

(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
2020年5月7日(07.05.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/090039 A1

(51) 国際特許分類:

G05D 1/02 (2006.01) A01D 34/64 (2006.01)
A01B 69/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/040527

(22) 国際出願日: 2018年10月31日(31.10.2018)

(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: 室 恵二 (MURO, Keiji); 〒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). 亀山 直紀

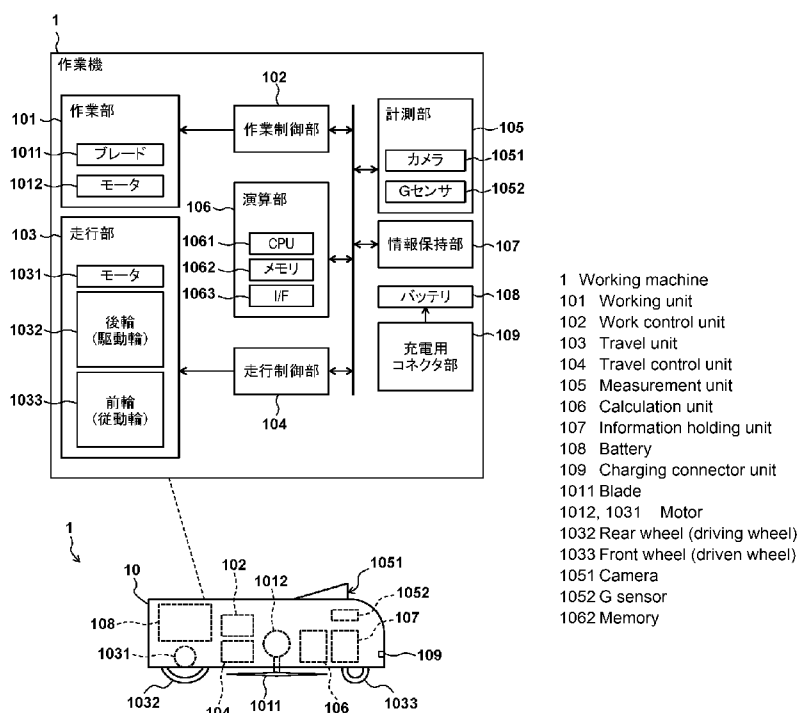
(KAMEYAMA, Naoki); 〒3510193 埼玉県和光市中央一丁目4番1号株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 木上 南 (KIGAMI, Minami); 〒3510193 埼玉県和光市中央一丁目4番1号株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 山村 誠 (YAMAMURA, Makoto); 〒3510193 埼玉県和光市中央一丁目4番1号株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 大塚 康德, 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: TRAVEL ROUTE DETERMINATION DEVICE AND WORKING MACHINE

(54) 発明の名称: 走行経路決定装置および作業機



(57) Abstract: The present invention relates to a travel route determination device. The travel route determination device is for determining a travel route of a working machine in a working area, and includes: an acquisition means for acquiring topographic information about the working area; an evaluation means for evaluating gradient distribution of the working area on the basis of the topographic information; and a determination means for determining, on the basis of the gradient distribution, a travel route from the present site to a target site of the working machine in the working area so that undu-

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))

lations are smaller in the travel route, whereby the travel route of the working machine can be determined in consideration of the undulations of the working area.

(57) 要約: 本発明は走行経路決定装置に係り、前記走行経路決定装置は、作業領域における作業機の走行経路を決定するための走行経路決定装置であって、前記作業領域の地形情報を取得する取得手段と、前記作業領域の勾配分布を前記地形情報に基づいて評価する評価手段と、前記作業領域における前記作業機の現在地から目的地までの走行経路を、該走行経路における起伏が小さくなるように、前記勾配分布に基づいて決定する決定手段とを備え、これにより、作業機の走行経路を作業領域の起伏を考慮して決定可能にする。

明 細 書

発明の名称： 走行経路決定装置および作業機

技術分野

[0001] 本発明は、主に作業機に適用可能な走行経路決定装置に関する。

背景技術

[0002] 芝刈機等の作業機は、一般に、作業領域における作業を所定の車速で走行しながら順に行う。作業領域は、必ずしも平坦であるとは限らず、何らかの起伏を有することもある（特許文献1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平9－128043

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 作業領域の起伏を作業機が通過する際、走行部においてスリップが発生することもある。そのため、作業機の走行経路は、このような作業領域の起伏を考慮して決定されることが求められる場合がある。

[0005] 本発明の目的は、作業機の走行経路を作業領域の起伏を考慮して決定することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一つの側面は走行経路決定装置に係り、前記走行経路決定装置は、作業領域における作業機の走行経路を決定するための走行経路決定装置であって、前記作業領域の地形情報を取得する取得手段と、前記作業領域の勾配分布を前記地形情報に基づいて評価する評価手段と、前記作業領域における前記作業機の現在地から目的地までの走行経路を、該走行経路における起伏が小さくなるように、前記勾配分布に基づいて決定する決定手段と、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、作業機の走行経路を作業領域の起伏を考慮して決定可能となる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1A]作業システムの構成例を説明するための模式図である。

[図1B]作業システムの構成例を説明するためのブロック図である。

[図1C]作業機の構成例を説明するためのブロック図および模式図である。

[図2A]作業機による作業態様の例を説明するためのフローチャートである。

[図2B]走行経路の決定方法の例を説明するためのフローチャートである。

[図3A]地形情報を説明するための模式図。

[図3B]勾配分布の評価結果を説明するための図。

[図3C]隣接領域間の移動コストを説明するための図。

[図4A]地形情報の例を説明するための図である。

[図4B]地形情報の他の例を説明するための図である。

[図5]移動コストの設定方法の例を説明するための図である。

[図6A]作業領域を仮想的に複数の領域に分割する方法の例を説明するための図。

[図6B]作業領域を仮想的に分割する方法の他の例を説明するための図。

[図6C]作業領域を仮想的に分割する方法の他の例を説明するための図。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。尚、各図は、実施形態の構造ないし構成を示す模式図であり、図示された各部材の寸法は必ずしも現実のものを反映するものではない。また、各図において同一の要素には同一の参照番号を付しており、本明細書において重複する内容については説明を省略する。

[0010] 図1Aは、実施形態に係る作業システムSYによる作業態様を示す模式図である。図1Bは、作業システムSYの構成例を示すブロック図である。作業システムSYは、作業機（作業用車両）1、情報管理装置（サーバー）2

およびステーション 3 を備える。図 1 A には、作業機 1、情報管理装置 2 およびステーション 3 と併せて、それらのオーナーの家 H が示される。

[0011] 作業機 1 は、作業領域 WR において所定の作業を行う。本実施形態においては、作業領域 WR を家 H の庭（芝地）とし、作業内容を芝刈作業とし、また、作業機 1 は無人走行式芝刈機とする。尚、作業内容の他の例として除雪作業や農作業（例えば耕運作業）も挙げられ、よって、作業機 1 の概念には、芝刈機その他、除雪機や農作業機（例えば耕運機）も含まれる。

[0012] 詳細については後述とするが、作業領域 WR は、必ずしも平坦ではなく、一般に傾斜や段差等で形成される起伏を有する。図 1 には、この起伏の例として、山状あるいは凸状の領域 R_{cc} 、及び、谷状あるいは凹状の領域 R_{cv} を示す。

[0013] 作業機 1 と情報管理装置 2 とはネットワーク N を介して相互に通信可能であり、作業機 1 は、情報管理装置 2 との間で必要な情報の授受を行いながら上記作業を行い、情報管理装置 2 は、上記作業に関連する情報（例えば作業状況を示す情報など）を管理する。情報管理装置 2 は、中央演算装置（CPU）21、メモリ 22、及び、外部通信インタフェース 23 を備え、例えば、ネットワーク N を介して作業機 1 との間で情報通信を行い、また、作業機 1 から受信した情報あるいは作業機 1 に送信する情報を処理する。ここでは、情報管理装置 2 は作業領域 WR のオーナーの家 H 内に設置されるものとするが、他の実施形態として、情報管理装置 2 は作業領域 WR から比較的離れた場所に設置されてもよい。

[0014] 尚、情報管理装置 2 の機能は、本実施形態では CPU 21 が所定のプログラムを実行することにより実現されうるが、他の実施形態として、PLD（プログラマブルロジックデバイス）、ASIC（特定用途向け半導体集積回路）等により実行されてもよい。即ち、情報管理装置 2 の機能は、ソフトウェア及びハードウェアの何れによっても実現可能である。尚、本実施形態では、上記プログラムは、メモリ 22 に予め格納されているものとするが、他の実施形態として、ネットワークや記憶媒体を介して提供されてもよい。

- [0015] ステーション 3 は作業領域 WR（例えば家 H の側方等、作業領域 WR の端部）に設置され、作業機 1 は、作業を行っていない間、このステーション 3 に收容される。詳細については後述とするが、作業機 1 は内蔵バッテリーに基づいて動作し、ステーション 3 は、作業機 1 を收容している間、このバッテリーを充電可能とする。ステーション 3 は、充電用ステーションと表現されてもよい。
- [0016] 図 1 C は、作業機 1 の構成例を示すブロック図である。作業機 1 は、作業部 101、作業制御部 102、走行部 103、走行制御部 104、計測部 105、演算部 106、情報保持部 107、バッテリー 108 及び充電用コネクタ部 109 を備える。
- [0017] 作業部 101 は、作業領域 WR での作業を実現可能に構成され、本実施形態では、作業機 1 の車体 10 下方部に設けられた芝刈用ブレード 1011 およびモータ 1012 を含む。ブレード 1011 は、ディスク状に設けられており、モータ 1012 からの動力を受けて回転することにより作業領域 WR の芝を刈り取る。モータ 1012 には、例えば三相誘導モータ等、公知の電動モータが用いられればよい。作業制御部 102 は、例えば半導体 IC 等の 1 以上の電子部品がプリント配線基板に実装されて成る電装部品であり、作業部 101 の駆動制御を行う。
- [0018] 走行部 103 は、車体 10 下方部において作業機 1 を走行可能に設けられ、本実施形態では、モータ 1031、駆動輪である左右一対の後輪 1032、及び、従動輪である左右一対の前輪 1033 を含む。モータ 1031 は、一対の後輪 1032 の個々に対して設けられ、これらを個別に駆動可能とする。モータ 1031 には、モータ 1012 同様、公知の電動モータが用いられればよい。例えば、モータ 1031 は、一対の後輪 1032 の個々の回転方向および回転数を調整することにより作業機 1 の前進、後退、旋回（右折または左折）等を可能とする。走行制御部 104 は、作業制御部 102 同様、1 以上の電子部品がプリント配線基板に実装されて成る電装部品であり、走行部 103 の駆動制御を行う。

