

(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)



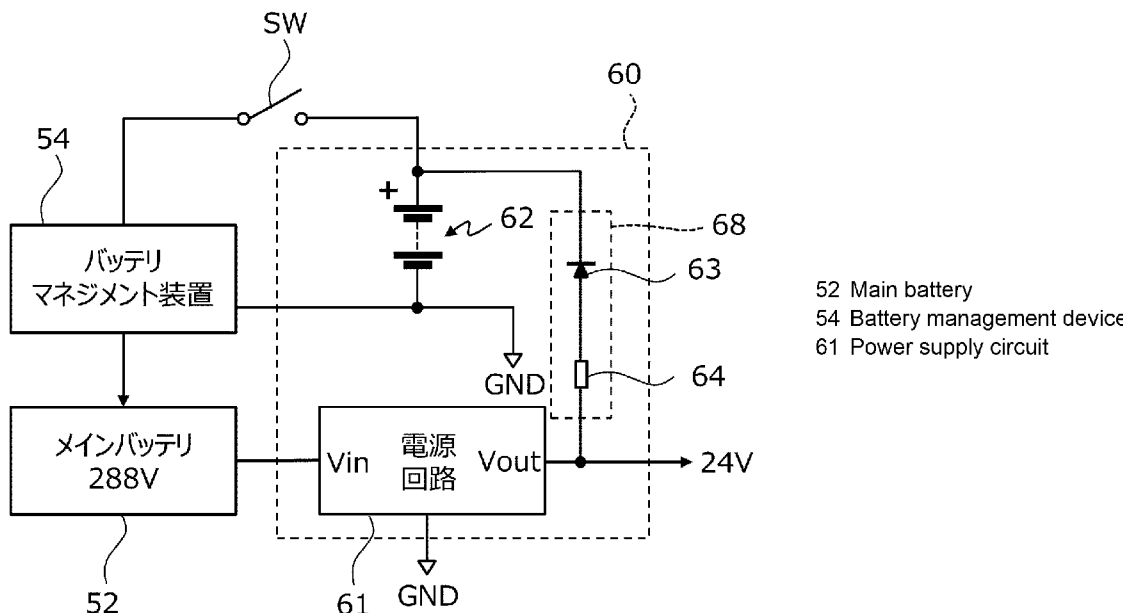
(10) 国際公開番号

WO 2024/142246 A1

- (51) 国際特許分類:
B64U 10/14 (2023.01) B64U 50/30 (2023.01)
B64U 10/16 (2023.01) B64U 50/33 (2023.01)
B64U 50/11 (2023.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/048189
- (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). 株式会社石川エナジーリサーチ (ISHIKAWA ENERGY RESEARCH CO., LTD.) [JP/JP]; 〒3792304 群馬県太田市大原町2225-41 Gunma (JP).
- (72) 発明者: 大澤 郁郎 (OSAWA, Ikuo); 〒3792304 群馬県太田市大原町2225-41 株式会社石川エナジーリサーチ内 Gunma (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, 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,

(54) Title: UNMANNED FLYING CRAFT

(54) 発明の名称: 無人航空機



(57) Abstract: This unmanned flying craft that has a plurality of rotors comprises a power generation device, a first electrical component, a second electrical component, a main battery that can be charged with power generated by the power generation device, a sub-battery, and a charging circuit that connects the second electrical component and the sub-battery. The sub-battery is charged by receiving a supply of power from the second electrical component via the charging circuit, and supplies the charged power to the first electrical component.



WO 2024/142246 A1

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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(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、発電装置と、第1電装品と、第2電装品と、発電装置で生成された電力を充電可能なメインバッテリーと、サブバッテリーと、第2電装品とサブバッテリーとを接続する充電回路と、を備える。サブバッテリーは、充電回路を介して第2電装品から電力の供給を受けることで充電され、かつ、充電された電力を第1電装品に供給する。

明 細 書

発明の名称： 無人航空機

技術分野

[0001] 本開示は、無人航空機に関する。

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、農業機械の動作に連動して飛行位置を変更する無人航空機（無人飛行体）が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2022-104737号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本開示は、無人航空機に搭載されるバッテリーの状態を監視する方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 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、発電装置と、第1電装品と、第2電装品と、前記発電装置で生成された電力を充電可能なメインバッテリーと、サブバッテリーと、前記第2電装品と前記サブバッテリーとを接続する充電回路と、

を備え、前記サブバッテリーは、前記充電回路を介して前記第2電装品から電力の供給を受けることで充電され、かつ、充電された電力を前記第1電装品に供給する。

発明の効果

[0007] 本開示の実施形態によれば、無人航空機に搭載されるバッテリーの状態を監視する新規な方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0008] [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3A]本開示の実施形態におけるマルチコプタを模式的に示す上面図である。

[図3B]本実施形態におけるマルチコプタを模式的に示す側面図である。

[図4]本実施形態のマルチコプタにおけるシステム構成の例を示すブロック図である。

[図5]パワー回路基板の構成例を示すブロック図である。

[図6]メインバッテリーのSOCおよびSOHに応じて、メインバッテリーからバ

バッテリーマネジメント装置および電源回路に電力を供給するか否かを決定する手順の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ハードウェア構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0009] 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。

[0010] 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。

[0011] 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。

[0012] 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。

[0013] 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の蓄電容量が大きくない場合でも、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。

[0014] 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。

[0015] 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。

[0016] 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。

[0017] 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。

[0018] 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。

[0019] 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。

[0020] センサ群4b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。

[0021] 通信装置4c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4c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4b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4c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4aは、通信装置4c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。

[0022] バッテリ52は、充電によって電力を蓄え、放電によって電力をモータ14に供給することができる二次電池である。バッテリ52および複数のモータ14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。

[0023] 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。

[0024] 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 は、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。

[0025] 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 7 a およびバッテリー 5 2 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 2 3 を介して内燃機関 7 a に連結され、他のロータ 2 がモータ 1 4 に連結される。

[0026] このようなパラレルハイブリッド駆動では、内燃機関 7 a 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 1 4 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 7 a がメインロータの回転に用いられ、モータ 1 4 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。

[0027] 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。

[0028] 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。

[0029] 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）、スプレッタ（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。

[0030] 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、

粒状施肥、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。

[0031] 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。

[0032] 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。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。

[0033] 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にも可能である。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4aに送信してもよい。このような制御装置4aと作業機200との間の通信は、有線または無線で行われ得る。

[0034] 図2Bは、シリーズハイブリッド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。シリーズハイブリッド駆動型のマルチコプタ10は、バッテリー駆動型のマルチコプタ10と同様に、複数のロータ12と、複数のモータ14と、複数のESC16と、制御装置4aと、センサ群4bと、通信装置4c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10は、更に、内燃機関7aと、内燃機関7aの燃料を蓄える燃料タンク7bと、内燃機関7a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76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ESC16を介してモータ14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。

[0035] 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 ESC 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。

[0036] パラレルハイブリッド駆動型のマルチコプタ 1 0 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 2 2 を回転させるためのエネルギーを機械的にロータ 2 2 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 1 0 では、発電装置 8 が生成する電力によって全てのロータ 1 2 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 1 0 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。

[0037] 以下、パラレルハイブリッド駆動を行うマルチコプタを例にとり、本開示の実施形態に係る無人航空機の構成例および動作例を説明する。

[0038] <基本構成>

図 3 A は、本実施形態におけるマルチコプタ 1 0 0 を模式的に示す上面図であり、図 3 B は、その側面図である。図 3 B では、マルチコプタ 1 0 0 に連結された作業機 2 0 0 が記載されている。マルチコプタ 1 0 0 には、作業

機200とともに、あるいは、作業機200に代えて、荷物、農業用資材、他の機械、または、それらを収容することができる容器、ケース、もしくはパッケージが連結され得る。以下、作業機200の重量および作業機そのものを「ペイロード」と称する場合がある。マルチコプタ100と作業機200などとの「連結」は、種々の器具または装置によって行われ得る。

[0039] 図3Aに示されるマルチコプタ100は、8個のサブロータ12と、2個のメインロータ22とを備える。サブロータ12は、同軸で反対方向に回転するプロペラ12aおよびプロペラ12bの4個の組から構成されている。プロペラ12aおよびプロペラ12bのそれぞれは、2枚羽根（2ブレード）を有している。プロペラ12a、12bは、それぞれ、モータ14に回転させられる。同軸で反対方向に回転するプロペラ12aおよびプロペラ12bの4個の組は、それぞれ、四角形の頂点の位置にある。メインロータ22は、異なる位置で反対方向に回転する2枚のプロペラ22aから構成されている。各プロペラ22aは4枚羽根（4ブレード）を有している。サブロータ12の8個のプロペラ12a、12bは、互いに同じピッチ角および直径を有している。メインロータ22の2個のプロペラ22aも、互いに同じピッチ角および直径を有している。プロペラ22aの直径は、プロペラ12a、12bの直径の1.2倍以上、例えば1.4倍以上2.0倍以下、である。

[0040] マルチコプタ100は、サブロータ12のための4本のアーム110Aと、メインロータ22のための2本のアーム110Bとを有する機体フレーム110を備えている。機体フレーム110は、後述する種々の電子部品および機械部品を含む機体本体120を支持している。

[0041] 図3Bの例において、機体本体120は、給電装置76と、作業機200との連結などに用いられるアクチュエータ78と、を有している。給電装置76は、機体本体120内で発生した電力を作業機200に供給する装置である。アクチュエータ78は、マルチコプタ100の機体本体120に作業機200を連結するための動作を実行する電動モータなどの装置である。図

3 Bの例において、アクチュエータ78は、機体本体120と作業機200と繋ぐケーブルを巻き上げる機構を駆動する。このケーブルは、作業機200のための電力をマルチコプタ100から供給するための電源ライン、および、マルチコプタ100と作業機200との間で通信を行うための通信ラインを含み得る。

[0042] <システム構成>

図4は、本実施形態のマルチコプタ100におけるシステム構成の例を示すブロック図である。

[0043] 図示される例において、マルチコプタ100の機体本体120は、フライトコントローラ32を含む制御装置30と、センサ群72と、通信装置74とを有する。これらについては、図1Aを参照しながら説明したマルチコプタ10の機体本体4が有する制御装置4a、センサ群4b、および通信装置4cと基本的には同様である。

