(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111771027 A
(43)申请公布日 2020.10.13

(21)申请号 201980014750.5
(22)申请日 2019.06.10
(30)优先权数据
2018-122946 2018.06.28 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2020.08.21
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2019/022947 2019.06.10
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/003994 JA 2020.01.02
(71)申请人 日立建机株式会社
地址 日本东京都
(72)发明人 山田弘幸 宇治克将
(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所 11256
代理人 刘伟志
(51)Int.Cl.
E02F 3/43(2006.01)
E02F 9/20(2006.01)

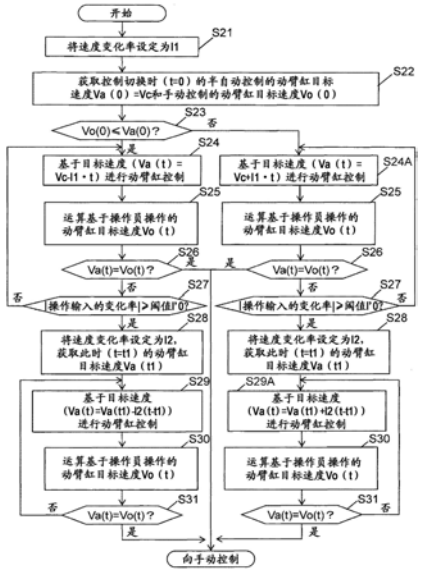
权利要求书2页 说明书20页 附图11页

(54)发明名称

作业机械

(57)摘要

搭载于液压挖掘机的控制器具备:状态转变部,其基于状态切换信号的输入来切换手动控制和半自动控制这两种控制;和速度转变部,其在通过状态转变部切换了两种控制且动臂缸的速度变化为两种控制的切换后的控制所规定的速度Vo(t)之前的期间向操作杆的输入发生了变化的情况下,将动臂缸的速度的时间变化率从第1变化率I1变更为大于第1变化率的第2变化率I2。



CN 111771027 A

1.一种作业机械,其特征在于,具备:

作业装置;

执行机构,其驱动所述作业装置;

操作装置,其用于操作所述执行机构;和

控制器,其根据第1控制及第2控制这两种控制中的某一方来控制所述执行机构,其中所述第1控制是基于向所述操作装置的输入来控制所述执行机构的控制,所述第2控制是在所述操作装置的操作中基于规定的设计面与所述作业装置的距离来控制所述执行机构的控制,

在基于状态切换信号的输入而切换了所述两种控制且所述执行机构的速度从所述两种控制中的切换前的控制所规定的速度变化为切换后的控制所规定的速度时,所述控制器将此时的所述执行机构的速度的时间变化率的限制值设定为第1变化率,

在基于所述状态切换信号的输入而切换了所述两种控制且所述执行机构的速度变化为所述切换后的控制所规定的速度之前的期间向所述操作装置的输入发生了变化的情况下,所述控制器将所述执行机构的速度的时间变化率从所述第1变化率变更为大于所述第1变化率的第2变化率。

2.如权利要求1所述的作业机械,其特征在于,

在基于所述状态切换信号的输入而切换了所述两种控制且所述执行机构的速度变化为所述切换后的控制所规定的速度之前的期间向所述操作装置的输入的时间变化率为规定的阈值以上的情况下,所述控制器将所述执行机构的速度的时间变化率从所述第1变化率变更为所述第2变化率。

3.如权利要求1所述的作业机械,其特征在于,

向所述操作装置的输入由作为将所述执行机构向一个方向操作的情况下的输入值的正输入值、作为将所述执行机构向另一方向操作的情况下的输入值的负输入值、以及作为不向所述一个方向及所述另一方向中的任一方向操作所述执行机构的情况下的输入值的零输入值组成,

所述控制器在基于所述状态切换信号的输入而切换了所述两种控制且所述执行机构的速度变化为所述切换后的控制所规定的速度之前的期间,在下述情况的某一情况下,将所述执行机构的速度的时间变化率从所述第1变化率变更为所述第2变化率,即,向所述操作装置的输入从所述正输入值及所述负输入值中的某一方变化为所述零输入值的情况、和向所述操作装置的输入从所述零输入值变化为所述正输入值及所述负输入值中的某一方的情况。

4.如权利要求1所述的作业机械,其特征在于,

所述控制器判定在基于所述第2控制对所述执行机构的控制中所需的硬件及软件是否产生了异常,

在判定为通过所述第2控制对所述执行机构进行控制的期间产生了所述异常的情况下,所述控制器输出所述状态切换信号。

5.如权利要求4所述的作业机械,其特征在于,

所述控制器判定所述作业装置是否存在于所述设计面所存在的区域内,

在判定为通过所述第2控制对所述执行机构进行控制的期间所述作业装置存在于所述

设计面所存在的区域之外的情况下,所述控制器输出所述状态切换信号。

6.如权利要求4所述的作业机械,其特征在于,

所述控制器判定所述作业装置的姿势传感器和所述作业机械的位置传感器中的某一方是否产生了异常,

在判定为通过所述第2控制对所述执行机构进行控制的期间所述姿势传感器和所述位置传感器中的某一方产生了异常的情况下,所述控制器输出所述状态切换信号。

7.如权利要求4所述的作业机械,其特征在于,还具备:

控制阀,其基于从所述控制器输出的控制信号,在所述第2控制时生成向所述执行机构的方向控制阀输出的先导压;和

压力传感器,其检测所述先导压,

所述控制器通过对所述控制信号所规定的压力值和由所述压力传感器检测出的压力值进行比较来判断所述控制阀是否产生了异常,

在判断为通过所述第2控制对所述执行机构进行控制的期间所述控制阀产生了异常的情况下,所述控制器输出所述状态切换信号。

8.如权利要求2所述的作业机械,其特征在于,

所述规定的阈值为比所述第1变化率大的值。

作业机械

技术领域

[0001] 本发明涉及能够按照预先决定的条件使作业装置动作的作业机械。

背景技术

[0002] 在包括液压挖掘机的作业机械中存在如下作业机械:具有利用传感器获取多关节型的作业装置的位置和姿势,使安装于作业装置的顶端的附属工具沿着施工对象的目标形状动作的控制功能(这种控制也存在被称为机械控制或半自动控制等的情况)。这样的作业机械进行手动控制(在本说明书中存在称为“第1控制”的情况)和半自动控制(在本说明书中存在称为“第2控制”的情况),手动控制与其他普通作业机械同样地基于来自操作员对操作装置(例如操作杆)的输入来控制作业装置,半自动控制在操作员对操作装置的操作中与该操作无关地或利用该操作的一部分,遵照规定条件来控制作业装置。

[0003] 作为后者的半自动控制,存在例如基于作业装置与规定的设计面(目标挖掘地形)的距离来控制作业装置的速度的控制。在这种半自动控制中,例如若附属工具脱离目标面的存在范围则作业装置与设计面的距离变得不明,因此无法或无需继续半自动控制,考虑将作业装置的控制从半自动控制向手动控制切换。但是,存在若半自动控制所规定的附属工具的移动速度与手动控制所规定的附属工具的移动速度之间具有偏离,则因切换控制时产生的急剧速度变化而导致车身成为不稳定状态的隐患。为了抑制该现象的产生,存在如下方法:从控制的切换时起对作业装置的速度的变化量施以限制,使速度逐渐变化(例如参照专利文献1)。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:国际公开第2016/111384号

发明内容

[0007] 首先,在专利文献1的方法中,例如若在半自动控制使作业装置向上动作的期间将控制切换到手动控制时或者在刚切换之后操作员输入使作业装置向下动作的操作,则作业装置违背该操作员的操作而上升一定时间,因此操作员可能感到不协调。

[0008] 其次,在专利文献1中,在切换控制时的作业装置的移动速度为阈值以上的情况下,使作业装置的移动速度以切换控制时的作业装置的移动速度为阈值的情况下的减小率以上的减小率变化。更具体地说,在切换控制时的作业装置的移动速度为阈值以上的情况下,以从切换控制时起到作业装置的移动速度成为零为止所需的时间t(即,至作业装置开始向切换后的控制所规定的方向动作为止所需的时间,进一步换言之,作业装置不向切换后的控制所规定的方向动作的时间)始终成为固定时间tc的方式使移动速度的减小率变化。由此在切换时的作业装置的移动速度为阈值以上的情况下,缩短向切换后的控制所规定的方向相反的方向动作的时间并使该时间固定,从而谋求抑制操作员的不协调感。

[0009] 但是,在专利文献1中,作业装置的速度的变化量(减小率)的限制值是在切换控制

时确定的，至少在作业装置的速度暂时达到零之前不会变化。因此，例如在控制的切换后，即使操作员想要快速使作业装置停止并向操作装置输入意图使作业装置停止的操作(例如将操作杆返回中立位置)，作业装置也不会快速停止，产生违背操作员的意图而持续动作一定时间的状态，仍然可能给操作员带来不协调感。

[0010] 本发明的目的在于提供一种作业机械，在控制的切换过程中能够抑制车身成为不稳定状态，并且，能够根据操作员的要求加快操作员的操作反映于作业装置的动作的时间。

[0011] 本申请包括多个解决上述课题的方案，列举其一例，具备：作业装置；执行机构，其驱动上述作业装置；操作装置，其用于操作上述执行机构；和控制器，其根据第1控制及第2控制这两种控制中的一方来控制上述执行机构，其中第1控制是基于向上述操作装置的输入来控制上述执行机构的控制，第2控制是在上述操作装置的操作中基于规定的设计面与上述作业装置的距离来控制上述执行机构的控制，上述控制器在基于状态切换信号的输入而切换了上述两种控制且上述执行机构的速度从上述两种控制中的切换前的控制所规定的速度变化为切换后的控制所规定的速度时，将此时的上述执行机构的速度的时间变化率的限制值设定为第1变化率，在基于上述状态切换信号的输入而切换了上述两种控制且上述执行机构的速度变化为上述切换后的控制所规定的速度之前的期间向上述操作装置的输入发生了变化的情况下，将上述执行机构的速度的时间变化率从上述第1变化率变更为大于上述第1变化率的第2变化率。

[0012] 发明效果

[0013] 根据本发明，在控制的切换过程中，能够抑制车身成为不稳定状态，并且，能够根据操作员的要求加快操作员的操作反映于作业装置的动作的时间。

附图说明

[0014] 图1是第1实施方式的液压挖掘机的立体图。

[0015] 图2是第1实施方式的液压挖掘机的液压系统的结构图。

[0016] 图3是第1实施方式的车身控制器、指导控制器、GNSS控制器及指导监控器的功能框图。

[0017] 图4是半自动控制中的距离d与速度修正系数k的关系图。

[0018] 图5是表示铲斗顶端处的与距离d相应的修正前后的速度矢量的示意图。

[0019] 图6是表示第1实施方式的液压挖掘机和设计数据的图。

[0020] 图7是表示第1实施方式的液压挖掘机的正交姿势的图。

[0021] 图8是表示第1实施方式的液压挖掘机和设计数据的图。

[0022] 图9是表示第1实施方式的液压挖掘机的半自动控制的流程的流程图。

[0023] 图10是表示第1实施方式的液压挖掘机的速度转变控制的流程的流程图。

[0024] 图11是表示第1实施方式的液压挖掘机的手动控制的流程的流程图。

[0025] 图12是表示第1实施方式的液压挖掘机的动臂缸速度的变化的图。

[0026] 图13是表示第2实施方式的液压挖掘机的速度转变控制的流程的流程图。

[0027] 图14是表示第2实施方式的液压挖掘机的操作判定处理的流程的流程图。

[0028] 图15是表示第2实施方式的液压挖掘机的动臂缸速度的变化的图。

[0029] 图16是表示第2实施方式的液压挖掘机的动臂缸速度的变化的图。

具体实施方式

[0030] 以下，使用附图说明本发明的实施方式。以下说明示出本发明的内容的具体例，本发明不限定于这些说明，在本说明书所公开的技术思想的范围内能够由本领域技术人员进行各种变更及修正。另外，在用于说明本发明的全部附图中，具有相同功能的部件标注相同的附图标记，存在省略其说明的情况。

[0031] ＜第1实施方式＞

[0032] 在本实施方式中，作为作业机械而以液压挖掘机为例进行说明。但是，本发明中的作业机械不限定于液压挖掘机，也能够适用于例如推土机等具有作业装置的其他作业机械。以下，使用图1至图7说明作为第1实施方式的作业机械。

[0033] 图1示出作为第1实施方式的液压挖掘机的外观。液压挖掘机1具备：包含由行驶液压马达(未图示)驱动的履带的下部行驶体12、能够旋转地安装于下部行驶体12的上部的上部旋转体11、能够转动地安装于上部旋转体11的前方并进行挖掘等作业的多关节型的作业装置(前作业装置)4。上部旋转体11通过旋转液压马达19(图2中图示)而相对于下部行驶体12相对地旋转驱动。

[0034] 作业装置4由动臂13、斗杆14、铲斗15、作为构成斗杆14与铲斗15之间的四连杆机构的要素之一的铲斗连杆16、17、驱动动臂13的动臂缸18a、驱动斗杆14的斗杆缸18b、经由铲斗连杆16、17驱动铲斗15的铲斗缸18c(将动臂缸18a、斗杆缸18b、铲斗缸18c适当统称为液压缸18)等构成。

[0035] 动臂13的一端(基端部)能够旋转地支承于上部旋转体11。动臂缸18a的缸底侧(基端侧)相对于上部旋转体11能够旋转地被支承，动臂缸18a的活塞杆侧(顶端侧)相对于动臂13能够旋转地被支承。与动臂缸18a的伸缩相应地，动臂13相对于上部旋转体11而相对地旋转驱动。斗杆14的一端(基端部)能够旋转地支承于动臂13的另一端(顶端部)。斗杆缸18b的缸底侧(基端侧)相对于动臂13能够旋转地被支承，斗杆缸18b的活塞杆侧(顶端侧)相对于斗杆14能够旋转地被支承。与斗杆缸18b的伸缩相应地，斗杆14相对于动臂13而分别相对地旋转驱动。铲斗15能够旋转地支承于斗杆14的另一端(顶端部)。铲斗连杆16的一端也是能够旋转地支承于斗杆14的顶端部。而且，铲斗连杆16的另一端能够旋转地支承于铲斗连杆17的一端，铲斗连杆17的另一端能够旋转地支承于铲斗15。铲斗缸18c的缸底侧(基端侧)相对于斗杆14能够旋转地被支承，铲斗缸18c的活塞杆侧(顶端侧)相对于铲斗连杆16能够旋转地被支承。像这样，斗杆14、铲斗连杆16、17、铲斗15构成四连杆机构，与铲斗缸18c的伸缩相应地，铲斗连杆16相对于斗杆14而相对地旋转驱动，与之连动，构成四连杆机构的铲斗15也相对于斗杆14相对地旋转驱动。为这样结构的液压挖掘机1通过将动臂缸18a、斗杆缸18b、铲斗缸18c分别驱动到适当的行程长度，而能够将铲斗15驱动到任意的位置、姿势，从而进行挖掘等所希望的作业。

