

(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2019-142359

(P2019-142359A)

(43) 公開日 令和1年8月29日(2019.8.29)

| (51) Int.Cl.                   | F I           | テーマコード (参考) |
|--------------------------------|---------------|-------------|
| <b>B 6 4 C 11/34 (2006.01)</b> | B 6 4 C 11/34 |             |
| <b>B 6 4 C 27/08 (2006.01)</b> | B 6 4 C 27/08 |             |
| <b>B 6 4 C 39/02 (2006.01)</b> | B 6 4 C 39/02 |             |

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2018-28736 (P2018-28736)  
 (22) 出願日 平成30年2月21日 (2018.2.21)

(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 覚  
 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式  
 会社 S O K E N 内  
 (72) 発明者 松江 武典  
 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式  
 会社 S O K E N 内

最終頁に続く

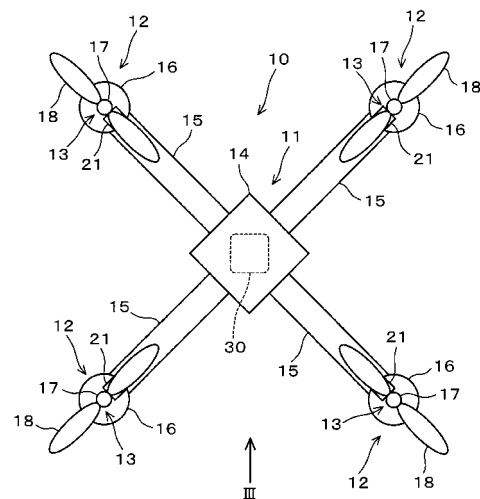
(54) 【発明の名称】 飛行装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】プロペラの回転開始および回転停止に要する時間が短縮され、安全性の高い飛行装置を提供する。

【解決手段】飛行装置10は、基体11、スラスト12、状態検出部、飛行制御部、ピッチ変更機構部13およびピッチ制御部を備える。スラスト12は、基体11に設けられ、回転するプロペラ18を有し、プロペラ18が回転することによって推進力を発生する。飛行制御部は、状態検出部で検出した基体11の飛行状態に基づいて、スラスト12を制御する。ピッチ変更機構部13は、スラスト12のプロペラ18のピッチを変更する。ピッチ制御部は、プロペラ18の回転開始時および回転停止時に、ピッチ変更機構部13を通してプロペラ18のピッチを予め設定された設定ピッチに変更する。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

基体（11）と、  
前記基体（11）に設けられ、回転するプロペラ（18）を有し、前記プロペラ（18）が回転することによって推進力を発生する複数のスラスト（12）と、  
前記基体（11）の飛行状態を検出する状態検出部（33）と、  
前記状態検出部（33）で検出した前記基体（11）の飛行状態に基づいて、前記スラスト（12）を制御する飛行制御部（34）と、  
前記プロペラ（18）のピッチを変更するピッチ変更機構部（13）と、  
前記プロペラ（18）の回転開始時および前記プロペラ（18）の回転停止時に、前記ピッチ変更機構部（13）を通して前記プロペラ（18）のピッチを予め設定された設定ピッチに変更するピッチ制御部（35）と、  
を備える飛行装置。

10

**【請求項 2】**

前記ピッチ制御部（35）は、前記プロペラ（18）の回転停止時に、前記プロペラ（18）のピッチを許容される最大に制御する請求項 1 記載の飛行装置。

**【請求項 3】**

前記ピッチ制御部（35）は、前記プロペラ（18）のピッチを、前記プロペラ（18）の回転によって降下方向の力が発生する向きに設定する請求項 2 記載の飛行装置。

**【請求項 4】**

前記ピッチ制御部（35）は、前記プロペラ（18）の回転開始時に、前記プロペラ（18）のピッチを、前記プロペラ（18）の回転停止時よりも小さく設定する請求項 1 から 3 のいずれか一項記載の飛行装置。

20

**【請求項 5】**

前記スラスト（12）は、前記プロペラ（18）の回転を止める制動部（51）を有する請求項 1 から 4 のいずれか一項記載の飛行装置。

**【請求項 6】**

前記スラスト（12）は、前記プロペラ（18）へ回転駆動力を伝達する軸部材（17）を有し、

前記制動部（51）は、前記軸部材（17）と接することにより前記プロペラ（18）の回転を止める請求項 5 記載の飛行装置。

30

**【請求項 7】**

前記スラスト（12）は、回転駆動力を発生するモータ（16）を有し、

前記制動部（51）は、前記プロペラ（18）の回転方向と逆方向へ前記モータ（16）を駆動することにより前記プロペラ（18）の回転を止める請求項 5 記載の飛行装置。

**【請求項 8】**

前記ピッチ制御部（35）は、前記制動部（51）による前記プロペラ（18）の制動と連動して前記プロペラ（18）のピッチを制御する請求項 5 から 7 のいずれか一項記載の飛行装置。

**【請求項 9】**

前記プロペラ（18）のピッチを検出するピッチ検出部（60）をさらに備え、

前記ピッチ制御部（35）は、前記ピッチ検出部（60）で検出した前記プロペラ（18）のピッチに基づいて、前記プロペラ（18）のピッチをフィードバック制御する請求項 1 から 8 のいずれか一項記載の飛行装置。

40

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、飛行装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

50

近年、いわゆるドローンと称される飛行装置の普及が進んでいる。このような飛行装置は、滑走路が不要であり、数kg程度のペイロードを有しつつ、時速100kmを超える高速飛行が可能である。そこで、飛行装置は、例えばAEDのような医療機器をはじめとする緊急を要する物品の運搬への応用が検討されている。緊急を要する物品を運搬する場合、可能な限り短時間での飛行が求められる。すなわち、例えば医療機器のように1秒が争われる物品の場合、物品を搭載してから離陸するまでの時間、および着陸してから物品を取得する時間は、できる限り短縮することが好ましい。

