第 1 ケーブルおよび第 2 ケーブルの巻き取りおよび繰り出しを電動化できる。

【 0 0 4 4 】

ある実施形態において、前記巻き取りモータの回転方向および回転量を制御するコントローラをさらに備え、前記作業機器が前記架空地線に沿って走行している期間中は、前記コントローラは、前記第 1 ケーブルおよび前記第 2 ケーブルを所定の張力で引っ張るよう、前記巻き取りモータの回転方向および回転量を調整してもよい。

20

【 0 0 4 5 】

作業機器が架空地線に沿って走行している期間中は、コントローラは、所定の張力で第 1 および第 2 ケーブルを引っ張るよう、巻き取りモータの回転方向および回転量を調整する。これにより、第 1 および第 2 ケーブルのたるみを防止することができ、第 1 および第 2 ケーブルが回転翼機のメインロータに接触し、または他の架線と接触することを回避できる。

【 0 0 4 6 】

ある実施形態において、前記巻き取りモータはロータを有し、前記コントローラは、前記ロータの所定の回転位置である基準位置と、前記基準位置における前記ケーブルリールから前記作業機器までの前記第 1 ケーブルおよび前記第 2 ケーブルの長さとの関係、および、前記巻き取りモータの回転方向および回転量から、前記第 1 ケーブルおよび前記第 2 ケーブルの現在の長さを算出し、算出した長さに応じて前記巻き取りモータの回転方向および回転量を調整してもよい。

30

【 0 0 4 7 】

コントローラは第 1 ケーブルおよび第 2 ケーブルの現在の長さを算出し、算出した長さに応じて巻き取りモータの回転方向および回転量を調整する。第 1 ケーブルおよび第 2 ケーブルの長さを例えば一定の範囲に維持することにより、概ね、回転翼機と作業機器との距離を維持することができる。

【 0 0 4 8 】

ある実施形態において、前記コントローラは、前記回転翼機の高度を指示する制御信号を出力することが可能であり、前記第 1 ケーブルおよび前記第 2 ケーブルの長さが予め定められた所定の長さよりも長い場合には、前記コントローラは前記回転翼機の高度を下げるよう指示する制御信号を出力し、前記第 1 ケーブルおよび前記第 2 ケーブルの長さが予め定められた所定の長さよりも短い場合には、前記コントローラは前記回転翼機の高度を上げるよう指示する制御信号を出力してもよい。

40

【 0 0 4 9 】

回転翼機が作業機器から離れすぎている場合には、コントローラは回転翼機の高度を下げて、作業機器に近づくよう飛行させる。また回転翼機が作業機器に近すぎる場合には、コントローラは回転翼機の高度を上げて、作業機器から離れるよう飛行させる。

【 0 0 5 0 】

50

ある実施形態において、前記第 1 ケーブルおよび前記第 2 ケーブルの長さが予め定められた所定の長さよりも短い場合には、前記コントローラは外部に警告を発してもよい。

【 0 0 5 1 】

第 1 ケーブルおよび第 2 ケーブルの長さが予め定められた所定の長さよりも短い場合には、回転翼機が作業機器に近づきすぎている可能性がある。その場合、警告を発することにより、外部に注意を喚起することができる。

【 0 0 5 2 】

ある実施形態において、前記コントローラは、音、光および振動のうちの少なくとも一つにより前記警告を発してもよい。

【 0 0 5 3 】

音、光および / または振動により警告を発することにより、人間の注意を的確に喚起することができる。

【 0 0 5 4 】

ある実施形態において、前記作業機器と有線または無線で通信する端末装置をさらに備え、前記端末装置は、前記作業機器の作業状況を表すデータを受信する通信回路と、前記データを表示する表示装置とを備え、前記表示装置に前記警告を表示してもよい。

【 0 0 5 5 】

オペレータ等が有する端末装置の表示装置に注意を喚起する警告を表示することにより、オペレータの手元で視覚的に注意を喚起することができる。

【 0 0 5 6 】

ある実施形態において、前記ケーブルリールと前記巻き取りモータとを支持するブラケットをさらに備えてもよい。

【 0 0 5 7 】

ブラケットによってケーブルリールと巻き取りモータとを固定させることにより、巻き取りモータの回転をケーブルリールに伝達することができる。

【 0 0 5 8 】

ある実施形態において、前記作業機器は、前記作業機器が前記架空地線に載置される際に前記作業機器を前記架空地線に誘導するガイドを有してもよい。

【 0 0 5 9 】

ガイドを設けることにより、作業機器を容易に架空地線に載せることが可能になる。

【 0 0 6 0 】

ある実施形態において、前記作業機器が前記架空地線の上方から前記架空地線に載置される場合、前記ガイドは、前記架空地線の延びる方向に平行で、かつ、地平面に対して斜めの方向に広がる、少なくとも 1 つの棒状部材または板状部材であってもよい。

【 0 0 6 1 】

ある実施形態において、前記ガイドは、少なくとも 2 つの板状部材であり、前記少なくとも 2 つの板状部材は、前記架空地線の延びる方向に平行で、地平面に対して斜めの方向に広がり、かつ、前記少なくとも 2 つの板状部材の間に前記架空地線を含むよう前記作業機器を前記架空地線に誘導してもよい。

【 0 0 6 2 】

ある実施形態において、前記作業機器は、風を受けるフィンと、風向きを検出するセンサと、前記フィンの向きを変更する電動モータと、前記センサが検出した前記風向きに応じて前記電動モータを駆動し、前記フィンの向きを調整する制御装置とを備えてもよい。

【 0 0 6 3 】

風向きに応じてフィンの向きを調整することで、作業機器の向きおよび姿勢を安定させることができる。

【 0 0 6 4 】

ある実施形態において、前記回転翼機は、回転翼を回転させるエンジンを有してもよい。

【 0 0 6 5 】

回転翼機がエンジンを搭載することにより、比較的長時間の飛行が可能になり、作業機

10

20

30

40

50

器の作業時間を長く確保することができる。

【 0 0 6 6 】

ある実施形態において、前記回転翼機は回転翼を回転させるドローンモータを有し、前記発電装置は、前記第2ケーブルを介して前記作業機器に供給する電力、および、前記ドローンモータを回転させる電力を生成する燃料電池であり、前記作業機器は、前記作業機器に供給された前記電力を利用して前記電動モータを駆動し、前記架空地線を自走してもよい。

【 0 0 6 7 】

回転翼機がドローンモータで回転翼を回転させる場合、回転翼機に燃料電池を搭載することにより、当該燃料電池を利用すればドローンモータおよび作業機器の両方に電力を供給することができる。

10

【 0 0 6 8 】

ある実施形態において、前記作業機器は少なくとも1台のカメラを有し、前記保守作業のために前記カメラを利用して前記架空地線を撮影してもよい。

【 0 0 6 9 】

ある実施形態において、少なくとも1本の電線が前記架空地線と同じ方向に併設されており、前記少なくとも1台のカメラは2台以上のカメラであり、前記2台以上のカメラの各々は、前記架空地線および前記少なくとも1本の電線を撮影してもよい。

【 0 0 7 0 】

ある実施形態において、前記少なくとも1台のカメラは、ジンバルを介して前記作業機器に接続されていてもよい。

20

【 0 0 7 1 】

ある実施形態において、前記回転翼機は無人ヘリコプターであってもよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 7 2 】

本発明の実施形態に係る架空線保守作業システムによれば、回転翼機の発電装置から作業機器に電力を供給し、作業機器は供給された電力を利用して保守作業を行う。作業機器が重量物であるバッテリーを内蔵する必要がなく、または内蔵するとしても従来よりも低容量でよく軽量化できるため、従来よりも長い時間保守作業を行うことが可能になる。回転翼機の最大積載量以内であれば、回転翼機に搭載される発電装置の発電量は比較的容易に増加できるため、作業機器を比較的長い時間稼働させることができる。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 3 】

【 図 1 】 本発明の実施形態に係る架空線の保守作業を行う架空線保守作業システム 1 0 0 を示す図である。

【 図 2 】 本発明の実施形態に係る無人ヘリコプター 1 および作業機器 3 0 の外観側面図である。

【 図 3 】 本発明の実施形態に係る無人ヘリコプター 1 および作業機器 3 0 の正面図である。

【 図 4 】 本発明の実施形態に係る第1ケーブル 5 1、第2ケーブル 5 2、第3ケーブル 5 3を示す図である。

40

【 図 5 】 本発明の実施形態に係る第1ケーブル 5 1と並走するように設けられた第2、第3ケーブル 5 2、5 3を示す図である。

【 図 6 】 本発明の実施形態に係る無人ヘリコプター 1 の飛行制御ボックス 1 5 のハードウェア構成例を示す図である。

【 図 7 】 本発明の実施形態に係る作業機器 3 0 の制御装置 3 5 のハードウェア構成例を示す図である。

【 図 8 】 本発明の実施形態に係るケーブルリール 2 2 を回転させる巻き取りモータ 2 1 の構成例を示す図である。

【 図 9 】 本発明の実施形態に係る回転コネクタ 5 5 の構成例を示す図である。

【 図 1 0 】 本発明の実施形態に係るウィークリンク装置 5 6 の一例を示す図である。

50

【図 1 1】本発明の実施形態に係るウィークリンク装置 5 6 の別の例を示す図である。

【図 1 2】本発明の実施形態に係るウィークリンク装置 5 6 のさらに別の例を示す図である。

【図 1 3】本発明の実施形態に係るウィークリンク装置 5 6 のさらに別の例を示す図である。

【図 1 4】本発明の実施形態に係るウィークリンク装置 5 6 のさらに別の例を示す図である。

【図 1 5】本発明の実施形態に係るウィークリンク装置 5 6 のさらに別の例を示す図である。

【図 1 6】本発明の実施形態に係る端末装置の一例であるタブレットコンピュータ 1 1 0 を示す図である。

10

【図 1 7】本発明の実施形態に係る端末装置の別の例である基地局操縦装置 1 1 0 a を示す図である。

【図 1 8】本発明の実施形態に係るタブレットコンピュータ 1 1 0 のハードウェア構成例を示す図である。

【図 1 9】本発明の実施形態に係る弾性部材 5 7 を備えた第 1 ケーブル 5 1 を示す図である。

【図 2 0】本発明の実施形態に係るフィン 8 1 を備えた作業機器 3 0 を示す図である。

【図 2 1】本発明の実施形態に係る送電線 9 2 を撮影するカメラ 3 8 a を備えた作業機器 3 0 を示す図である。

20

【図 2 2】本発明の実施形態に係る板状のガイド 3 7 を示す図である。

【図 2 3】本発明の実施形態に係るスキッドを兼ねるガイド 3 7 を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 7 4】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態に係る架空線保守作業システムを説明する。実施形態の説明において、同様の構成要素には同様の参照符号を付し、重複する場合にはその説明を省略する。以下の実施形態は例示であり、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。

【0 0 7 5】

図 1 は、実施形態に係る架空線の保守作業を行う架空線保守作業システム 1 0 0 を示す図である。

30

【0 0 7 6】

架空線は、鉄塔およびコンクリート柱などを用いて空中に張り渡した電線を指す。電力を運ぶ電線路は、架空線として例えば送電線および架空地線を含む。以下では、架空線保守作業システム 1 0 0 は、架空線のうちの架空地線の保守作業を行う形態を説明するが、架空線保守作業システム 1 0 0 は、送電線などの架空地線以外の架空線の保守作業にも適用可能である。保守作業には、例えば架空地線の撮影、クリーニング（汚れの拭き取り、洗浄）および修理が含まれる。架空地線を撮影することで、架空地線の劣化度合いを確認することができる。以下では、保守作業として架空地線の撮影について説明するが、架空線保守作業システム 1 0 0 は、別の保守作業（例えばクリーニング、修理）にも適用可能である。

40

【0 0 7 7】

図 1 を参照して、電力を運ぶ電線路 9 0 では、支持物である鉄塔 9 1 に碍子 9 3 を介して送電線 9 2 が架設されている。鉄塔 9 1 の上部には架空地線 9 4 が架設されている。架空線保守作業システム 1 0 0 は、回転翼機 1 と、架空地線 9 4 の保守作業を行う作業機器 3 0 と、回転翼機 1 から作業機器 3 0 を吊り下げる第 1 ケーブル 5 1 とを備える。作業機器 3 0 は、飛行する回転翼機 1 から吊り下げられながら架空地線 9 4 に沿って走行し、架空地線 9 4 の保守作業を行う。

