

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6867924号  
(P6867924)

(45) 発行日 令和3年5月12日(2021.5.12)

(24) 登録日 令和3年4月13日(2021.4.13)

(51) Int.Cl.		F I		
<b>B 6 4 D</b>	<b>1/16</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 4 D	1/16
<b>B 6 4 C</b>	<b>39/02</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 4 C	39/02
<b>B 6 4 C</b>	<b>27/08</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 4 C	27/08
<b>B 6 4 F</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 4 F	3/00
<b>A O 1 M</b>	<b>7/00</b>	<b>(2006.01)</b>	A O 1 M	7/00

H

請求項の数 7 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2017-195030 (P2017-195030)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成29年10月5日 (2017.10.5)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2019-64544 (P2019-64544A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成31年4月25日 (2019.4.25)	(74) 代理人	100077665
審査請求日	令和1年12月9日 (2019.12.9)		弁理士 千葉 剛宏
		(74) 代理人	100116676
			弁理士 宮寺 利幸
		(74) 代理人	100191134
			弁理士 千馬 隆之
		(74) 代理人	100149261
			弁理士 大内 秀治
		(74) 代理人	100136548
			弁理士 仲宗根 康晴
		(74) 代理人	100136641
			弁理士 坂井 志郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 空中散布装置、無人飛行体システム及び無人飛行体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

遠隔操作又は自動操縦により空中を飛行する1以上の無人飛行体と、前記1以上の無人飛行体の少なくとも1つに有線接続される地上のステーションと、を含み、

前記ステーションは、散布剤を供給可能な散布剤供給部を有し、

前記1以上の無人飛行体は、

前記ステーション又は他の無人飛行体に接続されるケーブルと、

前記ケーブルの繰り出し又は引き込みを行うケーブル機構部と、

前記散布剤を散布する散布部と、を備え、

前記1以上の無人飛行体のうち少なくとも1つが前記ケーブルにより前記ステーションに接続され、前記ケーブルを介して前記散布剤供給部から前記1以上の無人飛行体に前記散布剤を供給して、前記1以上の無人飛行体から散布剤を散布する空中散布装置であって

10

前記ステーションは、

前記ケーブルが接続されると共に、ステーション側ケーブルに接続するためのステーション側外部コネクタと、

前記ステーション側外部コネクタの高さ位置を上下方向に変位させる伸縮ポールと、

前記伸縮ポールの伸縮量を制御するステーション側制御装置と、

を有し、

前記ステーション側ケーブルが前記伸縮ポールの内部に収容されている

20

ことを特徴とする空中散布装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の空中散布装置において、

前記 1 以上の無人飛行体は、前記ケーブルを収容するハウジングを有すると共に、

前記ハウジング内に、前記他の無人飛行体のケーブルを接続可能な無人飛行体側内部コネクタを備える

ことを特徴とする空中散布装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の空中散布装置において、

前記 1 以上の無人飛行体は、前記ケーブル機構部による前記ケーブルの繰り出し又は引き込みにおいて、該ケーブルの張力を一定化させる張力制御を行う無人飛行体側制御装置を有する

10

ことを特徴とする空中散布装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の空中散布装置において、

前記ステーションは、前記ステーション側ケーブルを介して前記 1 以上の無人飛行体に電力を供給する電力供給部を有する

ことを特徴とする空中散布装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の空中散布装置において、

前記ステーションは、前記ステーション側ケーブルの引き込みを行うステーション側ケーブル機構部と、を有する

20

ことを特徴とする空中散布装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の空中散布装置において、

前記ステーション側制御装置は、前記伸縮ポールの収縮に追従して、前記ステーション側ケーブル機構部により前記ステーション側ケーブルを引き込む引き込み制御を行う

ことを特徴とする空中散布装置。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の空中散布装置において、

前記ステーションは、前記地上を移動可能な移動体に構成されている

ことを特徴とする空中散布装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、地上のステーションに有線接続して飛行する無人飛行体に関わり、またこの無人飛行体を有する空中散布装置及び無人飛行体システムに関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、特許文献 1 には、森林火災等に対して無人飛行体（所謂、ドローン）を使用して消化剤を空中散布する無人空中消化システム（空中散布装置）が開示されている。この空中散布装置は、複数のドローンと、地上のステーションとをケーブルで繋ぎ、ケーブルを介してステーションの電力及び消化剤をドローンに供給する。これにより、ドローンは飛行及び作業の時間が十分に確保される。

40

【0003】

また、特許文献 1 に開示の複数のドローンは、ケーブルを移動自在に支持する中継用ドローンと、ケーブルの端部に接続され消化剤を散布する散布用ドローンと、で構成される。そして、空中散布装置は、ステーションにおいてケーブルの繰り出しや巻き取りを行い、また中継用ドローンのプーリによりケーブルを保持することで、ケーブルが絡まること

50

を抑制している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許出願公開第2017/0043872号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、この種の空中散布装置は、ステーション側でケーブルの長さを調整しても、中継用ドローンや散布用ドローンの飛行中の変位等に対してケーブルがスムーズに追従しないおそれがある。例えば、中継用ドローンが変位して、中継用ドローンと散布用ドローンの間のケーブルが長くなり垂れる（ケーブルが適切な配分にならない）ことがある。この場合、ケーブルは、電線や木等の障害物或いはドローン自体に絡まる可能性が高まる。すなわち、従来の空中散布装置では、ケーブルの長さ調整がなされていないことで、飛行状態や散布作業を安定的に実施できていないという問題がある。

10

【0006】

本発明は、上記の実情に鑑みてなされたものであり、ケーブルの長さを適切に調整可能とすることで、安定した飛行及び所定の作業を行うことができる空中散布装置、無人飛行体システム及び無人飛行体を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0007】

前記の目的を達成するために、本発明は、遠隔操作又は自動操縦により空中を飛行する1以上の無人飛行体と、前記1以上の無人飛行体の少なくとも1つに有線接続される地上のステーションと、を含む空中散布装置であって、前記ステーションは、散布剤を供給可能な散布剤供給部を有し、前記1以上の無人飛行体は、前記ステーション又は他の無人飛行体に接続されるケーブルと、前記ケーブルの繰り出し又は引き込みを行うケーブル機構部と、前記散布剤を散布する散布部と、を備え、前記1以上の無人飛行体のうち少なくとも1つが前記ケーブルにより前記ステーションに接続され、前記ケーブルを介して前記散布剤供給部から前記1以上の無人飛行体に前記散布剤を供給して、前記1以上の無人飛行体から散布剤を散布することを特徴とする。

30

【0008】

また、前記1以上の無人飛行体は、前記ケーブルを収容するハウジングを有すると共に、前記ハウジング内に、前記他の無人飛行体のケーブルを接続可能な無人飛行体側内部コネクタを備えることが好ましい。

【0009】

さらに、前記1以上の無人飛行体は、前記ケーブル機構部による前記ケーブルの繰り出し又は引き込みにおいて、該ケーブルの張力を一定化させる張力制御を行う無人飛行体側制御装置を有するとよい。

【0010】

そして、前記ステーションは、前記ケーブルを介して前記1以上の無人飛行体に電力を供給する電力供給部を有することが好ましい。

40

【0011】

またさらに、前記ステーションは、前記ケーブルが接続されるステーション側外部コネクタと、前記ステーション側外部コネクタの高さ位置を変位させる高さ調整部と、を有するとよい。

【0012】

上記構成に加えて、前記ステーションは、前記ステーション側外部コネクタに接続されるステーション側ケーブルと、少なくとも前記ステーション側ケーブルの引き込みを行うステーション側ケーブル機構部と、を有することが好ましい。

【0013】

50

さらに、前記高さ調整部は、前記ステーション側外部コネクタが上端部に設けられ、上下に伸縮可能な伸縮ポールを有し、前記ステーションは、前記伸縮ポールの伸縮量を制御するステーション側制御装置を有することが好ましい。

【0014】

この場合、前記ステーション側制御装置は、前記伸縮ポールの収縮に追従して、前記ステーション側ケーブル機構部により前記ステーション側ケーブルを引き込む引き込み制御を行うとよい。

【0015】

さらにまた、前記ステーションは、前記地上を移動可能な移動体に構成されていることが好ましい。

【0016】

また、前記の目的を達成するために、本発明は、遠隔操作又は自動操縦により空中を飛行する1以上の無人飛行体と、前記1以上の無人飛行体の少なくとも1つに有線接続される地上のステーションと、を含む無人飛行体システムであって、前記1以上の無人飛行体は、前記ステーション又は他の無人飛行体に接続されるケーブルと、前記ケーブルの繰り出し又は引き込みを行うケーブル機構部と、を備えることを特徴とする。