【0003】

しかし、飛行装置のプロペラは、2000rpmを超える回転数であることが多い。そのため、プロペラが回転しているとき、飛行装置へ接近すると、予期しない事故を招くおそれがある。そこで、ダクトドファンのように、プロペラの周囲をダクトで覆うことにより、安全性の向上を図る必要がある。一方、ダクトドファンは、オープンロータに比較して飛行効率が低い。そのため、飛行時間および航続距離が短くなったり、飛行速度の低下を招いたりするという問題がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-132273号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、プロペラの回転開始および回転停止に要する時間が短縮され、安全性の高い飛行装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

請求項1記載の飛行装置は、ピッチ制御部を備えている。ピッチ制御部は、ピッチ変更機構部を通してプロペラのピッチを制御する。ピッチ制御部は、プロペラが回転を開始する回転開始時、およびプロペラが回転を停止する回転停止時において、プロペラのピッチを予め設定された設定ピッチに制御する。これにより、プロペラのピッチは、回転開始または回転停止に最適化される。例えばプロペラが回転を開始するとき、プロペラのピッチを小さくすることにより、プロペラに加わる空気抵抗が小さくなる。その結果、プロペラは、回転開始が指示されてから早期に所望の回転数に到達する。一方、プロペラが回転を停止するとき、プロペラのピッチを大きくすることにより、プロペラに加わる空気抵抗が大きくなる。その結果、プロペラは、回転停止が指示されてから早期に停止する。したがって、プロペラの回転開始および回転停止に要する時間を短縮することができる。プロペラの回転開始および回転停止に要する時間が短縮されることにより、着陸時における早期の基体への接近が可能になるとともに、離陸時における待避までの期間が延長される。したがって、飛行時間を短縮しつつ、安全性の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】第1実施形態による飛行装置の構成を示すブロック図

【図2】第1実施形態による飛行装置を示す概略図

【図3】第1実施形態による飛行装置を図2の矢印IIIから見た概略図

【図4】第1実施形態による飛行装置のスラストを示す模式的な斜視図

【図5】第1実施形態による飛行装置のスラストにおけるプロペラが折り畳まれた状態を示す概略図

【図6】第1実施形態による飛行装置のスラストにおけるプロペラが展開された状態を示す概略図

【図7】第1実施形態による飛行装置において、プロペラの回転開始時における処理の流れを示す概略図

10

20

30

40

50

【図 8】第 1 実施形態による飛行装置において、プロペラの回転停止時における処理の流れを示す概略図

【図 9】第 2 実施形態による飛行装置のスラストを示す模式図

【図 10】第 3 実施形態による飛行装置のスラストを示す模式図

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、飛行装置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 2 および図 3 に示す飛行装置 10 は、基体 11、スラスト 12 およびピッチ変更機構部 13 を有している。基体 11 は、本体 14 および腕部 15 を有している。本体 14 は、飛行装置 10 の重心またはその近傍に設けられている。腕部 15 は、本体 14 から放射状に延びている。スラスト 12 は、この基体 11 の腕部 15 の先端に設けられている。なお、飛行装置 10 の基体 11 は、本体 14 から腕部 15 が放射状に延びる構成に限らず、円環状に形成して周方向へ複数のスラスト 12 を設ける構成など、任意の構成とすることができる。スラスト 12 および腕部 15 の数は、2 つ以上であれば任意に設定することができる。

10

【0009】

スラスト 12 は、いずれもモータ 16、軸部材 17 およびプロペラ 18 を有している。モータ 16 は、プロペラ 18 を駆動する駆動源である。モータ 16 は、例えば基体 11 に収容されているバッテリー 19 などを電源として作動する。モータ 16 の回転は、図示しない回転子と一体になった軸部材 17 を通してプロペラ 18 に伝達される。プロペラ 18 は、モータ 16 によって回転駆動される。

20

【0010】

ピッチ変更機構部 13 は、各スラスト 12 に設けられている。ピッチ変更機構部 13 は、図 4 に示すようにスラスト 12 のモータ 16 とプロペラ 18 との間に設けられている。なお、図 4 に示すピッチ変更機構部 13 は、一例であり、プロペラ 18 のピッチを変更可能な構成であって、スラスト 12 に適用可能な構成であればこの例に限らない。ピッチ変更機構部 13 は、サーボモータ 21、レバー部材 22、リンク部材 23 および変更部材 24 を有している。サーボモータ 21 の回転は、レバー部材 22、リンク部材 23 および変更部材 24 を通してプロペラ 18 に伝達される。このとき、サーボモータ 21 の回転は、レバー部材 22、リンク部材 23 および変更部材 24 を経由することにより、軸部材 17 と垂直なプロペラ軸 P を中心とするプロペラ 18 の回転に変換される。プロペラ 18 がプロペラ軸 P を中心に回転することにより、プロペラ 18 の取り付け角度が変化し、プロペラ 18 のピッチが変更される。プロペラ 18 のピッチの変化量は、サーボモータ 21 の回転角度に対応する。スラスト 12 は、モータ 16 でプロペラ 18 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 12 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 16 の回転数およびプロペラ 18 のピッチを変更することによって制御される。

