

(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
2018年9月13日(13.09.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/164203 A1

(51) 国際特許分類:

G01S 17/87 (2006.01) **G01B 11/245** (2006.01)
B60P 1/04 (2006.01) **G01S 17/93** (2006.01)
G01B 11/24 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/008859

(22) 国際出願日: 2018年3月7日(07.03.2018)

(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 2017-046603 2017年3月10日(10.03.2017) JP

(71) 出願人: 日立建機株式会社 (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY

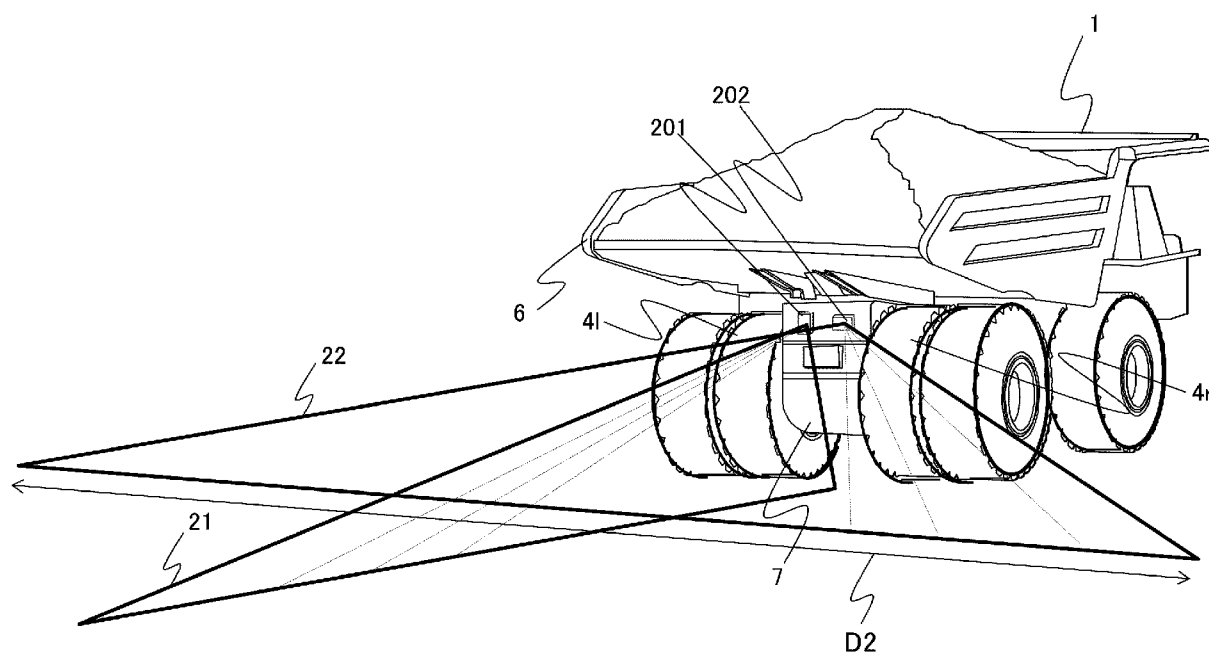
CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1100015 東京都台東区東上野二丁目16番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 手塚 大基(TETSUKA Daiki); 〒3000013 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内 Ibaraki (JP). 小野 幸彦(ONO Yukihiro); 〒3000013 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 武和国際特許事務所 (THE PATENT BODY CORPORATE TAKEWA INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1050003 東京都港区西新橋3丁目13番3号 ユニゾ西新橋三丁目ビル Tokyo (JP).

(54) Title: SCANNER, WORKING MACHINE, AND WHEEL STOPPER DETECTING DEVICE

(54) 発明の名称: スキャナー、作業機械、及び車止め検出装置



(57) Abstract: This scanner for detecting an obstacle includes a first distance measuring device and a second distance measuring device. The first distance measuring device and the second distance measuring device each consist of a laser ranging scanner which measures the distance to an object being detected by radiating a laser and receiving reflected light that has been reflected by the object being detected. The first distance measuring device and the second distance measuring device are disposed in such a way that a laser radiating surface of the first distance measuring device and a laser radiating



WO 2018/164203 A1



(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, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

surface of the second distance measuring device intersect one another at right angles.

(57) 要約: 障害物を検出するスキャナーは、第一距離計測装置及び第二距離計測装置を含む。第一距離計測装置及び第二距離計測装置の其々は、レーザを照射し、被検出体で反射された反射光を受光して前記被検出体までの距離を測定するレーザレンジスキャナにより構成され、第一距離計測装置及び第二距離計測装置は、第一距離計測装置のレーザ照射面及び第二距離計測装置のレーザ照射面を直交させて配置される。

明 細 書

発明の名称： スキャナー、作業機械、及び車止め検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、スキャナー、作業機械、及び作業機械の車止め検出装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、「道路等の表面の凹凸検査は水準プロフィール測定を簡便かつ迅速に行う方法を提供する」ことを目的として「交差する少なくとも 2 つの光平面を用いる光操作方法（要約抜粋）」が開示されている。

[0003] また特許文献 2 には、複数の障害物センサをダンプトラックに搭載し、各障害物センサの路面上のスキャン範囲を異ならせて障害物を検出する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：特開 2001-221620 号公報

特許文献 2：米国特許公開第 009259399 号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 鉱山用ダンプトラックが積荷を放土する際に、放土場に設置された車止めに向けて後退で接近し、車止め直前で停止をする動作を行うことがある。この車止めはダンプトラックのタイヤ止めとしての機能を果たせるための地上高を有して形成されるが、車止めが盛り土で形成されるために個々で形状が異なっていたり、また仮に車止めの形状を一定に形成していても盛り土が崩れることで形状が変化したりすることがある。よって、車止めの直前でダンプトラックを停止させるためには車止めの位置や形状を的確に検出したいという要望がある。

[0006] 特許文献 1、特許文献 2 は共に複数の障害物センサを用いて路面をスキャ

ンしているが、両文献とも路面に対して高さを有する車止めの高さや形状を検出することは考慮されていない。そのため、例えば特許文献1では「照射光は、交点2 L、A L、B Lが造る光平面1 O L、および交点2 R、A R、B Rが造る光平面1 O Rを走査するように照射され、路面6では線7 L及び線7 Rに沿って反射して反射光となる」（特許文献1の段落0008参照）場合には線7 L及び線7 Rの間が死角となり、ここに車止めがある場合には車止めまでの距離及び形状が検出できないという不具合が生じる。また特許文献2では、ダンプトラックの幅方向に沿ってスキャン面40 a、40 bをずらしている。これをダンプトラックの後方監視に適用した場合、スキャン面40 a、40 b共にダンプトラック近傍から遠方にかけての各スキャン面と路面との交線上の距離情報しか取得できず、車止めの形状、特にダンプトラックの車幅方向に沿った車止めの形状は取得できない。よって、万一車止めの一部が壊れて盛り土がダンプトラック手前に堆積していても、堆積土にスキャン面が重ならなければ堆積土の高さや壊れた車止めの形状を検出できず、ダンプトラックが堆積土に乗り上げてしまうといった不具合が生じる。よって、単に車止めの位置を検出するだけではなく、車止め形状の検出に適した技術の開発が望まれているという実情がある。

[0007] 本発明は上記実情に鑑みてなされたものであり、特に鉱山において設置された車止め形状の検出に適した技術を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を達成するために、本発明は特許請求の範囲に記載の構成を備える。その一例をあげるならば、本発明は障害物を検出するスキャナーであって、前記スキャナーは、第一距離計測装置及び第二距離計測装置を含み、前記第一距離計測装置及び前記第二距離計測装置の其々は、レーザを照射し、被検出体で反射された反射光を受光して前記被検出体までの距離を測定するレーザレンジスキャナにより構成され、前記第一距離計測装置及び前記第二距離計測装置は、前記第一距離計測装置のレーザ照射面及び前記第二距離計測装置のレーザ照射面を直交させて配置される、ことを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明によれば特に鉱山において設置された車止め形状の検出に適した技術を提供することができる。上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本実施形態に係るダンプトラックの放土時の周辺環境を示す説明図
[図2]ダンプトラックの左側面図
[図3]ダンプトラックの後方斜視図
[図4]ダンプトラックの機能構成を示すブロック図
[図5A]車止め検出処理を説明するための模式図（ダンプトラック左側面視）
[図5B]第一距離計測装置の計測結果をプロットした模式図
[図6]車止め位置推定部の処理を示すフローチャート
[図7]車止め幅方向形状推定部による車止め幅方向形状検出処理を示すフローチャート
[図8]車止め幅方向形状検出処理におけるマッピングを説明するための図（ダンプトラックの上面視）
[図9A]ダンプトラックにピッチ振動が発生している場合の車止め検出処理を説明するための模式図（ダンプトラックの側面視）
[図9B]路面が平面な場合を示す図
[図9C]路面が第一距離計測装置の鉛直方向真下の地面を中心として、傾斜角 θ 分回転した状態を示す図
[図9D]2本以上の直線近似の場合における傾斜角 θ を示す図
[図9E]は、2本以上曲線近似の場合における傾斜角 θ を示す図
[図10]ダンプトラックが傾斜を持つ走行路面上を走行している場合の後方検出処理を説明するための模式図（ダンプトラックの側面視）

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施形態を説明するための全図において、同一の機能を有する部材には同一または

関連する符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

[0012] 図1から図3を参照してダンプトラックの概略構成について説明する。図1は、本実施形態に係るダンプトラック1の放土時の周辺環境を示す説明図である。図2は、ダンプトラック1の左側面図である。図3は、ダンプトラック1の後方斜視図である。

[0013] 図1に示すように、ダンプトラック1は崖下にある放土場1003に放土する際、崖際に配置された車止め1002に向かって走行路面1001上を後退走行する。ダンプトラック1は、車体フレーム2（図2参照）の前下部に右前輪3r及び左前輪3l（図2参照）を備え、後下部に右後輪4r及び左後輪4lを備える。更に車体フレーム2の後部にはリアアスクル7が備えられる。一方、車体フレーム2の前上部には運転席5（図2参照）が備えられる、後ろ上部にはベッセル6が備えられる。

[0014] 更にダンプトラック1は、複数のレーザスキャナを含むスキャナー200と、ダンプトラック1の自己位置を検出する自己位置推定装置300と、スキャナー200からのセンサ出力及び自己位置推定装置300からの自己位置を基にダンプトラック1の後退走行を支援する後退支援装置100とを備える。以下の説明において、後退支援装置100が動作を始めた時のダンプトラック1の位置を、直交座標系400の原点とし、後退支援装置100が動作を始めた瞬間の進行方向をy軸とする。また、ダンプトラック1の車体高さ軸をz軸とし、y軸及びz軸の2軸に直交する軸をx軸とする。

