

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

B23K 10/00

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 94191296.5

[45]授权公告日 1999年2月24日

[11]授权公告号 CN 1042206C

[22]申请日 94.2.23 [24]颁证日 98.12.4
[21]申请号 94191296.5
[30]优先权
[32]93.2.25 [33]JP [31]60862/93
[86]国际申请 PCT/JP94/00271 94.2.23
[87]国际公布 WO94/19138 日 94.9.1
[85]进入国家阶段日期 95.8.25
[73]专利权人 株式会社小松制作所
地址 日本东京
[72]发明人 新谷俊哉 中右丰
[56]参考文献
JPJ61269975 1987. 1. 1 B23K9/00
US4983807 1991. 1. 8 B23K9/00
审查员 22 15

[74]专利代理机构 柳沈知识产权律师事务所
代理人 杨 梧

权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图页数 5 页

[54]发明名称 等离子切割方法及数控等离子切割装置

[57]摘要

本发明是等离子切割方法及数控等离子切割装置,能提高用移动式等离子电弧进行的开口加工的质量,而且能提高生产效率。本发明的方法在切割即将结束前并在切割线交叉点的附近,从移动式等离子电弧转换到非移动式等离子电弧。本发明的装置可根据输入了切割形状、切割顺序、切割条件等信息的控制程序进行切割加工,它包括事先将切割即将结束前并且在切割线交叉点位置的有关数据输入到控制程序的机构;在进行上述切割时检测喷枪位置是否到达了输入到控制程序中的上述位置附近的机构;根据检测结果,发出从移动式等离子电弧转换成非移动式等离子电弧指令的机构。

权 利 要 求 书

1、一种等离子切割方法，它借助在电极和被切割材料之间产生移动式等离子电弧来切割被切割材料，其特征在于：在切割即将结束前并且在切割线交叉位置的附近，从上述移动式等离子电弧转换成非移动式等离子电弧。

2、如权利要求1所述的等离子切割方法，其特征在于：在向上述的非移动式等离子电弧转换的同时，与这从移动式等离子电弧电流向非移动式等离子电弧电流变化相关联地减慢等离子喷枪的移动速度。

3、一种数控等离子切割装置，它根据输入了切割形状、切割顺序、切割条件等切割信息的控制程序进行切割加工，其特征在于：具有以下几种机构，即，事先将切割即将结束前并且在切割线交叉点位置的有关数据输入到控制程序的输入机构；在进行上述切割时，检测喷枪位置是否到达了输入到上述控制程序中的上述位置附近的检测机构；根据上述检测结果，发出从移动式等离子电弧转换成非移动式等离子电弧指令的指令机构。

4、如权利要求3所述的数控等离子切割装置，其特征在于：有一在发出上述转换指令的同时，发出与这从移动式等离子电弧电流向非移动式等离子电弧电流变化相关联地减慢等离子喷枪移动速度指令的机构。

5、如权利要求3所述的数控等离子切割装置，其特征在于：上述检测机构是将从切割开始后的切割时的电压检测功能设定为停止状态，在切割即将结束前并在切割线交叉点位置的附近使电压检测功能开始工作的。

6、如权利要求5所述的数控等离子切割装置，其特征在于：上述检测机构是电弧电流切断机构。

说明书

等离子切割方法及数控

等离子切割装置

5

本发明涉及等离子切割方法及NC(数控)等离子切割装置,特别是一种适用于使其产生移动式等离子电弧来切割被切割材料的等离子切割方法及数控等离子切割装置。

10 以前,等离子切割方法作为高速切割铁、不锈钢、铝等板材的加工方法而被广泛应用,利用这种方法的等离子切割装置,根据产生高温等离子电弧的方式不同,分为非移动式 and 移动式两种类型。一般的非移动式等离子切割装置的简要结构如图6所示,具有配置于等离子喷枪中心的电极11;隔开等离子气体通路并包围电极11前端部而设置的、并前端有开口部的漏斗状的喷嘴12,电极11和喷嘴12全连接到电源装置16的输出端上。工作时具有这种结构的装置,在流过等离子气体的同时,在电极11和喷嘴12之间产生电
15 弧放电,使等离子气体成为高温等离子状态,同时使非移动式的等离子射流13从喷嘴12前端的开口部向被切割材料14喷射,从而将被切割材料14熔融、切断。这种装置具有将不论是导电材料还是非导电材料的被切割材料均能切割的优点,但是,其缺点是喷嘴的热损失大,而且热效率低,大约只有
20 20%。

