

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年7月4日(04.07.2024)



(10) 国際公開番号

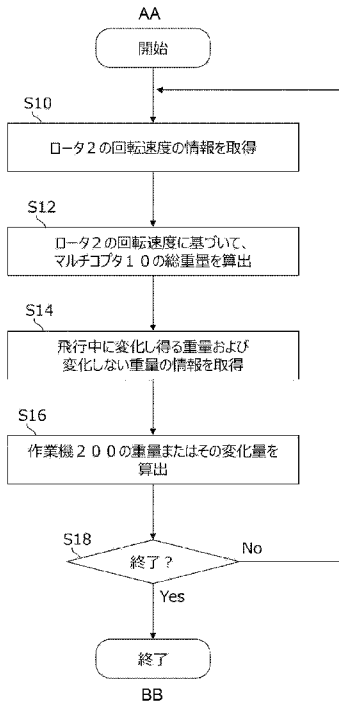
WO 2024/142232 A1

- (51) 国際特許分類:
B64D 43/00 (2006.01) B64U 50/33 (2023.01)
B64U 10/13 (2023.01) B64U 101/40 (2023.01)
B64U 50/11 (2023.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/048164
- (22) 国際出願日: 2022年12月27日(27.12.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社クボタ (KUBOTA CORPORATION) [JP/JP]; 〒5568601 大阪府大阪市浪速区敷津東1丁目2番47号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 清野 幸平(SEINO, Kohei); 〒5900908 大阪府堺市堺区匠町1番地11 株式会社クボタ グローバル技術研究所内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 奥田 誠司(OKUDA Seiji); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜一丁目8番16号 大阪証券取引所ビル10階 奥田国際特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,

(54) Title: UNMANNED AERIAL VEHICLE AND METHOD FOR CONTROLLING UNMANNED AERIAL VEHICLE

(54) 発明の名称: 無人航空機および無人航空機の制御方法

[図6]



- S10 Obtain information on rotation speed of rotor 2
S12 Calculate total weight of multicopter 10 on basis of rotation speed of rotor 2
S14 Obtain information on weight that could change and weight that will not change during flight
S16 Calculate weight or amount of change in weight of work machine 200
S18 End?
AA Start
BB End

(57) Abstract: This unmanned aerial vehicle is equipped with a plurality of rotors, and is further equipped with a controller that controls the flight of the unmanned aerial vehicle. On the basis of a rotation speed of the plurality of rotors when the unmanned aircraft is flying with a work machine connected to the body of the aircraft, the controller calculates a weight of the work machine or an amount of change in the weight of the work machine. A method for controlling an unmanned aerial vehicle equipped with a plurality of rotors includes calculating a weight of a work machine or an amount of change



WO 2024/142232 A1

LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

in the weight of the work machine on the basis of a rotation speed of the plurality of rotors when the unmanned aerial vehicle is flying with the work machine connected to the body of the aircraft.

(57) 要約：無人航空機は、複数のロータを備える無人航空機であって、無人航空機の飛行を制御する制御装置をさらに備える。制御装置は、無人航空機が機体に作業機が連結された状態で飛行しているときの複数のロータの回転速度に基づいて、作業機の重量または作業機の重量の変化量を算出する。複数のロータを備える無人航空機の制御方法は、無人航空機が機体に作業機が連結された状態で飛行しているときの複数のロータの回転速度に基づいて、作業機の重量または作業機の重量の変化量を算出することを含む。

明 細 書

発明の名称： 無人航空機および無人航空機の制御方法

技術分野

[0001] 本開示は、無人航空機および無人航空機の制御方法に関する。

背景技術

[0002] 無人航空機 (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) は、構造上、人が乗ることができない航空機であって、遠隔操作または自動操縦により飛行することができる航空機である。回転翼型の無人航空機は、軸のまわりを回転するプロペラ、すなわち回転翼を利用して揚力を得る無人航空機である。複数の回転翼を備える小型の無人航空機 (Multi-Rotor UAV) は、「ドローン」、「マルチロータ」、または「マルチコプタ」とも呼ばれ、空撮、測量、物流、および農薬散布などの用途で広く利用されている。

[0003] 特許文献1には、薬剤散布用マルチコプタの重量が、例えば薬剤の散布によって、低下した場合に、マルチコプタの飛行速度または高度を低下させることが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第6733949号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 無人航空機によって行われる農薬散布などの作業を効率的に行うことが求められている。

[0006] 本開示は、作業を効率的に行うことができる無人航空機および無人航空機の制御方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の無人航空機は、例示的かつ非限定的な実施形態において、複数の

ロータを備える無人航空機であって、前記無人航空機の飛行を制御する制御装置をさらに備え、前記制御装置は、前記無人航空機が機体に作業機が連結された状態で飛行しているときの前記複数のロータの回転速度に基づいて、前記作業機の重量または前記作業機の重量の変化量を算出する。

[0008] 本開示の無人航空機の制御方法は、例示的かつ非限定的な実施形態において、複数のロータを備える無人航空機の制御方法であって、前記無人航空機が機体に作業機が連結された状態で飛行しているときの前記複数のロータの回転速度に基づいて、前記作業機の重量または前記作業機の重量の変化量を算出することを含む。

発明の効果

[0009] 本開示の実施形態によると、作業を効率的に行うことができる無人航空機および無人航空機の制御方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0010] [図1A]複数のロータを備える無人航空機においてロータを回転させる回転駆動装置の幾つかの例を模式的に示すブロック図である。

[図1B]複数のロータを備える無人航空機の基本的な構成例のひとつを模式的に示す平面図である。

[図1C]複数のロータを備える無人航空機の基本的な構成例のひとつを模式的に示す側面図である。

[図1D]複数のロータを備える無人航空機の基本的な他の構成例を模式的に示す平面図である。

[図2A]バッテリー駆動型のマルチコプタの基本構成例を示すブロック図である。

[図2B]シリーズハイブリッド駆動型のマルチコプタの基本構成例を示すブロック図である。

[図2C]パラレルハイブリッド駆動型のマルチコプタの基本構成例を示すブロック図である。

[図3]マルチコプタの構成例を示すブロック図である。

[図4]マルチコプタが飛行する環境の一例を模式的に示す図である。

[図5A]マルチコプタがホバリングまたは水平方向に移動しているときの、鉛直方向の力の釣り合いを説明するための模式的な図である。

[図5B]マルチコプタがホバリングまたは水平方向に移動しているときの、鉛直方向の力の釣り合いを説明するための模式的な図である。

[図5C]マルチコプタがホバリングまたは水平方向に移動しているときの、鉛直方向の力の釣り合いを説明するための模式的な図である。

[図6]本実施形態における制御装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[図7]本実施形態における制御装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[図8]本実施形態における制御装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[図9]本実施形態における制御装置のハードウェア構成例を示すブロック図である。

[図10]マルチコプタを含むシステムの構成例を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0011] 複数のロータを備える無人航空機は、ロータ（以下、「プロペラ」と称する場合がある。）を回転させる回転駆動装置を備えている。以下、このような無人航空機を「マルチコプタ」と称する。

[0012] マルチコプタが備える回転駆動装置の構成には多様な形態が存在している。図1Aは、本開示における回転駆動装置3の4つの例を模式的に示すブロック図である。

[0013] 図1Aに示される第1の回転駆動装置3Aは、複数のロータ2を回転させる複数の電動モータ（以下、「モータ」と称する。）14と、各モータ14に供給する電力を蓄えるバッテリー52とを有している。バッテリー52は、例えば、ポリマー型リチウムイオン電池などの二次電池である。各ロータ2は、対応するモータ14の出力軸に連結され、モータ14によって回転させら

れる。ペイロードおよび／または飛行時間を増加させるには、バッテリー52の蓄電容量を増加させることが必要である。バッテリー52の蓄電容量は、バッテリー52を大型化することによって可能であるが、バッテリー52の大型化は重量の増加を招く。

[0014] 図1Aに示される第2の回転駆動装置3Bは、ロータ2に機械的に接続される動力伝達系23と、動力伝達系23に駆動力（トルク）を与える内燃機関7aとを有している。動力伝達系23は、例えばギアまたはベルトなどの機械的部品を含み、内燃機関7aの出力軸のトルクをロータ2に伝達する。内燃機関7aは、燃料の燃焼によって効率よく機械的エネルギーを発生させることができる。内燃機関7aの例は、ガソリンエンジン、ディーゼルエンジン、水素エンジンを含み得る。また、回転駆動装置3Bに含まれる内燃機関7aの個数は1個に限定されない。

[0015] 図1Aに示される第3の回転駆動装置3Cは、複数のモータ14と、各モータ14に供給する電力を蓄える電力バッファ9と、電力を発生させるオルタネータなどの発電装置8と、発電装置8に発電のための機械的エネルギーを与える内燃機関7aとを有している。電力バッファ9の典型例は、二次電池などのバッテリーであるが、キャパシタであってもよい。第3の回転駆動装置3Cでは、電力バッファ9の蓄電容量が大きい場合でも、内燃機関7aの駆動力（機械的エネルギー）を利用して発電装置8が電力を生成するため、ペイロードおよび／または飛行時間を増加させることが可能になる。このような形式の駆動は、「シリーズハイブリッド駆動」と呼ばれる。シリーズハイブリッド駆動における発電装置8および内燃機関7aは、マルチコプタの飛行距離を延ばすため、「レンジエクステンダ」と呼ばれる。

[0016] 図1Aに示される第4の回転駆動装置3Dは、複数のモータ14と、各モータ14に供給する電力を蓄える電力バッファ9と、電力を発生させるオルタネータなどの発電装置8と、発電装置8に発電のための駆動力を与える内燃機関7aと、内燃機関7aが生成する駆動力をロータ2に伝達してロータ2を回転させる動力伝達系23とを有している。複数のロータ2の少なくとも

も1つのロータ2が内燃機関7aによって回転させられ、他のロータ2がモータ14によって回転させられる。第4の回転駆動装置3Dでは、内燃機関7aが生成する機械的エネルギーを電力に変換することなく、ロータ2の回転にも利用できるため、エネルギーの利用効率を高めることが可能になる。このような形式の駆動は、「パラレルハイブリッド駆動」と呼ばれる。

[0017] 図1Bは、マルチコプタ10の基本的な構成例のひとつを模式的に示す平面図である。図1Bの構成例は、回転駆動装置3として、図1Aに示される第1の回転駆動装置3Aを備えている。すなわち、この例における回転駆動装置3(3A)は、モータ14と、バッテリー52とを有している。図1Cは、マルチコプタ10を模式的に示す側面図である。

[0018] 図1Bおよび図1Cに示されるマルチコプタ10は、複数のロータ2と、機体本体4と、ロータ2および機体本体4を支持する機体フレーム5とを備える。機体フレーム5は、中央部で機体本体4を支持し、中央部から外側に延びる複数のアーム5Aで複数のロータ2を回転可能に支持している。各アーム5Aの先端付近にはロータ2を回転させるモータ14が設けられている。機体本体4と機体フレーム5とを総称して「機体11」ということがある。

[0019] 図1Bの例において、マルチコプタ10は、4個のロータ2を備えるクワッド型のマルチコプタ(クワッドコプタ)である。ひとつの対角線上に位置するロータ2は同一方向(時計回りまたは反時計回り)に回転するが、異なる対角線上に位置するロータ2は反対方向に回転する。

[0020] 機体本体4は、マルチコプタ10に搭載された装置および部品の動作を制御する制御装置4aと、制御装置4aに接続されたセンサ群4bと、制御装置4aに接続された通信装置4cと、バッテリー52と、を含む。

[0021] 制御装置4aは、例えば、フライトコントローラなどの飛行制御装置と、上位のコンピュータ(コンパニオンコンピュータ)とを含み得る。コンパニオンコンピュータは、センサ群4bによって取得したセンサデータに基づいて、画像処理、障害物検出、障害物回避などの高度な演算処理を実行するこ

とができる。

[0022] センサ群4 bは、加速度センサ、角速度センサ、地磁気センサ、気圧センサ、高度センサ、温度センサ、流量センサ、撮像装置、レーザセンサ、超音波センサ、障害物接触センサ、GNSS (Global Navigation Satellite System) レシーバを含み得る。加速度センサおよび角速度センサは、例えばIMU (Inertial Measurement Unit) の構成部品として機体本体4に搭載されていてもよい。レーザセンサの例は、例えば地上までの距離の計測に用いられるレーザレンジファインダ、および、2次元または3次元のLiDAR (light detection and ranging) を含み得る。

[0023] 通信装置4 cは、アンテナを介して、地上にある送信機または地上局 (Ground Control Station: GCS) との間で信号の送受信を行うための無線通信モジュール、セルラー通信網を利用する移動体通信モジュールなどを含み得る。通信装置4 cは、地上から送信された制御コマンドなどの信号を受信し、センサ群4 bによって取得した画像データなどのセンサデータをテレメトリ情報として送信し得る。通信装置4 cは、マルチコプタ同士で通信を行う機能、および衛星通信の機能を有していてもよい。制御装置4 aは、通信装置4 cによってクラウド上のコンピュータと接続することが可能である。コンパニオンコンピュータの機能の一部または全部が、クラウド上のコンピュータによって実行されてもよい。

[0024] バッテリ5 2は、充電によって電力を蓄え、放電によって電力をモータ1 4に供給することができる二次電池である。バッテリ5 2および複数のモータ1 4の働きにより、複数のロータ2が回転駆動され、所望の推力を発生することが可能になる。複数のロータ2のそれぞれは、一般には、固定されたピッチ角を有する複数枚の羽根 (ブレード) を有し、回転によって推力を発生する。ピッチ角は可変であってもよい。複数のロータ2の全てが同一の直径 (プロペラ径) を有する必要はなく、1または複数のロータ2が、他のロータ2よりも大きな直径を有していてもよい。回転するロータ2によって生

じる推力（静止推力）は、一般に、ロータ 2 の直径の 3 乗に比例する。このため、直径が異なるロータ 2 を備える場合、直径が相対的に大きなロータ 2 を「メインロータ」と称し、相対的に小さなロータ 2 を「サブロータ」と称する場合がある。なお、直径の大小によらず、回転駆動装置 3 の構成により、発生可能な推力が相対的に大きなロータ 2 と、その推力が相対的に小さなロータ 2 とを含んでいてもよい。その場合、発生可能な推力が相対的に大きなロータ 2 を「メインロータ」と称し、相対的に小さなロータ 2 を「サブロータ」と称してもよい。例えば、1 回転あたりに発生する推力が相対的に大きなロータ 2 を「メインロータ」と称し、1 回転あたりに発生する推力が相対的に小さなロータ 2 を「サブロータ」と称してもよい。ある例において、メインロータは、サブロータよりも内側に配置され得る。言い換えれば、機体の中心から各メインロータの回転軸までの距離が、機体の中心から各サブロータの回転軸までの距離よりも短くなるように、各ロータ 2 が配置され得る。

[0025] この例において、回転駆動装置 3 は、複数のモータ 1 4 を有している。前述したように、回転駆動装置 3 は、内燃機関 7 a を含んでいてもよい。

