(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
2021年10月7日(07.10.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/200170 A1

(51) 国際特許分類:
H02J 3/28 (2006.01)　*B64C 27/08* (2006.01)
B60L 55/00 (2019.01)　*H02J 15/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2021/010893

(22) 国際出願日：　2021年3月17日(17.03.2021)

(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 2020-066217　2020年4月1日(01.04.2020)　JP

(71) 出願人：　川　崎　重　工　業　株　式　会　社 **(KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA)** [JP/JP]；〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号 Hyogo (JP).

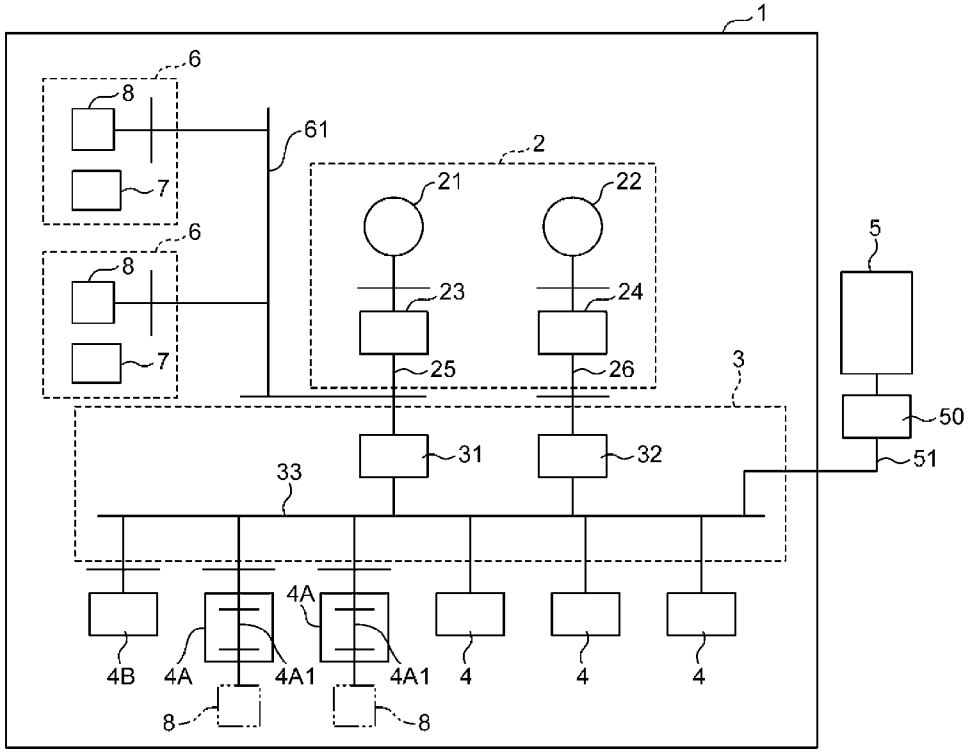
(72) 発明者：近藤 恒幾**(KONDO, Koki)**．坂川 佳司**(SAKAGAWA, Keiji)**．袴田 和英**(HAKAMADA, Kazuhide)**．花光 明**(HANAMITSU, Akira)**．谷村 和彦**(TANIMURA, Kazuhiko)**.

(74) 代理人：小谷 昌崇，外 **(KOTANI, Masataka** et al.)；〒5300005 大阪府大阪市北区中之島２丁目２番２号 大阪中之島ビル２階 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

(54) **Title:** ENERGY SUPPLY SYSTEM

(54) 発明の名称：　エネルギー供給システム



(57) **Abstract:** This energy supply system, which is a system constituting a regional power system in a target region, comprises: a power transmission system including a first power generation facility and a second power generation facility; a power transmission and distribution system that supplies power to each consumer; a management system; and an unmanned flying object. The unmanned flying object has a transport function of transporting a cargo and a power supply function of supplying power to an external unit. When the amount of power supplied by the power transmission system

WO 2021/200170 A1

［続葉有］

HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, 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, 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))

is less than the amount of power consumed by the power transmission and distribution system, the management system performs a power adjustment process of supplying power from the unmanned flying object to the power transmission and distribution system by using a power supply function of the unmanned flying object.

(57) 要約:エネルギー供給システムは、対象地域の地域電力系統を構成するシステムであって、第１発電設備及び第２発電設備を含む送電系統と、各需要家へ電力を供給する送配電系統と、管理システムと、無人飛行体とを備える。無人飛行体は、貨物を輸送する輸送機能と外部に電力を供給する電力供給機能とを有する。管理システムは、送電系統の供給電力量が送配電系統の需要電力量を下回る場合、無人飛行体の電力供給機能を利用して、無人飛行体から送配電系統へ電力を供給させる電力調整処理を行う。

明　細　書

発明の名称 ： エネルギー供給システム

技術分野

[0001] 本発明は、広域自治体等の対象地域の地域電力系統を構成するエネルギー供給システムに関する。

背景技術

[0002] 近年、災害時等において防災拠点へ電力を供給する手段として、太陽光や風力などの再生可能エネルギーを用いた発電設備の送配電系統への連系が拡大している。しかし、再生可能エネルギーを用いた発電設備は、出力が変動するため、安定して電力を供給することが難しい。

[0003] 例えば特許文献１には、平常時において防災拠点に自然エネルギー電源を設け、災害時には、防災拠点の構内系統を送配電系統から切り離すとともに、構内系統に災害時負荷と可搬形の電力調整設備を接続する災害時対応電力供給システムが開示されている。

[0004] 特許文献１では、電力調整設備として蓄電池やエンジン発電機を用いているが、これらは、発電に特化した設備であるため、設備利用効率が低いという課題がある。さらに、災害時に発電機を確実に作動させるためには定期的な点検が必要であるため、発電機の設置数が多い場合や設置地域が広範囲に及ぶ場合には維持管理コストが多大なものとなる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第４７１９７０９号公報

発明の概要

[0006] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、送配電系統への電力供給の安定化を図ることが可能であると共に、設備利用効率の向上を図ることが可能なエネルギー供給システムを提供することにある。

[0007] 本発明の一の局面に係るエネルギー供給システムは、対象地域内に設置され、再生可能エネルギーを用いて発電する第１発電設備と化石燃料を用いて発電する第２発電設備とを含む送電系統と、前記送電系統から電力が伝送され、前記対象地域内の需要家へ電力を供給する送配電系統と、貨物を輸送する輸送機能と外部に電力を供給する電力供給機能とを有する移動体と、前記送電系統、前記送配電系統及び前記移動体を管理する管理システムと、を備える。前記管理システムは、前記送電系統の供給電力量と前記送配電系統の需要電力量とを予測し、前記供給電力量が前記需要電力量を下回る場合、前記移動体の前記電力供給機能を利用して、前記移動体から前記送配電系統へ電力を供給させる電力調整処理を行う。

[0008] このエネルギー供給システムによれば、再生可能エネルギーを用いた第１発電設備の出力変動などに伴って送電系統の供給電力量が送配電系統の需要電力量を下回り、送配電系統への電力供給不足が生じた場合には、移動体の電力供給機能を利用して、当該移動体から送配電系統へ電力を供給することができる。このように、移動体の電力供給機能を利用して、当該移動体を調整電源として活用することにより、送配電系統への電力供給の安定化を図ることが可能となる。一方、送電系統から送配電系統への電力供給不足が生じていない場合には、移動体の輸送機能を利用して、移動体に貨物を輸送させることができる。つまり、移動体は、送配電系統への電力供給不足が生じた場合の電力供給に特化した設備ではなく、通常時は貨物を輸送する設備として有効活用される。これにより、調整電源としての活用が可能な移動体の利用効率の向上を図ることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の一実施形態に係るエネルギー供給システムが構成する地域電力系統を示す図である。

[図2]エネルギー供給システムに備えられる移動体の一例を示す無人飛行体を上方から見た平面図である。

[図3]無人飛行体の側面図である。

[図4]無人飛行体の制御系を示すブロック図である。

[図5]エネルギー供給システムに備えられる管理システムの機能構成を示すブロック図である。

[図6]管理システムが行う電力調整処理及び余剰電力対応処理を説明するためのフローチャートである。

[図7]管理システムが行う災害対応処理を説明するためのフローチャートである。

[図8]災害対応処理の詳細を示すサブルーチンの前半部である。

[図9]災害対応処理の詳細を示すサブルーチンの後半部である。

[図10]無人飛行体の着陸制御の詳細を示すサブルーチンである。

[図11]電力調整処理に従って無人飛行体から送配電系統に電力が供給される様子を示す図である。

[図12]災害対応処理に従って無人飛行体が管理拠点から離陸するときの様子を示す図である。

[図13]災害対応処理に従って無人飛行体が飛行し、着陸予定場所の上空に到着したときの様子を示す図である。

[図14]災害対応処理に従って無人飛行体が着陸予定場所に着陸し、無人飛行体から特定需要家の構内系統に電力が供給される様子を示す図である。

[図15]着陸予定場所に障害物が存在することに応じて無人飛行体が着陸候補場所に着陸し、その状態で、無人飛行体から特定需要家の構内系統に電力が供給される様子を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を参照しつつ、本発明の実施形態に係るエネルギー供給システムについて説明する。

[0011] 図１は、本発明の一実施形態に係るエネルギー供給システム１の構成を示す図である。エネルギー供給システム１は、対象地域の地域電力系統を構成するシステムである。対象地域は、例えば広域自治体である。広域自治体は、市区町村などの複数の基礎自治体を包括編成した広域的な自治体であり、

都道府県、或いは、複数の都道府県を合わせた広域的な道州制が適用された自治体である。

[0012] エネルギー供給システム１は、送電系統２と、対象地域内の各需要家４へ電力を供給する送配電系統３と、外部電力系統５と、対象地域内の管理拠点６に設置された管理システム７と、移動体としての無人飛行体８と、を備える。

[0013] 送電系統２は、対象地域内に設置された第１発電設備２１、第２発電設備２２、第１送電側変電設備２３、第２送電側変電設備２４、第１送電線２５、及び第２送電線２６を含む。

[0014] 第１発電設備２１は、太陽光や風力などの再生可能エネルギーを用いて発電する発電設備である。第２発電設備２２は、化石燃料を用いて発電する発電設備である。対象地域内には、１又は２以上の複数の第１発電設備２１及び第２発電設備２２がそれぞれ設置されている。第１送電側変電設備２３は、第１発電設備２１によって発電された電気の電圧や周波数の変換を行う変電設備である。第２送電側変電設備２４は、第２発電設備２２によって発電された電気の電圧や周波数の変換を行う変電設備である。第１送電線２５は、第１送電側変電設備２３と送配電系統３との間に接続される送電線であり、第２送電線２６は、第２送電側変電設備２４と送配電系統３との間に接続される送電線である。

[0015] 送電系統２においては、第１発電設備２１の発電によって生じた電力が、第１送電側変電設備２３を経由して第１送電線２５から送配電系統３へ伝送され、第２発電設備２２の発電によって生じた電力が、第２送電側変電設備２４を経由して第２送電線２６から送配電系統３へ伝送される。

[0016] 送配電系統３は、送電系統２から電力が伝送され、対象地域内の各需要家４，４Ａ，４Ｂへ電力を供給する系統である。送配電系統３は、第１配電側変電設備３１、第２配電側変電設備３２、及び配電線３３を含む。

[0017] 第１配電側変電設備３１には第１送電線２５が接続される。第１配電側変電設備３１は、当該第１送電線２５を通じて伝送される電気の電圧や周波数

の変換を行う変電設備である。第２配電側変電設備３２には第２送電線２６が接続される。第２配電側変電設備３２は、当該第２送電線２６を通じて伝送される電気の電圧や周波数の変換を行う変電設備である。配電線３３は、第１配電側変電設備３１及び第２配電側変電設備３２と各需要家４，４Ａ，４Ｂとの間に接続される配電線である。

[0018] 送配電系統３は、送電系統２から伝送された電力を、第１配電側変電設備３１、第２配電側変電設備３２、及び配電線３３を通じて各需要家４，４Ａ，４Ｂへ配電する。

[0019] ここで、送配電系統３から電力が供給される各需要家４，４Ａ，４Ｂについて説明する。需要家４は、送配電系統３から供給される電力を消費する負荷を備えた、一般的な家屋やビル、工場などである。需要家４Ａは、対象地域に風水害や地震などの災害が発生したときに、防災の拠点となる防災拠点に指定された特定の需要家である。以下では、「特定需要家４Ａ」と称する。特定需要家４Ａは、例えば役場や避難所、医療施設、通信施設などである。対象地域内には、１又は２以上の複数の特定需要家４Ａが存在する。需要家４Ｂは、対象地域内に設置された水素製造設備である。以下では、「水素製造設備４Ｂ」と称する。水素製造設備４Ｂは、送配電系統３から供給される電力によって稼動し、水を電気分解して水素を製造する設備である。対象地域内には、１又は２以上の複数の水素製造設備４Ｂが設置されている。

[0020] 外部電力系統５は、対象地域外に設置された外部の送配電系統である。外部電力系統５は、変電設備５０、外部電力送電系統５１を介して送配電系統３の配電線３３に接続されている。このため、送配電系統３には、対象地域内に設置された送電系統２から電力が伝送されると共に、必要に応じて対象地域外に設置された外部電力系統５から電力が伝送される。

[0021] 無人飛行体８は、人や貨物を輸送する輸送機能と外部に電力を供給する電力供給機能とを有する、空路を移動経路とする移動体であり、一般的に「ドローン」や「マルチコプタ」と称される無人の飛行体である。エネルギー供給システム１は、輸送機能及び電力供給機能を有する移動体として、無人飛