[0019] 計測部１０５は、例えば作業機１の走行状態、作業態様、周囲の環境等、作業機１の動作に関連する情報を取得するためのセンサ群であり、例えば、カメラ１０５１およびＧセンサ１０５２を含む。カメラ１０５１は、作業機１の周囲の情報（作業領域WRの地形、障害物の有無など）を取得可能とする。本実施形態では、カメラ１０５１は作業機１前方についての撮像を行うものとする。例えば、作業機１は、その位置で向きを変えながらカメラ１０５１により周囲の撮像を行い、それにより得られる画像情報と、作業領域WR内における作業機１の向きとに基づいて、作業領域WRの地形情報を取得することも可能とする。尚、他の実施形態として、カメラ１０５１には、作業機１周囲の様子を撮像可能な全方位カメラが用いられてもよい。Ｇセンサ１０５２は、作業機１の姿勢（水平方向に対する車体１０の傾き等）を検出可能とする。

[0020] 計測部１０５は、カメラ１０５１およびＧセンサ１０５２の他、多様なセンサを更に含む。例えば、計測部１０５は、作業領域WRにおける自機位置を示す情報を取得するためのGPS（Global Positioning System）センサを更に含む。また、例えば、計測部１０５は、作業機１周辺の環境情報を取得可能な湿度センサ、温度センサ、気圧センサ等を更に含む。また、例えば、計測部１０５は、自機位置の算出をオドメトリ法に基づいて行うのに必要な情報を取得するためのセンサ（例えば、車輪の回転数、操舵角等を検出するためのセンサ）を更に含む。

[0021] 演算部１０６は、作業機１の全体制御を行うための演算処理を行い、システムコントローラとして機能する。本実施形態では、演算部１０６は、CPU１０６１、メモリ１０６２、及び、外部通信インタフェース１０６３を含み、例えばバスを介して、作業機１の各要素との間で信号ないし情報の授受が可能となっている。例えば、演算部１０６は、作業制御部１０２に制御信号を出力して作業部１０１を駆動し、或いは、作業制御部１０２から所定の検出信号を受け取って作業部１０１の負荷を検出する。また、演算部１０６は、計測部１０５から所定の計測結果を示す信号ないし情報を受け取り、そ

れに基づく演算処理により、各要素の駆動制御あるいは各要素についてのフィードバック制御を行うことも可能である。詳細については後述とするが、演算部106は、作業機1の走行経路を決定するための走行経路決定装置としても機能する。尚、演算部106の機能は、情報管理装置2同様、ソフトウェア及びハードウェアの何れによっても実現可能である。

[0022] 情報保持部107には、EEPROM、フラッシュメモリ等の不揮発性メモリ、その他の公知の記憶媒体が用いられ、詳細については後述とするが、情報保持部107は、所定の情報を保持可能とする。また、演算部106は、この情報保持部107から必要な情報を読み出して演算処理を行うことも可能であるし、演算処理により得られた結果を情報保持部107に格納することも可能である。

[0023] バッテリ108は、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池等、充電可能な二次電池が用いられるものとする。充電用コネクタ部109は、ステーション3に電気接続可能に設けられ、ステーション3に電気接続された状態ではステーション3から供給される電力によりバッテリ108が充電される。尚、充電用コネクタ部109は、本実施形態では車体10前方部に設けられるものとするが、他の実施形態として車体10後方部に設けられてもよい。

[0024] 図2Aは、作業機1による作業態様の一例を示すフローチャートである。作業機1の作業および走行は、主に演算部106による演算処理およびその結果に基づく作業機1の各要素の駆動制御により実現され、以下の各ステップは主に演算部106により行われる。本フローチャートは、例えば、オーナー等のユーザにより作業開始の命令（コマンド）が入力されたことにより開始され、それまでは作業機1はステーション3に格納されているものとする。この作業開始の命令は、情報管理装置2を用いて或いは情報管理装置2の一部として携帯端末（例えばスマートフォン等）を介して入力され、作業開始の予約機能が用いられる場合には作業開始の設定時刻に入力されるものとする。

[0025] ステップS1010（以下、単に「S1010」という。他のステップに

についても同様とする。)では、作業を開始するのに必要な初期設定を行う。本実施形態においては、作業領域WRの地形情報が情報保持部107に予め保持されているものとし、演算部106は、この地形情報を情報保持部107から読み出すと共に、作業機1の各要素を駆動可能な状態にする。詳細については後述とするが、上記地形情報は、作業領域WRについての水平方向および垂直方向の座標情報を含む。即ち、この地形情報は、作業領域WRの上面視での外形を示す情報と、高さ方向に関する情報(標高情報)とを含む地図情報であり、三次元座標情報等と表現されてもよい。

[0026] S1020では、作業機1はステーション3から出発すると共に作業部101を稼働状態にして、作業領域WRにおける作業を開始する。作業領域WRの一部について作業を行うことが予めユーザにより指定されている場合には、作業機1は、作業領域WRにおける該指定された部分に向かい、そこで作業を行う。本実施形態では、作業機1は、作業領域WRの上記地形情報を用いて自機位置を検出しながら作業を進めることとするが、作業態様はこれに限られるものではない。例えば、他の実施形態として、作業機1は、作業領域WR内の所定の設置物を検出しながら作業を進めてもよく、一例として、作業領域WRを画定するワイヤからの電磁波を検出しながら作業を行うことも可能である。

[0027] S1030では、帰還命令の有無を判定する。帰還命令があった場合にはS1050に進み、そうでない場合にはS1040に進む。帰還命令は、情報管理装置2を用いて或いは情報管理装置2の一部として携帯端末を介してユーザにより入力され、また、作業終了の予約機能が用いられる場合には作業終了の設定時刻に入力されるものとする。

[0028] S1040では、バッテリー108の残量が基準量より少なくなったか否かを判定する。バッテリー108の残量が基準量より少ない場合にはS1050に進み、そうでない場合にはS1020に戻って作業を継続する。この基準量には、作業機1が作業領域WR内の何れの位置からでもステーション3に帰還するのに十分な値が設定されていけばよい。

[0029] S1050では、S1030で帰還命令があったことに応じて又はS1040でバッテリー108の残量が基準量より少なくなったことに応じて、作業部1を停止状態にして作業を中断する。S1060では、詳細については後述とするが、ステーション3までの走行経路を決定するための演算処理を行う。S1070では、S1060で決定された走行経路に沿ってステーション3に帰還し、以上により本フローチャートを終了とする。

[0030] 図2Bは、S1060の演算処理の内容を示すフローチャートである。本フローチャートにより、帰還命令があった際（S1030）またはバッテリー108の残量が基準量より少なくなった際（S1040）の作業機1の位置（現在地）から充電用ステーション3（目的地）までの走行経路を決定する。

[0031] 先ず、S1061では、作業領域WRの地形情報を取得する。この地形情報は、前述のとおり情報保持部107に予め保持されており、S1010で既に読み出されている。よって、本実施形態においては、演算部106は、S1010で読み出された地形情報を流用するものとする。

[0032] 図3Aは、作業領域WRの地形情報を説明するための模式図である。図中には、説明の容易化のため、X方向、Y方向及びZ方向が示され、X方向及びY方向は、互いに直交する水平方向に対応し、Z方向は、X方向及びY方向の双方に直交する垂直方向に対応するものとする。作業領域WRは、仮想的に複数の領域に分割されており、ここでは理解の容易化のため、各領域が四角形となるようにX方向に6マスかつY方向に2マスの計12マスに分割されているものとする。これら分割された領域の個々は、以下において「分割領域」と表現する場合がある。また、これらの分割領域のうち、X方向の第*i*番目かつY方向の第*j*番目のものを分割領域 Rd_{ij} とし、例えば、X方向の第5番目かつY方向の第2番目のものを分割領域 Rd_{52} とする。

[0033] 本例においては、分割領域 Rd_{11} 、 Rd_{21} 、 Rd_{12} 及び Rd_{22} は水平面（X方向及びY方向の双方に平行な平坦面）を形成している。また、分割領域 Rd_{51} 、 Rd_{61} 、 Rd_{52} 及び Rd_{62} は、分割領域 Rd_{11} 、 Rd_{21} 、 Rd_{12}

及び Rd_{22} よりも高い位置（+Z方向の位置）で水平面を形成している。また、分割領域 Rd_{31} 、 Rd_{41} 、 Rd_{32} 及び Rd_{42} は、分割領域 Rd_{11} 、 Rd_{21} 、 Rd_{12} 及び Rd_{22} と、分割領域 Rd_{51} 、 Rd_{61} 、 Rd_{52} 及び Rd_{62} と、を接続するように傾斜した傾斜面を形成しているものとする。尚、ここでいう傾斜とは、水平でもなく且つ垂直でもない態様、即ち、X方向及びY方向の一方又は双方と交差し且つZ方向と交差する態様をいう。

[0034] 次に、S1062では、作業領域WRの勾配分布の評価を行う。この評価は上記地形情報に基づいて行われ、これにより、作業領域WRの勾配の態様（起伏、凹凸、高低差等の有無、その度合い）についての評価を行う。

[0035] 図3Bは、作業領域WRの地形情報（図3A参照）に基づく勾配分布の評価結果を示す。ここでは、分割領域 $Rd_{11} \sim Rd_{62}$ の個々について標高情報が与えられる。例えば、分割領域 Rd_{11} 、 Rd_{21} 、 Rd_{12} 及び Rd_{22} のZ方向の位置情報を基準（ $Z=0$ ）として、それらより相対的に高い位置の分割領域 Rd_{31} 及び Rd_{32} のZ方向の位置情報には、例えば $Z=1$ が与えられる。同様にして、分割領域 Rd_{41} 及び Rd_{42} のZ方向の位置情報には、例えば $Z=3$ が与えられ、また、分割領域 Rd_{51} 、 Rd_{61} 、 Rd_{52} 及び Rd_{62} のZ方向の位置情報には、例えば $Z=4$ が与えられる。このようにして、作業領域WRの分割領域 $Rd_{11} \sim Rd_{62}$ の勾配分布が評価されうる。

[0036] その後、S1063では、S1062の評価結果に基づいて分割領域 $Rd_{11} \sim Rd_{62}$ 間の移動コストを設定する。この移動コストは、分割領域 $Rd_{11} \sim Rd_{62}$ のうち、互いに隣り合うものについて、それらの高低差（Z方向の位置情報）に基づいて設定されればよく、それらの一方から他方に移動する際に生じうる不測の事態の発生確率に対応しうる。例えば、作業機1の走行面の傾斜角が大きくなると、作業機1のスリップ、それに伴う作業領域WR（芝地）の剥がれ等が発生する可能性が高くなる。そのため、傾斜角が大きい面を走行する場合の移動に対しては、その移動コストは高く設定されるとよい。