[0026] 図 1 D は、回転駆動装置 3 として第 2 の回転駆動装置 3 B を備えるマルチコプタ 1 0 の基本的な構成例を模式的に示す平面図である。図 1 D に示される例において、内燃機関 7 a は、機体本体 4 によって支持されている。この例において、内燃機関 7 a によって生成される駆動力は、複数の動力伝達系 2 3 によって複数のロータ 2 に伝達され、それぞれのロータ 2 を回転させる。制御装置 4 a は、各動力伝達系 2 3 を制御することにより、個々のロータ 2 の回転速度を変化させることができる。回転駆動装置 3 B が複数のロータ 2 それぞれのブレードのピッチ角を変更する機構を備えていてもよい。その場合、制御装置 4 a は、その機構を制御してブレードのピッチ角を変更することで、各ロータ 2 に発生させる揚力を調整してもよい。

[0027] なお、複数のロータ 2 の一部が内燃機関 7 a によって回転させられ、他のロータ 2 がモータ 1 4 によって回転させられる「パラレルハイブリッド駆動

」では、機体本体4に内燃機関7aおよびバッテリー52が支持される。複数のロータ2の少なくとも1つのロータ2が動力伝達系23を介して内燃機関7aに連結され、他のロータ2がモータ14に連結される。

[0028] このようなパラレルハイブリッド駆動では、内燃機関7aによって回転させられる1または複数のロータ2の直径を、モータ14によって回転させられる他のロータ2の直径よりも大きくする場合がある。言い換えると、内燃機関7aがメインロータの回転に用いられ、モータ14がサブロータの回転に用いられる場合がある。このような場合、メインロータは主に推力の生成に用いられ、サブロータは推力の生成および姿勢制御に用いられる。メインロータを「ブースタロータ」、サブロータを「姿勢制御ロータ」と呼んでもよい。

[0029] パラレルハイブリッド駆動の場合、内燃機関は、推力の生成および発電の両方に用いられる。内燃機関が生成する駆動力（トルク）を、ロータおよび発電装置の一方または両方に選択的に伝達することにより、推力の生成および発電をバランスよく行うことも可能である。

[0030] マルチコプタが内燃機関を搭載し、内燃機関によって推力の生成および発電の少なくとも一方を行うことは、ペイロードおよび飛行時間の増加に寄与する。マルチコプタの姿勢制御は、応答特性が内燃機関よりも優れるモータによってプロペラを回転させて行うことが望ましい。このため、マルチコプタの姿勢を正確に制御する必要がある用途において、ペイロードおよび飛行時間を増加させるためには、パラレルハイブリッド駆動またはシリーズハイブリッド駆動を採用することが望ましい。なお、回転駆動装置3が複数のロータ2のそれぞれのブレードのピッチ角を変更する機構を備えている場合は、各ブレードのピッチ角を変更することによって姿勢を調整することもできる。

[0031] ペイロードおよび飛行時間の増加により、マルチコプタの用途は更に拡大し得る。例えば、農業分野では、現在、マルチコプタが農薬散布または作物生育状況のモニタリングなどに利用されつつあるが、多様な対地作業機（以

下、単に「作業機」と称することがある。)をマルチコプタに連結することにより、様々な農作業を空中から実行することが可能になる。農業用途の作業機は、「インプラメント」と呼ばれることがある。作業機の例は、作物に薬剤を噴霧するスプレイヤ、モア（草刈機）、シーダ（播種機）、スプレッダ（施肥機）、レーキ、ベアラ（集草機）、ハーベスタ（収穫機）、プラウ、ハロー、またはロータリなどを含み得る。トラクタなどの作業車両は、本開示における「作業機」には含まれない。

[0032] 図1Cに示される例において、マルチコプタ10には、例えば農薬または肥料を圃場または圃場内の作物に対して散布することができる作業機200が連結されている。ペイロードおよび飛行時間の増加により、作業機200の大型化および／または多機能化を実現することが可能になる。例えば、マルチコプタ10に連結する作業機200を交換することにより、液状施薬、粒状施薬、施肥、間引き、除草、移植、種子の直播、および収穫を含む、多様な対地作業（農作業）を実行することが可能になる。作業機200は、ロボットハンドなどの機構を備えていてもよい。その場合、1つの作業機200が多様な対地作業を実行することが可能になる。作業機200が物資を収容する十分な大きさのスペースを備えていれば、そのような作業機200によって広い範囲にわたって農業資材または収穫物を運搬することも可能になる。作業機200をマルチコプタ10に連結する形態は多様である。マルチコプタ10は、ケーブルによって作業機200を吊り下げ、牽引してもよい。マルチコプタ10によって牽引された作業機200は、マルチコプタ10が飛行またはホバリングしている間、牽引された状態で対地作業を行うことも可能である。作業中の作業機200は空中にあってもよいし、地上にあってもよい。

[0033] 図1Cに示される例において、マルチコプタ10は給電装置76を備えている。給電装置76は、マルチコプタ10が備えるバッテリー52または発電装置8などの駆動エネルギー源から、作業機200に電力を供給する装置である。作業機200の種々の機能は、この電力によって実行され得る。作業機

200は、マルチコプタ10の給電装置76から得た電力によって動作するモータなどのアクチュエータを備えている。作業機200は、電力を蓄えるバッテリーを備えていることが好ましい。

[0034] 図2Aは、バッテリー駆動型のマルチコプタ10の基本構成例を示すブロック図である。

[0035] バッテリー駆動型のマルチコプタ10は、複数のロータ12と、複数のロータ12をそれぞれ回転させる複数のモータ14と、複数のモータ14をそれぞれ駆動するモータ駆動回路を有する複数のESC (Electric Speed Controller) 16と、各ESC16を介して対応するモータ14に電力を供給するバッテリー52と、複数のESC16を制御して姿勢を制御しながら飛行を行うための制御装置4aと、センサ群4bと、通信装置4cと、バッテリー52に電氣的に接続される給電装置76と、を備えている。図2Aでは、簡単のため、ロータ12、モータ14、およびESC16がそれぞれ1個のブロックによって示されているが、ロータ12、モータ14、およびESC16の個数は、それぞれ、複数である。この点は、図2B、図2Cについても同様である。ESC16は制御装置4aに含まれていてもよい。

[0036] 制御装置4aは、通信装置4cを介して、例えば、地上にある地上局6からの制御指令を無線で受け取ることが可能である。地上局6の個数は、1個に限定されず、複数の場所に分散配置されていてもよい。通信装置4cは、地上にいる操縦者の操縦装置から制御指令を無線で受け取ることも可能である。制御装置4aは、センサ群4bから得られるセンサデータに基づいて、離陸、飛行、障害物回避、および着陸の各動作を自動的または自律的に実行する機能を有していてもよい。制御装置4aは、給電装置76に接続された作業機200との間で通信を行い、作業機200の状態を示す信号を作業機200から取得するように構成されていてもよい。また、制御装置4aは、作業機200の動作を制御する信号を作業機200に与えてもよい。更に、作業機200がマルチコプタ10の動作を指示する信号を生成して、制御装

置 4 a に送信してもよい。このような制御装置 4 a と作業機 2 0 0 との間の通信は、有線または無線で行われ得る。

[0037] 図 2 B は、シリーズハイブリッド駆動型のマルチコプタ 1 0 の基本構成例を示すブロック図である。シリーズハイブリッド駆動型のマルチコプタ 1 0 は、バッテリー駆動型のマルチコプタ 1 0 と同様に、複数のロータ 1 2 と、複数のモータ 1 4 と、複数の E S C 1 6 と、制御装置 4 a と、センサ群 4 b と、通信装置 4 c とを備えている。図示されるシリーズハイブリッド駆動型のマルチコプタ 1 0 は、更に、内燃機関 7 a と、内燃機関 7 a の燃料を蓄える燃料タンク 7 b と、内燃機関 7 a によって駆動されて電力を生成する発電装置 8 と、発電装置 8 が生成した電力を一時的に貯蔵する電力バッファ 9 と、電力バッファ 9 に電氣的に接続される給電装置 7 6 と、を備えている。電力バッファ 9 は、例えば二次電池などのバッテリーである。発電装置 8 によって生成された電力は、電力バッファ 9 および E S C 1 6 を介してモータ 1 4 に供給される。また、発電装置 8 によって生成された電力は、給電装置 7 6 を介して作業機 2 0 0 にも供給され得る。

[0038] 図 2 C は、パラレルハイブリッド駆動型のマルチコプタ 1 0 の基本構成例を示すブロック図である。パラレルハイブリッド駆動型のマルチコプタ 1 0 は、シリーズハイブリッド駆動型のマルチコプタ 1 0 と同様に、複数のロータ 1 2 と、複数のロータ 1 2 をそれぞれ駆動する複数のモータ 1 4 と、複数の E S C 1 6 と、制御装置 4 a と、センサ群 4 b と、通信装置 4 c と、内燃機関 7 a と、燃料タンク 7 b と、発電装置 8 と、電力バッファ 9 と、給電装置 7 6 と、を備えている。パラレルハイブリッド駆動型のマルチコプタ 1 0 は、更に、内燃機関 7 a の駆動力を伝達するドライブトレイン 2 7 と、ドライブトレイン 2 7 から内燃機関 7 a の駆動力を受けて回転するロータ 2 2 と、を備える。ロータ 1 2 およびロータ 2 2 の一方を「第 1 ロータ」と呼び、他方を「第 2 ロータ」と呼んで、互いを区別する場合がある。ドライブトレイン 2 7 に接続されて回転するロータ 2 2 は、1 個であってもよいし、2 個以上であってもよい。

[0039] パラレルハイブリッド駆動型のマルチコプタ 10 では、内燃機関 7 a は、発電装置 8 を駆動して発電を行うだけではなく、ロータ 22 を回転させるためのエネルギーを機械的にロータ 22 に伝達する。一方、シリーズハイブリッド駆動型のマルチコプタ 10 では、発電装置 8 が生成する電力によって全てのロータ 12 が回転する。このため、シリーズハイブリッド駆動型のマルチコプタ 10 では、発電装置 8 が例えば燃料電池であれば、内燃機関 7 a は必須の構成要素ではない。

[0040] 図 3 に示される例において、マルチコプタ 10 は、概略的に、複数のロータ（第 1 ロータ） 12 と、複数の第 1 ロータ 12 をそれぞれ駆動する複数のモータ 14 と、内燃機関 7 a と、内燃機関 7 a によって駆動されて電力を生成する発電装置 8 と、電力を蓄えるバッテリー 52 と、マルチコプタ 10 の飛行を制御する制御装置 4 a とを備える。図 3 では、簡単のため、ロータ 12、モータ 14、および ESC 16 がそれぞれ 1 個のブロックによって示されているが、ロータ 12、モータ 14、および ESC 16 の個数は、それぞれ、複数である。また、図 3 には示されていないが、マルチコプタ 10 は、図 2 C に示されるように、内燃機関 7 a によって駆動される少なくとも 1 つの第 2 ロータ 22 を備えていてもよい。以下、図 3 の例を参照して説明するが、「シリーズハイブリッド」または「パラレルハイブリッド」の駆動形式を採用していてもよい。

[0041] 図 3 に示されるマルチコプタ 10 は、バッテリー 52 を流れる電流を測定する電流センサ 53 a と、バッテリー 52 の放電時および充電時の電流経路を規定するスイッチ素子 53 b、53 c、53 d とを備えている。充電時には、発電装置 8 から、閉じたスイッチ素子 53 c、53 d を介してバッテリー 52 に電流が流れる。放電時には、バッテリー 52 から、閉じたスイッチ素子 53 b、53 d を介して ESC 16 およびモータ 14 に電流が流れる。マルチコプタ 10 は、更に他のスイッチ素子および／または電流センサを備えていてもよい。スイッチ素子 53 b、53 c、53 d の開閉は制御装置 4 a によって制御され得る。

[0042] 図3に示されるマルチコプタ10は、バッテリー52の監視および管理を行うバッテリーマネジメントシステム54を備えている。バッテリーマネジメントシステム54は、バッテリー52に含まれる複数の単電池（セル）のそれぞれの状態（電圧および温度など）をモニタするセル監視回路54aと、バッテリー52の充電状態を推定してバッテリー52の管理動作を実行するマイクロコントローラ（Micro Controller Unit:MCU）54bとを有している。

[0043] セル監視回路54aは、各セルの電圧を測定し、充電時にセルバランシングを実行するように構成され得る。セル監視回路54aは、各セルの過充電および過放電を防止する保護回路を有していてもよい。このような保護回路は、それぞれが複数のセルを含むバッテリーパックに設けられていてもよい。

[0044] MCU54bは、バッテリー52の充電率（State Of Charge: SOC）を推定するための各種の演算を実行するようにプログラムされ得る。充電率SOCは、バッテリー52の充電状態を規定する状態量のひとつである。バッテリー52の充電状態を規定する状態量は、充電率に限定されず、健全度（State Of Health: SOH）および満充電容量（Full Charge Capacity: FCC）などの変数を含み得る。充電率SOCは、バッテリー52の残存電荷（Remaining Charge: RC）を満充電容量FCCで割った値、すなわち、 RC/FCC に等しい。このように定義される充電率SOCは、「相対充電率（Relative SOC: RSOC）」と呼ばれることがある。

[0045] 健全度SOHおよび満充電容量FCCは、バッテリー52の劣化に伴って低下する。初期の満充電容量を FCC_0 とするとき、健全度SOHと満充電容量FCCとの間には、 $SOH = FCC / FCC_0$ の関係が成立する。初期状態において、健全度SOHは1.0である。

[0046] バッテリー52に蓄えられている電力の量を規定する残存電荷RCは、 $SOC \times SOH \times FCC_0$ に等しい。 FCC_0 は既知であるので、充電率SOCおよび健全度SOHの推定値が決まれば、残存電荷RCが求められる。バッテ

り52に蓄えられた電力のみによって飛行可能な距離は、残存電荷RCだけでなく、充放電可能電力（State Of Power：SOP）に依存し、充放電可能電力SOPは、バッテリー52を流れる電流の大きさ（レート）、および、バッテリー52の温度などにも依存する。

[0047] バッテリー52の充電状態を規定する充電率SOCは、種々のアルゴリズムによって推定可能である。例えば、以下のアルゴリズムを採用することができる。

[0048] ・バッテリー52の電圧（端子電圧）を測定し、その測定値から充電率SOCを推定する。推定に際して、バッテリー52を流れる電流およびバッテリー52の温度の測定値が参照される。

[0049] ・バッテリー52を流れる電流を積算して、バッテリー52を出入りした電荷を求め、残存電荷RCの推定値を得る（クーロンカウント法）。

[0050] ・バッテリーの開放端電圧（Open Circuit Voltage：OCV）と充電率SOCとの間の関係を利用し、開放端電圧OCVおよび電池内部インピーダンスを含むモデルに基づいて、電流および電圧の測定値から充電率SOCを推定する。この推定には、カルマンフィルタなどの逐次ベイズフィルタが用いられ得る。

[0051] 充電率SOCの推定は、上記の例に限定されず、任意の方法が採用され得る。また、健全度SOHおよびその他の状態量またはパラメータの推定も、任意の方法・アルゴリズムによって実行され得る。

