



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104070251 A

(43) 申请公布日 2014. 10. 01

(21) 申请号 201410126504. 8

(22) 申请日 2014. 03. 31

(30) 优先权数据

2013-074271 2013. 03. 29 JP

(71) 申请人 发那科株式会社

地址 日本山梨县

(72) 发明人 稻叶治虎

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

公司 11243

代理人 曾贤伟 曹鑫

(51) Int. Cl.

B23H 7/26 (2006. 01)

B23H 1/02 (2006. 01)

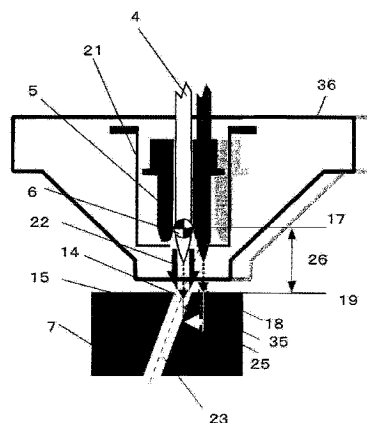
权利要求书2页 说明书9页 附图10页

(54) 发明名称

具有自动接线功能的线放电加工机

(57) 摘要

本发明提供一种具有自动接线功能的线放电加工机。从线放电加工机的上模具导向器朝着被加工物下垂线电极,根据从被加工物上表面到上模具导向器支点位置为止的距离和指令锥角,计算从该被加工物上表面的线电极下垂的位置到通过放电加工形成的加工槽的上端位置为止的距离,将上喷嘴移动该计算出的距离后进行自动接线。从而,能够在锥形加工槽的近旁进行接线动作。



1. 一种具有自动接线功能的线放电加工机,具备分别内置有支持线电极的上模具导向器以及下模具导向器的上喷嘴以及下喷嘴,使所述线电极和被加工物进行相对移动,从而对所述被加工物进行加工,并且在加工过程中所述线电极发生断线时,通过从所述上喷嘴的喷嘴孔喷射的加工流液引导所述线电极来进行自动接线,其特征在于,具有:

上模具导向器支点位置取得单元,其取得从所述被加工物的上表面到所述上模具导向器的上模具导向器支点位置为止的距离;

偏移量计算单元,其根据指令锥角以及从所述被加工物的上表面到所述上模具导向器支点位置为止的距离,计算从所述被加工物的上表面的从所述上模具导向器下垂线电极的位置到通过加工形成的加工槽的上端位置为止的距离作为偏移量;以及

自动接线执行单元,其将所述上喷嘴移动所述计算出的偏移量来进行自动接线。

2. 根据权利要求1所述的具有自动接线功能的线放电加工机,其特征在于,

所述上模具导向器支点位置取得单元,是构成为测定从所述被加工物的上表面到所述上模具导向器支点位置为止的距离的距离测定器。

3. 根据权利要求1所述的具有自动接线功能的线放电加工机,其特征在于,

所述上模具导向器支点位置取得单元,构成为根据从所述上模具导向器支点位置向所述被加工物的上表面下垂的线电极的前端接触所述被加工物时的所述线电极的进给量,取得从所述被加工物的上表面到上模具导向器支点位置为止的距离。

4. 根据权利要求1至3中的任一项所述的具有自动接线功能的线放电加工机,其特征在于,

还具有存储装置,其预先存储有与指令锥角以及从被加工物上表面到所述上模具导向器支点位置为止的距离相对应的所述偏差量,

根据所述指令锥角以及从所述被加工物上表面到所述上模具导向器支点位置为止的距离读出存储在所述存储装置中的偏移量,由此取得所述偏移量。

5. 一种具有自动接线功能的线放电加工机,具备分别内置有支持线电极的上模具导向器以及下模具导向器的上喷嘴以及下喷嘴,使所述线电极和被加工物进行相对移动,从而对所述被加工物进行加工,并且在加工过程中所述线电极发生断线时,通过从所述上喷嘴的喷嘴孔喷射的喷射水流引导所述线电极来进行自动接线,其特征在于,具有:

偏移量取得单元,其取得从所述被加工物的上表面的从所述上模具导向器下垂所述线电极的位置到通过所述加工形成的加工槽的上端位置为止的距离作为偏移量;以及

自动接线执行单元,其将所述上喷嘴移动所述取得的偏移量来进行自动接线。

6. 根据权利要求5所述的具有自动接线功能的线放电加工机,其特征在于,

所述偏移量取得单元,使所述线电极间断地进行升降的同时,使所述上喷嘴在将连接所述上模具导向器的上模具导向器支点位置和所述下模具导向器的下模具导向器支点位置的假想线投影到所述被加工物的上表面所得的线上移动,

取得所述线电极的进给量发生变化时的位置和投影到所述被加工物的上表面的线上的所述上模具导向器支点位置所对应的位置之间的距离作为偏移量。

7. 根据权利要求5所述的具有自动接线功能的线放电加工机,其特征在于,

所述偏移量取得单元,

具有检测从所述上喷嘴喷射的喷射水流的压力的压力检测单元,使所述上喷嘴在将连

接所述上模具导向器的上模具导向器支点位置和所述下模具导向器的下模具导向器支点位置的假想线投影到所述被加工物的上表面所得的线上移动，

取得所述压力检测单元的压力发生变化的位置和投影到所述被加工物的上表面的线上的所述上模具导向器支点位置所对应的位置之间的距离作为偏移量。

8. 根据权利要求 1 至 7 中的任一项所述的具有自动接线功能的线放电加工机，其特征在于，

当进行所述自动接线时，与线电极插入所述加工槽同步地，使所述上喷嘴和所述被加工物向所述加工槽的倾斜方向相对地进行移动。

9. 根据权利要求 1 至 7 中的任一项所述的具有自动接线功能的线放电加工机，其特征在于，

当进行所述自动接线时，使所述上喷嘴上升预定距离后进行所述线电极的自动接线。

10. 根据权利要求 1 至 9 中的任一项所述的具有自动接线功能的线放电加工机，其特征在于，

在所述线电极的断线位置或者从线电极的断线位置沿着加工轨迹退回微小距离的位置进行所述自动接线。

具有自动接线功能的线放电加工机

技术领域

[0001] 本发明涉及具有能够在断线位置近旁进行断线修复的自动接线功能的线放电加工机。

背景技术

[0002] 在线放电加工机中,在加工被加工物的过程中存在线电极断线的情况,已知重新接线断线的线电极的自动接线功能(例如,参照日本特开平 5-212623 号公报、日本特开平 5-337743 号公报)。

[0003] 在使用线电极以倾斜的角度对被加工物进行加工的线放电加工的锥形加工中,根据加工形状的难易性、加工条件、加工物材料的物性等,有时会间断地发生预期之外的线电极的断线。

[0004] 因此,线放电加工机将在断线位置近旁的断线修复程序存储到了该控制装置附带的存储装置中,从而具备了自动接线功能。通过自动接线功能,按照预先设定的程序,以下列顺序实施断线修复过程,即加工中发生断线→回绕线电极→切断线电极的前端→断线位置近旁的接线动作→完成接线→重新开始加工,可以不用返回到加工开始点而在断线位置近旁进行断线修复。

[0005] 根据现有的线放电加工机,通过自动接线功能,锥形加工时发生的线电极的断线也可以在其断线位置近旁进行修复。然而,现有技术中,随着锥角的增大以及被加工物上表面的 Z 轴位置(高度)和上模具导向器(dice guide)支点的 Z 轴位置(高度)之间的距离变大,锥形加工时的断线位置近旁的断线修复的接线成功率急速恶化。因此,能够通过自动接线功能在锥形加工时的断线位置近旁良好地进行接线的锥角被限制为小锥角。

发明内容

[0006] 因此,鉴于上述现有技术的问题点,本发明的目的在于提供一种具有自动接线功能线放电加工机,其在较大的锥角的情况下也可以通过断线修复功能在断线位置近旁进行断线修复。

[0007] 本发明的线放电加工机的第一方式具有自动接线功能,其具备分别内置有支持线电极的上模具导向器以及下模具导向器的上喷嘴以及下喷嘴,使所述线电极和被加工物进行相对移动,从而对所述被加工物进行加工,并且在加工过程中所述线电极发生断线时,通过从所述上喷嘴的喷嘴孔喷射的加工液引导所述线电极来进行自动接线。并且,该线放电加工机具有:上模具导向器支点位置取得单元,其取得从所述被加工物的上表面到所述上模具导向器的上模具导向器支点位置为止的距离;偏移量计算单元,其根据指令锥角以及从所述被加工物的上表面到所述上模具导向器支点位置为止的距离,计算从所述被加工物的上表面的从所述上模具导向器下垂线电极的位置到通过加工形成的加工槽的上端位置为止的距离作为偏移量;以及自动接线执行单元,其将所述上喷嘴移动所述计算出的偏移量来进行自动接线。

