



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105971050 A

(43)申请公布日 2016.09.28

(21)申请号 201610139394.8

(22)申请日 2016.03.11

(30)优先权数据

2015-051370 2015.03.13 JP

2015-052619 2015.03.16 JP

(71)申请人 住友重机械工业株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 吴春男

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 夏斌

(51)Int.Cl.

E02F 9/20(2006.01)

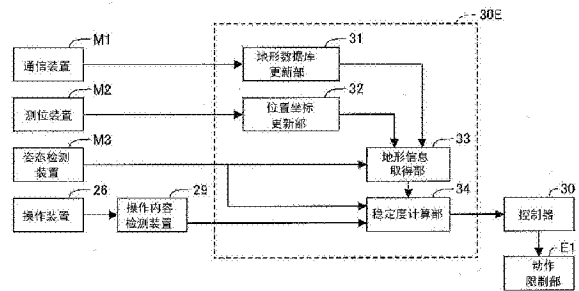
权利要求书2页 说明书18页 附图15页

(54)发明名称

挖掘机

(57)摘要

本发明为一种挖掘机,能够提高判定精度,防止挖掘机成为不稳定状态。本发明的实施例的挖掘机具备:下部行驶体(1);搭载于下部行驶体(1)的上部回转体(3);安装于上部回转体(3)的挖掘附属装置;检测操作内容的操作内容检测装置(29);测定挖掘机的位置以及朝向的测位装置(M2);检测挖掘附属装置的姿态的姿态检测装置(M3);及外部运算装置(30E)。外部运算装置(30E)具有地形信息取得部(33),基于挖掘附属装置的姿态的推移、地形信息取得部(33)取得的与作业对象的地面的当前形状相关的信息以及挖掘机的位置,判定挖掘机是处于稳定的状态还是处于不稳定的状态,在判定为不稳定的情况下限制该挖掘机的动作。



1. 一种挖掘机,具备:

下部行驶体;

上部回转体,搭载于所述下部行驶体;

附属装置,安装于所述上部回转体;

操作内容检测装置,对操作内容进行检测;

测位装置,对挖掘机的位置以及朝向进行测定;

姿态检测装置,对所述附属装置的姿态进行检测;以及

控制装置,

在所述挖掘机中,

所述控制装置具有地形信息取得部,基于所述姿态检测装置检测到的所述附属装置的姿态的推移、所述地形信息取得部取得的与作业对象的地面的当前形状相关的信息、以及挖掘机的位置,判定挖掘机是处于稳定的状态还是处于不稳定的状态,在判定为不稳定的情况下限制挖掘机的动作。

2. 如权利要求1所述的挖掘机,其中,

所述控制装置基于与所述作业对象的地面的当前形状相关的信息、挖掘机的位置以及朝向、以及所述操作内容检测装置检测到的操作内容,计算挖掘机的稳定度,在所述稳定度为规定值以下的情况下限制挖掘机的动作。

3. 如权利要求2所述的挖掘机,其中,

基于前进或者后退中的挖掘机的姿态来计算所述稳定度。

4. 如权利要求3所述的挖掘机,其中,

基于对前进或者后退中的挖掘机的履带与地面接触的部分的前端坐标点和后端坐标点进行连结的线段相对于水平线的角度来计算所述稳定度。

5. 如权利要求3或4所述的挖掘机,其中,

所述控制装置在所述稳定度为规定值以下的情况下使挖掘机的前进或者后退变慢或者停止。

6. 如权利要求2所述的挖掘机,其中,

基于行驶停止中的挖掘机的姿态来计算所述稳定度。

7. 如权利要求6所述的挖掘机,其中,

基于行驶停止中的挖掘机的重心位置来计算所述稳定度。

8. 如权利要求6或7所述的挖掘机,其中,

所述控制装置在所述稳定度为规定值以下的情况下使所述附属装置或者回转机构的动作变慢或者停止。

9. 如权利要求1所述的挖掘机,其中,

所述控制装置基于所述姿态检测装置检测到的所述附属装置的姿态的推移以及所述地形信息取得部取得的与挖掘对象的地面的当前形状相关的信息,导出挖掘反力,

根据所述挖掘反力是否超过阈值来判定所述挖掘机是处于不稳定的状态还是处于稳定的状态。

10. 如权利要求9所述的挖掘机,其中,

所述控制装置在所述挖掘反力超过所述阈值的情况下使用于所述附属装置的驱动的

液压泵的吸收马力降低。

11. 如权利要求9或10所述的挖掘机,其中,
根据所述附属装置的姿态来设定所述阈值。

12. 如权利要求9至11中任一项所述的挖掘机,其中,
基于与所述挖掘对象的地面的当前形状相关的信息来设定所述阈值。

13. 如权利要求12所述的挖掘机,其中,
根据挖掘深度以及砂土特性的至少一方来修正所述挖掘反力。

14. 如权利要求9至13中任一项所述的挖掘机,其中,
所述控制装置基于与所述挖掘对象的地面的当前形状相关的信息导出所述挖掘反力的峰值,在所述峰值超过所述阈值的情况下限制所述附属装置的动作。

挖掘机

技术领域

[0001] 本申请主张基于2015年3月13日申请的日本专利申请第2015-051370号以及2015年3月16日申请的日本专利申请第2015-052619号的优先权。这些日本申请的全部内容通过参考援用于本说明书中。

[0002] 本发明涉及一种具备附属装置的挖掘机。

背景技术

[0003] 已知有如下的挖掘机：在行驶中，基于从液压泵到行驶装置的状态、车辆的倾斜角或者驱动液压泵的发动机的转速，来判定是处于上坡状态还是处于下坡状态(参照专利文献1)。

[0004] 专利文献1：日本特开平2-212674号公报

[0005] 但是，上述挖掘机为了对车辆的状态进行检测而使用倾斜传感器等。而且，在这些传感器的检测值中会带有因附属装置的动作、回转动作而产生的噪声。因此，在判断挖掘机是存在于平坦的地形还是存在于倾斜地等不稳定的地形时，有可能进行错误的判定。

发明内容

[0006] 鉴于上述情况，期望提供一种挖掘机，能够提高挖掘机是否存在于稳定的地形的判定精度，并且能够未然地防止挖掘机成为不稳定的状态。

[0007] 本发明的实施例的挖掘机为，具备：下部行驶体；上部回转体，搭载于上述下部行驶体；附属装置，安装于上述上部回转体；操作内容检测装置，对操作内容进行检测；测位装置，对挖掘机的位置以及朝向进行测定；姿态检测装置，对上述附属装置的姿态进行检测；以及控制装置，其中，上述控制装置具有地形信息取得部，基于上述姿态检测装置检测到的上述附属装置的姿态的推移、上述地形信息取得部取得的与作业对象的地面的当前形状相关的信息、以及挖掘机的位置，判定挖掘机是处于稳定的状态还是处于不稳定的状态，在判定为不稳定的情况下限制挖掘机的动作。

[0008] 发明的效果

[0009] 通过上述构成，提供一种挖掘机，能够提高挖掘机是否存在于稳定的地形的判定精度，并且能够未然地防止挖掘机成为不稳定的状态。

附图说明

[0010] 图1是本发明的实施例的挖掘机的侧视图。

[0011] 图2是表示构成搭载于图1的挖掘机的姿态检测装置的各种传感器的输出内容的一例的挖掘机的侧视图。

[0012] 图3是表示搭载于图1的挖掘机的基本系统的构成例的图。

[0013] 图4是表示搭载于图1的挖掘机的驱动系统的构成例的图。

[0014] 图5是表示外部运算装置的构成例的功能框图。

- [0015] 图6是地形信息取得部取得的与作业对象地面的当前形状相关的信息的概念图。
- [0016] 图7是行驶停止中的挖掘机稳定度的说明图。
- [0017] 图8A、图8B是行驶中的挖掘机稳定度的说明图。
- [0018] 图9是表示挖掘机动作限制处理的流程的流程图。
- [0019] 图10是表示外部运算装置的构成例的功能框图。
- [0020] 图11是表示外部运算装置的构成例的功能框图。
- [0021] 图12是表示外部运算装置的构成例的功能框图。
- [0022] 图13是表示外部运算装置的构成例的功能框图。
- [0023] 图14是表示外部运算装置的构成例的功能框图。
- [0024] 图15是表示挖掘对象地面的深度与基准面之间的关系的图。
- [0025] 图16A~图16D是表示铲斗角度与挖掘反力之间的关系的图。
- [0026] 图17是挖掘机的后部抬起时的围绕倾倒轴的力矩的说明图。
- [0027] 图18是表示姿态自动调整处理的流程的流程图。
- [0028] 图19是表示外部运算装置的构成例的功能框图。
- [0029] 图20是表示外部运算装置的构成例的功能框图。
- [0030] 图21是表示外部运算装置的构成例的功能框图。
- [0031] 图22是表示外部运算装置的构成例的功能框图。
- [0032] 符号的说明
- [0033] 1:下部行驶体;1A:行驶用液压马达(左用);1B:行驶用液压马达(右用);2:回转机构;2A:回转用液压马达;3:上部回转体;4:动臂;5:斗杆;6:铲斗;7:动臂缸;8:斗杆缸;9:铲斗缸;10:驾驶室;11:发动机;11a:交流发电机;11b:起动机;11c:水温传感器;14L、14R:主泵;14a:调节器;14b:排出压力传感器;14c:油温传感器;15:先导泵;15a、15b:液压传感器;16:高压液压管路;17:控制阀;25、25a:先导管路;26:操作装置;26A~26C:杆或者踏板;29:操作内容检测装置;30:控制器;30a:暂时存储部;30E:外部运算装置;31:地形数据库更新部;32:位置坐标更新部;33:地形信息取得部;34:稳定度计算部;35:挖掘反力导出部;40:图像显示装置;40a:转换处理部;40L、40R:中间旁通管路;41:图像显示部;42:输入部;42a:灯开关;42b:刮水器开关;42c:窗清洗器开关;50:切换阀;51、51L、51R:排出量调整装置;70:蓄电池;72:电气安装件;74:发动机控制装置(ECU);75:发动机转速调整拨盘;171~176:流量控制阀;E1:动作限制部;M1:通信装置;M2:测位装置;M3:姿态检测装置;M3a:动臂角度传感器;M3b:斗杆角度传感器;M3c:铲斗角度传感器;M3d:车身倾斜传感器;M4:摄像装置。

具体实施方式

[0034] 首先,参照图1对本发明的实施例的作为建筑机械的挖掘机进行说明。另外,图1是本发明的实施例的挖掘机的侧视图。在图1所示的挖掘机的下部行驶体1上经由回转机构2搭载有上部回转体3。在上部回转体3上安装有动臂4。在动臂4的前端安装有斗杆5,在斗杆5的前端安装有铲斗6。作为作业要素的动臂4、斗杆5以及铲斗6构成附属装置的一例即挖掘附属装置。另外,附属装置也可以是底面挖掘附属装置、平整附属装置、疏浚附属装置等其他附属装置。此外,动臂4、斗杆5以及铲斗6分别由动臂缸7、斗杆缸8以及铲斗缸9来液压驱

动。此外,在上部回转体3上设置有驾驶室10,并搭载有发动机11等动力源。此外,在上部回转体3上安装有通信装置M1、测位装置M2以及姿态检测装置M3。

[0035] 通信装置M1是对挖掘机与外部之间的通信进行控制的装置。在本实施例中,通信装置M1对GNSS(Global Navigation Satellite System:全球导航卫星系统)测量系统与挖掘机之间的无线通信进行控制。具体而言,通信装置M1例如以一天一次的频度在开始挖掘机的作业时取得作业现场的地形信息。GNSS测量系统例如采用网络式RTK-GNSS测位方式。

[0036] 测位装置M2是测定挖掘机的位置以及朝向的装置。在本实施例中,测位装置M2是组装有电子罗盘的GNSS接收器,测定挖掘机的存在位置的纬度、经度、高度,且测定挖掘机的朝向。

[0037] 姿态检测装置M3是对附属装置的姿态进行检测的装置。在本实施例中,姿态检测装置M3是对挖掘附属装置的姿态进行检测的装置。

[0038] 图2是表示构成搭载于图1的挖掘机的姿态检测装置M3的各种传感器的输出内容的一例的挖掘机的侧视图。具体而言,姿态检测装置M3包括动臂角度传感器M3a、斗杆角度传感器M3b、铲斗角度传感器M3c以及车身倾斜传感器M3d。

[0039] 动臂角度传感器M3a是取得动臂角度 θ_1 的传感器,例如包括对动臂脚销的旋转角度进行检测的旋转角度传感器、对动臂缸7的行程量进行检测的行程传感器、对动臂4的倾斜角度进行检测的倾斜(加速度)传感器等。动臂角度 θ_1 是在XZ平面中对动臂脚销位置P1与斗杆连结销位置P2进行连结的线段相对于水平线的角度。

[0040] 斗杆角度传感器M3b是取得斗杆角度 θ_2 的传感器,例如包括对斗杆连结销的旋转角度进行检测的旋转角度传感器、对斗杆缸8的行程量进行检测的行程传感器、对斗杆5的倾斜角度进行检测的倾斜(加速度)传感器等。斗杆角度 θ_2 是在XZ平面中对斗杆连结销位置P2与铲斗连结销位置P3进行连结的线段相对于水平线的角度。

[0041] 铲斗角度传感器M3c是取得铲斗角度 θ_3 的传感器,例如包括对铲斗连结销的旋转角度进行检测的旋转角度传感器、对铲斗缸9的行程量进行检测的行程传感器、对铲斗6的倾斜角度进行检测的倾斜(加速度)传感器等。铲斗角度 θ_3 是在XZ平面中对铲斗连结销位置P3与铲斗齿顶位置P4进行连结的线段相对于水平线的角度。

[0042] 车身倾斜传感器M3d是取得挖掘机围绕Y轴的倾斜角 θ_4 以及挖掘机围绕X轴的倾斜角 θ_5 (未图示)的传感器,例如包括2轴倾斜(加速度)传感器等。另外,图2的XY平面是水平面。

[0043] 接着,参照图3对挖掘机的基本系统进行说明。挖掘机的基本系统主要包括发动机11、主泵14、先导泵15、控制阀17、操作装置26、控制器30以及发动机控制装置(ECU)74等。

[0044] 发动机11是挖掘机的驱动源,例如是以维持规定转速的方式进行动作的柴油发动机。发动机11的输出轴与主泵14以及先导泵15的输入轴连接。

[0045] 主泵14是将工作油经由高压液压管路16朝控制阀17供给的液压泵,例如是斜板式变量型液压泵。主泵14通过变更斜板的角度(偏转角)来调整活塞的行程长度,从而能够使排出流量、即泵输出变化。主泵14的斜板由调节器14a控制。调节器14a与对于电磁比例阀(未图示)的控制电流的变化对应地使斜板的偏转角变化。例如,通过使控制电流增加,由此调节器14a使斜板的偏转角增大,使主泵14的排出流量增多。此外,通过使控制电流减少,由此调节器14a使斜板的偏转角减小,使主泵14的排出流量减少。

[0046] 先导泵15是用于将工作油经由先导管路25朝各种液压控制设备供给的液压泵,例如是定量型液压泵。

[0047] 控制阀17是对作业机械中的液压系统进行控制的液压控制阀。控制阀17根据与后述的杆或者踏板26A~26C的操作方向以及操作量相应的压力变化,例如对动臂缸7、斗杆缸8、铲斗缸9、行驶用液压马达1A(左用)、行驶用液压马达1B(右用)以及回转用液压马达2A中的一个或者多个,选择性地供给从主泵14通过高压液压管路16供给的工作油。另外,在以下的说明中,将动臂缸7、斗杆缸8、铲斗缸9、行驶用液压马达1A(左用)、行驶用液压马达1B(右用)以及回转用液压马达2A统称为“液压驱动器”。

[0048] 操作装置26是用于操作者进行液压驱动器的操作的装置。操作装置26将从先导泵15经由先导管路25供给的工作油,通过先导管路25a朝与液压驱动器的各自对应的流量控制阀的先导端口供给。另外,朝先导端口的各自供给的工作油的压力,成为与液压驱动器的各自所对应的杆或者踏板26A~26C的操作方向以及操作量相应的压力。

[0049] 控制器30是用于对挖掘机进行控制的控制装置,例如由具备CPU、RAM、ROM等的计算机构成。控制器30的CPU通过从ROM读出与挖掘机的动作、功能对应的程序,并在将其装载于RAM的同时执行程序,由此执行与这些程序的各自对应的处理。

[0050] 控制器30进行主泵14的排出流量的控制。例如,根据负控阀(未图示)的负控压使上述控制电流变化,经由调节器14a对主泵14的排出流量进行控制。

[0051] 发动机控制装置(ECU)74是对发动机11进行控制的装置。例如,基于来自控制器30的指令,根据操作者通过后述的发动机转速调整拨盘75设定的发动机转速(模式),朝发动机11输出用于对发动机11的转速进行控制的燃料喷射量等。

[0052] 发动机转速调整拨盘75是设置在驾驶室10内、用于调整发动机的转速的拨盘,在本实施方式中能够按照五个阶段来切换发动机转速。即,通过发动机转速调整拨盘75能够按照Rmax、R4、R3、R2以及R1这五个阶段来切换发动机转速。另外,图3表示通过发动机转速调整拨盘75选择了R4的状态。