[0052] 上記のように、本開示の実施形態によるマルチコプタの構成は多様であるが、いずれの構成においても、マルチコプタ10は、マルチコプタ10が有する複数のロータ2（12）の回転によって推力を発生させる。この推力は、飛行中のマルチコプタ10および作業機200に働く重力に抗する揚力を作る。ここでの「飛行中」とは、水平方向に移動する状態に限られず、上昇、降下、およびホバリングの状態を広く含む。本実施形態によるマルチコプタ10は、図1Cに示される例のように、機体11に作業機200が連結された（または吊り下げられた）状態で飛行することができる。図1Cに示さ

れる作業機200は、例えば作業機200が備える容器202に收容された農薬、肥料または種子を圃場または圃場内の作物に対して散布することができる。以下で説明するように、本実施形態におけるマルチコプタ10は、機体11に作業機200が連結された状態で飛行中のロータ2の回転速度に基づいて、作業機200の重量または作業機200の重量の変化量を算出することができるように構成されている。本実施形態におけるマルチコプタ10は、飛行中、作業機200の重量またはその変化量を算出することができるので、作業機200によって行われる作業を効率的に行うことができる。「作業機200の重量の変化量」は、例えば、図1Cに示される例のように、作業機200が農薬散布、施肥または種子の直播の作業を行う場合は、作業機200が備える容器202に收容された農薬、肥料または種子の重量の変化量である。「作業機200の重量の変化量」は、作業機200が収穫または収穫物の運搬を行う場合は、作業機200が備える容器に收容された収穫物の重量の変化量であってもよい。作業機200が備える容器は、図示されるように作業機200の内側に設けられているものに限られず、例えば、作業機200から吊り下げられた容器、ケース、パッケージ等も含み得る。「作業機200の重量」は、特に断らない限り、容器に收容された農業資材または収穫物の重量を含むものとする。

[0053] 図4は、本実施形態のマルチコプタ10が飛行する環境の一例を模式的に示す図である。マルチコプタ10は、機体11に作業機200が連結された状態で、圃場70内に設定された作業エリア72の上を飛行している。マルチコプタ10は、作業エリア72の上空を飛行しながら、作業機200による農薬散布、施肥、種子の直播、収穫などの種々の農作業（対地作業）を、作業エリア72において実行することができる。マルチコプタ10は、圃場70の上空を、自動または自律的に、あるいは遠隔操縦によって飛行し得る。マルチコプタ10は、自律運転モードおよび手動運転モードの両方で動作することができる。図4において、圃場70の作業エリア72内に示されている矢印のラインは、マルチコプタ10が自律運転モードによって通過した

飛行経路を模式的に示している。自律運転モードにおいて、マルチコプタ 10 は、予め設定された目標経路に沿って飛行するように制御される。自律運転モードにおいて、制御装置 4 a は、測位装置が計測したマルチコプタ 10 の位置と、圃場 70 の上空に設定された目標経路とに基づいて、マルチコプタ 10 を目標経路に沿って飛行させる。目標経路は、例えばユーザによって予め設定され、記憶装置 37 (図 9 参照) にその情報が記録される。ユーザは、例えば設定用の情報端末に表示された圃場の地図を含む GUI (Graphical User Interface) を用いた操作により、目標経路を設定することができる。

[0054] 図 5 A、図 5 B および図 5 C を参照しながら、本実施形態のマルチコプタ 10 が、作業機 200 の重量または作業機 200 の重量の変化量を算出することができることを説明する。図 5 A、図 5 B および図 5 C は、マルチコプタ 10 が機体 11 に作業機 200 が連結された状態でホバリングまたは水平方向に移動しているときの、鉛直方向の力の釣り合いを説明するための模式的な図である。なお、図 5 A、図 5 B および図 5 C では、簡単のために、鉛直方向の力の釣り合いのみを記載しており、例えばマルチコプタ 10 が横方向から受ける風の影響については記載を省略している。

[0055] 図 5 A に示される例のように、ロータ 2 の回転によって生成される推力が鉛直方向である場合、すなわち、ロータ 2 の回転軸が鉛直方向である場合、マルチコプタ 10 に作用する重力 F と、ロータ 2 の回転によって生成される推力の合計 T とが等しい (すなわち $F = T$)。マルチコプタ 10 の総重量を m 、重力加速度を g とすると、マルチコプタ 10 に作用する重力 F は $F = mg$ で与えられる。ロータ 2 の回転によって生成される推力は、そのロータ 2 の回転速度の 2 乗に比例する。マルチコプタ 10 が例えば 4 個のロータ 2 を備えるクワッドコプタである場合、各ロータ 2 の回転速度を ω_i ($i = 1, 2, 3, 4$) とし、各ロータ 2 の推力係数を k_i ($i = 1, 2, 3, 4$) とすると、ロータ 2 の回転によって生成される推力の合計 T は、

$$T = \sum_{i=1}^4 k_i \omega_i^2$$

で与えられる。各ロータ2の推力係数 k_i は、ロータ（プロペラ）2の形状等によって決まり、マルチコプタ10が有するすべてのロータ2（クワッドコプタの例では4個のロータ2）の推力係数 k_i は互いに同じであってもよい。各ロータ2の推力係数 k_i は、例えば記憶装置37（図9参照）に記憶されている。

[0056] 図5A、図5Bおよび図5Cには、マルチコプタ10に固定されたロール軸、ピッチ軸およびヨー軸にそれぞれ対応する互いに直交するX軸、Y軸およびZ軸の直交座標系（機体座標系）が示されている。図1B、図1Cおよび図1Dにも、マルチコプタ10に固定されるロール軸、ピッチ軸およびヨー軸の例が示されている。X軸周りのマルチコプタ10の回転がロールであり、Y軸周りのマルチコプタ10の回転がピッチであり、Z軸周りのマルチコプタ10の回転がヨーである。図5A、図5Bおよび図5Cには、さらに、地上座標系として、互いに直交するD1軸、D2軸およびD3軸の直交座標系も示している。D1軸、D2軸およびD3軸の方向を、それぞれ、第1方向D1、第2方向D2および第3方向D3ということがある。第3方向D3は、鉛直方向である。

[0057] 図5Bは、マルチコプタ10が、X軸（ロール軸）周りに角度 θ だけ回転した状態を示している。傾斜角 θ は、マルチコプタ10のロール角によって規定される。マルチコプタ10のY軸（ピッチ軸）の第1方向D1に対する傾斜角が θ である。ロータ2の回転軸がX軸（ロール軸）周りに鉛直方向から角度 θ だけ傾斜しているので、マルチコプタ10に作用する重力 F と、ロータ2の回転によって生成される推力の合計 T の鉛直成分とが釣り合う（すなわち $F = T \cos \theta$ ）。

[0058] 図5Cは、マルチコプタ10が、Y軸（ピッチ軸）周りに角度 ψ だけ回転した状態を例示している。傾斜角 ψ は、マルチコプタ10のピッチ角によって規定される。マルチコプタ10のX軸（ロール軸）の第2方向D2に対する傾斜角が ψ である。ロータ2の回転軸がY軸（ピッチ軸）周りに鉛直方向から角度 ψ だけ傾斜しているので、マルチコプタ10に作用する重

力 F と、ロータ2の回転によって生成される推力の合計 T の鉛直成分とが釣り合う（すなわち $F = T \cos \Psi$ ）。

[0059] 図5A、図5Bおよび図5Cを参照して説明した鉛直方向の力の釣り合いを利用して、制御装置4aは、マルチコプタ10がホバリングまたは水平方向に移動しているときのロータ2の回転速度の情報を取得し、マルチコプタ10の総重量を算出することができる。制御装置4aは、センサ群4bに含まれるセンサが検出するロール角、ピッチ角およびヨー角の情報を取得することができる。姿勢角を検出するセンサの例は、IMU、加速度センサ、角速度センサ、または加速度センサと角速度センサとの組み合わせである。IMUは、モーションセンサとして機能し、マルチコプタの加速度、速度、変位、および姿勢などの諸量を示す信号を出力することができる。

[0060] 以下で説明するように、制御装置4aは、算出されたマルチコプタ10の総重量に基づいて、作業機200の重量またはその変化量を算出することができる。なお、マルチコプタ10が上昇または降下している場合は、マルチコプタ10の加速度の情報も用いることで、マルチコプタ10の総重量を算出することができる。制御装置4aは、例えば、センサ群4bに含まれる加速度センサによって得られたマルチコプタ10の加速度を用いることができる。制御装置4aは、マルチコプタ10の総重量を算出するとき、気圧を含む気象条件に関する情報を取得して、その情報に基づいてマルチコプタ10の総重量を補正してもよい。

[0061] マルチコプタ10の総重量は、離陸後、飛行中に変化し得る重量と、飛行中に変化しない重量とに分けることができる。飛行中に変化し得る重量には、マルチコプタ10が内燃機関7を有する回転駆動装置を有する場合は、内燃機関7の燃料の重量、作業機200が農薬散布、施肥または種子の直播の作業を行う場合は、作業機200が備える容器に収容された農薬、肥料または種子の重量、作業機200が収穫を行う場合は、作業機200が備える容器に収容された収穫物の重量、などである。農薬、肥料および種子を総称して「農業資材」ということがある。飛行中に変化しない重量は、マルチコプ

タ 10 の総重量のうち、飛行中に変化し得る重量以外のすべての重量であり、例えば、機体 11 の重量、ロータ（プロペラ）2 の重量、モータ 14 および／または内燃機関 7 を含む回転駆動装置の重量、制御装置 4 a の重量、センサ群 4 b の重量、通信装置 4 c の重量、機体 11 に連結された作業機 200 の重量（容器に收容された物資の重量は含まない）などを含む。バッテリーを有する回転駆動装置を有する場合は、バッテリーの重量も、飛行中に変化しない重量に含まれる。例えば、飛行中に変化しない重量のうち、作業機 200 の重量（容器に收容された物資の重量は含まない）を除く重量は、予め記憶装置 37 に記憶されている。制御装置 4 a は、記憶装置 37 に記憶された情報に基づいて、マルチコプタ 10 の総重量から、作業機 200 の重量またはその変化量を算出することができる。制御装置 4 a は、算出された作業機 200 の重量の変化量に基づいて、作業機 200 の容器に收容された農業資材または収穫物の重量を算出することができる。マルチコプタ 10 が内燃機関 7 を有する場合は、制御装置 4 a は、内燃機関 7 の燃料の残量を、例えば燃料を收容する容器（燃料タンク）に設けられたセンサ（レベルセンサ）から検出して、作業機 200 の重量の変化量の算出に用いることができる。マルチコプタ 10 が内燃機関 7 を有する場合の例は、例えば、図 1 A に示される第 2 の回転駆動装置 3 B、第 3 の回転駆動装置 3 C または第 4 の回転駆動装置 3 D を有する場合である。

[0062] 制御装置 4 a は、マルチコプタ 10 の総重量を算出することができるので、例えば、飛行経路に沿った飛行を開始させる前に、離陸地点でホバリングを行うことで、マルチコプタ 10 の総重量が所定値（例えば規定の最大離陸重量）を超えていないかどうかをチェックすることができる。所定値を超えていないと判定された場合は、制御装置 4 a は、マルチコプタ 10 の飛行を開始させ、所定値を超えていると判定された場合は、制御装置 4 a は、マルチコプタ 10 を着陸させてもよい。

[0063] 本実施形態によるマルチコプタ 10 によると、作業機 200 に收容された物資の重量や内燃機関 7 の燃料の重量を直接計測することなく、マルチコプ

タ 10 の総重量を算出することができるので、飛行の事前準備が簡略化される。

[0064] 制御装置 4 a は、算出された作業機 200 の重量またはその変化量と、燃料の残量とに基づいて、マルチコプタ 10 の飛行可能時間を算出してもよい。制御装置 4 a が飛行可能時間を算出するとき、風速を含む気象条件に関する情報を取得して、その情報に基づいて飛行可能時間を補正してもよい。制御装置 4 a は、算出されたマルチコプタ 10 の飛行可能時間に基づいて、マルチコプタ 10 の飛行経路を設定および／または変更してもよい。

[0065] 制御装置 4 a は、例えば図 3 に示される例のようにバッテリー 52 を有する場合は、バッテリー 52 の充電率の情報を取得して、マルチコプタ 10 の飛行可能時間を算出することができる。例えば、バッテリーマネジメントシステム 54 によってバッテリー 52 の充電状態（充電率 SOC、健全度 SOH、バッテリー温度など）が推定された後、それらの推定値に基づいて、制御装置 4 a が必要な演算を実行し、バッテリー 52 の電力による飛行可能時間を算出することができる。制御装置 4 a が飛行可能時間を算出するとき、風速を含む気象条件に関する情報を取得して、その情報に基づいて飛行可能時間を補正してもよい。図 3 の例では、発電装置 8 が内燃機関 7 a によって駆動されることにより、バッテリー 52 の充電を行うことができる。このため、図 3 の例では、飛行可能時間を推定するとき、制御装置 4 a は、例えば 1 分間の飛行によって消費される燃料の量と、燃料タンク 7 b に蓄えられている燃料の量（燃料残量）とに基づいて、飛行可能時間を推定することができる。1 分間の飛行によって消費される燃料の量は、マルチコプタ 10 のペイロード（すなわち、ここでは作業機 200 の重量）および気象条件によっても変化し得るが、マルチコプタ 10 に搭載される燃料残量計およびタイマによってリアルタイムに計測される測定値に基づいて、制御装置 4 a が算出し、随時更新することが可能である。

[0066] 例えば、図 4 に示される例のように、マルチコプタ 10 が作業機 200 による農薬散布、施肥、種子の直播などの作業を行いながら作業エリア 72 の

上空を飛行する場合は、内燃機関 7 の燃料の残量が減少することによる飛行可能時間の減少と、作業機 200 に收容された農業資材の重量が減少してマルチコプタ 10 の総重量が減少することによる飛行可能時間の増加とを考慮する必要があるので、事前に飛行計画を行う場合は、飛行計画の作成が複雑になり得る。本実施形態によるマルチコプタ 10 は、作業機 200 に收容された農業資材の重量および燃料の残量に応じて、飛行計画をより適切なものに随時更新しながら飛行することができる。マルチコプタ 10 が作業機 200 による収穫または収穫物の運搬を行いながら飛行する場合についても、作業機 200 に收容された収穫物の重量および燃料の残量に応じて、飛行計画をより適切なものに随時更新しながら飛行することができる。

[0067] マルチコプタ 10 は、ロータ 2 の回転速度に基づいて作業機 200 に收容された農業資材の重量を算出することができるので、作業機 200 による作業の精度、例えば、作業機 200 が農薬散布を行う場合は散布量の制御の精度を向上させることができる。また、マルチコプタ 10 は、ロータ 2 の回転速度に基づいて作業機 200 に收容された農業資材の重量を算出することができるので、農業資材の残量を検出するセンサ（レベルセンサ）を設ける必要がない。マルチコプタ 10 は、部品数を少なくすることができる。

[0068] マルチコプタ 10 が作業機 200 による収穫または収穫物の運搬を行いながら飛行する場合についても、作業機 200 に收容された収穫物の重量および燃料の残量に応じて、飛行計画をより適切なものに随時更新しながら飛行することができる。マルチコプタ 10 は、ロータ 2 の回転速度に基づいて作業機 200 に收容された収穫物の重量を算出することができるので、運搬している収穫物の重量を管理することができる。

