(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
2012 年 1 月 19 日(19.01.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/008516 A1

(51) 国際特許分類:
*G05D 1/02* (2006.01) *E02F 9/20* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/066060

(22) 国際出願日: 2011 年 7 月 14 日(14.07.2011)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2010-161659 2010 年 7 月 16 日(16.07.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社小松製作所 (KOMATSU LTD.) [JP/JP]; 〒1078414 東京都港区赤坂２－３－６ Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 竹田 幸司 (TAKEDA, Koji) [JP/JP]; 〒2548555 神奈川県平塚市四之宮３－２５－１ 株式会社小松製作所 ＩＣＴ事業本部内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 木村 高久, 外 (KIMURA, Takahisa et al.); 〒1040043 東京都中央区湊１丁目８番１１号 千代ビル６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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

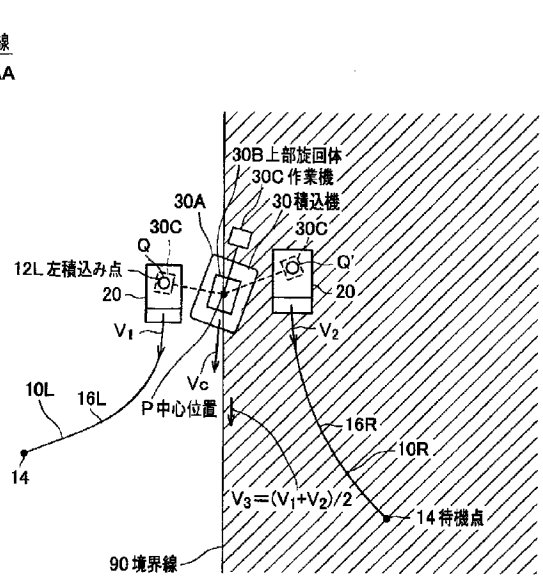
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,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

[続葉有]

(54) **Title**: DRIVE SYSTEM FOR UNMANNED VEHICLE AND METHOD OF DRIVE CONTROL OF THE SAME

(54) 発明の名称 : 無人車両の走行システムおよびその走行制御方法

[図5]




AA BOUNDARY
90 BOUNDARY
P CENTER POSITION
12L LEFT LOADING POINT
14 STANDBY POINT
30 LOADER
30B UPPER PART ROTATING MEMBER
30C OPERATOR

(57) **Abstract**: Disclosed is a drive system for an unmanned vehicle and method of drive control for the purpose of rendering unnecessary the left-right determination and an operation by a left-right instruction button when presenting drive commands to an unmanned vehicle loaded from both sides, and further for the purpose of rendering unnecessary the left-right determination and an operation by a left-right instruction button when setting the loading point by loading from both sides. When the unmanned vehicle loaded from both sides is presented with a drive command, the position and direction of the work machine at the time of being directed with a drive command and the direction of a boundary line or position is compared, and it is recognized whether the work machine of a loading machine is positioned at a left loading point or possibly at a right loading point. Further, when setting the position of the loading point of the unmanned vehicle loaded from both sides, the position and direction of the work machine at the time of being directed with the position setting command and the direction of a boundary line or a position is compared, and it is recognized whether the work machine of a loading machine is positioned at a left loading point or possibly at a right loading point.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/008516 A1

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

両側積込みで無人車両に走行指令を与えるに際して、左右の判断や左右指示ボタンによる操作を不要とし、作業性を向上させ、また、両側積込みで積込み点の位置を設定するに際して、左右の判断や左右指示ボタンによる操作を不要とし、作業性を向上させるための無人車両の走行システムおよびその走行制御方法である。両側積込みで無人車両に走行指令を与えるに際して、走行指令が指示されたときの作業機の向きまたは位置と、境界線の方向または位置とを対比して、積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別する。また、両側積込みで積込み点の位置を設定するに際して、積込み点の位置設定が指示されたときの作業機の向きまたは位置と、境界線の方向または位置とを対比して、積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別する。

# 明　細　書

## 発明の名称 ： 無人車両の走行システムおよびその走行制御方法

## 技術分野

[0001] 本発明は、無人車両の走行システムおよびその走行制御方法に関し、特に、無人車両を、積込機が存在する積込み点まで走行経路に沿って走行させる無人車両の走行システムおよびその走行制御方法に関するものである。

## 背景技術

[0002] 採石現場、鉱山などの広域の作業現場では、土砂運搬作業を行なうに際して、オフロードダンプトラックを運転する作業者の疲労による事故の回避、省人化、作業時間の延長による生産性の向上を図ることが求められる。そこで、有人の車両、たとえば有人のオフロードダンプトラックの代わりに無人のオフロードダンプトラックを稼動させるための無人車両の走行システムが導入されている。オフロードダンプトラックは、ディーゼルエンジンを動力として車輪を駆動し走行するものや、ディーゼルエンジンを駆動して発電機を作動させ、発電した電力によって電動モータを駆動し、電動モータの駆動力を車輪に伝達させて走行するものがある。

[0003] オフロードダンプトラックが走行する作業現場には、積込場、排土場などの各エリアがある。これら各エリアが、ホールロードと呼ばれる整備された搬送路やアクセスロードと呼ばれるホールロードから各エリアへの引込み線や交差点により接続されている。

[0004] エリアの一つである積込場は、オフロードダンプトラック（本発明では、無人車両という）へ土砂を積み込む作業を行う場所であり、ショベル（例えば油圧ショベル）、バックホー、ホイールローダといった作業車両（本発明では、積込機という）による掘削作業および無人車両への土砂等の積荷の積み込み作業が行なわれる。

[0005] （片側積込み）

図１２は、積込場１において、片側積込みを行う場合を示している。片側

積込みとは、同図１２に示すように、積込場１の入口点１１から積込機３０が存在する積込み点１２まで無人車両２０を走行させるための走行経路１０が生成され、生成された走行経路１０に沿って無人車両２０が走行制御され、積込み点１２において、積荷が積込機３０によって積み込まれる積込み作業である。つまり、片側積込みとは、積込機３０に対して左右いずれかの片側に無人車両２０が走行してきて、積込み作業中は積込み点１２で停車する積込み作業である。ここで、走行経路１０は、入口点１１から待機点１４までの経路および待機点１４から積込み点１２までの経路である最終アプローチ１６を含む。積込み点１２から出口点１５までの経路を出口コース１７（１７Ｌ、１７Ｒ）と称するものとする。

[0006] 積込機３０は、例えば油圧ショベルであって、履帯を有した下部走行体３０Ａと左右に旋回可能な上部旋回体３０Ｂを有している。上部旋回体３０Ｂには、ブーム、アーム、バケットを備えた作業機３０Ｃが結合されており、作業機３０Ｃを動作させることで土砂等をすくい上げ、無人車両２０に積込み作業を行う。つまり、積込み点１２とは、無人車両２０に備えられたベッセル（積荷を積載するもの）と積込機３０のバケットとの位置を示す。なお、片側積込みの形態として、積込機３０の前方に無人車両２０が走行してきて、積込み作業を行う形態も、片側積込みの一形態である。

[0007] この場合、無人車両２０は、入口点１１から積込み点１２の近傍の待機点１４、スイッチバック点１３を経由して積込み点１２に至る。待機点１４とは、無人車両２０が積込機３０からの指示を受けるまで停止して待機する場所である。また、待機点１４は、無人車両２０が、前進走行で走行してきた後に積込み機３０の積込み点１２へ後進走行でアプローチ（進入）するためにスイッチバック動作を行う、スイッチバック点１３にもなりえる点である。ただし、積込みの形態によっては、必ずしもスイッチバックは必要ではない。たとえば、入口点１１から積込機３０に向かって円弧を描いて積込み点１２に至る場合もある。また、上記のようにスイッチバック点１３が待機点１４に一致することもある。

[0008] 積込機３０は、上部旋回体３０Ｂに取り付けられた作業機３０Ｃによって、積込場１の切羽１ａを掘削する。切羽１ａは、鉱山などの作業現場の崖などが想定される。そして、積込機３０のオペレータが図示しない操作レバーを操作することにより、下部走行体３０Ａに対して上部旋回体３０Ｂを旋回させて作業機３０Ｃを積込み点１２に位置させ、積荷を無人車両２０に積み込む。

[0009] 積込み作業が完了すると、無人車両２０は、走行指令に応じて積込み点１２から離れ、積込場１の出口点１５に向かって走行する。

[0010] こうした一連の作業を行う際に、積込機３０のオペレータは、無人車両２０に対して以下のような指示を与える。なお、無人車両走行システムでは、オペレータの指示内容は、図示しない管制装置に無線通信により送信され、管制装置から無人車両２０に対して無線通信を介して走行指令が与えられる。オペレータの指示は、積込機３０の運転室内部に設けられたスイッチやボタンをオペレータが操作することにより、操作に応じた指示（電気信号）が無線通信可能な無線信号に変換されて、積込機３０に備えられた通信装置を用いて管制装置に無線通信可能である。

[0011] ａ）積込み点１２の位置設定の指示

積込機３０が走行し移動することにより、あるいは作業機３０Ｃの旋回停止位置が変わることにより、積込み点１２は逐次変動する。

[0012] 積込み点１２の位置設定の指示は、オペレータの操作によって、作業機３０Ｃに取り付けられたバケットを所望する地点に位置させ、オペレータが作業機３０Ｃの運転室内部に設けられた「スポットボタン」を押すことにより行われる。積込み点１２の位置設定が指示されると、作業機３０Ｃのバケット位置を積込み点１２の位置として、管制装置で、無人車両２０が積込み点１２に至る走行経路１０が生成される。

[0013] ｂ）積込み点１２への進入の指示

無人車両２０は、上記のように待機点１４に停止している間、積込み点１２への進入の指示がなければ待機点１４から積込み点１２までの区間を走行

することができない。なお、待機点１４から積込み点１２までの走行経路を「最終アプローチ１６」という。積込み点１２への無人車両２０の進入の指示は、オペレータが積込機３０の運転室に設けられた「カムインボタン」を押すことにより行われる。「カムインボタン」が押されることにより発生する電気信号をもとに積込機３０に搭載された通信装置が無線信号（進入の指示を示す信号）を無人車両２０へ送信し、無人車両２０は、その無線信号を無人車両２０に搭載された通信装置で受信する。このように、無人車両２０が積込み点１２への進入の指示を受けると、無人車両２０は、待機点１４から最終アプローチ１６に沿って積込み点１２まで走行する。

[0014] ｃ）積込み点１２から退避の指示

積込み作業が完了すると、次に積込場１に進入してくる無人車両２０への積荷の積込み作業を行なうべく、現在、積込み点１２にいる無人車両２０を積込み点１２から退避させる必要がある。積込み点１２からの退避の指示は、オペレータが積込機３０の運転室内部に設けられた「ゴーボタン」を押すことにより行われる。無人車両２０は、積込み点１２からの退避の指示を受けると、無人車両２０は、積込み点１２から離れ、積込場１の出口点１５に向けて走行する。この無人車両２０の退避の指示も、上記の進入の指示と同様に、積込機３０と無人車両２０との無線通信により実行される。

[0015] 以下、同様に、次に積込場１に進入してくる無人車両２０に対して、処理が行われる。積込機３０の移動などがなく積込み点１２が変動せず走行経路１０が変動しない限りは、積込機３０のオペレータは「スポットボタン」の操作が不要であり、「カムインボタン」、「ゴーボタン」のボタン操作を繰り返すだけで、連続して各無人車両２０に対する積込み作業を行うことができる。

[0016] しかしながら、片側積込みでは、次に積込み点１２に向う無人車両２０の待ち時間が増加し、生産性が低くなるという問題がある。そこで、積込み点１２に向う無人車両２０の待ち時間が少なく、生産性の向上が期待できる「両側積込み」が広く採用されている。

[0017]（両側積込み）

図１は、積込場１において、両側積込みを行う場合を示している。両側積込みでは、積込み点１２について、左積込み点１２Ｌ（左積）、右積込み点１２Ｒ（右積）が設定される。両側積込みの場合の走行経路１０は、片側積込みの場合の走行経路１０と同様に定義される。ただし、説明の便宜上、走行経路１０、積込み点１２、最終アプローチ１６、出口コース１７について「左」、「右」を区別するときは、符号に「Ｌ」、「Ｒ」を付することにする。

[0018] 左積込み点１２Ｌは、積込機３０に対する無人車両２０の進入方向が左方向となる積込み点のことであり、右積込み点１２Ｒは、積込機３０に対する無人車両２０の進入方向が右方向となる積込み点のことである。両側積込みとは、積込機３０に対して左右に無人車両２０を進入させて、より連続的に積込み作業を行うことで無人車両２０の待ち時間を減少させ生産性を高める積込み作業である。

[0019] 両側積込みでは、積込機３０のオペレータは、無人車両２０に対して以下のような指示を与える。オペレータの指示内容は、無線信号によって図示しない管制装置に送信され、管制装置から無人車両２０に対して無線信号により走行指令として与えられる。

[0020] ａ）左積込み点１２Ｌ、右積込み点１２Ｒの位置設定の指示

積込機３０の運転室内部には、左積込み点１２Ｌ（左積）、右積込み点１２Ｒ（右積）を指示する「左右指示ボタン」が設けられている。「左右指示ボタン」は、左指示用あるいは右指示用として別個に設けてもよいし、一つのトグルスイッチで左右の指示が行えるようなものであっても良い。オペレータは、作業機３０Ｃのバケットを所望する変更積込み点に位置させるように操作レバーを操作して、上部旋回体３０Ｂや作業機３０Ｃを動作させる。その後、オペレータは、「左右指示ボタン」を押して、無人車両２０の積込み点１２を設定したい側（走行経路１０を生成したい側）を選択する。さらに作業機３０Ｃのバケットを積込み点の位置として指定すべく、オペレータ

は「スポットボタン」を押し、積込み点１２の位置設定を指示する。たとえば、「左右指示ボタン」によって「左積」が指示されたものとすると、「スポットボタン」が押されたときの作業機３０Ｃのバケット位置が左積込み点１２Ｌの位置として設定される。そして、設定された左積込み点１２Ｌに至る新たな走行経路１０Ｌが管制装置によって生成される。

[0021] ｂ）左積込み点１２Ｌ、右積込み点１２Ｒへの進入の指示

オペレータは、「左右指示ボタン」を押して、進入すべき側の積込み点１２を選択する。さらに「カムインボタン」を押して、その選択された側の積込み点１２への進入を指示する。たとえば、「左右指示ボタン」によって「左積」が指示されたものとすると、「左積込み点１２Ｌ」に至る走行経路１０Ｌに存在する無人車両２０に対して走行指令が与えられ、無人車両２０は、待機点１４から最終アプローチ１６Ｌを経て左積込み点１２Ｌまで走行する。

[0022] ｃ）左積込み点１２Ｌ、右積込み点１２Ｒから退避の指示

積込機３０のオペレータは、「左右指示ボタン」押して、無人車両２０が退避すべき側の積込み点１２を選択する。さらに「ゴーボタン」を押して、その選択された側の積込み点１２からの無人車両２０の退避を指示する。たとえば、「左積」が指示されたものとすると、「左積込み点１２Ｌ」に存在する無人車両２０に対して走行指令が与えられ、無人車両２０は、左積込み点１２Ｌから離れ、出口コース１７Ｌを経て積込場１の出口点１５に向けて走行する。

[0023] なお、特許文献１には、積込機が移動する毎に積込み点の位置を自動的に求めて、無人車両が、その積込み点に至ることができる走行経路を生成するという発明が記載されている。

特許文献1：特開平８－２６３１３８号公報

## 発明の開示

## 発明が解決しようとする課題

[0024] 鉱山等における積込機３０による無人車両２０への積荷の積込み作業の形

態である両側積込みは、片側積込みと比較して生産性の向上が期待できる。

[0025] しかし、両側積込みでは、

ａ）積込機３０のオペレータは、無人車両２０に走行指令（進入指令、退避指令）を与える際に常に積込機３０に対して「左」、「右」の別を判断し、「左」、「右」の別を指示しなければならず、その左右の判断や左右指示ボタンによる操作が煩雑なものとなっている。すなわち、積込機３０のオペレータは無人車両２０に対して走行指令を与える際に、走行指令を与えようとしている無人車両２０の積込機３０に対する積み込み位置が、左であるか右であるかを判断して、「左右指示ボタン」を押さなければならず、オペレータの作業性が低下する要因となっている。旋回動作する上部旋回体を備えた積込機３０のような場合、オペレータは旋回動作による、「左」、「右」の判断を運転席外部の景色から判別しなければならない。

