

(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)

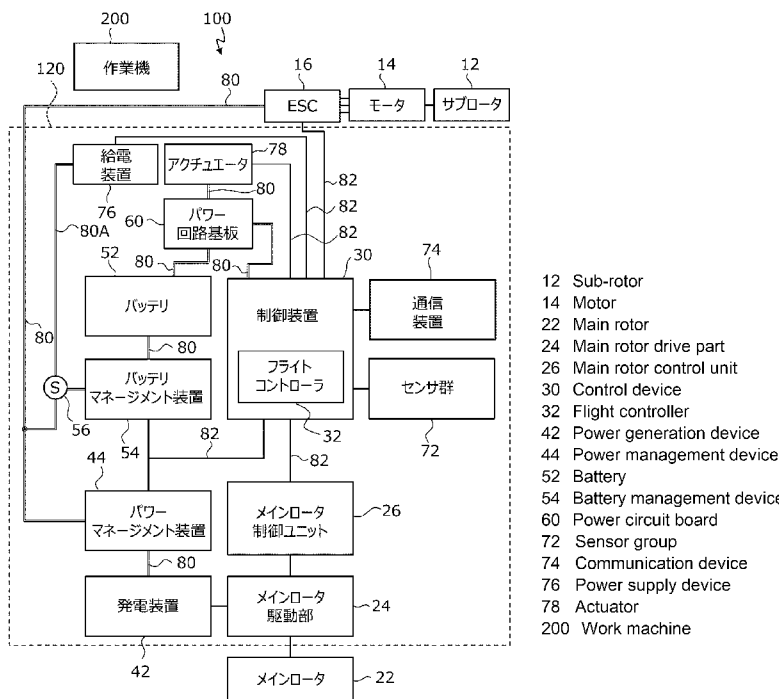


(10) 国際公開番号
WO 2024/142236 A1

- (51) 国際特許分類:
B64U 50/33 (2023.01) *B64U 50/11* (2023.01)
B64U 10/16 (2023.01) *B64U 50/20* (2023.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/048179
- (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). 株式会社石川エネルギーリサーチ (**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: 北川 浩 (**KITAGAWA, Hiroshi**); 〒3792304 群馬県太田市大原町2225-41 株式会社石川エネルギーリサーチ内 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,

(54) Title: UNMANNED AIRCRAFT

(54) 発明の名称: 無人航空機



(57) Abstract: This unmanned aircraft comprises a plurality of first rotors, at least one second rotor, a plurality of electric motors that each drive one of the plurality of first rotors, an internal combustion engine that drives the at least one second rotor, a battery that stores first electric power, a power generation device that is driven by the internal combustion engine and that generates second electric power, a first electric power control device that controls the charging and discharging of the battery, and a second electric power control device that controls the power generation performed by the power



WO 2024/142236 A1

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,
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))

generation device. Each of the plurality of electric motors receives at least one of the first electric power and the second electric power, and the first electric power control device controls the second electric power control device.

- (57) 要約: 無人航空機は、複数の第1ロータと、少なくとも1つの第2ロータと、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、少なくとも1つの第2ロータを駆動する内燃機関と、第1電力を蓄えるバッテリーと、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、バッテリーの充放電を制御する第1電力制御装置と、発電装置による発電を制御する第2電力制御装置とを備える。複数の電動モータのそれぞれは、第1電力および第2電力の少なくとも一方を受け取り、第1電力制御装置は、第2電力制御装置を制御する。

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] 無人航空機の最大積載量（ペイロード）および飛行時間は、用途によっては不十分であり、更なる改良が求められている。

[0006] 本開示は、ペイロードおよび／または飛行時間を増加することが可能で農業用途に適した無人航空機を提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示は以下の項目に記載した解決手段を提供する。

[0008] [項目A1]

複数のロータを備える無人航空機であって、
前記複数のロータに含まれる複数の第1ロータと、
前記複数のロータに含まれる少なくとも1つの第2ロータと、
前記複数の第1ロータをそれぞれ駆動する複数の電動モータと、
前記少なくとも1つの第2ロータを駆動する内燃機関と、
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、
前記バッテリーの充放電を制御する第1電力制御装置と、
前記発電装置による発電を制御する第2電力制御装置と、
を備え、
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り、
前記第1電力制御装置は、前記第2電力制御装置を制御する、無人航空機
。

[0009] [項目 A 2]

前記第1電力制御装置は、前記バッテリーの状態に応じて、前記第2電力制御装置を制御する、項目 A 1 に記載の無人航空機。

[0010] [項目 A 3]

前記電動モータを前記発電装置および前記バッテリーに接続する配線を備え、
前記第1電力制御装置は、前記配線と前記バッテリーとの電氣的接続を制御する、項目 A 1 に記載の無人航空機。

[0011] [項目 A 4]

前記第1電力制御装置は、前記無人航空機の作業内容に応じて、前記第2電力制御装置を制御して前記発電の量を調整する、項目 A 1 から A 3 のいずれか1項に記載の無人航空機。

[0012] [項目 A 5]

前記第1電力制御装置は、前記無人航空機の飛行高度を含む飛行条件に応

じて、前記バッテリーの充電率を制御する、項目 A 1 から A 3 のいずれか 1 項に記載の無人航空機。

[0013] [項目 A 6]

前記第 1 電力制御装置は、前記無人航空機から着陸可能地点までの距離に応じて、前記バッテリーの充電率を制御する、項目 A 1 から A 5 のいずれか 1 項に記載の無人航空機。

[0014] [項目 A 7]

前記第 1 電力制御装置および前記第 2 電力制御装置として機能する制御装置を備えている、項目 A 1 から A 3 のいずれか 1 項に記載の無人航空機。

[0015] [項目 B 1]

複数のロータを備える無人航空機であって、
電力源と、
前記電力源から作業機に外部電力を供給する給電装置と、
を備える、無人航空機。

[0016] [項目 B 2]

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、
前記複数の電動モータのそれぞれに前記電力源から電力を供給する第 1 配線と、
前記第 1 配線から分岐して前記電力源から前記給電装置に前記外部電力を供給する第 2 配線と、
を備える、項目 B 1 に記載の無人航空機。

[0017] [項目 B 3]

前記電力源は、第 1 電力を蓄えるバッテリーを含む、項目 B 2 に記載の無人航空機。

[0018] [項目 B 4]

前記複数のロータに含まれる少なくとも 1 つの第 2 ロータと、
前記少なくとも 1 つの第 2 ロータを駆動する内燃機関と、

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、
を備え、

前記電力源は、前記発電装置を含み、

前記発電装置は、前記第 1 配線および前記第 2 配線に接続される、項目 B
2 または 3 に記載の無人航空機。

[0019] [項目 B 5]

前記作業機は、圃場または前記圃場にある作物に対して農作業を実行する
、交換可能なインプリメントである、項目 B 1 から B 4 のいずれか 1 項に記
載の無人航空機。

[0020] [項目 B 6]

前記給電装置は、前記作業機に電力を供給する端子と、前記作業機との間
で通信を行う端子とを有する、項目 B 1 から B 5 のいずれか 1 項に記載の無
人航空機。

[0021] [項目 B 7]

前記給電装置からの前記外部電力の出力を制御する制御装置を備え、
前記制御装置は、前記通信によって取得した前記作業機の現在の動作状態
または予定される動作状態に応じて、前記外部電力の供給を制御する、項目
B 6 に記載の無人航空機。

[0022] [項目 B 8]

前記無人航空機は、前記作業機を牽引しながら飛行するように構成され、
前記給電装置と前記作業機とはケーブルによって電氣的に接続される、項
目 B 1 から B 7 のいずれか 1 項に記載の無人航空機。

[0023] [項目 C 1]

複数のロータを備える無人航空機であって、
前記複数のロータに含まれる複数の第 1 ロータと、
前記複数のロータに含まれる少なくとも 1 つの第 2 ロータと、
前記複数の第 1 ロータをそれぞれ駆動する複数の電動モータと、
前記少なくとも 1 つの第 2 ロータを駆動する内燃機関と、

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、
前記内燃機関の動作、電動モータの動作、前記バッテリーの充放電、および
前記発電装置による発電の少なくとも 1 つを制御する制御装置と、
前記第 1 電力および前記第 2 電力の少なくとも一部を第 3 電力として作業
機に供給する給電装置と、
を備え、

前記制御装置は、前記作業機の現在の動作の内容または予定される動作の
内容に応じて、前記内燃機関の動作、前記電動モータの動作、前記バッテリー
の充放電、および前記発電装置による発電の少なくとも 1 つを制御する、無
人航空機。

[0024] [項目 C 2]

前記制御装置は、前記作業機の前記予定される動作の内容に応じて、前記
動作の開始前に前記バッテリーへの充電を開始する、項目 C 1 に記載の無人航
空機。

[0025] [項目 C 3]

前記制御装置は、前記動作の内容に応じて、前記バッテリーの充電率または
充電量を調整する、項目 C 2 に記載の無人航空機。

[0026] [項目 C 4]

前記制御装置は、前記作業機の前記予定される動作の内容に応じて、前記
動作の開始前に前記発電装置による発電量を増加させる、項目 C 1 または C
2 に記載の無人航空機。

[0027] [項目 C 5]

前記制御装置は、前記動作の内容に応じて、前記発電量を調整する、項目
C 4 に記載の無人航空機。

[0028] [項目 C 6]

前記制御装置は、前記バッテリーの充放電を制御する第 1 電力制御装置と、
前記発電装置による発電を制御する第 2 電力制御装置とを有する、項目 C 1

からC 5 のいずれか 1 項に記載の無人航空機。

[0029] [項目 C 7]

前記制御装置は、前記作業機の前記現在の動作の内容または前記予定される動作の内容を作業計画から取得する、項目 C 1 から C 6 のいずれか 1 項に記載の無人航空機。

[0030] [項目 C 8]

前記制御装置は、前記作業機の前記現在の動作の内容または前記予定される動作の内容を前記作業機から取得する、項目 C 1 から C 6 のいずれか 1 項に記載の無人航空機。

[0031] [項目 C 9]

前記作業機は、圃場または前記圃場にある作物に対して農作業を実行する、交換可能なインプラメントである、項目 C 1 から C 8 のいずれか 1 項に記載の無人航空機。

[0032] [項目 C 10]

前記給電装置は、前記作業機に電力を供給する端子と、前記作業機との間で通信を行う端子とを有する、項目 C 1 から C 9 のいずれか 1 項に記載の無人航空機。

[0033] [項目 C 11]

前記無人航空機は、前記作業機を牽引しながら飛行するように構成され、前記給電装置と前記作業機とはケーブルによって電氣的に接続される、項目 C 1 から C 10 のいずれか 1 項に記載の無人航空機。

発明の効果

[0034] 本開示の無人航空機の実施形態によれば、電動モータの回転に必要な電力の生成および利用を飛行条件または作業内容に応じて調節することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0035] [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]本実施形態におけるバッテリーマネジメント装置の構成例を示すブロック図である。

[図6]本実施形態における農業管理システムの概要を説明するための図である。

[図7]各農作業の作業計画の一例を示す図である。

[図8]端末装置に表示される設定画面の一例を示す図である。

[図9]本実施形態におけるマルチコプタの飛行高度が h_4 、 h_3 、 h_2 、 h_1 の場合における、充電率 (SOC) の目標範囲の下限 (第1基準値) を模式的に示す側面図である。

[図10]本実施形態におけるマルチコプタの飛行高度と充電率 (SOC) の目標範囲の下限 (第1基準値) との関係の一例を模式的に示すグラフである。

[図11]本実施形態においてバッテリーマネジメント装置が行う処理の一例を示すフローチャートである。

[図12]本実施形態における外部給電の動作の例を示すフローチャートである。

[図13]本実施形態における作業機の予定される動作の消費電力と、発電量と、エンジン回転数との関係の一例を示すグラフである。

[図14]本実施形態における給電装置と作業機と接続状態を模式的に示すブロック図である。

[図15]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16]本実施形態においてマルチコプタが接続される通信ネットワークの例を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0036] 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。

[0037] 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。

[0038] 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。

[0039] 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。

[0040] 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。

[0041] 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。

[0042] 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。

[0043] 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。

[0044] 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。

[0045] 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。

[0046] 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。

[0047] 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 Navigati

on 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。

[0048] 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。

[0049] 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。

[0050] 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。

[0051] 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。

[0052] 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。

[0053] 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。

[0054] 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。

[0055] 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。

[0056] 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。

[0057] 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、モータ（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。

[0058] 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。

[0059] 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。

[0060] 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 ESC 16 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 ESC 16 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 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。この点は、図 2B、図 2C についても同様である。ESC 16 は制御装置 4a に含まれていてもよい。

[0061] 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。

[0062] 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76を介して作業機200にも供給され得る。

[0063] 図2Cは、パラレル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。パラレルハイブリッド駆動型のマルチコプタ10は、シリーズハイブリッド駆動型のマルチコプタ10と同様に、複数のロータ12と、複数のロータ12をそれぞれ駆動する複数のモータ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、内燃機関7aと、燃料タンク7bと、発電装置8と、電力バッファ9と、給電装置76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10は、更に、内燃機関7aの駆動力を伝達するドライブトレイン27と、ドライブトレイン27から内燃機関7aの駆動力を受けて回転するロータ22と、を備える。ロータ12およびロータ22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27に接続されて回転するロータ22は、1個であってもよいし、2個以上であってもよい。

[0064] 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7aは、発電装置8を駆動して発電を行うだけでなく、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。

[0065] 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。

[0066] <基本構成>

図 3 A は、本実施形態におけるマルチコプタ 100 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 100 に連結された作業機 200 が記載されている。マルチコプタ 100 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 などの「連結」は、種々の器具または装置によって行われ得る。

[0067] 図 3 A 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 12 a およびプロペラ 12 b の 4 個の組から構成されている。プロペラ 12 a およびプロペラ 12 b 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 12 a、12 b 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 12 a およびプロペラ 12 b 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 22 a から構成されている。各プロペラ 22 a 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 12 a、12 b 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 22 a 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 22 a の直径は、プロペラ 12 a、12 b 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。

[0068] マルチコプタ 100 は、サブロータ 12 のための 4 本のアーム 110 A 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。

[0069] 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3B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（外部電力）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。

[0070] <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。

[0071] 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。

[0072] 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ESC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

示することができる。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。

[0073] 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。

[0074] 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、クラッチおよび減速機などの機械装置が設けられ得る。

[0075] 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。

[0076] 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 ESC 16 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。

[0077] 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。

[0078] 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。

- [0079] バッテリ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。
- [0080] バッテリーマネジメント装置54は、バッテリー52の状態に応じて、パワースイッチ56を制御することができる。例えば、バッテリー52が充電を必要とする状態にあるとき、バッテリーマネジメント装置54は、パワースイッチ56によって発電装置42とバッテリー52とを電氣的に接続し、発電装置42からの電力をバッテリー52に供給して充電動作を実行する。このとき、バッテリーマネジメント装置54は、ESC16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44を制御し、発電装置42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52が充電を必要としない状態にあるとき、バッテリーマネジメント装置54は、パワースイッチ56によって発電装置42とバッテリー52との間の電氣的接続を切断し、バッテリー52への充電を停止する。
- [0081] 本実施形態において、バッテリー52の蓄電容量は、発電装置42による発電が何らかの原因で停止してメインロータ22による揚力が失われた場合においても、サブロータ12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100が通常に飛行しているとき、サブロータ12の駆動に必要な電力は、バッテリー52からではなく、発電装置42からESC16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52の蓄電容量を増加させる必要性は低い。

- [0082] なお、バッテリー52に蓄えられた電力は、例えば250V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、バッテリーマネジメント装置54は、発電装置42からの直流電力の一部をバッテリー52に供給してバッテリー52の充電を行うように動作する。
- [0083] バッテリー52は、パワー回路基板60に接続されている。パワー回路基板60は、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。バッテリー52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。図4の例において、パワー回路基板60によって降圧された電力は、配線80を介して、制御装置30およびアクチュエータ78に供給されている。
- [0084] 図4に示される例において、パワーマネジメント装置44とバッテリーマネジメント装置54とは別々の構成要素であるが、1個の制御装置（コンピュータまたはECU）がパワーマネジメント装置44およびバッテリーマネジメント装置54として機能してもよい。
- [0085] 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（外部電力）を作業機200などの外部の機械また装置に供給するように構成されている。
- [0086] 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。

- [0087] 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。
- [0088] 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。以下、この点を詳細に説明する。
- [0089] 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。
- [0090] 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。
- [0091] しかし、主推力発生用のメインロータ22が大きな推力を発生させているとき、その大きな推力および回転モーメントが、かえってサブロータ12に