[0036] 此外，以下有时将动臂13、斗杆14及铲斗(作业工具)15分别称为前部件。另外，动臂13、斗杆14及铲斗15在包含作业装置4的平面上动作，以下有时将该平面称为动作平面。也就是说动作平面是与动臂13、斗杆14及铲斗15的转动轴正交的平面，能够设定于例如动臂13、斗杆14及铲斗15的宽度方向的中心(即各前部件13、14、15的转动轴的中心)。

[0037] 在上部旋转体11配置有两个GNSS(Global Navigation Satellite System:全球导航卫星系统)天线2a、2b(将其适当总称为GNSS天线2)。GNSS是指接收来自多个卫星的信

号而知晓地球上的自身位置的卫星测位系统。GNSS天线2接收来自位于地球上空的多个GNSS卫星(未图示)的信号(电波),将得到的信号发送到GNSS控制器53(图2中图示),由GNSS控制器53根据这些信号运算出各天线2a、2b的位置。

[0038] 在上部旋转体11安装有用于计测上部旋转体11的倾斜(倾斜角)的车身IMU3a(Inertial Measurement Unit,惯性计测装置)。同样地,在动臂13安装有用于计测动臂13的倾斜(倾斜角)的动臂IMU3b,在斗杆14安装有用于计测斗杆14的倾斜(倾斜角)的斗杆IMU3c,在铲斗连杆16安装有用于计测铲斗连杆16的倾斜(倾斜角)的铲斗IMU3d(将IMU3a至IMU3d适当总称为IMU3)。IMU3是能够计测加速度、角速度的传感器单元,IMU3所获取的信息输出到指导控制器52(图2中图示)。IMU3能够作为作业装置4的姿势传感器发挥功能。

[0039] 图2是第1实施方式的液压挖掘机的液压系统的结构图。液压挖掘机1具备发动机41、液压泵42、43。液压泵42、43由发动机41驱动,将从油箱汲取的液压油供给到液压回路内。

[0040] 另外,液压挖掘机1具备:由多个操作杆44a～44d构成的操作装置44;控制向搭载于液压挖掘机1的包括液压缸18及液压马达19在内的液压执行机构供给的工作油的流量及方向的方向控制阀45;控制作用于方向控制阀45的先导油的压力的多个控制阀(电磁阀)47;管理液压挖掘机1的车身控制、输出针对多个控制阀47的控制信号(指令电流或指令电压)的车身控制器51;管理搭载于液压挖掘机1的驾驶席内的指导用的监控器(指导监控器)54和扬声器(声音输出装置)55的控制,向车身控制器51输出作业装置4的位置信息、设计面60的位置信息、及成为切换液压缸18的控制的诱因的状态切换信号等的指导控制器52;和对两个GNSS天线2的位置进行运算的GNSS控制器53。

[0041] 在图2中,在操作装置44中包括用于操作斗杆14(斗杆缸18b)的斗杆操作杆44a、用于操作动臂13(动臂缸18a)的动臂操作杆44b、用于操作铲斗15(铲斗缸18c)的铲斗操作杆44c、和用于操作上部旋转体11(旋转液压马达19)的旋转操作杆44d(有时将其总称为操作杆44)。操作杆44中供给来自液压泵42的先导油,构成为当操作杆44被操作员操作时,来自液压泵42的先导油与杆操作量相应地适当减压并流向方向控制阀45。此外,在图2中省略了分别对搭载于下部行驶体12的左右的行驶液压马达进行操作的两个行驶操作杆。

[0042] 方向控制阀45控制从液压泵43向各液压缸18及旋转液压马达19供给的工作油的量及方向,根据从操作杆44输出的先导油,确定针对液压缸18及旋转液压马达19中的哪个执行机构使多少工作油流向哪个方向。因此,通过对操作杆44进行操作,能够将各液压缸18及旋转液压马达19向所希望的方向驱动所希望的量。即,操作员能够经由操作装置44驾驭作业装置4而取得任意姿势,其结果为能够进行所希望的作业。

[0043] 在将液压泵42和各操作杆44连接的油路上设有截止阀46。当截止阀46关闭时,停止先导油从液压泵42向各操作杆44的供给。由此,即使对操作杆44进行操作先导油也不会流到方向控制阀45,能够形成液压缸18和旋转液压马达19不受驱动的状态。截止阀46既可以是与乘降液压挖掘机1时被操作员操作的门锁杆(未图示)的位置相应地被物理性开闭驱动的结构,也可以是根据从车身控制器51输出的控制信号而适当电气性开闭驱动的结构。

[0044] 在从斗杆操作杆44a向方向控制阀45供给先导油的双系统的油路中,在斗杆弯曲操作时(斗杆收回操作时)先导油所流向的一个油路上插入有控制阀47a,在斗杆伸展操作时(斗杆放出操作时)先导油所流向的另一个油路上插入有控制阀47b。在从动臂操作杆44b

向方向控制阀45供给先导油的双系统的油路中，在动臂下降操作时先导油所流向的一个油路上插入有控制阀47c，在动臂抬升操作时先导油所流向的另一个油路上插入有梭形滑阀48a。该梭形滑阀48a的一个入口经由控制阀47d与液压泵42连接。在从铲斗操作杆44c向方向控制阀45供给先导油的双系统的油路中，在铲斗铲装操作时先导油所流向的一个油路上串联连接有控制阀47f和梭形滑阀48b，在铲斗卸载操作时先导油所流向的另一个油路上串联连接有控制阀47g和梭形滑阀48c。梭形滑阀48b的一个入口经由控制阀47e与液压泵42连接，梭形滑阀48c的一个入口经由控制阀47h与液压泵42连接(以下，有时适当将八个控制阀47a～47h总称为控制阀47，将三个梭形滑阀48a～48c总称为梭形滑阀48)。梭形滑阀48具有两个入口和一个出口，两个入口中的高压侧的入口与出口连接。

[0045] 各控制阀47是与车身控制器51电连接的电磁阀，基于从车身控制器51输出的控制信号(指令电压或指令电流)而控制其阀开度，生成与该阀开度相应的先导压。所生成的先导压在半自动控制时被输出到方向控制阀45。若减小控制阀47a、47b、47c、47f、47g的阀开度则能够减少来自操作杆44的先导油的流量。这也就是说，与根据操作员对操作杆44的操作输入规定的速度相比，车身控制器51能够使实际动作的作业装置4的速度变慢或停止。剩余的控制阀47d、47e、47h由于不经由操作杆44而直接与液压泵42连接，所以若增大其阀开度则能够将先导油输送到方向控制阀45。这也就是说，与根据操作员对操作杆44的操作输入规定的速度相比，车身控制器51能够使实际动作的作业装置4的速度加快。通过这样的结构，车身控制器51能够使实际的作业装置4的速度相对于操作员的操作而加快或变慢(或停止)。

[0046] 在截止阀46的下游侧和各控制阀47的上游侧及下游侧，设有检测截止阀46及各控制阀47的前后的压力(先导压)的多个液压传感器(压力传感器)49。液压传感器49a设于截止阀46的下游，用于确认截止阀46是否正确地打开。液压传感器49b、49c用于获取斗杆操作速度，液压传感器49d、49j用于获取动臂操作速度，液压传感器49e、49f用于获取铲斗操作速度。液压传感器49g～49l用于获取受控制阀47控制后的实际的指令速度。根据预先进行检验等而准备好的转换表来进行从各液压传感器49b～49l所检测出的压力向指令速度的转换。

[0047] 在基于向操作装置44的操作输入来控制执行机构(液压缸)18a、18b、18c的手动控制(第1控制)中，车身控制器51将控制阀47a、47b、47c、47f、47g的阀开度设定为最大(开放)，将控制阀47d、47e、47h的阀开度设定为最小(截止)，由此，来自操作杆44的先导压直接流到方向控制阀45，成为能够按照操作员的操作对作业装置4进行操作的状态。另一方面，在操作装置44的操作过程中与该操作无关地或者利用该操作的一部分遵照规定条件(在本实施方式中为设计面60与铲斗顶端150的距离d(后述))来控制执行机构(液压缸)18a、18b、18c的半自动控制(第2控制)中，车身控制器51对满足该规定条件的各执行机构18a、18b、18c的目标速度进行运算，将控制阀47设定为与该运算出的目标速度相应的阀开度，由此成为能够遵照该规定条件来控制作业装置4的状态。也就是说，车身控制器51能够将执行机构(液压缸)18a、18b、18c的控制切换为手动控制和半自动控制这两种控制中的某一方。操作员能够经由设于上部旋转体11上的驾驶室内的切换开关56(图3中图示)进行对车身控制器51使用两种控制中的哪一个的指示。另外，有时也基于输入到车身控制器51内的状态转变部51a(图3中图示)的状态转变信号(后述)来切换两种控制。

[0048] 车身控制器51、指导控制器52及GNSS控制器53分别是相当于具有处理装置(例如CPU)、保存有处理装置所执行的程序及执行该程序所需的数据等的存储装置(例如ROM、RAM等半导体存储器)的计算机的硬件。图3是以功能框示出由车身控制器51、指导控制器52及GNSS控制器53执行的各种运算处理的图。此外,在本实施方式中就实际机械而言具备三个控制器51、52、53,但也可以将其统合成例如一个控制器,还可以构成将功能进一步分解而能够以四个以上的控制器实现相同功能的系统。

[0049] ＜GNSS控制器53＞

[0050] GNSS控制器53是用于根据两个天线2所接收到的信号来测定两个天线2的位置的测位用控制器。此外,天线测位的方法存在多种,本发明不限定这些方法。可以使用例如从具有现场设置的GNSS天线的基准站接收修正信息而更高精度地获取自身位置的RTK-GNSS(Real Time Kinematic-GNSS)的手法。该情况下,在液压挖掘机1中需要用于接收来自基准站的修正信息的接收机,但能够更高精度地测定天线2的自身位置。

[0051] GNSS控制器53如图3所示具备纬度经度运算部53a。GNSS控制器53在纬度经度运算部53a中,基于从GNSS天线2a、2b输入的来自多个GNSS卫星的信号对GNSS天线2a、2b在地球上的位置(例如纬度、经度、标高)进行运算,将其结果发送到指导控制器52。

[0052] ＜指导控制器52＞

[0053] 指导控制器52如图3所示,具备:基于IMU3及GNSS控制器53的输出对作业装置4的各前部件13、14、15的位置及姿势进行运算的作业装置位置姿势运算部52a;记录有表示液压挖掘机1的施工对象的目标形状的三维设计数据的设计数据存储部52b;根据保存于设计数据存储部52b的三维设计数据与作业装置4的动作平面的交线对二维设计面数据(设计面的线段数据)进行运算的设计面运算部52c;和管理IMU3、GNSS控制器53的动作状况、铲斗顶端150附近的设计面60的有无等的指导状态管理部52d。

[0054] 指导控制器52在存储装置中保存有在上部旋转体11的哪个位置配置GNSS天线2这一信息,作业装置位置姿势运算部52a能够根据从GNSS控制器53输入的GNSS天线2的位置进行倒算,求出上部旋转体11在地球上的位置(地理坐标系上的位置)。由此GNSS天线2能够作为作业装置4及安装有作业装置4的上部旋转体11的位置传感器发挥功能。由于在本实施方式的液压挖掘机1上搭载两个GNSS天线2,所以根据两个GNSS天线2的位置也能够获知上部旋转体11的方位(动臂13、斗杆14、铲斗15朝向哪个方向)。还能够将由GNSS控制器53运算出的上部旋转体11在地理坐标系上的位置和方位转换成在适当任意的座坐标上的位置和方位之后加以利用。

[0055] 另外,作业装置位置姿势运算部52a能够基于从IMU3输入的加速度、角速度等计测信息对各IMU3的自身姿势进行运算。因此,作业装置位置姿势运算部52a能够根据来自车身IMU3a的信息运算出上部旋转体11的前后倾斜、左右倾斜,根据来自动臂IMU3b的信息运算出动臂13的旋转姿势,根据来自斗杆IMU3c的信息运算出斗杆14的旋转姿势。另外,作业装置位置姿势运算部52a能够根据来自铲斗IMU3d的信息获知铲斗连杆16的旋转姿势,通过基于斗杆14的旋转姿势和由斗杆14、铲斗连杆16、17及铲斗15构成的四连杆机构的尺寸信息进行运算,能够运算出铲斗15的旋转姿势。

[0056] 由此,作业装置位置姿势运算部52a能够运算出上部旋转体11在地理坐标系中的位置、方位、前后倾斜、左右倾斜,能够运算出上部旋转体11在地球上的哪个位置以怎样的

姿势存在。另外，在指导控制器52内的存储装置中存储有动臂13、斗杆14、铲斗15各自的旋转中心及铲斗顶端(也称为铲斗齿尖)150中的在作业装置4的动作平面上邻接的部位彼此的尺寸信息。因此，作业装置位置姿势运算部52a通过与由各IMU3获取的各前部件13、14、15的旋转姿势的信息组合而能够获知铲斗顶端150相对于上部旋转体11(例如动臂13的基端侧的旋转中心的位置)的位置。

[0057] 因此，作业装置位置姿势运算部52a能够求出地理坐标系中的上部旋转体11和作业装置4的各前部件13、14、15的位置、姿势及方位的信息(包括铲斗顶端150的位置信息)。这些信息被输出到指导控制器52内的指导状态管理部52d及设计面运算部52c、车身控制器51内的目标动作生成部51c、指导监控器54等。

[0058] 设计面运算部52c根据从作业装置位置姿势运算部52a输入的前部件13、14、15的位置、姿势及方位的信息对最新的作业装置4的动作平面进行运算，并根据该动作平面与保存于设计数据存储部52b的三维设计数据的交线对半自动控制中利用的设计面60的线段数据进行运算。设计面运算部52c将设计面60的线段数据输出到指导监控器54、车身控制器51内的目标动作生成部51c等。

[0059] 指导状态管理部52d管理IMU3和GNSS控制器53的动作状况、铲斗顶端150附近的设计面60的有无等。指导状态管理部52d监视各IMU3的传感器输出，判断IMU3是否产生了异常。例如，在检测到来自IMU3的信号的停止的情况下，判断为IMU3的功能停止或因断线等导致IMU3产生了异常。在判断为IMU3产生了异常的情况下，指导状态管理部52d将第1状态切换信号输出到车身控制器51内的状态转变部51a。

[0060] “第1状态切换信号”是由于基于半自动控制对液压缸18的控制中所需的硬件及软件产生异常而成为无法执行半自动控制的状态，因此强制性将半自动控制切换成手动控制的信号。换言之，也是向禁止基于车身控制器51的半自动控制的执行而仅允许手动控制的执行的半自动控制禁止模式(手动控制模式)的强制性切换信号。本实施方式中的状态切换信号还具有第2状态切换信号和第3切换信号。“第2状态切换信号”是在操作员所希望的任意时刻将半自动控制切换成手动控制的信号。换言之，也是将允许半自动控制的半自动控制允许模式(半自动控制模式)任意切换成禁止半自动控制的半自动控制禁止模式(手动控制模式)的信号。“第3状态切换信号”是在操作员所希望的任意时刻将手动控制切换成半自动控制的信号。换言之，也是将禁止半自动控制的半自动控制禁止模式(手动控制模式)任意切换成允许半自动控制的半自动控制允许模式(半自动控制模式)的信号。

