(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年8月22日(22.08.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/171289 A1

(51) 国際特許分類:
A01D 90/16 (2006.01)
A01D 90/02 (2006.01)
A01F 12/46 (2006.01)
B64U 10/13 (2023.01)
B64U 101/40 (2023.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/004969

(22) 国際出願日： 2023年2月14日(14.02.2023)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 株式会社クボタ (**KUBOTA CORPORATION**) [JP/JP]; 〒5568601 大阪府大阪市浪速区敷津東１丁目２番４７号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 阪口 和央 (**SAKAGUCHI, Kazuo**); 〒5900908 大阪府堺市堺区匠町１番地１１ 株式会社クボタ グローバル技術研究所内 Osaka (JP).

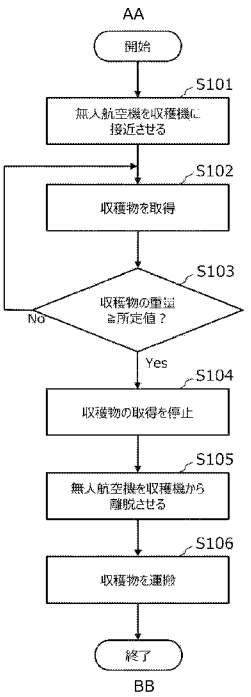
(74) 代理人: 奥田 誠司 (**OKUDA Seiji**); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜一丁目８番１６号 大阪証券取引所ビル１０階 奥田国際特許事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE,

(54) **Title:** UNMANNED AIRCRAFT, MANAGEMENT SYSTEM, PACKAGE SYSTEM, MANAGEMENT METHOD, AND COMPUTER PROGRAM

(54) 発明の名称： 無人航空機、管理システム、パッケージシステム、管理方法、コンピュータプログラム

[図10]



S101 Move unmanned aircraft closer to harvester
S102 Acquire crops
S103 Weight of crops ≥ prescribed value?
S104 Stop acquisition of crops
S105 Move unmanned aircraft further away from harvester
S106 Transport crops
AA Start
BB End

(57) **Abstract:** A harvest management system according to an embodiment uses an unmanned aircraft to acquire crops harvested from a field by a mobile agricultural machine. An acquisition device used to acquire the crops is connected to the unmanned aircraft and moves together with the unmanned aircraft. The unmanned aircraft is provided with a reception device that receives position information indicating the position of the agricultural machine in the field or the position from which the agricultural machine is expected to discharge the crops, a flight device that causes the unmanned aircraft

WO 2024/171289 A1

[続葉有]

KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能):ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告(条約第21条(3))

to fly, and a control device that controls the operation of the flight device to cause the unmanned aircraft to fly to a position where the aircraft can acquire a first crop stored in the agricultural machine or a second crop discharged from the agricultural machine. The unmanned aircraft acquires the first crop or the second crop using the acquisition device connected to the unmanned aircraft.

(57) 要約:ある実施形態に係る収穫管理システムは、移動型の農業機械が圃場から収穫した収穫物を無人航空機を用いて取得する収穫管理システムであって、収穫物の取得に用いる取得装置が無人航空機に接続されて無人航空機と共に移動し、無人航空機は、圃場内の農業機械の位置または農業機械が収穫物を排出する予定の位置を示す位置情報を受信する受信装置と、無人航空機を飛行させる飛行装置と、飛行装置の動作を制御して、農業機械に貯留されている第１収穫物または農業機械から排出される第２収穫物を取得可能な位置に無人航空機を飛行させる制御装置とを備え、無人航空機に接続された取得装置を用いて第１収穫物または第２収穫物を取得する。

明　細　書

発明の名称 ：

無人航空機、管理システム、パッケージシステム、管理方法、コンピュータプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、無人航空機、管理システム、パッケージシステム、管理方法、コンピュータプログラムに関する。

背景技術

[0002] 無人航空機（Ｕｎｍａｎｎｅｄ　Ａｅｒｉａｌ　Ｖｅｈｉｃｌｅ：　ＵＡＶ）は、構造上、人が乗ることができない航空機であって、遠隔操作または自動操縦により飛行することができる航空機である。回転翼型の無人航空機は、軸のまわりを回転するプロペラ、すなわち回転翼を利用して揚力を得る無人航空機である。複数の回転翼を備える小型の無人航空機（Ｍｕｌｔｉ－Ｒｏｔｏｒ　ＵＡＶ）は、「ドローン」、「マルチロータ」、または「マルチコプタ」とも呼ばれ、空撮、測量、物流、および農薬散布などの用途で広く利用されている。

[0003] 特許文献１には、農業機械の動作に連動して飛行位置を変更する無人航空機（無人飛行体）が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０２２－１０４７３７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 無人航空機を用いて収穫物の運搬を行うことが求められている。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示のある実施形態に係る収穫管理システムは、移動型の農業機械が圃

場から収穫した収穫物を無人航空機を用いて取得する収穫管理システムであって、収穫物の取得に用いる取得装置が前記無人航空機に接続されて前記無人航空機と共に移動し、前記無人航空機は、前記圃場内の前記農業機械の位置または前記農業機械が収穫物を排出する予定の位置を示す位置情報を受信する受信装置と、前記無人航空機を飛行させる飛行装置と、前記飛行装置の動作を制御して、前記農業機械に貯留されている第１収穫物または前記農業機械から排出される第２収穫物を取得可能な位置に前記無人航空機を飛行させる制御装置とを備え、前記無人航空機に接続された前記取得装置を用いて前記第１収穫物または前記第２収穫物を取得する。

[0007] 本開示のある実施形態に係る無人航空機は、圃場から収穫した収穫物を運搬する無人航空機であって、前記無人航空機を飛行させる飛行装置と、前記飛行装置の動作を制御する制御装置と、前記収穫物を含む運搬対象のターゲットパッケージがある第１位置を示すパッケージ位置情報、および前記ターゲットパッケージの重量を示すパッケージ重量情報を受信する通信装置と、前記ターゲットパッケージを支持可能な支持装置とを備え、前記制御装置は、前記パッケージ重量情報に基づいて、前記ターゲットパッケージを前記第１位置とは異なる第２位置まで運搬可能か否か判断し、前記ターゲットパッケージを運搬可能と判断した場合、前記飛行装置を制御して、前記第１位置まで前記無人航空機を飛行させ、前記支持装置に前記ターゲットパッケージを支持させ、前記飛行装置を制御して、前記第２位置まで前記無人航空機を飛行させる。

[0008] 本開示のある実施形態に係る管理システムは、無人航空機の運搬作業を管理する管理システムであって、圃場で収穫された収穫物を含むパッケージがある第１位置を示すパッケージ位置情報を受信する通信装置と、構造物を支持する無人航空機の動作を制御する制御装置とを備え、前記制御装置は、前記無人航空機に前記パッケージを支持させる場合、前記無人航空機から前記構造物を分離させる。

発明の効果

[0009] 本開示のある実施形態によれば、農業機械が収穫した収穫物を無人航空機が取得する。無人航空機は、例えば、地面に着陸することなく農業機械から収穫物を取得する。また、例えば、無人航空機は農業機械の上方の位置から収穫物を取得する。運搬車を農業機械と並走させる地表面を確保する必要がないため、作物の収穫を容易に効率良く行うことができる。

[0010] 本開示のある実施形態によれば、ターゲットパッケージを運搬可能な無人航空機が、ターゲットパッケージがある第１位置まで飛行してターゲットパッケージを支持して運搬することにより、収穫物の運搬を効率良く行うことができる。

[0011] 本開示のある実施形態によれば、構造物を支持する動作を行っていた無人航空機にパッケージを運搬させることにより、収穫物の運搬を効率良く行うことができる。構造物を分離した無人航空機を用いることで、無人航空機が運搬可能なパッケージの重量を大きくすることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1A]複数のロータを備える無人航空機においてロータを回転させる回転駆動装置の幾つかの例を模式的に示すブロック図である。

[図1B]複数のロータを備える無人航空機の基本的な構成例のひとつを模式的に示す平面図である。

[図1C]複数のロータを備える無人航空機の基本的な構成例のひとつを模式的に示す側面図である。

[図1D]複数のロータを備える無人航空機の基本的な他の構成例を模式的に示す平面図である。

[図2A]バッテリ駆動型のマルチコプタの基本構成例を示すブロック図である。

[図2B]シリーズハイブリッド駆動型のマルチコプタの基本構成例を示すブロック図である。

[図2C]パラレルハイブリッド駆動型のマルチコプタの基本構成例を示すブロック図である。

[図3]収穫管理システムの例を示す図である。

[図4]収穫機の例を模式的に示す側面図である。

[図5]収穫機の構成例を示すブロック図である。

[図6]無人航空機の構成例を示すブロック図である。

[図7]管理装置および端末装置の構成例を示すブロック図である。

[図8]取得装置が接続された無人航空機の例を模式的に示す図である。

[図9]収穫機が作物を収穫する圃場を示す図である。

[図10]収穫機が圃場から収穫した収穫物を、無人航空機を用いて取得する動作の例を示すフローチャートである。

[図11A]収穫機のタンクに貯留された収穫物を、無人航空機を用いて取得する動作の例を示す図である。

[図11B]収穫機のタンクに貯留された収穫物を、無人航空機を用いて取得する動作の例を示す図である。

[図11C]収穫機のタンクに貯留された収穫物を、無人航空機を用いて取得する動作の例を示す図である。

[図12]収穫物を貯蔵する貯蔵庫に移動する無人航空機を示す図である。

[図13]取得装置が接続された無人航空機の別の例を模式的に示す図である。

[図14]圃場内に配置された吸引機から延びるバキュームホース、およびバキュームホースを支持する無人航空機を示す図である。

[図15]グリッパが把持するバキュームホースの端部が収穫機のタンク内に位置するように飛行する無人航空機を示す図である。

[図16]収穫機から延びる排出ホース、および排出ホースを支持する無人航空機を示す図である。

[図17A]収穫機のコンテナに貯留された収穫物を、無人航空機を用いて取得する動作の例を示す図である。

[図17B]収穫機のコンテナに貯留された収穫物を、無人航空機を用いて取得する動作の例を示す図である。

[図17C]収穫機のコンテナに貯留された収穫物を、無人航空機を用いて取得す

る動作の例を示す図である。

[図18A]収穫物が貯留されたコンテナを、無人航空機を用いて取得する動作の例を示す図である。

[図18B]収穫物が貯留されたコンテナを、無人航空機を用いて取得する動作の例を示す図である。

[図18C]収穫物が貯留されたコンテナを、無人航空機を用いて取得する動作の例を示す図である。

[図18D]作物を収穫する小型の無人航空機の例を示す図である。

[図19]農業機械の例を示す図である。

[図20A]ベーラから排出されたベールをすくい上げる動作の例を示す図である。

[図20B]ベーラから排出されたベールをすくい上げる動作の例を示す図である。

[図20C]ベーラから排出されたベールをすくい上げる動作の例を示す図である。

[図21]収穫物のパッケージを運搬する無人航空機を複数の無人航空機の中から決定する処理の例を示すフローチャートである。

[図22]収穫物のパッケージを運搬する無人航空機を複数の無人航空機の中から決定する処理の例を示すフローチャートである。

[図23]収穫物のパッケージを運搬する無人航空機を複数の無人航空機の中から決定する処理の例を示すフローチャートである。

[図24]無人航空機がパッケージを取得して運搬する動作を行う圃場の例を示す図である。

[図25]無人航空機自身が、ターゲットパッケージを運搬可能か否か判断する処理の例を示すフローチャートである。

[図26]作業機を支持する無人航空機の例を示す図である。

[図27]作業機を支持する無人航空機に対して、作業機を分離させ、収穫物の運搬を行わせる動作の例を示すフローチャートである。

[図28A]圃場で作業を行う作業機を支持する無人航空機を示す図である。

[図28B]圃場で作業を行う作業機を支持する無人航空機を示す図である。

[図28C]作業機を分離した無人航空機を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本開示の実施形態を説明する。ただし、必要以上に詳細な説明は省略することがある。例えば、既によく知られた事項の詳細な説明および実質的に同一の構成に関する重複する説明を省略することがある。これは、以下の説明が不必要に冗長になることを避け、当業者の理解を容易にするためである。なお、発明者は、当業者が本開示を十分に理解するために添付図面および以下の説明を提供するのであって、これらによって特許請求の範囲に記載の主題を限定することを意図するものではない。以下の説明において、同一または類似の機能を有する構成要素については、同一の参照符号を付している。図面に付した符号Ｆ、Ｒｅ、Ｌ、Ｒ、Ｕ、Ｄは、それぞれ前、後、左、右、上、下を表す。

[0014] 以下の実施形態は例示であり、本開示の技術は以下の実施形態に限定されない。以下の実施形態の内容はあくまでも一例であり、技術的に矛盾が生じない限りにおいて種々の改変が可能である。また、技術的に矛盾が生じない限りにおいて、一の態様と他の態様とを組み合わせることが可能である。

[0015] （無人航空機）

複数のロータを備える無人航空機は、ロータ（以下、「プロペラ」と称する場合がある。）を回転させる回転駆動装置を備えている。以下、このような無人航空機を「マルチコプタ」と称する。

[0016] マルチコプタが備える回転駆動装置の構成には多様な形態が存在している。図１Ａは、本開示における回転駆動装置３の４つの例を模式的に示すブロック図である。マルチコプタを飛行させる飛行装置１は、複数のロータ２および回転駆動装置３を備える。

[0017] 図１Ａに示される第１の回転駆動装置３Ａは、複数のロータ２を回転させる複数の電動モータ（以下、「モータ」と称する。）１４と、各モータ１４

に供給する電力を蓄えるバッテリ５２とを有している。バッテリ５２は、例えば、ポリマー型リチウムイオン電池などの二次電池である。各ロータ２は、対応するモータ１４の出力軸に連結され、モータ１４によって回転させられる。ペイロードおよび／または飛行時間を増加させるには、バッテリ５２の蓄電容量を増加させることが必要である。バッテリ５２の蓄電容量は、バッテリ５２を大型化することによって可能であるが、バッテリ５２の大型化は重量の増加を招く。

[0018] 図１Ａに示される第２の回転駆動装置３Ｂは、ロータ２に機械的に接続される動力伝達系２３と、動力伝達系２３に駆動力（トルク）を与える内燃機関７ａとを有している。動力伝達系２３は、例えばギアまたはベルトなどの機械的部品を含み、内燃機関７ａの出力軸のトルクをロータ２に伝達する。内燃機関７ａは、燃料の燃焼によって効率よく機械的エネルギを発生させることができる。内燃機関７ａの例は、ガソリンエンジン、ディーゼルエンジン、水素エンジンを含み得る。また、回転駆動装置３Ｂに含まれる内燃機関７ａの個数は１個に限定されない。

[0019] 図１Ａに示される第３の回転駆動装置３Ｃは、複数のモータ１４と、各モータ１４に供給する電力を蓄える電力バッファ９と、電力を発生させるオルタネータなどの発電装置８と、発電装置８に発電のための機械的エネルギを与える内燃機関７ａとを有している。電力バッファ９の典型例は、二次電池などのバッテリであるが、キャパシタであってもよい。第３の回転駆動装置３Ｃでは、電力バッファ９の蓄電容量が大きくない場合でも、内燃機関７ａの駆動力（機械的エネルギ）を利用して発電装置８が電力を生成するため、ペイロードおよび／または飛行時間を増加させることが可能になる。このような形式の駆動は、「シリーズハイブリッド駆動」と呼ばれる。シリーズハイブリッド駆動における発電装置８および内燃機関７ａは、マルチコプタの飛行距離を延ばすため、「レンジエクステンダ」と呼ばれる。

[0020] 図１Ａに示される第４の回転駆動装置３Ｄは、複数のモータ１４と、各モータ１４に供給する電力を蓄える電力バッファ９と、電力を発生させるオル

タネータなどの発電装置８と、発電装置８に発電のための駆動力を与える内燃機関７ａと、内燃機関７ａが生成する駆動力をロータ２に伝達してロータ２を回転させる動力伝達系２３とを有している。複数のロータ２の少なくとも１つのロータ２が内燃機関７ａによって回転させられ、他のロータ２がモータ１４によって回転させられる。第４の回転駆動装置３Ｄでは、内燃機関７ａが生成する機械的エネルギを電力に変換することなく、ロータ２の回転にも利用できるため、エネルギの利用効率を高めることが可能になる。このような形式の駆動は、「パラレルハイブリッド駆動」と呼ばれる。

[0021] 図１Ｂは、マルチコプタ１０の基本的な構成例のひとつを模式的に示す平面図である。図１Ｂの構成例は、回転駆動装置３として、図１Ａに示される第１の回転駆動装置３Ａを備えている。すなわち、この例における回転駆動装置３（３Ａ）は、モータ１４と、バッテリ５２とを有している。図１Ｃは、マルチコプタ１０を模式的に示す側面図である。

[0022] 図１Ｂおよび図１Ｃに示されるマルチコプタ１０は、複数のロータ２と、機体本体４と、ロータ２および機体本体４を支持する機体フレーム５とを備える。機体フレーム５は、中央部で機体本体４を支持し、中央部から外側に延びる複数のアーム５Ａで複数のロータ２を回転可能に支持している。各アーム５Ａの先端付近にはロータ２を回転させるモータ１４が設けられている。機体本体４と機体フレーム５とを総称して「機体１１」ということがある。

[0023] 図１Ｂの例において、マルチコプタ１０は、４個のロータ２を備えるクワッド型のマルチコプタ（クワッドコプタ）である。ひとつの対角線上に位置するロータ２は同一方向（時計回りまたは反時計回り）に回転するが、異なる対角線上に位置するロータ２は反対方向に回転する。

[0024] 機体本体４は、マルチコプタ１０に搭載された装置および部品の動作を制御する制御装置４ａと、制御装置４ａに接続されたセンサ群４ｂと、制御装置４ａに接続された通信装置４ｃと、バッテリ５２と、を含む。

[0025] 制御装置４ａは、例えば、フライトコントローラなどの飛行制御装置と、

上位のコンピュータ（コンパニオンコンピュータ）とを含み得る。コンパニオンコンピュータは、センサ群４ｂによって取得したセンサデータに基づいて、画像処理、障害物検出、障害物回避などの高度な演算処理を実行することができる。

[0026] センサ群４ｂは、加速度センサ、角速度センサ、地磁気センサ、気圧センサ、高度センサ、温度センサ、流量センサ、撮像装置、レーザセンサ、超音波センサ、障害物接触センサ、ＧＮＳＳ（Ｇｌｏｂａｌ Ｎａｖｉｇａｔｉｏｎ Ｓａｔｅｌｌｉｔｅ Ｓｙｓｔｅｍ）レシーバを含み得る。加速度センサおよび角速度センサは、例えばＩＭＵ（Ｉｎｅｒｔｉａｌ Ｍｅａｓｕｒｅｍｅｎｔ Ｕｎｉｔ）の構成部品として機体本体４に搭載されていてもよい。レーザセンサの例は、例えば地上までの距離の計測に用いられるレーザレンジファインダ、および、２次元または３次元のＬｉＤＡＲ（ｌｉｇｈｔ ｄｅｔｅｃｔｉｏｎ ａｎｄ ｒａｎｇｉｎｇ）を含み得る。

[0027] 通信装置４ｃは、アンテナを介して、地上にある送信機または地上局（Ｇｒｏｕｎｄ Ｃｏｎｔｒｏｌ Ｓｔａｔｉｏｎ：ＧＣＳ）との間で信号の送受信を行うための無線通信モジュール、セルラー通信網を利用する移動体通信モジュールなどを含み得る。通信装置４ｃは、地上から送信された制御コマンドなどの信号を受信し、センサ群４ｂによって取得した画像データなどのセンサデータをテレメトリ情報として送信し得る。通信装置４ｃは、マルチコプタ同士で通信を行う機能、および衛星通信の機能を有していてもよい。制御装置４ａは、通信装置４ｃによってクラウド上のコンピュータと接続することが可能である。コンパニオンコンピュータの機能の一部または全部が、クラウド上のコンピュータによって実行されてもよい。

[0028] バッテリ５２は、充電によって電力を蓄え、放電によって電力をモータ１４に供給することができる二次電池である。バッテリ５２および複数のモータ１４の働きにより、複数のロータ２が回転駆動され、所望の推力を発生することが可能になる。 複数のロータ２のそれぞれは、一般には、固定されたピッチ角を有する複数枚の羽根（ブレード）を有し、回転によって推力を

発生する。ピッチ角は可変であってもよい。複数のロータ２の全てが同一の直径（プロペラ径）を有する必要はなく、１または複数のロータ２が、他のロータ２よりも大きな直径を有していてもよい。回転するロータ２によって生じる推力（静止推力）は、一般に、ロータ２の直径の３乗に比例する。このため、直径が異なるロータ２を備える場合、直径が相対的に大きなロータ２を「メインロータ」と称し、相対的に小さなロータ２を「サブロータ」と称する場合がある。なお、直径の大小によらず、回転駆動装置３の構成により、発生可能な推力が相対的に大きなロータ２と、その推力が相対的な小さなロータ２とを含んでいてもよい。その場合、発生可能な推力が相対的に大きなロータ２を「メインロータ」と称し、相対的に小さなロータ２を「サブロータ」と称してもよい。例えば、１回転あたりに発生する推力が相対的に大きなロータ２を「メインロータ」と称し、１回転あたりに発生する推力が相対的に小さなロータ２を「サブロータ」と称してもよい。ある例において、メインロータは、サブロータよりも内側に配置され得る。言い換えれば、機体の中心から各メインロータの回転軸までの距離が、機体の中心から各サブロータの回転軸までの距離よりも短くなるように、各ロータ２が配置され得る。

[0029] この例において、回転駆動装置３は、複数のモータ１４を有している。前述したように、回転駆動装置３は、内燃機関７ａを含んでいてもよい。

[0030] 図１Ｄは、回転駆動装置３として第２の回転駆動装置３Ｂを備えるマルチコプタ１０の基本的な構成例を模式的に示す平面図である。図１Ｄに示される例において、内燃機関７ａは、機体本体４によって支持されている。この例において、内燃機関７ａによって生成される駆動力は、複数の動力伝達系２３によって複数のロータ２に伝達され、それぞれのロータ２を回転させる。制御装置４ａは、各動力伝達系２３を制御することにより、個々のロータ２の回転速度を変化させることができる。回転駆動装置３Ｂは、複数のロータ２のそれぞれのブレードのピッチ角を変更する機構を備えていてもよい。その場合、制御装置４ａは、その機構を制御してブレードのピッチ角を変更

することで、各ロータ２に発生させる揚力を調整してもよい。

[0031] なお、複数のロータ２の一部が内燃機関７ａによって回転させられ、他のロータ２がモータ１４によって回転させられる「パラレルハイブリッド駆動」では、機体本体４に内燃機関７ａおよびバッテリ５２が支持される。複数のロータ２の少なくとも１つのロータ２が動力伝達系２３を介して内燃機関７ａに連結され、他のロータ２がモータ１４に連結される。

[0032] このようなパラレルハイブリッド駆動では、内燃機関７ａによって回転させられる１または複数のロータ２の直径を、モータ１４によって回転させられる他のロータ２の直径よりも大きくする場合がある。言い換えると、内燃機関７ａがメインロータの回転に用いられ、モータ１４がサブロータの回転に用いられる場合がある。このような場合、メインロータは主に推力の生成に用いられ、サブロータは推力の生成および姿勢制御に用いられる。メインロータを「ブースタロータ」、サブロータを「姿勢制御ロータ」と呼んでもよい。

[0033] パラレルハイブリッド駆動の場合、内燃機関は、推力の生成および発電の両方に用いられる。内燃機関が生成する駆動力（トルク）を、ロータおよび発電装置の一方または両方に選択的に伝達することにより、推力の生成および発電をバランスよく行うことも可能である。

[0034] マルチコプタが内燃機関を搭載し、内燃機関によって推力の生成および発電の少なくとも一方を行うことは、ペイロードおよび飛行時間の増加に寄与する。マルチコプタの姿勢制御は、応答特性が内燃機関よりも優れるモータによってプロペラを回転させて行うことが望ましい。このため、マルチコプタの姿勢を正確に制御する必要がある用途において、ペイロードおよび飛行時間を増加させるためには、パラレルハイブリッド駆動またはシリーズハイブリッド駆動を採用することが望ましい。なお、回転駆動装置３が複数のロータ２のそれぞれのブレードのピッチ角を変更する機構を備えている場合は、各ブレードのピッチ角を変更することによって姿勢を調整することもできる。

[0035] ペイロードおよび飛行時間の増加により、マルチコプタの用途は更に拡大し得る。例えば、農業分野では、現在、マルチコプタが農薬散布または作物生育状況のモニタリングなどに利用されつつあるが、多様な対地作業機（以下、単に「作業機」と称することがある。）をマルチコプタに連結することにより、様々な農作業を空中から実行することが可能になる。農業用途の作業機は、「インプルメント」と呼ばれることがある。作業機の例は、作物に薬剤を噴霧するスプレイヤ、モーア（草刈機）、シーダ（播種機）、スプレッダ（施肥機）、レーキ、ベーラ（集草機）、ハーベスタ（収穫機）、プラウ、ハロー、またはロータリなどを含み得る。トラクタなどの作業車両は、本開示における「作業機」には含まれない。

[0036] 図１Ｃに示される例において、マルチコプタ１０には、例えば農薬または肥料を圃場または圃場内の作物に対して散布することができる作業機２００が連結されている。ペイロードおよび飛行時間の増加により、作業機２００の大型化および／または多機能化を実現することが可能になる。例えば、マルチコプタ１０に連結する作業機２００を交換することにより、液状施薬、粒状施薬、施肥、間引き、除草、移植、種子の直播、および収穫を含む、多様な対地作業（農作業）を実行することが可能になる。作業機２００は、ロボットハンドなどの機構を備えていてもよい。その場合、１つの作業機２００が多様な対地作業を実行することが可能になる。作業機２００が物資を収容する十分な大きさのスペースを備えていれば、そのような作業機２００によって広い範囲にわたって農業資材または収穫物を運搬することも可能になる。作業機２００をマルチコプタ１０に連結する形態は多様である。マルチコプタ１０は、ケーブルによって作業機２００を吊り下げ、牽引してもよい。マルチコプタ１０によって牽引された作業機２００は、マルチコプタ１０が飛行またはホバリングしている間、牽引された状態で対地作業を行うことも可能である。作業中の作業機２００は空中にあってもよいし、地上にあってもよい。

[0037] 図１Ｃに示される例において、マルチコプタ１０は給電装置７６を備えて

いる。給電装置７６は、マルチコプタ１０が備えるバッテリ５２または発電装置８などの駆動エネルギ源から、作業機２００に電力を供給する装置である。作業機２００の種々の機能は、この電力によって実行され得る。作業機２００は、マルチコプタ１０の給電装置７６から得た電力によって動作するモータなどのアクチュエータを備えている。作業機２００は、電力を蓄えるバッテリを備えていることが好ましい。後述するＥＳＣ１６は制御装置４ａに含まれていてもよい。

[0038] 図２Ａは、バッテリ駆動型のマルチコプタ１０の基本構成例を示すブロック図である。バッテリ駆動型のマルチコプタ１０は、複数のロータ１２と、複数のロータ１２をそれぞれ回転させる複数のモータ１４と、複数のモータ１４をそれぞれ駆動するモータ駆動回路を有する複数のＥＳＣ（Ｅｌｅｃｔｒｉｃ Ｓｐｅｅｄ Ｃｏｎｔｒｏｌｌｅｒ）１６と、各ＥＳＣ１６を介して対応するモータ１４に電力を供給するバッテリ５２と、複数のＥＳＣ１６を制御して姿勢を制御しながら飛行を行うための制御装置４ａと、センサ群４ｂと、通信装置４ｃと、バッテリ５２に電気的に接続される給電装置７６と、を備えている。ロータ１２はロータ２の一例である。図２Ａでは、簡単のため、ロータ１２、モータ１４、およびＥＳＣ１６がそれぞれ１個のブロックによって示されているが、ロータ１２、モータ１４、およびＥＳＣ１６の個数は、それぞれ、複数である。この点は、図２Ｂ、図２Ｃについても同様である。

[0039] 制御装置４ａは、通信装置４ｃを介して、例えば、地上にある地上局６からの制御指令を無線で受け取ることが可能である。地上局６の個数は、１個に限定されず、複数の場所に分散配置されていてもよい。通信装置４ｃは、地上にいる操縦者の操縦装置から制御指令を無線で受け取ることも可能である。制御装置４ａは、センサ群４ｂから得られるセンサデータに基づいて、離陸、飛行、障害物回避、および着陸の各動作を自動的または自律的に実行する機能を有していてもよい。制御装置４ａは、給電装置７６に接続された作業機２００との間で通信を行い、作業機２００の状態を示す信号を作業機

２００から取得するように構成されていてもよい。また、制御装置４ａは、作業機２００の動作を制御する信号を作業機２００に与えてもよい。更に、作業機２００がマルチコプタ１０の動作を指示する信号を生成して、制御装置４ａに送信してもよい。このような制御装置４ａと作業機２００との間の通信は、有線または無線で行われ得る。

[0040] 図２Ｂは、シリーズハイブリッド駆動型のマルチコプタ１０の基本構成例を示すブロック図である。シリーズハイブリッド駆動型のマルチコプタ１０は、バッテリ駆動型のマルチコプタ１０と同様に、複数のロータ１２と、複数のモータ１４と、複数のＥＳＣ１６と、制御装置４ａと、センサ群４ｂと、通信装置４ｃとを備えている。図示されるシリーズハイブリッド駆動型のマルチコプタ１０は、更に、内燃機関７ａと、内燃機関７ａの燃料を蓄える燃料タンク７ｂと、内燃機関７ａによって駆動されて電力を生成する発電装置８と、発電装置８が生成した電力を一時的に貯蔵する電力バッファ９と、電力バッファ９に電気的に接続される給電装置７６と、を備えている。電力バッファ９は、例えば二次電池などのバッテリである。発電装置８によって生成された電力は、電力バッファ９およびＥＳＣ１６を介してモータ１４に供給される。また、発電装置８によって生成された電力は、給電装置７６を介して作業機２００にも供給され得る。

[0041] 図２Ｃは、パラレルハイブリッド駆動型のマルチコプタ１０の基本構成例を示すブロック図である。パラレルハイブリッド駆動型のマルチコプタ１０は、シリーズハイブリッド駆動型のマルチコプタ１０と同様に、複数のロータ１２と、複数のロータ１２をそれぞれ駆動する複数のモータ１４と、複数のＥＳＣ１６と、制御装置４ａと、センサ群４ｂと、通信装置４ｃと、内燃機関７ａと、燃料タンク７ｂと、発電装置８と、電力バッファ９と、給電装置７６と、を備えている。パラレルハイブリッド駆動型のマルチコプタ１０は、更に、内燃機関７ａの駆動力を伝達するドライブトレイン２７と、ドライブトレイン２７から内燃機関７ａの駆動力を受けて回転するロータ２２と、を備える。ロータ１２およびロータ２２の一方を「第１ロータ」と呼び、

他方を「第２ロータ」と呼んで、互いを区別する場合がある。ドライブトレイン２７に接続されて回転するロータ２２は、１個であってもよいし、２個以上であってもよい。

[0042] パラレルハイブリッド駆動型のマルチコプタ１０では、内燃機関７ａは、発電装置８を駆動して発電を行うだけではなく、ロータ２２を回転させるためのエネルギを機械的にロータ２２に伝達する。一方、シリーズハイブリッド駆動型のマルチコプタ１０では、発電装置８が生成する電力によって全てのロータ１２が回転する。このため、シリーズハイブリッド駆動型のマルチコプタ１０では、発電装置８が例えば燃料電池であれば、内燃機関７ａは必須の構成要素ではない。

[0043] （収穫管理システム）

次に、農業機械が圃場から収穫した収穫物を、無人航空機１０を用いて取得する収穫管理システムを説明する。

[0044] 本実施形態の農業機械は、移動しながら圃場の作物の収穫を行うことが可能な移動型の農業機械（Mobile Agricultural Machine）であり得る。農業機械は、例えば、収穫機、トラクタ、農業用移動ロボットである。トラクタのような農業機械に装着または牽引される作業機（インプルメント）と農業機械の全体が一つの「農業機械」として機能する場合がある。

[0045] 図３は、本実施形態に係る収穫管理システム１０００の例を示す図である。収穫管理システム１０００は、農業機械１００と、無人航空機１０と、端末装置４００と、管理装置６００とを含む。図３では、農業機械１００の一例として収穫機を示している。無人航空機１０は、例えば上述したマルチコプタである。

[0046] 収穫機（ハーベスタ）１００は、例えばコンバインハーベスタであり得る。収穫機１００は、圃場の作物の刈取り、刈取った作物の脱穀、脱穀後の収穫物の貯留、収穫物の排出等を行う。圃場の作物は、稲、麦、トウモロコシ、大豆等の穀物が収穫可能な植物であり得るが、それに限定されない。無人航空機１０は、収穫機１００が圃場から収穫した収穫物を取得して運搬する

。

[0047] 収穫機１００は、自動運転機能を備える。すなわち、収穫機１００は、手動によらず、制御装置の働きによって走行することができる。本実施形態における制御装置は、収穫機１００の内部に設けられ、収穫機１００の速度および操舵の両方を制御することができる。収穫機１００は、圃場内に限らず、圃場外（例えば道路）を自動走行してもよい。収穫機１００は、ＧＮＳＳユニットおよびＬｉＤＡＲセンサなどの、測位あるいは自己位置推定のために利用される装置を備える。収穫機１００の制御装置は、収穫機１００の位置と、目標経路の情報とに基づいて、収穫機１００を自動で走行させる。

[0048] 無人航空機１０は、自律飛行機能を備え、制御装置の働きによって飛行することができる。無人航空機１０は、ＧＮＳＳユニットおよびＬｉＤＡＲセンサなどの、測位あるいは自己位置推定のために利用される装置を備える。無人航空機１０の制御装置は、無人航空機１０の位置と、目標飛行経路の情報とに基づいて、無人航空機１０を自動で飛行させる。

[0049] 端末装置４００は、収穫機１００および無人航空機１０を遠隔で監視するユーザが使用するコンピュータである。管理装置６００は、収穫管理システム１０００を運営する事業者が管理するコンピュータである。収穫機１００、無人航空機１０、端末装置４００、および管理装置６００は、ネットワーク８０を介して互いに通信することができる。図３には１台の収穫機１００および１機の無人航空機１０が例示されているが、収穫管理システム１０００は、複数の収穫機１００および／または複数の無人航空機１０を含んでいてもよい。収穫管理システム１０００は、他の農業機械を含んでいてもよい。

[0050] 管理装置６００は、収穫機１００および無人航空機１０による農作業および運搬作業を管理するコンピュータである。管理装置６００は、例えば圃場に関する情報をクラウド上で一元管理し、クラウド上のデータを活用して農業を支援するサーバコンピュータであり得る。管理装置６００は、例えば、収穫機１００および無人航空機１０の作業計画を作成し、その作業計画に従

って、収穫機１００および無人航空機１０に農作業を実行させる。管理装置６００は、例えば、ユーザが端末装置４００または他のデバイスを用いて入力した情報に基づいて圃場内の目標経路を生成する。管理装置６００は、さらに、収穫機１００、無人航空機１０、他の移動体等がＬｉＤＡＲセンサなどのセンシング装置を用いて収集したデータに基づいて、環境地図の生成および編集を行ってもよい。管理装置６００は、生成した作業計画、目標経路、および環境地図のデータを収穫機１００および無人航空機１０に送信する。収穫機１００および無人航空機１０は、それらのデータに基づいて、移動および各種作業を自動で行う。

[0051] 端末装置４００は、収穫機１００および無人航空機１０から離れた場所にいるユーザが使用するコンピュータである。図３に示す端末装置４００はラップトップコンピュータであるが、これに限定されない。端末装置４００は、デスクトップＰＣ（Personal Computer）などの据え置き型のコンピュータであってもよいし、スマートフォンまたはタブレットコンピュータなどのモバイル端末でもよい。端末装置４００は、収穫機１００および無人航空機１０を遠隔監視したり、収穫機１００および無人航空機１０を遠隔操作したりするために用いられ得る。例えば、端末装置４００は、収穫機１００および無人航空機１０のそれぞれが備えるカメラ（撮像装置）が撮影した映像をディスプレイに表示させることができる。端末装置４００は、さらに、収穫機１００の作業計画（例えば各農作業のスケジュール）を作成するために必要な情報をユーザが入力するための設定画面をディスプレイに表示することもできる。ユーザが設定画面上で必要な情報を入力し送信の操作を行うと、端末装置４００は、入力された情報を管理装置６００に送信する。管理装置６００は、その情報に基づいて作業計画を作成する。端末装置４００は、さらに、目標経路を設定するために必要な情報をユーザが入力するための設定画面をディスプレイに表示する機能を備えていてもよい。

[0052] 以下、本実施形態におけるシステムの構成および動作をより詳細に説明する。

[0053] （システムの構成）

図４は、収穫機１００の例を模式的に示す側面図である。収穫機１００は、車体１０１および走行装置１０２を備えている。例示する走行装置１０２は、クローラ式の走行装置であるが、タイヤ付き車輪を備える走行装置であってもよい。車体１０１の上方には、キャビン１１０が設けられている。

[0054] 走行装置１０２の前方には、作物を刈り取る刈取装置１０３が高さ調整可能に設けられている。刈取装置１０３の上方には、作物の茎部分を起こすリール１０９が高さ調節可能に設けられている。キャビン１１０の後方には、脱穀装置１０５および収穫物を貯留するタンク１０６が左右方向に並設されている。刈取装置１０３と脱穀装置１０５との間には、刈り取られた作物を搬送する搬送装置１０４が設けられている。脱穀装置１０５は刈り取られた作物の脱穀を行う。タンク１０６は、穀粒等の脱穀により得られた収穫物を貯留する。脱穀装置１０５の後方には、排藁処理装置１０８が設けられている。排藁処理装置１０８は、穀粒等の収穫物が取り除かれた後の茎部分等を細かく切断して外部に放出する。タンク１０６にはタンク１０６から収穫物を排出する排出装置が設けられていてもよい。

[0055] 刈取装置１０３、搬送装置１０４、脱穀装置１０５、排藁処理装置１０８、リール１０９、排出装置等の収穫動作を行う各種装置の構成および動作は公知であるため、ここではそれらの詳細な説明は省略する。

[0056] 本実施形態における収穫機１００は、手動運転モードと自動運転モードの両方で動作することができる。自動運転モードにおいて、収穫機１００は無人で走行することができる。また、自動運転モードにおいて、収穫機１００は圃場の作物を収穫する動作を行いながら無人で走行することができる。

[0057] 図４に示すように、収穫機１００は、原動機（エンジン）１１１と、変速装置（トランスミッション）１１２とを備える。キャビン１１０の内部には運転席、操作レバー、操作端末、および操作のためのスイッチ群が設けられている。

[0058] 収穫機１００は、収穫機１００の周辺の環境をセンシングする少なくとも

１つのセンシング装置と、少なくとも１つのセンシング装置から出力されるセンシングデータを処理する制御装置とを備え得る。収穫機１００は複数のセンシング装置を備える。センシング装置は、ＬｉＤＡＲセンサ１２５、カメラ１２６、障害物センサ１２７であり得る。

[0059] カメラ１２６は、例えば収穫機１００の前後左右に設けられ得る。カメラ１２６は、収穫機１００の周辺の環境を撮影し、画像データを生成する。カメラ１２６が取得した画像は、収穫機１００に搭載された制御装置に出力され、遠隔監視を行うための端末装置４００に送信され得る。また、当該画像は、無人運転時に収穫機１００を監視するために用いられ得る。

[0060] 図４に例示するＬｉＤＡＲセンサ１２５は、収穫機１００の前方部および後方部に配置されている。ＬｉＤＡＲセンサ１２５は、収穫機１００の側方部にさらに設けられていてもよい。収穫機１００は、互いに異なる位置に異なる向きで配置された複数のＬｉＤＡＲセンサを備え得る。ＬｉＤＡＲセンサ１２５は、３Ｄ－ＬｉＤＡＲセンサであり得るが、２Ｄ－ＬｉＤＡＲセンサであってもよい。ＬｉＤＡＲセンサ１２５は、収穫機１００の周辺の環境をセンシングして、センシングデータを出力する。ＬｉＤＡＲセンサ１２５は、周辺の環境に存在する物体の各計測点までの距離および方向、または各計測点の３次元もしくは２次元の座標値を示すセンサデータを繰り返し出力する。ＬｉＤＡＲセンサ１２５から出力されたセンサデータは、収穫機１００の制御装置によって処理される。制御装置は、センサデータと、環境地図とのマッチングにより、収穫機１００の自己位置推定を行うことができる。制御装置は、さらに、センサデータに基づいて、収穫機１００の周辺に存在する障害物などの物体を検出することができる。制御装置は、例えばＳＬＡＭ（Simultaneous Localization and Mapping）などのアルゴリズムを利用して、環境地図を生成または編集することもできる。

[0061] 図４に例示する障害物センサ１２７は、収穫機１００の側方部に設けられている。障害物センサ１２７は、他の部位にも配置され得る。例えば、障害物センサ１２７は、収穫機１００の前方部および後方部に設けられてもよい

