

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7650508号
(P7650508)

(45)発行日 令和7年3月25日(2025.3.25)

(24)登録日 令和7年3月14日(2025.3.14)

(51)国際特許分類		F I	
B 6 4 D	27/24 (2024.01)	B 6 4 D	27/24
B 6 4 C	27/08 (2023.01)	B 6 4 C	27/08
B 6 4 C	39/02 (2006.01)	B 6 4 C	39/02
B 6 4 F	1/12 (2006.01)	B 6 4 F	1/12
B 6 4 F	3/02 (2006.01)	B 6 4 F	3/02
請求項の数 10 (全19頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2021-563976(P2021-563976)	(73)特許権者	305061771
(86)(22)出願日	令和2年12月8日(2020.12.8)		国際先端技術総合研究所株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/045709		東京都港区虎ノ門三丁目8番21号虎ノ
(87)国際公開番号	WO2021/117730		門33森ビル
(87)国際公開日	令和3年6月17日(2021.6.17)	(74)代理人	110000062
審査請求日	令和5年12月4日(2023.12.4)		弁理士法人第一国際特許事務所
(31)優先権主張番号	特願2019-222232(P2019-222232)	(72)発明者	小松 信明
(32)優先日	令和1年12月9日(2019.12.9)		東京都港区虎ノ門二丁目2番5号 共同
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(72)発明者	伊藤 朋子
			東京都港区虎ノ門二丁目2番5号 共同
			通信会館
		審査官	塚本 英隆
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 飛行体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】
磁界発電ユニットを備えた飛行体であって、
前記磁界発電ユニットは、磁界発電モジュール及び電力変換モジュールを備え、
前記磁界発電モジュールは、架空送電線が発生する磁界を電気エネルギーに変換し、
前記電力変換モジュールは、前記磁界発電モジュールによって生成された交流電流を直
流電流に変換し、
前記飛行体は、前記架空送電線を取り囲み、前記架空送電線上を滑空可能な治具を更に備
え、
前記滑空可能な治具は、前記飛行体の移動を前記架空送電線に沿って案内するために、前
記架空送電線を取り囲むガイドローラーを更に備え、
前記磁界発電モジュールは、前記架空送電線からの距離を維持するように前記滑空可能な
治具の内側に配置された電力給電コイルである、
ことを特徴とするものである飛行体。

【請求項2】
請求項1に記載された飛行体であって、鉄塔の給電ポートから、電気エネルギーを受電す
るための受電手段を備えた飛行体。

【請求項3】
請求項2に記載された飛行体であって、
前記受電手段は、飛行体から離間した距離に配置することが可能なことを特徴とする飛

行体。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載された飛行体であって、
架空送電線上を滑空可能な治具を備えた飛行体。

【請求項 5】

請求項 4 に記載された飛行体であって、
前記滑空可能な治具は、
第 1 面、第 2 面、及び第 3 面と、
前記第 1 面、前記第 2 面及び前記第 3 面によって画定される通孔部と、
を含み、
前記第 1 面と前記第 2 面は互いに対向しており、
前記第 3 面は前記第 1 面と前記第 2 面とを繋ぎ、
少なくとも前記第 1 面には、架空送電線に滑走するガイドローラーが配置されている、
ことを特徴とする飛行体。

10

【請求項 6】

請求項 5 に記載された飛行体であって、
前記架空送電線に滑走するガイドローラーが前記第 1 面、前記第 2 面及び前記第 3 面の
それぞれに配置されていることを特徴とする飛行体。

【請求項 7】

請求項 1 に記載された飛行体であって、
予め定まった経路情報に基づいて前記飛行体の運行を制御する運行制御部を更に備える飛行体。

20

【請求項 8】

請求項 1 に記載された飛行体であって、
外界情報を取得するためのセンサを制御する作業部を更に備え、
前記架空送電線上の障害物を前記センサにより検知すると、一旦前記架空送電線から離れ、
前記障害物を乗り越えた後、前記架空送電線に戻り、再び前記架空送電線上の滑空運行を再開する飛行体。

【請求項 9】

請求項 8 に記載された飛行体であって、
前記架空送電線に付着している異物を前記センサにより検知すると、前記異物の種類に応じた清掃手段を用いて清掃する飛行体。

30

【請求項 10】

請求項 4 から 6 のいずれか一項に記載された飛行体であって、
前記滑空可能な治具は、
架空送電線を取り囲むように開閉可能な形態であり、
少なくとも治具の一部に前記架空送電線に滑走するガイドローラーが配置されている、
ことを特徴とする飛行体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、飛行体及び給電ポートを備えた鉄塔に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ドローン（D r o n e）又はマルチコプターと呼ばれる回転翼機（以下、これらを総称して「飛行体」という。）などの活用が注目されている。

これらの飛行体は、人間が容易に近づくことができない高所や狭隘な閉所などに容易に到達することが可能であるため、例えば、鉄塔の上部、トンネルの内部や地下空間などで、情報収集や作業が求められる場合の活用が期待されている。

しかし、これらの飛行体は、主にバッテリーを電源としているため、長時間の稼働が難

50

しく、特に気温の低い環境下では航続距離や時間が制限される。

【 0 0 0 3 】

このため、特許文献 1 には、2 台の回転翼機を連結し、一方の回転翼機から他方の回転翼機に給電ケーブルを用いて電力を供給するシステムが開示されている。

また、特許文献 2 には、回転翼機を長時間稼働させるために、回転翼機と地上等を給電ケーブルで接続する装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 4 】

【文献】特許第 6 6 0 3 8 4 7 号公報

10

【文献】W O 2 0 1 7 / 0 9 4 8 4 2 A 1 公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

しかし、特許文献 1 の技術を用いても、空中において一方の回転翼機から他方の回転翼機に供給可能な電力量は限定的である。

また、特許文献 2 の技術を用いた場合は、回転翼機の飛行範囲が給電ケーブルの長さに限定されるとともに、給電ケーブルの存在が回転翼機の飛行を制約することとなりかねない。

特に、高所に存在している高圧送電線の保守・点検等を飛行体を用いて行う場合には、給電ケーブルの存在が安全な保守・点検のための障害となりかねない。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記の課題を解決するため、本発明の代表的な飛行体の一つは、飛行体に外部の磁界によって発電するモジュールを有している。

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、飛行体は外部の磁界からのエネルギーを活用して長時間の飛行を継続することができる。

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。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図 1】図 1 は、飛行体の上面の概略図である。

【図 2】図 2 は、飛行体の側面の概略図である。

【図 3】図 3 は、磁界発電モジュールの等価回路である。

【図 4】図 4 は、磁界発電ユニットの構成の概略図である。

【図 5】図 5 は、架空送電線の近傍を飛行し、架空送電線の保守点検等の作業を行う飛行体を示す図である。

【図 6】図 6 は、脚部を備えた飛行体の概略図である。

【図 7】図 7 は、吊下部を備えた飛行体の概略図である。

40

【図 8】図 8 は、本発明の実施例に係る飛行体の全体像を示す図である。

【図 9】図 9 は、本発明の実施例に係る飛行体の断面図を示す図である。

【図 10】図 10 は、本発明の実施例に係る飛行体の側面図を示す図である。

【図 11】図 11 は、本発明の実施例 10 に係る飛行体の全体像を示す図である。

【図 12】図 12 は、本発明の実施例に係る磁界発電モジュールとしてロゴスキーコイルを採用した場合の一例を示す図である。

【図 13】図 13 は、本発明の実施形態に係る飛行体の制御システムの構成の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