[0061] 另外，指导状态管理部52d监视从GNSS控制器53输入的天线2的测位信息，判断天线2的测位是否产生了异常。例如，在检测到来自GNSS控制器53的信号的停止的情况下、在从GNSS控制器53输入的测位精度降低到低于规定阈值的情况下、在从GNSS控制器53输入了表示无法进行天线2的测位的信息的情况下，判断为天线2的测位(GNSS)产生了异常。在判断为GNSS产生了异常的情况下，指导状态管理部52d将第1状态切换信号输出到车身控制器51内的状态转变部51a。此外，对于GNSS，在GNSS控制器53内检测异常，可以将其传递到指导控制器52内的指导状态管理部52d，也可以直接传递到车身控制器51内的状态转变部51a。

[0062] 另外，指导状态管理部52d监视从设计面运算部52c输入的设计面60的位置信息和从作业装置位置姿势运算部52a输入的铲斗15的位置信息·姿势信息(包括铲斗顶端150的位置信息)，并判断在铲斗15的附近是否存在成为半自动控制的控制对象的设计面60。例

如，在从其铅垂方向观察设计面60所存在的区域R(参照图8。其中图8的设计面的附图标记为61)时铲斗15上的任意点出到该区域之外的情况下，能够判断为在铲斗15的附近不存在设计面60(换言之，铲斗15存在于设计面60所存在的区域之外)。在判断为在铲斗15的附近不存在设计面60的情况下，指导状态管理部52d将第1状态切换信号输出到车身控制器51内的状态转变部51a。

[0063] ＜指导监控器·扬声器＞

[0064] 指导监控器54是显示当前的作业装置4的姿势和铲斗顶端150附近的设计面60(设计数据)的形状、铲斗顶端150与设计面60的距离信息(d)等的监控器。在本实施方式中，由具有受理来自操作员的输入操作的功能的触摸面板式的监控器构成，内置有相当于具有处理装置(例如CPU)和保存有处理装置所执行的显示、输入关系的程序及执行该程序所需的数据等的存储装置(例如ROM、RAM等的半导体存储器)的计算机的硬件。指导监控器54具备：控制显示于监控器的信息的显示控制部54a；和将输入到监控器的操作员的触摸操作转换成输入信息的输入信息处理部54b。

[0065] 显示控制部54a将从指导控制器52输入的设计数据和液压挖掘机1的作业装置4的姿势、铲斗顶端150与设计数据的相对位置关系等信息显示于指导监控器54。例如，通过显示设计面60的线段数据和铲斗15的侧面图像，能够向操作员报告铲斗15与设计面60的最新的位置关系。操作员通过基于从指导监控器54得到的这些信息以例如将设计数据(设计面60)与铲斗顶端150的距离d保持为零的方式对作业装置4进行操作，能够以成为按照设计数据的目标形状的方式进行挖掘作业。

[0066] 另外，指导控制器52也能够使用扬声器55将设计面60与铲斗顶端150的相对位置关系以警报的音量、发音的间隔、音色的变化等形式传递给操作员。例如，能够设为铲斗顶端150越接近设计面60，则音量越大、发音间隔越短、频率越高。由此操作员即使不注视指导监控器54，根据来自扬声器55的警报的变化，就能够例如以使目标形状与铲斗顶端150的距离成为零的方式对作业装置4进行操作。

[0067] 指导控制器52将设计数据(设计面60)和作业装置4的姿势、设计面60与铲斗顶端150的相对位置关系等信息发送到车身控制器51。在车身控制器51中，在半自动控制(第2控制)中，基于这些信息以例如使设计面60与铲斗顶端150的距离d成为零的方式对作业装置4进行控制，能够使得成为按照设计数据的目标形状这样的挖掘作业不依赖于操作员的操作，或介入操作员的操作而进行。接下来，说明由车身控制器51进行的半自动控制的详情。

[0068] ＜车身控制器＞

[0069] 车身控制器51根据手动控制(第1控制)和半自动控制(第2控制)这两种控制中的某一方来控制执行机构(液压缸)18a、18b、18c，其中手动控制中基于向操作装置44的操作输入来控制执行机构(液压缸)18a、18b、18c，半自动控制中，在操作装置44的操作中基于设计面60与作业装置4(铲斗顶端150)的距离d来控制执行机构(液压缸)18a、18b、18c。为了发挥该功能，车身控制器51具备：基于状态切换信号(第1、第2、第3状态切换信号)的输入来切换手动控制(第1控制)和半自动控制(第2控制)的状态转变部51a；设定切换手动控制和半自动控制时的液压缸(执行机构)18a～18c的速度的时间变化率的限制值的速度转变部51b；对液压缸(执行机构)18a～18c的目标速度进行运算的目标动作生成部51c；和对用于使液压缸(执行机构)18a～18c以目标速度动作的针对控制阀47的控制指令进行运算、输出

的执行机构控制部51d。

[0070] 状态转变部51a基于从切换开关56及指导控制器52内的指导状态管理部52d及车身控制器51内的目标动作生成部51c输入的状态切换信号(第1、第2、第3状态切换信号),将由目标动作生成部51c进行的液压缸(执行机构)18a～18c的控制方式切换成手动控制(第1控制)和半自动控制(第2控制)中的某一个。第1状态切换信号从指导控制器52内的指导状态管理部52d和车身控制器51内的目标动作生成部51c输入。第2及第3状态切换信号从设置于液压挖掘机1的驾驶席内的切换开关56输入。

[0071] 切换开关56是能够在任意时刻由操作员操作的双位切换式开关,具有供选择禁止半自动控制的半自动控制禁止模式(手动控制模式)的第1位置、和供选择允许半自动控制的半自动控制允许模式(半自动控制模式)的第2位置。当切换开关56从第2位置切换到第1位置时,对状态转变部51a输出第2状态切换信号。另一方面,当切换开关56从第1位置切换到第2位置时,对状态转变部51a输出第3状态切换信号。

[0072] 输入了第1及第2状态切换信号的状态转变部51a在输入状态切换信号时正在执行半自动控制(第2控制)的情况下将半自动控制(第2控制)切换为手动控制(第1控制),在输入状态切换信号时正在执行手动控制(第1控制)的情况下禁止自此以后的半自动控制的执行。另一方面,输入了第3状态切换信号的状态转变部51a在输入状态切换信号时满足执行半自动控制的条件的情况下从手动控制(第1控制)切换为半自动控制(第2控制),在输入状态切换信号时不满足执行半自动控制的条件的情况下继续手动控制(第1控制)。

[0073] 速度转变部51b将利用状态转变部51a对由手动控制和半自动控制组成的两种控制进行切换、且控制对象的执行机构(液压缸)18a、18b、18c的速度从两种控制中的切换前的控制所规定的速度变化为切换后的控制所规定的速度时的该执行机构(液压缸)18a、18b、18c的速度的时间变化率的限制值(以下也称为“速度变化率”)设定为第1变化率I1。并且,速度转变部51b在利用状态转变部51a切换两种控制且该执行机构(液压缸)18a、18b、18c的速度变化为切换后的控制所规定的速度之前的期间向操作装置44的操作输入发生了变化的情况下,将该执行机构(液压缸)18a、18b、18c的速度的时间变化率从第1变化率I1变更为大于第1变化率的第2变化率I2。若两种控制的切换时的速度变化率从第1变化率I1变更为第2变化率I2,则能够缩短两种控制间速度的切换所需的时间,并且能够缩短到速度的切换后的控制开始为止的等待时间。

[0074] 目标动作生成部51c是对手动控制时的各液压缸18a、18b、18c的目标速度和半自动控制时的各液压缸18a、18b、18c的目标速度进行运算的部分。对于利用手动控制和半自动控制中的哪一个控制,基于来自状态转变部51a的指示而确定。

[0075] ＜半自动控制时的目标动作生成部51c＞

[0076] 在半自动控制时中,目标动作生成部51c基于从指导控制器52输入的信息对设计面60与作业装置4(铲斗顶端150)的距离d进行运算。并且,以在操作装置44的操作时将作业装置4的动作范围限制在设计面60上及其上方的方式与距离d相应地对各液压缸18a、18b、18c的目标速度进行运算。在本实施方式中进行下述运算。

[0077] 首先,目标动作生成部51c首先根据从操作杆44b输入的电压值(动臂操作量)计算对动臂缸18a的要求速度(动臂缸要求速度),根据从操作杆44c输入的电压值(斗杆操作量)计算对斗杆缸18b的要求速度,根据从操作杆44d输入的电压值(铲斗操作量)计算对铲斗缸

18c的要求速度。根据这三个要求速度和由作业装置位置姿势运算部52a运算出的作业装置4的各前部件13、14、15的姿势，计算铲斗顶端150处的作业装置4的速度矢量(要求速度矢量)V0(参照图5的左图)。并且，也计算速度矢量V0的设计面铅垂方向的速度分量V0z和设计面水平方向的速度分量V0x。

[0078] 接着，目标动作生成部51c对根据距离d确定的修正系数k进行运算。图4是表示铲斗顶端150与设计面60的距离d和速度修正系数k的关系的线图。将铲斗顶端150(作业装置4的控制点)位于设计面60的上方时的距离设为正，将位于设计面60的下方时的距离设为负，在距离d为正时作为1以下的值输出正的修正系数，在距离d为负时作为1以下的值输出负的修正系数。此外，速度矢量将从设计面60的上方接近设计面60的方向设为正。

[0079] 接着，目标动作生成部51c将根据距离d确定的修正系数k乘以速度矢量V0的设计面铅垂方向的速度分量V0z，由此计算速度分量V1z(参照图5的右图)。通过将该速度分量V1z和速度矢量V0的设计面水平方向的速度分量V0x合成而计算合成速度矢量(目标速度矢量)V1，将能够产生该合成速度矢量V1的动臂缸速度、斗杆缸速度(Va1)、铲斗缸速度分别运算为目标速度。在运算该目标速度时，可以利用由作业装置位置姿势运算部52a运算出的作业装置4的各前部件13、14、15的姿势。目标动作生成部51c将计算出的各液压缸的目标速度输出到执行机构控制部51d。

[0080] 图5是表示铲斗顶端150处的与距离d相应的修正前后的速度矢量的示意图。通过对要求速度矢量V0的设计面铅垂方向的分量V0z(参照图5的左图)乘以速度修正系数k，得到V0z以下的设计面铅垂方向的速度矢量V1z(参照图5的右图)。计算V1z与要求速度矢量V0的设计面水平方向的分量的V0x的合成速度矢量V1，并计算能够输出V1的斗杆缸目标速度、动臂缸目标速度和铲斗缸目标速度。

[0081] ＜手动控制时的目标动作生成部51c＞

[0082] 在手动控制时，目标动作生成部51c首先根据从操作杆44b输入的电压值(动臂操作量)计算动臂缸18a的目标速度(与半自动控制的动臂缸要求速度相同)，根据从操作杆44c输入的电压值(斗杆操作量)计算斗杆缸18b的目标速度(与半自动控制的斗杆缸要求速度相同)，根据从操作杆44d输入的电压值(铲斗操作量)计算铲斗缸18c的目标速度(与半自动控制的铲斗缸要求速度相同)。目标动作生成部51c将计算出的各液压缸的目标速度输出到执行机构控制部51d。

[0083] ＜检测出异常时的目标动作生成部51c＞

[0084] 另外，目标动作生成部51c对包括配置于截止阀46及各控制阀47的前后且检测截止阀46及各控制阀47的前后的压力(先导压)的多个液压传感器(压力传感器)49、截止阀46和多个控制阀47在内的半自动控制所需的硬件的有无异常进行管理。目标动作生成部51c通过对车身控制器51(例如执行机构控制部51d)输出到截止阀46及各控制阀47的控制信号(例如指令电流)所规定的先导压的值(目标值)和各液压传感器49检测出的先导压的值(实际的值)进行比较来判断截止阀46及各控制阀47及各液压传感器49是否产生了异常。例如，在基于液压传感器49检测出的控制阀47的上游侧的压力检测值充分高的状态下从车身控制器51向控制阀47输出了以在控制阀47的下游侧输出固定压力的方式规定的指令电流的情况下，在基于液压传感器49检测出的控制阀47的下游侧的压力检测值明显比指令值高或低时，能够推定控制阀47或液压传感器49产生了异常(非正常)。此外，目标动作生成部51c

也可以通过对自身(目标动作生成部51c)运算出的执行机构目标速度和各液压传感器49检测出的先导压的值(实际的值)进行比较来判断各控制阀47及各液压传感器49是否产生了异常。像这样目标动作生成部51c在利用半自动控制控制执行机构(液压缸)18a、18b、18c的期间,对由车身控制器51生成的控制信号所规定的压力值和液压传感器49的检测值进行比较,在判定为截止阀46、控制阀47及液压传感器49中的某一个产生了异常的情况下,向状态转变部51a输出将半自动控制(第2控制)切换为手动控制(第1控制)的第1状态切换信号。

[0085] 执行机构控制部51d是基于由目标动作生成部51c运算出的各液压缸18a、18b、18c的目标速度,对向各控制阀47的控制信号(控制阀指令电流)进行运算,并将该控制信号向所对应的控制阀47输出来控制方向控制阀45的部分。通过这样被控制的方向控制阀45,各液压缸18a、18b、18c遵照由目标动作生成部51c计算出的目标速度而动作。

[0086] 图6是表示液压挖掘机1与设计面(设计数据)60的关系的图。在表示施工对象的目标形状的设计面60中,存在由一个面构成的单平面数据、和由多个面组合成的多面数据等。在图6中,设为平面60作为设计面被记录于指导控制器52,以下说明以该平面60作为目标形状来控制作业装置4的例子。

[0087] ＜基于手动控制进行的设计面的挖掘＞

[0088] 对于通过手动控制(第1控制)下的液压挖掘机1进行实现目标形状的挖掘作业,需要使由动臂13、斗杆14、铲斗15构成的作业装置4恰当地动作,使铲斗顶端150以沿着目标形状的方式动作。也就是说,若铲斗15以平面60与铲斗顶端150的距离d始终为零的方式动作,则铲斗顶端150所通过的轨迹、也就是说挖掘修整面与平面60一致。在本实施方式的液压挖掘机1中具备指导监控器54,如前所述在指导监控器54上显示当前的作业装置4的姿势信息和目标形状的信息、以及目标形状与铲斗顶端150的相对位置关系(距离d的信息)等。因此,在手动控制中,操作员通过适当参照这些信息,一边进行利用斗杆弯曲操作(斗杆收回操作)将铲斗15向车身侧拉靠的动作,一边利用动臂抬升/下降操作以使距离d尽量成为零的方式进行调整,能够进行实现目标形状的挖掘作业。