。障害物センサ１２７は、例えばレーザスキャナまたは超音波ソナーを含み得る。障害物センサ１２７は、自動走行時に周辺の障害物を検出して収穫機１００を停止したり迂回したりするために用いられる。ＬｉＤＡＲセンサ１２５が障害物センサ１２７の一つとして利用されてもよい。

[0062] 収穫機１００は、収穫機１００の位置の地理座標を検出する測位装置１２１を備える。測位装置１２１は、例えばＧＮＳＳユニットである。ＧＮＳＳユニット１２１は、ＧＮＳＳ受信機を含む。ＧＮＳＳ受信機は、ＧＮＳＳ衛星からの信号を受信するアンテナと、アンテナが受信した信号に基づいて収穫機１００の位置を計算するプロセッサとを備え得る。ＧＮＳＳユニット１２１は、複数のＧＮＳＳ衛星から送信される衛星信号を受信し、衛星信号に基づいて測位を行う。ＧＮＳＳは、ＧＰＳ（Global Positioning System）、ＱＺＳＳ（Quasi-Zenith Satellite System、例えばみちびき）、ＧＬＯＮＡＳＳ、Ｇａｌｉｌｅｏ、およびＢｅｉＤｏｕなどの衛星測位システムの総称である。本実施形態におけるＧＮＳＳユニット１２１は、キャビン１１０の上部に設けられているが、他の位置に設けられていてもよい。

[0063] 収穫機１００の制御装置は、ＧＮＳＳユニット１２１による測位結果に加えて、カメラ１２６および／またはＬｉＤＡＲセンサ１２５などのセンシング装置が取得したセンシングデータを測位に利用してもよい。収穫機１００が走行する環境内に特徴点として機能する地物が存在する場合、カメラ１２６および／またはＬｉＤＡＲセンサ１２５によって取得されたデータと、予め記憶装置に格納された環境地図とに基づいて、収穫機１００の位置および向きを高い精度で推定することができる。カメラ１２６および／またはＬｉＤＡＲセンサ１２５が取得したデータを用いて、衛星信号に基づく位置データを補正または補完することで、より高い精度で収穫機１００の位置を特定できる。

[0064] 原動機１１１は、例えばディーゼルエンジンであり得る。ディーゼルエンジンに代えて電動モータが使用されてもよい。変速装置１１２は、変速によって収穫機１００の推進力および移動速度を変化させることができる。変速

装置１１２は、収穫機１００の前進と後進とを切り換えることもできる。

[0065] 収穫機１００がクローラ式の走行装置１０２を備える形態では、無限軌道（track）を装着した左車輪および右車輪の回転速度を互いに異ならせたり、それら左車輪および右車輪の回転方向を互いに異ならせたりすることで、収穫機１００の走行方向を変化させることができる。収穫機１００がタイヤ付き車輪を備える走行装置を備える形態では、収穫機１００はパワーステアリング装置を備え、パワーステアリング装置を制御して操舵輪の切れ角（「操舵角」とも称する。）を変化させることにより、収穫機１００の走行方向を変化させることができる。

[0066] 図４に示す収穫機１００は、有人運転が可能であるが、無人運転のみに対応していてもよい。その場合には、キャビン１１０、操舵装置および運転席などの、有人運転にのみ必要な構成要素は、収穫機１００に設けられていなくてもよい。無人の収穫機１００は、自律走行、またはユーザによる遠隔操作によって走行することができる。

[0067] 図５は、収穫機１００の構成例を示すブロック図である。収穫機１００は、ネットワーク８０（図３）を介して、端末装置４００および管理装置６００と通信することができる。収穫機１００と無人航空機１０とは、ネットワーク８０を介して通信を行ってもよいし、ネットワーク８０を介さずに直接通信を行ってもよい。

[0068] 図５に例示する収穫機１００は、ＧＮＳＳユニット１２１、慣性計測装置（ＩＭＵ）１２２、ＬｉＤＡＲセンサ１２５、カメラ１２６、障害物センサ１２７、操作端末１３１、操作スイッチ群１３２、駆動装置１４０、動力伝達機構１４１、センサ群１５０、制御装置１６０、通信装置１９０を備える。これらの構成要素は、バスを介して相互に通信可能に接続される。

[0069] ＧＮＳＳユニット１２１は、例えばＧＮＳＳ受信機、ＲＴＫ受信機を備える。センサ群１５０は、収穫機１００の各種状態を検出する。センサ群１５０は、操作レバーセンサ１５１、回転センサ１５２、荷重センサ１５６を含む。制御装置１６０は、プロセッサ１６１、ＲＡＭ（Random Access Memory

）１６２、ＲＯＭ（Read Only Memory）１６３、記憶装置１６４、複数の電子制御ユニット（ＥＣＵ）１６５から１６７を備える。図５には、収穫機１００による自動運転の動作との関連性が相対的に高い構成要素が示されており、それ以外の構成要素の図示は省略されている。

[0070] ＧＮＳＳユニット１２１は、複数のＧＮＳＳ衛星から送信される衛星信号を受信し、衛星信号に基づいてＧＮＳＳデータを生成する。ＧＮＳＳデータは、例えばＮＭＥＡ－０１８３フォーマットなどの所定のフォーマットで生成される。ＧＮＳＳデータは、例えば、衛星信号が受信されたそれぞれの衛星の識別番号、仰角、方位角、および受信強度を示す値を含み得る。

[0071] ＧＮＳＳユニット１２１は、ＲＴＫ（Real Time Kinematic）－ＧＮＳＳを利用して収穫機１００の測位を行い得る。ＲＴＫ－ＧＮＳＳによる測位では、複数のＧＮＳＳ衛星から送信される衛星信号に加えて、基準局から送信される補正信号が利用される。基準局は、収穫機１００が作業走行を行う圃場の付近（例えば、収穫機１００から１０ｋｍ以内の位置）に設置され得る。基準局は、複数のＧＮＳＳ衛星から受信した衛星信号に基づいて、例えばＲＴＣＭフォーマットの補正信号を生成し、ＧＮＳＳユニット１２１に送信する。ＲＴＫ受信機１２２は、アンテナおよびモデムを含み、基準局から送信される補正信号を受信する。ＧＮＳＳユニット１２１は、補正信号に基づいて測位結果を補正する。ＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いることにより、例えば誤差数ｃｍの精度で測位を行うことが可能である。緯度、経度、および高度の情報を含む位置データが、ＲＴＫ－ＧＮＳＳによる高精度の測位によって取得される。ＧＮＳＳユニット１２１は、例えば１秒間に１回から１０回程度の頻度で、収穫機１００の位置を計算する。

[0072] なお、測位方法はＲＴＫ－ＧＮＳＳに限らず、必要な精度の位置データが得られる任意の測位方法（干渉測位法または相対測位法など）を用いることができる。例えば、ＶＲＳ（Virtual Reference Station）またはＤＧＰＳ（Differential Global Positioning System）を利用した測位を行ってもよい。基準局から送信される補正信号を用いなくても必要な精度の位置データが

得られる場合は、補正信号を用いずに位置データを生成してもよい。その場合、ＧＮＳＳユニット１２１は、ＲＴＫ受信機を備えていなくてもよい。

[0073] ＲＴＫ－ＧＮＳＳを利用する場合であっても、基準局からの補正信号が得られない場所（例えば圃場から遠く離れた道路上）では、ＲＴＫ受信機からの信号によらず、他の方法で収穫機１００の位置が推定される。例えば、ＬｉＤＡＲセンサ１２５および／またはカメラ１２６から出力されたデータと、高精度の環境地図とのマッチングによって、収穫機１００の位置が推定され得る。

[0074] ＩＭＵ１２２は、３軸加速度センサおよび３軸ジャイロスコープを備え得る。ＩＭＵ１２２は、３軸地磁気センサなどの方位センサを備えていてもよい。ＩＭＵ１２２は、モーションセンサとして機能し、収穫機１００の加速度、速度、変位、および姿勢などの諸量を示す信号を出力することができる。

[0075] ＩＭＵ１２２の出力信号を利用して位置データを補完することができる。ＩＭＵ１２２は、収穫機１００の傾きおよび微小な動きを計測することができる。ＩＭＵ１２２によって取得されたデータを用いて、衛星信号に基づく位置データを補完することにより、測位の性能を向上させることができる。

[0076] 上述した衛星信号および補正信号に加えて、ＩＭＵ１２２から出力された信号に基づいて、収穫機１００の位置および向きをより高い精度で推定することができる。ＩＭＵ１２２から出力された信号は、衛星信号および補正信号に基づいて計算される位置の補正または補完に用いられ得る。ＩＭＵ１２２は、衛星信号を用いた位置検出よりも高い頻度で信号を出力する。その高頻度の信号を利用して、収穫機１００の位置および向きをより高い頻度（例えば、１０Ｈｚ以上）で計測することができる。ＩＭＵ１２２に代えて、３軸加速度センサおよび３軸ジャイロスコープを別々に設けてもよい。ＩＭＵ１２２は、ＧＮＳＳユニット１２１に含まれていてもよい。

[0077] カメラ１２６は、収穫機１００の周辺の環境を撮影する撮像装置である。カメラ１２６は、例えば、ＣＣＤ（Charge Coupled Device）またはＣＭＯＳ

（Complementary Metal Oxide Semiconductor）などのイメージセンサを備える。カメラ１２６は、他にも、一つ以上のレンズを含む光学系、および信号処理回路を備え得る。カメラ１２６は、収穫機１００の走行中、収穫機１００の周辺の環境を撮影し、画像（例えば動画）のデータを生成する。カメラ１２６は、例えば、３フレーム／秒（ｆｐｓ：frames per second）以上のフレームレートで動画を撮影することができる。カメラ１２６によって生成された画像は、例えば遠隔の監視者が端末装置４００を用いて収穫機１００の周辺の環境を確認するときに利用され得る。カメラ１２６によって生成された画像は、測位または障害物の検出に利用されてもよい。複数のカメラ１２６が収穫機１００の異なる位置に設けられていてもよいし、単数のカメラが設けられていてもよい。可視光画像を生成する可視カメラと、赤外線画像を生成する赤外カメラとが別々に設けられていてもよい。可視カメラと赤外カメラの両方が監視用の画像を生成するカメラとして設けられていてもよい。赤外カメラは、夜間において障害物の検出にも用いられ得る。

[0078] 障害物センサ１２７は、収穫機１００の周辺に存在する物体を検出する。障害物センサ１２７は、例えばレーザスキャナまたは超音波ソナーを含み得る。障害物センサ１２７は、障害物センサ１２７から所定の距離よりも近くに物体が存在する場合に、障害物が存在することを示す信号を出力する。複数の障害物センサ１２７が収穫機１００の異なる位置に設けられていてもよい。例えば、複数のレーザスキャナと、複数の超音波ソナーとが、収穫機１００の異なる位置に配置されていてもよい。障害物センサ１２７を複数個備えることにより、収穫機１００の周辺の障害物の監視における死角を減らすことができる。

[0079] 操作レバーセンサ１５１は、キャビン１１０内のユーザによる操作レバーの操作を検出する。操作レバーセンサ１５１の出力信号は、制御装置１６０による運転制御に利用される。回転センサ１５２は、走行装置１０２の車軸の回転速度、すなわち単位時間あたりの回転数を計測する。回転センサ１５２は、例えば磁気抵抗素子（ＭＲ）、ホール素子、または電磁ピックアップ

を利用したセンサであり得る。回転センサ１５２は、例えば、車軸の１分あたりの回転数（単位：ｒｐｍ）を示す数値を出力する。回転センサ１５２は、例えば収穫機１００の速度を計測するために使用される。

[0080] 荷重センサ１５６は、タンク１０６の下部に設けられ、タンク１０６内の収穫物の重量を検出する。タンク１０６内の収穫物の重量を検出することで、制御装置１６０は、タンク１０６内の収穫物の貯留状態を認識することができる。タンク１０６の内部または周辺に、収量センサおよび食味センサが設けられていてもよい。食味センサからは、品質データとして収穫物の水分値およびタンパク値等のデータが出力される。

[0081] 駆動装置１４０は、原動機１１１、変速装置１１２等の収穫機１００の走行のための駆動に必要な各種の装置を含む。原動機１１１は、例えばディーゼル機関などの内燃機関を備え得る。駆動装置１４０は、内燃機関に代えて、あるいは内燃機関とともに、トラクション用の電動モータを備えていてもよい。

[0082] 動力伝達機構１４１は、原動機１１１が発生させた動力を、収穫動作を行う各種装置に伝達する。収穫動作を行う装置は、刈取装置１０３、搬送装置１０４、脱穀装置１０５、タンク１０６、排藁処理装置１０８、リール１０９等である。収穫機１００は、これら収穫動作を行う装置の少なくとも一つに動力を供給する動力源（電動モータ等）を原動機１１１とは別に備えていてもよい。

[0083] プロセッサ１６１は、例えば中央演算処理装置（ＣＰＵ）を含む半導体集積回路であり得る。プロセッサ１６１は、マイクロプロセッサまたはマイクロコントローラによって実現され得る。あるいは、プロセッサ１６１は、ＣＰＵを搭載したＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）、ＧＰＵ（Graphics Processing Unit）、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）、ＡＳＳＰ（Application Specific Standard Product）、または、これら回路の中から選択される二つ以上の回路の組み合わせによっても実現され得る。プロセッサ１６１は、ＲＯＭ１６３に格納された、少なくとも一つ

の処理を実行するための命令群を記述したコンピュータプログラムを逐次実行し、所望の処理を実現する。

[0084] ＲＯＭ１６３は、例えば、書き込み可能なメモリ（例えばＰＲＯＭ）、書き換え可能なメモリ（例えばフラッシュメモリ）、または読み出し専用のメモリである。ＲＯＭ１６３は、プロセッサ１６１の動作を制御するプログラムを記憶する。ＲＯＭ１６３は、単一の記憶媒体である必要はなく、複数の記憶媒体の集合体であってもよい。複数の記憶媒体の集合体の一部は、取り外し可能なメモリであってもよい。

[0085] ＲＡＭ１６２は、ＲＯＭ１６３に格納された制御プログラムをブート時に一旦展開するための作業領域を提供する。ＲＡＭ１６２は、単一の記憶媒体である必要はなく、複数の記憶媒体の集合体であってもよい。

[0086] 記憶装置１６４は、フラッシュメモリまたは磁気ディスクなどの一つ以上の記憶媒体を含む。記憶装置１６４は、ＧＮＳＳユニット１２１、ＬｉＤＡＲセンサ１２５、カメラ１２６、障害物センサ１２７、センサ群１５０、および制御装置１６０が生成する各種のデータを記憶する。記憶装置１６４が記憶するデータには、収穫機１００が走行する環境内の地図データ（環境地図）、および自動運転のための目標経路のデータが含まれ得る。環境地図は、収穫機１００が農作業を行う複数の圃場およびその周辺の道の情報を含む。環境地図および目標経路は、管理装置６００のプロセッサによって生成され得る。なお、制御装置１６０が、環境地図および目標経路を生成または編集する機能を備えていてもよい。制御装置１６０は、管理装置６００から取得した環境地図および目標経路を、収穫機１００の走行環境に応じて編集することができる。記憶装置１６４は、通信装置１９０が管理装置６００から受信した作業計画のデータも記憶する。

[0087] 記憶装置１６４は、プロセッサ１６１、ＥＣＵ１６５－１６７に、後述する各種の動作を実行させるコンピュータプログラムも記憶する。そのようなコンピュータプログラムは、記憶媒体（例えば半導体メモリまたは光ディスク等）または電気通信回線（例えばインターネット）を介して収穫機１００

に提供され得る。そのようなコンピュータプログラムが、商用ソフトウェアとして販売されてもよい。

[0088] 制御装置１６０は、複数のＥＣＵ１６５－１６７を含む。ＥＣＵ１６５は、駆動装置１４０に含まれる原動機１１１、変速装置１１２、および走行装置１０２等を制御することによって収穫機１００の走行速度および旋回動作を制御する。

[0089] ＥＣＵ１６５は、ＧＮＳＳユニット１２１、カメラ１２６、障害物センサ１２７、ＬｉＤＡＲセンサ１２５、センサ群１５０、およびプロセッサ１６１から出力されたデータに基づいて、自動運転を実現するための演算および制御を行う。例えば、ＥＣＵ１６５は、ＧＮＳＳユニット１２１、カメラ１２６、およびＬｉＤＡＲセンサ１２５の少なくとも１つから出力されたデータに基づいて、収穫機１００の位置を特定する。圃場内においては、ＥＣＵ１６５は、ＧＮＳＳユニット１２１から出力されたデータのみに基づいて収穫機１００の位置を決定してもよい。ＥＣＵ１６５は、カメラ１２６および／またはＬｉＤＡＲセンサ１２５が取得したデータに基づいて収穫機１００の位置を推定または補正してもよい。カメラ１２６および／またはＬｉＤＡＲセンサ１２５が取得したデータを利用することにより、測位の精度をさらに高めることができる。例えば、ＥＣＵ１６５は、ＬｉＤＡＲセンサ１２５および／またはカメラ１２６から出力されるデータと、環境地図とのマッチングにより、収穫機１００の位置を推定してもよい。自動運転中、ＥＣＵ１６５は、推定された収穫機１００の位置に基づいて、目標経路に沿って収穫機１００が走行するために必要な演算を行う。

[0090] ＥＣＵ１６６は、記憶装置１６４に格納された作業計画に基づいて収穫機１００の移動先を決定し、収穫機１００の移動の開始地点から目的地点までの目標経路を決定し得る。ＥＣＵ１６６は、カメラ１２６、障害物センサ１２７およびＬｉＤＡＲセンサ１２５から出力されたデータに基づいて、収穫機１００の周辺に位置する物体を検出する処理を行ってもよい。

[0091] ＥＣＵ１６７は、上述の収穫動作を行う各種装置に所望の動作を実行させ

るために、動力伝達機構１４１等の動作を制御する。

[0092] これらのＥＣＵの働きにより、制御装置１６０は、自動運転および作物の収穫動作を実現する。自動運転時において、制御装置１６０は、計測または推定された収穫機１００の位置と、目標経路とに基づいて、駆動装置１４０を制御する。これにより、制御装置１６０は、収穫機１００を目標経路に沿って走行させることができる。

[0093] 制御装置１６０に含まれる複数のＥＣＵは、例えばＣＡＮ（Controller Area Network）などのビークルバス規格に従って、相互に通信することができる。ＣＡＮに代えて、車載イーサネット（登録商標）などの、より高速の通信方式が用いられてもよい。図５において、ＥＣＵ１６５から１６７のそれぞれは、個別のブロックとして示されているが、これらのそれぞれの機能が、複数のＥＣＵによって実現されていてもよい。ＥＣＵ１６５から１６７の少なくとも一部の機能を統合した車載コンピュータが設けられていてもよい。制御装置１６０は、ＥＣＵ１６５から１６７以外のＥＣＵを備えていてもよく、機能に応じて任意の個数のＥＣＵが設けられ得る。各ＥＣＵは、一つ以上のプロセッサを含む処理回路を備える。プロセッサ１６１は、制御装置１６０が含むＥＣＵのいずれかと統合されていてもよい。

[0094] 通信装置１９０は、無人航空機１０、端末装置４００、および管理装置６００と通信を行う回路を含む装置である。通信装置１９０は、無人航空機１０の通信装置との間で無線通信を行う回路を含む。これにより、無人航空機１０に所望の動作を実行させたり、無人航空機１０から情報を取得したりすることができる。通信装置１９０は、さらに、ネットワーク８０を介した信号の送受信を、端末装置４００および管理装置６００のそれぞれの通信装置との間で実行するためのアンテナおよび通信回路を含み得る。ネットワーク８０は、例えば、３Ｇ、４Ｇもしくは５Ｇなどのセルラー移動体通信網およびインターネットを含み得る。通信装置１９０は、収穫機１００の近くにいる監視者が使用する携帯端末と通信する機能を備えていてもよい。そのような携帯端末との間では、Ｗｉ－Ｆｉ（登録商標）、３Ｇ、４Ｇもしくは５Ｇ

などのセルラー移動体通信、またはＢｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）などの、任意の無線通信規格に準拠した通信が行われ得る。

[0095] 操作端末１３１は、収穫機１００の走行および無人航空機１０の動作に関する操作をユーザが実行するための端末であり、バーチャルターミナル（ＶＴ）とも称される。操作端末１３１は、タッチスクリーンなどの表示装置、および／または一つ以上のボタンを備え得る。表示装置は、例えば液晶または有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）などのディスプレイであり得る。ユーザは、操作端末１３１を操作することにより、例えば自動運転モードのオン／オフの切り替え、環境地図の記録または編集、目標経路の設定などの種々の操作を実行することができる。これらの操作の少なくとも一部は、操作スイッチ群１３２を操作することによっても実現され得る。操作端末１３１は、収穫機１００から取り外せるように構成されていてもよい。収穫機１００から離れた場所にいるユーザが、取り外された操作端末１３１を操作して収穫機１００の動作を制御してもよい。ユーザは、操作端末１３１の代わりに、端末装置４００などの、必要なアプリケーションソフトウェアがインストールされたコンピュータを操作して収穫機１００の動作を制御してもよい。

[0096] 図６は、無人航空機１０の構成例を示すブロック図である。図６に示す無人航空機１０は、図２Ａに示す無人航空機１０と同様の構成要素を備える。ただし、図６には、図２Ａに示す給電装置７６および作業機２００の図示は省略されている。図６に示す例では、制御装置４ａは、プロセッサ４１、ＲＡＭ４２、ＲＯＭ４３、記憶装置４４を備える。図６には、センサ群４ｂの例として、ＧＮＳＳユニット６１、ＩＭＵ６２、高度センサ６３、ＬｉＤＡＲセンサ６５、カメラ６６、荷重センサ６７が示されている。無人航空機１０の各種構成要素は、バスを介して相互に通信可能に接続され得る。図６には、無人航空機１０による自律飛行の動作との関連性が相対的に高い構成要素が示されており、それ以外の構成要素の図示は省略されている。

[0097] 図６では、簡単のため、ロータ２、モータ１４およびＥＳＣ１６がそれぞれ１個のブロックによって示されているが、ロータ２、モータ１４およびＥ

ＳＣ１６の個数は、それぞれ複数である。また、図６には示されていないが、無人航空機１０は、図２Ｂまたは図２Ｃに示されるように、内燃機関７ａ、燃料タンク７ｂ、および発電装置８を備えていてもよい。さらに、図２Ｃに示されるように、内燃機関７ａによって駆動される少なくとも１つのロータ２２を備えていてもよい。無人航空機１０は、「シリーズハイブリッド」および「パラレルハイブリッド」の駆動形式を採用してもよい。

[0098] ＧＮＳＳユニット６１は、無人航空機１０の位置の地理座標を検出する測位装置の一例である。ＧＮＳＳユニット６１が備えるＧＮＳＳ受信機は、複数のＧＮＳＳ衛星から送信される衛星信号を受信し、衛星信号に基づいてＧＮＳＳデータを生成する。

[0099] 図６に例示するＧＮＳＳユニット６１は、ＲＴＫ－ＧＮＳＳを利用して無人航空機１０の測位を行ってもよい。ＲＴＫ－ＧＮＳＳを用いることにより、例えば誤差数ｃｍの精度で測位を行うことが可能である。緯度、経度、および高度の情報を含む位置データが、ＲＴＫ－ＧＮＳＳによる高精度の測位によって取得される。ＧＮＳＳユニット６１は、例えば１秒間に１回から１０回程度の頻度で、無人航空機１０の位置を計算する。

[0100] なお、測位方法はＲＴＫ－ＧＮＳＳに限らず、必要な精度の位置データが得られる任意の測位方法（干渉測位法または相対測位法など）を用いることができる。例えば、ＶＲＳまたはＤＧＰＳを利用した測位を行ってもよい。基準局から送信される補正信号を用いなくても必要な精度の位置データが得られる場合は、補正信号を用いずに位置データを生成してもよい。その場合、ＧＮＳＳユニット６１は、ＲＴＫ受信機を備えていなくてもよい。

[0101] ＲＴＫ－ＧＮＳＳを利用する場合であっても、基準局からの補正信号が得られない場所では、ＲＴＫ受信機からの信号によらず、他の方法で無人航空機１０の位置が推定される。例えば、ＬｉＤＡＲセンサ６５および／またはカメラ６６から出力されたデータと、高精度の環境地図とのマッチングによって、無人航空機１０の位置が推定され得る。

[0102] ＩＭＵ６２は、３軸加速度センサおよび３軸ジャイロスコープを備え得る

。ＩＭＵ６２は、３軸地磁気センサなどの方位センサを備えていてもよい。ＩＭＵ６２は、モーションセンサとして機能し、無人航空機１０の加速度、速度、変位、および姿勢などの諸量を示す信号を出力することができる。衛星信号および補正信号に加えて、ＩＭＵ６２から出力された信号に基づいて、無人航空機１０の位置および向きをより高い精度で推定することができる。ＩＭＵ６２から出力された信号は、衛星信号および補正信号に基づいて計算される位置の補正または補完に用いられ得る。ＩＭＵ６２は、ＧＮＳＳ受信機よりも高い頻度で信号を出力する。その高頻度の信号を利用して、無人航空機１０の位置および向きをより高い頻度（例えば、１０Ｈｚ以上）で計測することができる。ＩＭＵ６２に代えて、３軸加速度センサおよび３軸ジャイロスコープを別々に設けてもよい。ＩＭＵ６２は、ＧＮＳＳユニット６１に含まれていてもよい。

[0103] 高度センサ６３は、無人航空機１０の機体の高度を計測し、当該高度を示す信号を出力する。高度は、基準面（例えば地表面）と機体との鉛直方向の距離を指す。高度センサ６３は、例えば、気圧計、ＧＮＳＳレシーバ、もしくは機体から地面までの距離を計測する測距センサ、またはこれらの組み合わせによって実現され得る。

[0104] ＬｉＤＡＲセンサ６５は、３Ｄ－ＬｉＤＡＲセンサであり得るが、２Ｄ－ＬｉＤＡＲセンサであってもよい。ＬｉＤＡＲセンサ６５は、無人航空機１０の周辺の環境をセンシングして、センシングデータを出力する。ＬｉＤＡＲセンサ６５は、周辺の環境に存在する物体の各計測点までの距離および方向、または各計測点の３次元もしくは２次元の座標値を示すセンサデータを繰り返し出力する。複数のＬｉＤＡＲセンサ６５が、無人航空機１０の前後左右等の複数の位置に設けられ得る。ＬｉＤＡＲセンサ６５から出力されたセンサデータは、制御装置４ａによって処理される。制御装置４ａは、センサデータと、環境地図とのマッチングにより、無人航空機１０の自己位置推定を行うことができる。制御装置４ａは、さらに、センサデータに基づいて、無人航空機１０の周辺に存在する障害物などの物体を検出することができ

る。制御装置４ａは、例えばＳＬＡＭなどのアルゴリズムを利用して、環境地図を生成または編集してもよい。

[0105] カメラ６６は、無人航空機１０の周辺の環境を撮影する撮像装置である。カメラ６６は、例えば、ＣＣＤまたはＣＭＯＳなどのイメージセンサを備える。カメラ６６は、他にも、一つ以上のレンズを含む光学系、および信号処理回路を備え得る。カメラ６６は、無人航空機１０の飛行中、無人航空機１０の周辺の環境を撮影し、画像（例えば動画）のデータを生成する。カメラ６６は、例えば、３（ｆｐｓ）以上のフレームレートで動画を撮影することができる。カメラ６６によって生成された画像は、例えば遠隔の監視者が端末装置４００を用いて無人航空機１０の周辺の環境を確認するときに利用され得る。カメラ６６によって生成された画像は、測位または障害物の検出に利用されてもよい。複数のカメラ６６が無人航空機１０の異なる位置に設けられていてもよいし、単数のカメラが設けられていてもよい。可視光画像を生成する可視カメラと、赤外線画像を生成する赤外カメラとが別々に設けられていてもよい。可視カメラと赤外カメラの両方が監視用の画像を生成するカメラとして設けられていてもよい。赤外カメラは、夜間において障害物の検出にも用いられ得る。

[0106] 荷重センサ６７は、作業機２００など無人航空機１０に接続された物体の重量を検出する。制御装置４ａは、例えば無人航空機１０に接続された物体の重量と無人航空機１０の最大積載量とを比較することで、無人航空機１０に接続された物体の重量が適切であるか判断することができる。また、制御装置４ａは、無人航空機１０に接続された物体の重量に基づいて、飛行に用いられる電力および／または燃料の消費量を演算することができる。

[0107] プロセッサ４１は、例えば中央演算処理装置（ＣＰＵ）を含む半導体集積回路であり得る。ＲＯＭ４３は、例えば、書き込み可能なメモリ（例えばＰＲＯＭ）、書き換え可能なメモリ（例えばフラッシュメモリ）、または読み出し専用のメモリである。ＲＡＭ４２は、ＲＯＭ４３に格納された制御プログラムをブート時に一旦展開するための作業領域を提供する。プロセッサ４

１、ＲＡＭ４２、ＲＯＭ４３の構成の詳細は、プロセッサ１６１、ＲＡＭ１６２、ＲＯＭ１６３と同様であるため、ここではそれらの詳細な説明は省略する。プロセッサ４１は、上述したフライトコントローラおよびコンパニオンコンピュータとして動作してもよい。

[0108] 記憶装置４４は、フラッシュメモリまたは磁気ディスクなどの一つ以上の記憶媒体を含む。記憶装置４４は、センサ群４ｂおよび制御装置４ａが生成する各種のデータを記憶する。記憶装置４４が記憶するデータには、無人航空機１０が飛行する環境内の地図データ（環境地図）、および自律飛行のための目標飛行経路のデータが含まれ得る。環境地図は、無人航空機１０が作業を行う複数の圃場およびその周辺の情報を含む。環境地図および目標飛行経路は、管理装置６００のプロセッサによって生成され得る。なお、制御装置４ａが、環境地図および目標飛行経路を生成または編集する機能を備えていてもよい。制御装置４ａは、管理装置６００から取得した環境地図および目標飛行経路を、無人航空機１０の飛行環境に応じて編集することができる。記憶装置４４は、通信装置４ｃが管理装置６００から受信した作業計画のデータも記憶する。

[0109] 記憶装置４４は、プロセッサ４１に、後述する各種の動作を実行させるコンピュータプログラムも記憶する。そのようなコンピュータプログラムは、記憶媒体（例えば半導体メモリまたは光ディスク等）または電気通信回線（例えばインターネット）を介して無人航空機１０に提供され得る。そのようなコンピュータプログラムが、商用ソフトウェアとして販売されてもよい。

[0110] 通信装置４ｃは、収穫機１００、端末装置４００および管理装置６００と通信を行う回路を含む装置である。通信装置４ｃは、収穫機１００の通信装置１９０との間で無線通信を行う回路を含む。これにより、収穫機１００に所望の動作を実行させたり、収穫機１００から情報を取得したりすることができる。通信装置４ｃは、さらに、ネットワーク８０を介した信号の送受信を、端末装置４００および管理装置６００のそれぞれの通信装置との間で実行するためのアンテナおよび通信回路を含み得る。通信装置４ｃは、無人航

空機１０の近くにいる監視者が使用する携帯端末と通信する機能を備えていてもよい。そのような携帯端末との間では、Ｗｉ－Ｆｉ（登録商標）、３Ｇ、４Ｇもしくは５Ｇなどのセルラー移動体通信、またはＢｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）などの、任意の無線通信規格に準拠した通信が行われ得る。

[0111] 次に、図７を参照しながら、管理装置６００および端末装置４００の構成を説明する。図７は、管理装置６００および端末装置４００の構成例を示すブロック図である。

[0112] 管理装置６００は、記憶装置６５０と、プロセッサ６６０と、ＲＯＭ６７０と、ＲＡＭ６８０と、通信装置６９０とを備える。これらの構成要素は、バスを介して相互に通信可能に接続される。管理装置６００は、収穫機１００および無人航空機１０が実行する農作業のスケジュール管理を行い、管理するデータを活用して農業を支援するクラウドサーバとして機能し得る。ユーザは、端末装置４００を用いて作業計画の作成に必要な情報を入力し、その情報を、ネットワーク８０を介して管理装置６００にアップロードすることが可能である。管理装置６００は、その情報に基づき、農作業のスケジュール、すなわち作業計画を作成することができる。管理装置６００は、さらに、環境地図の生成または編集を実行することができる。環境地図は、管理装置６００の外部のコンピュータから配信されてもよい。

[0113] 通信装置６９０は、ネットワーク８０を介して収穫機１００、無人航空機１０、端末装置４００と通信するための通信モジュールである。通信装置６９０は、例えば、ＩＥＥＥ１３９４（登録商標）またはイーサネット（登録商標）などの通信規格に準拠した有線通信を行うことができる。通信装置６９０は、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）規格もしくはＷｉ－Ｆｉ規格に準拠した無線通信、または、３Ｇ、４Ｇもしくは５Ｇなどのセルラー移動体通信を行ってもよい。

[0114] プロセッサ６６０は、例えば中央演算処理装置（ＣＰＵ）を含む半導体集積回路であり得る。ＲＯＭ６７０は、例えば、書き込み可能なメモリ（例えばＰＲＯＭ）、書き換え可能なメモリ（例えばフラッシュメモリ）、または

読み出し専用のメモリである。ＲＡＭ６８０は、ＲＯＭ６７０に格納された制御プログラムをブート時に一旦展開するための作業領域を提供する。プロセッサ６６０、ＲＯＭ６７０、ＲＡＭ６８０の構成の詳細は、プロセッサ１６１、ＲＯＭ１６３、ＲＡＭ１６２と同様であるため、ここでは詳細な説明は省略する。

[0115] 記憶装置６５０は、主としてデータベースのストレージとして機能する。記憶装置６５０は、例えば、磁気記憶装置または半導体記憶装置であり得る。記憶装置６５０は、管理装置６００とは独立した装置であってもよい。例えば、記憶装置６５０は、管理装置６００にネットワーク８０を介して接続される記憶装置、例えばクラウドストレージであってもよい。

[0116] 端末装置４００は、入力装置４２０と、表示装置４３０と、記憶装置４５０と、プロセッサ４６０と、ＲＯＭ４７０と、ＲＡＭ４８０と、通信装置４９０とを備える。これらの構成要素は、バスを介して相互に通信可能に接続される。入力装置４２０は、ユーザからの指示をデータに変換してコンピュータに入力するための装置である。入力装置４２０は、例えば、キーボード、マウス、またはタッチパネルであり得る。表示装置４３０は、例えば液晶ディスプレイまたは有機ＥＬディスプレイであり得る。プロセッサ４６０、ＲＯＭ４７０、ＲＡＭ４８０、記憶装置４５０、および通信装置４９０のそれぞれに関する説明は、収穫機１００、無人航空機１０、管理装置６００のハードウェア構成例において記載したとおりであり、それらの説明を省略する。

[0117] （動作）

次に、収穫機１００が圃場から収穫した収穫物を、無人航空機１０を用いて取得する動作を説明する。

[0118] 本実施形態では、収穫物の取得に用いる取得装置が無人航空機１０に接続されて無人航空機１０と共に移動し、その取得装置を用いて収穫物を取得する。取得装置は、作業機２００の一例であり得る。

[0119] 取得装置は、無人航空機１０に対して着脱可能であってもよいし、無人航

空機１０の機体と一体に構成されていてもよい。取得装置の動作は、無人航空機１０の制御装置４ａが制御し得る。無人航空機１０と取得装置との間の通信は、有線または無線で行われ得る。取得装置の動作に必要な電力は、給電装置７６を介して無人航空機１０から取得装置に供給されてもよいし、取得装置がバッテリを搭載していてもよい。取得装置の動作を制御する制御装置を取得装置が備えていてもよく、その場合、制御装置４ａは、取得装置の制御装置と通信を行うことで、取得装置の動作を制御する。

[0120] 図８は、取得装置が接続された無人航空機１０の例を模式的に示す図である。図８に示す例では、取得装置は吸引機２１０ａである。吸引機２１０ａは、収穫機１００のタンク１０６に貯留された収穫物を吸引して取得する。収穫物は例えば穀粒である。収穫物を吸引することで、収穫物を収穫機１００から無人航空機１０側へ移送することができる。

[0121] 図８に示す例では、無人航空機１０には連結装置１８が設けられており、吸引機２１０ａは連結装置１８に連結される。連結装置１８に吸引機２１０ａを連結する方法は任意である。例えば、リンク機構を用いて連結装置１８に吸引機２１０ａを連結してもよいし、ボルトなどの締結具を用いて連結装置１８に吸引機２１０ａを連結してもよい。

[0122] 吸引機２１０ａは、ノズル２１１、吸引ブロワ２１２、タンク２１５を備える。吸引ブロワ２１２は、吸引ポンプと称される場合がある。ノズル２１１の先端部が収穫機１００のタンク１０６内に位置するように無人航空機１０を飛行させ、吸引ブロワ２１２を動作させてタンク１０６内の収穫物を吸引する。吸引した収穫物をタンク２１５に溜めることで収穫物を取得することができる。

[0123] 吸引機２１０ａは、例えば遠心分離方式の吸引機である。遠心分離方式は、サイクロン方式と称される場合がある。吸引した収穫物と空気とを遠心分離方式により分離する技術は公知であるため、ここでは詳細な説明は省略する。吸引機２１０ａとして、遠心分離方式以外の方式を採用する吸引機が用いられてもよい。

[0124] ノズル２１１は、アクチュエータ２１６を動作させることにより伸縮させることができる。また、アクチュエータ２１７を動作させることによりノズル２１１の向きを変更することができる。例えば、無人航空機１０を地面に着陸させる場合は、ノズル２１１の長さを短くするとともに、ノズル２１１が延びる方向を水平方向に近い方向に向けることにより、ノズル２１１が地面と干渉することを抑制できる。

[0125] ＬｉＤＡＲセンサ６５およびカメラ６６は、取得装置を用いた収穫物の取得作業の監視が行い易い位置に配置される。この例では、ＬｉＤＡＲセンサ６５およびカメラ６６は、無人航空機１０のスキッド１９に設けられている。無人航空機１０の飛行の制御に用いるＬｉＤＡＲセンサ６５およびカメラ６６がこれらとは別に設けられていてもよい。また、ＬｉＤＡＲセンサ６５およびカメラ６６が取得装置に設けられてもよい。

[0126] 図９は、収穫機１００が作物を収穫する圃場７０を示す図である。本実施形態の収穫機１００は、圃場７０を自動運転で走行しながら作物を収穫する。圃場７０内において、収穫機１００は、予め設定された目標経路７３に沿って走行しながら、作物を収穫する動作を実行する。圃場７０内において、収穫機１００の測位は、主にＧＮＳＳユニット１２１から出力されるデータに基づいて行われる。ＧＮＳＳユニット１２１から出力される測位データに加え、ＬｉＤＡＲセンサ１２５および／またはカメラ１２６から出力されるデータに基づいて収穫機１００の位置を推定してもよい。

[0127] 図９に示す例では、圃場７０は、収穫機１００が作物の収穫を行う作業領域７１と、圃場７０の外周縁付近に位置する枕地７２とを含む。地図上で圃場７０のどの領域が作業領域７１および枕地７２に該当するかは、ユーザによって事前に設定され得る。収穫機１００は、図９に示すような目標経路７３に沿って、作業の開始地点から作業の終了地点まで、自動で走行する。なお、図９に示す目標経路７３は一例に過ぎず、目標経路７３の定め方は任意である。目標経路７３は、ユーザの操作に基づいて作成されてもよいし、自動で作成されてもよい。目標経路７３は、例えば圃場７０内の作業領域７１

の全体をカバーするように作成され得る。

[0128] 本実施形態では、収穫機１００が圃場７０から収穫した収穫物を、無人航空機１０を用いて取得する。図１０は、収穫機１００が圃場７０から収穫した収穫物を、無人航空機１０を用いて取得する動作の例を示すフローチャートである。

[0129] 収穫機１００は、目標経路７３に沿って自動運転で走行しながら作物を収穫する。収穫機１００のプロセッサ１６１（図５）は、ＥＣＵ１６５に収穫機１００を目標経路７３に沿って自動運転で走行させる制御を実行させるとともに、ＥＣＵ１６７に作物の収穫動作の制御を実行させる。ＥＣＵ１６５は、駆動装置１４０の動作を制御し、収穫機１００を自動運転で走行させる。ＥＣＵ１６７は、動力伝達機構１４１の動作を制御し、作物の収穫動作を行う各種装置に所望の動作を実行させる。刈取装置１０３は圃場７０内の作物を刈り取る。脱穀装置１０５は刈り取られた作物の脱穀を行う。タンク１０６は、穀粒等の脱穀により得られた収穫物を貯留する。排藁処理装置１０８は、穀粒等の収穫物が取り除かれた後の茎部分等を細かく切断して外部に放出する。

[0130] 無人航空機１０のプロセッサ４１（図６）は、飛行装置１（図１）の動作を制御して無人航空機１０を飛行させる。プロセッサ４１は、収穫機１００に接近するように無人航空機１０を飛行させる（図１０のステップＳ１０１）。

[0131] 無人航空機１０と収穫機１００とは、通信装置４Ｃおよび通信装置１９０を介して互いにデータ通信を行う。収穫機１００のプロセッサ１６１は、ＧＮＳＳユニット１２１から取得した収穫機１００の位置の地理座標の情報を、通信装置１９０を介して無人航空機１０に送信する。