[0053] Rmax是发动机11的最高转速,在想要使作业量优先的情况下选择。R4是第二高的发动机转速,在想要兼顾作业量与燃料消耗量的情况下选择。R3以及R2是第三以及第四高的发动机转速,在想要使燃料消耗量优先并且使挖掘机以低噪音运转的情况下选择。R1是最低的发动机转速(怠速转速),是在想要使发动机11成为怠速状态的情况下选择的怠速模式下的发动机转速。例如,可以将Rmax(最高转速)设为2000rpm、将R1(怠速转速)设为1000rpm,并将Rmax与R1之间按照每250rpm而多阶段地设定R4(1750rpm)、R3(1500rpm)、R2(1250rpm)。并且,按照通过发动机转速调整拨盘75设定的发动机转速,发动机11被恒定地进行转速控制。另外,此处,表示了通过发动机转速调整拨盘75进行的按照五个阶段的发动机转速调整的事例,但并不限定于五个阶段,几个阶段都可以。

[0054] 此外,在挖掘机中,为了对驾驶员的驾驶进行辅助,将图像显示装置40配置于驾驶室10的驾驶席的附近。驾驶员能够利用图像显示装置40的输入部42将信息、指令输入至控制器30。此外,通过将挖掘机的运转状况、控制信息显示于图像显示装置40的图像显示部41,由此能够向驾驶员提供信息。

[0055] 图像显示装置40包括图像显示部41以及输入部42。图像显示装置40固定于驾驶席内的控制台。另外,在一般情况下,从就座于驾驶席的驾驶员观察,在右侧配置有动臂4,驾

驾驶员一边目视确认安装于动臂4的前端的斗杆5、铲斗6一边驾驶挖掘机的情况较多。驾驶室10的右侧前方的框架是妨碍驾驶员的视野的部分,但在本实施方式中,利用该部分来设置图像显示装置40。由此,在原本妨碍视野的部分配置图像显示装置40,因此图像显示装置40本身不会较大地妨碍驾驶员的视野。虽然也取决于框架的宽度,但图像显示装置40也可以构成为使图像显示部41成为纵长,以使图像显示装置40整体进入框架的宽度。

[0056] 在本实施方式中,图像显示装置40经由CAN、LIN等通信网络与控制器30连接。另外,图像显示装置40也可以经由专用线与控制器30连接。

[0057] 此外,图像显示装置40包括生成在图像显示部41上显示的图像的转换处理部40a。在本实施方式中,转换处理部40a基于摄像装置M4的输出生成在图像显示部41上显示的摄像机图像。因此,摄像装置M4例如经由专用线与图像显示装置40连接。此外,转换处理部40a基于控制器30的输出生成在图像显示部41上显示的图像。

[0058] 另外,转换处理部40a也可以不作为图像显示装置40具有的功能来实现,而作为控制器30具有的功能来实现。在该情况下,摄像装置M4不与图像显示装置40连接而与控制器30连接。

[0059] 此外,图像显示装置40包括作为输入部42的开关面板。开关面板是包括各种硬件开关的面板。在本实施方式中,开关面板包括作为硬件按钮的灯开关42a、刮水器开关42b以及窗清洗器开关42c。灯开关42a是用于切换安装在驾驶室10外部的灯的点亮、熄灭的开关。刮水器开关42b是用于切换刮水器的工作、停止的开关。此外,窗清洗器开关42c是用于喷射窗清洗液的开关。

[0060] 此外,图像显示装置40从蓄电池70接受电力供给而动作。另外,蓄电池70通过由发动机11的交流发电机11a(发电机)发电的电力来充电。蓄电池70的电力还朝控制器30以及图像显示装置40以外的挖掘机的电气安装件72等供给。此外,发动机11的起动机11b通过来自蓄电池70的电力驱动,使发动机11进行起动。

[0061] 如上所述,发动机11由发动机控制装置(ECU)74控制。从ECU74朝控制器30常时发送表示发动机11的状态的各种数据(例如,表示由水温传感器11c检测到的冷却水温(物理量)的数据)。因而,控制器30能够将该数据存储于暂时存储部(存储器)30a,并在需要时朝图像显示装置40发送。

[0062] 此外,如以下那样朝控制器30供给各种数据,并存储于控制器30的暂时存储部30a。

[0063] 首先,从变量式液压泵即主泵14的调节器14a朝控制器30供给表示斜板的偏转角的数据。此外,从排出压力传感器14b向控制器30发送表示主泵14的排出压力的数据。这些数据(表示物理量的数据)存储于暂时存储部30a。此外,在贮存有供主泵14吸入的工作油的箱与主泵14之间的管路上设置有油温传感器14c,从油温传感器14c朝控制器30供给表示在该管路中流动的工作油的温度的数据。

[0064] 此外,在操作了杆或者踏板26A~26C时,通过先导管路25a输送至控制阀17的先导压由液压传感器15a、15b检测到,且表示检测到的先导压的数据朝控制器30供给。

[0065] 此外,从发动机转速调整拨盘75朝控制器30常时发送表示发动机转速的设定状态的数据。

[0066] 外部运算装置30E是基于通信装置M1、测位装置M2、姿态检测装置M3、摄像装置M4

等的输出进行各种运算,并将运算结果向控制器30输出的控制装置。在本实施例中,外部运算装置30E从蓄电池70接受电力供给而动作。

[0067] 图4是表示搭载于图1的挖掘机的驱动系统的构成例的图,分别用双重线、实线、虚线以及点线来表示机械式动力传递线路、高压液压管路、先导管路以及电控制线路。

[0068] 挖掘机的驱动系统主要包括发动机11、主泵14L、14R、先导泵15、控制阀17、操作装置26、操作内容检测装置29、控制器30、外部运算装置30E、切换阀50以及排出量调整装置51L、51R。

[0069] 控制阀17包括对主泵14L、14R排出的工作油的流动进行控制的流量控制阀171~176。并且,控制阀17通过流量控制阀171~176,对动臂缸7、斗杆缸8、铲斗缸9、行使用液压马达1A(左用)、行使用液压马达1B(右用)以及回转用液压马达2A中的1个或者多个,选择性地供给主泵14L、14R排出的工作油。

[0070] 操作装置26是用于操作者进行液压驱动器的操作的装置。在本实施例中,操作装置26通过先导管路25将先导泵15排出的工作油朝与液压驱动器的各自对应的流量控制阀的先导端口供给。

[0071] 操作内容检测装置29是对使用了操作装置26的操作者的操作内容进行检测的装置。在本实施例中,操作内容检测装置29以压力的形式对与液压驱动器的各自对应的操作装置26的杆或者踏板的操作方向以及操作量进行检测,并将检测到的值向控制器30输出。另外,也可以使用电位计等压力传感器以外的其他传感器的输出来导出操作装置26的操作内容。

[0072] 由发动机11驱动的主泵14L、14R使工作油分别经由中间旁通管路40L、40R循环至工作油箱。

[0073] 中间旁通管路40L是通过配置在控制阀17内的流量控制阀171、173以及175的高压液压管路,中间旁通管路40R是通过配置在控制阀17内的流量控制阀172、174以及176的高压液压管路。

[0074] 流量控制阀171、172、173是对相对于行使用液压马达1A(左用)、行使用液压马达1B(右用)、回转用液压马达2A流入流出的工作油的流量以及流动方向进行控制的滑阀。

[0075] 此外,流量控制阀174、175、176是对相对于铲斗缸9、斗杆缸8、动臂缸7流入流出的工作油的流量以及流动方向进行控制的滑阀。

[0076] 切换阀50是切换操作装置26与流量控制阀171~176各自的先导端口之间的连通、切断的阀。在本实施例中,切换阀50是根据来自控制器30的控制指令来切换阀位置的电磁切换阀。具体而言,切换阀50为,在从控制器30接受到切断指令的情况下将操作装置26与各先导端口之间的连通部分或者完全切断,在接受到连通指令的情况下使操作装置26与各先导端口之间连通。

[0077] 排出量调整装置51L、51R是对主泵14L、14R的排出量进行调整的功能要素。在本实施例中,排出量调整装置51L是调节器,根据来自控制器30的控制指令使主泵14L的斜板偏转角增减而使主泵14L的排量增减,由此调整主泵14L的排出量。具体而言,排出量调整装置51L随着控制器30输出的泵电流变大使斜板偏转角增大而使排量增大,由此使主泵14L的排出量增大。排出量调整装置51R对主泵14R的排出量的调整也是同样的。另外,在以下,将排出量调整装置51L、51R统称为排出量调整装置51。

[0078] 接着,参照图5对外部运算装置30E的功能进行说明。另外,图5是表示外部运算装置30E的构成例的功能框图。在本实施例中,外部运算装置30E接受通信装置M1、测位装置M2、姿态检测装置M3、操作装置26的输出而执行各种运算,将其运算结果输出至控制器30。控制器30例如将与该运算结果相应的控制指令输出至动作限制部E1。另外,外部运算装置30E经由操作内容检测装置29接受操作装置26的输出。

[0079] 动作限制部E1是用于限制挖掘机的动作的功能要素,例如包括调整先导压的减压阀、能够切断从主泵14朝控制阀17的工作油的流动的切换阀、调整主泵14的排出量的排出量调整装置51。在本实施例中,作为动作限制部E1采用切换阀50。

[0080] 此外,动作限制部E1包括对挖掘机的操作者输出警告的警告输出装置。警告输出装置例如包括声音输出装置、警告灯等。

[0081] 具体而言,外部运算装置30E主要包括地形数据库更新部31、位置坐标更新部32、地形信息取得部33以及稳定度计算部34。

[0082] 地形数据库更新部31是对能够参照且成体系地存储作业现场的地形信息的地形数据库进行更新的功能要素。在本实施例中,地形数据库更新部31为,例如在挖掘机的启动时通过通信装置M1取得作业现场的地形信息而对地形数据库进行更新。地形数据库存储于非易失性存储器等。此外,作业现场的地形信息例如通过基于世界测位系统的三维地形模型来记载。

[0083] 位置坐标更新部32是对表示挖掘机的当前位置的坐标以及朝向进行更新的功能要素。在本实施例中,位置坐标更新部32基于测位装置M2的输出而取得世界测位系统中的挖掘机的位置坐标以及朝向,并对与存储于非易失性存储器等的表示挖掘机的当前位置的坐标以及朝向相关的数据进行更新。

[0084] 地形信息取得部33是取得与作业对象的地面的当前形状相关的信息的功能要素。在本实施例中,地形信息取得部33基于由地形数据库更新部31更新后的地形信息、由位置坐标更新部32更新后的表示挖掘机的当前位置的坐标以及朝向、以及姿态检测装置M3检测到的挖掘附属装置的姿态的过去的推移,取得与作业对象地面的当前形状相关的信息。此外,在上述实施例中,外部运算装置30E被作为处于控制器30外部的另外的运算装置进行了说明,但也可以将外部运算装置30E与控制器30合并为一体。

[0085] 此处,参照图6对地形信息取得部33取得与挖掘动作后的地形相关的信息的处理进行说明。图6是与挖掘动作后的地形相关的信息的概念图。另外,图6的由虚线表示的多个铲斗形状,表示上次挖掘动作时的铲斗6的轨迹。根据姿态检测装置M3过去检测到的挖掘附属装置的姿态的推移来导出铲斗6的轨迹。此外,图6的粗实线表示地形信息取得部33所掌握的作业对象地面的当前的截面形状,粗点线表示地形信息取得部33所掌握的进行上次挖掘动作之前的作业对象地面的截面形状。即,地形信息取得部33通过从进行上次挖掘动作之前的作业对象地面的形状、除去与上次挖掘动作时铲斗6通过的空间对应的部分,由此导出作业对象地面的当前形状。如此,地形信息取得部33能够推断挖掘动作后的地形。此外,图6的由点划线表示的沿Z轴方向延伸的各块表示三维地形模型的各要素。各要素例如由与XY平面平行的单位面积的上表面和在-Z方向上具有无限大的长度的模型来表现。另外,三维地形模型也可以由三维网格模型来表现。

[0086] 稳定度计算部34是预测规定时间后的挖掘机的姿态(以下,称作“挖掘机姿态”),

基于该挖掘机姿态计算挖掘机的稳定度(以下,称作“挖掘机稳定度”),基于该挖掘机稳定度对动作限制部E1进行控制的功能要素。

[0087] 挖掘机稳定度是表示挖掘机的容易倾倒度的指标,挖掘机稳定度越低则表示挖掘机倾倒的可能性越高。

[0088] 在本实施例中,稳定度计算部34基于挖掘附属装置的当前姿态、与作业对象地面的当前形状相关的信息以及操作者的操作内容,预测规定时间(例如1秒钟)后的挖掘机姿态。挖掘附属装置的当前姿态由姿态检测装置M3检测,与作业对象地面的当前形状相关的信息由地形信息取得部33取得,使用了操作装置26的操作者的操作内容由操作内容检测装置29检测。

[0089] 之后,稳定度计算部34基于所预测出的挖掘机姿态来计算挖掘机稳定度。

[0090] 图7是行驶停止中的挖掘机稳定度的说明图。另外,在图7中将+X方向设为前方、将-X方向设为后方。

[0091] 如图7所示,在挖掘机未行驶的情况下,稳定度计算部34基于与作业对象地面的当前形状相关的信息、与挖掘机的当前位置以及朝向相关的信息、以及规定的履带长度CL,导出倾倒轴(支点)TA。倾倒轴TA是挖掘机倾倒时的轴,例如包括穿过履带与地面接触的部分的右前端坐标点和左前端坐标点的轴、穿过右前端坐标点和右后端坐标点的轴、穿过右后端坐标点和左后端坐标点的轴、以及穿过左前端坐标点和左后端坐标点的轴等。

[0092] 此外,稳定度计算部34根据由地形信息取得部33更新后的最新的地形来推断挖掘机主体的倾斜,并基于所推断出的挖掘机主体的倾斜、附属装置的姿态、以及操作内容检测装置29检测出的使用了操作装置26的操作者的操作内容,导出规定时间后的挖掘机的重心GC的位置、倾倒轴TA的位置、及履带与地面接触的部分的前端坐标点以及后端坐标点。

[0093] 在此基础上,稳定度计算部34基于挖掘机的重心GC与倾倒轴TA之间的水平距离D1、以及从挖掘机的中心观察朝倾倒轴TA的外侧突出的履带的最大突出长度D2,计算挖掘机稳定度。挖掘机稳定度被计算为,水平距离D1越小则变得越小。另外,在俯视时挖掘机的重心GC处于比倾倒轴TA更远离挖掘机的中心点的位置的情况下,水平距离D1成为负值。此外,挖掘机稳定度被计算为,最大突出长度D2越大则变得越小。此外,稳定度计算部34对于多个倾倒轴分别计算挖掘机稳定度,选择多个挖掘机稳定度中的最小值作为最终的挖掘机稳定度。

[0094] 另外,围绕倾倒轴TA的力的力矩(扭矩)的平衡由以下的式(1)表示。 m_0 表示除了挖掘附属装置之外的挖掘机的质量, g 表示重力加速度。此外, L_0 表示作用于除了挖掘附属装置之外的挖掘机的重心GC₀的重力 $m_0 \cdot g$ 的作用线与倾倒轴TA之间的距离,相当于水平距离D1。此外, m_1 、 m_2 、 m_3 表示动臂4、斗杆5、铲斗6的质量, L_1 、 L_2 、 L_3 表示作用于动臂4、斗杆5、铲斗6的重心GC₁、GC₂、GC₃的重力 $m_1 \cdot g$ 、 $m_2 \cdot g$ 、 $m_3 \cdot g$ 的作用线与倾倒轴TA之间的距离。另外,铲斗6的质量也可以包括装载于铲斗6的装载物的质量。

[0095] 【式1】

$$[0096] \quad m_1 \cdot g \cdot L_1 + m_2 \cdot g \cdot L_2 + m_3 \cdot g \cdot L_3 \leq m_0 \cdot g \cdot L_0 \cdots (1)$$

[0097] 式(1)的左边记载要使图7的挖掘机相对于倾倒轴TA逆时针旋转的力的力矩(扭矩)的合计,右边记载要使挖掘机相对于倾倒轴TA顺时针旋转的力的力矩(扭矩)的合计。并且,在式(1)的左边的大小为右边的大小以下的情况下,表示处于挖掘机的姿态平衡稳定的

状态(挖掘机的后部不抬起的状态)。此外,在式(1)的左边的大小大于右边的大小的情况下,表示处于挖掘机的姿态平衡不稳定的状态(挖掘机的后部抬起的状态)。即,在满足以下的式(2)的关系的情况下,可以说处于挖掘机的姿态平衡稳定的状态(挖掘机的后部不抬起的状态)。

[0098] 【式2】

$$[0099] \quad D1 \geq \frac{m_1 \cdot L_1 + m_2 \cdot L_2 + m_3 \cdot L_3}{m_0} \dots (2)$$