另外,一般的移动式等离子切割装置的简要结构如图7所示,其基本结构与非移动式的结构相似,具有电极11和喷嘴12;电极11、喷嘴12及被切割材料14中的任何一个都连接到电源装置16的输出端上。下面,对这种结构的工作进行说明,工作开始时,如图6所示,电极11和喷嘴12之间进
25 行电弧放电,使从喷嘴开口部喷出非移动式等离子流13,产生导引电弧。一旦当该等离子流13到达被切割材料14,在喷枪嘴内的电极11和被切割材料14之间便具有导电性。接着,如图7所示,在电极11和被切割材料14之间流过电流的同时,使喷嘴12和电源装置16切断,使引导电弧熄灭,形成移动式等离子流15,完成了移动式等离子电弧的起动作。

30 上面的起动作完成后,便开始用移动式的等离子流15切割被切割材料14。为了达到切割质量良好的目的,应该根据等离子喷枪的形状、等离

子气体的种类、被切割材料的性质和板厚、切割速度等各个条件，把切割时的等离子电弧电流设定为最佳值，并由电源 16 来控制，使这最佳电流值被保持住。通常，这个等离子电弧电流一直到切割结束也无需变化，并保持成一定值。但与此相反，如众所周知，当切割形状为小圆弧或被切割材料有锐角部时，为防止喷枪移动装置振动，确保轨迹的精度而必需减慢喷枪移动装置的速度时，借助与喷枪移动速度的减慢使等离子电弧电流也相应地减小，防止被切割材料吸收过多的热量，可以得到良好的切割质量，特别是拐角部分能得到良好的切割质量（参照日本专利公报特开平 1 - 16517 号）。

在切割结束时，通常在切割结束点将移动式等离子电弧电流切断，电流切断后，切割所需的热量就消失，使被切割材料停止熔融而切割结束。但与此相反，如众所周知的，借助在切割结束时，将移动式等离子电弧熄灭前，点燃非移动式的引导电弧。这种在切割结束点将移动式等离子电弧熄灭后，仍维持上述的引导电弧，可以迅速开始下一个的切割作业（参照日本专利公报特开昭 63 - 5875 号、日本专利公报特公平 4 - 9637 号）。

虽然以上阐述的是普通的移动式等离子切割，但由于热效率高达 80 % 左右，因而在金属加工领域里及被切割材料是良导体的场合下，这种方式仍普遍使用着。

另外，利用移动式等离子电弧切割中，例如在金属材料上进行圆形，椭圆形，长方形等开孔切割加工时，一般按图 8 所示的轨迹进行切割。在这图中，24 是切割线，21 是切割开始点，22 是切割结束点。切割时，在切割开始点 21 产生移动式等离子电弧，沿着切割线 24 进行切割，然后，在切割结束点 22 切断移动式等离子电弧的电流，使切割结束。切割结束点 22 不取在切割线 24 的交点 23 的原因是，若把交点 23 取成切割结束点 22 时，必须准确地使等离子喷枪移动的停止和电弧电流的切断同步，电弧电流切断过早，则会发生切割残留，把切割线 24 延长到切孔的内侧才可确保切断。

但是，在上述开孔切割中，当被切割的孔口尺寸较小时，切屑 25 常常不能保持在切割装置的被切割材料的支撑部件上而落下，由于切屑 25 的掉落，移动式等离子电弧的放电点便移到了图 9 所示的被切割材料的加工件 26 的切割孔口内侧表面上。由于等离子喷枪的移动，这个电弧放电远离孔的内表面，因而使电弧压降上升，从而使电弧放电不能维持，直到电弧自然熄灭。这样，在消弧前，切割孔口内侧因电弧放电而继续加热，而且容易产生两个

电弧，导致加工件 26 的切割孔口内表面熔融、烧蚀面积增大，有使切割质量下降的问题。

为了解决这个问题，可采取以下公知的方法：即，把由于电弧电流值、气体压力、切割速度等各个条件不同而改变的切割中的电弧电压事先加以调
5 研清楚，预先确定好一个设定值，利用上述切屑掉落后的电弧电压上升，当电压值超过设定值时，将等离子电弧电流切断，缩短加到被切割材料上放电时间，可以有效地抑制切割质量的下降(参照日本专利公报特开平 1 - 241379 号)。

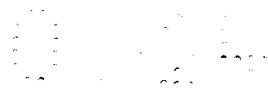
但是，在采用上述切割电弧电压的方法中，由于在事先预测因小圆弧、
10 锐角等切割形状引起的电弧电压的上升等电压变化后，为了防止切割时因这预测值而造成电弧的中断，因而必需确定提高一定程度的设定值，由此就延长了到达等离子电弧电流切断前的时间、在切割表面上更容易留下烧蚀伤痕。

本发明是为了解决现有技术的问题而作出的，其目的是提供一种在利用
15 移动式等离子电弧的切割加工中，能提高切割结束点附近的加工表面质量的等离子切割方法和数控等离子切割装置。