[0089] ＜基于半自动控制进行的设计面的挖掘＞

[0090] 另一方面,在半自动控制(第2控制)中,操作员与手动控制时同样地进行斗杆弯曲操作,但无需进行基于动臂抬升/下降操作实现的距离d的调整,动臂13的移动速度由车身控制器51控制。若在图6的液压挖掘机1的作业装置4的姿势下由操作员进行斗杆弯曲操作,则斗杆14以旋转支承动臂13和斗杆14的关节140为中心向接近平面60方向驱动,其结果为铲斗15也接近平面60,因此距离d接近零。若照这样斗杆14被驱动,则铲斗顶端150过于通过平面60,距离d远离变大。

[0091] 在此,若与距离d相应地以恰当的速度驱动动臂13(动臂缸18a),则能够将距离d保持为零附近的同时进行挖掘作业。在本实施方式中,基于从指导控制器52得到的作业装置4的当前的姿势和斗杆14的移动速度、设计面60、包含距离d的设计面60与作业装置4的相对位置关系等信息,车身控制器51运算使距离d保持为零附近这样的动臂缸18a的目标速度,通过控制控制阀47c、47d的阀开度而按照运算出目标速度那样驱动动臂缸18a。

[0092] 在此,如图7所示,将连结铲斗顶端150和关节140的直线L与平面60正交时的作业装置4的姿势称为正交姿势。在一系列的挖掘作业中,对于斗杆弯曲操作,在成为正交姿势的瞬间为止进行动臂抬升动作,在刚成为正交姿势之后进行动臂下降动作,由此能够使铲

斗顶端150以沿着平面60的方式动作。

[0093] 关于动臂抬升动作，能够由车身控制器51扩大控制阀47d的阀开度来执行。

[0094] 但是，关于动臂下降动作，仅由车身控制器51调整控制阀47c的阀开度是无法执行的。这是因为在控制阀47c与液压泵42之间存在操作杆44b，若不将操作杆44b向动臂下降方向操作，则先导油不会流到控制阀47c。因此，为了控制动臂下降动作，必须使操作员对操作杆44b输入动臂下降方向的操作，若从操作杆44b向控制阀47c供给了先导油，则车身控制器51通过调整控制阀47c的阀开度而能够控制动臂下降方向的移动速度。

[0095] 在这样的结构中，作为操作员的操作，考虑到对操作杆44b进行向动臂下降方向成为最大输入的操作且同时对操作杆44a输入斗杆弯曲方向的操作的情况。该情况下，至正交姿势为止车身控制器51将控制阀47c的阀开度设为最小(截止)，将控制阀47d的阀开度适当扩大来进行动臂抬升动作。然后，正交姿势后将控制阀47d的阀开度设为最小(截止)，将控制阀47c的阀开度扩大来进行动臂下降动作，由此能够执行实现目标形状的挖掘作业。另外，操作员无需调整动臂操作，仅持续进行最大输入(将操作杆44b向动臂下降方向倒伏最大)即可。

[0096] 图8与图6同样地是表示液压挖掘机与设计面61的关系的图。在图8中，平面61作为表示目标形状的设计面被记录于指导控制器52。平面61是仅存在于范围R内的单平面。

[0097] 在半自动控制中，车身控制器51如前所述基于距离d等信息运算动臂缸18a的目标速度，控制动臂13的动作。但是，如图8所示，在铲斗15或铲斗顶端150出到设计面61所存在的范围外、也就是说平面61所存在的范围R之外的情况下，无法得到距离d等(目标形状与作业装置4的相对位置关系)，成为无法执行半自动控制的状况。在半自动控制中成为这样的无法继续控制的状况的情况下，需要强制性切换到手动控制而将操作委任给操作员。此时，若操作员对操作杆44b以上述那样的情由在动臂下降方向上进行了最大输入操作，则在从半自动控制切换成手动控制的瞬间动臂下降动作急剧加速，作业装置向图8的箭头A的方向急剧动作而车身可能成为不稳定状态。为了对其进行抑制，在本实施方式中，车身控制器51限制动臂缸18a的速度变化率，防止急剧加速的产生。但是，在操作员对操作杆的操作输入以阈值以上的比例变化的情况下，通过缓解或解除速度变化率的限制，能够抑制因操作员的操作与实际的作业装置4的动作不同而导致的操作员的不协调感。

[0098] 接下来，使用流程图来说明半自动控制、从半自动控制向手动控制转变时进行的速度转变控制、和手动控制。在此为了使说明简单，设为在半自动控制中仅控制动臂缸18a(即动臂13)。

[0099] 图9是表示基于半自动控制时的车身控制器51及指导控制器52进行的处理的流程的流程图。车身控制器51及指导控制器52当由操作员对操作装置44进行操作时开始图9的处理。首先，指导控制器52内的作业装置位置姿势运算部52a基于从IMU3得到的各前部件13、14、15及上部旋转体11的倾斜角的信息、由GNSS控制器53根据GNSS天线2的导航信号运算出的液压挖掘机1的位置信息、姿势信息(角度信息)及方位信息、和预先存储的各前部件13、14、15的尺寸信息等，对地理坐标系中的铲斗顶端150(控制点)的位置信息进行运算(步骤S1)。

[0100] 在步骤S2中，指导控制器52内的设计面运算部52c从设计数据存储部52b获取以由作业装置位置姿势运算部52a运算出的地理坐标系中的铲斗顶端150的位置信息(也可以利

用液压挖掘机1的位置信息)为基准包含于规定范围的设计面60的位置信息(设计数据),将其输出到车身控制器51内的目标动作生成部51c。目标动作生成部51c从该设计数据中将处于与铲斗顶端150最近的位置的设计面设定为控制对象的设计面60、即运算距离d的设计面60。

[0101] 在步骤S3中,目标动作生成部51c基于步骤S1中获取的铲斗顶端150的位置信息和步骤S2中获取的设计面60的位置信息,对距离d进行运算。

[0102] 在步骤S4中,目标动作生成部51c基于步骤S3运算出的距离d和从操作装置44输入的各操作杆的操作量(压力值),以使得即使作业装置4动作而铲斗顶端150也保持于设计面60上或其上方的方式运算各液压缸18a、18b、18c的目标速度。

[0103] 在步骤S5中,执行机构控制部51d基于各液压缸的目标速度对驱动各控制阀47的控制信号(例如指令电流)进行运算,并分别输出到与该控制信号对应的控制阀47。由此各液压缸18a、18b、18c基于各液压缸18a、18b、18c的目标速度(执行机构目标速度)而驱动,各前部件13、14、15动作。

[0104] 在步骤S6中,目标动作生成部51c判定是否从状态转变部51a输入了将半自动控制切换成手动控制的控制切换指示(该指示在第1状态切换信号或第2状态切换信号输入到状态转变部51a的情况下输出)。在输入了该控制切换指示的情况下执行接着使用图10说明的速度转变控制。另一方面,在没有输入该控制切换指示的情况下返回到最初的步骤S1而继续执行半自动控制。

[0105] 图10是表示从半自动控制切换到手动控制时的车身控制器51的处理(速度转变控制)的流程的流程图。在此将从控制进行了切换的时刻(t0)起的经过时间设为t(即,时刻t0下的时间t为0)。另外,将时刻t下的基于半自动控制的动臂缸目标速度设为Va(t),同样地将时刻t下的基于手动控制的动臂缸目标速度设为Vo(t)。目标速度Va(t)和Vo(t)是时间t的函数。此外在图中对执行内容相同的处理的步骤标注相同的附图标记。

[0106] 在步骤S21中,当从状态转变部51a输入将半自动控制切换成手动控制的指示(控制切换指示)时,车身控制器51内的速度转变部51b将目标动作生成部51c中利用的液压缸18a、18b、18c的速度变化率设定为第1变化率I1。

[0107] 在步骤S22中,目标动作生成部51c获取切换时(t=0)的基于半自动控制的动臂缸目标速度Va(0)、和切换时(t=0)的基于手动控制的动臂缸目标速度Vo(0)。Va(0)是在图9的步骤S4中运算的值,Vo(0)与在后述的图11的步骤S21中运算的值相同,Va(0)和Vo(0)均为常数。因此,以下有时表述为基于半自动控制的动臂缸目标速度Va(0)=Vc。

[0108] 在步骤S23中,目标动作生成部51c对Va(0)和Vo(0)的大小进行比较。并且,在Vo(0)≦Va(0)成立的情况(即,Va(0)为Vo(0)以上的情况)下进入步骤S24,在并非如此的情况(即,Va(0)小于Vo(0)的情况)下进入步骤S24A。

[0109] 在步骤S24中,目标动作生成部51c将从Vc减去对第1速度变化率I1(速度变化率)乘以t得到的值而求出的值运算为动臂缸18a的目标速度(Va(t)=Vc-I1·t),基于该目标速度对控制阀47进行控制,由此进行动臂缸18a的控制。

[0110] 在步骤S24A中,目标动作生成部51c将对第1速度变化率I1(速度变化率)乘以t得到的值与Vc相加而求出的值运算为动臂缸18a的目标速度(Va(t)=Vc+I1·t),基于该目标速度对控制阀47进行控制,由此进行动臂缸18a的控制。

[0111] 在步骤S25中，目标动作生成部51c基于操作员向操作装置44的输入操作量对时刻t下的基于手动控制的动臂缸目标速度Vo(t)进行运算。该步骤的运算也可以由状态转变部51b进行。

[0112] 在步骤S26中，目标动作生成部51c判定步骤S24或步骤S24A中运算出的Va(t)与步骤S25中运算出的Vo(t)是否一致。在Va(t)与Vo(t)不一致的情况下判断为还需要速度转变控制的状态而进入步骤S27。另一方面，在Va(t)与Vo(t)一致的情况下，由于成为即使将半自动控制切换到手动控制也不会产生动臂缸18a的速度变化而不会对操作员带来不协调感的状态，所以转移到图11所示的通常的手动控制。

[0113] 在步骤S27中，状态转变部51a基于由液压传感器49检测出的先导压(向操作装置44的操作输入)，判定操作员对半自动控制的对象的液压缸(在此为动臂缸18a)的操作装置44(在此为操作杆44b)输入的操作量的每单位时间的变化量(变化率)的绝对值是否为阈值I'0以上。在操作输入的变化率的绝对值小于阈值I'0的情况下返回步骤S24并将速度变化率维持为I1。另一方面，在操作输入的变化率的绝对值为阈值I'0以上的情况下进入步骤S28。

[0114] 阈值I'0的确定方法中存在如下方法：例如以一定期间记录通常作业时的操作员的动臂操作输入，求出该操作输入的每单位时间的变化量，设定一定期间内的变化量的最大值附近的值或比最大值大的值。这是因为在通常作业时将存在几乎没有输入这样的操作的情况认为是紧急度高的状况，能够判断为是立即想要将动臂13停止等需要增大变化率限制值的情形。

[0115] 另外，阈值I'0也能够设定成比将速度变化率I1转换成操作量的变化率的值I'1大的值。这是因为本发明在变化率受到限制的状态下，从操作输入读取操作员的想要更快变化这一意图，而将速度变化率变为更大的值I2，认为比速度变化率I1大的操作员操作输入的变化是该意图的一个条件。

[0116] 此外，在本实施方式中判定操作杆44b的操作输入的变化率是否为阈值I'0以上，但也可以取而代之判定时刻t下的基于手动控制的动臂缸目标速度Vo(t)的每单位时间的变化量(变化率)的绝对值是否为阈值I0以上。其中，该情况下的速度的阈值I0为等同于以与上述操作量的阈值I'0相同的考虑方法确定的I'0的值。此外，在后述的图12中利用速度的阈值I0说明本申请的效果。

[0117] 在步骤S28中，速度转变部51b将半自动控制的控制对象的液压缸(在此为动臂缸18a)的速度变化率变更为比第1变化率I1大的第2变化率I2。并且，目标动作生成部51c获取速度变化率的变更时(t＝t1)的基于半自动控制的动臂缸目标速度Va(t1)。在以上处理完成后进入步骤S29或步骤S29A。

[0118] 在步骤S29中，目标动作生成部51c将从Va(t1)减去对第2速度变化率I1乘以(t-t1)得到的值而求出的值运算为动臂缸18a的目标速度(Va(t)＝Va(t1)-I2(t-t1))，基于该目标速度对控制阀47进行控制，由此进行动臂缸18a的控制。由此，由于速度限制得以缓解，所以能够缩短动臂缸18a的速度上升并转移到手动控制的时间。

[0119] 在步骤S29A中，目标动作生成部51c将对第2速度变化率I1乘以(t-t1)得到的值与Va(t1)相加而求出的值运算为动臂缸18a的目标速度(Va(t)＝Va(t1)+I2(t-t1))，基于该目标速度对控制阀47进行控制，由此进行动臂缸18a的控制。由此，由于速度限制得以缓解，

所以能够缩短动臂缸18a的速度上升并转移到手动控制的时间。

[0120] 在步骤S30中，目标动作生成部51c基于操作员向操作装置44的输入操作量，对时刻t下的基于手动控制的动臂缸目标速度Vo(t)进行运算。该步骤的运算也可以由状态转变部51b进行。

[0121] 在步骤S31中，目标动作生成部51c判定步骤S29或步骤S29A中运算出的Va(t)与步骤S30中运算出的Vo(t)是否一致。在Va(t)与Vo(t)不一致的情况下判断为还且需要速度转变控制的状态并返回步骤S29。另一方面，在Va(t)与Vo(t)一致的情况下，由于成为即使将半自动控制切换成手动控制也不会产生动臂缸18a的速度变化而不会对操作员带来不协调感的状态，所以转移到图11所示的通常的手动控制。

[0122] 图11是表示手动控制时的基于车身控制器51进行的处理的流程的流程图。在步骤S41中，目标动作生成部51c基于从操作装置44输入的各操作杆的操作量(压力值)，对各液压缸18a、18b、18c的目标速度进行运算。

[0123] 在步骤S42中，执行机构控制部51d基于步骤S41中运算的各液压缸的目标速度对驱动各控制阀47的控制信号(例如指令电流)进行运算，并分别输出到与该控制信号对应的控制阀47。在通常的手动控制中，输出将控制阀47a、47b、47c、47f、47g的阀开度设定为最大(开放)、将控制阀47d、47e、47h的阀开度设定为最小(截止)的控制信号。由此，来自操作杆44的先导压直接流向方向控制阀45，成为能够按照操作员的操作那样对作业装置4进行操作的状态。

[0124] 在步骤S43中，目标动作生成部51c判定是否从状态转变部51a输入了将手动控制切换成半自动控制的控制切换指示(该指示在状态转变部51a输入了第3状态切换信号后输出)。在输入了该控制切换指示的情况下执行使用图9说明的半自动控制。另一方面，在没有输入该控制切换指示的情况下返回到最初的步骤S41而继续执行手动控制。

[0125] 此外，在本实施方式中在从手动控制转变为半自动控制时没有进行相当于图10的速度转变控制的控制，但也可以从手动控制转变为半自动控制的情况也进行同样的速度转变控制。

[0126] 图12是表示从半自动控制切换成手动控制时的动臂缸速度的变化的图。纵轴是动臂缸速度，正的值表示动臂抬升方向的动作速度，负的值表示动臂下降方向的动作速度。横轴是时间t。示出了判断为在时间t0需要从半自动控制向手动控制切换，从由车身控制器51运算出的基于半自动控制的目标速度Vc(＝Va(0))到基于操作员对操作杆44b的操作输入的目标速度Vo(t)为止，动臂缸目标速度Va(t)与时间经过一起变化的状况。时间t0以前是半自动控制，动臂缸目标速度Va(t)与基于半自动控制的目标速度Vc一致。