行体８以外に、陸路を移動経路とする移動体や、海路を移動経路とする移動体を備えていてもよい。また、エネルギー供給システム１に備えられる無人飛行体８の数は特に限定されるものではないが、輸送機能及び電力供給機能の効率的な利用を考慮すると、複数の無人飛行体８が備えられることが望ましい。無人飛行体８は、陸路を移動経路とする移動体のように交通渋滞や道路網の遮断等による通行止めの影響を受けず、また、海路を移動経路とする移動体のように臨海部での移動に制約されない。

[0022] 図２及び図３は無人飛行体８の構成を示す図であり、図２が無人飛行体８を上方から見た平面図、図３が無人飛行体８の側面図である。本実施形態の無人飛行体８は、上方から見た平面視で約７ｍ四方の大型の無人飛行体である。無人飛行体８は、機体８１と、当該機体８１に搭載されるエンジン８２、発電機８３、燃料タンク８４、インバータ８５、バッテリー８６、コンバータ８７、モーター８８及びプロペラ８９と、を備える。

[0023] 機体８１は、上方から見た平面視で矩形枠状のメインフレーム８１１と、メインフレーム８１１の内側において当該メインフレーム８１１に支持されるサブフレーム８１２とを含む。メインフレーム８１１の上面には、所定の間隔を隔てて複数のモーター８８が取り付けられており、各モーター８８にプロペラ８９が連結されている。図２に示す例では、メインフレーム８１１の上面に８個のモーター８８が取り付けられ、それらの各モーター８８にプロペラ８９が連結される。サブフレーム８１２は、エンジン８２、発電機８３、燃料タンク８４、インバータ８５、バッテリー８６及びコンバータ８７が搭載される搭載部８１２１と、無人飛行体８の輸送機能を実現するために人や貨物を収納可能とした収納部８１２２と、無人飛行体８の着陸時において地面等に接する脚部８１２３と、を有する。

[0024] 無人飛行体８においては、燃料タンク８４に貯留された燃料でエンジン８２が駆動され、当該エンジン８２の駆動力を動力源として発電機８３が発電を行う。発電機８３は、無人飛行体８の電力供給機能を実現するためのものである。無人飛行体８の飛行時においては、発電機８３で発電された交流電

力はコンバータ８７で直流電力に変換されてバッテリー８６に貯留される。このバッテリー８６に貯留された直流電力は必要に応じてインバータ８５で交流電力に逆変換されて、モーター８８に供給される。これにより、モーター８８が回転し、そのモーター８８の回転に応じてプロペラ８９が回転して、無人飛行体８の飛行が可能となる。

[0025] 図４のブロック図に示すように、無人飛行体８は、飛行制御部９と、計測器９１と、センサ９２と、撮像部９３と、通信部９４と、を更に備える。飛行制御部９、計測器９１、センサ９２、撮像部９３及び通信部９４は、サブフレーム８１２の適宜位置に設けられる。

[0026] 計測器９１は、機体８１の重力軸に対する傾斜角度を計測するジャイロセンサと、機体８１から地上に向けて超音波を送ることで得られる反射波に基づいて地上からの高度を計測する高度計と、衛星群から得た受信信号に基づいて機体８１の位置を計測するＧＰＳ受信機と、を有する。つまり、計測器９１は、無人飛行体８の飛行時において、ジャイロセンサで飛行姿勢を計測し、高度計で地上からの高度を計測し、ＧＰＳ受信機で飛行位置を計測する。計測器９１の計測結果は、飛行制御部９に入力される。センサ９２は、機体８１の周囲の障害物等の有無を検出するセンサである。センサ９２は、無人飛行体８の離陸時において機体８１の周囲の障害物等の有無を検出し、無人飛行体８の飛行時において機体８１の飛行方向前方の障害物等の有無を検出する。センサ９２の検出結果は、飛行制御部９に入力される。撮像部９３は、機体８１の下方を撮像する撮像カメラである。撮像部９３は、無人飛行体８の着陸時において機体８１の下方を撮像して画像を取得する。撮像部９３により取得された画像は、飛行制御部９に入力される。通信部９４は、後記の管理拠点６に設置される管理システム７との間でデータ通信を行う。

[0027] 飛行制御部９は、通信部９４と管理システム７との間のデータ通信を監視し、計測器９１の計測結果、センサ９２の検出結果、及び撮像部９３の画像データに基づいて、無人飛行体８の離陸及び着陸を含む飛行の制御を行う。飛行制御部９の制御の詳細については後述する。

[0028] 図１に示すように、対象地域内の管理拠点６には、管理システム７が設置されている。管理拠点６は、無人飛行体８を含む移動体が待機し、移動する際の出発拠点でもある。無人飛行体８を含む移動体の待機場所を管理拠点６に集約することにより、無人飛行体８等の維持管理のコスト低減が可能である。管理拠点６には、第１送電線２５から分岐した管理拠点送電線６１が接続されている。管理拠点６に待機した状態での無人飛行体８の電力供給機能を利用する場合には、無人飛行体８の発電機８３で発電された電力が管理拠点送電線６１を通じて送配電系統３へ伝送される。対象地域内における管理拠点６の数は、特に限定されるものではなく、１つの拠点であってもよいし、２以上の複数の拠点であってもよい。また、対象地域内における管理拠点６の配置場所は、無人飛行体８の電力供給機能を利用するときの電力供給の適性を示す電力供給適性や、対象地域の災害発生時にその災害の回避の適性を示す災害回避適性などを考慮して選定されるのが望ましい。例えば、前記電力供給適性は、対象地域内に設置された第１発電設備２１からの離間距離、第１発電設備２１に繋がる第１送電線２５の送電容量などによって決まる。

[0029] 管理システム７は、送電系統２、送配電系統３及び無人飛行体８を管理するシステムである。管理システム７は、図５のブロック図に示すように、演算処理部７１と、情報入出力部７２と、管理側通信部７３と、データベース７４とを含む。

[0030] なお、管理システム７は、対象地域内に設置される必要はなく、その機能の全て、もしくはその一部が対象地域外にあってもよい。例えば、対象地域外の中央省庁や県庁、クラウドサーバなどからの指令信号を管理拠点６に向けて送信されてもよい。

[0031] 情報入出力部７２は、対象地域における災害発生の指標となる災害指標情報の入力や、特定需要家４Ａから送信される各種情報の入力を受け付ける。前記災害指標情報は、降水量、河川水位、潮位、風速、地震の震度などの情報や、気象警戒情報、道路網の遮断状況を示す情報などを含む。また、情報

入出力部７２は、管理拠点６や特定需要家４Ａにおいて無人飛行体８の電力供給機能が利用されるときに、当該無人飛行体８の取り扱いに関する指示内容を示す指示情報を出力する。この指示情報の詳細については後述する。

[0032] 管理側通信部７３は、無人飛行体８の通信部９４との間でデータ通信を行う。

[0033] データベース７４は、送電系統２の供給電力量を予測するための指標となる供給電力指標データと、送配電系統３の需要電力量を予測するための指標となる需要電力指標データとを記憶する記憶部である。前記供給電力指標データは、送電系統２の供給電力量に関する季節、時間帯及び気象変化ごとの過去のデータや、電力取引市場で開示される外部電力系統５の電力需給計画及び契約済みの購入電力量を示すデータ、第１発電設備２１及び第２発電設備２２のメンテナンス計画、整備状況、事故情報、故障発生確率などに基づく発電量を示すデータ、を含む。前記需要電力指標データは、送配電系統３の需要電力量に関する季節、曜日、時間帯、催事、宿泊施設や飲食店の予約状況、携帯端末位置情報、気象変化ごとの過去のデータなどを含む。

[0034] なお、データベース７４は、必ずしも管理拠点６の記憶部に記憶する必要はなく、クラウドサーバにあってもよい。

[0035] 演算処理部７１は、送電系統２、送配電系統３及び無人飛行体８を管理するための各種の演算処理を行う。演算処理部７１は、機能構成として、エネルギー需給監視部７１１と、電力調整処理部７１２と、余剰電力対応処理部７１３と、災害判定部７１４と、災害対応処理部７１５とを有する。演算処理部７１の演算処理について、図６～図１０を参照して説明する。図６は演算処理部７１による電力調整処理及び余剰電力対応処理を説明するためのフローチャートであり、図７～図１０は演算処理部７１による災害対応処理を説明するためのフローチャートである。

[0036] まず、図６のフローチャートを用いて電力調整処理及び余剰電力対応処理について説明する。図６に示す処理がスタートすると、エネルギー需給監視部７１１は、データベース７４に記憶される前記供給電力指標データに基づ

いて送電系統２の供給電力量Ｑｓを予測すると共に（ステップＳ１）、データベース７４に記憶される前記需要電力指標データに基づいて送配電系統３の需要電力量Ｑｄを予測する（ステップＳ２）。なお、エネルギー需給監視部７１１は、予測した送配電系統３の需要電力量に基づいて、各需要家４などに電力価格を通知するための通知データを出力するように構成されていてもよい。各需要家４においては、通知データで示される電力価格を確認することによって、電力需要の抑制を図るなどの対策を講じることができる。

[0037] 次いで、エネルギー需給監視部７１１は、前記ステップＳ１，Ｓ２の予測結果に基づいて、送電系統２の供給電力量Ｑｓが送配電系統３の需要電力量Ｑｄを下回るか否かを判定する（ステップＳ３）。

[0038] 前記ステップＳ３でＹＥＳと判定されて供給電力量Ｑｓが需要電力量Ｑｄを下回ることが確認された場合、電力調整処理部７１２は、無人飛行体８の電力供給機能を利用して、無人飛行体８の発電機８３から送配電系統３へ電力を供給させる電力調整処理を行う（ステップＳ４）。具体的に、電力調整処理部７１２は、図１１に示すように、無人飛行体８が管理拠点６に待機した状態において、電力調整指示情報ＡＳ１を情報入出力部７２から出力させる。電力調整指示情報ＡＳ１は、管理拠点６において無人飛行体８の電力供給機能の利用が可能であることを示す指示情報である。管理拠点６の作業員は、電力調整指示情報ＡＳ１を認識することによって、管理拠点６において無人飛行体８の電力供給機能の利用が可能であることを把握することができる。この場合、作業員によって、無人飛行体８の発電機８３と管理拠点送電線６１との間に所定の電力ケーブル８３Ａが接続され、その後、無人飛行体８のエンジン８２の駆動を開始させる作業が行われる。これにより、エンジン８２の駆動力を動力源として発電機８３が発電を行い、その発電により生じた電力が無人飛行体８から送配電系統３へ供給される。なお、無人飛行体８は、電力ケーブル８３Ａの接続を検知し、エンジン８２を自動で駆動させるように構成されていてもよい。

[0039] このように、再生可能エネルギーを用いた第１発電設備２１の出力変動な

どに伴って送電系統２の供給電力量が送配電系統３の需要電力量を下回り、送配電系統３への電力供給不足が生じた場合には、無人飛行体８の電力供給機能を利用して、当該無人飛行体８から送配電系統３へ電力を供給することができる。無人飛行体８の電力供給機能を利用して、当該無人飛行体８を調整電源として活用することにより、送配電系統３への電力供給の安定化を図ることが可能となる。一方、送電系統２から送配電系統３への電力供給不足が生じていない場合には、無人飛行体８の輸送機能を利用して、無人飛行体８に人や貨物を輸送させることができる。つまり、無人飛行体８は、送配電系統３への電力供給不足が生じた場合の電力供給に特化した設備ではなく、通常時は人や貨物を輸送する設備として有効活用される。これにより、調整電源としての活用が可能な無人飛行体８の利用効率の向上を図ることが可能となる。

[0040] なお、電力調整処理部７１２は、送配電系統３への電力供給不足が生じたとき、外部電力系統５から電力不足分を調達する場合のエネルギーコストと、無人飛行体８の電力供給機能を利用する場合のエネルギーコストとを算出すると共に、無人飛行体８の輸送機能を利用する場合の輸送コストと、他の輸送手段による輸送コストとを算出するように構成されていてもよい。この場合、電力調整処理部７１２は、算出したエネルギーコストと輸送コストの総額が最も小さくなるように、無人飛行体８の輸送機能及び電力供給機能の利用態様を決定する。

[0041] 一方、前記ステップＳ３でＮＯと判定された場合、エネルギー需給監視部７１１は、送電系統２の供給電力量Ｑｓが送配電系統３の需要電力量Ｑｄを上回るか否かを判定する（ステップＳ５）。

[0042] 前記ステップＳ５でＹＥＳと判定されて供給電力量Ｑｓが需要電力量Ｑｄを上回ることが確認された場合、余剰電力対応処理部７１３は、余剰電力を送電系統２から水素製造設備４Ｂへ伝送させる余剰電力対応処理を行う。これにより、余剰電力を利用して、水素製造設備４Ｂにおいて水素を製造することができる。水素製造設備４Ｂで製造された水素は、例えば、燃料電池発

電設備の燃料として活用することができる。

[0043] 次に、図７～図１０のフローチャートを用いて災害対応処理について説明する。図７に示す処理がスタートすると、災害判定部７１４は、情報入出力部７２に入力される前記災害指標情報に基づいて、対象地域内で災害が発生したか否かを判定する（ステップＳ１１）。

[0044] 前記ステップＳ１１でＹＥＳと判定されて対象地域内での災害発生が確認された場合、災害判定部７１４は、送配電系統３が停電しているか否かを判定する（ステップＳ１２）。