よる姿勢制御の働きを抑制することがある。その結果、応答性に優れた複数のモータ14を用いて複数のサブロータ12を回転させても、姿勢制御に応答の遅れが生じる場合がある。一方、メインロータ22の回転数を下げると、姿勢制御性能は向上するが、エネルギー消費効率は下がってしまう。

[0092] なお、バッテリー駆動型のマルチコプタでは、複数のモータのそれぞれのトルクを調整して各ロータの推力を整え、所望の姿勢に制御する種々のアルゴリズムが用いられている。そのような複数のモータによって姿勢制御を行う場合において、内燃機関によって回転させられるロータを追加することは、姿勢制御に必要な演算を複雑にする可能性がある。このような複雑化を回避するには、複数のモータから出力される駆動パワーと内燃機関から出力される駆動パワーの「比率」を固定することが有効である。このため、従来のパラレルハイブリッド型では、この比率を固定する制御方法が採用されてきた。

[0093] しかしながら、本発明者等の検討の結果、マルチコプタ100を例えば農作業に利用する場合は、単なる物流や監視の用途でマルチコプタ100を飛行させる場合に比べ、上記の「比率」を固定するのではなく可変にすることが好ましいことが分かった。これは、農業用途で飛行するときのマルチコプタ100は、圃場内における種々の農作業（対地作業）、複数の圃場間の移動、農業資材または収穫物の運搬など、様々に異なる条件のもとで飛行するため、それらの条件によって、姿勢制御に求められる応答速度のレベルが大きく変化するためである。また、農作業の内容に応じて重量および形状が多様な作業機を適宜選択して連結する場合、必要な揚力および姿勢制御の精度も大きく変化し得る。

[0094] <電力制御>

本実施形態において、複数のモータ14のそれぞれは、バッテリー52からの電力（第1電力）および発電装置42からの電力（第2電力）の少なくとも一方を受けとって動作することができる。バッテリー52および発電装置42は「電力源」として機能する。複数のモータ14のそれぞれには、電力源

(発電装置42およびバッテリー52)からの電力を供給する配線80が接続されている。電力源からは、モータ14以外の装置にも電力が供給され得る。配線(第1配線)80から分岐した配線(第2配線)80Aが電力源と給電装置76とを電氣的に接続し、電力源から作業機200に電力を供給することができる。

[0095] 本実施形態において、バッテリーマネジメント装置54は、バッテリー52の充放電を制御する第1電力制御装置として機能し、パワーマネジメント装置44は、発電装置42による発電を制御する第2電力制御装置として機能する。そして、第1電力制御装置であるバッテリーマネジメント装置54は、第2電力制御装置であるパワーマネジメント装置44を制御するように構成されている。

[0096] 本実施形態におけるマルチコプタ100は、このようなバッテリーマネジメント装置54およびパワーマネジメント装置44を備えることにより、以下に示す制御の少なくとも1つの動作が可能になる。

(1) 第1電力制御装置であるバッテリーマネジメント装置54が、バッテリー52の状態に応じて、第2電力制御装置であるパワーマネジメント装置44を制御すること。

(2) 第1電力制御装置であるバッテリーマネジメント装置54が、マルチコプタ100の作業内容に応じて、第2電力制御装置であるパワーマネジメント装置44を制御して発電の量を調整すること。

(3) 第1電力制御装置であるバッテリーマネジメント装置54が、マルチコプタ100の飛行高度を含む飛行条件に応じて、バッテリー52の充電率を制御すること。

(4) 第1電力制御装置であるバッテリーマネジメント装置54が、マルチコプタ100から着陸可能地点までの距離に応じて、バッテリー52の充電率を制御すること。

[0097] 以下、バッテリーマネジメント装置54による上記の制御動作の例を説明する。

[0098] まず、図5を参照して、バッテリーマネージメント装置54の構成例を説明する。図5は、バッテリーマネージメント装置54の構成例を示すブロック図である。図示される例において、バッテリーマネージメント装置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。

[0099] 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。

[0100] MCU54bは、バッテリー52を流れる電流を測定する電流センサ53aから電流測定値を取得することができる。また、他のセンサからバッテリー52の温度の測定値などの各種センサデータを取得することができる。バッテリーマネージメント装置54は、例えば、バッテリー52の充電率（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の状態（充電状態）を規定する状態変数のひとつである。バッテリー52の状態を規定するパラメータは、充電率に限定されず、充電量（残存電荷）、セル電圧、電池温度、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。

[0101] 図4に示されるように、第1電力制御装置として機能するバッテリーマネージメント装置54は、発電装置42をモータ14に接続する配線80とバッテリー52との間の電氣的接続状態を制御することができる。

[0102] <（1）バッテリーの状態に応じたパワーマネージメント装置の制御>

バッテリーマネージメント装置54は、バッテリー52の状態に応じて、第2電力制御装置であるパワーマネージメント装置44を制御することができる。

[0103] バッテリマネージメント装置54は、例えば、バッテリー52の充電率（SOC）が第1基準値（例えば60%）以上であるとき、発電装置42からのバッテリー52に対する充電を行うことなく、発電装置42からの電力をモータ14に供給させるようにパワーマネージメント装置44を制御する。一方、例えば、バッテリー52の充電率（SOC）が第1基準値よりも低下した場合、バッテリマネージメント装置54は、発電装置42からバッテリー52に対する充電を行うようにパワーマネージメント装置44を制御する。この充電は、バッテリー52の充電率（SOC）が第2基準値（例えば90%）に達するまで継続するようにしてもよい。

[0104] 上記の動作は一例である。例えば、第1基準値が80%、第2基準値が90%であってもよい。第1基準値および第2基準値は、固定値である必要はない。

[0105] <（2）作業内容に応じたパワーマネージメント装置の制御>

バッテリマネージメント装置54は、マルチコプタ100の作業内容に応じて、パワーマネージメント装置44を制御して発電の量を調整することができる。マルチコプタ100の作業内容は、作業計画によって規定される。そして、作業の内容に合わせて選択された作業機200がマルチコプタ100に連結され得る。以下、作業計画の詳細を説明する。

[0106] 作業計画は、マルチコプタ100によって実行される1以上の農作業に関する情報を含む。複数のマルチコプタ100によって作業が行われる場合、各マルチコプタ100によって異なる作業計画が作成され得る。作業計画は、各マルチコプタ100によって実行される1以上の農作業、および各農作業が行われる圃場の情報を含む。作業計画は、複数の作業日にわたって各マルチコプタ100が実行する複数の農作業、および各農作業が行われる圃場の情報を含んでもよい。より具体的には、作業計画は、作業日ごとに、どの時刻に、どのマルチコプタが、どの圃場で、どの農作業を行うかを示す作業スケジュールの情報を含むデータベースであり得る。このため、例えばマルチコプタ100の制御装置30に作業計画が与えられると、制御装置3

0は、マルチコプタ100および作業機200の消費電力が作業の開始および進行に伴ってどのように変化するかの情報を得ることができる。本実施形態では、このような作業計画によって規定される作業の内容に応じて、言い換えると、消費電力の変化に合わせて、バッテリーマネジメント装置54がパワーマネジメント装置44を制御することができる。すなわち、必要な消費電力を供給して作業を遂行するための電力がバッテリー52に十分なレベルで残存していないとき、バッテリーマネジメント装置54は、バッテリー52の充電率を高めるようにパワーマネジメント装置44を制御して発電の量を増加させるように構成される。

[0107] 以下、マルチコプタ100（および作業機200）の作業内容を規定する作業計画の例を詳細に説明する。本実施形態では、作業計画は、マルチコプタ100の管理システム（農業管理システム）によって作製され得る。

[0108] 図6は、本実施形態で利用され得る農業管理システムの一例を説明するための図である。図6に示す農業管理システムは、複数のマルチコプタ100と、管理装置600とを備える。図6には、複数のユーザが使用する複数の端末装置400も示されている。管理装置600は、農業管理システムを運営する事業者が管理するコンピュータである。マルチコプタ100、端末装置400、および管理装置600は、通信ネットワークNを介して互いに通信することができる。図6には3台のマルチコプタ100が例示されているが、農業管理システムは、2台以下または4台以上のマルチコプタ100を含んでいてもよい。農業管理システムは、マルチコプタ100だけではなく、例えば、トラクタ、田植機、コンバインなど、種類の異なる複数の農業機械を含んでいてもよい。各マルチコプタ100は、管理装置600からの指示に従い、それぞれに割り当てられた農作業を、指定された圃場で実行し得る。なお、マルチコプタ100の操作は、地上からユーザ（操作使用者）が主導で行ってもよく、その場合、管理装置600は、ユーザその他の人による作業計画の作成に使用され得る。

[0109] 図6に示す農業管理システムは、自動または手動で飛行を行う複数のマル

マルチコプタ100を用いた農作業の管理に好適に利用され得る。管理装置600は、各ユーザがそれぞれの端末装置400を用いて入力した農作業の概略計画を示す情報に基づいて各マルチコプタ100の作業計画を作成し、その作業計画に基づいて各マルチコプタ100の経路計画を行ってもよい。管理装置600は、複数のコンピュータの集合体であってもよい。例えば、管理装置600は、各マルチコプタ100の作業計画を作成するコンピュータと、各マルチコプタ100の経路計画を行うコンピュータとを含んでいてもよい。

[0110] 管理装置600は、各マルチコプタ100が所定の農作業（例えば、耕耘、播種、植え付け、防除、施肥、収穫など）を実行するように、各マルチコプタ100が移動すべき経路を決定する。管理装置600は、各マルチコプタ100が移動する領域の地図を参照して、各マルチコプタ100が移動すべき地図上の経路を生成し、各マルチコプタ100のまたはユーザの端末装置400にその経路情報を送信する。自動飛行可能なマルチコプタ100は、受信した経路情報に基づいて移動し、それぞれに割り当てられた圃場で所定の農作業を実行する。手動で飛行するマルチコプタ100の場合、ユーザが端末装置400に届いた経路情報に基づいてマルチコプタ100を操作することができる。

[0111] 本実施形態におけるマルチコプタ100は、作業機200を装着または牽引することができるので、マルチコプタ100は、作業機200の種類に応じた農作業を行いながら圃場内の上空を飛行することができる。マルチコプタ100は、圃場間を移動したり、保管庫と圃場との間を飛行したりすることもできる。

[0112] 好ましい実施形態において、マルチコプタ100は、自動飛行機能を備える。すなわち、マルチコプタ100は、手動によらず、制御装置30の働きによって飛行することができる。好ましい実施形態において、マルチコプタ100は、圃場上空に限らず、圃場外の上空を自動または遠隔制御で飛行することもできる。

- [0113] 本実施形態におけるマルチコプタ100の制御装置30は、マルチコプタ100の位置と、管理装置600によって生成された目標経路の情報とに基づいて、マルチコプタ100を自動で飛行させることも可能である。制御装置30は、マルチコプタ100の飛行制御に加えて、作業機200の動作の制御も行うことができる。これにより、マルチコプタ100は、圃場内を自動で飛行しながら作業機200を用いて農作業を実行することができる。マルチコプタ100は、飛行中、撮像装置またはLiDARセンサなどのセンサ群72から出力されるセンサデータに基づいて、障害物を回避可能な局所的経路を目標経路に沿って生成しながら飛行する。
- [0114] 管理装置600は、例えば圃場および農作業に関する情報をクラウド上で一元管理し、クラウド上のデータを活用して農業を支援するサーバコンピュータであり得る。管理装置600は、例えば、各マルチコプタ100の作業計画を作成し、その作業計画に従って、各マルチコプタ100の大域的経路計画を行う。
- [0115] 管理装置600は、圃場での目標経路を、圃場に関する情報に基づいて生成する。例えば、管理装置600は、予め登録された圃場の外形、圃場の面積、圃場の出入口の位置、マルチコプタ100のサイズ、作業機200の機種またはサイズ、作業の内容、栽培される作物の種類、作物の生育領域、作物の生育状況、または作物列もしくは畝の間隔などの、種々の情報に基づいて圃場内の目標経路を生成することができる。管理装置600は、例えば、ユーザが端末装置400その他のデバイスを用いて入力した情報に基づいて圃場内の目標経路を生成することができる。管理装置600は、圃場内の経路を、例えば作業が行われる作業領域の全体をカバーするように生成する。
- [0116] 端末装置400は、マルチコプタ100から離れた場所にいるユーザが使用するコンピュータである。端末装置400は、図6に示すようなラップトップコンピュータ、スマートフォン、またはタブレットコンピュータなどのモバイル端末でもよいし、デスクトップPC (personal computer) などの据え置き型のコンピュータであってもよい。端末装置400

0は、作業計画（例えば各農作業のスケジュール）を作成するために必要な情報をユーザが入力するための設定画面をディスプレイに表示する。ユーザが設定画面上で必要な情報を入力し送信の操作を行うと、端末装置400は、入力された情報を管理装置600に送信する。管理装置600は、その情報に基づいて作業計画を作成する。端末装置400は、マルチコプタ100が農作業を実行する1つ以上の圃場の登録にも使用され得る。

[0117] 図7は、各マルチコプタ100の作業計画の例を示す図である。この例における作業計画は、登録されたマルチコプタ100ごとに、農作業が行われる日および時間、圃場、作業内容、および使用される作業機200を示す情報を含む。作業計画は、図7に示す形式に限らず、作業に関連する他の情報を含んでいてもよい。例えば、農薬または肥料の種類または散布量などの情報が作業計画に含まれていてもよい。このような作業計画に従い、管理装置600が備えるプロセッサは、各マルチコプタ100の各作業日における経路を生成し、各マルチコプタ100に農作業の指示を出す。作業計画は、マルチコプタ100の制御装置30によってダウンロードされ、後述する記憶装置37に格納され得る。その場合、制御装置30は、記憶装置37格納された作業計画が示すスケジュールに従って自発的に動作を開始してよい。

[0118] 管理装置600は、農作業の時期の目安を示す情報だけでなく、各ユーザが端末装置400を用いて入力した情報に基づいて作業計画を作成してもよい。例えば、管理装置600は、各ユーザが管理する1つ以上の圃場における農作業の種類ごとの概略計画を示す情報に基づいて作業計画を作成してもよい。

[0119] 図8は、端末装置400の表示スクリーンに表示される設定画面760の一例を示す図である。端末装置400のプロセッサは、ユーザによる入力デバイスを用いた操作に応答して、作業計画作成のためのアプリケーションソフトウェアを起動して、図8に示すような設定画面760を表示スクリーンに表示させる。ユーザは、この設定画面760上で、作業計画の作成に必要な概略計画の情報を入力することができる。

- [0120] 図8は、農作業として、稲作用の圃場において肥料の散布を伴う耕耘が行われる場合の設定画面760の一例を示している。設定画面760は、図示されるものに限定されず、適宜変更が可能である。図8の例における設定画面760は、期間設定部761、時間設定部762、作付品種選択部763、圃場選択部764、作業選択部765、機械選択部766、肥料選択部767、および散布量設定部768を含む。
- [0121] 期間設定部761には、ユーザが入力した期間が表示される。ユーザは、農作業の実施を希望する期間を入力する。入力された期間に含まれる日が農作業の実施日の候補として設定される。
- [0122] 時間設定部762には、ユーザが入力した作業時間が表示される。ユーザは、農作業の実施を希望する作業時間を入力する。作業時間は、開始時刻および終了時刻によって指定される。入力された作業時間が、農作業が実行される時間の候補として設定される。
- [0123] 作付品種選択部763には、作付けされる（すなわち植え付けられる）作物の品種の一覧が表示される。一覧の中から所望の品種をユーザが選択することが可能である。図8の例では、稲の品種「こしいぶき」が選択されている。
- [0124] 圃場選択部764には、地図中の圃場が表示される。ユーザは、表示された圃場の中から任意の圃場を選択できる。図8の例では、「圃場A」を示す部分が選択されている。この場合、選択された「圃場A」が農作業の行われる圃場として設定される。ユーザは複数の圃場を同時に選択することもできる。
- [0125] 作業選択部765には、選択された作物を栽培するために必要な複数の農作業が表示される。ユーザは、複数の農作業の中から1つの農作業を選択することができる。図8の例では、複数の農作業の中から「耕耘」が選択されている。この場合、選択された「耕耘」が、実施される農作業として設定される。
- [0126] 機械選択部766は、その農作業において使用されるマルチコプタを設定

