

(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
2016 年 5 月 6 日(06.05.2016)



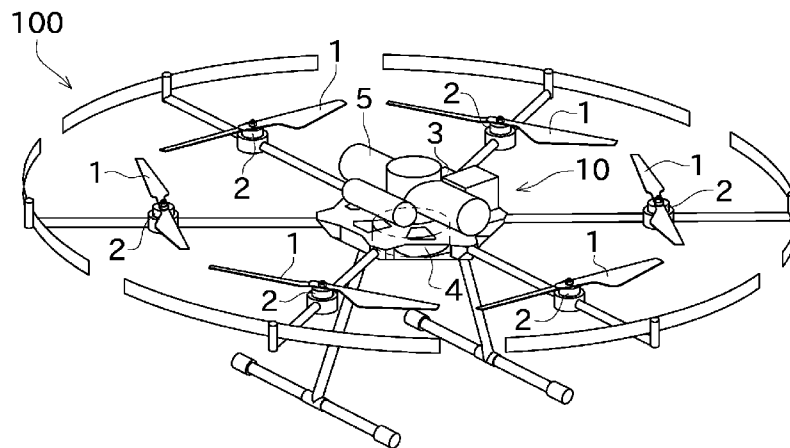
(10) 国際公開番号

WO 2016/067488 A1

- (51) 国際特許分類:
B64D 27/24 (2006.01) *B64C 39/02* (2006.01)
B64C 27/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/003403
- (22) 国際出願日: 2015 年 7 月 7 日(07.07.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-220462 2014 年 10 月 29 日(29.10.2014) JP
- (71) 出願人: ヤンマー株式会社(YANMAR CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒5308311 大阪府大阪市北区茶屋町 1 番
3 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 尾崎 英一(OZAKI, Eiichi); 〒5300014 大
阪府大阪市北区鶴野町 1 番 9 号梅田ゲートタ
ワー ヤンマーヘリ&アグリ株式会社内 Osaka
(JP).
- (74) 代理人: 桂川 直己(KATSURAGAWA, Naoki); 〒
5300012 大阪府大阪市北区芝田 2-2-1 7 和
光ビル 桂川国際特許事務所 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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LU, LY, MA, MD, ME, 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, SM,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, 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,
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))

(54) Title: HELICOPTER

(54) 発明の名称: ヘリコプター



(57) Abstract: A multicopter (100) that has a plurality of propellers (1) and that is provided with an electric motor (2), at least one main battery (3), a generator (4), and an engine (5). The electric motor (2) drives the propellers (1). The main battery (3) is a first electric power source that supplies electric power to the electric motor (2). The generator (4) is a second electric power source that supplies electric power to the electric motor (2). The engine (5) drives the generator (4). When the remaining capacity of the main battery (3) becomes lower than a threshold value, the generator (4) charges the main battery (3) with electric power that has been converted from motive power from the engine (5).

(57) 要約: マルチコプター (100) は、複数のプロペラ (1) を有し、電動モータ (2) と、少なくとも 1 つのメインバッテリー (3) と、発電機 (4) と、エンジン (5) と、を備える。電動モータ (2) は、プロペラ (1) を駆動する。メインバッテリー (3) は、電動モータ (2) へ電力を供給する第 1 電力源である。発電機 (4) は、電動モータ (2) へ電力を供給する第 2 電力源である。エンジン (5) は、発電機 (4) を駆動する。発電機 (4) は、メインバッテリー (3) の残量が閾値より少なくなると、エンジン (5) からの動力を変換した電力でメインバッテリー (3) を充電する。

WO 2016/067488 A1

明 細 書

発明の名称：ヘリコプター

技術分野

[0001] 本発明は、ヘリコプターに関し、特に2以上のロータ（回転翼）を備えるヘリコプターに関する。

背景技術

[0002] 従来から、機体の上部に設けられたロータが高速回転することにより揚力を発生し、上昇ないし飛行するヘリコプターが知られている。2つ以上のロータを搭載したヘリコプターはマルチコプターと呼ばれている。特許文献1は、この種のヘリコプターを開示する。

[0003] 特許文献1の多機能ヘリコプターは、2つのロータと、当該2つのロータを互いに反対方向に回転する同軸反転器と、エンジンの回転を同軸反転器及びロータに伝達するシャフトと、補助プロペラと、垂直尾翼と、水平尾翼と、電気モータで駆動する車輪と、緊急時のメイン・ロータ用モータ、補助プロペラ用モータ及び車輪用モータに電力を供給する発電機及び蓄電池と、メイン・ロータ及び発電機を駆動するエンジンと、ギアボックスと、を具備している。ロータのブレードのピッチ角は、それぞれ全方位角で一定とし、補助プロペラは前後、左右及び上下方向の推力を発生する。

[0004] 特許文献1は、この構成により、ヘリコプターのヒンジ部を単純化し、故障率が少なく、安全運行を可能とする。

[0005] 特許文献2は、無人空中輸送手段（UAV）として用いられ、ヘリコプターと同じように回転翼を利用して飛行する回転翼輸送手段を開示する。この回転翼輸送手段は、細長い管状の背骨又は芯を有する本体構造と、第1ローターシステムと、第2ローターシステムと、ブースターモジュールと、を備える。ローターシステムへの、及び2つのローターシステムのための電力伝達は、機械的軸伝達ではなく、主に電気配線によって行われる。また、当該回転翼輸送手段は、ブースターモジュールを脱落させ、UAVの重量を軽減す

ることができる。

[0006] 特許文献2は、この構成により、製造をやり易くできるとともに、第一飛行フェーズの終わりにブースターモジュールを脱落させてUAVの重量を軽減することにより、第二飛行フェーズで引続く飛行を可能とする。

[0007] 非特許文献1は、上記のマルチコプターを開示する。非特許文献1のマルチコプターにおいては、エンジンがメイン動力として推力と発電を兼任し、エンジンとモータのハイブリッドで駆動される。非特許文献1は、この構成により、長時間の連続航行を可能とする。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開平8－150818号公報

特許文献2：特開2010－120641号公報

非特許文献

[0009] 非特許文献1：「マルチコプター進化論」、ラジコン技術、株式会社電波実験社、平成26年4月10日、p. 35

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、上記特許文献1は、エンジンによりメインロータを駆動する構成になっているので、エンジンに異常があるとその時点で飛行が不可能になってしまう。また、エンジンに起因する騒音及び排気を抑制することが難しい。

[0011] また、上記特許文献2は、2段飛行ができる構成になっている。つまり、第1飛行が完了したとき、第1飛行の動力源が脱落し、UAVの重量を軽減して、第2飛行で引き続き飛行させる。しかしながら、動力源を飛行のたびに投棄する構成では、コストが大幅に増大してしまう。

[0012] また、非特許文献1においては、エンジンとモータのハイブリッドで駆動する構成になっているものの、推力を発生させるためにエンジンが用いられ

るため、エンジンを常時稼動し続ける必要がある。従って、特許文献1の構成と同様に、エンジンに異常があるとその時点で飛行が不可能になってしまう。

[0013] 本発明は以上の事情に鑑みてされたものであり、その目的は、主動力源であるバッテリーによる長時間飛行を実現できるヘリコプターを提供することにある。

課題を解決するための手段及び効果

[0014] 本発明の解決しようとする課題は以上の如くであり、次にこの課題を解決するための手段とその効果を説明する。

[0015] 本発明の観点によれば、以下の構成のヘリコプターが提供される。即ち、このヘリコプターは、複数のロータを有し、電動モータと、少なくとも1つのメインバッテリーと、発電機と、エンジンと、を備える。前記電動モータは、前記ロータを駆動する。前記メインバッテリーは、前記電動モータへ電力を供給する第1電力源である。前記エンジンは、前記発電機を駆動する。前記発電機は、前記電動モータへ電力を供給する第2電力源であって、前記メインバッテリーの残量が閾値より少なくなると、前記エンジンからの動力を変換した電力で前記メインバッテリーを充電する。

[0016] これにより、バッテリーで電動モータを駆動することで、騒音を低減することができるとともに、バッテリーの残量が閾値より少なくなった場合にエンジンの稼動により充電することができるので、ヘリコプターの長時間飛行を実現することができる。

[0017] 前記のヘリコプターにおいては、以下の構成とすることが好ましい。即ち、このヘリコプターは、前記バッテリーを複数備える。複数の前記バッテリーのうち1つの前記バッテリーで前記電動モータを駆動し、当該バッテリーの残量が閾値より少なくなると、他の前記バッテリーに切り替えて前記電動モータを駆動する。前記発電機は、前記エンジンからの動力を変換した電力で、残量が前記閾値より少なくなった前記バッテリーを充電する。

[0018] これにより、バッテリーの残量が閾値より少なくなった場合、自動的に他

のバッテリーに切り替えて電動モータを駆動することができるとともに、エンジンの稼働により、残量が閾値より少なくなったバッテリーを充電することができる。即ち、1つのバッテリーが電動モータを駆動するのと並行して、エンジンを稼働して他のバッテリーを充電できるため、満充電に近い状態のバッテリーを常に1つ以上確保することができる。従って、複数のバッテリーを交替しながら電動モータを長時間にわたって確実に駆動できるので、飛行可能時間を効果的に延ばすことができる。

