

(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1月5日(05.01.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/002749 A1

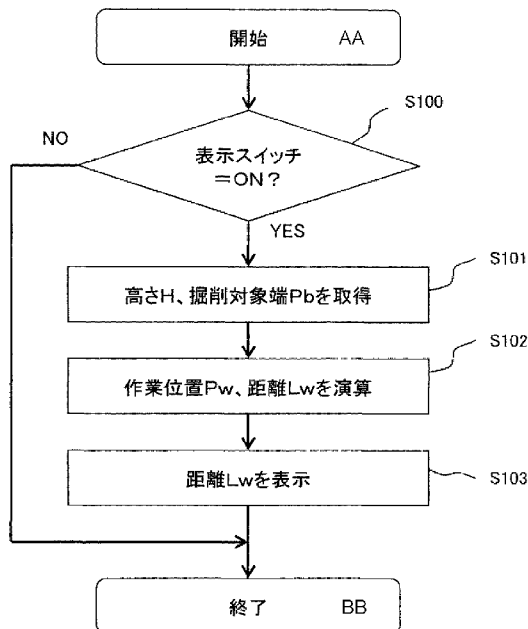
- (51) 国際特許分類:
E02F 9/20 (2006.01) *E02F 9/26* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/068975
- (22) 国際出願日: 2016年6月27日(27.06.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-129815 2015年6月29日(29.06.2015) JP
- (71) 出願人: 日立建機株式会社(HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1100015 東京都台東区東上野二丁目1番1号 Tokyo (JP). 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 中村 哲司(NAKAMURA Satoshi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 石井 啓範

- (ISHII Akinori); 〒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). 富田 邦嗣(TOMITA Kunitsugu); 〒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). 稲田 高洋(INADA Takahiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 柄川 索(EGAWA Saku); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人開知国際特許事務所(KAICHI IP); 〒1030022 東京都中央区日本橋室町四丁目3番16号 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,

[続葉有]

(54) Title: WORK ASSIST SYSTEM FOR WORK MACHINES

(54) 発明の名称: 作業機械の作業支援システム



S100 Is the display switch ON?
S101 Acquire the height H and excavation site end Pb
S102 Calculate work position Pw and distance Lw
S103 Display distance Lw
AA Start
BB End

(57) Abstract: A work assist system for work machines comprises a controller (18) that is configured so that an area in which an expected volume of excavation can be obtained from an excavation site by a single excavation action of a self-propelled hydraulic shovel (1) is determined, on the basis of the expected volume of excavation by a single excavation action of the hydraulic shovel (1), to be an excavation area S and so that the work position Pw of the hydraulic shovel (1) when performing the next excavation action on the basis of the excavation area S is calculated. The distance Lw from the hydraulic shovel 1 to the work position Pw is calculated by the controller (18) and displayed on a monitor (21).

(57) 要約: 自走可能な油圧ショベル(1)の1回の掘削動作による想定掘削量に基づいて、油圧ショベル(1)の1回の掘削動作により掘削対象から想定掘削量が得られる領域を掘削領域Sとして決定し、掘削領域Sに基づいて次回の掘削動作を行う際の油圧ショベル(1)の作業位置Pwを算出するように構成されたコントローラ(18)を備える。コントローラ(18)により油圧ショベル1から作業位置Pwまでの距離Lwを算出し、これをモニタ(21)に表示する。



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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：作業機械の作業支援システム

技術分野

[0001] 本発明は、自走可能な作業機械の作業位置決めを支援する作業機械の作業支援システムに関する。

背景技術

[0002] 油圧ショベル等の自走可能な作業機械と掘削対象の位置関係を提供して、作業機械の作業を支援するシステムが知られている。この種のシステムとして例えば特許5202667号（特許文献1）には、油圧ショベルの作業具が到達可能な範囲である作業可能範囲と目標作業面の形状に基づき、目標作業面と作業可能範囲の重なり面積が最大となる油圧ショベルの位置を最適作業位置として表示する油圧ショベルの位置誘導システムが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第5202667号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、油圧ショベルによる掘削作業には、油圧ショベルが掘削対象上に載り、掘削対象上面の端部からショベルの走行体よりも低い高さまで作業装置（作業腕）を伸ばして行う掘削動作と、掘削動作後のショベルの後退動作とを繰り返す荒掘削を実施する場合がある。この場合にショベルが載る掘削対象の高さ（ベンチ高さ）は場所、状況及び作業の進捗等によって変化することがある。掘削対象の高さが異なっても1回の掘削動作による掘削量を保持して作業効率の維持を図ろうとすると、掘削対象の高さが低い場合の方が掘削対象上面の端部からショベルをより離れた位置で掘削する必要がある。このように掘削対象の高さが低くなるほど最適な掘削位置は掘削対象上面の端部から離れることになるが、ショベル上からオペレータが掘削対象の高さ

を目視することが困難な場合や目視できても正確な高さ把握ができない場合が多く、掘削対象の高さ変化に応じて最適な掘削位置にショベルを停止しながら掘削を継続することは困難である。

[0005] なお、上記のような状況で行われる作業の具体例としては、露天掘り鉱山におけるベンチカット法（階段採掘法）による掘削が該当し、この場合の掘削対象は、１段以上の階段状に形成され、ベンチと呼ばれる。

[0006] この課題に関し、特許第５２０２６６７号の油圧ショベルの位置誘導システムは、目標作業面と作業可能範囲（作業具の可動範囲）の重なり面積が最大となる油圧ショベルの位置を最適作業位置とするため、上記のようにベンチカット法による掘削が実施される状況下で各掘削動作の掘削量を保持するのに適した位置を算出することは難しい。

[0007] 本発明は、掘削対象上に載って作業を行う場合に掘削対象の高さが変化しても、作業量の保持に適した位置まで作業機械を誘導できる作業機械の作業支援システムの提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] このような課題を解決するために、本発明の作業機械の作業支援システムは、自走可能な作業機械の作業支援システムにおいて、前記作業機械の１回の掘削動作による想定掘削量に基づいて、前記作業機械の１回の掘削動作により掘削対象から前記想定掘削量が得られる領域を掘削領域として決定し、当該掘削領域に基づいて次回の掘削動作を行う際の前記作業機械の作業位置を算出するように構成された制御装置と、前記作業位置の情報に関する表示する表示装置とを備えることを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、掘削量が保持されるように掘削対象の高さに合わせて停止位置が算出されるので、当該停止位置まで作業機械を容易に誘導でき、高作業効率を維持できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図１]本発明を適用した油圧ショベルの構成例を示す外観図である。

[図2]本発明の第1実施形態に係る作業支援システムのシステム構成を示す概略図である。

[図3]コントローラ18のハードウェア構成図である。

[図4]油圧ショベルの掘削作業の一例を示す俯瞰図であり、油圧ショベルが掘削対象

[図5]油圧ショベルの掘削作業の一例を示す俯瞰図であり、油圧ショベルが掘削終了後に旋回し運搬機械の荷台上にバケットを移動し、掘削物を放出している状態を示す俯瞰図である。

[図6]掘削領域を基準として作業位置を設定する方法を示す側方断面図である。

[図7]本発明の第1実施形態における作業位置を表示する方法を示すフローチャートである。

[図8]作業位置を示す表示画面例を示す図である。

[図9]本発明の第2実施形態に係る作業支援システムのシステム構成を示す概略図である。

[図10]掘削対象の安定度を基準として作業位置を設定する方法を示す側方断面図である。

[図11]掘削対象の形状を取得する方法を示す側方断面図である。

[図12]掘削対象の形状を取得する異なる方法を示す側方断面図である。

[図13]掘削対象の高さに対する作業位置を示すグラフである。

[図14]本発明の第2実施形態における作業位置を表示する方法を示すフローチャートである。

[図15]本発明の第3実施形態における作業位置を表示する方法を示すフローチャートである。

[図16]本発明の第4実施形態における作業位置を表示する方法を示すフローチャートである。

[図17]作業機械の作業範囲を示す概略図である。

[図18]掘削対象端基準線と掘削対象端Pbの関係を示す俯瞰図である。

[図19]掘削対象端基準線と掘削対象端P bの関係を示す上面図である。

[図20]他の掘削対象端P bの設定方法を示す上面図である。

[図21]ヘッドアップディスプレイを用いて作業位置を示す場合に操作室の内部から油圧ショベル前方を俯瞰した図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、発明の実施形態について図面を用いて説明する。

[0012] <第1実施形態>

図1及び図2を用いて、作業機械、および作業機械に備えられる作業支援システムの構成について説明する。

[0013] 図1は自走可能な作業機械の一例である油圧ショベル1の外観図である。油圧ショベル1は下部走行体10と、下部走行体10に旋回可能に設けられた上部旋回体11と、上部旋回体11の前方に回動可能に設けられたブーム13と、ブーム13の先端に回動可能に設けられたアーム14と、アーム14の先端に回動可能に設けられたバケット15と、ブーム13、アーム14、バケット15によって構成される多関節型のフロント作業装置（作業装置）12と、操作者が乗り込みショベル1を操作する操作室17と、操作室17内に設けられ油圧ショベル1を操作するための操作レバー（操作装置）19（図9参照）と、操作レバー19の出力（油圧信号または電気信号）に基づいて油圧ショベル1の動作を制御するコントローラ18によって構成されている。

[0014] 本実施の形態はベンチカット法による掘削を想定しており、油圧ショベル1の掘削対象は階段状に形成されたベンチである。ベンチは、油圧ショベル1が掘削作業時に載る平面であるベンチ上面（フロア）85と、ベンチ上面85に接続する下り傾斜面（ベンチ側面）である掘削面4を備えている。図1のベンチでは、ベンチ上面85と掘削面4の境界部にエッジ86が表れている。掘削作業に際し、油圧ショベル1は、エッジ86がショベル前方に位置するようにベンチの上面85に載り、その位置からフロント作業装置12を適宜伸縮させて掘削面4を掘削する。

[0015] 操作室 17 の前方には、周囲物体までの距離を測定する距離センサであって、主として掘削対象（ベンチ）の表面形状を検出するための形状検出装置であるレーザー距離計 24 がショベル接地面 85 に対して所定の角度（レーザー距離計取り付け角度） α （図 11 参照）で固定されている。操作室 17 の内部には、モニタ 21 と、設定入力装置 20 と、作業位置表示スイッチ 27（いずれも後述）が備えられている。また、上部旋回体 11 には外部の機器やコンピュータと通信を行うための通信装置である無線装置 26 と、油圧ショベル 1 に関する各種情報処理を実行するように構成されたコンピュータ（例えばマイクロコンピュータ）であるコントローラ（制御装置）18 が備えられている。

[0016] 図 2 は油圧ショベル 1 に搭載され、作業位置を表示する作業機械の作業支援システムのシステム構成を示す概観図である。先の図と同じ部分には同じ符号を付して説明を省略することがある（後の図も同様とする）。

[0017] 作業支援システムは、作業支援システムの各種設定を変更するための入力装置（キーボード、マウス、複数のボタン、タッチパネルなど）である設定入力装置 20 と、コントローラ 18 内でプログラムとして構成され、次回の掘削動作を行う際の油圧ショベル 1 の停止位置（「作業位置」と称することがある）を算出する作業位置算出部 30 と、作業位置 P_w （後述の図 6 参照）または作業位置 P_w に関する情報（例えば下部走行体 10 の先端 C_f （図 6 参照）から作業位置 P_w までの水平距離 L_w （図 6 参照）等）を表示するモニタ（表示装置）21 と、モニタ 21 への作業位置の表示の ON/OFF（作業位置算出部 30 による作業位置算出の ON/OFF でも良い）を択一的に切換指示する作業位置表示スイッチ 27 とを備えている。

[0018] 図 3 にコントローラ 18 のハードウェア構成を示す。コントローラ 18 は、入力部 91 と、プロセッサである中央処理装置（CPU）92 と、記憶装置であるリードオンリーメモリ（ROM）93 及びランダムアクセスメモリ（RAM）94 と、出力部 95 とを有している。入力部 91 は、外部装置（例えば、設定入力装置 20、レーザー距離計 24 および作業位置表示スイッ

チ 27) からの情報や信号を入力し、必要に応じて A/D 変換を行う。ROM 93 は、プログラム等が記憶された記録媒体であり、CPU 92 は、ROM 93 に記憶されたプログラムに従って入力部 91 及びメモリ 93, 94 から取り入れた信号に対して所定の演算処理を行う。出力部 95 は、CPU 92 での演算結果に応じた出力用の信号を作成し、その信号を外部装置（例えば、モニタ 21）に出力する。なお、図 3 のコントローラ 18 は、記憶装置として ROM 93 及び RAM 94 という半導体メモリを備えているが、ハードディスクドライブ等の磁気記憶装置を備え、これにプログラムを記憶しても良い。

[0019] 図 2 に戻り、作業位置算出部 30 は、地形データ取得部 31 と、掘削領域決定部 32 と、作業位置演算部 34 を備えている。

[0020] 地形データ取得部 31 は、レーザー距離計 24 から出力される距離情報に基づいて、ベンチ上面 85 のエッジ 86 上の点である掘削対象端 P_b（図 6 参照）の位置と、掘削基準面 82 からのベンチ上面 85 の高さ H（図 6 参照）を取得する部分である。掘削対象端 P_b は、作業位置 P_w を算出する際の基準点であり、ベンチ上面 85 と掘削面 4 の境界部に定義すれば良く、図 6 等のように必ずしもエッジ 86 上に定義する必要は無い（詳細は後述の図 19, 20 参照）。

[0021] 本実施の形態では、「掘削対象端 P_b」を、ショベル 1 の旋回中心と作業装置 12 の中心を通過する面がベンチ上面 85 のエッジ 86 と交差する点とし、「基準面 82」を、ショベル 1 が載っているベンチ上面 85 より一段下のベンチ上面又は最下段のベンチの底面とした。

[0022] 掘削領域決定部 32 は、地形データ取得部 31 の取得結果に基づいて、ショベル 1 の 1 回の掘削動作（後述）により掘削対象から想定掘削量（後述）が得られる掘削対象における領域（「掘削領域 S」と称することがある）を決定する部分である。詳細は後述するが、本実施の形態では、ベンチ上面 85 の高さ H と、想定掘削量から導出できる面積 s_b（後述）に基づいて掘削領域 S を決定している。