[0015] スキャナー200は、第一距離計測装置201及び第二距離計測装置202を含んで構成される。スキャナー200は、ダンプトラック1の車体後方、より詳しくはリアアスクル7より上かつベッセル6より下で、左後輪4l及び右後輪4rの間に設置される。第一距離計測装置201及び第二距離計測装置202は、同じ高さに配置される必要はなく、また左右対称でなくてもよい。

[0016] 第一距離計測装置201及び第二距離計測装置202は、例えばレーザ光を扇状に照射し、被検出体からの反射光を受光して被検出体までの距離と方

向を検出するレーザスキャナ（レーザレンジスキャナ）である。スキャナ 200 は、第二距離計測装置 202 のレーザ照射面（以下「第二スキャン面」という）22 を第一距離計測装置 201 のレーザ照射面（以下「第一スキャン面」という）21 と直交させて、第二距離計測装置 202 及び第一距離計測装置 201 を配置して構成される。なおここでいう直交は、厳密に第一スキャン面 21 及び第二スキャン面 22 の法線ベクトルが垂直となる場合に限定されず、第一距離計測装置 201 が検出した被検出体と同じ被検出体の幅方向の形状が検出できる向きに第二スキャン面 22 が向くように、第一距離計測装置 201 及び第二距離計測装置 202 が配置されている場合も含む。

[0017] より詳しくは、本実施形態では、第一スキャン面 21 が車体フレーム 2 の前後軸及び左右軸を含む車体水平面 H に対して少なくとも垂直下向きから車体後方に向かって車体水平面 H と平行な方向までを覆うように第一距離計測装置 201 がダンプトラック 1 に設置される。

[0018] 第二距離計測装置 202 は、走行路面 1001 が平坦である時に、第二スキャン面 22 と走行路面 1001 とが交差する位置 P1 と、左後輪 4l 及び右後輪 4r の最後端を走行路面 1001 に投影した位置 P2 との距離 D1 が、ダンプトラック 1 の最大後退速度の制動距離以上となるよう、車体水平面 H に対して設置俯角 α （図 2）を持つようにダンプトラック 1 に設置される。このように設置することにより、最大後退速度で後退しても車止めに衝突することなく制動が可能である。

[0019] また第二距離計測装置 202 は、第二距離計測装置 202 の検出距離と第二距離計測装置 202 の車体水平面 H に対する設置俯角 α と、第二スキャン面 22 に対するダンプトラック 1 の遮蔽によって決まる、走行路面 1001 と第二スキャン面 22 との交線の長さ D2（図 3 参照）がダンプトラック 1 の車輪幅（外幅）よりも長くなるような位置に設置される。このように設置することにより、ダンプトラックの車輪が通過する領域を前もってスキャンすることが可能である。

[0020] なお第一距離計測装置 201 及び第二距離計測装置 202 は 1 つずつ備える構成に限定されず、各計測装置が複数のレーザスキャナを用いて構成されてもよい。また第一距離計測装置 201 に対して第一スキャン面 21 は一つに限定されず複数あってもよい。同様に第二距離計測装置 202 に対して第二スキャン面 22 は一つに限定されず複数あってもよい。

[0021] 図 4 は、ダンプトラック 1 の機能構成を示すブロック図である。

[0022] ダンプトラック 1 は、車輪速センサ 301、及びヨーレートセンサ（旋回角速度センサ）302 を含む。自己位置推定装置 300 は車輪速センサ 301 及びヨーレートセンサ 302 の其々に接続され、車輪速センサ 301 から車輪回転速度を取得し、ヨーレートセンサ 302 からダンプトラック 1 の旋回角速度の計測結果を取得する。そして自己位置推定装置 300 は、例えばデットレコニング処理を実行することにより、ダンプトラック 1 の速度、角速度、及び既述の直交座標系 400（図 1 参照）の原点からの位置、姿勢を算出する。なお、車体速度を計測する目的で、車輪速センサ 301 に代わり IMU（慣性計測装置）を、旋回角速度を推定する目的でヨーレートセンサ 302 に代わり操舵角センサを用いてもよい。また、直交座標系 400 の原点からの位置、姿勢を計測する目的で、自己位置推定装置 300 に代わり、GPS（全地球測位システム）と地磁気センサを用いてもよい。

[0023] 後退支援装置 100（後退支援コントローラ）は、車止め検出装置 10（車止め検出コントローラ）及び車止め誘導装置 60（車止め誘導コントローラ）を含んで構成される。車止め検出装置 10 は、車止め位置推定部 101 及び車止め幅方向形状推定部 102 を含む。また車止め誘導装置 60 は、車止め誘導判断器 61 及び車体形状記憶器 62 を含む。

[0024] 車止め位置推定部 101 は、路面線演算器 40 及び車止め位置演算器 41 を含む。既述の第一距離計測装置 201 の出力段は、路面線演算器 40 及び車止め位置演算器 41 の其々の入力段に接続される。路面線演算器 40 の出力段は車止め位置演算器 41 及び後述するピッチ角補正器 50 に接続される。車止め位置演算器 41 の入力段には第一距離計測装置 201 の出力段が更

に接続される。

[0025] 第一距離計測装置 201 が出力する第一距離情報 $R1_i$ (i : 第一距離計測装置 201 におけるレーザ照射角度 ϕ を示し、例えば $-45 \leq i \leq 225$ 、後述する第二距離情報 $R2_i$ も同様) は、測定点及び測定点までの距離が含まれる。路面線演算器 40 は、第一距離情報 $R1_i$ の内、路面と推定される測定点及び距離を示す距離情報を抽出し、路面線を演算する。そして車体フレーム 2 の前後軸及び左右軸を含む車体水平面 H に対する路面線の傾斜角 θ (図 9A 参照) を演算し、車体水平面 H に対する路面の傾きを算出する。傾斜角 θ をピッチ角 θ ともいう。

[0026] 車止め位置演算器 41 は、第一距離計測装置 201 が計測した第一距離情報 $R1_i$ の内、車止めと推定されるものの距離情報を抽出し、路面及び車止めの変曲点と、路面に対する車止めの傾斜を算出する。

[0027] 車止め幅方向形状推定部 102 は、ピッチ角補正器 50、車止め幅方向形状演算器 51、及び車止め幅方向形状記憶器 52 を含む。ピッチ角補正器 50 の入力段は、第二距離計測装置 202 及び路面線演算器 40 の其々の出力段に接続される。ピッチ角補正器 50 の出力段は車止め幅方向形状演算器 51 の入力段に接続される。車止め幅方向形状演算器 51 の入力段は、更に自己位置推定装置 300 の出力段に接続される。車止め幅方向形状記憶器 52 は、車止め幅方向形状演算器 51 及び後述する車止め誘導判断器 61 に接続される。

[0028] ピッチ角補正器 50 は、路面線演算器 40 が推定した車体水平面 H に対する路面の傾斜角 θ に基づいて、第二距離計測装置 202 が計測した第二距離情報 $R2_i$ から、ピッチ振動による影響を取り除くための補正処理を実行する。

[0029] 車止め幅方向形状演算器 51 は、ピッチ角補正器 50 が補正した第二距離情報 $R2_i$ と自己位置推定装置 300 が推定したダンブトラック 1 の位置及び姿勢に基づいて、一般的な SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) 等のマッピング方法によっ

て、車止め１００２の車幅方向の形状を演算する。

[0030] 車止め幅方向形状記憶器５２は、車止め幅方向形状演算器５１が演算した車止め１００２の車幅方向の形状を示す幅方向形状情報を蓄積する。車止め幅方向形状演算器５１はより高度に幅方向形状情報を算出するために、車止め幅方向形状記憶器５２が蓄積した車止め形状情報を参照してもよい。

[0031] 車止め誘導装置６０は、車止め誘導判断器６１及び車体形状記憶器６２を含む。車止め誘導判断器６１の入力段は、車止め位置演算器４１、自己位置推定装置３００のそれぞれの出力段に接続されると共に、車止め幅方向形状記憶器５２、車体形状記憶器６２の其々にも接続される。車止め誘導判断器６１は、車止め幅方向形状記憶器５２及び車体形状記憶器６２に記憶された情報を必要に応じて読み出す。

[0032] 車止め誘導判断器６１は、車止め位置演算器４１が推定した車止めまでの距離及び車止めの傾斜と、車止め幅方向形状記憶器５２が記憶する車止めの幅方向形状と、ヨーレートセンサ３０２が計測する旋回角速度と、車体形状記憶器６２が記憶する車体形状（車幅方向の大きさを含む）に基づいて、誘導の判断に必要なダンプトラック１から車止めに衝突するための距離及び車止め１００２の幅方向に対するダンプトラック１の車体の向きを算出する。

[0033] 本実施形態において車止め誘導装置６０は、車止め検出装置１０の出力先の一例に過ぎず、他の装置、例えばダンプトラック１が自律走行をする所謂無人ダンプトラックである場合には、自律走行を制御する自律走行制御装置に出力して、ダンプトラック１から車止めまでの距離や、車止めに対するダンプトラック１の車体の向き（車体水平面の向き、車体前後軸、また車体左右軸の向きでもよい）等、停車に必要な演算を自律走行制御装置が実行するように構成されてもよい。更に、ダンプトラック１に衝突判定装置を備え、この衝突判定装置を車止め検出装置１０の出力先として用いてもよい。そして衝突判定装置が車止めとの衝突判定を行い、車止めとの衝突（干渉）を回避するための制御を行ってもよい。

[0034] 車止め検出装置１０、車止め誘導装置６０、後退支援装置１００及び自己

位置推定装置 300 は、中央演算装置、記憶装置、入出力回路、及び通信回路を含むマイコン装置や汎用のコンピュータを用いたコントローラに実装され、ハードウェアと各装置の機能を実現するソフトウェアとの組み合わせにより構成してもよいし、各装置の機能を実現する演算回路により構成されたコントローラでもよい。また自己位置推定装置 300 は GPS (global positioning system) や IMU (Inertial Measurement Unit) の出力を用いて車両位置を演算するコントローラ (コンピュータ) により構成される。

[0035] 次に図 5 A 及び図 5 B を参照してスキャナ 200 を用いてダンプトラック 1 の後方にある車止めを検出する処理について説明する。図 5 A は後退支援装置による車止め検出処理を説明するための模式図である。図 5 B は第一距離計測装置 201 の計測結果をプロットした模式図である。