50

以下、本発明の一実施形態について図面を用いて説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではない。また、図面の記載において、同一部分には同一の符号を付して示している。

【 0 0 1 0 】

< 飛行体 >

まず、図 1 を参照して、本開示の飛行体について説明する。図 1 に示されるように、飛行体 1 (本開示では、飛行体を「ドローン」ということもある) は、複数の回転翼 1 2 を支持する複数のアーム部 1 3、アーム部が接続された中心部 1 1 を備えている。飛行体 1 の中心部 1 1 は当該飛行体を真上から見た場合にアーム部 1 3 の先端部を結んで形成される円環内の略中心部に位置している。

10

図 1 の例では、アーム部 1 3 及び回転翼 1 2 はそれぞれ 4 本備えているが、アーム部 1 3 の数や回転翼 1 2 の数はこれに限定されない。例えば、飛行体が大型の場合などでは、アーム部 1 3 及び回転翼 1 2 の数は 6 以上であることが望ましい。

なお、アーム部 1 3 は直線形状でもよいし、折れ曲がった形状を有していてもよい。

実施形態 1 では、最も簡易な飛行体として、アーム部 1 3 及び回転翼 1 2 の数が 4 の場合について説明する。

【 0 0 1 1 】

中心部 1 1 には、飛行体の制御装置、通信装置等が搭載されており、制御装置の付近には、バッテリー、GPS アンテナも搭載されている。

また、飛行体は種々の作業を行うための作業部 (図示しない) を備えている。作業部に備えられている代表的な機能及び構成は、以下の通りであるが、これに限定されるものではない。

20

(1) カメラやセンサ、マイク等の外界情報を取得可能な情報取得機器による撮影や監視、調査、記録

(2) 噴霧器や吹き付け装置、放水装置による液体の散布、塗装、消火、融雪剤の散布、動植物への散水

(3) スピーカーや臭気発生装置、発光装置による外部への働きかけ、

(4) 工具やロボットアーム、回転ブラシ等による工作や整備、物体の移動、着氷の除去 等

さらに、飛行体 1 は中心部 1 1 の付近に磁界発電ユニット 2 0 または外部からの給電を受ける受電部 (図示しない) を備えている。図 1 の例では、磁界発電ユニット 2 0 は、4 個装着されているが、飛行体に装着する磁界発電ユニットの数に限定はない。

30

【 0 0 1 2 】

図 2 は、飛行体 1 を横から見た側面図である。飛行体の中心部 1 1 は、平板から構成された平面形状が円盤形状をしている。中心部 1 1 の側面付近からアーム部 1 3 が、アーム部の先端を結んで形成される円環の外周方向に向けて 4 本のアーム部 1 3 が延伸している。これら 4 本のアーム部 1 3 は、中心部を通過するいずれかの断面に対して左右対称となるように配置されている。

【 0 0 1 3 】

回転翼 1 2 には、動力部 (図示しない) が接続されている。回転翼 1 2 は動力部からの出力を受けて回転し、回転翼 1 2 が回転することにより、飛行体 1 は出発地から離陸し、水平移動し目的の場所に着地することができる。

40

動力部は、回転翼 1 2 を駆動させることができる手段であれば特に制限されるものではないが、電気モータが適している。

なお、回転翼は、右方向への回転、停止、左方向への回転が可能である。

【 0 0 1 4 】

< 磁界発電ユニット >

磁界を活用して発電を行うための磁界発電ユニットは、磁界発電モジュール及び電力変換モジュールを備えている。

磁界発電モジュールは、環境が発生する磁界を電気エネルギーに変換するモジュールで

50

ある。大きな磁界を発生する環境として代表的な例は、架空送電線の近傍の磁界がある。

例えば、1000Aの電流が流れる電線から20cmの距離の場合、おおむね、4300μTの磁束密度が存在する。

そして、コイル幅：c、内径：2c、外形：4cのBrooksコイルを用いた場合、回収可能電力は、以下の式で算出される。

【0015】

【数1】

$$W = c^5 \times (27\pi^3 \beta f^2 / 16\rho) \times (\mu_0 H)^2 \text{ [W]}$$

10

【0016】

ここで、c[m]はコイル幅、βはコイルの占積率、f[Hz]は周波数、ρ[Ωm]は巻線の体積抵抗率、μ₀は真空の透磁率、Hは磁界であるから、μ₀H[T]はコイルに鎖交する平均磁束密度を意味する。

このような磁界発電モジュールの等価回路は、図3の通りである。

【0017】

上述したような磁界発電モジュールと電力変換モジュール、蓄電池を組み合わせることにより、図4に示すような磁界発電ユニットを構成することができる。

20

そして、このような磁界発電ユニットによれば、環境中に存在する磁界を用いて電気エネルギーを効率的に取り出し、活用することが可能となる。

【0018】

<実施例1>

実施例1は上述した磁界発電ユニットをドローンなどの飛行体に装着したものである。ドローンなどの飛行体は、さまざまな領域での活用の検討が進められているが、バッテリー容量の制約から十分な飛行時間は航続距離を得ることができない。

特に、架空送電線の健全性確認にドローンの活用が試みられているが、やはり、航続飛行時間などの制約から十分な活用がなされていない。

通常、架空送電線の保守管理は、保守作業員による高倍率スコープを用いた地上からの点検や、実際に鉄塔に昇り専用の器具で送電線にぶら下がっての点検が行われている。しかし、山間部など保守作業員が容易に確認できない一部の架空送電線については、これまで、ヘリコプターで撮影したVTRを、作業員がスローモーション再生で点検を行うなど、当該作業に長時間を要していた。

30

その後、これまでに蓄積してきた架空送電線のVTR撮影データや点検技術と、AIや深層学習の技術を融合させたシステムなども開発され、架空送電線の点検作業にはドローンで撮影したVTRデータを使う計画も進んでいる。

しかし、ドローンには電池切れの問題があり、人手を削減する効果についてその問題点は払拭されていないのが現状である。

【0019】

40

そこで、本実施例1においては、ドローンに磁界発電ユニットを装着することにより、当該ドローンは、図5に示すように、架空送電線の近傍を飛行し、架空送電線の保守点検等の作業を行いながら、同時に、飛行のための電気エネルギーを架空送電線の磁界から得ることができる。このため、当該ドローンは、架空送電線の近傍であれば、電池切れの問題なく、架空送電線を長距離にわたって保守点検作業を実施することができる。

【0020】

架空送電線に対する着氷、着雪対策としては、難着雪リング等の難着雪対策や、架空送電線からの落雪に起因するギャロッピング(送電線の大きな揺れ)対策としての架空送電線へのカウンタウエイトや相関スペーサの設置などいずれも保守点検作業員が鉄塔に上り、危険な作業を行うことにより実施される対策が中心であった。