[0026] ｂ）積込機３０のオペレータは、積込み点１２の位置を設定する毎に常に「左」、「右」の別を判断し、「左」、「右」の別を指示しなければならず、その左右の判断や左右指示ボタンによる操作が煩雑なものとなっている。すなわち、オペレータは積込み点１２の位置を設定する毎に左であるか右であるかを判断して、「左右指示ボタン」を押さなければならず、オペレータの作業性が低下する要因となっている。やはり、旋回動作する上部旋回体を備えた積込機３０のような場合、オペレータは旋回動作による、「左」、「右」の判断を運転席外部の景色から判別しなければならない。

[0027] 本発明は、こうした実情に鑑みてなされたものであり、両側積込みで無人車両に走行指令を与えるに際して、左右の判断や左右指示ボタンによる操作を不要とし、オペレータ作業性を向上させることを第１の解決課題とするものである。

[0028] また、本発明は、両側積込みで積込み点の位置を設定するに際して、左右の判断や左右指示ボタンによる操作を不要とし、作業性を向上させることを第２の解決課題とするものである。

[0029] なお、特許文献１は、両側積込みを前提とするものではなく、また両側積込

みで問題となる上記の点については何ら言及されていない。

## 課題を解決するための手段

[0030] 第１発明は、

積込機の作業機によって無人車両への積込みが行われる積込み点への無人車両の進入方向が、積込機に対して左方向、右方向であるかに応じて左積込み点、右積込み点が設定され、無人車両を走行指令にしたがって走行経路に沿って左積込み点または右積込み点まで走行させる無人車両の走行システムにおいて、

左右積込み点への無人車両の進入方向の情報に基づいて、積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別するための境界線を生成する境界線生成手段と、

積込機の作業機の向きまたは位置を検出する検出手段と、

検出手段によって検出された作業機の向きと、境界線の方向とを対比して、積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別する判別手段と、

走行指令を指示する走行指令指示手段と、

走行指令指示手段によって走行指令が指示された場合に、判別手段で判別された側の積込み点で積込みを行うべき無人車両に対して、走行指令を与える走行制御手段と

が備えられていることを特徴とする。

[0031] 第２発明は、

積込場の積込機の作業機によって無人車両への積込みが行われる積込み点への無人車両の進入方向が、積込機に対して左方向、右方向であるかに応じて左積込み点、右積込み点が設定され、無人車両を走行指令にしたがって走行経路に沿って左積込み点または右積込み点まで走行させる無人車両の走行システムにおいて、

積込場の形状と積込機の位置の情報に基づいて、積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別するた

めの境界線を生成する境界線生成手段と、

積込機の作業機の向きまたは位置を検出する検出手段と、

検出手段によって検出された作業機の向きまたは位置と、境界線の方向または位置とを対比して、積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別する判別手段と、

走行指令を指示する走行指令指示手段と、

走行指令指示手段によって走行指令が指示された場合に、判別手段で判別された側の積込み点で積込みを行うべき無人車両に対して、走行指令を与える走行制御手段と

が備えられていることを特徴とする。

[0032] 第３発明は、

積込機の作業機によって無人車両への積込みが行われる積込み点への無人車両の進入方向が、積込機に対して左方向、右方向であるかに応じて左積込み点、右積込み点が設定され、無人車両を走行指令にしたがって走行経路に沿って左積込み点または右積込み点まで走行させる無人車両の走行システムに適用される走行制御方法において、

積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別するための境界線を生成する境界線生成ステップと、

走行指令を指示する走行指令指示ステップと、

走行指令が指示されたときの作業機の向きまたは位置と、境界線の方向または位置とを対比して、積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別する判別ステップと、

判別された側の積込み点で積込みを行うべき無人車両に対して、走行指令を与える走行制御ステップと

を含むことを特徴とする。

[0033] 第４発明は、第１発明、第２発明、第３発明において、

走行指令は、無人車両を積込み点に進入させる走行指令または無人車両を積込点から退避させる走行指令であることを特徴とする。

[0034] 第５発明は、

積込機の作業機によって無人車両への積込みが行われる積込み点への無人車両の進入方向が、積込機に対して左方向、右方向であるかに応じて左積込み点、右積込み点が設定され、無人車両を走行指令にしたがって走行経路に沿って左積込み点または右積込み点まで走行させる無人車両の走行システムにおいて、

左右積込み点への進入方向の情報に基づいて、積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別するための境界線を生成する境界線生成手段と、

積込機の作業機の向きまたは位置を検出する検出手段と、

検出手段によって検出された作業機の向きまたは位置と、境界線の方向または位置とを対比して、積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別する判別手段と、

積込み点の位置を指定して積込み点の位置設定を指示する積込み点位置設定指示手段と、

積込み点位置設定指示手段によって積込み点の位置設定が指示された場合に、判別手段で判別された側の積込み点の位置を、指定した位置に設定し、設定した積込み点までの走行経路を生成する走行指令生成手段と

が備えられていることを特徴とする。

[0035] 第６発明は、

積込場の積込機の作業機によって無人車両への積込みが行われる積込み点への無人車両の進入方向が、積込機に対して左方向、右方向であるかに応じて左積込み点、右積込み点が設定され、無人車両を走行指令にしたがって走行経路に沿って左積込み点または右積込み点まで走行させる無人車両の走行システムにおいて、

積込場の形状の情報に基づいて、積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別するための境界線を生成する境界線生成手段と、

積込機の作業機の向きまたは位置を検出する検出手段と、

検出手段によって検出された作業機の向きまたは位置と、境界線の方向または位置とを対比して、積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別する判別手段と、

積込み点の位置を指定して積込み点の位置設定を指示する積込み点位置設定指示手段と、

積込み点位置設定指示手段によって積込み点の位置設定が指示された場合に、判別手段で判別された側の積込み点の位置を、指定した位置に設定し、設定した積込み点までの走行経路を生成する走行指令生成手段と

が備えられていることを特徴とする。

[0036] 第７発明は、第５発明または第６発明において、

積込み点の位置が変更される毎に、境界線を生成し直すことを特徴とする。

[0037] 第８発明は、

積込機の作業機によって無人車両への積込みが行われる積込み点への進入方向が、積込機の作業機に対して左方向、右方向であるかに応じて左積込み点、右積込み点が設定され、無人車両を走行指令にしたがって走行経路に沿って左積込み点または右積込み点まで走行させる無人車両の走行システムに適用される走行制御方法において、

積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別するための境界線を生成する境界線生成ステップと、

積込み点の位置を指定して積込み点の位置設定を指示する積込み点位置設定指示ステップと、

積込み点の位置設定が指示されたときの作業機の向きまたは位置と、境界線の方向または位置とを対比して、積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別する判別ステップと、

判別された側の積込み点の位置を、指定された位置に設定し、設定した積込み点までの走行経路を生成する走行指令生成ステップと

を含むことを特徴とする。

[0038] 第９発明は、第８発明において、

積込み点が変更される毎に、境界線を生成し直すことを特徴とする。

[0039] （発明の効果）

第１発明～第４発明は、第１の解決課題を解決する発明であり、両側積込みで無人車両に走行指令を与えるに際して、無人車両に走行指令が指示されたときの積込機の作業機の向きまたは位置と、境界線の方向または位置とを対比して、積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別するようにしたので、オペレータによる左右の判断や左右指示ボタンによる操作が不要となり、作業性が飛躍的に向上する。

[0040] 第５発明～第９発明は、第２の解決課題を解決する発明であり、両側積込みで積込み点の位置を設定するに際して、積込み点の位置設定が指示されたときの積込機の作業機の向きまたは位置と、境界線の方向または位置とを対比して、積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別するようにしたので、オペレータによる左右の判断や左右指示ボタンによる操作が不要となり、作業性が飛躍的に向上する。

## 発明を実施するための最良の形態

[0041] （第１の実施例）

以下、図面を参照して本発明に係る無人車両の走行システムおよびその走行制御方法の実施の形態について説明する。なお、本実施形態では、車両として無人のオフロードダンプトラック（本明細書では、無人車両という）を想定している。また、積込機として、有人のショベル（例えば油圧ショベル）を想定している。なお、ショベルのみならず、バックホー、エクスカベータ、ホイールローダなどの他の種類の積込機にも当然本発明を適用することができる。

[0042] 図１は、積込場１を上面からみた図である。

[0043] 採石現場、鉱山などの広域の作業現場には、積込場、排土場、給油所、駐機所といった各エリアがある。これら各エリアは、ホールロードと呼ばれる整備された搬送路やアクセスロードと呼ばれるホールロードから各エリアへの

引込み線や交差点により、相互に接続されている。

[0044] 各エリアの一つである積込場は、無人車両２０へ土砂を積み込む作業を行う場所である。積込み場で、ホイールローダ、バックホー、ショベルといった積込機による掘削作業が行われ、無人車両２０への土砂の積み込み作業が行なわれる。

[0045] 例えば、ショベルとして構成された積込機３０は、下部走行体３０Ａに対して上部旋回体３０Ｂが旋回自在となっている。下部走行体３０Ａは、無限軌道である履帯を駆動させて積込機３０を走行させるものや、タイヤを駆動させて積込機３０を走行させるものである。積込機３０は、上部旋回体３０Ｂに取り付けられた作業機３０Ｃによって、積込場１の切羽１ａを掘削する。作業機３０Ｃはブーム、アーム、バケットを備えたものであって、図示しない油圧シリンダを用いてブーム、アーム、バケットを動作させるものである。なお、作業機３０Ｃの形態は、油圧シリンダの伸縮に応じてブーム、アーム、バケットを動作させるのではなく、ワイヤーケーブルを巻き上げあるいは巻き戻してブーム、アーム、バケットを動作させるものであってもよい。また、作業機３０Ｃにアームを備えずに、ブームの先端からクラムシェルバケットをワイヤでつるようなものであってもよい。上部旋回体３０Ｂには、運転席が設けられ、運転席内部に備えられた、操作レバーをオペレータが操作することによって、下部走行体３０Ａに対して上部旋回体３０Ｂを旋回させることができるとともに作業機３０Ｃのブームの上下動やアームの上下動、バケットの上下動を行うことができる。したがって、オペレータの操作によって、作業機３０Ｃを積込み点１２（左積込み点１２Ｌ、右積込み点１２Ｒ）に位置させ、積荷を無人車両２０に積み込むことができる。

[0046] 無人車両２０は、車体前方に運転室（キャブ）が設けられ、車体後方に積荷が積み込まれる荷台（ベッセル、ボディ）が設けられ、前輪と後輪が備えられた前輪ステアリングの車両である。なお、無人車両２０は、このような構造のものに限定されず、運転室が無いものや前輪と後輪がタイヤではなく、無限軌道である履帯で構成されたものでもよい。さらに、無人車両２０は、

アーティキュレートダンプと呼ばれる、車両前部と荷台を備えた車両後部とが機械的に連結された車両であってもよい。

[0047] 無人車両２０は、走行経路１０に沿って誘導走行されて積込場１内を入口点１１から有人の積込機３０が存在する積込み点１２（左積込み点１２Ｌ、右積込み点１２Ｒ）まで走行する。なお、本明細書では、左右積込点１２Ｌ、１２Ｒを区別しないときには、「積込み点１２」と総称するものとする。

[0048] 入口点１１とは、予め設定された点であって、無人車両２０が走行する、図示しないホールロードと積込場１とが交差する点のことである。また、走行経路１０上に、無人車両２０が積込機３０から進入の許可を得るまで待機すべき点として、待機点１４が設定される。例えば、スイッチバック点１３が待機点１４に定められる。スイッチバック点１３とは、無人車両２０が、前進走行で走行してきた後に積込み機３０の積込み点１２へ後進走行でアプローチ（進入）するためにスイッチバック動作を行う点である。

[0049] 本明細書では、説明の便宜上、スイッチバック点１３を待機点１４としているが、待機点１４は、必ずしもスイッチバック点１３に限定されるわけではない。

[0050] 例えば、ショベルが積込機３０の場合、積込み点１２から一定距離（設定値）離れた走行経路１０上の点を待機点１４に設定することが多い。ただし、積込み点１２に、より近い地点にスイッチバック点１３があるときにはスイッチバック点１３が待機点１４とされる。

[0051] また、ホイールローダが積込機３０の場合、積込み点１２の位置と、ホイールローダの設定された大きさに基づきホイールローダの想定作業エリアを作成し、入口点１１から積込み点１２間において、走行経路１０とこの想定作業エリアとが最初に干渉する位置を、待機点１４に設定することが多い。ホイールローダは、積み込み作業を行うために前後あるいは左右に移動するため、無人車両２０とホイールローダとの干渉を考慮する必要があるからである。ただし、上記の干渉する位置よりも入口点１１側にスイッチバック点１３がある場合には、スイッチバック点１３が待機点１４とされる。なお、ホ

イールローダが積込機３０の場合、スイッチバックを行わない走行経路を生成することがある。

[0052] 走行経路１０とは、無人車両２０が、入口点１１から積込み点１２の近傍の待機点１４を経由して積込み点１２に至るまでの走行経路のことである。なお、走行経路１０のうち、待機点１４から積込み点１２に至る走行経路を特に「最終アプローチ」１６と定義する。

[0053] ショベルなどの積込機３０は、新しい掘削場所へ移動等するために、その積込み点１２が逐次変動する。なお、「移動等」としたのは、積込機３０自体は移動せず、作業機３０Ｃを旋回させることで、作業機３０Ｃのバケット位置である積込み点１２（無人車両２０へ積荷を積み込む位置）が変更されることもあるからである。

[0054] 積込機３０の積込み点１２は、下部走行体３０Ａに対して作業機３０Ｃを左右に旋回させた左右各位置それぞれに存在し、それぞれ左積込み点１２Ｌ、右積込み点１２Ｒという。左積込み点１２Ｌは、作業機３０Ｃに対する無人車両２０の進入方向が左方向となる積込み点のことであり、右積込み点１２Ｒは、作業機３０Ｃに対する無人車両２０の進入方向が右方向となる積込み点のことである。左右積込み点１２Ｌ、１２Ｒは作業機３０Ｃのバケットの位置に相当する。作業機３０Ｃに取り付けられるバケットは、積込機３０の車格や積荷の種類などによって、大きさや形状が選択されて取り付けられている。したがって、バケットの位置とは、取り付けられたバケットの積荷を入れる内部の中心位置相当をあらかじめ定めたものである。なお、バケットの形状などによっては、必ずしも中心位置相当をバケット位置と定めず、積込み作業が行いやすい位置を任意にバケット位置として定めてもよい。また、作業機３０Ｃを構成するブームやアームの姿勢によって、バケットの位置は空間上の位置が異なる。そこで、積荷を無人車両２０に積み込む際の作業機３０Ｃの姿勢をとった場合に、その作業機３０Ｃに取り付けられている作業機３０Ｃのブームやアームの長さを考慮し、上部旋回体３０Ｂの任意の位置からバケットの積荷を入れる内部の中心位置相当までの距離から左積込み

点１２Ｌあるいは右積込み点１２Ｒの位置が演算される。ブームやアームの長さやバケットの中心位置は、あらかじめ積込機３０の記憶装置３４に記憶されており、作業機３０Ｃの姿勢を変位センサ等で検出し、処理装置３２で演算を行い、左積込み点１２Ｌあるいは右積込み点１２Ｒの位置（Ｘ座標位置、Ｙ座標位置等）が求められる。なお、作業機３０Ｃの姿勢を変位センサで検出するのではなく、簡便にするために固定値を記憶装置３４に記憶させておき、その固定値を用いて積込み点１２を求める演算を行ってもよい。

[0055] 両側積込の形態では、原則として２台の無人車両２０が、積込機３０の左右の位置に交互に積込作業のためにアプローチ（進入）して、左積込み点１２Ｌ、右積込み点１２Ｒに至る。従って、積込機３０は、左右毎に別々の走行経路１０（１０Ｌ、１０Ｒ）を同時に保持し、例えば右積み込み点１２Ｒの位置の変更をしたときには、新たな右積込み点１２Ｒに至る新たな走行経路１０（１０Ｒ）が生成され、左積込み点１２Ｌに至る走行経路１０（１０Ｌ）については変更がなく影響を受けない。

