

(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2019-197475

(P2019-197475A)

(43) 公開日 令和1年11月14日(2019.11.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G05D 1/10</b> (2006.01)	G05D 1/10	5H301
<b>B64C 27/04</b> (2006.01)	B64C 27/04	
<b>B64C 39/02</b> (2006.01)	B64C 39/02	
<b>B64C 13/20</b> (2006.01)	B64C 13/20	Z
<b>G01C 15/00</b> (2006.01)	G01C 15/00	103A
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 18 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2018-92203 (P2018-92203)  
 (22) 出願日 平成30年5月11日 (2018.5.11)

(71) 出願人 000004695  
 株式会社 S O K E N  
 愛知県日進市米野木町南山 500 番地 20  
 (71) 出願人 000004260  
 株式会社 デンソー  
 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地  
 (74) 代理人 110000567  
 特許業務法人 サトー国際特許事務所  
 (72) 発明者 吉川 寛  
 愛知県日進市米野木町南山 500 番地 20  
 株式会社 S O K E N 内  
 (72) 発明者 松江 武典  
 愛知県日進市米野木町南山 500 番地 20  
 株式会社 S O K E N 内

最終頁に続く

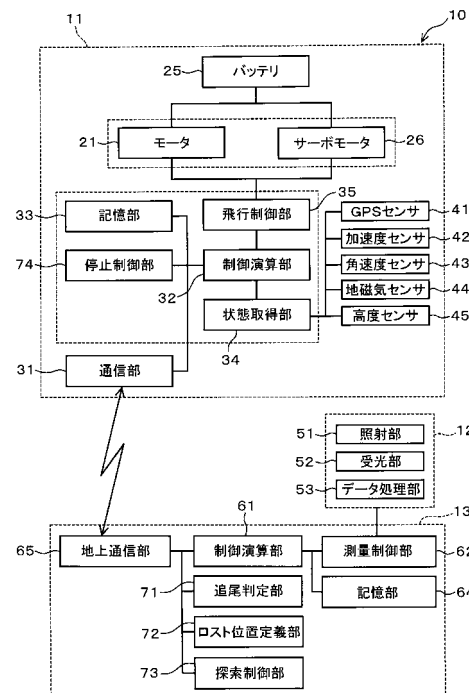
(54) 【発明の名称】 飛行装置誘導システム

## (57) 【要約】

【課題】トラッキングロストが生じたときでも、測量部による飛行装置の再追尾を容易にする飛行装置誘導システムを提供する。

【解決手段】飛行装置誘導システム 10 は、再帰反射部材 15 を有する飛行装置 11、再帰反射部材 15 で反射した光から飛行装置 11 を追尾して飛行データとして取得する測量部 12、および測量部 12 で取得した飛行データに基づいて飛行装置 11 の飛行を制御する地上基地 13 を備える。追尾判定部 71 は、測量部 12 が再帰反射部材 15 の追尾を維持しているか否かを判定する。ロスト位置定義部 72 は、ロスト判定がされたとき、その飛行位置をロスト位置と定義する。探索制御部 73 は、ロスト判定がされたとき、測量部 12 を駆動してロスト位置を中心に再帰反射部材 15 を探索する。停止制御部 74 は、ロスト判定がされたとき、飛行装置 11 の飛行にともなう移動を停止し、飛行装置 11 をその場に停止する制御を行なう。

【選択図】 図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

光を照射元へ反射する再帰反射部材（１５）を有する飛行装置（１１）と、  
前記飛行装置（１１）へ光を照射するとともに、前記再帰反射部材（１５）で反射した光から、前記飛行装置（１１）を追尾して、前記飛行装置（１１）までの距離および前記飛行装置（１１）の飛行角度を飛行データとして取得する測量部（１２）と、  
前記測量部（１２）で取得した飛行データに基づいて、前記飛行装置（１１）の飛行を制御する地上基地（１３）と、を備える飛行装置誘導システムにおいて、  
前記飛行装置（１１）の飛行中に、前記測量部（１２）が前記再帰反射部材（１５）の追尾を維持しているか否かを判定する追尾判定部（７１）と、  
前記追尾判定部（７１）において前記再帰反射部材（１５）の追尾が維持されていないロスト判定がされたとき、前記ロスト判定がなされた前記飛行装置（１１）の飛行位置をロスト位置と定義するロスト位置定義部（７２）と、  
前記ロスト判定がされたとき、前記測量部（１２）を駆動して、前記ロスト位置を中心に前記再帰反射部材（１５）を探索する探索制御部（７３）と、  
前記ロスト判定がされたとき、前記飛行装置（１１）の飛行にともなう移動を停止し、前記飛行装置（１１）をその場に停止する制御を行なう停止制御部（７４）と、  
を備える飛行装置誘導システム。

10

**【請求項 2】**

光を照射元へ反射する再帰反射部材（１５）を有する飛行装置（１１）と、  
前記飛行装置（１１）へ光を照射するとともに、前記再帰反射部材（１５）で反射した光から、前記飛行装置（１１）を追尾して、前記飛行装置（１１）までの距離および前記飛行装置（１１）の飛行角度を飛行データとして取得する測量部（１２）と、  
前記測量部（１２）で取得した飛行データに基づいて、前記飛行装置（１１）の飛行を制御する地上基地（１３）と、を備える飛行装置誘導システムにおいて、  
前記飛行装置（１１）の飛行中に、前記測量部（１２）が前記再帰反射部材（１５）の追尾を維持しているか否かを判定する追尾判定部（７１）と、  
前記追尾判定部（７１）において前記再帰反射部材（１５）の追尾が維持されていないロスト判定がされたとき、前記ロスト判定がなされた位置をロスト位置と定義するロスト位置定義部（７２）と、  
前記ロスト判定がされたとき、前記測量部（１２）を駆動して、前記ロスト位置を中心に前記再帰反射部材（１５）を探索する探索制御部（７３）と、  
前記ロスト判定がされたとき、前記飛行装置（１１）の飛行にともなう移動を停止し、前記ロスト判定がされた前記飛行装置（１１）を、前記ロスト位置に戻して停止する制御を行なう停止制御部（７４）と、  
を備える飛行装置誘導システム。

20

30

**【請求項 3】**

前記飛行装置（１１）に設けられ、自身の飛行位置を自立的に取得する位置取得部（３４）と、  
前記飛行装置（１１）に設けられ、前記ロスト判定がされたとき、前記位置取得部（３４）で取得した前記飛行位置に基づいて飛行を制御する位置制御部（３５）と、  
をさらに備える請求項 1 または 2 記載の飛行装置誘導システム。

40

**【請求項 4】**

光を照射元へ反射する再帰反射部材（１５）を有する飛行装置（１１）と、  
前記飛行装置（１１）へ光を照射するとともに、前記再帰反射部材（１５）で反射した光から、前記飛行装置（１１）を追尾して、前記飛行装置（１１）までの距離および前記飛行装置（１１）の飛行角度を飛行データとして取得する測量部（１２）と、  
前記測量部（１２）で取得した飛行データに基づいて、前記飛行装置（１１）の飛行を制御する地上基地（１３）と、を備える飛行装置誘導システムにおいて、  
前記飛行装置（１１）に設けられ、自身の飛行位置を自立的に取得する位置取得部（３

50

4)と、

前記飛行装置(11)の飛行中に、前記測量部(12)が前記再帰反射部材(15)の追尾を維持しているか否かを判定する追尾判定部(71)と、

前記追尾判定部(71)において前記再帰反射部材(15)の追尾が維持されていないロスト判定がされたとき、前記位置取得部(34)で取得した前記飛行位置を前記測量部(12)へ伝達する通信部(31)と、

前記測量部(12)を駆動して、前記通信部(31)を通して前記測量部(12)へ伝達された前記飛行位置を中心に前記再帰反射部材(15)を探索する探索制御部(73)と、

を備える飛行装置誘導システム。

10

#### 【請求項5】

前記飛行装置(11)に設けられ、前記ロスト判定がされたとき、前記位置取得部(34)で取得した前記飛行位置に基づいて、前記飛行装置(11)の飛行を継続する飛行制御部(35)をさらに備える請求項4記載の飛行装置誘導システム。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、飛行装置誘導システムに関する。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

20

近年、いわゆるドローンと称される飛行装置が普及している。飛行装置は、主に地上の操作者による無線または有線での遠隔操作によって飛行する。このように飛行装置を遠隔操作する場合、飛行装置の現在位置を同期的に取得する必要がある。特許文献1の場合、飛行装置の周囲に存在する障害物の情報を取得し、取得した情報に基づいて飛行装置の安全な飛行が確保される安全飛行範囲を設定している。そして、地上に設けられた測量部は、安全飛行範囲を飛行する飛行装置を追尾する。

#### 【0003】

しかしながら、このように測量部で飛行装置を追尾する場合、飛行装置の飛行姿勢や飛行経路によっては、測量部が飛行装置を見失ってしまういわゆるトラッキングロストが生じることがある。トラッキングロストが生じると、飛行装置は地上の設備から誘導を受けることができず、飛行装置の飛行の不安定化を招くという問題がある。

