

(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, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

ty-subordination relationship about the movements of the autonomous moving object and another moving object (26o), and an approaching restraining unit (138) for restraining the autonomous moving object from approaching the current position of the other moving object or a future position of the other moving object when the superiority/subordination acquisition unit acquires that the autonomous moving object is subordinate to the other moving object.

(57) 要約: 移動体の行動を好適に設定することが可能な管理システム及びその制御方法、プログラム並びに自律移動体を提供する。管理システム(10)は、自律移動体(26e)を含む複数の移動体(26)と通信装置を介して通信し、複数の移動体の移動を管理する移動管理部(28)を備える管理システムであって、自律移動体は、他の移動体(26o)と自律移動体との移動に関する優先劣後関係を取得する優劣取得部(136)と、自律移動体が他の移動体に対して劣後することを優劣取得部が取得した場合に、他の移動体の現在の位置又は他の移動体の将来の位置への自律移動体の近接を抑制する近接抑制部(138)とを備える。

明 細 書

発明の名称：

管理システム及びその制御方法、プログラム並びに自律移動体

技術分野

[0001] 本発明は、移動体の移動を管理する管理システム及びその制御方法、プログラム並びに自律移動体に関する。

背景技術

[0002] 米国特許出願公開第2015/0339931号明細書では、飛行制限区域に応じた飛行が可能なシステム、方法及び装置が開示されている（要約）。米国特許出願公開第2015/0339931号明細書では、無人飛行体（UAV：unmanned aerial vehicle）の位置が、飛行制限区域と比較される。必要に応じて、UAVは、飛行禁止区域への進入を回避するための対応を取る。

発明の概要

[0003] 上記のように、米国特許出願公開第2015/0339931号明細書では、UAVの位置を飛行制限区域と比較し、必要に応じて、UAVは、飛行禁止区域への進入を回避するための対応を取る（要約）。しかしながら、米国特許出願公開第2015/0339931号明細書では、飛行体同士的位置関係については考慮されていない。このような課題は、飛行体に限らず、自律的な移動を行うその他の自律移動体（船舶、自動車等）にも該当する。

[0004] 本発明は上記のような課題を考慮してなされたものであり、移動体の行動を好適に設定することが可能な管理システム及びその制御方法、プログラム並びに自律移動体を提供することを目的とする。

[0005] 本発明の一態様による管理システムは、自律的に移動するための自律制御部を備える自律移動体を含む複数の移動体と通信装置を介して通信し、前記複数の移動体の移動を管理する移動管理部を備える管理システムであって、前記自律移動体は、前記複数の移動体のうちの前記自律移動体とは異なる移

動体である他の移動体と前記自律移動体との移動に関する優先劣後関係を取得する優劣取得部と、前記自律移動体が前記他の移動体に対して劣後することを前記優劣取得部が取得した場合に、前記他の移動体の現在の位置又は前記他の移動体の将来の位置への前記自律移動体の近接を抑制する近接抑制部とを備えることを特徴とする。

[0006] 本発明の他の態様による管理システムの制御方法は、自律的に移動するための自律制御部を備える自律移動体を含む複数の移動体の移動を管理する管理システムの制御方法であって、前記複数の移動体のうちの前記自律移動体とは異なる移動体である他の移動体と前記自律移動体との移動に関する優先劣後関係を取得するステップと、前記自律移動体が前記他の移動体に対して劣後することが前記優先劣後関係を取得するステップにおいて取得された場合に、前記他の移動体の現在の位置又は前記他の移動体の将来の位置への前記自律移動体の近接を抑制するステップとを有する。

[0007] 本発明の更に他の態様によるプログラムは、コンピュータに、自律的に移動するための自律制御部を備える自律移動体を含む複数の移動体のうちの前記自律移動体とは異なる移動体である他の移動体と前記自律移動体との移動に関する優先劣後関係を取得するステップと、前記自律移動体が前記他の移動体に対して劣後することが前記優先劣後関係を取得するステップにおいて取得された場合に、前記他の移動体の現在の位置又は前記他の移動体の将来の位置への前記自律移動体の近接を抑制するステップとを実行させる。

[0008] 本発明の更に他の態様による自律移動体は、自律的に移動するための自律制御部を備える自律移動体であって、複数の移動体のうちの前記自律移動体とは異なる移動体である他の移動体と前記自律移動体との移動に関する優先劣後関係を取得する優劣取得部と、前記自律移動体が前記他の移動体に対して劣後することを前記優劣取得部が取得した場合に、前記他の移動体の現在の位置又は前記他の移動体の将来の位置への前記自律移動体の近接を抑制する近接抑制部とを備えることを特徴とする。

[0009] 本発明によれば、移動体の行動を好適に設定することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の一実施形態に係る管理システムの概要を示す全体構成図である。

[図2]前記実施形態において、顧客の発注から、ドローンで商品の配送を開始するまでの概要を示すフローチャートである。

[図3]前記実施形態の飛行制御の全体的な流れを示すフローチャートである。

[図4]前記実施形態の自機情報ブロードキャスト処理のフローチャートである。

[図5]機体区分と進入が許可される地理的単位区分との関係の例を示す図である。

[図6]優先劣後度が同等である場合の動作の例を示すフローチャートである。

[図7]優先劣後度が同等である場合の動作の例を示すフローチャートである。

[図8]優先劣後度が同等である場合の動作の例を示すフローチャートである。

[図9]優先劣後度が同等である場合の動作の例を示すフローチャートである。

[図10]優先劣後度が同等である場合の動作の例を示すフローチャートである。

[図11]移動管理部に比較部が備えられている場合の例を示す全体構成図である。

[図12]移動管理部に制御内容決定部が備えられている場合の例を示す全体構成図である。

[図13]変形実施形態に係る管理システムの概要を示す全体構成図である。

[図14]移動空間の例を示す概略図である。

[図15]図15A～図15Dは、移動可能空間の形状を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0011] A. 一実施形態

< A - 1. 構成 >

[A - 1 - 1. 全体構成]

図1は、本発明の一実施形態に係る管理システム10の概要を示す全体構

成図である。管理システム１０は、複数の顧客端末２０と、少なくとも１台のサービス管理サーバ２２（以下「サービスサーバ２２」ともいう。）と、少なくとも１台の交通管理サーバ２４（以下「交通サーバ２４」ともいう。）と、複数のドローン（自律移動体、移動体）２６とを有する。サービスサーバ２２と交通サーバ２４は、移動管理部２８を構成する。移動管理部２８は、不図示の通信装置を介して複数のドローン２６と通信するとともに、複数のドローン２６の移動を管理する。図１では、１つの顧客端末２０、サービスサーバ２２及び交通サーバ２４のみを示している。管理システム１０では、顧客端末２０を介して入力された商品Ｇの発注情報に基づいて、ドローン２６が商品Ｇを配送する。

[0012] 顧客端末２０とサービスサーバ２２の間、サービスサーバ２２と交通サーバ２４の間は、インターネット３０を介して通信可能である。また、サービスサーバ２２とドローン２６の間は、インターネット３０及び無線中継局３２を介して通信可能である。ドローン２６同士の間は、光通信及び電波通信を介して通信可能である。

[0013] [Ａ－１－２．顧客端末２０]

顧客端末２０は、サービスサーバ２２が取り扱う商品Ｇについて顧客からの発注を受け付ける端末である。顧客端末２０は、例えば、パーソナルコンピュータ又はスマートフォンから構成される。

[0014] [Ａ－１－３．サービス管理サーバ２２]

サービス管理サーバ２２は、特定の企業についての受注管理、在庫管理及び配送管理を行う。図１に示すように、サービス管理サーバ２２は、演算部５１と、記憶部５３とを含む。演算部５１は、中央演算装置（ＣＰＵ：Central Processing Unit）、ＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）等を含み得る。演算部５１は、記憶部５３に記憶されているプログラムを実行することにより動作し得る。演算部５１によって実現される機能の一部は、ロジックＩＣ（Integrated Circuit）を用いて実現することも可能である。

演算部 5 1 は、上記のプログラムの一部をハードウェア（回路部品）によって構成することもできる。記憶部 5 3 は、演算部 5 1 によって用いられるプログラム、データ等を記憶し得る。記憶部 5 3 には、不図示の揮発性メモリと、不図示の不揮発性メモリとが備えられ得る。揮発性メモリとしては、例えば、RAM（Random Access Memory）が挙げられる。揮発性メモリは、例えばレジスタ等として用い得る。不揮発性メモリとしては、例えば、ROM（Read Only Memory）、フラッシュメモリ、ハードディスクドライブ等が挙げられる。

[0015] 記憶部 5 3 は、注文データベース 5 0（以下「注文 DB 5 0」という。）と、在庫データベース 5 2（以下「在庫 DB 5 2」という。）と、ドローンデータベース 5 4（以下「ドローン DB 5 4」という。）と、第 1 地図データベース 5 6（以下「第 1 地図 DB 5 6」という。）と、配送データベース 5 8（以下「配送 DB 5 8」という。）とを有する。

[0016] 注文 DB 5 0 は、各顧客端末 2 0 を介して受け付けた注文に関する情報（注文情報 1 o）を蓄積する。在庫 DB 5 2 は、在庫に関する情報（在庫情報 1 s）を蓄積する。ドローン DB 5 4 は、配送に用いるドローン 2 6 に関する情報（ドローン情報 1 d）を蓄積する。

[0017] 第 1 地図 DB 5 6 は、ドローン 2 6 による配送を行うための地図情報（第 1 地図情報 1 map 1）を蓄積する。配送 DB 5 8 は、注文を受けた商品 G の配送に関する情報（配送情報 1 d 1）を蓄積する。配送情報 1 d 1 には、商品 G の配送を行うドローン 2 6 に関する情報も含まれる。

[0018] [A-1-4. 交通管理サーバ 2 4]

交通管理サーバ 2 4 は、複数のドローン 2 6 の交通（飛行）に関する情報（交通情報 1 t）を管理する。例えば、交通サーバ 2 4 は、ドローン 2 6 の飛行許可申請をサービスサーバ 2 2 から受信した場合、当該飛行許可申請を許可するか否かを判定し、判定結果に応じて許可又は不許可をサービスサーバ 2 2 に通知する。

[0019] 図 1 に示すように、交通管理サーバ 2 4 は、演算部 6 1 と、記憶部 6 3 と

を含む。演算部61は、中央演算装置、FPGA等を含み得る。演算部61は、記憶部63に記憶されているプログラムを実行することにより動作し得る。演算部61によって実現される機能の一部は、ロジックICを用いて実現することも可能である。演算部61は、上記のプログラムの一部をハードウェアによって構成することもできる。記憶部63は、演算部61によって用いられるプログラム、データ等を記憶し得る。記憶部63には、不図示の揮発性メモリと、不図示の不揮発性メモリとが備えられ得る。揮発性メモリとしては、例えば、RAMが挙げられる。揮発性メモリは、例えばレジスタ等として用い得る。不揮発性メモリとしては、例えば、ROM、フラッシュメモリ、ハードディスクドライブ等が挙げられる。

[0020] 記憶部63は、第2地図データベース60（以下「第2地図DB60」という。）と、飛行スケジュールデータベース62（以下「飛行スケジュールDB62」という。）とを有する。

[0021] 第2地図DB60は、ドローン26の交通（飛行）に関する地図情報（第2地図情報map2）を蓄積する。飛行スケジュールDB62は、各ドローン26の飛行スケジュールに関する情報（飛行スケジュール情報isc）を蓄積する。飛行スケジュール情報iscには、優先劣後度（優先ランク、優先度）Rに関する情報も含まれる。

[0022] 優先劣後度Rは、複数のドローン26が接近した際において、ドローン26自体（以下「自機26e」ともいう。）と、他のドローン26（以下「他機26o」ともいう。）との間の優先順位を規定する。図1では、上側のドローン26を自機26eとして、下側のドローン26を他機26oとして示している。本実施形態において、優先劣後度Rは、自機（ドローン）26eと他機（ドローン）26oのそれぞれが飛行経路RTfの設定に用いるが、後述するようにその他の用途で優先劣後度Rを用いてもよい。

[0023] 移動管理部28には、優劣決定部64が備えられている。優劣決定部64は、ドローン26の個体情報に基づいて複数のドローン26のそれぞれの移動に関する優先劣後度Rを決定し得る。優劣決定部64は、記憶部63に記

憶されているプログラムが演算部 6 1 によって実行されることによって実現され得る。図 1 には、優劣決定部 6 4 が交通管理サーバ 2 4 に備えられている場合が示されているが、これに限定されるものではない。

[0024] 個体情報は、例えば、複数のドローン 2 6 の利用用途に基づいて定められる機体情報を含み得る。機体情報は、例えば、機体区分（区分）を含み得る。図 5 は、機体区分と進入が許可される地理的単位区分との関係の例を示す図である。

[0025] 図 5 に示すように、機体区分としては、例えば、第 1 種と、第 2 種と、第 3 種とが存在し得るが、これに限定されるものではない。地理的単位区分としては、地理的単位区分 A と、地理的単位区分 B と、地理的単位区分 C と、地理的単位区分 D と、地理的単位区分 E が存在し得るが、これに限定されるものではない。地理的単位区分 A は、例えば、人口集中地及び住宅密集地である。地理的単位区分 B は、例えば、道路上及び線路上である。地理的単位区分 C は、例えば、市街地である。地理的単位区分 D は、例えば、田畑及び非市街地である。地理的単位区分 E は、例えば、フリーウェイ、河川及び安全対策エリアである。

[0026] 図 5 に示すように、第 1 種の機体は、例えば、地理的単位区分 A ～ C への進入が禁止される。また、第 1 種の機体は、例えば、地理的単位区分 D への進入が条件付きで許可される。また、第 1 種の機体は、例えば、地理的単位区分 E への進入が制限なく許可される。第 1 種の機体としては、例えば、プライベート用途の機体が該当し得る。例えば、商業的な配送、非商業的な配送、商業的な撮影、非商業的な撮影等に用いられる機体が、第 1 種の機体に該当し得る。

[0027] 第 2 種の機体は、例えば、地理的単位区分 A への進入が禁止される。また、第 2 種の機体は、例えば、地理的単位区分 B、C への進入が条件付きで許可される。また、第 2 種の機体は、例えば、地理的単位区分 D、E への進入が制限なく許可される。第 2 種の機体としては、例えば、一般的な公共用途の機体が該当し得る。例えば、警察による巡回監視等に用いられる機体が、

第２種の機体に該当し得る。

[0028] 第３種の機体は、例えば、地理的単位区分Ａ、Ｂへの進入が条件付きで許可される。また、第３種の機体は、例えば、地理的単位区分Ｃ～Ｅへの進入が制限なく許可される。第３種の機体としては、例えば、緊急の公共用途の機体が該当し得る。例えば、災害対応、救命、犯罪対応等に用いられる機体が、第３種の機体に該当し得る。

[0029] 第２種は、例えば、通常機体区分に該当し、第３種は、例えば、緊急機体区分に該当する。第３種、即ち、緊急機体区分に属するドローン２６の利用用途は、第２種、即ち、通常機体区分に属するドローン２６の利用用途に対して緊急性が高い。

[0030] 第２種及び第３種は、例えば、第１機体区分（第１区分）に属する。第１種は、例えば、第２機体区分（第２区分）に属する。第１機体区分に属するドローン２６の利用用途は、第２機体区分に属するドローン２６の利用用途に対して公共性が高い。

[0031] 第２機体区分は、例えば、不図示の商用機体区分（商用区分）と、不図示の非商用機体区分（非商用区分）とに少なくとも区分けされ得る。商用機体区分に属するドローン２６は、商用利用され得る。非商用機体区分に属するドローン２６は、非商用利用され得る。

[0032] 優劣決定部６４は、機体区分に関する機体情報が第１機体区分であるドローン２６に対し、機体区分に関する機体情報が第２機体区分であるドローン２６に対して決定する優先劣後度Ｒよりも高い優先劣後度Ｒを決定し得る。

[0033] なお、「優先劣後度が高い」とは、優先劣後度Ｒが相対的に低いものに対して優先され劣後しないことを意味する。換言すれば、「優先劣後度が高い」とは、優先度が高いこと、即ち、劣後度が低いことを意味する。「優先劣後度が低い」とは、優先劣後度Ｒが相対的に高いものに対して優先されず劣後することを意味する。換言すれば、「優先劣後度が低い」とは、優先度が低いこと、即ち、劣後度が高いことを意味する。

[0034] 個体情報は、例えば、ドローン２６に対して進入が許可される地理的単位

区分に基づいて定められる地理情報を含み得る。地理的単位区分としては、図5を用いて上述したような地理的単位区分A～Eが挙げられるが、これに限定されるものではない。

[0035] 個体情報は、例えば、ドローン26の搭乗者の有無に基づいて定められる搭乗者情報を含み得る。優劣決定部64は、搭乗者情報が搭乗者有りであるドローン26に対し、搭乗者情報が搭乗者無しであるドローン26よりも高い優先劣後度Rを決定し得る。

[0036] 個体情報は、例えば、ドローン26の搭載物の価値に基づいて定められる搭載物情報を含み得る。優劣決定部64は、搭載物情報が第1の価値であるドローン26に対し、搭載物情報が第1の価値より低い第2の価値であるドローン26よりも高い優先劣後度Rを決定し得る。

[0037] 個体情報は、例えば、ドローン26の状態を示す状態情報を含み得る。

[0038] 状態情報は、例えば、ドローン26の移動速度を示す移動速度情報である。優劣決定部64は、移動速度情報が第1の移動速度であるドローン26に対し、移動速度情報が第1の移動速度より低い第2の移動速度であるドローン26よりも低い優先劣後度Rを決定し得る。

[0039] 状態情報は、例えば、ドローン26の移動高度を示す移動高度情報である。優劣決定部64は、移動高度情報が第1の移動高度であるドローン26に対し、移動高度情報が第1の移動高度より低い第2の移動高度であるドローン26よりも低い優先劣後度Rを決定し得る。

[0040] 状態情報は、例えば、ドローン26の推進エネルギー源の残容量を示す残容量情報である。優劣決定部64は、残容量情報が第1の残容量であるドローン26に対し、残容量情報が第1の残容量より少ない第2の残容量であるドローン26よりも低い優先劣後度Rを決定し得る。

[0041] 状態情報は、例えば、ドローン26の推進エネルギー源による移動可能距離を示す移動可能距離情報である。優劣決定部64は、移動可能距離情報が第1の移動可能距離であるドローン26に対し、移動可能距離情報が第1の移動可能距離より短い第2の移動可能距離であるドローン26よりも低い優

先劣後度 R を決定し得る。

[0042] 個体情報は、例えば、ドローン 26 の性能に基づいて定められる性能情報を含み得る。

[0043] 性能情報は、例えば、ドローン 26 の最高速度を示す最高速度情報である。優劣決定部 64 は、最高速度情報が第 1 の最高速度であるドローン 26 に対し、最高速度情報が第 1 の最高速度より低い第 2 の最高速度であるドローン 26 よりも低い優先劣後度 R を決定し得る。かかる最高速度は、例えば、鉛直方向における最高速度である。

[0044] 性能情報は、例えば、ドローン 26 に備えられたプロペラ駆動部（推進装置）108 の最高出力を示す最高出力情報である。優劣決定部 64 は、最高出力情報が第 1 の最高出力であるドローン 26 に対し、最高出力情報が第 1 の最高出力より低い第 2 の最高出力であるドローン 26 よりも低い優先劣後度 R を決定し得る。