- [0023] 本稿における「1回の掘削動作」とは、ベンチの掘削に際して、バケット15の爪先が掘削面4に触れた状態からバケット15の爪先の高さがベンチ上面85に達した状態までの間に行われる一連の動作のことを言う。
- [0024] また、「想定掘削量」は、バケット15の容量（バケット容量）を基準に設定されている。バケット容量は油圧ショベル1の機種により異なる。具体的な想定掘削量としては、例えば、バケットの上縁で擦り切りで掘削物を入れたときの容量（平積み容量）や、掘削物を平積みにした状態のバケットに対して掘削物をさらに山状に盛り上げたときの容量（山積み容量）が利用できる。作業効率を最大化する観点からは山積み容量を想定掘削量として採用することが好ましいが、想定掘削量に特に限定は無く最大容量以下の任意の値が採用できる。本実施の形態では山積み容量を想定掘削量とする。
- [0025] 作業位置演算部34は、掘削領域決定部32の決定した掘削領域Sに基づいて次回の掘削動作を行う際の油圧ショベル1の作業位置（停止位置）を算出する部分である。詳細は後述するが、本実施の形態では、ベンチ上面85と掘削面4の境界部に定義された基準点（掘削対象端Pb）から作業位置Pwまでの距離Lwを掘削領域Sに基づいて算出し、距離Lwに基づいて作業位置Pwを算出している。
- [0026] 次に本発明の実施形態の一例である作業機械の作業支援システムが作業位置を設定する手順と作業位置の表示例を図4乃至図8を用いて説明する。
- [0027] 図4は油圧ショベル1の作業の一例を示す概観図であり、油圧ショベル1が1回の掘削動作により掘削面4の掘削を終了しバケット15内部に掘削物5を積載している状態を示す概観図である。図5は油圧ショベル1が1回の掘削動作終了後に旋回し運搬機械（ダンプトラック）2の荷台上にバケット15を移動し、掘削物5を放出している状態を示す概観図である。通常、油圧ショベル1は運搬機械2の荷台が満杯になるまで図4、図5に示す掘削作業と積込作業を交互に繰り返す。また、油圧ショベル1の前方でエッジ86の方向に亘って存在する前後方向掘削幅Wdの領域の掘削作業が完了すると、油圧ショベル1は後退し、再度掘削作業と積込作業を繰り返す。このとき、

各掘削動作で所定の掘削量を保持しようとする場合、油圧ショベル 1 と掘削対象端 7 の位置が近いと、1 度の掘削動作終了時のバケット 15 の位置が油圧ショベル 1 の足場に及ぶことを防ぐために、当該所定の掘削量を確保できないことがある。

[0028] 図 6 は油圧ショベル 1 と掘削面 4 の位置関係を示す側方断面図（油圧ショベル 1 の旋回中心と作業装置 12 の中心を通過する面によるベンチ断面図）である。図 7 は作業位置算出部 30 の処理を示すフローチャートである。次に、図 6 を参照しながら図 7 を用いて作業位置 Pw までの距離 Lw をモニタ 21 に表示する手順について説明する。

[0029] 図 7 の処理が開始されると、作業位置算出部 30 は、まずステップ S100 にて作業位置表示スイッチ 27 が ON となっているか判定する。作業位置表示スイッチ 27 が ON ではない場合、モニタ 21 に何も表示せず処理を終了する。

[0030] 一方、作業位置表示スイッチ 27 が ON の場合、ステップ 101 にて掘削領域決定部 32 は地形データ取得部 31 から高さ H および掘削対象端 Pb の位置を取得し、ステップ 102 に進む。

[0031] ステップ 102 では、まず、掘削領域決定部 32 が、図 6 の側方断面図における掘削領域 S の面積 s_b と、地形データ取得部 31 で取得される高さ H とに基づいて掘削領域 S を決定して、これにより掘削量設定距離 L_s が算出される。本実施の形態では、掘削領域 S を、図 6 に示すように、掘削面 4 に関連する 2 点 Pb, Pu を通過し、面積 s_b が一定の平行四辺形状として単純化している。掘削領域 S の面積 s_b は想定掘削量から決定され、高さ H の値に応じて平行四辺形の左上の頂点 Pa の位置（換言すれば平行四辺形の上辺及び底辺の長さ）が変化する。そのため、平行四辺形状の掘削領域 S の上辺及び底辺の長さである掘削量設定距離 L_s は、下記式（1）により s_b と H から算出できる。

$$L_s = s_b / H \cdots \text{式 (1)}$$

[0032] つぎに、作業位置演算部 34 は、下記式（2）により掘削対象端 Pb から

作業位置 P_w までの距離 W_d （「前後方向掘削幅」と称することがある）を算出する。さらに作業位置演算部 34 は、距離 W_d と掘削対象端 P_b の位置から作業位置 P_w を算出する。式（2）における L_m はマージン距離である。本実施の形態の作業位置演算部 34 では、作業位置 P_w を点 P_a ではなく、設定入力装置 20 によって設定されたマージン距離 L_m を点 P_a から油圧シヨベル 1 側に移動した位置として演算している。

$$W_d = L_s + L_m \cdots \text{式（2）}$$

[0033] さらに、作業位置演算部 34 は、油圧シヨベル 1 の下部走行体 10 の先端 C_f から作業位置 P_w までの水平距離である作業位置距離 L_w を演算する。作業位置距離 L_w は、油圧シヨベル 1 の下部走行体 10 の先端 C_f から掘削対象端 P_b までの距離 L_b （「掘削対象端距離」と称することがある）を用いて下記式（3）により表される。距離 L_b は、レーザー距離計 24 又は無線装置 26 を介して地形データ取得部 31 により取得する。

$$L_w = L_b - W_d \cdots \text{式（3）}$$

[0034] 上記のように掘削領域 S を平行四辺形に設定すると、掘削対象端 P_b の位置と高さ H の値が取得できれば、作業位置 P_w の特定と作業位置距離 L_w の算出が可能であるというメリットがある。

[0035] なお、前後方向掘削幅 W_d は上述の算出方法に限定されるものではなく、設定入力装置 20 によって異なる計算式に基づいて設定されるように構成しても良い。

[0036] 作業位置算出部 30 は、最後にステップ 103 にて距離 L_w をモニタ 21 に出力して処理を終了する。

[0037] 図 8 は操作室 17 の内部に備え付けられたモニタ 21 における作業位置 P_w までの距離 L_w の表示例の 1 つを示した図である。図 8 を用いて、作業位置 P_w の表示方法について説明する。

[0038] 図 8 に示したモニタ 21 の画面には表示領域としてモニタ上部 22 とモニタ下部 23 が設けられている。

[0039] モニタ上部 22 には、図 7 で説明した作業位置算出部 30 の出力に基づい

て、下部走行体 10 の先端から作業位置までの作業位置距離 L_w が数値として表示される。図 8 の例における「前端まで」という文字列の右側に表示された数値（ -0.5 m ）が作業位置 P_w までの距離 L_w を示している。

[0040] 図 8 の例では、距離 L_w は負の値になっている。図 8 の例のように距離 L_w が負であるということは、下部走行体 10 の先端 C_f が作業位置 P_w を越えており、油圧ショベル 1 を後退すべきことを示す。反対に距離 L_w が正の場合には、下部走行体 10 の先端 C_f が作業位置 P_w まで達しておらず、油圧ショベル 1 を前進すべきことを示す。距離 L_w が負の場合には、図 8 に示すように警告画像 42 を画面上に表示してオペレータに注意喚起することが好ましい。警告画像 42 に代えて警告メッセージを表示しても良い。また、同様の場合に警告画像 42 に代えて警告音又は警告音声を出力する音声出力装置を追加設置しても良い。

[0041] モニタ下部 23 には、図 6 と同様の油圧ショベル 1 の側方断面図の画像（掘削対象の表面形状画像）が表示されている。モニタ下部 23 の表示では、作業位置算出部 30 の出力に基づいて、作業位置 P_w を示す作業位置表示線 84 と、掘削領域 S と、油圧ショベル 1 の画像が側方断面図の画像に重ねて表示されている。側方断面図の画像は、レーザー距離計 24 により検出された掘削対象の表面形状に基づいてコントローラ 18 により作成されている。モニタ下部 23 上における油圧ショベルの画像位置及び作業装置の画像の姿勢は、実機の位置及び姿勢に連動するように構成することが好ましい。

[0042] このように作業位置 P_w と油圧ショベル 1 の画像を表示すると、両者の位置関係を容易に把握することができる。また、掘削領域 S を表示すると、次の掘削動作時のバケット 15 の爪先の目標軌道が把握できるので、掘削容量の最大化と高作業効率維持に寄与する。

[0043] 上記のように、本実施の形態に係る作業機械の作業支援システムは、複数回の掘削動作のそれぞれで掘削される領域の断面積 s_b が一定に保持されるように、ベンチ高さ H および想定掘削量に基づいて掘削領域 S を決定し、次の掘削動作で掘削するのに適したショベル 1 の位置を掘削領域 S に基づい

て作業位置 P_w として算出するように構成した。そして、油圧ショベル 1 の下部走行体 10 の最前端 C_f から作業位置 P_w までの距離 L_w を算出してモニタ 21 に表示することとした。このように距離 L_w を表示すると、ベンチ高さ H に適した作業位置と油圧ショベル 1 の位置関係をオペレータが容易に把握できる。これにより、ベンチ高さが変化しても、掘削量の保持に適した位置まで油圧ショベル 1 を誘導できるので高作業効率を維持できる。

[0044] なお、掘削領域 S の形状は図 6 に示した平行四辺形に限定されるものではなく、設定入力装置 20 によって他の形状に変更可能に構成しても良い。この場合には掘削量設定距離 L_s を上記式 (1) 以外の式で算出することとなるが、掘削領域 S の形状が予め決定していれば面積 s_b (想定掘削量) と掘削対象の形状から L_s は算出可能である。例えば、ショベル接地面 85 の一部を上底、基準面 82 の一部を下底とし、ショベル接地面 85 に対する垂線と掘削面 4 を脚とする台形を掘削領域 S として設定するように構成してもよい。また、断面積が s_b となる領域を 1 回の掘削動作で掘削する際のバケット 15 の爪先の移動軌跡のひな形を高さ H ごとに記憶しておき、当該移動軌跡のひな形及び高さ H に基づいて掘削領域 S の形状を適宜選択するように構成しても良い。

[0045] 上記では、掘削面 4 の下端に位置する点 P_u にバケット 15 の爪先を当てて掘削動作が開始することを想定して説明したが、ベンチ高さ H が高く点 P_u がバケット 15 の可動範囲外に位置する場合には、バケット 15 の可動範囲の最大範囲と掘削面 4 の交点が掘削動作の開始点となるように掘削領域 S を設定するものとする。つまり、本実施の形態はバケット 15 の爪先が点 P_u に到達しない場合にも適用可能である。

[0046] 掘削面 4 の具体的な表面形状が把握可能な場合 (レーザー距離計 24 等でその場で把握可能な場合や、施工図等の情報から事前に把握可能な場合) には、掘削領域 S の推定と作業位置 P_w を算出に際し、当該表面形状を掘削面 4 の形状として利用しても良い。この場合には掘削領域 S の推定精度が向上するため、作業位置 P_w の精度も向上する。また、モニタ下部 23 に表示す

る側方断面図の精度を向上できる。

[0047] 掘削対象の形状を取得する装置はレーザー距離計 24 に限定されるものではなく、掘削対象の形状を取得できる他の構成であっても良い。例えば、測距カメラや超音波センサによる代用が可能である。また、無線装置 26 を介して外部のコンピュータから取得した地形データを利用して作業位置設定を行うように構成しても良い。例えば、高さ H の取得に際して、現場管理者から取得した作業計画に基づいて高さ H を設定するように構成しても良く、また運搬機械 2 で掘削対象の下方から高さ H を計測し油圧ショベル 1 に送信するように構成してもよい。さらに、油圧ショベル 1 の爪先軌跡から次回掘削時の掘削面 4 の形状を推定するように構成しても良い。

[0048] 前後方向掘削幅 W_d （作業位置 P_w ）の算出に際し、マージン距離 L_m は、必ずしも設定する必要は無く、ゼロに設定しても良い。マージン距離 L_m がゼロの場合、掘削対象端 P_b と作業位置 P_w の距離は掘削量設定距離 L_s に一致し最小となる。

[0049] モニタ 21 への表示は、先述した内容に限定されるものではなく、例えばモニタ下部 23 に掘削面 4 及び接地面 85 を含む掘削対象と油圧ショベル 1 の上面図を表示し、これに作業位置 P_w 、 P_{ws} を重ねて表示するように構成しても良い。

[0050] <第 2 実施形態>

図 9 は油圧ショベル 1 に搭載され、作業位置を表示する作業機械の作業支援システムの他の構成を示す概観図である。この図の作業位置算出部 30 は、図 2 に示した作業位置算出部 30 が備える構成に加えて、安定領域設定部 33 と、走行判定部 35 と、表示更新部 36 を備えている。

[0051] 地形データ取得部 31 は、レーザー距離計 24 から出力される距離情報又は無線装置 26 によりもたらされる地形データに基づいて掘削対象の形状を取得し、さらに掘削対象の高さ H と掘削対象端 P_b の位置と掘削面 4 の形状等を取得する部分である。安定領域設定部 33 は、掘削対象の表面形状及び安定角 a_s （図 10 参照）に基づいて、掘削対象の上面において油圧ショベ

ル 1 が安定して掘削作業を実施可能な領域（「安定領域」と称することがある）を算出する部分である。作業位置演算部 34 は、油圧ショベル 1 の作業位置（ P_w 又は P_{ws} ）を演算する部分である。走行判定部 35 は、操作レバー（操作装置）19 の出力に基づいて油圧ショベル 1 に対して走行指示がされたか否か判定する部分である。表示更新部 36 は、走行判定部 35 の判定に基づいて作業位置演算部 34 から出力され、モニタ 21 に表示される作業位置（ P_w 又は P_{ws} ）と掘削領域に関する情報（例えば、作業位置 P_w までの距離 L_w 、作業位置 P_{ws} までの距離 L_{ws} ）を更新する部分である。

[0052] 図 10 は第 2 実施形態における油圧ショベル 1 と掘削面 4 の位置関係を示す側方断面図である。安定領域に基づいて決定される第 2 の作業位置 P_{ws} を算出する方法について図 10 を用いて説明する。

[0053] 掘削面 4 の下側のエッジ上に位置する第 2 の掘削対象端 P_u は地形データ取得部 31 によって取得される。次に、地形データ取得部 31 が第 2 の掘削対象端 P_u を含む掘削面 4 の表面形状を取得する方法について図 11 を用いて説明する。

[0054] 図 11 は油圧ショベル 1 とレーザー距離計 24 と掘削面 4 の位置関係を示す側方断面図である。レーザー距離計 24 は掘削面 4 を点群に分割し、各点のレーザー距離計 24 に対する相対水平距離である点群相対水平距離 L_n と点群相対鉛直距離 H_n を出力する。地形データ取得部 31 は、レーザー距離計 24 のレーザー距離計取り付け長さ L_d と、ショベル接地面 85 に対するレーザー距離計取り付け高さ H_d と、ショベル接地面 85 に対するレーザー距離計取り付け角度 a_d を記憶している。地形データ取得部 31 は、レーザー距離計 24 の取り付け位置情報（長さ L_d 、高さ H_d 及び角度 a_d ）に基づいて、レーザー距離計 24 の出力（点群相対水平距離 L_n と点群相対鉛直距離 H_n ）を下部走行体 10 の先端 C_f に対する点群水平距離 L_n' と点群鉛直距離 H_n' に変換する。 L_n' と H_n' は回転行列を用いて以下の（7）式によって変換される。

$$L n' = L n \times \cos (a d) - H n \times \sin (a d) - L d$$

$$H n' = L n \times \sin (a d) + H n \times \cos (a d) - H d \quad \cdots ($$

7)