[0044] 本実施形態におけるマルチコプタ100は、8個のサブロータ12と、8個のサブロータ12をそれぞれ回転させる8個のモータ14と、8個のモータ14をそれぞれ制御する8個のESC16とを備えている。各ESC16は、配線82を介して、制御装置30からモータ14を制御するための信号（モータ制御信号）を受け取る。モータ制御信号は、例えばPWM（Pulse With Modulation）信号である。モータ制御信号がPWM信号である場合、PWM信号のデューティがモータ回転速度のアナログ値を示すことができる。各ESC16は、制御装置30からのモータ制御信号に基づいて、そのESC16に接続されたモータ14の回転速度を制御する。図4では、簡単のため、1セットの「サブロータ12、モータ14およびESC16」が記載されているが、本実施形態のマルチコプタ100は、8セットの「サブロータ12、モータ14およびESC16」を備えている。これらのセット数は、8個に限定されない。

[0045] 制御装置30は、電氣的に独立した配線82を介して個々のESC16に接続されており、8個のESC16のそれぞれを個別に制御することができ

る。前述したように、サブロータ12は、揚力を生成するだけではなく、姿勢制御に用いられる。姿勢制御は、制御装置30のフライトコントローラ32がセンサ群72から機体本体120の姿勢を示す測定値または推定値を得て現在の機体本体120の姿勢を決定し、目標とする姿勢との差異に応じて個々のモータ14の回転速度を制御することによって達成される。

[0046] 機体本体120は、メインロータ22を駆動するメインロータ駆動部24と、メインロータ駆動部24を制御するメインロータ制御ユニット26と、を有している。本実施形態において、メインロータ駆動部24は内燃機関である。このため、メインロータ制御ユニット26はエンジン制御ユニット（Engine Control Unit：ECU）を含んでいる。メインロータ制御ユニット26は、内燃機関であるメインロータ駆動部24のアクセル開度、吸気温度、エンジン回転数、各部の温度などのセンサデータを取得して内燃機関の制御を実行することができる。メインロータ制御ユニット26は、例えばCAN（Controller Area Network）バスなどの配線82を介して制御装置30に接続されている。メインロータ制御ユニット26は、制御装置30から送信される信号に基づいて、エンジン制御信号を出力するように構成されている。エンジン制御信号は、例えばスロットル開度を含む。制御装置30とメインロータ制御ユニット26との間には、デジタルーアナログ変換器（DAC）および／または電圧変換器が接続されていてもよい。メインロータ駆動部24とメインロータ22との間には、減速機などの機械装置が設けられ得る。

[0047] メインロータ駆動部24は、振動が少ない内燃機関であることが望ましい。本実施形態におけるメインロータ駆動部24は、例えば、対向ピストン型エンジンである。対向ピストン型エンジンは、例えば特許第5508604号に開示されている。特許第5508604号の内容全体をここに援用する。

[0048] 内燃機関であるメインロータ駆動部24は、オルタネータなどの発電装置42を駆動して発電を行うことができる。本実施形態における発電装置42

は、ロータおよびステータを有する交流同期モータの構造を有している。このため、発電装置42は、メインロータ駆動部24の起動時には、通電によってロータを回転させることにより、「スタータ」としても機能し得る。発電装置42は、発電によって生じた交流を整流して直流に変換する。発電装置42は、モータ14の駆動に必要な直流電力を生成し、配線80を介して各ESC16に供給する。発電装置42は、例えば250V以上の直流電圧を出力するように構成されている。なお、配線80は電力用配線であり、配線82は信号用配線である。配線80、82のそれぞれは、複数の導線を含む。

[0049] 発電装置42は、パワーマネジメント装置44に接続されている。パワーマネジメント装置44は、制御装置30および後述するバッテリーマネジメント装置54に接続されている。パワーマネジメント装置44は、制御装置30またはバッテリーマネジメント装置54からの信号に基づいて、発電装置42による発電量を制御することができる。この発電量は、内燃機関であるメインロータ駆動部24のエンジン回転数が一定の状態にあるときでも、モータ14およびバッテリー52が必要とする電力に応じて、パワーマネジメント装置44によって可変に制御され得る。

[0050] 機体本体120は、例えばリチウムイオン二次電池の複数のセルが直列または並列に接続されたバッテリー52と、バッテリー52の充放電を制御するバッテリーマネジメント装置54と、を更に備えている。

[0051] バッテリー52は、パワースイッチ56を介して、発電装置42からの直流電力を受けとり、その電力によって充電され得る。パワースイッチ56の動作は、バッテリーマネジメント装置54および制御装置30によって制御され得る。バッテリーマネジメント装置54は、バッテリー52を流れる電流、セル電圧、セルバランス、充電率 (State Of Charge: SOC)、健全度 (State Of Health: SOH)、温度などの、バッテリー52の状態を規定するパラメータ値を測定または推定する装置である。

- [0052] バッテリマネジメント装置 5 4 は、バッテリー 5 2 の状態に応じて、パワースイッチ 5 6 を制御することができる。例えば、バッテリー 5 2 が充電を必要とする状態にあるとき、バッテリマネジメント装置 5 4 は、パワースイッチ 5 6 によって発電装置 4 2 とバッテリー 5 2 とを電氣的に接続し、発電装置 4 2 からの電力をバッテリー 5 2 に供給して充電動作を実行する。このとき、バッテリマネジメント装置 5 4 は、ESC 1 6 に供給される電力が所望のレベルよりも低下しないように、パワーマネジメント装置 4 4 を制御し、発電装置 4 2 による発電の量を増加させることができる。一方、バッテリー 5 2 が充電を必要としない状態にあるとき、バッテリマネジメント装置 5 4 は、パワースイッチ 5 6 によって発電装置 4 2 とバッテリー 5 2 との間の電氣的接続を切断し、バッテリー 5 2 への充電を停止する。
- [0053] 本実施形態において、バッテリー 5 2 の蓄電容量は、発電装置 4 2 による発電が何らかの原因で停止してメインロータ 2 2 による揚力が失われた場合においても、サブロータ 1 2 による揚力生成および姿勢制御を継続して着陸が可能な場所まで飛行し、そこに着陸することが可能な値を有している。言い換えると、本実施形態のマルチコプタ 1 0 0 が通常に飛行しているとき、サブロータ 1 2 の駆動に必要な電力は、バッテリー 5 2 からではなく、発電装置 4 2 から ESC 1 6 に供給され得る。このため、ペイロードおよび飛行時間を増加させる場合でも、それに合わせてバッテリー 5 2 の蓄電容量を増加させる必要性は低い。
- [0054] なお、バッテリー 5 2 に蓄えられた電力は、例えば 2 5 0 V 以上の直流電圧として出力され得る。ただし、この直流電圧は、充電率の低下に伴って低下する。このため、充電率が所定レベルよりも低下した場合には、バッテリマネジメント装置 5 4 は、発電装置 4 2 からの直流電力の一部をバッテリー 5 2 に供給してバッテリー 5 2 の充電を行うように動作する。
- [0055] バッテリー 5 2 は、パワー回路基板 6 0 に接続されている。パワー回路基板 6 0 は、バッテリー 5 2 から出力される電圧を、例えば 2 4 V、1 2 V、5 V に降圧する機能を有している。バッテリー 5 2 から出力される直流電圧は、パ

ワー回路基板60によって所望の電圧に変換されてから、他の電子部品に供給される。

[0056] 図4の例において、給電装置76は、パワースイッチ56によって発電装置42またはバッテリー52に電氣的に接続される。この例における給電装置76は、機体本体120内で発生した電力を作業機200などの外部の機械または装置に供給するように構成されている。

[0057] 機体本体120は、図4に示されていない構成を有し得る。例えば、機体本体120は、メインロータ駆動部24の動作に必要な燃料を蓄える燃料タンク、メインロータ駆動部24を冷却するための水冷または空冷の装置、照明装置および電動ポンプなどの電装品を含み得る。電装品は、パワー回路基板60によって所定の電圧に降圧された電力によって動作することができる。なお、電装品用のバッテリー(補機バッテリー)が設けられ、電装品に電力を供給するように構成されてもよい。そのような補器バッテリーの充電がバッテリー52または発電装置42から行われてもよい。

[0058] 本実施形態において、モータ14は、複数の第1ロータ(サブロータ)12をそれぞれ駆動する複数の「姿勢制御装置」として機能する。また、内燃機関であるメインロータ駆動部24は、第2ロータ(メインロータ)22を駆動する「主推力発生装置」として機能する。

[0059] 本実施形態では、制御装置30が、複数のモータ14から出力される第1駆動パワーと、メインロータ駆動部24から出力される第2駆動パワーとの比率(パワー比率)を変化させることが可能である。

[0060] 一般に、モータ14の応答性は内燃機関の応答性よりも優れている。ロータ12、22の回転に必要なトルクについて、トルク指令信号が入力された時点からトルク目標値に達するまでの時間を「応答時間」と呼ぶ場合、モータの応答時間は、内燃機関の応答時間の例えば1/100程度である。このため、マルチコプタ100の姿勢を制御するには、マルチコプタ100の姿勢角について、現在値と目標値との差異を検出し、この差異を小さくするように、複数のサブロータ12のそれぞれの回転速度を高い応答速度で制御す

ることが望ましい。ロータの回転速度の増加は推力の増加を生む。複数のサブロータ12のそれぞれの推力を調整することにより、マルチコプタ100の姿勢を高精度に、かつ、迅速に制御することが可能になる。

[0061] 一方、内燃機関は大きな推力を効率的に発生させることができる。サブロータ12の回転は、内燃機関であるメインロータ駆動部24の動力によって生成される電力を用いて行われるが、機械的エネルギーを電氣的エネルギーに変換するときのエネルギー損失が発生する。このため、エネルギー消費効率を高める観点から、メインロータ駆動部24は、メインロータ22を回転させて主推力発生に利用されることが好ましい。また、メインロータ22の推力を高めるため、メインロータ22の直径は、複数の第1ロータ12のそれぞれの直径よりも大きいことが好ましい。

[0062] 本実施形態に係るマルチコプタは、ある一態様において、発電装置と、発電装置で生成された電力を充電可能なバッテリーと、第1電装品と、第2電装品と、サブバッテリーと、第2電装品とサブバッテリーとを接続する充電回路とを備える。サブバッテリーは、パワー回路基板に搭載され得る。サブバッテリーは、充電回路を介して第2電装品から電力の供給を受けることで充電され、かつ、充電された電力を第1電装品に供給する。

[0063] 第1電装品は、バッテリーの電力を監視する。本実施形態における第1電装品は、例えば前述したバッテリーマネジメント装置54である。以下、サブバッテリーと区別するために、前述したバッテリー52をメインバッテリー52と呼ぶ。

