



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98800123.3

[45] 授权公告日 2005 年 3 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 1192148C

[22] 申请日 1998.2.12 [21] 申请号 98800123.3
 [30] 优先权
 [32] 1997.2.13 [33] JP [31] 29037/1997
 [86] 国际申请 PCT/JP1998/000559 1998.2.12
 [87] 国际公布 WO1998/036131 日 1998.8.20
 [85] 进入国家阶段日期 1998.10.9
 [71] 专利权人 日立建机株式会社
 地址 日本东京都
 [72] 发明人 渡边洋 藤岛一雄 羽贺正和
 审查员 何华冬

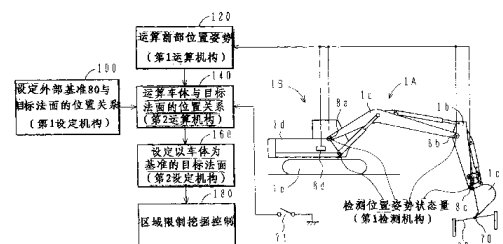
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
 商标事务所
 代理人 王以平

权利要求书 5 页 说明书 25 页 附图 18 页

[54] 发明名称 液压挖掘机的法面挖掘控制装置、
 目标法面设定装置及法面挖掘形成
 方法

[57] 摘要

沿着目标法面的进展方向水平方向地设置外部基准 80，借助于设定器 7 来设定从外部基准到目标法面上的基准点的垂直距离 h_{ry}、水平距离 h_{rx}、目标法面的角度 θ_x 。如果使设在铲斗前端的前部基准 70 与外部基准相一致并按压外部基准设定开关 71，则控制单元 9 运算从车体中心 O 到外部基准的垂直距离 h_{fy}、水平距离 h_{fx}，以这些作为修正值来运算目标法面的基准点相对于车体中心 O 的垂直距离 h_{sy}、水平距离 h_{sx}，根据此一值和在设计器中所输入的角度来设定以车体 1B 为基准的目标法面，据以进行区域限制挖掘控制。借此，即使车体与已经设立的斜面的位置关系由于车体的横向移动而发生变化，也能没有凹凸不平地挖掘形成法面。



1. 一种液压挖掘机的法面挖掘控制装置,是备有构成多关节的前部装置(1A)的可沿上下方向转动的多个前部构件(1a、1b、1c),以及支撑所述前部装置的车体(1B)的液压挖掘机的法面挖掘控制装置,

带有设定应由所述前部装置来挖掘的目标挖掘面的挖掘面设定机构,进行区域限制挖掘控制,以便所述前部装置一接近所述目标挖掘面前部装置就沿目标挖掘面运动,从而挖掘目标挖掘面位置

其特征在于,所述挖掘面设定机构备有:

(a) 配备在所述前部装置(1A)上,成为使所述前部装置与沿着目标法面的进展方向设置的外部基准(80)相一致的目标的前部基准(70);

(b) 检测与所述前部装置的位置和姿势有关的状态量的检测机构(8a、8b、8c、8d);

(c) 根据所述检测机构的信号来运算以所述车体(1B)为基准的前部装置的位置和姿势的第1运算机构(120、9b);

(d) 设定所述外部基准与所述目标法面的位置关系的第1设定机构(100、7、9a);

(e) 当所述前部基准与所述外部基准一致时被操作的外部基准设定开关(71);

(f) 根据所述外部基准设定开关被操作时的在所述第1运算机构中所运算的所述前部装置的位置和姿势的信息来运算所述车体与所述外部基准的位置关系,从此一车体与外部基准的位置关系和在所述第1设定机构中所设定的外部基准与目标法面的位置关系,来运算所述车体与目标法面的位置关系的第2运算机构(140、9m);以及

(g) 根据在所述第2运算机构中所运算的车体与目标法面的位置关系,按以车体为基准的位置关系来设定所述目标法面,作为所述目标挖掘面的第2设定机构(160、9n),

所述第1设定机构(100、7、9a),是设定从所述外部基准(80)到目标法面上的基准点(P_s)的垂直方向的距离(h_{ry})和水平方向的距

离 (hrx)，以及目标法面的角度信息 (θ_r)，作为所述外部基准 (80) 与目标法面的位置关系的机构。

2. 根据权利要求 1 所述的液压挖掘机的法面挖掘控制装置，其特征在于，其中所述第 1 设定机构 (100、7、9a)，是根据由设定器 (7) 所输入的数据来设定所述外部基准 (80) 与目标法面的位置关系的机构。

3. 根据权利要求 1 所述的液压挖掘机的法面挖掘控制装置，其特征在于，其中所述第 1 设定机构 (100、7、9a) 包括：根据在所述第 1 运算机构 (120、9b) 中所运算的所述前部装置 (1A) 的位置和姿势的信息，来运算当使所述前部装置的前端与目标法面上的基准点 (P_s) 相一致时的所述前部装置的前端的位置的机构 (190、191)，根据在所述第 1 运算机构中所运算的所述前部装置的位置和姿势的信息，来运算当使所述前部基准 (70) 与所述外部基准 (80) 相一致时的所述前部基准的位置的机构 (192、193)，从所述前部装置的前端位置与所述前部基准的位置来运算所述外部基准与目标法面上的基准点的位置关系的机构 (194)，以及储存此一运算中所求出的位置关系和由设定器所输入的角度数据的机构 (195)。

4. 根据权利要求 1 所述的液压挖掘机的法面挖掘控制装置，其特征在于，所述第 1 设定机构 (100、7、9a) 包括：根据在所述第 1 运算机构 (120、9b) 中所运算的所述前部装置 (1A) 的位置和姿势的信息，来运算当使所述前部装置的前端与目标法面上的第 1 基准点 (P_{s1}) 相一致时的所述前部装置的前端的位置，及当使所述前部装置的前端与目标法面上的第 2 基准点 (P_{s2}) 相一致时的所述前部装置的前端的位置的机构 (200~203)，从在所述第 1 和第 2 基准点处的所述前部装置的前端位置来运算目标法面的角度信息的机构 (204)，根据在所述第 1 运算机构中所运算的所述前部装置的位置和姿势的信息，来运算当使所述前部基准 (70) 与所述外部基准 (80) 相一致时的所述前部基准的位置的机构 (205、206)，从所述前部装置的前端位置与所述前部基准的位置来运算所述外部基准与目标法面上的第 1 和第 2 基准点中任何一方的位置关系的机构 (207)，以及储存此一运算中所求出的位置关系和所述角度信

息的机构(208)。

5. 一种液压挖掘机的目标法面设定装置, 备有构成多关节式前部装置(1A)的可沿上下方向转动的多个前部构件(1a、1b、1c), 以及支撑所述前部装置的车体(1B), 并进行区域限制挖掘控制, 以便所述前部装置一接近预先设定的目标挖掘面前部装置就沿该目标挖掘面运动, 从而挖掘目标挖掘面位置, 其特征在于, 备有:

(a) 沿着目标法面的进展方向设置的外部基准(80);

(b) 配备在所述前部装置(1A)上, 成为使所述前部装置与所述外部基准相一致的目標的前部基准(70);

(c) 检测与所述前部装置的位置和姿势有关的状态量的检测机构(8a、8b、8c、8d);

(d) 根据所述检测机构的信号来运算以所述车体(1B)为基准的前部装置的位置和姿势的第1运算机构(120、9b);

(e) 设定所述外部基准与所述目标法面的位置关系的第1设定机构(100、7、9a);

(f) 当所述前部基准与所述外部基准相一致时被操作的外部基准设定开关(71);

(g) 根据所述外部基准设定开关被操作时的在所述第1运算机构中所运算的所述前部装置的位置和姿势的信息来运算所述车体与所述外部基准的位置关系, 从此一车体与外部基准的位置关系和在所述第1设定机构中所设定的外部基准与目标法面的位置关系, 来运算所述车体与目标法面的位置关系的第2运算机构(140、9m); 以及

(h) 根据在所述第2运算机构中所运算的车体与目标法面的位置关系, 按以车体为基准的位置关系来设定所述目标法面, 作为所述目标挖掘面的第2设定机构(160、9n),

所述第1设定机构(100、7、9a), 是设定从所述外部基准(80)到目标法面上的基准点(P_s)的垂直方向的距离(h_{ry})和水平方向的距离(h_{rx}), 以及目标法面的角度信息(θ_r), 作为所述外部基准(80)与目标法面的位置关系的机构。

6. 根据权利要求5所述的液压挖掘机的目标法面设定装置,其特征
在于,所述外部基准是沿着目标法面的进展方向拉紧的水平细线(80)。

7. 根据权利要求5的液压挖掘机的目标法面设定装置,其特征在
于,所述外部基准是沿着目标法面的进展方向并排设置的多个桩子(81)。

8. 根据权利要求5的液压挖掘机的目标法面设定装置,其特征在
于,所述外部基准是沿着目标法面的进展方向投射的激光(84)。

9. 一种法面挖掘形成方法,该方法使用备有构成多关节式前部装置
(1A)的可沿上下方向转动的多个前部构件(1a、1b、1c),以及支撑
所述前部装置的车体(1B),进行范围限制挖掘控制,以便所述前部装
置一接近预先设定的目标挖掘面前部装置就沿该目标挖掘面运动,从而
挖掘目标挖掘面位置的液压挖掘机,其特征在于,

(a) 沿着目标法面的进展方向设置外部基准(80);

(b) 设定所述外部基准与所述目标法面的位置关系;

(c) 使设在所述前部装置(1A)上的前部基准(70)与所述外部基
准相一致,来运算所述车体(1B)与所述外部基准(80)的位置关系,
从此一车体与外部基准的位置关系和所述外部基准与目标法面的位置关
系,来运算所述车体与目标法面的位置关系,根据此一车体与目标法面
的位置关系,按以车体为基准的位置关系来设定所述目标法面,作为所
述目标挖掘面;

(d) 在液压挖掘机的当前车体位置处,通过所述区域限制挖掘控制,
在所述目标法面位置上挖掘形成斜面;

(e) 使液压挖掘机的车体相对于在所述(d)中所挖掘的斜面横向移
动;

(f) 在沿横向移动后的车体位置处,实施与上述(c)和(d)相同
的步骤;以及

(g) 反复实施上述(e)和(f)的步骤,

(h) 通过设定从所述外部基准(80)到目标法面上的基准点(P_s)的
垂直方向的距离(h_{ry})和水平方向的距离(h_{rx}),以及目标法面的角
度信息(θ_r),来进行所述外部基准(80)与目标法面的位置关系的设

定。

10. 根据权利要求9所述的法面挖掘形成方法，其特征在于，所述液压挖掘机的车体(1B)带有支撑前部装置(1A)的上部回转体(1d)，和可以回转地搭载该上部回转体的下部行走体(1e)，在所述(d)的斜面挖掘形成之际，以使所述下部行走体与所述目标法面的进展方向相平行的姿势来进行挖掘形成，在所述(e)的车体横向移动之际，使所述下部行走体以与所述(d)相同的姿势行走，借此进行横向移动。

11. 根据权利要求9所述的法面挖掘形成方法，其特征在于，所述液压挖掘机的车体(1B)带有支撑前部装置(1A)的上部回转体(1d)，和可以回转地搭载该上部回转体的下部行走体(1e)，在所述(d)的斜面挖掘形成之际，以使所述下部行走体与所述目标法面的进展方向相交叉的姿势来进行挖掘形成，在所述(e)的车体横向移动之际，使所述下部行走体以与所述(d)相同的姿势反复前进和后退以便进行宽度方向移动，借此进行横向移动。

12. 根据权利要求9所述的法面挖掘形成方法，其特征在于，在所述(a)的外部基准(80)的设置之际，在所述目标法面沿进展方向弯曲的场合，外部基准(80)也沿着该弯曲的目标法面的进展方向弯曲地设置。

液压挖掘机的法面挖掘控制装置、 目标法面设定装置及法面挖掘形成方法

技术领域

本发明涉及液压挖掘机的法面挖掘控制装置、目标法面设定装置以及使用液压挖掘机的法面挖掘形成方法，特别是，涉及进行区域限制挖掘控制以便前部装置一接近预先设定的目标挖掘面前部装置就沿目标挖掘面运动，从而挖掘目标挖掘面的液压挖掘机的法面挖掘控制装置、目标法面设定装置以及使用该液压挖掘机的法面挖掘形成方法。

背景技术

作为建筑机械的典型例子，有液压挖掘机。在液压挖掘机中，虽然用各自的手动操作手柄来操作构成前部装置的动臂、斗杆等前部构件，但是由于是分别靠关节部连接起来进行转动运动的，所以操作这些前部构件来挖掘规定的区域，特别是设定成直线形的区域，是非常困难的作业，盼望着自动化。因此，作出了用来自动化地进行这种作业的种种提案。

例如，在国际公开公报 WO95/30 059 号公报中，按车体基准设定可能挖掘区域，如果前部装置的一部分，例如铲斗，接近可能挖掘区域的边界，则仅把铲斗的朝该边界方向的运动减速，如果铲斗到达可能挖掘区域的边界，则铲斗不越出可能挖掘区域之外而是沿着可能挖掘区域的边界运动。

此外，在自动化地进行这种作业的场所，如果车体移动，则因作业现场的地形变化使液压挖掘机本身的姿势、高度发生变化，每当车体移动必须重新设定按车体基准设定的区域。因此，用来解决这种问题的自动挖掘方法在日本特开平 3-295 933 号公报中提出。在此一自动挖掘方法中，靠设置于挖掘地表面的激光振荡器的激光用设置于车体的传感器来检测车体的高度，根据该检测的车体高度来确定挖掘深度（相当于前例的限制区域），在车体停止的状态下直线挖掘到规定长度，然后使车体行走规定距离并在停止状态下再次直线挖掘之际靠前述激光来检测车体高度位移量，根据该

高度位移量来修正挖掘深度。

此外，作为用激光来修正挖掘深度的另一种自动挖掘方法，有美国专利 4 829 418 号中提出者。在此一自动挖掘方法中，以激光为基准来设定想要的挖掘深度（HTTRGT），把激光接收器安装于斗杆上，在挖掘中在激光接收器探测到激光的瞬间，计算从激光到前部装置的铲斗齿尖的距离（HTACT），把 HTTRGT 与 HTACT 相比较，控制有关的执行器，使铲斗齿尖在想要的挖掘深度附近运动。

发明的公开

在液压挖掘机的作业中有法面挖掘作业。例如，是像河流的护岸工程或道路侧壁工程这样沿着河流、道路建造长距离的斜面（法面）的作业。对此一作业而言，液压挖掘机采取能与河流或道路平行地行走的姿势，每当用铲斗宽度来建造可能挖掘的斜面，就使车体相对于已经设立的斜面沿横向（与河流或道路平行的方向）移动下去。通过继续此一过程而形成成长距离的斜面（法面）。

可是，在自动地进行这种法面的挖掘的场合，如果像国际公开公报 WO95/30 059 号公报中所述那样按车体基准来设定拟形成的法面（目标法面），则车体与已经设立的斜面的位置关系由于伴随着车体的横向移动而行走的地面的高低差、行走时的弯曲等而发生变化，在斜面间产生凸凹不平。

此外，在用日本特开平 3-295 933 号公报或美国专利 4 829 418 号中所示的方法来挖掘法面的场合，虽然即使车体与已经设立的斜面的位置关系由于车体的横向移动而发生变化，也能修正车体相对于已经设立的斜面的高度方向的变化，但是前后方向的变化不能修正，车体与已经设立的斜面的位置关系沿前后方向发生错位，仍然在斜面间产生凸凹不平。

本发明的目的在于，提供一种液压挖掘机的法面挖掘控制装置、目标法面设定装置以及使用液压挖掘机的法面挖掘形成方法，即使车体与已经设立的斜面的位置关系由于车体的横向移动而发生变化，也能挖掘形成没有凸凹不平的法面。