[0055] 同様の計算を点群に含まれる全ての点について行うことにより下部走行体 10の先端C fに対する掘削対象の表面形状を取得する。なお、図11を用いた説明では掘削面4の形状を側方断面における2次元形状として説明しているが、3次元の回転行列を用いることにより掘削対象の3次元形状に変換しても良い。

[0056] 地形データ取得部31は掘削面4を構成する点群のうち、隣接する2点群間の傾きを全て計算し、傾きが急激に変化する点P t o pとP b t mを検出する。P t o pとP b t mはその点の標高に基づいて、標高が高い点P t o pを掘削対象端P b、標高が低いP b t mを第2の掘削対象端P uとして出力・記憶する。また、点P t o pとP b t mの標高の差分を高さHとして出力・記憶する。

[0057] 次に掘削対象端P bと第2の掘削対象端P uの位置を取得する他の方法について図12を用いて説明する。図12は掘削作業におけるバケット15の爪先軌跡に基づいて掘削対象端P b、P uの位置を取得する方法を示す側方断面図である。

[0058] フロント作業装置12には、ブーム13、アーム14、バケット15の回転角度を測定するブーム角度センサ28-1（図示せず）、アーム角度センサ28-2及びバケット角度センサ28-3と、アームシリンダ16内の圧力を計測するアームシリンダ圧力センサ29が備えられている。また、コントローラ18はブーム13、アーム14およびバケット15の寸法を記憶しており、これらの寸法と角度センサ28-1、28-2、28-3の出力に基づいてバケット15の爪先位置を演算可能なように構成されている。

[0059] 掘削対象端P bと第2の掘削対象端P uの位置取得に際して、まず、コントローラ18は圧力センサ29の出力を監視し、アームシリンダ16の負荷が増大し、所定値より大きくなった時を掘削開始と判断し、その時のバケッ

ト 15 の爪先位置を第 2 の掘削対象端 P u として設定する。続いて、コントローラ 18 は掘削開始後のバケット 15 の爪先位置を監視し、バケット 15 の爪先の高さがショベル接地面 85 の高さより高くなった時を掘削終了と判断し、その時のバケット 15 の爪先位置を掘削対象端 P b として設定する。

[0060] 図 10 に戻り、安定角（安息角） a_s は、ベンチの掘削面 4 が自発的に崩れることなく安定する掘削面 4 の最大傾斜角度であり、第 2 の掘削対象端 P u に設定される。安定角 a_s の値は、ベンチの土質によって異なり、設定入力装置 20 等を介してコントローラ 18 内の記憶装置に予め格納されている。安定領域設定部 33 は、第 2 の掘削対象端 P u から掘削対象が安定となる位置 P w s までの水平距離 L_{st} （「掘削対象安定距離」と称することがある）を安定角度 a_s と高さ H を利用して下記式（4）に基づいて算出する。

$$L_{st} = H / \tan(a_s) \cdots \text{式 (4)}$$

[0061] 続いて作業位置演算部 34 は、下部走行体 10 の先端 C f から第 2 の作業位置 P w s までの水平距離 L_{ws} （「第 2 の作業位置距離」と称することがある）を算出する。第 2 の作業位置距離 L_{ws} は、下部走行体 10 の先端 C f から第 2 の掘削対象端 P u までの水平距離 L_u を用いて下記式（5）で表される。なお、水平距離 L_u は、レーザー距離計 24 又は無線装置 26 を介して地形データ取得部 31 により取得する。

$$L_{ws} = L_u - L_{st} \cdots \text{式 (5)}$$

[0062] このとき、掘削対象端 P b から第 2 の作業位置 P w s までの水平距離 $W_d s$ （「第 2 の前後方向掘削幅」と称することがある）は油圧ショベル 1 の下部走行体 10 の先端 C f から掘削対象端 P b までの水平距離 L_b （「掘削対象端距離」と称することがある）を用いて、下記式（6）で表される。

$$W_d s = L_b - L_{ws} \cdots \text{式 (6)}$$

[0063] 作業位置演算部 34 は、第 2 の前後方向掘削幅 $W_d s$ と前後方向掘削幅 W_d の大きさを比較し、大きい方を作業位置として設定する。例えば、第 2 の前後方向掘削幅が大きい場合は、第 2 の前後方向掘削幅 $W_d s$ を用いた位置 P w s を作業位置として設定する。

[0064] 図13は、高さHに対する前後方向掘削幅 W_d 及び第2の前後方向掘削幅 W_{ds} の値を示すグラフである。図10を用いて高さHにより、先述した方法に基づいて算出される前後方向掘削幅 W_d 及び第2の前後方向掘削幅 W_{ds} の変化を説明する。

[0065] 既述のとおり、高さHが小さいほど、所定面積 s_b を確保するために必要な作業位置距離 L_s が大きくなるので、前後方向掘削幅 W_d も同時に大きくなり、作業位置 P_w は掘削対象端 P_b から離れる。一方で、高さHが大きいほど、所定面積 s_b を確保するために必要な掘削量設定距離 L_s が小さくなり、前後方向掘削幅 W_d も同時に小さくなるので、作業位置 P_w は掘削対象端 P_b に近づく。

[0066] 掘削対象安定距離 L_{st} は、高さHが増大するにつれ増大するため、第2の前後方向掘削幅 W_{ds} は高さHが増大するにつれ増大する。作業位置演算部34は、上述した前後方向掘削幅 W_d と第2の前後方向掘削幅 W_{ds} を比較し、値の大きい方を作業位置とする。図13に示すように、(A)高さHが H_2 より小さい領域では、前後方向掘削幅 W_d が大きいので、前後方向掘削幅 W_d を用いた作業位置 P_w が出力される。(B)高さHが H_2 のときには、前後方向掘削幅 W_d と第2の前後方向掘削幅 W_{ds} が一致するため、便宜的に前後方向掘削幅 W_d を用いた作業位置 P_w を出力する(第2の作業位置 P_{ws} を出力しても良い)。(C)高さHが H_2 より大きい領域では、第2の前後方向掘削幅 W_{ds} が大きいので、第2の前後方向掘削幅 W_{ds} を用いた第2の作業位置 P_{ws} が出力される。

[0067] 図14は第2実施形態に係る作業位置算出部30の処理を示すフローチャートである。図14を用いて作業位置を表示する方法を説明する。先の図(図7)のフローチャートと同じ処理については同じ番号を付して説明を省略することがある(後続するフローチャートも同様とする。)

[0068] 作業位置表示スイッチ27がONの場合、ステップ101Aにて掘削領域決定部32と安定領域設定部33はそれぞれ作業位置 P_w 、 P_{ws} の決定と前後方向掘削幅 W_d 、 W_{ds} の演算に必要な地形データ(例えば、高さH、

掘削対象端 P_b 、 P_u の位置、水平距離 L_u 、掘削面 4 の形状) を地形データ取得部 31 から取得する。

[0069] 続いてステップ 102A にて、掘削領域決定部 32 は既述の方法により掘削領域 S を推定する。そして、作業位置演算部 34 は、面積 s_b 及び高さ H と上記式 (1) を利用して掘削量設定距離 L_s を算出し、これにマージン L_m を加算して前後方向掘削幅 W_d を算出する (上記式 (2))。

[0070] また、安定領域設定部 33 は、上記式 (4) を利用して掘削対象安定距離 L_{st} を算出する。そして、作業位置演算部 34 は、上記式 (5) を利用して第 2 の作業位置距離 L_{ws} を算出し、上記式 (6) を利用して第 2 の前後方向掘削幅 W_{ds} を算出する。

[0071] さらに、作業位置演算部 34 は、2 つの前後方向掘削幅 W_d 、 W_{ds} の大きさを比較し、大きい方に係る作業位置 (P_w 又は P_{ws}) までの距離 (L_w 又は L_{ws}) を演算し、これを表示更新部 36 に出力する。

[0072] 最後にステップ 103A にて、表示更新部 36 は、距離 (L_w 又は L_{ws}) をモニタ 21 に出力して処理を終了する。なお、モニタ 21 への距離 (L_w 又は L_{ws}) の表示形態は、図 8 に示したものと同一とし、説明は省略する。

[0073] 上記のように、本実施の形態に係る作業機械の作業支援システムは、掘削領域 S に基づいて導出される前後方向掘削幅 W_d と、掘削対象の安定角 α_s に基づいて導出される第 2 の前後方向掘削幅 W_{ds} の大きさを比較し、大きい方に係る作業位置 (P_w または P_{ws}) までの距離 (L_w 又は L_{ws}) をモニタ 21 に表示することとした。このように構成すると、油圧ショベル 1 が常に安定領域内に配置されるので、安定した掘削作業の継続が確保される。

[0074] <第 3 実施形態>

本実施形態に係る作業機械の作業支援システムの構成は図 9 と同じとする。図 15 は第 3 実施形態に係る作業位置算出部 30 の処理を示すフローチャートである。

[0075] ステップ 101A までは先のフローチャートと同様である。ステップ 11

2にて地形データ取得部31はステップ101Aで取得した地形データに基づいて掘削対象の表面形状が変化しているか否かを判定する。掘削対象の表面形状が変化していない場合はステップS100に戻る。掘削対象の表面形状が変化した場合は、ステップ102Aとステップ103Aに進み、表示更新部36が距離 L_w 又は距離 L_{ws} をモニタ21に表示して表示画面を更新する。モニタ21の表示画面を更新した後はステップS100に戻り、既述の各処理を繰り返す。

[0076] このように、本実施の形態に係る作業機械の作業支援システムでは、掘削対象の表面形状が変化したことが確認された場合に、次回の掘削動作における作業位置までの距離（ L_w 又は L_{ws} ）のモニタ表示を更新することとした。このようにシステムを構成すると、掘削対象の形状変化とともに作業位置までの距離が自動的に更新されるので、作業効率を向上できる。

[0077] <第4実施形態>

本実施形態に係る作業機械の作業支援システムの構成も図9と同じとする。図16は第4実施形態に係る作業位置算出部30の処理を示すフローチャートである。

[0078] ステップ101Aまでは先のフローチャートと同様である。ステップ122にて、走行判定部35は操作レバー19を介して走行を指示するレバー（走行レバー）の入力があったか否かを判定する。走行レバーの入力（下部走行体10による前進／後退の指示）がなかった場合は、次回の掘削動作における作業位置までの距離（ L_w 又は L_{ws} ）のモニタ21への表示を維持した状態でステップS100に戻る。走行レバーの入力があった場合は、ステップ102Aとステップ103Aに進み、表示更新部36が距離 L_w 又は距離 L_{ws} をモニタ21に表示して表示画面を更新する。モニタ21の表示画面を更新した後はステップS100に戻り、既述の各処理を繰り返す。

[0079] このように、本実施の形態に係る作業機械の作業支援システムでは、走行レバーの入力がある間、次回の掘削動作における作業位置までの距離（ L_w 又は L_{ws} ）のモニタ表示を更新し続けることとした。このようにシステム

を構成すると、走行レバーによる油圧ショベル 1 の移動とともに作業位置までの距離が自動的に更新されるので、作業効率を向上できる。

[0080] なお、本実施の形態では操作レバー 19 のレバー入力の有無に基づいて距離を更新する構成を採用したが、油圧ショベル 1 の走行装置である下部走行体 10 の動作を検出して距離を更新する構成を採用しても良い。また同様に下部走行体 10 の駆動源（油圧モータまたは電動モータ）の動作を検出して距離を更新する構成を採用しても良い。また、例えば、運搬機械（ダンプトラック）の位置を監視し、運搬機械の移動開始が検出されたタイミングで更新してもよい。さらに表示更新のトリガーとなる動作は走行に限定されるものではなく、その他の動作を基準にしても良い。例えば、油圧ショベルの動作を掘削、旋回、積込に分類し、積込動作を検出した後に作業位置を更新するように構成しても良い。

[0081] 上記の第 3 実施形態と第 4 実施形態は組み合わせることができる。つまり、掘削対象の表面形状が変化したとき、走行レバーの入力があったとき、及び、下部走行体 10 が動作したとき（油圧ショベル 1 が動作したとき）のうち少なくとも 1 つが確認されたとき、次の掘削動作における作業位置までの距離を改めて算出し、その算出結果をモニタ 21 に表示する構成としても良い。

[0082] ところで掘削対象端 P_b 、 P_u の設定方法は上述の方法に限定されない。図 17 乃至 19 を用いて地形データ取得部 31 が掘削対象端 P_b を設定する他の方法について説明する。図 17 は油圧ショベル 1 と掘削面 4 に対する作業範囲を示す俯瞰図である。図 18 は油圧ショベル 1 のショベル接地面 85 に対して基準面（基準標高面）82 を設定した場合に、基準面 82 と掘削面 4 の交差によって生成される掘削対象端基準線 83 を示す俯瞰図である。図 19 は油圧ショベル 1 と図 18 で示した掘削対象端基準線 83 と掘削対象端 P_b の関係を示す上面図である。

[0083] 図 17 に示すように、地形データ取得部 31 は、設定入力装置 20 の設定値に基づいて、油圧ショベル 1 が掘削面 4 の方向を向いたときの左右方向に

おける 7 移動可能範囲を規定する作業範囲 8 1 を互いに平行な 2 面で設定する。次に図 1 8 に示すように、ショベル接地面 8 5 を代替する面として、接地面 8 5 の近傍の高さに掘削面 4 と交差するように水平面（基準面）8 2 を設定入力装置 2 0 で設定する。そして、作業範囲 8 1 を規定する 2 面の間に位置し、掘削面 4 と基準面 8 2 が交差して生成される掘削対象端基準線 8 3 を取得する。次に図 1 9 に示すように油圧ショベル 1 の旋回中心 P o を通り、作業範囲 8 1 を規定する 2 面と平行な平面 8 9 と、掘削対象端基準線 8 3 の交点を掘削対象端 P b として設定する。

[0084] このように基準面 8 2 を設定して掘削対象端 P b を設定すると、例えば、レーザー距離計 2 4 等ではベンチ上面のエッジ 8 6（図 1 参照）が検出できない場合（例えば接地面 8 5 が掘削面 4 になだらかに移行している場合）にも掘削対象端 P b を設定することができる。

[0085] また、掘削対象端 P b は、図 2 0 に示すように、掘削対象端基準線 8 3 上の他の位置を用いて設定してもよい。図 2 0 は異なる掘削対象端 P b の設定方法を示す上面図である。この図の例では、地形データ取得部 3 1 は、掘削対象端基準線 8 3 上において下部走行体 1 0 の先端 C f からの水平距離（図 2 0 中の上下方向距離）が最小となる点を掘削対象端 P b として設定している。図 6 及び図 1 0 で述べた側方断面図は、図 2 0 に示す油圧ショベル 1 の旋回中心 P o と掘削対象端 P b を通過する平面 9 0 を用いるように構成してもよい。また、このように掘削対象端 P b を設定した場合、距離 L w ではなく、距離 L w' をモニタ 2 1 に表示するように構成しても良い。距離 L w' は、作業位置 P w と下部走行体 1 0 の先端 C f の間の油圧ショベル 1 の正面方向における作業位置距離である。