[0064] 図5は、パワー回路基板60の構成例を示すブロック図である。

[0065] 本実施形態における第2電装品は、例えば電源回路である。図5に示す例におけるパワー回路基板60は、電源回路61と、サブバッテリー62と、電源回路61の出力端子Voutとサブバッテリー62との間に設けられた充電回路68を備える。充電回路68は、直列接続されたダイオード素子63および抵抗素子64を備える。

[0066] 電源回路61の例は、DC-DCコンバータである。電源回路61は、メ

インバッテリー52のバッテリー電圧を降圧して降圧電圧である直流電圧を生成する。前述したように、パワー回路基板60は、メインバッテリー52から出力される電圧を、例えば24V、12V、5Vに降圧する機能を有している。本実施形態におけるメインバッテリー52のバッテリー電圧は288Vである。言い換えると、バッテリー52から出力される直流電圧は288Vである。ただし、この電圧値は例示であり、直流電圧は例えば250V以上であり得る。本実施形態における電源回路61は、288Vのバッテリー電圧を24Vの直流電圧に降圧するDC-DCコンバータである。直流電圧は、24Vに限定されない。このように、図5に示す例における電源回路61の出力端子Voutから24Vの直流電圧が出力される。

[0067] パワー回路基板60は、電源回路61から出力される24Vの直流電圧を例えば12Vの直流電圧に降圧するためのDC-DCコンバータを更に備え得る。12Vの直流電圧は、例えば、メインロータ制御ユニット26（ECU）、デコンプレッション制御装置、ウォータポンプ、および燃料ポンプを含む複数の電装品に供給され得る。デコンプレッション制御装置は、内燃機関であるメインロータ駆動部24に設けられたデコンプレッションの動作を制御するための装置である。デコンプレッション制御装置の例はソレノイドである。ソレノイドはモータの一種である。機体本体120には、メインロータ駆動部24を冷却するための水冷システムが設けられている。水冷システムは、例えばウォータポンプ、ラジエータ、ラジエータファン、およびサーモスタットを備える。ウォータポンプは、メインロータ駆動部24に供給するクーラント（冷却水）の循環を制御するための電装品である。燃料ポンプは、燃料タンクからメインロータ駆動部24に燃料を供給するための電装品である。

[0068] サブバッテリー62は、電源回路61の出力端子VoutとGNDとの間に電氣的に接続されている。電源回路61の出力端子Voutからサブバッテリー62に電力が供給される。本実施形態では、サブバッテリー62は、例えば、直列接続された4.3Vの6個の電池から構成される。すなわち、サブバッテリー62のバッテリー電圧は25.8Vであり、電源回路61の出力端子V

o u t から出力される 24 V の直流電圧よりも大きい。言い換えると、サブバッテリー 62 の満充電状態のバッテリー電圧は、電源回路 61 の出力端子 V o u t から出力される電圧よりも大きい。

[0069] サブバッテリー 62 は、直列接続されたダイオード素子 63 および抵抗素子 64 を介して電源回路 61 の出力端子 V o u t に接続される。より詳細には、サブバッテリー 62 の正極が、ダイオード素子 63 および抵抗素子 64 を介して電源回路 61 の出力端子 V o u t に接続され、サブバッテリー 62 の負極が、グランドに接続される。抵抗素子 64 の抵抗値は、例えば十数オーム程度である。

[0070] サブバッテリー 62 が満充電状態であるとき、サブバッテリー 62 の正極の電位 (25.8 V) は、電源回路 61 の出力端子 V o u t から出力される 24 V の直流電圧よりも大きい。このため、ダイオード素子 63 の整流作用により、電源回路 61 から抵抗素子 64 に電流が流れない。これに対し、サブバッテリー 62 の充電率が低下して、サブバッテリー 62 の正極の電位が 24 V を下回ると、サブバッテリー 62 の正極と出力端子 V o u t との間に電位差が生じる。この電位差がダイオード素子 63 の閾値電圧を上回ると、電源回路 61 から抵抗素子 64 を介してサブバッテリー 62 に電流が流れる。言い換えると、メインバッテリー 52 からサブバッテリー 62 に電力が供給される。このようにして、サブバッテリー 62 の充電率が低下した場合に、比較的簡単な回路を用いてサブバッテリー 62 を充電することが可能である。

[0071] 本実施形態におけるマルチコプタは、サブバッテリー 62 からバッテリーマネジメント装置 54 に電力を供給するか否かを切り換えるスイッチング回路を備える。スイッチング回路は、図 5 に例示するように、バッテリーマネジメント装置 54 を起動するときに、バッテリーマネジメント装置 54 とサブバッテリー 62 とを電氣的に導通状態にするスイッチ SW を含む。言い換えると、スイッチング回路は、内燃機関 (またはメインロータ駆動部) の始動に応答して、バッテリーマネジメント装置 54 とサブバッテリー 62 とを電氣的に導通状態にする。これにより、サブバッテリー 62 からバッテリーマネジメント装置 5

4に電力が供給される。

[0072] 図5に例示するように、スイッチング回路のスイッチSWがバッテリマネジメント装置54とサブバッテリー62との間に電氣的に接続されている。スイッチSWの例は、イグニッションスイッチである。スイッチSWがオンすると、サブバッテリー62からバッテリマネジメント装置54に電力の供給が開始される。バッテリマネジメント装置54は、サブバッテリー62からの起動電力の供給開始に応答して、メインバッテリー52からバッテリマネジメント装置54および電源回路61に電力を供給するか否かを、メインバッテリー52の状態に応じて決定するように構成されている。

[0073] 本実施形態では、バッテリマネジメント装置54は、前述したように、メインバッテリー52を流れる電流、セル電圧、セルバランス、SOC、SOH、温度、電力量などの、メインバッテリー52の状態を規定するパラメータ値を測定または推定し、測定または推定したパラメータ値に基づいて、メインバッテリー52からバッテリマネジメント装置54および電源回路61に電力を供給するか否かを決定する。各パラメータ値に対し、電力を供給するか否かの決定に用いられる閾値が設定され得る。例えば、バッテリマネジメント装置54は、これらのパラメータ値のいずれか1つが閾値未満である場合には、メインバッテリー52からバッテリマネジメント装置54および電源回路61への電力供給を禁止してもよい。バッテリマネジメント装置54は、これらのパラメータ値のいずれも閾値以上であれば、メインバッテリー52からバッテリマネジメント装置54および電源回路61への電力供給を許可してもよい。

[0074] 図6を参照して、メインバッテリー52のSOCおよびSOHに応じて、メインバッテリー52からバッテリマネジメント装置54および電源回路61に電力を供給するか否かを決定する手順の例を説明する。

[0075] 図6は、メインバッテリー52のSOCおよびSOHに応じて、メインバッテリー52からバッテリマネジメント装置54および電源回路61に電力を供給するか否かを決定する手順の例を示すフローチャートである。図6に例示

する手順において、バッテリーマネジメント装置54は、測定または推定したメインバッテリー52のSOCおよびSOHに基づいて、メインバッテリー52からバッテリーマネジメント装置54および電源回路61に電力を供給するか否かを決定する。

[0076] 本実施形態において、スイッチSWがオンする前にサブバッテリー62がすでに満充電状態である。前述したように、電源回路61が駆動している間、サブバッテリー62の正極と電源回路61の出力端子Voutとの間に生じる電位差に応じて、メインバッテリー52からサブバッテリー62に電力が供給される。

[0077] ここで、メインロータ駆動部24を起動する前、即ち、マルチコプタを離陸させる前は、スイッチ（イグニッションスイッチ）SWはオフである。また、スイッチ（イグニッションスイッチ）SWがオフである間は、メインバッテリー52から電装品には、電力が供給されていない状態である。つまり、電源回路61から電装品に電力が供給されていない状態である。マルチコプタを離陸させるときは、まず、外部のコントローラ（操縦器）、又は、管理装置等から起動の指令がマルチコプタに送信される。これに応答してスイッチ（イグニッションスイッチ）SWがオンし、サブバッテリー62からバッテリーマネジメント装置54への起動電力の供給が開始される（ステップS10）。

[0078] 次に、バッテリーマネジメント装置54は、起動電力の供給開始に応答して、メインバッテリー52のSOCおよびSOHを測定または推定する（ステップS20）。続いて、バッテリーマネジメント装置54は、測定または推定したメインバッテリー52のSOCおよびSOHに基づいて、メインバッテリー52からバッテリーマネジメント装置54および電源回路61に電力を供給するか否かを決定する。具体的には、SOCが閾値以上（ステップS30のYES）、かつ、SOHが閾値以上（ステップS40のYES）であれば、バッテリーマネジメント装置54は、メインバッテリー52から各電装品への電力供給を許可する（ステップS50）。一方、SOCが閾値未満（ステップS3

0のNO)、あるいは、SOCが閾値以上(ステップS30のYES)、かつ、SOHが閾値未満(ステップS40のNO)であれば、バッテリーマネジメント装置54は、メインバッテリー52から各電装品への電力供給を禁止する(ステップS60)。

[0079] このようにして、メインバッテリー52ではなくサブバッテリー62からバッテリーマネジメント装置54に電力が供給される。バッテリーマネジメント装置54を起動させて、メインバッテリー52からバッテリーマネジメント装置54および電源回路61に電力を供給する前に、バッテリーマネジメント装置54にメインバッテリー52の状態をチェックさせる。これにより、メインバッテリー52の状態に問題がなければ、メインバッテリー52から電装品に安定した電力が供給される。安定した電力を電装品に供給することで、例えば電力不足に起因して生じ得る電装品の動作不良を効果的に防止することが可能となる。

[0080] 図7は、制御装置30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30は、プロセッサ34、ROM(Read Only Memory)35、RAM(Random Access Memory)36、記憶装置37、および通信I/F38を備える。これらの構成要素は、バス39を介して相互に接続される。

[0081] プロセッサ34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34は、ROM35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34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。

[0082] ROM35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 35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 35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。

[0083] RAM 36は、ROM 35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 36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。

[0084] 通信 I / F 38は、制御装置 30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 38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 38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、2.4GHz帯の周波数を利用した無線通信規格を含む。

[0085] 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。

[0086] なお、制御装置 4a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に示される各処理を実行し、その処理の結果に基づく電力モニタリングに関する指令をコンパニオンコンピュータからバッテリーマネジメント装置 54に与えてもよい。また、マルチコプタ 100に搭載される制御装置 4a、バッテリーマネジメント装置 54のような電装品の一部または全部の機能は、通信ネットワークによってマルチコプタ 100の通信装置 4cに接続される1または複数のサーバー（コンピュータ）または端末装置（携帯型および固定型を含む）によって実現されてもよい。