30

【0011】

飛行装置 10 は、上記の構成に加え、図 1 に示すように制御ユニット 30 を備えている。制御ユニット 30 は、基体 11 に収容されている。制御ユニット 30 は、制御演算部 31、記憶部 32、状態検出部 33、飛行制御部 34 およびピッチ制御部 35 を備えている。制御演算部 31 は、図示しない 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 31 は、バッテリー 19、ならびに各スラスト 12 のモータ 16 およびサーボモータ 21 と電氣的に接続している。制御演算部 31 は、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、状態検出部 33、飛行制御部 34 およびピッチ制御部 35 をソフトウェア的に実現している。これら状態検出部 33、飛行制御部 34 およびピッチ制御部 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 32 は、

40

50

制御演算部 3 1 と接続しており、例えば不揮発性のメモリなどを有している。記憶部 3 2 は、制御演算部 3 1 の R O M および R A M と共用してもよい。記憶部 3 2 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、飛行装置 1 0 が飛行する飛行ルートや飛行高度が含まれている。

#### 【 0 0 1 2 】

状態検出部 3 3 は、基体 1 1 の傾きや基体 1 1 に加わる加速度などから基体 1 1 の飛行状態を検出する。具体的には、状態検出部 3 3 は、G P S センサ 4 1、加速度センサ 4 2、角速度センサ 4 3、地磁気センサ 4 4 および高度センサ 4 5 などと接続している。G P S センサ 4 1 は、G P S 衛星から出力される G P S 信号を受信する。加速度センサ 4 2 は、x 軸、y 軸および z 軸の 3 次元の 3 つの軸方向において基体 1 1 に加わる加速度を検出する。角速度センサ 4 3 は、3 次元の 3 つの軸方向において基体 1 1 に加わる角速度を検出する。地磁気センサ 4 4 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 4 5 は、天地方向つまり z 軸方向における高度を検出する。状態検出部 3 3 は、これら G P S センサ 4 1 で受信した G P S 信号、加速度センサ 4 2 で検出した加速度、角速度センサ 4 3 で検出した角速度および地磁気センサ 4 4 で検出した地磁気などから基体 1 1 の飛行姿勢、飛行方向および飛行速度を検出する。また、状態検出部 3 3 は、G P S センサ 4 1 で検出した G P S 信号と各種のセンサによる検出値から基体 1 1 の飛行位置を検出する。さらに、状態検出部 3 3 は、高度センサ 4 5 で検出した高度から基体 1 1 の飛行高度を検出する。このように、状態検出部 3 3 は、基体 1 1 の飛行姿勢、飛行速度、飛行位置および飛行高度など、基体 1 1 の飛行に必要な情報を飛行状態として検出する。

10

20

#### 【 0 0 1 3 】

状態検出部 3 3 は、上記に加え、カメラ 4 6 および L I D A R (Light Detection And Ranging) 4 7 などと接続してもよい。カメラ 4 6 および L I D A R 4 7 は、基体 1 1 の周囲における障害物を画像または距離の測定によって検出する。状態検出部 3 3 は、カメラ 4 6 および L I D A R 4 7 を用いて、飛行する基体 1 1 の周囲に存在する構造物や天然物など、飛行の障害となるおそれのある物体を検出する。

#### 【 0 0 1 4 】

飛行制御部 3 4 は、基体 1 1 の飛行状態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。自動制御モードは、操作者の操作によらず基体 1 1 を自立的に飛行させる飛行モードである。自動制御モードのとき、飛行制御部 3 4 は、記憶部 3 2 に記憶されている飛行計画に沿って、基体 1 1 の飛行を自動的に制御する。すなわち、飛行制御部 3 4 は、この自動制御モードのとき、状態検出部 3 3 で検出した基体 1 1 の飛行状態などに基づいて、スラスト 1 2 の推進力を制御する。これにより、飛行制御部 3 4 は、操作者の操作によらず、基体 1 1 を飛行計画に沿って自動的に飛行させる。一方、手動制御モードは、操作者の操作にしたがって基体 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、基体 1 1 と遠隔に設けられた図示しない入力装置を用いて基体 1 1 の飛行状態を制御する。飛行制御部 3 4 は、図示しない入力装置から入力された操作に基づいてスラスト 1 2 の推進力を制御する。これにより、飛行制御部 3 4 は、操作者の意思にあわせて基体 1 1 の飛行を制御する。

30

#### 【 0 0 1 5 】

ピッチ制御部 3 5 は、プロペラ 1 8 の回転開始時およびプロペラ 1 8 の回転停止時に、プロペラ 1 8 のピッチを予め設定された設定ピッチ P s に制御する。すなわち、ピッチ制御部 3 5 は、プロペラ 1 8 の回転開始および回転停止という特定の時期において、プロペラ 1 8 のピッチを、ピッチ変更機構部 1 3 を通して設定ピッチ P s に制御する。ピッチ制御部 3 5 は、例えばスラスト 1 2 のプロペラ 1 8 が回転から停止へ移行する回転停止時において、プロペラ 1 8 のピッチを設定ピッチ P s に制御する。具体的には、ピッチ制御部 3 5 は、プロペラ 1 8 の回転停止時において、設定ピッチ P s を最大ピッチ P 1 に設定する。そして、ピッチ制御部 3 5 は、プロペラ 1 8 のピッチを、ピッチ変更機構部 1 3 を通してこの設定ピッチである最大ピッチ P 1 に変更する。最大ピッチ P 1 とは、プロペラ 1 8 のピッチとして許容される最大値である。プロペラ 1 8 のピッチは、プロペラ 1 8 自身