[0019] 前記のヘリコプターにおいて、前記エンジンは、残量が前記閾値より少なくなった前記メインバッテリーの充電完了後に、稼働を停止することが好ましい。

[0020] これにより、エンジンを必要なときのみ稼働することで、燃料を節約できるとともに、エンジンの稼働による騒音及び排気の発生も良好に抑えることができる。

[0021] 前記のヘリコプターにおいて、前記発電機は、当該ヘリコプターの上昇時に、前記エンジンからの動力を変換した電力を前記電動モータへ直接に供給可能に構成されていることが好ましい。

[0022] これにより、ヘリコプターが上昇するとき、エンジンが発電機を駆動して電動モータの電力を直接に供給することにより、電動モータを力強く駆動してロータを高速回転させることができ、ヘリコプターを好適に上昇させることができる。

[0023] 前記のヘリコプターにおいては、以下の構成とすることが好ましい。即ち、前記電動モータを駆動している前記バッテリーの残量が前記閾値より少なくなった場合に、他の前記バッテリーに切り替えて前記電動モータを駆動することで、当該バッテリーに予備残量を残す。異常時の安全着陸のために、前記バッテリーに残っている電力を供給可能に構成されている。

[0024] これにより、バッテリーに所定の予備残量を残した状態を保つことができるので、他のバッテリー、ロータ、電動モータ、エンジンなどが故障した異常な状況が発生しても、バッテリーに残っている電力を利用してヘリコプタ

一の安全着陸を確保することができる。

[0025] 前記のヘリコプターにおいては、以下の構成とすることが好ましい。即ち、このヘリコプターは、前記電動モータを駆動するバッテリーとは別に補助バッテリーを備える。前記補助バッテリーは、異常時の安全着陸に使用される。

[0026] これにより、ヘリコプターに異常な状況が発生した場合の安全着陸専用の電力源が設けられているため、メインバッテリーが全部故障しても異常時にヘリコプターの安全着陸を確保することができる。

[0027] 前記のヘリコプターにおいては、前記補助バッテリーが前記発電機により充電できることが好ましい。

[0028] これにより、他の充電装置を要せずに、補助バッテリーを簡単に充電することができる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]本発明の第1実施形態に係るマルチコプターの全体的な構成を示す斜視図。

[図2]マルチコプターの各プロペラの回転を示す概略平面図。

[図3]マルチコプターの構成の概略を示すブロック図。

[図4]2つのメインバッテリーを交替させながら電力を供給する制御の例を示すフローチャート。

[図5]2つのメインバッテリーを交替させながら電力を供給する制御の他の例を示すフローチャート。

[図6]マルチコプターの上昇時に発電機により電力を供給させる制御のフローチャート。

[図7]第1実施形態の変形例に係るマルチコプターのブロック図。

[図8]第2実施形態に係るマルチコプターのブロック図。

[図9]第2実施形態のマルチコプターにおいて、メインバッテリーの充電に関して制御部で行われる制御のフローチャート。

発明を実施するための形態

[0030] 次に、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1はマルチコプター100の全体的な構成を示す斜視図である。

[0031] 図1に示すマルチコプター（ヘリコプター）100は、プロペラ（ロータ）1を複数個（本実施形態においては、6つ）搭載する無人マルチコプターとして構成されており、無線による遠隔操縦が可能になっている。当該マルチコプター100は、図1に示すように、機体10と、6つのプロペラ1と、電動モータ2と、メインバッテリー（バッテリー）3と、発電機4と、エンジン5と、を備えている。

[0032] 機体10は、マルチコプター100の中心部に配置されている。当該機体10には、電動モータ2と、メインバッテリー3と、発電機4と、エンジン5と、が設置されている。

[0033] プロペラ1は、図1に示すように、機体10を中心とする円上に等間隔に配置されている。マルチコプター100は、それぞれのプロペラ1を同時に回転させることにより飛行する。

[0034] 電動モータ2は、それぞれのプロペラ1の下方に設置され、プロペラ1を駆動する。それぞれの電動モータ2がメインバッテリー3と電氣的に繋がっている。メインバッテリー3は、それぞれの電動モータ2に電力を供給する。

[0035] 発電機4は、当該マルチコプター100の第2電力源であって、メインバッテリー3を充電できるように構成され、機体10の下部に設置されている。

[0036] エンジン5は、発電機4の動力源であって、小型のディーゼルエンジンやレシプロエンジンなどを用いることができる。

[0037] 本実施形態のマルチコプター100は、以上の構成で、メインバッテリー3の電力を電動モータ2に供給し、6つのプロペラ1を回転させることにより飛行する。

[0038] マルチコプター100の飛行原理は公知であるが、以下、マルチコプター100の飛行について図2を参照して簡単に説明する。図2は、マルチコプ

ター１００の各プロペラ１の回転を示す概略平面図である。

[0039] 図２に示すように、マルチコプター１００が備える６つのプロペラ１の回転方向は、周方向に隣接するプロペラ１同士の回転方向が互いに逆になるように設定されている。これにより、プロペラ１を回転させることにより発生した回転トルクが互いに相殺されるので、マルチコプター１００自体がプロペラ１の回転により旋回することなく、上昇力を得て好適に上昇することができる。

[0040] プロペラ１の回転数を制御し、プロペラ１の回転によって得られる揚力をマルチコプター１００自体の重力とバランスさせることで、マルチコプター１００のホバリングや水平飛行を実現することができる。また、プロペラ１により発生させる揚力を小さくすることで、マルチコプター１００を下降させることができる。

[0041] そして、それぞれのプロペラ１の回転数を制御して、６つのプロペラ１の回転によって発生する回転トルクに不均衡を生じさせることにより、マルチコプター１００の旋回を実現することができる。

[0042] このような構成のマルチコプターは、複数のプロペラを同時に回転させる必要があるため、大きな電力を消費する。このため、従来は、単一の電力源（バッテリー、又はエンジンと発電機）を有するマルチコプターにおいて長時間飛行を実現するために、電力源であるバッテリーの搭載個数を増やしたり、発電機の動力源であるエンジンの燃料を増やしたりすることが行われてきた。しかし、バッテリーの搭載個数や燃料を増やすことにより、コストが増加するとともに、マルチコプターの機体の小型化及び軽量化が困難になり、飛行するために消費する電力が更に大きくなる。このため、マルチコプターにおいて長時間の飛行を実現することが難しかった。また、エンジンを稼働してマルチコプターを飛行させる場合、エンジンに起因する騒音や排気環境に及ぼす影響も大きい。

[0043] この点、本実施形態のマルチコプター１００は、バッテリーを主電力源として構成されており、少なくとも２つのメインバッテリー３と、発電機４と

、エンジン５と、を備えている。これにより、一方のメインバッテリー３でマルチコプター１００を飛行させて、当該メインバッテリー３の残量が少なくなると、他方のメインバッテリー３に切り替えてプロペラ１を回転させることができる。そして、残量が少なくなったメインバッテリー３を、エンジン５で発電機４を駆動することで充電することができる。

[0044] 以下、図３を参照して本実施形態のマルチコプター１００の電氣的な構成を説明する。図３は、マルチコプター１００の構成の概略を示すブロック図である。

[0045] マルチコプター１００は、図３に示すように、第１メインバッテリー３ａと、第２メインバッテリー３ｂと、制御部６と、残量検出装置７と、電力供給切替スイッチ８と、充電切替スイッチ９と、給電スイッチ１４と、記憶部１１と、を備えている。

[0046] 第１メインバッテリー３ａと第２メインバッテリー３ｂのそれぞれは、電動モータ２に電力を供給できるように、電力供給切替スイッチ８を介して電動モータ２と電氣的に接続されている。そして、当該２つのメインバッテリー３ａ、３ｂは、充電切替スイッチ９を介して発電機４と電氣的に接続されており、発電機４により充電することができる。

[0047] 制御部６は小型のコンピュータとして構成されており、残量検出装置７により検出されたメインバッテリー３の残量に基づいて、電力供給切替スイッチ８に指令を送信して、電動モータ２へ電力を供給するメインバッテリー３を切り替えることができる。そして、制御部６は、エンジン５を稼動して、発電機４で発電した電力でメインバッテリー３を充電することができる。

[0048] 充電切替スイッチ９は、制御部６の指令に応じて、発電機４からの電力を第１メインバッテリー３ａ又は第２メインバッテリー３ｂに供給することができる。

[0049] 給電スイッチ１４は、制御部６の指令に応じて、発電機４からの電力を充電切替スイッチ９に供給するか、電動モータ２に直接供給するかを切り替えることができる。