30

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0004】

【特許文献1】特許第5882951号明細書

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0005】

そこで、本発明の目的は、トラッキングロストが生じたときでも、測量部による飛行装置の再追尾を容易にする飛行装置誘導システムを提供することにある。

40

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0006】

請求項1記載の発明では、追尾判定部は、飛行装置の飛行中に測量部による追尾が維持されているか否かを判定する。ロスト位置定義部は、追尾判定部において追尾が維持できないとき、つまりトラッキングロストによるロスト判定がなされたとき、ロスト位置を定義する。ロスト位置は、このロスト判定がなされたときの飛行装置の飛行位置である。そして、探索制御部は、ロスト判定がなされたとき、ロスト位置を中心に飛行装置に設けられている再帰反射部材を探索する。これとともに、停止制御部は、飛行装置の自立飛行を停止し、飛行装置をその場に停止させる。ここで、飛行装置の停止とは、飛行を継続しつつ位置や高度を変化しない状態を意味する。このように、ロスト判定がなされたとき

50

、飛行装置はその場に停止するとともに、測量部は探索制御部によってロスト位置を中心とした飛行装置の探索を行なう。これにより、飛行装置は、測量部によって速やかに探索される。したがって、トラッキングロストが生じたときでも、測量部による飛行装置の再追尾を容易にすることができる。

【 0 0 0 7 】

また、請求項 2 記載の発明では、追尾判定部は、飛行装置の飛行中に測量部による追尾が維持されているか否かを判定する。ロスト位置定義部は、追尾判定部において追尾が維持できていないとき、つまりトラッキングロストによるロスト判定がなされたとき、ロスト位置を定義する。ロスト位置は、このロスト判定がなされたときの飛行装置の飛行位置である。そして、探索制御部は、ロスト判定がなされたとき、ロスト位置を中心に飛行装置に設けられている再帰反射部材を探索する。これとともに、停止制御部は、飛行装置を、移動を考慮したロスト位置に戻して停止させる。飛行装置は、飛行を継続することによって、トラッキングロストが生じてからロスト判定がなされるまでの間に位置が変化しておそれがある。そこで、停止制御部は、ロスト判定がなされたとき、位置が変化した飛行装置をロスト位置まで戻して停止させる。ここで、飛行装置の停止とは、飛行を継続しつつ位置や高度を変化しない状態を意味する。このように、ロスト判定がなされたとき、飛行装置はロスト位置に復帰して停止するとともに、測量部は探索制御部によってロスト位置を中心とした飛行装置の探索を行なう。これにより、飛行装置は、測量部によって速やかに探索される。したがって、トラッキングロストが生じたときでも、測量部による飛行装置の再追尾を容易にすることができる。

【 0 0 0 8 】

請求項 4 記載の発明では、追尾判定部は、飛行装置の飛行中に測量部による追尾が維持されているか否かを判定する。通信部は、追尾判定部において追尾が維持できていないとき、つまりトラッキングロストによるロスト判定がなされたとき、位置取得部で取得した飛行装置の飛行位置を測量部へ伝達する。飛行位置は、このロスト判定がなされたときの飛行装置の飛行位置である。そして、探索制御部は、ロスト判定がなされたとき、伝達された飛行装置の飛行位置を中心に飛行装置に設けられている再帰反射部材を探索する。このように、ロスト判定がなされたとき、飛行装置は飛行位置を測量部に伝達する。これとともに、測量部は、ロスト位置に加え、探索制御部によって飛行装置から伝達された飛行位置を中心として飛行装置の探索を行なう。これにより、飛行装置は、測量部によって速やかに探索される。したがって、トラッキングロストが生じたときでも、測量部による飛行装置の再追尾を容易にすることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 第 1 実施形態による飛行装置誘導システムを示すブロック図

【 図 2 】 第 1 実施形態による飛行装置誘導システムの構成を示す模式図

【 図 3 】 第 1 実施形態による飛行装置誘導システムの処理の流れを示す概略図

【 図 4 】 第 2 実施形態による飛行装置誘導システムの処理の流れを示す概略図

【 図 5 】 第 3 実施形態による飛行装置誘導システムの処理の流れを示す概略図

【 図 6 】 第 3 実施形態の変形例による飛行装置誘導システムの処理の流れを示す概略図

【 図 7 】 実施形態による飛行装置誘導システムにおける復帰処理の流れを示す概略図

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 0 】

以下、飛行装置誘導システムの複数の実施形態を図面に基づいて説明する。なお、複数の実施形態において実質的に同一の構成部位には同一の符号を付し、説明を省略する。

( 第 1 実施形態 )

図 1 および図 2 に示すように第 1 実施形態による飛行装置誘導システム 10 は、飛行装置 11、測量部 12 および地上基地 13 を備える。飛行装置 11 は、図 2 に示すように本体 14、再帰反射部材 15 およびスラスタ 16 を備えている。飛行装置 11 は、測量部 12 から照射された光を再帰反射部材 15 で反射する。測量部 12 は、再帰反射部材 15 で

反射した光を用いて飛行装置 11 を追尾するとともに、飛行装置 11 の飛行データを取得する。

【0011】

飛行装置 11 は、本体 14 に設けられている複数のスラスト 16 を備えている。スラスト 16 は、放射状または円環状に形成されている本体 14 に設けられている。スラスト 16 は、いずれもモータ 21、軸部材 22、プロペラ 23 およびピッチ変更機構部 24 を有している。モータ 21 は、プロペラ 23 を駆動する駆動源である。モータ 21 は、本体 14 に収容されているバッテリー 25 などの電源から供給される電力によって駆動される。モータ 21 の回転は、図示しない回転子と一体になった軸部材 22 を通してプロペラ 23 に伝達される。プロペラ 23 は、モータ 21 によって回転駆動される。ピッチ変更機構部 24 は、サーボモータ 26 が発生する駆動力によって、プロペラ 23 のピッチを変更する。サーボモータ 26 は、バッテリー 25 から供給される電力によって駆動される。スラスト 16 は、モータ 21 でプロペラ 23 を駆動することによって推進力を発生する。このとき、スラスト 16 から発生する推進力の大きさおよび推進力の向きは、モータ 21 の回転数およびプロペラ 23 のピッチを変更することによって制御される。

10

【0012】

再帰反射部材 15 は、飛行装置 11 の本体 14 に設けられている。再帰反射部材 15 は、例えば重力方向において本体 14 の下方など、測量部 12 から視認が容易な位置に設けられている。再帰反射部材 15 は、測量部 12 から照射された光を、この測量部 12 に向けて反射する。すなわち、再帰反射部材 15 は、測量部 12 から照射された光を、光源である測量部 12 に向けて反射する。

20

【0013】

飛行装置 11 は、制御ユニット 30 および通信部 31 を備えている。制御ユニット 30 は、図 1 に示すように制御演算部 32 および記憶部 33 を有している。制御演算部 32 は、CPU、ROM および RAM を有するマイクロコンピュータで構成されている。制御演算部 32 は、CPU で ROM に記憶されているコンピュータプログラムを実行することにより、飛行装置 11 の全体を制御する。制御演算部 32 は、コンピュータプログラムを実行することにより、状態取得部 34 および飛行制御部 35 をソフトウェア的に実現している。なお、状態取得部 34 および飛行制御部 35 は、ソフトウェア的に限らず、ハードウェア的、あるいはソフトウェアとハードウェアとの協働によって実現してもよい。記憶部 33 は、例えば不揮発性メモリなどを有している。記憶部 33 は、予め設定された飛行計画をデータとして記憶している。飛行計画は、例えば飛行装置 11 が飛行する飛行ルートや飛行高度などが含まれている。通信部 31 は、地上基地 13 との間で無線または有線で通信する。

30

【0014】

状態取得部 34 は、本体 14 の傾きや本体 14 に加わる加速度などから飛行装置 11 の飛行状態を取得する。具体的には、状態取得部 34 は、GPS センサ 41、加速度センサ 42、角速度センサ 43、地磁気センサ 44 および高度センサ 45 などと接続している。GPS センサ 41 は、GPS 衛星から出力される GPS 信号を受信する。また、加速度センサ 42 は、3 次元の 3 つの軸方向において本体 14 に加わる加速度を検出する。角速度センサ 43 は、3 次元の 3 つの軸方向において本体 14 に加わる角速度を検出する。地磁気センサ 44 は、3 次元の 3 つの軸方向における地磁気を検出する。高度センサ 45 は、天地方向における高度を検出する。各種センサのうち、GPS センサ 41 は、飛行装置 11 の外界からの情報によって飛行装置 11 の位置を取得する外界センサである。一方、加速度センサ 42、角速度センサ 43、地磁気センサ 44 および高度センサ 45 は、飛行装置 11 の外界からの情報に依存することなく飛行装置 11 の位置を取得する内界センサである。

40

【0015】

状態取得部 34 は、これら GPS センサ 41 で受信した GPS 信号、加速度センサ 42 で検出した加速度、角速度センサ 43 で検出した角速度、地磁気センサ 44 で検出した地