[0036] 図 5 A の点線は、車止め位置推定部 101 が計測した被検出体 (路面、車止めの両方を含む) までの距離を表す。また図 5 A の黒点は、第一距離計測装置 201 が計測した測定点を示し、図 5 B の黒点は、直交座標上での第一距離計測装置 201 が第一距離情報 R1i を出力した位置を示す。ダンプトラック 1 が車止め 1002 にむかって後退を始めると、スキャナ 200 が回転しながら $-45^{\circ} \sim -225^{\circ}$ にレーザを照射してダンプトラック 1 の後輪最後端から車止め 1002 の傾斜面 1002a までに沿って並ぶ各点までの距離を算出し、第一距離情報 R1i として出力する。ダンプトラック 1 が車止め 1002 に接近するにつれて、第一スキャン面 21 と走行路面 1001 上との交線は短くなる。

[0037] 図 5 B に示すように第一距離情報 R1i を横軸が水平方向位置、縦軸が垂直方向高さを示す座標系にプロットすると、水平方向にほぼ平行な直線と、垂直方向高さが変化する直線とが得られる。この二直線の交点が第一距離情報 R1i の変曲点であり、路面と車止めとが接する点と推定できる。

[0038] また図 5 A ではダンプトラック 1 が車止め 1002 に十分接近しているので、第二スキャン面 22 は、走行路面 1001 ではなく傾斜面 1002a 上

の幅方向に並ぶ各点までの距離を算出して第二距離情報 $R2i$ として出力する。以後、ダンプトラック 1 が車止め 1002 に更に接近するにつれて、第二スキャン面 22 は傾斜面 1002a の上端に向かって移動する。

[0039] 次に図 6 を参照して車止め位置推定部 101 の動作について説明する。図 6 は車止め位置推定部の処理を示すフローチャートである。

[0040] 路面線演算器 40 は、第一距離計測装置 201 が計測した第一距離情報 $R1i$ のうち、前回の計測で路面線演算器 40 が推定した路面線 t_{road_old} との距離が第一閾値 $K1$ 以下であるものを抽出する (S101)。

[0041] 抽出した距離情報の個数 n が路面閾値 Kn 未満である場合 (S102 / NO)、路面線 t_{road} を初期値 ini_t_{road} に設定し (S108)、後述するステップ S104 へ進む。

[0042] 抽出した第一距離情報 $R1i$ の個数 n が路面閾値 Kn 以上の場合 (S102 / YES)、路面線演算器 40 は、抽出された距離情報を線形回帰によって近似した路面線 t_{road} を算出する (S103)。線形回帰処理として例えば 1 次の最小二乗法により直線近似してもよいし、二本以上の直線近似、また曲線近似を用いてもよい。後述する車止め線の算出における線形回帰も同様である。路面線演算器 40 は、算出した路面線 t_{road} を車止め位置演算器 41 に出力する。

[0043] 車止め位置演算器 41 は、第一距離計測装置 201 が計測した第一距離情報 $R1i$ のうち、路面線 t_{road} からの距離が第二閾値 $K2$ 以上であり、かつ車止め位置演算器 41 が推定した車止め線 t_{berm_old} との距離が第三閾値 $K3$ 以下である第一距離情報 $R1i$ を抽出する (S104)。

[0044] 車止め位置演算器 41 は、抽出した第一距離情報 $R1i$ の数が車止め閾値 Km 未満である場合 (S105 / NO)、処理を終了する。

[0045] 一方、車止め位置演算器 41 は、抽出した第一距離情報 $R1i$ の数が車止め閾値 Km 以上である場合 (S105 / YES)、抽出された第一距離情報 $R1i$ を線形回帰によって近似した車止め線 t_{berm} を算出する (S106)。

[0046] そして車止め位置演算器41は、 t_{road} 及び t_{berm} の交点から車止めまでの距離 $Lb1$ を求めると共に、 t_{road} 及び t_{berm} の傾きから車止め傾斜角度 Ab を算出する(S107)。

[0047] 次に図7及び図8を参照して、車止め幅方向形状推定部102の動作について説明する。図7は、車止め幅方向形状推定部による車止め幅方向形状検出処理を示すフローチャートである。図8は、車止め幅方向形状検出処理におけるマッピングを説明するための模式図である。

[0048] ピッチ角補正器50は、第二距離計測装置202の設置俯角 α (図2参照)と、路面線演算器40が推定した路面及び車体水平面Hの傾斜角 θ とを次式(1)に適用し、第二距離情報 $R2i$ に対してピッチ振動を補正しつつ3次元変換を行う(S201)。

[数1]

$$\left. \begin{aligned} x_i &= R2i \times \cos(\phi) \\ y_i &= R2i \times \sin(\phi) \times \cos(\alpha + \theta) \\ z_i &= R2i \times \sin(\phi) \times \sin(\alpha + \theta) \end{aligned} \right\} \dots (1)$$

[0049] 次に車止め幅方向形状演算器51は、自己位置推定装置300が推定した自己位置に基づいて、ピッチ角補正器50が補正した第二距離情報 $R2i$ のマッピングを行う(S202)。そして車止め幅方向形状演算器51は、車止め幅方向形状記憶器52にマッピングした第二距離情報 $R2i$ からなる幅方向形状情報を書込むことで、マッピングした距離情報が蓄積される(S203)。図8において点群 $R2_c$ は現在の距離情報を示し、点群 $R2_pre1$ 、点群 $R2_pre2$ は過去の幅方向形状情報を示す。なお、点群 $R2_pre1$ よりも、点群 $R2_pre2$ の方が更に前の幅方向形状情報である。スキャナー200は、第一スキャン面21がダンブトラック1の車体水平面に対して垂直かつ車体長手方向に平行であり、第二スキャン面22は車体水平面に対して俯角を有し、かつ第二スキャン面22とダンブトラック1の車体水平面との交線がダンブトラック1に備えられた後輪車軸の平行で

あるようにダンプロック 1 に設置される。これにより、車止め幅方向形状演算器 5 1 に入力される幅形状情報は、第二スキャン面 2 2 と車体水平面との交線が後輪車軸（幅方向）に対して平行である場合、車体幅方向に沿って均等に得られるので望ましい。

[0050] 次に図 9 A、図 9 B を参照してピッチ振動が発生している場合の車止め検出装置 1 0 による車止め検出について説明する。図 9 A は、ダンプロック 1 にピッチ振動が発生している場合の車止め検出処理を説明するための模式図である。図 9 B、図 9 C は図 9 A の状態において第一距離計測装置が行った計測結果を示す図である。

[0051] 図 9 B は路面が平面な場合を示す図である。第一距離計測装置 2 0 1 の鉛直方向真下の地面を中心として、路面が傾斜角 $\theta = 0$ 、即ち路面が水平な場合を示す。第一距離計測装置 2 0 1 からの生データは距離 L とレーザ照射角度 ϕ の極座標であり、これを直交座標 (x, y) に座標変換する。そして点群のうち、路面と推定されるものを抽出し、線形解析（最小二乗法）による直線近似を行い路面直線 $y = ax + b$ を算出する。このとき、傾斜角 θ は [数 2] $\theta = \arctan(a) \cdots (2)$ となる。

[0052] 路面が理想的な平面な場合、路面直線は $y = b$ であり、傾斜角 $\theta = 0$ となる。

[0053] 図 9 C は、路面が第一距離計測装置 2 0 1 の鉛直方向真下の地面を中心として、傾斜角 θ 分回転した状態を示す。また、第二距離計測装置 2 0 2 が計測する場所は、ピッチ振動がない場合を基準として第二距離計測装置 2 0 2 を中心として θ 回転した場所となる。

[0054] 傾斜角 θ が発生しているとき、レーザ照射角度 ϕ は変わらないが距離 L は短く（または長く）なる。第一距離計測装置 2 0 1 からの生データの距離 L とレーザ照射角度 ϕ の極座標を直交座標 (x, y) に変換すると、図 9 C のように直交座標上にプロットされる x, y 座標に変換される。図 9 B と同様に直線近似を行い、路面直線 $y = ax + b$ を算出することで、傾斜角 θ を算出することができる。

- [0055] 図9Dは、2本以上の直線近似の場合における傾斜角 θ を示す図である。
2本以上の直線が求まった場合には、最初の直線、即ち、ダンブトラック1に近い側の直線の傾き a が傾斜角 θ となる。
- [0056] 図9Eは、2本以上曲線近似の場合における傾斜角 θ を示す図である。2本以上の曲線が求まった場合には、水平方向位置が0付近、すなわちダンブトラック1に近い位置での曲線の微分値の傾きが傾斜角 θ となる。
- [0057] 図9D、図9Eのいずれの場合でも、直線近似、曲線近似のいずれも、近似路面線の水平方向位置が0付近（ダンブトラック1付近）における、水平方向位置軸と路面との傾きを θ としていることが共通している。
- [0058] 路面線演算器40は、前回推定した路面線 t_{road_old} を用いて路面を計測した第一距離情報 $R1i$ の抽出を行い路面を推定するので、ピッチ振動が発生している状況でもピッチ振動の影響を緩和して路面の傾きを推定することができる。また、車止め位置演算器41も前回推定した車止め線 t_{berm_old} を用いて車止めを計測した第一距離情報 $R1i$ の抽出を行い、車止めを推定することで、ピッチ振動が発生している状況でもピッチ振動の影響を緩和して車止めの位置及び傾斜を推定することができる。
- [0059] ピッチ角補正器50は、式(1)の通り路面線演算器40が算出した車体水平面Hと路面の傾斜角 θ を用いて補正を行っているので、第二距離計測装置202のピッチ振動による俯角ずれを補正することができる。
- [0060] 次に図10を参照して走行路面1001Aに傾きがある場合の車止め検出装置10の動作について説明する。図10はダンブトラック1が傾斜を持つ走行路面1001A上を走行している場合の後方検出処理を説明するための模式図である。
- [0061] 図10において、ダンブトラック1にピッチ振動がない場合、第一距離計測装置201及び第二距離計測装置202が計測する距離情報は、図5Aで示した傾きのない走行路面1001上で計測したものと同一になる。従って、傾斜を持つ走行路面1001Aを走行していても正確に車止め1002までの距離と車止め角度、及び車止め形状を推定することができる。

