

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年1月28日(28.01.2021)

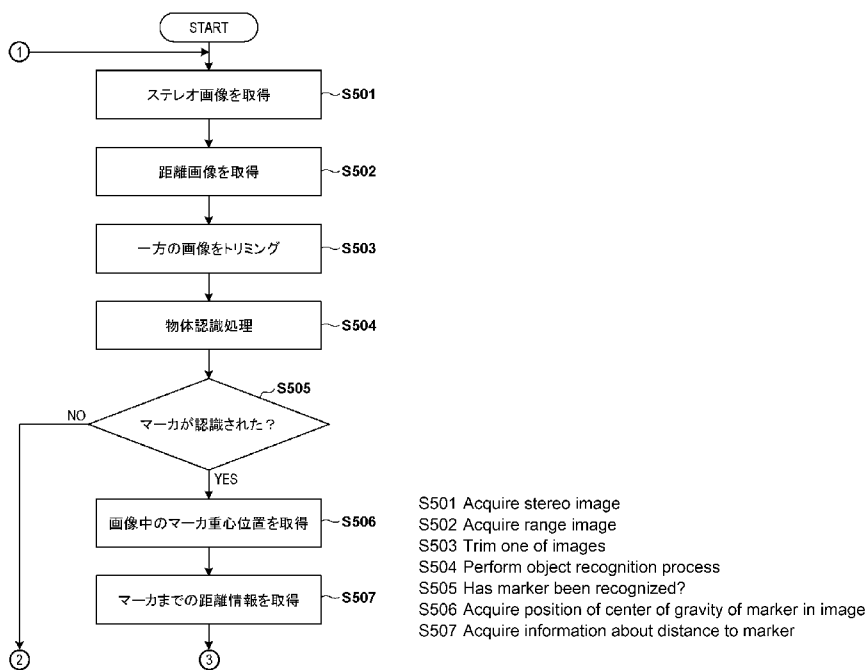


(10) 国際公開番号
WO 2021/014586 A1

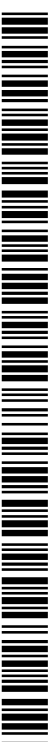
- (51) 国際特許分類:
G05D 1/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/028902
- (22) 国際出願日: 2019年7月23日(23.07.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 本田技研工業株式会社 (**HONDA MOTOR CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 宇田川 貴正 (**UDAGAWA, Takamasa**); 〒3510193 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 山村 誠 (**YAMAMURA, Makoto**); 〒3510193 埼玉県和光市中央一丁目4番1号株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). ▼高▲橋 寛人 (**TAKAHASHI, Hiroto**); 〒3510193 埼玉県和光市中央一丁目4番1号株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 本地 正弥 (**HONJI, Masaya**); 〒3510193 埼玉県和光市中央一丁目4番1号株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 大塚 康徳, 外 (**OHTSUKA, Yasunori et al.**); 〒1020094 東京都千代田区紀尾井町3番6号 紀尾井町パークビル7F 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,

(54) **Title:** AUTONOMOUS WORK MACHINE, AUTONOMOUS WORK MACHINE CONTROL METHOD AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 自律作業機、自律作業機の制御方法及びプログラム



(57) **Abstract:** An autonomous work machine that performs work within a work area, said autonomous work machine being provided with: a detection means which detects a plurality of markers arranged to define the work area; an identification means which identifies marker information on the basis of the detection results from the detection means; a setting means which sets a virtual line connecting the plurality of markers, on the basis of the marker information identified by the identification means; and a control means which controls the autonomous work machine such that the autonomous



WO 2021/014586 A1

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

work machine does not enter into any regions beyond the virtual line set by the setting means.

(57) 要約 : 作業エリア内で作業する自律作業機であって、前記作業エリアを規定するために配置された複数のマーカを検出する検出手段と、前記検出手段の検出結果に基づいてマーカ情報を特定する特定手段と、前記特定手段により特定された前記マーカ情報に基づいて前記複数のマーカを結ぶ仮想ラインを設定する設定手段と、前記設定手段により設定された前記仮想ラインよりも奥の領域へ前記自律作業機が逸脱しないように前記自律作業機を制御する制御手段とを備える。

明 細 書

発明の名称：自律作業機、自律作業機の制御方法及びプログラム
技術分野

[0001] 本発明は、自律作業機、自律作業機の制御方法及びプログラムに関するものである。

背景技術

[0002] 特許文献1は、マーカを認識したら、ロボット車両に格納されたマーカの位置情報を読み出して、ロボット車両の現在位置を把握することを開示している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許第9497901号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1に記載の技術では、複数のマーカのそれぞれが区別可能な異なるマーカを用意する必要があり、マーカの調達コストが増大するという課題がある。

[0005] 本発明は、上記課題の認識を契機として為されたものであり、個々に区別することが不要なマーカを使用して作業機を制御するための技術を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る自律作業機は、作業エリア内で作業する自律作業機であって、前記作業エリアを規定するために配置された複数のマーカを検出する検出手段と、前記検出手段の検出結果に基づいてマーカ情報を特定する特定手段と、前記特定手段により特定された前記マーカ情報に基づいて前記複数のマー

力を結ぶ仮想ラインを設定する設定手段と、

前記設定手段により設定された前記仮想ラインよりも奥の領域へ前記自律作業機が逸脱しないように前記自律作業機を制御する制御手段と、

を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、個々に区別することが不要なマーカを使用して作業機を制御することが可能となる。

[0008] 本発明のその他の特徴及び利点は、添付図面を参照とした以下の説明により明らかになるであろう。なお、添付図面においては、同じ若しくは同様の構成には、同じ参照番号を付す。

図面の簡単な説明

[0009] 添付図面は明細書に含まれ、その一部を構成し、本発明の実施の形態を示し、その記述と共に本発明の原理を説明するために用いられる。

[図1]本発明の一実施形態に係る自律走行可能な作業機の外観図である。

[図2]本発明の一実施形態に係る作業機を側方から観察した図である。

[図3]本発明の一実施形態に係る制御システムの構成例を示す図である。

[図4A]本発明の一実施形態に係る仮想ラインの設定方法及び隣接マーカの判定方法の説明図である。

[図4B]本発明の一実施形態に係る隣接マーカの判定方法の説明図である。

[図4C]本発明の一実施形態に係る隣接マーカの判定方法の説明図である。

[図4D]本発明の一実施形態に係る隣接マーカの判定方法の説明図である。

[図4E]本発明の一実施形態に係る隣接マーカの判定方法の説明図である。

[図4F]本発明の一実施形態に係る隣接マーカの判定方法の説明図である。

[図4G]本発明の一実施形態に係る隣接マーカの判定方法の説明図である。

[図5A]実施形態1に係る自律作業機が実施する処理手順を示すフローチャートである。

[図5B]実施形態1に係る自律作業機が実施する処理手順を示すフローチャートである。

[図6]本発明の一実施形態に係る仮想ラインまでの距離の求め方の説明図である。

[図7]本発明の一実施形態に係る撮影画像の一例を示す図である。

[図8A]実施形態2に係る自律作業機が実施する処理手順を示すフローチャートである。

[図8B]実施形態2に係る自律作業機が実施する処理手順を示すフローチャートである。

[図9]実施形態3に係るマーカ位置をプロットした地図情報の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、添付の図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。なお、各図面を通じて同一の構成要素に対しては同一の参照符号を付している。

[0011] (実施形態1)

図1は、本発明の一実施形態に係る自律走行可能な自律作業機の外観図である。以下では側面視における自律作業機の進行方向（車長方向）と、進行方向に直交する横方向（車幅方向）と、進行方向と横方向に直交する鉛直方向とを、それぞれ前後方向、左右方向、上下方向と定義し、それによって各部の構成を説明する。

[0012] <自律作業機の構成>

図1において、符号10は自律作業機（以下「作業車」という）を示す。作業車10は、具体的には自律走行する芝刈機として機能する。但し、芝刈機は一例であり、他の種類の作業機械にも本発明を適用することができる。作業車10は、複数のカメラ（第1のカメラ11a、第2のカメラ11b）を含むカメラユニット11を備えており、視差ある第1のカメラ11a、第2のカメラ11bにより撮影された画像を用いて、前方に存在する物体と、作業車10との距離情報を算出して取得する。そして、撮影された画像と、予め保持されている物体認識モデルとに基づいて、作業車10の動作を制御する。

- [0013] 図2は、該作業車10を横方向（車幅方向）から観察した図である。図2に示されるように、作業車10は、カメラユニット11、車体12、ステア13、前輪14、後輪16、ブレード20、作業モータ22、モータ保持部材23、ブレード高さ調節モータ100、及び並進機構101を備えている。また、作業車10は、走行モータ26、各種のセンサ群S、電子制御ユニット（ECU: Electronic Control Unit）44、充電ユニット30、電池（バッテリー）32、充電端子34、通信部35を備えている。
- [0014] 作業車10の車体12は、シャーシ12aと、該シャーシ12aに取り付けられるフレーム12bとを有する。前輪14は、前後方向においてシャーシ12aの前側にステア13を介して固定される小径の左右2個の車輪である。後輪16は、シャーシ12aの後側に取り付けられる大径の左右2個の車輪である。
- [0015] ブレード20は、シャーシ12aの中央位置付近に取り付けられる芝刈り作業用のロータリブレードである。作業モータ22は、ブレード20の上方に配置された電動モータである。ブレード20は、作業モータ22と接続されており、作業モータ22によって回転駆動される。モータ保持部材23は、作業モータ22を保持する。モータ保持部材23は、シャーシ12aに対して回転が規制されると共に、例えば、ガイドレールと、ガイドレールに案内されて上下に移動可能なスライダとの組み合わせにより、上下方向の移動が許容されている。
- [0016] ブレード高さ調節モータ100は、接地面GRに対するブレード20の上下方向の高さを調節するためのモータである。並進機構101は、ブレード高さ調節モータ100と接続されており、ブレード高さ調節モータ100の回転を上下方向の並進移動に変換するための機構である。当該並進機構101は、作業モータ22を保持するモータ保持部材23とも接続されている。
- [0017] ブレード高さ調節モータ100の回転が並進機構101により並進移動（上下方向の移動）に変換され、並進移動はモータ保持部材23に伝達される

。モータ保持部材 23 の並進移動（上下方向の移動）により、モータ保持部材 23 に保持されている作業モータ 22 も並進移動（上下方向の移動）する。作業モータ 22 の上下方向の移動により、接地面 GR に対するブレード 20 の高さを調節することができる。

[0018] 走行モータ 26 は、作業車 10 のシャーシ 12 a に取り付けられている 2 個の電動モータ（原動機）である。2 個の電動モータは、左右の後輪 16 とそれぞれ接続されている。前輪 14 を従動輪、後輪 16 を駆動輪として左右の車輪を独立に正転（前進方向への回転）あるいは逆転（後進方向への回転）させることで、作業車 10 を種々の方向に移動させることができる。

[0019] 充電端子 34 は、フレーム 12 b の前後方向の前端位置に設けられた充電端子であり、充電ステーション（例えば、図 3 を参照して後述する充電ステーション 300）の対応する端子と接続することで、充電ステーションからの給電を受けることができる。充電端子 34 は、配線を介して充電ユニット 30 と接続されており、当該充電ユニット 30 は電池（バッテリー）32 と接続されている。また、作業モータ 22、走行モータ 26、ブレード高さ調節モータ 100 も電池 32 と接続されており、電池 32 から給電されるように構成されている。

[0020] ECU 44 は、回路基板上に構成されたマイクロコンピュータを含む電子制御ユニットであり、作業車 10 の動作を制御する。ECU 44 の詳細は後述する。通信部 35 は、作業車 10 と有線又は無線で接続された外部機器（例えば、後述する充電ステーションや、ユーザが所持する通信端末、作業車 10 を操作するためのリモートコントローラなど）に対して情報を送受信することができる。

[0021] 図 3 は、本発明の一実施形態に係る制御システムの構成例を示す図である。制御システム 1 は、作業車 10 と、充電ステーション 300 とを含んで構成されている。なお、後述するユーザが所持する通信端末や作業車 10 を操作するためのリモートコントローラをさらに含んでもよい。

[0022] 図 3 に示されるように、作業車 10 が備える ECU 44 は、CPU 44 a

と、I/O44bと、メモリ44cとを備えている。I/O44bは、各種情報の入出力を行う。メモリ44cは、ROM (Read Only Memory)、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory) 等である。メモリ44cには、撮影画像、作業車10の作業日程、作業エリアに関する地図情報や、作業車10の動作を制御するための各種プログラムなどが記憶されている。ECU44は、メモリ44cに格納されているプログラムを読み出して実行することにより、本発明を実現するための各処理部として動作することができる。

[0023] ECU44は各種のセンサ群Sと接続されている。センサ群Sは、方位センサ46、GPSセンサ48、車輪速センサ50、角速度センサ52、加速度センサ54、電流センサ62、及びブレード高さセンサ64を含んで構成されている。

[0024] 方位センサ46及びGPSセンサ48は、作業車10の向きや位置の情報を取得するためのセンサである。方位センサ46は、地磁気に応じた方位を検出する。GPSセンサ48は、GPS衛星からの電波を受信して作業車10の現在位置（緯度、経度）を示す情報を検出する。なお、GPSセンサ48及び方位センサ46に加えて、或いは、これらに代えて、オドメトリ、慣性計測装置 (IMU: Inertial Measurement Unit) を備えていてもよい。

[0025] 車輪速センサ50、角速度センサ52、及び加速度センサ54は、作業車10の移動状態に関する情報を取得するためのセンサである。車輪速センサ50は、左右の後輪16の車輪速を検出する。角速度センサ52は、作業車10の重心位置の上下方向の軸（鉛直方向のz軸）回りの角速度を検出する。加速度センサ54は、作業車10に作用するx, y, z軸の直交3軸方向の加速度を検出する。

[0026] 電流センサ62は、電池32の消費電流（消費電力量）を検出する。消費

電流（消費電力量）の検出結果はECU44のメモリ44cに保存される。予め定められた電力量が消費され、電池32に蓄積されている電力量が閾値以下になった場合、ECU44は、充電のために作業車10を充電ステーション300へ帰還させる帰還制御を行う。なお、メモリ44cに日毎の作業スケジュールを保存しておき、その日に行うべき作業が完了したことに応じて帰還制御を行ってもよい。

[0027] ブレード高さセンサ64は、接地面GRに対するブレード20の高さを検出する。ブレード高さセンサ64の検出結果はECU44へ出力される。ECU44の制御に基づいて、ブレード高さ調節モータ100が駆動され、ブレード20が上下方向に上下して接地面GRからの高さが調節される。

[0028] 各種センサ群Sの出力は、I/O44bを介してECU44へ入力される。ECU44は、各種センサ群Sの出力に基づいて、走行モータ26、作業モータ22、高さ調節モータ100に対して電池32から電力を供給する。ECU44は、I/O44bを介して制御値を出力して走行モータ26を制御することで、作業車10の走行を制御する。また、I/O44bを介して制御値を出力して高さ調節モータ100を制御することで、ブレード20の高さを調節する。さらに、I/O44bを介して制御値を出力して作業モータ22を制御することで、ブレード20の回転を制御する。ここで、I/O44bは、通信インタフェースとして機能することができ、ネットワーク150を介して有線又は無線で他の装置と接続することが可能である。

[0029] 充電ステーション300は、作業車10のバッテリー（電池32）を充電するための充電装置として機能する。作業エリアに設置されており、作業車10は、充電ステーション300へ帰還して、充電端子34を充電ステーション300と接続することにより充電を行うことができる。

[0030] <仮想ラインの設定方法>

図4Aを参照して、本実施形態に係る仮想ラインの設定方法を説明する。仮想ラインとは、作業エリアを規定するために配置されたマーカ間を結ぶ仮想的な線である。図4Aにおいて、400は、作業車10が作業を行う作業

エリア（例えば庭）を含む領域（例えばユーザの所有する敷地全体）を示す。401a～401nは本実施形態に係るマーカである。これらのマーカ401a～401nにより囲まれるエリアが作業エリアとなる。作業車10は、仮想ラインよりも奥の領域に逸脱しないように制御を行うことで、この作業エリアから逸脱しないように作業を行う。なお、地面に埋め込むタイプの既存のエリアワイヤを用いて敷地全体を区画し、敷地の一部にマーカを配置して非侵入のエリアを設けることにより、作業エリアを規定してもよい。すなわち、既存のエリアワイヤとマーカとを組み合わせる作業エリアを規定する場合にも本発明を適用することができる。

