(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119731391 A
(43)申请公布日 2025.03.28

(21)申请号 202380060683.7
(22)申请日 2023.08.07
(30)优先权数据
2022-143338 2022.09.08 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2025.02.19
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2023/028819 2023.08.07
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/053315 JA 2024.03.14
(71)申请人 日立建机株式会社
地址 日本东京都
(72)发明人 早川直树 泉枝穗
(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所 11256
专利代理师 陈伟 孙明轩
(51)Int.Cl.
E02F 9/26(2006.01)
E02F 3/43(2006.01)

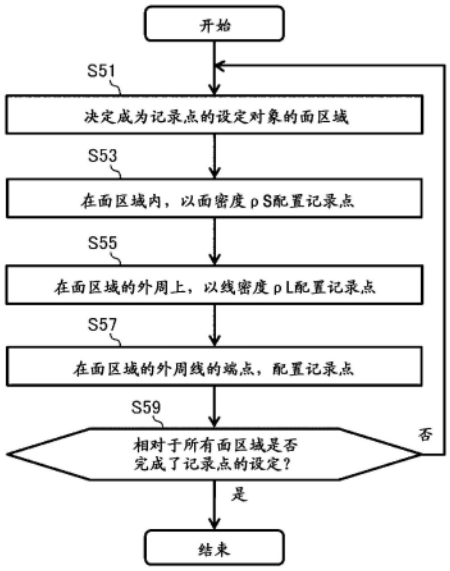
权利要求书2页 说明书27页 附图26页

(54)发明名称

施工历史运算系统以及地形数据生成系统

(57)摘要

施工历史运算系统具有基于检测作业机械的姿势的姿势检测装置的检测结果来运算施工历史数据的控制器。控制器获取目标面数据,基于获取到的目标面数据,将包括构成目标面数据的对象构成面和相邻构成面的多个构成面设为面区域,相对于面区域以成为预先规定的面密度的方式设定多个记录点,基于姿势检测装置的检测结果,运算作业机械的作业装置的轨迹,运算将构成作业装置的轨迹的作业装置的监视点的位置信息与多个记录点的每一个建立了对应关系的作业装置的轨迹的位置信息并作为施工历史数据。



CN 119731391 A

1.一种施工历史运算系统,其具有基于检测作业机械的姿势的姿势检测装置的检测结果来运算施工历史数据的控制器,所述施工历史运算系统的特征在于,

所述控制器构成为,

获取目标面数据,

基于获取到的所述目标面数据,将包括构成所述目标面数据的对象构成面和与所述对象构成面相邻的相邻构成面的多个构成面设为面区域,相对于所述面区域以成为预先规定的面密度的方式设定多个记录点,

基于所述姿势检测装置的检测结果,运算所述作业机械的作业装置的轨迹,

运算将构成所述作业装置的轨迹的所述作业装置的监视点的位置信息与多个所述记录点的每一个建立了对应关系的所述作业装置的轨迹的位置信息并作为所述施工历史数据。

2.如权利要求1所述的施工历史运算系统,其特征在于,

所述控制器相对于构成所述目标面数据的所有的所述构成面,以成为固定的面密度的方式设定所述记录点。

3.如权利要求1所述的施工历史运算系统,其特征在于,

所述控制器针对每一个构成所述目标面数据的所述构成面,以成为根据所述构成面相对于基准面的倾斜角度而预先规定的面密度的方式设定所述记录点。

4.如权利要求1所述的施工历史运算系统,其特征在于,

所述目标面数据是通过多个所述构成面规定目标形状的数据,

所述控制器构成为,

在构成获取到的所述目标面数据的多个所述构成面中的所述对象构成面与所述相邻构成面的法线彼此所成的角不足预先规定的角度阈值的情况下,将所述对象构成面和所述相邻构成面作为同一个面区域而设定,

在构成获取到的所述目标面数据的多个所述构成面中的所述对象构成面与所述相邻构成面的法线彼此所成的角为所述角度阈值以上的情况下,将所述对象构成面和所述相邻构成面作为不同的面区域而设定。

5.如权利要求4所述的施工历史运算系统,其特征在于,

所述控制器构成为,

运算构成一个面区域的多个所述构成面的法线向量的平均向量,

当所述平均向量与所述构成面的法线向量所成的角为角度阈值以上时,将该构成面从所述一个面区域中排除。

6.如权利要求1所述的施工历史运算系统,其特征在于,

所述控制器在所述面区域的外周上设定记录点。

7.如权利要求1所述的施工历史运算系统,其特征在于,

所述控制器在构成所述面区域的外周的线的端点设定所述记录点。

8.如权利要求1所述的施工历史运算系统,其特征在于,

所述控制器运算从所述记录点通过并在方向向量的方向上延伸的直线与所述作业装置的轨迹之间的交点的位置信息并作为所述施工历史数据。

9.如权利要求8所述的施工历史运算系统,其特征在于,

所述控制器基于所述记录点所属的面区域的法线向量,运算与所述记录点建立了对应关系的所述方向向量。

10.如权利要求8所述的施工历史运算系统,其特征在于,

所述方向向量是铅直上方的向量。

11.如权利要求1所述的施工历史运算系统,其特征在于,

所述控制器构成为,

与所述记录点建立对应关系并运算从该记录点至所述作业装置的轨迹为止的距离,

在运算出的所述距离为距离阈值以上的情况下,不将与所述记录点建立了对应关系的所述作业装置的轨迹的位置信息作为所述施工历史数据而记录,

在运算出的所述距离不足所述距离阈值的情况下,记录与所述记录点建立了对应关系的所述作业装置的轨迹的位置信息并作为所述施工历史数据。

12.如权利要求11所述的施工历史运算系统,其特征在于,

所述控制器以使与设定于面密度高的面区域的记录点建立了对应关系的距离阈值小于与设定于面密度低的面区域的记录点建立了对应关系的距离阈值的方式针对每个记录点运算距离阈值。

13.如权利要求11所述的施工历史运算系统,其特征在于,

所述控制器以使与设定于目标形状的凹部的记录点建立了对应关系的距离阈值小于与设定于目标形状的凸部的记录点建立了对应关系的距离阈值的方式针对每个记录点运算距离阈值。

14.如权利要求1所述的施工历史运算系统,其特征在于,

所述控制器记录所述作业装置的轨迹中的离所述记录点的距离最短的位置的信息并作为所述作业装置的轨迹的位置信息。

15.一种地形数据生成系统,其特征在于,具有:

权利要求1所述的施工历史运算系统;和

基于所述施工历史数据中包含的所述作业装置的轨迹的位置信息来运算地形数据的地形数据运算系统,该地形数据表示基于所述作业机械的所述作业装置得到的既成形状。

施工历史运算系统以及地形数据生成系统

技术领域

[0001] 本发明涉及施工历史运算系统以及地形数据生成系统。

背景技术

[0002] 已知具有机械控制功能以及机械导引功能的液压挖掘机等作业机械。机械控制功能是指,以使铲斗沿着由三维CAD软件等创建的目标面运动的方式控制动臂、斗杆以及铲斗的动作的功能。机械导引功能是指,向操作员提示作业机械的姿势的信息、以及作业机械周围的目标面与作业机械的构成要素(铲斗等)之间的位置关系的信息等的功能。

[0003] 近年来,灵活运用将为了发挥机械控制功能以及机械导引功能而运算出的作业机械的三维位置信息与时刻信息一同记录而成的施工历史数据的动向正在扩大。例如有时会基于施工历史数据生成地形数据,并将生成的地形数据运用于基于作业机械进行的作业的既成高度的管理。

[0004] 专利文献1公开了一种作业机械的作业支援管理系统,其在挖掘支援数据库内设置如下的显示表格以及显示内容表格,在显示表格内储存每个网格的作业区域的状态,将识别显示方法(显示颜色)与该每个网格的状态建立对应关系并储存在显示内容表格内,使显示表格的每个网格的状态(高度)参照显示内容表格并读入所对应的显示颜色,对作业区域的状态进行颜色区分显示。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2005—11058号公报

发明内容

[0008] 专利文献1所述的系统中,以表示规定尺寸的平面的网格(单边50cm的正方形的网格)为构成单位来表现作业区域,按照每个网格来进行显示处理和详细数据的运算处理。但是,由于网格等间隔地设定,所以担心由网格的原点的位置和网格的间隔而导致无法正确再现坡面区域的如坡顶或坡脚那样的特征部分和斜面等的地形形状。即,专利文献1所述的系统中,具有无法生成高精度的地形数据的隐患。

[0009] 本发明的目的为,提供能够运算对于高精度地形数据的生成所需要的施工历史数据的施工历史运算系统以及地形数据生成系统。

[0010] 本发明的一个方案的施工历史运算系统具有基于检测作业机械的姿势的姿势检测装置的检测结果来运算施工历史数据的控制器。所述控制器获取目标面数据,基于获取到的所述目标面数据,将包括构成所述目标面数据的对象构成面和与所述对象构成面相邻的相邻构成面的多个构成面设为面区域,相对于所述面区域以成为预先规定的面密度的方式设定多个记录点,基于所述姿势检测装置的检测结果,运算所述作业机械的作业装置的轨迹,运算将构成所述作业装置的轨迹的所述作业装置的监视点的位置信息与多个所述记录点的每一个建立了对应关系的所述作业装置的轨迹的位置信息并作为所述施工历史数

据。

[0011] 发明效果

[0012] 根据本发明,能够提供可运算对于高精度地形数据的生成所需要的施工历史数据的施工历史运算系统以及地形数据生成系统。

附图说明

[0013] 图1是表示作业机械的管理系统的构成的图。

[0014] 图2是液压挖掘机的构成图。

[0015] 图3是表示液压挖掘机的液压驱动装置的构成的图。

[0016] 图4是地形数据生成系统的硬件构成图。

[0017] 图5是表示地形数据生成系统的主要功能的功能框图。

[0018] 图6是表示挖掘机基准坐标系的图。

[0019] 图7是目标形状的平面示意图。

[0020] 图8是目标形状的立体图。

[0021] 图9是目标形状的展开图,表示本实施方式的记录点的配置例。

[0022] 图10是目标形状的立体图,表示本实施方式的记录点的配置例。

[0023] 图11是表示将同一平面上的面细密划分得到的目标面数据的例子的图。

[0024] 图12A是表示在每个构成面上按照规定的面密度配置有记录点的例子的图。

[0025] 图12B是表示在由多个构成面形成的面区域内按照规定的面密度配置有记录点的例子的图。

[0026] 图13是表示基于记录点设定部进行的面区域的设定处理的步骤的流程图。

[0027] 图14是目标形状的立体图,表示目标形状被一分为四的例子。

[0028] 图15A是表示记录点配置在面区域的外周上的例子的图。

[0029] 图15B是表示记录点配置于面区域的外周线的端点的例子的图。

[0030] 图16是表示基于记录点设定部进行的记录点的设定处理的步骤的流程图。

[0031] 图17是说明记录点和在记录点上设定的方向向量的图。

[0032] 图18是表示施工朝向构成目标形状的铅直壁面进展的样子的图。

[0033] 图19是说明设定于目标形状的角部的记录点的方向向量的图。

[0034] 图20是表示施工历史数据表的一例的图,表示在施工历史数据表内包含记录点坐标、轨迹坐标和动作判断结果的例子。

[0035] 图21是说明铲斗的轨迹坐标的记录方法的图。

[0036] 图22是表示施工历史数据表的一例的图,表示在施工历史数据表内包含记录点坐标、方向向量、动作判断结果、和目标面距离的例子。

[0037] 图23是表示由车身控制器执行的施工历史数据生成处理的步骤的流程图。

[0038] 图24是说明施工历史数据的日志数据的提取条件的设定方法的例子的图。

[0039] 图25是表示由管理控制器执行的地形数据生成·输出处理的步骤的流程图。

[0040] 图26A是表示由本实施方式的地形数据生成系统生成的地形数据的图。

[0041] 图26B是表示由本实施方式的比较例的地形数据生成系统生成的地形数据的图。

[0042] 图27是表示由本实施方式的变形例1的车身控制器执行的记录点的设定处理的步

骤的流程图。

[0043] 图28是表示由本实施方式的变形例2的车身控制器执行的面区域的设定处理的步骤的流程图。

[0044] 图29A是表示距离阈值表的一例的图。

[0045] 图29B是表示目标形状的凹部和凸部的图。

具体实施方式

[0046] 参照附图,说明本发明的实施方式的作业机械的管理系统。作业机械是用于土木作业、工程作业、拆解作业等各种作业的机械。本实施方式中,以履带式的液压挖掘机100为例来说明作业机械。

[0047] 图1是表示作业机械的管理系统1的构成的图。如图1所示,管理系统1具有:设于在作业现场进行作业的液压挖掘机100上的车身控制器110;和设于管理服务器51的管理控制器150。管理服务器51设在作业现场或者管理中心50,该管理中心50设置在远离作业现场的场所。管理中心50例如设置在液压挖掘机100的生产商的施设、液压挖掘机100的租赁公司的施设、液压挖掘机100的所有者的施设等。管理服务器51是远程管理液压挖掘机100的状态的外部装置。

[0048] 液压挖掘机100和管理服务器51经由广域网的通信线路59进行双向通信。也就是说,液压挖掘机100和管理服务器51经由通信线路59进行信息(数据)的发送、接收。通信线路59是移动电话运营商等发展的移动电话通信网(移动通信网)、因特网等。液压挖掘机100例如经由无线基站58与通信线路59连接。

[0049] 管理服务器51接收从液压挖掘机100接收到的数据并储存于硬盘驱动器等存储装置52。管理服务器51使存储装置52内储存的信息(数据)显示于液晶显示装置等显示装置53。管理者通过键盘、鼠标等输入装置54操作管理服务器51,使规定的液压挖掘机100的信息显示于显示装置53,由此能够掌握液压挖掘机100的状态。

[0050] 图2是液压挖掘机100的构成图。如图2所示,液压挖掘机100具有车身(机体)100b、和安装于车身100b的作业装置100a。车身100b具有行驶体11、和能够旋转地设于行驶体11上的旋转体12,在旋转体12的前部安装有作业装置100a。液压挖掘机100具有使行驶体11的右侧的履带19驱动的行驶用液压马达3(也称为右侧行驶用液压马达3a)、和使行驶体11的左侧的履带19驱动的行驶用液压马达3(也称为左侧行驶用液压马达3b)。左右一对的履带19由行驶用液压马达3驱动,由此行驶体11行驶。液压挖掘机100具有使旋转体12相对于行驶体11回旋(旋转)的旋转用液压马达4。

[0051] 作业装置100a是具有由多个执行机构驱动的多个被驱动部件(前部件)的多关节型作业装置。作业装置100a是,三个被驱动部件(动臂8、斗杆9以及铲斗10)串联连结而成的构成。动臂8的基端部经由动臂销91(参照图6)能够转动地连结于旋转体12的前部。斗杆9的基端部经由斗杆销92(参照图6)能够转动地连结于动臂8的前端部。铲斗10经由铲斗销93(参照图6)能够转动地连结于斗杆9的前端部。动臂销91、斗杆销92、铲斗销93相互平行配置,各被驱动部件(动臂8、斗杆9以及铲斗10)能够在同一面内相对旋转。

[0052] 动臂8由作为执行机构的动臂缸(液压缸)5驱动,斗杆9由作为执行机构的斗杆缸(液压缸)6驱动,铲斗10由作为执行机构的铲斗缸(液压缸)7驱动。液压缸(5~7)具有:一端

被封堵的有底筒状的缸筒;将缸筒的另一端的开口封闭的头盖;贯穿头盖并插入缸筒的缸杆;和设于缸杆的前端并将缸筒内划分为活塞杆侧油室和缸底侧油室的活塞。动臂缸5的一端侧与旋转体12连结,另一端侧与动臂8连结。斗杆缸6的一端侧与动臂8连结,另一端侧与斗杆9连结。铲斗缸7的一端侧与斗杆9连结,另一端侧经由铲斗连杆13与铲斗10连结。通过使各液压缸(5～7)驱动而进行山地的挖掘、平整等作业。

[0053] 在旋转体12的前部左侧设有供操作员搭乘的驾驶室17。在驾驶室17设有用于进行向行驶体11的动作指示的右行驶杆装置23a以及左行驶杆装置23b。另外,在驾驶室17设有用于进行向动臂8、斗杆9,铲斗10以及旋转体12的动作指示的右操作杆装置22a以及左操作杆装置22b。这样地,本实施方式的液压挖掘机100具有用于使旋转体12、作业装置100a以及行驶体11动作的操作装置(22a、22b、23a、23b)。

[0054] 在旋转体12上搭载有作为原动机的发动机14,由发动机14驱动的泵2、以及控制阀单元20。虽未图示,但控制阀单元20具有多个流量控制阀(也称为方向控制阀),控制作为从泵2向执行机构(动臂缸5、斗杆缸6、铲斗缸7、旋转用液压马达4、以及行驶用液压马达3)供给的工作流体的工作油的流动(流量以及方向)。

[0055] 图3是表示液压挖掘机100的液压驱动装置的构成的图。此外,为了简化说明,图3中,记载了用于使动臂缸5、斗杆缸6、铲斗缸7以及旋转用液压马达4驱动的构成,省略与本实施方式没有直接关系的回路、阀等的图示。

[0056] 泵2由发动机14驱动,从油箱吸入工作油,向将控制阀单元20和泵2的排出口连接的泵管路L1排出。此外,图3中,表示了泵2是固定容量型的液压泵的例子,但也可以采用可变容量型的液压泵。另外,向控制阀单元20供给工作油的泵2可以是一个,也可以是多个。

[0057] 控制阀单元20通过由具有多个电磁比例阀41a～44b的电磁阀单元40控制而控制从泵2向执行机构供给的工作油(液压油)的流动。控制阀单元20根据由电磁比例阀41a、41b生成的信号压,控制从泵2向动臂缸5供给的工作油(液压油)的流动。控制阀单元20根据由电磁比例阀42a、42b生成的信号压,控制从泵2向斗杆缸6供给的工作油(液压油)的流动。控制阀单元20根据由电磁比例阀43a、43b生成的信号压,控制从泵2向铲斗缸7供给的工作油(液压油)的流动。控制阀单元20根据由电磁比例阀44a、44b生成的信号压,控制从泵2向旋转用液压马达4供给的工作油(液压油)的流动。

[0058] 电磁比例阀41a～44b将从先导液压源29供给的先导液压油的压力作为一次压(原压),将根据来自阀驱动装置158(参照图4)的指令电流减压而生成的二次压作为信号压并向控制阀单元20输出。此外,先导液压源29例如是由发动机14驱动的液压泵(先导泵)。

[0059] 右操作杆装置22a具有将与操作杆的操作量和操作方向相应的电压信号(操作信号)作为动臂操作信息以及铲斗操作信息而向车身控制器110输出的操作传感器。左操作杆装置22b具有将与操作杆的操作量和操作方向相应的电压信号(操作信号)作为斗杆操作信息以及旋转操作信息而向车身控制器110输出的操作传感器。

[0060] 若操作信号从操作装置22a、22b的操作传感器输入车身控制器110,则车身控制器110以使执行机构按照与操作信号相应的动作速度动作的方式控制电磁阀单元40的电磁比例阀41a～44b。由此,控制阀单元20被控制,向执行机构供给从泵2排出的工作油,执行机构动作。

[0061] 若由操作装置22a进行了动臂抬升操作,则与该操作量相应的指令压从电磁比例

阀41a向动臂用的流量控制阀的第1受压部输出,动臂用的流量控制阀向一侧(动臂抬升侧)动作。由此,工作油向动臂缸5的缸底侧油室供给,并且从动臂缸5的活塞杆侧油室向油箱排出工作油。该结果为,动臂缸5伸长,动臂8以动臂销91为支点向上方转动。若由操作装置22a进行了动臂下降操作,则与该操作量相应的指令压从电磁比例阀41b向动臂用的流量控制阀的第2受压部输出,动臂用的流量控制阀向另一侧(动臂下降侧)动作。由此,工作油向动臂缸5的活塞杆侧油室供给,并且从动臂缸5的缸底侧油室向油箱排出工作油。该结果为,动臂缸5收缩,动臂8以动臂销91为支点向下方转动。

[0062] 若由操作装置22a进行了铲斗铲装操作,则与该操作量相应的指令压从电磁比例阀43a向铲斗用的流量控制阀的第1受压部输出,铲斗用的流量控制阀向一侧(铲斗铲装侧)动作。由此,工作油向铲斗缸7的缸底侧油室供给,并且从铲斗缸7的活塞杆侧油室向油箱排出工作油。该结果为,铲斗缸7伸长,铲斗10以铲斗销93为支点向下方转动。也就是说,进行铲斗铲装动作。若由操作装置22a进行了铲斗卸载操作,则与该操作量相应的指令压从电磁比例阀43b向铲斗用的流量控制阀的第2受压部输出,铲斗用的流量控制阀向另一侧(铲斗卸载侧)动作。由此,工作油向铲斗缸7的活塞杆侧油室供给,并且从铲斗缸7的缸底侧油室向油箱排出工作油。该结果为,铲斗缸7收缩,铲斗10以铲斗销93为支点向上方转动。也就是说,进行铲斗卸载动作。

[0063] 若由操作装置22b进行了斗杆收回操作,则与该操作量相应的指令压从电磁比例阀42a向斗杆用的流量控制阀的第1受压部输出,斗杆用的流量控制阀向一侧(斗杆收回侧)动作。由此,工作油向斗杆缸6的缸底侧油室供给,并且从斗杆缸6的活塞杆侧油室向油箱排出工作油。该结果为,斗杆缸6伸长,斗杆9以斗杆销92为支点向下方转动。也就是说,进行斗杆收回动作。若由操作装置22b进行了斗杆放出操作,则与该操作量相应的指令压从电磁比例阀42b向斗杆用的流量控制阀的第2受压部输出,斗杆用的流量控制阀向另一侧(斗杆放出侧)动作。由此,工作油向斗杆缸6的活塞杆侧油室供给,并且从斗杆缸6的缸底侧油室向油箱排出工作油。该结果为,斗杆缸6收缩,斗杆9以斗杆销92为支点向上方转动。也就是说,进行斗杆放出动作。

[0064] 若通过执行机构(5、6、7)的动作而使被驱动部件(8、9、10)转动,则作业装置100a的姿势以及铲斗10的爪尖等位置会变化。

[0065] 若由操作装置22b进行了右旋转操作,则与该操作量相应的指令压从电磁比例阀44a向旋转用的流量控制阀的第1受压部输出,旋转用的流量控制阀向一侧(右旋转侧)动作。由此,工作油向旋转用液压马达4供给,旋转用液压马达4向一个方向(右旋转方向)旋转。该结果为,旋转体12相对于行驶体11向右方向旋转。若由操作装置22b进行了左旋转操作,则与该操作量相应的指令压从电磁比例阀44b向旋转用的流量控制阀的第2受压部输出,旋转用的流量控制阀向另一侧(左旋转侧)动作。由此,工作油向旋转用液压马达4供给,旋转用液压马达4向另一方向(左旋转方向)旋转。该结果为,旋转体12相对于行驶体11向左方向旋转。若通过旋转用液压马达4的动作而使旋转体12相对于行驶体11旋转,则铲斗10的爪尖等位置会变化。

[0066] 液压挖掘机100具有检测动臂缸5、斗杆缸6以及铲斗缸7内的压力(缸压)并将其检测结果(电气信号)向车身控制器110输出的压力传感器5a～7b。压力传感器5a检测动臂缸5的活塞杆侧油室的压力,压力传感器5b检测动臂缸5的缸底侧油室的压力。压力传感器6a检

测斗杆缸6的活塞杆侧油室的压力,压力传感器6b检测斗杆缸6的缸底侧油室的压力。压力传感器7a检测铲斗缸7的活塞杆侧油室的压力,压力传感器7b检测铲斗缸7的缸底侧油室的压力。

[0067] 如图2所示,在动臂8上安装有用于测量动臂8相对于旋转体12的转动角度(以下也称为动臂角)α(参照图6)的动臂角度传感器30。在斗杆9上安装有用于测量斗杆9相对于动臂8的转动角度(以下也称为斗杆角)β(参照图6)的斗杆角度传感器31。在铲斗连杆13上安装有用于测量铲斗10相对于斗杆9的转动角度(以下也称为铲斗角)γ(参照图6)的铲斗角度传感器32。此外,铲斗角度传感器32也可以不安装于铲斗连杆13,而安装于铲斗10。在旋转体12上安装有用于测量旋转体12(车身100b)相对于基准面(例如水平面)的前后方向的倾斜角度(以下也称为俯仰角)θp(参照图6)的车身前后倾斜角度传感器33a。另外,在旋转体12上安装有用于测量旋转体12(车身100b)相对于基准面(例如水平面)的左右方向的倾斜角度(以下也称为滚动角)θr(未图示)的车身左右倾斜角度传感器33b。