する部分である。機械選択部 766 には、例えば、予め管理装置 600 によって登録されたマルチコプタの種類または型式、および使用可能な作業機 200 の種類または型式等が表示され得る。ユーザは、表示された機械の中から、特定の機械を選択することができる。図 8 の例では、型式が「XX4511」である作業機 200 が選択されている。この場合、その作業機 200 が、当該農作業において使用される機械として設定される。

[0127] 肥料選択部 767 には、予め登録された複数の肥料の名称が表示される。ユーザは、表示された複数の肥料の中から特定の肥料を選択することができる。選択された肥料が当該農作業において使用される肥料として設定される。

[0128] 散布量設定部 770 には、入力装置 420 から入力された数値が表示される。入力された数値が散布量として設定される。

[0129] 設定画面 760 において、希望期間、作業時間、作付品種、圃場、作業、肥料、散布量が入力され、「登録」が選択されると、端末装置 400 の通信装置は、入力された情報を管理装置 600 に送信する。管理装置 600 のプロセッサは、受信した情報を記憶装置に記憶させる。

[0130] なお、管理装置 600 によって管理される農作業の情報は上述したものに限定されない。例えば、圃場で使用される農薬の種類および散布量を設定画面 760 で設定できるようにしてもよい。図 8 に示す農作業以外の農作業に関する情報を設定できるようにしてもよい。

[0131] 管理装置 600 は、各ユーザの端末装置 400 から受信した情報などに基づいて、各マルチコプタ 100 に実行させる農作業の作業計画を作成する。例えば、管理装置 600 は、各マルチコプタ 100 が実行する農作業の実際の作業日と作業時間とを決定する。例えば、管理装置 600 は、マルチコプタ 100 の台数、分布、および使用状況と、その地域において農作業が行われる圃場の分布と、各ユーザが希望する作業日時と、その地域における作業時期の目安とを総合的に考慮して、各圃場における農作業の実施日時を決定する。各圃場における農作業の実施日時の決定には、例えばディープリュー

ラルネットワークなどの人工知能（AI）を利用したアルゴリズムが用いられてもよい。管理装置600は、決定した農作業の実施日時をユーザが使用する端末装置400に通知する。決定した実施日時がユーザの希望する日時と異なる場合は、その旨の情報が通知されてもよい。管理装置600は、決定した各圃場における農作業の実施日時に基づいて、各マルチコプタ100の作業日ごとの経路計画を実行する。

[0132] 上記のような管理システムによって作製される作業計画があると、本実施形態におけるバッテリーマネジメント装置54は、パワーマネジメント装置44を制御して発電の量を効率的に増減させることができる。すなわち、後述するように作業機200の動作に同期させて発電量を増加させることができる。

[0133] また、作業計画があると、本実施形態におけるバッテリーマネジメント装置54は、バッテリー52の状態（特に充電率）を監視しながら、パワーマネジメント装置44を制御して発電の量を効率的に増減させることもできる。すなわち、後述するように作業機200の動作開始の直前に発電量を増加させることができる。リチウムイオン電池などのバッテリー52は、満充電状態で保持されると劣化しやすいため、作業機200による作業の開始に合わせて充電率を高める処理は、バッテリー52の寿命を長くするためにも効果的である。このような充電率の制御について、以下に説明する。

[0134] <（3）マルチコプタの飛行条件などに応じた充電率の制御>

バッテリーマネジメント装置54は、例えば、バッテリー52の充電率（SOC）が第1基準値（例えば60%）以上であるとき、発電装置42からのバッテリー52に対する充電を行うことなく、発電装置42からの電力をモータ14に供給させる。一方、例えば、バッテリー52の充電率（SOC）が第1基準値よりも低下した場合、バッテリーマネジメント装置54は、発電装置42からバッテリー52に対する充電を実行する。この充電は、バッテリー52の充電率（SOC）が第2基準値（例えば90%）に達するまで継続するようにしてもよい。

[0135] 上記の動作は一例である。例えば、第1基準値が80%、第2基準値が90%であってもよい。第1基準値および第2基準値は、固定値である必要はない。

[0136] バッテリマネージメント装置54は、マルチコプタ100の飛行高度を含む飛行条件に応じて、バッテリー52の充電率を制御することができる。飛行条件は、飛行高度、飛行速度、飛行中の風向および風速、ペイロードの大きさ（重量）などの、飛行中にマルチコプタ100が消費する単位時間あたりの電力（消費電力）を決める各種のパラメータである。本実施形態における制御装置30は、飛行条件を規定する上記のパラメータに基づいて、消費電力の推定値を算出する。本実施形態におけるバッテリマネージメント装置54は、制御装置30から取得した消費電力の推定値に基づいて、現在のバッテリー52に蓄えられている電力だけで着陸可能地点まで降下して着陸できるか否かを判定するように構成されている。現在のバッテリー52に蓄えられている電力だけで着陸可能地点まで降下して着陸できないと判定した場合、バッテリマネージメント装置54はバッテリー52の充電率を上昇させるように充電動作を開始する。このことは、前述した第1基準値を上昇させることを意味する。このような第1基準値の変更は、マルチコプタ100が行う作業の内容に応じて実行されてもよい。作業の内容によって消費電力が変化するからである。マルチコプタ100の作業内容の詳細については後述する。

[0137] 第1基準値を下限とし、第2基準値を上限とする範囲は、バッテリマネージメント装置54が行う充電率制御の「目標範囲」である。この目標範囲は、上述したように飛行状態または作業状態によって変化させることが好ましい。例えば、発電装置42が故障したときの非常用バックアップ電源としてバッテリー52が用いられる場合、バッテリー52に蓄えられる電力（第1電力）は、発電装置42が生成する電力（第2電力）を使用することなく、地上まで降下して着陸することが可能な大きさを有していればよい。そのような場合、バッテリー52に蓄えられる電力（第1電力）は、飛行高度が低いほど小さくて済む。したがって、例えば充電率（SOC）の目標範囲の下限（第

1 基準値) を飛行高度に応じて変化させることができる。

[0138] 図9は、マルチコプタ100の地上GRからの高さ(飛行高度)が h_4 、 h_3 、 h_2 、 h_1 の場合($h_4 > h_3 > h_2 > h_1 > 0$)における、充電率(SOC)の目標範囲の下限(第1基準値)を模式的に示す側面図である。図10は、マルチコプタ100の地上GRからの高さと充電率(SOC)の目標範囲の下限(第1基準値)との関係の一例を模式的に示すグラフである。

[0139] 図9および図10に示されるように、この例では、マルチコプタ100の飛行高度が低下するほど、充電率(SOC)の第1基準値を低下させることができる。バッテリーマネジメント装置54は、バッテリー52の充電率(SOC)が第1基準値よりも低下したときは、パワーマネジメント装置44を制御して発電量を増加させ、バッテリー52への充電を実行する。

[0140] 図10の例において、第1基準値は飛行高度に応じて段階的に変化しているが、リニアまたは曲線的に変化していてもよい。また、図10の例では、充電率(SOC)の第1基準値は50%以上であるが、マルチコプタ100が例えば5メートル以下の低空で飛行または対地作業を行う場合、第1基準値を例えば50%またはそれ以下の値に設定してもよい。

[0141] マルチコプタ100による対地作業の対象となる圃場内で作業をしている場合と、その圃場以外の領域を飛行して移動する場合とで、第1基準値を変更してもよい。

[0142] <(4) 着陸地点までの距離に応じた充電率の制御>

バッテリーマネジメント装置54は、マルチコプタ100から着陸可能地点までの距離に応じて、バッテリー52の充電率を制御することができる。

[0143] 上記のように、飛行高度に応じて充電率を制御する技術的意義は、その飛行高度にあるマルチコプタ100が降下して着陸するまでに必要な消費電力が飛行高度に依存することを利用している。しかし、マルチコプタ100が飛行中、真下に降下しても着陸できない位置を飛行する場合がある。そのような場合は、マルチコプタ100は、着陸可能地点まで距離を考慮した消費

電力に基づいてバッテリー52の充電率を制御することが好ましい。

[0144] 好ましい実施形態において、制御装置30は、センサ群から得たセンサデータに基づいて飛行中にマルチコプタ100の位置（自己位置）を測定または推定する。そして、その位置から着陸可能場所までの距離を地図情報などに基づいて算出し、その距離に応じて第1基準値を決定してもよい。このような距離の算出は、制御装置30が行う場合に限られず、上位のコンピュータ、地上局6のコンピュータ、または後述する通信ネットワークに接続された1または複数のコンピュータによって実行され得る。そして、マルチコプタ100のバッテリーマネジメント装置54は、それらのコンピュータとマルチコプタ100との間の通信により、着陸地点までの距離を飛行して着陸するために必要な充電率を達成するように充電処理を行うことができる。

[0145] このように、バッテリー52の例えば充電率（SOC）または充電量の好ましい目的範囲は、マルチコプタ100の飛行高度または位置に応じて異なり得るだけでなく、作業内容などの諸条件によっても異なり得る。また、マルチコプタ100の作業の内容は、マルチコプタ100に連結または牽引される作業機200の種類（機種名、機種番号、消費電力、またはサイズなど）にも依存する。本実施形態では、様々な飛行条件または作業内容に応じてバッテリー52の状態を規定するパラメータの目的範囲が選択され、バッテリーマネジメント装置54が充放電を制御することができる。

[0146] 前述したように、本実施形態におけるバッテリーマネジメント装置54は、バッテリー52への充電を行うとき、パワーマネジメント装置44を制御して発電装置42の発電量を制御することができる。

[0147] 次に、図11を参照しながら、バッテリーマネジメント装置54によるパワーマネジメント装置44の制御の一例を説明する。

[0148] ステップS10において、バッテリーマネジメント装置54は、バッテリー52の状態を規定する充電率（SOC）などのパラメータ（第1パラメータ）の目標範囲を取得する。目標範囲は、下限を規定する第1基準値と上限を規定する第2基準値によって特定され得る。目標範囲は、制御装置30から

バッテリーマネジメント装置 54 に与えられ得る。制御装置 30 は、既知の飛行計画または作業計画に基づいて必要な電力を推定し、目標範囲を決定してもよいし、上位のコンピュータまたは地上局 6 から目標範囲を取得してもよい。

[0149] ステップ S 12 において、バッテリーマネジメント装置 54 は、バッテリー 52 の現在の状態を規定する第 1 パラメータの測定値または推定値を取得する。

[0150] ステップ S 14 において、バッテリーマネジメント装置 54 は、現在の発電状態を規定するパラメータ（第 2 パラメータ）の測定値または推定値を取得する。第 2 パラメータの測定値または推定値は、パワーマネジメント装置 44 または制御装置 30 からバッテリーマネジメント装置 54 に与えられ得る。第 2 パラメータの例は、単位時間あたりに生成される電力、メインロータ駆動部の回転速度（エンジン回転数）、メインロータ駆動部の出力を含む。

[0151] ステップ S 16 において、バッテリーマネジメント装置 54 は、第 1 パラメータの測定値または推定値が目標範囲よりも低いかなかを判定する。No である場合、ステップ S 10 に戻る。Yes である場合、ステップ S 18 において、バッテリーマネジメント装置 54 は、第 1 パラメータの測定値または推定値が目標範囲内に入るように第 2 パラメータを調節する。例えば、バッテリーマネジメント装置 54 は、発電量を増加させる指示信号をパワーマネジメント装置 44 に与える。発電量の増加は、予め設定された所定量単位で行われてよい。あるいは、バッテリーマネジメント装置 54 が発電量の増加の量をパワーマネジメント装置 44 に指示してもよい。

[0152] ステップ S 18 における処理のあと、ステップ S 10 に戻る。ステップ S 10 では、第 1 パラメータの目標範囲を取得するが、この目標範囲は、前述したように、飛行状態または作業状態に応じて動的に変化し得る。

[0153] 上記のフローは一例であり、バッテリーマネジメント装置 54 によるパワーマネジメント装置 44 の制御は、他のアルゴリズムによって実行されて

もよい。

[0154] <外部給電>

本実施形態に係るマルチコプタ100は、前述したように、バッテリー52および発電装置42から作業機200に外部電力を供給する給電装置76を備えている。農業用途の作業機200には、交換可能な多様な種類のインプルメントから、実行予定の対地作業に応じて適切なインプルメントが選択されて取り付けられ得る。このため、作業機200の駆動パワー（単位時間あたりの消費エネルギー）は、マルチコプタ100に連結される作業機200の種類、言い換えると、マルチコプタ100に連結された作業機200が行う対地作業の内容に強く依存する。このため、本実施形態では、「制御装置」がマルチコプタ100に連結されている作業機200の現在の動作状態、または、予定される動作状態に応じて、電力源（バッテリー52および発電装置42）からの駆動パワーを制御する。以下、この点をより詳しく説明する。

[0155] ある好ましい実施形態において、マルチコプタ100が備える制御装置30は、作業機200の現在の動作の内容または予定される動作の内容に応じて、図4に示される内燃機関であるメインロータ駆動部24の動作、モータ14の動作、バッテリー52の充放電、および発電装置42による発電の少なくとも1つを制御するように構成されている。

[0156] 例えば、制御装置30は、作業機200の予定される動作の内容に応じて、作業機200の動作の開始前にバッテリー52への充電を開始してもよい。このような予定される動作を示す情報は、前述の作業計画から取得することができる。また、制御装置30は、作業機200の動作の内容に応じて、バッテリー52の充電率または充電量を調整することもできる。このような作業機200の動作の内容は、前述した作業計画によって作業内容（作業スケジュール）が規定されるため、制御装置30は、その作業スケジュールに基づいて作業機200の消費電力の時間変化を見積もることができる。一方、作業中の作業機200の現在の動作の内容は、上記の作業計画、または制御装置30がユーザから受け取る指令によって規定される。このため、制御装置

30は、作業機200の現在の動作の内容、または予定される動作の内容に基づいて、作業機200の消費電力の増減に合わせて給電装置76から作業機200に提供する電力の量を増減させることができる。

[0157] 作業機200が必要とする電力は、作業機200が対地作業を行うときに消費する電力であり、作業機200が備えるアクチュエータなどの電装品の消費電力である。また、作業機200がバッテリーを備えている場合は、そのバッテリーの充電に必要な電力も含まれる。

[0158] このように、マルチコプタ100の給電装置76から作業機200に供給される電力は、作業機200の動作の内容（動作状態）に依存する。一方、マルチコプタ100が給電装置76から作業機200に供給できる電力は、マルチコプタ100が備えるモータ14の消費電力、バッテリー52の充放電量、および発電装置42による発電量によって規定される。そして、発電装置42による発電量は、メインロータ駆動部24の動作によって調整され得る。本実施形態では、制御装置30がメインロータ駆動部24の動作、モータ14の動作、バッテリー52の充放電、および発電装置42による発電の少なくとも1つを制御するように構成されているため、作業機200が必要とする量の電力を給電装置76から作業機200に対して適切に供給することが可能になる。

[0159] ここでの「制御装置」の一例は、図4の制御装置30に限定されず、その上位コンピュータ、地上局のコンピュータ、および／または、クラウド上のコンピュータを含み得る。以下、簡単のため、図4の制御装置30が電力源の状態だけではなく、メインロータ駆動部24およびモータ14の動作を制御する例について説明する。制御装置30は、バッテリーマネジメント装置54およびパワーマネジメント装置44を用いて、バッテリー52からの電力（第1電力）および発電装置42から電力（第2電力）の少なくとも一部を第3電力として給電装置46から作業機200に供給することができる。

[0160] 制御装置30は、作業機200の予定される動作の内容に応じて、この動作の開始前にバッテリー52への充電を開始したり、発電装置42による発電

量を増加させたりしてもよい。

[0161] 次に、図12および図13を参照しながら、外部給電の動作の一例を説明する。図12は、本実施形態における外部給電の動作の例を示すフローチャートである。図13は、本実施形態における作業機200の予定される動作によって消費される電力と、発電装置42による発電量と、エンジン回転数との関係の一例を示すグラフである。ここで「エンジン回転数」とは、メインロータ駆動部24として機能する内燃機関の出力軸の単位時間あたりの回転数（回転速度）に相当する。

[0162] まず、ステップS20において、制御装置30は、作業機200の現在または予定される動作の内容を取得する。作業機200の動作の内容は、作業機200から取得してもよいし、制御装置30が備える記憶装置に記憶されている作業計画から取得してもよい。作業機200の動作の内容は、作業機200の動作の開始時刻を含む。また、作業機200の動作の内容は、動作の種類、動作の終了時刻、動作の継続時間、動作に必要な電力（単位時間あたりの消費電力）、および、動作の終了までに要する積算電力量の少なくとも1つの情報を含んでもよい。図13における「作業機の消費電力」は、時刻t1に作業機200が動作を開始する例における消費電力を模式的に示している。この例において、時刻t1から時刻t2の間、消費電力は相対的に高い値を一時的に示しているが、時刻t2以後は、相対的に低い値を維持し、時刻t3で作業機200の動作は停止する。図13に示されている消費電力の時間変化は一例にすぎず、作業機200の種類、作業機200が行う作業の内容に依存して様々に異なり得る。また、作業機200の動作が断続的に繰り返して行われる場合もある。