[0087] 実施形態における各種の機能を提供するシステムを、それらの機能を有しないマルチコプタに後から取り付けることもできる。そのようなシステムは、マルチコプタとは独立して製造および販売され得る。そのようなシステムで使用されるコンピュータプログラムも、マルチコプタとは独立して製造および販売され得る。コンピュータプログラムは、例えばコンピュータが読み取り可能な非一時的な記憶媒体に格納されて提供され得る。コンピュータプログラムは、電気通信回線（例えばインターネット）を介したダウンロードによっても提供され得る。

[0088] 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。

[0089] [項目 1]

複数のロータを備える無人航空機であって、

発電装置と、

第 1 電装品と、

第 2 電装品と、

前記発電装置で生成された電力を充電可能なメインバッテリーと、

サブバッテリーと、

前記第 2 電装品と前記サブバッテリーとを接続する充電回路と、

を備え、

前記サブバッテリーは、前記充電回路を介して前記第 2 電装品から電力の供給を受けることで充電され、かつ、充電された電力を前記第 1 電装品に供給する、無人航空機。

[0090] [項目 2]

前記サブバッテリーから前記第 1 電装品に電力を供給するか否かを切り換えるスイッチング回路を備える、項目 1 に記載の無人航空機。

[0091] [項目 3]

前記スイッチング回路は、前記第 1 電装品を起動するときに、前記第 1 電装品と前記サブバッテリーとを電氣的に導通状態にする、項目 2 に記載の無人航空機。

[0092] [項目 4]

内燃機関を備え、

前記発電装置は、前記内燃機関によって駆動されて電力を生成する、項目 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の無人航空機。

[0093] [項目 5]

前記第 1 電装品は、前記サブバッテリーからの前記電力の供給開始に応答して、前記メインバッテリーから前記第 1 および第 2 電装品に前記電力を供給するか否かを、前記メインバッテリーの状態に応じて決定する、項目 4 に記載の無人航空機。

[0094] [項目 6]

前記第 2 電装品は、前記メインバッテリーのバッテリー電圧を降圧して降圧電圧を生成する電源回路であり、

前記サブバッテリーは、前記電源回路の出力端子と GND との間に電氣的に接続され、

前記出力端子から前記充電回路を介して前記サブバッテリーに電力が供給される、項目 5 に記載の無人航空機。

[0095] [項目 7]

前記充電回路は、直列接続された抵抗素子およびダイオード素子を備える、項目 6 に記載の無人航空機。

[0096] [項目 8]

前記抵抗素子の抵抗値は十数オームである、項目 7 に記載の無人航空機。

[0097] [項目 9]

前記サブバッテリーの満充電状態のバッテリー電圧は、前記出力端子から出力される電圧よりも大きい、項目 6 から 8 のいずれか 1 項に記載の無人航空機。

[0098] [項目 10]

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を備え、

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から9のいずれか1項に記載の無人航空機。

産業上の利用可能性

[0099] 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

[0100] 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、10・・・マルチコプタ、12・・・サブロータ、12 a・・・プロペラ、12 b・・・プロペラ、14・・・モータ、16・・・ESC、22・・・メインロータ、52・・・バッテリー、54・・・バッテリーマネジメント装置

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、
発電装置と、
第1電装品と、
第2電装品と、
前記発電装置で生成された電力を充電可能なメインバッテリーと、
サブバッテリーと、
前記第2電装品と前記サブバッテリーとを接続する充電回路と、
を備え、
前記サブバッテリーは、前記充電回路を介して前記第2電装品から電力の供給を受けることで充電され、かつ、充電された電力を前記第1電装品に供給する、無人航空機。
- [請求項2] 前記サブバッテリーから前記第1電装品に電力を供給するか否かを切り換えるスイッチング回路を備える、請求項1に記載の無人航空機。
- [請求項3] 前記スイッチング回路は、前記第1電装品を起動するときに、前記第1電装品と前記サブバッテリーとを電氣的に導通状態にする、請求項2に記載の無人航空機。
- [請求項4] 内燃機関を備え、
前記発電装置は、前記内燃機関によって駆動されて電力を生成する、請求項1から3のいずれか1項に記載の無人航空機。
- [請求項5] 前記第1電装品は、前記サブバッテリーからの前記電力の供給開始に
応答して、前記メインバッテリーから前記第1および第2電装品に前記電力を供給するか否かを、前記メインバッテリーの状態に応じて決定する、請求項4に記載の無人航空機。
- [請求項6] 前記第2電装品は、前記メインバッテリーのバッテリー電圧を降圧して降圧電圧を生成する電源回路であり、
前記サブバッテリーは、前記電源回路の出力端子とGNDとの間に電氣的に接続され、

前記出力端子から前記充電回路を介して前記サブバッテリーに電力が供給される、請求項5に記載の無人航空機。

[請求項7] 前記充電回路は、直列接続された抵抗素子およびダイオード素子を備える、請求項6に記載の無人航空機。

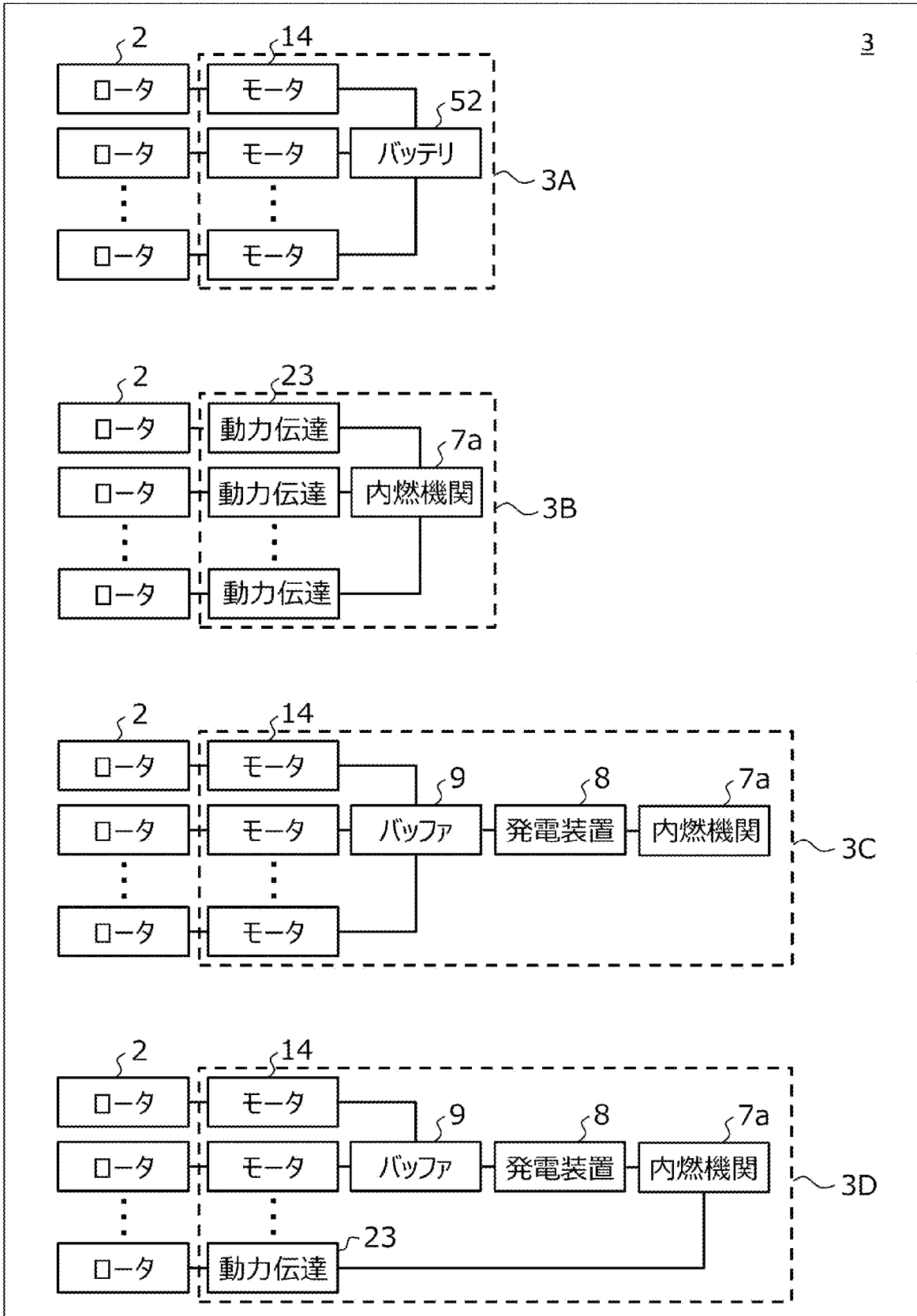
[請求項8] 前記抵抗素子の抵抗値は十数オームである、請求項7に記載の無人航空機。

