



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107709673 B

(45)授权公告日 2020.02.21

(21)申请号 201680038340.0

(22)申请日 2016.06.27

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107709673 A

(43)申请公布日 2018.02.16

(30)优先权数据
2015-129815 2015.06.29 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.12.28

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2016/068975 2016.06.27

(87)PCT国际申请的公布数据
W02017/002749 JA 2017.01.05

(73)专利权人 日立建机株式会社
地址 日本东京都

(72)发明人 中村哲司 石井启范 富田邦嗣
稻田高洋 柄川索

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256
代理人 陈伟 闫剑平

(51)Int.Cl.
E02F 9/20(2006.01)
E02F 9/26(2006.01)

(56)对比文件
CN 103080434 A, 2013.05.01,
JP 2000291076 A, 2000.10.17,
US 2014107895 A1, 2014.04.17,
CN 103857854 A, 2014.06.11,
审查员 李敏

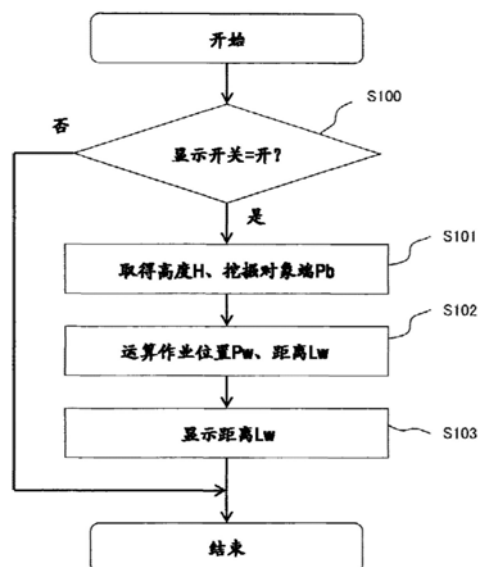
权利要求书1页 说明书12页 附图20页

(54)发明名称

作业机械的作业支援系统

(57)摘要

本发明的作业机械的作业支援系统具有控制器(18),控制器(18)基于可自力行驶的液压挖掘机(1)的一次挖掘动作的预期挖掘量,将通过液压挖掘机(1)的一次挖掘动作从挖掘对象得到预期挖掘量的区域决定为挖掘区域(S),基于挖掘区域(S)来计算当进行下次挖掘动作时的液压挖掘机(1)的作业位置(P_w)。利用控制器(18)计算从液压挖掘机(1)到作业位置(P_w)的距离(L_w),并将该距离(L_w)显示于监视器(21)。



1. 一种作业机械的作业支援系统,其中该作业机械为能够自力行驶的作业机械,所述作业机械的作业支援系统的特征在于,具有:

控制装置,其构成为基于所述作业机械的一次挖掘动作的预期挖掘量,将通过所述作业机械的一次挖掘动作从挖掘对象得到所述预期挖掘量的区域决定为挖掘区域,基于该挖掘区域来计算当进行下次挖掘动作时的所述作业机械的作业位置;以及

显示装置,其显示与所述作业位置有关的信息,

所述挖掘对象具有供所述作业机械在进行挖掘作业时承载的上表面以及作为与该上表面连接的下倾斜面的挖掘面,

所述控制装置构成为基于所述上表面的距基准面的高度和所述预期挖掘量来决定所述挖掘区域,基于所述挖掘区域来计算从被定义于所述上表面与所述挖掘面的边界部的基准点到所述作业位置为止的距离,基于所述距离来计算所述作业位置。

2. 如权利要求1所述的作业机械的作业支援系统,其特征在于,

还具有对所述挖掘对象的表面形状进行检测的形状检测装置,

所述控制装置构成为基于由所述形状检测装置检测出的所述表面形状,创建所述挖掘对象的表面形状图像,

所述显示装置还在所述表面形状图像上显示所述挖掘区域。

3. 如权利要求2所述的作业机械的作业支援系统,其特征在于,

所述控制装置构成为在确认出所述作业机械进行了动作时、在所述作业机械的操作装置有输入时、以及在所述表面形状发生了变化时的至少一个条件的情况下,重新计算所述作业机械的作业位置,

所述显示装置显示与重新计算出的所述作业位置有关的信息。

4. 如权利要求3所述的作业机械的作业支援系统,其特征在于,

所述控制装置还基于所述挖掘对象的稳定角,计算所述作业机械在所述上表面上的其他作业位置,

所述显示装置显示与所述作业位置和所述其他作业位置中的与所述基准点相距的距离较大的作业位置有关的信息。

作业机械的作业支援系统

技术领域

[0001] 本发明涉及对可自力行驶的作业机械的作业定位进行支援的作业机械的作业支援系统。

背景技术

[0002] 已知一种提供液压挖掘机等的可自力行驶的作业机械与挖掘对象的位置关系来支援作业机械的作业的系统。作为这种系统,例如日本专利5202667号(专利文献1)中公开了一种液压挖掘机的位置引导系统,该位置引导系统基于液压挖掘机的作业工具可达到的范围即可作业范围和目标作业面的形状,将目标作业面与可作业范围的重叠面积达到最大的液压挖掘机的位置作为最佳作业位置来显示。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本专利第5202667号

发明内容

[0006] 另外,在采用液压挖掘机进行的挖掘作业中,有时会实施粗略挖掘,粗略挖掘是指液压挖掘机置于挖掘对象上,重复进行将作业装置(作业臂)从挖掘对象上表面的端部伸到比挖掘机的行驶体低的高度为止而进行的挖掘动作和挖掘动作后的挖掘机的后退动作。在这种情况下,挖掘机所在的挖掘对象的高度(梯段(bench)高度)有时会根据场地、状况以及作业的进展等而变化。当即使挖掘对象的高度不同也视图保持一次挖掘动作的挖掘量来维持作业效率时,在挖掘对象的高度较低的情况下需要在使挖掘机离挖掘对象上表面的端部更远的位置进行挖掘。像这样,挖掘对象的高度越低,则最佳的挖掘位置越远离挖掘对象上表面的端部,但是操作员从挖掘机上目视挖掘对象的高度往往很困难,或者往往即使能够目视也无法准确地掌握高度,很难根据挖掘对象的高度变化而一边将挖掘机停止在最佳的挖掘位置一边继续挖掘。

[0007] 此外,作为在如上述的状况下进行的作业的具体例,有采用露天开采矿山中的梯段式挖掘法(Bench Cut:阶梯式采掘法)的挖掘,在这种情况下的挖掘对象形成为一层以上的阶梯状,被称为梯段。

[0008] 针对上述问题,日本专利第5202667号的液压挖掘机的位置引导系统由于将目标作业面与可作业范围(作业工具的可动范围)的重叠面积达到最大的液压挖掘机的位置作为最佳作业位置,所以在如上述那样实施基于梯段式挖掘法的挖掘的状况下,难以计算适合保持各挖掘动作的挖掘量的位置。

[0009] 本发明的目的在于,提供一种在挖掘对象上进行作业的情况下,即使挖掘对象的高度变化,也能够将作业机械引导至适合于保持作业量的位置的作业机械的作业支援系统。

[0010] 为了解决如这样的问题,本发明的作业机械的作业支援系统是一种可自力行驶的

作业机械的作业支援系统,其特征在于,具有:控制装置,其构成为基于所述作业机械的一次挖掘动作的预期挖掘量,将通过所述作业机械的一次挖掘动作从挖掘对象得到所述预期挖掘量的区域决定为挖掘区域,基于该挖掘区域来计算当进行下次挖掘动作时的所述作业机械的作业位置;以及显示装置,其显示与所述作业位置有关的信息。

[0011] 发明效果

[0012] 根据本发明,可以保持挖掘量的方式配合挖掘对象的高度来计算停止位置,因此能够容易地将作业机械引导至该停止位置,能够维持高作业效率。

附图说明

[0013] 图1是示出应用了本发明的液压挖掘机的构成例的外观图。

[0014] 图2是示出了本发明的第一实施方式的作业支援系统的系统构成的概略图。

[0015] 图3是控制器18的硬件结构图。

[0016] 图4是示出液压挖掘机的挖掘作业的一例的俯瞰图,是示出液压挖掘机在对挖掘对象挖掘结束后,将挖掘物装入铲斗的状态的俯瞰图。

[0017] 图5是示出液压挖掘机的挖掘作业的一例的俯瞰图,是示出液压挖掘机在挖掘结束后旋转并将铲斗移动到搬运机械的货厢上,倒出挖掘物的状态的俯瞰图。

[0018] 图6是示出以挖掘区域为基准来设定作业位置的方法的侧方剖视图。

[0019] 图7是示出显示本发明的第一实施方式中的作业位置的方法的流程图。

[0020] 图8是示出显示出作业位置的显示画面例的图。

[0021] 图9是示出本发明的第二实施方式的作业支援系统的系统构成的概略图。

[0022] 图10是示出以挖掘对象的稳定度为基准来设定作业位置的方法的侧方剖视图。

[0023] 图11是示出取得挖掘对象的形状的方法的侧方剖视图。

[0024] 图12是示出取得挖掘对象的形状的不同方法的侧方剖视图。

[0025] 图13是示出与挖掘对象的高度对应的作业位置的图表。

[0026] 图14是示出本发明的第二实施方式中的显示作业位置的方法的流程图。

[0027] 图15是示出本发明的第三实施方式中的显示作业位置的方法的流程图。

[0028] 图16是示出本发明的第四实施方式中的显示作业位置的方法的流程图。

[0029] 图17是示出作业机械的作业范围的概略图。

[0030] 图18是示出挖掘对象端基准线与挖掘对象端Pb的关系的俯瞰图。

[0031] 图19是示出挖掘对象端基准线与挖掘对象端Pb的关系的俯视图。

[0032] 图20是示出其他挖掘对象端Pb的设定方法的俯视图。

[0033] 图21是在使用平视显示器示出作业位置的情况下从操作室的内部俯瞰液压挖掘机前方的图。

具体实施方式

[0034] 以下,针对本发明的实施方式,使用附图进行说明。

[0035] 第一实施方式

[0036] 使用图1和图2,针对作业机械和作业机械所具有的作业支援系统的构成进行说明。

[0037] 图1是作为可自力行驶的作业机械的一例的液压挖掘机1的外观图。液压挖掘机1由如下部分构成：下部行驶体10；以可旋转的方式设于下部行驶体10的上部旋转体11；以可转动的方式设于上部旋转体11的前方的动臂13；以可转动的方式设于动臂13的前端的斗杆14；以可转动的方式设于斗杆14的前端的铲斗15；由动臂13、斗杆14、铲斗15构成的多关节型的前作业装置（作业装置）12；供操作者乘坐来操作挖掘机1的操作室17；设于操作室17内并用于操作液压挖掘机1的操作杆（操作装置）19（参照图9）；以及基于操作杆19的输出（液压信号或者电信号）来控制液压挖掘机1的动作的控制器18。

[0038] 本实施方式假设是采用梯段式挖掘法进行挖掘，液压挖掘机1的挖掘对象是形成阶梯状的梯段。梯段具有液压挖掘机1在挖掘作业时所在的平面即梯段上表面（地面）85以及与梯段上表面85连接的向下倾斜面（梯段侧面）即挖掘面4。在图1的梯段中，在梯段上表面85与挖掘面4的边界部呈现出边缘86。在进行挖掘作业时，液压挖掘机1以使边缘86位于挖掘机前方的方式置于梯段的上表面85上，液压挖掘机1使前作业装置12从液压挖掘机1的位置适当伸缩来对挖掘面4进行挖掘。

[0039] 在操作室17的前方，以与挖掘机接地面85成规定的角度（激光测距仪安装角度） α d（参照图11）的方式固定有激光测距仪24，该激光测距仪24是测量到周围物体为止的距离的距离传感器，且主要是用于检测挖掘对象（梯段）的表面形状的形状检测装置。在操作室17的内部具有监视器21、设定输入装置20、作业位置显示开关27（均在后文说明）。另外，在上部旋转体11中具有用于与外部的设备或计算机进行通信的通信装置即无线装置26、执行与液压挖掘机1有关的各种信息处理的计算机（例如微型计算机）即控制器（控制装置）18。

[0040] 图2是示出搭载于液压挖掘机1且用于显示作业位置的作业机械的作业支援系统的系统构成的概略图。有时在与前面的附图相同的部分上标注相同的附图标记并省略说明（后面的附图也同样）。

[0041] 作业支援系统具有：设定输入装置20，是用于变更作业支援系统的各种设定的输入装置（键盘、鼠标、多个按钮、触摸面板等）；作业位置运算部30，在控制器18内被构成为程序，计算进行下次挖掘动作时的液压挖掘机1的停止位置（有时称为“作业位置”）；监视器（显示装置）21，显示与作业位置 P_w （参照后述图6）或者作业位置 P_w 有关的信息（例如从下部行驶体10的前端 C_f （参照图6）到作业位置 P_w 为止的水平距离 L_w （参照图6）等）；作业位置显示开关27，对监视器21上显示的作业位置的开（ON）/关（OFF）（也可以是作业位置运算部30进行作业位置计算的开（ON）/关（OFF））择一地进行切换指示。

[0042] 在图3中示出控制器18的硬件构成。控制器18具有输入部91、作为处理器的中央处理装置（CPU）92、作为存储装置的只读存储器（ROM）93和随机存储器（RAM）94、输出部95。输入部91输入来自外部装置（例如，设定输入装置20、激光测距仪24以及作业位置显示开关27）的信息或信号，根据需要进行A/D转换。ROM93是存储了程序等的记录介质，CPU92按照ROM93中存储的程序对从输入部91和存储器93、94获取的信号进行规定的运算处理。输出部95创建与用CPU92得出的运算结果对应的输出用的信号，将该信号输出至外部装置（例如，监视器21）。此外，图3的控制器18具有ROM93和RAM94这样的半导体存储器作为存储装置，但是也可以具有硬盘驱动器等磁性存储装置，并将程序存储在该磁性存储装置。

[0043] 返回图2，作业位置运算部30具有地形数据取得部31、挖掘区域决定部32、和作业位置运算部34。

[0044] 地形数据取得部31是基于从激光测距仪24输出的距离信息,取得梯段上表面85的边缘86上的点即挖掘对象端Pb(参照图6)的位置和梯段上表面85距挖掘基准面82的高度H(参照图6)的部分。挖掘对象端Pb是计算作业位置Pw时的基准点,只要定义为梯段上表面85与挖掘面4的边界部即可,并不是必须如图6等那样定义于边缘86上(详细情况参照后述的图19、20)。

[0045] 在本实施方式中,将从挖掘机1的旋转中心和作业装置12的中心通过的面与梯段上表面85的边缘86交叉的点作为“挖掘对象端Pb”,将挖掘机1所在的梯段上表面85的下一层的梯段上表面或者最下层的梯段的底面作为“基准面82”。

[0046] 挖掘区域决定部32是基于地形数据取得部31的取得结果,通过挖掘机1的一次挖掘动作(后述)从挖掘对象中决定可得到预期挖掘量(后述)的挖掘对象中的区域(有时称“挖掘区域S”)的部分。详细情况如后述,但是,在本实施方式中,基于梯段上表面85的高度H和能够根据预期挖掘量而导出的面积sb(后述)来决定挖掘区域S。

