



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102705209 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 30

(21) 申请号 201210151908. 3

(22) 申请日 2006. 11. 20

(30) 优先权数据

60/741, 682 2005. 12. 02 US

(62) 分案原申请数据

200680050801. 2 2006. 11. 20

(73) 专利权人 恩特格里公司

地址 美国马萨诸塞

(72) 发明人 G·戈纳拉 J·塞德罗恩

(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 11038

代理人 蒋旭荣

(51) Int. Cl.

F04B 49/00(2006. 01)

(56) 对比文件

US 6478547 B1, 2002. 11. 12,

CN 1590761 A, 2005. 03. 09,

US 2005/0238497 A1, 2005. 10. 27,

CN 1526950 A, 2004. 09. 08,

CN 1695009 A, 2005. 11. 09,

US 6203759 B1, 2001. 03. 20,

审查员 姜莉莉

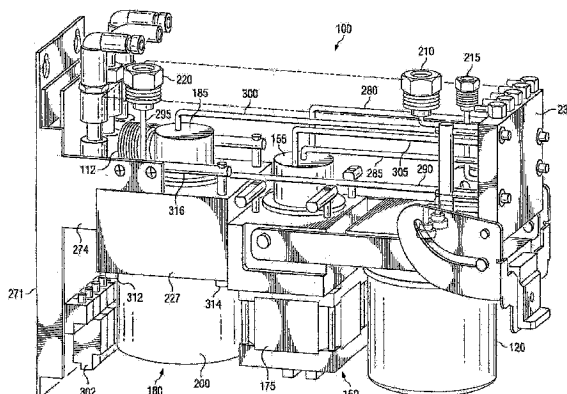
权利要求书2页 说明书20页 附图17页

(54) 发明名称

用于泵中压力补偿的系统和方法

(57) 摘要

公开了一种大体上保持在泵送组件的腔中基准压力的系统和方法。本发明的实施例用来控制马达以补偿或者解决存在于泵送设备的腔中的压力漂移。更具体地说,在基于分配腔中检测到的压力而进行分配过程之前,对分配马达控制以大体上保持在分配腔中的基准压力。在一个实施例中,在分配过程开始之前,利用一个控制回路使得其重复确定是否分配腔中的压力高于所需压力,并且倘若如此,调节泵送装置的移动以大体上保持在分配腔中的所需压力直到流体的分配过程开始。



1. 一种用于保持分配泵中压力的方法,所述分配泵具有:分配腔,所述分配腔能够操作,以接收用于分配的流体;位于分配腔中的泵送装置;以及压力传感器,所述压力传感器设置成检测分配腔中的压力,所述方法包括:

(a) 关闭位于分配腔上游的阻挡阀;

(b) 关闭位于分配腔下游的出口阀;

(c) 在控制器处接收来自压力传感器的流体压力,所述控制器连接至压力传感器和泵送装置;

其中,所述控制器包括处理器和存储器,所述存储器存储一组指令用于:

(d) 确定所述分配腔中的压力是否高于所需压力;以及

(e) 调节泵送装置的运动,从而基本保持分配腔中的所需压力;

(f) 重复步骤(c) — (e),直到流体的分配开始。

2. 如权利要求1所述的方法,其中,所述所需压力是分配压力或分配压力的一小部分。

3. 如权利要求1所述的方法,还包括:分配流体,其中,分配流体包括将所述泵送装置移动分配距离。

4. 如权利要求3所述的方法,其中,所述分配距离基于所述泵送装置的初始位置或移动所述泵送装置、从而基本上保持所需压力的距离。

5. 如权利要求3所述的方法,其中,移动所述泵送装置包括将所述分配泵的活塞移动马达增量。

6. 如权利要求1所述的方法,还包括在一时间窗口期间,使传感器不能使用,从而在所述时间窗口期间不重复步骤(c) — (e)。

7. 如权利要求1所述的方法,还包括,在重复步骤(c) — (e) 之前,发现或接到通知所述分配泵已经完成运动。

8. 一种系统,包括:

分配泵,所述分配泵包括接收用于分配的流体的分配腔、位于所述分配腔内部的泵送装置和设置成用于检测分配腔中流体压力的传感器;

位于分配泵上游的阻挡阀;

位于分配泵下游的出口阀;以及

控制器,所述控制器构造为:

(a) 关闭阻挡阀和出口阀;

(b) 从传感器接收泵送设备的分配腔中的流体压力;

(c) 确定在所述分配腔中的压力是否高于所需压力;