50

磁気などから本体 1 4 の飛行姿勢、飛行方向および飛行速度を検出する。また、状態取得部 3 4 は、GPS センサ 4 1 で検出した GPS 信号と各種のセンサによる検出値から本体 1 4 の飛行位置を外部に依存することなく自立的に検出する。さらに、状態取得部 3 4 は、GPS センサ 4 1 で受信した GPS 信号、および高度センサ 4 5 で検出した高度から本体 1 4 の飛行高度を検出する。このように、状態取得部 3 4 は、本体 1 4 の飛行姿勢、飛行位置および飛行高度など、飛行装置 1 1 の飛行に必要な情報を飛行状態として検出する。状態取得部 3 4 は、飛行装置 1 1 の位置を取得する位置取得部として機能する。状態取得部 3 4 は、これらに加え、可視的な画像を取得する図示しないカメラ、あるいは周囲の物体までの距離を測定する図示しない L I D A R (Light Detection And Ranging) などに接続してもよい。

10

#### 【0016】

飛行制御部 3 5 は、飛行装置 1 1 の飛行を、自動制御モードまたは手動制御モードによって制御する。飛行制御部 3 5 は、位置制御部に相当する。自動制御モードは、操作者の操作によらずに、飛行装置 1 1 を自動的に飛行させるモードである。自動制御モードのとき、飛行制御部 3 5 は、記憶部 3 3 に記憶されている、または地上基地 1 3 から送信される飛行計画に沿って、飛行装置 1 1 の飛行を自動的に制御する。すなわち、飛行制御部 3 5 は、この自動制御モードのとき、状態取得部 3 4 で検出した本体 1 4 の飛行状態に基づいて、スラスタ 1 6 の推進力を制御する。これにより、飛行制御部 3 5 は、操作者の操作によらず、飛行装置 1 1 を記憶部 3 3 に記憶された飛行計画または地上基地 1 3 から送信される飛行計画に沿って自動的に飛行させる。

20

#### 【0017】

手動制御モードは、操作者の操作にしたがって飛行装置 1 1 を飛行させる飛行モードである。手動制御モードのとき、操作者は、飛行装置 1 1 と遠隔に設けられている地上基地 1 3 を通して飛行装置 1 1 の飛行状態を制御する。飛行制御部 3 5 は、地上基地 1 3 を通して操作者が入力した操作、および状態取得部 3 4 で取得した飛行状態に基づいてスラスタ 1 6 の推進力を制御する。これにより、飛行制御部 3 5 は、操作者の意思に沿って飛行装置 1 1 の飛行を制御する。

#### 【0018】

測量部 1 2 は、照射部 5 1、受光部 5 2 およびデータ処理部 5 3 を有している。照射部 5 1 は、例えばレーザ光などの光を照射する。照射部 5 1 は、連続的または所定の間隔で定期的にレーザ光を照射する。受光部 5 2 は、飛行装置 1 1 に設けられている再帰反射部材 1 5 で反射した光を受光する。すなわち、受光部 5 2 は、照射部 5 1 から照射され、飛行装置 1 1 の再帰反射部材 1 5 で反射した光を受光する。

30

#### 【0019】

地上基地 1 3 は、測量部 1 2 と有線または無線によって通信可能に接続している。地上基地 1 3 は、制御演算部 6 1、測量制御部 6 2、記憶部 6 4 および地上通信部 6 5 を有している。制御演算部 6 1 は、CPU、ROM および RAM を有するマイクロコンピュータで構成されている。制御演算部 6 1 は、CPU で ROM に記憶されたコンピュータプログラムを実行することにより、測量部 1 2 および地上基地 1 3 を制御する。制御演算部 6 1 は、コンピュータプログラムを実行することにより、測量部 1 2 に設けられているデータ処理部 5 3 および測量制御部 6 2 をソフトウェア的に実現している。なお、これらデータ処理部 5 3 および測量制御部 6 2 は、ソフトウェア的に限らず、ハードウェア的、あるいはソフトウェアとハードウェアとの協働によって実現してもよい。また、測量部 1 2 と地上基地 1 3 とは、図 2 に示すように別体に構成するだけでなく、一体に構成してもよい。

40

#### 【0020】

測量制御部 6 2 は、測量部 1 2 の制御を実行する。具体的には、測量制御部 6 2 は、例えば図示しないモータやアクチュエータを用いて測量部 1 2 を任意の方向へ駆動し、飛行する飛行装置 1 1 へ向けて測量部 1 2 を追尾させる。これとともに、測量制御部 6 2 は、照射部 5 1 を制御して光の照射を実行するとともに、受光部 5 2 を制御して光の受光を実行する。このように、測量制御部 6 2 は、飛行装置 1 1 へ向けて測量部 1 2 を追尾させな

50

がら、飛行装置 11 への光の照射および反射した光の受光を制御する。データ処理部 53 は、受光部 52 で受光した光から、飛行装置 11 の飛行データを取得する。この飛行データは、測量部 12 から飛行装置 11 までの距離、および測量部 12 に対する飛行装置 11 の角度を少なくとも含んでいる。すなわち、データ処理部 53 は、受光部 52 で受光した光から、飛行装置 11 までの距離と、飛行装置 11 の角度とを飛行データとして取得する。ここで、飛行装置 11 の角度とは、測量部 12 を基準点とし、基準点を中心とする水平方向の角度および垂直方向の角度である。つまり、測量部 12 を基準点としたとき、水平方向には  $0 \sim 360^\circ$  の水平角度が設定され、垂直方向には  $0 \sim 90^\circ$  の垂直角度が設定される。この場合、水平角度の基準となる「 $0^\circ$ 」は、例えば地図座標における「北」などのように任意に設定される。また、垂直角度の基準となる「 $0^\circ$ 」は、例えば地面と平行な面に設定される。データ処理部 53 は、受光部 52 で受光した光から、飛行装置 11 の水平角度および垂直角度を取得する。また、データ処理部 53 は、上述の飛行データに飛行装置 11 の位置座標を含めて送信データを作成する。ここで、測量部 12 が設置されている位置は、例えば GPS 信号などに基づいて地球上の絶対的な位置が特定されている。データ処理部 53 は、この測量部 12 の絶対的な位置と測量部 12 で取得した飛行データとに基づいて、飛行装置 11 の位置座標を特定する。そして、データ処理部 53 は、これら飛行データおよび位置座標を用いて送信データを作成する。

10

#### 【0021】

上述のようにデータ処理部 53 は、取得した飛行データおよび位置座標を送信データとして作成する。すなわち、データ処理部 53 は、取得した飛行データに、位置座標を加えて送信データを作成する。地上通信部 65 は、データ処理部 53 で作成された送信データを、飛行装置 11 へ送信する。このとき、地上通信部 65 は、送信データに加え、記憶部 64 に記憶された飛行計画も飛行装置 11 へ送信する。すなわち、データ処理部 53 で作成された送信データは、地上通信部 65 から飛行装置 11 の通信部 31 へ送信される。通信部 31 において送信データを受信した飛行装置 11 の飛行制御部 35 は、地上基地 13 から送信された送信データを参照してスラスタ 16 を制御する。これにより、飛行装置 11 は、地上基地 13 で取得された飛行データおよび位置座標を含む飛行データ、ならびに地上基地 13 から送信された飛行計画を参照しながら、飛行制御部 35 による制御によって自主的に飛行する。記憶部 64 は、例えば不揮発性のメモリなどを有している。記憶部 64 は、飛行装置 11 の飛行経路を設定した飛行計画を記憶している。この飛行計画は、飛行装置 11 の記憶部 33 に記憶されている飛行計画と同一であってもよく、異なってもよい。また、地上基地 13 から飛行装置 11 へ飛行計画を送信することにより、飛行装置 11 は時々刻々と地上基地 13 で変更される飛行計画に沿って柔軟な飛行を実行することができる。

20

30

#### 【0022】

飛行装置誘導システム 10 は、追尾判定部 71、ロスト位置定義部 72、探索制御部 73 および停止制御部 74 を備えている。具体的には、飛行装置 11 または地上基地 13 は、制御演算部 32 または制御演算部 61 でコンピュータプログラムを実行することにより、追尾判定部 71、ロスト位置定義部 72、探索制御部 73 および停止制御部 74 をソフトウェア的に実現している。なお、これら追尾判定部 71、ロスト位置定義部 72、探索制御部 73 および停止制御部 74 は、ソフトウェア的に限らず、ハードウェア的、あるいはソフトウェアとハードウェアとの協働によって実現してもよい。第 1 実施形態の場合、追尾判定部 71、ロスト位置定義部 72 および探索制御部 73 は地上基地 13 に設けられ、停止制御部 74 は飛行装置 11 に設けられている。これら追尾判定部 71、ロスト位置定義部 72、探索制御部 73 および停止制御部 74 は、飛行装置 11 または地上基地 13 のいずれかまたは両方に任意の組み合わせで設けてもよく、別途の機器としてもよい。