- [0050] 記憶部 11 は、メインバッテリー 3 の残量に関して予め設定された各種の設定値（閾値）などを記憶している。
- [0051] 本実施形態のマルチコプター 100 は、先に第 1 メインバッテリー 3 a を用いて、プロペラ 1 の駆動源である電動モータ 2 に電力を供給する。そして、当該第 1 メインバッテリー 3 a の残量が少なくなったことを残量検出装置 7 によって検出すると、制御部 6 は、電動モータ 2 に電力を供給する供給元を、第 1 メインバッテリー 3 a から第 2 メインバッテリー 3 b に切り替える。そして、制御部 6 は、エンジン 5 を稼動して発電機 4 を駆動し、発電機 4 が発電した電力によって第 1 メインバッテリー 3 a を充電する。この充電は、第 1 メインバッテリー 3 a が満充電になるまで継続される。第 1 メインバッテリー 3 a が満充電になると、エンジン 5 は停止される。
- [0052] そして、第 2 メインバッテリー 3 b の残量が少なくなったことを残量検出装置 7 によって検出すると、制御部 6 は、電動モータ 2 に電力を供給する供給元を、第 2 メインバッテリー 3 b から、満充電になった第 1 メインバッテリー 3 a に切り替える。そして、制御部 6 は、エンジン 5 を稼動して発電機 4 を駆動し、発電機 4 が発電した電力によって第 2 メインバッテリー 3 b を充電する。この充電は、第 2 メインバッテリー 3 b が満充電になるまで継続される。第 2 メインバッテリー 3 b が満充電になると、エンジン 5 は停止される。
- [0053] このように、本実施形態のマルチコプター 100 は、2 つのメインバッテリー 3 a, 3 b を交互に交替させながら電動モータ 2 に電力を供給することができるので、長時間飛行を実現することができる。
- [0054] 続いて、制御部 6 で実行される、2 つのメインバッテリー 3 を交替しながら電動モータ 2 へ電力を供給する制御について、図 4 を参照して説明する。図 4 は、2 つのメインバッテリー 3 を交替させながら電力を供給する制御の例を示すフローチャートである。
- [0055] 図 4 に示すフローがスタートすると、制御部 6 はまず、現在電動モータ 2 へ電力を供給しているメインバッテリー 3 が第 1 メインバッテリー 3 a であ

るか否かを判定する（ステップS101）。第1メインバッテリー3aで電動モータ2へ電力を供給している場合、制御部6は、残量検出装置7から入力された第1メインバッテリー3aの残量検出値 R_a を取得するとともに（ステップS102）、メインバッテリー3の残量に関して予め設定された所定値である閾値（切替残量） β_L を記憶部11から読み取る（ステップS103）。制御部6は、得られた2つの値を比較する（ステップS104）。第1メインバッテリー3aの残量検出値 R_a が切替残量 β_L 以上である場合、ステップS102に戻る。

[0056] ステップS104の判断で、第1メインバッテリー3aの残量検出値 R_a が切替残量 β_L より小さい場合、制御部6は、電動モータ2への電力の供給元を第1メインバッテリー3aから第2メインバッテリー3bに切り替える（ステップS105）。また、制御部6は、エンジン5を稼働させることにより発電機4を発電させ、第1メインバッテリー3aを充電する（ステップS106）。これにより、第2メインバッテリー3bが電動モータ2へ電力を供給するとともに、第1メインバッテリー3aを充電して次に電動モータ2の電力源として交替できるように準備することができる。

[0057] そして、制御部6は、残量検出装置7から第1メインバッテリー3aの残量検出値 R_a を取得するとともに（ステップS107）、メインバッテリー3の残量に関して予め設定された所定値（充電完了残量） β_H を記憶部11から読み取って（ステップS108）、得られた2つの値を比較する（ステップS109）。なお、充電完了残量 β_H は、メインバッテリー3のほぼ満充電状態に相当する残量に設定されている。第1メインバッテリー3aの残量 R_a が充電完了残量 β_H より小さい場合、ステップS106に戻る。当該第1メインバッテリー3aの残量 R_a が充電完了残量 β_H 以上である場合、エンジン5の稼働を停止して充電を終了させ（ステップS110）、再びステップS101に戻る。これにより、エンジン5の稼働をメインバッテリー3の充電時だけに限定することができるので、エンジン5の稼働による騒音や排気などを効果的に抑えることができる。

- [0058] そして、図4のステップS101で、第1メインバッテリー3aが電動モータ2へ電力を供給していないと判定した場合、制御部6は、残量検出装置7から入力された第2メインバッテリー3bの残量検出値Rbを取得するとともに（ステップS111）、上記の切替残量 β_L を読み取る（ステップS112）。制御部6は、得られた2つの値を比較する（ステップS113）。第2メインバッテリー3bの残量検出値Rbが切替残量 β_L 以上である場合、ステップS111に戻る。
- [0059] ステップS113の判断で、第2メインバッテリー3bの残量検出値Rbが切替残量 β_L より小さい場合、制御部6は、電動モータ2への電力の供給元を第2メインバッテリー3bから第1メインバッテリー3aに切り替える（ステップS114）。また、制御部6は、エンジン5を稼働させることにより発電機4を発電させ、第2メインバッテリー3bを充電する（ステップS115）。
- [0060] そして、制御部6は、残量検出装置7から第2メインバッテリー3bの残量検出値Rbを取得するとともに（ステップS116）、上記の充電完了残量 β_H を読み取って（ステップS117）、得られた2つの値を比較する（ステップS118）。第2メインバッテリー3bの残量Rbが充電完了残量 β_H より小さい場合、ステップS116に戻る。第2メインバッテリー3bの残量Rbが充電完了残量 β_H 以上である場合、エンジン5の稼働を停止して充電を終了させ（ステップS119）、再びステップS101に戻る。
- [0061] ただし、制御部6は、図5に示すような制御を行うように構成することもできる。以下、図5に示す他の例の制御について説明する。
- [0062] 図5のフローがスタートすると、制御部6は、残量検出装置7から第1メインバッテリー3aの残量検出値Raと第2メインバッテリー3bの残量検出値Rbを取得するとともに（ステップS201）、上記の切替残量 β_L を読み取る（ステップS202）。そして、制御部6は、得られた第1メインバッテリー3aの残量Raと切替残量 β_L とを比較する（ステップS203）。
- [0063] ステップS203の判断で、第1メインバッテリー3aの残量検出値Ra

が切替残量 β_L より小さい場合、制御部6は、電動モータ2への電力の供給元を第1メインバッテリー3aから第2メインバッテリー3bに切り替える（ステップS204）。その後の制御（S205～S209）は、図4のS106～S110と同様であるため説明を省略する。

[0064] ステップS203の判断で、第1メインバッテリー3aの残量 R_a が切替残量 β_L 以上である場合、制御部6は、第2メインバッテリー3bの残量 R_b を切替残量 β_L と比較する（ステップS210）。

[0065] ステップS210の判断で、第2メインバッテリー3bの残量検出値 R_b が切替残量 β_L より小さい場合、制御部6は、電動モータ2への電力の供給元を第2メインバッテリー3bから第1メインバッテリー3aに切り替える（ステップS211）。その後の制御（S212～S216）は、図4のS115～119と同様であるため説明を省略する。

[0066] ステップS210の判断で、第2メインバッテリー3bの残量 R_b が切替残量 β_L 以上である場合、ステップS201に戻る。

[0067] 図5に示す制御は、図4で行われていた電力の供給元を判定する処理（ステップS101）を省略しているが、図4と実質的に同様の制御を実現することができる。ただし、上記で例として挙げた2つの制御フローに限定せず、他の制御を採用しても良い。

[0068] 次に、給電スイッチ14の制御について説明する。この給電スイッチ14は、必要に応じて発電機4と電動モータ2とを電氣的に直接接続するものである。即ち、マルチコプターは離陸時又は上昇時に大きな動力を必要とするため、本実施形態のマルチコプター100においては、メインバッテリー3が主電力源として用いられる一方で、離陸時及び上昇時には力強くプロペラ1を回転させるように、エンジン5を稼働させることによって発電機4で発電した電力を電動モータ2へ直接供給することができるようになっている。

[0069] 具体的には、制御部6は、図6に示すように、マルチコプター100の上昇指示を受信すると（ステップS301）、エンジン5の稼働信号を送信してエンジン5を稼働させる（ステップS302）。そして、制御部6は給電

スイッチ 14 に切替信号を送信し、メインバッテリー 3 からの電力の代わりに、発電機 4 によりエンジン 5 からの動力を変換した電力を電動モータ 2 へ供給する（ステップ S303）。

[0070] これにより、本実施形態のマルチコプター 100 は、離陸又は上昇するとき、エンジン 5 が発電機 4 を駆動して電動モータ 2 の電力を直接に供給することができるので、電動モータ 2 を力強く駆動してプロペラ 1 を高速回転させることにより強い上昇力を得ることができ、好適に上昇することができる。また、メインバッテリー 3 の電力も節約することができるので、一層長時間の飛行を実現することができる。