[0008] 所述上模具导向器支点位置取得单元,可以是构成为测定从所述被加工物的上表面到所述上模具导向器支点位置为止的距离的距离测定器。

[0009] 所述上模具导向器支点位置取得单元,可以构成为根据从所述上模具导向器支点位置向所述被加工物的上表面下垂的线电极的前端接触所述被加工物时的所述线电极的进给量,取得从所述被加工物的上表面到上模具导向器支点位置为止的距离。

[0010] 所述线放电加工机,还可以具有存储装置,其预先存储有与指令锥角以及从被加工物上表面到所述上模具导向器支点位置为止的距离相对应的所述偏差量,根据所述指令锥角以及从所述被加工物上表面到所述上模具导向器支点位置为止的距离读出存储在所述存储装置中的偏移量,由此取得所述偏移量。

[0011] 本发明的线放电加工机的第二方式具有自动接线功能,其具备分别内置有支持线电极的上模具导向器以及下模具导向器的上喷嘴以及下喷嘴,使所述线电极和被加工物进行相对移动,从而对所述被加工物进行加工,并且在加工过程中所述线电极发生断线时,通过从所述上喷嘴的喷嘴孔喷射的喷射水流引导所述线电极来进行自动接线。并且,该线放电加工机具有:偏移量取得单元,其取得从所述被加工物的上表面的从所述上模具导向器下垂所述线电极的位置到通过所述加工形成的加工槽的上端位置为止的距离作为偏移量;以及自动接线执行单元,其将所述上喷嘴移动所述取得的偏移量来进行自动接线。

[0012] 所述偏移量取得单元,可以使所述线电极间断地进行升降的同时,使所述上喷嘴在将连接所述上模具导向器的上模具导向器支点位置和所述下模具导向器的下模具导向器支点位置的假想线投影到所述被加工物的上表面所得的线上移动,取得所述线电极的进给量发生变化时的位置和投影到所述被加工物的上表面的线上的所述上模具导向器支点位置所对应的位置之间的距离作为偏移量。

[0013] 所述偏移量取得单元,可以具有检测从所述上喷嘴喷射的喷射水流的压力的压力检测单元,使所述上喷嘴在将连接所述上模具导向器的上模具导向器支点位置和所述下模具导向器的下模具导向器支点位置的假想线投影到所述被加工物的上表面所得的线上移动,取得所述压力检测单元的压力发生变化的位置和投影到所述被加工物的上表面的线上的所述上模具导向器支点位置所对应的位置之间的距离作为偏移量。

[0014] 在所述线放电加工机的第一、第二方式中,当进行所述自动接线时,可以与线电极插入所述加工槽同步地,使所述上喷嘴和所述被加工物向所述加工槽的倾斜方向相对地进行移动,或者使所述上喷嘴上升预定距离后进行所述线电极的自动接线。另外,可以在所述线电极的断线位置或者从线电极的断线位置沿着加工轨迹退回微小距离的位置进行所述自动接线。

[0015] 通过本发明提供了一种具有自动接线功能的线放电加工机,其在较大的锥角下,也可以通过断线修复功能在断线位置近旁进行断线修复。

附图说明

[0016] 参照附图对以下实施例进行的说明使本发明的所述以及其他目的以及特征更加明确。这些附图中:

[0017] 图 1 是对锥形加工中在断线位置近旁对断线的线电极进行接线的动作概要进行说明的图。

[0018] 图 2 是对图 1 所示的虚线包围的部分进行详细说明的图。

[0019] 图 3 是对锥角较小情况下的模具导向器支点位置移动校正功能进行说明的图。

[0020] 图 4 是对锥角较大情况下的模具导向器支点位置移动校正功能进行说明的图(上喷嘴(上模具导向器支点位置)的移动前的状态)。

[0021] 图 5 是对锥角较大情况下的模具导向器支点位置移动校正功能进行说明的图(上喷嘴(上模具导向器支点位置)的移动后的状态)。

[0022] 图 6 是对在线电极中产生刚性,不能柔软地跟踪加工槽的锥角,而在锥形加工槽的入口卡住的情况进行说明的图。

[0023] 图 7 是对即使在线电极中产生刚性,线电极也可以柔软地跟踪加工槽的锥角的控制进行说明的图。

[0024] 图 8 是对自动接线时使上喷嘴上升预定距离,进行线电极的自动接线的实施方式进行说明的图。

[0025] 图 9 是本发明的线放电加工机的控制装置的框图。

[0026] 图 10 是对锥形加工中在断线位置近旁的断线接线动作进行说明的流程图。

具体实施方式

[0027] 使用图 1 以及图 2,对本发明的线放电加工机的锥形加工中在断线位置近旁对断线的线电极进行接线的动作进行说明。

[0028] 能够进行锥形加工的线放电加工机,使放置被加工物 7 的工作台(未图示)相对于线电极 4 可以向水平方向的 X 轴方向以及 Y 轴方向移动,使具备上喷嘴 36 的上臂(未图示)可以向 U 轴方向(与 X 轴方向平行)以及 V 轴方向(与 Y 轴方向平行)移动,其中,上喷嘴 36 内置有上模具导向器 5。另外,也可以是使所述上臂向 Z 轴方向移动,并使上模具导向器 5 向铅垂方向的 Z 轴方向移动的实施方式。上述线放电加工机的结构为公知技术。

[0029] 在此,首先对以往使用的线电极 4 的自动接线工序的概要进行说明。线放电加工机中的自动接线,通过以下过程来完成,即:发生断线或用于下次加工的线电极切断—回绕—线电极前端的切断—接线动作—失败情况下反复重试—使用上模具导向器以及下模具导向器的接线—通过接线检测板检测接线。

[0030] 自动接线大致由两个工序构成。实施作为其中一个工序的线电极 4 的前端部分的切断,是为了除去由于被加工物的加工中的断线而产生的线电极 4 的前端的弯曲、或容易卡在在被加工物 7 的上下保持线电极 4 的上、下模具导向器 5、9 上的线电极 4 的表面擦伤,从而再生线电极 4 的流畅的接线所需要的干净(即,有直线性且表面平滑)的前端。

[0031] 线电极 4 的切断动作,以在自动接线单元(未图示)的上下配置的一对通电电极(上切断电极 30 和下切断电极 31)夹住退火(anneal)的线电极 4 后,付与退火转矩的同时通电,使因电阻发热而退火的线电极 4 通过由控制装置 50 控制的制动辊 1 向线电极回绕方向 2 产生切断开始转矩,切断线电极 4 的前端部。同时,向 AWF 管道(自动线进给管道)32 内喷射的切断空气,具有确定线电极 4 的切断位置并使得切断的线电极 4 的直线性稳定的重要作用。

[0032] 完成了线电极 4 的前端部的切断的线电极 4 的自动接线,作为下一工序,其切断的前端部按照决定的顺序依次到达以下部位来完成:上模具导向器 5—被加工物 7—下模具

导向器 9—导辊 33—下管道 11—进给部(夹送辊 34、进给辊 12) —接线检测板 13。

[0033] 此外,在图 1 中参照符号 16 表示夹送辊,参照符号 24 表示张力轮。

[0034] 接下来,使用图 3~图 4 说明对现有的线电极的自动接线工序进行改良了的本发明的线放电加工机执行的线电极的自动接线功能。图 3 是对锥角较小的情况下的模具导向器支点位置移动校正功能进行说明的图。图 4、图 5 是对锥角较大的情况下的模具导向器支点位置移动校正功能进行说明的图,图 4 是表示上喷嘴 36 (上模具导向器支点位置 6)移动前的图,图 5 是表示上喷嘴 36 (上模具导向器支点位置 6)移动后的图。

[0035] 在本发明的自动接线的过程中,将上、下模具导向器移动到断线位置近旁后实施线前端处理动作。

[0036] 接下来,通过控制线电极 4 的进给以及回绕动作的、被伺服控制的制动辊 1,将线电极 4 向线电极回绕方向 2 回绕。

[0037] 接下来,进行线电极 4 的前端部的切断处理。由于线电极 4 断线时的加工张力引起的弹性反作用力,前端附近发生弯曲或者前端部发生断裂。根据针对线电极 4 的退火的直线化、或者通过所述制动辊 1 的缠绕动作而发生的最佳的切断转矩,实施线电极 4 的前端部的切断处理。由此,在线电极 4 上形成具有高直线性、接线性的前端形状,完成线电极 4 的切断。接下来,直到加工槽(未图示)内的水位到达被加工物上表面 15 的断线位置近旁的加工槽上端 14 的高度为止,从加工槽(未图示)排放加工液。通过该排水处理,由上喷射水流 22 将线电极 4 有效引导到加工槽上端 14,其中,上喷射水流 22 是由上喷嘴 36 具备的喷射喷嘴 21 (参照图 3、图 4、图 5)生成的。