50

これに対して、本実施例のドローンなどの飛行体を用いることにより、着雪・着氷の状況を迅速に観察することが可能となるとともに、飛行体から融雪剤を架空送電線に散布したり、架空送電線の着雪・着氷が軽度な段階で、ドローンから着雪・着氷を落下させるための物理的な刺激を架空送電線に加えることにより、落雪による被害を最小限に抑えることも可能となる。

しかも、これらの作業はドローンなどの飛行体が実施するので、保守点検作業員が危険に晒されることがない。

【 0 0 2 1 】

< 実施例 2 >

実施例 2 は、実施例 1 においてドローンなどの飛行体が磁界発電ユニット有しない場合に、架空送電線の鉄塔にドローンの給電ポートを設け、ドローンなどの飛行体が鉄塔上のドローンポートに接近した際に、鉄塔から給電を受ける(受電する)例である。

この方式によれば、ドローンなどの飛行体が磁界発電ユニットを装着する必要がないため、飛行体の重量を軽減させることができ、その結果、飛行体の航続距離をさらに高めることが可能となる。

一方、鉄塔では、送電線から直接電気エネルギーの形で飛行体に供給するための電気エネルギーを取得してもよいし、送電線が発する磁気を活用し、磁界発電ユニットによって電気エネルギーを得てもよい。

鉄塔には磁界発電に十分な大きさのコイルを設置可能であり、給電ポートとして十分な機能を確保することができる。

給電ポートからドローンなどの飛行体に対する給電には、様々な方式が適用可能である。その一例としては、非接触の無線給電を用いてもよいし、接触型の給電手法として公知の様々な給電方式を採用することができる。当然に急速充電を行う手法を採用することも可能である。

【 0 0 2 2 】

< 実施例 3 >

実施例 3 は、実施例 2 で示した鉄塔の給電ポートに、ドローン等の飛行体を正確に着陸させるためのマーカ(図示しない)の機能を持たせたものである。

通常、ドローン等の飛行体は、人間が機体の動きを目視しながら、操縦機で制御信号を制御したり、飛行体に搭載されている G P S 機能を用いてウェイポイントを指定し、自動航行させる手法が用いられている。

しかし、G P S は、精度上の誤差が発生する可能性があり、特に、高度の高い鉄塔上では、G P S の情報のみでは、高度に関する位置誤差が発生する恐れがある。

このため、着陸ポートである給電ポートに、自立電源型ビーコン装置(以下、「ビーコン」という。)やレーザー発信機などの位置マーカを取り付け、飛行体が給電ポートに近接した場合には、位置マーカを目安として飛行体を給電ポートに着陸されることが考えられる。

【 0 0 2 3 】

例えば、ビーコンは、定点から特定の電波(例えば指向性を持つ電波)を発射し、飛行体 1 にその位置を知らせる発信機である。本発明に係るビーコン(図示しない)は、例えば B L E (B l u e t o o t h 登録商標 L o w E n e r g y) ビーコン、W i F i ビーコン、A P (A c c e s s P o i n t) ビーコン等を含んでもよく、電波を発信することができるものであれば特に限定されない。

【 0 0 2 4 】

なお、ビーコンなどの位置マーカは、測位用の信号を継続的に発信するように構成されている。測位用信号には、ビーコン位置を示す情報が含まれてもよい。或いは、測位用信号には、ビーコンを一意に識別する識別情報が含まれ、当該測位用信号を受信した飛行体 1 は、測位信号に含まれる識別情報を、内部ストレージに格納されている、識別情報毎にビーコンの絶対位置を示すテーブルに比較することにより、当該測位用信号を発信したビーコンの位置を特定してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

また、本発明に係るビーコンは、自立電源型のビーコンであるため、それぞれのビーコンは、独立した電源を備えている。この自立電源は、乾電池や充電電池等であってもよいが、鉄塔などの高所に設置したビーコンの電池交換又は充電の手間を減らす観点から、自己発電機能を備えている電源を設けた構成が望ましい。

【 0 0 2 6 】

この自己発電機能を備えている電源の一例として、二酸化ケイ素太陽光発電装置が挙げられる。電池交換又は充電をしなくても、継続的に電波を出し続けることができる。

このような二酸化ケイ素太陽光発電装置の構成の一例として、例えば、導電性を有する2枚の基板が各々の導電面を向かい合わせて配置され、基板の少なくとも一方が透明で光入射側基板とされ、2枚の基板の間に2酸化ケイ素と電解質が配置された2酸化ケイ素ソーラーセルによる構成が可能である。

なお、以上では、電源として、二酸化ケイ素太陽光発電装置を用いる場合を一例として説明したが、本発明はこれに限定されず、シリコン系の太陽電池、化合物系の太陽電池、有機系の太陽電池、ペロブスカイト型の太陽電池、量子ドット型の太陽電池等、二酸化ケイ素太陽光発電装置以外の任意の太陽電池であってもよい。

【 0 0 2 7 】

さらに、飛行体が給電ポートに着地する際には、飛行体に備えられているカメラの映像情報を活用することも可能である。

具体的には、飛行体に備えられているカメラによって着地前の給電ポートの画像情報を取得し、これらの画像情報に基づいて、正確な着地を実現することが可能となる。画像情報の解析については、AIによる画像解析技術を用いてもよいし、必要に応じて、画像情報を飛行体の外部に送信して、外部から飛行体の制御情報を受信することとしてもよい。

【 0 0 2 8 】

< 実施例 4 >

実施例 4 は、実施例 2 又は 3 で示した鉄塔の給電ポートに、ドローン等の飛行体が収集した情報を受信する機能を持たせたものである。

ドローン等の飛行体が収集した様々な情報は、無線を通じて外部に送信することができるが、山間部等においては、飛行体から発信する無線の到達距離には制限がある。このため、給電ポートに、ドローン等の飛行体が収集した情報を受信する設備を設け、給電ポートを介して飛行体の収集した情報を外部に伝送することによって、収集した情報を確実に外部に伝送することが可能となる。

【 0 0 2 9 】

< 実施例 5 >

実施例 5 は、ドローン等の飛行体が架空送電線の近傍を飛行するに際し、状況に応じて、飛行体が送電線の上部に乗り上げて、送電線上を滑空可能な治具を備えた飛行体である。

図 6 に例示するように、ドローンの中心部 11 から下方に向けて脚部 30 を設けることにより、ドローンを架空送電線上に着陸させることができる。脚部 30 の先端部 31 を絶縁体によって、送電線の形状に合わせて形成することにより、ドローンを2本の送電線上に着地させることが可能となる。この場合、ドローン等の飛行体は、横方向への推進力を駆動するだけで、飛行体が送電線上を滑空することも可能となる。

そして、飛行体の推進力が主に略水平方向に必要な場合には、回転翼 12 やアーム部 13 の位置や方向を調整可能とし、滑空に適した推進力を得ることができるようにもよい。