[0045] 移動管理部 28 には、優劣修正部 66 が更に備えられている。優劣修正部 66 は、優劣決定部 64 によって決定された優先劣後度 R が同等である複数のドローン 26 が存在する場合、優先劣後度 R を修正し得る。優劣修正部 66 は、記憶部 63 に記憶されているプログラムが演算部 61 によって実行されることによって実現され得る。図 1 には、優劣修正部 66 が交通管理サーバ 24 に備えられている場合が示されているが、これに限定されるものではない。

[0046] 優劣修正部 66 は、優劣決定部 64 によって決定された優先劣後度 R が同等である複数のドローン 26 が存在する場合、以下のような処理を行い得る。即ち、優劣修正部 66 は、優先劣後度 R が決定された時間が第 1 の時間であるドローン 26 の優先劣後度 R が、優先劣後度 R が決定された時間が第 1 の時間より遅い第 2 の時間であるドローン 26 の優先劣後度 R より高くなるように、優先劣後度 R を修正し得る。

[0047] 移動管理部 28 には、監視部 68 が更に備えられている。監視部 68 は、ドローン 26 が優先劣後度 R を受信したことを確認し得る。監視部 68 は、

記憶部 53 に記憶されているプログラムが演算部 51 によって実行されることによって実現され得る。図 1 には、監視部 68 がサービス管理サーバ 22 に備えられている場合が示されているが、これに限定されるものではない。

[0048] [A-1-5. ドローン 26]

(A-1-5-1. ドローン 26 の概要)

本実施形態のドローン 26 は、商品配送用であり、インターネット 30 及び無線中継局 32 を介してサービスサーバ 22 から受信した配送指令（飛行指令）に応じて倉庫 70（図 1）から配送目的地 $P d t a r$ まで商品 G を配送する。後述するように、ドローン 26 はその他の用途で用いてもよい。

[0049] 図 1 に示すように、ドローン 26 は、センサ群 100 と、光通信装置 102 と、電波通信装置 104 と、ドローン制御装置 106 と、プロペラ駆動部 108 とを有する。なお、図 1 では、上側のドローン 26（26e）のみについて構成を具体的に示しているが、下側のドローン 26（26o）も同様の構成を有する。

[0050] (A-1-5-2. センサ群 100)

センサ群 100 は、グローバル・ポジショニング・システム・センサ 110（以下「GPS センサ 110」という。）と、速度計 112 と、高度計 114 と、ジャイロセンサ 116 と、カメラ 118 とを有する。GPS センサ 110 は、ドローン 26 の現在位置 $P d c u r$ を検出する。速度計 112 は、ドローン 26 の飛行速度 $V d [k m / h]$ を検出する。

[0051] 高度計 114 は、ドローン 26 下方の地面に対する距離としての対地高度 H （以下「高度 H 」ともいう。） $[m]$ を検出する。なお、GPS センサ 110 を高度計 114 として利用することも可能である。ジャイロセンサ 116 は、ドローン 26 の角速度 $\omega [r a d / s e c]$ を検出する。角速度 ω は、上下軸に対する角速度 Y （ヨー Y ）と、左右軸に対する角速度 P （ピッチ P ）と、前後軸に対する角速度 $R o$ （ロール $R o$ ）とを含む。

[0052] カメラ 118 は、ドローン 26 の本体の下部に配置され、ドローン 26 の画像 $I d$ （以下「ドローン画像 $I d$ 」ともいう。）を取得する。カメラ 11

8は、動画を撮影するビデオカメラである。或いは、カメラ118は、動画及び静止画の両方又は静止画のみを撮影可能としてもよい。本実施形態のカメラ118は、不図示のカメラアクチュエータにより向き（ドローン26の本体に対するカメラ118の姿勢）を調整可能である。或いは、カメラ118は、ドローン26の本体に対する位置が固定されてもよい。

[0053] (A-1-5-3. 光通信装置102及び電波通信装置104)

光通信装置102は、他機26oとの間で光通信（第1無線通信）が可能である。ここにいう「光」は、可視光のみならず、赤外光も含み得る。光通信装置102は、例えば、赤外線照射装置及び赤外線受光装置を含む。

[0054] 電波通信装置104（通信装置）は、無線中継局32、他機26o等との電波通信（第2無線通信）が可能である。ここにいう「電波」は、ミリ波、サブミリ波、テラヘルツ波、センチ波等を含み得る。電波通信装置104は、例えば、電波通信モジュールを含む。電波通信装置104は、無線中継局32及びインターネット30を介することでサービスサーバ22等との通信が可能である。

[0055] 電波通信装置104は、優劣決定部64が決定した優先劣後度Rを受信する受信部（優劣受信部）として機能し得る。電波通信装置104及び光通信装置102のうちの少なくともいずれかは、受信部が受信した優先劣後度Rを発信する発信部として機能し得る。電波通信装置104及び光通信装置102のうちの少なくともいずれかは、他機26oの優先劣後度Rの発信を他機26oに要求するための要求信号を発信する要求信号発信部として機能し得る。

[0056] (A-1-5-4. ドローン制御装置106)

ドローン制御装置106は、ドローン26の飛行、撮影等、ドローン26全体を制御する。図1に示すように、ドローン制御装置106は、入出力部120と、演算部122と、記憶部124とを含む。

[0057] 演算部122は、中央演算装置、FPGA等を含み得る。演算部122は、記憶部124に記憶されているプログラムを実行することにより動作する

。演算部 122 が実行する機能の一部は、ロジック IC を用いて実現することもできる。前記プログラムは、電波通信装置 104 を介してサービスサーバ 22 等から供給されてもよい。演算部 122 は、前記プログラムの一部をハードウェア（回路部品）で構成することもできる。図 1 に示すように、演算部 122 には、飛行制御部 130 と、優劣比較部 132 と、優劣変更部 134 とが備えられている。飛行制御部 130 と、優劣比較部 132 と、優劣変更部 134 とは、記憶部 124 に記憶されているプログラムが演算部 122 によって実行されることによって実現され得る。

[0058] 飛行制御部（自律制御部、制御部）130 は、ドローン 26 の飛行を制御する飛行制御を実行する。飛行制御部 130 は、ドローン 26 を自律的に移動させ得る。

[0059] 優劣比較部 132 は、他機 26 o の優先劣後度 R である他優先劣後度と、自機 26 e の優先劣後度 R である自優先劣後度とを比較する。他機 26 o の優先劣後度 R は、他機 26 o から発信されるようにしてもよいし、移動管理部 28 から発信されるようにしてもよい。

[0060] 優劣変更部 134 は、優劣決定部 64 が決定した自優先劣後度を以下のようにして変更し得る。優劣変更部 134 による優先劣後度 R の変更は、例えば通信不調等によって状態情報等が優劣決定部 64 において十分に考慮されていない可能性がある場合等に行われ得る。

[0061] 優劣変更部 134 は、ドローン 26 の搭乗者の有無に基づいて自優先劣後度を変更し得る。例えば、自機 26 e の搭乗者情報が搭乗者有りである場合、優劣変更部 134 は、自優先劣後度を所定程度高くするようにしてもよい。例えば、自機 26 e の搭乗者情報が搭乗者無しである場合、優劣変更部 134 は、自優先劣後度を所定程度低くするようにしてもよい。

[0062] 優劣変更部 134 は、ドローン 26 の移動速度に基づいて自優先劣後度を変更し得る。例えば、自機 26 e の移動速度が閾値以上である場合、優劣変更部 134 は、自優先劣後度を所定程度低くするようにしてもよい。例えば、自機 26 e の移動速度が閾値未満である場合、優劣変更部 134 は、自優

先劣後度を所定程度高くするようにしてもよい。

[0063] 優劣変更部 134 は、ドローン 26 の移動高度に基づいて自優先劣後度を変更し得る。例えば、自機 26 e の移動高度が閾値以上である場合、優劣変更部 134 は、自優先劣後度を所定程度低くするようにしてもよい。例えば、自機 26 e の移動高度が閾値未満である場合、優劣変更部 134 は、自優先劣後度を所定程度高くするようにしてもよい。

[0064] 優劣変更部 134 は、ドローン 26 の推進エネルギー源の残容量に基づいて自優先劣後度を変更し得る。例えば、自機 26 e の残容量が閾値以上である場合、優劣変更部 134 は、自優先劣後度を所定程度低くするようにしてもよい。例えば、自機 26 e の残容量が閾値未満である場合、優劣変更部 134 は、自優先劣後度を所定程度高くするようにしてもよい。

[0065] 優劣変更部 134 は、ドローン 26 の推進エネルギー源による移動可能距離に基づいて自優先劣後度を変更し得る。例えば、自機 26 e の移動可能距離が閾値以上である場合、優劣変更部 134 は、自優先劣後度を所定程度低くするようにしてもよい。例えば、自機 26 e の移動可能距離が閾値未満である場合、優劣変更部 134 は、自優先劣後度を所定程度高くするようにしてもよい。

[0066] 自優先劣後度と他優先劣後度とが同等であり、且つ、自優先劣後度が決定された時間が他優先劣後度が決定された時間よりも早い場合、優劣変更部 134 は以下のような処理を行い得る。即ち、優劣変更部 134 は、自優先劣後度が他優先劣後度より高くなるように自優先劣後度を変更し得る。自優先劣後度と他優先劣後度とが同等であり、且つ、自優先劣後度が決定された時間が他優先劣後度が決定された時間よりも遅い場合、優劣変更部 134 は以下のような処理を行い得る。即ち、優劣変更部 134 は、自優先劣後度が他優先劣後度より低くなるように自優先劣後度を変更し得る。

[0067] 記憶部 124 は、演算部 122 によって用いられるプログラム、データ等を記憶する。記憶部 124 には、不図示の揮発性メモリと、不図示の不揮発性メモリとが備えられ得る。揮発性メモリとしては、例えば、RAM が挙げ

られる。揮発性メモリは、例えばレジスタ等として用い得る。不揮発性メモリとしては、例えば、ROM、フラッシュメモリ、ハードディスクドライブ等が挙げられる。

[0068] (A-1-5-5. プロペラ駆動部108)

プロペラ駆動部108は、複数のプロペラ150a、150b、150c、150d（以下「プロペラ150」と総称する。）と、複数のプロペラアクチュエータ152a、152b、152c、152d（以下「プロペラアクチュエータ152」と総称する。）とを有する。プロペラアクチュエータ152は、例えば電動モータを有する。電動モータが交流式である場合、プロペラアクチュエータ152は、直流を交流に変換するインバータを有してもよい。プロペラ150（回転翼）及びプロペラアクチュエータ152の数は4以外であってもよい。

[0069] <A-2. 本実施形態の制御>

[A-2-1. 配送開始時までの概要]

図2は、本実施形態において、顧客の発注から、ドローン26で商品Gの配送を開始するまでの概要を示すフローチャートである。図2では、ドローン26が配送を開始するまでの流れのみを示していること（又は配送開始後については示されていないこと）に留意されたい。

[0070] ステップS11において、顧客端末20は、顧客の操作に応じて発注画面を表示部（図示せず）に表示する。発注画面のデータは、サービス管理サーバ22から取得したものである。また、発注画面を表示させるに当たり、サービスサーバ22は、発注対象の商品Gの在庫数を確認する。在庫切れの場合、サービスサーバ22は、その旨を併せて表示させる。発注があった場合（S12：TRUE）、ステップS13に進む。発注がない場合（S12：FALSE）、ステップS11に戻る。ステップS13において、顧客端末20は、顧客からの発注を受け付けてサービス管理サーバ22に送信する。

[0071] サービスサーバ22の処理に移る。ステップS21において、サービスサーバ22は、顧客端末20を介して顧客から受注したか否かを監視する。受

注があった場合（S 2 1 : T R U E）、ステップS 2 2に進む。受注がない場合（S 2 1 : F A L S E）、ステップS 2 1を繰り返す。

[0072] ステップS 2 2において、サービスサーバ2 2は、商品Gを配送するドローン2 6（以下「対象ドローン2 6 t a r」ともいう。）をドローンDB 5 4から選択する。そして、サービスサーバ2 2は、選択した対象ドローン2 6 t a rについて、倉庫7 0から配送目的地P d t a r（発注者の住所等）までと、配送目的地P d t a rから帰還目的地P r t a r（通常は倉庫7 0）までの予定経路R p（以下「仮経路R T p」という。）を算出する。

[0073] なお、対象ドローン2 6 t a rとして選択されるドローン2 6は、配送を終了して帰還途中のものであってもよい。帰還途中のドローン2 6の場合、仮経路R T pは、対象ドローン2 6 t a rの現在位置P d c u rから集荷目的地P p t a rまでの経路とすることができる。また、対象ドローン2 6 t a r及び仮経路R T pの算出は、発注前に行っておき、発注時に確定してもよい。

[0074] ステップS 2 3において、サービスサーバ2 2は、仮経路R T pについての飛行許可申請を、交通管理サーバ2 4に対して送信する。飛行許可申請には、対象ドローン2 6 t a rの識別番号も付与する。飛行許可申請の送信後、ステップS 2 4において、サービスサーバ2 2は、交通管理サーバ2 4からの結果通知を受信したか否かを監視する。

[0075] 交通管理サーバ2 4の処理に移る。ステップS 3 1において、交通管理サーバ2 4は、サービスサーバ2 2から飛行許可申請を受信したか否かを判定する。飛行許可申請を受信した場合（S 3 1 : T R U E）、ステップS 3 2に進む。飛行許可申請を受信しない場合（S 3 1 : F A L S E）、ステップS 3 1を繰り返す。

[0076] ステップS 3 2において、交通管理サーバ2 4は、受信した飛行許可申請について許可又は不許可のいずれとするかを判定する。例えば、仮経路R T pが、ドローン2 6の飛行禁止区域を含む場合、交通サーバ2 4は飛行許可申請を不許可とする。また、1又は複数の他機2 6 oが、自機2 6 eと同時

刻に仮経路 R T p の一部を通過する予定である場合、交通サーバ 2 4 は飛行許可申請を不許可とする。一方、ドローン 2 6 の飛行を認めない事由が仮経路 R T p に存在しない場合、交通サーバ 2 4 は飛行許可申請を許可する。

[0077] 飛行許可申請を許可する場合 (S 3 3 : T R U E) 、ステップ S 3 4 において、交通管理サーバ 2 4 は、許可通知を送信する。許可通知の送信に先立って、交通管理サーバ 2 4 は、優先劣後度 R を発行して、許可通知に含ませる。上記のように、優先劣後度 R は、自機 2 6 e と他機 2 6 o が接近した際において、自機 2 6 e と他機 2 6 o との間の優先順位を規定する。

[0078] 交通サーバ 2 4 は、ドローン 2 6 の機体区分に応じて優先劣後度 R を設定する。ここでの機体区分は、例えば、緊急用途、荷物配送、広告、セキュリティ監視、測量、エンターテインメント用途、個人趣味を含む。緊急用途には、例えば、災害対応、救命、犯罪対応が含まれる。エンターテインメント用途には、例えば、音楽コンサート、スポーツが含まれる。既に同一機体区分のドローン 2 6 について重複する飛行経路 R T f を許可している場合、先に許可したドローン 2 6 に高い優先劣後度 R を付与してもよい。なお、倉庫 7 0 から配送目的地 P d t a r までの優先劣後度 R と、配送目的地 P d t a r から帰還目的地 P r t a r までの優先劣後度 R を別々に設定してもよい。

[0079] 飛行許可申請を許可しない場合 (S 3 3 : F A L S E) 、ステップ S 3 5 において、交通管理サーバ 2 4 は、不許可通知をサービスサーバ 2 2 に送信する。不許可通知には、不許可の理由等 (例えば、仮経路 R T p が飛行禁止領域を通過すること、飛行禁止領域の位置等) も付加される。

[0080] 再びサービスサーバ 2 2 の処理に移る。交通管理サーバ 2 4 から受信した結果が許可を示す場合 (S 2 4 : T R U E) 、ステップ S 2 5 に進む。交通管理サーバ 2 4 から受信した結果が不許可を示す場合 (S 2 4 : F A L S E) 、ステップ S 2 2 に戻る。そして、サービスサーバ 2 2 は、結果に含まれる不許可の理由に応じて、新たな仮経路 R T p を算出する。例えば、不許可の理由が、仮経路 R T p が飛行禁止領域を通過することである場合、サービスサーバ 2 2 は、飛行禁止領域を避ける新たな仮経路 R T p を算出する (S

22)。そして、サービスサーバ22は、再度、運行許可申請を行う（S23）。

[0081] ステップS25において、サービスサーバ22は、商品Gを配送する対象ドローン26tarに対して配送指令（飛行指令）及び優先劣後度Rを送信する。配送指令には、許可を受けた仮経路RTpである飛行経路RTfが含まれる。飛行経路RTfは、対象ドローン26tarの現在位置Pdcur（例えば倉庫70）である出発点Pstから配送目的地Pdtarまでの経路（往路）と、配送目的地Pdtarから帰還目的地Prtarまでの経路（復路）を含む。

[0082] 配送のために対象ドローン26tarが倉庫70等に立ち寄る必要がある場合、飛行経路RTfは、現在位置Pdcurから倉庫70等への経路を含んでもよい。或いは、配送のために対象ドローン26tarが倉庫70等に立ち寄る必要がある場合、倉庫70等までの経路を飛行経路RTfとして設定してもよい。その場合、新たな飛行経路RTfとして、配送目的地Pdtarまでの経路と、帰還目的地Prtarまでの経路（復路）を設定してもよい。なお、後述するように、配送指令は、サービスサーバ22から対象ドローン26tarに対して直接送信するのではなく、別の方法で送信することも可能である。

[0083] 配送指令の送信後、ステップS26において、サービスサーバ22は、対象ドローン26tarから受信確認を受信したか否かを判定する。所定時間以内に受信確認を受信した場合（S26：TRUE）、ステップS27において、サービスサーバ22は、対象ドローン26tarの配送（飛行）の監視を開始する。対象ドローン26tarから所定間隔で飛行情報Ifを受信する。図2では、この点に対応する線を省略していることに留意されたい。所定時間以内に受信確認を受信しなかった場合（S26：FALSE）、ステップS28において、サービスサーバ22は、所定のエラー出力を行う。

[0084] 各ドローン26の処理に移る。ドローン26は、サービスサーバ22から配送指令を受信したか否かを監視する。配送指令を受信した場合（S51：

TRUE)、ステップS52に進む。配送指令を受信しない場合(S51:FALSE)、ステップS51を繰り返す。

[0085] ステップS52において、ドローン26(対象ドローン26tar)は、サービスサーバ22に対して受信確認を送信する。続くステップS53において、ドローン26(対象ドローン26tar)は、商品Gを倉庫70から配送目的地Pd tarまで運んで帰還目的地Pr tarまで戻る飛行制御を開始する。飛行制御については、図3を参照して後述する。

[0086] [A-2-2. 飛行制御]

(A-2-2-1. 飛行制御の全体的な流れ)

図3は、本実施形態の飛行制御の全体的な流れを示すフローチャートである。上記のように、飛行制御は、ドローン26(対象ドローン26tar)の飛行を制御する制御であり、ドローン制御装置106の飛行制御部130が実行する。

[0087] 図3のステップS71において、飛行制御部130は、サービスサーバ22から通知された飛行経路RTfに沿ってドローン26(対象ドローン26tar)を飛行させる飛行処理を実行する。飛行処理には、自機情報ledをブロードキャストする処理(以下「自機情報ブロードキャスト処理」という。)と、鳥を回避する処理(以下「鳥回避処理」という。)とを含む。自機情報ブロードキャスト処理及び鳥回避処理については後述する。