- [0062] ピッチ振動を傾斜センサ等によって計測する場合、傾斜センサは重力によって傾きを判定するため、図10で示したような傾斜を持つ走行路面1001A上を走行する場合は、ピッチ振動がない場合でもピッチ振動があると判定されてしまい、正確なピッチ振動補正が行えない。
- [0063] 一方で、ピッチ角補正器50はダンプトラック1の車体水平面Hと走行路面1001Aとの相対的な傾斜角を利用するため、路面の傾きによらずピッチ振動を補正することができる。従って、傾斜が変化する走行路面上を走行している場合は、ピッチ角補正器50はピッチ振動だけでなく、路面の傾きの変化を補正することができる。
- [0064] 以上説明したように、第一距離計測装置201及び第二距離計測装置202のスキャン面を交差させてダンプトラック1に設置することで、ダンプトラック1にピッチ振動が発生しているときや走行路面に傾斜がある場合でもピッチ振動による影響を緩和して車止めまでの距離と車止めの形状、向き（車止めの傾斜角や幅方向の形状）を計測することができる。これにより、放土時に適切な放土位置に停車することができる。例えば、車止めの幅方向形状にダンプトラックの車幅方向が沿うようにダンプトラックを車体の向きを誘導する際の判断情報を得ることができる。
- [0065] 上記実施形態は本発明を限定するものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲での変更態様は本発明に含まれる。例えば作業機械はダンプトラックに限らず、ドーザー、ホイールローダ、油圧ショベルでもよく、これらの作業機械の後方にスキャナーを取り付けて後方障害物の形状検出を行ってもよい。また、後方障害物に限らず、スキャナーを作業機械の前、左、右に設置し、前方障害物、左障害物、右障害物の形状検出を行ってもよい。

符号の説明

- [0066] 1：ダンプトラック、10：車止め検出装置、21：第一スキャン面、22：第二スキャン面、200：スキャナー、201：第一距離計測装置、202：第二距離計測装置

請求の範囲

[請求項1]

障害物を検出するスキャナーであって、

前記スキャナーは、第一距離計測装置及び第二距離計測装置を含み

、

前記第一距離計測装置及び前記第二距離計測装置の其々は、レーザを照射し、被検出体で反射された反射光を受光して前記被検出体までの距離を測定するレーザレンジスキャナにより構成され、

前記第一距離計測装置及び前記第二距離計測装置は、前記第一距離計測装置のレーザ照射面及び前記第二距離計測装置のレーザ照射面を直交させて配置される、

ことを特徴とするスキャナー。

[請求項2]

障害物を検出するスキャナーを搭載した作業機械であって、

前記スキャナーは、

第一距離計測装置及び第二距離計測装置を含み、

前記第一距離計測装置及び前記第二距離計測装置の其々は、レーザを照射し、被検出体で反射された反射光を受光して前記被検出体までの距離を測定するレーザレンジスキャナにより構成され、

前記第一距離計測装置及び前記第二距離計測装置は、前記第一距離計測装置のレーザ照射面からなる第一スキャン面及び前記第二距離計測装置のレーザ照射面からなる第二スキャン面を直交させて配置され

、

前記スキャナーは、前記作業機械の車体前後軸及び車体左右軸を含む車体水平面に対して前記第一スキャン面が垂直、かつ前記車体水平面に対して前記第二スキャン面が俯角を有して前記作業機械に設置される、

ことを特徴とする作業機械。

[請求項3]

請求項2に記載の作業機械において、

前記スキャナーは、前記第一スキャン面が前記作業機械の車体長手

方向に平行であり、前記第二スキャン面と前記車体水平面との交線が前記作業機械に備えられた後輪車軸と平行であるように前記作業機械に設置される、

ことを特徴とする作業機械。

[請求項4]

請求項2に記載の作業機械において、

前記作業機械は前輪及び後輪と、前記前輪及び前記後輪の上に搭載された車体フレームと、前記車体フレームの上に搭載されたベッセルとを含むダンプトラックであって、

前記スキャナーは、前記ダンプトラックが走行する走行路面と前記第二スキャン面とが交わる交線と、前記後輪の最後端を前記走行路面に投影した点との距離が、前記ダンプトラックの最大後退速度の制動距離以上であるように前記作業機械に設置される、

ことを特徴とする作業機械。

[請求項5]

請求項4に記載の作業機械であって、

前記スキャナーは、前記第二スキャン面が前記走行路面と交わる交線の長さは、前記ダンプトラックの車輪幅以上であるように設置される、

ことを特徴とする作業機械。

[請求項6]

作業機械に搭載された障害物を検出するスキャナーからの出力を基に、前記作業機械の進行方向に位置する車止めを検出する車止め検出装置であって、

前記スキャナーは、第一距離計測装置及び第二距離計測装置を含み、

前記第一距離計測装置及び前記第二距離計測装置の其々は、レーザを照射し、被検出体で反射された反射光を受光して前記被検出体までの距離を測定するレーザレンジスキャナにより構成され、

前記第一距離計測装置及び前記第二距離計測装置は、前記第一距離計測装置のレーザ照射面からなる第一スキャン面及び前記第二距離計

測装置のレーザ照射面からなる第二スキャン面を直交させて配置され、

前記スキャナーは、前記作業機械の車体前後軸及び車体左右軸を含む車体水平面に対して前記第一スキャン面が垂直、かつ前記車体水平面に対して前記第二スキャン面が俯角を有して前記作業機械に設置され、

前記車止め検出装置は、前記スキャナーに接続された車止め検出コントローラにより構成され、

前記車止め検出コントローラは、

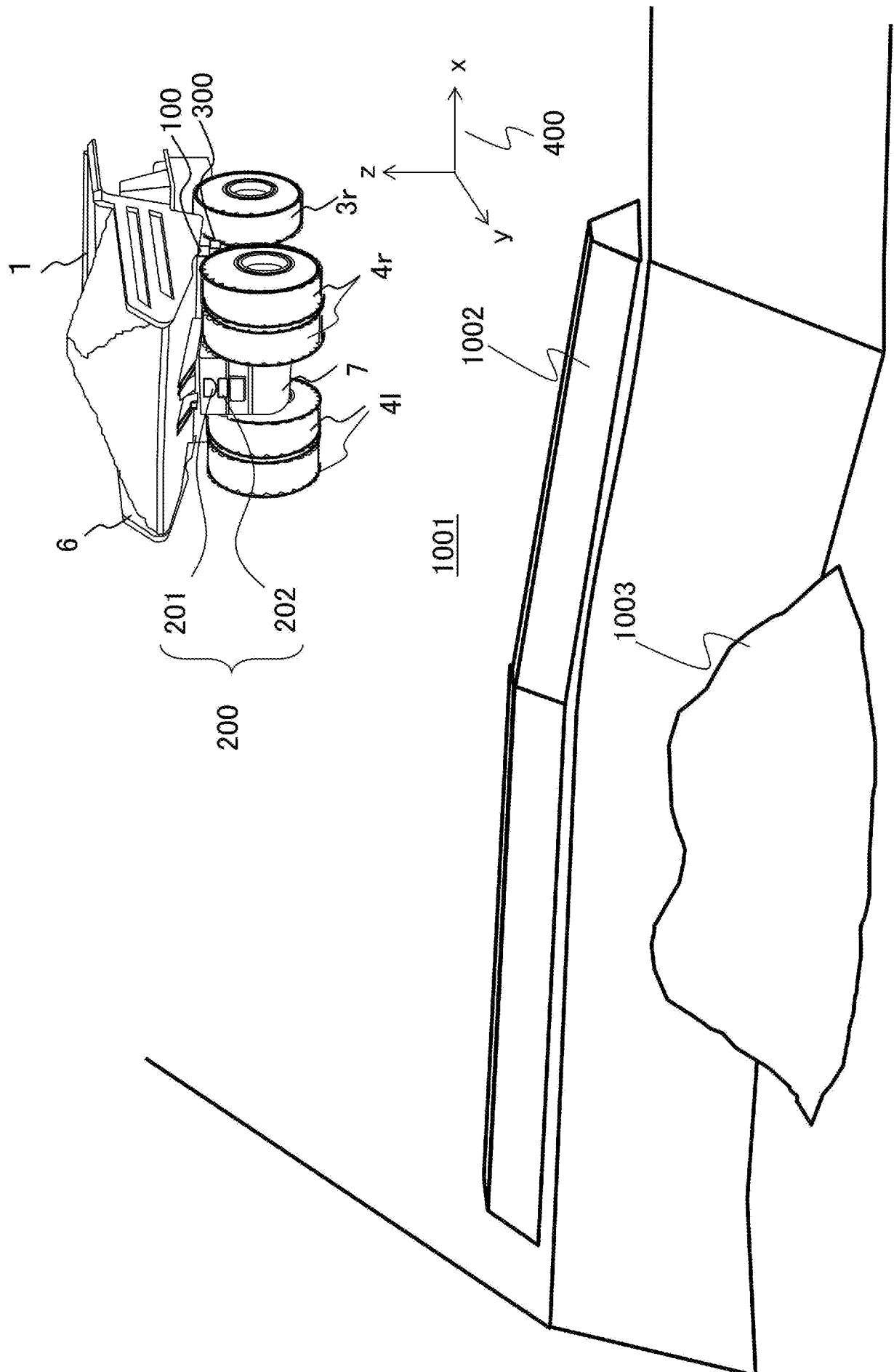
前記第一距離計測装置が出力した第一距離情報を用いて前記車体水平面に対する路面の傾斜角を推定し、

