

(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
2022年3月3日(03.03.2022)



(10) 国際公開番号

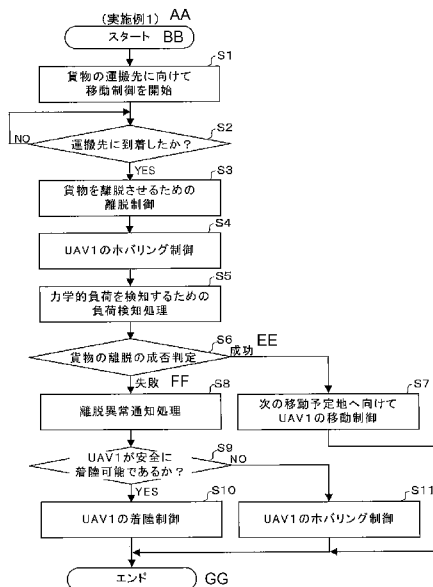
WO 2022/044147 A1

- (51) 国際特許分類:
B64C 13/18 (2006.01) B64D 1/12 (2006.01)
B64C 39/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/032114
- (22) 国際出願日: 2020年8月26日(26.08.2020)
- (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: 楽天グループ株式会社 (RAKUTEN GROUP, INC.) [JP/JP]; 〒1580094 東京都世田谷区玉川一丁目14番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 田 爪 敏 明 (TAZUME Toshiaki); 〒1580094 東京都世田谷区玉川一丁目14番1号 楽天株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人 インテクト国際特許事務所, 外 (INTECT INTERNATIONAL PATENT OFFICE et al.); 〒1020083 東京都千代田区麹町四丁目7番2号 Daiwa麹町4丁目ビル4階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: AERIAL VEHICLE, CONTROL METHOD, AND CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 航空機、制御方法、及び制御装置



- S1 Start travel control toward transport destination of cargo
S2 Is transport destination reached?
S3 Release control of releasing cargo
S4 Hovering control for UAV 1
S5 Load detection processing of detecting mechanical load
S6 Determine whether release of cargo was successful
S7 Travel control for UAV 1 toward next planned travel destination
S8 Release abnormality notification processing
S9 Does UAV 1 can safely land?
S10 Landing control for UAV 1
S11 Hovering control for UAV 1
AA (First embodiment)
BB Start
EE Successful
FF Unsuccessful
GG End

(57) Abstract: A UAV 1 carries out release control of releasing, from the UAV 1, a cargo supported by a support unit 117 or connected by a connection unit 118, and then carries out load detection processing of detecting a mechanical load applied to the support unit 117 or the connection unit 118. Thereafter, the UAV 1 carries out control which relates to the travel of the UAV 1 after the detection of the mechanical load and which varies depending on the mechanical load.

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: UAV 1 は、支持部 1 1 7 により支持または接続部 1 1 8 により接続された貨物を UAV 1 から離脱させるための離脱制御を行い、その後に、支持部 1 1 7 または接続部 1 1 8 にかかる力学的負荷を検知するための負荷検知処理を行う。そして、UAV 1 は、当該力学的負荷の検知が行われた後における UAV 1 の移動に関して、当該力学的負荷に応じて異なる制御を行う。

明 細 書

発明の名称：航空機、制御方法、及び制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、航空機に搭載された貨物を航空機から離脱させるための制御を行う方法等の技術分野に関する。

背景技術

[0002] 従来、無人で飛行可能な航空機により貨物を運搬するため、貨物を把持する把持器や、貨物が先端に接続された支持ワイヤを備える航空機が知られている。例えば、特許文献1に開示された飛行体は、基地局からの指令に基づいて把持器が開閉駆動して、荷役を行うように構成されている。また、特許文献2に開示された無人航空機は、支持ワイヤに支持された貨物を上空から地上に向かって下降させる際に貨物の着地を検知するように構成されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2018-47866号公報
特許文献2：国際公開第2017/078118号
特許文献3：国際公開第2017/053386号
特許文献4：国際公開第2017/053392号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、上述したような航空機が運搬先で人手を介さず自動的に貨物を離脱させる場合（つまり、離脱制御が行われる場合）において、当該貨物が航空機のどこかの部分に引っかかるなどの理由から、当該貨物が適切に離脱しないことがある。このことは、航空機にとって望ましくない。

[0005] そこで、貨物の離脱成否状況に応じて適切な対応を図ることが可能な航空機、制御方法、及び制御装置を提供する。

課題を解決するための手段

- [0006] 上記課題を解決するために、請求項 1 に記載の発明は、貨物を支持するための支持部、または前記貨物を接続するための接続部を備える航空機を含むシステムにより実行される制御方法であって、前記支持部により支持または前記接続部により接続された貨物を前記航空機から離脱させるための離脱制御を行う第 1 制御ステップと、前記離脱制御が行われた後に、前記支持部または前記接続部にかかる力学的負荷を検知するための負荷検知処理を行う負荷検知ステップと、前記力学的負荷の検知が行われた後における前記航空機の移動に関して、当該力学的負荷に応じて異なる制御を行う第 2 制御ステップと、を含むことを特徴とする。かかる負荷検知処理により検知された力学的負荷には貨物の離脱成否状況が反映されるので、貨物の離脱成否状況に応じて航空機に適切な対応をとらせることができる。
- [0007] 請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の制御方法において、前記制御方法は、前記力学的負荷に基づいて、前記貨物の離脱の成否判定を行う第 1 判定ステップを更に含み、前記第 2 制御ステップにおいては、前記負荷検知処理が行われた後における前記航空機の移動に関して、前記成否判定の結果に応じて異なる制御を行うことを特徴とする。これにより、貨物の離脱成否判定の結果（つまり、離脱成否状況）に応じて航空機に適切な対応をとらせることができる。
- [0008] 請求項 3 に記載の発明は、請求項 2 に記載の制御方法において、前記成否判定は、前記航空機が着陸している状態で行われ、前記第 1 判定ステップにより前記貨物の離脱が成功したと判定された場合、前記第 2 制御ステップにおいては、前記航空機を離陸させる制御を行うことを特徴とする。これにより、航空機を安全に離陸させることができる。
- [0009] 請求項 4 に記載の発明は、請求項 2 または 3 に記載の制御方法において、前記成否判定は、前記航空機が着陸している状態で行われ、前記第 1 判定ステップにより前記貨物の離脱が失敗したと判定された場合、前記第 2 制御ステップにおいては、前記航空機の離陸を制限する制御を行うことを特徴とす

る。これにより、航空機の安全を担保することができる。

[0010] 請求項 5 に記載の発明は、請求項 2 に記載の制御方法において、前記成否判定は、前記航空機が飛行している状態で行われ、前記第 1 判定ステップにより前記貨物の離脱が成功したと判定された場合、前記第 2 制御ステップにおいては、前記航空機を次の移動予定地へ向かわせる制御を行うことを特徴とする。これにより、航空機を次の移動予定地へ安全に向かわせることができる。

[0011] 請求項 6 に記載の発明は、請求項 2 または 5 に記載の制御方法において、前記成否判定は、前記航空機が飛行している状態で行われ、前記第 1 判定ステップにより前記貨物の離脱が失敗したと判定された場合、前記第 2 制御ステップにおいては、前記航空機を空中でホバリングさせる制御を行うことを特徴とする。これにより、航空機の安全を担保することができる。

[0012] 請求項 7 に記載の発明は、請求項 2 に記載の制御方法において、前記成否判定は、前記航空機が飛行している状態で行われ、前記第 1 判定ステップにより前記貨物の離脱が失敗したと判定された場合、前記第 2 制御ステップにおいては、前記航空機を着陸させる制御を行うことを特徴とする。これにより、航空機が不安定の状態での移動することを防止することができる。

[0013] 請求項 8 に記載の発明は、請求項 2 に記載の制御方法において、前記成否判定は、前記航空機が飛行している状態で行われ、前記制御方法は、前記第 1 判定ステップにより前記貨物の離脱が失敗したと判定された場合、前記航空機が安全に着陸可能であるか否かを判定する第 2 判定ステップを更に含み、前記第 2 判定ステップにより前記航空機が安全に着陸可能であると判定された場合、前記第 2 制御ステップにおいては、前記航空機を着陸させる制御を行うことを特徴とする。これにより、航空機をより安全に着陸させることができる。

[0014] 請求項 9 に記載の発明は、請求項 8 に記載の制御方法において、前記第 2 判定ステップにおいては、前記航空機が備える光学センサにより検知された検知データに基づいて、前記航空機が安全に着陸可能であるか否かを判定す

ることを特徴とする。これにより、航空機が安全に着陸可能であるか否かの判定精度を高めることができる。

[0015] 請求項 10 に記載の発明は、請求項 8 に記載の制御方法において、前記接続部は、前記貨物が接続されるワイヤと、前記ワイヤの送り出しまたは巻き取りを行うリールとを含み、前記第 2 判定ステップにおいては、前記ワイヤの巻き取り量に基づいて、前記航空機が安全に着陸可能であるか否かを判定することを特徴とする。これにより、航空機が安全に着陸可能であるか否かの判定精度を高めることができる。

[0016] 請求項 11 に記載の発明は、請求項 1 乃至 10 の何れか一項に記載の制御方法において、前記負荷検知ステップにおいては、前記航空機が備える重量センサにより検知された重量データに基づいて、前記負荷検知処理を行うことを特徴とする。これにより、前記支持部または前記接続部にかかる力学的負荷をより簡単に検知することができる。

[0017] 請求項 12 に記載の発明は、請求項 11 に記載の制御方法において、前記負荷検知処理は、前記航空機がホバリングしている状態で行われることを特徴とする。これにより、前記支持部または前記接続部にかかる力学的負荷の検知精度を高めることができる。

[0018] 請求項 13 に記載の発明は、請求項 11 または 12 に記載の制御方法において、前記支持部は、前記貨物を収納するための収納体を含み、前記負荷検知ステップにおいては、前記重量センサにより検知された、前記収納体の重量データに基づいて、前記負荷検知処理を行うことを特徴とする。これにより、前記支持部または前記接続部にかかる力学的負荷の検知精度を高めることができる。

[0019] 請求項 14 に記載の発明は、請求項 1 乃至 13 の何れか一項に記載の制御方法において、前記支持部は、前記貨物を支持または解放するための機構を含み、前記制御方法は、前記機構の解放動作を検知するための解放動作検知処理を行う解放動作検知ステップを更に含み、前記負荷検知ステップにおいては、前記解放動作検知処理により前記機構の解放動作が検知された後に前

記負荷検知処理を行うことを特徴とする。これにより、前記支持部の機構に異常が生じているのか、または、当該機構は正常に動作したにも関わらず貨物が解放されていないのかについて異常の切り分けを行うことができる。

[0020] 請求項 15 に記載の発明は、請求項 1 乃至 13 の何れか一項に記載の制御方法において、前記接続部は、前記貨物を接続または解放するための機構を含み、前記制御方法は、前記機構の解放動作を検知するための解放動作検知処理を行う解放動作検知ステップを更に含み、前記負荷検知ステップにおいては、前記解放動作検知処理により前記機構の解放動作が検知された後に前記負荷検知処理を行うことを特徴とする。これにより、前記接続部の機構に異常が生じているのか、または、当該機構は正常に動作したにも関わらず貨物が解放されていないのかについて異常の切り分けを行うことができる。

[0021] 請求項 16 に記載の発明は、請求項 14 または 15 に記載の制御方法において、前記離脱制御は、前記機構に解放動作させる制御を含むことを特徴とする。

[0022] 請求項 17 に記載の発明は、請求項 16 に記載の制御方法において、前記機構は、前記アクチュエータを含み、前記解放動作は、前記アクチュエータの駆動により行われることを特徴とする。

[0023] 請求項 18 に記載の発明は、請求項 16 に記載の制御方法において、前記機構は、前記電磁石を含み、前記解放動作は、前記電磁石への通電停止により行われることを特徴とする。

[0024] 請求項 19 に記載の発明は、貨物を支持するための支持部、または前記貨物を接続するための接続部と、前記支持部により支持または前記接続部により接続された貨物を前記航空機から離脱させるための離脱制御を行う第 1 制御部と、前記離脱制御が行われた後に、前記支持部または前記接続部にかかる力学的負荷を検知するための負荷検知処理を行う負荷検知部と、前記力学的負荷の検知が行われた後における前記航空機の移動に関して、当該力学的負荷に応じて異なる制御を行う第 2 制御部と、を備えることを特徴とする。