40

50

の強度や回転数などに応じて許容される最大値が決定される。ピッチ制御部 35 は、プロペラ 18 の回転停止時において、この許容される最大値である最大ピッチ P1 に変更する。このとき、最大ピッチ P1 は、飛行装置 10 の飛行の制御で許容される最大のピッチよりも大きく設定することが好ましい。飛行の制御では、飛行装置 10 の姿勢の過大な変化や飛行の安定性を確保するために、プロペラ 18 のピッチは特定の上限が設定されている。プロペラ 18 を停止する着陸後は、飛行の安全性を考慮する必要が低いことから、最大ピッチ P1 としてこの飛行の制御で許容される最大のピッチよりも大きく設定してもよい。このように着陸後におけるプロペラ 18 のピッチを通常の飛行の制御で許容されるピッチよりも大きな最大ピッチ P1 とすることにより、プロペラ 18 に加わる空気抵抗が増大する。その結果、飛行装置 10 の着陸によるモータ 16 への通電の停止からプロペラ 18 の回転停止までに要する時間の短縮が図られる。なお、最大ピッチ P2 は固定の値ではなく、例えばプロペラ 18 の回転数などに応じて変化する構成としてもよい。すなわち、プロペラ 18 のピッチは、プロペラ 18 に加わる空気抵抗が最大となるように、回転数や許容される強度などに応じて適宜変化する構成としてもよい。

10

20

30

40

50

#### 【0016】

また、最大ピッチ P1 は、プロペラ 18 の回転によってスラスト 12 から降下方向の力が発生する向きに設定することが好ましい。つまり、ピッチ制御部 35 は、スラスト 12 が降下方向の力を発生する向きに、プロペラ 18 の最大ピッチ P1 を設定する。これにより、回転停止時においてプロペラ 18 を最大ピッチ P1 に変更しても、スラスト 12 は基体 11 を上昇させる方向の力を発生せず、プロペラ 18 の回転が停止する際の基体 11 の不安定化は低減される。但し、プロペラ 18 の回転数や着陸時におけるスラスト 12 の出力によっては、上昇方向へ力を発生する向きに最大ピッチ P1 を設定してもスラスト 12 は基体 11 が浮遊するほどの力が発生しないこともある。また、プロペラ 18 を最大ピッチ P1 にすることにより、プロペラ 18 はモータ 16 への通電の停止から迅速に減速して停止する。そのため、プロペラ 18 が回転しても、基体 11 の姿勢の変化を生じるほどの力が生じる期間はほとんどない。このような場合、最大ピッチ P1 は、プロペラ 18 の回転によってスラスト 12 から上昇方向の力が発生する向きに設定してもよい。

#### 【0017】

一方、ピッチ制御部 35 は、例えばスラスト 12 のプロペラ 18 が停止から回転へ移行する回転開始時において、プロペラ 18 のピッチを設定ピッチ P<sub>s</sub> に制御する。具体的には、ピッチ制御部 35 は、プロペラ 18 の回転開始時において、設定ピッチ P<sub>s</sub> を始動ピッチ P2 に設定する。そして、ピッチ制御部 35 は、プロペラ 18 のピッチを、ピッチ変更機構部 13 を通してこの始動ピッチ P2 に変更する。始動ピッチ P2 とは、回転停止時に設定する最大ピッチ P1 よりも小さなピッチである。プロペラ 18 のピッチは、小さくなるほど回転時の抵抗が減少する。そのため、始動ピッチ P2 を最大ピッチ P1 よりも小さく設定することにより、プロペラ 18 の回転開始時において、プロペラ 18 に加わる抵抗は減少する。これにより、プロペラ 18 を有するスラスト 12 の始動性が向上する。この場合、始動ピッチ P2 は、「0」に近い値にすることが好ましい。

#### 【0018】

スラスト 12 のプロペラ 18 は、図 5 に示すように折り畳み可能に構成されている。これは、飛行装置 10 の運搬時において、飛行装置 10 の体格を小型化するとともに、プロペラ 18 の破損を防止するためである。折り畳まれたプロペラ 18 は、モータ 16 が回転すると、プロペラ 18 に加わる遠心力によって図 6 に示すように開き、推力を発生する形状に保持される。時間的に余裕がある場合、飛行装置 10 の操作者は図 5 に示すように折り畳まれたプロペラ 18 を、図 6 に示すような推力を発生する形状に展開する。一方、時間的に余裕がない場合、プロペラ 18 が折り畳まれたままモータ 16 が始動される。このように、プロペラ 18 が折り畳まれたままモータ 16 を始動する場合、プロペラ 18 のピッチが大きいと、プロペラ 18 の先端と基体 11 との予期せぬ干渉を招くおそれがある。仮にプロペラ 18 と基体 11 とが干渉すると、プロペラ 18 の破損につながる。また、プロペラ 18 が展開された状態であっても、プロペラ 18 のピッチが大きいと、プロペラ 1

8の回転開始時において、プロペラ18の回転に負けてプロペラ18と基体11とが干渉するおそれがある。本実施形態のように回転開始時において始動ピッチP2を設定することにより、プロペラ18と基体11との干渉が回避される。

#### 【0019】

また、プロペラ18の回転停止時において、モータ16への通電をオフしても、プロペラ18は慣性で回転を継続する。このとき、プロペラ18は、長いときは数十秒の間、回転を継続することがある。プロペラ18が回転しているとき、飛行装置10への接近は危険であることから、飛行装置10に搭載した物品の取り扱いはできない。そのため、例えば1秒を争うような物品の場合、飛行装置10が着陸した後も、プロペラ18が停止するまで搭載された物品を取り扱うことができない。本実施形態の場合、プロペラ18の回転停止時において、ピッチ変更機構部13は、プロペラ18のピッチを大きくする。このようにプロペラ18のピッチを大きくすることにより、プロペラ18に加わる空気抵抗が増大し、モータ16への通電の停止からプロペラ18の停止までの期間が短縮される。この場合、プロペラ18のピッチは、飛行装置10の飛行時における制御に用いるピッチよりも大きな最大ピッチP1に設定される。これにより、安全性を確保しつつ、プロペラ18の停止までの短縮が図られる。