[0071] 次に、本実施形態のマルチコプター 100 において、異常が発生した場合の緊急着陸について説明する。

[0072] 本実施形態のマルチコプター 100 は、図 3 に示すように、緊急着陸装置 13 を備えている。当該緊急着陸装置 13 は、図略のパラシュートなどから構成されている。この構成で、プロペラ 1 の故障、電動モータ 2 の故障、又はメインバッテリー 3 の給電異常などの異常が発生した場合、緊急着陸装置 13 は、パラシュートを展開させ、マルチコプター 100 の安全な着陸を確保する。

[0073] 本実施形態のマルチコプター 100 においては、緊急着陸装置 13 に対してメインバッテリー 3 が電力を供給するように構成されている。具体的に説明すると、図 3 に示すように緊急着陸装置 13 が電力供給切替スイッチ 8 と接続されており、この電力供給切替スイッチ 8 は、制御部 6 からの指令により、メインバッテリー 3 の電力を緊急着陸装置 13 に供給するように切り替えることができる。

[0074] ところで、本実施形態のマルチコプター 100 においては、上記で説明した切替残量 β_L が、緊急着陸装置 13 による緊急着陸に必要な残量以上となるように設定されている。従って、第 1 メインバッテリー 3a 及び第 2 メインバッテリー 3b の何れにも、緊急時に緊急着陸装置 13 を駆動させるための予備残量を常に確保しておくことができる。

[0075] ただし、図7の変形例に示すように、緊急着陸装置13を駆動するための補助バッテリー12を、2つのメインバッテリー3とは別に設けることもできる。図7に示すように、補助バッテリー12は緊急着陸装置13に電力を供給するように緊急着陸装置13と接続され、異常が発生すると、制御部6からの指令により、緊急着陸装置13へ電力を直接に供給するように構成されている。この補助バッテリー12は発電機4と接続されており、発電機4によって充電することもできる。この構成によっても、緊急時において緊急着陸装置13を確実に駆動することができる。

[0076] 以上に説明したように、本実施形態のマルチコプター100は、複数のプロペラ1を有し、電動モータ2と、少なくとも1つのメインバッテリー3と、発電機4と、エンジン5と、を備える。電動モータ2は、プロペラ1を駆動する。メインバッテリー3は、電動モータ2へ電力を供給する第1電力源である。発電機4は、電動モータ2へ電力を供給する第2電力源である。エンジン5は、発電機4を駆動する。発電機4は、メインバッテリー3の残量が切替残量 β_L より少なくなると、エンジン5からの動力を変換した電力でメインバッテリー3を充電する。

[0077] これにより、メインバッテリー3で電動モータ2を駆動することで、騒音を低減することができるとともに、メインバッテリー3の残量が少なくなった場合にエンジン5の稼働により充電することができるので、マルチコプター100の長時間飛行を実現することができる。

[0078] また、本実施形態のマルチコプター100は、メインバッテリー3を複数備える。複数のメインバッテリー3のうち1つのメインバッテリー3で電動モータ2を駆動し、当該メインバッテリー3の残量が少なくなると、他のメインバッテリー3に切り替えて電動モータ2を駆動する。発電機4は、エンジン5からの動力を変換した電力で、残量が切替残量 β_L より少なくなったメインバッテリー3を充電する。

[0079] これにより、メインバッテリー3の残量が少なくなった場合、自動的に他のメインバッテリー3に切り替えて電動モータ2を駆動することができると

ともに、エンジン5の稼動により、残量が少なくなったメインバッテリー3を充電することができる。即ち、1つのメインバッテリー3が電動モータ2を駆動するのと並行して、エンジン5を稼動して他のメインバッテリー3を充電できるため、満充電に近い状態のメインバッテリー3を常に1つ以上確保することができる。従って、複数のメインバッテリー3を交替しながら電動モータ2を長時間にわたって確実に駆動できるので、飛行可能時間を効果的に延ばすことができる。

[0080] また、本実施形態のマルチコプター100において、エンジン5は、残量が少なくなったメインバッテリー3の充電完了後に、稼動を停止する。

[0081] これにより、エンジン5を必要となきのみ稼動することで、燃料を節約できるとともに、エンジン5の稼動による騒音及び排気の発生も良好に抑えることができる。

[0082] また、本実施形態のマルチコプター100において、発電機4は、当該マルチコプター100の上昇時に、エンジン5からの動力を変換した電力を電動モータ2へ直接に供給可能に構成されている。

[0083] これにより、マルチコプター100が上昇するとき、エンジン5が発電機4を駆動して電動モータ2の電力を直接に供給することにより、電動モータ2を力強く駆動してプロペラ1を高速回転させることができ、マルチコプター100を好適に上昇させることができる。

[0084] また、本実施形態のマルチコプター100においては、電動モータ2を駆動しているメインバッテリー3の残量が切替残量 β_L より少なくなった場合に、他のメインバッテリー3に切り替えて電動モータ2を駆動することで、当該メインバッテリー3に予備残量を残す。そして、異常時の安全着陸のために、メインバッテリー3に残っている電力を供給可能に構成されている。

[0085] これにより、メインバッテリー3に所定の予備残量を残した状態を保つことができるので、他のメインバッテリー3、プロペラ1、電動モータ2、エンジン5などが故障した異常な状況が発生しても、メインバッテリー3に残っている電力を利用してマルチコプター100の安全着陸を確保することが

できる。

[0086] また、図 7 に示す変形例のマルチコプターにおいては、電動モータ 2 を駆動するメインバッテリー 3 とは別に補助バッテリー 1 2 を備える。補助バッテリー 1 2 は、異常時の安全着陸に使用される。

[0087] これにより、マルチコプター 1 0 0 に異常な状況が発生した場合の安全着陸専用の電力源が設けられているため、メインバッテリー 3 が全部故障しても異常時にマルチコプター 1 0 0 の安全着陸を確保することができる。

[0088] また、図 7 に示す変形例のマルチコプターにおいては、補助バッテリー 1 2 が発電機 4 により充電可能に構成されている。

[0089] これにより、他の充電装置を要せずに、補助バッテリー 1 2 を簡単に充電することができる。

[0090] 続いて、メインバッテリー 3 を 1 つのみ備える第 2 実施形態のマルチコプター 1 0 0 x について、図 8 及び図 9 を参照して説明する。図 8 は、第 2 実施形態に係るマルチコプター 1 0 0 x のブロック図である。なお、本実施形態の説明においては、前述の実施形態と同一又は類似の部材には図面に同一の符号を付し、説明を省略する場合がある。

[0091] 図 8 に示すように、本実施形態のマルチコプター 1 0 0 x において搭載されるメインバッテリー 3 の数は 1 つになっている。この場合、メインバッテリー 3 は、電動モータ 2 へ電力を供給する主電源として構成される。当該メインバッテリー 3 の残量が少なくなったことを残量検出装置 7 によって検出すると、制御部 6 は、エンジン 5 を稼動して発電機 4 を駆動させ、発電機 4 が発電した電力によってメインバッテリー 3 を充電する。即ち、メインバッテリー 3 の残量が所定量以下である場合、当該メインバッテリー 3 は、発電機 4 によってエンジン 5 からの動力を変換した電力で充電しながら、電動モータ 2 へ電力を供給する。メインバッテリー 3 の充電が完了すると、制御部 6 は、エンジン 5 及び発電機 4 を停止させる。

[0092] 図 9 には、本実施形態のマルチコプター 1 0 0 におけるメインバッテリー 3 の充電に関する制御の例が示されている。図 9 のフローがスタートすると

、制御部6は先ず、残量検出装置7からメインバッテリー3の残量検出値Rを取得するとともに（ステップS401）、メインバッテリー3の残量に関して予め設定された所定値（充電開始残量） β_L を読み取る（ステップS402）。そして、制御部6は、得られたメインバッテリー3の残量Rと充電開始残量 β_L とを比較する（ステップS403）。メインバッテリー3の残量検出値Rが充電開始残量 β_L 以上である場合、ステップS401に戻る。

[0093] ステップS403の判断で、メインバッテリー3の残量Rが充電開始残量 β_L より小さい場合、制御部6は、エンジン5を稼働させることにより発電機4を駆動させ、メインバッテリー3を充電する（ステップS404）。

[0094] その後、制御部6は、残量検出装置7からメインバッテリー3の残量検出値Rを取得するとともに（ステップS405）、上記の充電完了残量 β_H を記憶部11から読み取って（ステップS406）、得られた当該2つの値を比較する。メインバッテリー3の残量Rが充電完了残量 β_H より小さい場合、ステップS405に戻る。メインバッテリー3の残量Rが充電完了残量 β_H 以上である場合、制御部6は、エンジン5の稼働を停止して充電を完了させ、再びステップS401に戻る。

[0095] このように、本実施形態のマルチコプター100は、エンジン5及び発電機4を用いて、電動モータ2の電力源であるメインバッテリー3を充電することができるので、1つのメインバッテリー3のみを備える構成でも、長時間飛行を実現することができる。また、1つのメインバッテリー3のみを備えているので、マルチコプター100の構成を簡素化することができる。