[0025] 請求項 20 に記載の発明は、貨物を支持するための支持部、または前記貨

物を接続するための接続部を備える航空機を制御する制御装置であって、前記支持部により支持または前記接続部により接続された貨物を前記航空機から離脱させるための離脱制御を行う第 1 制御部と、前記離脱制御が行われた後に、前記支持部または前記接続部にかかる力学的負荷を検知するための負荷検知処理を行う負荷検知部と、前記力学的負荷の検知が行われた後における前記航空機の移動に関して、当該力学的負荷に応じて異なる制御を行う第 2 制御部と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0026] 本発明によれば、貨物の離脱成否状況に応じて航空機に適切な対応をとらせることができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]貨物運搬システム S の概要構成例を示す図である。

[図2]UAV 1 の概要構成例を示す図である。

[図3]支持部 1 1 7 を備える UAV 1 の外観の一例を示す図である。

[図4]接続部 1 1 8 を備える UAV 1 の外観の一例を示す図である。

[図5]制御部 1 6 における機能ブロック例を示す図である。

[図6]UAV 1 が着陸している状態で離脱制御が行われる様子を示す図である。

[図7]UAV 1 がホバリングしている状態で離脱制御が行われる様子を示す図である。

[図8]実施例 1 における UAV 1 の制御部 1 6 の処理の一例を示すフローチャートである。

[図9]実施例 2 における UAV 1 の制御部 1 6 の処理の一例を示すフローチャートである。

[図10]実施例 3 における UAV 1 の制御部 1 6 の処理の一例を示すフローチャートである。

[図11]実施例 4 における UAV 1 の制御部 1 6 の処理の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、図面を参照して本発明の一実施形態について説明する。なお、以下の実施形態は、貨物を運搬する貨物運搬システムに対して本発明を適用した場合の実施形態である。

[0029] 〔1. 貨物運搬システムSの構成及び動作概要〕

先ず、図1を参照して、本実施形態に係る貨物運搬システムSの構成及び動作概要について説明する。図1は、貨物運搬システムSの概要構成例を示す図である。図1に示すように、貨物運搬システムSは、大気中（空中）を飛行する無人航空機（以下、「UAV（Unmanned Aerial Vehicle）」と称する）1、及び運航管理システム（以下、「UTMS（UAV Traffic Management System）」と称する）2を含んで構成される。UAV 1、及びUTMS 2は、通信ネットワークNWを介して互いに通信可能になっている。通信ネットワークNWは、例えば、インターネット、移動体通信ネットワーク及びその無線基地局等から構成される。なお、図1の例では、1つのUAV 1を示すが実際には複数存在してよい。

[0030] UAV 1は、貨物の運搬（例えば、配送）のために、地上からオペレータによる遠隔操縦に従って飛行、または自律的に飛行することが可能になっている。UAV 1は、ドローン、またはマルチコプタとも呼ばれる。貨物の例として、商品、宅配物、避難物資、救援物資等が挙げられるが、UAV 1が運搬できる貨物であればどのような物品であってもよい。UAV 1は、貨物の運搬先（移動予定地の一例）において貨物を離脱（換言すると、切り離し）する。なお、UAV 1は、GCS（Ground Control Station）により管理され、地上からオペレータにより遠隔操作可能になっている。GCSは、例えば、アプリケーションとして通信ネットワークNWに接続可能な操縦端末に搭載される。この場合、オペレータは、例えば、操縦端末を操作する人、または操縦端末が備えるコントローラである。或いは、GCSは、サーバ等によりシステム化されてもよい。この場合、オペレータは、例えば、システム管理者、またはサーバが備えるコントローラである。

[0031] UTMS 2は、制御サーバCSを含む1以上のサーバ等を備えて構成される。U

TMS 2 は、UAV 1 の運航を管理する。UAV 1 の運航管理には、UAV 1 の運航計画の管理、UAV 1 の飛行状況の管理、及びUAV 1 の制御が含まれる。UAV 1 の運航計画とは、UAV 1 の出発地点（飛行開始地点）から貨物の運搬先（経由地点、または目的地）までの飛行経路（予定経路）等を含む飛行計画である。飛行経路は、例えば、その経路上の緯度及び経度で表され、飛行高度を含んでもよい。UAV 1 の飛行状況の管理は、UAV 1 の航空機情報に基づいて行われる。UAV 1 の航空機情報には、少なくともUAV 1 の位置情報が含まれる。UAV 1 の位置情報は、UAV 1 の現在位置を示す。UAV 1 の現在位置とは、飛行中のUAV 1 の飛行位置である。UAV 1 の航空機情報には、UAV 1 の速度情報等が含まれてもよい。速度情報は、UAV 1 の飛行速度を示す。

[0032] [2. UAV 1 の構成及び機能概要]

次に、図 2 等を参照してUAV 1 の構成及び機能概要について説明する。図 2 は、UAV 1 の概要構成例を示す図である。図 2 に示すように、UAV 1 は、貨物搭載部 1 1、駆動部 1 2、測位部 1 3、撮像部 1 4、無線通信部 1 5、及び制御部 1 6 等を備える。制御部 1 6 は、制御装置の一例である。図示しないが、UAV 1 は、水平回転翼であるロータ（プロペラ）、各種センサ、及びUAV 1 の各部へ電力を供給するバッテリー等を備える。各種センサには、3 軸加速度センサ、及び地磁気センサ等が含まれる。また、各種センサには、重量センサ、トルクセンサ、光学センサ、及び超音波センサのうち少なくとも何れかのセンサが含まれてもよい。各種センサにより検知された検知データは、制御部 1 6 へ出力される。なお、UAV 1 は、音声を出力するためのスピーカを備えてもよい。

[0033] 貨物搭載部 1 1 は、1 または複数の貨物を搭載するものであり、搭載された貨物を支持するための支持部 1 1 7 と該貨物を接続するための接続部 1 1 8 との少なくとも何れか一方を含む。図 3 は、支持部 1 1 7 を備えるUAV 1 の外観の一例を示す図である。支持部 1 1 7 は、図 3 に示すように、貨物 C を収納するための収納体 1 1 7 a と、貨物 C を支持または解放するための駆動機構 1 1 7 b とを含む。収納体 1 1 7 a は、複数の貨物 C を収納可能に構成

されてもよい。駆動機構 117b は、制御部 16 から出力される制御信号（電気信号）を機械的動作に変換するアクチュエータを含む。アクチュエータは、例えばモータ等を含んで構成される。また、収納体 117a は、貨物 C を受ける貨物受け 117a1 を含む。貨物受け 117a1 は、駆動機構 117b により矢印方向に回転駆動する（つまり、貨物受け 117a1 が閉状態から開状態に移行する）。このような回転駆動（換言すると、解放動作）により、支持部 117 から貨物 C が解放（この例では、落下）される。かかる解放動作は、駆動機構 117b におけるアクチュエータの駆動により行われる。

[0034] なお、図 3 の例では、収納体 117a により貨物 C の側面が覆われていないため、収納体 117a の外側から貨物 C が視認可能になっている。しかし、収納体 117a は、貨物 C の側面を覆うように箱状に構成されてもよい。つまり、収納体 117a は、収納箱として構成されてもよい。この場合、収納体 117a の外側から貨物 C が視認不能となる。また、支持部 117 は、貨物 C を支持するために、貨物受け 117a1 に代えて、貨物 C（または、貨物 C に取り付けられたリング）を把持可能なキャッチャー（または、アーム）を含んでもよい。この場合の解放動作も、駆動機構 117b におけるアクチュエータの駆動により行われる。或いは、支持部 117 は、貨物 C を支持するために、駆動機構 117b 及び貨物受け 117a1 に代えて、貨物 C に取り付けられた磁石を磁力により引き寄せ可能な電磁石を有する駆動機構を含んでもよい。この場合の解放動作は、当該電磁石への通電停止により行われる。

[0035] 図 4 は、接続部 118 を備える UAV 1 の外観の一例を示す図である。接続部 118 は、図 4 に示すように、貨物 C に取り付けられたリング R を引っ掛けるフック 118a と、フック 118a を介して貨物 C が接続されるワイヤ 118b と、ワイヤ 118b の送り出しまたは巻き取りを行うリール（ウインチ）118c とを含む。リール 118c は、モータを含み、制御部 16 により駆動制御される。フック 118a は、複数の貨物 C に取り付けられたリン

グRを引っ掛けるものであってもよい。また、フック118aは、貨物Cを自動的に接続または解放するための駆動機構を含んでもよい。当該駆動機構の動作（つまり、フック118aの開閉動作）は、当該駆動機構におけるアクチュエータの駆動により行われる。なお、接続部118は、貨物Cを接続するために、フック118aに代えて、貨物C自体（または、貨物Cに取り付けられたリングR）を把持可能なキャッチャー（または、アーム）を含んでもよい。或いは、接続部118は、貨物Cを接続するために、フック118aに代えて、貨物Cに取り付けられた磁石を磁力により引き寄せ可能な電磁石を有する駆動機構を含んでもよい。この場合の解放動作は、当該電磁石への通電停止により行われる。

[0036] 駆動部12は、モータ及び回転軸等を備える。駆動部12は、制御部16から出力された制御信号に従って駆動するモータ及び回転軸等により複数のロータを回転させる。測位部13は、電波受信機、及び高度センサ（例えば、気圧センサやTOFセンサ）等を備える。測位部13は、例えば、GNSS（Global Navigation Satellite System）の衛星から発信された電波を電波受信機により受信し、当該電波に基づいてUAV1の水平方向の現在位置（緯度及び経度）を検出する。UAV1の現在位置は、飛行中のUAV1の飛行位置である。なお、UAV1の水平方向の現在位置は、撮像部14により撮像された画像データや上記無線基地局から発信された電波に基づいて補正されてもよい。

[0037] さらに、測位部13は、高度センサによりUAV1の垂直方向の現在位置（高度）を検出してもよい。測位部13により検出された現在位置を示す位置情報は、制御部16へ出力される。撮像部14は、カメラ（RGBカメラまたは赤外線カメラ）を備える。撮像部14は、カメラの画角に収まる範囲内の実空間を連続的に撮像する。撮像部14により撮像された画像データは、制御部16へ出力される。無線通信部15は、通信ネットワークNWを介して行われる通信の制御を担う。

[0038] 制御部16は、プロセッサであるCPU（Central Processing Unit）、ROM（Read Only Memory）、RAM（Random Access Memory）、及び不揮発

性メモリ等を備える。図5は、制御部16における機能ブロック例を示す図である。制御部16は、例えばROMまたは不揮発性メモリに記憶されたプログラムに従って、図5に示すように、離脱制御部16a、負荷検知処理部16b、離脱成否判定部16c、及び機体制御部16d等として機能する。ここで、離脱制御部16aは、第1制御部の一例である。機体制御部16dは、第2制御部の一例である。なお、不揮発性メモリには、UAV1を識別する機体ID、及び制御サーバCSへアクセスするためのアドレス情報が記憶されている。制御部16は、UAV1の機体ID及び航空機情報を、一定間隔または不定間隔で無線通信部15を介して制御サーバCSへ送信する。

[0039] 離脱制御部16aは、UAV1が飛行している状態、またはUAV1が着陸している状態において、支持部117により支持された貨物C、または接続部118により接続された貨物CをUAV1から離脱させるための離脱制御を行う。ここで、UAV1が飛行している状態とは、UAV1が空中を移動（つまり、水平方向、垂直方向、または斜め方向に移動）している状態、またはUAV1がホバリングしている（つまり、UAV1が空中で静止している）状態である。ただし、UAV1がホバリングしている状態は、UAV1が空中で完全に静止した状態に限定されず、UAV1が多少の移動が発生してもよい（つまり、UAV1が着陸せず空中に浮いていればよい）。

