(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2017-15527
(P2017-15527A)
(43)公開日　平成29年1月19日(2017.1.19)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
G01N 21/27	(2006.01)	G01N	21/27	A	2G059
G05D 1/00	(2006.01)	G05D	1/00	B	5H301

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 26 頁）

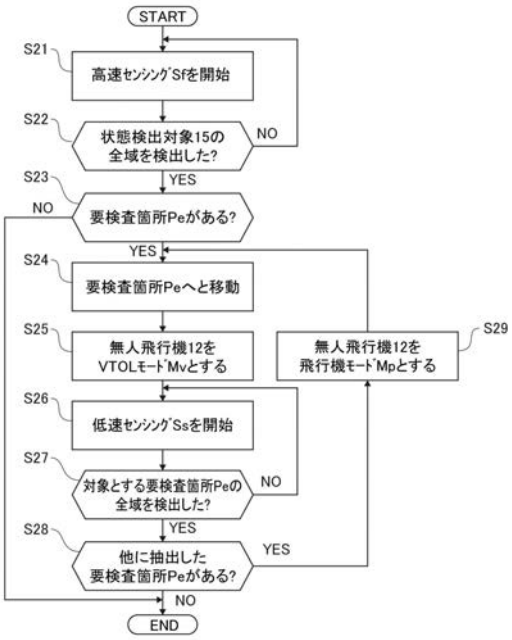
(21)出願番号　特願2015-131667 (P2015-131667)
(22)出願日　平成27年6月30日 (2015.6.30)

(71)出願人　000220343
株式会社トプコン
東京都板橋区蓮沼町７５番１号
(74)代理人　240000327
弁護士　弁護士法人クレオ国際法律特許事務所
(72)発明者　棚橋　昌史
東京都板橋区蓮沼町７５番１号　株式会社トプコン内

Ｆターム(参考)　2G059 AA05 CC09 CC12 CC20 EE02
EE12 FF01 HH01 HH02 MM01
5H301 BB10 CC04 CC07 CC10 DD06
DD15 GG08 GG09 GG17 KK03
KK07 KK18

(54)【発明の名称】広域センサシステム、飛行検出方法およびプログラム

(57)【要約】
【課題】広大な範囲に亘る状態検出対象であっても状態を適切に検出することのできる広域センサシステムを提供する。
【解決手段】高速飛行する飛行機モードＭｐと低速飛行するＶＴＯＬモードＭｖとの切り替えが可能とされた無人飛行機１２と、その無人飛行機１２に設けられ、状態検出対象１５の状態を検出すべく駆動される状態検出センサ３４と、無人飛行機１２の飛行と状態検出センサ３４の駆動とを制御する外部制御装置１１と、を備える広域センサシステム１０である。外部制御装置１１は、無人飛行機１２を飛行機モードＭｐで高速飛行させつつ状態検出センサ３４を駆動して高速センシングＳｆを行い、かつ無人飛行機１２をＶＴＯＬモードＭｖで低速飛行させつつ状態検出センサ３４を駆動して低速センシングＳｓを行う。
【選択図】　図６



【特許請求の範囲】
【請求項１】
高速飛行する飛行機モードと低速飛行するＶＴＯＬモードとの切り替えが可能とされた無人飛行機と、
前記無人飛行機に設けられ、状態検出対象の状態を検出すべく駆動される状態検出センサと、
前記無人飛行機の飛行と前記状態検出センサの駆動とを制御する外部制御装置と、を備え、
前記外部制御装置は、前記無人飛行機を前記飛行機モードで高速飛行させつつ前記状態検出センサを駆動して高速センシングを行い、かつ前記無人飛行機を前記ＶＴＯＬモードで低速飛行させつつ前記状態検出センサを駆動して低速センシングを行うことを特徴とする広域センサシステム。
【請求項２】
前記無人飛行機は、本体部と姿勢の変化が可能に前記本体部に設けられた推進器とを有し、前記本体部に対する前記推進器の姿勢を変化させることで前記飛行機モードと前記ＶＴＯＬモードとの切り替えが可能であることを特徴とする請求項１に記載の広域センサシステム。
【請求項３】
前記無人飛行機は、姿勢の変化が可能に前記本体部に設けられた可動翼を有し、
前記推進器は、前記可動翼に設けられたプロペラであることを特徴とする請求項２に記載の広域センサシステム。
【請求項４】
前記無人飛行機は、前記本体部に設けられた主翼を有し、
前記可動翼は、前記本体部において前記主翼よりも前方に設けられ、前記本体部から水平方向に伸びる回転軸回りに回転可能であることを特徴とする請求項３に記載の広域センサシステム。
【請求項５】
前記外部制御装置は、前記高速センシングによる検出結果に基づいて前記状態検出対象における要検査箇所を抽出し、抽出した前記要検査箇所に対して前記低速センシングを行うことを特徴とする請求項１から請求項４のいずれか１項に記載の広域センサシステム。
【請求項６】
前記外部制御装置は、前記状態検出対象に対して前記高速センシングを行いつつ前記状態検出対象において予め定められた要偵察箇所まで移動し、前記要偵察箇所に対して前記低速センシングを行うことを特徴とする請求項１から請求項５のいずれか１項に記載の広域センサシステム。
【請求項７】
高速飛行する飛行機モードと低速飛行するＶＴＯＬモードとの切り替えが可能とされた無人飛行機と、
前記無人飛行機に設けられ、状態検出対象の状態を検出すべく駆動される状態検出センサと、を用いる飛行検出方法であって、
前記無人飛行機を前記飛行機モードで高速飛行させつつ前記状態検出センサを駆動して高速センシングを行う工程と、
前記無人飛行機を前記ＶＴＯＬモードで低速飛行させつつ前記状態検出センサを駆動して低速センシングを行う工程と、
を含むことを特徴とする飛行検出方法。
【請求項８】
高速飛行する飛行機モードと低速飛行するＶＴＯＬモードとの切り替えが可能とされた無人飛行機と、
前記無人飛行機に設けられ、状態検出対象の状態を検出すべく駆動される状態検出センサと、を備え、前記無人飛行機の飛行と前記状態検出センサの駆動とを制御する外部制御

装置に、
前記無人飛行機を前記飛行機モードで高速飛行させつつ前記状態検出センサを駆動して高速センシングを行う機能と、
前記無人飛行機を前記ＶＴＯＬモードで低速飛行させつつ前記状態検出センサを駆動して低速センシングを行う機能と、
を実現させることを特徴とするプログラム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、広範囲に亘る状態検出対象の状態を検出するための広域センサシステム、飛行検出方法およびプログラムに関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、例えば農業の分野では、農作物の生産能力の向上のために、作物の生育状況を的確に把握して効率良く作物を生産することが重要視されている。このため、例えば、測定光の作物（植物（生育状況測定対象））からの反射光を取得することにより、その作物の測定光に対する反射率をそれぞれ求め、その反射率に基づいて当該作物の生育状況を検出することが考えられている。
【０００３】
このため、作物からの反射光を取得する植物用波長センサ装置を、農業用機械としてのトラクターに搭載することが考えられている（例えば、特許文献１参照）。このものでは、作物を栽培している農地（圃場）に沿って走行するだけで、その走行した両側に存在する作物の生育状況を検出することができ、作物の生育状況の検出を簡易なものとすることができる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２０１２－２４７２３５号公報
【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、上記した技術では、生育状況を検出したい作物が存在する両側をトラクターで走行する必要があることから、作物の生育状況を検出できる範囲が制限される。このため、上記した技術では、広大な農地で栽培する作物の生育状況のように広範囲に亘る状態検出対象の状態の検出には適さず、改良の余地がある。
【０００６】
本発明は、上記の事情に鑑みて為されたもので、その目的は、広大な範囲に亘る状態検出対象であっても状態を適切に検出することのできる広域センサシステムを提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
請求項１に記載の発明の広域センサシステムは、高速飛行する飛行機モードと低速飛行するＶＴＯＬモードとの切り替えが可能とされた無人飛行機と、前記無人飛行機に設けられ、状態検出対象の状態を検出すべく駆動される状態検出センサと、前記無人飛行機の飛行と前記状態検出センサの駆動とを制御する外部制御装置と、を備え、前記外部制御装置は、前記無人飛行機を前記飛行機モードで高速飛行させつつ前記状態検出センサを駆動して高速センシングを行い、かつ前記無人飛行機を前記ＶＴＯＬモードで低速飛行させつつ前記状態検出センサを駆動して低速センシングを行うことを特徴とする。
【発明の効果】
【０００８】

本発明に係る広域センサシステムでは、広大な範囲に亘る状態検出対象であっても状態を適切に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】本発明に係る広域センサシステムの一例としての実施例１の広域センサシステム１０の構成を模式的に示す斜視図である。

【図２】広域センサシステム１０の機能構成を模式的に示すブロック図である。

【図３】広域センサシステム１０における無人飛行機１２を説明するための説明図であり、飛行機モードＭｐの状態を示す。

【図４】無人飛行機１２を説明するための図３と同様の説明図であり、ＶＴＯＬモードＭｖの状態を示す。

【図５】統合制御部２１にて実行される飛行検出処理の一例を示すフローチャートである。

【図６】統合制御部２１にて実行される飛行検出処理におけるセンシング処理の一例を示すフローチャートである。

【図７】広域センサシステム１０において、無人飛行機１２が飛行機モードＭｐにより農地ＦＬの高速センシングＳｆを行う様子を示す説明図である。

【図８】広域センサシステム１０において、無人飛行機１２がＶＴＯＬモードＭｖにより農地ＦＬにおける要検査箇所Ｐｅの低速センシングＳｓを行う様子を示す説明図である。

【図９】一例としての実施例２の広域センサシステム１０Ａの統合制御部２１にて実行される飛行検出処理におけるセンシング処理を示すフローチャートである。

【図１０】広域センサシステム１０Ａにおいて、無人飛行機１２が飛行機モードＭｐによりパイプラインＰＬの高速センシングＳｆを行う様子を示す説明図である。

【図１１】広域センサシステム１０Ａにおいて、無人飛行機１２がＶＴＯＬモードＭｖによりパイプラインＰＬにおける要偵察箇所Ｐｓの低速センシングＳｓを行う様子を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

以下に、本発明に係る広域センサシステム、飛行検出方法およびプログラムの発明の実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

【実施例１】

【００１１】

先ず、本発明に係る広域センサシステムの一実施例としての実施例１の広域センサシステム１０の概略的な構成について、図１から図８を用いて説明する。その広域センサシステム１０は、本発明に係る広域センサシステムの一実施例として飛行検出方法を実行し、本発明に係るプログラムの一実施例としてプログラムを備える。なお、図７では、農地ＦＬに高速センシングＳｆを行う様子の一例を模式的に示し、かつ図８では、農地ＦＬに低速センシングＳｓを行う様子の一例を模式的に示しているが、実際の態様と必ずしも一致するものではない。

【００１２】

本発明に係る実施例１の広域センサシステム１０は、図１に示すように、外部制御装置１１と無人飛行機１２と遠隔操作器１３とドック１４とを備える。この広域センサシステム１０は、外部制御装置１１の制御下で、無人飛行機１２に搭載した後述する状態検出センサ３４を駆動しつつ無人飛行機１２を飛ばすことで、センシングにより広範囲に亘る状態検出対象１５（図７等参照）の状態を検出する。

【００１３】

その外部制御装置１１は、設定された飛行プログラムまたは遠隔操作器１３に為された操作に基づいて、無人飛行機１２における動作を制御する。また、外部制御装置１１は、無人飛行機１２（その後述する状態検出センサ３４）から送られた検出結果（そのデータ）を後述する記憶部２５に適宜格納するとともに、その検出結果を適宜解析する。そして

、外部制御装置１１は、実施例１では、その解析（検出結果）に基づいて状態検出対象１５における後述する要検査箇所Ｐｅ（図７等参照）を適宜抽出する。その外部制御装置１１は、図２に示すように、統合制御部２１と制御側通信部２２と表示部２３と操作入力部２４と記憶部２５とを有する。外部制御装置１１は、実施例１では、記憶部２５にプログラムを記憶させたＰＣ（パーソナルコンピュータ）が筐体内に収容されて形成されている。なお、プログラムは、統合制御部２１の後述する内部メモリ２１ａに記憶されていてもよい。

【００１４】

その統合制御部２１は、次の各処理を、記憶部２５もしくは内蔵する内部メモリ２１ａに記憶されたプログラムにより統括的に行う。その各処理としては、操作入力部２４に為された操作に基づく設定処理および駆動処理や、制御側通信部２２による無人飛行機１２の後述する無人機側通信部３３や遠隔操作器１３の後述する操作器側通信部４２との通信処理があげられる。また、各処理としては、無人飛行機１２（その後述する状態検出センサ３４）から送られた検出結果（そのデータ）の記憶部２５への格納処理や、検出結果に基づく状態検出対象１５における後述する要検査箇所Ｐｅ（図７等参照）の抽出処理があげられる。さらに、各処理としては、表示部２３の駆動制御処理や、無人飛行機１２の飛行検出処理（図５のフローチャート参照）や、無人飛行機１２（その状態検出センサ３４）のセンシング処理（図６、図９のフローチャート参照）があげられる。ついで、各処理としては、検出結果を解析して情報を得る情報取得処理や、検出結果を用いて解析させるべく当該検出結果を適宜外部機器に出力する情報出力処理があげられる。統合制御部２１は、操作入力部２４への操作に基づいて、あるいは記憶部２５（内部メモリ２１ａ）に記憶されたプログラムに従って、上述した各動作（制御）を適宜実行する。