[0100] 另外,图7表示进行动臂下降、斗杆打开、铲斗打开的复合操作而重心GC朝+X方向移动,由此水平距离D1减少而与倾倒轴TA相关的挖掘机稳定度变小的情况。

[0101] 此外,稳定度计算部34基于计算出的挖掘机稳定度对动作限制部E1进行控制。在本实施例中,稳定度计算部34为,在挖掘机稳定度为基于从倾倒轴TA到重心GC为止的水平距离D1决定的规定的阈值以下的情况下,判定为存在挖掘机倾倒的可能性,将该判定结果输出至控制器30。接受到该判定结果的控制器30对作为动作限制部E1的切换阀50输出切断指令。接受到切断指令的切换阀50将操作装置26与各先导端口之间的连通部分或者完全地切断,使挖掘机的动作变慢或者停止。优选为,使挖掘机的动作逐渐变慢而停止。其原因在于,通过避免急停止,能够防止由于由急停止引起的冲击而挖掘机的平衡较大地崩溃。

[0102] 另外,稳定度计算部34也可以为,在挖掘机稳定度为规定的第1阈值以下的情况下,从控制器30朝作为动作限制部E1的声音输出装置输出警告指令,在挖掘机稳定度为规定的第2阈值(\leq 第1阈值)以下的情况下,从控制器30朝作为动作限制部E1的切换阀50输出切断指令。

[0103] 图8是行驶中的挖掘机稳定度的说明图。具体而言,图8A是挖掘机前进的情况下的挖掘机稳定度的说明图,图8B是挖掘机后退的情况下的挖掘机稳定度的说明图。另外,在图8A以及图8B中,将+X方向设为前方、将-X方向设为后方。

[0104] 如图8A所示,在挖掘机前进的情况下,地形信息取得部33基于与作业对象地面的当前形状相关的信息,导出作业对象地面的铅垂截面中的表示地表的线GL。然后,稳定度计算部34基于线GL、与表示挖掘机的当前位置的坐标以及朝向相关的数据、以及规定的履带长度(履带的直线部分的长度)CL,导出规定时间后履带与地面接触的部分的前端坐标点Pf以及后端坐标点Pr。另外,线GL由包含凹点以及凸点的曲线表示。此外,前端坐标点Pf以及后端坐标点Pr中较低的一方成为倾倒轴TA。在图8A的情况下,后端坐标点Pr成为倾倒轴TA。

[0105] 并且,稳定度计算部34导出对前端坐标点Pf与后端坐标点Pr进行连结的线段相对于水平线的角度 α 。角度 α 为,在相对于水平线为顺时针方向时取正值,在相对于水平线为逆时针方向时取负值。在此基础上,稳定度计算部34基于附属装置的姿态以及角度 α 计算挖掘机稳定度。如果附属装置的姿态恒定,则挖掘机稳定度被计算为,角度 α 的绝对值越大则变得越小。

[0106] 因而,图8A表示当持续前进时角度 α (正值)变大而挖掘机稳定度变小的情况。

[0107] 同样,如图8B所示,在挖掘机后退的情况下,稳定度计算部34基于线GL、与表示挖掘机的当前位置的坐标以及朝向相关的数据、以及规定的履带长度CL,导出规定时间后的前端坐标点Pf以及后端坐标点Pr。

[0108] 并且,稳定度计算部34导出对前端坐标点Pf与后端坐标点Pr进行连结的线段相对

于水平线的角度 β 。角度 β 为,在相对于水平线为逆时针方向时取正值,在相对于水平线为顺时针方向时取负值。在此基础上,稳定度计算部34基于附属装置的姿态以及角度 β 计算挖掘机稳定度。如果附属装置的姿态恒定,则挖掘机稳定度被计算为,角度 β 的绝对值越大则变得越小。

[0109] 因而,图8B表示当持续后退时角度 β (正值)变大而挖掘机稳定度变小的情况。另外,前端坐标点Pf以及后端坐标点Pr中较低的一方成为倾倒轴TA。在图8B的情况下,前端坐标点Pf成为倾倒轴TA。

[0110] 如此,稳定度计算部34不基于车身倾斜传感器M3d的输出,而是基于与挖掘机的当前位置以及朝向相关的信息、挖掘附属装置的当前姿态、与作业对象地面的当前形状相关的信息、以及操作者的操作内容,预测规定时间后的挖掘机姿态而计算挖掘机稳定度。但是,稳定度计算部34也可以追加考虑车身倾斜传感器M3d的输出来预测挖掘机姿态而计算挖掘机稳定度。

[0111] 接着,参照图9对稳定度计算部34基于挖掘机稳定度来判定是否限制挖掘机的动作的处理(以下,称作“挖掘机动作限制处理”)进行说明。图9是表示挖掘机动作限制处理的流程的流程图。稳定度计算部34按照规定的控制周期反复执行该挖掘机动作限制处理。

[0112] 首先,稳定度计算部34预测规定时间后的挖掘机姿态(步骤S11)。在本实施例中,稳定度计算部34基于与挖掘机的当前位置以及朝向相关的信息、挖掘附属装置的当前姿态、与作业对象地面的当前形状相关的信息、以及操作者的操作内容,预测规定时间(例如1秒钟)后的挖掘机姿态。

[0113] 之后,稳定度计算部34计算预测出的挖掘机姿态下的挖掘机稳定度(步骤S12)。在本实施例中,稳定度计算部34为,在挖掘机前进的情况下基于角度 α 计算挖掘机稳定度(参照图8A),在挖掘机后退的情况下基于角度 β 计算挖掘机稳定度(参照图8B)。此外,在挖掘机不行驶的情况下基于挖掘机的重心GC计算挖掘机稳定度(参照图7)。

[0114] 之后,稳定度计算部34判定挖掘机稳定度是否为阈值以下(步骤S13)。在本实施例中,稳定度计算部34对计算出的挖掘机稳定度与预先登记在ROM等中的规定的阈值进行比较,判定挖掘机稳定度是否为阈值以下。

[0115] 在判定为挖掘机稳定度为规定值以下的情况(步骤S13的是)下,稳定度计算部34限制挖掘机的动作(步骤S14)。在本实施例中,在判定为挖掘机稳定度为规定值以下的情况下,稳定度计算部34判定为存在挖掘机倾倒的可能性,从控制器30对作为动作限制部E1的切换阀50输出切断指令。接受到切断指令的切换阀50将操作装置26与各先导端口之间的连通部分或者完全地切断,而使挖掘机的动作变慢或者停止。

[0116] 在判定为挖掘机稳定度大于规定值的情况(步骤S13的否)下,稳定度计算部34不限制挖掘机的动作而使其动作持续。在本实施例中,在判定为挖掘机稳定度大于规定值的情况下,稳定度计算部34判定为不存在挖掘机倾倒的可能性,不从控制器30对作为动作限制部E1的切换阀50输出切断指令,而使这次挖掘机动作限制处理结束。

[0117] 如此,稳定度计算部34为,在判定为当持续进行当前操作时、经过规定时间后的挖掘机稳定度会成为规定值以下的情况下,限制挖掘机的动作,由此能够未然地防止挖掘机姿态变得不稳定。

[0118] 根据以上构成,控制器30基于与挖掘动作后的地形相关的信息取得与作业对象的

地面的当前形状相关的信息。然后,基于所取得的与作业对象的地面的当前形状相关的信息、与挖掘机的当前位置以及朝向相关的信息、以及附属装置的当前姿态,计算进行各种操作时的规定时间后的挖掘机稳定度。然后,在挖掘机稳定度为规定值以下时限制挖掘机的动作。结果,控制器30能够事先预测在持续进行当前操作的情况下存在挖掘机倾倒的可能性的情况而限制挖掘机的动作,由此能够未然地防止挖掘机的倾倒。

[0119] 处于驾驶室10内的操作者的视线处于较高的位置,因此有时难以准确地判断前方地面的凹凸的大小以及履带的接地状态。此外,有时无法判断处于死角区域的侧方以及后方地面的凹凸的大小以及履带的接地状态。即便在这样的情况下,控制器30也能够事先预测存在挖掘机倾倒的可能性的情况而限制挖掘机的动作。因此,操作者能够安心地使挖掘机动作。结果,控制器30能够提高挖掘机操作性以及作业效率。

[0120] 此外,控制器30计算与前进中或者后退中的挖掘机相关的规定时间后的挖掘机稳定度而判定是否存在挖掘机倾倒的可能性。并且,在判定为存在倾倒的可能性的情况下输出警报,进而使行驶变慢或者停止。因此,控制器30能够未然地防止挖掘机进入急斜面、坑等。另外,控制器30为,即便在使挖掘机的前进停止的情况也不禁止挖掘机的后退。同样,控制器30为,即便在使挖掘机的后退停止的情况也不禁止挖掘机的前进。这是为了不妨碍使挖掘机稳定度增大的动作。但是,即便在允许使挖掘机稳定度增大的动作的情况下,控制器30也优选不产生剧烈的动作。其原因在于,防止由于由急起步引起的冲击而挖掘机的平衡较大地崩溃。

[0121] 此外,控制器30计算与在停止行驶的状态下使附属装置或者回转机构动作的挖掘机相关的规定时间后的挖掘机稳定度,而判定是否存在挖掘机倾倒的可能性。并且,在判定为存在倾倒的可能性的情况下输出警报,进而使附属装置以及回转机构的至少一方的动作变慢或者停止。因此,控制器30能够防止在履带的一部分从地面抬起的状态下进行作业的挖掘机失去平衡而倾倒。另外,控制器30为,即便在使附属装置以及回转机构的至少一方的动作停止的情况下,也不禁止使挖掘机稳定度增大的动作。例如,即便在使动臂下降停止的情况下也不禁止动臂上升,即便使右回转停止也不禁止左回转。但是,即便在允许使挖掘机稳定度增大的动作的情况下,控制器30也期望不产生剧烈的动作。其原因在于,防止由于由急回转等引起的冲击而挖掘机的平衡较大地崩溃。

[0122] 此外,在上述实施例中,控制器30通过使切换阀50工作来限制挖掘机的动作,但也可以通过除此以外的方法来限制挖掘机的动作。例如,也可以通过变更主泵14的斜板偏转角来使泵马力降低、或者通过降低发动机转速来使主泵14的泵马力降低,而限制挖掘机的动作。

[0123] 此外,在上述实施例中,地形数据库更新部31在挖掘机起动时通过通信装置M1取得作业现场的地形信息而更新地形数据库。但是,本发明并不限于该构成。例如,地形数据库更新部31也可以不使用与附属装置的姿态的推移相关的信息,而基于摄像装置摄像的挖掘机周边的图像来取得作业现场的地形信息来更新地形数据库。

[0124] 图10是表示与摄像装置M4连接的控制器30的构成例的功能框图。图10的构成在代替通信装置M1而连接摄像装置M4这一点上与图5的构成不同,其他方面与图5的构成共通。因此,省略共通部分的说明,对不同部分进行详细说明。

[0125] 摄像装置M4是取得挖掘机周边的图像的装置。在本实施例中,摄像装置M4是安装

于挖掘机的上部回转体3的摄像机,基于所摄像的图像对到挖掘机周围的地面的距离进行识别,而取得作业现场的地形信息。另外,摄像装置M4也可以是立体摄像机、距离图像摄像机、三维激光扫描仪等。

[0126] 此外,摄像装置M4也可以相对于挖掘机独立。在该情况下,控制器30也可以经由通信装置M1取得摄像装置M4输出的地形信息。具体而言,摄像装置M4也可以安装于航拍用飞行器、设置在作业现场的铁塔等,基于从上方观察作业现场而得到的图像来取得作业现场的地形信息。此外,在摄像装置M4安装于航拍用飞行器的情况下,可以按照一小时一次程度的频度或者实时地对从上方观察作业现场的图像进行摄像而取得作业现场的地形信息。摄像装置M4取得的地形信息被用于地形数据库的更新。在地形信息的取得间隔为一小时以上的情况下,其更新间隔比基于来自姿态检测装置M3的信号的地形数据库的更新间隔更长。

[0127] 图11~图13是表示与摄像装置M4连接的控制器30的其他构成例的功能框图。图11的构成与图5的构成的不同点在于,地形数据库更新部31以及位置坐标更新部32分别利用摄像装置M4(尤其是相对于挖掘机独立的摄像装置M4)的输出,其他方面与图5的构成共通。在图11的实施例中,地形数据库更新部31例如按照一天一次的频度通过通信装置M1取得作业现场的地形信息,且按照一小时一次的频度或者实时地通过摄像装置M4取得作业现场的地形信息而更新地形数据库。此外,位置坐标更新部32并用测位装置M2的输出和摄像装置M4的输出,而实时地更新与表示挖掘机的当前位置的坐标以及朝向相关的数据。另外,位置坐标更新部32也可以仅基于摄像装置M4的输出,实时地更新与表示挖掘机的当前位置的坐标以及朝向相关的数据。

[0128] 图12的构成与图5的构成的不同点在于,位置坐标更新部32仅利用摄像装置M4的输出且省略了测位装置M2,其他方面与图5的构成共通。此外,图13的构成与图5的构成的不同点在于,地形数据库更新部31以及位置坐标更新部32分别仅利用摄像装置M4的输出且省略了通信装置M1以及测位装置M2,其他方面与图5的构成共通。

[0129] 如此,控制器30可以基于摄像装置M4的输出来取得作业现场的地形信息而更新地形数据库,也可以实时地更新与表示挖掘机的当前位置的坐标以及朝向相关的数据。

[0130] 此外,在上述实施例中,对外部运算装置30E为处于控制器30外部的另外的运算装置的情况进行了说明,但也可以将外部运算装置30E与控制器30合并为一体。

[0131] 接着,参照图14对外部运算装置30E的功能进行说明。另外,图14是表示外部运算装置30E的构成例的功能框图。在本实施例中,外部运算装置30E接受通信装置M1、测位装置M2、姿态检测装置M3的输出而执行各种运算,将其运算结果输出至控制器30。控制器30例如将与该运算结果相应的控制指令输出至动作限制部E1。在本实施例中,动作限制部E1包括排出量调整装置51。

[0132] 具体而言,外部运算装置30E主要包括地形数据库更新部31、位置坐标更新部32、地形信息取得部33以及挖掘反力导出部35。图14的外部运算装置30E与图5的外部运算装置30E的不同点在于,代替稳定度计算部34而具有挖掘反力导出部35。因此,对不同部分进行详细说明。

[0133] 挖掘反力导出部35判定铲斗6与地面是否接触,在判定为接触的情况下基于其接触状态导出挖掘反力。然后,基于所导出的挖掘反力对动作限制部E1进行控制。在本实施例中,挖掘反力导出部35导出挖掘反力以及允许最大挖掘反力,使用所导出的挖掘反力以及

基于允许最大挖掘反力的阈值,经由控制器30对动作限制部E1进行控制。此外,挖掘反力导出部35根据由地形信息取得部33更新后的最新的地形来推断挖掘机主体的倾斜,基于推断出的挖掘机主体的倾斜以及挖掘附属装置的姿态导出各自的重心位置。

[0134] 允许最大挖掘反力是能够以稳定的状态维持挖掘机的姿态平衡的范围内的挖掘反力的最大值,基于挖掘附属装置的姿态导出。此外,挖掘反力超过允许最大挖掘反力的状态,表示挖掘机的姿态平衡处于不稳定的状态,例如表示存在挖掘机的后部抬起而挖掘机向前倾倒的可能性的状态。

[0135] 具体而言,挖掘反力导出部35基于挖掘附属装置的姿态、以及与作业对象地面的当前形状相关的信息,导出挖掘反力以及允许最大挖掘反力的推移。挖掘附属装置的姿态由姿态检测装置M3检测,与作业对象地面的当前形状相关的信息由地形信息取得部33取得。然后,将规定时间后(例如1秒后)的挖掘反力与规定的阈值进行比较,而判定挖掘反力是否超过阈值。规定的阈值是用于判定挖掘机的姿态平衡是否不稳定的值。在本实施例中,规定的阈值基于允许最大挖掘反力来设定,例如设定为从允许最大挖掘反力减去预先登记的值之后而得到的值。另外,规定的阈值也可以是允许最大挖掘反力。并且,在判定为挖掘反力超过阈值的情况下,使对于作为动作限制部E1的排出量调整装置51的泵电流降低。排出量调整装置51为,随着泵电流的降低而使主泵14的排出量降低,由此使挖掘附属装置的动作变慢。结果,防止产生挖掘反力超过允许最大挖掘反力的状况,并防止挖掘机的后部抬起。

[0136] 此处,参照图15~图18说明挖掘反力导出部35导出挖掘反力,在基于所导出的挖掘反力而判定为存在挖掘机的后部抬起的可能性的情况下限制挖掘附属装置的动作的处理(以下,称作“动作限制处理”)。另外,图15是表示挖掘对象地面的深度与基准面之间的关系图。基准面是成为确定挖掘对象地面的深度的基准的平面。在本实施例中,基准面是挖掘机的中心点R所位于的水平面,中心点R是挖掘机的回转轴与下部行驶体1的接地面的交点。

[0137] 具体而言,图15中的由点划线表示的挖掘附属装置,表示对与用点划线表示的基准面为相同深度的挖掘对象地面进行挖掘时的挖掘附属装置的姿态。在该情况下,挖掘对象地面的深度D与基准面的深度D0(=0)相同。另外,基于地形信息取得部33取得的与挖掘对象地面的当前形状相关的信息,导出挖掘对象地面的深度D。此外,也可以基于姿态检测装置M3检测出的挖掘附属装置的当前姿态,导出挖掘对象地面的深度D。