[0069] 制御装置 4 a は、算出された作業機 200 の重量に応じて、マルチコプタ 10 の加速度の上限を変化させてもよい。制御装置 4 a は、算出された作業機 200 の重量に応じて、マルチコプタ 10 の速度の下限および／または上限を変化させてもよい。例えば、制御装置 4 a は、マルチコプタ 10 が飛行中に、飛行方向を変化させようとするとき、マルチコプタ 10 の速度の変化

量が所定値を超えないように、すなわち、マルチコプタ 10 の加速度が所定値を超えないように制御する。制御装置 4 a は、マルチコプタ 10 の現在の速度に基づいて、マルチコプタ 10 の速度の下限および／または上限を設定し、マルチコプタ 10 の速度の変化量が所定値を超えないように制御してもよい。制御装置 4 a は、作業機 200 の重量が大きいほど、マルチコプタ 10 の加速度の上限を小さくしてもよい。または、制御装置 4 a は、マルチコプタ 10 の総重量に占める作業機 200 の重量の割合が大きいほど、マルチコプタ 10 の加速度の上限を小さくしてもよい。マルチコプタ 10 の加速度の上限値は、作業機 200 の重量に基づいて決定されるが、制御装置 4 a は、作業機 200 の重量に基づいて決定された上限値を、さらに変更してもよい。例えば、飛行中に作業機 200 の重量が増加した場合、マルチコプタ 10 の加速度の上限は低下され得るが、制御装置 4 a は、マルチコプタ 10 をより素早く移動させることが好ましい場合やハンチングを避けるために、マルチコプタ 10 の加速度の上限を増加させてもよい。マルチコプタ 10 の加速度の上限の変更は、自律運転モードおよび手動運転モードのいずれにおいても行われ得る。マルチコプタ 10 の速度の下限および／または上限の変更についても同様に、自律運転モードおよび手動運転モードのいずれにおいても行われ得る。

[0070] マルチコプタ 10 の加速度の上限を作業機 200 の重量に応じて変化させることで、マルチコプタ 10 の飛行の制御を効率的に行うことができる。例えば手動運転モードにおいて、飛行中に作業機 200 の重量が変化したとき、ユーザは作業機 200 の重量の変化を加味してマルチコプタ 10 の飛行を操作する必要がある。マルチコプタ 10 の総重量に占める作業機 200 の重量の割合が大きくなるほど、作業機 200 が機体 11 に連結されている状態での飛行と、作業機 200 が連結されていない場合の飛行との、マルチコプタ 10 の運動性能の差が大きくなるので、ユーザの負担は大きくなる。制御装置 4 a がマルチコプタ 10 の加速度の上限を作業機 200 の重量に応じて変化させることで、ユーザの負担を軽減させることができる。

- [0071] 以下、図6を参照しながら、制御装置4aの動作の一例を説明する。
- [0072] ステップS10において、マルチコプタ10が飛行中、制御装置4aは、マルチコプタ10が有するロータ2の回転速度の情報を取得する。
- [0073] ステップS12において、制御装置4aは、ロータ2の回転速度に基づいて、マルチコプタ10の総重量を算出する。マルチコプタ10の総重量の算出は、図5A、図5Bおよび図5Cを参照して説明した方法で行われ得る。
- [0074] ステップS14において、制御装置4aは、マルチコプタ10の総重量のうち、飛行中に変化し得る重量および飛行中に変化しない重量の情報を取得する。
- [0075] ステップS16において、制御装置4aは、ステップS12で算出したマルチコプタ10の総重量およびステップS14で取得した飛行中に変化し得る重量および飛行中に変化しない重量の情報に基づいて、作業機200の重量または作業機200の重量の変化量を算出する。
- [0076] 制御装置4aは、終了の指令が出されるまで（ステップS18）、ステップS10、ステップS12、ステップS14およびステップS16の工程を繰り返す。
- [0077] 制御装置4aは、複数のステップを同時に実行してもよい。例えば、ステップS12およびステップS14は同時に実行され得る。図6のフローチャートの順序は適宜入れ替えられてもよい。
- [0078] 図7を参照しながら、制御装置4aの動作の他の例を説明する。図6に示したフローチャートと共通するステップについては、詳細な説明を省略する。この例では、制御装置4aは、算出された作業機200の重量に基づいて、マルチコプタ10の飛行可能時間を算出する。
- [0079] ステップS20、ステップS22およびステップS24は、図6のステップS10、ステップS12およびステップS14と同様に行われ得る。
- [0080] ステップS26において、制御装置4aは、内燃機関7の燃料の残量および／またはバッテリー52の充電率の情報を取得する。制御装置4aは、マルチコプタ10が有する回転駆動装置の構成に応じて、飛行可能時間の算出に

必要な情報を取得する。

- [0081] ステップS 28において、制御装置4 aは、ステップS 22で算出したマルチコプタ10の総重量およびステップS 24で取得した飛行中に変化し得る重量および飛行中に変化しない重量の情報に基づいて、作業機200の重量または作業機200の重量の変化量を算出する。マルチコプタ10が内燃機関7を有する場合は、制御装置4 aは、ステップS 26で取得した燃料の残量の情報をさらに用いて、作業機200の重量または作業機200の重量の変化量を算出する。
- [0082] ステップS 30において、制御装置4 aは、ステップS 28で算出された作業機200の重量と、ステップS 26で取得した内燃機関7の燃料の残量および／またはバッテリー52の充電率の情報とに基づいて、マルチコプタ10の飛行可能時間を算出する。
- [0083] ステップS 32において、制御装置4 aは、ステップS 30で算出された飛行可能時間に基づいて、マルチコプタ10の飛行経路を変更する必要があるか否かを判定する。必要があると判定された場合（「Yes」の場合）は、算出された飛行可能時間に基づいて、マルチコプタ10の飛行経路を変更する。
- [0084] 制御装置4 aは、終了の指令が出されるまで（ステップS 36）、ステップS 20、ステップS 22、ステップS 24、ステップS 26、ステップS 28、ステップS 30、ステップS 32およびステップS 34の工程を繰り返す。
- [0085] 制御装置4 aは、複数のステップを同時に実行してもよい。図7のフローチャートの順序は適宜入れ替えられてもよい。
- [0086] 図8を参照しながら、制御装置4 aの動作の他の例を説明する。図6に示したフローチャートと共通するステップについては、詳細な説明を省略する。この例では、制御装置4 aは、算出された作業機200の重量に基づいて、マルチコプタ10の加速度の上限を変化させる。
- [0087] ステップS 40、ステップS 42、ステップS 44およびステップS 46

は、図6のステップS10、ステップS12、ステップS14およびステップS16と同様に行われ得る。

[0088] ステップS48において、制御装置4aは、ステップS46で算出された作業機200の重量に基づいて、マルチコプタ10の加速度の上限を決定する。制御装置4aは、例えば、作業機200の重量が大きいほど、マルチコプタ10の加速度の上限を小さくしてもよい。または、制御装置4aは、マルチコプタ10の総重量に占める作業機200の重量の割合が大きいほど、マルチコプタ10の加速度の上限を小さくしてもよい。

[0089] ステップS50において、制御装置4aは、ステップS48で決定された加速度の上限を修正する必要があるか否かを判定する。例えば、マルチコプタ10の飛行速度、飛行高度、飛行経路等に基づいて、判定する。必要があると判定された場合（「Yes」の場合）は、加速度の上限を修正し、修正された加速度の上限を超えないように、マルチコプタ10の飛行を制御する。必要がないと判定された場合（「No」）の場合は、ステップS48で決定された加速度の上限を超えないように、マルチコプタ10の飛行を制御する。

[0090] 制御装置4aは、終了の指令が出されるまで（ステップS54）、ステップS40、ステップS42、ステップS44、ステップS46、ステップS48、ステップS50、ステップS52およびステップS54の工程を繰り返す。

[0091] 制御装置4aは、複数のステップを同時に実行してもよい。図7のフローチャートの順序は適宜入れ替えられてもよい。

[0092] 図6、図7および図8に示したフローチャートは制御装置4aの動作の一例であり、適宜改変され得る。

[0093] 本開示の実施形態における制御装置4aは、図6、図7および図8を参照しながら説明した各処理を実行するようにプログラムされたデジタルコンピュータシステムによって実現され得る。

[0094] 図9は、制御装置4aのハードウェア構成例を示すブロック図である。制

御装置4 aは、プロセッサ3 4、ROM (Read Only Memory) 3 5、RAM (Random Access Memory) 3 6、記憶装置3 7、および通信I / F 3 8を備える。これらの構成要素は、バス3 9を介して相互に接続される。

[0095] プロセッサ3 4は、1または複数の半導体集積回路であり、中央演算処理装置 (CPU) またはマイクロプロセッサとも称される。プロセッサ3 4は、ROM 3 5に格納された、コンピュータプログラムを逐次実行し、前述した処理を実現する。プロセッサ3 4は、CPUを搭載したFPGA (Field Programmable Gate Array)、GPU (Graphic Processer Unit)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、またはASSP (Application Specific Standard Product) を含む用語として広く解釈される。

[0096] ROM 3 5は、例えば、書き込み可能なメモリ (例えばPROM)、書き換え可能なメモリ (例えばフラッシュメモリ)、または読み出し専用のメモリである。ROM 3 5は、プロセッサの動作を制御するプログラムを記憶している。ROM 3 5は、単一の記録媒体である必要はなく、複数の記録媒体の集合であり得る。複数の集合体の一部は取り外し可能なメモリであってもよい。

[0097] RAM 3 6は、ROM 3 5に格納されたプログラムをブート時に一旦展開するための作業領域を提供する。RAM 3 6は、単一の記録媒体である必要はなく、複数の記録媒体の集合であり得る。

[0098] 通信I / F 3 8は、制御装置4 aと他の電子部品または電子制御ユニット (ECU) との間で通信を行うためのインタフェースである。例えば、通信I / F 3 8は、種々のプロトコルに準拠した有線通信を行うことができる。通信I / F 3 8は、Bluetooth (登録商標) 規格および／またはWi-Fi (登録商標) 規格に準拠した無線通信を行ってもよい。いずれの規格も、2. 4 GHz帯の周波数を利用した無線通信規格を含む。

[0099] 記憶装置 37 は、例えば、半導体メモリ、磁気記憶装置、または光学記憶装置、またはそれらの組合せであり得る。記憶装置 37 は、例えば、マルチコプタ 10 の自律的な飛行に有用な地図データ、および、マルチコプタ 10 が飛行中に取得した種々のセンサデータを記憶することができる。

[0100] なお、制御装置 4 a は、前述したように、例えば、フライトコントローラなどの飛行制御装置と、上位のコンピュータ（コンパニオンコンピュータ）とを含み得る。コンパニオンコンピュータが図 6、図 7 および図 8 に示される各処理を実行し、その処理の結果に基づく飛行に関する指令をコンパニオンコンピュータからフライトコントローラに与えてもよい。

[0101] 図 10 は、マルチコプタ 10 を含むシステムの構成例を示す模式図である。制御装置 4 a の一部または全部の機能は、通信ネットワーク N によってマルチコプタ 10 の通信装置 4 c に接続される 1 または複数のサーバ（コンピュータ）500 または端末装置（携帯型および固定型を含む）600 によって実現されてもよい。このような通信ネットワーク N には、トラクタなどの農業機械 700 が接続され、マルチコプタ 10 と農業機械 700 との間で通信が行われてもよい。通信ネットワーク N を介して、制御装置 4 a の処理に用いられるデータの一部、およびマルチコプタ 10 に対する制御信号が農業機械 700 からマルチコプタ 10 に与えられてもよい。

[0102] 本明細書は、以下の項目に記載の解決手段を開示している。

[0103] [項目 1]

複数のロータを備える無人航空機であって、

前記無人航空機の飛行を制御する制御装置をさらに備え、

前記制御装置は、前記無人航空機が機体に作業機が連結された状態で飛行しているときの前記複数のロータの回転速度に基づいて、前記作業機の重量または前記作業機の重量の変化量を算出する、無人航空機。

[0104] [項目 2]

前記回転速度は、前記無人航空機がホバリングしているときまたは水平方向に移動しているときの前記複数のロータの回転速度である、項目 1 に記載

の無人航空機。

[0105] [項目 3]

前記作業機は、農業資材を収容する容器を備え、
前記制御装置は、
前記回転速度に基づいて、前記作業機の重量の変化量を算出し、
算出された前記作業機の重量の変化量に基づいて、前記容器に収容された
前記農業資材の重量を算出する、項目 1 または 2 に記載の無人航空機。

[0106] [項目 4]

前記農業資材は、農薬、肥料および種子の少なくとも 1 つを含む、項目 3
に記載の無人航空機。

[0107] [項目 5]

前記作業機は、収穫物を収容する容器を備え、
前記制御装置は、
前記回転速度に基づいて、前記作業機の重量の変化量を算出し、
算出された前記作業機の重量の変化量に基づいて、前記容器に収容された
前記収穫物の重量を算出する、項目 1 または 2 に記載の無人航空機。

[0108] [項目 6]

前記制御装置は、
前記回転速度に基づいて、前記作業機の重量を算出し、
算出された前記作業機の重量に応じて、前記無人航空機の加速度の上限を
変化させる、項目 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の無人航空機。

[0109] [項目 7]

前記制御装置は、
前記回転速度に基づいて、前記作業機の重量を算出し、
算出された前記作業機の重量に応じて、前記無人航空機の速度の下限およ
び／または上限を変化させる、項目 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の無人航
空機。

[0110] [項目 8]

内燃機関をさらに備え、

前記複数のロータは、前記内燃機関によって駆動されるロータおよび／または前記内燃機関によって駆動された発電装置によって生成された電力が供給される電動モータによって駆動されるロータを含む、項目 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の無人航空機。

[0111] [項目 9]

前記内燃機関の燃料の残量を検出するセンサをさらに備え、

前記制御装置は、前記燃料の残量にさらに基づいて、前記作業機の重量または前記作業機の重量の変化量を算出する、項目 8 に記載の無人航空機。

[0112] [項目 10]

前記制御装置は、算出された前記作業機の重量または前記作業機の重量の変化量と、前記燃料の残量とに基づいて、前記無人航空機の飛行可能時間を算出する、項目 9 に記載の無人航空機。

[0113] [項目 11]

前記制御装置は、算出された前記無人航空機の飛行可能時間に基づいて、前記無人航空機の飛行経路を設定および／または変更する、項目 10 に記載の無人航空機。

[0114] [項目 12]

前記複数のロータに含まれる複数の第 1 ロータをそれぞれ駆動する複数の電動モータと、

第 1 電力を蓄えるバッテリーと、

前記内燃機関によって駆動されて第 2 電力を生成する発電装置と、
をさらに備え、

前記複数の電動モータのそれぞれは、前記第 1 電力および前記第 2 電力の少なくとも一方を受け取る、項目 8 から 11 のいずれか 1 項に記載の無人航空機。

[0115] [項目 13]

前記内燃機関は、前記複数のロータに含まれる少なくとも 1 つの第 2 ロー

タを駆動する、項目 1 2 に記載の無人航空機。

[0116] [項目 1 4]

前記複数のロータは、前記内燃機関によって駆動される、項目 8 から 1 1 のいずれか 1 項に記載の無人航空機。

[0117] [項目 1 5]