【0017】

さらに、前記の目的を達成するために、本発明は、遠隔操作又は自動操縦により空中を飛行する無人飛行体であって、地上のステーション又は他の無人飛行体に対して有線接続されるケーブルと、前記ケーブルの繰り出し又は引き込みを行うケーブル機構部と、を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、空中散布装置、無人飛行体システム及び無人飛行体は、無人飛行体にケーブル及びケーブル機構部を備える。このため、無人飛行体は、地上のステーションや他の無人飛行体に有線接続されつつ、空中を良好に飛行して作業を行うことができる。例えば、無人飛行体は、ケーブルを介して、ステーション又は他の無人飛行体から電力、散布剤、情報等を受けることで、飛行や作業を長時間実施することが可能となる。また飛行時には、ケーブル機構部がケーブルの繰り出し又は引き込みを行ってその長さを調整する。その結果、無人飛行体は、ケーブルが長く延在することによる影響（ケーブルの絡まり、障害物や地上への接触、荷重の変動等）が抑制され、安定的な飛行を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の一実施形態に係る空中散布装置を概略的に示す説明図である。

【図2】ステーションを概略的に示す斜視図である。

【図3】ステーション側制御装置の機能ブロック図である。

【図4】ステーション側ケーブルの引き込み制御時のフローチャートである。

【図5】第1ドローン及び第2ドローンを概略的に示す斜視図である。

【図6】ドローン内でのコネクタ同士の接続及びドローン給電システムを示す説明図である。

【図7】図7Aは、ドローン散布剤システムを説明するブロック図である。図7Bは、ドローン通信システムを説明するブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明について好適な実施形態を挙げ、添付の図面を参照して詳細に説明する。

【0021】

本発明の一実施形態に係る無人飛行体システム10は、図1に示すように、地上のステーション12と、無人飛行体14（以下、ドローン14という）と、を含み、相互を有線接続した状態で使用するシステムである。具体的には、無人飛行体システム10は、ステーション12からドローン14に散布剤である農薬を供給し、空中から農地（田畑）に農

10

20

30

40

50

薬を散布する空中散布装置 1 1 として構成されている。さらに、空中散布装置 1 1 は、複数のドローン 1 4 を有線接続することで、広範囲にわたって農薬を散布することを可能としている。

【 0 0 2 2 】

空中散布装置 1 1 のステーション 1 2 は、ドローン 1 4 に対し電源、農薬、情報等を供給する供給源として構成されている。すなわち、ドローン 1 4 の有線接続には、ドローン 1 4 自体の軽量化、ステーション 1 2 からの電源供給による十分な航続（飛行）時間の確保、ステーション 1 2 からの農薬供給による作業時間の確保、情報通信の安定化等の多大な利点がある。なお、無人飛行体システム 1 0（空中散布装置 1 1）は、電源、散布剤、情報の全てを供給する構成に限らず、電源、散布剤、情報のうち少なくとも 1 つをステーション 1 2 から有線で供給する構成でもよい。

10

【 0 0 2 3 】

また、本実施形態に係るステーション 1 2 は、地上を走行可能な移動体 1 6 に構成されている。詳細には、ステーション 1 2 は、図 2 に示すように、走行を実施する走行部 1 8 と、走行部 1 8 に搭載されて電源、農薬の供給を実際に行う本体部 2 0 と、ステーション 1 2 の動作を制御するステーション側制御装置 2 2 と、を含む。ステーション側制御装置 2 2 は、ドローン 1 4 との間で情報通信を行う、換言すれば情報を供給する情報供給源でもある。

【 0 0 2 4 】

走行部 1 8 は、ステーション側制御装置 2 2（走行処理部 7 8：図 3 参照）の制御下に、自律走行を行うことが可能となっている。走行部 1 8 は、基台 2 4 と、基台 2 4 の下側に設けられる複数の車輪 2 6 と、所定の車輪 2 6 を回転させる図示しないエンジン（動力装置）と、所定の車輪 2 6 を操舵する図示しない操舵装置と、周辺環境を撮影する図示しないステーション側カメラと、を有する。

20

【 0 0 2 5 】

例えば、ステーション 1 2 は、農薬の散布時に、散布予定の農地の脇（畦道等）に配置される。そして散布において、ステーション側制御装置 2 2 は、ユーザにより設定された農薬の散布範囲又は走行経路、ステーション側カメラが撮影した周辺環境、及びドローン 1 4 の位置等に応じて動力装置及び操舵装置を駆動する。これによりステーション 1 2 は、散布中に農地の脇で供給源の位置を変位していき、ドローン 1 4 との有線接続の状態を補助する。走行部 1 8 の移動については、公知の技術を適用してよく、具体的な説明については省略する。

30

【 0 0 2 6 】

なお、走行部 1 8 の構造は、上記に限定されず、例えば、車輪 2 6 に代えてキャタピラ等を適用してもよく、また動力装置としてモータ等を適用してもよい。さらに、ステーション 1 2 は、自律走行せずにユーザの操作下に走行する構成でもよい。或いは、ステーション 1 2 は、他の移動体である車両（不図示）等に搭載されて、ユーザの運転や車両の自律走行により移動がなされてもよい。

【 0 0 2 7 】

ステーション 1 2 の本体部 2 0 は、走行部 1 8 の基台 2 4 上に固定される箱状の筐体 2 8 を有する。この筐体 2 8 の内部に電力供給部 3 0 及び散布剤供給部 3 2 が設けられている。電力供給部 3 0 は、電力源 3 4 である発電機 3 4 a 又はバッテリー（不図示）と、発電機 3 4 a 又はバッテリーの電力状態を制御する電装部 3 6 と、を含む。散布剤供給部 3 2 は、農薬の供給源である貯留タンク 3 8 と、適宜の排出量や排出圧で農薬の供給を行うステーション側ポンプ 4 0 と、を含む。また、本体部 2 0 は、ステーション 1 2 の外部に電力の送電、農薬の流動、情報の通信を行うステーション側ケーブル 4 2 を有する。

40

【 0 0 2 8 】

ステーション側ケーブル 4 2 は、絶縁性樹脂材により構成したチューブ状の被覆部（不図示）を有し、被覆部の内部に電力配線 4 3、散布剤配線 4 4 及び通信配線 4 5 を収容している。電力配線 4 3 は、導体により構成された給電ケーブルである。散布剤配線 4 4 は

50

、適度な柔軟性及び剛性を有し内部に空洞を有するホースである。通信配線 4 5 は、電力配線 4 3 と同様に信号伝達を実施可能な導体である。電力配線 4 3、散布剤配線 4 4 及び通信配線 4 5 は、ステーション側ケーブル 4 2 の延在方向に沿って被覆部内を並行に延在している。なお、電力配線 4 3 及び通信配線 4 5 は 1 つの給電ケーブルにより構成されてもよい。

#### 【 0 0 2 9 】

発電機 3 4 a ( 電力源 3 4 ) は、公知のものを適用可能であり、好ましくは、連続運転時間 ( 発電時間 ) が長いものを用いるとよい。例えば、発電機 3 4 a は、燃料を貯留する燃料タンク 3 5、燃料タンク 3 5 から供給された燃料を燃焼して回転駆動力を得る内燃機関、及び回転駆動力を電力に変換するオルタネータを含む ( 共に不図示 )。また、発電機 3 4 a の燃料タンク 3 5 は、適宜の箇所に補充口 3 5 a を有し、長時間の発電を実施する場合に、ホースやじょうろ等で補充口 3 5 a を介して燃料タンク 3 5 内に燃料を補充可能としている。

10

#### 【 0 0 3 0 】

電装部 3 6 は、電力源 3 4 が発電機 3 4 a である場合、発電機 3 4 a の交流電力を直流電力に変換する A C / D C コンバータが適用される。例えば、A C / D C コンバータは、1 0 0 V の交流電圧を 4 0 0 V 以上の直流電圧に変換する。或いは、電装部 3 6 は、電力源 3 4 がバッテリーである場合、バッテリーの直流電圧を適宜の電圧に変換する D C / D C コンバータが適用される。なお、電装部 3 6 は、電力の供給状態を適切に制御可能な種々の構成 ( 例えば、レギュレータ等 ) を適用してよい。

20

#### 【 0 0 3 1 】

散布剤供給部 3 2 の貯留タンク 3 8 は、農薬の単位面積当たりの散布量や散布面積等に基づき、最適な農薬量を貯留し得る容器が使用されるとよい。なお、貯留タンク 3 8 も、補充口 3 8 a を有し、長時間にわたって農薬を散布する場合に、ホースやじょうろ等で補充口 3 8 a を介して農薬が補充されるとよい。

