

(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
2017年9月28日(28.09.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/163790 A1

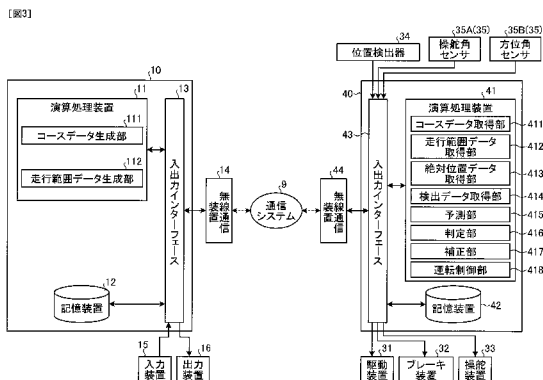
- (51) 国際特許分類:
G05D 1/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/008018
- (22) 国際出願日: 2017年2月28日(28.02.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社小松製作所 (KOMATSU LTD.)
[JP/JP]; 〒1078414 東京都港区赤坂2-3-6
Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 荻原 正紀 (OGIHARA, Masanori); 〒1078414 東京都港区赤坂2-3-6 株式会社小松製作所内 Tokyo (JP). 山村 龍 (YAMAMURA, Ryuu); 〒1078414 東京都港区赤坂2-3-6 株式会社小松製作所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング Tokyo (JP).

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

[続葉有]

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

(54) 発明の名称: 作業車両の制御装置、作業車両、及び作業車両の制御方法



- 9... COMMUNICATION SYSTEM
11, 41... PROCESSING DEVICE
12, 42... STORAGE DEVICE
13, 43... INPUT/OUTPUT INTERFACE
14, 44... WIRELESS COMMUNICATION DEVICE
15... INPUT DEVICE
16... OUTPUT DEVICE
31... DRIVE DEVICE
32... BRAKE DEVICE
33... STEERING DEVICE
34... POSITION DETECTOR
35A... STEERING ANGLE SENSOR
35B... BEARING ANGLE SENSOR
111... COURSE DATA GENERATION UNIT
112... TRAVEL RANGE DATA GENERATION UNIT
411... COURSE DATA ACQUISITION UNIT
412... TRAVEL RANGE DATA ACQUISITION UNIT
413... ABSOLUTE POSITION DATA ACQUISITION UNIT
414... DETECTION DATA ACQUISITION UNIT
415... PREDICTION UNIT
416... DETERMINATION UNIT
417... CORRECTION UNIT
418... DRIVING CONTROL UNIT

(57) Abstract: This work vehicle control device is equipped with: a course data acquisition unit for acquiring course data indicating travel conditions for a work vehicle, including a travel route; a travel range data acquisition unit for acquiring travel range data indicating a travel range for the work vehicle that is defined by a preset travel width on the basis of the travel route; a detection data acquisition unit for acquiring detection data from a detection device detecting the travel direction of the work vehicle; a prediction unit for predicting, on the basis of the detection data, a prescribed position distant from the current position of the work vehicle traveling in accordance with the course data; a determination unit for determining whether or not the prescribed position is located within the travel range; and a driving control unit for stopping the travel of the work vehicle when the prescribed position is determined as not being located within the travel range.

(57) 要約: 作業車両の制御装置は、走行経路を含む作業車両の走行条件を示すコースデータを取得するコースデータ取得部と、走行経路を基準とする予め設定された走行幅で規定される作業車両の走行範囲を示す走行範囲データを取得する走行範囲データ取得部と、作業車両の走行方向を検出した検出装置の検出データを取得する検出データ取得部と、コースデータに従って走行する作業車両の現在位置から離れた規定位置を検出データに基づいて予測する予測部と、規定位置が走行範囲内に存在するか否かを判定する判定部と、規定位置が走行範囲内に存在しないと判定されたときに作業車両の走行を停止させる運転制御部と、を備える。



添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正を受理した際には再公開される。（規則 48.2(h)）

— 出願人の請求に基づく第 21 条(2)(a)による期間経過前の公開。

明 細 書

発明の名称：

作業車両の制御装置、作業車両、及び作業車両の制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、作業車両の制御装置、作業車両、及び作業車両の制御方法に関する。

背景技術

[0002] 鉱山のような広域の作業現場においては、無人で走行する作業車両が運搬作業に使用される。作業車両は、積込場において積込機により積荷を積載された後、搬送路を走行して排土場まで移動し、排土場において積荷を排出する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-113429号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 走行する作業車両とその作業車両の周辺に存在する障害物とが接触してしまうと、作業現場の生産性が低下する可能性がある。

[0005] 本発明の態様は、作業現場の生産性の低下を抑制することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の第1の態様に従えば、走行経路を含む作業車両の走行条件を示すコースデータを取得するコースデータ取得部と、前記走行経路を基準とする予め設定された走行幅で規定される前記作業車両の走行範囲を示す走行範囲データを取得する走行範囲データ取得部と、前記作業車両の走行方向を検出した検出装置の検出データを取得する検出データ取得部と、前記コースデータに従って走行する前記作業車両の現在位置から離れた規定位置を前記検出

データに基づいて予測する予測部と、前記規定位置が前記走行範囲内に存在するか否かを判定する判定部と、前記規定位置が前記走行範囲内に存在しないと判定されたときに前記作業車両の走行を停止させる運転制御部と、を備える作業車両の制御装置が提供される。

発明の効果

[0007] 本発明の態様によれば、作業現場の生産性の低下を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、本実施形態に係る作業車両の管理システムの一例を模式的に示す図である。

[図2]図2は、本実施形態に係るダンプトラックを後方から見た斜視図である。

[図3]図3は、本実施形態に係る管理装置及び制御装置の一例を示す機能ブロック図である。

[図4]図4は、本実施形態に係るコースデータ及び走行範囲データを模式的に示す図である。

[図5]図5は、本実施形態に係る積込場における走行範囲データの一例を模式的に示す図である。

[図6]図6は、本実施形態に係る制御装置の動作を説明するための模式図である。

[図7]図7は、本実施形態に係る制御装置の動作を説明するための模式図である。

[図8]図8は、本実施形態に係る規定位置の予測方法を説明するための模式図である。

[図9]図9は、本実施形態に係る規定位置の予測方法を説明するための模式図である。

[図10]図10は、本実施形態に係る走行幅の補正方法を説明するための模式図である。

[図11]図 1 1 は、本実施形態に係る補正部により補正された後の走行範囲の一例を模式的に示す図である。

[図12]図 1 2 は、本実施形態に係るダンプトラックの制御方法の一例を示すフローチャートである。

[図13]図 1 3 は、本実施形態に係るダンプトラックの制御方法の一例を示すフローチャートである。

[図14]図 1 4 は、本実施形態に係る積込場における走行範囲データの一例を模式的に示す図である。

[図15]図 1 5 は、本実施形態に係る積込場における走行範囲データの一例を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明に係る実施形態について図面を参照しながら説明するが、本発明はこれに限定されない。以下で説明する実施形態の構成要素は適宜組み合わせることができる。また、一部の構成要素を用いない場合もある。

[0010] [管理システム]

本実施形態に係る作業車両 2 の管理システム 1 について説明する。図 1 は、本実施形態に係る作業車両 2 の管理システム 1 の一例を模式的に示す図である。管理システム 1 は、作業車両 2 の運行管理を実施する。本実施形態において、作業車両 2 は、鉱山を走行可能な運搬車両であるダンプトラック 2 である。

[0011] 図 1 に示すように、ダンプトラック 2 は、鉱山の作業場 P A 及び作業場 P A に通じる搬送路 H L の少なくとも一部を走行する。作業場 P A は、積込場 L P A 及び排土場 D P A の少なくとも一方を含む。搬送路 H L は、交差点 I S を含む。ダンプトラック 2 は、搬送路 H L 及び作業場 P A に設定されたコースデータ C D に従って走行する。

[0012] 積込場 L P A は、ダンプトラック 2 に積荷を積載する積込作業が実施されるエリアである。積込場 L P A において、油圧ショベルのような積込機 3 が稼働する。排土場 D P A は、ダンプトラック 2 から積荷が排出される排出作

業が実施されるエリアである。排土場D P Aには、例えば破碎機C Rが設けられる。

[0013] 管理システム1は、管理装置10と、通信システム9とを備える。管理装置10は、コンピュータシステムを含み、鉱山に設けられる管制施設7に設置される。通信システム9は、管理装置10とダンプトラック2との間でデータ通信及び信号通信を実施する。通信システム9は、データ及び信号を中継する中継器6を複数有してもよい。管理装置10とダンプトラック2とは、通信システム9を介して無線通信する。

[0014] 本実施形態において、ダンプトラック2は、運転者の操作によらずに無人で走行する無人ダンプトラックである。ダンプトラック2は、管理装置10からの指令信号に基づいて鉱山を走行する。

[0015] 本実施形態において、ダンプトラック2の位置が、GNSS (Global Navigation Satellite System: 全地球航法衛星システム) を利用して検出される。全地球航法衛星システムは、GPS (Global Positioning System: 全地球測位システム) を含む。GNSSは、複数の測位衛星5を有する。GNSSは、緯度、経度、及び高度の座標データで規定される位置を検出する。GNSSにより検出される位置は、グローバル座標系において規定される絶対位置である。GNSSにより、鉱山におけるダンプトラック2の絶対位置が検出される。

[0016] [ダンプトラック]

次に、本実施形態に係るダンプトラック2について説明する。図2は、本実施形態に係るダンプトラック2を後方から見た斜視図である。図2に示すように、ダンプトラック2は、車体フレーム21と、車体フレーム21に支持されるダンプボディ22と、車体フレーム21を支持して走行する走行装置23と、制御装置40とを備える。

[0017] 走行装置23は、タイヤ24が装着される車輪25を有する。車輪25は、前輪25Fと後輪25Rとを含む。前輪25Fは、操舵装置33により操舵される。後輪25Rは、操舵されない。車輪25は、回転軸AXを中心に

回転する。

[0018] 以下の説明においては、後輪 2 5 R の回転軸 A X と平行な方向を適宜、車幅方向と称し、ダンプトラック 2 の進行方向を適宜、前後方向、と称し、車幅方向及び前後方向のそれぞれと直交する方向を適宜、上下方向、と称する。

[0019] 前後方向の一方が前方であり、前方の逆方向が後方である。車幅方向の一方が右方であり、右方の逆方向が左方である。上下方向の一方が上方であり、上方の逆方向が下方である。前輪 2 5 F は、後輪 2 5 R よりも前方に配置される。前輪 2 5 F は、車幅方向両側に配置される。後輪 2 5 R は、車幅方向両側に配置される。ダンプボディ 2 2 は、車体フレーム 2 1 よりも上方に配置される。

[0020] 車体フレーム 2 1 は、走行装置 2 3 を駆動させるための駆動力を発生する駆動装置 3 1 を支持する。ダンプボディ 2 2 は、積荷が積まれる部材である。

[0021] 走行装置 2 3 は、駆動装置 3 1 で発生した駆動力を後輪 2 5 R に伝達するリアアクスル 2 6 を有する。リアアクスル 2 6 は、後輪 2 5 R を支持する車軸 2 7 を含む。リアアクスル 2 6 は、駆動装置 3 1 で発生した駆動力を後輪 2 5 R に伝達する。後輪 2 5 R は、リアアクスル 2 6 から供給された駆動力により回転軸 A X を中心に回転する。これにより、走行装置 2 3 は走行する。

[0022] ダンプトラック 2 は、前進可能及び後進可能である。前進とは、ダンプトラック 2 の前部 2 F が進行方向を向いている状態で走行することをいう。後進とは、ダンプトラック 2 の後部 2 R が進行方向を向いている状態で走行することをいう。

[0023] 制御装置 4 0 は、ダンプトラック 2 を制御する。制御装置 4 0 は、管理装置 1 0 から送信される指令信号に基づいてダンプトラック 2 を制御することができる。

[0024] [管理装置及び制御装置]

次に、本実施形態に係る管理装置 10 及び制御装置 40 について説明する。図 3 は、本実施形態に係る管理装置 10 及び制御装置 40 の一例を示す機能ブロック図である。管理装置 10 は、管制施設 7 に設置される。制御装置 40 は、ダンプトラック 2 に搭載される。管理装置 10 と制御装置 40 とは、通信システム 9 を介して無線通信する。

[0025] 管理装置 10 は、コンピュータシステムを含む。管理装置 10 は、CPU (Central Processing Unit) のようなプロセッサを含む演算処理装置 11 と、ROM (Read Only Memory) 又は RAM (Random Access Memory) のようなメモリ及びストレージを含む記憶装置 12 と、入出力インターフェース 13 とを有する。

[0026] 管理装置 10 は、無線通信装置 14 と接続される。無線通信装置 14 は、管制施設 7 に配置される。管理装置 10 は、無線通信装置 14 及び通信システム 9 を介して、ダンプトラック 2 と通信する。

[0027] 管理装置 10 は、入力装置 15 及び出力装置 16 と接続される。入力装置 15 及び出力装置 16 は、管制施設 7 に設置される。入力装置 15 は、例えばコンピュータ用のキーボード、マウス、及びタッチパネルの少なくとも 1 つを含む。入力装置 15 が操作されることにより生成された入力データは、管理装置 10 に出力される。出力装置 16 は、表示装置を含む。表示装置は、液晶ディスプレイ (Liquid Crystal Display: LCD) 又は有機 EL ディスプレイ (Organic Electroluminescence Display: OLED) のようなフラットパネルディスプレイを含む。出力装置 16 は、管理装置 10 から出力される表示データに基づいて作動する。なお、出力装置 16 は、例えば印刷装置でもよい。

[0028] 演算処理装置 11 は、コースデータ生成部 111 と、走行範囲データ生成部 112 とを有する。

[0029] コースデータ生成部 111 は、鉱山を走行するダンプトラック 2 の走行条件を示すコースデータ CD を生成する。ダンプトラック 2 の走行条件は、ダンプトラック 2 の走行経路 RP、走行速度 V、加速度、減速度、及び走行方

向の少なくとも1つを含む。また、ダンプトラック2の走行条件は、ダンプトラック2の停車位置及び発車位置の少なくとも一方を含む。

[0030] 走行範囲データ生成部112は、ダンプトラック2の走行経路RPを基準とする予め設定された走行幅Wで規定されるダンプトラック2の走行範囲TMを示す走行範囲データADを生成する。走行経路RPは、線状に設定される。走行範囲TMは、走行経路RPを含むように走行経路RPに沿って帯状に設定される。