【0 0 7 8】

図 2 は、回転翼機 1 および作業機器 3 0 の外観側面図である。図 3 は、回転翼機 1 およ

50

び作業機器 30 の正面図である。

【0079】

回転翼機 1 は、回転する翼（回転翼）によって揚力および推力の全部または一部を得て飛行する航空機である。本実施形態における回転翼機 1 は、例えば、無人ヘリコプターまたは無人マルチコプターである。回転翼はエンジンによって回転してもよいし、電動モータによって回転してもよい。回転翼機 1 の飛行としては、コンピュータプログラムによる自律飛行、一部を自動化する半自律飛行、無線を用いた人による遠隔操作による飛行のいずれかを行い得る。回転翼機 1 は、GNSS（Global Navigation Satellite System）を援用して、現在位置を三次元的に測定、修正しながら飛行することが可能である。以下に説明する例示的な実施形態においては、回転翼機 1 は無人ヘリコプターである。「無人」の用語は、回転翼機 1 の操縦のために人が搭乗する必要がないことを意味しており、無人航空機が操縦者でない人を運搬することは除外しない。

10

【0080】

図 2 および図 3 を参照して、無人ヘリコプター（回転翼機）1 は、メインボディ 2 およびテールボディ 3 を有する機体 4 を備える。メインボディ 2 には、内燃機関であるエンジン 8 と、発電装置 9 と、飛行制御ボックス 15 とが搭載されている。メインボディ 2 の上方には回転翼であるメインロータ 5 が設けられており、テールボディ 3 の後部にテールロータ 6 が設けられている。エンジン 8 が発生させた回転はメインロータ 5 およびテールロータ 6 に伝達され、メインロータ 5 およびテールロータ 6 が回転することにより無人ヘリコプター 1 は飛行する。メインボディ 2 の前部にはラジエータ 7 が設けられている。メインボディ 2 内には、いずれも図示しない吸気系、メインロータ軸、燃料タンクが収容されている。

20

【0081】

メインボディ 2 の後部上側にはコントロールパネル 10 が設けられており、後部下側に表示灯 11 が設けられている。コントロールパネル 10 は、飛行前のチェックポイントやセルフチェック結果等を表示する。コントロールパネル 10 の表示は地上局でも確認できる。表示灯 11 は、GNSS 制御の状態や機体の異常警告等の表示を行う。メインボディ 2 の下側には、着陸時に機体 4 を支える脚であるスキッド 12 が設けられている。

【0082】

メインボディ 2 の中央部下側には、第 1 ケーブル 51 の巻き取りおよび繰り出しを行うケーブルリール 22 と、ケーブルリール 22 と機械的に接続された巻き取りモータ 21 とが設けられている。ケーブルリール 22 および巻き取りモータ 21 は、メインボディ 2 の下側に固定されたブラケット 23 によって支持されている。巻き取りモータ 21 がケーブルリール 22 を回転させることにより、第 1 ケーブル 51 の巻き取りおよび繰り出しを行う。巻き取りモータ 21 を用いることで、第 1 ケーブル 51 の巻き取りおよび繰り出しを電動化することができる。第 1 ケーブル 51 の一端は、作業機器 30 に固定されている。

30

【0083】

作業機器 30 は、筐体 31 および車輪 32 を備える。車輪 32 は、作業機器 30 の前部および後部のそれぞれに設けられている。車輪 32 のそれぞれは、車軸 36 を介して筐体 31 に回転可能に支持されている。筐体 31 には、電動モータ 33、動力伝達機構 34、制御装置 35 が搭載されている。

40

【0084】

無人ヘリコプター 1 は、第 1 ケーブル 51 を介して作業機器 30 を吊り下げながら飛行し、作業機器 30 を架空地線 94（図 1）の位置に移動させる。無人ヘリコプター 1 は、作業機器 30 を架空地線 94 の上方から下降させて架空地線 94 に載置させる。図 2、図 3 を参照して、作業機器 30 の筐体 31 の下部には、作業機器 30 が架空地線 94 に載置される際に作業機器 30 を架空地線 94 に誘導するガイド 37 が設けられている。

【0085】

図 3 を参照して、ガイド 37 は、筐体 31 の右下部および左下部のそれぞれに設けられている。筐体 31 の右下部に設けられたガイド 37 は、筐体 31 から右斜め下方に延びる

50

棒状部材である。筐体 31 の左下部に設けられたガイド 37 は、筐体 31 から左斜め下方に延びる棒状部材である。図 2 を参照して、上記のようなガイド 37 のペアが筐体 31 の前部および後部のそれぞれに設けられている。図 3 を参照して、作業機器 30 の左右それぞれに設けられたガイド 37 の間に架空地線 94 が位置するように、作業機器 30 を架空地線 94 に誘導することで、作業機器 30 を容易に架空地線 94 に乗せることができる。作業機器 30 がガイド 37 を備えることで、作業機器 30 を容易に架空地線 94 に乗せることが可能になる。

【0086】

作業機器 30 の電動モータ 33 (図 2) が発生させた回転は、動力伝達機構 34 を介して少なくとも一つの車輪 32 に伝達される。電動モータ 33 の回転が伝達された車輪 32 は回転する。車輪 32 が架空地線 94 に乗った状態で回転することで、作業機器 30 は架空地線 94 に沿って走行する。車輪 32 は溝 32a (図 3) を有しており、この溝 32a に架空地線 94 が嵌ることで、作業機器 30 は架空地線 94 に沿って安定して走行することができる。

10

【0087】

作業機器 30 は、少なくとも一台のカメラ 38 を備えている。架空地線 94 に沿って走行しながらカメラ 38 が架空地線 94 を撮影することで、作業機器 30 が走行した領域の架空地線 94 の画像を取得することができる。作業機器 30 は 2 台以上のカメラ 38 を備えていてもよく、2 台以上のカメラ 38 で架空地線 94 を撮影してもよい。

【0088】

20

なお、作業機器 30 は、走行を一旦停止させて保守作業を行ってもよい。この一旦停止して行う保守作業も“架空地線 94 を走行しながら行う保守作業”の範疇である。

【0089】

本実施形態の架空線保守作業システム 100 では、無人ヘリコプター 1 から作業機器 30 へ電力が供給され、作業機器 30 はその供給された電力により動作する。

【0090】

図 4 は、無人ヘリコプター 1 から作業機器 30 を吊り下げるための第 1 ケーブル 51 と、無人ヘリコプター 1 から作業機器 30 へ電力を供給するための第 2 ケーブル (電力線) 52 と、無人ヘリコプター 1 と作業機器 30 との間でデータの送受信を行うための第 3 ケーブル (信号線) 53 とを示す図である。図 4 に示す例では、第 2 ケーブル 52 および第 3 ケーブル 53 は、第 1 ケーブル 51 の内部に収容されている。例えば、第 2、第 3 ケーブル 52、53 のそれぞれ的一端は無人ヘリコプター 1 の飛行制御ボックス 15 に接続され、第 2、第 3 ケーブル 52、53 のそれぞれ他端は作業機器 30 の制御装置 35 に接続されている。

30

【0091】

図 4 に示す例では、第 2、第 3 ケーブル 52、53 は、第 1 ケーブル 51 の内部に収容されていたが、第 2、第 3 ケーブル 52、53 は、第 1 ケーブル 51 の外部で第 1 ケーブル 51 と並走するように設けられていてもよい。図 5 は、第 1 ケーブル 51 と並走するように設けられた第 2、第 3 ケーブル 52、53 を示す図である。

【0092】

40

以下では、第 3 ケーブル 53 を備える架空線保守作業システム 100 の形態を説明するが、無人ヘリコプター 1 と作業機器 30 との間のデータの送受信を無線通信により行う場合は、第 3 ケーブル 53 は備えていなくてもよい。

【0093】

図 6 は、無人ヘリコプター 1 の飛行制御ボックス 15 のハードウェア構成例を示す図である。飛行制御ボックス 15 は、GPS モジュール 15a、加速度センサ 15b、気圧センサ 15c、地磁気センサ 15d、超音波センサ 15e、通信回路 15f、信号処理回路 15g、および、ROM 15h、RAM 15i 等の記憶装置 15j を備える。飛行制御ボックス 15 はさらに、電源回路 41、モータ駆動回路 42、バッテリー 43 を備える。各構成要素は、例えば配線または内部バス 15k を介して相互にデータを送受信し得る。なお

50

、GPSモジュール15aを初めとする各種のセンサを設ける位置は、常に飛行制御ボックス15内である必要はない。例えばGPS衛星からの信号を取得しやすくするため、GPSモジュール15aをテールボディ3上部に設けてもよい。

【0094】

飛行制御ボックス15は、GNSSモジュールの一例としてGPSモジュール15aを備える。GPSモジュール15aは、GPS(Global Positioning System)を用いて現在位置および飛行速度等の飛行データを取得する。GPSモジュール15aの数は1個であってもよいし、複数(例えば2個)であってもよい。

【0095】

加速度センサ15bは、X軸、Y軸およびZ軸の各方向の加速度を検出する三軸加速度センサである。加速度センサ15bが六軸加速度センサであれば、さらに無人ヘリコプター1のロール加速度、ピッチ角速度およびヨー加速度を検出可能である。気圧センサ15cは気圧を検出する。検出された気圧から現在の標高を知ることができる。なお気圧と標高との関係式は公知であるから、本明細書では説明は省略する。地磁気センサ15dは無人ヘリコプター1の現在の方角を検出する。加速度センサ15bおよび地磁気センサ15dの各々から出力されるデータ(機体データ)を利用することにより、無人ヘリコプター1の現在の姿勢を判断することができる。飛行データおよび機体データは、信号処理回路15gに提供される。

10

【0096】

通信回路15fは、Bluetooth(登録商標)および/またはWi-Fi(登録商標)規格に準拠した無線通信を行う通信回路を有する。通信回路15fはさらに、携帯電話回線または人工衛星を経由する回線を利用した無線通信を行ってもよい。通信回路15fは、飛行前においては飛行経路のデータを受信し、飛行時には無線によって地上と必要な通信を行う。

20

【0097】

信号処理回路(コントローラ)15gは、記憶装置15jに記憶された制御プログラムを実行して無人ヘリコプター1を飛行させる。より具体的には信号処理回路15gは、上述した飛行データ、機体データ、エンジン回転数やスロットル開度などの運転状態データ等を監視しながら、予め用意された飛行経路に沿って無人ヘリコプター1を飛行させる。

【0098】

30

なお、無人ヘリコプター1の飛行・運用を管理するオペレータは、飛行状態を目視しながら、予め用意した飛行経路に沿って無人ヘリコプター1を飛行させることもできる。テールボディ3の後端部には、リモコン操縦機からの指令信号を受信するリモコン受信アンテナ13が設けられている。

【0099】

信号処理回路15gは、エンジン8の動作を制御する。エンジン8が発生させた回転はメインロータ5およびテールロータ6(図2)に伝達されるとともに、発電装置9(図6)にも伝達され、発電装置9は発電を行う。発電装置9が発電した電力は、電源回路41に供給される。電源回路41は、飛行制御ボックス15の各構成要素に電力を供給する。また、電源回路41は、第2ケーブル52を介して作業機器30に電力を供給する。発電装置9が発電した電力は、無人ヘリコプター1の飛行中に第2ケーブル52を介して作業機器30に供給される。信号処理回路15gは、第3ケーブル53を介して作業機器30との間でデータの送受信を行う。

40

【0100】

ケーブルリール22を回転させてケーブル51、52、53の巻き取りおよび繰り出しを行う場合、信号処理回路15gは、モータ駆動回路42を制御して、巻き取りモータ21を回転させる。モータ駆動回路42は、信号処理回路15gから受け取った制御信号に応じた駆動電流を巻き取りモータ21に出力して、巻き取りモータ21を回転させる。

【0101】

バッテリー43は、電源回路41から供給される電力により充電される。バッテリー43は

50

、エンジン 8 が駆動していないとき、すなわち発電装置 9 が発電を行っていないときに、電源回路 4 1 に電力を供給する。これにより、エンジン 8 が駆動していないときでも、飛行制御ボックス 1 5 の各構成要素は動作することができる。バッテリー 4 3 が出力した電力は、第 2 ケーブル 5 2 を介して作業機器 3 0 に供給されてもよい。

【 0 1 0 2 】

図 7 は、作業機器 3 0 の制御装置 3 5 のハードウェア構成例を示す図である。制御装置 3 5 は、信号処理回路 3 5 a と、メモリ 3 5 b と、モータ駆動回路 3 5 c と、通信回路 3 5 d とを備える。無人ヘリコプター 1 から第 2 ケーブル 5 2 を介して制御装置 3 5 に電力が供給され、制御装置 3 5 の各構成要素、電動モータ 3 3 およびカメラ 3 8 は動作することができる。

10

【 0 1 0 3 】

無人ヘリコプター 1 の通信回路 1 5 f と同様、通信回路 3 5 d は、Bluetooth (登録商標) および/または Wi-Fi (登録商標) 規格に準拠した無線通信を行う通信回路を有する。通信回路 3 5 d はさらに、携帯電話回線または人工衛星を経由する回線を利用した無線通信を行ってもよい。通信回路 3 5 d は、保守作業前においては保守作業に関するデータを受信し、保守作業中は無線によって地上と必要な通信を行う。