10

#### 【0020】

以下、上記の構成による飛行装置10の制御の流れについて説明する。

(回転開始時)

図7に基づいて回転開始時の制御を説明する。

20

飛行装置10の飛行開始が指示されると(S101)、ピッチ制御部35はスラスト12におけるプロペラ18の設定ピッチPsを始動ピッチP2に設定する(S102)。これにより、ピッチ制御部35は、ピッチ変更機構部13のサーボモータ21へ始動ピッチP2に相当する指令を出力する。その結果、サーボモータ21は、プロペラ18のピッチを始動ピッチP2に変更する。プロペラ18が始動ピッチP2に変更されると、飛行制御部34はモータ16の回転開始を指示する(S103)。すなわち、飛行制御部34は、モータ16へ通電し、予め設定された回転数でモータ16を駆動する。このとき、飛行制御部34は、モータ16の回転数Rを検出し(S104)、モータ16の回転数Rが設定回転数R1を超えたか否かを判断する(S105)。設定回転数R1は、基体11の性能に応じて任意に設定される。

30

#### 【0021】

飛行制御部34は、モータ16の回転数Rが設定回転数R1を超えたと判断すると(S105: Yes)、基体11の飛行の制御を開始する(S106)。すなわち、飛行制御部34は、自動制御モードであるとき、基体11を離陸させ、飛行計画に沿った飛行を開始する。また、飛行制御部34は、手動制御モードであるとき、操作者からの指示に基づいた飛行を開始する。一方、飛行制御部34は、モータ16の回転数Rが設定回転数R1を超えていないと判断すると(S105: No)、回転数Rが設定回転数R1に達するまで待機する。

以上の手順によって、ピッチ制御部35は、回転開始時において、プロペラ18のピッチを始動ピッチP2に設定する。

40

#### 【0022】

(回転停止時)

図8に基づいて回転停止時の制御を説明する。

飛行制御部34は、基体11が着陸したか否かを監視する(S201)。飛行制御部34は、基体11が着陸していないとき(S201: No)、着陸まで待機する。飛行制御部34は、基体11が着陸したと判断すると(S201: Yes)、モータ16への電力の供給を停止する(S202)。これとともに、ピッチ制御部35は、スラスト12におけるプロペラ18の設定ピッチPsを最大ピッチP1に設定する(S203)。これにより、ピッチ制御部35は、ピッチ変更機構部13のサーボモータ21へ最大ピッチP1に相当する指令を出力する。その結果、サーボモータ21は、プロペラ18のピッチを最大

50

ピッチ P 1 に変更する。プロペラ 1 8 が最大ピッチ P 1 に変更されると、飛行制御部 3 4 は、モータ 1 6 の回転数 R を検出し ( S 2 0 4 )、モータ 1 6 の回転数 R が設定回転数 R 2 を下回ったか否かを判断する ( S 2 0 5 )。設定回転数 R 2 は、基体 1 1 の性能に応じて任意に設定され、設定回転数 R 1 と同一の値であってもよく、異なる値であってもよい。

#### 【 0 0 2 3 】

飛行制御部 3 4 は、モータ 1 6 の回転数 R が設定回転数 R 2 を下回ったと判断する ( S 2 0 5 : Y e s )、着陸処理を終了する ( S 2 0 6 )。なお、ピッチ制御部 3 5 は、S 2 0 6 の着陸処理を終了するとき、プロペラ 1 8 のピッチを「 0 」に設定してもよい。プロペラ 1 8 のピッチを「 0 」にすることにより、再始動時におけるプロペラ 1 8 の迅速な回転の立ち上がり、ならびにプロペラ 1 8 と基体 1 1 との干渉の低減が図られる。一方、飛行制御部 3 4 は、モータ 1 6 の回転数が設定回転数 R 2 を下回っていないと判断すると ( S 2 0 5 : N o )、回転数 R が設定回転数 R 2 を下回るまで待機する。

10

以上の手順によって、ピッチ制御部 3 5 は、回転停止時において、プロペラ 1 8 のピッチを最大ピッチ P 1 に設定する。

#### 【 0 0 2 4 】

以上説明した第 1 実施形態では、飛行装置 1 0 はピッチ制御部 3 5 を備えている。ピッチ制御部 3 5 は、ピッチ変更機構部 1 3 を通してプロペラ 1 8 のピッチを制御する。これにより、プロペラ 1 8 のピッチは、回転開始または回転停止に最適化される。したがって、プロペラ 1 8 の回転開始および回転停止に要する時間を短縮することができる。プロペラ 1 8 の回転開始および回転停止に要する時間が短縮されることにより、着陸時における早期の基体 1 1 への接近が可能になるとともに、離陸時における待避までの期間が延長される。したがって、飛行時間の短縮を図りつつ、安全性の向上を図ることができる。

20

#### 【 0 0 2 5 】

また、第 1 実施形態では、プロペラ 1 8 の回転停止時においてプロペラ 1 8 のピッチは最大ピッチ P 1 に設定される。そのため、プロペラ 1 8 の回転停止時において、プロペラ 1 8 に加わる空気抵抗は大きくなる。これにより、モータ 1 6 への通電を停止した後、プロペラ 1 8 が有する運動エネルギーは空気抵抗によって消費される。その結果、プロペラ 1 8 は、モータ 1 6 への通電の停止の後、回転の停止までの期間が短縮される。したがって、基体 1 1 の着陸後、プロペラ 1 8 の迅速な停止が図られ、基体 1 1 へ接近できるまでの期間を短縮することができる。