[0138] 此外,图15中的由虚线表示的挖掘附属装置,表示对用虚线表示的挖掘对象地面进行挖掘时的挖掘附属装置的姿态。在该情况下,挖掘对象地面的深度D用深度D1(>D0)表示。

[0139] 此外,图15中的由实线表示的挖掘附属装置,表示对用实线表示的挖掘对象地面进行挖掘时的挖掘附属装置的姿态。在该情况下,挖掘对象地面的深度D用深度D2(>D1)表示。

[0140] 另外,挖掘对象地面也可以处于比基准面高的位置。在该情况下,挖掘对象地面的深度D可以用负值表示。

[0141] 图16是表示铲斗角度 θ_3 与挖掘反力F之间的关系图。具体而言,图16A表示使铲斗6从铲斗角度 30° 闭合至铲斗角度 180° 时的铲斗6的姿态的推移。另外,图16A中的由虚线

表示的铲斗6表示铲斗角度 30° 时的姿态,图16A的中由实线表示的铲斗6表示铲斗角度 180° 时的姿态。

[0142] 图16B表示预先对挖掘对象地面的深度D与进行规定的铲斗闭合操作的情况下的挖掘反力F的大小的推移或者峰值之间的对应关系进行存储的对应表的内容的一例。具体而言,图16B表示使铲斗6从铲斗角度 30° 闭合至铲斗角度 180° 时与铲斗角度 θ_3 相对的挖掘反力F的大小的推移。另外,对应表是基于实测数据的分析而生成的数据表,例如预先登记于非易失性存储器。

[0143] 此外,图16B的线段LS表示挖掘反力F的铅垂分量从朝上切换至朝下时的边界。具体而言,线段LS表示如下情况:在铲斗角度 θ_3 不足大致 90° 时挖掘反力F的铅垂分量朝上(要将挖掘附属装置朝上方推起的朝向),在铲斗角度 θ_3 为大致 90° 时成为零,当铲斗角度 θ_3 超过大致 90° 时挖掘反力F的铅垂分量朝下(要将挖掘附属装置朝下方拉下的朝向)。

[0144] 此外,图16C表示铲斗角度 θ_3 的时间推移,图16D表示使用图16B的对应表导出的挖掘反力F的大小的时间推移。另外,图16C以及图16D各自的时间轴(横轴)共通。

[0145] 此外,图16C表示在时刻 t_1 铲斗角度 θ_3 达到大致 90° ,图16D表示在时刻 t_1 挖掘反力F的铅垂分量从朝上切换至朝下。

[0146] 此外,图16B以及图16D中的由点划线表示的推移,表示挖掘对象地面的深度D为深度 D_0 时的推移。此外,用虚线表示的推移表示挖掘对象地面的深度D为深度 D_1 时的推移,用实线表示的推移表示挖掘对象地面的深度D为深度 D_2 时的推移。

[0147] 在进行了如图16A以及图16C所示那样的从铲斗角度 30° 到 180° 的铲斗闭合操作的情况下,如图16B以及图16D所示,挖掘反力F的大小在铲斗角度 θ_3 达到某一角度(例如 100°)之前增大、之后转为减少,在铲斗角度 θ_3 达到 180° 时达到零。与挖掘对象地面的深度D无关,该倾向相同。但是,挖掘反力F的大小的峰值根据挖掘对象地面的深度D的变化而变化。在图16B以及图16D中,作为一例而表示挖掘对象地面的深度D越深则挖掘反力F的大小的峰值越变大的倾向。

[0148] 因此,挖掘反力导出部35基于地形信息取得部33取得的与挖掘对象地面的当前形状相关的信息来导出挖掘对象地面的当前深度D。然后,挖掘反力导出部35根据挖掘对象地面的当前深度D,推断进行规定的铲斗闭合操作的情况下的挖掘反力F的大小的峰值。之后,挖掘反力导出部35判定推断出的挖掘反力F的大小的峰值是否超过该瞬间的允许最大挖掘反力。并且,在判定为超过的情况下,对挖掘附属装置的动作进行控制以使该峰值不超过该瞬间的允许最大挖掘反力。其原因在于,防止要将挖掘附属装置朝铅垂下方拉下的挖掘反力F的铅垂朝下的分量变得过大而挖掘机变得前倾而挖掘机的后部抬起。例如,挖掘反力导出部35通过使主泵14的排出量降低来使挖掘附属装置的动作变慢或者停止,而使挖掘反力F的大小的峰值不会超过该瞬间的允许最大挖掘反力。具体而言,挖掘反力导出部35使对于排出量调整装置51的泵电流降低而使主泵14的斜板偏转角(排量)降低,由此使主泵14的排出量降低而使挖掘附属装置的动作变慢或者停止。

[0149] 或者,挖掘反力导出部35也可以为,与操作者是否进行动臂上升操作无关,在铲斗闭合动作中都使动臂4自动地上升,由此使挖掘反力F的大小的峰值不会超过该瞬间的允许最大挖掘反力。具体而言,挖掘反力导出部35以操作者察觉不到的程度的上升率(每单位时间的动臂4的转动角度)使动臂4自动地上升。因此,挖掘反力导出部35能够使操作者察觉不

到动臂4自动地上升的情况而顺畅地进行挖掘附属装置的动作,能够提高操作感。另外,该情况下的挖掘反力导出部35的控制对象不是排出量调整装置51而是流量控制阀176。例如,挖掘反力导出部35将推断出的挖掘反力F的峰值超过该瞬间的允许最大挖掘反力的判定结果向控制器30输出。接受到该判定结果的控制器30,对作为使流量控制阀176的先导压增减的动作限制部E1的电磁减压阀(未图示)输出控制指令,而使流量控制阀176自动地移动。

[0150] 另外,在上述实施例中,对进行铲斗闭合操作的情况下的挖掘反力F的导出进行了说明,但进行铲斗打开操作、斗杆操作、动臂操作等的情况下的挖掘反力F的导出也同样地执行。此外,进行包括铲斗操作、斗杆操作以及动臂操作中的至少两个在内的规定的复合操作的情况下的挖掘反力F的导出也同样地执行。

[0151] 接着,参照图17对挖掘反力导出部35导出基于允许最大挖掘反力的阈值的处理进行说明。另外,图17是挖掘机的后部抬起时围绕旋转轴(倾倒轴TA)的力矩的说明图。

[0152] 挖掘反力导出部35基于姿态检测装置M3检测到的挖掘附属装置的姿态导出允许最大挖掘反力。在本实施例中,挖掘反力导出部35基于挖掘机的后部抬起时围绕倾倒轴TA的力矩的平衡式(参照以下的式(3))导出允许最大挖掘反力 F_0 。另外,根据地形信息取得部33更新后的地形的更新信息导出倾倒轴TA的位置。此外, F_E 表示挖掘力,F表示挖掘反力, L_F 表示作用于铲斗6的挖掘反力F的作用线与倾倒轴TA之间的距离。此外, m_0 表示除了挖掘附属装置以外的挖掘机的质量,g表示重力加速度, L_0 表示作用于除了挖掘附属装置以外的挖掘机的重心 GC_0 的重力 $m_0 \cdot g$ 的作用线与倾倒轴TA之间的距离。此外, m_1 、 m_2 、 m_3 表示动臂4、斗杆5、铲斗6的质量, L_1 、 L_2 、 L_3 表示作用于动臂4、斗杆5、铲斗6的重心 GC_1 、 GC_2 、 GC_3 的重力 $m_1 \cdot g$ 、 $m_2 \cdot g$ 、 $m_3 \cdot g$ 的作用线与倾倒轴TA之间的距离。

[0153] 【式3】

$$[0154] \quad F \cdot L_F + m_1 \cdot g \cdot L_1 + m_2 \cdot g \cdot L_2 + m_3 \cdot g \cdot L_3 \leq m_0 \cdot g \cdot L_0 \cdots (3)$$

[0155] 式(3)的左边记载要使图17的挖掘机相对于倾倒轴TA顺时针旋转的力的力矩(扭矩)的合计,右边记载要使挖掘机相对于倾倒轴TA逆时针旋转的力的力矩(扭矩)的合计。并且,在式(3)的左边的大小为右边的大小以下的情况下,表示挖掘机的姿态平衡处于稳定的状态(挖掘机的后部不抬起的状态)。此外,在式(3)的左边的大小大于右边的大小的情况下,表示挖掘机的姿态平衡处于不稳定的状态(挖掘机的后部抬起的状态)。

[0156] 因此,如以下的式(4)所示,挖掘反力导出部35导出式(3)的左边的合计扭矩等于右边的合计扭矩时的挖掘反力F,作为允许最大挖掘反力 F_0 。

[0157] 【式4】

$$[0158] \quad F_0 = \frac{(m_0 \cdot L_0 - m_1 \cdot L_1 - m_2 \cdot L_2 - m_3 \cdot L_3) \cdot g}{L_F} \cdots (4)$$

[0159] 另外,基于允许最大挖掘反力 F_0 来设定阈值。如此,基于挖掘机的姿态、倾倒轴TA、重心位置 GC_0 、 GC_1 、 GC_2 、 GC_3 来求出阈值。挖掘反力导出部35将如在图16中说明的那样导出的挖掘反力与如在图17中说明的那样求出的阈值进行比较,而判定是否存在挖掘机的后部抬起的可能性。

[0160] 接着,参照图18对动作限制处理的流程进行说明。图18是表示动作限制处理的流程的流程图。控制器30在挖掘机运转中按照规定的控制周期反复执行该动作限制处理。

[0161] 首先,控制器30判定是否进行了挖掘操作(步骤S21)。在本实施例中,控制器30基

于操作内容检测装置29的输出来判断是否进行了动臂操作、斗杆操作以及铲斗操作中的至少一个。

[0162] 并且,在判定为进行了挖掘操作的情况(步骤S21的是)下,控制器30基于外部运算装置30E的运算结果来判断挖掘附属装置与地面是否接触(步骤S22)。在本实施例中,外部运算装置30E基于根据姿态检测装置M3的输出导出的铲斗6的齿顶的当前位置、以及地形信息取得部33取得的与挖掘对象地面的当前形状相关的信息,判定铲斗6的齿顶与地面是否接触。

[0163] 并且,在判定为挖掘附属装置与地面接触的情况(步骤S22的是)下,外部运算装置30E的挖掘反力导出部35导出挖掘反力F(步骤S23)。在本实施例中,挖掘反力导出部35基于地形信息取得部33取得的与挖掘对象地面的当前形状相关的信息导出挖掘对象地面的当前深度D。然后,挖掘反力导出部35根据挖掘对象地面的当前深度D,推断进行规定的挖掘操作(例如铲斗闭合操作)的情况下的挖掘反力F的峰值。具体而言,挖掘反力导出部35参照在图16B中说明了的对应表,导出与挖掘对象地面的当前深度D对应的挖掘反力F的峰值。此外,挖掘反力导出部35也可以基于挖掘对象地面的当前深度D,实时地计算进行规定的挖掘操作的情况下的挖掘反力F的峰值。

[0164] 此外,挖掘反力导出部35也可以在导出挖掘反力F时对挖掘深度进行考虑。挖掘深度相当于挖掘时挖掘附属装置向地下进入的深度。在本实施例中,挖掘反力导出部35计算判定为挖掘附属装置与地面接触时的铲斗6的齿顶的高度(挖掘开始深度)与挖掘作业中的铲斗6的齿顶的高度(挖掘中途深度)之差,作为挖掘深度。然后,挖掘反力导出部35参照将挖掘深度与修正系数K1建立对应的挖掘深度修正表,根据挖掘深度导出修正系数K1。然后,将该修正系数K1与挖掘反力F相乘而导出最终的挖掘反力F。

[0165] 此外,挖掘反力导出部35也可以在导出挖掘反力F时对砂土密度等砂土特性进行考虑。砂土特性可以是操作者通过车载输入装置(未图示)输入的值,也可以是基于缸压传感器等各种传感器的输出而自动地计算出的值。具体而言,挖掘反力导出部35参照将砂土特性与修正系数K2建立对应的砂土特性表,根据砂土特性导出修正系数K2。然后,将该修正系数K2与挖掘反力F相乘而导出最终的挖掘反力F。

[0166] 之后,挖掘反力导出部35导出允许最大挖掘反力(步骤S24)。在本实施例中,挖掘反力导出部35基于姿态检测装置M3检测到的挖掘附属装置的姿态,导出允许最大挖掘反力。具体而言,使用上述式(4)导出在深度D的位置进行规定的挖掘操作(铲斗闭合操作)的情况下的允许最大挖掘反力的峰值。

[0167] 之后,挖掘反力导出部35设定阈值 F_0 (步骤S25)。阈值 F_0 是用于判定是否存在挖掘机的后部抬起的可能性的阈值。在本实施例中,将所导出的允许最大挖掘反力的峰值设定为阈值 F_0 。另外,挖掘反力导出部35也可以与允许最大挖掘反力无关地设定阈值 F_0 。例如,挖掘反力导出部35也可以基于挖掘对象地面的当前深度D来设定阈值 F_0 。

[0168] 之后,挖掘反力导出部35判定所导出的挖掘反力F是否超过阈值 F_0 (步骤S26)。在本实施例中,挖掘反力导出部35判定挖掘反力F的峰值是否超过阈值 F_0 。

[0169] 然后,在判定为挖掘反力F超过阈值 F_0 的情况(步骤S26的是)下,挖掘反力导出部35限制主泵14的泵吸收马力(步骤S27)。在本实施例中,挖掘反力导出部35在判定为挖掘反力F的峰值超过阈值 F_0 的情况下,对控制器30输出该判定结果。接受到该判定结果的控制器

30使对于排出量调整装置51的泵电流降低。排出量调整装置51为,随着泵电流的降低而使主泵14的排出量降低,由此使主泵14的泵吸收马力降低。结果,挖掘附属装置的动作变慢,防止产生挖掘反力超过允许最大挖掘反力的状况,并防止挖掘机的后部抬起。

[0170] 另外,挖掘反力导出部35在判定为挖掘反力 F 的峰值超过阈值 F_0 的情况下,也可以在铲斗闭合动作中自动地调整挖掘附属装置的姿态。例如,挖掘反力导出部35与操作者是否进行动臂上升操作无关,在铲斗闭合动作中都自动地使斗杆5打开并使动臂4下降。具体而言,也可以按照与铲斗角度 θ_3 的变化相应的规定的动作模式使斗杆5自动地打开,且使动臂4自动地下降。此外,也可以使铲斗闭合动作中断,而打开规定的角度。

[0171] 此外,挖掘反力导出部35在判定为挖掘反力 F 的峰值超过规定值($<$ 阈值 F_0)的情况下,也可以通过警告输出装置输出警报。这是为了向操作者通知存在挖掘机的后部抬起的可能性。

[0172] 另外,挖掘反力导出部35在判定为未通过控制器30进行挖掘操作的情况(步骤S21的否)下、判定为挖掘附属装置与地面未接触的情况(步骤S22的否)下、或者判定为挖掘反力 F 的峰值为阈值 F_0 以下的情况(步骤S26的否)下,不限制泵吸收马力而使这次动作限制处理结束。

[0173] 根据以上构成,外部运算装置30E基于与挖掘动作后的地形相关的信息,取得与作业对象的地面的当前形状相关的信息。然后,基于所取得的与作业对象的地面的当前形状相关的信息来限制挖掘附属装置的动作。在本实施例中,外部运算装置30E能够在铲斗闭合动作中使挖掘反力 F 的峰值不会超过阈值 F_0 。因此,能够防止挖掘反力 F 过度地增大而挖掘机的后部抬起,并能够提高挖掘机的操作性以及作业效率。此外,能够防止挖掘机的滚落、倾倒。

[0174] 此外,控制器30为,即便在遥控驾驶或者自动挖掘驾驶(无人驾驶)的情况下,也可以在由外部运算装置30E判定为挖掘反力 F 的峰值超过阈值 F_0 时,使动臂4自动地上升。这是为了减小挖掘反力 F 而持续进行顺畅的挖掘作业。

[0175] 此外,在上述实施例中,地形数据库更新部31在挖掘机起动时通过通信装置M1取得作业现场的地形信息而更新地形数据库。但是,本发明并不限于该构成。例如,地形数据库更新部31也可以不使用与附属装置的姿态的推移相关的信息,而基于摄像装置摄像的挖掘机周边的图像来取得作业现场的地形信息而更新地形数据库。

[0176] 图19是表示与摄像装置M4连接的外部运算装置30E的构成例的功能框图。图19的构成在代替通信装置M1而连接有摄像装置M4这一点上与图14的构成不同,其他方面与图14的构成共通。因此,省略共通部分的说明,对不同部分进行详细说明。

[0177] 摄像装置M4是取得挖掘机周边的图像的装置。在本实施例中,摄像装置M4是安装在挖掘机的上部回转体3上的摄像机,基于所摄像的图像对到挖掘机周围的地面为止的距离进行识别而取得作业现场的地形信息。另外,摄像装置M4也可以是立体摄像机、距离图像摄像机、三维激光扫描仪等。

[0178] 此外,摄像装置M4也可以安装在挖掘机的外部。在该情况下,外部运算装置30E经由通信装置M1取得摄像装置M4输出的地形信息。具体而言,摄像装置M4也可以安装于航拍用飞行器、设置在作业现场的铁塔等,基于从上方观察作业现场的图像而取得作业现场的地形信息。此外,在摄像装置M4安装于航拍用飞行器的情况下,也可以按照一小时一次程度