[0047] 本文中的“一次挖掘动作”是指,在进行梯段的挖掘时,从铲斗15的斗尖接触到挖掘面4的状态到铲斗15的斗尖的高度到达梯段上表面85的状态为止的期间内进行的一系列动作。

[0048] 另外,“预期挖掘量”是以铲斗15的容量(铲斗容量)为基准而设定的。铲斗容量根据液压挖掘机1的型号而不同。作为具体的预期挖掘量,能够利用例如放入的挖掘物与铲斗的上缘相持平时的容量(填平容量)、或者在填平了挖掘物的状态下的铲斗上进一步将挖掘物堆起成山状时的容量(山堆容量)。根据使作业效率提升至最大的观点,优选采用山堆容量作为预期挖掘量,但是对预期挖掘量并没有特别限定,也能够采用最大容量以下的任意的值。在本实施方式中以山堆容量作为预期挖掘量。

[0049] 作业位置运算部34是基于挖掘区域决定部32所决定了的挖掘区域S,计算进行下次挖掘动作时的液压挖掘机1的作业位置(停止位置)的部分。详细情况后述,但是在本实施方式中,基于挖掘区域S计算从定义在梯段上表面85与挖掘面4的边界部的基准点(挖掘对象端Pb)到作业位置Pw为止的距离Lw,基于距离Lw来计算作业位置Pw。

[0050] 接着,使用图4~图8来说明作为本发明的实施方式的一例的作业机械的作业支援系统设定作业位置的步骤和作业位置的显示例。

[0051] 图4是示出液压挖掘机1的作业的一例的概略图,是示出液压挖掘机1通过一次挖掘动作就结束挖掘面4的挖掘并将挖掘物5装入铲斗15内部的状态的概略图。图5是示出液压挖掘机1在一次挖掘动作结束后旋转并将铲斗15移动至搬运机械(自卸卡车)2的货厢上,倒出挖掘物5的状态的概略图。通常,液压挖掘机1在搬运机械2的货厢装满为止,一直交替重复执行图4、图5所示的挖掘作业与装入作业。另外,当在液压挖掘机1的前方位于边缘86的方向上的整个范围内的前后方向挖掘宽度Wd的区域的挖掘作业完成时,液压挖掘机1后退,再次重复挖掘作业和装入作业。此时,在想要利用各挖掘动作保持规定的挖掘量的情况下,若液压挖掘机1与挖掘对象端7的位置接近,则有时为了防止一次挖掘动作结束时铲斗15的位置碰到液压挖掘机1的立足点,而无法确保该规定的挖掘量。

[0052] 图6是示出液压挖掘机1与挖掘面4的位置关系的侧方剖视图(沿着从液压挖掘机1的旋转中心和作业装置12的中心通过的面梯段剖视图)。图7是示出作业位置运算部30的处理的流程图。以下,一边参照图6,一边使用图7对在监视器21上显示到作业位置Pw为止的

距离 L_w 的步骤进行说明。

[0053] 当开始进行图7的处理时,作业位置运算部30首先判定在步骤S100中作业位置显示开关27是否为开(ON)。在作业位置显示开关27不是开(ON)的情况下,监视器21什么都不显示就结束处理。

[0054] 另一方面,在作业位置显示开关27是开(ON)的情况下,在步骤101中,挖掘区域决定部32从地形数据取得部31取得高度 H 和挖掘对象端 P_b 的位置,进入步骤102。

[0055] 在步骤102中,首先,挖掘区域决定部32基于图6的侧方剖视图中的挖掘区域 S 的面积 s_b 和由地形数据取得部31取得的高度 H 来决定挖掘区域 S ,由此计算挖掘量设定距离 L_s 。在本实施方式中,如图6所示,将挖掘区域 S 简化为从与挖掘面4关联的两点 P_b 、 P_u 通过且面积 s_b 固定的平行四边形状。挖掘区域 S 的面积 s_b 根据预期挖掘量而决定,平行四边形的左上顶点 P_a 的位置(换言之,平行四边形的上边以及底边的长度)根据高度 H 的值而变化。因此,作为平行四边形状的挖掘区域 S 的上边以及底边的长度的挖掘量设定距离 L_s 能够利用下式(1),根据 s_b 和 H 来计算。

[0056] $L_s = s_b / H$ 式(1)

[0057] 接着,作业位置运算部34利用下式(2),计算从挖掘对象端 P_b 到作业位置 P_w 为止的距离 W_d (有时称为“前后方向挖掘宽度”)。作业位置运算部34还根据距离 W_d 和挖掘对象端 P_b 的位置来计算作业位置 P_w 。式(2)中的 L_m 是余量距离。本实施方式的作业位置运算部34并不将点 P_a 作为作业位置 P_w ,而是将从点 P_a 向液压挖掘机1侧移动了由设定输入装置20设定的余量距离 L_m 而得到的位置作为作业位置 P_w 来运算。

[0058] $W_d = L_s + L_m$ 式(2)

[0059] 作业位置运算部34还运算作为从液压挖掘机1的下部行驶体10的前端 C_f 到作业位置 P_w 为止的水平距离的作业位置距离 L_w 。作业位置距离 L_w 使用从液压挖掘机1的下部行驶体10的前端 C_f 到挖掘对象端 P_b 的距离 L_b (有时称为“挖掘对象端距离”),通过下式(3)来表示。距离 L_b 由地形数据取得部31经由激光测距仪24或者无线装置26而取得。

[0060] $L_w = L_b - W_d$ 式(3)

[0061] 如上所述,当将挖掘区域 S 设定为平行四边形时,具有如下的优点:只要能够取得挖掘对象端 P_b 的位置和高度 H 的值,就能够确定作业位置 P_w 和能够计算作业位置距离 L_w 。

[0062] 此外,前后方向挖掘宽度 W_d 并不限定于上述的计算方法,也可以由设定输入装置20基于不同的计算式来设定。

[0063] 作业位置运算部30最后在步骤103中将距离 L_w 输出至监视器21并结束处理。

[0064] 图8是示出操作室17的内部所具有的监视器21上的到作业位置 P_w 为止的距离 L_w 的显示例之一的图。针对作业位置 P_w 的显示方法,用图8进行说明。

[0065] 在图8所示的监视器21的画面中,作为显示区域而设有监视器上部22和监视器下部23。

[0066] 在监视器上部22,基于用图7说明了的作业位置运算部30的输出,将从下部行驶体10的前端到作业位置为止的作业位置距离 L_w 以数值的形式进行显示。在图8的例子中,在“到前端为止”这样的字符串的右侧显示的数值(-0.5m)表示到作业位置 P_w 为止的距离 L_w 。

[0067] 在图8的例子中,距离 L_w 是负的值。如图8的例子那样,距离 L_w 为负表示,下部行驶体10的前端 C_f 越过作业位置 P_w ,应该使液压挖掘机1后退。反之,在距离 L_w 为正的情况下,表

示下部行驶体10的前端Cf还未到达作业位置Pw,应该使液压挖掘机1前进。在距离Lw为负的情况下,如图8所示,优选在画面上显示警告图像42,引起操作员注意。也可以取代警告图像42,而显示警告消息。另外,在同样的情况下,还可以取代警告图像42而追加设置用于输出警告音或者警告声音的声音输出装置。

[0068] 在监视器下部23,显示有与图6同样的液压挖掘机1的侧方剖视图的图像(挖掘对象的表面形状图像)。在监视器下部23的显示中,基于作业位置运算部30的输出,将示出作业位置Pw的作业位置显示线84、挖掘区域S、液压挖掘机1的图像重叠显示在侧方剖视图的图像上。侧方剖视图的图像是由控制器18基于由激光测距仪24检测出的挖掘对象的表面形状而创建的。优选地,监视器下部23上的液压挖掘机的图像位置和作业装置的图像的姿势与实机的位置和姿势连动。

[0069] 若如此显示作业位置Pw和液压挖掘机1的图像,则能够容易地掌握两者的位置关系。另外,若显示挖掘区域S,则能够掌握进行下次的挖掘动作时的铲斗15的斗尖的目标轨道,因此有助于将挖掘容量提升至最大和维持高作业效率。

[0070] 如上所述,本实施方式的作业机械的作业支援系统以使通过多次挖掘动作分别挖掘的区域的截面积sb保持恒定的方式,基于梯段高度H和预期挖掘量来决定挖掘区域S,基于挖掘区域S来计算适合于通过下次的挖掘动作进行挖掘的挖掘机1的位置来作为作业位置Pw。然后,计算从液压挖掘机1的下部行驶体10的最前端Cf到作业位置Pw为止的距离Lw并显示在监视器21上。若如此显示距离Lw,则操作员能够容易地掌握适合于梯段高度H的作业位置与液压挖掘机1的位置关系。通过这样,即使梯段高度发生变化,由于能够将液压挖掘机1引导至适合于保持挖掘量的位置,所以仍能够维持高作业效率。

[0071] 此外,挖掘区域S的形状并不限定于如图6所示的平行四边形,也可以构成为能够利用设定输入装置20变更为其他的形状。在这种情况下,利用上述式(1)以外的计算式来计算挖掘量设定距离Ls,但若预先决定了挖掘区域S的形状,则Ls能够根据面积sb(预期挖掘量)和挖掘对象的形状来计算。例如,也可以将以挖掘机接地面85的一部分为上底,以基准面82的一部分为下底,以挖掘机接地面85的垂线和挖掘面4为腰的梯形设定为挖掘区域S。另外,还可以针对每个高度H事先存储当通过一次挖掘动作对截面积为sb的区域进行挖掘时的铲斗15的斗尖的移动轨迹的锥形,基于该移动轨迹的锥形和高度H,适当选择挖掘区域S的形状。

[0072] 上述内容中,假设挖掘动作从将铲斗15的斗尖碰到位于挖掘面4的下端的点Pu时开始而进行了说明,但在梯段高度H较高、点Pu位于铲斗15的可动范围外的情况下,以铲斗15的可动范围的最大范围与挖掘面4的交点作为挖掘动作的开始点的方式设定挖掘区域S。即,本实施方式还能够应用于铲斗15的斗尖未达到点Pu的情况。

[0073] 在能够掌握挖掘面4的具体的表面形状的情况(用激光测距仪24等在该场所能够掌握的情况或者根据施工图等信息能够事先掌握的情况)下,在推定挖掘区域S和计算作业位置Pw时,也可以利用该表面形状作为挖掘面4的形状。在这种情况下,由于挖掘区域S的推定精度提高,所以作业位置Pw的精度也提高。另外,能够提高在监视器下部23显示的侧方剖视图的精度。

[0074] 取得挖掘对象的形状的装置并不限定于激光测距仪24,也可以是能够取得挖掘对象的形状的其他构成。例如,能够用测距照相机或超声波传感器代替。另外,还可以利用经

由无线装置26从外部的计算机取得的地形数据来进行作业位置设定。例如,也可以是当取得高度H时,基于从现场管理者取得的作业计划来设定高度H,另外还可以用搬运机械2从挖掘对象的下方测量高度H并发送至液压挖掘机1。还可以根据液压挖掘机1的斗尖轨迹来推定下次挖掘时的挖掘面4的形状。

[0075] 当计算前后方向挖掘宽度Wd(作业位置Pw)时,余量距离Lm并不是必须设定,也可以设定为零。在余量距离Lm为零的情况下,挖掘对象端Pb与作业位置Pw之间的距离和挖掘量设定距离Ls一致并为最小。

[0076] 监视器21的显示并不限于上述的内容,例如也可以在监视器下部23显示包含挖掘面4及接地面85在内的挖掘对象和液压挖掘机1的俯视图,并在该俯视图上重叠显示作业位置Pw、Pws。

[0077] 第二实施方式

[0078] 图9是示出搭载于液压挖掘机1且显示作业位置的作业机械的作业支援系统的其他构成的概略图。该图的作业位置运算部30除了如图2所示的作业位置运算部30所具有的构成以外,还具有稳定区域设定部33、行驶判定部35、显示更新部36。

[0079] 地形数据取得部31是如下的部分:基于从激光测距仪24输出的距离信息或者由无线装置26带来的地形数据,取得挖掘对象的形状,还取得挖掘对象的高度H、挖掘对象端Pb的位置和挖掘面4的形状等。稳定区域设定部33是如下的部分:基于挖掘对象的表面形状和稳定角as(参照图10),计算液压挖掘机1在挖掘对象的上表面能够稳定地实施挖掘作业的区域(有时称为“稳定区域”)。作业位置运算部34是运算液压挖掘机1的作业位置(Pw或者Pws)的部分。行驶判定部35是基于操作杆(操作装置)19的输出来判断是否对液压挖掘机1发出了行驶指示的部分。显示更新部36是如下的部分:基于行驶判定部35的判定,对与从作业位置运算部34输出并显示于监视器21的作业位置(Pw或者Pws)和挖掘区域有关的信息(例如,距作业位置Pw的距离Lw、距作业位置Pws的距离Lws)进行更新。

[0080] 图10是示出第二实施方式中的液压挖掘机1与挖掘面4的位置关系的侧方剖视图。使用图10对计算基于稳定区域而决定的第二作业位置Pws的方法进行说明。

[0081] 位于挖掘面4的下侧的边缘上的第二挖掘对象端Pu是由地形数据取得部31取得的。以下,使用图11对地形数据取得部31取得包含第二挖掘对象端Pu在内的挖掘面4的表面形状的方法进行说明。

[0082] 图11是示出液压挖掘机1、激光测距仪24和挖掘面4的位置关系的侧方剖视图。激光测距仪24将挖掘面4划分为点群,输出作为各点相对于激光测距仪24的相对水平距离的点群相对水平距离Ln和点群相对铅直距离Hn。地形数据取得部31存储有激光测距仪24的激光测距仪安装长度Ld、相对于挖掘机接地面85的激光测距仪安装高度Hd、相对于挖掘机接地面85的激光测距仪安装角度ad。地形数据取得部31基于激光测距仪24的安装位置信息(长度Ld、高度Hd以及角度ad),将激光测距仪24的输出(点群相对水平距离Ln和点群相对铅直距离Hn)转换成相对于下部行驶体10的前端Cf的点群水平距离Ln'和点群铅直距离Hn'。Ln'和Hn'是使用旋转矩阵并根据以下的(7)式而转换得到的。

[0083] $Ln' = Ln \times \cos(ad) - Hn \times \sin(ad) - Ld$

[0084] $Hn' = Ln \times \sin(ad) + Hn \times \cos(ad) - Hd \cdots (7)$

[0085] 针对点群所包含的全部的点进行同样的计算,由此取得相对于下部行驶体10的前

端Cf的挖掘对象的表面形状。此外,在使用图11进行的说明中,将挖掘面4的形状当作侧方截面的二维形状进行说明,但是也可以使用三维的旋转矩阵而转换成挖掘对象的三维形状。