【００１５】

制御側通信部２２は、後述する無人機側通信部３３または操作器側通信部４２を介して、統合制御部２１、無人飛行機１２の後述する無人機側制御部３１および遠隔操作器１３の後述する操作器側制御部４１の間での各種の信号（そのデータ）の遣り取りを可能とする。各種の信号としては、プログラムに従う各動作（制御）の信号や、操作入力部２４または遠隔操作器１３（その後述する操作部４４）に為された操作に基づく信号や、後述する状態検出センサ３４での検出結果を示す信号等があげられる。

【００１６】

表示部２３は、液晶ディスプレイで形成されており、統合制御部２１の制御下で、無人飛行機１２における飛行計画や、無人飛行機１２でのセンシングの態様や、後述する状態検出センサ３４での検出結果等を表示する。そのセンシングの態様とは、後述する高速センシングＳｆ（図７、図１０参照）および低速センシングＳｓ（図８、図１１参照）である。

【００１７】

操作入力部２４は、外部制御装置１１や無人飛行機１２における各種の動作の実行のための操作を行う箇所であり、無人飛行機１２における飛行計画の設定（飛行計画のための数値等の入力）や、無人飛行機１２でのセンシングの態様の設定（センシングのための数値等の入力）や、外部制御装置１１における各種の設定を行う。この操作入力部２４は、実施例１では、ＰＣに接続されたキーボードや、マウス等のポインティングデバイスで構成する。なお、操作入力部２４は、表示部２３をタッチパネルの機能を搭載するものとして、その表示部２３により構成するものであってもよい。

【００１８】

記憶部２５は、統合制御部２１の制御下で、各種データやプログラムを記憶するとともに、それらを読み出すことを可能とする。この記憶部２５は、実施例１では、外部制御装置１１を無人飛行機１２や遠隔操作器１３と協働して広域センサシステム１０を構成させるためのプログラムを記憶（保存）するとともに、無人飛行機１２から出力された検出結果を適宜記憶（保存）する。この外部制御装置１１の制御下で無人飛行機１２が飛行する。

【００１９】
その無人飛行機１２の外観的な構成については後に説明する。無人飛行機１２は、無人機側制御部３１と駆動機構部３２と無人機側通信部３３と状態検出センサ３４とＧＰＳ受信部３５とジャイロセンサ３６と高度センサ３７と充電機構部３８とを有する。その駆動機構部３２は、無人飛行機１２を飛行させるべく駆動されるものであり、後述する両可動前翼５４、第１プロペラ５６および第２プロペラ５７を有する。
【００２０】
無人機側制御部３１は、ＧＰＳ受信部３５とジャイロセンサ３６と高度センサ３７との検出結果を用いつつ駆動機構部３２を適宜駆動することで、無人飛行機１２を飛行させる。また、無人機側制御部３１は、内蔵する内部メモリ３１ａに記憶されたプログラムにより、無人機側通信部３３における通信処理を行うとともに、統合制御部２１からの制御信号に基づく駆動機構部３２や状態検出センサ３４の駆動処理を統括的に行う。
【００２１】
無人機側通信部３３は、制御側通信部２２を介する外部制御装置１１の統合制御部２１、または遠隔操作器１３の後述する操作器側通信部４２を介する操作器側制御部４１との間での各種の信号（そのデータ）の遣り取りを可能とする。各種の信号としては、外部制御装置１１からのプログラムに従う各動作（制御）の信号や、操作入力部２４または遠隔操作器１３（その後述する操作部４４）に為された操作に基づく信号や、状態検出センサ３４での検出結果を示す信号があげられる。
【００２２】
その状態検出センサ３４は、状態検出対象１５の状態を検出するためのセンサである。その状態検出対象１５とは、例えば、農地（圃場）（図７等の符号ＦＬ参照）、水田、森林、パイプライン（図１０等の符号ＰＬ参照）、送電線、造成地、建設現場、道路、マイニング（採鉱地）、発電所、採掘地、遺跡、海岸線、火山、災害地等があげられる。また、状態検出対象１５の状態とは、例えば、形状、温度、生育する植物（作物）の種類、植物（作物）における栄養素等の生育要素の含有量、土壌の種類、含有する水分量、汚染度等があげられる。このような状態検出対象１５の状態を検出する状態検出センサ３４としては、例えば、非接触型の温度センサや、ハイパースペクトルカメラや、波長センサや、撮像装置や、レーザースキャン装置等があげられる。その非接触型の温度センサとしては、例えば、赤外線センサを用いて物体から放射される赤外線の強さ(エネルギー量)を測定し、その測定値を基準温度や放射率に応じて補正することで温度に換算する放射温度計がある。
【００２３】
ハイパースペクトルカメラとしては、例えば、近紫外（例えば３５０（ｎｍ））から近赤外（例えば１１００（ｎｍ））までの波長帯域の画像を取得し、回折格子等を用いて所定の間隔（例えば５（ｎｍ））で当該画像を分光してハイパースペクトル情報を取得するものがある。このハイパースペクトル情報は、適宜解析することにより、一例として形状や植物の種類や栄養素の分布や水分量や土壌の種類等を得ることができる。このハイパースペクトルカメラを用いる場合、ハイパースペクトル情報が膨大でありかつ解析に応じて多岐に亘り利用することができるので、状態検出センサ３４からの検出結果としてハイパースペクトル情報を外部制御装置１１（統合制御部２１）に出力することが望ましい。
【００２４】
波長センサとしては、発光部から特定の波長帯域の測定光もしくは全ての波長帯域の測定光を状態検出対象１５に照射し、受光部で状態検出対象１５からの特定の波長帯域の反射光を受光するものがある。この波長センサでは、状態検出対象１５における特定の波長帯域の反射光の光量や反射率を求めることができる。その特定の波長帯域の反射光の光量や反射率は、状態検出対象１５における当該特定の波長帯域に対応する育成要素（栄養素等）の含有量の推定や、状態検出対象１５の生育状況（そこに含まれる栄養素の量）を示す正規化差植生指数（ＮＤＶＩ）の算出に用いることができる。その特定の波長帯域と育成要素との関係としては、例えば、７３５ｎｍと８０８ｎｍとの２つの波長帯域から育成

要素としての窒素を推定することができる。また、例えば、４８０ｎｍと７００ｎｍと１０５０ｎｍとの３つの波長帯域から育成要素としてのタンパク質（プロテイン）を推定することができ、９５０ｎｍの１つの波長帯域からタンパク質の推定に関係する水を推定することができる。正規化差植生指数（ＮＤＶＩ）は、測定光として赤の波長帯域の光と赤外の波長帯域の光とを用い、赤の波長帯域の測定光の反射率をＲとし、赤外の波長帯域の測定光の反射率をＩＲとして、（ＮＤＶＩ＝（ＩＲ－Ｒ）／（ＩＲ＋Ｒ））により求めることができる。加えて、その正規化差植生指数（ＮＤＶＩ）の有効な表示桁数を多くするために、当該正規化差植生指数（ＮＤＶＩ）を１００倍して生育指数（ＧＩ（Ｇｒｏｗｔｈ　Ｉｎｄｅｘ）（ＧＩ＝ＮＤＶＩ×１００））を求めることもできる。

【００２５】

撮像装置としては、通常のスチルカメラや、録画機能を備えるビデオカメラや、視差を利用して立体画像を取得することのできる立体視カメラや、３６０度の映像を取得することのできる３６０度カメラがある。レーザースキャン装置としては、レーザ光を状態検出対象１５における１点に照射し、その照射した角度と、レーザ光が反射光として戻って来るまでの時間（飛行時間）と、を測定するものがある。このレーザースキャン装置では、照射した角度およびレーザ光の飛行時間から、当該点における３次元座標を求めることができるので、点で照射する位置を移動させて状態検出対象１５上を走査することにより、状態検出対象１５の３次元形状を求めることができる。

【００２６】

このように構成される状態検出センサ３４は、上記したものや他のものを単一で用いることもでき、複数を併せて用いることもできる。状態検出センサ３４は、図示は略すが、無人飛行機１２の後述する本体部５２（図３等参照）に設けられ、当該本体部５２の下方に存在する状態検出対象１５に検出領域（図７、図８等の符号ＤＡ参照）を形成する。ここで、上記した複数のものを併せて用いる場合には、それぞれが重なる単一の検出領域（図７、図８等の符号ＤＡ参照）を形成してもよく、それぞれが当該検出領域を形成して解析の際に重ね合せて用いるものであってもよい。このような状態検出センサ３４からの検出結果は、ＧＰＳ受信部３５による測位結果と併せて用いる。

【００２７】

そのＧＰＳ受信部３５は、一例として、ＧＮＳＳを利用してリアルタイムキネマティック（ＲＴＫ）法により測位すべく用いるものであり、実施例１では、ＧＮＳＳのうちの１つとしてのＧＰＳを利用すべく４つのＧＰＳ衛星を利用する。ＧＰＳ受信部３５は、ＧＮＳＳ衛星からの電波を受信することにより、そこにのせられた測位に必要なデータ（測位データ）を抽出する。この測位データを用いた測位は、様々な方法があるが、従来から知られているものであるため、詳細な説明は省略する。測位データを用いた測位は、基本的に無人機側制御部３１で行うが、より精密に測位する際には外部制御装置１１の統合制御部２１で行うものであってもよく、外部機器で行うものであってもよい。この測位（そのデータ）は、無人飛行機１２が飛行している座標位置の判断や、状態検出センサ３４からの検出結果に座標位置（そのデータ）を付けるために用いる。なお、実施例１の無人飛行機１２では、ＧＰＳ受信部３５がＲＴＫ法により測位するものとしているが、後述する航空制御回路で用いるＧＰＳ受信部として無人飛行機１２の飛行を可能とする程度の測位の精度を確保できるものであればよく、実施例１の構成に限定されるものではない。この場合、状態検出センサ３４からの検出結果の座標位置（そのデータ）の精度を高める場合には、航空制御回路で用いるＧＰＳ受信部とは別に、実施例１のＧＰＳ受信部３５のような極めて高い精度の測位を可能とするＧＰＳ受信部を設けることが望ましい。

【００２８】

ジャイロセンサ３６は、無人飛行機１２に生じた回転運動を検出して無人機側制御部３１に出力する。このジャイロセンサ３６は、無人機側制御部３１が無人飛行機１２における飛行姿勢等の判断のために用いる。高度センサ３７は、無人飛行機１２が飛行（位置）している高度を検出して無人機側制御部３１に出力する。この高度センサ３７は、無人機側制御部３１が無人飛行機１２における飛行高度の判断のために用いる。これらのことか

ら、無人機側制御部３１は、ＧＰＳ受信部３５とジャイロセンサ３６と高度センサ３７と協働して、無人飛行機１２を飛行させつつその航路や姿勢を制御すべく駆動機構部３２を適宜駆動する航空制御回路を構成する。ここで、無人飛行機１２では、航空制御回路として加速度センサを併せて用いるものであってもよい。なお、実施例１の無人飛行機１２では、この航空制御回路が２つ設けられており、いずれか一方にトラブルが生じた場合であっても安全に飛行することを可能としている。

【００２９】

充電機構部３８は、無人飛行機１２の各部を動作させるための電力を得て蓄えるものである。この充電機構部３８は、実施例１では、無人飛行機１２がドック１４に停留している際に（図１参照）、そのドック１４から供給される電力を得る。なお、充電機構部３８は、無人飛行機１２の各部を動作させるための電力を得て蓄えるものであれば、建物に設けられたコンセントや発電機等から供給される電力を得てもよく、他の箇所から供給される電力を得てもよく、実施例１の構成に限定されるものではない。

【００３０】

広域センサシステム１０では、状態検出センサ３４からの検出結果にＧＰＳ受信部３５からの測位結果を組み合わせることで、状態検出対象１５の各座標位置での検出結果に基づく状態を求めることができる。例えば、状態検出センサ３４として、３６０度カメラとレーザースキャン装置とを用いると、３６０度カメラの画像をレーザースキャン装置による点群のデータとマッチングさせつつ測位結果を組み合わせることで、極めて高い精度で３次元の座標位置で示す立体的な形状の情報を含む画像を取得することができる。実施例１では、状態検出センサ３４として波長センサを用いており、後述するように無人飛行機１２が飛行機モードＭｐまたはＶＴＯＬモードＭｖで飛行している際に、その無人飛行機１２（本体部５２）の下方に特定の波長帯域の反射光を取得する検出領域ＤＡ（図７、図８等参照）を形成する。このため、無人飛行機１２は、状態検出対象１５の上方を飛行することにより、状態検出センサ３４で当該状態検出対象１５からの特定の波長帯域の反射光量および反射率を取得することができる。

【００３１】

遠隔操作器１３は、持ち運びが可能とされた携帯型の操作器であり、無人飛行機１２を操作するために用いられる。この遠隔操作器１３は、操作器側制御部４１と操作器側通信部４２と表示パネル４３と操作部４４とを有する。操作器側制御部４１は、内蔵する内部メモリ４１ａに記憶されたプログラムにより、操作器側通信部４２における通信処理を行うとともに、表示パネル４３の駆動処理を統括的に行う。操作器側通信部４２は、制御側通信部２２を介して外部制御装置１１の統合制御部２１、または無人機側通信部３３を介して無人飛行機１２の無人機側制御部３１に向けて、操作部４４に為された操作（その信号）の送信を可能とする。その操作部４４は、無人飛行機１２を操作すべく操られる箇所である。表示パネル４３は、液晶ディスプレイで形成されており、操作器側制御部４１の制御下で、操作入力部２４や操作部４４により設定された各種設定や、無人飛行機１２におけるモード等を表示する。