[0088] ステップS72において、飛行制御部130は、他のドローン26(他機26o)がブロードキャストした他機情報lodを受信したか否かを判定する。他機情報lodは、他機26oにとっての自機情報ledである。他機情報lodには、他機26oの現在位置Pod cur、個体番号IDo及び優先劣後度Rが含まれる。

[0089] 上記のように、各ドローン26は、光通信装置102及び電波通信装置104を有している。飛行制御部130は、光通信又は無線通信のいずれかを介して他機情報lodを受信した場合、他機情報lodを受信したと判定する。他機情報lodを受信した場合(S72:TRUE)、ステップS73

に進む。他機情報 I o d を受信していない場合 (S 7 2 : F A L S E) 、ステップ S 7 8 に進む。

[0090] ステップ S 7 3 において、飛行制御部 1 3 0 は、受信した他機情報 I o d に含まれる他機 2 6 o の優先劣後度 R 、即ち、他優先劣後度と、自機 2 6 e の優先劣後度 R 、即ち、自優先劣後度とを比較する。自機 2 6 e の優先劣後度 R が他機 2 6 o の優先劣後度 R よりも高い場合 (S 7 4 : T R U E) 、ステップ S 7 5 において、飛行制御部 1 3 0 は、飛行経路 R T f を維持する (自機優先モード) 。自機 2 6 e の優先劣後度 R が他機 2 6 o の優先劣後度 R よりも高くない場合 (S 7 4 : F A L S E) 、ステップ S 7 6 に進む。

[0091] ステップ S 7 6 において、飛行制御部 1 3 0 は、他機 2 6 o を避けるための回避経路 R T e s を算出する (他機優先モード) 。回避経路 R T e s は、他機 2 6 o を避けるために飛行経路 R T f を一時的に変更する (迂回する) 経路である。そして、飛行制御部 1 3 0 は、回避経路 R T e s を含む新たな飛行経路 R T f に沿って自機 2 6 e を飛行させる。

[0092] なお、避けるべき他機 2 6 o が複数存在する場合、飛行制御部 1 3 0 は、優先劣後度 R に応じて回避経路 R T e s を変化させる。具体的には、飛行制御部 1 3 0 は、優先劣後度 R に応じて水平方向、上方向又は下方向に回避経路 R T e s を設定する。例えば、優先劣後度 R が最も高いドローン 2 6 は、飛行経路 R T f を維持する (図 3 の S 7 5) 。2 番目に優先劣後度 R が高いドローン 2 6 は、水平方向に回避経路 R T e s を設定する。3 番目に優先劣後度 R が高いドローン 2 6 は、上方向に回避経路 R T e s を設定する。4 番目に優先劣後度 R が高いドローン 2 6 は、下方向に回避経路 R T e s を設定する。

[0093] ステップ S 7 7 において、飛行制御部 1 3 0 は、自機 2 6 e の回避経路 R T e s をサービスサーバ 2 2 に通知する。サービスサーバ 2 2 は、受信した回避経路 R T e s を含む新たな飛行経路 R T f についてドローン 2 6 の飛行を監視する (図 2 の S 2 7 参照) 。

[0094] 図 3 のステップ S 7 8 において、飛行制御部 1 3 0 は、自機 2 6 e が目的

地 $P t a r$ に到達したか否かを判定する。ドローン 26 が配送目的地 $P d t a r$ に到達していない場合、目的地 $P t a r$ は、配送目的地 $P d t a r$ である。また、配送目的地 $P d t a r$ への配送が完了済みの場合、目的地 $P t a r$ は、帰還目的地 $P r t a r$ （通常は倉庫 70）である。後述するように、帰還途中等にサービスサーバ 22 から別の配送指令を受信した場合、新たな商品 G を受け取りに行く別の倉庫が目的地 $P t a r$ として設定される場合もある。目的地 $P t a r$ に到達した場合（ $S 78 : TRUE$ ）、ステップ $S 79$ に進む。

[0095] ステップ $S 79$ において、飛行制御部 130 は、次の目的地 $P t a r n e x t$ がないか否かを判定する。帰還目的地 $P r t a r$ に帰還して次の目的地 $P t a r n e x t$ がない場合（ $S 79 : TRUE$ ）、今回の飛行制御を終了する。また、新たな商品 G の受取り倉庫としての目的地 $P t a r$ に到達して次の目的地 $P t a r n e x t$ が設定されていない場合（ $S 79 : TRUE$ ）、ドローン 26 は、以下のような処理を行う。即ち、このような場合、ドローン 26 は、新たな商品 G を受け取った後、サービスサーバ 22 から通知された新たな飛行経路 $R T f$ に沿って配送及び帰還を行う。

[0096] ステップ $S 79$ において、次の目的地 $P t a r n e x t$ がある場合（ $S 79 : FALSE$ ）、ステップ $S 80$ において、飛行制御部 130 は、次の目的地 $P t a r n e x t$ を新たな目的地 $P t a r n e w$ として設定する。例えば、配送目的地 $P d t a r$ に到達した場合、次の目的地 $P t a r n e x t$ である帰還目的地 $P r t a r$ を新たな目的地 $P t a r$ として設定する。或いは、配送目的地 $P d t a r$ に向かう途中に集荷目的地 $P p t a r$ が設定された場合、飛行制御部 130 は、配送目的地 $P d t a r$ への配送後に集荷目的地 $P p t a r$ を次の目的地 $P t a r n e x t$ として設定する。

[0097] ステップ $S 78$ に戻り、目的地 $P t a r$ に到達していない場合（ $S 78 : FALSE$ ）、ステップ $S 81$ において、飛行制御部 130 は、新たな飛行経路 $R T f$ 及び優先劣後度 R をサービスサーバ 22 から受信したか否かを判定する。現在の飛行経路 $R T f$ と区別するため、ここでの新たな飛行経路 R

T f を指令経路 R T c o m ともいう。新たな指令経路 R T c o m 及び優先劣後度 R を受信した場合 (S 8 1 : T R U E) 、ステップ S 8 2 に進む。新たな指令経路 R T c o m 又は優先劣後度 R を受信しない場合 (S 8 1 : F A L S E) 、ステップ S 7 1 に戻る。

[0098] ステップ S 8 2 において、飛行制御部 1 3 0 は、新たな指令経路 R T c o m に含まれる目的地 P t a r (以下では「指令地 P c o m」ともいう。)を次の目的地 P t a r n e x t 又は新たな目的地 P t a r として設定する。その際、ドローン 2 6 が配送目的地 P d t a r に向かっている場合、新たな指令地 P c o m は、次の目的地 P t a r n e x t として設定される。即ち、配送目的地 P d t a r に到達した後の目的地 P t a r として指令地 P c o m が用いられる。また、ドローン 2 6 が帰還目的地 P r t a r に向かっている場合、新たな指令地 P c o m が直ぐに新たな目的地 P t a r として設定される。従って、ドローン 2 6 の飛行経路 R T f は直ちに変更される。

[0099] ステップ S 8 3 において、飛行制御部 1 3 0 は、新たな指令地 P c o m の受信確認をサービスサーバ 2 2 に対して送信する。サービスサーバ 2 2 は、ステップ S 8 3 におけるドローン 2 6 からの受信確認を、図 2 のステップ S 2 6 で取り扱う。

[0100] (A-2-2-2. 自機情報ブロードキャスト処理)

図 4 は、本実施形態の自機情報ブロードキャスト処理のフローチャートである。上記のように、自機情報ブロードキャスト処理は、ドローン 2 6 が自機情報 l e d をブロードキャストする処理であり、図 3 のステップ S 7 1 の飛行処理の一部として飛行制御部 1 3 0 が実行する。

[0101] 図 4 のステップ S 9 1 において、飛行制御部 1 3 0 は、自機情報 l e d のブロードキャストを開始する条件 (ブロードキャスト開始条件) が成立したか否かを判定する。ブロードキャスト開始条件としては、例えば、ドローン 2 6 (対象ドローン 2 6 t a r) が飛行を開始したことを用いることができる。或いは、ブロードキャスト開始条件として、その他の条件 (例えば、高度 H が第 1 高度閾値 T H h 1 以上になったこと) を用いてもよい。ブロード

キャスト開始条件が成立した場合（S 9 1 : T R U E）、ステップS 9 2に進む。ブロードキャスト開始条件が成立しない場合（S 9 1 : F A L S E）、ステップS 9 1を繰り返す。

[0102] ステップS 9 2において、飛行制御部1 3 0は、自機情報I e d（優先劣後度Rを含む）を自機2 6 e周辺にブロードキャストする。本実施形態では、冗長性を確保するため、光通信装置1 0 2及び電波通信装置1 0 4の両方で自機情報I e dをブロードキャストする。

[0103] ステップS 9 3において、飛行制御部1 3 0は、優先劣後度Rを変更するか否かを判定する。例えば、図3のステップS 8 1で新たな指令経路R T c o m及び優先劣後度Rを受信し（S 8 1 : T R U E）、直ちに新たな飛行経路R T fに変更する場合、飛行制御部1 3 0は、優先劣後度Rを変更すると判定する。また、配送目的地P d t a rに到達した後、集荷目的地P p t a rに移動する場合、飛行制御部1 3 0は、優先劣後度Rを変更すると判定する。一方、図3のステップS 8 1で新たな指令経路R T c o m及び優先劣後度Rを受信し（S 8 1 : T R U E）、配送が完了するまで配送目的地P d t a rに向かって飛行する場合、以下のような処理が行われる。即ち、このような場合、飛行制御部1 3 0は、優先劣後度Rを直ちには変更せず、配送目的地P d t a rに到達した後に、優先劣後度Rを変更すると判定する。

[0104] 優先劣後度Rを変更する場合（S 9 3 : T R U E）、ステップS 9 4において、飛行制御部1 3 0は、優先劣後度Rを変更する。ステップS 9 4の後又は優先劣後度Rを変更しない場合（S 9 3 : F A L S E）、ステップS 9 5に進む。

[0105] ステップS 9 5において、飛行制御部1 3 0は、自機情報I e dのブロードキャストを終了する条件（ブロードキャスト終了条件）が成立したか否かを判定する。ブロードキャスト終了条件としては、例えば、ドローン2 6（対象ドローン2 6 t a r）が着陸したことを用いることができる。或いは、ブロードキャスト終了条件として、その他の条件（例えば、高度Hが第2高度閾値T H h 2以下になったこと）を用いてもよい。第2高度閾値T H h 2

は、0以上且つ第1高度閾値 $THh1$ 以下の範囲で設定される。

[0106] ブロードキャスト終了条件が成立した場合（S95：TRUE）、今回の自機情報ブロードキャスト処理を終了する。ブロードキャスト終了条件が成立しない場合（S95：FALSE）、ステップS92に戻る。

[0107] （A-2-2-3. 鳥回避処理）

鳥回避処理は、飛行経路RTf上に鳥が存在する場合、鳥を回避する処理である。鳥の検出は、カメラ118の画像ldを用いる。鳥回避処理を実行する場合、飛行制御部130は、サービスサーバ22に対して通知する。通知を受けたサービスサーバ22は、対象ドローン26tarが飛行経路RTfから一時的に外れても、エラー出力を行わない。

[0108] <A-3. 本実施形態の効果>

本実施形態によれば、複数のドローン26（自律移動体）それぞれが、自機26eの優先劣後度Rをブロードキャストする（図4のS92）。そして、他機26oがブロードキャストした優先劣後度Rを受信した場合（図3のS72：TRUE）、各ドローン26は、自機26eの優先劣後度Rと他機26oの優先劣後度Rとを比較する（S73）。そして、比較結果に応じて他機26oに対する自機26eの行動を設定する（S74～S77）。換言すれば、各ドローン26は、自機26eの優先劣後度Rと他機26oの優先劣後度Rとに基づいて、飛行制御部130を制御する。これにより、各ドローン26は、他機26oとの相互通信を確立することなしに、自律的に自らの行動（経路選択等）を設定することが可能となる。従って、例えば、他機26oとの相互通信を確立困難である場合、又は天候、鳥等の環境要因により飛行経路RTfがずれた場合であっても、複数のドローン26相互の行動を好適に設定することが可能となる。

[0109] 本実施形態において、複数のドローン26（自律移動体）は、優先劣後度Rの比較結果に基づいて、他機26oよりも自機26eを優先する自機優先モード、又は自機26eよりも他機26oを優先する他機優先モードを選択する（図3のS75、S76）。自機優先モードを選択したドローン26は

、他機 26 o よりも自機 26 e を優先して自機 26 e の飛行経路 R T f（移動経路）を設定する（S 7 5）。また、他機優先モードを選択したドローン 26 は、自機 26 e よりも他機 26 o を優先して自機 26 e の飛行経路 R T f を設定する（S 7 6）。これにより、複数のドローン 26 それぞれが共通ルールに基づく制御を行うことで制御干渉を防止することが可能となる。

[0110] 本実施形態において、移動管理部 28（サービスサーバ 22 及び交通サーバ 24）は、ドローン 26（自律移動体）の優先劣後度 R を飛行経路 R T f（移動経路）毎に更新する（図 2 の S 2 2～S 2 5、S 3 1～S 3 4）。また、サービスサーバ 22 は、更新した優先劣後度 R をドローン 26 に送信した場合（図 2 の S 2 5）、ドローン 26 から受信確認を受信したか否かを監視する（S 2 6）。これにより、優先劣後度 R を動的に更新する場合に、優先劣後度 R の更新を確実に行うことが可能となる。

[0111] 本実施形態において、複数のドローン 26（自律移動体）は、光通信及び電波通信を用いて優先劣後度 R をブロードキャストするよう構成される（図 1）。これにより、自機 26 e と他機 26 o の間の情報伝達に冗長性を持たせ、確実な情報伝達を図ることが可能となる。

[0112] B. 変形例

なお、本発明は、上記実施形態に限らず、本明細書の記載内容に基づき、種々の構成を採り得ることはもちろんである。例えば、以下の構成を採用することができる。

[0113] < B - 1. 自律移動体 >

上記実施形態のドローン 26 は、配送用であった（図 1 及び図 2）。しかしながら、例えば、優先劣後度 R の比較結果に応じて他機 26 o に対する自機 26 e の行動を設定する観点からすれば、これに限らない。例えば、ドローン 26 は、緊急用途、広告、セキュリティ監視、測量、エンターテインメント、個人趣味等の用途で用いることも可能である。

[0114] 本実施形態では、ドローン 26 に本発明を適用した（図 1 及び図 2）。しかしながら、例えば、優先劣後度 R の比較結果に応じて他機 26 o に対する

自機 2 6 e の行動を設定する観点からすれば、別種類の飛行体に本発明を適用してもよいし、飛行体以外の自律移動体に本発明を適用してもよい。例えば、ドローン 2 6 の代わりに、ヘリコプタ、船舶又は自動運転車に本発明を適用することも可能である。

[0115] 上記実施形態のドローン 2 6 は、サービスサーバ 2 2 からの配送指令（飛行指令）に応じて飛行した（図 2）。しかしながら、例えば、優先劣後度 R の比較結果に応じて他機 2 6 o に対する自機 2 6 e の行動を設定する観点からすれば、これに限らない。

[0116] < B - 2. 通信装置 >

上記実施形態では、通信装置として、光通信装置 1 0 2 及び電波通信装置 1 0 4 を設けた（図 1）。しかしながら、例えば、自機 2 6 e と他機 2 6 o とで直接的に又は間接的に無線通信する観点からすれば、これに限らない。例えば、光通信装置 1 0 2 及び電波通信装置 1 0 4 の一方のみを設けてもよい。或いは、異なる周波数帯を用いる 2 つの電波通信装置 1 0 4 と光通信装置 1 0 2 を設けることも可能である。

[0117] < B - 3. 回転翼 >

上記実施形態では、揚力を生み出す回転翼としてプロペラ 1 5 0 を用いた（図 1）。しかしながら、例えば、揚力を生み出す観点からすれば、その他の回転翼（例えばヘリコプタ用のロータ）を用いることも可能である。また、回転翼を用いずに飛行する飛行体（例えば垂直離着陸機（V T O L））に本発明を適用することも可能である。

[0118] < B - 4. 移動管理部 2 8 >

上記実施形態の移動管理部 2 8 は、サービスサーバ 2 2 及び交通管理サーバ 2 4 を含んだ（図 1）。しかしながら、例えば、複数のドローン 2 6（又は自律移動体）の移動を管理する観点からすれば、これに限らない。例えば、サービスサーバ 2 2 のみから移動管理部 2 8 を構成してもよい。或いは、サービスサーバ 2 2 及び交通管理サーバ 2 4 に加えて、所定区域毎に複数配置されて、ドローン 2 6 の飛行を管理するローカル管制サーバを設けること

も可能である。そして、サービスサーバ22からドローン26に対する配送指令は、ローカル管制サーバを介して送信されてもよい。

[0119] < B - 5 . 飛行制御 >

上記実施形態の飛行制御において、各飛行制御部130は、他機26oを特定せずに自機情報1e dをブロードキャストした(図3のS71)。しかしながら、例えば、他機26oに対して自機情報1e dを発信する観点からすれば、これに限らない。例えば、各飛行制御部130は、自機情報1e dを受信すべき他機26oを特定した上で(例えば、他機26oの識別情報を付与した上で)、自機情報1e dを発信してもよい。

[0120] 上記実施形態の飛行制御では、他機26oの優先劣後度Rより自機26eの優先劣後度Rが高い場合(図3のS74:TRUE)、自機26eは、飛行経路RTfを維持した(S75)。しかしながら、例えば、優先劣後度Rの比較結果に応じて他機26oに対する自機26eの行動を設定する観点からすれば、これに限らない。例えば、他機26oの優先劣後度Rより自機26eの優先劣後度Rが高い場合、自機26eの回避量を小さくし、他機26oの回避量を大きくすることも可能である。

[0121] 上記実施形態の飛行制御では、自機26eと他機26oの優先劣後度Rの比較結果に応じて、飛行経路RTfの変化を設定した(図3のS75、S76)。しかしながら、例えば、優先劣後度Rの比較結果に応じて他機26oに対する自機26eの行動を設定する観点からすれば、これに限らない。例えば、優先劣後度Rの比較結果に応じて、自機26e又は他機26oの加速又は減速を調整することも可能である。例えば、他機26oの優先劣後度Rより自機26eの優先劣後度Rが高く、且つ、両者の飛行経路RTfが平行でない場合、自機26eが飛行速度Vdを維持し又は加速し、他機26oが減速することも可能である。

[0122] 上記実施形態では、自機26eと他機26oの優先劣後度Rが同等になることはない前提で説明していたが(図3のS74参照)、これに限らず、自機26eと他機26oの優先劣後度Rが同等になる構成も可能である。その

場合、例えば、自機 26 e 及び他機 26 o が無線通信して、所定規則、即ち、予め定めた優先劣後度の決定軸（判定軸、評価軸）に従って、自機 26 e と他機 26 o のいずれを優先するかを決定してもよい。

[0123] かかる所定規則としては、例えば、三すくみの関係等が挙げられる。三すくみの関係とは、3つのものが、互いに得意な相手と苦手な相手とを1つつ持ち、これにより、三者とも身動きがとれなくなるような関係のことである。即ち、三すくみとは、選択肢 S は選択肢 T に勝り、選択肢 T は選択肢 U に勝り、選択肢 U は選択肢 S に勝るという関係である。具体的には、かかる所定規則として、自機 26 e と他機 26 o との間のじゃんけんを用いることができる。じゃんけんでは、「紙」が「石」に勝ち、「石」が「ハサミ」に勝ち、「ハサミ」が「紙」に勝つ。自機 26 e と他機 26 o それぞれが「紙」、「石」、「ハサミ」のいずれかを選択し、同じタイミングで互いに選択肢を通信する。そして、勝った方のドローン 26 が優先される。なお、上記では三すくみを例に示したが、これに限定されるものではない。例えば、四すくみ、五すくみ等を用いるようにしてもよい。