#### 【 0 0 3 2 】

ステーション側ポンプ 4 0 は、貯留タンク 3 8 に貯留されている農薬に圧力を付与して、ステーション側ケーブル 4 2 に農薬を流出する。このステーション側ポンプ 4 0 は、ステーション側制御装置 2 2 の制御下に、農薬の流出状態 ( 流出量及び流出速度 ) を適宜調整することが可能である。

30

#### 【 0 0 3 3 】

また、本実施形態に係るステーション 1 2 ( 本体部 2 0 ) は、所望の高さにおいてステーション 1 2 とドローン 1 4 の間でケーブル ( ドローン側ケーブル 8 6 ) が延在するように、この接続高さ位置を調整する高さ調整部 4 6 を有している。これによりドローン側ケーブル 8 6 が地表に接触することが抑止される。この高さ調整部 4 6 は、上下方向に伸縮可能な伸縮機構部 4 8 と、ステーション側ケーブル 4 2 の引き込みを行うステーション側ケーブル機構部 5 0 と、を含む。

#### 【 0 0 3 4 】

伸縮機構部 4 8 は、太さが異なる複数の筒体 5 2 a を外側から内側に向かって順次収容して構成された伸縮ポール 5 2 と、伸縮ポール 5 2 の伸縮動作を行う伸縮アクチュエータ 5 4 と、を有する。

40

#### 【 0 0 3 5 】

伸縮ポール 5 2 は、複数の筒体 5 2 a が相対移動するテレスコープ型に構成されている。この伸縮ポール 5 2 は、最も外側の筒体 5 2 a が筐体 2 8 ( 又は基台 2 4 ) の上面に対し直立するように固定され、伸縮アクチュエータ 5 4 により、他の筒体 5 2 a が高さ方向に変位する ( 上方向に伸長し、伸長状態から下方向に収縮する )。そして、伸縮ポール 5 2 の上端部には、ドローン側ケーブル 8 6 をステーション 1 2 ( ステーション側ケーブル 4 2 ) に接続するためのステーション側外部コネクタ 5 6 が設けられている。なお、図 1 及び図 2 中では、ステーション側ケーブル 4 2 は、外側に露出した構成を示しているが、伸縮ポール 5 2 の内部に収容されていてもよい。

50

## 【 0 0 3 6 】

ステーション側外部コネクタ 5 6 は、円盤状の外部接続筐体 5 8 を有し、この外部接続筐体 5 8 内にステーション側ケーブル 4 2 の電力配線 4 3、散布剤配線 4 4 及び通信配線 4 5 がそれぞれ接続される電力端子 5 9、散布剤端子 6 0 及び通信端子 6 1 を備える。例えば、電力端子 5 9 及び通信端子 6 1 は、防水性を有する公知の接続プラグを適用することができ、また散布剤端子 6 0 は、ホースを連結する継ぎ手を適用することができる。

## 【 0 0 3 7 】

伸縮アクチュエータ 5 4 は、例えば、油圧シリンダが適用される。伸縮アクチュエータ 5 4 は、ステーション側制御装置 2 2 から制御指令がなされた図示しないドライバ装置の駆動によって、伸縮ポール 5 2 の全長を調整又は維持する。また、伸縮アクチュエータ 5 4 には、伸縮ポール 5 2 の伸縮量を検出する（例えば、油圧シリンダの油圧状態を検出する）高さ検出器 5 4 a が設けられている。

10

## 【 0 0 3 8 】

ステーション側ケーブル機構部 5 0 は、ステーション側ケーブル 4 2 を巻き取り（引き込み）可能な電動リールとして構成され、筐体 2 8 の上部に設けられたホルダ 6 2 内に收容されている。すなわち、伸縮ポール 5 2 の上端部に設けられたステーション側外部コネクタ 5 6 は、伸縮ポール 5 2 の伸縮に伴いその高さ位置が変化する。このため、ステーション側外部コネクタ 5 6 に接続されるステーション側ケーブル 4 2 は、伸縮ポール 5 2 の伸長に伴い引き出される。そして、伸縮ポール 5 2 の収縮時には、ステーション側ケーブル機構部 5 0 によりステーション側ケーブル 4 2 を巻き取って（引き込み制御を行って）、絡まりを防止するように構成されている。具体的に、ステーション側ケーブル機構部 5 0 は、ステーション側モータ 6 4、ステーション側リール 6 6 及びステーション側内部コネクタ 6 8 を有する。

20

## 【 0 0 3 9 】

ステーション側モータ 6 4 は、ステーション側リール 6 6 に接続される図示しない回転シャフトを有し、この回転シャフトは、ステーション側制御装置 2 2 の制御下に回転動作が制御される。このステーション側制御装置 2 2 による制御については後述する。

## 【 0 0 4 0 】

ステーション側リール 6 6 は、軸方向に所定長さ延在する円筒状に構成され、通常状態で回転自在であり、またステーション側モータ 6 4 から回転駆動力を受けることでも回転する。例えば、ステーション側リール 6 6 は、上述したように伸縮ポール 5 2 の伸長時に、ステーション側ケーブル 4 2 の引き出しに伴い回転して、巻き付けられているステーション側ケーブル 4 2 を円滑に繰り出す。その一方で、伸縮ポール 5 2 の収縮時に、繰り出し時と逆方向に回転してステーション側ケーブル 4 2 を外周面に巻き付ける。なお、図示は省略するが、ステーション側リール 6 6 の軸方向両端には、ケーブルの抜けを防止するフランジが設けられるとよい。またステーション側リール 6 6 の近傍位置には、ケーブルの軸方向の巻取位置を案内するガイド部が設けられることが好ましい。

30

## 【 0 0 4 1 】

ステーション側内部コネクタ 6 8 は、ステーション側リール 6 6 の突出端に設けられ、ステーション側リール 6 6 を回転自在に軸支している。このステーション側内部コネクタ 6 8 は、円盤状の内部接続筐体 7 0 を有し、さらに内部接続筐体 7 0 の一端面に電力端子 7 1、散布剤端子 7 2 及び通信端子 7 3 を備える。電力端子 7 1 にはステーション側ケーブル 4 2 から露出した電力配線 4 3 が接続され、散布剤端子 7 2 にはステーション側ケーブル 4 2 から露出した散布剤配線 4 4 が接続され、通信端子 7 3 にはステーション側ケーブル 4 2 から露出した通信配線 4 5 が接続される。

40

## 【 0 0 4 2 】

電力端子 7 1 には、本体部 2 0 内の電力配線 7 4 の端部コネクタ（不図示）が接続され、この電力配線 7 4 は、電装部 3 6 の電力端子 3 6 a に繋がっている。散布剤端子 7 2 には、本体部 2 0 内の散布剤配線 7 5（ホース）の端部コネクタ（不図示）が接続され、この散布剤配線 7 5 は、ステーション側ポンプ 4 0 の流出ポート 4 0 a に繋がっている。通

50

信端子 7 3 は、通信配線 7 6 の端部コネクタ（不図示）が接続され、この通信配線 7 6 は、ステーション側制御装置 2 2 の入出力インタフェース（不図示）に繋がっている。

【 0 0 4 3 】

ステーション側ケーブル 4 2 は、ステーション側リール 6 6 と一体に回転することから、電力配線 4 3、散布剤配線 4 4、通信配線 4 5 も連れ回りする。このため、電力端子 7 1、散布剤端子 7 2 及び通信端子 7 3 は、電力の給電、散布剤の流動、情報の通信を可能とし且つ回転自在となる構造に構成されている。例えば、電力端子 7 1、散布剤端子 7 2 は、電力配線 4 3 の端子及び通信配線 4 5 の端子に対し接触状態を保ちつつ回転を許容するスリップリング機構等が適用される。また例えば、散布剤端子 7 2 は、ステーション側リール 6 6 に固定されステーション側ケーブル 4 2 の散布剤配線 4 4 が連通する回転管（不図示）を、回転自在に軸支する回転機構が適用され、回転管の流路と散布剤配線 7 5 の流路とを連通させることで散布剤を流動させる。

10

【 0 0 4 4 】

図 1 及び図 2 に示すように、ステーション側制御装置 2 2 は、空中散布装置 1 1（無人飛行体システム 1 0）を全体的に制御する管理装置として構成されている。ステーション側制御装置 2 2 は、図示しないプロセッサ、メモリ、入出力インターフェースを有する周知のコンピュータが適用される。入出力インターフェースには、上述の通信配線 7 6 の他に、作業による情報の入力や作業への情報の提供を行うタッチパネル（入出力装置）等が接続されている。そして、ステーション側制御装置 2 2 は、メモリのプログラム（不図示）をプロセッサが実行処理することで、図 3 に示すような機能部を構築する。