[0031] 402は作業車10の進行方向を示し、403は作業車10がカメラユニット11により認識可能な範囲（例えば画角範囲）を示す。図示の例では、認識可能な範囲にマーカ401a～401dの4つのマーカが含まれている。作業車10は、マーカを認識したら、隣接する2つのマーカ間に仮想ライン（バーチャルワイヤ）を設定する。図示の例では、マーカ401aとマーカ401bとの間に仮想ライン411を、マーカ401bとマーカ401cとの間に仮想ライン412を、マーカ401cとマーカ401dとの間に仮想ライン413を設定する。なお、例えばマーカ401bとマーカ401dとは隣接するマーカではないので仮想ラインを設定しない。

[0032] ここで、仮想ラインは直線に限定されるものではない。例えば、マーカ401iとマーカ401jとの間に設定された仮想ライン431のように滑らかな曲線であってもよい。

[0033] <隣接マーカの判定方法1：マーカ間の距離>

2つのマーカが隣接するマーカであるかどうかは、マーカを所定距離間隔で配置することを前提とした場合、マーカ間の距離に基づいて判定することができる。マーカ間の距離が所定距離範囲（例えば2.5m～3.5m）内であれば、隣接するマーカであると判定し、所定距離範囲外である場合には隣接するマーカではないと判定してもよい。図4Aにおいて、ライン414の長さ（例えば4m）は所定距離範囲外であるので、仮想ラインとして設定

されることはない。これにより、マーカ401b、マーカ401c、マーカ401dを結ぶ三角形の領域で作業が行われないことを防止することができる。

[0034] このように、判定方法1によれば、複数のマーカのうち、マーカ間の距離が所定距離範囲内である2つのマーカを隣接マーカとして特定する。また、所定距離範囲は、例えば2.5m以上、3m以上、3m以下、3.5m以下など、上限値や下限値を設けなくてもよい。

[0035] <隣接マーカの判定方法2：指標の利用>

なお、2つのマーカが隣接するマーカであるかどうかを判定する方法はマーカ間の距離を用いる方法に限定されるものではない。例えば、図4Aのマーカ401mのように、隣接するマーカが存在する方向を指示するための指標（例えば431、432）を備えたマーカを用いることで、各指標を検出し、指標431、432が指し示す方向に存在する近傍のマーカを隣接するマーカであると判定してもよい。図示の例では、指標431により指示される方向に存在するマーカ401lとマーカ401mとの間に仮想ライン421を設定し、マーカ401nとマーカ401nとの間に仮想ライン422を設定する。この場合、各マーカが401mと同様に少なくとも2つの方向を示す指標を備えて構成されてもよい。

[0036] このように、判定方法2によれば、各マーカは、隣接するマーカが存在する方向を指示する指標を備えており、第1のマーカの指標が指示する方向に存在する第2のマーカを隣接マーカとして特定することができる。なお、第1のマーカの指標が指示する方向に複数のマーカが存在する場合には、最も近傍に存在するマーカを隣接マーカとして特定してもよい。また、判定方法1と組み合わせて、指標が指示する方向かつ所定距離範囲（例えば2.5m～3.5m）内にあるマーカを隣接マーカとして特定してもよい。また、指標が指示する向きはユーザが自在に変更できてもよい。例えば回転機構などを用いて指標の向きを調整可能に構成してもよい。

[0037] <隣接マーカの判定方法3：奥にマーカを検出>

判定方法1の場合、3つのマーカが所定距離（例えば3 m）間隔で正三角形形状に配置されていたり、或いは、4つのマーカが所定距離（例えば3 m）間隔で正方形形状に配置されているような場合には、正三角形、正方形の内部の領域に進入することができず、それらの領域内で作業を行うことができなくなってしまう可能性がある。

[0038] ここで、図4 Bは、正三角形や正方形の領域が形成される作業エリアにおける隣接マーカの判定方法の説明図である。450は、作業車10が作業を行う作業エリア（例えば庭）を含む領域（例えばユーザの所有する敷地全体）を示す。451 a～451 pは本実施形態に係るマーカである。これらのマーカ451 a～451 pにより囲まれるエリアが作業エリアとなる。作業車10はこの作業エリアから逸脱しないように作業を行う。

[0039] 各マーカ451 a～451 pは所定距離（例えば3 m）間隔で配置されている。この作業エリアには、マーカ451 b、マーカ451 c、マーカ451 dの3つのマーカにより正三角形の領域が形成されている。同様に、マーカ451 l、マーカ451 m、マーカ451 n、マーカ451 oの4つのマーカにより正方形の領域が形成されている。このような領域があると、判定方法1を用いると、作業車10は、マーカ451 bとマーカ451 cとを結ぶ仮想ライン、マーカ451 lとマーカ451 oとを結ぶ仮想ラインを超えて奥の領域へ移動することができなくなるため、これらの領域内で作業を行うことができなくなる。

[0040] そこで、2つのマーカよりも奥に、他のマーカが検出された場合には、2つのマーカを隣接するマーカではないと判定してもよい。図示の例では、マーカ451 bと、マーカ451 dとの2つのマーカが検出されて、その2つのマーカよりも奥にさらに他のマーカ451 cが検出されるので、マーカ451 bと、マーカ451 dとの2つのマーカを隣接するマーカではないと判定する。同様に、マーカ451 lと、マーカ451 oとの2つのマーカが検出されて、その2つのマーカよりも奥にさらに他のマーカ451 m、451 nが検出されるので、マーカ451 lと、マーカ451 oとの2つのマーカ

を隣接するマーカではないと判定する。

[0041] これにより、マーカ451bとマーカ451cとの間、マーカ451lとマーカ451oとの間に仮想ラインが設定されず、そのため、作業車10は正三角形の領域や正方形の領域に進入して作業を行うことが可能となる。

[0042] このように、判定方法3によれば、2つのマーカを結ぶラインよりも奥の領域に、他のマーカが存在する場合、2つのマーカは隣接するマーカではないと特定する。ただし、判定方法3を適用する場合、2つのマーカから遠く離れた位置にある他のマーカを検出してしまった場合、誤って奥の領域に進んでしまう可能性がある。そこで、他のマーカまでの距離を算出して当該算出した距離が所定距離（例えば4m）以下である場合、または、他のマーカが手前の2つのマーカのいずれかと隣接するマーカであると判定した場合にのみ、奥の領域へ移動可能に構成してもよい。これにより、本来進入すべきではない領域へ進入してしまうことを抑制することができる。

[0043] <隣接マーカの判定方法4：マーカを予めトレース>

図4Cは、隣接マーカの判定方法の一例の説明図である。460は、作業車10が作業を行う作業エリア（例えば庭）を含む領域（例えばユーザの所有する敷地全体）を示す。461a～461mは本実施形態に係るマーカである。これらのマーカ461a～461mにより囲まれるエリアが作業エリアとなる。作業車10はこの作業エリアから逸脱しないように作業を行う。

[0044] 作業車10による作業を開始する前に、ユーザ462がリモートコントローラ463を操作して直接作業車10を制御し、各マーカに沿って作業車10を1周移動させる。リモートコントローラ463からの操作信号は、作業車10の通信部35を介して受信される。

[0045] また、作業車10はGPSセンサ48を有しており、リモートコントローラ463の操作信号に従って各マーカを順にトレースしていった軌跡を作業エリアの軌跡情報として記憶する。これにより、作業開始前に、作業エリアの軌跡情報を把握することができるので、作業開始後に、軌跡に沿っていないマーカ同士は隣接しないマーカであると判定するように構成することで、

2つのマーカが隣接するマーカであるかどうかを判定することが可能となる。

[0046] このように、判定方法4によれば、配置された各マーカに沿って作業車10を走行させることにより作業車10の軌跡情報を取得する。これにより、複数のマーカのうち、軌跡情報と整合する2つのマーカを隣接マーカとして特定することができる。

[0047] <隣接マーカの判定方法5：通信端末で地図上に作業エリア境界を書き込む>

図4Dは、ユーザが所持する通信端末上に表示された作業エリアに関する地図への書き込み例を示す図である。470は、ユーザの通信端末であり、例えばタブレットやスマートフォンなどである。471は、ユーザの手である。472は、通信端末470の表示画面上に表示された作業エリアに関する地図情報である。図示の例では、ユーザの自宅及び庭を含む敷地を上空から俯瞰して見た地図が表示されている。473はユーザの自宅の屋根であり、474は、ユーザの自宅の敷地内にある樹木スペースである。ここで、図4Eは、図4Dの地図情報に対応するユーザの自宅を含む敷地の一部の外観図である。

[0048] 図4Dにおいて、475は、ユーザが手471の指を用いて、地図上でトレースしている境界を示す。同様に、476は、ユーザが手471の指を用いて、樹木スペースの周囲をトレースした境界を示す。樹木スペース474は作業エリアから除外されるアイランドである。なお、指を用いてトレースするのではなく、指でポイント指した位置をつなげることにより境界を指定してもよい。

[0049] このように、通信端末470に表示した地図上で作業エリアの境界を指定し、指定した境界情報（境界線の位置を示す情報）を作業車10へ送信する。これにより、作業車10は、ユーザ操作により指定された境界情報を取得できるので、作業車10は、GPSセンサ48及び方位センサ46を使用して自己位置及び方位を認識し、自己位置及び方位と境界情報とを用いて、検

出された2つのマーカが隣接するマーカであるかどうかを判定することが可能となる。図4Eの例では、作業車10は、取得した境界情報からマーカ481とマーカ482とは隣接するマーカではないと判定することができる。なお、GPSセンサ48及び方位センサ46に代えて、オドメトリ、慣性計測装置（IMU：Inertial Measurement Unit）を用いて自己位置及び方位を認識してもよい。

[0050] なお、境界をトレースする方法は、ユーザが手471の指を用いてなぞる方法に限定されない。図4Dの黒丸477に示されるように、ユーザが手471の指を用いて、境界に沿って各マーカの位置を複数地図上で順次ポイント指定することで、マーカの配置情報を境界情報として取得してもよい。そして、その境界情報を通信端末471から作業車10へ送信する構成であってもよい。

[0051] 各マーカの位置をポイント指定する場合も、自己位置及び方位と境界情報（マーカの配置情報）とを用いて、検出された2つのマーカが隣接するマーカであるかどうかを判定することが可能となる。例えば、図4Eの例では、作業車10は、境界情報（マーカの配置情報）から、マーカ481とマーカ482とは隣接するマーカではないと判定することができる。

[0052] このように、判定方法5によれば、作業エリアを含む地図上で指定された当該作業エリアの境界情報（例えば、作業エリアの境界に配置された複数のマーカの配置情報（ポイント指定された位置情報）、又は、作業エリアの境界を示す境界線（指でなぞった線）の情報）を取得する。これにより、複数のマーカのうち、境界情報と整合する2つのマーカを隣接マーカとして特定することができる。

[0053] <隣接マーカの判定方法6：アイランドを別の種類のマーカで囲む>

図4Fに、2種類のマーカを使用する方法の例を示す。作業エリアの境界上に配置される各マーカと、作業エリアから除外されるアイランドとなる樹木スペース474の周囲に配置される各マーカとで、異なる種類（例えば異なる色、異なる形状など）のマーカを使用する。これにより、作業車10は

、撮影画像から抽出されるマーカの特徴から異なる種類のマーカを判別することが可能となり、作業車10は、撮影画像から、マーカ483とマーカ484とは隣接するマーカではないと判定することができる。

[0054] なお、2種類のマーカに限定されるものではなく、複数のアイランドが存在する場合には、アイランドごとに異なる種類のマーカを使用してもよい。従って、3種類以上のマーカを使用する場合にも適用可能である。

[0055] このように、作業エリアの外縁を規定する複数の第1の種類のマーカと、外縁の内部に含まれ且つ作業エリアから除外される内部領域（アイランド）を規定する複数の第2の種類のマーカとを使用する。これにより、第1の種類のマーカと、第2の種類のマーカとは隣接するマーカではないとして特定することができる。

[0056] <隣接マーカの判定方法7：距離ごとに異なる種類のマーカを使用>

図4Gは、入り組んだ形状の領域に、短い間隔でマーカを配置する例を示す図である。491a～491eは、それぞれ第1の距離（例えば3m）間隔用のマーカである。492a～492fは、それぞれ第2の距離（例えば1m）間隔用のマーカである。第1の距離間隔用の第1の種類のマーカと、第2の距離間隔用の第2の種類のマーカとは、例えば色、形状、大きさなどが異なっている異なる種類のマーカである。

[0057] 図示の例では、マーカ491b、マーカ491c、マーカ491dが正三角形形状になっており、また、マーカ491c、マーカ491d、マーカ491eも正三角形形状になっている。このような入り組んだ形状でマーカ491a～491eだけが配置されていた場合を考える。判定方法3のように2つのマーカよりも奥に他のマーカが検出された場合には2つのマーカを隣接するマーカではないと判定すると、例えば作業車がマーカ491c及びマーカ491dとの間に向かって走行していた場合、奥にマーカ491eが検出されるため、マーカ491c及びマーカ491dとを結ぶ作業エリアの境界を超えて奥に、マーカ491eへ近づく方向へ走行してしまうことがある。

[0058] そこで、入り組んだ形状となる場所に、マーカ492a～492fをさら

に配置する。これにより、作業車10は、マーカ491cとマーカ491dとを結ぶライン上にマーカ492cとマーカ492dとをさらに検出することになるため、2つのマーカ（マーカ491c及びマーカ491d）は隣接するマーカであると判定することができる。よって、作業車10がマーカ491c及びマーカ491dを結ぶ作業エリアの境界を超えて奥の領域に逸脱してしまうことを防止することができる。なお、図示の例ではマーカ492cとマーカ492dとの2つのマーカが検出される場合を示したが、マーカ491cとマーカ491dとを結ぶライン上にマーカ492cまたはマーカ492dの何れか一方が検出された場合に2つのマーカ（マーカ491c及びマーカ491d）は隣接するマーカであると判定してもよい。

[0059] このように、判定方法7によれば、第1の距離間隔で配置される複数の第1の種類 of マーカと、第1の距離間隔よりも短い第2の距離間隔で配置される複数の第2の種類 of マーカとを使用する。これにより、複数の第1の種類 of マーカのうち、2つの第1の種類 of マーカの間には第2の種類 of マーカが1つ以上存在する場合には、2つの第1の種類 of マーカを隣接マーカとして特定することができる。

[0060] <処理>

続いて、図5A及び図5Bのフローチャートを参照しながら、本実施形態に係る作業車10が実施する処理の手順を説明する。本実施形態に係る作業車10は、マーカ間に仮想ラインを設定し、その仮想ラインよりも奥の領域へ作業車10が逸脱しないように制御を行う。

[0061] ステップS501において、CPU44aは、カメラユニット11により撮影されたステレオ画像を取得する。

[0062] ステップS502において、CPU44aは、ステレオ画像に基づいて距離画像を取得する。

[0063] ステップS503において、CPU44aは、カメラユニット11を構成する第1のカメラ11a又は第2のカメラ11bの一方の画像をトリミングする。本実施形態では第2のカメラ11bの画像を使用する。

- [0064] ステップS504において、CPU44aは、トリミングされた画像を用いて物体認識処理を実行する。機械学習により人物、マーカを含む物体の特徴を予め学習させておき、その学習結果と照らし合わせるにより物体を認識する。
- [0065] ステップS505において、CPU44aは、ステップS504での物体認識処理の結果、マーカが認識されたか否かを判定する。マーカが認識されたと判定された場合、ステップS506へ進む。一方、マーカが認識されていないと判定された場合、ステップS517へ進む。
- [0066] ステップS506において、CPU44aは、画像中のマーカの重心位置を取得する。重心位置は、例えば予め保持しておいたマーカの重心位置の情報に基づいて、マーカの特定の位置を重心位置として特定する。なお、重心位置はあくまでも一例であり、重心位置に限定されない。マーカの頂部の位置であってもよいし、マーカと地面とが接する接地位置であってもよい。
- [0067] ステップS507において、CPU44aは、ステップS502で取得された距離画像を用いて、マーカ情報として、作業車10からマーカの重心位置までの距離情報を取得する。
- [0068] ステップS508において、CPU44aは、ステップS505で認識されたマーカが複数存在するか否かを判定する。複数のマーカが認識されている場合、ステップS509へ進む。一方、単一のマーカが認識されている場合、ステップS515へ進む。
- [0069] ステップS509において、CPU44aは、複数のマーカに含まれる2つのマーカが隣接するマーカであるか否かを判定する。本実施形態では、2つのマーカ間の距離が所定距離範囲内であるか否かを判定し、距離が所定距離範囲内である場合に隣接するマーカであると判定する。本実施形態では、マーカが3m間隔で設置されることを想定するが、必ずしも3mずつ等間隔にマーカが配置されているとは限らず、多少ずれが生じている可能性もあるため、所定距離範囲、例えば2.5m~3.5mの範囲であれば隣接するマーカであると判定するようにする。隣接するマーカであると判定された場合