[0056] 走行経路１０は、積込み点１２の位置情報と入口点１１の位置情報に基づき、後述する管制装置４０で生成される。なお、複数の走行経路１０が生成される場合には、走行経路同士を区別するために、適宜、符号「１０」に「ダッシュ」を付することとする。

[0057] 無人車両２０は、管制装置４０から無線通信で受信した走行経路１０に従って、無人車両２０が自律制御によってエンジンの出力制御、ステアリング制御、ブレーキ制御を行いながら、走行速度や走行方向を調整し、積込場１に入口点１１から入り、待機点１４（スイッチバック点１３）に向かい、待機点１４（スイッチバック点１３）でスイッチバックを行い、積込み点１２で停止して、積込機３０の作業機３０Ｃによって土砂等の積荷が荷台に積み込まれる。積込み作業が終了すると、無人車両２０は、やはり自律制御によって積込み点１２から退避して出口点１５に向かって走行する。

[0058] 待機点１４（スイッチバック点１３）の前後では、無人車両２０の進行方向は、前進方向から後進方向に変化する。無人車両２０は、積込み点１２に

向けて、後進状態で進入する。なお、積込場１の地形の状態などによっては、無人車両２０はスイッチバックを行わず、前進方向で積込み点１２に向けて進入するような走行経路１０の形態をとってもよい。積込み点１２が位置変更されると、入口点１１から変更された位置の積込み点１２に至る新しい走行経路１０が生成される。

[0059] なお、位置の変更前後の左積込み点１２Ｌ、右積込み点１２Ｒを区別するために、位置の変更後の積込み点については、適宜、符号「１２Ｌ」、「１２Ｒ」に「ダッシュ」を付することとする。

[0060] 図２は、実施形態の車両走行システムのブロック図を示している。なお、複数台の無人車両２０が積込場１を走行する場合には、適宜、車両同士を区別するために符号「２０」に「ダッシュ」を付することとする。

[0061] 作業現場には、多数の無人車両２０、２０´...を管理、監視する管制装置４０が設けられている。管制装置４０には、通信装置４１と処理装置４２と入力装置４３と記憶装置４４と表示装置４５とが設けられている。通信装置４１は、例えば無線ＬＡＮなどの通信機器（アンテナ、受信機、送信機等）で構成されるものである。処理装置４２は、数値演算プロセッサなどのＣＰＵで構成されるものである。入力装置４３は、数値や文字などを入力することができる、キーボードやＧＵＩ（グラフィカルユーザーインターフェース）などのタッチパネルなどで構成される。記憶装置４４は、ハードディスクやＲＯＭ、ＲＡＭ、メモリーカードなど、各種情報を記憶するもので構成される。表示装置４５は、液晶ディスプレイなどで構成され各種情報を表示するものである。

[0062] 一方、無人車両２０、２０´には、通信装置２１と処理装置２２と位置計測装置２３とと制御装置２４と記憶装置２５が設けられている。通信装置２１は、例えば無線ＬＡＮなどの通信機器（アンテナ、受信機、送信機等）で構成されるものである。処理装置２２は、数値演算プロセッサなどのＣＰＵで構成されるものである。位置計測装置２３は、例えばＧＰＳ（グローバルポジショニングシステム）センサなどで構成されるシステムであって、ＧＰＳ

衛星からの電波を受けて、無人車両２０の位置（経度・緯度・高度）を計測できるものである。制御装置２４は、無人車両２０のエンジンの出力制御やステアリング制御、ブレーキ制御などを行い、無人車両２０の加減速度や停止、走行方向の制御を行うための電子コントローラである。記憶装置２５は、ハードディスクやＲＯＭ、ＲＡＭ、メモリーカードなど、各種情報を記憶するもので構成される。

[0063] 積込機３０には、通信装置３１と処理装置３２と入力装置３３と記憶装置３４と位置計測装置３５と作業機位置計測装置３５ａと表示装置３６とが設けられている。通信装置３１は、例えば無線ＬＡＮなどの通信機器（アンテナ、受信機、送信機等）で構成されるものである。処理装置２２は、数値演算プロセッサなどのＣＰＵで構成されるものである。入力装置３３は、数値や文字などを入力することができる、キーボードやＧＵＩ（グラフィカルユーザーインターフェース）などのタッチパネル、各種指令信号を発信するための押しボタンスイッチなどで構成される。記憶装置３４は、ハードディスクやＲＯＭ、ＲＡＭ、メモリーカードなど、各種情報を記憶するもので構成される。作業機位置計測装置３５ａは、積込機３０の所定の位置（例えば積込機３０の重心位置）から、オペレータによる操作レバーの操作によって位置を決められた、作業機３０Ｃのバケットの位置を計測するものである。具体的には、作業機３０Ｃを構成する、ブームあるいはアーム、バケットを動作させるための各油圧シリンダのシリンダーストロークを変位センサで検出し、検出された各変位と積込機３０の重心位置とを用いて、バケットの位置の空間座標（位置座標）を計測する。作業機３０Ｃに取り付けられるバケットは、積込機３０の車格や積荷の種類などによって、大きさや形状が選択されて取り付けられている。したがって、バケットの位置とは、取り付けられたバケットの積荷を入れる内部の中心位置相当をあらかじめ定めておき、その中心位置と各油圧シリンダの伸縮状態、言い換えればブーム、アーム、バケットの姿勢から、積込み点１２となる位置座標を演算して求めるものである。以下、バケットの位置情報とは、積込み点１２となる位置座標のことを意

味する。なお、ブーム、アーム、バケットにワイヤーケーブルを結合し、ワイヤーケーブルの巻上げや巻き戻しによって作業機３０Ｃの姿勢を定めるものである場合も、ワイヤーケーブルの巻き上げ機に取り付けられた回転センサ（例えば、ロータリーエンコーダー等）により検出された変位を用いれば、同様に作業機位置（積込み点１２）を演算、計測することが可能である。表示装置４５は、積込機３０の運転席の内部に設けられ、液晶ディスプレイなどで構成され各種情報を表示するものである。液晶ディスプレイは、抵抗膜式のタッチパネルでもよいし、操作ボタンを別に設けて表示だけを行うものでもよい。

[0064] 図３は、積込機３０の入力装置３３の構成の詳細を示している。

[0065] 同図３に示すように、入力装置３３は、積込機３０の運転室内部に設けられ、タッチパネルで構成されている。積込機３０のオペレータが、タッチパネルを押圧することができるような位置に入力装置３３は配置されている。入力装置３３は、左右指示ボタン３３ａ、スポットボタン３３ｂ、カムインボタン３３ｃ、ゴーボタン３３ｄ、スイッチサイドボタン３３ｅを含んで構成されている。また、積込機３０の表示装置３６には、境界線９０、走行経路１０、無人車両２０が表示されており、オペレータは、表示装置３６の画面を見ながら、入力装置３３の左右指示ボタン３３ａ、スポットボタン３３ｂ、カムインボタン３３ｃ、ゴーボタン３３ｄ、スイッチサイドボタン３３ｅの各種操作を行うことができる。

[0066] 各ボタンは、図３に示すように文字とともにタッチパネルの所定の場所に設けても良いし、各スイッチボタンをアイコンなどの図柄を用いてタッチパネルに表示し、オペレータがいずれのボタンが何の機能を果たすものであるのかを識別できるようにしてもよい。

[0067] 積込機３０のオペレータからの指示は、オペレータが入力装置３３の各スイッチボタンを押すことにより行われる。各スイッチボタンに対応した電気信号が処理装置３２で無線信号に変換され、無線信号は通信装置３１を経由して管制装置４０に送られる。その後、管制装置４０から無人車両２０に走行

経路１０の情報または走行指令が無線信号によって与えられる。このような無線信号のやりとりについての詳細は後述する。左右指示ボタン３３ａ、スポットボタン３３ｂ、カムインボタン３３ｃ、ゴーボタン３３ｄ、スイッチサイドボタン３３ｅについて説明する。

[0068] ・左右指示ボタン３３ａ

左右指示ボタン３３ａは、左積込み点１２Ｌ（左積）であるか、また右積込み点１２Ｒ（右積）であるかを指示するボタンである。左右指示ボタン３３ａで「左積」、「右積」のいずれかを選択すると、「左積」であるか「右積」であるかを示す左右指示信号が生成され、管制装置４０に送られる。図３に示すように左右指示ボタン３３ａは、一つのボタンで構成し、一回押すと左積、連続して二回押すと右積という操作方法を設定しておいてもよいし、左右指示ボタン３３ａを２つ設けて、一方を左積の指示、他方を右積の指示と振り分けてもよい。

[0069] ・スポットボタン３３ｂ

スポットボタン３３ｂは、積込み点１２の初期位置または変更位置を指示するボタンである。積込機３０のオペレータが、運転席内部に設けられた操作レバーを操作し、上部旋回体３０Ｂあるいは下部走行体３０Ａを動作させ、さらに上部旋回体３０Ｂに結合された作業機３０Ｃを動作させ、作業機３０Ｃに取り付けられているバケットを、所望とする積込み点に位置させ、オペレータが、入力装置３３のスポットボタン３３ｂを押すと、位置指示信号が生成される。積込機３０および作業機３０Ｃのバケットの位置情報を示す信号と位置指示信号が無線信号として、通信装置３１から管制装置４０に送られる。

[0070] ・カムインボタン３３ｃ

カムインボタン３３ｃは、無人車両２０を積込み点１２へ進入させる走行指令を指示するボタンである。積込機３０のオペレータが、入力装置３３のカムインボタン３３ｃを押すと、進入指示信号が生成される。積込機３０および作業機３０Ｃのバケットの位置情報を示す信号と進入指示信号が無線信号

として、通信装置３１から管制装置４０に送られる。

[0071] ・ゴーボタン３３ｄ

ゴーボタン３３ｄは、無人車両２０を積込み点１２から退避させる走行指令を指示するボタンである。積込機３０のオペレータが、入力装置３３のゴーボタン３３ｄを押すと、退避指示信号が生成される。積込機３０の位置情報および作業機３０Ｃのバケット先端の位置情報を示す信号とともに、退避指示信号が通信装置３１から管制装置４０に送られる。

[0072] ・スイッチサイドボタン３３ｅ

スイッチサイドボタン３３ｅは、後述する境界線によって判断された側とは反対側の無人車両２０に対して走行指令を指示するボタンである。積込機３０のオペレータが、入力装置３３のスイッチサイドボタン３３ｅを押すと、現在の積込機３０の作業機３０Ｃが、境界線に対して位置している側とは反対側に位置する無人車両２０に対して走行指令を指示する、スイッチサイド指示信号が生成され、スイッチサイド指示信号は、無線信号として通信装置３１から管制装置４０に送られる。

[0073] 無人車両２０の位置計測装置２３では、自己の車両位置が計測される。位置計測の手段としては、たとえば無人車両２０に設けられたタイヤ回転数センサとジャイロが使用される。これらタイヤ回転数センサの出力信号とジャイロの出力信号とに基づいて、車両位置が計測される。また、先に述べたようにＧＰＳ衛星から送信される信号をＧＰＳアンテナで受信し、ＧＰＳセンサで信号を検出することにより無人車両２０の位置を計測してもよい。さらには、タイヤ回転数センサとジャイロとＧＰＳセンサとを連携させて融合させたシステムで無人車両２０の位置を計測してもよい。無人車両２０で計測された位置情報は、処理装置２２で処理され通信装置２１を介して管制装置４０に送信される。記憶装置２５は、管制装置４０から送信された走行経路１０の座標情報や入口点１１や出口点１５、待機点１４の位置座標を示す位置情報などが記憶されている。また、記憶装置２５には、走行経路１０のカーブの大きさに応じたエンジン制御やステアリング制御、ブレーキ制御に関連

する各種パラメータ（燃料噴射量のパラメータ、ステアリング角度のパラメータ、ブレーキの油圧回路の油圧のパラメータ等）が記憶されている。

[0074] 管制装置４０の通信装置４１は、複数の無人車両２０、２０´...から送信された位置情報を無線通信により受信する。受信した位置情報は、複数の無人車両２０、２０´の管理、監視のために利用される。

[0075] 積込機３０のオペレータが、入力装置３３の左右指示ボタン３３ａを押すと、左右指示信号が生成され、処理装置３２に入力される。処理装置３２は、左右指示信号を通信装置３１に送信する。通信装置３１は、左右指示信号を無線通信可能な無線信号に変換し、管制装置４０に送信する。

[0076] 積込機３０の位置計測装置３５では、自己の積込機３０の位置（積込機３０の中心として位置する中心位置）が計測される。積込機３０の位置は、無人車両２０と同様なＧＰＳセンサを用い、ＧＰＳセンサの位置が計測され、位置計測装置３５は、ＧＰＳセンサの設置位置と積込機３０の大きさから求められる積込機３０の中心位置を位置情報（積込場１の中での地理的な位置情報）として演算する。作業機位置計測装置３５ａでは、作業機３０Ｃのバケットの位置が計測される。作業機位置計測装置３５ａは、作業機３０Ｃの何れかの場所に取り付けられたＧＰＳセンサの計測結果から、作業機３０Ｃのブームやアーム、バケットの大きさ・長さや姿勢を考慮し、バケット位置をバケットの位置情報（積込場１の中での地理的な位置情報）として演算する。

[0077] 積込機３０のオペレータが、運転室内の操作レバーを操作することにより、作業機３０Ｃのバケットを所望する積込み点に位置させ、入力装置３３のスポットボタン３３ｂを押すと、位置指示信号が生成され、処理装置３２に入力される。処理装置３２は、その時点で位置計測装置３５および作業機位置計測装置３５ａで計測されている、積込機３０および作業機３０Ｃのバケットの位置情報を取り込み、位置指示信号とともに通信装置３１に送信する。通信装置３１は、位置指示信号を、積込機３０および作業機３０Ｃのバケットの位置情報を示す信号とととともに、無線通信可能な無線信号に変換し無線

通信で管制装置４０に送信する。

[0078] 積込機３０のオペレータが、入力装置３３のカムインボタン３３ｃを押すと、進入指示信号が生成され、処理装置３２に入力される。処理装置３２は、その時点で位置計測装置３５および作業機位置計測装置３５ａで計測されている、積込機３０および作業機３０Ｃのバケットの位置情報を取り込み、進入指示信号とともに通信装置３１に送信する。通信装置３１は、進入指示信号を、積込機３０および作業機３０Ｃのバケットの位置情報を示す信号とともに、無線通信可能な無線信号に変換し無線通信で管制装置４０に送信する。

[0079] 積込機３０のオペレータが、入力装置３３のゴーボタン３３ｄを押すと、退避指示信号が生成され、処理装置３２に入力される。処理装置３２は、その時点で位置計測装置３５および作業機位置計測装置３５ａで計測されている、積込機３０および作業機３０Ｃのバケットの位置情報を取り込み、退避指示信号とともに通信装置３１に送信する。通信装置３１は、退避指示信号を、積込機３０および作業機３０Ｃのバケットの位置情報を示す信号とともに、無線通信可能な無線信号に変換し無線通信で管制装置４０に送信する。

[0080] 積込機３０のオペレータが、入力装置３３のスイッチサイドボタン３３ｅを押すと、スイッチサイド指示信号が生成され、処理装置３２に入力される。処理装置３２は、スイッチサイド指示信号を通信装置３１に送信する。通信装置３１は、スイッチサイド指示信号を無線通信可能な無線信号に変換し無線通信で管制装置４０に送信する。

[0081] 管制装置４０の通信装置４１は、積込機３０から送信された各種の信号（無線信号）を受信する。

[0082] 管制装置４０の入力装置４３には、積込機３０が掘削すべき積込場１の入口点１１の位置および方向などの積込場１の既知の地理的な情報が入力される。

[0083] 管制装置４０の処理装置４２は、通信装置４１で受信した信号および入力装置４３より入力された情報を取り込み、後述する境界線の生成処理、走行経

路１０の生成処理、走行指令の生成処理を実行する。

[0084] 生成された境界線、走行経路１０の情報および無人車両２０の位置の情報は、管制装置４０の通信装置４１を介して積込機３０に送信される。また、走行経路１０、走行指令の情報は、管制装置４０の通信装置４１を介して無人車両２０に送信される。