[0045] 前記ステップＳ１２でＹＥＳと判定されて送配電系統３の停電が確認された場合、災害判定部７１４は、特定需要家４Ａに電力を供給する必要があるか否かを判定する（ステップＳ１３）。具体的に、災害判定部７１４は、送配電系統３の停電が所定時間を超えて継続したとき、又は、送配電系統３の停電復旧予想時間が所定時間を超えたときに、特定需要家４Ａに対し災害対応のための電力供給が必要であると判断する。なお、災害判定部７１４は、管理側通信部７３を介して中央省庁や県庁などの外部からの指令信号を受けて災害が発生したと判断してもよい。

[0046] 前記ステップＳ１３でＹＥＳと判定された場合、つまり、対象地域内での災害発生と、送配電系統３の停電と、特定需要家４Ａへの電力供給の必要性とがいずれも確認された場合、災害対応処理部７１５は、災害対応処理を行う（ステップＳ１４）。すなわち、災害対応処理部７１５は、災害対応処理として、特定需要家４Ａへ無人飛行体８を飛行させると共に、当該無人飛行体８の発電機８３から特定需要家４Ａの構内に設置された構内系統４Ａ１へ電力を供給させる（図１２～図１４参照）。これにより、送配電系統３に停電が生じた場合に、無人飛行体８から特定需要家４Ａの構内系統４Ａ１へ電力を供給することができる。また、対象地域の災害発生時には、特定需要家４Ａの周辺において例えば道路網が遮断されて孤立状態となる可能性がある。このような場合であっても、移動経路を空路とする無人飛行体８であれば、特定需要家４Ａへ移動することができ、当該特定需要家４Ａの構内系統４

Ａ１へ電力を供給することができる。さらに、無人飛行体８の収納部８１２２に生活物資等の貨物を収納し、その状態で無人飛行体８が特定需要家４Ａへ移動することにより、生活物資や医薬品その他種々の物資を輸送することも可能である。

[0047] 災害対応処理部７１５による災害対応処理と、その災害対応処理に応じた飛行制御部９による無人飛行体８の制御について、以下に具体的に説明する。

[0048] 図８及び図９は、前記ステップＳ１４の災害対応処理の詳細を示すサブルーチンである。本図に示す処理がスタートすると、災害対応処理部７１５は、特定需要家４Ａへの災害対応の電力供給が必要である旨を通知するための災害通知信号を管理側通信部７３から無人飛行体８へ送信させる（ステップＳ２１）。管理拠点６に複数の無人飛行体８が待機している場合には、全ての無人飛行体８に対して前記災害通知信号が送信される。

[0049] 送信された災害通知信号は、無人飛行体８の通信部９４によって受信される。当該受信に応じて、無人飛行体８の飛行制御部９は、図１２に示すように、離陸前におけるセンサ９２による機体８１の周囲の検出結果を示す離陸前検出データＢＳ１と、燃料タンク８４の燃料残量を示す残燃料データＢＳ２とを、通信部９４から管理システム７へ送信させる（ステップＳ２２）。

[0050] 送信された離陸前検出データＢＳ１及び残燃料データＢＳ２は、管理側通信部７３によって受信される。当該受信に応じて、災害対応処理部７１５は、特定需要家４Ａへ飛行させる無人飛行体８を選定する（ステップＳ２３）。この際、災害対応処理部７１５は、離陸前検出データＢＳ１に基づいて、機体８１の周囲に障害物等が無いものを、離陸に支障が無い無人飛行体８であると判断する。なお、離陸に支障が無い無人飛行体８であることの判断は、管理システム７の管理者が離陸前検出データＢＳ１を参照して行ってもよい。

[0051] さらに、災害対応処理部７１５は、残燃料データＢＳ２で示される燃料残量が飛行用の燃料と災害対応発電用の燃料の合計を下回らず、且つ、管理拠

点６を離陸してから特定需要家４Ａへ到着するまでの所要時間が所定時間を超えないものを、特定需要家４Ａへ飛行させる無人飛行体８として選定する。なお、前記飛行用の燃料とは、管理拠点６と特定需要家４Ａとの間を往復飛行するために必要な燃料であり、災害対応発電用の燃料とは、特定需要家４Ａへの電力供給時の発電に必要な燃料である。なお、特定需要家４Ａにおける燃料備蓄量が十分に確保されている場合には、燃料残量が管理拠点６から特定需要家４Ａへの往路分に必要な燃料を有する無人飛行体８が選定されてもよい。

[0052] ここで、無人飛行体８の発電機８３から特定需要家４Ａの構内系統４Ａ１へ電力を供給する際に、インバータが必要とされる場合がある。例えば、発電機８３による発電電力の電圧と、構内系統４Ａ１で使用可能な電圧とが異なる場合があり、このような場合には特定需要家４Ａにおいてインバータが用意される必要がある。ただし、全ての特定需要家４Ａに当該インバータが用意されるとは限らない。そこで、特定需要家４Ａにおける当該インバータの有無を示す情報をデータベース７４に予め登録しておくことが望ましい。これにより、管理拠点６の作業員は、データベース７４に登録された当該情報に基づき、特定需要家４Ａに前記インバータが存在するか否かを無人飛行体８の飛行前に確認することができる。確認の結果、特定需要家４Ａに前記インバータが存在しないことが判明した場合、前記作業員は、無人飛行体８に前記インバータを搭載する。これにより、無人飛行体８が特定需要家４Ａに到着した後の電力供給を円滑に進めることができる。

[0053] 前記ステップＳ２３において特定需要家４Ａへ飛行させる無人飛行体８の選定が完了すると、災害対応処理部７１５は、管理拠点６から特定需要家４Ａまでの飛行経路を示す飛行経路データＡＳ２（図１２）及び離陸許可信号を、管理側通信部７３から選定された無人飛行体８へ送信させる（ステップＳ２４）。なお、選定された無人飛行体８が電力調整処理部７１２による電力調整処理に利用されている場合には、災害対応処理部７１５は、当該無人飛行体８の電力調整処理に対応した利用を停止させ、飛行経路データＡＳ２

及び離陸許可信号の送信によって特定需要家４Ａへの飛行を優先させる。

[0054] 送信された飛行経路データＡＳ２及び離陸許可信号は、無人飛行体８の通信部９４によって受信される。当該受信に応じて、無人飛行体８の飛行制御部９は、図１２に示すように、エンジン８２を始動させて管理拠点６から機体８１を離陸させる離陸制御を行う（ステップＳ２５）。具体的に、飛行制御部９は、始動されたエンジン８２の駆動力を動力源として発電機８３に発電を行わせ、その発電された電力によりモーター８８を回転させる。すると、当該モーター８８によりプロペラ８９が回転駆動され、無人飛行体８が離陸する。離陸後においては、飛行制御部９は、計測器９１の計測結果及びセンサ９２の検出結果を監視しつつ、飛行経路データＡＳ２で示される飛行経路に沿って特定需要家４Ａへ機体８１を飛行させる飛行制御を行う（ステップＳ２６）。

[0055] 次いで、飛行制御部９は、無人飛行体８が特定需要家４Ａの上空に到着したか否かを判定し（ステップＳ２７）、到着が確認された時点で、無人飛行体８の着陸制御を行う（ステップＳ２８）。

[0056] 図１０は、前記ステップＳ２８の着陸制御の詳細を示すサブルーチンである。本図に示す制御がスタートすると、飛行制御部９は、図１３に示すように、特定需要家４Ａの構内又はその付近に設定された所定の着陸予定場所４Ａ２の周辺を撮像部９３に撮像させると共に（ステップＳ４１）、当該撮像による周辺画像の画像データＢＳ３を通信部９４から管理システム７へ送信させる（ステップＳ４２）。さらに、飛行制御部９は、前記周辺画像データＢＳ３に基づき着陸予定場所４Ａ２への着陸に支障が有るか否か判定する（ステップＳ４３）。なお、着陸の支障の有無の判定は、飛行制御部９ではなく管理システム７が行ってもよい。

[0057] 前記ステップＳ４３でＮＯと判定されて着陸予定場所４Ａ２への着陸に支障が無いことが確認された場合、飛行制御部９は、着陸の許可を要請する着陸許可要請信号ＢＳ４を通信部９４から管理システム７へ送信させる（ステップＳ４４）。

[0058] 無人飛行体８から送信された周辺画像データＢＳ３及び着陸許可要請信号ＢＳ４は、管理側通信部７３によって受信される。当該受信に応じて、管理システム７の管理者は、着陸許可要請信号ＢＳ４に応答する着陸許可信号ＡＳ３を送信すべき旨の指示を入力する。この指示を受けて、災害対応処理部７１５は、着陸許可信号ＡＳ３を管理側通信部７３から無人飛行体８へ送信させる。無人飛行体８の飛行制御部９は、送信された着陸許可信号ＡＳ３が通信部９４によって受信されたか否かを判定し（ステップＳ４５）、受信が確認された時点で、着陸予定場所４Ａ２に機体８１を着陸させ（ステップＳ４６）、その後エンジン８２を停止させる（ステップＳ４７）。

[0059] 以上説明した通り、飛行制御部９は、災害対応処理部７１５による災害対応処理の一環として、無人飛行体８を離陸させる離陸制御（Ｓ２５）、飛行経路データＡＳ２で示される飛行経路に沿って無人飛行体８を飛行させる飛行制御（Ｓ２６）、及び無人飛行体８を着陸させる着陸制御（Ｓ２８）を実行する。無人飛行体８は、飛行制御部９の制御によって、離陸及び着陸を含む飛行を自動で行うことができる。

[0060] ここで、対象地域で発生した災害によっては、特定需要家４Ａの着陸予定場所４Ａ２に浸水や障害物ＯＢの落下などの被害が生じることがある（図１５参照）。このような被害が生じているとき、飛行制御部９は、周辺画像データＢＳ３に基づき着陸予定場所４Ａ２への着陸に支障が有ると判定する（前記ステップＳ４３でＹＥＳ）。すると、飛行制御部９は、着陸予定場所４Ａ２からの距離が所定の許容範囲内にあり且つ着陸に支障が無い着陸候補場所４ＡＳを探索し（ステップＳ４８）、その探索によって着陸候補場所４ＡＳが発見されたか否かを判定する（ステップＳ４９）。

[0061] 前記ステップＳ４９でＹＥＳと判定されて着陸候補場所４ＡＳが発見されたことが確認された場合、飛行制御部９は、前記ステップＳ４４，Ｓ４５と同様に管理システム７との間で着陸許可要請信号及び着陸許可信号を送受信した後、当該着陸候補場所４ＡＳに機体８１を着陸させ（ステップＳ５０）、その後エンジン８２を停止させる（ステップＳ５１）。

[0062] 一方、前記ステップＳ４９でＮＯと判定されて着陸候補場所４ＡＳが発見されなかったことが確認された場合、飛行制御部９は、管理拠点６に戻る方向に機体８１を飛行させる（ステップＳ５３）。当該飛行に伴い機体８１が管理拠点６の上空に到着すると、飛行制御部９は、機体８１を管理拠点６に着陸させ（ステップＳ５４）、その後エンジン８２を停止させる（ステップＳ５５）。

[0063] 以上のような着陸制御によって無人飛行体８が着陸予定場所４Ａ２又は着陸候補場所４ＡＳに着陸した後の処理を、図９に戻って説明する。着陸予定場所４Ａ２又は着陸候補場所４ＡＳへの着陸後、災害対応処理部７１５は、災害対応指示情報ＡＳ４（図１４）を情報入出力部７２から出力させる（ステップＳ２９）。災害対応指示情報ＡＳ４は、特定需要家４Ａにおいて無人飛行体８の電力供給機能の利用が可能であることを示す指示情報である。災害対応指示情報ＡＳ４は、情報入出力部７２から特定需要家４Ａへ伝送される。特定需要家４Ａの作業員は、災害対応指示情報ＡＳ４を認識することによって、特定需要家４Ａにおいて無人飛行体８の電力供給機能の利用が可能であることを把握することができる。なお、対象地域の災害発生時において特定需要家４Ａに無人飛行体８が着陸した場合には、当該無人飛行体８の電力供給機能の利用が可能であることを事前にルール化しておいてもよい。この場合、情報入出力部７２からの災害対応指示情報ＡＳ４の出力は省略される。

[0064] 特定需要家４Ａの作業員は、着陸予定場所４Ａ２又は着陸候補場所４ＡＳに着陸した無人飛行体８の発電機８３と構内系統４Ａ１との間に所定の電力ケーブル８３Ａを接続し、その後、無人飛行体８のエンジン８２の駆動を開始させる作業を行う。これにより、エンジン８２の駆動力を動力源として発電機８３が発電を行い、その発電により生じた電力が無人飛行体８から構内系統４Ａ１へ供給される（ステップＳ３０）。なお、無人飛行体８は、電力ケーブル８３Ａの接続を検知し、エンジン８２を自動で駆動させるように構成されていてもよい。

[0065] ここで、特定需要家４Ａには、送配電系統３の停電中に構内系統４Ａ１に電力を供給することが可能な独自電源が存在する場合がある。このような独自電源としては、再生可能エネルギーを用いた発電設備や、災害対策用に用意された蓄電池を挙げることができる。このような独自電源が特定需要家４Ａに存在する場合、発電機８３から構内系統Ａ１への電力供給は、次のような手順で行われることが望ましい。

[0066] まず、災害対応処理部７１５は、データベース７４を参照して、構内系統４Ａ１に接続される前記独自電源（再生可能エネルギーを用いた発電設備又は蓄電池等）が特定需要家４Ａに存在するか否かを判定する。この判定によって前記独自電源の存在が確認された場合、災害対応処理部７１５は、前記独自電源と発電機８３とが同期して構内系統４Ａ１へ電力を供給し得るようにするための基準電圧及び基準周波数を、管理側通信部７３から特定需要家４Ａへ送信させる。これを受けて、特定需要家４Ａの前記独自電源は、自身が供給する交流電力の電圧及び周波数を、前記基準電圧及び前記基準周波数に一致する値に調整する。このように前記独自電源に電圧及び周波数を調整させる処理は、特定需要家４Ａに備わる制御システムが行ってもよいし、管理システム７（災害対応処理部７１５）が行なってもよい。