30

#### 【 0 0 2 6 】

そして、プロペラ 1 8 の最大ピッチ P 1 は、プロペラ 1 8 の回転によって降下方向の力が発生する向きに設定されている。これにより、プロペラ 1 8 を最大ピッチ P 1 に設定したとき、スラスト 1 2 から発生する力は基体 1 1 を降下する向きとなる。したがって、基体 1 1 の浮遊や不安定化が回避され、安全性を高めることができる。

#### 【 0 0 2 7 】

第 1 実施形態では、プロペラ 1 8 の回転開始時においてプロペラ 1 8 のピッチは、最大ピッチ P 1 よりも小さな始動ピッチ P 2 に設定される。そのため、プロペラ 1 8 の回転開始時において、プロペラ 1 8 に加わる空気抵抗は小さくなる。これにより、プロペラ 1 8 は、モータ 1 6 への通電の開始から、飛行可能な回転数に達するまでの期間が短縮される。また、プロペラ 1 8 のピッチを始動ピッチ P 2 に設定することにより、プロペラ 1 8 と基体 1 1 との予期しない干渉が回避される。したがって、基体 1 1 の離陸の準備後、速やかにプロペラ 1 8 の回転数が上昇し、基体 1 1 の離陸までの期間を短縮することができる。とともに、安全性を高めることができる。

40

#### 【 0 0 2 8 】

( 第 2 実施形態 )

第 2 実施形態による飛行装置を図 9 に示す。

第 2 実施形態による飛行装置 1 0 のスラスト 1 2 は、図 9 に示すように制動部 5 1 を有している。制動部 5 1 は、各スラスト 1 2 に設けられている。制動部 5 1 は、図 9 に示す

50



ように軸部材 17 の径方向外側に設けられている。図 9 に示す第 2 実施形態の場合、制動部 51 は、軸部材 17 を挟んで両側に設けられている。制動部 51 は、軸部材 17 と接することにより、プロペラ 18 に接続する軸部材 17 の回転を止める。すなわち、制動部 51 は、軸部材 17 と接することにより、慣性で回転するプロペラ 18 の運動エネルギーを熱エネルギーとして消費し、プロペラ 18 の回転を停止させる。

#### 【0029】

制動部 51 は、例えばプロペラ 18 を駆動するモータ 16 への通電が停止されたとき、飛行制御部 34 からの指示によって作動する。これにより、モータ 16 への通電が停止されると、プロペラ 18 に接続する軸部材 17 は制動部 51 によって制動される。第 1 実施形態のようにプロペラ 18 のピッチを最大ピッチ P1 としても、プロペラ 18 の回転の停止に時間を要する場合がある。第 2 実施形態のように制動部 51 を有することによって、プロペラ 18 の停止までに要する期間のさらなる短縮が図られる。

10

#### 【0030】

この場合、ピッチ制御部 35 は、制動部 51 の作動と連動してプロペラ 18 のピッチを変更する構成としてもよい。回転するプロペラ 18 を制動部 51 によって急激に停止させると、プロペラ 18 は基体 11 と干渉して破損するおそれがある。そこで、ピッチ制御部 35 は、制動部 51 による軸部材 17 の制動力に応じてプロペラ 18 のピッチを変更する。具体的には、制動部 51 による制動力が大きく回転数の急激な低下が見込まれるとき、ピッチ制御部 35 は、プロペラ 18 のピッチを「0」に近く設定し、プロペラ 18 に加わる空気力学的な力を低減する。これにより、プロペラ 18 に加わる空気力学的な力と制動部 51 から加わる機械的な制動力との均衡が図られる。

20

#### 【0031】

第 2 実施形態では、スラスト 12 は制動部 51 を有している。これにより、プロペラ 18 は、モータ 16 への通電の停止とともに機械的に停止される。したがって、プロペラ 18 の停止に必要な期間のさらなる短縮を図ることができる。また、第 2 実施形態では、制動部 51 によるプロペラ 18 の制動とピッチ制御部 35 によるプロペラ 18 のピッチの変更とが連動して制御される。したがって、急激な力の変化によるプロペラ 18 の破損を低減しつつ、プロペラ 18 の停止までの期間のさらなる短縮を図ることができる。

#### 【0032】

(第 3 実施形態)

30

第 3 実施形態による飛行装置を図 10 に示す。

第 3 実施形態による飛行装置 10 は、図 10 に示すようにピッチ検出部 60 を備えている。ピッチ検出部 60 は、スラスト 12 に設けられ、プロペラ 18 のピッチを検出する。ピッチ検出部 60 は、例えば光学的にプロペラ 18 の外部からプロペラ 18 のピッチを検出する。すなわち、ピッチ検出部 60 は、光を照射する照射部 61 と、プロペラ 18 で反射した光を取得する取得部 62 とを有している。ピッチ検出部 60 は、このプロペラ 18 で反射した光からプロペラ 18 のピッチを検出する。

#### 【0033】

ピッチ制御部 35 は、ピッチ検出部 60 で検出したプロペラ 18 のピッチに基づいて、プロペラ 18 のピッチをフィードバック制御する。すなわち、ピッチ制御部 35 は、ピッチ検出部 60 で検出したプロペラ 18 のピッチを用いて、プロペラ 18 のピッチを変更するサーボモータ 21 の回転角度を制御する。これにより、プロペラ 18 のピッチは、より精密に制御される。