複数のロータを備える無人航空機の制御方法であって、
前記無人航空機が機体に作業機が連結された状態で飛行しているときの前記複数のロータの回転速度に基づいて、前記作業機の重量または前記作業機の重量の変化量を算出することを含む、制御方法。

産業上の利用可能性

[0118] 本開示の無人航空機は、空撮、測量、物流、および農薬散布の用途だけではなく、農作業に関わる対地作業、収穫物および農業資材の運搬などの用途にも広く利用され得る。

符号の説明

[0119] 2・・・ロータ（プロペラ）、3・・・回転駆動装置、4・・・機体本体、4 a・・・制御装置、4 b・・・センサ群、4 c・・・通信装置、5・・・機体フレーム、1 0・・・マルチコプタ、1 2・・・サブロータ、1 2 a・・・プロペラ、1 2 b・・・プロペラ、1 4・・・モータ、1 6・・・ESC、2 2・・・メインロータ、5 2・・・バッテリー、5 4・・・バッテリーマネジメントシステム

請求の範囲

- [請求項1] 複数のロータを備える無人航空機であって、
前記無人航空機の飛行を制御する制御装置をさらに備え、
前記制御装置は、前記無人航空機が機体に作業機が連結された状態で飛行しているときの前記複数のロータの回転速度に基づいて、前記作業機の重量または前記作業機の重量の変化量を算出する、無人航空機。
- [請求項2] 前記回転速度は、前記無人航空機がホバリングしているときまたは水平方向に移動しているときの前記複数のロータの回転速度である、請求項1に記載の無人航空機。
- [請求項3] 前記作業機は、農業資材を収容する容器を備え、
前記制御装置は、
前記回転速度に基づいて、前記作業機の重量の変化量を算出し、
算出された前記作業機の重量の変化量に基づいて、前記容器に収容された前記農業資材の重量を算出する、請求項1または2に記載の無人航空機。
- [請求項4] 前記農業資材は、農薬、肥料および種子の少なくとも1つを含む、請求項3に記載の無人航空機。
- [請求項5] 前記作業機は、収穫物を収容する容器を備え、
前記制御装置は、
前記回転速度に基づいて、前記作業機の重量の変化量を算出し、
算出された前記作業機の重量の変化量に基づいて、前記容器に収容された前記収穫物の重量を算出する、請求項1または2に記載の無人航空機。
- [請求項6] 前記制御装置は、
前記回転速度に基づいて、前記作業機の重量を算出し、
算出された前記作業機の重量に応じて、前記無人航空機の加速度の上限を変化させる、請求項1から5のいずれか1項に記載の無人航空

機。

- [請求項7] 前記制御装置は、
前記回転速度に基づいて、前記作業機の重量を算出し、
算出された前記作業機の重量に応じて、前記無人航空機の速度の下限および／または上限を変化させる、請求項1から6のいずれか1項に記載の無人航空機。
- [請求項8] 内燃機関をさらに備え、
前記複数のロータは、前記内燃機関によって駆動されるロータおよび／または前記内燃機関によって駆動された発電装置によって生成された電力が供給される電動モータによって駆動されるロータを含む、請求項1から7のいずれか1項に記載の無人航空機。
- [請求項9] 前記内燃機関の燃料の残量を検出するセンサをさらに備え、
前記制御装置は、前記燃料の残量にさらに基づいて、前記作業機の重量または前記作業機の重量の変化量を算出する、請求項8に記載の無人航空機。
- [請求項10] 前記制御装置は、算出された前記作業機の重量または前記作業機の重量の変化量と、前記燃料の残量とに基づいて、前記無人航空機の飛行可能時間を算出する、請求項9に記載の無人航空機。
- [請求項11] 前記制御装置は、算出された前記無人航空機の飛行可能時間に基づいて、前記無人航空機の飛行経路を設定および／または変更する、請求項10に記載の無人航空機。
- [請求項12] 前記複数のロータに含まれる複数の第1ロータをそれぞれ駆動する複数の電動モータと、
第1電力を蓄えるバッテリーと、
前記内燃機関によって駆動されて第2電力を生成する発電装置と、
をさらに備え、
前記複数の電動モータのそれぞれは、前記第1電力および前記第2電力の少なくとも一方を受け取る、請求項8から11のいずれか1項

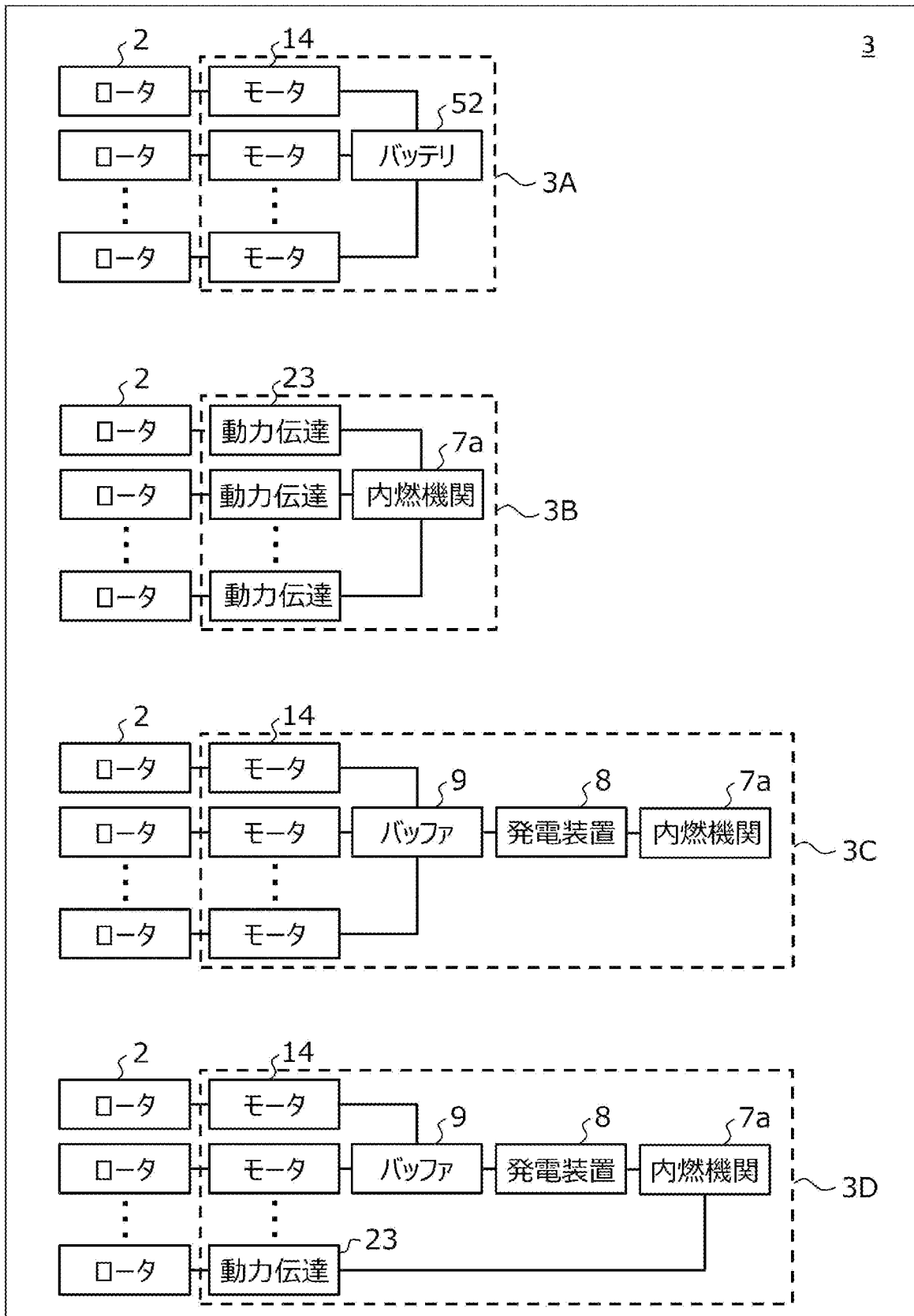
に記載の無人航空機。

[請求項13] 前記内燃機関は、前記複数のロータに含まれる少なくとも1つの第2ロータを駆動する、請求項12に記載の無人航空機。

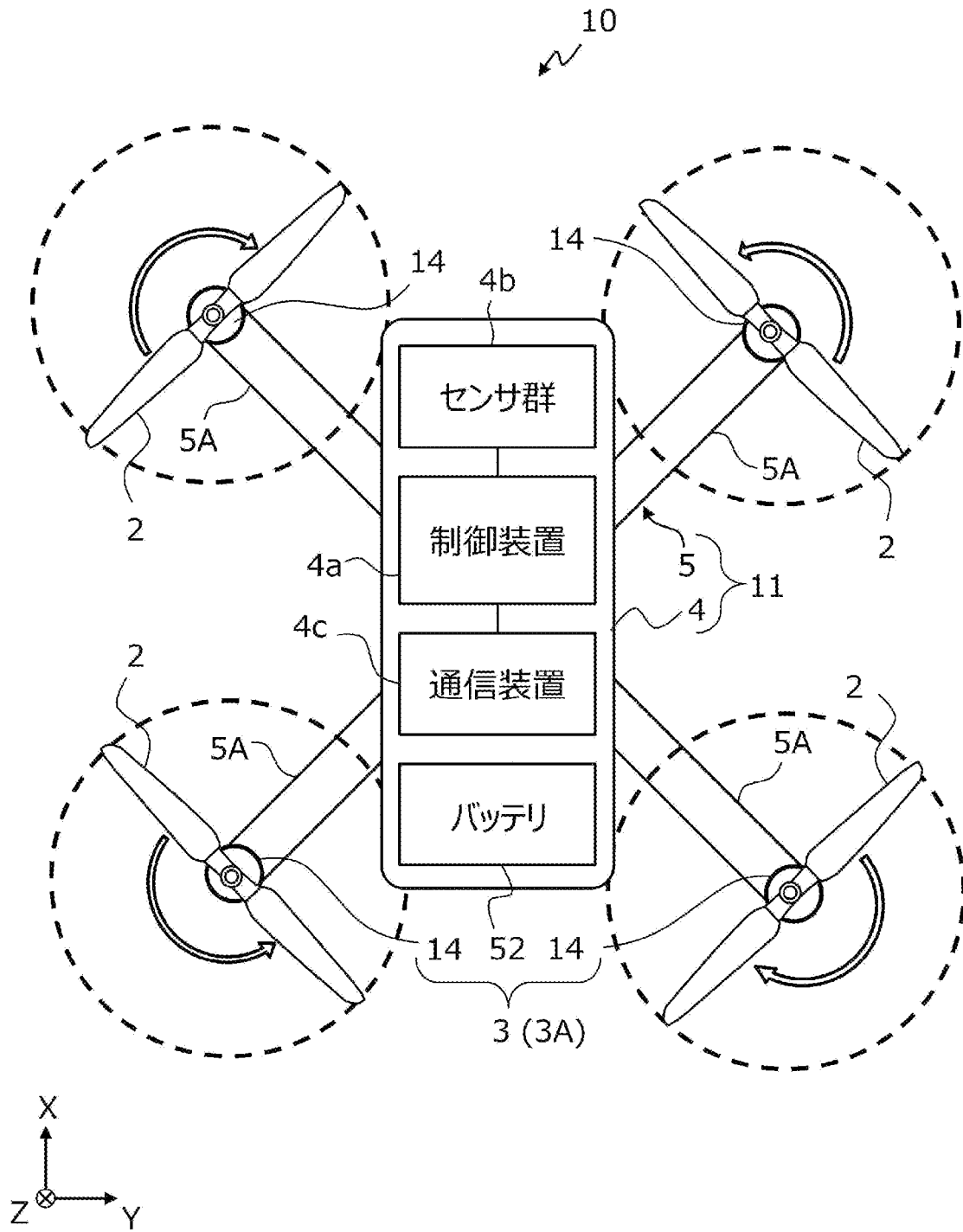
[請求項14] 前記複数のロータは、前記内燃機関によって駆動される、請求項8から11のいずれか1項に記載の無人航空機。

[請求項15] 複数のロータを備える無人航空機の制御方法であって、
前記無人航空機が機体に作業機が連結された状態で飛行しているときの前記複数のロータの回転速度に基づいて、前記作業機の重量または前記作業機の重量の変化量を算出することを含む、制御方法。

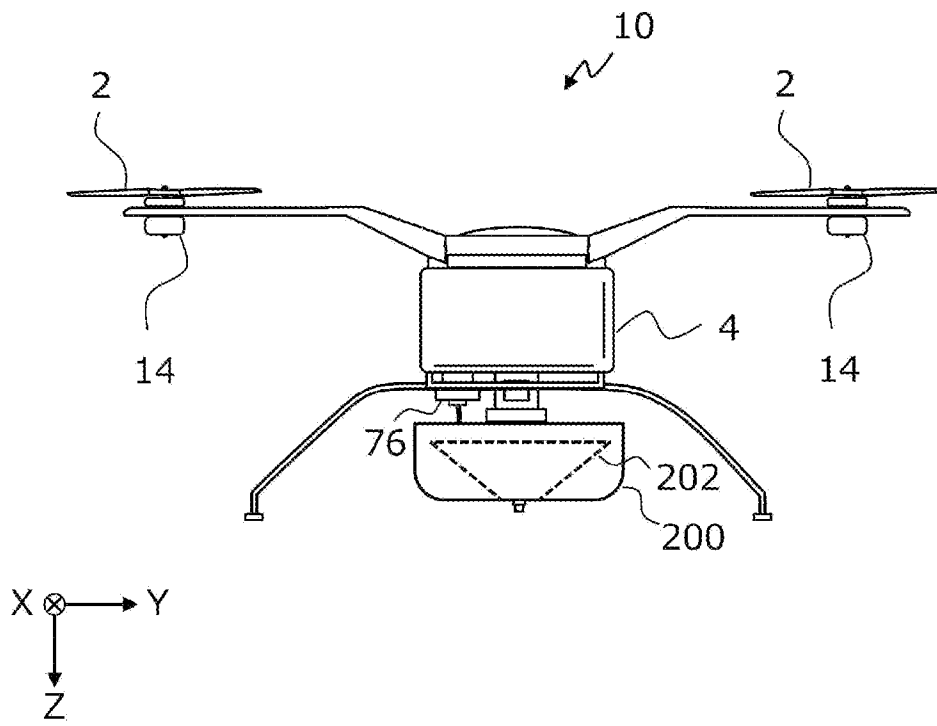
[図1A]