(d) 调节泵送装置的运动,从而基本保持分配腔中的所需压力;和

(e) 重复步骤(b) — (d),直到流体的分配开始。

9. 如权利要求8所述的系统,其中,所述所需压力是分配压力或分配压力的一小部分。

10. 如权利要求8所述的系统,其中,所述泵送装置被移动分配距离,以分配流体。

11. 如权利要求10所述的系统,其中,所述分配距离基于所述泵送装置的初始位置或移动所述泵送装置、从而基本上保持所需压力的距离。

12. 如权利要求10所述的系统,其中,移动所述泵送装置包括将所述泵送装置的活塞移动马达增量。

13. 如权利要求 8 所述的系统, 其中, 在一时间窗口期间, 使传感器不能使用, 从而在所述时间窗口期间不重复步骤 (b) — (d)。

14. 如权利要求 8 所述的系统, 还包括, 在重复步骤 (b) — (d) 之前, 控制器发现或接到通知所述分配泵已经完成运动。

用于泵中压力补偿的系统和方法

[0001] 本分案申请是基于申请号为 200680050801.2(其国际申请号为 PCT/US2006/045175)、申请日为 2006 年 11 月 20 日、发明名称为“用于泵中压力补偿的系统和方法”的中国专利申请的分案申请。

[0002] 相关申请

[0003] 本申请要求 2005 年 12 月 2 日申请的,发明者为 George Gonnella 和 James Cedrone,标题为“用于泵中压力补偿的系统和方法”的美国临时专利申请 No. 60/741,682 的优先权,用于所有目的该申请的全部内容作为参考清楚地结合在本申请中。

技术领域

[0004] 本发明通常涉及流体泵。更具体地,本发明的实施例涉及多级泵。更加具体地,本发明的实施例涉及发生在用于半导体制造的泵中压力漂移的补偿。

[0005] 发明背景

[0006] 在许多申请中,必需对泵送装置分配的流体量和/或速度精确控制。在半导体加工中,例如,重要的是控制光化学制品、诸如光阻材料的化学制品应用到半导体晶片上的数量和速度。在加工过程期间,应用于半导体晶片的涂层一般需要以埃为单位度量的该晶片的表面上的平直度。必须对加工的化学制品应用于该晶片的速度进行控制,以确保均匀地施加加工流体。

[0007] 现在使用在半导体工业中的许多光化学物质是非常昂贵的,价格为一升 \$1000。因此,优选确保使用最小但是足够量的化学制品,并且该化学制品不会被泵送装置损坏。当前,多级泵会引起在流体中尖锐的压力峰值。这种压力峰值以及随后的压降会损害流体(即,不适宜地改变该流体的物理性质)。另外,压力峰值会导致流体压力的积累,这会导致分配泵分配比计划更多的流体,或者以具有不利动态特征的方式分配该流体。

[0008] 更具体地说,当在泵送装置中产生夹带空间内,因为各种理由会发生压力漂移(相对于在封闭空间内的初始压力),所述原因诸如泵送装置的各个组件的结构。当此压力漂移发生在包含等待分配的流体的分配腔中时,其是特别不利的。因此,需要的是一种补偿在泵送装置中的压力漂移的方式。

发明概要

[0009] 用于大体上保持在泵送装置的腔中的基准压力的系统和方法被公开。本发明的实施例用来控制马达以补偿或者解决在泵送装置的腔中发生的压力漂移。更具体地说,在基于分配腔中检测的压力的分配之前,可控制分配马达来大体上保持在分配腔中的基准压力。在一个实施例中,在分配开始之前,利用控制回路使得它重复地确定在分配腔中的压力是否与所需压力不同(例如高于或者低于),并且倘若如此,对泵送装置的移动进行调节以大体上保持在分配腔中所需的压力,直到流体的分配开始为止。

[0010] 本发明的实施例提供修正压力漂移的系统和方法,其大体上消除或者减少了先前发展的泵送系统和方法的缺点。更特别地,本发明的实施例提供一种补偿压力漂移的系统

和方法,其中当多级泵不工作或者实际上在任何其它时刻时,该压力漂移存在于多级泵的分配循环的准备段中。在进入准备段之后,可监控该多级泵的分配腔内部的压力,并且通过移动分配级隔膜可对检测到的任何压力变化(例如增加或者减少)进行修正。在一个具体的实施例中,在准备段期间,闭环控制系统可监控分配腔内部的压力。如果检测到高于所需的基准压力的压力,该闭环控制系统可发送信号给分配马达,使得单个马达增量反向。以这种方式,发生在准备段期间的任何压力增加可被修正并且可大体上保持分配所需的基准压力。