为此，本发明提供了一种等离子切割方法，它在切割即将结束前，并且在切割线交叉位置的附近，从移动式等离子电弧转换成非移动式等离子电
20 弧。而且，向非移动式等离子电弧转换的同时，与这从移动式等离子电流向非移动式的等离子电流变化，相关联地使等离子喷枪的移动速度减慢。

用这种方法，即使在有切屑从被切割材料的切割孔口中掉落的情况下，被切割材料的工件上也几乎不存在放电点。由于工件侧没有吸收超过必要的热量，因而能得到良好的切割面质量。而改变等离子喷枪的移动速度，例如，
25 为了补充非移动式等离子电弧的低热效率而减慢等离子喷枪的移动速度，用这种方法能得到合适的切割能力。

本发明还提供了一种数控等离子切割装置，它具有以下机构：即，事先把切割即将结束前并且在切割线交叉位置的有关数据输入到控制程序的机构；在进行切割时，检测是否到达了输入到上述控制程序中的上述位置附近的检测机构；根据这个检测结果而发出从移动式等离子电弧转换成非移动式
30 等离子电弧的指令机构。本发明也可以有一在发出转换指令的同时，发出与这从移动式的等离子电弧电流向非移动式的等离子电弧电流的变化相关联



地减慢等离子喷枪的移动速度的指令机构。此外，检测机构是将从切割开始后，把切割时的电压检测功能设定为切断状态，在切割即将结束前并且在切割线交叉位置的附近使上述电压检测功能开始动作的。电压检测机构还可以是等离子电弧电流切断机构。

5 用具有这种结构的装置，在进行切割时，按程序所指示的在切割即将结束前并且在切割线交叉位置的附近，准确地改变切割作业，能自动地进行连续切割加工，同时还可以提高切割质量。并且，通过各种指令的组合，不需要繁琐的操作便能实现满足要求的切割加工质量。

附图的简要说明如下：

10 图1是本申请第一项发明的移动式等离子电弧和非移动式等离子电弧的时序图；

图2是本申请第二项发明的移动式等离子电弧的时序图；

图3是第二项发明的另一个实施例的移动式等离子电弧电流和等离子喷枪的移动速度的部分时序图；

15 图4是本申请的第三项发明的移动式等离子电弧和电弧电压检测装置的时序图；

图5是表示对第四项发明的数控等离子切割装置实行控制的操作流程图；

20 图6是表示现有技术的普通的非移动式的等离子切割装置动作的简要示意图；

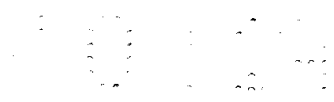
图7是表示现有技术的普通的移动式等离子切割装置动作的简要示意图；

图8是表示普通的开孔切割的切割轨迹的示意图；

25 图9是表示由现有技术的移动式等离子切割机进行的开孔切割结束时的状态示意图。

下面，参照着附图来说明本申请发明的最佳实施例。

图1是本申请的第一项发明的等离子切割方法实施例的时序图，符号1是切割开始点，符号2是非移动式等离子电弧的起弧点，符号3是移动式等离子电弧的熄弧点，符号4是开孔切割完成点，符号5是切割结束点。本实施例是使用根据已输入通常的切割信息和图1所示的切割条件的控制程序进行切割加工的数控等离子切割装置，在普通的金属材料上按开孔切割的轨迹



进行切割的，用图 1 和图 8 来说明。与普通的切割一样，使非移动式等离子电弧起弧、熄弧，在与切割开始点 21 相对应的符号 1 的位置，使其产生移动式等离子电弧，开始开孔切割，沿着切割线 24、用移动式等离子电弧进行切割。符号 2 和符号 3 被设定在切割线 24 的交点 23 的附近位置上，但这个附近位置最好区分以下情况分别设定，即在切割精度要求高的场合下，设定在交点 23 之前的位置上；在与精度要求相比、切割速度优先的场合下，设定在通过交点 23 之后的位置上，在把符号 2 和符号 3 设定在交点 23 之前的位置时，沿着切割线 24 移动近一周的等离子喷枪，在切割线 24 的交点 23 之前点燃非移动式等离子电弧，同时，熄灭移动式等离子电弧，即从移动式等离子电弧转换成非移动式等离子电弧。在这转换后，使等离子喷枪在短时间内到达切割线 24 的交点 23，而符号 4 是表示与这个交点 23 相对应，表示开孔切割完成。因此，从符号 3 到符号 4 这段时间，也就是从交点 23 之前到交点 23 这段时间，是由非移动式等离子电弧进行切割。接着符号 5 是与切割结束点 22 相对应，给等离子电源送关闭信号，熄灭非移动式等离子电弧，使切割作业结束。虽然从开孔切割完成的交点 23 到切割结束点 22 这过程并非必需，但对确保开孔可靠是有效的。因为非移动式等离子电弧是在等离子喷枪的电极和喷嘴间放电，因而在等离子喷枪下面没有切割材料时，即切屑 25 从工件 26 切离而落下的场合下仍能动作。从以上所述可知，本实施例的工件 26，即使在切屑 25 从切割孔口掉落场合下，也不会工件 26 的切割孔口处残留放电点的痕迹，所以，能够得到良好的切割表面。

