

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

F04B 13/00

F04B 49/06 F04B 7/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410079193.0

[43] 公开日 2005 年 3 月 9 日

[11] 公开号 CN 1590761A

[22] 申请日 1999. 11. 23

[21] 申请号 200410079193.0

分案原申请号 99815053.3

[30] 优先权

[32] 1998. 11. 23 [33] US [31] 60/109,568

[71] 申请人 米利波尔公司

地址 美国马萨诸塞

[72] 发明人 雷蒙德·A·扎加尔

罗伯特·F·麦克洛克林

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

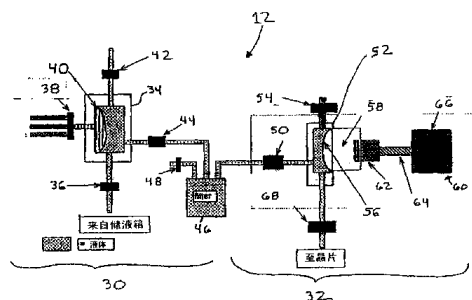
代理人 刘兴鹏

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 5 页

[54] 发明名称 用于精密泵设备的泵调节器

[57] 摘要

本发明提供了一种分配精确数量的低粘度流体的泵调节器和泵调节方法，从而避免了双重分配和颤动式分配。尤其是，泵设备中阀和电机的定时被调节以消除以上问题。



1、一种控制多级泵以分配流体的方法，该多级泵具有进给室、分配室和位于这两室之间的过滤器，所述过程包括：

一准备级，其使进给室处于平衡压力状态，其中当开启一个位于进给室中的隔离阀、关闭一位于分配室中的排泄阀并开启一位于进给室中的阻挡阀时，进给室处于平衡压力状态；

一分配级，其用于将流体分配至目标，其中当关闭隔离阀并开启排泄阀时，位于分配室中的分配泵被驱动以将流体分配至目标上，从而分配泵在排泄阀被开启之后被驱动，因此消除了流体的颤动式分配；以及

一反吸级，其用于消除流出分配室之外的多余流体，其中分配泵反转以将多余的流体抽吸回分配室，并且在多余的流体被抽吸回分配室内后，排泄阀被关闭。

2、根据权利要求1所述的方法，还包括一将流体抽吸进进给室的填充级，其特征在于，当开启进口阀，并使对进给室内的进给隔板施加真空作用时，流体被抽吸进入进给室。

3、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，进给室中多余流体的溅射被消除。

4、一种控制多级泵中若干阀的开启和关闭以及多级泵中若干电机的驱动和停止的方法，所述多级泵包括一进给室、一分配室和位于这两室之间的一过滤器，所述方法包括如下步骤：

关闭进给室中的一阻挡阀，从而增加分配室中的压力；

反转分配室中的分配电机，从而补偿分配室中的压力升高；

进一步反转分配电机，从而当分配电机被向前驱动以补偿反冲时，分配室中的压力保持为零；

打开分配室中的排泄阀；以及

在排泄阀开启之后驱动分配电机，从而使流体从分配室中被分配。

用于精密泵设备的泵调节器

本申请是申请日为1999年11月23日、申请号为99815053.3、发明名称为“用于精密泵设备的泵调节器”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

本发明涉及精密泵设备，尤其涉及一种泵调节器，其用于精确控制从精密泵设备中分配出的流体量。

背景技术

在许多场合，必须精确控制由泵设备分配的流体的流量和/或流率。例如，在半导体加工中，极其精确地控制涂敷到制成半导体器件的半导体晶片上的光致抗蚀剂等光化物质的涂敷量和涂敷速率是很重要的。在加工中，半导体晶片上的涂层通常需要在整个半导体晶片表面上具有一个平整度，其以埃为测量单位。如今的许多半导体加工工艺要求30个埃的数量级或更小。必须控制光致抗蚀剂等加工用化学物质涂敷到晶片上的速度以及由于离心力而旋转到晶片边缘的速度，以保证加工用液体被均匀地涂敷。控制光致抗蚀剂化学材料涂敷到晶片上的数量和速度以减少不必要的浪费和消耗也是至关重要的。如今应用到半导体工业上的许多光化物质不仅有毒，而且非常昂贵，通常价格高达每升1,000美元。因此，由于化学材料的费用以及处理有毒材料的难度，必需保证有足够的光致抗蚀剂被涂敷到晶片上以便