【００３２】

ドック１４は、図１に示すように、無人飛行機１２が停留される箇所であり、実施例１では停留する無人飛行機１２（その充電機構部３８）へ向けて電力を供給することを可能とする。ドック１４は、円盤形状を呈し、上面１４ａに無人飛行機１２に設けられた各脚部５１が置かれることで、その各脚部５１を介して無人飛行機１２の充電機構部３８に電力を供給する。その各脚部５１は、無人飛行機１２の後述する本体部５２および両主翼５３に設けられ、下方へ向けて進出させること（図１参照）と本体部５２や両主翼５３に収納すること（図３、図４参照）とが可能とされている。

【００３３】

次に、無人飛行機１２の外観的な構成を図３および図４を用いて説明する。以下の説明では、図３および図４に示すように、無人飛行機１２において、水平面上に置かれた状態における鉛直方向を上下方向（矢印ＵＤ参照（上側がＵ））とする。また、以下の説明で

は、その状態の無人飛行機１２において、水平面に沿う方向であって後述する本体部５２が伸びる方向を前後方向（矢印ＦＢ参照（手前側がＦ））とし、上下方向および前後方向に直交する方向を左右方向（矢印ＬＲ参照（右側がＲ））とする。

【００３４】

無人飛行機１２は、本体部５２に、対を為す主翼５３と、対を為す可動前翼５４と、対を為す垂直尾翼５５と、が設けられている。その本体部５２は、上記した無人機側制御部３１、無人機側通信部３３、状態検出センサ３４、ＧＰＳ受信部３５、ジャイロセンサ３６、高度センサ３７および充電機構部３８（図２参照）が収容される箇所であり、前後方向に伸びる流線型を呈する。本体部５２では、後端に後述する第２プロペラ５７が設けられる。

【００３５】

主翼５３は、無人飛行機１２における主な揚力を生み出す箇所であり、この本体部５２の後端近傍で対を為して設けられる。その両主翼５３は、本体部５２の両側から左右方向であって斜め後ろ側へ向けて突出され、左右方向に直交する断面が流線型の薄板状を呈する。両主翼５３は、先端（突出端）に向かうに連れて前後方向で見た幅寸法を漸減させており、突出端部が斜め下方に折り返されている。

【００３６】

可動前翼５４は、本体部５２の前端近傍で対を為して設けられ、本体部５２における両主翼５３よりも前方に設けられる。その両可動前翼５４は、本体部５２の両側から左右方向に突出され、左右方向に直交する断面が流線型の薄板状を呈する。両可動前翼５４は、本体部５２に固定された固定翼部５４ａと、その固定翼部５４ａに対して水平方向に伸びる回転軸を回転中心として回転（以下では、回転軸回りに回転ともいう）可能な回転翼部５４ｂとを有する。この両可動前翼５４では、固定翼部５４ａに対して回転翼部５４ｂを回転させることで、回転翼部５４ｂを寝かせること（図３参照）と、回転翼部５４ｂを立たせること（図４参照）と、が可能とされている。両可動前翼５４では、回転翼部５４ｂを寝かせると、固定翼部５４ａから回転翼部５４ｂに亘り一体的な薄板状とすることができ、全体として単一の翼（水平翼）を形成する（図３参照）。この各回転翼部５４ｂには、後述する第１プロペラ５６が設けられる。

【００３７】

垂直尾翼５５は、本体部５２の後端近傍で対を為して設けられ、前後方向で見て主翼５３が設けられた位置と略等しい位置とされている。両垂直尾翼５５は、本体部５２の両側縁近傍から上下方向であって斜め後ろへ向けて突出されており、上下方向に直交する断面が流線型の薄板状を呈する。

【００３８】

この無人飛行機１２では、両可動前翼５４において回転翼部５４ｂを寝かせて固定翼部５４ａから回転翼部５４ｂに亘り一体的な薄板状とすると（図３参照）、その両可動前翼５４と両主翼５３と両垂直尾翼５５とが翼となり滑空することができる。無人飛行機１２では、推力を得るための駆動機構部３２として、第１プロペラ５６と第２プロペラ５７とを有する。

【００３９】

その第１プロペラ５６は、各可動前翼５４の回転翼部５４ｂにおいて前後方向で対を為して設けられる。すなわち、第１プロペラ５６は、各可動前翼５４（その回転翼部５４ｂ）に２つずつ設けられ、無人飛行機１２全体で見て合計４つ設けられる。各第１プロペラ５６は、各可動前翼５４の回転翼部５４ｂに設けられた取付開口５４ｃに設けられる。その取付開口５４ｃは、回転翼部５４ｂを寝かせた状態において、その回転翼部５４ｂを上下方向に矩形状に貫通して設けられる。各第１プロペラ５６は、回転翼部５４ｂを寝かせた状態において、前後方向に伸びる回転軸回りに回転可能に取付開口５４ｃに設けられる。その各第１プロペラ５６は、同じ取付開口５４ｃにおいて前後方向で対を為す２つで見ると回転方向を互いに逆向きにしており、回転により生じるトルク（本体部５２（無人飛行機１２）を回転させようとする力）を互いに打ち消している。

【００４０】
この各第１プロペラ５６は、回転翼部５４ｂを寝かせると、前後方向に伸びる回転軸回りに回転することで前後方向（水平方向）への推力を生み出す（図３参照）。また、各第１プロペラ５６は、回転翼部５４ｂを立たせると、上下方向に伸びる回転軸回りに回転することで主に上下方向への推力を生み出す（図４参照）。そして、各第１プロペラ５６は、回転翼部５４ｂを立たせた状態から前側に傾けると回転軸が上下方向から前傾するので、当該回転軸回りに回転することで上下方向への推力に加えて前後方向前側への推力を生み出す。同様に、各第１プロペラ５６は、回転翼部５４ｂを立たせた状態から後側に傾けると回転軸が上下方向から後側に傾くので、当該回転軸回りに回転することで上下方向への推力に加えて前後方向後側への推力を生み出す。

【００４１】
第２プロペラ５７は、本体部５２の後端に設けられた環状取付口５２ａにおいて、上下方向で対を為して設けられる。その環状取付口５２ａは、上下方向に伸びる中心軸線を中心とする環状を呈し、本体部５２の後端から後側に突出して設けられる。その各第２プロペラ５７は、互いの回転方向を逆向きとして上下方向に伸びる回転軸回りに回転可能に環状取付口５２ａに設けられ、回転により生じるトルクを互いに打ち消している。各第２プロペラ５７は、上下方向に伸びる回転軸回りに回転することで主に上下方向への推力を発生させる。

【００４２】
この無人飛行機１２では、上下方向で見ると、一方の可動前翼５４（回転翼部５４ｂ）の両第１プロペラ５６と、他方の可動前翼５４（回転翼部５４ｂ）の両第１プロペラ５６と、両第２プロペラ５７と、の中心位置を大略正三角形の頂点に位置させている。このように構成した無人飛行機１２では、図３に示すように、回転翼部５４ｂを寝かせることで、滑空することを可能としつつ各第１プロペラ５６で前後方向の推力を生み出すことが可能となり、プロペラ機のように飛行することができる。無人飛行機１２では、回転翼部５４ｂを寝かせた状態で飛行することで、効率良くかつ高速で飛行することができ、これを飛行機モードＭｐという。

【００４３】
また、無人飛行機１２では、図４に示すように、回転翼部５４ｂを立たせることで、各第１プロペラ５６で上下方向の推力を生み出すことが可能となり、各第２プロペラ５７と協働して上昇及び下降することやホバリングが可能となる。そして、無人飛行機１２では、回転翼部５４ｂを立たせた状態から前後方向に傾けることで、各第１プロペラ５６で上下方向および前後方向の推力を生み出すことが可能となる。このことから、無人飛行機１２では、回転翼部５４ｂを立たせることで、ヘリコプターのように垂直の離着陸やホバリングを行うことができるとともに安定してかつ低速で飛行することができ、これをＶＴＯＬ（Ｖｅｒｔｉｃａｌ Ｔａｋｉｎｇ Ｏｆｆ ａｎｄ Ｌａｎｄｉｎｇ）モードＭｖという。このＶＴＯＬモードＭｖでは、各第１プロペラ５６および各第２プロペラ５７が、ローターとして機能する。これらのことから、無人飛行機１２では、各第１プロペラ５６が、本体部５２に対する姿勢（出力方向）の変化が可能とされた推進器として機能する。また、無人飛行機１２では、その各第１プロペラ５６が設けられた可動前翼５４が、姿勢の変化が可能に本体部５２に設けられた可動翼として機能する。

【００４４】
そして、無人飛行機１２では、飛行機モードＭｐであるかＶＴＯＬモードＭｖであるかに拘わらず、本体部５２に設けられた状態検出センサ３４（図２参照）により、飛行している際に下方に検出領域ＤＡ（図７、図８等参照）を形成することができる。このため、無人飛行機１２では、いずれのモードであっても、状態検出対象１５の上方を飛行することにより、当該状態検出対象１５の状態を検出することができる。以下では、飛行機モードＭｐにおいて状態検出センサ３４により状態検出対象１５の状態を検出することを高速センシングＳｆといい、ＶＴＯＬモードＭｖにおいて状態検出センサ３４により状態検出対象１５の状態を検出することを低速センシングＳｓという。ここで、無人飛行機１２で

は、状態検出センサ３４が等しい時間間隔で検出を行うものとすると、状態検出対象１５における各検出位置の間隔（分解能）が飛行する速度に依存する。このため、低速センシングＳｓでは、ＶＴＯＬモードＭｖでの飛行であることから、飛行機モードＭｐでの飛行により行う高速センシングＳｆと比較して、短い間隔で状態の検出を行うことができ、より精密に状態検出対象１５の状態を検出することができる。

【００４５】

次に、広域センサシステム１０において、外部制御装置１１の統合制御部２１の制御下で無人飛行機１２を用いて状態検出対象１５の状態を検出する飛行検出処理について、図５を用いて説明する。その図５は、実施例１における統合制御部２１にて実行される飛行検出処理（飛行検出方法）を示すフローチャートである。この飛行検出処理は、統合制御部２１の内部メモリ２１ａもしくは記憶部２５に記憶されたプログラムに基づいて、統合制御部２１が実行する。以下では、この図５のフローチャートの各ステップ（各工程）について説明する。この図５のフローチャートは、広域センサシステム１０すなわち外部制御装置１１、無人飛行機１２および遠隔操作器１３に電源を投入することにより開始される。なお、遠隔操作器１３を利用しない場合には、遠隔操作器１３に電源を投入しなくてもよい。

【００４６】

ステップＳ１では、飛行計画を取得して、ステップＳ２へ進む。このステップＳ１では、対象とする状態検出対象１５の位置（場所）及び形状等を勘案して設定された無人飛行機１２における飛行計画を取得する。その飛行計画は、ドック１４から離陸して状態検出対象１５に到達し、その状態検出対象１５に対して後述するセンシング処理を行い、その後に帰ってきてドック１４に着陸するまでの飛行ルート等を示すものである。飛行計画は、予め内部メモリ２１ａもしくは記憶部２５に記憶されていてもよく、操作入力部２４や遠隔操作器１３（その操作部４４）により設定されてもよく、外部機器から取得するものであってもよい。この飛行計画では、センシング処理において、一例として、状態検出対象１５の全域の状態を検出し、その検出結果から抽出した要検査箇所Ｐｅ（図７等参照）の状態を精密に検出するものがある。また、飛行計画では、センシング処理において、他の一例として、状態検出対象１５における要偵察箇所Ｐｓ（実施例２の図１０等参照）を予め設定し、その要偵察箇所Ｐｓに向かう道程における状態検出対象１５の状態を検出し、要偵察箇所Ｐｓに着くと当該要偵察箇所Ｐｓの状態を精密に検出するものがある。後者の場合、飛行計画では、センシング処理において、要偵察箇所Ｐｓの状態の精密な検出の時間的な前後に拘らず、要偵察箇所Ｐｓよりも遠い箇所の状態検出対象１５の状態を併せて検出するものであってもよい。いずれも場合であっても、飛行計画では、センシング処理において、状態検出対象１５の全域を効率良く検出すべく検出領域ＤＡを移動させるように、状態検出対象１５および検出領域ＤＡの形状や大きさ等を考慮して飛行ルートを設定する。なお、飛行計画は、状態検出対象１５の状態を検出するものであれば、この上記した例に限定されるものではなく、適宜設定することができる。

【００４７】

ステップＳ２では、ステップＳ１での飛行計画の取得に続き、無人飛行機１２をＶＴＯＬモードＭｖとして、ステップＳ３へ進む。このステップＳ２では、取得した飛行計画に従って無人飛行機１２を飛行させるべく、無人飛行機１２をＶＴＯＬモードＭｖとする、すなわち両可動前翼５４の回転翼部５４ｂを立たせる。

【００４８】

ステップＳ３では、ステップＳ２での無人飛行機１２をＶＴＯＬモードＭｖとすることに続き、無人飛行機１２を離陸させて、ステップＳ４へ進む。このステップＳ３では、ＶＴＯＬモードＭｖとした無人飛行機１２の各第１プロペラ５６および各第２プロペラ５７を適宜駆動して無人飛行機１２を上昇させる。

【００４９】

ステップＳ４では、ステップＳ３での無人飛行機１２を離陸させることに続き、無人飛行機１２を飛行機モードＭｐとして、ステップＳ５へ進む。このステップＳ４では、離陸

させた無人飛行機１２を状態検出対象１５まで飛行させるべく、飛行機モードＭｐとする、すなわち両可動前翼５４の回転翼部５４ｂを寝かせる。このとき、各第１プロペラ５６および各第２プロペラ５７を適宜駆動させて上空に留まらせておく。

【００５０】

ステップＳ５では、ステップＳ４での無人飛行機１２を飛行機モードＭｐとすること、あるいは、ステップＳ６での無人飛行機１２が到着していないとの判断に続き、無人飛行機１２の状態検出対象１５へ向けた飛行を開始して、ステップＳ６へ進む。このステップＳ５では、主に各第１プロペラ５６の駆動を調整して、飛行機モードＭｐとした無人飛行機１２を飛行計画において状態検出対象１５における最初に到達すべき箇所へ向けて飛行させる。