[0040] UAV1から貨物Cを離脱させるため離脱制御は、離脱制御部16aが支持部117または接続部118へ制御信号を出力することにより行われる。かかる離脱制御には、例えば、支持部117または接続部118の駆動機構に解放動作させる制御が含まれる。ここで、支持部117の駆動機構に解放動作させる制御は、UAV1が着陸している状態で行われることが望ましいが、UAV1が飛行している状態で行われてもよい。図6は、UAV1が着陸している状態で離脱制御が行われる様子を示す図である。図6の例では、運搬先の地面に設置されたポート（離着陸施設）Pに着陸しているUAV1から貨物Cが地面方向に解放される。ただし、貨物の種類（例えば、落下させても壊れない物）によっては、運搬先の地面に設置されたポートPの上空にホバリングしてい

るUAV 1 から貨物Cが地面方向に投下されてもよい。なお、上述した電磁石を有する駆動機構が支持部 1 1 7 に含まれる場合、上記離脱制御は、UAV 1 が着陸している状態で当該電磁石への通電を停止させる制御（つまり、当該電磁石を有する駆動機構に解放動作させる制御）である。

[0041] 一方、接続部 1 1 8 の駆動機構に解放動作させる制御は、UAV 1 がホバリングしている状態で行われる。図 7 は、UAV 1 がホバリングしている状態で離脱制御が行われる様子を示す図である。図 7 の例では、運搬先の地面に設置されたポート P の上空にホバリングしているUAV 1 からワイヤ 1 1 8 b の送り出しが行われることによって貨物Cが地面方向に降下されている。なお、接続部 1 1 8 の駆動機構に解放動作させる制御は、UAV 1 が着陸状態で行われてもよい。また、図 7 の例において、貨物Cがフック 1 1 8 a から手動で外される場合、上記離脱制御は、接続部 1 1 8 のリール 1 1 8 c にワイヤ 1 1 8 b を送り出させる（つまり、貨物Cを降下させる）制御ということもできる。また、上述した電磁石を有する駆動機構が接続部 1 1 8 に含まれる場合、上記離脱制御は、例えば貨物Cがポート P に着地している状態で当該電磁石への通電を停止させる制御である。

[0042] 負荷検知処理部 1 6 b は、上記離脱制御が行われた後に、支持部 1 1 7 または接続部 1 1 8 にかかる力学的負荷（換言すると、支持部 1 1 7 または接続部 1 1 8 に作用する力学的負荷）を検知するための負荷検知処理を行う。例えば、負荷検知処理部 1 6 b は、UAV 1 が備える重量センサにより検知された重量データに基づいて、上記負荷検知処理を行うことにより、支持部 1 1 7 または接続部 1 1 8 にかかる力学的負荷をより簡単に検知することができる。この場合、力学的負荷は、重量で表される。重量センサは、UAV 1 において貨物Cの重量を検知可能な位置に取り付けられる。なお、上記負荷検知処理は、UAV 1 が空中を移動している状態と、UAV 1 がホバリングしている状態との何れの状態でも実行可能であるが、UAV 1 がホバリングしている状態で行われた方が上記重量データをより正確に検知することができる。

[0043] 図 3 の例では、重量センサWS 1 が収納体 1 1 7 a の上部に取り付けられ

ている。この場合、負荷検知処理部 16 b は、重量センサ WS 1 により検知された、支持部 117（収納体 117 a）の重量を示す重量データに基づいて、支持部 117 にかかる力学的負荷を検知するための負荷検知処理を行う。これにより、支持部 117 にかかる力学的負荷の検知精度を高めることができる。例えば、貨物 C が支持部 117 から解放されている場合、収納体 117 a の重量には貨物 C の重量は含まれていないので、検知された重量は小さくなる（つまり、力学的負荷が軽い）。一方、貨物 C が支持部 117 から解放されていない場合、収納体 117 a の重量には貨物 C の重量が含まれているので、検知された重量は大きくなる。貨物 C が支持部 117 から解放されていない場合には、例えば、貨物 C が収納体 117 a 内に引っかかっていることで支持部 117 から完全に解放されていない場合も含まれる。

[0044] なお、重量センサ WS 1 は、貨物受け 117 a 1 が閉状態で貨物 C の重量だけを検知できるように貨物受け 117 a 1 に取り付けられてもよい。この場合、貨物受け 117 a 1 が開状態になると、貨物 C の重量が検知されなくなる（つまり、貨物 C からの圧力がなくなる）ので、貨物 C が解放されたものと推定される。ただし、この場合、貨物 C が収納体 117 a 内に引っかかっていると、貨物 C が解放されていないに関わらず、貨物 C の重量が検知されなくなる（つまり、貨物 C が解放されたものと誤推定される）。そのため、図 3 に示すように、重量センサ WS 1 が収納体 117 a の上部に取り付けられている方が、支持部 117 の全体にかかる力学的負荷の検知精度を高めることができる。

[0045] 一方、図 4 の例では、重量センサ WS 2 がリール 118 c の上部に取り付けられている。この場合、負荷検知処理部 16 b は、重量センサ WS 2 により検知された、接続部 118 の重量を示す重量データに基づいて、接続部 118 にかかる力学的負荷を検知するための負荷検知処理を行う。これにより、接続部 118 にかかる力学的負荷の検知精度を高めることができる。例えば、貨物 C が接続部 118 から解放されている場合、接続部 118 の重量には貨物 C の重量は含まれていないので、検知された重量は小さくなる。一方

、貨物Cが接続部118から解放されていない場合、接続部118の重量には貨物Cの重量が含まれているので、検知された重量は大きくなる。貨物Cが接続部118から解放されていない場合には、例えば、貨物Cがワイヤ118bやフック118aに引っかかっていることで接続部118から完全に解放されていない場合も含まれる。

[0046] また、重量センサが用いられることなく、上記力学的負荷が検知されてもよい。例えば、負荷検知処理部16bは、UAV1がホバリングしている状態で、ロータのモータの回転数を検知し、検知された回転数に基づいて、上記負荷検知処理を行ってもよい。この場合、力学的負荷は、単位時間あたりの回転数で表される。例えば、貨物Cが支持部117または接続部118から解放されている場合、支持部117または接続部118は軽くなるので、検知された回転数は小さくなる。一方、貨物Cが支持部117または接続部118から解放されていない場合、支持部117または接続部118は重くなるので、検知された回転数は大きくなる。

[0047] 別の例として、負荷検知処理部16bは、所定の回転数となるようにロータのモータを制御した状態で、高度センサにより検知された飛行高度（高度差）と時間とからUAV1の上昇速度を算出してもよい。そして、負荷検知処理部16bは、当該算出された上昇速度に基づいて、支持部117または接続部118にかかる力学的負荷を検知するための負荷検知処理を行ってもよい。この場合、支持部117または接続部118にかかる力学的負荷は、上昇速度で表される。例えば、貨物Cが支持部117または接続部118から解放されている場合、支持部117または接続部118は軽くなるので、算出された上昇速度は速くなる。一方、貨物Cが支持部117または接続部118から解放されていない場合、支持部117または接続部118は重くなるので、算出された上昇速度は遅くなる。

[0048] 或いは、UAV1が接続部118を備える場合、負荷検知処理部16bは、トルクセンサによりリール118cのモータのトルクを計測してもよい。そして、負荷検知処理部16bは、当該計測されたトルクに基づいて、接続部1

18にかかる力学的負荷を検知するための負荷検知処理を行ってもよい。この場合、接続部118にかかる力学的負荷は、トルクで表される。例えば、貨物Cが接続部118から解放されている場合、接続部118は軽くなるので、測定されたトルクは小さくなる。一方、貨物Cが接続部118から解放されていない場合、接続部118は重くなるので、測定されたトルクは大きくなる。或いは、負荷検知処理部16bは、ワイヤ118bの張力を計測し、当該計測された張力に基づいて、接続部118にかかる力学的負荷を検知するための負荷検知処理を行ってもよい。

[0049] 離脱成否判定部16cは、負荷検知処理部16bにより検知された力学的負荷に基づいて、貨物Cの離脱の成否判定を行う。これにより、貨物Cの離脱成否判定の結果（つまり、離脱成否状況）に応じてUAV1に適切な対応をとらせることができる。例えば、UAV1が飛行している状態、またはUAV1が着陸している状態で、力学的負荷が閾値より大きいかが判定される。ここで、力学的負荷が重量で表される場合、上記閾値は、例えば、UAV1がホバリングしている状態で貨物Cが搭載されていない場合の支持部117または接続部118の重量（既知）＋マージンに予め設定される。或いは、力学的負荷が回転数で表される場合、上記閾値は、UAV1がホバリングしている状態で貨物Cが搭載されていない場合のモータの回転数（換言すると、貨物Cが搭載されていない場合にUAV1のホバリング状態が維持されるモータの回転数）＋マージンに予め設定される。

[0050] そして、当該力学的負荷が閾値より大きくない（閾値未満の）場合、貨物Cの離脱が成功したと判定される。一方、当該力学的負荷が閾値より大きい場合、貨物Cの離脱が失敗したと判定される。或いは、力学的負荷が上昇速度で表される場合、上記閾値は、貨物Cが搭載されていない場合の上昇速度（平均値）に予め設定される。この場合、当該力学的負荷が閾値より大きくない場合（つまり、上昇速度が遅い）、貨物Cの離脱が失敗したと判定される。一方、当該力学的負荷が閾値より大きい場合、貨物Cの離脱が成功したと判定される。

[0051] ところで、貨物Cの離脱の成否は、カメラにより撮像された画像データを用いても判定可能であるが、外側から貨物Cが視認不能な収納体（収納箱）が支持部117に備えられる場合、カメラにより撮像された画像データを用いて、貨物Cの離脱の成否を判定することは困難である。また、カメラの取り付け位置によって貨物Cを捉えられない死角がある場合、カメラにより撮像された画像データを用いて、貨物Cの離脱の成否を判定することは困難である（この課題は、特に、貨物Cが複数積載される場合に顕著となる）。これに対し、負荷検知処理部16bにより検知された力学的負荷を用いることで、これらの課題を解決し、貨物Cの離脱の成否判定を正確に行うことができる。

[0052] 機体制御部16dは、測位部13から取得された位置情報、撮像部14から取得された画像データ、各種センサから取得された検出データ、及び飛行計画を示す飛行計画情報を用いて、UAV1の機体制御を行う。当該機体制御では、例えば、ロータのモータの回転数の制御、UAV1の位置、姿勢及び進行方向の制御が行われる。また、UAV1の機体制御には、UAV1の離陸制御、UAV1の移動制御、UAV1のホバリング制御、及びUAV1の着陸制御等が含まれる。ここで、UAV1の離陸制御には、状況によってはUAV1を離陸させない制御も含まれる。なお、飛行計画情報は、例えばGCSまたはUTMS2から取得される。飛行計画情報には、貨物Cの運搬先の位置情報が含まれる。機体制御部16dは、貨物Cの運搬先の位置情報に従ってUAV1を当該運搬先へ遠隔操縦または自律的に飛行（移動）させることができる。UAV1の自律的な飛行は、UAV1に備えられる制御部16が移動制御を行うことによる自律飛行に限定されるものではなく、UAV1の自律的な飛行には、例えば貨物運搬システムS全体として移動制御を行うことによる自律飛行も含まれる。

[0053] さらに、機体制御部16dは、負荷検知処理部16bによる力学的負荷の検知が行われた後におけるUAV1の移動に関して、当該力学的負荷に応じて異なる制御を行う。例えば、UAV1が着陸している状態で上記負荷検知処理が行われた場合、機体制御部16dは、当該力学的負荷の大きさによって、UAV1

を離陸させるか、またはUAV 1 の離陸を制限する。例えば、機体制御部 16 d は、力学的負荷の数値範囲を予め設定する。そして、機体制御部 16 d は、上記負荷検知処理により検知された力学的負荷が、設定された数値範囲内に入る場合に、UAV 1 を離陸させる（或いは、この場合、UAV 1 の離陸を制限してもよい）。

[0054] また、UAV 1 が着陸している状態で貨物 C の離脱の成否判定が行われた場合、機体制御部 16 d は、上記負荷検知処理が行われた後における UAV 1 の移動に関して、上記成否判定の結果に応じて異なる制御を行う。例えば、貨物 C の離脱が成功したと判定された場合、機体制御部 16 d は、UAV 1 を離陸させる制御（UAV 1 の離陸制御）を行う。これにより、UAV 1 を安全に離陸させることができる。一方、貨物 C の離脱が失敗したと判定された場合、機体制御部 16 d は、UAV 1 の離陸を制限する制御（例えば、ロータのモータを停止する制御）を行う。これにより、UAV 1 の安全を担保することができる。