[0096] 以上に本発明の好適な実施の形態を説明したが、上記の構成は例えば以下のように変更することができる。

[0097] メインバッテリー3の数は、上記の実施形態のように1つ又は2つとすることに限定せず、3つ以上であっても良い。

[0098] 上記の第1実施形態のマルチコプター100においては、メインバッテリー3に予備残量が確保され、変形例のマルチコプター（図7）においては、補助バッテリー12が設けられている。しかし、上記の実施形態と変形例と

を組み合わせ、メインバッテリー 3 に予備残量を確保するのに加えて補助バッテリー 1 2 を備える構成として、緊急着陸装置 1 3 に電力を提供しても良い。同様に、上記の第 2 実施形態のマルチコプター 1 0 0 x に、図 7 と同様の補助バッテリー 1 2 を設けるように構成しても良い。

[0099] プロペラ 1 の数は、上記の実施形態のように 6 つとすることに限定せず、5 つ以下としても良いし、7 つ以上としても良い。

符号の説明

- [0100]
- 1 プロペラ（ロータ）
 - 2 電動モータ
 - 3 メインバッテリー（バッテリー）
 - 4 発電機
 - 5 エンジン
 - 6 制御部
 - 7 残量検出装置
 - 8 電力供給切替スイッチ
 - 9 充電切替スイッチ
 - 1 0 機体
 - 1 1 記憶部
 - 1 2 補助バッテリー
 - 1 3 緊急着陸装置
 - 1 4 給電スイッチ
 - 1 0 0 マルチコプター（ヘリコプター）

請求の範囲

- [請求項1] 複数のロータを有する電動式のヘリコプターであって、
前記ロータを駆動する電動モータと、
前記電動モータへ電力を供給する第1電力源である少なくとも1つのバッテリーと、
前記電動モータへ電力を供給する第2電力源である発電機と、
前記発電機を駆動するエンジンと、
を備え、
前記発電機は、前記バッテリーの残量が閾値より少なくなると、前記エンジンからの動力を変換した電力で前記バッテリーを充電することを特徴とするヘリコプター。
- [請求項2] 請求項1に記載のヘリコプターであって、
前記バッテリーを複数備え、
複数の前記バッテリーのうち1つの前記バッテリーで前記電動モータを駆動し、
当該バッテリーの残量が閾値より少なくなると、他の前記バッテリーに切り替えて前記電動モータを駆動し、
前記発電機は、前記エンジンからの動力を変換した電力で、残量が前記閾値より少なくなった前記バッテリーを充電することを特徴とするヘリコプター。
- [請求項3] 請求項2に記載のヘリコプターであって、
前記エンジンは、残量が前記閾値より少なくなった前記バッテリーの充電完了後に、稼動を停止することを特徴とするヘリコプター。
- [請求項4] 請求項1に記載のヘリコプターであって、
前記発電機は、当該ヘリコプターの上昇時に、前記エンジンからの動力を変換した電力を前記電動モータへ直接に供給可能に構成されていることを特徴とするヘリコプター。
- [請求項5] 請求項2に記載のヘリコプターであって、

前記電動モータを駆動している前記バッテリーの残量が前記閾値より少なくなった場合に、他の前記バッテリーに切り替えて前記電動モータを駆動することで、当該バッテリーに予備残量を残し、

異常時の安全着陸のために、前記バッテリーに残っている電力を供給可能に構成されていることを特徴とするヘリコプター。

[請求項6]

請求項 1 に記載のヘリコプターであって、

前記電動モータを駆動するバッテリーとは別に補助バッテリーを備え、

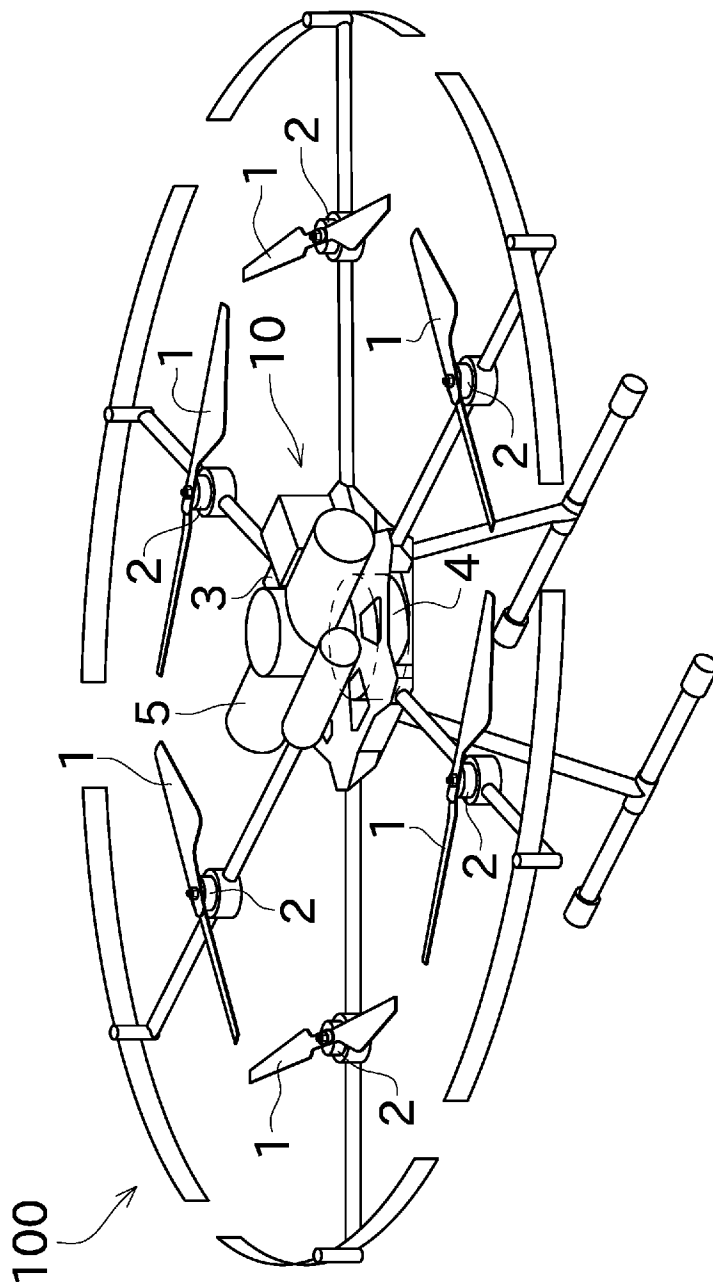
前記補助バッテリーは、異常時の安全着陸に使用されることを特徴とするヘリコプター。

[請求項7]