【００５１】

ステップＳ６では、ステップＳ５での無人飛行機１２の状態検出対象１５へ向けた飛行の開始に続き、無人飛行機１２が到着したか否かを判断し、Ｙｅｓの場合はステップＳ７へ進み、Ｎｏの場合はステップＳ５へ戻る。このステップＳ６では、無人飛行機１２が、飛行計画において状態検出対象１５における最初に到達すべき箇所に到達したか否かを判断し、当該箇所に到着するまで飛行を継続しつつこの判断を繰り返す。

【００５２】

ステップＳ７では、ステップＳ６での無人飛行機１２が到着したとの判断に続き、センシング処理を行って、ステップＳ８へ進む。このステップＳ７では、飛行計画に従って高速センシングＳｆおよび低速センシングＳｓを行うセンシング処理（図６のフローチャート参照）を行う。このセンシング処理については、後に詳細に説明する。

【００５３】

ステップＳ８では、ステップＳ７でのセンシング処理に続き、無人飛行機１２を飛行機モードＭｐとして、ステップＳ９へ進む。このステップＳ８では、センシング処理が終了した無人飛行機１２をドック１４まで飛行させるべく、飛行機モードＭｐとする、すなわち両可動前翼５４の回転翼部５４ｂを寝かせる。このとき、各第１プロペラ５６および各第２プロペラ５７を適宜駆動させて上空に留まらせておく。なお、センシング処理を終了した時点で既に飛行機モードＭｐとされている場合には、実質的にこのステップＳ８を飛ばしてステップＳ９へ進む。

【００５４】

ステップＳ９では、ステップＳ８での無人飛行機１２を飛行機モードＭｐとすること、あるいは、ステップＳ１０での無人飛行機１２が到着していないとの判断に続き、無人飛行機１２のドック１４へ向けた飛行を開始して、ステップＳ１０へ進む。このステップＳ９では、主に各第１プロペラ５６の駆動を調整して、飛行機モードＭｐとした無人飛行機１２をドック１４へ向けて飛行させる。

【００５５】

ステップＳ１０では、ステップＳ９での無人飛行機１２のドック１４へ向けた飛行の開始に続き、無人飛行機１２が到着したか否かを判断し、Ｙｅｓの場合はステップＳ１１へ進み、Ｎｏの場合はステップＳ９へ戻る。このステップＳ１０では、無人飛行機１２が、ドック１４の上方位置（ドック１４が存在する位置の上空）に到達したか否かを判断し、当該上方位置に到着するまで飛行を継続しつつこの判断を繰り返す。

【００５６】

ステップＳ１１では、ステップＳ１０での無人飛行機１２が到着したとの判断に続き、無人飛行機１２をＶＴＯＬモードＭｖとして、ステップＳ１２へ進む。このステップＳ１１では、無人飛行機１２がドック１４の上方位置に着いたことから、そのドック１４に着陸させるべく、無人飛行機１２をＶＴＯＬモードＭｖとする、すなわち両可動前翼５４の回転翼部５４ｂを立たせる。このとき、各第１プロペラ５６および各第２プロペラ５７を適宜駆動させて上空に留まらせておく。

【００５７】

ステップＳ１２では、ステップＳ１１での無人飛行機１２をＶＴＯＬモードＭｖとする

ことに続き、無人飛行機１２を着陸させて、この飛行検出処理を終了する。このステップＳ１２では、ＶＴＯＬモードＭｖとした無人飛行機１２の各第１プロペラ５６および各第２プロペラ５７を適宜駆動して無人飛行機１２を下降させつつ各脚部５１を進出させ、その各脚部５１を上面１４ａに置いて無人飛行機１２をドック１４上に着陸させる。

【００５８】

次に、上述した飛行検出処理（飛行検出方法（図５のフローチャート））におけるセンシング処理（ステップＳ７）について説明する。このセンシング処理は、飛行計画に従い状態検出対象１５に対して高速センシングＳｆと低速センシングＳｓとを適宜行うことにより、状態検出対象１５の状態を検出する。実施例１のセンシング処理では、先ず、状態検出対象１５の全域に対して高速センシングＳｆを行い、その結果に基づいて要検査箇所Ｐｅを抽出し、抽出した要検査箇所Ｐｅの状態を低速センシングＳｓにより精密に検出する（図７、図８等参照）。以下では、この実施例１のセンシング処理の詳細について説明する。図６は、実施例１における統合制御部２１にて実行されるセンシング処理を示すフローチャートである。以下では、図６のフローチャートの各ステップ（各工程）について説明する。このセンシング処理は、上述したように、飛行計画において状態検出対象１５における最初に到達すべき箇所に無人飛行機１２が到着することにより開始される。その最初に到達すべき箇所は、ドック１４と状態検出対象１５との位置関係を考慮しつつその状態検出対象１５の全域を効率良く高速センシングＳｆを行う観点から設定する。

【００５９】

ステップＳ２１では、高速センシングＳｆを開始して、ステップＳ２２へ進む。このステップＳ２１は、上述した飛行検出処理（図５のフローチャート）において、飛行機モードＭｐで飛行する無人飛行機１２が、飛行計画において状態検出対象１５における最初に到達すべき箇所に到達した場面である。このため、ステップＳ２１では、その飛行機モードＭｐでの飛行を継続しつつ状態検出センサ３４を駆動して状態検出対象１５上に検出領域ＤＡを形成することで、状態検出対象１５に対する高速センシングＳｆを開始する（図７参照）。このステップＳ２１では、飛行計画に設定された飛行ルートに従って無人飛行機１２を飛行させることで、状態検出対象１５の全域を効率良く検出すべく状態検出対象１５における最初に到達すべき箇所から検出領域ＤＡを移動させる。例えば、飛行する無人飛行機１２が形成する検出領域ＤＡでは状態検出対象１５の幅寸法を網羅できない場合には、状態検出対象１５上を往復したり、外側から内側へと周回半径を縮めたり、内側から外側へと周回半径を伸ばしたり、するように飛行して全域を網羅する。また、例えば、飛行する無人飛行機１２が形成する検出領域ＤＡで状態検出対象１５の幅寸法を網羅できる場合には、単に状態検出対象１５に沿って飛行して全域を網羅する。このステップＳ２１では、無人機側通信部３３および制御側通信部２２を介して、高速センシングＳｆでの検出結果を状態検出センサ３４から取得し、その検出結果を逐次解析する。

【００６０】

ステップＳ２２では、ステップＳ２１での高速センシングＳｆを開始することに続き、状態検出対象１５の全域を検出したか否かを判断し、Ｙｅｓの場合はステップＳ２３へ進み、Ｎｏの場合はステップＳ２１へ戻る。このステップＳ２２では、状態検出対象１５の全域に亘り検出領域ＤＡを形成したか否か、すなわち状態検出対象１５の全域の状態を高速センシングＳｆにより検出したか否かを判断する。そして、ステップＳ２２では、状態検出対象１５の全域に検出領域ＤＡを形成する（全域の状態を検出する）まで、高速センシングＳｆを継続しつつこの判断を繰り返す。

【００６１】

ステップＳ２３では、ステップＳ２２での状態検出対象１５の全域を検出したとの判断に続き、要検査箇所Ｐｅがあるか否かを判断し、Ｙｅｓの場合はステップＳ２４へ進み、Ｎｏの場合はこのセンシング処理を終了する。このステップＳ２３では、ステップＳ２１およびステップＳ２２を繰り返すことにより取得した高速センシングＳｆでの検出結果（その解析結果）に基づいて、状態検出対象１５において要検査箇所Ｐｅがあるか否かを判断する。その要検査箇所Ｐｅとは、高速センシングＳｆでの検出結果から状態を精密に検

出する必要があると考えられる箇所である。要検査箇所Ｐｅとは、例えば、状態検出センサ３４として非接触型の温度センサを用いる場合において、状態検出対象１５において想定される温度範囲から外れた温度を検出した箇所がある。また、要検査箇所Ｐｅとは、例えば、状態検出センサ３４としてハイパースペクトルカメラを用いる場合において、形状や植物の種類や栄養素の分布や水分量や土壌の種類等が状態検出対象１５において想定されるものとは異なる結果を検出した箇所がある。さらに、要検査箇所Ｐｅとは、例えば、状態検出センサ３４として波長センサを用いる場合において、状態検出対象１５としての植物における育成要素（栄養素等）の含有量や正規化差植生指数（ＮＤＶＩ）等が想定される範囲から外れている箇所がある。要検査箇所Ｐｅとは、例えば、状態検出センサ３４として撮像装置を用いる場合において、取得した画像の形状や色等が以前の状態検出対象１５や想定される状態検出対象１５とは異なる箇所がある。要検査箇所Ｐｅとは、例えば、状態検出センサ３４としてレーザースキャン装置を用いる場合において、３次元座標が以前の状態検出対象１５や想定される状態検出対象１５とは異なる箇所がある。このステップＳ２３では、状態検出対象１５に要検査箇所Ｐｅが存在した場合、その要検査箇所Ｐｅを抽出し、その要検査箇所Ｐｅの情報（位置や大きさや形状等）を内部メモリ２１ａもしくは記憶部２５に記憶する。ここで、ステップＳ２３では、状態検出対象１５において複数の要検査箇所Ｐｅを抽出した場合、各要検査箇所Ｐｅに順番を設定し、それぞれの要検査箇所Ｐｅの情報（位置や大きさや形状等）に加えて、設定した順番を内部メモリ２１ａもしくは記憶部２５に記憶する。また、ステップＳ２３では、各要検査箇所Ｐｅに対して、その全域を効率良く検出すべく検出領域ＤＡを移動させるように、各要検査箇所Ｐｅおよび検出領域ＤＡの形状や大きさ等を考慮して飛行ルートを設定した低速センシングＳｓのための飛行計画を生成する。

【００６２】

ステップＳ２４では、ステップＳ２３での要検査箇所Ｐｅがあるとの判断、あるいは、ステップＳ２９での無人飛行機１２を飛行機モードＭｐとすることに続き、要検査箇所Ｐｅへと移動して、ステップＳ２５へ進む。このステップＳ２４では、基本的に高速センシングＳｆを終えた場面であることから、飛行機モードＭｐでの飛行を継続して要検査箇所Ｐｅへ向けて移動する。このとき、状態検出対象１５の全域に亘る高速センシングＳｆが終了している場面であることから、実施例１では、状態検出センサ３４の駆動を停止する。なお、この移動の場面であっても状態検出対象１５上を通る場合には、状態検出センサ３４を駆動して高速センシングＳｆを行うものとしてもよい。また、ステップＳ２４では、ステップＳ２８から戻ってきた場合には、そのステップＳ２８までで状態を検出した要検査箇所Ｐｅに付した番号の次の番号を付した要検査箇所Ｐｅを対象として、上記した動作を実行する。

【００６３】

ステップＳ２５では、ステップＳ２４での要検査箇所Ｐｅへの移動に続き、無人飛行機１２をＶＴＯＬモードＭｖとして、ステップＳ２６へ進む。このステップＳ２５では、無人飛行機１２が対象とする要検査箇所Ｐｅへと移動したことから、その要検査箇所Ｐｅの状態の精密な検出を行うべく、無人飛行機１２をＶＴＯＬモードＭｖとする、すなわち両可動前翼５４の回転翼部５４ｂを立たせる。このとき、各第１プロペラ５６および各第２プロペラ５７を適宜駆動させて上空に留まらせておく。

【００６４】

ステップＳ２６では、ステップＳ２５での無人飛行機１２をＶＴＯＬモードＭｖとすること、あるいは、ステップＳ２７での対象とする要検査箇所Ｐｅの全域を検出していないとの判断に続き、低速センシングＳｓを開始して、ステップＳ２７へ進む。このステップＳ２６は、ＶＴＯＬモードＭｖでの飛行を開始するとともに、状態検出センサ３４を駆動して状態検出対象１５上に検出領域ＤＡ（図７、図８等参照）を形成することで、状態検出対象１５において対象とする要検査箇所Ｐｅに対する低速センシングＳｓを開始する。このステップＳ２６では、ステップＳ２３において対象とする要検査箇所Ｐｅに対して生成した飛行計画の飛行ルートに従って無人飛行機１２を飛行させることで、この要検査箇

所Ｐｅの全域を効率良く検出すべく検出領域ＤＡを移動させる。ステップＳ２６では、無人機側通信部３３および制御側通信部２２を介して、低速センシングＳｓでの検出結果を状態検出センサ３４から取得し、その検出結果を内部メモリ２１ａもしくは記憶部２５に記憶する。

【００６５】

ステップＳ２７では、ステップＳ２６での低速センシングＳｓを開始することに続き、対象とする要検査箇所Ｐｅの全域を検出したか否かを判断し、Ｙｅｓの場合はステップＳ２８へ進み、Ｎｏの場合はステップＳ２６へ戻る。このステップＳ２７では、対象とする要検査箇所Ｐｅの全域に亘り検出領域ＤＡを形成したか否か、すなわち対象とする要検査箇所Ｐｅの全域の状態を低速センシングＳｓにより検出したか否かを判断する。そして、ステップＳ２７では、対象とする要検査箇所Ｐｅの全域に検出領域ＤＡを形成する（全域の状態を検出する）まで、低速センシングＳｓを継続しつつこの判断を繰り返す。