40

#### 【0023】

追尾判定部 71 は、測量部 12 が飛行装置 11 の追尾を維持しているか否かを判定する。具体的には、追尾判定部 71 は、飛行装置 11 が飛行しているとき、測量部 12 の照射部 51 から照射し、飛行装置 11 の再帰反射部材 15 で反射した光が受光部 52 で受光で

50

きているか否かを判定する。測量部 1 2 は、測量制御部 6 2 を通して駆動されることにより、照射部 5 1 から照射して再帰反射部材 1 5 で反射する光を用いて、飛行装置 1 1 を追尾する。つまり、測量部 1 2 の照射部 5 1 から照射された光は、飛行装置 1 1 の再帰反射部材 1 5 との間を往復する。このとき、飛行装置 1 1 の飛行姿勢や飛行装置 1 1 の周囲に存在する障害物によって、測量部 1 2 と飛行装置 1 1 との間の光の往復が妨げられると、受光部 5 2 は照射部 5 1 から照射された光を受光できない。このように、測量部 1 2 は、測量部 1 2 と飛行装置 1 1 との間の光の往復が妨げられたとき、飛行装置 1 1 を認識できず、飛行装置 1 1 の追尾ができない状態となる。すなわち、測量部 1 2 は、飛行装置 1 1 を見失ったトラッキングロストの状態となる。追尾判定部 7 1 は、測量部 1 2 が飛行装置 1 1 を認識できないとき、トラッキングロストが生じたとして、「ロスト判定」を行なう。

10

#### 【0024】

ロスト位置定義部 7 2 は、追尾判定部 7 1 において「ロスト判定」がされたとき、この「ロスト判定」がされたときの飛行装置 1 1 の位置をロスト位置 P 0 と定義する。すなわち、ロスト位置定義部 7 2 は、測量部 1 2 で取得した飛行データを用いて、ロスト判定がされたときの飛行装置 1 1 の飛行位置をロスト位置 P 0 と定義する。ロスト位置定義部 7 2 は、定義したロスト位置 P 0 を記憶部 6 4 に記憶する。

#### 【0025】

ロスト位置定義部 7 2 で「ロスト判定」がされたとき、飛行制御部 3 5 は、飛行装置 1 1 の位置を推定可能であるか否かを判定する。すなわち、飛行制御部 3 5 は、GPS センサ 4 1 によって飛行装置 1 1 の飛行位置を推定可能であるか否かを判定する。飛行装置 1 1 が GPS センサ 4 1 を有しているとき、飛行装置 1 1 の飛行位置は GPS センサ 4 1 で GPS 信号を受信することによって推定可能である。そのため、飛行制御部 3 5 は、GPS センサ 4 1 が GPS 信号を受信できる状態であれば、飛行装置 1 1 の飛行位置を推定可能であると判定する。一方、飛行装置 1 1 が GPS センサ 4 1 を有していても、GPS センサ 4 1 で GPS 信号を受信できないとき、飛行装置 1 1 の飛行位置の推定は困難である。例えば飛行装置 1 1 が橋梁やトンネルなどの構造物の内部を飛行するとき、GPS センサ 4 1 は GPS 信号の受信が困難である。飛行制御部 3 5 は、GPS センサ 4 1 が GPS 信号を受信困難な状態であれば、飛行装置 1 1 の飛行位置を推定できないと判定する。また、本実施形態と異なり飛行装置 1 1 が GPS センサ 4 1 を有していない場合もある。このように飛行装置 1 1 が GPS センサ 4 1 を有していないとき、飛行制御部 3 5 は飛行装置 1 1 の飛行位置を推定できないと判定する。

20

30

#### 【0026】

探索制御部 7 3 は、測量制御部 6 2 を通して測量部 1 2 を駆動する。探索制御部 7 3 は、ロスト位置 P 0 を中心に測量部 1 2 を駆動する。これにより、測量部 1 2 は、ロスト位置 P 0 を中心として、飛行装置 1 1 に設けられている再帰反射部材 1 5 を探索する。

#### 【0027】

飛行制御部 3 5 は、ロスト判定がされたとき、飛行装置 1 1 に設定された飛行計画に沿った飛行を停止する。すなわち、飛行装置 1 1 は、自動制御モードで飛行計画に沿った制御されているとき、ロスト判定がされると、飛行計画に沿った飛行を停止する。そして、停止制御部 7 4 は、飛行装置 1 1 をその場に停止する停止制御を行なう。すなわち、停止制御部 7 4 は、ロスト判定がされた後、速やかに飛行装置 1 1 の飛行を停止して、その場でのホバリングなどのように飛行装置 1 1 の飛行位置や飛行高度の変更を制限する。停止制御部 7 4 は、飛行制御部 3 5 において飛行装置 1 1 の飛行位置を推定可能であると判定されたとき、GPS センサ 4 1 で受信した GPS 信号に基づいて停止制御を行なう。

40

#### 【0028】

一方、停止制御部 7 4 は、飛行制御部 3 5 において飛行装置 1 1 の飛行位置を推定困難であると判定されたとき、飛行装置 1 1 に設けられている加速度センサ 4 2、角速度センサ 4 3 および地磁気センサ 4 4 で検出した検出値に基づいて停止制御を行なう。すなわち、GPS センサ 4 1 で GPS 信号の受信が困難なとき、飛行装置 1 1 の飛行位置は GPS

50



信号による特定が困難である。そのため、停止制御部 7 4 は、外界センサである G P S センサ 4 1 に代えて、内界センサである加速度センサ 4 2、角速度センサ 4 3 および地磁気センサ 4 4 を用いて停止制御を行なう。このとき、停止制御部 7 4 は、G P S センサ 4 1 で G P S 信号を受信可能なとき、および受信が困難なときのいずれも、高度センサ 4 5 で検出した高度を用いて飛行装置 1 1 の高度についても停止制御を行なう。また、停止制御部 7 4 は、G P S センサ 4 1 で G P S 信号を受信可能であるときでも、G P S 信号に基づく位置の推定に加えて、内界センサである加速度センサ 4 2、角速度センサ 4 3 および地磁気センサ 4 4 も用いて停止制御を行なってもよい。

#### 【 0 0 2 9 】

測量部 1 2 が飛行装置 1 1 を追尾できないロスト判定がされたとき、飛行装置 1 1 はロスト位置 P 0 の近辺に存在する可能性が高い。仮にロスト判定がされたにもかかわらず飛行装置 1 1 が飛行を継続すると、測量部 1 2 の追尾は時間の経過とともに難易度が高まる。そこで、停止制御部 7 4 は、ロスト判定がされたとき、飛行装置 1 1 の飛行を停止し、飛行装置 1 1 の飛行位置や飛行高度の変更を制限する。そして、探索制御部 7 3 は、測量部 1 2 によって、このロスト位置 P 0 を中心に、飛行装置 1 1 に設けられている再帰反射部材 1 5 の探索を行なう。これにより、測量部 1 2 は、ロスト位置 P 0 の近辺で停止している飛行装置 1 1 を探索することとなり、飛行装置 1 1 の発見および飛行装置 1 1 の追尾の再開が容易になる。

#### 【 0 0 3 0 】

停止制御部 7 4 は、飛行装置 1 1 または地上基地 1 3 のいずれに設けてもよい。すなわち、停止制御部 7 4 は、飛行装置 1 1 に設けることにより、地上基地 1 3 との通信を行なうことなく自立的に、飛行装置 1 1 をロスト位置 P 0 の近辺で停止させる。また、停止制御部 7 4 は、地上基地 1 3 に設けることにより、通信部 3 1 および地上通信部 6 5 を通した通信によって、飛行装置 1 1 をロスト位置 P 0 の近辺で停止させる。

#### 【 0 0 3 1 】

以下、上記の構成による飛行装置誘導システム 1 0 における処理の流れを図 3 に基づいて説明する。

飛行装置 1 1 が飛行を開始すると、追尾判定部 7 1 は、ロスト判定が行なわれたか否かを判定する ( S 1 0 1 )。すなわち、追尾判定部 7 1 は、測量部 1 2 が飛行装置 1 1 の追尾を維持しているか否かを判定するとともに、トラッキングロスが生じていればロスト判定を行なう。飛行制御部 3 5 は、追尾判定部 7 1 でロスト判定が行なわれると ( S 1 0 1 : Y e s )、飛行計画に沿った飛行を中止する ( S 1 0 2 )。すなわち、飛行制御部 3 5 は、ロスト判定が行なわれると、自動制御モードによる飛行計画に沿った飛行を停止する。地上通信部 6 5 は、追尾判定部 7 1 においてロスト判定が行なわれると、その旨を飛行装置 1 1 へ送信する。飛行制御部 3 5 は、通信部 3 1 において地上通信部 6 5 からロスト判定が行なわれた旨を受信すると、飛行計画に沿った飛行を中止する。