[0067] 無人飛行体８から構内系統４Ａ１への電力供給中において、飛行制御部９は、燃料タンク８４の燃料残量を監視する。具体的に、飛行制御部９は、燃料タンク８４の燃料残量が所定の警告値を下回ったか否かを判定し（ステップＳ３１）、下回ったことが確認された時点で、燃料残量が少ない旨を示す残燃料警告情報を通信部９４から管理システム７へ送信させる（ステップＳ３２）。

[0068] 管理側通信部７３が前記残燃料警告情報を受信すると、災害対応処理部７１５は、特定需要家４Ａに保管される燃料の保管量を示す燃料保管量情報を、情報入出力部７２を介して取得する（ステップＳ３３）。災害対応処理部７１５は、前記燃料保管量情報が示す燃料の保管量が所定の警告値を下回ったか否かを判定し（ステップＳ３４）、下回ったことが確認された時点で、

管理拠点６に待機している他の無人飛行体８の輸送機能を利用して、当該他の無人飛行体８に燃料を特定需要家４Ａへ輸送させる（ステップＳ３５）。これにより、特定需要家４Ａに対する燃料補給が可能となる。なお、燃料保管量情報は、管理側通信部７３を介して外部に送信されてもよく、外部装置が各地域の燃料保管量情報を集中的に管理してもよい。

[0069] また、無人飛行体８は、前記残燃料警告情報を特定需要家４Ａの作業員に知らせるための表示灯などの報知機構を備えていてもよい。この場合、特定需要家４Ａの作業員は、構内系統４Ａ１への電力供給中の無人飛行体８における燃料残量が少なくなったことを把握することができ、これに応じて特定需要家４Ａに保管される燃料を無人飛行体８に補充することができる。

[0070] 管理システム７においては、災害判定部７１４は、送配電系統３の停電が復旧されたか否かを判定する（ステップＳ３６）。ここでＹＥＳと判定されて停電の復旧が確認された場合、つまり特定需要家４Ａに対する災害対応のための電力供給が不要になったことが確認された場合、災害対応処理部７１５は、災害対応のための電力供給の終了を指令する終了指令信号を管理側通信部７３から無人飛行体８へ送信させる（ステップＳ３７）。無人飛行体８の飛行制御部９は、送信された終了指令信号が通信部９４によって受信されたか否かを判定し（ステップＳ３８）、受信が確認された時点で、エンジン８２を停止させて災害対応のための電力供給を終了させる（ステップＳ３９）。このように、無人飛行体８は、飛行制御部９の制御によって、災害対応の電力供給の終了を自動で行うことができる。

[0071] 無人飛行体８のエンジン８２の停止後に、発電機８３と構内系統４Ａ１との間の電力ケーブル８３Ａの接続の切り離し作業が、特定需要家４Ａの作業員によって行われる。この切り離し作業の終了後において、飛行制御部９は、特定需要家４Ａから管理拠点６までの飛行に必要な燃料の量を算出し、その算出値の情報を前記報知機構などによって特定需要家４Ａの作業員に知らせるように構成されていてもよい。この場合、特定需要家４Ａの作業員は、無人飛行体８が管理拠点６へ戻るのに必要な燃料を当該無人飛行体８に補充

することができる。その後、飛行制御部９は、無人飛行体８の特定需要家４Ａからの離陸時の離陸制御、特定需要家４Ａから管理拠点６までの飛行時の飛行制御、及び管理拠点６への着陸時の着陸制御を実行する。これにより、無人飛行体８は、特定需要家４Ａから管理拠点６へ自動で戻る。

[0072] ［まとめ］

上述した具体的実施形態には以下の構成を有する発明が主に含まれている。

[0073] 本発明の一の局面に係るエネルギー供給システムは、対象地域内に設置され、再生可能エネルギーを用いて発電する第１発電設備と化石燃料を用いて発電する第２発電設備とを含む送電系統と、前記送電系統から電力が伝送され、前記対象地域内の需要家へ電力を供給する送配電系統と、貨物を輸送する輸送機能と外部に電力を供給する電力供給機能とを有する移動体と、前記送電系統、前記送配電系統及び前記移動体を管理する管理システムと、を備える。前記管理システムは、前記送電系統の供給電力量と前記送配電系統の需要電力量とを予測し、前記供給電力量が前記需要電力量を下回る場合、前記移動体の前記電力供給機能を利用して、前記移動体から前記送配電系統へ電力を供給させる電力調整処理を行う。

[0074] このエネルギー供給システムによれば、再生可能エネルギーを用いた第１発電設備の出力変動などに伴って送電系統の供給電力量が送配電系統の需要電力量を下回り、送配電系統への電力供給不足が生じた場合には、移動体の電力供給機能を利用して、当該移動体から送配電系統へ電力を供給することができる。このように、移動体の電力供給機能を利用して、当該移動体を調整電源として活用することにより、送配電系統への電力供給の安定化を図ることが可能となる。一方、送電系統から送配電系統への電力供給不足が生じていない場合には、移動体の輸送機能を利用して、移動体に貨物を輸送させることができる。つまり、移動体は、送配電系統への電力供給不足が生じた場合の電力供給に特化した設備ではなく、通常時は貨物を輸送する設備として有効活用される。これにより、調整電源としての活用が可能な移動体の利

用効率の向上を図ることが可能となる。

[0075] 上記のエネルギー供給システムは、前記対象地域内に設置され、水を電気分解して水素を製造する水素製造設備を更に備えていてもよい。この場合、前記管理システムは、前記送電系統の前記供給電力量が前記送配電系統の前記需要電力量を上回る場合、余剰電力を前記送電系統から前記水素製造設備へ伝送させる余剰電力対応処理を行うことが好ましい。

[0076] この態様では、余剰電力を利用して、水素製造設備において水素を製造することができる。水素製造設備で製造された水素は、例えば、燃料電池発電設備の燃料として活用することができる。

[0077] 上記のエネルギー供給システムにおいて、前記移動体は、機体と、前記機体に搭載されるエンジンと、前記機体に搭載され、前記電力供給機能を実現するための発電機と、前記輸送機能の実現のために貨物を収納可能な収納部と、を有した無人飛行体であってもよい。

[0078] この態様では、無人飛行体は、空路を移動経路とする移動体である。このような無人飛行体は、陸路を移動経路とする移動体のように交通渋滞や道路網の遮断等による通行止めの影響を受けず、また、海路を移動経路とする移動体のように臨海部での移動に制約されない。

[0079] 上記のエネルギー供給システムにおいて、前記管理システムは、前記対象地域の災害発生時において前記送配電系統に停電が生じた場合に、前記無人飛行体から前記特定の需要家に電力を供給する災害対応処理を行うものであってもよい。前記災害対応処理は、好ましくは、前記対象地域の防災拠点に指定された特定の需要家へ前記無人飛行体を所定の飛行経路に沿って飛行させ、前記無人飛行体の前記発電機から前記特定の需要家の構内に設置された構内系統へ電力を供給させる処理である。

[0080] この態様では、対象地域の災害発生時において送配電系統に停電が生じた場合には、無人飛行体の発電機から防災拠点に指定された特定の需要家の構内系統へ電力を供給することができる。また、対象地域の災害発生時には、特定の需要家の周辺において例えば道路網が遮断されて孤立状態となる可能

性がある。このような場合であっても、移動経路を空路とする無人飛行体であれば、特定の需要家へ移動することができ、当該特定の需要家の構内系統へ電力を供給することができる。さらに、無人飛行体の収納部に生活物資等の貨物を収納し、その状態で無人飛行体が特定の需要家へ移動することにより、生活物資等を輸送することも可能である。

[0081] 前記送配電系統の停電中に前記構内系統に交流電力を供給可能な独自電源が前記特定の需要家に存在する場合がある。この場合、前記管理システムは、前記災害対応処理時に、前記独自電源と前記発電機とが同期して前記構内系統へ交流電力を供給するための基準電圧及び基準周波数を前記特定の需要家に送信することが好ましい。

[0082] この態様では、特定の需要家に備わる独自電源に対し、無人飛行体の発電機と同期して構内系統へ電力を供給させることができる。

[0083] 上記のエネルギー供給システムにおいて、前記無人飛行体は、撮像部と、前記管理システムとの間でデータ通信を行う通信部と、離陸及び着陸を含む飛行の制御を行う飛行制御部と、を更に有していてもよい。この場合、前記飛行制御部は、前記災害対応処理の開始に伴い前記管理システムから送信された前記飛行経路及び離陸許可信号が前記通信部により受信されるのに応じて、前記エンジンを始動させて出発拠点から前記機体を離陸させる離陸制御を行い、離陸後においては、前記飛行経路に沿って前記特定の需要家へ前記機体を飛行させる飛行制御を行い、前記飛行制御により前記機体が前記特定の需要家の上空に到着すると、前記機体を前記特定の需要家に着陸させる着陸制御を行うことが好ましい。前記着陸制御は、詳しくは、所定の着陸予定場所周辺を前記撮像部に撮像させて当該撮像による周辺画像を前記通信部を介して前記管理システムへ送信させると共に、前記管理システムからの着陸許可信号を受信すると前記機体を前記特定の需要家に着陸させて前記エンジンを停止させる制御である。

[0084] また、前記飛行制御部は、前記災害対応処理の開始に伴い前記管理システムから送信された前記飛行経路が前記通信部により受信されるのに応じて、

前記エンジンを始動させて出発拠点から前記機体を離陸させる離陸制御を行い、離陸後においては、前記飛行経路に沿って前記特定の需要家へ前記機体を飛行させる飛行制御を行い、前記飛行制御により前記機体が前記特定の需要家の上空に到着すると、前記機体を前記特定の需要家に着陸させる着陸制御を行うものであってもよい。前記着陸制御は、詳しくは、所定の着陸予定場所周辺を前記撮像部に撮像させて当該撮像による周辺画像を前記通信部を介して前記管理システムへ送信させると共に、前記周辺画像に基づき前記着陸予定場所への着陸の支障の有無を判定し、支障が無い場合には前記機体を前記特定の需要家に着陸させて前記エンジンを停止させる制御である。

[0085] この態様では、無人飛行体は飛行制御部を有し、この飛行制御部は、無人飛行体の離陸時の離陸制御、所定の飛行経路に沿った飛行時の飛行制御、及び着陸時の着陸制御を実行する。無人飛行体は、飛行制御部の制御によって、離陸及び着陸を含む飛行を自動で行うことができる。

[0086] 上記のエネルギー供給システムにおいて、前記飛行制御部は、前記着陸制御において前記着陸予定場所への着陸に支障が有ることが確認された場合には、前記周辺画像に基づいて、前記着陸予定場所からの距離が所定の許容範囲内で且つ着陸に支障が無い着陸候補場所を探索し、前記着陸候補場所が発見されたときには、当該着陸候補場所に前記機体を着陸させて前記エンジンを停止させ、前記着陸候補場所が発見されなかったときには、前記出発拠点に戻る方向に前記機体を飛行させると共に、前記機体を前記出発拠点に着陸させて前記エンジンを停止させるものであってもよい。

[0087] 対象地域の災害発生時においては、特定の需要家の着陸予定場所に浸水や障害物落下などの被害が生じる可能性がある。この場合、着陸予定場所への無人飛行体の着陸に支障が生じ得る。そこで、無人飛行体は、飛行制御部の制御によって、着陸に支障が無い着陸候補場所を自動で探索し、当該着陸候補場所が発見されたときにはその場所に自動で着陸する一方、着陸候補場所が発見されなかったときには出発拠点に戻って自動で着陸する。

請求の範囲

[請求項1] 対象地域内に設置され、再生可能エネルギーを用いて発電する第１発電設備と化石燃料を用いて発電する第２発電設備とを含む送電系統と、

前記送電系統から電力が伝送され、前記対象地域内の需要家へ電力を供給する送配電系統と、

貨物を輸送する輸送機能と外部に電力を供給する電力供給機能とを有する移動体と、

前記送電系統、前記送配電系統及び前記移動体を管理する管理システムと、を備え、

前記管理システムは、前記送電系統の供給電力量と前記送配電系統の需要電力量とを予測し、前記供給電力量が前記需要電力量を下回る場合、前記移動体の前記電力供給機能を利用して、前記移動体から前記送配電系統へ電力を供給させる電力調整処理を行う、エネルギー供給システム。

[請求項2] 前記対象地域内に設置され、水を電気分解して水素を製造する水素製造設備を更に備え、

前記管理システムは、前記送電系統の前記供給電力量が前記送配電系統の前記需要電力量を上回る場合、余剰電力を前記送電系統から前記水素製造設備へ伝送させる余剰電力対応処理を行う、請求項１に記載のエネルギー供給システム。

[請求項3] 前記移動体は、機体と、前記機体に搭載されるエンジンと、前記機体に搭載され、前記電力供給機能を実現するための発電機と、前記輸送機能の実現のために貨物を収納可能な収納部と、を有した無人飛行体である、請求項１又は２に記載のエネルギー供給システム。

[請求項4] 前記管理システムは、前記対象地域の災害発生時において前記送配電系統に停電が生じた場合に、前記無人飛行体から前記特定の需要家に電力を供給する災害対応処理を行い、

前記災害対応処理は、前記対象地域の防災拠点に指定された特定の需要家へ前記無人飛行体を所定の飛行経路に沿って飛行させ、前記無人飛行体の前記発電機から前記特定の需要家の構内に設置された構内系統へ電力を供給させる処理である、請求項３に記載のエネルギー供給システム。