[0085] 積込機３０の通信装置３１は、境界線、走行経路１０の情報および無人車両２０の位置の情報を管制装置４０から受信する。積込機３０の処理装置３２は、境界線、走行経路１０の情報および無人車両２０の位置の情報を取り込み、積込機３０の表示装置３６に、

積込場１の地理的図形とともに、境界線、走行経路１０、無人車両２０および積込機３０自身の位置をグラフィック表示する。

[0086] 無人車両２０の通信装置２１は、管制装置４０から送信された走行経路１０、走行指令の情報を受信する。記憶装置２５は、管制装置４０から送信される走行経路１０および走行指令の情報を記憶する。

[0087] 無人車両２０の処理装置２２は、走行経路１０および走行指令の情報に基づいて自己の無人車両２０を走行させ操舵するための制御指令を生成する。この制御指令は、制御装置２４に出力される。この結果、制御装置２４は、自己の無人車両２０の走行速度およびステアリング角度（操舵）あるいはブレーキを制御し、無人車両２０は、走行経路１０に沿って走行する。

[0088] 以下、図４に示すフローチャートを併せ参照して説明する。

[0089] 図４（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）は、本実施例の走行システムあるいは走行制御方法で行われる処理の手順を示すフローチャートである。

[0090] 境界線の生成処理の流れを図４（ａ）、（ｂ）に示し、境界線の生成処理の詳細について図５を併せ説明する。

[0091] まず積込機３０のオペレータは、自己の積込機３０の一方側、例えば左側に積込み点１２Ｌの位置を指定して左積込み点１２Ｌの位置設定を指示する。すなわち、オペレータは、左側を意識して、運転室内部の操作レバーを操作して、上部旋回体３０Ｂを旋回させ作業機３０Ｃのブームやアーム、バケ

ットを動作させて、所望とする左積込み点１２Ｌにバケットを位置決めさせる。その後、オペレータは、入力装置３３の左右指示ボタン３３ａを押して「左積」を選択指示する（ステップ１０１）とともに、スポットボタン３３ｂを押す（ステップ１０２）。積込機３０は、通信装置３１を介して、「左積」を示す左指示信号と、その位置を示す位置指示信号を管制装置４０に送信する。

[0092] 管制装置４０の処理装置４２は、通信装置４１を介して、積込機３０から送られてきた左指示信号と位置指示信号を取り込む。そして、処理装置４２は左指示信号と位置指示信号とを関連付けて「左積込み点１２Ｌ」の位置の設定が指示されたと判断する。そして、処理装置４２は、積込機３０から送られてきた作業機（バケット）位置Ｑ（図５参照）を「左積込み点１２Ｌ」の位置として設定する（ステップ１０３）。

[0093] つぎに、処理装置４２は、この設定された左積込み点１２Ｌに無人車両２０が至るための走行経路１０Ｌを生成する。積込機３０の位置、無人車両２０の位置、他の走行経路１０Ｒを考慮して、無人車両２０同士の干渉や無人車両２０と積込機３０との干渉が起きない最適な走行経路１０Ｌが生成される。走行経路１０Ｌが生成されることにより、無人車両２０が左積込み点１２Ｌへ進入する方向を示すベクトルｖ1が得られる。ただし、ベクトルｖ1の向きは、無人車両２０が後進で進入する方向とは真逆の向きとなる（ステップ１０４）。

[0094] つぎに、積込機３０のオペレータは、ステップ１０１の旋回位置（図５に示すように作業機３０Ｃのバケットが Ｑの位置）とは反対側である積込み点１２Ｒを指示するための操作を行う。つまり、自己の積込機３０の右側に積込み点１２Ｒの位置を指定して積込み点１２Ｒの位置設定を指示する。オペレータは、右側を意識して、運転室内部の操作レバーを操作して、作業機３０Ｃのブームやアーム、バケットを動作させて、所望とする右積込み点１２Ｒにバケットを位置決めさせる。その後、オペレータは、入力装置３３のスポットボタン３３ｂを押す（ステップ１０５）。

[0095] 管制装置４０の処理装置４２は、積込機３０から送られてきた位置指示信号を取り込む。既に「左積込み点１２Ｌ」の位置設定がなされているため、右積込み点１２Ｒにおいてオペレータのスポットボタン３３ｂの操作によって、２回目の位置指示信号が送信されたことになる。よって、処理装置４２は、２回目の位置指示信号を受信したことを判断材料として、「左積込み点１２Ｌ」とは反対側の「右積込み点１２Ｒ」の位置の設定が指示されたと判断する。そして、処理装置４２は、積込機３０から送信された作業機（バケット）位置Ｑ´を「右積込み点１２Ｒ」の位置として設定する（ステップ１０６）。なお、図５に示すように、積込機３０の片側（左側）のみの走行経路１０が既に生成されている場合、そのベクトルｖ１に対して平行なベクトルであって積込機４２の中心位置Ｐを通るベクトルｖcが積込機３０の処理装置４２によって求められる。処理装置４２は、上記の２回目の位置指示信号が示す積込み点が、最初の位置指示信号によって設定された積込み点に対して、本当に逆側に位置するものかの判断を行う。判断は、ベクトルｖｃの向きと、２回目の位置指示信号が示す積込み点の位置情報を用いて行う。ベクトルｖｃが示す方向を０度（基準）として、図５に斜線で示す反時計回りに１８０度の領域内に２回目の位置指示信号が示す積込み点の位置情報が存在すれば、２回目の位置指示信号が示す積込み点が最初の位置指示信号によって設定された積込み点の逆側（右側）であると判断する。加えて言えば、ベクトルｖcが示す方向を０度（基準）として、時計回り１８０度の領域内に２回目の位置指示信号が示す積込み点の位置情報があれば、それは最初の位置指示信号によって設定された積込み点の逆側（右側）ではないと判断する。

[0096] つぎに、処理装置４２は、この設定された右積込み点１２Ｒに無人車両２０が至るための走行経路１０Ｒを生成する。積込機３０の位置、無人車両２０の位置、他の走行経路１０Ｌを考慮して、無人車両２０同士の干渉や無人車両２０と積込機３０との干渉が起きない最適な走行経路１０Ｒが生成される。走行経路１０Ｒが生成されることにより、無人車両２０が右積込み点１２Ｒへ進入する方向を示すベクトルｖ2が得られる。ただし、ベクトルｖ2の向

きは、無人車両２０が後進で進入する方向とは真逆の向きとなる（ステップ１０７）。ここでの走行経路１０Ｌ、１０Ｒは、待機点１４から左右積込み点１２Ｌ、１２Ｒまでの走行経路である。

[0097] つぎに、管制装置４０の処理装置４２は、無人車両２０の左右積込み点１２Ｌ、１２Ｒへの進入方向の情報、つまり、ベクトルｖ1、ｖ2に基づいて、境界線９０を生成する処理を行う。境界線９０とは、積込機３０の作業機３０Ｃが左積込み点１２Ｌ側に位置されたか、あるいは右積込み点１２Ｒ側に位置されたかを判別するためのベクトル線のことである。

[0098] 具体的には、次式、

ｖ3＝（ｖ1＋ｖ2）／２　...（１）

のごとく、無人車両２０が左右積込み点１２Ｌ、１２Ｒへ進入する方向を示すベクトルｖ1、ｖ2の和の半分を、境界線９０の方向を示すベクトルｖ3とする。境界線９０は、積込機３０の位置（中心位置Ｐ）を通り、ベクトルｖ3で表される方向の線分として得られる（ステップ１０８）。中心位置Ｐは、積込機３０の上部旋回体３０Ｂの旋回中心の位置情報である。なお、中心位置Ｐは、次のように求められるものであってもよい。中心位置Ｐは、積込機３０の大きさ（幅・全長）から求められるもので、積込機３０の大きさは、管制装置４０の記憶装置４４にあらかじめ記憶されている。そして、管制装置４０の処理装置は、積込み機３０の位置計測装置３５により計測された地理的な位置情報を用いて、ベクトルｖ３の始点である中心位置Ｐの地理的な位置情報が求められる。

[0099] 無人車両２０に走行指令を与える処理の流れを図４（ｃ）に示し、図６を併せて説明する。

[0100] （無人車両２０を積込み点に進入させる走行指令の指示）

積込機３０のオペレータが積込み作業を開始すべく、無人車両２０の積込み点１２への進入を許可する場合には、オペレータは、運転室内部の操作レバーを操作して積込み作業を開始したい側に上部旋回体３０Ｂを旋回させる。この場合、特に「左側」、「右側」の意識は不要であり、左右指示ボタン

３３ａによる「左積」、「右積」の指示も不要である。そして、オペレータは、積込み作業を行いたい側に作業機３０Ｃを位置させた状態で、入力装置３３のカムインボタン３３ｃを押す（ステップ１０９）。

[0101] （左右積込み点の判別）

管制装置４０の処理装置４２は、積込機３０から送信された進入指示信号を通信装置４１を介して受信する。これにより、管制装置４０は無人車両２０の積込み点１２への進入が指示されたと判断する。

[0102] つぎに、左右いずれの積込み点１２Ｌ、１２Ｒへの進入が指示されたかについての判別が行われる。

[0103] まず、管制装置４０の処理装置４２は、進入指示信号とともに送られてきた積込機３０の位置Ｐと作業機３０Ｃのバケットの位置Ｑの地理的な位置情報から作業機３０Ｃの向きを示すベクトルｖ4を演算する。ベクトルｖ4は、積込機３０の車体中心位置Ｐから作業機３０Ｃのバケットの位置Ｑに向かう向きを示すベクトルである。

[0104] つぎに、管制装置４０の処理装置４２は、上記のごとく得られた作業機３０Ｃの向きを示すベクトルｖ4と、境界線９０の方向を示すベクトルｖ3とを対比して、積込機３０の作業機３０Ｃが左積込み点１２Ｌ側に位置されたか、あるいは右積込み点１２Ｒ側に位置されたかを判別する。

[0105] 具体的には、ベクトルｖ3とベクトルｖ4の外積ｖ3×ｖ4のｚ成分が、

正のとき：積込機３０の作業機３０Ｃが右積込み点１２Ｒ側に位置された

負のとき：積込機３０の作業機３０Ｃが左積込み点１２Ｌ側に位置された

と判別される。つまり、外積の計算結果はベクトルであるから、その計算結果のベクトルのｚ成分の正負をみることで、ベクトルｖ３とベクトルｖ４の位置関係（向き）を知ることができる。よって、作業機３０Ｃが、左積込み点１２Ｌに位置されたのか、右積込み点１２Ｒに位置されたのかがわかる。

[0106] なお、作業機３０Ｃの位置（積込機中心位置Ｐから作業機３０Ｃのバケット位置Ｑまでの線分ＰＱのバケット位置Ｑの位置座標）と境界線９０の位置（積込機３０の中心位置Ｐを通り、ベクトルｖ3で表される方向の線分が示す位

置座標）を対比して、積込機３０の作業機３０Ｃが左積込み点１２Ｌ側に位置されたか、あるいは右積込み点１２Ｒ側に位置されたかを判別してもよい。図６では、ベクトルｖ3とベクトルｖ4の外積ｖ3×ｖ4のｚ成分が、正となるため、管制装置４０の処理装置４２は、積込機３０の作業機３０Ｃが右積込み点１２Ｒの側に位置されたと判別し、右積込み点１２Ｒに無人車両２０を進入させる走行指令の指示がなされたと判断する（ステップ１１０）。

[0107]（走行制御）

管制装置４０の処理装置４２では、ステップ１１０で判別された側の積込み点１２、例えば、無人車両２０が右積込み点１２Ｒに至るための走行経路１０Ｒの待機点１４に待機している無人車両２０に対して、右積込み点１２Ｒへ進入させる走行指令（最終アプローチ１６Ｒの走行経路）を生成する。生成された走行指令（最終アプローチ１６Ｒの走行経路）は、管制装置４０の通信装置４１から走行経路１０の情報とともに無人車両２０に送信される。

[0108] 無人車両２０は、走行指令および走行経路１０Ｒの情報を通信装置２１で受信すると、処理装置２２で制御装置２４に対する制御信号の生成を行う。制御装置２４は、走行速度制御やステアリング角度制御、ブレーキ制御を行いながら、無人車両２０を待機点１４から最終アプローチ１６Ｒに沿って右積込み点１２Ｒまで走行制御させる（ステップ１１１）。

[0109] 以上のステップ１０９～１１１の説明では、無人車両２０を積込み点１２に進入させる走行指令を指示する場合を想定したが、無人車両２０を積込み点１２から退避させる走行指令を指示する場合についても同様な無線通信、信号処理、走行制御が行われる。

[0110]（無人車両２０を積込み点から退避させる走行指令の指示）

図７を用いて無人車両２０を積込み点から退避させる走行指令の指示について説明する。

[0111] 積込機３０によって、積荷を無人車両２０に積込む作業を終え、無人車両２０が積込み点１２から退避することを許可する場合には、オペレータは、

積込み作業を終えた際の積込み側に作業機３０Ｃを位置させた状態で入力装置３３のゴーボタン３３ｄを押す。この場合、オペレータは、特に「左側」、「右側」の意識は不要であり、左右指示ボタン３３ａによる「左積」、「右積」の指示も不要である（ステップ１０９）。

[0112]（左右積込み点の判別）

管制装置４０の処理装置４２は、積込機３０から送られてきた退避指示信号を通信装置４１を介して受信する。処理装置４２は、無人車両２０を積込み点１２から退避させる指示があったと判断する。

[0113] つぎに、処理装置４２は、退避指示信号とともに送られてきた積込機３０の位置Ｐと作業機３０Ｃのバケットの位置Ｑに基づき、作業機３０Ｃの方向（ベクトルｖ4の方向）を求め、この作業機３０Ｃの方向（ベクトルｖ4の方向）を境界線９０の方向（ベクトルｖ3の方向）と対比することにより、作業機３０Ｃは左右いずれの積込み点１２Ｌ、１２Ｒに位置するのかの判別を行う。

[0114] 図７に示す場合は、ベクトルｖ3とベクトルｖ4の外積ｖ3×ｖ4のｚ成分が、正となるので、処理装置４２は、積込機３０の作業機３０Ｃが右積込み点１２Ｒ側に位置されたと判別し、右積込み点１２Ｒから無人車両２０を退避させる走行指令の指示がなされたと判断する（ステップ１１０）。

[0115]（走行制御）

管制装置４０の処理装置４２は、ステップ１１０で判別された側の積込み点１２、たとえば右積込み点１２Ｒに存在する無人車両２０に対して、右積込み点１２Ｒから退避させるための走行指令（信号）を生成する。生成された走行指令は、走行経路１０Ｒに対応する出口コース１７Ｒの情報とともに通信装置４１を介して無人車両２０に送信される。なお、既に走行経路１０Ｒに対応する出口コース１７Ｒの情報が無人車両２０に送られており、走行経路１０Ｒに対応する出口コース１７Ｒの変更がなければ新たに走行経路１０Ｒに対応する出口コース１７Ｒの情報を送信するに及ばない。

[0116] 無人車両２０は、通信装置３１を介して走行指令および走行経路１０Ｒに

対応する出口コース１７Ｒの情報を受信すると、右積込み点１２Ｌから退避して出口コース１７Ｒに沿って出口点１５に向かって走行するように、上記に述べたような走行制御を行い走行する（ステップ１１１）。

[0117] 以上のステップ１０９～１１１の説明では、境界線９０との対比によって判別された側の無人車両２０に対して走行指令を指示する場合を想定したが、スイッチサイドボタン３３ｅの操作によって、境界線９０との対比によって、判別された側とは反対側の無人車両２０に対して走行指令を指示する実施も可能である。

[0118] （反対側の無人車両２０あるいは２０´を積込み点に進入させる走行指令の指示）

図８を用いて、反対側の無人車両２０を積込み点に進入させる走行指令の指示について説明する。

[0119] 積込機３０が、片側の積込み点１２で無人車両２０に積込み作業を行っているときに、反対側の積込み点１２へ他の無人車両２０´の進入を許可して生産性の向上を図りたい場合がある。この場合、積込機３０のオペレータは、現在、作業機３０Ｃが位置している側と反対側の無人車両２０´に積込み点１２への進入の許可を与えるために入力装置３３のスイッチサイドボタン３３ｅを操作する。たとえば、積込機３０が、右積込み点１２Ｒで積込み作業を行っているときには、作業機３０Ｃを右積込み点１２Ｒに位置させた状態でオペレータは、入力装置３３のスイッチサイドボタン３３ｅを押すとともに、カムインボタン３３ｃを押す。この場合も、オペレータは、特に「左側」、「右側」の意識は不要であり、左右指示ボタン３３ａによる「左積」、「右積」の指示も不要である（ステップ１０９）。