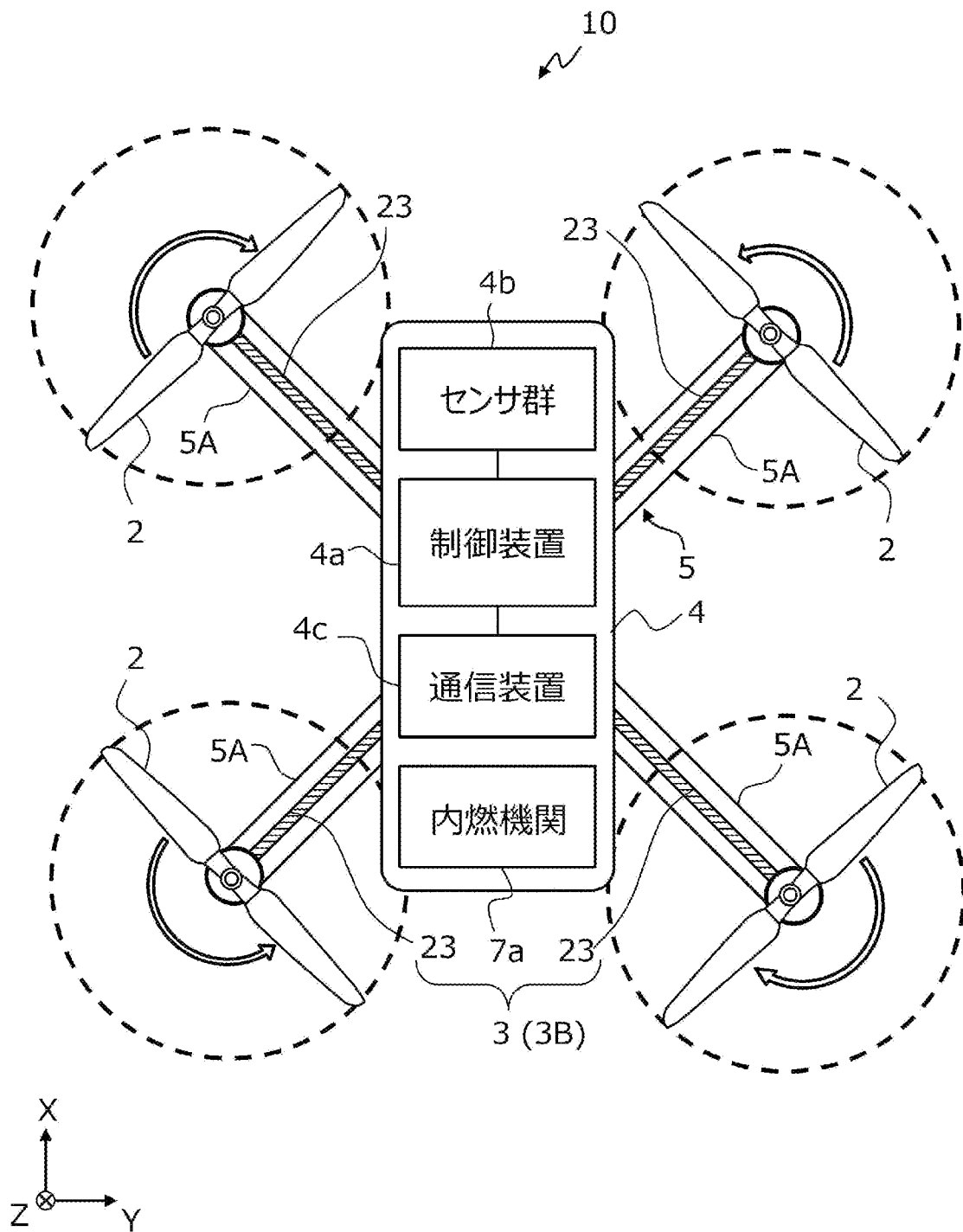
[図1B]



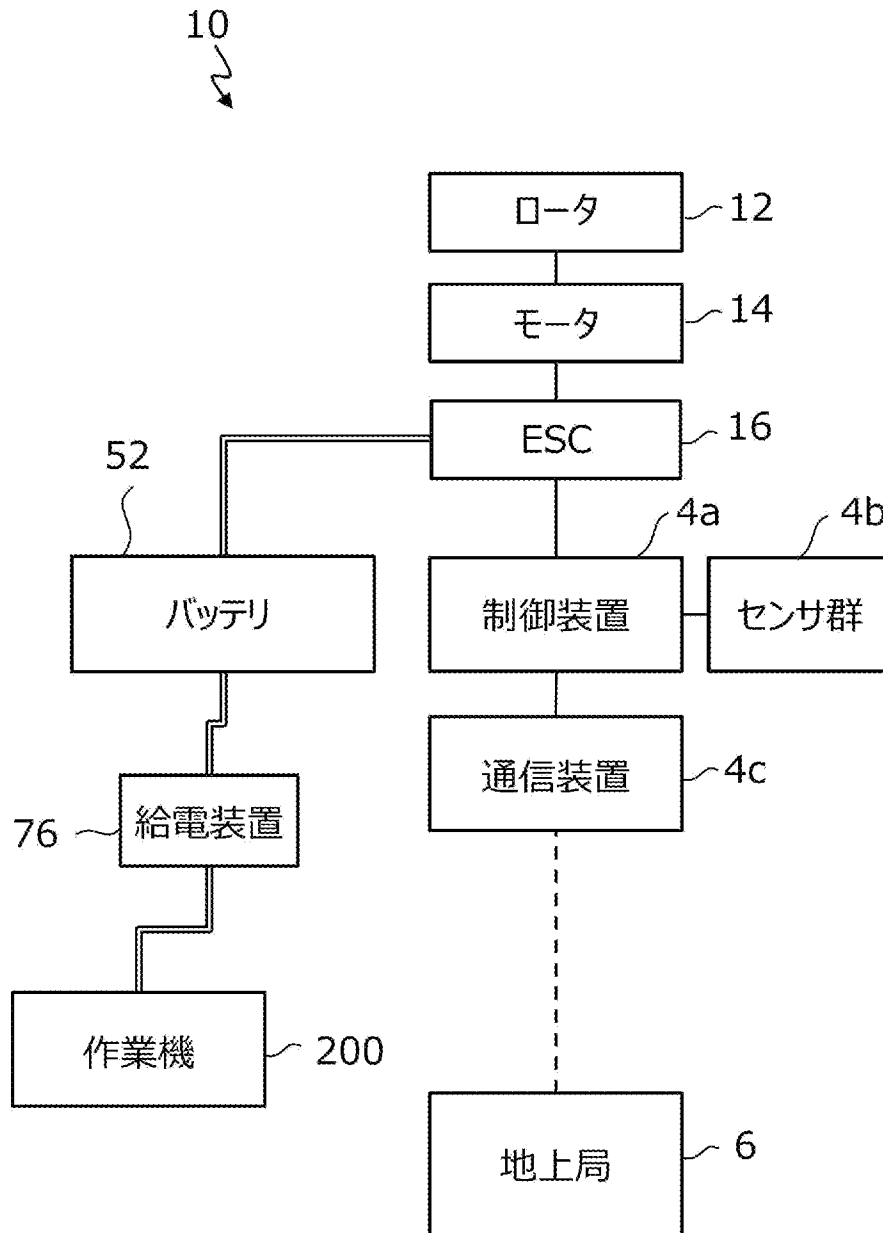
[図1C]



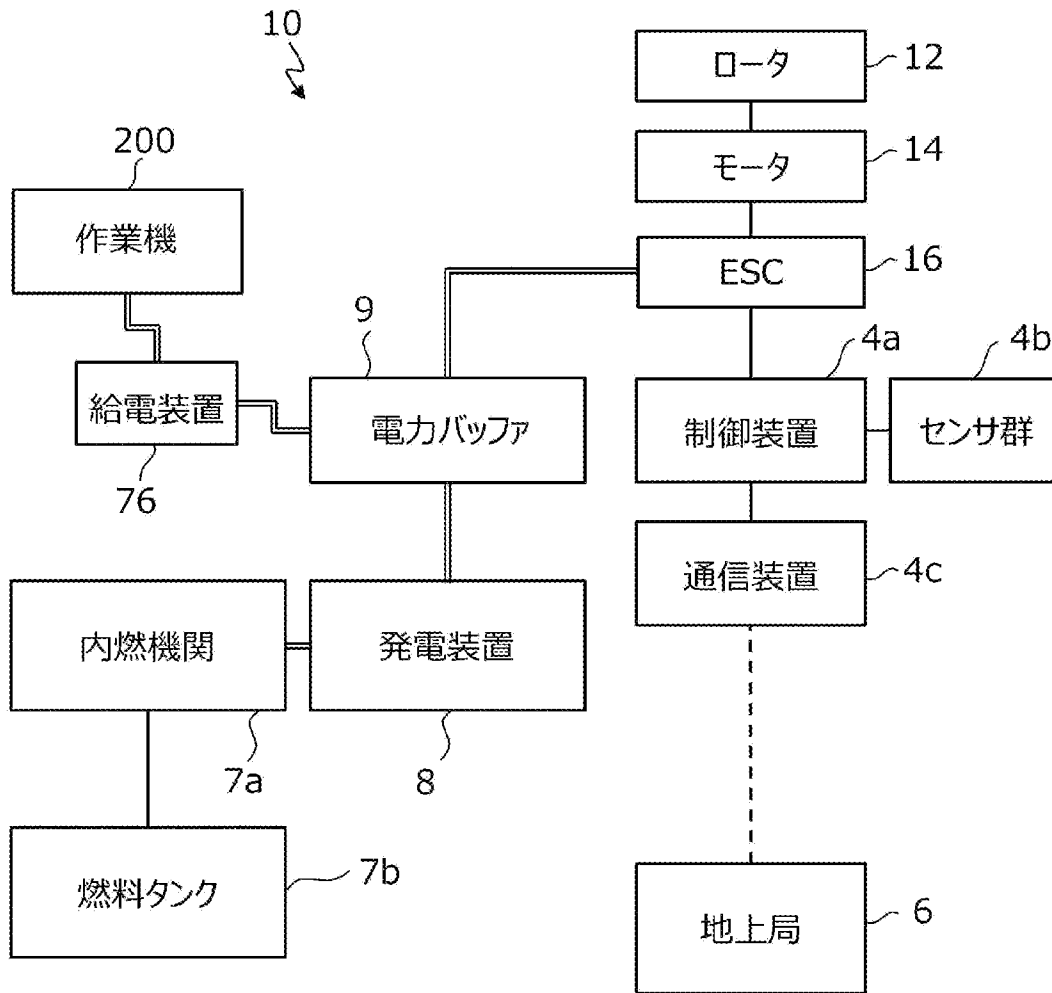
[図1D]



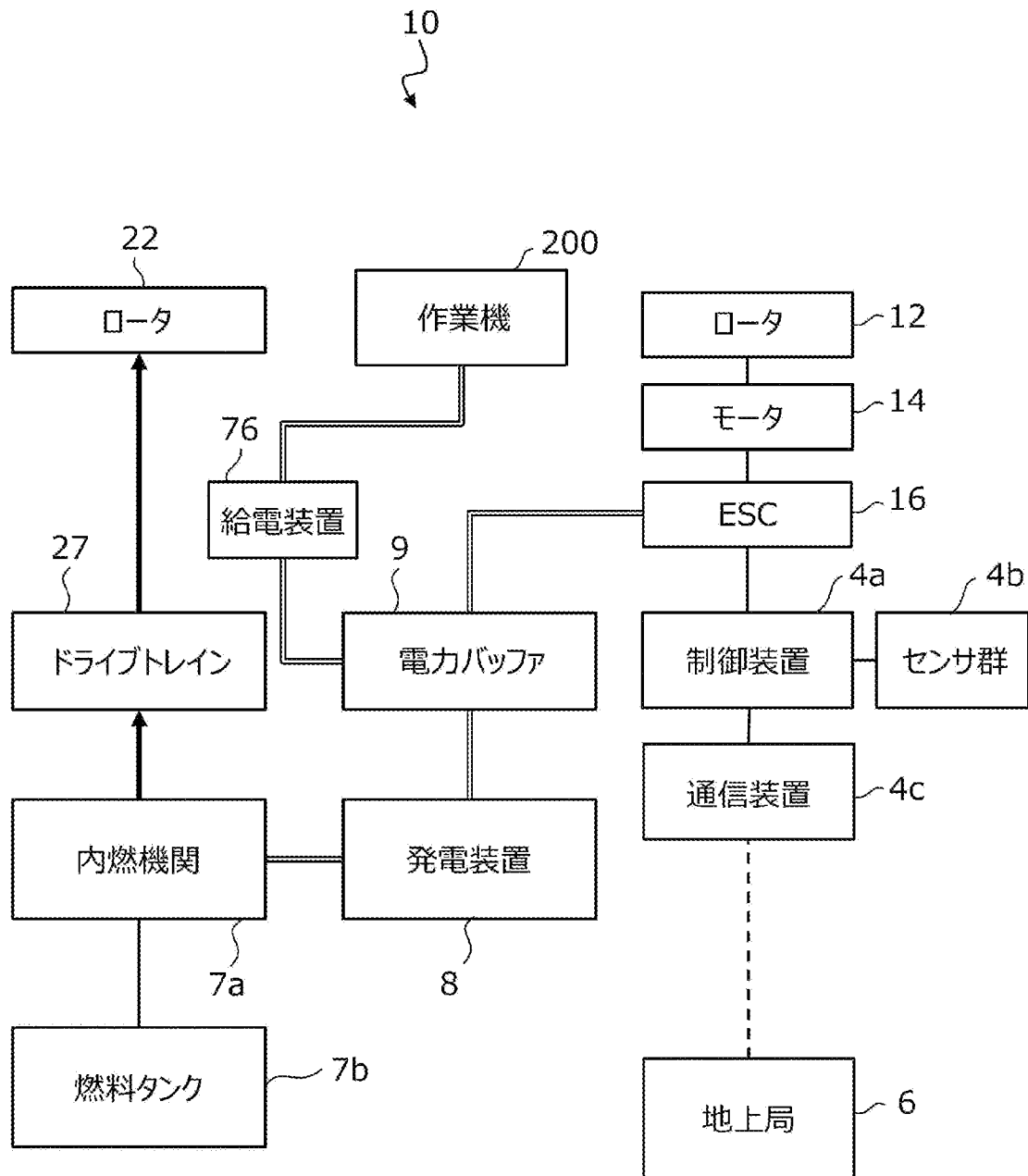
[図2A]