[0163] ステップS22において、制御装置30は、作業機200の動作の内容に基づいて、外部給電の必要量を決定する。ステップS20で取得した作業機200の動作の内容が、例えば動作の開始時刻のみを含んでいる場合、制御装置30は、例えば、記憶装置に記憶されている作業機ごとの消費電力テーブルに基づいて、外部給電の必要量を決定することができる。ステップS2

0で取得した作業機200の動作の内容が、動作に必要な電力の情報を含む場合、その電力を外部給電の必要量として決定することができる。

[0164] ステップS24において、制御装置30は、パワーマネジメント装置44およびバッテリーマネジメント装置54から現在の発電状態（例えば発電量）およびバッテリー状態（例えば充電量）に関する情報を取得し、外部給電の可能量を決定する。現在の発電量が小さい場合でも、バッテリー52の充電量が十分に多ければ、外部給電の可能量は高くなり得る。

[0165] ステップS26において、制御装置30は、外部給電の必要量が可能量よりも多いか否かを判定する。Noである場合、ステップS20に戻る。Yesの場合、ステップS28において、制御装置30は、発電装置42による発電量を増加させる。図13の例において、制御装置30は、時刻t1よりも早い時刻g1に発電装置42による発電量を増加させる。制御装置30は、外部給電の必要量の変化に応じて発電装置42による発電量の増加量を変化させてもよい。図13の例において、時刻t2以降の時刻g2において発電量の増加量を低下させ、時刻t3以降の時刻g3において発電量を増加前のレベルに戻している。

[0166] 制御装置30は、発電量の増加を行うとき、内燃機関であるメインロータ駆動部24のエンジン回転数を先に増加させることができる。エンジン回転数の増加については、応答速度が必ずしも高くない場合がある。そのような場合、応答時間の長さだけ、作業機200が動作を開始する時刻t1よりも早い時刻e1にエンジン回転数の増加を開始することが好ましい。その結果、時刻t1よりも早い時刻e2に、必要な発電量を生成するためのエンジン回転数に達することが可能になる。図13の例において、時刻e1から時刻e2までの間にエンジン回転数は徐々に増加し、その後、一定レベルを維持して時刻e3から増加前のレベルに低下する。この例において、エンジン回転数は、作業機200の消費電力における比較的短い時間の変動に対応して変化していない。エンジン回転数の変化の回数は少ない方が好ましい。

[0167] 次に、ステップS30に進み、制御装置30は、発電装置42が生成した

電力28でバッテリー52を充電する。充電量は、外部給電の必要量に基づいて決定され得る。

[0168] 上記の例では、作業機200の動作の内容に基づいて外部給電の必要量（供給電力）を決定しているが、そのような処理を行わずに、以下のようなアルゴリズムを採用してもよい。

[0169] ・作業機200の動作が開始する前に、発電装置42からバッテリー52への充電を開始し、バッテリー52の充電率を所望のレベル（例えば90%以上）に増加させる。この場合、バッテリー52への充電を開始するタイミングは、作業機200の動作が開始する予定時刻までに充電率が所望レベルに達するように実行されることが好ましい。

[0170] ・作業機200の動作開始予定時刻が例えばマルチコプタ100の飛行開始直後であり、かつ、マルチコプタ100の起動直後におけるバッテリー52の充電率が所望のレベルよりも低い場合、制御装置30は、起動直後速やかに（例えば飛行開始前から）、バッテリー52の充電を開始し、充電率を上昇させてもよい。

[0171] ・作業機200の動作が開始する前に、予め設定された大きさだけ、発電装置42による発電量を増加させ、増加した電力を作業機200に供給する。発電量の増加量は、作業機200の動作に必要な電力以上のレベルに設定されることが好ましい。この場合、作業機200の動作にバッテリー52の電力は消費される必要はない。発電装置42による発電が、応答時間が電気モータよりも長い内燃機関の駆動力を利用して行われる場合、制御装置30は、作業機200の動作が開始する例えば1秒前、好ましくは2秒または3秒前には、メインロータ駆動部24の駆動力増加を開始するように構成され得る。増加した発電量の一部は、作業機200の動作に必要なが無いとき、バッテリー52への充電に用いられてもよい。

[0172] なお、メインロータ22の推力を低くすることが可能な飛行状況（例えば降下するとき）では、メインロータ駆動部24からメインロータ22に伝達されるパワーを低下させ、メインロータ駆動部24の出力から発電装置42

の駆動に用いられるパワーの比率を高めてもよい。メインロータ 22 とメインロータ駆動部 24 との間に設けられる機械装置（例えばクラッチ）を用いることにより、メインロータ駆動部 24 が生成する駆動力を効率的に用いて発電装置 42 による発電量を増加させることができる。

[0173] 図 14 は、本実施形態における給電装置 76 と作業機 200 との接続状態を模式的に示すブロック図である。

[0174] 図 14 の例における作業機 200 は、給電装置 76 に電氣的に接続される受電端子 210 と、対地作業（農作業）を行うためのアクチュエータ 212 と、アクチュエータ 212 を制御する MCU 214 と、マルチコプタ 100 と通信を行うための通信端子 216 とを備える。これに対して、給電装置 76 は、作業機 200 の受電端子 210 に電氣的に接続されて電力を供給する送電端子 76A と、作業機 200 と通信を行うための通信端子 76B とを備えている。

[0175] アクチュエータ 212 の例は、1 または複数の電動モータである。アクチュエータ 212 は、農薬または肥料を噴霧するためのポンプを回転させたり、ロボットハンドを駆動したりするように構成され得る。作業機 200 は、図 14 に示されていない電装品、二次電池、センサ、および機械部品を備えることができる。作業機 200 の二次電池は、受電端子 210 から受け取る電力の一部または全部を蓄え、その電力をアクチュエータ 212 だけではなく、MCU 214 および他の電装品にも供給することができる。

[0176] 受電端子 210 と送電端子 76A との電氣的接続の例は、通電を可能にする直接的な接触、導電性のケーブルまたは配線を介した接続、無線電力伝送による接続を含む。通信端子 216 と 76B との電氣的接続の例も、通電を可能にする直接的な接触、通信ケーブルまたは配線を介した接続、無線による接続を含む。

[0177] なお、受電端子 210 と通信端子 216 は、同一の端子が受電および通信を行うように構成されていてもよい。同様に送電端子 76A と通信端子 76B も、同一の端子が送電および通信を行うように構成されていてもよい。

- [0178] マルチコプタ100の制御装置30は、作業機200のMCU214から通信端子216、76Bを介して、作業機200の動作に必要な電力に関する情報を取得することができる。そのような情報は、作業機200の動作の計画に関する情報を含んでいてもよい。
- [0179] 制御装置30は、作業機200から取得した情報に基づいて、作業機200の動作に必要な電力の生成および供給を行うことができる。なお、作業機200は、MCU214を備えている必要はなく、作業機200のMCU214の機能の一部または全部をマルチコプタ100の制御装置30が実行するように構成されていてもよい。
- [0180] 図15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。
- [0181] 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 Processor 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。
- [0182] 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。ROM35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。ROM35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。

- [0183] 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。
- [0184] 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、2.4 GHz 帯の周波数を利用した無線通信規格を含む。
- [0185] 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。
- [0186] なお、制御装置 30は、前述したように、例えば、フライトコントローラ 32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、別の部品として含み得る。コンパニオンコンピュータが前述した各処理を実行し、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。
- [0187] また、制御装置 30の一部または全部の機能は、図 16に示されるように、通信ネットワーク Nによってマルチコプタ 100の通信装置に接続される 1または複数のサーバー (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) 400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 100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 30の処理に用いられるデータの一部、およびマルチコプタ 100に対する制御信号が農業機械 700からマルチコプタ 100に与えられてもよい。

[0188] 上記の実施形態に係る無人航空機では、「姿勢制御装置」が複数の電気モータを備え、「主推力発生装置」が内燃機関を備えている。言い換えると、上記の実施形態に係る無人航空機は、図1Aの回転駆動装置3Dを備えている。しかし、図1Aに示される回転駆動装置3A、3B、3Cにおいても、一部のモータ14または動力伝達系23を他のモータ14または動力伝達系23とは異ならせることにより、「姿勢制御装置」と「主推力発生装置」を備える無人航空機を実現することができる。

[0189] また、無人航空機は、出力および応答速度が異なる複数の内燃機関を備えていてもよい。その場合、出力が相対的に低くて応答速度が相対的に高い内燃機関は「姿勢制御装置」を構成し、出力が相対的に高くて応答速度が相対的に低い内燃機関は「主推力発生装置」を構成し得る。

産業上の利用可能性

[0190] 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

[0191] 2・・・ロータ（プロペラ）、3・・・回転駆動装置、4・・・機体本体、4a・・・制御装置、4b・・・センサ群、4c・・・通信装置、5・・・機体フレーム、10・・・マルチコプタ、12・・・サブロータ、12a・・・プロペラ、12b・・・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

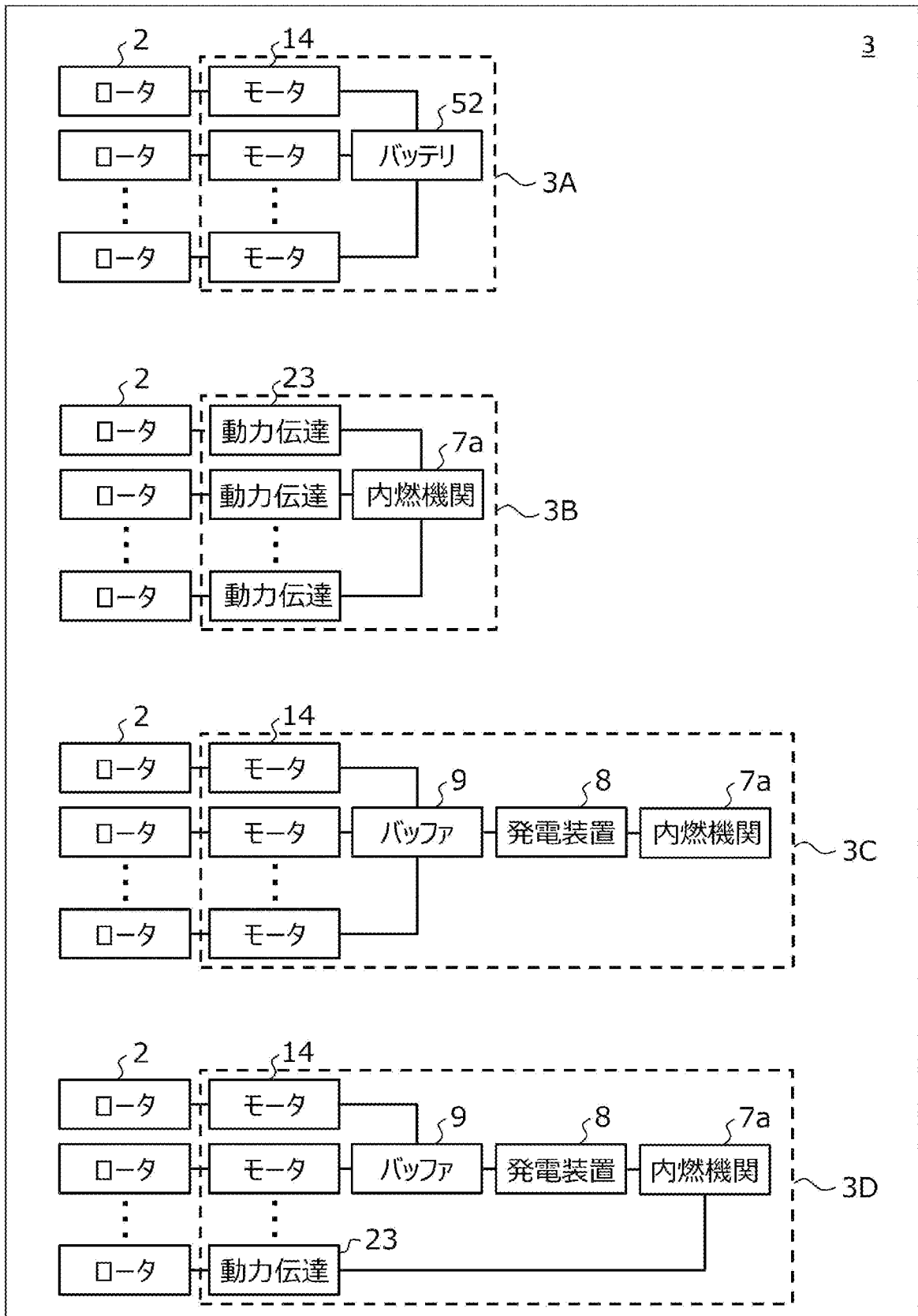
請求の範囲

- [請求項1] 複数のロータを備える無人航空機であって、
前記複数のロータに含まれる複数の第1ロータと、
前記複数のロータに含まれる少なくとも1つの第2ロータと、
前記複数の第1ロータをそれぞれ駆動する複数の電動モータと、
前記少なくとも1つの第2ロータを駆動する内燃機関と、
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、
前記バッテリーの充放電を制御する第1電力制御装置と、
前記発電装置による発電を制御する第2電力制御装置と、
を備え、
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り、
前記第1電力制御装置は、前記第2電力制御装置を制御する、無人航空機。
- [請求項2] 前記第1電力制御装置は、前記バッテリーの状態に応じて、前記第2電力制御装置を制御する、請求項1に記載の無人航空機。
- [請求項3] 前記電動モータを前記発電装置および前記バッテリーに接続する配線を備え、
前記第1電力制御装置は、前記配線と前記バッテリーとの電気的接続を制御する、請求項1に記載の無人航空機。
- [請求項4] 前記第1電力制御装置は、前記無人航空機の作業内容に応じて、前記第2電力制御装置を制御して前記発電の量を調整する、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電力制御装置は、前記無人航空機の飛行高度を含む飛行条件に応じて、前記バッテリーの充電率を制御する、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6] 前記第1電力制御装置は、前記無人航空機から着陸可能地点までの

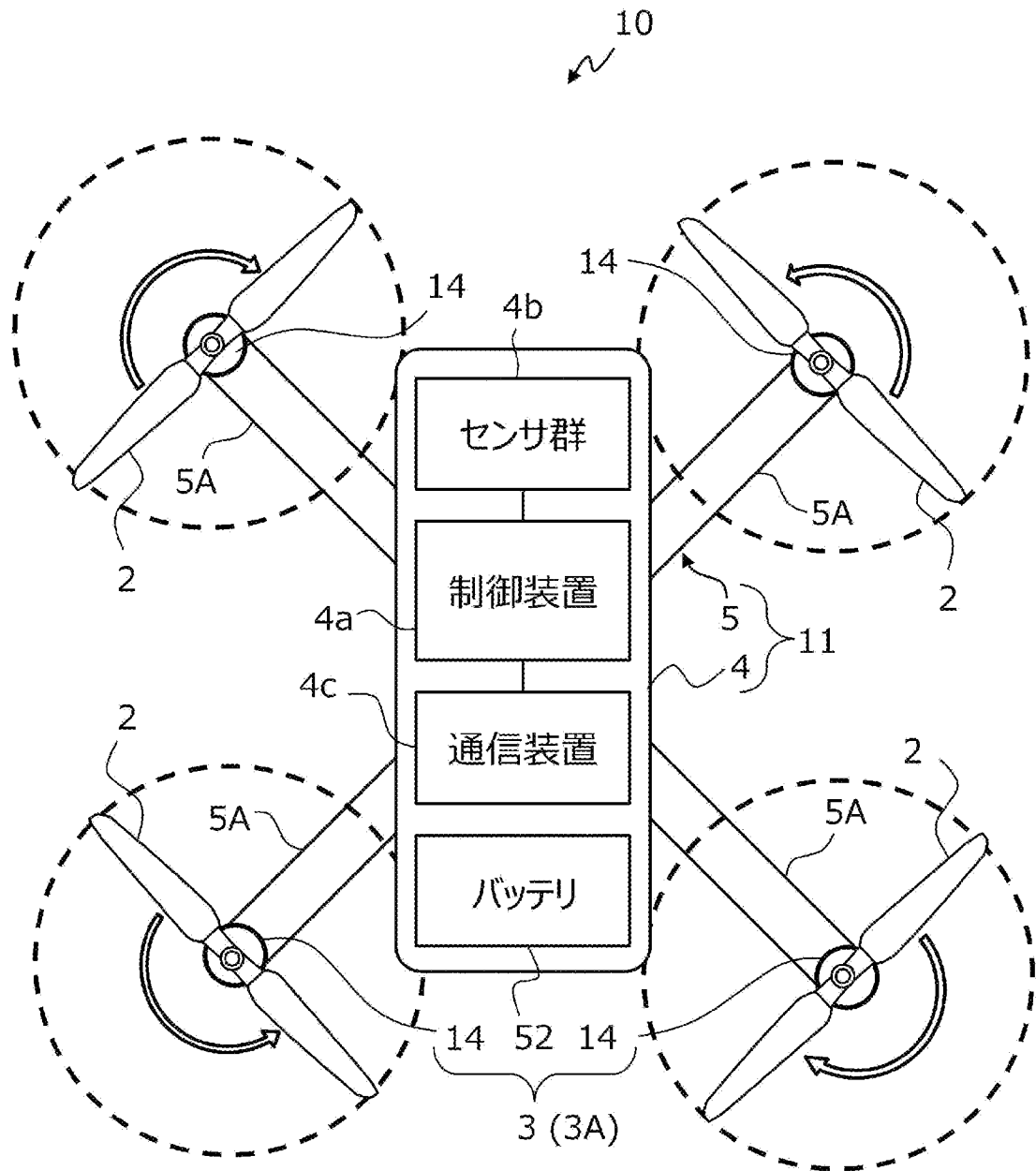
距離に応じて、前記バッテリーの充電率を制御する、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の無人航空機。