[0124] 図 6 は、優先劣後度が同等である場合の動作の例を示すフローチャートである。図 6 に示す処理は、例えば、図 3 のステップ S 73 において、自機 26 e の優先劣後度 R と他機 26 o の優先劣後度 R とが同等であった場合に行われ得る。

[0125] ステップ S 101 において、自機 26 e は、自機 26 e と他機 26 o との優先劣後を所定規則に基づいて決定することを要求するための要求信号を、他機 26 o に対して送信する。かかる要求信号には、どのような規則に基づいて自機 26 e と他機 26 o との優先劣後を決定するかを示す情報が含まれ得る。ここでは、三すくみの関係にある選択肢を自機 26 e と他機 26 o とが選択することによって、自機 26 e と他機 26 o との優先劣後を決定する場合を例に説明する。三すくみの関係にある第 1 の選択肢、第 2 の選択肢及び第 3 の選択肢は、以下のような関係を有する。第 1 の選択肢は、第 2 の選択肢より優先劣後度が高い。第 2 の選択肢は、第 3 の選択肢より優先劣後

度が高い。第3の選択肢は、第1の選択肢より優先劣後度が高い。この後、ステップS102に遷移する。

[0126] ステップS102において、他機26oは、自機26eと他機26oとの優先劣後をかける所定規則に基づいて行うことを承諾することを示す承諾信号を、自機26eに対して送信する。この後、ステップS103に遷移する。

[0127] ステップS103において、自機26eと他機26oとは、タイミングをとるためのタイミング信号の送受信を行う。タイミング信号は、自機26eと他機26oとのうちの少なくともいずれかから発せられる。タイミング信号の送受信は、例えば継続的に行われ得るが、これに限定されるものではない。この後、ステップS104、S105に遷移する。

[0128] ステップS104において、自機26eは、三すくみの関係にある複数の選択肢のうちのいずれかを選択する。これにより、第1の決定値が決定される。図6に示す例における第1の決定値は、三すくみの関係にある複数の選択肢のうちから自機26eによって選択される選択肢である。第1の決定値は、例えば、自機26eに備えられた飛行制御部130によって決定され得る。ステップS105において、他機26oは、三すくみの関係にある複数の選択肢のうちのいずれかを選択する。これにより、第2の決定値が決定される。図6に示す例における第2の決定値は、三すくみの関係にある複数の選択肢のうちから他機26oによって選択される選択肢である。第2の決定値は、例えば、他機26oに備えられた飛行制御部130によって決定され得る。なお、ステップS104とステップS105とは、同じタイミングで行われなくてもよい。この後、ステップS106、S107に遷移する。

[0129] ステップS106において、自機26eは、ステップS104において決定した第1の決定値を示す信号を他機26oに対して送信する。即ち、自機26eは、ステップS104において選択した選択肢を示す情報を他機26oに対して送信する。ステップS107において、他機26oは、ステップS105において決定した第2の決定値を示す信号を自機26eに対して送

信する。即ち、他機26oは、ステップS105において選択した選択肢を示す情報を自機26eに対して送信する。ステップS106、S107は、上述したタイミング信号に基づいて、所定のタイミングで同時に行われることが好ましい。ステップS106が行われるタイミングが、ステップS107が行われるタイミングより前である場合には、自機26eから他機26oに送信された第1の決定値に勝るように他機26oが第2の決定値を決定し得るため、公平性に欠けるためである。また、ステップS107が行われるタイミングが、ステップS106が行われるタイミングより前である場合には、他機26oから自機26eに送信された第2の決定値に勝るように自機26eが第1の決定値を決定し得るため、公平性に欠けるためである。この後、ステップS108、S109に遷移する。

[0130] ステップS108において、自機26eは、自機26eが決定した第1の決定値と、他機26oが決定した第2の決定値とを比較することにより、自機26eと他機26oとの優劣を判定する。このような判定は、例えば、自機26eに備えられた飛行制御部130によって行われ得る。

[0131] ステップS109において、他機26oは、他機26oが決定した第2の決定値と、自機26eが決定した第1の決定値とを比較することにより、他機26oと自機26eとの優劣を判定する。このような判定は、例えば、他機26oに備えられた飛行制御部130によって行われ得る。なお、ステップS108とステップS109とは、同じタイミングで行われなくてもよい。

[0132] こうして、自機26eと他機26oとの優先劣後が所定規則に基づいて決定され得る。なお、自機26eによって選択された選択肢と、他機26oによって選択された選択肢とが同一であった場合、ステップS104～S109が繰り返される。即ち、自機26eによって決定された第1の決定値と、他機26oによって決定された第2の決定値とが同一であった場合、ステップS104～S109が繰り返される。この後、図3に示すステップS74に遷移する。こうして、自機26eが決定した第1の決定値と、他機26o

が決定した第2の決定値との優劣関係に基づいて、飛行制御部130が制御される。

[0133] このような構成によれば、自機26eと他機26oとの優先劣後度Rが同等である場合であっても、自機26eと他機26oとの優先劣後を良好に決定することができる。

[0134] なお、ここでは、優劣決定部64によって決定された自機26eの優先劣後度Rと優劣決定部64によって決定された他機26oの優先劣後度Rとが同等である場合に、上記のような処理が行われる場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。例えば、自機26eの優先劣後度Rと他機26oの優先劣後度Rとが優劣決定部64によって決定されない構成において、上記のような処理が行われるようにしてもよい。

[0135] 図7は、優先劣後度が同等である場合の他の例を示すフローチャートである。図7に示す処理は、例えば、図3のステップS73において、自機26eの優先劣後度Rと他機26oの優先劣後度Rとが同等であった場合に行われ得る。

[0136] まず、ステップS101、S102は、図6を用いて上述したステップS101、S102と同様であるため、説明を省略する。

[0137] ステップS111において、自機26eは、決定結果の送信を行う予定の時刻である送信予定時刻を提案するための信号を、他機26oに対して送信する。即ち、自機26eは、かかる送信予定時刻を示す送信予定時刻情報を、他機26oに対して送信する。この後、ステップS112に遷移する。

[0138] ステップS112において、他機26oは、自機26eから提案された送信予定時刻を承諾することを示す信号を、自機26eに対して送信する。この後、ステップS104、S105に遷移する。

[0139] なお、ここでは、送信予定時刻情報が自機26eから他機26oに送信される場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。他機26oから自機26eに送信予定時刻情報が送信されるようにしてもよい。この場合、他機26oから提案された送信予定時刻を承諾することを示す信号は、自

機 2 6 e から他機 2 6 o に対して送信される。

[0140] ステップ S 1 0 4 ~ S 1 0 9 は、図 6 を用いて上述したステップ S 1 0 4 ~ S 1 0 9 と同様であるため、説明を省略する。

[0141] こうして、自機 2 6 e と他機 2 6 o との優先劣後が所定規則に基づいて決定され得る。なお、自機 2 6 e によって決定された第 1 の決定値と、他機 2 6 o によって決定された第 2 の決定値とが同一であった場合、ステップ S 1 0 4 ~ S 1 0 9 が繰り返される。この後、図 3 に示すステップ S 7 4 に遷移する。

[0142] このように、自機 2 6 e によって決定された第 1 の決定値と、他機 2 6 o によって決定された第 2 の決定値とを、送信予定時刻情報に基づくタイミングで互いに送信するようにしてもよい。

[0143] なお、ここでは、優劣決定部 6 4 によって決定された自機 2 6 e の優先劣後度 R と優劣決定部 6 4 によって決定された他機 2 6 o の優先劣後度 R とが同等である場合に、上記のような処理が行われる場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。例えば、自機 2 6 e の優先劣後度 R と他機 2 6 o の優先劣後度 R とが優劣決定部 6 4 によって決定されない構成において、上記のような処理が行われるようにしてもよい。

[0144] 図 6 及び図 7 に示す例においては、要求信号の送信（ステップ S 1 0 1）と承諾信号の送信（ステップ S 1 0 2）とが実行される場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。自機 2 6 e の優先劣後度 R と他機 2 6 o の優先劣後度 R とが同等である場合に、自機 2 6 e と他機 2 6 o との優先劣後をどのような規則を用いて決定するかが予め定められている場合には、以下のような処理が実行され得る。図 8 は、優先劣後度が同等である場合の動作の例を示すフローチャートである。図 8 には、自機 2 6 e の優先劣後度 R と他機 2 6 o の優先劣後度 R とが同等である場合に、どのような規則を用いて自機 2 6 e と他機 2 6 o との優先劣後を決定するかが、予め定められている場合の例が示されている。図 8 には、自機 2 6 e の優先劣後度 R と他機 2 6 o の優先劣後度 R とが同等である場合に、状態情報を用いて自機 2 6 e

と他機 26 o との優先劣後を決定することが、予め定められている場合の例が示されている。即ち、図 8 に示す例においては、自機 26 e の状態情報が第 1 の決定値とされ、他機 26 o の状態情報が第 2 の決定値とされる。ここでは、状態情報として、ドローン 26 の推進エネルギー源の残容量を用いる場合を例に説明するが、これに限定されるものではない。図 8 に示す処理は、例えば、図 3 のステップ S 73 において、自機 26 e の優先劣後度 R と他機 26 o の優先劣後度 R とが同等であった場合に行われ得る。

[0145] 図 8 に示すように、ステップ S 101、S 102 を実行することなく、ステップ S 103 が実行される。ステップ S 103 は、図 6 を用いて上述したステップ S 103 と同様であるため、説明を省略する。この後、ステップ S 111、S 112 に遷移する。

[0146] ステップ S 111 において、自機 26 e は、第 1 の決定値を他機 26 o に送信する。例えば、自機 26 e に関する状態情報が、第 1 の決定値とされる。ここでは、自機 26 e から他機 26 o に送信される状態情報が、自機 26 e の推進エネルギー源の残容量を示す残容量情報である場合を例に説明するが、これに限定されるものではない。ステップ S 112 において、他機 26 o は、第 2 の決定値を自機 26 e に送信する。例えば、他機 26 o に関する状態情報が、第 2 の決定値とされる。ここでは、他機 26 o から自機 26 e に送信される状態情報が、他機 26 o の推進エネルギー源の残容量を示す残容量情報である場合を例に説明するが、これに限定されるものではない。この後、ステップ S 113、S 114 に遷移する。

[0147] ステップ S 113 において、自機 26 e は、第 1 の決定値と第 2 の決定値とを比較することにより、自機 26 e と他機 26 o との優先劣後を認識する。即ち、自機 26 e は、自機 26 e に関する状態情報と他機 26 o に関する状態情報とを比較することにより、自機 26 e と他機 26 o との優先劣後を認識する。

[0148] ステップ S 114 において、他機 26 o は、第 1 の決定値と第 2 の決定値とを比較することにより、他機 26 o と自機 26 e との優先劣後を認識する。

。即ち、他機 26 o は、他機 26 o に関する状態情報と自機 26 e に関する状態情報とを比較することにより、他機 26 o と自機 26 e との優先劣後を認識する。

[0149] こうして、自機 26 e と他機 26 o との優先劣後が所定規則に基づいて決定され得る。この後、図 3 に示すステップ S 7 4 に遷移する。

[0150] このように、どのような規則を用いて自機 26 e と他機 26 o との優先劣後を決定するかが予め定められていてもよい。

[0151] なお、ここでは、第 1 の決定値が自機 26 e に関する状態情報である場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。例えば、三すくみの関係にある複数の選択肢のうちから自機 26 e によって選択される選択肢を、第 1 の決定値としてもよい。また、ここでは、第 2 の決定値が他機 26 o に関する状態情報である場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。例えば、三すくみの関係にある複数の選択肢のうちから他機 26 o によって選択される選択肢を、第 2 の決定値としてもよい。

[0152] また、ここでは、優劣決定部 6 4 によって決定された自機 26 e の優先劣後度 R と優劣決定部 6 4 によって決定された他機 26 o の優先劣後度 R とが同等である場合に、上記のような処理が行われる場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。例えば、自機 26 e の優先劣後度 R と他機 26 o の優先劣後度 R とが優劣決定部 6 4 によって決定されない構成において、上記のような処理が行われるようにしてもよい。

[0153] 図 8 に示す例においては、タイミング信号の送受信（ステップ S 1 0 3）が実行される場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。自機 26 e と他機 26 o との間の距離が所定距離未満になった際に、ドローン 26 の状態を示す状態情報が送信されるようにしてもよい。図 9 は、優先劣後度が同等である場合の動作の例を示すフローチャートである。図 9 には、自機 26 e と他機 26 o との間の距離が所定距離未満になった際に状態情報が送信される場合の例が示されている。即ち、図 9 に示す例においては、自機 26 e の状態情報が第 1 の決定値とされ、他機 26 o の状態情報が第 2 の決

定値とされる。なお、ここでは、自機 26 e と他機 26 o との間の距離が所定距離未満になった際に状態情報が送信される場合を例に説明するが、これに限定されるものではない。自機 26 e と他機 26 o との間の距離が所定距離未満になった際に、状態情報以外の個体情報が送信されるようにしてもよい。図 9 に示す処理は、例えば、図 3 のステップ S 7 3 において、自機 26 e の優先劣後度 R と他機 26 o の優先劣後度 R とが同等であった場合に行われ得る。

[0154] 図 9 に示すように、ステップ S 1 0 1、S 1 0 2、S 1 0 3 を実行することなく、ステップ S 1 2 1、S 1 2 2 が実行される。

[0155] ステップ S 1 2 1 において、自機 26 e は、自機 26 e と他機 26 o との間の距離が所定距離未満であるか否かを判定する。自機 26 e と他機 26 o との間の距離が所定距離以上である場合（ステップ S 1 2 1 において NO）、ステップ S 1 2 1 が繰り返される。自機 26 e と他機 26 o との間の距離が所定距離未満である場合（ステップ S 1 2 1 において YES）、ステップ S 1 1 1 に遷移する。

[0156] ステップ S 1 2 2 において、他機 26 o は、他機 26 o と自機 26 e との間の距離が所定距離未満であるか否かを判定する。他機 26 o と自機 26 e との間の距離が所定距離以上である場合（ステップ S 1 2 2 において NO）、ステップ S 1 2 2 が繰り返される。他機 26 o と自機 26 e との間の距離が所定距離未満である場合（ステップ S 1 2 2 において YES）、ステップ S 1 1 2 に遷移する。

[0157] ステップ S 1 1 1 ~ S 1 1 4 は、図 8 を用いて上述したステップ S 1 1 1 ~ S 1 1 4 と同様であるため、説明を省略する。

[0158] こうして、自機 26 e と他機 26 o との優先劣後が所定規則に基づいて決定され得る。この後、図 3 に示すステップ S 7 4 に遷移する。

[0159] このように、自機 26 e と他機 26 o との間の距離が所定距離未満になった際に、ドローン 26 の状態を示す状態情報が送信されるようにしてもよい。

[0160] なお、ここでは、第1の決定値が自機26eに関する状態情報である場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。例えば、三すくみの関係にある複数の選択肢のうちから自機26eによって選択される選択肢を、第1の決定値としてもよい。また、ここでは、第2の決定値が他機26oに関する状態情報である場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。例えば、三すくみの関係にある複数の選択肢のうちから他機26oによって選択される選択肢を、第2の決定値としてもよい。

[0161] また、ここでは、優劣決定部64によって決定された自機26eの優先劣後度Rと優劣決定部64によって決定された他機26oの優先劣後度Rとが同等である場合に、上記のような処理が行われる場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。例えば、自機26eの優先劣後度Rと他機26oの優先劣後度Rとが優劣決定部64によって決定されない構成において、上記のような処理が行われるようにしてもよい。

[0162] 図6に示す例においては、要求信号の送信（ステップS101）と承諾信号の送信（ステップS102）とが実行される場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。要求信号の送信（ステップS101）と承諾信号の送信（ステップS102）とを実行することなく、どのような規則を用いて優先劣後を決定するかのネゴシエーションが自機26eと他機26oとの間において行われるようにしてもよい。図10は、優先劣後度が同等である場合の動作の例を示すフローチャートである。図10には、どのような規則を用いて優先劣後を決定するかのネゴシエーションが行われる場合の例が示されている。図10には、状態情報に基づいて優先劣後を決定する場合の例が示されているが、これに限定されるものではない。図10に示す処理は、例えば、図3のステップS73において、自機26eの優先劣後度Rと他機26oの優先劣後度Rとが同等であった場合に行われ得る。

[0163] ステップS131において、どのような規則を用いて優先劣後を決定するかのネゴシエーションが、自機26eと他機26oとの間において行われる。その後、ステップS103に遷移する。

- [0164] ステップS 1 0 3は、図6を用いて上述したステップS 1 0 3と同様であるため、説明を省略する。この後、ステップS 1 1 1、S 1 1 2に遷移する。
- [0165] ステップS 1 1 1～S 1 1 4は、図8を用いて上述したステップS 1 1 1～S 1 1 4と同様であるため、説明を省略する。
- [0166] こうして、自機2 6 eと他機2 6 oとの優先劣後が所定規則に基づいて決定され得る。この後、図3に示すステップS 7 4に遷移する。
- [0167] このように、要求信号の送信と承諾信号の送信とを実行することなく、どのような規則を用いて優先劣後を決定するかのネゴシエーションが自機2 6 eと他機2 6 oとの間において行われるようにしてもよい。
- [0168] なお、ここでは、第1の決定値が自機2 6 eに関する状態情報である場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。例えば、三すくみの関係にある複数の選択肢のうちから自機2 6 eによって選択される選択肢を、第1の決定値としてもよい。また、ここでは、第2の決定値が他機2 6 oに関する状態情報である場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。例えば、三すくみの関係にある複数の選択肢のうちから他機2 6 oによって選択される選択肢を、第2の決定値としてもよい。
- [0169] なお、ここでは、優劣決定部6 4によって決定された自機2 6 eの優先劣後度Rと優劣決定部6 4によって決定された他機2 6 oの優先劣後度Rとが同等である場合に、上記のような処理が行われる場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。例えば、自機2 6 eの優先劣後度Rと他機2 6 oの優先劣後度Rとが優劣決定部6 4によって決定されない構成において、上記のような処理が行われるようにしてもよい。
- [0170] 或いは、自機2 6 eと他機2 6 oの少なくとも一方がサービスサーバ2 2と通信し、一時的に適用する新たな優先劣後度Rを取得してもよい。
- [0171] 上記実施形態では、ドローン2 6に複数回の配送を行わせる場合に新たな優先劣後度Rを付与した（図3のS 8 1）。しかしながら、例えば、それ以外の場面に、新たな優先劣後度Rを付与してもよい。例えば、セキュリティ

監視目的で上空を巡回しているドローン26に対し、荷物配送を行わせるために新たな優先劣後度R（及び新たな飛行経路RTf）を付与してもよい。このような場合も、サービスサーバ22は、ドローン26から受信確認を受信すること（図2のS26）が好ましい。

[0172] また、上記実施形態では、移動管理部28からドローン26に優先劣後度Rが送信される場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。例えば、優劣決定部64によって決定された優先劣後度Rを比較する比較部65が、移動管理部28に備えられていてもよい。図11は、移動管理部に比較部が備えられている場合の例を示す全体構成図である。比較部65は、例えば、ドローン26eの優先劣後度Rと、ドローン26oの優先劣後度Rとを比較し得る。移動管理部28は、比較部65によって得られた比較結果をドローン26に送信する。このように、比較部65によって得られた比較結果がドローン26に送信されるようにしてもよい。このように構成することによっても、複数のドローン26の相互の行動を好適に設定し得る。