满足加工需要，同时减少过多的消耗和浪费。

对半导体加工的另一个重要的要求是每次可重复地分配一定精确控制数量的加工用化学材料的能力，这是因为化学材料数量的变化对晶片之间的一致性产生不利影响。过去，因为不能重复并且也不能精确控制所分配化学材料的数量，所以为了充分保证加工所需的数量，许多泵不得不分配比所需的液体多 50%到 100%的液体。这样就导致浪费和加工费用的增加。

传统的泵设备能够准确分配精确数量的普通流体。但是，这些传统泵设备不能精确分配低粘度、低分配率的流体，同时，传统的泵设备还会导致低粘度流体的双重分配或颤动式分配。尤其是，在控制流体分配之前的分配周期的开始阶段，少量的低粘度流体，例如几微升，可能会喷射到晶片的表面，从而导致所分配流体量的不精确。这种低粘度、低分配率流体的双重分配或颤动式分配问题是由传统泵设备中存在的各种因素造成的。例如，因为在分配之前阻挡阀的闭合，使得一些流体进入分配室并增加了分配室的压力，从而泵设备分配室的压力升高。分配室中多余的流体以及由此产生的额外压力可能导致在分配周期开始时使少量流体喷射到晶片的表面。另外，传统泵设备中调节阀运作的定时和分配系统的动力学特性，例如管道长度、管道直径和喷嘴尺寸，也会导致低粘度、低分配率流体的双重分配或颤动式分配问题。

发明内容

因此，需要提供一种低流量、低流率的化学材料分配泵设备，其

能够精确并可重复地控制由该泵设备所分配的低粘度化学材料的流量和流率，这就是本发明的目的。

根据本发明，提供了一种低分配率精密分配泵设备及其方法，它能够精确并可重复地控制低粘度流体的分配率和分配量，同时克服了传统分配泵设备和方法中的上述缺陷及其他缺陷。通过在分配周期中精确控制泵设备各个部分的操作，从而精确控制低粘度流体的分配量和/或分配率。尤其是，泵调节器可以精确控制调节阀相互之间的定时、分配电机的运动以及调节阀相对于分配电机运动的定时。根据本发明的泵调节器精确地控制泵设备，以避免传统泵设备中存在的双重分配或颤动式分配问题。

附图说明

图1是一种泵设备的方框图，其包括根据本发明的泵调节器；

图2是一种两级泵设备的方框图；

图3是分配流体的传统时序的定时图；

图4是根据本发明的分配流体的时序的定时图；以及

图5示出了根据本发明控制泵设备以分配低粘度流体的方法的流程图。

具体实施方式

本发明尤其适用于一种泵设备，其能精确地分配准确数量的低粘度流体，本发明将描述该内容。但是应当理解，根据本发明的设备和方法具有更广泛的应用，例如，还可用于精确分配其他非低粘度的流

体。

图 1 为泵设备 10 的方框图，其包括根据本发明的泵调节器。泵设备 10 包括：二级泵 12、储液箱 14 和计算机 16，它们共同运作以将精确计量的流体分配至一个晶片 18 上。为说明起见，一种粘度低于 5 厘泊 (cPs) 的低粘度流体可以每秒种大约 0.5 毫升的低流率被分配，但是本发明并不仅仅局限于分配低粘度流体或低流率流体。泵 12 是一种二级泵，因为流体的分配包括第一进给过滤级，然后是独立的第二分配级，如下所述，从而分配性能在过滤期间不会改变。泵 12 不同部分的运作可由软件应用程序 20 控制，软件应用程序 20 即一种计算机程序，它包括各种可储存在计算机 16 的存储器内并可由计算机中的一个处理器（未示出）执行的软件编码。泵的运作也可由被位于泵内的处理器执行的一种软件应用程序或软件代码集控制。执行指令以控制泵的运作的处理器的位置对于本发明并不重要。

软件应用程序 20 可以控制，例如泵内各种调节阀的启闭以及用来驱动泵的电机或致动器的运动，以便将准确数量的流体精确分配至晶片 18 上。根据本发明，由软件应用程序所执行的用来控制泵 12 分配低粘度、低流率的流体的方法将在下面参考图 5 进行描述。