【００６６】

ステップＳ２８では、ステップＳ２７での対象とする要検査箇所Ｐｅの全域を検出したとの判断に続き、他に抽出した要検査箇所Ｐｅがあるか否かを判断し、Ｙｅｓの場合はステップＳ２９へ進み、Ｎｏの場合はこのセンシング処理を終了する。このステップＳ２８では、他に抽出した要検査箇所Ｐｅがあるか否か、すなわちステップＳ２３で複数の要検査箇所Ｐｅを抽出した場合にその全ての要検査箇所Ｐｅの状態の精密な検出を終えたか否かを判断する。そして、ステップＳ２８では、他に抽出した要検査箇所Ｐｅがあると、その残りの要検査箇所Ｐｅの状態を精密に検出すべくステップＳ２９へ進み、全ての要検査箇所Ｐｅの状態の精密な検出が終えた場合にはこのセンシング処理を終了する。

【００６７】

ステップＳ２９では、ステップＳ２８での他に抽出した要検査箇所Ｐｅがあるとの判断に続き、無人飛行機１２を飛行機モードＭｐとして、ステップＳ２４へ戻る。このステップＳ２９では、要検査箇所Ｐｅの全域を低速センシングＳｓした無人飛行機１２を他に抽出した要検査箇所Ｐｅまで飛行させるべく、飛行機モードＭｐとする、すなわち両可動前翼５４の回転翼部５４ｂを寝かせる。このとき、各第１プロペラ５６および各第２プロペラ５７を適宜駆動させて上空に留まらせておく。

【００６８】

次に、状態検出対象１５における状態を検出する際の広域センサシステム１０の動作について、状態検出対象１５を農地（圃場）ＦＬとした場合を例とする図７および図８を用いて説明する。この例では、農地ＦＬ（状態検出対象１５）で栽培する作物における、状態検出センサ３４としての波長センサで設定した波長帯域に対応する育成要素の含有量および正規化差植生指数（ＮＤＶＩ）を、農地ＦＬ（状態検出対象１５）の状態とする。すなわち、この例では、広域センサシステム１０を用いて、農地ＦＬ（状態検出対象１５）で栽培する作物の育成要素の含有量および正規化差植生指数（ＮＤＶＩ）を検出する。このため、この例では、農地ＦＬ（図７、図８参照）を状態検出対象１５とする飛行計画が設定されている。

【００６９】

先ず、広域センサシステム１０の電源が投入されて、図７に示す農地ＦＬが状態検出対象１５として設定されたものとする。すると、図５のフローチャートにおいて、ステップＳ１へと進むことで、農地ＦＬを状態検出対象１５とする飛行計画を取得する。そして、図５のフローチャートにおいてステップＳ２へと進むことで、無人飛行機１２をＶＴＯＬモードＭｖ（図４参照）とし、ステップＳ３へと進むことで、無人飛行機１２をドック１４（図１参照）から垂直離陸させる。その後、図５のフローチャートにおいてステップＳ４へと進むことで、無人飛行機１２を飛行機モードＭｐ（図３参照）とし、ステップＳ５→ステップＳ６へと進みそれらを繰り返すことで、無人飛行機１２をドック１４上空から農地ＦＬにおける最初に到達すべき箇所Ｂｓ（図７参照）に移動させる。そして、図５のフローチャートにおいてステップＳ７へと進むことで、農地ＦＬに対してセンシング処理を行う。

【００７０】
そのセンシング処理では、図６のフローチャートにおいてステップＳ２１→ステップＳ２２へと進みそれらを繰り返すことで、図７に示すように、箇所Ｂｓからの無人飛行機１２の飛行により検出領域ＤＡを移動させて高速センシングＳｆを行い、状態検出対象１５の全域を効率良く検出する。これにより、広域センサシステム１０では、先ず、農地ＦＬで栽培する作物における育成要素の含有量および正規化差植生指数（ＮＤＶＩ）を、高速センシングＳｆに応じた分解能で取得することができる。その後、図６のフローチャートにおいてステップＳ２３へと進むことで、農地ＦＬ（状態検出対象１５）における要検査箇所Ｐｅを抽出する。この図７に示す例では、農地ＦＬにおいて、育成要素の含有量および正規化差植生指数（ＮＤＶＩ）が想定される範囲から外れている要検査箇所Ｐｅが１つあったものとする。

【００７１】
すると、図６のフローチャートにおいてステップＳ２４→ステップＳ２５へと進むことで、無人飛行機１２をＶＴＯＬモードＭｖ（図４参照）とし、ステップＳ２６→ステップＳ２７へと進むことで、図８に示すように、抽出した要検査箇所Ｐｅの低速センシングＳｓを行う。そして、図６のフローチャートにおいてステップＳ２６→ステップＳ２７を繰り返すことで、無人飛行機１２の飛行により検出領域ＤＡを移動させて低速センシングＳｓを行い、抽出した要検査箇所Ｐｅの全域を効率良く検出する。これにより、広域センサシステム１０では、農地ＦＬにおいて抽出した要検査箇所Ｐｅで栽培する作物における育成要素の含有量および正規化差植生指数（ＮＤＶＩ）を、低速センシングＳｓに応じた高い分解能で検出することができる。これにより、要検査箇所Ｐｅで栽培する作物における育成要素の含有量および正規化差植生指数（ＮＤＶＩ）を精密に検出することができる。図７に示す例では、農地ＦＬにおいて要検査箇所Ｐｅが１つしかなかったので、図６のフローチャートにおいてステップＳ２７→ステップＳ２８へと進み、センシング処理（図５のフローチャートのステップＳ７）を終了する。

【００７２】
その後、図５のフローチャートにおいてステップＳ８へと進むことで、無人飛行機１２を飛行機モードＭｐ（図３参照）とし、ステップＳ９→ステップＳ１０へと進みそれらを繰り返すことで、その無人飛行機１２を要検査箇所Ｐｅ（状態検出対象１５）からドック１４（図１参照）上へと移動させる。そして、図５のフローチャートにおいてステップＳ１１へと進むことで、無人飛行機１２をＶＴＯＬモードＭｖ（図４参照）とし、ステップＳ１２へと進むことで、その無人飛行機１２をドック１４上に垂直着陸させる。この後、広域センサシステム１０では、ドック１４から各脚部５１を介して無人飛行機１２（その充電機構部３８）に電力を供給して充電させる。

【００７３】
この広域センサシステム１０では、状態検出対象１５としての農地ＦＬで栽培する作物における育成要素の含有量および正規化差植生指数（ＮＤＶＩ）を、農地ＦＬの全域に亘り高速センシングＳｆに応じた分解能で取得することができる。また、広域センサシステム１０では、その高速センシングＳｆでの検出結果に基づいて要検査箇所Ｐｅを抽出し、その要検査箇所Ｐｅにおける全域に亘り育成要素の含有量および正規化差植生指数（ＮＤＶＩ）を低速センシングＳｓに応じた分解能で取得することができる。これらのことから、広域センサシステム１０では、農地ＦＬにおける栽培する作物における育成要素が不足している箇所や過剰な箇所や成長が遅れている箇所や成長が進んでいる箇所を適切にかつ迅速に取得することができる。このため、広大な農地ＦＬであっても、肥料や水が不足または過剰な箇所を狭い範囲に絞って適切に特定することができ、当該箇所に肥料や水を撒いたり、当該箇所の肥料や水を減らしたりして、当該箇所の作物をより効率良く育てることができる。

【００７４】
このように、本発明に係る実施例１の広域センサシステム１０では、無人飛行機１２を飛行機モードＭｐで高速飛行させつつ状態検出センサ３４を駆動して高速センシングＳｆ

を行うことができる。このため、広域センサシステム１０では、広大な範囲に亘る状態検出対象１５であっても状態を容易に検出することができる。

【００７５】

また、広域センサシステム１０では、無人飛行機１２をＶＴＯＬモードＭｖで低速飛行させつつ状態検出センサ３４を駆動して低速センシングＳｓを行うことができる。このため、広域センサシステム１０では、状態検出対象１５における任意の箇所で低速センシングＳｓを行うことで当該箇所の状態を精密に検出することができ、広大な範囲に亘る状態検出対象１５であっても状態を効率良くかつ適切に検出することができる。

【００７６】

さらに、広域センサシステム１０では、飛行機モードＭｐでの高速飛行とＶＴＯＬモードＭｖでの低速飛行との切り替えが可能な無人飛行機１２を用いて、状態検出対象１５の状態を検出する。このため、広域センサシステム１０では、状態検出対象１５が極めて広い範囲に亘るものであっても、全域に亘り無人飛行機１２で高速センシングＳｆすることができ、その状態検出対象１５の状態を検出することができる。これは、次のことによる。ヘリコプターのような飛行のみが可能とされた無人飛行機では、ローターで揚力と推力とを生み出すことから、速度を上げることが容易ではなく、燃費も良くない。これに対して、広域センサシステム１０の無人飛行機１２では、滑空が可能な飛行機モードＭｐで高速飛行することから、機体に生じる揚力を利用することができるので、燃費が良く、飛行速度も速く、航続距離および航続時間を長くすることができる。このことは、状態検出対象１５までの距離が長い場合であっても、容易に無人飛行機１２を当該状態検出対象１５に到達させることができ、その状態検出対象１５の状態を検出することができることにも繋がる。

【００７７】

広域センサシステム１０では、無人飛行機１２が、推進器としての各第１プロペラ５６の本体部５２に対する姿勢を変化させることにより、飛行機モードＭｐでの高速飛行とＶＴＯＬモードＭｖでの低速飛行とを切り替える。このため、広域センサシステム１０では、無人飛行機１２を、簡易な構成としつつ飛行機モードＭｐでの高速飛行とＶＴＯＬモードＭｖでの低速飛行との切り替えを可能とすることができる。

【００７８】

広域センサシステム１０では、無人飛行機１２において、推進器としての各第１プロペラ５６を可動前翼５４（可動翼）に取り付けることで、本体部５２に対する姿勢の変化を可能としている。このため、広域センサシステム１０では、複雑な機構を用いることなく各第１プロペラ５６の本体部５２に対する姿勢を変化させることができ、各第１プロペラ５６の取付強度を容易に確保することができる。

【００７９】

広域センサシステム１０では、無人飛行機１２において、両主翼５３の前方に設けた可動前翼５４（可動翼）を本体部５２に対して水平方向に伸びる回転軸回りに回転可能とし、その可動前翼５４（可動翼）に推進器としての各第１プロペラ５６を設けている。このため、広域センサシステム１０では、無人飛行機１２を飛行機モードＭｐとすることで、安定性を向上させるとともにコントロールし易くすることができ、バランスよく高速飛行させることができる。また、広域センサシステム１０では、無人飛行機１２をＶＴＯＬモードＭｖとすることで、安定して低速飛行させることができる。これにより、広域センサシステム１０では、燃費を向上させつつ無人飛行機１２を安定して高速飛行や低速飛行させることができ、高速センシングＳｆと低速センシングＳｓとを適切に行うことができる。

【００８０】

広域センサシステム１０では、無人飛行機１２が、ＶＴＯＬモードＭｖにおいて、可動前翼５４（その回転翼部５４ｂ）を立たせて各第１プロペラ５６を上下方向に伸びる回転軸回りに回転させることで、ヘリコプターのように飛行することが可能となる。このため、広域センサシステム１０では、ＶＴＯＬモードＭｖとすることで無人飛行機１２の垂直

離着陸が可能となるので、発射台や滑走路を用いる必要がなく、全体構成を小さなものとすることができ、使用する場所の自由度を高めることができる。

【００８１】

広域センサシステム１０では、高速センシングＳｆによる検出結果に基づいて状態検出対象１５における要検査箇所Ｐｅを抽出し、抽出した要検査箇所Ｐｅに対して低速センシングＳｓを行う。このため、広域センサシステム１０では、高速センシングＳｆで大まかな状態を検出し、それに基づき抽出した要検査箇所Ｐｅに対しては低速センシングＳｓにより状態を精密に検出する。このことから、広域センサシステム１０では、広大な範囲に亘る状態検出対象１５であっても全域の状態を容易に検出することができ、その中で必要な箇所に対しては精密な状態を容易に検出することができる。また、広域センサシステム１０では、高速センシングＳｆでの検出に基づき要検査箇所Ｐｅを抽出するので、事前に情報の無い状態検出対象１５であっても、容易にかつ適切に状態を検出することができる。

【００８２】

したがって、本発明に係る実施例１の広域センサシステム１０では、広大な範囲に亘る状態検出対象１５であっても状態を適切に検出することができる。

【００８３】

上記した実施例１の図７および図８では、状態検出対象１５を農地（圃場）ＦＬとして、状態検出センサ３４として波長センサを用いた例を示している。しかしながら、状態検出対象１５を農地ＦＬとした場合であっても、状態検出センサ３４として温度センサや、ハイパースペクトルカメラや、撮像装置や、レーザースキャン装置等を用いてもよく、上記した実施例１の構成に限定されるものではない。例えば、レーザースキャン装置を用いた場合には、農地ＦＬの作物の背丈を測定することで水や肥料の調整が可能となり、ハイパースペクトルカメラを用いた場合には、農地ＦＬの作物の背丈に加えて栄養素量や水分量等を併せて測定することで水や肥料のより極め細やかな調整が可能となる。

【実施例２】

【００８４】

次に、本発明の実施例２の広域センサシステムとしての広域センサシステム１０Ａについて、図９から図１１を用いて説明する。この実施例２の広域センサシステム１０Ａは、飛行検出処理におけるセンシング処理が、実施例１の広域センサシステム１０とは異なる例である。この実施例２の広域センサシステム１０Ａは、基本的な構成および動作は上記した実施例１の広域センサシステム１０と同様であることから、全体構成は図１および図２を用いることとして等しい構成の個所には同じ符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【００８５】