【 0 1 0 4 】

信号処理回路 3 5 a は、メモリ 3 5 b に記憶された制御プログラムを実行して作業機器 3 0 の動作を制御する。架空地線 9 4 に乗った作業機器 3 0 を走行させる場合、信号処理回路 3 5 a は、モータ駆動回路 3 5 c を制御して、電動モータ 3 3 を回転させる。モータ駆動回路 3 5 c は、信号処理回路 3 5 a から受け取った制御信号に応じた駆動電流を電動モータ 3 3 に出力して、電動モータ 3 3 を回転させる。信号処理回路 3 5 a は、カメラ 3 8 の動作を制御して、架空地線 9 4 の撮影を行う。得られた架空地線 9 4 の画像データは、メモリ 3 5 b に記録される。架空地線 9 4 の画像データは、通信回路 3 5 d を介して地上の機器に送信されてもよい。架空地線 9 4 の画像データは、例えば架空地線 9 4 の劣化度合いの確認に用いられる。

20

【 0 1 0 5 】

なお、作業機器 3 0 の運用を管理するオペレータは、保守作業状態を目視しながら、作業機器 3 0 を遠隔操作してもよい。

【 0 1 0 6 】

本実施形態の架空線保守作業システム 1 0 0 では、無人ヘリコプター 1 から作業機器 3 0 に電力を供給し、作業機器 3 0 は供給された電力を利用して保守作業を行う。作業機器 3 0 は、重量物であるバッテリーを内蔵する必要がなく、または内蔵するとしても従来よりも低容量でよく軽量化できるため、従来よりも長い時間保守作業を行うことが可能になる。無人ヘリコプター 1 の最大積載量以内であれば、無人ヘリコプター 1 に搭載される発電装置 9 の発電量は比較的容易に増加できるため、作業機器 3 0 を比較的長い時間稼働させることができる。

30

【 0 1 0 7 】

無人ヘリコプター 1 は、内燃機関であるエンジン 8 を搭載する。これにより、比較的長時間の飛行が可能になり、作業機器 3 0 の作業時間を長く確保することができる。

40

【 0 1 0 8 】

本実施形態の架空線保守作業システム 1 0 0 では、ケーブルリール 2 2 (図 2) により、第 1、第 2、第 3 ケーブル 5 1、5 2、5 3 の巻き取りまたは繰り出しを行う。これにより、ケーブル 5 1、5 2、5 3 の不必要なたるみや、架空地線 9 4 からの作業機器 3 0 の浮き上がりを回避することができる。これにより、無人ヘリコプター 1 の高度を頻繁に変えることなく、作業機器 3 0 と架空地線 9 4 との距離を調整することができる。

【 0 1 0 9 】

図 8 は、ケーブルリール 2 2 を回転させる巻き取りモータ 2 1 の構成例を示す図である。巻き取りモータ 2 1 は、モータケース 2 1 1 と、ロータ 2 1 2 と、ステータ 2 1 3 と、モータ回転センサ 2 1 4 とを備える。ステータ 2 1 3 は、モータケース 2 1 1 内に配置さ

50

れている。ステータ 2 1 3 にはコイル（図示せず）が巻き回されている。ロータ 2 1 2 は、ステータ 2 1 3 の内側に配置されている。ロータ 2 1 2 は、モータケース 2 1 1 によって回転可能に支持されている。ロータ 2 1 2 の外周面には、N 極と S 極とが周方向に交互に着磁されている。

【 0 1 1 0 】

モータ回転センサ 2 1 4 は例えばエンコーダである。モータ回転センサ 2 1 4 は、ロータ 2 1 2 の回転角を検出し、回転角に応じた信号を信号処理回路 1 5 g（図 6）およびモータ駆動回路 4 2 へ出力する。例えば、モータ回転センサ 2 1 4 は、ロータ 2 1 2 の回転を所定の角度毎に検出し、矩形波信号または正弦波信号を出力する。信号処理回路 1 5 g およびモータ駆動回路 4 2 は、モータ回転センサ 2 1 4 の出力信号から巻き取りモータ 2 1 の回転数および回転速度等を算出することができる。信号処理回路 1 5 g は、巻き取りモータ 2 1 のロータ 2 1 2 の回転方向および回転量から、ケーブル 5 1、5 2、5 3 の現在の長さを算出する。例えば、記憶装置 1 5 j（図 6）には、ロータ 2 1 2 の所定の回転位置である基準位置と、基準位置におけるケーブルリール 2 2 から作業機器 3 0 までのケーブル 5 1、5 2、5 3 の長さとの関係を示す情報が予め記憶されている。信号処理回路 1 5 g は、その基準位置と長さとの関係を示す情報と、ロータ 2 1 2 の回転方向および回転量とから、ケーブル 5 1、5 2、5 3 の現在の長さを算出することができる。信号処理回路 1 5 g は、算出した長さに応じて巻き取りモータ 2 1 の回転方向および回転量を調整する。ケーブル 5 1、5 2、5 3 の長さを例えば一定の範囲に維持することにより、無人ヘリコプター 1 と作業機器 3 0 との間の距離を概ね一定に維持することができる。

【 0 1 1 1 】

上記のように、信号処理回路 1 5 g は、巻き取りモータ 2 1 の回転方向および回転量を制御する。作業機器 3 0 が架空地線 9 4 に沿って走行している期間中は、信号処理回路 1 5 g は、ケーブル 5 1、5 2、5 3 を所定の張力で引っ張るよう、巻き取りモータ 2 1 の回転方向および回転量を調整する。これにより、ケーブル 5 1、5 2、5 3 のたるみを防止することができる。ケーブル 5 1、5 2、5 3 が無人ヘリコプター 1 のメインロータ 5 に接触したり、他の架線と接触したりすることを回避できる。また、信号処理回路 1 5 g は、無人ヘリコプター 1 の高度を指示する制御信号を出力する。ケーブル 5 1、5 2、5 3 の長さが予め定められた所定の長さよりも長い場合には、信号処理回路 1 5 g は無人ヘリコプター 1 の高度を下げるよう指示する制御信号を出力し、無人ヘリコプター 1 は高度を下げる。ケーブル 5 1、5 2、5 3 の長さが予め定められた所定の長さよりも短い場合には、信号処理回路 1 5 g は無人ヘリコプター 1 の高度を上げるよう指示する制御信号を出力し、無人ヘリコプター 1 は高度を上げる。

【 0 1 1 2 】

無人ヘリコプター 1 が作業機器 3 0 から離れすぎている場合には、信号処理回路 1 5 g は無人ヘリコプター 1 の高度を下げさせ、作業機器 3 0 に近づくよう飛行させる。また無人ヘリコプター 1 が作業機器 3 0 に近すぎる場合には、信号処理回路 1 5 g は無人ヘリコプター 1 の高度を上げさせ、作業機器 3 0 から離れるよう飛行させる。無人ヘリコプター 1 の高度の変更と並行して、信号処理回路 1 5 g は、ケーブル 5 1、5 2、5 3 を所定の張力で引っ張るよう、巻き取りモータ 2 1 の回転方向および回転量を調整する。

【 0 1 1 3 】

次に、ケーブル 5 1、5 2、5 3 のねじれを低減する機構を説明する。図 2 および図 3 を参照して、第 1 ケーブル 5 1 は回転コネクタ 5 5 を有する。回転コネクタ 5 5 は、第 1 ケーブル 5 1 における無人ヘリコプター 1 と作業機器 3 0 との間の位置に配置されている。回転コネクタ 5 5 よりも無人ヘリコプター 1 側の第 1 ケーブル 5 1 の部分と、回転コネクタ 5 5 よりも作業機器 3 0 側の第 1 ケーブル 5 1 の部分とは、回転コネクタ 5 5 により互いに独立して回転することができる。このため、例えば作業機器 3 0 が空中で回転した場合でも、第 1 ケーブル 5 1 のねじれ量を低減させることができる。

【 0 1 1 4 】

この例では、上述したように第 2 ケーブル 5 2 および第 3 ケーブル 5 3 は、第 1 ケーブ

ル 5 1 の内部に収容されている。回転コネクタ 5 5 は、回転が発生しても第 2 ケーブル 5 2 および第 3 ケーブル 5 3 の導通を維持することができる。

【 0 1 1 5 】

図 9 は、回転コネクタ 5 5 の構成の一例を示す図である。図 9 に示す回転コネクタ 5 5 は、スリッピングとも称される。回転コネクタ 5 5 は、ロータ 6 1 と、ロータ 6 1 を回転可能に支持する支持部材 6 4 とを備える。支持部材 6 4 は、筐体 6 7 に固定されている。ロータ 6 1 は、支持部材 6 4 および筐体 6 7 に対して相対的に回転可能である。筐体 6 7 に対するロータ 6 1 の上下方向の移動は、支持部材 6 4 によって規制されている。ロータ 6 1 には、複数のリング電極 6 2 が互いに隙間を開けて配置されている。複数のリング電極 6 2 のそれぞれにはブラシ 6 3 が接触している。

10

【 0 1 1 6 】

回転コネクタ 5 5 よりも無人ヘリコプター 1 側の第 1 ケーブル 5 1 は、筐体 6 7 に固定されている。回転コネクタ 5 5 よりも作業機器 3 0 側の第 1 ケーブル 5 1 は、ロータ 6 1 に固定されている。

【 0 1 1 7 】

回転コネクタ 5 5 よりも無人ヘリコプター 1 側のケーブル 5 2 および 5 3 は、複数の電極 6 5 を介して複数のブラシ 6 3 と電氣的に接続されている。回転コネクタ 5 5 よりも作業機器 3 0 側のケーブル 5 2 および 5 3 は、複数の電極 6 6 を介して複数のリング電極 6 2 と電氣的に接続されている。すなわち、無人ヘリコプター 1 側のケーブル 5 2 および 5 3 と、作業機器 3 0 側のケーブル 5 2 および 5 3 とは、複数のブラシ 6 3 および複数のリング電極 6 2 を介して、電氣的に接続されている。

20

【 0 1 1 8 】

作業機器 3 0 が空中で回転した場合、作業機器 3 0 側のケーブル 5 1、5 2 および 5 3 の部分を回転させようとする力が発生する。このとき、ロータ 6 1 が支持部材 6 4 および筐体 6 7 から独立して回転することで、ケーブル 5 1、5 2 および 5 3 のねじれ量を低減させることができる。

【 0 1 1 9 】

ロータ 6 1 が回転したとき、リング電極 6 2 は、ブラシ 6 3 との電氣的な接触を維持したまま、ブラシ 6 3 に対してスリップする。ロータ 6 1 が筐体 6 7 に対して相対的に回転しても、電氣的な接続は維持される。

30

【 0 1 2 0 】

筐体 6 7 に対するロータ 6 1 の上下方向の移動は、支持部材 6 4 によって規制されている。これにより、ケーブル 5 1、5 2 および 5 3 が上下方向に引っ張られても、ブラシ 6 3 とリング電極 6 2 との電氣的な接触は維持される。

【 0 1 2 1 】

次に、無人ヘリコプター 1 に掛かる荷重が一定以上になるとケーブル 5 1、5 2 および 5 3 を切断するウィークリンク装置を説明する。無人ヘリコプター 1 に飛行制御困難な程度の大きさの荷重が掛かった場合、ケーブル 5 1、5 2 および 5 3 を切断して、その荷重から無人ヘリコプター 1 を解放する。

【 0 1 2 2 】

40

図 2 および図 3 を参照して、第 1 ケーブル 5 1 はウィークリンク装置 5 6 を有する。ウィークリンク装置 5 6 は、第 1 ケーブル 5 1 における回転翼機 1 側の端部と作業機器 3 0 側の端部との間の位置に配置されている。ウィークリンク装置 5 6 は、ウィークリンク装置 5 6 の両端が予め定められた閾値を超える荷重で引っ張られたときに物理的に切断される。閾値は、作業機器 3 0 の重量より大きく、無人ヘリコプター 1 が飛行を制御することが可能な重量未満の範囲内である。例えば、閾値は、作業機器 3 0 の重量より大きく、無人ヘリコプター 1 の可搬重量未満の範囲内である。

【 0 1 2 3 】

使用する作業機器 3 0 の重量より大きく、無人ヘリコプター 1 が飛行を制御することが可能な重量未満の閾値を有するウィークリンク装置 5 6 を採用することにより、無人ヘリ

50

コブター 1 は作業機器 30 を支えながら保守作業を補助することができる。また、所定以上の荷重が掛かった場合はウィークリンク装置 56 が切断されることにより、その荷重から無人ヘリコブター 1 を解放することができる。