、ステップS510へ進む。一方、隣接するマーカではないと判定された場合、ステップS511へ進む。なお、隣接するマーカであるか否かの判定方法は、図4A～図4Gを参照して説明した他の判定方法を用いてもよい。

[0070] ステップS510において、CPU44aは、隣接するマーカであると判定された2つのマーカ間に仮想ラインを設定する。

[0071] ステップS511において、CPU44aは、複数のマーカのうち、2つのマーカの全部の組み合わせに対して判定を完了したか否かを判定する。全部の組み合わせに対して判定が完了した場合、ステップS512へ進む。一方、まだ判定を行っていない組み合わせが残っている場合、ステップS509に戻って、新たな2つのマーカの組み合わせに対して判定を行う。

[0072] ステップS512において、CPU44aは、作業車10の進行方向と、進行方向の先に位置する仮想ラインとに基づいて、作業車10から当該作業車10の進行方向の先に位置する仮想ラインまでの距離を算出する。図4Aの例では、進行方向402の先に位置する仮想ライン411との交点までの距離を算出する。

[0073] ここで、図6を参照しながら、進行方向402の先に位置する仮想ライン411との交点までの距離の算出方法の一例を説明する。図6において、地点Oは作業車10の現在位置である。地点Aは図4Aのマーカ401aに対応し、地点Bは図4Aのマーカ401bに対応する。求める距離をXとするとXは線OCの長さである。ここで、線OAの長さと、線OBの長さは距離画像より求めることができる。また、角度 α 、角度 β についても、カメラユニット11の撮影方向（通常は進行方向402と同一方向）及び視野角と、地点A及び地点Bの方向とから求めることができる。そして地点Aから線OCに垂線を下ろしてその交点をDとし、同様に地点Bから線OCの延長線上に垂線を下ろしてその交点をEとする。このとき、三角形ACDと三角形BCEは相似なので、 $AD : BE = CD : CE$ となる。そしてADとBEとの比は、撮影画像の一例を表す図7に示されるように、カメラユニット11により撮影された一方のカメラの画像の中心線701からの距離の比（すなわ

ちAGとBHとの長さの比)により求めることができる。

[0074] 図6において、 $AD=OA \sin \alpha$ 、 $BE=OB \sin \beta$ 、 $CD=OC-OA \cos \alpha$ 、 $CE=OB \cos \beta-OC$ であるから、

$$AD:BE=CD:CE$$

$$\Leftrightarrow OA \sin \alpha:OB \sin \beta=OC-OA \cos \alpha:OB \cos \beta-OC$$

$$\Leftrightarrow OC=OA \cdot OB \times (\sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta) / (OB \sin \beta + OA \sin \alpha)$$

$$=OA \cdot OB \sin (\alpha + \beta) / (OB \sin \beta + OA \sin \alpha)$$

$$=X$$

として地点Cまでの距離Xを求めることができる。

[0075] ステップS513において、CPU44aは、作業車10から、当該作業車10の進行方向の先に位置する仮想ラインまでの距離が閾値（例えば0.1m）以下であるか否かを判定する。距離が閾値以下であると判定された場合、S514へ進む。一方、距離が閾値よりも大きい場合、ステップS517へ進む。

[0076] ステップS514において、CPU44aは、仮想ラインに基づいて回避動作を実行する。具体的には、作業車10が仮想ラインから閾値（例えば0.1m）まで近づいたら停止、後退、又は旋回する。これにより、作業車10が仮想ラインよりも奥の領域に逸脱してしまうことを防止できる。例えば、作業車10は、図4Aに示した進行方向415に存在する仮想ライン411と、進行方向415へ延ばしたライン415との交点位置を超えて奥の領域に逸脱しないように、作業車10から仮想ライン415までの距離が閾値以下となった場合、作業車10を停止、後退、又は旋回する。これにより、作業車10は作業エリアから逸脱しないように作業を行うことが可能となる。ここで、旋回とは作業車10の進行方向を変更することであり、敷地上方から見た場合に放物線状の軌跡に沿って移動すること、ある地点で停止した後、その場で回転して進行方向を変えてから進むこと、仮想ラインにより区

画された領域に進入しないように回り込むことも含む。

- [0077] なお、仮想ラインまでの距離が別の閾値（例えば1.5 m）以下となった場合に、仮想ライン415へ向かう作業車10の走行速度を減速させる制御をさらに行ってもよい。停止、後退、又は旋回といった回避動作を行う手前で、予め減速しておくことで、急停止、急停止からの急後退、或いは、急旋回といった急な動作を抑制することが可能となる。
- [0078] ステップS515において、CPU44aは、作業車10からマーカまでの距離が閾値以下であるか否かを判定する。ここでの閾値は例えば0.5 mとするが、この値に限定されない。距離が閾値以下であると判定された場合、S516へ進む。一方、距離が閾値よりも大きい場合、ステップS517へ進む。
- [0079] ステップS516において、CPU44aは、回避動作を実行する。具体的には、作業車10がマーカから閾値距離（例えば0.5 m）まで近づいた際に停止、後退、又は旋回する。当該回避動作は、マーカが1つしか検出されていないため、仮想ラインとは無関係に行う回避動作である。その後、ステップS517へ進む。
- [0080] ステップS517において、CPU44aは、一連の処理を終了するかどうかを判定する。例えば、バッテリー残量が閾値以下となり、充電ステーション300へ帰還する必要がある場合や、作業開始から所定の時間が経過した場合、さらには、作業エリア内での作業が完了した（例えば作業エリア内の芝を刈り終わった）場合などである。また、ユーザが作業車10の電源をオフに操作した場合も該当する。一連の処理を終了しないと判定された場合、ステップS501に戻る。一方、一連の処理を終了すると判定された場合、図5A及び図5Bの処理を終了する。
- [0081] 以上説明したように、本実施形態では、2つのマーカを検出し、それらのマーカ間に仮想ラインを設定する。そして、仮想ラインを超えて奥の領域へ作業車が逸脱しないように回避動作を実行する。これにより、同一種類のマーカを使用して作業機を制御することが可能となり、複数のマーカのそれぞれ

れが区別可能なように個々に特徴が異なるマーカを用意する必要がなくなる。従って、マーカの導入費用を低減することも可能となる。また、仮想ライン（バーチャルワイヤ）を設定するため、作業エリアを規定するためのエリアワイヤ（例えば地中に埋め込まれるワイヤ）を設ける必要がなくなるので、コストを削減することが可能となる。なお、前述したように既存のエリアワイヤとマーカとを組み合わせる作業エリアを規定してもよく、その場合には一部の領域についてエリアワイヤを設けずに済むことから、コストを削減することが可能となる。そして、マーカを自由に配置することができるため、作業エリアの形状を柔軟に変更することが可能となる。例えば、庭の一部でユーザ自身が何か作業する場合には、当該領域に作業車が進入して欲しくない場合がある。その場合に、当該領域をマーカで囲むように規定することで、一時的に作業車が進入しないエリアを容易に作り出すことができる。

[0082] [変形例]

なお、充電ステーション300へ帰還する必要がある場合や、どこか所定の位置へ移動する必要がある場合には、CPU44aは、作業車10の走行経路を設定し、設定した走行経路に従って走行する。その際、走行経路上に仮想ラインが存在しないように走行経路を設定する。これにより、仮想ラインよりも奥に逸脱して走行することを防止することができる。

[0083] また、ステップS511では、検出された全部のマーカについての2つのマーカの組み合わせを考えて処理を行う例を説明したが、作業車10の進行方向に基づいて、進行方向に沿ったラインの左右にあるマーカ同士を処理する対象としてもよい。例えば、図4Aの例では、マーカ401a~401dの4個のマーカの組み合わせ（6通り）の全てを処理するのではなく、進行方向415に沿ったライン415の左右にあるマーカ同士のみを処理対象としてもよい。この場合、マーカ401aとマーカ401b、マーカ401aと、マーカ401c、マーカ401aとマーカ401dの3個を処理対象とし、マーカ401bとマーカ401c、マーカ401bとマーカ401d、マーカ401cとマーカ401dの3個を処理対象から除外してもよい。こ

れにより、処理を高速化することが可能となる。

[0084] また、本実施形態では、ステップS513で作業車10から仮想ラインまでの距離が閾値よりも大きい場合に、ステップS517を経てステップS501に戻り、再びステレオ画像を取得する例を説明した。しかし、常に撮影をし直す場合、作業車10が進行して仮想ラインに近づくにつれて、複数のマーカが検出されなくなることがある。そのため、必ずしもステップS501に戻って再び撮影をし直すのではなく、作業車10の走行速度に基づいて、作業車10から仮想ラインまでの距離が閾値以下になるタイミングを推定し、そのタイミングが到来したら回避動作を実行するように制御してもよい。或いは、ある地点から仮想ラインまでの距離を算出し、その後、当該地点から進んだ移動距離をオドメトリ、慣性計測装置（IMU：Inertial Measurement Unit）等で常時計測する。そして、算出した距離と、計測中の移動距離とに基づいて作業車10の動作を制御してもよい。例えば、計測中の移動距離が「当該地点から仮想ラインまでの距離」に達したことに応じて回避動作を実行してもよい。

[0085] また、ステップS512及びS513では、作業車10と仮想ラインとの距離に基づいて回避動作を制御する例を説明したが、距離に限定されない。例えば、作業車10が仮想ライン411に到達するまでに要する時間を算出し、その時間に基づいて仮想ラインに到達したかを判定してもよい。例えば、作業車10の走行速度と、作業車10から仮想ライン411までの距離とに基づいて当該時間を算出してもよい。そして、当該時間と経過時間との差異が閾値以下となった場合に、回避動作を実行するように制御してもよい。同様に、ステップS515では、作業車10とマーカとの距離に基づいて回避動作を制御する例を説明したが、距離に限定されない。例えば、作業車10がマーカに到達するまでに要する時間を算出し、その時間に基づいてマーカに到達したかを判定してもよい。

[0086] また、ステップS501に戻って処理を繰り返すことと並行して、作業車10から仮想ラインまでの距離が閾値以下になるタイミングが到来したら回

避動作を別途実行するように制御してもよい。

[0087] (実施形態2)

実施形態1では、マーカ情報として、検出されたマーカまでの距離情報を取得し、当該距離情報を使用して作業車から仮想ラインまでの距離や作業車が仮想ラインに到達するまでの時間を算出して回避動作を行う例を説明した。これに対して、実施形態2では、マーカ情報として、マーカの位置座標を示すマーカ位置情報を取得し、当該マーカ位置情報と、作業車の自己位置情報及び方位情報とを使用して作業車から仮想ラインまでの距離や作業車が仮想ラインに到達するまでの時間を算出して回避動作を行う例を説明する。

[0088] システム構成及び自律作業機の構成については実施形態1で説明した構成と同様であるため、説明を省略する。

[0089] <処理>

続いて、図8A及び図8Bのフローチャートを参照しながら、本実施形態に係る作業車10が実施する処理の手順を説明する。本実施形態に係る作業車10は、マーカ間に仮想ラインを設定し、その仮想ラインよりも奥の領域へ作業車10が逸脱しないように制御を行う。図5A及び図5Bのフローチャートと同じ処理を行うステップについては同一の参照符号を付してある。以下、図5A及び図5Bとの差異を中心に説明を行う。

[0090] ステップS801において、CPU44aは、GPSセンサ48及び方位センサ46を使用して自己位置及び方位の情報を取得する。

[0091] ステップS802において、CPU44aは、マーカ情報として、検出されたマーカのマーカ位置情報（位置座標）を取得する。マーカ位置情報は、例えば、実施形態1で図4Dを参照して説明したように、予め地図情報としてメモリ44cに記憶しておき、参照できるようにしておく。作業車10は、GPSセンサ48及び方位センサ46を使用して自己位置及び方位を認識し、カメラユニット11により撮影された画像から検出されたマーカが、地図情報に含まれるどのマーカであるかを特定し、検出されたマーカのマーカ位置情報を取得する。

- [0092] 或いは、カメラユニット11により撮影された画像の風景情報から、マーカ位置情報を特定することも可能である。例えば、予め、画像に含まれる風景情報及びマーカと、その風景のときに距離計測されたマーカまでの距離情報とを対応付けて記憶しておく。そして、作業車10を作業エリア内で走行させながら、様々な場所に対応付けを行い学習情報として記憶する。そして、この学習情報を参照することで、GPSセンサ48及び方位センサ46を使用して認識された自己位置及び方位を用いて、カメラユニット11により撮影された画像から検出されたマーカの位置座標を、マーカ位置情報として取得することができる。
- [0093] 或いは、作業車10は、GPSセンサ48及び方位センサ46を使用して自己位置及び方位を認識するとともに、カメラユニット11により撮影された画像から検出されたマーカまでの距離情報（距離画像）を、視差のある画像に基づいて取得する（S501及びS502）。さらに、撮影された画像の画像中心に対するマーカの位置から、カメラユニット11の撮影方向に対するマーカが存在する角度（例えば図6の角度 α や角度 β ）を求める。そして、作業車10の方位と、求めた角度とから、マーカが存在する方向を特定し、その方向に沿った、取得された距離情報が示す距離だけ先の位置座標をマーカ位置情報として取得してもよい。
- [0094] ステップS803において、CPU44aは、複数のマーカに含まれる2つのマーカが隣接するマーカであるか否かを判定する。本実施形態でも、判定方法は実施形態1と同様であるため、詳細な説明は省略する。
- [0095] ステップS804において、CPU44aは、作業車10の進行方向と、進行方向の先に位置する仮想ラインとに基づいて、作業車10から当該作業車10の進行方向の先に位置する仮想ラインまでの距離を算出する。図4Aの例では、進行方向402の先に位置する仮想ライン411との交点までの距離を算出する。
- [0096] ここで、再び図6を参照しながら、図4Aの進行方向402の先に位置する仮想ライン411との交点までの距離算出方法の一例を説明する。図6に

において、地点Oは作業車10の現在位置である。地点Aは図4Aのマーカ401aに対応し、地点Bは図4Aのマーカ401bに対応する。求める距離をXとするとXは線OCの長さである。ここで、線OAの長さと、線OBの長さは、地点Aの位置座標及び地点Bの位置座標、地点Oの位置座標（自己位置）が既知なので、これらから求めることができる。以降は実施形態1で説明した手順と同様の手順により、作業車10から当該作業車10の進行方向の先に位置する仮想ライン411までの距離を算出する。

[0097] その他のステップは図5A及び図5Bで説明した処理と同様である。

[0098] 以上説明したように、本実施形態では、マーカ情報として、マーカの位置座標を示すマーカ位置情報を取得し、当該マーカ位置情報と、作業車の自己位置情報及び方位情報とを使用して作業車から仮想ラインまでの距離や作業車が仮想ラインに到達するまでの時間を算出して回避動作を行う。

[0099] これにより、マーカの位置座標を示すマーカ位置情報及び作業車の自己位置、方位を用いて作業車の動作を制御することができる。

[0100] （実施形態3）

実施形態3では、作業エリアを規定するために配置されたマーカの位置情報を含む地図情報を作成し、ユーザへ提示する例を説明する。

[0101] システム構成及び自律作業機の構成については実施形態1で説明した構成と同様であるため、説明を省略する。

[0102] 作業車10は、GPSセンサ48及び方位センサ46を使用して自己位置及び方位の情報を取得しながら、カメラユニット11により撮影された画像から検出されたマーカまでの距離情報を取得する。マーカまでの距離は実施形態1で説明した通り、視差のある画像に基づいて取得することができる。さらに、図7に示したような撮影画像の画像中心に対するマーカの位置から、カメラユニット11の撮影方向に対するマーカが存在する角度（例えば図6の角度 α や角度 β ）を求める。そして、作業車10の方位と、求めた角度とから、マーカが存在する方向を特定し、その方向に沿って、取得された距離情報が示す距離だけ先の位置座標をマーカ位置情報として取得する。作業