(1) 为了实现上述目的，本发明是备有构成多关节的前部装置的可沿

上下方向转动的多个前部构件，以及支撑前述前部装置的车体的液压挖掘机的法面挖掘控制装置，在带有设定拟由前述前部装置来挖掘的目标挖掘面的挖掘面设定机构，进行区域限制挖掘控制，以便前述前部装置一接近前述目标挖掘面前部装置就沿目标挖掘面运动，从而挖掘目标挖掘面位置的液压挖掘机的法面挖掘控制装置中，前述挖掘面设定机构备有：（a）配备在所述前部装置上，成为使所述前部装置与沿着目标法面的进展方向设置的外部基准相一致的所述前部基准；（b）检测与前述前部装置的位置与姿势有关的状态量的检测机构；（c）根据前述检测机构的信号来运算以前述车体为基准的前部装置的位置与姿势的第1运算机构；（d）设定前述外部基准与目标法面的位置关系的第1设定机构；（e）当前述前部基准与前述外部基准相一致时被操作的外部基准设定开关；（f）根据前述外部基准设定开关被操作时的在所述第1运算机构中所运算的前述前部装置的位置与姿势的信息来运算前述车体与前述外部基准的位置关系，从此一车体与外部基准的位置关系和在所述第1设定机构中所设定的外部基准与目标法面的位置关系，来运算前述车体与目标法面的位置关系的第2运算机构；以及（g）根据在所述第2运算机构中所运算的车体与目标法面的位置关系，按以车体为基准的位置关系来设定前述目标法面，作为前述目标挖掘面的第2设定机构。

在如上这样构成的本发明中，因为当前部基准与外部基准相一致，而外部基准设定开关被操作时，在第2运算机构中修正在第1设定机构中所设定的外部基准与目标法面的位置关系，并运算车体与目标法面的位置关系，在第2设定机构中按以车体为基准的位置关系来设定目标法面，所以即使车体相对于已经设立的斜面的高度由于车体的横向移动而发生变化，也能每次修正该高度变化而进行挖掘作业。此外，因为用沿目标法面的进展方向所设置的物体作为外部基准，当前部基准与此一外部基准相一致时进行上述计算，从而设定目标法面，所以即使车体相对于已经设立的法面的前后方向的位置由于车体的横向移动而发生变化，也能每次修正此一前后方向的位置的变化而进行挖掘作业。因此，即使车体与已经设立的斜面的位置关系由于车体的横向移动而发生变化，也能挖掘形成没有凹凸不平的法面。

(2) 在上述(1)中,最好是,前述第1设定机构,是设定从前述外部基准到目标法面上的基准点的垂直方向的距离和水平方向的距离,以及目标法面的角度信息,作为前述外部基准与目标法面的位置关系的机构。

(3) 此外,在上述(1)中,最好是,前述第1设定机构,是根据由设定器所输入的数据来设定前述外部基准与目标法面的位置关系的机构。

借此,靠设定器的操作能设定外部基准与目标法面的整个位置关系。

(4) 进而,在上述(1)中,最好是,前述第1设定机构包括:根据在前述第1运算机构中所运算的前述前部装置的位置与姿势的信息,来运算当使前述前部装置的前端与目标法面上的基准点相一致时的前述前部装置的前端的位置的机构,根据在前述第1运算机构中所运算的前述前部装置的位置与姿势的信息,来运算当使前述前部基准与前述外部基准相一致时的前述前部基准的位置的机构,从前述前部装置的前端位置与前述前部基准的位置来运算前述外部基准与目标法面上的基准点的位置关系的机构,以及储存在此一运算中所求出的位置关系和由设定器所输入的角度数据的机构。

借此,能通过直接示教就除了角度数据之外来设定外部基准与目标法面的位置关系,

(5) 此外,在上述(1)中,前述第1设定机构也可以构成得包括:根据在前述第1运算机构中所运算的前述前部装置的位置与姿势的信息,来运算当使前述前部装置的前端与目标法面上的第1基准点相一致时的前述前部装置的前端的位置,及当使前述前部装置的前端与目标法面上的第2基准点时的前述前部装置的前端的位置的机构,从在前述第1和第2基准点处的前述前部装置的前端位置来运算目标法面的角度信息的机构,根据在前述第1运算机构中所运算的前述前部装置的位置与姿势的信息,来运算当使前述前部基准与前述外部基准相一致时的前述前部基准的位置的机构,从前述前部装置的前端位置与前述前部基准的位置来运算前述外部基准与目标法面上的第1和第2基准点中任何一方的位置关系的机构,以及储存在此一运算中所求出的位置关系和前述角度信息的机构。

借此,能通过直接示教也包括角度数据在内来设定外部基准与目标法面的位置关系。

(6) 此外, 为了实现上述目的, 本发明在一种备有构成多关节式前部装置的可沿上下方向转动的多个前部构件, 以及支撑前述前部装置的车体, 进行区域限制挖掘控制, 以便前述前部装置一接近预先设定的目标挖掘面前部装置就沿该目标挖掘面运动, 从而挖掘目标挖掘面位置的液压挖掘机的目标法面设定装置中, 备有: (a) 沿着目标法面的进展方向设置的外部基准; (b) 配备在所述前部装置上, 成为使所述前部装置与前述外部基准相一致的所述前部基准; (c) 检测与前述前部装置的位置与姿势有关的状态量的检测机构; (d) 根据前述检测机构的信号来运算以前述车体为基准的前部装置的位置与姿势的第1运算机构; (e) 设定前述外部基准与前述目标法面的位置关系的第1设定机构; (f) 当前述前部基准与前述外部基准相一致时被操作的外部基准设定开关; (g) 根据当前述外部基准设定开关被操作时的在所述第1运算机构中所运算的所述前部装置的位置与姿势的信息, 来运算所述车体与前述外部基准的位置关系, 从此一车体与外部基准的位置关系和在所述第1设定机构中所设定的外部基准与目标法面的位置关系, 来运算所述车体与目标法面的位置关系的第2运算机构; 以及 (h) 根据在所述第2运算机构中所运算的车体与目标法面的位置关系, 按以车体为基准的位置关系来设定前述目标法面, 作为前述目标挖掘面的第2设定机构。

如果使用这样的目标法面设定装置, 进行区域限制挖掘控制, 以便前部装置一接近目标挖掘面前部装置就沿目标挖掘面运动, 则如上述(1)中所述, 即使车体与已经设立的斜面的位置关系由于车体的横向移动而发生变化, 也能挖掘形成没有凸凹不平的法面。

(7) 在上述(6)中, 例如, 前述外部基准, 是沿着目标法面的进展方向拉紧的水平细线。

(8) 此外, 在上述(6)中, 前述外部基准, 也可以是沿着目标法面的进展方向并排设置的多个桩子。

(9) 进而, 在上述(6)中, 前述外部基准, 也可以是沿着目标法面的进展方向投射的激光。

(10) 此外, 为了实现上述目的, 本发明提供一种法面挖掘形成方法, 该方法使用备有构成多关节式前部装置的可沿上下方向转动的多个前部构

件，以及支撑前述前部装置的车体，进行区域限制挖掘控制，以便前述前部装置一接近预先设定的目标挖掘面前部装置就沿该目标挖掘面运动，从而挖掘目标挖掘面位置的液压挖掘机，其中：（a）沿着目标法面的进展方向设置外部基准；（b）设定前述外部基准与前述目标法面的位置关系；（c）使设在前述前部装置上的前部基准与前述外部基准相一致，来运算前述车体与前述外部基准的位置关系，从此一车体与外部基准的位置关系和前述外部基准与目标法面的位置关系，来运算前述车体与目标法面的位置关系，根据此一车体与目标法面的位置关系，按以车体为基准的位置关系来设定前述目标法面，作为前述目标挖掘面；（d）在液压挖掘机的当前车体位置处，通过前述区域限制挖掘控制，在所述目标法面位置上挖掘形成斜面；（e）使液压挖掘机的车体相对于在所述（d）中所挖掘的斜面横向移动；（f）在沿横向移动后的车体位置处，实施与上述（c）和（d）相同的步骤；以及（g）重复实施上述（e）和（f）的步骤。

用这样的法面挖掘形成方法，如上述（1）中所述，即使车体与已经设立的斜面的位置关系由于车体的横向移动而发生变化，也能挖掘形成没有凹凸不平的法面。

（11）在上述（10）中，最好是，前述液压挖掘机的车体带有支撑前部装置的上部回转体，和可以回转地搭载该上部回转体的下部行走体，在所述（d）的斜面挖掘形成之际，以使前述下部行走体与前述目标法面的进展方向相平行的姿势来进行挖掘形成，在所述（e）的车体横向移动之际，使前述下部行走体以与前述（d）相同的姿势行走，借此进行横向移动。

（12）此外，在上述（10）中，也可以是，前述液压挖掘机的车体带有支撑前部装置的上部回转体，和可以回转地搭载该上部回转体的下部行走体，在所述（d）的斜面挖掘形成之际，以使前述下部行走体与前述目标法面的进展方向相交叉的姿势来进行挖掘形成，在所述（e）的车体横向移动之际，使前述下部行走体以与前述（d）相同的姿势重复前进和后退以便进行宽度方向移动，借此进行横向移动。

（13）此外，在上述（10）中，在所述（a）的外部基准的设置之际，在所述目标法面沿进展方向弯曲的场合，外部基准也沿着该弯曲的目标法

面的进展方向弯曲地设置。

通过像这样调整外部基准的设置方向，能针对地形自由地设定拟形成的法面。

附图的简要说明

图 1 是与液压驱动装置同时表示根据本发明的第 1 实施例的液压挖掘机的法面挖掘控制装置的图。

图 2 是表示采用了本发明的液压挖掘机的外观和外部基准的一个例子以及法面的挖掘情况的一个例子的图。

图 3 是表示设定器的外观的图。

图 4 是表示外部基准的另一个例子的与图 2 同样的图。

图 5 是表示外部基准的又一个例子的与图 2 同样的图。

图 6 是表示法面的挖掘情况的另一个例子的与图 2 同样的图。

图 7 是表示拟挖掘法面沿进展方向不是一个平面，而是弯曲的场合的一个例子的图。

图 8 是表示根据第 1 实施例的目标法面的设定原理的说明图。

图 9 是表示根据第 1 实施例的法面挖掘控制装置的总体构成的示意图。

图 10 是表示第 1 实施例的第 2 运算机构和第 2 设定机构的处理流程的图。

图 11 是表示控制单元的总体控制功能的功能方块图。

图 12 是表示在区域限制挖掘控制中铲斗的前端被按照运算来方向变换控制时的轨迹的一个例子的图。

图 13 是表示在区域限制挖掘控制中铲斗的前端被按照运算来复原控制时的轨迹的一个例子的图。

图 14 是表示在设定目标法面期间的最初设定时和以后的移动时的关系的图。

图 15 是表示根据本发明的第 2 实施例的目标法面的设定原理的说明图。

图 16 是表示第 2 实施例的第 1 设定机构的处理流程的图。

图 17 是表示根据本发明的第 3 实施例的目标法面的设定原理的说明图。

图 18 是表示第 3 实施例的第 1 设定机构的处理流程的图。

用来实施发明的最佳形态

下面用附图来说明本发明的实施例。

首先，用图 1 ~ 图 12 来说明本发明的第 1 实施例。

图 1 中，根据本发明的液压挖掘机带有液压泵 2，靠来自该液压泵的压力油来驱动的包括动臂缸 3a、斗杆缸 3b、铲斗缸 3c、回转马达 3d、和左右行走马达 3e、3f 在内的多个液压执行器，与这些液压执行器 3a ~ 3f 分别对应地设置的多个操作手柄装置 4a ~ 4f，连接在液压泵 2 与多个液压执行器 3a ~ 3f 之间，控制供给液压执行器 3a ~ 3f 的压力油的流量的多个流量控制阀 5a ~ 5f，以及在液压泵 2 与流量控制阀 5a ~ 5f 之间的压力变成超过设定值的场合打开的溢流阀 6。

此外，液压挖掘机，如图 2 中所示，由前部装置 1A 和车体 1B 构成，多关节式前部装置 1A 由分别沿垂直方向转动的动臂 1a、斗杆 1b 和铲斗 1c 组成，车体 1B 由支撑该前部装置 1A 的上部回转体 1d 和可以回转地搭载该上部回转体 1d 的下部行走体 1e 组成，前部装置 1A 的动臂 1a 的基端支撑在上部回转体 1d 的前部。动臂 1a、斗杆 1b、铲斗 1c、上部回转体 1d 和下部行走体 1e 分别构成由动臂缸 3a、斗杆缸 3b、铲斗缸 3c、回转马达 3d 和左右行走马达 3e、3f 分别驱动的被驱动构件，它们的动作由上述操作手柄装置 4a ~ 4f 来指示。

回到图 1，操作手柄装置 4a ~ 4f 是由液控压力来驱动对应的流量控制阀 5a ~ 5f 的液压先导式，分别由操作者所操作的操作手柄 40，和产生与操作手柄 40 的操作量与操作方向相对应的液控压力的一对减压阀（未画出）来构成，各减压阀的一次油口连接于控制泵 43，二次油口经过控制管路 44a、44b，45a、45b，46a、46b，47a、47b，48a、48b，49a、49b，连接于对应的流量控制阀的液压驱动部 50a、50b，51a、51b，52a、52b，53a、53b，54a、54b，55a、55b。

在以上这样的液压挖掘机上设有本发明的法面挖掘控制装置。此一装

置由以下部分构成：指示目标挖掘面的设定的设定器 7；设于动臂 1a、斗杆 1b 和铲斗 1c 的各自的转动支点，作为与前部装置 1A 的位置与姿势有关的状态量来检测各自的转动角的角度计 8a、8b、8c；检测车体 1B 的前后方向的倾斜角 θ 的倾斜计 8d；设于动臂用和斗杆用的操作手柄装置 4a、4b 的控制管路 44a、44b，45a、45b 中，检测来自操作手柄装置 4a、4d 的液控压力的压力检测器 60a、60b，61a、61b；设于铲斗 1c 的前端（齿尖）的前部基准 70；当操作前部装置 1A，使前部基准 70 与外部基准 80（下文述及）相一致时被按压的外部基准设定开关 71；输入设定器 7 的设定信号，角度计 8a、8b、8c 及倾斜计 8d 的检测信号，压力检测器 60a、60b，61a、61b 的检测信号，以及外部基准设定开关 71 的操作信号，针对液压挖掘机的目标挖掘面来设定作为目标的法面（以下称为目标法面），同时输出用来进行区域限制挖掘控制的电气信号的控制单元 9；由前述电气信号来驱动的比例电磁阀 10a、10b、11a、11b；以及梭阀 12。

梭阀 12 设置于控制管路 44a 中，选择控制管路 44a 内的液控压力与从比例电磁阀 10a 输出的控制压力中的高压一侧，引到流量控制阀 5a 的液压驱动部 50a。比例电磁阀 10b、11a、11b 分别设置于控制管路 44b、45a、45b 中，与各自的电气信号相对应地把控制管路内的液控压力减压并输出。

此外，在液压挖掘机的外部，设有表示设定目标挖掘面时的基准位置的外部基准 80。在本发明中，由于设定法面作为目标挖掘面，所以外部基准 80 沿着目标法面的进展方向来设置。

在以上中，设定器 7，前部基准 70，外部基准设定开关 71，角度计 8a、8b、8c 和倾斜计 8d，外部基准 80，以及控制单元 9 的下述功能，构成目标法面设定装置。

设定器 7，如图 3 中所示，由以下部分构成：切换成设定目标法面上的基准点的垂直距离、水平距离、角度（下文述及）的任何一项的切换开关 7c；用来输入目标法面上的基准点的垂直距离、水平距离、角度的升降按钮 7a、7b；显示所输入的垂直距离、水平距离、角度的显示装置 7e；以及把所输入的垂直距离、水平距离、角度作为设定信号向控制单元 9 输