的频度或者实时地对从上方观察作业现场的图像进行摄像而取得作业现场的地形信息。摄像装置M4取得的地形信息被用于地形数据库的更新。在地形信息的取得间隔为一小时以上的情况下,其更新间隔比基于来自姿态检测装置M3的信号的地形数据库的更新间隔长。

[0179] 图20~图22是表示与摄像装置M4连接的外部运算装置30E的其他构成例的功能框图。图20的构成与图14的构成的不同点在于,地形数据库更新部31以及位置坐标更新部32分别利用摄像装置M4(尤其是处于挖掘机外部的摄像装置M4)的输出,其他方面与图14的构成共通。在图20的实施例中,地形数据库更新部31例如按照一天一次的频度通过通信装置M1取得作业现场的地形信息,且按照一小时一次的频度或者实时地通过摄像装置M4取得作业现场的地形信息而更新地形数据库。此外,位置坐标更新部32并用测位装置M2的输出和摄像装置M4的输出,实时地更新与表示挖掘机的当前位置的坐标以及朝向相关的数据。另外,位置坐标更新部32也可以仅基于摄像装置M4的输出来实时地更新与表示挖掘机的当前位置的坐标以及朝向相关的数据。

[0180] 图21的构成与图14的构成的不同点在于,位置坐标更新部32仅利用摄像装置M4的输出且省略了测位装置M2,其他方面与图14的构成共通。此外,图22的构成与图14的构成的不同点在于,地形数据库更新部31以及位置坐标更新部32分别仅利用摄像装置M4的输出且省略了通信装置M1以及测位装置M2,其他方面与图14的构成共通。

[0181] 如此,外部运算装置30E可以基于摄像装置M4的输出来取得作业现场的地形信息而更新地形数据库,也可以实时地更新与表示挖掘机的当前位置的坐标以及朝向相关的数据。