[0038] 然后,在被加工物上表面 15 的断线位置近旁,按以下顺序实施自动地接线线电极 4 的接线过程。

[0039] 使用本发明的线放电加工机在断线位置近旁进行的断线修复,是从上模具导向器 5 的上模具导向器支点位置 6 在被加工物 7 的锥形加工槽 23 内通过后,到达下模具导向器 9 的下模具导向器支点位置 8 的接线的接线动作。因此,为了在被加工物上表面 15 的加工槽上端 14 的周边接线通过所述切断处理而直线化了的线电极 4,通过以被伺服控制的制动辊 1 发生的适当的旋转速度向线电极进给方向 3 (参照图 1)进给线电极 4,将线电极 4 下垂到加工槽上端 14 的周边。

[0040] 线电极 4 的前端从加工槽上端 14 插入到锥形加工槽 23 内,通过并用由所述切断处理产生的线电极 4 的直线性并保持线电极 4 的直线性与前进方向的上喷射水流 22,通过下模具导向器支点位置 8。然后,该线电极 4 通过下喷射 10 的水流效果被引导到下管道 11 内,通过接线检测板 13 检测出通过了进给辊 12。该进给辊 12 通过与制动辊 1 同步地动作,对线电极 4 付与适当的加工张力,通过伺服电机(未图示)被驱动。然后,接线过程结束,并且线电极 4 返回到断线时的上、下模具导向器支点位置 6、8。然后,完成加工槽注水,成为能够重新开始放电加工的状态,完成在断线点近旁的断线修复,结束线电极 4 的自动接线动作。

[0041] 另外,对自动接线的执行位置进行说明。当在放电加工中线电极 4 发生断线时,具有以下几种方法:

[0042] (a) 在加工开始孔进行自动接线的方法(与图 10 的步骤 SA05~SA08 对应);

[0043] (b) 在线电极 4 的断线位置和发生了线电极 4 的断线的加工块的开始点的中间位

置等处进行自动接线的方法;以及

[0044] (c) 在线电极的断线位置或者从线电极的断线位置(线电极在加工路径上发生断线的位置)沿着加工轨迹退回微小距离的位置进行自动接线的方法。

[0045] 上述的线电极的自动接线的动作与现有的自动接线相同。在此,对随着锥形加工时的断线修复时发生的、加工的锥角 20 的增加以及从被加工物上表面 Z 轴高度 19 到上模具导向器支点 Z 轴方向位置(高度)17 为止的上模具导向器 5 的释放距离(从图 5 的被加工物上表面到上模具导向器支点位置 6 位置的高度 26)加大而接线成功率急剧恶化的现象的原因进行说明。

[0046] 在锥形加工时的自动接线动作中的断线修复成功率急剧恶化的原因如下所示。在锥形加工中,根据程序指令移动上、下模具导向器 5、9 的上、下模具导向器支点位置 6、8,将线电极 4 相对于铅垂方向倾斜成任意角度后对被加工物 7 进行加工。

[0047] 因此,

[0048] (a) 被加工物 7 的加工槽上端 14 和位于以锥角 20 倾斜的线电极 4 的延长线上的上模具导向器支点位置 6,随着锥角 20 变大,线电极下垂位置 18 在被加工物上表面 15 上的偏移量 35 (参照图 2、图 3、图 4) 变大。另外,

[0049] (b) 随着被加工物 7 和上模具导向器 5 的喷嘴开放距离 29 (图 8) 变大,被加工物上表面 15 的加工槽上端 14 和从位于以锥角 20 倾斜的线电极 4 的延长线上的上模具导向器支点位置 6 到线电极下垂位置 18 在被加工物上表面 15 上的偏移量 35 变大。另外,

[0050] (c) 通过所述(a)、所述(b)的复合作用,线电极下垂位置 18 在被加工物上表面 15 上的偏移量 35 变大。

[0051] 以上述(a)至(c)中的任一种作为原因,通过线电极 4 固有的柔软性和上喷射水流 22 (参照图 3、图 4) 向锥形加工槽 23 的引导插入效果逐渐减少。最终,在偏移量 35 超过某值的时刻,不论线电极 4 的线径,基于线电极 4 固有的柔软性和上喷射水流 22 的向锥形加工槽 23 的引导效果完全消失。由此,从上模具导向器支点位置 6 下垂的线电极 4 撞上被加工物上表面 15,在加工槽上端 14 处的线电极 4 的插入变得困难。

[0052] 因此,本发明的具有自动接线功能的放电加工机,例如具有在断线位置近旁的断线修复时,求出成为在加工槽上端 14 的接线困难的原因的、线电极下垂位置 18 和被加工物上表面 15 的加工槽上端 14 在被加工物上表面 15 上的偏移量 35,将该求出的偏移量 35 作为锥形加工中在断线位置近旁进行断线修复时的接线开始位置移动校正量,将上喷嘴 36 的上模具导向器支点位置 6 移动到加工槽上端 14 的上方(Z 轴方向),在该移动后的位置下垂线电极 4 的功能(模具导向器支点位置移动校正功能),从而能够抑制由加工锥角 20 的增加引起的接线性的恶化(参照图 4、图 5)。

[0053] 在此,说明在断线位置近旁进行断线修复时,线电极下垂位置 18 和被加工物上表面 15 的加工槽上端 14 在被加工物上表面 15 上的偏移量 35 的求法。

[0054] (1) 将如激光距离测量仪的距离测定器安装在设有上喷嘴 36 的上部结构部(未图示),通过所述距离测定装置测量被加工物上表面 15 和模具导向器支点位置 6 之间的距离。根据求出的距离和由加工程序等指示的锥角算出偏移量 35。

[0055] 另外,可以在线放电加工机的存储装置中预先存储与指令锥角以及从被加工物上表面 15 到所述上模具导向器支点位置 6 为止的距离相对应的所述偏移量,根据所述指令锥

角和从被加工物上表面 15 到所述上模具导向器支点位置 6 为止的距离,读出所述存储装置中存储的偏移量,由此取得偏移量 35。

[0056] (2) 线放电加工机具备测量线电极 4 的进给量的功能。还具备检测线电极 4 的前端接触被加工物 7 的时刻的功能。使用该功能求出从线电极 4 的上模具导向器支点位置 6 到达被加工物上表面 15 为止的线电极 4 的进给量。使用该进给量(从所述被加工物上表面 15 到所述上模具导向器支点位置 6 为止的距离)和锥角,能够算出偏移量 35。另外,也可以根据所述(1)的存储装置中存储的数据取得偏移量 35。

[0057] (3) 在将连接上模具导向器 5 的上模具导向器支点位置 6 和下模具导向器 9 的下模具导向器支点位置 8 的假想线投影到被加工物 7 的上表面而得的线上,使线电极 4 间断地升降,同时使上喷嘴 36 (上模具导向器支点位置 6)移动。求出线电极 4 的进给量变化时的位置和将上模具导向器支点位置 6 投影到被加工物 7 上表面所得的对应的位置之间的距离作为偏移量 35。

[0058] (4) 从上喷嘴 36 喷射加工液作为喷射水流 22 (参照图 3)。将检测喷射水流 22 的压力的压力检测器(未图示)配置在加工液供给管路中。沿着将连接上模具导向器 5 的上模具导向器支点位置 6 和下模具导向器 9 的下模具导向器支点位置 8 的假想线投影到被加工物 7 的上表面(被加工物上表面 15)而得的投影线,移动上喷嘴 36 (上模具导向器支点位置 6)。当上喷嘴 36 到达锥形加工槽 23 的加工槽上端 14 的上方时,喷射水流 22 浸入到锥形加工槽 23 内,因此不对喷射水流 22 的喷射施加压力,由压力检测器检测出的压力下降。求出由压力检测器检测出的上喷射水流 22 的压力变化时的位置和将上模具导向器支点位置 6 投影到被加工物 7 的上表面上所得的对应的位置之间的距离作为偏移量 35。另外,将来自所述压力检测器的检测信号输入到控制装置 50。