[請求項9] 前記サブバッテリーの満充電状態のバッテリー電圧は、前記出力端子から出力される電圧よりも大きい、請求項6から8のいずれか1項に記載の無人航空機。

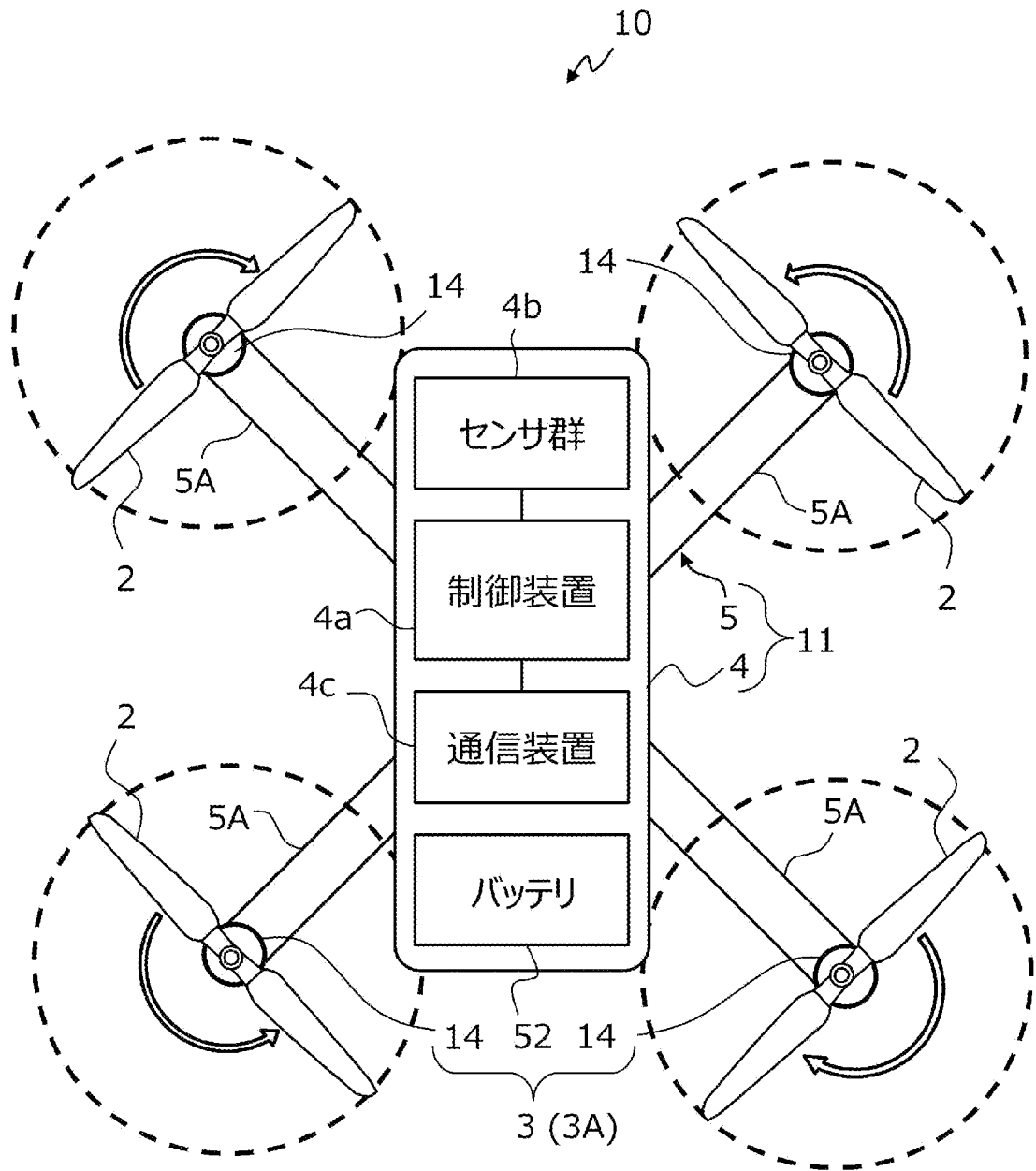
[請求項10] 前記複数のロータに含まれる複数の第1ロータをそれぞれ駆動する複数の電動モータを備え、

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1から9のいずれか1項に記載の無人航空機。

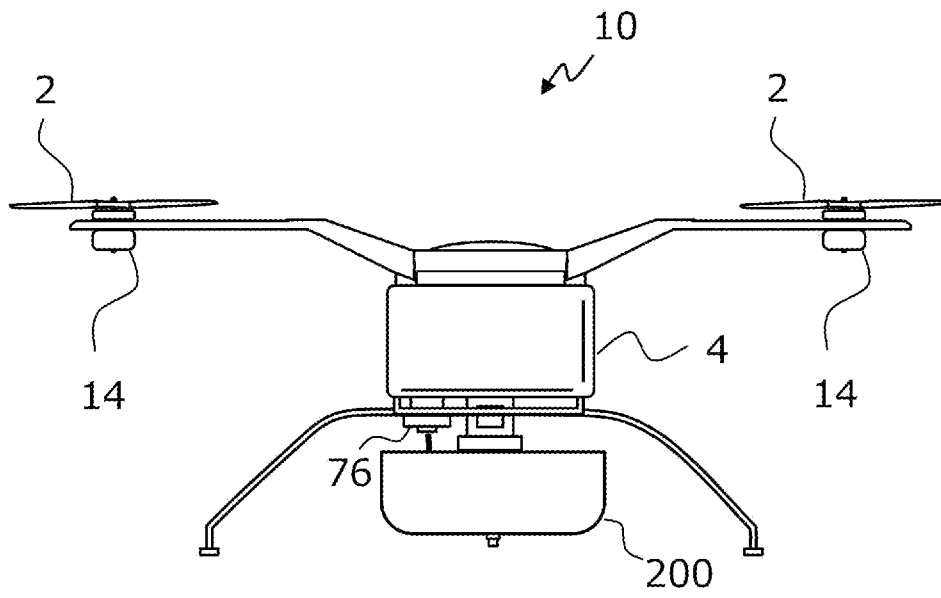
[図1A]



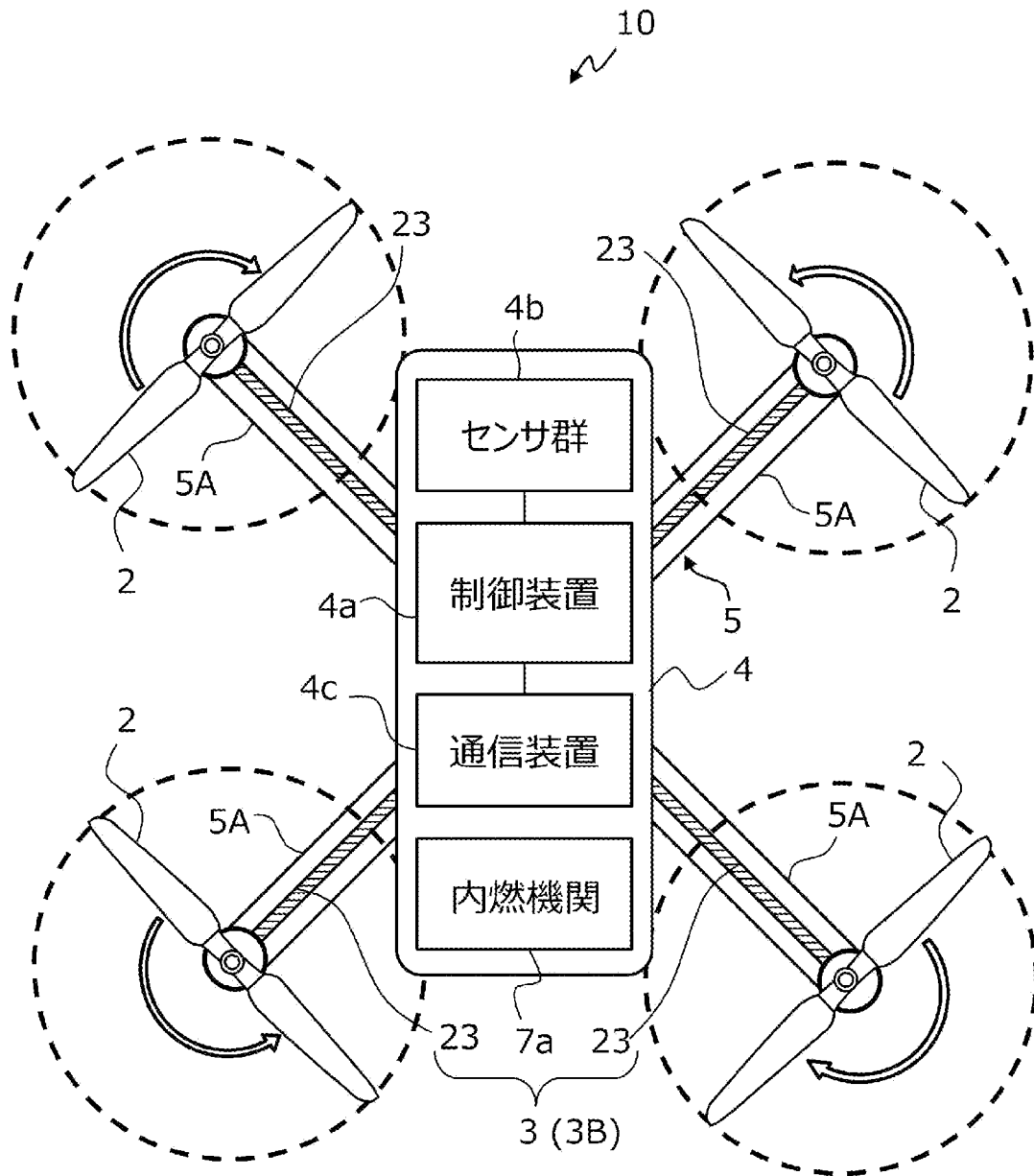
[図1B]



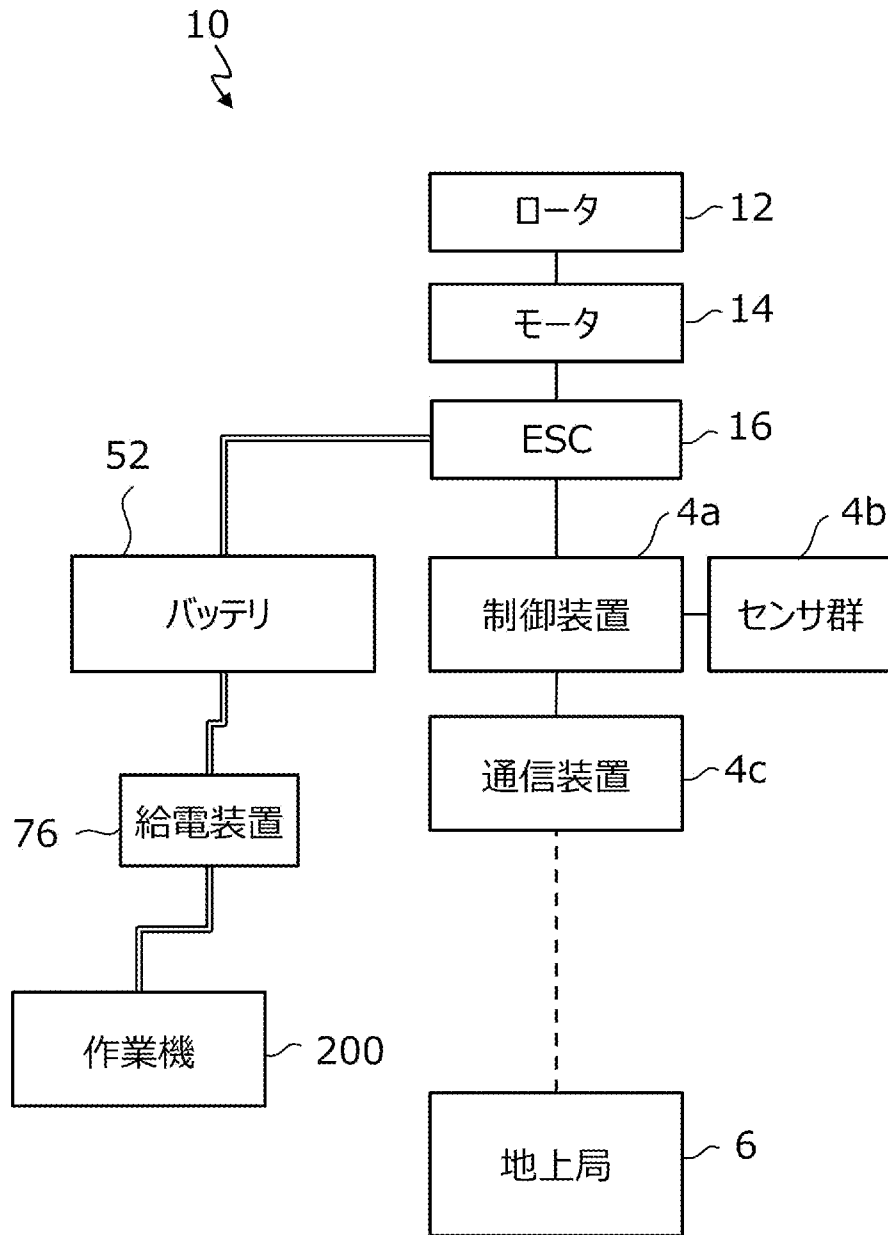
[図1C]