[0120] （左右積込み点の判別）

管制装置４０の処理装置４２は、通信装置４１を介して積込機３０から送信された進入指示信号を受信する。これにより、処理装置４２は、無人車両２０が積込み点１２への進入を指示されたと判断する。また、管制装置４０の処理装置４２は、積込機３０から送信されたスイッチサイド指示信号を通信

装置４１を介して受信する。処理装置４２は、境界線９０との対比によって、判別された側とは反対側の積込み点１２に無人車両２０´を進入させる走行指令の指示がなされたと判断する。

[0121] つぎに、処理装置４２は、通信装置４１を介して進入指示信号とともに受信した積込機３０の位置Ｐと作業機３０Ｃのバケットの位置Ｑに基づき作業機３０Ｃの方向（ベクトルｖ4の方向）を求め、この作業機３０Ｃの方向（ベクトルｖ4の方向）を境界線９０の方向（ベクトルｖ3の方向）と対比することにより、作業機３０Ｃは左右いずれの積込み点１２Ｌ、１２Ｒに位置するのか判別を行う。

[0122] 図８では、ベクトルｖ3とベクトルｖ4の外積ｖ3×ｖ4のｚ成分が、正となるので、処理装置４２は、積込機３０の作業機３０Ｃが右積込み点１２Ｒ側に位置されたと判別する。ここで、処理装置４２には、通信装置４１を介してスイッチサイド指示信号が送信されてきているので、処理装置４２は、右積込み点１２Ｒとは反対側の左積込み点１２Ｌに無人車両２０´を進入させる走行指令の指示がなされたと判断する（ステップ１１０）。

[0123] （走行制御）

管制装置４０の処理装置４２は、ステップ１１０で判断された側の積込み点１２、たとえば左積込み点１２Ｌに至る走行経路１０Ｌ上の待機点１４に位置する無人車両２０´に対して、左積込み点１２Ｌへ進入させるための走行指令を生成する。生成された走行指令は、通信装置４１を介して走行経路１０Ｌの情報とともに無人車両２０´に送信される。

[0124] 無人車両２０´は、通信装置３１を介して走行指令および走行経路１０Ｌの情報を受信すると、上記のような走行制御を行い待機点１４から最終アプローチ１６Ｌを経て左積込み点１２Ｌまで走行する（ステップ１１１）。

[0125] 反対側の無人車両２０´に対して積込み点１２から退避させる走行指令を指示する場合も上記に述べたような処理が行われる。例えば、作業機３０Ｃを右積込み点１２Ｒに位置させた状態で、オペレータが入力装置３３のスイッチサイドボタン３３ｅを押すとともに、ゴーボタン３３ｄを押すと、反対

側の積込み点１２である左積込み点１２Ｌから退避させる走行指令が、左積込み点１２Ｌに存在する無人車両２０´に対して与えられ、無人車両２０´を左積込み点１２Ｌから出口コース１７Ｌに沿って出口点１５に向かって走行させることができる。

[0126] つぎに、積込み点１２の位置を変更して設定する場合の処理について図４（ｄ）のフローチャートを参照して説明する。図９に示す、積込み点の位置設定を指示する場合の処理と併せ参照しながら説明する。

[0127] （積込み点の位置設定の指示）

時間の経過とともに積込機３０による掘削位置あるいは切羽１ａの形状あるいは積込場１の地形は、変化する。このため、一度設定した積込み点１２の位置を変更する必要がある。積込機３０のオペレータは、積込み点１２の位置を変更したい場合には、積込み点１２の位置を指定して積込み点１２の位置設定を指示する。すなわち、オペレータは、上部旋回体３０Ｂを、運転席内の操作レバーの操作により積込み点１２の位置を変更したい側（たとえば左積込み点１２Ｌ側）に旋回させる。この場合、特に「左側」、「右側」の意識は不要であり、入力装置３３の左右指示ボタン３３ａによる「左積」、「右積」の指示も不要である。そして、オペレータは運転席内の操作レバーの操作により積込み点１２の位置を、作業機３０Ｃを変更させたい側に位置させた状態で、入力装置３３のスポットボタン３３ｂを押す（ステップ１１２）。

[0128] （左右積込み点の判別）

管制装置４０の処理装置４２では、積込機３０から送信された位置指示信号が通信装置４１を介して受信される。処理装置４２は、位置指示信号を受信することより積込み点１２の位置の設定の指示がなされたと判断する。

[0129] つぎに、積込機３０の処理装置３２は、位置指示信号とともに送られてきた積込機３０の位置Ｐと作業機３０Ｃのバケットの位置Ｑに基づき作業機３０Ｃの方向（ベクトルｖ4で表される方向）を求め、この作業機３０Ｃの方向（ベクトルｖ4で表される方向）を境界線９０の方向（ベクトルｖ3で表される

方向）と対比することにより左右いずれの積込み点１２Ｌ、１２Ｒの設定の指示であるかの判別を行う。

図９に示す例では、ベクトルｖ3とベクトルｖ4の外積ｖ3×ｖ4のｚ成分が、負となるので、積込機３０の作業機３０Ｃが左積込み点１２Ｌ側に位置されたと判別され、新たな「左積込み点１２Ｌ´」へ左積込み点１２Ｌの位置変更の設定が指示されたと判断される（ステップ１１３）。

[0130]（走行経路の生成）

以上のようにして、処理装置４２は、たとえば「左積込み点１２Ｌ´」へ左積込み点１２Ｌの位置変更の設定が指示されたと判断されると、積込機３０から送られてきた作業機３０Ｃのバケットの位置Ｑを「左積込み点１２Ｌ´」の位置として設定する。そして、処理装置４２は、入口点１１から待機点１４を経て、この設定された左積込み点１２Ｌ´に、無人車両２０が至ることができる新たな走行経路１０´Ｌを生成する。処理装置４２によって、積込機３０の位置、無人車両２０の位置、他の走行経路１０Ｒを考慮して、無人車両２０と積込機３０とが干渉のないように最適な新たな走行経路１０´Ｌが生成される。新たな走行経路１０´Ｌが生成されることにより、新たな左積込み点１２Ｌ´への無人車両２０の進入方向を示す新たなベクトルｖ1´が得られる。ただし、ベクトルｖ1´の向きは、無人車両２０が後進で進入する方向とは真逆の向きとなる（ステップ１１４）。

[0131]（境界線の再計算）

次に、処理装置４２は、境界線９０を再計算する。図９の例では、左積込み点１２Ｌへの進入方向を示すベクトルｖ1が、新たな左積込み点１２Ｌ´への進入方向を示すベクトルｖ1´に変更されたため、この新たなベクトルｖ1´と、右積込み点１２Ｒへの進入方向を示すベクトルｖ2に基づいて、前述の（１）式と同様の演算（ｖ3´＝（ｖ1´＋ｖ2）／２）を行い、境界線９０を再計算する。新たな境界線９０´は、積込機３０の位置（中心位置Ｐ）を通り、ベクトルｖ3´で表される方向の線分として得られる。このようにして積込み点１２の位置が変更される毎に、新たな走行経路１０´Ｌが生成され、新

たに境界線９０´が生成し直される（ステップ１１５）。

[0132] （同じ側の古い積込み点、走行経路の削除）

以上のようにして、たとえば左積込み点１２Ｌ´が新たに設定されると、同じ側（左側）の古い積込み点１２Ｌのデータ、および、この古い積込み点１２Ｌに至る古い走行経路１０Ｌのデータは記憶内容から削除される（ステップ１１６）。境界線９０の生成は、積込機３０から必要な情報を管制装置４０に送信して管制装置４０が生成してもよく、積込機３０で境界線９０を生成して、境界線９０のベクトルの情報を管制装置４０に送信するようにしてもよい。

[0133] （第２の実施例）

第１の実施例では、左右積込み点１２Ｌ、１２Ｒへの進入方向の情報（ベクトルｖ1、ｖ

2）に基づいて、境界線９０（ベクトルｖ3）を生成する場合を例にとり説明した。

[0134] しかし、積込場1の形状を認識し、積込場１の形状の情報に基づいて、境界線９０を生成する実施も可能である。

[0135] 図１０は、積込場１の形状の情報に基づいて、境界線９０を生成する方法を説明する図である。この場合、積込機３０には、積込場形状認識手段３７が設けられる（図２の破線参照）。

[0136] 積込場形状認識手段３７は、たとえばレーザ光測距手段で構成され、積込機３０の前面の切羽１ａにレーザ光を走査して、切羽１ａの形状を認識する

切羽１ａの形状認識は、つぎのような手順で行われる。

[0137] １）まず、積込場形状認識手段３７によって切羽１ａの形状を認識する。

[0138] ２）つぎに、切羽１ａのうち積込機３０が掘削しようとする地点、つまり積込機３０から最も近い切羽１ａの地点に向けて、積込機３０の中心位置Ｐから線Ｓを下ろす。

[0139] ３）線Ｓが切羽１ａに交差する地点Ｒを求め、地点Ｒから切羽１ａの形状に沿って左右それぞれ等距離の地点ＳＬ、ＳＲを算出する。

[0140] ４）地点Ｒから地点ＳＬに向うベクトルｖ5と、地点Ｒから地点ＳＲに向うベクトルｖ6との和となるベクトルｖ3を算出する。

[0141] ５）上記４）で得られたベクトルｖ3が、積込機３０の中心位置Ｐを通るように移動させ、その移動後の線分を境界線９０として算出する。

[0142] つぎに、積込み点１２の位置を設定する場合について図１１（ａ）、（ｂ）に示すフローチャートを参照して説明する。

[0143] 積込機３０が、掘削位置を変える毎に、境界線９０が生成され、境界線９０の左右に積込み点１２Ｌ、１２Ｒが設定される。境界線９０の生成は、積込機３０から必要な情報を管制装置４０に送信して管制装置４０が生成してもよく、積込機３０で境界線９０を生成して、境界線９０のベクトルの情報を管制装置４０に送信するようにしてもよい。

[0144] （境界線の生成）

最初に、境界線９０が前述した手順１）～４）により生成される（ステップ２０１）。

[0145] （一方の積込み点の位置設定の指示）

つぎに、オペレータは、左右のうち一方の積込み点１２の位置を指定して一方の積込み点１２の位置設定を指示する。すなわち、オペレータは、上部旋回体３０Ｂを片側（たとえば右積込み点１２Ｒ側）に旋回させる。この場合、特に「左側」、「右側」の意識は不要であり、左右指示ボタン３３ａによる「左積」、「右積」の指示も不要である。そして、オペレータは、作業機３０Ｃを片側に位置させた状態で入力装置３３のスポットボタン３３ｂを押す（ステップ２０２）。

[0146] （左右積込み点の判別）

管制装置４０の処理装置４２は、積込機３０から送信された位置指示信号を通信装置４１を介して受信する。処理装置４２は、積込み点１２の位置の設定の指示がなされたと判断する。

[0147] つぎに、処理装置４２は、位置指示信号とともに送信された積込機３０の位置Ｐと作業機３０Ｃのバケットの位置Ｑに基づき作業機３０Ｃの方向（ベク

トルｖ4で表される方向）を求め、この作業機３０Ｃの方向（ベクトルｖ4で表される方向）を境界線９０の方向（ベクトルｖ3で表される方向）と対比することにより左右いずれの積込み点１２Ｌ、１２Ｒであるかの判別が行われる。図１０に示す例（作業機３０Ｃを実線で示す）では、ベクトルｖ3とベクトルｖ4の外積ｖ3×ｖ4のｚ成分が、正となるので、処理装置４２は、積込機３０の作業機３０Ｃが右積込み点１２Ｒ側に位置されたと判別され、右積込み点１２Ｒの位置設定が指示されたと判断する（ステップ２０３）。

[0148]（走行経路の生成）

以上のようにして、例えば、処理装置４２は、右積込み点１２Ｒの位置設定が指示されたと判断すると、積込機３０から送られてきた作業機３０Ｃのバケットの位置Ｑを右積込み点１２Ｒの位置として設定する。そして、この設定された右積込み点１２Ｒに無人車両２０が至るまでの走行経路１０Ｒを生成する。積込機３０の位置、無人車両２０の位置、他の走行経路１０Ｌを考慮して干渉のない最適な走行経路１０Ｒが生成される（ステップ２０４）。

[0149]（反対側の積込み点の位置設定の指示）

つぎに、オペレータは、図１０に作業機３０Ｃを破線で示すごとく、ステップ２０２とは反対側に（たとえば左積込み点１２Ｌ側）に運転席内の操作レバーの操作によって上部旋回体３０Ｂを旋回させる。この場合、「反対側」という意識だけ必要であり、特に「左側」、「右側」の意識は不要である。また、左右指示ボタン３３ａによる「左積」、「右積」の指示も不要である。そして、オペレータは、その反対側に作業機３０Ｃを位置させた状態で入力装置３３のスポットボタン３３ｂを押す（ステップ２０５）。

[0150]（左右積込み点の判別）

管制装置４０の処理装置４２は、積込機３０から送信された位置指示信号が通信装置４１を介して受信する。処理装置４２は、積込み点１２の位置の設定の指示がなされたと判断する。

[0151] つぎに、処理装置４２は、位置指示信号とともに送信された送られてきた積込機３０の位置Ｐと作業機３０Ｃの位置Ｑ´に基づき作業機３０Ｃの方向（

ベクトルｖ４´で表される方向）を求め、この作業機３０Ｃの方向（ベクトルｖ４´で表される方向）を境界線９０の方向（ベクトルｖ3で表される方向）と対比することにより左右いずれの積込み点１２Ｌ、１２Ｒであるかの判別が行われる。

図１０に示す例（破線で作業機３０Ｃを示す）では、ベクトルｖ3とベクトルｖ４´の外積ｖ3×ｖ４´のｚ成分が、負となるので、処理装置４２は、積込機３０の作業機３０Ｃが左積込み点１２Ｌ側に位置されたと判別され、左積込み点１２Ｌの位置設定が指示されたと判断する（ステップ２０６）。

[0152] （走行経路の生成）

以上のようにして、処理装置４２は、左積込み点１２Ｌの位置設定が指示されたと判断すると、積込機３０から送信された作業機３０Ｃのバケットの位置Ｑ´を左積込み点１２Ｌの位置として設定する。そして、処理装置４２は、無人車両２０（図１０に示す無人車両２０とは別の無人車両２０）が、この設定された左積込み点１２Ｌに至ることができる走行経路１０Ｌを生成する。処理装置４２は、積込機３０の位置、無人車両２０の位置、他の走行経路１０Ｒを考慮して干渉のない最適な走行経路１０Ｌを生成する（ステップ２０７）。

[0153] 無人車両２０に走行指令を与える場合の処理は、図４（ｃ）に示すステップ１０９～ステップ１１１と同様にして行われる。

[0154] （境界線の再計算）

時間の経過とともに積込場１の地形は、変化する。このため図１０において、積込機３０の中心位置Ｐはそのままで積込み点１２とその積込み点１２への進入方向が変更されることがある。この場合には、第１の実施例で図９を用いて説明したのと同様の計算によって境界線９０を新たな境界線９０´に変更することができる。

[0155] なお、上述した各実施例では、積込機３０から情報を管制装置４０に送り、管制装置４０から走行指令を無人車両２０に対して送るようにしているが、管制装置４０の機能を積込機３０に持たせ、積込機３０と無人車両２０との