[0127] 在时刻t0，从车身控制器51内的状态转变部51a向目标动作生成部51c输出将半自动控制切换成手动控制的控制切换指示，判断为需要从半自动控制向手动控制切换。由于该时刻t0下的基于操作员操作的目标速度Vo(t)的变化量为大致零、小于前述的速度的阈值I0，因此，基于图10的步骤S24运算动臂缸目标速度Va(t)。由此动臂缸目标速度Va(t)的变化率被限制为预先确定的第1速度变化率I1。

[0128] 由于从时刻t0到时刻t1为止基于操作员操作的目标速度Vo(t)的变化率小于阈值I0，所以基于步骤S24的处理继续。但是，在时刻t1基于操作员操作的目标速度Vo(t)的变化率成为阈值I0以上。由此执行步骤S28的处理，限制动臂缸目标速度Va(t)的变化率的值从

第1速度变化率I1变更为第2速度变化率I2。在此第2速度变化率I2为比第1速度变化率I1大的值(允许每单位时间更大变化的值)。

[0129] 在时刻t2动臂缸目标速度Va(t)与基于操作员操作的目标速度Vo(t)一致,从半自动控制完全切换成手动控制(转移到图11的控制)。时刻t2以后成为按照操作员的操作输入那样动作的手动控制,因此动臂缸目标Va(t)与基于操作员操作的目标速度Vo(t)一致。

[0130] 图12所示的基于操作员操作的目标速度Vo(t)的时间变化设想操作员进行如下的(1)～(3)那样的判断的状况。即,(1)在时刻t0作业装置4刚从设计数据所存在的范围R出去之后以挖掘目的等进一步对操作员要求要将动臂13下降。(2)但是,在时刻t0无法进行半自动控制的情况下,操作员预测遵照比时刻t0靠前的作为半自动控制的起动条件的动臂下降操作的输入而动臂13急剧下降,从时刻t0到t1的期间以减缓动臂下降操作输入的方式对操作杆44b进行了操作。(3)但是,由于动臂缸18a的目标速度Va(t)的变化率受到限制,所以动臂13违背操作员的预测而不会立即下降。因此操作员在时刻t2进行了再次加强动臂下降操作输入这样的操作。

[0131] 在本实施方式中,若在目标速度的运算方式的两种不同的控制的切换时进行的速度转变控制的过程中快速地使针对操作装置44的操作输入变化,则视为操作员有操作的意思,速度转变控制的过程中利用的速度限制值(第1速度变化率I1)变更为更大的值(第2速度变化率I2)而速度限制得以缓解。其结果为,与在继续利用第1速度变化率I1的情况下半自动控制被完全切换成手动控制的时刻t3相比,能够在更早的时刻t2切换成手动控制。即与以往相比能够提早能够以操作员所意图的目标速度对作业装置4进行操作的时刻,因此能够抑制因操作员的操作与实际的动臂动作偏离而导致的不协调感的产生。

[0132] 像这样,从针对操作装置44的操作输入的变化读取操作员有积极操作的意思,使得实际的作业装置4的动作更快接近操作员操作,这是本实施方式的效果。另一方面,若操作员的操作输入是固定的,则操作员有无操作的意思不明,因此继续第1速度变化率下的限制。由此,防止作业装置4的急剧动作而确保车身的稳定性,并且在操作员有积极操作的意思的情况下操作员操作反映于作业装置4的动作的时间加快,因此能够抑制操作员对操作与动作的偏离抱有不协调感。

[0133] ＜第2实施方式＞

[0134] 使用图13至图16对本发明的第2实施方式进行说明。此外,仅说明与第1实施方式的不同点,不说明的部分与第2实施方式相同。

[0135] 图13是表示从半自动控制切换成手动控制时的车身控制器51的处理(速度转变控制)的流程的流程图。与图10的不同点为取代步骤S27而进行操作判定处理这一点。在步骤S26中,目标动作生成部51c判定步骤S24或步骤S24A中运算出的Va(t)与步骤S25中运算出的Vo(t)是否一致。在Va(t)与Vo(t)不一致的情况下判断为还且需要速度转变控制,而开始图14所示的操作判定处理。

[0136] 图14是表示操作判定处理的流程的流程图。在步骤S51中,状态转变部51a判定1阶段前的操作判定处理的步骤S54中存储的操作员向操作杆44b的操作输入是否为零。在1阶段前的操作输入为零的情况进入步骤S52,在零以外的情况下进入步骤S53。此外,在此进行的操作输入是否为零的判定可以根据配置于动臂操作杆44b正下方的检测动臂下降先导压的液压传感器49d的检测值是否处于操作杆44b的中立时的压力范围内来进行。即可以根据

液压传感器49d的检测值是否为规定阈值以下来判定。这对于其他步骤S52、S53也是同样的。

[0137] 在步骤S52中，状态转变部51a判定当前的操作员向操作杆44b的操作输入是否为零以外。在操作输入为零以外的情况下结束操作判定处理并进入步骤S28，将速度变化率变更为第2速度变化率I2。另一方面，在操作输入为零的情况下在步骤S54中存储本次的操作输入值并返回到步骤S24。

[0138] 在步骤S53中，状态转变部51a判定当前的操作员向操作杆44b的操作输入是否为零。在操作输入为零的情况下结束操作判定处理并进入步骤S28，将速度变化率变更为第2速度变化率I2。另一方面，在操作输入不为零的情况下在步骤S54中存储本次的操作输入值并返回到步骤S24。

[0139] 使用图15和图16对本实施方式的作用和效果进行说明。

[0140] 图15是表示从半自动控制切换成手动控制时的动臂缸速度的变化的第1例的图。纵轴为动臂缸速度，正的值表示动臂抬升方向的动作速度，负的值表示动臂下降方向的动作速度。横轴为时间t。示出了判断为在时间t0需要从半自动控制向手动控制切换，从由车身控制器51运算出的基于半自动控制的目标速度Vc(＝Va(0))到基于操作员对操作杆44b的操作输入的目标速度Vo(t)为止，动臂缸目标速度Va(t)与时间经过一起变化的状况。时间t0以前为半自动控制，动臂缸目标速度Va(t)与基于半自动控制的目标速度Vc一致。

[0141] 在时刻t0，从车身控制器51内的状态转变部51a向目标动作生成部51c输出将半自动控制切换成手动控制的控制切换指示，判断为需要从半自动控制向手动控制切换。时刻t0和1阶段前的时刻下的基于操作员操作的目标速度Vo(t)均小于零，向操作杆44b的操作输入均不为零。因此，在图14的操作判定处理中，途经步骤S51、S53、S54而返回步骤S24。即，动臂缸目标速度Va(t)的变化率保持为预先确定的第1速度变化率I1。然后，至时刻t1为止，与时刻t0同样地基于操作员操作的目标速度Vo(t)小于零，因此继续以第1速度变化率I1限制动臂缸速度的处理。

[0142] 在时刻t1，基于操作员操作的目标速度Vo(t)为零，向操作杆44b的操作输入成为零。另外，1阶段前的时刻下的基于操作员操作的目标速度Vo(t)小于零，向操作杆44b的操作输入不为零。因此，在图14的操作判定处理中，途经步骤S51、S53而进入步骤S28。由此，限制动臂缸目标速度Va(t)的变化率的值从第1速度变化率I1变更为第2速度变化率I2。第2速度变化率I2是大于第1速度变化率I1的值(允许每单位时间更大变化的值)。

[0143] 在时刻t2动臂缸目标速度Va(t)与基于操作员操作的目标速度Vo(t)一致，从半自动控制完全切换成手动控制(转移到图11的控制)。在时刻t2以后成为按照操作员的操作输入那样动作的手动控制，因此动臂缸目标Va(t)与基于操作员操作的目标速度Vo(t)一致。

[0144] 但是，设想对于上述图15所示的基于操作员操作的目标速度Vo(t)的时间变化，在作业装置4刚出到设计数据的范围外之后操作员想要快速停止动臂抬升动作等，而在时刻t0到t1之间将动臂操作杆44b返回到中立位置的状况。

[0145] 在本实施方式中，视为在将从半自动控制向手动控制的切换开始的时刻t0被操作的动臂操作杆44b返回到中立位置的时间点(时刻t1)，操作员有想要积极停止动臂动作的意思，速度转变控制中利用的速度限制值(第1速度变化率I1)变更为更大的值(第2速度变化率I2)而速度限制得以缓解。其结果为，与在继续利用第1速度变化率I1的情况下半自动

控制完全切换成手动控制的时刻t3相比，能够在更早的时刻t2使动臂动作停止。即操作员所意图的动臂动作的停止完成的时间提前，因此能够抑制因操作员的操作与实际的动臂动作偏离导致的不协调感的产生。

[0146] 图16是表示从半自动控制切换成手动控制时的动臂缸速度的变化的第2例的图。

[0147] 在时刻t0，从车身控制器51内的状态转变部51a向目标动作生成部51c输出将半自动控制切换成手动控制的控制切换指示，判断为需要从半自动控制向手动控制切换。时刻t0和1阶段前的时刻下的基于操作员操作的目标速度Vo(t)均为零，向操作杆44b的操作输入均为零。因此，在图14的操作判定处理中，途经步骤S51、S52、S54而返回步骤S24。即，动臂缸目标速度Va(t)的变化率保持为预先确定的第1速度变化率I1。然后，至时刻t1为止，与时刻t0同样地基于操作员操作的目标速度Vo(t)保持为零，因此继续以第1速度变化率I1限制动臂缸速度的处理。

[0148] 在时刻t1，基于操作员操作的目标速度Vo(t)小于零，向操作杆44b的操作输入也不为零。另外，1阶段前的时刻下的基于操作员操作的目标速度Vo(t)为零，向操作杆44b的操作输入也为零。因此，在图14的操作判定处理中，途经步骤S51、S52而进入步骤S28。由此，限制动臂缸目标速度Va(t)的变化率的值从第1速度变化率I1变更为第2速度变化率I2。第2速度变化率I2是大于第1速度变化率I1的值(允许每单位时间更大变化的值)。

[0149] 在时刻t2动臂缸目标速度Va(t)与基于操作员操作的目标速度Vo(t)一致，从半自动控制完全切换成手动控制(转移到图11的控制)。由于在时刻t2以后成为按照操作员的操作输入那样动作的手动控制，所以动臂缸目标Va(t)与基于操作员操作的目标速度Vo(t)一致。

[0150] 另外，设想对于上述图16所示的基于操作员操作的目标速度Vo(t)的时间变化，因在作业装置4到达正交姿势之前铲斗15或铲斗顶端150出到设计数据所存在的范围R之外等理由，而操作员不输入动臂下降操作而以半自动控制进行作业，但在作业装置4刚出到设计数据的范围外之后操作员进一步要求挖掘等想要动臂15下降的状况。

[0151] 在本实施方式中，视为在对在开始从半自动控制向手动控制的切换的时刻t0处于中立位置的动臂操作杆44b输入了操作的时间点(时刻t1)，操作员有积极地想要操作动臂13的意思，速度转变控制中利用的速度限制值(第1速度变化率I1)变更为更大的值(第2速度变化率I2)而速度限制得以缓解。其结果为，与在继续利用第1速度变化率I1的情况下半自动控制完全切换成手动控制的时刻t3相比，能够在更早的时刻t2开始动臂的操作。即，操作员所意图的动臂操作的开始时间提前，因此能够抑制因操作员的操作与实际的动臂动作偏离而导致的不协调感的产生。

[0152] 此外，在上述第2实施方式的说明中，使用图15、图16说明了在时刻t0开始从半自动控制向手动控制的控制的切换、且在动臂缸18a的目标速度Va(t)变化成基于操作员操作的目标速度Vo(t)之前的期间，在以下情况中的某一情况下将动臂缸18a的目标速度Va(t)的时间变化率从第1变化率I1变更为第2变化率I2，即，向动臂操作杆44b的输入从向动臂下降方向的输入(图15、16中的负的输入值)变化为中立位置(图15、16中的零的输入值)的情况、和向动臂操作杆44b的输入从中立位置(零的输入值)变化为向动臂下降方向的输入(负的输入值)的情况。但是，如从图13、图14的流程图的构成得以明确那样，当然可以构成为在时刻t0开始从半自动控制向手动控制的控制切换、且在动臂缸18a的目标速度Va(t)变化为

基于操作员操作的目标速度Vo(t)之前的期间,在以下情况中的某一情况下将动臂缸18a的目标速度Va(t)的时间变化率从第1变化率I1变更为第2变化率I2,即,向动臂操作杆44b的输入从向动臂抬升方向的输入(正的输入值)变化为中立位置(零的输入值)的情况、和向动臂操作杆44b的输入从中立位置(零的输入值)变化为向动臂抬升方向的输入(正的输入值)的情况。

[0153] ＜其他＞

[0154] 上述中,没有区分输出第1状态切换信号和第2状态切换信号的情形而进行了说明,但由于第1状态切换信号是与操作员的意思无关而输出的,因此在输出第1状态切换信号的情形下与操作员的意思无关系地进行从半自动控制向手动控制的强制性切换。因此,与使用切换开关56自发地输出第2状态切换信号的情况相比,能够指出在作业装置4的操作过程中容易进行控制的切换,并且因此操作员容易对速度转变控制中的速度限制产生不协调感。因此,通过在速度转变控制中使向操作装置44的输入变化,能够加快操作员操作反映于作业装置4的动作的时间,能够说这一上述各实施方式效果在输出第1状态切换信号的情形下是显著的。

[0155] 上述中,对在半自动控制中控制动臂缸18a的情况进行了说明,但在规定条件下对其他液压缸(斗杆缸18b和铲斗缸18c)进行半自动控制的情况下也能够适用本发明。

[0156] 上述中,在图10和图13的步骤S26、S31中,将从速度转变控制转变到手动控制(图11)的条件设为两个速度Va(t)、Vo(t)一致,但也可以是以在两者之差的绝对值为规定的阈值以下时转移到图11的手动控制的方式构成流程图。

[0157] 上述中,在从半自动控制切换成手动控制时执行速度转变控制,但在从手动控制切换成半自动控制时也可以同样地执行速度转变控制。

[0158] 上述中,作为将动臂缸18a的目标速度Va(t)的时间变化率从第1变化率I1变更为第2变化率I2的诱因而发挥功能的向操作装置44的输入变化的具体例,列举了向操作装置44的操作输入的变化率的绝对值为阈值I'0以上、向操作装置44的操作输入从有的状态变化为无的状态(即中立位置)、向操作装置44的操作输入从无的状态变化为有的状态这三种,但也可以将除此以外的输入变化设为诱因而变更变化率。

[0159] 此外,本发明不限定于上述实施方式,包含不脱离其要旨的范围内的各种变形例。例如,本发明不限定于具备上述实施方式中说明的全部结构,也包含删除了其一部分的结构。另外,能够将某实施方式的结构的一部分相对于其他实施方式的结构追加或置换。