[請求項5] 前記送配電系統の停電中に前記構内系統に交流電力を供給可能な独自電源が前記特定の需要家に存在する場合、前記管理システムは、前記災害対応処理時に、前記独自電源と前記発電機とが同期して前記構内系統へ交流電力を供給するための基準電圧及び基準周波数を前記特定の需要家に送信する、請求項４に記載のエネルギー供給システム。

[請求項6] 前記無人飛行体は、撮像部と、前記管理システムとの間でデータ通信を行う通信部と、離陸及び着陸を含む飛行の制御を行う飛行制御部と、を更に有し、

前記飛行制御部は、

前記災害対応処理の開始に伴い前記管理システムから送信された前記飛行経路及び離陸許可信号が前記通信部により受信されるのに応じて、前記エンジンを始動させて出発拠点から前記機体を離陸させる離陸制御を行い、

離陸後においては、前記飛行経路に沿って前記特定の需要家へ前記機体を飛行させる飛行制御を行い、

前記飛行制御により前記機体が前記特定の需要家の上空に到着すると、前記機体を前記特定の需要家に着陸させる着陸制御を行い、

前記着陸制御は、所定の着陸予定場所周辺を前記撮像部に撮像させて当該撮像による周辺画像を前記通信部を介して前記管理システムへ送信させると共に、前記管理システムからの着陸許可信号を受信すると前記機体を前記特定の需要家に着陸させて前記エンジンを停止させる制御である、請求項４又は５に記載のエネルギー供給システム。

[請求項7] 前記無人飛行体は、撮像部と、前記管理システムとの間でデータ通

信を行う通信部と、離陸及び着陸を含む飛行の制御を行う飛行制御部と、を更に有し、

前記飛行制御部は、

前記災害対応処理の開始に伴い前記管理システムから送信された前記飛行経路が前記通信部により受信されるのに応じて、前記エンジンを始動させて出発拠点から前記機体を離陸させる離陸制御を行い、

離陸後においては、前記飛行経路に沿って前記特定の需要家へ前記機体を飛行させる飛行制御を行い、

前記飛行制御により前記機体が前記特定の需要家の上空に到着すると、前記機体を前記特定の需要家に着陸させる着陸制御を行い、

前記着陸制御は、所定の着陸予定場所周辺を前記撮像部に撮像させて当該撮像による周辺画像を前記通信部を介して前記管理システムへ送信させると共に、前記周辺画像に基づき前記着陸予定場所への着陸の支障の有無を判定し、支障が無い場合には前記機体を前記特定の需要家に着陸させて前記エンジンを停止させる制御である、請求項４又は５に記載のエネルギー供給システム。

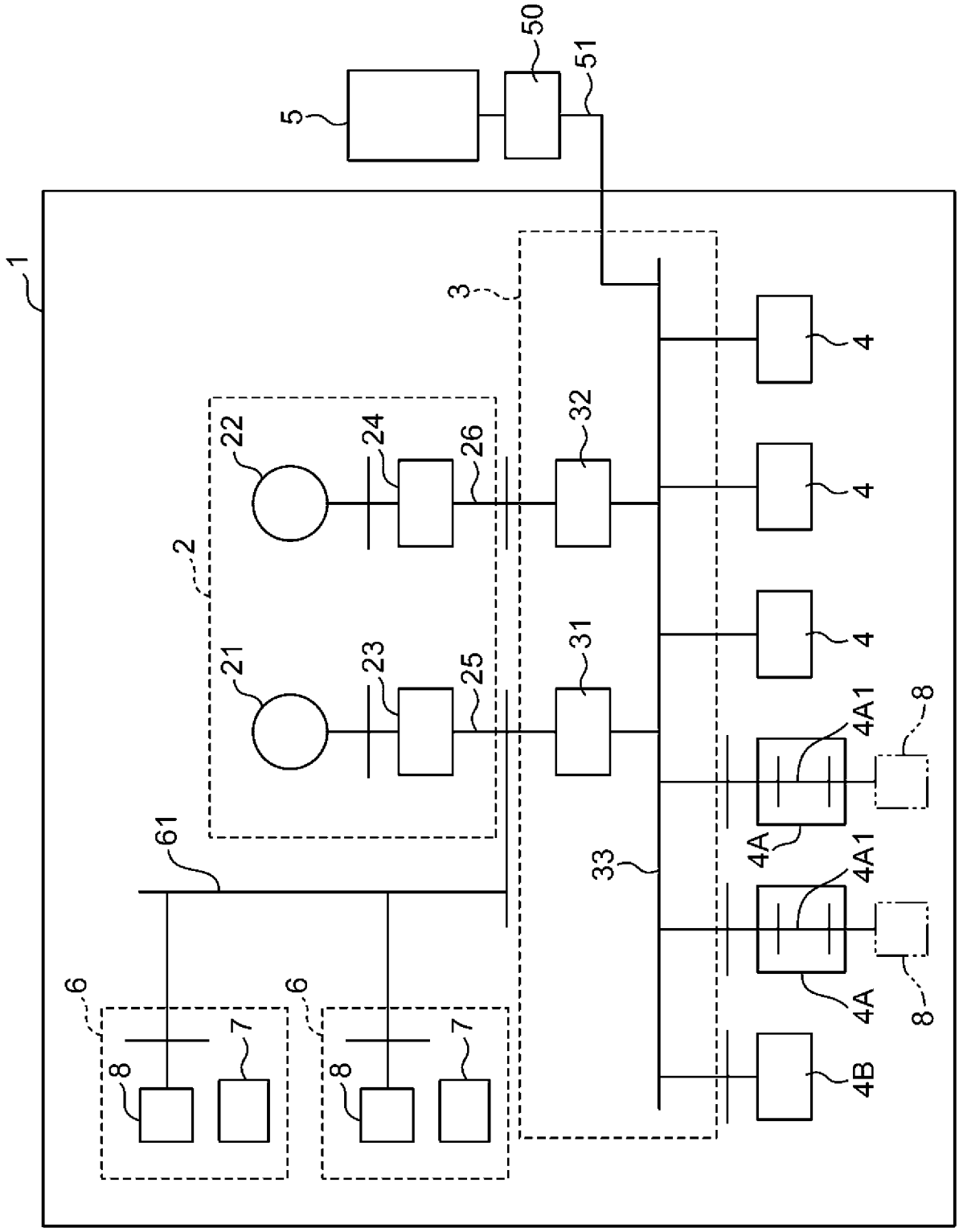
[請求項8] 前記飛行制御部は、前記着陸制御において前記着陸予定場所への着陸に支障が有ることが確認された場合には、

前記周辺画像に基づいて、前記着陸予定場所からの距離が所定の許容範囲内で且つ着陸に支障が無い着陸候補場所を探索し、

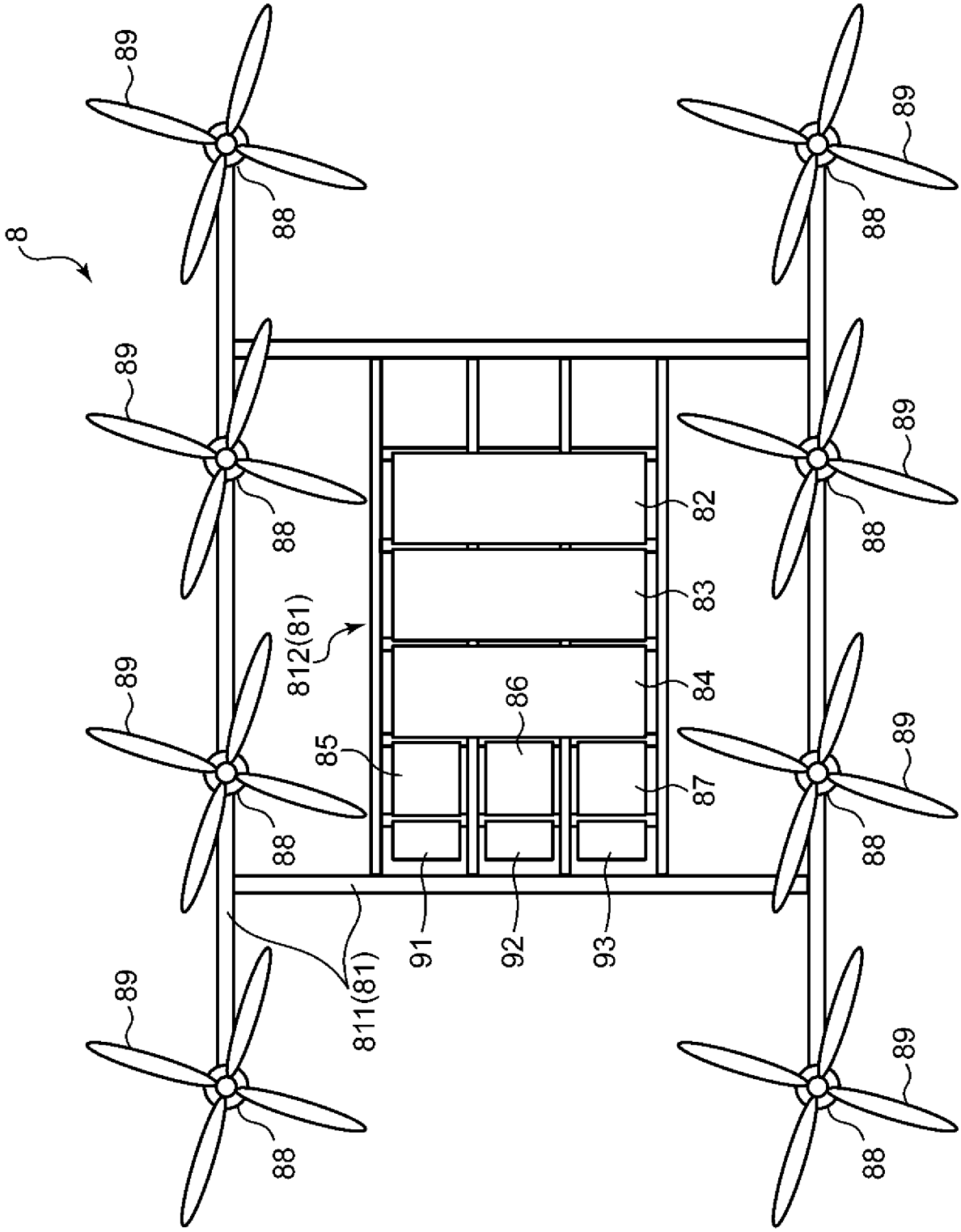
前記着陸候補場所が発見されたときには、当該着陸候補場所に前記機体を着陸させて前記エンジンを停止させ、

前記着陸候補場所が発見されなかったときには、前記出発拠点に戻る方向に前記機体を飛行させると共に、前記機体を前記出発拠点に着陸させて前記エンジンを停止させる、請求項７に記載のエネルギー供給システム。

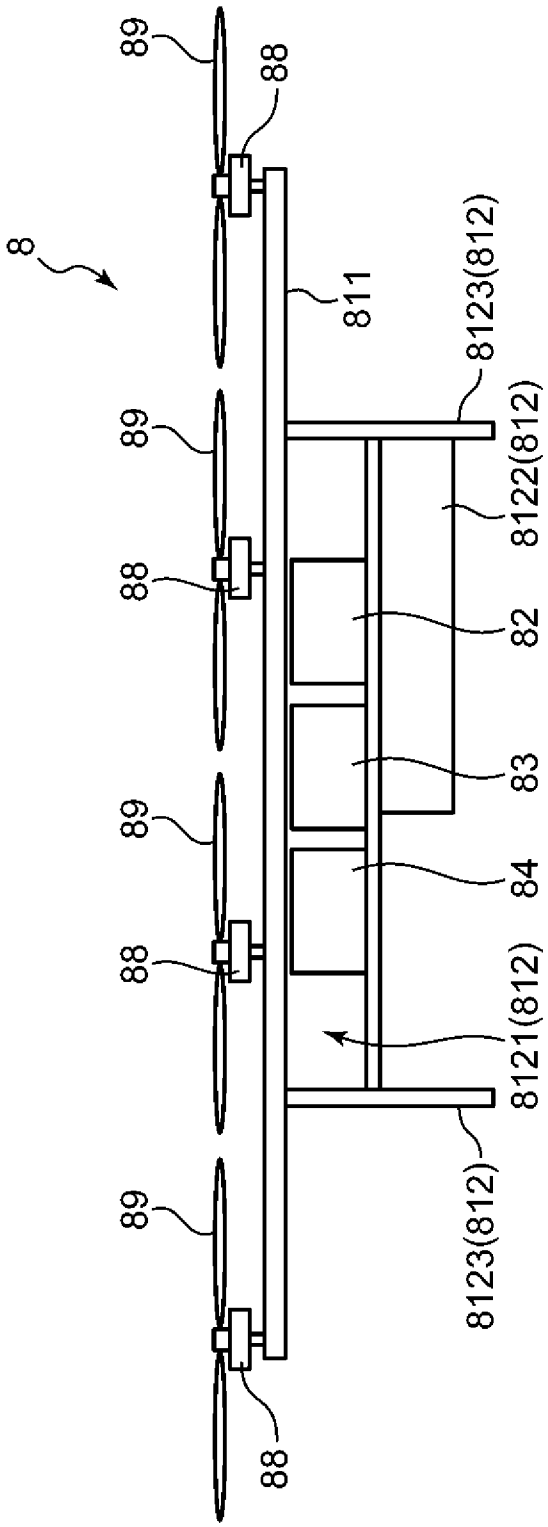
[図1]