車10は、作業を行いながら、マーカを検出するたびに、自己位置及び方位の情報と、マーカまでの距離情報及びマーカが存在する方向とを用いて、マーカの位置情報（位置座標）を算出する。そして、算出されたマーカの位置情報を地図上にプロットしていく。これにより、作業エリアを規定するために配置されたマーカの位置情報を含む地図情報を作成することができる。

[0103] 図9は、マーカの位置情報がプロットされた地図の一例である。901は地図であり、格子状に区切られた格子エリアとして規定されている。901a～901wは、それぞれプロットされたマーカの位置情報である。作業車10は、作業を行いながら、或いは、作業開始前に走行しながら、このような地図情報を作成して地図データベースとして記憶する。また、作成した地図情報をユーザへ提示してもよい。ユーザへの提示方法としては、作業車10に表示部が設けられている場合には、当該表示部に表示させることで提示してもよい。或いは、作業車10が、ユーザが所持する通信端末（例えばタブレットやスマートフォンなど）へ地図情報を送信し、通信端末の表示画面上で提示するようにしてもよい。

[0104] 以上説明したように、本実施形態では、作業エリアを規定するために配置されたマーカ位置を含む地図情報を作成し、ユーザへ提示する。これにより、ユーザは手作業で配置されたマーカに関する地図情報を取得することができる。従って、マーカの配置位置を後から手作業で調整して、より適切な作業エリアを規定し直すことも可能となる。

[0105] なお、本実施形態の処理は、実施形態1や実施形態2と並行して行ってもよいし、これらとは独立して単独で実施してもよい。並行して行う場合、実施形態1や実施形態2の処理により取得された仮想ラインの情報と、実施形態3の処理により取得されたマーカの位置情報との少なくとも一方を地図情報に反映させ、それをユーザへ提示するようにしてもよい。

[0106] 上述の各実施形態では、自律作業機の一例として、芝刈機を例に説明を行ったが、芝刈機に限定されるものではない。例えば、自律型の除雪機、ゴルフボールの回収機、船外機など、他の種類の自律作業機に対しても本発明を

適用することができる。

[0107] <実施形態のまとめ>

1. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）は、
作業エリア内で作業する自律作業機であって、
前記作業エリアを規定するために配置された複数のマーカ（例えば401a～401n）を検出する検出手段（例えば11、44a）と、
前記検出手段の検出結果に基づいてマーカ情報を特定する特定手段（例えば44a）と、
前記特定手段により特定された前記マーカ情報に基づいて前記複数のマーカを結ぶ仮想ライン（例えば411、412、413）を設定する設定手段（例えば44a）と、
前記設定手段により設定された前記仮想ラインよりも奥の領域へ前記自律作業機が逸脱しないように前記自律作業機を制御する制御手段（例えば44a）と、
を備える。

[0108] この実施形態によれば、個々に区別することが不要なマーカを使用して作業機を制御することが可能となる。例えば同一種類のマーカを使用して作業機を制御することが可能となる。

[0109] 2. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記制御手段は、前記自律作業機が前記仮想ラインに到達するまでに要する時間を算出し、前記算出された前記時間に基づいて前記自律作業機を制御する。

[0110] この実施形態によれば、仮想ラインに到達するまでに要する時間が到来する前に、回避動作を行うことが可能となる。また、自己位置を認識するためのIMUやGPSセンサを使用せずに、逸脱を防止することができる。

[0111] 3. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記制御手段は、前記自律作業機の速度と、前記自律作業機から前記仮想ラインまでの距離とに基づいて前記時間を算出する。

- [0112] この実施形態によれば、仮想ラインに到達するまでに要する時間が到来する前に、回避動作を行うことが可能となる。また、自己位置を認識するためのIMUやGPSセンサを使用せずに、逸脱を防止することができる。
- [0113] 4. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記自律作業機の移動距離を計測する計測手段（例えばIMU、オドメトリ）をさらに備え、
前記制御手段は、
前記マーカ情報に基づいて前記自律作業機から前記仮想ラインまでの距離を算出し、
当該算出された距離と、当該距離が算出された前記自律作業機の位置からの前記移動距離とに基づいて、前記自律作業機を制御する。
- [0114] この実施形態によれば、途中でマーカが検出されなくなった場合であっても、自律作業機を制御することが可能となる。
- [0115] 5. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記マーカ情報は、前記自律作業機からマーカまでの距離を示す距離情報を含み、
前記設定手段は、前記距離情報に基づいて前記仮想ラインを設定する。
- [0116] この実施形態によれば、マーカまでの距離を示す距離情報を用いて仮想ラインを設定するので、マーカの位置情報が分からなくても仮想ラインを設定することが可能となる。
- [0117] 6. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記マーカ情報は、マーカの位置座標を示すマーカ位置情報を含み、
前記設定手段は、前記マーカ位置情報に基づいて前記仮想ラインを設定する。
- [0118] この実施形態によれば、マーカ位置情報を用いて仮想ラインを設定するので、マーカまでの距離情報を別途取得しなくても、仮想ラインを設定することが可能となる。
- [0119] 7. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、

マーカの特徴情報を格納する格納手段（例えば44c）をさらに備え、
前記特定手段は、前記格納手段に格納されたマーカの前記特徴情報と、前記検出手段により検出されたマーカの特徴とに基づいて、前記マーカ情報を特定する。

[0120] この実施形態によれば、マーカを認識し、そのマーカについてマーカ情報を取得することができる。

[0121] 8. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記制御手段は、前記自律作業機から前記仮想ラインまでの距離が第1の閾値以下となった場合、前記自律作業機を停止、後退、又は旋回させる。

[0122] この実施形態によれば、自律作業機が仮想ラインを超えて奥の領域へ逸脱することを防止できる。

[0123] 9. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記制御手段は、前記自律作業機から前記仮想ラインまでの距離が前記第1の閾値よりも大きい第2の閾値以下となった場合、前記仮想ラインへ向かう前記自律作業機を減速させる。

[0124] この実施形態によれば、停止、後退、又は旋回の動作を行うよりも前の段階で、予め減速しておくことで、急停止、急停止からの急後退、或いは、急旋回といった急な動作を抑制することが可能となる。

[0125] 10. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記検出手段により検出された前記複数のマーカの中から2つのマーカを隣接マーカとして特定する隣接マーカ特定手段（例えば44a）をさらに備え、
前記制御手段は、前記隣接マーカ特定手段により前記隣接マーカとして特定された前記2つのマーカ間に仮想ラインを設定する。

[0126] この実施形態によれば、本来隣接しないマーカ同士の間には仮想ラインが設定されないため、作業が行われない領域の発生を防止することができる。

[0127] 11. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記隣接マーカ特定手段は、前記複数のマーカのうち、マーカ間の距離が

所定距離範囲内である2つのマーカを前記隣接マーカとして特定する。

[0128] この実施形態によれば、マーカ間の距離が遠いマーカ同士を隣接するマーカと判定してしまうことを防止できる。

[0129] 12. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記隣接マーカ特定手段は、前記2つのマーカ（例えば、451b、451d）を結ぶラインよりも奥の領域に、前記検出手段により検出された他のマーカ（例えば451c）が存在する場合、前記2つのマーカは前記隣接マーカではないと特定する。

[0130] この実施形態によれば、本来隣接しないマーカ同士の間には仮想ラインが設定されないので、作業が行われない領域の発生を防止することができる。

[0131] 13. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
各マーカは、隣接するマーカが存在する方向を指示する指標（例えば431、432）を備えており、
前記隣接マーカ特定手段は、第1のマーカ（例えば401m）の前記指標が指示する方向に存在する第2のマーカ（例えば431又は432）を前記隣接マーカとして特定する。

[0132] この実施形態によれば、本来隣接しないマーカ同士の間には仮想ラインが設定されることを防止できる。

[0133] 14. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
配置された各マーカに沿って前記自律作業機を走行させることにより前記自律作業機の軌跡情報（例えば図4Cの矢印に沿った軌跡）を取得する取得手段をさらに備え、
前記隣接マーカ特定手段は、前記複数のマーカのうち、前記軌跡情報と整合する2つのマーカを前記隣接マーカとして特定する。

[0134] この実施形態によれば、軌跡情報と整合しない本来隣接しないマーカ同士の間には仮想ラインが設定されることを防止できる。

[0135] 15. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記作業エリアを含む地図上で指定された前記作業エリアの境界情報（例

例えば475、476)を取得する取得手段をさらに備え、

前記隣接マーカ特定手段は、前記複数のマーカのうち、前記境界情報と整合する2つのマーカを前記隣接マーカとして特定する。

[0136] この実施形態によれば、境界情報と整合しない本来隣接しないマーカ同士の間には仮想ラインが設定されることを防止できる。

[0137] 16. 上記実施形態の自律作業機(例えば10)では、

前記境界情報は、前記作業エリアの境界に配置された複数のマーカの配置情報(例えば476)、又は、前記作業エリアの境界を示す境界線の情報(例えば475)である。

[0138] この実施形態によれば、地図上で指定されたマーカの配置情報や境界線の情報を取得することができる。

[0139] 17. 上記実施形態の自律作業機(例えば10)では、

前記複数のマーカは、前記作業エリアの外縁を規定する複数の第1の種類(例えば483)と、前記外縁の内部に含まれ且つ前記作業エリアから除外される内部領域を規定する複数の第2の種類(例えば484)とを含み、

前記隣接マーカ特定手段は、前記第1の種類(例えば483)のマーカと、前記第2の種類(例えば484)のマーカとを前記隣接マーカではないとして特定する。

[0140] この実施形態によれば、外縁を規定するマーカと、内部領域(アイランド)を規定するマーカとの間に仮想ラインが設定されることを防止できる。

[0141] 18. 上記実施形態の自律作業機(例えば10)では、

前記複数のマーカは、第1の距離間隔で配置される複数の第1の種類(例えば491a~491e)と、前記第1の距離間隔よりも短い第2の距離間隔で配置される複数の第2の種類(例えば492a~492f)とを含み、

前記隣接マーカ特定手段は、前記複数の第1の種類(例えば491a~491e)のマーカのうち、2つの第1の種類(例えば491aと491b)のマーカの間には前記第2の種類(例えば492a)のマーカが存在する場合には、前記2つの第1の種類(例えば491aと491b)のマーカを前記隣接マーカとして特定する。

- [0142] この実施形態によれば、入り組んだ形状の領域においても、自律作業機が作業エリア外へ逸脱してしまうことを防止することができる。
- [0143] 19. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記自律作業機の走行経路を設定する経路設定手段をさらに備え、
前記経路設定手段は、前記走行経路上に前記仮想ラインが存在しないように前記走行経路を設定する。
- [0144] この実施形態によれば、どこか所定の位置へ向かう必要がある場合に、自律作業機が作業エリア外へ逸脱してしまうことを防止することができる。
- [0145] 20. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記走行経路は、ステーションまで帰還するための走行経路である。
- [0146] この実施形態によれば、自律作業機がステーションに帰還する際に、自律作業機が作業エリア外へ逸脱してしまうことを防止することができる。
- [0147] 21. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記自律作業機の現在位置を特定する位置特定手段（例えば48）をさらに備え、
前記制御手段は、前記仮想ラインの情報と、前記位置特定手段により特定された前記自律作業機の前記現在位置とに基づいて、前記自律作業機を制御する。
- [0148] この実施形態によれば、自律作業機が仮想ラインを超えて奥の領域に逸脱してしまうことを防止することができる。
- [0149] 22. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記制御手段は、前記マーカ位置情報（例えば901a～901w）と前記仮想ラインの情報との少なくとも一方を、前記作業エリアの地図情報（例えば900）へ反映させる。
- [0150] この実施形態によれば、マーカ位置情報や仮想ラインの情報を反映した地図情報を作成することができる。
- [0151] 23. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、
前記制御手段は、前記マーカ位置情報と前記仮想ラインの情報との少なく

とも一方が反映された前記地図情報をユーザへ提示する。

[0152] この実施形態によれば、作成した地図情報をユーザが認識することができる。

[0153] 24. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）では、前記制御手段は、前記マーカ位置情報と前記仮想ラインの情報との少なくとも一方が反映された前記地図情報をユーザの通信端末（例えば470）へ送信する。

[0154] この実施形態によれば、ユーザが所持する通信端末を介して、作成された地図情報を用意を確認することが可能となる。

[0155] 25. 上記実施形態の自律作業機（例えば10）の制御方法は、作業エリア内で作業する自律作業機の制御方法であって、前記作業エリアを規定するために配置された複数のマーカを検出する検出工程と、前記検出工程での検出結果に基づいてマーカ情報を特定する特定工程と、前記特定工程で特定された前記マーカ情報に基づいて前記複数のマーカを結ぶ仮想ラインを設定する設定工程と、前記設定工程で設定された前記仮想ラインよりも奥の領域へ前記自律作業機が逸脱しないように前記自律作業機を制御する制御工程と、を有する。

[0156] この実施形態によれば、個々に区別することが不要なマーカを使用して作業機を制御することが可能となる。例えば同一種類のマーカを使用して作業機を制御することが可能となる。

[0157] 26. 上記実施形態のプログラムは、コンピュータを、上記実施形態の自律作業機として機能させるためのプログラムである。

[0158] この実施形態によれば、本発明に係る自律作業機をコンピュータにより実現することができる。

[0159] 本発明は上記実施の形態に制限されるものではなく、本発明の精神及び範

困から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、本発明の範囲を公にするために、以下の請求項を添付する。

請求の範囲

- [請求項1] 作業エリア内で作業する自律作業機であって、
前記作業エリアを規定するために配置された複数のマーカを検出する検出手段と、
前記検出手段の検出結果に基づいてマーカ情報を特定する特定手段と、
前記特定手段により特定された前記マーカ情報に基づいて前記複数のマーカを結ぶ仮想ラインを設定する設定手段と、
前記設定手段により設定された前記仮想ラインよりも奥の領域へ前記自律作業機が逸脱しないように前記自律作業機を制御する制御手段と、
を備えることを特徴とする自律作業機。
- [請求項2] 前記制御手段は、前記自律作業機が前記仮想ラインに到達するまでに要する時間を算出し、前記算出された前記時間に基づいて前記自律作業機を制御することを特徴とする請求項1に記載の自律作業機。
- [請求項3] 前記制御手段は、前記自律作業機の速度と、前記自律作業機から前記仮想ラインまでの距離とに基づいて前記時間を算出することを特徴とする請求項2に記載の自律作業機。
- [請求項4] 前記自律作業機の移動距離を計測する計測手段をさらに備え、
前記制御手段は、
前記マーカ情報に基づいて前記自律作業機から前記仮想ラインまでの距離を算出し、
当該算出された距離と、当該距離が算出された前記自律作業機の位置からの前記移動距離とに基づいて、前記自律作業機を制御することを特徴とする請求項1に記載の自律作業機。
- [請求項5] 前記マーカ情報は、前記自律作業機からマーカまでの距離を示す距離情報を含み、
前記設定手段は、前記距離情報に基づいて前記仮想ラインを設定す

ることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の自律作業機。

[請求項6] 前記マーカ情報は、マーカの位置座標を示すマーカ位置情報を含み、
前記設定手段は、前記マーカ位置情報に基づいて前記仮想ラインを設定することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の自律作業機。

[請求項7] マーカの特徴情報を格納する格納手段をさらに備え、
前記特定手段は、前記格納手段に格納されたマーカの前記特徴情報と、前記検出手段により検出されたマーカの特徴とに基づいて、前記マーカ情報を特定することを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の自律作業機。

[請求項8] 前記制御手段は、前記自律作業機から前記仮想ラインまでの距離が第 1 の閾値以下となった場合、前記自律作業機を停止、後退、又は旋回させることを特徴とする請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載の自律作業機。

[請求項9] 前記制御手段は、前記自律作業機から前記仮想ラインまでの距離が前記第 1 の閾値よりも大きい第 2 の閾値以下となった場合、前記仮想ラインへ向かう前記自律作業機を減速させることを特徴とする請求項 8 に記載の自律作業機。

[請求項10] 前記検出手段により検出された前記複数のマーカの中から 2 つのマーカを隣接マーカとして特定する隣接マーカ特定手段をさらに備え、
前記制御手段は、前記隣接マーカ特定手段により前記隣接マーカとして特定された前記 2 つのマーカ間に仮想ラインを設定することを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れか 1 項に記載の自律作業機。

[請求項11] 前記隣接マーカ特定手段は、前記複数のマーカのうち、マーカ間の距離が所定距離範囲内である 2 つのマーカを前記隣接マーカとして特定することを特徴とする請求項 10 に記載の自律作業機。