[0055] また、UAV 1 が飛行している状態で上記負荷検知処理が行われた場合、機体制御部 16 d は、当該力学的負荷の大きさによって、UAV 1 を次の移動予定地（例えば、次の運搬先、または帰還先）へ向かわせるか、UAV 1 を空中でホバリングさせるか、または、UAV 1 を着陸させる。例えば、機体制御部 16 d は、力学的負荷の数値範囲を複数段階で予め設定（例えば、互いに異なる第 1 ～第 3 数値範囲を設定）する。そして、機体制御部 16 d は、上記負荷検知処理により検知された力学的負荷が、第 1 数値範囲内に入る場合に UAV 1 を次の移動予定地へ向かわせ、第 2 数値範囲内に入る場合に UAV 1 を空中でホバリングさせ、第 3 数値範囲内に入る場合に UAV 1 を着陸させる。

[0056] また、UAV 1 が飛行している状態で貨物 C の離脱の成否判定が行われた場合、機体制御部 16 d は、上記負荷検知処理が行われた後における UAV 1 の移動に関して、上記成否判定の結果に応じて異なる制御を行う。例えば、貨物 C の離脱が成功したと判定された場合、機体制御部 16 d は、UAV 1 を次の移動予定地へ向かわせる制御（UAV 1 の移動制御）を行う。これにより、UAV 1 を次の移動予定地へ安全に向かわせることができる。一方、貨物 C の離脱が失

敗したと判定された場合、機体制御部 16 d は、UAV 1 を空中でホバリングさせる制御（UAV 1 のホバリング制御）を行うか、または UAV 1 を着陸させる制御（UAV 1 の着陸制御）を行う。UAV 1 をホバリングさせることにより、UAV 1 の安全を担保することができる。また、UAV 1 を着陸させることにより、UAV 1 が不安定の状態で移動することを防止することができる。

[0057] なお、貨物 C の離脱が失敗したと判定された場合、機体制御部 16 d は、UAV 1 が安全に着陸可能であるか否かを判定するとよい。そして、機体制御部 16 d は、UAV 1 が安全に着陸可能であると判定した場合に、UAV 1 を着陸させる。これにより、UAV 1 をより安全に着陸させることができる。UAV 1 が安全に着陸可能であるか否かは、例えば、カメラ等の光学センサにより検知された検知データに基づいて行われるとよい。これにより、UAV 1 が安全に着陸可能であるか否かの判定精度を高めることができる。なお、光学センサにより検知された検知データは、画像データであってもよい。

[0058] 図 3 及び図 4 の例では、光センサ OS が UAV 1 の脚部 101 に取り付けられている。この場合、機体制御部 16 d は、光センサ OS により検知された検知データを解析することで貨物 C が脚部 101 の下端より下に突出していないと判断できる場合、UAV 1 が安全に着陸可能であると判定する。或いは、UAV 1 が安全に着陸可能であるか否かは、ワイヤ 118 b の巻き取り量に基づいて行われてもよい。これにより、UAV 1 が安全に着陸可能であるか否かの判定精度を高めることができる。この場合、機体制御部 16 d は、巻き取り量から貨物 C が脚部 101 の下端より下に突出していないと判断できる場合、UAV 1 が安全に着陸可能であると判定する。一方、機体制御部 16 d は、UAV 1 が安全に着陸可能でないと判定した場合に、UAV 1 のホバリングを維持させる。

[0059] [3. UAV 1 の動作]

次に、UAV 1 の動作について、実施例 1 ～実施例 4 に分けて説明する。なお、以下に説明する動作は、出発地点または経由地点において UAV 1 に貨物 C が搭載され、当該 UAV 1 が離陸した後の動作である。

[0060] （実施例 1）

先ず、図8を参照して、UAV1の動作の実施例1について説明する。図8は、実施例1におけるUAV1の制御部16の処理の一例を示すフローチャートである。実施例1は、支持部117を備えるUAV1が飛行している状態で離脱制御が行われる場合の実施例である。図8において、貨物Cの運搬先に向けてUAV1の移動制御が開始（ステップS1）された後、制御部16は、UAV1が貨物Cの運搬先に到着したか否かを判定する（ステップS2）。

[0061] そして、制御部16は、貨物Cの運搬先に到着したと判定した場合（ステップS2：YES）、UAV1が移動している状態で貨物CをUAV1から離脱させるための離脱制御を行う（ステップS3）。これにより、特に異常がなければ、例えば運搬先に設置されたポートP上に貨物Cが投下される。なお、上記離脱制御は、UAV1がホバリングしている状態で行われてもよい。

[0062] 次いで、制御部16は、UAV1のホバリング制御を行う（ステップS4）。これによりUAV1がホバリングしている状態において、制御部16は、支持部117にかかる力学的負荷を検知するための負荷検知処理を行う（ステップS5）。例えば、上述したように検知された重量データまたはモータの回転数等に基づいて負荷検知処理部16bにより負荷検知処理が行われる。

[0063] 次いで、制御部16は、UAV1がホバリングしている状態で、ステップS5で検知された力学的負荷に基づいて、離脱成否判定部16cにより、貨物Cの離脱の成否判定を行う（ステップS6）。

[0064] そして、制御部16は、ステップS5で検知された力学的負荷が閾値以下である場合、貨物Cの離脱が成功したと判定し（ステップS6：成功）、次の移動予定地（例えば、次の運搬先、または帰還先）へ向けてUAV1の移動制御を行う（ステップS7）。

[0065] 一方、制御部16は、ステップS5で検知された力学的負荷が閾値より大きい場合（つまり、異常な負荷が支持部117にかかっている場合）、貨物Cの離脱が失敗したと判定し（ステップS6：失敗）、ステップS8へ進む。

[0066] ステップS8では、制御部16は、離脱異常通知処理を行う。かかる離脱

異常通知処理では、離脱異常を示す音声スピーカから出力される。また、離脱異常通知処理では、貨物Cの運搬先に設置されたポートPのスタッフが所持する携帯端末のメールアドレス宛に離脱異常を示すメールが送信されてもよい。これにより、ポートPのスタッフに離脱異常を迅速に伝えることができる。

[0067] 例えば、貨物Cが支持部117のどこかの部分に引っかかっている場合、離脱異常が通知されたスタッフが適切に対応することができる。なお、UAV1が異常復旧までポートPを占有する可能性があるため、離脱異常通知処理では、UAV1の機体ID及び航空機情報と共に、離脱異常を示すメッセージが制御サーバCSへ送信されてもよい。これにより、制御サーバCSは、他のUAV1が当該ポートPを利用しないように制御することができる。

[0068] 次いで、制御部16は、例えば光学センサOSにより検知された検知データに基づいて、UAV1が安全に着陸可能であるか否かを判定する（ステップS9）。例えば、貨物Cが脚部101の下端より下に突出していないと判断できる場合、UAV1が安全に着陸可能であると判定される。また、UAV1の脚部101が貨物Cの垂直方向の長さに比べて十分に長い場合、貨物Cが支持部117のどこかの部分に引っかかっていたとしても、UAV1が安全に着陸可能であると判定することができる。

[0069] そして、制御部16は、UAV1が安全に着陸可能であると判定した場合（ステップS9：YES）、UAV1の着陸制御を行う（ステップS10）。これにより、UAV1がポートPに着陸することで、ポートPのスタッフが貨物Cの引っかかりを解消して当該貨物Cを回収することができる。

[0070] 一方、制御部16は、UAV1が安全に着陸可能でないと判定した場合（ステップS9：NO）、ホバリングを維持させる制御を行う（ステップS11）。その後、制御部16は、UAV1を出発地点または経由地点に帰還させる。

[0071] （実施例2）

次に、図9を参照して、UAV1の動作の実施例2について説明する。図9は、実施例2におけるUAV1の制御部16の処理の一例を示すフローチャートで

ある。実施例 2 は、支持部 117 を備える UAV 1 が着陸している状態で離脱制御が行われる場合の実施例である。なお、図 9 におけるステップ S 21 及び S 22 の処理は、図 8 におけるステップ S 1 及び S 2 の処理と同様である。

[0072] 制御部 16 は、貨物 C の運搬先に到着したと判定した場合（ステップ S 22 : YES）、UAV 1 の着陸制御を行う（ステップ S 23）。これにより、UAV 1 がポート P に着陸した後、制御部 16 は、貨物 C を UAV 1 から離脱させるための離脱制御を行う（ステップ S 24）。これにより、特に異常がなければ、例えば運搬先に設置されたポート P 上に貨物 C が解放される。

[0073] 次に、制御部 16 は、UAV 1 の離陸制御を行う（ステップ S 25）。次いで、制御部 16 は、UAV 1 が所定高度に達したと判断した場合、UAV 1 のホバリング制御を行う（ステップ S 26）。次いで、制御部 16 は、UAV 1 がホバリングしている状態において、支持部 117 にかかる力学的負荷を検知するための負荷検知処理を行う（ステップ S 27）。なお、図 9 におけるステップ S 28～S 33 の処理は、図 8 におけるステップ S 6～S 11 の処理と同様である。

[0074] （実施例 3）

次に、図 10 を参照して、UAV 1 の動作の実施例 3 について説明する。図 10 は、実施例 3 における UAV 1 の制御部 16 の処理の一例を示すフローチャートである。実施例 3 は、支持部 117 を備える UAV 1 が着陸している状態で離脱制御が行われる場合の実施例である。なお、図 10 におけるステップ S 41～S 44 の処理は、図 9 におけるステップ S 21～S 24 の処理と同様である。

[0075] 次に、制御部 16 は、UAV 1 が着陸している状態において、支持部 117 にかかる力学的負荷を検知するための負荷検知処理を行う（ステップ S 45）。次いで、制御部 16 は、UAV 1 が着陸している状態で、ステップ S 45 で検知された力学的負荷に基づいて、貨物 C の離脱の成否判定を行う（ステップ S 46）。

[0076] そして、制御部 16 は、ステップ S 45 で検知された力学的負荷が閾値以

下である場合、貨物Cの離脱が成功したと判定し（ステップS46：成功）、UAV1の離陸制御を行う（ステップS47）。次いで、制御部16は、次の移動予定地（例えば、次の運搬先、または帰還先）へ向けてUAV1の移動制御を行う（ステップS48）。

[0077] 一方、制御部16は、ステップS45で検知された力学的負荷が閾値より大きい場合、貨物Cの離脱が失敗したと判定し（ステップS46：失敗）、上述したように離脱異常通知処理を行う（ステップS49）。次いで、制御部16は、UAV1の離陸を制限する（ステップS50）。これにより、UAV1はポートPに着陸したままとなり、当該ポートPのスタッフが貨物Cの引っかかりを解消して当該貨物Cを回収することができる。

[0078] （実施例4）

次に、図11を参照して、UAV1の動作の実施例4について説明する。図11は、実施例4におけるUAV1の制御部16の処理の一例を示すフローチャートである。実施例4は、接続部118を備えるUAV1が飛行している状態で離脱制御が行われる場合の実施例である。なお、図11におけるステップS61及びS62の処理は、図8におけるステップS1及びS2の処理と同様である。

[0079] そして、制御部16は、貨物Cの運搬先に到着したと判定した場合（ステップS62：YES）、所定高度においてUAV1のホバリング制御を行う（ステップS63）。これによりUAV1がホバリングしている状態において、制御部16は、ワイヤ118bの送り出し制御を行う（ステップS64）。これにより、例えばフック118aを介してワイヤ118bに接続された貨物Cが降下される。

[0080] 次いで、制御部16は、例えば貨物CがポートPに到達した場合（例えばワイヤ118bの送り出し量に基づいて判断）に、当該貨物CをUAV1から離脱させるための離脱制御を行う（ステップS65）。例えば、フック118aの駆動機構の解放動作が行われる。これにより、特に異常がなければ、例えばフック118aから貨物Cが解放される。