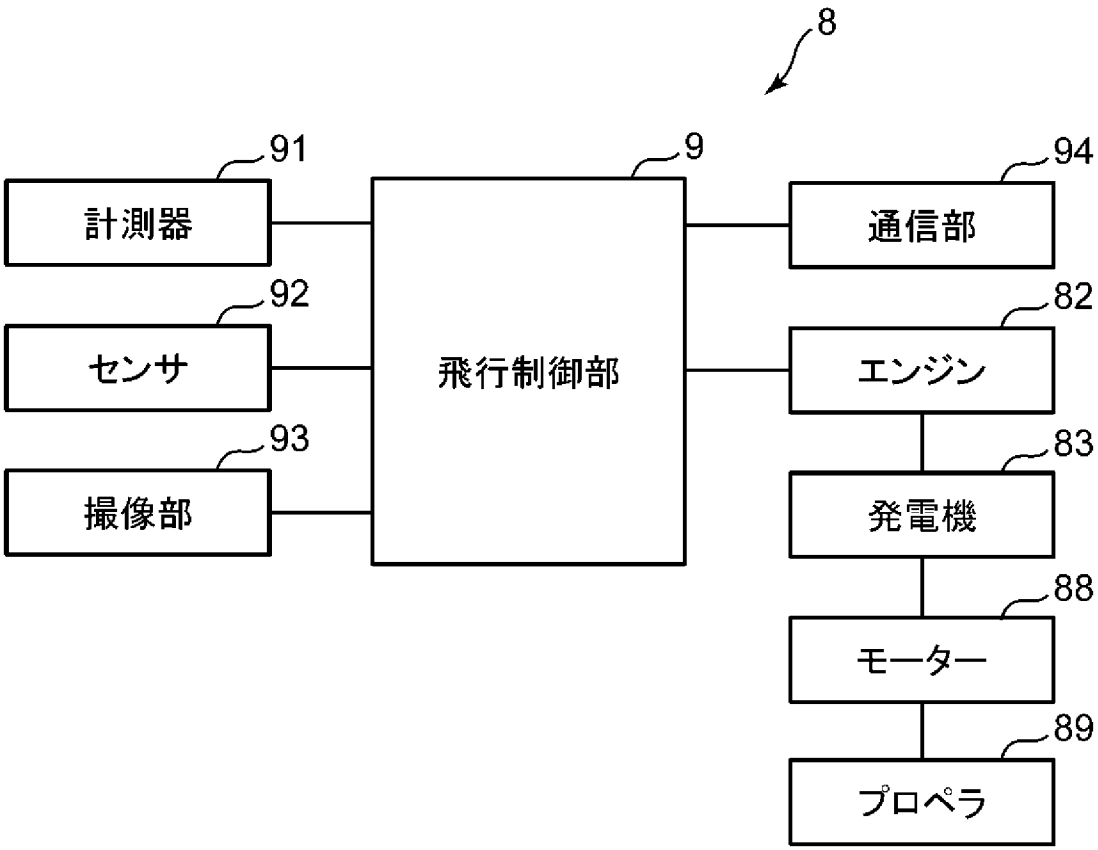
[図2]



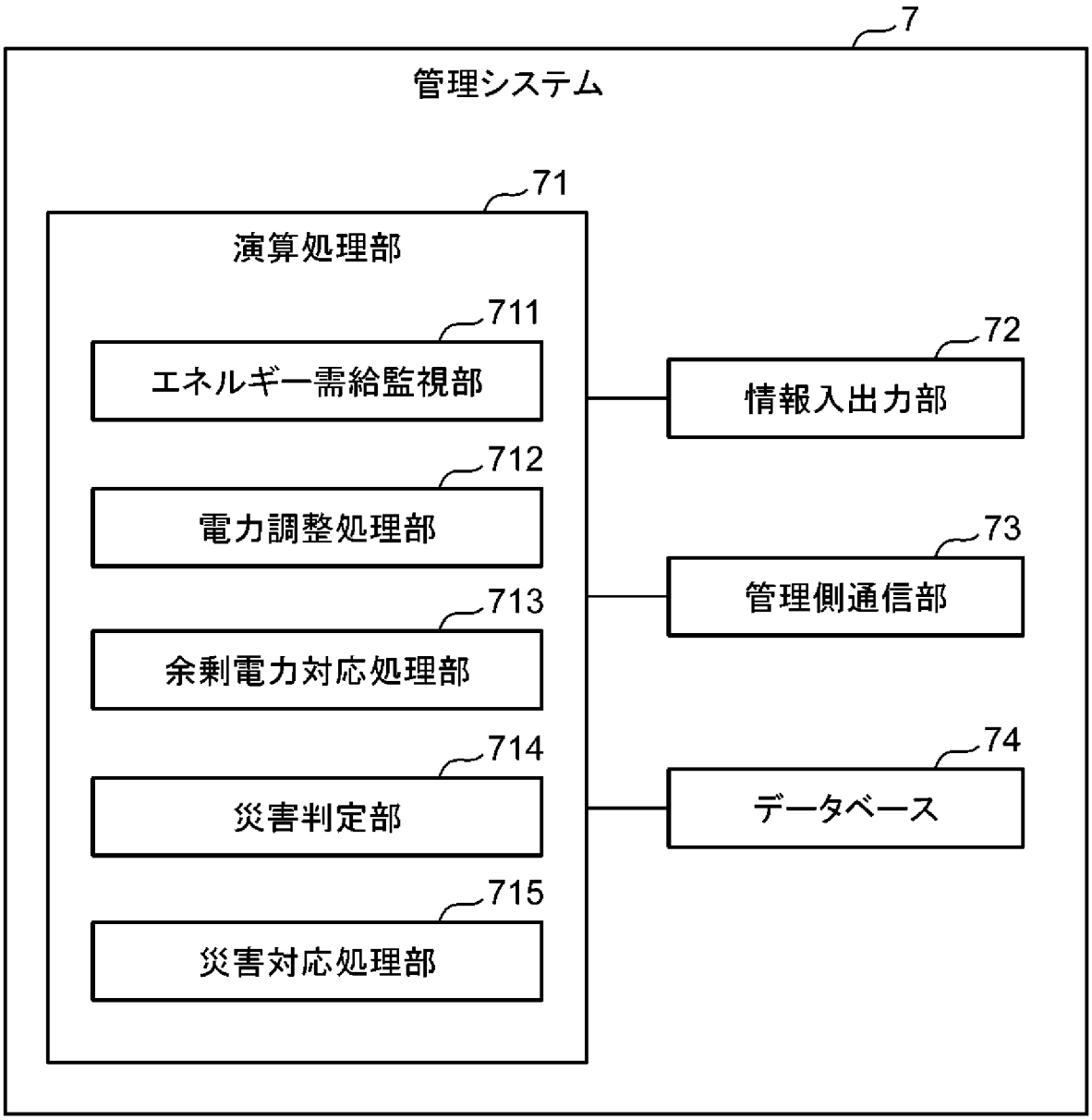
[図3]



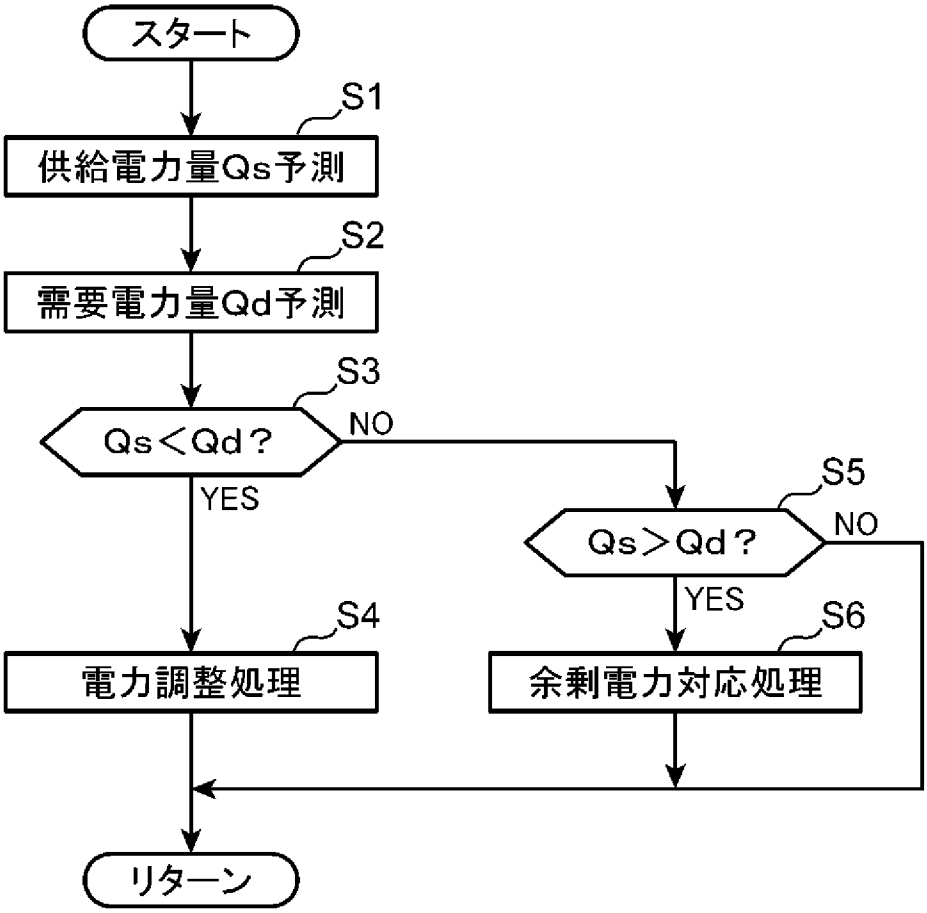
[図4]


8
91
計測器
92
センサ
93
撮像部
9
飛行制御部
94
通信部
82
エンジン
83
発電機
88
モーター
89
プロペラ

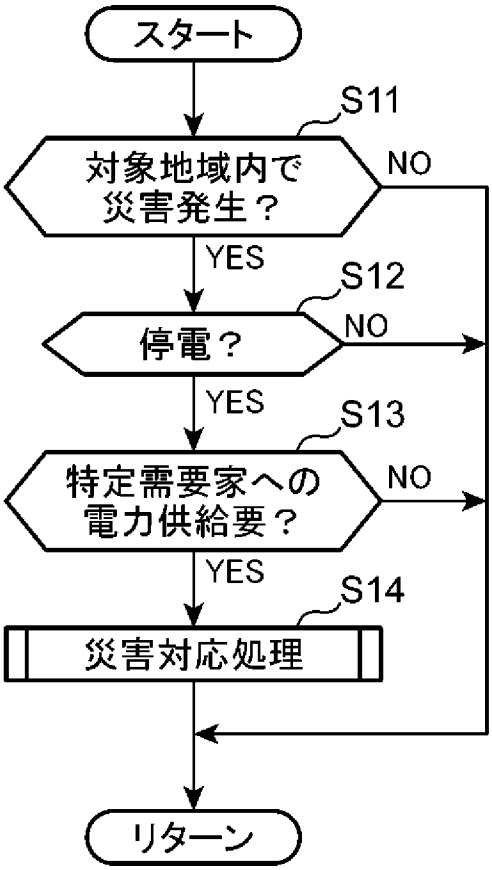
[図5]


7
管理システム
71
演算処理部
711
エネルギー需給監視部
712
電力調整処理部
713
余剰電力対応処理部
714
災害判定部
715
災害対応処理部
72
情報入出力部
73
管理側通信部
74
データベース

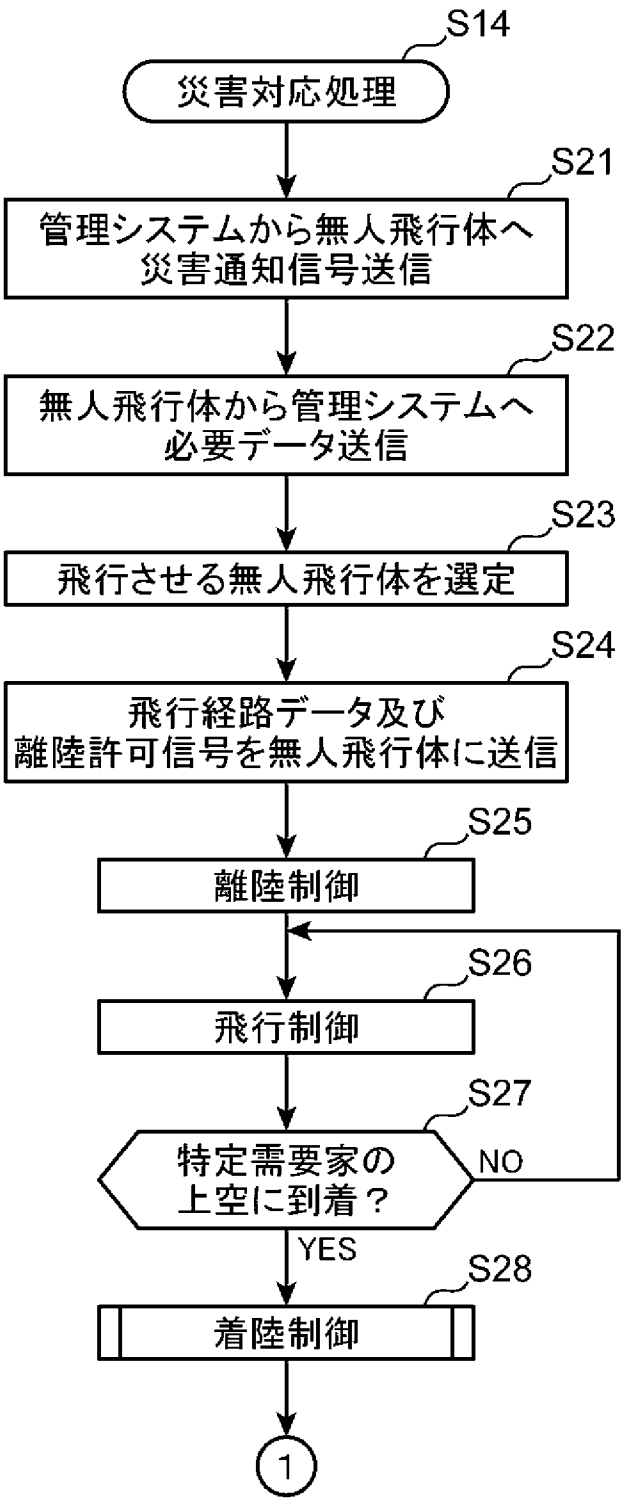
[図6]