こうした滑空により、飛行体が移動に要する電気エネルギーを節約することが可能となり、飛行体の航続距離をさらに高めることが可能となる。

架空送電線上に、相関スペーサなどの滑空を妨げる部材が設置してある箇所のあった場合には、その都度、飛行体は上昇して空中を飛行し、架空を妨げる部材の存在しない送電線上に再度、着地して滑空を再開すれば、送電線上を移動するための電気エネルギーの消費を大幅に節約することができる。

10

20

30

40

50

そして、送電線上に着雪・着氷が存在している場合には、このような滑空を行うことにより、送電線上の雪や氷を除去することができる。

【 0 0 3 0 】

< 実施例 6 >

実施例 6 は、ドローン等の飛行体が架空送電線の近傍を飛行するに際し、状況に応じて、飛行体が送電線から釣り下がり、送電線上を滑空可能な治具を備えた飛行体である。

図 7 に例示するように、ドローンの中心部 1 1 から上方に向けて吊下部 4 0 を設けることにより、ドローンを架空送電線から吊り下げることができる。吊下部 4 0 の先端は絶縁体によって、送電線の形状に合わせて形成することにより、ドローンを送電線上に吊下げることが可能となる。この場合、ドローン等の飛行体は、横方向への推進力を駆動するだけ

10

で、飛行体が送電線上を滑空することも可能となる。

そして、飛行体の推進力が主に略水平方向に必要となる場合には、回転翼 1 2 やアーム部 1 3 の位置や方向を調整可能とし、滑空に適した推進力を得ることができるようにもよいことは、実施例 5 の場合と同様である。

こうした滑空により、飛行体が移動に要する電気エネルギーを節約することが可能となり、飛行体の航続距離をさらに高めることが可能となる。

架空送電線上に、相関スパーサなどの滑空を妨げる部材が設置してある箇所のあった場合には、その都度、飛行体は上昇して空中を飛行し、架空を妨げる部材の存在しない送電線上に、再度、吊下って滑空を再開すれば、送電線上を移動するための電気エネルギーの消費を大幅に節約することができる。

20

そして、実施例 5 の場合と同様に、送電線上に着雪・着氷が存在している場合には、このような滑空を行うことにより、送電線上の雪や氷を除去することができる。

【 0 0 3 1 】

< 実施例 7 >

送電線の周囲には、送電線の送電電圧に起因する商用周波電界、送電線を通る電流に起因する商用周波磁界、送電線のがいし装置などの金具の接触不良箇所で生じる火花放電に伴う放射電磁界が発生する。

このため、ドローン等の飛行体が架空送電線の近傍を飛行するに際し、強力な電界や磁界、特に放電現象に伴う放射電磁界によって制御回路等の電子回路が悪影響を受けないよう、飛行体に付属する磁界発電ユニットを飛行体本体から吊下げるなどして、飛行体から離間した位置に配置してもよい。そして、飛行体は、送電線から離間した位置で、磁界発電ユニットから電気エネルギーを得ることとしてもよい。

30

【 0 0 3 2 】

< 実施例 8 >

実施例 7 と同様の理由により、実施例 3 及び 4 について、鉄塔の給電ポートは、送電線から離間した位置に設けられ、磁界発電ユニットが送電線の近傍に設けられている構成としてもよい。

【 0 0 3 3 】

< 実施例 9 >

次に、図 8 ~ 1 0 を参照して、本発明の実施例 9 に係る飛行体について説明する。実施例 9 は、ドローン等の飛行体が架空送電線の近傍を飛行するに際し、状況に応じて、飛行体が送電線を取り囲み、送電線上を滑空可能な治具（以下、滑空治具 8 2 0）を備えた飛行体である。

40

【 0 0 3 4 】

図 8 は、本発明の実施例 9 に係る飛行体の全体像を示す図である。

図 8 に例示するように、ドローン 1 の本体の上方に、略 C 字状の滑空治具 8 2 0 を設けることにより、ドローンを架空送電線 8 1 5（以下、「送電線」ということもある）に沿って安定的に移動させることができる。より具体的には、この滑空治具 8 2 0 は、送電線を取り囲む第 1 面、第 2 面、及び第 3 面と、第 1 面と前記第 2 面と前記第 3 面によって画定されて、送電線を通す孔 8 2 5（以下、「通孔部」ともいう。）を含み、これらの第 1

50

面と第2面と第3面のそれぞれには、送電線を滑走するためのガイドローラー830A、830B、830Cが配置されている。これらのガイドローラー830A、830B、830Cは、ドローン1の移動を架空送電線815に沿って案内するための部材であり、図8に示すように、送電線815を挟持するように配置されてもよい。

【0035】

また、これらのガイドローラー830A、830B、830Cは、例えば、送電線に接触可能な絶縁体であってもよく、送電線815の形状に合わせて形成されてもよい。

なお、送電線815を取り囲む3つのガイドローラー830A、830B、830Cを含む滑空治具820の構成を一例として示しているが、本発明はこれに限定されず、ガイドローラーの数及び配置箇所はドローンの目的や送電線の状況等に応じて適宜に定められてもよい。例えば、別の例として、複数のガイドローラーが所定の間隔を開けて一列となる構成や、2つのみのガイドローラー（例えば、上方と下方）を有する構成も可能である。

10

【0036】

また、図8に示すように、ドローン1は、複数のセンサ845A、845B、845Cを含む。これらのセンサは、例えば上述したように、カメラであってもよい。ドローン1は、例えばこれらのセンサ845A、845B、845Cを用いて、送電線に付着している異物（着雪、着氷等）や障害物（相関スペース、鳥、枝）を検知することができる。また、ドローン1は、これらのセンサ845A、845B、845Cによって検知された異物や障害物を対処する動作を行ってもよい。

一例として、相関スペースなどの滑空を妨げる部材が設置してある箇所が検知されると、ドローン1は送電線を離れるように空中を飛行し、架空を妨げる部材の存在しない送電線上に再度、着地して滑空を再開すれば、送電線上を移動するための電気エネルギーの消費を大幅に節約することができる。

20

別の一例として、送電線815の上に着雪・着氷が存在していることが検知されると、ドローン1は融雪剤等を散布し、送電線上の雪や氷を除去してもよい。

【0037】

また、図8に示すように、ドローン1は、複数の回転翼12を含んでもよい。ドローン1は、これらの回転翼12の推進力により送電線815に沿って滑空することにより、ドローン1の加重が送電線815にかからないようにし、送電線815への負荷を減らすことが可能である。

30

【0038】

また、図8に図示されないが、ドローン1は、上述したように、送電線815が発生する磁界を電気エネルギーに変換する磁界発電モジュールと、磁界発電モジュールによって生成された交流電流を直流電流に変換する電力変換モジュールを用いてもよい。後述するように、この磁界発電モジュールは、例えば磁気コアコイルやロゴスキーコイル等であってもよい。また、これらのコイルは、送電線815から所定の距離基準（例えば、電磁誘導に最適な距離等）を満たすように配置されてもよい。

【0039】

上述したように、送電線815を取り囲む滑空治具820を用いることにより、ドローン等の飛行体が送電線815から発生される磁界を用いて電磁誘導を効率良く行えるための距離を維持することができる。そのため、ドローンは送電線815の磁界から得たエネルギーを活用しつつ、送電線815に沿って安定的に移動し、送電線815の保守・点検等を行うことができる。