間で直接通信を行う実施も可能である。

## 図面の簡単な説明

[0156] [図1]図１は、積込場の上面図である。

[図2]図２は、実施形態の車両走行システムのブロック図である。

[図3]図３は、積込機の入力装置の構成の詳細を示した図である。

[図4]図４（ａ）、（ｂ）、（ｃ）、（ｄ）は、本実施例の走行制御システムで行われる処理の手順を示すフローチャートである。

[図5]図５は、境界線の生成処理を説明する図である。

[図6]図６は、無人車両を積込み点に進入させる走行指令を指示する場合の処理を説明する図である。

[図7]図７は、無人車両を積込み点から退避させる走行指令を指示する場合の処理を説明する図である。

[図8]図８は、反対側の無人車両を積込み点に進入させる走行指令を指示する場合の処理を説明する図である。

[図9]図９は、積込み点の位置設定を指示する場合の処理を説明する図である。

[図10]図１０は、積込場の形状の情報に基づいて、境界線を生成する処置を説明する図である。

[図11]図１１は、積込み点の位置を設定する場合の処理の手順を示すフローチャートである。

[図12]図１２は、片側積込みを説明する図である。

# 請求の範囲

［請求項1］ 積込機の作業機によって無人車両への積込みが行われる積込み点への無人車両の進入方向が、積込機に対して左方向、右方向であるかに応じて左積込み点、右積込み点が設定され、無人車両を走行指令にしたがって走行経路に沿って左積込み点または右積込み点まで走行させる無人車両の走行システムにおいて、

左右積込み点への無人車両の進入方向の情報に基づいて、積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別するための境界線を生成する境界線生成手段と、

積込機の作業機の向きまたは位置を検出する検出手段と、

検出手段によって検出された作業機の向きまたは位置と、境界線の方向または位置とを対比して、積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別する判別手段と、

走行指令を指示する走行指令指示手段と、

走行指令指示手段によって走行指令が指示された場合に、判別手段で判別された側の積込み点で積込みを行うべき無人車両に対して、走行指令を与える走行制御手段と

が備えられていることを特徴とする無人車両の走行システム。

［請求項2］ 積込場の積込機の作業機によって無人車両への積込みが行われる積込み点への無人車両の進入方向が、積込機に対して左方向、右方向であるかに応じて左積込み点、右積込み点が設定され、無人車両を走行指令にしたがって走行経路に沿って左積込み点または右積込み点まで走行させる無人車両の走行システムにおいて、

積込場の形状の情報に基づいて、積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別するための境界線を生成する境界線生成手段と、

積込機の作業機の向きまたは位置を検出する検出手段と、

検出手段によって検出された作業機の向きまたは位置と、境界線の方向または位置とを対比して、積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別する判別手段と、

走行指令を指示する走行指令指示手段と、

走行指令指示手段によって走行指令が指示された場合に、判別手段で判別された側の積込み点で積込みを行うべき無人車両に対して、走行指令を与える走行制御手段と

が備えられていることを特徴とする無人車両の走行システム。

[請求項3] 積込機の作業機によって無人車両への積込みが行われる積込み点への無人車両の進入方向が、積込機に対して左方向、右方向であるかに応じて左積込み点、右積込み点が設定され、無人車両を走行指令にしたがって走行経路に沿って左積込み点または右積込み点まで走行させる無人車両の走行システムに適用される走行制御方法において、

積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別するための境界線を生成する境界線生成ステップと、

走行指令を指示する走行指令指示ステップと、

走行指令が指示されたときの作業機の向きまたは位置と、境界線の方向または位置とを対比して、積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別する判別ステップと、

判別された側の積込み点で積込みを行うべき無人車両に対して、走行指令を与える走行制御ステップと

を含むことを特徴とする無人車両の走行システムにおける走行制御方法。

[請求項4] 走行指令は、無人車両を積込み点に進入させる走行指令または無人車両を積込点から退避させる走行指令であることを特徴とする請求項１

、２記載の無人車両の走行システムまた請求項３記載の無人車両の走行システムにおける走行制御方法。

[請求項5] 積込機の作業機によって無人車両への積込みが行われる積込み点への無人車両の進入方向が、積込機に対して左方向、右方向であるかに応じて左積込み点、右積込み点が設定され、無人車両を走行指令にしたがって走行経路に沿って左積込み点または右積込み点まで走行させる無人車両の走行システムにおいて、

左右積込み点への進入方向の情報に基づいて、積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別するための境界線を生成する境界線生成手段と、

積込機の作業機の向きまたは位置を検出する検出手段と、

検出手段によって検出された作業機の向きまたは位置と、境界線の方向または位置とを対比して、積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別する判別手段と、

積込み点の位置を指定して積込み点の位置設定を指示する積込み点位置設定指示手段と、

積込み点位置設定指示手段によって積込み点の位置設定が指示された場合に、判別手段で判別された側の積込み点の位置を、指定した位置に設定し、設定した積込み点までの走行経路を生成する走行指令生成手段と

が備えられていることを特徴とする無人車両の走行システム。

[請求項6] 積込場の積込機の作業機によって無人車両への積込みが行われる積込み点への無人車両の進入方向が、積込機に対して左方向、右方向であるかに応じて左積込み点、右積込み点が設定され、無人車両を走行指令にしたがって走行経路に沿って左積込み点または右積込み点まで走行させる無人車両の走行システムにおいて、

積込場の形状の情報に基づいて、積込機の作業機が左積込み点側に

位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別するための境界線を生成する境界線生成手段と、

積込機の作業機の向きまたは位置を検出する検出手段と、

検出手段によって検出された作業機の向きまたは位置と、境界線の方向または位置とを対比して、積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別する判別手段と、

積込み点の位置を指定して積込み点の位置設定を指示する積込み点位置設定指示手段と、

積込み点位置設定指示手段によって積込み点の位置設定が指示された場合に、判別手段で判別された側の積込み点の位置を、指定した位置に設定し、設定した積込み点までの走行経路を生成する走行指令生成手段と

が備えられていることを特徴とする無人車両の走行システム。

［請求項7］ 積込み点の位置が変更される毎に、境界線を生成し直すことを特徴とする請求項５または６記載の無人車両の走行システム。

［請求項8］ 積込機の作業機によって無人車両への積込みが行われる積込み点への進入方向が、積込機の作業機に対して左方向、右方向であるかに応じて左積込み点、右積込み点が設定され、無人車両を走行指令にしたがって走行経路に沿って左積込み点または右積込み点まで走行させる無人車両の走行システムに適用される走行制御方法において、

積込機の作業機が左積込み点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別するための境界線を生成する境界線生成ステップと、

積込み点の位置を指定して積込み点の位置設定を指示する積込み点位置設定指示ステップと、

積込み点の位置設定が指示されたときの作業機の向きまたは位置と、境界線の方向または位置とを対比して、積込機の作業機が左積込み

点側に位置されたか、あるいは右積込み点側に位置されたかを判別する判別ステップと、

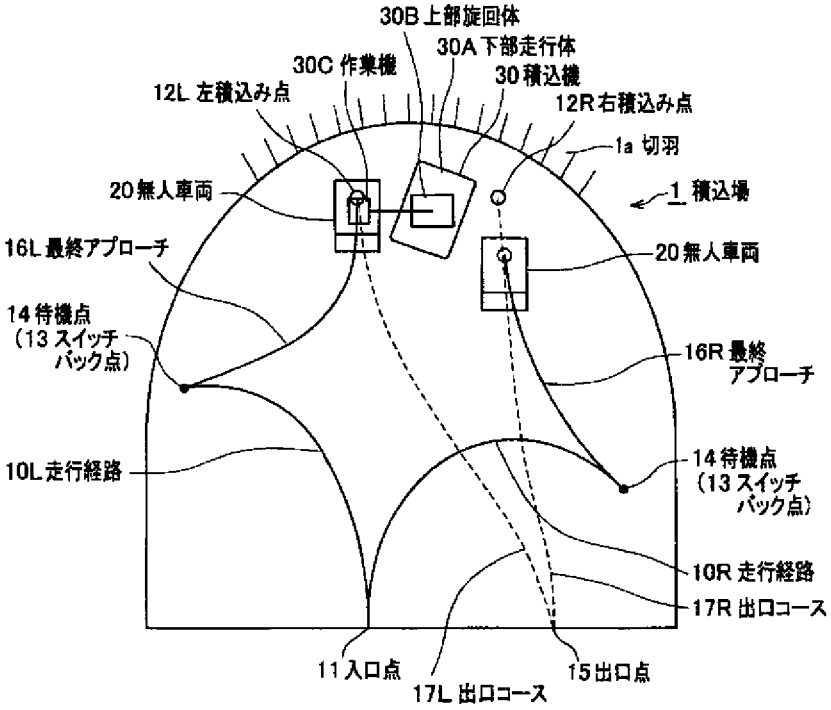
判別された側の積込み点の位置を、指定された位置に設定し、設定した積込み点までの走行経路を生成する走行指令生成ステップと

を含むことを特徴とする無人車両の走行システムにおける走行制御方法。

［請求項9］ 積込み点が変更される毎に、境界線を生成し直すことを特徴とする請求項８記載の無人車両の走行システムにおける走行制御方法。

[図1]

両側積込み




10 走行経路 { 10L / 10R }

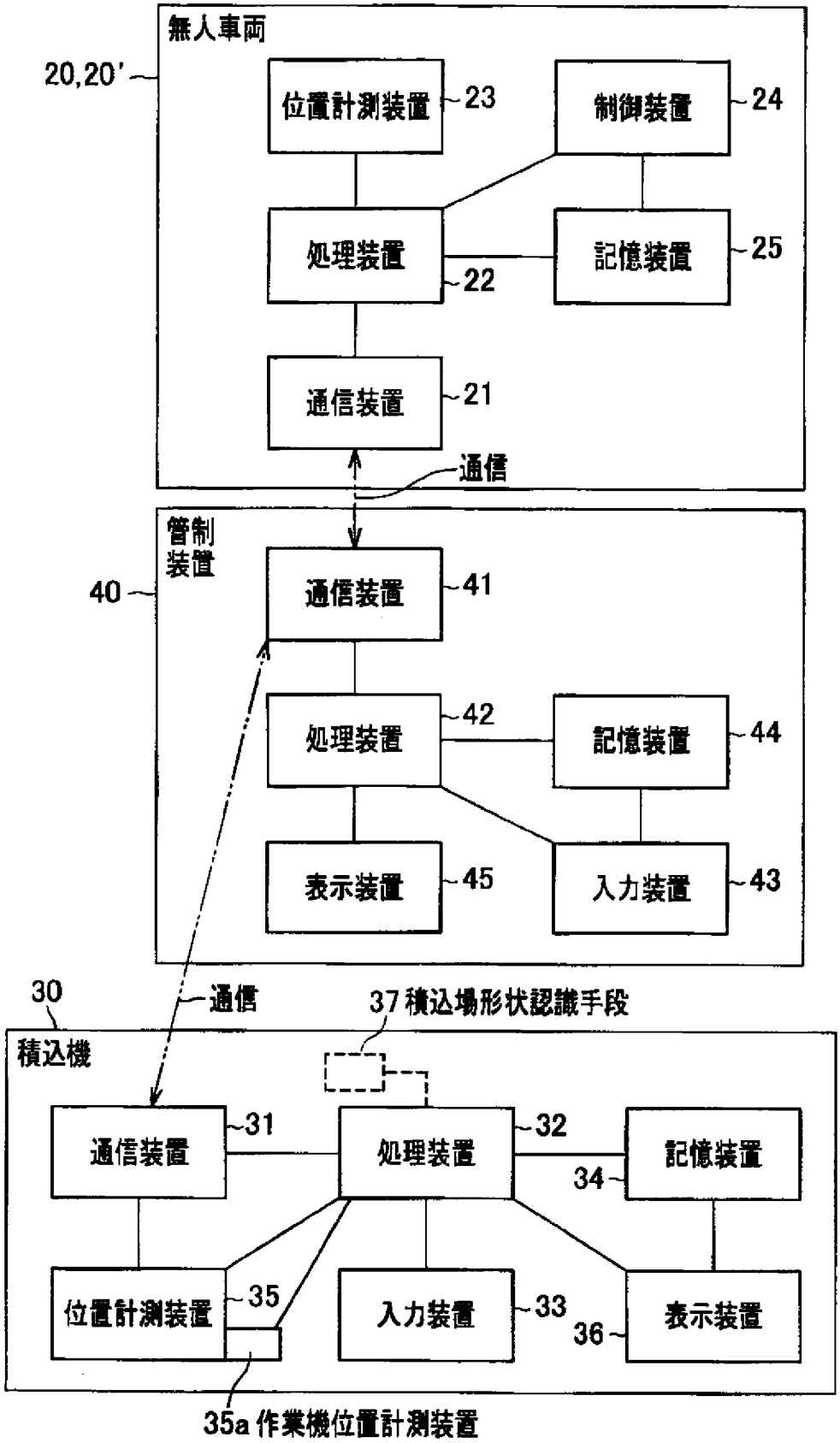
12 積込み点 { 12L / 12R }

16 最終アプローチ { 16L / 16R }

17 出口コース { 17L / 17R }

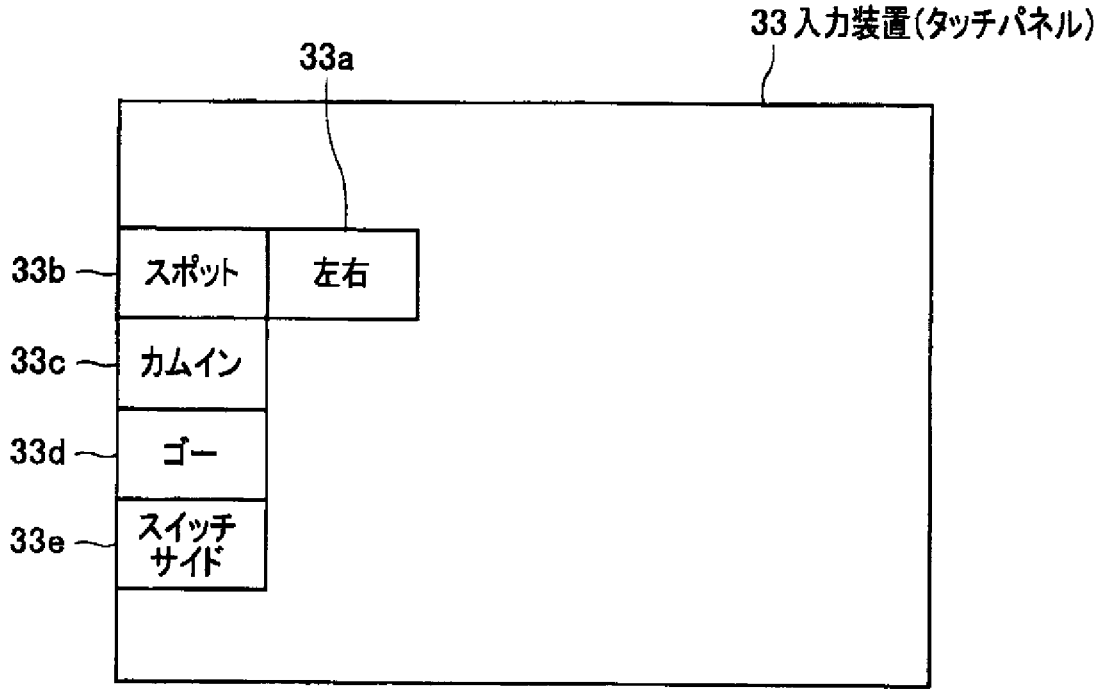
[図2]

ブロック図


無人車両
20,20'
位置計測装置
23
制御装置
24
処理装置
22
記憶装置
25
通信装置
21
通信
管制装置
40
通信装置
41
処理装置
42
記憶装置
44
表示装置
45
入力装置
43
30
通信
37 積込場形状認識手段
積込機
通信装置
31
処理装置
32
記憶装置
34
位置計測装置
35
入力装置
33
表示装置
36
35a 作業機位置計測装置