[0182] 此外,在上述实施例中,对外部运算装置30E为处于控制器30外部的其他运算装置的情况进行了说明,但也可以将外部运算装置30E与控制器30合并为一体。

[0183] 以上,对本发明的优选实施例进行了详细说明,但本发明并不限定于上述实施例,能够在不脱离本发明的范围的情况下对上述实施例进行各种变形以及置换。

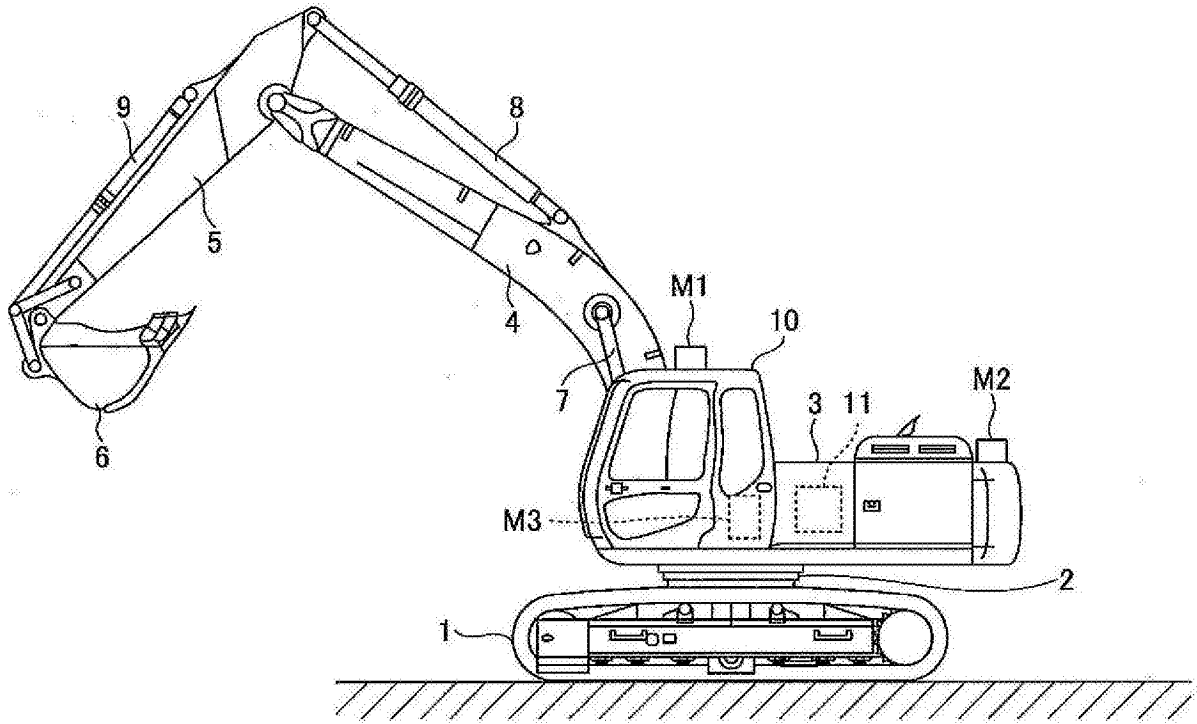


图1

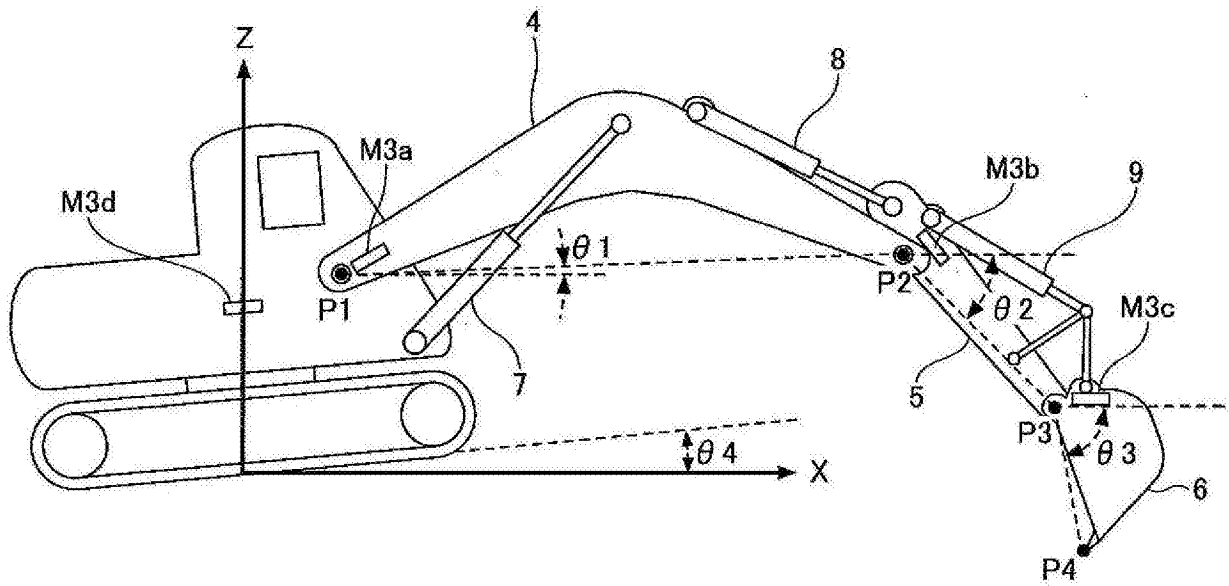


图2

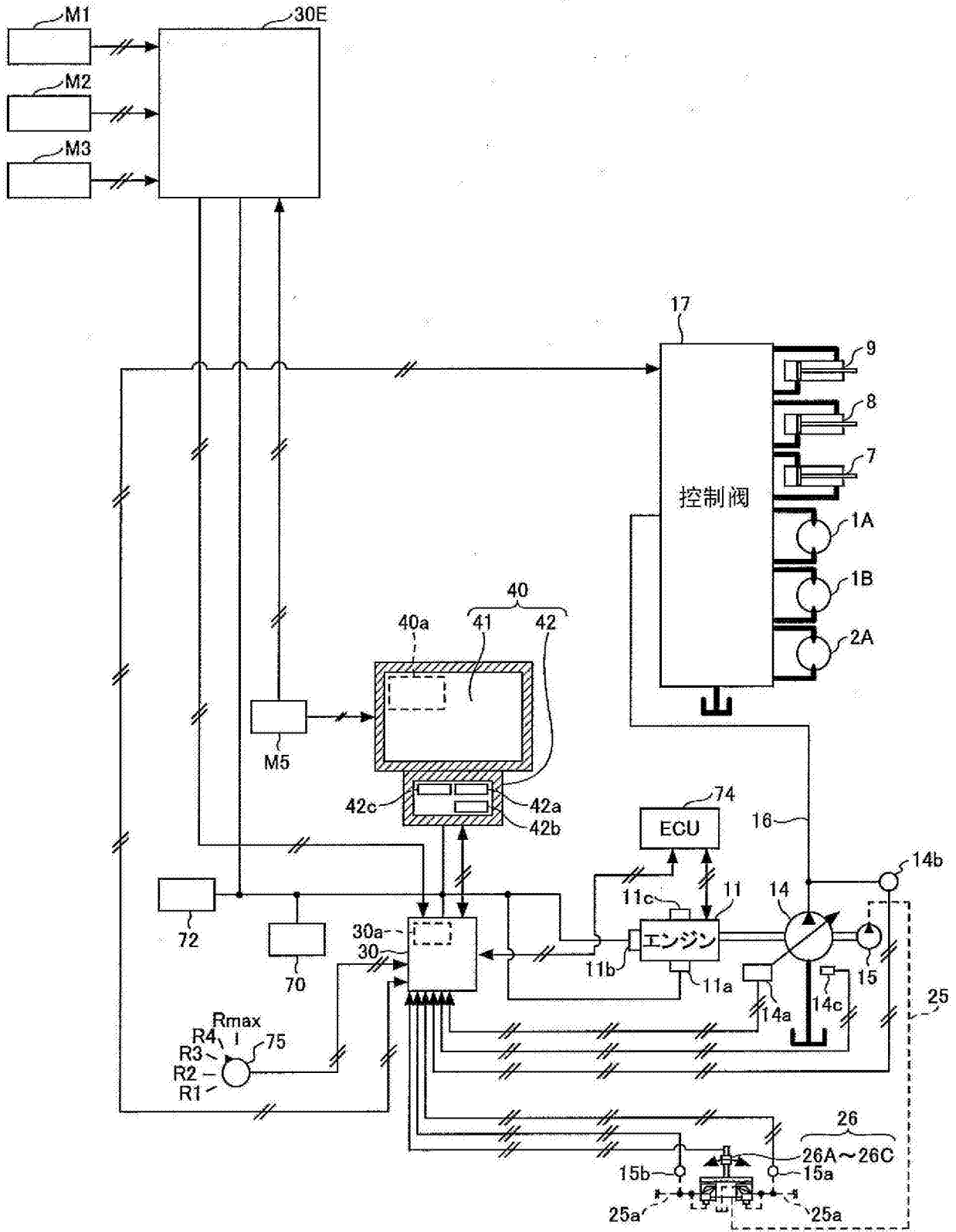


图3

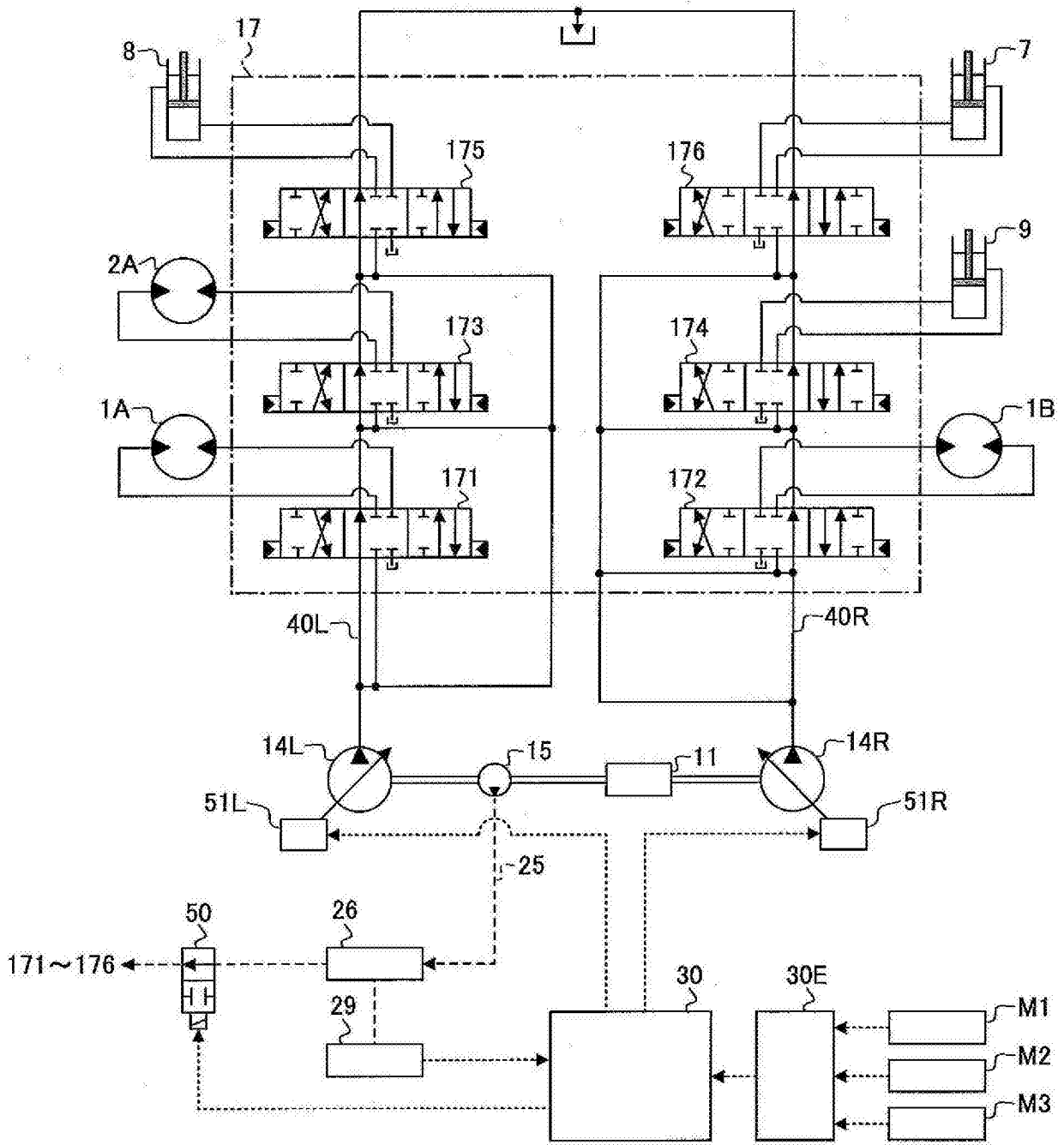


图4

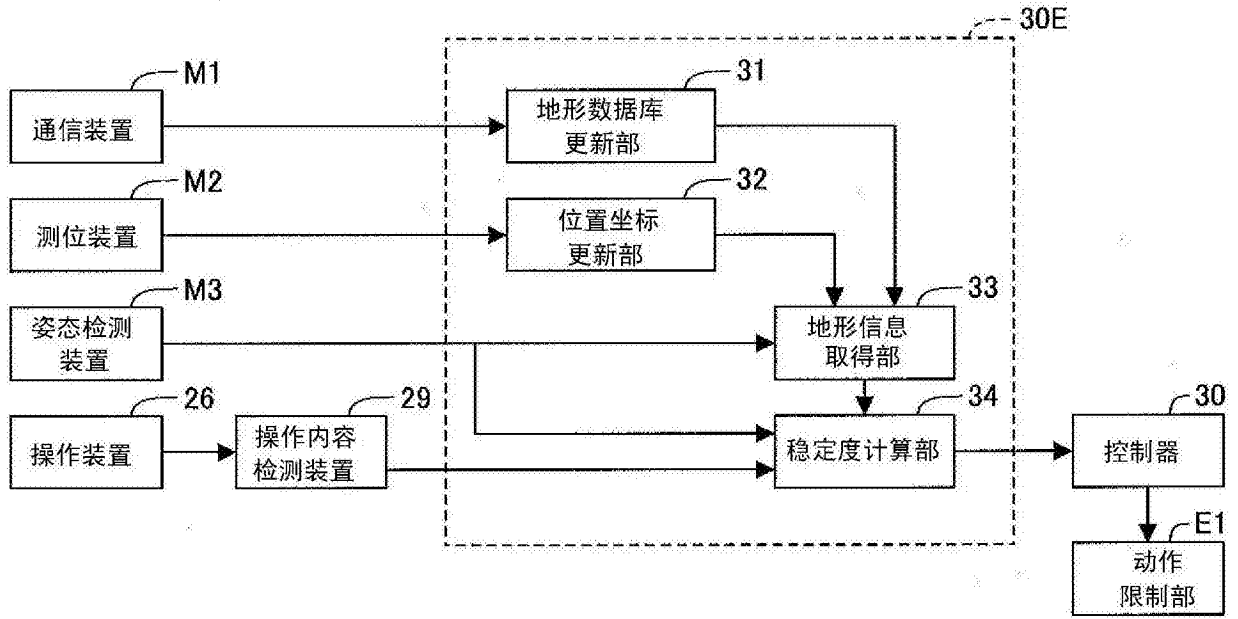


图5

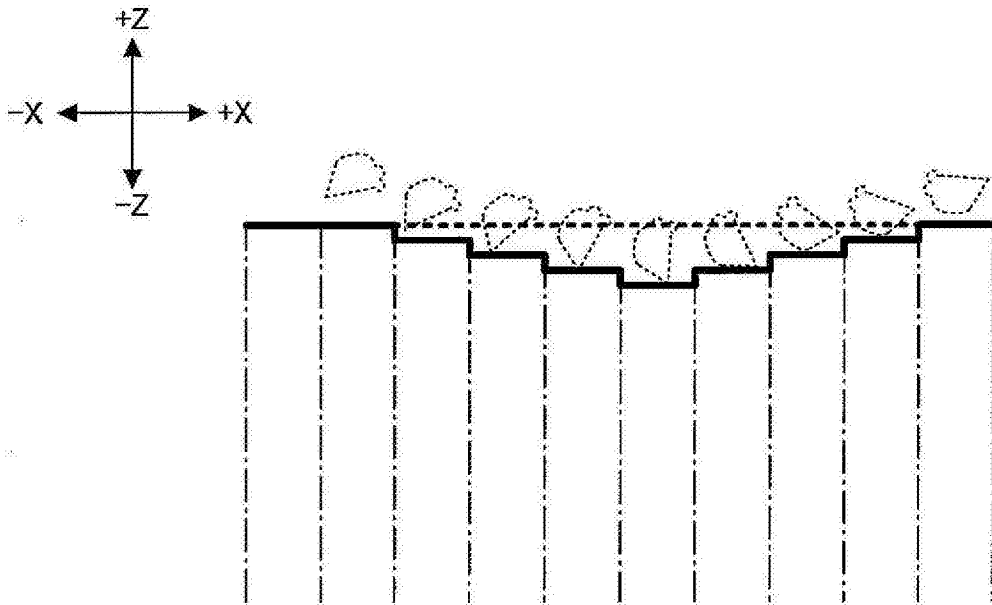


图6

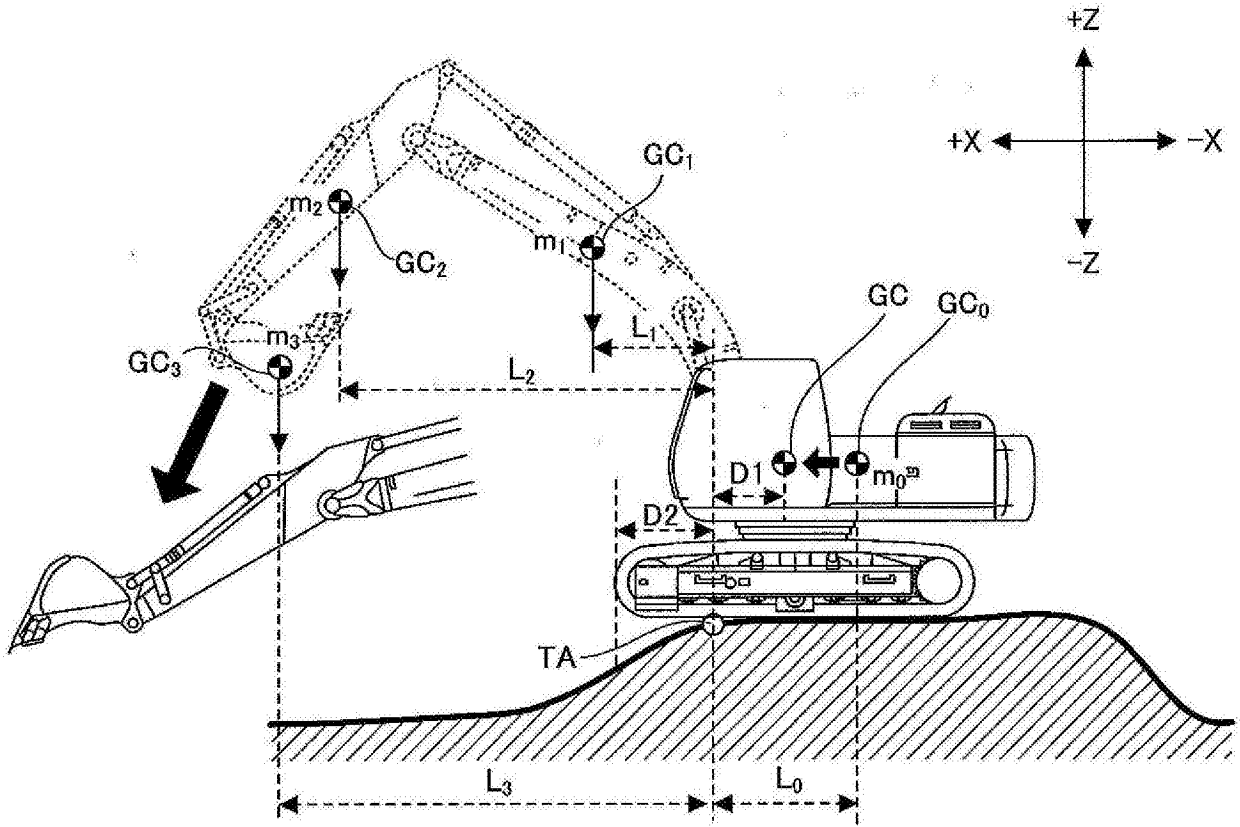