[0160] 另外,上述各种控制器51、52、53的各结构、该各结构的功能及执行处理等可以由硬件(例如以集成电路设计执行各功能的逻辑等)实现它们的一部分或全部。另外,上述控制器51、52、53的结构也可以是通过由运算处理装置(例如CPU)读出、执行而实现该控制器51、52、53的结构所涉及的各功能的程序(软件)。该程序的信息能够存储于例如半导体存储器(闪存、SSD等)、磁存储装置(硬盘驱动器等)及记录介质(磁盘、光盘等)等。

[0161] 另外,在上述各实施方式的说明中,示出了控制线和信息线被解释为在该实施方式的说明中是必要的,但不限于必须将产品的全部控制线和信息线示出。可以认为实际上几乎全部结构相互连接。

[0162] 附图标记说明

[0163] 1…液压挖掘机,2…GNSS天线(位置传感器),3…IMU(姿势传感器),4…作业装置

(前作业装置),11…上部旋转体,12…下部行驶体,13…动臂,14…斗杆,140…关节,15…铲斗,150…铲斗顶端,16、17…铲斗连杆,18…液压缸(执行机构),19…旋转液压马达,41…发动机,42、43…液压泵,44…操作杆(操作装置),45…方向控制阀,46…截止阀,47…控制阀,48…梭形滑阀,47…控制阀,49…压力传感器,51…车身控制器,51a…状态转变部,51b…速度转变部,51c…目标动作生成部,51d…执行机构控制部,52…指导控制器,52a…作业装置位置姿势运算部,52b…设计数据存储部,52c…设计面运算部,52d…指导状态管理部,53…GNSS控制器,54…指导监控器,55…扬声器,60、61…设计面。

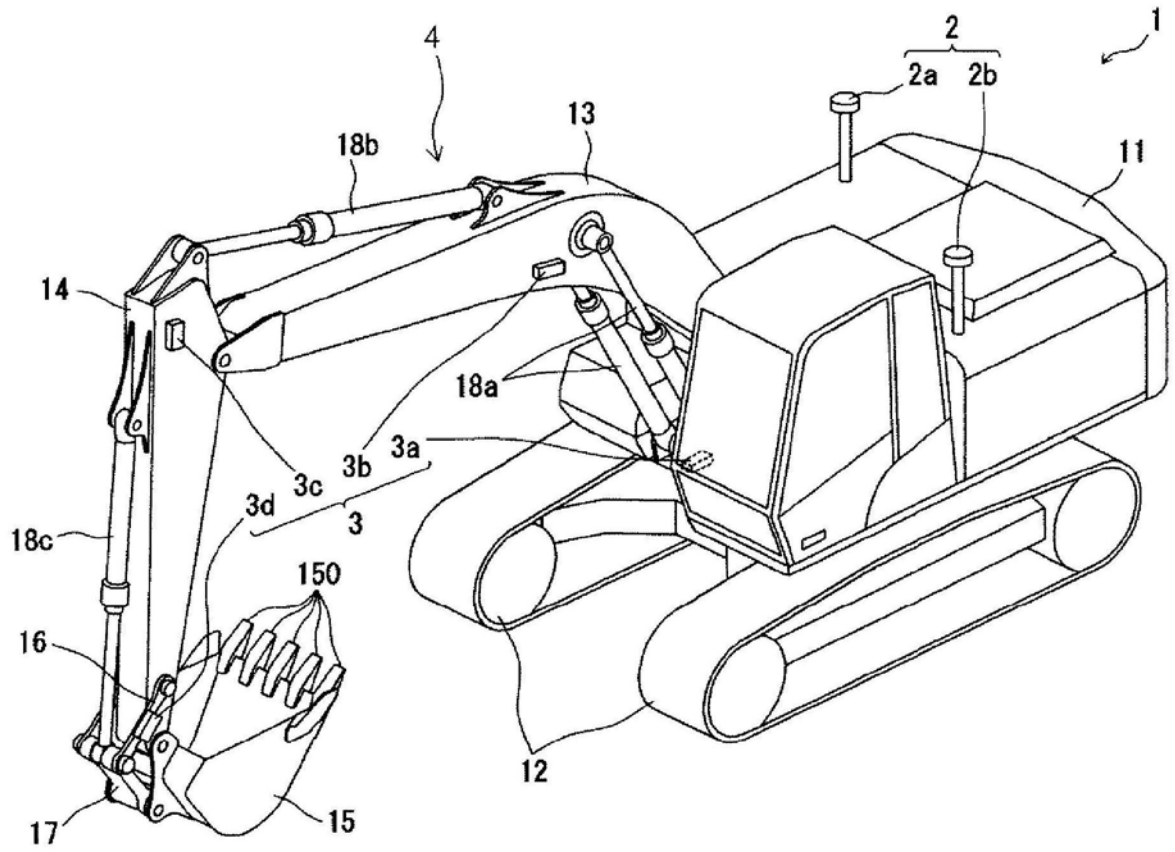


图1

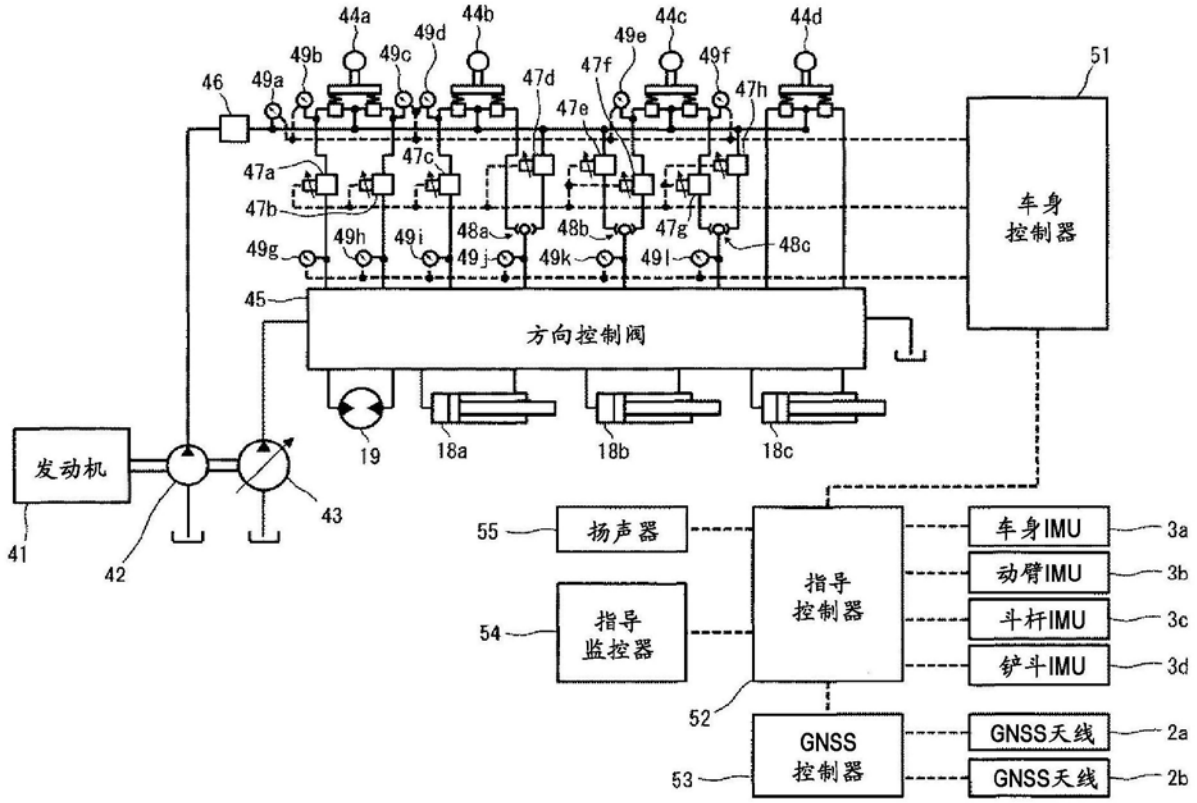

车身
控制器
方向控制阀
发动机
扬声器
指导
监控器
指导
控制器
车身IMU
动臂IMU
斗杆IMU
铲斗IMU
GNSS
控制器
GNSS天线
GNSS天线

图2

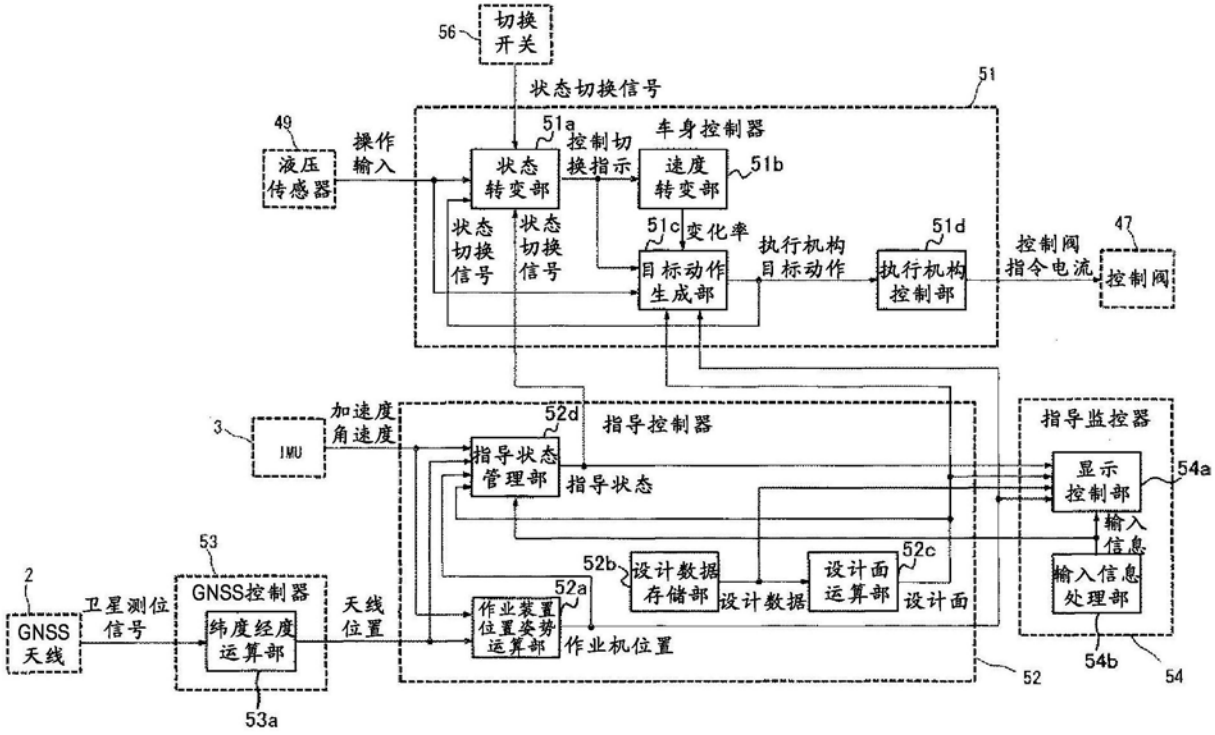

切换
开关
状态切换信号
液压
传感器
操作
输入
状态
转变部
控制切
换指示
车身控制器
速度
转变部
状态
切换
信号
变化率
目标动作
生成部
执行机构
目标动作
执行机构
控制部
控制阀
指令电流
控制阀
IMU
加速度
角速度
指导控制器
指导状态
管理部
指导状态
指导监控器
显示
控制部
输入
信息
输入信息
处理部
设计数据
存储部
设计数据
设计面
运算部
设计面
GNSS
天线
卫星测位
信号
GNSS控制器
纬度经度
运算部
天线
位置
作业装置
位置姿势
运算部
作业机位置