下面，参照附图来说明本申请第二项发明的等离子切割方法的最佳实施例。

图 2 是本实施例的时序图，它是使用把图 2 所示切割条件输入到控制程序里的数控等离子切割装置，用移动式等离子电弧、按图 8 所示的轨迹、对金属材料进行开孔加工。用图 2 和图 8 来说明。首先，由图中未示出的非移动式等离子电弧在符号 1 的位置产生移动式等离子电弧，从切割开始点 21 开始开孔切割，沿着切割线 24 进行切割。符号 6 和符号 7 是表示把进行切割的位置设定在切割线 24 的交点 23 的附近，但最好设定在交点 23 之前就近的位置上。从符号 6 到符号 7 的这段时间里，使符号 6 时的移动式等离子电弧的电流值减少，直到符号 8 所示的水平。电流值减小后的状态下使等离子喷枪在短时间里到达与表示开孔切割完成点的符号 4 相对应的交点 23，

使开孔切割结束。符号 4 表示在开口切割完成以后，使移动式等离子电弧呈熄弧状态，这一点是因为当切屑掉落时，等离子喷枪内的电极和被切割材料之间进行电弧放电的移动式等离子电弧使电压上升，从而不能维持移动式等离子电弧。当然，做为输入时序，也可以在符号 4 的位置不熄弧，用符号 8 所示的电流水平继续切割，在与切割结束点 22 相对应的符号 5 点所示的时刻，使移动式等离子电弧熄灭，从而结束切割。这时，大多数情况下，通过电弧电压的上升，使移动式等离子电弧在到达切割结束点 22 之前便自然熄灭。

如上所述，通过在切割线 24 的交叉点 23 之前使移动等离子电弧的电流减少，即使在切屑从切割成的切割孔口中掉落的场合下，残留在工件一侧的放电点也只流过很少的电流，因此，由放电产生的痕迹小，能保证工件有良好的切割表面。

下面，说明另一个实施例，它相对于上述减少移动式等离子电弧电流的切割，还与这减少相关联地改变等离子喷枪的移动速度。图 3 是表示上述实施例的图 2 中、关于从符号 6 到 7 所示的这段时间的时序图的一个例子。本实施例中，使移动式等离子电弧电流减少的同时，与电流变化相关联地减慢等离子喷枪的移动速度。由此，即使在通过使等离子电弧电流的变化引起切割能力发生变化时，也可以使喷枪的移动速度发生变化，最好是通过减慢而得到合适的切割条件，还可以得到更好的切割质量。

另外，在第一项发明的实施例中，也可通过把移动式等离子电弧转换成非移动式等离子电弧，而且，与这电弧电流变化相关联地改变等离子喷枪的移动速度，具体地说可通过减慢移动速度而得到与上述实施例同样的效果，有时甚至更好。

下面，参照着附图来说明本申请第三项发明的等离子切割方法。

图 4 是本实施例的时序图。本实施例是使用数控等离子切割装置、按图 8 所示轨迹对金属材料进行开孔切割加工。上述这种切割装置，具有检测移动式等离子电弧的电压、并且当检测值超过设定值时将等离子电弧电流切断的电弧电压检测装置（例如上述的日本专利公报特开平 1 - 241379 号所示的装置）。下面用图 4 和图 8 说明本实施例。首先，由非移动式等离子电弧在符号 1 的位置产生移动式等离子电弧，从切割开始点 21 开始作开孔切割，沿着切割线 24 进行切割。从切割开始后，将电弧电压检测装置的电压检测

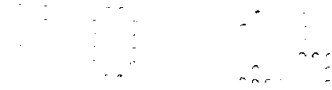
功能设定为停止状态，即不动作状态。接着，在即将到达切割线的交点 23 的符号 9 的时刻，使电弧电压检测装置的检测功能开始动作，由此，就能设定一个与切割中的各种因素引起的电弧电压的变化无关的、将电弧电流切断来结束切割的适当的电压值，不必象现有技术那样使电压设定值提高到比合适的电压过高。因此，能够缩短从切屑 25 掉落后，到电弧电流切断的时间，可使残留于工件侧的放电点痕迹减小到最低限度。另外，工作时序还可以在与切割线 24 的交点 23 相对应的开孔切割完成点的符号 4 的位置上使其不熄弧而在移动式等离子电弧呈燃弧状态下继续切割，在与切割结束点 22 相对应的符号 5 处熄灭移动式等离子电弧，结束切割。此外，把电弧电压检测装置的电压检测功能替换成电弧电压检测装置的等离子电弧电流切断功能，也可以得到与上述实施例同样的作用和效果。