[0059] 如上所述,根据本发明能够在由较大锥角 20 引起的断线位置近旁进行断线修复。然而,当从被加工物上表面 15 到上模具导向器支点位置 6 为止的距离(开放距离)较短时,长度短的线电极 4 下垂到被加工物上表面 15 的加工槽上端 14 周边,在线电极 4 中产生刚性。由于该线电极 4 的刚性,线电极 4 无法柔软地跟踪锥形加工槽 23 的锥角 20,有时发生在锥形加工槽 23 的入口卡住的问题(参照图 6 的边缘部 27)。

[0060] 作为该问题的解决对策,对以下的两个方法进行说明。

[0061] (基于同步控制的方法)

[0062] 自动接线时,与线电极 4 插入锥形加工槽 23 同步地,进行使上喷嘴 36 (上模具导向器支点位置 6)移动到断线位置的控制。

[0063] 当模具导向器支点位置校正时插入到加工槽上端 14 的线电极 4 被进给到具有锥角 20 的锥形加工槽 23 内部的情况下,随着该线电极 4 的前进,线电极 4 强有力地接触加工槽上端 14 的边缘部 27,其结果为发生由过度弯曲引起的弯曲皱痕或者由摩擦引起的线电极 4 的断面变形或表面擦伤等,使接线性恶化。

[0064] 因此,为了避免该问题,在将线电极 4 从加工槽上端 14 插入锥形加工槽 23 的同时,使上模具导向器支点位置 6 与线电极 4 的线进给速度进行同步动作 28,并向基于锥角 20 的指令的模具导向器支点位置移动,由此抑制线电极 4 强有力地接触到加工槽边缘部 27 (参照图 7)。

[0065] (使上喷嘴上升预定距离的方法)

[0066] 自动接线时使上喷嘴 36 上升预定距离后进行线电极 4 的自动接线。当从被加工物上表面 15 到上模具导向器支点位置 6 为止的距离(开放距离)较短时,由于使长度短的一线电极 4 下垂到被加工物上表面 15 的加工槽上端 14 周边,因此在该线电极 4 中产生刚性,无法柔软地跟踪具有较大锥角 20 的锥形加工槽 23 的该锥角 20,有时在锥形加工槽 23 的边缘部 27 卡住。

[0067] 因此,当将从被加工物 7 的加工槽上端 14 到上模具导向器支点位置 6 为止的距离(开放距离)设定得短时,使作为接线开始位置的上模具导向器支点位置 6 进行升降动作,以便确保使线电极 4 能够以充分的柔软性从加工槽上端 14 插入被加工物 7 的锥形加工槽 23 的适当的向垂直方向的移动距离,由此提高基于模具导向器支点位置移动校正功能的接线成功率和锥形加工时在断线位置近旁的断线修复的可靠性(参照图 6、图 8)。

[0068] 接下来,使用图 9 对本发明的线放电加工机的控制装置进行说明。

[0069] 线放电加工机的控制装置 50 具备由微处理器组成的中央运算处理装置(以下简称“CPU”)51,CPU51 经由总线 56 与程序存储器 52、数据存储器 53、具备液晶显示器 LCD 的操作盘 54 以及输入输出电路 55 分别连接。

[0070] 程序存储器 52 存储了用于控制线放电加工机的各部以及线放电加工机的控制装置 50 本身的各种程序。另外,数据存储器 53 存储了加工程序所附带的位置数据、决定其他加工条件的各种设定数据,并且还作为用于 CPU51 进行的各种计算的数据的临时存储用存储装置来使用。另外,具有计算编码器 71 的输出脉冲的寄存器区域以及存储故障发生位置数据的寄存器区域。

[0071] 输入输出电路 55 分别与工作台驱动部 60、加工电源部 61、线切断电源部 62、线卷起 / 缠绕控制部 63、线电极进给控制部 64、编码器 71、线断线检测部 65、电极功能切换部 66、线挠曲检测部 67、线通过检测部 68、显示装置 69 以及控制其他线放电加工机各部的各部移动控制部 70 相连接。

[0072] 工作台驱动部 60 以及加工电源部 61 具有公知的构造,在执行加工时按照通常的方式分别被控制。线切断电源部 62,在接线时为了在 AWF 管道 32 内的加热区域切断线电极 4,向上切断电极 30 和下切断电极 31 提供必要的电力。线卷起 / 缠绕控制部 63 驱动用于驱动线缠绕辊的电机以及卷起电机(未图示)。

[0073] 线电极进给控制部 64 是对驱动线进给辊的电机进行驱动控制的部分,通过编码器 71 检测出该电机的旋转量。线断线检测部 65 在加工执行过程中发生断线时检测出断线,利用现有方式(例如,检测流过线的电流的方式或检测缠绕辊的张力的方式等)的机构。

[0074] 电极功能切换部 66 用于将上、下切断电极 30、31 的功能切换选择成线切断电极和线通过检测电极中的任一个,线通过检测部 68 在线电极 4 连接到线通过检测用电源(未图示)时,检测线电极 4 的电位。另一方面,线挠曲检测部 67 与所述的线挠曲检测用电极(未图示)连接,检测该检测用电极的电位,通过该检测用电极的电位变化判断该检测用电极和线的接触 / 非接触。

[0075] 显示装置 69 是用于以各种形态显示线故障位置信息的显示装置,在根据程序存储器 52 中存储的显示程序,例如实时地警告显示线故障发生部位,或者用图表显示不同区间的故障发生频度时被使用。另外,各部移动控制部 70 一览表示了对作为切断用电极的上、下切断电极 30、31 的开闭、线电极 4 接线时的 AWF 管道 32 的下降移动等进行控制的部

分。在本发明的线放电加工机的一个实施方式中,具备使被加工物 7 相对于线电极 4 在水平面(X-Y 平面)上向两轴方向移动的移动轴、和使上喷嘴 36 (上模具导向器 5) 向 U 轴(与 X 轴平行)以及 V 轴(与 Y 轴平行)方向移动的移动轴。另外,还可以具备使上喷嘴 36 (上模具导向器 5) 向与水平面垂直的方向(Z 轴)升降的移动轴。

[0076] 线放电加工机的控制装置 50 的存储装置内,存储有用于进行图 10 所示的自动接线处理的程序等。由此,可以说线放电加工机具备自动接线装置。

[0077] 图 10 是对锥形加工中在断线位置近旁进行的断线接线处理进行说明的流程图。以下,按照各步骤进行说明。

[0078] [步骤 SA01] 开始锥形加工。

[0079] [步骤 SA02] 监视是否发生断线,当发现发生断线时(是)转移到步骤 SA03。

[0080] [步骤 SA03] 中断加工。

[0081] [步骤 SA04] 判断发现的断线的修复是否被设定成在线电极断线位置近旁进行,当断线修复被设定成在线电极断线位置近旁进行时(是)转移到步骤 SA11,当没有被设定成在线电极断线位置近旁进行断线修复时(否)转移到步骤 SA05。发现的断线的修复是否被设定成在线电极断线位置近旁进行,可以由加工程序指定,也可以预先设定在线放电加工机中。

[0082] [步骤 SA05] 判断发现的断线的修复(并非是线电极断线位置近旁)是否被设定成在加工开始点进行,当被设定成在加工开始点进行断线修复时(是)转移到步骤 SA06,当没有被设定成在加工开始点进行断线修复时(否)结束该处理。

[0083] [步骤 SA06] 将上模具导向器以及下模具导向器向加工开始点移动。

[0084] [步骤 SA07] 在垂直位置接线上模具导向器以及下模具导向器。即,以线电极成为垂直方向的方式决定上模具导向器以及下模具导向器的位置来接线线电极。

[0085] [步骤 SA08] 等待线电极的接线完成后转移到步骤 SA09。

[0086] [步骤 SA09] 将线电极移动到断线位置,转移到步骤 SA10。即,驱动线放电加工机的各轴,并将线电极的上模具导向器支持位置(上模具导向器)和下模具导向器支持位置(下模具导向器)移动到断线时的位置。

[0087] [步骤 SA10] 重新开始锥形加工。

[0088] [步骤 SA11] 将线电极向断线位置近旁移动。即,以使上模具导向器以及下模具导向器位于从线电极的断线位置(线电极在加工路径上断线的位置)沿着加工轨迹后退微小距离的位置的方式,驱动控制线放电加工机的各轴。