为了给自身供给流体，泵 12 可将流体从储液箱 14 中抽吸到一个进给室，该进给室将如下所述。然后流体被一过滤器过滤，并进入一个如下所述的分配室。从该分配室中，流体可通过一个过滤器 22 从而即便是低粘度和低流率的流体也会以精确的数量被分配到晶片 18 上。泵 12 的实际周期将在下面参照图 3 和图 4 进行描述。现在，将

详细描述二级泵 12，以便能够更好地理解本发明。

图 2 是更详细地示出了应用本发明的二级泵 12 的方框图。尤其是，二级泵 12 包括一个进给过滤级 30 以及分配级 32。进给过滤级 30 可包括一进给室 34，当需要更多的流体时，其可通过一开启的进口阀 36 而从一个流体供应箱中抽吸流体。在分配级期间，进口阀 36 是关闭的。为了控制流体进出该进给室，进给阀 38 控制着是否将真空或正进给压力或大气压力施加到进给室中的一个进给隔板 40 上。为了将流体抽入进给室，使真空作用在隔板 40 上，这样隔板就被拉向并抵靠着进给室的壁，同时使流体进入进给室。为了使流体流出进给室，则对隔板施加进给压力。为了去除不需要的气泡，可在需要的时候开启一个通风阀 42。

一旦进给室 34 充满流体，则进口阀 36 关闭，而隔离阀 44 和阻挡阀 50 开启，从而使得流体通过过滤器 46 而流入分配级 32。一旦流体进入分配级 32，同时使进给过滤级与分配级隔离开，则隔离阀 44 和阻挡阀 50 可以被关闭。为了将不需要的空气从系统中排出或释放多余的压力，过滤器 46 可包括通风阀 48。当流体通过过滤器 46 时，不需要的杂质和类似物从流体中被过滤掉。流体然后通过阻挡阀 50 而进入泵的第二级或分配级中的分配室 52，于是泵就开始了以下将要描述的分配循环。

在分配循环中，一旦分配室中充满流体，同时阻挡阀 50 关闭，则清洗阀 54 开启，分配室 52 中的流体被分配隔板 56 推动以去除分配室 52 中流体内的气泡。为了推或拉分配隔板 56，该分配隔板可设

在分配室和装满液压流体的液压流体室 58 之间。液压流体可由一分配泵 60 进行增压或减压，分配泵 60 可包括活塞 62、导螺杆 64 和步进电机 66。为了给分配室 52 中的流体施加压力，步进电机与导螺杆接合并对液压流体增压。液压流体进而将分配隔板推至分配室 52，从而使分配室 52 中流体增压或者如果清洗阀 54 或排泄阀 68 开启时则推动流体流出分配室 52。如果排泄阀 68 是开启的，那么精确数量的流体被分配至晶片。现在，将描述分配流体的一般过程。

图3示出了控制如图2所示类型的二级泵以分配流体的传统时序的定时图。如图上部所示，分配过程包括一系列级，即例如准备级 70、分配级 72、反吸级 74、填充级 76、过滤级 78、通风级 80、清洗级 82 和静态清洗级 84 等步骤。现在将结合每一级发生后的结果而描述在以上这些不同的级中对电机和阀的一般控制。例如，在准备级中，阻挡阀和隔离阀开启而排泄阀关闭，从而使系统和进给室处于平衡压力状态以分配流体。当分配级开始时，隔离阀和阻挡阀关闭而排泄阀开启，分配泵中的电机开动。因为被分配的流体的相对的不可压缩性以及泵的“刚性”，阻挡阀的关闭使得流体流出该阀，这是因为阻挡阀的关闭使分配室中的流体增压，并因排泄阀开启而导致如上所述的通常的双重分配或颤动式分配问题。阻挡阀的关闭使得分配室中的压力增加一预定的数量，其大约为 2-3 帕斯卡。但是，实际压力的增加依赖于所使用的阻挡阀的特性。另外，因为电机在排泄阀开启的同时开动，因此可能产生不均匀的流体分配（或颤动式的分配），这是由于排泄阀开启所需的时间要比电机开动所需的时间长，从而使电