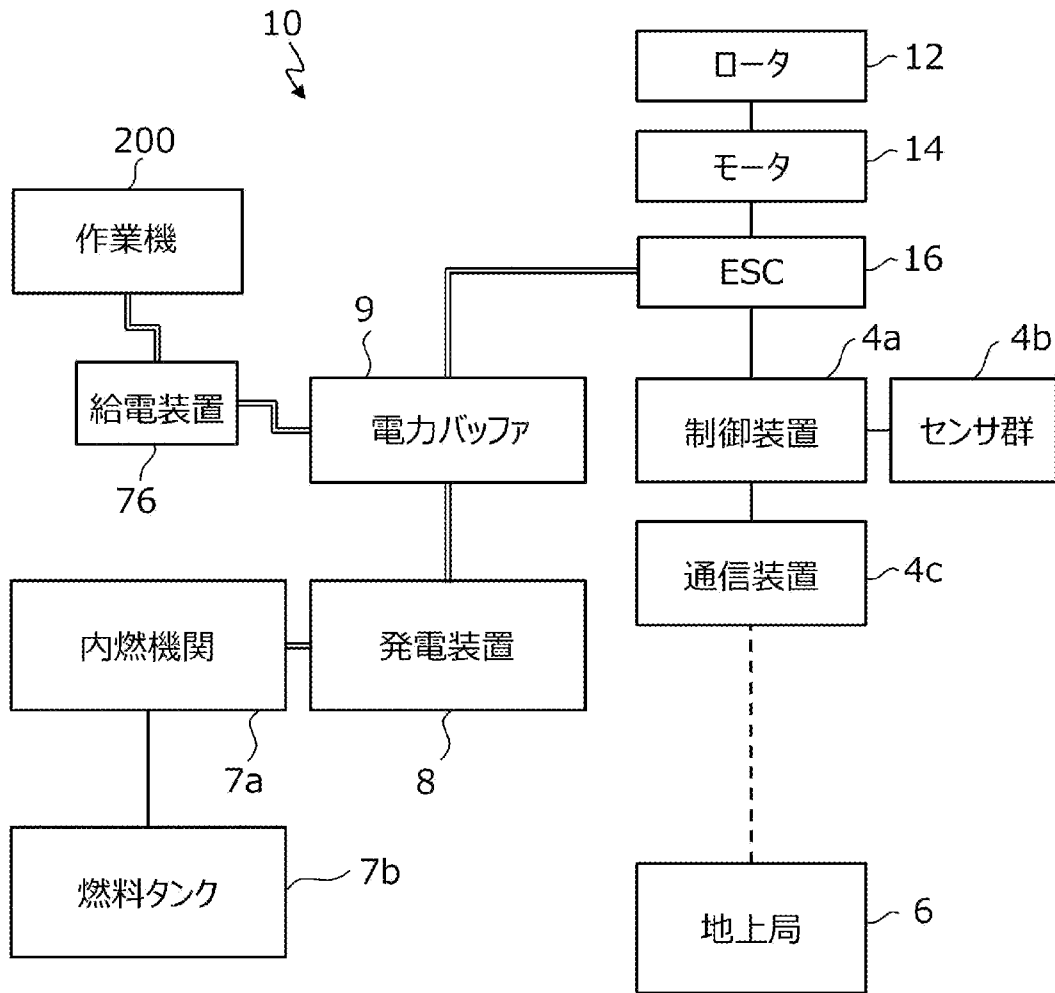
[図1D]



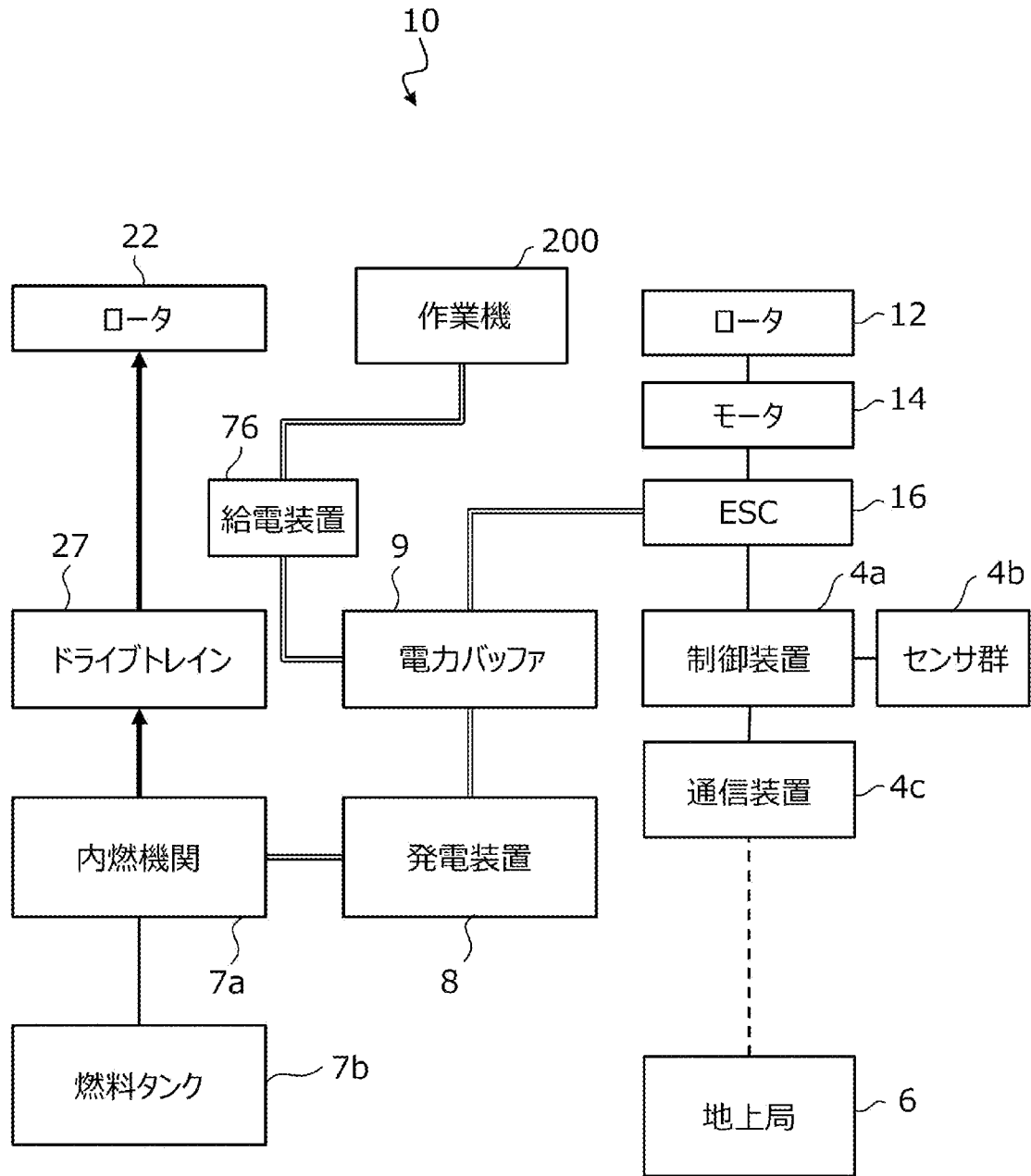
[図2A]



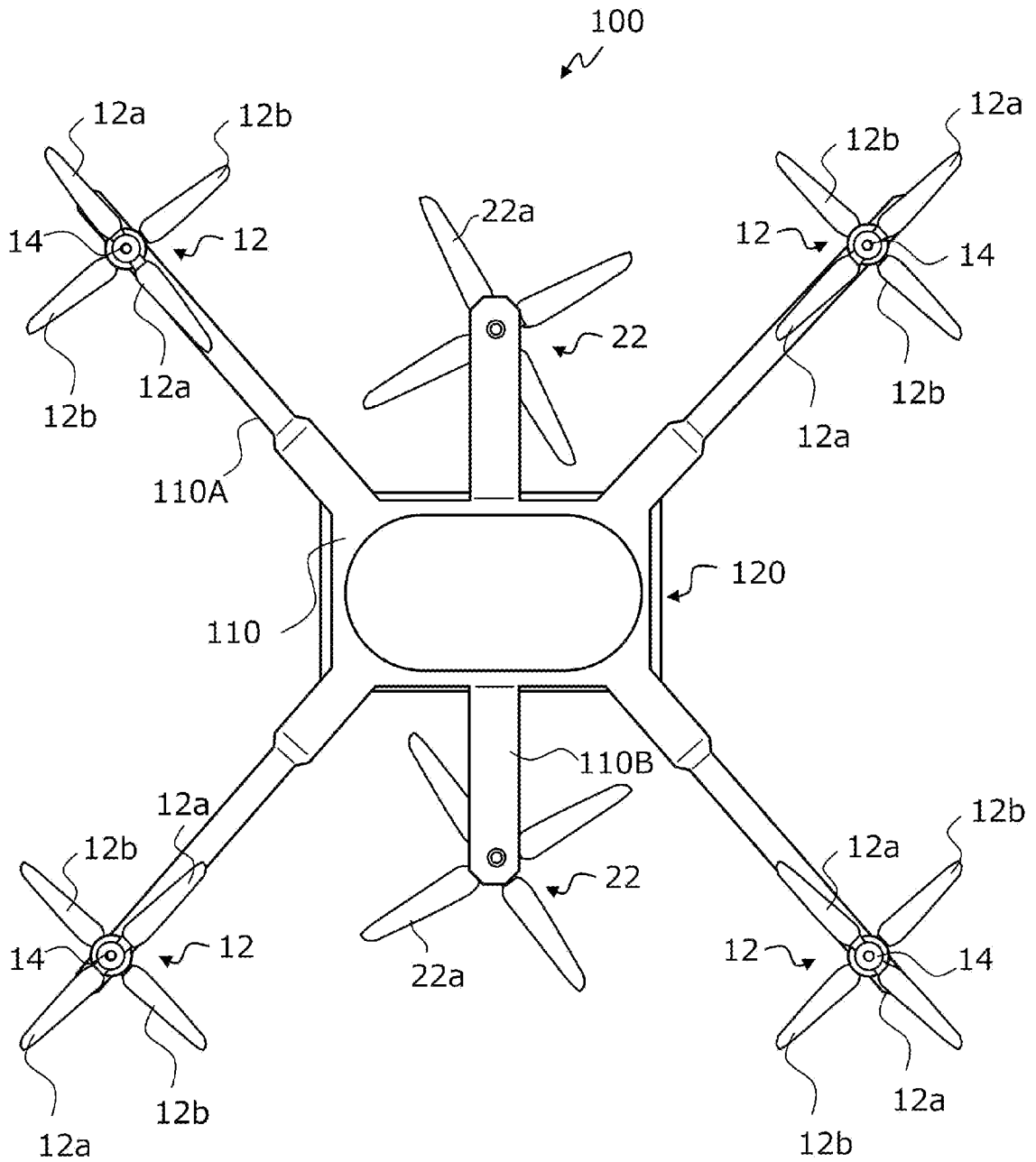
[図2B]