[0132] 無人航空機１０のプロセッサ４１は、収穫機１００の地理座標の位置を目標位置に設定する。走行する収穫機１００の位置は変化するため、目標位置は随時更新される。プロセッサ４１は、最新の目標位置に到達するように無人航空機１０を飛行させる。収穫機１００の地理座標、収穫機１００の走行

方向および走行速度に基づいて、目標位置を設定してもよい。プロセッサ４１は、収穫機１００の上方に位置するように無人航空機１０を飛行させる。

[0133] 図１１Ａから図１１Ｃは、収穫機１００のタンク１０６に貯留された収穫物を、無人航空機１０を用いて取得する動作の例を示す図である。分かりやすく説明するために、図１１Ａから図１１Ｃでは、タンク１０６および２１５の内部を透かして示している。

[0134] 図１１Ａに示すように、収穫機１００のタンク１０６の上部１０６ｕには開口部１０６ａが設けられている。吸引機２１０ａのノズル２１１を開口部１０６ａに挿入することにより、タンク１０６に貯留された収穫物を吸引することができる。プロセッサ４１は、ノズル２１１の先端部（下端部）２１１ａがタンク１０６内に位置するように無人航空機１０を飛行させる。プロセッサ４１は、ＬｉＤＡＲセンサ６５および／またはカメラ６６の出力信号を用いて、ノズル２１１と開口部１０６ａとの位置合わせを行う。

[0135] プロセッサ４１は、例えば、機械学習により生成した推定モデルを用いて、ＬｉＤＡＲセンサ６５が出力する３次元点群データから、開口部１０６ａを表す点群データおよびノズル２１１を表す点群データを特定する。推定モデルは、記憶装置４４に予め記憶されている。

[0136] プロセッサ４１は、鉛直方向に沿った方向から見た平面視における開口部１０６ａの範囲内にノズル２１１の先端部２１１ａが位置するように無人航空機１０を飛行させながら、無人航空機１０を下降させることで、ノズル２１１を開口部１０６ａに挿入することができる。

[0137] プロセッサ４１は、カメラ６６がノズル２１１および開口部１０６ａを撮影して出力したデータを用いて、ノズル２１１を開口部１０６ａに挿入させてもよい。プロセッサ４１は、例えば、機械学習により生成した推定モデルを用いて、カメラ６６が出力する画像データから、開口部１０６ａを表す画像およびノズル２１１を表す画像を特定する。プロセッサ４１は、平面視における開口部１０６ａの範囲内にノズル２１１の先端部２１１ａが位置するように無人航空機１０を飛行させながら、無人航空機１０を下降させること

で、ノズル２１１を開口部１０６ａに挿入することができる。

[0138] 図１１Ｂは、収穫機１００のタンク１０６に貯留された収穫物３１０を吸引機２１０ａが吸引する動作を示す図である。

[0139] プロセッサ４１は、アクチュエータ２１６（図８）を動作させることによりノズル２１１の長さを調整することができる。プロセッサ４１は、吸引ブロワ２１２を動作させてタンク１０６内の収穫物３１０の吸引を開始する（図１０のステップＳ１０２）。収穫物３１０は、ノズル２１１を通ってタンク１０６から吸引機２１０ａへ移送される。吸引した収穫物３１０はタンク２１５に貯留される。ノズル２１１をタンク１０６内に挿入して収穫物３１０を吸引することで、収穫物３１０を収穫機１００から無人航空機１０側へ容易に移送することができる。

[0140] タンク１０６内の収穫物３１０を取得するときは、収穫機１００に無人航空機１０を着陸させてもよい。例えば、タンク１０６の上部１０６ｕに無人航空機１０を着陸させる。これにより、無人航空機１０と収穫機１００との間の位置ずれを抑制することができ、収穫物３１０の取得動作を安定して行うことができる。この場合、無人航空機１０が上昇しない程度の大きさの揚力が発生するようにロータ２を回転させてもよい。そのような揚力を発生させることで、着陸時に収穫機１００に掛かる無人航空機１０の重量の大きさを低減させることができる。

[0141] 吸引機２１０ａを動作させてタンク１０６内の収穫物３１０を吸引している間、プロセッサ４１は、吸引機２１０ａの吸引力に応じた揚力が発生するようにロータ２を回転させてもよい。吸引機２１０ａの吸引動作における反作用により、無人航空機１０には下向きの力が作用するが、ロータ２に揚力を発生させることにより、そのような下向きの力を相殺することができる。

[0142] 無人航空機１０は、収穫機１００から収穫物３１０を取得するときに無人航空機１０を収穫機１００と接続する接続装置を備えていてもよい。これにより、無人航空機１０と収穫機１００との間の位置ずれを抑制することができ、収穫物の取得を安定して行うことができる。例えば、そのような接続装

置としてスキッド１９が用いられる。例えば、タンク１０６の上部１０６ｕが磁性体を有し、スキッド１９がその下部に電磁石を備えていてもよい。プロセッサ４１が電磁石をオンにすることで、スキッド１９とタンク１０６とが接続される。また、スキッド１９およびタンク１０６のそれぞれが、互いに連結する連結装置を備えていてもよい。また、接続装置として、ノズル２１１が略水平方向に広がる“返し”を備えていてもよい。例えば、返しはタンク１０６内で傘状に開閉可能であり、ノズル２１１は返しを開閉させるアクチュエータを備える。開いた状態の返しの横方向の長さは、開口部１０６ａの直径よりも大きく、ノズル２１１がタンク１０６から抜け出すことを抑制できる。無人航空機１０を飛行させながら収穫物３１０を取得させる場合において、無人航空機１０と収穫機１００との接続を維持することができる。

[0143] プロセッサ４１は、タンク２１５内に貯留された収穫物３１０の重量を、荷重センサ６７（図６）を用いて検出することができる。荷重センサ６７は、例えば連結装置１８に設けられており、タンク２１５が設けられた吸引機２１０ａの重量を検出する。タンク２１５が空のときの吸引機２１０ａの重量と、タンク２１５内に収穫物３１０を貯留しているときの吸引機２１０ａの重量とを比較することで、タンク２１５に貯留された収穫物３１０の重量を演算することができる。

[0144] タンク２１５内に貯留された収穫物３１０の重量は、タンク２１５に設けられた荷重センサを用いて検出してもよい。

[0145] 吸引機２１０ａが収穫物３１０を吸引している間、プロセッサ４１は、タンク２１５内に溜まった収穫物の重量の値が第１所定値以上であるか否か判断する（図１０のステップＳ１０３）。第１所定値は、例えば、タンク２１５内に貯留可能な収穫物３１０の最大重量に対する８０－１００％の大きさであるが、その値に限定されない。

[0146] 第１所定値は、無人航空機１０が運搬可能な重量（ペイロード）に基づいて設定してもよい。また、第１所定値は、無人航空機１０を飛行させるため

のエネルギ源の残量に基づいて設定してもよい。無人航空機１０を飛行させるためのエネルギ源の残量は、例えば、バッテリ５２（図２Ａ）の残量および／または燃料タンク７ｂ（図２Ｂ）内の燃料の残量である。

[0147] タンク２１５に溜まった収穫物の重量が第１所定値未満の間は、プロセッサ４１は、吸引機２１０ａによる収穫物３１０の吸引を継続させる。プロセッサ４１は、タンク２１５内に溜まった収穫物の重量が第１所定値以上になったと判断した場合、吸引ブロワ２１２の動作を停止させ、吸引機２１０ａによる収穫物３１０の吸引を停止させる（ステップＳ１０４）。

[0148] プロセッサ４１は、タンク２１５が設けられた吸引機２１０ａの重量と、無人航空機１０の最大積載量とを比較することで、吸引機２１０ａの吸引動作のオン／オフを制御してもよい。例えば、収穫物３１０を吸引してタンク２１５に溜める動作を行う吸引機２１０ａの重量が、最大積載量の８０－１００％の大きさになったときに、吸引機２１０ａによる収穫物３１０の吸引を停止させてもよい。

[0149] 吸引機２１０ａによる収穫物３１０の取得が終了すると、プロセッサ４１は、無人航空機１０を収穫機１００から離脱させる（ステップＳ１０５）。図１１Ｃは、収穫機１００から離脱する無人航空機１０を示す図である。プロセッサ４１は、無人航空機１０を収穫機１００の上方に上昇させることで、無人航空機１０を収穫機１００から離脱させる。

[0150] 無人航空機１０を収穫機１００から離脱させた後、プロセッサ４１は、収穫物を所定の場所まで無人航空機１０に運搬させる（ステップＳ１０６）。例えば、プロセッサ４１は、収穫物を貯蔵する建造物に無人航空機１０を移動させる。図１２は、収穫物を貯蔵する貯蔵庫７８に移動する無人航空機１０を示す図である。プロセッサ４１は、貯蔵庫７８またはその周囲のエリアの地理座標の位置を目標位置に設定する。プロセッサ４１は、設定した目標位置に到達するように無人航空機１０を飛行させる。無人航空機１０が貯蔵庫７８またはその周囲のエリアに到着すると、タンク２１５内の収穫物は貯蔵庫７８に移される。タンク２１５が空になった無人航空機１０は、再び圃

場７０に戻って収穫物を取得する作業を再開してもよい。

[0151] 上述の無人航空機１０が収穫物を取得する動作は、収穫機１００が移動中であっても行うことができる。移動しながら収穫作業を続ける収穫機１００から無人航空機１０が収穫物を取得することで、作業効率を向上させることができる。

[0152] 収穫機１００から収穫物を取得する動作において、収穫機１００のタンク１０６内に溜まった収穫物の重量の値が第２所定値未満の場合は、プロセッサ４１は、無人航空機１０を所定位置で待機させる制御を行ってもよい。

[0153] 無人航空機１０が待機する所定位置は、収穫機１００による収穫作業の妨げとならない任意の位置に設定され得る。収穫機１００による収穫作業の妨げとならないのであれば、所定位置は、作業領域７１内の収穫作業がすでに終了した位置に設定されてもよい。また、所定位置は、圃場７０外の位置に設定されてもよい。

[0154] 収穫機１００が作物の収穫を行っているとき、プロセッサ１６１は、タンク１０６内に溜まった収穫物の重量が第２所定値以上であるか否か判断する。例えば、プロセッサ１６１は、荷重センサ１５６が検出したタンク１０６内の収穫物の重量の値が、第２所定値以上であるか否か判断する。第２所定値は、例えば、タンク１０６内に貯留可能な収穫物の最大重量に対する５０－９０％の大きさであるが、その値に限定されない。

[0155] タンク１０６に溜まった収穫物が第２所定値未満の間は、プロセッサ１６１は、無人航空機１０を収穫機１００の位置まで飛行させる指令を無人航空機１０に送信しない。プロセッサ４１は、指令を受け取っていない間は、無人航空機１０を所定位置で待機させる。

[0156] プロセッサ１６１は、タンク１０６内に溜まった収穫物の重量が第２所定値以上になったと判断した場合、無人航空機１０を収穫機１００の位置まで飛行させる指令を、通信装置１９０を介して無人航空機１０に送信する。プロセッサ４１は、指令を受け取ると、収穫機１００の位置まで無人航空機１０を飛行させ、収穫機１００のタンク１０６に貯留されている収穫物を取得

する動作を行う。収穫機１００内に収穫物が所定量以上溜まった段階で、無人航空機１０が収穫物を取得することで、作業効率を向上させることができる。

[0157] 収穫機１００のタンク１０６内に溜まった収穫物の重量を示すデータを無人航空機１０が受信し、タンク１０６内に溜まった収穫物の重量が第２所定値以上になったかの判断を無人航空機１０のプロセッサ４１が行ってもよい。プロセッサ４１は、タンク１０６内に溜まった収穫物の重量が第２所定値以上になったと判断した場合、収穫機１００の位置まで無人航空機１０を飛行させ、収穫機１００のタンク１０６に貯留されている収穫物を取得する動作を行う。

[0158] 圃場７０の作物の収穫を効率良く行うために、圃場７０内を走行しながら作物を収穫する収穫機１００と、収穫物を運搬する運搬車とを並走させ、収穫機１００が排出した収穫物を運搬車が受け取って運搬車の荷台に溜めることが考えられる。これにより、収穫機１００は、作物の収穫を行いながら収穫物を運搬車に移すことができる。収穫機１００内に溜まった収穫物を圃場７０の外周縁部で待機する運搬車に移すために収穫作業を中断する必要が無いため、作物の収穫を効率良く行うことができる。しかし、この方法では、運搬車を収穫機１００と並走させることが可能な地表面を圃場７０内に確保する必要があり、圃場７０によってはそのような地表面を確保することが容易でない場合がある。

[0159] 本実施形態によれば、収穫機１００が収穫した収穫物を無人航空機１０が取得する。無人航空機１０は、地面に着陸することなく収穫機１００から収穫物を取得することができる。また、例えば、無人航空機１０は収穫機１００の上方の位置から収穫物を取得することができる。運搬車を収穫機１００と並走させる地表面を確保する必要がないため、作物の収穫を容易に効率良く行うことができる。

[0160] 次に、収穫物の取得に用いる取得装置の別の例を説明する。

[0161] 図１３は、取得装置が接続された無人航空機１０の別の例を模式的に示す

図である。図１３に示す例では、取得装置はロボットアーム２１０ｂである。ロボットアーム２１０ｂはグリッパ２２１を備える。ロボットアーム２１０ｂは複数のアクチュエータを備え、それらアクチュエータを駆動させることにより、ロボットアーム２１０ｂの関節部を動かしたり、グリッパ２２１に物体を把持させたりすることができる。無人航空機１０に接続されるロボットアーム２１０ｂの個数は任意であり、１つでもよいし３つ以上であってもよい。

[0162] グリッパ２２１は、例えば、圃場７０外または圃場７０内に配置された吸引機から延びるバキュームホースを把持する。図１４は、圃場７０内に配置された吸引機２２５から延びるバキュームホース２２６、およびバキュームホース２２６を支持する無人航空機１０を示す図である。図１５は、グリッパ２２１が把持するバキュームホース２２６の端部が収穫機１００のタンク１０６内に位置するように飛行する無人航空機１０を示す図である。

[0163] バキュームホース２２６の支持は、２機以上の無人航空機１０が協働して行ってもよいし、１機の無人航空機１０が行ってもよい。２機以上の無人航空機１０が協働してバキュームホース２２６を支持することにより、バキュームホース２２６の支持を安定して行うことができる。

[0164] 図１５に示すように、無人航空機１０のプロセッサ４１は、グリッパ２２１が把持するバキュームホース２２６の端部が、収穫機１００のタンク１０６内に位置するように無人航空機１０を飛行させる。この状態で、吸引機２２５が吸引動作を行うことで、タンク１０６内の収穫物３１０は吸引され、バキュームホース２２６を通って収穫機１００から吸引機２２５へ移送される。この例では、収穫機１００から離れた位置に配置された吸引機２２５に収穫物３１０を移送することができる。作物の収穫を行っている収穫機１００からバキュームホース２２６を用いて収穫物３１０を吸引することで、作物の収穫を効率良く行うことができる。

[0165] ロボットアーム２１０ｂのグリッパ２２１は、収穫機１００から延びる排出ホースを把持してもよい。

[0166] 図１６は、収穫機１００から延びる排出ホース２２８、および排出ホース２２８を支持する無人航空機１０を示す図である。排出ホース２２８の支持は、２機以上の無人航空機１０が協働して行ってもよいし、１機の無人航空機１０が行ってもよい。２機以上の無人航空機１０が協働して排出ホース２２８を支持することにより、排出ホース２２８の支持を安定して行うことができる。

[0167] 図１６に示す例では、収穫機１００は、タンク１０６から収穫物を排出する排出装置１０７を備える。排出装置１０７は、例えばスクリューコンベアなどの搬送装置を備え、タンク１０６内の収穫物を上方へ移動させ、収穫物を外部に排出することができる。排出装置１０７は起伏動作および回動動作が可能である。排出装置１０７として、公知の収穫機に搭載される排出装置を採用することができるため、ここではその詳細な説明は省略する。この例では、排出ホース２２８の一端は、排出装置１０７の先端部にある排出口に接続される。

[0168] 無人航空機１０のプロセッサ４１は、グリッパ２２１が把持する排出ホース２２８の他端の位置が、圃場７０外または圃場７０内に配置された運搬車２２７の荷台の位置となるように、無人航空機１０を飛行させる。

[0169] この状態で、排出装置１０７が収穫物の排出動作を行うことで、タンク１０６内の収穫物は排出され、排出ホース２２８を通って収穫機１００から運搬車２２７へ移送される。この例では、収穫機１００から離れた位置に配置された運搬車２２７に収穫物を移送することができる。作物の収穫を行っている収穫機１００から排出される収穫物を、排出ホース２２８を用いて移送することで、作物の収穫を効率良く行うことができる。

[0170] 運搬車２２７の代わりに容器が圃場７０外または圃場７０内に配置され、その容器に収穫物を移送してもよい。また、タンク１０６から収穫物を排出する排出装置は、収穫機１００とは別体として収穫機１００に隣接するように配置されてもよい。

[0171] 無人航空機１０に接続されるロボットアーム２１０ｂは、真空グリッパを

備えていてもよい。図１７Ａから図１７Ｃは、収穫機１００ａのコンテナ２３２に貯留された収穫物３１０ａを、無人航空機１０を用いて取得する動作の例を示す図である。この例では、ロボットアーム２１０ｂは真空グリッパ２２２を備える。ロボットアーム２１０ｂおよび真空グリッパ２２２の動作の制御は、無人航空機１０のプロセッサ４１が行い得る。

[0172] この例では、収穫機１００ａの車体２３０にはロボットアーム２３１が設けられており、ロボットアーム２３１を用いて作物を収穫する。圃場の作物は、例えば野菜、果物等であるが、それに限定されない。例えば、圃場内の樹木７５から作物を収穫する。車体２３０にはコンテナ２３２が配置される。ロボットアーム２３１が収穫した収穫物３１０ａをコンテナ２３２内に入れていくことで、コンテナ２３２内に収穫物３１０ａが貯留される。真空グリッパ２２２は、複数の収穫物３１０ａを同時に吸着可能である。

[0173] 無人航空機１０のプロセッサ４１は、真空グリッパ２２２がコンテナ２３２内の収穫物３１０ａを吸着して取得できるように無人航空機１０を飛行させる。プロセッサ４１は、ＬｉＤＡＲセンサ６５および／またはカメラ６６の出力信号を用いて、真空グリッパ２２２とコンテナ２３２との位置合わせを行う。上述したように、例えば、機械学習により生成した推定モデルを用いて、３次元点群データおよび／または画像データから真空グリッパ２２２およびコンテナ２３２の位置を検出することで、真空グリッパ２２２とコンテナ２３２との位置合わせを行うことができる。プロセッサ４１は、平面視におけるコンテナ２３２の範囲内に真空グリッパ２２２が位置するように無人航空機１０を飛行させながら、無人航空機１０を下降させることで、真空グリッパ２２２をコンテナ２３２内の収穫物３１０ａに接触させることができる。

[0174] 図１７Ｂは、コンテナ２３２内の収穫物３１０ａを真空グリッパ２２２が吸着する動作を示す図である。真空グリッパ２２２が収穫物３１０ａを吸着すると、プロセッサ４１は、無人航空機１０を収穫機１００ａから離脱させる。図１７Ｃは、収穫機１００ａから離脱する無人航空機１０を示す図であ

る。プロセッサ４１は、無人航空機１０を収穫機１００ａの上方に上昇させることで、無人航空機１０を収穫機１００ａから離脱させる。

[0175] 無人航空機１０を収穫機１００ａから離脱させた後、プロセッサ４１は、無人航空機１０に収穫物を所定の場所まで運搬させる。例えば、プロセッサ４１は、収穫物を貯蔵する建造物に無人航空機１０を移動させる。無人航空機１０が貯蔵庫７８またはその周囲のエリアに到着すると、収穫物は貯蔵庫７８に移される。収穫物をリリースした無人航空機１０は、再び圃場７０に戻って収穫物を取得する作業を再開してもよい。

[0176] このように、作物の収穫を行っている収穫機１００ａが貯留する収穫物を無人航空機１０が吸着して収穫機１００ａから取り出すことで、作物の収穫を効率良く行うことができる。

[0177] 上記の説明では、無人航空機１０は収穫機１００ａから収穫物を取得していたが、それに限定されない。例えば、無人航空機１０は、運搬車に貯留された収穫物を取得してもよい。

[0178] 無人航空機１０は、収穫機１００ａに着脱可能に設けられたコンテナ２３２をフックで吊り上げて運搬してもよい。図１８Ａから図１８Ｃは、収穫物３１０ａが貯留されたコンテナ２３２を、無人航空機１０を用いて取得する動作の例を示す図である。この例では、取得装置はフック２１０ｃである。フック２１０ｃはワイヤ２２３を介して連結装置１８に連結される。ワイヤ２２３の代わりにロッド、ロボットアーム等が用いられてもよい。フック２１０ｃにはラッチを動かすアクチュエータが設けられていてもよく、この場合、無人航空機１０のプロセッサ４１がラッチの開閉を制御してもよい。

[0179] コンテナ２３２には、コンテナ２３２の端部同士を繋ぐワイヤ２２３が設けられている。ワイヤ２２３は例えばコンテナ２３２の開口部の四隅同士を繋いでいる。フック２１０ｃにこのワイヤ２２３を掛けることで、コンテナ２３２をフック２１０ｃで吊り上げることができる。ワイヤ２２３の代わりに取っ手がコンテナ２３２に設けられていてもよい。

[0180] 無人航空機１０のプロセッサ４１は、コンテナ２３２をフック２１０ｃで

吊り上げることができるように無人航空機１０を飛行させる。プロセッサ４１は、ＬｉＤＡＲセンサ６５および／またはカメラ６６の出力信号を用いて、フック２１０ｃとワイヤ２２３との位置合わせを行う。上述したように、例えば、機械学習により生成した推定モデルを用いて、３次元点群データおよび／または画像データからフック２１０ｃおよびワイヤ２２３の位置を検出することで、フック２１０ｃとワイヤ２２３との位置合わせを行うことができる。プロセッサ４１は、無人航空機１０を下降させ、ワイヤ２２３にフック２１０ｃを接触させることで、フック２１０ｃにワイヤ２２３を掛けることができる。フック２１０ｃにワイヤ２２３を掛ける作業は人間が行ってもよい。

[0181] 図１８Ｂは、フック２１０ｃにワイヤ２２３が掛かった状態を示す図である。フック２１０ｃにワイヤ２２３が掛かると、プロセッサ４１は、無人航空機１０を収穫機１００ａから離脱させる。図１８Ｃは、収穫機１００ａから離脱する無人航空機１０を示す図である。プロセッサ４１は、無人航空機１０を収穫機１００ａの上方に上昇させることで、無人航空機１０を収穫機１００ａから離脱させる。無人航空機１０を収穫機１００ａの上方に上昇させることで、コンテナ２３２をフック２１０ｃで吊り上げることができる。収穫機１００ａには、別の無人航空機１０が運んできた空のコンテナ２３２がセットされてもよい。これにより、収穫機１００ａは収穫作業を継続することができる。

[0182] 無人航空機１０を収穫機１００ａから離脱させた後、プロセッサ４１は、無人航空機１０にコンテナ２３２を所定の場所まで運搬させる。例えば、プロセッサ４１は、収穫物を貯蔵する建造物に無人航空機１０を移動させる。無人航空機１０が貯蔵庫７８またはその周囲のエリアに到着すると、コンテナ２３２内の収穫物は貯蔵庫７８に移される。無人航空機１０は、空になったコンテナ２３２を吊り下げて再び圃場７０に戻って、そのコンテナ２３２を収穫機１００ａにセットしてもよい。

[0183] このように、作物の収穫を行っている収穫機１００ａのコンテナ２３２を

無人航空機１０が吊り上げて運搬することで、作物の収穫を効率良く行うことができる。

[0184] 上記の説明では、無人航空機１０は収穫機１００ａに配置されたコンテナ２３２を吊り上げていたが、それに限定されない。例えば、無人航空機１０は、運搬車に配置されたコンテナ２３２を吊り上げて運搬してもよい。

[0185] また、収穫機１００（図４）のタンク１０６が収穫機１００に対して着脱可能であってもよく、この場合、無人航空機１０は収穫機１００のタンク１０６を吊り上げて運搬してもよい。

[0186] 上述した収穫機１００ａでは、収穫機１００ａに設けられたロボットアーム２３１を用いて作物を収穫していたが、それに限定されない。例えば、小型の無人航空機が作物を収穫し、収穫物をコンテナ２３２内に入れていってもよい。図１８Ｄは、作物を収穫する小型の無人航空機２４０の例を示す図である。この例では、無人航空機２４０にロボットアーム２３１が設けられており、無人航空機２４０はロボットアーム２３１を用いて作物を収穫する。無人航空機２４０は収穫した収穫物３１０ａをコンテナ２３２内に入れていくことで、コンテナ２３２内に収穫物３１０ａが貯留される。この例では、収穫機１００ａとして運搬車が用いられてもよい。

[0187] 次に、農業機械１００から排出された収穫物を無人航空機１０がすくい上げる実施形態を説明する。図１９は農業機械１００の例を示す図である。図１９に示す例では、作業機の一例であるベーラ３０２がトラクタ３０１に牽引されている。トラクタ３０１に牽引される作業機３０２とトラクタ３０１の全体が一つの「農業機械」として機能する。

[0188] ベーラ３０２は、トラクタ３０１によって牽引されて圃場７０内に形成されたスワース（集草列）に含まれる牧草を収集し、収集した牧草を所定の形状に成形してベール３１０ｂを形成する。ベーラ３０２は、形成したベール３１０ｂを例えばベーラ３０２の後方に排出する。ベーラの構成は公知であるため、ここでは詳細な説明は省略する。

[0189] この例では、無人航空機１０は、ベーラ３０２から排出されたベール３１

０ｂをすくい上げて運搬する。図２０Ａから図２０Ｃは、ベーラ３０２から排出されたベール３１０ｂをすくい上げる動作の例を示す図である。この例では、取得装置はバケット２１０ｄである。バケット２１０ｄはアーム２３５を介して連結装置１８に連結される。アーム２３５にはアーム２３５自身およびバケット２１０ｄを動かす複数のアクチュエータが設けられていてもよく、この場合、無人航空機１０のプロセッサ４１がこれらのアクチュエータを駆動させてもよい。バケット２１０ｄを用いてベール３１０ｂをすくい上げることで、ベール３１０ｂを運搬することができる。

[0190] 無人航空機１０のプロセッサ４１は、ベーラ３０２がベール３１０ｂを排出する前に、ベール３１０ｂの排出予定位置の近傍で無人航空機１０を待機させる。トラクタ３０１またはベーラ３０２は、ベール３１０ｂの排出予定位置を示す位置情報を無人航空機１０に送信する。位置情報は地理座標の情報を含む。プロセッサ４１は、受信した位置情報に基づいて、ベーラ３０２から排出されるベール３１０ｂを取得可能な位置に無人航空機１０を飛行させて待機させる。例えば、図２０Ａに示すように、ベーラ３０２の走行経路におけるベール３１０ｂの排出予定位置よりも少し後方の位置で無人航空機１０を待機させる。

[0191] ベーラ３０２がベール３１０ｂを排出するとき、トラクタ３０１またはベーラ３０２は、ベール３１０ｂの排出を通知する信号を無人航空機１０に送信する。無人航空機１０がその信号を受信すると、プロセッサ４１は無人航空機１０を下降させて、排出されたベール３１０ｂをバケット２１０ｄですくい上げる。

[0192] 図２０Ｂは、ベーラ３０２から排出されて地面を転がるベール３１０ｂをバケット２１０ｄですく上げる動作を示す図である。

[0193] プロセッサ４１は、ＬｉＤＡＲセンサ６５および／またはカメラ６６の出力信号を用いて、ベール３１０ｂを取得可能な位置にバケット２１０ｄを移動させる。上述したように、例えば、機械学習により生成した推定モデルを用いて、３次元点群データおよび／または画像データからベール３１０ｂお

よびバケット２１０ｄの位置を検出することができる。ベール３１０ｂとバケット２１０ｄとを接近させることで、バケット２１０ｄ内にベール３１０ｂを収めることができる。

[0194] バケット２１０ｄ内にベール３１０ｂが収まると、プロセッサ４１は、無人航空機１０を上昇させる。図２０Ｃは、バケット２１０ｄ内にベール３１０ｂを収めた状態で上昇する無人航空機１０を示す図である。

[0195] 無人航空機１０をベーラ３０２から離脱させた後、プロセッサ４１は、無人航空機１０にベール３１０ｂを所定の場所まで運搬させる。例えば、プロセッサ４１は、収穫物を貯蔵する建造物に無人航空機１０を移動させる。無人航空機１０が貯蔵庫７８またはその周囲のエリアに到着すると、ベール３１０ｂは貯蔵庫７８に移される。無人航空機１０は、再び圃場７０に戻って、ベール３１０ｂを取得してもよい。

[0196] 収穫物の取得に用いる上述した取得装置のそれぞれは、無人航空機１０に対して着脱可能であったが、それに限定されない。取得装置のそれぞれは、無人航空機１０に一体的に備え付けられていてもよい。

[0197] 次に、圃場７０から収穫した収穫物を運搬する無人航空機１０を複数の無人航空機１０の中から決定する処理を説明する。

[0198] 圃場７０の作物の収穫作業においては、貯蔵庫があるエリア等の所定位置まで運搬すべき収穫物のパッケージが複数個発生し得る。そのような複数のパッケージの運搬を複数の無人航空機１０で分担して行う場合がある。本実施形態では、運搬すべきあるパッケージが発生した場合に、そのパッケージの運搬に適した無人航空機１０を複数の無人航空機１０の中から決定する。

[0199] 図２１、図２２、図２３は、収穫物のパッケージを運搬する無人航空機１０を複数の無人航空機１０の中から決定する処理の例を示すフローチャートである。図２４は、無人航空機１０がパッケージを取得して運搬する動作を行う圃場７０の例を示す図である。

[0200] 図２４に示す例では、小型無人航空機２４０（図１８Ｄ）が圃場７０内の樹木７５から作物を収穫している。圃場７０内には、収穫物を貯留する運搬

車３２０が配置されている。運搬車３２０にはコンテナ３３０が配置されている。無人航空機２４０は収穫した収穫物３１０ａをコンテナ３３０内に入れていくことで、コンテナ３３０内に収穫物が貯留される。コンテナ３３０は、運搬車３２０に対して着脱可能である。無人航空機１０が運搬する収穫物のパッケージは、例えば収穫物が貯留されたコンテナ３３０である。無人航空機１０は、収穫物が貯留されたコンテナ３３０を取得して運搬する。

[0201] 運搬車３２０は、上述した収穫機１００ａであってもよい。コンテナ３３０は、コンテナ２３２（図１８Ｄ）であってもよい。運搬車３２０は、図５に示す構成要素を備え得る。運搬車３２０は、ネットワーク８０（図３）を介して、端末装置４００および管理装置６００と通信することができる。運搬車３２０と無人航空機１０とは、ネットワーク８０を介して通信を行ってもよいし、ネットワーク８０を介さずに直接通信を行ってもよい。運搬車３２０は、有人運転が可能であってもよいし、無人運転のみに対応していてもよい。運搬車３２０が無人運転のみに対応している場合は、操舵装置および運転席などの、有人運転にのみ必要な構成要素は、運搬車３２０に設けられていなくてもよい。運搬車３２０が作物の収穫を行わない場合は、作物を収穫するための構成要素は運搬車３２０に設けられていなくてもよい。

[0202] 運搬車３２０のプロセッサ１６１（図５）は、通信装置１９０を介して、無人航空機１０、端末装置４００、管理装置６００と通信を行うことができる。無人航空機１０のプロセッサ４１（図６）は、通信装置４Ｃを介して、運搬車３２０、端末装置４００、管理装置６００と通信を行うことができる。

[0203] 図２４に示す例では、運搬車３２０として、運搬車３２０ａ－３２０ｅが圃場７０内に位置している。無人航空機１０として、無人航空機１０ａ－１０ｄが作業を行っている。

[0204] ここでは、一例として、運搬車３２０ａに配置されたコンテナ３３０を運搬対象のターゲットパッケージとし、そのターゲットパッケージ３３０を運搬する無人航空機１０を複数の無人航空機１０ａ－１０ｄの中から決定する

処理を説明する。

[0205] 運搬車３２０ａの荷重センサ１５６（図５）は、コンテナ３３０の重量を検出する。コンテナ３３０内に収穫物３１０ａ（図１８Ｄ）が貯留されている場合は、荷重センサ１５６は、貯留された収穫物３１０ａを含むコンテナ３３０の重量を検出する。

[0206] 運搬車３２０ａのプロセッサ１６１は、荷重センサ１５６が検出したコンテナ３３０の重量が第３所定値以上であるか否か判断する。第３所定値は、例えば、コンテナ３３０の容積の５０－９０％程度の量の収穫物３１０ａがコンテナ３３０内に貯留された状態でのコンテナ３３０の重量であるが、その値に限定されない。

[0207] プロセッサ１６１は、コンテナ３３０の重量が第３所定値以上であると判断した場合、ターゲットパッケージであるコンテナ３３０の重量を示すパッケージ重量情報、およびコンテナ３３０の位置の地理座標を示すパッケージ位置情報を管理装置６００に送信する。プロセッサ１６１は、ＧＮＳＳユニット１２１が出力する情報から、コンテナ３３０の位置の地理座標の情報を取得することができる。また、プロセッサ１６１は、コンテナ３３０の運搬を要請する要請信号を管理装置６００に送信する。

[0208] 無人航空機１０ａ－１０ｄのそれぞれは、自身の積載量に関する空き状況を示す空き状況情報を、管理装置６００に送信する。空き状況は、無人航空機１０がさらに積載することが可能なパッケージの重量を表している。空き状況は、例えば、無人航空機１０の最大積載量と、その無人航空機１０が現在積載している物体の重量との差から求めることができる。空き状況は、無人航空機１０が搭載する燃料の重量を考慮して演算してもよい。

[0209] 無人航空機１０のプロセッサ４１は、現在積載している物体の重量を、荷重センサ６７（図６）を用いて検出することができる。荷重センサ６７は、例えば連結装置１８に設けられており、連結装置１８に連結された物体の重量を検出する。無人航空機１０の最大積載量に関する情報は記憶装置４４に予め記憶されている。無人航空機１０ａ－１０ｄのそれぞれのプロセッサ４

１は、空き状況情報を管理装置６００に送信する。

[0210] 無人航空機１０のプロセッサ４１は、無人航空機１０を飛行させるためのエネルギ源の残量を示すエネルギ残量情報を管理装置６００にさらに送信する。無人航空機１０を飛行させるためのエネルギ源の残量は、例えば、バッテリ５２（図２Ａ）の残量および／または燃料タンク７ｂ（図２Ｂ）内の燃料の残量である。例えば、プロセッサ４１は、バッテリ５２のバッテリマネージメントシステム（ＢＭＳ）が出力する情報から、バッテリ５２の残量の情報を取得することができる。例えば、燃料タンク７ｂ内には燃料の残量を検出する燃料センサが設けられており、プロセッサ４１は、燃料センサの出力信号から燃料の残量の情報を取得することができる。無人航空機１０のプロセッサ４１は、無人航空機１０の位置の地理座標を示す無人航空機位置情報を管理装置６００にさらに送信する。プロセッサ４１は、ＧＮＳＳユニット６１が出力する情報から、無人航空機１０の位置の地理座標の情報を取得することができる。無人航空機１０ａ－１０ｄのそれぞれのプロセッサ４１は、エネルギ残量情報および無人航空機位置情報を管理装置６００に送信する。

[0211] 管理装置６００のプロセッサ６６０（図７）は、通信装置６９０を介して、無人航空機１０、運搬車３２０ａ、端末装置４００と通信を行うことができる。通信装置６９０は、上記のパッケージ重量情報、パッケージ位置情報、要請信号、空き状況情報、エネルギ残量情報、無人航空機位置情報を受信する。

[0212] プロセッサ６６０は、ターゲットパッケージ３３０を所定位置まで運搬させる運搬用無人航空機１０を複数の無人航空機１０ａ－１０ｄの中から決定する。図２４に示す例では、所定位置は貯蔵庫７８またはその周囲のエリアの位置である。

[0213] プロセッサ６６０は、パッケージ重量情報および空き状況情報に基づいて、運搬用無人航空機１０の候補を、複数の無人航空機１０ａ－１０ｄの中から選択する（図２１のステップＳ２０１）。図２２は、ステップＳ２０１の

処理の詳細の一例を示すフローチャートである。プロセッサ６６０は、空き状況情報から得られる更に積載が可能なパッケージの重量が、パッケージ重量情報が示す重量以上である無人航空機を、運搬用無人航空機１０の候補として選択する。

[0214] プロセッサ６６０は、パッケージ重量情報と、無人航空機１０ａ－１０ｄそれぞれの空き状況情報とを取得する（ステップＳ２１１）。パッケージ重量情報は、ターゲットパッケージ３３０の重量値Ｗ１を示している。空き状況情報は、更に積載が可能なパッケージの重量値Ｗ２を示している。プロセッサ６６０は、無人航空機１０ａ－１０ｄそれぞれについて、重量値Ｗ１と重量値Ｗ２との大小関係を比較する（ステップＳ２１２）。プロセッサ６６０は、重量値Ｗ２が重量値Ｗ１以上である無人航空機を、運搬用無人航空機１０の候補として選択する（ステップＳ２１３）。プロセッサ６６０は、重量値Ｗ２が重量値Ｗ１未満である無人航空機は、運搬用無人航空機１０の候補として選択しない（ステップＳ２１４）。

[0215] 次に、プロセッサ６６０は、エネルギ残量情報に基づいて、ステップＳ２１３で選択した１機以上の無人航空機１０の中から、候補の選択をさらに行う（図２１のステップＳ２０２）。図２３は、ステップＳ２０２の処理の詳細の一例を示すフローチャートである。

[0216] 飛行する無人航空機１０のエネルギ消費率と、無人航空機１０が積載する物体の重量との関係を示す情報、例えばそれらの関係を示すマップは、記憶装置６５０に予め記憶されている。エネルギ消費率は、無人航空機１０を飛行させるための電力および／または燃料の単位距離当たりの消費量を表している。ターゲットパッケージ３３０の運搬先の位置（例えば、貯蔵庫７８またはその周囲のエリアの位置）の地理座標の情報は、記憶装置６５０に予め記憶されている。

[0217] プロセッサ６６０は、無人航空機１０の現在位置とターゲットパッケージ３３０の位置との間の距離を演算するとともに、ターゲットパッケージ３３０の位置と運搬先の位置との間の距離を演算する。

[0218] プロセッサ６６０は、無人航空機１０を現在位置からターゲットパッケージ３３０の位置まで飛行させたときのエネルギ消費量（第１エネルギ消費量）を演算する。また、プロセッサ６６０は、無人航空機１０がターゲットパッケージ３３０を支持したと仮定した場合に、そのターゲットパッケージ３３０を支持する無人航空機１０が、ターゲットパッケージ３３０の位置から運搬先の位置まで飛行した場合のエネルギ消費量（第２エネルギ消費量）を演算する。プロセッサ６６０は、現在のエネルギ残量、第１エネルギ消費量および第２エネルギ消費量に基づいて、ターゲットパッケージ３３０を支持する無人航空機１０が運搬先の位置まで飛行したときのエネルギ残量Ｒ１を演算することができる。

[0219] プロセッサ６６０は、ステップＳ２１３（図２２）で選択した１機以上の無人航空機１０のそれぞれについて、エネルギ残量Ｒ１を演算する（図２３のステップＳ２２１）。

[0220] プロセッサ６６０は、演算したエネルギ残量Ｒ１と第４所定値との大小関係を比較する（ステップＳ２２２）。第４所定値はゼロより大きい任意の値である。第４所定値は、例えばエネルギ残量１０－２０％に対応する値であるが、それに限定されない。

[0221] プロセッサ６６０は、エネルギ残量Ｒ１が第４所定値以上である無人航空機を、運搬用無人航空機１０の候補として選択する（ステップＳ２２３）。プロセッサ６６０は、エネルギ残量Ｒ１が第４所定値未満である無人航空機は、運搬用無人航空機１０の候補として選択しない（ステップＳ２２４）。

[0222] プロセッサ６６０は、ステップＳ２２３で選択した１機以上の無人航空機１０の中から、ターゲットパッケージ３３０を運搬させる運搬用無人航空機１０を決定する（図２１のステップＳ２０３）。例えば、プロセッサ６６０は、無人航空機１０の現在位置とターゲットパッケージ３３０の位置との間の距離が最も小さい無人航空機１０を、運搬用無人航空機１０に決定する。また、例えば、エネルギ残量Ｒ１が最も大きい無人航空機１０を、運搬用無人航空機１０に決定してもよい。

[0223] 一例として、プロセッサ６６０は、無人航空機１０ｂを運搬用無人航空機に決定する。プロセッサ６６０は、運搬対象のターゲットパッケージ３３０を運搬する指示を無人航空機１０ｂに出力する。また、プロセッサ６６０は、ターゲットパッケージ３３０の位置の地理座標を示すパッケージ位置情報を無人航空機１０ｂに出力する。