【0124】

図 10 は、ウィークリンク装置 56 の一例を示す図である。図 10 に示すウィークリンク装置 56 は、コネクタ 71 および 72 を備える。

【0125】

第 1 ケーブル 51 は、ウィークリンク装置 56 から見て無人ヘリコブター 1 側の第 1 上流側ケーブル部 51a と、ウィークリンク装置 56 から見て作業機器 30 側の第 1 下流側ケーブル部 51b とを有する。第 2 ケーブル 52 は、第 1 上流側ケーブル部 51a の内部に収容された第 2 上流側ケーブル部 52a と、第 1 下流側ケーブル部 51b の内部に収容された第 2 下流側ケーブル部 52b とを有する。第 3 ケーブル 53 は、第 1 上流側ケーブル部 51a の内部に収容された第 3 上流側ケーブル部 53a と、第 1 下流側ケーブル部 51b の内部に収容された第 3 下流側ケーブル部 53b とを有する。

【0126】

コネクタ（上流側コネクタ）71 は、第 1 上流側ケーブル部 51a に固定され、かつ第 2 上流側ケーブル部 52a および第 3 上流側ケーブル部 53a と電氣的に接続されている。コネクタ（下流側コネクタ）72 は、第 1 下流側ケーブル部 51b に固定され、かつ第 2 下流側ケーブル部 52b および第 3 下流側ケーブル部 53b と電氣的に接続されている。

【0127】

コネクタ 71 は、第 2 上流側ケーブル部 52a および第 3 上流側ケーブル部 53a と電氣的に接続された複数の電極端子 73 を備える。コネクタ 72 は、第 2 下流側ケーブル部 52b および第 3 下流側ケーブル部 53b と電氣的に接続された複数の電極端子 74 を備える。図 10 に示す例では、電極端子 73 はメス端子であり、電極端子 74 はオス端子である。オス端子とメス端子との関係は逆でもよい。オス端子がメス端子に挿入されることにより、第 2 上流側ケーブル部 52a と第 2 下流側ケーブル部 52b とが電氣的に接続されるとともに、第 3 上流側ケーブル部 53a と第 3 下流側ケーブル部 53b とが電氣的に接続される。

【0128】

電極端子 74 が電極端子 73 に挿入されると、電極端子 73 および 74 の少なくとも一方が弾性変形する。弾性変形により生じた弾性力により電極端子 73 と電極端子 74 との間に摩擦力が発生する。この摩擦力により、電極端子 73 と電極端子 74 との接続が維持される。

【0129】

電極端子 73 と電極端子 74 との間に働く最大静止摩擦力が、ウィークリンク装置 56 の上記閾値の大きさになるように、電極端子 73 および 74 の材料、形状およびサイズを予め設定する。これにより、無人ヘリコブター 1 は作業機器 30 を支えながら保守作業を補助するとともに、所定以上の荷重が掛かった場合はウィークリンク装置 56 が切断されることによりその荷重から無人ヘリコブター 1 を解放することができる。

【0130】

作業機器 30 の車輪 32 が架空地線 94 に乗った状態では、作業機器 30 の重量の一部は架空地線 94 に掛かっている。このため、作業機器 30 が架空地線 94 の保守作業を行っている期間における第 1 ケーブル 51 の張力は、作業機器 30 の重量よりも小さくなる。作業機器 30 が架空地線 94 に乗ることで、第 1 ケーブル 51 の張力は作業機器 30 の重量よりも小さくなるため、作業機器 30 が架空地線 94 の保守作業を行っている期間は、ウィークリンク装置 56 は切断されない。

【0131】

なお、無人ヘリコブター 1 は、第 1 ケーブル 51 で作業機器 30 を牽引してもよい。作業機器 30 が自走することに加え、無人ヘリコブター 1 が第 1 ケーブル 51 で作業機器 30 を牽引することにより、作業機器 30 はより高速に移動することができる。牽引中も保

10

20

30

40

50

守作業を行うことにより、作業の迅速化を図ることができる。

【 0 1 3 2 】

図 1 1 は、ウィークリンク装置 5 6 の別の例を示す図である。

【 0 1 3 3 】

図 1 1 に示すウィークリンク装置 5 6 は、第 1 上流側ケーブル部 5 1 a 側に取り付けられた第 1 磁石 7 5 と、第 1 下流側ケーブル部 5 1 b 側に取り付けられた第 2 磁石 7 6 とを有する。図 1 1 に示す例では、第 1 磁石 7 5 はコネクタ 7 1 に固定され、第 2 磁石 7 6 はコネクタ 7 2 に固定されている。

【 0 1 3 4 】

コネクタ 7 1 とコネクタ 7 2 とが接続された状態では、第 1 磁石 7 5 と第 2 磁石 7 6 との間に磁力による吸着力が発生する。

10

【 0 1 3 5 】

電極端子 7 3 と電極端子 7 4 との間に働く最大静止摩擦力と磁力による吸着力との和が、ウィークリンク装置 5 6 の上記閾値の大きさになるように、第 1 および第 2 磁石 7 5 および 7 6 の磁力の大きさを予め設定する。これにより、無人ヘリコプター 1 は作業機器 3 0 を支えながら保守作業を補助することができるとともに、所定以上の荷重が掛かった場合はウィークリンク装置 5 6 が切断されることによりその荷重から無人ヘリコプター 1 を解放することができる。

【 0 1 3 6 】

また、磁力による吸着力がウィークリンク装置 5 6 の上記閾値の大きさになるように、第 1 および第 2 磁石 7 5 および 7 6 の磁力の大きさを設定してもよい。この場合は、電極端子 7 3 と電極端子 7 4 との間に働く最大静止摩擦力が小さくても、磁力によりコネクタ 7 1 および 7 2 はウィークリンク装置 5 6 として機能することができる。

20

【 0 1 3 7 】

図 1 2 は、ウィークリンク装置 5 6 のさらに別の例を示す図である。

【 0 1 3 8 】

図 1 2 に示すコネクタ 7 1 は、電極端子 7 3 として、中心軸を含む内部電極端子 7 3 a と、内部電極端子 7 3 a からそれぞれ所定距離離れた位置で内部電極端子 7 3 a を囲む外部電極端子 7 3 b、7 3 c、7 3 d とを備える。コネクタ 7 2 は、電極端子 7 4 として、中心軸を含む内部電極端子 7 4 a と、内部電極端子 7 4 a からそれぞれ所定距離離れた位置で内部電極端子 7 4 a を囲む外部電極端子 7 4 b、7 4 c、7 4 d とを備える。

30

【 0 1 3 9 】

コネクタ 7 1 とコネクタ 7 2 との接続は、第 1 磁石 7 5 と第 2 磁石 7 6 との間に働く吸着力により維持される。接続されたコネクタ 7 1 とコネクタ 7 2 とは相対的に回転可能である。回転時は、第 1 磁石 7 5 と第 2 磁石 7 6 とは相対的にスリップしながら、その吸着力により接続は維持される。

【 0 1 4 0 】

コネクタ 7 1 に対するコネクタ 7 2 の任意の回転位置において、内部電極端子 7 3 a と内部電極端子 7 4 a との電気的な接続は維持される。また、その任意の回転位置において、外部電極端子 7 3 b と外部電極端子 7 4 b との電気的な接続、外部電極端子 7 3 c と外部電極端子 7 4 c との電気的な接続、外部電極端子 7 3 d と外部電極端子 7 4 d との電気的な接続は維持される。

40

【 0 1 4 1 】

コネクタ 7 1 とコネクタ 7 2 とは相対的に回転可能で、かつ回転位置に関わらず上流側ケーブル部と下流側ケーブルとは電気的に接続されている。これにより、運搬中および/または作業中のケーブルのねじれを回避しつつ、導通を確保することができる。また、コネクタ 7 1 とコネクタ 7 2 とが回転コネクタを兼ねることが可能であるため、回転コネクタ 5 5 (図 2) は省略することができる。回転コネクタ 5 5 とウィークリンク装置 5 6 とを別個に設ける場合と比較して構成を簡単化することができる。

【 0 1 4 2 】

50

図 1 3 は、ウィークリンク装置 5 6 のさらに別の例を示す図である。

【 0 1 4 3 】

図 1 3 に示す例では、第 1 ケーブル 5 1 の一部がウィークリンク装置 5 6 として機能する。第 1 ケーブル 5 1 は、ウィークリンク装置 5 6 と、ウィークリンク装置 5 6 を除く部分であるケーブル部とを有する。例えば、第 1 ケーブル 5 1 はロープ形状を有し、第 1 ケーブル 5 1 の一部 5 1 c の径の平均値は、ケーブル部の径の平均値よりも小さい。この第 1 ケーブル 5 1 の一部 5 1 c がウィークリンク装置 5 6 として機能する。

【 0 1 4 4 】

第 1 ケーブル 5 1 の一部 5 1 c であるウィークリンク装置 5 6 の切断荷重は、それ以外のケーブル部の切断荷重よりも小さい。ウィークリンク装置 5 6 の切断荷重の大きさは、上述した閾値に設定する。ウィークリンク装置 5 6 の閾値（切断荷重）がケーブル部の切断荷重よりも小さいことにより、第 1 ケーブル 5 1 に閾値以上の荷重がかかったときは、第 1 ケーブル 5 1 はウィークリンク装置 5 6 において切断される。

【 0 1 4 5 】

図 1 4 は、ウィークリンク装置 5 6 のさらに別の例を示す図である。

【 0 1 4 6 】

図 1 4 に示す例では、第 1 ケーブル 5 1 の一部 5 1 d がウィークリンク装置 5 6 として機能する。第 1 ケーブル 5 1 のうちのウィークリンク装置 5 6 を構成する素材とケーブル部の素材とは互いに異なっている。第 1 ケーブル 5 1 の一部 5 1 d であるウィークリンク装置 5 6 の切断荷重は、上述した閾値に設定する。

【 0 1 4 7 】

ウィークリンク装置 5 6 の切断荷重は、ケーブル部の切断荷重よりも小さい。ウィークリンク装置 5 6 の素材をケーブル部の素材とは異ならせ、かつウィークリンク装置 5 6 の切断荷重をケーブル部の切断荷重よりも小さくすることで、ウィークリンク装置 5 6 が切断される閾値をケーブル部の切断荷重よりも小さくすることができる。

【 0 1 4 8 】

図 1 5 は、ウィークリンク装置 5 6 のさらに別の例を示す図である。

【 0 1 4 9 】

図 1 5 に示す例では、ウィークリンク装置 5 6 は、第 1 上流側ケーブル部 5 1 a と第 1 下流側ケーブル部 5 1 b とを止める留め具である。図 1 5 に示す留め具は環形状を有しており、第 1 上流側ケーブル部 5 1 a の下端および第 1 下流側ケーブル部 5 1 b の上端のそれぞれに取り付けられている。

【 0 1 5 0 】

第 1 ケーブル 5 1 の内部に収容された第 2 および第 3 ケーブル 5 2 および 5 3 は、ウィークリンク装置 5 6 の位置において外部に露出し、ウィークリンク装置 5 6 をバイパスしている。第 2 および第 3 ケーブル 5 2 および 5 3 は、第 1 ケーブル 5 1 の外部に沿って配設され、ウィークリンク装置 5 6 をバイパスしてもよい。これにより、ウィークリンク装置 5 6 と第 2 および第 3 ケーブル 5 2 および 5 3 との干渉は回避される。

【 0 1 5 1 】

留め具（ウィークリンク装置）5 6 の耐荷重が、ウィークリンク装置 5 6 の上記閾値の大きさになるように、留め具 5 6 の材料、形状およびサイズを予め設定する。これにより、無人ヘリコプター 1 は作業機器 3 0 を支えながら保守作業を補助することができるとともに、所定以上の荷重が掛かった場合は留め具 5 6 が切断されることによりその荷重から無人ヘリコプター 1 を解放することができる。

【 0 1 5 2 】

次に、オペレータが操作する端末装置を説明する。

【 0 1 5 3 】

オペレータは、タブレットコンピュータ、基地局操縦装置等の端末装置を利用して、無人ヘリコプター 1 の飛行経路の設定、作業機器 3 0 による架空地線 9 4 の保守作業の設定等を行う。そのような端末装置も架空線保守作業システム 1 0 0 に含まれ得る。

【 0 1 5 4 】

図 1 6 は、端末装置の一例であるタブレットコンピュータ 1 1 0 を示す図である。図 1 7 は、端末装置の別の例である基地局操縦装置 1 1 0 a を示す図である。

【 0 1 5 5 】

タブレットコンピュータ 1 1 0 および基地局操縦装置 1 1 0 a は、飛行経路の設定を行うための地図データ等を表示装置に表示してオペレータからの指示を受け付ける。タブレットコンピュータ 1 1 0 はタッチスクリーンパネルを有しており、オペレータからのタッチ操作により、指示を受け付ける。なお、本実施形態による基地局操縦装置 1 1 0 a はノート型 P C であり、かつタブレットコンピュータ 1 1 0 と同様のタッチ操作に対応しているとする。

10

【 0 1 5 6 】

以下、図 1 6 に示すタブレットコンピュータ 1 1 0 を例示して説明する。タブレットコンピュータ 1 1 0 の基本的な構成と基地局操縦装置 1 1 0 a の基本的な構成とは概ね同じである。よって、下記の説明は基地局操縦装置 1 1 0 a の説明として読み替えることができる。