[0086] 地形数据取得部31计算所有构成挖掘面4的点群中的邻接两点群之间的斜率,检测斜率发生急剧变化的点Ptop和Pbtm。基于Ptop和Pbtm的标高,将标高较高的点Ptop作为挖掘对象端Pb来输出和/或存储,将标高较低的Pbtm作为第二挖掘对象端Pu来输出和/或存储。另外,将点Ptop与Pbtm的标高之差作为高度H来输出和/或存储。

[0087] 以下,针对取得挖掘对象端Pb和第二挖掘对象端Pu的位置的其他方法,使用图12进行说明。图12是示出基于挖掘作业中铲斗15的斗尖轨迹来取得挖掘对象端Pb、Pu的位置的方法的侧方剖视图。

[0088] 在前作业装置12中具有测量动臂13、斗杆14、铲斗15的转动角度的动臂角度传感器28-1(未图示)、斗杆角度传感器28-2以及铲斗角度传感器28-3、测量斗杆气缸16内的压力的斗杆气缸压力传感器29。另外,控制器18存储有动臂13、斗杆14以及铲斗15的尺寸,并能够基于上述尺寸和角度传感器28-1、28-2、28-3的输出来运算铲斗15的斗尖位置。

[0089] 当取得挖掘对象端Pb和第二挖掘对象端Pu的位置时,首先,控制器18监视压力传感器29的输出,斗杆气缸16的负荷增大,将斗杆气缸16的负荷变得大于规定值时判断为挖掘开始,并将此时的铲斗15的斗尖位置设定为第二挖掘对象端Pu。接下来,控制器18监视挖掘开始后的铲斗15的斗尖位置,将铲斗15的斗尖的高度高于挖掘机接地面85的高度时判断为挖掘结束,并将此时的铲斗15的斗尖位置设定为挖掘对象端Pb。

[0090] 返回图10,稳定角(安息角)as是在梯段的挖掘面4不会自发崩塌的状态下的稳定的挖掘面4的最大倾斜角度,稳定角as是为了第二挖掘对象端Pu而设定。稳定角as的值根据梯段的土质而不同,并经由设定输入装置20等被预先保存到控制器18内的存储装置。稳定区域设定部33利用稳定角度as和高度H,基于下式(4)来计算从第二挖掘对象端Pu到挖掘对象处于稳定的位置Pws为止的水平距离Lst(有时称为“挖掘对象稳定距离”)。

[0091] $Lst = H / \tan(as)$ 式(4)

[0092] 接下来,作业位置运算部34计算从下部行驶体10的前端Cf到第二作业位置Pws为止的水平距离Lws(有时称为“第二作业位置距离”)。第二作业位置距离Lws用从下部行驶体10的前端Cf到第二挖掘对象端Pu的水平距离Lu通过下式(5)来表示。此外,水平距离Lu由地形数据取得部31经由激光测距仪24或者无线装置26取得。

[0093] $Lws = Lu - Lst$ 式(5)

[0094] 此时,从挖掘对象端Pb到第二作业位置Pws的水平距离Wds(有时称为“第二前后方向挖掘宽度”)用从液压挖掘机1的下部行驶体10的前端Cf到挖掘对象端Pb的水平距离Lb(“挖掘对象端距离”有时称为)通过下式(6)来表示。

[0095] $Wds = Lb - Lws$ 式(6)

[0096] 作业位置运算部34比较第二前后方向挖掘宽度Wds与前后方向挖掘宽度Wd的大小,将较大的宽度设定为作业位置。例如,在第二前后方向挖掘宽度较大的情况下,将用第二前后方向挖掘宽度Wds得到的位置Pws设定为作业位置。

[0097] 图13是示出相对于高度H的前后方向挖掘宽度Wd和第二前后方向挖掘宽度Wds的值的图表。对利用图10根据高度H基于上述的方法而计算出的前后方向挖掘宽度Wd和第二

前后方向挖掘宽度 W_{ds} 的变化进行说明。

[0098] 如已经说明的那样,高度 H 越小,为了确保规定面积 s_b 所需的作业位置距离 L_s 就越大,因此前后方向挖掘宽度 W_d 也同时变大,作业位置 P_w 远离挖掘对象端 P_b 。另一方面,高度 H 越大,为了确保规定面积 s_b 所需的挖掘量设定距离 L_s 就越小,前后方向挖掘宽度 W_d 也同时变小,因此作业位置 P_w 靠近挖掘对象端 P_b 。

[0099] 挖掘对象稳定距离 L_{st} 随着高度 H 增大而增大,因此第二前后方向挖掘宽度 W_{ds} 随着高度 H 增大而增大。作业位置运算部34比较上述的前后方向挖掘宽度 W_d 与第二前后方向挖掘宽度 W_{ds} ,以值较大的宽度作为作业位置。如图13所示,(A)在高度 H 小于 H_2 的区域,前后方向挖掘宽度 W_d 较大,因此输出用前后方向挖掘宽度 W_d 得到的作业位置 P_w 。(B)当高度 H 是 H_2 时,前后方向挖掘宽度 W_d 与第二前后方向挖掘宽度 W_{ds} 一致,因此方便地输出用前后方向挖掘宽度 W_d 得到的作业位置 P_w (也可以输出第二作业位置 P_{ws})。(C)在高度 H 大于 H_2 的区域,第二前后方向挖掘宽度 W_{ds} 较大,因此输出用第二前后方向挖掘宽度 W_{ds} 得到的第二作业位置 P_{ws} 。

[0100] 图14是示出第二实施方式的作业位置运算部30的处理的流程图。使用图14说明显示作业位置的方法。针对与前面的图(图7)的流程图相同的处理,标上相同的编号,并且有时省略说明(后续的流程图也同样)。

[0101] 在作业位置显示开关27是开(ON)的情况下,在步骤101A中,挖掘区域决定部32和稳定区域设定部33分别从地形数据取得部31取得决定作业定位 P_w 、 P_{ws} 和运算前后方向挖掘宽度 W_d 、 W_{ds} 所需的地形数据(例如,高度 H ,挖掘对象端 P_b 、 P_u 的位置,水平距离 L_u ,挖掘面4的形状)。

[0102] 接下来,在步骤102A中,挖掘区域决定部32通过已经说明的方法来推定挖掘区域 S 。然后,作业位置运算部34利用面积 s_b 及高度 H 和上述式(1)来计算挖掘量设定距离 L_s ,将该距离 L_s 与余量 L_m 相加来计算前后方向挖掘宽度 W_d (上述式(2))。

[0103] 另外,稳定区域设定部33利用上述式(4)来计算挖掘对象稳定距离 L_{st} 。然后,作业位置运算部34利用上述式(5)来计算第二作业位置距离 L_{ws} ,利用上述式(6)来计算第二前后方向挖掘宽度 W_{ds} 。

[0104] 作业位置运算部34还比较两个前后方向挖掘宽度 W_d 、 W_{ds} 的大小,运算到与较大的前后方向挖掘宽度对应的作业位置(P_w 或者 P_{ws})为止的距离(L_w 或者 L_{ws}),将该距离输出至显示更新部36。

[0105] 最后,在步骤103A中,显示更新部36将距离(L_w 或者 L_{ws})输出至监视器21并结束处理。此外,距离(L_w 或者 L_{ws})在监视器21上的显示方式与图8所示的显示方式相同,省略说明。

[0106] 如上所述,本实施方式的作业机械的作业支援系统对基于挖掘区域 S 而导出的前后方向挖掘宽度 W_d 与基于挖掘对象的稳定角 α_s 而导出的第二前后方向挖掘宽度 W_{ds} 的大小进行比较,并将到与较大的前后方向挖掘宽度对应的作业位置(P_w 或者 P_{ws})为止的距离(L_w 或者 L_{ws})显示于监视器21。若如此构成,则液压挖掘机1一直被配置于稳定区域内,因此能确保稳定的挖掘作业的持续进行。

[0107] 第三实施方式

[0108] 本实施方式的作业机械的作业支援系统的构成与图9相同。图15是示出第三实施

方式的作业位置运算部30的处理的流程图。

[0109] 到步骤101A为止与前面的流程图同样。在步骤112中,地形数据取得部31基于在步骤101A中取得的地形数据来判定挖掘对象的表面形状是否变化。在挖掘对象的表面形状未变化的情况下,返回至步骤S100。在挖掘对象的表面形状发生了变化的情况下,进入步骤102A和步骤103A,显示更新部36将距离 L_w 或者距离 L_{ws} 显示于监视器21并更新显示画面。在更新了监视器21的显示画面之后返回至步骤S100,重复进行已经说明的各处理。

[0110] 像这样,在本实施方式的作业机械的作业支援系统中,在确认了挖掘对象的表面形状发生了变化的情况下,更新下次挖掘动作的到作业位置为止的距离(L_w 或者 L_{ws})的监视器显示。若如此构成系统,则伴随着挖掘对象的形状变化,自动地更新到作业位置为止的距离,因此能够提高作业效率。

[0111] 第四实施方式

[0112] 本实施方式的作业机械的作业支援系统的构成也与图9相同。图16是示出第四实施方式的作业位置运算部30的处理的流程图。

[0113] 到步骤101A为止与前面的流程图同样。在步骤122中,行驶判定部35判定是否有经由操作杆19指示行驶的杆(行驶杆)的输入。在没有行驶杆的输入(下部行驶体10进行前进/后退的指示)的情况下,维持在监视器21上显示下次挖掘动作的到作业位置为止的距离(L_w 或者 L_{ws})的状态并返回至步骤S100。在有行驶杆的输入的情况下,进入步骤102A和步骤103A,显示更新部36将距离 L_w 或者距离 L_{ws} 显示在监视器21上并更新显示画面。在更新了监视器21的显示画面之后返回至步骤S100,重复进行已经说明的各处理。

[0114] 像这样,在本实施方式的作业机械的作业支援系统中,在有行驶杆的输入的期间,对下次挖掘动作的到作业位置为止的距离(L_w 或者 L_{ws})的监视器显示继续进行更新。若如此构成系统,则伴随着操作行驶杆来移动液压挖掘机1,自动地更新到作业位置为止的距离,因此能够提高作业效率。

[0115] 此外,在本实施方式中采用了基于操作杆19的杆输入的有无来更新距离的构成,但是也可以采用检测作为液压挖掘机1的行驶装置的下部行驶体10的动作来更新距离的构成。另外,同样地,也可以采用检测下部行驶体10的驱动源(液压马达或者电动马达)的动作来更新距离的构成。另外,还可以是例如监视搬运机械(自卸卡车)的位置,并在检测到搬运机械的移动开始的时机进行更新。进一步地,作为显示更新的触发条件的动作并不限定于行驶,也可以以其他的动作为基准。例如,也可以将液压挖掘机的动作分类为挖掘、旋转、装入,在检测到了装入动作之后更新作业位置。

[0116] 上述的第三实施方式和第四实施方式能够组合。即,也可以是,当确认出挖掘对象的表面形状发生了变化时、有行驶杆的输入时以及下部行驶体10动作时(液压挖掘机1进行了动作时)中的至少一个条件时,重新计算下次挖掘动作的到作业位置为止的距离,并将该计算结果显示于监视器21。

[0117] 另外,挖掘对象端 P_b 、 P_u 的设定方法并不限定于上述的方法。使用图17~19,针对地形数据取得部31设定挖掘对象端 P_b 的其他的方法进行说明。图17是示出液压挖掘机1和对挖掘面4的作业范围的俯瞰图。图18是示出在对液压挖掘机1的挖掘机接地面85设定了基准面(基准标高面)82的情况下,通过基准面82与挖掘面4的交叉而生成的挖掘对象端基准线83的俯瞰图。图19是示出液压挖掘机1和用图18示出了的挖掘对象端基准线83与挖掘对

象端Pb的关系的俯视图。

[0118] 如图17所示,地形数据取得部31基于设定输入装置20的设定值,用彼此平行的两个面设定用于规定当液压挖掘机1朝向挖掘面4的方向时在左右方向上的可移动范围的作业范围81。接着,如图18所示,用设定输入装置20,作为代替挖掘机接地面85的面,以在接地面85的附近的高度与挖掘面4交叉的方式设定水平面(基准面)82。然后,取得挖掘对象端基准线83,该挖掘对象端基准线83位于用于规定作业范围81的两个面之间且通过挖掘面4与基准面82交叉而生成。接着,如图19所示,将平面89与挖掘对象端基准线83的交点设定为挖掘对象端Pb,该平面89通过液压挖掘机1的旋转中心Po且与用于规定作业范围81的两个面平行。

[0119] 若如此设定基准面82并设定挖掘对象端Pb,则在例如激光测距仪24等无法检测梯段上表面的边缘86(参照图1)的情况(例如接地面85平稳地向挖掘面4移动的情况)下,也能够设定挖掘对象端Pb。

[0120] 另外,如图20所示,挖掘对象端Pb也可以用挖掘对象端基准线83上的其他位置来设定。图20是示出不同的挖掘对象端Pb的设定方法的俯视图。在该图的例子中,地形数据取得部31将在挖掘对象端基准线83上从下部行驶体10的前端Cf起的水平距离(图20中的上下方向距离)成为最小的点设定为挖掘对象端Pb。在图6以及图10中说明了的侧方剖视图也可以构成为使用从图20所示的液压挖掘机1的旋转中心Po和挖掘对象端Pb通过的平面90。另外,在如此设定了挖掘对象端Pb的情况下,也可以不在监视器21上显示距离Lw,而是显示距离Lw'。距离Lw'是作业位置Pw与下部行驶体10的前端Cf之间的液压挖掘机1的正面方向上的作业位置距离。

[0121] 另外,挖掘对象端Pb并不限于挖掘对象端基准线83的水平方向距离达到最小的位置,也可以构成为例如将上述的水平方向距离取平均值或最大值的位置作为挖掘对象端Pb。另外,也可以构成为能够用设定输入装置20将上述的各方法适当组合来应用。另外,第二挖掘对象端Pu也可以构成为设定与基准面82不同的基准面并利用该不同的基准面以与挖掘对象端Pb同样的方式来规定。

[0122] 作业位置运算部30输出至监视器21的作业位置并不限于一个,也可以例如同时显示作业位置距离Lw和稳定作业位置距离Lws。

[0123] 作业位置运算部30并不限于由在液压挖掘机1上安装的控制器的实施,也可以是由外部的计算机来进行计算和/或显示液压挖掘机1的停止位置所需的各处理,并将结果经由无线装置26发送至液压挖掘机1。另外,设定输入装置20并不限于安装到操作室17内,也可以由作业现场的监督者等可携带的便携式信息终端,并经由无线装置26将各种信息发送至液压挖掘机1。

[0124] 另外,用于将挖掘机1停止于作业位置Pw、Pws的引导显示装置并不限于上述的监视器21。图21是从操作室17的内部俯瞰液压挖掘机1的前方的图。使用图21,针对用于将挖掘机1引导至作业位置Pw、Pws的其他方法进行说明。