- [請求項12] 前記隣接マーカ特定手段は、前記2つのマーカを結ぶラインよりも奥の領域に、前記検出手段により検出された他のマーカが存在する場合、前記2つのマーカは前記隣接マーカではないと特定することを特徴とする請求項10又は11に記載の自律作業機。
- [請求項13] 各マーカは、隣接するマーカが存在する方向を指示する指標を備えており、
前記隣接マーカ特定手段は、第1のマーカの前記指標が指示する方向に存在する第2のマーカを前記隣接マーカとして特定することを特徴とする請求項10に記載の自律作業機。
- [請求項14] 配置された各マーカに沿って前記自律作業機を走行させることにより前記自律作業機の軌跡情報を取得する取得手段をさらに備え、
前記隣接マーカ特定手段は、前記複数のマーカのうち、前記軌跡情報と整合する2つのマーカを前記隣接マーカとして特定することを特徴とする請求項10に記載の自律作業機。
- [請求項15] 前記作業エリアを含む地図上で指定された前記作業エリアの境界情報を取得する取得手段をさらに備え、
前記隣接マーカ特定手段は、前記複数のマーカのうち、前記境界情報と整合する2つのマーカを前記隣接マーカとして特定することを特徴とする請求項10に記載の自律作業機。
- [請求項16] 前記境界情報は、前記作業エリアの境界に配置された複数のマーカの配置情報、又は、前記作業エリアの境界を示す境界線の情報であることを特徴とする請求項15に記載の自律作業機。
- [請求項17] 前記複数のマーカは、前記作業エリアの外縁を規定する複数の第1の種類マーカと、前記外縁の内部に含まれ且つ前記作業エリアから除外される内部領域を規定する複数の第2の種類マーカとを含み、
前記隣接マーカ特定手段は、前記第1の種類マーカと、前記第2の種類マーカとを前記隣接マーカではないとして特定することを特徴とする請求項10に記載の自律作業機。

- [請求項18] 前記複数のマーカは、第1の距離間隔で配置される複数の第1の種類
のマーカと、前記第1の距離間隔よりも短い第2の距離間隔で配置
される複数の第2の種類
のマーカとを含み、
前記隣接マーカ特定手段は、前記複数の第1の種類
のマーカのうち、2つの第1の種類
のマーカの間
に前記第2の種類
のマーカが存在する場合には、前記2つの第1の種類
のマーカを前記隣接マーカとして特定することを特徴とする請求項10に記載の自律作業機。
- [請求項19] 前記自律作業機の走行経路を設定する経路設定手段をさらに備え、
前記経路設定手段は、前記走行経路上に前記仮想ラインが存在しないように前記走行経路を設定することを特徴とする請求項1乃至18の何れか1項に記載の自律作業機。
- [請求項20] 前記走行経路は、ステーションまで帰還するための走行経路であることを特徴とする請求項19に記載の自律作業機。
- [請求項21] 前記自律作業機の現在位置を特定する位置特定手段をさらに備え、
前記制御手段は、前記仮想ラインの情報と、前記位置特定手段により特定された前記自律作業機の前記現在位置とに基づいて、前記自律作業機を制御することを特徴とする請求項1乃至20の何れか1項に記載の自律作業機。
- [請求項22] 前記制御手段は、前記マーカ位置情報と前記仮想ラインの情報との少なくとも一方を、前記作業エリアの地図情報へ反映させることを特徴とする請求項6に記載の自律作業機。
- [請求項23] 前記制御手段は、前記マーカ位置情報と前記仮想ラインの情報との少なくとも一方が反映された前記地図情報をユーザへ提示することを特徴とする請求項22に記載の自律作業機。
- [請求項24] 前記制御手段は、前記マーカ位置情報と前記仮想ラインの情報との少なくとも一方が反映された前記地図情報をユーザの通信端末へ送信することを特徴とする請求項22に記載の自律作業機。
- [請求項25] 作業エリア内で作業する自律作業機の制御方法であって、

前記作業エリアを規定するために配置された複数のマーカを検出する検出工程と、

前記検出工程での検出結果に基づいてマーカ情報を特定する特定工程と、

前記特定工程で特定された前記マーカ情報に基づいて前記複数のマーカを結ぶ仮想ラインを設定する設定工程と、

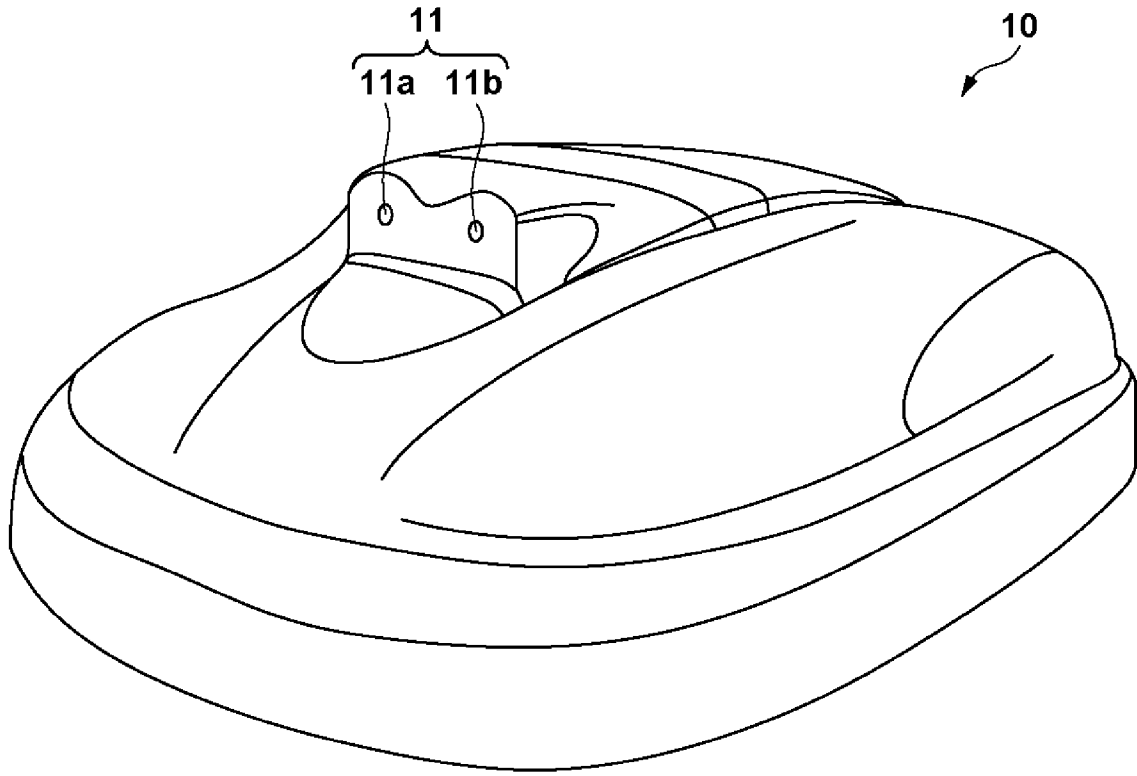
前記設定工程で設定された前記仮想ラインよりも奥の領域へ前記自律作業機が逸脱しないように前記自律作業機を制御する制御工程と、

を有することを特徴とする自律作業機の制御方法。

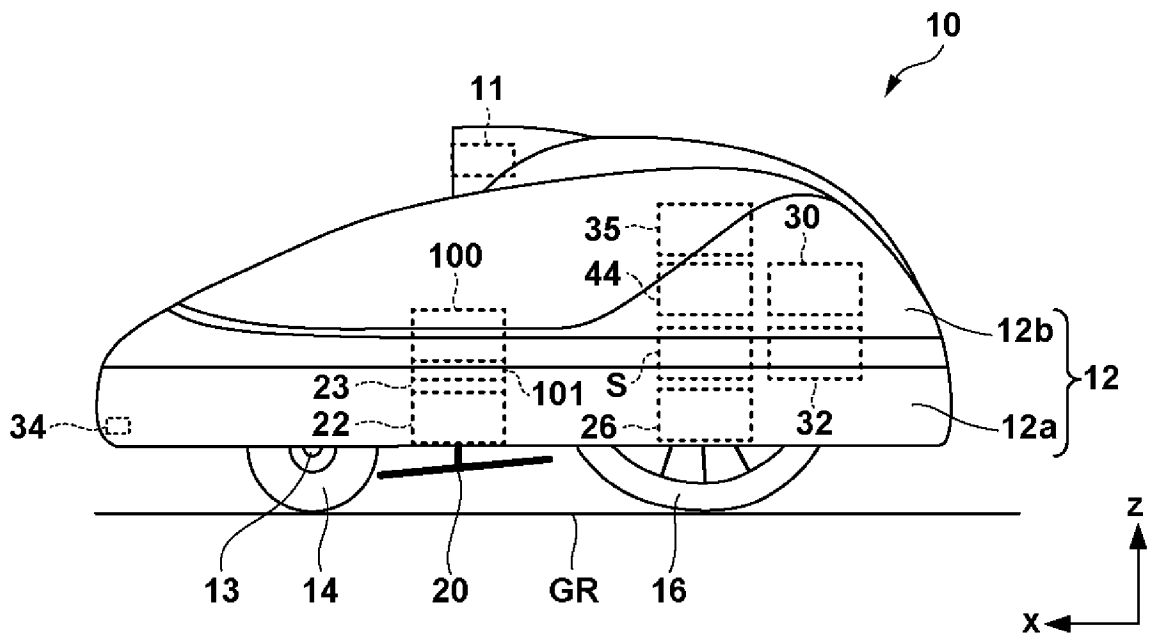
[請求項26]

コンピュータを、請求項1乃至24の何れか1項に記載の自律作業機として機能させるためのプログラム。

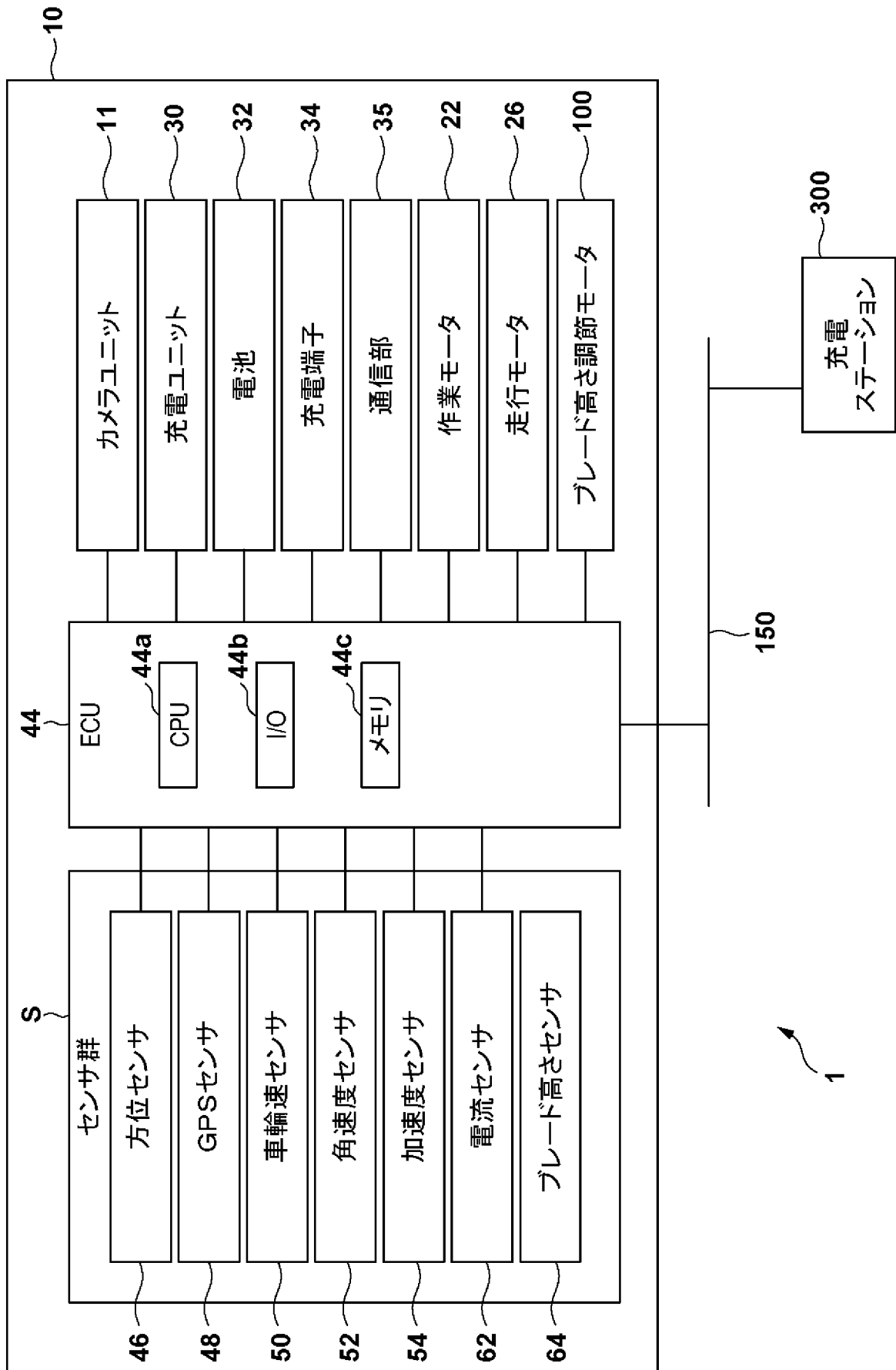
[図1]



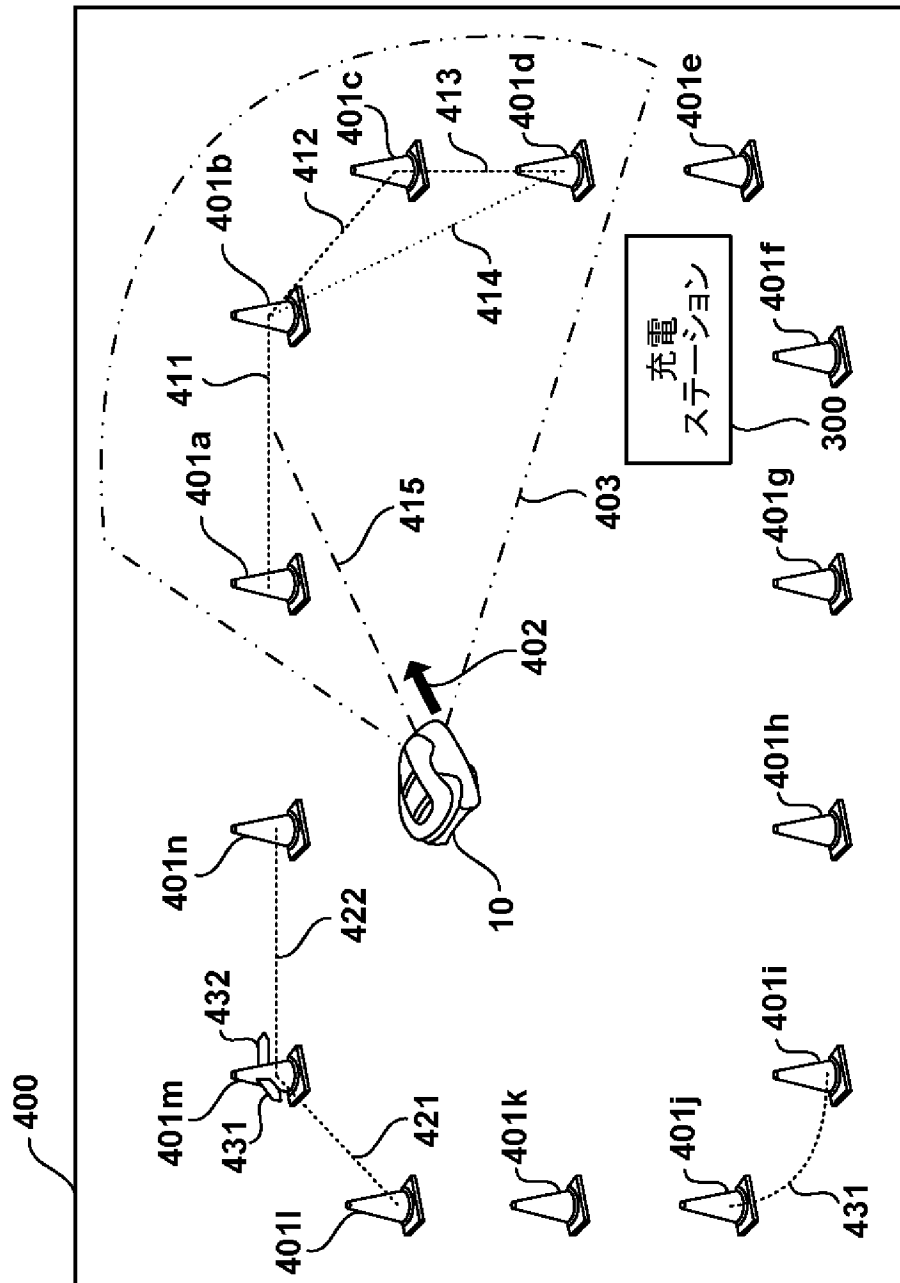
[図2]