机首先推动流体通过尚未完全开启的排泄阀。这将导致少量流体的初始的“溅射”。在分配级，流体被分配至晶片上。

在分配级末期及反吸级初期，电机停止并反转或者可以开启一个外部止动/反吸阀（未示出）以将任何残留在喷嘴里的流体抽吸回分配室，从而保证在流体分配末期没有滴漏发生。当流体被抽吸回到分配室中后，排泄阀关闭，电机停止。接着在填充级期间，进口阀打开，进给隔板处于真空，从而将流体从储液箱抽吸至进给室。在过滤级开始时，进口阀关闭，隔离阀开启，进给电机施加正压力给进给室中的流体，阻挡阀开启，分配电机反转以将流体从过滤器推至分配室。一旦流体从进给室中排出，隔离阀可以被关闭。

在通风级初始阶段，隔离阀开启，阻挡阀关闭，通风阀开启，分配电机停止，对进给隔板施加压力以将气泡排出过滤器。在清洗级开始时，隔离阀关闭，进给泵不向进给室施加压力或者真空，通风阀关闭，清洗阀开启，分配泵向前移动以将气泡从分配室中去除。在静态清洗级开始时，分配电机停止，但是清洗阀仍然开启以继续将气泡从分配室中去除。在准备级开始时，隔离阀和阻挡阀开启，清洗阀关闭，从而进给泵和系统达到环境压力，泵开始分配流体。

综上所述，这种传统的分配过程遭受双重分配或颤动式分配的问题。尤其是，分配之前关闭阻挡阀会推动着流体在该阀关闭时流出该阀，从而使得分配室中的流体压力升高。因为排泄阀开启，这将导致少量不需要的流体被分配至晶片上。另外，因为电机在排泄阀开启的同时被开动，因此由于排泄阀开启的时间要比电机开动所需的好时间

要长，所以电机在开始时将推动流体通过尚未完全开启的排泄阀，从而发生流体分配的不均匀性（或分配的颤动性）。下面将描述根据本发明的解决这些问题的分配方法。

图4示出了根据本发明的流体分配方法的定时图。和上面所描述的传统分配过程相同，图4所示的分配过程有同样的级，即步骤70-84。另外，多数对阀和电机的控制与以上所述的传统方法类似，这里仅描述根据本发明的在控制阀和电机方面的改变。尤其是，为了防止不需要的双重分配或颤动式分配，该方法改变了控制阀和电机的方式。

尤其是，根据本发明，阻挡阀在分配级开始时不同于传统过程那样被关闭。而是在通风级的开始被关闭，并且在分配级期间保持关闭。这就避免了分配室中压力的突然升高，因此，流体不会因压力的突然升高而泄露出排泄阀。因为阻挡阀不会在分配级开始之前开启和关闭，而是在通风级开始时关闭，所以分配室中的压力在通风和清洗级之后升高，该多余的压力必需被释放掉。为了释放上述压力，在静态清洗级84中，分配电机反转以使活塞62倒退一预定的距离，从而补偿由于阻挡阀的关闭而导致的压力增加。作为例子，步进电机的每一步将使压力降低大约0.1帕斯卡。如果阻挡阀的关闭使得压力提高2帕斯卡，则电机将反转20步以将分配室中的压力降低2帕斯卡，从而补偿阻挡阀的关闭。然而，实际的压力下降依赖于所应用的步进电机、导螺杆和活塞的特性。由电机的每一步所导致的压力下降由位于分配室中的压力传感器所确定。根据本发明，因为在通风级期间，当

多余的压力加入分配室时排泄阀没有开启，所以没有流体“溅射”到晶片上。

电机继续反转预定的距离，以使电机在分配之前向前移动，从而将分配压力调节至零，以避免在流体分配前当电机向后移动时通常发生的后冲。尤其是，包括活塞、导螺杆和步进电机的分配泵，在分配操作之前的最后一个动作通常是向前的以避免这样一个事实，即当活塞改变方向时，发生一些反冲。这样，就避免了因阻挡阀的关闭而导致的多余压力问题。