[0224] 無人航空機１０ｂのプロセッサ４１は、運搬指示およびパッケージ位置情報を受け取ると、ターゲットパッケージ３３０の位置まで無人航空機１０ｂを飛行させる。ターゲットパッケージ３３０は、例えばコンテナ２３２（図１８Ａ－図１８Ｄ）である。無人航空機１０ｂには、ターゲットパッケージ３３０を支持する支持装置として、例えばフック２１０ｃが設けられている。コンテナ２３２の上空に到達した無人航空機１０ｂは、図１８Ａ－図１８Ｃを用いて説明した方法でコンテナ２３２を取得することができる。コンテナ２３２を取得した無人航空機１０ｂは、運搬先の貯蔵庫７８またはその周囲のエリアに向かって飛行する。無人航空機１０ｂが貯蔵庫７８またはその周囲のエリアに到着すると、収穫物は貯蔵庫７８に移される。

[0225] 本実施形態では、複数の無人航空機１０の中からターゲットパッケージ３３０の運搬に適した無人航空機１０を決定する。

[0226] ターゲットパッケージ３３０の重量値Ｗ１と、無人航空機１０が更に積載が可能なパッケージの重量値Ｗ２とを比較し、重量値Ｗ２が重量値Ｗ１以上という条件を満たす無人航空機１０を、運搬用無人航空機１０として決定する。

[0227] これにより、ターゲットパッケージ３３０を積載した場合に最大積載量を超えてしまう等、ターゲットパッケージ３３０を運搬できない無人航空機１０がターゲットパッケージ３３０を運搬しようとすることを抑制できる。また、無人航空機１０が別のパッケージを既に支持していたとしても、その無人航空機１０の運搬能力に余裕がある場合はターゲットパッケージ３３０を支持させることにより、収穫物の運搬を効率良く行うことができる。

[0228] また、本実施形態では、無人航空機１０がターゲットパッケージ３３０を

支持して運搬先の位置まで飛行したと仮定したときのエネルギ残量Ｒ１を演算する。エネルギ残量Ｒ１が第４所定値以上という条件を満たす無人航空機１０を、運搬用無人航空機１０として決定する。これにより、ターゲットパッケージ３３０の運搬途中で無人航空機１０が飛行できなくなることを抑制できる。

[0229] なお、複数の無人航空機１０それぞれにおいて、エネルギ源の残量に十分な余裕がある場合は、エネルギ残量Ｒ１に基づいて運搬用無人航空機１０を決定する処理は省略してもよい。

[0230] 上記の説明では、ターゲットパッケージ３３０を運搬する無人航空機１０を決定する処理を管理装置６００が行っていたが、端末装置４００が行ってもよい。

[0231] また、無人航空機１０自身が、ターゲットパッケージ３３０を運搬可能か否か判断してもよい。

[0232] 図２５は、無人航空機１０自身が、ターゲットパッケージ３３０を運搬可能か否か判断する処理の例を示すフローチャートである。

[0233] ここでは、一例として、運搬車３２０ａに配置されたコンテナ３３０を運搬対象のターゲットパッケージとし、そのターゲットパッケージ３３０を運搬可能な否か無人航空機１０自身が判断する処理を説明する。

[0234] 運搬車３２０ａのプロセッサ１６１は、コンテナ３３０の重量が第３所定値以上であると判断した場合、ターゲットパッケージであるコンテナ３３０の重量を示すパッケージ重量情報、およびコンテナ３３０の位置の地理座標を示すパッケージ位置情報を複数の無人航空機１０に送信する。また、プロセッサ１６１は、コンテナ３３０の運搬を要請する要請信号を複数の無人航空機１０に送信する。

[0235] ここでは、複数の無人航空機１０のうちの、ある１機の無人航空機１０が行う処理を説明する。他の無人航空機１０も同様の処理を行う。

[0236] 無人航空機１０のプロセッサ４１は、空き状況情報、エネルギ残量情報および無人航空機位置情報を生成する。無人航空機１０の通信装置４Ｃは、上

記のパッケージ重量情報、パッケージ位置情報、要請信号を受信する。

[0237] プロセッサ４１は、パッケージ重量情報および空き状況情報を取得する（ステップＳ３１１）。パッケージ重量情報は、ターゲットパッケージ３３０の重量値Ｗ１を示している。空き状況情報は、更に積載が可能なパッケージの重量値Ｗ２を示している。プロセッサ４１は、重量値Ｗ１と重量値Ｗ２との大小関係を比較する（ステップＳ３１２）。

[0238] 重量値Ｗ２が重量値Ｗ１未満である場合、プロセッサ４１は、ターゲットパッケージ３３０の運搬は不可能と判断する（ステップＳ３１６）。この場合、ターゲットパッケージ３３０の運搬は行わない。重量値Ｗ２が重量値Ｗ１以上である場合、プロセッサ４１は、エネルギ残量Ｒ１の演算を行う（ステップＳ３１３）。

[0239] 飛行する無人航空機１０のエネルギ消費率と、無人航空機１０が積載する物体の重量との関係を示す情報、例えばそれらの関係を示すマップは、記憶装置４４に予め記憶されている。ターゲットパッケージ３３０の運搬先の位置（例えば、貯蔵庫７８またはその周囲のエリアの位置）の地理座標の情報は、記憶装置４４に予め記憶されている。

[0240] プロセッサ４１は、無人航空機１０の現在位置とターゲットパッケージ３３０の位置との間の距離を演算するとともに、ターゲットパッケージ３３０の位置と運搬先の位置との間の距離を演算する。

[0241] プロセッサ４１は、無人航空機１０を現在位置からターゲットパッケージ３３０の位置まで飛行させたときのエネルギ消費量（第１エネルギ消費量）を演算する。また、プロセッサ４１は、無人航空機１０がターゲットパッケージ３３０を支持したと仮定した場合に、そのターゲットパッケージ３３０を支持する無人航空機１０が、ターゲットパッケージ３３０の位置から運搬先の位置まで飛行した場合のエネルギ消費量（第２エネルギ消費量）を演算する。プロセッサ４１は、現在のエネルギ残量、第１エネルギ消費量および第２エネルギ消費量に基づいて、ターゲットパッケージ３３０を支持する無人航空機１０が運搬先の位置まで飛行したときのエネルギ残量Ｒ１を演算す

る。

[0242] プロセッサ４１は、演算したエネルギ残量Ｒ１と第４所定値との大小関係を比較する（ステップＳ３１４）。エネルギ残量Ｒ１が第４所定値未満である場合、プロセッサ４１は、ターゲットパッケージ３３０の運搬は不可能と判断する（ステップＳ３１６）。この場合、ターゲットパッケージ３３０の運搬は行わない。エネルギ残量Ｒ１が第４所定値以上である場合、プロセッサ４１は、ターゲットパッケージ３３０を運搬可能と判断する（ステップＳ３１５）。

[0243] プロセッサ４１は、ターゲットパッケージ３３０を運搬可能か否かの判断結果を示す情報を、通信装置４Ｃを介して外部に出力する。これにより、他の無人航空機１０および管理装置６００等に、自身がターゲットパッケージ３３０を運搬可能であること、または自身はターゲットパッケージ３３０を運搬不可能であることを通知することができる。

[0244] プロセッサ４１は、ターゲットパッケージ３３０を運搬可能と判断した場合、ターゲットパッケージ３３０の位置まで無人航空機１０を飛行させる。ターゲットパッケージ３３０は、例えばコンテナ２３２（図１８Ａ－図１８Ｄ）である。無人航空機１０には、ターゲットパッケージ３３０を支持する支持装置として、例えばフック２１０ｃが設けられている。コンテナ２３２の上空に到達した無人航空機１０は、図１８Ａ－図１８Ｃを用いて説明した方法でコンテナ２３２を取得することができる。プロセッサ４１は、コンテナ２３２を取得した無人航空機１０を、運搬先の貯蔵庫７８またはその周囲のエリアに向かって飛行させる。無人航空機１０が貯蔵庫７８またはその周囲のエリアに到着すると、収穫物は貯蔵庫７８に移される。

[0245] なお、無人航空機１０のエネルギ源の残量に十分な余裕がある場合は、エネルギ残量Ｒ１に基づいてターゲットパッケージ３３０を運搬可能か判断する処理は省略してもよい。

[0246] 上記のように、ターゲットパッケージ３３０を運搬可能な無人航空機１０が、ターゲットパッケージ３３０がある位置まで飛行してターゲットパッケ

ージ３３０を支持して運搬することにより、収穫物の運搬を効率良く行うことができる。

[0247] ターゲットパッケージ３３０の重量に基づいて、ターゲットパッケージ３３０を運搬可能か判断する場合、プロセッサ４１は、ターゲットパッケージ３３０を支持したときに無人航空機１０が支持することになる一つ以上のパッケージの重量の合計値が、最大積載量以下の場合は、ターゲットパッケージ３３０を運搬可能と判断してもよい。プロセッサ４１は、重量の合計値が最大積載量を超える場合は、ターゲットパッケージ３３０を運搬不可能と判断する。

[0248] ターゲットパッケージ３３０とは異なる一つ以上の別のパッケージを無人航空機１０が既に支持している場合、プロセッサ４１は、パッケージ重量情報が示す重量値と一つ以上の別のパッケージの重量値との合計値が最大積載量以下の場合は、ターゲットパッケージ３３０を運搬可能と判断する。プロセッサ４１は、パッケージ重量情報が示す重量値と一つ以上の別のパッケージの重量値との合計値が最大積載量を超える場合は、ターゲットパッケージ３３０を運搬不可能と判断する。

[0249] これにより、ターゲットパッケージ３３０を積載した場合に最大積載量を超えてしまう等、ターゲットパッケージ３３０を運搬できない無人航空機１０がターゲットパッケージ３３０を運搬しようとすることを抑制できる。

[0250] 無人航空機１０がパッケージを既に支持していたとしても、運搬能力に余裕がある場合はさらに別のパッケージを支持させることにより、収穫物の運搬を効率良く行うことができる。

[0251] 図１８Ａ－図１８Ｄに例示したような収穫機１００ａおよび／または無人航空機２４０は、収穫物をパッケージするパッケージシステムとして動作する。上述したように、収穫物が貯留されたコンテナ２３２がパッケージとなる。収穫機１００ａおよび／または無人航空機２４０に設けられたロボットアーム２３１は、収穫物をパッケージするパッケージ装置として動作する。収穫機１００ａおよび／または無人航空機２４０のプロセッサは、パッケー

ジ装置であるロボットアーム２３１の動作を制御する。ここでは、収穫機１００ａのプロセッサ１６１がロボットアーム２３１の動作を制御するとする。

[0252] パッケージは、例えば収穫物が貯留された貯留部である。パッケージは、例えば、上述した収穫物を貯留するタンク１０６であってもよい。この場合、タンク１０６は収穫機１００から分離可能である。パッケージは、例えば、上述したベール３１０ｂのような収穫物をラッピングした塊であってもよい。

[0253] 収穫機１００ａのプロセッサ１６１は、収穫物のパッケージを運搬する無人航空機１０の運搬能力に基づいて、ロボットアーム２３１が作物を収穫する量を調整し、収穫物を含むコンテナ２３２の重量を変更してもよい。

[0254] 例えば、無人航空機１０のプロセッサ４１は、更に積載が可能なパッケージの重量値Ｗ２を示す空き状況情報を、収穫機１００ａに送信する。収穫機１００ａのプロセッサ１６１は、コンテナ２３２の重量値Ｗ１が重量値Ｗ２を超えないように、ロボットアーム２３１が作物を収穫する量を調整する。このように、無人航空機１０の運搬能力に応じて、収穫物を含むコンテナ２３２の重量を調整することにより、無人航空機１０にコンテナ２３２を運搬させることができる。なお、コンテナ２３２の重量を調整するために、コンテナ２３２に入れる収穫物の個数を調整してもよい。

[0255] 収穫機１００ａのプロセッサ１６１は、コンテナ２３２が配置された収穫機１００ａを、無人航空機１０がコンテナ２３２を取得可能な位置に移動させてもよい。作物を収穫した位置が無人航空機１０の進入が難しいエリアであったとしても、パッケージの位置を移動させることにより、無人航空機１０はパッケージを取得することができる。

[0256] 無人航空機１０の運搬能力に基づいて収穫物を含むコンテナ２３２の重量を変更する処理は、管理装置６００が行ってもよい。管理装置６００のプロセッサ６６０は、無人航空機１０の空き状況情報およびエネルギ残量情報に基づいて、収穫物を含むコンテナ２３２の重量を変更する指示を収穫機１０

０ａに送信する。プロセッサ６６０は、例えば、無人航空機１０のエネルギ消費率と無人航空機１０が積載する物体の重量との関係を示すマップを用いることで、空き状況情報およびエネルギ残量情報に基づいて、無人航空機１０が運搬先の位置まで運搬可能なコンテナ２３２の重量を演算することができる。プロセッサ６６０は、コンテナ２３２の重量が、演算した運搬可能な重量を超えないように、収穫機１００ａに指示する。

[0257] 上記の例では、コンテナ２３２の重量を調整していたが、無人航空機１０が複数のパッケージを支持する形態では、無人航空機１０の運搬能力に基づいて、無人航空機１０が支持するパッケージの個数を変更してもよい。

[0258] 無人航空機１０の運搬能力に応じてパッケージの重量または個数を変更することにより、無人航空機１０にそのパッケージを運搬させることができる。

[0259] 図１９に例示したようなベーラ３０２がベール３１０ｂを形成する実施形態では、ベール３１０ｂが収穫物のパッケージとなる。ベール３１０ｂを形成する例では、無人航空機１０の運搬能力に応じて、ベール３１０ｂの重量または個数を変更してもよい。

[0260] 上記の例では、無人航空機１０は、収穫物のパッケージを運搬していたが、パッケージ化されていない収穫物を運搬してもよい。この場合、収穫機１００ａのプロセッサ１６１は、収穫物の重量を示す収穫物重量情報、および収穫物の位置の地理座標を示す収穫物位置情報を管理装置６００および／または無人航空機１０に送信してもよい。管理装置６００のプロセッサ６６０は、収穫物重量情報および収穫物位置情報に基づいて、収穫物を運搬先の位置（例えば、貯蔵庫７８またはその周囲のエリアの位置）まで運搬させる運搬用無人航空機１０を複数の無人航空機１０の中から決定する。無人航空機１０のプロセッサ４１は、収穫物重量情報および収穫物位置情報に基づいて、収穫物を運搬先の位置まで運搬可能か否か判断する。収穫物を運搬可能と判断した場合、プロセッサ４１は、収穫物の位置まで無人航空機１０を飛行させ、取得装置２１０に収穫物を取得させ、運搬先の位置まで無人航空機１

０を飛行させる。収穫物を運搬可能な無人航空機１０が、収穫物がある位置まで飛行して収穫物を取得して運搬することにより、収穫物の運搬を効率良く行うことができる。

[0261] 次に、収穫物の運搬以外の作業を行っている無人航空機１０に収穫物を運搬させる処理を説明する。

[0262] 無人航空機１０は、収穫物の運搬以外にも様々な作業を行い得る。例えば、無人航空機１０は、任意の構造物を支持して運搬する作業を行う。無人航空機１０が支持して運搬する構造物は、例えば作業機２００である。無人航空機１０が作業機２００を支持することで、作業機２００を所望の場所に運搬したり、作業機２００の作業を補助したりすることができる。

[0263] 図２６は、作業機２００ａを支持する無人航空機１０の例を示す図である。作業機２００ａの種類は任意である。図２６に示す例では、作業機２００ａは草刈機である。この例では、作業機２００ａの本体の上部からロッド２６１が上方に延びている。ロッド２６１の上部にはフック２６２が設けられている。フック２６２は、無人航空機１０に接続されたフック２１０ｃを引っ掛けることが可能な形状を有している。フック２６２は、例えばリングフックである。

[0264] ロッド２６１は作業機２００ａ本体に回動可能に設けられており、作業機２００ａ本体に対するロッド２６１の角度を自由に変更することができる。ロッド２６１の代わりにワイヤ等が用いられてもよい。

[0265] 無人航空機１０が作業機２００ａを支持する方法は任意であり、上記とは異なる機構が用いられてもよい。

[0266] 本実施形態では、作業機２００ａを支持する無人航空機１０に対して、作業機２００ａを分離させ、収穫物の運搬を行わせる。

[0267] 図２７は、作業機２００ａを支持する無人航空機１０に対して、作業機２００ａを分離させ、収穫物の運搬を行わせる動作の例を示すフローチャートである。図２８Ａおよび図２８Ｂは、圃場７０で作業を行う作業機２００ａを支持する無人航空機１０を示す図である。図２８Ｃは、作業機２００ａを

分離した無人航空機１０を示す図である。

[0268] 無人航空機１０は、例えば、倉庫またはその周囲のエリアで作業機２００ａを支持する（ステップＳ４０１）。無人航空機１０のプロセッサ４１は、作業機２００ａを支持する無人航空機１０を飛行させ、作業機２００ａが作業を行うエリアまで作業機２００ａを運搬する。作業機２００ａが作業を行うエリアは、例えば、圃場７０内または圃場７０の周囲のエリアである。

[0269] 図２８Ａおよび図２８Ｂに示す例では、作業機２００ａが作業を行うエリアは圃場７０である。作業機２００ａが草刈機である場合、作業機２００ａは草刈りを行う。図２８Ａは、傾斜角が比較的大きい斜面７０ｂで作業を行う作業機２００ａを示している。図２８Ｂは、比較的平坦な地面７０ａで作業を行う作業機２００ａを示している。傾斜角が比較的大きい斜面７０ｂで作業を行う場合でも、無人航空機１０が作業機２００ａを支持することにより、作業機２００ａは作業を安定して行うことができる。

[0270] 上述したように、運搬車３２０のプロセッサ１６１（図５）は、コンテナ３３０に収穫物が所定量以上溜まると、ターゲットパッケージであるコンテナ３３０の重量を示すパッケージ重量情報、およびコンテナ３３０の位置の地理座標を示すパッケージ位置情報を無人航空機１０に送信する。また、プロセッサ１６１は、コンテナ３３０の運搬を要請する要請信号を無人航空機１０に送信する。無人航空機１０の通信装置４Ｃは、上記のパッケージ重量情報、パッケージ位置情報、要請信号を受信する（ステップＳ４０２）。

[0271] 要請信号を受信すると、無人航空機１０のプロセッサ４１は、作業機２００ａの支持を解除してパッケージ３３０を運搬することが可能か判断する（ステップＳ４０３）。

[0272] プロセッサ４１は、無人航空機１０による支持が必要なエリアに作業機２００ａが位置する場合は、作業を行う作業機２００ａの支持を無人航空機１０に継続させる。例えば、図２８Ａに示すように、傾斜角が比較的大きい斜面７０ｂで作業機２００ａが作業を行っている場合は、作業機２００ａの支持を継続する。この場合、パッケージ３３０の運搬は行わない。これにより

、作業機２００ａの作業を適切に行わせることができる。

[0273] プロセッサ４１は、無人航空機１０に支持されていなくても作業が可能なエリアに作業機２００ａが位置している場合は、無人航空機１０に作業機２００ａの支持を解除させる（ステップＳ４０４）。例えば、図２８Ｂに示すように、比較的平坦な地面７０ａで作業機２００ａが作業を行っている場合は、作業機２００ａの支持を解除する。図２８Ｃは、作業機２００ａの支持を解除して、作業機２００ａを分離した無人航空機１０を示している。

[0274] 例えば、プロセッサ４１は、フック２１０ｃのラッチが開いた状態になるようにラッチの動作を制御し、作業機２００ａのフック２６２に対して斜め下方にフック２１０ｃが移動するように無人航空機１０を飛行させることで、フック２１０ｃとフック２６２とを分離することができる。これにより、無人航空機１０から作業機２００ａを分離することができる。分離された作業機２００ａは引き続き作業を行ってもよい。

[0275] プロセッサ４１は、作業機２００ａの支持を解除した無人航空機１０を、パッケージ位置情報が示すターゲットパッケージ３３０の位置まで飛行させる。ターゲットパッケージ３３０は、例えばコンテナ２３２（図１８Ａ－図１８Ｄ）である。コンテナ２３２の上空に到達した無人航空機１０は、図１８Ａ－図１８Ｃを用いて説明した方法でコンテナ２３２を支持することができる。プロセッサ４１は、コンテナ２３２を支持する無人航空機１０を、運搬先の貯蔵庫７８またはその周囲のエリアに向かって飛行させる（ステップＳ４０５）。無人航空機１０が貯蔵庫７８またはその周囲のエリアに到着すると、収穫物は貯蔵庫７８に移される。

[0276] このように、作業機２００ａを支持する無人航空機１０に対して、作業機２００ａを分離させ、収穫物の運搬を行わせることにより、収穫物の運搬を効率良く行うことができる。作業機２００ａの支持を解除した無人航空機１０を用いることで、無人航空機１０が運搬可能なパッケージ３３０の重量を大きくすることができる。

[0277] 上述したステップＳ４０３の処理において、プロセッサ４１は、作業機２

００ａの作業の進捗の度合いに基づいて、無人航空機１０に作業機２００ａの支持を解除させてパッケージ３３０を運搬させることが可能か判断してもよい。例えば、作業機２００ａの作業の進捗の度合いが相対的に低い場合は、作業を行う作業機２００ａの支持を無人航空機１０に継続させることで、作業機２００ａの作業を適切に行わせることができる。作業機２００ａの作業の進捗の度合いが相対的に高い場合は、無人航空機１０に作業機２００ａの支持を解除させ、パッケージ３３０を運搬させる。

[0278] また、作業計画において設定された作業機２００ａの作業の期限とパッケージ３３０の運搬の期限とを比較することで、無人航空機１０に作業機２００ａの支持を解除させてパッケージ３３０を運搬させることが可能か判断してもよい。例えば、作業機２００ａの作業の期限まで余裕があり、パッケージ３３０の運搬の期限が迫っている場合は、無人航空機１０に作業機２００ａの支持を解除させてパッケージ３３０を運搬させてもよい。

[0279] また、上述したステップＳ４０３の処理において、作業機２００ａの状態に応じてパッケージ３３０を運搬可能か判断した後、さらに、パッケージ３３０の重量および／または無人航空機１０のエネルギ源の残量に基づいて、パッケージ３３０を運搬可能か判断してもよい。この場合、プロセッサ４１は、パッケージ重量情報に基づいて、無人航空機１０がパッケージ３３０を運搬先の位置まで運搬可能か判断する。また、プロセッサ４１は、エネルギ源の残量に基づいて、無人航空機１０がパッケージ３３０を運搬先の位置まで運搬可能か判断する。例えば、プロセッサ４１は、図２５を用いて説明したような処理を行って、パッケージ３３０を運搬可能か判断することができる。

[0280] また、作業機２００ａの状態に応じてパッケージ３３０を運搬可能か判断せずに、作業機２００ａを運搬する無人航空機１０が目的地に到達した段階で、作業機２００ａの支持を解除してもよい。例えば、作業を行う作業機２００ａの支持を無人航空機１０が行う必要が無い場合は、目的地に到達した段階で作業機２００ａの支持を解除し、無人航空機１０をパッケージ３３０

の位置に飛行させ、パッケージ３３０を支持させてもよい。

[0281] 上記のパッケージ３３０を運搬可能か判断する処理は、管理装置６００のプロセッサ６６０および／または端末装置４００のプロセッサ４６０が行ってもよい。また、上述した各種処理は、プロセッサ４１、プロセッサ６６０、プロセッサ４６０の少なくとも二つが協働して行ってもよい。

[0282] 上記の各種処理を行うシステムは、それらの機能を有しない無人航空機および／または農業機械に後から取り付けることもできる。そのようなシステムは、無人航空機および農業機械とは独立して製造および販売され得る。そのようなシステムで使用されるコンピュータプログラムも、無人航空機および農業機械とは独立して製造および販売され得る。コンピュータプログラムは、例えばコンピュータが読み取り可能な非一時的な記憶媒体に格納されて提供され得る。コンピュータプログラムは、電気通信回線（例えばインターネット）を介したダウンロードによっても提供され得る。

[0283] 以上のように、本開示は、以下に記載のシステム、無人航空機、方法、コンピュータプログラムを含む。

[0284] ［項目Ａ１］

移動型の農業機械が圃場から収穫した収穫物を無人航空機を用いて取得する収穫管理システムであって、

収穫物の取得に用いる取得装置が前記無人航空機に接続されて前記無人航空機と共に移動し、

前記無人航空機は、

前記圃場内の前記農業機械の位置または前記農業機械が収穫物を排出する予定の位置を示す位置情報を受信する受信装置と、

前記無人航空機を飛行させる飛行装置と、

前記飛行装置の動作を制御して、前記農業機械に貯留されている第１収穫物または前記農業機械から排出される第２収穫物を取得可能な位置に前記無人航空機を飛行させる制御装置と、

を備え、

前記無人航空機に接続された前記取得装置を用いて前記第１収穫物または前記第２収穫物を取得する、

収穫管理システム。

[0285] 圃場の作物の収穫を効率良く行うために、圃場内を走行しながら作物を収穫する農業機械と、収穫物を運搬する運搬車とを並走させ、農業機械が排出した収穫物を運搬車が受け取って運搬車の荷台に溜めることが考えられる。これにより、農業機械は、作物の収穫を行いながら収穫物を運搬車に移すことができる。農業機械内に溜まった収穫物を圃場の外周縁部で待機する運搬車に移すために収穫作業を中断する必要が無いため、作物の収穫を効率良く行うことができる。

[0286] しかし、上記の方法では、運搬車を農業機械と並走させることが可能な地表面を圃場内に確保する必要があり、圃場によってはそのような地表面を確保することが容易でない場合がある。

[0287] 本開示のある実施形態によれば、農業機械が収穫した収穫物を無人航空機が取得する。無人航空機は、例えば、地面に着陸することなく農業機械から収穫物を取得する。また、例えば、無人航空機は農業機械の上方の位置から収穫物を取得する。運搬車を農業機械と並走させる地表面を確保する必要がないため、作物の収穫を容易に効率良く行うことができる。

[0288] ［項目Ａ２］

前記取得装置は吸引機を含み、

前記吸引機は、前記農業機械に貯留された前記第１収穫物を吸引して取得する、項目Ａ１に記載の収穫管理システム。

[0289] 収穫物を吸引することで、収穫物を農業機械から無人航空機側へ移送することができる。

[0290] 作物の収穫を行っている農業機械から収穫物を吸引することで、作物の収穫を効率良く行うことができる。

[0291] ［項目Ａ３］

前記第１収穫物は前記農業機械のタンクに貯留されており、

前記吸引機にはノズルが設けられており、

前記制御装置は、前記ノズルの端部が前記タンク内に位置するように前記無人航空機を飛行させる制御を行い、

前記第１収穫物は、前記ノズルを通って前記農業機械から前記吸引機へ移送される、項目Ａ２に記載の収穫管理システム。

[0292] ノズルを用いることで、収穫物を農業機械から無人航空機側へ容易に移送することができる。

[0293] ［項目Ａ４］

前記取得装置は、吸引した前記第１収穫物を貯留するタンクを備える、項目Ａ２またはＡ３に記載の収穫管理システム。

[0294] 吸引した収穫物を無人航空機に接続されたタンクに貯留することができる。

[0295] ［項目Ａ５］

前記取得装置の前記タンクに貯留された前記第１収穫物の重量を検出するセンサをさらに備え、

前記センサが検出した重量の値が第１所定値以上になると、前記吸引機は前記第１収穫物の吸引を停止する、項目Ａ４に記載の収穫管理システム。

[0296] これにより、取得装置のタンクに貯留する第１収穫物の重量が、タンクに貯留可能な重量を超えないようにすることができる。

[0297] ［項目Ａ６］

前記第１収穫物は前記農業機械のタンクに貯留されており、

前記取得装置は、前記圃場外または前記圃場内に配置された吸引機から延びるバキュームホースを把持可能なグリッパを含み、

前記制御装置は、前記グリッパが把持する前記バキュームホースの端部が前記タンク内に位置するように前記無人航空機を飛行させる制御を行い、

前記第１収穫物は、前記バキュームホースを通って前記農業機械から前記吸引機へ移送される、項目Ａ１からＡ５のいずれかに記載の収穫管理システム。

[0298] これにより、農業機械から離れた位置に配置された吸引機に収穫物を移送することができる。

[0299] 作物の収穫を行っている農業機械からバキュームホースを用いて収穫物を吸引することで、作物の収穫を効率良く行うことができる。

[0300] ［項目Ａ７］

前記無人航空機は、１機以上の別の無人航空機と協働して前記バキュームホースを支持する、項目Ａ６に記載の収穫管理システム。

[0301] これにより、バキュームホースの支持を安定して行うことができる。

[0302] ［項目Ａ８］

前記取得装置は真空グリッパを含み、

前記真空グリッパは、前記農業機械に貯留された前記第１収穫物を吸着して取得する、項目Ａ１からＡ７のいずれかに記載の収穫管理システム。

[0303] 農業機械に貯留された収穫物を吸着することで、収穫物を取得することができる。

[0304] 作物の収穫を行っている農業機械が貯留する収穫物を無人航空機が吸着して農業機械から取り出すことで、作物の収穫を効率良く行うことができる。

[0305] ［項目Ａ９］

前記農業機械から前記第１収穫物を取得するときに前記無人航空機を前記農業機械と接続する接続装置をさらに備える、項目Ａ１からＡ８のいずれかに記載の収穫管理システム。

[0306] 無人航空機と農業機械との間の位置ずれを抑制することができ、収穫物の取得を安定して行うことができる。

[0307] ［項目Ａ１０］

前記農業機械は、前記農業機械に貯留されている前記第１収穫物の重量を検出するセンサを備え、

前記制御装置は、

前記農業機械の前記センサが検出した重量の値が第２所定値未満の場合、前記無人航空機を所定位置で待機させる制御を行い、

前記農業機械の前記センサが検出した重量の値が前記第２所定値以上の場合、前記農業機械に貯留されている前記第１収穫物を取得可能な位置に前記無人航空機を飛行させる制御を行う、項目Ａ１からＡ９のいずれかに記載の収穫管理システム。

[0308] 農業機械内に収穫物が所定量以上溜まった段階で、無人航空機が収穫物を取得することで、作業効率を向上させることができる。

[0309] ［項目Ａ１１］

前記第１収穫物は前記農業機械から延びる排出ホースから排出され、

前記取得装置は、前記排出ホースを把持可能なグリッパを含み、

前記制御装置は、前記グリッパが把持する前記排出ホースの端部の位置が、前記圃場外または前記圃場内に配置された運搬車または容器に前記第１収穫物を排出可能な位置となるように前記無人航空機を飛行させる制御を行い、

前記第１収穫物は、前記排出ホースを通って前記農業機械から前記運搬車または前記容器へ移送される、項目Ａ１からＡ１０のいずれかに記載の収穫管理システム。

[0310] 農業機械から離れた位置に配置された運搬車または容器に収穫物を移送することができる。

[0311] 作物の収穫を行っている農業機械から排出される収穫物を、排出ホースを用いて移送することで、作物の収穫を効率良く行うことができる。

[0312] ［項目Ａ１２］

前記無人航空機は、１機以上の別の無人航空機と協働して前記排出ホースを支持する、項目Ａ１１に記載の収穫管理システム。

[0313] これにより、排出ホースの支持を安定して行うことができる。

[0314] ［項目Ａ１３］

前記取得装置は、前記制御装置による制御に応じて前記第１収穫物を取得する動作を実行する、項目Ａ１からＡ１２のいずれかに記載の収穫管理システム。

[0315] 収穫物を取得する環境に応じて取得装置を適切に動作させることができる。

[0316] ［項目Ａ１４］

前記第１収穫物は、前記農業機械に着脱可能に設けられたコンテナに貯留されており、

前記取得装置はフックを含み、

前記制御装置は、前記フックを用いて前記コンテナを吊り上げるように前記無人航空機を飛行させる制御を行う、項目Ａ１からＡ１３のいずれかに記載の収穫管理システム。

[0317] フックを用いてコンテナを吊り上げることで、農業機械から収穫物を取得することができる。

[0318] 作物の収穫を行っている農業機械が貯留する収穫物を無人航空機が吊り上げることで、作物の収穫を効率良く行うことができる。

[0319] ［項目Ａ１５］

前記取得装置は、移動中の前記農業機械から前記第１収穫物を取得する、項目Ａ１からＡ１４のいずれかに記載の収穫管理システム。

[0320] 移動しながら収穫作業を続ける農業機械から収穫物を取得することで、作業効率を向上させることができる。

[0321] ［項目Ａ１６］

前記取得装置はバケットを含み、

前記制御装置は、前記農業機械から排出された前記第２収穫物を前記バケットですくい上げるように前記無人航空機を飛行させる制御を行う、項目Ａ１からＡ１５のいずれかに記載の収穫管理システム。

[0322] バケットを用いて収穫物をすくい上げることで、農業機械から収穫物を取得することができる。

[0323] ［項目Ａ１７］

前記制御装置は、

前記農業機械が前記第２収穫物を排出する前に、前記第２収穫物を排出

する予定の位置で前記無人航空機を待機させる制御、および

前記農業機械から排出された前記第２収穫物を前記バケットですくい上げるように前記無人航空機を飛行させる制御、

を行う、項目Ａ１６に記載の収穫管理システム。

[0324] これにより、農業機械から排出された収穫物を即座にすくい上げることができる。

[0325] ［項目Ａ１８］

移動型の農業機械が圃場から収穫した収穫物を取得する無人航空機であって、

収穫物の取得に用いる取得装置が前記無人航空機に接続され、

前記無人航空機は、

前記圃場内の前記農業機械の位置または前記農業機械が収穫物を排出する予定の位置を示す位置情報を受信する受信装置と、

前記無人航空機を飛行させる飛行装置と、

前記飛行装置の動作を制御して、前記農業機械に貯留されている第１収穫物または前記農業機械から排出される第２収穫物を取得可能な位置に前記無人航空機を飛行させる制御装置と、

を備え、

前記取得装置を用いて前記第１収穫物または前記第２収穫物を取得する、

無人航空機。

[0326] 本開示のある実施形態によれば、農業機械が収穫した収穫物を無人航空機が取得する。無人航空機は、例えば、地面に着陸することなく農業機械から収穫物を取得する。また、例えば、無人航空機は農業機械の上方の位置から収穫物を取得する。運搬車を農業機械と並走させる地表面を確保する必要がないため、作物の収穫を容易に効率良く行うことができる。

[0327] ［項目Ａ１９］

移動型の農業機械が圃場から収穫した収穫物を無人航空機を用いて取得する収穫管理方法であって、

収穫物の取得に用いる取得装置が前記無人航空機に接続されて前記無人航空機と共に移動し、

前記圃場内の前記農業機械の位置または前記農業機械が収穫物を排出する予定の位置を示す位置情報に基づいて、前記農業機械に貯留されている第１収穫物または前記農業機械から排出される第２収穫物を取得可能な位置に前記無人航空機を飛行させること、

前記無人航空機に接続された前記取得装置を用いて前記第１収穫物または前記第２収穫物を取得すること、

を含む、収穫管理方法。

[0328] 本開示のある実施形態によれば、農業機械が収穫した収穫物を無人航空機が取得する。無人航空機は、例えば、地面に着陸することなく農業機械から収穫物を取得する。また、例えば、無人航空機は農業機械の上方の位置から収穫物を取得する。運搬車を農業機械と並走させる地表面を確保する必要がないため、作物の収穫を容易に効率良く行うことができる。

[0329] ［項目Ａ２０］

移動型の農業機械が圃場から収穫した収穫物を無人航空機を用いて取得する動作の制御をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムであって、

収穫物の取得に用いる取得装置が前記無人航空機に接続されて前記無人航空機と共に移動し、

前記コンピュータプログラムは、

前記圃場内の前記農業機械の位置または前記農業機械が収穫物を排出する予定の位置を示す位置情報に基づいて、前記農業機械に貯留されている第１収穫物または前記農業機械から排出される第２収穫物を取得可能な位置に前記無人航空機を飛行させること、

前記無人航空機に接続された前記取得装置を用いて前記第１収穫物または前記第２収穫物を取得すること、

を前記コンピュータに実行させる、コンピュータプログラム。

[0330] 本開示のある実施形態によれば、農業機械が収穫した収穫物を無人航空機が取得する。無人航空機は、例えば、地面に着陸することなく農業機械から収穫物を取得する。また、例えば、無人航空機は農業機械の上方の位置から収穫物を取得する。運搬車を農業機械と並走させる地表面を確保する必要がないため、作物の収穫を容易に効率良く行うことができる。

[0331] ［項目Ｂ１］

圃場から収穫した収穫物を運搬する無人航空機であって、

前記無人航空機を飛行させる飛行装置と、

前記飛行装置の動作を制御する制御装置と、

前記収穫物を含む運搬対象のターゲットパッケージがある第１位置を示すパッケージ位置情報、および前記ターゲットパッケージの重量を示すパッケージ重量情報を受信する通信装置と、

前記ターゲットパッケージを支持可能な支持装置と、

を備え、

前記制御装置は、

前記パッケージ重量情報に基づいて、前記ターゲットパッケージを前記第１位置とは異なる第２位置まで運搬可能か否か判断し、

前記ターゲットパッケージを運搬可能と判断した場合、前記飛行装置を制御して、前記第１位置まで前記無人航空機を飛行させ、

前記支持装置に前記ターゲットパッケージを支持させ、

前記飛行装置を制御して、前記第２位置まで前記無人航空機を飛行させる、無人航空機。

[0332] ターゲットパッケージを運搬可能な無人航空機が、ターゲットパッケージがある第１位置まで飛行してターゲットパッケージを支持して運搬することにより、収穫物の運搬を効率良く行うことができる。

[0333] ［項目Ｂ２］

前記制御装置は、

積載量に関する空き状況から得られる更に積載が可能なパッケージの重

量値が、前記パッケージ重量情報が示す重量値以上である場合は、前記ターゲットパッケージを運搬可能と判断し、

前記更に積載が可能なパッケージの重量値が、前記パッケージ重量情報が示す重量値未満である場合は、前記ターゲットパッケージを運搬不可能と判断する、項目Ｂ１に記載の無人航空機。

[0334] ターゲットパッケージを積載した場合に最大積載量を超えてしまう等、ターゲットパッケージを運搬できない無人航空機がターゲットパッケージを運搬しようとすることを抑制できる。

[0335] 無人航空機がパッケージを既に支持していたとしても、運搬能力に余裕がある場合はさらに別のパッケージを支持させることにより、収穫物の運搬を効率良く行うことができる。

[0336] ［項目Ｂ３］

前記制御装置は、

前記ターゲットパッケージを支持したときに前記無人航空機が支持することになる一つ以上のパッケージの重量の合計値が所定重量値以下の場合は、前記ターゲットパッケージを運搬可能と判断し、

前記重量の合計値が前記所定重量値を超える場合は、前記ターゲットパッケージを運搬不可能と判断する、項目Ｂ１またはＢ２に記載の無人航空機。

[0337] ターゲットパッケージを積載した場合に最大積載量を超えてしまう等、ターゲットパッケージを運搬できない無人航空機がターゲットパッケージを運搬しようとすることを抑制できる。

[0338] 無人航空機がパッケージを既に支持していたとしても、運搬能力に余裕がある場合はさらに別のパッケージを支持させることにより、収穫物の運搬を効率良く行うことができる。

[0339] ［項目Ｂ４］

前記ターゲットパッケージとは異なる一つ以上の別のパッケージを前記無人航空機が既に支持している場合、前記制御装置は、

前記パッケージ重量情報が示す重量値と前記一つ以上の別のパッケージの重量値との合計値が前記所定重量値以下の場合は、前記ターゲットパッケージを運搬可能と判断し、

前記パッケージ重量情報が示す重量値と前記一つ以上の別のパッケージの重量値との合計値が前記所定重量値を超える場合は、前記ターゲットパッケージを運搬不可能と判断する、項目Ｂ３に記載の無人航空機。

[0340] 無人航空機がパッケージを既に支持していたとしても、運搬能力に余裕がある場合はさらに別のパッケージを支持させることにより、収穫物の運搬を効率良く行うことができる。

[0341] ［項目Ｂ５］

前記制御装置は、前記無人航空機の飛行に用いるエネルギ源の残量にさらに基づいて、前記ターゲットパッケージを前記第２位置まで運搬可能か否か判断する、項目Ｂ１からＢ４のいずれかに記載の無人航空機。

[0342] これにより、パッケージの運搬途中で無人航空機が飛行できなくなることを抑制できる。

[0343] ［項目Ｂ６］

前記制御装置は、

前記無人航空機が前記ターゲットパッケージを運搬すると仮定した場合に、前記ターゲットパッケージを支持する前記無人航空機が前記第２位置に到達したときの前記エネルギ源の残量を演算し、

演算した前記エネルギ源の残量が所定値より大きい場合は、前記ターゲットパッケージを運搬可能と判断し、

演算した前記エネルギ源の残量が前記所定値以下の場合は、前記ターゲットパッケージを運搬不可能と判断する、項目Ｂ５に記載の無人航空機。

[0344] これにより、パッケージの運搬途中で無人航空機が飛行できなくなることを抑制できる。

[0345] ［項目Ｂ７］

前記制御装置は、

前記無人航空機を現在地から前記第１位置まで飛行させたときの第１エネルギ消費量、および前記ターゲットパッケージを支持する前記無人航空機を前記第１位置から前記第２位置まで飛行させたときの第２エネルギ消費量を演算し、