20

【 0 0 4 5 】

具体的には、ステーション側制御装置 2 2 の内部には、走行部 1 8 の自律走行を行う走行処理部 7 8 と、農薬の散布における処理を行う散布処理部 8 0 と、が設けられる。さらに、散布処理部 8 0 の内部には、高さ調整部 4 6 の制御を行う地上処理部 8 2 と、電力供給部 3 0 及び散布剤供給部 3 2 の制御を行う本体処理部 8 4 と、ドローン 1 4 に種々の指示を行うドローン処理部 8 5 と、が構築される。

【 0 0 4 6 】

地上処理部 8 2 は、飛行状態におけるドローン 1 4 の高さやステーション側カメラが撮影した周辺環境、作業の設定操作等に基づき、伸縮機構部 4 8 及びステーション側ケーブル機構部 5 0 を適宜動作させる。

30

【 0 0 4 7 】

例えば、散布処理部 8 0 は、作業により設定された農薬の散布範囲や散布量に基づき、ドローン 1 4 が飛行する高さ位置や移動経路を設定する。地上処理部 8 2 は、このドローン 1 4 の高さに応じて伸縮ポール 5 2 の伸縮量を算出し、この伸縮量に基づき伸縮アクチュエータ 5 4 へ駆動を指示する。また、地上処理部 8 2 は、ステーション側カメラが撮影した周辺環境から障害物（電柱、電線、木等）を抽出すると、伸縮ポール 5 2 の高さを調整する。或いは、地上処理部 8 2 は、作業者が操作した内容をリアルタイムに処理して伸縮ポール 5 2 の伸縮を行ってもよい。

【 0 0 4 8 】

伸縮ポール 5 2 の伸長時には、ステーション側リール 6 6 に巻回されているステーション側ケーブル 4 2 が繰り出され、これに伴いステーション側リール 6 6 も回転する。そして、伸縮ポール 5 2 の収縮に伴い、地上処理部 8 2 は、ステーション側モータ 6 4 を駆動制御してステーション側ケーブル 4 2 の巻き取り（引き込み制御）を実施する。

40

【 0 0 4 9 】

詳細には、地上処理部 8 2 は、高さ検出器 5 4 a の信号に基づき、伸縮ポール 5 2 の高さ  $h$  を算出する。そして、この伸縮ポール 5 2 の高さ  $h$  と、以下の式（1）、（2）に基づき、ステーション側ケーブル 4 2 の目標長さ  $l_{cmd}$  を算出する。

$$l_{cmd} = h + \dots \quad (1)$$

$$= l_{base} + l_{corr} \dots \quad (2)$$

ここで、 $l_{base}$  は、ステーション側ケーブル 4 2 の余裕代であり、 $l_{corr}$  は、作業者が設定

50

可能な値であり、 $c_{corr}$ は、伸縮ポール52の収縮速度 $d_h / d_t$ を基にして算出される値である。

【0050】

さらに地上処理部82は、算出した目標長さ $l_{cmd}$ を用いて、以下の式(3)、(4)により、ステーション側モータ64の目標回転数 $Rev_{cmd}$ 及び目標位置 $Pos_{cmd}$ を算出する。

$$Rev_{cmd} = \text{ceil}(l_{cmd} / 2r) \quad \dots (3)$$

$$Pos_{cmd} = (l_{cmd} / 2r - Rev_{cmd}) \times 2r \quad \dots (4)$$

すなわち、式(3)は、Ceil関数で整数部分のみを取り出す計算式であり、式(4)は、小数部分を[rad]に変換する計算式である。

10

【0051】

そして、地上処理部82は、算出した目標回転数 $Rev_{cmd}$ 及び目標位置 $Pos_{cmd}$ に基づき、ステーション側ケーブル機構部50の図示しないドライバ装置にステーション側モータ64の回転を指令する。これにより、ステーション側モータ64が回転する。

【0052】

また地上処理部82は、巻き取り時に、ステーション側モータ64に設けられたステーション側エンコーダ64aの信号を受信して、ステーション側モータ64の回転を監視する。図4に示すように、監視(引き込み制御)において、地上処理部82は、ステーション側エンコーダ64aの信号に基づき、実回転数 $Rev_{act}$ 、実モータ位置 $Pos_{act}$ を算出する(ステップS10)。

20

【0053】

次に、目標回転数 $Rev_{cmd}$ と実回転数 $Rev_{act}$ の比較を行う(ステップS11)。そして、実回転数 $Rev_{act}$ が目標回転数 $Rev_{cmd}$ よりも小さい場合には、所定の角速度 $\omega_{cmd}$ でステーション側モータ64の駆動を行う(ステップS12)。このステップS12の後には、ステップS11に戻り、実回転数 $Rev_{act}$ が目標回転数 $Rev_{cmd}$ 以上になるまで同様の処理を繰り返す。

【0054】

一方、実回転数 $Rev_{act}$ が目標回転数 $Rev_{cmd}$ 以上の場合には、次に目標位置 $Pos_{cmd}$ と実モータ位置 $Pos_{act}$ の比較を行う(ステップS13)。そして、実モータ位置 $Pos_{act}$ が目標位置 $Pos_{cmd}$ よりも小さい場合には、やはり所定の角速度 $\omega_{cmd}$ でステーション側モータ64の駆動を行う(ステップS14)。このステップS14の後も、ステップS13に戻り、実モータ位置 $Pos_{act}$ が目標位置 $Pos_{cmd}$ 以上になるまで同様の処理を繰り返す。

30

【0055】

そして、実モータ位置 $Pos_{act}$ が目標位置 $Pos_{cmd}$ 以上の場合には、ステーション側モータ64の駆動を停止する(ステップS15)。すなわち、実モータ位置 $Pos_{act}$ が目標位置 $Pos_{cmd}$ を越えた段階で、ステーション側リール66から延在しているステーション側ケーブル42の実長さが、目標長さ $l_{cmd}$ となり、ステーション側ケーブル42は、ステーション側リール66に良好に巻き取られた状態となる。

【0056】

40

図3に戻り、本体処理部84は、ステーション12に接続されるドローン14へ供給する電力及び農薬の供給量を設定する。例えば、本体処理部84は、ドローン14の接続数が増えるにつれて、段階的に電力及び農薬の供給量を増やす設定を行う。また、農薬の供給は、ドローン14の状態(飛行姿勢、飛行位置、故障状態等)に応じて、供給タイミングや供給量を調整するとよい。

【0057】

本体処理部84は、設定した電力の供給量に基づく駆動信号を電力供給部30(発電機34a及び電装部36)に出力することで、電力供給部30は、適宜の電力をドローン14に給電する。また、本体処理部84は、設定した農薬の供給量に基づく駆動信号を散布剤供給部32(ステーション側ポンプ40)に出力することで、散布剤供給部32は、適

50

宜の供給圧で農薬を供給する。

【0058】

また、ドローン処理部85は、農薬の散布時に、ドローン14の飛行内容等を指示する機能部である。ドローン14は、基本的に、飛行姿勢についてはドローン14内に設けられた飛行制御装置98により自律的に制御するが、その飛行位置（飛行方向や飛行速度、高さ等）は、ステーション側制御装置22から送信される送信情報に基づき設定される。つまり、本実施形態に係るドローン14は、ステーション側制御装置22による遠隔操作によって、散布時の飛行位置が調整される。なお、ドローン14は、予め飛行計画情報を記憶しておき、飛行計画情報に基づき自動操縦を行うように構成されてもよい。

【0059】

次に、空中散布装置11のドローン14について、図1及び図5を参照して説明する。空中散布装置11は、複数（図1中では2台）のドローン14が編隊を組みつつ飛行して、農薬を散布する。複数のドローン14は、基本的に同じ構成を有する同一製品であり、ステーション12又は他のドローン14に対して有線接続されるドローン側ケーブル86を有している。

【0060】

本実施形態において、複数のドローン14は、ステーション12に直接接続される第1ドローン14Aと、第1ドローン14Aに接続される（ステーション12に直接接続されない）第2ドローン14Bと、を含む。なお、ドローン14の使用数については、特に限定されず、農薬の散布範囲等に応じて作業者が適宜用意すればよい。

【0061】

具体的に、ドローン14は、主に飛行に関わる構成を有する第1構造部88と、主に農薬の散布に関わる構成を有する第2構造部90とで構成されている。第1及び第2構造部88、90は、それぞれの主要な部分を囲うハウジング92（第1及び第2ハウジング92a、92b）を有している。第2ハウジング92bは、第1ハウジング92aの下部に連結固定されている。