スタート
S1
供給電力量Qs予測
S2
需要電力量Qd予測
S3
Qs＜Qd？
NO
YES
S5
Qs＞Qd？
NO
YES
S4
電力調整処理
S6
余剰電力対応処理
リターン

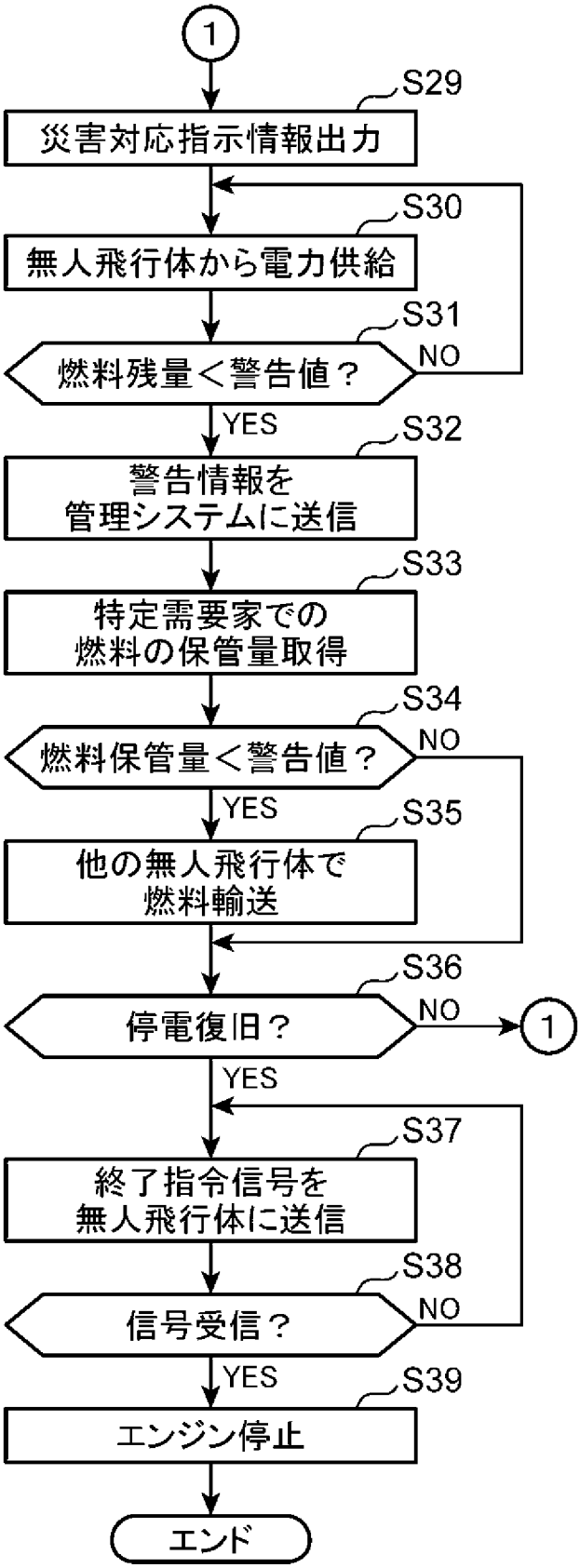
[図7]


スタート
S11
対象地域内で
災害発生？
NO
YES
S12
停電？
NO
YES
S13
特定需要家への
電力供給要？
NO
YES
S14
災害対応処理
リターン

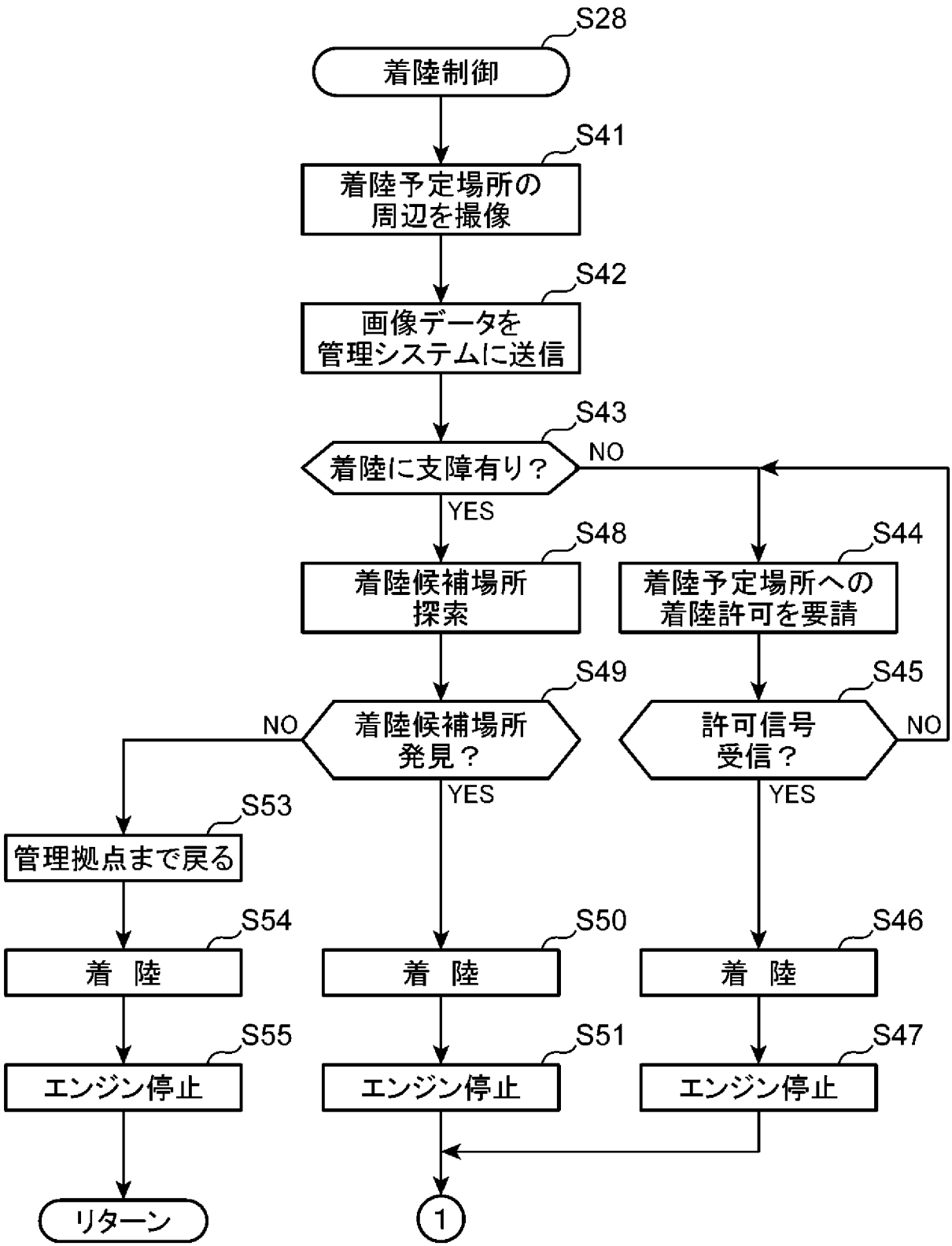
[図8]


S14
災害対応処理
S21
管理システムから無人飛行体へ
災害通知信号送信
S22
無人飛行体から管理システムへ
必要データ送信
S23
飛行させる無人飛行体を選定
S24
飛行経路データ及び
離陸許可信号を無人飛行体に送信
S25
離陸制御
S26
飛行制御
S27
特定需要家の
上空に到着？
NO
YES
S28
着陸制御
1

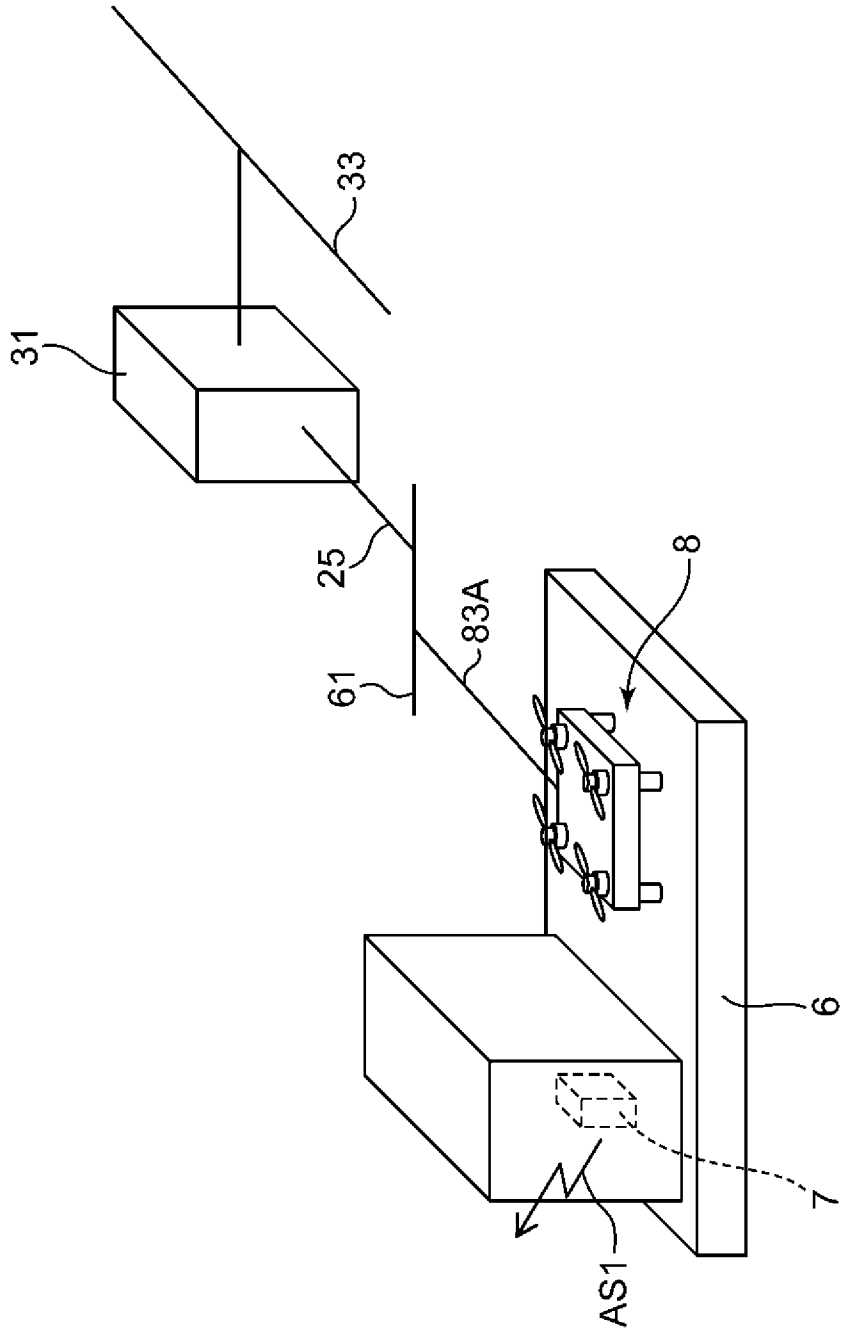
[図9]


1
S29
災害対応指示情報出力
S30
無人飛行体から電力供給
S31
燃料残量＜警告値？
NO
YES
S32
警告情報を
管理システムに送信
S33
特定需要家での
燃料の保管量取得
S34
燃料保管量＜警告値？
NO
YES
S35
他の無人飛行体で
燃料輸送
S36
停電復旧？
NO
1
YES
S37
終了指令信号を
無人飛行体に送信
S38
信号受信？
NO
YES
S39
エンジン停止
エンド

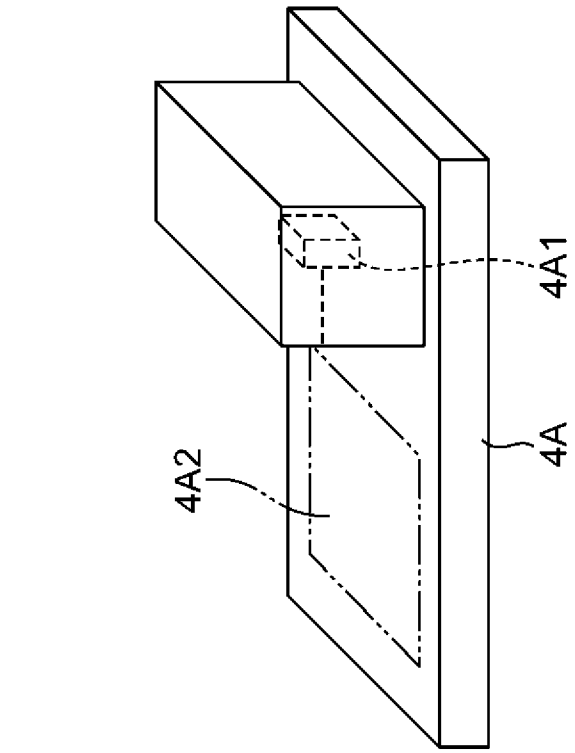
[図10]