【 0 1 5 7 】

図 1 8 は、タブレットコンピュータ 1 1 0 のハードウェア構成例を示している。

【 0 1 5 8 】

タブレットコンピュータ 1 1 0 は、C P U 1 1 1 と、メモリ 1 1 2 と、通信回路 1 1 3 と、画像処理回路 1 1 4 と、表示装置 1 1 5 と、タッチスクリーンパネル 1 1 6 と、通信バス 1 1 7 と、報知装置 1 1 8 とを有する。C P U 1 1 1、メモリ 1 1 2、通信回路 1 1 3、画像処理回路 1 1 4、タッチスクリーンパネル 1 1 6 および報知装置 1 1 8 は、通信バス 1 1 7 で接続されており、通信バス 1 1 7 を介して相互にデータを授受することが可能である。

20

【 0 1 5 9 】

C P U 1 1 1 は、タブレットコンピュータ 1 1 0 の動作を制御する信号処理回路（コンピュータ）である。典型的には C P U 1 1 1 は半導体集積回路である。C P U 1 1 1 を単に「処理回路」と呼ぶこともある。

【 0 1 6 0 】

メモリ 1 1 2 は、C P U 1 1 1 が実行するコンピュータプログラムを記憶する不揮発性の記憶装置（例えばフラッシュメモリ）および揮発性の記憶装置（例えば R A M）である。R A M は、C P U 1 1 1 が演算を行う際のワークメモリとしても利用され得る。C P U 1 1 1 は、タブレットコンピュータ 1 1 0 の起動時にフラッシュメモリからコンピュータプログラムを読み出して R A M に展開し、実行する。

30

【 0 1 6 1 】

通信回路 1 1 3 は、たとえば、B l u e t o o t h（登録商標）および／または W i - F i（登録商標）規格に準拠した無線通信を行う無線通信回路である。無人ヘリコプター 1 の通信回路 1 5 f と同様、本明細書では、タブレットコンピュータ 1 1 0 は、B l u e t o o t h（登録商標）規格および／または W i - F i 規格に準拠した無線通信を行い、無人ヘリコプター 1 および作業機器 3 0 と通信する。通信回路 1 1 3 は、無人ヘリコプター 1 および作業機器 3 0 に送信すべきデータを、通信バス 1 1 7 を介して C P U 1 1 1 から受信する。また通信回路 1 1 3 は、無人ヘリコプター 1 および作業機器 3 0 から受信したデータを、通信バス 1 1 7 を介して C P U 1 1 1 および／またはメモリ 1 1 2 に送信する。通信回路 1 1 3 は、例えば無人ヘリコプター 1 および作業機器 3 0 の作業状況を表すデータを受信して、C P U 1 1 1 および／またはメモリ 1 1 2 に送信する。

40

【 0 1 6 2 】

画像処理回路 1 1 4 は、C P U 1 1 1 の指示に従い、表示装置 1 1 5 に表示する画像を生成する。タッチスクリーンパネル 1 1 6 は、指やペンなどで行われたオペレータのタッチを検出する。検出方式として、静電式、抵抗膜式、光学式、超音波方式、電磁式などが知られている。たとえば、静電容量方式のタッチスクリーンパネル 1 1 6 の場合、タッチ

50

スクリーンパネル 116 は、特定の位置における静電容量の変化を検出し、当該変化に関するデータを、通信バス 117 を介して CPU 111 に送信する。CPU 111 は、送られてきたデータに基づいて、オペレータによるタッチの有無を判断する。

【0163】

本実施形態では、タッチスクリーンパネル 116 は表示装置 115 に重畳して設けられている。オペレータは、表示装置 115 に表示された画像を見ながらタッチ操作を行う。なお、タッチスクリーンパネル 116 に代えて、またはタッチスクリーンパネル 116 とともに、マウス、キーボード、ジョイスティック、マイク等の他の入力装置を用いてもよい。

【0164】

無人ヘリコプター 1 の飛行制御ボックス 15 は、飛行中に異常を検出した場合、外部に警告を発する動作を行う。例えば、第 1 ケーブル 51 の長さが予め定められた所定の長さよりも短い場合、信号処理回路 15g (図 6) は通信回路 15f を介して、タブレットコンピュータ 110 に警告に関するデータを送信する。タブレットコンピュータ 110 (図 18) の通信回路 113 が警告に関するデータを受信すると、報知装置 118 は音、光および振動のうちの少なくとも一つによりオペレータに警告を発する。第 1 ケーブル 51 の長さが予め定められた所定の長さよりも短い場合には、無人ヘリコプター 1 が作業機器 30 に近づきすぎている可能性がある。その場合、警告を発することにより、オペレータ等に注意を喚起することができる。

【0165】

また、表示装置 115 が警告に関する画像を表示して、オペレータに警告を発してもよい。オペレータが操作する端末装置 110 の表示装置 115 に注意を喚起する警告を表示することにより、オペレータの手元で視覚的に注意を喚起することができる。

【0166】

次に、弾性部材を備えた第 1 ケーブル 51 を説明する。

【0167】

図 19 は、弾性部材 57 を備えた第 1 ケーブル 51 を示す図である。第 1 ケーブル 51 は、少なくとも 1 つの弾性部材 57 を有し得る。図 19 に示す第 1 ケーブル 51 は、無人ヘリコプター 1 とウィークリンク装置 56 との間に一つの弾性部材 57 を有している。弾性部材 57 は、第 1 ケーブル 51 におけるウィークリンク装置 56 と作業機器 30 との間に設けられていてもよい。弾性部材 57 は例えばスプリングである。

【0168】

無人ヘリコプター 1 の飛行中、瞬間的にウィークリンク装置 56 の閾値を超えるような荷重が発生する可能性がある。弾性部材 57 は、このような瞬間的に大きな荷重が発生した場合、その荷重に応じて伸縮する。荷重に応じて弾性部材 57 が伸縮することにより、ウィークリンク装置 56 に掛かる荷重を低減させることができる。このように、第 1 ケーブル 51 が弾性部材 57 を備えることにより、瞬間的に閾値を超えるような荷重が掛かった場合にウィークリンク装置 56 が切断されることを回避できる。

【0169】

次に、フィンを備えた作業機器 30 を説明する。

【0170】

図 20 は、フィンを備えた作業機器 30 を示す図である。図 20 に示す作業機器 30 は、風を受けるフィン 81 と、フィン 81 の向きを変更する電動モータ 83 と、風向きを検出する風向きセンサ 85 とを備える。電動モータ 83 は例えばサーボモータである。

【0171】

フィン 81 は、支持部材 82 により支持されている。電動モータ 83 は、回転軸 84 を中心に支持部材 82 を回転させることにより、フィン 81 の向きを変更する。風向きセンサ 85 が検出した風向きに関する情報は、制御装置 35 の信号処理回路 35a (図 7) に入力される。信号処理回路 35a は、風向きセンサ 85 が検出した風向きに応じて電動モータ 83 を駆動する制御を行い、フィン 81 の向きを変更する。

10

20

30

40

50

【 0 1 7 2 】

例えば、フィン 8 1 の平面部分の延びる方向が風向きに平行になるようにフィン 8 1 の向きを調整することで、作業機器 3 0 の向きおよび姿勢を安定させることができる。

【 0 1 7 3 】

次に、架空地線 9 4 の撮影に加えて送電線 9 2 (図 1) を撮影する作業機器 3 0 を説明する。

【 0 1 7 4 】

図 2 1 は、送電線 9 2 を撮影するカメラを備えた作業機器 3 0 を示す図である。図 2 1 に示す作業機器 3 0 は、架空地線 9 4 を撮影するカメラ 3 8 と、送電線 9 2 を撮影するカメラ 3 8 a とを備える。カメラ 3 8 a は、ジンバル 8 7 を介して作業機器 3 0 の筐体 3 1 10

【 0 1 7 5 】

電線路 9 0 (図 1) では、複数の送電線 9 2 が架空地線 9 4 と同じ方向に併設されている。作業機器 3 0 の車輪 3 2 が架空地線 9 4 に乗った状態で、カメラ 3 8 は架空地線 9 4 を撮影する。並行して、カメラ 3 8 a は少なくとも 1 本の送電線 9 2 を撮影する。作業機器 3 0 が架空地線 9 4 に沿って走行しながら、カメラ 3 8 a が送電線 9 2 を撮影することで、作業機器 3 0 が走行した領域に対応する送電線 9 2 の画像を取得することができる。

【 0 1 7 6 】

上述の実施形態では、作業機器 3 0 のガイド 3 7 (図 2 、 図 3) は棒状部材であったが 20

【 0 1 7 7 】

図 2 2 は、板状のガイド 3 7 を示す図である。図 3 を用いて上述したように、ガイド 3 7 は、作業機器 3 0 の筐体 3 1 の右下部および左下部のそれぞれに設けられる。板状のガイド 3 7 は、その平面方向が架空地線 9 4 の延びる方向に平行で、かつ、地平面に対して斜めの方向に広がっている。作業機器 3 0 の左右それぞれに設けられた板状のガイド 3 7 の間に架空地線 9 4 が位置するように、作業機器 3 0 を架空地線 9 4 に誘導することで、作業機器 3 0 を容易に架空地線 9 4 に乗せることができる。

【 0 1 7 8 】

また、ガイド 3 7 は、作業機器 3 0 を地面に置くときに筐体 3 1 を支える脚となるスキッドを兼ねていてもよい。図 2 3 は、スキッドを兼ねるガイド 3 7 を示す図である。ガイド 3 7 がスキッドを兼ねることにより、作業機器 3 0 を地面に安定して置くことができる。

【 0 1 7 9 】

上述の実施形態では、無人ヘリコプター 1 のメインロータ 5 (図 2) は、エンジン 8 によって回転させていたが、メインロータ 5 は電動モータによって回転させてもよい。電動モータは例えばドローンモータである。この場合、発電装置 9 は電力を生成する燃料電池であってもよい。燃料電池が生成した電力は、ドローンモータ 8 の駆動に用いられるとともに、第 2 ケーブル 5 2 を介して作業機器 3 0 に供給される。作業機器 3 0 は、燃料電池から作業機器 3 0 に供給された電力を利用して電動モータ 3 3 を駆動することで、架空地線 9 4 を自走することができる。 40

【 0 1 8 0 】

上述の実施形態では、作業機器 3 0 は架空地線 9 4 に乗って保守作業を行ったが、作業機器 3 0 は、架空地線 9 4 以外の架空線 (例えば送電線) に乗って、その架空線の保守作業を行ってもよい。

【 0 1 8 1 】

上述の実施形態では、巻き取りモータ 2 1 がケーブルリール 2 2 を回転させることにより、ケーブル 5 1 、 5 2 、 5 3 の巻き取りおよび繰り出しを行っていたが、巻き取りモータ 2 1 とは異なる機構によりケーブルリール 2 2 を回転させてもよい。例えば、ゼンマイ機構によりケーブルリール 2 2 を回転させて、ケーブル 5 1 、 5 2 、 5 3 の巻き取りを行ってもよい。この場合、巻き取りの力を作業機器 3 0 の重量よりも小さくし、巻き取り動 50

作以外のときはゼンマイ機構および／またはケーブルリール２２の回転をロックしておくロック機構を備えていてもよい。

【０１８２】

以上、本発明の例示的な実施形態を説明した。

【０１８３】

本発明のある実施形態に係る架空線保守作業システム１００は、発電装置９を有する回転翼機１と、電動モータ３３を有し、供給された電力で電動モータ３３を駆動して架空地線９４に沿って走行しながら架空地線９４の保守作業を行う作業機器３０と、回転翼機１から作業機器３０を吊り下げる第１ケーブル５１と、発電装置９が発電した電力を回転翼機１の飛行中に作業機器３０に供給する第２ケーブル５２とを備える。

10

【０１８４】

回転翼機１の発電装置９から作業機器３０に電力を供給し、作業機器３０は供給された電力を利用して保守作業を行う。作業機器３０が、重量物であるバッテリーを内蔵する必要がなく、または内蔵するとしても従来よりも低容量でよく軽量化できるため、従来よりも長い時間保守作業を行うことが可能になる。回転翼機１の最大積載量以内であれば、回転翼機１に搭載される発電装置９の発電量は比較的容易に増加できるため、作業機器３０を比較的長い時間稼働させることができる。

【０１８５】

ある実施形態において、第１ケーブル５１は、回転翼機１側の端部から、作業機器３０側の端部までの間にウィークリンク装置５６を有し、ウィークリンク装置５６は、ウィークリンク装置５６の両端が予め定められた閾値を超える荷重で引っ張られたときに物理的に切断されてもよい。