- [0081] 次いで、制御部 16 は、ワイヤ 118b の巻き取り制御を行う（ステップ S66）。次いで、制御部 16 は、UAV 1 がホバリングしている状態で、接続部 118 にかかる力学的負荷を検知するための負荷検知処理を行う（ステップ S67）。ここで、制御部 16 は、ステップ S66 で巻き取り制御を行う前に、UAV 1 の高度を上昇（例えば、数 m だけ上昇）させた上で負荷検知処理を行ってもよい。なお、図 11 におけるステップ S68～S70 の処理は、図 8 におけるステップ S6～S8 の処理と同様である。
- [0082] 次いで、制御部 16 は、例えばワイヤ 118b の巻き取り量に基づいて UAV 1 が安全に着陸可能であるか否かを判定する（ステップ S71）。ワイヤ 118b の巻き取り量から貨物 C が脚部 101 の下端より下に突出していないと判断できる場合、UAV 1 が安全に着陸可能であると判定される。
- [0083] そして、制御部 16 は、UAV 1 が安全に着陸可能であると判定した場合（ステップ S71：YES）、UAV 1 の着陸制御を行う（ステップ S72）。一方、制御部 16 は、UAV 1 が安全に着陸可能でないと判定した場合（ステップ S71：NO）、ホバリングを維持させる制御を行う（ステップ S73）。
- [0084] なお、上記実施例 1～4 においては、検知された力学的負荷に基づいて貨物 C の離脱の成否判定が行われるように構成したが、制御部 16 は貨物 C の離脱の成否判定を行うことなく、当該力学的負荷に応じて UAV 1 の制御（例えば、図 8 に示すステップ S7 以降に示す制御）を行ってもよい。
- [0085] 以上説明したように、上記実施形態によれば、UAV 1 の支持部 117 により支持または接続部 118 により接続された貨物を UAV 1 から離脱させるための離脱制御が行われ、その後に、支持部 117 または接続部 118 にかかる力学的負荷を検知するための負荷検知処理が行われ、当該力学的負荷の検知が行われた後における UAV 1 の移動に関して、当該力学的負荷に応じて異なる制御が行われる。かかる負荷検知処理により検知された力学的負荷には貨物の離脱成否状況が反映されるので、貨物の離脱成否状況に応じて UAV 1 に適切な対応をとらせることができる。
- [0086] （応用例）

上記実施形態において、UAV 1 の制御部 1 6 は、上記負荷検知処理を行う前に、支持部 1 1 7 または接続部 1 1 8 の駆動機構の解放動作を検知するための解放動作検知処理を行ってもよい。すなわち、制御部 1 6 は、当該駆動機構の解放動作が検知された後に上記負荷検知処理を行う。例えば、支持部 1 1 7 または接続部 1 1 8 の駆動機構にアクチュエータが含まれる場合、当該駆動機構の解放動作は、当該アクチュエータにおけるモータの状態（回転位置や負荷等）を検出することにより検知可能である。一方、当該駆動機構に電磁石が含まれる場合、当該駆動機構の解放動作は、当該電磁石が通電されているか否かを検出したり、または、当該電磁石により発生している磁力を検出したりすることにより検知可能である。或いは、当該駆動機構の解放動作は、例えば、離脱制御部 1 6 a から支持部 1 1 7 または接続部 1 1 8 へ制御信号が出力されたことを条件として検知されてもよい。このような応用例によれば、解放動作検知処理が別途実行されることにより、支持部 1 1 7 または接続部 1 1 8 の駆動機構に異常が生じている（例えばアクチュエータまたは電磁石に不具合がある等）のか、または、当該駆動機構は正常に動作したにも関わらず貨物が解放されていない（例えば、引っかかっている）のかについて異常の切り分けを行うことが可能となる。

[0087] なお、上記実施形態は本発明の一実施形態であり、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で上記実施形態から種々構成等に変更を加えてもよく、その場合も本発明の技術的範囲に含まれる。上記実施形態においては、UAV 1 の制御部 1 6 が、離脱制御を行う第 1 制御部、力学的負荷を検知するための負荷検知処理を行う負荷検知部、及び力学的負荷に応じて異なる制御を行う第 2 制御部等として機能する場合を例にとって説明したが、制御サーバ C S が制御装置として、第 1 制御部、負荷検知部、及び第 2 制御部等を備えてもよい。この場合、制御サーバ C S が、UAV 1 から必要な情報を適宜取得しつつ、UAV 1 の支持部 1 1 7 により支持または接続部 1 1 8 により接続された貨物を UAV 1 から離脱させるための離脱制御を行い、その後に、支持部 1 1 7 または接続部 1 1 8 にかかる力学的負

荷を検知するための負荷検知処理を行い、当該力学的負荷の検知が行われた後におけるUAV 1 の移動に関して、当該力学的負荷に応じて異なる制御を行う。この場合、離脱制御は、制御サーバCSからUAV 1（またはGCS）へ離脱制御指令を送信することで行われる。また、力学的負荷に応じて異なる制御は、制御サーバCSからUAV 1（またはGCS）へ力学的負荷に応じた制御指令を送信することで行われる。また、この場合、制御サーバCSは、検知された力学的負荷に基づいて、貨物の離脱の成否判定を行い、負荷検知処理が行われた後におけるUAV 1 の移動に関して、当該成否判定の結果に応じて異なる制御を行ってもよい。また、上記実施形態においては、本発明をUAV 1 に対して適用した場合を例にとって説明したが、本発明は航空機内に操縦者（パイロット）が存在しなくても飛行することができる有人航空機に対しても適用可能である。

符号の説明

- [0088] 1 UAV
- 2 UTMS
- 1 1 貨物搭載部
- 1 2 駆動部
- 1 3 測位部
- 1 4 撮像部
- 1 5 無線通信部
- 1 6 制御部
- 1 6 a 離脱制御部
- 1 6 b 負荷検知処理部
- 1 6 c 離脱成否判定部
- 1 6 d 機体制御部
- CS 制御サーバ
- S 貨物運搬システム

請求の範囲

- [請求項1] 貨物を支持するための支持部、または前記貨物を接続するための接続部を備える航空機を含むシステムにより実行される制御方法であって、
- 前記支持部により支持または前記接続部により接続された貨物を前記航空機から離脱させるための離脱制御を行う第1制御ステップと、
- 前記離脱制御が行われた後に、前記支持部または前記接続部にかかる力学的負荷を検知するための負荷検知処理を行う負荷検知ステップと、
- 前記力学的負荷の検知が行われた後における前記航空機の移動に関して、当該力学的負荷に応じて異なる制御を行う第2制御ステップと、
- を含むことを特徴とする制御方法。
- [請求項2] 前記制御方法は、前記力学的負荷に基づいて、前記貨物の離脱の成否判定を行う第1判定ステップを更に含み、
- 前記第2制御ステップにおいては、前記負荷検知処理が行われた後における前記航空機の移動に関して、前記成否判定の結果に応じて異なる制御を行うことを特徴とする請求項1に記載の制御方法。
- [請求項3] 前記成否判定は、前記航空機が着陸している状態で行われ、
- 前記第1判定ステップにより前記貨物の離脱が成功したと判定された場合、前記第2制御ステップにおいては、前記航空機を離陸させる制御を行うことを特徴とする請求項2に記載の制御方法。
- [請求項4] 前記成否判定は、前記航空機が着陸している状態で行われ、
- 前記第1判定ステップにより前記貨物の離脱が失敗したと判定された場合、前記第2制御ステップにおいては、前記航空機の離陸を制限する制御を行うことを特徴とする請求項2または3に記載の制御方法。
- [請求項5] 前記成否判定は、前記航空機が飛行している状態で行われ、

前記第 1 判定ステップにより前記貨物の離脱が成功したと判定された場合、前記第 2 制御ステップにおいては、前記航空機を次の移動予定地へ向かわせる制御を行うことを特徴とする請求項 2 に記載の制御方法。

[請求項6] 前記成否判定は、前記航空機が飛行している状態で行われ、
前記第 1 判定ステップにより前記貨物の離脱が失敗したと判定された場合、前記第 2 制御ステップにおいては、前記航空機を空中でホバリングさせる制御を行うことを特徴とする請求項 2 または 5 に記載の制御方法。

[請求項7] 前記成否判定は、前記航空機が飛行している状態で行われ、
前記第 1 判定ステップにより前記貨物の離脱が失敗したと判定された場合、前記第 2 制御ステップにおいては、前記航空機を着陸させる制御を行うことを特徴とする請求項 2 に記載の制御方法。

[請求項8] 前記成否判定は、前記航空機が飛行している状態で行われ、
前記制御方法は、前記第 1 判定ステップにより前記貨物の離脱が失敗したと判定された場合、前記航空機が安全に着陸可能であるか否かを判定する第 2 判定ステップを更に含み、
前記第 2 判定ステップにより前記航空機が安全に着陸可能であると判定された場合、前記第 2 制御ステップにおいては、前記航空機を着陸させる制御を行うことを特徴とする請求項 2 に記載の制御方法。

[請求項9] 前記第 2 判定ステップにおいては、前記航空機が備える光学センサにより検知された検知データに基づいて、前記航空機が安全に着陸可能であるか否かを判定することを特徴とする請求項 8 に記載の制御方法。

[請求項10] 前記接続部は、前記貨物が接続されるワイヤと、前記ワイヤの送り出しまたは巻き取りを行うリールとを含み、
前記第 2 判定ステップにおいては、前記ワイヤの巻き取り量に基づいて、前記航空機が安全に着陸可能であるか否かを判定することを特

徴とする請求項 8 に記載の制御方法。

- [請求項11] 前記負荷検知ステップにおいては、前記航空機が備える重量センサにより検知された重量データに基づいて、前記負荷検知処理を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れか一項に記載の制御方法。
- [請求項12] 前記負荷検知処理は、前記航空機がホバリングしている状態で行われることを特徴とする請求項 11 に記載の制御方法。
- [請求項13] 前記支持部は、前記貨物を収納するための収納体を含み、
前記負荷検知ステップにおいては、前記重量センサにより検知された、前記収納体の重量データに基づいて、前記負荷検知処理を行うことを特徴とする請求項 11 または 12 に記載の制御方法。
- [請求項14] 前記支持部は、前記貨物を支持または解放するための機構を含み、
前記制御方法は、前記機構の解放動作を検知するための解放動作検知処理を行う解放動作検知ステップを更に含み、
前記負荷検知ステップにおいては、前記解放動作検知処理により前記機構の解放動作が検知された後に前記負荷検知処理を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 13 の何れか一項に記載の制御方法。
- [請求項15] 前記接続部は、前記貨物を接続または解放するための機構を含み、
前記制御方法は、前記機構の解放動作を検知するための解放動作検知処理を行う解放動作検知ステップを更に含み、
前記負荷検知ステップにおいては、前記解放動作検知処理により前記機構の解放動作が検知された後に前記負荷検知処理を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 13 の何れか一項に記載の制御方法。
- [請求項16] 前記離脱制御は、前記機構に解放動作させる制御を含むことを特徴とする請求項 14 または 15 に記載の制御方法。
- [請求項17] 前記機構は、前記アクチュエータを含み、
前記解放動作は、前記アクチュエータの駆動により行われることを特徴とする請求項 16 に記載の制御方法。
- [請求項18] 前記機構は、前記電磁石を含み、