【0062】

第1構造部88は、第1ハウジング92aから径方向外側に延出する4本のアーム94と、各アーム94の延出端部に設けられる4つのプロペラ機構96と、第1ハウジング92a内に収容される飛行制御装置98及び飛行電装部100と、を備える。なお、図5中では、理解の容易化のため、紙面手前側に突出するアーム94及びプロペラ機構96の図示を省略している。また、第1構造部88は、ドローン14の飛行に使用される図示しない検出器（GPSセンサ、ジャイロセンサ及び気圧センサ等）を有している。

【0063】

4本のアーム94は、第1ハウジング92aの側面に連結され、第1ハウジング92aを基点に互いに等間隔（90°間隔）に延出し、その延出端部を同じ高さ位置としている。

【0064】

4つのプロペラ機構96は、プロペラモータ96aと、プロペラモータ96aにより回転して浮遊力を生じさせるプロペラ96bとを有する。プロペラモータ96aは、アーム94の延出端部に固定され、プロペラ96bが固定されている図示しない回転シャフトを回転させる。このプロペラモータ96aには、プロペラ電気配線97が接続され、このプロペラ電気配線97はアーム94の内部を通過して第1ハウジング92a内の飛行電装部100に接続されている。プロペラモータ96aは、飛行制御装置98の制御下に飛行電装部100から適宜電力が供給されることで、プロペラ96bの回転駆動を行う。

【0065】

ドローン14は、プロペラ96bの回転方向及び回転数に基づき、4つのプロペラ96b全体として圧力差を生じさせることで、揚力を得て空中を飛行する。またドローン14は、各プロペラ96bの回転数を変化させ、揚力の差を生じさせることで、前後左右方向への移動や旋回を行う。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 6 】

飛行制御装置 9 8 は、ステーション側制御装置 2 2 から受信した送信情報、GPS センサ、ジャイロセンサ及び気圧センサ等の信号に基づき、各プロペラ 9 6 b の回転を制御する。また、飛行電装部 1 0 0 は、高電圧を低電圧に変換する DC - DC コンバータを有している。この飛行電装部 1 0 0 は、飛行制御装置 9 8 の指令に基づき、4 つのプロペラ機構 9 6 の各々に対し、指令された電力量を供給する。

## 【 0 0 6 7 】

一方、第 2 構造部 9 0 の第 2 ハウジング 9 2 b には、ドローン 1 4 の所定方向（主に下方）を撮影するドローン側カメラ 1 0 2、及び農薬を散布するドローン側ポンプ 1 0 4（散布部）が取り付けられている。また、第 2 ハウジング 9 2 b の内部には、農薬を一時的に貯留するサブタンク 1 0 6 と、ドローン側内部コネクタ 1 2 4 を有する共にドローン側ケーブル 8 6 の長さ調整を行うドローン側ケーブル機構部 1 0 8 と、農薬の散布時の処理を行うドローン側制御装置 1 1 0（無人飛行体側制御装置：図 6 参照）と、が設けられている。

10

## 【 0 0 6 8 】

ドローン 1 4 は、第 2 ハウジング 9 2 b の所定位置（例えば、第 1 ハウジング 9 2 a に連結する上面に対して直交する側面）からドローン側ケーブル 8 6 を送出している。ドローン側ケーブル 8 6 も、ステーション側ケーブル 4 2 と同様に、電力配線 1 1 1、散布剤配線 1 1 2 及び通信配線 1 1 3 を内部に有している。ドローン側ケーブル 8 6 の延在端部（ドローン側リール 1 2 2 の接続端部と反対側の端部）には、ステーション側外部コネクタ 5 6 又は他のドローン 1 4 と接続するためのドローン側外部コネクタ 1 1 4 が設けられているとよい（図 2 も参照）。

20

## 【 0 0 6 9 】

例えば図 2 に示すように、ドローン側外部コネクタ 1 1 4 は、ステーション側外部コネクタ 5 6 の外部接続筐体 5 8 に対応した円盤状の接続筐体 1 1 6 を有する。この接続筐体 1 1 6 の内部には、電力配線 1 1 1 が接続される電力端子 1 1 7、散布剤配線 1 1 2 が接続される散布剤端子 1 1 8、及び通信配線 1 1 3 が接続される通信端子 1 1 9 が設けられている。ドローン側外部コネクタ 1 1 4 は、この接続筐体 1 1 6 の端面と、外部接続筐体 5 8 の端面との相互の位相が合うように対向させてドッキングすることで、同種の端子同士が自動的に接続されるように構成されることが好ましい。これにより、作業現場での準備を効率化することができる。

30

## 【 0 0 7 0 】

図 5 に戻り、ドローン側カメラ 1 0 2 は、ドローン 1 4 の飛行等においてドローン 1 4 の周辺環境を撮影し、この周辺環境をステーション側制御装置 2 2 及びドローン側制御装置 1 1 0 に送信する。

## 【 0 0 7 1 】

ドローン側ポンプ 1 0 4 は、ドローン 1 4 の下方向に向かって農薬を散布する。農薬は、ドローン側ケーブル 8 6（散布剤配線 1 1 2）を介してサブタンク 1 0 6 に一旦供給され、ドローン側ポンプ 1 0 4 は、サブタンク 1 0 6 に貯留された農薬を吸引して、設定された散布範囲に適宜の散布量で吐出する。この種のポンプは、特に限定されるものではないが、例えば、内部に電磁弁 1 0 4 a（図 6 参照）を有する電磁式ポペットバルブを適用するとよい。

40

## 【 0 0 7 2 】

一方、ドローン側ケーブル機構部 1 0 8 は、ステーション側ケーブル機構部 5 0 と同様の構成を適用することが可能である。このため、第 2 構造部 9 0 の内部には、ドローン側モータ 1 2 0、ドローン側ドライバ装置（不図示）、ドローン側リール 1 2 2 及びドローン側内部コネクタ 1 2 4（無人飛行体側内部コネクタ）が設けられている。

## 【 0 0 7 3 】

すなわち、ドローン側モータ 1 2 0 は、ドローン側制御装置 1 1 0 の制御下に、ドローン側リール 1 2 2 の回転（正転、逆転）を行う。例えば、ドローン側リール 1 2 2 は、正

50

転に伴いその外周面に巻き付けられているドローン側ケーブル 86 を繰り出す一方で、逆転に伴いドローン側ケーブル 86 を外周面に巻き付ける。またドローン側モータ 120 には、回転シャフト（ドローン側リール 122）の回転速度を検出するエンコーダ 126 と、ドローン側モータ 120 に供給される電流を検出する電流計 128 と、が設けられている。

#### 【0074】

ドローン側内部コネクタ 124 は、ドローン側リール 122 の突出端においてドローン側リール 122 を回転自在に軸支している。このドローン側内部コネクタ 124 の内部接続筐体 130 には、ドローン側ケーブル 86 の電力配線 111 が接続される電力端子 131、ドローン側ケーブル 86 の散布剤配線 112 が接続される散布剤端子 132、及びドローン側ケーブル 86 の通信配線 113 が接続される通信端子 133 が設けられている。電力端子 131、散布剤端子 132 及び通信端子 133 における回転接続構造は、ステーション側内部コネクタ 68 と同様に構成される。

10

#### 【0075】

図 6 に示すように、ドローン側内部コネクタ 124 は、他のドローン 14（第 1 ドローン 14 A の場合は第 2 ドローン 14 B）のドローン側外部コネクタ 114 がドッキングされる。これにより、ドローン側内部コネクタ 124 の電力端子 131、散布剤端子 132 及び通信端子 133 の各々と、ドローン側外部コネクタ 114 の電力端子 117、散布剤端子 118 及び通信端子 119 の各々が接続される。

#### 【0076】

また、電力端子 131 は、ドローン 14 内の電力配線 134 を介して、各構成に電力を給電するドローン給電系統 140 にも接続されている。散布剤端子 132 は、ドローン 14 内の散布剤配線 135 を介して、農薬を貯留及び散布するドローン散布剤系統 142 にも接続されている。通信端子 133 は、ドローン 14 内の通信配線 136 を介して、情報通信を行うドローン通信系統 144 にも接続されている。

20

#### 【0077】

ドローン給電系統 140 は、ドローン 14 内において電力により動作する部品に給電を行うものであり、電力配線 134 に接続される配電部 138 を有する。そして例えば、飛行制御装置 98、飛行電装部 100、ドローン側制御装置 110、ドローン側ケーブル機構部 108、ドローン側ポンプ 104、ドローン側カメラ 102 等が配電部 138 に接続され、ステーション 12 から供給された電力が適宜の電力量で供給される。