#### 【 0 0 3 2 】

ロスト位置定義部 7 2 は、S 1 0 2 において飛行計画に沿った飛行が停止されると、ロスト位置 P 0 を定義する ( S 1 0 3 )。すなわち、ロスト位置定義部 7 2 は、ロスト判定がされたときの飛行装置 1 1 の飛行位置をロスト位置 P 0 と定義する。そして、停止制御部 7 4 は、飛行装置 1 1 をロスト位置 P 0 で停止する停止制御を行なう ( S 1 0 4 )。すなわち、地上通信部 6 5 は、ロスト判定が行なわれると、ロスト位置定義部 7 2 で定義されたロスト位置 P 0 を飛行装置 1 1 へ送信する。停止制御部 7 4 は、通信部 3 1 を通して地上通信部 6 5 からロスト位置 P 0 を取得する。そして、停止制御部 7 4 は、ロスト判定を受信すると、飛行装置 1 1 をロスト位置 P 0 に維持した状態でホバリングへ移行させる。追尾判定部 7 1 は、S 1 0 1 においてロスト判定が行なわれていないと ( S 1 0 1 : N o )、ロスト判定が行なわれるまで S 1 0 1 の処理を繰り返す。

#### 【 0 0 3 3 】

飛行制御部 3 5 は、S 1 0 4 において停止制御に移行すると、飛行装置 1 1 の飛行位置を推定可能であるか否かを判定する ( S 1 0 5 )。すなわち、飛行制御部 3 5 は、G P S

10

20

30

40

50

センサ 4 1 で受信した G P S 信号によって飛行装置 1 1 の飛行位置が推定可能であるか否かを判定する。停止制御部 7 4 は、S 1 0 5 において飛行位置が推定可能であると判定されたとき ( S 1 0 5 : Y e s )、G P S センサ 4 1 で受信した G P S 信号に基づいて飛行装置 1 1 をロスト位置 P 0 に停止させる制御を行なう ( S 1 0 6 )。この場合、停止制御部 7 4 は、G P S 信号に加えて、内界センサである加速度センサ 4 2、角速度センサ 4 3 および地磁気センサ 4 4 の検出値も用いて飛行装置 1 1 の停止を制御してもよい。一方、停止制御部 7 4 は、S 1 0 5 において飛行位置が推定困難であると判定されたとき ( S 1 0 5 : N o )、内界センサである加速度センサ 4 2、角速度センサ 4 3 および地磁気センサ 4 4 の検出値に基づいて飛行装置 1 1 をロスト位置 P 0 に停止させる制御を行なう ( S 1 0 7 )。

10

#### 【 0 0 3 4 】

探索制御部 7 3 は、S 1 0 6 または S 1 0 7 において停止制御が行なわれているとき、測量部 1 2 を駆動して再帰反射部材 1 5 を探索する ( S 1 0 8 )。すなわち、探索制御部 7 3 は、停止制御によって停止している飛行装置 1 1 に設けられている再帰反射部材 1 5 を探索する。これにより、探索制御部 7 3 は、停止している飛行装置 1 1 を、ロスト位置 P 0 を中心として探索する。

#### 【 0 0 3 5 】

以上説明した第 1 実施形態では、追尾判定部 7 1 は、飛行装置 1 1 の飛行中に測量部 1 2 による追尾が維持されているか否かを判定する。ロスト位置定義部 7 2 は、追尾判定部 7 1 においてロスト判定がなされたとき、ロスト位置 P 0 を定義する。そして、探索制御部 7 3 は、ロスト判定がなされたとき、ロスト位置 P 0 を中心に飛行装置 1 1 に設けられている再帰反射部材 1 5 を探索する。これとともに、停止制御部 7 4 は、飛行装置 1 1 の飛行計画に沿った飛行を停止し、飛行装置 1 1 をその場に停止させる。これにより、飛行装置 1 1 は、測量部 1 2 によって速やかに探索される。したがって、トラッキングロストが生じたときでも、測量部 1 2 による飛行装置 1 1 の再追尾を容易にすることができる。

20

#### 【 0 0 3 6 】

##### ( 第 2 実施形態 )

第 2 実施形態による飛行装置誘導システムについて説明する。

第 2 実施形態による飛行装置誘導システム 1 0 は、ロスト位置定義部 7 2 における処理の流れが第 1 実施形態と異なる。第 2 実施形態のロスト位置定義部 7 2 は、追尾判定部 7 1 において「ロスト判定」がされたとき、この「ロスト判定」がされた時刻を時刻 T 1 として取得する。これに加え、ロスト位置定義部 7 2 は、時刻 T 1 から飛行制御部 3 5 によって飛行計画に沿った制御が中止される時刻 T 2 までの期間 T d を取得する。すなわち、期間 T d は、 $T d = T 2 - T 1$  である。ロスト位置定義部 7 2 は、例えば制御演算部 6 1 に設けられている図示しないタイマなどに基づいて時刻 T 1、時刻 T 2 を検出し、期間 T d を算出する。さらに、ロスト位置定義部 7 2 は、この時刻 T 1 から時刻 T 2 までの期間 T d における飛行装置 1 1 の飛行速度 V を取得する。

30

#### 【 0 0 3 7 】

ロスト位置定義部 7 2 は、測量部 1 2 で取得した飛行データ、または飛行装置 1 1 の加速度センサ 4 2 および角速度センサ 4 3 の検出値から、飛行装置 1 1 の飛行速度 V を取得する。この場合、ロスト位置定義部 7 2 は、測量部 1 2 および状態取得部 3 4 の双方から飛行速度 V を取得してもよく、いずれか一方から飛行速度 V を取得してもよい。ロスト位置定義部 7 2 は、これら期間 T d および飛行速度 V に基づいて、ロスト判定が行なわれた時刻 T 1 における飛行装置 1 1 の飛行位置を算出する。そして、この時刻 T 1 における飛行装置 1 1 の飛行位置をロスト位置 P 0 と定義する。

40

#### 【 0 0 3 8 】

飛行装置 1 1 は、常に速度の変化をともなつて飛行するとともに、気流といった外乱の影響などを受けて時々刻々と飛行位置が変化する。そのため、飛行装置 1 1 の飛行位置は、ロスト判定が行なわれてから飛行計画に沿った飛行を中止するまでの間に、移動していることが考えられる。その結果、停止制御によって飛行装置 1 1 の飛行を停止しても、そ

50

の位置はロスト位置 P 0 から移動していることも考えられる。そこで、ロスト位置定義部 7 2 は、時刻 T 1 における飛行装置 1 1 の飛行位置を算出し、これをロスト位置 P 0 と定義する。停止制御部 7 4 は、ロスト位置定義部 7 2 で定義されたロスト位置 P 0 に基づいて飛行装置 1 1 の停止制御を行なう。

#### 【0039】

以下、図 4 に基づいて第 2 実施形態による飛行装置誘導システム 1 0 における処理の流れを説明する。なお、第 1 実施形態と共通する処理については、説明を省略する。

飛行装置 1 1 が飛行を開始すると、追尾判定部 7 1 は、ロスト判定が行なわれたか否かを判定する (S 2 0 1)。追尾判定部 7 1 でロスト判定が行なわれると (S 2 0 1 : No)、飛行制御部 3 5 は飛行計画に沿った飛行を中止する (S 2 0 2)。

10

#### 【0040】

そして、ロスト位置定義部 7 2 は、S 2 0 1 でロスト判定が行なわれた時刻 T 1 を取得する (S 2 0 3)。また、ロスト位置定義部 7 2 は、S 2 0 2 で飛行計画に沿った飛行を停止した時刻 T 2 を取得する (S 2 0 4)。さらに、ロスト位置定義部 7 2 は、S 2 0 3 で取得した時刻 T 1 から S 2 0 4 で取得した時刻 T 2 までの期間 T d における飛行装置 1 1 の飛行速度 V を取得する (S 2 0 5)。ロスト位置定義部 7 2 は、測量部 1 2 で取得した飛行データ、または状態取得部 3 4 で取得した飛行装置 1 1 の加速度や角速度に基づいて、飛行速度 V を取得する。ロスト位置定義部 7 2 は、これら時刻 T 1、時刻 T 2 および飛行速度 V に基づいて、時刻 T 1 における飛行位置をロスト位置 P 0 に定義する (S 2 0 6)。停止制御部 7 4 は、S 2 0 6 で定義されたロスト位置 P 0 に基づいて、飛行装置 1 1 を停止させる停止制御を行なう (S 2 0 7)。

20

#### 【0041】

飛行制御部 3 5 は、S 2 0 7 において停止制御に移行すると、飛行装置 1 1 の飛行位置を推定可能であるか否かを判定する (S 2 0 8)。停止制御部 7 4 は、飛行位置が推定可能であると判定されたとき (S 2 0 8 : Yes)、GPS センサ 4 1 で受信した GPS 信号に基づいて飛行装置 1 1 をロスト位置 P 0 に停止させる制御を行なう (S 2 0 9)。一方、停止制御部 7 4 は、飛行位置が推定困難であると判定されたとき (S 2 0 8 : No)、内界センサの検出値に基づいて飛行装置 1 1 をロスト位置 P 0 に停止させる制御を行なう (S 2 1 0)。探索制御部 7 3 は、S 2 0 9 または S 2 1 0 において停止制御が行なわれているとき、測量部 1 2 を駆動して再帰反射部材 1 5 を探索する (S 2 1 1)。これにより、探索制御部 7 3 は、停止している飛行装置 1 1 を、ロスト位置 P 0 を中心として探索する。

