



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 91101962.6

[51] Int.Cl⁵

B23H 1/10

[43] 公开日 1991 年 10 月 30 日

[22] 申请日 91.2.27

[30] 优先权

[32] 90.2.27 [33] US [31] 485,615

[71] 申请人 埃洛斯公司

地址 美国北卡罗莱纳州

[72] 发明人 詹姆斯·T·尼尔

小达雷尔·D·赫夫

[74] 专利代理机构 中国专利代理有限公司

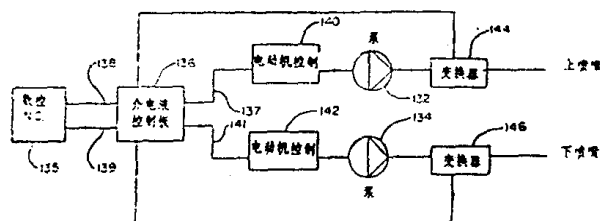
代理人 肖梅昌 王忠忠

说明书页数: 9 附图页数: 4

[54] 发明名称 火花放电机床的冲洗液流量控制系统

[57] 摘要

本发明涉及电气放电加工机床冲洗液流的一种控制系统, 它能独立地控制在上下喷嘴出口处的液流特性。该控制系统可在流量控制方式和压力控制方式下工作。在压力控制方式下工作时, 采用压力传感器来提供反馈信号。



权 利 要 求 书

1. 电蚀机床的一种控制系统，该电蚀机床具有一可移动的金属丝电蚀电极和彼此间隔一段距离的第一和第二电极导管和液体输送装置，所述第一电极导管和液体输送装置具有第一出口用以通常在第一方向上沿所述电极排液，所述第二电极导管和液体输送装置具有第二出口用以通常在第二方向上沿所述电极排液，所述控制系统包括：

第一和第二电气信号发生装置，用以根据在所述第一和第二出口处所要求的液流条件产生第一和第二电气信号，所述第一和第二电信号代表在于阈值流率时所述所需流量条件下的流率，且所述第一和第二电信号表示在高于所述阈值流率时所述所需流量条件下的压力；

第一液流输出控制装置，用以根据所述第一电气信号控制所述第一出口的液流输出，所述第一液流输出控制装置包括第一电动机装置和第一个泵，第一电动机装置用以产生第一个泵的控制信号，且响应所述第一电气信号，第一个泵则根据所述第一个泵的控制信号提供所述第一出口处所要求的所述液流条件；和

第二液流输出控制装置，用以根据所述第二电气信号控制所述第二出口的液流输出，且包括第二电动机装置和第二个泵，所述第二电动机装置用以产生第二个泵的控制信号，且响应所述第二电气信号，第二个泵根据所述第二泵控制信号提供在所述第二出口处所要求的所述液流条件。

2. 根据权利要求 1 的控制系统，其中所述第一和第二个泵为变容泵。

3. 根据权利要求 2 的控制系统，其中所述第一和第二个泵在 300 磅/平方英寸的压力下工作。

4. 根据权利要求 1 的控制系统，其中各所述第一和第二电动机装置包括一直流电动机控制装置。

5. 根据权利要求 1 的控制系统，其中各所述第一和第二电动机装置包括一交流电动机控制装置和倒相器。

6. 根据权利要求 1 的控制系统，该控制系统包括选择装置，在多种操作方式中为响应表示预定流率的所述第一和第二电气信号的其中一个信号而操纵所述第一和第二液流输出控制装置，所述操作方式包括液体压力控制方式和液体流率控制方式。

7. 根据权利要求 1 的控制系统，它包括：

第一变换装置，用以产生表示在所述第一出口处的压力的第三电气信号；和

第二变换装置，用以产生表示在所述第二出口处的压力的第四电气信号，所述第一和第二泵控制信号根据所述第三和第四电气信号而变化。

8. 电蚀机床的一种控制系统，该电蚀机床具有一可移动的金属丝电蚀电极和彼此间隔一段距离的第一和第二电极导管和液体输送装置，所述第一电极导管和液体输送装置具有第一出口用以在通常是沿所述电极的第一方向排液，所述第二电极导管和液体输送装置具有第二出口用以在通常沿所述电极的第二方向排液，所述控制系统包括：