[0068] 本实施方式的角度传感器30、31、32、33a、33b是IMU(Inertial Measurement Unit:惯性测量装置)。此外,角度传感器30、31、32、33a、33b也可以不是IMU而是电位仪、回转式编码器等传感器。

[0069] 液压挖掘机100在旋转体12上具有左右一对的RTK—GNSS(Real Time Kinematic-Global Navigation Satellite Systems:全球卫星测位系统)用的天线(第1GNSS天线35a以及第2GNSS天线35b)、和搭载于驾驶室17内且使用由GNSS天线35a、35b接收到的电波计算液压挖掘机100的位置信息的GNSS接收装置36(参照图3、图5)。此外,GNSS天线35a、35b和GNSS接收装置36可以一体设置,也可以独立设置。GNSS接收装置36将GNSS天线35a、35b的位置信息向车身控制器110输出。

[0070] 角度传感器30、31、32、33a、33b、以及GNSS天线35a、35b作为检测液压挖掘机100的姿势的姿势传感器而发挥功能。另外,GNSS天线35a、35b作为检测液压挖掘机100的位置的位置传感器而发挥功能。

[0071] 如图3所示,液压挖掘机100具有姿势检测装置130,其基于由动臂角度传感器30、斗杆角度传感器31、铲斗角度传感器32、车身前后倾斜角度传感器33a、以及车身左右倾斜角度传感器33b得到的检测结果以及来自GNSS天线35a、35b的位置信息,检测(运算)液压挖掘机100的位置、方位、以及液压挖掘机100的姿势(作业装置100a的姿势、车身100b的姿势)。

[0072] 姿势检测装置130运算现场坐标系内的液压挖掘机100的位置、和表示液压挖掘机100的姿势的姿势信息、即动臂角α、斗杆角β、铲斗角γ、俯仰角θp、滚动角θr以及方位角θy,并向车身控制器110输出。

[0073] 参照图4以及图5,说明生成地形数据的地形数据生成系统180,该地形数据表示基于液压挖掘机100的作业装置100a得到的既成形状。首先,参照图4说明地形数据生成系统180的主要的硬件构成。图4是地形数据生成系统180的硬件构成图。

[0074] 如图4所示,地形数据生成系统180具有施工历史运算系统181和地形数据运算系统182。施工历史运算系统181搭载于液压挖掘机100。施工历史运算系统181具有:车身控制器110;用于与管理服务器51进行通信的通信装置155;检测(运算)液压挖掘机100的姿势的姿势检测装置130;将目标面数据向车身控制器110输入的目标面输入装置161;检测液压缸

(5～7)的压力的压力检测装置162;检测操作装置22a、22b的操作量的操作检测装置163;和储存信息的存储装置169。存储装置169是闪存、硬盘驱动器等的非易失性存储器。

[0075] 通信装置155是能够与跟通信线路59连接的无线基站58进行无线通信的无线通信装置,具有包括将规定频带设为敏感带宽的通信天线的通信接口。此外,通信装置155也可以利用Wi—Fi(注册商标)、ZigBee(注册商标)、Bluetooth(注册商标)等通信方式,与管理服务器51直接或者间接地进行信息交换。

[0076] 目标面输入装置161是能够将目标面数据向车身控制器110输入的装置。目标面数据包括构成目标面St(参照图6)的多个构成面的位置信息等。目标面数据例如具有基于三角形网格模型、四边形网格模型等数据构造。目标面数据包括多个节点的坐标、将节点彼此连接的边、以及被多条边围出的构成面S(参照图10等)的信息。目标面输入装置161与车身控制器110之间的数据的交换可以通过有线通信进行,也可以通过无线通信进行,也可以经由USB闪存、SD卡等记录介质进行。

[0077] 压力检测装置162具有压力传感器5a～7b,检测使作业装置100a的被驱动部件驱动的液压缸5～7的活塞杆侧油室以及缸底侧油室的压力,并将该检测结果向车身控制器110输出。操作检测装置163具有操作装置22a、22b的操作传感器,检测操作装置22a、22b的操作量以及操作方向,将该检测结果向车身控制器110输出。

[0078] 显示装置164设于液压挖掘机100的驾驶室17内。显示装置164是基于从车身控制器110输出的显示控制信号而使显示图像显示在显示画面内的液晶显示装置。阀驱动装置158基于从车身控制器110输出的阀驱动信号,控制向电磁阀单元40的电磁比例阀41a～44b的螺线管供给的指令电流。

[0079] 地形数据运算系统182设于管理中心50。地形数据运算系统182具有:管理控制器150;用于与液压挖掘机100进行通信的通信装置55;通过管理者的操作而将规定信息向管理控制器150输入的键盘、鼠标等的输入装置54;液晶显示装置等的显示装置53;和储存信息的存储装置52。

[0080] 通信装置55是能够经由作为广域网的通信线路59与液压挖掘机100通信的通信装置。此外,通信装置55也可以利用Wi—Fi(注册商标)、ZigBee(注册商标)、Bluetooth(注册商标)等通信方式,与液压挖掘机100直接或者间接地进行信息的交换。

[0081] 车身控制器110以及管理控制器150由微计算机构成,该微计算机具有作为工作电路的CPU(Central Processing Unit)110a、150a、作为存储装置的ROM(Read Only Memory)110b、150b及RAM(RandomAccessMemory)110c、150c、输入接口110d、150d及输出接口110e、150e、和其他周边回路。车身控制器110及管理控制器150可以分别由一个计算机构成,也可以由多个计算机构成。

[0082] 输入接口110d、150d将来自各种装置的信号转换为可由CPU110a、150a运算。ROM110b、150b是EEPROM等非易失性存储器。ROM110b、150b内储存有能够由CPU110a、150a执行如后述的流程图所示的各种运算的程序。也就是说,ROM110b、150b是可读取实现本实施方式的功能的程序的存储介质。

[0083] 另外,ROM110b内储存有液压挖掘机100的尺寸信息、阈值等的各种数据。例如,ROM110b内作为液压挖掘机100的尺寸信息而储存有从图6所示的动臂销91的中心位置至斗杆销92的中心位置的长度Lbm、从斗杆销92的中心位置至铲斗销93的中心位置的长度Lam、

从铲斗销93的中心位置至铲斗10的爪尖Pb的长度Lbkt。另外,ROM110b内作为液压挖掘机100的尺寸信息而储存有与液压缸(5～7)的安装位置有关的信息(例如,从动臂销91至动臂缸5的活塞杆侧连接部的距离、从动臂销91至动臂缸5的缸底侧连接部的距离等)。而且,在ROM110b内储存有GNSS天线35a、35b的挖掘机基准坐标系内的位置坐标。此外,GNSS天线35a、35b的挖掘机基准坐标系内的位置坐标能够基于设计尺寸、或者基于全站仪等测量器得到的测量结果而计算。

[0084] RAM110c、150c是易失性存储器,是在与CPU110a、150a之间直接进行数据的输入输出的工作存储器。RAM110c、150c在CPU110a、150a运算执行程序的期间内暂时储存必要的数据。

[0085] CPU110a、150a是将ROM110b、150b内储存的程序在RAM110c、150c内展开并运算执行的运算装置,依照程序相对于从输入接口110d、150d以及ROM110b、150b、RAM110c、150c取入的信号进行规定的运算处理。输出接口110e、150e生成与CPU110a、150a中的运算结果相应的输出用的信号,并将该信号向各种装置输出。

[0086] 接下来,参照图5,说明地形数据生成系统180的主要功能。图5是表示地形数据生成系统180的主要功能的功能框图。如图5所示,车身控制器110作为基于由姿势检测装置130检测到的液压挖掘机100的姿势来执行施工历史数据的生成处理的第1处理装置而发挥功能。管理控制器150作为基于施工历史数据中包含的作业装置100a的轨迹的位置信息来执行地形数据的运算处理的第2处理装置而发挥功能,其中,该地形数据表示基于液压挖掘机100的作业装置100a得到的既成形状。

[0087] 如图5所示,姿势检测装置130作为作业装置姿势检测部131、车身位置检测部132以及车身角度检测部133而发挥功能。作业装置姿势检测部131基于由动臂角度传感器30、斗杆角度传感器31、铲斗角度传感器32得到的检测结果,运算动臂角α、斗杆角β以及铲斗角γ,并将该运算结果向车身控制器110输出。

[0088] 车身位置检测部132基于从GNSS接收装置36输出的第1GNSS天线35a的位置信息,运算现场坐标系的天线位置信息,并向车身控制器110输出。车身位置检测部132在输入了现场坐标系以外的坐标系的位置信息的情况下,执行将该坐标系的位置信息转换为现场坐标系的位置信息的坐标转换处理,运算现场坐标系的天线位置信息。

[0089] 本实施方式中,说明GNSS接收装置36输出现场坐标系的坐标(坐标值)的情况。此外,GNSS接收装置36只要能够输出地理坐标系、平面直角坐标系、地心正交坐标系或现场坐标系的至少一个以上的坐标系的坐标即可。地理坐标系内的坐标由纬度、经度以及椭圆体高构成,平面直角坐标系、地心正交坐标系以及现场坐标系的坐标是由X、Y、Z坐标等构成的三维正交坐标系。地理坐标系的坐标能够使用高斯·克吕格的等角投影法等转换为平面直角坐标系等的三维正交坐标系的坐标。另外,平面直角坐标系、地心正交坐标系以及现场坐标系的坐标能够通过使用仿射转换或赫尔默特转换等而相互转换。

[0090] 本实施方式中的现场坐标系是对水平面上的东方向取E轴、对水平面上的北方向取N轴、对铅直上方向取H轴的以作业现场内的任意位置为原点的坐标系。

[0091] 车身角度检测部133基于第1GNSS天线35a以及第2GNSS天线35b的天线位置信息、和由车身前后倾斜角度传感器33a以及车身左右倾斜角度传感器33b得到的检测结果(传感器值),运算方位角θy、俯仰角θp以及滚动角θr,并将该运算结果向车身控制器110输出。车

身角度检测部133根据第1GNSS天线35a与第2GNSS天线35b之间的位置关系运算方位角θy。

[0092] 液压挖掘机100的车身控制器(第1处理装置)110执行如下处理:基于由姿势检测装置130检测到的液压挖掘机100的姿势生成施工历史数据,将生成的施工历史数据向液压挖掘机100的外部的管理服务器51发送。以下,详细说明车身控制器110的功能。

[0093] 车身控制器110作为记录点设定部111、轨迹运算部112、施工历史生成部113、以及发送部114而发挥功能。记录点设定部111在从目标面输入装置16获取目标面数据之后,运算后述的作业装置100a的监视点的轨迹的记录点的坐标(作业机轨迹记录位置)、和记录点中的方向向量。

[0094] 说明基于记录点设定部111进行的记录点的设定方法。首先,参照图7以及图8,说明记录点沿水平方向等间隔设定的例子。图7是目标形状120的平面示意图,图8是目标形状120的立体图。图7以及图8表示当从铅直上方向观察时在E轴方向以及N轴方向上等间隔设定有记录点(图中,由黑色填充的圆形标记)的例子。记录点是在后述的施工历史生成部113中当将铲斗10的轨迹的位置信息(ENH坐标)作为施工历史数据而记录时所使用的点。

[0095] 如图7以及图8所示,目标面数据是通过多个构成面S规定目标形状120的数据。目标形状120具有作为构成面S的正方形的顶端面区域125、和作为与顶端面区域125的各条边连接的四个构成面S的坡面区域121、122、123、124,呈四棱锥台形状。图7所示的例中,记录点沿水平方向(E轴方向以及N轴方向)按照固定间隔设定。因此,如图8所示,作为陡斜面的坡面区域121～124的单位面积内的记录点的数量比顶端面区域125的单位面积内的记录点的数量少。即,坡面区域121～124的表示单位面积内的记录点的数量的面密度[点/m^2]小于顶端面区域125的记录点的面密度。这样地,若相对于多个构成面S,沿E轴方向以及N轴方向以固定间隔配置记录点,则记录点的面密度在相对于基准面(E—N平面)的倾斜角度大的构成面S中变小。记录点的面密度高的一方能够高精度生成地形数据。图7以及图8所示的例中,坡面区域121～124的形状的精度低于顶端面区域125。

[0096] 因此,本实施方式的记录点设定部111基于获取到的目标面数据,相对于构成目标面数据的各构成面S以成为预先规定的面密度ρS的方式设定多个记录点。具体地,记录点设定部111以使顶端面区域125的记录点的面密度与坡面区域121～124的记录点的面密度成为相同的方式设定记录点。即,记录点设定部111相对于构成目标面数据的所有的构成面S,以成为固定的面密度ρS的方式设定记录点。面密度ρS预先储存于ROM110b。参照图9至图16,说明基于本实施方式的记录点设定部111进行的记录点的设定方法。

[0097] 图9是目标形状120的展开图,表示本实施方式的记录点的配置例。图10是目标形状120的立体图,表示本实施方式的记录点的配置例。如图9所示,本实施方式的记录点的设定方法为,将构成目标形状120的面(顶端面区域125、坡面区域121～124)展开并在展开图上按照固定的面密度配置记录点的方法。具体地,记录点设定部111将构成目标面数据的多个构成面S设为面区域A,相对于该面区域A以成为预先规定的面密度ρS的方式设定多个记录点。例如,记录点设定部111将顶端面区域125作为成为记录点的设定对象的对象构成面,将与顶端面区域125相邻的坡面区域121～124作为相邻构成面,由这五个构成面S设定单独的面区域A。记录点设定部111相对于构成目标面数据的所有的构成面S,以成为固定的面密度的方式设定记录点。由此,如图10所示,如坡面区域121～124那样,即使在相对于E—N平面倾斜的面中,也能够按照与平行于E—N平面的顶端面区域125相同的面密度配置记录点。

[0098] 本实施方式中,通过将构成目标形状120的构成面S在E—N平面上展开,而相对于各构成面S使用同一个基准点、同一个第1基准轴即E轴以及同一个第2基准轴即N轴来等间隔配置记录点。此外,记录点的设定方法不限于此。相对于每个构成面S也可以设定不同的基准点以及基准轴。例如,也可以为,将构成面S的任意一条边设定作为该构成面S的第1基准轴,将与构成面S平行且与第1基准轴正交的轴设定作为第2基准轴。

[0099] 此外,在沿E轴方向以及N轴方向等间隔配置记录点的情况下,如以下说明那样地,有时记录点没有恰当配置于构成面S。参照图11,说明记录点没有恰当配置于构成面S的例子。图11是表示将同一个平面上的面细密划分得到的目标面数据的例子的图。在目标面输入装置161使用CAD软件(CAD:Computer—Aided Design)等自动生成目标面数据的情况下,根据目标形状120的划分方法,如图11所示,有时即使在同一个平面中,也形成有被复杂划分的构成面S。在此,例如,在按照每n[m^2]配置有一个记录点的规定的面密度配置记录点的情况下,如图12A所示,当被细密划分出的构成面S不足n[m^2]时,在该构成面S内没有配置任何一个记录点。该情况下,当在目标面数据整体上进行观察时,担心记录点没有以充分的面密度配置。

[0100] 因此,本实施方式中,将在同一个平面上连续存在的多个构成面S、以及形成平缓的曲面的多个连续的构成面S的集合作为同一个面区域A来看待,针对每个面区域A按照固定的面密度配置记录点。本实施方式中,一个或者多个构成面S构成了一个面区域A。记录点设定部111在构成获取到的目标面数据的多个构成面S中的相邻的构成面S的法线彼此所成的角度φ不足预先规定的角度阈值$\varphi 0$的情况下,将相邻的构成面S设定作为同一个面区域A。另外,记录点设定部111在构成获取到的目标面数据的多个构成面S中的相邻的构成面S的法线彼此所成的角度φ为角度阈值$\varphi 0$以上的情况下,将相邻的构成面S设定作为不同的面区域A。角度阈值$\varphi 0$预先储存于ROM110b。

[0101] 参照图13,说明由记录点设定部111进行的面区域A的设定处理的内容。图13所示的流程图的处理例如通过液压挖掘机100的点火开关(未图示)被开启而开始。

[0102] 如图13所示,步骤S10中,记录点设定部111决定成为面区域A的设定对象的初始的构成面,并向步骤S15前进。步骤S15中,记录点设定部111选择与成为记录点的设定对象的构成面(对象构成面)相邻的构成面(相邻构成面),并向步骤S20前进。相邻构成面是共有对象构成面的至少一条边的构成面。

[0103] 步骤S20中,记录点设定部111运算对象构成面的法线向量和相邻构成面的法线向量,并向步骤S25前进。步骤S25中,记录点设定部111运算对象构成面的法线向量与相邻构成面的法线向量所成的角度φ,并向步骤S30前进。

[0104] 步骤S30中,记录点设定部111判断由步骤S25运算出的所成的角度φ是否不足角度阈值$\varphi 0$。步骤S30中,若判断为所成的角度φ不足角度阈值$\varphi 0$,则处理向步骤S33前进。步骤S30中,若判断为所成的角度φ为角度阈值$\varphi 0$以上,则处理向步骤S36前进。

[0105] 步骤S33中,记录点设定部111将对象构成面和相邻构成面设定作为同一个面区域A,并向步骤S40前进。步骤S36中,记录点设定部111将对象构成面和相邻构成面设定作为不同的面区域A,并向步骤S40前进。

[0106] 步骤S40中,记录点设定部111判断是否具有与对象构成面相邻的其他的构成面S且其是尚未进行区域设定处理(步骤S33或步骤S36)的构成面S。步骤S40中,若判断为具有与对象构成面相邻的其他的构成面S且其是尚未进行区域设定处理的构成面S,则向步骤S15返回。此外,步骤S15中,记录点设定部111不再将已经进行了区域设定处理的构成面S作为对象构成面。步骤S15中,记录点设定部111将与对象构成面相邻且尚未进行区域设定处理(步骤S33或步骤S36)的构成面S选择作为相邻构成面,并向步骤S20前进。

[0107] 步骤S40中,若判断为不具有与对象构成面相邻的其他的构成面S且没有尚未进行区域设定处理的构成面S,则处理向步骤S45前进。步骤S45中,记录点设定部111判断相对于构成目标面数据的所有的构成面S是否完成了面区域A的设定。

[0108] 步骤S45中,如判断为相对于构成目标面数据的所有的构成面S没有完成面区域A的设定,则处理向步骤S10返回。步骤S10中,记录点设定部111决定成为面区域A的设定对象的下一个构成面S,并向步骤S15前进。此外,记录点设定部111不再将曾经作为对象构成面而决定的构成面S决定为对象构成面。即,记录点设定部111将一次都没有被决定为对象构成面的构成面S决定为对象构成面。

[0109] 步骤S45中,若判断为相对于构成目标面数据的所有的构成面S完成了面区域A的设定,则记录点设定部111结束图13的流程图所示的处理。

[0110] 参照图11,说明相对于构成面S的面区域A的设定处理的具体的一例。如图11所示,记录点设定部111将构成面Sa决定为对象构成面。记录点设定部111选择与构成面Sa相邻的构成面Sb。记录点设定部111运算作为对象构成面的构成面Sa的法线向量与作为相邻构成面的构成面Sb的法线向量所成的角度φ。

[0111] 记录点设定部111判断构成面Sa的法线向量与构成面Sb的法线向量所成的角度φ是否不足角度阈值φ0。记录点设定部111在判断为所成的角度φ不足角度阈值φ0的情况下,将构成面Sa和构成面Sb分别设定作为相同区域。例如,构成面Sa、Sb分别作为第1面区域A1而设定。记录点设定部111相对于与作为对象构成面的构成面Sa相邻的其他的构成面Sc、Sd也进行同样的处理。图11所示的例中,构成面Sc、Sd与构成面Sb同样地,作为与构成面Sa相同的区域而设定。即,构成面Sa、Sb、Sc、Sd分别作为第1面区域A1而设定。

[0112] 记录点设定部111变更对象构成面,并进行同样的处理。例如,记录点设定部111将构成面Sb作为下一个对象构成面而设定。记录点设定部111判断作为对象构成面的构成面Sb的法线向量与作为相邻构成面的构成面Se、Sz的法线向量所成的角度φ是否不足角度阈值φ0。记录点设定部111在构成面Sb的法线向量与构成面Se的法线向量所成的角度φ不足角度阈值φ0的情况下,将构成面Sb和构成面Se分别作为相同区域而设定。即,构成面Se作为与构成面Sa、Sb、Sc、Sd相同的第1面区域A1而设定。

[0113] 记录点设定部111在构成面Sb的法线向量与构成面Sz的法线向量所成的角度φ为角度阈值φ0以上的情况下,将构成面Sb和构成面Sz作为不同的区域而设定。例如,构成面Sz设定作为第2面区域A2。

[0114] 记录点设定部111相对于各构成面执行这种处理。该结果为,图11所示的例中,由粗线所示的矩形内的多个构成面S全部作为相同的第1面区域A1而设定。换言之,由粗线所

示的矩形状的第1面区域A1由多个三角形状的构成面S构成。记录点设定部111在所设定的面区域A中,以成为规定的面密度ρS的方式配置记录点。由此,如图12B所示,即使在同一平面内存在被细密划分出的构成面S的情况下,也能够按照恰当的面密度配置记录点。此外,记录点在构成面区域A的一个构成面S内沿着平行的第1基准轴以及第2基准轴等间隔配置。

[0115] 图14是与图10同样的图,表示图10的目标形状120一分为四的例子。此外,为了避免附图变得复杂,图14中,拉开间隔图示记录点。图14所示的例中,顶端面区域125一分为四,顶端面区域125由四个构成面125a、125b、125c、125d所构成。记录点设定部111将四个构成面125a～125d作为同一个面区域A15而设定,在该面区域A15内按照规定的面密度ρS配置记录点。同样地,记录点设定部111针对一分为二的坡面区域121～124,也分别将位于同一平面上的多个构成面S作为同一个面区域A11～A14而设定,在各面区域A11～A14内按照规定的面密度ρS配置记录点。

[0116] 如图14所示,根据用于配置记录点的基准点的位置、以及记录点的面密度ρS,有时会导致在目标形状120的坡脚以及坡顶等的对目标形状120付与特征的部位未配置有记录点。因此,本实施方式的记录点设定部111在各面区域A内按照规定的面密度ρS配置记录点,然后,如图15A的由黑色填充的三角形标记▲所示,在各面区域A的外周上按照预先规定的线密度ρL追加设定记录点。线密度ρL预先储存于ROM110b。记录点设定部111以面区域A的外周上的任意的点(位置)为基准点,按照固定间隔在外周上配置记录点。由此能够高精度表现坡面区域121～124的坡脚以及坡顶的形状。

[0117] 记录点设定部111也可以为,如图15B的由黑色填充的星形标记★所示,在构成各面区域A的外周的外周线(直线或曲线)Lo的端点设定记录点。由此,能够高精度表现坡面区域121～124的端部(也就是说,目标形状120的边角部)的形状。

[0118] 此外,线Lo的端点的决定方法为如下。记录点设定部111在面区域A中,运算构成相互连接的构成面S的外周的构成线La、La彼此所成的角度ω,并判断运算出的所成的角度ω是否为包括180°的角度范围(ω1以上ω2以下)内的值。记录点设定部111在所成的角度ω为角度范围外的值的情况下,将构成线La、La彼此的连接点决定为端点。记录点设定部111在所成的角度ω为角度范围内的值的情况下,不将构成线La、La彼此的连接点作为端点。该情况下,将相互连接的构成线La、La彼此作为相同的外周线Lo而决定。规定角度范围的阈值ω1、ω2预先储存于ROM110b。ω1是从180°减去ω0(例如5°左右)得到的值,ω2是从180°加上ω0得到的值。

[0119] 参照图16,说明由记录点设定部111进行的记录点的设定处理的内容。图16所示的流程图的处理根据图13所示的流程图完成而开始。

[0120] 如图16所示,步骤S51中,记录点设定部111决定成为记录点的设定对象的初始的面区域A,并向步骤S53前进。步骤S53中,记录点设定部111在作为对象而决定的面区域(也记为对象面区域)A内,以成为预先规定的面密度ρS的方式配置记录点(参照图14),并向步骤S55前进。步骤S55中,记录点设定部111在对象面区域A的外周上,以成为预先规定的线密度ρL的方式配置记录点(参照图15A),并向步骤S57前进。步骤S57中,记录点设定部111在对象面区域A的外周线Lo的端点上配置记录点(参照图15B),并向步骤S59前进。

[0121] 步骤S59中,记录点设定部111判断相对于构成目标面数据的所有的面区域A是否完成了记录点的设定。步骤S59中,若判断为相对于构成目标面数据的所有的面区域A没有

完成记录点的设定,则处理向步骤S51返回。步骤S51中,记录点设定部111从未设定记录点的面区域A之中,决定成为记录点的设定对象的下一个面区域A,并向步骤S53前进。步骤S59中,若判断为相对于构成目标面数据的所有的面区域A完成了记录点的设定,则记录点设定部111结束图16的流程图所示的处理。