下面，参照着附图来说明本申请的第四项发明的数控等离子切割装置的实施例。

图 5 是表示对数控等离子切割装置进行控制的本实施例的简要流程图，是在切割即将将结束前并在切割线交叉位置的附近、输入了从移动式等离子电弧转换成非移动式等离子电弧的程序的场合下的流程图。根据输入的程序，从切割开始就根据切割形状进行切割等步骤是与普通的数控等离子切割机一样。

首先，在步骤 51，读入关于切割形状、切割条件、切割结束前的交点等数据；在步骤 52，设定切割条件，在步骤 53 开始切割。接着在步骤 54，判断现在正在进行切割的位置是否与切割即将结束前并在切割线交叉点附近的相关数据相符。作为与上述交叉点相关的数据的例子之一，可作成坐标点，并判断是否在坐标点的附近，比如可以判断现在正在进行切割的位置离开上述坐标点的距离是否在预先设定的距离范围内。判断结果，若是现在的切割位置在上述交叉点附近时，进入步骤 55，把移动式等离子电弧转换成非移动式等离子电弧，继续按照切割形状进行切割（步骤 56），到达切割结束点时，在步骤 57 切断电源并且结束切割。另一方面，在步骤 54，若是现在正在进行切割的位置不在切割线交叉点附近时，则进入步骤 58，在继续按照切割形状进行切割的同时，返回步骤 54。根据以上所述，即使有切屑从切割孔口掉落时，工件的切割孔口处也不残留放电点的痕迹，能得到良好的切割表面。

本实施例的步骤 55 从移动式等离子电弧转换成非移动等离子电弧时进



行，也可以将上述的本发明等离子切割方法在步骤 55 中输入，比如，输入下述指令。从移动式等离子电弧转换成非移动式等离子电弧的同时，而且与这从移动式等离子电弧电流向非移动式等离子电弧电流变化相关联地改变等离子喷枪的移动速度；使移动式等离子电弧电流减少，与这个减少指令同时，与此减少相关联地改变等离子喷枪的速度；把从切割开始后的切割时的电压检测功能设为停止状态（步骤 51），在切割即将结束前并在切割线交叉点位置的附近，使上述电压检测功能开始工作；把从切割开始后的切割时的等离子电弧电流切断功能设为停止状态（步骤 51），在切割即将结束前并在切割线交叉点位置的附近，使等离子电弧电流停止功能开始工作。虽然根据上述指令输入，能得到良好的切割表面，但若有必要，还可将指令组合输入。由于应于这些切割方法的数控等离子切割装置，能得到所要求的各种切割质量，能进行与切割速度相对应的自动切割加工，所以无需复杂的操作，还能提高生产效率。