前記解放動作は、前記電磁石への通電停止により行われることを特徴とする請求項 16 に記載の制御方法。

[請求項19] 貨物を支持するための支持部、または前記貨物を接続するための接続部と、

前記支持部により支持または前記接続部により接続された貨物を前記航空機から離脱させるための離脱制御を行う第 1 制御部と、

前記離脱制御が行われた後に、前記支持部または前記接続部にかかる力学的負荷を検知するための負荷検知処理を行う負荷検知部と、

前記力学的負荷の検知が行われた後における前記航空機の移動に関して、当該力学的負荷に応じて異なる制御を行う第 2 制御部と、

を備えることを特徴とする航空機。

[請求項20] 貨物を支持するための支持部、または前記貨物を接続するための接続部を備える航空機を制御する制御装置であって、

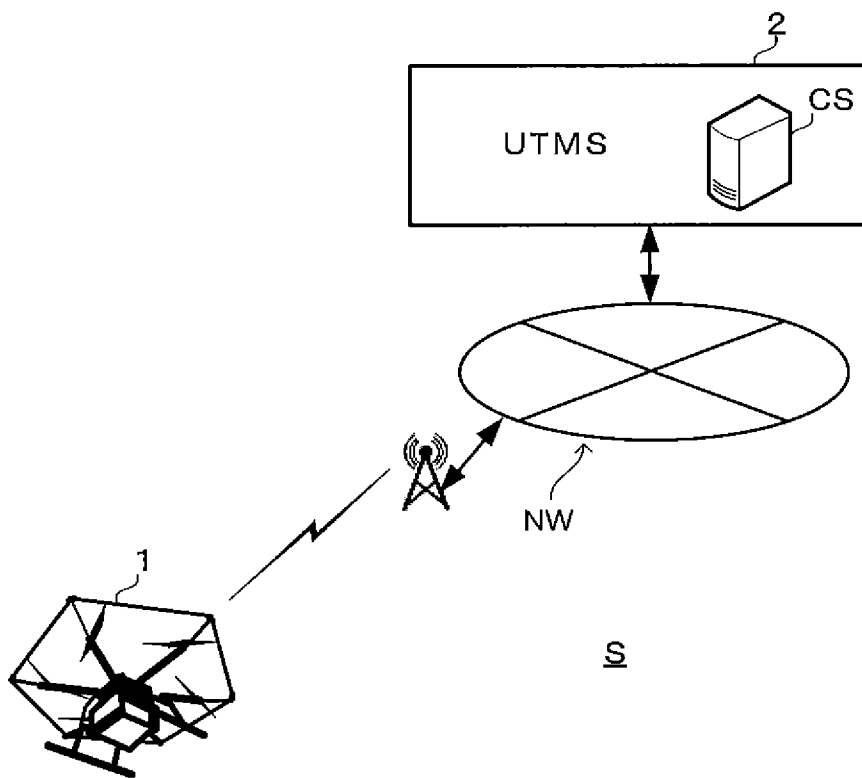
前記支持部により支持または前記接続部により接続された貨物を前記航空機から離脱させるための離脱制御を行う第 1 制御部と、

前記離脱制御が行われた後に、前記支持部または前記接続部にかかる力学的負荷を検知するための負荷検知処理を行う負荷検知部と、

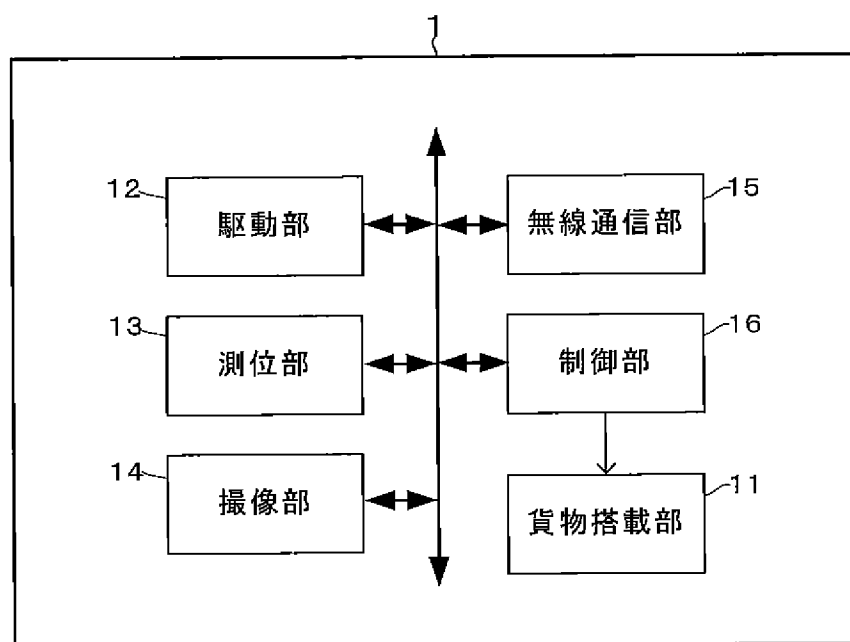
前記力学的負荷の検知が行われた後における前記航空機の移動に関して、当該力学的負荷に応じて異なる制御を行う第 2 制御部と、

を備えることを特徴とする制御装置。

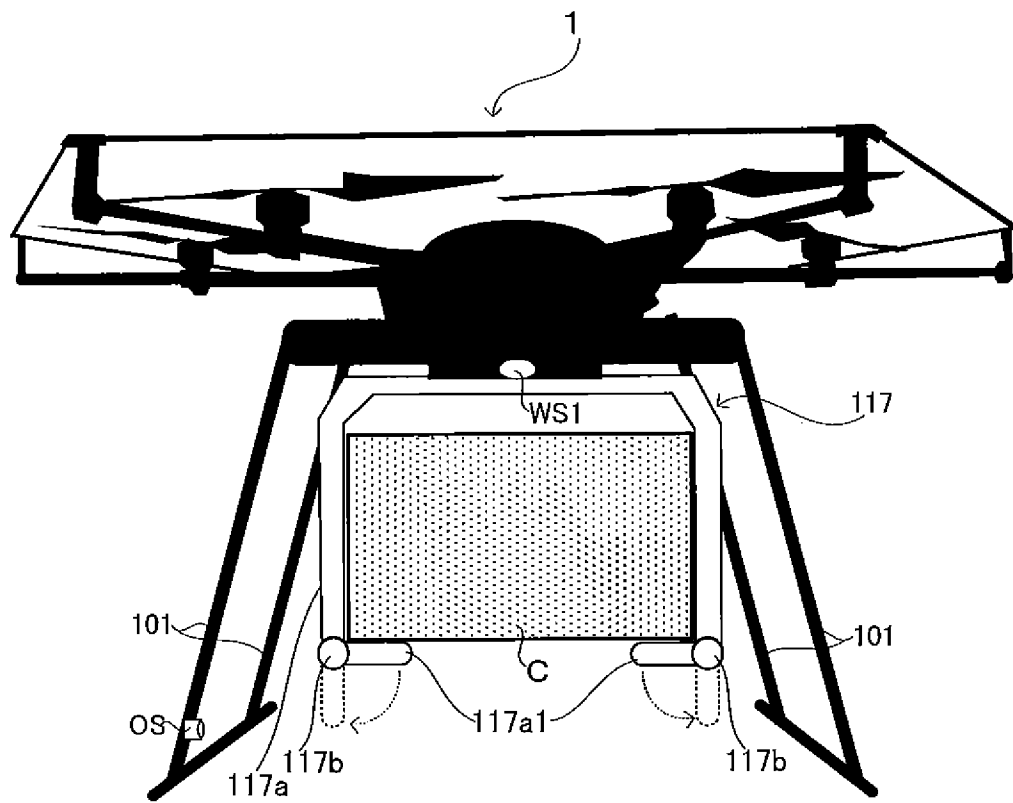
[図1]



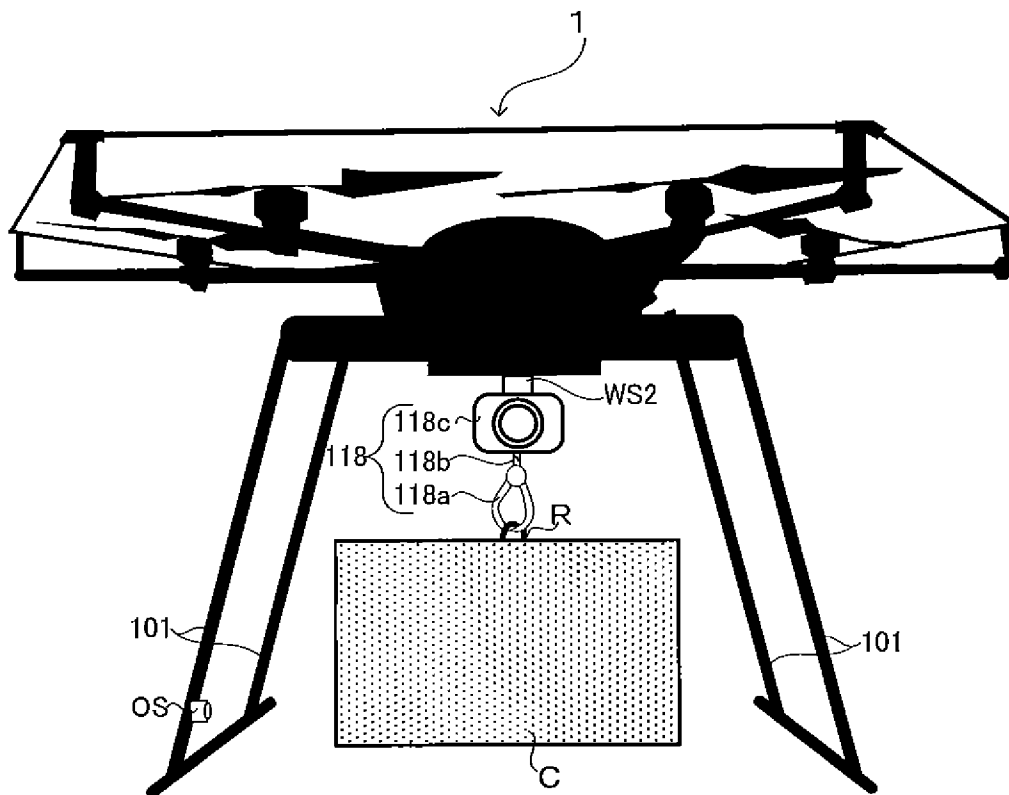
[図2]



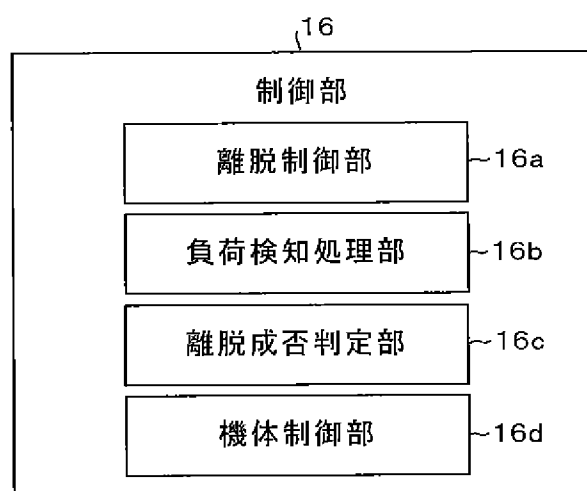
[図3]



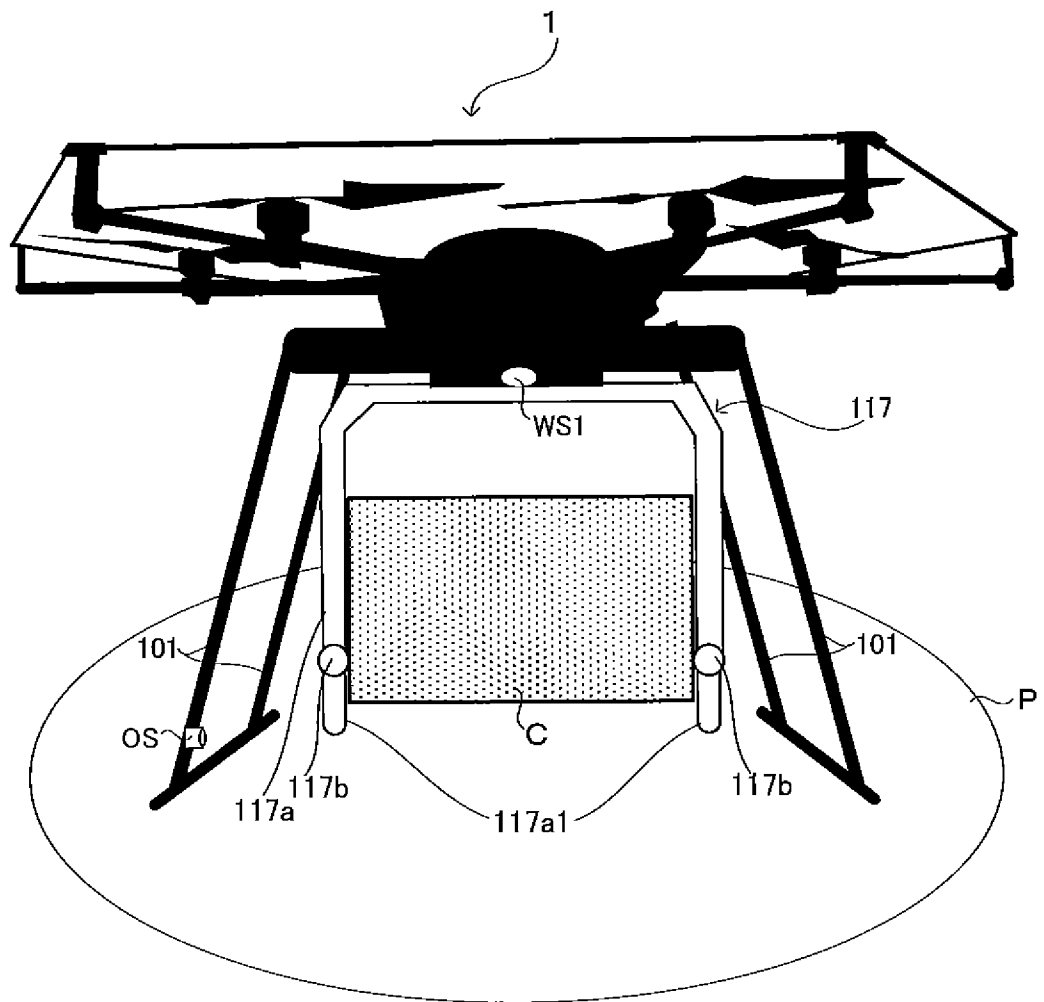
[図4]