[0122] 接下来,参照图17,说明由记录点设定部111进行的方向向量的设定方法。图17是说明记录点和在记录点上设定的方向向量的图。方向向量是用于在后述的施工历史生成部113中运算铲斗10的轨迹的位置信息(ENH坐标)以及从铲斗10的轨迹至目标面St为止的距离(目标面距离)等所使用的向量。此外,从铲斗10的轨迹至目标面St为止的距离是,记录点、与从该记录点通过并在方向向量的方向上延伸的直线跟构成铲斗10的轨迹的面的交点之间的直线距离。

[0123] 如图17所示,规定的记录点Pr0的方向向量能够设为以从该记录点Pr0向铅直上方延伸的方式规定的单位向量(以下也称为第1方向向量141)。第1方向向量141预先储存于ROM110b。这样地,通过将从记录点沿铅直方向延伸的单位向量规定为方向向量,能够将从记录点的铅直上方通过的铲斗10的轨迹的位置信息作为施工历史数据而记录。另一方面,在将从记录点沿铅直方向延伸的向量作为方向向量而规定的情况下,有时无法恰当记录从记录点的侧方通过的铲斗10的轨迹的位置信息。参照图18,详细说明此情况。

[0124] 图18是表示施工朝向构成目标形状120的铅直壁面进展的样子的图。如图18所示,在目标形状120包含由相对于基准面(E—N平面)正交的面区域A构成的铅直壁面(目标面St)的情况下,在该铅直壁面上设定有E坐标以及N坐标相同但H坐标不同的多个记录点。若施工按照图18所示的铲斗的轨迹(1)、(2)、(3)的顺序朝向铅直壁面进展,则铲斗10的轨迹(也就是说,地形)向铅直壁面(目标面St)逐渐接近。在这种情况下,若如第1方向向量141(参照图17)那样地将方向向量设为铅直上方的向量,则具有无法恰当记录施工历史数据的隐患。此外,在目标形状120包含如随着从基准面趋向上方而目标面向外侧伸出那样的悬垂形状的情况下,也同样地具有无法恰当记录施工历史数据的隐患。因此,相对于铅直壁面和悬垂形状的面区域A的记录点,希望设定具有水平方向成分的方向向量。即,希望方向向量根据构成目标面数据的面区域A的倾斜而变更其朝向。

[0125] 如图17所示,本实施方式的记录点设定部111运算从规定的记录点Pr0在相对于该记录点Pr0所设定的面区域A正交的方向上延伸的单位向量并作为第2方向向量142,将其与记录点Pr0建立对应关系并储存。即,第2方向向量142是,与记录点所属的面区域A的法线向量平行且从面区域A朝向地下方向的相反方向(也就是说,空中等的地下方向)的单位向量。记录点设定部111针对每个面区域A运算法线向量,将该法线向量的单位向量作为第2方向向量142,并与属于面区域A的记录点建立对应关系并储存。由此,在目标形状120包含铅直壁面和悬垂形状的情况下,能够由施工历史生成部113恰当记录施工历史数据。此外,在目标形状120不包含铅直壁和悬垂形状的情况下,可以使用第1方向向量141,运算铲斗10的轨迹的ENH坐标以及目标面距离。该情况下,与使用第2方向向量142,运算铲斗10的轨迹的ENH坐标以及目标面距离的情况相比,能够降低运算负担。

[0126] 参照图19,说明设定于目标形状120的角部的记录点Pc的方向向量。如图19所示,在坡面区域的如坡顶或者坡脚那样的角部存在记录点Pc的情况下,记录点Pc所属的面区域A存在多个。该情况下,也可以将记录点Pc所属的面区域A的任意一个的方向向量作为角部

的记录点Pc的方向向量而采用,也可以将记录点Pc所属的多个面区域A中的至少任意两个以上面区域A的方向向量的合成向量的单位向量作为角部的记录点Pc的方向向量而采用。

[0127] 在此,在将多个面区域A的方向向量的合成向量的单位向量作为记录点Pc的方向向量而采用的情况下,也可以相对于各面区域A的方向向量(法线向量的单位向量)进行加权。本实施方式的记录点设定部111将记录点Pc所属的多个面区域A的方向向量中的、方向不同的所有方向向量的合成向量的单位向量作为记录点Pc的方向向量而采用。由此,无论目标面St(面区域A)的倾斜,都能够高精度记录根据施工的进展而向目标面St(面区域A)逐渐接近的现况地形。

[0128] 如图17所示,在车身控制器110的运算能力具有余裕的情况下,也可以获取在固定范围的期间内从固定范围的区域内通过的铲斗10的轨迹中的离记录点的距离最短的位置(ENH坐标)并作为铲斗10的轨迹的位置信息。该情况下,从该位置至记录点的距离(最短距离)Dmin被作为从铲斗10的轨迹至目标面St的距离(目标面距离)。此外,在获取离记录点最短的位置作为铲斗10的轨迹的位置信息的情况下,方向向量根据铲斗10的轨迹而变化,由此,在记录点设定部111中无法决定方向向量。因此,在获取离记录点最短的位置作为铲斗10的轨迹的位置信息的情况下,省略了基于记录点设定部111进行的决定方向向量的处理。

[0129] 以上那样地,记录点设定部111基于目标面数据,设定多个记录点的坐标,并设定各记录点的方向向量。此外,记录点的坐标可以是现场坐标系的ENH坐标,也可以是其他坐标系的坐标。在此,在具有E坐标以及N坐标相同但H坐标不同的记录点没有存在多个的情况(记录点的E坐标以及N坐标的组合是唯一的情况)下,也可以仅运算记录点的E坐标以及N坐标,省略H坐标的运算。另外,在方向向量不依赖记录点而取固定值的情况下,能够省略方向向量的运算处理。

[0130] 即,记录点设定部111只要是为了确定记录点以及方向向量而能够设定充分信息的构成即可。记录点设定部111也可以针对每个记录点分配固有ID。该情况下,后述的施工历史生成部113省略记录点和方向向量向施工历史数据的记录,仅记录固有ID。该情况下,后述的输出部154需要构成为,能够对于每个记录点输入或者导出固有ID与记录点的组合,能够谋求施工历史数据的容量削减。

[0131] 轨迹运算部112基于来自压力检测装置162的压力信息、来自操作检测装置163的操作信息、以及来自姿势检测装置130的姿势信息(角度信息),运算铲斗10的轨迹。

[0132] 在通过铲斗10挖掘山地的“挖掘动作”中,铲斗10的轨迹是,与地面接触的铲斗10的爪尖的移动轨迹。在通过使铲斗10向前方移动而由铲斗10的背面将地面压实的“压实动作”中,铲斗10的轨迹是,与地面接触的铲斗10的背面上的特定部位的移动轨迹。在将铲斗10击打地面的“斜坡夯实动作”中,铲斗10的轨迹相当于铲斗10击打地面的瞬间的铲斗10的底面。

[0133] 压实动作中,与地面接触的“铲斗10的背面上的特定部位”根据铲斗10的形状而不同。例如,在如坡面用铲斗那样的铲斗的背面和底面没有平缓连接的铲斗中,优选为,将铲斗的底面中的与爪尖相反的一侧的端部设定作为背面上的特定部位。另一方面,如普通的铲斗那样地,铲斗的背面和底面平缓连接,铲斗10的背面为曲面,根据铲斗10的形状会导致与地面接触的部位不同。因此,优选为,在作业前实验性进行压实动作,确认铲斗10与地面接触的部位,设定铲斗10的背面上的特定部位。

[0134] 轨迹运算部112基于来自操作检测装置163的操作信息、以及来自压力检测装置162的压力信息,判断液压挖掘机100是否正在进行挖掘动作。在挖掘动作中,进行斗杆拉回操作且铲斗10与地面接触。

[0135] 轨迹运算部112在左操作杆装置22b的斗杆拉回操作量为预先规定的操作量阈值La1以上的情况下,判断为正在进行斗杆拉回操作,在斗杆拉回操作量不足操作量阈值La1的情况下,判断为没有进行斗杆拉回操作。操作量阈值La1是用于判断左操作杆装置22b是否向斗杆拉回方向操作的阈值,预先储存于ROM110b。

[0136] 轨迹运算部112在斗杆缸6的缸底侧油室的压力Pab为压力阈值Pab0以上的情况下,判断为铲斗10与地面接触,在斗杆缸6的缸底侧油室的压力Pab不足压力阈值Pab0的情况下,判断为铲斗10没有与地面接触。压力阈值Pab0是用于判断在基于斗杆拉回操作的挖掘作业中铲斗10是否与地面接触的阈值,预先储存于ROM110b。当在斗杆缸6伸长的方向上动作时,若铲斗10与地面接触,则斗杆缸6的缸底侧油室的压力上升。因此,通过监视斗杆缸6的缸底侧油室的压力,能够判断是否正在进行挖掘动作。

[0137] 轨迹运算部112在左操作杆装置22b的斗杆拉回操作量为操作量阈值La1以上且斗杆缸6的缸底侧油室的压力Pab为压力阈值Pab0以上的情况下,判断为液压挖掘机100正在进行挖掘动作。轨迹运算部112在左操作杆装置22b的斗杆拉回操作量不足操作量阈值La1的情况下,或者在斗杆缸6的缸底侧油室的压力Pab不足压力阈值Pab0的情况下,判断为液压挖掘机100没有进行挖掘动作。

[0138] 轨迹运算部112基于来自操作检测装置163的操作信息、以及来自压力检测装置162的压力信息,判断液压挖掘机100是否正在进行压实动作。在压实动作中,进行斗杆推出操作,且铲斗10与地面接触。

[0139] 轨迹运算部112在左操作杆装置22b的斗杆推出操作量为预先规定的操作量阈值La2以上的情况下,判断为正在进行斗杆推出操作,在斗杆推出操作量不足操作量阈值La2的情况下,判断为没有进行斗杆推出操作。操作量阈值La2是用于判断左操作杆装置22b是否向斗杆推出方向操作的阈值,预先储存于ROM110b。

[0140] 轨迹运算部112在斗杆缸6的活塞杆侧油室的压力Par为压力阈值Par0以上的情况下,判断为铲斗10与地面接触,在斗杆缸6的活塞杆侧油室的压力Par不足压力阈值Par0的情况下,判断为铲斗10没有与地面接触。压力阈值Par0是用于判断在基于斗杆推出操作的压实作业中铲斗10是否与地面接触的阈值,预先储存于ROM110b。当在斗杆缸6收缩的方向上动作时,若铲斗10与地面接触,则斗杆缸6的活塞杆侧油室的压力上升。因此,通过监视斗杆缸6的活塞杆侧油室的压力,能够判断是否正在进行压实动作。

[0141] 轨迹运算部112在左操作杆装置22b的斗杆推出操作量为操作量阈值La2以上且斗杆缸6的活塞杆侧油室的压力Par为压力阈值Par0以上的情况下,判断为液压挖掘机100正在进行压实动作。轨迹运算部112在左操作杆装置22b的斗杆推出操作量不足操作量阈值La2的情况下,或者在斗杆缸6的活塞杆侧油室的压力Par不足压力阈值Par0的情况下,判断为液压挖掘机100没有进行压实动作。

[0142] 轨迹运算部112基于来自操作检测装置163的操作信息、以及来自压力检测装置162的压力信息,判断液压挖掘机100是否正在进行斜坡夯实动作。在斜坡夯实动作中,进行动臂下降操作,且铲斗10与地面接触并按压地面。

[0143] 轨迹运算部112在右操作杆装置22a的动臂下降操作量为预先规定的操作量阈值Lb1以上的情况下,判断为正在进行动臂下降操作,在动臂下降操作量不足操作量阈值Lb1的情况下,判断为没有进行动臂下降操作。操作量阈值Lb1是用于判断右操作杆装置22a是否在动臂下降方向上操作的阈值,预先储存于ROM110b。

[0144] 轨迹运算部112在动臂缸5的活塞杆侧油室的压力Pbr为压力阈值Pbr0以上的情况下,判断为铲斗10与地面接触并正在按压地面,在动臂缸5的活塞杆侧油室的压力Pbr不足压力阈值Pbr0的情况下,判断为铲斗10没有按压地面。压力阈值Pbr0是用于判断在基于动臂下降操作的斜坡夯实作业中铲斗10是否按压地面的阈值,预先储存于ROM110b。当在动臂缸5收缩的方向上动作时,若铲斗10按压(击打)至地面,则动臂缸5的活塞杆侧油室的压力急剧上升。因此,通过监视动臂缸5的活塞杆侧油室的压力,能够判断是否正在进行斜坡夯实动作。

[0145] 轨迹运算部112在右操作杆装置22a的动臂下降操作量为操作量阈值Lb1以上且动臂缸5的活塞杆侧油室的压力Pbr为压力阈值Pbr0以上的情况下,判断为液压挖掘机100正在进行斜坡夯实动作。轨迹运算部112在右操作杆装置22a的动臂下降操作量不足操作量阈值Lb1的情况下,或者在动臂缸5的活塞杆侧油室的压力Pbr不足压力阈值Pbr0的情况下,判断为液压挖掘机100没有进行斜坡夯实动作。

[0146] 此外,挖掘动作、压实动作、斜坡夯实动作的判断方法不限于上述方法。也可以基于来自操作检测装置163的操作信息以及来自压力检测装置162的压力信息中的一方来判断动作。例如也可以为,在动臂缸5的活塞杆侧油室的压力Pbr的时间变化率为阈值以上的情况下,判断为正在进行斜坡夯实动作,在动臂缸5的活塞杆侧油室的压力Pbr的时间变化率不足阈值的情况下,判断为没有进行斜坡夯实动作。

[0147] 轨迹运算部112在判断为正在进行挖掘动作、压实动作以及斜坡夯实动作的任意一个之后,执行轨迹运算处理。以下,详细说明轨迹运算处理。

[0148] 轨迹运算部112按照规定的运算周期,反复运算铲斗10上设定的监视点的位置坐标(位置信息),由此运算由每个时刻的监视点的位置坐标构成的铲斗10的轨迹(轨迹数据)。通过将监视点的位置坐标按照时序连结,确定出构成铲斗10的轨迹的面。

[0149] 监视点是用于在作业装置100a进行作业时确定铲斗10与地面接触的部位的轨迹的点,根据液压挖掘机100的动作内容(作业内容)而设定。在判断为进行挖掘动作的情况下,轨迹运算部112将铲斗10的爪尖Pb的左右端的两点设定作为监视点。在判断为进行压实动作的情况下,轨迹运算部112将铲斗10的背面的特定部位的左右端的两点设定作为监视点。在判断为进行斜坡夯实动作的情况下,轨迹运算部112将铲斗10的底面的四个角的点设定作为监视点。

[0150] 轨迹运算部112基于姿势检测装置130输出的姿势信息(动臂角α、斗杆角β、铲斗角γ、第1GNSS天线35a的现场坐标系内的天线位置坐标、以及车身100b(旋转体12)的方位角θy、滚动角θr、俯仰角θp)、和ROM110b内储存的液压挖掘机100的各部分的尺寸信息,按每个规定时间(运算周期)进行现场坐标系内的监视点的位置坐标的运算。按每个规定时间运算出的监视点的位置坐标是表示铲斗10的轨迹的信息。即,轨迹运算部112基于液压挖掘机100的姿势信息以及尺寸信息,运算铲斗10的轨迹。

[0151] 参照图6,说明进行挖掘动作时的监视点的位置坐标的具体的运算方法的例子。图

6是表示挖掘机基准坐标系的图。图6的挖掘机基准坐标系是相对于旋转体12设定的坐标系。挖掘机基准坐标系中,动臂销91的中心轴上的动臂销91的左右宽度的中心设定为原点O。挖掘机基准坐标系中,与旋转体12的旋转中心轴平行且从原点O向旋转体12的上方延伸的轴设定作为Z轴。挖掘机基准坐标系中,与Z轴正交且从原点O向旋转体12的前方延伸的轴设定作为X轴。挖掘机基准坐标系中,与Z轴以及X轴正交且从原点O向旋转体12的左方向延伸的轴设定作为Y轴。即,沿旋转体12的左右方向延伸的动臂销91的中心轴设定作为Y轴。

[0152] 动臂8相对于X—Y平面的倾斜角度是动臂角α,斗杆9相对于动臂8的倾斜角度是斗杆角β,铲斗10相对于斗杆9的倾斜角度是铲斗角γ。动臂角α是,在动臂8上升至上限的状态(动臂缸5最大伸长状态)下为最小且在动臂8下降至下限的状态(动臂缸5最大收缩状态)下为最大的值。斗杆角β是在斗杆缸6的最大收缩状态下为最小且在斗杆缸6的最大伸长状态为最大的值。铲斗角γ是在铲斗缸7的最大收缩状态(图6的状态)下为最小且在铲斗缸7的最大伸长状态下为最大的值。另外,车身100b(旋转体12)的绕着Y轴的倾斜角度是俯仰角θp,车身100b(旋转体12)的绕着X轴的倾斜角度是滚动角θr,车身100b(旋转体12)的绕着Z轴的倾斜角度是方位角θy。

[0153] 使用方位角θy、俯仰角θp以及滚动角θr、和第1GNSS天线35a的挖掘机基准坐标系内的坐标、以及基于第1GNSS天线35a的RTK—GNSS测位的现场坐标系内的坐标,由此能够相互转换车身坐标系和现场坐标系。

[0154] 监视点的现场坐标系内的位置坐标能够通过对从动臂8、斗杆9、铲斗10的转动角度α、β、γ、和作业装置100a的尺寸信息运算的挖掘机基准坐标系内的位置坐标进行转换而获得。

[0155] 挖掘机基准坐标系内的监视点(图6所示的例中,铲斗10的爪尖)Pb的Z坐标以及X坐标能够由以下的式(1)、(2)表示。

[0156] 【数1】

[0157] $Z=Lbm\cdot\sin\alpha+Lam\cdot\sin(\alpha+\beta)+Lbkt\cdot\sin(\alpha+\beta+y)\cdots(1)$

[0158] 【数2】

[0159] $X=Lbm\cdot\cos\alpha+Lam\cdot\cos(\alpha+\beta)+Lbkt\cdot\ \cdot\cos(\alpha+\beta+y)\cdots(2)$

[0160] 此外,作为监视点的铲斗10的爪尖Pb的Y坐标能够根据从原点O至铲斗10的宽度方向的中心的Y轴方向上的偏移量(固定值)Yo和铲斗10的爪尖的宽度而求出。例如在铲斗10的爪尖Pb的宽度为bw的情况下,监视点的Y坐标为Yo—(bw/2)以及Yo+(bw/2)。偏移量Yo预先储存于ROM110b。此外,在铲斗10的宽度方向的中心的Y坐标为0(零)的情况下,监视点的Y坐标为(—bw/2)以及(+bw/2)。

[0161] 若将挖掘机基准坐标系内的从第1GNSS天线35a朝向挖掘机基准坐标系的原点的向量设为(offset__X,offset__Y,offset__Z),将以挖掘机基准坐标系内的X、Y、Z轴为中心旋转的旋转矩阵设为Rx(θr)、Ry(θp)、Rz(θy),将挖掘机基准坐标系内的监视点的位置坐标设为(X,Y,Z),将从现场坐标系的原点朝向第1GNSS天线35a的位置坐标的位置向量设为(E__GNSS,N__GNSS,H__GNSS),则现场坐标系内的监视点的位置坐标(E,N,H)、即ENH坐标由以下的式(3)计算。

[0162] 【数3】

[0163] $$\begin{pmatrix} E \\ N \\ H \end{pmatrix} = Rx(\theta_r) \cdot Ry(\theta_p) \cdot Rz(\theta_y) \left(\begin{pmatrix} offset_X \\ offset_Y \\ offset_Z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} \right) + \begin{pmatrix} E_GNSS \\ N_GNSS \\ H_GNSS \end{pmatrix} \quad \cdots (3)$$

[0164] 图5所示的施工历史生成部113基于由记录点设定部111运算出的记录点的坐标以及方向向量、和由轨迹运算部112运算出的铲斗10的轨迹(监视点的轨迹),生成施工历史数据。施工历史生成部113使用规定的方法将构成铲斗10的轨迹的监视点的位置坐标(位置信息)与多个记录点的每一个建立对应关系,由此运算作为施工历史数据的铲斗10的轨迹的位置信息。施工历史生成部113将生成的施工历史数据记录于存储装置169。

[0165] 图20是表示施工历史数据表的一例的图。如图20所示,施工历史数据表是与时刻(时间戳)一同被记录的日志数据的集合体。图20所示的施工历史数据表的日志数据中包含作为记录点的信息的ENH坐标(也称为记录点坐标)、和作为从该记录点的附近通过的铲斗10的轨迹的位置信息的ENH坐标(也称为轨迹坐标)、和基于轨迹运算部112得出的动作判断结果。

[0166] 参照图21,说明作为施工历史数据的铲斗10的轨迹坐标的运算方法。本实施方式中,如图21所示,施工历史生成部113运算从记录点通过且在方向向量的方向上延伸的直线与构成铲斗10的轨迹的面之间的交点的ENH坐标并作为轨迹坐标。施工历史生成部113将运算出的轨迹坐标记录于施工历史数据表。即,本实施方式中,通过将从记录点延伸的方向向量用到的方法,将多个记录点与构成铲斗10的轨迹的监视点的位置信息建立对应关系,由此运算施工历史数据。

[0167] 然而,图21所示的例中,如在铅直壁面上设定的记录点那样,根据记录点的位置以及方向向量而存在从记录点通过且在方向向量的方向上延伸的直线与铲斗10的轨迹在与现况地形相差甚远的位置处相交的情况。因此,本实施方式中,施工历史生成部113与记录点建立对应关系并运算从该记录点至作业装置100a的轨迹为止的方向向量的方向上的距离(也就是说,从铲斗10的轨迹至记录点的距离即目标面距离)D,在运算出的目标面距离D为距离阈值D0以上的情况下,不将与记录点建立了对应关系的作业装置100a的轨迹的位置信息记录作为施工历史数据。施工历史生成部113在运算出的目标面距离D不足距离阈值D0的情况下,记录与记录点建立了对应关系的作业装置100a的轨迹的位置信息即ENH坐标并作为施工历史数据。距离阈值D0例如是1m左右的固定值,预先储存于ROM110b。

[0168] 图22是表示施工历史数据表的其他例的图。如图22所示,施工历史数据表的日志数据中,包含有记录点的ENH坐标(记录点坐标)、从该记录点至铲斗10的轨迹的方向向量的方向上的距离(也就是说,从铲斗10的轨迹至目标面St的距离即目标面距离)D、用于目标面距离D的运算的方向向量、和基于轨迹运算部112得出的动作判断结果。

[0169] 目标面距离D如上述那样地是从如下交点至记录点的直线距离,该交点是,从记录点通过且在方向向量的方向上延伸的直线与构成铲斗10的轨迹的面之间的交点。在铲斗10的轨迹从目标面St处于方向向量的方向(空中或者地上方向)上的情况下,目标面距离D取正值,在铲斗10的轨迹从目标面St处于方向向量的相反方向(朝向地下的方向)上的情况下,目标面距离D取负值。

[0170] 这样地,施工历史生成部113也可以为,运算铲斗10的轨迹的ENH坐标,将运算出的铲斗10的轨迹的ENH坐标其自身作为施工历史数据而记录(参照图20),也可以为,运算为了

确定铲斗10的轨迹的ENH坐标所需要的记录点的ENH坐标、方向向量以及目标面距离D,将该运算结果作为施工历史数据而记录(参照图22)。

[0171] 此外,铲斗10的轨迹的ENH坐标(参照图20)以及方向向量(参照图22)是与记录点建立了对应关系的参数。因此,在针对每个记录点分配了固有ID的情况下,也可以代替记录点的ENH坐标而将记录点的ID记录,由此谋求施工历史数据的容量的削减。另外,在多个日志数据中成为相同的时间戳的情况等在施工历史数据表内包含重复信息的情况下,也可以将日志数据设为可变长度而削减数据量。而且,在方向向量始终使用(0,0,1)等确定值的情况、在能够通过对记录点的坐标和目标面数据进行对照而以后处理的方式求出方向向量的情况、或在不使用方向向量等的情况下,也能够不记录不需要的信息和能够从其他参数导出的信息等并作为施工历史数据。

[0172] 图5所示的发送部114将由施工历史生成部113生成且储存在存储装置169内的施工历史数据的日志数据向管理控制器150发送。即,构成施工历史运算系统181的车身控制器110将存储装置169内储存的施工历史数据的日志数据相对于构成地形数据运算系统182的管理控制器150输出。

[0173] 参照图23,说明由车身控制器110执行的施工历史数据生成处理。图23所示的流程图的处理例如根据点火开关(未图示)被开启而开始。在进行了步骤S100的轨迹的记录点的设定处理之后,按照规定的运算周期反复执行步骤S105～S140的处理。