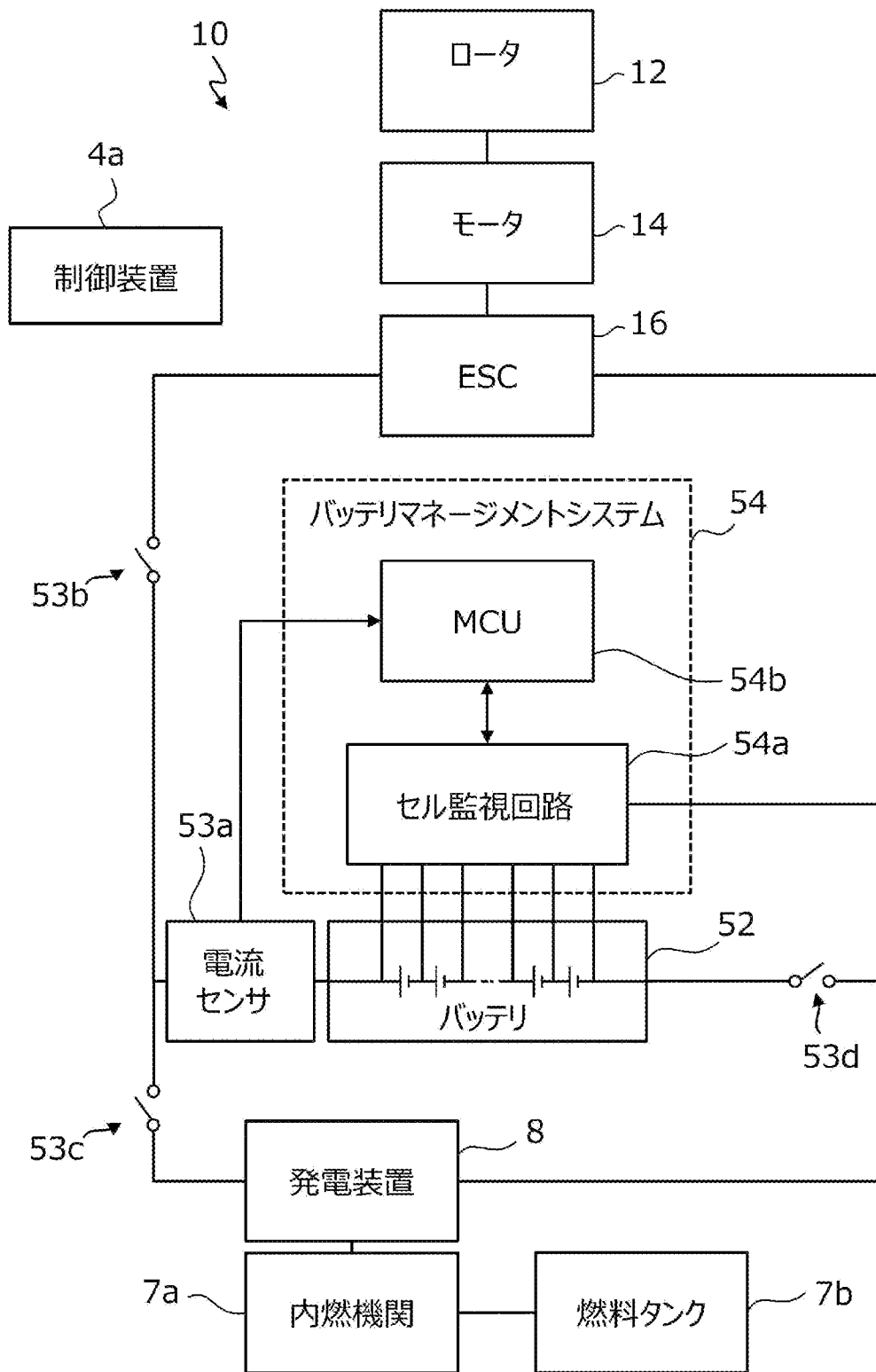
[図2B]



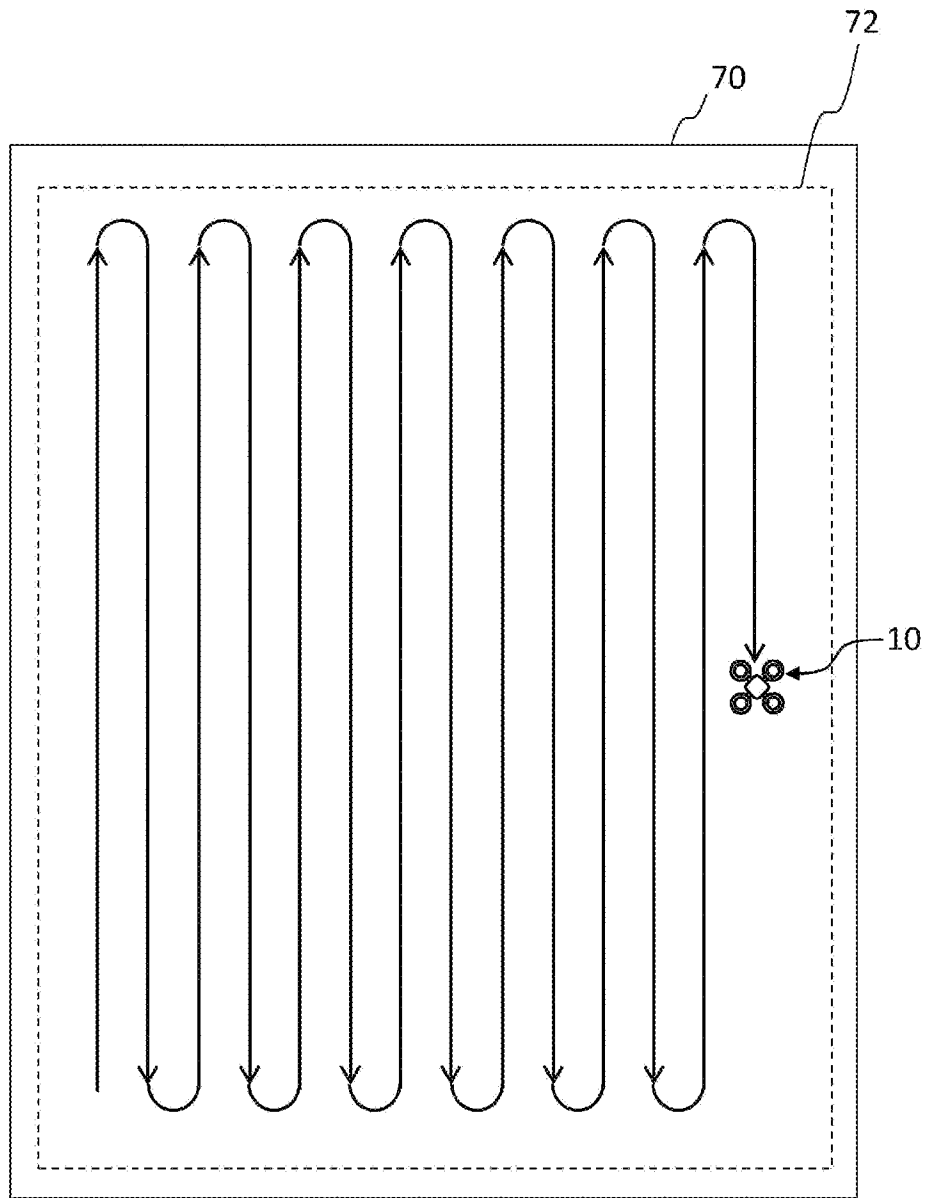
[図2C]



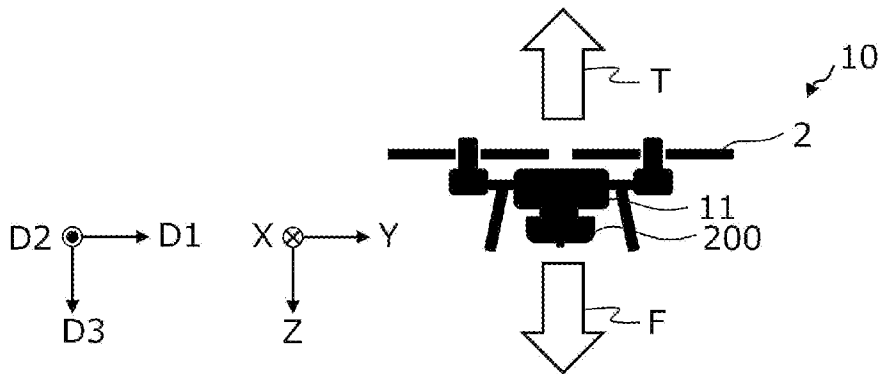
[図3]



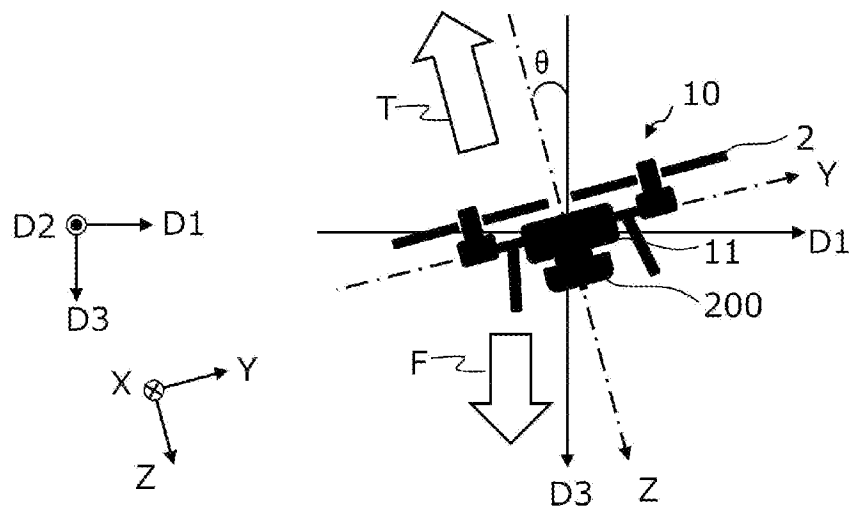
[図4]



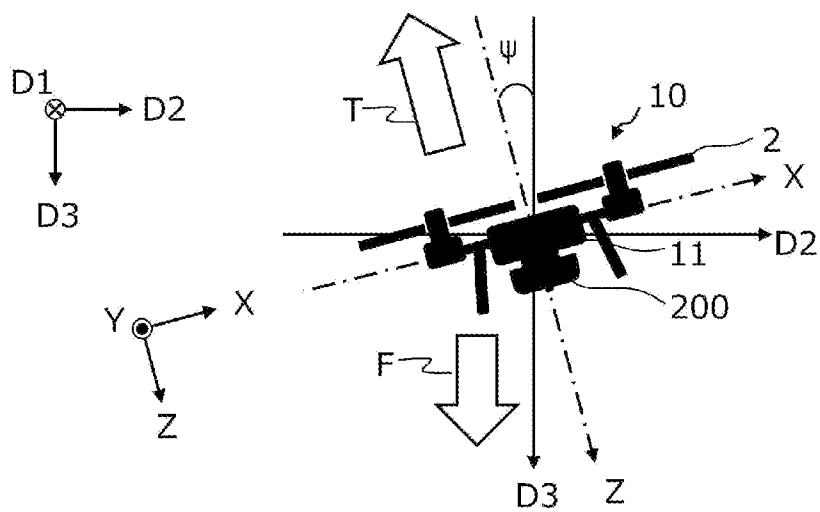
[図5A]



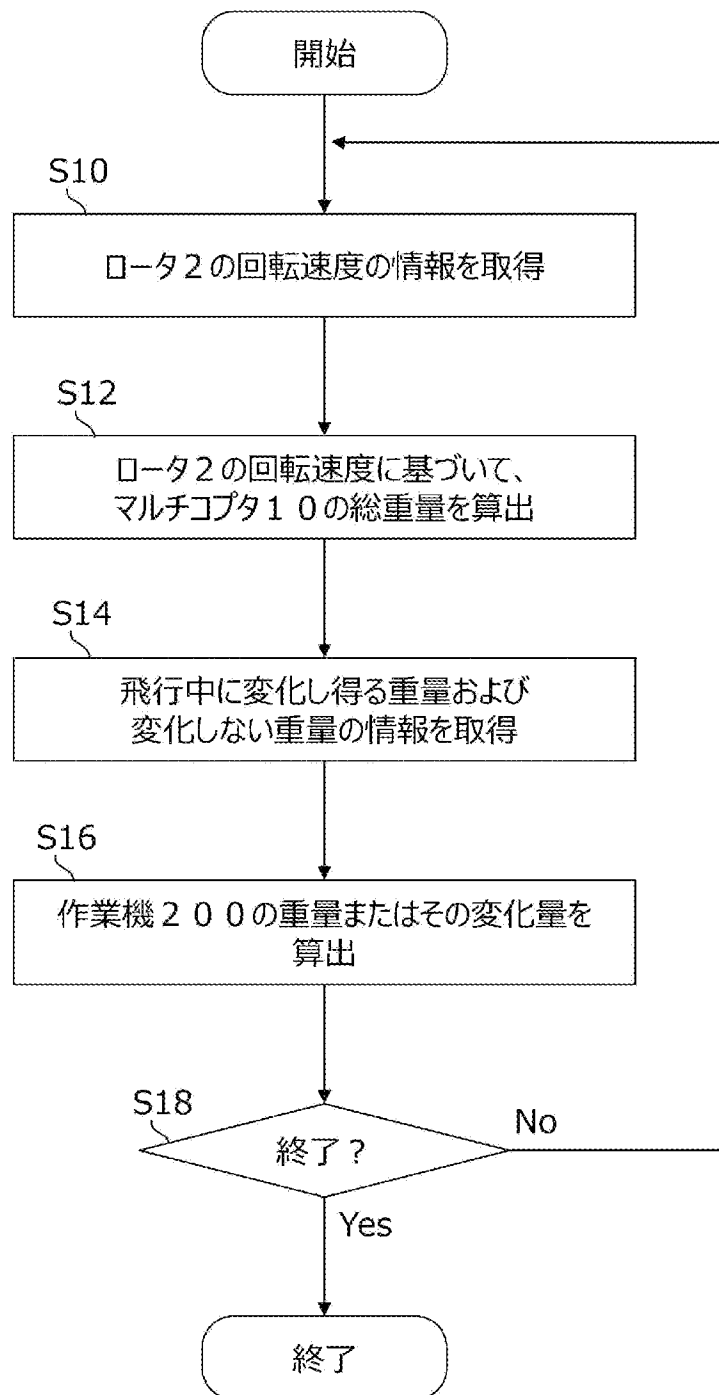
[図5B]



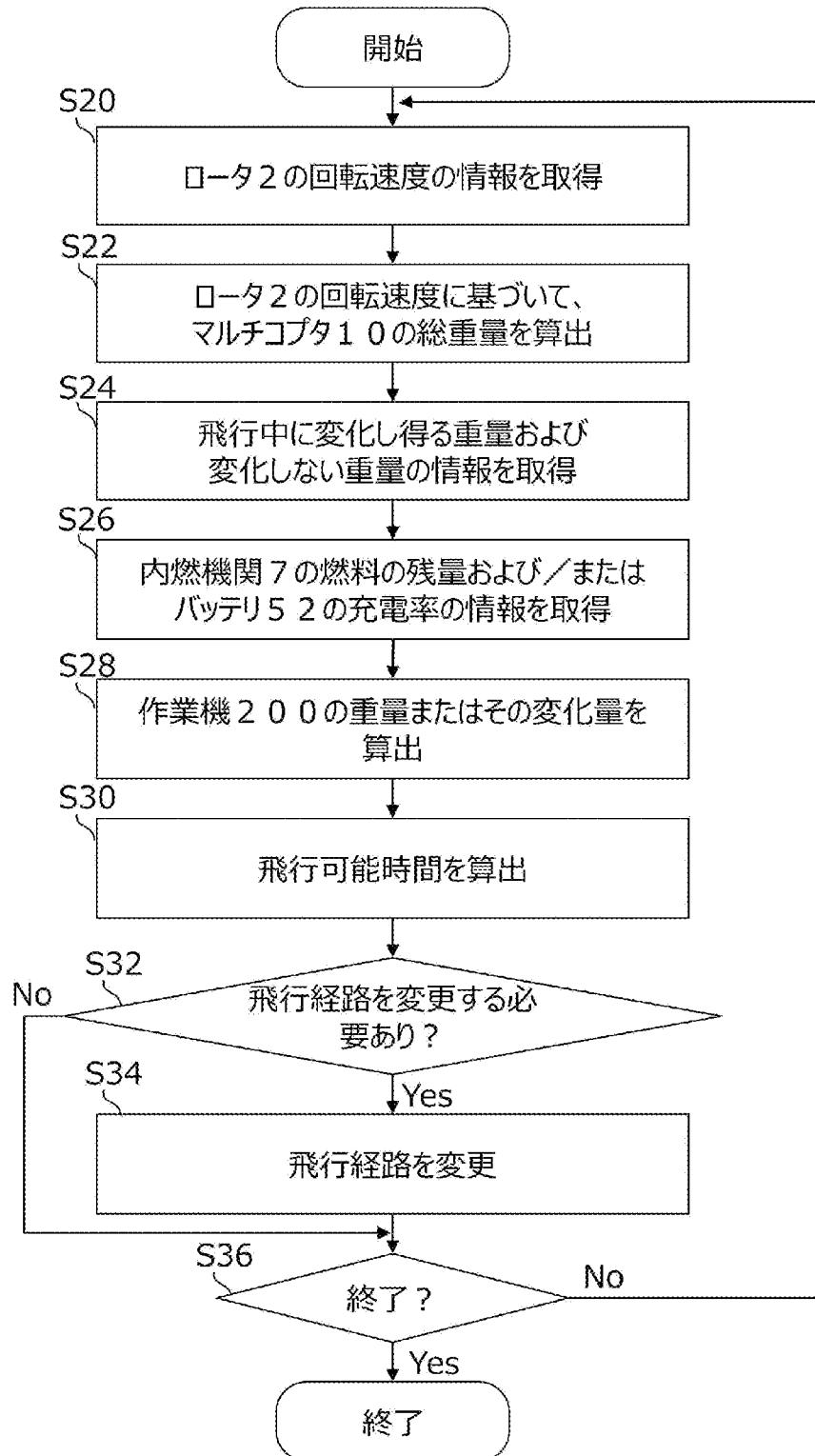
[図5C]