[0173] また、上記実施形態では、移動管理部28からドローン26に優先劣後度Rが送信される場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。例えば、優劣決定部64によって決定された優先劣後度Rに基づいて制御内容を決定する制御内容決定部67が、移動管理部28に備えられていてもよい。図12は、移動管理部に制御内容決定部が備えられている場合の例を示す全体構成図である。制御内容決定部67は、ドローン26eの優先劣後度Rとドローン26oの優先劣後度Rとに基づいて、制御内容を決定する。移動管理部28は、制御内容決定部67によって決定された制御内容をドローン26に送信する。このように、制御内容決定部67によって決定された制御内容がドローン26に送信されるようにしてもよい。このように構成することによっても、複数のドローン26の相互の行動を好適に設定し得る。

[0174] また、上記実施形態では、自機26eと他機26oのいずれもがドローン、即ち、自律移動体である場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。例えば、他機26oが、操縦者が搭乗している非自律移動体であっ

てもよい。

[0175] また、上記実施形態では、飛行制御部 130 が優先劣後度 R をブロードキャストする場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。例えば、他機 26 o の優先劣後度 R の発信を他機 26 o に対して要求するための要求信号を、自機 26 e が他機 26 o に対して発信するようにしてもよい。そして、当該要求信号に基づいて、他機 26 o が自機 26 e に対して優先劣後度 R を発信するようにしてもよい。このような要求信号を発信するための要求信号発信部は、例えば、上述したように、電波通信装置 104 及び光通信装置 102 のうちの少なくともいずれかによって実現され得る。

[0176] また、上記実施形態におけるステップ S76 において、以下のような処理が実行されるように管理システムを構成してもよい。図 13 は、変形実施形態に係る管理システムの概要を示す全体構成図である。

[0177] 図 13 に示すように、演算部 122 には、飛行制御部 130 と、優劣取得部 136 と、近接抑制部 138 と、移動制限部 140、位置予測部 142 とが備えられている。飛行制御部 130 と、優劣取得部 136 と、近接抑制部 138 と、移動制限部 140 とは、記憶部 124 に記憶されているプログラムが演算部 122 によって実行されることによって実現され得る。なお、図 1 を用いて上述した優劣比較部 132、優劣変更部 134 等が演算部 122 に更に備えられていてもよい。また、図 11 を用いて上述した比較部 65 が、演算部 61 に更に備えられていてもよい。また、図 12 を用いて上述した制御内容決定部 67 が、演算部 61 に更に備えられていてもよい。

[0178] 優劣取得部 136 は、自機 26 e と他機 26 o との移動に関する優先劣後関係を取得する。優先劣後関係の例としては、例えば、上記実施形態において上述した優先劣後度 R が挙げられるが、これに限定されるものではない。優先劣後関係は、自機 26 e 及び他機 26 o の個体情報等に基づいて決定され得る。優先劣後関係は、移動管理部 28 によって決定されるようにしてもよいし、自機 26 e と他機 26 o との間で決定されるようにしてもよい。

[0179] 近接抑制部 138 は、自機 26 e が他機 26 o に対して劣後することを優

劣取得部 136 が取得した場合に、他機 26o の現在の位置又は他機 26o の将来の位置（将来の移動経路）への自機 26e の近接を抑制する。具体的には、かかる場合、近接抑制部 138 は、自機 26e の位置が他機 26o の現在の位置又は他機 26o の将来の位置に近づかないように飛行制御部 130 を制御する。また、かかる場合、近接抑制部 138 は、自機 26e の現在の位置を維持するように飛行制御部 130 を制御してもよい。また、かかる場合、近接抑制部 138 は、他機 26o の現在の位置又は他機 26o の将来の位置から自機 26e が遠ざかるように飛行制御部 130 を制御してもよい。このような近接の抑制は、上記実施形態におけるステップ S76 において実行され得る。

[0180] 移動制限部 140 は、自機 26e が他機 26o に対して劣後することを優劣取得部 136 が取得した場合、複数の分割空間 143 のうちから選択される移動可能空間 144（図 14 参照）内に自機 26e の移動先を制限する。移動可能空間 144 は、鉛直方向におけるサイズが水平方向におけるサイズより小さい空間である。図 14 には、12 個の分割空間 143 が例として図示されている。

[0181] 位置予測部 142 は、他機 26o の現在の位置と、他機 26o の現在の進行方向と、他機 26o の現在の速度に基づいて、他機 26o の将来の位置を予測し得る。

[0182] 図 14 は、移動空間の例を示す概略図である。図 14 には、高度範囲 HA と、高度範囲 HB と、高度範囲 HC と、高度範囲 HD とが図示されているが、これに限定されるものではない。また、図 14 には、領域 RA と、領域 RB と、領域 RC とが図示されているが、これに限定されるものではない。図 14 には、自機 26e が領域 RA の上空を移動中であり、且つ、自機 26e の高度が高度範囲 HC の範囲内である場合の例が示されている。また、図 14 には、他機 26o が領域 RC の上空を移動中であり、且つ、他機 26o の高度が高度範囲 HC の範囲内である場合の例が示されている。図 14 において他機 26o に付された矢印は、他機 26o の移動経路の予測、即ち、予測

経路の例を示している。図 1 4 に示す例においては、領域 R C の上空、且つ、高度範囲 H C の範囲内に他機 2 6 o が位置している。領域 R B の上空、且つ、高度範囲 H B の範囲内に他機 2 6 o が移動し、その後、領域 R A の上空、且つ、高度範囲 H A の範囲内に他機 2 6 o が移動することが予測されている場合の例が、図 1 4 に示されている。図 1 4 において自機 2 6 e に付された実線の矢印は、自機 2 6 e の適切な移動経路の例を示している。図 1 4 において自機 2 6 e に付された破線の矢印は、自機 2 6 e の不適切な移動経路の例を示している。図 1 4 には、領域 R B の上空、且つ、高度範囲 H C の範囲に、移動可能空間 1 4 4 が設定される場合の例が示されているが、これに限定されるものではない。

[0183] 図 1 5 A ～図 1 5 D は、移動可能空間の形状を示す概略図である。図 1 5 A 及び図 1 5 B は、鉛直方向視における移動可能空間 1 4 4 の形状が楕円形である場合の例を示している。図 1 5 A は、斜視図であり、図 1 5 B は、平面図である。このような移動可能空間 1 4 4 が設定される場合、当該移動可能空間 1 4 4 の上面を構成する楕円形の長軸は、ドローン 2 6 の進行方向のうちの水平成分と一致するように設定され得る。図 1 5 C 及び図 1 5 D は、鉛直方向視における移動可能空間 1 4 4 の形状が円形である場合の例を示している。図 1 5 C は、斜視図であり、図 1 5 D は、平面図である。

[0184] 他機 2 6 o が自機 2 6 e より優先していることが優劣取得部 1 3 6 によって取得され、他機 2 6 o の将来の位置が、領域 R B の上空、且つ、高度範囲 H B の範囲内である場合、近接抑制部 1 3 8 は、以下のように飛行制御部 1 3 0 を制御する。即ち、このような場合、近接抑制部 1 3 8 は、他機 2 6 o の将来の位置への自機 2 6 e の近接を抑制するように、飛行制御部 1 3 0 を制御する。例えば、近接抑制部 1 3 8 は、他機 2 6 o の将来の位置に自機 2 6 e が過度に近づかないように飛行制御部 1 3 0 を制御する。上述したように、ここでは、領域 R B の上空、且つ、高度範囲 H C の範囲に、移動可能空間 1 4 4 が設定される場合の例が示されている。なお、領域 R B の上空、且つ、高度範囲 H B の範囲に移動可能空間 1 4 4 を設定した場合には、他機 2

60の将来の位置に自機26eが過度に近づいてしまうため、当該範囲には移動可能空間144は設定されない。

[0185] なお、上記においては、領域RBの上空、且つ、高度範囲HCの範囲に、自機26eの移動可能空間144を設定する場合の例を示したが、これに限定されるものではない。近接抑制部138は、他機26oの移動方向のうちの鉛直方向成分と、自機26eの移動方向のうちの鉛直方向成分とが逆方向となるように、自機26eの移動方向を制御するようにしてもよい。例えば、近接抑制部138は、領域RBの上空、且つ、高度範囲HDの範囲に、移動可能空間144を設定するようにしてもよい。このように移動可能空間144を設定すれば、自機26eと他機26oとを十分に遠ざけ得るため、安全性の向上に寄与することができる。

[0186] 近接抑制部138は、領域RBの上空、且つ、高度範囲HDの範囲に、他機26oxが複数存在している場合には、当該他機26oxが自機26eに対して劣後している場合であっても、当該空間に移動可能空間144を設定しない。他機26oxが複数存在している空間に自機26eを進入させた場合には、安全性を確保することが必ずしも容易ではないためである。このように、近接抑制部138は、他機26oxが複数存在している場合には、他機26oxの現在の位置又は他機26oxの将来の位置への自機26eの接近を抑制する。

[0187] 近接抑制部138は、領域RAの上空、且つ、高度範囲HDの範囲に、移動可能空間144を設定するようにしてもよい。このように、他機26oの現在の位置又は他機26oの将来の位置から自機26eを遠ざけるように移動可能空間144を設定すれば、安全性の更なる向上に寄与することができる。

[0188] 上記のような構成によれば、自機26eと他機26oとの接近を回避し得るため、安全性の向上に寄与することができる。

[0189] 上記実施形態をまとめると以下ようになる。

[0190] 管理システム(10)は、自律的に移動するための自律制御部(130)

を備える自律移動体（26e）を含む複数の移動体（26）と通信装置を介して通信し、前記複数の移動体の移動を管理する移動管理部（28）を備える管理システムであって、前記自律移動体は、前記複数の移動体のうちの前記自律移動体とは異なる移動体である他の移動体（26o）と前記自律移動体との移動に関する優先劣後関係を取得する優劣取得部（136）と、前記自律移動体が前記他の移動体に対して劣後することを前記優劣取得部が取得した場合に、前記他の移動体の現在の位置又は前記他の移動体の将来の位置への前記自律移動体の近接を抑制する近接抑制部（138）とを備えることを特徴とする。このような構成によれば、自律移動体と他の移動体との接近を抑制し得るため、安全性の向上に寄与することができる。

[0191] 前記自律移動体及び前記他の移動体は、飛行体であり、前記自律移動体は、鉛直方向におけるサイズが水平方向におけるサイズより小さい移動可能空間（144）内に前記自律移動体の移動先を制限する移動制限部（140）を更に備えるようにしてもよい。

[0192] 鉛直方向視における前記移動可能空間の形状は、円形又は楕円形であるようにしてもよい。

[0193] 前記複数の移動体のうちの前記自律移動体と前記他の移動体のいずれとも異なる移動体である更に他の移動体（26ox）が前記移動可能空間内に存在する場合、前記近接抑制部は、前記更に他の移動体の現在の位置又は前記更に他の移動体の将来の位置への前記自律移動体の接近を抑制するようにしてもよい。このような構成によれば、安全の更なる向上に寄与することができる。

[0194] 前記自律移動体が前記他の移動体に対して劣後することを前記優劣取得部が取得した場合、前記近接抑制部は、前記他の移動体の前記現在の位置又は前記他の移動体の前記将来の位置から前記自律移動体が遠ざかるように前記自律制御部を制御するようにしてもよい。このような構成によれば、安全の更なる向上に寄与することができる。

[0195] 前記自律移動体は、前記他の移動体の現在の速度に基づいて前記他の移動

体の前記将来の位置を予測する位置予測部（１４２）を更に備えるようにしてもよい。

- [0196] 前記近接抑制部は、前記他の移動体の移動方向のうちの鉛直方向成分と、前記自律移動体の移動方向のうちの鉛直方向成分とが逆方向となるように、前記自律移動体の前記移動方向を制御するようにしてもよい。このような構成によれば、安全の更なる向上に寄与することができる。
- [0197] 前記優先劣後関係は、前記移動体の利用用途に基づいて定められる機体情報に基づいて決定されるようにしてもよい。
- [0198] 前記優先劣後関係は、前記移動体の搭乗者の有無に基づいて定められる搭乗者情報に基づいて決定され、前記搭乗者情報が搭乗者有りである前記移動体は、前記搭乗者情報が搭乗者無しである前記移動体に対して優先するようにしてもよい。
- [0199] 前記優先劣後関係は、前記移動体の搭載物の価値に基づいて定められる搭載物情報に基づいて決定され、前記搭載物情報が第１の価値である前記移動体は、前記搭載物情報が前記第１の価値より低い第２の価値である前記移動体に対して優先するようにしてもよい。
- [0200] 前記優先劣後関係は、前記移動体の移動速度を示す移動速度情報に基づいて決定され、前記移動速度情報が第１の移動速度である前記移動体は、前記移動速度情報が前記第１の移動速度より低い第２の移動速度である前記移動体に対して劣後するようにしてもよい。
- [0201] 前記優先劣後関係は、前記移動体の移動高度を示す移動高度情報に基づいて決定され、前記移動高度情報が第１の移動高度である前記移動体は、前記移動高度情報が前記第１の移動高度より低い第２の移動高度である前記移動体に対して劣後するようにしてもよい。
- [0202] 前記優先劣後関係は、前記移動体の推進エネルギー源の残容量を示す残容量情報に基づいて決定され、前記残容量情報が第１の残容量である前記移動体は、前記残容量情報が前記第１の残容量より少ない第２の残容量である前記移動体に対して劣後するようにしてもよい。

- [0203] 前記優先劣後関係は、前記移動体の推進エネルギー源による移動可能距離を示す移動可能距離情報に基づいて決定され、前記移動可能距離情報が第1の移動可能距離である前記移動体は、前記移動可能距離情報が前記第1の移動可能距離より短い第2の移動可能距離である前記移動体に対して劣後するようにしてもよい。
- [0204] 前記優先劣後関係は、前記移動体の最高速度に基づいて定められる最高速度情報に基づいて決定され、前記最高速度情報が第1の最高速度である前記移動体は、前記最高速度情報が前記第1の最高速度より低い第2の最高速度である前記移動体に対して劣後するようにしてもよい。
- [0205] 前記最高速度は、鉛直方向における最高速度であるようにしてもよい。
- [0206] 前記優先劣後関係は、前記移動体に備えられた推進装置の最高出力に基づいて定められる最高出力情報に基づいて決定され、前記最高出力情報が第1の最高出力である前記移動体は、前記最高出力情報が前記第1の最高出力より低い第2の最高出力である前記移動体に対して劣後するようにしてもよい。
- [0207] 管理システムの制御方法は、自律的に移動するための自律制御部を備える自律移動体を含む複数の移動体の移動を管理する管理システムの制御方法であって、前記複数の移動体のうちの前記自律移動体とは異なる移動体である他の移動体と前記自律移動体との移動に関する優先劣後関係を取得するステップ（S72、S73）と、前記自律移動体が前記他の移動体に対して劣後することが前記優先劣後関係を取得するステップにおいて取得された場合に、前記他の移動体の現在の位置又は前記他の移動体の将来の位置への前記自律移動体の近接を抑制するステップ（S76）とを有する。
- [0208] プログラムは、コンピュータに、自律的に移動するための自律制御部を備える自律移動体を含む複数の移動体のうちの前記自律移動体とは異なる移動体である他の移動体と前記自律移動体との移動に関する優先劣後関係を取得するステップと、前記自律移動体が前記他の移動体に対して劣後することが前記優先劣後関係を取得するステップにおいて取得された場合に、前記他の

移動体の現在の位置又は前記他の移動体の将来の位置への前記自律移動体の近接を抑制するステップとを実行させる。

[0209] 自律移動体は、自律的に移動するための自律制御部を備える自律移動体であって、複数の移動体のうちの前記自律移動体とは異なる移動体である他の移動体と前記自律移動体との移動に関する優先劣後関係を取得する優劣取得部と、前記自律移動体が前記他の移動体に対して劣後することを前記優劣取得部が取得した場合に、前記他の移動体の現在の位置又は前記他の移動体の将来の位置への前記自律移動体の近接を抑制する近接抑制部とを備えることを特徴とする。

符号の説明

[0210] 1 0…管理システム	2 0…顧客端末
2 2…サービス管理サーバ	2 4…交通管理サーバ
2 6…ドローン	2 6 e…自機
2 6 o、2 6 o x…他機	2 8…移動管理部
3 0…インターネット	3 2…無線中継局
5 0…注文データベース	5 1、6 1、1 2 2…演算部
5 2…在庫データベース	5 3、6 3、1 2 4…記憶部
5 4…ドローンデータベース	5 6…第1地図データベース
5 8…配送データベース	6 0…第2地図データベース
6 2…飛行スケジュールデータベース	6 4…優劣決定部
6 5…比較部	6 6…優劣修正部
6 7…制御内容決定部	6 8…監視部
7 0…倉庫	1 0 0…センサ群
1 0 2…光通信装置	1 0 4…電波通信装置
1 0 6…ドローン制御装置	1 0 8…プロペラ駆動部
1 1 0…GPSセンサ	1 1 2…速度計
1 1 4…高度計	1 1 6…ジャイロセンサ
1 1 8…カメラ	1 2 0…入出力部

1 3 0 …飛行制御部	1 3 2 …優劣比較部
1 3 4 …優劣変更部	1 3 6 …優劣取得部
1 3 8 …近接抑制部	1 4 0 …移動制限部
1 4 2 …位置予測部	1 4 4 …移動可能空間
1 5 0 a ～ 1 5 0 d …プロペラ	
1 5 2 a ～ 1 5 2 d …プロペラアクチュエータ	
H A ～ H D …高度範囲	R A ～ R C …領域

請求の範囲

- [請求項1] 自律的に移動するための自律制御部（130）を備える自律移動体（26e）を含む複数の移動体（26）と通信装置を介して通信し、前記複数の移動体の移動を管理する移動管理部（28）を備える管理システム（10）であって、
- 前記自律移動体は、
- 前記複数の移動体のうちの前記自律移動体とは異なる移動体である他の移動体（26o）と前記自律移動体との移動に関する優先劣後関係を取得する優劣取得部（136）と、
- 前記自律移動体が前記他の移動体に対して劣後することを前記優劣取得部が取得した場合に、前記他の移動体の現在の位置又は前記他の移動体の将来の位置への前記自律移動体の近接を抑制する近接抑制部（138）とを備える
- ことを特徴とする管理システム。
- [請求項2] 請求項1に記載の管理システムにおいて、
- 前記自律移動体及び前記他の移動体は、飛行体であり、
- 前記自律移動体は、鉛直方向におけるサイズが水平方向におけるサイズより小さい移動可能空間（144）内に前記自律移動体の移動先を制限する移動制限部（140）を更に備える
- ことを特徴とする管理システム。
- [請求項3] 請求項2に記載の管理システムにおいて、
- 鉛直方向視における前記移動可能空間の形状は、円形又は楕円形である
- ことを特徴とする管理システム。
- [請求項4] 請求項2又は3に記載の管理システムにおいて、
- 前記複数の移動体のうちの前記自律移動体と前記他の移動体のいずれとも異なる移動体である更に他の移動体（26ox）が前記移動可能空間内に存在する場合、前記近接抑制部は、前記更に他の移動体の