出，指示目标法面的设定的设定开关 7f。再者，设定器 7 的按钮类也可以设于适当的操作手柄的把手上。此外，也可以采用靠 IC 卡的方法、靠条形码的方法、靠无线通信的方法等其他方法。

外部基准 80，例如图 2 中所示，是在沿着目标法面的进展方向在桩子 80a 上拉紧的水平细线。水平细线 80 是在工程现场中用来表示基准而经常使用的物体。如图 4 中所示，外部基准也可以单是沿着目标法面的进展方向设置的桩子 81 等，只要能由液压挖掘机的操作者进行确认什么都行。

前部基准 70，如图 2 中所示设定在前部装置 1A 的铲斗 1c 的齿尖上。再者，虽然前部基准最好是设定在铲斗 1c 的齿尖上，但是如果是容易确认与外部基准的一致，并为一定的确定的场所，也可以在前部装置 1A 的其他部位。

外部基准设定开关 71，在上述场合，是使前部装置 1A 运动而在前部基准 70 与作为外部基准 80 的水平细线一致的位置上被操作的，借助于此一操作来检测外部基准 80 的位置，从而运算设定（下文述及）液压挖掘机的车体 1B 与外部基准 80 的位置关系（外部基准 80 相对于车体的位置）。

再者，如图 5 中所示，作为外部基准，也可以使用用于工程现场的测量等投射点状激光 84 的激光基准光发生器（激光灯台）82，并在前部基准 70 上使用探测该激光 84 的激光探测器 83。在此一场合，激光灯台 82 设置成沿着目标法面的进展方向水平地投射激光 84。此外，把激光灯台 82 设置成位于法面中位的位置上是便利的，当激光探测器 83 探测到激光灯台 82 的激光 84 时使灯点亮，操作者确认此一灯的点亮从而实现与操作外部基准设定开关 71 同样的功能。

此外，虽然图 4、图 5 中表示了把车体置于法面的上方，用铲斗从下向上挖的方法进行法面施工的例子，但是也可以如图 6 所示，把车体置于法面的下方，用铲斗从上向下挖的方法进行法面施工。在此一场合，虽然图 6 中把作为外部基准的水平细线 80 设置在法面上方，但是也可以把它们设置在下方，或者在使用点状激光的场合，如上所述设置在法面中位。

进而，在实际的施工现场，有时拟挖掘法面沿进展方向不是一个平面，而是弯曲的。图 7 中表示它的一个例子。此一例子，是在沿着河流布置的堤坝上形成法面的场合。与河流的曲线相对应，堤坝也做成曲线，作为拟

挖掘的法面也必须与堤坝的曲线相一致地沿进展方向弯曲。在像这样使目标法面弯曲的场合，外部基准 80 也沿着该弯曲的目标法面的进展方向弯曲地设置。在外部基准 80 为水平细线的场合，可以如图所示选择适当的弯曲部砸进桩子 80a 并拉紧水平细线。

此外，在把前部基准设定在斗杆 1b、动臂 1a 上的场合，为了在目标法面的设定运算之际尽量减少车体的制造公差的影响，前部基准 70 可以在不妨碍作业的程度内尽量靠近铲斗 1c 的前端设置，最好是能在实际作用于土的铲斗 1c 的前端附近处与外部基准 80 相一致。外部基准设定开关 71 也可以装进设定器 7 中。

控制单元 9 用上述设定器 7 的设定信号、外部基准设定开关 71、角度计 8a、8b、8c 和倾斜计 8d 的检测信号来设定目标法面。用图 8 和图 9 来说明借助于此一控制单元 9 的目标法面的设定方法和控制单元 9 的处理功能。

在目标法面的设定之际，首先，如图 2 和图 8 中所示，在液压挖掘机主体的外部，如上所述例如沿着目标法面的进展方向水平地设置水平细线，作为外部基准 80。

接着，操作者用操作器 7 输入从外部基准 80 到拟设定的目标法面的基准点 Ps 的垂直距离 hry 、水平距离 hrx 以及目标法面相对于水平的角度 θr ，根据这些垂直距离 hry 、水平距离 hrx 和角度 θr 来设定外部基准 80 与目标法面的位置关系。也就是说，按以外部基准 80 为基准的位置关系来设定目标法面。此一设定由图 9 中所示的控制单元 9 的第 1 设定机构 100 的处理功能来进行。

在第 1 设定机构 100 中的从外部基准 80 到目标法面的基准点的垂直距离、水平距离、角度的设定，要预先确定外部基准的设置场所，根据施工图等求出到目标法面上的基准点的垂直距离、水平距离、角度。用设定器 7 的切换开关 7c 和按钮 7a、7b 来输入其数值。在显示器 7e 中一确认其数值，就按压设定开关 7f 确定之。控制装置 9 一判定设定开关 7f 已被按压，就把这些垂直距离、水平距离、角度作为 hry 、 hrx 、 θr 储存起来。

接着，按以当前的液压挖掘机的车体位置为基准的位置关系来设定目标法面。为此，首先操作者使前部装置 1A 运动，使设定于前部装置 1A 的

铲斗 1c 的齿尖的前部基准 70 与外部基准 80 相一致, 操作者操作外部基准设定开关 71。这里, 当使前部装置 1A 运动时, 靠图 9 中所示的第 1 运算机构 120 的处理功能, 根据角度计 8a、8b、8c 及倾斜计 8d 的信号, 在控制单元 9 内运算前部装置 1A 的位置与姿势, 一旦设定于前部装置 1A 的铲斗 1c 的齿尖的前部基准 70 与外部基准 80 相一致, 就根据从第 1 运算机构 120 所得到的这时的前部装置 1A 的位置与姿势的信息, 靠图 9 中所示的第 2 运算机构 140 的处理功能, 来运算从车体中心 O 到外部基准 80 的垂直距离 hfy 和水平距离 hfx, 作为车体 1B 与外部基准 80 的位置关系, 进而以此一垂直距离 hfy 和水平距离 hfx 作为修正值, 从前面所设定的垂直距离 hry 和水平距离 hrx (外部基准 80 与挖掘区域的位置关系) 来运算目标法面的基准点 Ps 相对于车体中心 O 的垂直距离 hsy 和水平距离 hsx。然后, 靠图 9 中所示的第 2 设定机构 160 的处理功能, 把垂直距离 hsy 和水平距离 hsx 及在设定器 7 中所输入的角度 θ_r 设定成以液压挖掘机的车体 1B 为基准的目标法面。

在图 10 中用处理流程来表示第 2 运算机构 140 和第 2 设定机构 160 中的设定车体与目标法面的位置关系的功能的细节。

首先, 如由虚线所包围的部分中所示, 操作者操作操作手柄 40 (参照图 1) 使前部装置 1A 运动, 使前部基准点 70 与外部基准 80 相一致。然后, 在处理 141 中, 判定外部基准设定开关 71 是否已被操作者所按压。在未按压的场合, 不改变目标法面的设定而结束设定处理。在处理 141 中, 如果判定外部基准设定开关 71 已被按压, 则进到处理 142。

在处理 142 中, 靠配备在前部装置 1A 上的角度计 8a、8b、8c 和倾斜计 8d 读取动臂 1a、斗杆 1b、铲斗的角度 α 、 β 、 γ 和车体 1 的倾斜角 θ 。接着在处理 143 中, 用动臂、斗杆、铲斗的角度 α 、 β 、 γ 和倾斜角 θ 来运算当外部基准设定开关 71 被按压时 (前部基准 70 与外部基准 80 相一致时) 的从车体中心 O 到前部基准 70 的垂直距离 hfy、水平距离 hfx。

运算首先根据下面的式 (1)、式 (2) 求出从车体中心 O 到动臂与斗杆的结合点 (斗杆角度计 8b 的设置点) P1 的垂直距离 hby、水平距离 hbx。

$$hby = L1 \times \cos(\alpha - \theta) \quad (1)$$

$$hb_x = L1 \times \sin(\alpha - \theta) \quad (2)$$

在上述式(1)、式(2)中, $L1$ 是动臂 1a 与车体 1b 的结合点(动臂角度计 8a 的设置点), 即车体中心 O 到动臂与斗杆的结合点 $P1$ 的距离, 此一值是已知的, 预先储存在控制单元 9 中。

接着根据下面的式(3)、式(4)求出从动臂与斗杆的结合点 $P1$ 到斗杆与铲斗的结合点 $P2$ 的垂直距离 hay 和水平距离 hax 。

$$hay = L2 \times \cos((\alpha - \theta) + \beta) \quad (3)$$

$$hax = L2 \times \sin((\alpha - \theta) + \beta) \quad (4)$$

在上述式(3)、式(4)中, $L2$ 是从动臂与斗杆的结合点 $P1$ 到斗杆与铲斗的结合点 $P2$ 的长度, 预先储存在控制单元 9 中。

接着根据下面的式(5)、式(6)求出从斗杆与铲斗的结合点 $P2$ 到铲斗齿尖 $P3$ 点的垂直距离 hcy 和水平距离 hcx 。

$$hcy = L3 \times \cos((\alpha - \theta) + \beta + \gamma) \quad (5)$$

$$hcx = L3 \times \sin((\alpha - \theta) + \beta + \gamma) \quad (6)$$

在上述式(5)、式(6)中, $L3$ 是从斗杆与铲斗的结合点 $P2$ 到铲斗齿尖 $P3$ 的长度, 预先储存在控制单元 9 中。

接着根据式(7)、式(8)从这些 hay 、 hax 、 hby 、 hb_x 、 hcy 、 hcx 运算从车体中心 O 到前部基准 70 (铲斗齿尖 $P3$ 点) 的垂直距离 hfy 、水平距离 hfx 。

$$hfy = hay + hby + hcy \quad (7)$$

$$hfx = hax + hb_x + hcx \quad (8)$$

接着, 移到处理 144, 读取在设定器 7 中所设定的从外部基准 80 到目标法面的基准点的垂直距离 hry 、水平距离 hrx 。

接着, 在处理 145 中, 以刚刚运算的从车体中心 O 到前部基准 70 的垂直距离 hfy 、水平距离 hfx 为修正值, 从此一值 hfy 、 hfx 和在设定器 7 中所设定的从外部基准 80 到目标法面的基准点的垂直距离 hry 、水平距离 hrx , 根据式(9)、式(10)来运算从车体中心 O 到目标法面的基准点的垂直距离 hsy 、水平距离 hsx 。

$$hsy = hry + hfy \quad (9)$$

$$hsx = hrx + hfx \quad (10)$$

最后，在处理 161 中，储存在处理 145 中所运算的目标法面的基准点的垂直距离 hsy 、距离 hsx ，用此一距离 hsy 、 hsx 和在设定器 7 中所输入的角度 θ_r 来设定以车体为基准的目标法面。

在以上中，处理 141 ~ 145 相当于图 9 中所示的第 2 运算机构 140 的处理功能，处理 161 相当于图 9 中所示的第 2 设定机构 160 的处理功能。

像以上这样以液压挖掘机的车体 1B 为基准的目标法面的设定一结束，就过渡到如图 9 中作为方块 180 所示通过区域限制挖掘控制的挖掘作业，在当前的液压挖掘机的位置处在目标法面上挖掘形成斜面。

像这样在当前的液压挖掘机的位置处在目标法面上挖掘形成斜面之后，如图 4 ~ 图 7 中箭头所示使液压挖掘机的车体相当于已经设立的斜面横向移动，在此一新的位置处实施借助于上述第 2 运算机构 140 和第 2 设定机构 160 的步骤。也就是说，通过使前部基准 70 与外部基准 80 相一致，并按压外部基准设定开关 71，来设定在移动后的新的位置处的以车体 1B 为基准的目标法面，在该位置处通过区域限制挖掘控制在目标法面位置上挖掘形成斜面。

这里，液压挖掘机通常如图 4 ~ 图 7 所示采取使下部行走体 1e 与拟形成法面（目标法面）相平行的姿势，以此一姿势来挖掘斜面。此外，车体的横向移动通过以同样姿势行走来进行。再者，也可以使下部行走体 1e 与法面成直角的姿势，以此一姿势来挖掘斜面，车体的横向移动通过横靠（以使下部行走体 1e 与法面成直角的姿势反复进行前进后退以便沿宽度方向移动）来进行。

通过以上这样的液压挖掘机的横向移动，在新的位置处的以车体为基准的目标法面的设定，反复进行在该位置处的通过区域限制挖掘控制的斜面形成步骤，就可以在目标法面的位置上沿着外部基准 80 形成法面。

下面，用图 11 来说明包含上述目标法面设定功能的控制单元 9 的整个控制功能。

图 11 中，控制单元 9 具有第 1 目标法面设定部 9a、前部姿势运算部 9b、目标缸速度运算部 9c、目标前端速度向量运算部 9d、方向变换控制部 9e、修正后目标缸速度运算部 9f、复原控制运算部 9g、修正后目标缸速度运算部 9h、目标缸速度选择部 9i、目标液控压力运算部 9j、阀指令

运算部 9k、位置关系运算部 9m 以及第 2 目标法面设定部 9n 等各种功能。

第 1 目标法面设定部 9a 相当于图 9 的第 1 设定机构 100，通过设定器 7 的操作，根据从外部基准 80 到目标法面上的基准点的垂直距离 h_{ry} 、水平距离 h_{rx} 、目标法面的角度 θ_r ，来设定外部基准 80 与目标法面的位置关系。

前部姿势运算部 9b 相当于图 9 的第 1 运算机构 120，用储存于控制单元 9 的前部装置 1A 和车体 1B 的各部尺寸，在角度计 8a、8b、8c 中所检测的转动角 α 、 β 、 γ 和在倾斜计中所检测的倾斜角 θ ，来运算设定和控制所需的前部装置 1A 的位置与姿势。

位置关系运算部 9m 相当于图 9 的第 2 运算机构 140，靠图 10 中所示的处理流程的处理 141 ~ 145 来运算从车体中心 O 到目标法面上的基准点的垂直距离 h_{sy} 、水平距离 h_{sx} 。

第 2 目标法面设定部 9n 相当于图 9 的第 2 设定机构 160，靠图 10 中所示的处理流程的处理 161，根据上述垂直距离 h_{sy} 、水平距离 h_{sx} 、角度 θ_r ，以液压挖掘机的车体 1B 为基准的位置关系来设定目标法面。

在前部姿势运算部 9b 中，在以动臂 1a 的转动支点为原点的 XY 坐标系中运算前部装置 1A 的位置与姿势。此一 XY 坐标系是固定在主体 1B 上的直角坐标系，可以位于垂直面内。例如，如果令动臂 1a 的转动支点与斗杆 1b 的转动支点的距离为 L_1 ，令斗杆 1b 的转动支点与铲斗 1c 的转动支点的距离为 L_2 ，令铲斗 1c 的转动支点与铲斗 1c 前端的距离为 L_3 ，则按照 XY 坐标系根据下式求出前部装置 1A 的铲斗 1c 的前端位置。

$$X = L_1 \sin \alpha + L_2 \sin (\alpha + \beta) + L_3 \sin (\alpha + \beta + \gamma)$$

$$Y = L_1 \cos \alpha + L_2 \cos (\alpha + \beta) + L_3 \cos (\alpha + \beta + \gamma)$$

但是，当车体 1B 如图 8 中所示倾斜时，由于铲斗前端与地面的相对位置关系发生变化，所以不能正确地进行目标法面的设定了。于是，在本实施例中，在倾斜计 8d 中检测车体 1B 的倾斜角 θ ，在前部姿势运算部 9b 中输入该倾斜角 θ 的值，在使 XY 坐标系转过角度 θ 的 $X_b Y_b$ 坐标系中运算铲斗前端的位置，借此，即使车体 1B 倾斜也能进行正确的设定。再者，当车体倾斜时修正了车体的倾斜之后再行作业，或者在用于车体不倾斜的作业现场的情况下，不一定需要倾斜计。