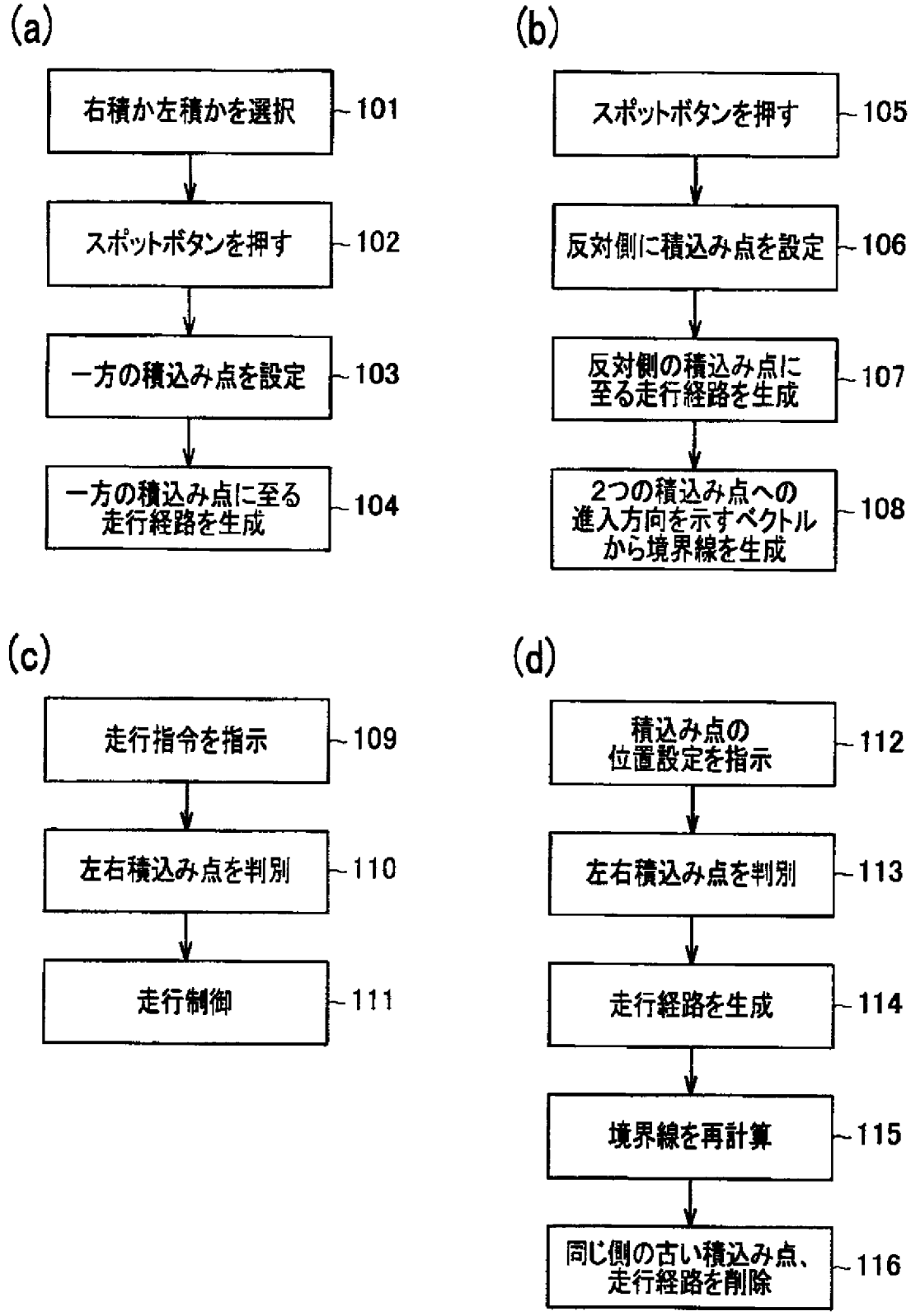
[図3]

入力装置



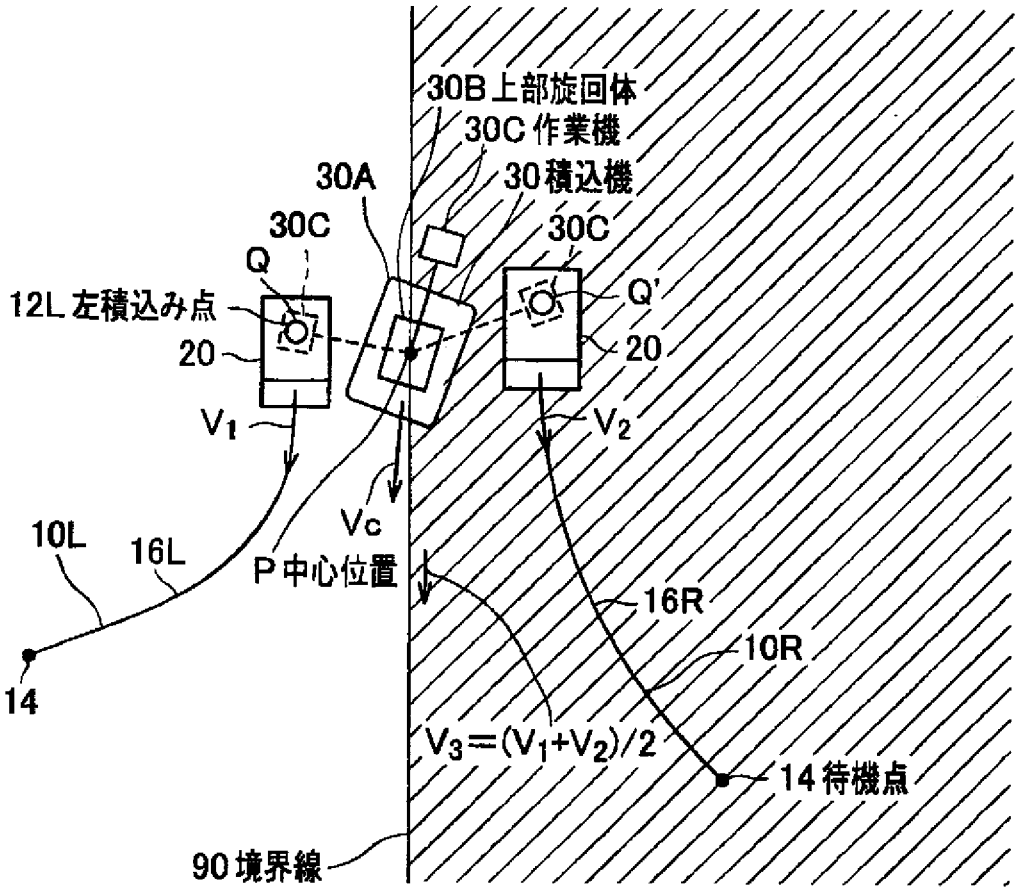
[図4]

フローチャート


(a)
右積か左積かを選択
101
スポットボタンを押す
102
一方の積込み点を設定
103
一方の積込み点に至る走行経路を生成
104
(b)
スポットボタンを押す
105
反対側に積込み点を設定
106
反対側の積込み点に至る走行経路を生成
107
2つの積込み点への進入方向を示すベクトルから境界線を生成
108
(c)
走行指令を指示
109
左右積込み点を判別
110
走行制御
111
(d)
積込み点の位置設定を指示
112
左右積込み点を判別
113
走行経路を生成
114
境界線を再計算
115
同じ側の古い積込み点、走行経路を削除
116

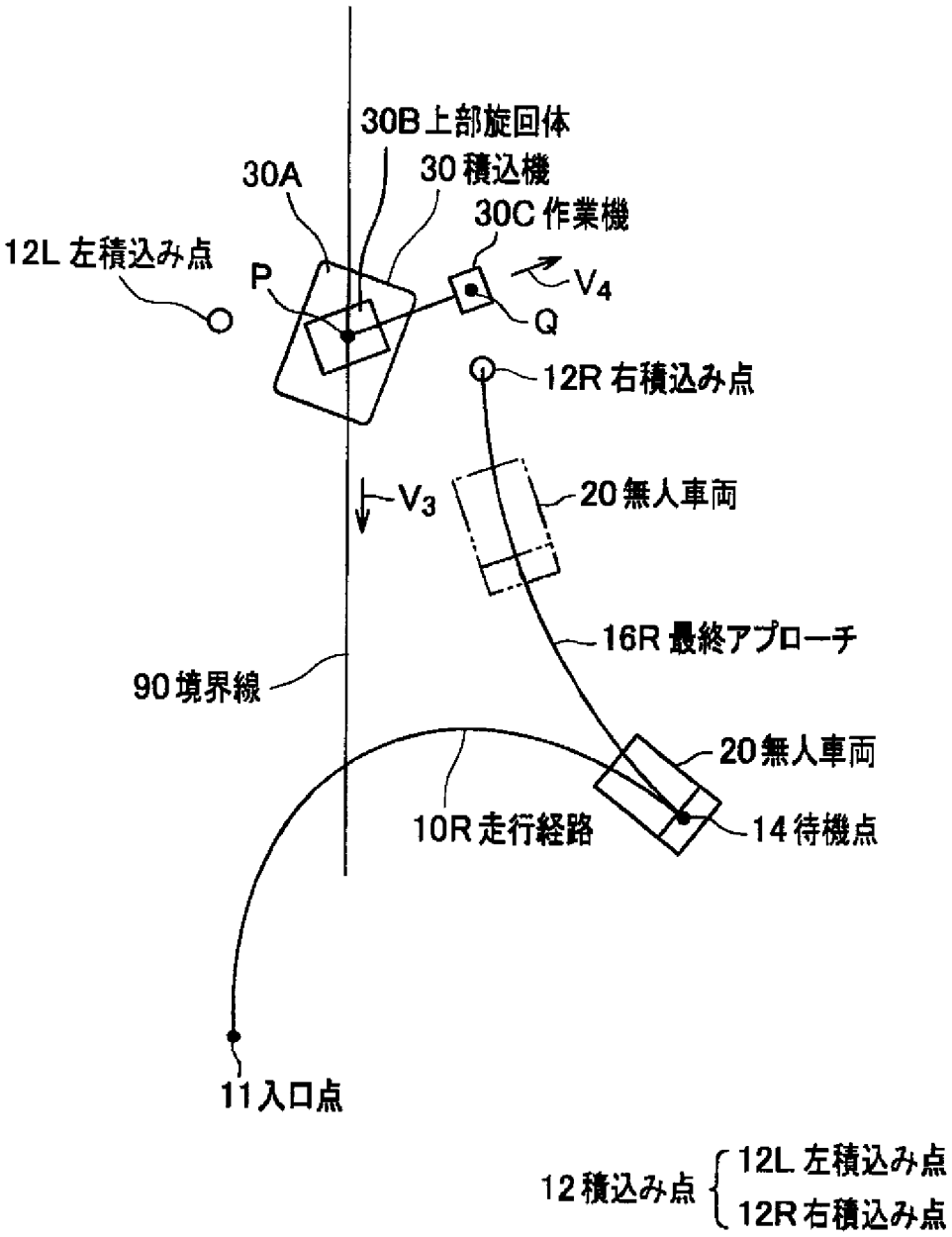
[図5]

境界線


30B上部旋回体
30C作業機
30A
30積込機
30C
30C
Q
Q'
12L左積込み点
20
20
V1
V2
Vc
10L
16L
P中心位置
16R
10R
14
V3=(V1+V2)/2
14待機点
90境界線

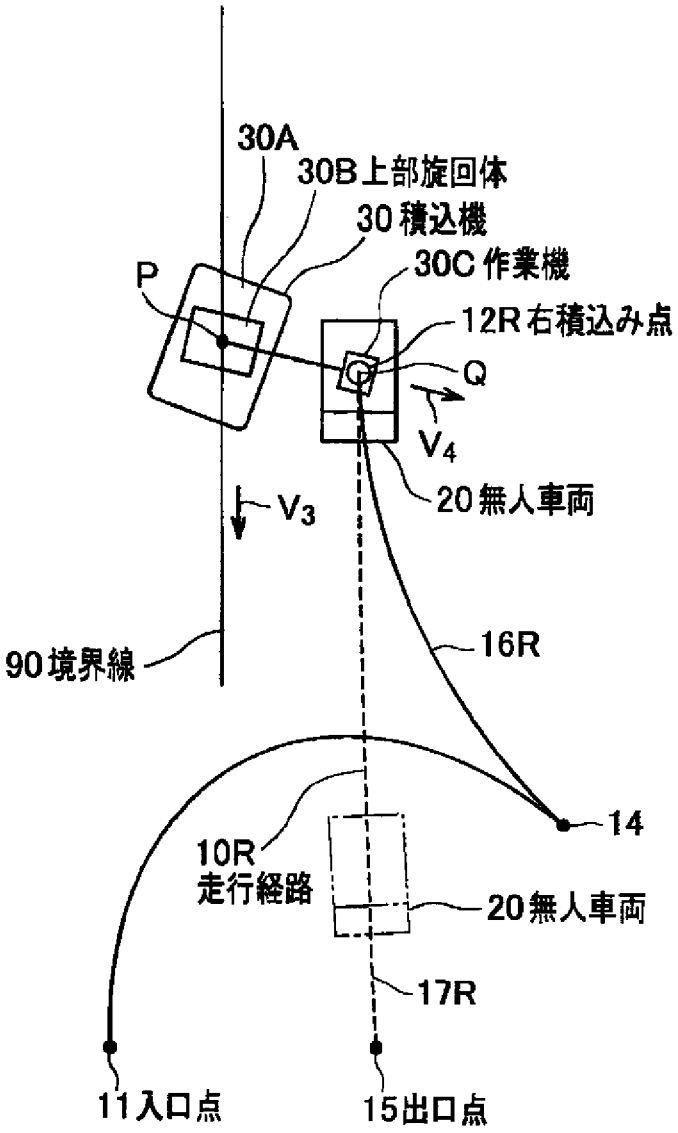
[図6]

走行指令(進入)


30B上部旋回体
30A
30積込機
30C作業機
12L左積込み点
P
V4
Q
12R右積込み点
V3
20無人車両
16R最終アプローチ
90境界線
20無人車両
10R走行経路
14待機点
11入口点
12積込み点
12L左積込み点
12R右積込み点

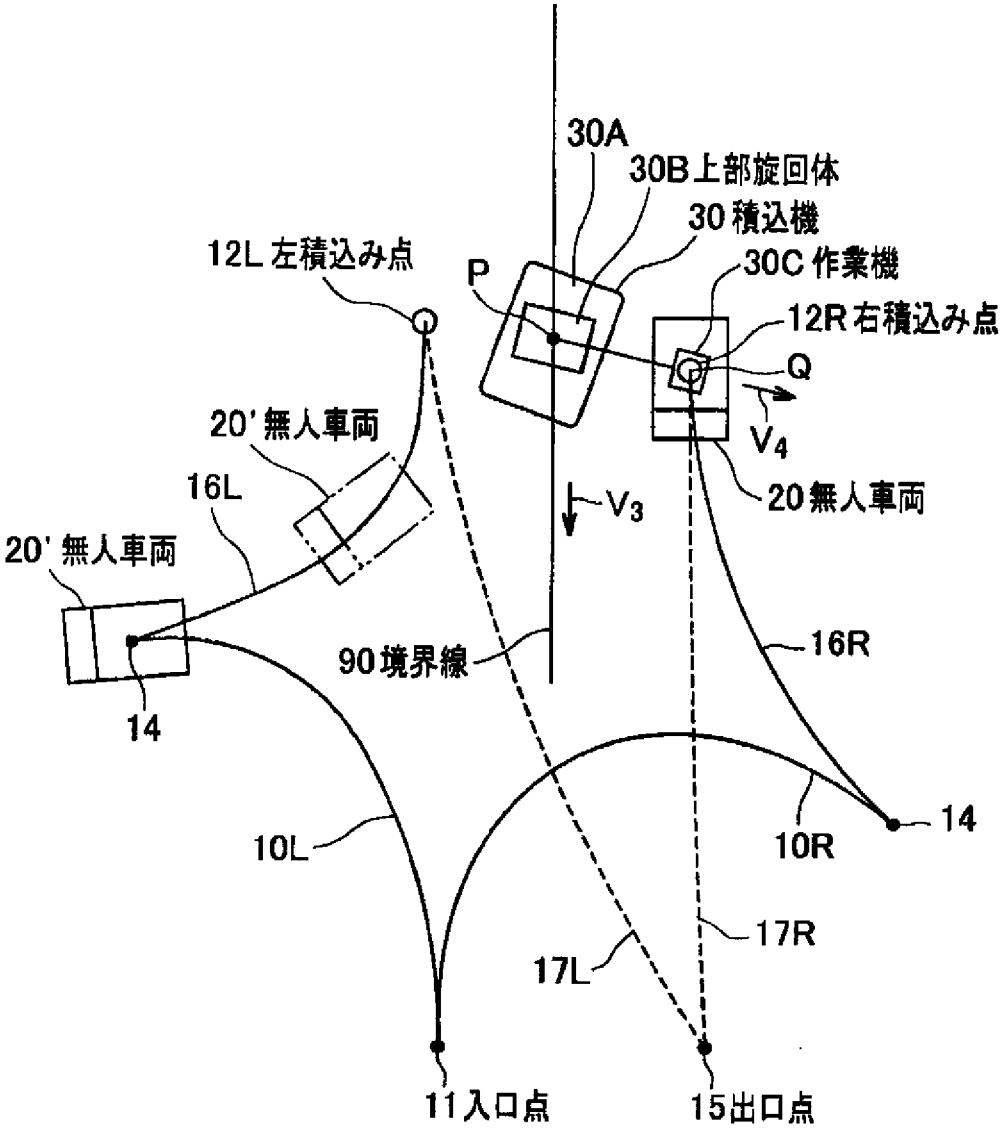
[図7]