現在の位置又は前記更に他の移動体の将来の位置への前記自律移動体の接近を抑制する

ことを特徴とする管理システム。

[請求項5]

請求項1～4のいずれか1項に記載の管理システムにおいて、

前記自律移動体が前記他の移動体に対して劣後することを前記優劣取得部が取得した場合、前記近接抑制部は、前記他の移動体の前記現在の位置又は前記他の移動体の前記将来の位置から前記自律移動体が遠ざかるように前記自律制御部を制御する

ことを特徴とする管理システム。

[請求項6]

請求項1～5のいずれか1項に記載の管理システムにおいて、

前記自律移動体は、前記他の移動体の現在の速度に基づいて前記他の移動体の前記将来の位置を予測する位置予測部（142）を更に備える

ことを特徴とする管理システム。

[請求項7]

請求項1～6のいずれか1項に記載の管理システムにおいて、

前記近接抑制部は、前記他の移動体の移動方向のうちの鉛直方向成分と、前記自律移動体の移動方向のうちの鉛直方向成分とが逆方向となるように、前記自律移動体の前記移動方向を制御する

ことを特徴とする管理システム。

[請求項8]

請求項1～7のいずれか1項に記載の管理システムにおいて、

前記優先劣後関係は、前記移動体の利用用途に基づいて定められる機体情報に基づいて決定される

ことを特徴とする管理システム。

[請求項9]

請求項1～7のいずれか1項に記載の管理システムにおいて、

前記優先劣後関係は、前記移動体の搭乗者の有無に基づいて定められる搭乗者情報に基づいて決定され、

前記搭乗者情報が搭乗者有りである前記移動体は、前記搭乗者情報が搭乗者無しである前記移動体に対して優先する

ことを特徴とする管理システム。

[請求項10]

請求項1～7のいずれか1項に記載の管理システムにおいて、
前記優先劣後関係は、前記移動体の搭載物の価値に基づいて定められる搭載物情報に基づいて決定され、

前記搭載物情報が第1の価値である前記移動体は、前記搭載物情報が前記第1の価値より低い第2の価値である前記移動体に対して優先する

ことを特徴とする管理システム。

[請求項11]

請求項1～7のいずれか1項に記載の管理システムにおいて、
前記優先劣後関係は、前記移動体の移動速度を示す移動速度情報に基づいて決定され、

前記移動速度情報が第1の移動速度である前記移動体は、前記移動速度情報が前記第1の移動速度より低い第2の移動速度である前記移動体に対して劣後する

ことを特徴とする管理システム。

[請求項12]

請求項1～7のいずれか1項に記載の管理システムにおいて、
前記優先劣後関係は、前記移動体の移動高度を示す移動高度情報に基づいて決定され、

前記移動高度情報が第1の移動高度である前記移動体は、前記移動高度情報が前記第1の移動高度より低い第2の移動高度である前記移動体に対して劣後する

ことを特徴とする管理システム。

[請求項13]

請求項1～7のいずれか1項に記載の管理システムにおいて、
前記優先劣後関係は、前記移動体の推進エネルギー源の残容量を示す残容量情報に基づいて決定され、

前記残容量情報が第1の残容量である前記移動体は、前記残容量情報が前記第1の残容量より少ない第2の残容量である前記移動体に対して劣後する

ことを特徴とする管理システム。

[請求項14]

請求項1～7のいずれか1項に記載の管理システムにおいて、

前記優先劣後関係は、前記移動体の推進エネルギー源による移動可能距離を示す移動可能距離情報に基づいて決定され、

前記移動可能距離情報が第1の移動可能距離である前記移動体は、前記移動可能距離情報が前記第1の移動可能距離より短い第2の移動可能距離である前記移動体に対して劣後する

ことを特徴とする管理システム。

[請求項15]

請求項1～7のいずれか1項に記載の管理システムにおいて、

前記優先劣後関係は、前記移動体の最高速度に基づいて定められる最高速度情報に基づいて決定され、

前記最高速度情報が第1の最高速度である前記移動体は、前記最高速度情報が前記第1の最高速度より低い第2の最高速度である前記移動体に対して劣後する

ことを特徴とする管理システム。

[請求項16]

請求項15に記載の管理システムにおいて、

前記最高速度は、鉛直方向における最高速度である

ことを特徴とする管理システム。

[請求項17]

請求項1～7のいずれか1項に記載の管理システムにおいて、

前記優先劣後関係は、前記移動体に備えられた推進装置の最高出力に基づいて定められる最高出力情報に基づいて決定され、

前記最高出力情報が第1の最高出力である前記移動体は、前記最高出力情報が前記第1の最高出力より低い第2の最高出力である前記移動体に対して劣後する

ことを特徴とする管理システム。

[請求項18]

自律的に移動するための自律制御部を備える自律移動体を含む複数の移動体の移動を管理する管理システムの制御方法であって、

前記複数の移動体のうちの前記自律移動体とは異なる移動体である

他の移動体と前記自律移動体との移動に関する優先劣後関係を取得するステップと、

前記自律移動体が前記他の移動体に対して劣後することが前記優先劣後関係を取得するステップにおいて取得された場合に、前記他の移動体の現在の位置又は前記他の移動体の将来の位置への前記自律移動体の近接を抑制するステップと

を有することを特徴とする管理システムの制御方法。

[請求項19]

コンピュータに、

自律的に移動するための自律制御部を備える自律移動体を含む複数の移動体のうちの前記自律移動体とは異なる移動体である他の移動体と前記自律移動体との移動に関する優先劣後関係を取得するステップ（S 7 2、S 7 3）と、

前記自律移動体が前記他の移動体に対して劣後することが前記優先劣後関係を取得するステップにおいて取得された場合に、前記他の移動体の現在の位置又は前記他の移動体の将来の位置への前記自律移動体の近接を抑制するステップ（S 7 6）と

を実行させるためのプログラム。

[請求項20]

自律的に移動するための自律制御部を備える自律移動体であって、

複数の移動体のうちの前記自律移動体とは異なる移動体である他の移動体と前記自律移動体との移動に関する優先劣後関係を取得する優先劣取得部と、

前記自律移動体が前記他の移動体に対して劣後することを前記優先劣取得部が取得した場合に、前記他の移動体の現在の位置又は前記他の移動体の将来の位置への前記自律移動体の近接を抑制する近接抑制部とを備える

ことを特徴とする自律移動体。

[図1]

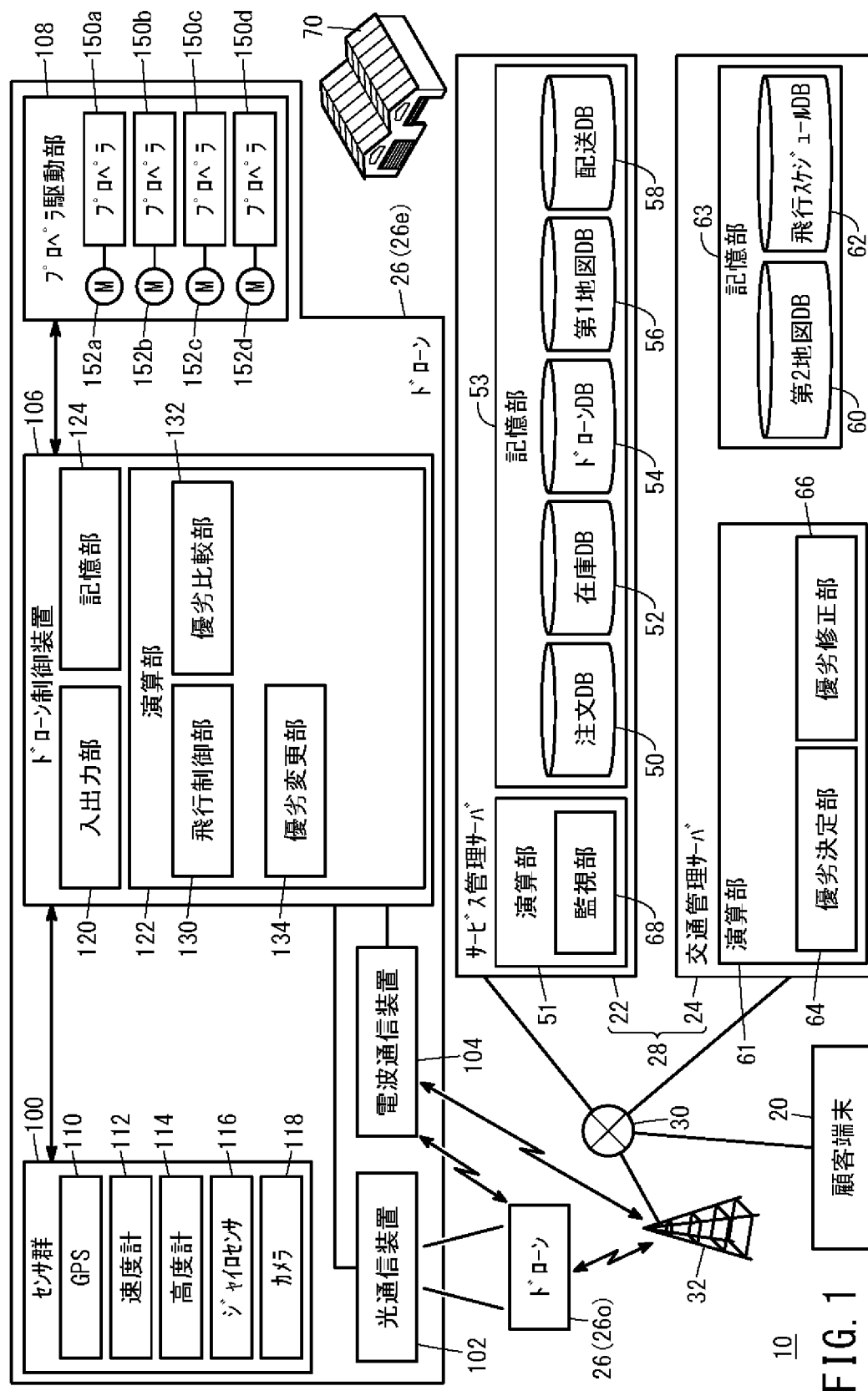


FIG. 1

[図2]

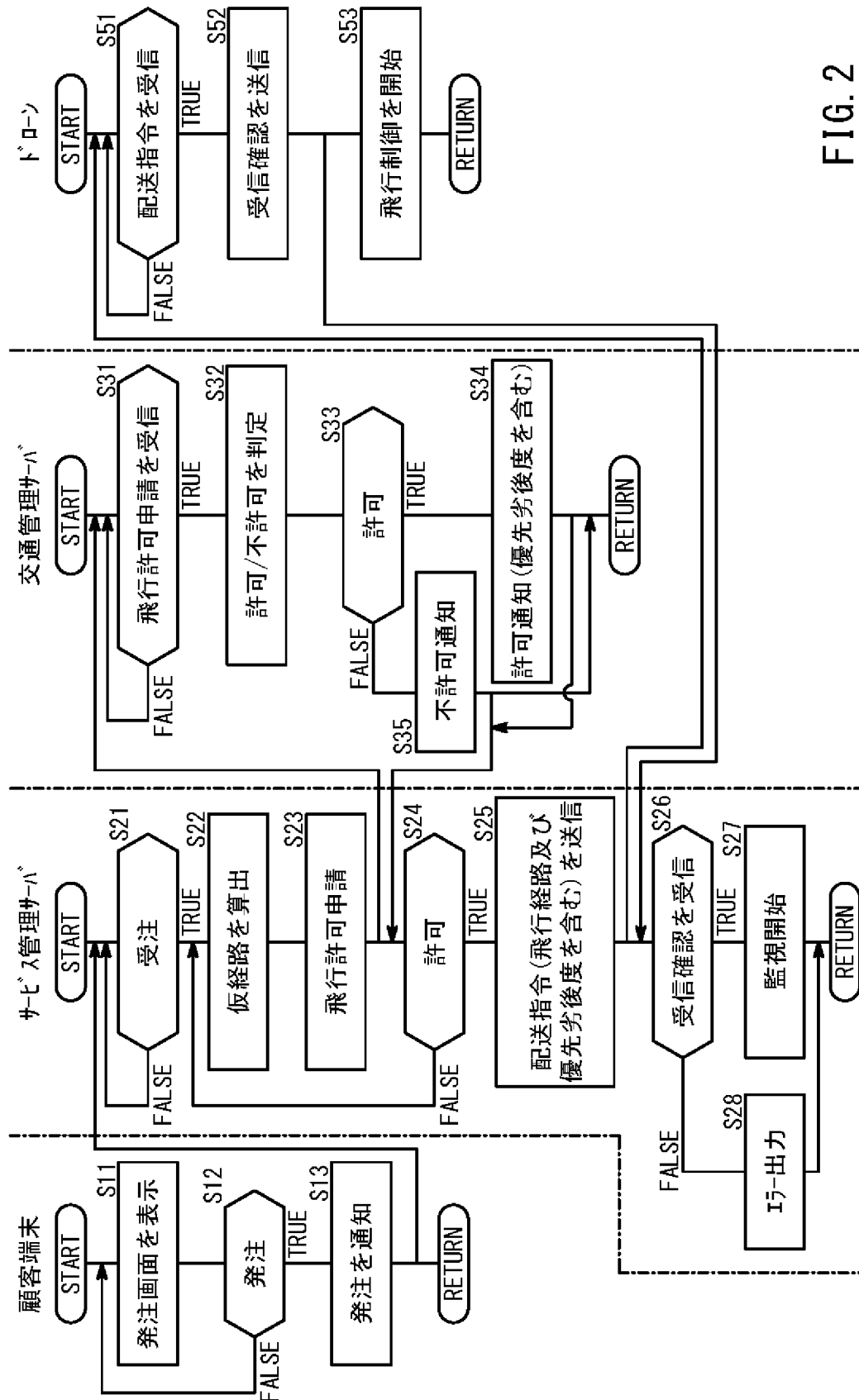
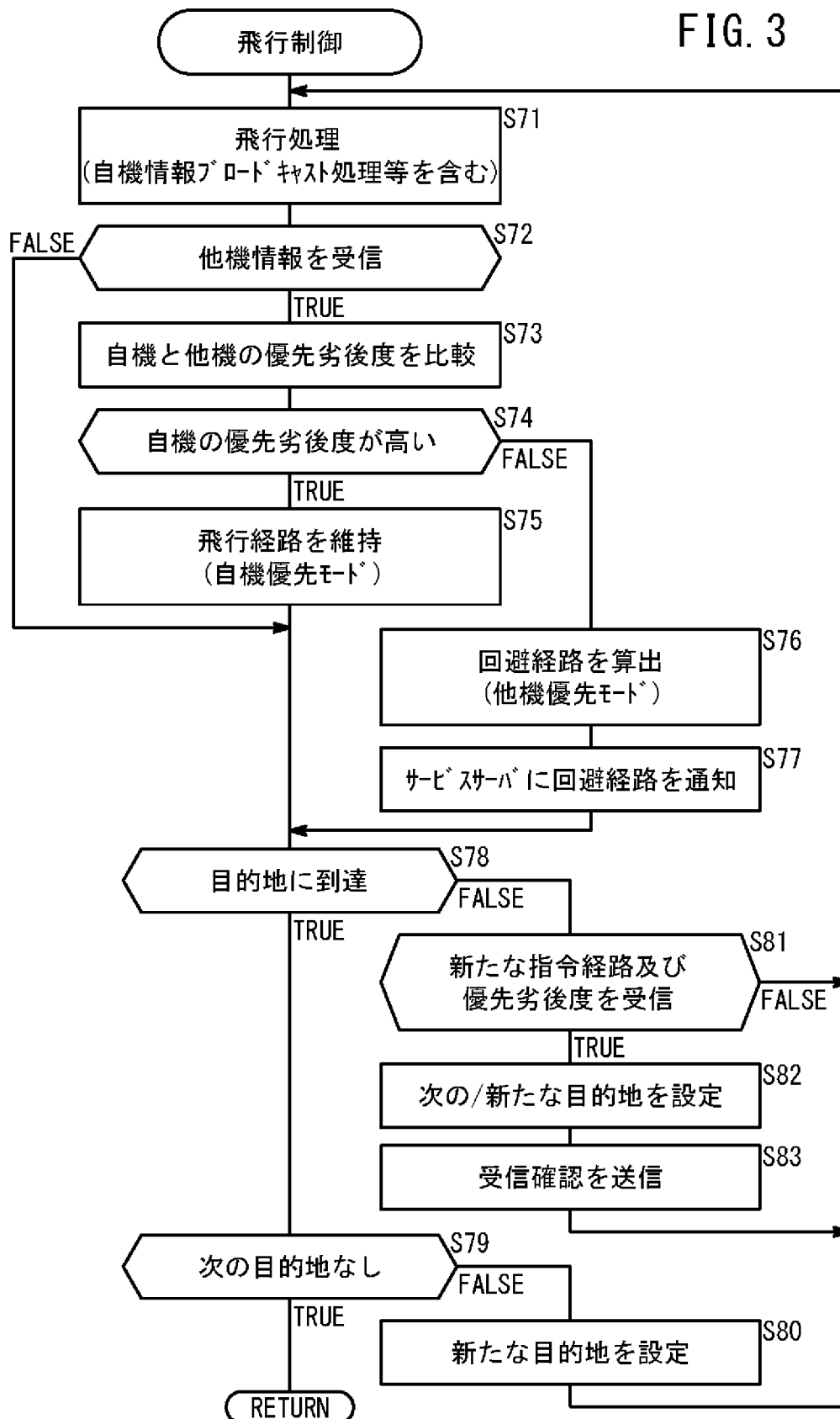


FIG. 2

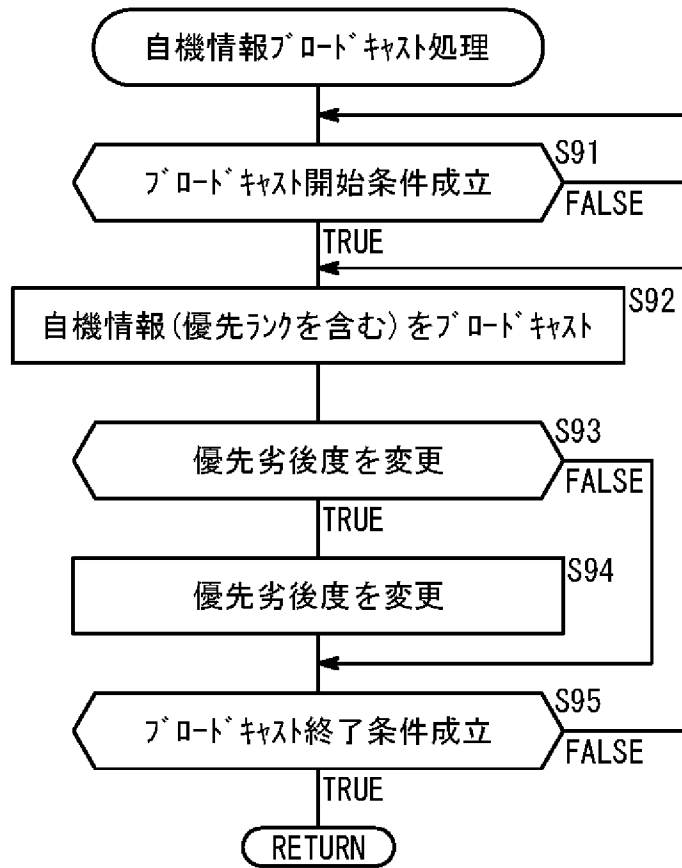
[図3]

FIG. 3



[図4]