[0174] 如图23所示,步骤S100中,车身控制器110(记录点设定部111)基于从目标面输入装置161输入的目标面数据,设定记录点的坐标和方向向量,并向步骤S105前进。此外,步骤S100的具体处理的内容参照图13以及图16进行了说明,因此在此省略说明。步骤S105中,车身控制器110(轨迹运算部112)获取由操作检测装置163检测到的操作信息(操作方向以及操作量)、由姿势检测装置130检测到的姿势信息(液压挖掘机100的位置坐标、动臂角α、斗杆角β、铲斗角γ、俯仰角θp、滚动角θr以及方位角θy)、以及由压力检测装置162检测到的压力信息等的传感器信息,并向步骤S110前进。

[0175] 步骤S110中,车身控制器110(轨迹运算部112)执行基于由步骤S105获取到的操作信息以及压力信息来判断挖掘动作、压实动作以及斜坡夯实动作中的任意一个是否正在进行的动作判断处理。步骤S110中,若判断为挖掘动作、压实动作以及斜坡夯实动作中的任意一个正在进行,则认为基于作业装置100a的作业正在进行,处理向步骤S120前进。步骤S110中,若判断为挖掘动作、压实动作以及斜坡夯实动作中的任意一个都没有进行,则向步骤S105返回。

[0176] 步骤S120中,车身控制器110(轨迹运算部112)运算铲斗10的轨迹(监视点的位置坐标),并向步骤S125前进。步骤S125中,车身控制器110(施工历史生成部113)基于由步骤S120运算出的铲斗10的轨迹、和由步骤S100设定的记录点以及方向向量,运算从记录点通过且在方向向量的方向上延伸的直线与构成铲斗10的轨迹的面之间的交点的坐标(与记录点对应的轨迹坐标)、和目标面距离D,并向步骤S130前进。此外,在不存在从记录点通过且在方向向量的方向上延伸的直线与构成铲斗10的轨迹的面之间的交点的情况下,对目标面距离D设定预先规定的无效值。无效值是比距离阈值D0大的值,预先储存于ROM110b。

[0177] 步骤S130中,车身控制器110(施工历史生成部113)判断铲斗10是否从记录点附近通过。步骤S130中,车身控制器110在由步骤S125运算出的目标面距离D不足距离阈值D0的

情况下,判断为铲斗10从与该目标面距离D对应的记录点附近通过,并向步骤S140前进。步骤S130中,车身控制器110在与由步骤S125运算出的所有的记录点建立了对应关系的目标面距离D为距离阈值D0以上的情况下,判断为铲斗10没有从记录点附近通过,并向步骤S105返回。

[0178] 步骤S140中,车身控制器110将由步骤S130判断为铲斗10从记录点附近通过的记录点的ENH坐标、与该记录点对应的轨迹的ENH坐标以及目标面距离、和动作内容与本次运算循环中的时刻(时间戳)一同记录至存储装置169并作为施工历史数据,然后向步骤S105返回。

[0179] 通过反复执行图23的流程图所示的步骤S105～S140的处理,而使施工历史数据的日志数据累积于存储装置169。存储装置169内累积的施工历史数据的日志数据按照规定的发送周期向管理服务器51发送。

[0180] 如图5所示,管理服务器51的管理控制器(第2处理装置)150执行如下处理:接收从液压挖掘机100的车身控制器110发送的施工历史数据,基于接收到的施工历史数据中包含的铲斗10的轨迹的位置信息,生成地形数据。以下,详细说明管理控制器150的功能。

[0181] 管理控制器150作为接收部151、提取部152以及输出部154而发挥功能。接收部151接收从液压挖掘机100的车身控制器110发送的施工历史数据,并将接收到的施工历史数据的日志数据储存于存储装置52。

[0182] 接收部151将特定的液压挖掘机100输出的施工历史数据的日志数据累积至存储装置52。此外,接收部151也可以将多个液压挖掘机100输出的施工历史数据累积至存储装置52。

[0183] 当施工历史数据的日志数据累积于存储装置52时,具有在日志数据之中包含施工区域重复的日志数据的情况。提取部152推定存储装置52内储存的施工历史数据的日志数据中的铲斗10的轨迹与现况地形形状接近的数据并将其提取。即,在施工历史数据是通过挖掘动作或者压实动作而获得的数据的情况下,提取部152提取被推定为铲斗10沿着现况地形进行了移动的日志数据。以下,也将由提取部152提取出的日志数据称为提取日志数据。

[0184] 提取部152相对于存储装置52内储存的施工历史数据的日志数据,判断施工区域是否重复(也就是说,对应的记录点相同的日志数据是否存在两个以上)。

[0185] 本实施方式中,提取部152在针对同一个记录点而存在多个时间戳的日志数据的情况下,判断为施工区域重复。针对判断为施工区域重复的日志数据,例如轨迹的ENH坐标中的E坐标以及N坐标的组合与其他日志数据重复的日志数据,提取部152基于提取条件,推定这些日志数据之中与现况地形形状最接近的日志数据并将其提取。

[0186] 在存在关于与其他记录点不同的记录点的日志数据的情况下,提取部152判断为施工区域不重复。提取部152将判断为施工区域不重复的日志数据直接作为提取日志数据而采用。

[0187] 参照图24,说明施工历史数据的日志数据的提取条件的设定方法的例子。如图24所示,在现场不存在堆高部分的情况(仅存在挖低的情况)下,认为现况地形的高度始终在变低的方向上变化,由此优选为,对于施工历史数据的日志数据,采用“目标面距离为最低值”的提取条件。该情况下,施工区域重复的日志数据中的目标面距离D为最低值的数据被

作为提取日志数据而提取。在现场存在堆高部分的情况下,设想了现况地形的高度忽高忽低,由此优选为,对于施工历史数据的日志数据,不使用高度方向的条件,而是使用用到了时刻信息的提取条件“时刻为最新值”。该情况下,施工区域重复的日志数据中的时刻为最新值的数据被作为提取日志数据而提取。

[0188] 图5所示的输出部154将由提取部152提取出的日志数据转换为点群数据或TIN(Triangulated Irregular Network:不规则三角形网络)数据,将转换后的数据作为现况地形数据向进展管理系统190输出。

[0189] 进展管理系统190基于由管理控制器150生成的现况地形数据,运算既成高度、既成形状等进展管理信息。进展管理系统190将进展管理信息向显示装置53(参照图1、图4)输出,在显示装置53的显示画面中显示进展管理信息,由此相对于管理者进行信息提示。此外,信息提示方法不限于此。进展管理系统190也可以将进展管理信息向打印装置(未图示)输出,通过打印装置而将进展管理信息印刷为纸介质。

[0190] 另外,进展管理系统190也可以为,使进展管理信息显示于搭载于液压挖掘机100的显示装置164(参照图4)的显示画面、和在液压挖掘机100的周围进行作业的作业员所携带的智能手机、平板电脑、笔记本PC等携带终端的显示画面等。此外,进展管理系统190的功能也可以由管理控制器150所具备。

[0191] 参照图25,说明由管理控制器150执行的地形数据生成・输出处理。图25所示的流程图的处理根据由管理服务器51的输入装置54进行地形数据生成・输出处理的执行操作而开始,在未图示的初始设定进行之后执行。

[0192] 步骤S150中,管理控制器150基于提取条件,从存储装置52内储存的施工历史数据的日志数据中将提取日志数据提取出,并向步骤S170前进。

[0193] 步骤S170中,管理控制器150将由步骤S150提取出的日志数据转换为点群数据或TIN数据,将转换后的数据作为现况地形数据而向进展管理系统190输出,并结束图24的流程图所示的处理。

[0194] 参照图26A以及图26B,说明由本实施方式的地形数据生成系统180生成的地形数据与由本实施方式的比较例的地形数据生成系统生成的地形数据之间的差异。图26A是表示由本实施方式的地形数据生成系统180生成的地形数据的图,图26B是表示由本实施方式的比较例的地形数据生成系统生成的地形数据的图。

[0195] 如图7、图8以及图26B所示,本实施方式的比较例的地形数据生成系统基于在E—N平面上按照固定间隔di配置的记录点而生成地形数据。即,本实施方式的比较例的地形数据生成系统中,坡面区域121～124中的记录点的面密度小于顶端面区域125。因此,本实施方式的比较例的地形数据生成系统中,如图26B中双点划线所示,具有无法将坡顶以及坡脚等特征性部分的地形形状99高精度再现的情况。

[0196] 相对于此,本实施方式的地形数据生成系统180中,如图10以及图26A所示,在坡面区域121～124中以使坡面区域121～124中的记录点的面密度成为与顶端面区域125中的记录点的面密度相同程度的方式设定记录点。因此,本实施方式中,与比较例相比能够高精度再现坡顶以及坡脚等特征性部分的地形形状99。另外,如图15A所示,在构成目标形状120的各面区域A的外周上配置有记录点(三角形标记▲),由此能够更高精度再现坡顶以及坡脚等特征性部分的地形形状99。而且,如图15B所示,在构成目标形状120的各面区域A的外周

线Lo的端点配置有记录点(参照星形标记★),由此能够高精度再现地形形状99的边角部。

[0197] 根据上述的实施方式,起到如下的作用效果。

[0198] (1)施工历史运算系统180具有基于检测液压挖掘机(作业机械)100的姿势的姿势检测装置130的检测结果来运算施工历史数据的车身控制器(控制器)110。车身控制器110获取目标面数据,基于获取到的目标面数据,相对于构成目标面数据的面区域A以成为预先规定的面密度ρS的方式设定多个记录点。此外,面区域A由一个或者多个构成面S构成。例如,车身控制器110将构成目标面数据的多个构成面(包括对象构成面、和与对象构成面相邻的相邻构成面的多个构成面)设为面区域A。车身控制器110基于姿势检测装置130的检测结果,运算液压挖掘机100的作业装置100a的轨迹。车身控制器110运算将构成作业装置100a的轨迹的作业装置100a的监视点的位置信息与多个记录点的每一个建立了对应关系的作业装置100a的轨迹的位置信息并作为施工历史数据。作业装置100a的轨迹的位置信息可以如图20所示地为监视点的轨迹的坐标其自身,也可以如图22所示地为用于确定监视点的轨迹的坐标的信息,也就是说,记录点的坐标、方向向量以及目标面距离。

[0199] 该构成中,能够按照恰当的面密度在面区域A内配置记录点。本实施方式中,例如,如图10所示,能够将坡面区域121～124内设定的记录点的面密度设为与顶端面区域125内设定的记录点的面密度为相同程度。即,施工历史运算系统181能够基于面密度被恰当设定的记录点,生成施工历史数据并将其输出。因此,地形数据运算系统182能够生成高精度的地形数据。即,根据本实施方式,能够提供施工历史运算系统181,其能够运算对于高精度地形数据的生成所需要的施工历史数据,并将运算出的施工历史数据向地形数据运算系统182输出。

[0200] (2)地形数据生成系统180具有地形数据运算系统182,其基于施工历史运算系统181、和施工历史数据中包含的作业装置100a的轨迹的位置信息,运算对基于液压挖掘机(作业机械)100的作业装置100a得到的既成形状进行表示的地形数据。因此,根据本实施方式,能够提供可生成高精度的地形数据的地形数据生成系统180。

[0201] (3)在如图9以及图10所示地设定有面区域A的情况下,车身控制器110相对于构成目标面数据的所有的构成面(顶端面区域125、坡面区域121～124),以成为固定的面密度的方式设定记录点。例如在如图11所示地设定有面区域A(第1面区域A1)的情况下,车身控制器110相对于构成目标面数据的所有的面区域A(A1、A2…),以成为固定的面密度的方式设定记录点。同样地,在如图14所示地设定有面区域A的情况下,车身控制器110相对于面区域A11、A12、A13、A14、A15,以分别成为相同的面密度ρS的方式设定记录点。由此,施工历史运算系统181能够输出为了精度统一的地形数据的生成所需要的施工历史数据。

[0202] (4)目标面数据是由多个构成面S规定目标形状120的数据。车身控制器110在获取到的构成目标面数据的多个构成面S中的对象构成面与相邻构成面的法线彼此所成的角度φ不足预先规定的角度阈值$\varphi 0$的情况下,将对象构成面和相邻构成面设定作为同一个面区域(例如,图11所示的面区域A1)。车身控制器110在获取到的构成目标面数据的多个构成面S中的对象构成面与相邻构成面的法线彼此所成的角度φ为角度阈值$\varphi 0$以上的情况下,将对象构成面和相邻构成面设定作为不同的面区域(例如,包含图11所示的构成面Sb的面区域A1、和包含与构成面Sb相邻的构成面Sz的面区域A2)。

[0203] 根据该构成,如图11所示,在由面积小的多个构成面S构成了平坦的面,或者平缓弯曲的面的情况下,如图12B所示,相对于平坦的面或者弯曲的面,能够按照恰当的面密度设定记录点。

[0204] (5)车身控制器110在面区域A的外周上设定记录点(图15A的由黑色填充的三角形标记▲)。根据该构成,能够高精度表现坡面区域121～124的坡脚以及坡顶的形状。

[0205] (6)车身控制器110在构成面区域A的外周的线(外周线Lo)的端点设定记录点(图15B的由黑色填充的星形标记★)。根据该构成,能够高精度表现坡面区域121～124的端部(也就是说,目标形状120的边角部)的形状。

[0206] (7)车身控制器110运算从记录点通过并在方向向量的方向上延伸的直线与作业装置100a的轨迹之间的交点的位置信息并作为施工历史数据。根据该构成,与将固定范围的期间内从固定范围的区域内通过的铲斗10的轨迹中的离记录点的距离最短的位置(ENH坐标)作为铲斗10的轨迹的信息而获取的情况相比,能够降低车身控制器110的运算负担。

[0207] (8)车身控制器110基于记录点所属的面区域A的法线向量,运算与记录点建立了对应关系的方向向量。根据该构成,在目标面St(面区域A)相对于基准面(E—N平面)垂直设定的情况(目标形状120中包含铅直壁面的情况),或者在目标面St(面区域A)以随着从基准面趋向上方而向外侧伸出的方式设定的情况(目标形状120中包含悬垂形状的情况)下,施工历史运算系统181能够恰当输出铲斗10的轨迹的位置信息。

[0208] (9)在方向向量是铅直上方的向量的情况下,能够降低车身控制器110的运算负担。因此,在目标形状120中不包含铅直壁面以及悬垂形状的情况下,通过将方向向量一律设定为铅直上方的向量,能够降低对于高精度地形数据的生成所需要的施工历史数据的运算的负担。

[0209] (10)车身控制器110与记录点建立对应关系并运算从该记录点至作业装置100a的轨迹为止的距离(目标面距离)D。车身控制器110在运算出的距离(目标面距离)D为距离阈值D0以上的情况下,不将与记录点建立了对应关系的作业装置100a的轨迹的位置信息作为施工历史数据而记录。车身控制器110在运算出的距离(目标面距离)D不足距离阈值D0的情况下,将与记录点建立了对应关系的作业装置100a的轨迹的位置信息作为施工历史数据而记录。根据该构成,关于铲斗10的轨迹的规定的位置,能够防止生成重复的位置信息。即,能够降低从施工历史运算系统181向地形数据运算系统182输出的数据容量。

[0210] 如下那样的变形例也处于本发明的范围内,也能够使变形例所示的构成与由上述的实施方式所说明的构成组合,或者使由以下的不同的变形例所说明的构成彼此组合。

[0211] ＜变形例1＞

[0212] 上述实施方式中,说明了以使构成目标面数据的多个面区域A的所有区域成为相同的面密度的方式设定记录点的例子,但本发明不限于此。车身控制器110也可以针对每个面区域A以成为不同的面密度的方式设定记录点。

[0213] 通常,通过既成形状检查等想要详细确认施工是否按照设计进行的部分大多是坡面区域121～124。因此,记录点设定部111也可以为,以使坡面区域121～124中的记录点的面密度大于顶端面区域125中的记录点的面密度的方式设定记录点。该情况下,记录点设定部111将坡面区域121～124中的记录点的间隔设定得比顶端面区域125中的记录点的间隔短。

[0214] 图27说明由本实施方式的变形例1的车身控制器110执行的记录点的设定处理的内容。如图27所示,步骤S201中,车身控制器110获取目标面数据,并向步骤S203前进。步骤S203中,车身控制器110运算各面区域A相对于基准面(E—N平面)的倾斜角度θ,并向步骤S207前进。倾斜角度θ当与基准面平行时为0°,随着从基准面起的倾斜变大而变大,当与基准面正交时为90°(0°≤θ≤90°)。

[0215] 步骤S207中,车身控制器110相对于各面区域A,运算与倾斜角度θ相应的面密度,将其与面区域A建立对应关系并储存于RAM110c。与倾斜角度θ相应的面密度例如基于对随着倾斜角度θ变大而面密度变大的关系进行规定的表格或者计算式而运算。对倾斜角度θ与面密度的关系进行规定的表格或者计算式预先储存于ROM110b。

[0216] 当相对于各面区域A的面密度的运算处理(步骤S207)完成之后,处理向步骤S210前进。步骤S210中,车身控制器110基于面区域的面积、和与该面区域A建立了对应关系而设定的面密度,配置记录点。车身控制器110在步骤S210中,当相对于所有的面区域A配置完成记录点之后,结束图27的流程图所示的处理。

[0217] 这样地,本变形例的车身控制器110针对每个面区域A,以成为根据面区域A相对于基准面(E—N平面)的倾斜角度θ而预先规定的面密度的方式设定记录点。因此,与顶端面区域125的面密度相比,坡面区域121～124的面密度变高。该结果为,与顶端面区域125相比,能够提高坡面区域121～124的形状的精度。

[0218] 此外,在坡面区域121～124、以及顶端面区域125分别是单独的构成面S的情况(参照图9)下,车身控制器110将由顶端面区域(对象构成面)125和与顶端面区域125相邻的坡面区域(相邻构成面)121～124构成的多个构成面(图9所示的例中,五个构成面)S设定作为单独的面区域A。该情况下,车身控制器110相对于面区域A以成为预先规定的面密度ρS的方式设定多个记录点。而且,车身控制器110针对每个构成面S,根据构成面S相对于基准面的倾斜角度θ以成为预先规定的面密度的方式设定记录点。

[0219] ＜变形例2＞

[0220] 上述实施方式中,说明了在相邻的构成面S的法线彼此所成的角度φ不足角度阈值φ0的情况下将相邻的构成面S设定作为同一个面区域A的例子。在连续多个构成面S设定作为同一个面区域A的情况下,有时即使相邻的构成面S的法线彼此所成的角度φ小,同一个面区域A的两端部的构成面的法线彼此所成的角度也会变大。记录点沿着与构成面区域A的一个构成面S平行的第1基准轴以及第2基准轴以等间隔配置。因此,若一个面区域A的两端部的构成面S的法线彼此所成的角度大,则具有面密度在构成一个面区域A的构成面S之间产生偏差的隐患。因此,本变形例的车身控制器110在由多个构成面S构成了一个面区域A的情况下,运算构成一个面区域A的多个构成面S的法线向量Vn的平均向量Va,当平均向量Va与构成面S的法线向量Vn所成的角度ψ为角度阈值ψ0以上时,将该构成面S从一个面区域A中排除。角度阈值ψ0预先储存于ROM110b。

[0221] 参照图13以及图28,说明由本变形例的车身控制器110执行的面区域A的设定处理的步骤。车身控制器110执行图13所示的流程图的处理,当相对于所有的构成面S完成了面区域A的设定(步骤S45为是)时,执行图28所示的流程图。如图28所示,步骤S60中,车身控制器110将多个面区域A中的由多个构成面S构成的面区域A之一决定作为成为排除判断的执

行对象的面区域(以下也称为对象面区域),并向步骤S63前进。

[0222] 步骤S63中,车身控制器110运算构成对象面区域的多个构成面S的法线向量Vn的平均向量Va,并向步骤S65前进。步骤S65中,车身控制器110决定构成对象面区域的多个构成面S中的成为排除判断的对象的构成面(以下也称为判断对象构成面),并向步骤S70前进。

[0223] 步骤S70中,车身控制器110运算判断对象构成面的法线向量Vn与由步骤S63运算出的平均向量Va所成的角度ψ,并向步骤S75前进。

[0224] 步骤S75中,车身控制器110判断由步骤S70运算出的所成的角度ψ是否为角度阈值ψ0以上。步骤S75中,若判断为所成的角度ψ为角度阈值ψ0以上,则处理向步骤S80前进。步骤S75中,如判断为所成的角度ψ不足角度阈值ψ0,则处理向步骤S85前进。

[0225] 步骤S80中,车身控制器110将判断对象构成面从对象面区域中排除,并向步骤S85前进。步骤S85中,车身控制器110判断相对于对象面区域中的所有的构成面S是否完成了排除判断处理(步骤S75)。步骤S85中,若判断为相对于对象面区域中的所有的构成面S没有完成排除判断处理,则向步骤S65前进。步骤S65中,车身控制器110决定成为排除判断的对象的构成面S。在此,车身控制器110将一次都没有成为排除判断的对象的构成面S决定作为判断对象构成面。

[0226] 步骤S90中,判断相对于由多个构成面S构成的所有的面区域A是否完成了排除判断。步骤S90中,如判断为相对于由多个构成面S构成的所有的面区域A没有完成排除判断,则处理向步骤S60返回。步骤S60中,车身控制器110设定成为排除判断的执行对象的面区域A。此外,记录点设定部111并不将曾经决定为对象面区域的面区域A决定作为对象面区域,而是将一次都没有决定为对象面区域的面区域A决定作为对象面区域。

[0227] 步骤S90中,车身控制器110若判断为相对于由多个构成面S构成的所有的面区域A完成了排除判断,则结束图28的流程图所示的处理。

[0228] 根据本变形例,在多个构成面S带着微小倾斜连续配置,由此构成了在长距离范围内平缓弯曲的目标面的情况下,能够抑制在一个面区域A的两端部的构成面S的法线彼此所成的角处产生差。因此,能够防止构成一个面区域A的构成面S之间的面密度的偏差。

[0229] ＜变形例3＞

[0230] 上述实施方式中,说明了距离阈值D0是固定值的例子,但本发明不限于此。距离阈值D0例如可以根据记录点的面密度,或者相邻的记录点间的距离而设定,也可以根据目标形状120而设定。

[0231] ＜变形例3－1＞

[0232] 本变形例的车身控制器110针对每个记录点运算距离阈值D0。距离阈值D0成为随着从记录点至与该记录点相邻的记录点的距离越短而越小的值。相邻的记录点彼此的距离随着面密度越大而越短。因此,距离阈值D0成为随着记录点的面密度越大而越小的值。此外,本变形例中,与上述变形例1同样地,车身控制器110针对每个面区域A,根据面区域A相对于基准面(E－N平面)的倾斜角度θ以成为预先规定的面密度的方式设定记录点。

[0233] 图29A是表示ROM110b内储存的距离阈值表的一例的图。图29A所示的距离阈值表中,横轴表示面密度,纵轴表示距离阈值D0。车身控制器110参照图29A所示的距离阈值表,基于面区域A的面密度,运算距离阈值D0。由此,例如,在坡面区域121～124的面密度大于顶

端面区域125的面密度的情况下,与坡面区域121～124的记录点建立了对应关系的距离阈值D0小于与顶端面区域125的记录点建立了对应关系的距离阈值D0。

[0234] 这样地,本变形例的车身控制器110以使与在面密度高的面区域A内设定的记录点建立了对应关系的距离阈值D0小于与在面密度低的面区域A内设定的记录点建立了对应关系的距离阈值D0的方式针对每个记录点运算距离阈值D0。由此,能够降低铲斗10的轨迹的位置信息的数据量。

[0235] ＜变形例3－2＞

[0236] 图29B是表示目标形状120的凹部120A和凸部120B的图。在铲斗10在目标形状120的凹部120A的附近几乎没有移动的情况下,与铲斗10在凸部120B的附近几乎没有移动的情况相比,铲斗10的轨迹的位置信息的数据量容易变多。因此,本变形例的车身控制器110以使与在目标形状120的凹部120A所设定的记录点建立了对应关系的距离阈值D0小于与在目标形状120的凸部120B所设定的记录点建立了对应关系的距离阈值D0的方式针对每个记录点运算距离阈值D0。由此,能够降低铲斗10的轨迹的位置信息的数据量。

[0237] ＜变形例4＞

[0238] 上述实施方式中,说明了施工历史生成部113通过主要使用了方向向量的方法来运算铲斗10的轨迹坐标并将其记录的例子,但本发明不限于此。施工历史生成部113也可以不使用方向向量,运算铲斗10的轨迹坐标并将其记录。例如,施工历史生成部113也可以为,记录在固定范围的期间内(例如1分钟以内)从固定范围的区域内(例如离记录点为半径1m以内)通过的铲斗10的轨迹中的离记录点最近的点的坐标并作为铲斗10的轨迹的位置信息。

[0239] 这样地,本变形例的车身控制器110记录作业装置100a的轨迹中的离记录点的距离最短的位置的信息并作为铲斗10的轨迹的位置信息(轨迹坐标)。根据该构成,能够输出对于更高精度地形数据的生成所需要的施工历史数据。而且,也能够降低铲斗10的轨迹的位置信息的数据量。