[0011] 本发明的实施例提供了一个优点,该优点是通过允许在准备段期间大体上保持分配腔中的所需压力实现的,其与准备段的长度无关。

[0012] 本发明另一个实施例提供了允许精确的分配和在分配段之间分配的可重复性的优点。

[0013] 本发明的又一个实施例提供了由于精确的和可重复的分配而允许处理方法的复制(例如,具有不同基准压力的系统)的优点。

[0014] 本发明另一个实施例提供了分配段期间实现可接受的流体动力学的优点。

[0015] 当结合下面描述和附图考虑时,本发明的这些及其它的方面得到更好的理解。下面的描述虽然显示的是本发明的不同实施例和它的许多细节,是作为示例而不是限制。许多替换,改变,增加或者调整都在本发明的范围之内,并且本发明包括所有这些替换,改变,增加或者调整。

[0016] 附图的简要说明

[0017] 通过结合附图,并且参见下面描述将得到对本发明和它的优点更完全的了解,其中相同的附图标记表示相同的特征,并且其中:

[0018] 图 1 是泵送系统的一个实施例的示意图;

[0019] 图 2 是根据本发明的一个实施例的多级式泵(“多级泵”)的示意图;

[0020] 图 3A, 3B, 4A, 4C 和 4D 是多级泵的不同实施例的示意图;

[0021] 图 4B 是分配块的一个实施例的示意图;

[0022] 图 5 是用于本发明的一个实施例的阀和马达定时的示意图;

[0023] 图 6 是与泵一起使用的作用顺序的一个实施例的示例的压力分布图;

[0024] 图 7 是与泵一起使用的动作顺序的一个实施例的一部分的示例性压力分布图;

[0025] 图 8A 和 8B 是用于泵操作的不同段的阀和马达定时的一个实施例的示意图;

[0026] 图 9A 和 9B 是用于泵操作的不同段的阀和马达定时的一个实施例的示意图;

[0027] 图 10A 和 10B 是与泵一起使用的动作顺序的一个实施例的一部分的示例性压力分布图;和

[0028] 图 11 是泵送系统的一个实施例的示意图。

具体实施方式

[0029] 在附图中描述了本发明的优选实施例,其中相同的数字用来表示不同附图中相同和对应的部分。

[0030] 本发明的实施例涉及利用泵精确地分配流体的泵送系统,该泵可以是单级泵或者多级式(“多级”)泵。更特别地,本发明的实施例提供修正压力漂移的系统和方法,该压力

漂移存在于多级泵的分配循环的准备段中（例如，因为阀关闭，产生了一个夹带空间，例如在分配腔的内部产生）。在进入准备段之后，可对该多级泵的分配腔内部的压力监控，并且通过移动分配级隔膜可对检测到的任何压力变化进行修正。这种泵送系统的实施例在 2005 年 12 月 5 日申请的，发明者为 James Cedrone, George Gonnella 和 Iraj Gashgaree 的美国临时专利申请 No. 60/742, 435 中公开，该申请的全部内容作为参考结合在本申请中。

[0031] 图 1 是泵送系统 10 的一个这样的实施例的示意图。该泵送系统 10 可包括流体源 15, 泵控制器 20 和多级泵 100, 它们合作以分配流体到晶片 25 上。多级泵 100 的运行可通过泵控制器 20 控制, 其可为机载的多级泵 100 或者经由用于传送控制信号, 数据或者其他信息的一个或多个的通信链路连接到多级泵 100 上。另外, 泵控制器 20 的功能可分布在机载的控制器和另一个控制器之间。泵控制器 20 可包括包含一组控制指令 30 的计算机可读介质 27 (例如, RAM, ROM, 闪速存储器, 光盘, 磁盘驱动器或者其他计算机可读介质), 以控制多级泵 100 的操作。处理器 35 (例如, CPU, ASIC, RISC, DSP 或者其他的处理器) 可执行这些指令。处理器的一个例子是 Texas Instrument 萨斯仪器 TMS320F2812PGFA 16 位 DSP (Texas Instruments 是建立在德克萨斯州达拉斯的公司)。在图 1 的实施例中, 泵控制器 20 经由通信链路 40 和 45 与多级泵 100 通信。通信链路 40 和 45 可以是网络 (例如, 以太网, 无线网络, 全局区域网络, DeviceNet 网络或者其他在现有技术中已知或者发展的网络), 总线 (例如 SCSI 总线) 或者其他的通信链路。泵控制器 20 可以实现为机载的 PCB 板, 遥控器或者以其它适当的方式。泵控制器 20 可包括到控制器上以与多级泵 100 通信的适当界面 (例如, 网络界面, 输入 / 输出界面, 模 - 数转换器及其他组件)。另外, 泵控制器 20 包括在现有技术中已知的多种计算机元件, 包括处理器, 存储器, 界面, 显示设备, 外围设备或者其他的计算机元件, 为了简化起见未示出这些部件。泵控制器 20 可控制多级泵中不同的阀和马达, 使得多级泵精确地分配流体, 包括低粘性流体 (即, 小于 100 厘泊) 或者其他的流体。2005 年 12 月 2 日申请的, 发明者为 Cedrone 等, 标题为“用于泵的输入 / 输出接口的系统和方法”的美国专利申请 No. 60/741, 657 中, 以及发明者为 Cedrone 等, 标题为“用于对接泵控制器的输入输出系统, 方法与器件 [ENTG1810-1]”的美国专利申请中描述的输入 / 输出界面的连接器可用于连接泵控制器 20 到多种界面和制造工具上, 这些申请在此作为参考完全结合到本申请中。