40

【0040】

次に、図9を参照して、本発明の実施例9に係る滑空治具の内部構成について説明する。図9は、本発明の実施例9に係る飛行体の断面図を示す図である。

【0041】

上述したように、本発明の実施例に係るドローン1の上方には、滑空治具820が配置されており、この滑空治具820は、送電線815を取り囲む第1面901、第2面902、及び第3面903から主に構成されている。また、図9に示すように、第1面901

50

と第3面903は、互いに対向しており、第2面902によって繋がられている。これらの第1面901、第2面902、及び第3面903によって、送電線815が通る線通し孔825が画定されている。また、第1面901、第2面902、及び第3面903には、上述したガイドローラー830A、830B、及び830Cがそれぞれ配置されている。

【0042】

また、図9に示すように、実施例9では、給電コイル920が、上述した磁界発電モジュールとして、滑空治具820の内部に配置されている。この給電コイル920は、架空送電線が発生する磁界を電気エネルギーに変換するものである。この給電コイル920は、例えば、電気伝導体の巻線として構成され、強磁性またはフェリ磁性の素材や空気を芯（コア）として、その周りに銅線を巻く磁気コアコイル又はロゴスキーコイルであってもよく、空芯コイル、高周波コイル等であってもよい。また、コアに巻かれている同線は、ハニカム巻き方式、スパイダー巻き方式、又はその他の任意の方式に従って巻かれてもよい。

10

【0043】

図9に示すように、給電コイル920は、滑空治具820を構成する第1面901、第2面902、及び第3面903の内部に配置されてもよい。給電コイル920は、送電線815から所定の距離基準（例えば、電磁誘導に最適な距離等）を満たすように配置されてもよい。また、給電コイル920の長さ、径、巻き数、材質等は、送電線を通る電流の特徴（量、周波数）によって適宜に定められてもよい。

【0044】

給電コイル920による磁気誘導によって生成された電力は、交流電流として出力されてもよい。また、上述したように、本発明の実施例9に係るドローン1は、磁界発電モジュール（すなわち、給電コイル920）によって生成された交流電流を直流電流に変換する電力変換モジュールを備えてもよい（図10に図示せず）。この電力変換モジュールによって変換された直流電流は、例えば、ドローン1の回転翼12のモーターに供給され、ドローン1の動力として使用されてもよい。

20

【0045】

次に、図10を参照して、本発明の実施例9に係る滑空治具820の内部構成について説明する。図10は、本発明の実施例9に係る飛行体の側面図を示す図である。

なお、図10に示す滑空治具820の構成は、図9を参照して説明した滑空治具820と実質的に同様であるため、説明の便宜上、ここでは、重複する説明を省略する。

30

【0046】

以上の説明では、滑空治具820を構成する第1面、第2面、及び第3面のそれぞれには、ガイドローラーが1つ配置されている構成を一例として説明したが、本発明はこれに限定されず、図10に示すように、滑空治具820を構成する第1面、第2面、及び第3面のそれぞれには、複数のガイドローラーが配置されてもよい。これにより、ドローン1の送電線815での滑空運行が安定し、風等の影響を受けにくくなる。

<実施例10>

【0047】

次に、図11を参照して、本発明の実施例10に係る飛行体について説明する。実施例10は、ドローン等の飛行体が架空送電線の近傍を飛行するに際し、状況に応じて、飛行体が送電線を取り囲み、送電線上を滑空可能な治具（以下、滑空治具820）を備えた飛行体である。

40

【0048】

実施例9では、架空送電線815を一本ずつ取り囲み、架空送電線が発生する磁界から生成される電力を用いて送電線上を滑空するドローンの構成について説明したが、本発明はこれに限定されず、架空送電線815が多導体方式で構成されている場合にも適用可能である。

多導体方式とは、送電線815の電線本数が1導体ではなく、2、4、6、8、又はそれ以外の2以上の数の導体で構成されている構成を意味する。

50

なお、架空送電線 8 1 5 が多導体方式で構成されている場合には、それぞれの導体は、例えば図 1 1 に示すスペーサー 9 1 1 のような部材によって、他の導体から一定の距離で保たれている。

【 0 0 4 9 】

架空送電線 8 1 5 はこのような多導体方式で構成されている場合には、本発明の実施例に係るドローン 1 は、架空送電線 8 1 5 を構成する複数本の導体をまとめて取り囲む滑空可能な治具を設けた構成としてもよい。

以下、複数本を取り囲み、架空送電線 8 1 5 が発生する磁界から生成される電力を用いて送電線上を滑空する、本発明の実施例 1 0 に係るドローン 1 の構成について説明する。

【 0 0 5 0 】

図 1 1 は、本発明の実施例 1 0 に係る飛行体の全体像を示す図である。実施例 1 0 に係るドローン 1 は、架空送電線 8 1 5 を構成する複数本の導体をまとめて取り囲むよう、開閉可能に構成された輪型の滑空治具 8 2 0 が設けられている点において、実施例 9 に係るドローンと異なる。このような構成を用いることにより、本発明は、上述した多導体方式が採用されている場合にも適用可能となり、実施例 9 について説明したドローンに比べて、より多くの電力を生成することができる。

【 0 0 5 1 】

図 1 1 に示すように、ドローン 1 の本体の下方に、輪型の滑空治具 8 2 0 が設けられている。

実施例 9 について説明した構成と同様に、実施例 1 0 に係るドローン 1 の輪型の滑空治具 8 2 0 は、送電線 8 1 5 を通す孔 8 2 5 (以下、「通孔部」) を含むが、実施例 1 0 に係るドローン 1 の通孔部 8 2 5 は、複数本の送電線 8 1 5 をまとめて取り囲むことができる点において実施例 9 に係るドローン 1 の通孔部と異なる。

なお、輪型の滑空治具 8 2 0 の直径は、送電線間の間隔や送電線 8 1 5 の数によって適宜に設定されてもよく、特に限定されない。

【 0 0 5 2 】

また、上述したように、輪型の滑空治具 8 2 0 は、開閉可能に構成されている。より具体的には、図 1 1 に示すように、輪型の滑空治具 8 2 0 は、開閉部 9 1 3 を含み、この開閉部 9 1 3 は、点線で示されている、輪を形成する閉鎖状態と、略 C 字状となる開放状態との間で移動可能である。開閉部 9 1 3 の状態は、例えばドローン 1 の作業部 (例えば、図 1 3 に示す作業部 1 1 7 0) によって制御されてもよい。

【 0 0 5 3 】

ドローン 1 は、滑空治具 8 2 0 の開閉部 9 1 3 を開放状態とすることにより、架空送電線 8 1 5 を構成する複数本の導体を滑空治具 8 2 0 の通孔部 2 5 に取り囲んだり、又は既に通孔部 2 5 に取り囲まれている送電線 8 1 5 を放し、送電線 8 1 5 から離れたりすることができる。また、ドローン 1 は、滑空治具 8 2 0 の開閉部 9 1 3 を閉鎖状態とすることにより、送電線 8 1 5 の磁界から得たエネルギーを活用しつつ、送電線 8 1 5 に沿って安定的に移動し、送電線 8 1 5 の保守・点検等を行うことができる。