[請求項7] 前記第 1 電力制御装置および前記第 2 電力制御装置として機能する制御装置を備えている、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の無人航空機。

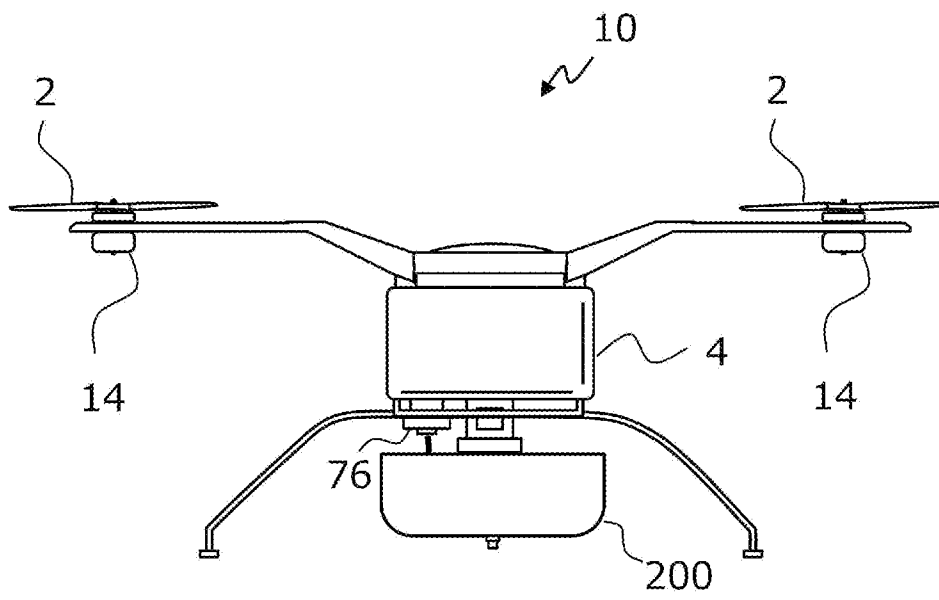
[図1A]



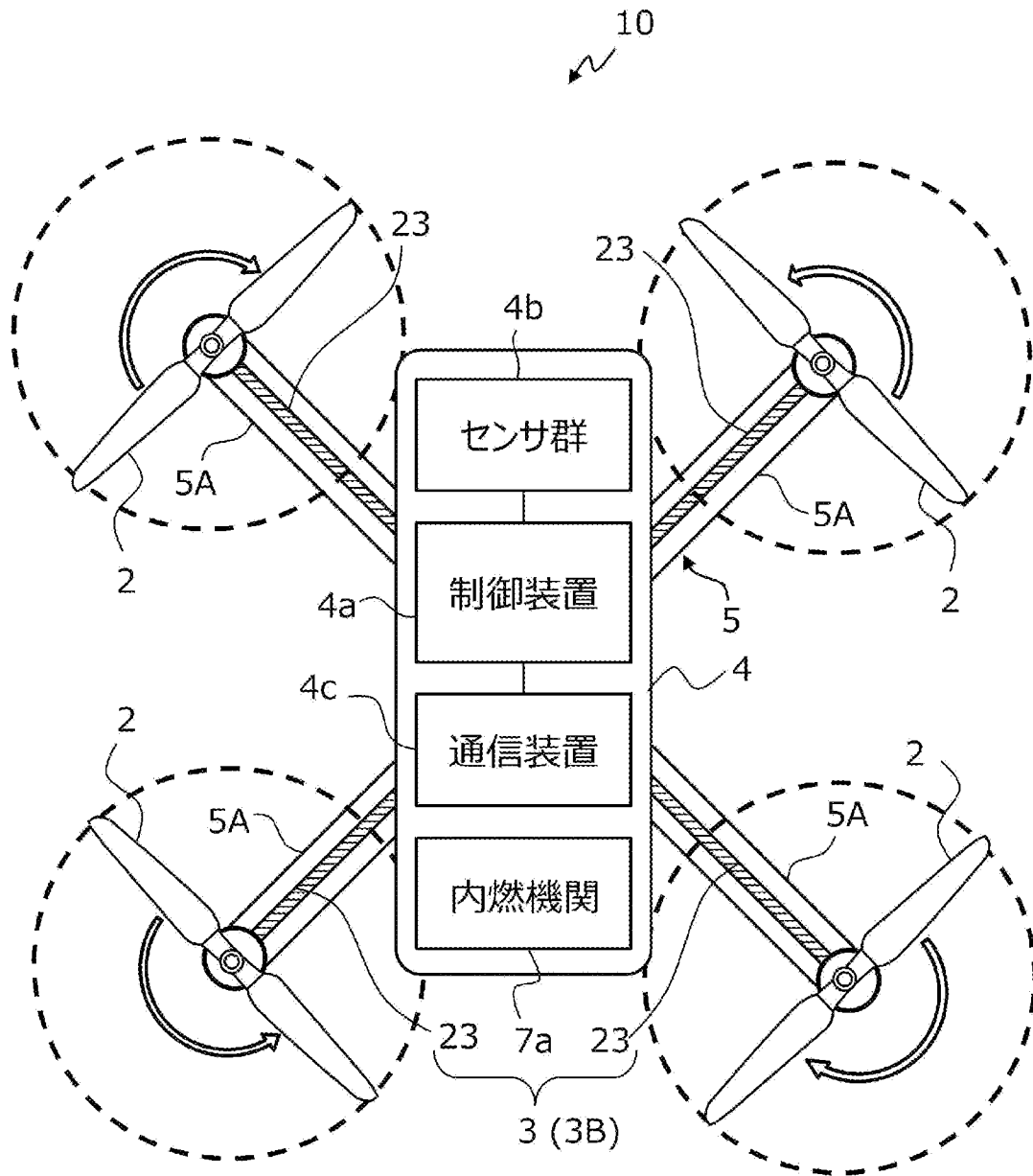
[図1B]



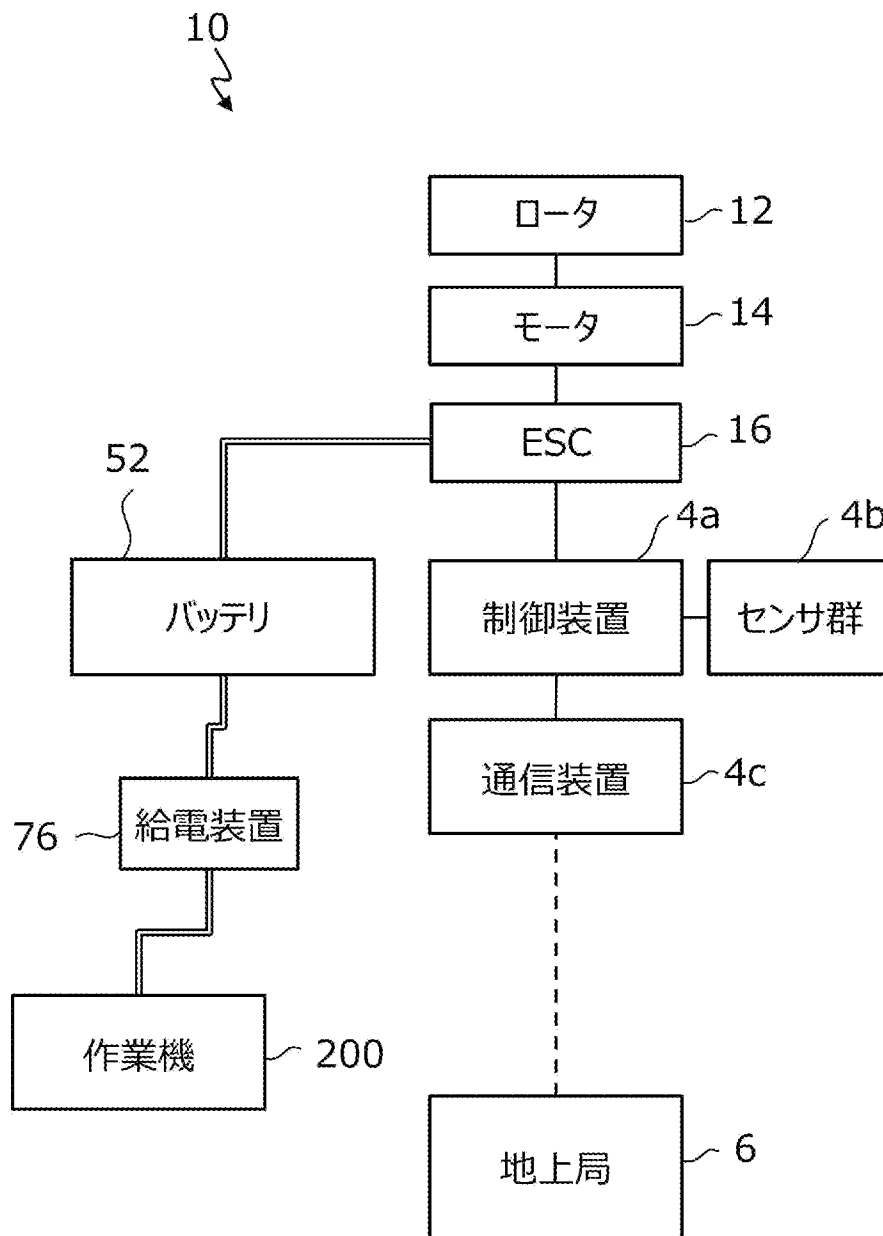
[図1C]



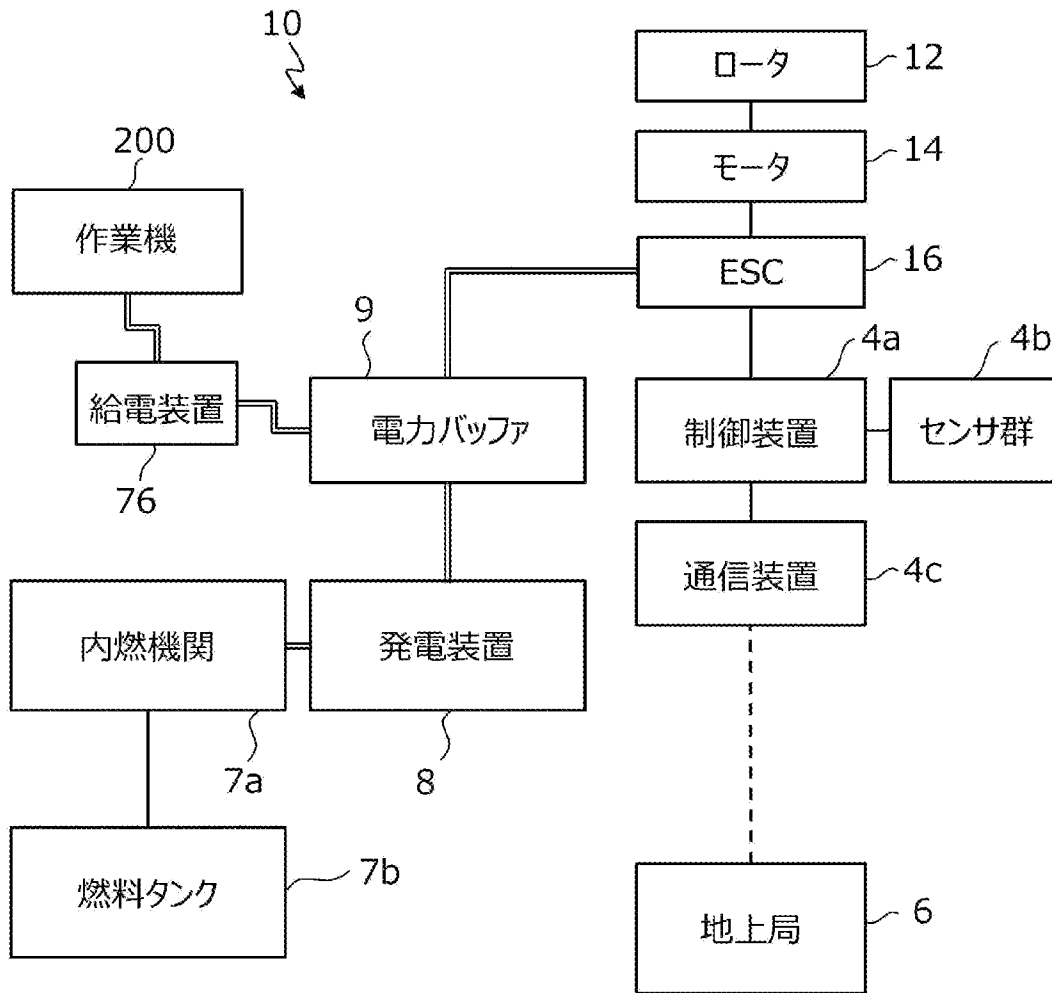
[図1D]



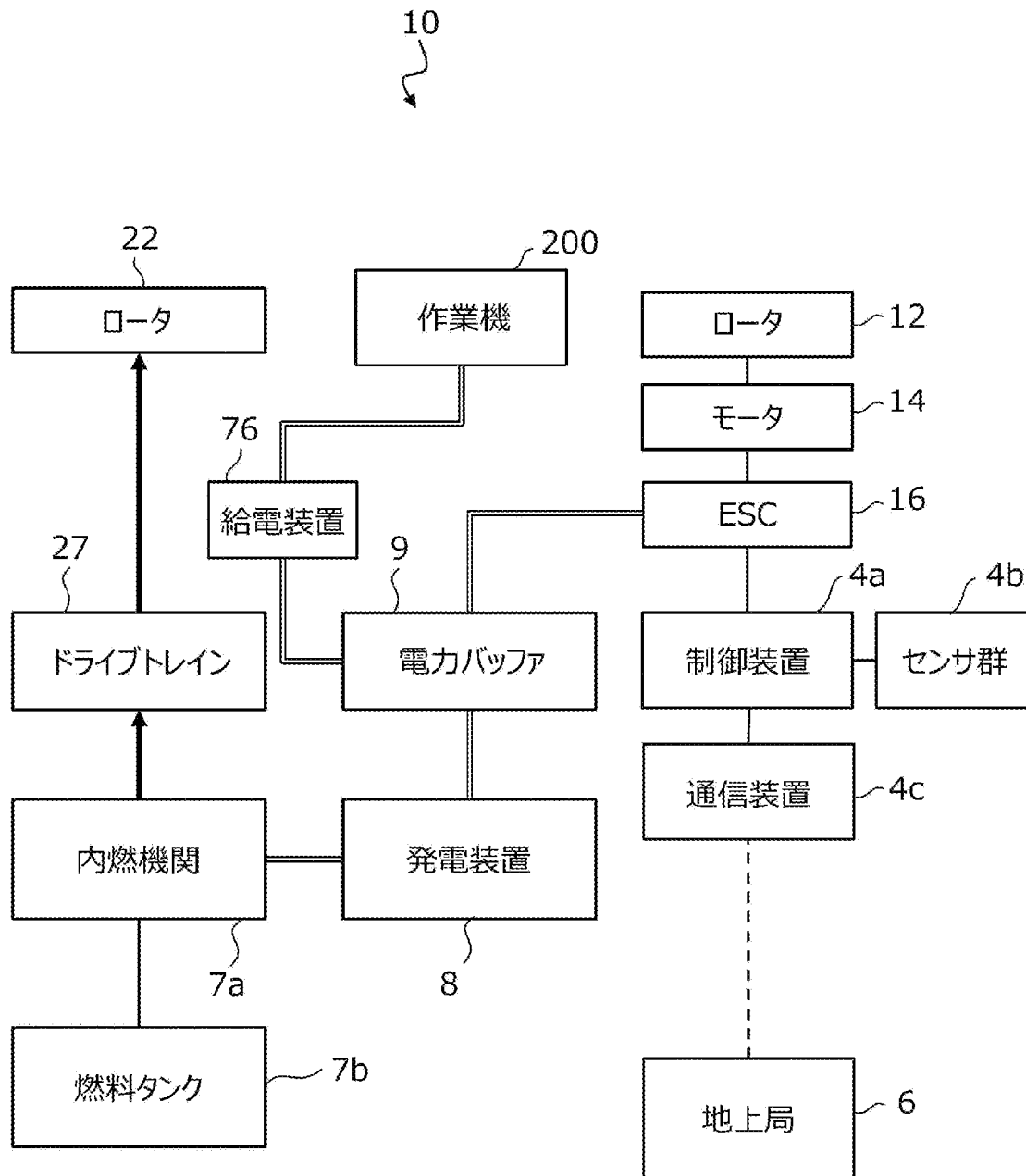
[図2A]