前記第１エネルギ消費量および前記第２エネルギ消費量に基づいて、前記ターゲットパッケージを支持する前記無人航空機が前記第２位置に到達したときの前記エネルギ源の残量を演算する、項目Ｂ６に記載の無人航空機。

[0346] これにより、エネルギ源の残量を精度良く演算することができる。

[0347] ［項目Ｂ８］

前記制御装置は、前記通信装置を用いて、前記ターゲットパッケージを運搬可能か否かの判断結果を示す情報を外部に出力する、項目Ｂ１からＢ７のいずれかに記載の無人航空機。

[0348] これにより、他の無人航空機および管理装置等に、自身がターゲットパッケージを運搬可能であること、または自身はターゲットパッケージを運搬不可能であることを通知することができる。

[0349] ［項目Ｂ９］

圃場から収穫した収穫物を運搬する無人航空機を複数の無人航空機の中から決定する管理システムであって、

前記収穫物を含む運搬対象のターゲットパッケージがある第１位置を示すパッケージ位置情報、前記ターゲットパッケージの重量を示すパッケージ重量情報、および前記複数の無人航空機それぞれの積載量に関する空き状況を示す空き状況情報を受信する通信装置と、

前記パッケージ重量情報および前記空き状況情報に基づいて、前記ターゲットパッケージを前記第１位置とは異なる第２位置まで運搬させる運搬用無人航空機を前記複数の無人航空機の中から決定する処理装置と、

を備え、

前記処理装置は、前記通信装置を用いて、決定した前記運搬用無人航空機に前記ターゲットパッケージを運搬する指示を出力する、管理システム。

[0350] これにより、複数の無人航空機の中からパッケージの運搬に適した無人航空機を決定することができる。

[0351] ［項目Ｂ１０］

前記処理装置は、前記空き状況情報から得られる更に積載が可能なパッケージの重量値が、前記パッケージ重量情報が示す重量値以上である無人航空機を、前記運搬用無人航空機として決定する、項目Ｂ９に記載の管理システム。

[0352] ターゲットパッケージを積載した場合に最大積載量を超えてしまう等、ターゲットパッケージを運搬できない無人航空機がターゲットパッケージを運搬しようとすることを抑制できる。

[0353] 無人航空機がパッケージを既に支持していたとしても、その無人航空機の運搬能力に余裕がある場合はさらに別のパッケージを支持させることにより、収穫物の運搬を効率良く行うことができる。

[0354] ［項目Ｂ１１］

前記処理装置は、

前記複数の無人航空機それぞれの飛行に用いるエネルギ源の残量にさらに基づいて、前記複数の無人航空機の中から前記運搬用無人航空機を決定する、項目Ｂ９またはＢ１０に記載の管理システム。

[0355] これにより、ターゲットパッケージの運搬途中で無人航空機が飛行できなくなることを抑制できる。

[0356] ［項目Ｂ１２］

前記処理装置は、前記複数の無人航空機のそれぞれについて、前記ターゲットパッケージを支持して前記第２位置まで飛行したと仮定したときの前記エネルギ源の残量を演算し、

演算した前記エネルギ源の残量が所定値より大きい無人航空機を、前記運搬用無人航空機として決定し、

演算した前記エネルギ源の残量が前記所定値以下の無人航空機は、前記運搬用無人航空機として決定しない、項目Ｂ１１に記載の管理システム。

[0357] これにより、ターゲットパッケージの運搬途中で無人航空機が飛行できなくなることを抑制できる。

[0358] ［項目Ｂ１３］

前記処理装置は、前記複数の無人航空機のそれぞれについて、

無人航空機の現在地から前記第１位置まで飛行させたときの第１エネルギ消費量、および前記ターゲットパッケージを支持して前記第１位置から前記第２位置まで飛行させたときの第２エネルギ消費量を演算し、

前記第１エネルギ消費量および前記第２エネルギ消費量に基づいて、前記ターゲットパッケージを支持して前記第２位置まで飛行したと仮定したときの前記エネルギ源の残量を演算する、項目Ｂ１２に記載の管理システム。

[0359] これにより、エネルギ源の残量を精度良く演算することができる。

[0360] ［項目Ｂ１４］

圃場から収穫した収穫物をパッケージするパッケージシステムであって、

前記収穫物をパッケージするパッケージ装置と、

前記パッケージ装置の動作を制御する制御装置と、

を備え、

前記制御装置は、前記収穫物のパッケージを運搬する無人航空機の運搬能力に基づいて、前記パッケージ装置が作る前記収穫物のパッケージの重量または個数を変更させる、パッケージシステム。

[0361] 無人航空機の運搬能力に応じてパッケージの重量または個数を変更することにより、無人航空機にパッケージを運搬させることができる。

[0362] ［項目Ｂ１５］

前記制御装置は、前記無人航空機の積載量に関する空き状況および前記無人航空機の飛行に用いるエネルギ源の残量の少なくとも一方に基づいて、前記パッケージ装置が作る前記パッケージの重量または個数を変更させる、項目Ｂ１４に記載のパッケージシステム。

[0363] パッケージを無人航空機が運搬可能な重量または個数に変更することにより、無人航空機にパッケージを運搬させることができる。

[0364] ［項目Ｂ１６］

前記制御装置は、前記無人航空機が前記パッケージを取得可能な位置に前記パッケージを移動させる制御を行う、項目Ｂ１４またはＢ１５に記載のパッケージシステム。

[0365] これにより、作物を収穫した位置が無人航空機の進入が難しいエリアであったとしても、パッケージの位置を移動させることにより、無人航空機はパッケージを取得することができる。

[0366] ［項目Ｂ１７］

圃場から収穫した収穫物を運搬する無人航空機であって、

前記無人航空機を飛行させる飛行装置と、

前記飛行装置の動作を制御する制御装置と、

前記収穫物がある第１位置を示す収穫物位置情報、および前記収穫物の重量を示す収穫物重量情報を受信する通信装置と、

前記収穫物を支持する支持装置と、

を備え、

前記制御装置は、

前記収穫物重量情報に基づいて、前記収穫物を前記第１位置とは異なる第２位置まで運搬可能か否か判断し、

前記収穫物を運搬可能と判断した場合、前記飛行装置を制御して前記第１位置まで前記無人航空機を飛行させ、

前記支持装置に前記収穫物を支持させ、

前記飛行装置を制御して前記第２位置まで前記無人航空機を飛行させる、無人航空機。

[0367] 収穫物を運搬可能な無人航空機が、収穫物がある第１位置まで飛行して収穫物を支持して運搬することにより、収穫物の運搬を効率良く行うことができる。

[0368] ［項目Ｃ１］

無人航空機の運搬作業を管理する管理システムであって、

圃場で収穫された収穫物を含むパッケージがある第１位置を示すパッケージ位置情報を受信する通信装置と、

構造物を支持する無人航空機の動作を制御する制御装置と、

を備え、

前記制御装置は、前記無人航空機に前記パッケージを支持させる場合、前記無人航空機から前記構造物を分離させる、管理システム。

[0369] 構造物を支持する動作を行っていた無人航空機にパッケージを運搬させることにより、収穫物の運搬を効率良く行うことができる。

[0370] 構造物を分離した無人航空機を用いることで、無人航空機が運搬可能なパッケージの重量を大きくすることができる。

[0371] ［項目Ｃ２］

前記構造物は作業機であり、

前記制御装置は、

前記作業機を支持して前記圃場内または前記圃場の周囲の所定エリアに運搬する前記無人航空機の動作を制御し、

前記所定エリアで前記無人航空機に前記作業機の支持を解除させ、

前記作業機の支持を解除した前記無人航空機を前記第１位置まで飛行させ、

前記無人航空機に前記パッケージを支持させ、

前記パッケージを支持する前記無人航空機を前記第１位置とは異なる第２位置まで飛行させる、項目Ｃ１に記載の管理システム。

[0372] 作業機を運搬する無人航空機にパッケージを運搬させることにより、収穫物の運搬を効率良く行うことができる。

[0373] 作業機の支持を解除した無人航空機を用いることで、無人航空機が運搬可能なパッケージの重量を大きくすることができる。

[0374] ［項目Ｃ３］

前記作業機は、前記無人航空機に支持された状態で前記所定エリアで作業を行い、

前記制御装置は、前記無人航空機に支持されていなくても作業が可能なエリアに前記作業機があるときに、前記無人航空機に前記作業機の支持を解除させる、項目Ｃ２に記載の管理システム。

[0375] これにより、無人航空機が支持を解除しても作業機は作業を継続することができ、作業機の作業を効率良く行わせることができる。

[0376] ［項目Ｃ４］

前記制御装置は、

前記パッケージの運搬の要請を前記通信装置が受信し、且つ前記無人航空機に支持されていなくても作業が可能なエリアに前記作業機があるときに、前記無人航空機に前記作業機の支持を解除させる、項目Ｃ３に記載の管理システム。

[0377] パッケージの運搬の要請があってから作業機の支持を解除することで、作業機の作業を効率良く行わせることができる。

[0378] ［項目Ｃ５］

前記制御装置は、

前記パッケージの運搬の要請を前記通信装置が受信したが、前記無人航空機による支持が必要なエリアに前記作業機があるときは、作業を行う前記作業機の支持を前記無人航空機に継続させる、項目Ｃ４に記載の管理システム。

[0379] これにより、作業機の作業を適切に行わせることができる。

[0380] ［項目Ｃ６］

前記制御装置は、前記作業機の作業の進捗の度合いに基づいて、前記無人航空機に前記作業機の支持を解除させるか判断する、項目Ｃ２からＣ５のいずれかに記載の管理システム。

[0381] 例えば、作業機の作業の進捗の度合いが低い場合は、作業を行う作業機の支持を無人航空機に継続させることで、作業機の作業を適切に行わせることができる。

[0382] ［項目Ｃ７］

前記通信装置は、前記パッケージの重量を示すパッケージ重量情報をさらに受信し、

前記制御装置は、

前記パッケージ重量情報に基づいて、前記無人航空機が前記パッケージを前記第２位置まで運搬可能か否か判断し、

前記無人航空機が前記所定パッケージを運搬可能と判断した場合、前記構造物を分離した前記無人航空機を前記第１位置まで飛行させて前記パッケージを支持させる、項目Ｃ１からＣ６のいずれかに記載の管理システム。

[0383] 無人航空機にパッケージを運搬する能力がある場合にパッケージを運搬させることで、パッケージを運搬できない無人航空機がパッケージを運搬しようとすることを抑制できる。

[0384] ［項目Ｃ８］

前記制御装置は、前記無人航空機の飛行に用いるエネルギ源の残量にさらに基づいて、前記無人航空機が前記パッケージを前記第２位置まで運搬可能か否か判断する、項目Ｃ７に記載の管理システム。

[0385] これにより、パッケージの運搬途中で無人航空機が飛行できなくなることを抑制できる。

[0386] ［項目Ｃ９］

構造物を支持して運搬する無人航空機であって、

圃場で収穫された収穫物を含むパッケージがある第１位置を示すパッケージ位置情報を受信する通信装置と、

構造物を支持する動作を制御する制御装置と、

を備え、

前記制御装置は、前記無人航空機に前記パッケージを支持させる場合、前記無人航空機から前記構造物を分離させる、無人航空機。

[0387] 構造物を支持する動作を行っていた無人航空機にパッケージを運搬させることにより、収穫物の運搬を効率良く行うことができる。

[0388] 構造物を分離した無人航空機を用いることで、無人航空機が運搬可能なパ

ッケージの重量を大きくすることができる。

[0389] ［項目Ｃ１０］

無人航空機の運搬作業を管理する管理方法であって、

圃場で収穫された収穫物を含むパッケージがある第１位置を示すパッケージ位置情報を受信すること、

構造物を支持する無人航空機の動作を制御すること、

前記無人航空機に前記パッケージを支持させる場合、前記無人航空機から前記構造物を分離させること、

を含む、管理方法。

[0390] 構造物を支持する動作を行っていた無人航空機にパッケージを運搬させることにより、収穫物の運搬を効率良く行うことができる。

[0391] 構造物を分離した無人航空機を用いることで、無人航空機が運搬可能なパッケージの重量を大きくすることができる。

[0392] ［項目Ｃ１１］

無人航空機の運搬作業の管理をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムであって、

前記コンピュータプログラムは、

圃場で収穫された収穫物を含むパッケージがある第１位置を示すパッケージ位置情報を受信すること、

構造物を支持する無人航空機の動作を制御すること、

前記無人航空機に前記パッケージを支持させる場合、前記無人航空機から前記構造物を分離させること、

を前記コンピュータに実行させる、コンピュータプログラム。

[0393] 構造物を支持する動作を行っていた無人航空機にパッケージを運搬させることにより、収穫物の運搬を効率良く行うことができる。

[0394] 構造物を分離した無人航空機を用いることで、無人航空機が運搬可能なパッケージの重量を大きくすることができる。

産業上の利用可能性

[0395] 本開示の技術は、無人航空機を用いる農業分野において特に有用である。

符号の説明

[0396] １：飛行装置、 ２：ロータ（プロペラ）、 ３：回転駆動装置、 ４：機体本体、 ４ａ：制御装置、 ４ｂ：センサ群、 ４ｃ：通信装置、 ５：機体フレーム、 ６：地上局、 ７ａ：内燃機関、 ７ｂ：燃料タンク、 ８：発電装置、 ９：電力バッファ、 １０：無人航空機（マルチコプタ）、 １１：機体、 １２：ロータ、 １４：モータ、 １６：ＥＳＣ、 １８：連結装置、 １９：スキッド、 ２２：ロータ、 ２３：動力伝達系、 ２７：ドライブトレイン、 ４１：プロセッサ、 ４２：ＲＡＭ、 ４３：ＲＯＭ、 ４４：記憶装置、 ５２：バッテリ、 ６１：ＧＮＳＳユニット（測位装置）、 ６２：慣性計測装置（ＩＭＵ）、 ６３：高度センサ、 ６５：ＬｉＤＡＲセンサ、 ６６：カメラ、 ６７：荷重センサ、 ７０：圃場、 ７１：作業領域、 ７２：枕地、 ７３：目標経路、 ７５：樹木、 ７６：給電装置、 ７８：貯蔵庫、 １００：農業機械（収穫機）、 １０１：車体、 １０２：走行装置、 １０３：刈取装置、 １０４：搬送装置、 １０５：脱穀装置、 １０６：タンク、 １０６ａ：開口部、 １０６ｕ：タンク上部、 １０７：排出装置、 １０８：排藁処理装置、 １０９：リール、 １１０：キャビン、 １１１：原動機（エンジン）、 １１２：変速装置（トランスミッション）、 １１７：排出口、 １２１：測位装置（ＧＮＳＳユニット）、 １２２：慣性計測装置（ＩＭＵ）、 １２５：ＬｉＤＡＲセンサ、 １２６：カメラ、 １２７：障害物センサ、 １３１：操作端末、 １３２：操作スイッチ群、 １４０：駆動装置、 １４１：動力伝達機構、 １５０：センサ群、 １５１：操作レバーセンサ、 １５２：回転センサ、 １５６：荷重センサ、 １６０：制御装置、 １６１：プロセッサ、 １６２：ＲＡＭ、 １６３：ＲＯＭ、 １６４：記憶装置、 １６５－１６７：ＥＣＵ、 １９０：通信装置、 ２００：作業機、 ２１０：取得装置（支持装置）、 ２１１：ノズル、 ２１２：吸引ブロワ、 ２１５：タンク、 ２１６：アクチュエータ、 ２１７：アクチ

ュエータ、　２２１：グリッパ、　２２２：真空グリッパ、　２２３：ワイヤ、　２２５：吸引機、　２２６：バキュームホース、　２２７：運搬車、　２２８：排出ホース、　２３０：車体、　２３１：ロボットアーム、　２３２：コンテナ、　２３３：ワイヤ（取っ手）、　２３５：アーム、　２４０：無人航空機、　２６１：ロッド、　２６２：フック、　３０１：トラクタ、　３０２：ベーラ、　３１０：収穫物、　３２０：運搬車（収穫機）、　３３０：パッケージ、　４００：端末装置、　４２０：入力装置、　４３０：表示装置、　４５０：記憶装置、　４６０：プロセッサ、　４７０：ＲＯＭ、　４８０：ＲＡＭ、　４９０：通信装置、　６００：管理装置、　６６０：プロセッサ、　６５０：記憶装置、　６７０：ＲＯＭ、　６８０：ＲＡＭ、　６９０：通信装置

請求の範囲

[請求項1] 移動型の農業機械が圃場から収穫した収穫物を無人航空機を用いて取得する収穫管理システムであって、

収穫物の取得に用いる取得装置が前記無人航空機に接続されて前記無人航空機と共に移動し、

前記無人航空機は、

前記圃場内の前記農業機械の位置または前記農業機械が収穫物を排出する予定の位置を示す位置情報を受信する受信装置と、

前記無人航空機を飛行させる飛行装置と、

前記飛行装置の動作を制御して、前記農業機械に貯留されている第１収穫物または前記農業機械から排出される第２収穫物を取得可能な位置に前記無人航空機を飛行させる制御装置と、

を備え、

前記無人航空機に接続された前記取得装置を用いて前記第１収穫物または前記第２収穫物を取得する、

収穫管理システム。

[請求項2] 前記取得装置は吸引機を含み、

前記吸引機は、前記農業機械に貯留された前記第１収穫物を吸引して取得する、請求項１に記載の収穫管理システム。

[請求項3] 前記第１収穫物は前記農業機械のタンクに貯留されており、

前記吸引機にはノズルが設けられており、

前記制御装置は、前記ノズルの端部が前記タンク内に位置するように前記無人航空機を飛行させる制御を行い、

前記第１収穫物は、前記ノズルを通って前記農業機械から前記吸引機へ移送される、請求項２に記載の収穫管理システム。

[請求項4] 前記取得装置は、吸引した前記第１収穫物を貯留するタンクを備える、請求項２または３に記載の収穫管理システム。

[請求項5] 前記取得装置の前記タンクに貯留された前記第１収穫物の重量を検

出するセンサをさらに備え、

前記センサが検出した重量の値が第１所定値以上になると、前記吸引機は前記第１収穫物の吸引を停止する、請求項４に記載の収穫管理システム。

[請求項6] 前記第１収穫物は前記農業機械のタンクに貯留されており、

前記取得装置は、前記圃場外または前記圃場内に配置された吸引機から延びるバキュームホースを把持可能なグリッパを含み、

前記制御装置は、前記グリッパが把持する前記バキュームホースの端部が前記タンク内に位置するように前記無人航空機を飛行させる制御を行い、

前記第１収穫物は、前記バキュームホースを通って前記農業機械から前記吸引機へ移送される、請求項１から５のいずれかに記載の収穫管理システム。

[請求項7] 前記無人航空機は、１機以上の別の無人航空機と協働して前記バキュームホースを支持する、請求項６に記載の収穫管理システム。

[請求項8] 前記取得装置は真空グリッパを含み、

前記真空グリッパは、前記農業機械に貯留された前記第１収穫物を吸着して取得する、請求項１から７のいずれかに記載の収穫管理システム。

[請求項9] 前記農業機械から前記第１収穫物を取得するときに前記無人航空機を前記農業機械と接続する接続装置をさらに備える、請求項１から８のいずれかに記載の収穫管理システム。

[請求項10] 前記農業機械は、前記農業機械に貯留されている前記第１収穫物の重量を検出するセンサを備え、

前記制御装置は、

前記農業機械の前記センサが検出した重量の値が第２所定値未満の場合、前記無人航空機を所定位置で待機させる制御を行い、

前記農業機械の前記センサが検出した重量の値が前記第２所定値

以上の場合、前記農業機械に貯留されている前記第１収穫物を取得可能な位置に前記無人航空機を飛行させる制御を行う、請求項１から９のいずれかに記載の収穫管理システム。

[請求項11] 前記第１収穫物は前記農業機械から延びる排出ホースから排出され、

前記取得装置は、前記排出ホースを把持可能なグリッパを含み、

前記制御装置は、前記グリッパが把持する前記排出ホースの端部の位置が、前記圃場外または前記圃場内に配置された運搬車または容器に前記第１収穫物を排出可能な位置となるように前記無人航空機を飛行させる制御を行い、

前記第１収穫物は、前記排出ホースを通って前記農業機械から前記運搬車または前記容器へ移送される、請求項１から１０のいずれかに記載の収穫管理システム。

[請求項12] 前記無人航空機は、１機以上の別の無人航空機と協働して前記排出ホースを支持する、請求項１１に記載の収穫管理システム。

[請求項13] 前記取得装置は、前記制御装置による制御に応じて前記第１収穫物を取得する動作を実行する、請求項１から１２のいずれかに記載の収穫管理システム。

[請求項14] 前記第１収穫物は、前記農業機械に着脱可能に設けられたコンテナに貯留されており、

前記取得装置はフックを含み、

前記制御装置は、前記フックを用いて前記コンテナを吊り上げるように前記無人航空機を飛行させる制御を行う、請求項１から１３のいずれかに記載の収穫管理システム。

[請求項15] 前記取得装置は、移動中の前記農業機械から前記第１収穫物を取得する、請求項１から１４のいずれかに記載の収穫管理システム。

[請求項16] 前記取得装置はバケットを含み、

前記制御装置は、前記農業機械から排出された前記第２収穫物を前

記バケットですくい上げるように前記無人航空機を飛行させる制御を行う、請求項１から１５のいずれかに記載の収穫管理システム。

[請求項17] 前記制御装置は、

前記農業機械が前記第２収穫物を排出する前に、前記第２収穫物を排出する予定の位置で前記無人航空機を待機させる制御、および

前記農業機械から排出された前記第２収穫物を前記バケットですくい上げるように前記無人航空機を飛行させる制御、

を行う、請求項１６に記載の収穫管理システム。

[請求項18] 移動型の農業機械が圃場から収穫した収穫物を無人航空機を用いて取得する収穫管理方法であって、

収穫物の取得に用いる取得装置が前記無人航空機に接続されて前記無人航空機と共に移動し、

前記圃場内の前記農業機械の位置または前記農業機械が収穫物を排出する予定の位置を示す位置情報に基づいて、前記農業機械に貯留されている第１収穫物または前記農業機械から排出される第２収穫物を取得可能な位置に前記無人航空機を飛行させること、

前記無人航空機に接続された前記取得装置を用いて前記第１収穫物または前記第２収穫物を取得すること、

を含む、収穫管理方法。

[請求項19] 移動型の農業機械が圃場から収穫した収穫物を無人航空機を用いて取得する動作の制御をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムであって、

収穫物の取得に用いる取得装置が前記無人航空機に接続されて前記無人航空機と共に移動し、

前記コンピュータプログラムは、

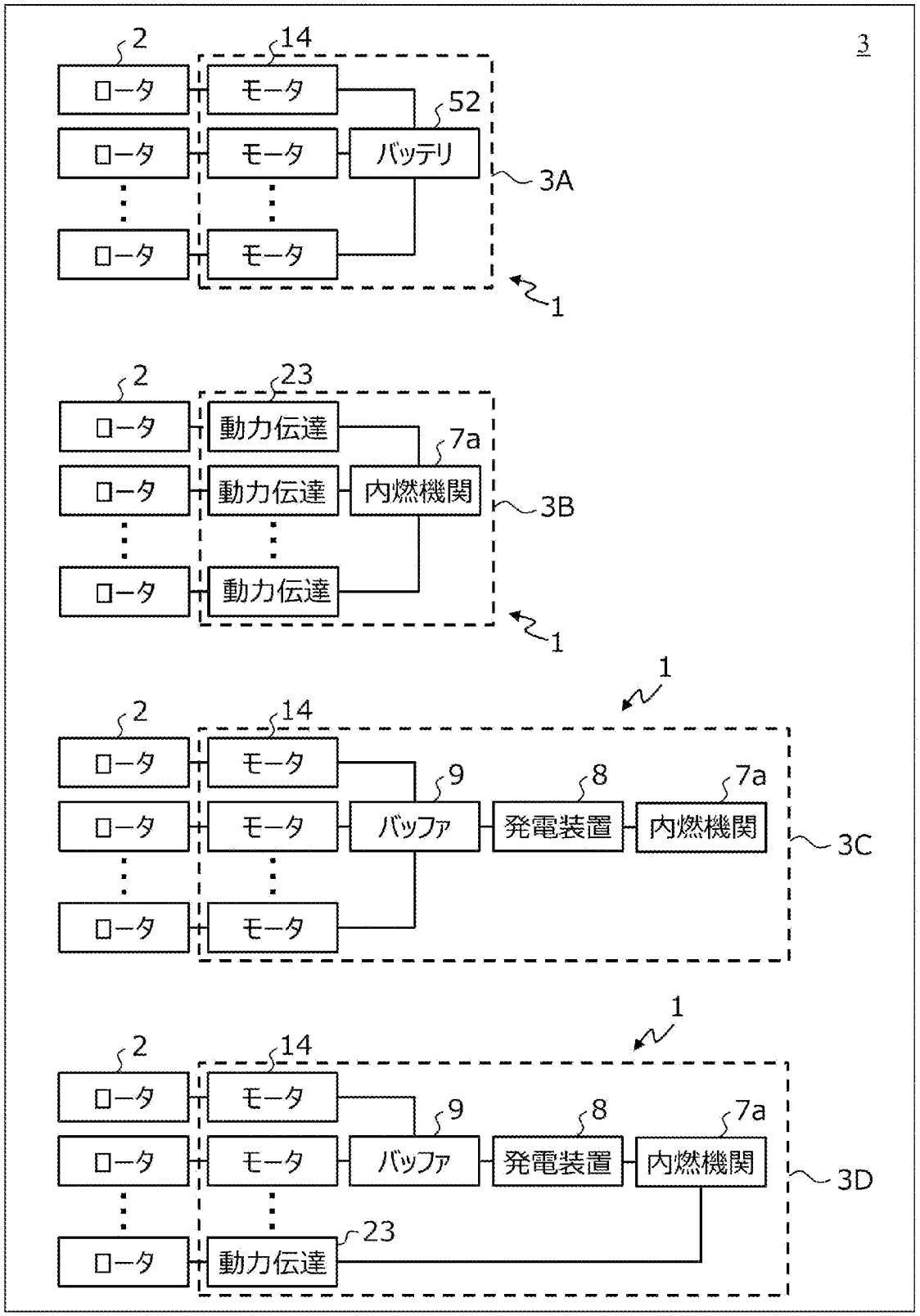
前記圃場内の前記農業機械の位置または前記農業機械が収穫物を排出する予定の位置を示す位置情報に基づいて、前記農業機械に貯留されている第１収穫物または前記農業機械から排出される第２収穫物を

取得可能な位置に前記無人航空機を飛行させること、

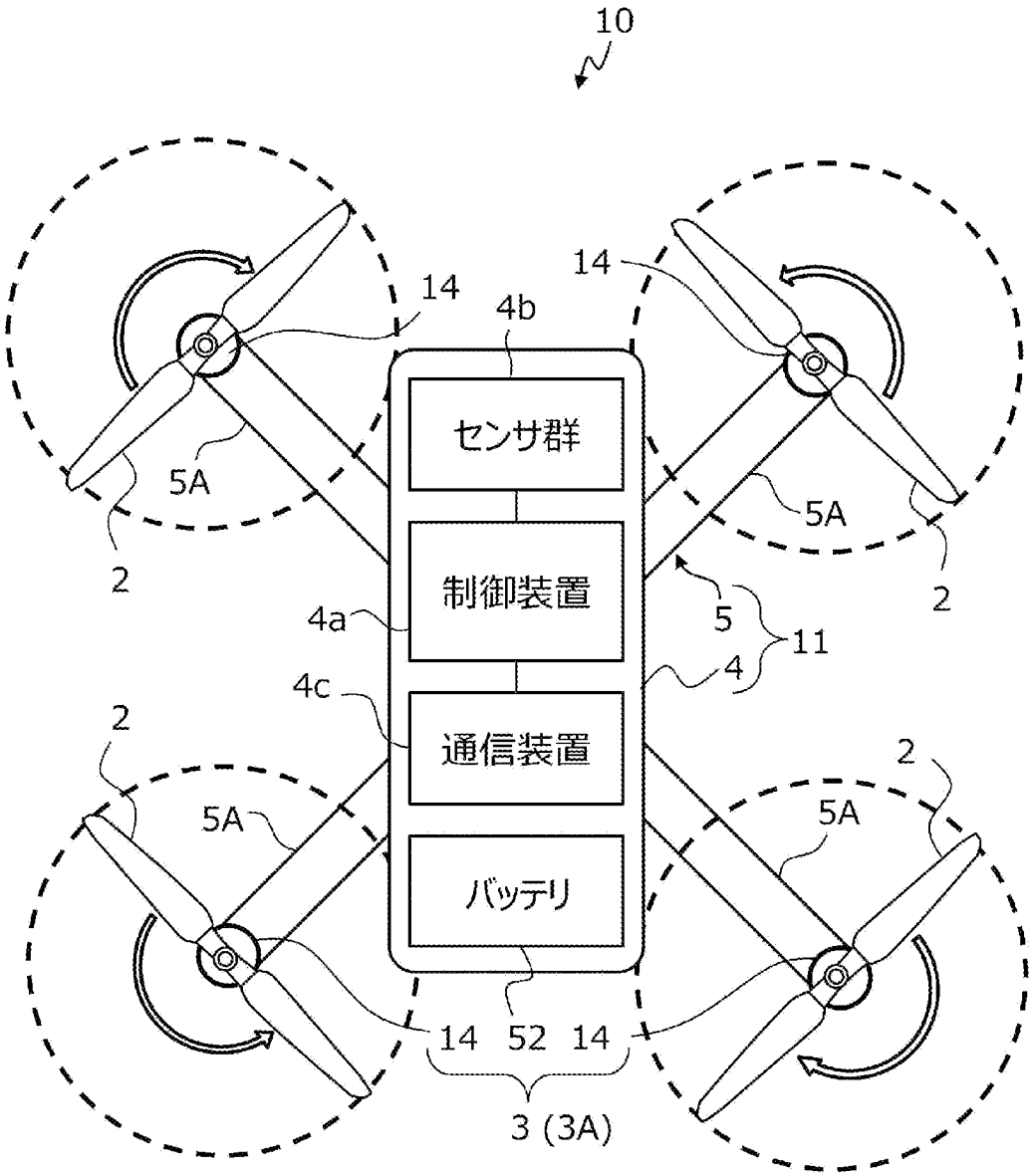
前記無人航空機に接続された前記取得装置を用いて前記第１収穫物または前記第２収穫物を取得すること、

を前記コンピュータに実行させる、コンピュータプログラム。

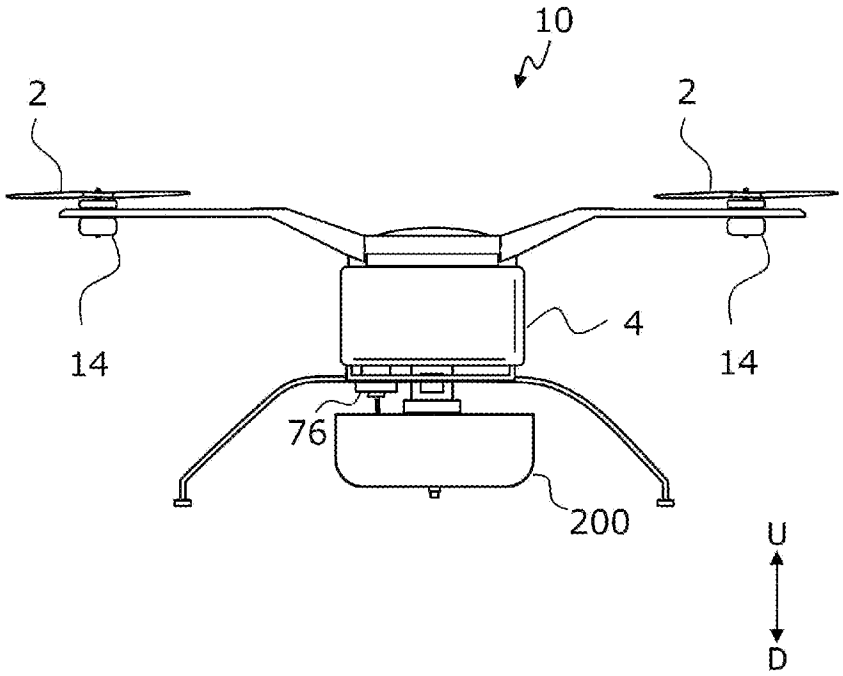
[図1A]



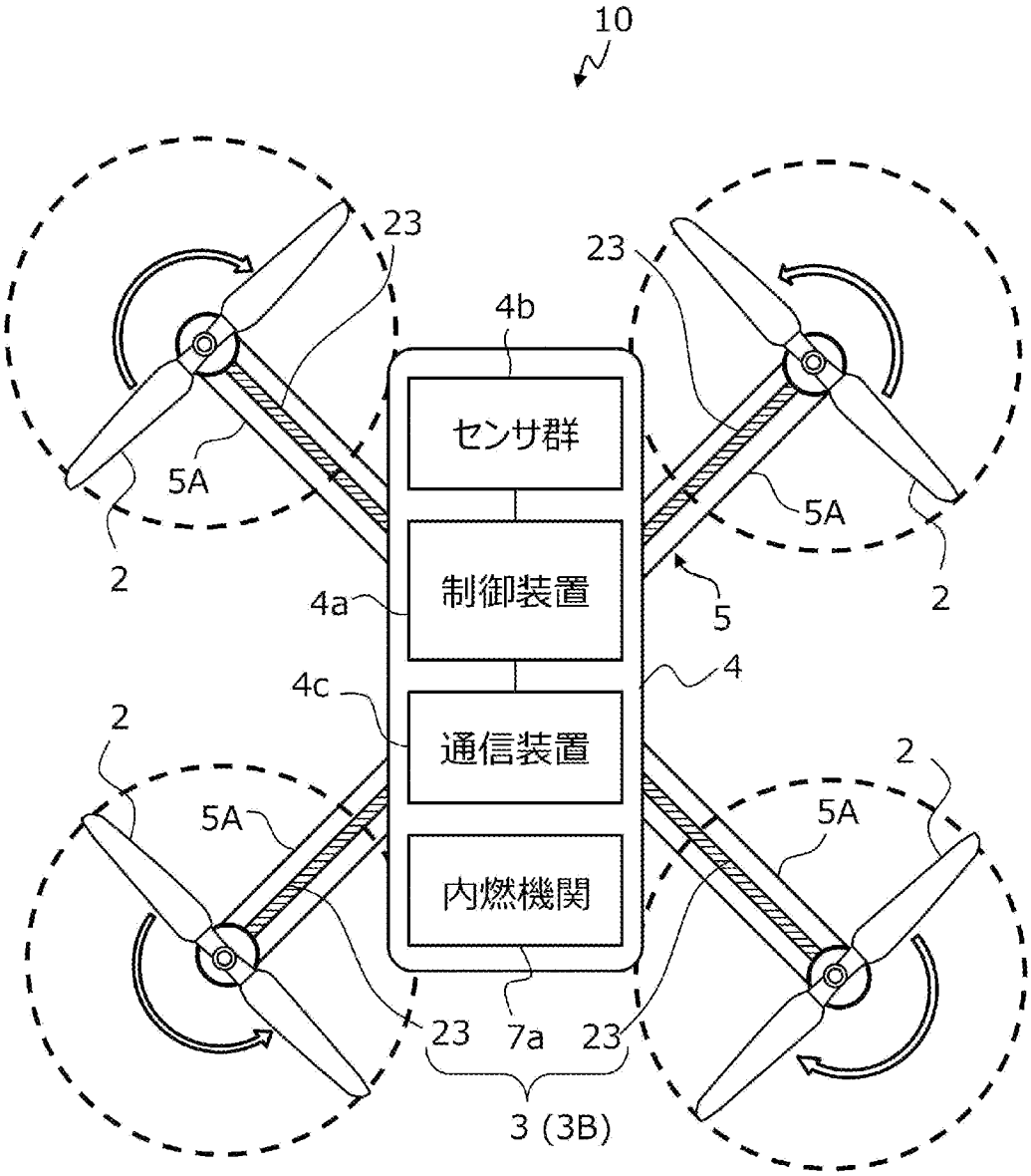
[図1B]



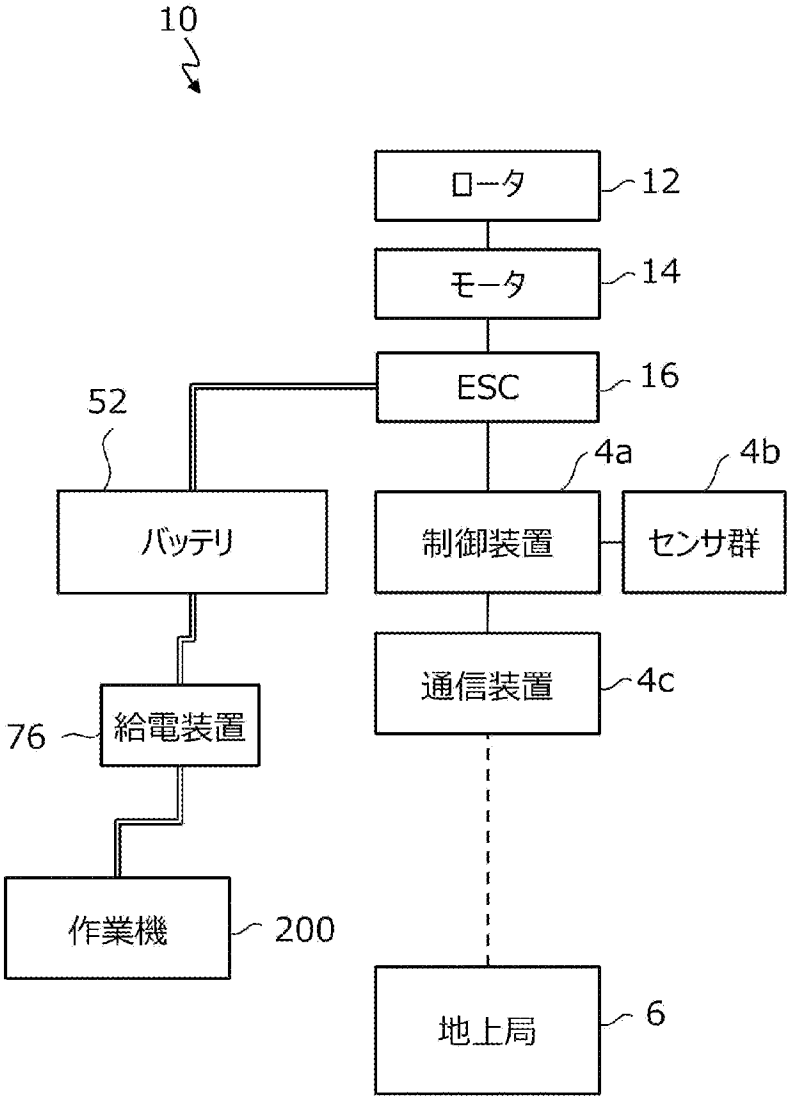
[図1C]



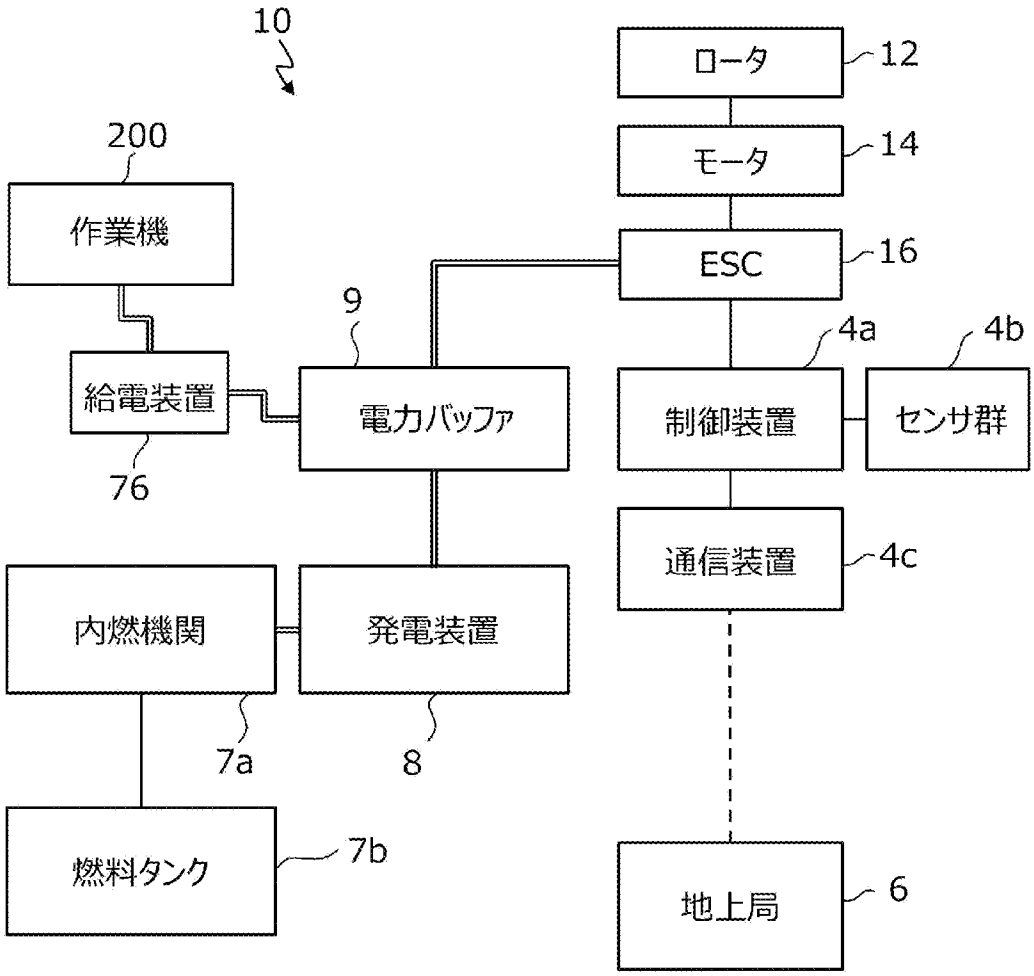
[図1D]