在第1目标法面设定部9a、位置关系运算部9m和第2目标法面设定部9n中，把垂直距离 hry 、 hsy 、 hfy ，水平距离 hrx 、 hsx 、 hfx 等转换成 $XbYb$ 坐标系的值进行处理。

在目标缸速度运算部9c中，输入压力检测器60a、60b，61a、61b的检测信号作为操作手柄装置4a、4b的操作信号。从该操作信号（液控压力）来计算流量控制阀5a、5b的目标输出流量（动臂缸3a和斗杆缸3b的目标速度）。

在目标前端速度向量运算部9d中，从在前部姿势运算部9b中所求出的铲斗的前端位置和在前目标缸速度运算部9c中所求出的目标缸速度，以及预先储存于控制单元9中的L1、L2、L3等各部尺寸，求出铲斗1c的前端的目标速度向量 Vc 。此时，目标速度向量 Vc 作为图8中所示的 $XaYa$ 坐标系的值而求出。此一 $XaYa$ 坐标系，是以在目标法面设定部9n中所求出的在 $XbYb$ 坐标系中目标法面上的基准点相对于车体中心O的水平距离 hsx 、垂直距离 hsy 的点为原点， Xa 坐标轴相对于 $XbYb$ 坐标系倾斜了目标法面的角度 θ_r 而沿法面设定的坐标系。这里，在 $XaYa$ 坐标系中的目标速度向量 Vc 的 Xa 坐标分量 Vcx 为目标速度向量 Vc 的与目标法面平行方向的向量分量， Ya 坐标分量 Vcy 为目标速度向量 Vc 的与目标法面垂直方向的向量分量。

在方向变换控制部9e中，在铲斗1c的前端处于目标法面内侧（挖掘区域）目标法面附近，目标速度向量 Vc 具有对目标法面接近的方向的分量的场合，进行修正以便随着对目标法面的接近而减小垂直的向量分量。换句话说，在垂直方向的向量分量 Vcy 上加上比它小的从目标法面离开方向的向量（反向向量）。

通过像以上这样修正目标速度向量 Vc 的垂直分量 Vcy ，垂直方向的向量分量 Vcy 的减小量随着距离 Ya 变小而变大，向量分量 Vcy 减小，目标速度向量 Vc 被修正成目标速度向量 Vca 。这里，自目标法面的距离 Ya 的范围可以称为方向变换区域或减速区域。

图12中表示铲斗1c的前端按照上述这样的修正后的目标速度向量 Vca 而被方向变换控制时的轨迹的一个例子。当目标速度向量 Vc 沿斜下方向恒定时，它的平行分量 Vcx 为恒定，垂直分量 Vcy 随着铲斗1c的前端对目标

法面的接近（随着距离 Y_a 变小）而变小。由于修正后的目标速度向量 V_{ca} 是其合成，所以轨迹如图所示成为随着对目标法面的接近而变得平行的曲线形，在与目标法面一致处，目标速度向量 V_c 的垂直方向的向量 $V_{cy} = 0$ ，修正后的目标速度向量 V_{ca} 与 V_{cx} 相一致。

在修正后目标缸速度运算部 9f 中，从在方向变换控制部 9e 中所求出的修正后的目标速度向量来运算动臂缸 3a 和斗杆缸 3b 的目标缸速度。这些是在目标前端速度向量运算部 9d 中的运算的逆运算。

在复原控制部 9g 中，当铲斗 1c 的前端越过目标法面而超出到其外侧（限制区域）时，与至目标法面的距离有关地修正目标速度向量，以便铲斗前端返回目标法面的内侧。换句话说，在垂直方向的向量分量 V_{cy} 上加上比它大的对目标法面接近的方向的向量（反向向量）。通过像这样修正目标速度向量 V_c 的垂直方向的向量分量 V_{cy} ，垂直方向的向量分量 V_{cy} 随着距离 Y_a 变小而变小，目标速度向量 V_c 被修正成目标速度向量 V_{ca} 。

图 13 中表示铲斗 1c 的前端按照上述这样的修正后的目标速度向量 V_{ca} 而被复原控制时的轨迹的一个例子。当目标速度向量 V_c 沿斜下方向恒定时，它的平行分量 V_{cx} 为恒定，而由于复原向量 $-KY_a$ 与距离 Y_a 成比例，所以垂直分量随着铲斗 1c 的前端对目标法面的接近（随着距离 Y_a 变小）而变小。由于修正后的目标速度向量 V_c 是其合成，所以轨迹如图 13 那样成为随着对目标法面的接近而变得平行的曲线形，在目标法面上，修正后的目标速度向量 V_{ca} 与 V_{cx} 相一致。

由于铲斗 1c 的前端像这样在复原控制部 9g 中被控制成返回目标法面的内侧，所以可以在目标法面的外侧得到复原区域。此外，在此一复原控制中也是，铲斗 1c 的前端对目标法面接近方向的运动被减速，借此，作为结果铲斗 1c 前端的移动方向被变换成沿着目标法面的方向，在这个意义上复原控制也可以称为方向变换控制。

在修正后目标缸速度运算部 9h 中，从在复原控制部 9g 中所求出的修正后的目标速度向量来运算动臂缸 3a 和斗杆缸 3b 的目标缸速度。这些是在目标前端速度向量运算部 9d 中的运算的逆运算。

这里，进行复原控制的场合，选择该复原控制所需的动臂缸和斗杆缸的动作方向，运算该动作方向中的目标缸速度。但是，因为在复原控制中

通过使动臂 1a 上行而使铲斗前端返回设定区域，所以必定包含动臂 1a 的上行方向。其组合也由控制软件来决定。

在目标缸速度选择部 9i 中，选择在目标缸速度运算部 9f 中所得到的基于方向变换控制的目标缸速度和在目标缸速度运算部 9h 中所得到的基于复原控制的目标缸速度中值大的一方（最大值），作为输出用的目标缸速度。

在目标液控压力运算部 9j 中，计算控制管路 44a、44b、45a、45b 的目标液控压力，作为目标液控压力。

在阀指令运算部 9k 中，运算与在目标液控压力运算部 9j 中所计算的目标液控压力相对应的指令值，向比例电磁阀 10a、10b、11a、11b 输出对应的电气信号。

根据以上这样构成的本实施例，能取得以下效果。

(1) 因为每当使前部基准 70 与外部基准 80 相一致，并按压外部基准设定开关 71，就修正外部基准 80 与车体 1B 的位置关系，运算车体与目标法面的位置关系，从而按以车体为基准的位置关系来设定目标法面，所以即使车体相对于已经设立的斜面的高度由于车体的横向移动而发生变化，也能每次补偿该高度变化而进行挖掘作业。此外，因为沿着目标法面的进展方向水平设置外部基准 80，当在前部基准与此一外部基准相一致时进行上述计算，从而设定目标法面，所以即使车体相对于已经设立的法面的前后方向的位置由于车体的横向移动而发生变化，也能每次补偿此一前后方向的位置变化而进行挖掘作业。因此，即使车体与已经设立的斜面的位置关系由于车体的横向移动而发生变化，也能挖掘形成没有凸凹不平的连续的平滑的法面。

用图 14 来说明这一点。图 14 中，(a) 表示目标法面设定时的位置关系，(b) 表示车体移动时的位置关系。

在图 14 (a) 中，用在图 9 的第 1 设定机构 100 中所输入的垂直距离 hry 、水平距离 hrx 和在图 9 的第 2 运算机构 140 和图 10 的处理 143 中作为修正值求出的垂直距离 hfy 、水平距离 hfx ，在图 10 的处理 145 中求出从车体中心 O 到目标法面的基准点 Ps 的垂直距离 hsy 、水平距离 hsx ，在图 10 的处理 161 中用该垂直距离 hsy 、水平距离 hsx 和在设定器 7 中所输入的角度 θ_r 来设定目标法面，用此一设定数据 hsy 、 hsx 、 θ_r 通过挖掘限

制控制来挖掘法面。

在图 14 (a) 的位置上法面的挖掘一结束, 就使车体横向移动而改变挖掘位置。此时, 如图 14 (b) 中所示从车体中心 O 到目标法面的基准点 Ps 的垂直距离 hsy 、水平距离 hsx 变成 hsy' 、 hsx' 。但是, 每当前部基准 70 与外部基准 80 的位置相一致而由操作者按压外部设定开关 71, 就求出此时的修正值 hfx' 、 hfy' 而把从车体中心 O 到目标法面的基准点 Ps 的垂直距离、水平距离更新成 hsy' 、 hsx' 。因此, 在相对于外部基准 80 始终相同的位置上设定目标法面, 形成没有凸凹不平的连续的平滑的法面。

(2) 由于沿着目标法面的进展方向水平地设置外部基准 80, 以此一外部基准为媒介在目标法面位置上继续挖掘形成法面, 所以, 结果所形成的法面就能与外部基准 80 平行地形成。因此, 通过调整外部基准 80 的设置方向, 能针对地形自由地设定、形成法面的方向。例如, 在前述沿着河流在弯曲的堤坝上形成法面的场合, 通过与堤坝的曲线一致地砸进桩子 80a, 拉紧水平细线 (外部基准) 80, 能与水平细线 80 平行地设定目标法面, 能容易地与堤坝的曲线一致地形成弯曲的法面。

(3) 由于把前部基准 70 设定于作为实际地作用于地面的构件的铲斗前端, 根据当此一前部基准 70 与外部基准 80 相一致而按压外部基准设定开关 71 时的前部装置 1A 的位置与姿势, 来设定以车体 1B 为基准的目标法面, 所以在此一目标法面的设定之际, 在目标法面设定运算与挖掘控制运算中, 车体 1B 的制造公差, 前部基准 70、角度传感器 8a ~ 8c 等的精度、安装公差的误差的影响能彼此抵销。因此, 在挖掘控制之际运算铲斗 1c 前端的位置时, 与在设置于车体上的传感器中探测基准光的先有技术方法相比, 上述公差或精度的误差的影响变小, 能减小与所设定的目标法面之差地按照设定正确地挖掘。

现在, 进一步说明这一点。在日本特开平 3-295 933 号公报中所述的先有技术中, 如前所述靠基准光来进行车体高度的修正。当进行挖掘时, 修正车体高度, 控制成把铲斗前端移动到由车体中心所设定的垂直距离 hs 。此时, 控制装置用储存于存储装置的动臂、斗杆、铲斗的尺寸 $L1$ 、 $L2$ 、 $L3$ 和由角度传感器所检测的各前部构件的角度 α 、 β 、 γ 来进行控制运算,

以便铲斗前端成为 h_s 的位置。但是，在实际的前部构件上存在着制造误差，例如动臂成为 $L_1 + \varepsilon L_1$ 的尺寸，斗杆成为 $L_2 + \varepsilon L_2$ 的尺寸，铲斗成为 $L_3 + \varepsilon L_3$ 的尺寸。此外，由传感器所检测的角度 α 、 β 、 γ ，相对于实际角度 α' 、 β' 、 γ' ，由于传感器安装误差、传感器本身的检测误差等而含有 $\varepsilon \alpha$ 、 $\varepsilon \beta$ 、 $\varepsilon \gamma$ 的误差。因此，尽管控制装置打算把铲斗前端控制于

$$h_s(L_1, L_2, L_3, \alpha(h_s), \beta(h_s), \gamma(h_s))$$

实际上却成了

$$\begin{aligned} & h_s'(L_1', L_2', L_3', \alpha'(h_s), \beta'(h_s), \gamma'(h_s)) \\ & = h_s'(L_1 + \varepsilon L_1, L_2 + \varepsilon L_2, L_3 + \varepsilon L_3, \alpha(h_s) + \varepsilon \alpha, \\ & \quad \beta(h_s) + \varepsilon \beta, \gamma(h_s) + \varepsilon \gamma) \end{aligned} \quad (11)$$

的位置。

式中， L_1, L_2, L_3 ：设计值

α, β, γ ：检测值

$L_1', L_2', L_3', \alpha', \beta', \gamma'$ ：实际值

$\varepsilon L_1, \varepsilon L_2, \varepsilon L_3, \varepsilon \alpha, \varepsilon \beta, \varepsilon \gamma$ ：误差

此外， $L_1' = L_1 + \varepsilon L_1$

$L_2' = L_2 + \varepsilon L_2$

$L_3' = L_3 + \varepsilon L_3$

$\alpha = \alpha' + \varepsilon \alpha$

$\beta = \beta' + \varepsilon \beta$

$\gamma = \gamma' + \varepsilon \gamma$

其中， $\alpha(h_s)$ 、 $\beta(h_s)$ 、 $\gamma(h_s)$ 、 $\alpha'(h_s)$ 、 $\beta'(h_s)$ 、 $\gamma'(h_s)$ 是前部装置采取垂直距离 h_s 检测的姿势时的角度的检测值和实际值。

例如，如果令目标的动臂角为 30° ，则控制装置把前部装置控制成检测值 $\alpha(h_s) = 30^\circ$ 。此时，在检测值 α 与实际角度 α' 间包含 $\varepsilon \alpha = 0.5^\circ$ 的误差的场合，实际上控制成 $\alpha' = 30.5^\circ$ 的位置。

另一方面，在本实施例中，由于把前部基准 70 设在前部装置（铲斗前端）上，所以前部基准 70 与外部基准 80 相一致时的位置 $h_f(h_{fx}, h_{fy})$ 在控制单元 9 的内部被理解为用

$$h_f(L_1, L_2, L_3, \alpha(h_f), \beta(h_f), \gamma(h_f))$$

所运算的位置。此时的实际的前部基准 70 处于

$$\begin{aligned} & hf'(L1', L2', L3', \alpha'(hf), \beta'(hf), \gamma'(hf)) \\ &= hf'(L1 + \varepsilon L1, L2 + \varepsilon L2, L3 + \varepsilon L3, \alpha(hf) + \varepsilon \alpha, \\ & \quad \beta(hf) + \varepsilon \beta, \gamma(hf) + \varepsilon \gamma) \end{aligned} \quad (12)$$

的位置。这时的铲斗前端的位置也相同。

式中, $\alpha(hf)$, $\beta(hf)$, $\gamma(hf)$: 前部装置采取 hf 检测姿势时的角度的检测值

$\alpha'(hf)$, $\beta'(hf)$, $\gamma'(hf)$: 前部装置采取 hf 检测姿势时的角度的实际值

此时, 由于前部基准 70 处于实际的外部基准 80 的位置, 所以控制单元 9 以包含误差的形式检测出实际的外部基准 80 的位置。如果把此一 hf 用于区域限制挖掘控制, 则由于控制单元 9 内的检测位置 hf 与实际位置 hf' 的误差包含着与检测 hf 时相同的误差, 所以实际上彼此抵消, 与实际的位置相一致。

例如, 如果令当检测外部基准 80 时实际的动臂角 $\alpha' = 30^\circ$, 由传感器 8a 得到的检测值中含有 $\varepsilon \alpha = 0.5^\circ$ 的误差, 则以 $\alpha = 29.5^\circ$ 被检测。如果用此一检测值 $\varepsilon \alpha = 29.5^\circ$, 则由于实际上与 $\alpha' = 30^\circ$ 的位置, 即外部基准 80 的实际位置相一致, 所以误差彼此抵消。

接着, 如果在进行区域限制挖掘控制时以用此一 hf 所修正的 $hs(hsx, hsy)$ 为目标来控制铲斗前端位置, 则至少 hf 中内在的误差如上所述如果从实际的外部基准来考虑则彼此抵消, 剩下的就是从检测 hf 时的姿势到把铲斗前端移动到 hs 的传感器的误差引起的。此时实际上铲斗前端处于

$$\begin{aligned} & hs'(L1', L2', L3', \alpha'(hs), \beta'(hs), \gamma'(hs)) \\ &= hs'(L1 + \varepsilon L1, L2 + \varepsilon L2, L3 + \varepsilon L3, \alpha(hs) + \varepsilon \alpha(hs), \\ & \quad \beta(hs) + \varepsilon \beta(hs), \gamma(hs) + \varepsilon \gamma(hs)) \end{aligned} \quad (13)$$