20

【０１８６】

回転翼機１に所定以上の大きさの荷重が掛かった場合、ウィークリンク装置５６が切断されることにより、その荷重から回転翼機１を解放することができる。

【０１８７】

ある実施形態において、閾値は、作業機器３０の重量より大きく、回転翼機１が飛行を制御することが可能な重量未満の範囲内であってもよい。

【０１８８】

使用する作業機器３０の重量より大きく、回転翼機１が飛行を制御することが可能な重量未満の閾値を有するウィークリンク装置５６を採用することにより、回転翼機１は作業機器３０を支えながら作業機器３０の保守作業を補助できる。

30

【０１８９】

ある実施形態において、閾値は、作業機器３０の重量より大きく、回転翼機１の可搬重量未満の範囲内であってもよい。

【０１９０】

作業機器３０の重量より大きく、回転翼機１の可搬重量未満の閾値を有するウィークリンク装置５６を採用することにより、回転翼機１は作業機器３０を支えながら作業機器３０の保守作業を補助できる。

【０１９１】

ある実施形態において、作業機器３０が架空地線９４の保守作業を行っている期間は、第１ケーブル５１の張力は作業機器３０の重量よりも小さくてもよい。

40

【０１９２】

作業機器３０が自走することによって第１ケーブル５１の張力は作業機器３０の重量よりも小さくなるため、ウィークリンク装置５６が切断されることはない。

【０１９３】

ある実施形態において、回転翼機１は、第１ケーブル５１で作業機器３０を牽引してもよい。

【０１９４】

作業機器３０が自走することに加え、回転翼機１が第１ケーブル５１で作業機器３０を

50

牽引することにより、作業機器 30 はより高速に移動することができる。牽引中も保守作業を行うことにより、作業の迅速化を図ることが可能になる。

【0195】

ある実施形態において、第1ケーブル51は、ウィークリンク装置56と、ウィークリンク装置56を除く部分であるケーブル部とを有し、閾値は、ケーブル部の切断荷重よりも小さくてもよい。

【0196】

ウィークリンク装置56の閾値（切断荷重）がケーブル部の切断荷重よりも小さいことにより、第1ケーブル51に閾値以上の荷重がかかったときは、第1ケーブル51はウィークリンク装置56において切断される。

10

【0197】

ある実施形態において、ウィークリンク装置56はロープ形状を有し、ウィークリンク装置56の径の平均値は、ケーブル部の径の平均値よりも小さくてもよい。

【0198】

ウィークリンク装置56の径の平均値をケーブル部の径の平均値よりも小さくすることで、ウィークリンク装置56が切断される閾値をケーブル部の切断荷重よりも小さくすることができる。

【0199】

ある実施形態において、ウィークリンク装置56を構成する素材とケーブル部の素材とは異なっており、ウィークリンク装置56の切断荷重は、ケーブル部の切断荷重よりも小さくてもよい。

20

【0200】

ウィークリンク装置56の素材をケーブル部の素材とは異ならせ、かつウィークリンク装置56の切断荷重をケーブル部の切断荷重よりも小さくすることで、ウィークリンク装置56が切断される閾値をケーブル部の切断荷重よりも小さくすることができる。

【0201】

ある実施形態において、第1ケーブル51および第2ケーブル52は並走してもよい。

【0202】

ある実施形態において、第2ケーブル52の少なくとも一部は、第1ケーブル51の内部に収容されていてもよい。

30

【0203】

ある実施形態において、第1ケーブル51は、ウィークリンク装置56と、ウィークリンク装置56を除く部分であるケーブル部とを有し、第2ケーブル52は、ケーブル部の内部に収容され、かつ、ウィークリンク装置56をバイパスしてもよい。

【0204】

ある実施形態において、第1ケーブル51は、ウィークリンク装置56と、ウィークリンク装置56から見て回転翼機1側の第1上流側ケーブル部51aと、ウィークリンク装置56から見て作業機器30側の第1下流側ケーブル部51bとを有し、第2ケーブル52は、第1上流側ケーブル部51aの内部に収容された第2上流側ケーブル部52aと、第1下流側ケーブル部51bの内部に収容された第2下流側ケーブル部52bとを有し、ウィークリンク装置56は、第1上流側ケーブル部51aに固定され、かつ第2上流側ケーブル部52aと電氣的に接続されている上流側コネクタ71と、第1下流側ケーブル部51bに固定され、かつ第2下流側ケーブル部52bと電氣的に接続されている下流側コネクタ72とを有し、上流側コネクタ71および下流側コネクタ72はウィークリンク装置56を構成し、上流側コネクタ71と下流側コネクタ72とは相対的に回転可能であり、かつ、任意の回転位置において、第2上流側ケーブル部52aおよび第2下流側ケーブル部52bは、上流側コネクタ71および下流側コネクタ72を介して電氣的に接続されていてもよい。

40

【0205】

上流側コネクタ71と下流側コネクタ72とは相対的に回転可能で、かつ回転位置にか

50

かわらず第2上流側ケーブル部52aおよび第2下流側ケーブル部52bは電氣的に接続されている。これにより、運搬中および/または作業中の第1および第2ケーブル51、52のねじれを回避しつつ第2ケーブル52の導通を確保することができる。また、上流側コネクタ71と下流側コネクタ72とがウィークリンク装置56を兼ねているため、ウィークリンク装置56と別個に設ける場合と比較して構成を簡単化できる。

【0206】

ある実施形態において、上流側コネクタ71および下流側コネクタ72は、それぞれ、中心軸を含む内部電極端子73a、74aと、内部電極端子73a、74aから所定距離離れた位置で内部電極端子73a、74aを囲む外部電極端子73b、74bとを有し、上流側コネクタ71に対する下流側コネクタ72の任意の回転位置において、上流側コネクタ71の内部電極端子73aと下流側コネクタ72の内部電極端子74aとは電氣的に接続され、かつ、上流側コネクタ71の外部電極端子73bと下流側コネクタ72の外部電極端子74bとは電氣的に接続されていてもよい。

10

【0207】

上流側コネクタ71と下流側コネクタ72とが相対的に回転可能であることにより、ケーブルのねじれを回避しつつ、上流側コネクタ71の内部電極端子73aと下流側コネクタ72の内部電極端子74a同士、および、上流側コネクタ71の外部電極端子73bと下流側コネクタ72の外部電極端子74b同士の電氣的な導通を確保することができる。

【0208】

ある実施形態において、第1ケーブル51は、ウィークリンク装置56と、ウィークリンク装置56から見て回転翼機1側の第1上流側ケーブル部51aと、ウィークリンク装置56から見て作業機器30側の第1下流側ケーブル部51bとを有し、ウィークリンク装置56は、第1上流側ケーブル部51aの側に取り付けられた第1磁石75と、第1下流側ケーブル部51bの側に取り付けられた第2磁石76とを有し、第1磁石75および第2磁石76はウィークリンク装置56を構成し、閾値は、第1磁石75の磁力と第2磁石76の磁力とによって決定される吸着力にしたがって予め定められてもよい。

20

【0209】

第1上流側ケーブル部51aに取り付けられた第1磁石75と、第1下流側ケーブル部51bに取り付けられた第2磁石76とを有するウィークリンク装置56を設ける。第1磁石75および第2磁石76がウィークリンク装置56を構成する。ウィークリンク装置56の閾値は、第1磁石75と第2磁石76とが互いに吸着する吸着力にしたがって決定される。これにより、荷重が吸着力よりも小さい範囲内で、回転翼機1から作業機器30を吊り下げることが可能になる。

30

【0210】

ある実施形態において、第1ケーブル51は、ウィークリンク装置56と、ウィークリンク装置56から見て回転翼機1側の第1上流側ケーブル部51aと、ウィークリンク装置56から見て作業機器30側の第1下流側ケーブル部51bとを有し、ウィークリンク装置56は、第1上流側ケーブル部51aと第1下流側ケーブル部51bとを止める留め具であってもよい。

【0211】

40

ある実施形態において、第2ケーブル52は、第1上流側ケーブル部51aの外部および第1下流側ケーブル部51bの外部に沿って配設され、または第1上流側ケーブル部51aの内部および第1下流側ケーブル部51bの内部に配設され、ウィークリンク装置56をバイパスしてもよい。

【0212】

第2ケーブル52は、第1上流側ケーブル部51aおよび第1下流側ケーブル部51bの外部に沿って、またはそれらの内部に配設されているが、ウィークリンク装置56の位置においてはウィークリンク装置56をバイパスして配設されている。これにより、ウィークリンク装置56を構成する磁石または留め具と第2ケーブル52との干渉は回避される。

50

【 0 2 1 3 】

ある実施形態において、第 1 ケーブル 5 1 の、回転翼機 1 からウィークリンク装置 5 6 までの間、および / または、ウィークリンク装置 5 6 から作業機器 3 0 までの間に、少なくとも 1 つの弾性部材 5 7 を有してもよい。

【 0 2 1 4 】

ウィークリンク装置 5 6 の回転翼機 1 側、および / または、作業機器 3 0 側に少なくとも 1 つの弾性部材 5 7 を設けることにより、瞬間的に閾値を超えるような荷重がかかった場合でもウィークリンク装置 5 6 の切断を回避できる。

【 0 2 1 5 】

ある実施形態において、第 1 ケーブル 5 1 および第 2 ケーブル 5 2 の巻き取りおよび繰り出しを行うケーブルリール 2 2 をさらに有してもよい。

10

【 0 2 1 6 】

第 1 および第 2 ケーブル 5 1、5 2 の巻き取りまたは繰り出しを行うケーブルリール 2 2 を設けることにより、第 1 および第 2 ケーブル 5 1、5 2 の不必要なたるみや、架空地線 9 4 からの作業機器 3 0 の浮き上がりを回避できる。これにより、回転翼機 1 の高度を頻繁に変えることなく、作業機器 3 0 と架空地線 9 4 との距離を調整できる。

【 0 2 1 7 】

ある実施形態において、ケーブルリール 2 2 と機械的に接続された巻き取りモータ 2 1 を有し、巻き取りモータ 2 1 がケーブルリール 2 2 を回転させることにより、第 1 ケーブル 5 1 および第 2 ケーブル 5 2 の巻き取りおよび繰り出しを行ってもよい。

20

【 0 2 1 8 】

巻き取りモータ 2 1 を利用すると、第 1 ケーブル 5 1 および第 2 ケーブル 5 2 の巻き取りおよび繰り出しを電動化できる。

【 0 2 1 9 】

ある実施形態において、巻き取りモータ 2 1 の回転方向および回転量を制御するコントローラ 1 5 をさらに備え、作業機器 3 0 が架空地線 9 4 に沿って走行している期間中は、コントローラ 1 5 は、第 1 ケーブル 5 1 および第 2 ケーブル 5 2 を所定の張力で引っ張るよう、巻き取りモータ 2 1 の回転方向および回転量を調整してもよい。

【 0 2 2 0 】

作業機器 3 0 が架空地線 9 4 に沿って走行している期間中は、コントローラ 1 5 は、所定の張力で第 1 および第 2 ケーブル 5 1、5 2 を引っ張るよう、巻き取りモータ 2 1 の回転方向および回転量を調整する。これにより、第 1 および第 2 ケーブル 5 1、5 2 のたるみを防止することができ、第 1 および第 2 ケーブル 5 1、5 2 が回転翼機 1 のメインロータに接触し、または他の架線と接触することを回避できる。

30

【 0 2 2 1 】

ある実施形態において、巻き取りモータ 2 1 はロータ 2 1 2 を有し、コントローラ 1 5 は、ロータ 2 1 2 の所定の回転位置である基準位置と、基準位置におけるケーブルリール 2 2 から作業機器 3 0 までの第 1 ケーブル 5 1 および第 2 ケーブル 5 2 の長さとの関係、および、巻き取りモータ 2 1 の回転方向および回転量から、第 1 ケーブル 5 1 および第 2 ケーブル 5 2 の現在の長さを算出し、算出した長さに応じて巻き取りモータ 2 1 の回転方向および回転量を調整してもよい。

40

【 0 2 2 2 】

コントローラ 1 5 は第 1 ケーブル 5 1 および第 2 ケーブル 5 2 の現在の長さを算出し、算出した長さに応じて巻き取りモータ 2 1 の回転方向および回転量を調整する。第 1 ケーブル 5 1 および第 2 ケーブル 5 2 の長さを例えば一定の範囲に維持することにより、概ね、回転翼機 1 と作業機器 3 0 との距離を維持することができる。

【 0 2 2 3 】

ある実施形態において、コントローラ 1 5 は、回転翼機 1 の高度を指示する制御信号を出力することが可能であり、第 1 ケーブル 5 1 および第 2 ケーブル 5 2 の長さが予め定められた所定の長さよりも長い場合には、コントローラ 1 5 は回転翼機 1 の高度を下げるよ

50

う指示する制御信号を出力し、第 1 ケーブル 5 1 および第 2 ケーブル 5 2 の長さが予め定められた所定の長さよりも短い場合には、コントローラ 1 5 は回転翼機 1 の高度を上げるよう指示する制御信号を出力してもよい。