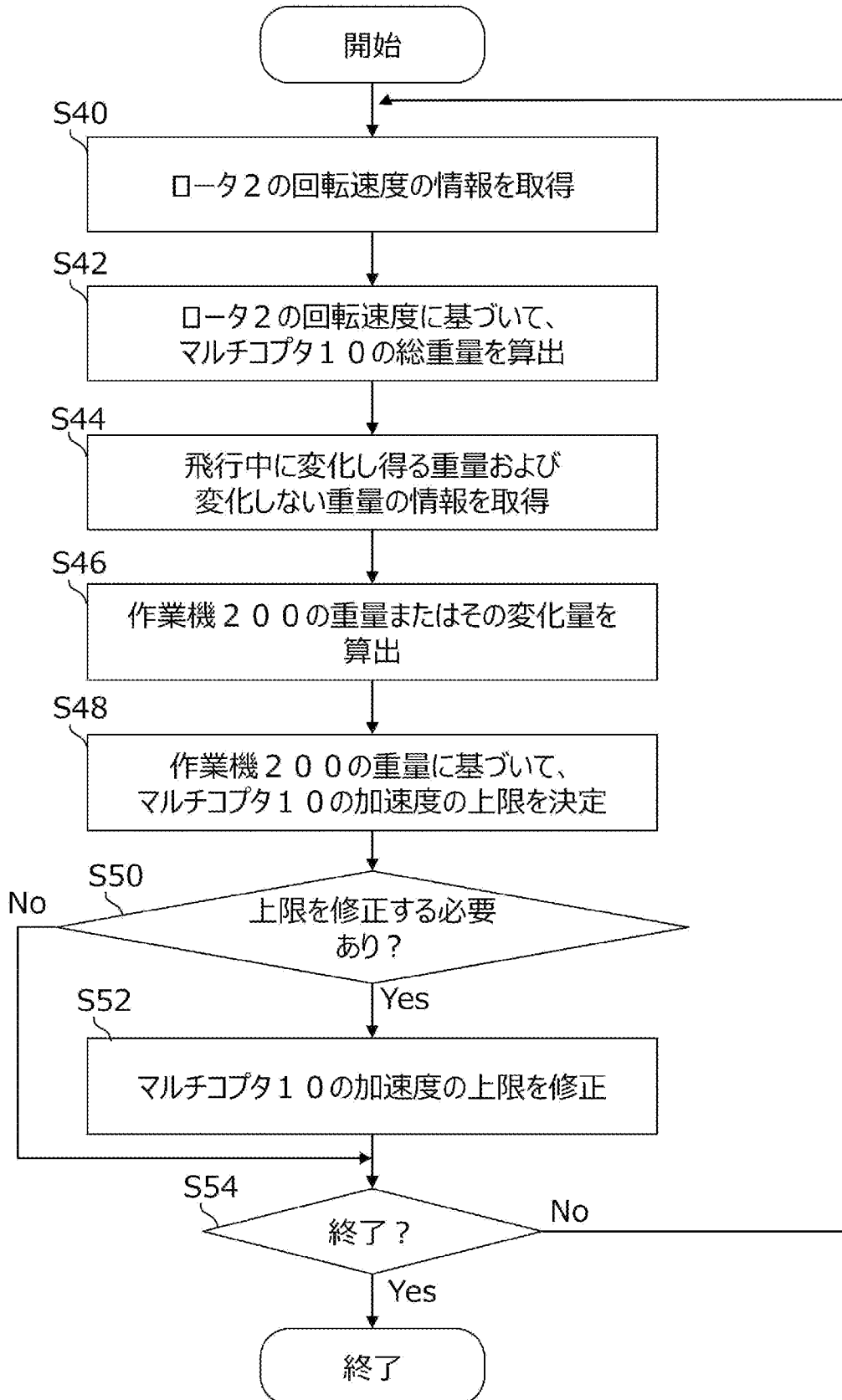
[図6]



[図7]

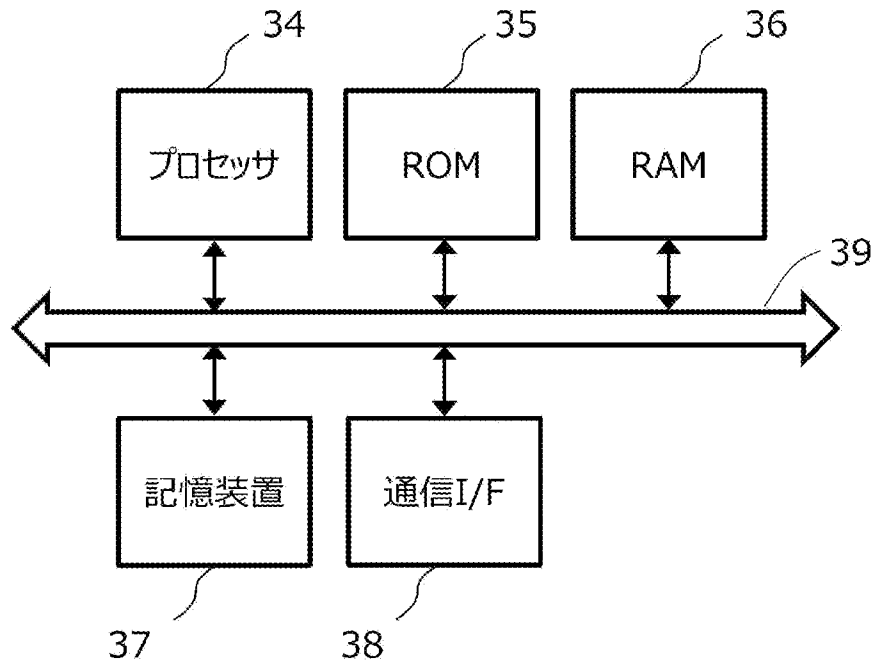


[図8]

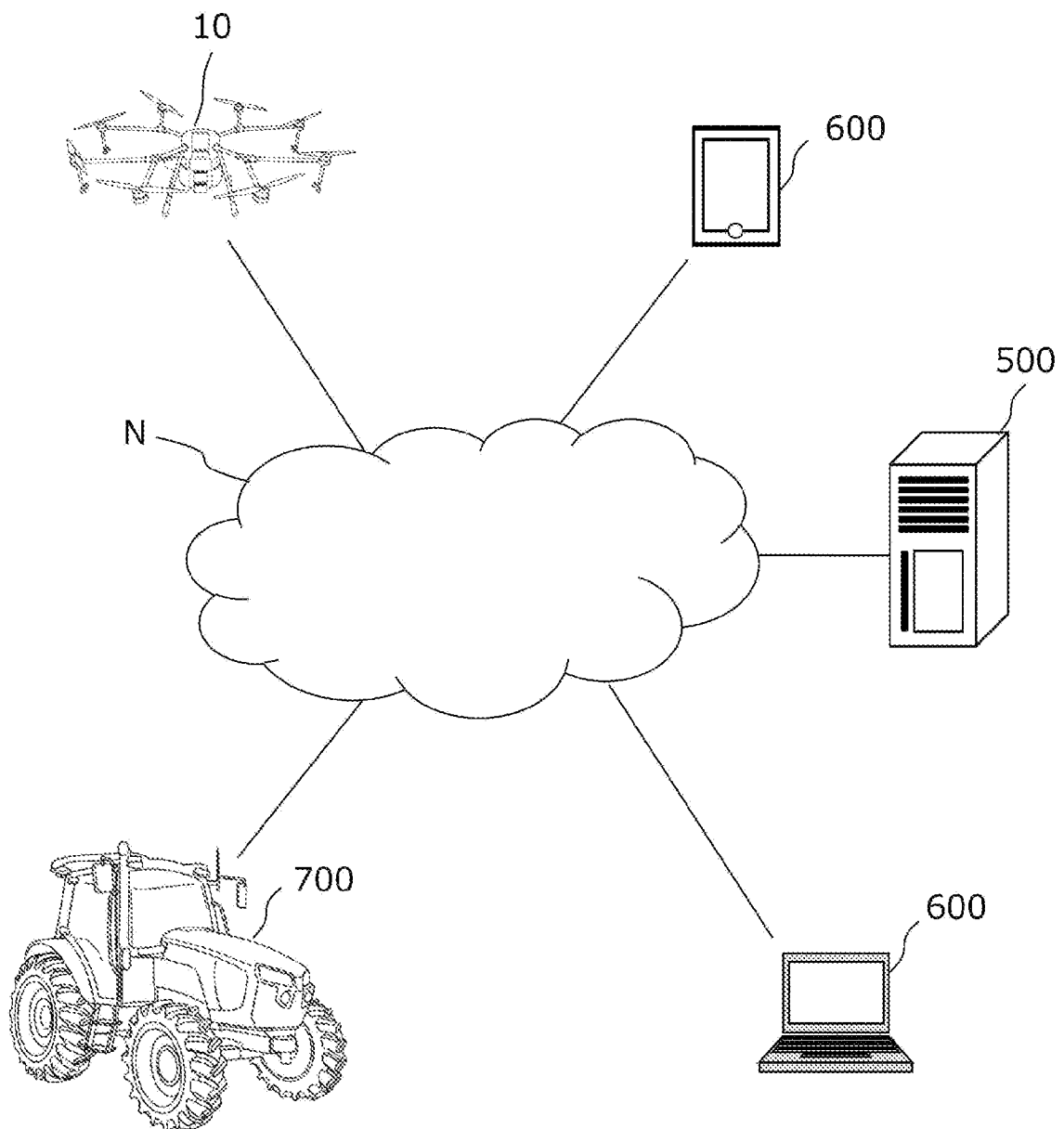


[図9]

4a



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/048164

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>B64D 43/00</i> (2006.01)i; <i>B64U 10/13</i> (2023.01)i; <i>B64U 50/11</i> (2023.01)i; <i>B64U 50/33</i> (2023.01)i; <i>B64U 101/40</i> (2023.01)n FI: B64D43/00; B64U10/13; B64U50/11; B64U50/33; B64U101:40		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B64D43/00; B64U10/13; B64U50/11; B64U50/33; B64U101/40		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2020/137554 A1 (NILEWORKS INC.) 02 July 2020 (2020-07-02) paragraphs [0027]-[0076], fig. 1-5, 12	1-4, 6-7, 15
Y		5, 8-14
Y	JP 2019-532666 A (TEVEL ADVANCED TECHNOLOGIES LTD.) 14 November 2019 (2019-11-14) paragraph [0097], fig. 31	5
Y	JP 2020-138594 A (AISAN IND. CO., LTD.) 03 September 2020 (2020-09-03) paragraphs [0021]-[0119], fig. 1-18	8-11
Y	JP 2021-167198 A (ISHIKAWA ENERGY RESEARCH CO., LTD.) 21 October 2021 (2021-10-21) paragraphs [0015]-[0041], fig. 1-2	8, 12-13
Y	JP 2019-156379 A (MIMURA, Kenji) 19 September 2019 (2019-09-19) paragraphs [0008]-[0010], fig. 1-2	8, 14
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 27 February 2023		Date of mailing of the international search report 07 March 2023
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/JP2022/048164

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2020/137554 A1	02 July 2020	(Family: none)	
JP 2019-532666 A	14 November 2019	US 2019/0227575 A1 paragraph [0128], fig. 31 WO 2018/033922 A1 EP 3500877 B1 CN 109640620 A	
JP 2020-138594 A	03 September 2020	(Family: none)	
JP 2021-167198 A	21 October 2021	JP 2020-73379 A	
JP 2019-156379 A	19 September 2019	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B64D 43/00(2006.01)i; B64U 10/13(2023.01)i; B64U 50/11(2023.01)i; B64U 50/33(2023.01)i; B64U 101/40(2023.01)n FI: B64D43/00; B64U10/13; B64U50/11; B64U50/33; B64U101:40		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B64D43/00; B64U10/13; B64U50/11; B64U50/33; B64U101/40 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2020/137554 A1 (株式会社ナイルワークス) 02.07.2020 (2020-07-02) 段落[0027]-[0076], 図1-5, 12	1-4, 6-7, 15
Y		5, 8-14
Y	JP 2019-532666 A (テベル・アドバンスト・テクノロジーズ・リミテッド) 14.11.2019 (2019-11-14) 段落[0097], 図31	5
Y	JP 2020-138594 A (愛三工業株式会社) 03.09.2020 (2020-09-03) 段落[0021]-[0119], 図1-18	8-11
Y	JP 2021-167198 A (株式会社石川エナジーリサーチ) 21.10.2021 (2021-10-21) 段落[0015]-[0041], 図1-2	8, 12-13
Y	JP 2019-156379 A (三村 建治) 19.09.2019 (2019-09-19) 段落[0008]-[0010], 図1-2	8, 14
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	27.02.2023	国際調査報告の発送日 07.03.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 諸星 圭祐 3D 5784 電話番号 03-3581-1101 内線 3339	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2022/048164

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2020/137554	A1	02.07.2020	(ファミリーなし)	
JP	2019-532666	A	14.11.2019	US 2019/0227575 A1	
				段落[0128], 図31	
				WO 2018/033922 A1	
				EP 3500877 B1	
				CN 109640620 A	
JP	2020-138594	A	03.09.2020	(ファミリーなし)	
JP	2021-167198	A	21.10.2021	JP 2020-73379	A
JP	2019-156379	A	19.09.2019	(ファミリーなし)	