[0089] [步骤 SA12] 回绕线电极。

[0090] [步骤 SA13] 进行线电极前端部的切断处理。

[0091] [步骤 SA14] 排放加工液,使加工槽内的加工液达到断线位置高度。

[0092] [步骤 SA15] 取得模具导向器支点位置的移动校正值。

[0093] [步骤 SA16] 将上模具导向器向校正位置移动。

[0094] [步骤 SA17] 进行接线动作。

[0095] [步骤 SA18] 判断是否完成接线,完成接线时(是)转移到步骤 SA09,尚未完成接线时(否)返回到步骤 SA17。

[0096] 在此,对图 10 的流程图所示的断线接线处理进行补充说明。

[0097] 在步骤 SA11 中,将线电极向断线位置近旁移动后,可以在以下几个位置进行线电极 4 的自动接线。①在线电极 4 的断线位置进行;②在线电极 4 的断线位置和发生线电极 4 的断线的加工块的开始点的中间位置进行;或者,③在从线电极 4 的断线位置沿着加工轨迹后退微小距离的位置进行。步骤 SA11 中的上、下模具导向器 5、9 的移动控制,是从线电极 4 的断线位置沿着加工轨迹后退微小距离的控制。此外,该后退控制是公知的技术。

[0098] 在步骤 SA16 中,将上模具导向器向校正位置移动。如前面的说明所述,上模具导向器 5 从将线电极 4 的上模具导向器支点位置 6 投影到被加工物上表面 15 上而得的位置到加工槽上端 14 的位置(更具体而言,锥形加工槽 23 的加工槽上端 14 的中央位置)为止的移动,是在将连接上模具导向器支点位置 6 和下模具导向器支点位置 8 的假想线投影到被加工物上表面 15 上而得的线上,上喷嘴 36 (上模具导向器支点位置 6) 相对于被加工物 7 进行移动,通过这样的上模具导向器 5 的移动,上喷嘴 36 (上模具导向器支点位置 6) 向锥形加工槽 23 的加工槽上端 14 进行相对地移动。

[0099] 此外,在求出线电极下垂位置 18 和被加工物上表面 15 的加工槽上端 14 在被加工物上表面 15 上的偏移量 35 的所述(3)以及(4)的方法中,在检测出加工槽上端 14 的时刻,成为校正了上喷嘴 36 (上模具导向器支点位置 6) 的位置的状态,转移到接线动作。

[0100] 在现有的锥形加工时的断线修复中,能够应用的锥角 20 的范围狭窄,在较大的加工锥角 20 下的断线修复中,当返回到加工开始点来完成接线后,有必要使加工槽返回到断线点,因此进行往返需要时间,在锥形加工后的加工槽的边缘等处,由于存在后退过程中再发生断线的可能性,因此成为了长时间连续高度自动运转的故障因素。

[0101] 如上所述,根据具有移动上模具导向器支点位置 6 的移动校正功能的本发明,应用了较大的加工锥角 20 的锥形加工时能够在断线位置近旁进行断线修复。由此,可以提高锥形加工领域中的线放电加工机的自动运转的可靠性,并可以缩短断线修复所需要的时间,可以缩短总的加工时间,还可以扩大线放电加工机的应用领域。