本发明完全能用作一种能提高用移动式等离子电弧进行的切割孔口加工的质量，同时还可提高生产率的等离子切割方法以及数控等离子切割装置。

说明书附图

图 1

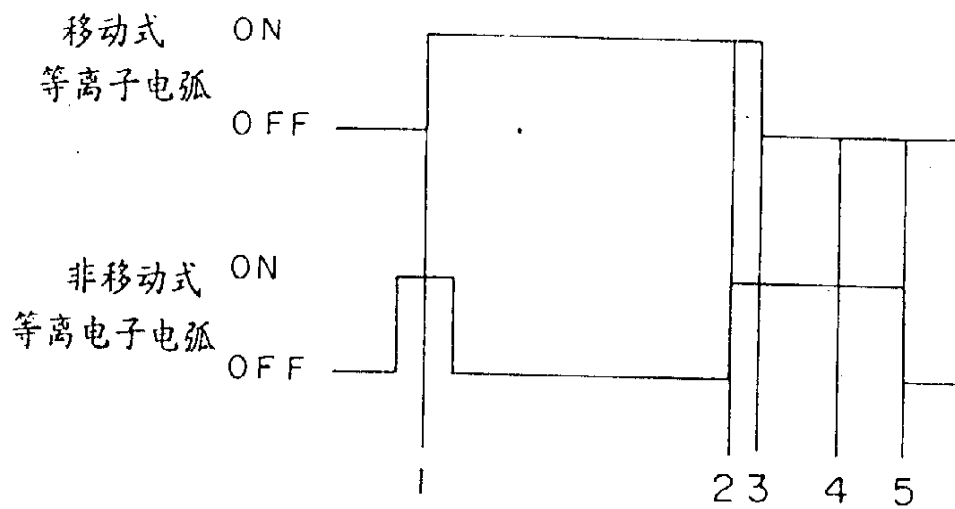


图 2

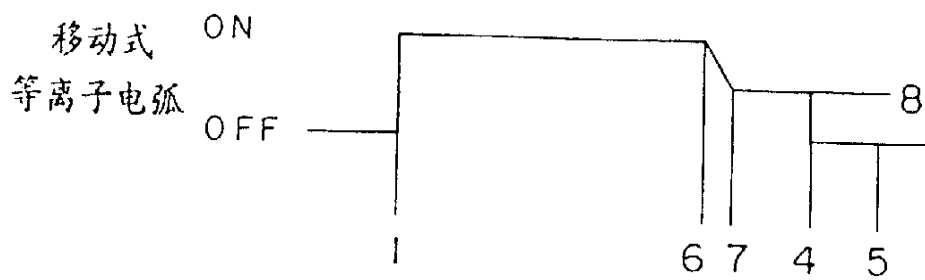