[0032] 图 2 是多级泵 100 的示意图。多级泵 100 包括供给级部分 105 和单独的分配级部分 110。从流体流动的角度, 设置在供给级部分 105 和分配级部分 110 之间的是过滤器 120, 以从处理流体中过滤杂质。多个阀可控制流过多级泵 100 的流体, 这些阀包括, 例如, 入口阀 125, 隔离阀 130, 阻挡阀 135, 清洗阀 140, 通气阀 145 和出口阀 147。分配级部分 110 还包括压力传感器 112, 其确定在分配级 110 处的流体压力。由压力传感器 112 确定的压力可用于控制不同泵的速度, 如下所述。示例的压力传感器包括陶瓷和聚合物的压电 (piezoresistive) 和电容式压力传感器, 包括由德国, Korb 的 Metallux AG 制造的产品。根据一个实施例, 接触处理流体的压力传感器 112 的表面是全氟聚合物。泵 100 包括另外的压力传感器, 例如读出供给腔 155 中压力的压力传感器。

[0033] 供给级 105 和分配级 110 包括在多级泵 100 中泵送流体的滚动隔膜泵。供给 - 级泵 150 (“进给泵 150”) 例如包括收集流体的供给腔 155, 在供给腔 155 内部移动以及移动流体的供给级隔膜 160, 移动供给级隔膜 160 的活塞 165, 导螺杆 170 和步进马达 175。导

螺杆 170 通过螺母、齿轮或者其他的机构连接到步进马达 175 上,以从马达中传送能量给导螺杆 170。根据一个实施例,进给马达 170 旋转螺母,该螺母又旋转导螺杆 170,使得活塞 165 促动。分配 - 级泵 180 (“分配泵 180”) 可类似地包括分配腔 185,分配级隔膜 190,活塞 192,导螺杆 195 和分配马达 200。分配马达 200 可通过有螺纹的螺母 (例如,Torlon 或者其他材料的螺母) 驱动导螺杆 195。

[0034] 根据其他的实施例,供给级 105 和分配级 110 可以是多种的其他泵,可包括气动或者液动的泵,水力泵或者其他的泵。在 2005 年 2 月 4 日申请的,发明者为 Zagars 等,标题为“用于精确的泵送装置的泵控制器”的美国专利申请 No. 11/051,576 中描述了利用用于供给级的气动泵和步进电机驱动的液压泵的多级泵的一个例子,该申请作为参考结合在本申请中。然而,在两个级使用马达提供了一个优点,不需要液压管路,控制系统和流体,从而降低了空间和潜在的泄漏。

[0035] 进给马达 175 和分配马达 200 可以为任何适当的马达。根据一个实施例,分配马达 200 是永久磁铁的同步马达 (“PMSM”)。该 PMSM 可通过在马达 200 处,利用场定向控制 (“FOC”) 的数字信号处理器 (“DSP”) 或者现有技术中已知的其他类型的位置 / 速度控制器,机载多级泵 100 的控制器或者单独泵的控制器 (例如在图 1 中示出的) 得到控制。PMSM200 还包括用于分配马达 200 位置的实时反馈的编码器 (例如,细线旋转位置编码器)。位置传感器的利用给予活塞 192 位置的精确和可重复的控制,其导致对分配腔 185 中流体运动的精确和可重复的控制。例如,利用 2000 线编码器,其根据一个实施例向 DSP 发送 8000 脉冲,可能以 0.045 的旋转度精确地测量和控制。此外,PMSM 可在很小或没有振动的情况下低速运行。进给马达 175 还可以是 PMSM 或者步进马达。还应该指出的是进给泵包括初始传感器,以显示何时进给泵处于它的原始位置。