[0037] 図3Cは、分割領域 $Rd_{11} \sim Rd_{62}$ 間の移動コストの設定の一例を示す。

例えば、分割領域 $R_{d_{11}}$ から分割領域 $R_{d_{21}}$ への移動コストは「1」に設定されるものとする。このコストは、分割領域 $R_{d_{11}}$ 及び $R_{d_{21}}$ 間には高低差がなく、X方向1マス分の移動距離に相当するコストとして、便宜的に設定されたものである。また、分割領域 $R_{d_{11}}$ から分割領域 $R_{d_{22}}$ への移動コストは「2」に設定されるものとする。このコストは、分割領域 $R_{d_{11}}$ 及び $R_{d_{22}}$ 間には高低差がなく、対角方向（X方向かつY方向）1マス分の移動距離に相当するコストとして、便宜的に設定されたものである。

[0038] この場合、分割領域 $R_{d_{21}}$ から分割領域 $R_{d_{31}}$ への移動コストは、例えば「4」に設定される。このコストは、分割領域 $R_{d_{21}}$ 及び $R_{d_{31}}$ 間に高低差があるため、X方向1マス分の移動距離に相当するコストと、この高低差に伴う傾斜に相当するコストとの双方に基づいて、便宜的に設定されたものである。

[0039] 一方、分割領域 $R_{d_{21}}$ から分割領域 $R_{d_{32}}$ への移動コストは、例えば「3」に設定される。分割領域 $R_{d_{21}}$ 及び $R_{d_{32}}$ 間には高低差があるものの、分割領域 $R_{d_{21}}$ 及び $R_{d_{31}}$ 間に比べて傾斜が緩くなる。そのため、このコストは、対角方向1マス分の移動距離に相当するコストと、該緩くなった傾斜に相当するコストとの双方に基づいて、便宜的に設定されたものである。即ち、分割領域 $R_{d_{21}}$ から分割領域 $R_{d_{32}}$ への移動コストは、分割領域 $R_{d_{21}}$ から分割領域 $R_{d_{31}}$ への移動コストよりも小さい値で設定される。

[0040] 同様に、分割領域 $R_{d_{31}}$ から分割領域 $R_{d_{41}}$ への移動コストは、例えば「8」に設定される。このコストは、分割領域 $R_{d_{31}}$ 及び $R_{d_{41}}$ 間に高低差があるため、X方向1マス分の移動距離に相当するコストと、この高低差に伴う傾斜に相当するコストとの双方に基づいて、便宜的に設定されたものである。分割領域 $R_{d_{31}}$ 及び $R_{d_{41}}$ 間の高低差は、分割領域 $R_{d_{21}}$ 及び $R_{d_{31}}$ 間の高低差よりも大きいため、分割領域 $R_{d_{31}}$ から分割領域 $R_{d_{41}}$ への移動コストは、分割領域 $R_{d_{21}}$ から分割領域 $R_{d_{31}}$ への移動コストよりも大きい値で設定される。

[0041] 一方、分割領域 $R_{d_{31}}$ から分割領域 $R_{d_{42}}$ への移動コストは、例えば「4

」に設定される。分割領域 Rd_{31} 及び Rd_{42} 間には高低差があるものの、分割領域 Rd_{31} 及び Rd_{41} 間に比べて傾斜が緩くなる。そのため、このコストは、対角方向 1 マス分の移動距離に相当するコストと、該緩くなった傾斜に相当するコストとの双方に基づいて、便宜的に設定されたものである。即ち、分割領域 Rd_{31} から分割領域 Rd_{42} への移動コストは、分割領域 Rd_{31} から分割領域 Rd_{41} への移動コストよりも小さい値で設定される。

[0042] 詳細については後述とするが、このように、各分割領域間の移動コストは、主に、その分割領域間の高低差に伴う傾斜の度合いに基づいて設定される。尚、図 3 C の例では、互いに隣り合う分割領域間の移動コストは、何れの方法についても同一の値で設定されるものとする。例えば、上述のとおり、分割領域 Rd_{31} から分割領域 Rd_{42} への移動コストは「4」に設定されるが、分割領域 Rd_{42} から分割領域 Rd_{31} への移動コストも「4」に設定されるものとする。

[0043] 最後に、S 1 0 6 4 では、上記 S 1 0 6 3 で設定された移動コストに基づいて、走行経路を決定する。ここでは、現在地に対応する分割領域 Rd_{11} から、目的地に対応する分割領域 Rd_{62} までの走行経路を決定する。走行経路は、分割領域 Rd_{11} から分割領域 Rd_{62} までに通った各分割領域間の移動コストが所定条件を満たすように決定されればよい。例えば、走行経路は、その走行経路を通った場合の移動コストの合計値が、基準値より小さくなるように、または、最小値をとるように、或いは、各分割領域間の移動コストが何れも基準値を超えないように、決定されるとよい。

[0044] 例えば、図 3 C の例において、移動コストの合計値が最小値となる走行経路を決定する場合について考える。図 3 C の例においては、走行経路の候補として、

(経路 A) $Rd_{11} \rightarrow Rd_{21} \rightarrow Rd_{31} \rightarrow Rd_{41} \rightarrow Rd_{51} \rightarrow Rd_{62}$ 、

(経路 B) $Rd_{11} \rightarrow Rd_{21} \rightarrow Rd_{31} \rightarrow Rd_{42} \rightarrow Rd_{52} \rightarrow Rd_{62}$ 、

(経路 C) $Rd_{11} \rightarrow Rd_{21} \rightarrow Rd_{32} \rightarrow Rd_{41} \rightarrow Rd_{52} \rightarrow Rd_{62}$ 、

等が考えられる。ここで、経路 A においては移動コストの合計値は 1 9 と

なる。また、経路Bにおいては移動コストの合計値は14となる。これに対して、経路Cにおいては移動コストの合計値は12となり、経路A及びBにおける移動コストの合計値に比べて小さい。また、他の経路の移動コストを考慮しても、経路Cにおける移動コストの合計値より小さい経路はない。よって、図3Cの例においては、分割領域 Rd_{11} （現在地）から分割領域 Rd_{62} （目的地）までの走行経路として、上記経路Cが選択され決定されることとなる。

[0045] 以上では、説明の簡易化のため、便宜的に図3A～図3C記載のモデルを用いて図2Bの演算処理の内容を説明したが、作業領域WRは広大な面積を有し且つ複雑な起伏を有しうするため、演算部106による実際の演算処理は複雑になりうる。そのため、演算部106の演算処理には、所定の簡易化モデルが用いられうる。例えば、作業領域WRの勾配分布の評価は、作業領域WRの地形情報に基づいて各分割領域（ Rd_{11} 等）に座標情報を与えた後に、それらの座標情報に基づいて移動コストを設定することにより、比較的簡便に実現可能である。

[0046] 図4Aは、分割領域（例えば分割領域 Rd_A 及び Rd_B ）の座標情報を説明するための模式図である。作業領域WRは、演算部106により仮想的に複数の領域に分割される。この例では、演算部106は、各分割領域が四角形となるように作業領域WRを分割するものとし、演算部106は、分割領域の個々に対して、そのコーナーの座標に基づく座標情報を与える。例えば、演算部106は、或る分割領域に、そのコーナーの座標の平均値を座標情報として与える。

[0047] 例えば、分割領域 Rd_A については、そのコーナーを点 P_{11} 、 P_{21} 、 P_{12} 及び P_{22} とする。これら点 P_{11} 、 P_{21} 、 P_{12} 及び P_{22} の座標は、（X，Y，Z）座標において、

$$P_{11} = (X_{11}, Y_{11}, Z_{11}),$$

$$P_{21} = (X_{21}, Y_{21}, Z_{21}),$$

$$P_{12} = (X_{12}, Y_{12}, Z_{12}),$$

$$P_{22} = (X_{22}, Y_{22}, Z_{22}),$$

と表わせるものとする。この場合、分割領域 Rd_A には、次の式：

$$X_A = (X_{11} + X_{21} + X_{12} + X_{22}) / 4 ;$$

$$Y_A = (Y_{11} + Y_{21} + Y_{12} + Y_{22}) / 4 ;$$

$$Z_A = (Z_{11} + Z_{21} + Z_{12} + Z_{22}) / 4、$$

を満たす座標 (X_A, Y_A, Z_A) の情報が与えられる。

[0048] 同様に、他の分割領域 Rd_B については、そのコーナーを点 P_{21} 、 P_{31} 、 P_{22} 及び P_{32} とする。これら点 P_{31} 及び P_{32} の座標は、 (X, Y, Z) 座標において、

$$P_{31} = (X_{31}, Y_{31}, Z_{31}),$$

$$P_{32} = (X_{32}, Y_{32}, Z_{32}),$$

と表わせるものとする。この場合、分割領域 Rd_B には、次の式：

$$X_B = (X_{21} + X_{31} + X_{22} + X_{32}) / 4 ;$$

$$Y_B = (Y_{21} + Y_{31} + Y_{22} + Y_{32}) / 4 ;$$

$$Z_B = (Z_{21} + Z_{31} + Z_{22} + Z_{32}) / 4、$$

を満たす座標 (X_B, Y_B, Z_B) の情報が与えられる。

[0049] 尚、図 4 A の例では、各分割領域が四角形となるように作業領域 WR が分割されるものとしたが、分割領域の形状はこれに限られるものではなく、作業領域 WR は多様な形状に分割可能である。

[0050] 例えば、図 4 B に示されるように、作業領域 WR は各分割領域が六角形となるように分割されてもよい。この場合においても、各分割領域の座標情報は、そのコーナーの座標に基づいて与えられる。例えば、図 4 B における或る分割領域 Rd_A の座標情報は、そのコーナーとなる点 P_{11} 、 P_{12} 、 P_{21} 、 P_{22} 、 P_{31} 及び P_{32} の座標の平均値を座標情報として与える。また、他の分割領域 Rd_B の座標情報は、そのコーナーとなる点 P_{22} 、 P_{23} 、 P_{32} 、 P_{33} 、 P_{42} 及び P_{43} の座標の平均値を座標情報として与える。

[0051] 尚、各分割領域に与えられる座標情報は、そのコーナーの座標に基づくものであればよく、本実施形態ではそれらの平均値としたが、他の実施形態と

して、それらの中央値としてもよいし、代替的／付随的に、標準偏差等が考慮された演算値としてもよい。

[0052] また、本実施形態では、作業領域WRは、演算部106により仮想的に複数の領域に分割されるものとしたが、分割態様は所定のルールに従って予め決められていてもよい。その場合、上記ルールを特定するための情報が、属性情報として、作業領域WRの地形情報に含まれるとよい。或いは、各分割領域に割り当てられる座標情報が、属性情報として、作業領域WRの地形情報に含まれていてもよい。

[0053] 以上のようにして各分割領域に座標情報が与えられた後、この座標情報に基づいて、分割領域間の移動コストが設定される。移動コストは、図3B及び図3Cを参照しながら述べたように、主として各分割領域間の高低差に伴う傾斜の度合いに基づいて設定される。付随的に、移動コストは、上記高低差そのものに基づいて設定されてもよい。