[0240] ＜变形例5＞

[0241] 说明了作为姿势传感器而使用角度传感器30、31、32的例子,但本发明不限于此。也可以代替角度传感器30、31、32,而采用检测动臂缸5、斗杆缸6以及铲斗缸7的缸长度的行程传感器而作为姿势传感器。该情况下,姿势检测装置130基于由行程传感器检测到的缸长度,运算动臂角α、斗杆角β以及铲斗角γ。

[0242] ＜变形例6＞

[0243] 上述实施方式中,说明了设于液压挖掘机100的车身控制器110作为第1处理装置发挥功能且设于管理中心50的管理控制器150作为第2处理装置发挥功能的例子,其中,第1处理装置执行基于由姿势检测装置130检测到的液压挖掘机100的姿势生成施工历史数据,并将生成的施工历史数据向液压挖掘机100的外部的管理中心50发送的一系列处理,第2处理装置执行基于从车身控制器110接收到的施工历史数据生成地形数据的处理,但本发明不限于此。也可以使液压挖掘机100的车身控制器110具备作为第2处理装置的功能。

[0244] ＜变形例7＞

[0245] 上述实施方式中,说明了操作装置(22a、22b、23a、23b)是电气式操作装置的例子,但本发明不限于此。也可以不是电气式操作装置,而是采用液压先导式的操作装置。

[0246] ＜变形例8＞

[0247] 上述实施方式中,以作业机械是履带式液压挖掘机的情况为例进行了说明,但本发明不限于此。作业机械也可以是轮式的液压挖掘机、推土机、轮式装载机等。

[0248] ＜变形例9＞

[0249] 上述实施方式中,说明了作为执行机构而具有液压马达、液压缸等液压执行机构的例子,但本发明也可以适用于作为执行机构而具有电动马达、电动缸等电动执行机构的作业机械。

[0250] 以上,说明了本发明的实施方式,但上述实施方式只不过表示了本发明的适用例的一部分,并不旨在于将本发明的技术的范围限定于上述实施方式的具体构成。

[0251] 附图标记说明

[0252] 1…作业机械的管理系统,16…目标面输入装置,22a、22b…操作装置,50…管理中心,51…管理服务器,52…存储装置,53…显示装置,54…输入装置,55…通信装置,100…液压挖掘机(作业机械),100a…作业装置,100b…车身(机体),110…车身控制器(控制器),111…记录点设定部,112…轨迹运算部,113…施工历史生成部,114…发送部,120…目标形状,120A…凹部,120B…凸部,121、122、123、124…坡面区域,125…顶端面区域,125a、125b、125c、125d…构成面,130…姿势检测装置,131…作业装置姿势检测部,132…车身位置检测部,133…车身角度检测部,141…第1方向向量,142…第2方向向量,150…管理控制器,151…接收部,152…提取部,154…输出部,155…通信装置,158…阀驱动装置,161…目标面输入装置,162…压力检测装置,163…操作检测装置,164…显示装置,169…存储装置,180…地形数据生成系统,181…施工历史运算系统,182…地形数据运算系统,190…进展管理系统,A…面区域,D…目标面距离,D0…距离阈值,Dmin…最短距离,La…构成线,Lo…外周线,S…构成面。

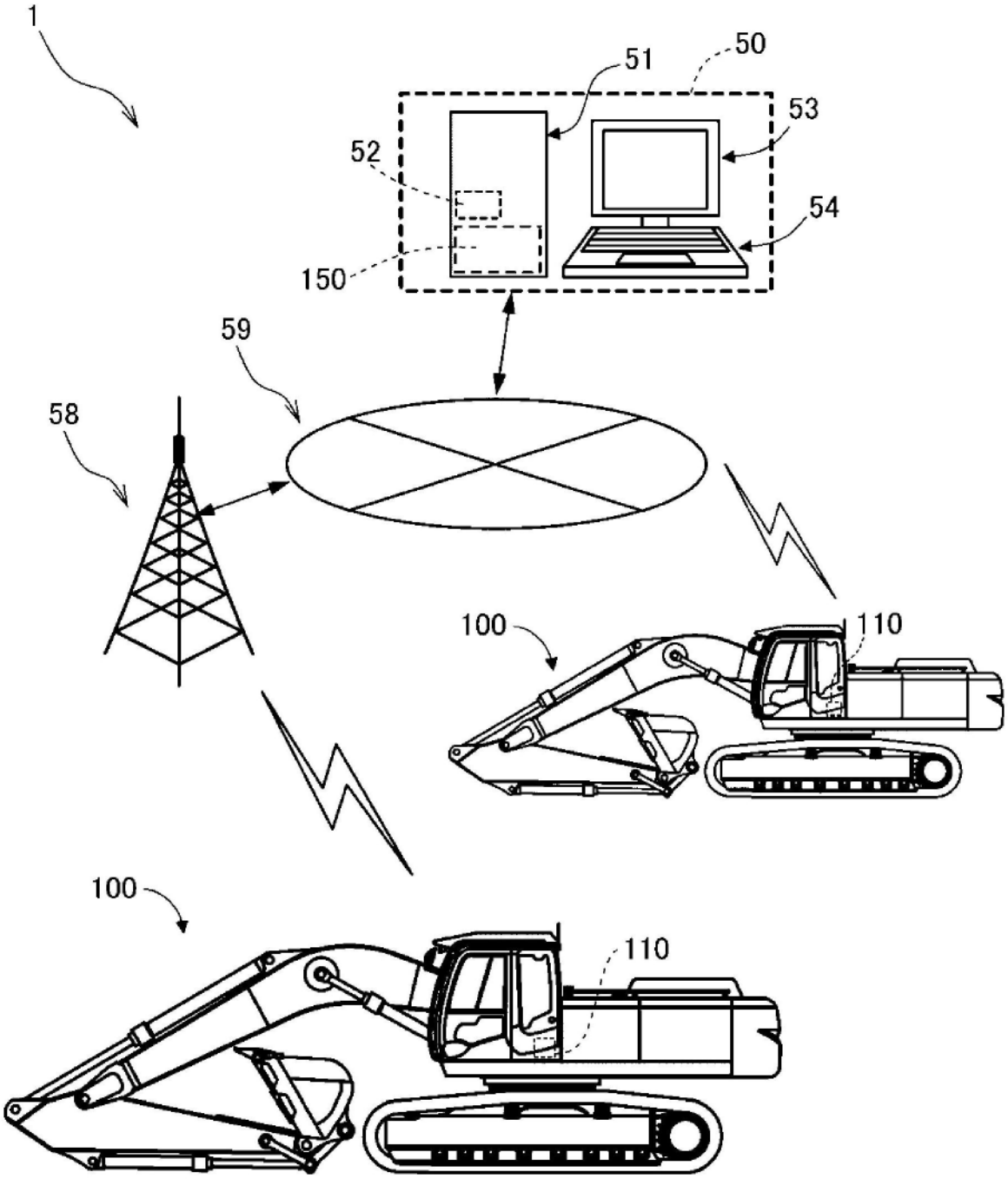


图1

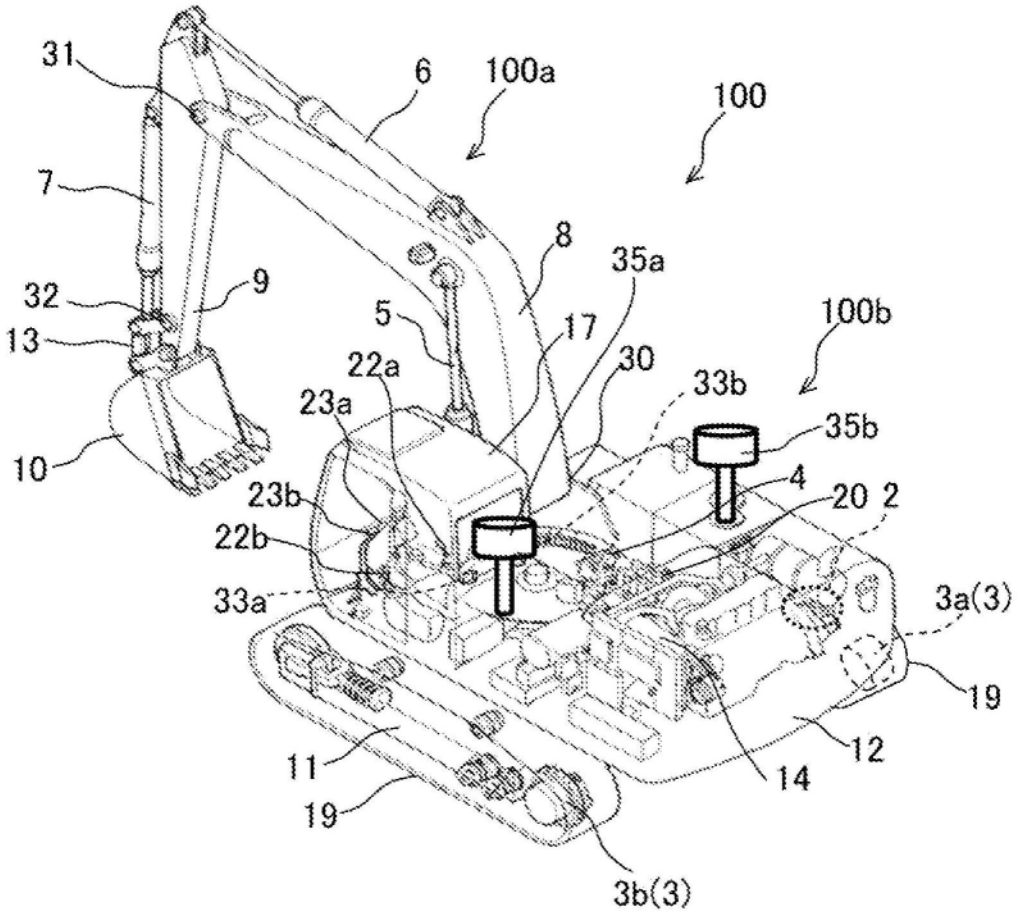

31
6
100a
100
7
8
35a
32
9
5
17
100b
13
22a
30
33b
23a
35b
10
4
23b
20
2
22b
33a
3a(3)
19
12
11
14
19
3b(3)

图2

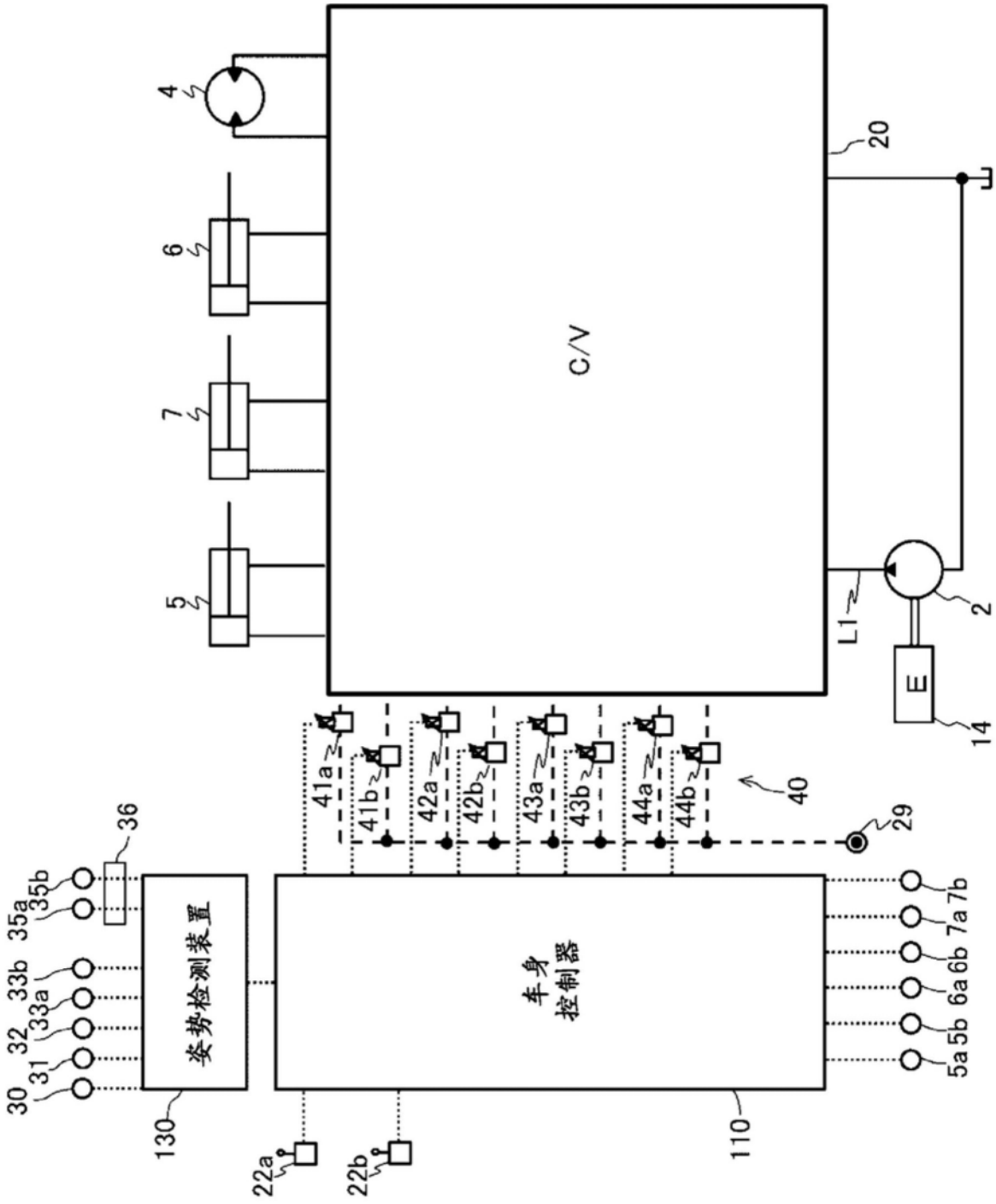

4
6
7
5
C/V
20
L1
2
E
14
41a
41b
42a
42b
43a
43b
44a
44b
40
29
36
35a
35b
33b
33a
32
31
30
姿势检测装置
130
车身
控制器
110
22a
22b
7a
7b
6a
6b
5a
5b

图3

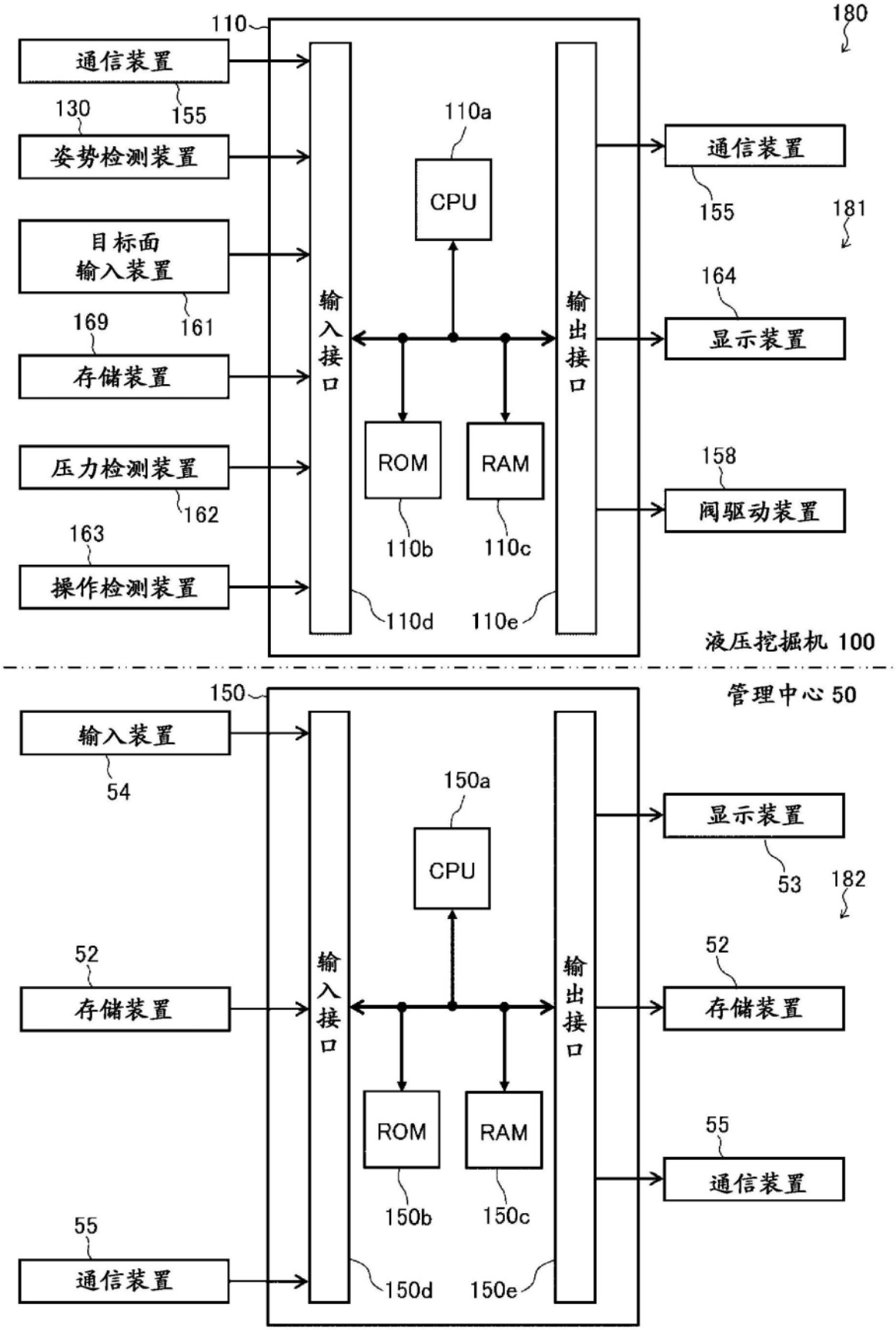

110
通信装置
155
130
姿势检测装置
目标面
输入装置
161
169
存储装置
压力检测装置
162
163
操作检测装置
输入接口
110a
CPU
ROM
RAM
110b
110c
110d
110e
输出接口
180
通信装置
155
181
164
显示装置
158
阀驱动装置
液压挖掘机 100
管理中心 50
150
输入装置
54
150a
CPU
显示装置
53
182
52
存储装置
ROM
RAM
150b
150c
52
存储装置
55
通信装置
55
通信装置
150d
150e

图4

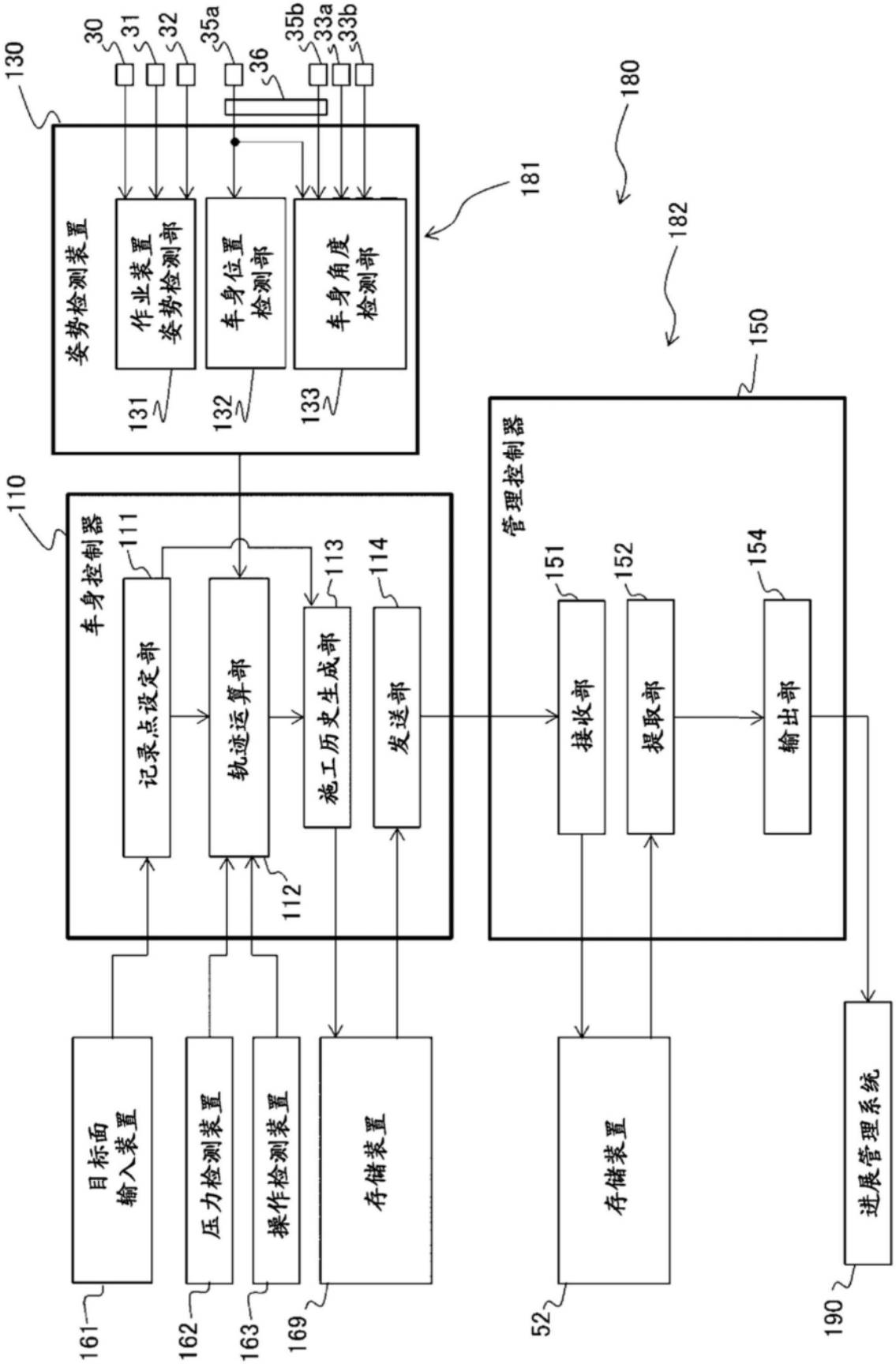

130
30
31
32
35a
36
35b
33a
33b
180
181
182
150
姿势检测装置
作业装置姿势检测部
车身位置检测部
车身角度检测部
131
132
133
110
车身控制器
111
记录点设定部
轨迹运算部
112
施工历史生成部
113
发送部
114
管理控制器
151
接收部
152
提取部
154
输出部
目标面输入装置
压力检测装置
操作检测装置
存储装置
161
162
163
169
存储装置
52
进展管理系统
190