実施例２の広域センサシステム１０Ａでは、状態検出センサ３４として、３６０度カメラとレーザースキャン装置と非接触型の温度センサとを用いている（図１参照）。そして、広域センサシステム１０Ａでは、３６０度カメラの画像をレーザースキャン装置および温度センサによる点群のデータとマッチングさせつつ測位結果を適用することで、極めて高い精度で３次元の座標位置で示す立体的な形状の情報を含む画像とそれらの各点における温度情報とを取得することができる。なお、これらは、実施例１と同様に無人飛行機１２の本体部５２に設けられており、その他は広域センサシステム１０と同様であるので、外観上は何らの変化がないものとされている。

【００８６】

次に、実施例２の広域センサシステム１０Ａの飛行検出処理（飛行検出方法（図５のフローチャート））におけるセンシング処理（ステップＳ７）について説明する。このセンシング処理は、実施例１と同様に、飛行計画に従い状態検出対象１５に対して高速センシングＳｆと低速センシングＳｓとを適宜行うことにより、状態検出対象１５の状態を検出する。実施例２のセンシング処理では、予め状態検出対象１５における要偵察箇所Ｐｓ（図１０参照）が設定されており、その要偵察箇所Ｐｓに到達するまでの間の状態検出対象

１５に対して高速センシングＳｆを行い、要偵察箇所Ｐｓに到達すると当該要偵察箇所Ｐｓの状態を低速センシングＳｓにより精密に検出する（図１０、図１１参照）。その要偵察箇所Ｐｓとは、広域センサシステム１０Ａを用いて状態を精密に検出することが望まれる箇所であり、例えば、状態検出対象１５において事前に何らかの事象が発生していることを把握している箇所等を言う。この要偵察箇所Ｐｓは、外部制御装置１１の操作入力部２４または遠隔操作器１３の操作部４４の操作で設定してもよく、外部機器から取得するものであってもよい。要偵察箇所Ｐｓは、単一のものが設定されていてもよく、複数のものが設定されていてもよい。

【００８７】

以下では、この実施例２のセンシング処理の詳細について説明する。図９は、実施例２における統合制御部２１にて実行されるセンシング処理を示すフローチャートである。以下では、図９のフローチャートの各ステップ（各工程）について説明する。このセンシング処理は、飛行計画において状態検出対象１５における最初に到達すべき箇所に無人飛行機１２が到着することにより開始される。その最初に到達すべき箇所は、ドック１４と状態検出対象１５との位置関係を考慮しつつ要偵察箇所Ｐｓに到達するまでの飛行機モードＭｐでの高速飛行を有効利用する観点から設定する。また、複数の要偵察箇所Ｐｓが設定されている場合には、各要偵察箇所Ｐｓを効率良く回れるように、各要偵察箇所Ｐｓに順番を設定する。そして、実施例２のセンシング処理では、予め設定された各要偵察箇所Ｐｓに対して、その全域を効率良く検出すべく検出領域ＤＡを移動させるように、各要偵察箇所Ｐｓおよび検出領域ＤＡの形状や大きさ等を考慮して飛行ルートを設定した飛行計画を生成する。

【００８８】

ステップＳ３１では、高速センシングＳｆを開始して、ステップＳ３２へ進む。このステップＳ３１は、飛行検出処理（図５のフローチャート）において、飛行機モードＭｐで飛行する無人飛行機１２が、飛行計画において状態検出対象１５における最初に到達すべき箇所に到達した場面である。このため、ステップＳ３１では、その飛行機モードＭｐでの飛行を継続しつつ状態検出センサ３４を駆動して状態検出対象１５上に検出領域ＤＡ（図１０、図１１等参照）を形成することで、状態検出対象１５に対する高速センシングＳｆを開始する。このステップＳ３１では、飛行計画に設定された飛行ルートに従って無人飛行機１２を飛行させることで、高速センシングＳｆを行いつつ状態検出対象１５上を通り要偵察箇所Ｐｓへと向かう。また、ステップＳ３１では、ステップＳ３６から戻ってきた場合には、そのステップＳ３６までで状態を検出した要偵察箇所Ｐｓに付した番号の次の番号を付した要偵察箇所Ｐｓを対象として、上記した動作を実行する。ステップＳ３１では、無人機側通信部３３および制御側通信部２２を介して、高速センシングＳｆでの検出結果を状態検出センサ３４から取得し、その検出結果を内部メモリ２１ａもしくは記憶部２５に記憶する。

【００８９】

ステップＳ３２では、ステップＳ３１での高速センシングＳｆを開始することに続き、対象とする要偵察箇所Ｐｓに着いたか否かを判断し、Ｙｅｓの場合はステップＳ３３へ進み、Ｎｏの場合はステップＳ３１へ戻る。このステップＳ３２では、対象とする要偵察箇所Ｐｓに着いたか否かを判断し、その要偵察箇所Ｐｓに着くまで高速センシングＳｆを継続しつつこの判断を繰り返す。

【００９０】

ステップＳ３３では、ステップＳ３２での対象とする要偵察箇所Ｐｓに着いたとの判断に続き、無人飛行機１２をＶＴＯＬモードＭｖとして、ステップＳ３４へ進む。このステップＳ３３では、無人飛行機１２が対象とする要偵察箇所Ｐｓへと移動したことから、その要偵察箇所Ｐｓの状態の精密な検出を行うべく、無人飛行機１２をＶＴＯＬモードＭｖとする、すなわち両可動前翼５４の回転翼部５４ｂを立たせる。このとき、各第１プロペラ５６および各第２プロペラ５７を適宜駆動させて上空に留まらせておく。

【００９１】

ステップＳ３４では、ステップＳ３３での無人飛行機１２をＶＴＯＬモードＭｖとすること、あるいは、ステップＳ３５での対象とする要偵察箇所Ｐｓの全域を検出していないとの判断に続き、低速センシングＳｓを開始して、ステップＳ３５へ進む。このステップＳ３４は、ＶＴＯＬモードＭｖでの飛行を開始するとともに、状態検出センサ３４を駆動して状態検出対象１５上に検出領域ＤＡ（図１０、図１１等参照）を形成することで、状態検出対象１５における対象とする要偵察箇所Ｐｓに対する低速センシングＳｓを開始する。このステップＳ３４では、対象とする要偵察箇所Ｐｓに対して予め生成した飛行計画の飛行ルートに従って無人飛行機１２を飛行させることで、この要偵察箇所Ｐｓの全域を効率良く検出すべく検出領域ＤＡを移動させる。ステップＳ３４では、無人機側通信部３３および制御側通信部２２を介して、低速センシングＳｓでの検出結果を状態検出センサ３４から取得し、その検出結果を内部メモリ２１ａもしくは記憶部２５に記憶する。

【００９２】

ステップＳ３５では、ステップＳ３４での低速センシングＳｓを開始することに続き、対象とする要偵察箇所Ｐｓの全域を検出したか否かを判断し、Ｙｅｓの場合はステップＳ３６へ進み、Ｎｏの場合はステップＳ３４へ戻る。このステップＳ３５では、対象とする要偵察箇所Ｐｓの全域に亘り検出領域ＤＡを形成したか否か、すなわち対象とする要偵察箇所Ｐｓの全域の状態を低速センシングＳｓにより検出したか否かを判断する。そして、ステップＳ３５では、対象とする要偵察箇所Ｐｓの全域に検出領域ＤＡを形成する（全域の状態を検出する）まで、低速センシングＳｓを継続しつつこの判断を繰り返す。

【００９３】

ステップＳ３６では、ステップＳ３５での対象とする要偵察箇所Ｐｓの全域を検出したとの判断に続き、他に設定した要偵察箇所Ｐｓがあるか否かを判断し、Ｙｅｓの場合はステップＳ３７へ進み、Ｎｏの場合はこのセンシング処理を終了する。このステップＳ３６では、他に設定した要偵察箇所Ｐｓがあるか否か、すなわち予め複数の要偵察箇所Ｐｓを設定した場合にその全ての要偵察箇所Ｐｓの状態の精密な検出を終えたか否かを判断する。そして、ステップＳ３６では、他に設定した要偵察箇所Ｐｓがあると、その残りの要偵察箇所Ｐｓの状態を精密に検出すべくステップＳ３７進み、全ての要偵察箇所Ｐｓの状態の精密な検出が終えた場合にはこのセンシング処理を終了する。

【００９４】

ステップＳ３７では、ステップＳ３６での他に設定した要偵察箇所Ｐｓがあるとの判断に続き、無人飛行機１２を飛行機モードＭｐとして、ステップＳ３１へ戻る。このステップＳ３７では、要偵察箇所Ｐｓの全域を低速センシングＳｓした無人飛行機１２を他に設定した要偵察箇所Ｐｓまで飛行させるべく、飛行機モードＭｐとする、すなわち両可動前翼５４の回転翼部５４ｂを寝かせる。このとき、各第１プロペラ５６および各第２プロペラ５７を適宜駆動させて上空に留まらせておく。

【００９５】

次に、状態検出対象１５における状態を検出する際の広域センサシステム１０Ａの動作について、状態検出対象１５をパイプラインＰＬとした場合を例とする図１０および図１１を用いて説明する。この例では、パイプラインＰＬ（状態検出対象１５）における形状や外観（色や傷等）や温度を、パイプラインＰＬ（状態検出対象１５）の状態とする。すなわち、この例では、広域センサシステム１０を用いて、パイプラインＰＬ（状態検出対象１５）の形状や外観（色や傷等）や温度を検出する。このため、この例では、パイプラインＰＬ（図１０、図１１参照）を状態検出対象１５とする飛行計画が設定されている。また、この例では、パイプラインＰＬにおける要偵察箇所Ｐｓが２つ設定されている（図１０参照）。そして、この例では、検出領域ＤＡでパイプラインＰＬの幅寸法を網羅できるものとしているので、状態検出対象１５としてのパイプラインＰＬ（その要偵察箇所Ｐｓ）に沿って無人飛行機１２を飛行させるものとしている（図１０、図１１参照）。

【００９６】

先ず、広域センサシステム１０の電源が投入されて、図１０に示すパイプラインＰＬが状態検出対象１５として設定され、そのパイプラインＰＬにおいて２つの要偵察箇所Ｐｓ

が設定されたものとする。すると、図５のフローチャートにおいて、ステップＳ１へと進むことで、パイプラインＰＬを状態検出対象１５とする飛行計画を取得する。そして、図５のフローチャートにおいてステップＳ２へと進むことで、無人飛行機１２をＶＴＯＬモードＭｖ（図４参照）とし、ステップＳ３へと進むことで、無人飛行機１２をドック１４（図１参照）から垂直離陸させる。その後、図５のフローチャートにおいてステップＳ４へと進むことで、無人飛行機１２を飛行機モードＭｐ（図３参照）とし、ステップＳ５→ステップＳ６へと進みそれらを繰り返すことで、無人飛行機１２をドック１４上空からパイプラインＰＬにおける最初に到達すべき箇所Ｂｓ（図１０参照）に移動させる。そして、図５のフローチャートにおいてステップＳ７へと進むことで、パイプラインＰＬに対してセンシング処理を行う。

【００９７】

そのセンシング処理では、図９のフローチャートにおいてステップＳ３１→ステップＳ３２へと進みそれらを繰り返すことで、図７に示すように、箇所Ｂｓからの無人飛行機１２の飛行により検出領域ＤＡを移動させて高速センシングＳｆを行い、要偵察箇所Ｐｓに到達するまでの状態検出対象１５の状態を検出する。これにより、広域センサシステム１０では、先ず、要偵察箇所Ｐｓに到達するまでのパイプラインＰＬの画像、３次元位置情報および温度情報を、高速センシングＳｆに応じた分解能で取得することができる。その後、図９のフローチャートにおいてステップＳ３３へと進むことで、無人飛行機１２をＶＴＯＬモードＭｖ（図４参照）とし、ステップＳ３４→ステップＳ３５へと進むことで、図１１に示すように、最初に到達した要偵察箇所Ｐｓの低速センシングＳｓを行う。そして、図９のフローチャートにおいてステップＳ３４→ステップＳ３５を繰り返すことで、無人飛行機１２の飛行により検出領域ＤＡを移動させて低速センシングＳｓを行い、当該要偵察箇所Ｐｓの全域を効率良く検出する。これにより、広域センサシステム１０では、パイプラインＰＬにおいて設定した要偵察箇所Ｐｓの画像、３次元位置情報および温度情報を、低速センシングＳｓに応じた高い分解能で取得することができる。図１０に示す例では、パイプラインＰＬにおいて要偵察箇所Ｐｓが２つあったので、図９のフローチャートにおいてステップＳ３５→ステップＳ３６→ステップＳ３１へと戻り、上記したことと同じことを繰り返すことで、パイプラインＰＬにおける他方の要偵察箇所Ｐｓに到達するまでのパイプラインＰＬの画像、３次元位置情報および温度情報を高速センシングＳｆに応じた分解能で取得することができ、パイプラインＰＬにおける他方の要偵察箇所Ｐｓの画像、３次元位置情報および温度情報を低速センシングＳｓに応じた高い分解能で取得することができる。その後、図９のフローチャートにおいてステップＳ３５→ステップＳ３６へと進み、センシング処理（図５のフローチャートのステップＳ７）を終了する。

【００９８】

その後、図５のフローチャートにおいてステップＳ８へと進むことで、無人飛行機１２を飛行機モードＭｐ（図３参照）とし、ステップＳ９→ステップＳ１０へと進みそれらを繰り返すことで、その無人飛行機１２を要偵察箇所Ｐｓ（状態検出対象１５）からドック１４（図１参照）上へと移動させる。そして、図５のフローチャートにおいてステップＳ１１へと進むことで、無人飛行機１２をＶＴＯＬモードＭｖ（図４参照）とし、ステップＳ１２へと進むことで、その無人飛行機１２をドック１４上に垂直着陸させる。この後、広域センサシステム１０では、ドック１４から各脚部５１を介して無人飛行機１２（その充電機構部３８）に電力を供給して充電させる。