FIG. 4



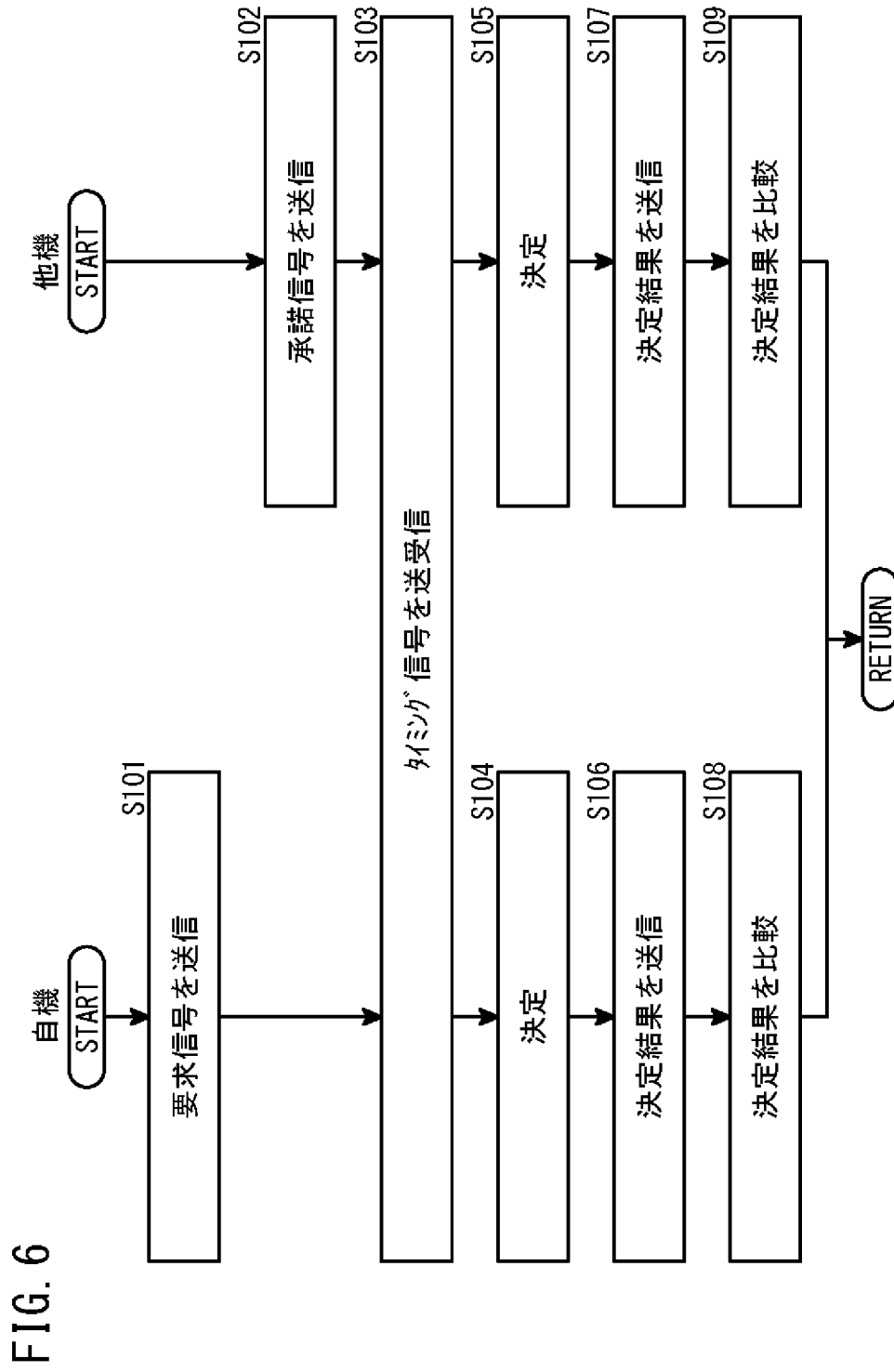
[図5]

FIG. 5

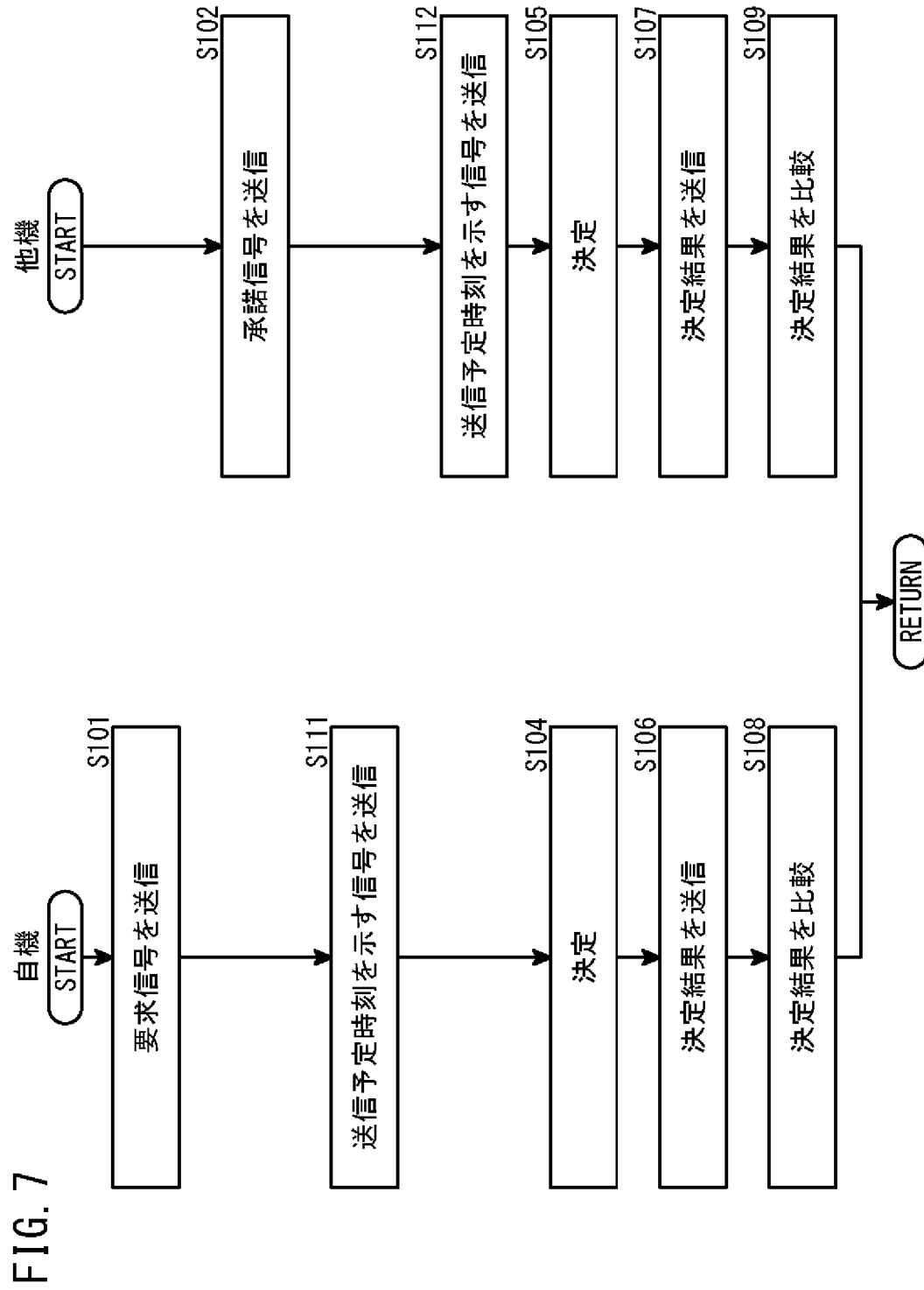
		機体区分		
		第2機体区分	第1機体区分	
			第1種	第2種(通常機体区分)
地理的単位区分	地理的単位区分A (人口集中地、住宅密集地)	飛行禁止	飛行禁止	条件付で許可
	地理的単位区分B (道路上、線路上)	飛行禁止	条件付で許可	条件付で許可
	地理的単位区分C (市街地)	飛行禁止	条件付で許可	飛行可
	地理的単位区分D (田畑、非市街地)	条件付で許可	飛行可	飛行可
	地理的単位区分E (フリーウェイ、河川、安全対策エリア)	飛行可	飛行可	飛行可

地理的単位区分

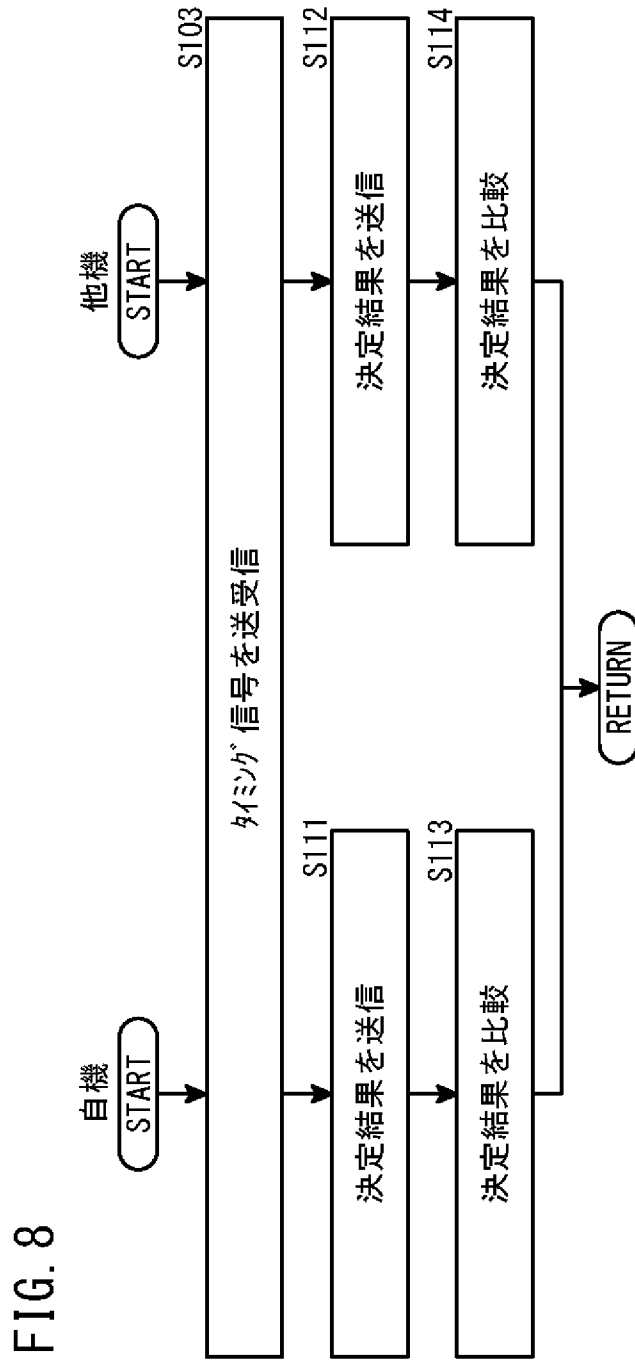
[図6]



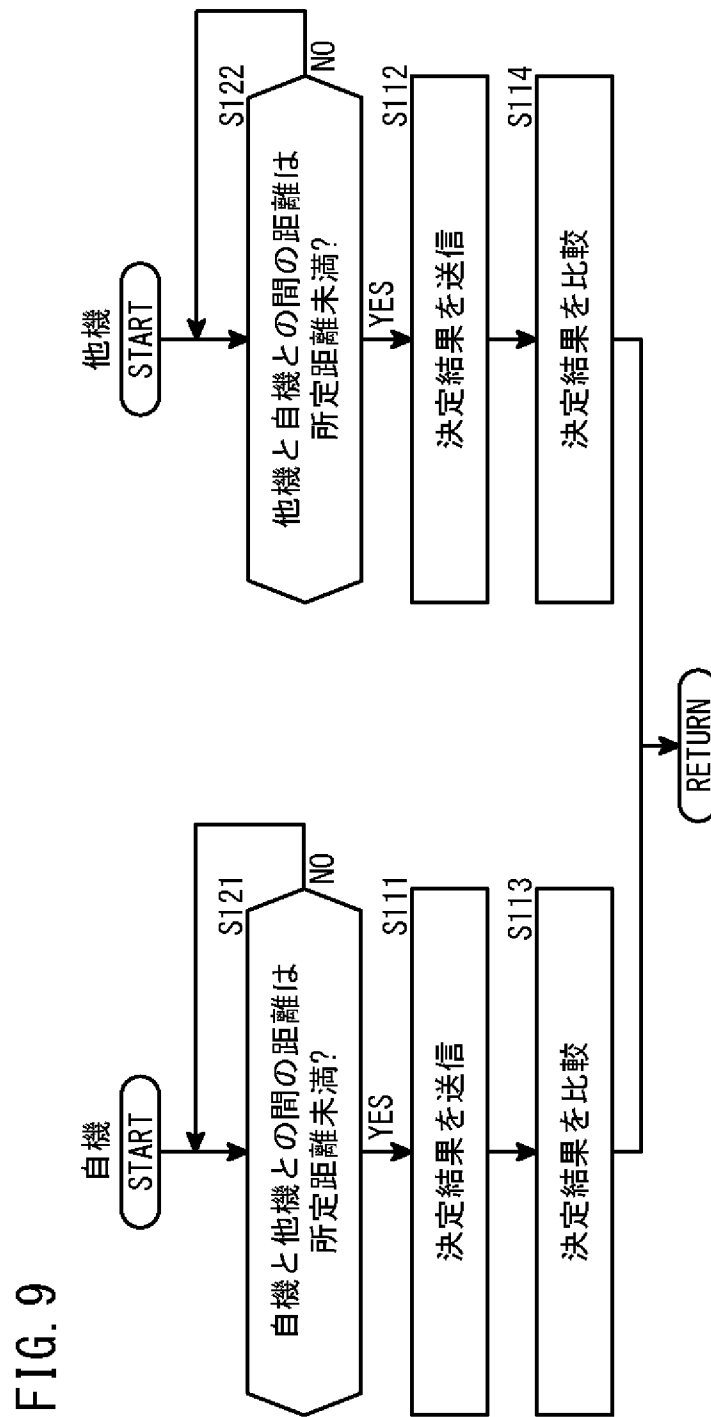
[図7]



[図8]

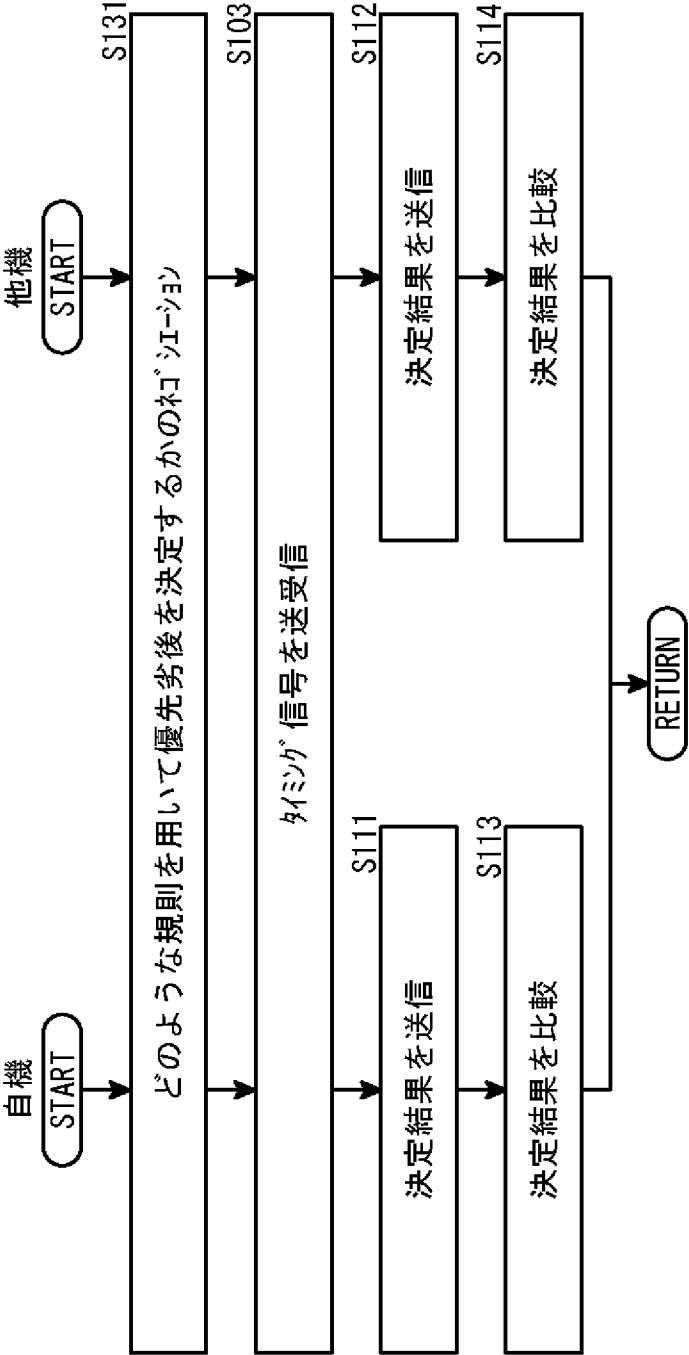


[図9]



[図10]

FIG. 10



[図11]