接着在分配级 72 初期，改变排泄阀的定时和电机的开动，以避免颤动式分配问题。尤其是，阀是一种需要有限时间开启的机械器件。在另一方面，电机比排泄阀开启的要快。因此，同时开启电机和排泄阀将导致分配流体压力的升高，其随后又导致颤动式分配。为了避免这一问题，排泄阀被开启，然后间隔预定时间 T 后，再开动分配电机，从而当电机启动时，排泄阀已完全打开，这样就实现良好的分配。预定量的时间依赖于所应用的排泄阀和分配电机的特性，但是，如果排泄阀需要大约 50 毫秒打开，则预定时间可以是，例如在 50 毫秒和 75 毫秒之间，优选为 75 毫秒。该预定时间也可视为延迟时间。因此，根据本发明，分配电机不再推动流体通过一个部分开启的排泄阀，从而使得到精确控制的一定量流体被分配至晶片上。因此，根据本发明，由阻挡阀的关闭以及同时开启排泄阀和分配电机所导致的问题将被避免，以提供更加精确的流体，例如低粘度流体的分配。

综上所述，泵设备中的阀和电机由一软件应用程序控制，因此上

述分配过程的改变适用于任何二级泵设备，因为硬件不许要任何改变。因此，例如管道、管道长度、喷嘴高度或喷嘴直径改变时，根据本领域的过程能很容易适应。现在，将描述根据本发明的控制分配过程的方法。

图 5 示出了根据本发明的控制泵设备中低粘质度流体的分配方法 100 的流程图。在步骤 102 中，阻挡阀在过滤级末期关闭，从而增加了分配室中的压力。在步骤 104 中，在静态清洗级期间，分配马达反转一定的距离，以补偿由于阻挡阀的关闭而导致的压力升高。接着，在步骤 106 中，电机反转额外的距离，从而在步骤 108 中，当电机向前移动以去除反冲时，分配室中的压力仍然为零。在步骤 108 中，泵准备好以待分配。在步骤 110 中，排泄阀打开。接着在步骤 112 中，分配电机延迟预定时间后开动，流体在步骤 114 中被分配。这样方法被完成了。