[0031] 入出力インターフェース13は、コースデータ生成部111で生成されたコースデータCDをダンプトラック2に出力する。また、入出力インターフェース13は、走行範囲データ生成部112で生成された走行範囲データADをダンプトラック2に出力する。入出力インターフェース13は、コースデータCD及び走行範囲データADをダンプトラック2に出力する出力部として機能する。演算処理装置11で生成されたコースデータCD及び走行範囲データADは、入出力インターフェース13及び通信システム9を介してダンプトラック2に出力される。

[0032] 制御装置40は、コンピュータシステムを含む。制御装置40は、CPU (Central Processing Unit) のようなプロセッサを含む演算処理装置41と、ROM (Read Only Memory) 又はRAM (Random Access Memory) のようなメモリ及びストレージを含む記憶装置42と、入出力インターフェース43とを有する。

[0033] 制御装置40は、無線通信装置44と接続される。無線通信装置44は、ダンプトラック2に配置される。制御装置40は、無線通信装置44及び通信システム9を介して、管理装置10と通信する。

[0034] 制御装置40は、駆動装置31、ブレーキ装置32、及び操舵装置33と接続される。また、制御装置40は、位置検出器34、及び検出装置35と接続される。駆動装置31、ブレーキ装置32、及び操舵装置33、位置検出器34、及び検出装置35は、ダンプトラック2に搭載される。

[0035] 駆動装置31は、ダンプトラック2の走行装置23を駆動するために作動

する。駆動装置 3 1 は、走行装置 2 3 を駆動させるための駆動力を発生する。駆動装置 3 1 は、後輪 2 5 R を回転させるための駆動力を発生する。駆動装置 3 1 は、例えばディーゼルエンジンのような内燃機関を含む。なお、駆動装置 3 1 が、内燃機関の作動により電力を発生する発電機と、発電機で発生した電力に基づいて作動する電動モータとを含んでもよい。

[0036] ブレーキ装置 3 2 は、走行装置 2 3 を制動するために作動する。ブレーキ装置 3 2 の作動により、走行装置 2 3 の走行が減速したり停止したりする。

[0037] 操舵装置 3 3 は、ダンプトラック 2 の走行装置 2 3 を操舵するために作動する。ダンプトラック 2 は、操舵装置 3 3 により操舵される。操舵装置 3 3 は、前輪 2 5 F を操舵する。

[0038] 位置検出器 3 4 は、ダンプトラック 2 の絶対位置を検出する。位置検出器 3 4 は、測位衛星 5 からの GPS 信号を受信する GPS アンテナと、GPS アンテナで受信された GPS 信号に基づいてダンプトラック 2 の絶対位置を算出する GPS 演算器とを含む。

[0039] 検出装置 3 5 は、ダンプトラック 2 の走行方向を検出する。検出装置 3 5 は、操舵装置 3 3 によるダンプトラック 2 の操舵角を検出する操舵角センサ 3 5 A と、ダンプトラック 2 の方位角を検出する方位角センサ 3 5 B とを含む。操舵角センサ 3 5 A は、例えば操舵装置 3 3 に設けられたロータリーエンコーダを含む。方位角センサ 3 5 B は、例えば車体フレーム 2 1 に設けられたジャイロセンサを含む。

[0040] 演算処理装置 4 1 は、コースデータ取得部 4 1 1 と、走行範囲データ取得部 4 1 2 と、絶対位置データ取得部 4 1 3 と、検出データ取得部 4 1 4 と、予測部 4 1 5 と、判定部 4 1 6 と、補正部 4 1 7 と、運転制御部 4 1 8 とを有する。

[0041] コースデータ取得部 4 1 1 は、管理装置 1 0 のコースデータ生成部 1 1 1 で生成されたコースデータ CD を取得する。

[0042] 走行範囲データ取得部 4 1 2 は、管理装置 1 0 の走行範囲データ生成部 1 1 2 で生成された走行範囲データ AD を取得する。

- [0043] 絶対位置データ取得部413は、ダンプロック2の絶対位置を示す絶対位置データを位置検出器34から取得する。本実施形態において、位置検出器34は、ダンプロック2に設けられているGPSアンテナの絶対位置を検出する。絶対位置データ取得部413は、位置検出器34で検出されたGPSアンテナの絶対位置に基づいて、ダンプロック2の特定部位APの絶対位置を示す絶対位置データを算出する。本実施形態において、ダンプロック2の特定部位APは、車幅方向における車軸27の中心部位である。
- [0044] GPSアンテナと特定部位APとの相対位置は、例えばダンプロック2の設計データ又は諸元データから導出可能な既知データであり、記憶装置42に記憶されている。絶対位置データ取得部413は、位置検出器34で検出されたGPSアンテナの絶対位置と、記憶装置42に記憶されているGPSアンテナと特定部位APとの相対位置とに基づいて、ダンプロック2の特定部位APの絶対位置を示す絶対位置データを算出することができる。
- [0045] 検出データ取得部414は、ダンプロック2の走行方向を検出した検出装置35の検出データを検出装置35から取得する。検出データは、操舵角センサ35Aで検出された操舵角データ、及び方位角センサ35Bで検出された方位角データを含む。検出データ取得部414は、操舵角データを操舵角センサ35Aから取得し、方位角データを方位角センサ35Bから取得する。
- [0046] 予測部415は、コースデータCDに従って走行するダンプロック2の現在位置NPから離れた規定位置FPを検出データに基づいて予測する。ダンプロック2の規定位置FPとは、検出データを取得時点のダンプロック2の現在位置NPからダンプロック2が規定距離L走行後のダンプロック2の位置をいう。本実施形態において、規定距離Lは、例えば3[m]である。予測部415は、ダンプロック2が現在位置NPに存在するときに取得された検出データに基づいて、現在位置NPから3[m]走行後のダンプロック2の規定位置FPを予測する。
- [0047] 判定部416は、ダンプロック2の規定位置FPが走行範囲TM内に存

在するか否かを判定する。すなわち、判定部 4 1 6 は、予測部 4 1 5 で予測されたダンプロック 2 の規定位置 F P が、走行範囲データ取得部 4 1 2 で取得された走行範囲データ A D で規定される走行範囲 T M 内に存在するか否かを判定する。

[0048] 補正部 4 1 7 は、検出データ取得部 4 1 4 で取得された方位角データに基づいて、走行範囲データ A D で規定される走行幅 W を補正する。

[0049] 運転制御部 4 1 8 は、コースデータ取得部 4 1 1 で取得されたコースデータ C D に基づいて、ダンプロック 2 の駆動装置 3 1、ブレーキ装置 3 2、及び操舵装置 3 3 の少なくとも 1 つを制御する運転制御信号を出力する。運転制御信号は、駆動装置 3 1 に出力されるアクセル信号、ブレーキ装置 3 2 に出力されるブレーキ指令信号、及び操舵装置 3 3 に出力されるステアリング指令信号を含む。

[0050] 運転制御部 4 1 8 は、予測部 4 1 5 で予測されたダンプロック 2 の規定位置 F P が走行範囲 T M 内に存在しないと判定されたときにダンプロック 2 の走行を停止させる。

[0051] [コースデータ及び走行範囲データ]

次に、本実施形態に係るコースデータ C D 及び走行範囲データ A D について説明する。図 4 は、本実施形態に係るコースデータ C D 及び走行範囲データ A D を模式的に示す図である。

[0052] コースデータ C D は、ダンプロック 2 の走行条件を規定する。ダンプロック 2 の走行条件は、ダンプロック 2 の走行経路 R P、走行速度 V、加速度、減速度、及び走行方向の少なくとも 1 つを含む。

[0053] 図 4 に示すように、コースデータ C D は、一定の間隔 G で設定される複数のコース点 P I の集合体を含む。複数のコース点 P I のそれぞれは、ダンプロック 2 の絶対位置データと、コース点 P I が設定された位置におけるダンプロック 2 の走行速度データと、コース点 P I が設定された位置におけるダンプロック 2 の走行方向データとを含む。

[0054] 複数のコース点 P I を通過する軌跡によって、ダンプロック 2 の走行経

路 R P が規定される。走行経路 R P は、線状に設定される。走行速度データに基づいて、そのコース点 P I が設定された位置におけるダンプトラック 2 の走行速度 V が規定される。走行方向データに基づいて、そのコース点 P I が設定された位置におけるダンプトラック 2 の走行方向が規定される。コース点 P I によって規定される走行経路 R P は、目標走行経路である。コース点 P I によって規定されるダンプトラック 2 の走行速度 V は、目標走行速度である。コース点 P I によって規定されるダンプトラック 2 の走行方向は、目標走行方向である。

[0055] ダンプトラック 2 は、コースデータ C D に従って鉱山を走行する。ダンプトラック 2 は、ダンプトラック 2 の特定部位 A P が走行経路 R P に沿って移動するように、鉱山を走行する。本実施形態において、ダンプトラック 2 の特定部位 A P は、車幅方向における車軸 2 7 の中心部位である。

[0056] 走行範囲データ A D は、ダンプトラック 2 の走行経路 R P を基準とする予め設定された走行幅 W で規定されるダンプトラック 2 の走行範囲 T M を規定する。

[0057] 図 4 に示すように、走行範囲 T M は、走行経路 R P を含み、走行経路 R P に沿って帯状に設定される。走行範囲 T M の幅方向において、走行経路 R P は、走行範囲 T M の中心に規定される。すなわち、走行範囲 T M の幅方向において、走行経路 R P と走行範囲 T M の一方の端部 E r との距離 W r と、走行経路 R P と走行範囲 T M の他方の端部 E l との距離 W l とは、実質的に等しい。なお、走行範囲 T M の幅方向において、走行経路 R P は、走行範囲 T M の中心から外れた位置に規定されてもよい。

[0058] 運転制御部 4 1 8 は、位置検出器 3 4 で検出された絶対位置データに基づいて、ダンプトラック 2 の特定部位 A P と走行経路 R P とが一致した状態で走行するように、走行装置 2 3 を制御する。

[0059] また、運転制御部 4 1 8 は、位置検出器 3 4 で検出された絶対位置データに基づいて、ダンプトラック 2 の特定部位 A P が走行経路 R P から外れて走行範囲 T M の外側に移動したと判定したとき、ダンプトラック 2 の走行を停

止させる。

[0060] 以下の説明においては、ダンプトラック 2 の特定部位 A P が走行範囲 T M の外側に移動した状態を適宜、コースアウト、と称する。

[0061] ダンプトラック 2 は、鉱山の荒れた路面を走行する。本実施形態においては、特定部位 A P が走行経路 R P から外れても、ダンプトラック 2 の走行を許容する走行範囲 T M が設定される。特定部位 A P が走行経路 R P から外れても走行範囲 T M に配置されているとき、運転制御部 4 1 8 は、ダンプトラック 2 の走行を継続させる。一方、走行経路 R P から外れた特定部位 A P が走行範囲 T M の外側に配置されたとき、ダンプトラック 2 はコースアウトしたと判定される。ダンプトラック 2 がコースアウトしたと判定されたとき、運転制御部 4 1 8 は、ダンプトラック 2 の走行を停止させる。

[0062] 走行範囲データ生成部 1 1 2 は、走行範囲 T M の走行幅 W を調整可能である。鉱山においては、特定部位 A P と走行経路 R P とのずれ量が大きくても許容されるエリアと、特定部位 A P と走行経路 R P とのずれ量を小さくする必要があるエリアとが存在する。換言すれば、鉱山においては、特定部位 A P と走行経路 R P との相対距離が大きくても許容されるエリアと、特定部位 A P と走行経路 R P との相対距離を小さくする必要があるエリアとが存在する。走行範囲データ生成部 1 1 2 は、鉱山のエリアに基づいて走行幅 W を調整する。走行範囲データ生成部 1 1 2 は、特定部位 A P と走行経路 R P とのずれ量が大きくても許容されるエリアにおいては、大きい走行幅 W を設定し、特定部位 A P と走行経路 R P とのずれ量を小さくする必要があるエリアにおいては、小さい走行幅 W を設定する。

[0063] 走行範囲データ生成部 1 1 2 は、例えば走行するダンプトラック 2 の周辺に存在する障害物に基づいて、走行幅 W を設定する。コースデータ生成部 1 1 1 は、走行許容幅 W に基づいて、ダンプトラック 2 の走行速度 V を設定する。

[0064] 例えば、走行経路 R P に従って走行するダンプトラック 2 の周辺に障害物が存在しないエリアの場合、走行幅 W を大きくしても、ダンプトラック 2 と

障害物とが接触する可能性は低い。そのため、ダンプトラック 2 の周辺に障害物が存在しないエリアの場合、走行範囲データ生成部 112 は、大きい走行幅 W を設定する。ダンプトラック 2 と障害物との接触の可能性が低く、大きい走行範囲 W が設定された走行範囲 T M においては、コースデータ生成部 111 は、ダンプトラック 2 の走行速度 V を高める。ダンプトラック 2 の走行速度 V が高い場合、特定部位 A P と走行経路 R P とのずれ量が大きくなる可能性が高いものの、走行幅 W が大きいので、コースアウトと判定される頻度は低減される。ダンプトラック 2 の走行速度 V を高めてもコースアウトと判定される頻度が低減されるため、鉱山の生産性の低下が抑制される。

[0065] 一方、走行経路 R P に従って走行するダンプトラック 2 の周辺に障害物が存在するエリアの場合、走行幅 W を大きくしてしまうと、ダンプトラック 2 と障害物とが接触する可能性が高くなる。そのため、ダンプトラック 2 の周辺に障害物が存在するエリアの場合、走行範囲データ生成部 112 は、小さい走行幅 W を設定する。ダンプトラック 2 の走行速度 V が高い場合、特定部位 A P と走行経路 R P とのずれ量が大きくなる可能性が高い。そのため、走行幅 W が小さい場合、ダンプトラック 2 の走行速度 V を高くすると、コースアウトと判定される頻度が高くなり、鉱山の生産性が低下する。したがって、ダンプトラック 2 と障害物との接触を抑制するために小さい走行範囲 W が設定された走行範囲 T M においては、コースデータ生成部 111 は、ダンプトラック 2 の走行速度 V を低くする。

[0066] [積込場における走行範囲データ]

次に、本実施形態に係る積込場 L P A における走行範囲データ A D について説明する。図 5 は、本実施形態に係る積込場 L P A における走行範囲データ A D の一例を模式的に示す図である。

[0067] 積込場 L P A において、ダンプトラック 2 は、スイッチバックして積込機 3 に接近する。スイッチバックとは、前進するダンプトラック 2 が鋭角的に進行方向を転換して後進する動作をいう。図 5 に示す例では、コースデータ C D は、積込場 L P A にスイッチバック点 S B P を規定する。積込場 L P A