10
23
23
4b
センサ群
制御装置
通信装置
内燃機関
5A
5A
5A
5A
2
2
2
2
4a
4c
4
5
23
7a
23
3 (3B)

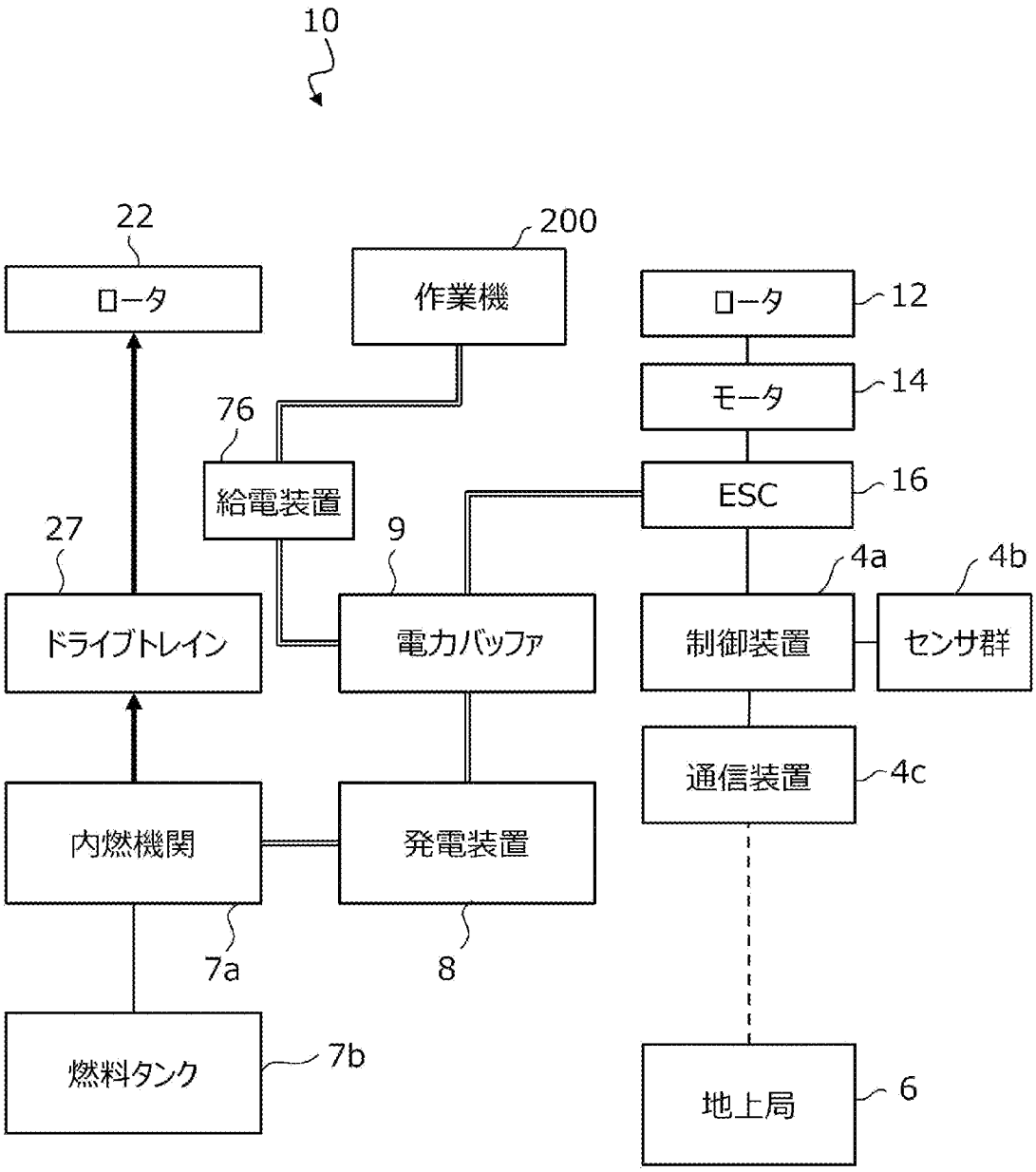
[図2A]


10
ロータ
12
モータ
14
ESC
16
52
4a
4b
バッテリ
制御装置
センサ群
通信装置
4c
76
給電装置
作業機
200
地上局
6

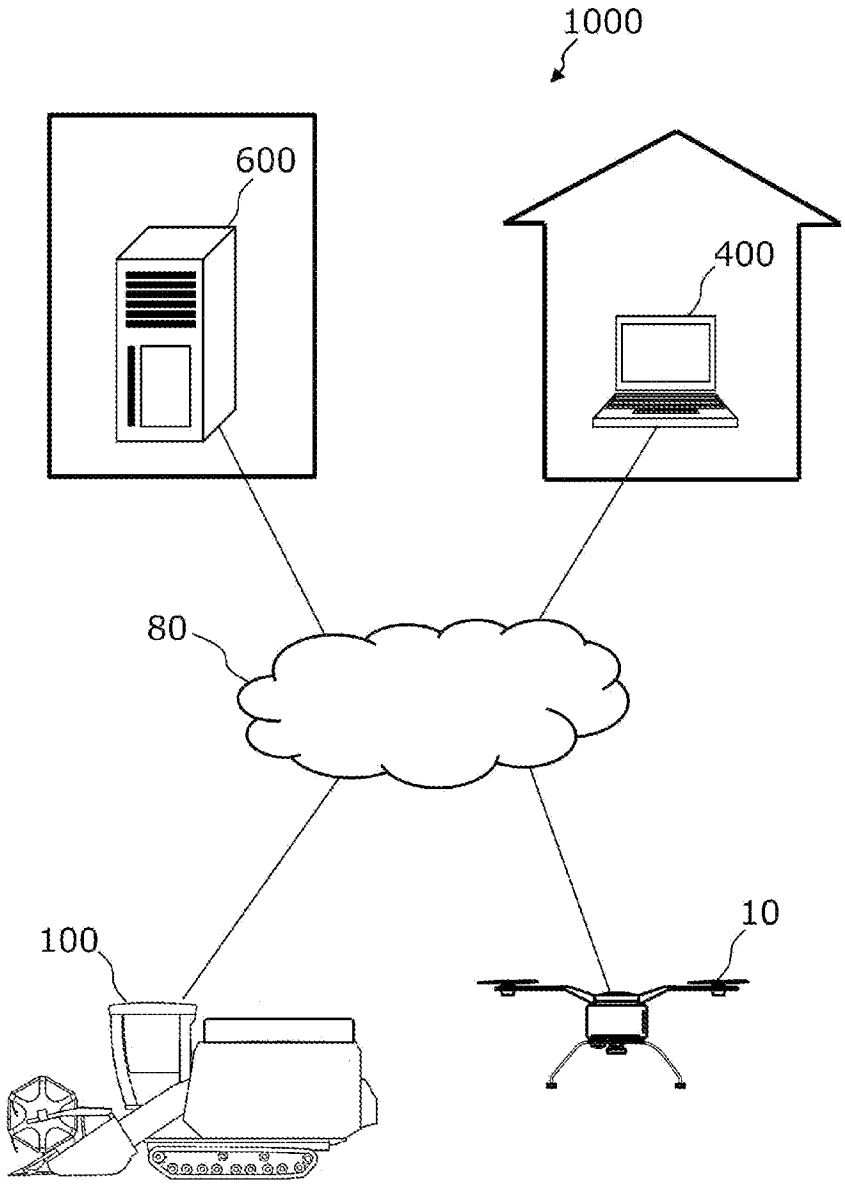
[図2B]


10
ロータ
12
モータ
14
ESC
16
200
作業機
9
給電装置
76
電力バッファ
4a
制御装置
4b
センサ群
通信装置
4c
内燃機関
7a
発電装置
8
燃料タンク
7b
地上局
6

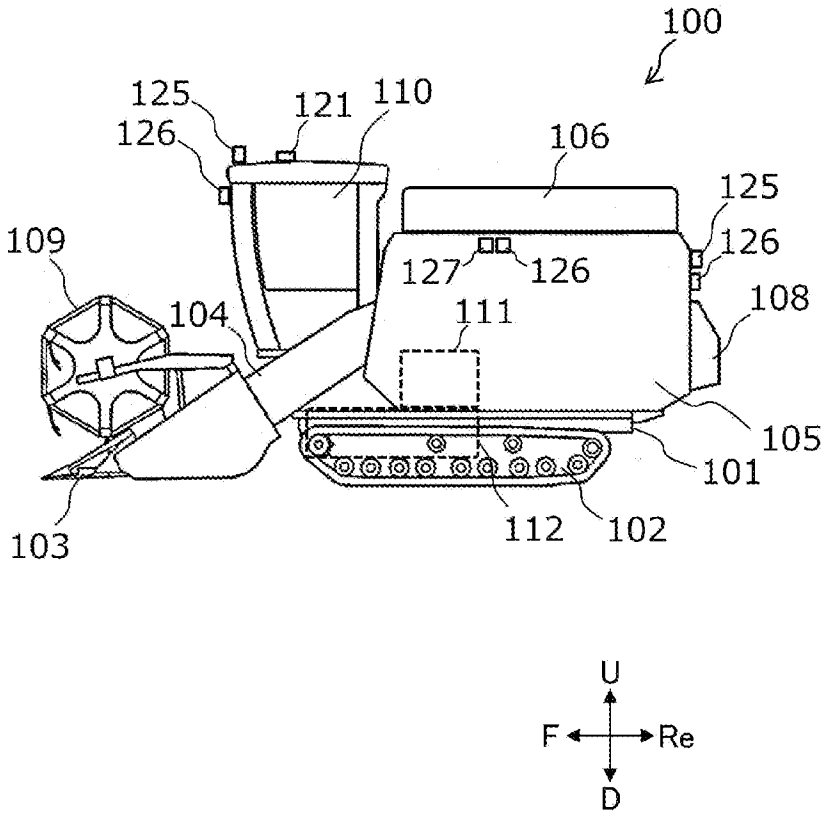
[図2C]


10
22
ロータ
200
作業機
ロータ
12
モータ
14
76
給電装置
ESC
16
27
9
4a
4b
ドライブトレイン
電力バッファ
制御装置
センサ群
通信装置
4c
内燃機関
発電装置
7a
8
燃料タンク
7b
地上局
6

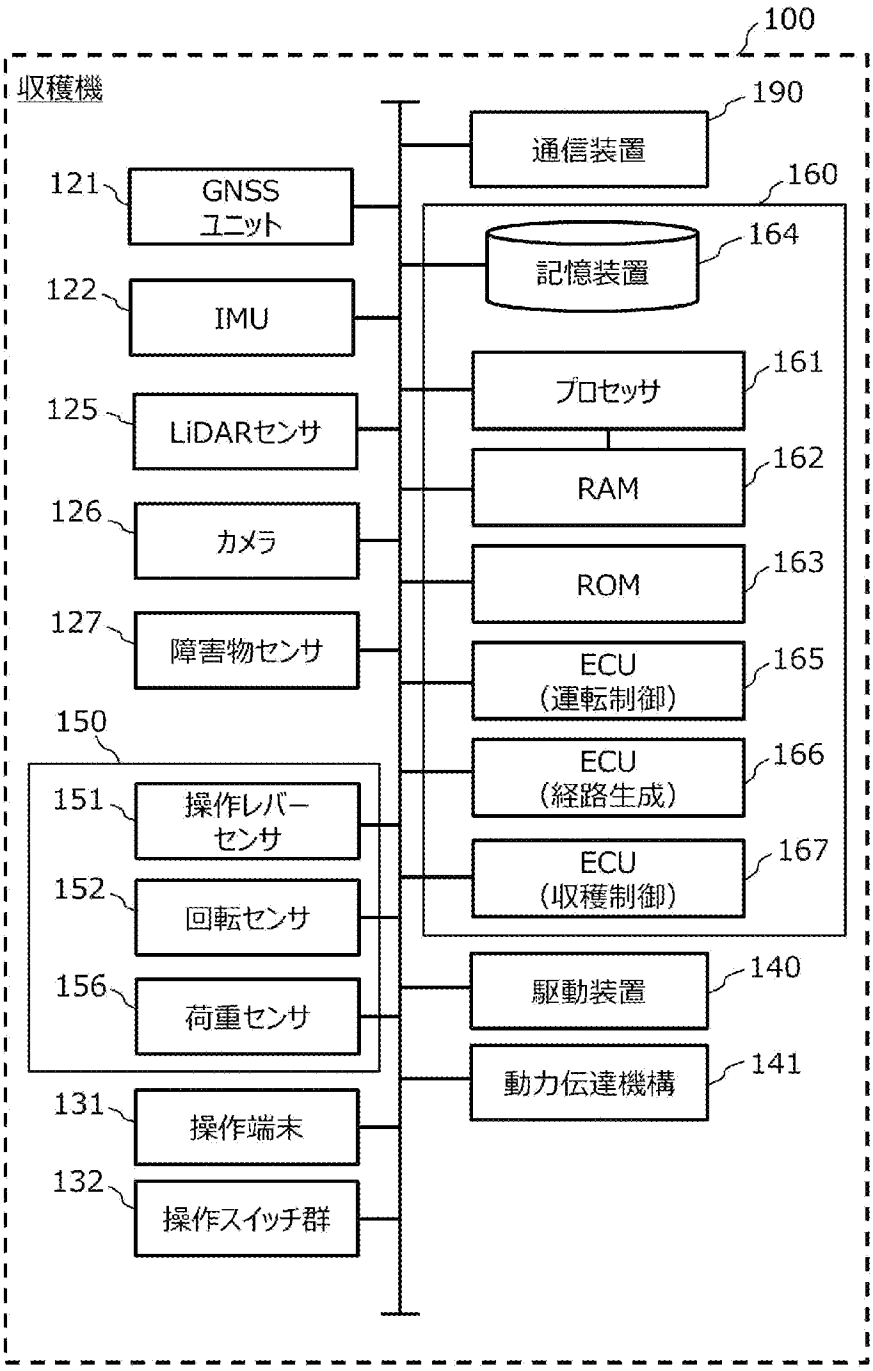
[図3]



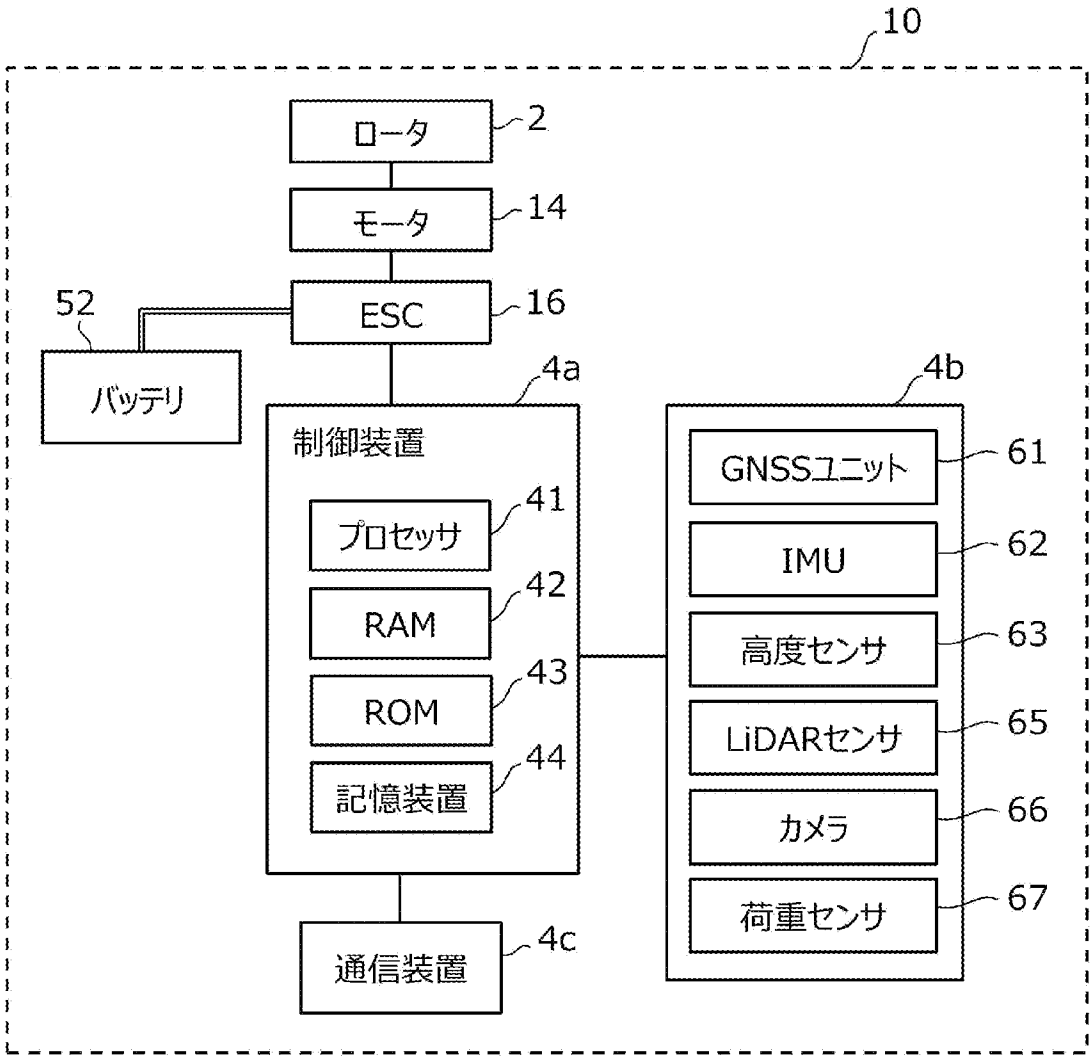
[図4]


100
125
126
121
110
106
125
126
109
127
126
108
104
111
105
101
103
112
102
U
F
Re
D

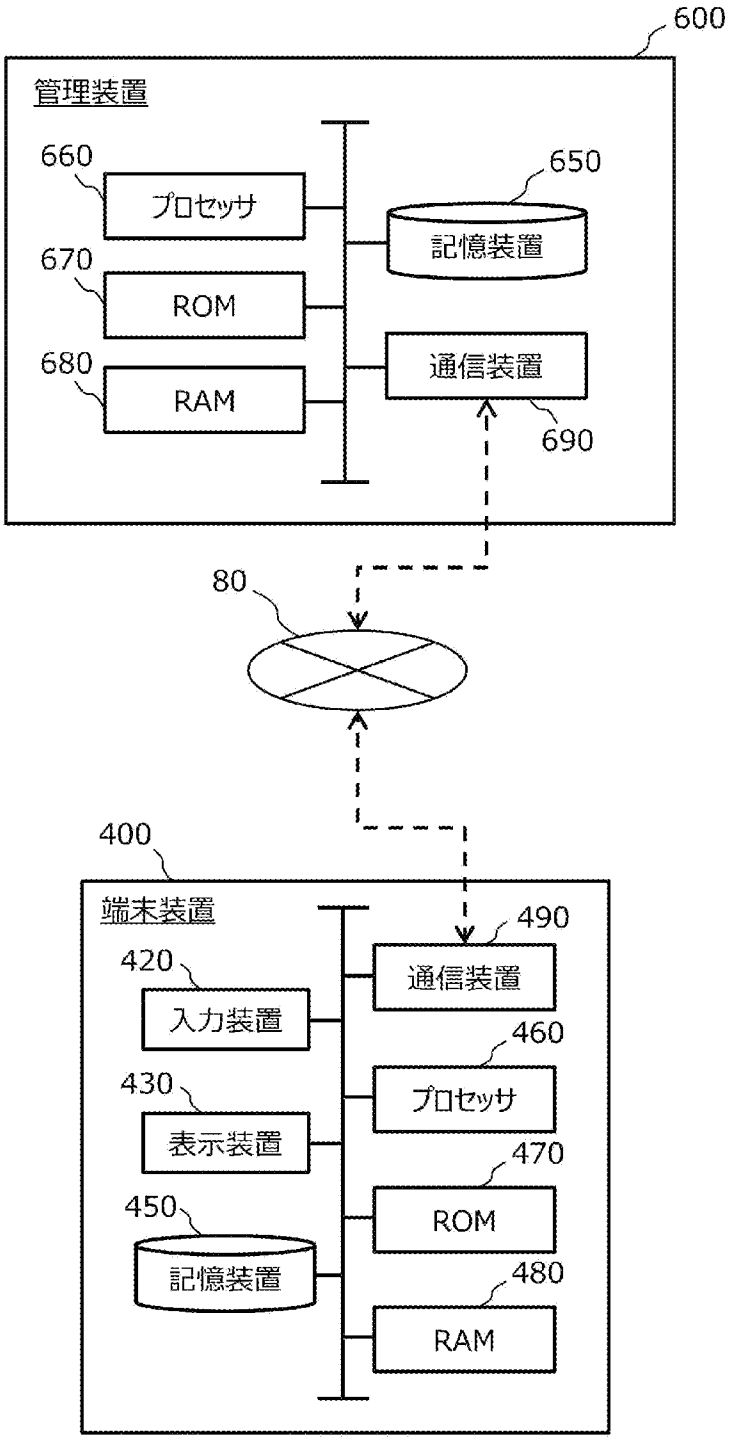
[図5]


100
収穫機
190
通信装置
160
121
GNSS
ユニット
164
記憶装置
122
IMU
161
プロセッサ
125
LiDARセンサ
162
RAM
126
カメラ
163
ROM
127
障害物センサ
165
ECU
(運転制御)
150
166
ECU
(経路生成)
151
操作レバー
センサ
167
ECU
(収穫制御)
152
回転センサ
140
駆動装置
156
荷重センサ
141
動力伝達機構
131
操作端末
132
操作スイッチ群

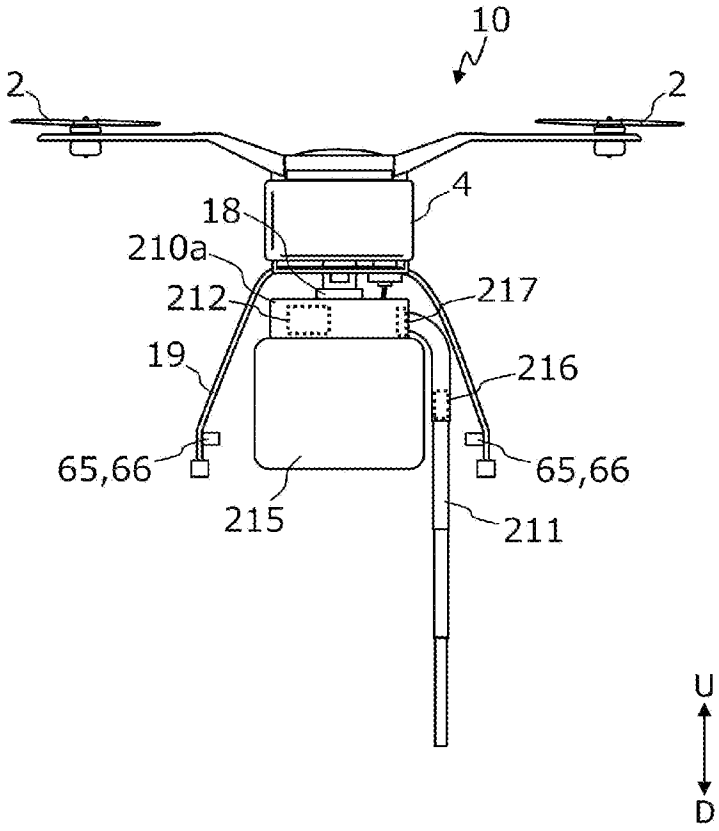
[図6]


10
ロータ
2
モータ
14
52
ESC
16
バッテリ
4a
4b
制御装置
GNSSユニット
61
41
プロセッサ
IMU
62
42
RAM
高度センサ
63
43
ROM
LiDARセンサ
65
44
記憶装置
カメラ
66
荷重センサ
67
通信装置
4c

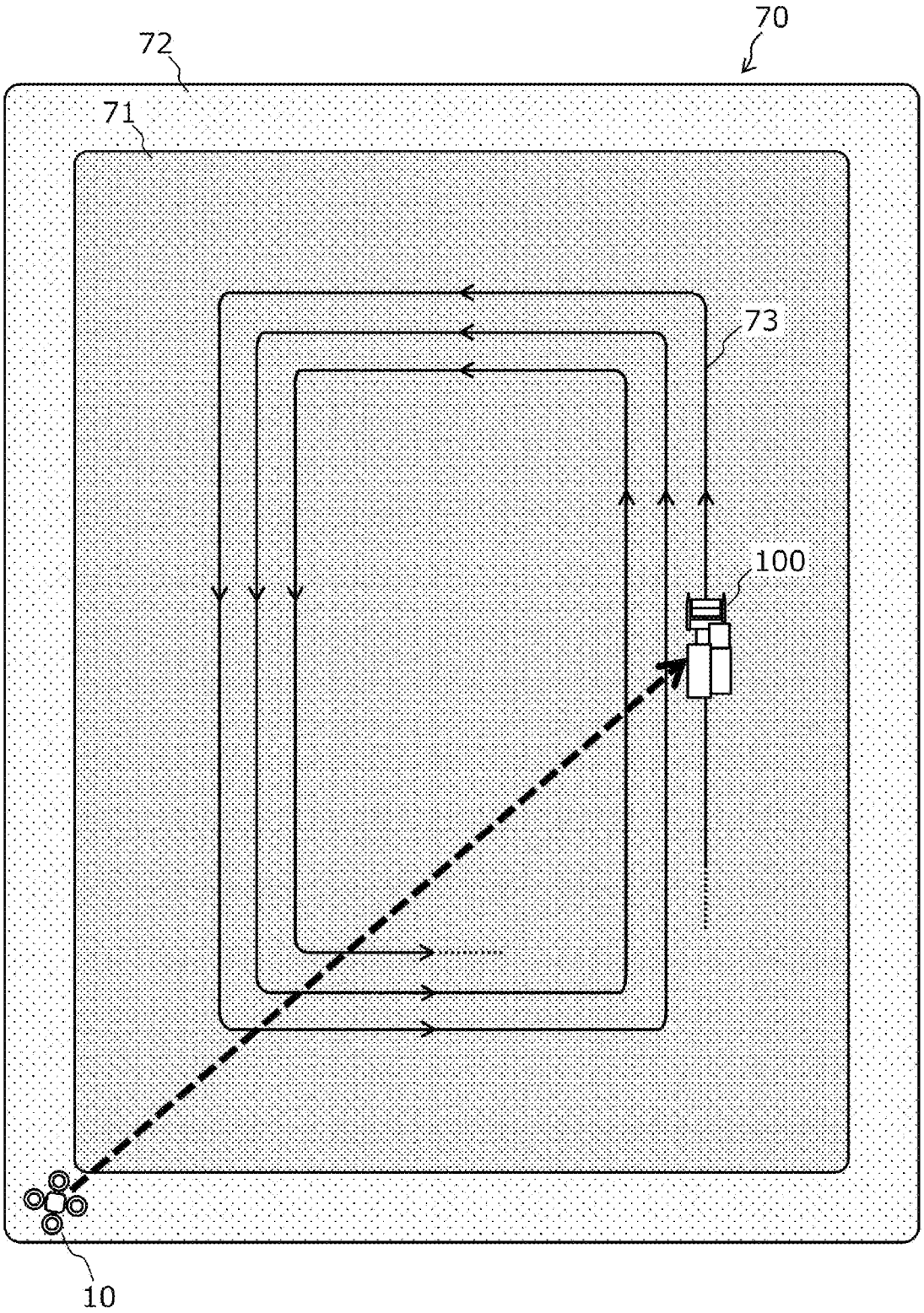
[図7]


600
管理装置
660
プロセッサ
650
記憶装置
670
ROM
680
RAM
通信装置
690
80
400
端末装置
490
通信装置
420
入力装置
460
プロセッサ
430
表示装置
470
ROM
450
記憶装置
480
RAM

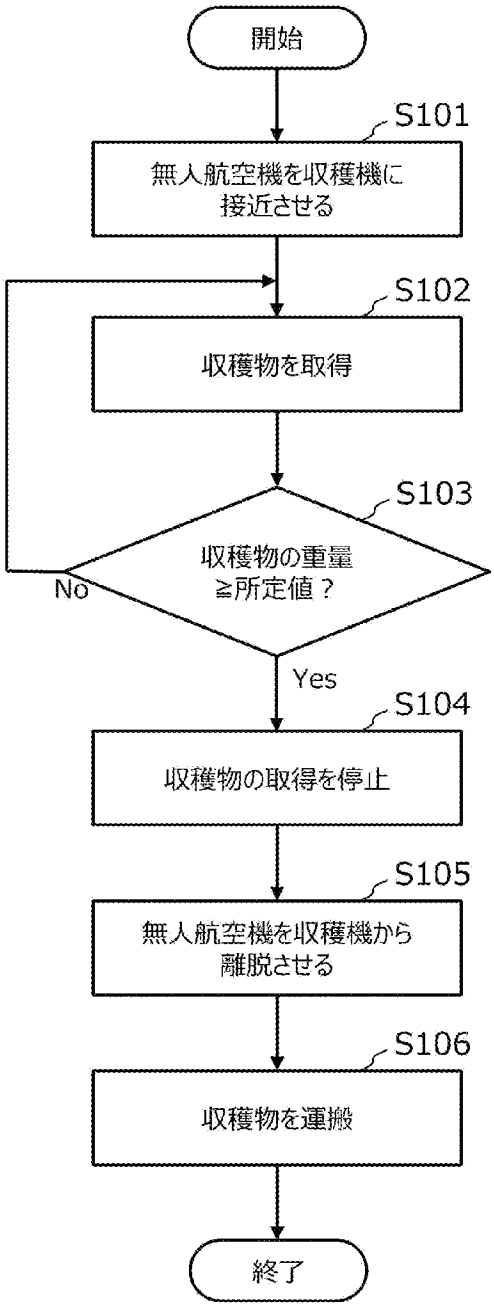
[図8]



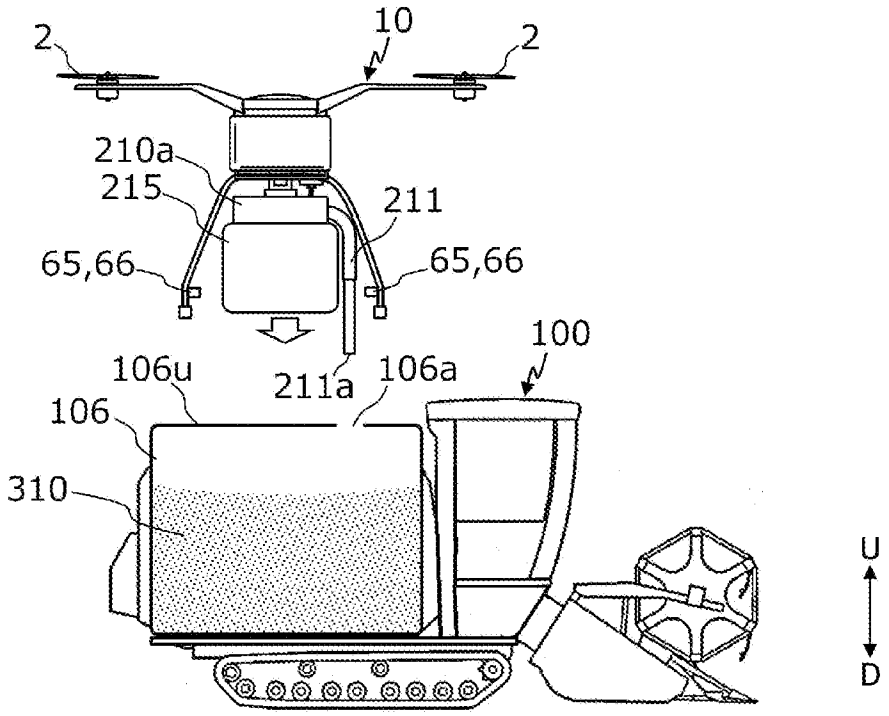
[図9]



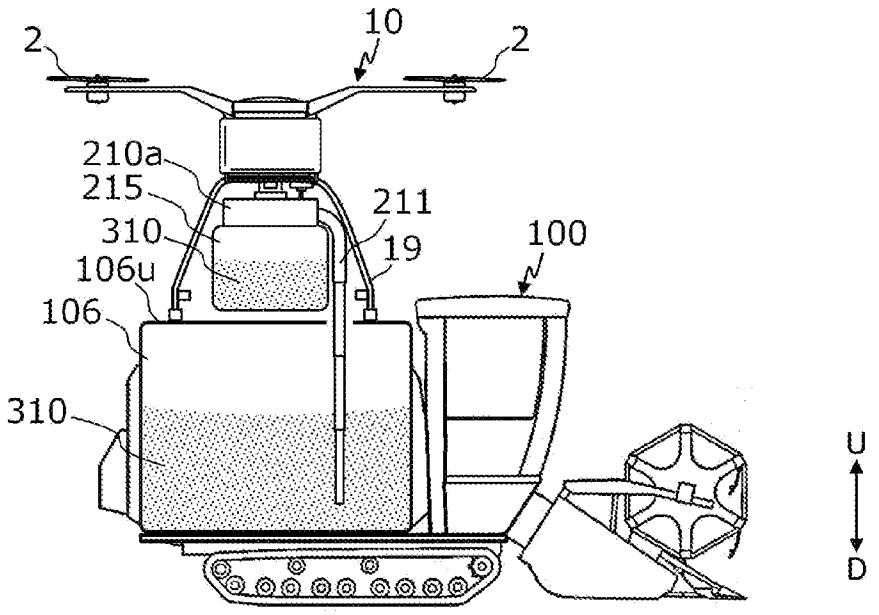
[図10]


開始
S101
無人航空機を収穫機に
接近させる
S102
収穫物を取得
S103
収穫物の重量
≧所定値？
No
Yes
S104
収穫物の取得を停止
S105
無人航空機を収穫機から
離脱させる
S106
収穫物を運搬
終了

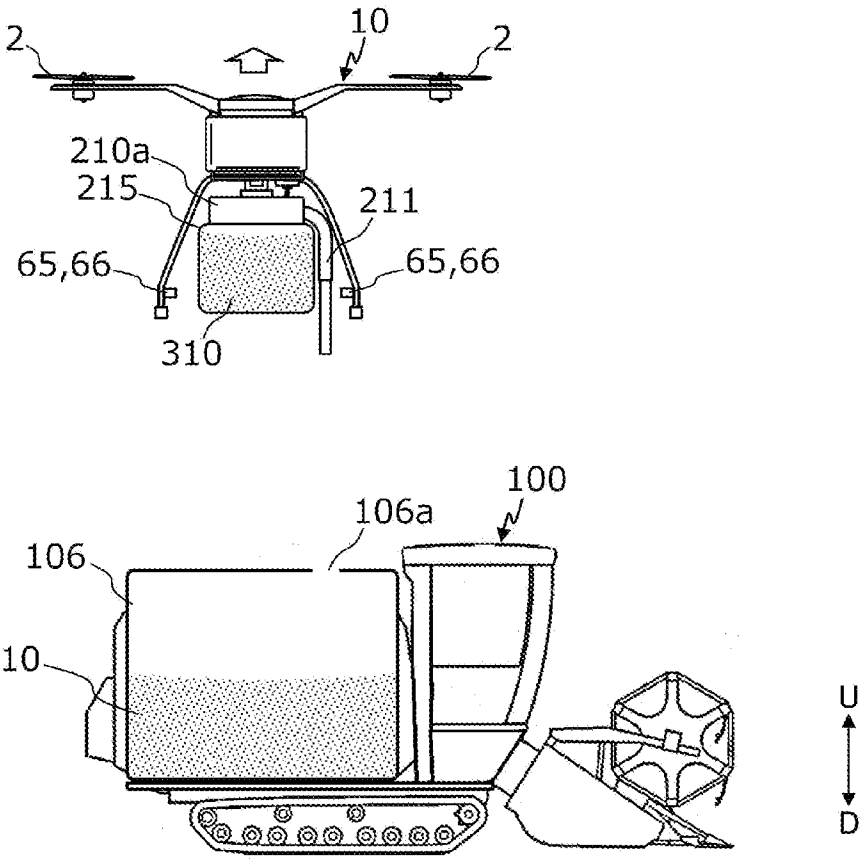
[図11A]


10
2
2
210a
215
211
65,66
65,66
100
106u
211a
106a
106
310
U
D

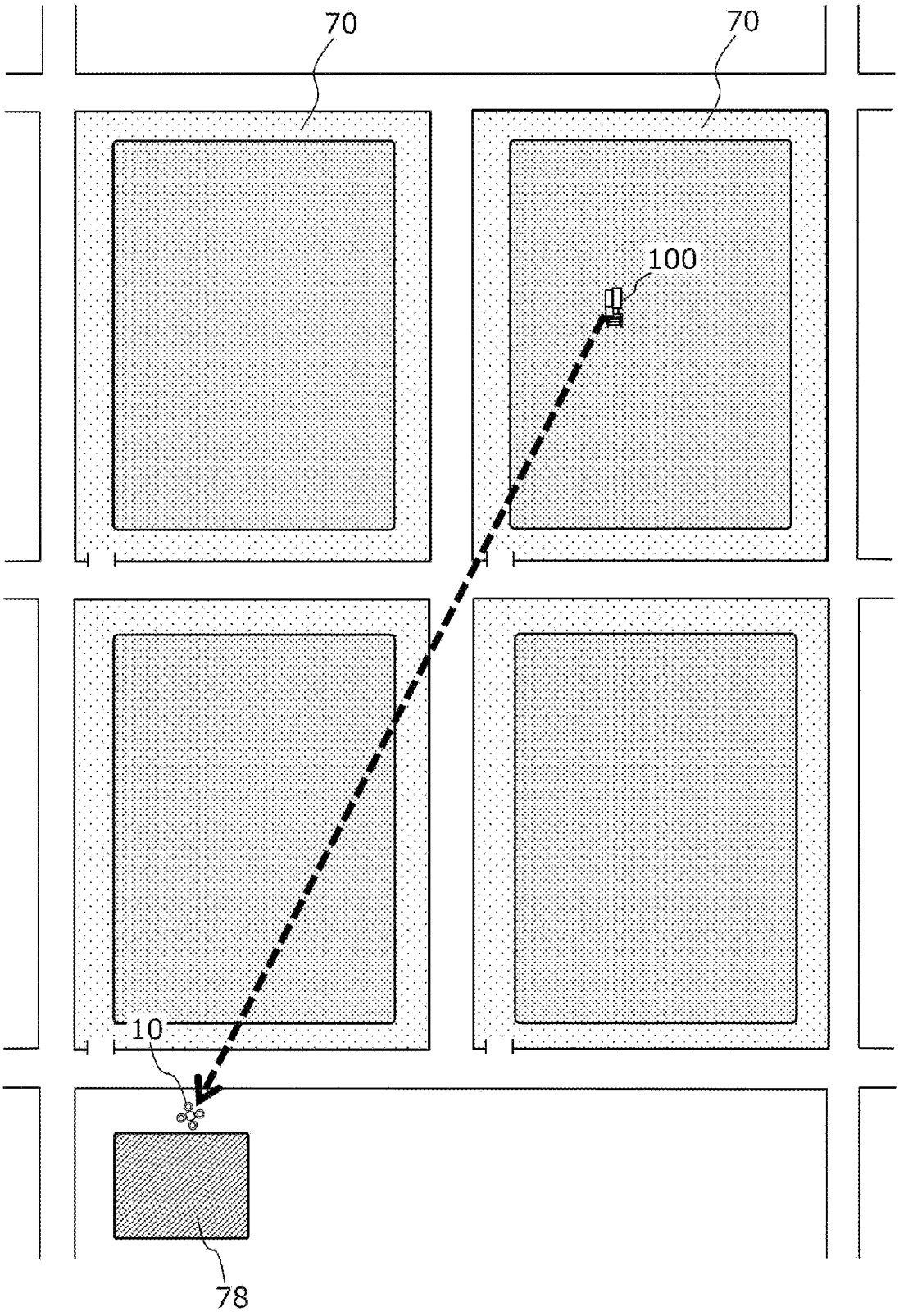
[図11B]