走行指令(退避)


30A
30B上部旋回体
30積込機
30C作業機
P
12R右積込み点
Q
V4
V3
20無人車両
90境界線
16R
14
10R
走行経路
20無人車両
17R
11入口点
15出口点

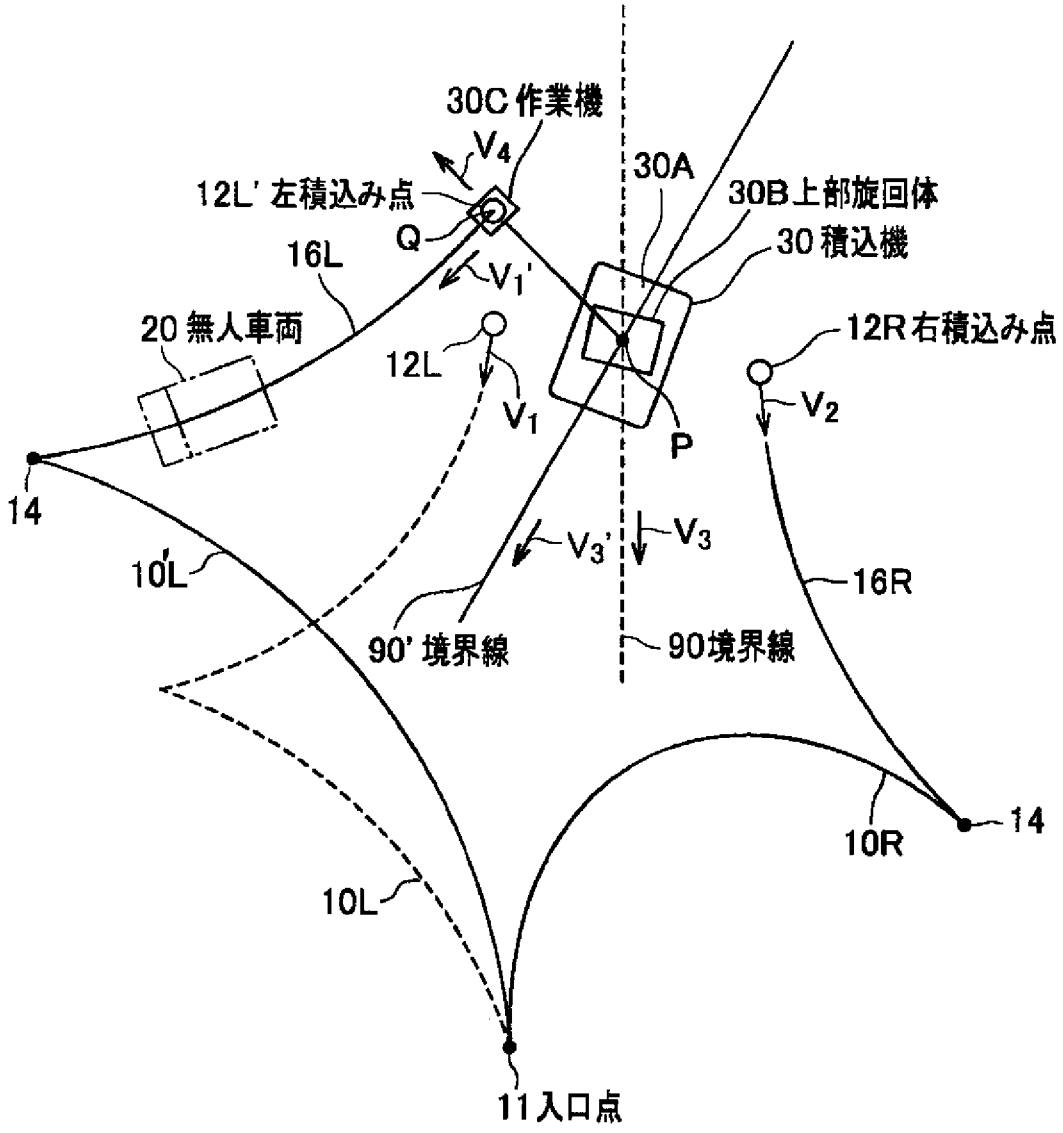
[図8]

走行指令(スイッチサイド)



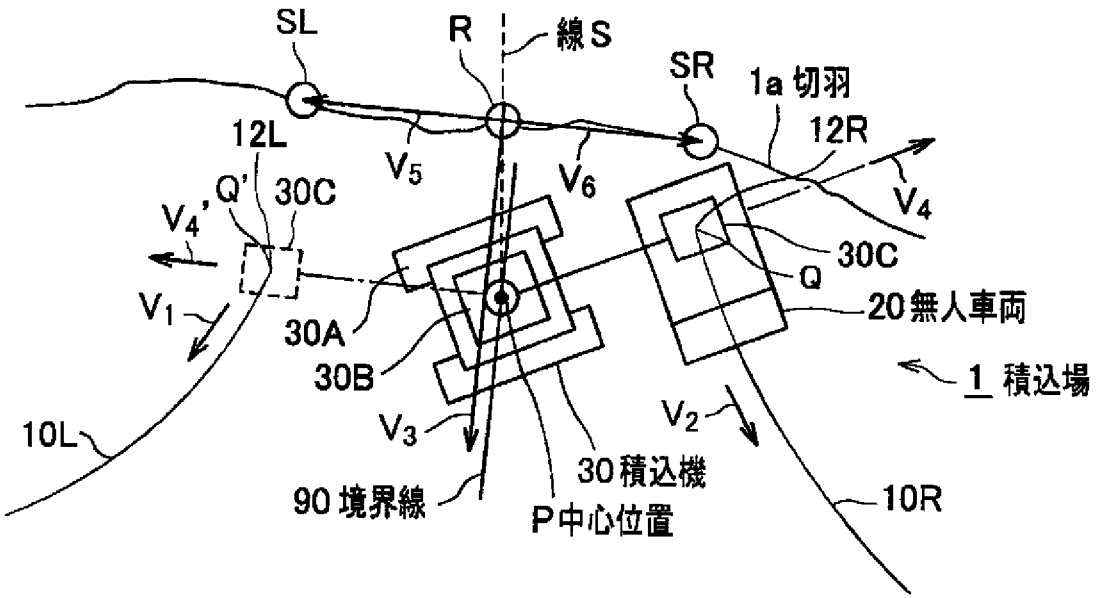
[図9]

積込み点の位置設定



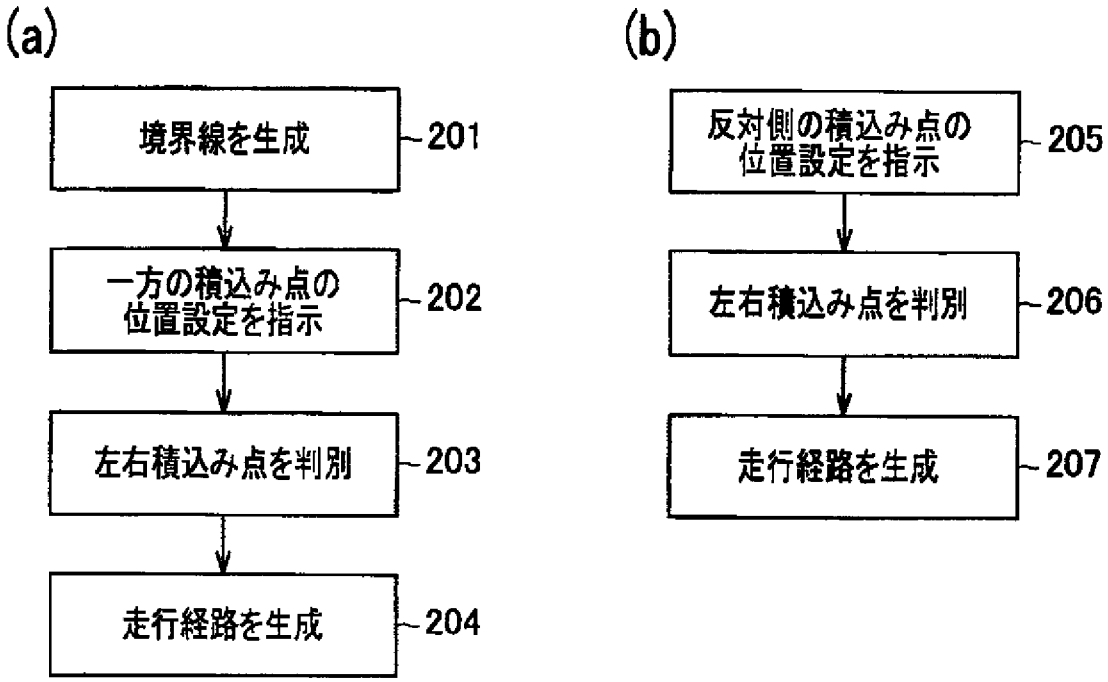
[図10]

境界線



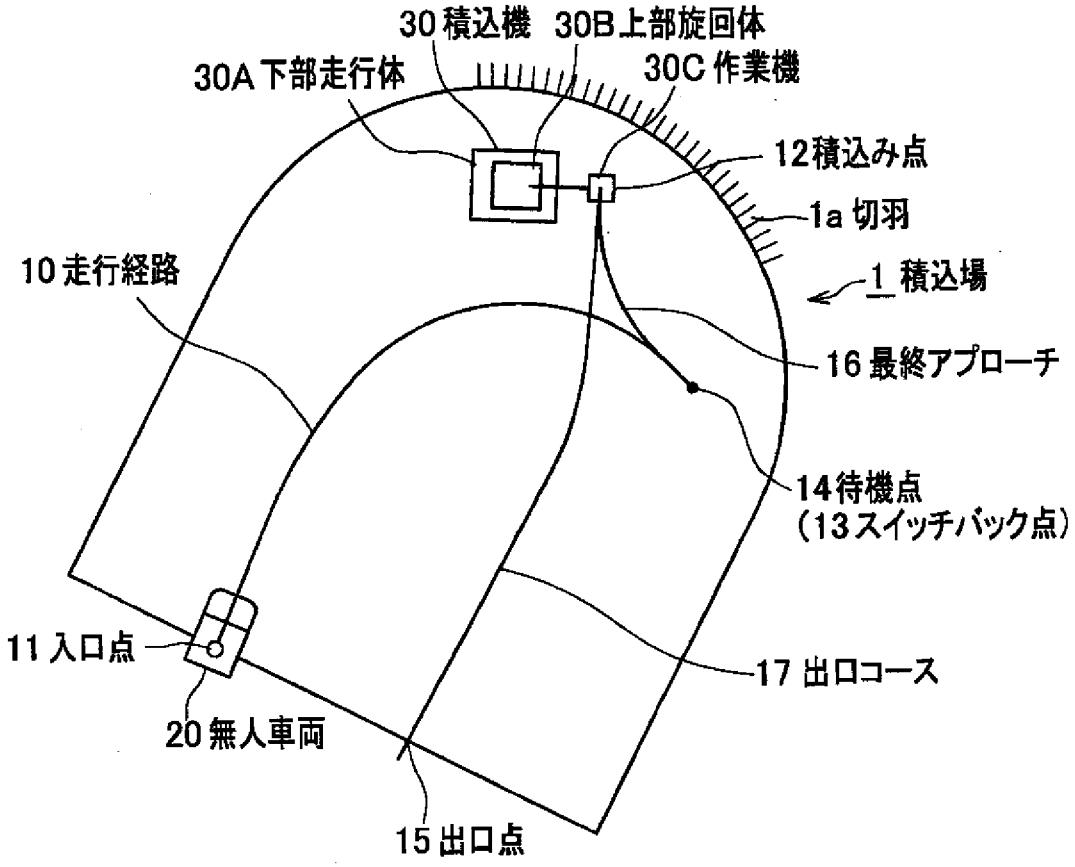

[図11]

第2の実施例のフローチャート



[図12]

片側積込み


30 積込機
30B 上部旋回体
30A 下部走行体
30C 作業機
12 積込み点
1a 切羽
1 積込場
10 走行経路
16 最終アプローチ
14 待機点
(13 スイッチバック点)
11 入口点
17 出口コース
20 無人車両
15 出口点

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/066060

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
*G05D1/02*(2006.01)i, *E02F9/20*(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)
G05D1/02, E02F9/20

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2011 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2011 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2011 |

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. |
|---|---|---|
| A | JP 8-263138 A (Komatsu Ltd.), 11 October 1996 (11.10.1996), entire text; all drawings & US 6044312 A & GB 2315137 A & WO 1996/030815 A1 & AU 5014696 A & AU 697723 B & CA 2218731 A | 1-9 |
| A | JP 10-181889 A (Caterpillar Inc.), 07 July 1998 (07.07.1998), paragraph [0013]; fig. 4 & US 5925081 A & AU 4608797 A & CA 2220168 A & AU 744512 B & CA 2220168 A1 | 1-9 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 03 August, 2011 (03.08.11) | 16 August, 2011 (16.08.11) |
| Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office<br>Facsimile No. | Authorized officer<br>Telephone No. |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.
PCT/JP2011/066060

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| A | JP 6-83443 A (Komatsu Ltd.), 25 March 1994 (25.03.1994), paragraphs [0007] to [0017]; fig. 1 to 9 (Family: none) | 1-9 |
| A | JP 5-297942 A (Fujita Corp.), 12 November 1993 (12.11.1993), paragraphs [0017] to [0034]; fig. 1 to 5 (Family: none) | 1-9 |
| A | JP 10-212035 A (Komatsu Ltd.), 11 August 1998 (11.08.1998), entire text; all drawings (Family: none) | 1-9 |
| A | JP 11-293708 A (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.), 26 October 1999 (26.10.1999), entire text; all drawings (Family: none) | 1-9 |
| A | JP 2009-23753 A (Toyo Koken Kabushiki Kaisha), 05 February 2009 (05.02.2009), entire text; all drawings (Family: none) | 1-9 |

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０６６０６０

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, E02F9/20(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, E02F9/20

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 | １９７１－２０１１年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２０１１年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２０１１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 |
|---|---|---|
| Ａ | JP 8-263138 A（株式会社小松製作所）1996.10.11, 全文, 全図 & US 6044312 A & GB 2315137 A & WO 1996/030815 A1 & AU 5014696 A & AU 697723 B & CA 2218731 A | １－９ |
| Ａ | JP 10-181889 A（キャタピラー　インコーポレイテッド）1998.07.07, 【００１３】, 第４図 & US 5925081 A & AU 4608797 A & CA 2220168 A & AU 744512 B & CA 2220168 A1 | １－９ |

☑　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 | 国際調査報告の発送日 |
|---|---|
| ０３．０８．２０１１ | １６．０８．２０１１ |

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｕ　４４８０
青山　純

電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３２４

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 |
|---|---|---|
| Ａ | JP 6-83443 A（株式会社小松製作所）1994.03.25，【０００７】－【００１７】，第１－９図（ファミリーなし） | １－９ |
| Ａ | JP 5-297942 A（株式会社フジタ）1993.11.12，【００１７】－【００３４】，第１－５図（ファミリーなし） | １－９ |
| Ａ | JP 10-212035 A（株式会社小松製作所）1998.08.11，全文，全図（ファミリーなし） | １－９ |
| Ａ | JP 11-293708 A（日立建機株式会社）1999.10.26，全文，全図（ファミリーなし） | １－９ |
| Ａ | JP 2009-23753 A（トーヨーコーケン株式会社）2009.02.05，全文，全図（ファミリーなし） | １－９ |