前記推定した路面の傾斜角を用いて前記第二距離計測装置が出力した第二距離情報に含まれる前記路面の傾斜角からなるピッチ角を補正し、

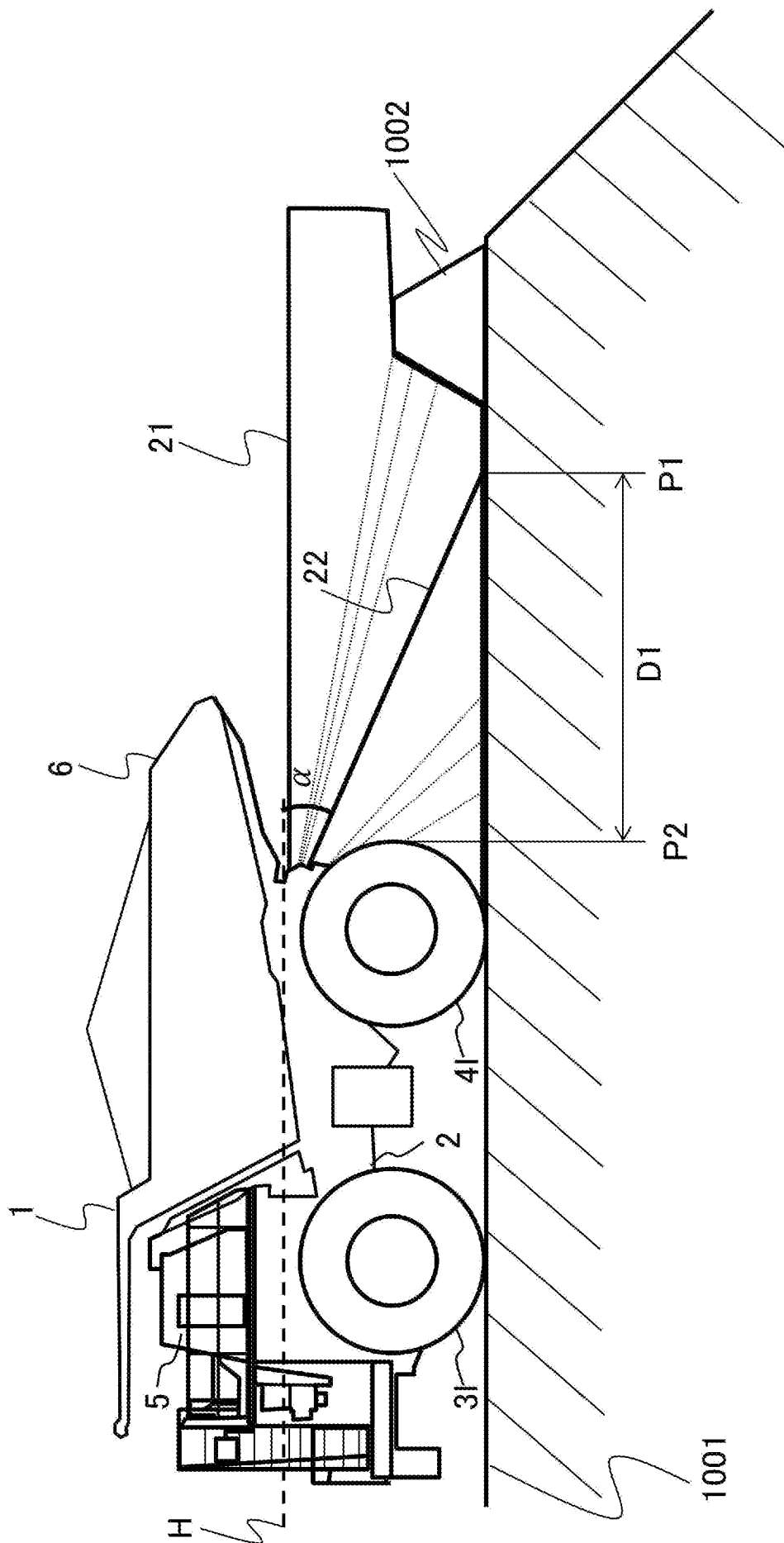
前記補正されたピッチ角を含む第二距離情報に基づいて前記作業機械の進行方向に位置する車止めの幅方向の形状を推定する、

ことを特徴とする車止め検出装置。

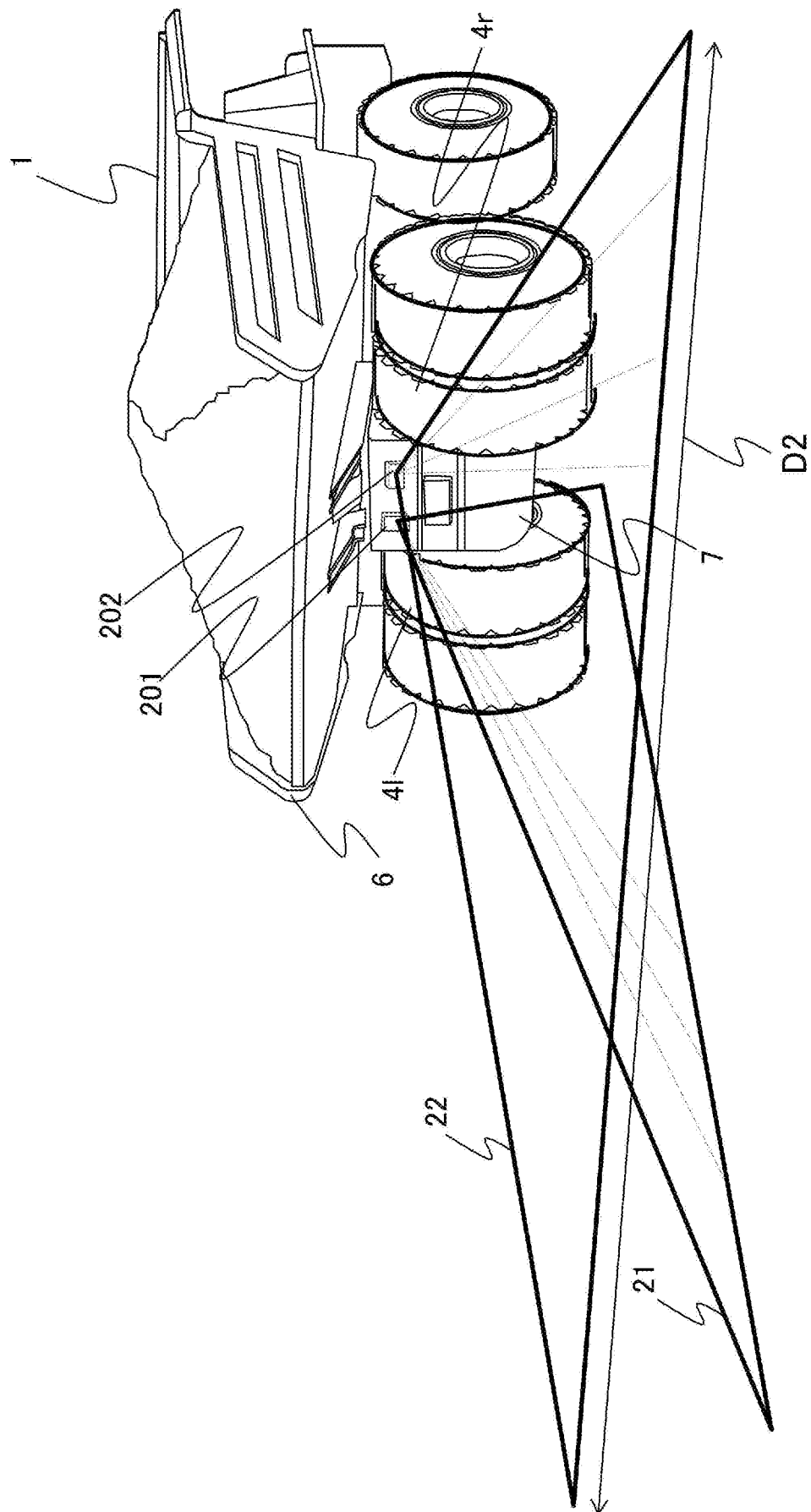
[図1]



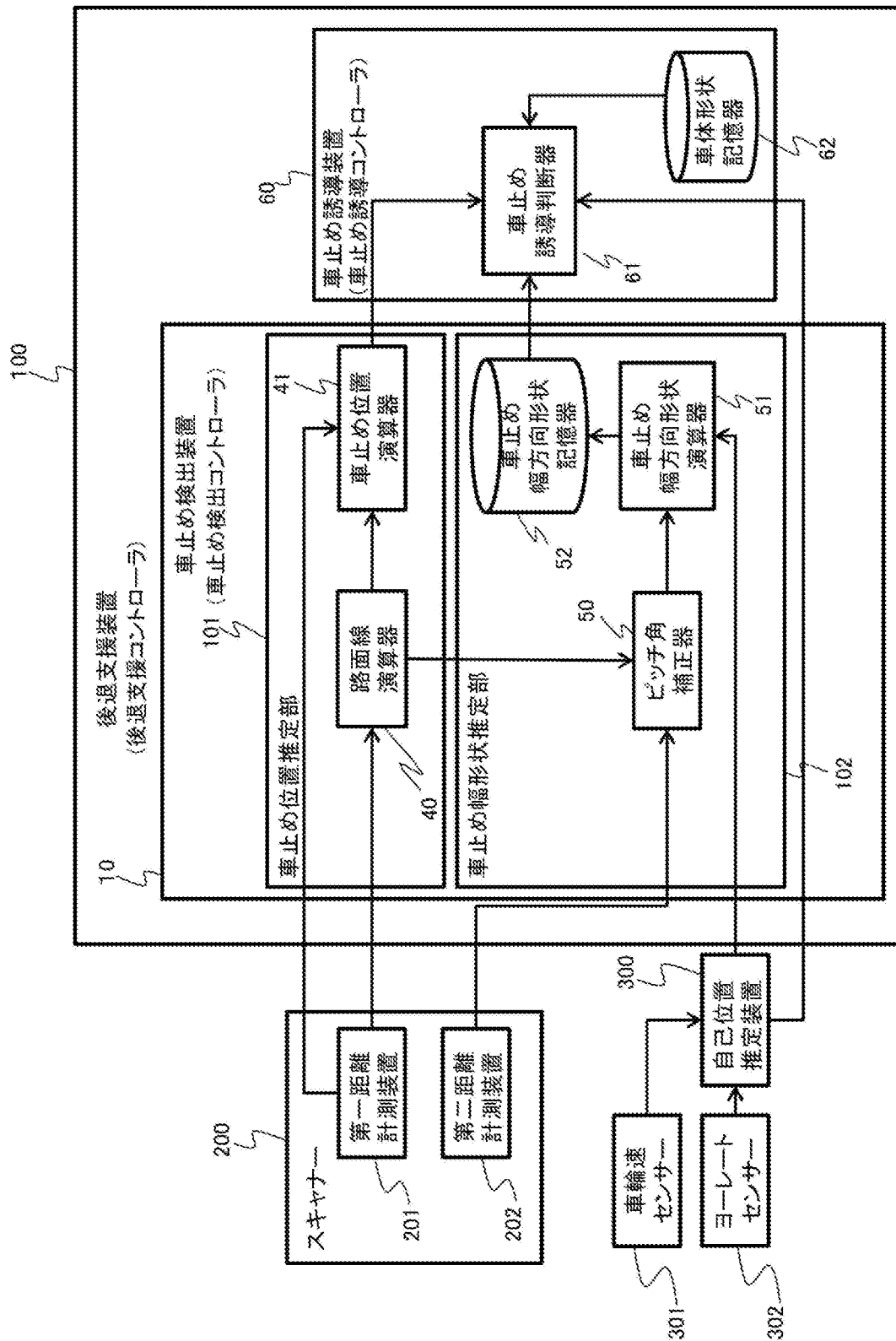
[図2]