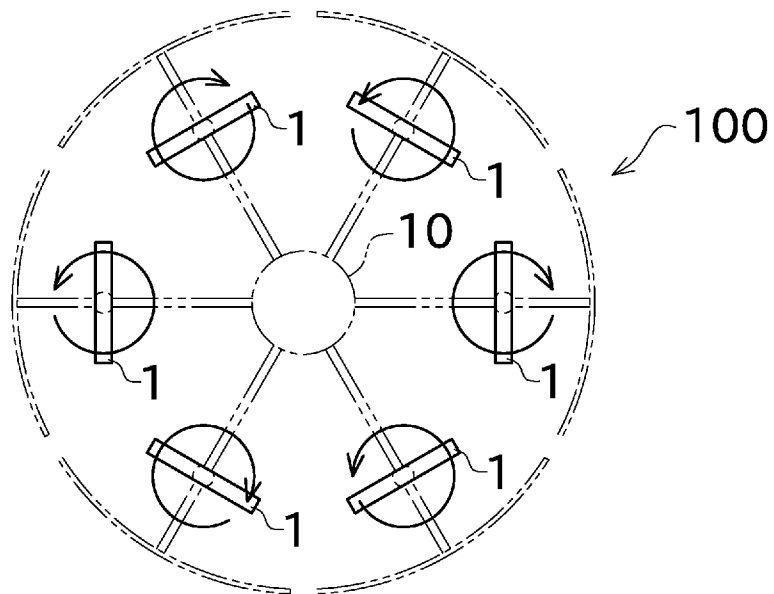
請求項 6 に記載のヘリコプターであって、

前記補助バッテリーが前記発電機により充電できることを特徴とするヘリコプター。

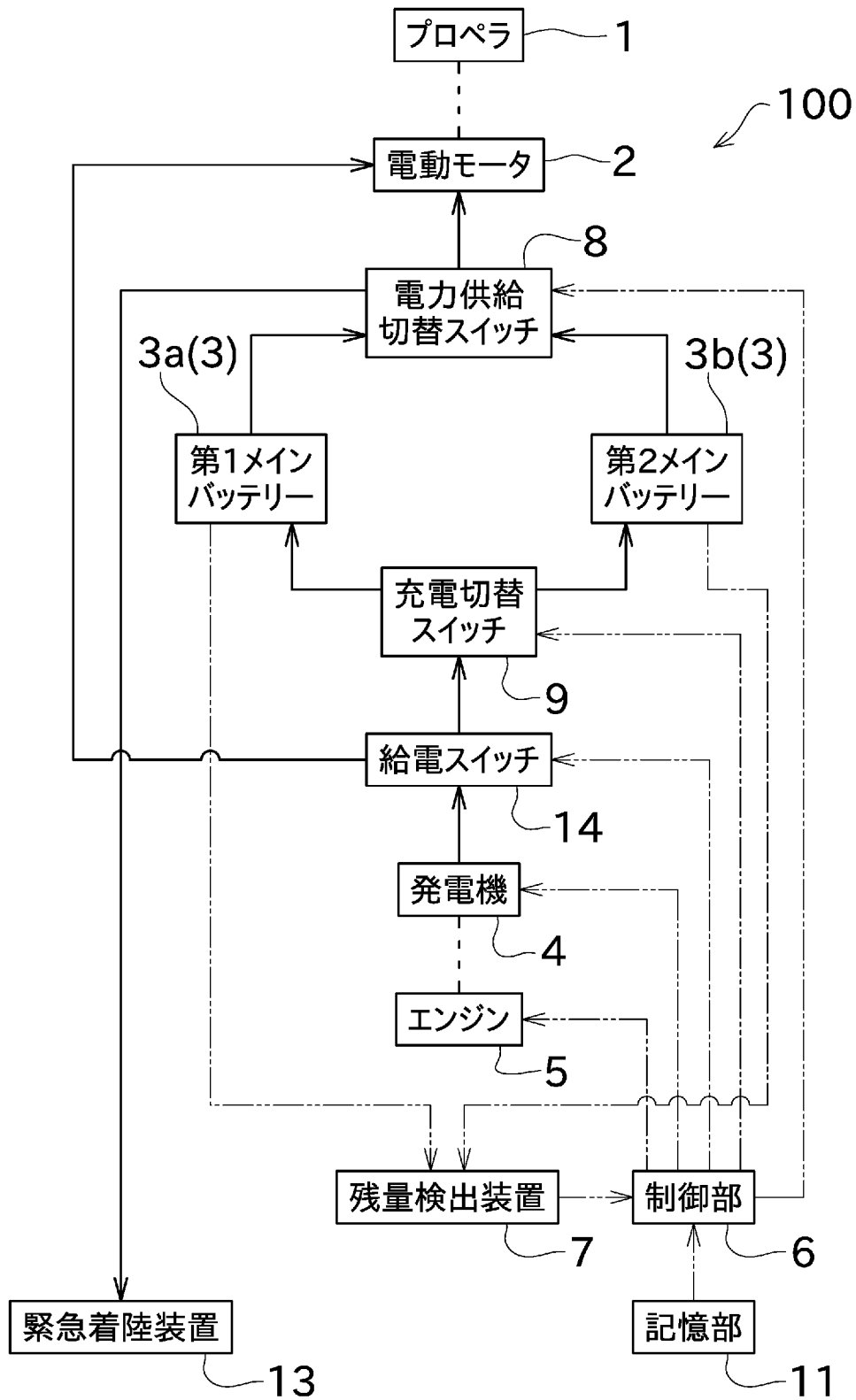
[図1]



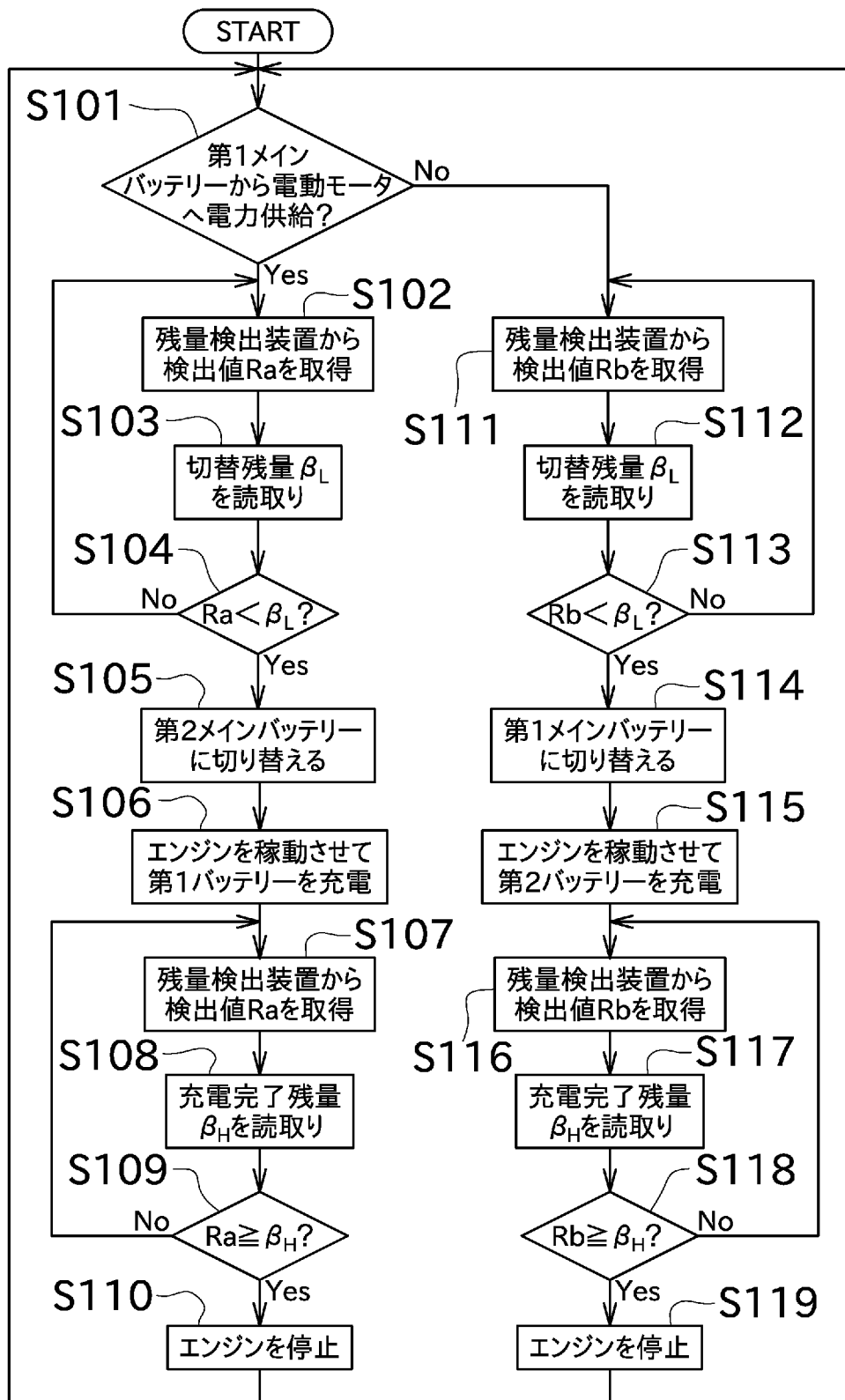
[図2]



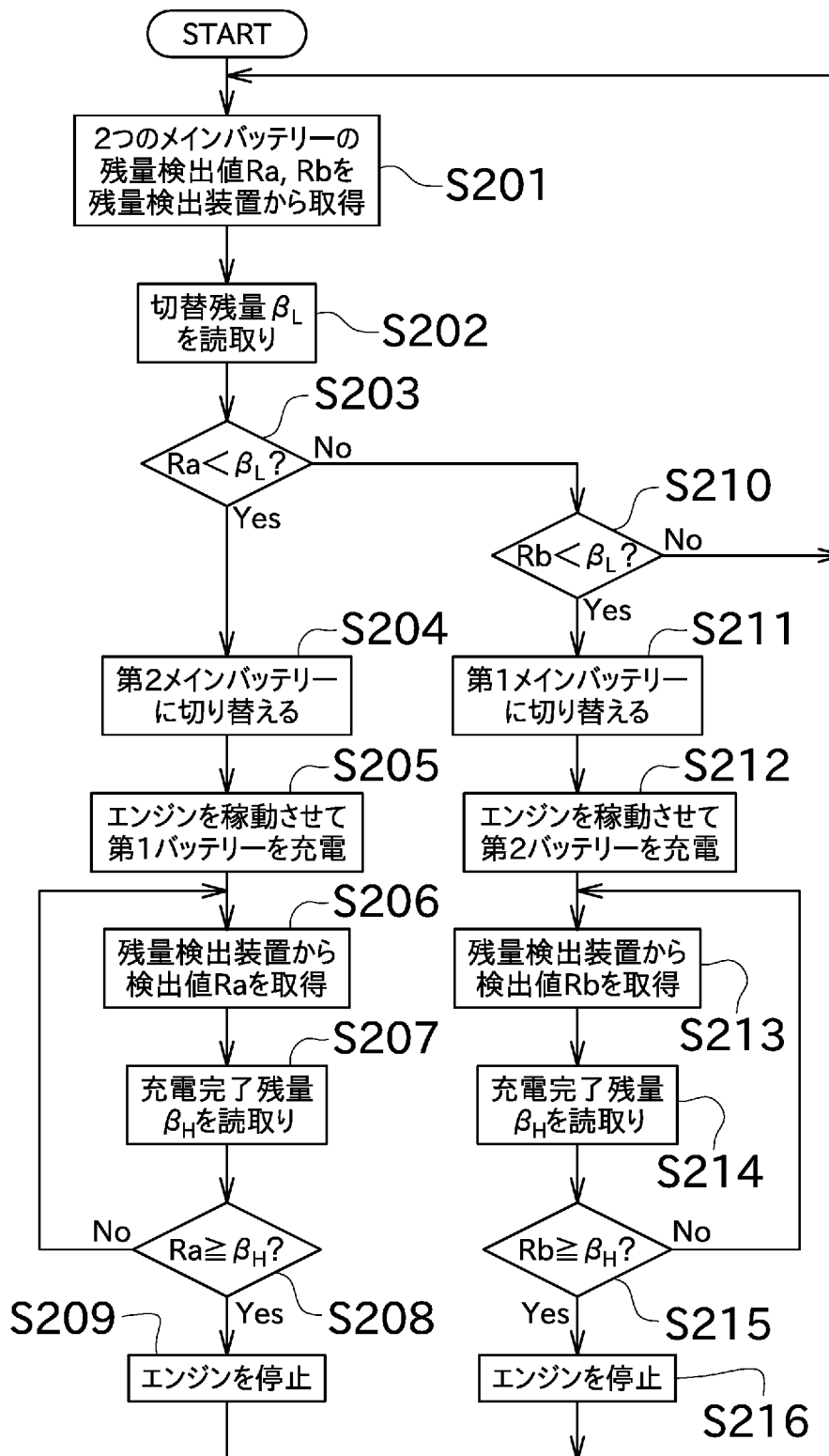
[図3]