式中, $\alpha(hs)$, $\beta(hs)$, $\gamma(hs)$: 前部装置采取 hs 的控制姿势时的角度的检测值

$\alpha'(hs)$, $\beta'(hs)$, $\gamma'(hs)$: 前部装置采取 hs 的控制姿势时的角度的实际值

此时, 在本实施例中, 由于按照式 (12) hf 检测时的位置处于外部

基准 80 的实际位置，所以与先有技术不同，从 hf 检测时到把姿势控制到 hs 时的偏差 $\alpha(\text{hs}) - \alpha(\text{hf})$, $\beta(\text{hs}) - \beta(\text{hf})$, $\gamma(\text{hs}) - \gamma(\text{hf})$ 引起的误差，

$$\Delta \varepsilon \alpha = \varepsilon \alpha(\text{hs}) - \varepsilon \alpha(\text{hf}) \quad (14)$$

$$\Delta \varepsilon \beta = \varepsilon \beta(\text{hs}) - \varepsilon \beta(\text{hf}) \quad (15)$$

$$\Delta \varepsilon \gamma = \varepsilon \gamma(\text{hs}) - \varepsilon \gamma(\text{hf}) \quad (16)$$

与实际进行区域限制挖掘控制时的误差有关，成为轻微的。

此外，在本实施例中，把前部基准 70 配备在前部装置 1A 上，可以极力减小外部基准位置设定时与挖掘时的姿势变化，在此一场合，与式 (14) ~ (16) 有关的误差进一步减小。

再者，在下文述及的直接示教的场合，由于设定 hr (hrx, hry) 时的误差也能够在设定时接收，能在控制时操作，所以能进行更准确的挖掘控制。

(4) 在日本特开平 3-295 933 号公报中所述的先有技术中，配备在车体上的基准光探测器必须处于能探测基准光的宽范围内。在本实施例中，由于操作前部装置 1A 而使前部基准 70 与外部基准 80 相一致，按压外部基准设定开关 71 来设定，所以配备在前部装置 1A 上的前部基准 70 可以是铲斗齿尖或箭头钢板等小型的简单构件，不需要庞大复杂的传感器即能修正车体的移动。

同样，由于操作前部装置 1A 而使前部基准 70 与外部基准 80 相一致，按压外部基准设定开关 71 来设定，所以如果考虑到前部装置 1A 的很宽的可动范围，则能在很宽的范围内修正车体的移动。

(5) 在日本特开平 3-295 933 号公报中所述的先有技术中，如上所述那样配备在车体上的基准光探测器必须处于能探测基准光的宽范围内，如果考虑到基准光探测器的大小则成为很大的制约。在本实施例中，由于前部基准 70 被设定在前部装置 1A、特别是铲斗齿尖上，所以如果考虑到前部装置的很宽的可动范围，则外部基准 80 的设定场所不受很大的制约。这一点有以下优点，即例如如图 8 中所示，在与车体 1B 同样高度的地面上没有适当的外部基准的设置场所的场合，能在像沟中那样比车体低的场所设置外部基准 80，等。此外，借此能根据前面的误差问题把外部基准 80 设

置成减小与外部基准相对位时的姿势与挖掘时的姿势之间的变化，从而提高挖掘的精度。

(6) 由于在车体的外部沿着目标法面的进展方向水平地设置外部基准80，所以一经设置就没有必要改变其位置，即使车体移动也能作为目标法面的基准而继续使用。

(7) 由于每当车体移动时就通过用外部基准来修正伴随车体移动的偏移，所以能省掉测量此一偏移，而中断挖掘控制并重新设定等操作者的麻烦和时间。

用图15和图16来说明本发明的第2实施例。本实施例是通过直接示教来进行第1实施例的第1设定机构100（参照图9）中的外部基准80与目标法面的位置关系的设定的。但是，目标法面角度靠设定器7来设定输入。

也就是说，在第1实施例中，在第1设定机构100中，使用设定器7的升降按钮7a、7b（参见图3）来设定从外部基准80到目标法面上的基准点Ps的垂直距离hry和水平距离hrx。在本实施例中，靠操作者对操作手柄的操作使铲斗1c的前端如图15中双点划线所示运动到拟设定位置，通过直接示教该场所来设定垂直距离hry或水平距离hrx。

图16中表示通过目标法面的直接示教的设定方法的处理流程。图中，由虚线所包围的部分①、②表示液压挖掘机的操作者必须进行的操作。

首先，操作者如图16的①中所示，对操作手柄进行操作，使前部装置1A运动，以便使铲斗1c的前端到达目标法面的基准点Ps。铲斗1c的前端一到达基准点Pc，操作者就按压设定器7的设定开关7f（参照图3）。

在控制单元9（参照图1）中，在处理190中判定设定开关7f是否已被按压，在未被按压的场合继续处理190。设定开关7f一被按压就移到处理191。

在处理191中，根据此时的前部装置1A的姿势，来运算从车体中心O到铲斗1c前端的垂直距离hsy、水平距离hsx。

接着，操作者如图16的②中所示，对操作手柄再次进行操作，使前部装置1A运动，以便使前部基准70（铲斗齿尖）与外部基准80相一致。

控制单元在其间在处理 192 中, 继续对外部基准设定开关 71 是否已被按压的判定。这里, 如果前部基准 70 与外部基准 80 相一致, 外部基准设定开关 71 被操作者按压, 则移到处理 193。

在处理 193 中, 根据此时的前部装置 1A 的姿势, 来运算从车体中心 O 到前部基准 70 的垂直距离 hfy、水平距离 hfx。

接着, 在处理 194 中, 通过

$$hry = hsy - hfy \quad (17)$$

$$hrx = hsx - hfx \quad (18)$$

的运算来求出从外部基准 80 到目标法面上的基准点的垂直距离 hry 和水平距离 hrx。

最后, 在处理 195 中, 储存如上述所求出的垂直距离 hry、水平距离 hrx 和在操作器 7 中所输入的角度 θ_r , 结束设定。

根据本实施例, 由于通过直接示教来设定目标法面, 所以能针对作业情况正确地设定想要的目标法面。

用图 18 和图 19 来说明本发明的第 3 实施例。

在第 2 实施例中, 在图 9 中所示的第 1 设定机构 100 中, 靠操作者对操作手柄的操作使铲斗 1c 的前端运动到目标法面的基准点, 通过直接示教该场所来设定基准点的垂直距离 hry 或水平距离 hrx, 目标法面的角度靠在设定器 7 中所输入的角度来设定。在本实施例中, 如图 17 中所示通过直接示教目标法面上的两个点 Ps1、Ps2 而连目标法面的角度 θ_r 也靠直接示教来设定。

也就是说, 如图 17 中所示, 在靠手动挖掘了最初的法面之后, 把铲斗前端置于法面上的 Ps1、Ps2 两点, 在各点处按压设定开关 7f。在控制单元中, 在图 18 中所示的处理 200 ~ 203 中计算并储存它们的位置 (坐标 Xps1, Yps1)、(坐标 Xps2, Yps2)。然后, 在处理 203 中, 从 Ps1 (坐标 Xps1, Yps1)、Ps2 (坐标 Xps2, Yps2) 的值求出 XbYb 坐标中的边界表达式

$$Y = aX + b$$

式中,

$$a = (Yps1 - Yps2) / (Xps1 - Xps2)$$

$$b = (Yps1 (Xps1 - Xps2) - Xps1 (Yps1 - Yps2)) / (Xps1 - Xps2).$$

于是，与前面所示的靠设定器 7 来进行水平距离、垂直距离、角度的设定时相同，用水平距离 $Xps1$ 、垂直距离 $Yps1$ 、角度 $\theta_r = \tan^{-1}(a)$ 来设定目标法面。也就是说，关于外部基准 80，进行与前面在设定器 7 中设定角度的场合相同的处理 205 ~ 207，来计算从外部基准 80 到点 $Ps1$ 的水平距离 hrx 、垂直距离 hry 。此一水平距离 hrx 、垂直距离 hry 和上述的角度 $\theta_r = \tan^{-1}(a)$ 在处理 208 中被储存，结束设定。

产业上的利用可能性

根据本发明，能取得以下效果。

(1) 即使车体与已经设立的斜面的位置关系由于车体的横向移动而发生变化，也能挖掘形成没有凸凹不平的连续的平滑的法面。

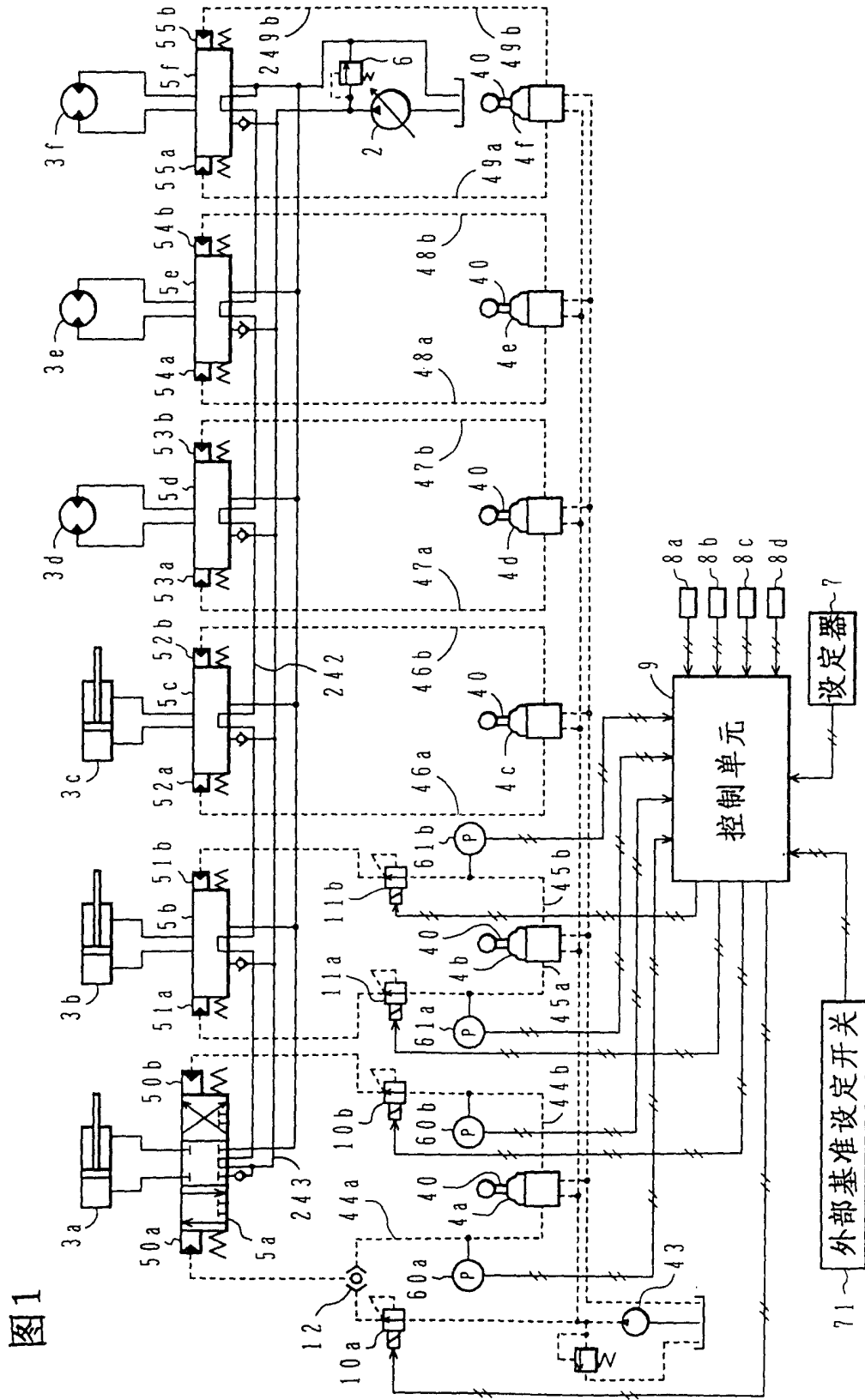
(2) 通过调整外部基准的设置方向，能针对地形自由地设定拟形成法面的方向。

(3) 挖掘时，与用设置在车体上的传感器来探测基准光的方法相比，不易受车体的制造公差或传感器等的精度、安装公差的误差的影响，能减小与所设定的目标法面之差地进行挖掘。

(4) 由于前部基准可以是像箭头标记这样小型的简单构件，所以不需要庞大复杂的光传感器即能修正车体的移动。

(5) 如果考虑到设置了前部基准的前部装置的很宽的可动范围，则能在很宽的范围内修正车体的移动。

(6) 由于通过直接示教来进行第 1 设定机构的设定，所以能针对作业情况正确地设定想要的目标法面。



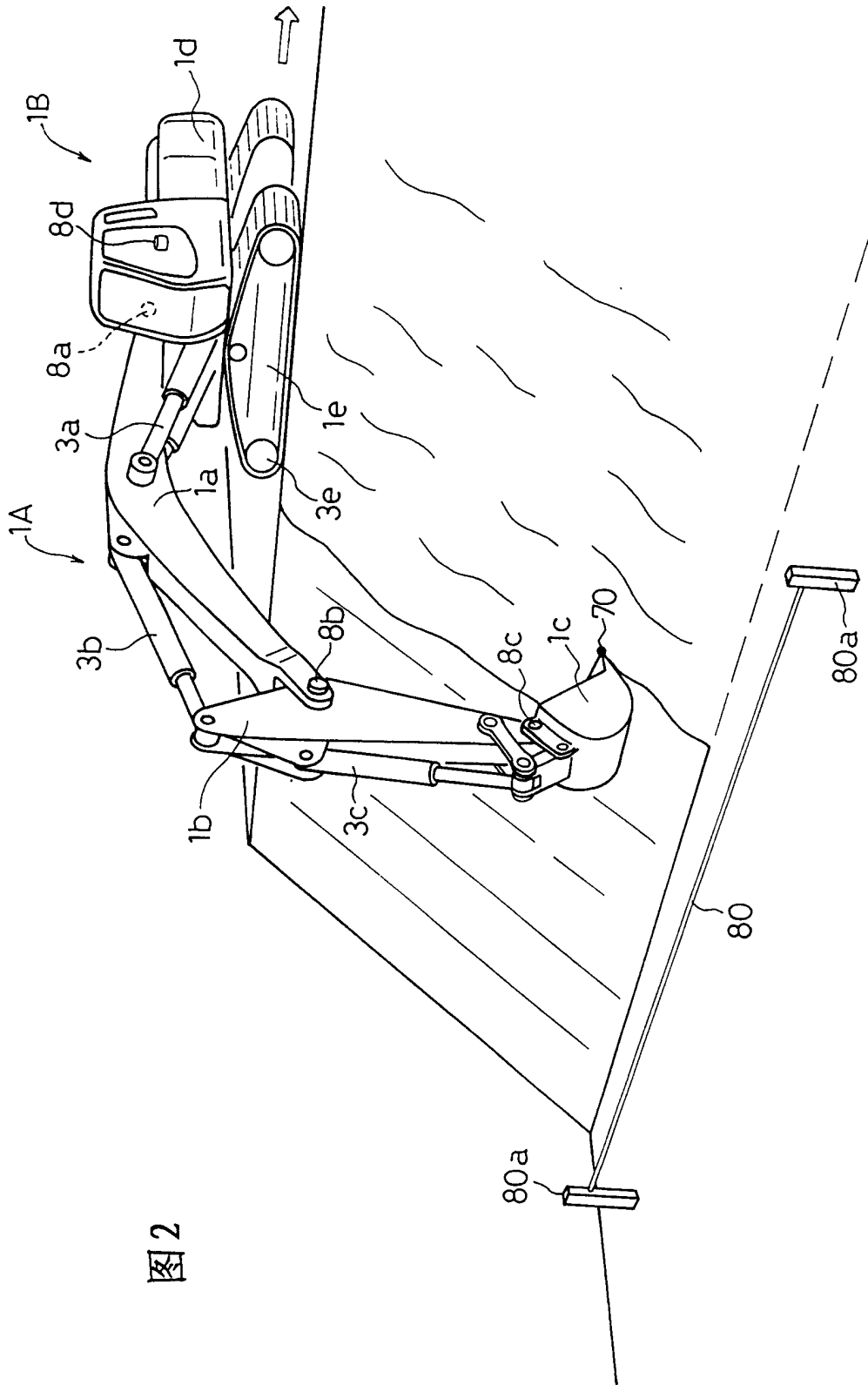
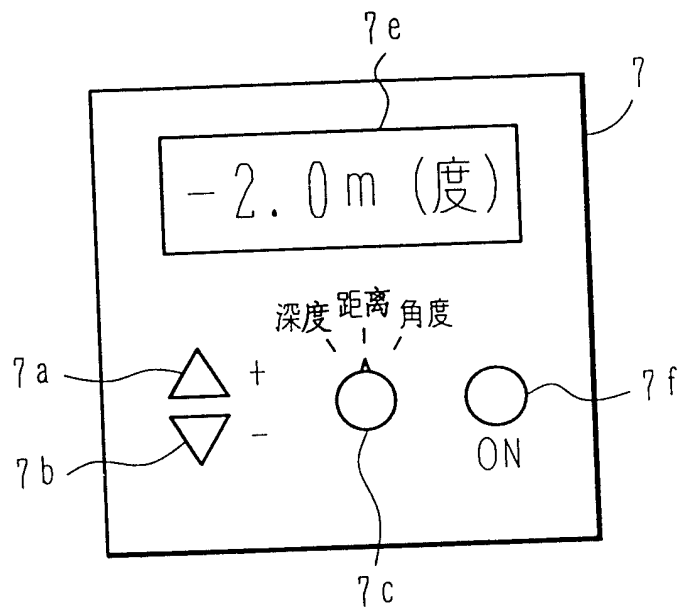