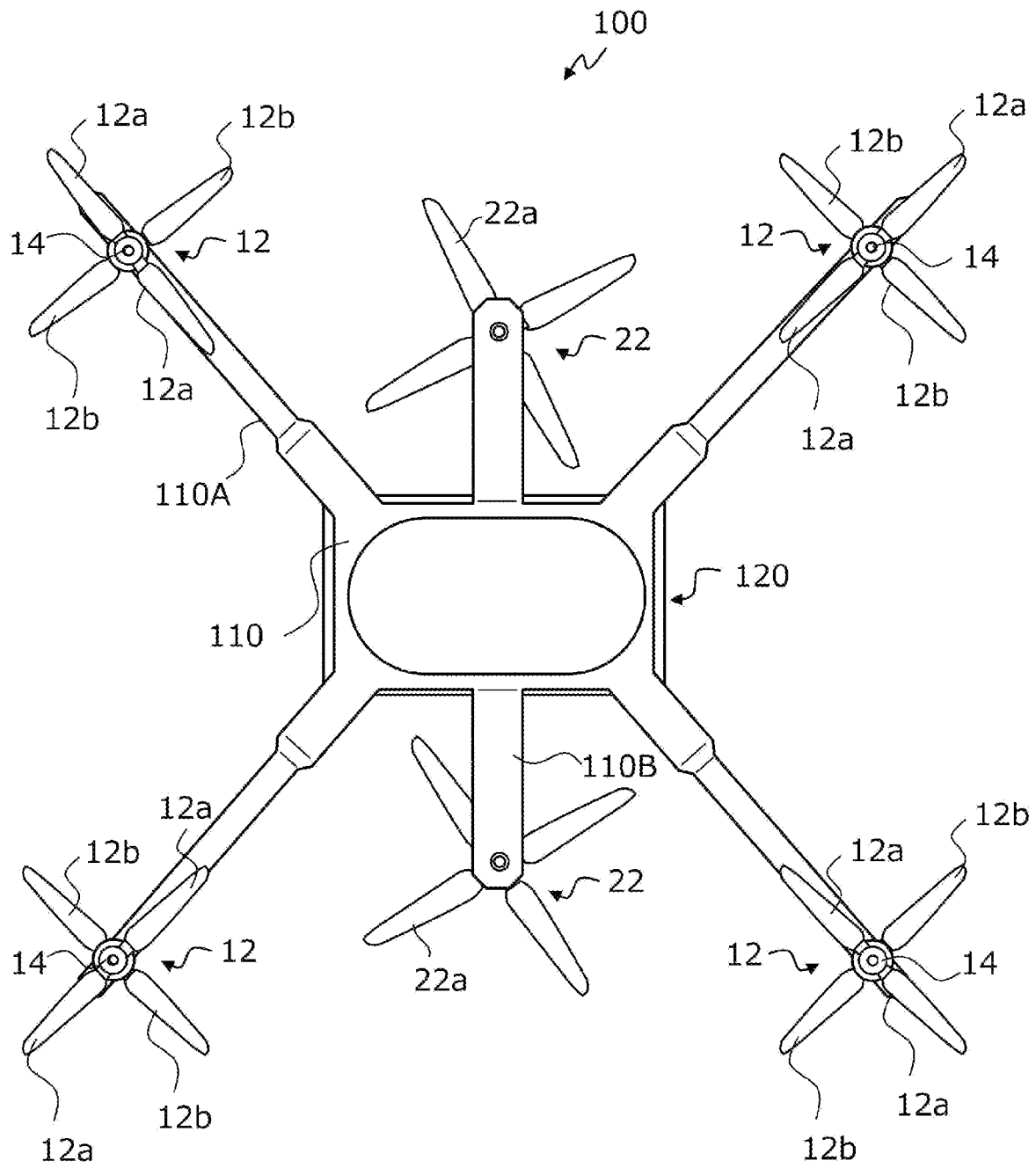
[図2B]



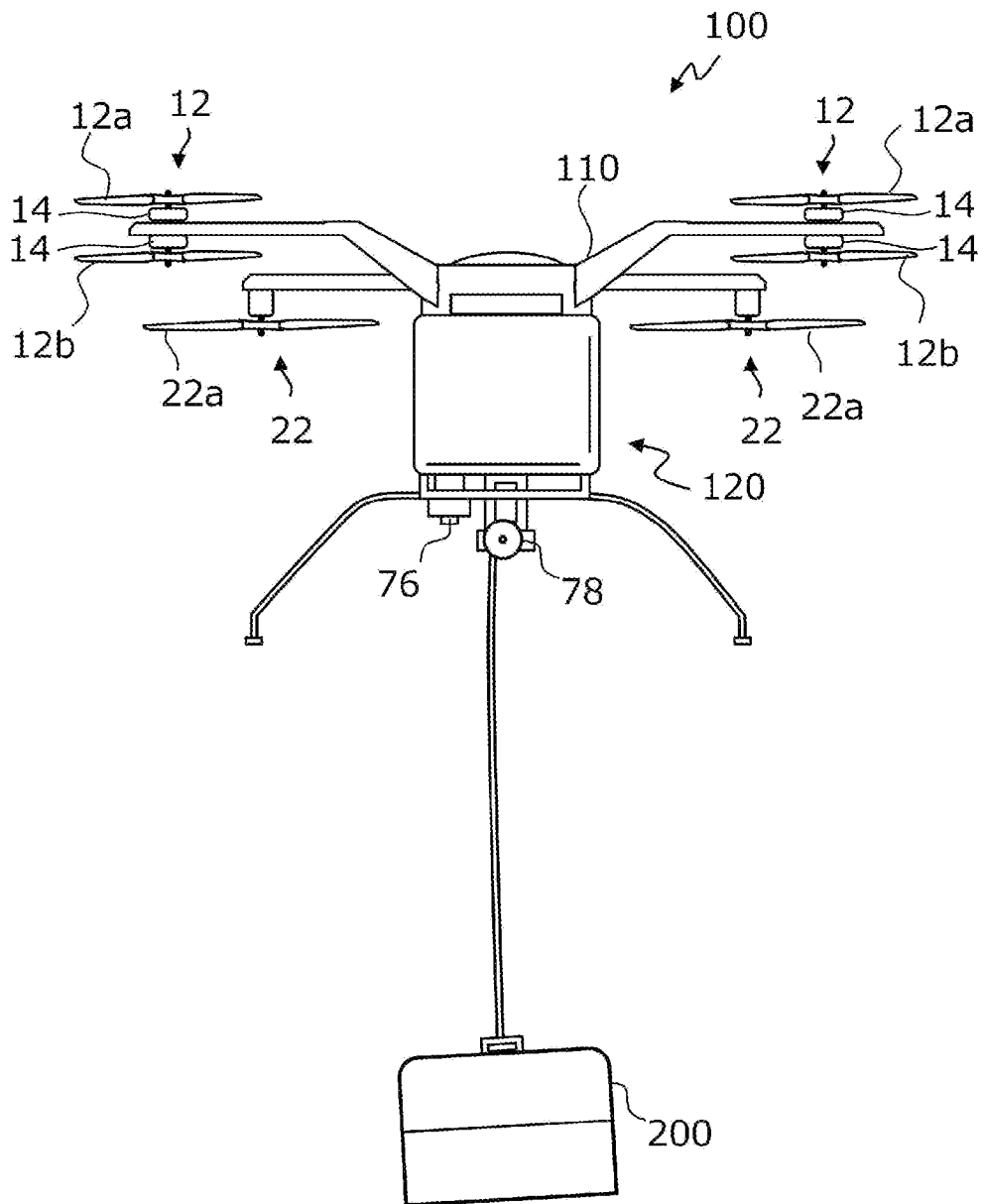
[図2C]



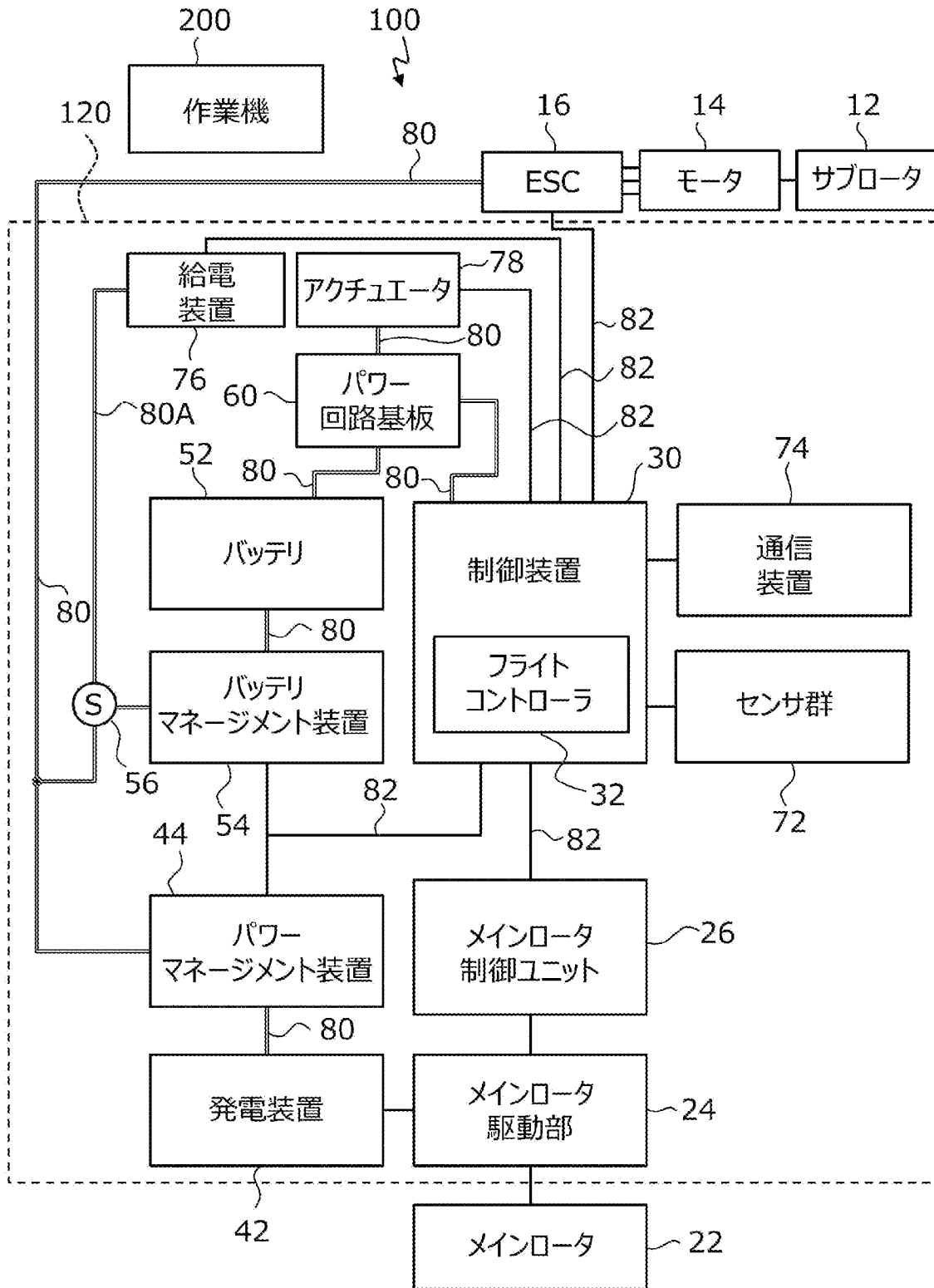
[図3A]



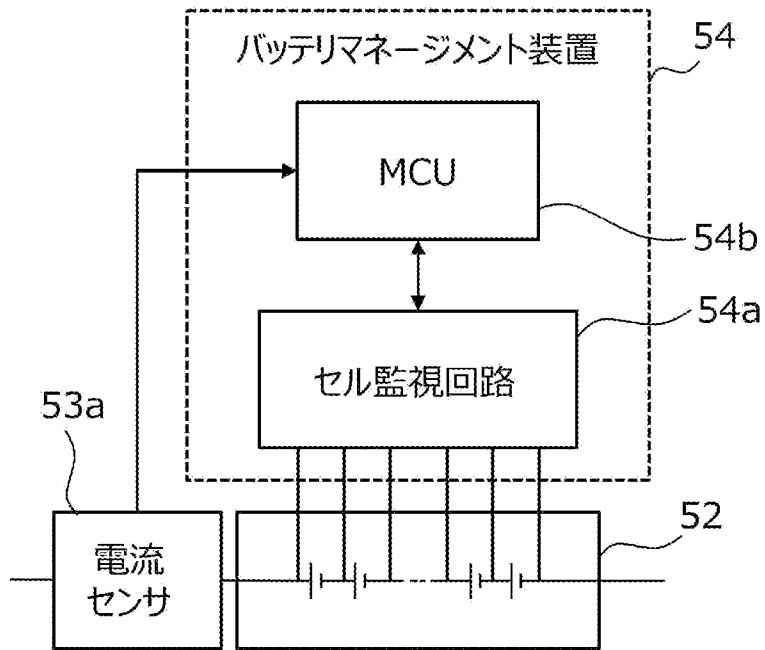
[図3B]