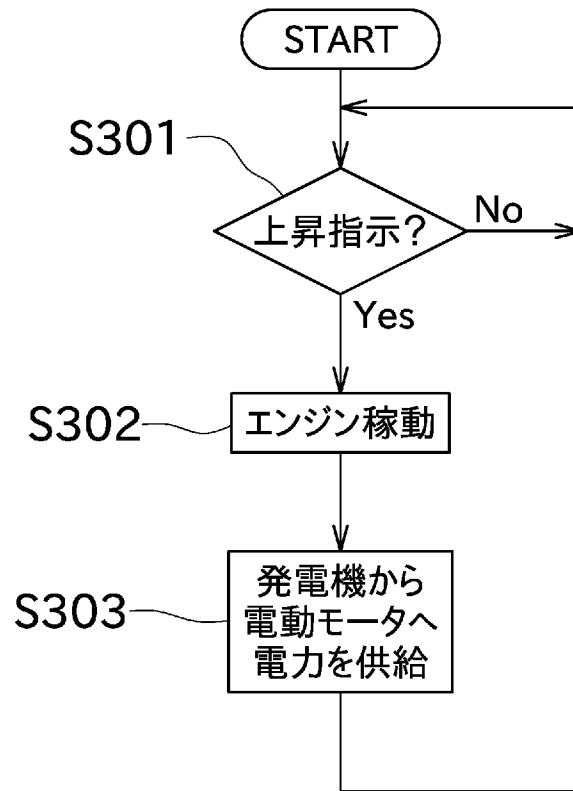
[図4]



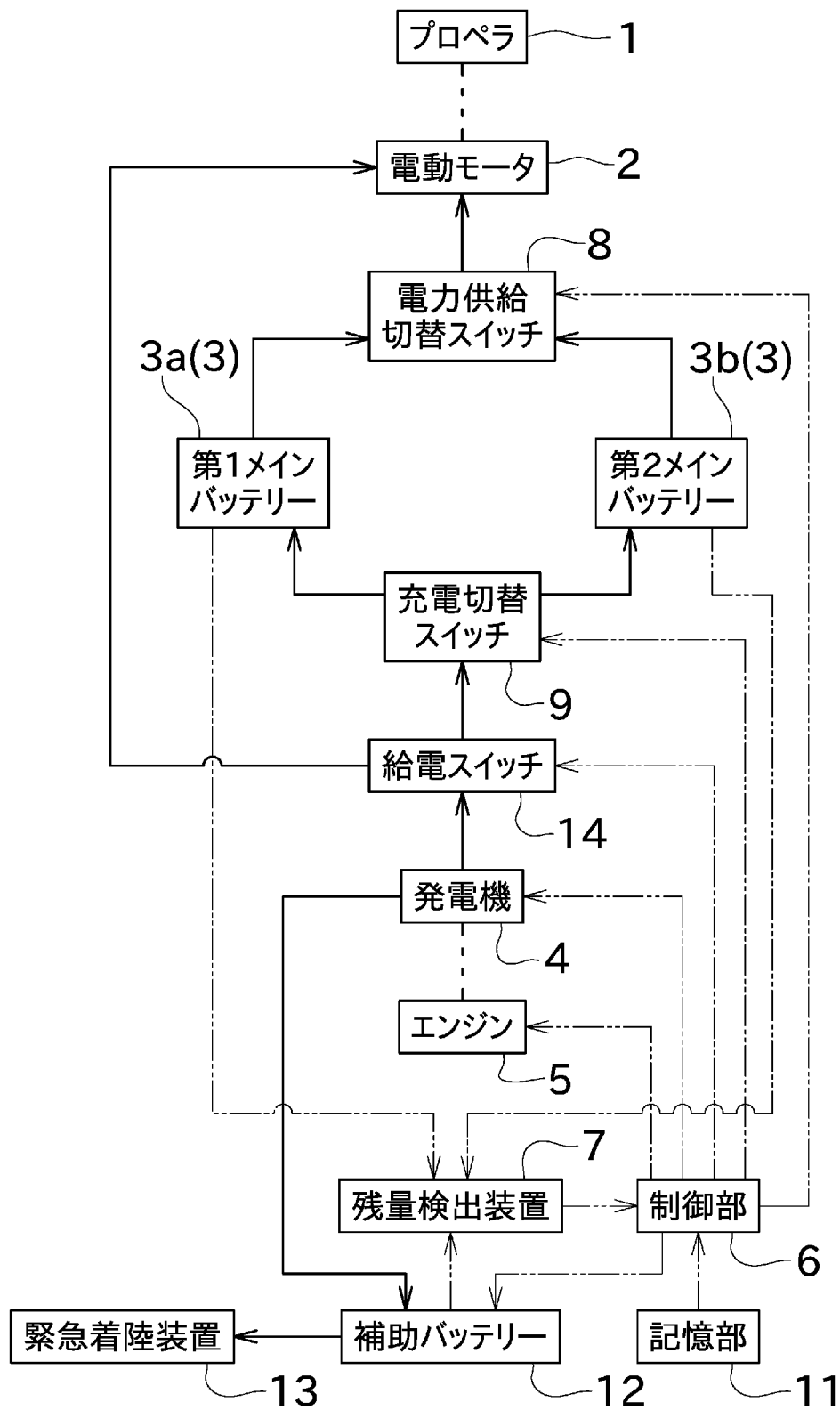
[図5]