第一电气信号发生装置，用以根据在所述第一出口处所要求的液流条件产生第一电气信号；

第二电气信号发生装置，用以根据在所述第二出口处所要求的液流条件产生第二电气信号；

第一液流输出控制装置，用以根据所述第一电气信号控制所述第一出口的液流输出；

第二液流输出控制装置，用以根据所述第二电气信号控制所述第二

出口的液流输出；和

选择装置，在多种操作方式中为响应所述表示预定流量的第一和第二电气信号的其中一个信号而操纵所述第一和第二液流输出控制装置，所述操作方式包括液体压力控制方式和液体流率控制方式；

所述选择装置在所述所要求的高于阈值流率的液流条件下以所述液体压力控制方式工作，且所述选择装置在所述所要求的低于阈值流率的液流条件下以所述液体流率控制方式工作。

9. 根据权利要求 8 的控制系统，其中各所述第一和第二电气信号表示在所述液体流量控制方式下工作的过程中的流率；且

各所述第一和第二电气信号表示在所述压力控制方式下工作的过程中的液体压力。

10. 根据权利要求 9 的控制系统，其中所述第一液流输出控制装置包括第一电动机装置和第一个泵，所述第一电动机装置用以产生第一泵控制信号，且响应所述第一电气信号，所述第一个泵根据所述第一泵控制信号提供在所述第一出口处的液流条件；

所述第二液流输出控制装置包括第二电动机装置和第二个泵，所述第二电动机装置用以产生第二泵控制信号，且响应所述第二电气信号，所述第二个泵根据所述第二泵控制信号提供在所述第二出口处所要求的液流条件；和

第一变换装置，用以产生表示在所述第一出口处的压力的第三电气信号；和

第二变换装置，用以产生表示在所述第二出口处的压力的第四电气信号，所述第一和第二泵信号根据所述第三和第四电气信号而变化。

火花放电机床的冲洗液流量控制系统

本发明涉及火花放电电蚀机床。更具体地说, 本发明涉及一种控制系统和液体供应设备, 用以调节电气放电加工(EDM) 设备工作时流经金属丝与工件之间的冲洗液的压力和流量, 并用以进行高压冲洗以提高加工性能。

火花放电、电蚀或电气放电加工(EDM) 设备是利用受控的电气放电或电火花切削或电蚀导电工件的。 切削是借助于作为电极的金属丝与作为反电极的工作之间的高频电气放电进行的。往金属丝与工间之间叫做加工间隙或加工区的间隙两端加适当的电压脉冲; 往加工间隙加介电液, (这通常是去离子水或油) 当加工间隙两端的电压变得足够高时, 介电液就沿金属丝在某一点上电离, 金属丝与工件之间产生电击穿, 形成瞬时强劲的导电通路。强大的能量集中在局部部位, 使一些金属不连续地从工件上蚀除掉。令工件对金属丝作相对运动就可以在工件中进行复杂而精确的切削操作。为使工件达到所要求的轮廓, 通常采用数字控制系统调节工件的运动。有关EDM 机床加工过程的控制手法和有关的数字控制系统见专利权授予Buhler的美国专利4,533,811。

在EDM 机床的许多应用中, 重要的一点是使切削高度精密、准确。电介质通过冲洗作用在加工区循环流通。随着切削过程的进行, 介电液中的离子或电离量增加。换句话说, 去离子水或冲洗液为电蚀生成物所污染时其导电率增高。因此为使冲洗液保持在正常的导电率范围就要定期对冲洗液作过滤和作去离子处理, 否则导电率提高会使切削宽度不规则, 并会超过所要求的精度容差。

借助起冲洗作用的连续不断的液流可以冲洗掉加工区中因加工操作产生的受污染和离子化的液体，为此需要提供补充的去离子水源，供以后的切削加工之用。冲洗还起冷却载流金属丝的作用，从而减少金属丝因电流诱发出来的热量而断裂的可能性。