30

#### 【0078】

図 7 A に示すように、ドローン散布剤系統 142 は、散布剤配線 135 に接続されるサブタンク 106 と、サブタンク 106 に接続されるドローン側ポンプ 104 とにより構成されている。また図 7 B に示すように、ドローン通信系統 144 では、通信配線 136 がドローン 14 内のバス 146 に接続され、このバス 146 に対して飛行制御装置 98、ドローン側カメラ 102、ドローン側制御装置 110 等が接続されている。飛行制御装置 98、ドローン側カメラ 102、ドローン側制御装置 110 は相互に情報通信可能であると共に、ステーション 12 や他のドローン 14 との間で情報通信を行うことが可能である。

#### 【0079】

ドローン 14 のドローン側制御装置 110 は、図示しないプロセッサ、メモリ、入出力インターフェースを有するコンピュータとして構成され、飛行制御装置 98 と連動しつつ、農薬の散布及びドローン側ケーブル 86 の長さ調整を行う。なお、ドローン側制御装置 110 と飛行制御装置 98 は、1 つの制御基板に併設されていてもよい。ドローン側制御装置 110 は、図示しないプログラムの実行下に、ドローン側ポンプ 104 の駆動を制御するポンプ処理部 150 と、ドローン側ケーブル機構部 108 の駆動を制御するケーブル処理部 152 とを構築する。

40

#### 【0080】

ポンプ処理部 150 は、ステーション 12 からの農薬の散布指示（送信情報）を受信すると、ドローン側ポンプ 104 を駆動して農薬を散布する。例えば、ポンプ処理部 150

50

は、飛行制御装置 98 から送信される飛行情報に基づき所定位置に移動したタイミングで、農薬の散布を開始する。また、ポンプ処理部 150 は、送信情報に含まれる農薬の散布量や散布範囲の情報に基づきドローン側ポンプ 104 の電磁弁 104a の開度を制御する。

【0081】

ケーブル処理部 152 は、ステーション 12 や他のドローン 14 との相対的な距離の変化に基づき、ドローン側ケーブル機構部 108 の駆動を制御して、第 2ハウジング 92b から延出するドローン側ケーブル 86 の長さを調整する長さ調整制御を行う。

【0082】

長さ調整制御では、例えば、ステーション 12 の送信情報及び飛行制御装置 98 の飛行情報に基づき、第 1ドローン 14A とステーション 12 の相対距離を算出し、ドローン側ケーブル 86 の目標長さを設定する。そして、ケーブル処理部 152 は、ドローン側ケーブル 86 の目標長さに基づき、ドローン側ケーブル機構部 108 を駆動制御する。この駆動制御は、ステーション側制御装置 22 のステーション側ケーブル 42 の巻き取りと同様に、ドローン側モータ 120 の目標回転数及び目標位置を算出し、ドローン側モータ 120 の実回転数及び実位置との比較を行うことで、ドローン側モータ 120 の回転又は回転停止を制御するとよい。なお、ドローン 14 が変位する際には、その変位速度に連動してドローン側ケーブル 86 の繰り出し及び巻き取りを行う。

【0083】

ここで、ドローン側制御装置 110 (ケーブル処理部 152) は、長さ調整制御の他に、ドローン側ケーブル 86 からドローン 14 自体が一定の張力を受けるように張力制御を実施するように構成される。ドローン 14 は、ドローン側ケーブル 86 の張力の変動が激しいと、飛行において大きな外乱を受けることになり、姿勢や位置の制御が難しくなるからである。

【0084】

張力制御では、ドローン側モータ 120 に設けられたエンコーダ 126 及び電流計 128 から信号を受信して、ドローン側モータ 120 (ドローン側リール 122) が受ける実張力  $F_{act}$  を算出する。すなわちケーブル処理部 152 は、エンコーダ 126 の信号に基づき、ドローン側リール 122 の回転数及び回転位置 (位相) と、ドローン側モータ 120 の角速度及び角加速度とを算出する。

【0085】

そして、ドローン側リール 122 の回転数及び回転位置に基づき、巻線半径  $r$  を算出し、さらに巻線半径  $r$  に基づき慣性モーメント  $I$  を算出する。巻線半径  $r$  とは、ドローン側ケーブル 86 がドローン側リール 122 に巻きつけられた状態で、ドローン側リール 122 の回転軸からドローン側ケーブル 86 の外周面までの距離である。

【0086】

また、ケーブル処理部 152 は、ドローン側モータ 120 の角速度、及びドローン側モータ 120 及びドローン側リール 122 の摩擦係数  $\mu$  に基づき、以下の式 (5) により、摩擦抵抗  $T_n$  を算出する。

$$T_n = \mu \dots (5)$$

【0087】

さらに、ケーブル処理部 152 は、電流計 128 から送信される電流値に基づき、ドローン側モータ 120 のトルク  $T_b$  を算出する。ケーブル処理部 152 は、予めトルク - 電流マップ (不図示) を記憶しており、受信した電流値に応じたトルク  $T_b$  を抽出する。

【0088】

ケーブル処理部 152 は、上記の巻線半径  $r$ 、慣性モーメント  $I$ 、摩擦抵抗  $T_n$ 、トルク  $T_b$  を算出すると、ドローン側ケーブル 86 から受ける以下の式 (6) により実張力  $F_{act}$  を算出する。

$$F_{act} = (I + T_n + T_b) / r \dots (6)$$

なお、 $I$  は、ドローン側モータ 120 の角加速度である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 9 】

そして、ケーブル処理部 1 5 2 は、算出した実張力  $F_{act}$  と設定された目標張力  $F_{cmd}$  とに基づき、ドローン側モータ 1 2 0 の目標電流  $I_m$  (すなわちトルク) を算出する。具体的には、実張力  $F_{act}$  と目標張力  $F_{cmd}$  の差分  $E$  を算出し、この差分  $E$  から P I D 制御に基づく目標電流  $I_m$  を、以下の式 ( 7 ) により算出する。

$$I_m = P \times E + I \quad E \, dt + D \, dE / D \, t \quad \dots ( 7 )$$

## 【 0 0 9 0 】

ドローン側ケーブル機構部 1 0 8 (ドライバ装置) は、ケーブル処理部 1 5 2 が算出した目標電流  $I_m$  に基づき、ドローン側モータ 1 2 0 の駆動を行う。この際、ドローン側ケーブル機構部 1 0 8 は、電流計 1 2 8 が検出する電流値に基づきフィードバック制御を実施し、目標電流  $I_m$  に沿うようにドローン側モータ 1 2 0 を回転駆動させる。

10

## 【 0 0 9 1 】

これにより、ドローン 1 4 は、ドローン側ケーブル 8 6 の長さや張力を適切に制御することができる。例えば、第 1 ドローン 1 4 A と第 2 ドローン 1 4 B との間は、第 2 ドローン 1 4 B のドローン側ケーブル 8 6 の長さが調整されることで、その相対位置を容易に設定及び変化させることが可能となる。

## 【 0 0 9 2 】

本実施形態に係る空中散布装置 1 1 (無人飛行体システム 1 0) 及びドローン 1 4 は、基本的には以上のように構成され、次にその作用について説明する。

## 【 0 0 9 3 】

空中散布装置 1 1 は、農地に農薬を散布する際に、図 2 に示すように、ステーション 1 2 のステーション側外部コネクタ 5 6 に、第 1 ドローン 1 4 A のドローン側ケーブル 8 6 のドローン側外部コネクタ 1 1 4 を接続する。さらに図 5 に示すように、第 2 ドローン 1 4 B のドローン側ケーブル 8 6 を第 1 ドローン 1 4 A のドローン側ケーブル 8 6 に接続する。つまり、図 1 に示すように、ステーション 1 2、第 1 ドローン 1 4 A、第 2 ドローン 1 4 B の順に直列に接続された配線状態が構築される。

20

## 【 0 0 9 4 】

この配線状態の構築後、ステーション 1 2 は、ステーション側ケーブル 4 2 及びドローン側ケーブル 8 6 を介して、本体部 2 0 の電力供給部 3 0 から第 1 ドローン 1 4 A と第 2 ドローン 1 4 B に電力を供給する。これにより、第 1 ドローン 1 4 A 及び第 2 ドローン 1 4 B は、長時間の連続駆動が可能となり、しかもバッテリーを備えないことで軽量化が図られる。

30

## 【 0 0 9 5 】

また、ステーション 1 2 は、ステーション側ケーブル 4 2 及びドローン側ケーブル 8 6 を介して、ステーション側制御装置 2 2、第 1 ドローン 1 4 A 及び第 2 ドローン 1 4 B 間での情報通信を行う。つまり有線により、第 1 ドローン 1 4 A 及び第 2 ドローン 1 4 B は、飛行位置や農薬の散布に関わる情報を安定的に得て、各ドローン 1 4 自体において制御を良好に行うことが可能となる。