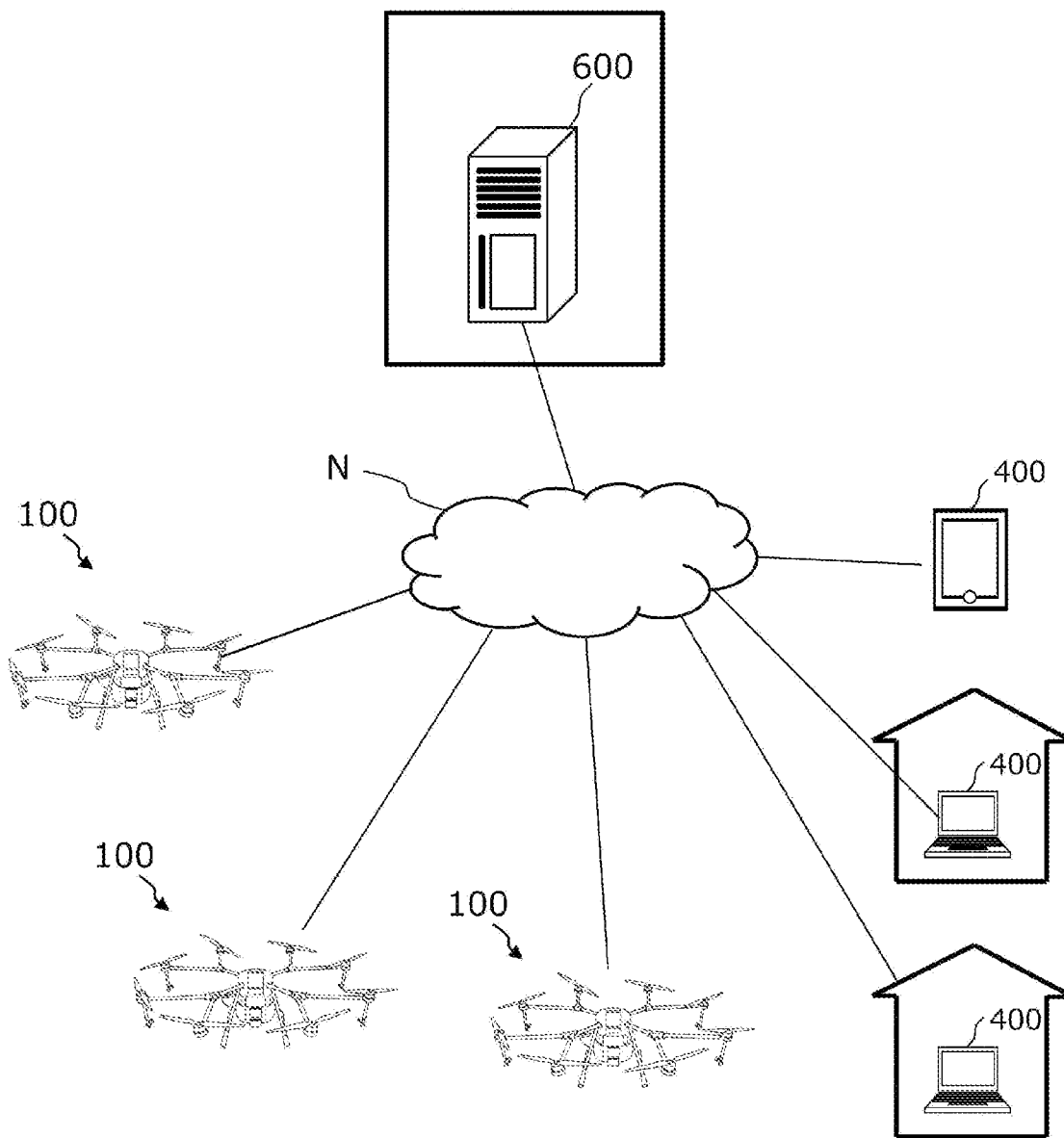
[図4]



[図5]



[図6]



[図7]

| マルチコプタA | | | | |
|-----------|-------------|------|----|----------|
| 日 | 時間 | 圃場 | 作業 | 対地作業機 |
| 2021/4/22 | 8:00~11:00 | 圃場#1 | 耕耘 | インブルメントA |
| 2021/4/22 | 12:00~14:00 | 圃場#2 | 耕耘 | インブルメントA |
| 2021/4/22 | 15:00~18:00 | 圃場#3 | 耕耘 | インブルメントA |
| 2021/4/23 | 8:00~11:00 | 圃場#4 | 耕耘 | インブルメントB |
| 2021/4/23 | 12:00~14:00 | 圃場#5 | 耕耘 | インブルメントB |
| 2021/4/23 | 15:00~18:00 | 圃場#6 | 耕耘 | インブルメントC |
| . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . |

[図8]

760

〇〇農園

作業計画

希望期間 2021年4月20日～2021年4月30日 761

作業時間 12:00～17:00 762

作付品種 こしいぶき 763

764

| | | |
|---|-----|---|
| | B | |
| C | A ↑ | D |

作業 耕耘 765

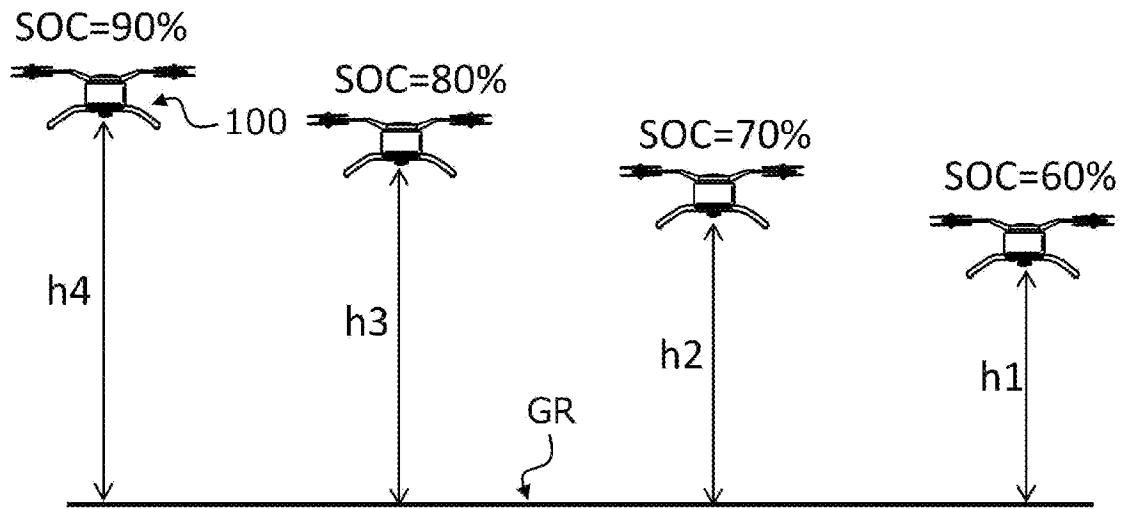
機械 XX4511 766

肥料 こしいぶき用肥料 767

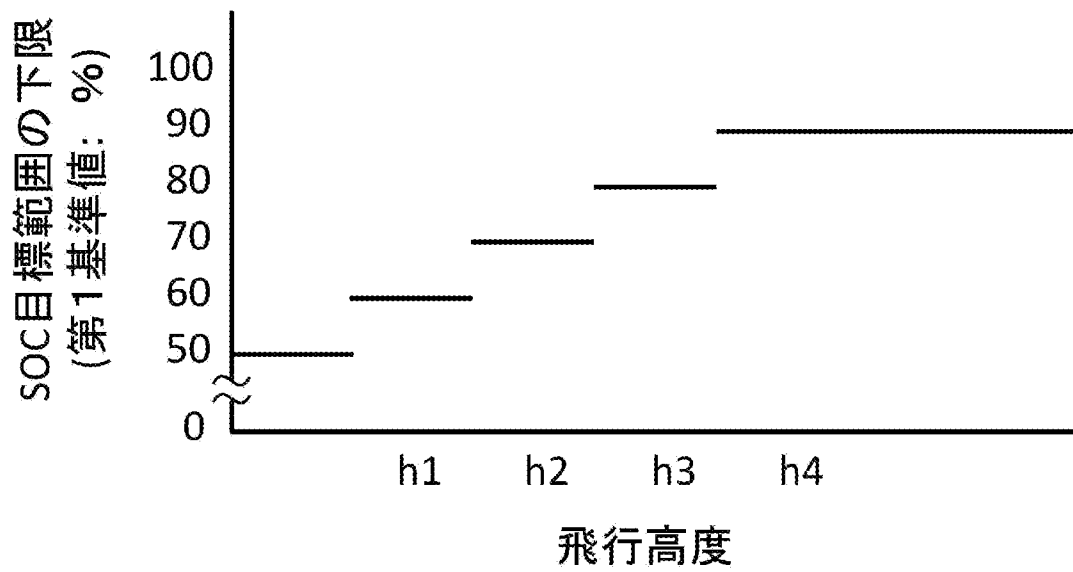
散布量 10aあたり 20 kg 768

登録

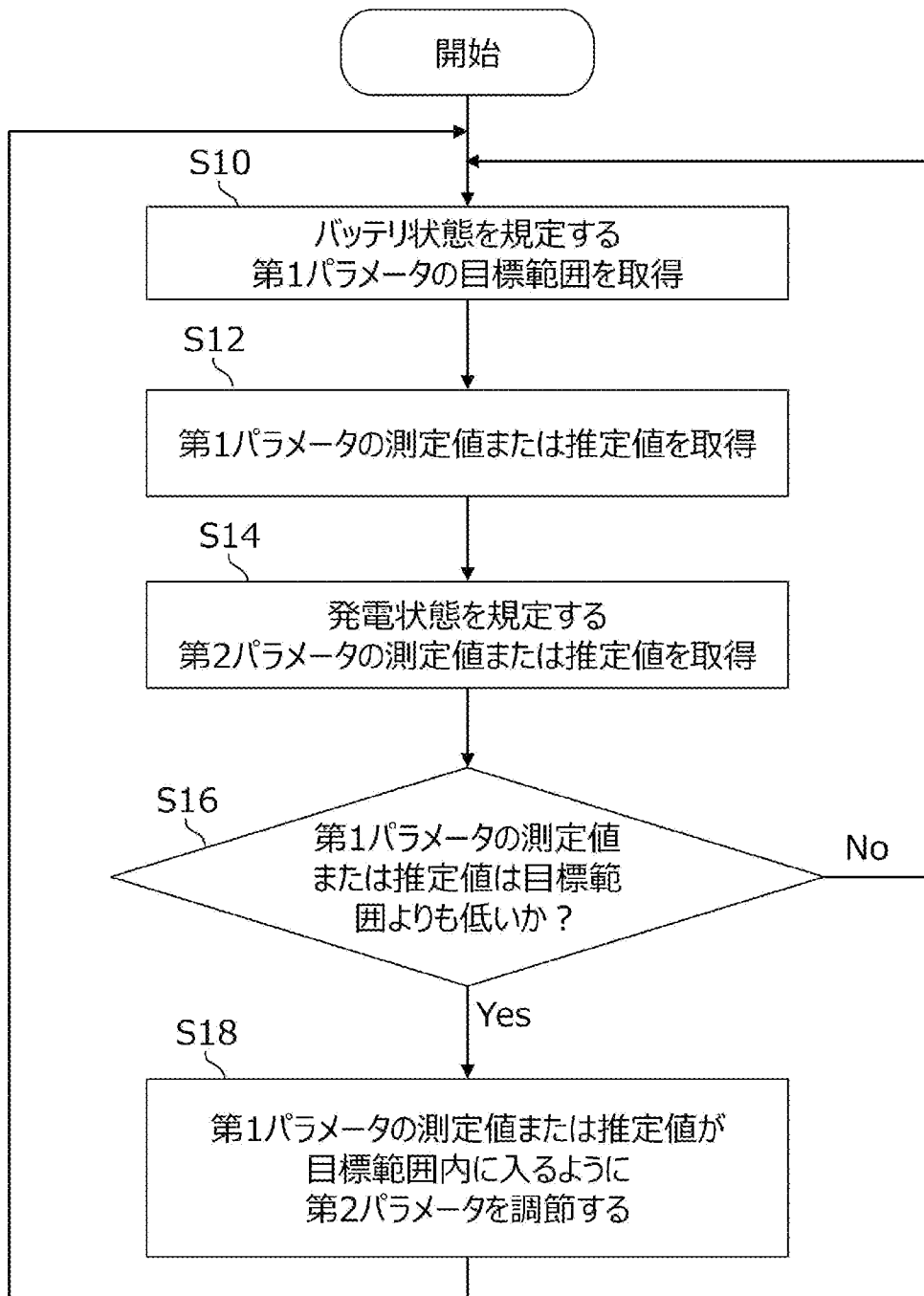
[図9]



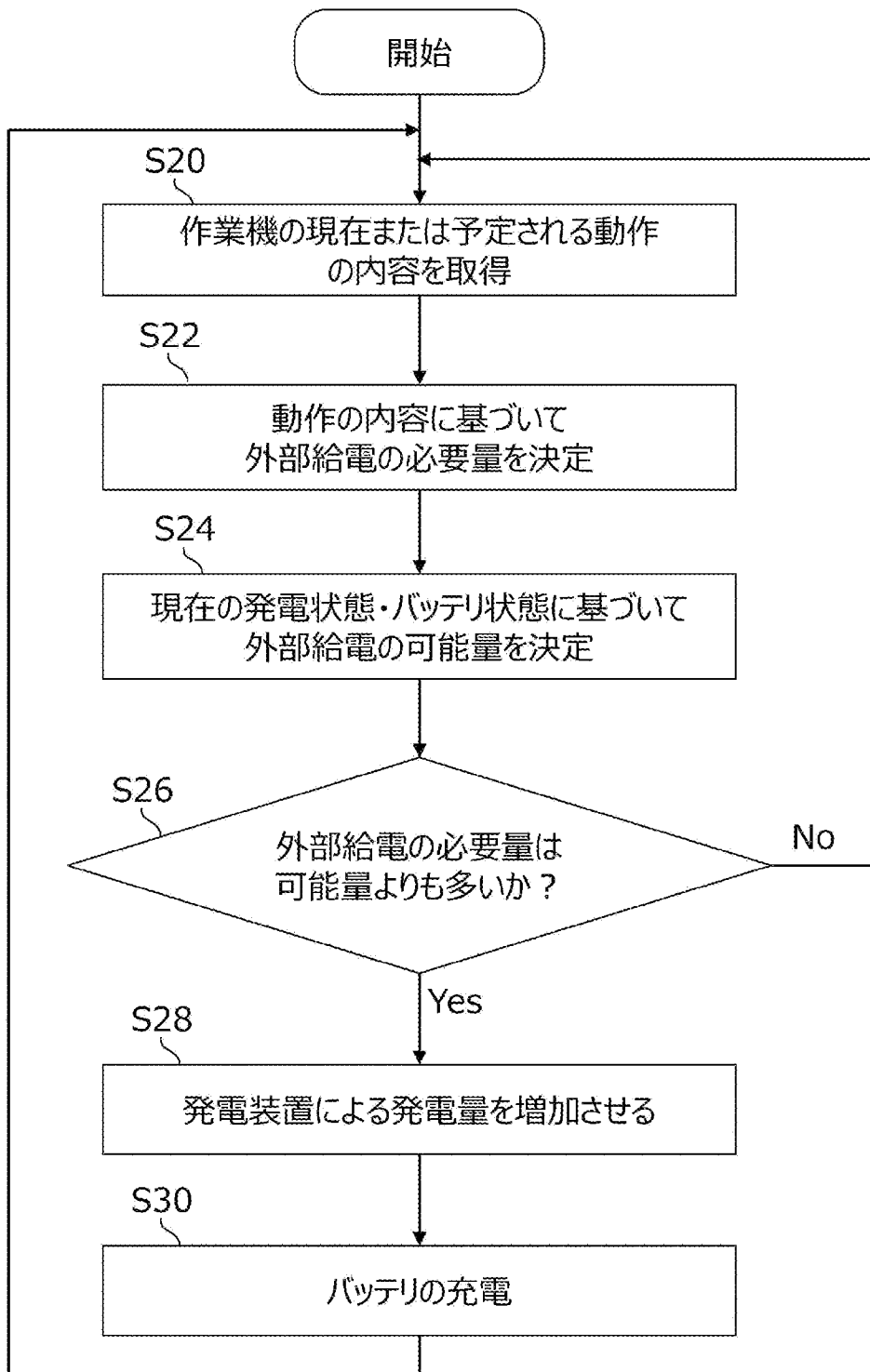
[図10]