[0125] 在图21中,内置进行与影像显示有关的控制处理的计算机,在操作室17的上部安装有将虚拟影像重叠显示于操作室17的正面的挡风玻璃62的平视显示器25。地形数据取得部31向平视显示器25输出挖掘机接地面85的边缘86的形状。平视显示器25将从地形数据取得部31输出的边缘86的形状向挖掘机侧仅偏移了作业位置距离Lw(或者Lws)而得到的目标

端形状87显示于操作室17的正面的挡风玻璃62。操作员一边目视正面的实像,一边以使目标端形状87与挖掘面4的边缘86一致的方式移动挖掘机1并使其停止。通过这样,能够使挖掘机1停止于作业位置Pw、Pws。

[0126] 此外,用于将挖掘机1引导至作业位置Pw、Pws的引导显示装置并不限于监视器21或平视显示器25,也能够利用将监视器替换成操作员所穿戴的头戴式显示器或者挡风玻璃,将外部照相机的影像与作业位置信息合成并进行显示的装置等其他显示装置。

[0127] 另外,上述主要针对将从下部行驶体10的前端Cf到作业位置的距离Lw、Lws显示于监视器21的情况进行了说明,但是只要是包含图21所示的目标端形状87的例子在内的、与作业位置有关的信息即可,也可以显示其他的信息。进一步,作业位置的输出结果并不限于“显示”,也可以用于“操作的支援”。例如,也可以在到达了作业位置的情况下,切断行驶杆的输出,另外,还可以通过施加特定的输入来自动地移动到作业位置。

[0128] 此外,本发明并不限于上述的各实施方式,在不脱离本发明的宗旨的范围内包含各种各样的变形例。例如,液压挖掘机1具有上部旋转体11、动臂13、斗杆14、铲斗15,但是作业装置的构成并不限于此,只要是具有能够挖掘位于接地面的下方的挖掘对象的作业装置就能够应用本实施方式。另外,本发明并不限于具有在上述各实施方式中说明了的全部的构成,也包含删除了该构成的一部分的技术方案。另外,能够将某个实施方式的构成的一部分追加至其他的实施方式的构成或者替换为其他的实施方式的构成。

[0129] 上述控制器18的各构成或该各构成的功能以及执行处理等的一部分或者全部也可以由硬件(例如用集成电路设计出执行各功能的逻辑电路等)实现。另外,也可以由设置的场所相同或者不同的多个计算机进行分散处理。另外,上述的控制器18的构成也可以作为通过被运算处理装置(例如CPU)读出、执行而实现该控制器18的构成的各功能的程序(软件)。该程序的信息能够存储于例如半导体存储器(闪存器、SSD(Solid State Disk:固态硬盘)等)、磁性存储装置(硬盘驱动器等)以及记录介质(磁盘、光盘等)等。

[0130] 附图标记说明

[0131] 1液压挖掘机,10下部行驶体,12前作业装置,17操作室,18控制器(控制装置),19操作杆(操作装置),21监视器(显示装置),24激光测距仪(形状检测装置),30作业位置运算部,31地形数据取得部,32挖掘区域决定部,34作业位置运算部,35行驶判定部,36显示更新部,82基准面,83挖掘对象端基准线,85梯段上表面(上表面),H距基准面82的高度,as稳定角,S挖掘区域,Pb挖掘对象端(基准点),Pw、Pws作业位置,Lw、Lws作业位置距离。