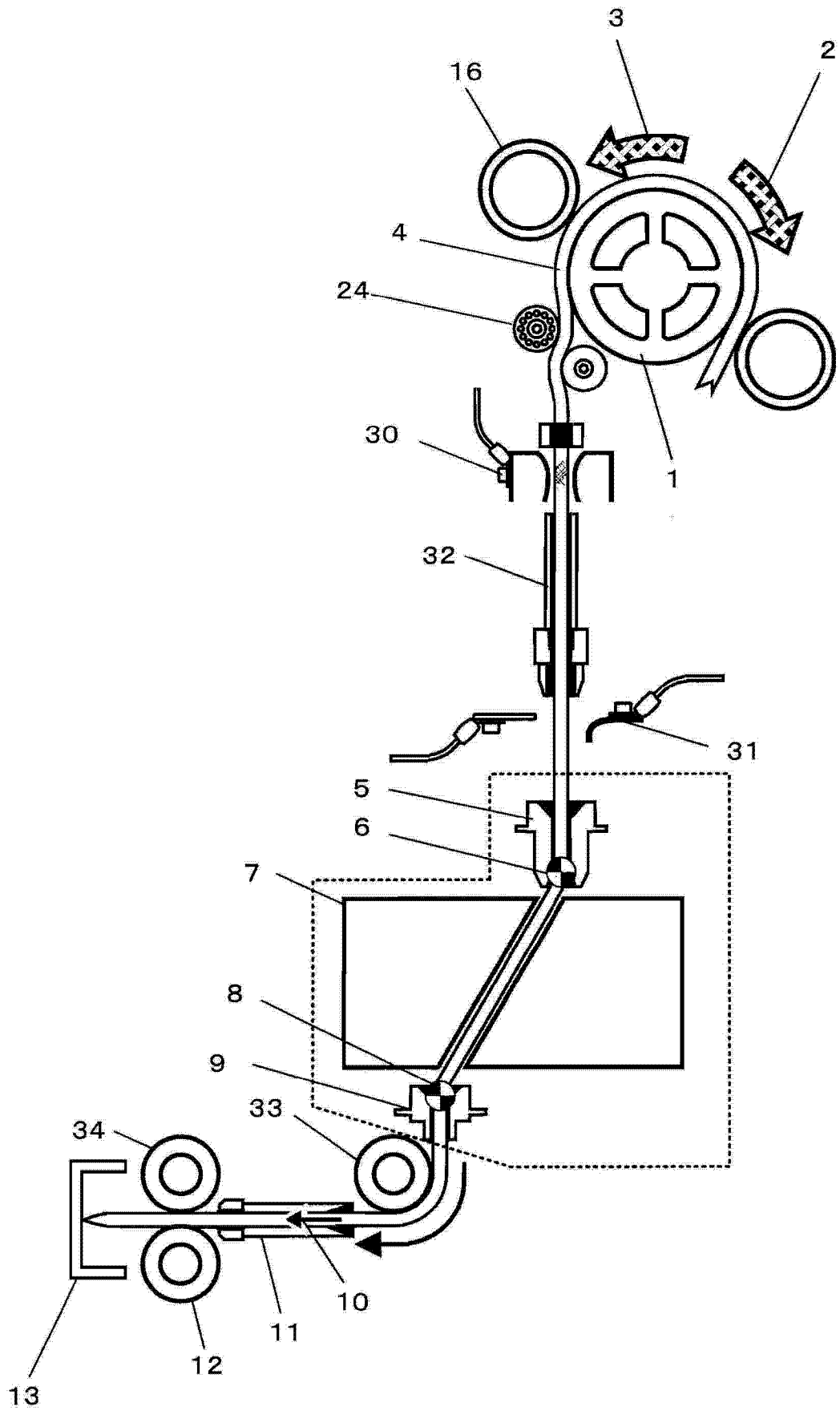


图 1

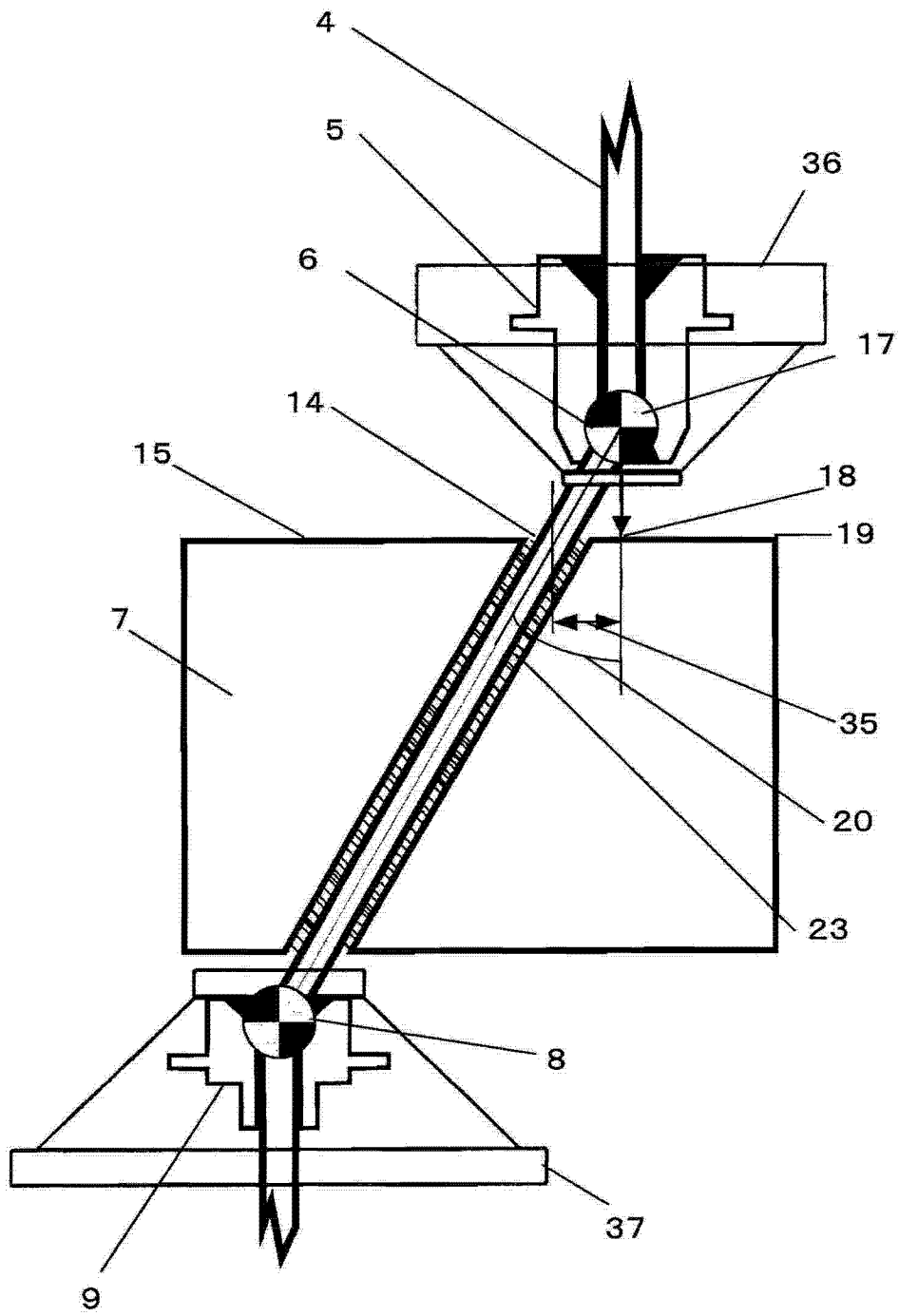


图 2

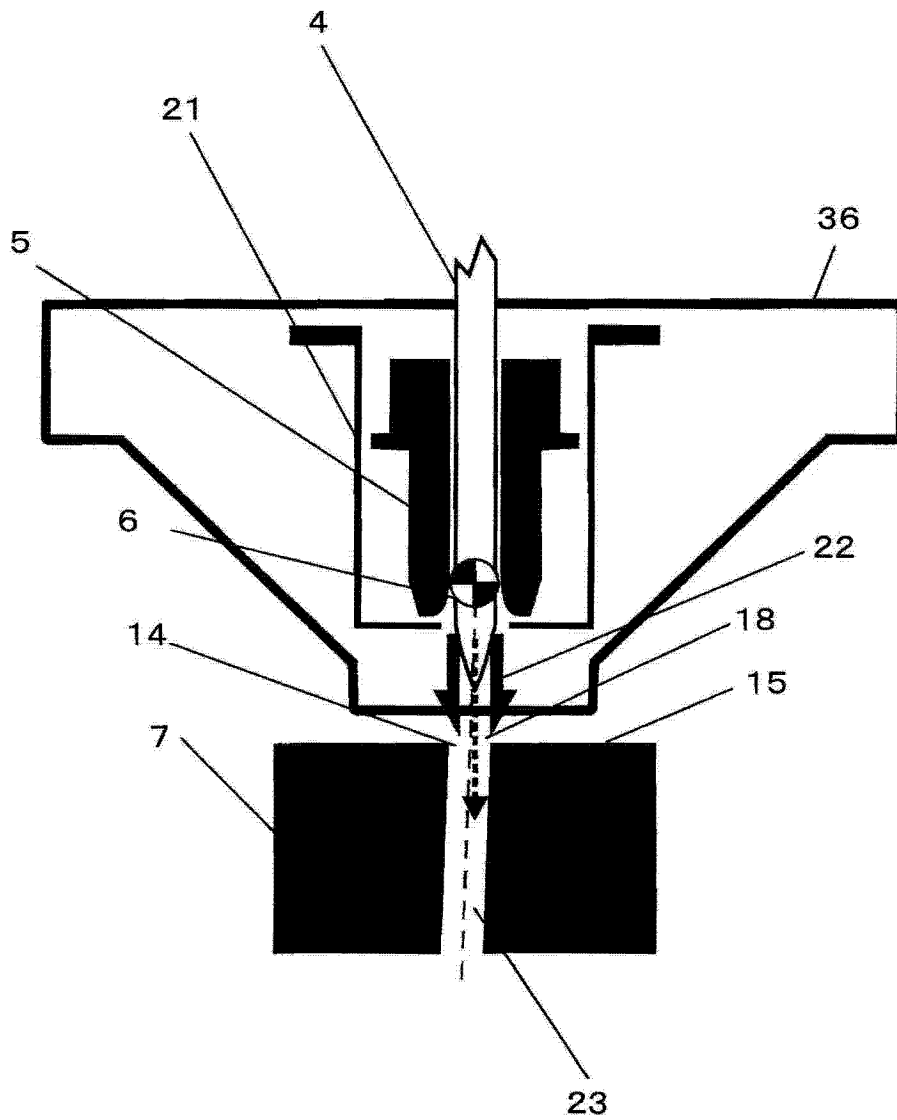


图 3