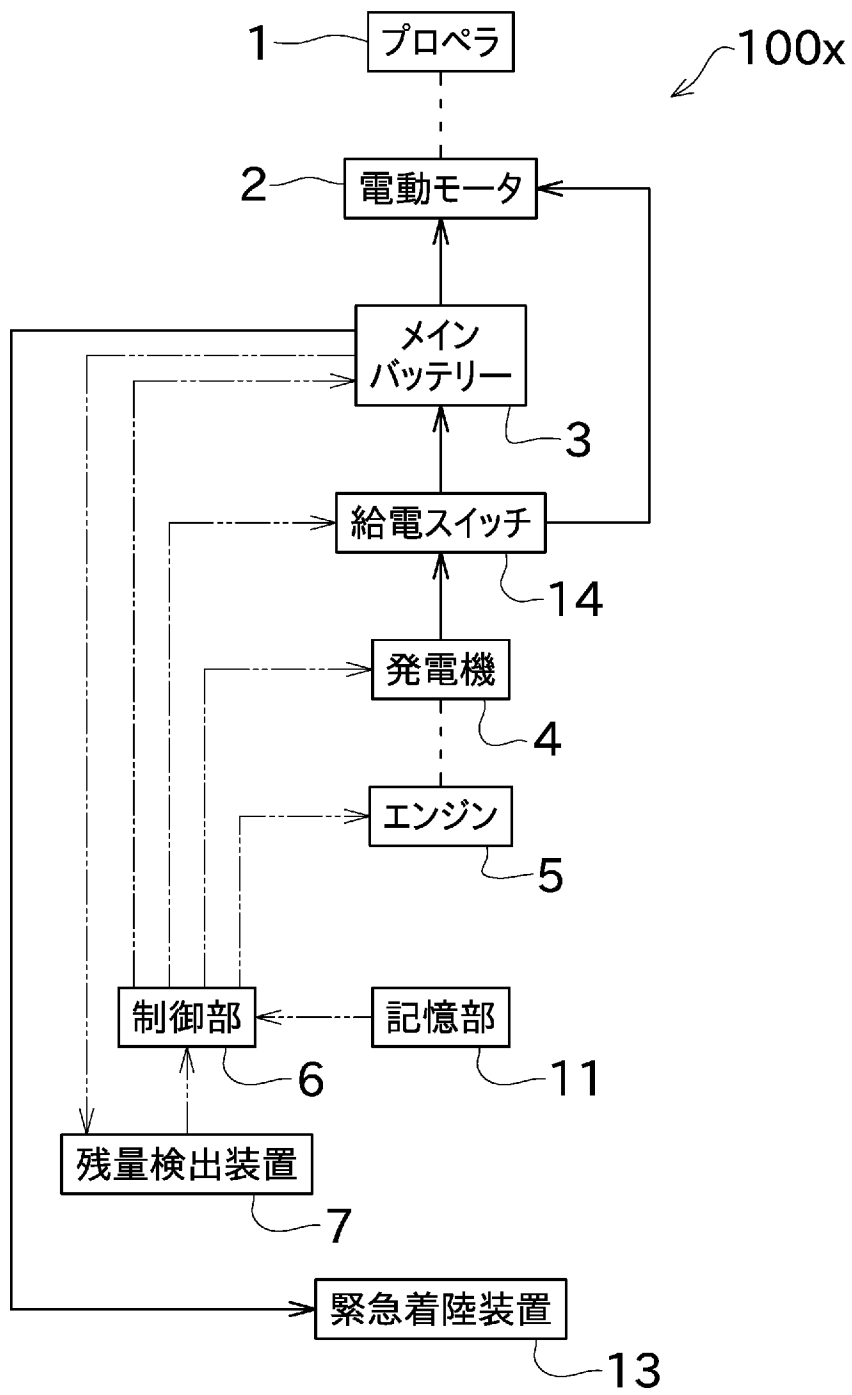
[図6]



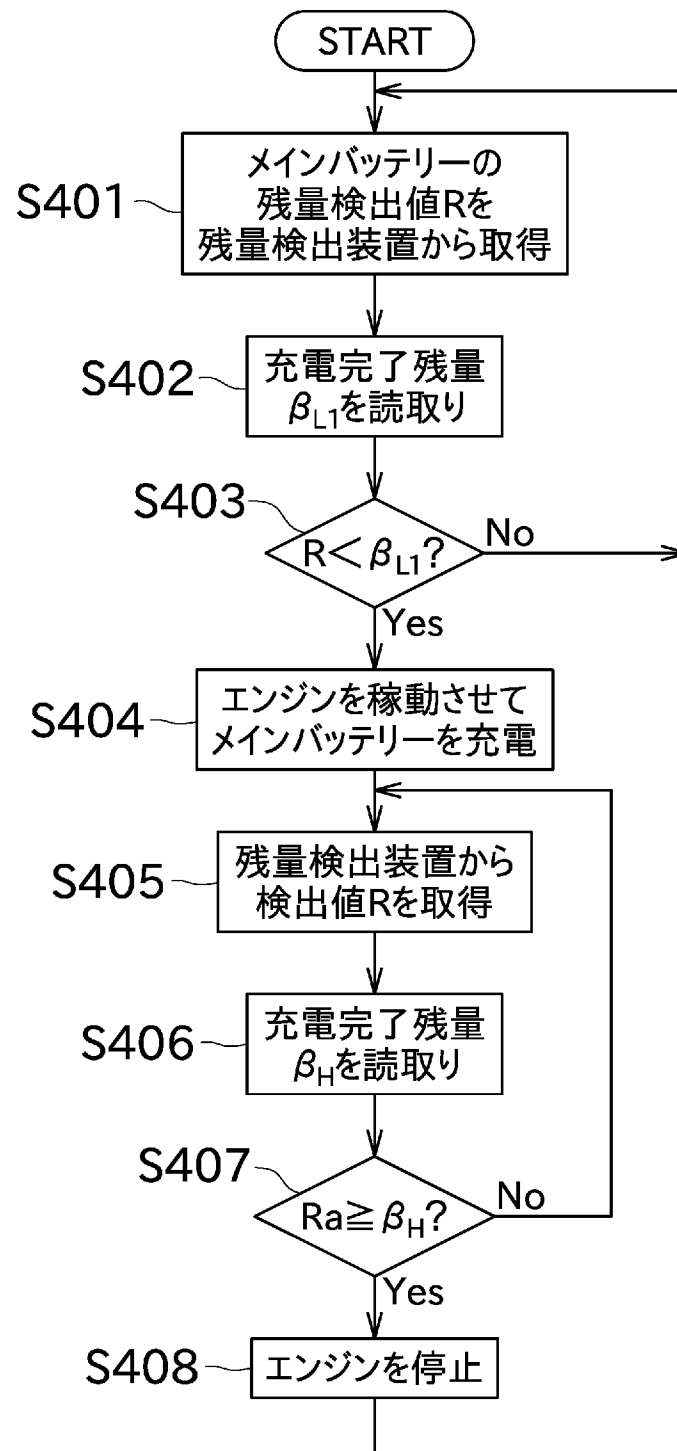
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/003403

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B64D27/24(2006.01)i, B64C27/08(2006.01)i, B64C39/02(2006.01)i

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)

B64D27/24, B64C27/08-B64C27/10, B64C39/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 A	US 2013/0147204 A1 (EADS DEUTSCHLAND GMBH), 13 June 2013 (13.06.2013), paragraphs [0043] to [0049]; fig. 3 & WO 2011/144692 A2 & DE 102010021026 A1 & CN 102971216 A & KR 10-2013-0038301 A	1-4, 6-7 5
Y A	JP 2013-147233 A (Denso Corp.), 01 August 2013 (01.08.2013), abstract; fig. 1 & DE 102013200034 A1 & CN 103213515 A	1-4, 6-7 5
Y A	JP 2014-117066 A (Nippon Sharyo, Ltd.), 26 June 2014 (26.06.2014), abstract; paragraphs [0017] to [0018]; fig. 4 to 5 (Family: none)	2-3 5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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
18 September 2015 (18.09.15)

Date of mailing of the international search report
06 October 2015 (06.10.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/003403

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2008/0184906 A1 (KEJHA, Joseph B.), 07 August 2008 (07.08.2008), paragraphs [0053] to [0054], [0056]; fig. 2 (Family: none)	3-4, 6-7
Y A	JP 2011-240745 A (The Chugoku Electric Power Co., Inc.), 01 December 2011 (01.12.2011), paragraphs [0005] to [0006], [0010] to [0011] (Family: none)	6-7 5
A	US 2009/0145998 A1 (SALYER, Ival O.), 11 June 2009 (11.06.2009), abstract; fig. 1 to 8 & US 2014/0367525 A1	1-7
A	WO 2013/124300 A1 (E-VOLO GMBH), 29 August 2013 (29.08.2013), abstract; fig. 1 to 16 & US 2015/0012154 A1 & DE 102012202698 A1 & DE 202012001750 U1	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B64D27/24(2006.01)i, B64C27/08(2006.01)i, B64C39/02(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. B64D27/24, B64C27/08 - B64C27/10, B64C39/02

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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	US 2013/0147204 A1 (EADS DEUTSCHLAND GMBH) 2013.06.13, 第 0043-0049 段落, 第 3 図 & WO 2011/144692 A2 & DE 102010021026 A1 & CN 102971216 A & KR 10-2013-0038301 A	1-4, 6-7 5
Y A	JP 2013-147233 A (株式会社デンソー) 2013.08.01, 要約, 第 1 図 & DE 102013200034 A1 & CN 103213515 A	1-4, 6-7 5

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ 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矛盾するものではなく、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

1 8 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 6 . 1 0 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

志水 裕司

3 D

9 5 2 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 4 1

C (続き) . 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 2014-117066 A (日本車輛製造株式会社) 2014. 06. 26, 要約, 第 0017-0018 段落, 第 4-5 図 (ファミリーなし)	2-3 5
Y	US 2008/0184906 A1 (KEJHA, Joseph B.) 2008. 08. 07, 第 0053-0054, 0056 段落, 第 2 図 (ファミリーなし)	3-4, 6-7
Y A	JP 2011-240745 A (中国電力株式会社) 2011. 12. 01, 第 0005-0006, 0010-0011 段落 (ファミリーなし)	6-7 5
A	US 2009/0145998 A1 (SALYER, Ival O.) 2009. 06. 11, 要約, 第 1-8 図 & US 2014/0367525 A1	1-7
A	WO 2013/124300 A1 (E-VOLO GMBH) 2013. 08. 29, 要約, 第 1-16 図 & US 2015/0012154 A1 & DE 102012202698 A1 & DE 202012001750 U1	1-7