[0054] 図5は、分割領域 Rd_A - Rd_B 間の移動コストの設定方法の例を説明するための模式図である。分割領域 Rd_A - Rd_B 間の移動コストは、分割領域 Rd_A に与えられた座標情報と、分割領域 Rd_B に与えられた座標情報とに基づいて設定される。分割領域 Rd_A には上記座標 (X_A, Y_A, Z_A) が与えられ、分割領域 Rd_B には上記座標 (X_B, Y_B, Z_B) が与えられるものとする。図中において、距離 L は、座標 (X_A, Y_A, Z_A) - 座標 (X_B, Y_B, Z_B) 間の距離を示し、距離 L_H は、分割領域 Rd_A - Rd_B 間の水平方向の距離を示し、距離 H は、分割領域 Rd_A - Rd_B 間の高低差を示す。即ち、

$$L = \{ (X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2 + (Z_A - Z_B)^2 \}^{1/2},$$

$$L_H = \{ (X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2 \}^{1/2},$$

$$H = |Z_A - Z_B|,$$

と表せる。また、分割領域 Rd_A - Rd_B 間の傾斜角 θ は、

$$\theta = \arcsin (H/L),$$

と表せる。

[0055] 分割領域 Rd_A から分割領域 Rd_B に移動する場合の移動コスト（移動コス

ト C_{AB} とする。) は、多様な簡易モデルを用いて評価可能であり、例えば傾斜角 θ ($0^\circ \leq \theta < 90^\circ$) を用いて評価値として生成される。

[0056] 移動コスト C_{AB} の設定方法の第 1 の例として、水平面を走行する場合の移動コストを極めて小さいものと仮定し、移動コスト C_{AB} は、

$$C_{AB} = K_0 \times \sin \theta、$$

K_0 : 係数 ($K_0 > 0$)

と設定されてもよい。この例において、分割領域 $Rd_A - Rd_B$ 間が水平な場合 ($\theta = 0^\circ$ の場合) には移動コスト C_{AB} は、

$$C_{AB} = 0、$$

と設定される。また、傾斜角 θ が大きくなるほど移動コスト C_{AB} が大きくなることとなる ($\theta \rightarrow 90^\circ$ で $C_{AB} \rightarrow K_0$ 、となる。) 。

[0057] 第 2 の例として、移動コスト C_{AB} は、水平面を走行する場合に所定値となり且つ傾斜角 θ が大きくなるほど大きくなるように設定されてもよい。例えば、移動コスト C_{AB} は、

$$C_{AB} = K_1 \times L / \cos \theta、$$

K_1 : 係数 ($K_1 > 0$)

と設定されてもよい。この例において、分割領域 $Rd_A - Rd_B$ 間が水平な場合 ($\theta = 0^\circ$ の場合) には移動コスト C_{AB} は、

$$C_{AB} = K_1 \times L、$$

と設定される。また、傾斜角 θ が大きくなる程、移動コスト C_{AB} が大きくなることとなる ($\theta \rightarrow 90^\circ$ で $C_{AB} \rightarrow \infty$ 、となる。) 。

[0058] 第 3 の例として、上記第 2 の例同様の趣旨で、移動コスト C_{AB} は、

$$C_{AB} = L \times (K_2 + K_3 \times \sin \theta)、$$

K_2 : 係数 ($K_2 \geq 0$)

K_3 : 係数 ($K_3 \geq 0$)

と設定されてもよい。この例において、分割領域 $Rd_A - Rd_B$ 間が水平な場合 ($\theta = 0^\circ$ の場合) には移動コスト C_{AB} は、

$$C_{AB} = L \times K_2、$$

と設定される。また、傾斜角 θ が大きくなる程、移動コスト C_{AB} が大きくなることとなる（ $\theta \rightarrow 90^\circ$ で $C_{AB} \rightarrow L \times (K_2 + K_3)$ 、となる。）。尚、 $K_3 > K_2$ とすることで、傾斜の度合いを重視した移動コストを設定可能となる。

[0059] ここでは第1～第3の例の3つの設定方法を例示したが、移動コスト C_{AB} は、これらの設定方法が組み合わされてもよいし、或いは、簡易化モデルに応じた他の関数が更に組み合わされてもよい。例えば、傾斜角 θ を用いずに、高低差 H を用いることにより或いは高低差 H 及び距離 L_H を用いることにより上述の移動コストを設定してもよく、これにより、演算部106の処理負担の低減を図ることも可能である。或いは、例えば、各分割領域に割り当てられる座標情報には、その分割領域そのものの傾斜の度合いを示す情報が更に含まれていてもよく、上述の移動コストは、この情報を付随的に参照することにより設定されてもよい。

[0060] 前述の図3Cの例では、分割領域間の移動コストは、何れの方角についても同一の値で設定されるものとしたが、一方向についての移動コストと、他方向についての移動コストとは、例えば異なる式あるいは異なる係数を用いて、個別に設定されてもよい。即ち、分割領域 Rd_A から分割領域 Rd_B に移動する場合の移動コスト C_{AB} と、分割領域 Rd_B から分割領域 Rd_A に移動する場合の移動コスト C_{BA} とは、互いに異なる値となってもよい。

[0061] この理由としては、高低差のある分割領域間の移動において、登りの場合と下りの場合とでは、前述の不測の事態（スリップ等）の発生し易さが異なる場合が多いことが挙げられる。多くの場合、傾斜面を登って移動する場合に比べて、傾斜面を下って移動する場合に作業機1のスリップ等が発生し易い。よって、上記図5の例においては（ $Z_A < Z_B$ の場合）、移動コスト C_{AB} 及び C_{BA} は、

$$C_{AB} < C_{BA},$$

となるように設定されるとよい。

[0062] 以上のようにして各分割領域間の移動コストが設定された後、該設定され

た移動コストに基づいて、現在地から目的地までの走行経路が決定される。前述の図3Cの例では、走行経路は、その走行経路を形成する各分割領域間の移動コストの合計値が最小となるように、決定される。この場合、現在地から目的地まで走行経路に沿って移動する際の移動コストの合計値を、分割領域間の移動コストの累積加算により算出可能となるため、無用に走行することのない走行経路を適切に決定可能となる。

[0063] ここでは、上記設定された分割領域間の移動コストに基づいて走行経路を決定する態様を例示したが、該決定に際して、付随的に他の要素が参照されてもよい。例えば、傾斜面を走行する際に生じうる不測の事態（芝地の剥がれ等）の発生確率は、作業機1の周辺環境によっても変動しうる。そのため、上記走行経路の決定は、更に作業機1周辺の環境情報に基づいて行われてもよい。

[0064] 上記環境情報の例としては、湿度、温度、気圧等の情報が挙げられる。これら湿度、温度、気圧等の情報は、例えば計測部105の各種センサにより取得可能である。湿度、温度、気圧等が変動すると、走行部103と走行面との摩擦係数も変動しうるため、このことは、上記不測の事態の発生確率に影響を与えうる。例えば、湿度が高い場合には傾斜面を走行する際にスリップが発生し易いと云える。よって、上記走行経路の決定は、このことを考慮して行われてもよい。

[0065] 上記不測の事態の発生確率は一般に天候にも依存しうるため、上記環境情報の他の例としては、天候情報が挙げられる。天候情報は、例えばネットワークNを介して取得可能である。この天候情報の概念には、現在の天候を示す情報の他、比較的近い将来の天候に関する情報も含まれる。例えば、比較的近い将来において雨が降ることが予測される場合には、上記走行経路の決定は、このことを考慮して行われてもよい。

[0066] このような環境情報は、S1063の際に利用されてもよく、即ち、移動コストを設定する際の式、例えば係数 K_0 等の数値の調整、に用いられうる。例えば、湿度が比較的高い場合には、傾斜角 θ が大きくなる程、移動コスト

C_{AB} が更に（湿度が比較的低い場合よりも）大きくなるように、係数 K_0 等の数値を変更することが可能である。

[0067] 或いは、このような環境情報に基づいて、作業機1が通過可能な起伏の許容範囲が設定されてもよく、即ち、該許容範囲は、S1064の際に、一部の走行経路を制限するのに適用されてもよい。例えば、演算部106は、例えばS1064の際に、上記許容範囲に相当する移動コストまたはそれより大きい移動コストの分割領域間を移動することのないように、走行経路を決定してもよい。これにより、例えば、或る走行経路の何れかの部分における傾斜の度合いが上記許容範囲を満たさない場合には（その走行経路の移動コストの合計値が最小であったとしても）、演算部106は、その走行経路を選択しないで他の走行経路を選択することとなる。

[0068] 作業領域WRの複数の領域への分割は、必ずしも、図4A及び図4Bに例示されるように一様に行われる必要はなく、その分割態様は部分的に変更されてもよい。分割態様の変更例としては、分割密度（作業領域WRの単位面積あたりの分割数）あるいは分割面積（分割領域1つ当たりの面積）等を変更することが挙げられる。

[0069] 例えば、図6Aに示されるように、作業領域WRは、互いにサイズ及び形状の異なる複数の分割領域 R_{dL} 及び R_{dS} に分割されてもよい。具体的には、X方向及びY方向に大サイズの分割領域 R_{dL} が形成され、それらの対角方向において小サイズの分割領域 R_{dS} が形成されるように分割される。よって、分割領域 R_{dL} は八角形の形状となり、分割領域 R_{dS} は四角形の形状となる。このような分割態様によれば、対角方向の移動コストの評価を高精度化することが可能となり、S1060において作業機1の走行経路を更に適切に決定可能となる。

[0070] また、例えば、図6Bに示されるように、分割態様は、起伏の存在する部分の分割領域が他の分割領域よりも小さくなるように変更されてもよい。例えば、図4Aの例に基づく四角形の形状に分割された分割領域 R_d のうち、山状あるいは凸状の領域 R_{cc} を含むものについては、図中において一点鎖線

で示されるように、小サイズに分割される（分割領域 $R_{d'}$ とする。）。この分割領域 $R_{d'}$ のうち、領域 R_{cc} を含むものについては、図中において二点鎖線で示されるように、更に小サイズに分割される（分割領域 $R_{d''}$ とする。）。ここでは山状あるいは凸状の領域 R_{cc} の場合を例示したが、谷状あるいは凹状の領域 R_{cv} の場合についても同様である。

[0071] 上記図 6 B の例においては、分割領域 R_d 、 $R_{d'}$ 及び $R_{d''}$ のそれぞれに対して、図 4 A 及び図 4 B を参照しながら述べたように、座標情報が与えられる。このような分割態様によれば、起伏の存在する部分についての移動コストの評価を更に高精度化することが可能となり、S 1 0 6 0 において作業機 1 の走行経路を更に適切に決定可能となる。また、分割領域 R_d を比較的広く設けつつ、領域 R_{cc} 又は R_{cv} に対応する分割領域 R_d のみを更に分割することにより、上記移動コストの評価の高精度化を実現しながら、演算部 1 0 6 の処理負担を低減することも可能となる。