在现有技术的冲洗系统中，冲洗液流历来是由单台多级离心泵提供，分两路将冲洗液加到上下冲洗喷嘴中的。由于缺乏泵的工作转速与压力或液流输出之间的相互关系，现有技术中这类泵的自动控制一直是有点流于随机性质的。此外，要给上下喷嘴按要求提供不同流量的液流，机床操作员必须手动控制安置在上下喷嘴供液管线上的阀门。

本发明总的目的是提供电气放电加工设备的一种经改进的冲洗系统，提供一种经改进的冲洗液流量控制系统，并提高冲洗液的压力，以提高加工性能。

按照本发明的一个方面，本发明提供的是EDM机床的一种冲洗液控制系统，该机床具有第一和第二液体出口或金属丝导孔和冲洗装置，该控制系统包括可任意控制第一和第二出口处冲洗液液流特性的装置。这个独立地控制第一和第二出口处液流的装置包括信号发生装置，该信号发生装置产生表示第一喷嘴处所要求的液流特性的第一信号和表示第二喷嘴处所要求的液流特性的第二信号。该控制系统包括分别由第一和第二电动机驱动的第一个泵和第二个泵。两台泵分别根据第一和第二信号进行控制，使其以已知和明确的方式提供与电动机转速有关的流量输出。两台泵电动机系控制得使所收到的信号值与泵工作转速之间形成一一对应的关系。这样，冲洗液的流量由数字控制所产生的信号控制。第一和第二个泵最好是泵转速与输出流量之间有固定关系的变容泵。

将经过独立地控制的液流加到第一和第二喷嘴就可以使控制系统完全自动化，因而操作工就无需调节液流特性。这样就可以使冲洗系统在控制系统处于程序控制状态时无需手动控制。

本发明的一个重要特点是，泵的输出能控制得使流经加工间隙的流率与EDM 机床工作条件所要求的流率相对应。因此泵的选择对本发明是相当重要的。变容泵，其流率可由驱动泵所使用的电动机的转速直接控制，因此在本发明的操作中非常适用。

按照本发明的第二方面，从第一和第二喷嘴出来的冲洗液的流率是根据EDM 机床的工作方式进行控制的。控制系统是按两种控制手法工作的：压力控制手法或方式和流量控制手法或方式。不采用计量装置测定冲洗液的实际流率时，流率控制方式开环控制。压力控制方式可以开环控制，也可以闭环控制，这取决于是否采用压力变换器来测定个别回路中冲洗液的实际压力。控制系统工作时控制低流率的液流，并控制高流率的压力。因此数字控制所产生的信号表示低流量时所要求的流率和高流率时的压力。

不同的控制手法可用于EDM 机床不同的工作条件。举例说，粗切削操作时其目的是在保证切削精度的前提及在机床高速操作情况下除去工件上的金属。进行这种操作时，冲洗装置靠近工件，这时为了清除加工间隙中电蚀出来的金属颗粒，要求冲洗液具有较高的压力。除加工间隙的宽度方向外，工件几乎完全把喷嘴口覆盖住。喷嘴口的覆盖对液流是一个阻力。这使液流中产生反压，在靠近泵的上游可以感测出这个反压。因此在这种液流的情况下可采用以压力控制为主的控制手法。

相反，在刮削操作的过程中，其目的是除去微薄的金属层使成品达到精确的尺寸。液流在刮削或完工切削过程中遇到的阻力非常小，而且工件只盖住一部分喷嘴口，因此液流中产生的反压非常小。所以在这种液流情况下可采用以流量控制为主的控制手法，无需反馈压力测定值。