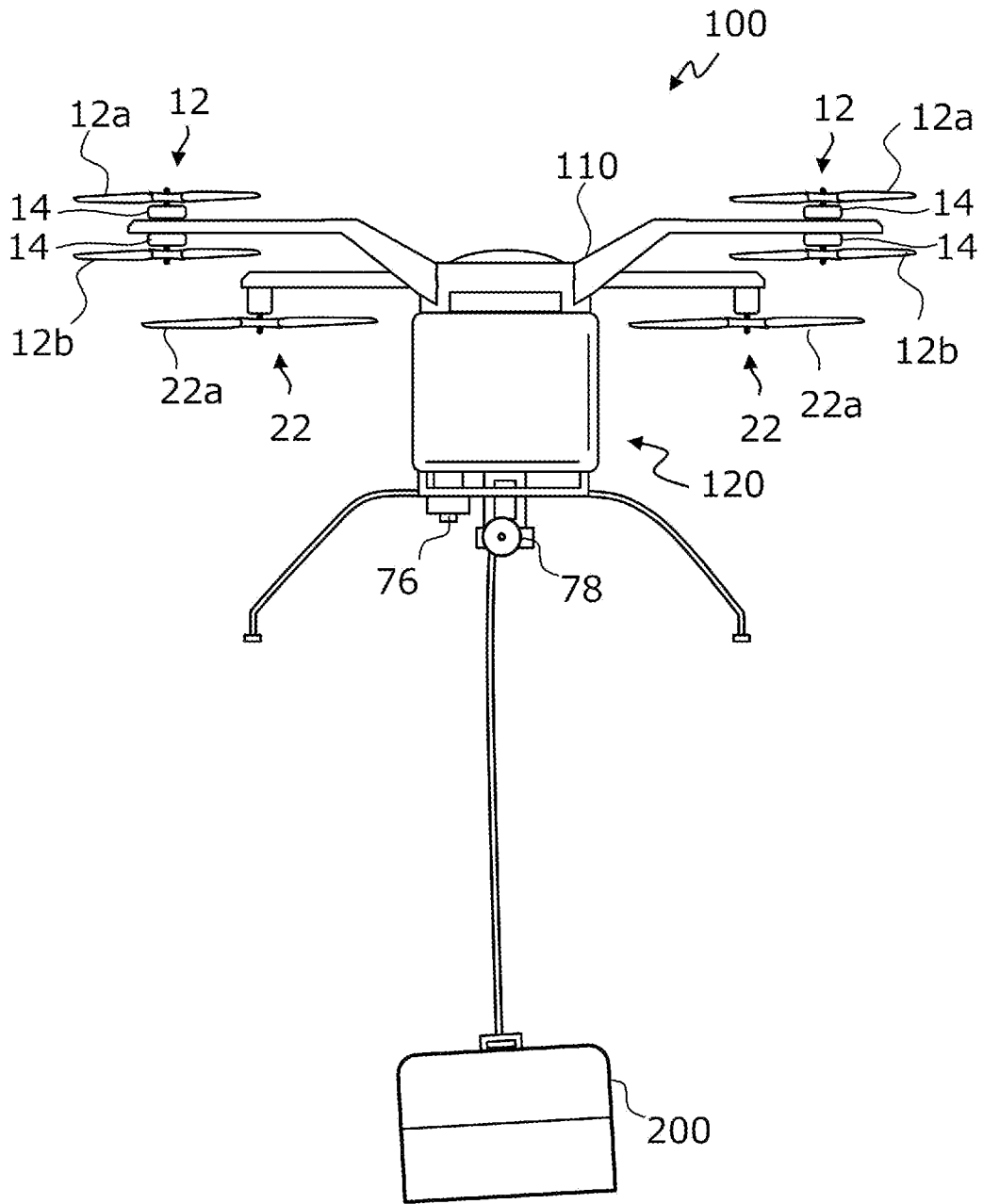
[図2C]



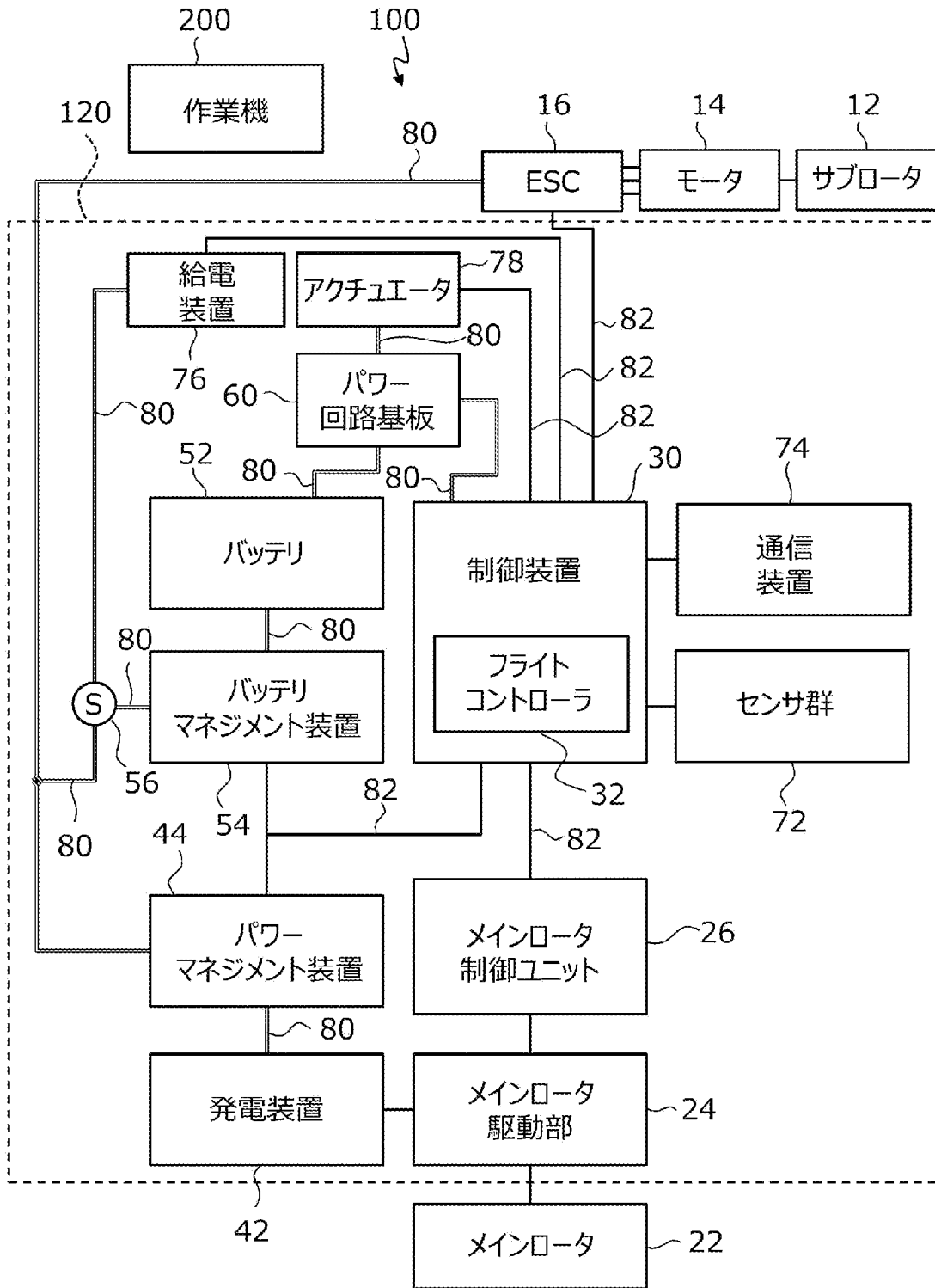
[図3A]