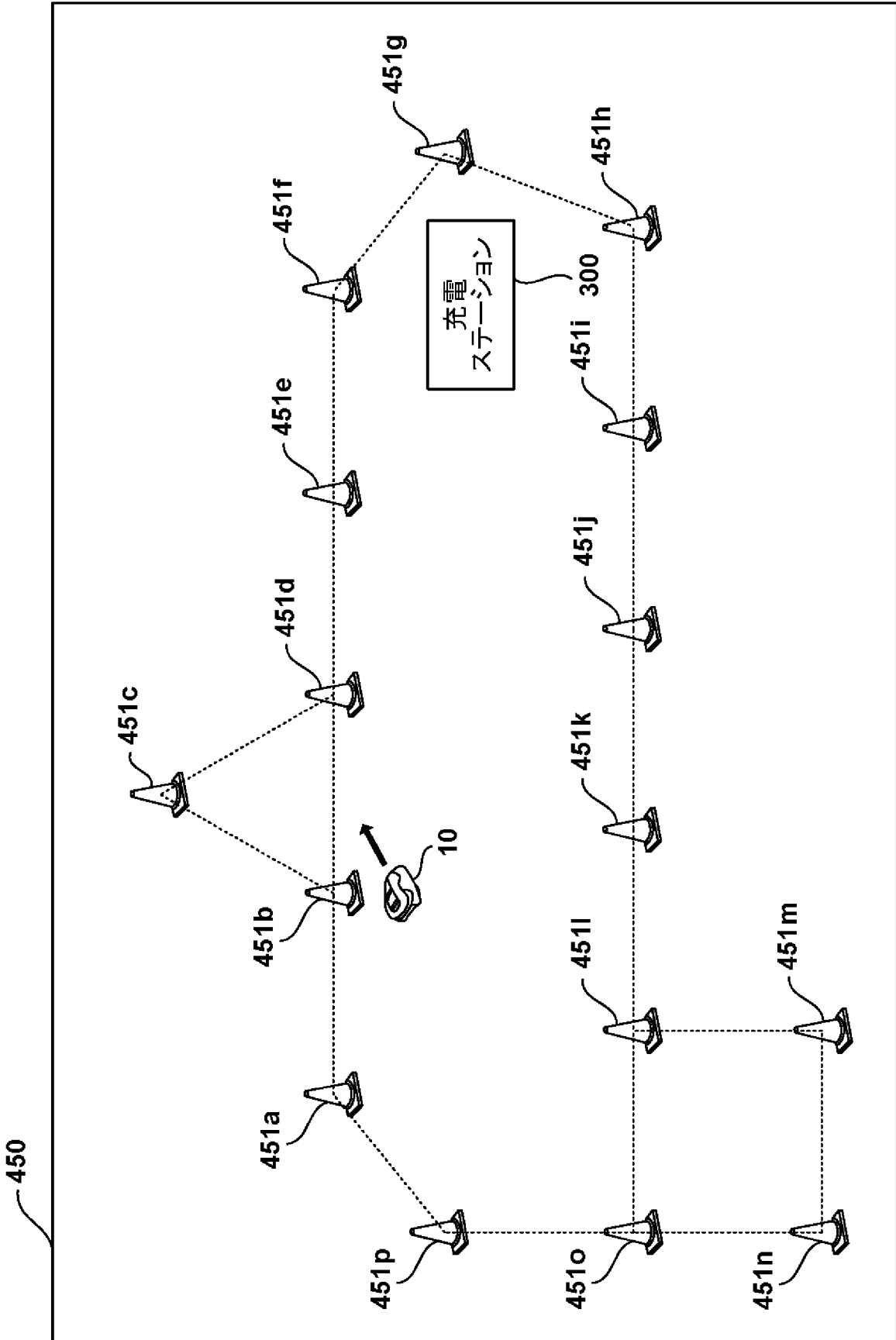
[図3]



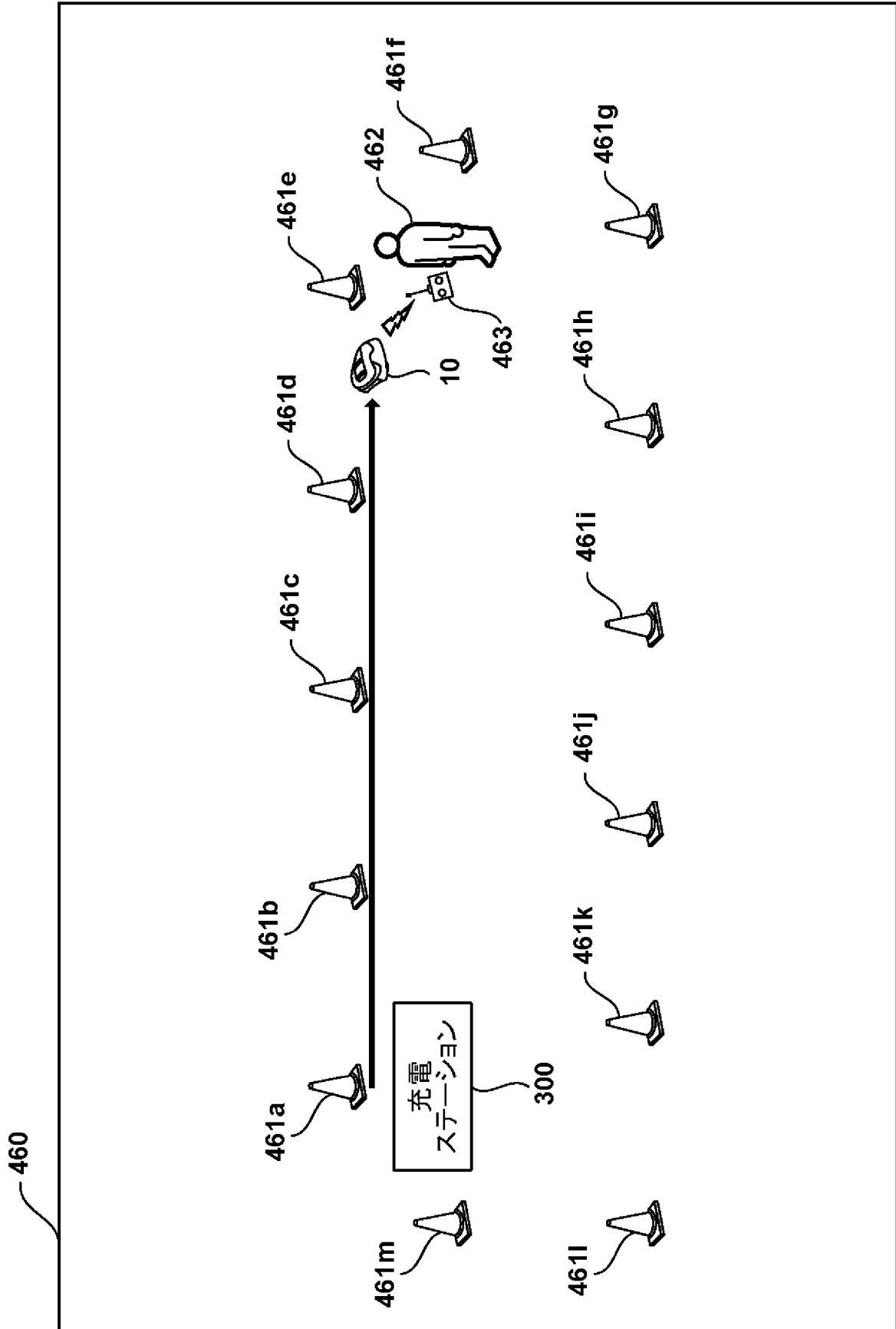
[図4A]



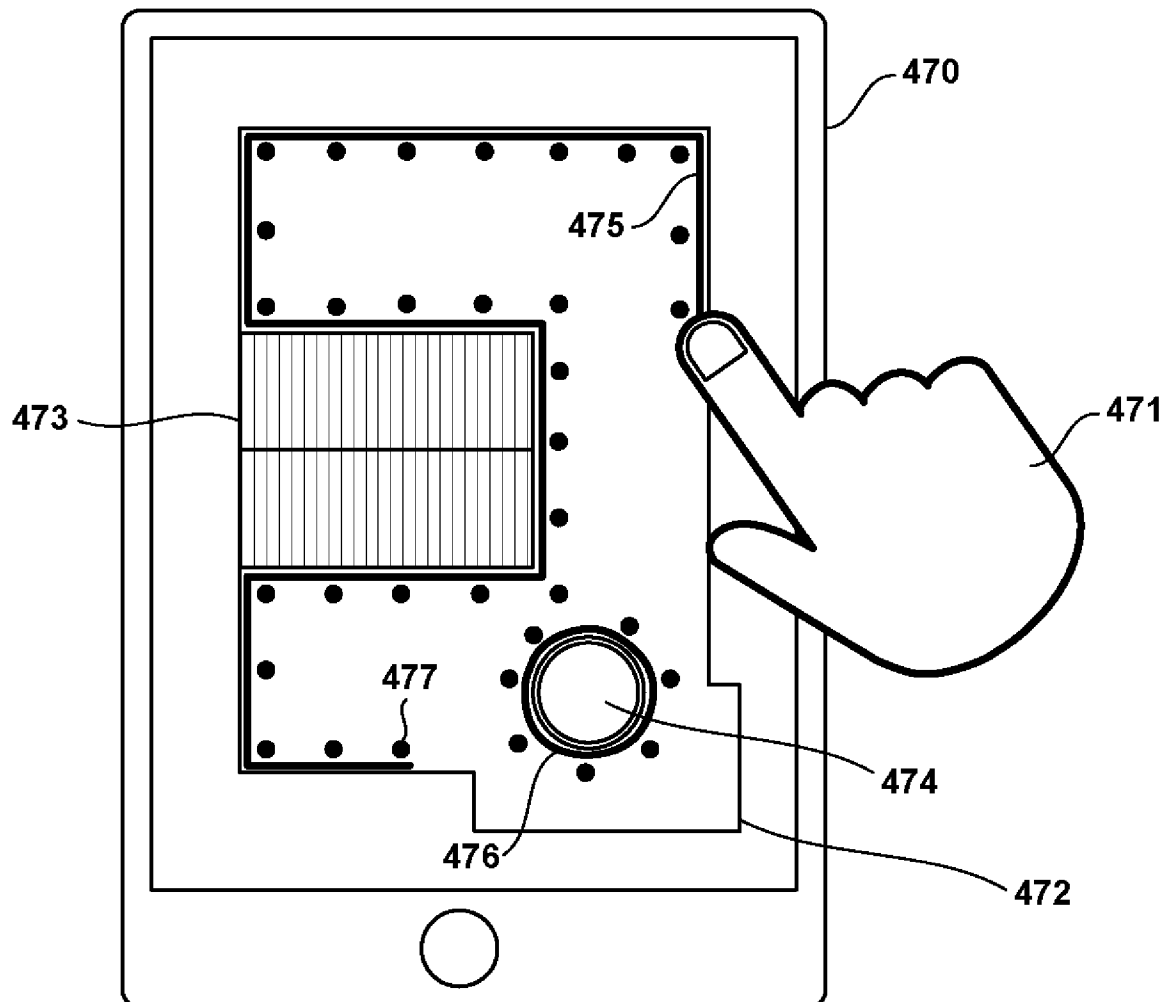
[図4B]



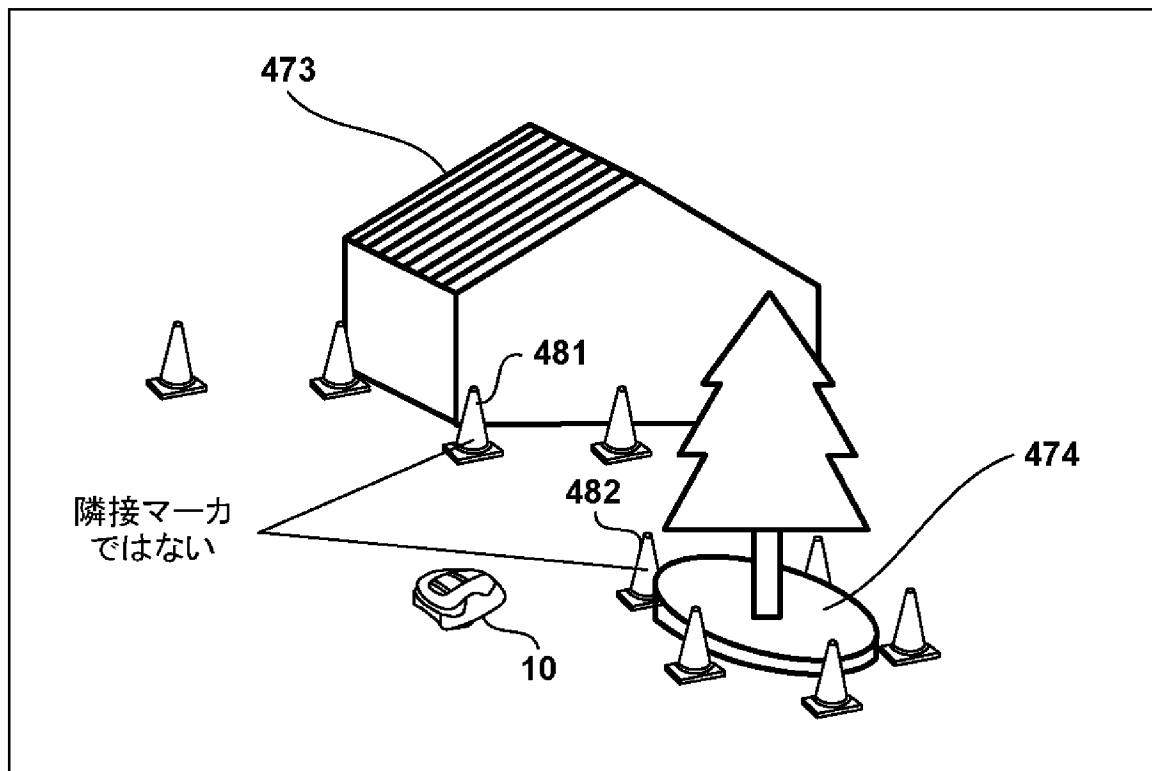
[図4C]



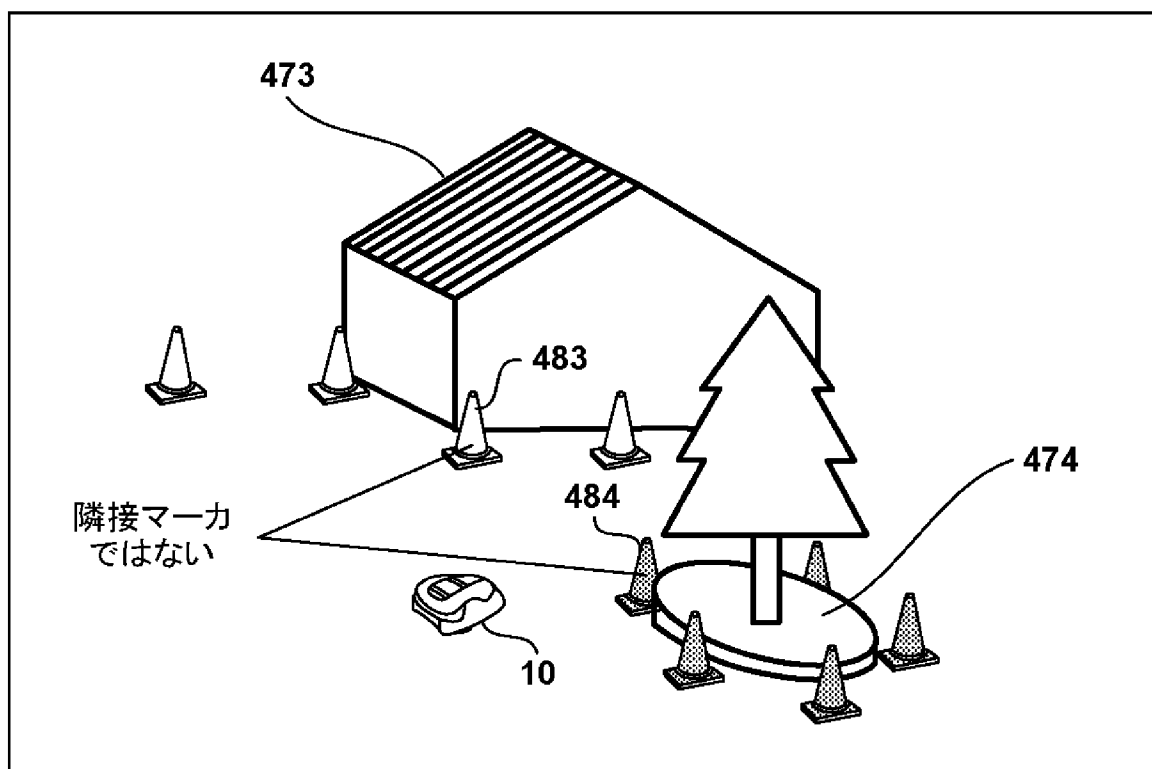
[図4D]