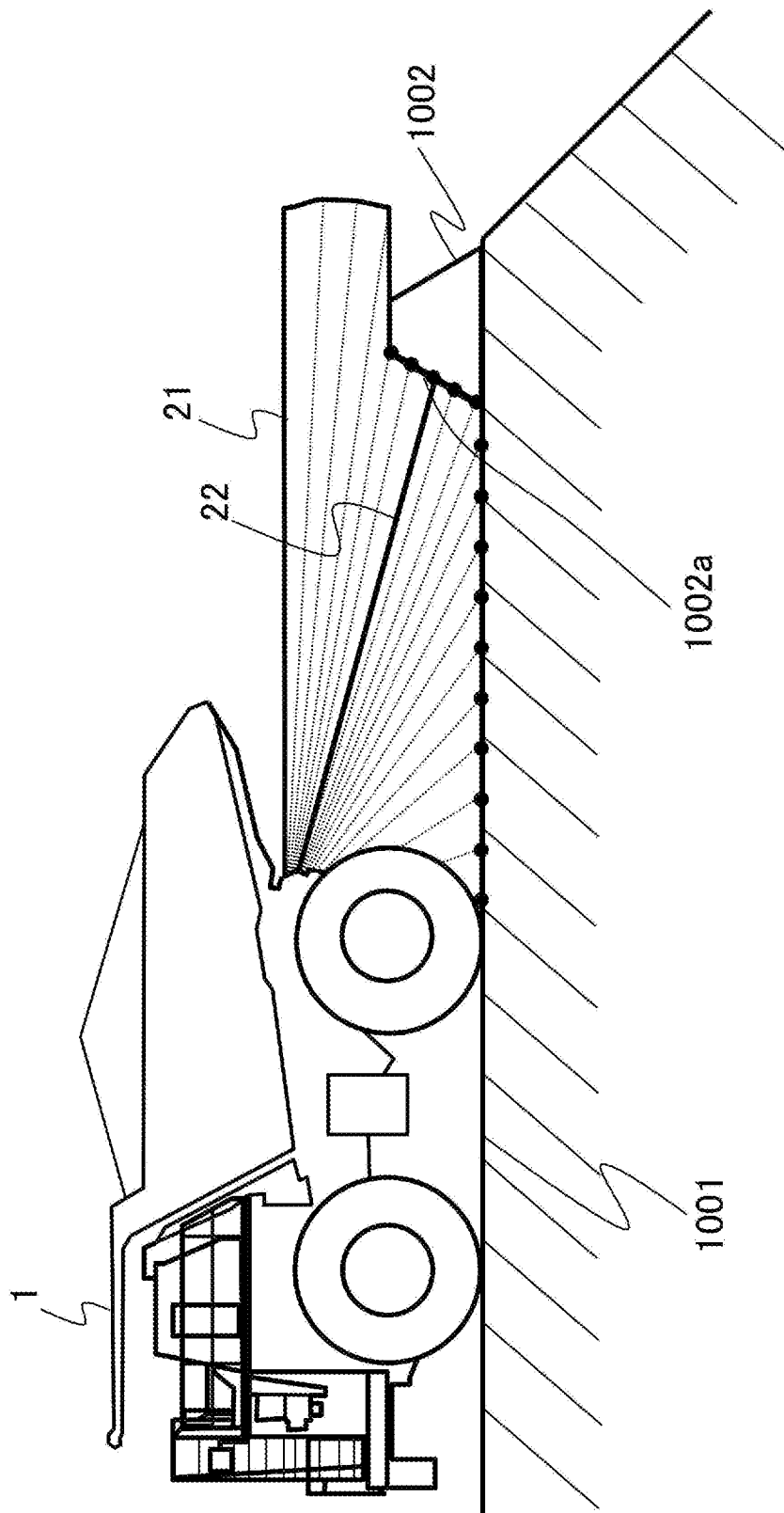
[図3]



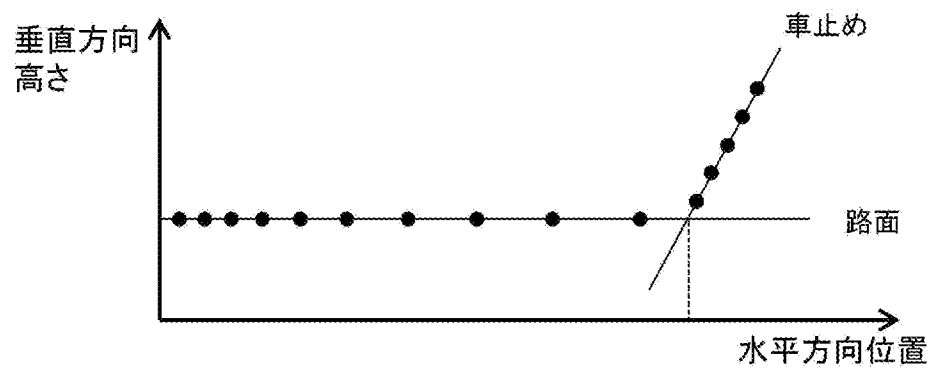
[図4]



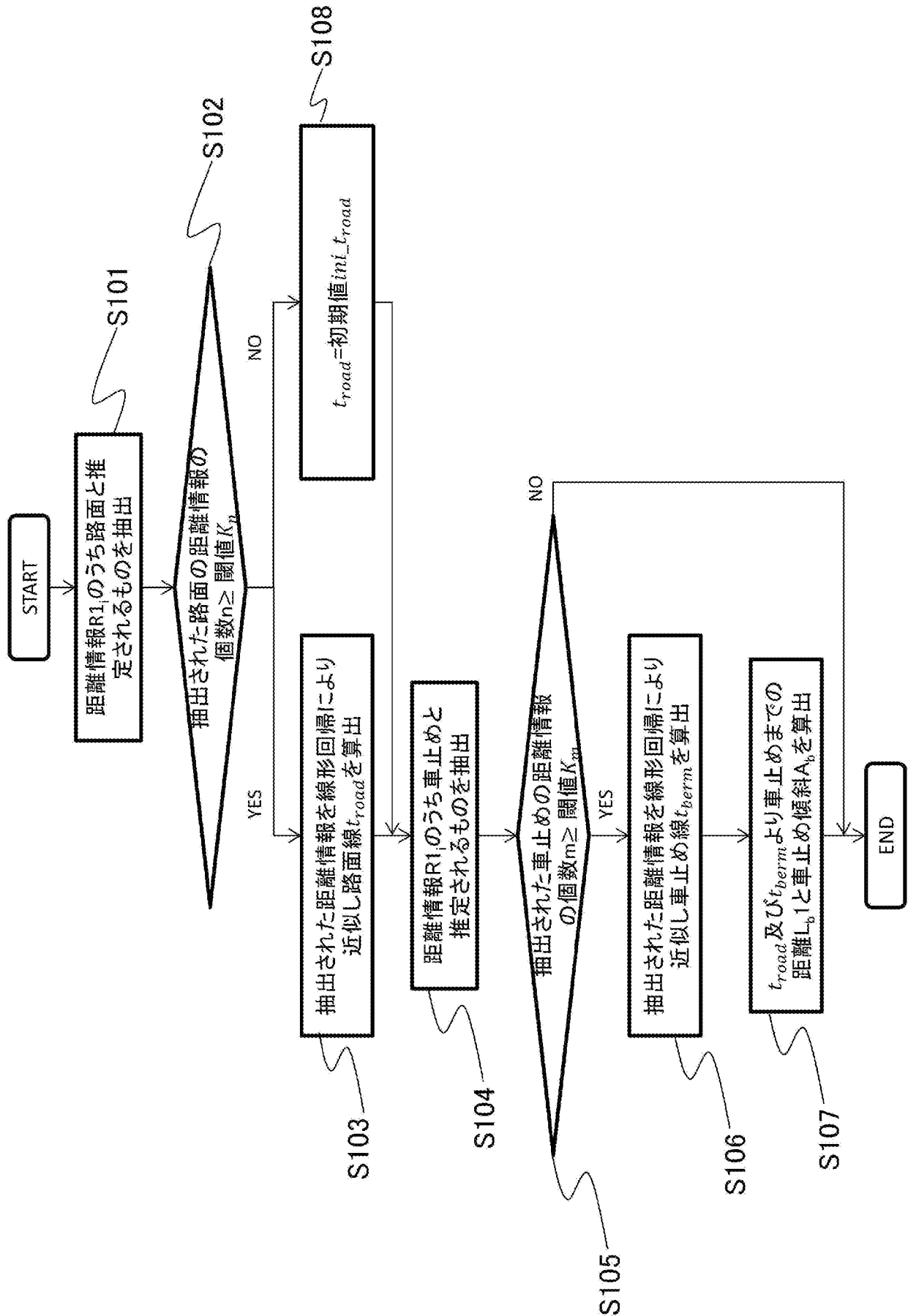
[図5A]



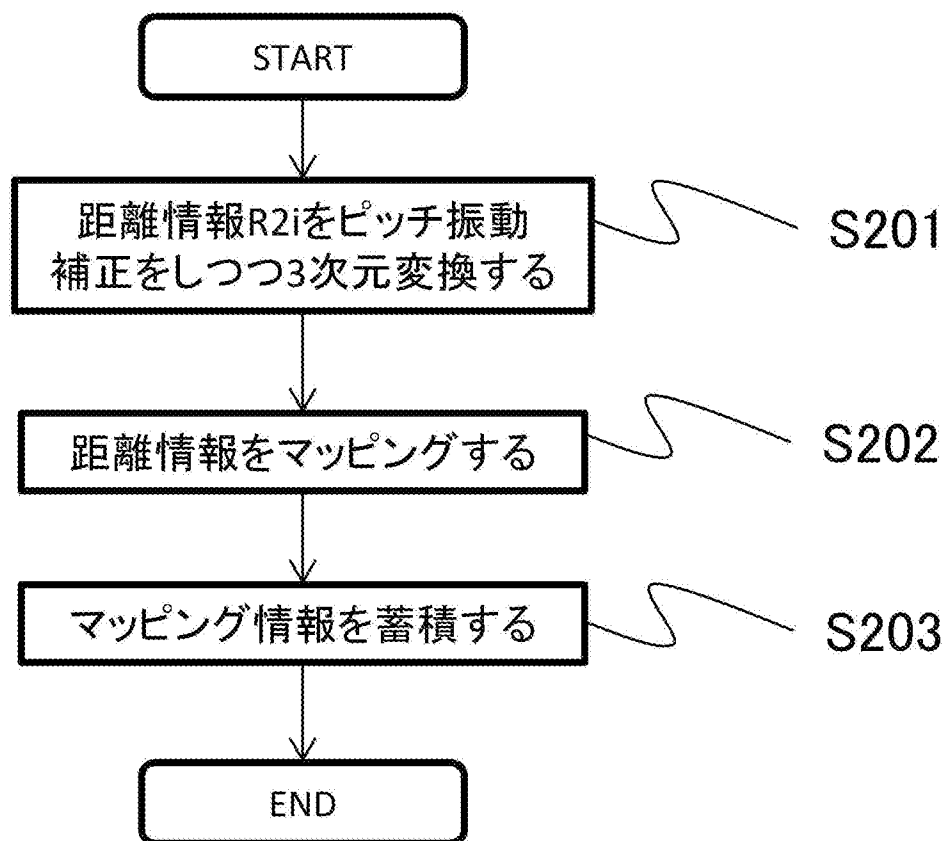
[図5B]