[0086] また、掘削対象端 P b は掘削対象端基準線 8 3 の水平方向が最小となる位置とする構成に限定されるものではなく、例えば、先述した水平方向距離の平均や最大を取る位置を掘削対象端 P b とする構成にしても良い。また、設定入力装置 2 0 により上記の各方法を適宜組み合わせ適用できるように構成しても良い。また、第 2 の掘削対象端 P u は、基準面 8 2 と異なる基準面

を設定し、当該異なる基準面を利用して掘削対象端 P_b と同様に定めるように構成しても良い。

[0087] 作業位置算出部 30 がモニタ 21 に出力する作業位置は 1 つに限定されるものではなく、例えば、作業位置距離 L_w と、安定作業位置距離 L_{ws} を同時に表示しても良い。

[0088] 作業位置算出部 30 は、油圧ショベル 1 に取付けられたコントローラでの実施に限定されるものではなく、油圧ショベル 1 の停止位置の算出・表示に必要な処理を外部のコンピュータで行い、結果を油圧ショベル 1 に無線装置 26 を介して送信するように構成してもよい。また、設定入力装置 20 は操作室 17 内への取り付けに限定されるものではなく、作業現場の監督者等が携帯可能な携帯情報端末で構成し、無線装置 26 を介して油圧ショベル 1 に各種情報を送信するように構成しても良い。

[0089] ところで、作業位置 P_w 、 P_{ws} にショベル 1 を停止するための誘導表示装置は先述したモニタ 21 に限定されるものではない。図 21 は操作室 17 の内部から油圧ショベル 1 の前方を俯瞰した図である。図 21 を用いて、作業位置 P_w 、 P_{ws} にショベル 1 を誘導するための他の方法について説明する。

[0090] 図 21 において、映像表示に関する制御処理を行うコンピュータを内蔵し、操作室 17 の正面の風防ガラス 62 に仮想映像を重ねて表示するヘッドアップディスプレイ 25 が操作室 17 の上部に取付けられている。地形データ取得部 31 はショベル接地面 85 のエッジ 86 の形状をヘッドアップディスプレイ 25 に出力する。ヘッドアップディスプレイ 25 は地形データ取得部 31 から出力されるエッジ 86 の形状をショベル側に向かって作業位置距離 L_w (又は L_{ws}) だけオフセットした目標端形状 87 を操作室 17 の正面の風防ガラス 62 に表示する。オペレータは正面の実象を目視しながら目標端形状 87 と掘削面 4 のエッジ 86 が一致するようにショベル 1 を移動して停止させる。これによりショベル 1 を作業位置 P_w 、 P_{ws} に停止させることができる。

- [0091] なお、作業位置 P_w 、 P_{ws} にショベル 1 を誘導するための誘導表示装置はモニタ 21 やヘッドアップディスプレイ 25 に限定されるものではなく、オペレータが装着するヘッドマウントディスプレイや、風防ガラスをモニタに置き換えて外部カメラの映像と作業位置情報を合成して表示する装置など、その他の表示装置の利用が可能である。
- [0092] ところで、上記では主に下部走行体 10 の先端 C_f から作業位置までの距離 L_w 、 L_{ws} をモニタ 21 に表示する場合について説明したが、図 21 に示した目標端形状 87 の例も含め、作業位置に関する情報であれば他のものを表示しても良い。さらに、作業位置の出力結果は「表示」に限定されるものではなく、「操作の支援」に用いてもよい。例えば、作業位置に到達した場合、走行レバーの出力をカットするように構成してもよく、また、特定の入力を加えることで作業位置まで自動に移動するように構成しても良い。
- [0093] なお、本発明は上記した各実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内の様々な変形例が含まれる。例えば、油圧ショベル 1 は上部旋回体 11、ブーム 13、アーム 14、バケット 15 を有しているが、作業装置の構成はこれに限らず、接地面よりも下方に位置する掘削対象を掘削可能な作業装置を備えるものであれば本実施の形態は適用可能である。また、本発明は、上記の各実施の形態で説明した全ての構成を備えるものに限定されず、その構成の一部を削除したものも含まれる。また、ある実施の形態に係る構成の一部を、他の実施の形態に係る構成に追加又は置換することが可能である。
- [0094] 上記のコントローラ 18 に係る各構成や当該各構成の機能及び実行処理等は、それらの一部又は全部をハードウェア（例えば各機能を実行するロジックを集積回路で設計する等）で実現しても良い。また、設置される場所が同じ又は異なる複数のコンピュータで分散処理しても良い。また、上記のコントローラ 18 に係る構成は、演算処理装置（例えば CPU）によって読み出し・実行されることで当該コントローラ 18 の構成に係る各機能が実現されるプログラム（ソフトウェア）としてもよい。当該プログラムに係る情報は

、例えば、半導体メモリ（フラッシュメモリ、SSD等）、磁気記憶装置（ハードディスクドライブ等）及び記録媒体（磁気ディスク、光ディスク等）等に記憶することができる。

符号の説明

[0095] 1…油圧ショベル、10…下部走行体、12…フロント作業装置、17…操作室、18…コントローラ（制御装置）、19…操作レバー（操作装置）、21…モニタ（表示装置）、24…レーザー距離計（形状検出装置）、30…作業位置算出部、31…地形データ取得部、32…掘削領域決定部、34…作業位置演算部、35…走行判定部、36…表示更新部、82…基準面、83…掘削対象端基準線、85…ベンチ上面（上面）、H…基準面82からの高さ、 α_s …安定角、S…掘削領域、Pb…掘削対象端（基準点）、Pw, Pws…作業位置、Lw, Lws…作業位置距離

請求の範囲

[請求項1]

自走可能な作業機械の作業支援システムにおいて、

前記作業機械の1回の掘削動作による想定掘削量に基づいて、前記作業機械の1回の掘削動作により掘削対象から前記想定掘削量が得られる領域を掘削領域として決定し、当該掘削領域に基づいて次回の掘削動作を行う際の前記作業機械の作業位置を算出するように構成された制御装置と、

前記作業位置に関する情報を表示する表示装置とを備えることを特徴とする作業機械の作業支援システム。

[請求項2]

請求項1に記載の作業機械の作業支援システムにおいて、

前記掘削対象は、前記作業機械が掘削作業時に載る上面と、当該上面に接続する下り傾斜面である掘削面とを有し、

前記制御装置は、前記上面の基準面からの高さと同記想定掘削量に基づいて前記掘削領域を決定し、前記上面と同記掘削面の境界部に定義された基準点から前記作業位置までの距離を前記掘削領域に基づいて算出し、前記距離に基づいて前記作業位置を算出するように構成されていることを特徴とする作業機械の作業支援システム。

[請求項3]

請求項2に記載の作業機械の作業支援システムにおいて、

前記掘削対象の表面形状を検出する形状検出装置をさらに備え、

前記制御装置は、前記形状検出装置により検出された前記表面形状に基づいて前記掘削対象の表面形状画像を作成するように構成されており、

前記表示装置は、さらに、前記表面形状画像上に前記掘削領域を表示することを特徴とする作業機械の作業支援システム。

[請求項4]

請求項3に記載の作業機械の作業支援システムにおいて、

前記制御装置は、前記作業機械が動作したとき、前記作業機械の操作装置に入力があったとき、及び、前記表面形状が変化したときの少なくとも1つが確認されたとき、前記作業機械の作業位置を改めて算

出するように構成されており、

前記表示装置は、前記改めて算出された作業位置に関する情報を表示することを特徴とする作業機械の作業支援システム。

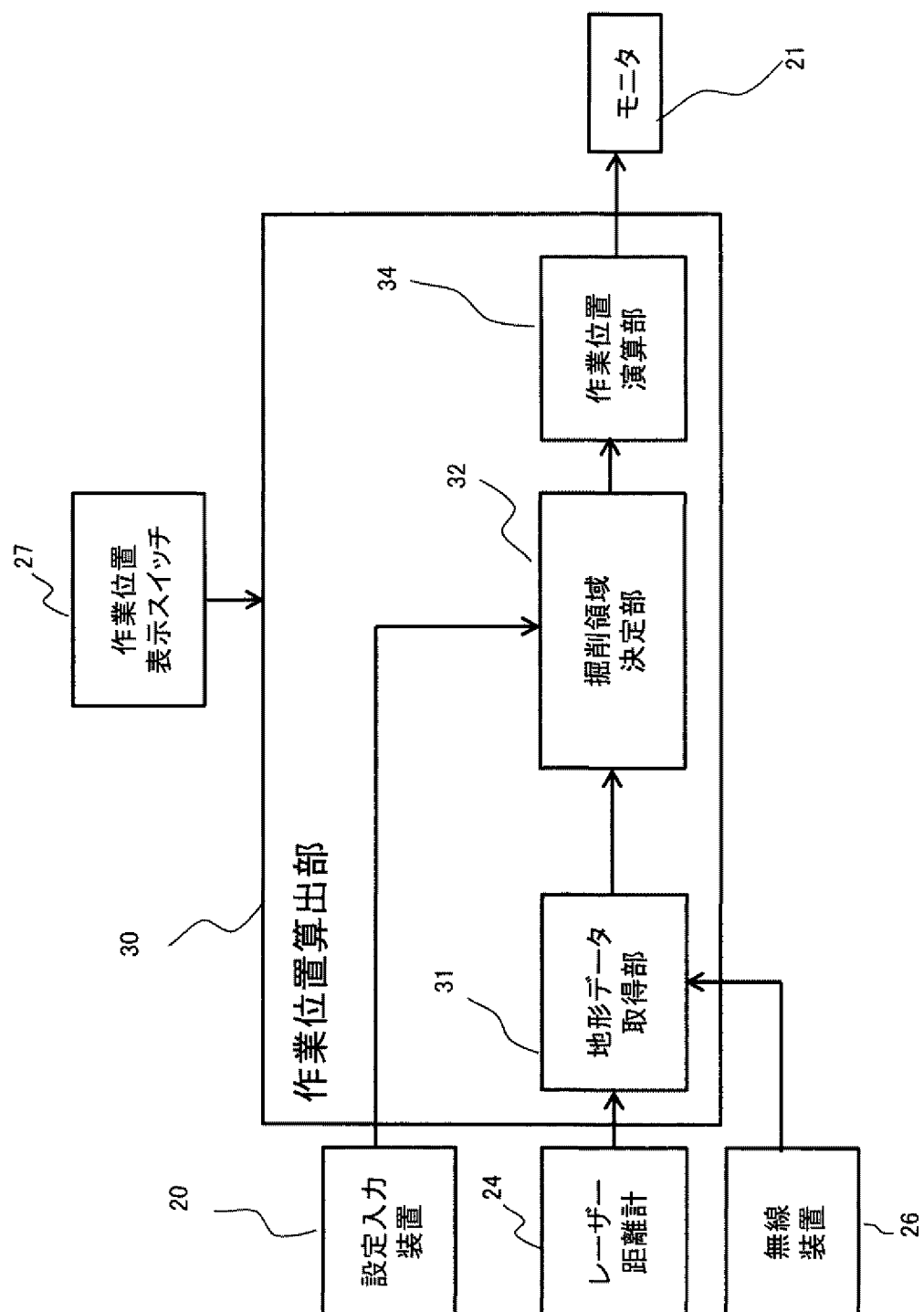
[請求項5]

請求項4に記載の作業機械の作業支援システムにおいて、

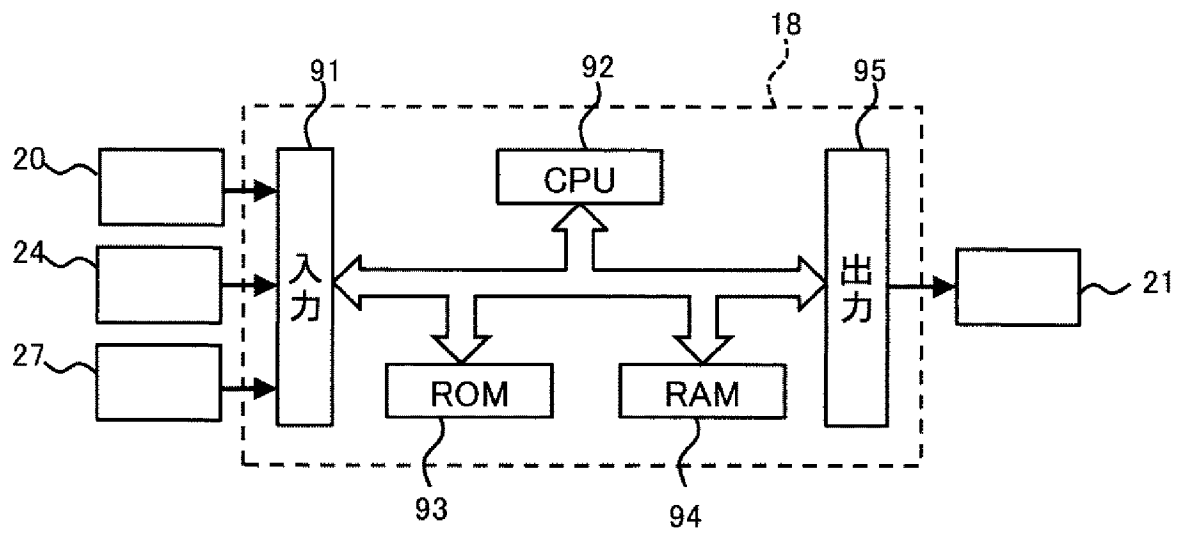
前記制御装置は、前記掘削対象の安定角に基づいて前記上面の上に前記作業機械の他の作業位置をさらに算出し、

前記表示装置は、前記作業位置と前記他の作業位置のうち前記基準点からの距離が大きいほうに関する情報を表示することを特徴とする作業機械の作業支援システム。

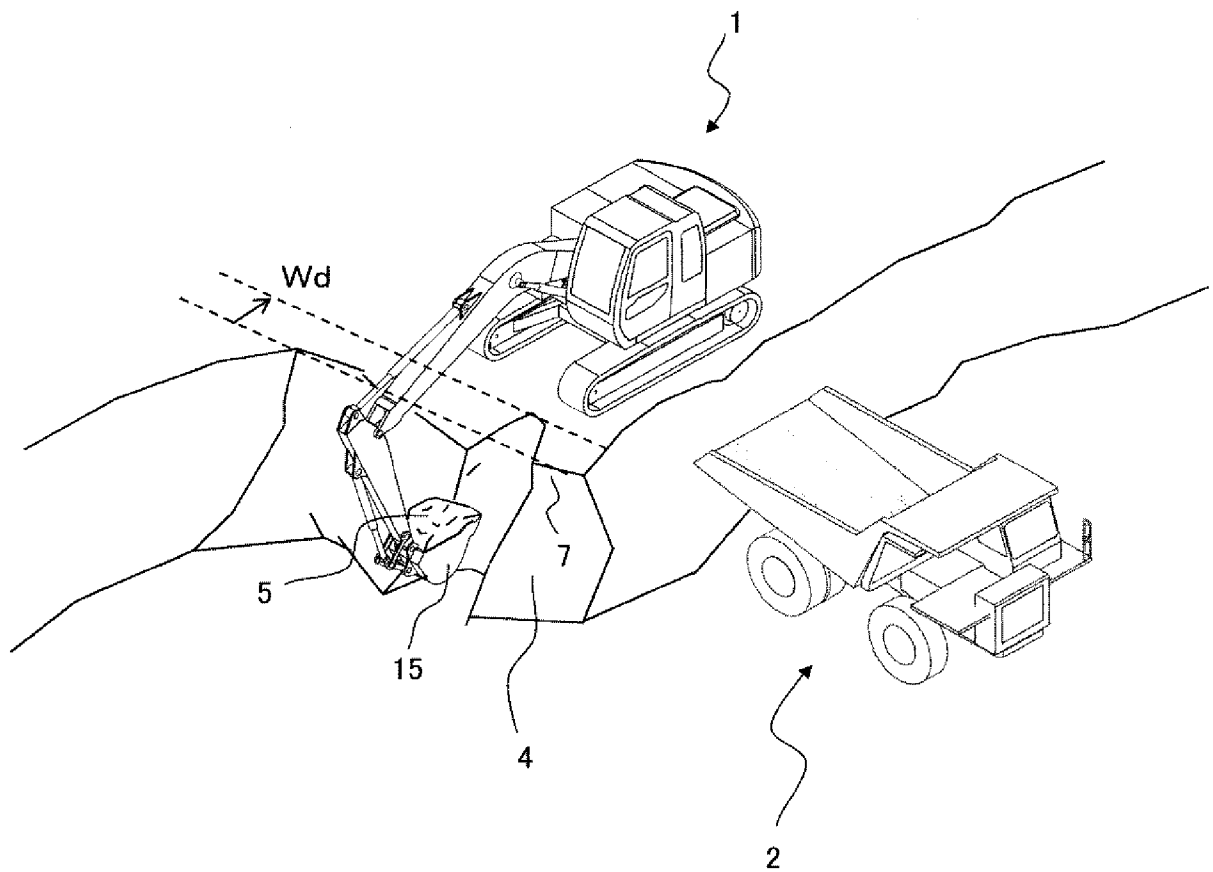
[図2]