【 0 0 5 4 】

また、図 1 1 に示すように、滑空治具 8 2 0 の内周面には、送電線 8 1 5 を滑走するためのガイドローラー 8 3 0 A , 8 3 0 B , 8 3 0 C 、 8 3 0 D が配置されている。これらのガイドローラー 8 3 0 A 、 8 3 0 B 、 8 3 0 C 、 8 3 0 D は、ドローン 1 の移動を架空送電線 8 1 5 に沿って案内するための部材であり、図 1 1 に示すように、多導体方式を構成するそれぞれの送電線 8 1 5 の間隔に合わせて適宜に配置されてもよい。

【 0 0 5 5 】

また、これらのガイドローラー 8 3 0 A 、 8 3 0 B 、 8 3 0 C 、 8 3 0 D は、例えば、送電線に接触可能な絶縁体であってもよく、送電線 8 1 5 の形状に合わせて形成されてもよい。

なお、4つのガイドローラー 8 3 0 A 、 8 3 0 B 、 8 3 0 C 、 8 3 0 D を含む滑空治具 8 2 0 の構成を一例として示しているが、本発明はこれに限定されず、ガイドローラーの

10

20

30

40

50

数及び配置箇所はドローンの目的や送電線の状況等に応じて適宜に定められてもよい。

【 0 0 5 6 】

また、図 1 1 に図示されないが、ドローン 1 は、上述したように、送電線 8 1 5 が発生する磁界を電気エネルギーに変換する磁界発電モジュールと、磁界発電モジュールによって生成された交流電流を直流電流に変換する電力変換モジュールを用いてもよい。この磁界発電モジュールは、例えば輪型の滑空治具 8 2 0 の内部（円周の全体又は一部）に配置される磁気コアコイルやロゴスキーコイル等であってもよい。また、これらのコイルは、送電線 8 1 5 から所定の距離基準（例えば、電磁誘導に最適な距離等）を満たすように配置されてもよい。

【 0 0 5 7 】

なお、図 1 1 には示されていないが、上述した実施例に係る構成と同様に、実施例 1 0 に係るドローン 1 は、複数のセンサを含む。これらのセンサは、例えばカメラ等であってもよい。ドローン 1 は、これらのセンサを用いて、送電線に付着している異物（着雪、着氷等）や障害物（相関スパーサ、鳥、枝）を検知することができる。また、ドローン 1 は、これらのセンサ 8 4 5 A、8 4 5 B、8 4 5 C によって検知された異物や障害物を対処する動作を行ってもよい。

【 0 0 5 8 】

一例として、相関スパーサなどの滑空を妨げる部材が設置してある箇所が検知されると、ドローン 1 は開閉部 9 1 3 を開き、送電線を離れるように空中を飛行し、架空を妨げる部材の存在しない送電線上に再度、着地して、開閉部 9 1 3 を閉め、滑空を再開すれば、送電線上を移動するための電気エネルギーの消費を大幅に節約することができる。あるいは、相関スパーサなどの滑空を妨げる部材が設置してある箇所が検知されると、ドローン 1 は、当該箇所を乗り越えられるよう、上述したガイドローラー 8 3 0 A、8 3 0 B、8 3 0 C、8 3 0 D を駆動してもよい。

【 0 0 5 9 】

上述したように、複数本の送電線 8 1 5 をまとめて取り囲む輪型の滑空治具 8 2 0 を用いることにより、ドローンは、送電線 8 1 5 の磁界から得たエネルギーを活用しつつ、送電線 8 1 5 に沿って安定的に移動し、送電線 8 1 5 の保守・点検等を行うことができる。

【 0 0 6 0 】

なお、図 1 2 では、4 本の送電線 8 1 5 を含む多導体方式の送電線を一例として示したが、本発明はこれに限定されず、送電線の本数は任意である。また、輪型の滑空治具 8 2 0 の直径は、送電線間の間隔や送電線 8 1 5 の数によって適宜に設定されてもよい。

< 磁界発電モジュールとしてロゴスキーコイルを採用した場合の一例 >

【 0 0 6 1 】

次に、図 1 2 を参照して、本発明の実施例に係る磁界発電モジュールとしてロゴスキーコイルを採用した場合について説明する。

【 0 0 6 2 】

図 1 2 は、本発明の実施例に係る磁界発電モジュールとしてロゴスキーコイル 1 0 0 0 を採用した場合の一例を示す図である。

【 0 0 6 3 】

上述したように、本発明の実施例に係る磁界発電モジュールの一例として、ロゴスキーコイルを用いることができる。ロゴスキーコイルとは、送電線等の導体を流れる交流電流による磁界が、空芯コイルと鎖交することで誘起電圧が発生するコイルである。図 1 2 に示すように、ロゴスキーコイル 1 0 0 0 は、トロイダルコイル 1 0 0 3 と、生成された電流を出力するための外部回路 1 0 0 4 からなる。

【 0 0 6 4 】

ロゴスキーコイル 1 0 0 0 の起電力 $E(t)$ は、以下の数式 2 によって求められる。

【 数 2 】

10

20

30

40

50

$$E(t) = \frac{\mu\mu_0 N d^2}{4D} \frac{dI_0}{dt}$$

【 0 0 6 5 】

ここでは、 μ はログスキーコイル 1 0 0 0 の芯の磁気伝導率であり、 μ_0 は磁気定数であり、 N はコイルの巻き数であり、 d はコイルに巻き付ける銅線の直径であり、 D はコイルの外形であり、 I_0 は導体（例えば、送電線）を流れる電流である。

【 0 0 6 6 】

一例として、1 0 0 0 A の電流が約 3 5 mm 直径の送電線を流れており、ログスキーコイルの直径が 5 0 c m（すなわち、実施例 1 0 を参照して説明した多導体方式の導体に用いられるサイズ）であり、コイル芯がフェライトで直径が 2 c m であり、フェライトに巻き付ける銅線の直径が 1 mm とすると、最小でも約 1 0 数 W の出力を得ることができる。

また、得られる出力を更に上げるためには、コイルの銅線の巻き数を増やすことや、芯を軽くて透磁率の高い素材に換えることで、本発明の実施例に係るドローンを自走させるに十分な電力を得ることができる。

< 飛行体の制御システム構成 >

【 0 0 6 7 】

次に、図 1 3 を参照して、本発明の実施形態に係る飛行体の制御システムの構成について説明する。

【 0 0 6 8 】

図 1 3 は、本発明の実施形態に係るドローン 1 の制御システム構成 1 1 0 0 の一例を示す図である。

【 0 0 6 9 】

図 1 3 に示すように、本発明の実施形態に係るドローン 1 は、ドローン 1 を制御するドローン制御装置 1 1 1 5 を含む。このドローン制御装置 1 1 1 5 は、例えばドローン 1 に搭載されているマイコンや S o C (S y s t e m o n a C h i p) として実装されてもよい。