图2

图3



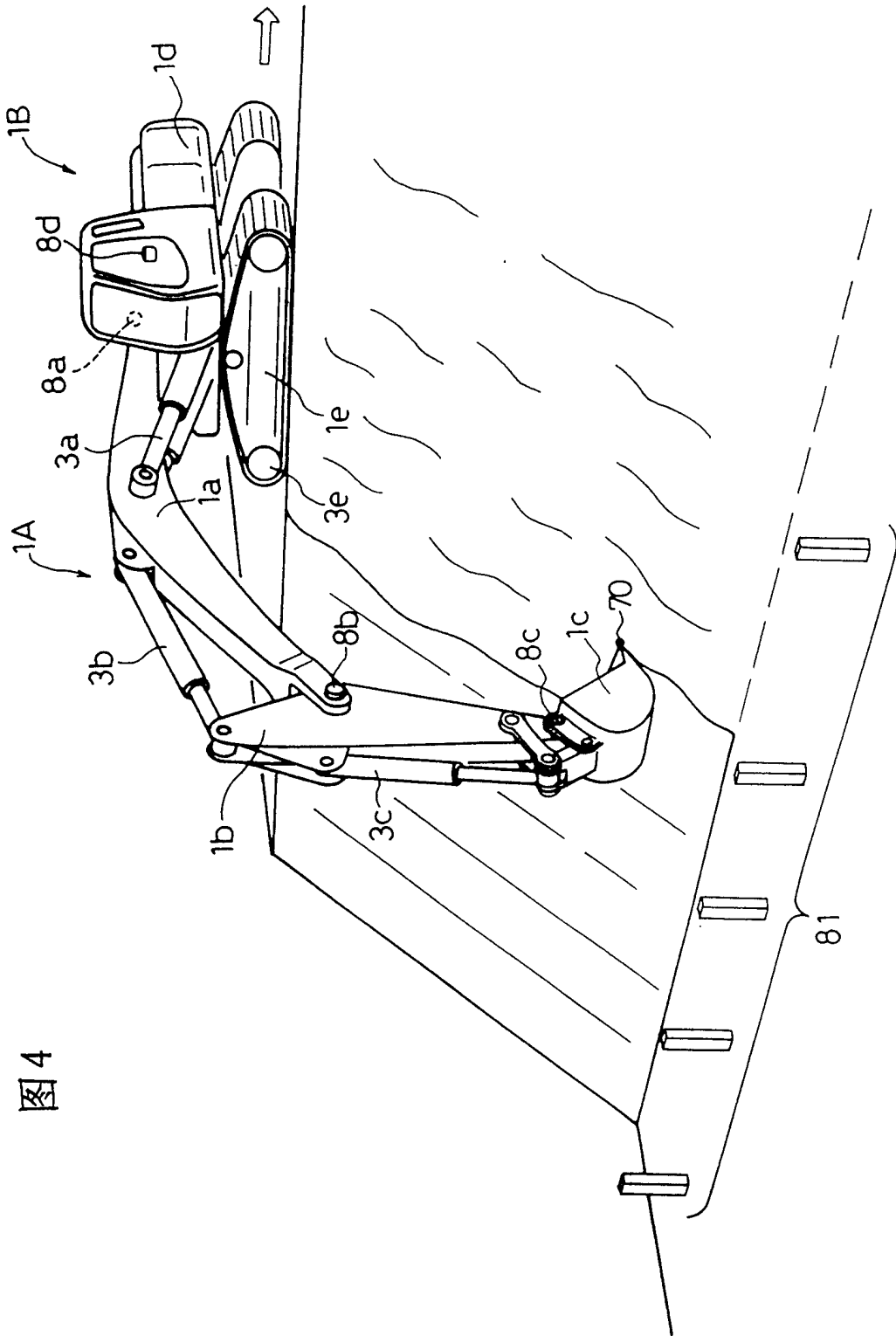


图 4

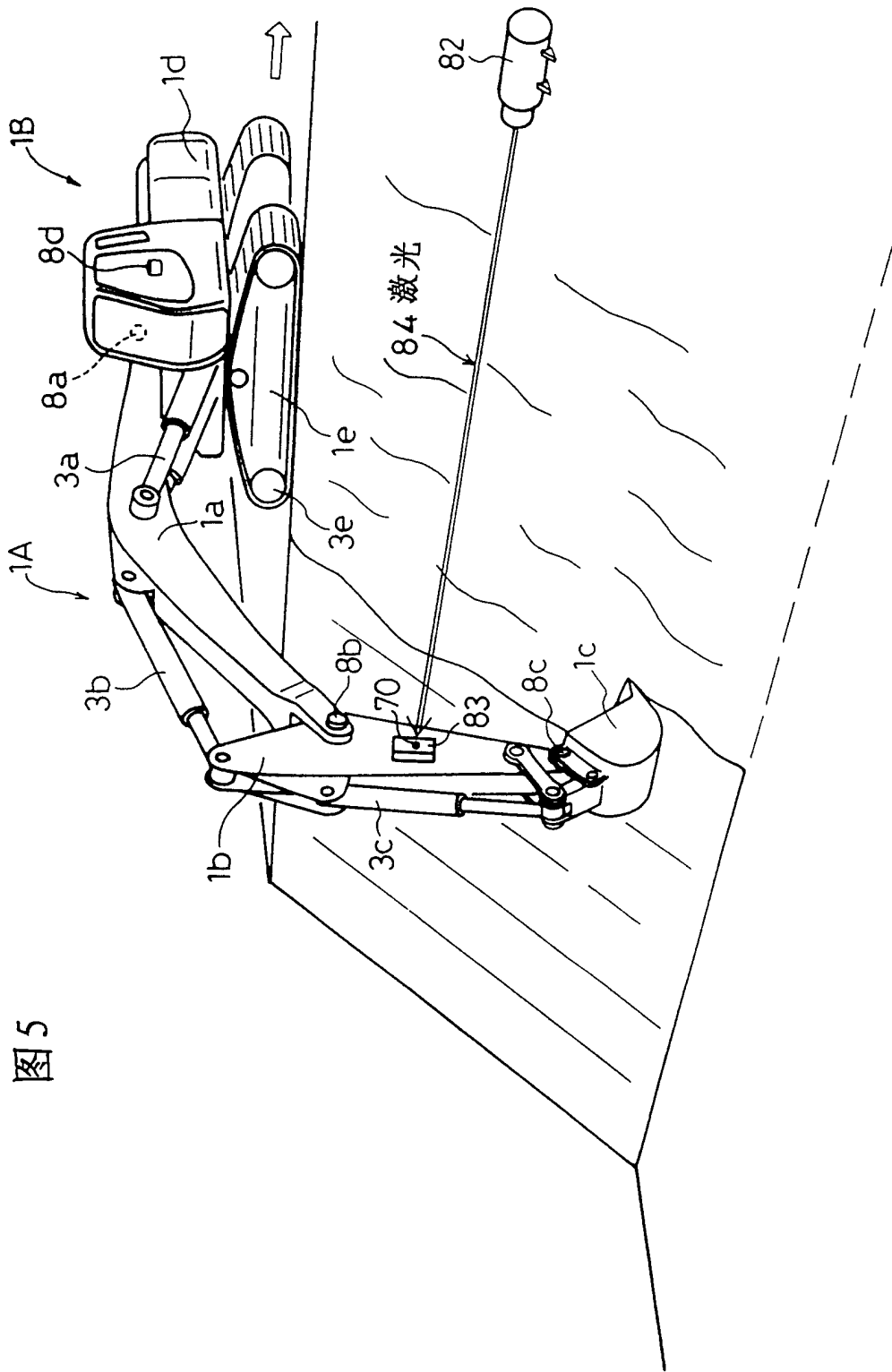


图5

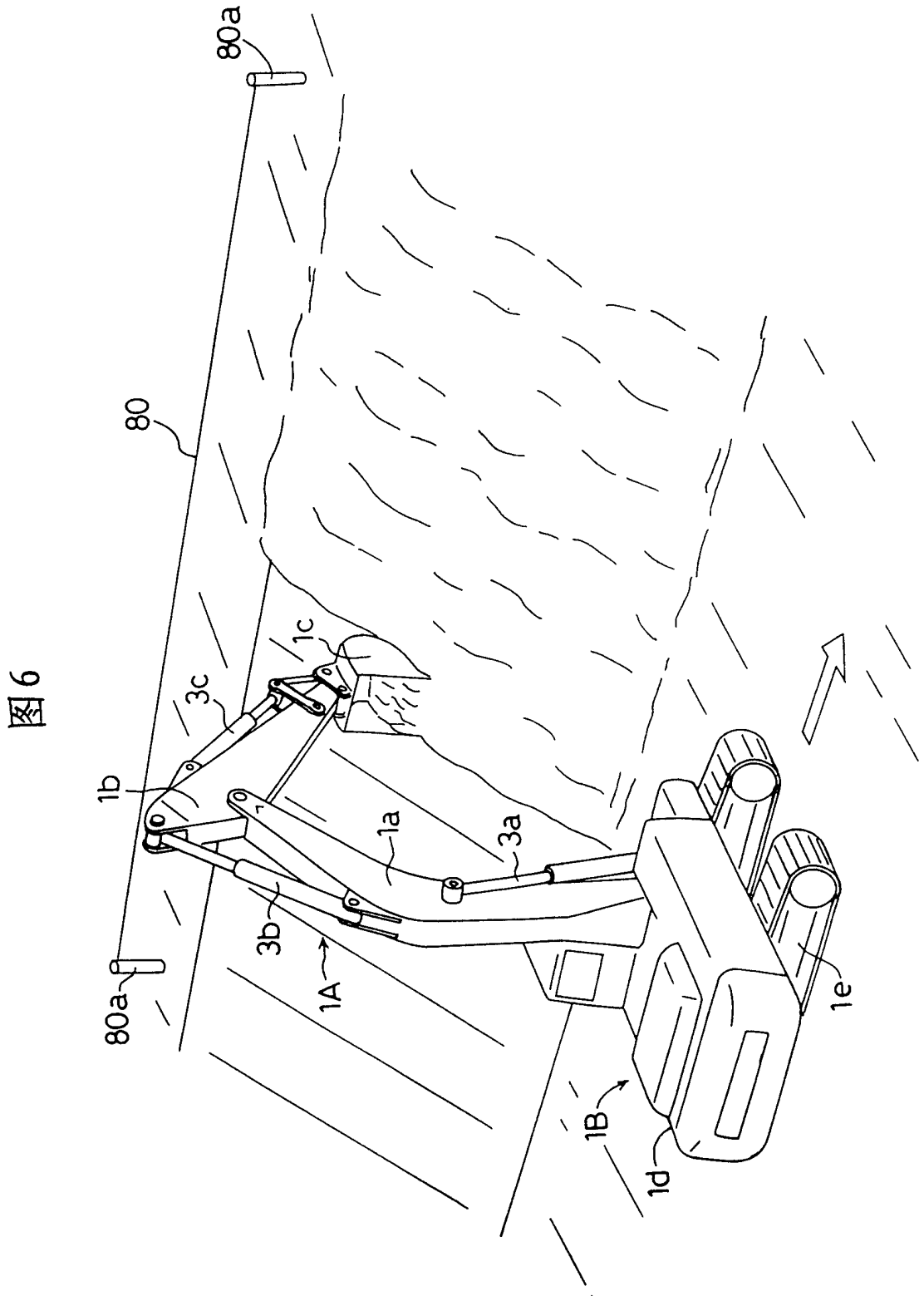
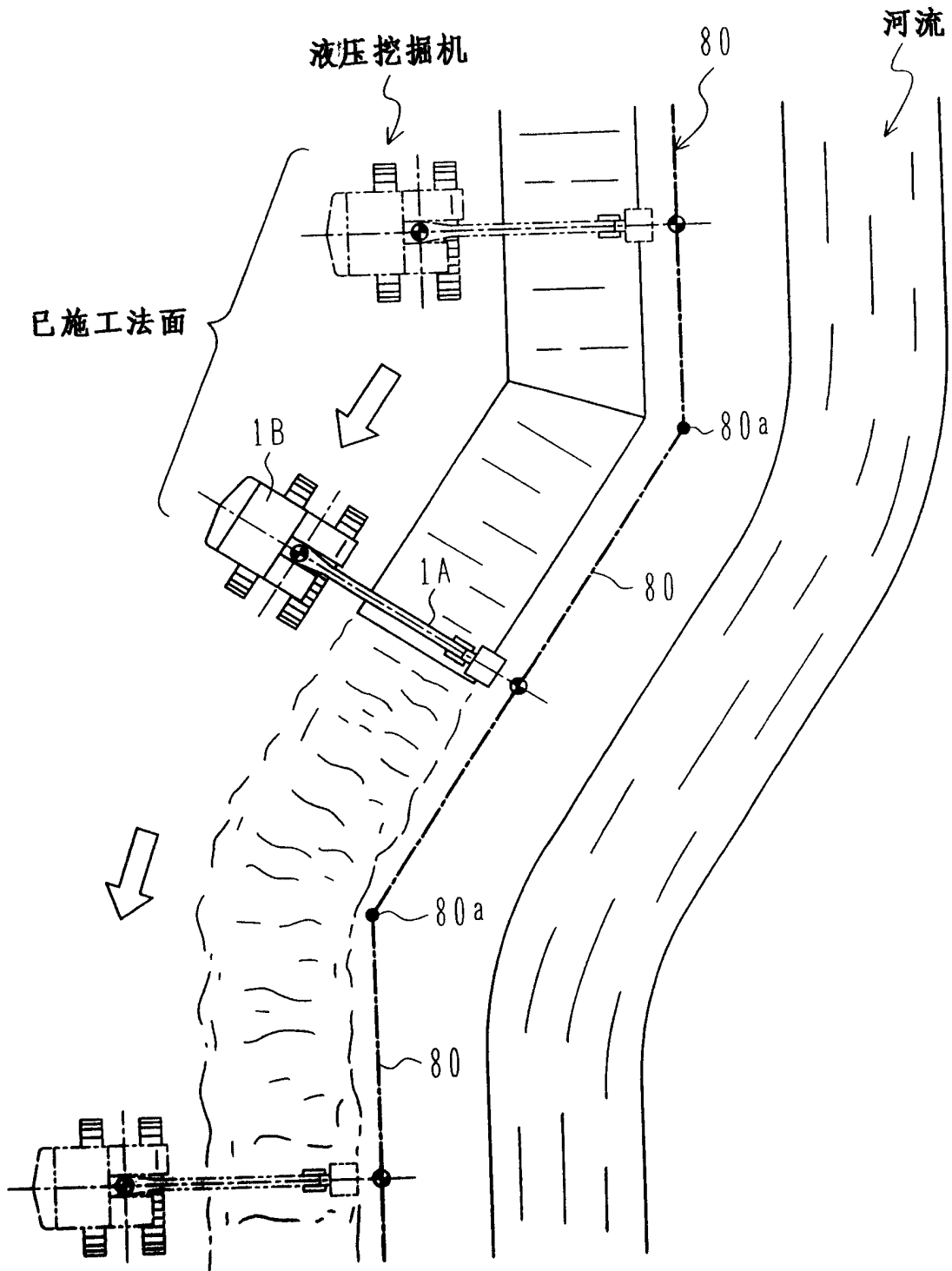