[0072] また、図 6 C に示されるように、図 4 B の例に基づく六角形の形状に分割された分割領域 R_d のうち、領域 R_{cc} （或いは R_{cv} ）を含むものについては、小サイズの分割領域 $R_{d'}$ 或いは更に小サイズの分割領域 $R_{d''}$ に分割可能である。このような分割態様によっても上記図 6 B 同様の効果が得られる。

[0073] 分割領域 R_d 、 $R_{d'}$ 及び $R_{d''}$ の形状は、これらの例に限られるものではなく、作業領域 R_W は多様な形状で且つ多様なサイズに分割可能である。よって、分割領域 R_d 、 $R_{d'}$ 及び $R_{d''}$ は、例えば台形であってもよいし、或いは、全ての辺の長さが互いに異なる多角形であってもよい。このような場合においても、前述同様の手順で（図 4 A 及び図 4 B 参照）、分割領域 R_d 、 $R_{d'}$ 及び $R_{d''}$ のそれぞれに座標情報を与えることが可能である。

[0074] 以上、本実施形態によれば、演算部 1 0 6 は、走行経路決定装置として機能し、作業領域 R_W の地形情報を取得した後（図 2、S 1 0 6 1 参照）、この地形情報に基づいて作業領域 R_W の勾配分布を評価する（S 1 0 6 2 参照）。この地形情報は、作業領域 R_W についての水平方向および垂直方向の座

標情報を含んでおり（図3A参照）、演算部106は、上記勾配分布の評価を比較的簡便な演算処理により行うことができる（図3B及び図3C参照）。そして、演算部106は、この勾配分布の評価結果に基づいて、作業領域WRにおける作業機1の現在地から目的地（例えば充電用ステーション3）までの走行経路を、該走行経路における起伏が小さくなるように決定する（S1063～S1064参照）。本実施形態によれば、作業機1の走行経路を作業領域WRの起伏を考慮して適切に決定可能となる。

[0075] 他の実施形態として、作業領域WRの地形情報には更に多様な情報が含まれてもよく、上記走行経路の決定は、これらの情報を更に参照することにより行われてもよい。一例として、地形情報は、各分割領域 R_d に存在する凸状の領域 R_{cc} 又は凹状の領域 R_{cv} の数を示す情報（凹凸数情報）を、更に含んでいてもよい。例えば、或る分割領域間の移動コストが比較的低かったとしても、それらの一方または他方の分割領域に存在する領域 R_{cc} 又は R_{cv} の数が比較的多い場合には、該分割領域を通過しないように走行経路を決定する。このことは領域 R_{cc} 又は R_{cv} が比較的小規模な場合に有用であり、これにより、例えば該分割領域を通過した際に車輪1032又は1033が領域 R_{cc} 又は R_{cv} に嵌ってしまうような事態を回避し、不測の事態の発生を未然に防ぐことが可能となる。また、分割領域 R_d を小サイズの分割領域 R_d' 或いは更に小サイズの分割領域 R_d'' に分割する必要もないため、演算部106の処理負担の低減を図ることも可能となる。

[0076] ここでは作業機1としてバッテリー108を備える無人走行式芝刈機を例示したが、この例においては、例えばバッテリー108の残量が基準量より少なくなった場合に、目的地としての充電用ステーション3に適切に帰還するための走行経路を適切に決定可能となる。本実施形態によれば、作業機1は、現在地から目的地としての充電用ステーション3に帰還する際に比較的急峻な傾斜面を通過しない。これにより、傾斜面を通過した際に生じうる作業機1のスリップ、それに伴う芝地の剥がれ等、不測の事態の発生を防止可能となる。また、適切な走行経路に沿って帰還することにより、作業機1は、作

業時の車速よりも高い車速で充電用ステーション 3 に帰還することも可能となる。これらのことは、バッテリー 108 を備えない構成についても同様であり、即ち、このような場合においても、作業機 1 は、比較的急峻な傾斜面を通過することなく（それに起因する不測の事態を発生させることなく）適切に目的地に到達可能となる。

[0077] また、上記走行経路を決定するための演算処理は、作業機 1 の演算部 106 において行われてもよいが、作業機 1 外で行われてもよく、例えば情報管理装置 2 で行われてもよい。この場合、情報管理装置 2 が走行経路決定装置として機能し、作業機 1 は、該演算処理の結果を情報管理装置 2 から受け取り、該演算処理の結果に基づく走行経路に沿って走行を行えばよい。

[0078] また、本実施形態では、作業領域 WR の地形情報は予め情報保持部 107 に保持されているものとしたが、他の実施形態として、該地形情報は情報管理装置 2 から受け取ることも可能である。更に他の実施形態として、上記地形情報は作業機 1 自身で生成されてもよく、例えば、演算部 106 は、計測部 105 の計測結果（主にカメラ 1051 により得られる画像情報）に基づいて地形情報を生成し、該地形情報を情報保持部 107 に格納してもよい。この場合、作業領域 WR について 1 回目の作業を開始する前に、作業機 1 が作業領域 WR を走行して地形情報を取得することにより、該 1 回目の作業を実際に行う際には、この地形情報を利用可能となる。また、2 回目以降の作業を行う際には、この地形情報を情報保持部 107 から読み出すことが可能である。

[0079] 上述の実施形態を以下のとおり纏める：

第 1 の態様は、走行経路決定装置（例えば 106、2）に係り、前記走行経路決定装置は、作業領域（例えば WR）における作業機（例えば 1）の走行経路を決定するための走行経路決定装置であって、前記作業領域の地形情報を取得する取得手段（例えば S1061）と、前記作業領域の勾配分布を前記地形情報に基づいて評価する評価手段（例えば S1062～S1063）と、前記作業領域における前記作業機の現在地から目的地までの走行経路

を、該走行経路における起伏が小さくなるように、前記勾配分布に基づいて決定する決定手段（例えばS 1 0 6 4）と、を備える。

[0080] 第1の態様によれば、作業機の走行経路を作業領域の起伏を考慮して適切に決定可能となり、例えば、比較的急峻な傾斜面の通過を回避し、傾斜面を通過した場合に生じうる作業機のスリップ等、不測の事態の発生を防止可能となる。

[0081] 第2の態様では、前記地形情報は、前記作業領域についての水平方向および垂直方向の座標情報を含む。

[0082] 第2の態様によれば、上記作業領域の勾配分布を、比較的簡便な演算処理により評価可能となる。

[0083] 第3の態様では、前記地形情報は、前記作業領域を仮想的に分割して得られる複数の領域（例えばR d）のそれぞれに対して与えられた座標情報を含む。

[0084] 第3の態様によれば、上記作業領域の勾配分布を、より簡便な演算処理により評価可能となる。

[0085] 第4の態様では、前記評価手段は、前記座標情報から得られる各領域間の勾配に基づいて、各領域間を移動する際の移動コスト（例えば C_{AB} ）を評価し、前記決定手段は、前記現在地から前記目的地までの走行経路を、該走行経路を形成する各領域間の前記移動コストの合計値が最小となるように、決定する。

[0086] 第4の態様によれば、現在地から目的地まで走行経路に沿って移動する際の移動コストの合計値を分割領域間の移動コストの累積加算により算出可能となるため、最適な走行経路を決定可能となる。

[0087] 第5の態様では、前記分割された複数の領域は、互いに隣り合い且つ互いに異なる高さの前記座標情報が与えられた第1領域（例えば R_{dA} ）および第2領域（例えば R_{dB} ）を含んでおり、前記評価手段は、前記第1領域から前記第2領域に移動する場合の前記移動コスト（例えば C_{AB} ）と、前記第2領域から前記第1領域に移動する場合の前記移動コスト（例えば C_{BA} ）とを個

別に評価する。

- [0088] 第5の態様によれば、傾斜面を登って移動する場合と、該傾斜面を下って移動する場合とで、互いに異なる移動コストとして評価することで、走行経路を更に適切に決定可能となる。例えば、芝刈機の例では、傾斜面を下って移動する場合の方が、該傾斜面を登って移動する場合に比べて、作業領域である芝地の剥がれ等が発生しやすい。そのため、第5の態様によれば、作業領域を適切な状態に維持するのにも有利と云える。
- [0089] 第6の態様では、前記地形情報は、前記分割された複数の領域のそれぞれに存在する凸状または凹状の領域の数を示す凹凸数情報を更に含み、前記決定手段は、更に前記凹凸数情報に基づいて前記走行経路を決定する。
- [0090] 第6の態様によれば、或る分割領域間の移動コストが比較的低かったとしても、それらの一方または他方の分割領域に存在する凸状または凹状の領域の数が比較的多い場合には、該分割領域を通過しないように走行経路を決定する。これにより、車輪1032又は1033が凸状または凹状の領域に無用に嵌ってしまうといった不測の事態の発生を防ぐことが可能となる。
- [0091] 第7の態様では、前記作業機周辺の環境情報を取得する第2の取得手段を更に備え、前記決定手段は、更に前記環境情報に基づいて前記走行経路を決定する。
- [0092] 作業機の走行への影響は、走行面の状態等の作業機周辺の環境によって異なることが多いため、第7の態様によれば、更に環境情報を参照することで、走行経路を更に適切に決定可能となる。
- [0093] 第8の態様では、前記環境情報は、湿度を示す情報を含む。
- [0094] 走行面の起伏による作業機の走行への影響は、例えば湿度によって変わらうため、第8の態様によれば、走行経路を更に適切に決定可能となる。
- [0095] 第9の態様では、前記環境情報は天候情報を含む。
- [0096] 走行面の起伏による作業機の走行への影響は、例えば天気によって変わらうため、第9の態様によれば、走行経路を更に適切に決定可能となる。
- [0097] 第10の態様は、作業機（例えば1）に係り、前記作業機は、上述の走行

経路決定装置（例えば１０６）と、車両の走行を行うための走行部（例えば１０３）と、前記走行経路決定装置の前記決定手段により決定された前記走行経路に基づいて前記走行部を制御する走行制御部（例えば１０４）と、を備える。

[0098] 第１０の態様によれば、一般的な作業機に対して上述の走行経路決定装置を好適に適用可能である。尚、実施形態においては無人走行式芝刈機に適用した例を示したが、この走行経路決定装置は、乗用型の作業機の自動運転や運転支援制御の際にも利用可能である。

[0099] 第１１の態様では、前記作業領域の地形を計測するための計測部（例えば１０５）と、前記計測部による計測結果を前記地形情報として保持する情報保持部（例えば１０７）と、を更に備える。

[0100] 第１１の態様によれば、作業機自身で作業領域の地形情報を取得可能となる。

[0101] 第１２の態様では、バッテリー（例えば１０８）を更に備え、前記走行経路決定装置は、前記バッテリーの残量が基準量より少なくなった場合に、充電用ステーションを前記目的地として前記決定手段により前記走行経路を決定する。