に進入したダンプトラック 2 は、スイッチバック点 S B P でスイッチバックして、後進しながら積込機 3 に接近する。

[0068] また、コースデータ C D は、積込場 L P A に積込点 L P P を規定する。積込点 L P P は、積込機 3 がダンプトラック 2 に積荷を積載可能な位置である。ダンプトラック 2 は、後進しながら積込点 L P P に移動する。ダンプトラック 2 が積込点 L P P に配置された後、積込機 3 によってダンプトラック 2 に積荷が積載される。

[0069] 積込場 L P A においても、走行経路 R P を基準として走行範囲 T M が規定される。本実施形態において、積込場 L P A に規定される走行範囲 T M は、第 1 走行幅 W 1 で規定される第 1 走行範囲 T M 1 と、第 1 走行幅 W 1 よりも小さい第 2 走行幅 W 2 で規定される第 2 走行範囲 T M 2 とを含む。

[0070] 図 5 に示すように、第 2 走行範囲 T M 2 は、ダンプトラック 2 に積荷が積載される積込点 L P P を含む。ダンプトラック 2 は、第 1 走行範囲 T M 1 から第 2 走行範囲 T M 2 に走行する。ダンプトラック 2 は、第 1 走行範囲 T M 1 を後進しながら、第 2 走行範囲 T M 2 に設定されている積込点 L P P に接近する。

[0071] 積込機 3 は、第 2 走行範囲 T M 2 の幅方向外側に配置される。第 2 走行範囲 T M 2 は、ダンプトラック 2 に積荷を積載する積込機 3 のサイズに基づいて設定される。

[0072] 積込機 3 は、下部走行体 3 0 1 と、下部走行体 3 0 1 に支持される上部旋回体 3 0 2 と、上部旋回体 3 0 2 に移動可能に支持される作業機 3 0 3 とを有する。作業機 3 0 3 は、ブームとアームとバケットとを含む。積込点 L P P は、作業機 3 0 3 の旋回半径の内側に設定される。第 2 走行幅 W 2 が大きい場合、例えば上部旋回体 3 0 2 に近い第 2 走行範囲 T M 2 の端部 E 1 に特定部位 A P が配置されてしまうと、ダンプトラック 2 と積込機 3 とが接触してしまう可能性が高くなる。第 2 走行幅 W 2 が小さい場合、特定部位 A P が走行経路 R P から僅かに外れた場合でもコースアウトと判定され、ダンプトラック 2 の走行が頻繁に停止してしまい、鉱山の生産性が低下する。本実施

形態においては、積込点L P Pに移動するダンプトラック2が積込機3の上部旋回体3 0 2又は下部走行体3 0 1と接触しないように、且つ、鉱山の生産性が低下しないように、上部旋回体3 0 2及び下部走行体3 0 1のサイズに基づいて、第2走行幅W 2が規定される。特定部位A Pが第2走行範囲T M 2に存在するようにダンプトラック2が走行することにより、ダンプトラック2と積込機3との接触が抑制される。

[0073] 本実施形態において、第2走行範囲T M 2におけるダンプトラック2の走行速度V 2は、第1走行範囲T M 1におけるダンプトラック2の走行速度V 1以下である。積込機3は、ダンプトラック2の障害物とみなすことができる。積込点L P Pから遠い第1走行範囲T M 1においては、第1走行範囲T M 1を走行するダンプトラック2と積込機3とが接触する可能性は低い。そのため、第1走行範囲T M 1におけるダンプトラック2の走行速度V 1を高めることにより、鉱山の生産性の低下が抑制される。また、鉱山の荒れた路面を走行するダンプトラック2の走行速度V 1が高くなると、特定部位A Pと走行経路R Pとのずれ量が大きくなる可能性が高い。第1走行範囲T M 1の第1走行幅W 1は大きいので、ダンプトラック2の走行速度V 1が高くても、特定部位A Pが第1走行範囲T M 1の外側に移動してしまうことが抑制される。これにより、コースアウトと判定される頻度が低減され、ダンプトラック2の走行が頻繁に停止されることが抑制される。したがって、鉱山の生産性の低下が抑制される。

[0074] 一方、積込点L P Pを含む第2走行範囲T M 2においては、第2走行範囲T M 2を走行するダンプトラック2と積込機3とが接触する可能性が高い。そのため、走行範囲データ生成部1 1 2は、第2走行範囲T M 2の第2走行幅W 2を小さくする。これにより、ダンプトラック2と積込機3とが接触する可能性が抑制される。第2走行範囲T M 2の第2走行幅W 2が小さいので、第2走行範囲T M 2においてダンプトラック2が走行速度V 1で後進すると、特定部位A Pが第2走行範囲T M 2の外側にコースアウトしてしまう可能性が高くなる。その結果、コースアウトと判定される頻度が高くなり、ダ

ンプトラック 2 の走行が頻繁に停止され、鉱山の生産性が低下する。小さい第 2 走行幅 W_2 で規定される第 2 走行範囲 TM_2 においては、ダンプトラック 2 の走行速度 V_2 を走行速度 V_1 よりも低減することにより、コースアウトと判定される頻度が低減され、ダンプトラック 2 の走行が頻繁に停止されることが抑制される。したがって、鉱山の生産性の低下が抑制される。

[0075] [規定位置の予測]

次に、本実施形態に係る制御装置 40 の動作の一例について説明する。図 6 及び図 7 は、本実施形態に係る制御装置 40 の動作を説明するための模式図である。

[0076] 本実施形態において、予測部 415 は、積込場 LPA においてコースデータ CD に従って走行するダンプトラック 2 の規定位置 FP を、検出装置 35 の検出データに基づいて予測する。本実施形態において、予測部 415 は、積込点 LP に向かって後進するダンプトラック 2 に設定された特定部位 AP の規定位置 FP を予測する。

[0077] 図 6 に示すように、特定部位 AP の規定位置 FP とは、ダンプトラック 2 の走行方向の検出データを検出データ取得部 414 が取得したときの特定部位 AP の現在位置 NP からダンプトラック 2 が規定距離 L だけ走行した後の特定部位 AP の位置をいう。本実施形態において、規定距離 L は 3 [m] である。予測部 415 は、ダンプトラック 2 の特定部位 AP が現在位置 NP を通過したときに取得されたダンプトラック 2 の走行方向の検出データに基づいて、ダンプトラック 2 が 3 [m] だけ走行した後のダンプトラック 2 の特定部位 AP の規定位置 FP を予測する。

[0078] 本実施形態において、コース点 PI の間隔 G は 1 [m] である。図 6 に示すように、予測部 415 は、特定部位 AP が現在位置 NP であるコース点 $PI0$ を通過したときに取得されたダンプトラック 2 の走行方向の検出データに基づいて、3 つ先のコース点 $PI3$ を通過する特定部位 AP の規定位置 FP を予測する。なお、本実施形態において、特定部位 AP がコース点 PI ($PI0$, $PI3$) を通過することは、特定部位 AP とコース点 PI とが完全

に一致することのみならず、ダンプトラック 2 の進行方向における特定部位 A P の絶対位置とコース点 P 1 の絶対位置とが実質的に一致することも含む。

[0079] 予測部 4 1 5 は、ダンプトラック 2 が第 1 走行範囲 T M 1 を走行しているときに取得されたダンプトラック 2 の走行方向の検出データに基づいて、第 2 走行範囲 T M 2 と特定部位 A P の規定位置 F P との相対位置を予測する。

[0080] 判定部 4 1 6 は、予測部 4 1 5 で予測された特定部位 A P の規定位置 F P が第 2 走行範囲 T M 2 内に存在するか否かを判定する。本実施形態において、コース点 P 1 3 は、第 2 走行範囲 T M 2 に規定されている複数のコース点 P 1 のうち、第 1 走行範囲 T M 1 に最も近いコース点 P 1 である。判定部 4 1 6 は、ダンプトラック 2 が第 1 走行範囲 T M 1 を走行しているときに取得された検出データに基づいて予測された特定部位 A P の規定位置 F P が第 2 走行範囲 T M 2 に存在するか否かを判定する。

[0081] 運転制御部 4 1 8 は、ダンプトラック 2 が第 1 走行範囲 T M 1 を走行しているときに取得された検出データに基づいて予測された特定部位 A P の規定位置 F P が第 2 走行範囲 T M 2 に存在しないと判定されたときにダンプトラック 2 の走行を停止させる。

[0082] すなわち、本実施形態において、制御装置 4 0 は、ダンプトラック 2 が第 1 走行範囲 T M 1 を走行しているとき、ダンプトラック 2 の特定部位 A P が将来において第 2 走行範囲 T M 2 をコースアウトするか否かを予測する。

[0083] 第 2 走行範囲 T M 2 の第 2 走行幅 W 2 は、第 1 走行範囲 T M 1 の第 1 走行幅 W 1 よりも小さい。そのため、図 6 に示すように、例えば特定部位 A P が第 1 走行範囲 T M 1 の幅方向の端部 E 1 に位置する状態において、ダンプトラック 2 が真っ直ぐに後進した場合、特定部位 A P の規定位置 F P は、第 2 走行範囲 T M 2 の外側に配置されると予測される。この場合、ダンプトラック 2 は、積込機 3 に接近し、積込機 3 に接触する可能性が高くなる。

[0084] また、図 7 に示すように、例えば特定部位 A P が第 1 走行範囲 T M 1 の幅方向の端部 E r に位置する状態において、ダンプトラック 2 が旋回しながら

後進した場合、特定部位 A P の規定位置 F P は、第 2 走行範囲 T M 2 の外側に配置されると予測される。この場合も、ダンプトラック 2 は、積込機 3 に接近し、積込機 3 に接触する可能性が高くなる。

[0085] 本実施形態においては、ダンプトラック 2 が第 1 走行範囲 T M 1 を走行しているときに、規定位置 F P が第 2 走行範囲 T M 2 に存在するか否かが予測され、規定位置 F P が第 2 走行範囲 T M 2 に存在しないと予測されたときに、特定部位 A P が第 1 走行範囲 T M 1 から出る前に、ダンプトラック 2 の走行が停止される。これにより、ダンプトラック 2 と積込機 3 との接触が未然に防止される。

[0086] 上述のように、本実施形態において、第 2 走行範囲 T M 2 におけるダンプトラック 2 の走行速度 V 2 は、第 1 走行範囲 T M 1 におけるダンプトラック 2 の走行速度 V 1 以下である。そのため、ダンプトラック 2 が第 2 走行範囲 T M 2 に入った後に特定部位 A P が第 2 走行範囲 T M 2 をコースアウトしたと判定された場合、ダンプトラック 2 が低速走行を開始した後にダンプトラック 2 の走行が停止されることとなる。その結果、コースアウトと判定されるまでの時間が長期化し、鉱山の生産性が低下する。

[0087] 本実施形態においては、ダンプトラック 2 が第 2 走行範囲 T M 2 に入る前に特定部位 A P が第 2 走行範囲 T M 2 をコースアウトするか否かが予測される。すなわち、ダンプトラック 2 が低速走行を開始する前に、特定部位 A P が第 2 走行範囲 T M 2 をコースアウトすると予測された場合、ダンプトラック 2 の走行が停止される。特定部位 A P が第 2 走行範囲 T M 2 をコースアウトすると予測された場合、ダンプトラック 2 の走行が早期に停止されるため、鉱山の生産性の低下を抑制することができる。

[0088] [規定位置の予測方法]

次に、本実施形態に係る規定位置 F P の予測方法について説明する。図 8 及び図 9 は、本実施形態に係る規定位置 F P の予測方法を説明するための模式図である。

[0089] 図 8 を参照しながら、現在位置 N P における操舵角 δ から規定距離 L [m

〕だけ後進した後のダンプトラック 2 に設定された特定部位 A P の規定位置 F P の算出方法について説明する。

[0090] ダンプトラックのホイールベースを l [m]、操舵角を δ [rad]、後輪 25 R を支持する車軸 27 の中心部位に規定された特定部位 A P を基準とするダンプトラック 2 の旋回半径を R [m] としたとき、旋回半径 R は、(1) 式に基づいて算出される。

[0091] [数1]

$$R = \frac{l}{\tan \delta} \quad \dots (1)$$

[0092] 規定距離 L だけ後進する区間において操舵角 δ は一定であると仮定すると、ダンプトラック 2 の特定部位 A P の向きの変化量 dh [rad] は、旋回半径 R に対して規定距離 L と同一寸法の弧を張るときの内角と等しい。すなわち、変化量 dh は、(2) 式に基づいて算出される。

[0093] [数2]

$$dh = \xi = \frac{-L}{R} \quad \dots (2)$$

[0094] したがって、ダンプトラック 2 に規定される車体座標系における前後方向を X 軸方向とし、ダンプトラック 2 に規定される車体座標系における車幅方向を Y 軸方向とし、ダンプトラック 2 の前方向を +X 方向とし、ダンプトラック 2 の左方向を +Y 方向としたとき、規定距離 L だけ後進した後の特定部位 A P の規定位置 F P の X 軸方向の変化量 dx [m] 及び Y 軸方向の変化量 dy [m] はそれぞれ、(3) 式及び (4) 式に基づいて算出される。但し、操舵角 δ は左を正の値とする。

[0095] [数3]

$$dx = R \sin \xi = R \sin \frac{-L}{R} \quad \dots (3)$$

[0096]

[数4]

$$dy = R(1 - \cos \xi) = R \left(1 - \cos \frac{-L}{R} \right) \quad \dots (4)$$

[0097] 変化量 dx は、特定部位 A P の現在位置 N P を基準とする規定位置 F P の X 軸方向の座標であり、変化量 dy は、特定部位 A P の現在位置 N P を基準とする規定位置 F P の Y 軸方向の座標である。このように、(3) 式及び (4) 式に基づいて、特定部位 A P が現在位置 N P に存在し、一定の操舵角 δ で規定距離 L [m] だけ後進した後のダンプロック 2 の特定部位 A P の規定位置 F P が予測される。

[0098] 次に、図 9 を参照しながら、図 8 を参照して説明した予測方法により予測された規定位置 F P に対して、車体座標系の X 軸からダンプロック 2 が角度 θ だけ回転したときのダンプロック 2 の特定部位 A P の規定位置 F P の算出方法について説明する。

[0099] 回転後の特定部位 A P の規定位置 F P の X 軸方向の座標を dx_r [m]、Y 軸方向の座標を dy_r [m] としたとき、座標 dy_r は、(5) 式に基づいて算出される。

[0100] [数5]

$$dy_r = R \left(\sin \frac{-L}{R} \sin \theta + \left(1 - \cos \frac{L}{R} \right) \cos \theta \right) \quad \dots (5)$$

[0101] ここで、「 $x \ll 1$ 」のとき、2 次までのテイラー展開の結果より、(6) 式に近似できる。

[0102] [数6]

$$\sin x \sim x, \quad \cos x \sim 1 - \frac{x^2}{2}, \quad \tan x \sim x \quad \dots (6)$$