30

#### 【0042】

第 2 実施形態では、ロスト位置定義部 7 2 は、時間の経過にともなう飛行装置 1 1 の移動も考慮してロスト位置 P 0 を定義する。そして、停止制御部 7 4 は、飛行装置 1 1 を、移動を考慮したロスト位置 P 0 に戻して停止させる。飛行装置 1 1 は、飛行を継続することによって、トラッキングロストが生じてからロスト判定がなされるまで、ロスト判定がなされてから飛行計画に沿った飛行を停止するまでの間に位置が変化するというおそれがある。そこで、停止制御部 7 4 は、ロスト判定がなされたとき、飛行装置 1 1 の位置の変化を算出し、位置が変化した飛行装置 1 1 をロスト位置 P 0 まで戻した上で停止させる。このように、ロスト判定がなされたとき、飛行装置 1 1 はロスト位置 P 0 に復帰して停止するとともに、測量部 1 2 は探索制御部 7 3 によってロスト位置 P 0 を中心とした飛行装置 1 1 の探索を行なう。これにより、飛行装置 1 1 は、測量部 1 2 によって速やかに探索される。したがって、トラッキングロストが生じたときでも、測量部 1 2 による飛行装置 1 1 の再追尾を容易にすることができる。

40

#### 【0043】

##### (第 3 実施形態)

第 3 実施形態による飛行装置誘導システムについて説明する。

第 3 実施形態による飛行装置誘導システム 1 0 は、構成が図 1 および図 2 に示す第 1 実施形態と共通する。第 3 実施形態による飛行装置誘導システム 1 0 の場合、通信部 3 1 は

50

、追尾判定部 7 1 においてロスト判定が行なわれたとき、状態取得部 3 4 で取得した飛行装置 1 1 の飛行位置を、地上基地 1 3 を通して測量部 1 2 へ伝達する。すなわち、状態取得部 3 4 は、追尾判定部 7 1 においてロスト判定が行なわれると、そのときの飛行位置を取得する。そして、通信部 3 1 は、状態取得部 3 4 で取得された飛行位置を地上基地 1 3 へ送信する。測量部 1 2 を駆動する探索制御部 7 3 は、地上基地 1 3 を通して飛行装置 1 1 から取得した飛行位置を参照して、飛行装置 1 1 の再帰反射部材 1 5 を探索する。これにより、探索制御部 7 3 は、ロスト位置 P 0 に加え、ロスト判定が行なわれたときの飛行装置 1 1 の飛行位置も参照して再帰反射部材 1 5 の探索を行なう。その結果、トラッキングロストが生じたときでも、測量部 1 2 による飛行装置 1 1 の再追尾がより容易になる。

#### 【0044】

以下、図 5 に基づいて第 3 実施形態による飛行装置誘導システム 1 0 における処理の流れを説明する。なお、第 2 実施形態と共通する処理については、説明を省略する。

飛行装置 1 1 が飛行を開始すると、追尾判定部 7 1 は、ロスト判定が行なわれたか否かを判定する (S 3 0 1)。追尾判定部 7 1 でロスト判定が行なわれると (S 3 0 1 : No)、飛行制御部 3 5 は飛行計画に沿った飛行を中止する (S 3 0 2)。そして、ロスト位置定義部 7 2 は、S 3 0 1 でロスト判定が行なわれた時刻 T 1 を取得する (S 3 0 3)。また、ロスト位置定義部 7 2 は、S 3 0 2 で飛行計画に沿った飛行を停止した時刻 T 2 を取得する (S 3 0 4)。さらに、ロスト位置定義部 7 2 は、S 3 0 3 で取得した時刻 T 1 から S 3 0 4 で取得した時刻 T 2 までの期間 T d における飛行装置 1 1 の飛行速度 V を取得する (S 3 0 5)。ロスト位置定義部 7 2 は、これら時刻 T 1、時刻 T 2 および飛行速度 V に基づいて、時刻 T 1 における飛行位置をロスト位置 P 0 に定義する (S 3 0 6)。停止制御部 7 4 は、S 3 0 6 で定義されたロスト位置 P 0 に基づいて、飛行装置 1 1 を停止させる停止制御を行なう (S 3 0 7)。

#### 【0045】

飛行制御部 3 5 は、S 3 0 7 において停止制御に移行すると、飛行装置 1 1 の飛行位置を推定可能であるか否かを判定する (S 3 0 8)。停止制御部 7 4 は、飛行位置が推定可能であると判定されたとき (S 3 0 8 : Yes)、GPS センサ 4 1 で受信した GPS 信号に基づいて飛行装置 1 1 をロスト位置 P 0 に停止させる制御を行なう (S 3 0 9)。そして、通信部 3 1 は、GPS センサ 4 1 で受信した GPS 信号に基づく飛行装置 1 1 の飛行位置を地上基地 1 3 へ送信する (S 3 1 0)。すなわち、状態取得部 3 4 は、GPS センサ 4 1 で受信した GPS 信号に基づいて飛行装置 1 1 の飛行位置を取得する。通信部 3 1 は、状態取得部 3 4 で取得した飛行装置 1 1 の飛行位置を地上基地 1 3 へ送信する。

#### 【0046】

一方、停止制御部 7 4 は、飛行位置が推定困難であると判定されたとき (S 3 0 8 : No)、内界センサの検出値に基づいて飛行装置 1 1 をロスト位置 P 0 に停止させる制御を行なう (S 3 1 1)。探索制御部 7 3 は、S 3 0 9 または S 3 1 0 において停止制御が行なわれているとき、測量部 1 2 を駆動して再帰反射部材 1 5 を探索する (S 3 1 1)。このとき、探索制御部 7 3 は、S 3 1 0 において通信部 3 1 から送信された飛行装置 1 1 の飛行位置も参照して再帰反射部材 1 5 を探索する。これにより、探索制御部 7 3 は、停止している飛行装置 1 1 を、ロスト位置 P 0 を中心とした最新の飛行位置も用いて探索する。

#### 【0047】

第 3 実施形態では、通信部 3 1 は、追尾判定部 7 1 において追尾が維持できていないとき、つまりトラッキングロストによるロスト判定がなされたとき、状態取得部 3 4 で取得した飛行装置 1 1 の飛行位置を、地上基地 1 3 を通して測量部 1 2 へ伝達する。そして、探索制御部 7 3 は、ロスト判定がなされたとき、ロスト位置 P 0 に加え、伝達された飛行装置 1 1 の飛行位置を中心に飛行装置 1 1 に設けられている再帰反射部材 1 5 を探索する。このように、ロスト判定がなされたとき、飛行装置 1 1 は飛行位置を測量部 1 2 に伝達するとともに、測量部 1 2 は探索制御部 7 3 によって飛行装置 1 1 から伝達された飛行位置を中心として飛行装置 1 1 の探索を行なう。これにより、飛行装置 1 1 は、測量部 1 2

10

20

30

40

50

によって速やかに探索される。したがって、トラッキングロストが生じたときでも、測量部 12 による飛行装置 11 の再追尾をより容易にすることができる。

#### 【0048】

##### (第3実施形態の変形例)

第3実施形態では、通信部 31 は、状態取得部 34 で取得された飛行位置のうち、GPS センサ 41 で取得したGPS 信号に基づく飛行装置 11 の飛行位置を送信する例について説明した。ここで、通信部 31 は、GPS 信号に基づく飛行装置 11 の飛行位置だけでなく、内界センサである加速度センサ 42、角速度センサ 43 および地磁気センサ 44 の検出値に基づく飛行位置を地上基地 13 へ送信してもよい。

#### 【0049】

以下、図6に基づいて第3実施形態の変形例による飛行装置誘導システム10における処理の流れを説明する。なお、第3実施形態と共通する処理については、説明を省略する。

S401からS411までの処理は、図5に示す第3実施形態におけるS301からS311までの処理と共通である。第4実施形態の場合、停止制御部74は、飛行位置が推定困難であると判定されたとき(S408: No)、内界センサの検出値に基づいて飛行装置 11 をロスト位置 P0 に停止させる制御を行なう(S411)。そして、通信部 31 は、内界センサで検出した検出値に基づく飛行装置 11 の飛行位置を地上基地 13 へ送信する(S412)。すなわち、状態取得部 34 は、加速度センサ 42、角速度センサ 43 および地磁気センサ 44 などの内界センサで検出した検出値に基づいて飛行装置 11 の飛行位置を取得する。通信部 31 は、状態取得部 34 の内界センサで取得した飛行装置 11 の飛行位置を地上基地 13 へ送信する。