图5

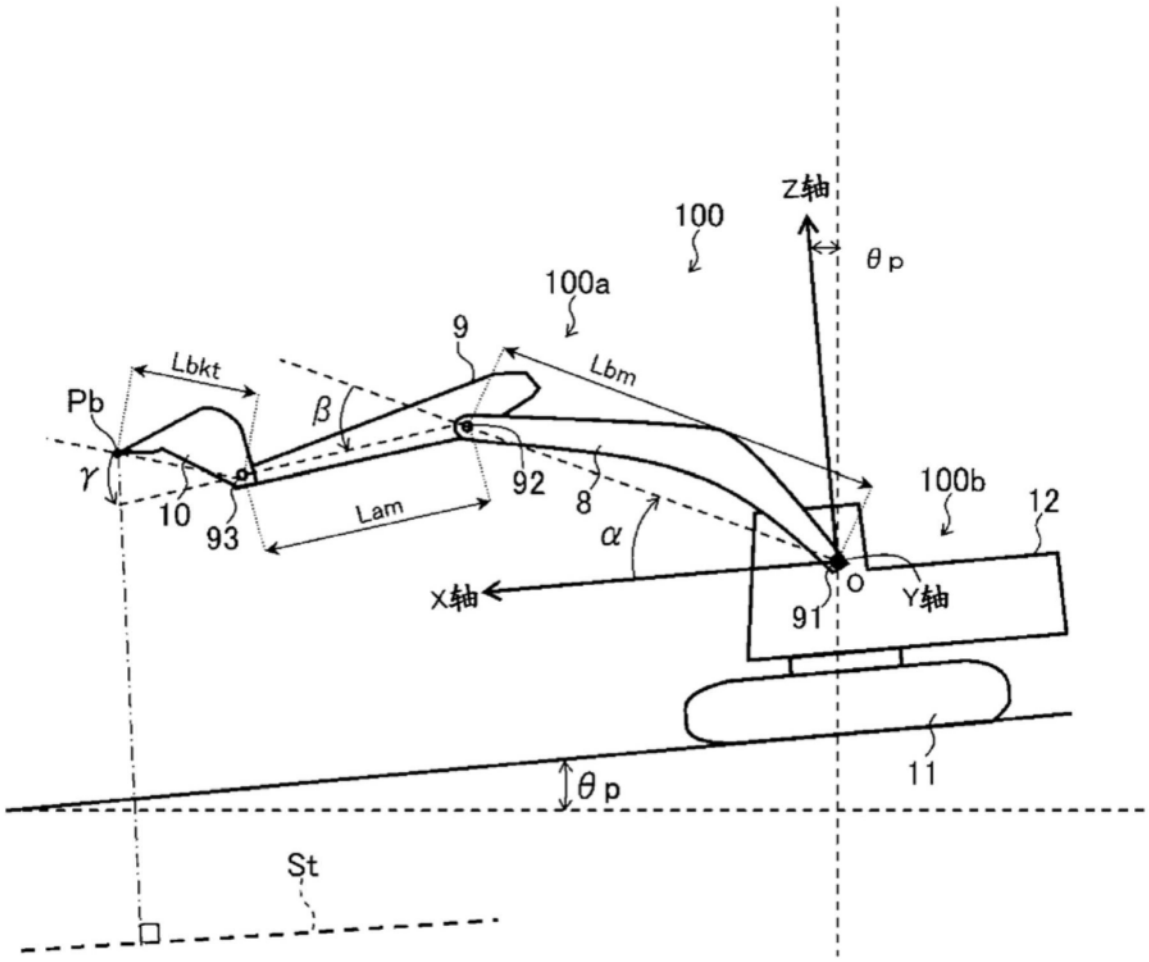

Z轴
100
θp
100a
9
Lbkt
Lbm
Pb
β
γ
92
8
100b
12
10
93
Lam
α
X轴
O
Y轴
91
11
θp
St

图6

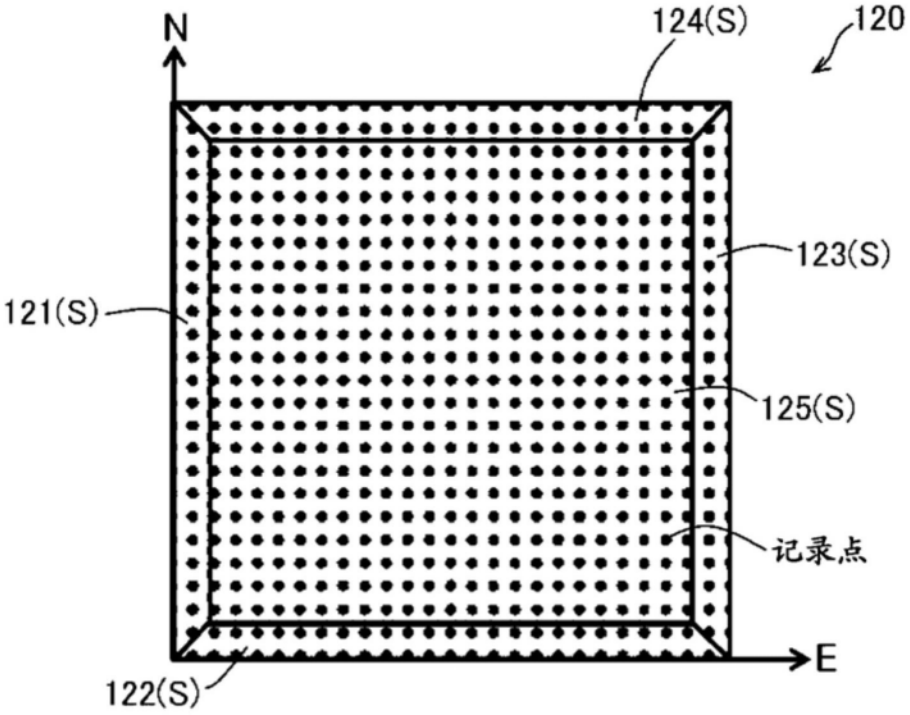

N
124(S)
120
123(S)
121(S)
125(S)
记录点
E
122(S)

图7

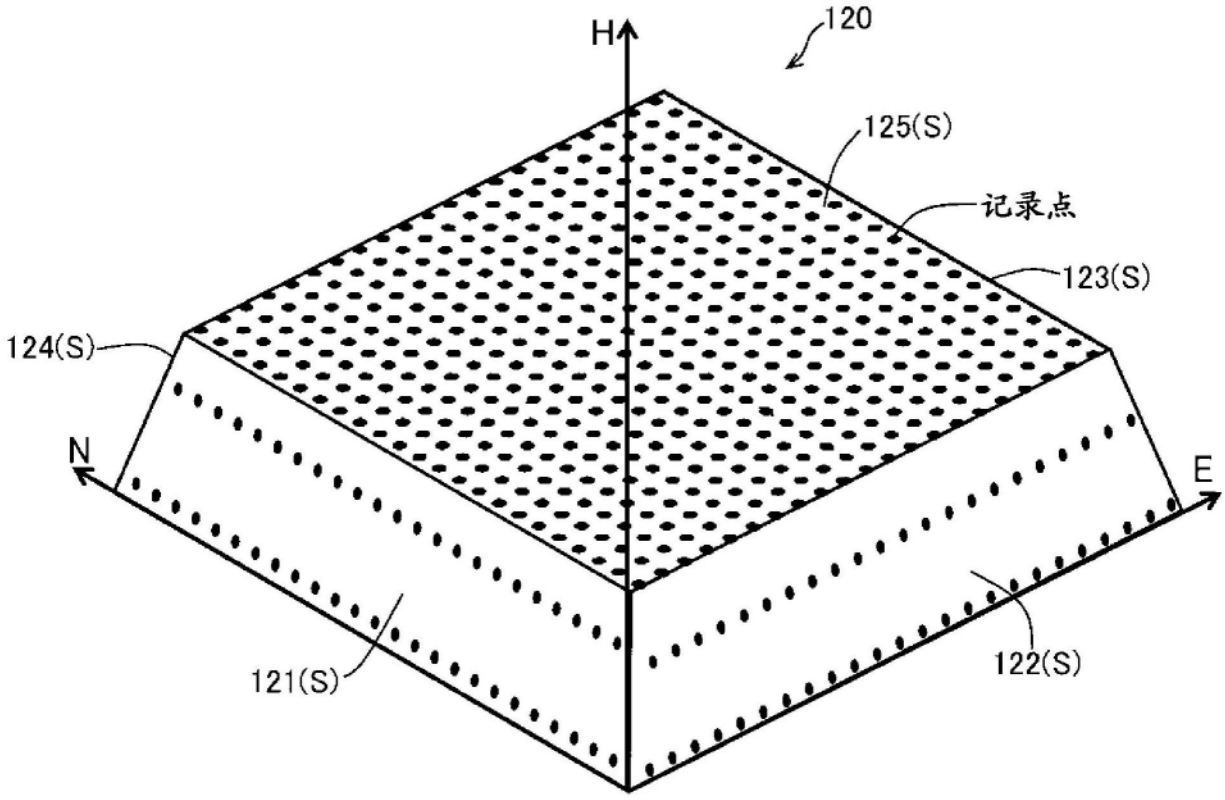

H
120
125(S)
记录点
123(S)
124(S)
N
E
121(S)
122(S)

图8

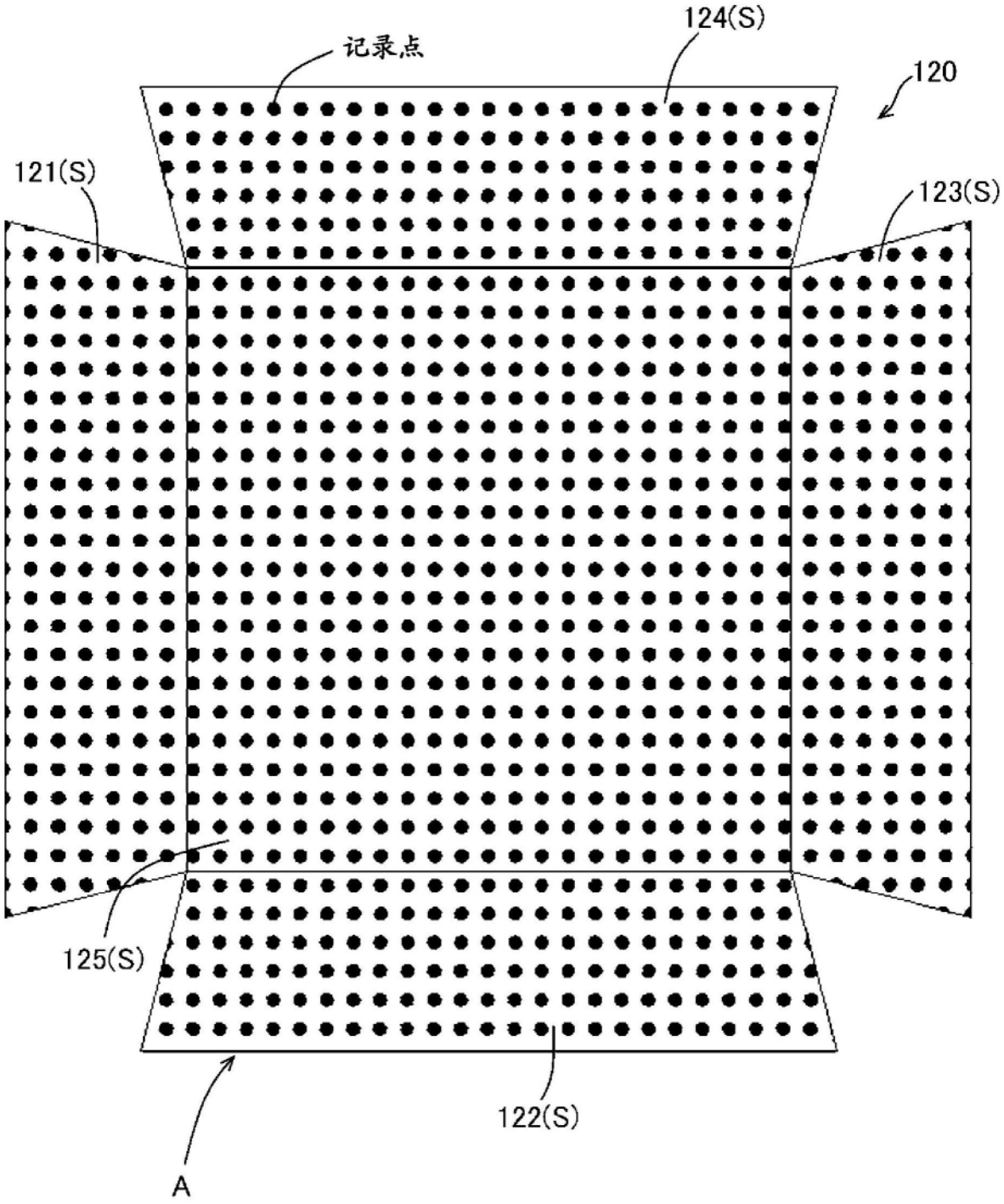


图9

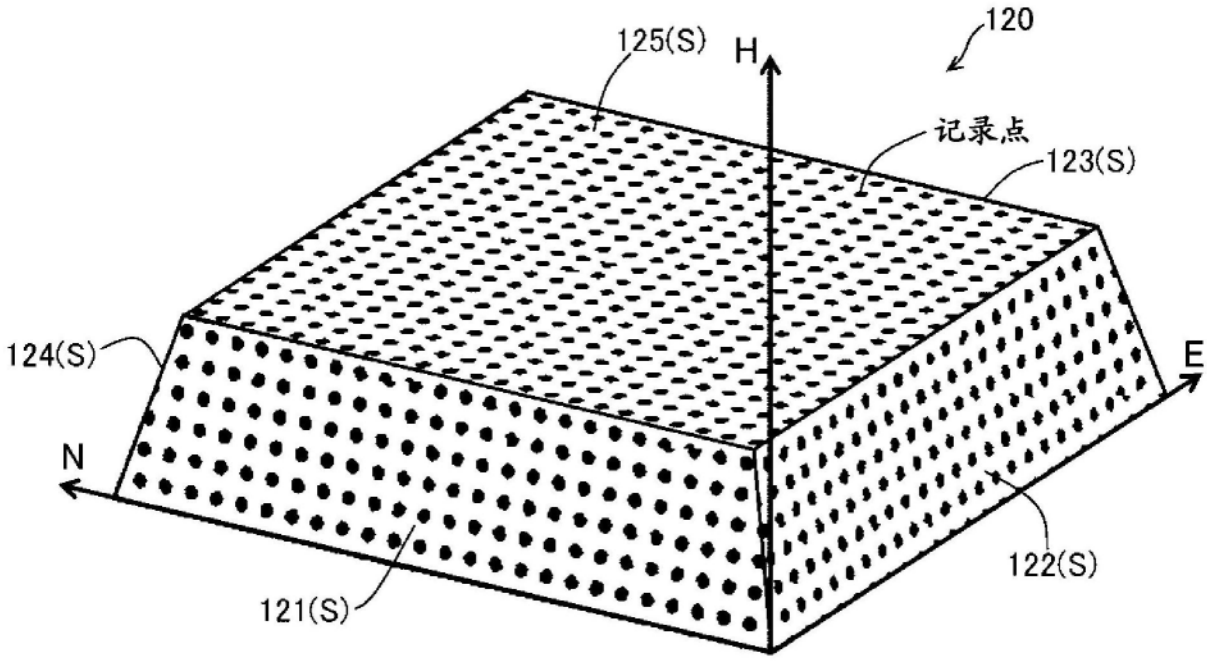


图10

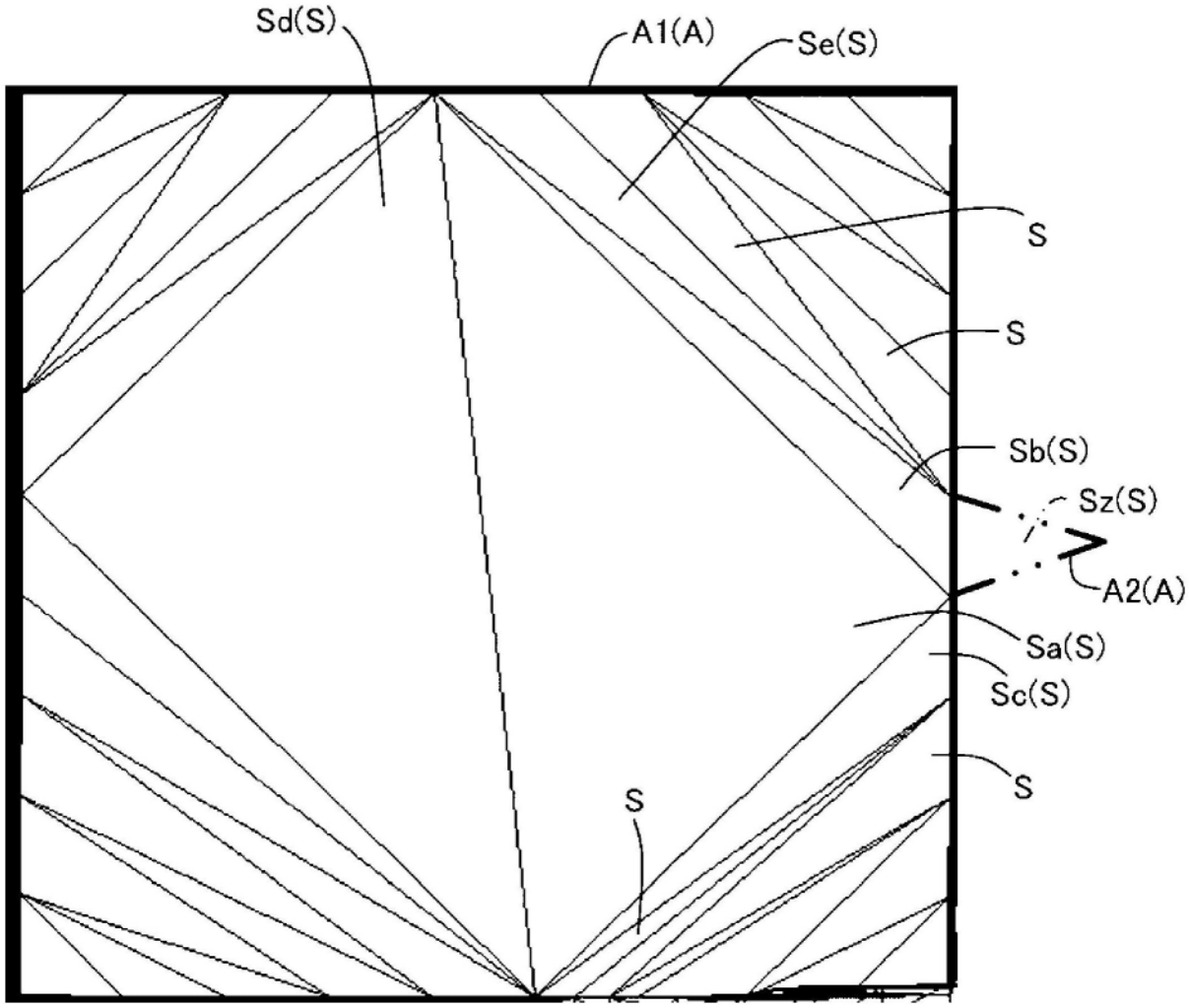


图11

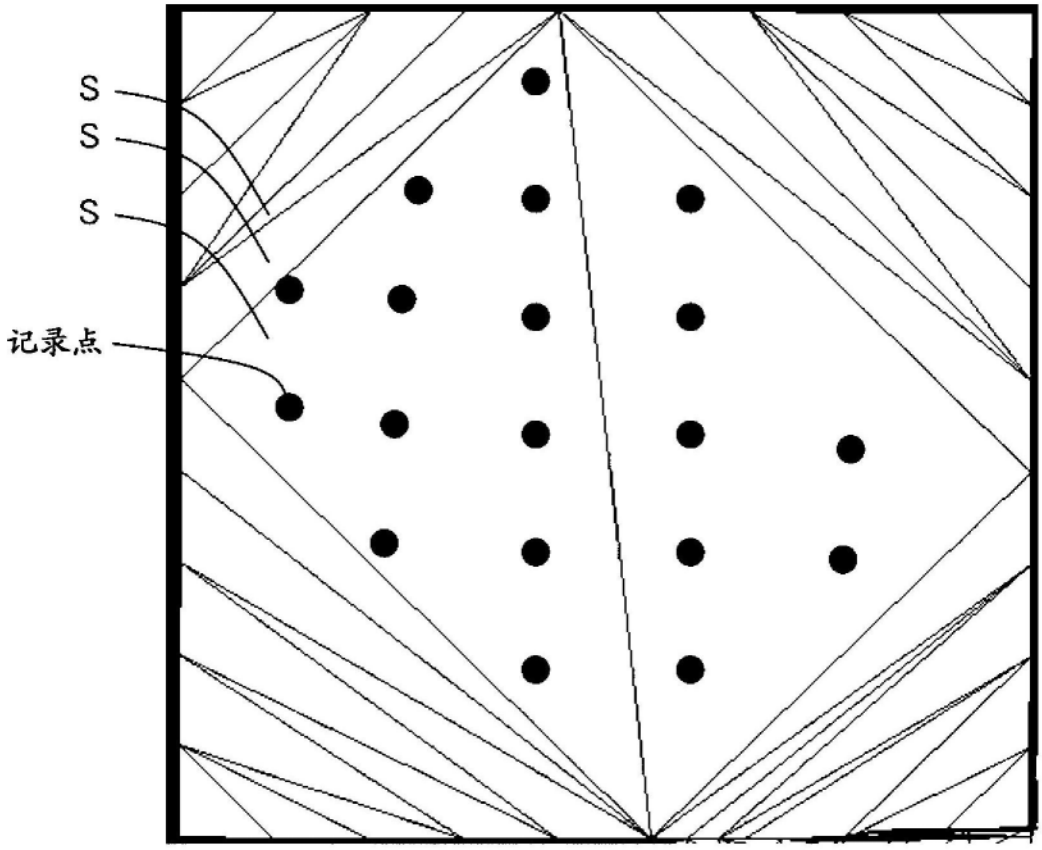


图12A

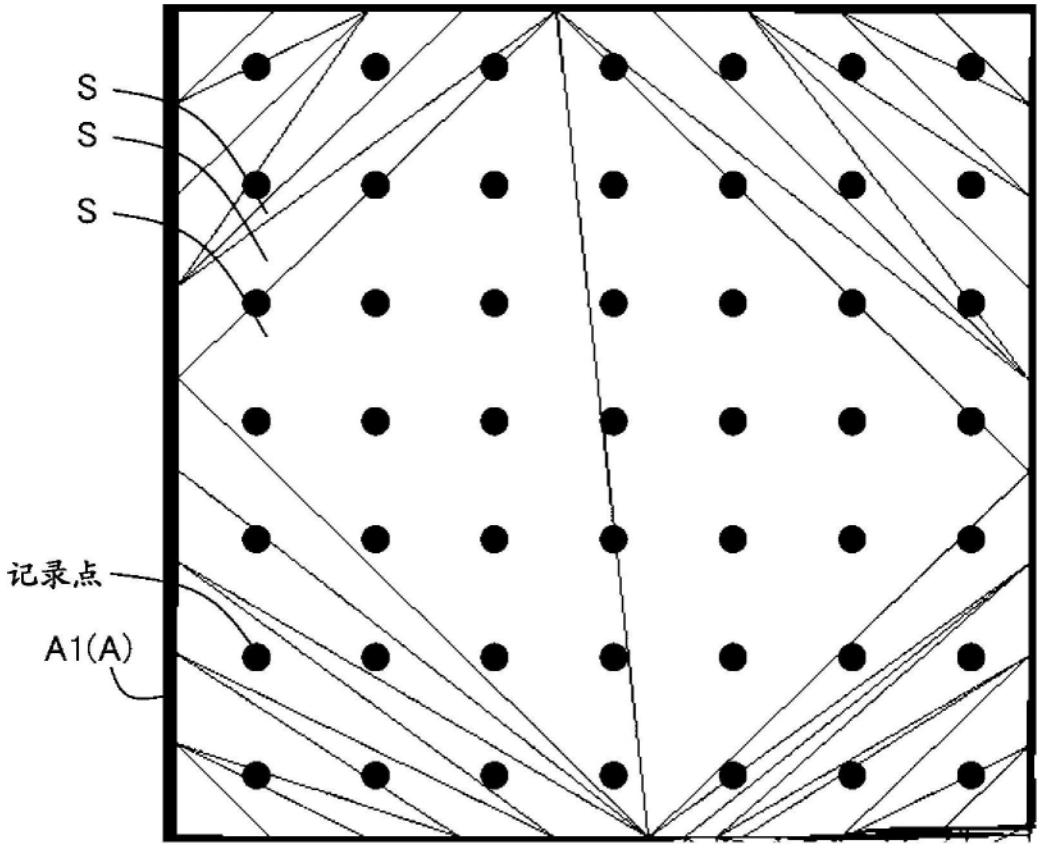


图12B

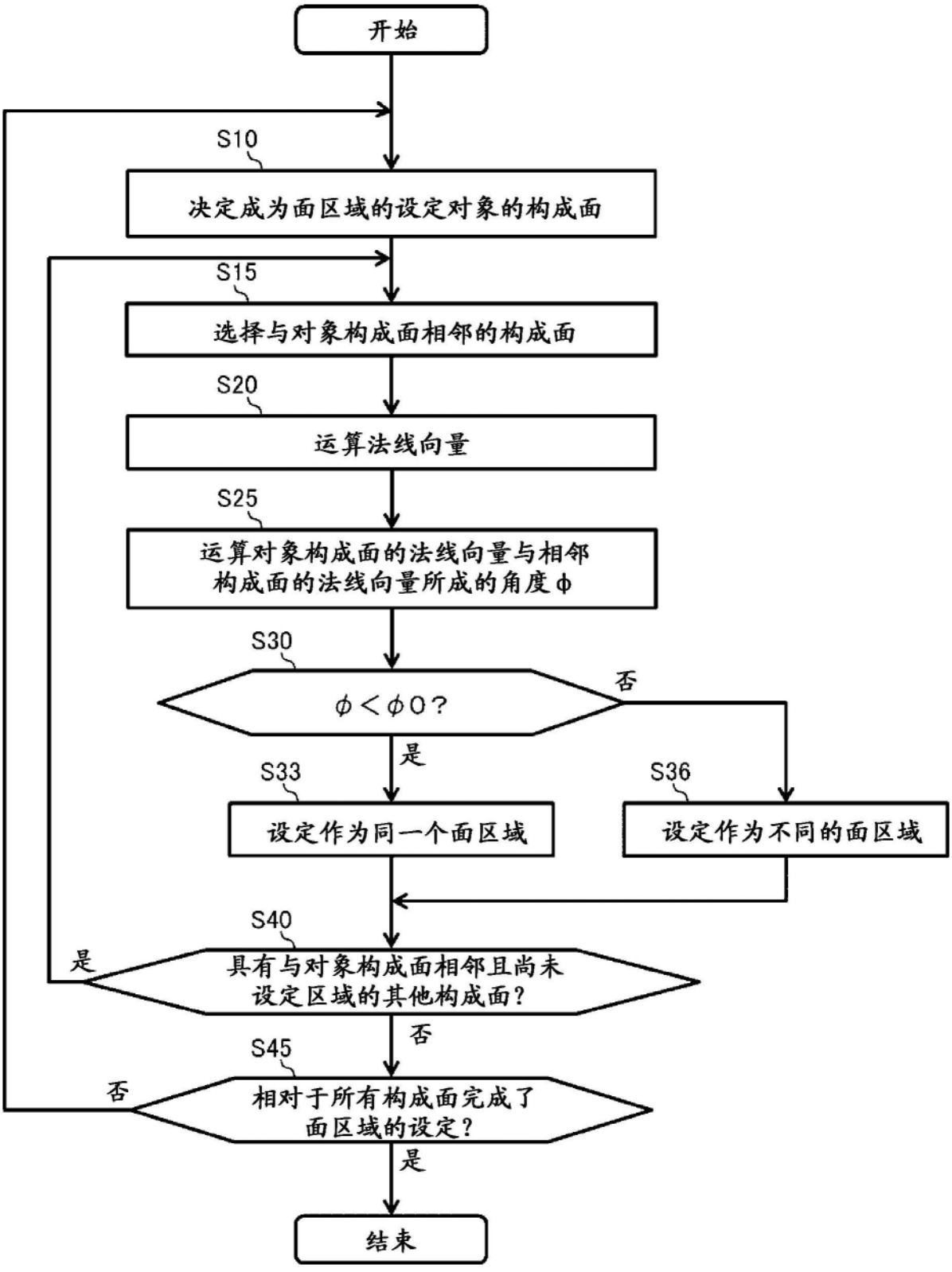

开始
S10
决定成为面区域的设定对象的构成面
S15
选择与对象构成面相邻的构成面
S20
运算法线向量
S25
运算对象构成面的法线向量与相邻构成面的法线向量所成的角度ϕ
S30
ϕ＜ϕ0？
否
是
S33
设定作为同一个面区域
S36
设定作为不同的面区域
S40
具有与对象构成面相邻且尚未设定区域的其他构成面？
是
否
S45
相对于所有构成面完成了面区域的设定？
否
是
结束