为更加全面地理解本发明，现在应参看附图中详加举例说明并仅以举例的方式加以介绍的实施例。

图 1 是适宜与本发明的控制系统配用的EDM 机床的一部分的示意

图，图中示出了上下电极引线和冲洗装置。

图 2 是金属丝上导孔和冲洗装置的剖面图，示出了金属丝和工件的位置。

图 3 是金属丝下导孔和冲洗装置的剖面图，示出了金属丝和工件的位置和液流的一般方向。

图 4 是图 1 机床的控制系统的原理图，图中包括了冲洗液去离子或再生系统。

图 5 是说明本发明的控制系统的方框图。

本发明的控制系统调节 EDM 机床中介电液的流量，它可用于大多数 EDM 机床。图 1 以图说明总编号为 10 的 EDM 机床。EDM 机床 10 有一个金属丝电极 12 在上滑轮 14 与下滑轮 16 之间保持紧张状态。上导臂 22 和下导臂 24 上分别附有金属丝上导孔和冲洗装置 18 以及金属丝下导孔和冲洗装置 20，用以操纵金属丝电极 12 使其切入工件 26 中。图 2 示出了工件 26。分别固定在上下导孔和冲洗装置 18、20 上的上喷嘴部分 28 和下喷嘴部分 30 形成出口部分，介电液 32 即通过该出口部分沿金属丝电极 12 流动。图 2 和 3 示出了金属丝 12 在上下导孔和冲洗装置 18、20 中的大致位置。图 3 示出了冲洗液从下导孔冲洗装置 20 排出的一般方向。

如图 2 所示，金属丝上导孔和冲洗装置 18 在粗加工操作的过程中一般是靠近工件安置的。粗加工是对工件进行的初始加工，这是在金属丝几乎全为工件所包围的情况下进行的。

刮削或完工切削操作时，金属丝上导孔和冲洗装置 18 的喷嘴 28 通常是退离工件一短距离。刮削是沿工件边缘进行的最后切削，其目的是修整工件使其达到所要求的容差。在刮削过程中，工件只包围金属丝的一部分。

从喷嘴 28、30 喷出的液流通常平行于金属丝且与金属丝共轴线。冲洗液通过冲洗软管 32 加到上导孔和冲洗装置 18 中，如图 1 所示。冲洗液

充满上导孔和冲洗装置的管道33中。管道33包括通道35、36和导管37，通道35和36形成连续的锥形件。有少量的冲洗液从导管37沿金属丝流向出口39。冲洗液如此沿金属丝12流动就将金属丝和金属丝导孔（图中未示出）冷却下来。计量销41对液流起限定作用，使其流入导管37中。当然从上喷嘴28流出的冲洗液大部分从通道35、36通过。

间隙箱（图中未示出）与金属丝电极形成电连接，以便将切屑排除。从图2中可以看到电接触器43与金属丝12接触。通过冲洗管32流向喷嘴28的液流由图4和5中更详细示出的控制系统调节。

图3示出了金属丝下导孔和冲洗装置20的细节。冲洗液充满下导孔冲洗装置的管道45。与上导孔和冲洗装置一样，下导孔和冲洗装置的管道45包括通道47、48和导管49，通道47和48形成连续的锥形件。计量销51对冲洗液流起限制作用使其流入导管49中。可以看到电气接触器52与金属丝12接触。冲洗液还起冷却金属丝的作用。

从图1整个EDM机床10的一部分中可以看到上导孔和冲洗装置架18和下导孔和冲洗装置20，连同金属丝12。上导臂22借助于u-v轴线装置54沿u-v轴线移动。u-v轴线装置是上托架装置56的一部分。

u-v轴线装置使上导孔和冲洗装置18可以在u和v的水平轴线上移动。同样，下导臂24工作时系连接得使下导孔和冲洗装置20可以在x和y的水平轴线上移动。金属丝12水平进给，然后沿上托架装置56垂直进给。上托架装置56和下导臂还包括未在图中示出的部分。

图4以示意图说明系统控制沿金属丝电极12流动的冲洗液的各种部件之间的关系以及冲洗液再生系统。收集流经加工区的冲洗液32的蓄液罐100有一个“净”水区102和一个“脏”水区104。“净”水区102装未经污染的去离子水，去离了水的导电率适用于火花放电和切削。“净”水用以冲洗工件和冷却机床电动机。用过的冲洗液通过工件后回到蓄液罐100的“脏”水区104，并从“脏”水区泵送到净化回路

106 中，然后返回到“净”水区102。蓄液罐100 有一个第一低液位开关108 用以指示蓄液罐100 “净”水区102 中的“净”水低水位，和一个第二低液位开关110，用以指示蓄液罐100 “脏”水区104 的“脏”水低水位。“脏”水区还有一个高液位开关114，用以指示“脏”水的高水位。