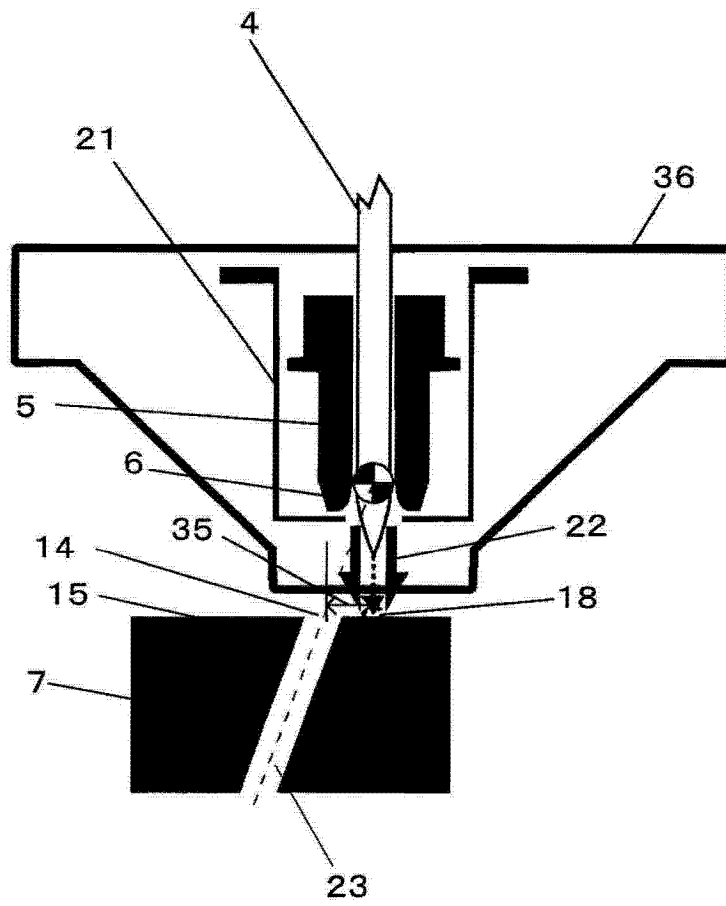


图 4

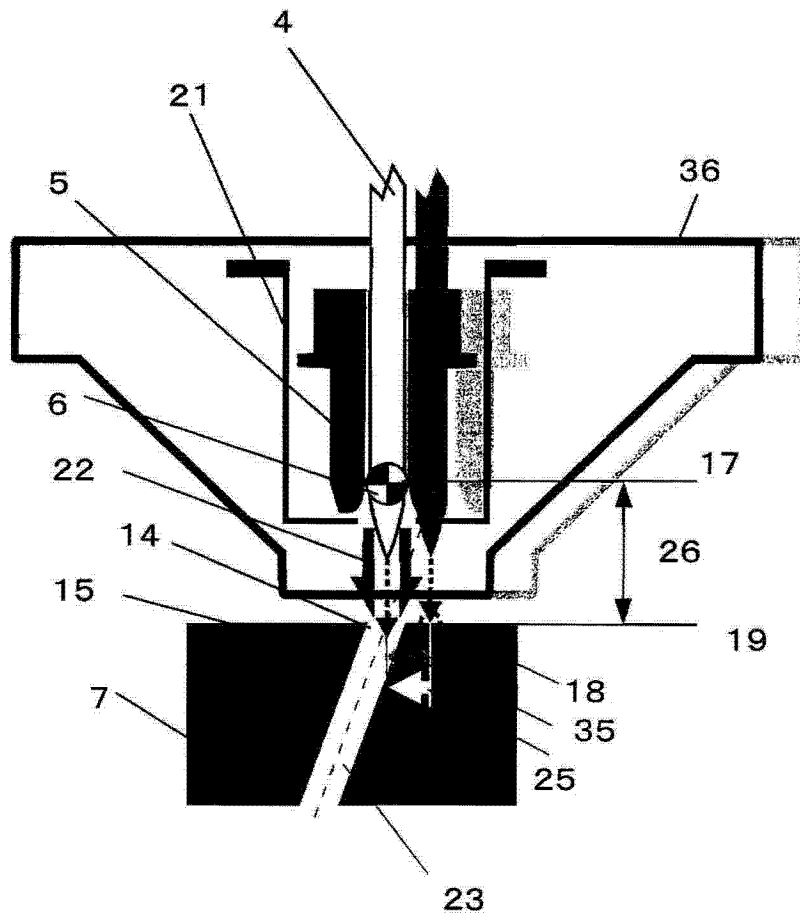


图 5

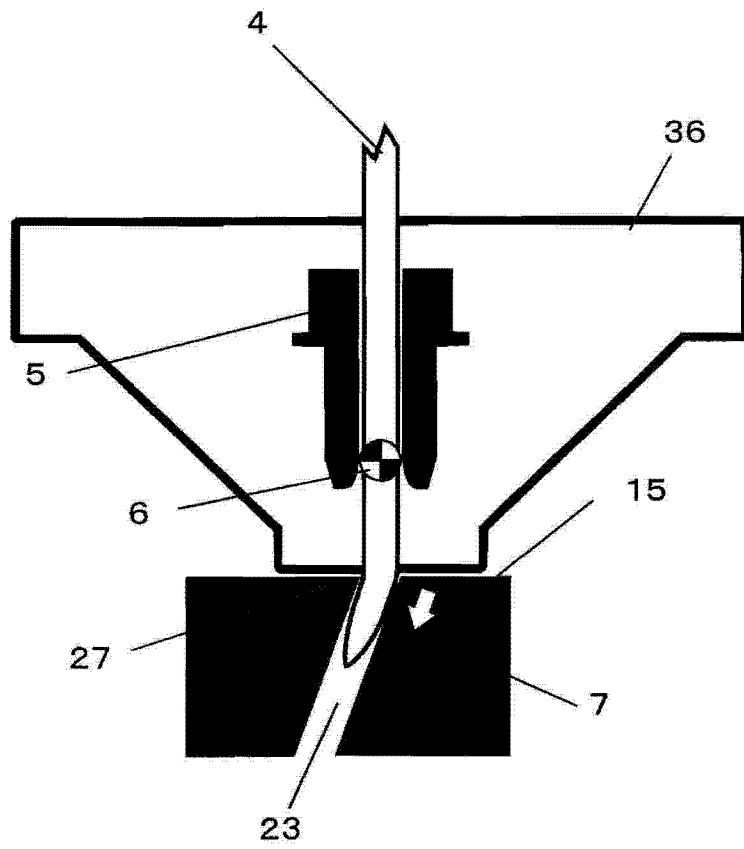


图 6

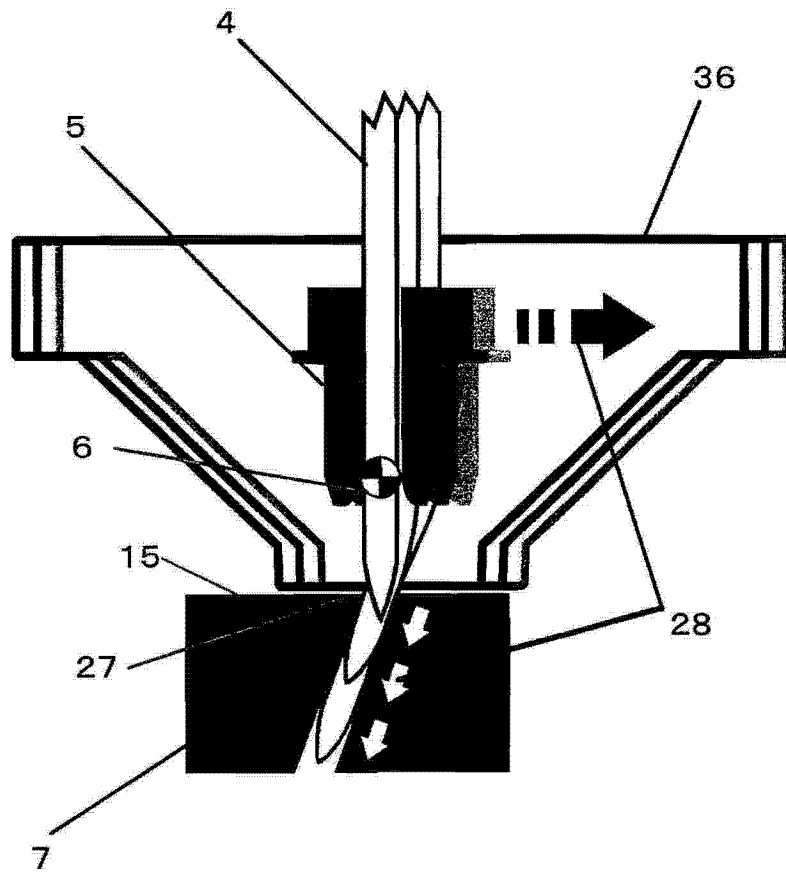