图7

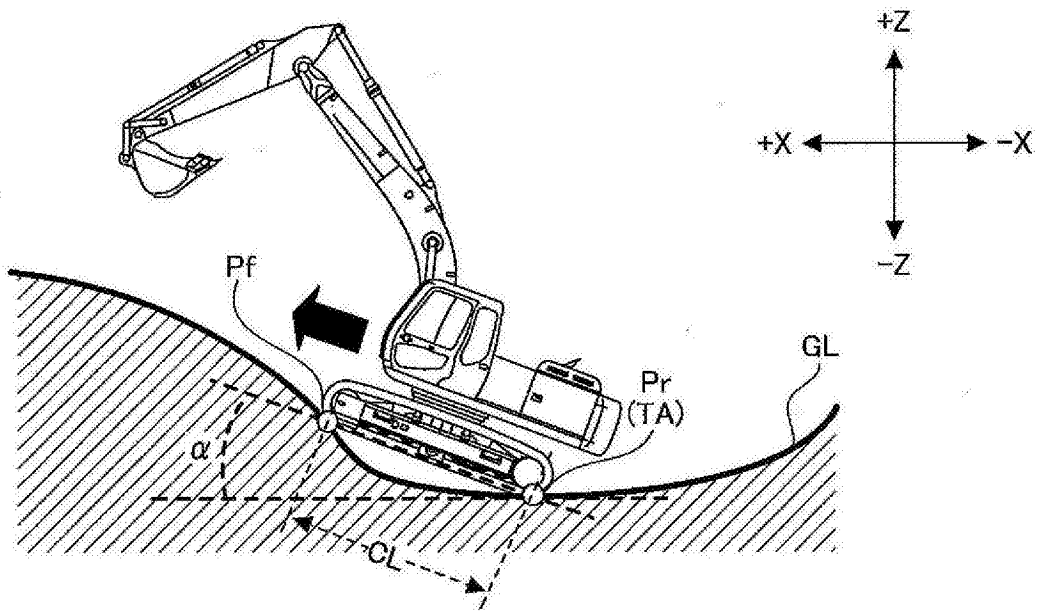


图8A

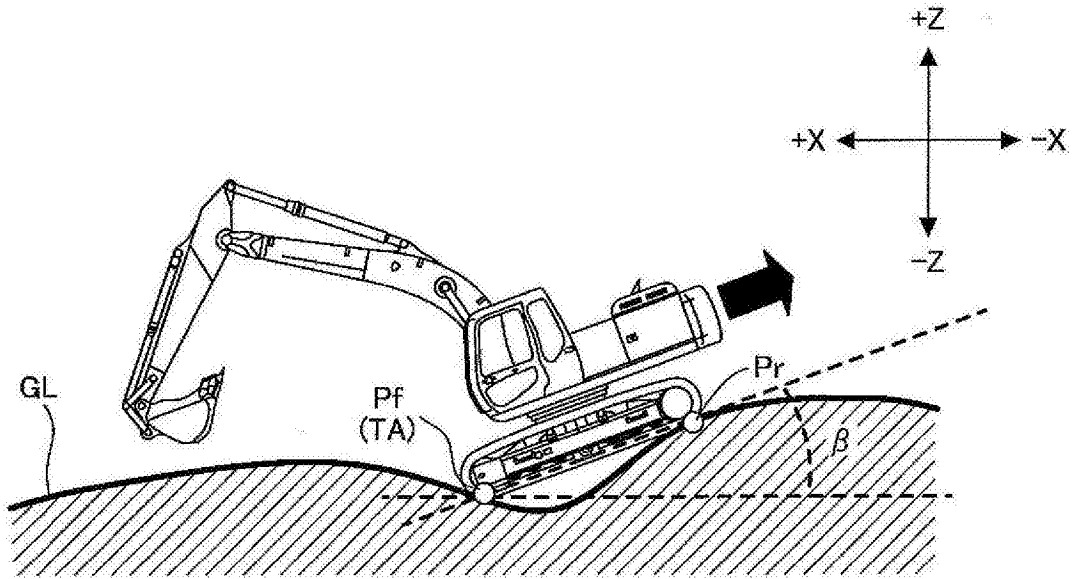


图8B

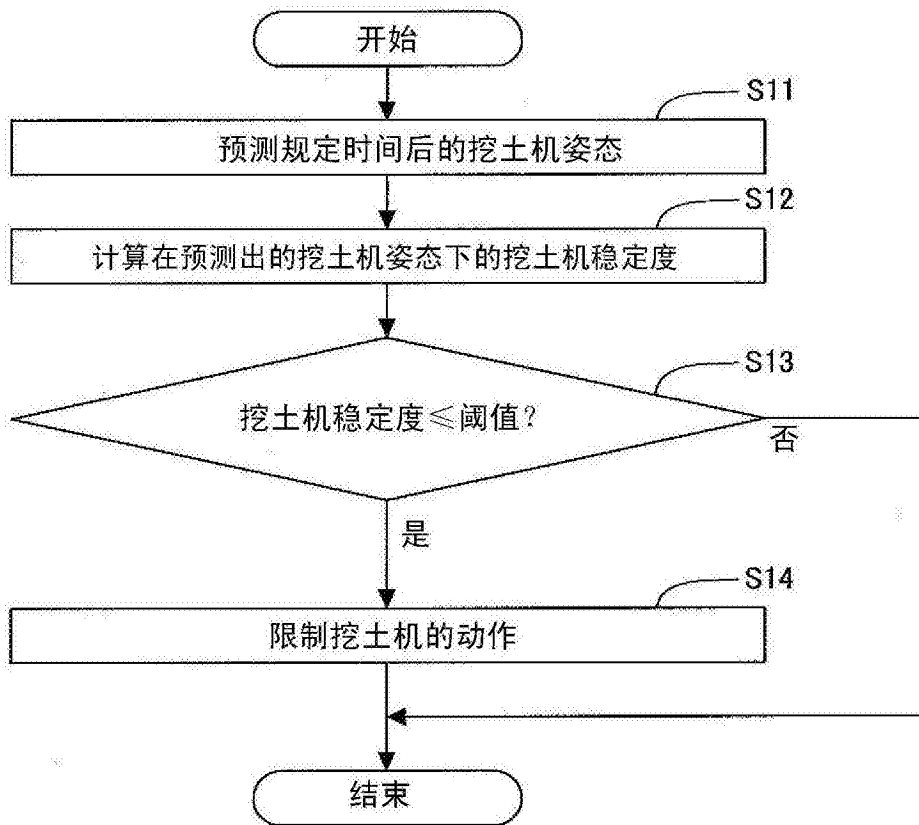


图9

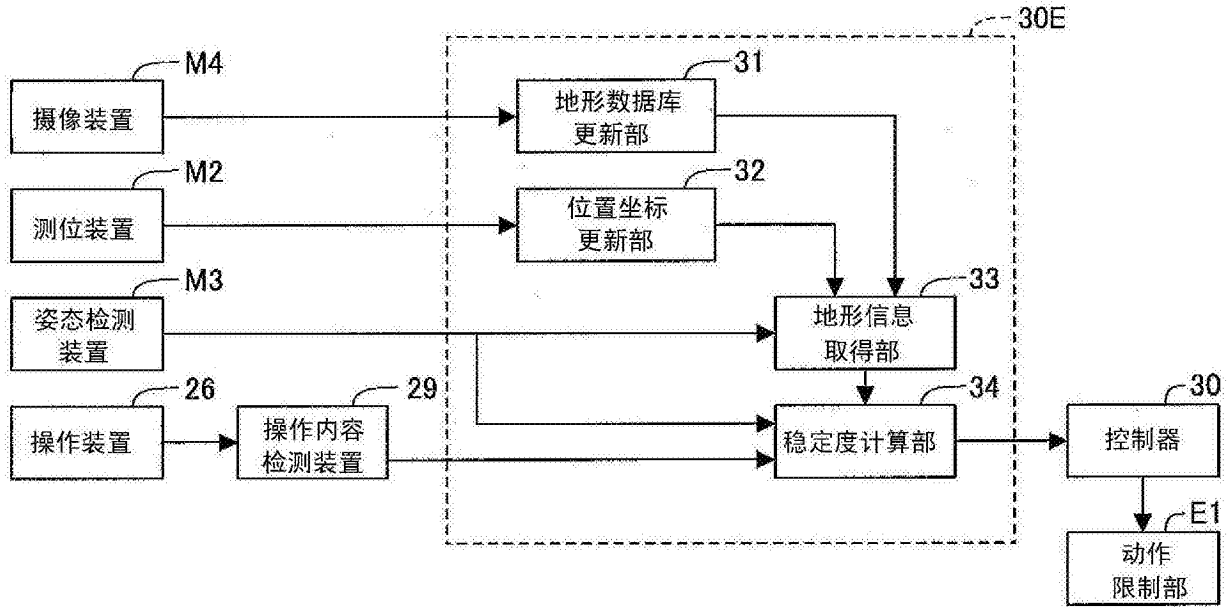


图10

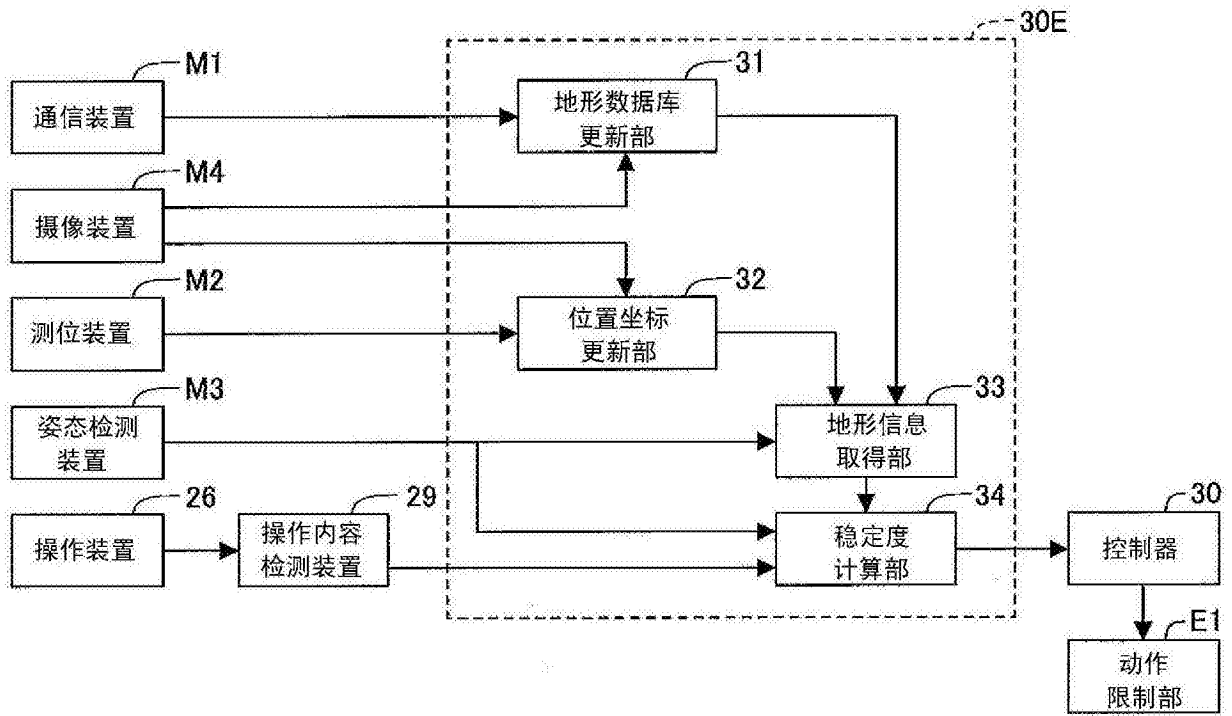


图11

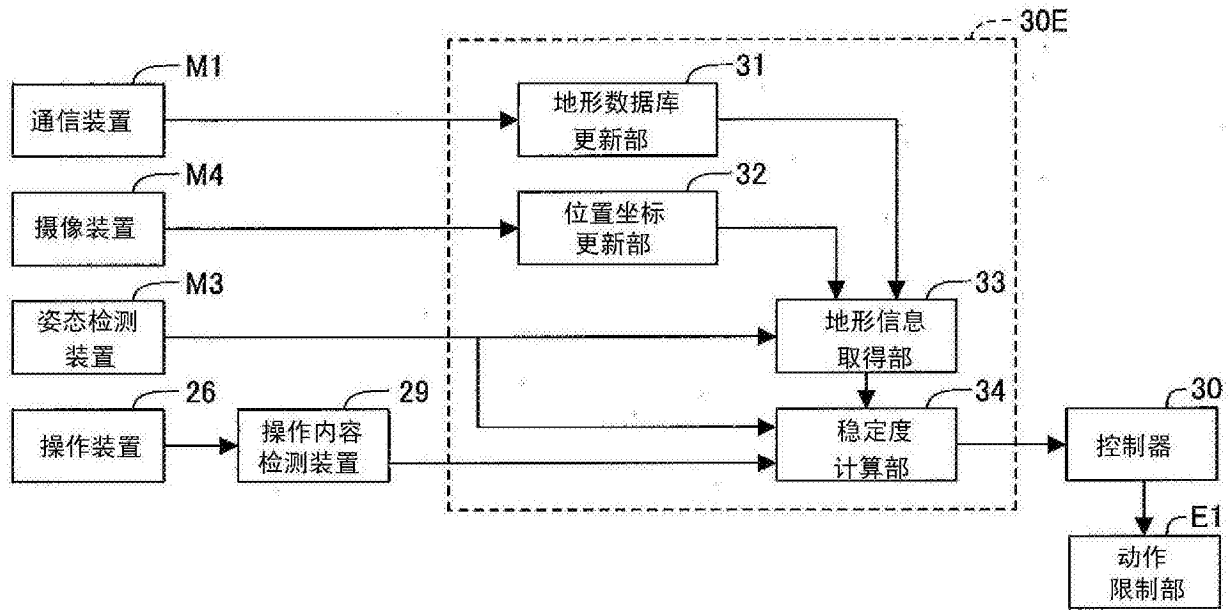


图12

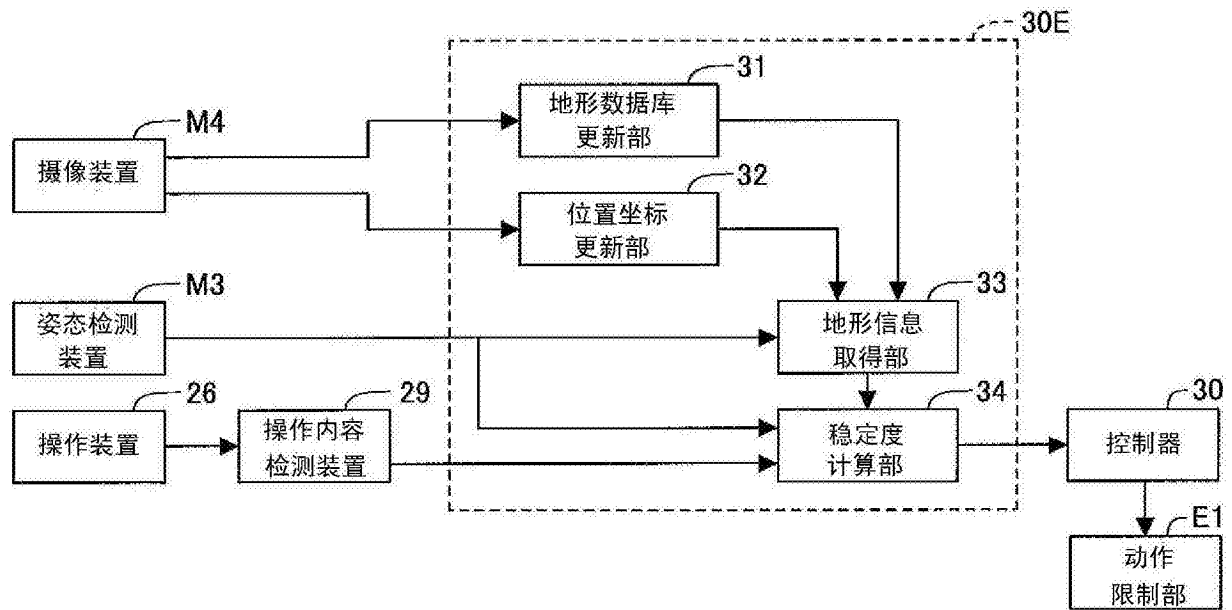


图13

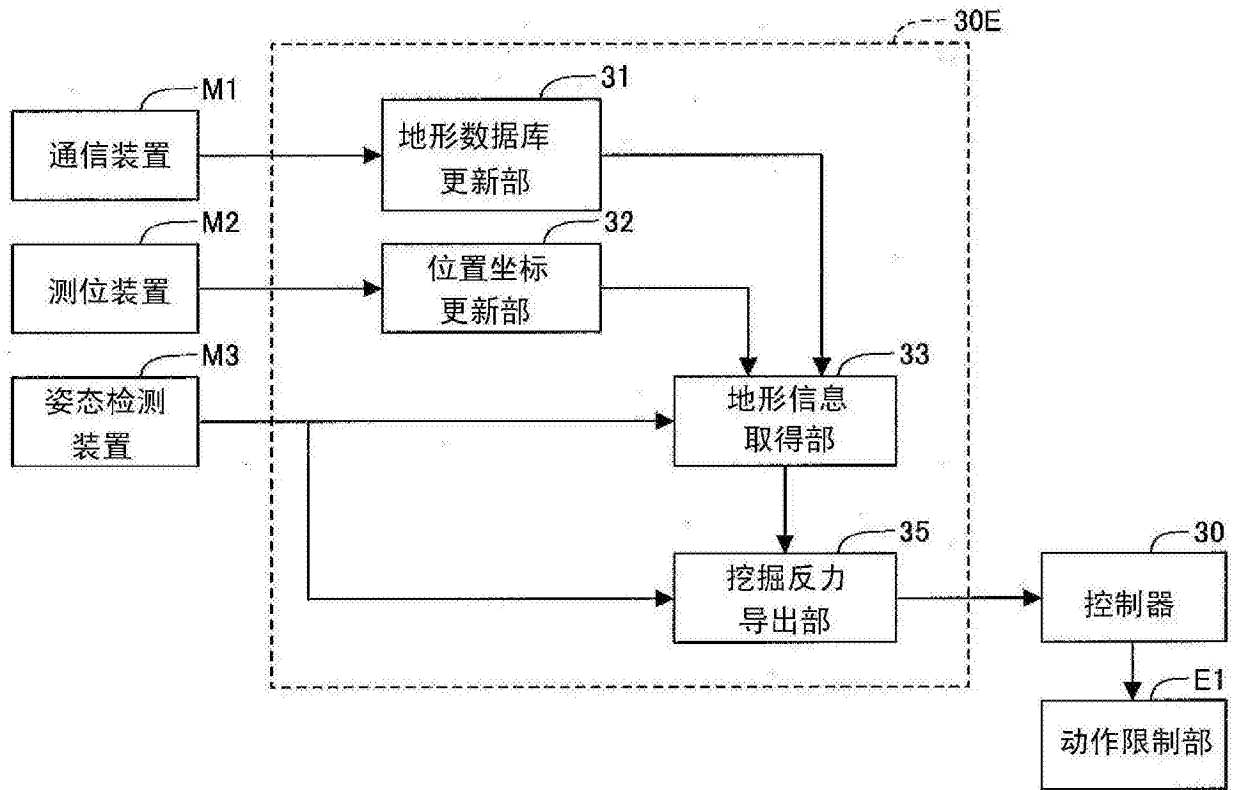


图14

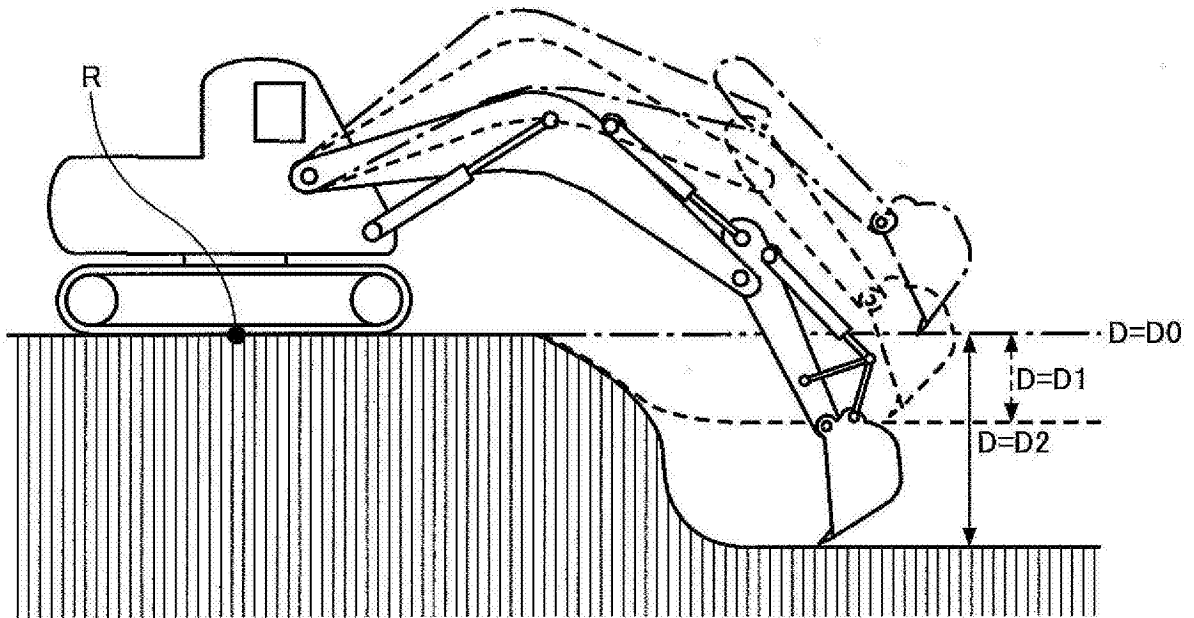


图15