冲洗液32 以射流的形式排入加工区中。从工作区流出的冲洗液经收集后借助于图中所示的管线105 返回到脏水槽104 中。为电蚀出的金属颗粒所污染和部分电离的冲洗液由过滤泵109 通过一系列过滤器111 送回到净水槽102。不再含有电蚀出的金属颗粒的干净冲洗液从净水槽102 排到管线126 中。管线126 分支形成管线128 和130，该两支管将冲洗液送到第一冲洗泵132 和第二冲洗泵134 中。第一冲洗泵132 和第二冲洗泵134 将冲洗液分别加到上冲洗喷嘴28 和下冲洗喷嘴30 中。冲洗液以射流的形式传送，以便冲洗加工区。

冷却水泵122 将水从蓄液罐100 一侧的“净”水区泵送到机床的诸电动机上，以便冷却电动机。冲洗液到达电动机之前先经过导电率传感器124。此导电率传感器124 连续监控冲洗液的导电率，以确定导电率或电离情况是否在适当的要求范围内。导电率传感器启动净化或去离子回路115，使该回路工作；该回路包括使水在回路中循环的去离子泵118 和减小水的电离程度的树脂瓶120。当导电率高于一定水平时，去离子泵118 把水经由树脂瓶120 泵送以降低导电率。树脂瓶120 装有合成树脂，水或冲洗液即在该合成树脂上通过，由合成树脂将正离子和负离子从水中分离出来。导电率低于所要求的水平时，去离子泵就关断，于是水就不再流经去离子回路115。这样，蓄液罐“净”水区中水的导电率就可以保持在确保切削轮廓恒定所需要的水平。冲洗液通过管线127 从诸电动机返回到“净”水区。

从蓄液罐100 的“净”区出来的水也从蓄液罐100 出来流入管线

126 中。管线126 分支成管线128 和130 , 由这两个管线分别将水送到第一冲洗泵132 和第二冲洗泵134 中。第一和第二冲洗泵132 和134 分别把水加到上喷嘴和下喷嘴中。第一和第二冲洗泵132 、134 由介电液控制板136 控制。该控制板接收输入线138 、139 上的信号, 然后根据所收到的信号调节第一和第二冲洗泵132 、134 的输出。

线路138 、139 上的信号在操作工控制板135 或数控系统产生, 这视乎EDM 机床是处于手动控制状态抑或处于程序控制状态而定。手动操作时, 操作工大部分凭经验确定冲洗液满足不同的操作要求流过工件所需要的流率。通常开始时先进行手动操作确定所要求的操作特性, 这个操作特性一经确定下来就可以编制操作程序, 从而可以为所要求的切削轮廓自动确定液流通过上下喷嘴28和30的液流特性。

该对金属丝导孔和冲洗装置18、20使液流从工件的上方和下方流过, 以便改善流过加工间隙的液流, 从而确保切屑按所要求的速率除去。通过上喷嘴28和下喷嘴30的液流系个别加以调节使其抵消重力对流过下喷嘴的液流的作用, 并使操作可以在不同喷嘴下用不同的液流特性的较好方式有效地操作。举例说, 刮削和进削时, 工件对液流的阻力极小, 这时令液流只通过一个喷嘴(通常是上喷嘴)就够了。但也可以令下喷嘴30中有很小的液流流过, 这样做有好处。只由一台泵以同样的流率供应两个喷嘴时(一般现有技术的液流控制系统就是这样), 不是两喷嘴处的流量相同从而效率有所下降, 就是要通过位于供应管线上的阀门去手动调节各喷嘴的液流。后一种选择即使EDM 机床是在程序操作过程中也需要进行手动调节。

有了本发明的操作系统(如图5的方框图所示)就可以对根据线路138 、139 从N.C.(数字控制)135 收到的信号工作的介电液控制板136 独立地进行控制。介电液控制板136 通过线路137 把第一信号加到调节第一冲洗泵132 的直流电动机控制板140 上, 并把第二信号通过线