【００９９】

この広域センサシステム１０Ａでは、状態検出対象１５としてのパイプラインＰＬにおける要偵察箇所Ｐｓに到達するまでの画像、３次元位置情報および温度情報を、高速センシングＳｆに応じた分解能で取得することができる。また、広域センサシステム１０Ａでは、要偵察箇所Ｐｓの画像、３次元位置情報および温度情報を、低速センシングＳｓに応じた分解能で取得することができる。これらのことから、広域センサシステム１０Ａでは、パイプラインＰＬにおける要偵察箇所Ｐｓの画像、３次元位置情報および温度情報に基づいて、その要偵察箇所Ｐｓがどのような状態となっているか判別することができる。ま

た、広域センサシステム１０Ａでは、パイプラインＰＬにおける要偵察箇所Ｐｓ以外の箇所の画像、３次元位置情報および温度情報に基づいて、そのパイプラインＰＬの要偵察箇所Ｐｓ以外の箇所になんらかの事象の発生の有無を確認することができる。その画像および３次元位置情報からは、例えば、色の変化や形状の変化等から破損や変形等を見出すことができ、温度情報からは、例えば、輸送するものの漏れ等を見出すことができる。このため、極めて広大な範囲に伸びるパイプラインＰＬであっても、要偵察箇所Ｐｓでどのような事象の発生したのかを適切に特定することができるとともに、他の箇所でなんらかの事象の発生の有無を容易に確認することができる。

【０１００】

このように、本発明に係る実施例２の広域センサシステム１０Ａでは、基本的に実施例１の広域センサシステム１０と同様の構成であることから、基本的に実施例１と同様の効果を得ることができる。

【０１０１】

それに加えて、実施例２の広域センサシステム１０Ａでは、予め設定した要偵察箇所Ｐｓに到達するまでの状態検出対象１５に対して高速センシングＳｆを行うとともに、その要偵察箇所Ｐｓに対して低速センシングＳｓを行う。このため、広域センサシステム１０では、精密に検出することが望まれる箇所に対しては低速センシングＳｓにより状態を精密に検出し、そこまでの移動の際に状態検出対象１５の大まかな状態を高速センシングＳｆで検出する。このことから、広域センサシステム１０では、広大な範囲に亘る状態検出対象１５であっても全域の状態を容易に検出することができ、その中で必要な箇所に対しては精密な状態を容易に検出することができる。また、広域センサシステム１０では、要偵察箇所Ｐｓまでの移動を利用して状態検出対象１５に対する高速センシングＳｆを行うので、効率良く状態検出対象１５の状態を検出することができる。

【０１０２】

したがって、本発明に係る実施例２の広域センサシステム１０Ａでは、広大な範囲に亘る状態検出対象１５であっても状態を適切に検出することができる。

【０１０３】

なお、上記した実施例２では、要偵察箇所Ｐｓに到達するまでの状態検出対象１５に対して高速センシングＳｆを行うものとしていたが、要偵察箇所Ｐｓに対する低速センシングＳｓの時間的な前後に拘らず、残りの状態検出対象１５に対して高速センシングＳｆを行うものとしてもよく、上記した実施例２の構成に限定されるものではない。このような構成とすると、要偵察箇所Ｐｓを含む状態検出対象１５の全域の状態を検出することができるので、より適切に状態検出対象１５の状態を把握することができる。

【０１０４】

また、上記した実施例２では、要偵察箇所Ｐｓのみに低速センシングＳｓを行っていたが、高速センシングＳｆを行った状態検出対象１５における要偵察箇所Ｐｓ以外の箇所において実施例１のように要検査箇所Ｐｅ（図７等参照）を抽出し、その要検査箇所Ｐｅに対しても低速センシングＳｓを行うものとしてもよい。このような構成とすると、より適切に状態検出対象１５の状態を把握することができる。

【０１０５】

なお、上記した各実施例では、本発明に係る広域センサシステムの一例としての広域センサシステム１０、１０Ａについて説明したが、高速飛行する飛行機モードと低速飛行するＶＴＯＬモードとの切り替えが可能とされた無人飛行機と、前記無人飛行機に設けられ、状態検出対象の状態を検出すべく駆動される状態検出センサと、前記無人飛行機の飛行と前記状態検出センサの駆動とを制御する外部制御装置と、を備え、前記外部制御装置は、前記無人飛行機を前記飛行機モードで高速飛行させつつ前記状態検出センサを駆動して高速センシングを行い、かつ前記無人飛行機を前記ＶＴＯＬモードで低速飛行させつつ前記状態検出センサを駆動して低速センシングを行う広域センサシステムであればよく、上記した各実施例に限定されるものではない。

【０１０６】

また、上記した実施例１の飛行検出処理（飛行検出方法）のセンシング処理では、先ず、状態検出対象１５の全域に対して高速センシングＳｆを行い、その結果に基づいて要検査箇所Ｐｅを抽出し、抽出した要検査箇所Ｐｅの状態を低速センシングＳｓにより精密に検出している。他方、上記した実施例２の飛行検出処理（飛行検出方法）のセンシング処理では、予め状態検出対象１５における要偵察箇所Ｐｓを設定し、その要偵察箇所Ｐｓに到達するまでの間の状態検出対象１５に対して高速センシングＳｆを行い、要偵察箇所Ｐｓに到達すると当該要偵察箇所Ｐｓの状態を低速センシングＳｓにより精密に検出している。しかしながら、状態検出対象１５に対して高速センシングＳｆと低速センシングＳｓとを行うものであれば、双方をどのように用いるかは適宜設定すればよく、上記した各実施例の構成に限定されるものではない。

【０１０７】

さらに、上記した実施例１の図７および図８では状態検出対象１５として農地ＦＬの例を示し、上記した実施例２の図１０および図１１では状態検出対象１５としてパイプラインＰＬの例を示している。しかしながら、状態検出対象１５は、無人飛行機１２に設けた状態検出センサ３４により状態の検出が可能なものであれば、例えば、水田や森林や送電線や造成地や建設現場や道路やマイニング（採鉱地）や発電所や採掘地や遺跡や海岸線や火山や災害地等であってもよく、上記した各実施例に限定されるものではない。

【０１０８】

上記した実施例１の図７および図８では状態検出対象１５の状態として農地ＦＬで栽培する作物における育成要素の含有量および正規化差植生指数（ＮＤＶＩ）の例を示し、上記した実施例２の図１０および図１１では状態検出対象１５の状態としてパイプラインＰＬの画像、３次元位置情報および温度情報の例を示している。しかしながら、状態検出対象１５の状態は、無人飛行機１２に設けた状態検出センサ３４により状態の検出が可能なものであればよく、上記した各実施例に限定されるものではない。換言すると、状態検出センサ３４は、飛行する無人飛行機１２から状態検出対象１５の状態を検出するものであれば、対象とする状態検出対象１５（その状態）に応じて態様を適宜設定すればよく、上記した各実施例に限定されるものではない。

【０１０９】

上記した各実施例では、無人飛行機１２が図３および図４に示す構成とされている。しかしながら、無人飛行機は、高速飛行する飛行機モードと低速飛行するＶＴＯＬモードとの切り替えが可能とされているものであれば、例えば、本体部（５２）に設ける垂直尾翼を単一としたり、第２プロペラ５７を設ける箇所（５２ａ）の形状を変更したり、本体部（５２）や両可動前翼（５４）の形状を変更したり等のように、形状や構成が異なるものであってもよく、上記した各実施例の構成に限定されるものではない。

【０１１０】

上記した各実施例では、無人飛行機１２の両可動前翼５４に、推進器としての各第１プロペラ５６を設けている。しかしながら、推進器は、本体部（５２）に推力を与えるとともに当該本体部（５２）に対する姿勢（出力方向）の変化が可能とされていればよく、上記した各実施例の構成に限定されるものではない。

【０１１１】

以上、本発明の広域センサシステムを各実施例に基づき説明してきたが、具体的な構成についてはこの各実施例に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない限り、設計の変更や追加等は許容される。

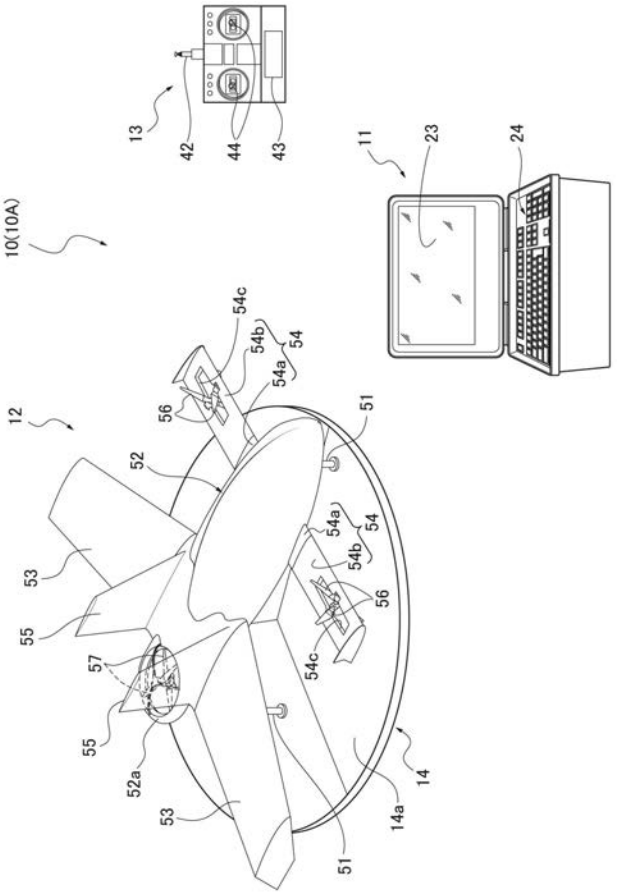
【符号の説明】

【０１１２】

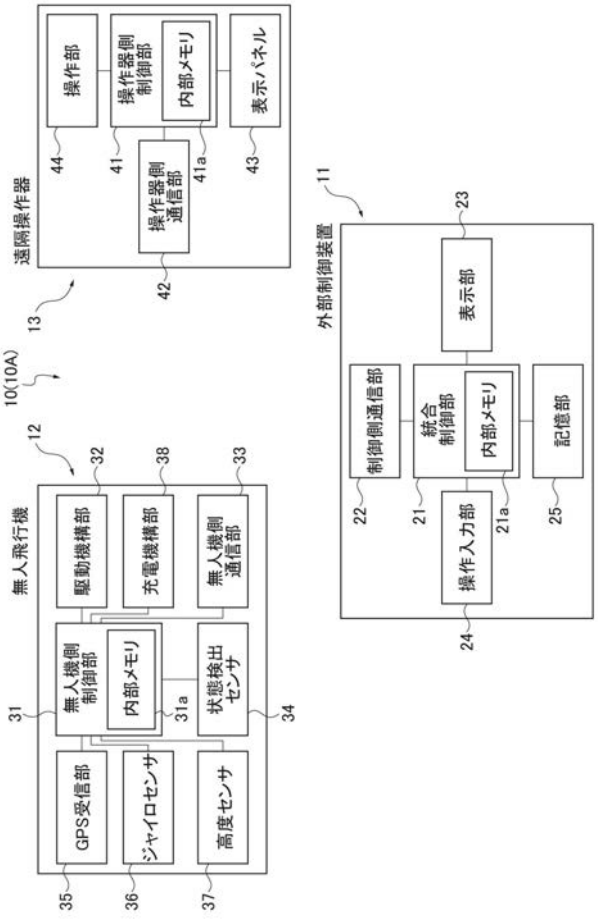
１０、１０Ａ　広域センサシステム
１１　外部制御装置
１２　無人飛行機
１５　状態検出対象
３４　状態検出センサ

５２　本体部
５３　主翼
５４　（可動翼の一例としての）可動前翼
５６　（推進器（プロペラ）の一例としての）第１プロペラ
Ｍｖ　ＶＴＯＬモード
Ｍｐ　飛行機モード
Ｐｅ　要検査箇所
Ｐｓ　要偵察箇所
Ｓｆ　高速センシング
Ｓｓ　低速センシング