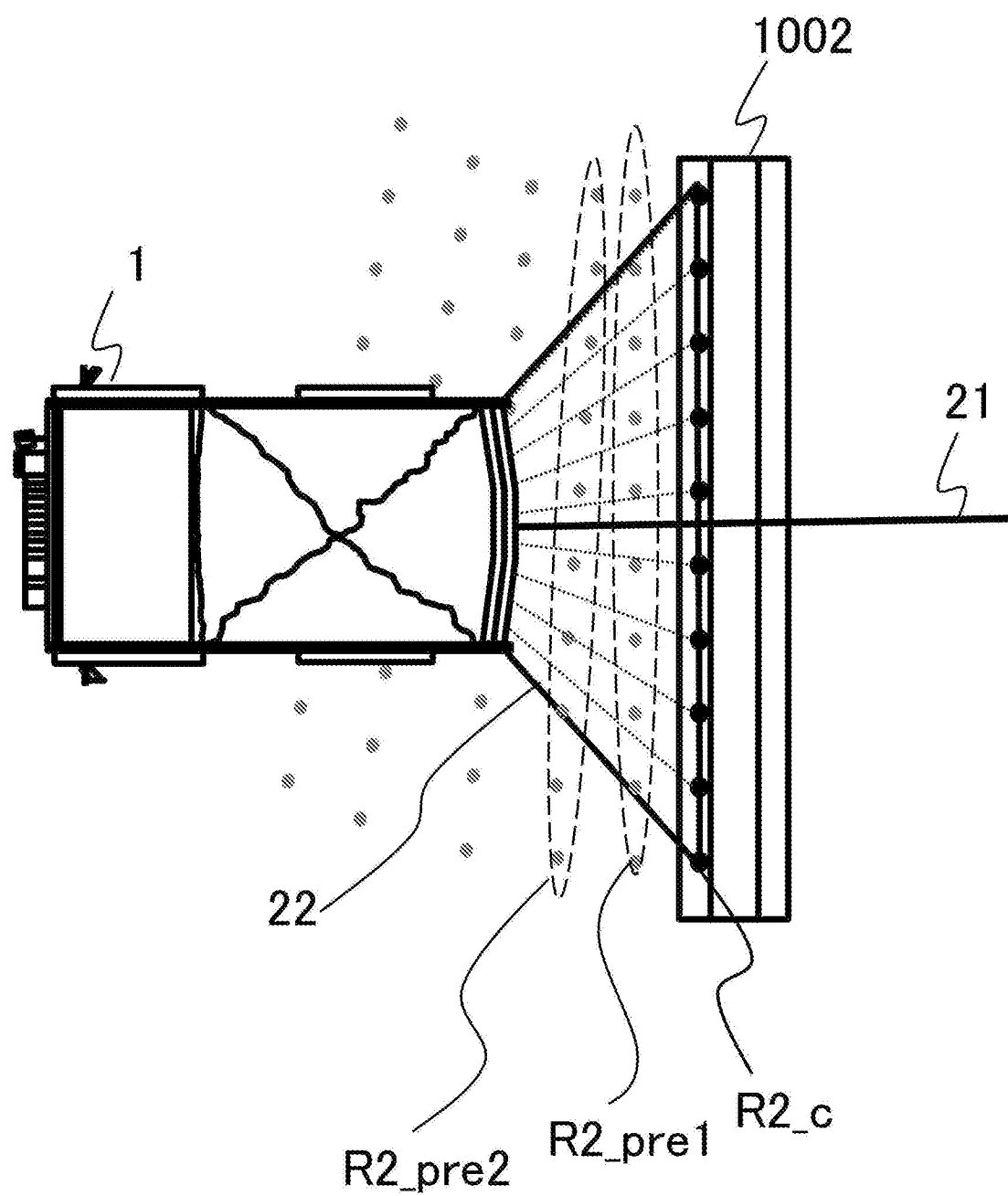
[図6]



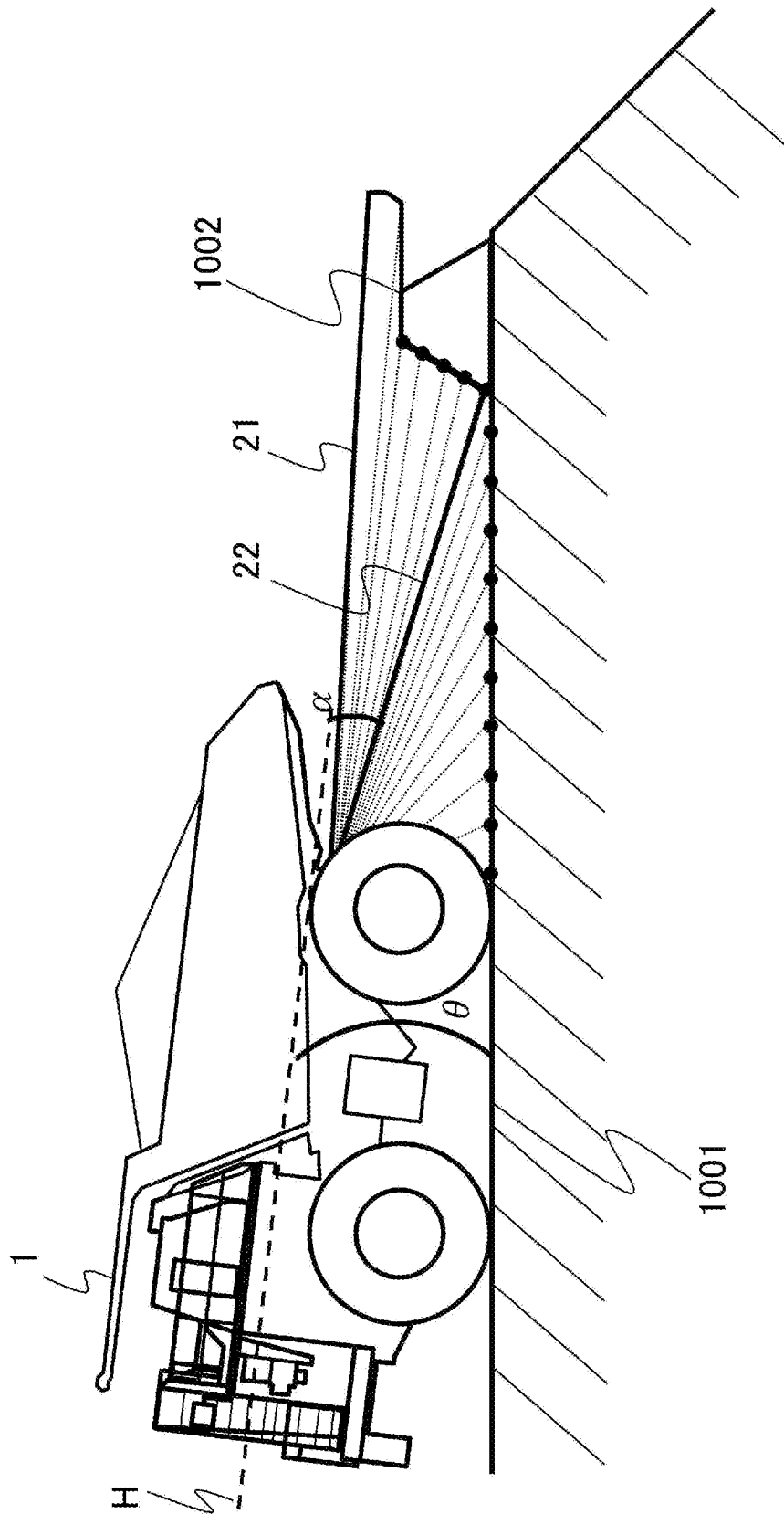
[図7]



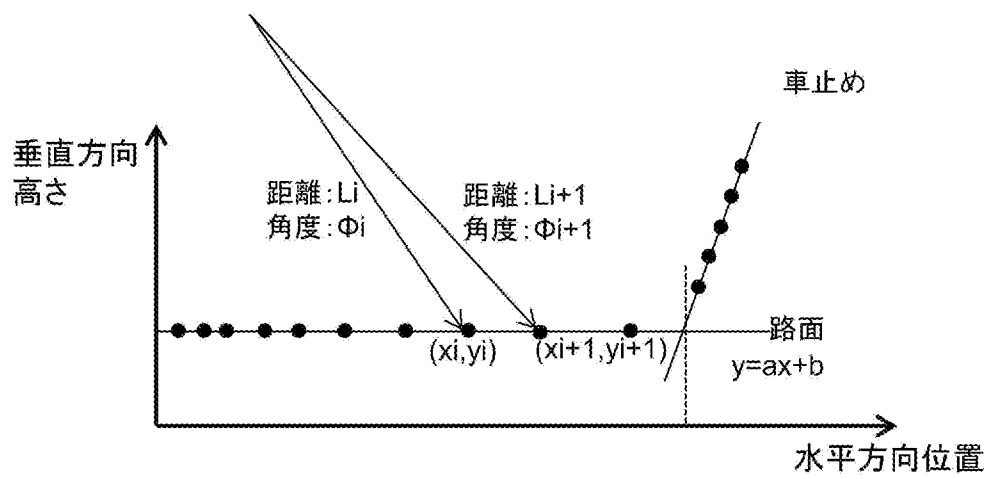
[図8]