10
2
2
210a
215
211
310
19
100
106u
106
310
U
D

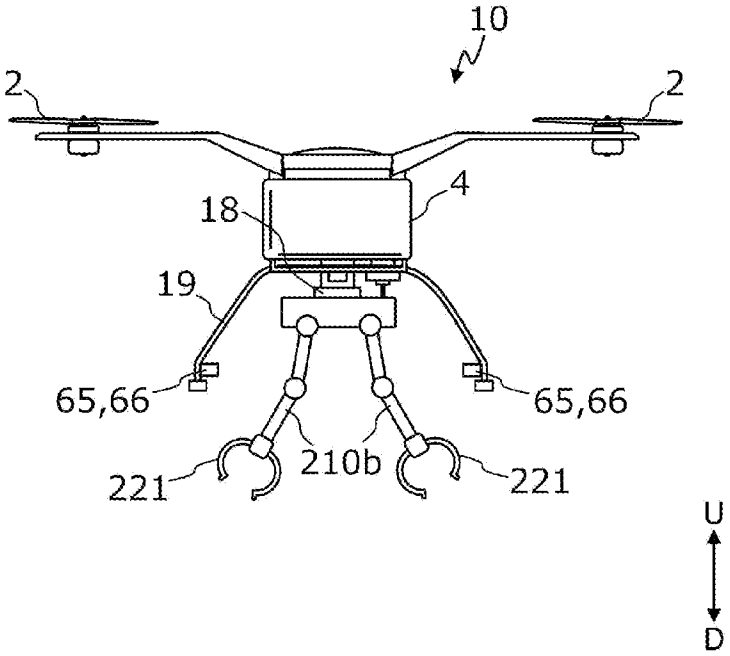
[図11C]



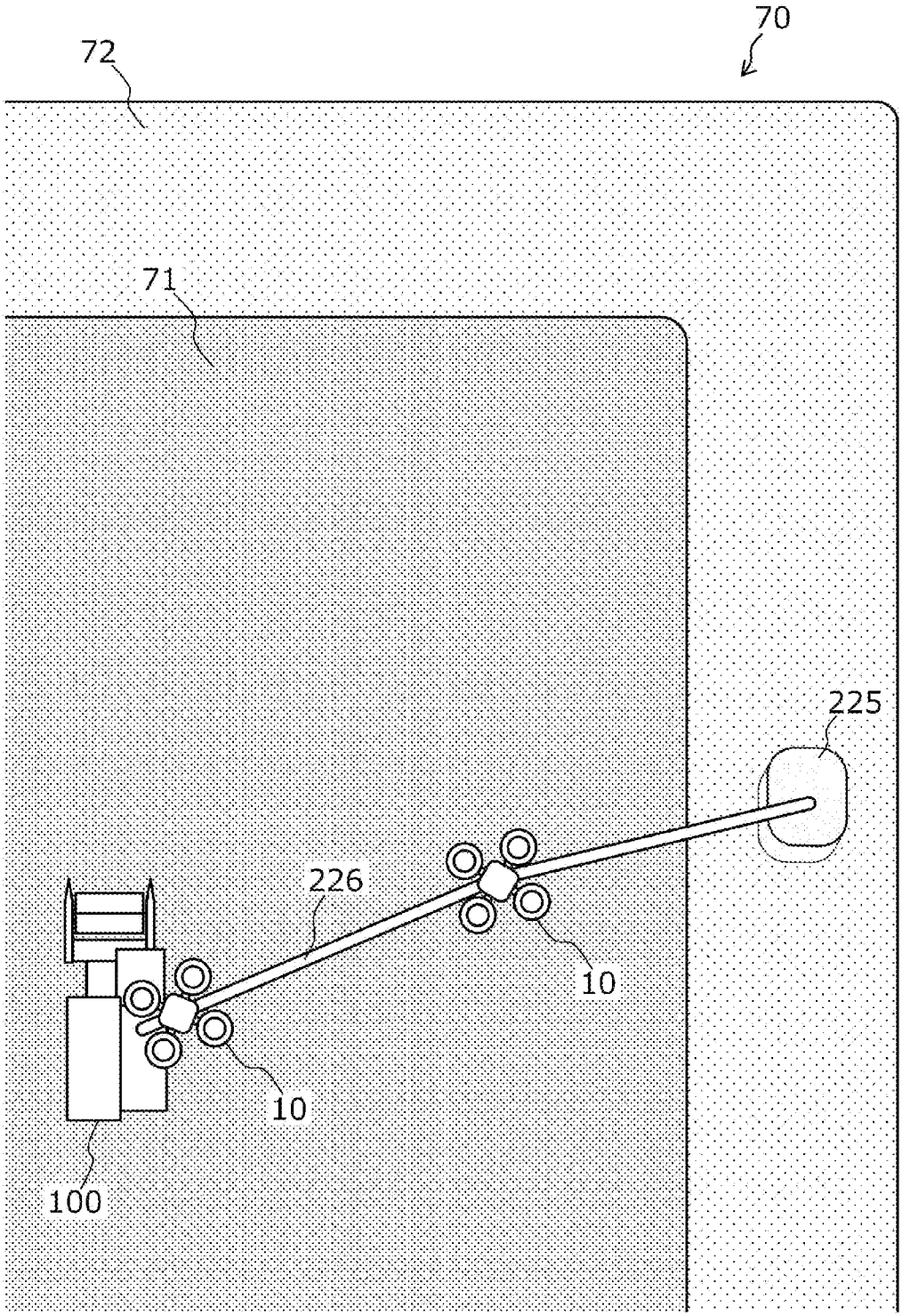
[図12]



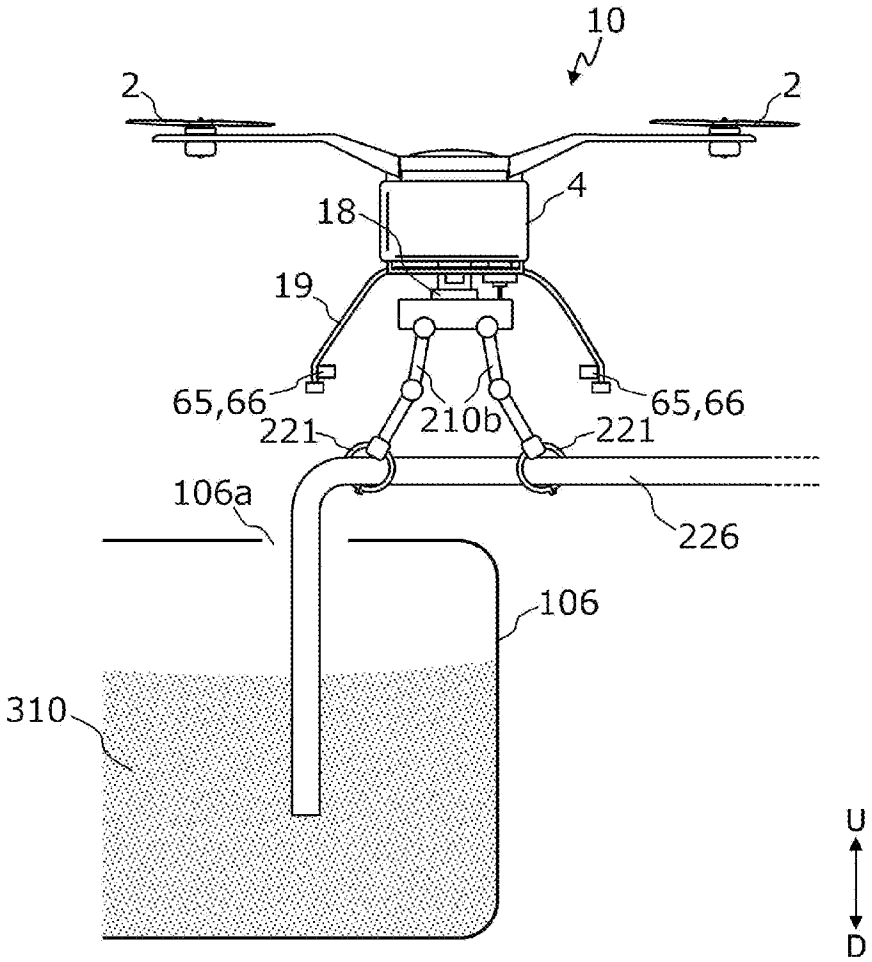
[図13]



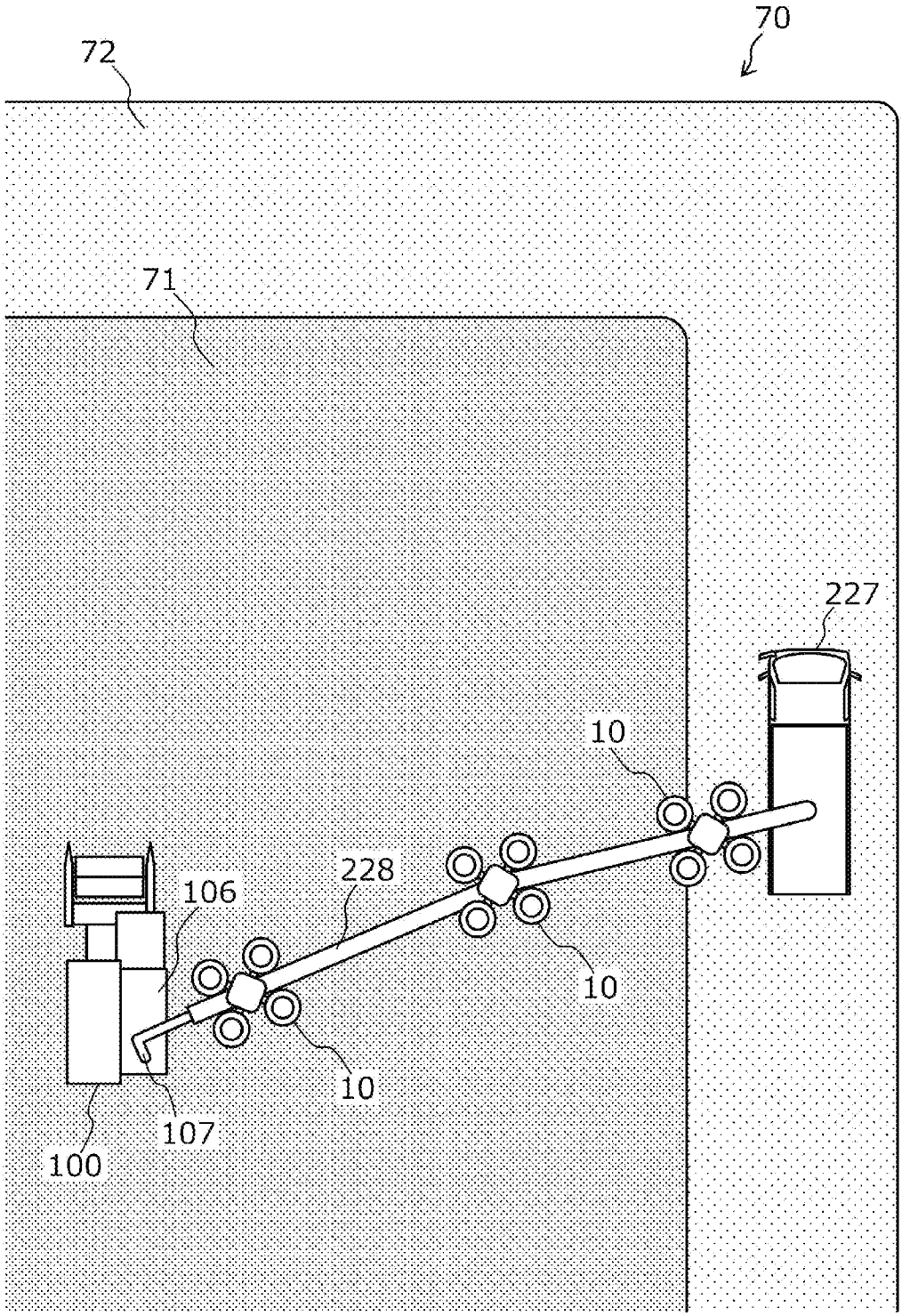
[図14]



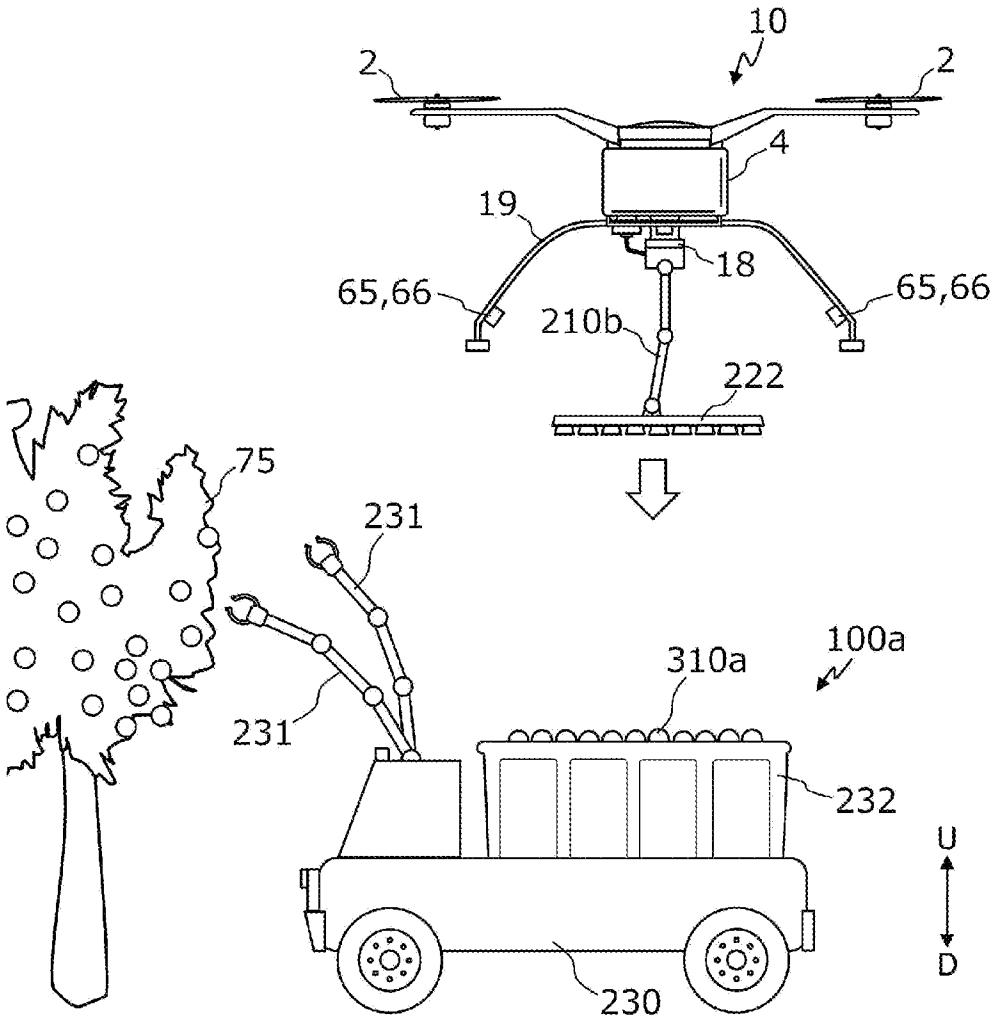
[図15]



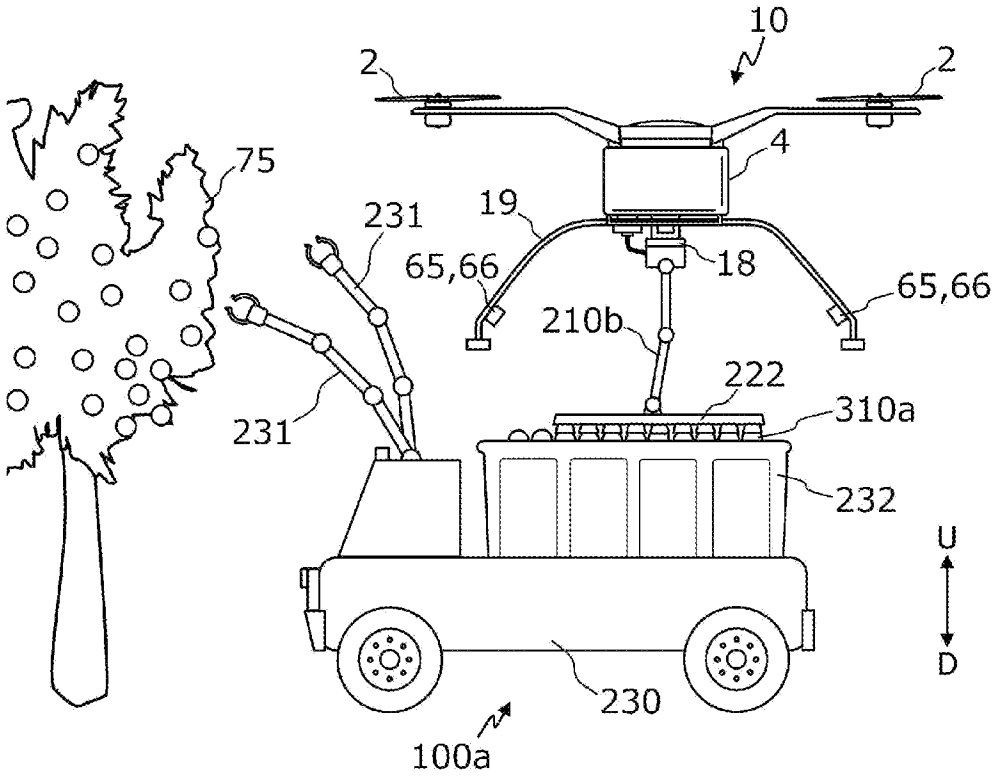
[図16]



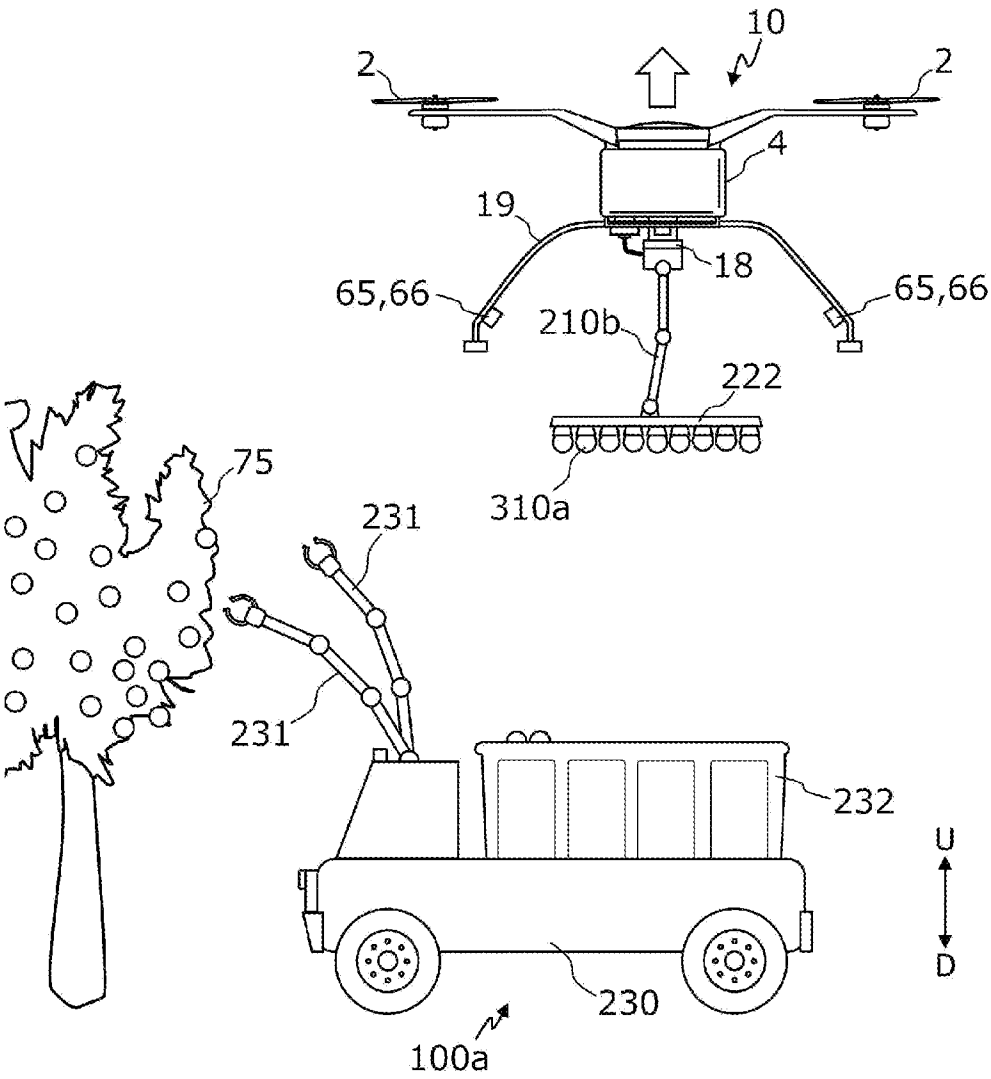
[図17A]



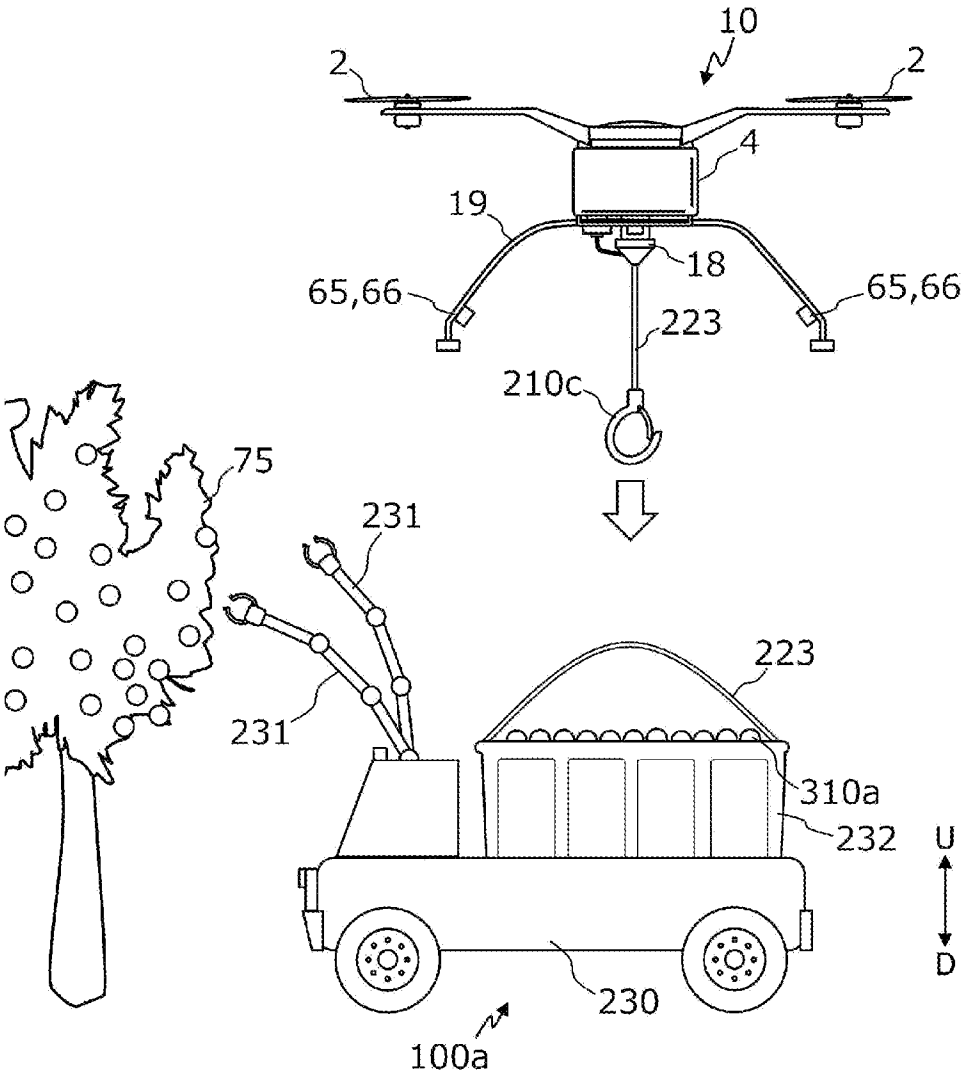
[図17B]



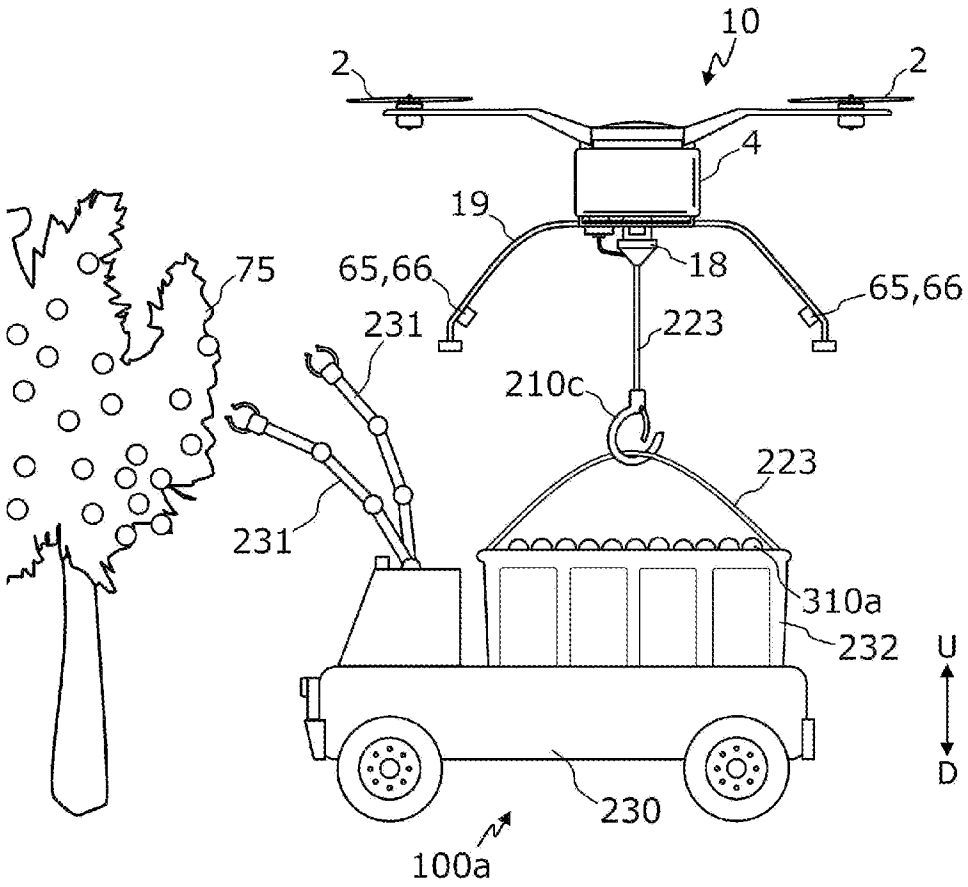
[図17C]



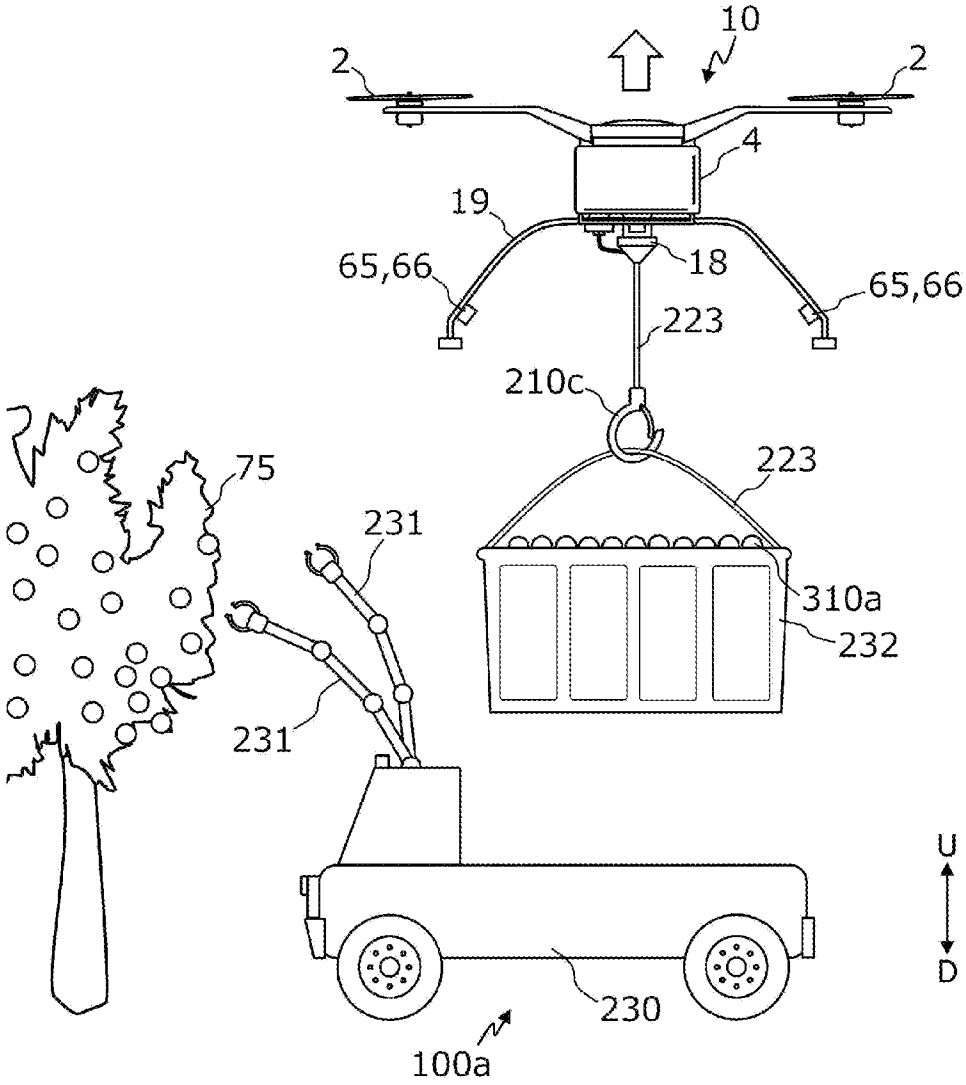
[図18A]


10
2
2
4
19
18
65,66
65,66
223
210c
75
231
231
223
310a
232
U
D
230
100a

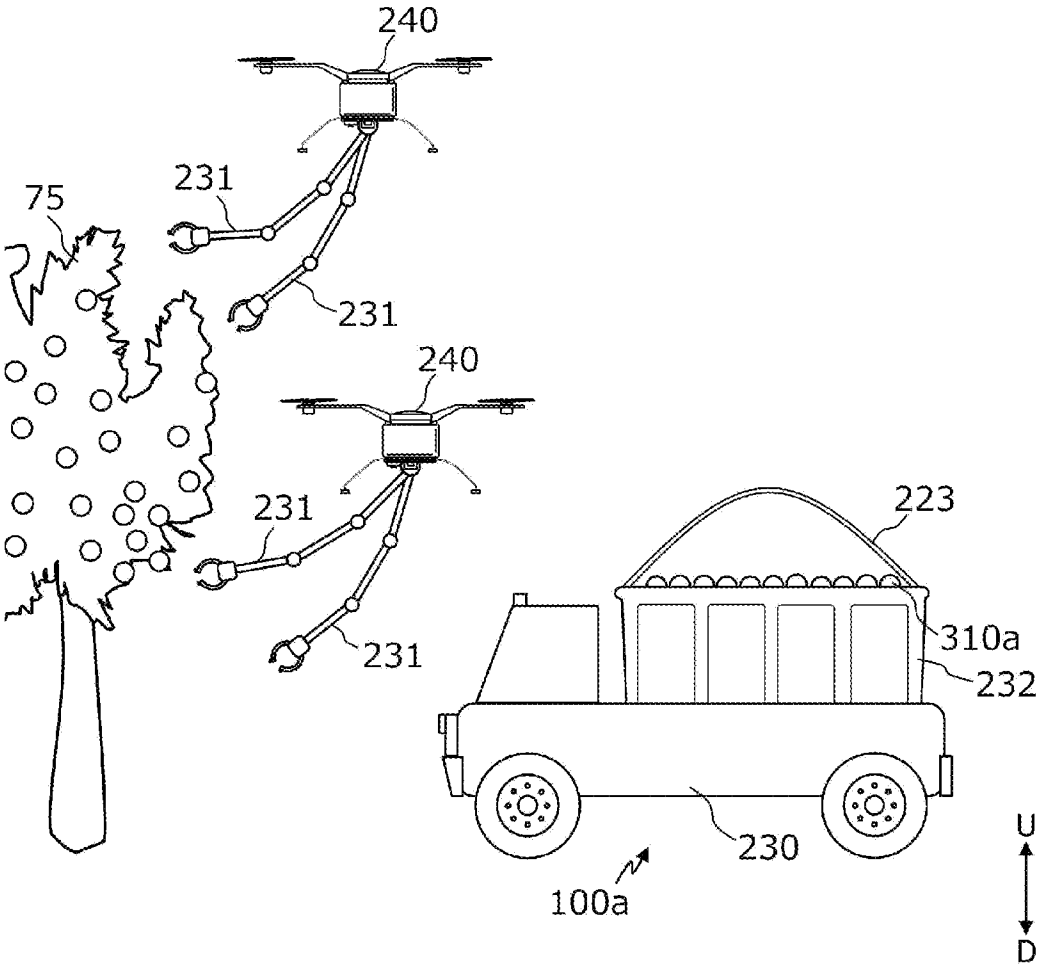
[図18B]


10
2
2
4
19
18
65,66
65,66
75
231
223
210c
223
231
310a
232
U
D
230
100a

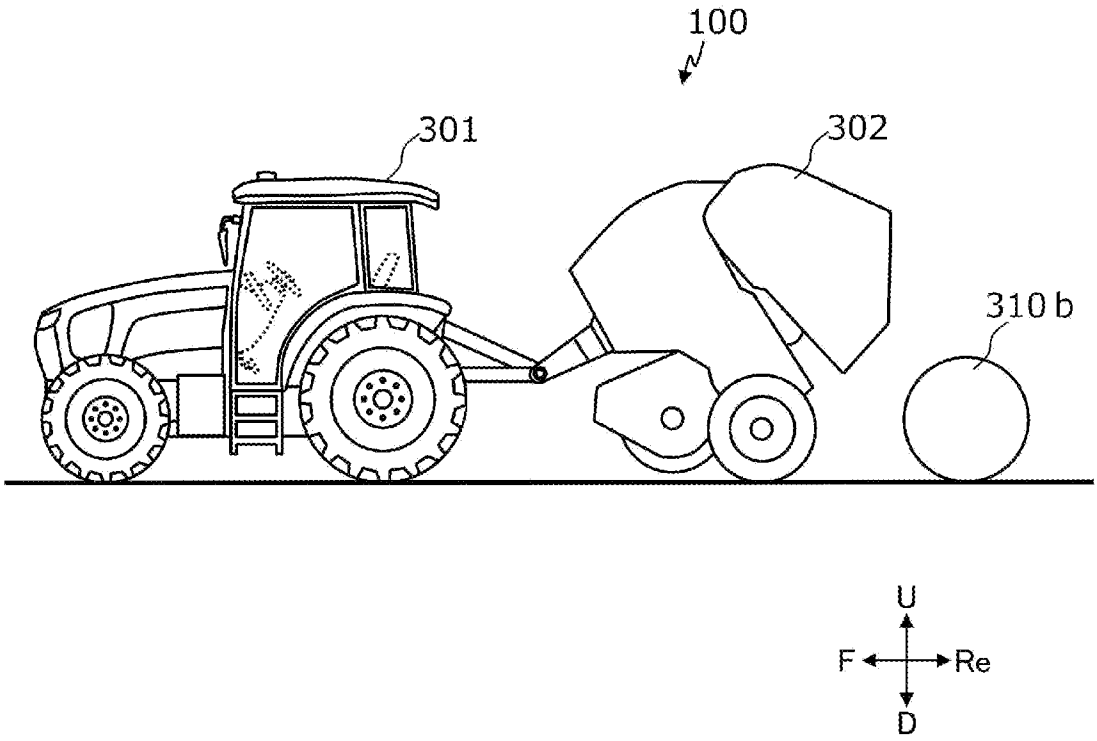
[図18C]


10
2
2
4
19
65,66
18
65,66
223
210c
223
75
231
310a
232
231
U
D
230
100a

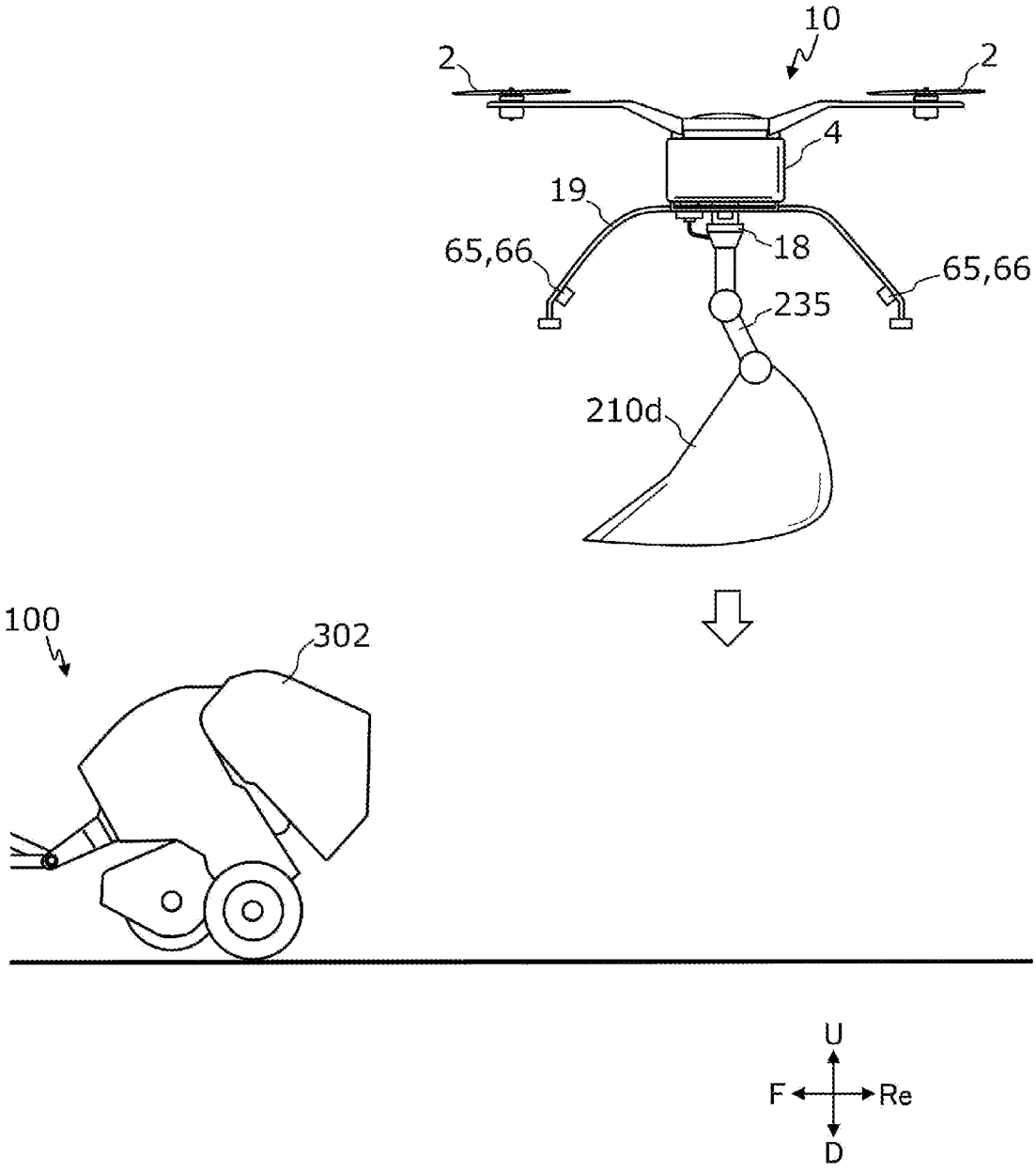
[図18D]