根据前述结合最佳实施例所进行的描述，本技术领域的普通人员应当理解，在不背离本发明的原理和精神的前提下，对本实施例可作各种改变。

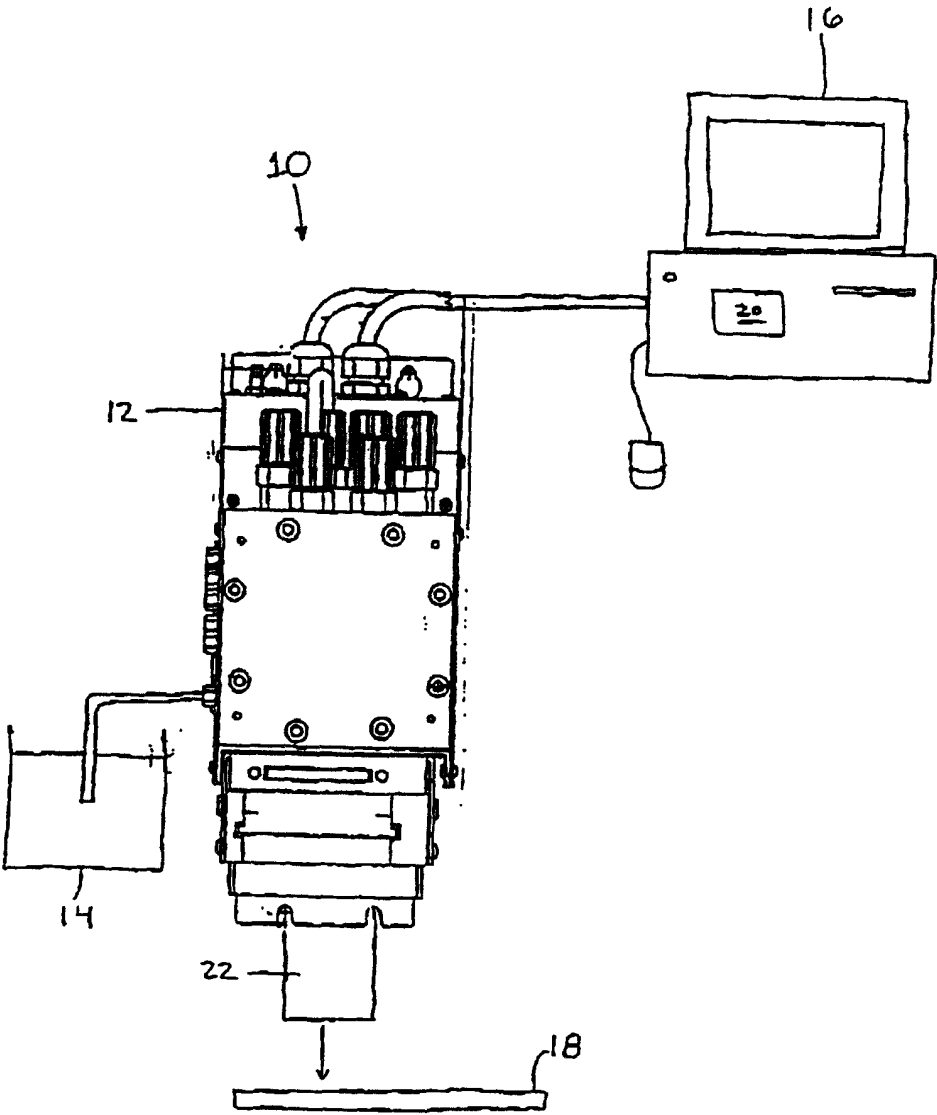