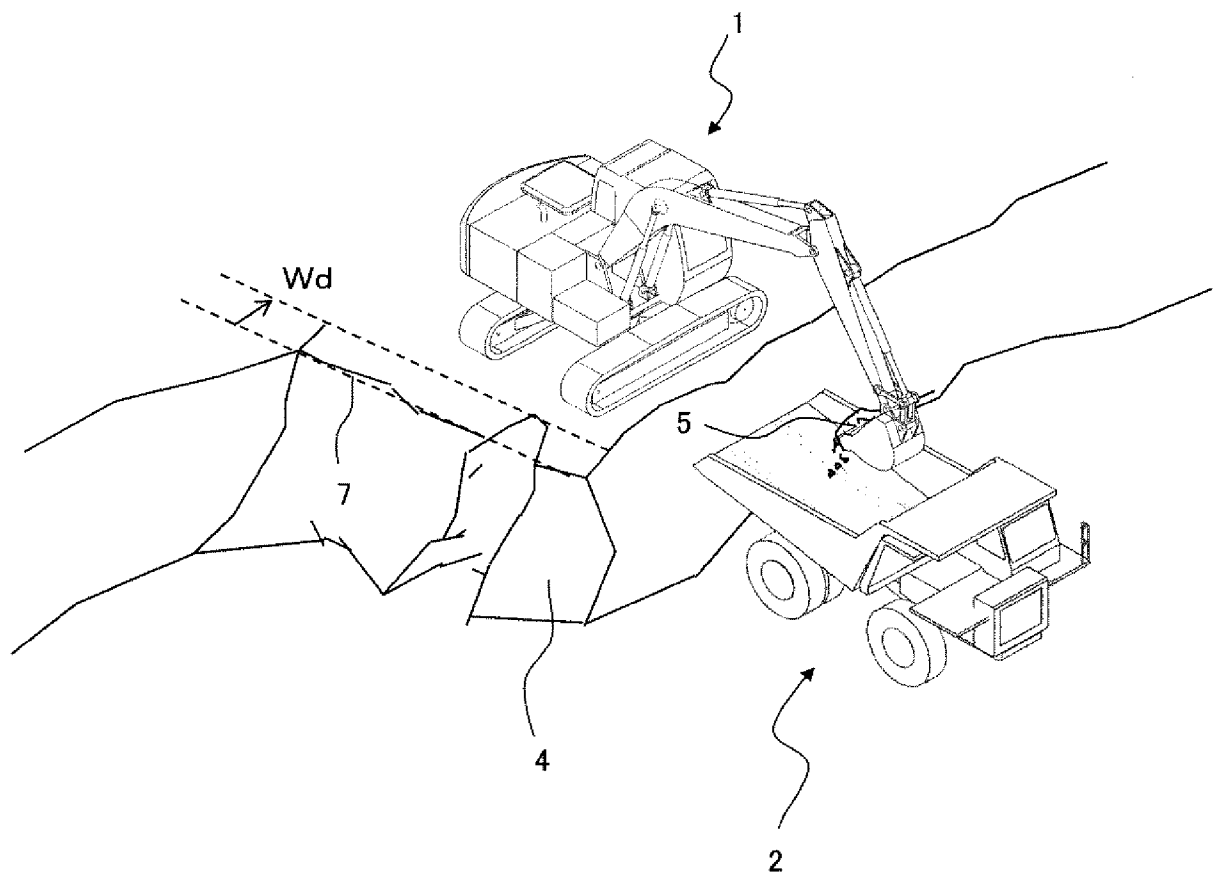
[図3]



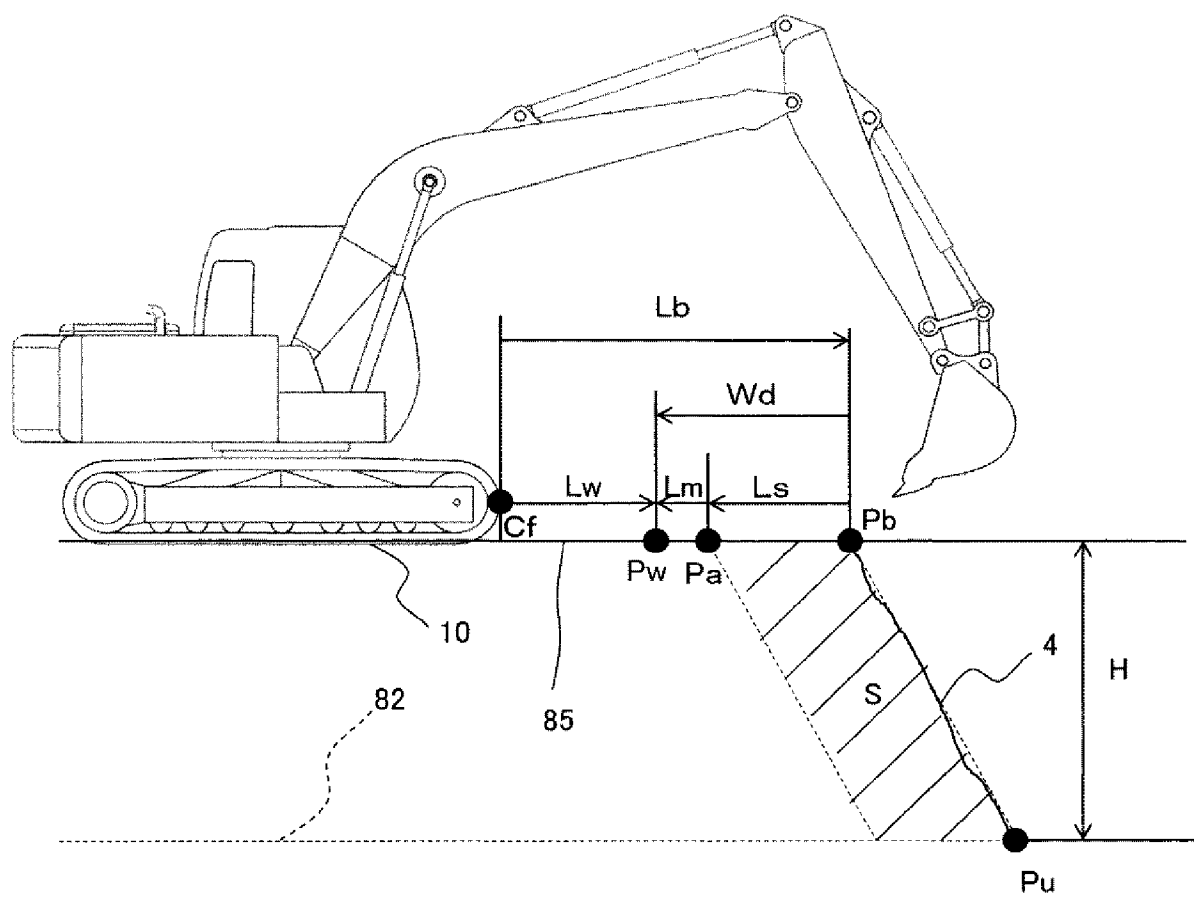
[図4]



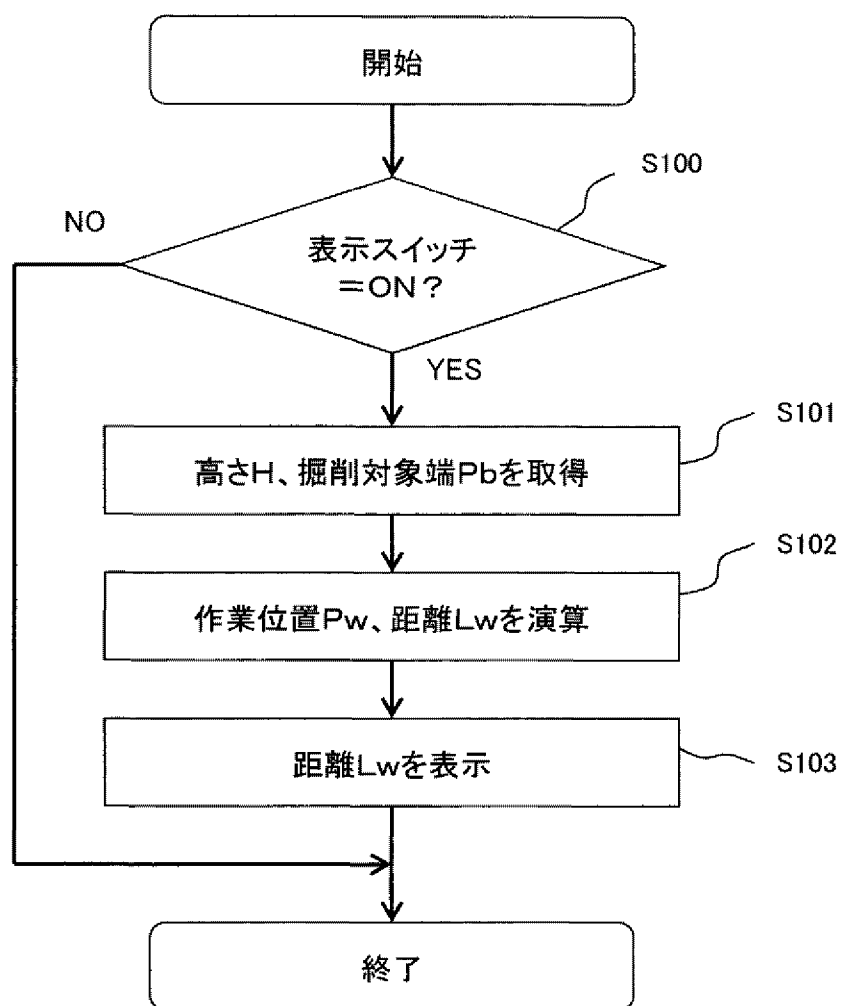
[図5]



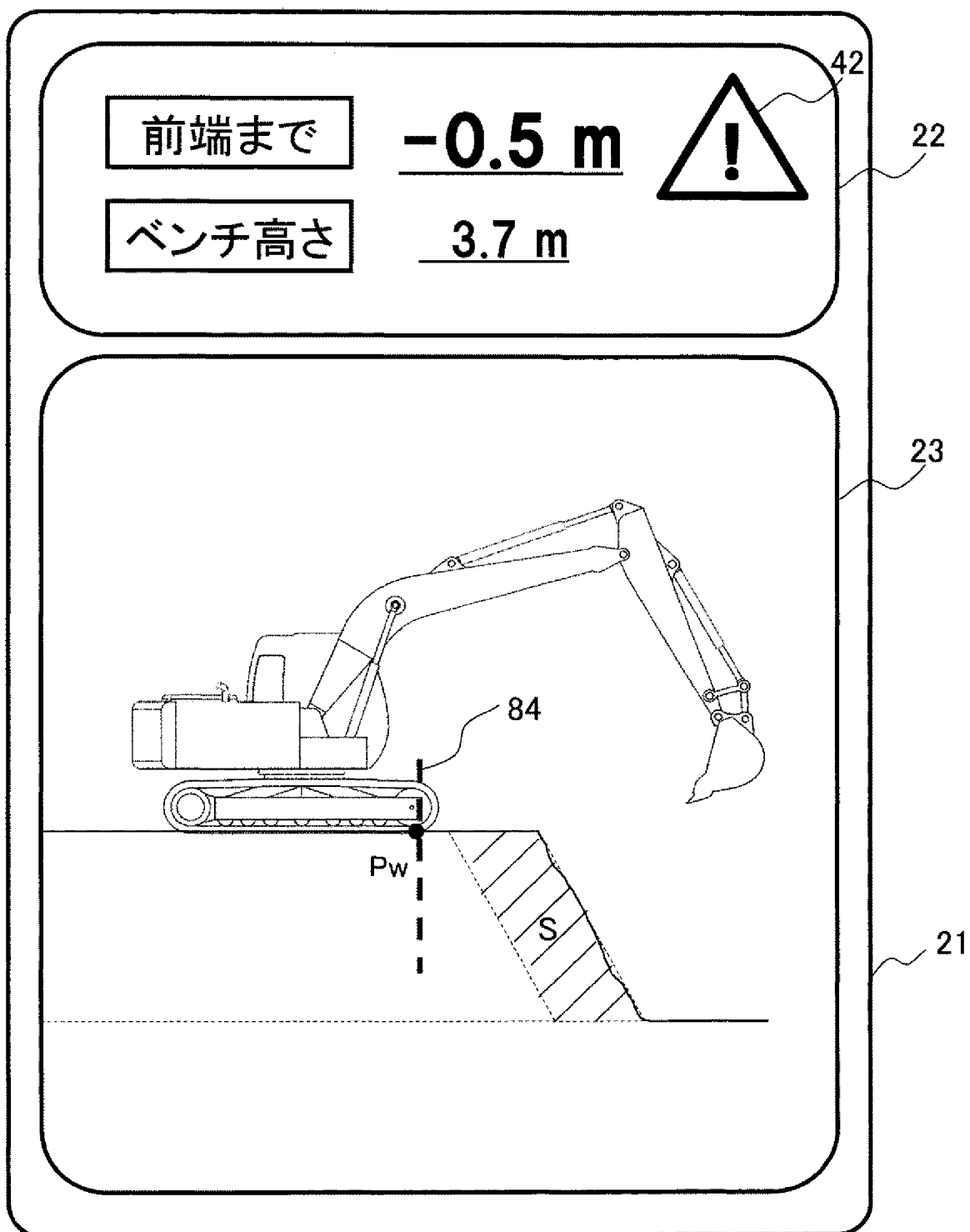
[図6]