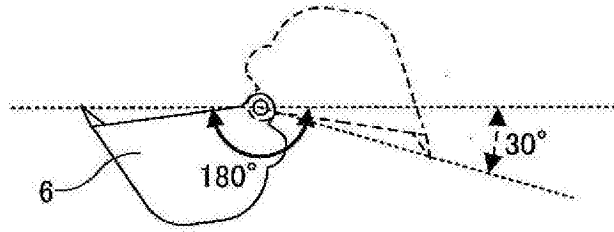


图16A

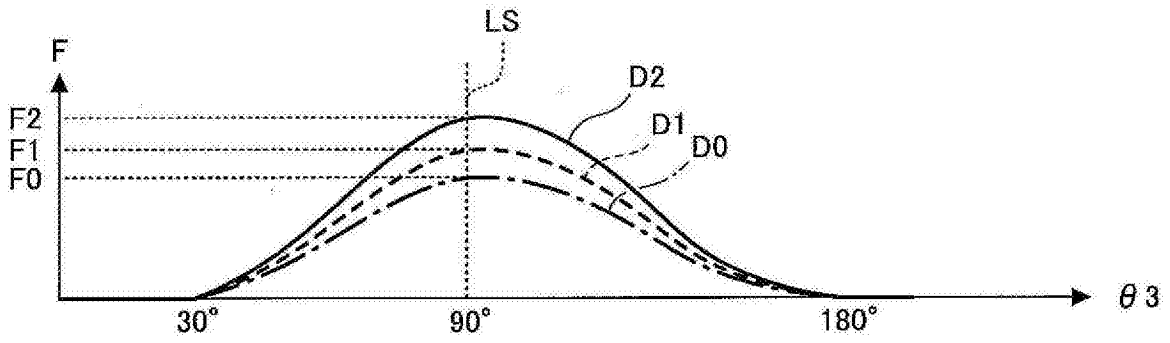


图16B

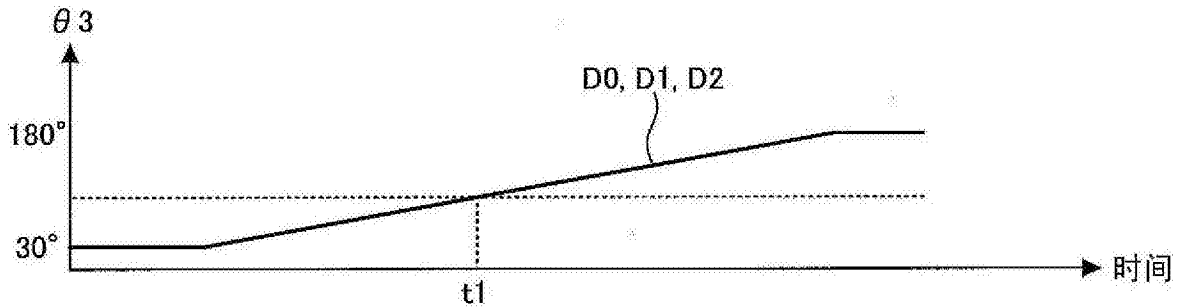


图16C

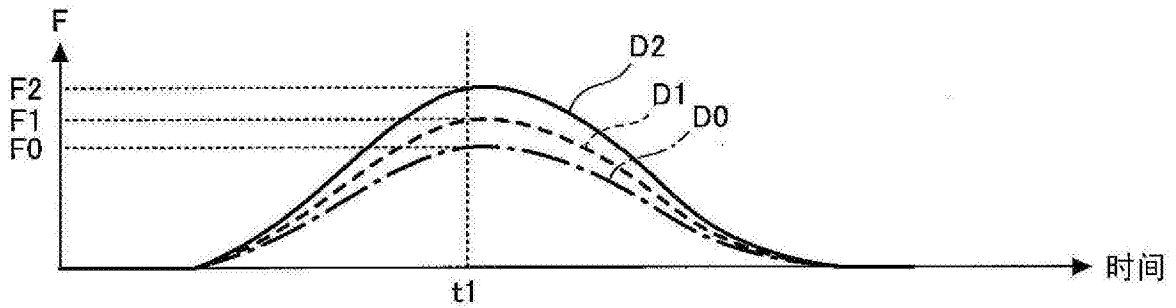


图16D

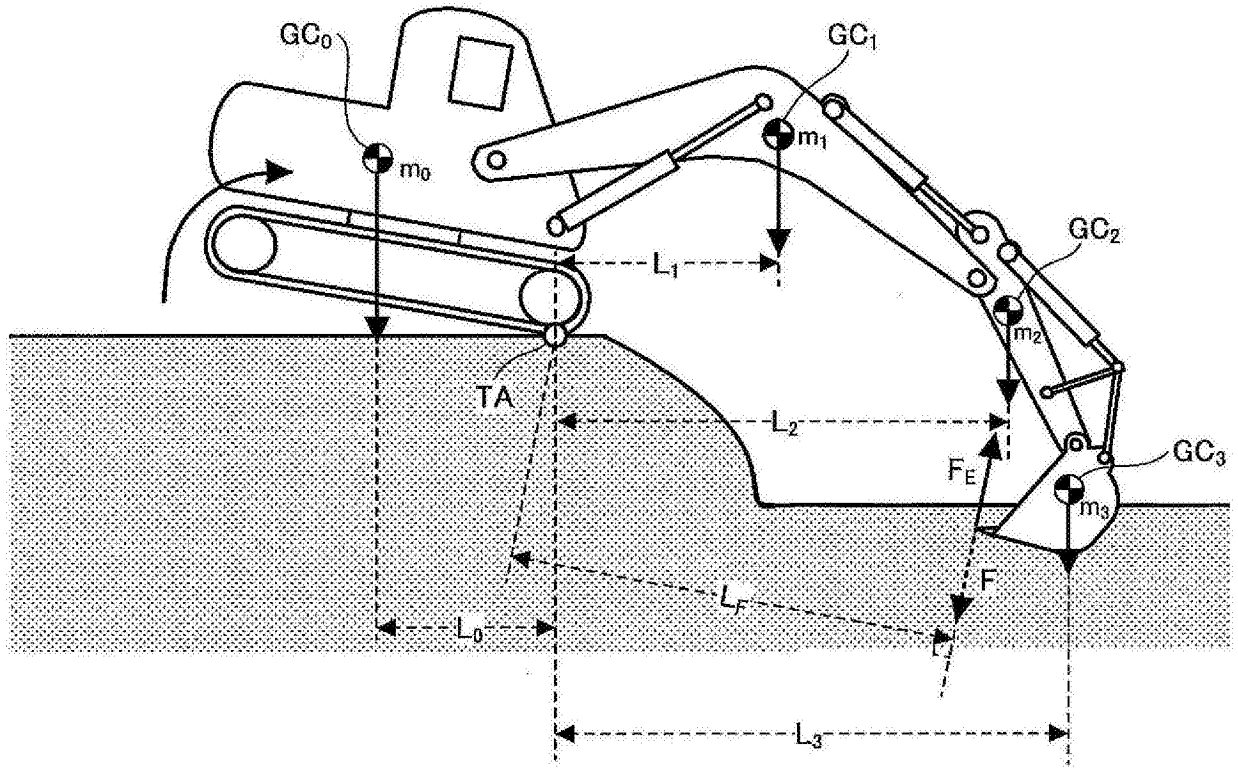


图17

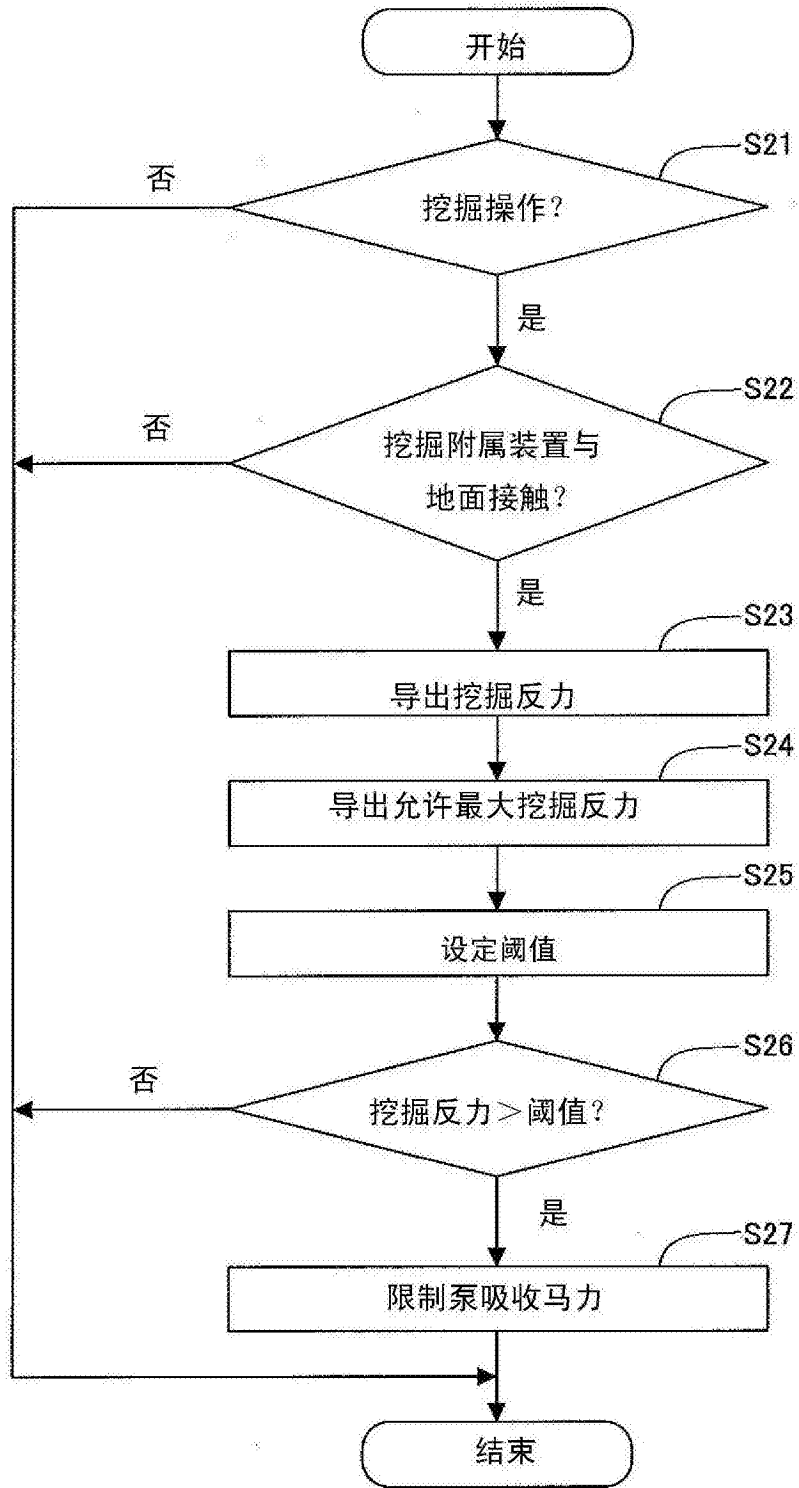


图18

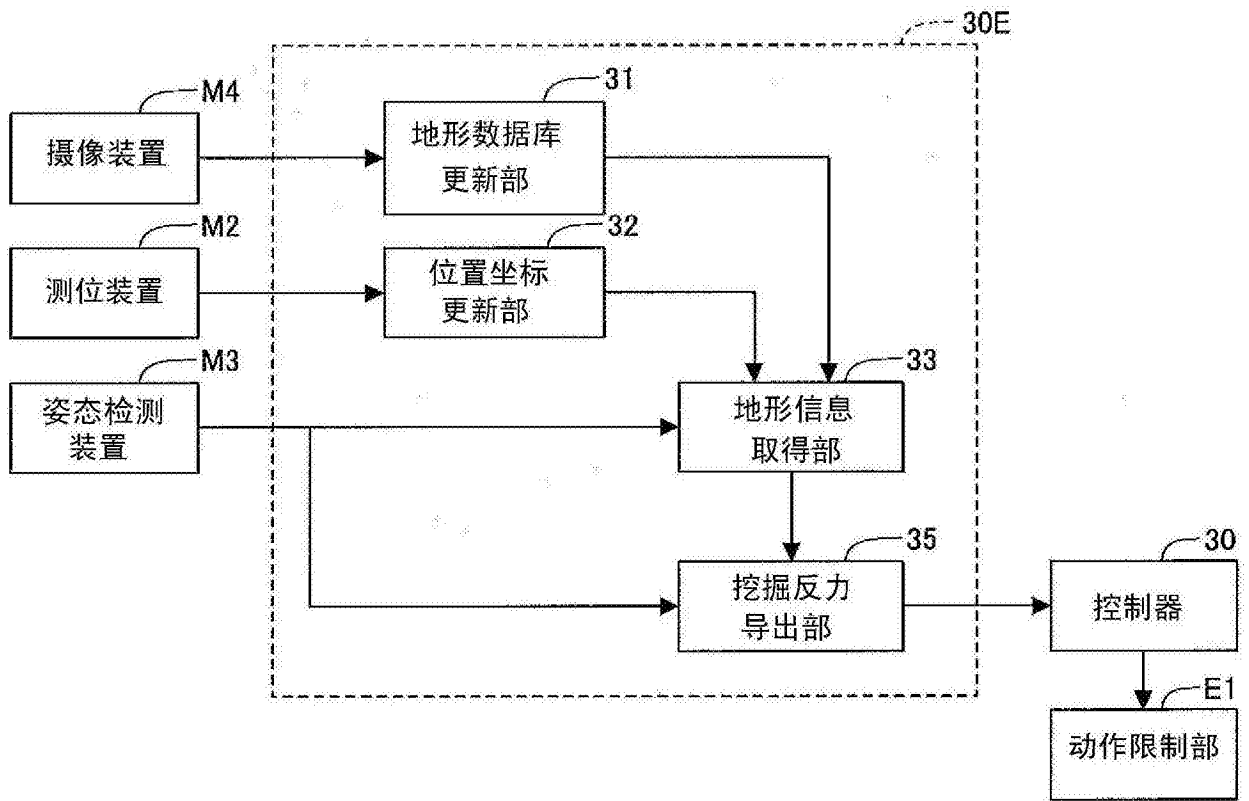


图19

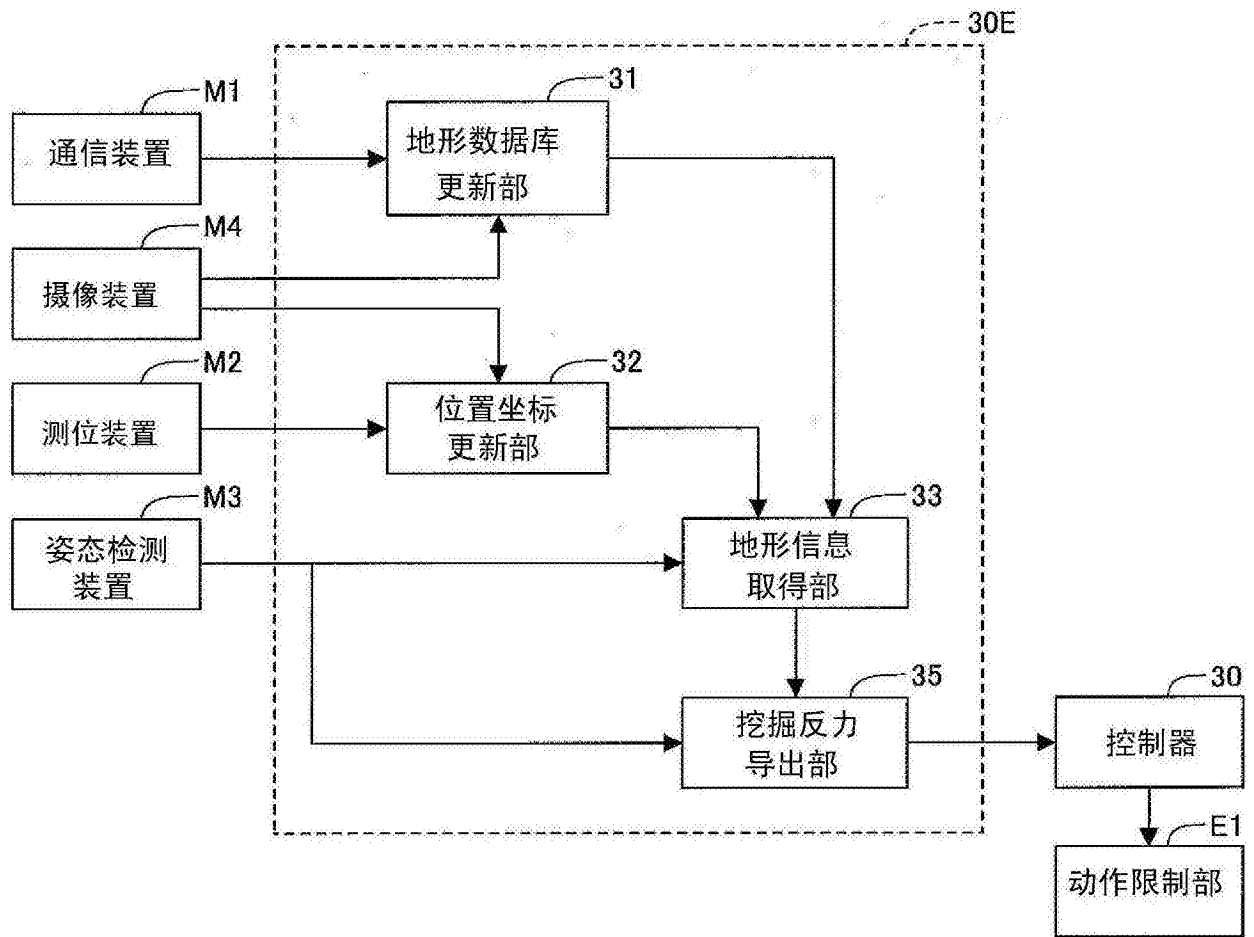


图20

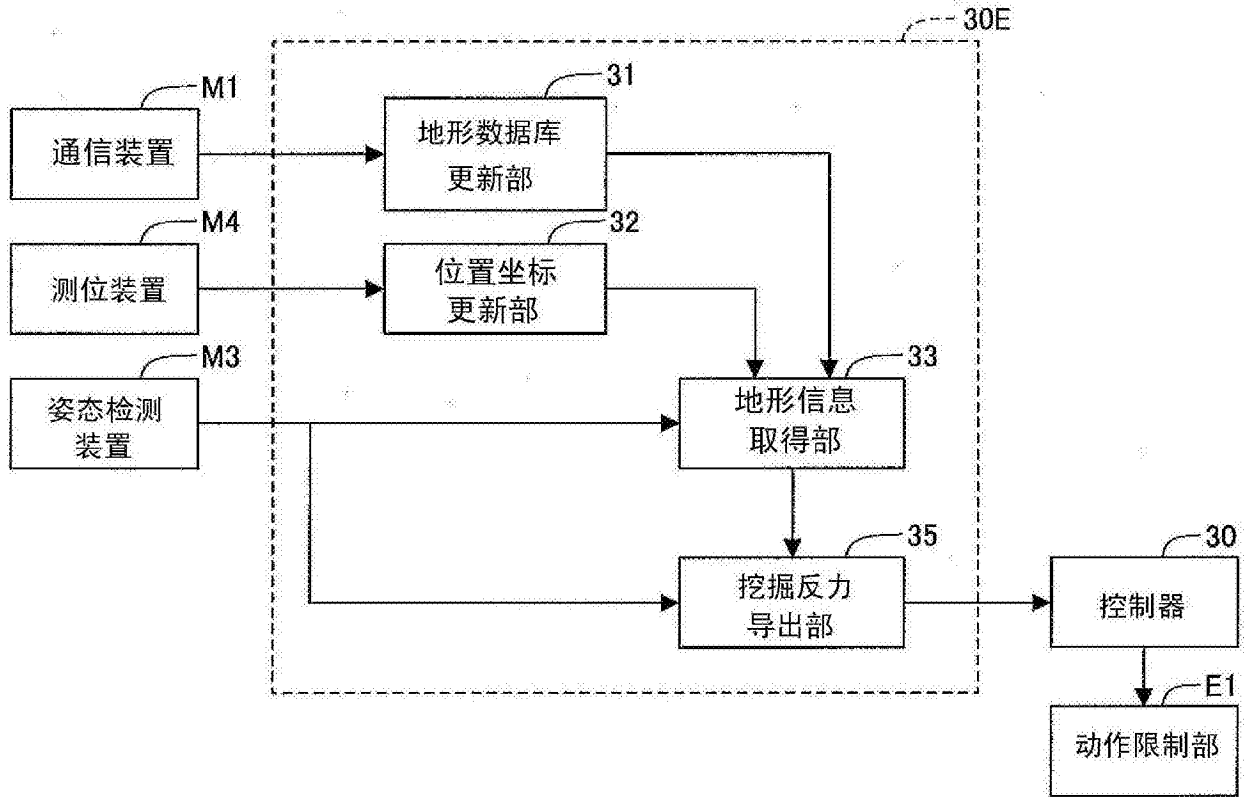


图21

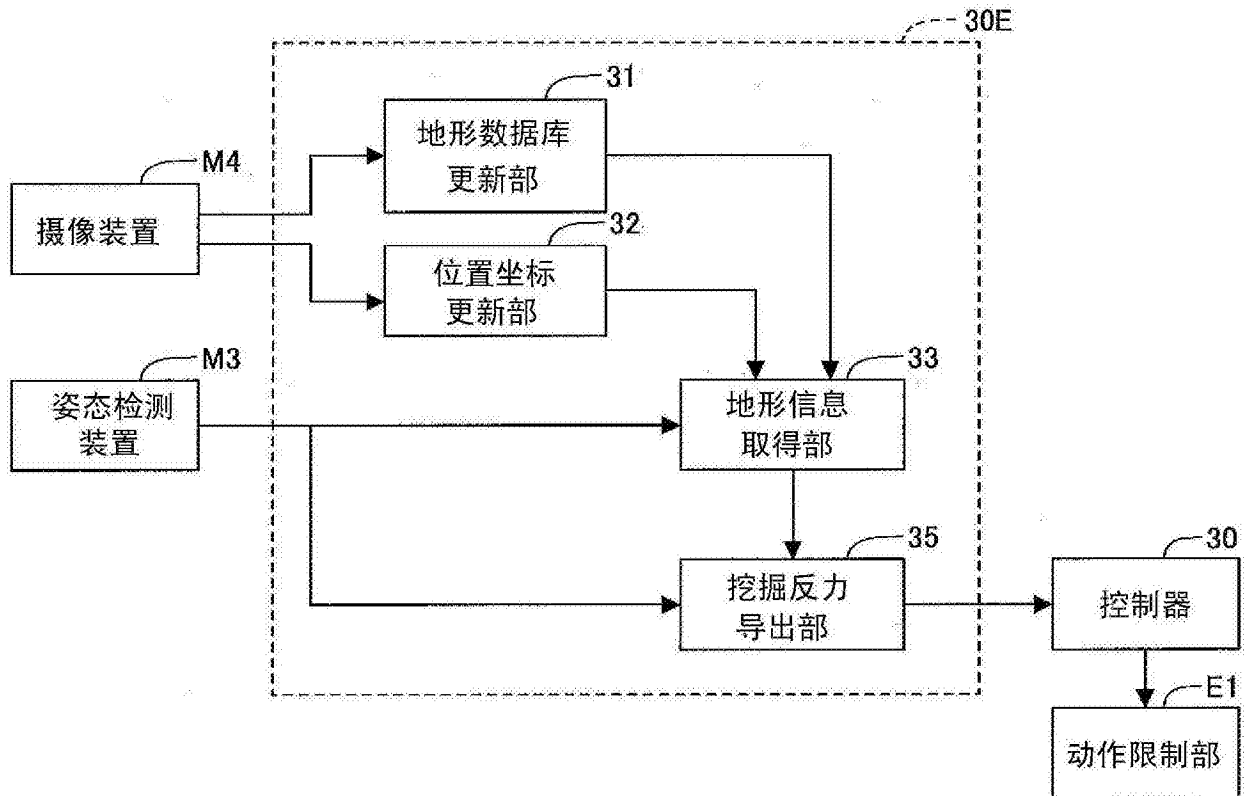


图22