【 0 2 2 4 】

回転翼機 1 が作業機器 3 0 から離れすぎている場合には、コントローラ 1 5 は回転翼機 1 の高度を下げさせ、作業機器 3 0 に近づくよう飛行させる。また回転翼機 1 が作業機器 3 0 に近すぎる場合には、コントローラ 1 5 は回転翼機 1 の高度を上げさせ、作業機器 3 0 から離れるよう飛行させる。

【 0 2 2 5 】

ある実施形態において、第 1 ケーブル 5 1 および第 2 ケーブル 5 2 の長さが予め定められた所定の長さよりも短い場合には、コントローラ 1 5 は外部に警告を発してもよい。

10

【 0 2 2 6 】

第 1 ケーブル 5 1 および第 2 ケーブル 5 2 の長さが予め定められた所定の長さよりも短い場合には、回転翼機 1 が作業機器 3 0 に近づきすぎている可能性がある。その場合、警告を発することにより、外部に注意を喚起することができる。

【 0 2 2 7 】

ある実施形態において、コントローラ 1 5 は、音、光および振動のうちの少なくとも一つにより警告を発してもよい。

【 0 2 2 8 】

音、光および / または振動により警告を発することにより、人間の注意を的確に喚起することができる。

20

【 0 2 2 9 】

ある実施形態において、作業機器 3 0 と有線または無線で通信する端末装置 1 1 0 をさらに備え、端末装置 1 1 0 は、作業機器 3 0 の作業状況を表すデータを受信する通信回路 1 1 3 と、データを表示する表示装置 1 1 5 とを備え、表示装置 1 1 5 に警告を表示してもよい。

【 0 2 3 0 】

オペレータ等が有する端末装置 1 1 0 の表示装置 1 1 5 に注意を喚起する警告を表示することにより、オペレータの手元で視覚的に注意を喚起することができる。

【 0 2 3 1 】

30

ある実施形態において、ケーブルリール 2 2 と巻き取りモータ 2 1 とを支持するブラケット 2 3 をさらに備えてもよい。

【 0 2 3 2 】

ブラケット 2 3 によってケーブルリール 2 2 と巻き取りモータ 2 1 とを固定させることにより、巻き取りモータ 2 1 の回転をケーブルリール 2 2 に伝達することができる。

【 0 2 3 3 】

ある実施形態において、作業機器 3 0 は、作業機器 3 0 が架空地線 9 4 に載置される際に作業機器 3 0 を架空地線 9 4 に誘導するガイド 3 7 を有してもよい。

【 0 2 3 4 】

ガイド 3 7 を設けることにより、作業機器 3 0 を容易に架空地線 9 4 に載せることが可能になる。

40

【 0 2 3 5 】

ある実施形態において、作業機器 3 0 が架空地線 9 4 の上方から架空地線 9 4 に載置される場合、ガイド 3 7 は、架空地線 9 4 の延びる方向に平行で、かつ、地平面に対して斜めの方向に広がる、少なくとも 1 つの棒状部材または板状部材であってもよい。

【 0 2 3 6 】

ある実施形態において、ガイド 3 7 は、少なくとも 2 つの板状部材であり、少なくとも 2 つの板状部材は、架空地線 9 4 の延びる方向に平行で、地平面に対して斜めの方向に広がり、かつ、少なくとも 2 つの板状部材の間に架空地線 9 4 を含むよう作業機器 3 0 を架空地線 9 4 に誘導してもよい。

50

【 0 2 3 7 】

ある実施形態において、作業機器 3 0 は、風を受けるフィン 8 1 と、風向きを検出するセンサ 8 5 と、フィン 8 1 の向きを変更する電動モータ 8 3 と、センサ 8 5 が検出した風向きに応じて電動モータ 8 3 を駆動し、フィン 8 1 の向きを調整する制御装置 3 5 とを備えてもよい。

【 0 2 3 8 】

風向きに応じてフィン 8 1 の向きを調整することで、作業機器 3 0 の向きおよび姿勢を安定させることができる。

【 0 2 3 9 】

ある実施形態において、回転翼機 1 は、回転翼 5 を回転させるエンジン 8 を有してもよい。

10

【 0 2 4 0 】

回転翼機 1 がエンジン 8 を搭載することにより、比較的長時間の飛行が可能になり、作業機器 3 0 の作業時間を長く確保することができる。

【 0 2 4 1 】

ある実施形態において、回転翼機 1 は回転翼 5 を回転させるドローンモータ 8 を有し、発電装置 9 は、第 2 ケーブル 5 2 を介して作業機器 3 0 に供給する電力、および、ドローンモータ 8 を回転させる電力を生成する燃料電池であり、作業機器 3 0 は、作業機器 3 0 に供給された電力を利用して電動モータ 3 3 を駆動し、架空地線 9 4 を自走してもよい。

【 0 2 4 2 】

20

回転翼機 1 がドローンモータ 8 で回転翼 5 を回転させる場合、回転翼機 1 に燃料電池を搭載することにより、当該燃料電池を利用すればドローンモータ 8 および作業機器 3 0 の両方に電力を供給することができる。

【 0 2 4 3 】

ある実施形態において、作業機器 3 0 は少なくとも 1 台のカメラ 3 8 を有し、保守作業のためにカメラ 3 8 を利用して架空地線 9 4 を撮影してもよい。

【 0 2 4 4 】

ある実施形態において、少なくとも 1 本の電線 9 2 が架空地線 9 4 と同じ方向に併設されており、少なくとも 1 台のカメラは 2 台以上のカメラ 3 8、3 8 a であり、2 台以上のカメラ 3 8、3 8 a の各々は、架空地線 9 4 および少なくとも 1 本の電線 9 2 を撮影してもよい。

30

【 0 2 4 5 】

ある実施形態において、少なくとも 1 台のカメラ 3 8 a は、ジンバル 8 7 を介して作業機器 3 0 に接続されていてもよい。

【 0 2 4 6 】

ある実施形態において、回転翼機 1 は無人ヘリコプターであってもよい。

【産業上の利用可能性】

【 0 2 4 7 】

本発明の技術は、架空線の保守作業に好適に利用され得る。

【符号の説明】

40

【 0 2 4 8 】

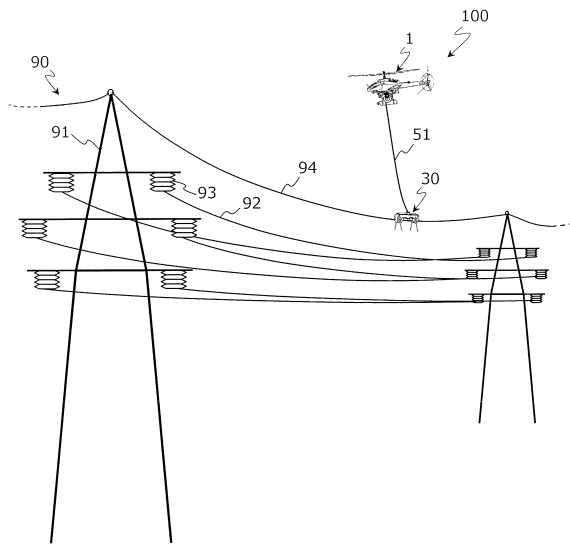
1：無人ヘリコプター（回転翼機）、2：メインボディ、3：テールボディ、4：機体、5：メインロータ、6：テールロータ、7：ラジエータ、8：エンジン、9：発電装置、10：コントロールパネル、11：表示灯、12：スキッド、13：リモコン受信アンテナ、15：飛行制御ボックス（制御装置）、15 a：GPS モジュール、15 b：加速度センサ、15 c：気圧センサ、15 d：地磁気センサ、15 e：超音波センサ、15 f：通信回路、15 g：信号処理回路（コントローラ）、15 h：ROM、15 i：RAM、15 j：記憶装置、15 k：内部バス、21：巻き取りモータ、22：ケーブルリール、23：ブラケット、30：作業機器、31：筐体、32：車輪、32 a：溝、33：電動モータ、34：動力伝達機構、

50

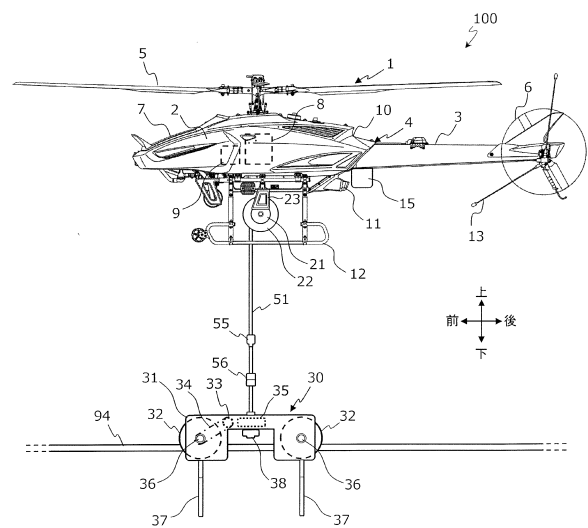
35 : 制御装置、 35 a : 信号処理回路、 35 b : メモリ、 35 c : モータ駆動回路、
 35 d : 通信回路、 36 : 車軸、 37 : ガイド、 38 : カメラ、 38 a : カメラ、
 41 : 電源回路、 42 : モータ駆動回路、 43 : バッテリ、 51 : 第1ケーブル、
 52 : 第2ケーブル(電力線)、 53 : 第3ケーブル(信号線)、 55 : 回転コネクタ、
 56 : ウィークリンク装置、 57 : 弾性部材、 61 : ロータ、 62 : リング電極、
 63 : ブラシ、 64 : 支持部材、 65 : 電極、 66 : 電極、 67 : 筐体、
 71 : コネクタ、 72 : コネクタ、 73 : 電極端子、 74 : 電極端子、 75 : 第1
 磁石、 76 : 第2磁石、 81 : フィン、 82 : 支持部材、 83 : 電動モータ、 8
 4 : 回転軸、 85 : 風向きセンサ、 87 : ジンバル、 90 : 電線路、 91 : 鉄塔、
 92 : 送電線、 93 : 碍子、 94 : 架空地線、 100 : 架空線保守作業システム、
 110 : タブレットコンピュータ(端末装置)、 110 a : 基地局操縦装置、 111 :
 CPU、 112 : メモリ、 113 : 通信回路、 114 : 画像処理回路、 115 : 表
 示装置、 116 : タッチスクリーンパネル、 117 : 通信バス、 118 : 報知装置、
 211 : モータケース、 212 : ロータ、 213 : ステータ、 214 : 回転センサ