图1

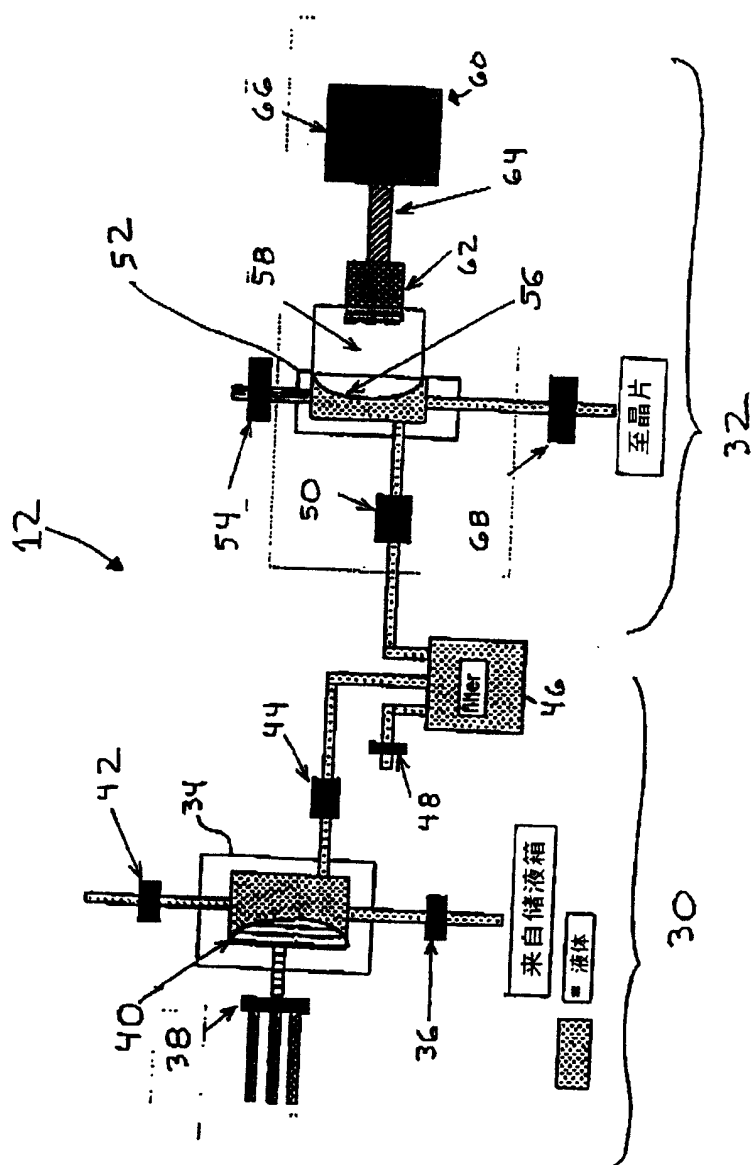


图2

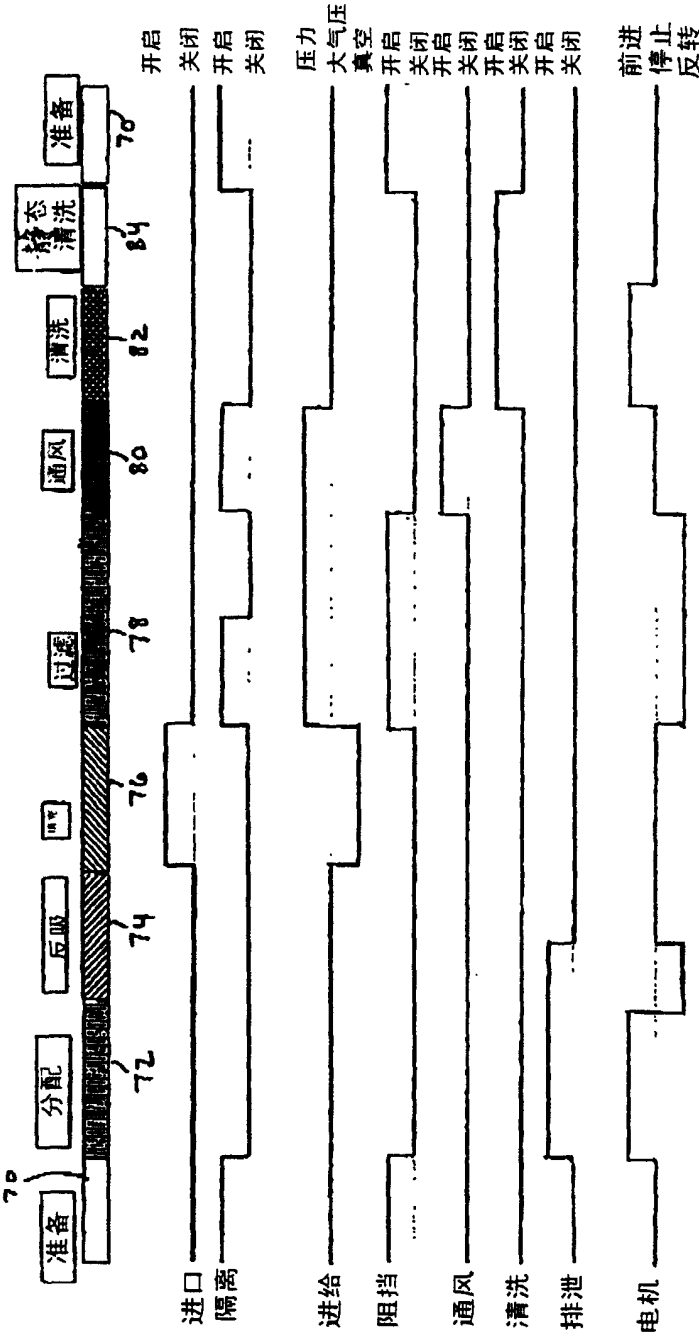