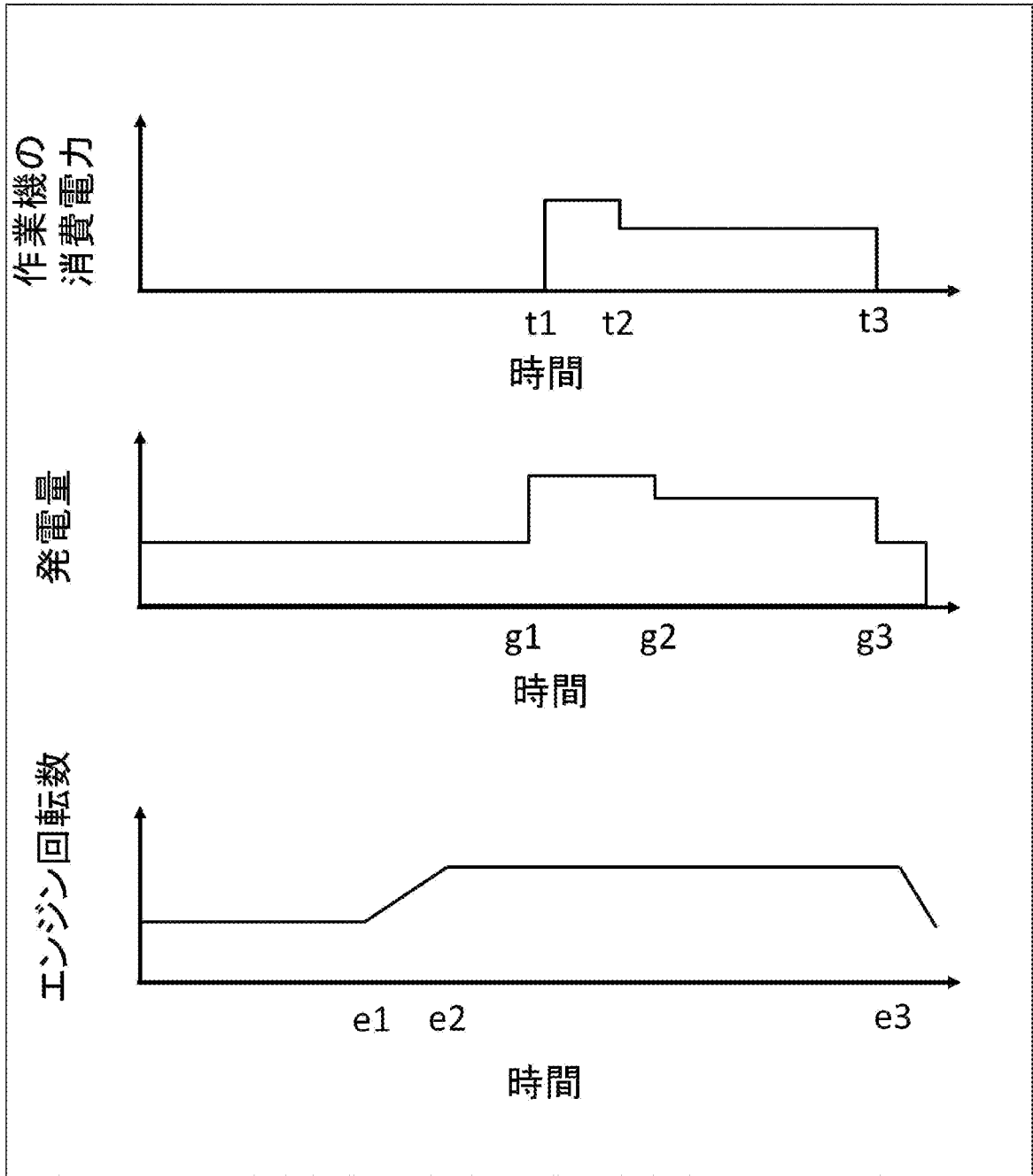
[図11]



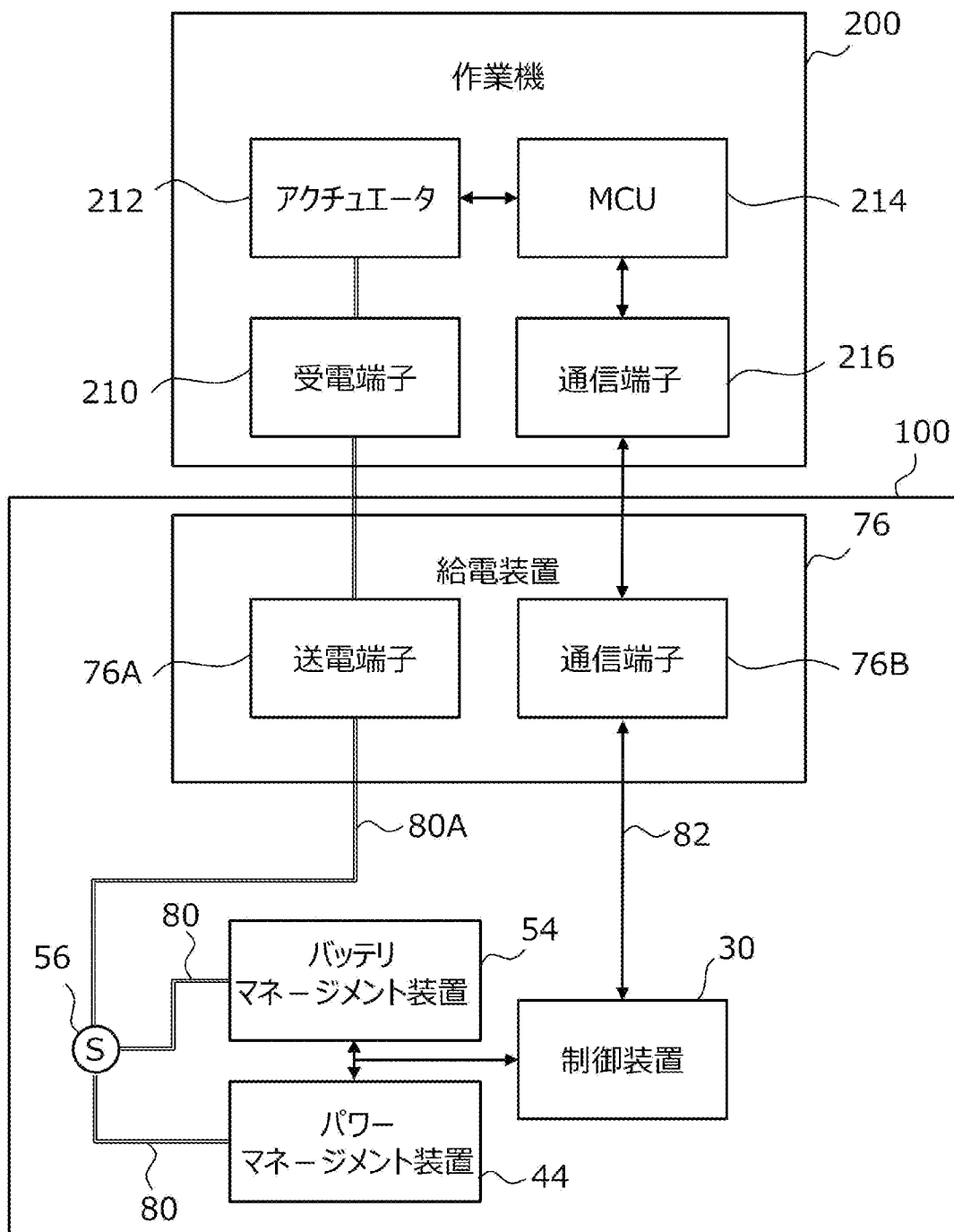
[図12]



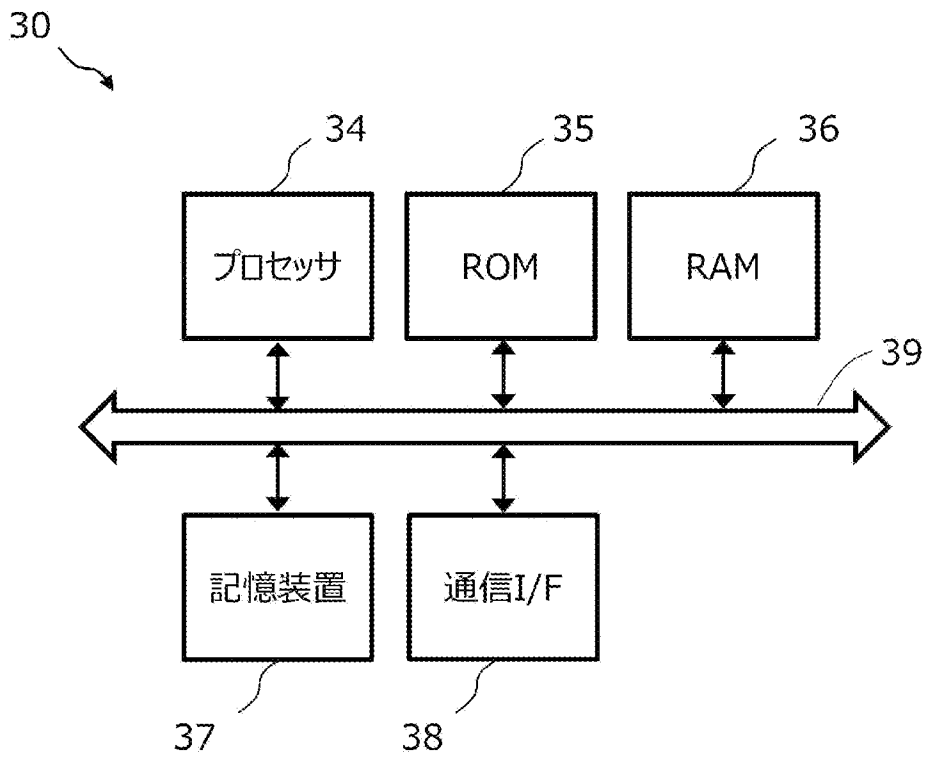
[図13]



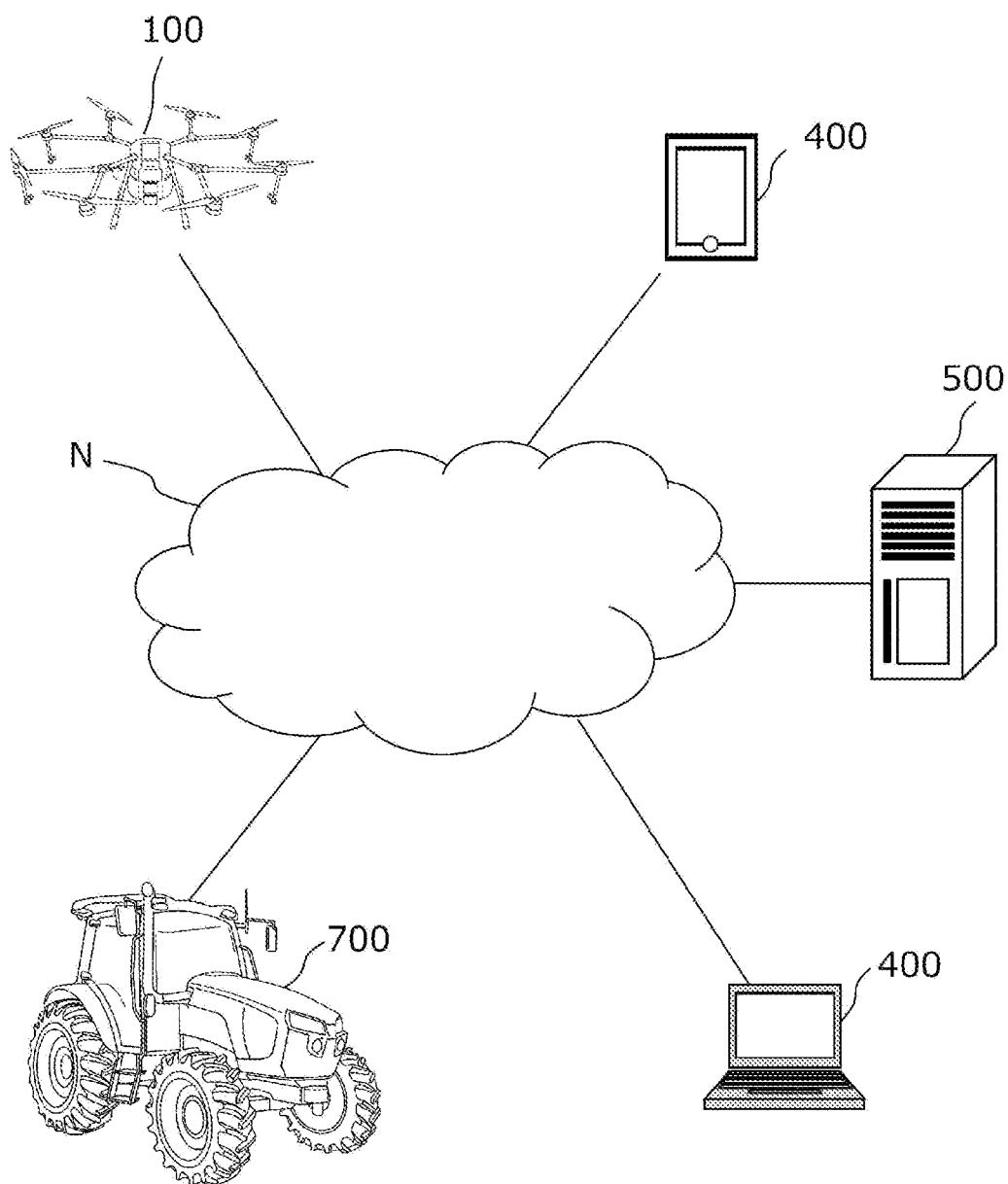
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/048179

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <i>B64U 50/33</i> (2023.01)i; <i>B64U 10/16</i> (2023.01)i; <i>B64U 50/11</i> (2023.01)i; <i>B64U 50/20</i> (2023.01)i FI: B64U50/33; B64U10/16; B64U50/11; B64U50/20 | | |
| 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) B64U50/33; B64U10/16; B64U50/11; B64U50/20 | | |
| 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 | US 2021/0253240 A1 (THE AEROSPACE CORPORATION) 19 August 2021 (2021-08-19) paragraphs [0018]-[0058], fig. 1-8 | 1-3, 7 |
| Y | | 1-7 |
| Y | JP 2022-137450 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 22 September 2022 (2022-09-22) paragraphs [0014]-[0045], fig. 1-5 | 4-7 |
| Y | JP 2022-167542 A (AISAN IND. CO., LTD.) 04 November 2022 (2022-11-04) paragraphs [0015]-[0064], fig. 1-12 | 1-7 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p> | | |
| Date of the actual completion of the international search 09 February 2023 | | Date of mailing of the international search report 28 February 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/JP2022/048179

| Patent document cited in search report | | | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|----------------------------------------|--------------|----|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| US | 2021/0253240 | A1 | 19 August 2021 | (Family: none) | |
| JP | 2022-137450 | A | 22 September 2022 | US 2022/0289395 A1 paragraphs [0041]-[0111], fig. 1-16 | |
| JP | 2022-167542 | A | 04 November 2022 | (Family: none) | |

| <p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>B64U 50/33(2023.01)i; B64U 10/16(2023.01)i; B64U 50/11(2023.01)i; B64U 50/20(2023.01)i</p> <p>FI: B64U50/33; B64U10/16; B64U50/11; B64U50/20</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|-----------------------------------|----------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|--------------|-----|---|------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>B64U50/33; B64U10/16; B64U50/11; B64U50/20</p> <p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> <p>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）</p> | | | 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 | | | | | | | |
| 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 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 2021/0253240 A1 (THE AEROSPACE CORPORATION) 19.08.2021 (2021 - 08 - 19) 段落[0018]-[0058], 図1-8</td> <td>1-3, 7</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2022-137450 A (本田技研工業株式会社) 22.09.2022 (2022 - 09 - 22) 段落[0014]-[0045], 図1-5</td> <td>4-7</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2022-167542 A (愛三工業株式会社) 04.11.2022 (2022 - 11 - 04) 段落[0015]-[0064], 図1-12</td> <td>1-7</td> </tr> </tbody> </table> | | | 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 | US 2021/0253240 A1 (THE AEROSPACE CORPORATION) 19.08.2021 (2021 - 08 - 19) 段落[0018]-[0058], 図1-8 | 1-3, 7 | Y | | 1-7 | Y | JP 2022-137450 A (本田技研工業株式会社) 22.09.2022 (2022 - 09 - 22) 段落[0014]-[0045], 図1-5 | 4-7 | Y | JP 2022-167542 A (愛三工業株式会社) 04.11.2022 (2022 - 11 - 04) 段落[0015]-[0064], 図1-12 | 1-7 |
| 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 | US 2021/0253240 A1 (THE AEROSPACE CORPORATION) 19.08.2021 (2021 - 08 - 19) 段落[0018]-[0058], 図1-8 | 1-3, 7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Y | | 1-7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Y | JP 2022-137450 A (本田技研工業株式会社) 22.09.2022 (2022 - 09 - 22) 段落[0014]-[0045], 図1-5 | 4-7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Y | JP 2022-167542 A (愛三工業株式会社) 04.11.2022 (2022 - 11 - 04) 段落[0015]-[0064], 図1-12 | 1-7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同一パテントファミリー文献</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>国際調査を完了した日</p> <p>09.02.2023</p> | <p>国際調査報告の発送日</p> <p>28.02.2023</p> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁(ISA/JP)</p> <p>〒100-8915</p> <p>日本国</p> <p>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p> | <p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>谷川 啓亮 3D 4852</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3339</p> | | | | | | | | | | | | | | | | |

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/JP2022/048179

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|--------------------|------------|----------------------------------------------|-----|
| US 2021/0253240 A1 | 19.08.2021 | (ファミリーなし) | |
| JP 2022-137450 A | 22.09.2022 | US 2022/0289395 A1 段落[0041]-[0111], 図1-16 | |
| JP 2022-167542 A | 04.11.2022 | (ファミリーなし) | |