图13

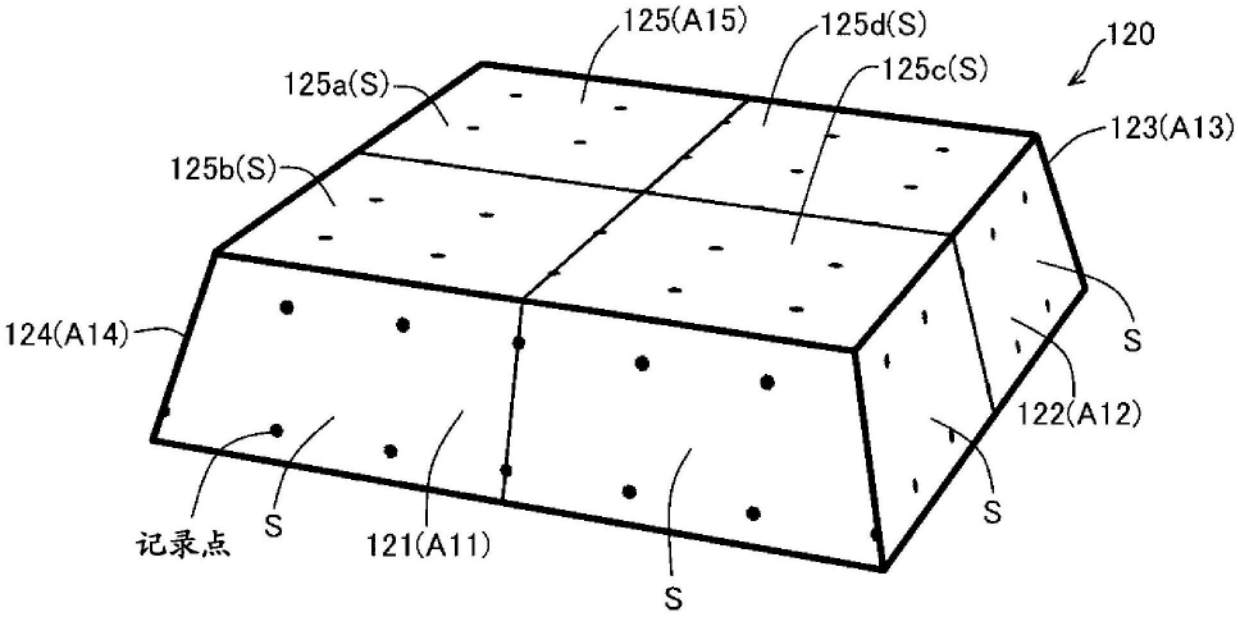

125(A15)
125d(S)
120
125a(S)
125c(S)
123(A13)
125b(S)
124(A14)
S
122(A12)
S
S
记录点
S
121(A11)
S

图14

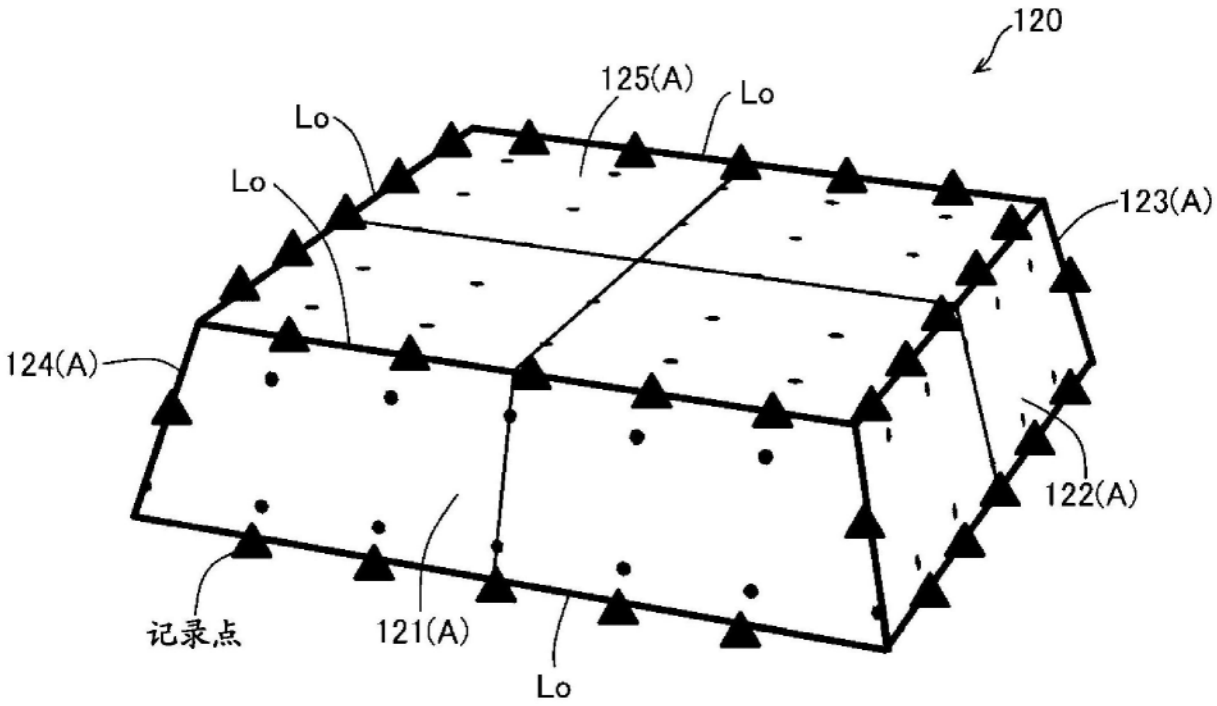

120
125(A)
Lo
Lo
Lo
123(A)
124(A)
122(A)
记录点
121(A)
Lo

图15A

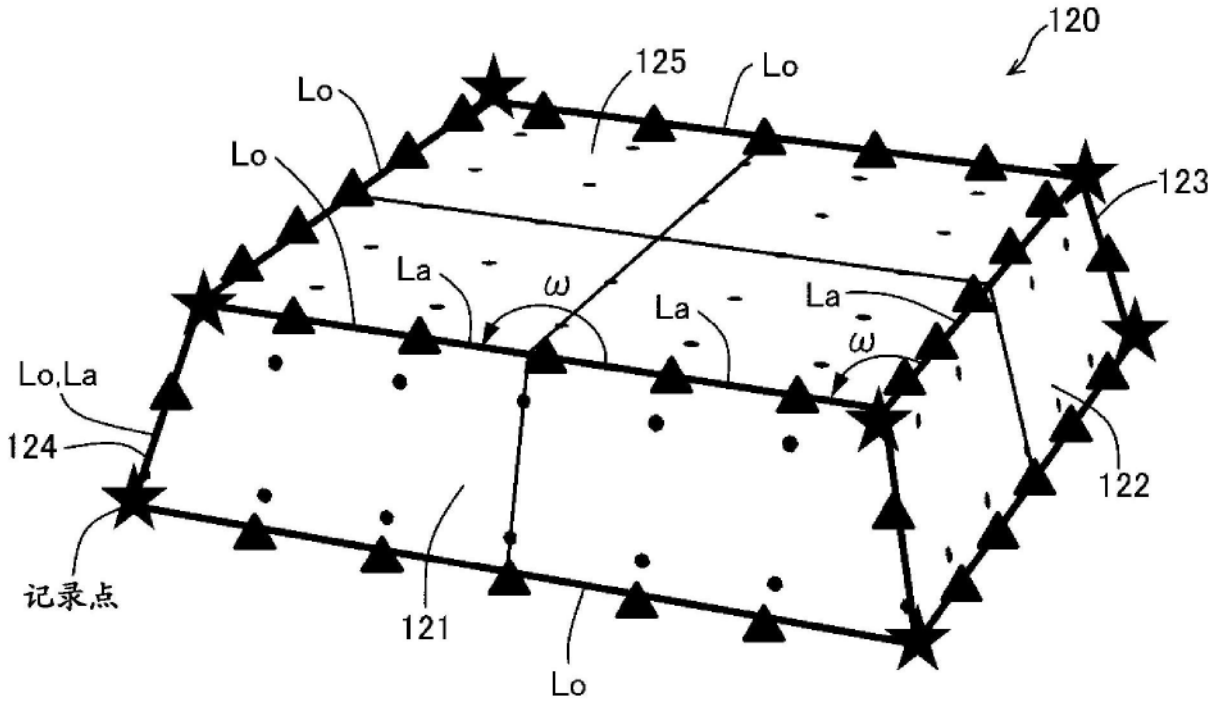


图15B

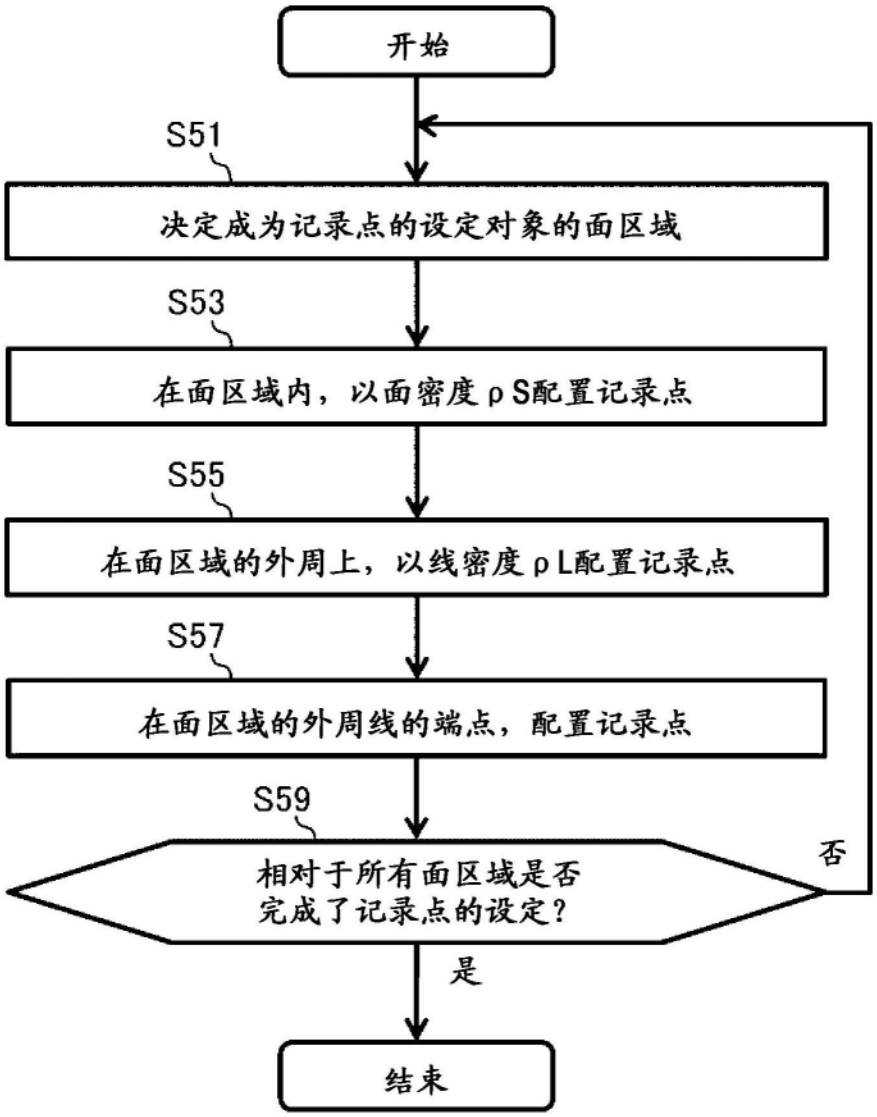

开始
S51
决定成为记录点的设定对象的面区域
S53
在面区域内，以面密度ρS配置记录点
S55
在面区域的外周上，以线密度ρL配置记录点
S57
在面区域的外周线的端点，配置记录点
S59
相对于所有面区域是否
完成了记录点的设定？
否
是
结束

图16

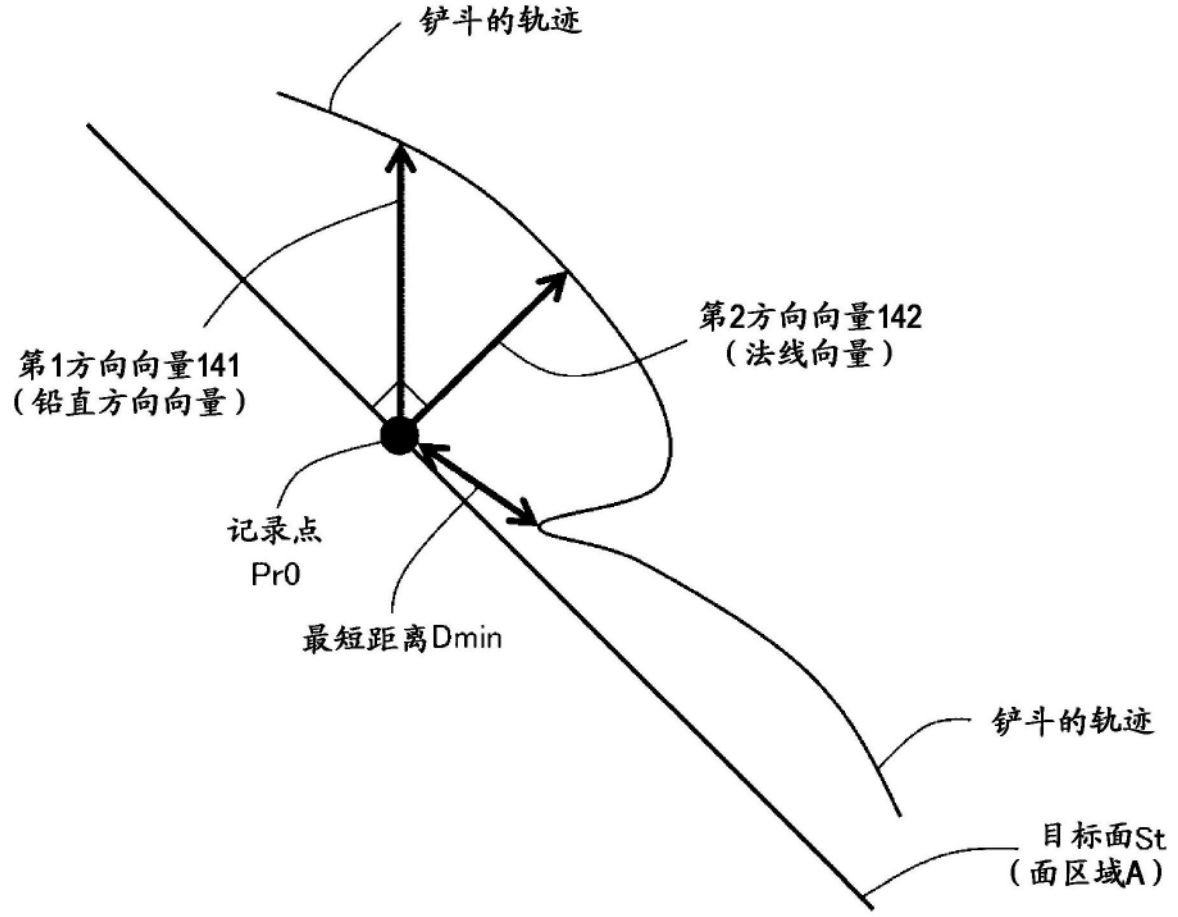

铲斗的轨迹
第2方向向量142
（法线向量）
第1方向向量141
（铅直方向向量）
记录点
Pr0
最短距离Dmin
铲斗的轨迹
目标面St
（面区域A）

图17

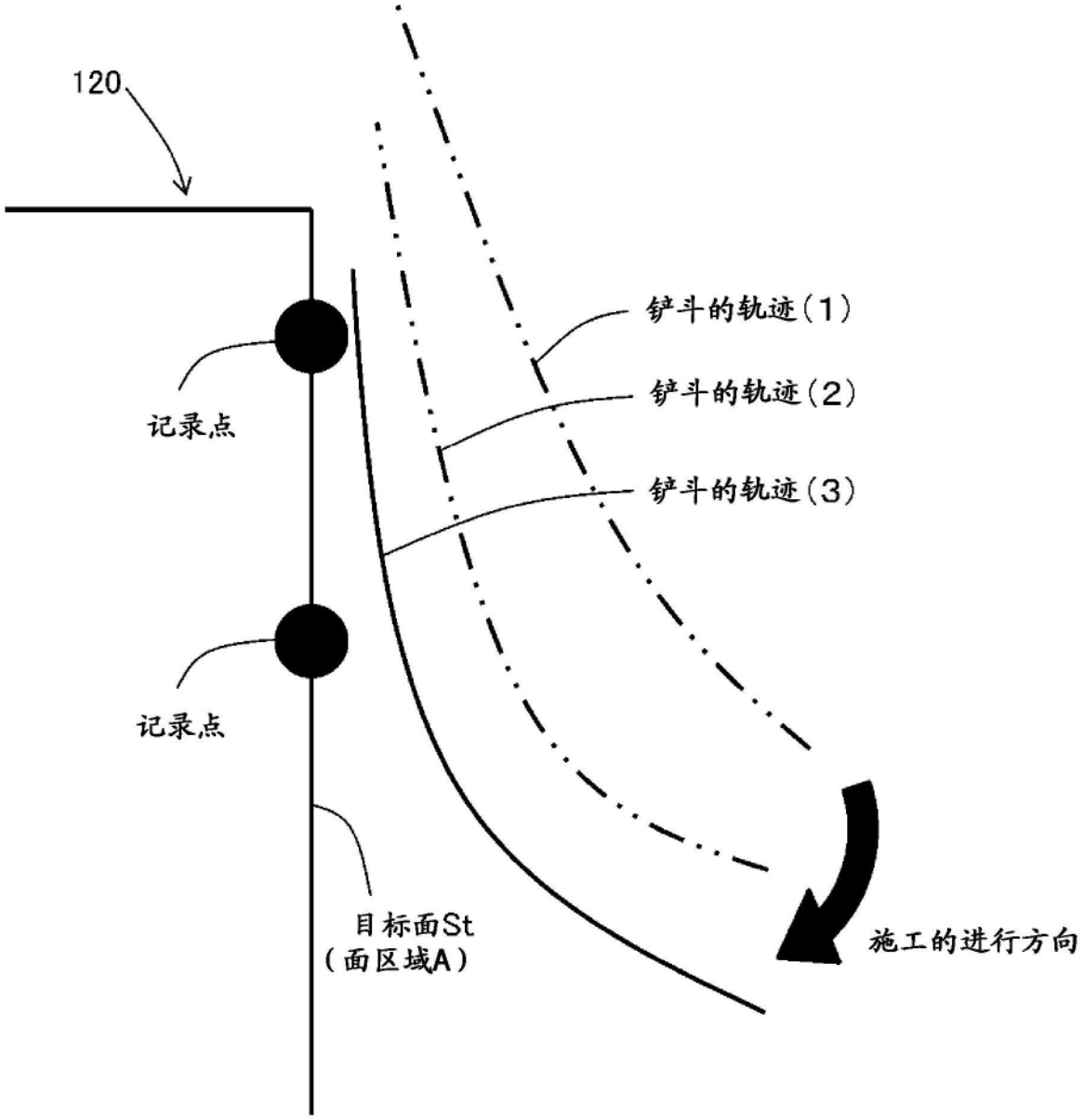


图18

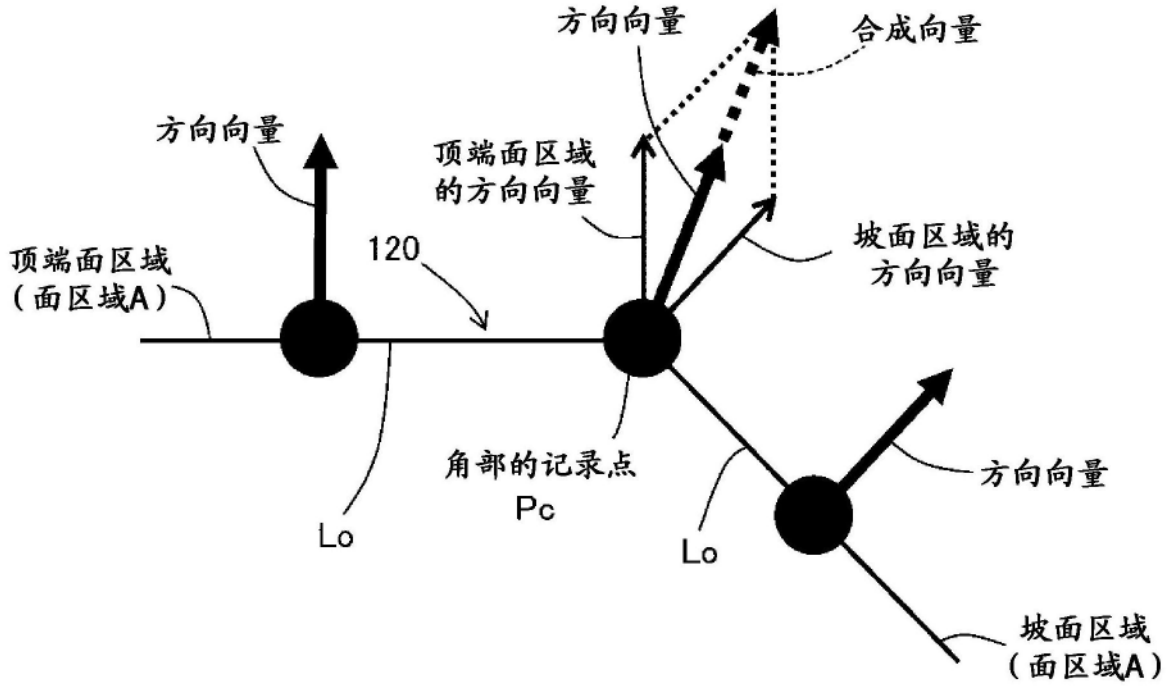


图19

时刻	记录点坐标（记录位置）			轨迹坐标（铲斗的轨迹）			动作
	E	N	H	E	N	H	
11:10:21	402.5	1125.5	312.214	402.5	1125.5	312.442	挖掘
11:10:52	402.5	1125.5	312.214	402.5	1125.5	312.316	挖掘
11:10:53	402.5	1125.0	312.218	402.5	1125.0	312.335	挖掘
11:11:54	402.5	1125.5	312.214	402.5	1125.5	312.235	挖掘
11:11:55	402.5	1125.0	312.218	402.5	1125.0	312.263	挖掘
11:12:56	402.5	1125.5	312.214	402.5	1125.5	312.222	挖掘