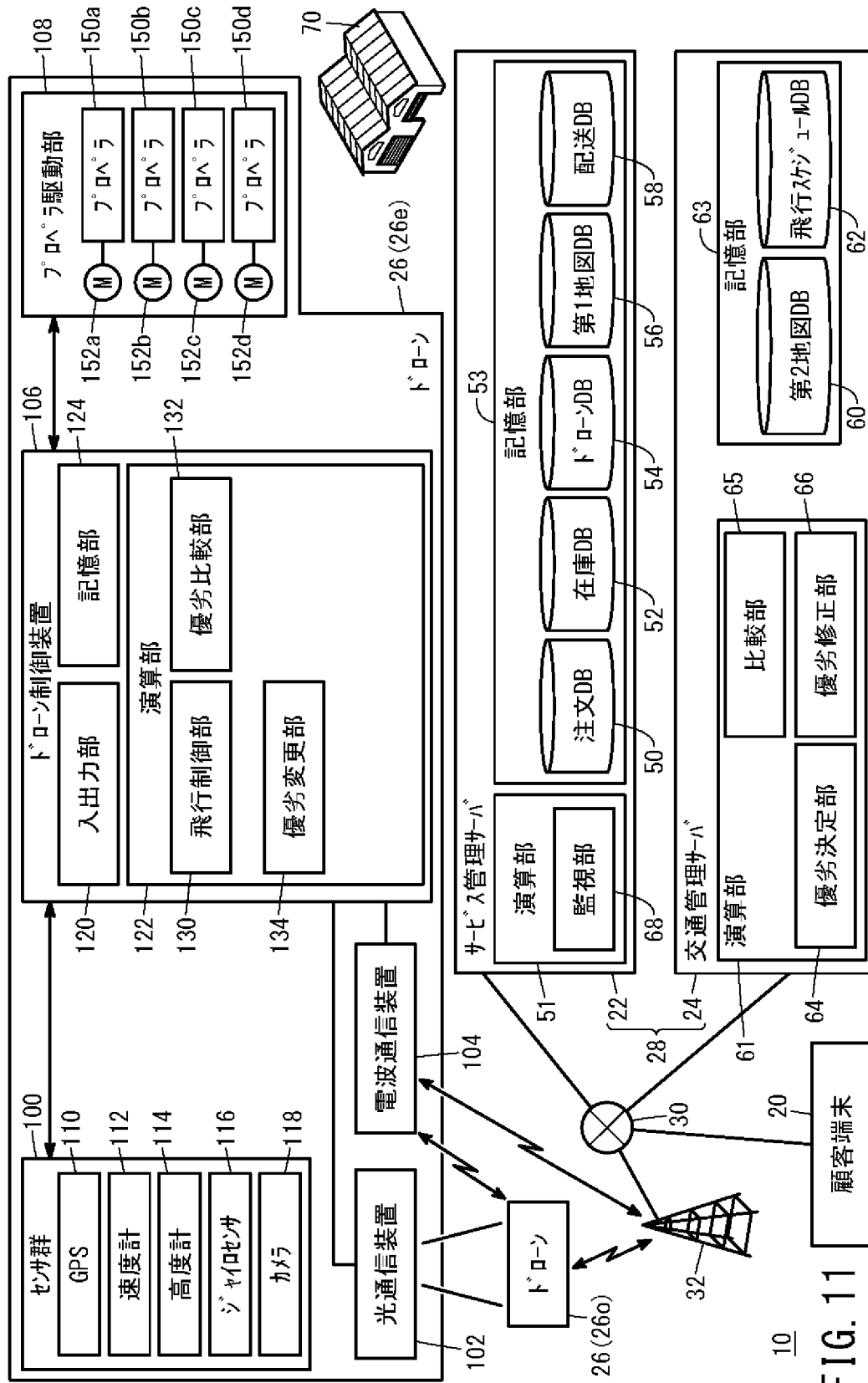
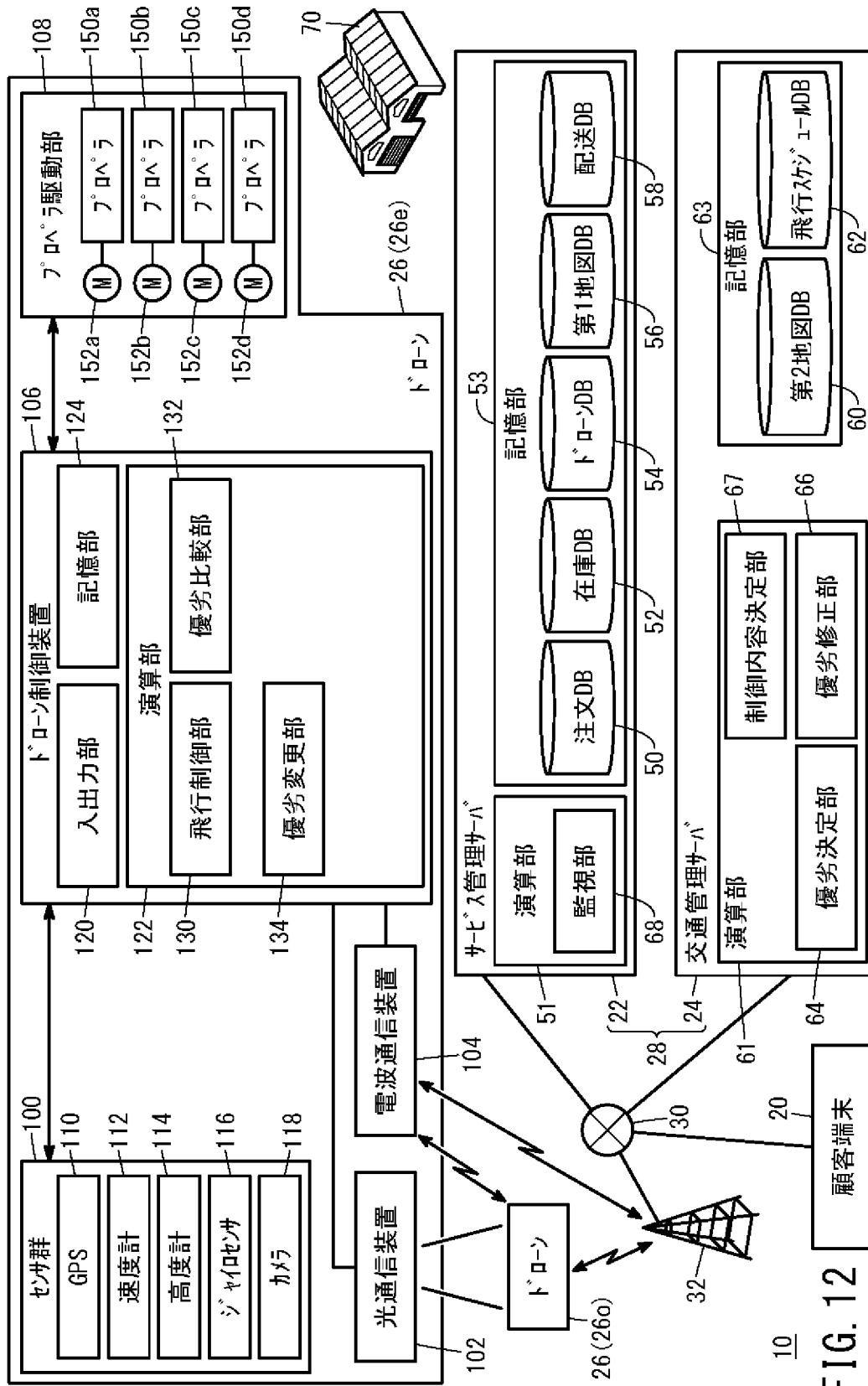


FIG. 11

[図12]



[図13]

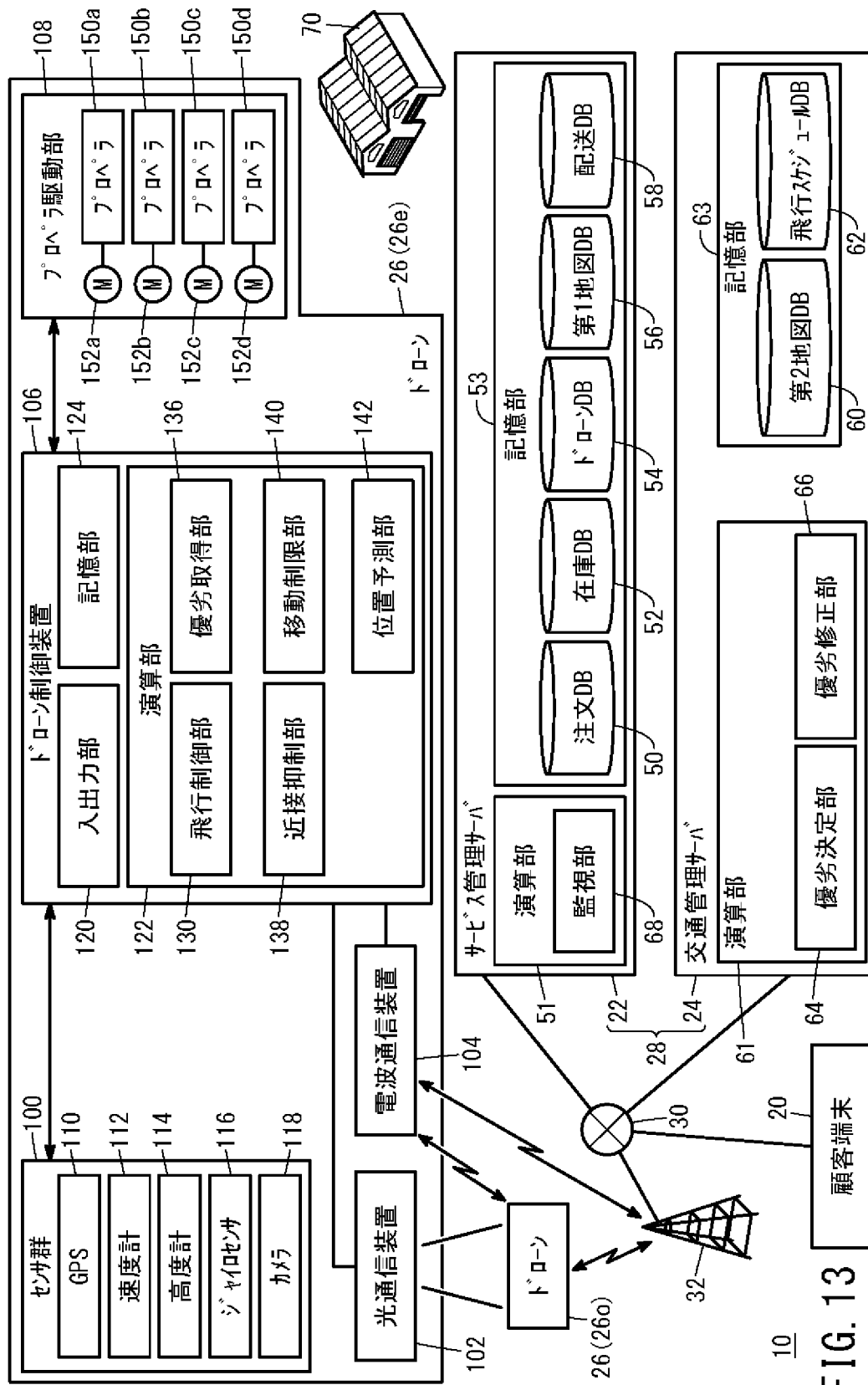
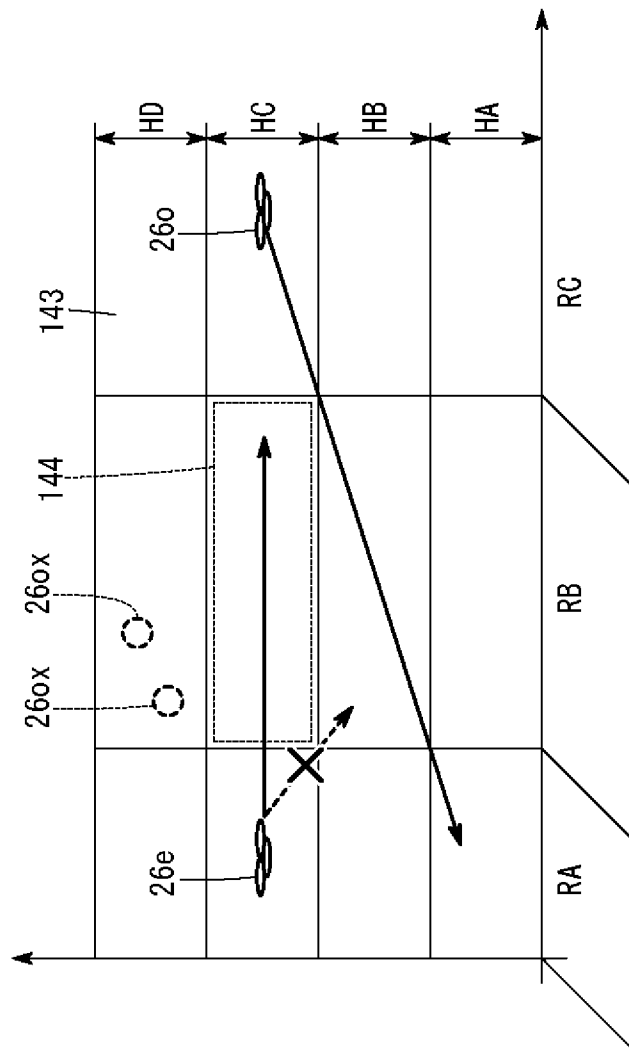


FIG. 13

[図14]

FIG. 14



[図15]

FIG. 15C

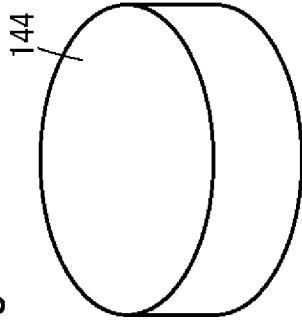


FIG. 15D

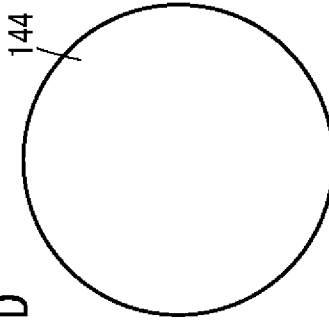


FIG. 15A

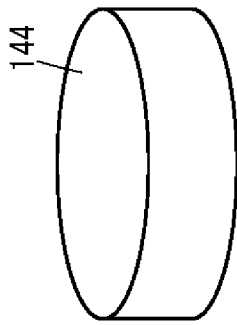
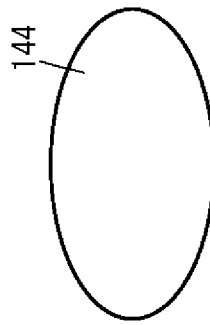


FIG. 15B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/011894

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B64C 13/18 (2006.01)i; B64C 13/20 (2006.01)i; B64C 39/02 (2006.01)i; G05D 1/02 (2020.01)i; G08G 5/04 (2006.01)i
FI: G08G5/04 A; G05D1/02 P; B64C39/02; B64C13/18 Z; B64C13/20 Z
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)

G08G1/00-99/00; B64B1/00-1/70; B64C1/00-99/00; B64D1/00-47/08; B64F1/00-5/00; B64G1/00-99/00; G05D1/00-1/12

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 Y	JP 2018-92332 A (FUJITSU LTD.) 14.06.2018 (2018-06-14) paragraphs [0011]-[0128], fig. 1-23	1-2, 18-20 3-17
Y	JP 2018-510402 A (SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.) 12.04.2018 (2018-04-12) paragraphs [0062]-[0953], fig. 1-45	3-17
A	JP 2018-120570 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORPORATION OF AMERICA) 02.08.2018 (2018-08-02) paragraphs [0009]-[0172], fig. 1-22	1-20
P, A	WO 2019/181900 A1 (HONDA MOTOR CO., LTD.) 26.09.2019 (2019-09-26) paragraphs [0035]-[0212], fig. 1-15	1-20
P, A	WO 2019/181899 A1 (HONDA MOTOR CO., LTD.) 26.09.2019 (2019-09-26) paragraphs [0047]-[0224], fig. 1-15	1-20

☐ 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

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 June 2020 (10.06.2020)

Date of mailing of the international search report
23 June 2020 (23.06.2020)

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/011894

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2018-92332 A	14 Jun. 2018	US 2018/0158346 A1 paragraphs [0033]-[0128], fig. 1-23	
JP 2018-510402 A	12 Apr. 2018	WO 2016/154944 A1 paragraphs [0108]-[1045], fig. 1-45	
		CN 107407915 A	
		CN 110015418 A	
JP 2018-120570 A	02 Aug. 2018	US 2018/0213597 A1 paragraphs [0030]-[0194], fig. 1-22	
		CN 108345300 A	
WO 2019/181900 A1	26 Sep. 2019	WO 2019/181899 A1 paragraphs [0047]-[0224], fig. 1-15	
WO 2019/181899 A1	26 Sep. 2019	WO 2019/181900 A1 paragraphs [0035]-[0212], fig. 1-15	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B64C 13/18(2006.01)i; B64C 13/20(2006.01)i; B64C 39/02(2006.01)i; G05D 1/02(2020.01)i; G08G 5/04(2006.01)i FI: G08G5/04 A; G05D1/02 P; B64C39/02; B64C13/18 Z; B64C13/20 Z																							
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）） G08G1/00-99/00; B64B1/00-1/70; B64C1/00-99/00; B64D1/00-47/08; B64F1/00-5/00; B64G1/00-99/00; G05D1/00-1/12 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 <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>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年													
日本国実用新案公報	1922-1996年																						
日本国公開実用新案公報	1971-2020年																						
日本国実用新案登録公報	1996-2020年																						
日本国登録実用新案公報	1994-2020年																						
C. 関連すると認められる文献 <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>JP 2018-92332 A（富士通株式会社）14.06.2018（2018-06-14） 段落 [0011] - [0128], [図1] - [図23]</td> <td>1-2, 18-20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>3-17</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2018-510402 A（エスゼット ディージェイアイ テクノロジー カンパニー リミ テッド）12.04.2018（2018-04-12） 段落 [0062] - [0953], [図1] - [図45]</td> <td>3-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2018-120570 A（パナソニック インテレクチュアル プロパティ コーポレーショ ン オブ アメリカ）02.08.2018（2018-08-02） 段落 [0009] - [0172], [図1] - [図22]</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>P, A</td> <td>WO 2019/181900 A1（本田技研工業株式会社）26.09.2019（2019-09-26） 段落 [0035] - [0212], [図1] - [図15]</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>P, A</td> <td>WO 2019/181899 A1（本田技研工業株式会社）26.09.2019（2019-09-26） 段落 [0047] - [0224], [図1] - [図15]</td> <td>1-20</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	JP 2018-92332 A（富士通株式会社）14.06.2018（2018-06-14） 段落 [0011] - [0128], [図1] - [図23]	1-2, 18-20	Y		3-17	Y	JP 2018-510402 A（エスゼット ディージェイアイ テクノロジー カンパニー リミ テッド）12.04.2018（2018-04-12） 段落 [0062] - [0953], [図1] - [図45]	3-17	A	JP 2018-120570 A（パナソニック インテレクチュアル プロパティ コーポレーショ ン オブ アメリカ）02.08.2018（2018-08-02） 段落 [0009] - [0172], [図1] - [図22]	1-20	P, A	WO 2019/181900 A1（本田技研工業株式会社）26.09.2019（2019-09-26） 段落 [0035] - [0212], [図1] - [図15]	1-20	P, A	WO 2019/181899 A1（本田技研工業株式会社）26.09.2019（2019-09-26） 段落 [0047] - [0224], [図1] - [図15]	1-20
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	JP 2018-92332 A（富士通株式会社）14.06.2018（2018-06-14） 段落 [0011] - [0128], [図1] - [図23]	1-2, 18-20																					
Y		3-17																					
Y	JP 2018-510402 A（エスゼット ディージェイアイ テクノロジー カンパニー リミ テッド）12.04.2018（2018-04-12） 段落 [0062] - [0953], [図1] - [図45]	3-17																					
A	JP 2018-120570 A（パナソニック インテレクチュアル プロパティ コーポレーショ ン オブ アメリカ）02.08.2018（2018-08-02） 段落 [0009] - [0172], [図1] - [図22]	1-20																					
P, A	WO 2019/181900 A1（本田技研工業株式会社）26.09.2019（2019-09-26） 段落 [0035] - [0212], [図1] - [図15]	1-20																					
P, A	WO 2019/181899 A1（本田技研工業株式会社）26.09.2019（2019-09-26） 段落 [0047] - [0224], [図1] - [図15]	1-20																					
☐ 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 10.06.2020		国際調査報告の発送日 23.06.2020																					
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） 田中 純一 3Z 9074 電話番号 03-3581-1101 内線 3395																					

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/JP2020/011894

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2018-92332	A	14.06.2018	US	2018/0158346	A1	
				段落[0033]-[0128], 図1-23			
JP	2018-510402	A	12.04.2018	WO	2016/154944	A1	
				段落[0108]-[1045], [図1]-[図45]			
				CN	107407915	A	
				CN	110015418	A	
JP	2018-120570	A	02.08.2018	US	2018/0213597	A1	
				段落[0030]-[0194], 図1-22			
				CN	108345300	A	
WO	2019/181900	A1	26.09.2019	WO	2019/181899	A1	
				段落[0047]-[0224], [図1]-[図15]			
WO	2019/181899	A1	26.09.2019	WO	2019/181900	A1	
				段落[0035]-[0212], [図1]-[図15]			