路141 加到控制第二冲洗泵134 的第二直流电动机控制板142 上。操作工控制板或数字控制系统135 在线路138 、139 上提供输入信号, 该输入信号使流过上下喷嘴的液流达到使EDM 机床高效工作所需要的流率。

介电液控制板136 根据在线路138 、139 上所收到的信号给各直流电动机控制板140 、142 提供16比特的输入。 各直流电动机控制板140 、142 给它所控制的冲洗泵提供0-10伏范围的模拟电压输出。泵的电动机以0-1800转/分的转速运转; 转速高于60转/分时, 电动机与输入电压成线性关系运行。变容泵的输出流量与电动机的转速成线性关系。因此变容泵的液流是根据获自介电液控制板的信号驱动的。可以用交流电动机控制板和倒相器来代替直流电动机控制板。

冲洗泵132 、134 为流量波动量约5%的变容泵, 可购自Wanner公司。这种泵可以围绕和沿着金属丝电极12 的长度方向上形成稳定的冲洗液流。也可以采用其它具有适当的流量波动特性和一套转速与流量输出之间的关系的变容泵。

采用变容泵不仅流量输出可靠, 而且还具有其它优点。变容泵比一般离心泵的耐压能力高。由于要把切屑以快得足以使EDM 机床高速操作所需要的速度除去是需要高压力的, 因而采用变容泵比一般泵更能提高操作速度。这个系统理想工作的压力达300 磅/平方英寸, 但可以采用高达1000磅/平方英寸的压力。在改进诸如火花产生区之类的部位的前提下, 设置变容泵还可以进一步提高操作速度。

根据本发明的另一个特点, 本发明的控制系统是按两种手法, 即压力控制手法和流量控制手法中的一种手法进行控制的, 流量控制手法或方式最好用在0-3/4 加仑/分范围的低流量。压力控制手法或方式最好用在大于3/4 加仑/分的流量。流量控制用在诸如工件对液流的阻力极小的修整加工和开始切削因而最好采用低流量操作方式的场合。在其它大多数操作过程中则采用压力控制手法。这种操作的另一个特点是, 线

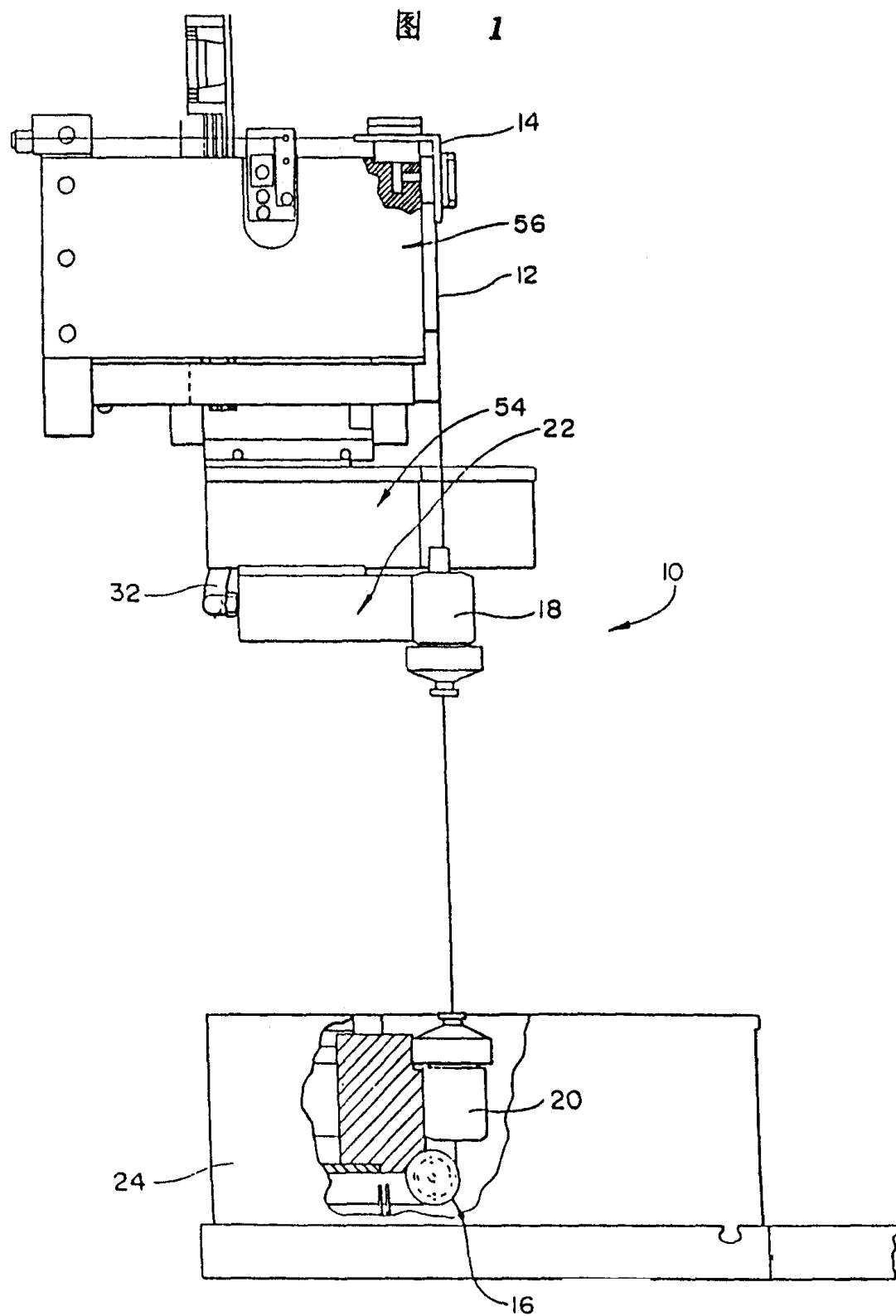
路138、139上的信号表示流率低于其阈值时的流率，并表示流率高于其阈值时的压力。当然必要时该阈值可以不用3/4加仑级而改用其它阈值。数字控制器135中设有切换装置用以选择流量控制或压力控制方式。