[0103] 「 $\theta \ll 1$ 」、「 $\delta \ll 1$ 」と仮定し、「 $\cos \theta \sim 1$ 」と近似したとき、座標 dy_r は、(7) 式に基づいて算出される。

[0104]

[数7]

$$dy_r \sim -L\theta + \frac{L^2}{2R} = -L\theta + \frac{L^2}{2\ell} \delta \quad \dots (7)$$

[0105] このように、規定距離Lだけ後進した後の特定部位APの規定位置FPは、角度 θ 及び操舵角 δ の1次式の和として算出可能である。

[0106] [はみ出し量に基づく走行幅の補正]

本実施形態において、補正部417は、方位角 θ に基づいて走行幅Wを補正する。図10は、本実施形態に係る走行幅Wの補正方法を説明するための模式図である。

[0107] 図10に示すように、前輪25Fが操舵されることにより、ダンプロック2は車体座標系のX軸から角度 θ だけ回転する。車体座標系のX軸からダンプロック2が角度 θ だけ回転したとき、ダンプロック2は、回転前の状態からY軸方向にはみ出し量 dy_k だけはみ出す。はみ出し量 dy_k は、(8)式に基づいて算出される。

[0108] [数8]

$$dy_k = \ell(\theta) - \frac{w}{2} \quad \dots (8)$$

[0109] (8)式において、 $\ell(\theta)$ は、特定部位APを中心にダンプロック2を角度 θ だけ回転させたときの特定部位APからダンプロック2がY軸方向に最もはみ出した部分HPまでのY軸方向における距離であり、(9)式に基づいて算出される。

[0110] [数9]

$$\ell(\theta) = R \sin(\eta + \theta) \quad \dots (9)$$

[0111] (8)式において、 η は、回転前のダンプロック2の特定部位APと部分HPとを結ぶ直線とX軸とがなす角度である。ダンプロック2の車幅をw、ダンプロック2の特定部位APと後端部との距離をbとしたとき、角度 η は、(10)式に基づいて算出される。

[数10]

$$\eta = \tan^{-1}\left(\frac{w}{2b}\right) \quad \cdots (10)$$

[0112] また、特定部位 A P と部分 H P との距離を R_k としたとき、距離 R_k は、（
1 1）式に基づいて算出される。

[数11]

$$R_k = \sqrt{b^2 + \left(\frac{w}{2}\right)^2} \quad \cdots (11)$$

[0113] 以上により、はみ出し量 dy_k は、（1 2）式に基づいて算出される。

[0114] [数12]

$$dy_k = \sqrt{b^2 + \left(\frac{w}{2}\right)^2} \sin\left(\tan^{-1}\left(\frac{w}{2b}\right) + \theta\right) - \frac{w}{2} \quad \cdots (12)$$

[0115] 本実施形態において、補正部 4 1 7 は、操舵角 δ に基づいて変化するダン
プトラック 2 の回転量を示す角度 θ と、ダンプトラック 2 の設計データ又は
諸元データから導出可能なダンプトラック 2 の寸法データである距離 b 及び
車幅 w とに基づいて、はみ出し量 dy_k を算出する。補正部 4 1 7 は、算出し
たはみ出し量 dy_k に基づいて、走行幅 W を補正する。

[0116] 図 1 1 は、本実施形態に係る補正部 4 1 7 により補正された後の走行範囲
T M の一例を模式的に示す図である。図 1 1 に示すように、ダンプトラック
2 が操舵されると、操舵角 δ に基づいて、規定位置 F P が変化する。また、
ダンプトラック 2 が操舵され、はみ出し量 dy_k が変化すると、はみ出し量 d
 y_k に基づいて、走行幅 W が変化する。走行範囲データ生成部 1 1 2 は、例え
ば図 5 に示したように、一定の第 1 走行幅 W_1 の第 1 走行範囲 T M 1 を生成
し、一定の第 2 走行幅 W_2 の第 2 走行範囲 T M 2 を生成する。補正部 4 1 7
は、はみ出し量 dy_k に基づいて、走行範囲データ生成部 1 1 2 で生成され走
行範囲データ取得部 4 1 2 で取得された第 1 走行範囲 T M 1 の第 1 走行幅 W
1 を補正する。また、補正部 4 1 7 は、はみ出し量 dy_k に基づいて、走行範

囲データ生成部 112 で生成され走行範囲データ取得部 412 で取得された第 2 走行範囲 TM_2 の第 2 走行幅 W_2 を補正する。本実施形態において、補正部 417 は、走行範囲データ取得部 412 で取得された第 1 走行範囲 TM_1 の第 1 走行幅 W_1 からみ出し量 dy_k を減じる補正を実施する。また、補正部 417 は、走行範囲データ取得部 412 で取得された第 2 走行範囲 TM_2 の第 2 走行幅 W_2 からみ出し量 dy_k を減じる補正を実施する。すなわち、走行範囲データ取得部 412 で取得された第 1 走行幅 W_1 からみ出し量 dy_k を減じた後の第 1 走行幅 W_1 が補正後の第 1 走行幅 W_{1a} である。走行範囲データ取得部 412 で取得された第 2 走行幅 W_2 からみ出し量 dy_k を減じた後の第 2 走行幅 W_2 が補正後の第 2 走行幅 W_{2a} である。

[0117] 運転制御部 418 は、補正部 417 により補正された後の第 1 走行範囲 TM_1 及び第 2 走行範囲 TM_2 に基づいて、ダンプトラック 2 の走行を制御する。補正部 417 により補正された後の第 1 走行範囲 TM_1 及び第 2 走行範囲 TM_2 から特定部位 AP がコースアウトしたと判定されたとき、運転制御部 418 は、ダンプトラック 2 の走行を停止する。また、判定部 416 は、ダンプトラック 2 の特定部位 AP の規定位置 FP が補正部 417 により補正された後の第 2 走行範囲 TM_2 に存在するか否かを判定する。運転制御部 418 は、ダンプトラック 2 の特定部位 AP の規定位置 FP が補正部 417 により補正された後の第 2 走行範囲 TM_2 に存在しないと判定されたときにダンプトラック 2 の走行を停止させる。

[0118] 補正部 417 により走行範囲 TM が補正されることにより、ダンプトラック 2 と積込機 3 との接触が効果的に抑制される。本実施形態においては、特定部位 AP が走行範囲 TM に存在すれば、コースアウトしたとはみなされず、ダンプトラック 2 は後進することができる。しかし、例えばダンプトラック 2 が直進状態で後進せず、僅かに旋回しながら後進したとき、特定部位 AP が走行範囲 TM に存在する場合においても、ダンプトラック 2 の少なくとも一部と積込機 3 との距離が短くなり、ダンプトラック 2 と積込機 3 とが接触する可能性がある。すなわち、ダンプトラック 2 が旋回しながら後進する

と、特定部位 A P が走行範囲 T M に存在する場合においても、図 10 を参照して説明したはみ出し量 $d y_k$ に起因して、ダンプロック 2 と積込機 3 とが接触する可能性が高くなる。本実施形態においては、図 11 を参照して説明したように、補正部 417 は、はみ出し量 $d y_k$ に基づいて、走行幅 W を減じる補正を実施する。これにより、ダンプロック 2 と積込機 3 とが接触する前に、特定部位 A P が走行範囲 T M からコースアウトするため、ダンプロック 2 は早期に停止し、ダンプロック 2 と積込機 3 との接触が抑制される。

[0119] [制御方法]

次に、本実施形態に係るダンプロック 2 の制御方法の一例について説明する。図 12 は、本実施形態に係るダンプロック 2 の制御方法の一例を示すフローチャートである。本実施形態においては、ダンプロック 2 を後進させながら積込点 L P P に接近させるときのダンプロック 2 の制御方法について説明する。

[0120] 管理装置 10 のコースデータ生成部 111 は、走行経路 R P を含むダンプロック 2 の走行条件を示すコースデータ C D を生成する。管理装置 10 の走行範囲データ生成部 112 は、走行経路 R P を基準とする第 1 予め設定された走行幅 W 1 で規定されるダンプロック 2 の第 1 走行範囲 T M 1 及び走行経路 R P を基準とする第 2 走行幅 W 2 で規定されるダンプロック 2 の第 2 走行範囲 T M 2 を示す走行範囲データ A D を生成する。

[0121] 管理装置 10 で生成されたコースデータ C D 及び走行範囲データ A D は、通信システム 9 を介してダンプロック 2 の制御装置 40 に送信される。制御装置 40 のコースデータ取得部 411 は、管理装置 10 から送信されたコースデータ C D を取得する。また、制御装置 40 の走行範囲データ取得部 412 は、管理装置 10 から送信された走行範囲データ A D を取得する（ステップ S 10）。

[0122] コースデータ C D に従って走行するダンプロック 2 の絶対位置が位置検出器 34 によって検出される。ダンプロック 2 の特定部位 A P の絶対位置

を示す絶対位置データは、制御装置40の絶対位置データ取得部413に取得される。

[0123] 運転制御部418は、特定部位APの絶対位置データに基づいて、特定部位APと走行経路RPとが一致しながらダンプロック2が走行するように、操舵装置33をフィードバック制御する。

[0124] また、コースデータCDに従って走行するダンプロック2の走行方向が検出装置35に検出される。ダンプロック2の走行方向を検出した検出装置35の検出データは、制御装置40の検出データ取得部414に取得される（ステップS20）。

[0125] 検出装置35の検出データは、ダンプロック2の操舵角 δ を検出する操舵角センサ35Aの検出データ、及びダンプロック2の方位角 θ を検出する方位角センサ35Bの検出データを含む。運転制御部418は、検出装置35の検出データに基づいて、特定部位APと走行経路RPとが一致しながらダンプロック2が走行するように、操舵装置33をフィードバック制御する。

[0126] 運転制御部418は、特定部位APと走行経路RPとの偏差に基づいて、操舵装置33をフィードバック制御する。フィードバックのゲインをK、現在位置NPから規定距離Lだけ後進した後の特定部位APの規定位置FPのY軸方向の変化量を dy 、ダンプロック2の回転量の変化量を $d\theta$ としたとき、操舵装置33を制御する制御量 δ_{FB} は、(13)式に基づいて算出される。なお、予測部415における予測に使用される規定距離Lと(13)式で使用する規定距離Lとは、同一の値でもよいし異なる値でもよい。

[0127] [数13]

$$\delta_{FB} = -K * (0.001 * dy - L \sin d\theta) \quad \dots (13)$$

[0128] なお、ダンプロック2の走行速度Vの関数を $f(v)$ としたとき、ゲインKは、(14)式で示される。

[0129]

[数14]

$$K = f(v) \quad \dots (14)$$

- [0130] (13)式及び(14)式に基づいてフィードバック制御が実施されることにより、特定部位APと走行経路RPとを精度良く一致させることができる。
- [0131] 予測部415は、コースデータCDに従って走行するダンプロック2に設定された特定部位APの規定位置FPを検出データに基づいて予測する(ステップS30)。
- [0132] 判定部416は、ダンプロック2の絶対位置データに基づいて、積込点LPPに向かって後進するダンプロック2の特定部位APが図6及び図7を参照して説明した規定のコース点PIOを通過したかを判定する(ステップS40)。
- [0133] ステップS40において、後進するダンプロック2の特定部位APが規定のコース点PIOを通過していないと判定されたとき(ステップS40: No)、制御装置40は、ステップS10の処理に戻る。
- [0134] ステップS40において、後進するダンプロック2の特定部位APが規定のコース点PIOを通過したと判定されたとき(ステップS40: Yes)、判定部416は、予測部415で予測された特定部位APの規定位置FPが第2走行範囲TM2に存在するか否かを判定する(ステップS50)。
- [0135] ステップS50において、後進するダンプロック2の特定部位APの規定位置FPが第2走行範囲TM2に存在すると判定されたとき(ステップS50: Yes)、制御装置40は、ステップS10の処理に戻る。すなわち、特定部位APの規定位置FPが第2走行範囲TM2に存在すると判定されたとき、積込点LPPに向かうダンプロック2の後進は継続される。
- [0136] ステップS50において、後進するダンプロック2の特定部位APの規定位置FPが第2走行範囲TM2に存在しないと判定されたとき(ステップS50: No)、運転制御部418は、ダンプロック2の走行を停止させ

る（ステップS 6 0）。これにより、ダンプトラック 2 が積込機 3 に接触することが抑制される。

[0137] 次に、ステップS 6 0において走行が停止されたダンプトラック 2 の走行を再開させるときのダンプトラック 2 の制御方法の一例について説明する。図 1 3 は、本実施形態に係る走行停止後のダンプトラック 2 の走行を再開させるときのダンプトラック 2 の制御方法の一例を示すフローチャートである。

[0138] 後進するダンプトラック 2 の走行が停止されたとき、積込機 3 の運転者は、積込機 3 に設けられている操作装置を操作する。操作装置が操作されることにより、新規コースデータの生成を指令する指令信号及びダンプトラック 2 の走行の再開を指令する指令信号が生成される。操作装置が操作されることにより生成された指令信号は、通信システム 9 を介して管理装置 1 0 に送信される。

[0139] 管理装置 1 0 のコースデータ生成部 1 1 1 は、新規コースデータ C D n を生成する。また、管理装置 1 0 の走行範囲データ生成部 1 1 2 は、新規走行範囲データ A D n を生成する。

[0140] 管理装置 1 0 で生成された新規コースデータ C D n 及び新規走行範囲データ A D n は、通信システム 9 を介してダンプトラック 2 の制御装置 4 0 に送信される。制御装置 4 0 のコースデータ取得部 4 1 1 は、管理装置 1 0 から送信された新規コースデータ C D n を取得する。また、制御装置 4 0 の走行範囲データ取得部 4 1 2 は、管理装置 1 0 から送信された新規走行範囲データ A D n を取得する（ステップS 7 0）。

[0141] ステップS 1 0 で取得されたコースデータ C D と、ステップS 7 0 で取得された新規コースデータ C D n とは、異なる。また、ステップS 1 0 で取得された走行範囲データ A D と、ステップS 7 0 で取得された新規走行範囲データ A D n とは、異なる。新規コースデータ C D n は、コースデータ C D で規定される走行経路 R P とは異なる新規走行経路 R P n を含む。新規走行範囲データ A D n は、走行範囲データ A D で規定される第 2 走行範囲 T M 2 と

は異なる新規第2走行範囲 $TM2n$ を含む。新規第2走行範囲 $TM2n$ は、新規走行経路 RPn を含むように新規走行経路 RPn に沿って帯状に設定される。なお、第2走行範囲 $TM2$ の第2走行幅 $W2$ と、新規第2走行範囲 $TM2n$ の第2走行幅 $W2n$ とは、等しい。