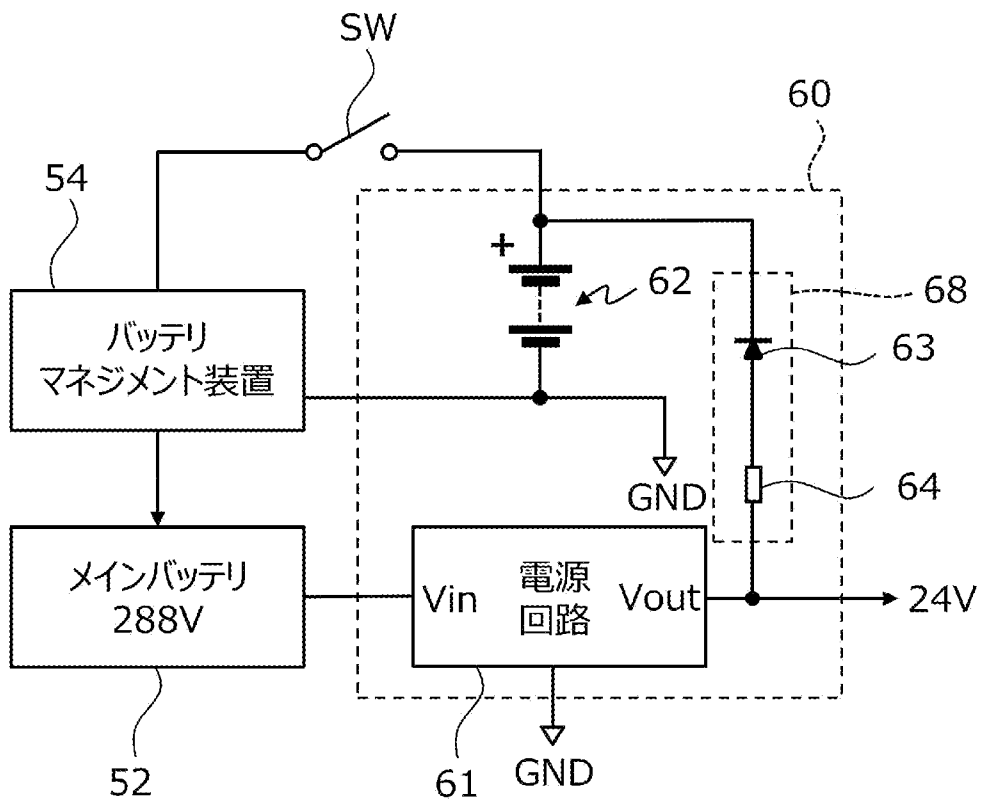
[図3B]



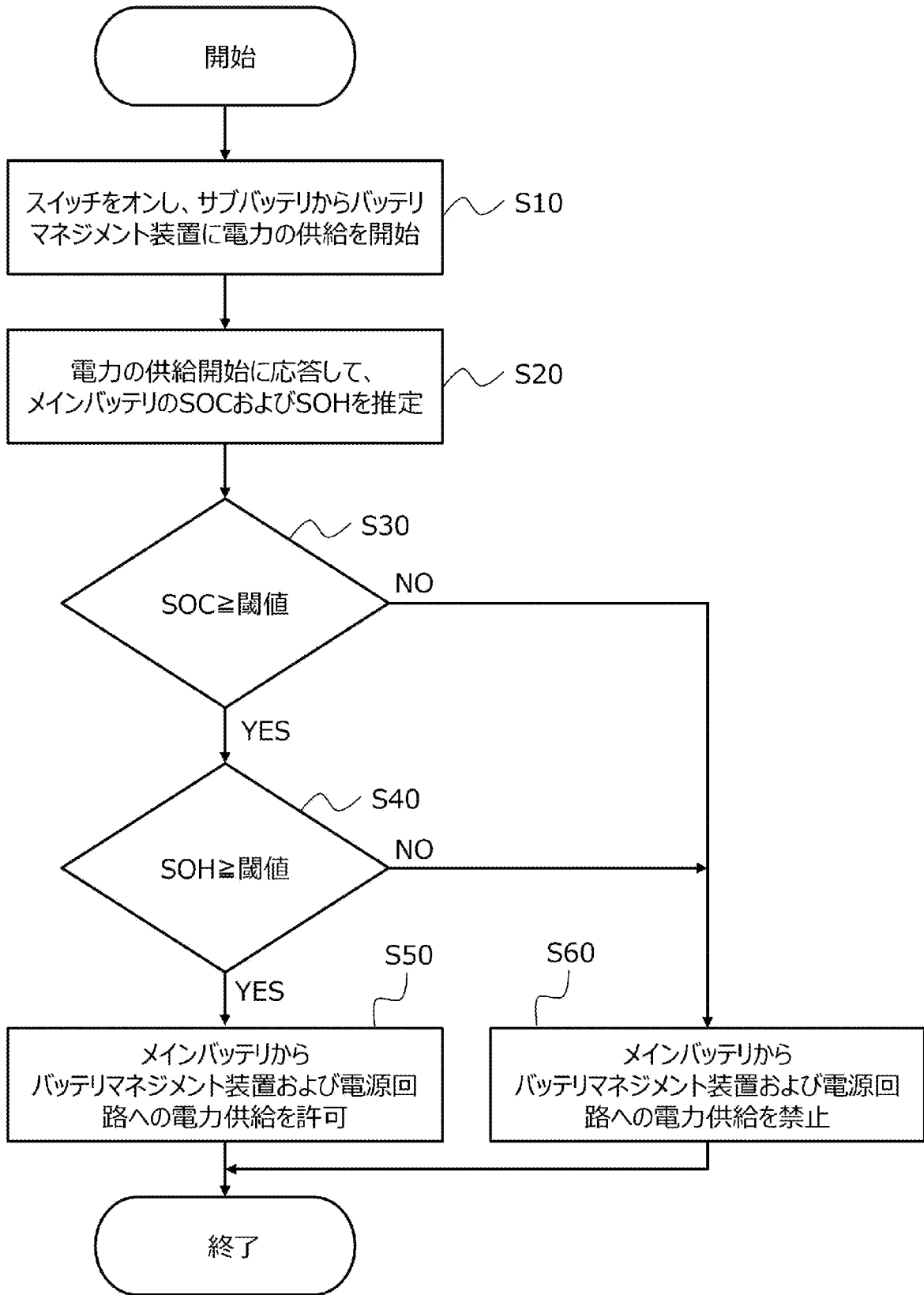
[図4]



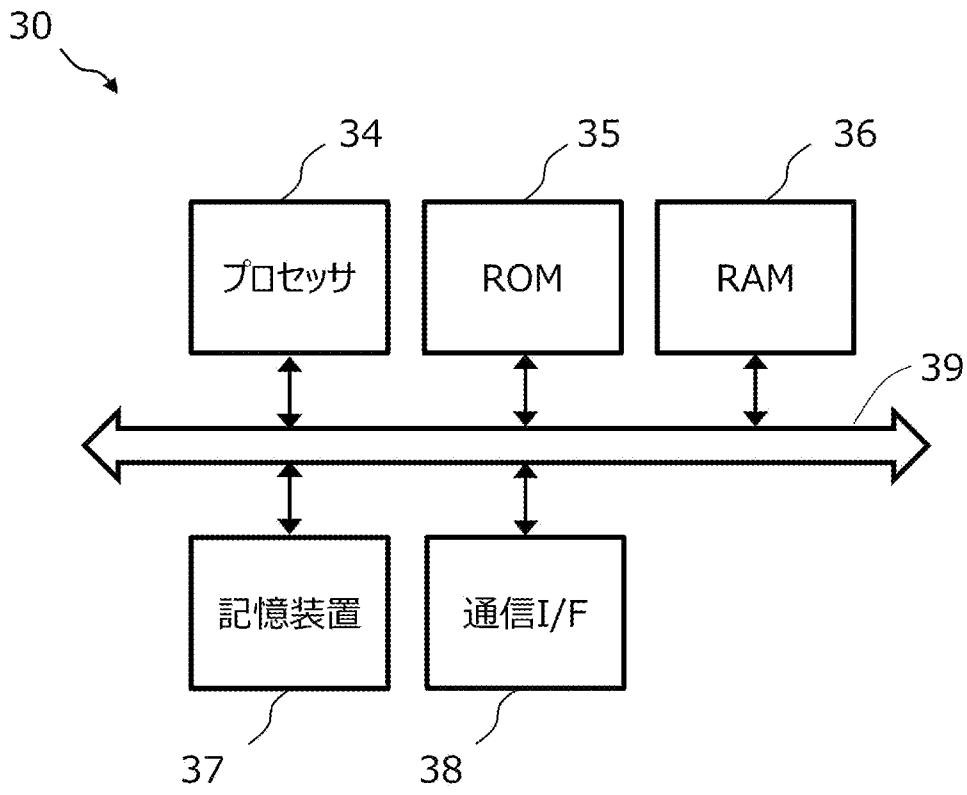
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/048189

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>B64U 10/14</i> (2023.01)i; <i>B64U 10/16</i> (2023.01)i; <i>B64U 50/11</i> (2023.01)i; <i>B64U 50/30</i> (2023.01)i; <i>B64U 50/33</i> (2023.01)i FI: B64U50/30; B64U10/14; B64U10/16; B64U50/11; B64U50/33		
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) B64U10/14; B64U10/16; B64U50/11; B64U50/30; B64U50/33		
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.
Y	JP 2021-165143 A (NILEWORKS INCORPORATED) 14 October 2021 (2021-10-14) fig. 1-8	1-4, 10
A	fig. 1-8	5-9
Y	JP 2019-501057 A (TOP FLIGHT TECHNOLOGIES, INC) 17 January 2019 (2019-01-17) fig. 1	1-4, 10
Y	JP 7004369 B1 (ISHIKAWA ENERGY RES CO LTD) 21 January 2022 (2022-01-21) paragraph [0060]	10
<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 10 March 2023		Date of mailing of the international search report 20 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/JP2022/048189

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2021-165143 A	14 October 2021	US 2021/0309122 A1 fig. 1-8 WO 2019/189075 A1 fig. 1-8	
JP 2019-501057 A	17 January 2019	US 2016/0137304 A1 fig. 1 WO 2017/087399 A1 fig. 1	
JP 7004369 B1	21 January 2022	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B64U 10/14(2023.01)i; B64U 10/16(2023.01)i; B64U 50/11(2023.01)i; B64U 50/30(2023.01)i; B64U 50/33(2023.01)i FI: B64U50/30; B64U10/14; B64U10/16; B64U50/11; B64U50/33		
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）） B64U10/14; B64U10/16; B64U50/11; B64U50/30; B64U50/33 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
Y A	JP 2021-165143 A（株式会社ナイルワークス）14.10.2021（2021-10-14） 図1-8 図1-8	1-4,10 5-9
Y	JP 2019-501057 A（トップ フライト テクノロジーズ, インコーポレイテッド） 17.01.2019（2019-01-17） 図1	1-4,10
Y	JP 7004369 B1（株式会社石川エナジーリサーチ）21.01.2022（2022-01-21） 段落 [0060]	10
<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	10.03.2023	国際調査報告の発送日 20.03.2023
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） 塚本 英隆 3D 3331 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/JP2022/048189

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2021-165143 A	14.10.2021	US 2021/0309122 A1 F I G. 1 - 8 WO 2019/189075 A1 図 1 - 8	
JP 2019-501057 A	17.01.2019	US 2016/0137304 A1 F I G. 1 WO 2017/087399 A1 F I G. 1	
JP 7004369 B1	21.01.2022	(ファミリーなし)	