[0102] 第１２の態様によれば、バッテリーを用いた動力により作業を行う作業機に対して上述の走行経路決定装置を好適に適用可能である。バッテリーの残量が基準量より少なくなった場合には作業機は作業を中断して充電用ステーションに帰還し、その際、多くの場合、作業機は、作業時の車速よりも高い車速で充電用ステーションに帰還する。そのため、このような用途において上記走行経路決定装置は好適に利用可能と云える。

[0103] その他の態様として、作業領域における作業機の走行経路を決定する方法であって、前記作業領域の地形情報を取得する取得工程と、前記作業領域の勾配分布を前記地形情報に基づいて評価する評価工程と、前記作業領域における前記作業機の現在地から目的地までの走行経路を、該走行経路における起伏が小さくなるように、前記勾配分布に基づいて決定する決定工程

と、を有する方法が挙げられる。

[0104] 更に他の態様として、コンピュータに上記方法における各工程を実行させるためのプログラムが挙げられる。

[0105] 更に他の態様として、上記プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体が挙げられる。

[0106] 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囲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] 作業領域における作業機の走行経路を決定するための走行経路決定装置であって、
- 前記作業領域の地形情報を取得する取得手段と、
- 前記作業領域の勾配分布を前記地形情報に基づいて評価する評価手段と、
- 前記作業領域における前記作業機の現在地から目的地までの走行経路を、該走行経路における起伏が小さくなるように、前記勾配分布に基づいて決定する決定手段と、を備える
- ことを特徴とする走行経路決定装置。
- [請求項2] 前記地形情報は、前記作業領域についての水平方向および垂直方向の座標情報を含む
- ことを特徴とする請求項1記載の走行経路決定装置。
- [請求項3] 前記地形情報は、前記作業領域を仮想的に分割して得られる複数の領域のそれぞれに対して与えられた座標情報を含む
- ことを特徴とする請求項1または請求項2記載の走行経路決定装置。
- [請求項4] 前記評価手段は、前記座標情報から得られる各領域間の勾配に基づいて、各領域間を移動する際の移動コストを評価し、
- 前記決定手段は、前記現在地から前記目的地までの走行経路を、該走行経路を形成する各領域間の前記移動コストの合計値が最小となるように、決定する
- ことを特徴とする請求項3記載の走行経路決定装置。
- [請求項5] 前記分割された複数の領域は、互いに隣り合い且つ互いに異なる高さの前記座標情報が与えられた第1領域および第2領域を含んでおり、
- 前記評価手段は、前記第1領域から前記第2領域に移動する場合の前記移動コストと、前記第2領域から前記第1領域に移動する場合の

前記移動コストとを個別に評価する

ことを特徴とする請求項 4 記載の走行経路決定装置。

[請求項6] 前記地形情報は、前記分割された複数の領域のそれぞれに存在する凸状または凹状の領域の数を示す凹凸数情報を更に含み、

前記決定手段は、更に前記凹凸数情報に基づいて前記走行経路を決定する

ことを特徴とする請求項 3 から請求項 5 の何れか 1 項記載の走行経路決定装置。

[請求項7] 前記作業機周辺の環境情報を取得する第 2 の取得手段を更に備え、

前記決定手段は、更に前記環境情報に基づいて前記走行経路を決定する

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 6 の何れか 1 項記載の走行経路決定装置。

[請求項8] 前記環境情報は、湿度を示す情報を含む

ことを特徴とする請求項 7 記載の走行経路決定装置。

[請求項9] 前記環境情報は気候情報を含む

ことを特徴とする請求項 7 または請求項 8 記載の走行経路決定装置。

[請求項10] 請求項 1 から請求項 9 の何れか 1 項記載の走行経路決定装置と、車両の走行を行うための走行部と、前記走行経路決定装置の前記決定手段により決定された前記走行経路に基づいて前記走行部を制御する走行制御部と、を備える

ことを特徴とする作業機。

[請求項11] 前記作業領域の地形を計測するための計測部と、前記計測部による計測結果を前記地形情報として保持する情報保持部と、を更に備える

ことを特徴とする請求項 10 記載の作業機。

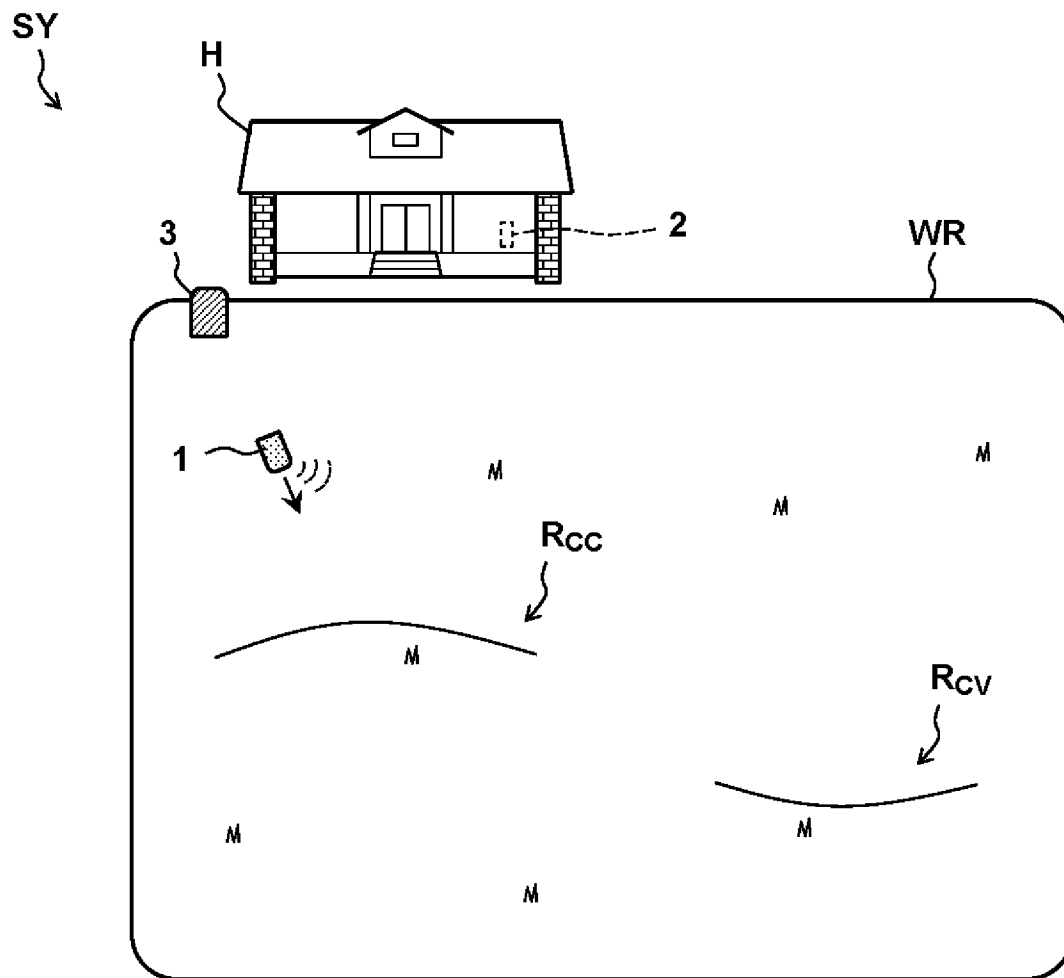
[請求項12] バッテリーを更に備え、

前記走行経路決定装置は、前記バッテリーの残量が基準量より少なく

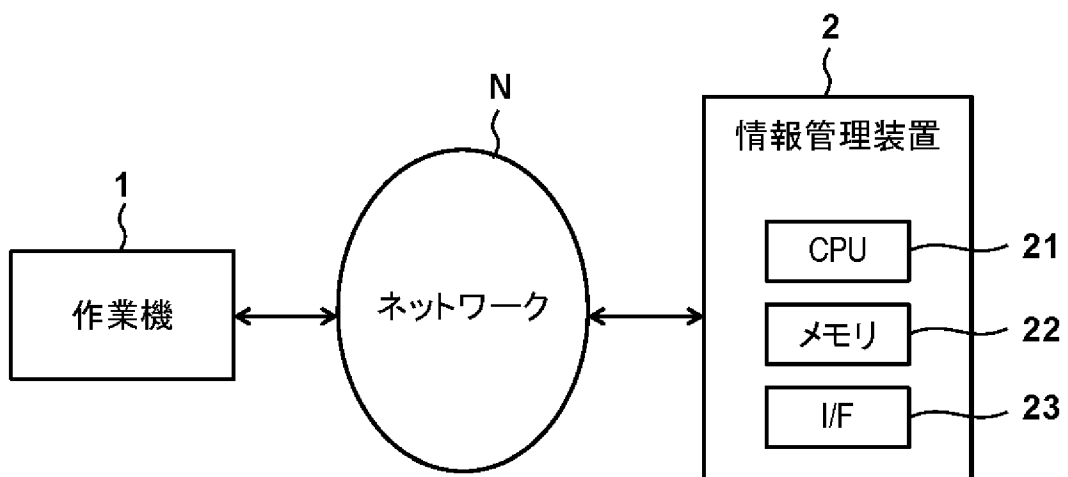
なった場合に、充電用ステーションを前記目的地として前記決定手段により前記走行経路を決定する