本实施例的流率控制方式根据输入到冲洗泵的信号与产生的输出之间的关系开环控制。

在所举的实施例中，压力控制方式是闭环控制的。介电液控制板接收来自第一和第二压力变换器144、146以及来自数字控制回路135或操作工控制板在线路138、139上的信号。从压力变换器144、146读出的读数值馈到介电液控制板136上。介电液控制板136接收来自压力变换器的信号，产生第一和第二个泵的实际压力输出，并接收线路138和139上的信号，产生所要求的泵输出压力，同时还给直流电动机控制板140、142提供输出信号，以便根据所要求流量与实际流量之间的压力差值控制第一和第二冲洗泵132、134的输出。压力变换器144和146可任意选用，但最好还是在泵与喷嘴之间大约中间的位置设这些压力变换器并屏蔽它们使它们免受机床电气噪音的干扰。在泵电动机转速与压力输出之间的关系稳定的系统中可以取消闭环部件，包括压力变换器144-146在内。

本发明的控制系统能独立地自动控制EDM机床来自一对喷嘴沿金属丝电极流动的液流。冲洗液的压力或流率可通过从EDM操作系统接收到的信号进行调节。本系统使流率可由流率或压力根据EDM机床的操作条件进行调节。当EDM机床处于程序控制状态时，它可以通过获自机床的仿形控制系统的信号进行完全自动地控制。

这里举例说明了本发明的一个最佳实施例，不言而喻，本发明当然并不局限于这个实施例。熟悉本发明技术领域的人士，特别是考虑到上述教导时，可以对应用本发明原理的其它实施例进行修改。