#### 【0050】

探索制御部73は、S409またはS411において停止制御が行なわれているとき、測量部 12 を駆動して再帰反射部材 15 を探索する(S413)。このとき、探索制御部 73 は、S410またはS412において通信部 31 から送信された飛行装置 11 の飛行位置も参照して再帰反射部材 15 を探索する。これにより、探索制御部 73 は、停止している飛行装置 11 を、ロスト位置 P0 を中心とした最新の飛行位置も用いて探索する。したがって、トラッキングロストが生じたときでも、測量部 12 による飛行装置 11 の再追尾をより容易にすることができる。

#### 【0051】

##### (トラッキングロストからの復帰処理)

上述の第1実施形態から第3実施形態においてトラッキングロストが生じた後、測量部 12 による飛行装置 11 の追尾が復帰するまでの復帰処理について説明する。この復帰処理は、第1実施形態から第3実施形態による再帰反射部材 15 の探索(S108、S211、S312、S413)の後に実行される。復帰処理は、飛行装置 11 または地上基地 13 に設けられている図示しない復帰制御部によって実行される。この復帰制御部は、飛行装置 11 の制御演算部 32 または地上基地 13 の制御演算部 61 によってコンピュータプログラムを実行することにより、ソフトウェア的に実現されている。なお、復帰制御部は、ハードウェア的、またはソフトウェアとハードウェアとの協働によって実現してもよい。

#### 【0052】

以下、復帰処理の流れを図7に基づいて説明する。

復帰制御部は、飛行装置 11 の追尾が再開されたか否かを判定する(S501)。すなわち、復帰制御部は、追尾判定部 71 を通して測量部 12 による飛行装置 11 のトラッキングロストが解消され、測量部 12 による飛行装置 11 の追尾が再開されたか否かを判定する。復帰制御部は、飛行装置 11 の追尾が再開されると(S501: Yes)、GPS 信号を利用可能であるか否かを判定する(S502)。すなわち、復帰制御部は、GPS センサ 41 でGPS 信号を受信し、受信したGPS 信号に基づいて飛行装置 11 の飛行位置を推定可能であるか否かを判定する。

## 【0053】

復帰制御部は、GPS信号を利用可能であると判定すると(S502: Yes)、GPS信号に基づく飛行装置11の飛行位置を取得するとともに(S503)、測量部12により飛行装置11の飛行データを取得する(S504)。そして、復帰制御部は、これらGPS信号に基づく飛行位置と飛行データとの差分を算出する(S505)。すなわち、復帰制御部は、飛行装置11の状態取得部34からGPS信号を取得し、このGPS信号に基づいて飛行装置11の飛行位置を取得する。これとともに、復帰制御部は、飛行装置11を追尾する測量部12により飛行データを取得する。復帰制御部は、これらGPS信号に基づく飛行位置と測量部12で取得した飛行データとの差分を算出する。

## 【0054】

10

復帰制御部は、S505で算出した差分が予め設定した設定範囲内であるか否かを判定する(S506)。復帰制御部は、S506において差分が設定範囲内であると判定すると(S506: Yes)、飛行装置11の制御モードを自動制御モードに変更する(S507)。すなわち、復帰制御部は、差分が設定範囲内であるとき、測量部12による飛行装置11の追尾が遠隔操作可能な程度に復帰したと判定し、自動制御モードによる飛行に変更する。これにより、飛行装置11の飛行制御部35は、自動操作モードによる飛行装置11の制御へ移行する。その結果、飛行装置11は、地上基地13からの送信データを参考にして自立的に飛行する。ここで、設定範囲は、飛行装置11をはじめとする飛行装置誘導システム10の性能に応じて任意に設定することができる。

## 【0055】

20

一方、復帰制御部は、S502においてGPS信号を利用できない(S502: No)、またはS506において差分が設定範囲外であると判定すると(S506: No)、飛行装置11の飛行において許容される速度および加速度を制限する(S508)。すなわち、復帰制御部は、GPS信号が利用できない、または差分が設定範囲外のとき、飛行装置11の速度および加速度の最大値を低下させる。この場合、復帰制御部は、飛行装置11の速度および加速度の最大値のいずれか一方だけを低下させてもよく、双方を低下させてもよい。復帰制御部は、このように飛行装置11に許容する速度および加速度の最大値を低下した状態で飛行装置11の制御モードを自動制御モードに変更する(S509)。これにより、飛行装置11の飛行制御部35は、速度および加速度の最大値を低下した状態で自動制御モードによる飛行装置11の制御へ移行する。その結果、飛行装置11は、速度および加速度が制限された状態で自立的に飛行する。

30

## 【0056】

測量部12が飛行装置11を追尾しているとき、GPS信号に基づく飛行位置と測量部12で取得した飛行データとは一致または差分が小さくなる。すなわち、測量部12が飛行装置11を追尾しているとき、飛行装置11は測量部12によって捕捉されている。そのため、GPS信号に基づく飛行位置と測量部12で取得した飛行データの間には、大きなずれが生じていないと考えられる。一方、GPS信号を用いることができないとき、測量部12が飛行装置11を追尾していても、測量部12で把握する飛行データと飛行装置11の実際の飛行位置とが一致しているか否かを判定できない。すなわち、測量部12が確実に飛行装置11を追尾しているか否かは判定できない。同様に、飛行位置と飛行データとの差分が設定範囲外のときも、測量部12が確実に飛行装置11を追尾しているか否かは判定できない。その結果、飛行装置11に大きな機動、つまり高速での飛行や高加速度での飛行位置の変化が生じると、測量部12は容易に飛行装置11を見失う、つまりトラッキングロストを生じるおそれがある。そこで、復帰制御部は、GPS信号を用いることができない、または飛行位置と飛行データとの差分が設定範囲外のとき、飛行装置11に許容される速度および加速度の最大値を低下させる。これにより、飛行装置11は短時間で大きな機動を生じることがない。したがって、自動制御モードに移行しても、測量部12はトラッキングロストを低減することができる。

40

## 【0057】

以上説明した本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しな

50

い範囲で種々の実施形態に適用可能である。

例えば、上記の複数の実施形態の場合、飛行装置 11 は GPS 信号を受信する GPS センサ 41 を有する例について説明した。しかし、飛行装置 11 は、GPS センサ 41 を有していなくてもよい。この場合、飛行装置 11 は、外界センサである GPS センサ 41 を使用できない。このことから、停止制御部 74 は、複数の実施形態で説明したように内界センサである加速度センサ 42、角速度センサ 43 および地磁気センサ 44 を用いて停止制御を行なうことができる。

#### 【0058】

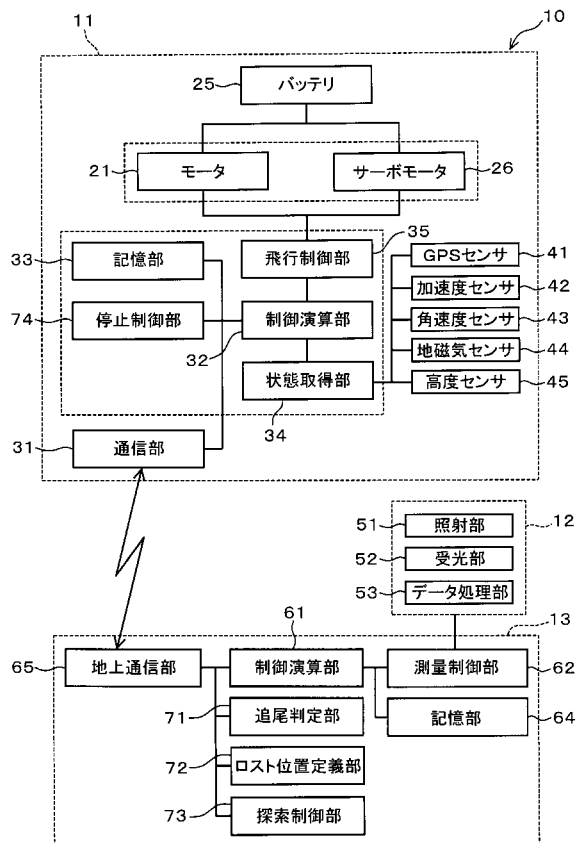
本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

#### 【符号の説明】

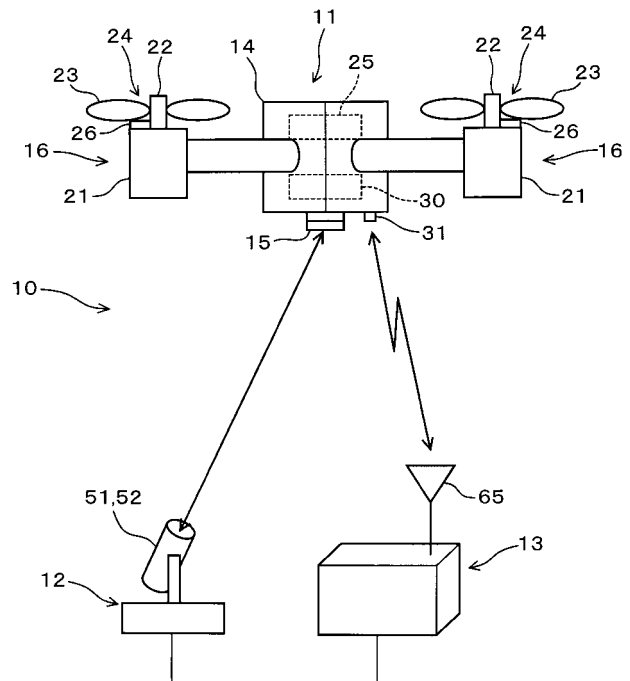
#### 【0059】

図面中、10 は飛行装置誘導システム、11 は飛行装置、12 は測量部、13 は地上基地、15 は再帰反射部材、31 は通信部、34 は状態取得部（位置取得部）、35 は飛行制御部、71 は追尾判定部、72 はロスト位置定義部、73 は探索制御部、74 は停止制御部を示す。