图 3

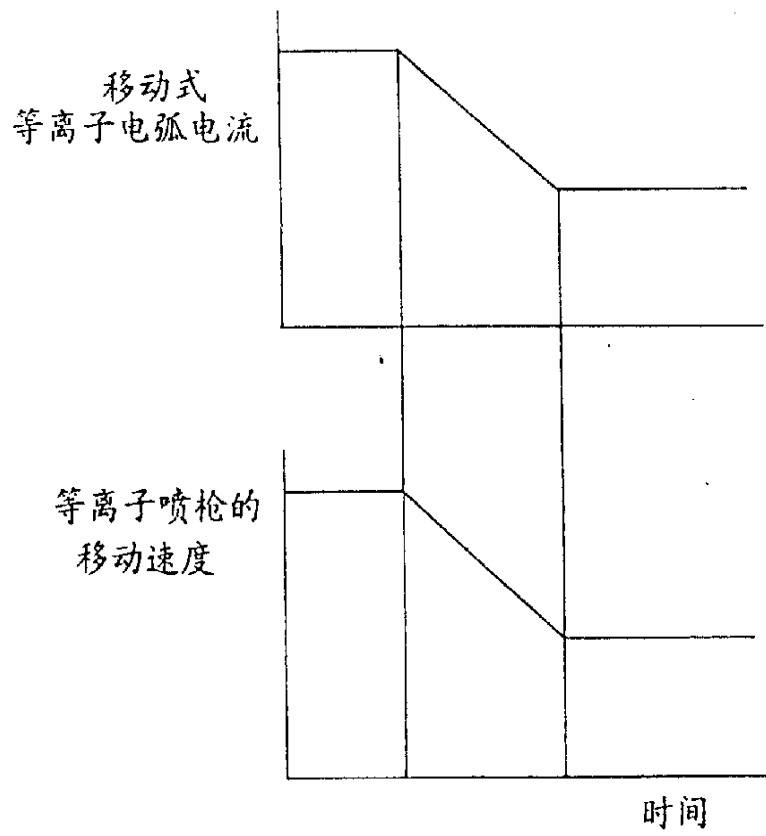


图 4

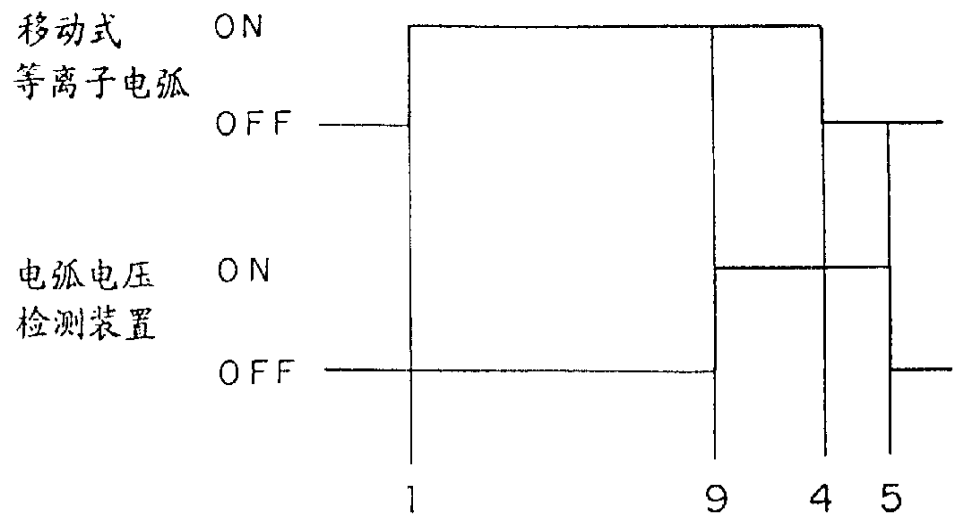


图 5

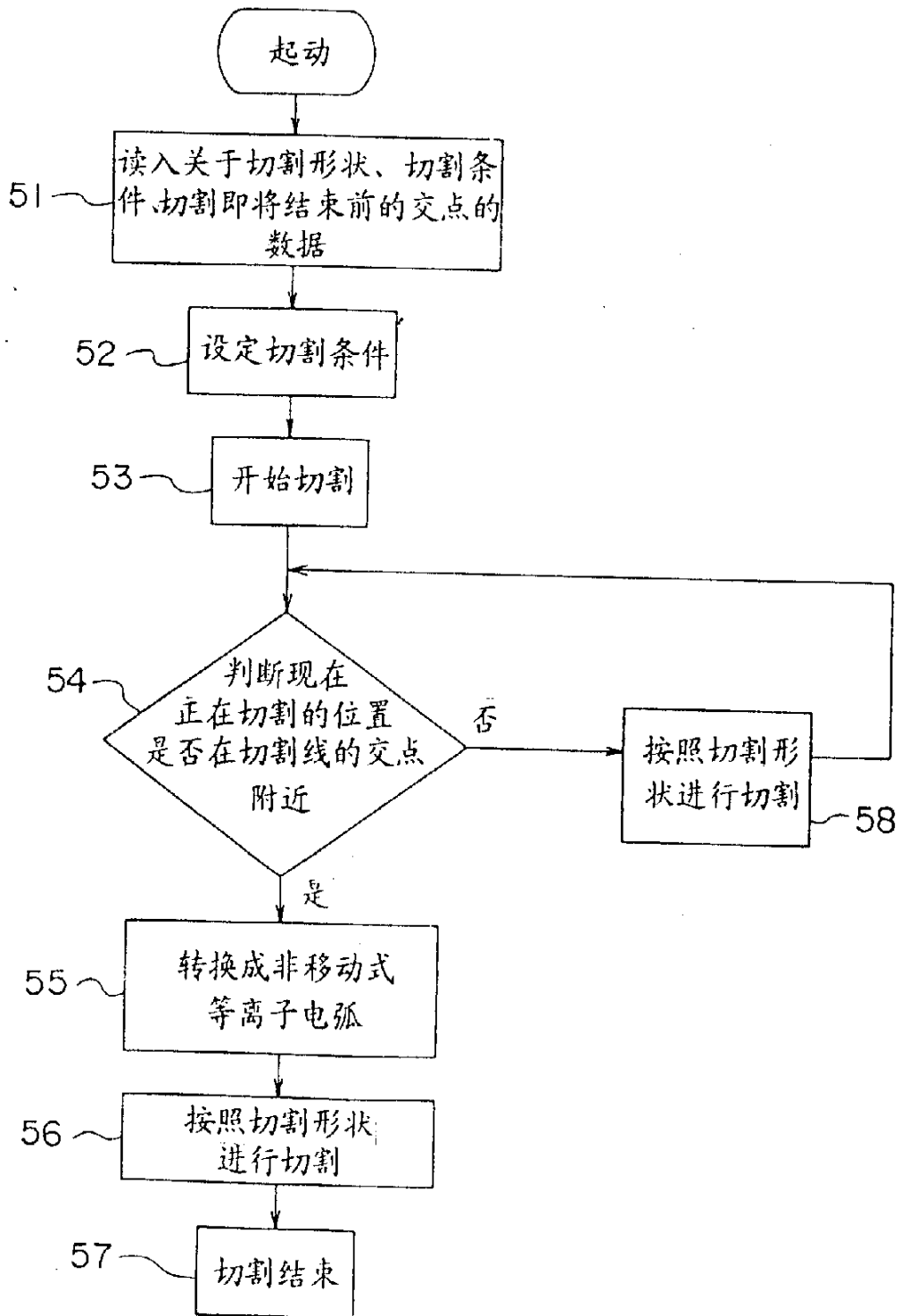