40

#### 【0034】

プロペラ 18 のピッチは、スラスト 12 が発生する力だけでなく、例えば遠心力のようにプロペラ 18 に加わる力にも影響を与える。そのため、例えば第 2 実施形態のように制動部 51 による制動とプロペラ 18 のピッチの変更とを連動させる場合、プロペラ 18 のピッチを変更する精度が低いと、プロペラ 18 と基体 11 との干渉を招き、破損の原因となるおそれがある。第 3 実施形態では、プロペラ 18 のピッチを変更するサーボモータ 21 を、ピッチ検出部 60 で検出した実際のピッチに基づいて制御する。これにより、プロ

50

ペラ 18 のピッチはより精密に制御される。したがって、スラスタ 12 から発生する推進力を高精度に制御することができるとともに、プロペラの破損を低減することができ、安全性を高めることができる。

【 0 0 3 5 】

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い範囲で種々の実施形態に適用可能である。

第 2 実施形態では、制動部 5 1 は、軸部材 1 7 との接触によってプロペラ 1 8 の回転を停止する構成について説明した。しかし、制動部 5 1 は、例えばモータ 1 6 にプロペラ 1 8 の回転とは逆方向へ回転するように電力を供給することにより、モータ 1 6 およびプロペラ 1 8 の制動を図る構成としてもよい。また、制動部 5 1 は、機械的な摩擦力によってプロペラ 1 8 を制動するのに代えて、モータ 1 6 を発電機として例えばバッテリー 1 9 に電力を回生することにより制動する構成としてもよい。

10

【 0 0 3 6 】

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。

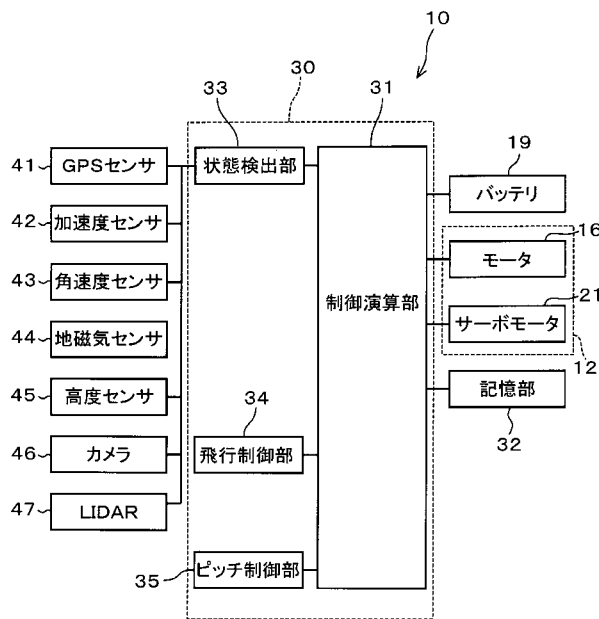
【 符号の説明 】

【 0 0 3 7 】

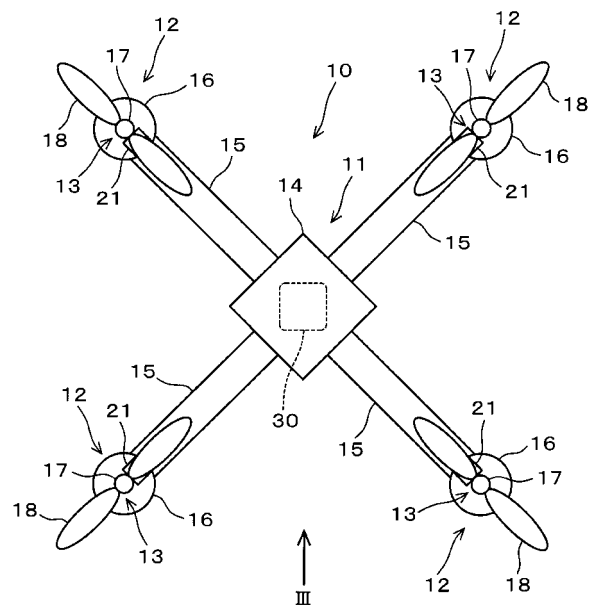
図面中、10 は飛行装置、11 は基体、12 はスラスタ、13 はピッチ変更機構部、16 はモータ、17 は軸部材、18 はプロペラ、33 は状態検出部、34 は飛行制御部、35 はピッチ制御部、51 は制動部、60 はピッチ検出部を示す。