图3

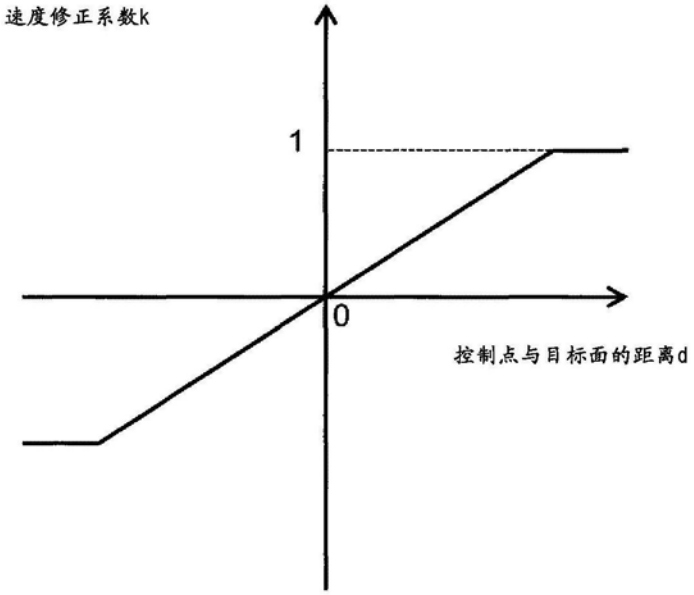

速度修正系数k
1
0
控制点与目标面的距离d

图4

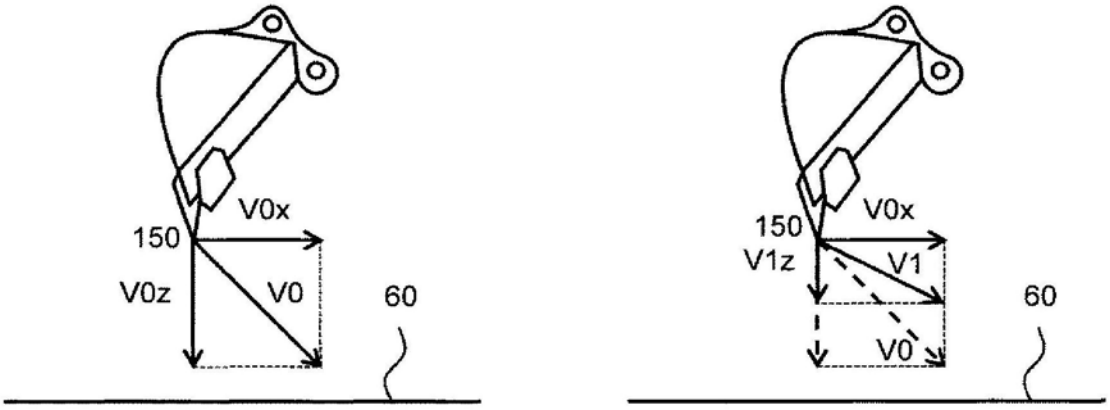

V0x
150
V0z
V0
60
基于距离d的修正前的矢量V0
V0x
150
V1z
V1
V0
60
基于距离d的修正后的矢量V1

图5

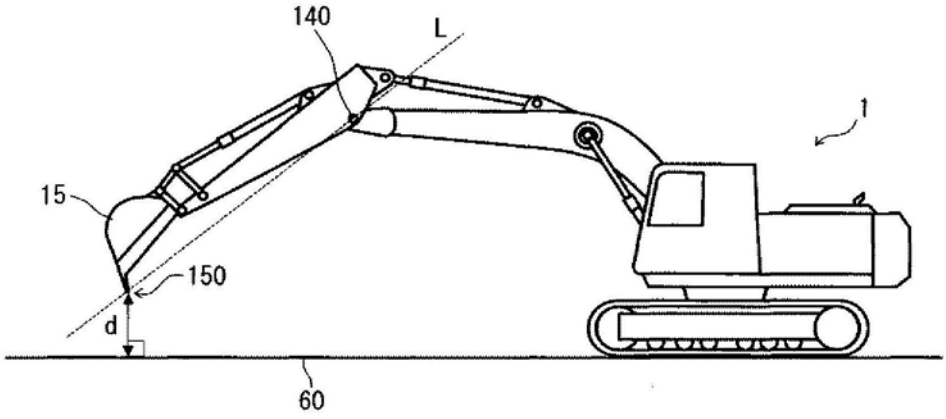


图6

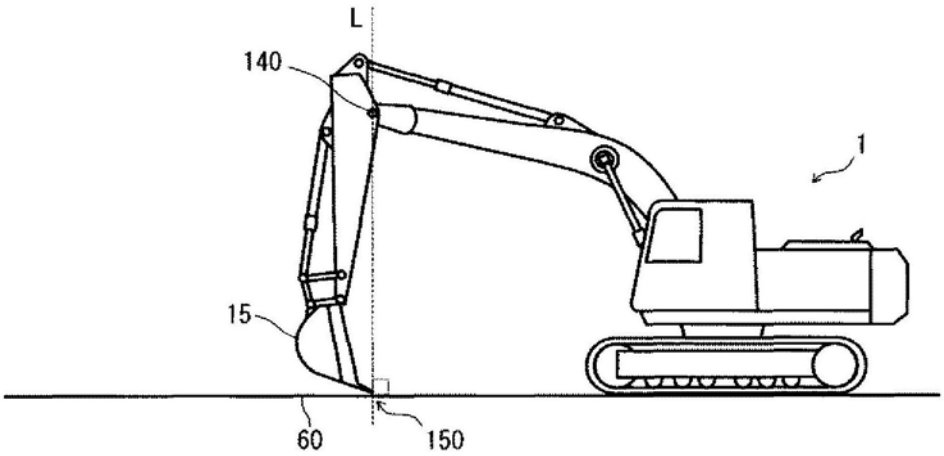


图7

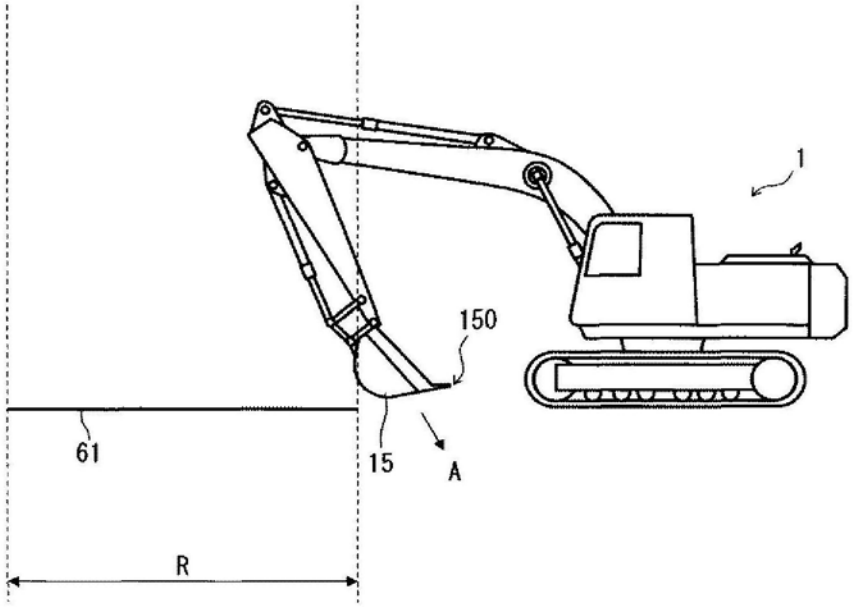

1
150
61
15
A
R

图8

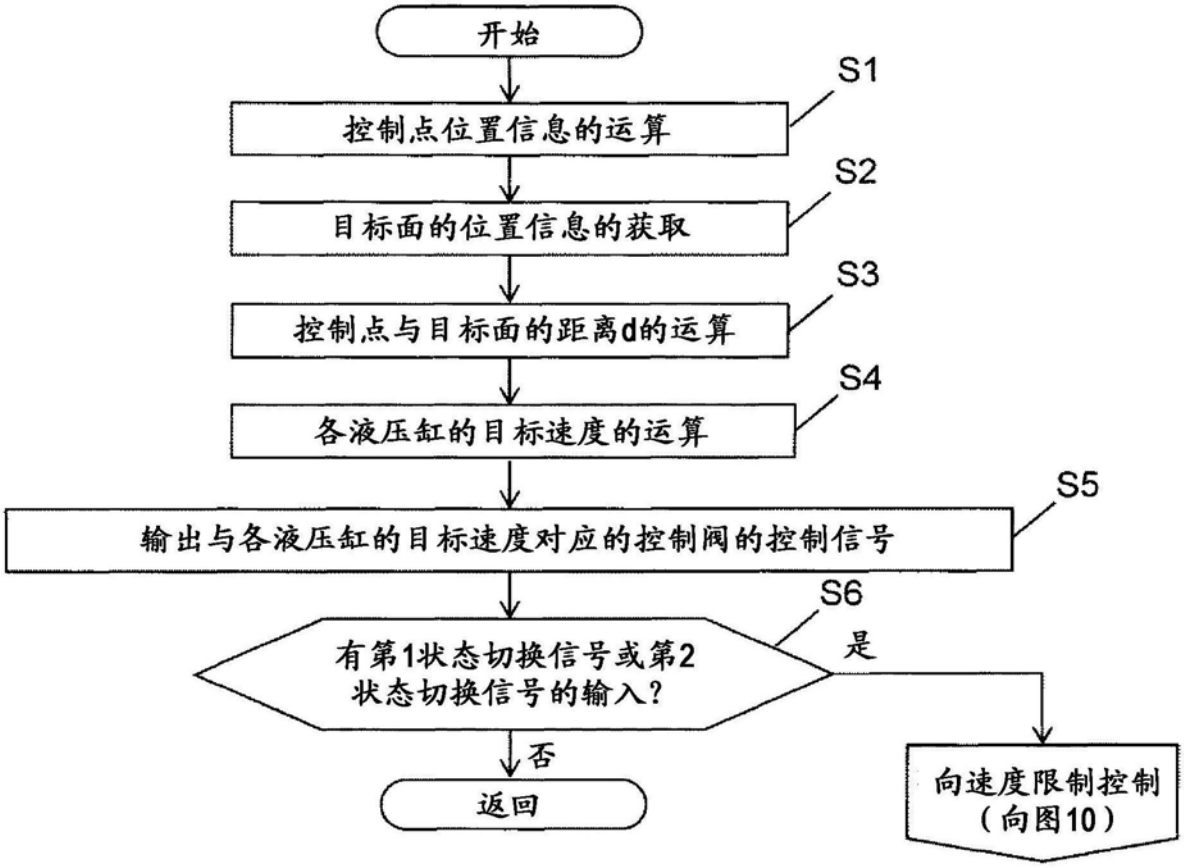

开始
S1
控制点位置信息的运算
S2
目标面的位置信息的获取
S3
控制点与目标面的距离d的运算
S4
各液压缸的目标速度的运算
S5
输出与各液压缸的目标速度对应的控制阀的控制信号
S6
有第1状态切换信号或第2状态切换信号的输入?
是
否
返回
向速度限制控制（向图10）

图9

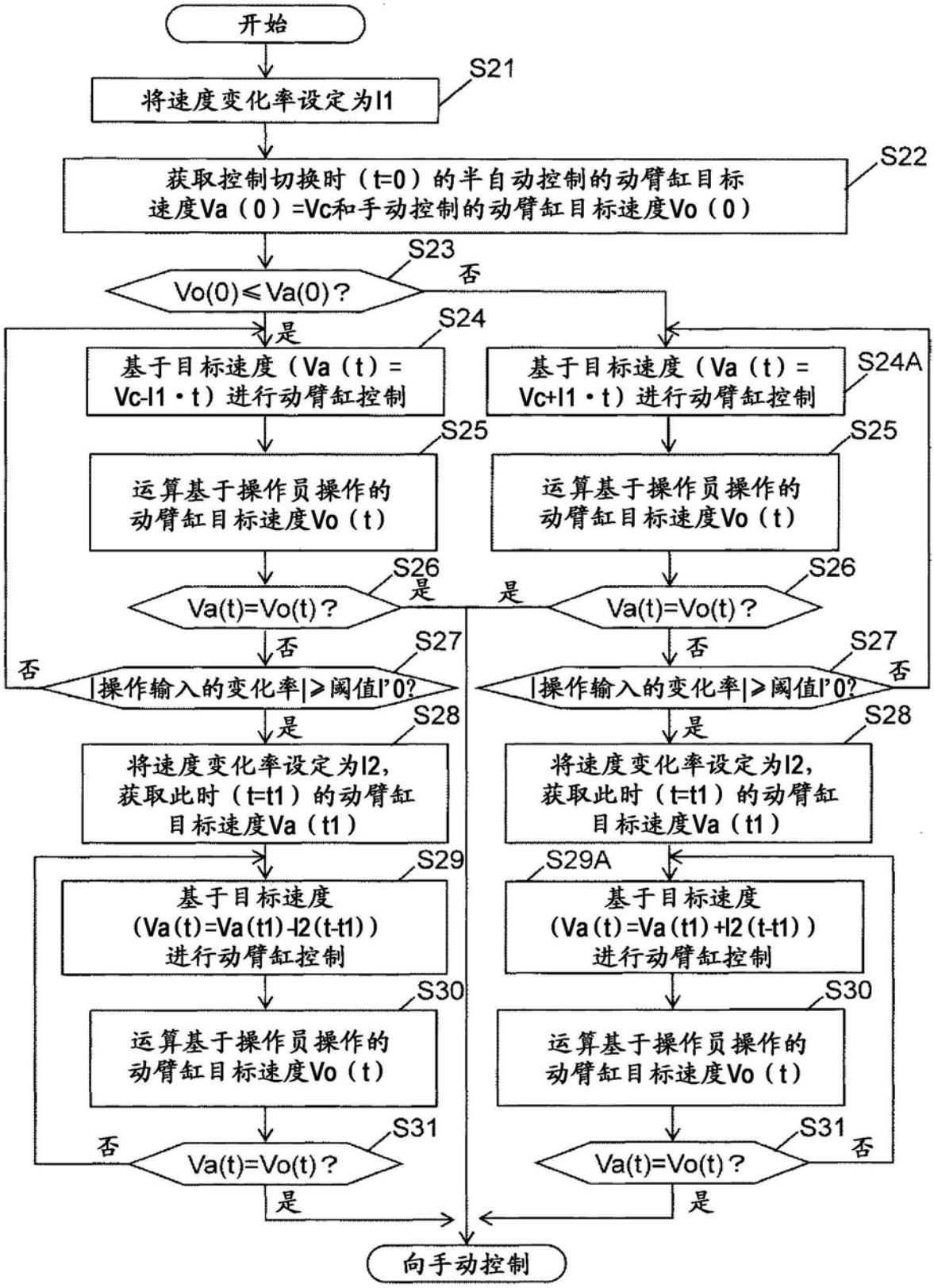

开始
S21
将速度变化率设定为I1
S22
获取控制切换时（t=0）的半自动控制的动臂缸目标速度Va（0）=Vc和手动控制的动臂缸目标速度Vo（0）
S23
Vo(0)≤Va(0)？
否
是
S24
基于目标速度（Va（t）=Vc-I1·t）进行动臂缸控制
S24A
基于目标速度（Va（t）=Vc+I1·t）进行动臂缸控制
S25
运算基于操作员操作的动臂缸目标速度Vo（t）
S25
运算基于操作员操作的动臂缸目标速度Vo（t）
S26
Va(t)=Vo(t)？
是
是
S26
Va(t)=Vo(t)？
否
否
S27
|操作输入的变化率|≥阈值I'0?
否
否
S27
|操作输入的变化率|≥阈值I'0?
是
是
S28
将速度变化率设定为I2，获取此时（t=t1）的动臂缸目标速度Va（t1）
S28
将速度变化率设定为I2，获取此时（t=t1）的动臂缸目标速度Va（t1）
S29
基于目标速度(Va(t)=Va(t1)-I2(t-t1))进行动臂缸控制
S29A
基于目标速度(Va(t)=Va(t1)+I2(t-t1))进行动臂缸控制
S30
运算基于操作员操作的动臂缸目标速度Vo（t）
S30
运算基于操作员操作的动臂缸目标速度Vo（t）
S31
Va(t)=Vo(t)？
否
是
S31
Va(t)=Vo(t)？
否
是
向手动控制

图10

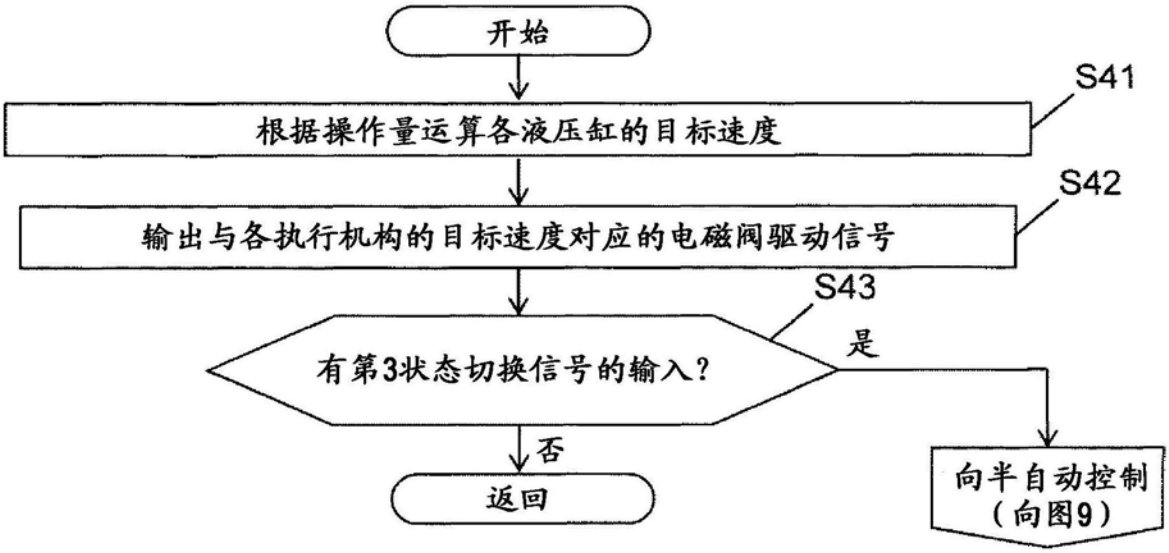

开始
S41
根据操作量运算各液压缸的目标速度
S42
输出与各执行机构的目标速度对应的电磁阀驱动信号
S43
有第3状态切换信号的输入?
是
否
返回
向半自动控制
(向图9)