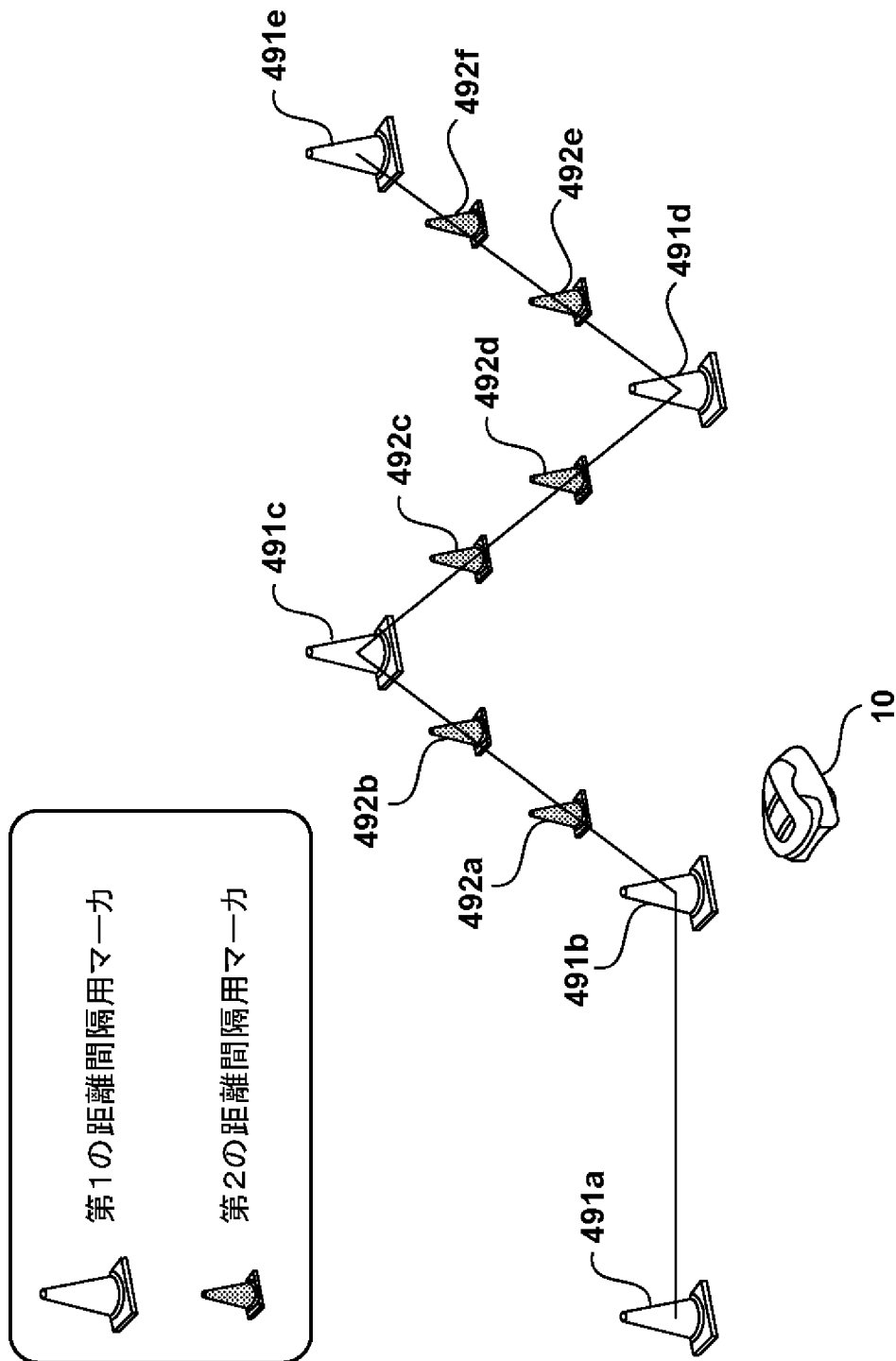
[図4E]



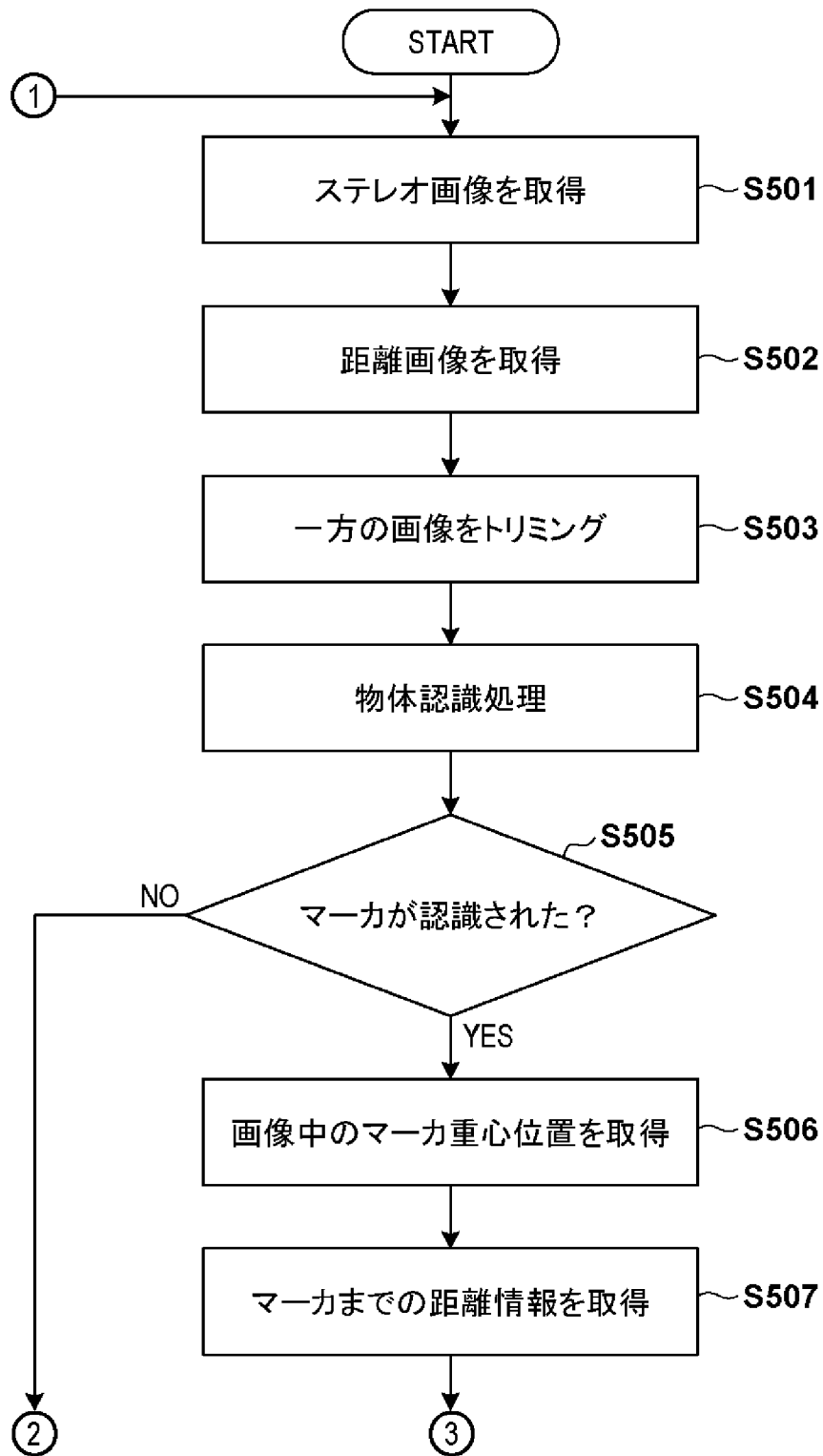
[図4F]



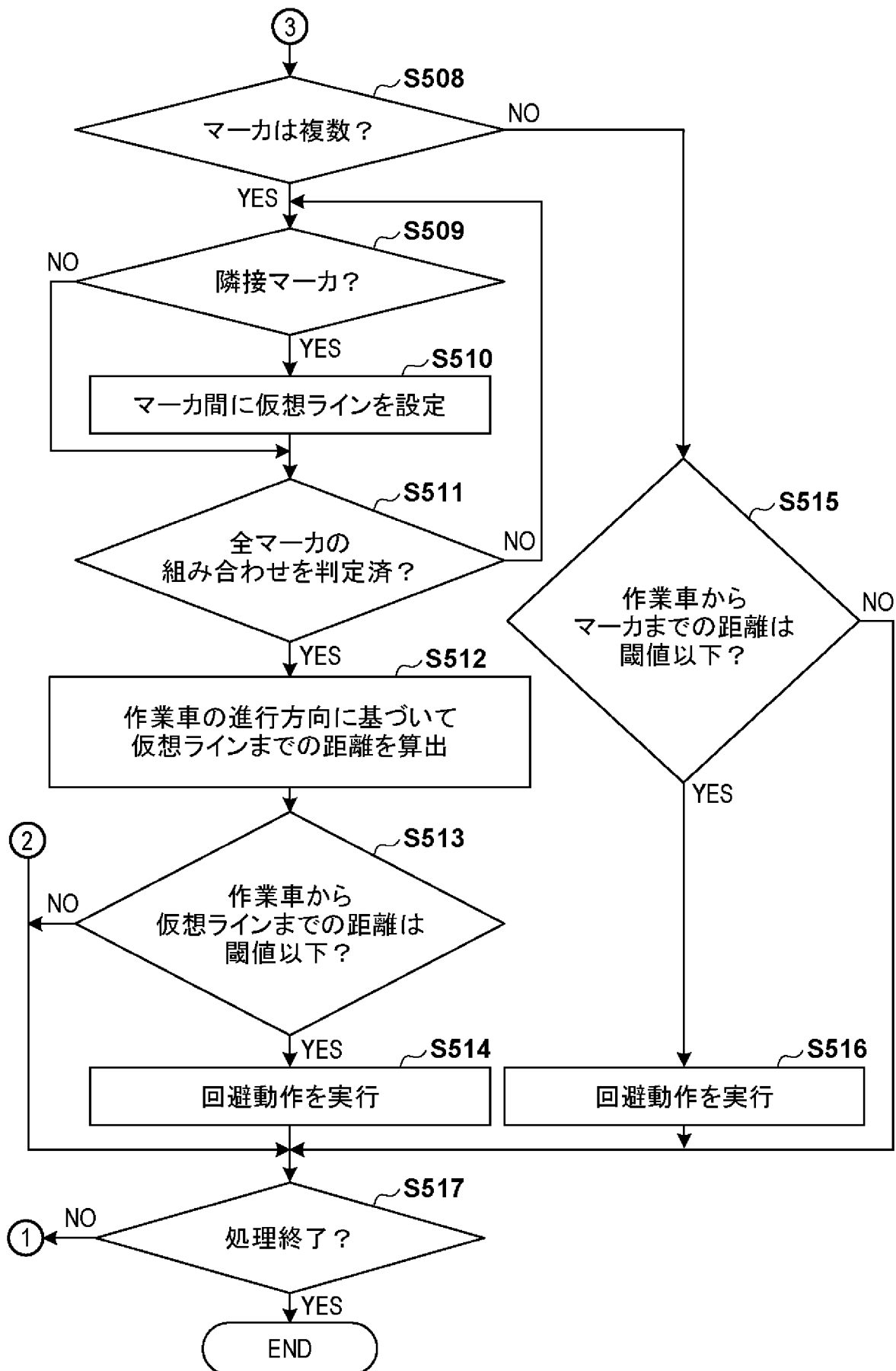
[図4G]



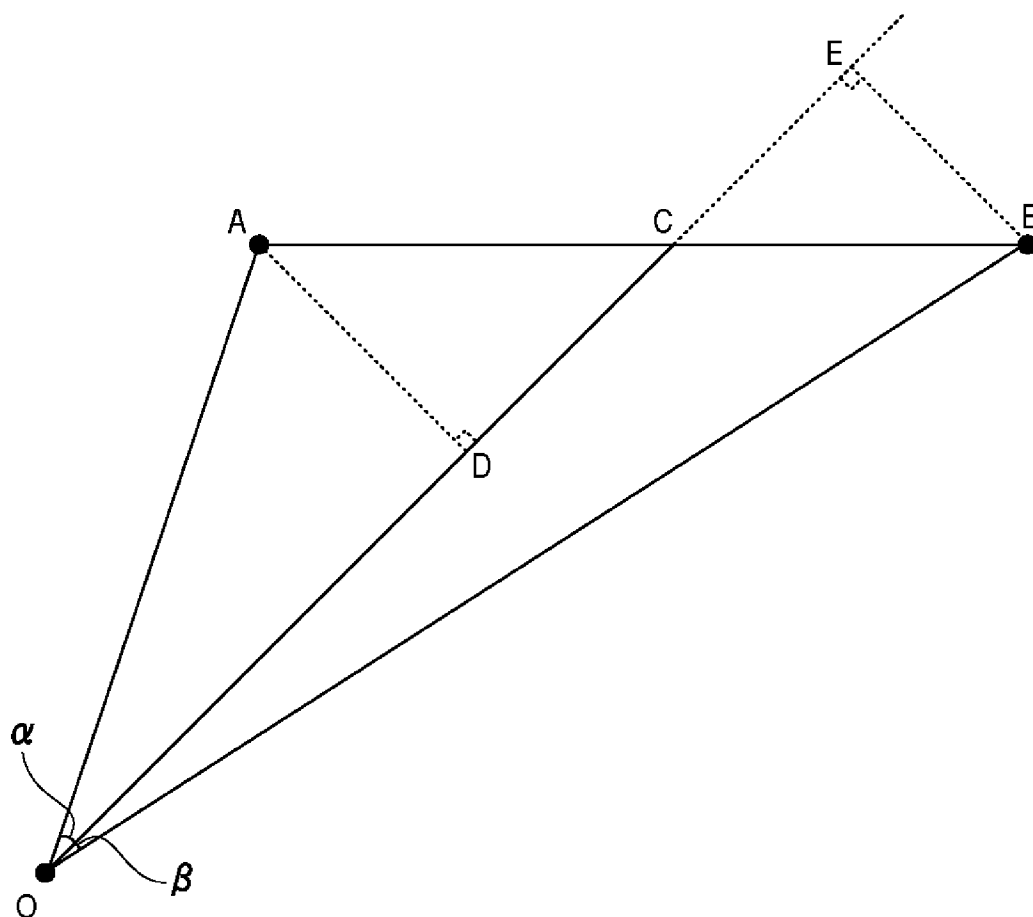
[図5A]