图7



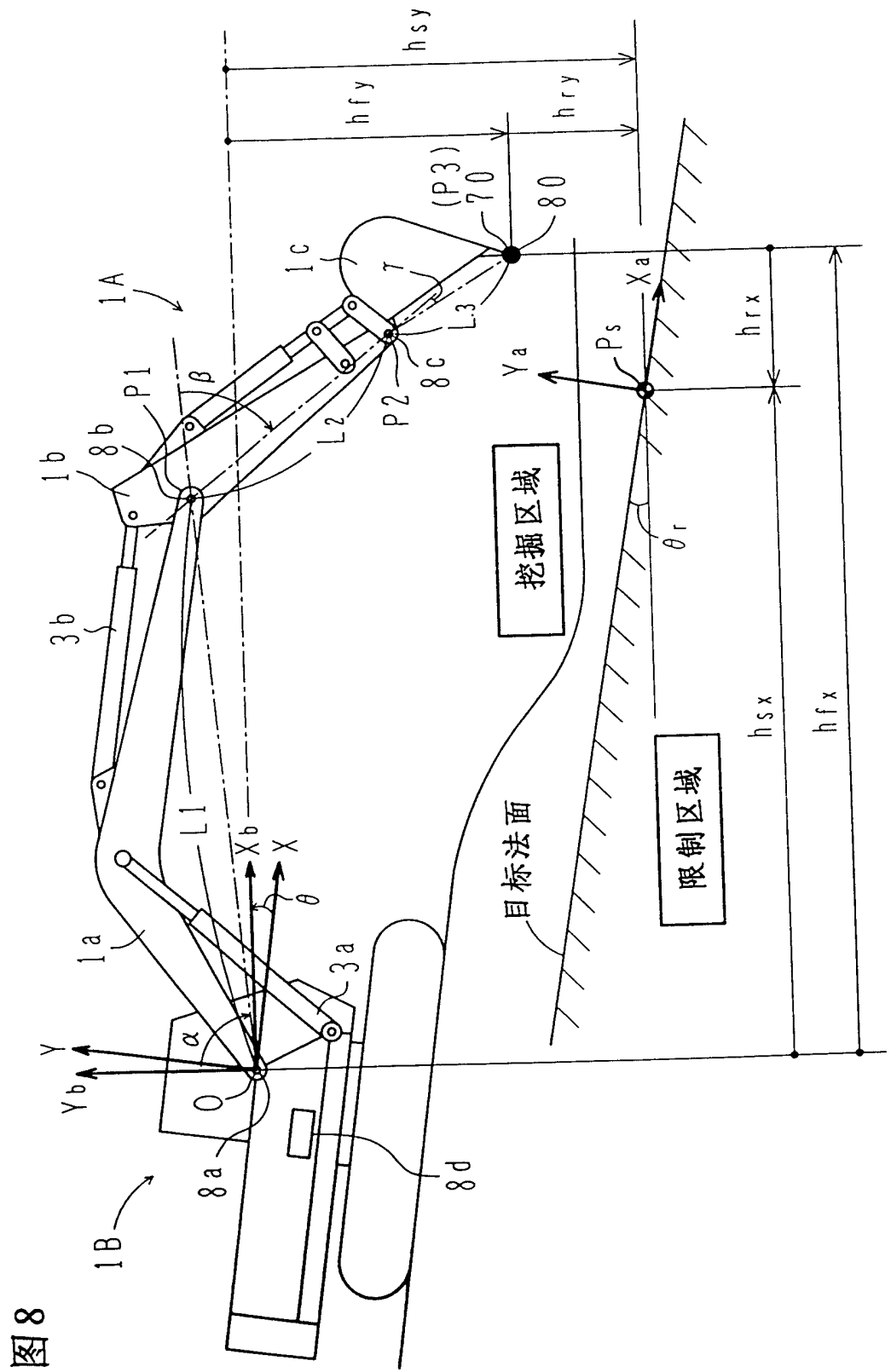


图8

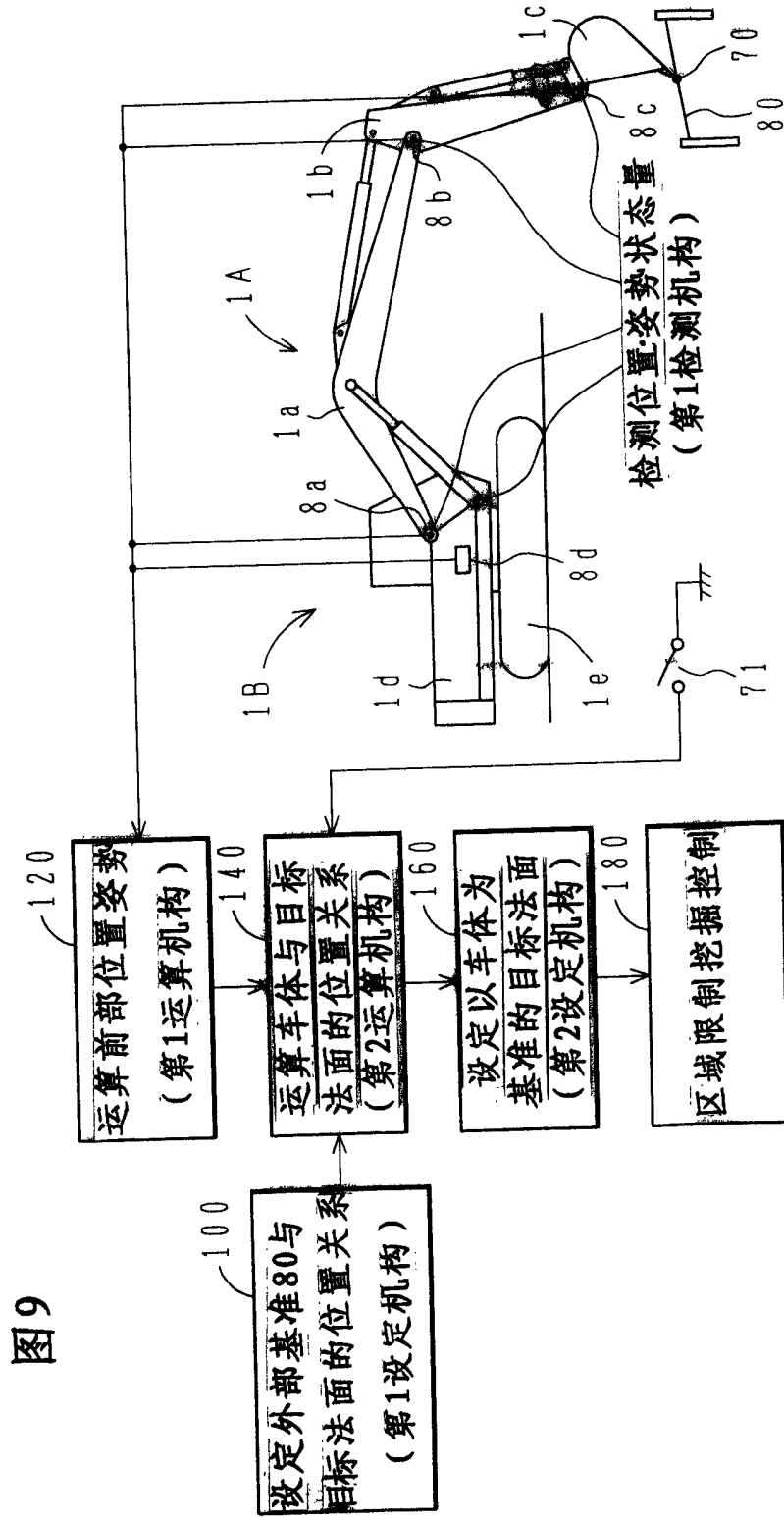


图9

图10

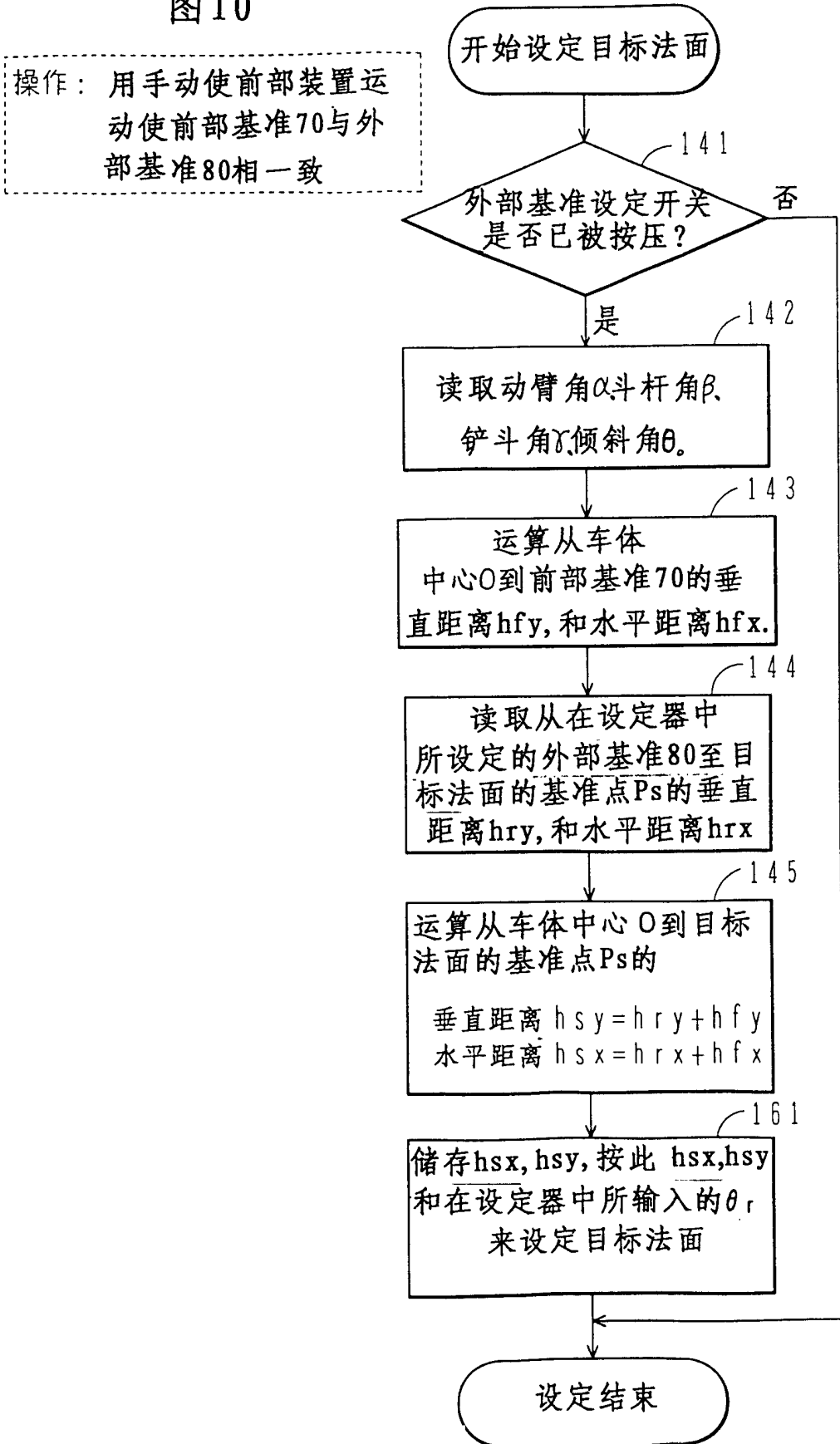


图11

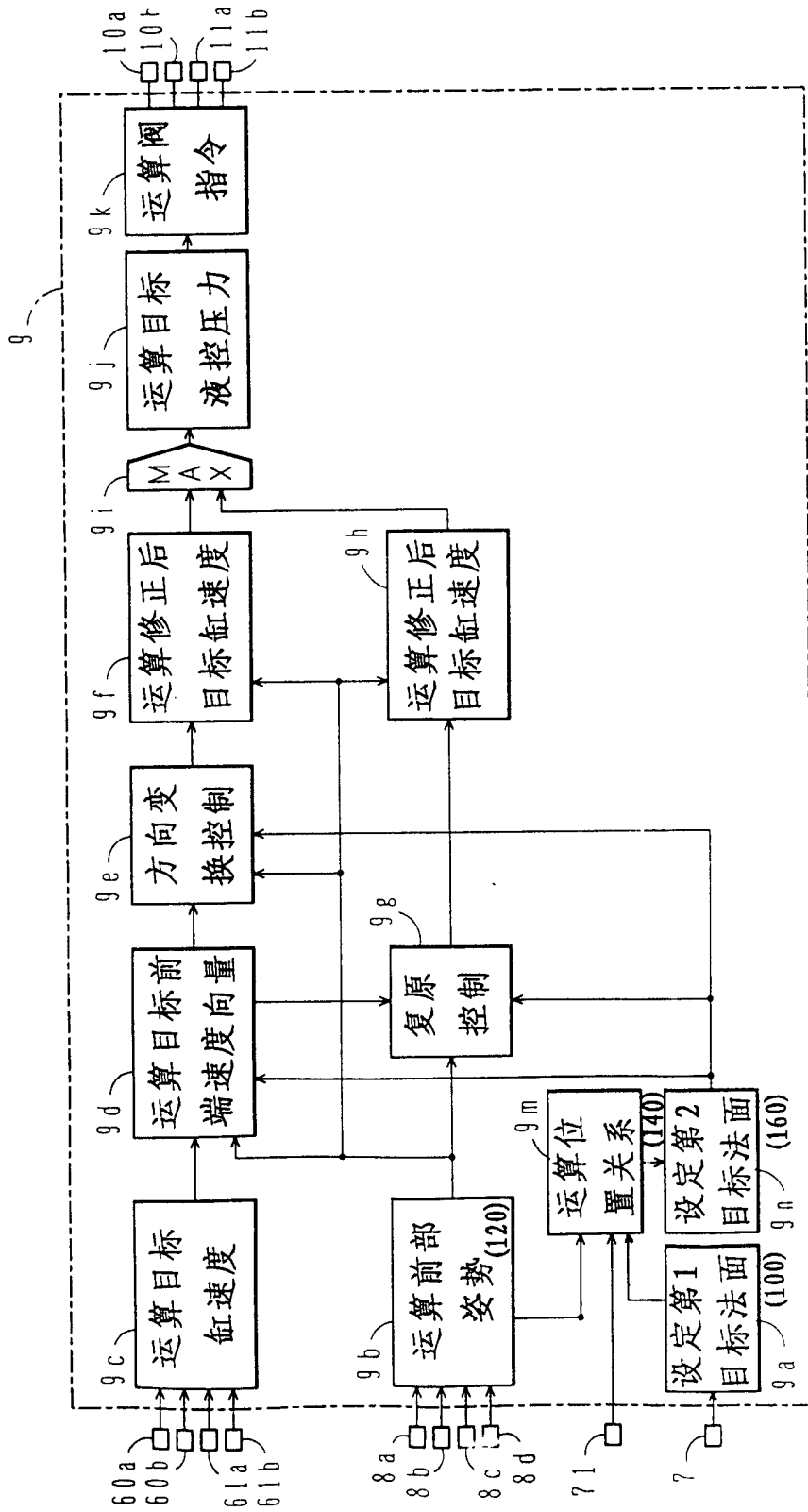


图14

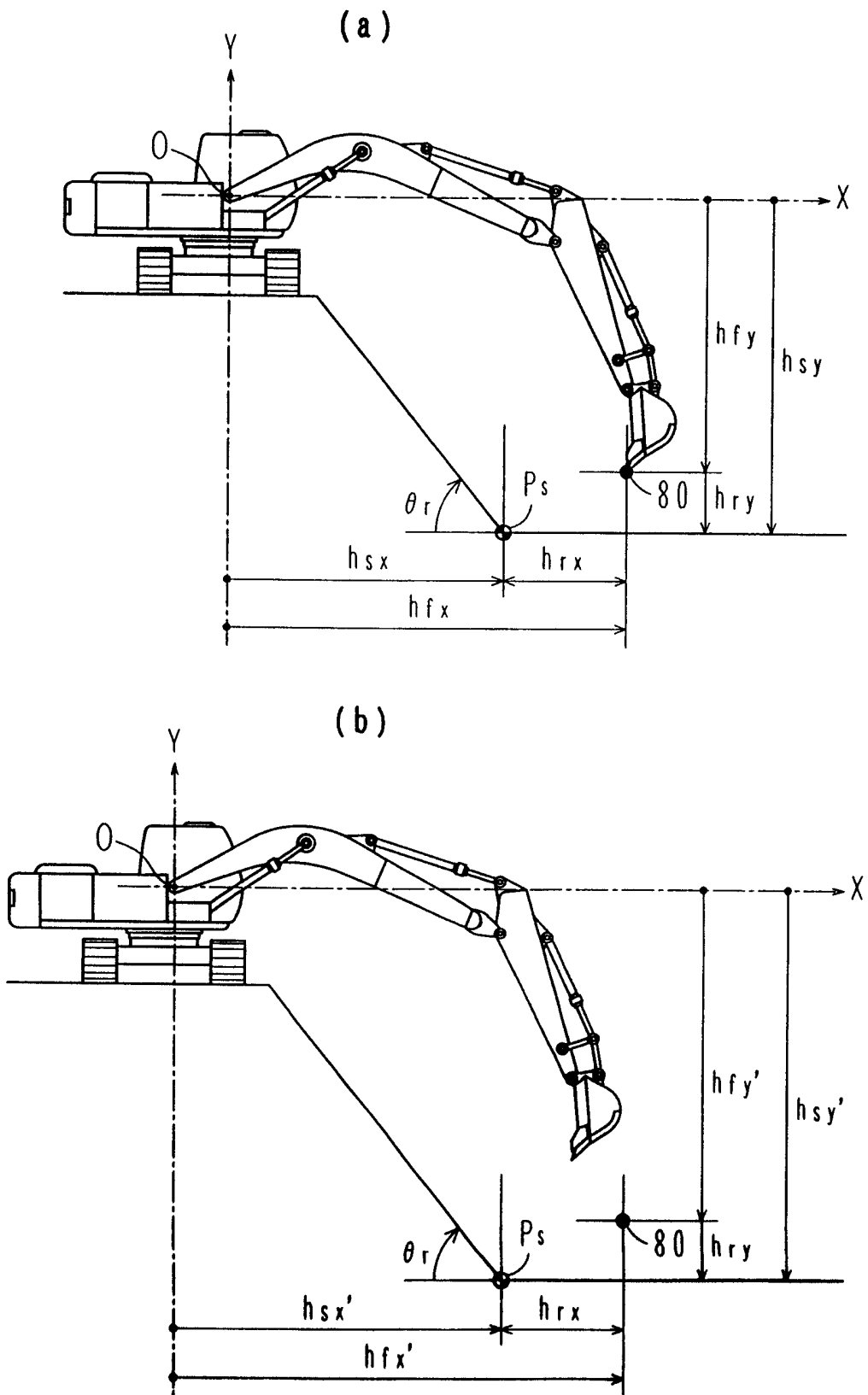


图15

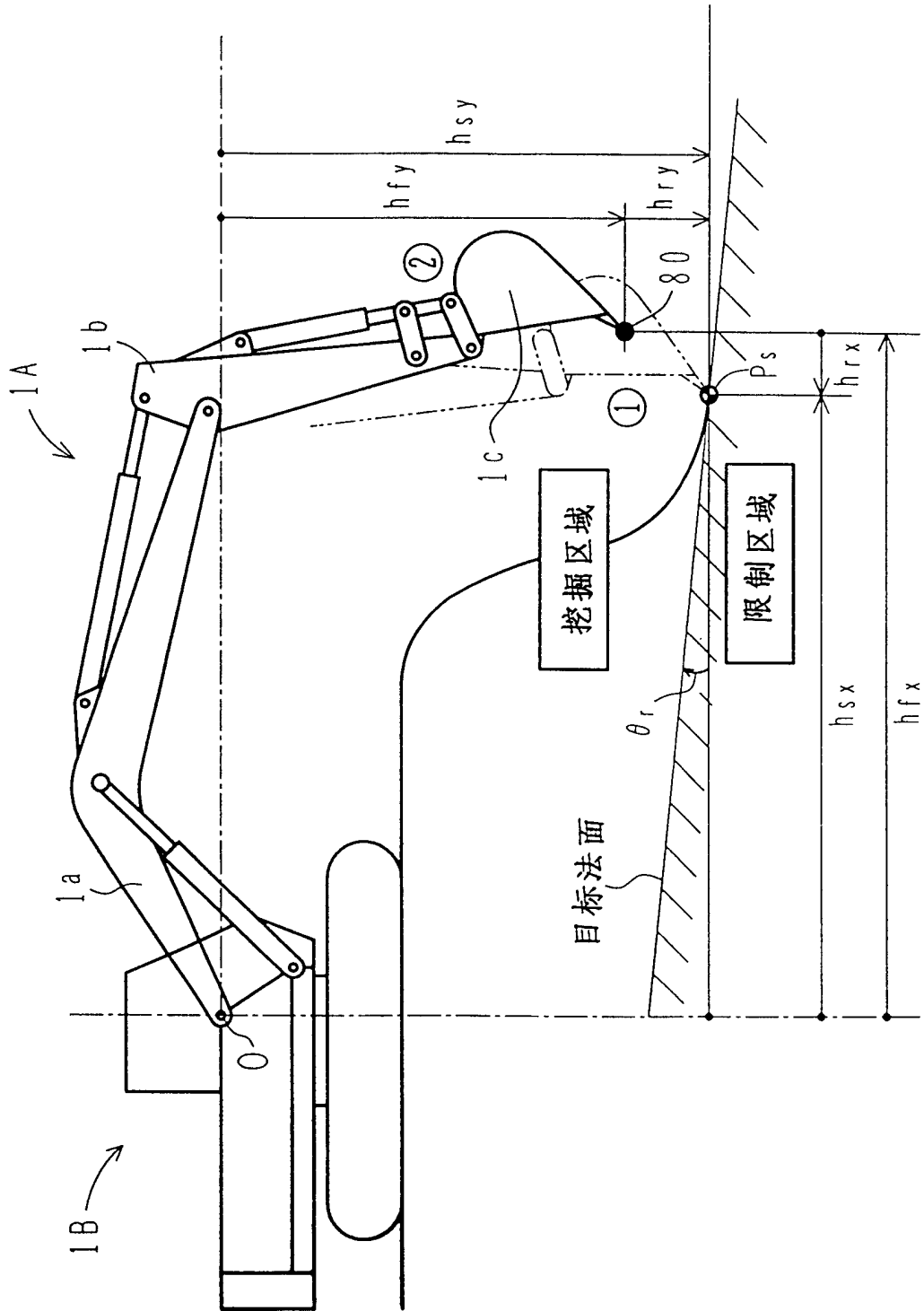


图 16