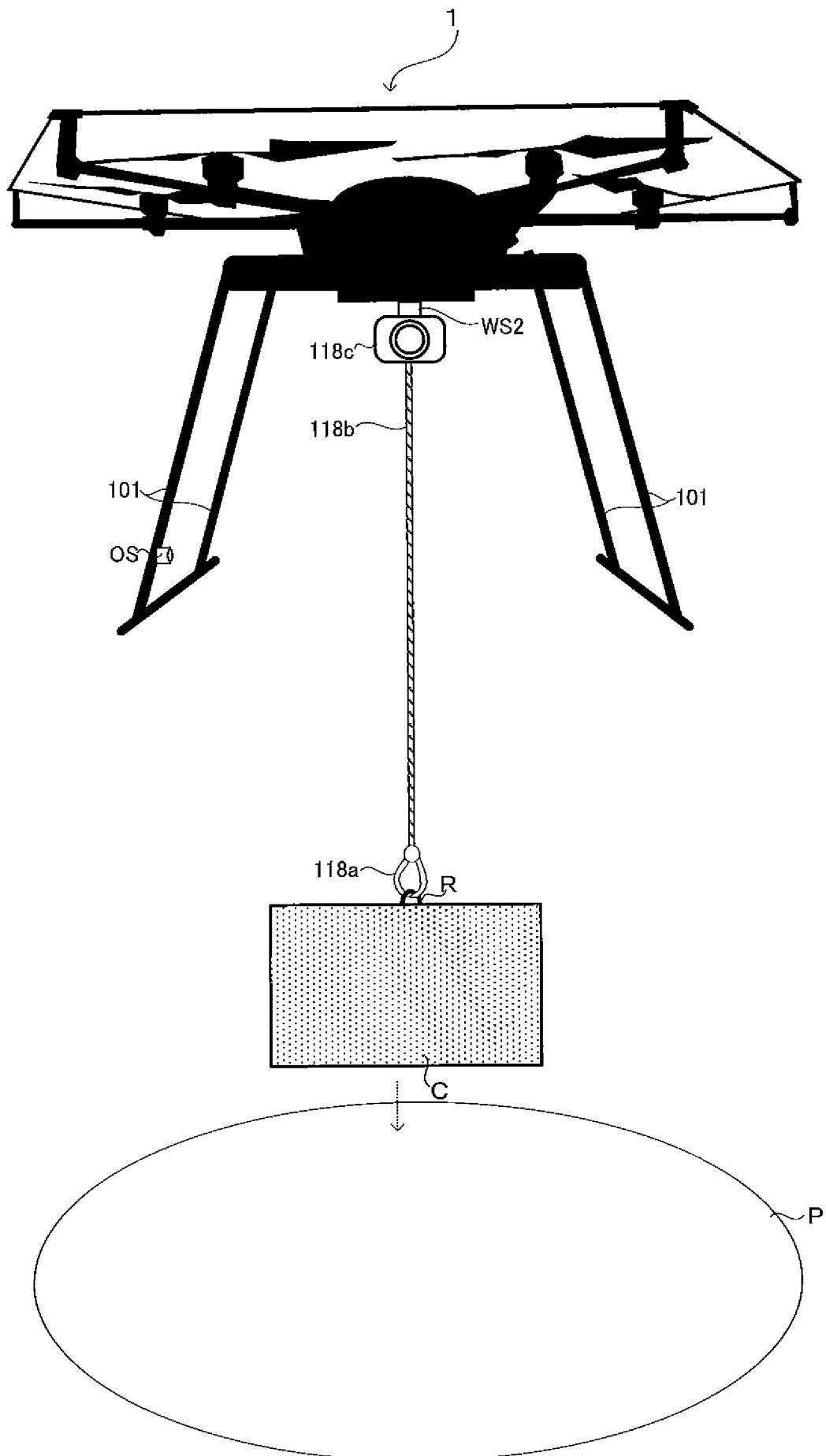
[図5]



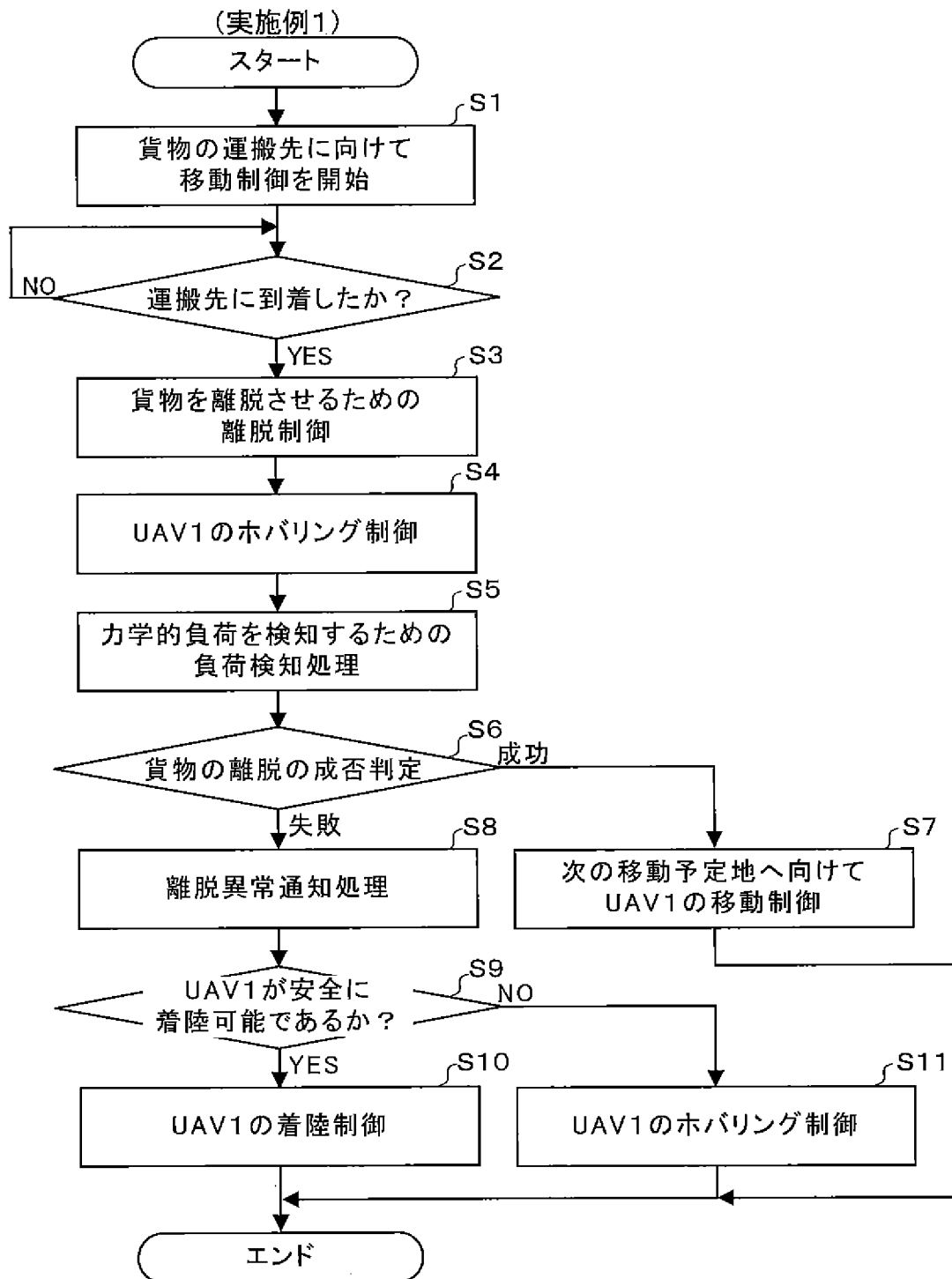
[図6]



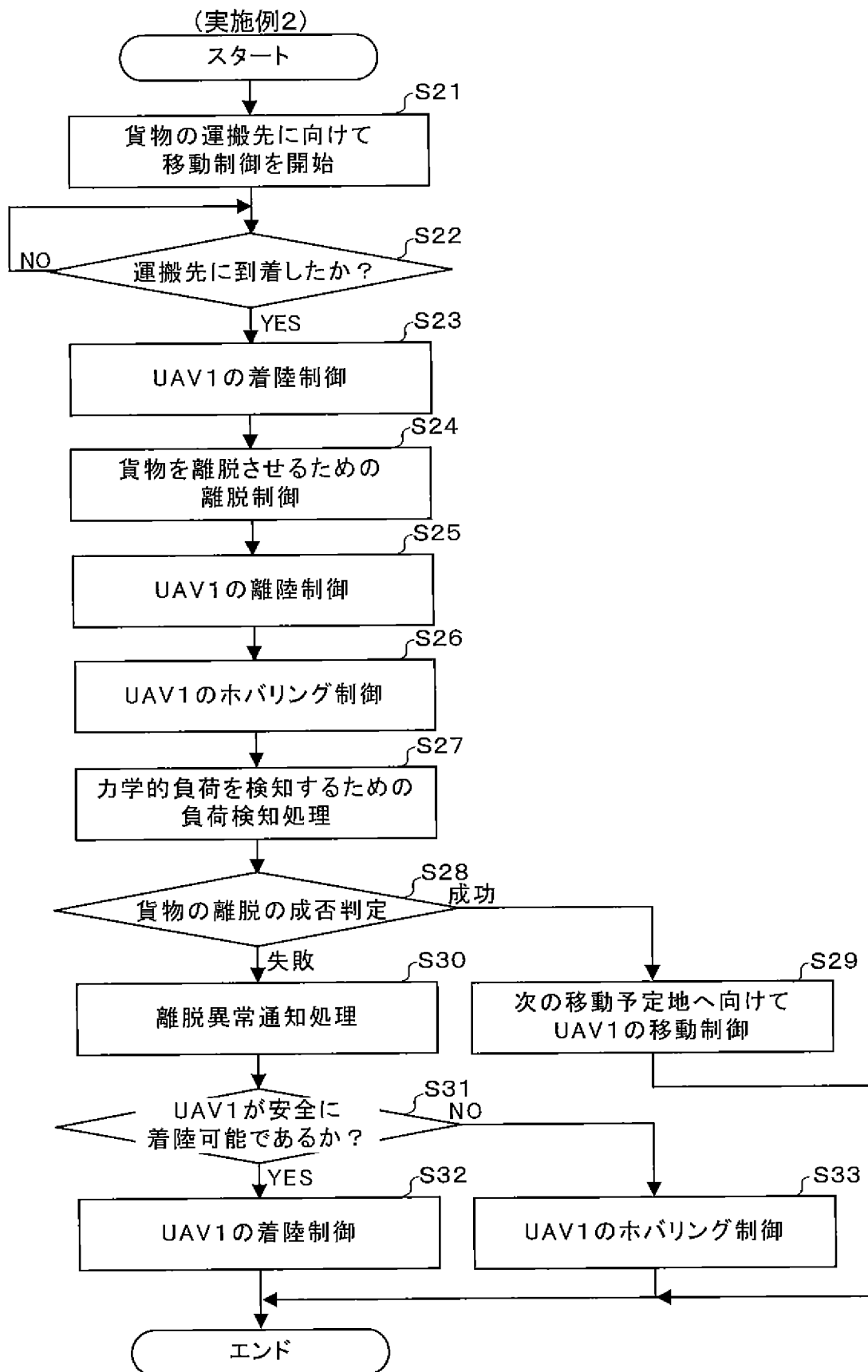
[図7]