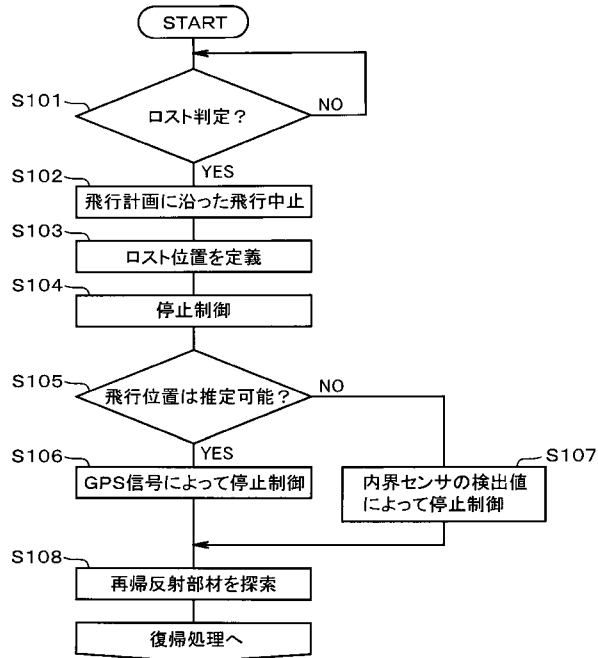
【図 1】



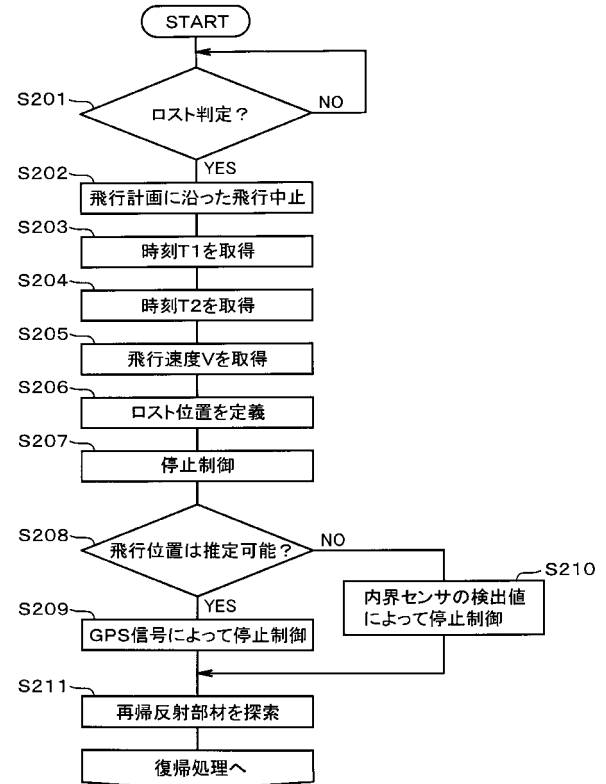
【図 2】



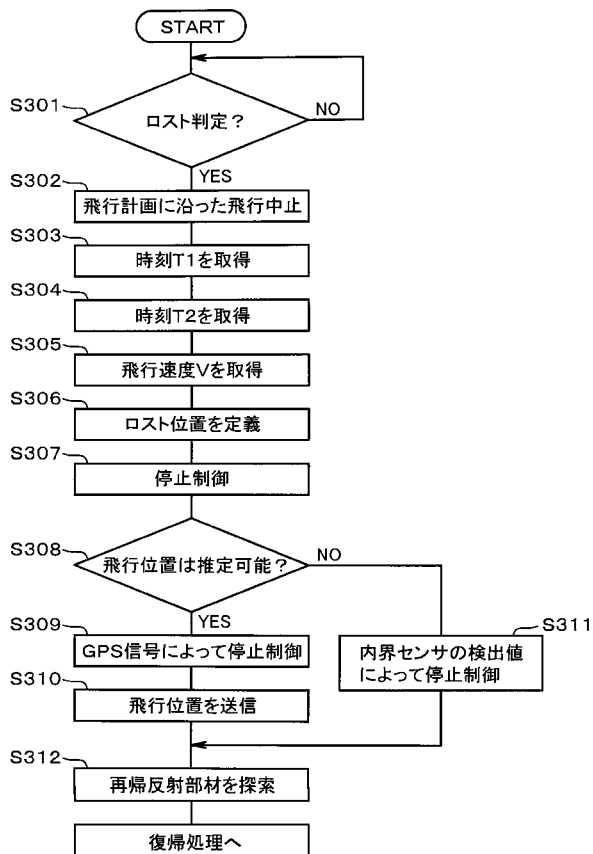
【図 3】



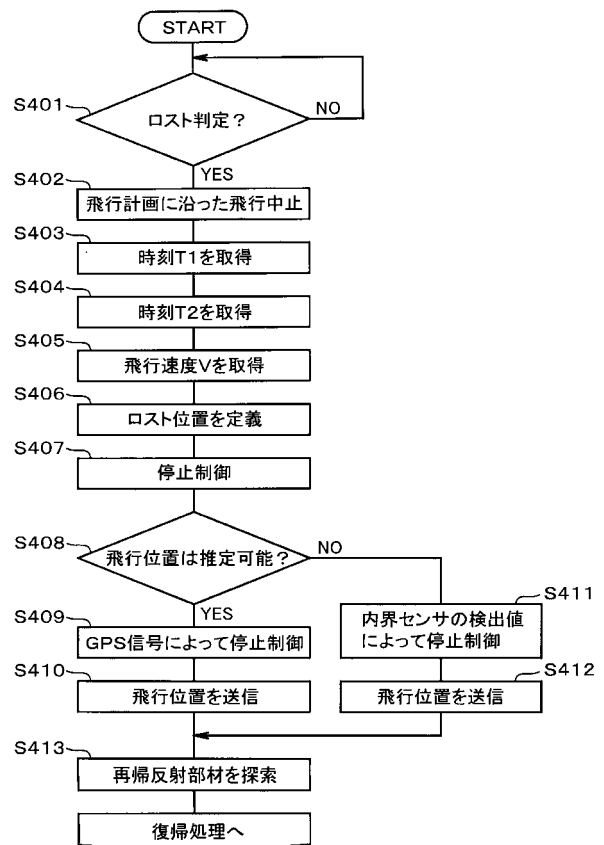
【図 4】



【図 5】

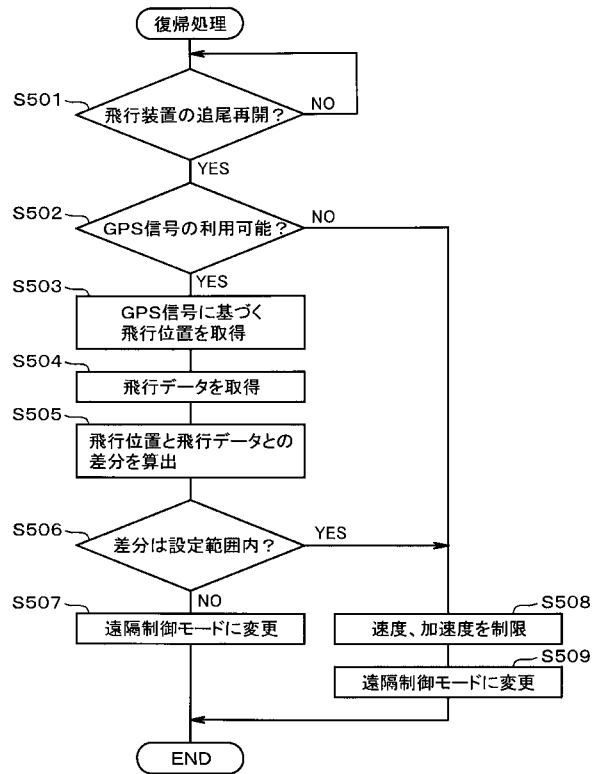


【図 6】





【 図 7 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	G 0 1 C 15/00 1 0 2 C	

(72)発明者 光田 徹治  
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 平井 雅尊  
愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

F ターム(参考) 5H301 AA06 AA10 CC04 CC07 CC10 DD05 DD15 GG07 GG08