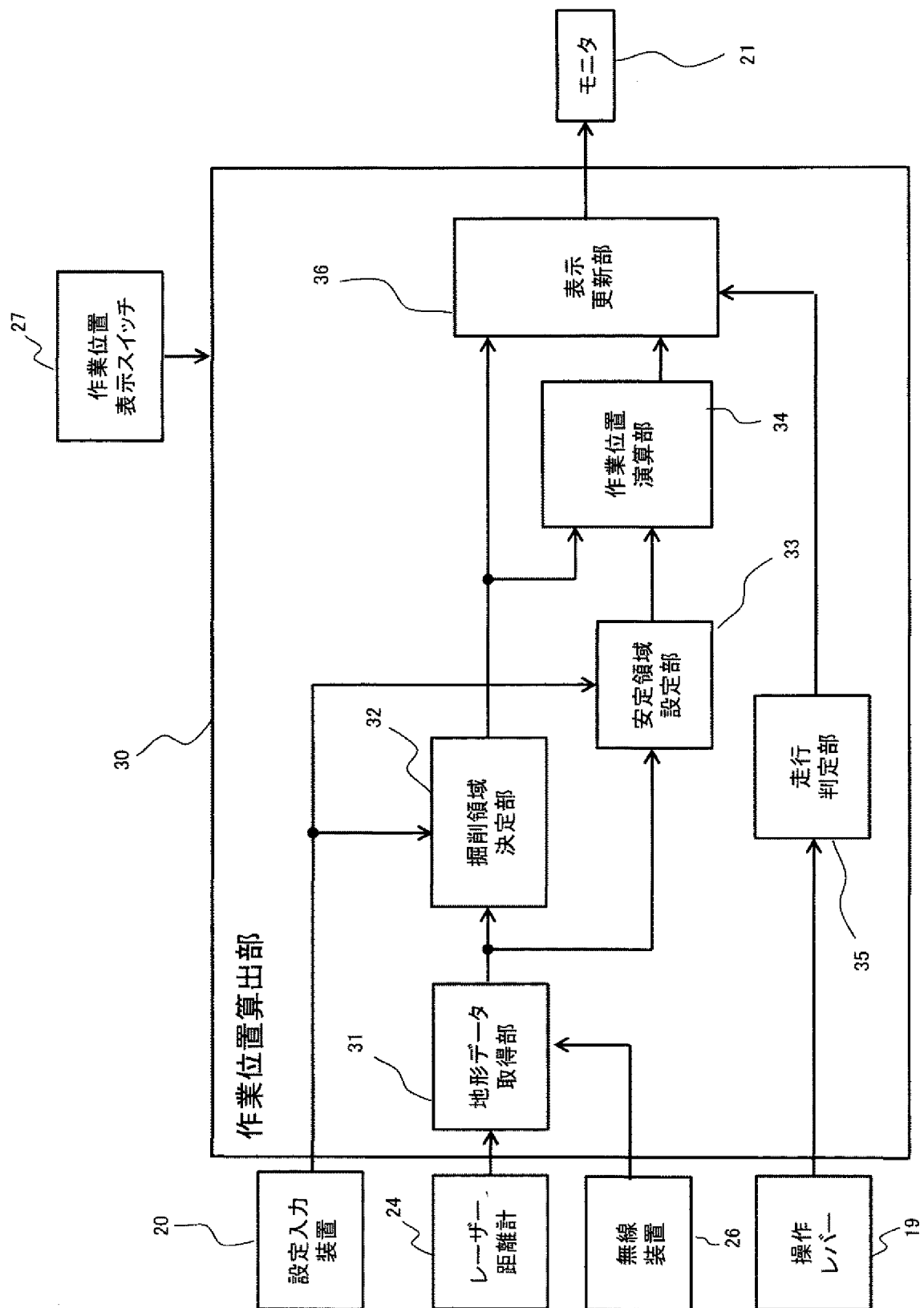
[図7]



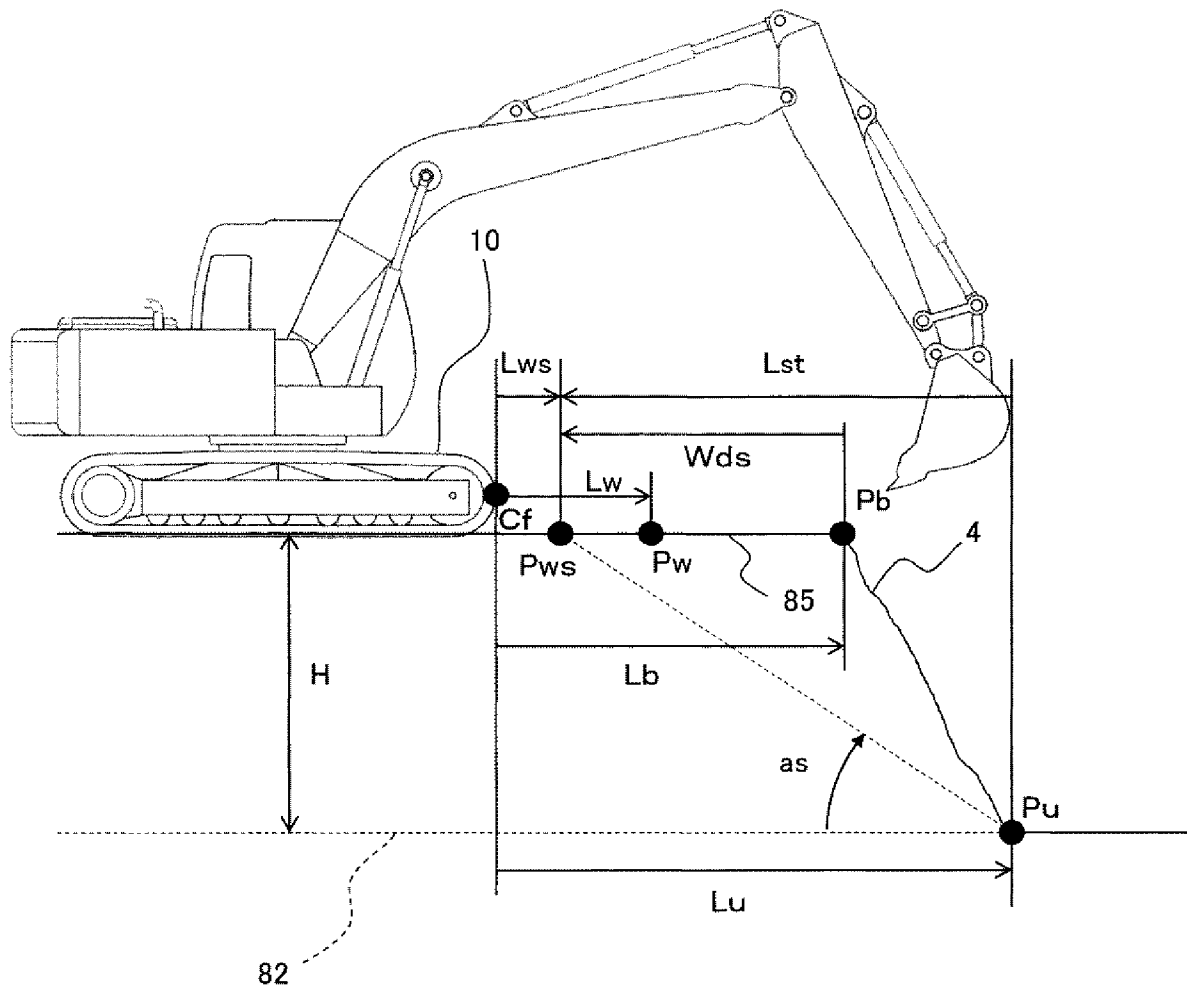
[図8]



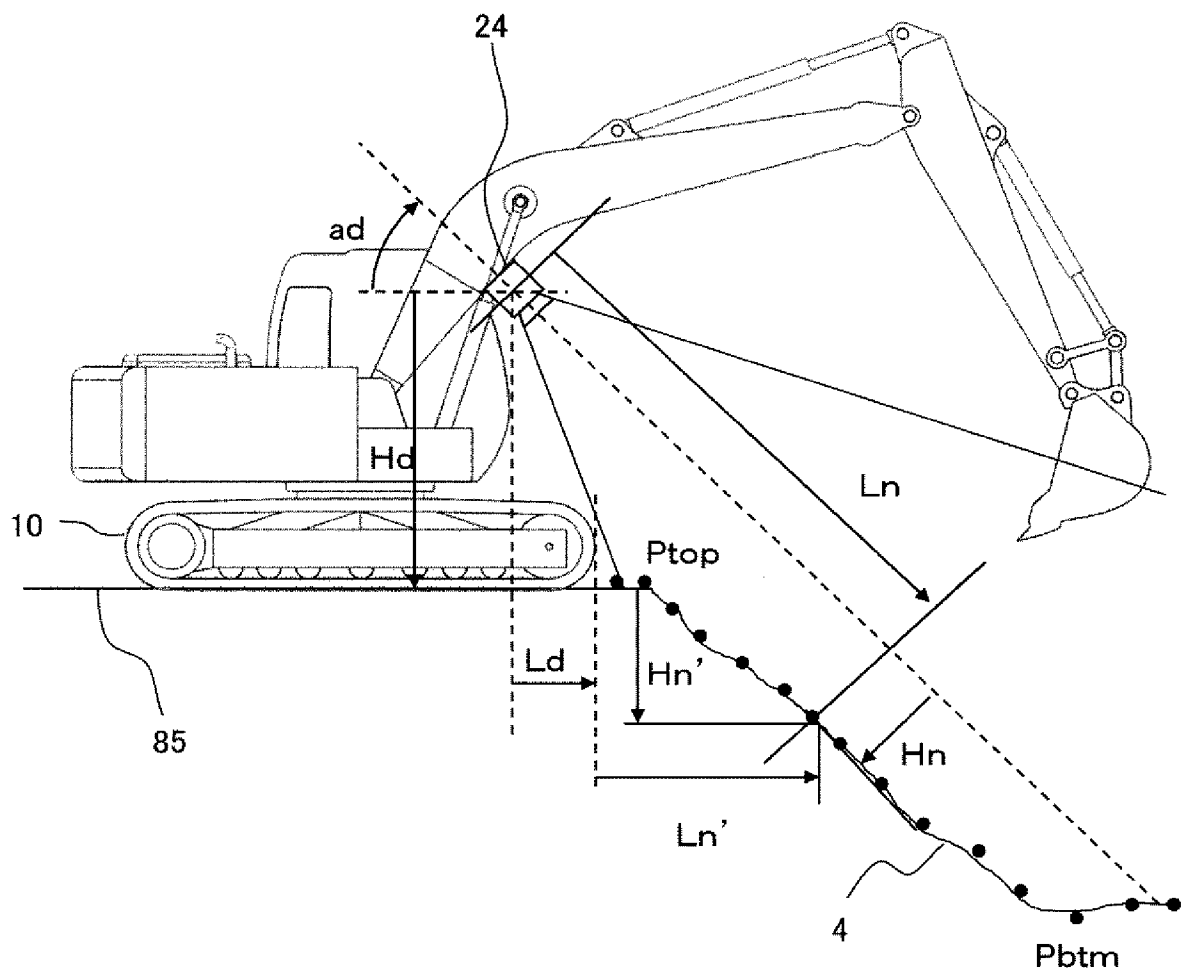
[図9]



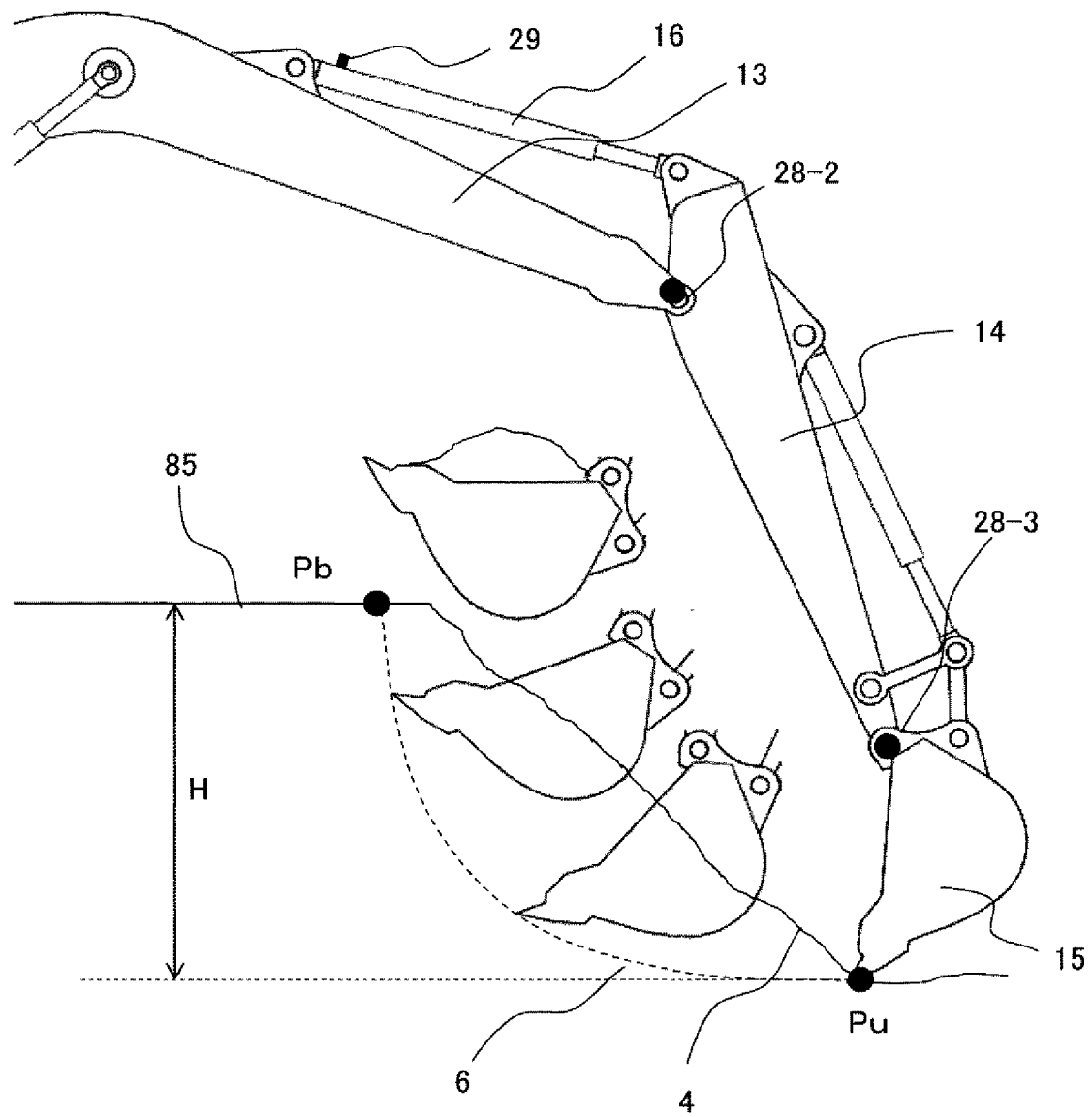
[図10]