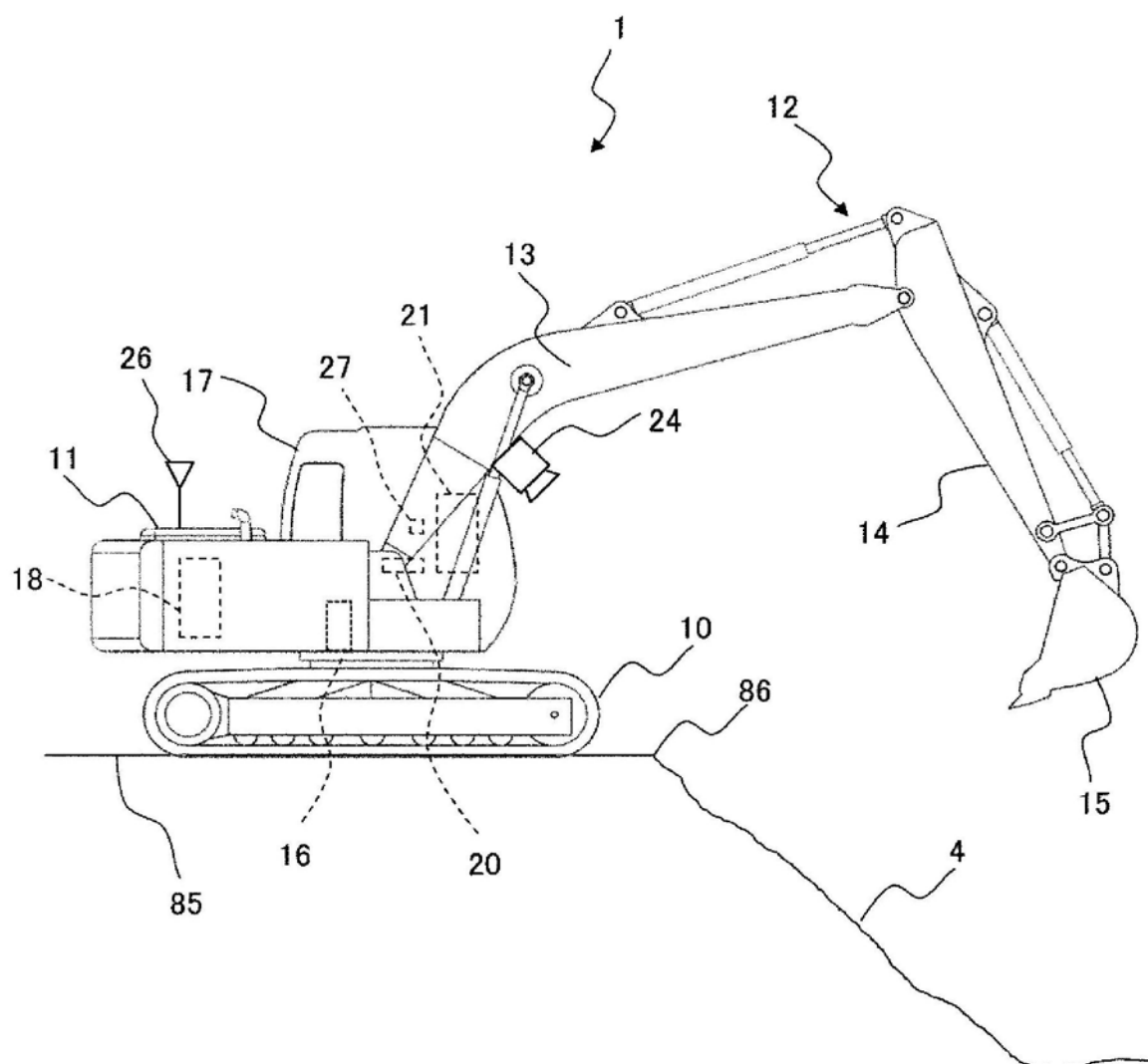


图1

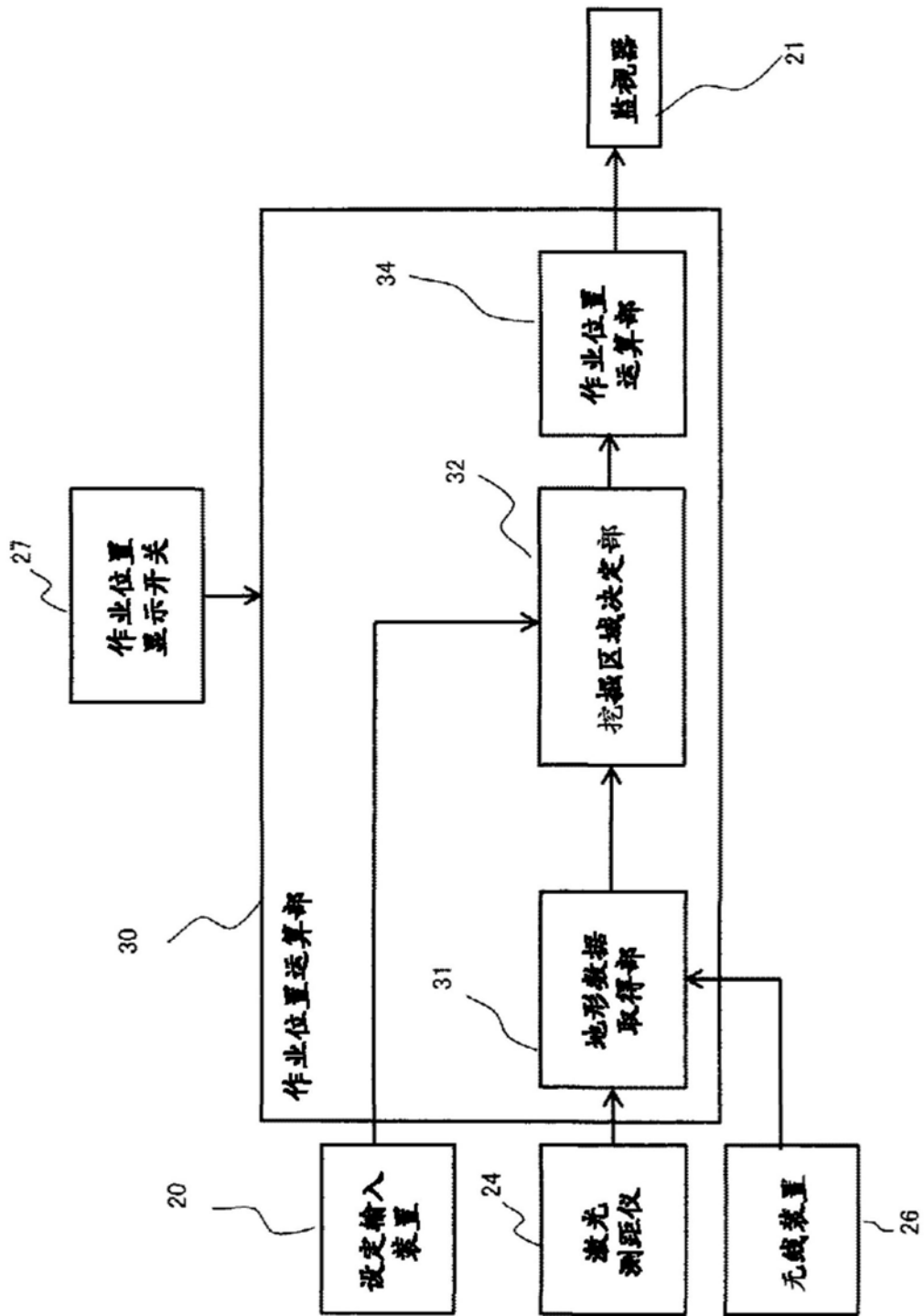


图2

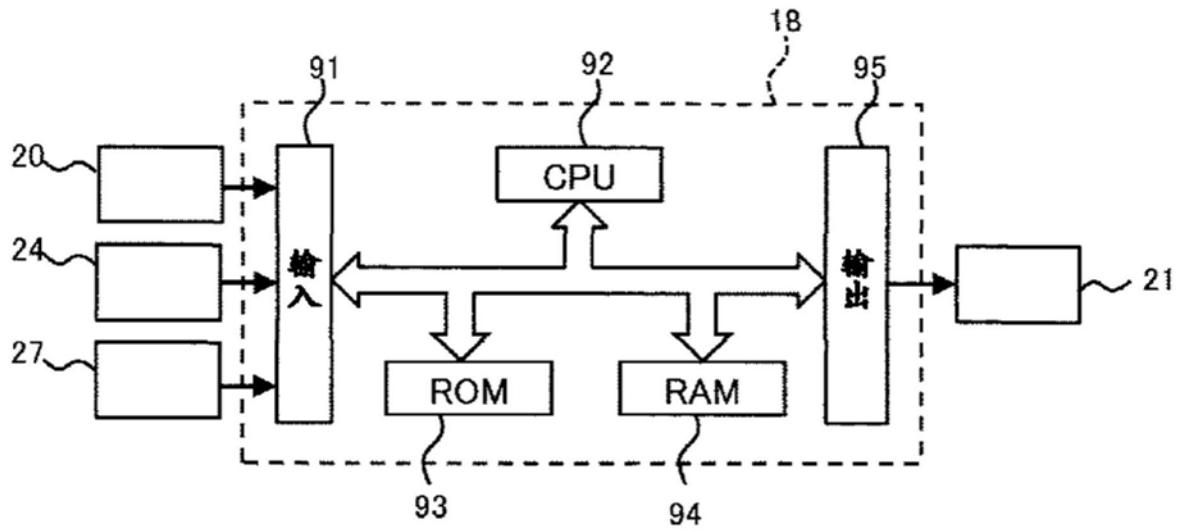


图3

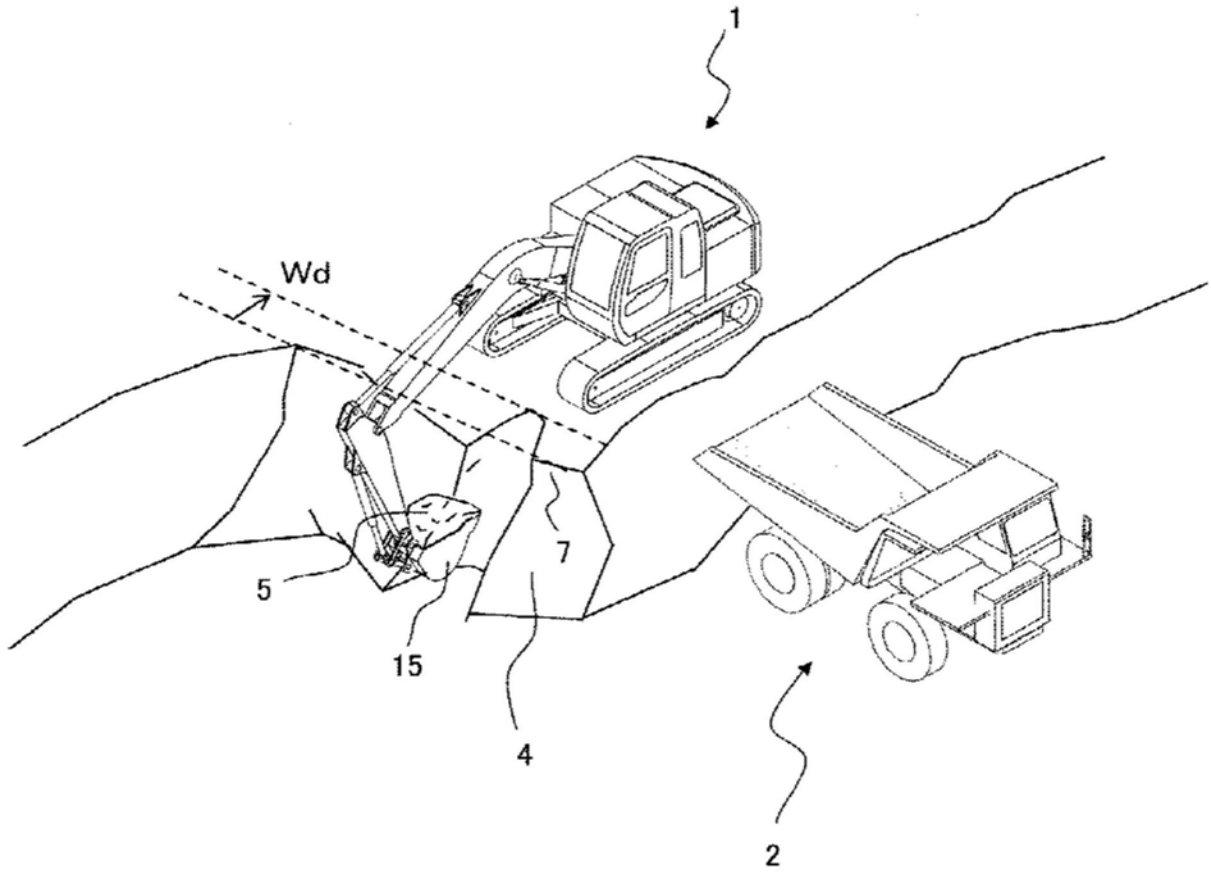


图4

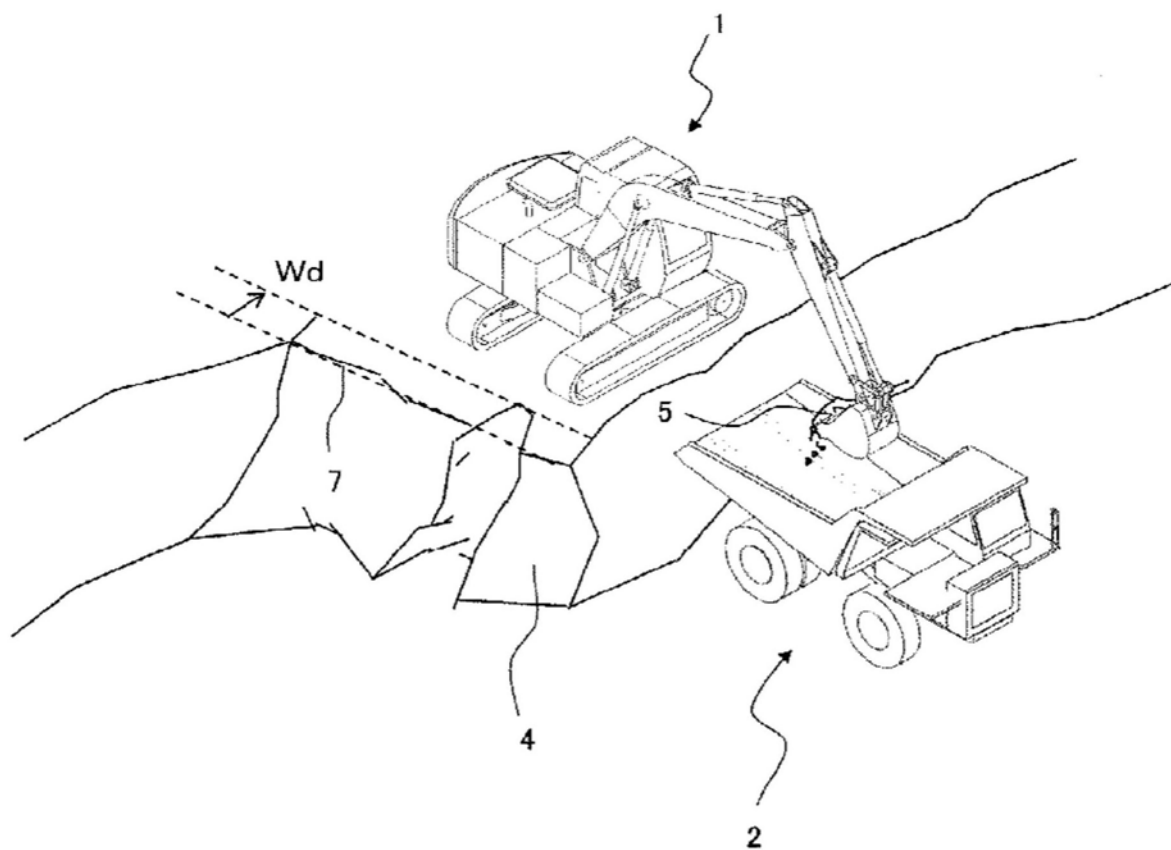


图5