图 7

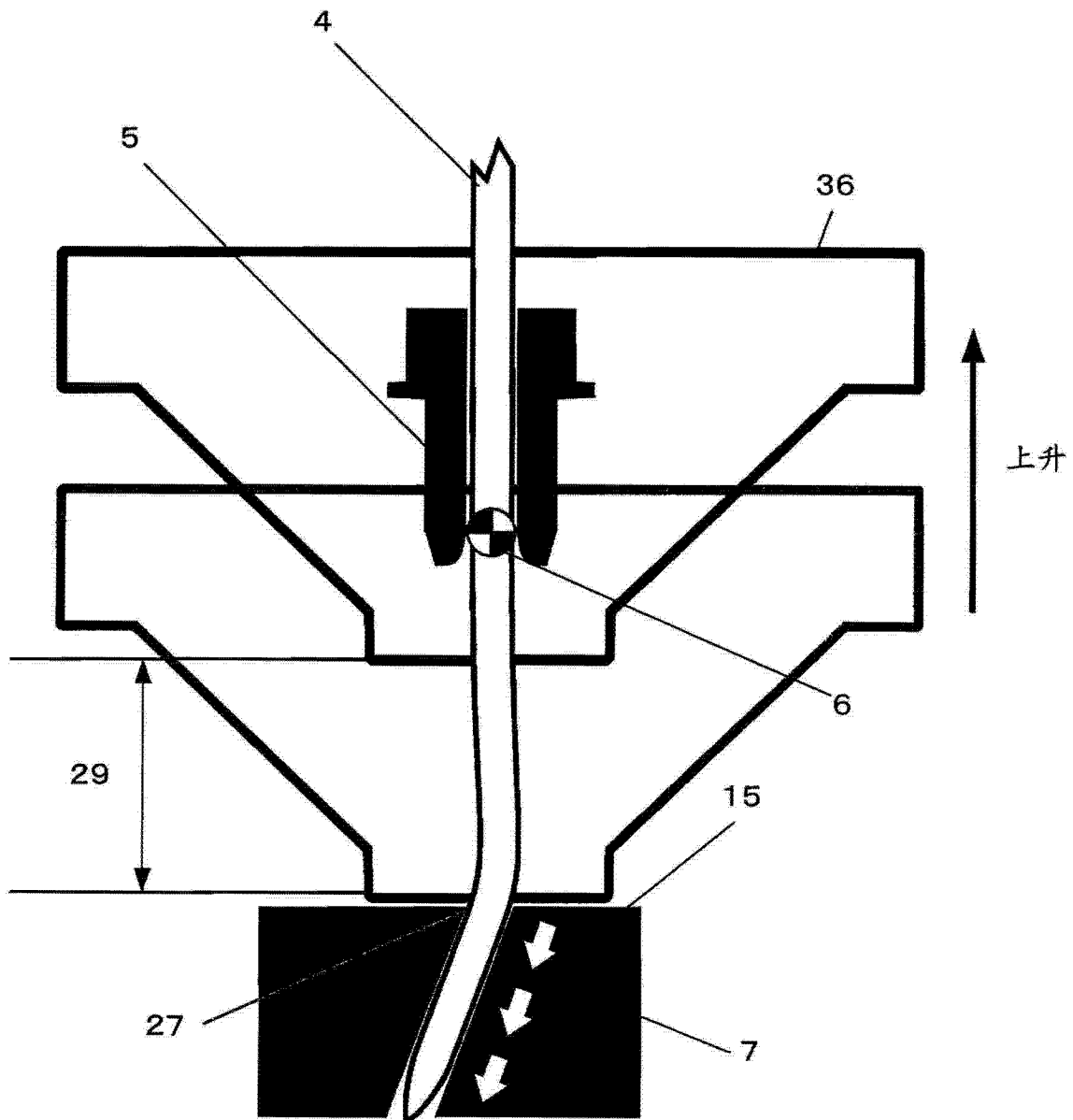


图 8

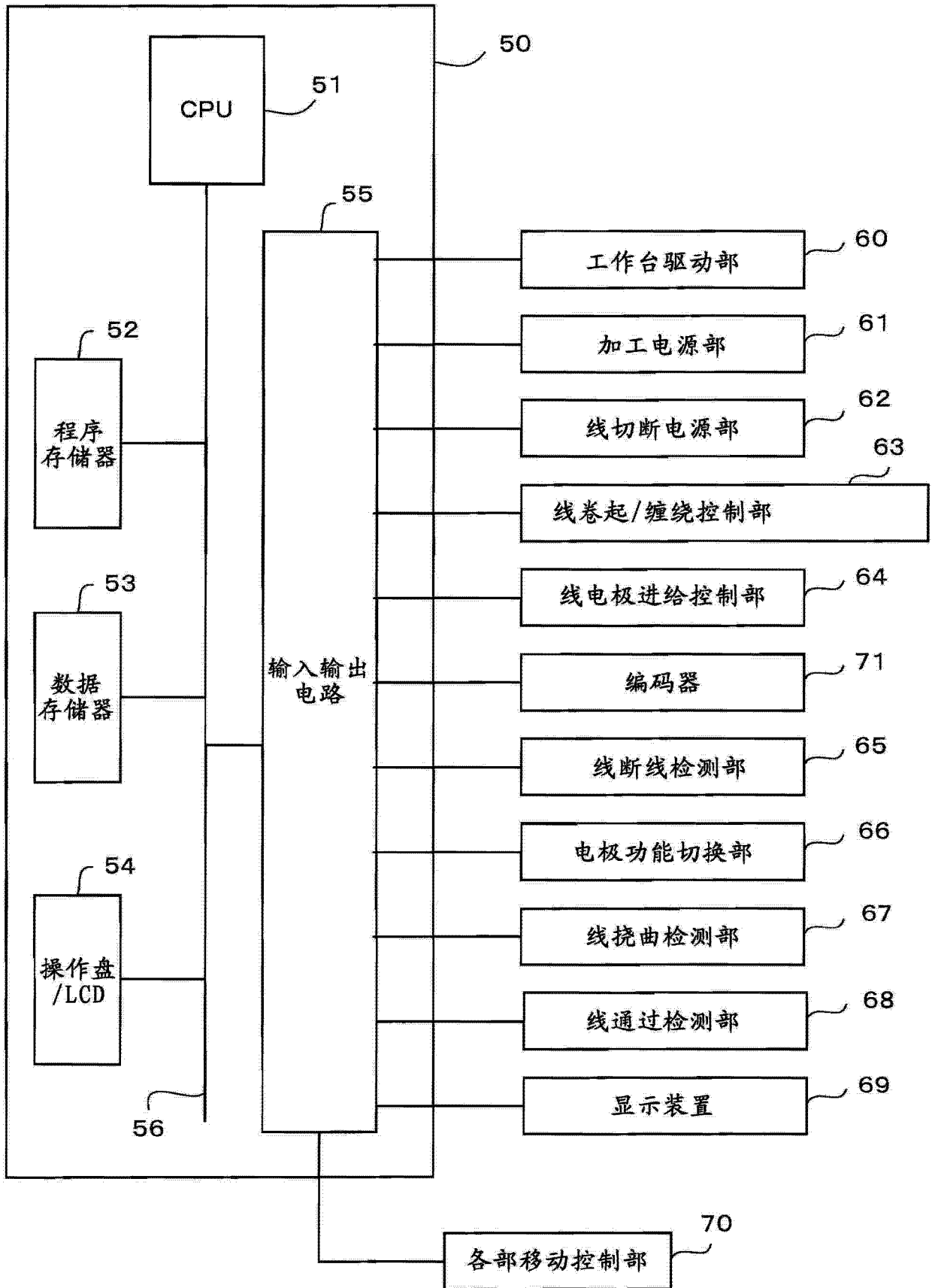


图 9

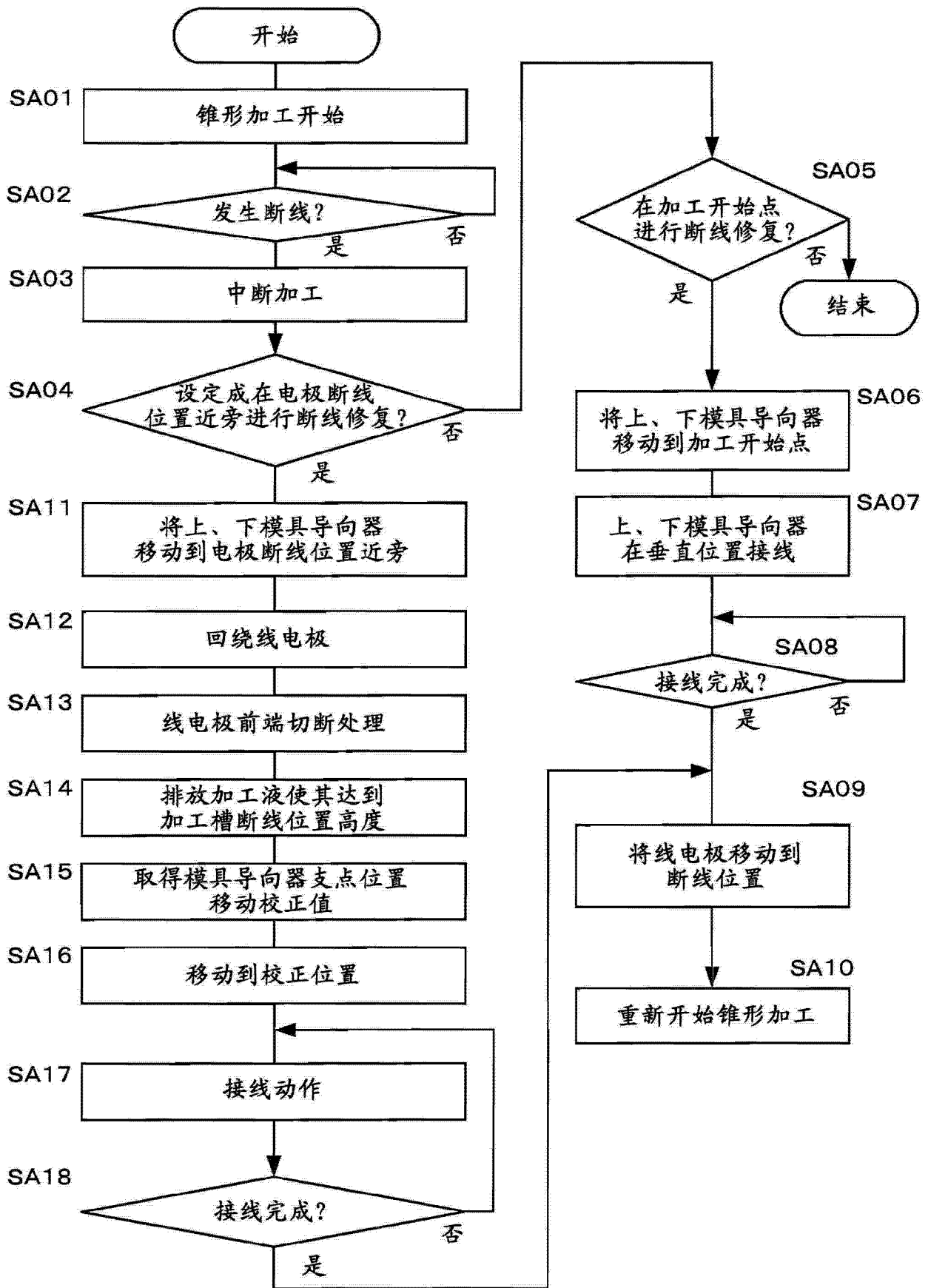


图 10