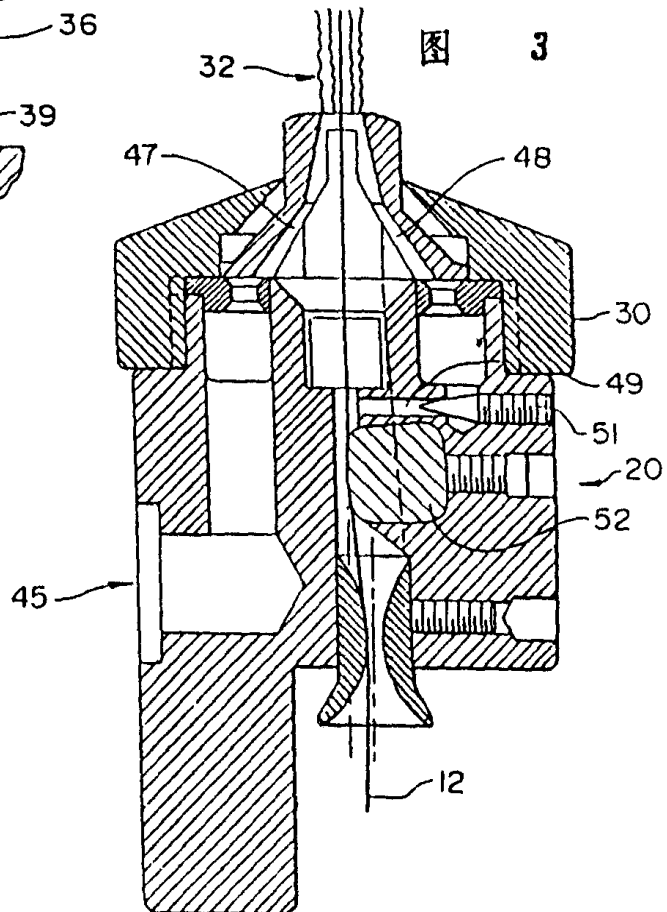
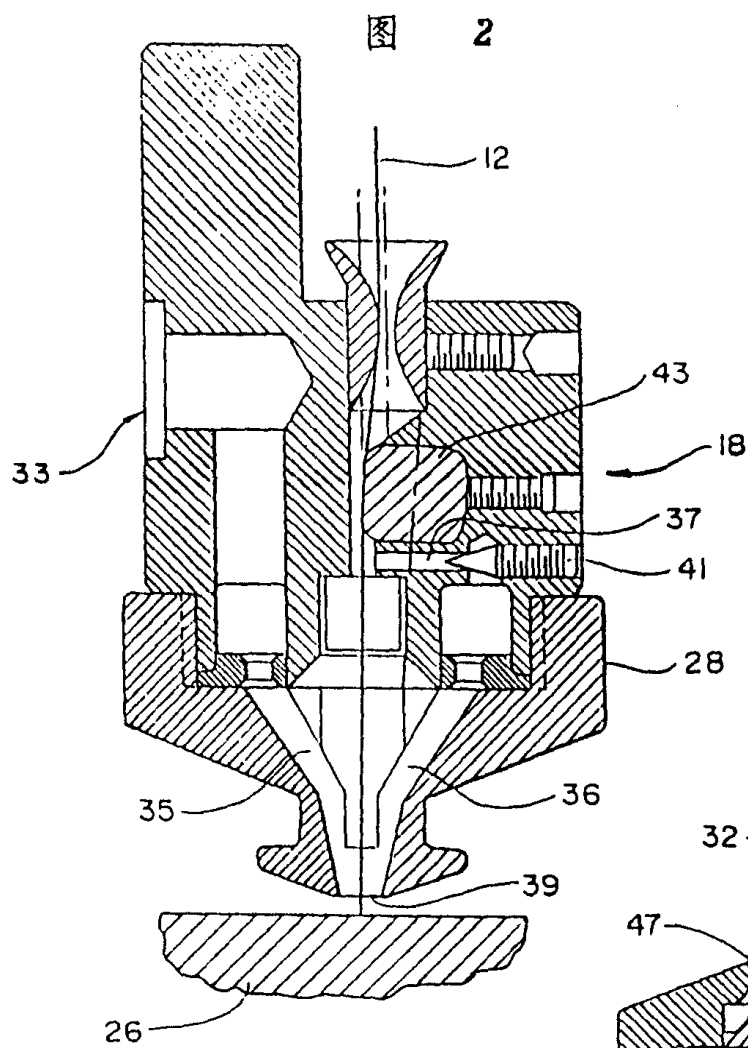


图 5