操作①:使铲斗前端运动向目标法面的基准点Ps。
按压设定开关7f。

操作②:用手动使前部装置运动,使前部基准与外部基准相一致
(使铲斗前端运动向外部基准80)

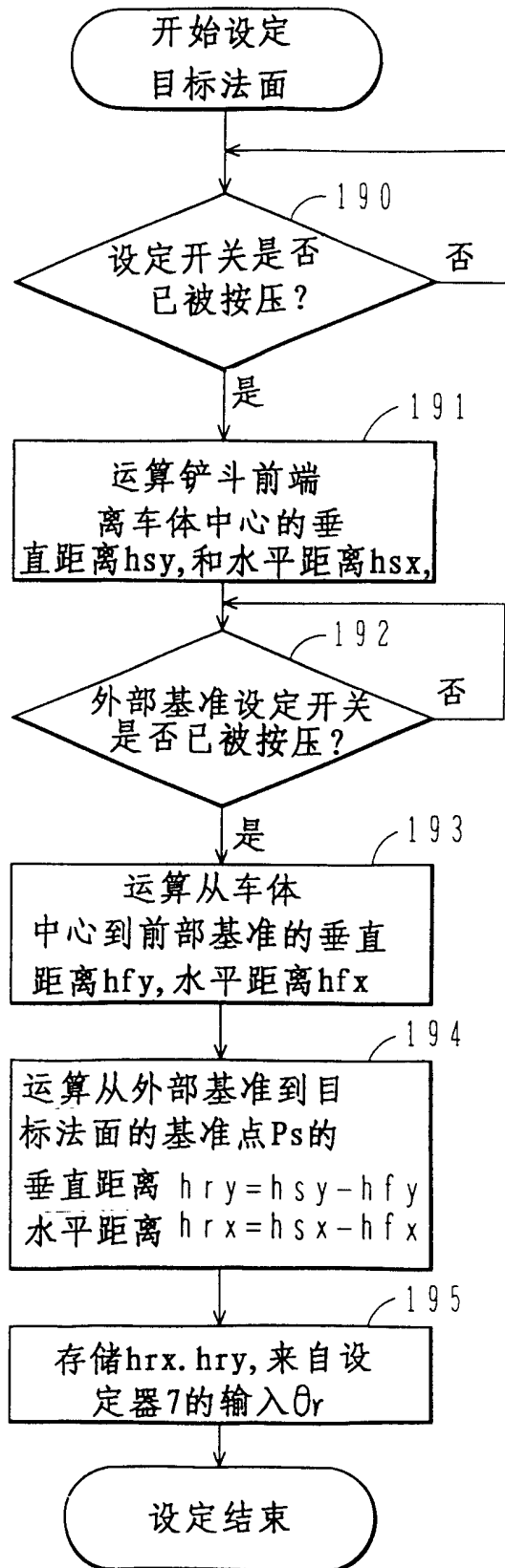


图17

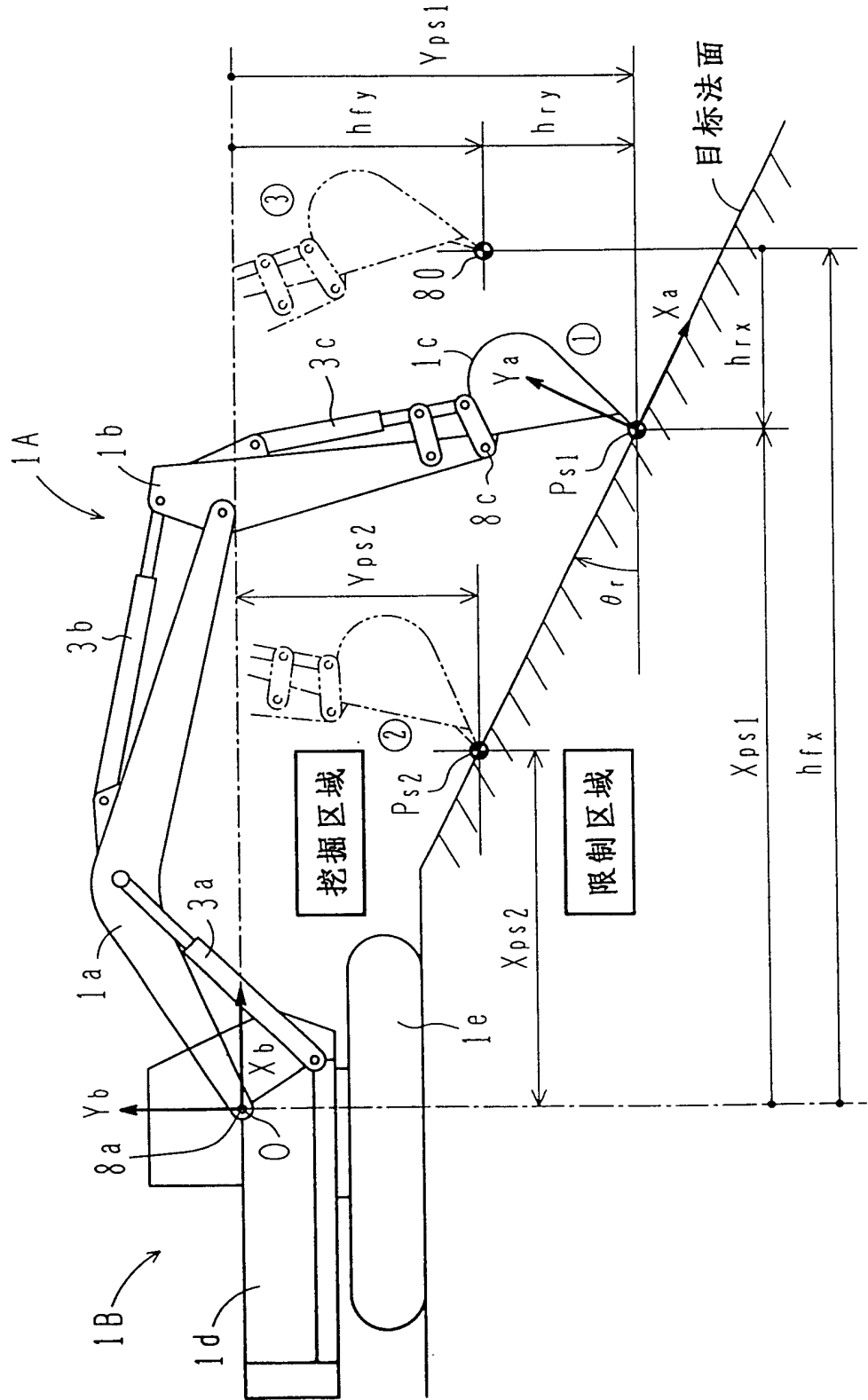


图18

操作①:使铲斗前端运动向目标法面的基准点Ps1。
按压设定开关7f。

操作②:使铲斗前端运动向目标法面的基准点Ps2。
按压设定开关7f。

操作③:用手动使前部装置运动使前部基准与外部基准相一致

(使铲斗前端运动向外部基准80)