## 【 0 0 9 6 】

さらに、ステーション 1 2 は、ステーション側ケーブル 4 2 及びドローン側ケーブル 8 6 を介して、本体部 2 0 の散布剤供給部 3 2 から第 1 ドローン 1 4 A と第 2 ドローン 1 4 B に農薬を供給する。これにより、第 1 ドローン 1 4 A 及び第 2 ドローン 1 4 B は、農薬を連続的に散布することが可能となる。特に、第 1 ドローン 1 4 A 及び第 2 ドローン 1 4 B は、容積が小さいサブタンク 1 0 6 を有していても、基本的には供給された農薬を多量に貯留せずに散布する。よって、ドローン 1 4 自体の軽量化に貢献することができる。

40

## 【 0 0 9 7 】

空中散布装置 1 1 は、ステーション 1 2 の伸縮ポール 5 2 を伸長してステーション側外部コネクタ 5 6 を充分な高さ位置に配置する。そして、農薬の散布時には、第 1 及び第 2 ドローン 1 4 A、1 4 B の相互の距離を適切にあけて、第 1 ドローン 1 4 A と第 2 ドローン 1 4 B の農薬の散布範囲を重ならないようにして (或いは、一部を重ねて)、同時に散

50

布を行う。これにより空中散布装置 11 は、効率的に農薬を散布していくことができる。

【0098】

また、空中散布装置 11 は、ステーション 12 の移動又は第 1 ドローン 14 A の飛行により相互の相対位置を変化させる場合に、第 1 ドローン 14 A のドローン側ケーブル 86 の繰り出し及び巻き取りを行う。この際、ドローン側制御装置 110 は、上述したように、ドローン側ケーブル 86 の長さ調整制御と張力制御とを実施する。つまり、第 1 ドローン 14 A は、ステーション 12 との間でドローン側ケーブル 86 の張力を抑制しつつその長さを調整する。同様に、第 2 ドローン 14 B は、第 1 ドローン 14 A との間でドローン側ケーブル 86 の張力を抑制しつつその長さを調整する。これにより、空中散布装置 11 は、ドローン側ケーブル 86 で接続した状態でも、ステーション 12、第 1 ドローン 14

10

【0099】

上述した構成を有する本実施形態の空中散布装置 11、無人飛行体システム 10 及びドローン 14 は、以下の効果を奏する。

【0100】

ドローン 14 は、ドローン側ケーブル 86 と、ドローン側ケーブル機構部 108 とを備えることで、地上のステーション 12 や他のドローン 14 に有線接続されつつ、空中を良好に飛行して作業を行うことができる。すなわち、ドローン 14 は、ドローン側ケーブル 86 を介して、ステーション 12 又は他のドローン 14 から電力、農薬、情報等を受けることが可能となる。このため、電力の充電、農薬の補充等の時間を削減し、ドローン 14

20

自体の飛行、農薬の散布を長時間にわたって継続することができる。また飛行時には、ドローン側ケーブル機構部 108 がドローン側ケーブル 86 の繰り出し又は引き込みを行ってその長さを調整する。従って、ドローン 14 はドローン側ケーブル 86 が長く延在することによる影響（ドローン側ケーブル 86 の絡まり、障害物や地上への接触、荷重の変動等）が抑制され、安定的な飛行を行うことができる。

【0101】

また、ドローン 14（第 1 ドローン 14 A）は、他のドローン 14（第 2 ドローン 14 B）のドローン側ケーブル 86 を接続可能なドローン側内部コネクタ 124 を備えることで、他のドローン 14 との有線接続を簡単に行うことができる。

【0102】

さらに、ドローン 14 は、ドローン側制御装置 110 によりドローン側ケーブル 86 の張力を一定化させる張力制御を行うことで、ドローン側ケーブル 86 から受ける荷重が激しく変動することを抑制することが可能となる。これにより、ドローン 14 は、飛行中にドローン側ケーブル 86 の長さ調整をしても安定的に飛行することができる。

30

【0103】

そして、空中散布装置 11 は、ステーション 12 が 1 以上のドローン 14 に電力を供給する電力供給部 30 を有することで、ドローン 14 側にバッテリー等を設ける必要がなくなり、ドローン 14 の軽量化を図ることができる。

【0104】

ステーション 12 は、ステーション側外部コネクタ 56 の高さ位置を変位させる高さ調整部 46 を有することで、ドローン側ケーブル 86 を十分に高い位置で接続することができる。これによりドローン側ケーブル 86 が、障害物や地上に接触することをより確実に防ぐことができる。

40

【0105】

この場合、ステーション 12 は、ステーション側ケーブル 42 及びステーション側ケーブル機構部 50 により、電力供給部 30 や散布剤供給部 32 からステーション側外部コネクタ 56 に電力や農薬を簡単に伝達することが可能となる。

【0106】

しかも、ステーション 12 は、伸縮ポール 52 及びステーション側制御装置 22 により、ステーション側外部コネクタ 56 の高さ位置を容易に調整することができる。

50

## 【 0 1 0 7 】

上記構成に加えて、ステーション側制御装置 2 2 が、伸縮ポール 5 2 の収縮に追従して引き込み制御を行うことで、ステーション側ケーブル 4 2 の絡まりを抑制しつつ良好に引き込むことができる。

## 【 0 1 0 8 】

またさらに、ステーション 1 2 が地上を移動可能な移動体 1 6 に構成されていることで、空中散布装置 1 1 は、ドローン 1 4 による農薬の散布時等に移動することが可能となる。これにより、農薬の散布範囲をより一層広げることができる。

## 【 0 1 0 9 】

なお、本発明は、上述の実施形態に限定されず、発明の要旨に沿って種々の改変が可能である。例えば、無人飛行体システム 1 0 は、ドローン 1 4 から農薬を散布する空中散布装置 1 1 に限定されず、種々の用途に応用し得る。空中散布装置 1 1 が散布する散布剤としては、農薬の他にも、防虫剤、消化剤、水等を散布することがあげられる。

10

## 【 0 1 1 0 】

また、無人飛行体システム 1 0 は、有線によって空中での航続時間が充分にとれることから、例えば、人の進入が困難な地域等での探索や撮影等を行うシステムとして構成してもよい。例えば、複数の無人飛行体が一列に並ぶ編隊を組むことで、効率的な作業を行うことが可能となる。この場合、ステーション側ケーブル 4 2 及びドローン側ケーブル 8 6 は、電力の供給や情報の通信を行うように構成されればよい。

## 【 0 1 1 1 】

20

さらに、空中散布装置 1 1 (無人飛行体システム 1 0) は、複数のドローン 1 4 により所定の作業を行う(農薬を散布する)だけでなく、1つのドローン 1 4 によって所定の作業を行う構成でもよい。この場合でも、ステーション 1 2 とドローン 1 4 との間を架橋するドローン側ケーブル 8 6 を適切に調整することで、ドローン側ケーブル 8 6 の絡まりを抑制することができる。

## 【 0 1 1 2 】

またさらに、無人飛行体システム 1 0 は、ステーション 1 2 に対して複数のドローン 1 4 が並列に接続する構成でもよい。例えば、複数のドローン 1 4 は、ステーション 1 2 を中心に互いに異なる方向に飛行して、その方向の散布範囲に農薬を散布してもよい。さらにまた、ステーション 1 2 は、地上の移動不能な施設等により構成されてもよい。

30

## 【 符号の説明 】

## 【 0 1 1 3 】

1 0 ... 無人飛行体システム	1 1 ... 空中散布装置
1 2 ... ステーション	1 4 ... ドローン
1 6 ... 移動体	2 2 ... ステーション側制御装置
3 0 ... 電力供給部	3 2 ... 散布剤供給部
4 6 ... 高さ調整部	4 8 ... 伸縮機構部
5 0 ... ステーション側ケーブル機構部	5 2 ... 伸縮ポール
5 4 ... 伸縮アクチュエータ	5 6 ... ステーション側外部コネクタ
8 6 ... ドローン側ケーブル	9 8 ... 飛行制御装置
1 0 8 ... ドローン側ケーブル機構部	1 1 0 ... ドローン側制御装置
1 1 4 ... ドローン側外部コネクタ	1 5 0 ... ポンプ処理部
1 5 2 ... ケーブル処理部	