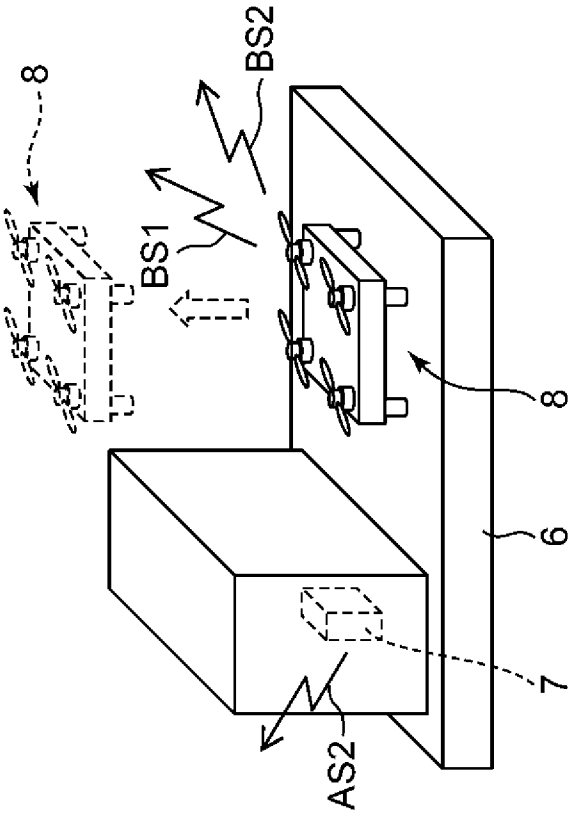

S28
着陸制御
S41
着陸予定場所の
周辺を撮像
S42
画像データを
管理システムに送信
S43
着陸に支障有り？
NO
YES
S48
着陸候補場所
探索
S44
着陸予定場所への
着陸許可を要請
S49
着陸候補場所
発見？
NO
YES
S45
許可信号
受信？
NO
YES
S53
管理拠点まで戻る
S54
着　陸
S55
エンジン停止
リターン
S50
着　陸
S51
エンジン停止
1
S46
着　陸
S47
エンジン停止

[図11]

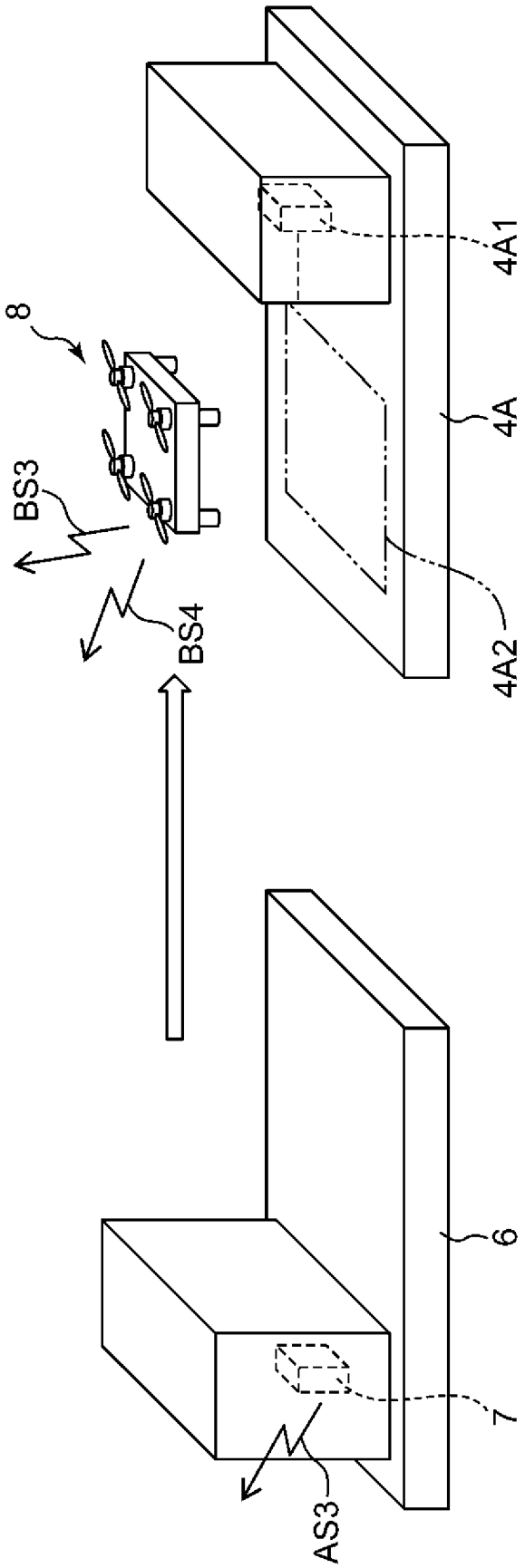


[図12]

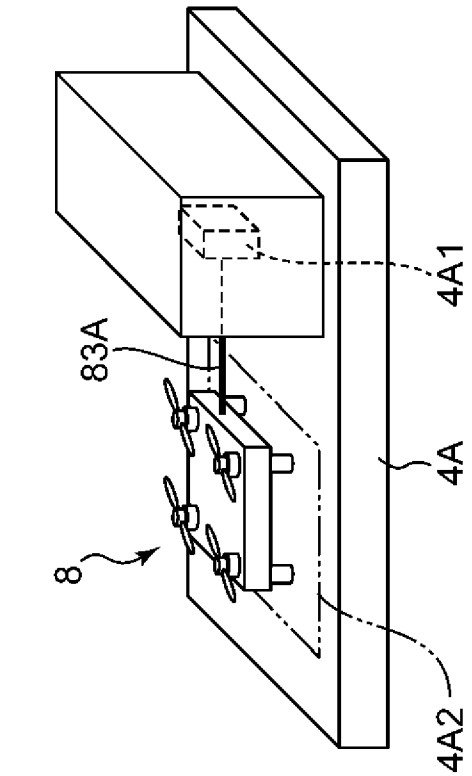


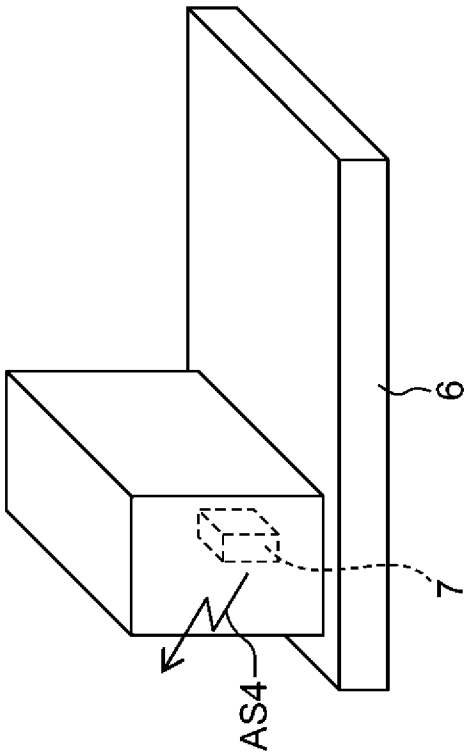


[図13]

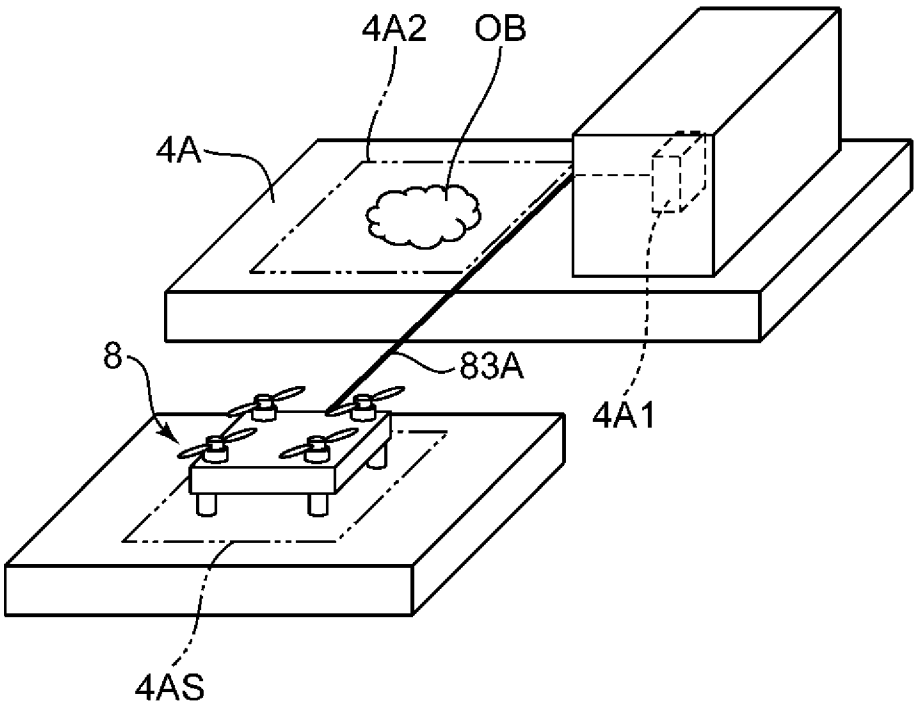


[図14]





[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/010893

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02J 3/28(2006.01)i; B60L 55/00(2019.01)i; B64C 27/08(2006.01)i; H02J 15/00(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)
B64C27/08; H02J15/00; B60L55/00; H02J3/28

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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 2020/0070680 A1 (HONDA MOTOR CO., LTD.) 05 March 2020 (2020-03-05) paragraphs [0014]-[0050], fig. 1-6	1-2
A	paragraphs [0014]-[0050], fig. 1-6	3-8
A	JP 4-91638 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 25 March 1992 (1992-03-25) whole document	1-8
A	JP 3163946 U (SWISS HYDROGEN POWER SHP SA) 11 November 2010 (2010-11-11) whole document	1-8
A	JP 2010-148350 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 01 July 2010 (2010-07-01) whole document	1-8
A	JP 2008-245454 A (HITACHI, LTD.) 09 October 2008 (2008-10-09) whole document	1-8
A	JP 5-76145 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 26 March 1993 (1993-03-26) whole document	3-8

☒ 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	Date of mailing of the international search report
15 June 2021 (15.06.2021)	22 June 2021 (22.06.2021)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/010893

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2020-82935 A (EBARA CORPORATION) 04 June 2020 (2020-06-04) whole document	3-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/010893

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 2020/0070680 A1	05 Mar. 2020	(Family: none)	
JP 4-91638 A	25 Mar. 1992	(Family: none)	
JP 3163946 U	11 Nov. 2010	CN 201966626 U whole document EP 2048759 A1 whole document EP 2206209 A1 whole document US 2011/0040421 A1 whole document WO 2009/047231 A1 whole document	
JP 2010-148350 A	01 Jul. 2010	CA 2688751 A1 whole document CN 101752876 A whole document EP 2200144 A1 whole document NZ 582034 A whole document US 2010/0156116 A1 whole document	
JP 2008-245454 A	09 Oct. 2008	JP 4719709 B2 whole document	
JP 5-76145 A	26 Mar. 1993	(Family: none)	
JP 2020-82935 A	04 Jun. 2020	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/010893

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））
H02J 3/28(2006.01)i; B60L 55/00(2019.01)i; B64C 27/08(2006.01)i; H02J 15/00(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（ＩＰＣ））
B64C27/08; H02J15/00; B60L55/00; H02J3/28

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　１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報　１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報　１９９４－２０２１年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	US 2020/0070680 A1 (HONDA MOTOR CO LTD) 05.03.2020 (2020-03-05) paragraphs 0014-0050 and figures 1-6	1-2
A	paragraphs 0014-0050 and figures 1-6	3-8
A	JP 4-91638 A (三洋電機株式会社) 25.03.1992 (1992-03-25) whole document	1-8
A	JP 3163946 U (スイス・ハイドロゲン・パワー・エスエイチピー・エス・アー) 11.11.2010 (2010-11-11) whole document	1-8
A	JP 2010-148350 A (シーメンス・アクチエンゲゼルシャフト) 01.07.2010 (2010-07-01) whole document	1-8
A	JP 2008-245454 A (株式会社日立製作所) 09.10.2008 (2008-10-09) whole document	1-8
A	JP 5-76145 A (富士電機株式会社) 26.03.1993 (1993-03-26) whole document	3-8

☑ 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	国際調査報告の発送日
15.06.2021	22.06.2021

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）
杉田　恵一　5T 8936
電話番号 03-3581-1101 内線 3568

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
P, A	JP 2020-82935 A (株式会社荏原製作所) 04.06.2020 (2020-06-04) whole document	3-8

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/JP2021/010893

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
US 2020/0070680 A1	05.03.2020	（ファミリーなし）	
JP 4-91638 A	25.03.1992	（ファミリーなし）	
JP 3163946 U	11.11.2010	CN 201966626 U whole document EP 2048759 A1 whole document EP 2206209 A1 whole document US 2011/0040421 A1 whole document WO 2009/047231 A1 whole document	
JP 2010-148350 A	01.07.2010	CA 2688751 A1 whole document CN 101752876 A whole document EP 2200144 A1 whole document NZ 582034 A whole document US 2010/0156116 A1 whole document	
JP 2008-245454 A	09.10.2008	JP 4719709 B2 whole document	
JP 5-76145 A	26.03.1993	（ファミリーなし）	
JP 2020-82935 A	04.06.2020	（ファミリーなし）	