图3

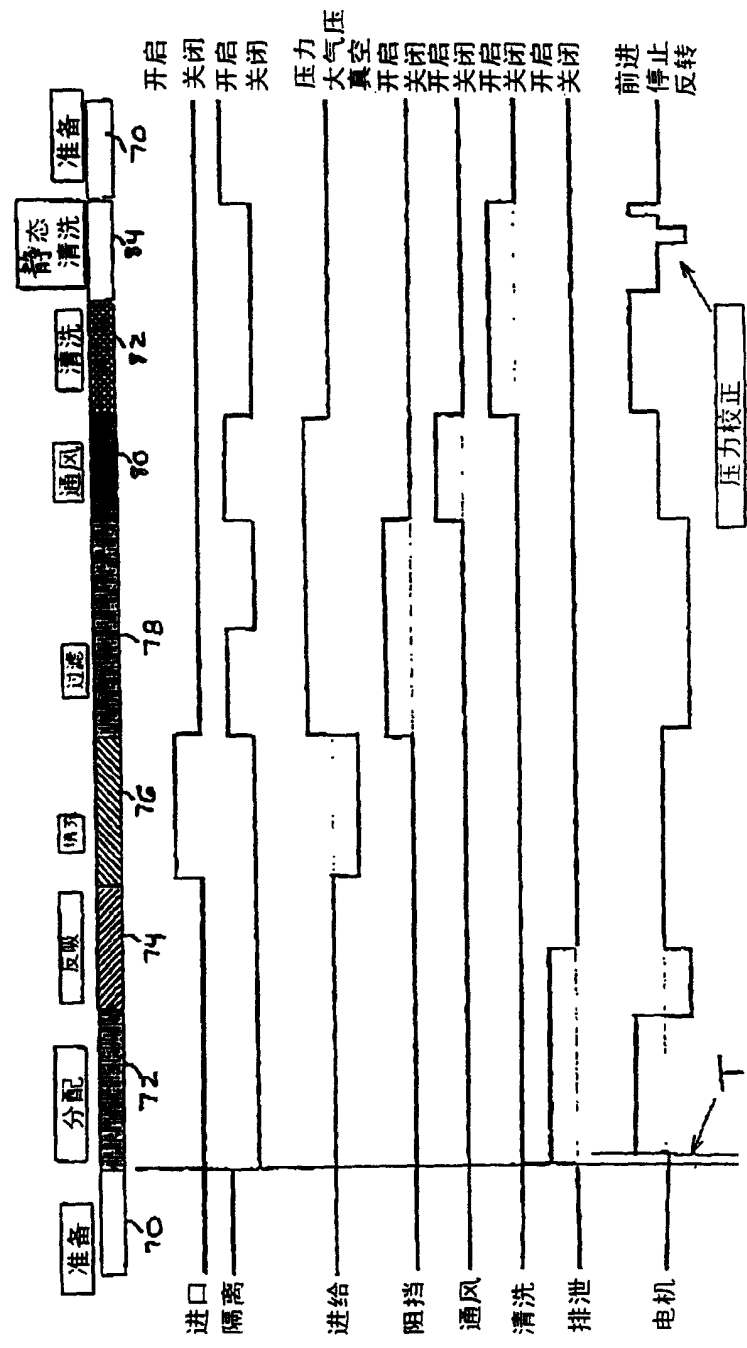


图4

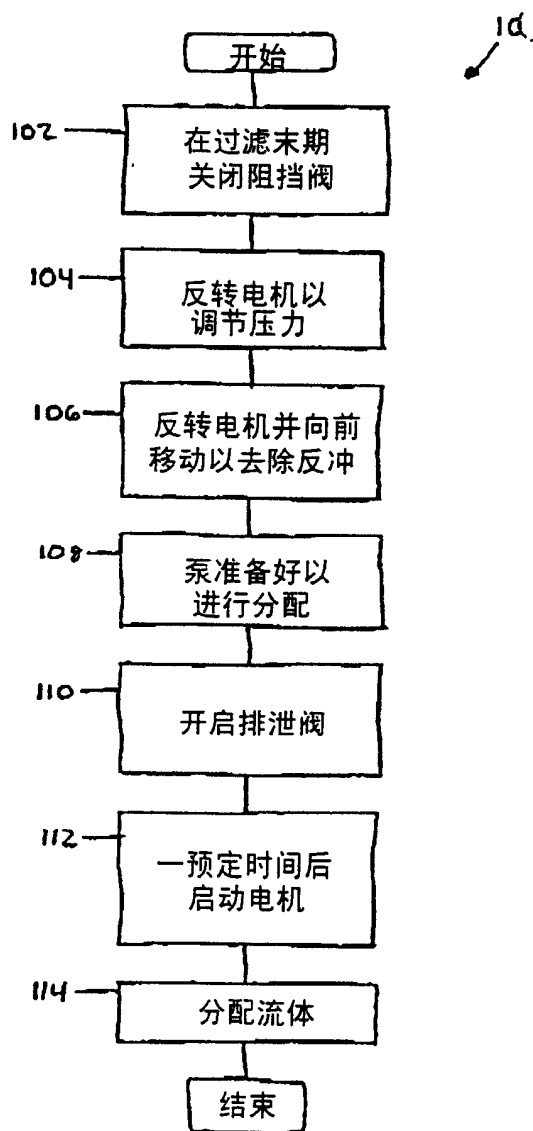


图5