图20

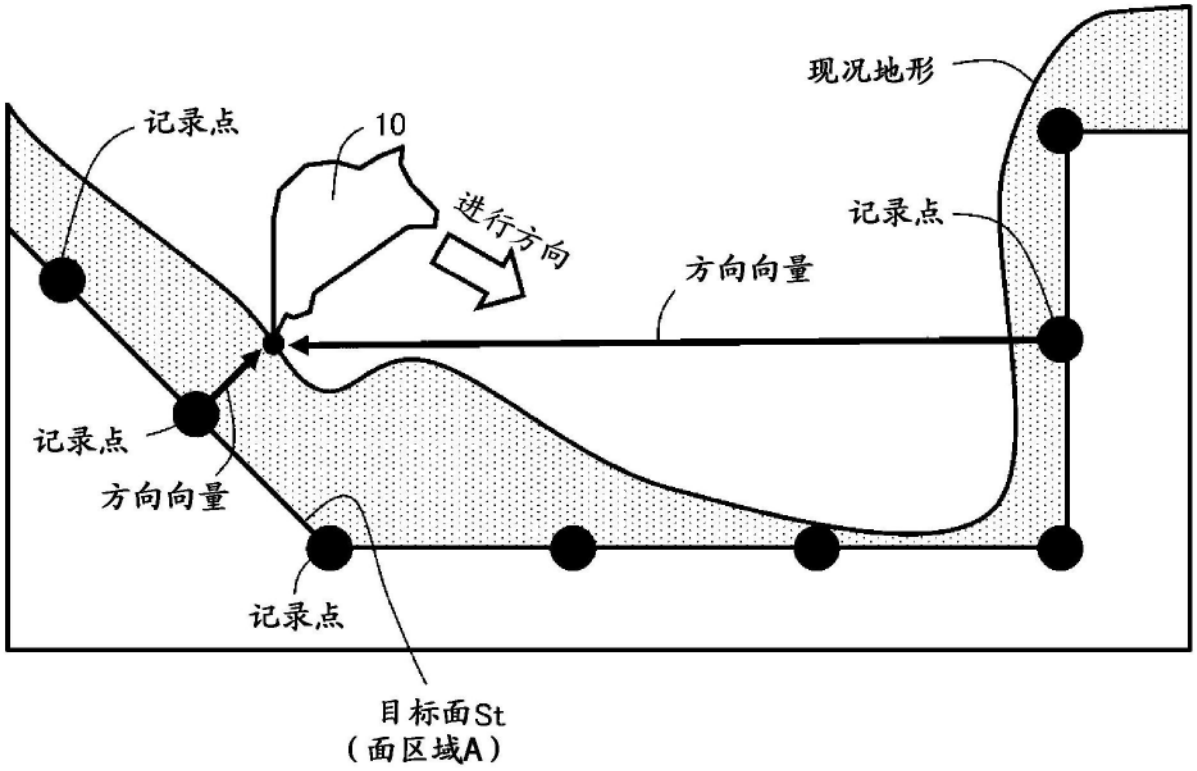


图21

时刻	记录点坐标（记录位置）			方向向量			动作	目标面距离
	E	N	H	E	N	H		
11:10:21	402.5	1125.5	312.214	0	0	1	挖掘	0.228
11:10:52	402.5	1125.5	312.214	0	0	1	挖掘	0.102
11:10:53	402.5	1125.0	312.218	0	0	1	挖掘	0.117
11:11:54	402.5	1125.5	312.214	0	0	1	挖掘	0.021
11:11:55	402.5	1125.0	312.218	0	0	1	挖掘	0.045
11:12:56	402.5	1125.5	312.214	0	0	1	挖掘	0.008

图22

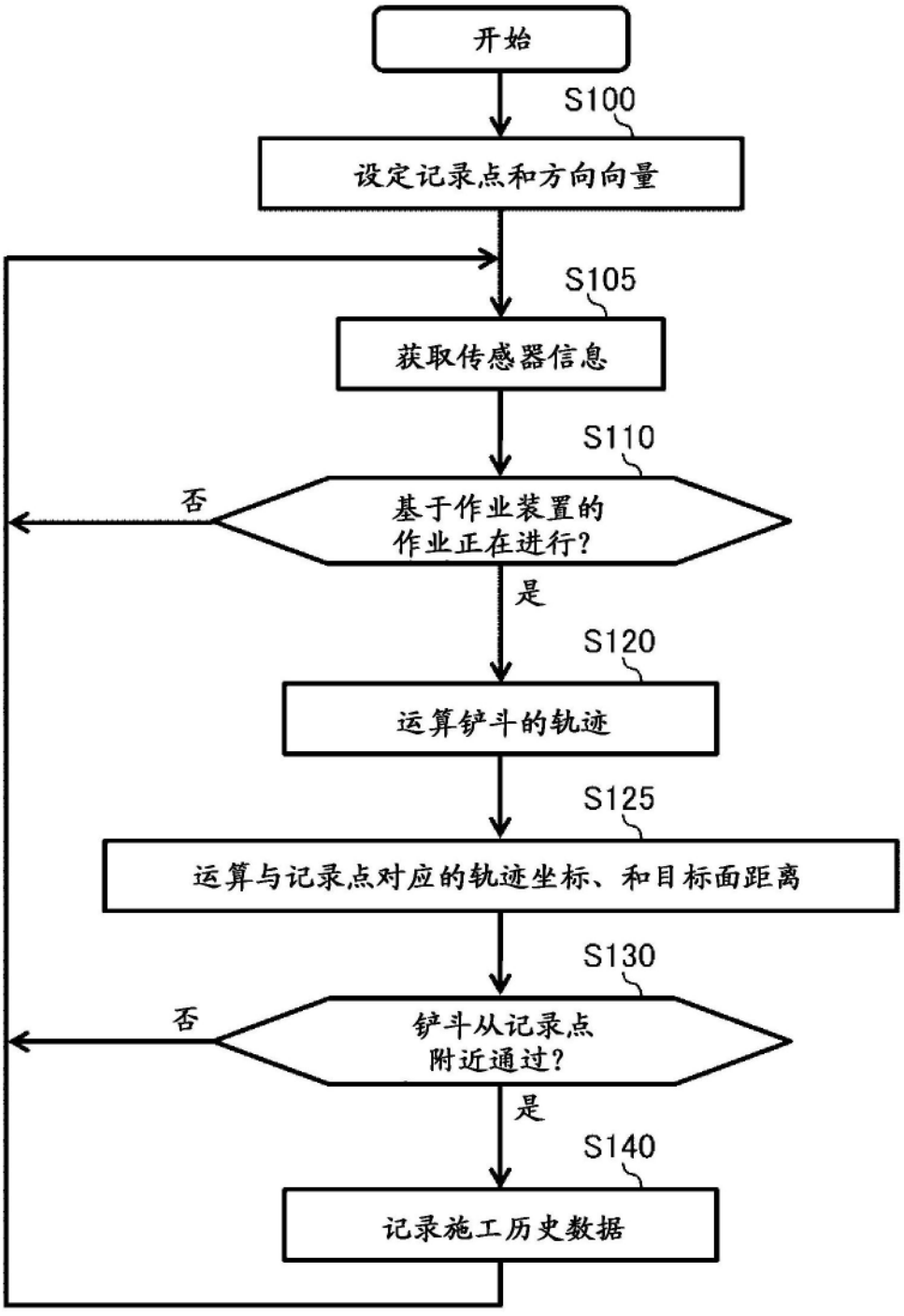

开始
S100
设定记录点和方向向量
S105
获取传感器信息
S110
否
基于作业装置的
作业正在进行?
是
S120
运算铲斗的轨迹
S125
运算与记录点对应的轨迹坐标、和目标面距离
S130
否
铲斗从记录点
附近通过?
是
S140
记录施工历史数据

图23

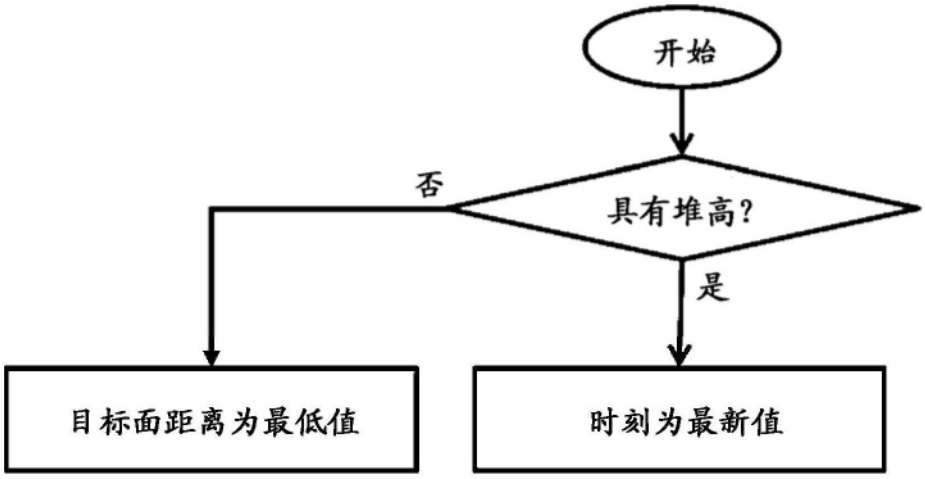


图24

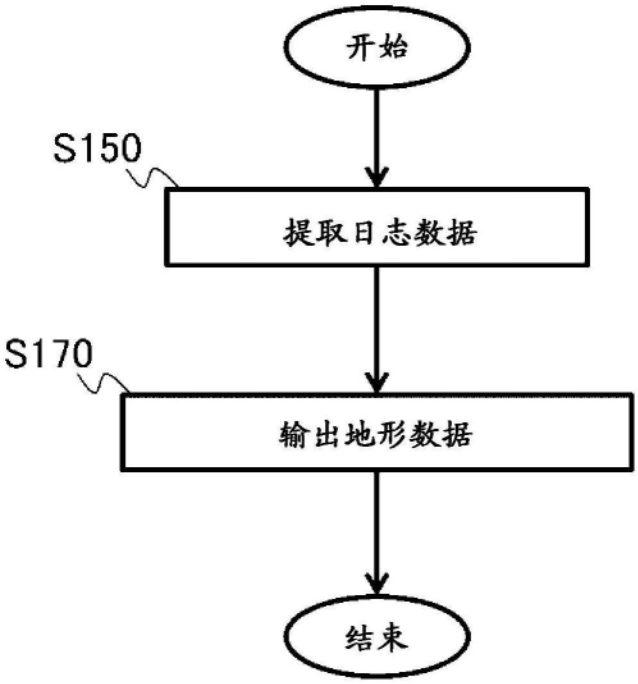


图25

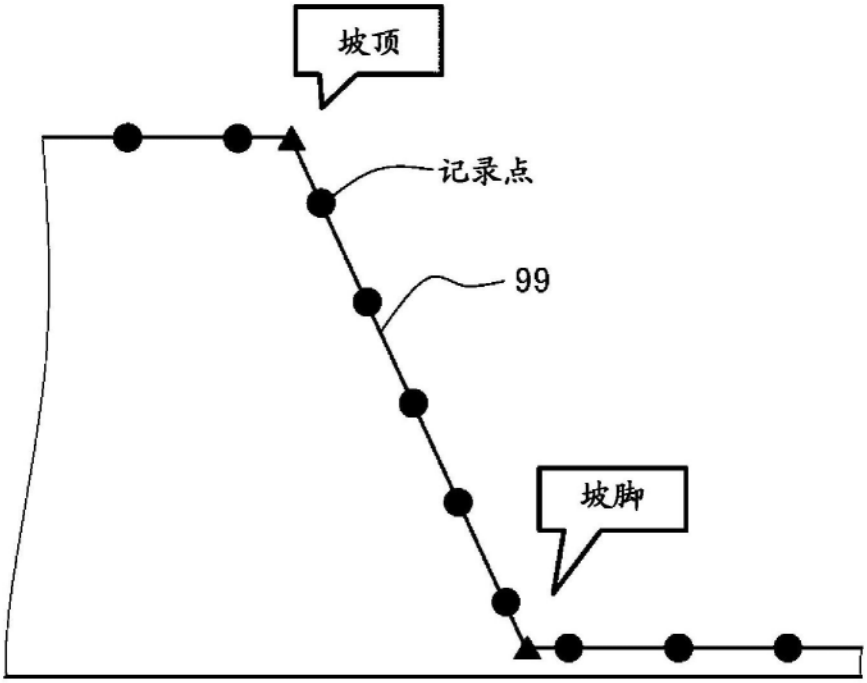


图26A

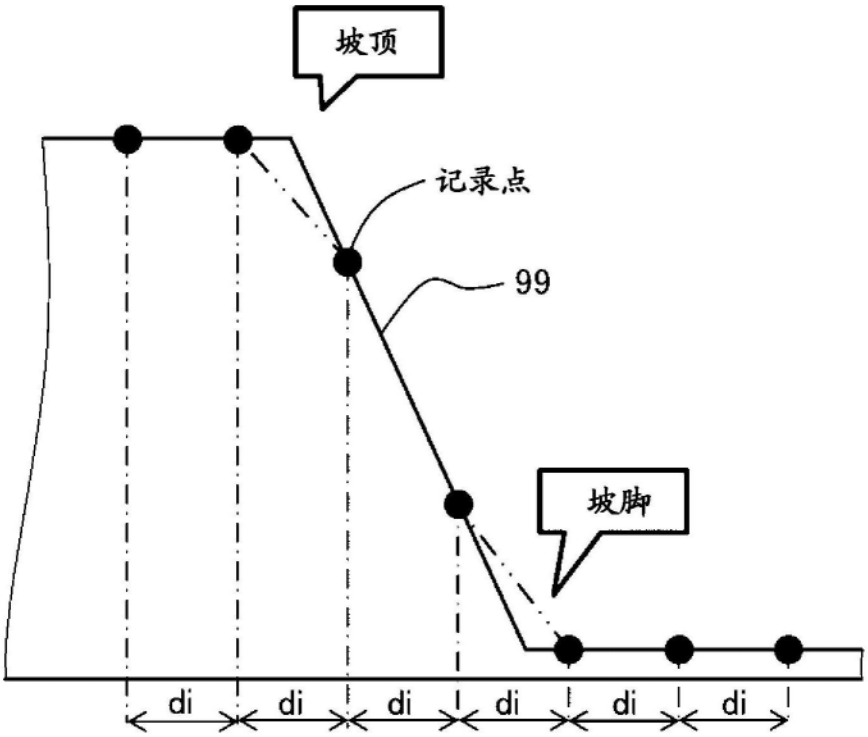


图26B

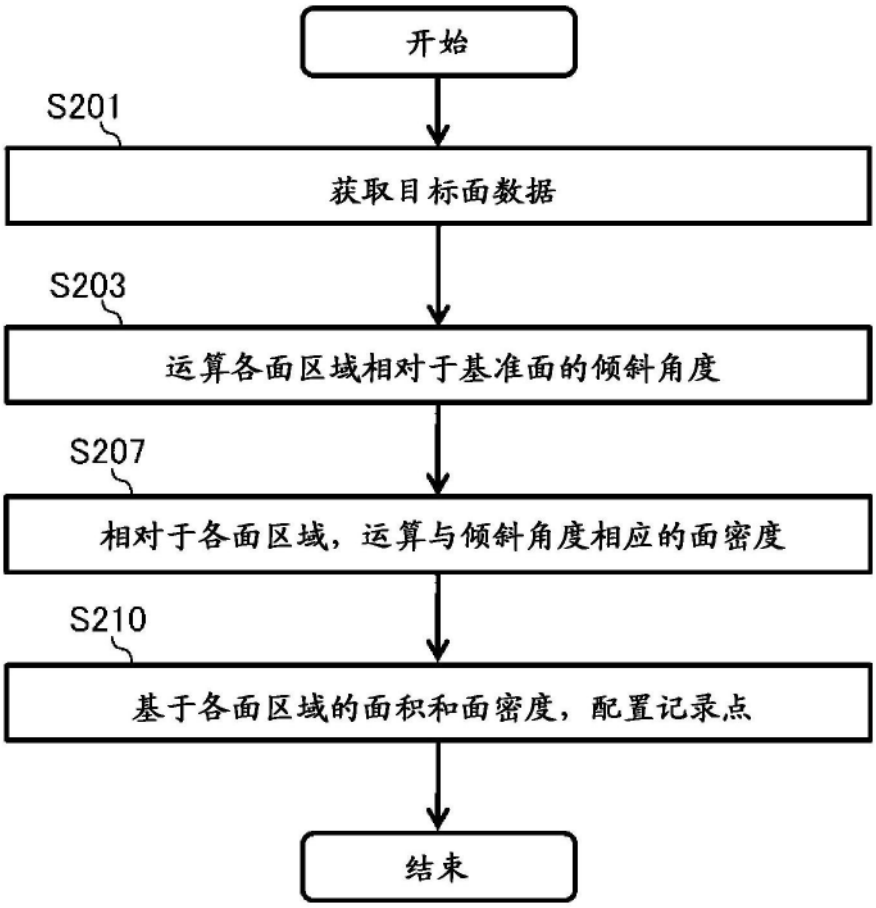

开始
S201
获取目标面数据
S203
运算各面区域相对于基准面的倾斜角度
S207
相对于各面区域，运算与倾斜角度相应的面密度
S210
基于各面区域的面积和面密度，配置记录点
结束

图27

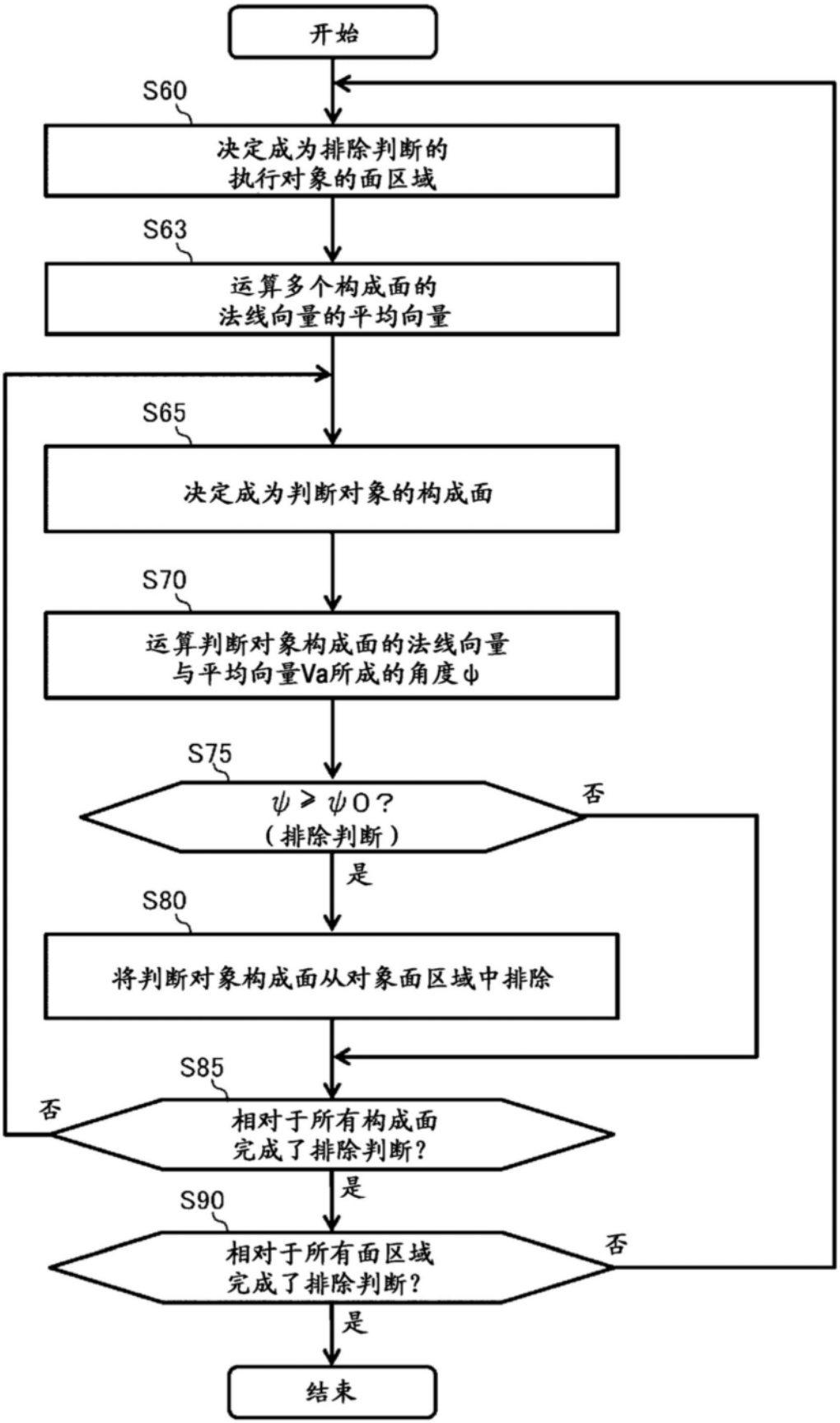

开始
S60
决定成为排除判断的
执行对象的面区域
S63
运算多个构成面的
法线向量的平均向量
S65
决定成为判断对象的构成面
S70
运算判断对象构成面的法线向量
与平均向量Va所成的角度ϕ
S75
ψ≥ψ0？
（排除判断）
否
是
S80
将判断对象构成面从对象面区域中排除
S85
否
相对于所有构成面
完成了排除判断？
是
S90
相对于所有面区域
完成了排除判断？
否
是
结束

图28

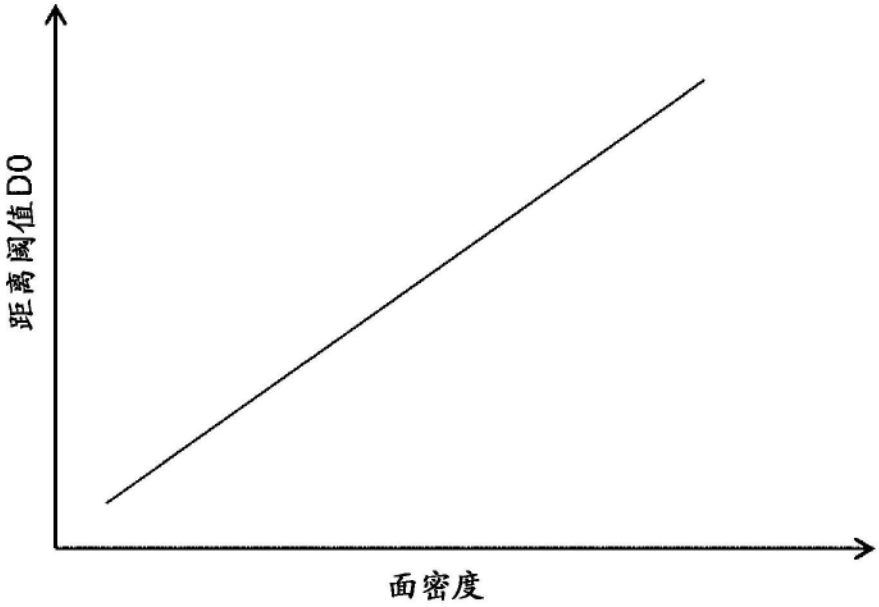


图29A

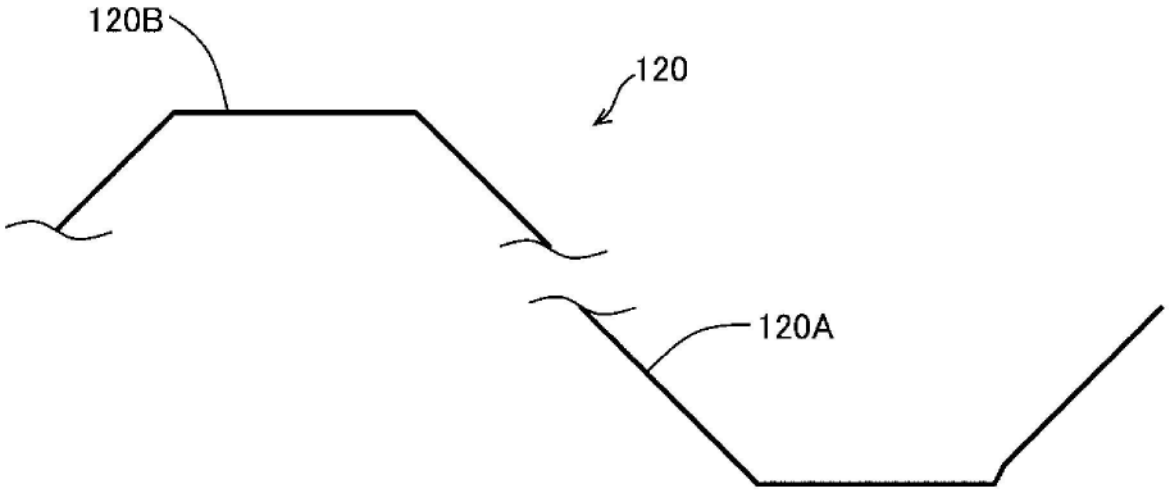


图29B