【図面】

【図1】



【図2】



10

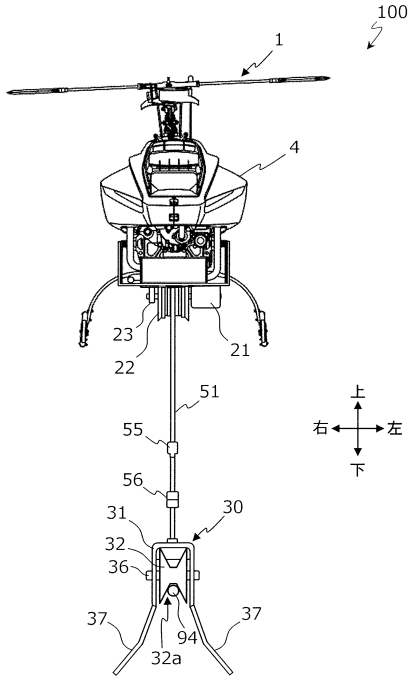
20

30

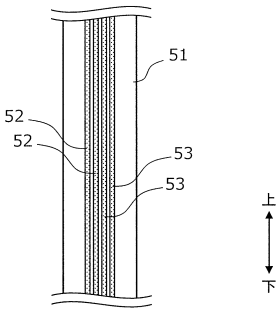
40

50

【図 3】



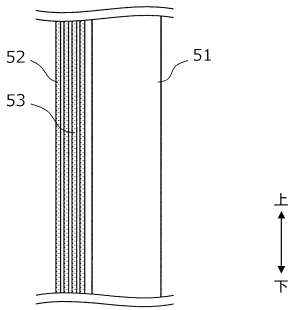
【図 4】



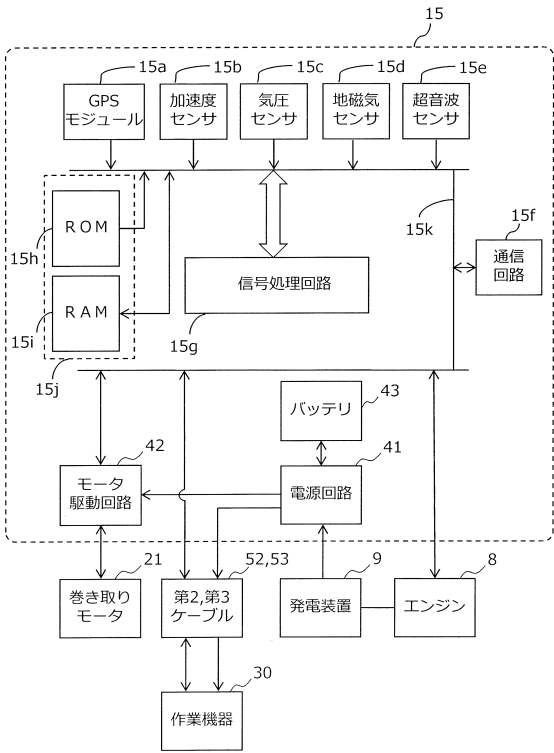
10

20

【図 5】



【図 6】

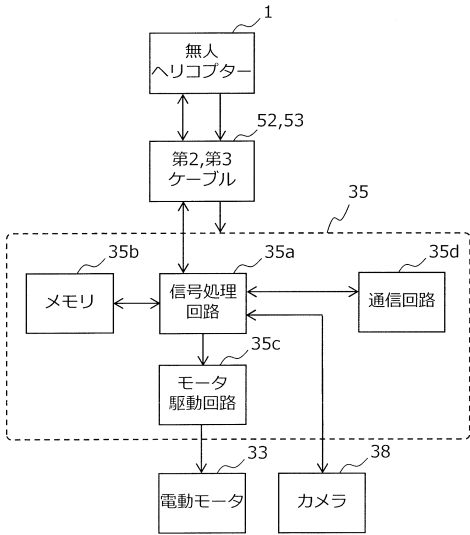


30

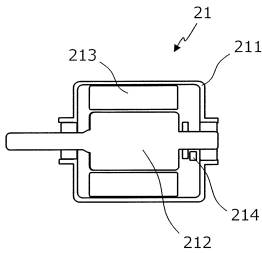
40

50

【図 7】

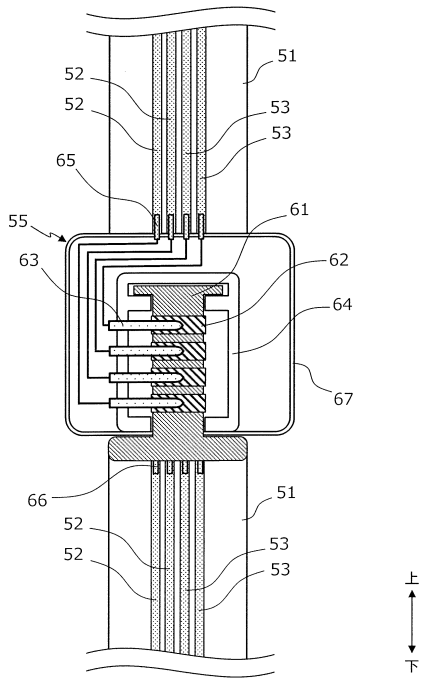


【図 8】

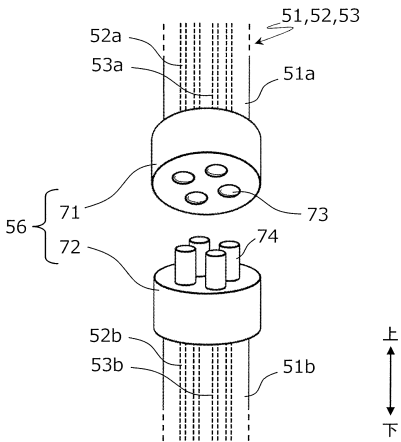


10

【図 9】



【図 10】



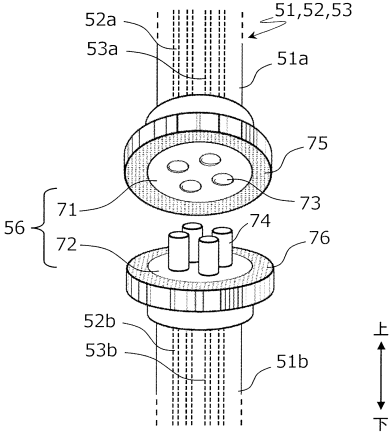
20

30

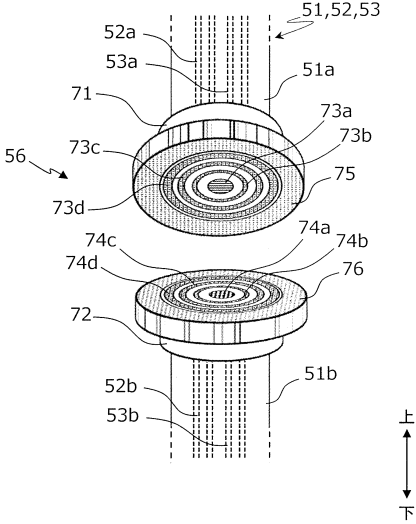
40

50

【図 1 1】

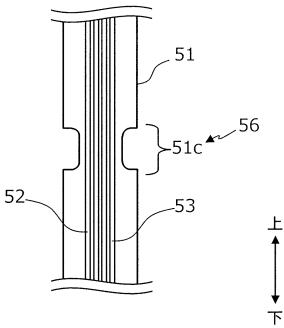


【図 1 2】

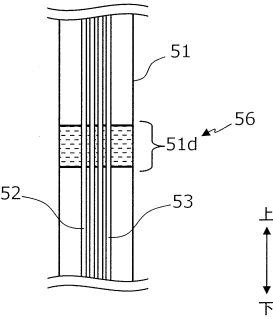


10

【図 1 3】



【図 1 4】



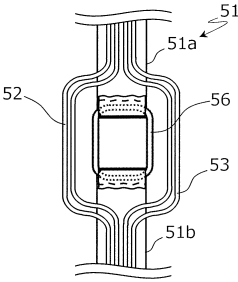
20

30

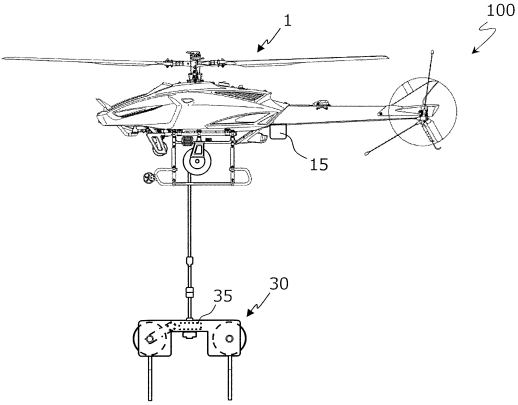
40

50

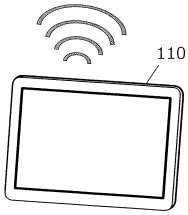
【図 15】



【図 16】

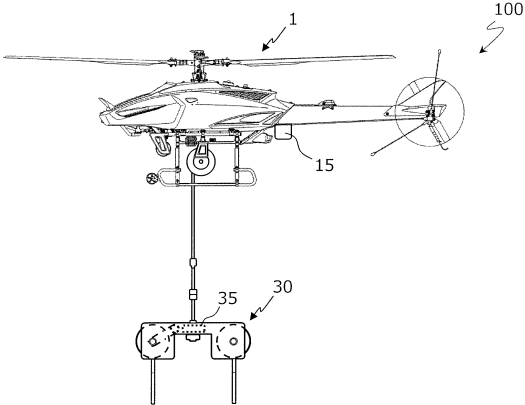


10

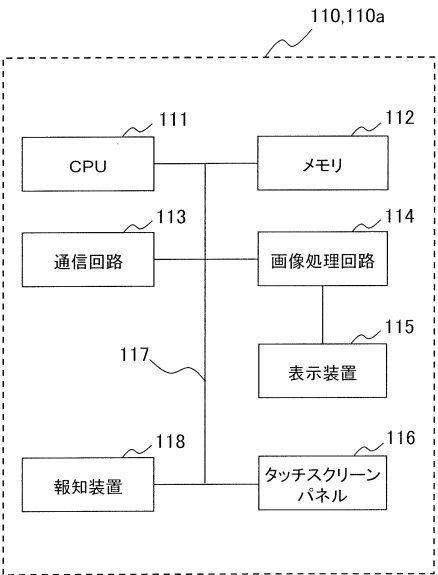


20

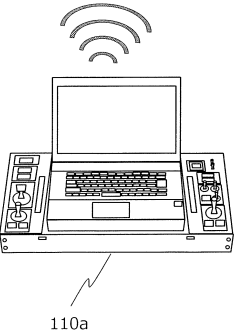
【図 17】



【図 18】



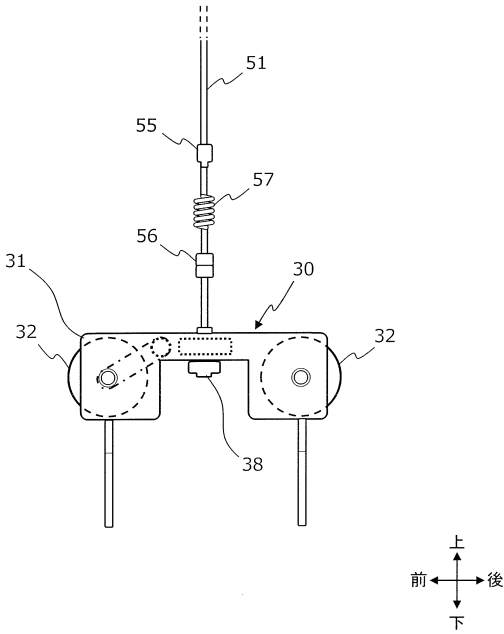
30



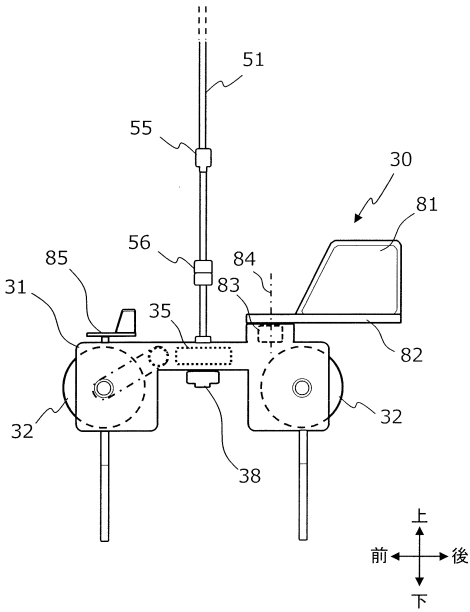
40

50

【図 19】



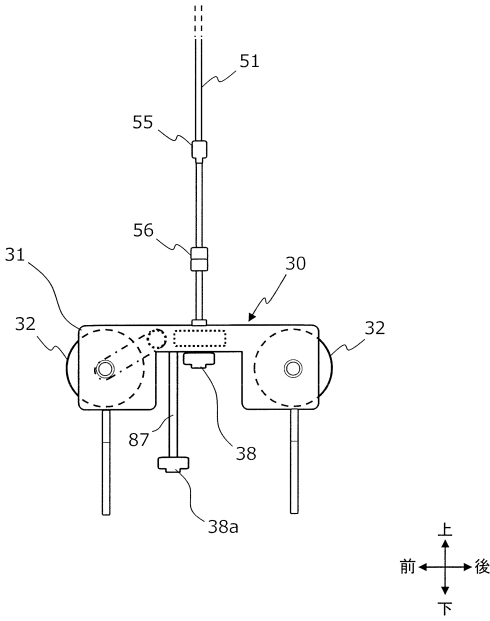
【図 20】



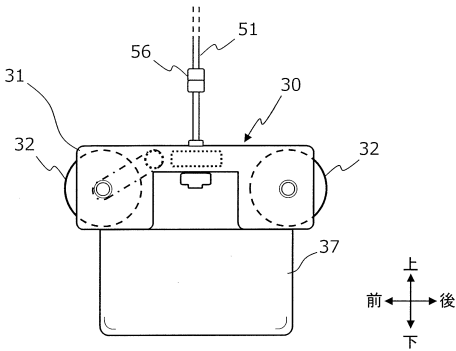
10

20

【図 21】



【図 22】

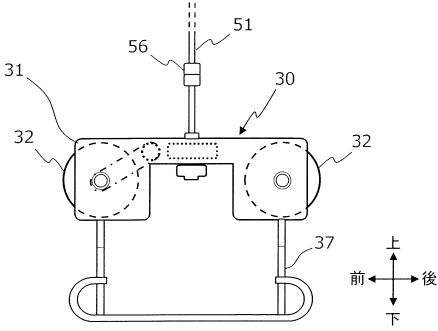


30

40

50

【図 23】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 9 - 1 6 1 8 3 3 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 0 6 2 9 4 6 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 1 9 7 9 9 9 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 1 9 9 1 4 4 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 1 6 8 1 0 7 (U S , A 1)
特開 2 0 1 9 - 1 4 5 3 8 1 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 1 9 1 0 2 6 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 2 2 5 3 2 6 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- H 0 2 G 1 / 0 0 - 1 / 1 0
B 6 4 C 3 9 / 0 2
B 6 4 C 2 7 / 0 4
B 6 4 D 2 7 / 2 4