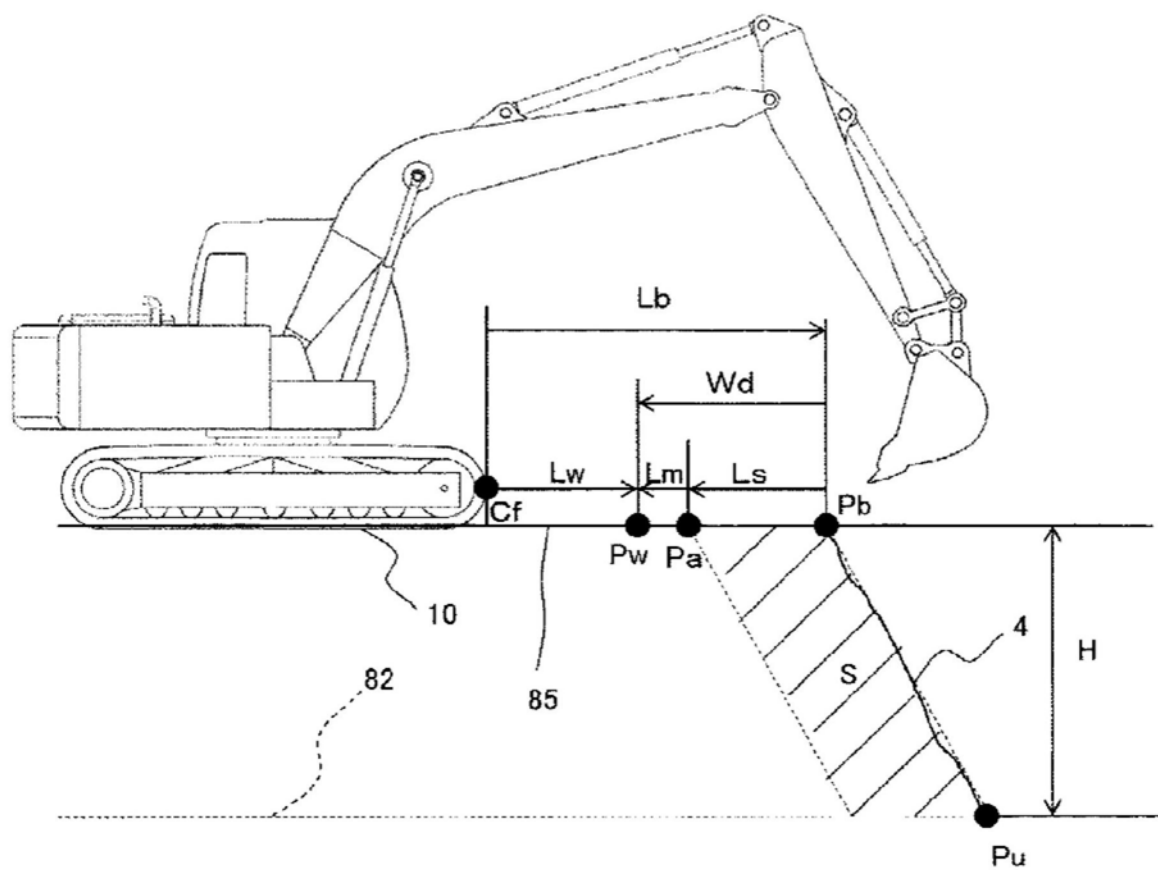


图6

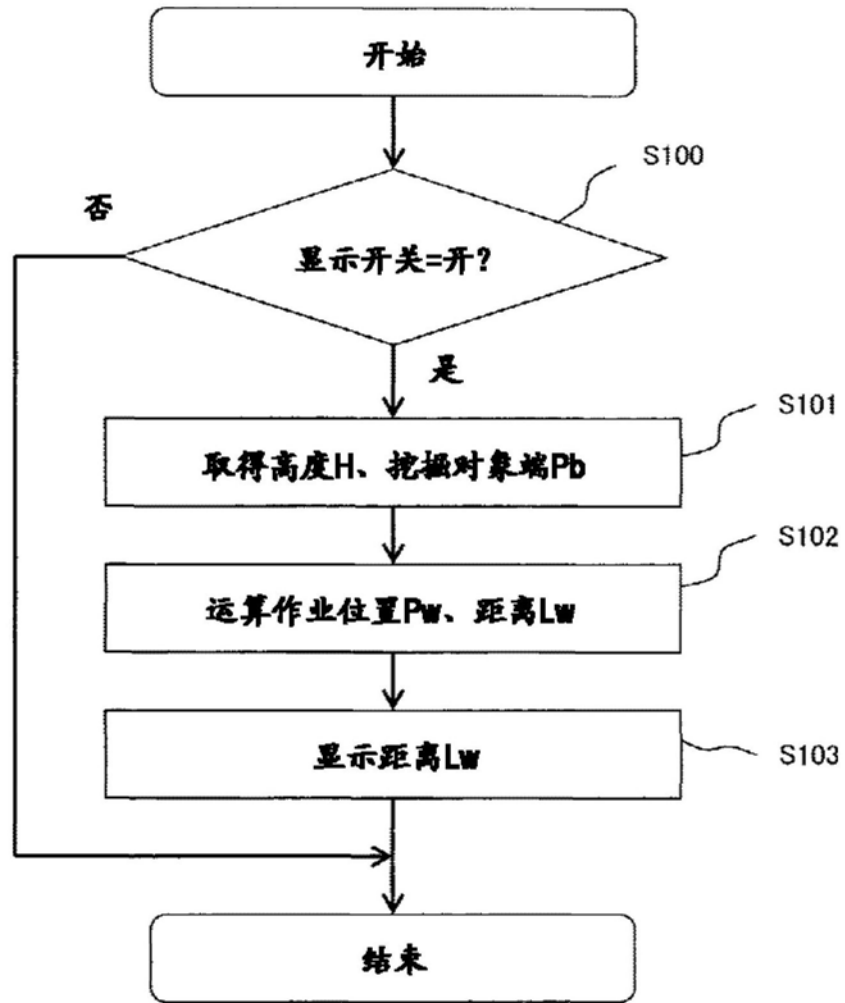


图7

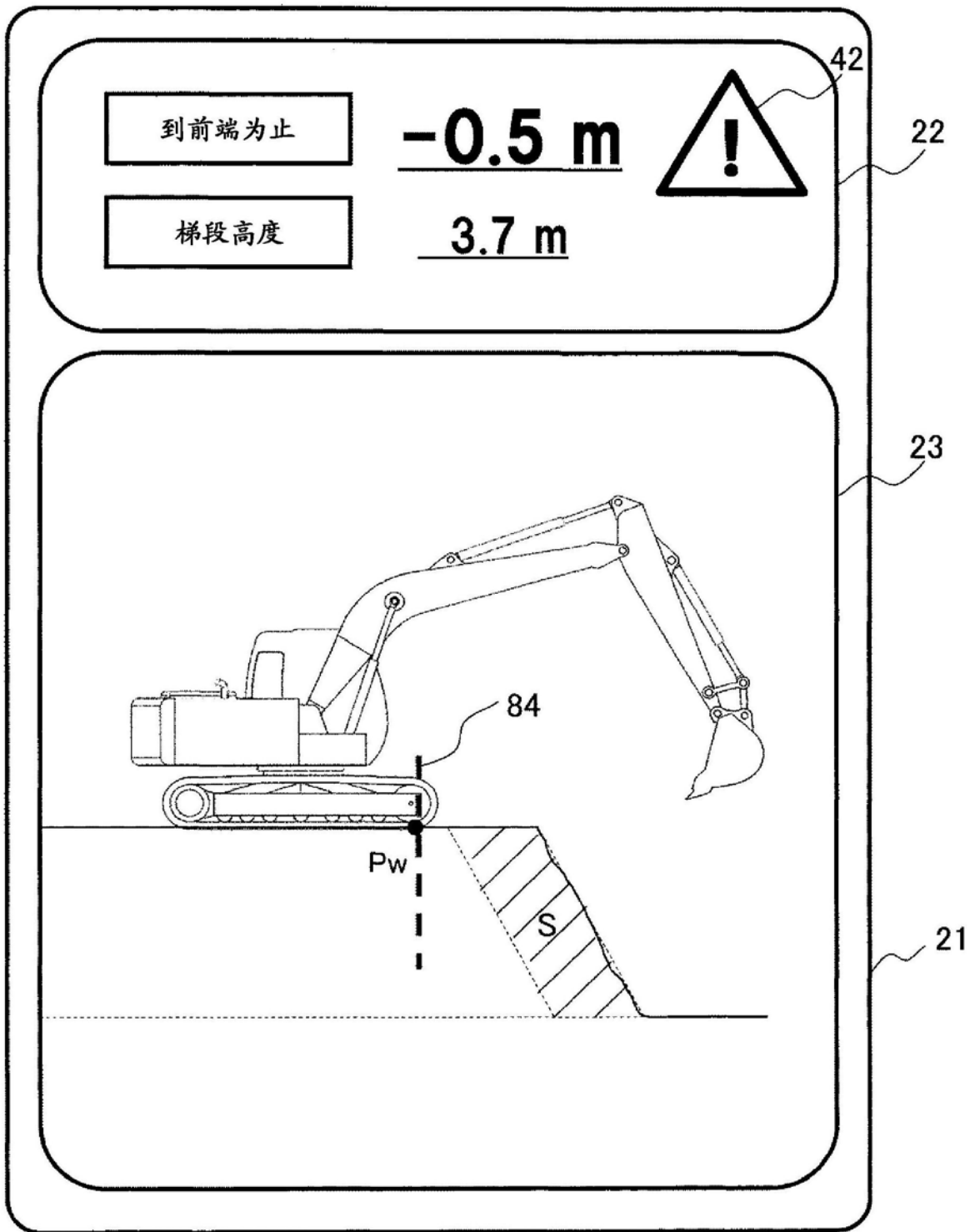


图8

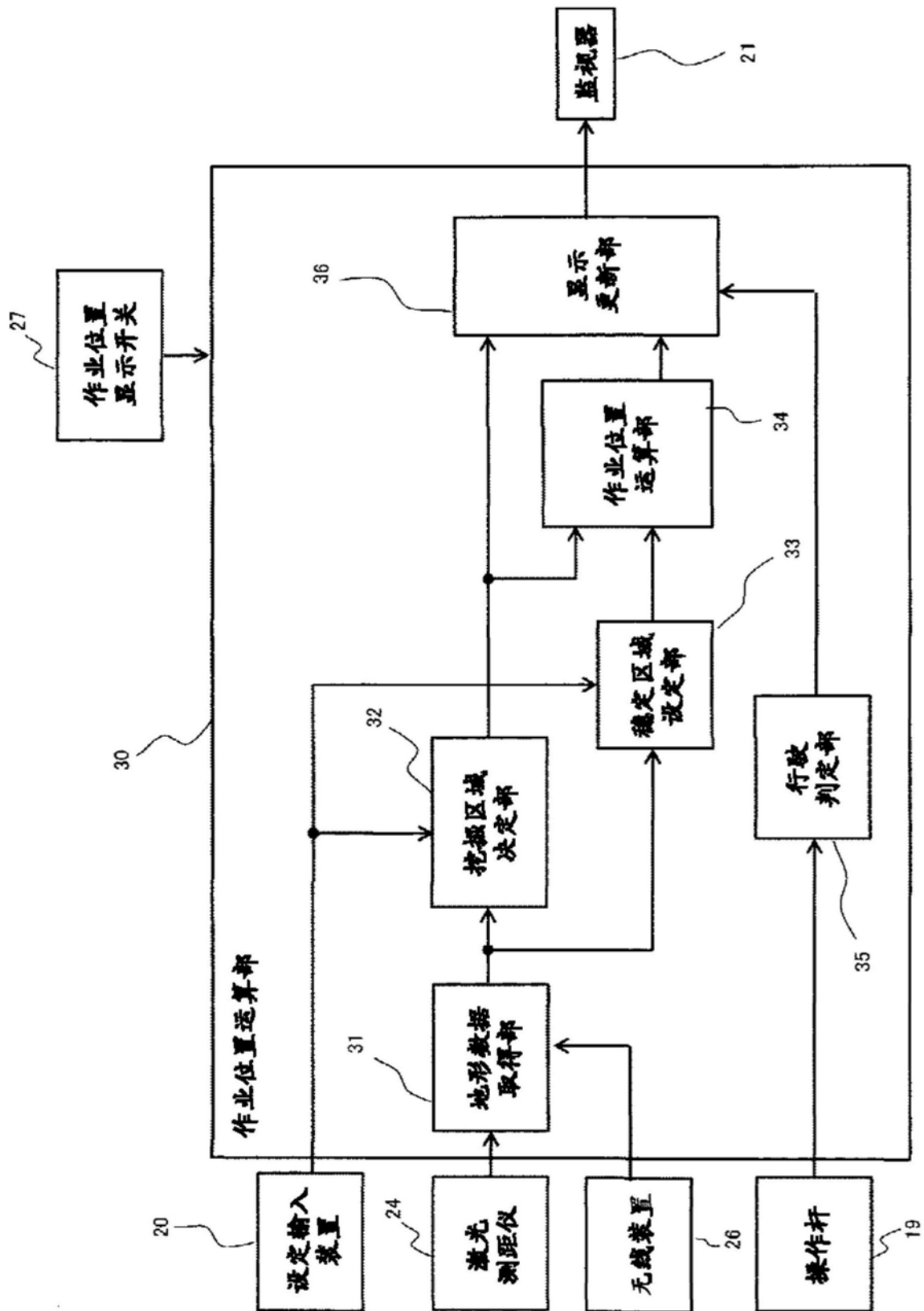


图9

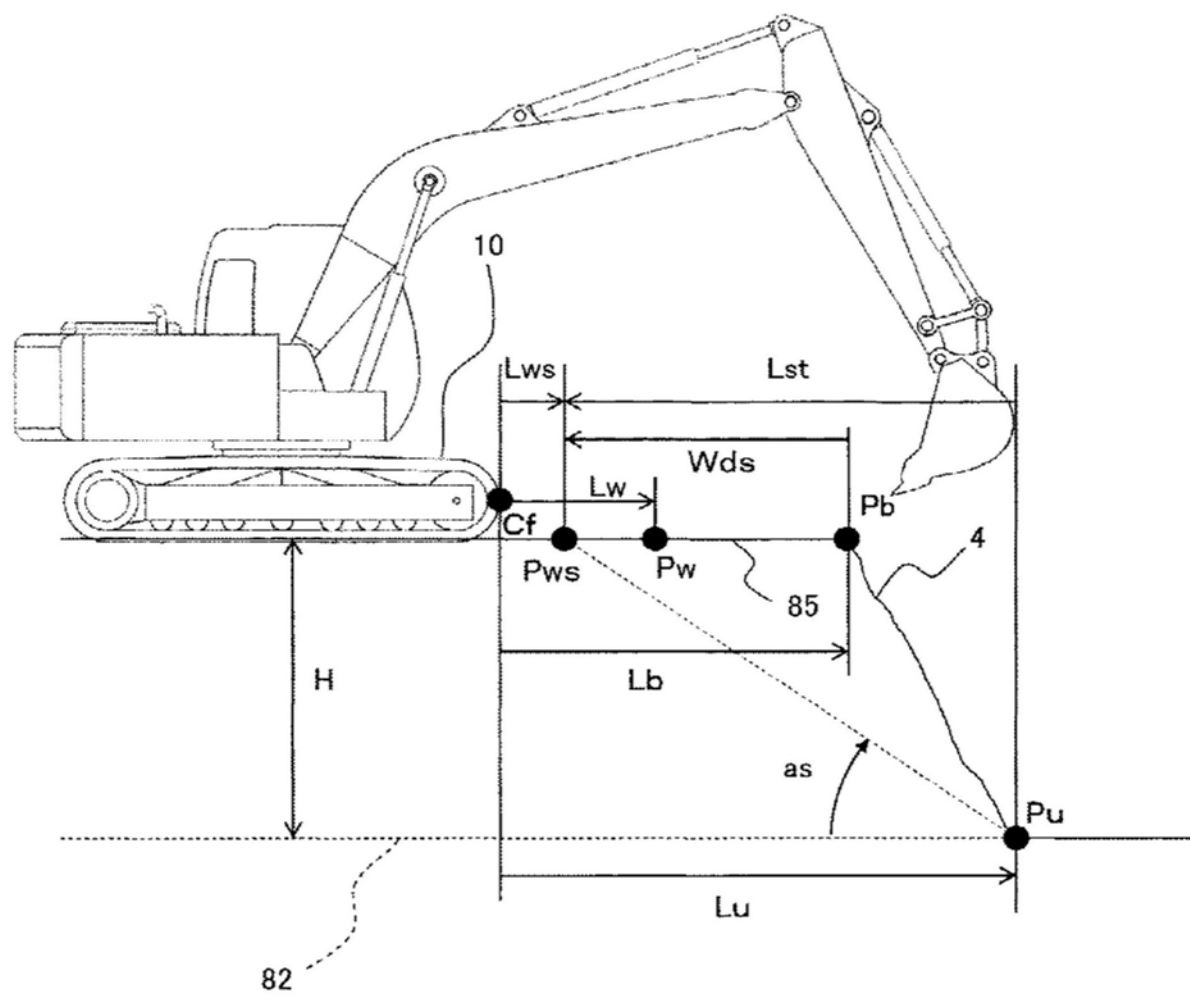


图10

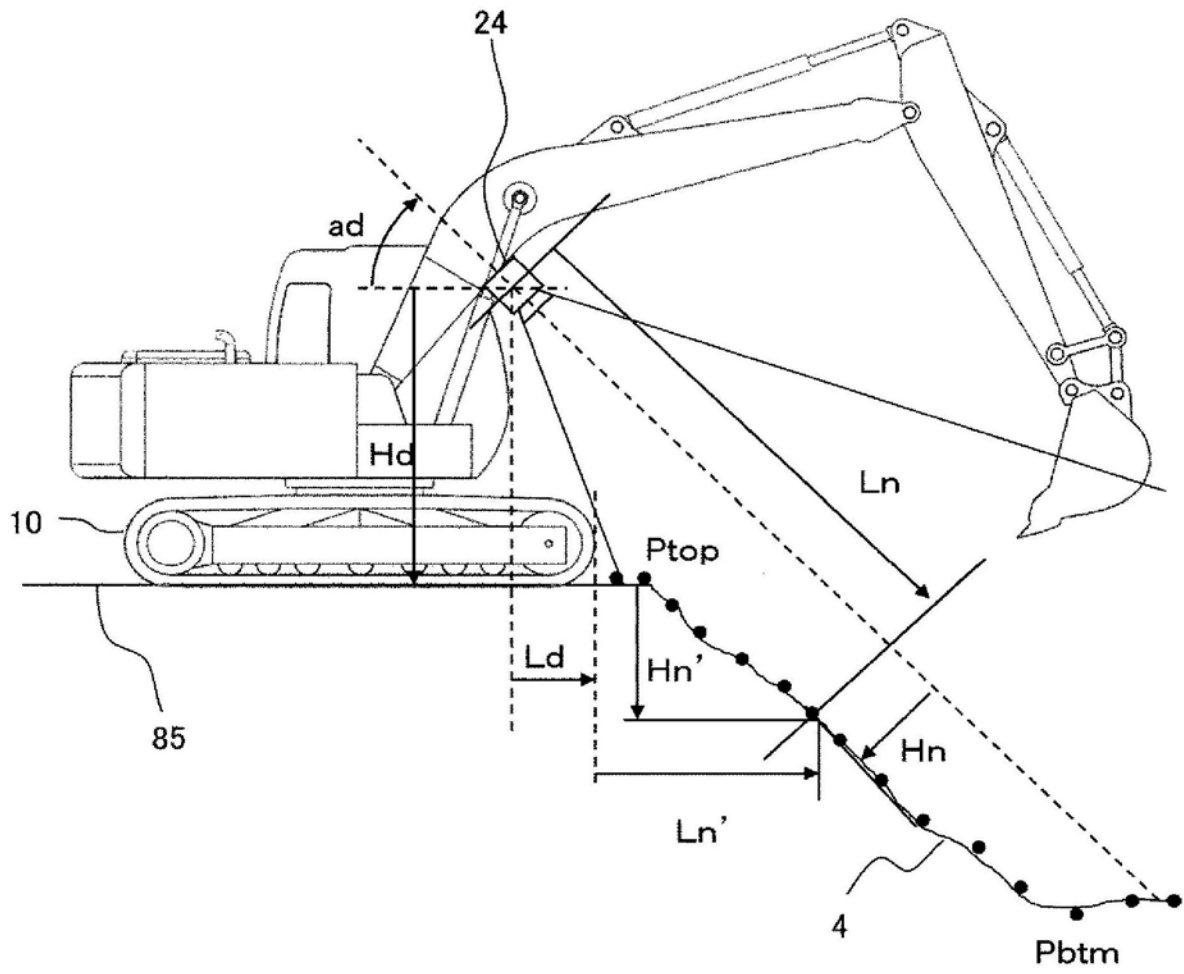