[0142] 運転制御部418は、コースデータ取得部411で取得された新規コースデータ CDn に基づいて、ダンプトラック2の走行を再開させる。

[0143] 新規コースデータ CDn は、ダンプトラック2を前進させた後に後進させる走行条件を含む。運転制御部418は、停止状態のダンプトラック2を一旦前進させる（ステップS90）。

[0144] 運転制御部418は、ダンプトラック2が前進した後、そのダンプトラック2を積込点 LPP に向かって後進させる（ステップS80）。

[0145] 本実施形態において、新規コースデータ CDn で規定されるダンプトラック2を後進させるときの新規走行経路 RPn と、コースデータ CD で規定されるダンプトラック2を後進させるときの走行経路 RP とは、異なる。新規コースデータ CDn においては、ダンプトラック2が積込点 LPP に向かって真っすぐに後進するように、新規走行経路 RPn が規定される。これにより、ダンプトラック2の特定部位 AP の規定位置 FP が新規第2走行範囲 $TM2n$ からコースアウトしてしまうことが抑制され、ダンプトラック2は、積込点 LPP に移動することができる。

[0146] 積込点 LPP にダンプトラック2が移動した後、積込機3によりそのダンプトラック2に積荷を積載する積込作業が実施される。積荷が積載されたダンプトラック2は、積込点 LPP から退去する。

[0147] [効果]

以上説明したように、本実施形態によれば、走行経路 RP を含むダンプトラック2の走行条件を示すコースデータ CD を取得するコースデータ取得部411と、走行経路 RP を基準とする予め設定された走行幅 W で規定されるダンプトラック2の走行範囲 TM を示す走行範囲データ AD を取得する走行範囲データ取得部412と、ダンプトラック2の走行方向を検出した検出装

置 3 5 の検出データを取得する検出データ取得部 4 1 4 と、コースデータ C D に従って走行するダンプトラック 2 の規定位置 F P を検出データに基づいて予測する予測部 4 1 5 と、規定位置 F P が走行範囲 T M 内に存在するか否かを判定する判定部 4 1 6 と、規定位置 F P が走行範囲 T M 内に存在しないと判定されたときにダンプトラック 2 の走行を停止させる運転制御部 4 1 8 とが設けられる。これにより、コースデータ C D に従って走行するダンプトラック 2 の走行範囲 T M の周辺に障害物が存在するとき、ダンプトラック 2 と障害物との接触が抑制される。したがって、作業現場の生産性の低下が抑制される。

[0148] また、本実施形態においては、走行範囲 T M は、第 1 走行幅 W 1 で規定される第 1 走行範囲 T M 1 と、第 1 走行幅 W 1 よりも小さい第 2 走行幅 W 2 で規定される第 2 走行範囲 T M 2 とを含む。ダンプトラック 2 は、第 1 走行範囲 T M 1 から第 2 走行範囲 T M 2 に走行する。運転制御部 4 1 8 は、ダンプトラック 2 が第 1 走行範囲 T M 1 のコース点 P 1 0 を走行しているときに取得された検出データに基づいて予測された規定位置 F P が第 2 走行範囲 T M 2 に存在しないと判定されたときにダンプトラック 2 の走行を停止させる。これにより、第 2 走行範囲 T M 2 の周辺に障害物が存在するとき、ダンプトラック 2 と障害物との接触が抑制される。

[0149] また、本実施形態においては、第 2 走行範囲 T M 2 は、ダンプトラック 2 に積荷が積載される積込点 L P P を含む。これにより、積込点 L P P に向かって走行するダンプトラック 2 と積込機 3 との接触が抑制される。

[0150] また、本実施形態においては、第 2 走行幅 W 2 は、積込機 3 のサイズに基づいて設定される。これにより、ダンプトラック 2 と積込機 3 との接触は効果的に抑制される。また、積込点 L P P に配置されたダンプトラック 2 は、積込機 3 による積込作業を実施するために適正な位置に配置されるため、積込作業は円滑に実施される。

[0151] また、本実施形態においては、コースデータ C D によって規定されるダンプトラック 2 の走行条件は、ダンプトラック 2 の走行速度 V を含む。第 2 走

行範囲 T M 2 におけるダンプロック 2 の走行速度 V 2 は、第 1 走行範囲 T M 1 におけるダンプロック 2 の走行速度 V 1 以下である。積込機 3 から遠い第 1 走行範囲 T M 1 においては、第 1 走行範囲 T M 1 を走行するダンプロック 2 と積込機 3 とが接触する可能性は低い。そのため、第 1 走行範囲 T M 1 におけるダンプロック 2 の走行速度 V 1 を高めることにより、鉱山の生産性の低下が抑制される。また、第 1 走行範囲 T M 1 の第 1 走行幅 W 1 は大きいので、ダンプロック 2 の走行速度 V 1 が高くても、特定部位 A P が第 1 走行範囲 T M 1 の外側に移動してしまう可能性は抑制される。これにより、コースアウトと判定される頻度が低減され、ダンプロック 2 の走行が頻繁に停止されることが抑制される。一方、積込機 3 に近い第 2 走行範囲 T M 2 においては、第 2 走行範囲 T M 2 を走行するダンプロック 2 と積込機 3 とが接触する可能性が高い。そのため、第 2 走行範囲 T M 2 の第 2 走行幅 W 2 を小さくすることにより、ダンプロック 2 の特定部位 A P と走行経路 R P とのずれ量が大きくなった場合には、直ちにコースアウトと判定されてダンプロック 2 の走行が停止されるため、ダンプロック 2 と積込機 3 との接触を未然に防止することができる。また、第 2 走行範囲 T M 2 を走行するダンプロック 2 の走行速度 V 2 を高めてしまうと、特定部位 A P が第 2 走行範囲 T M 2 の外側に移動してしまう可能性が高くなる。その結果、コースアウトと判定される頻度が高くなり、ダンプロック 2 の走行が頻繁に停止され、その結果、鉱山の生産性が低下する。小さい第 2 走行幅 W 2 で規定される第 2 走行範囲 T M 2 においては、ダンプロック 2 の走行速度 V 2 を低減することにより、コースアウトと判定される頻度が低減され、ダンプロック 2 の走行が頻繁に停止されることが抑制される。したがって、鉱山の生産性の低下が抑制される。

[0152] また、本実施形態においては、操舵装置 33 によりダンプロック 2 の前輪 25 F が操舵され、ダンプロック 2 の規定位置 F P として、後進するダンプロック 2 の後輪 25 R を支持する車軸 27 の中心部位に設定された特定部位 A P の規定位置 F P が予測される。これにより、特定部位 A P の予測

における演算処理の負荷が軽減される。

[0153] また、本実施形態においては、図 11 を参照して説明したように、操舵角 δ 及びダンプロック 2 の寸法から算出されるはみ出し量 $d y_k$ に基づいて、走行幅 W が補正される。本実施形態においては、走行範囲データ取得部 412 で取得された走行範囲 $T M$ の走行幅 W からはみ出し量 $d y_k$ を減じる補正が実施される。すなわち、はみ出し量 $d y_k$ が大きい場合、走行幅 W が小さくなる。はみ出し量 $d y_k$ が大きい場合、走行幅 W を小さくして、ダンプロック 2 の走行を制限することにより、ダンプロック 2 と障害物との接触をより効果的に抑制することができる。

[0154] また、本実施形態においては、運転制御部 418 は、後進するダンプロック 2 の規定位置 $F P$ が走行範囲 $T M$ 内に存在しないと判定されたときにダンプロック 2 の走行を停止させ、コースデータ取得部 411 で取得された新規コースデータ $C D_n$ に基づいてダンプロック 2 の走行を再開させる。新規コースデータ $C D_n$ は、ダンプロック 2 を前進させた後に後進させる走行条件を含む。ダンプロック 2 の積込点 $L P P$ への進入が失敗したコースデータ $C D$ は、そのコースデータ $C D$ とは異なる新規コースデータ $C D_n$ に更新される。新規コースデータ $C D_n$ に基づいてダンプロック 2 の走行が制御されることにより、ダンプロック 2 が積込点 $L P P$ に進入する成功率は高まる。

[0155] なお、上述の実施形態においては、走行範囲 $T M$ の端部 E_l 側に積込機 3 が存在することとした。図 14 に示すように、積込機 3 の両側に積込点 $L P P$ が設定される、所謂両側積込み (Double Side Loading) が実施される場合、一方の積込点 $L P P$ を含む走行範囲 $T M$ においては、端部 E_l 側に積込機 3 が存在し、他方の積込点 $L P P$ を含む走行範囲 $T M$ においては、端部 E_r 側に積込機 3 が存在することとなる。一方の積込点 $L P P$ に接近するダンプロック 2 の特定部位 $A P$ が端部 E_l の外側に配置されると予測されるときにダンプロック 2 の走行を停止するとともに、他方の積込点 $L P P$ に接近するダンプロック 2 の特定部位 $A P$ が端部 E_r の外側に配置されると予

測されるときにダンプトラック 2 の走行を停止することにより、両側積込みが実施される場合においても、ダンプトラック 2 と積込機 3 との接触が防止される。

[0156] なお、上述の実施形態においては、管理装置 10 によって生成される第 1 走行範囲 T M 1 の第 1 走行幅 W 1 と第 2 走行範囲 T M 2 の第 2 走行幅 W 2 とはステップ状に変化することとした。図 15 に示すように、管理装置 10 によって生成される第 1 走行範囲 T M 1 と第 2 走行範囲 T M 2 との境界において、第 2 走行幅 W はスロープ状に変化してもよい。

[0157] なお、上述の実施形態においては、ダンプトラック 2 が積込点 L P P に進入するときの規定位置 F P が予測されることとした。ダンプトラック 2 の排出作業が実施される排出点にダンプトラック 2 が進入するときの規定位置 F P が予測されてもよい。排出点を含むように第 2 走行範囲 T M 2 が設定され、ダンプトラック 2 が排出点に向かって第 1 走行範囲 T M 1 を走行しているときに取得された検出データに基づいて予測された規定位置 F P が第 2 走行範囲 T M 2 に存在しないと判定されたときにダンプトラック 2 の走行が停止されてもよい。

[0158] なお、上述の実施形態においては、予測部 415 は、ダンプトラック 2 が現在位置 N P に存在するときを取得された検出データに基づいて、現在位置 N P から規定距離 L だけ走行後のダンプトラック 2 に設定された特定部位 A P の規定位置 F P を予測することとした。ダンプトラック 2 の規定位置 F P は、検出データを取得時点から規定時間経過後のダンプトラック 2 に設定された特定部位 A P の位置でもよい。予測部 415 は、現在時点において取得された検出データに基づいて、現在時点から規定時間経過後の将来時点におけるダンプトラック 2 の規定位置 F P を予測してもよい。

[0159] なお、上述の実施形態において、走行範囲 T M の走行幅 W は、補正部 417 によって補正されなくてもよい。

[0160] なお、上述の実施形態において、規定位置 F P が予測される特定部位 A P は、車軸 27 の中心部位でなくともよく、例えばダンプトラック 2 の前輪 2

5 F を支持する車軸の中心部位でもよいし、ダンプトラック 2 の車体フレーム 2 1 の一部位でもよい。

[0161] なお、上述の実施形態において、第 2 走行範囲 T M 2 におけるダンプトラック 2 の走行速度 V 2 は、第 1 走行範囲 T M 1 におけるダンプトラック 2 の走行速度 V 1 よりも低くてもよい。

[0162] なお、上述の実施形態においては、走行範囲 T M が、走行幅 W が異なる 2 つの走行範囲 T M 1 , T M 2 を含むこととした。走行範囲 T M が、走行幅 W が異なる 3 つ以上の走行範囲 T M を含んでもよい。また、走行範囲 T M の走行幅 W が単一の幅でもよい。

[0163] なお、上述の実施形態においては、ダンプトラック 2 が無人ダンプトラックであることとした。ダンプトラック 2 は、ダンプトラック 2 に搭乗した運転者の操作に従って走行する有人ダンプトラックでもよい。

[0164] なお、上述の実施形態において、制御装置 4 0 の少なくとも一部の構成要素が管理装置 1 0 に設けられてもよい。すなわち、コースデータ取得部 4 1 1、走行範囲データ取得部 4 1 2、絶対位置データ取得部 4 1 3、検出データ取得部 4 1 4、予測部 4 1 5、判定部 4 1 6、補正部 4 1 7、及び運転制御部 4 1 8 の機能の一部又は全部が、管制施設 7 に設けられている管理装置 1 0 に含まれてもよい。例えば、ダンプトラック 2 に設けられている位置検出器 3 4 及び検出装置 3 5 の検出データが、通信システム 9 を介して管理装置 1 0 に送信されることにより、管理装置 1 0 は、上述の実施形態に従って、ダンプトラック 2 の運転を制御する制御信号を生成することができる。管理装置 1 0 で生成された制御信号が通信システム 9 を介してダンプトラック 2 に送信されることにより、ダンプトラック 2 は、上述の実施形態に従って走行することができる。

[0165] なお、上述の実施形態においては、鉱山において用いられる作業車両を例に説明した。上述の実施形態で説明した構成要素は、鉱山とは異なる作業現場で用いられる作業車両に適用されてもよい。また、作業車両は、ダンプトラック 2 でなくてもよく、例えばホイールローダのような積込作業を実施可

能な作業車両でもよい。

符号の説明

[0166] 1…管理システム、2…ダンプトラック（作業車両）、2 F…前部、2 R…後部、3…積込機、5…測位衛星、6…中継器、7…管制施設、9…通信システム、10…管理装置、11…演算処理装置、12…記憶装置、13…入出力インターフェース、14…無線通信装置、15…入力装置、16…出力装置、21…車体フレーム、22…ダンプボディ、23…走行装置、24…タイヤ、25…車輪、25 F…前輪、25 R…後輪、26…リアアクスル、27…車軸、31…駆動装置、32…ブレーキ装置、33…操舵装置、34…位置検出器、35…検出装置、35 A…操舵角センサ、35 B…方位角センサ、40…制御装置、41…演算処理装置、42…記憶装置、43…入出力インターフェース、44…無線装置、111…コースデータ生成部、112…走行範囲データ生成部、301…下部走行体、302…上部旋回体、303…作業機、411…コースデータ取得部、412…走行範囲データ取得部、413…絶対位置データ取得部、414…検出データ取得部、415…予測部、416…判定部、417…補正部、418…運転制御部、A D…走行範囲データ、A P…特定部位、C D…コースデータ、C R…破砕機、D P A…排土場、E r…端部、E l…端部、F P…規定位置、G…間隔、H L…搬送路、I S…交差点、L…規定距離、L P A…積込場、L P P…積込点、P A…作業場、P l…コース点、R P…走行経路、S B P…スイッチバック点、T M…走行範囲、T M 1…第1走行範囲、T M 2…第2走行範囲、W…走行幅、W 1…第1走行幅、W 2…第2走行幅。