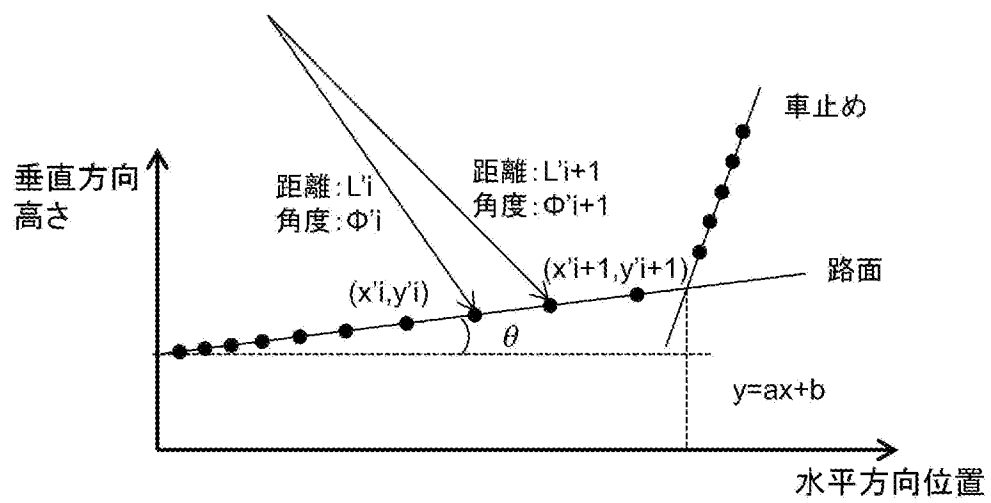
[図9A]



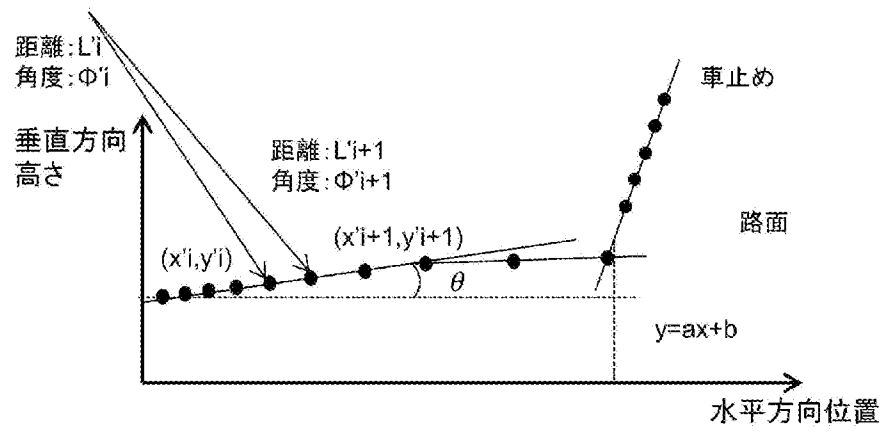
[図9B]



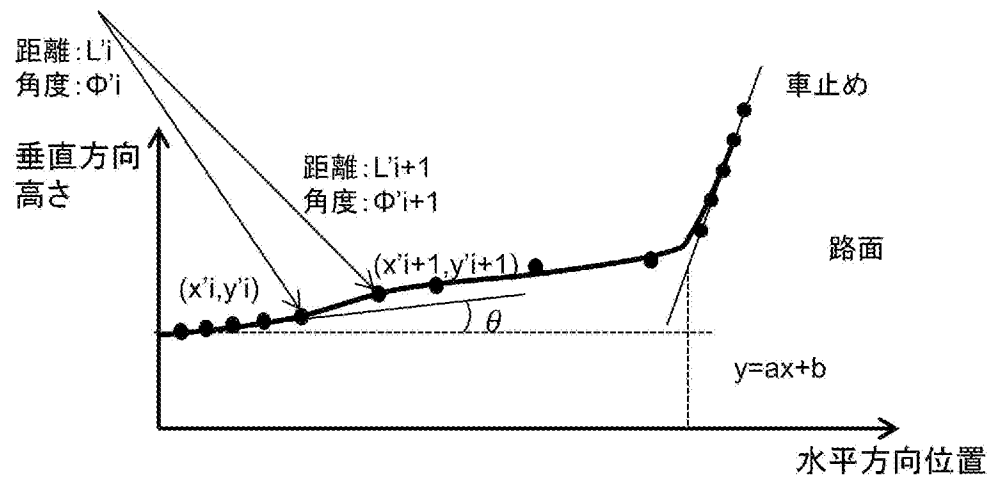
[図9C]



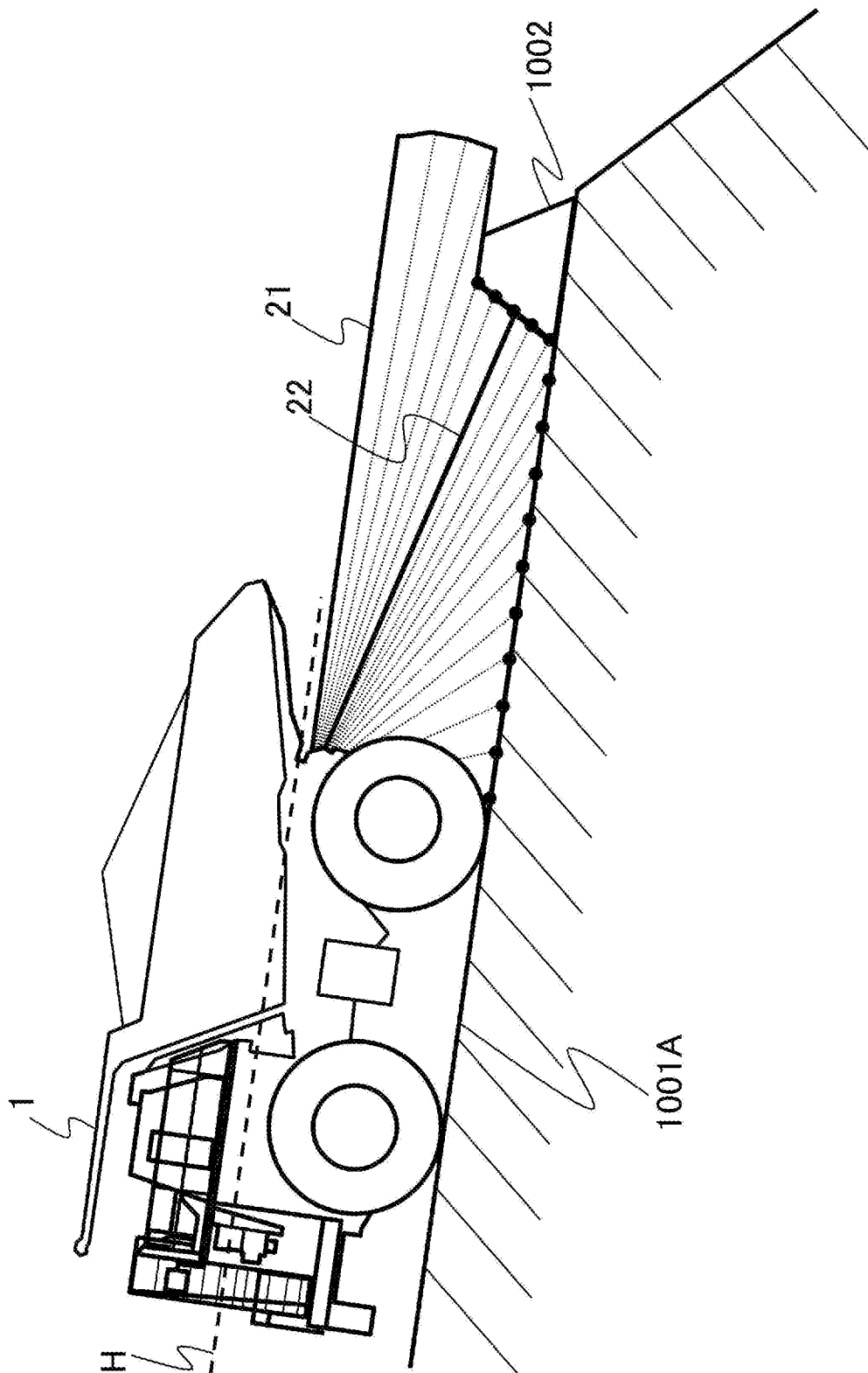
[図9D]



[図9E]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/008859

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01S17/87(2006.01)i, B60P1/04(2006.01)i, G01B11/24(2006.01)i, G01B11/245(2006.01)i, G01S17/93(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G01S7/48-G01S7/51, G01S17/00-G01S17/95, B60P1/04, G01B11/24, G01B11/245, B60R21/00, G08G1/16

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2009-229394 A (IHI CORPORATION) 08 October	1-3
Y	2009, paragraph [0021], fig. 1-3 (Family: none)	4-6
Y	WO 2015/060218 A1 (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY)	4-6
A	30 April 2015, paragraphs [0056]-[0064], fig. 7 & JP 2015-81877 A	1-3



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
07.05.2018

Date of mailing of the international search report
22.05.2018

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/008859

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2017-15409 A (SHARP CORPORATION) 19 January 2017, paragraphs [0035]-[0057], fig. 6-9 (Family: none)	6 1-5
A	JP 2009-136987 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 25 June 2009, entire text, all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2009-276195 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 26 November 2009, entire text, all drawings (Family: none)	1-6
A	US 2016/0177524 A1 (FEDERAL SIGNAL CORPORATION) 23 June 2016, entire text, all drawings & WO 2016/100532 A1	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01S17/87(2006.01)i, B60P1/04(2006.01)i, G01B11/24(2006.01)i, G01B11/245(2006.01)i, G01S17/93(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. G01S7/48-G01S7/51, G01S17/00-G01S17/95, B60P1/04, G01B11/24, G01B11/245, B60R21/00, G08G1/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2009-229394 A (株式会社 I H I) 2009.10.08, 段落[0021], 図 1-3 (ファミリーなし)	1-3 4-6
Y A	WO 2015/060218 A1 (日立建機株式会社) 2015.04.30, 段落[0056]-[0064], 図 7 & JP 2015-81877 A	4-6 1-3

☑ 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

07.05.2018

国際調査報告の発送日

22.05.2018

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)

安井 英己

2 S

6 0 0 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2017-15409 A (シャープ株式会社) 2017.01.19, 段落[0035]-[0057], 図 6-9 (ファミリーなし)	6 1-5
A	JP 2009-136987 A (トヨタ自動車株式会社) 2009.06.25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2009-276195 A (日産自動車株式会社) 2009.11.26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6
A	US 2016/0177524 A1 (FEDERAL SIGNAL CORPORATION) 2016.06.23, 全文, 全図 & WO 2016/100532 A1	1-6