【 0 0 7 0 】

ドローン制御装置 1 1 1 5 は、メモリ 1 1 3 0 に格納された命令を実行するためのプロセッサ 1 1 1 6 と、ピーコンのようなデバイスからの信号等の内外通信を制御するための I / O インターフェース 1 1 1 7 と、G P S 等の通信ネットワークを介しての通信を制御するためのネットワークインターフェース 1 1 1 8 と、遠隔のリモコンからの信号を受け付けるためのユーザ I / O インターフェース 1 1 1 9 と、ドローン 1 の運行を制御するための運行制御部 1 1 4 0 の機能を実施するための指令及び各種情報を保存するためのストレージ部 1 1 4 5 を含むメモリ 1 1 3 0 と、動力部 1 1 5 0 と、磁界発電ユニット 1 1 6 0 と、作業部 1 1 7 0 と、これらの構成要素の双方通信を制御するためのバス 1 1 2 0 とを含む。

【 0 0 7 1 】

運行制御部 1 1 4 0 は、例えば、ドローン 1 が飛行する環境における移動経路を規定する経路情報と、当該環境における作業の動作を規定する作業情報とに基づいて、ドローン 1 の運行を制御する機能部である。これらの経路情報や作業情報等は、例えばストレージ部 1 1 4 5 に格納されてもよい。

【 0 0 7 2 】

また、上述したように、ドローン 1 は、動力部 1 1 5 0 を含む。動力部 1 1 5 0 は、飛行体の回転翼に電力を供給し、回転させる。回転翼が回転することにより、ドローン 1 は出発地から離陸し、水平移動し目的の場所に着地することができる。動力部 1 1 5 0 は、回転翼を駆動させることができる手段であれば特に制限されるものではないが、電気モータが適している。

【 0 0 7 3 】

10

20

30

40

50

磁界発電ユニット１１６０は、送電線等の磁界を活用し、電力を生成するための機能部である。上述したように、この磁界発電ユニット１１６０は、磁界発電モジュール１１６１及び電力変換モジュール１１６２を備えている。

磁界発電モジュール１１６１は、環境が発生する磁界を電気エネルギーに変換するモジュールである。また、電力変換モジュール１１６２は、磁界発電モジュール１１６１によって生成された交流電流を直流電流に変換し、上述した動力部１１５０等へ供給するモジュールである。

【００７４】

作業部１１７０は、ドローン１に種々の作業を遂行させるための機能部を備えている。作業部１１７０に備えられている代表的な機能及び構成は、例えば、（１）カメラやセンサ、マイク等の外界情報を取得可能な情報取得機器による撮影や監視、調査、記録、（２）噴霧器や吹き付け装置、放水装置による液体の散布、塗装、消火、融雪剤の散布、動植物への散水、（３）スピーカーや臭気発生装置、発光装置による外部への働きかけ、（４）工具やロボットアーム、回転ブラシ等による工作や整備、物体の移動、着氷の除去等を含む。

【００７５】

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、上記した実施例では、磁気発電ユニットは、架空送電線が発する磁界を電気エネルギーに変換する態様を説明したが、磁気発電ユニットは、あらゆる環境における磁界を電気エネルギーに変換が可能である。つまり、架空送電線に限らず、変電設備やその他の環境におけるあらゆる磁界を活用することができるのであり、本発明は、架空送電線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。例えば、飛行体や鉄塔は、磁気発電ユニット以外に、光起電装置や風力発電装置、温度差発電装置など様々な発電源を活用することも可能である。

さらに、飛行体の制御部などが、強力な電界や磁界によって悪影響が生じるおそれがある場合には、必要な箇所に電界や磁界の影響を抑制する遮蔽部材などを備えることも可能である。また、上記の各構成、機能、手段等はそれらの一部または全部を同様な手段で置き換えることも可能である。