ことを特徴とする請求項 10 または請求項 11 記載の作業機。

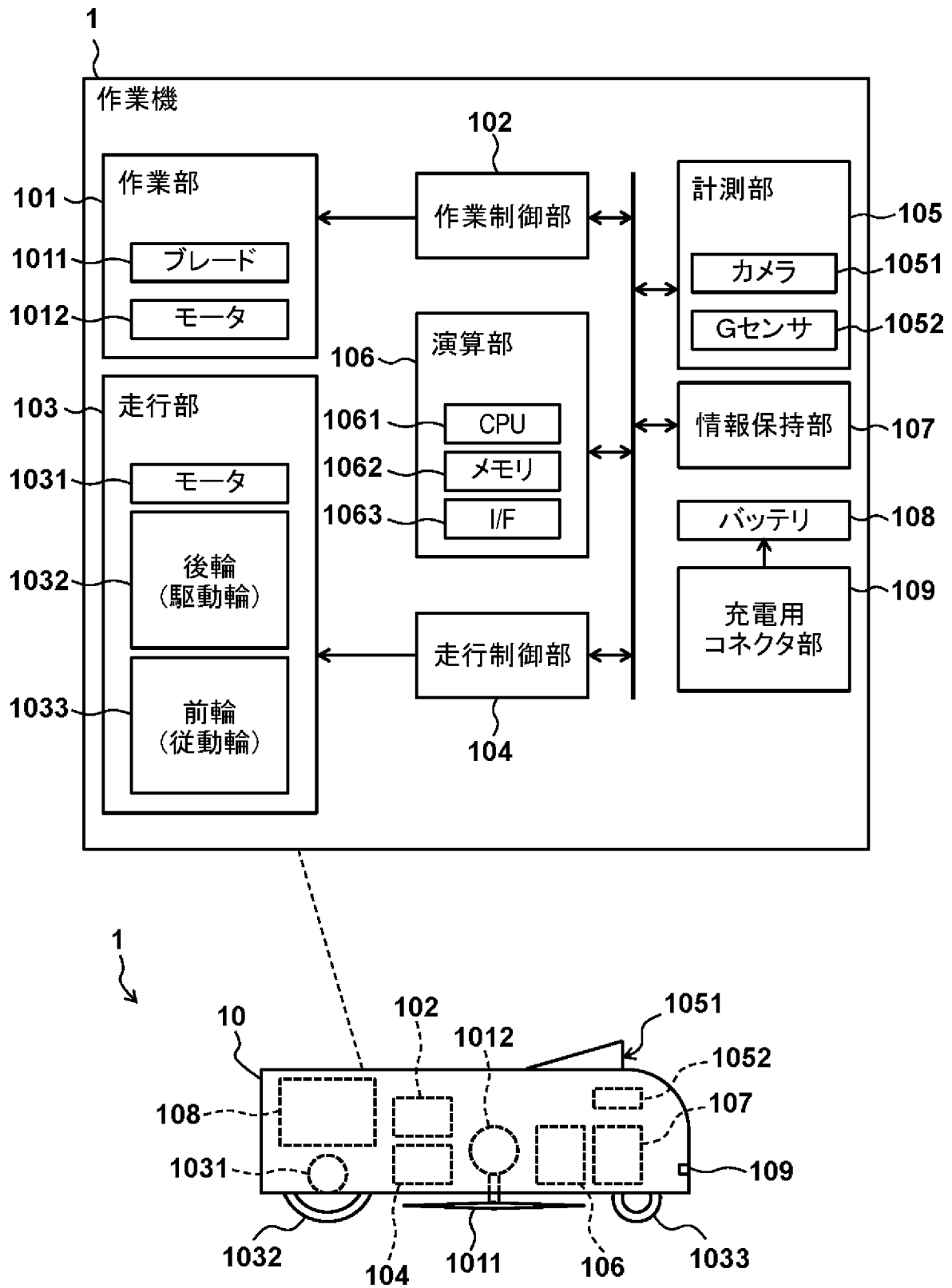
[図1A]



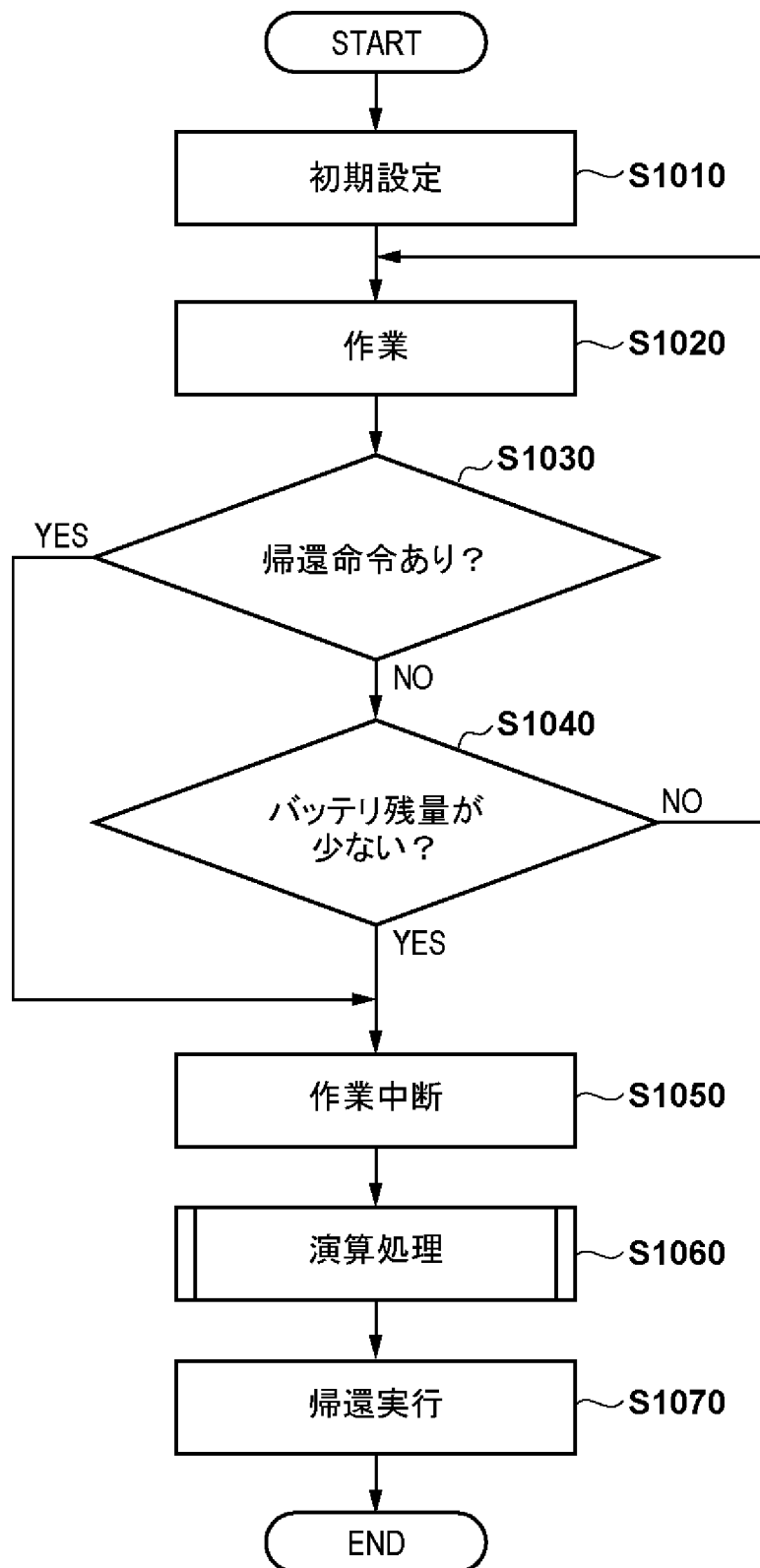
[図1B]



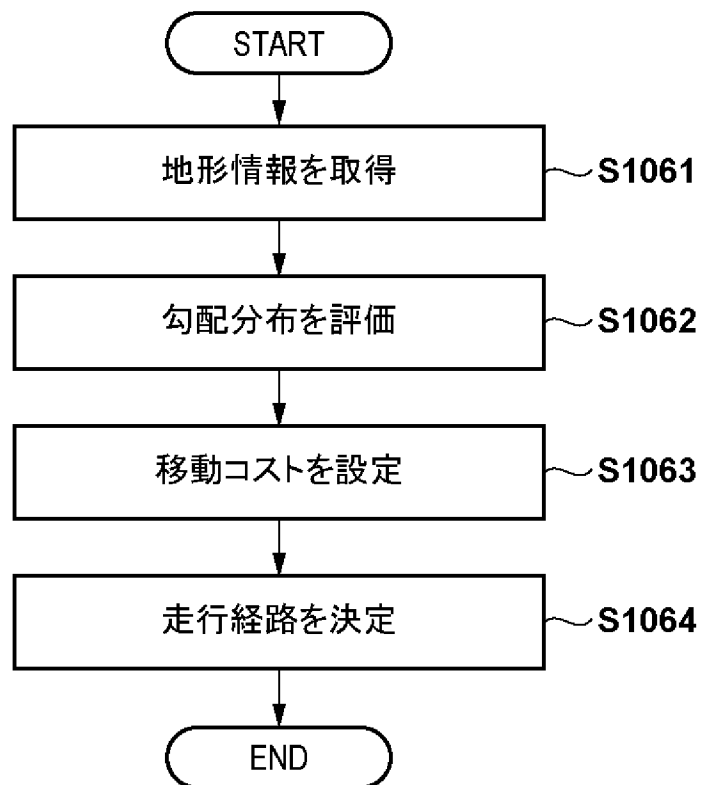
[図1C]



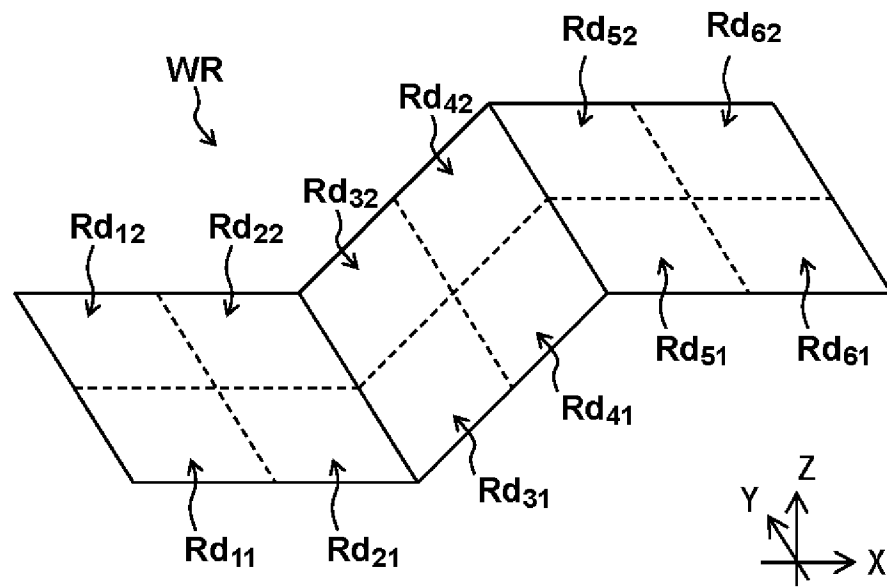
[図2A]



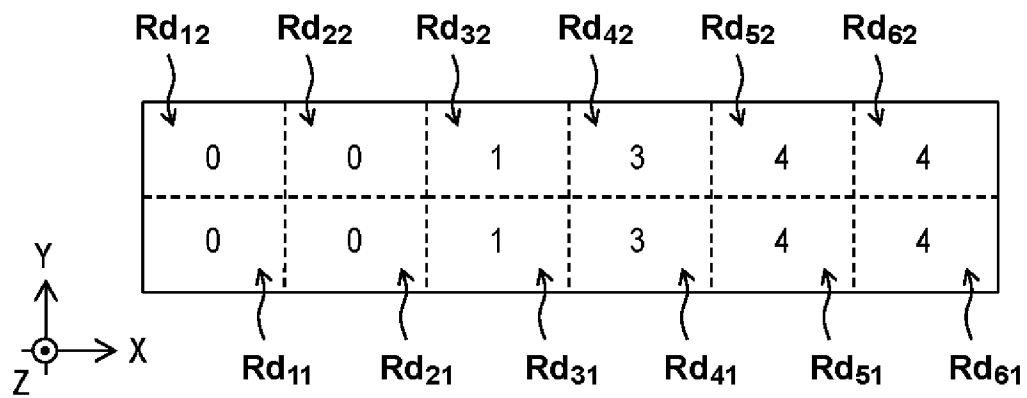
[図2B]