請求の範囲

- [請求項1] 走行経路を含む作業車両の走行条件を示すコースデータを取得するコースデータ取得部と、
- 前記走行経路を基準とする予め設定された走行幅で規定される前記作業車両の走行範囲を示す走行範囲データを取得する走行範囲データ取得部と、
- 前記作業車両の走行方向を検出した検出装置の検出データを取得する検出データ取得部と、
- 前記コースデータに従って走行する前記作業車両の現在位置から離れた規定位置を前記検出データに基づいて予測する予測部と、
- 前記規定位置が前記走行範囲内に存在するか否かを判定する判定部と、
- 前記規定位置が前記走行範囲内に存在しないと判定されたときに前記作業車両の走行を停止させる運転制御部と、
- を備える作業車両の制御装置。
- [請求項2] 前記規定位置は、前記検出データを取得時点から前記作業車両が規定距離走行後の前記作業車両に設定された特定部位の位置、及び前記検出データを取得時点から規定時間経過後の前記作業車両に設定された特定部位の位置の少なくとも一方を含む、
- 請求項 1 に記載の作業車両の制御装置。
- [請求項3] 前記走行範囲は、第 1 走行幅で規定される第 1 走行範囲と、前記第 1 走行幅よりも小さい第 2 走行幅で規定される第 2 走行範囲とを含み、
- 前記作業車両は、前記第 1 走行範囲から前記第 2 走行範囲に走行し、
- 前記運転制御部は、前記作業車両が前記第 1 走行範囲を走行しているときに取得された前記検出データに基づいて予測された前記規定位置が前記第 2 走行範囲内に存在しないと判定されたときに前記作業車

両の走行を停止させる、

請求項 1 又は請求項 2 に記載の作業車両の制御装置。

[請求項4] 前記第 2 走行範囲は、前記運搬車両に積荷が積載される積込点を含み、

前記第 2 走行幅は、前記運搬車両に積荷を積載する積込機のサイズに基づいて設定される、

請求項 3 に記載の作業車両の制御装置。

[請求項5] 前記作業車両の走行条件は、前記作業車両の走行速度を含み、

前記第 2 走行範囲における前記作業車両の走行速度は、前記第 1 走行範囲における前記作業車両の走行速度以下である、

請求項 3 又は請求項 4 に記載の作業車両の制御装置。

[請求項6] 前記運転制御部は、後進する前記作業車両の前記規定位置が前記走行範囲に存在しないと判定されたときに前記作業車両の走行を停止させ、前記コースデータ取得部で取得された新規コースデータに基づいて前記作業車両の走行を再開させ、

前記新規コースデータは、前記作業車両を前進させた後に後進させる走行条件を含む、

請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の作業車両の制御装置。

[請求項7] 請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の作業車両の制御装置を備える作業車両。

[請求項8] 走行経路を含む作業車両の走行条件を示すコースデータを生成することと、

前記走行経路を基準とする予め設定された走行幅で規定される前記作業車両の走行範囲を示す走行範囲データを生成することと、

前記作業車両の走行方向を検出した検出装置の検出データを取得することと、

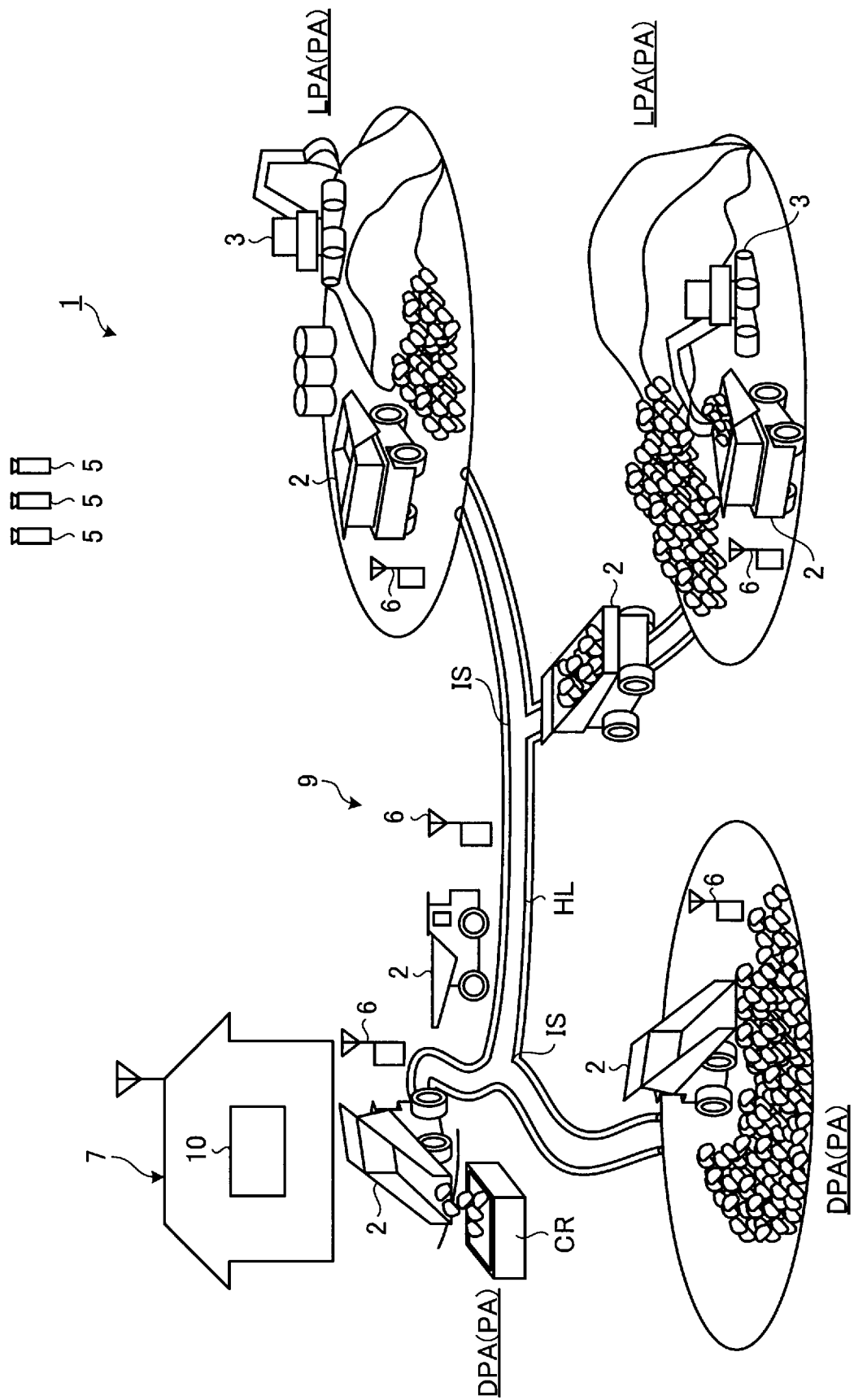
前記コースデータに従って走行する前記作業車両の現在位置から離れた規定位置を前記検出データに基づいて予測することと、

前記規定位置が前記走行範囲内に存在するか否かを判定することと、

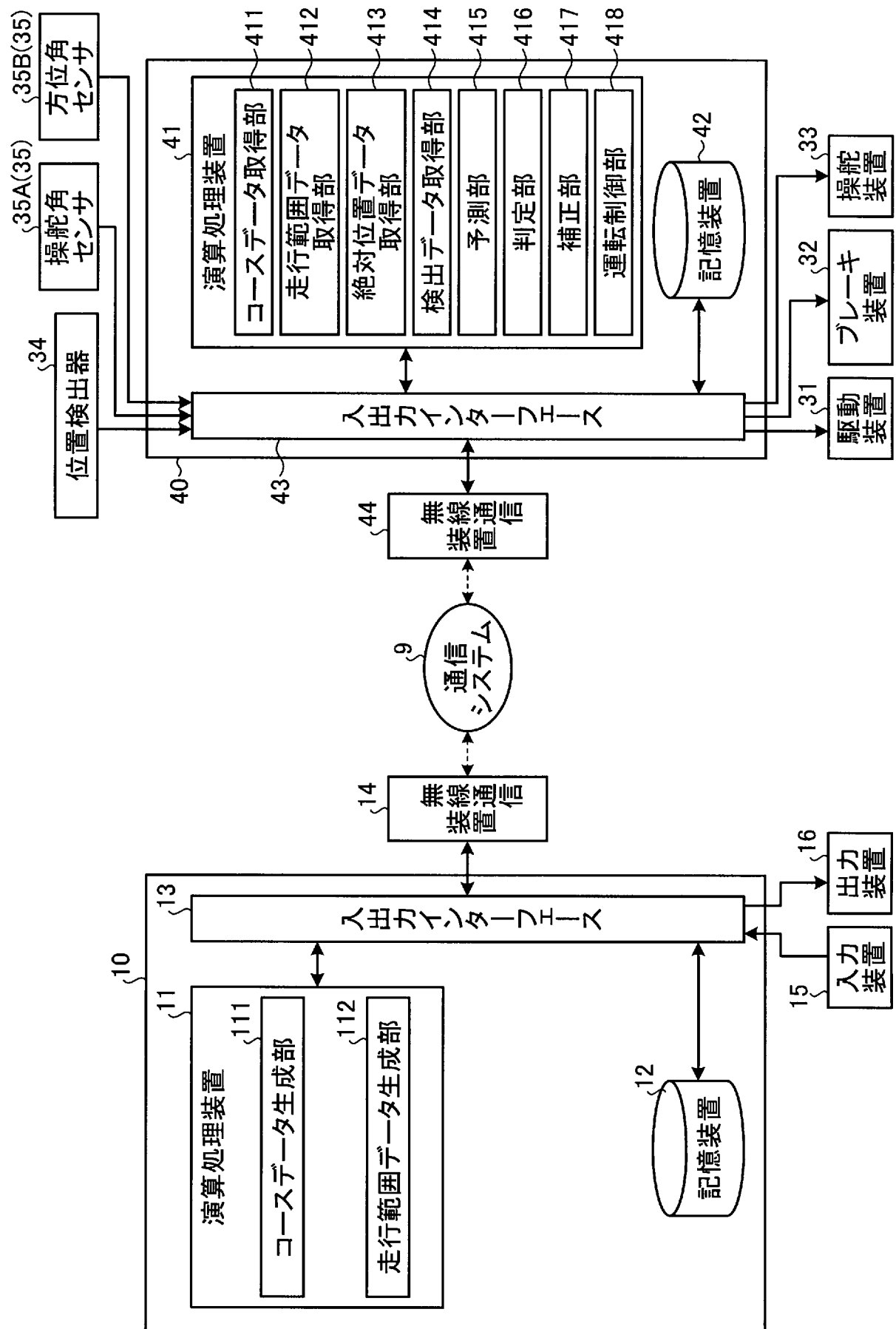
前記規定位置が前記走行範囲内に存在しないと判定されたときに前記作業車両の走行を停止させることと、

を含む作業車両の制御方法。

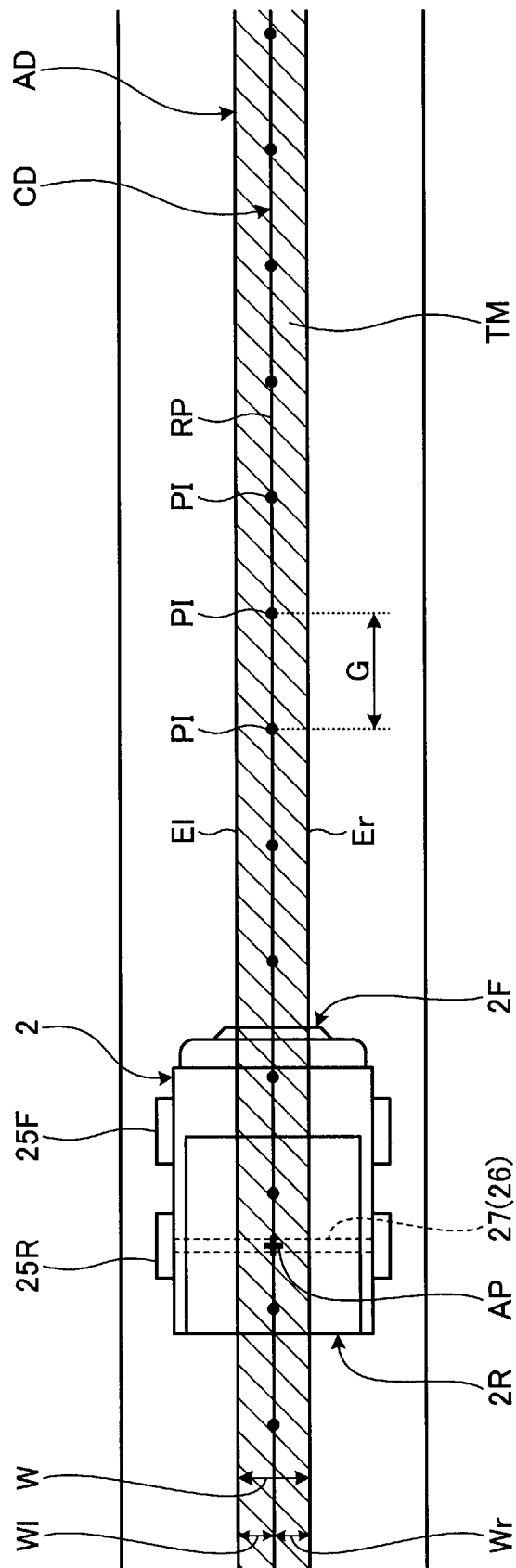
[図1]