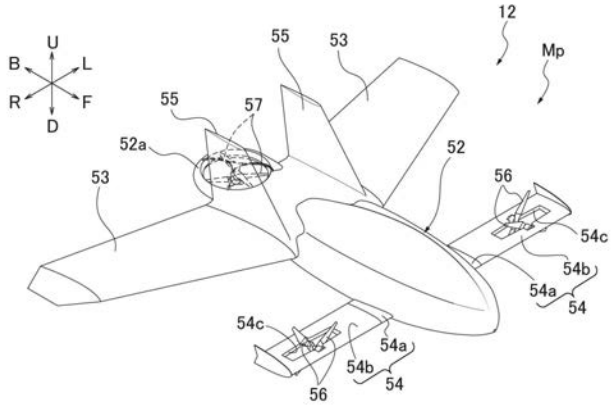
【図１】



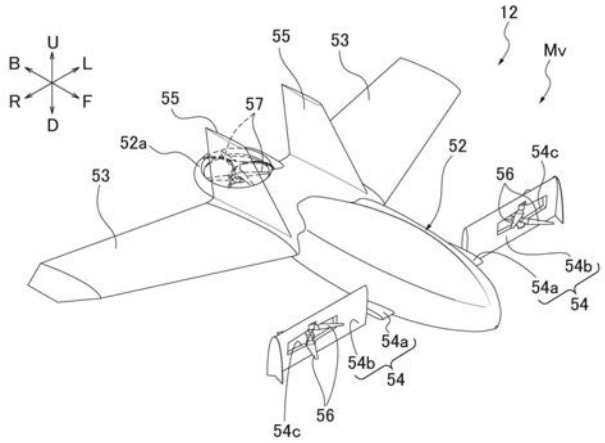
【図２】



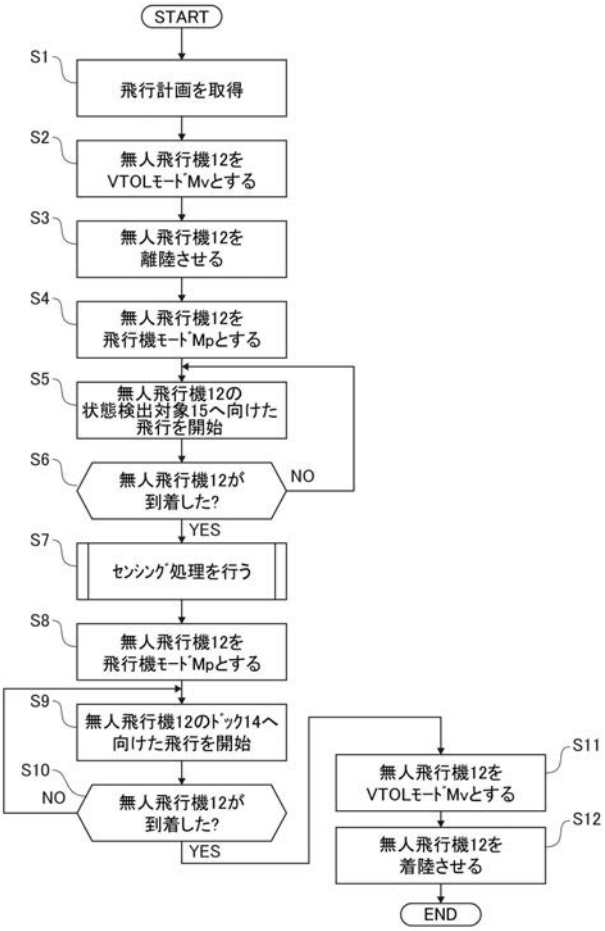
【図３】


U
B
L
R
F
D
12
Mp
55
53
57
52a
52
56
54c
54b
54a
54

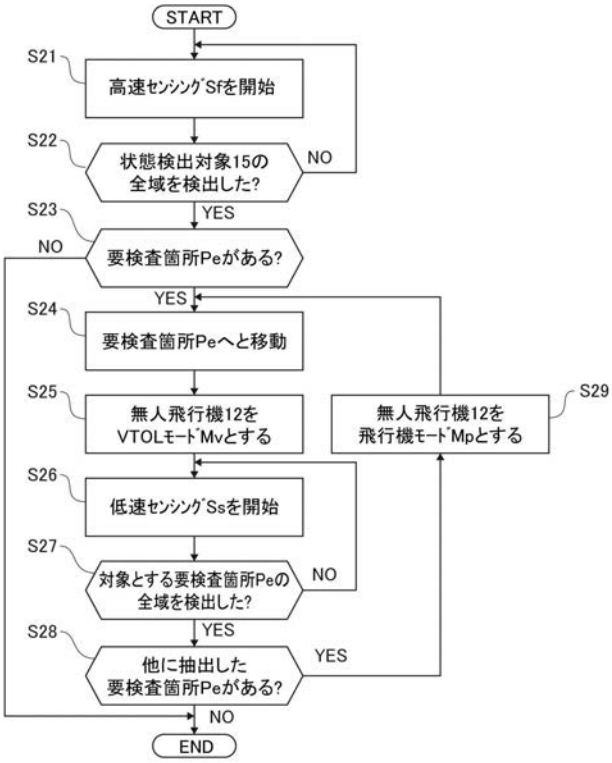
【図４】


U
B
L
R
F
D
12
Mv
55
53
57
52a
52
56
54c
54b
54a
54

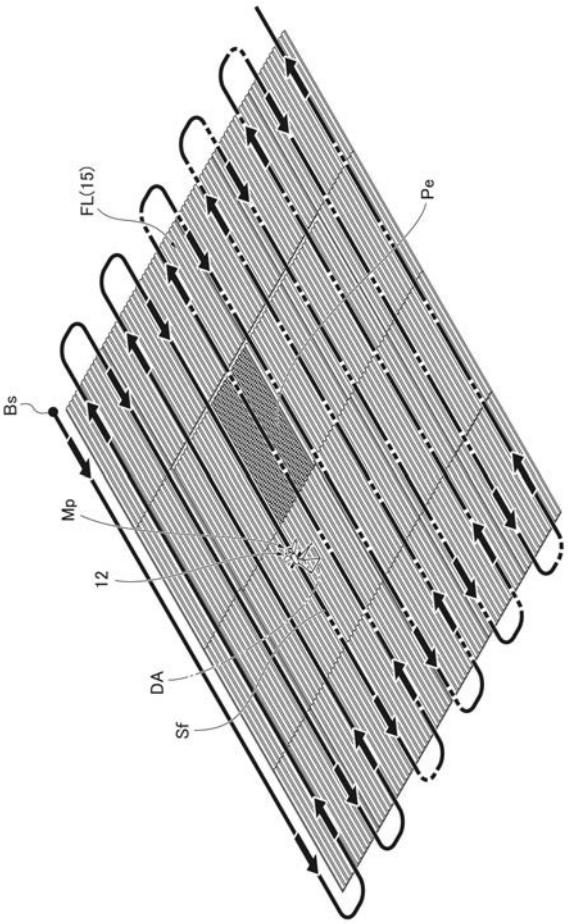
【図５】


START
S1
飛行計画を取得
S2
無人飛行機12を
VTOLﾓｰﾄﾞMvとする
S3
無人飛行機12を
離陸させる
S4
無人飛行機12を
飛行機ﾓｰﾄﾞMpとする
S5
無人飛行機12の
状態検出対象15へ向けた
飛行を開始
S6
無人飛行機12が
到着した?
NO
YES
S7
ｾﾝｼﾝｸﾞ処理を行う
S8
無人飛行機12を
飛行機ﾓｰﾄﾞMpとする
S9
無人飛行機12のﾄﾞｯｸ14へ
向けた飛行を開始
S10
NO
無人飛行機12が
到着した?
YES
S11
無人飛行機12を
VTOLﾓｰﾄﾞMvとする
S12
無人飛行機12を
着陸させる
END

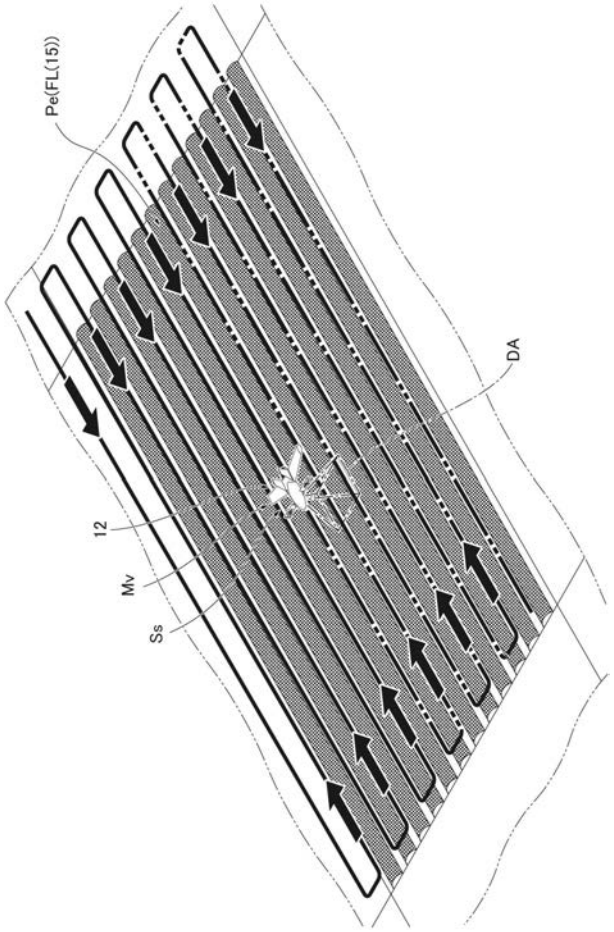
【図６】


START
S21
高速ｾﾝｼﾝｸﾞSfを開始
S22
状態検出対象15の
全域を検出した?
NO
YES
S23
NO
要検査箇所Peがある?
YES
S24
要検査箇所Peへと移動
S25
無人飛行機12を
VTOLﾓｰﾄﾞMvとする
S29
無人飛行機12を
飛行機ﾓｰﾄﾞMpとする
S26
低速ｾﾝｼﾝｸﾞSsを開始
S27
対象とする要検査箇所Peの
全域を検出した?
NO
YES
S28
他に抽出した
要検査箇所Peがある?
YES
NO
END

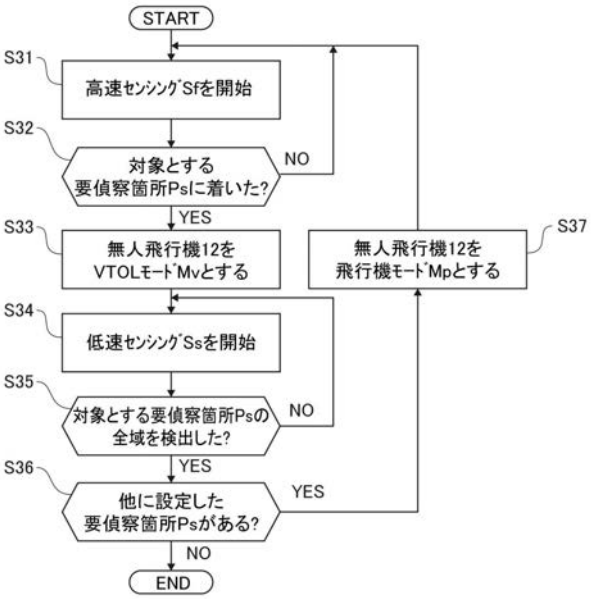
【図７】


FL(15)
Pe
Bs
Mp
12
DA
Sf

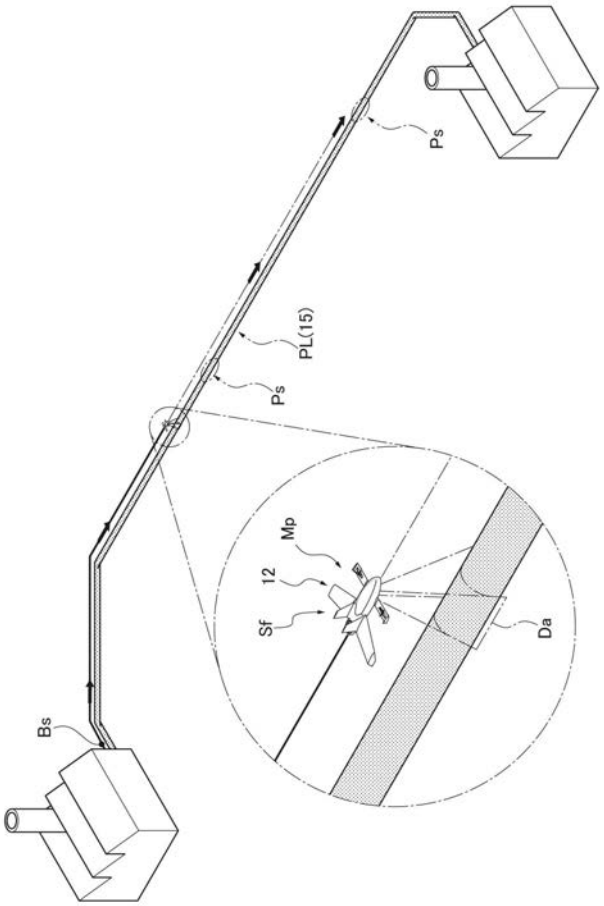
【図８】


Pe(FL(15))
DA
12
Mv
Ss

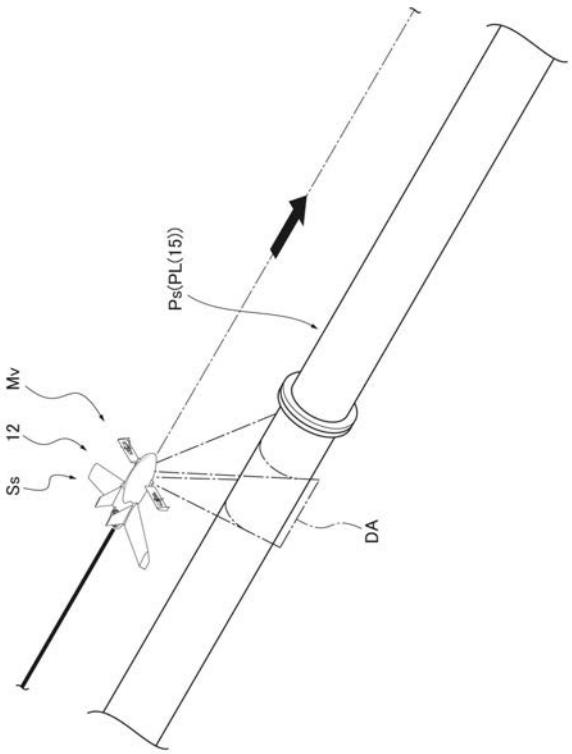
【図９】


START
S31
高速センシング Sfを開始
S32
対象とする
要偵察箇所Psに着いた?
NO
YES
S33
無人飛行機12を
VTOLモード Mvとする
無人飛行機12を
飛行機モード Mpとする
S37
S34
低速センシング Ssを開始
S35
対象とする要偵察箇所Psの
全域を検出した?
NO
YES
S36
他に設定した
要偵察箇所Psがある?
YES
NO
END

【図１０】


Ps
PL(15)
Ps
Mp
12
Sf
Da
Bs

【図１１】


Ps(PL(15))
Mv
12
Ss
DA