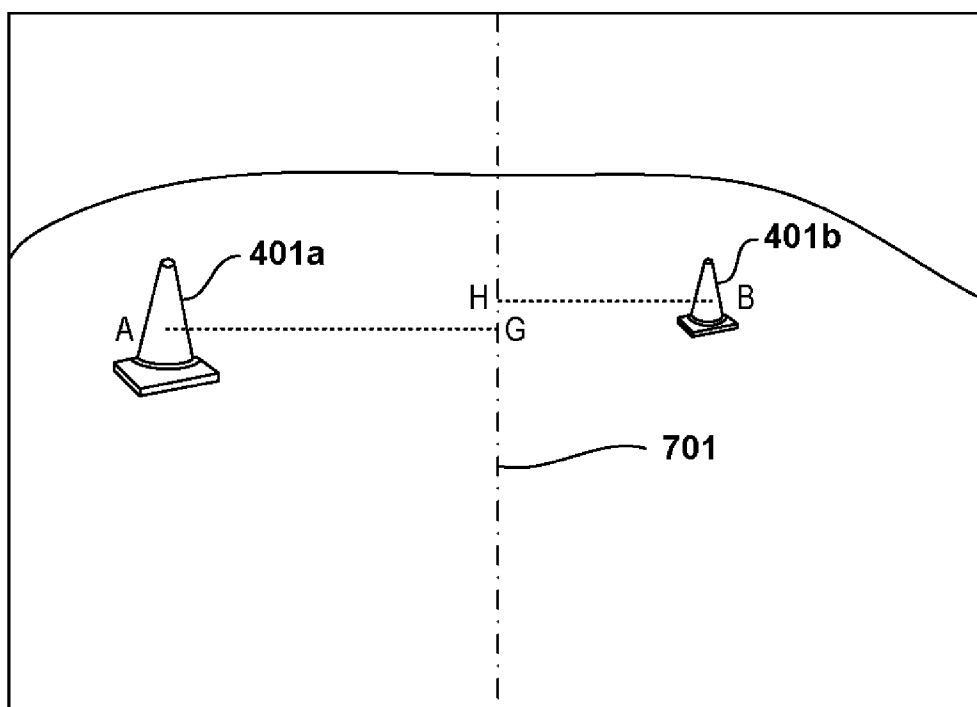
[図5B]



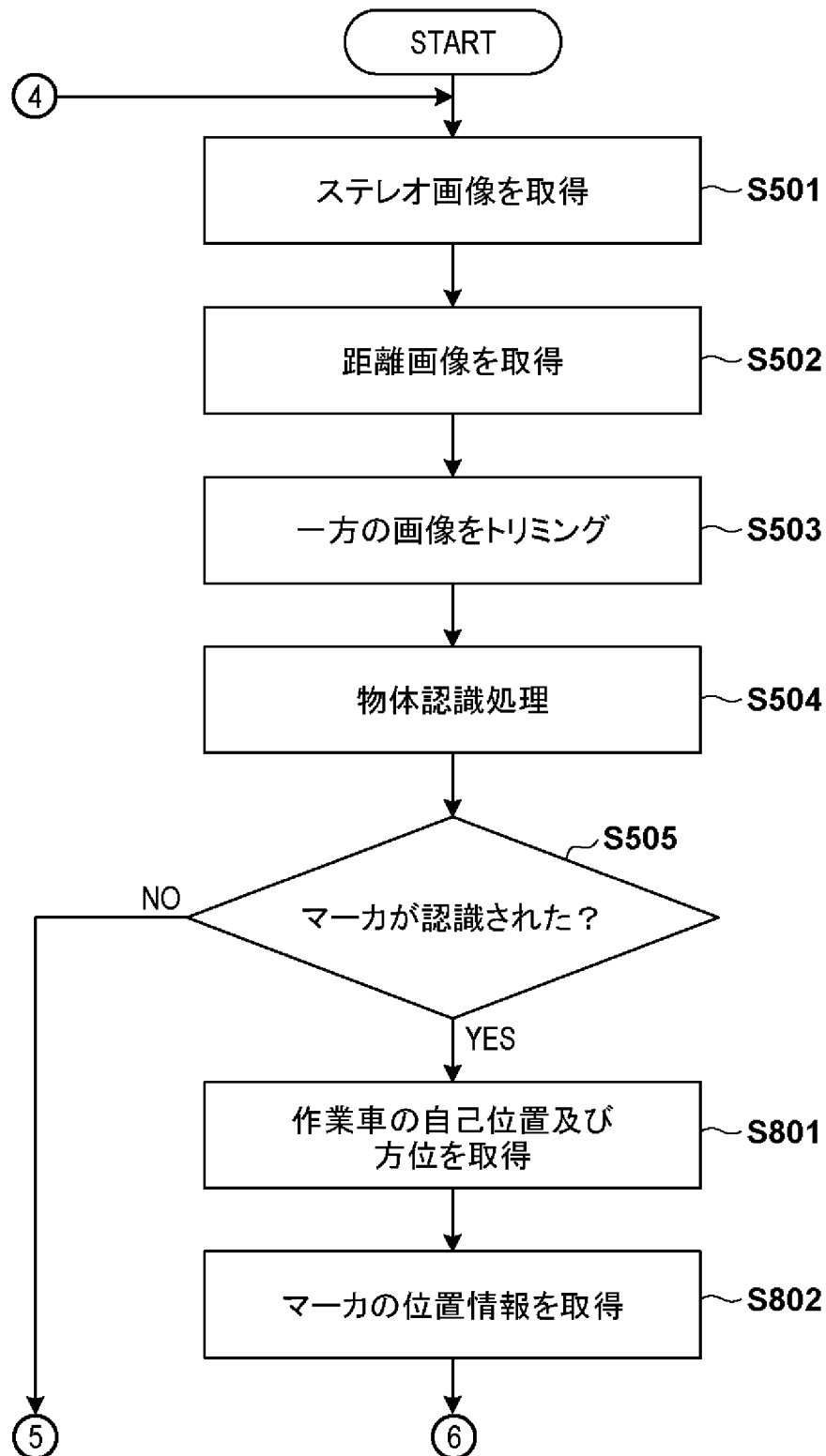
[図6]



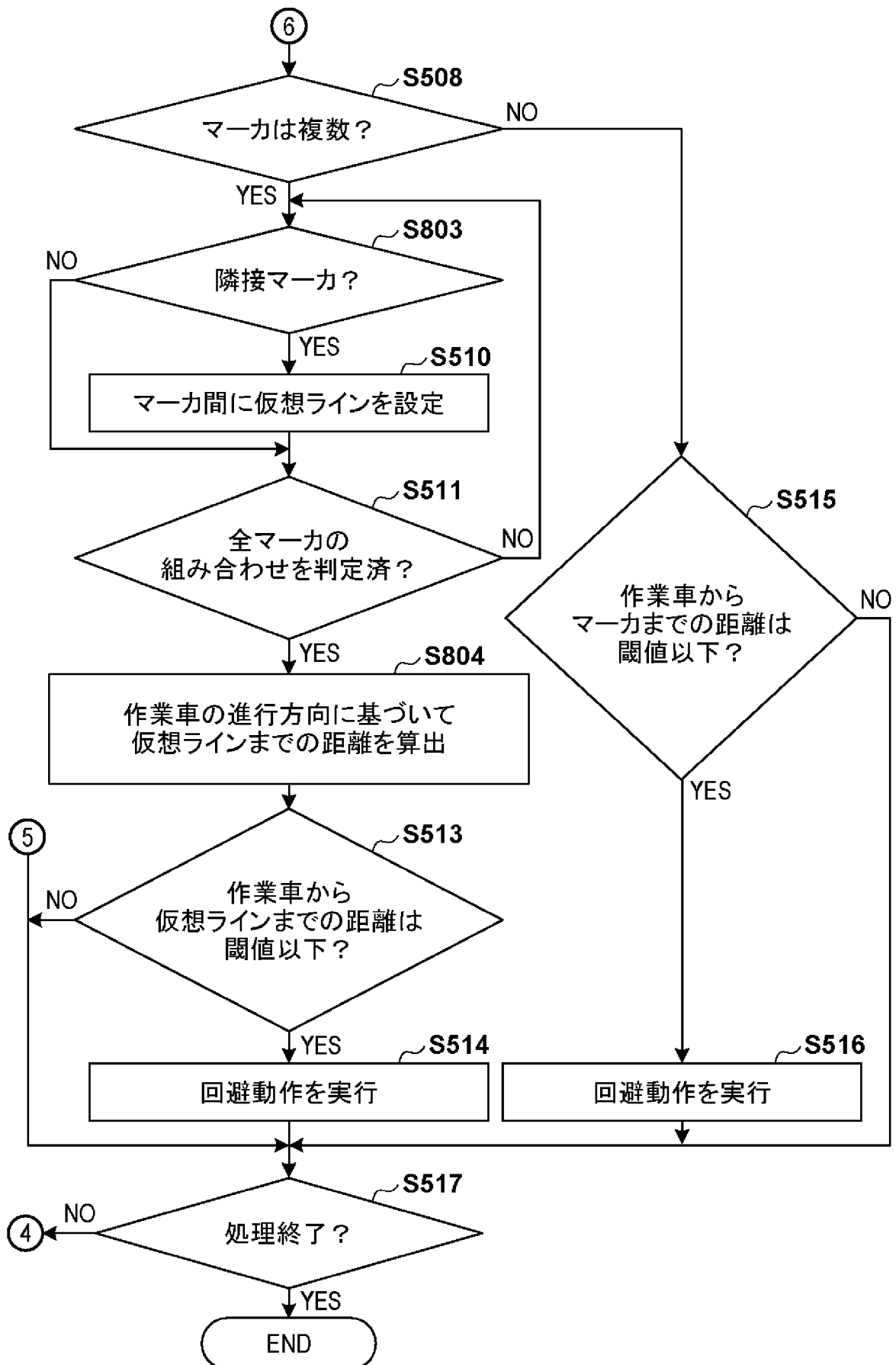
[図7]



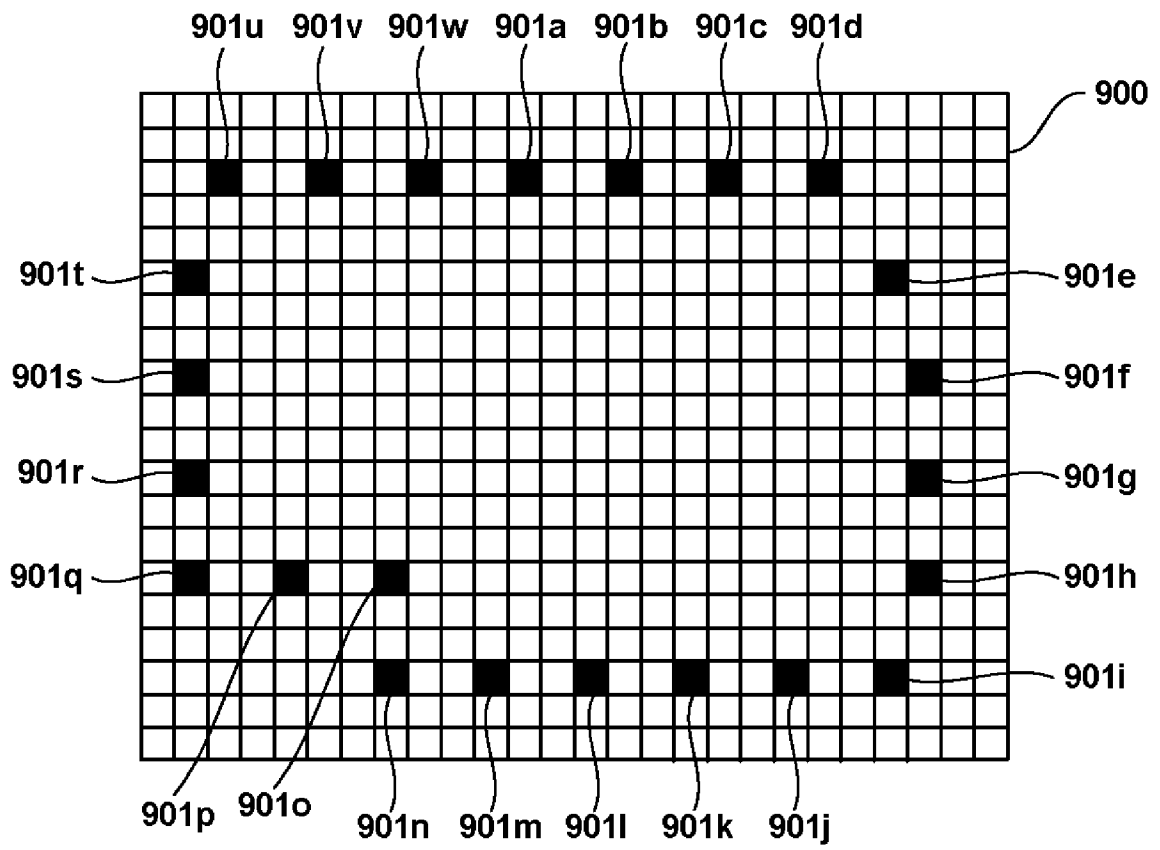
[図8A]



[図8B]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/028902

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. G05D1/02 (2006.01) i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. G05D1/02 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 1971-2019 Registered utility model specifications of Japan 1996-2019 Published registered utility model applications of Japan 1994-2019		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2017-91246 A (SODA NOKI SEKKEI JIMUSHO KK) 25 May 2017, paragraphs [0035]-[0096], fig. 1-17 (Family: none)	1-26
Y	JP 2017-158532 A (RICOH CO., LTD.) 14 September 2017, paragraphs [0023]-[0093], fig. 1-10 (Family: none)	1-26
Y	JP 2016-186748 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 27 October 2016, claims, fig. 7 & US 2016/0282866 A1, claims, fig. 7 & EP 3073342 A1	1-26
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 08 October 2019 (08.10.2019)		Date of mailing of the international search report 21 October 2019 (21.10.2019)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/028902

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-65755 A (HITACHI, LTD.) 21 March 2008, paragraphs [0046], [0050]-[0055] (Family: none)	2-3, 5-24
Y	WO 2019/124225 A1 (KUBOTA CORP.) 27 June 2019, paragraphs [0075]-[0081], fig. 6-7 & JP 2019-109695 A & JP 2019-106983 A	8-24
Y	JP 2017-107456 A (TOYOHASHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 15 June 2017, paragraph [0060], fig. 6 (Family: none)	17-24
Y	US 9497901 B2 (HUSQVARNA AB) 22 November 2016, column 5, line 54 to column 6, line 10, column 10, lines 49-58, fig. 1, 3, 6-7 & WO 2014/027946 A1	17-24
A	JP 2019-4792 A (KUBOTA CORP.) 17 January 2019, claims (Family: none)	1-26
A	WO 2019/009164 A1 (YANMAR CO., LTD.) 10 January 2019, fig. 5, 7 & JP 2019-16010 A	1-26
A	US 2015/0163993 A1 (HEXAGON TECHNOLOGY CENTER GMBH) 18 June 2015, paragraphs [0110]-[0114], fig. 1-5 & EP 2884364 A1 & CN 104714547 A	1-26

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G05D1/02 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G05D1/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2017-91246 A (有限会社曾田農機設計事務所) 2017.05.25, 段落 [0035]-[0096], 図 1-17 (ファミリーなし)	1-26
Y	JP 2017-158532 A (株式会社リコー) 2017.09.14, 段落 [0023]-[0093], 図 1-10 (ファミリーなし)	1-26
Y	JP 2016-186748 A (本田技研工業株式会社) 2016.10.27, [特許請求の範囲], 図 7 & US 2016/0282866 A1, [特許請求の範囲], 図 7 & EP 3073342 A1	1-26

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
- 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08.10.2019

国際調査報告の発送日

21.10.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山村 秀政

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

3U

3744

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2008-65755 A (株式会社日立製作所) 2008.03.21, 段落 [0046], [0050]-[0055] (ファミリーなし)	2-3, 5-24
Y	WO 2019/124225 A1 (株式会社クボタ) 2019.06.27, 段落 [0075]-[0081], 図 6-7 & JP 2019-109695 A & JP 2019-106983 A	8-24
Y	JP 2017-107456 A (国立大学法人豊橋技術科学大学) 2017.06.15, 段 落[0060], 図 6 (ファミリーなし)	17-24
Y	US 9497901 B2 (HUSQVARNA AB) 2016.11.22, 第 5 欄第 54 行-第 6 欄 第 10 行, 第 10 欄第 49-58 行, 図 1, 3, 6-7 & WO 2014/027946 A1	17-24
A	JP 2019-4792 A (株式会社クボタ) 2019.01.17, [特許請求の範囲] (ファミリーなし)	1-26
A	WO 2019/009164 A1 (ヤンマー株式会社) 2019.01.10, 図 5, 7 & JP 2019-16010 A	1-26
A	US 2015/0163993 A1 (HEXAGON TECHNOLOGY CENTER GMBH) 2015.06.18, 段落[0110]-[0114], 図 1-5 & EP 2884364 A1 & CN 104714547 A	1-26