图11

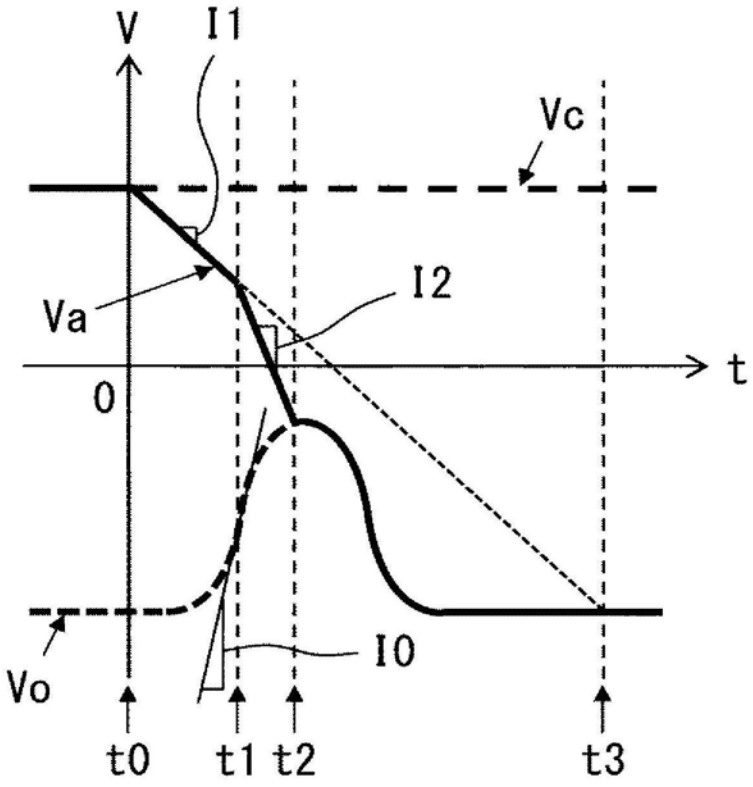

V
I1
Vc
Va
I2
t
0
I0
Vo
t0
t1
t2
t3

图12

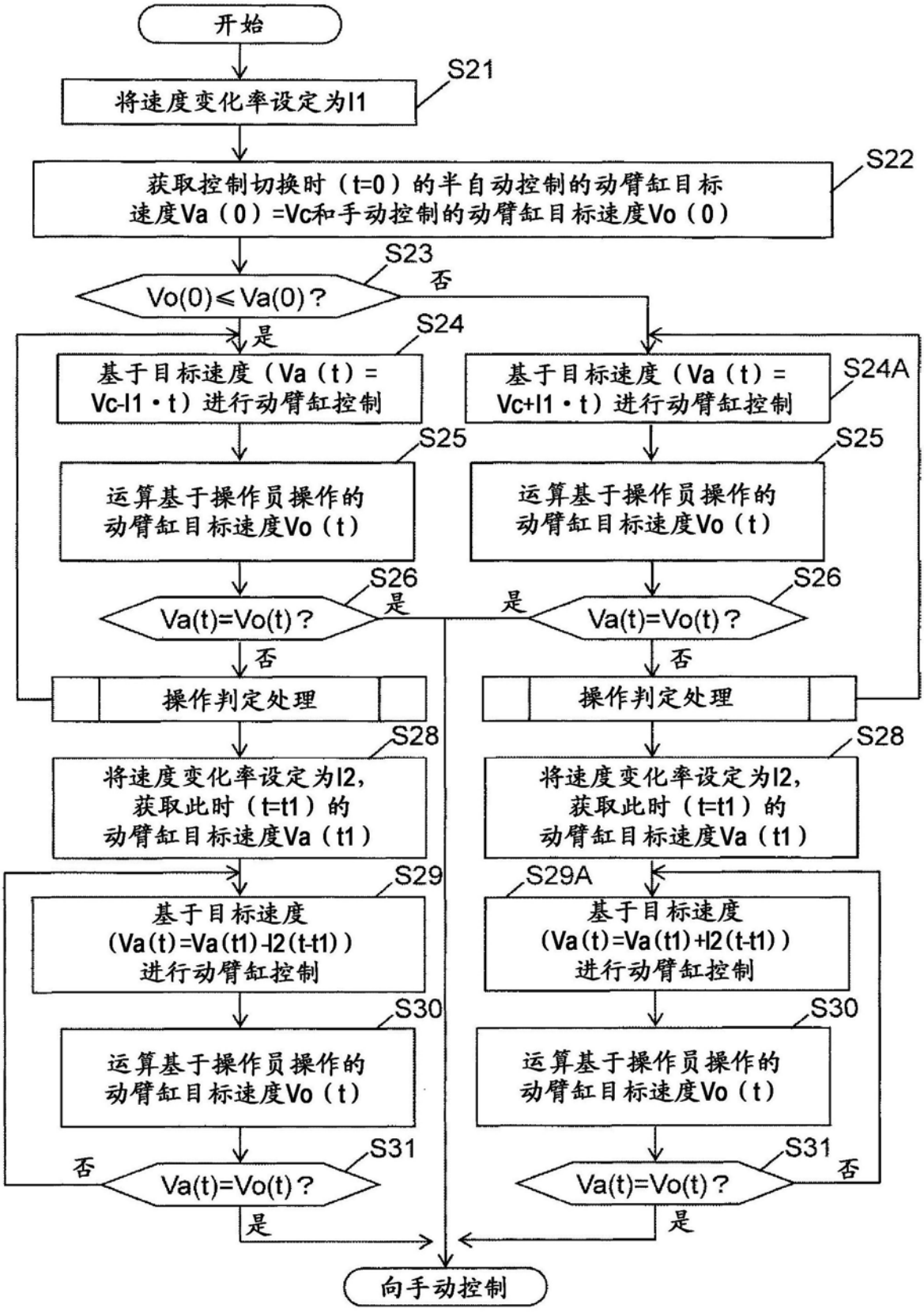

开始
S21
将速度变化率设定为I1
S22
获取控制切换时（t=0）的半自动控制的动臂缸目标速度Va（0）=Vc和手动控制的动臂缸目标速度Vo（0）
S23
Vo(0)≤Va(0)？
否
是
S24
基于目标速度（Va（t）=Vc-I1·t）进行动臂缸控制
S24A
基于目标速度（Va（t）=Vc+I1·t）进行动臂缸控制
S25
运算基于操作员操作的动臂缸目标速度Vo（t）
S25
运算基于操作员操作的动臂缸目标速度Vo（t）
S26
Va(t)=Vo(t)？
是
S26
Va(t)=Vo(t)？
是
否
否
操作判定处理
操作判定处理
S28
将速度变化率设定为I2，获取此时（t=t1）的动臂缸目标速度Va（t1）
S28
将速度变化率设定为I2，获取此时（t=t1）的动臂缸目标速度Va（t1）
S29
基于目标速度(Va(t)=Va(t1)-I2(t-t1))进行动臂缸控制
S29A
基于目标速度(Va(t)=Va(t1)+I2(t-t1))进行动臂缸控制
S30
运算基于操作员操作的动臂缸目标速度Vo（t）
S30
运算基于操作员操作的动臂缸目标速度Vo（t）
S31
否
Va(t)=Vo(t)？
是
S31
Va(t)=Vo(t)？
否
是
向手动控制

图13

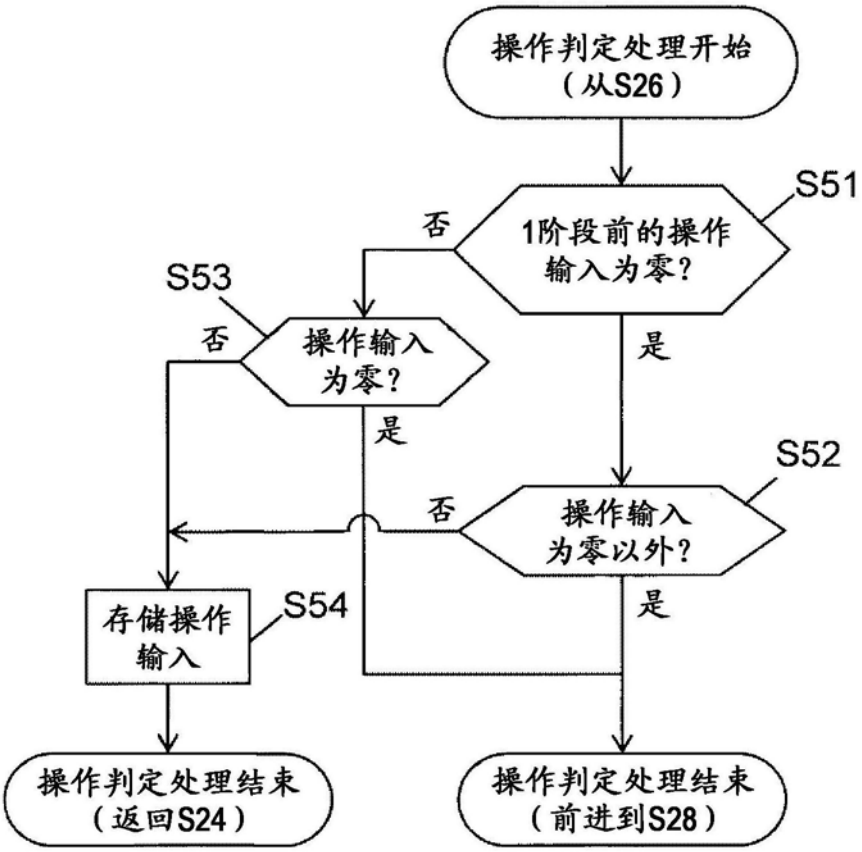

操作判定处理开始
（从S26）
S51
1阶段前的操作
输入为零？
否
是
S53
操作输入
为零？
否
是
S52
操作输入
为零以外？
否
是
存储操作
输入
S54
操作判定处理结束
（返回S24）
操作判定处理结束
（前进到S28）

图14

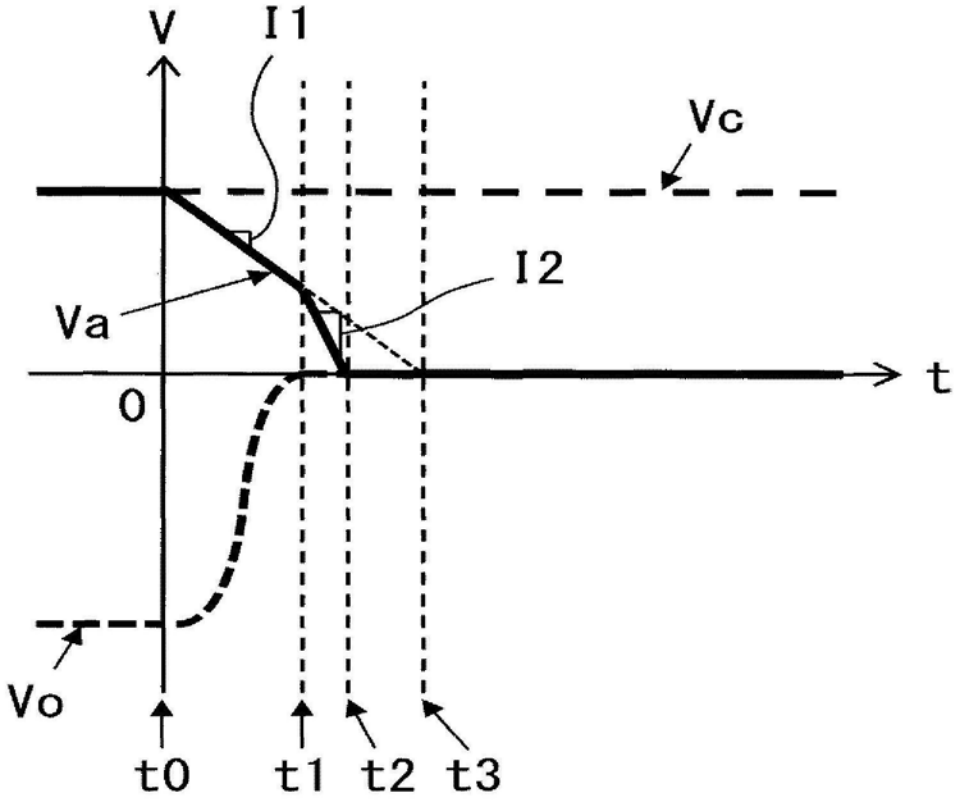


图15

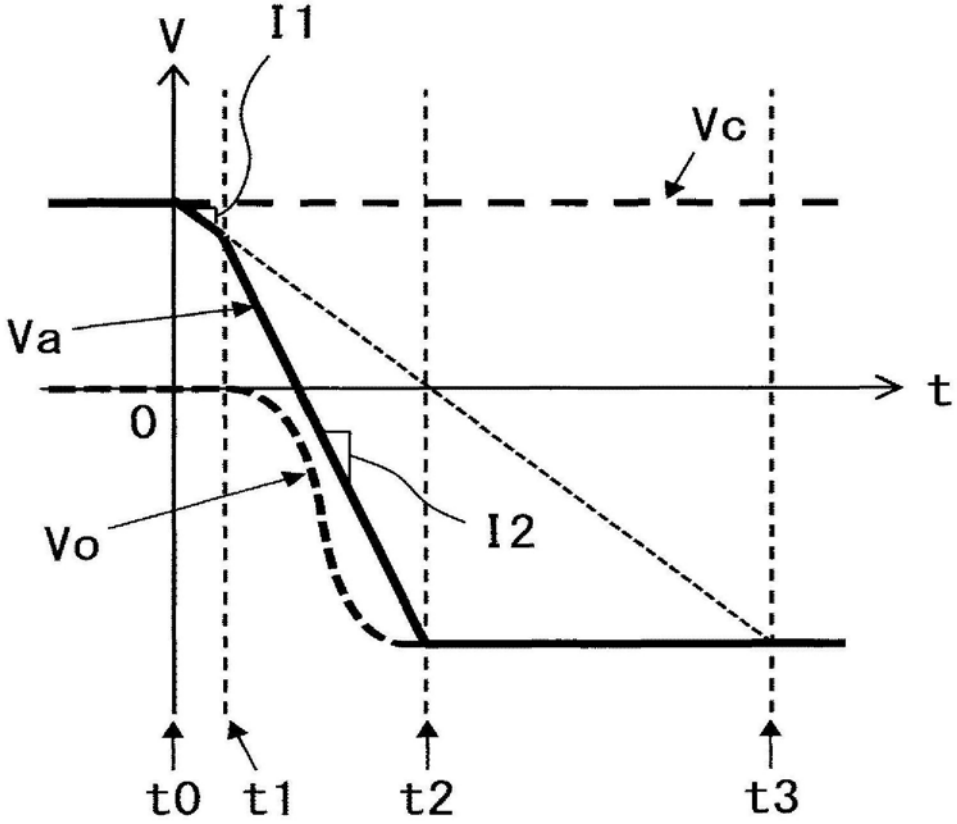


图16