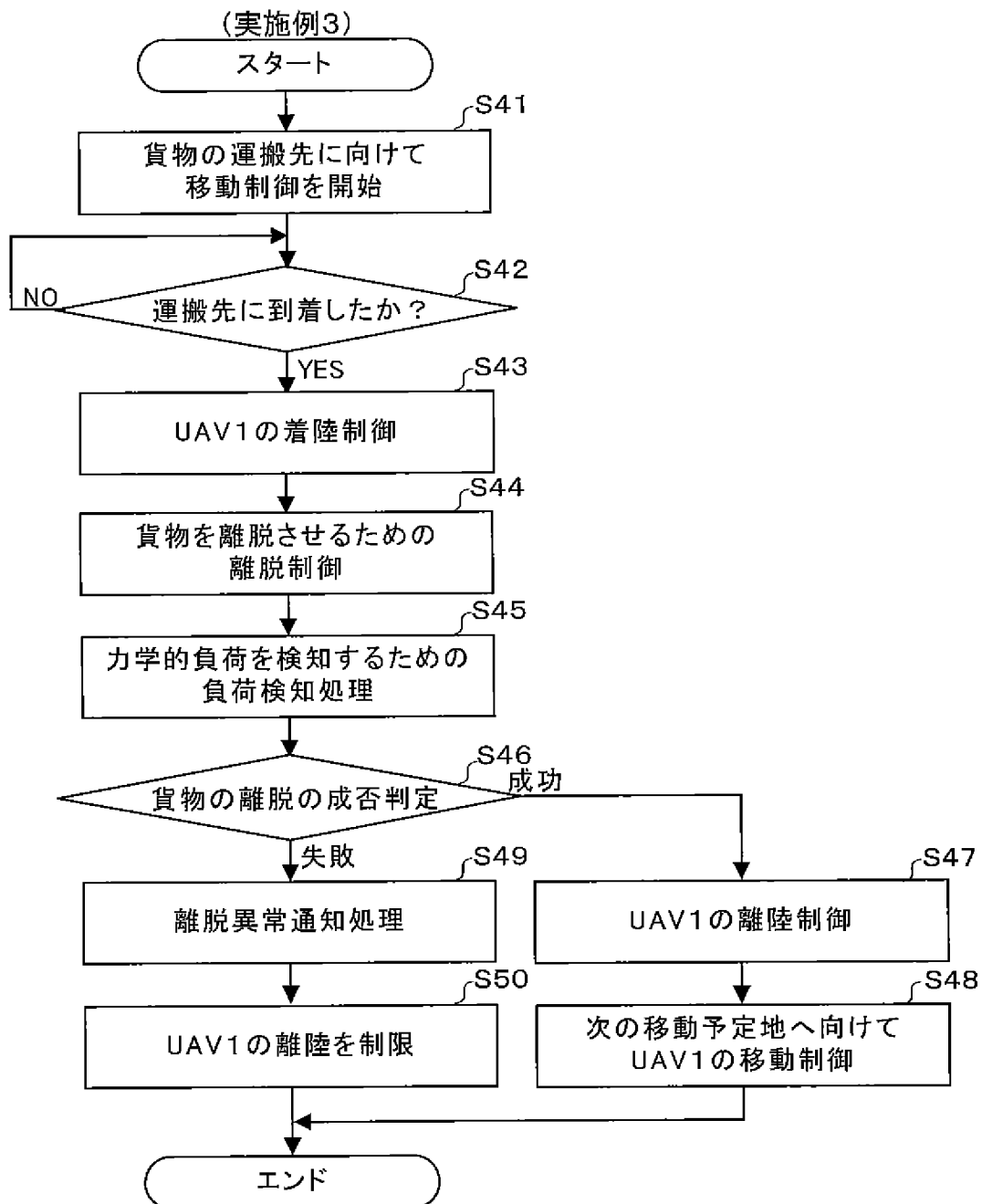
[図8]



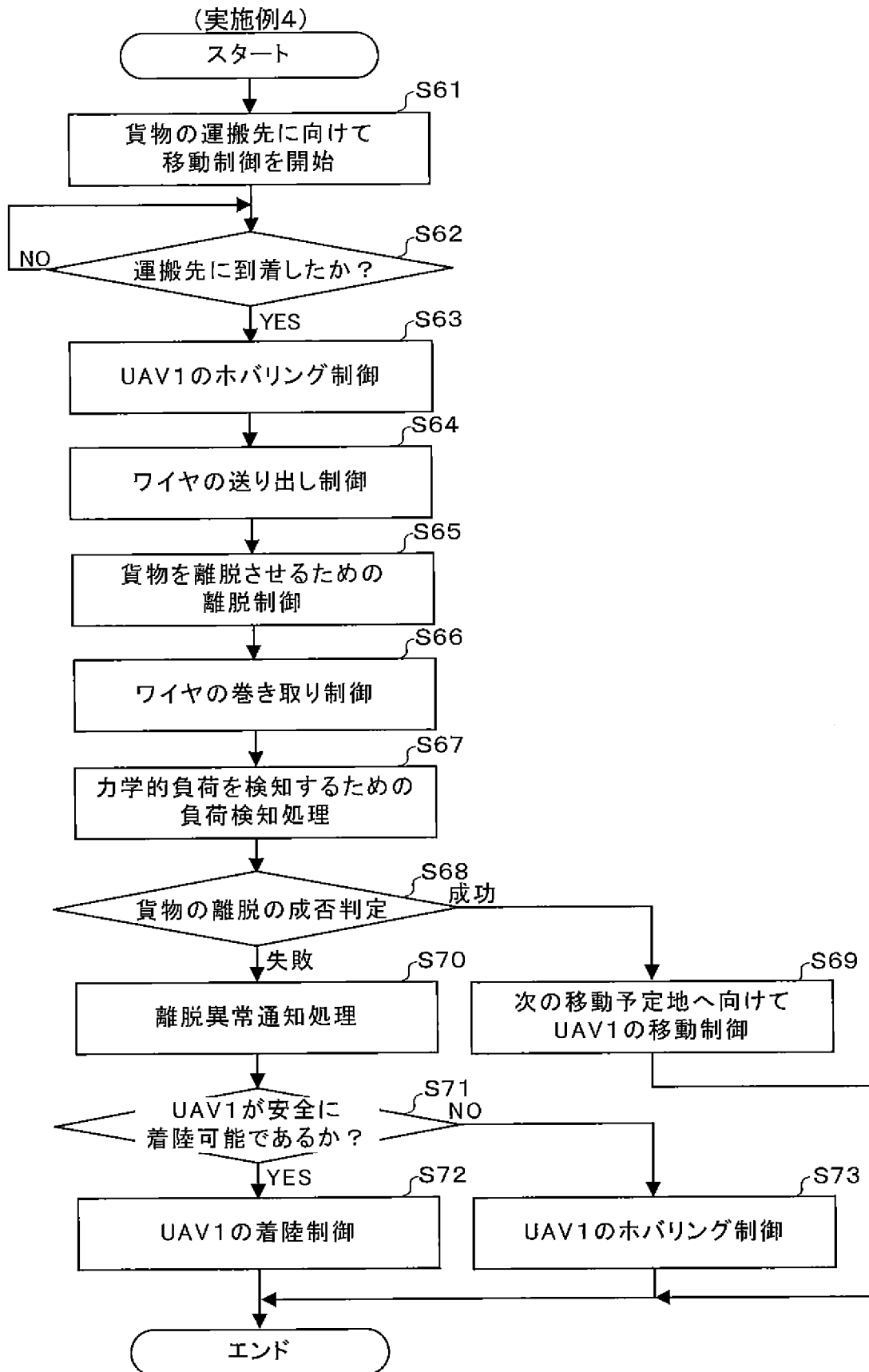
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/032114

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B64C 13/18 (2006.01) i; B64C 39/02 (2006.01) i; B64D 1/12 (2006.01) i

FI: B64D1/12; B64C39/02; B64C13/18 Z

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B64C13/18; B64C39/02; B64D1/12

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2019-131068 A (EAMS LAB CO., LTD.) 08 August 2019 (2019-08-08) paragraphs [0017]-[0054], fig. 1-23	1-2, 5-10, 15-17, 19-20
Y		3-4, 11-14, 18
Y	JP 2018-510805 A (AMAZON TECHNOLOGIES, INC.) 19 April 2018 (2018-04-19) paragraphs [0066]-[0067], fig. 9	3-4, 11-14
Y	JP 2019-529201 A (SHIN, Jeong-Hoon) 17 October 2019 (2019-10-17) paragraphs [0042]-[0049], fig. 6	18
A	JP 2019-6356 A (SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.) 17 January 2019 (2019-01-17)	1-20
A	KR 10-1780454 B1 (UCON SYSTEM CO., LTD.) 21 September 2017 (2017-09-21)	1-20

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

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
23 October 2020 (23.10.2020)

Date of mailing of the international search report
10 November 2020 (10.11.2020)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/032114

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-131068 A	08 Aug. 2019	(Family: none)	
JP 2018-510805 A	19 Apr. 2018	US 2016/0272308 A1 paragraphs [0078]- [0079], fig. 9 WO 2016/149545 A1 EP 3271245 A1 CA 2978945 A1 CN 107428412 A	
JP 2019-529201 A	17 Oct. 2019	US 2019/0233254 A1 paragraphs [0054]- [0061], fig. 6 WO 2018/021858 A1 EP 3492380 A1 KR 10-2018-0012726 A CA 3034704 A1 CN 109496193 A	
JP 2019-6356 A	17 Jan. 2019	(Family: none)	
KR 10-1780454 B1	21 Sep. 2017	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B64C 13/18(2006.01)i; B64C 39/02(2006.01)i; B64D 1/12(2006.01)i FI: B64D1/12; B64C39/02; B64C13/18 Z		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B64C13/18; B64C39/02; B64D1/12		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2019-131068 A (株式会社イームズラボ) 08.08.2019 (2019 - 08 - 08) 段落[0017]-[0054], 図1-23	1-2, 5-10, 15-17, 19-20
Y		3-4, 11-14, 18
Y	JP 2018-510805 A (アマゾン テクノロジーズ インコーポレイテッド) 19.04.2018 (2018 - 04 - 19) 段落[0066]-[0067], 図9	3-4, 11-14
Y	JP 2019-529201 A (シン, ジョーン・フン) 17.10.2019 (2019 - 10 - 17) 段落[0042]-[0049], 図6	18
A	JP 2019-6356 A (エスゼット ディージェイアイ テクノロジー カンパニー リミテッ ド) 17.01.2019 (2019 - 01 - 17)	1-20
A	KR 10-1780454 B1 (UCON SYSTEM CO., LTD.) 21.09.2017 (2017 - 09 - 21)	1-20
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 23.10.2020		国際調査報告の発送日 10.11.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 諸星 圭祐 3D 5784 電話番号 03-3581-1101 内線 3341

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/032114

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-131068	A	08.08.2019	(ファミリーなし)	
JP	2018-510805	A	19.04.2018	US 2016/0272308 A1	
				段落[0078]-[0079], 図9	
				WO 2016/149545 A1	
				EP 3271245 A1	
				CA 2978945 A1	
				CN 107428412 A	
JP	2019-529201	A	17.10.2019	US 2019/0233254 A1	
				段落[0054]-[0061], 図6	
				WO 2018/021858 A1	
				EP 3492380 A1	
				KR 10-2018-0012726 A	
				CA 3034704 A1	
				CN 109496193 A	
JP	2019-6356	A	17.01.2019	(ファミリーなし)	
KR	10-1780454	B1	21.09.2017	(ファミリーなし)	