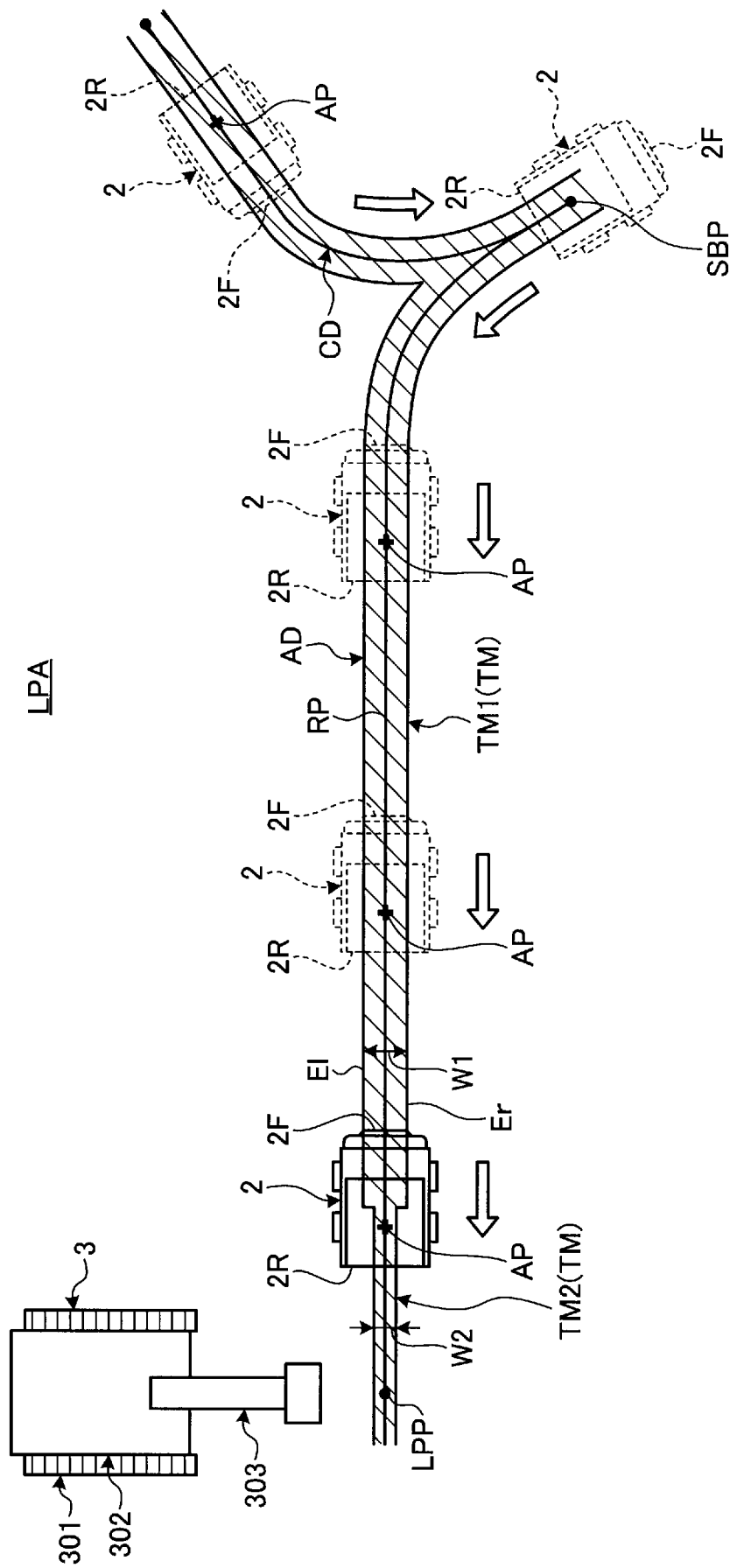
[図3]



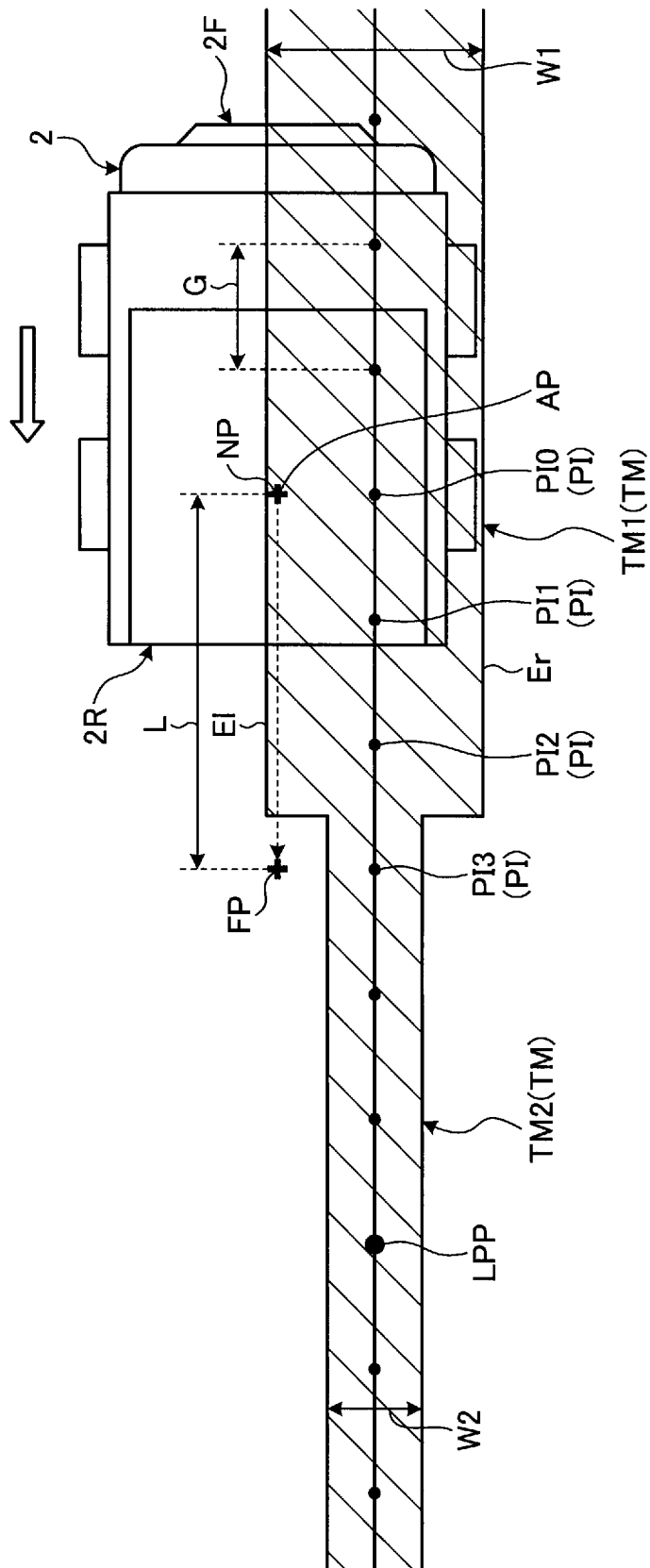
[図4]



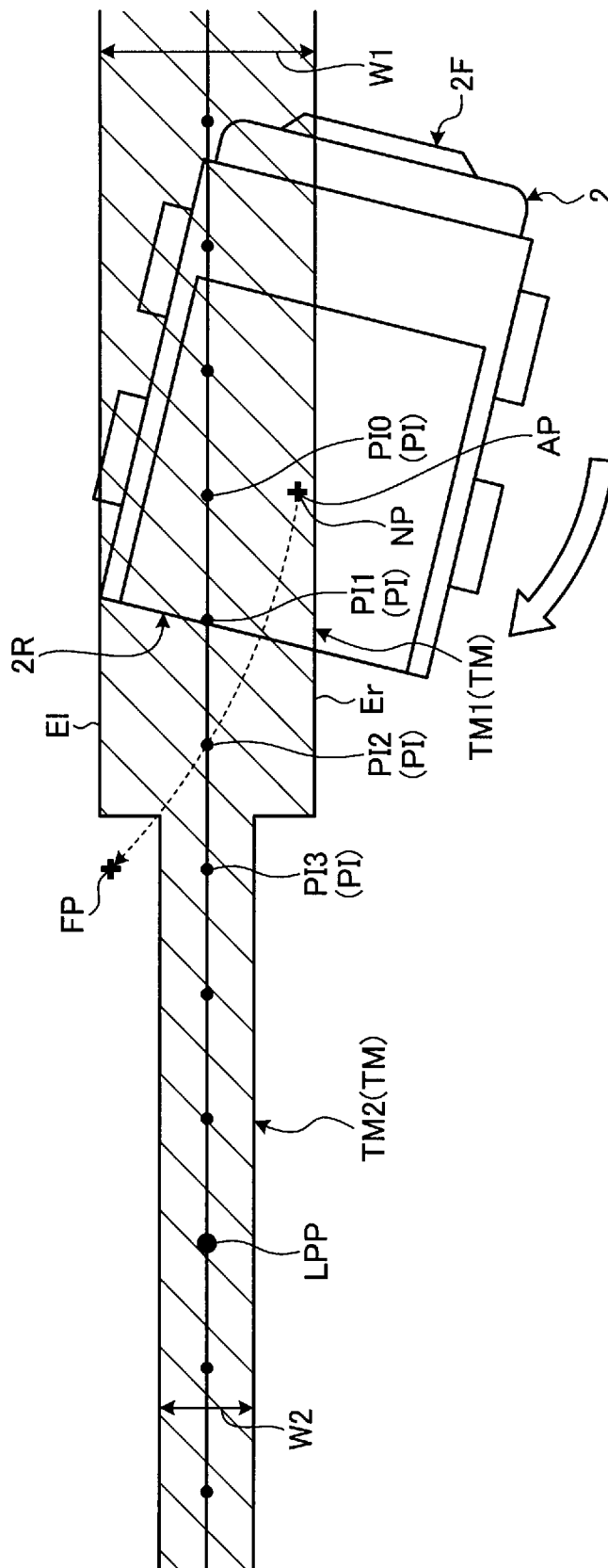
[図5]



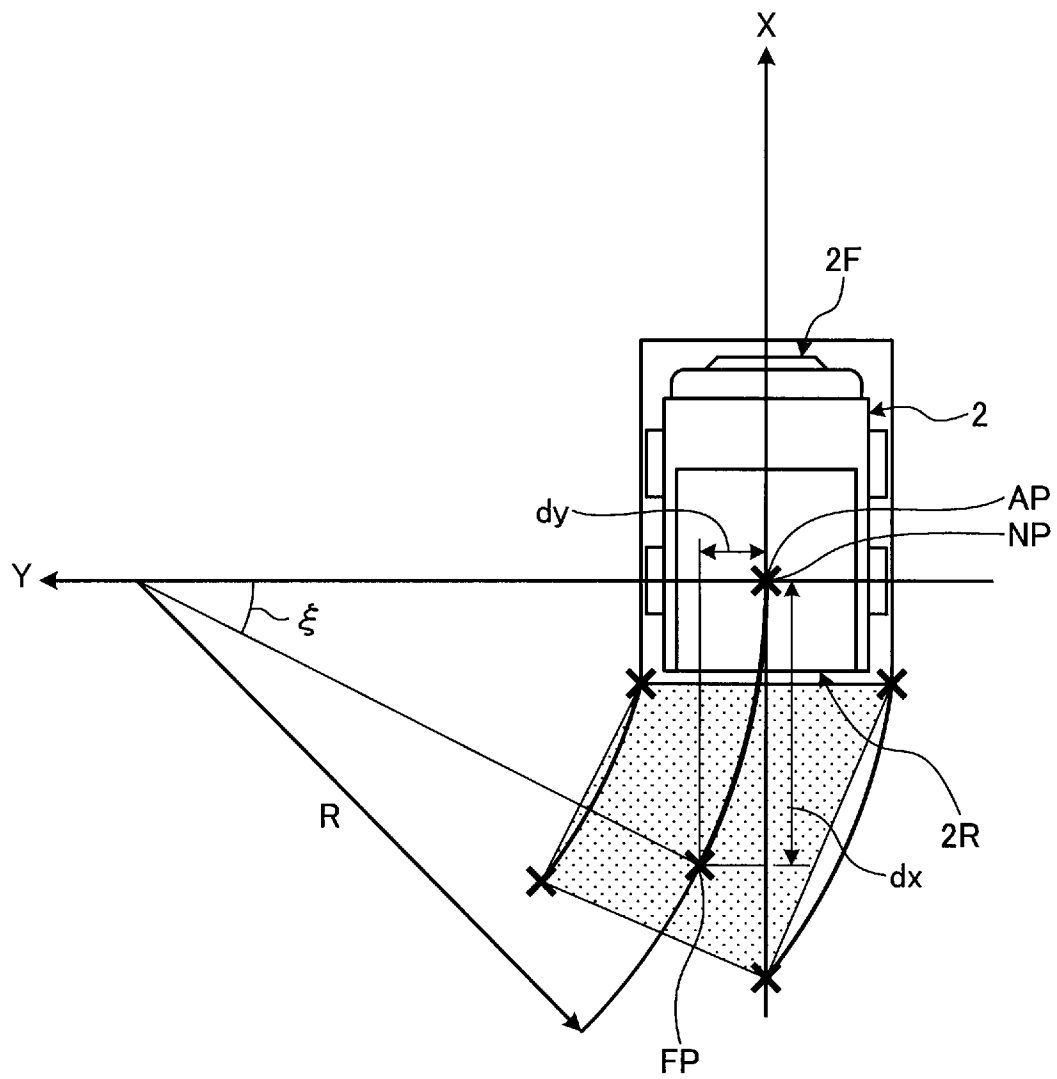
[図6]



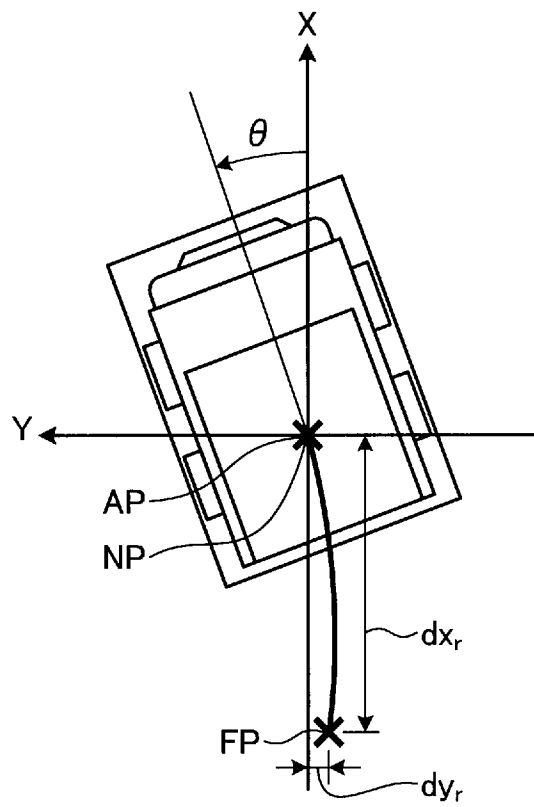
[図7]