20

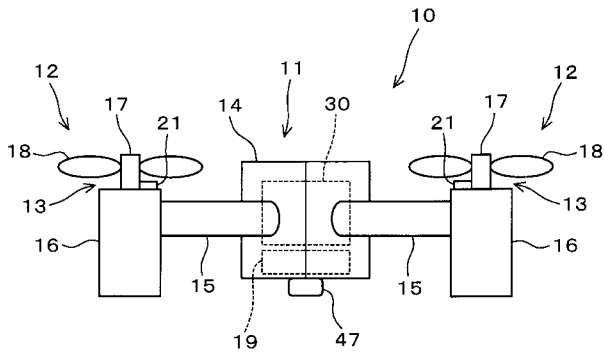
【 図 1 】



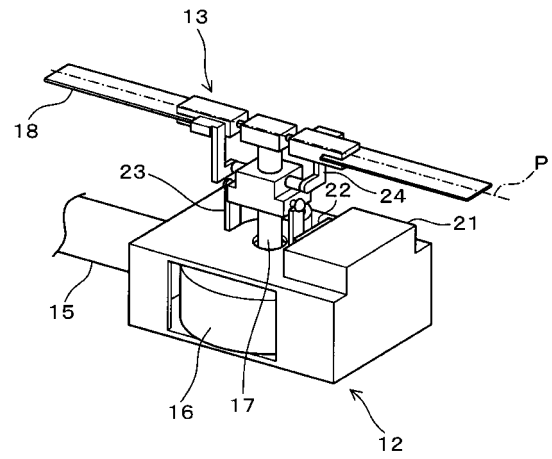
【 図 2 】



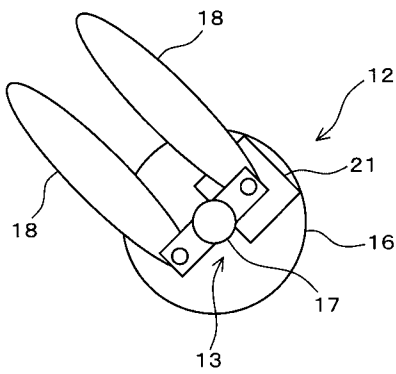
【図3】



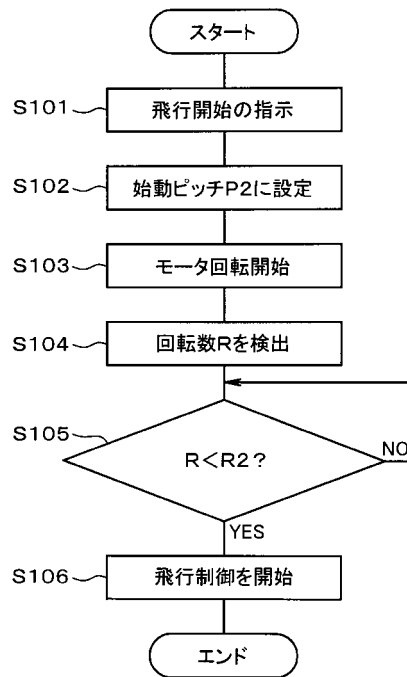
【図4】



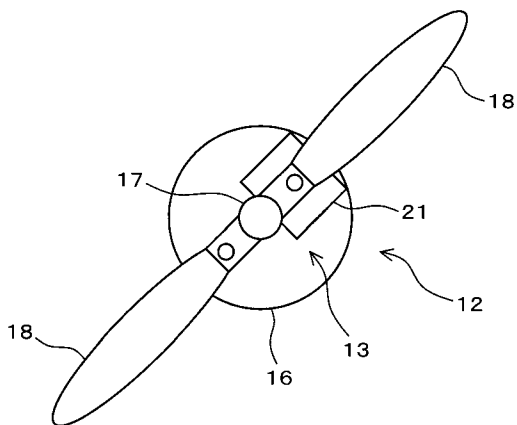
【図5】



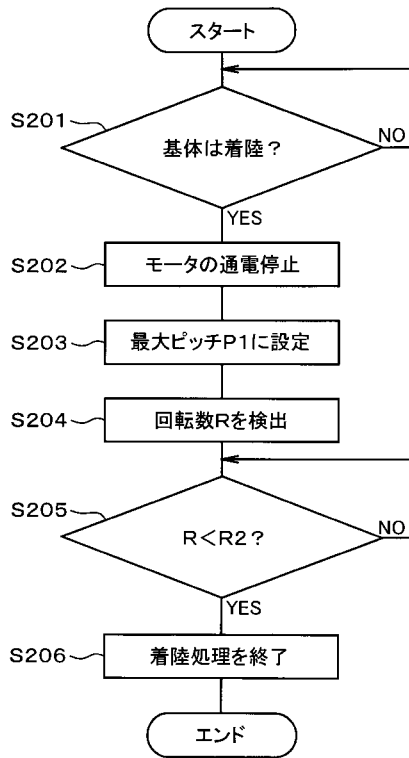
【図7】



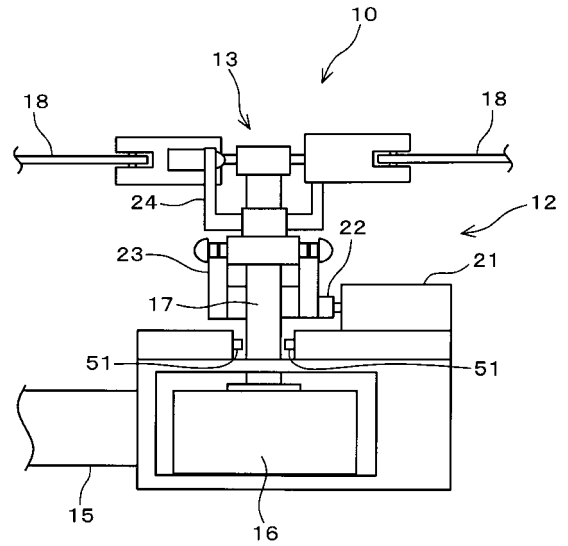
【図6】



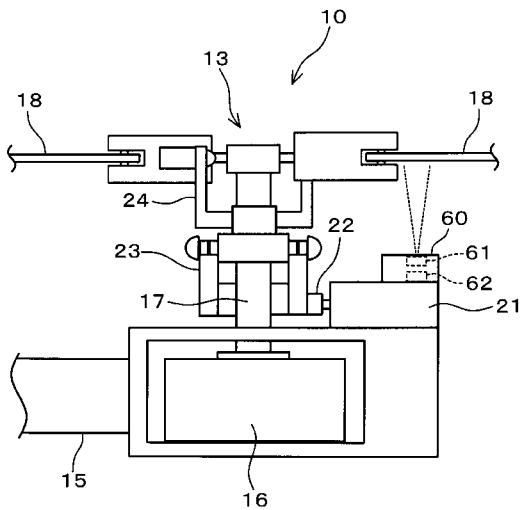
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(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