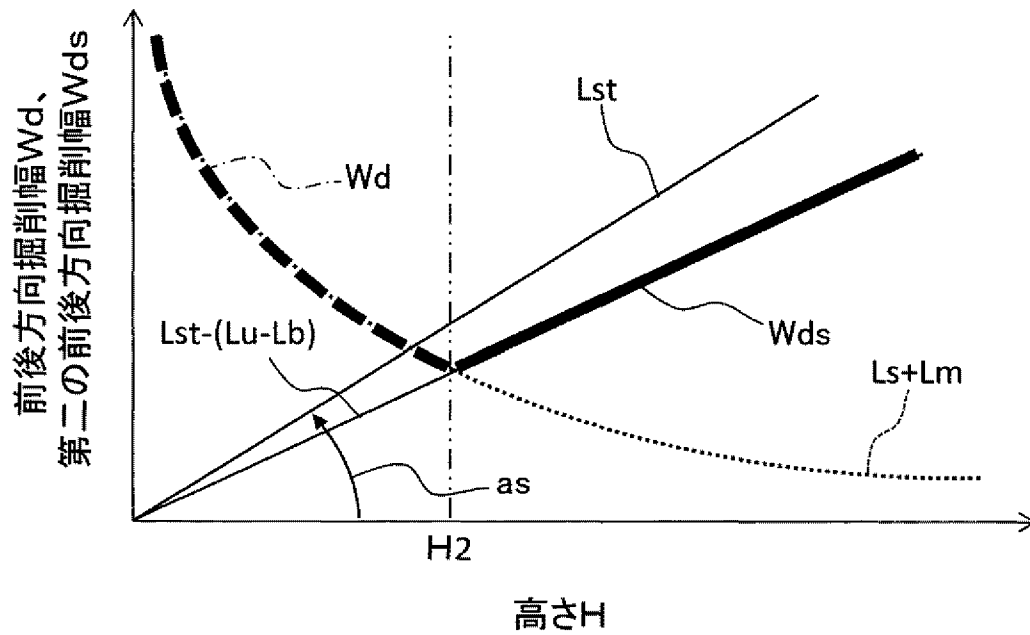
[図11]



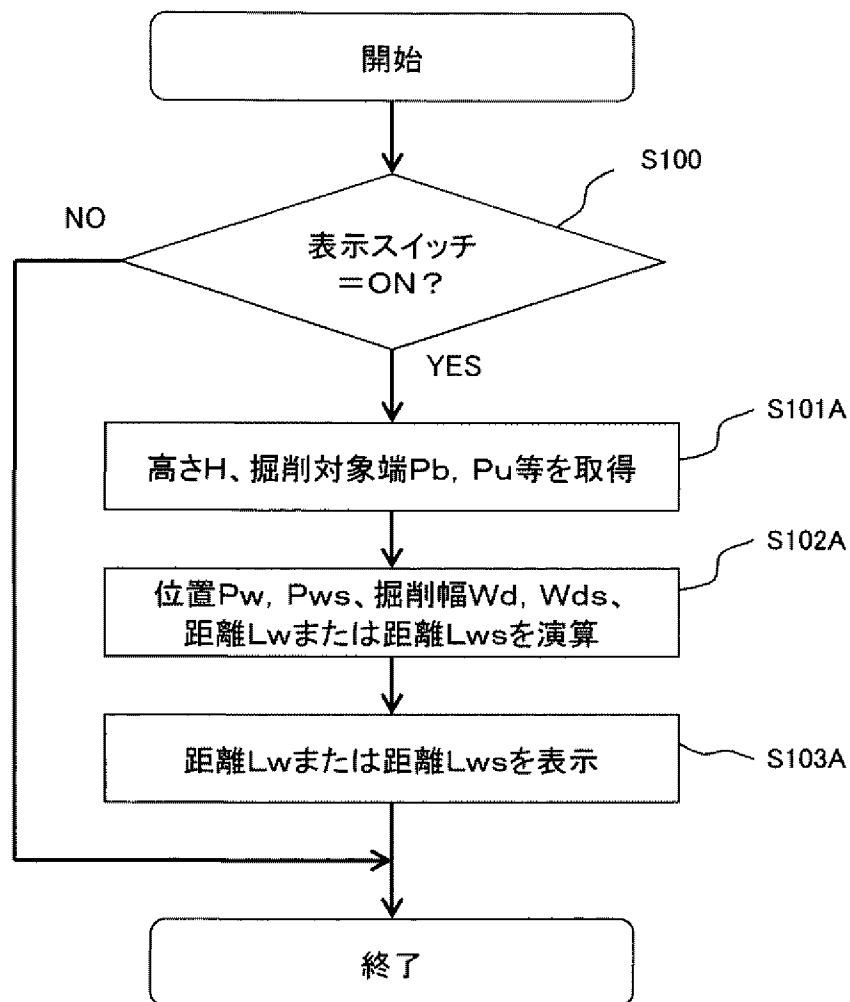
[図12]



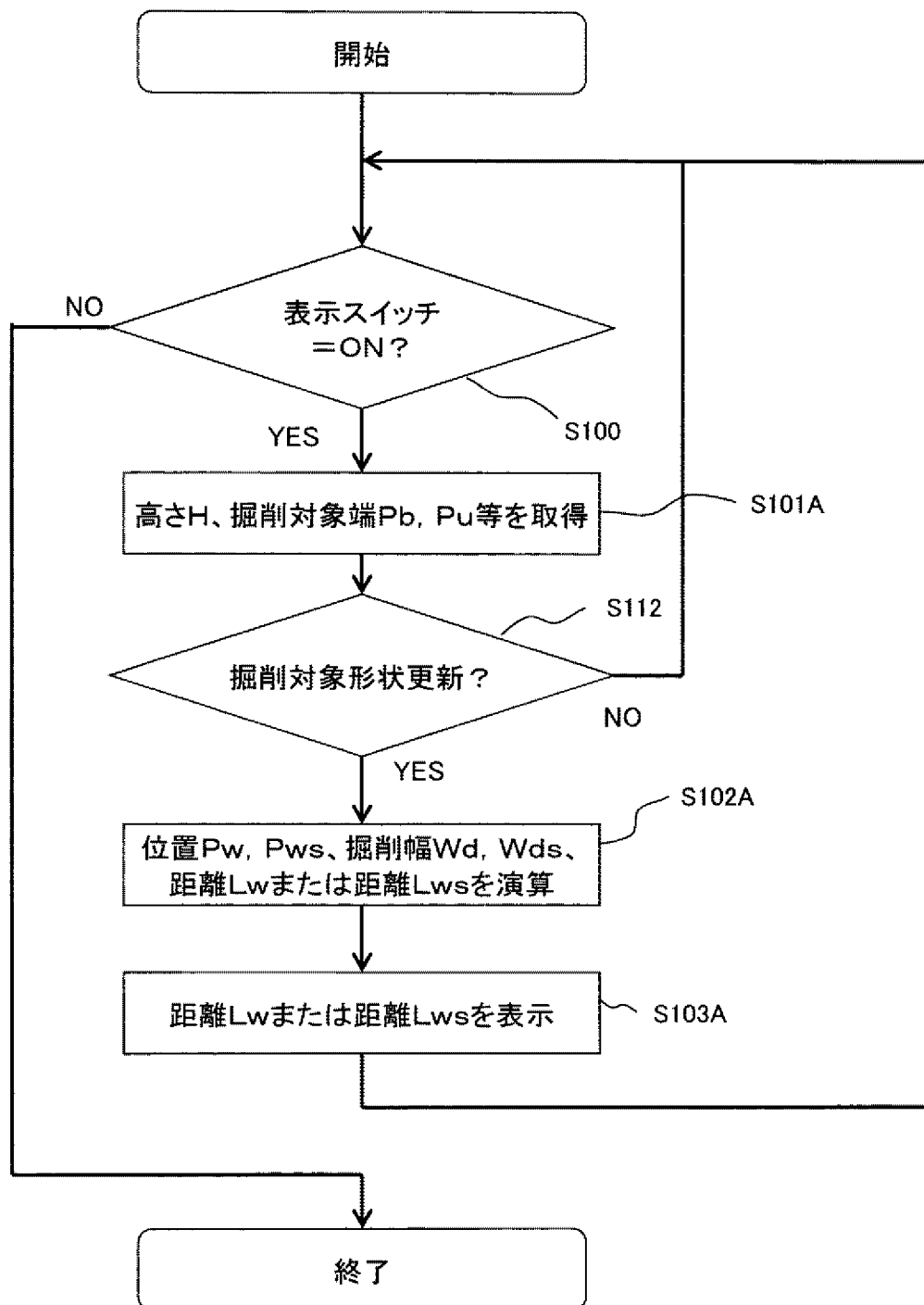
[図13]



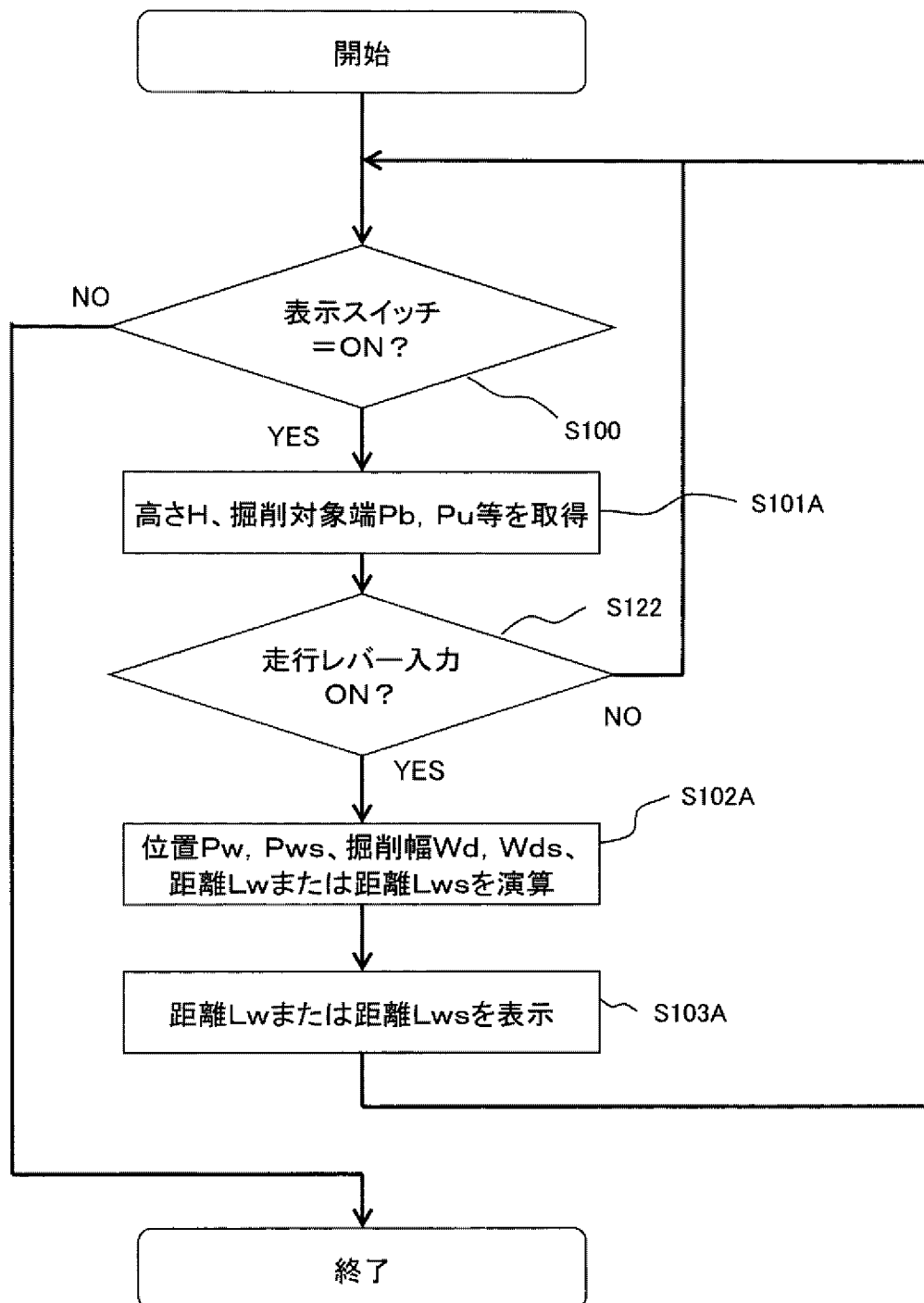
[図14]



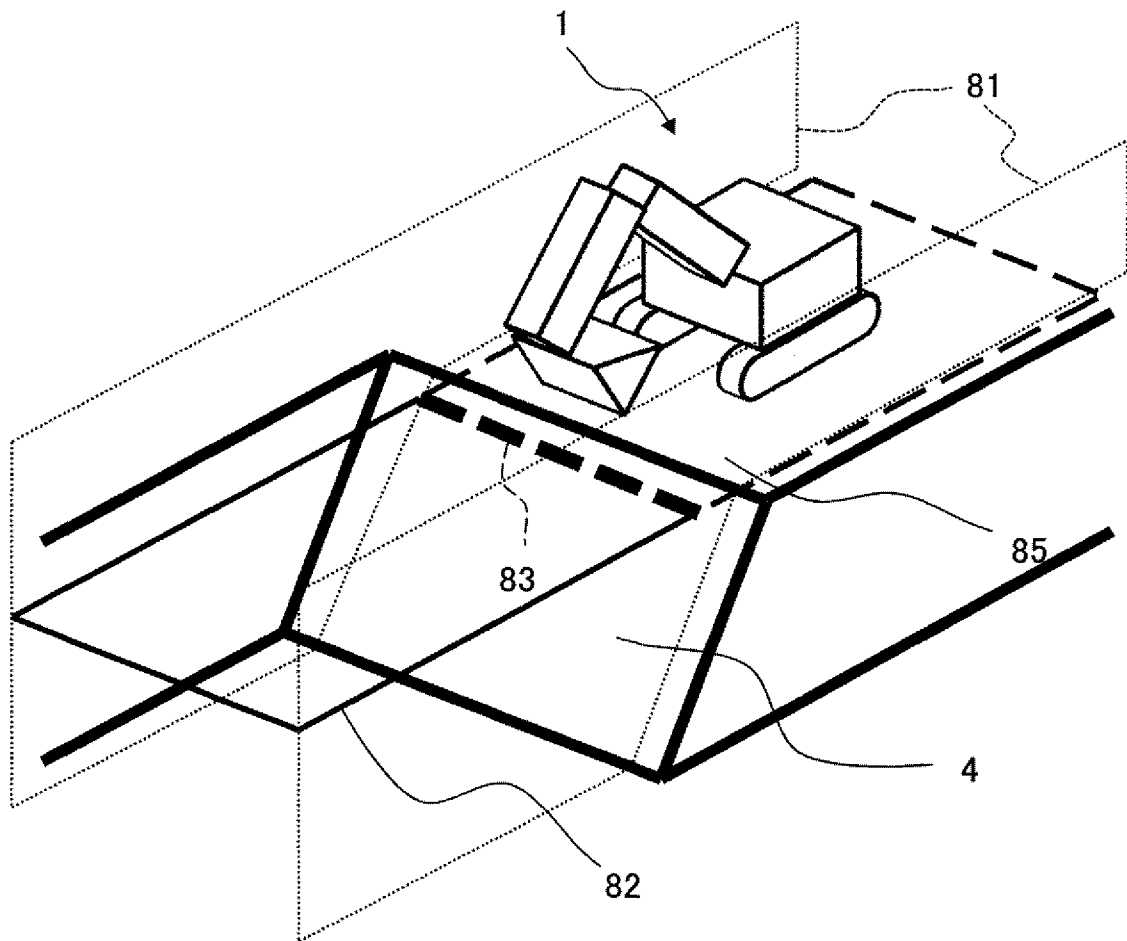
[図15]