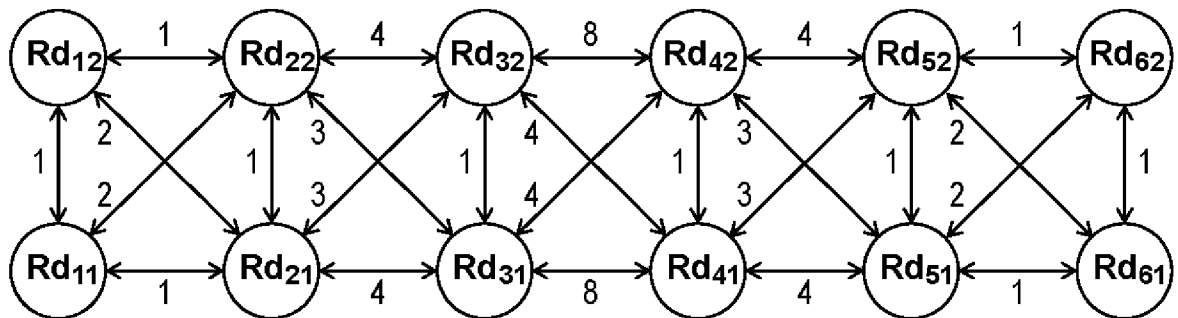
[図3A]



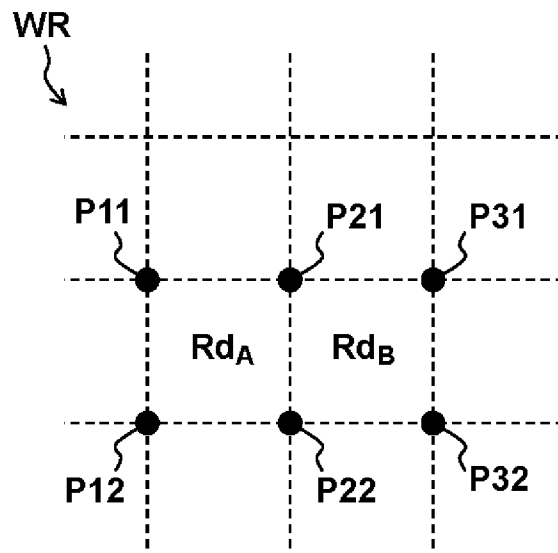
[図3B]



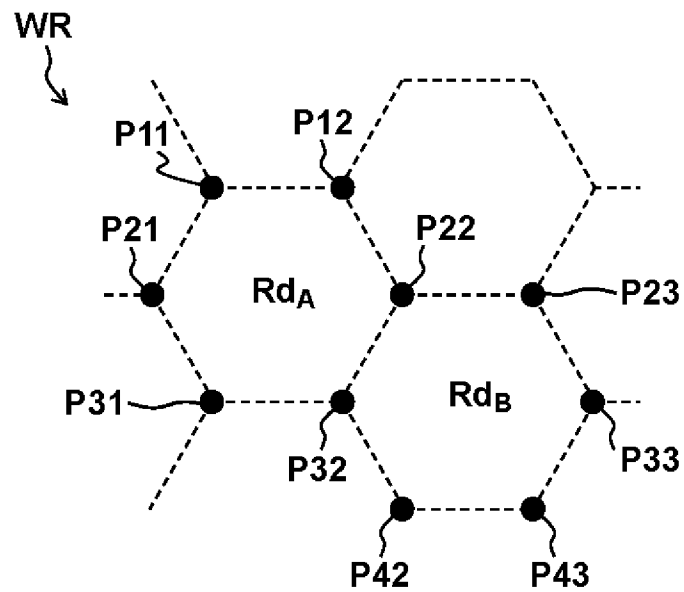
[図3C]



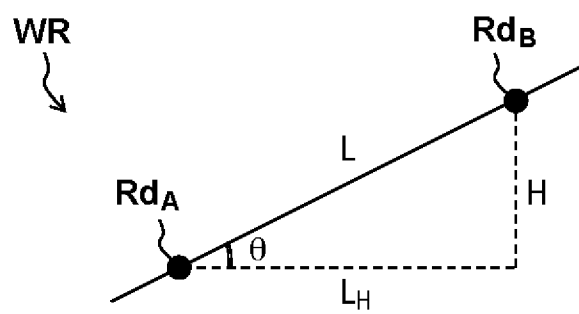
[図4A]



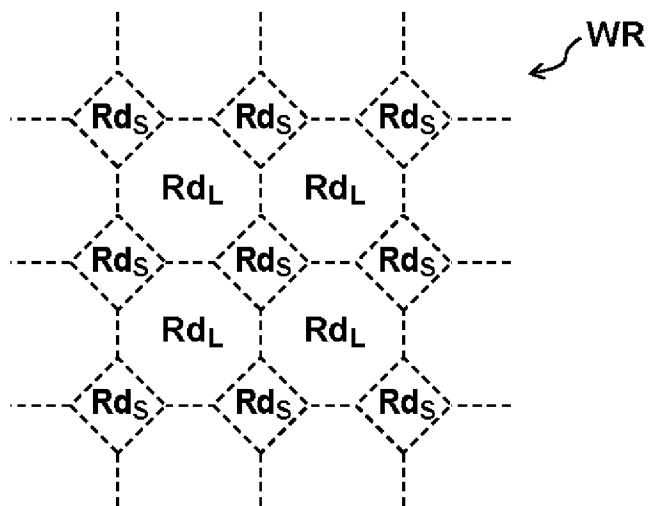
[図4B]



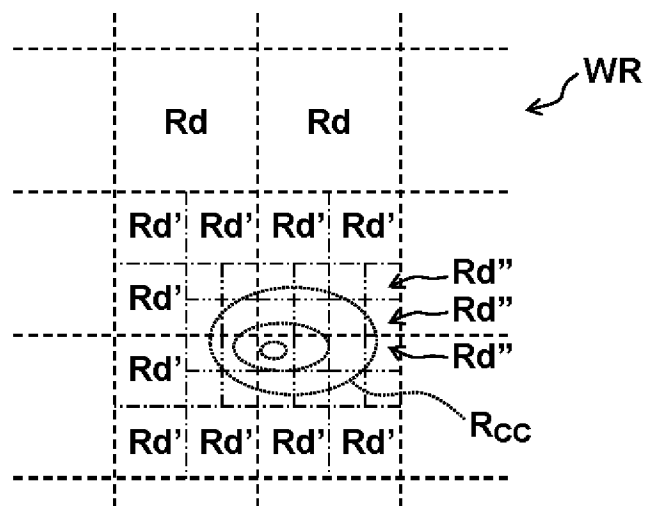
[図5]



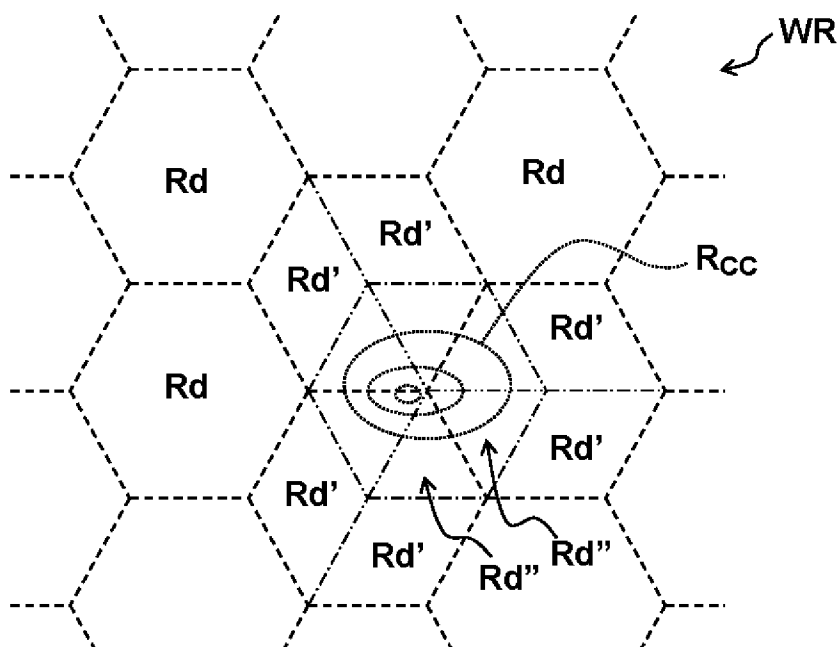
[図6A]



[図6B]



[図6C]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/040527

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G05D1/02(2006.01)i, A01B69/00(2006.01)i, A01D34/64(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. G05D1/00-1/12, A01B69/00-69/08, A01D34/64-34/69

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 2016-28311 A (RICOH CO., LTD.) 25 February 2016, paragraphs [0044]-[0072], fig. 18-35 (Family: none)	1-12
Y	JP 2016-186751 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 27 October 2016, paragraphs [0021], [0025]-[0041], fig. 4, 8 & US 2016/0282869 A1, paragraphs [0038], [0042]-[0061], fig. 4, 8 & EP 3073345 A1	1-12
Y	US 2004/0068352 A1 (DEERE & COMPANY, A DELAWARE CORPORATION) 08 April 2004, paragraphs [0022]-[0030], fig. 2 & EP 1406140 A2	6-9
A	US 2018/0051991 A1 (SHARP LABORATORIES OF AMERICA, INC.) 22 February 2018 (Family: none)	1-12

☐ 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
19 November 2018 (19.11.2018)

Date of mailing of the international search report
27 November 2018 (27.11.2018)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G05D1/02(2006.01)i, A01B69/00(2006.01)i, A01D34/64(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（I P C））

Int.Cl. G05D1/00-1/12, A01B69/00-69/08, A01D34/64-34/69

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 2016-28311 A（株式会社リコー） 2016.02.25, 段落 [0044] - [0072], [図 18] - [図 35] (ファミリーなし)	1-12
Y	JP 2016-186751 A（本田技研工業株式会社） 2016.10.27, 段落 [0021], [0025] - [0041], [図 4], [図 8] & US 2016/0282869 A1, [0038], [0042] - [0061], FIG. 4, 8 & EP 3073345 A1	1-12

☒ 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

19.11.2018

国際調査報告の発送日

27.11.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/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）

大野 明良

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

3U

5272

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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	US 2004/0068352 A1 (DEERE & COMPANY, A DELAWARE CORPORATION) 2004.04.08, 段落 [0022] - [0030], Fig.2 & EP 1406140 A2	6-9
A	US 2018/0051991 A1 (SHARP LABORATORIES OF AMERICA, INC.) 2018.02.22, (ファミリーなし)	1-12