图11

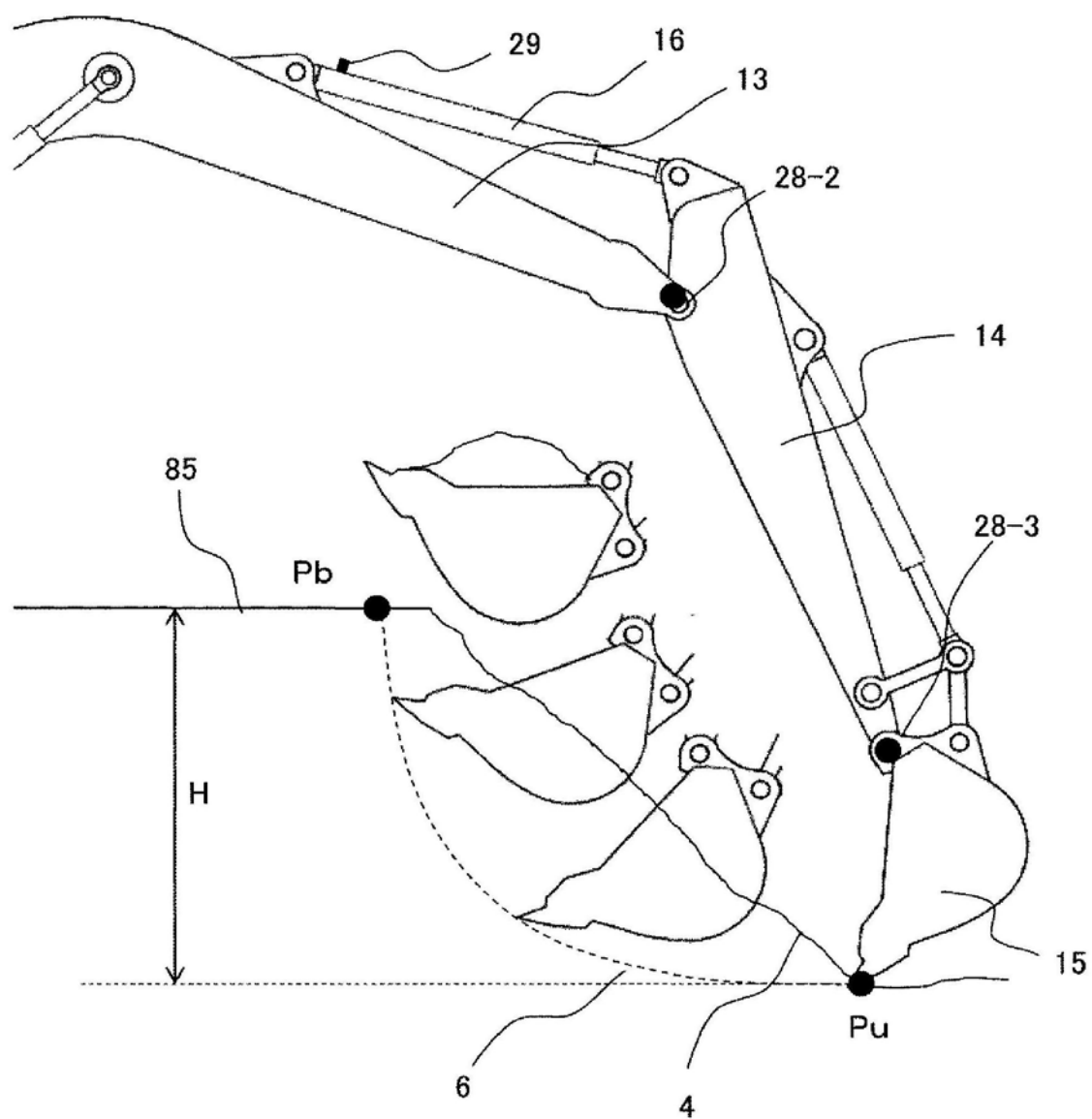


图12

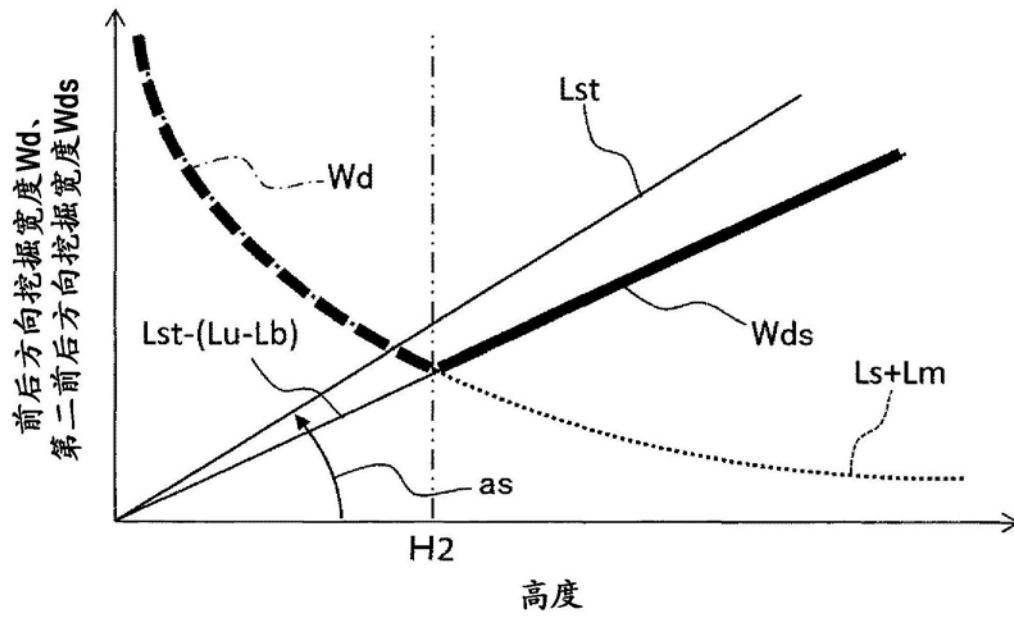


图13

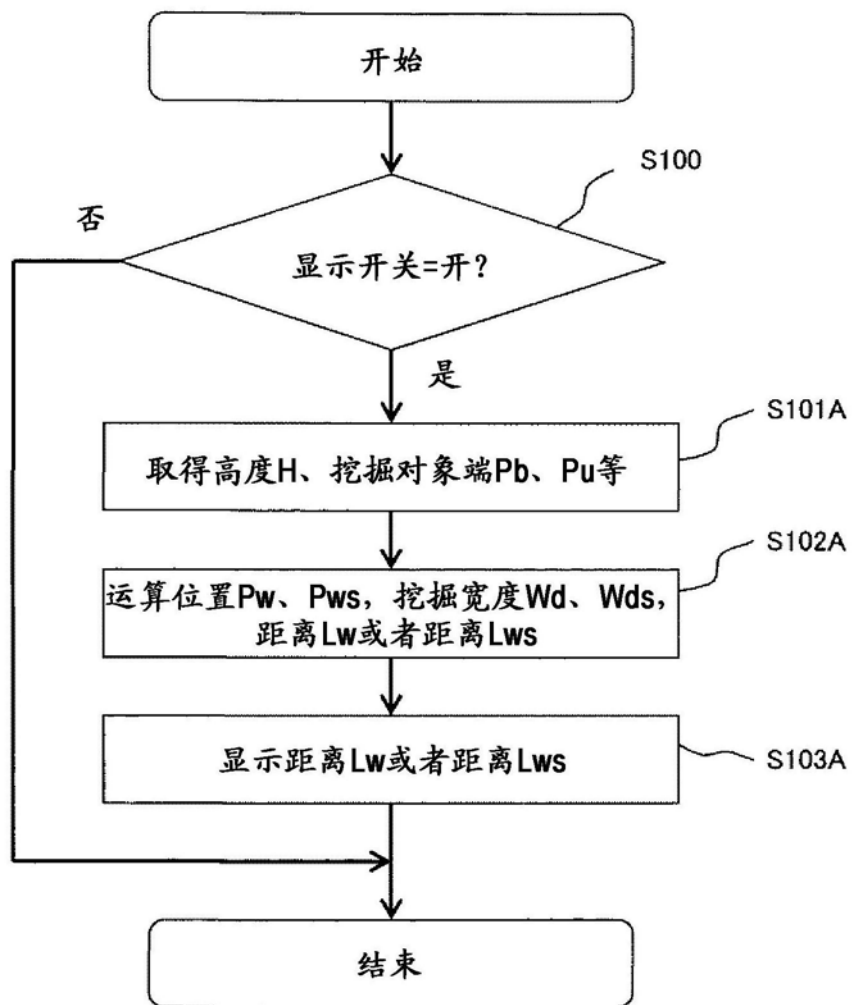


图14

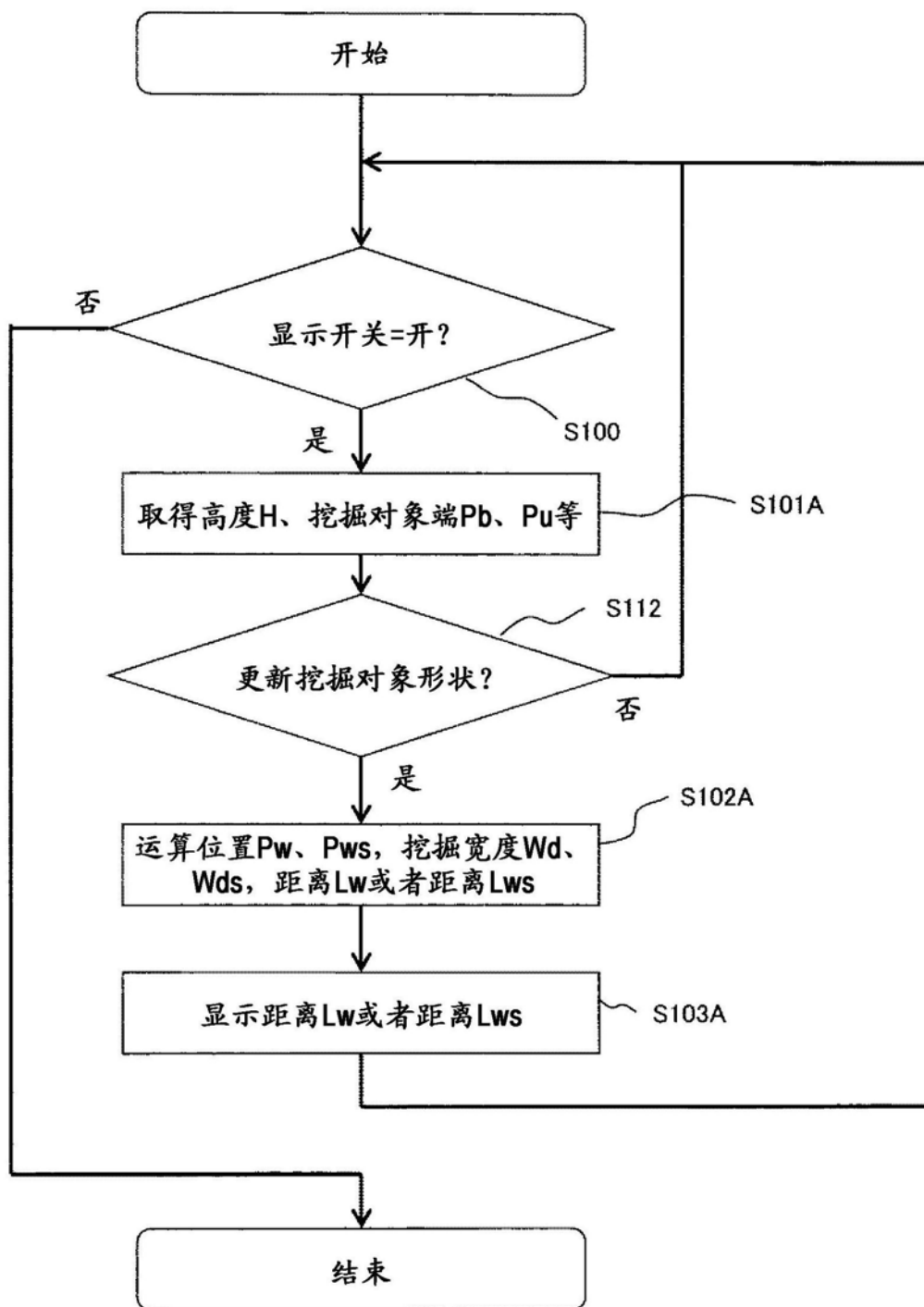


图15

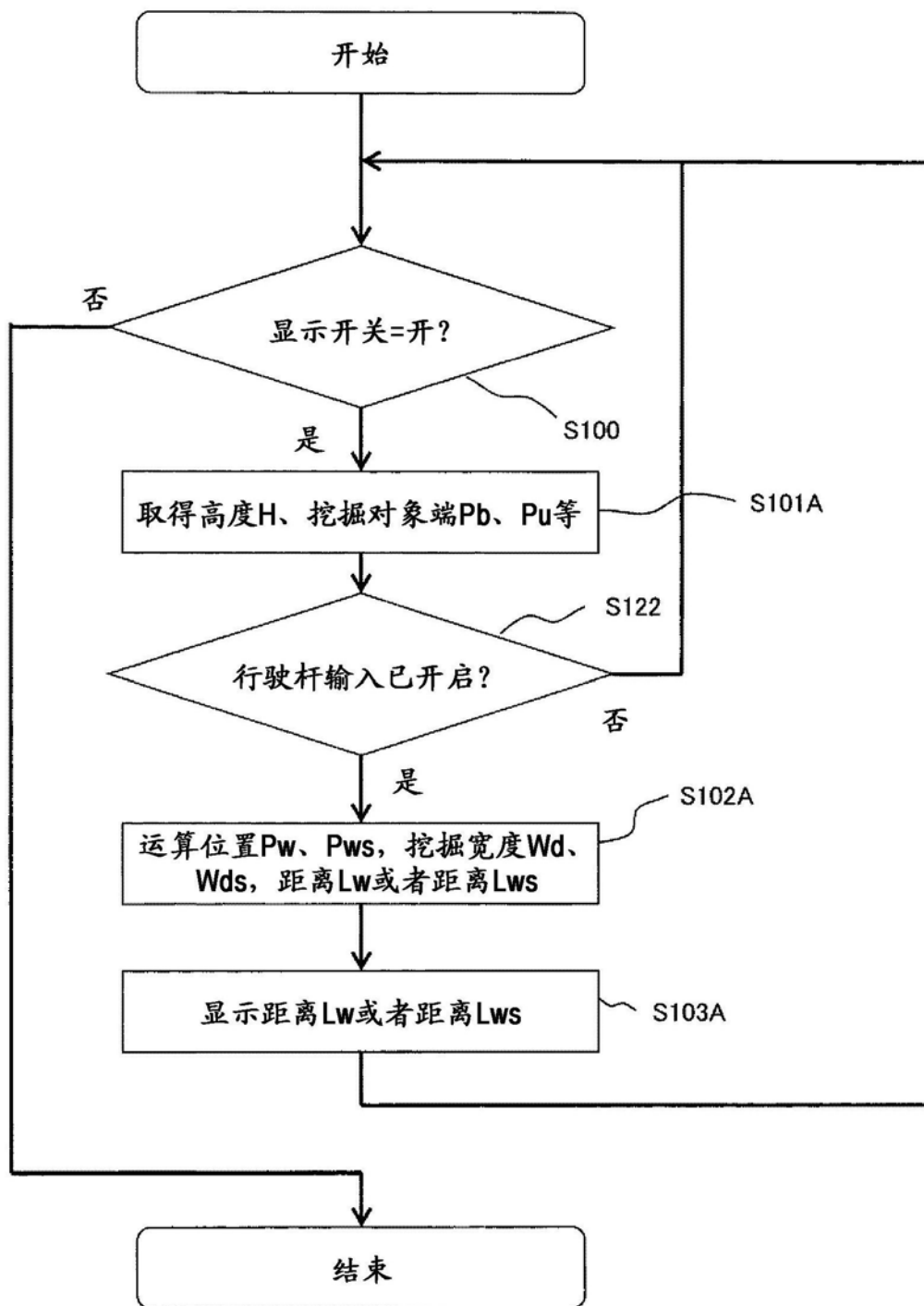