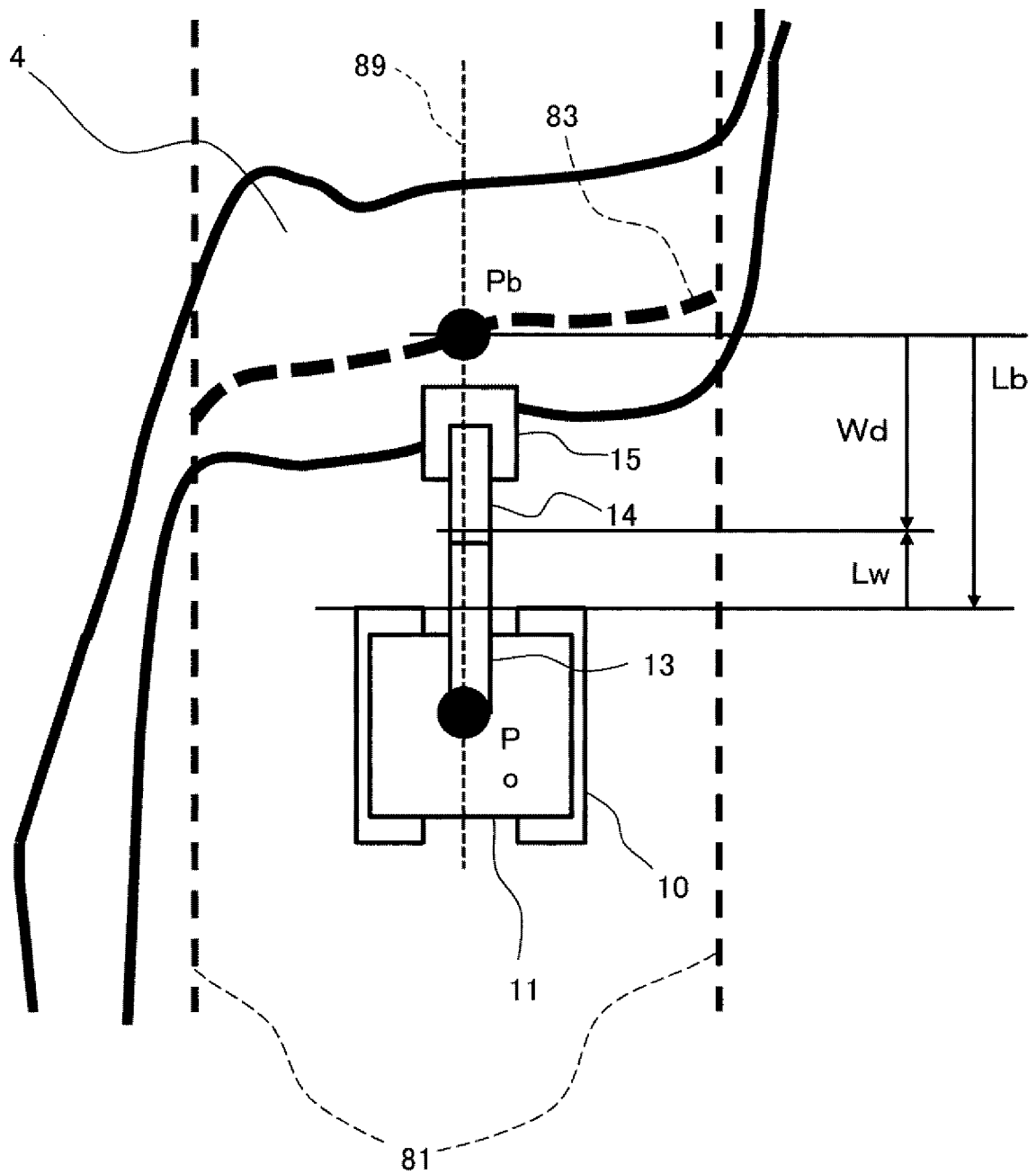
[図16]



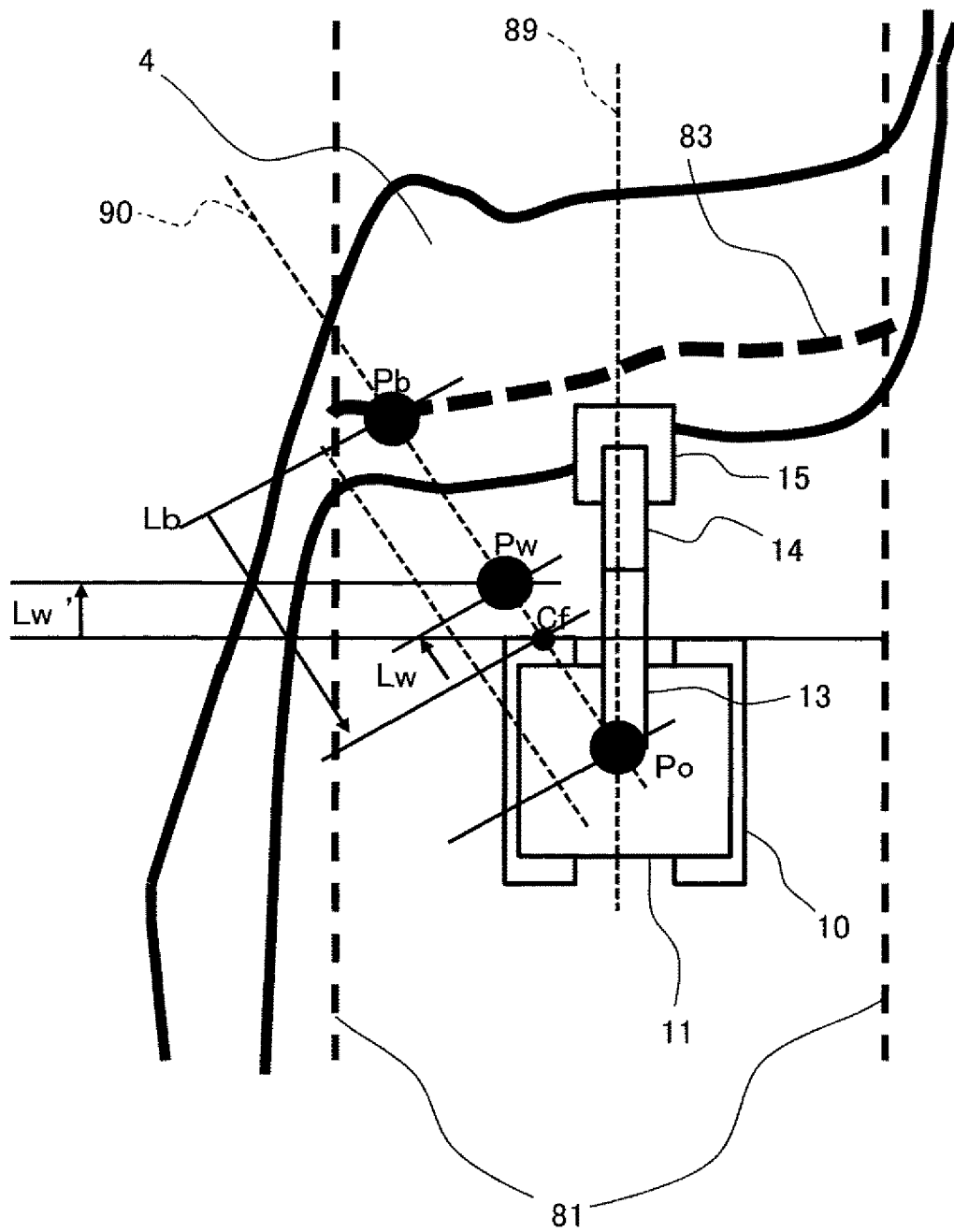
[図18]



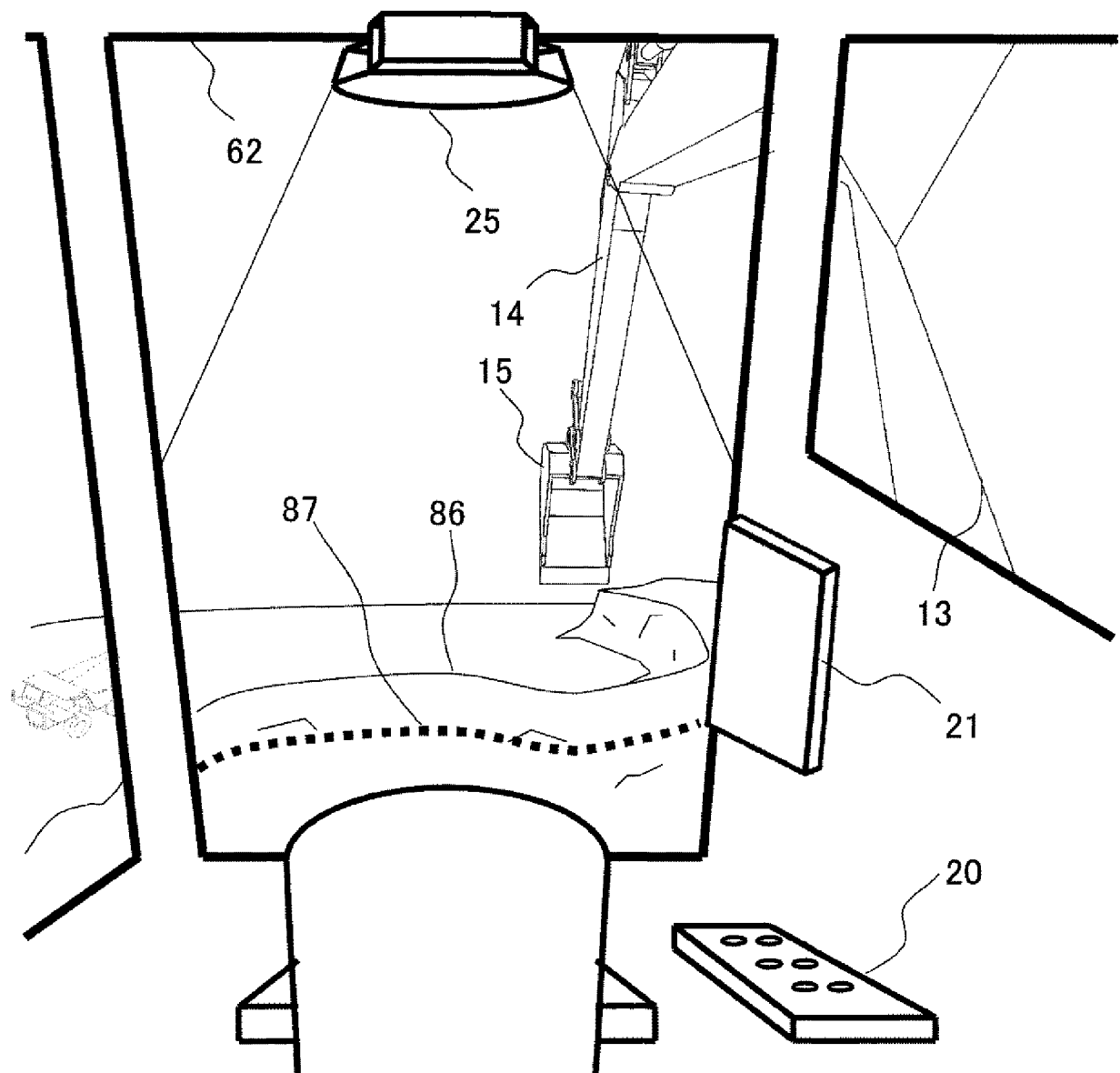
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/068975

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E02F9/20(2006.01)i, E02F9/26(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)

E02F9/20, E02F9/26

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2012-172428 A (Komatsu Ltd.), 10 September 2012 (10.09.2012), paragraphs [0058] to [0072]; fig. 15 & US 2013/0158785 A1 paragraphs [0080] to [0094]; fig. 15 & WO 2012/114871 A1 & DE 112012000107 B & CN 103080434 A & KR 2013/0069744 A	1 2-5
Y A	JP 2000-291076 A (Tokai Rika Co., Ltd.), 17 October 2000 (17.10.2000), paragraphs [0104] to [0108]; fig. 1 (Family: none)	1 2-5
A	US 2013/0034419 A1 (TSUKANE, Koichiro), 07 February 2013 (07.02.2013), paragraphs [0057] to [0067]; fig. 2 & WO 2011/132673 A1 & CN 102822423 A	1-5

☒ 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
21 July 2016 (21.07.16)

Date of mailing of the international search report
02 August 2016 (02.08.16)

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/JP2016/068975

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 2011-43002 A (Naomasa NITTA), 03 March 2011 (03.03.2011), paragraphs [0029] to [0062]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-5
A	JP 2005-68764 A (Yugen Kaisha Shigeno), 17 March 2005 (17.03.2005), paragraphs [0007] to [0012]; fig. 11 (Family: none)	1-5
A	JP 10-212740 A (Komatsu Ltd.), 11 August 1998 (11.08.1998), paragraphs [0016] to [0033]; fig. 3 (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. E02F9/20(2006.01)i, E02F9/26(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. E02F9/20, E02F9/26

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2012-172428 A（株式会社小松製作所） 2012.09.10, 段落 [0058] — [0072], 図 15 & US 2013/0158785 A1, 段落 [0080] — [0094], 図 15 & WO 2012/114871 A1 & DE 112012000107 B & CN 103080434 A & KR 2013/0069744 A	1 2-5
Y A	JP 2000-291076 A（株式会社東海理化電機製作所） 2000.10.17, 段落 [0104] — [0108], 図 1 (ファミリーなし)	1 2-5

☒ 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

21.07.2016

国際調査報告の発送日

02.08.2016

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）

西田 光宏

2 B

3609

電話番号 03-3581-1101 内線 3237

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	US 2013/0034419 A1 (TSUKANE, Koichiro) 2013.02.07, 段落 [0057] — [0067] , 図 2 & WO 2011/132673 A1 & CN 102822423 A	1-5
A	JP 2011-43002 A (新田 尚正) 2011.03.03, 段落 [0029] — [0062] , 図 1-2 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2005-68764 A (有限会社しげの) 2005.03.17, 段落 [0007] — [0012] , 図 11 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 10-212740 A (株式会社小松製作所) 1998.08.11, 段落 [0016] — [0033] , 図 3 (ファミリーなし)	1-5