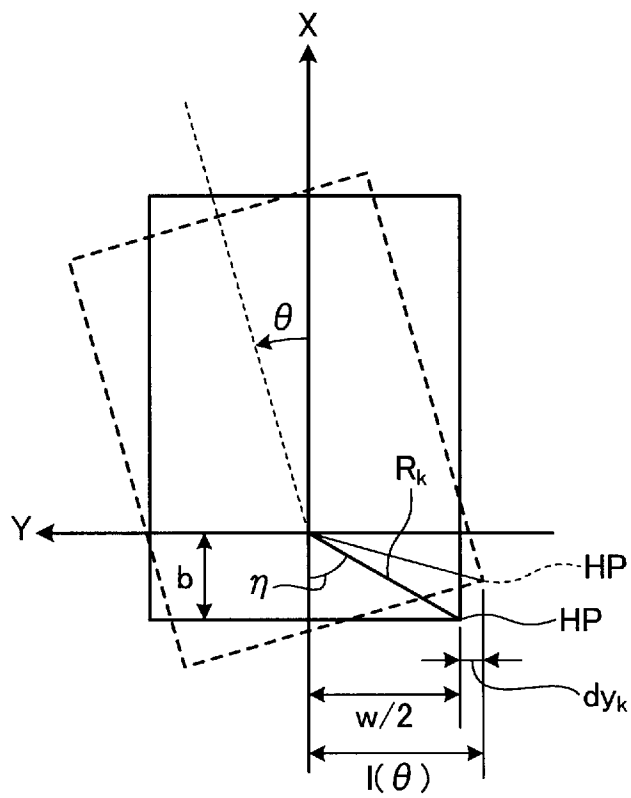
[図8]



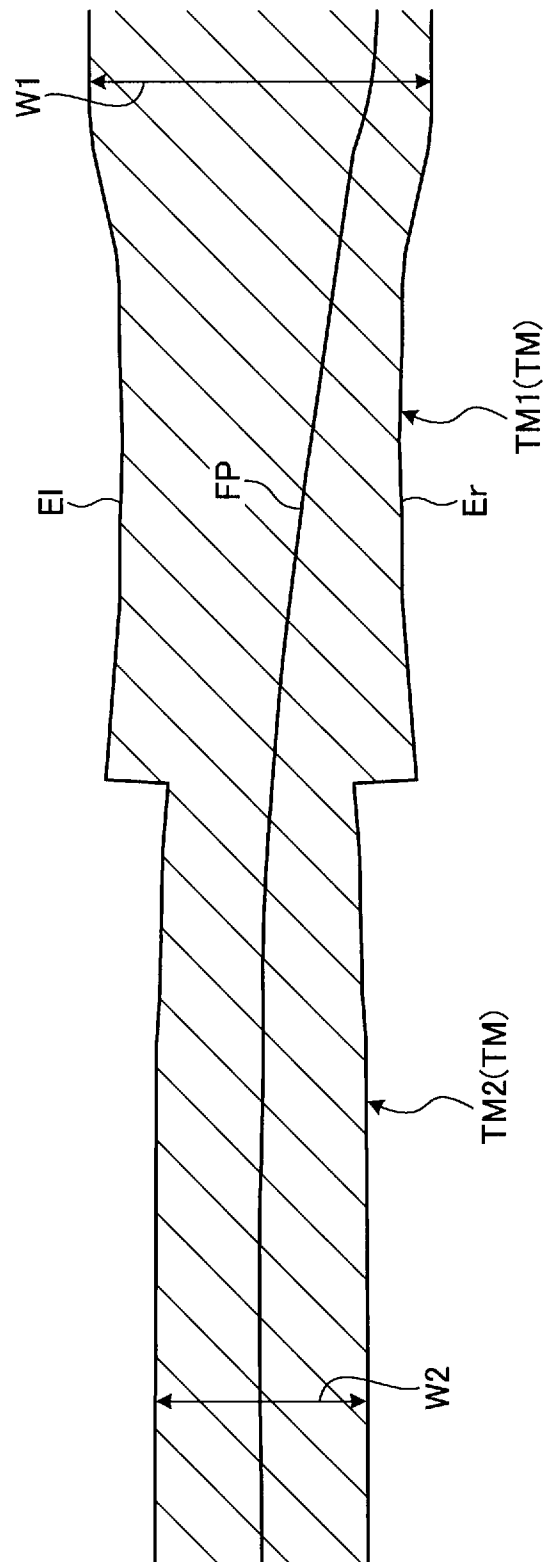
[図9]



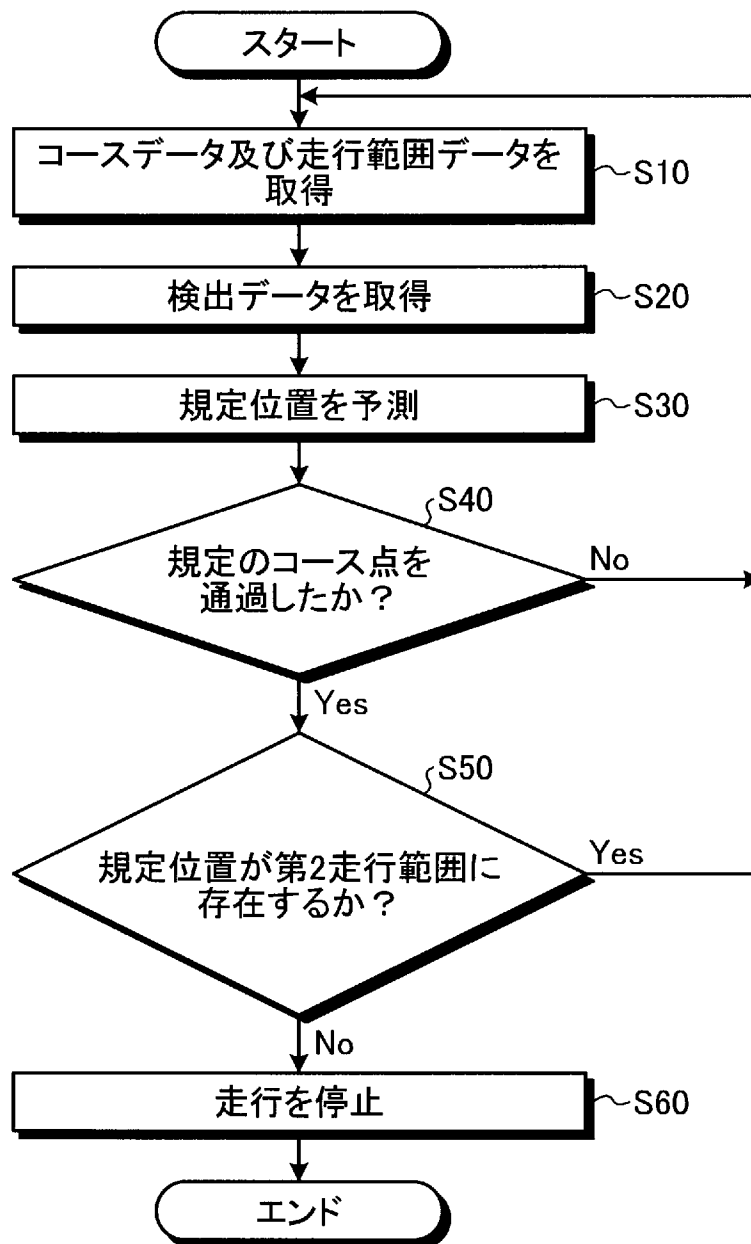
[図10]



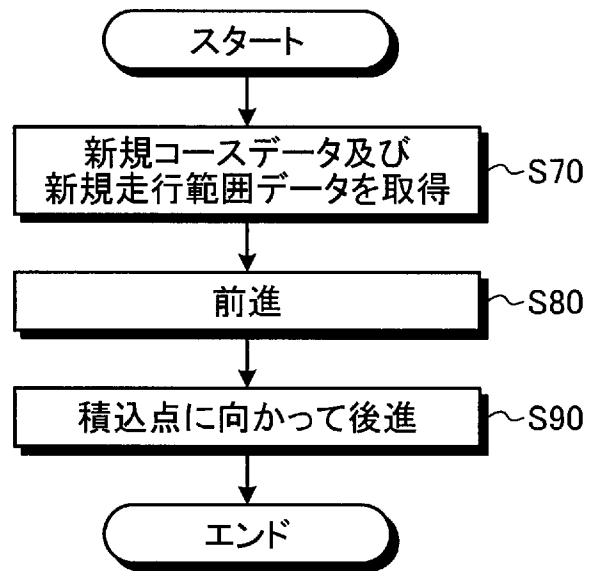
[図11]



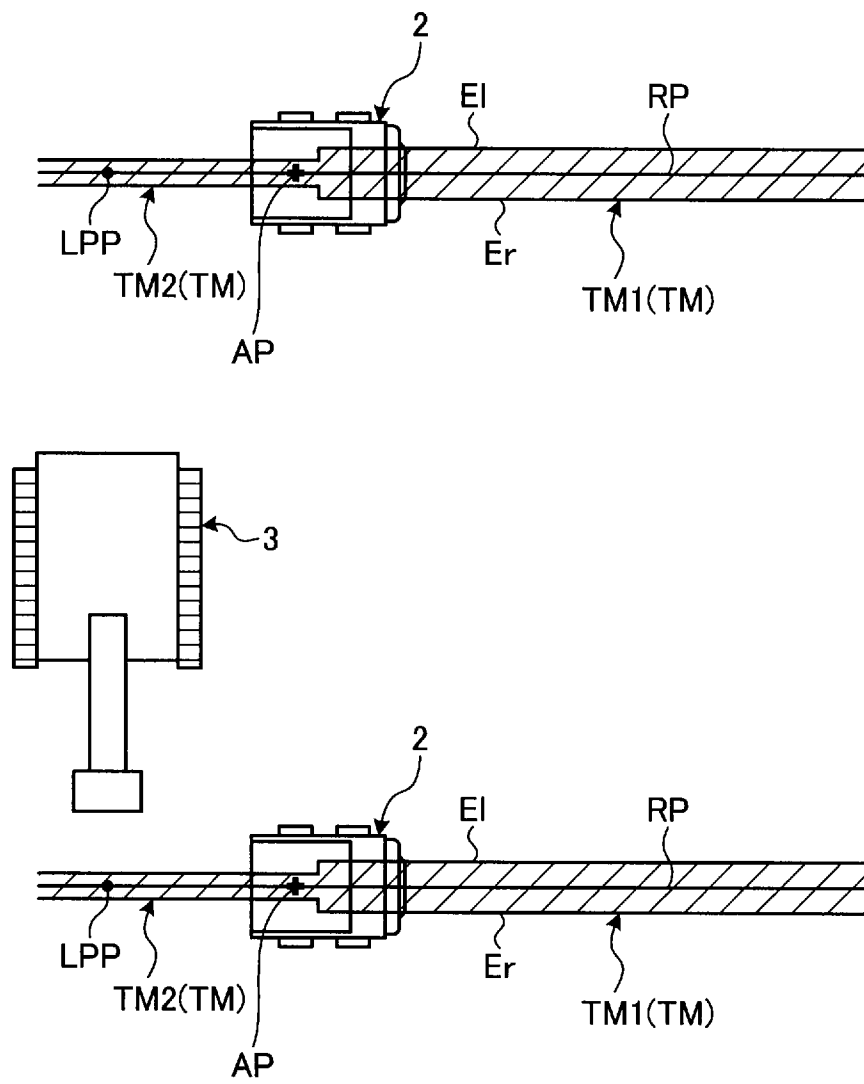
[図12]



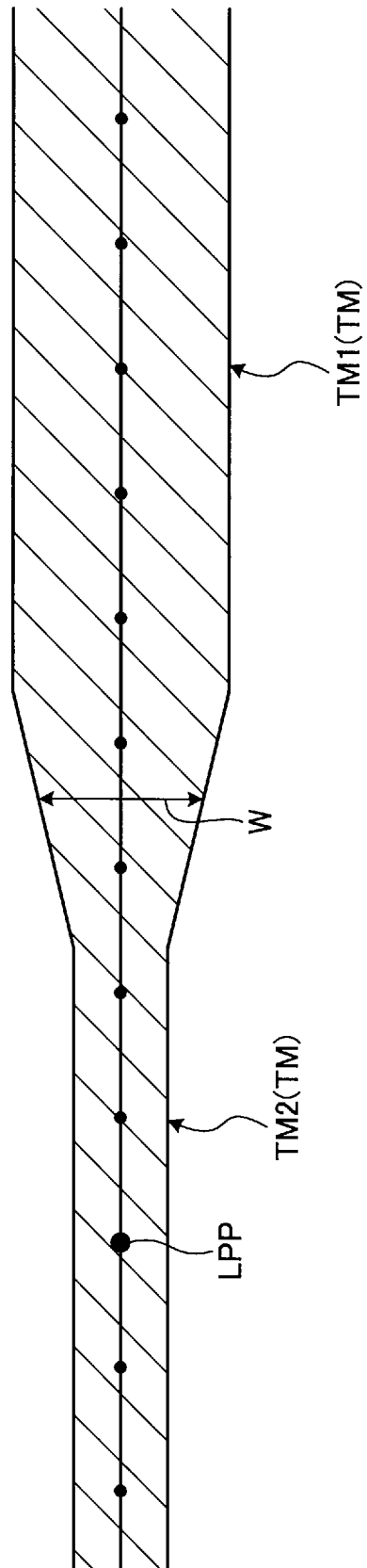
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/008018

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

G05D1/02

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2000-339029 A (Komatsu Ltd.), 08 December 2000 (08.12.2000), paragraphs [0161] to [0164]; fig. 12 & US 2001/0044697 A1 paragraphs [0217] to [0220]; fig. 12	1-8
A	WO 2016/111386 A1 (Komatsu Ltd.), 14 July 2016 (14.07.2016), entire text; all drawings & CA 2948804 A1	1-8
A	JP 11-65655 A (Minolta Co., Ltd.), 09 March 1999 (09.03.1999), entire text; all drawings & US 5998953 A	1-8

☒ 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
03 April 2017 (03.04.17)

Date of mailing of the international search report
11 April 2017 (11.04.17)

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/JP2017/008018

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 10-69599 A (Toyota Motor Corp.), 10 March 1998 (10.03.1998), entire text; all drawings & US 6081756 A	1-8
A	JP 2000-127931 A (Honda Motor Co., Ltd.), 09 May 2000 (09.05.2000), entire text; all drawings & US 6216079 B1	1-8

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2000-339029 A (株式会社小松製作所) 2000.12.08, 段落 [0161]-[0164], 図 12 & US 2001/0044697 A1, 段落[0217]-[0220], 図 12	1-8
A	W0 2016/111386 A1 (株式会社小松製作所) 2016.07.14, 全文, 全図 & CA 2948804 A1	1-8
A	JP 11-65655 A (ミノルタ株式会社) 1999.03.09, 全文, 全図 & US 5998953 A	1-8

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

03.04.2017

国際調査報告の発送日

11.04.2017

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)

加藤 啓

3 U

3 4 2 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

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 10-69599 A (トヨタ自動車株式会社) 1998. 03. 10, 全文, 全図 & US 6081756 A	1-8
A	JP 2000-127931 A (本田技研工業株式会社) 2000. 05. 09, 全文, 全図 & US 6216079 B1	1-8