【符号の説明】

【００７６】

- １：飛行体
- １１：中心部
- １２：回転翼
- １３：アーム部
- ２０：磁界発電ユニット
- ３０：脚部
- ３１：先端部
- ４０：吊下部

10

20

30

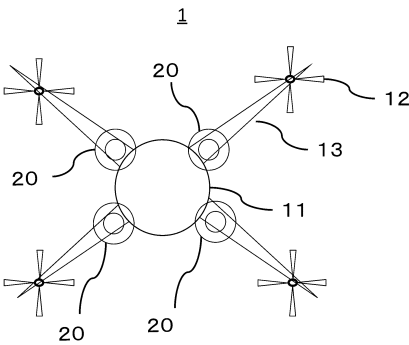
40

50

【図面】

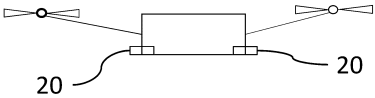
【図 1】

図1



【図 2】

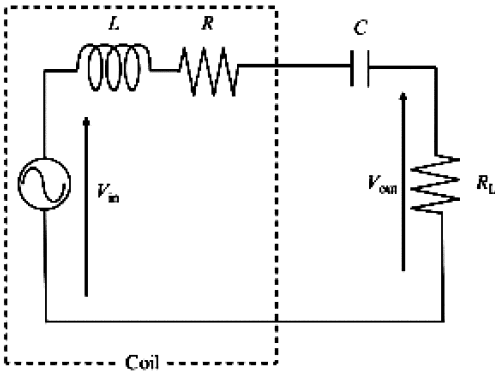
図2



10

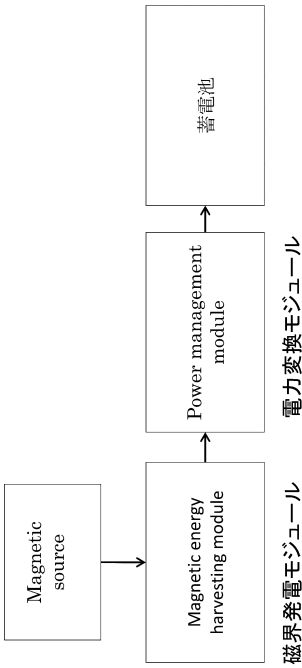
【図 3】

図3



【図 4】

図4



20

30

40

【 図 5 】

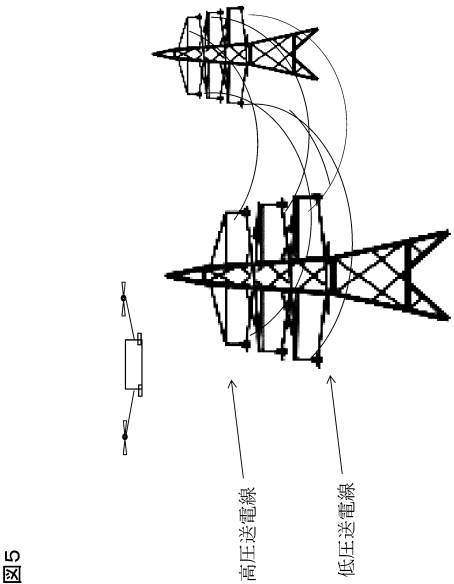


図 5

【 図 6 】

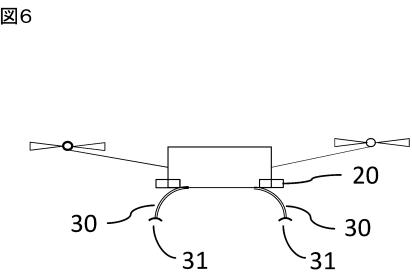


図 6

10

20

【 図 7 】

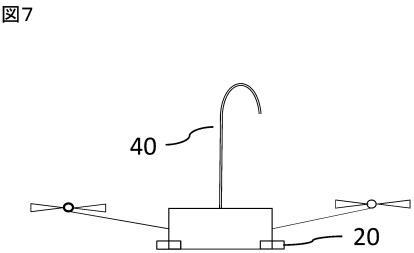


図 7

【 図 8 】

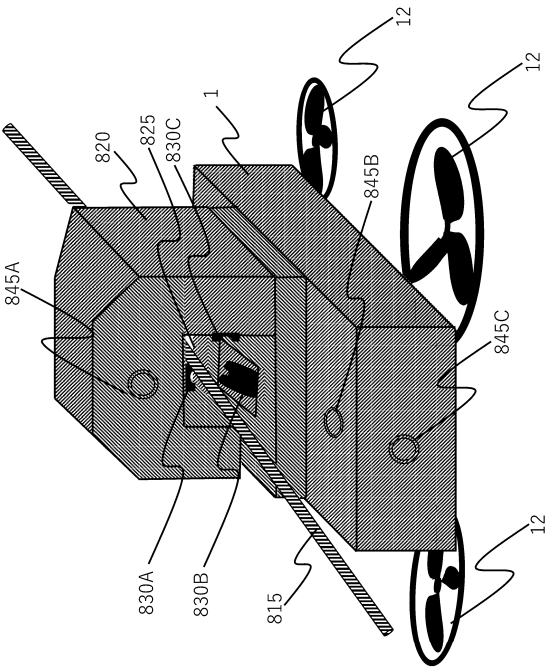


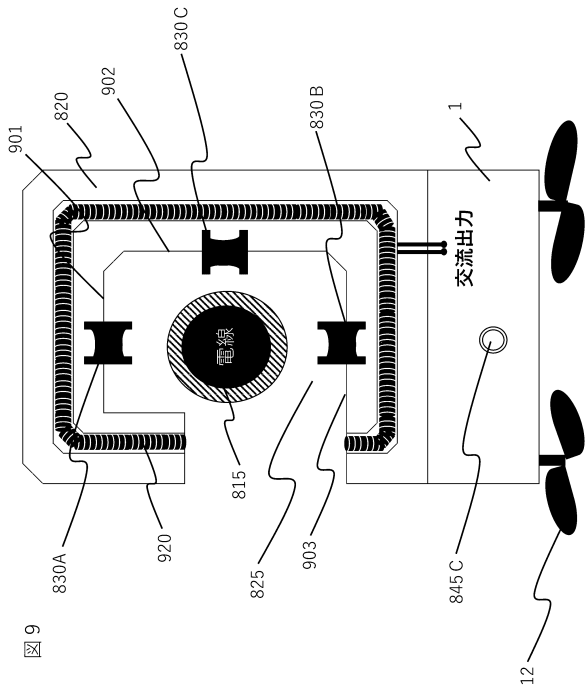
図 8

30

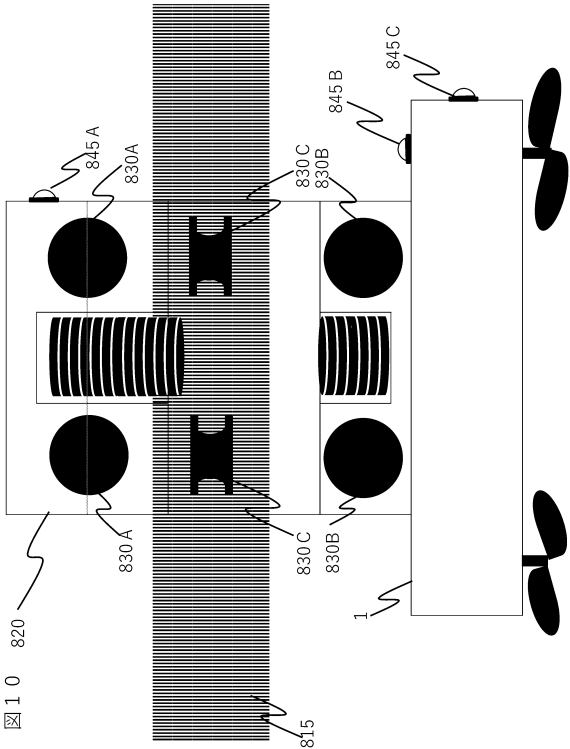
40

50

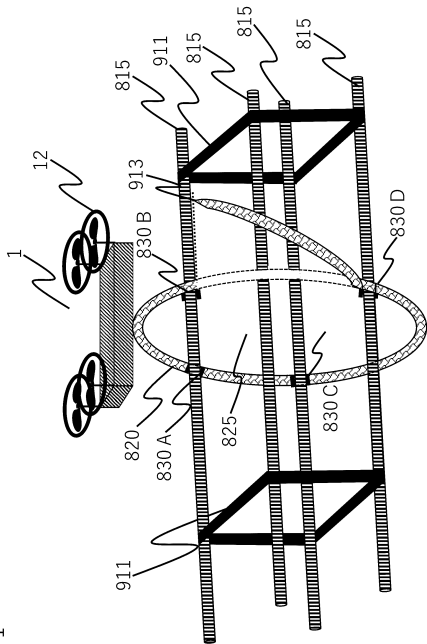
【図 9】



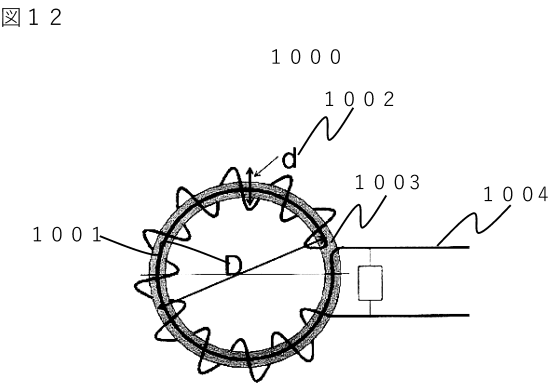
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

20

30

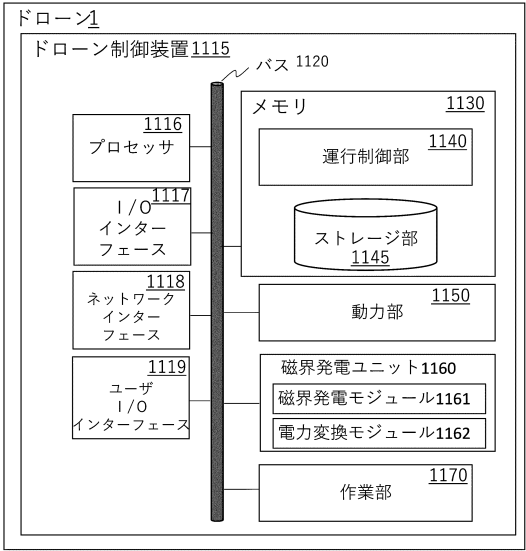
40

50

【図 1 3】

図 1 3

1100



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

</