图16

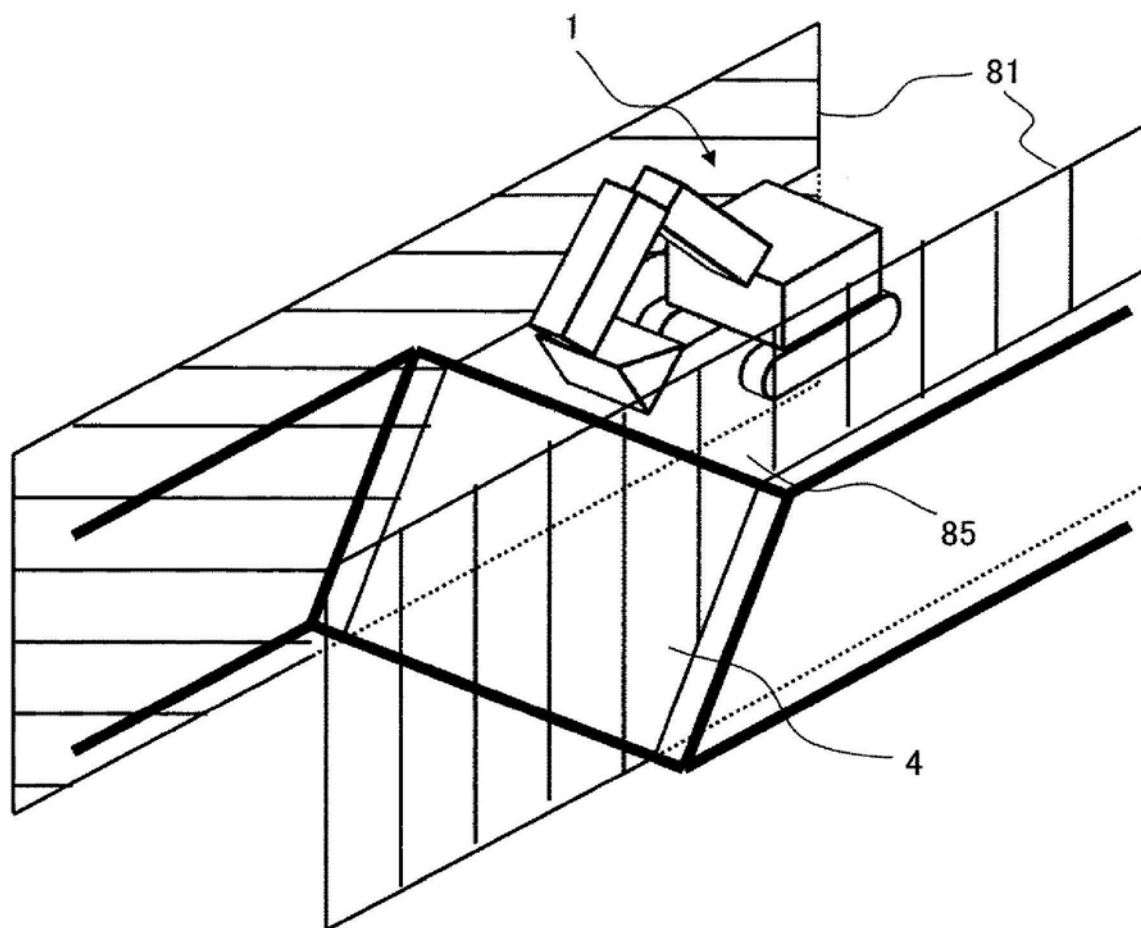


图17

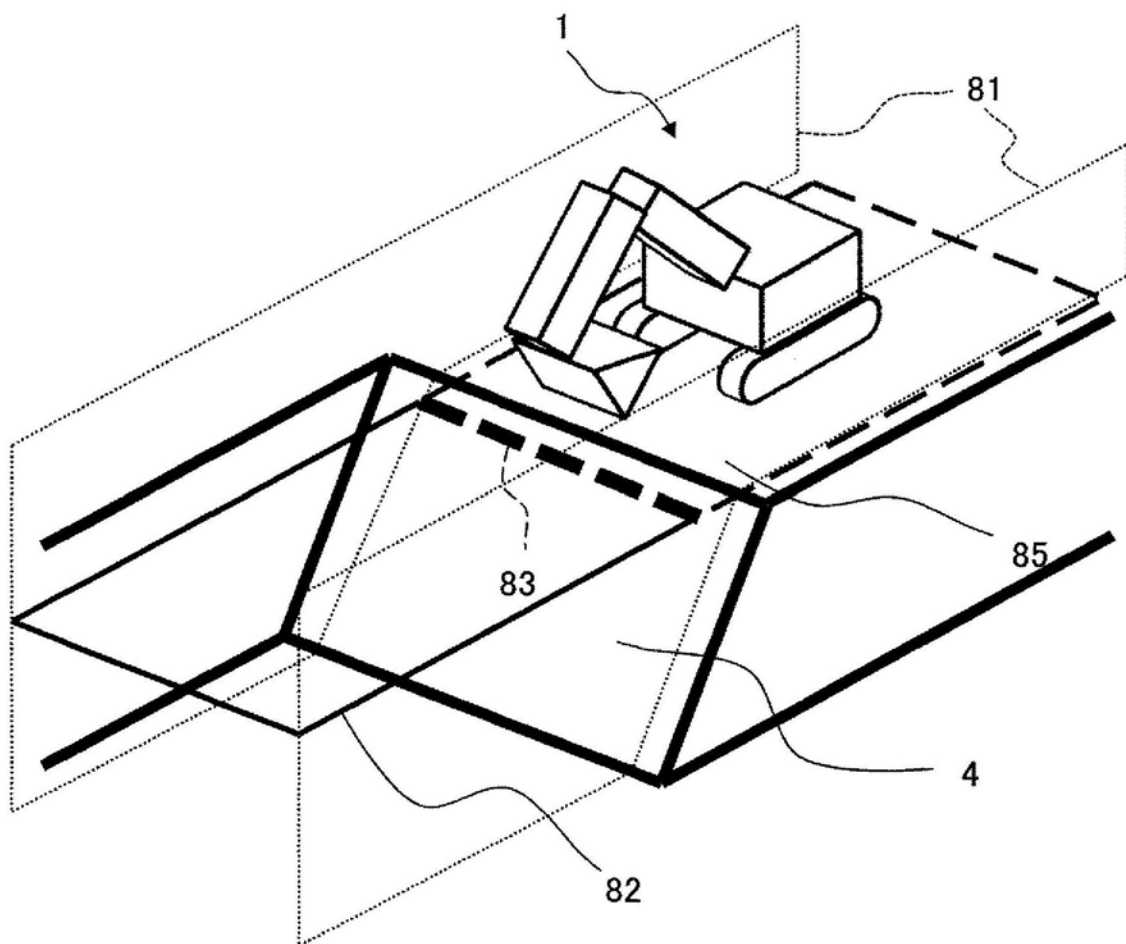


图18

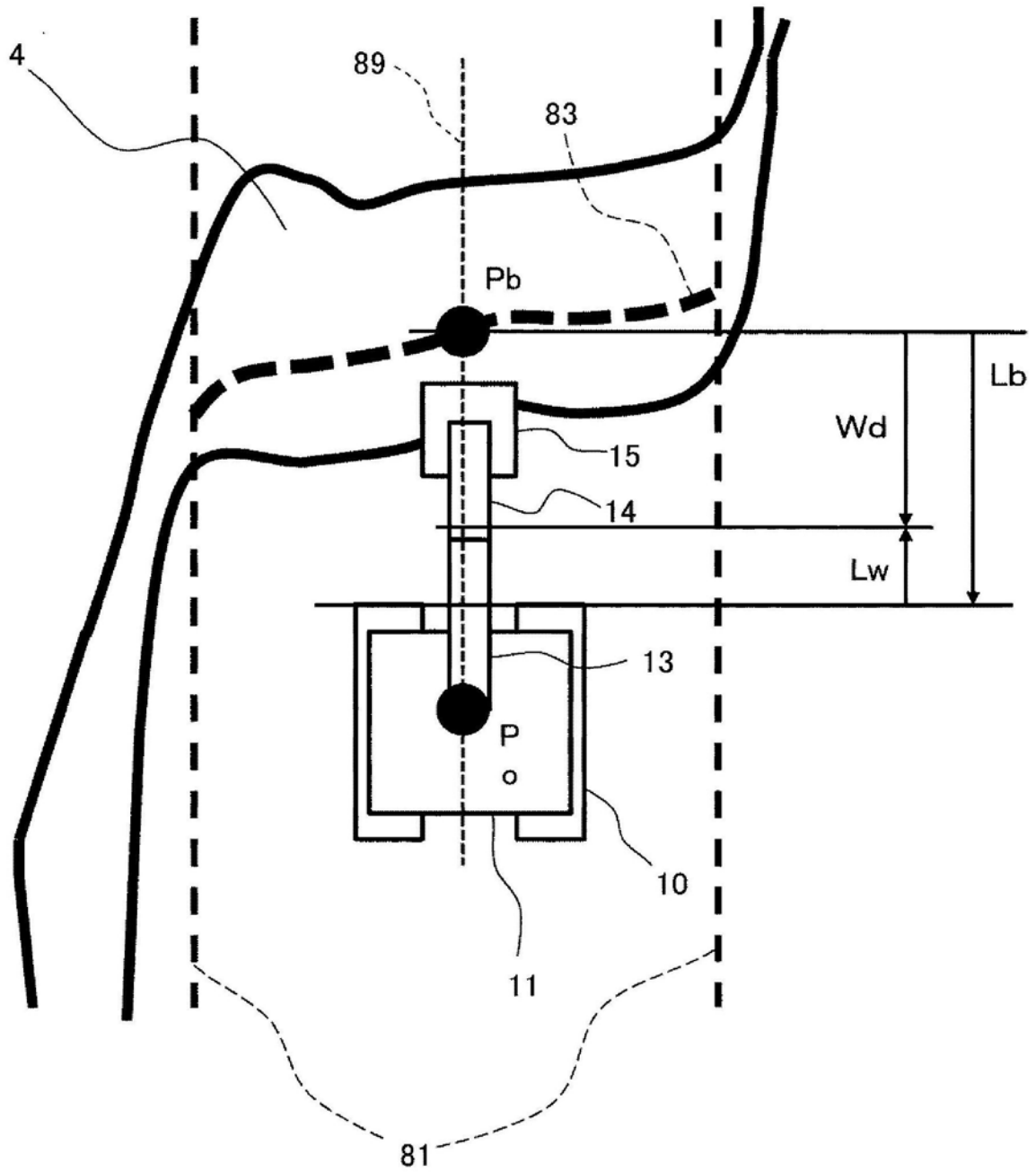


图19

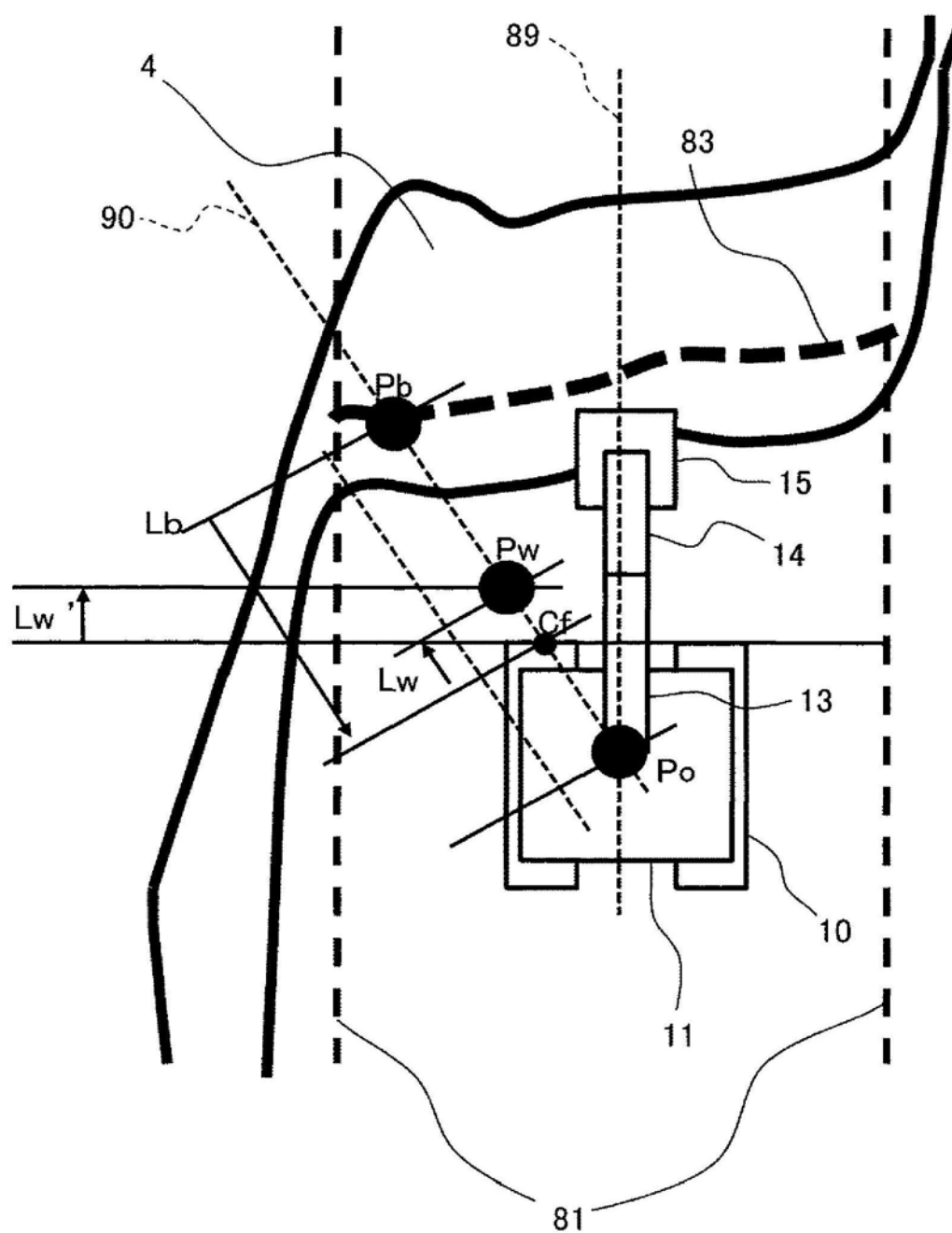


图20

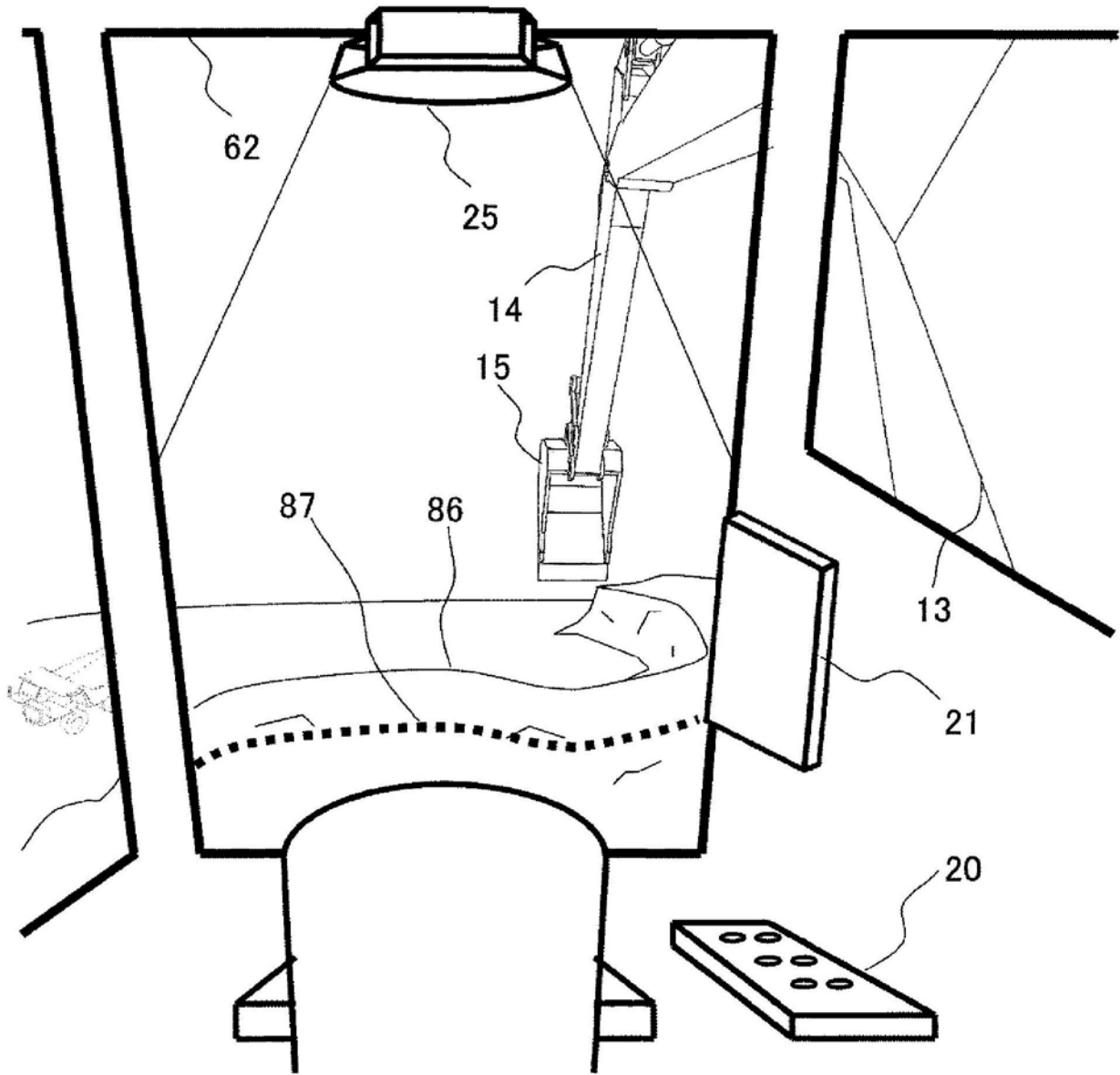


图21