40

【図 1】

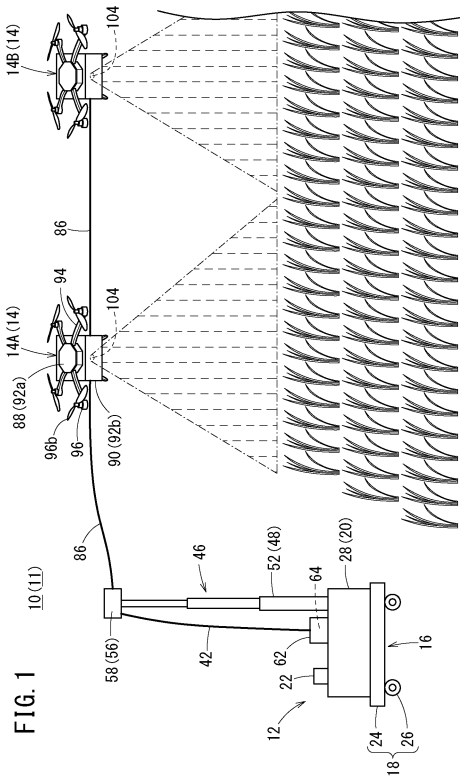


FIG. 1

【図 2】

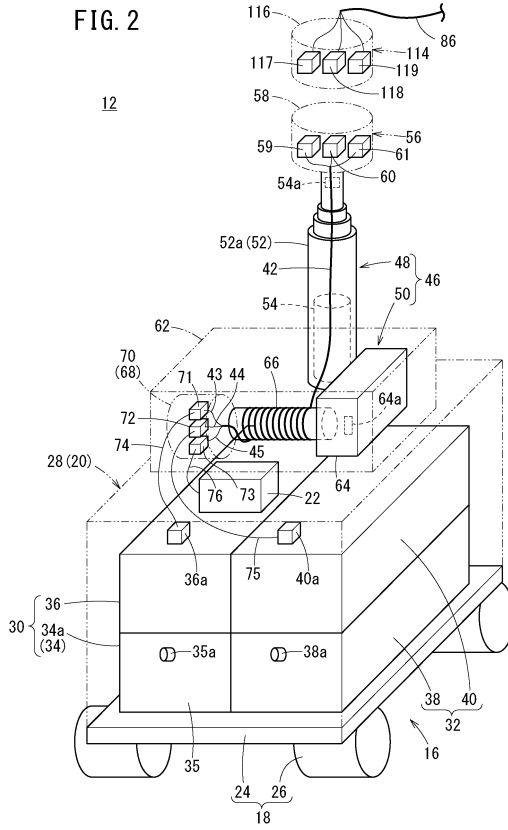


FIG. 2

【図 3】

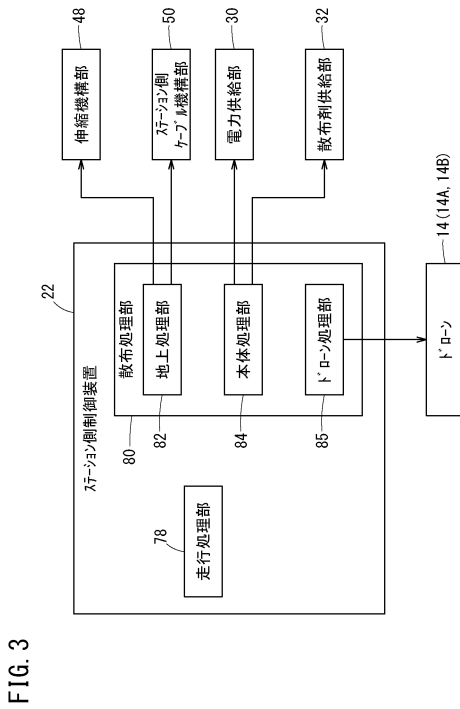


FIG. 3

【図 4】

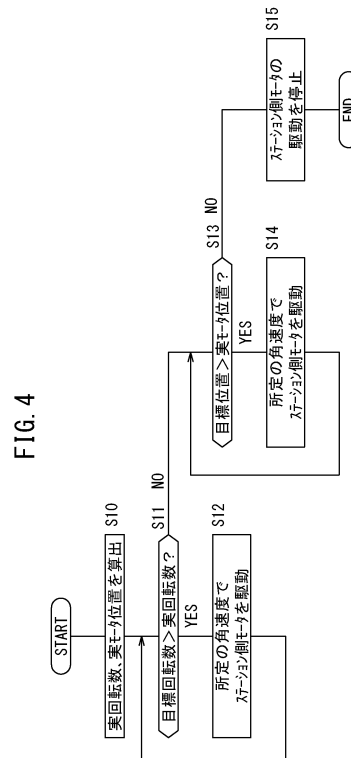
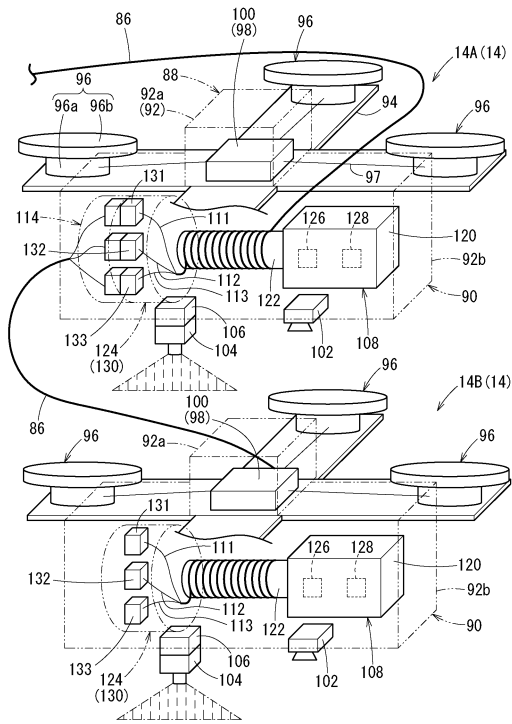


FIG. 4

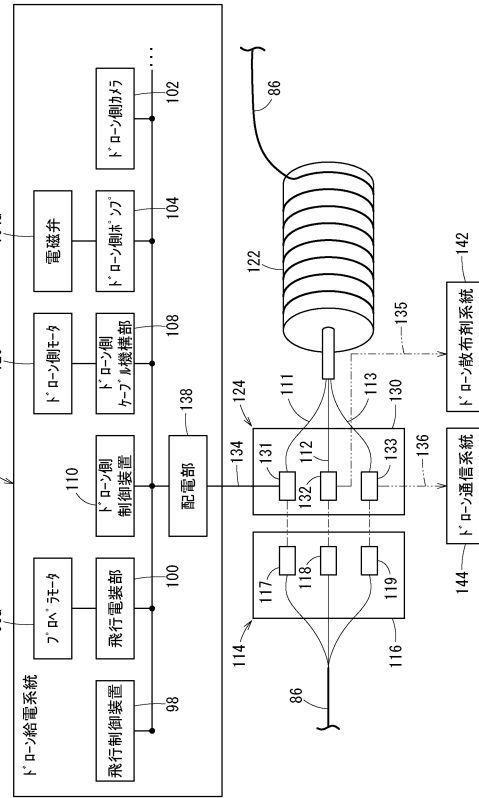
【図5】

FIG. 5



【図6】

FIG. 6



【図7】

FIG. 7A

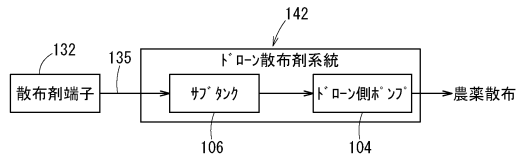
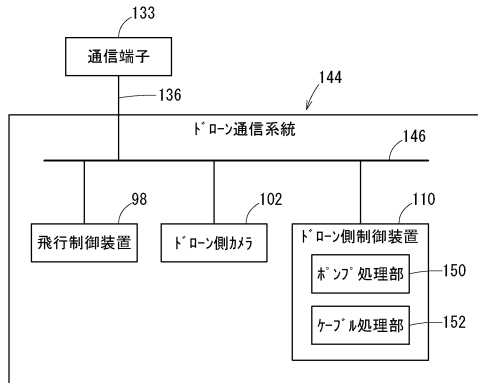


FIG. 7B



---

フロントページの続き

- (74)代理人 100180448  
弁理士 関口 亨祐
- (74)代理人 100169225  
弁理士 山野 明
- (72)発明者 古川 潤  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 石塚 勇二  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 朴 辰洛  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

審査官 塚本 英隆

- (56)参考文献 国際公開第2017/094842(WO, A1)  
米国特許第07510142(US, B2)  
米国特許出願公開第2013/0233964(US, A1)  
米国特許出願公開第2016/0200437(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 4 D	1 / 1 6
A 0 1 M	7 / 0 0
B 6 4 C	2 7 / 0 8
B 6 4 C	3 9 / 0 2
B 6 4 F	3 / 0 0