图 6

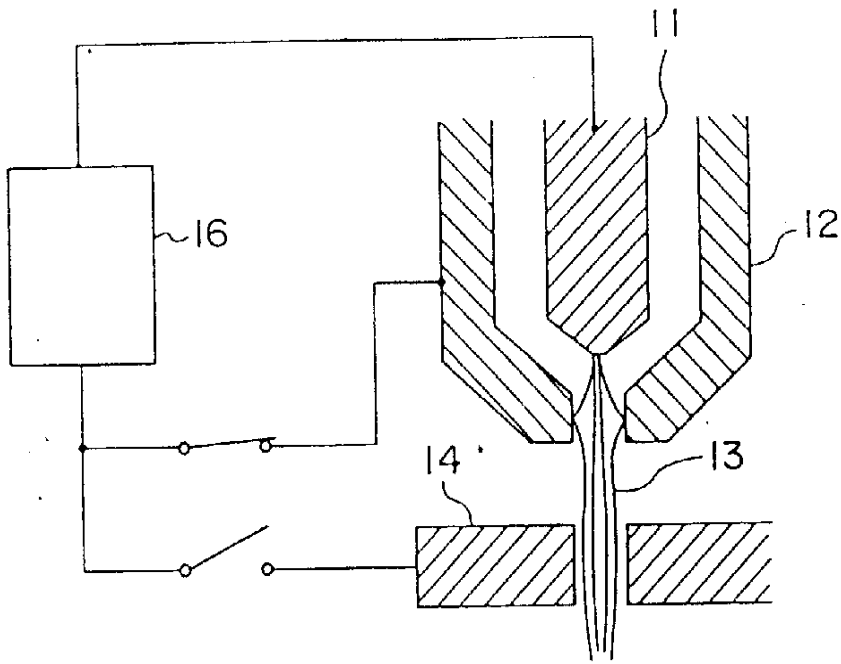


图 7

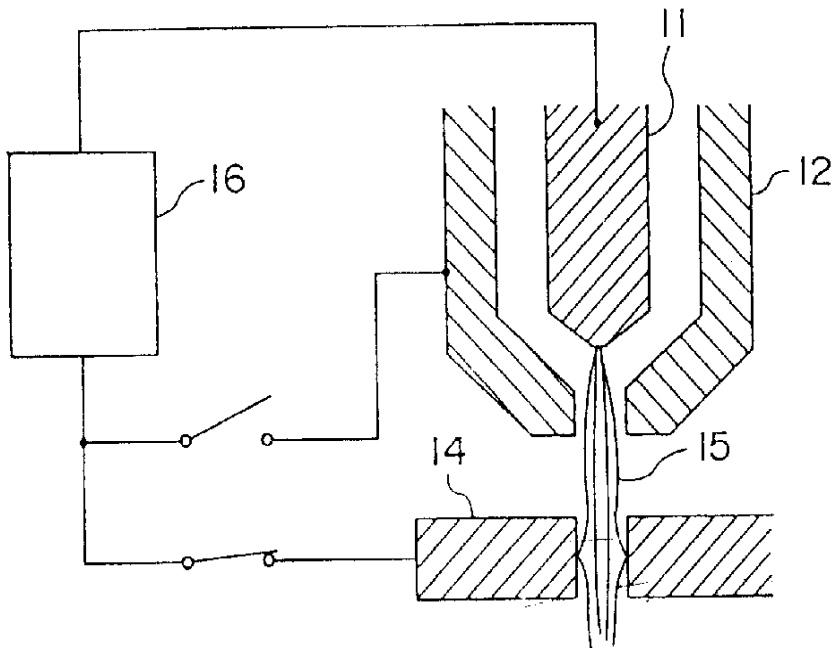


图 8

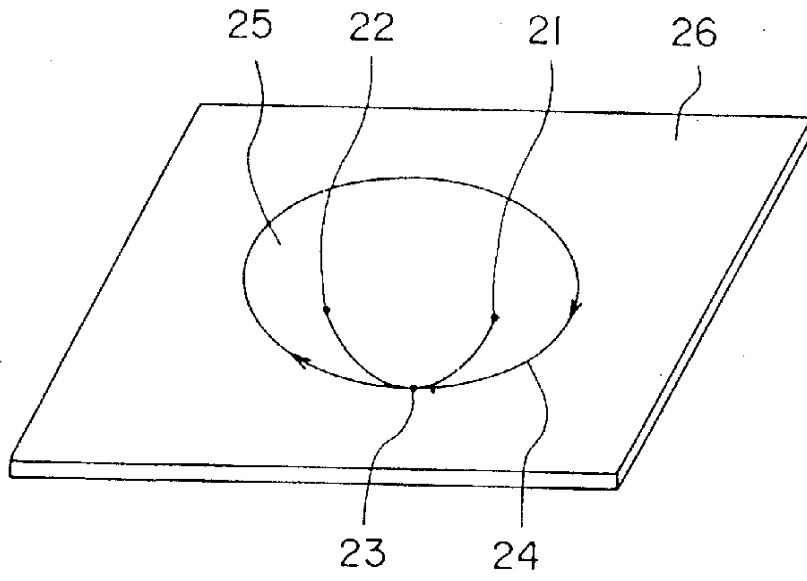


图 9