240
231
75
231
240
231
231
223
310a
232
230
100a
U
D

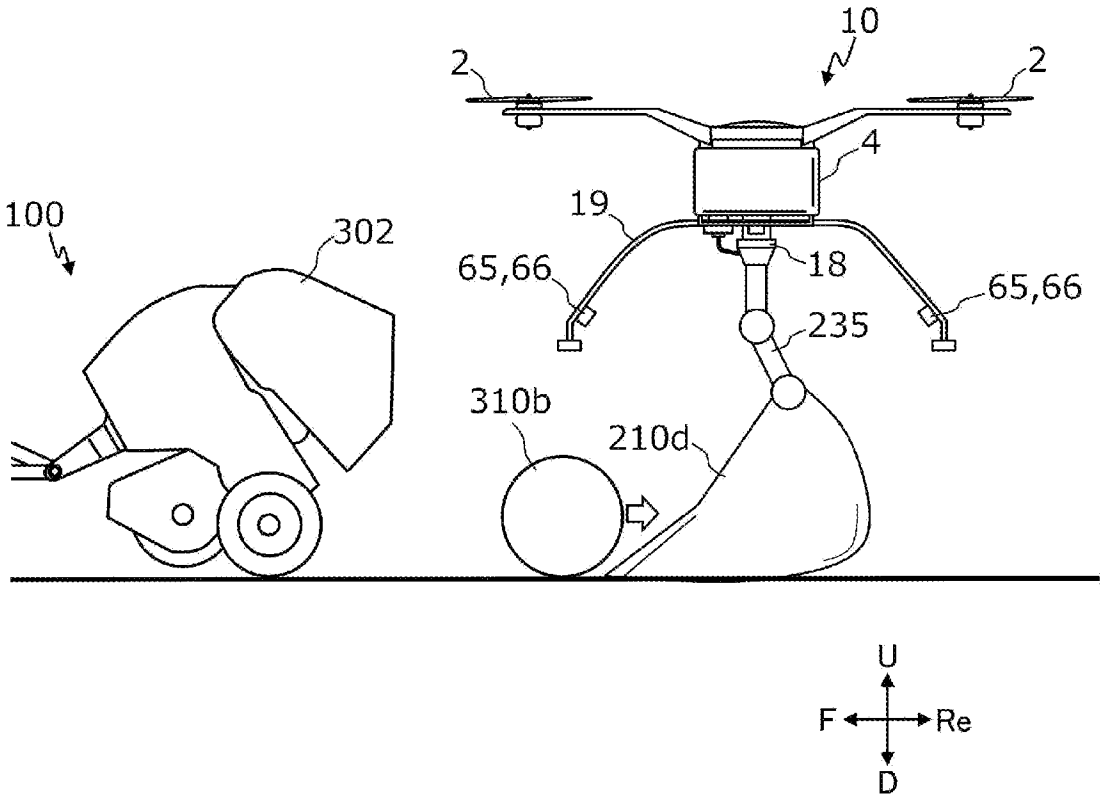
[図19]


100
301
302
310 b
U
F
Re
D

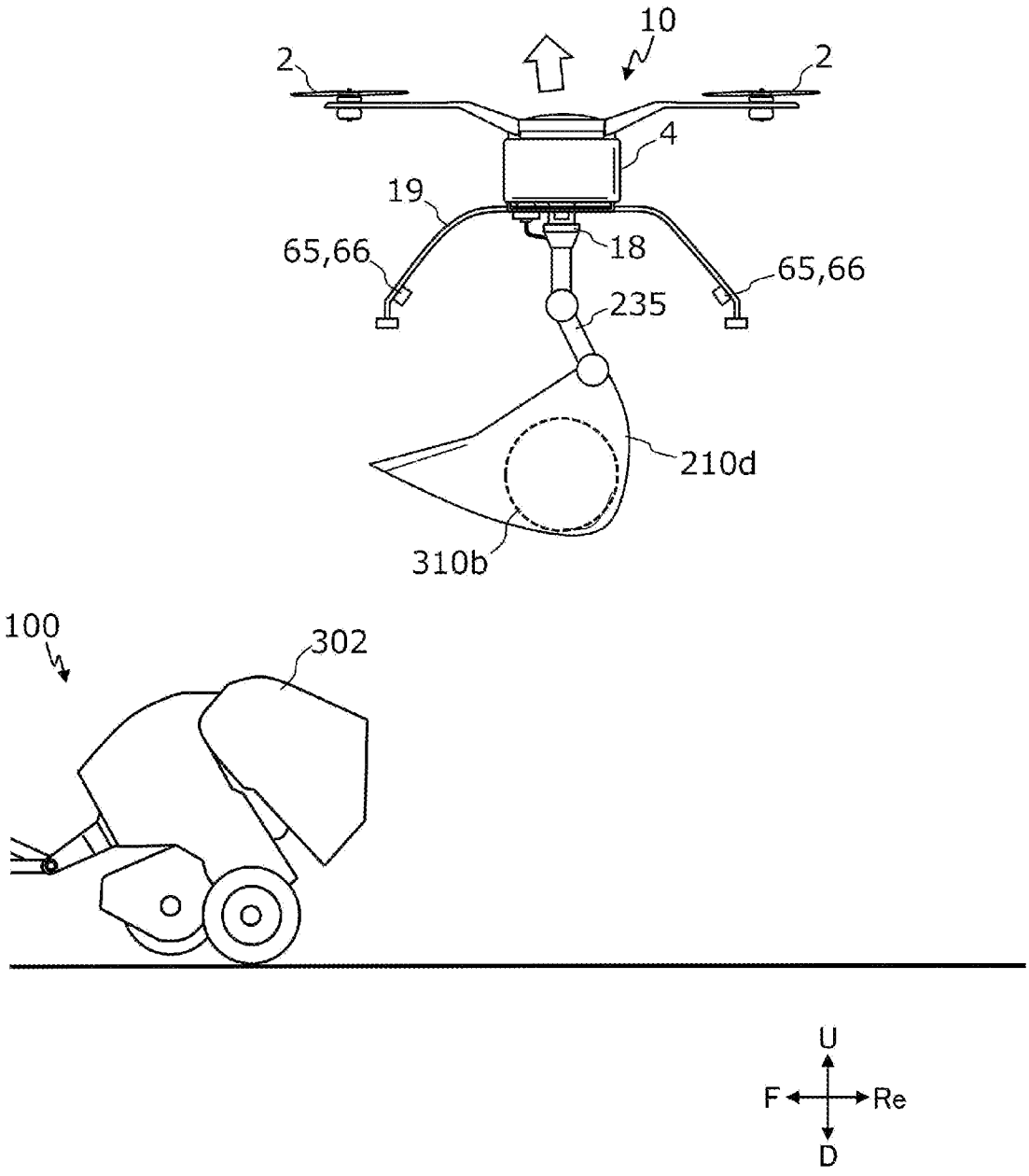
[図20A]



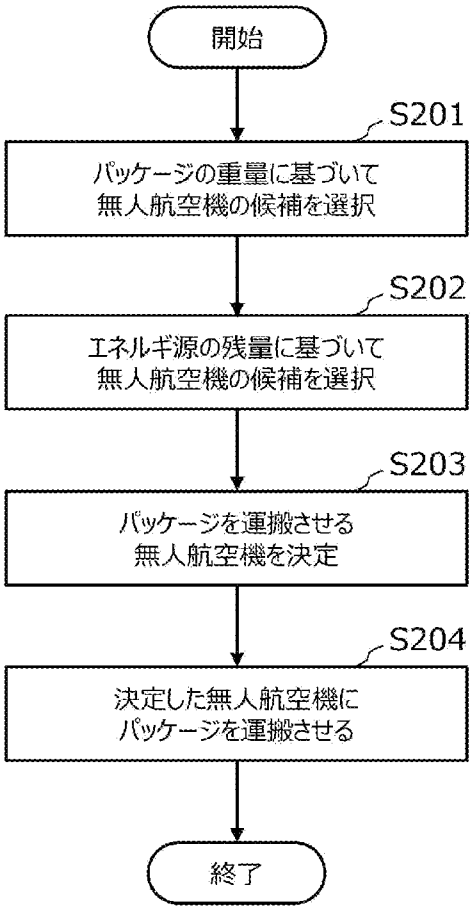
[図20B]



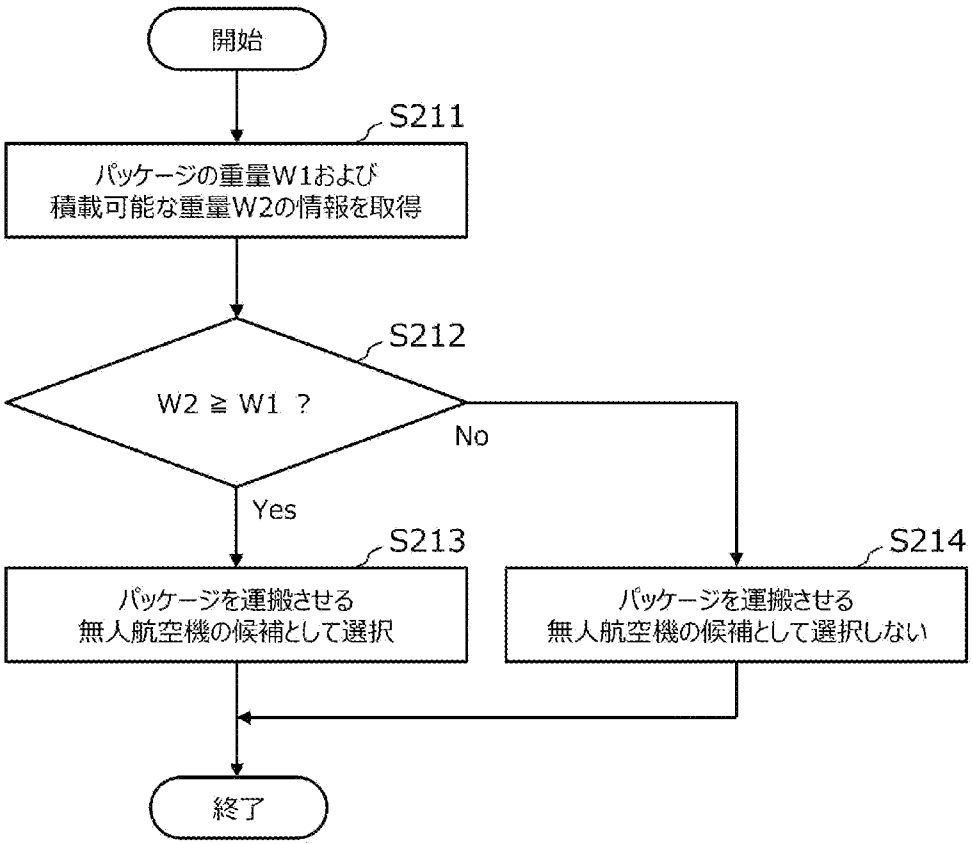
[図20C]



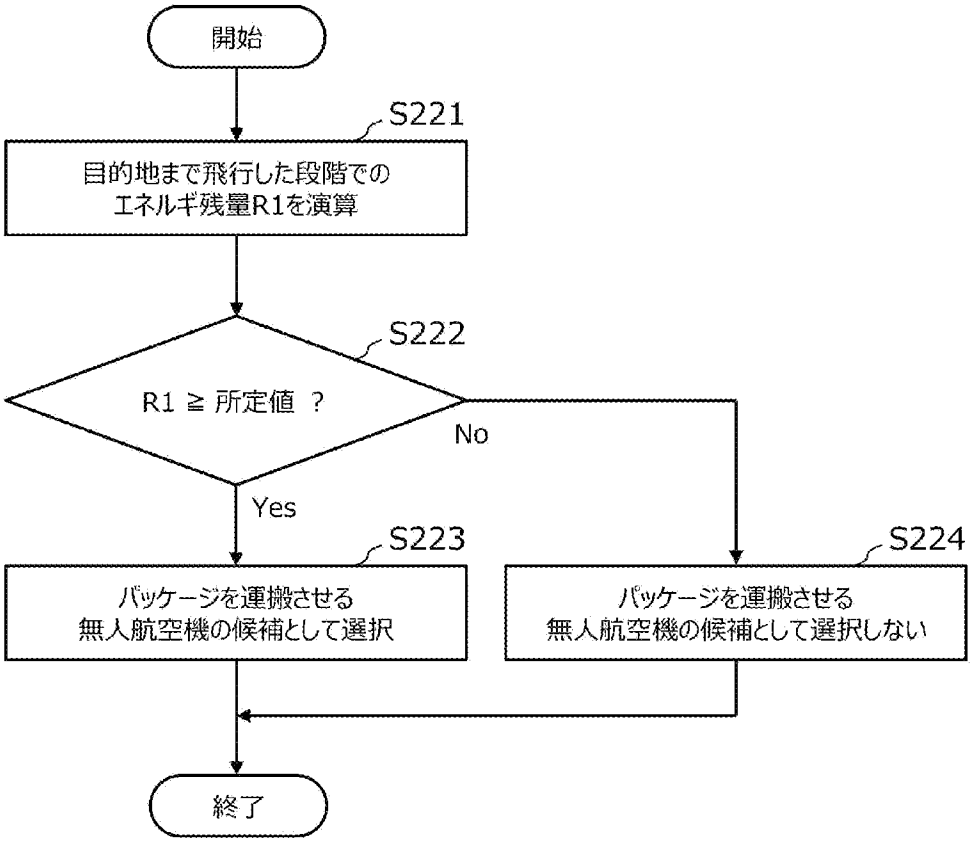
[図21]


開始
S201
パッケージの重量に基づいて
無人航空機の候補を選択
S202
エネルギ源の残量に基づいて
無人航空機の候補を選択
S203
パッケージを運搬させる
無人航空機を決定
S204
決定した無人航空機に
パッケージを運搬させる
終了

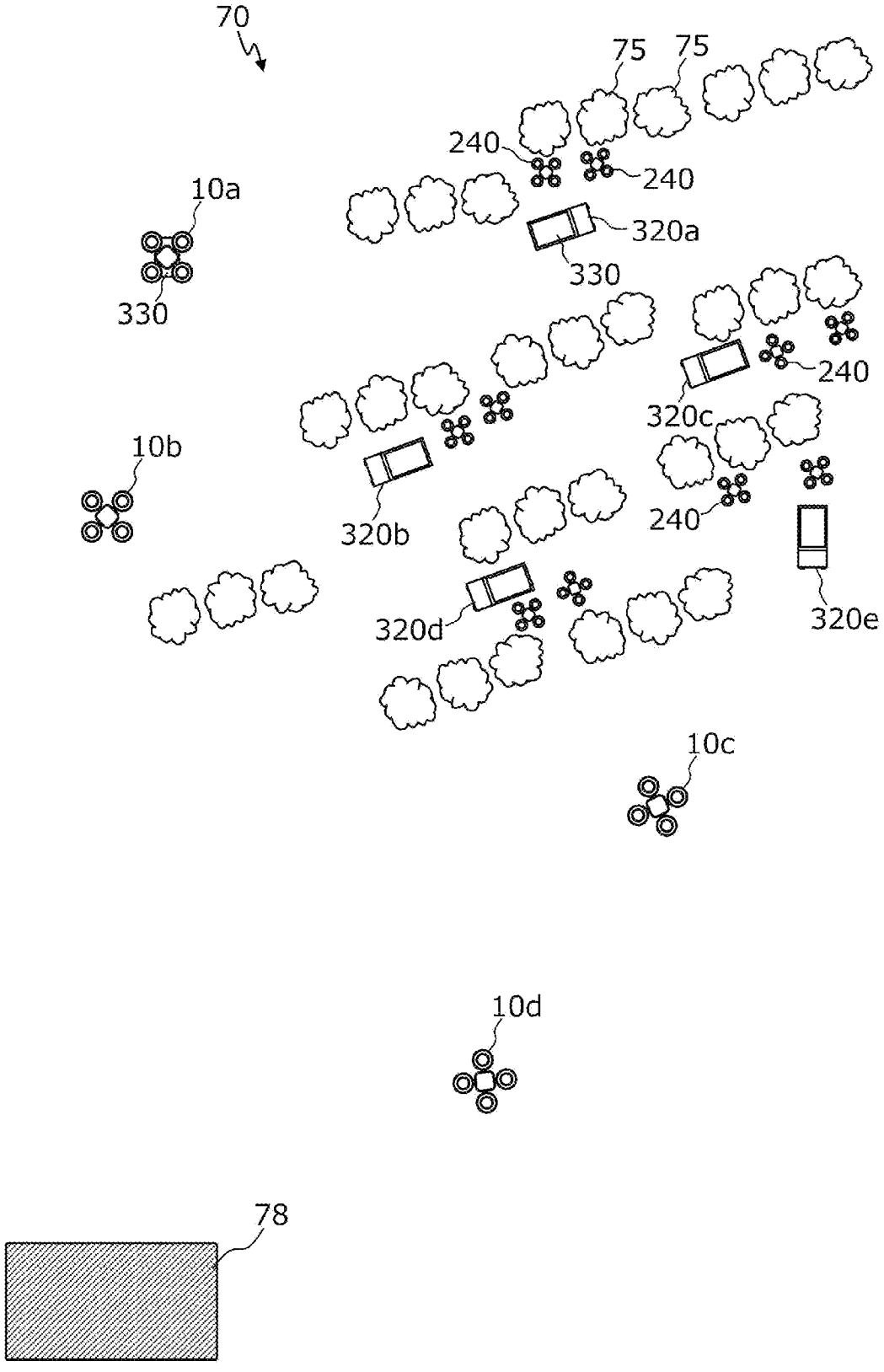
[図22]


開始
S211
パッケージの重量W1および
積載可能な重量W2の情報を取得
S212
W2 ≧ W1 ？
No
Yes
S213
パッケージを運搬させる
無人航空機の候補として選択
S214
パッケージを運搬させる
無人航空機の候補として選択しない
終了

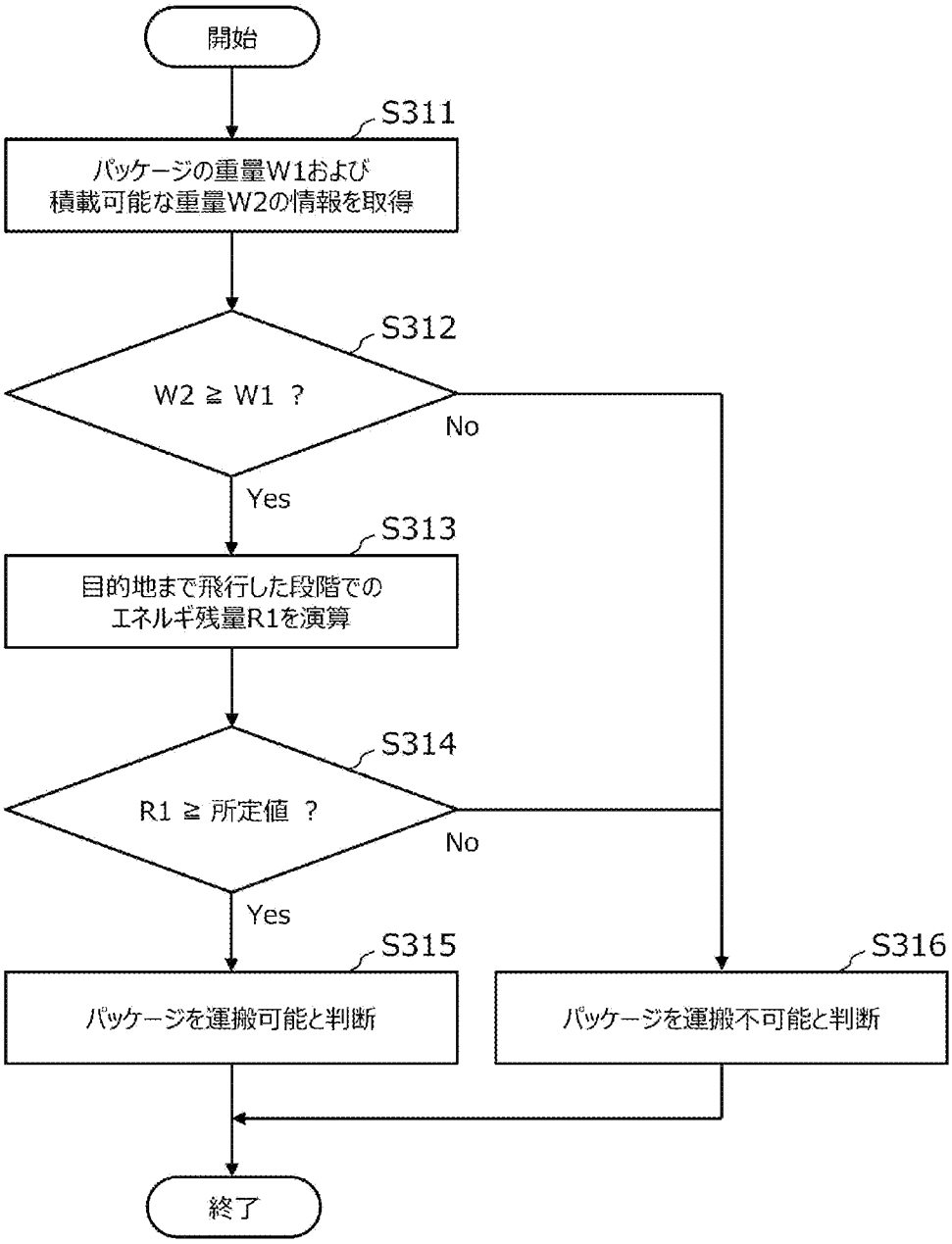
[図23]


開始
S221
目的地まで飛行した段階での
エネルギ残量R1を演算
S222
R1 ≧ 所定値 ？
No
Yes
S223
パッケージを運搬させる
無人航空機の候補として選択
S224
パッケージを運搬させる
無人航空機の候補として選択しない
終了

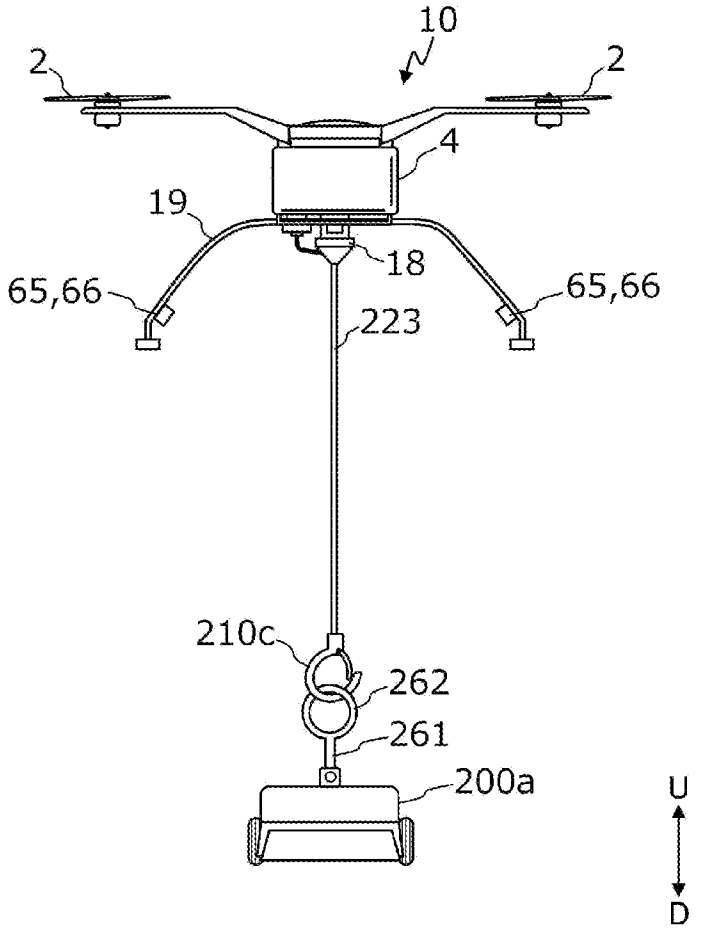
[図24]


70
75
75
240
240
10a
320a
330
330
240
320c
10b
320b
240
320d
320e
10c
10d
78

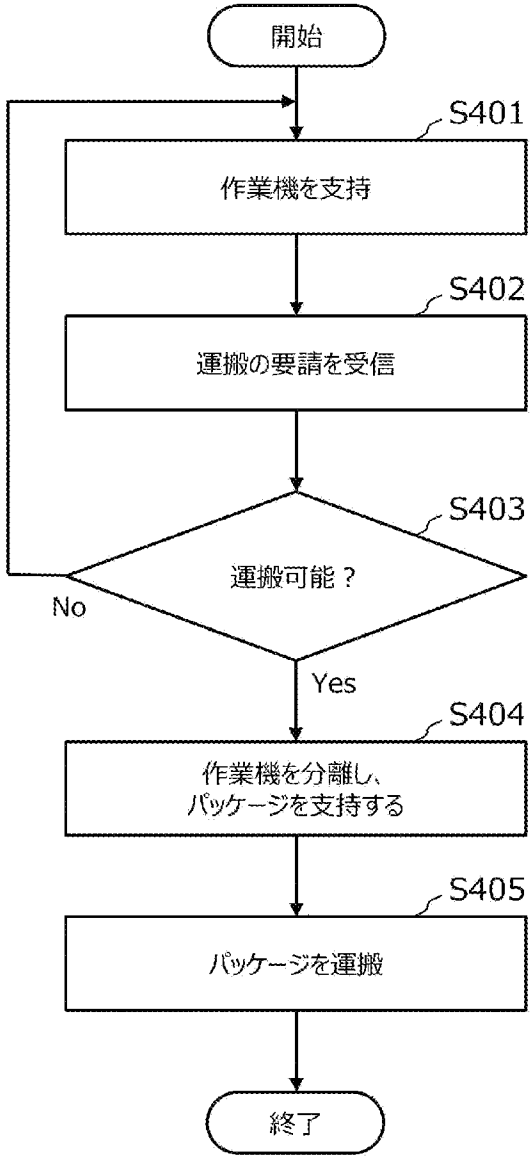
[図25]


開始
S311
パッケージの重量W1および
積載可能な重量W2の情報を取得
S312
W2 ≧ W1 ？
No
Yes
S313
目的地まで飛行した段階での
エネルギ残量R1を演算
S314
R1 ≧ 所定値 ？
No
Yes
S315
パッケージを運搬可能と判断
S316
パッケージを運搬不可能と判断
終了

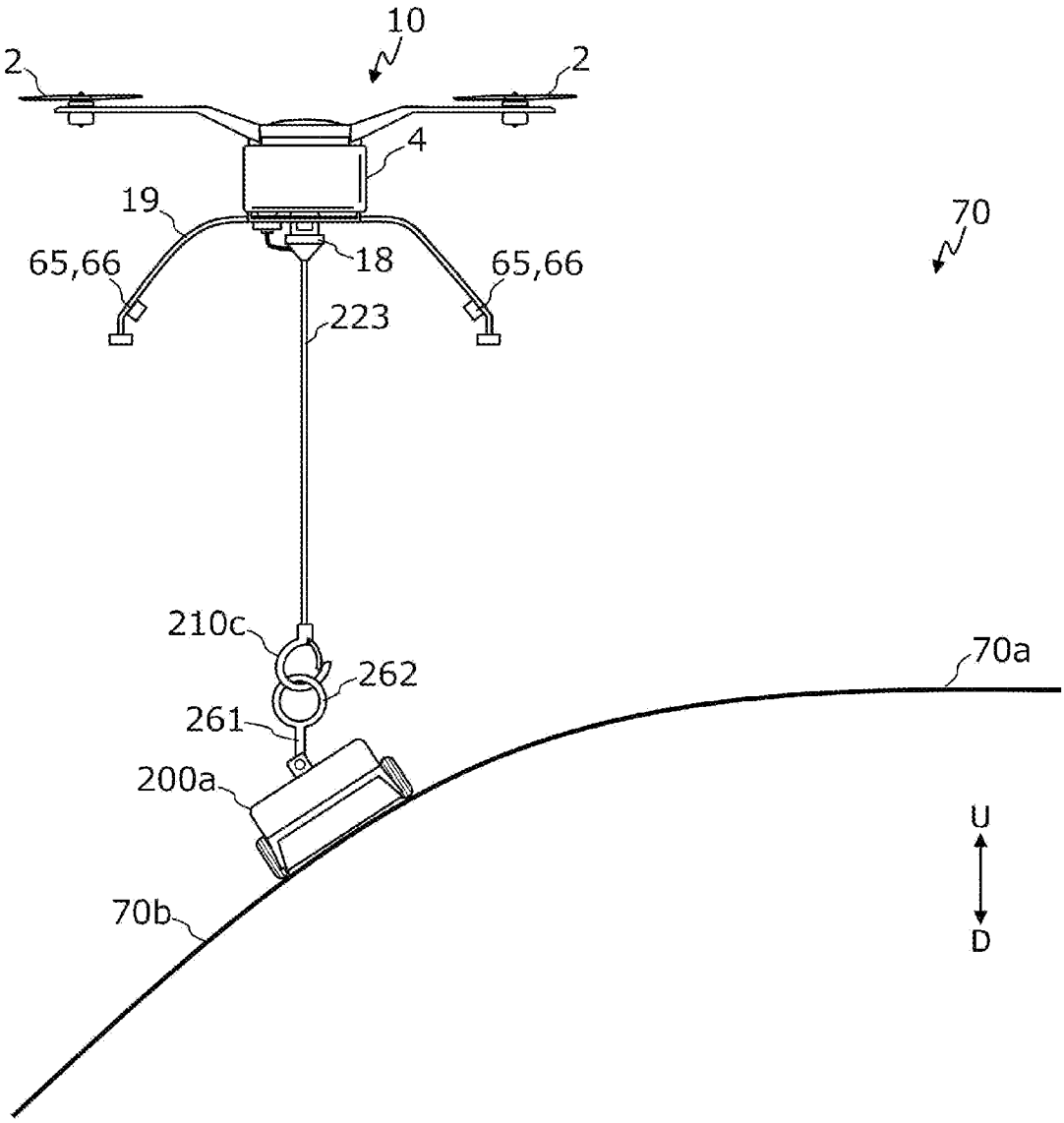
[図26]



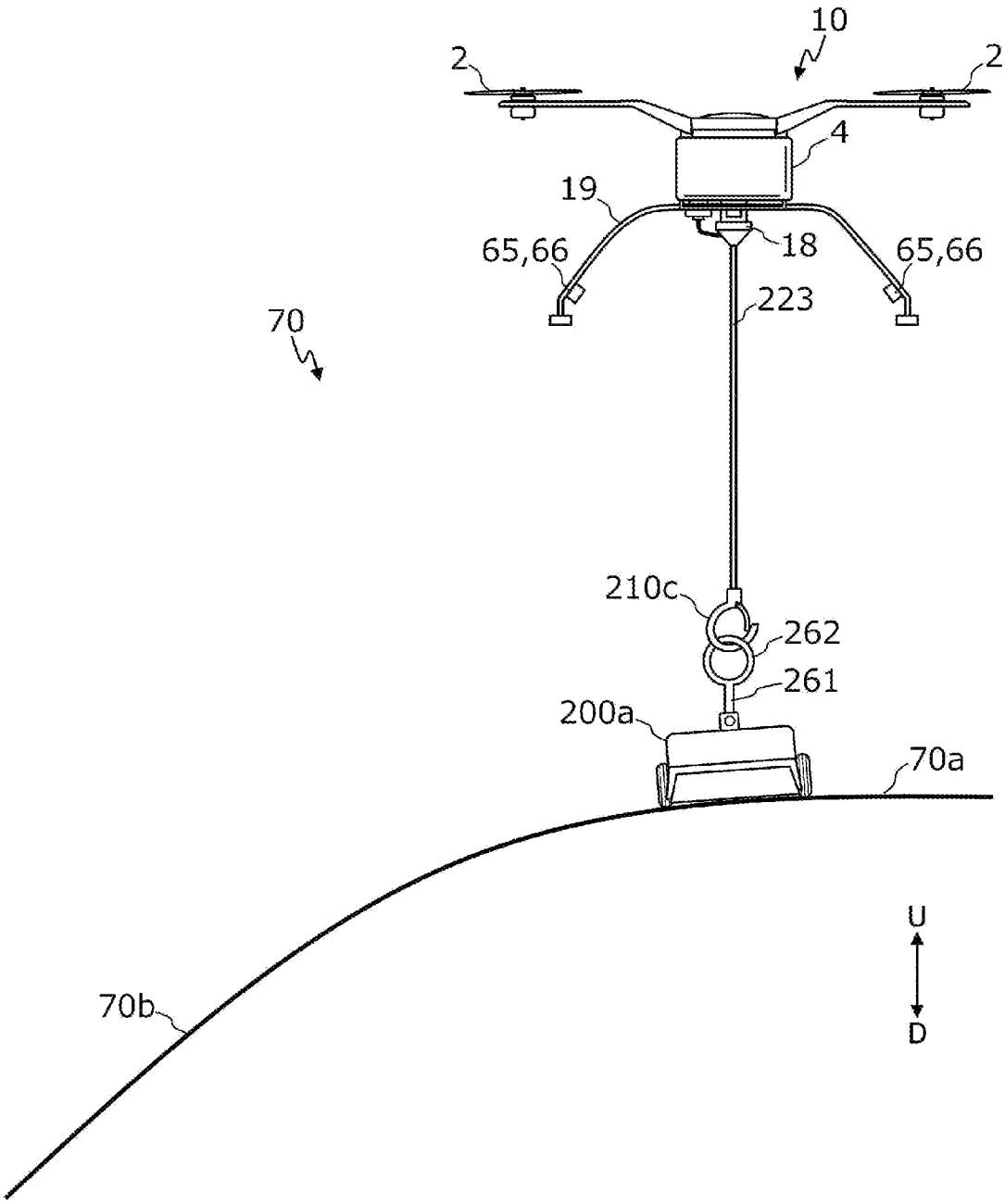
[図27]


開始
S401
作業機を支持
S402
運搬の要請を受信
S403
運搬可能？
No
Yes
S404
作業機を分離し、
パッケージを支持する
S405
パッケージを運搬
終了

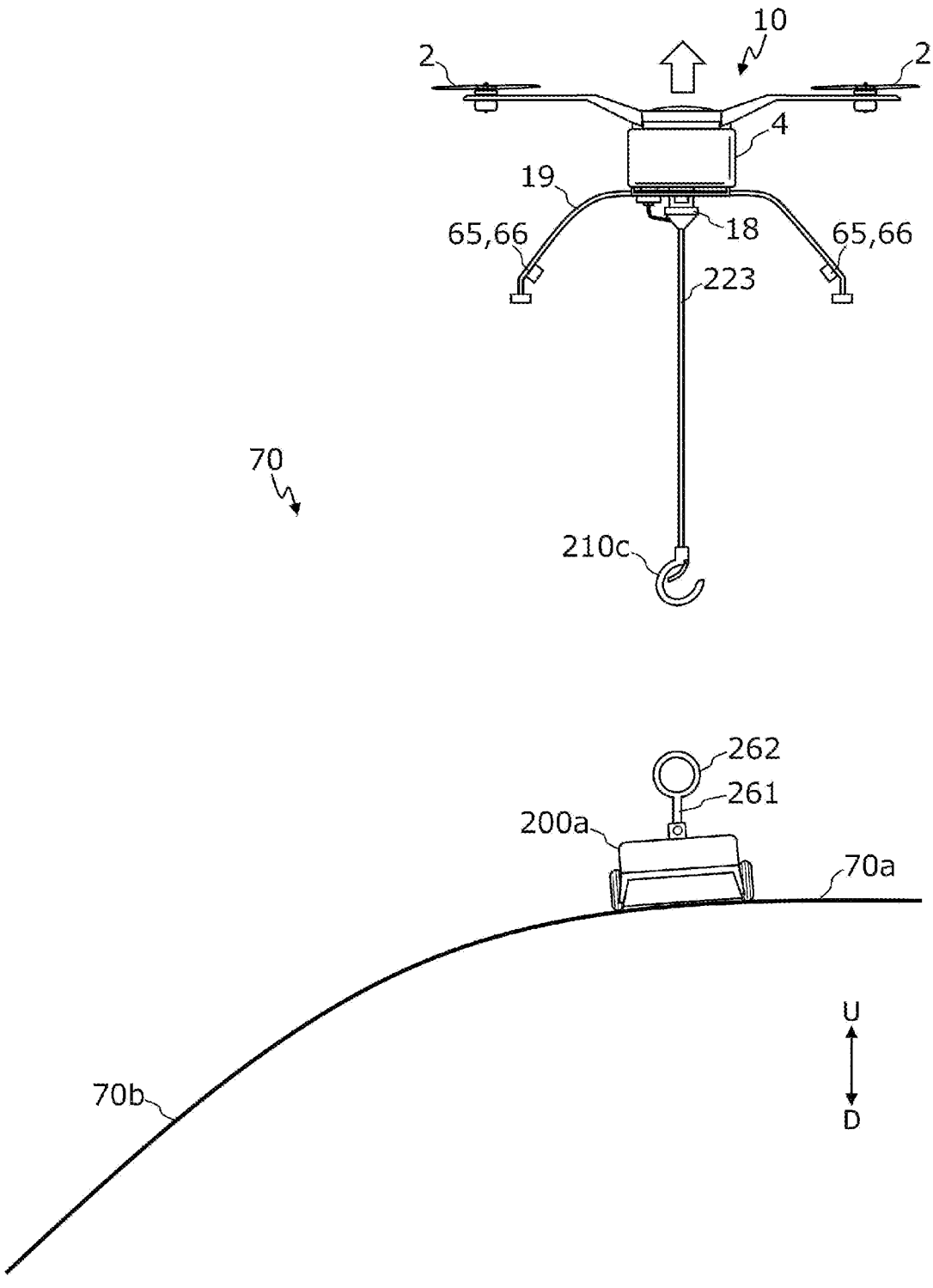
[図28A]



[図28B]



[図28C]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/004969

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A01D 90/16(2006.01)i; ***A01D 90/02***(2006.01)i; ***A01F 12/46***(2006.01)i; ***B64U 10/13***(2023.01)i; *B64U 101/40*(2023.01)n
FI: A01D90/16; A01D90/02; A01F12/46; B64U10/13; B64U101:40

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)

A01D90/16; A01D90/02; A01F12/46; B64U10/13; B64U101/40

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2019-205409 A (ISEKI & CO., LTD.) 05 December 2019 (2019-12-05) paragraphs [0020]-[0022], fig. 7	1, 16-19
A	entire text, all drawings	2-15
A	US 2021/0147080 A1 (AGCO CORP.) 20 May 2021 (2021-05-20) entire text, all drawings	1-19
A	US 2020/0319632 A1 (CNH INDUSTRIAL AMERICA LLC) 08 October 2020 (2020-10-08) entire text, all drawings	1-19
A	US 2022/0061217 A1 (TEVEL AEROBOTICS TECHNOLOGIES LTD.) 03 March 2022 (2022-03-03) entire text, all drawings	1-19
A	橋本綾子,下田亮,古谷知之. 物流用無人航空機によるミカン農家の収穫・物流システムの構築事例. 機械化農業. 01 September 2022, September 2022, pp. 33-37, (HASHIMOTO, Ayako, SHIMODA, Ryo, FURUTANI, Tomoyuki. A Case Study of a Harvesting and Logistics System for Mandarin Orange Farmers Using a Logistics Drone. Farming mechanization.) entire text, all drawings	1-19

☑ 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
14 April 2023	**09 May 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/004969

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	三輪昌史. RTK-GPSを用いた精密飛行マルチコプタによる収穫びわの運搬実験. 第38回日本ロボット学会学術講演会. October 2020, non-official translation (MIWA, Masashi. Harvested Loquat Transportation Experiment Using RTK-GPS-Equipped Precision Flight Multicopter. The 38th Annual Conference of the Robotics Society of Japan.) entire text, all drawings	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/004969

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2019-205409 A	05 December 2019	(Family: none)	
US 2021/0147080 A1	20 May 2021	(Family: none)	
US 2020/0319632 A1	08 October 2020	WO 2017/205406 A1	
		EP 3462833 A1	
		BR 112018074180 A2	
US 2022/0061217 A1	03 March 2022	WO 2020/148759 A1	
		EP 3911143 A1	
		IL 284790 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/004969

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

A01D 90/16(2006.01)i; A01D 90/02(2006.01)i; A01F 12/46(2006.01)i; B64U 10/13(2023.01)i; B64U 101/40(2023.01)n
FI: A01D90/16; A01D90/02; A01F12/46; B64U10/13; B64U101:40

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））

A01D90/16; A01D90/02; A01F12/46; B64U10/13; B64U101/40

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３年

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

JSTPlus/JST7580 (JDreamIII)

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	JP 2019-205409 A (井関農機株式会社) 05.12.2019 (2019-12-05) 段落［００２０］－［００２２］，［図７］	1, 16-19
A	全文，全図	2-15
A	US 2021/0147080 A1 (AGCO CORPORATION) 20.05.2021 (2021-05-20) 全文，全図	1-19
A	US 2020/0319632 A1 (CNH INDUSTRIAL AMERICA LLC) 08.10.2020 (2020-10-08) 全文，全図	1-19
A	US 2022/0061217 A1 (TEVEL AEROBOTICS TECHNOLOGIES LTD.) 03.03.2022 (2022-03-03) 全文，全図	1-19
A	橋本綾子、下田亮、古谷知之，物流用無人航空機によるミカン農家の収穫・物流システムの構築事例，機械化農業，2022.09.01，２０２２年９月号，pp. 33 - 37 全文，全図	1-19

☑ 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
14.04.2023	09.05.2023

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
吉田　英一 2B 9124

電話番号 03-3581-1101 内線 3237

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
A	三輪昌史，ＲＴＫ－ＧＰＳを用いた精密飛行マルチコプタによる収穫びわの運搬実験，第３８回日本ロボット学会学術講演会，2020.10 全文，全図	1-19

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/JP2023/004969

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-205409 A	05.12.2019	（ファミリーなし）	
US 2021/0147080 A1	20.05.2021	（ファミリーなし）	
US 2020/0319632 A1	08.10.2020	WO 2017/205406 A1	
		EP 3462833 A1	
		BR 112018074180 A2	
US 2022/0061217 A1	03.03.2022	WO 2020/148759 A1	
		EP 3911143 A1	
		IL 284790 A	