[0036] 图 3A 是用于多级泵 100 的泵组件的一个实施例的示意图。多级泵 100 包括分配块 205,其限定了通过多级泵 100 的多个流体流动路线和至少部分限定了供给腔 155 和分配腔 185。根据一个实施例,分配泵块 205 可以为 PTFE,改性 PTFE 或者其他材料的整体块。因为这些材料不与或者很少与许多处理流体反应,这些材料的利用使得流体通道和泵室能够在最少的附加硬件的情况下直接加工入分配块 205 中。从而,通过提供集成的流体歧管,分配块 205 降低了对管道的需要。

[0037] 分配块 205 包括不同的外部入口和出口,它们例如包括,通过其接收流体的入口 210,在排出段期间排出流体的排出口 215,和在分配段期间通过其分配流体的分配出口 220。在图 3A 的例子中,分配块 205 不包括外部净化出口,这是因为净化流体返回到供给腔中 (如图 4A 和 4B 所示)。然而,在本发明的其它实施例中,流体可在外部净化。2005 年 12 月 2 日申请的发明者为 Iraj Gashgaei 的,标题为“O 形环较低断面的配件和组件”的美国临时专利申请 No. 60/741,667,其作为参考充分结合在此,描述了配件的一个实施例,其可被利用来连接分配块 205 的外部入口和出口到流体管路上。

[0038] 分配块 205 将流体输送给供给泵,分配泵和过滤器 120。泵盖 225 可以防止进给马达 175 和分配马达 200 受到伤害,而活塞外壳 227 可对活塞 165 和活塞 192 提供保护并且根据本发明的一个实施例,该活塞外壳 227 由聚乙烯或者其他的聚合物形成。阀板 230 提供用于阀系统 (例如,图 2 的入口阀 125,隔离阀 130,阻挡阀 135,清洗阀 140 和通气阀 145) 的阀壳体,其可构造成引导流体流动到多级泵 100 的不同部件。根据一个实施例,入口

阀 125, 隔离阀 130, 阻挡阀 135, 清洗阀 140 和通气阀 145 中的每一个至少部分集成到阀板 230 中并且是隔膜阀, 其根据是否压力或者真空是否施加到相应隔膜上开启或者关闭。在其它的实施例中, 一些阀可能在分配块 205 的外部或者设置在另外的阀板中。根据一个实施例, PTFE 片夹在阀板 230 和分配块 205 之间以形成不同阀的隔膜。阀板 230 包括用于每个阀的阀门控制入口, 以将压力或者真空施加到相应的隔膜上。例如, 入口 235 对应于阻挡阀 135, 入口 240 对应于清洗阀 140, 入口 245 对应于隔离阀 130, 入口 250 对应于通气阀 145 和入口 255 对应于入口阀 125 (在这种情况下, 出口阀 147 是在外部)。通过有选择性地压力或者真空施加到入口上, 打开和关闭相应的阀。

[0039] 经由阀门控制供给管路 260 提供给阀板 230 阀门控制气体和真空, 该管路从阀门控制歧管 (在顶盖 263 或者外壳盖 225 下面的区域中) 流出, 通过分配块 205 到阀板 230 上。阀门控制气体供给入口 265 提供压缩气体到阀门控制歧管上, 并且真空入口 270 提供真空 (或者低气压) 到该阀门控制歧管中。该阀门控制歧管起三通阀的作用, 以经由供给管路 260 将压缩气体或者真空供给到阀板 230 的适当的入口中, 以促动相应的阀。在一个实施例中, 利用了发明者为 Gashgae 等, 标题为“固定容积的阀门系统” (ENTG 1770-1) 的美国专利申请中描述的阀板, 其降低阀的滞留体积, 消除真空波动产生的体积变化, 降低真空要求并且减少阀隔膜上的应力, 该申请的全部内容结合在此, 作为参考。

[0040] 图 3B 是多级泵 100 的另一个实施例的示意图。在图 3B 所示的许多特征与结合上述图 3A 描述的特征类似。然而, 图 3B 的实施例包括防止液滴进入多级泵 100 的外壳的电子仪器的区域中的多个特征。例如, 当操作者连接或者断开来自入口 210、出口 215 或者通风孔 220 的管时会产生液滴。该防滴漏的特征构造成防止潜在的有害化学物品液滴进入该泵中, 特别是电子仪器腔中, 并且不需要该泵是“防水的” (例如, 可浸没在流体中而不会发生泄漏)。根据其他的实施例, 该泵可以充分密封。

[0041] 根据一个实施例, 分配块 205 可包括从遇到顶盖 263 的分配块 205 的边缘向外突出的垂直凸缘或者唇缘 272。根据一个实施例, 在顶部边缘上, 顶盖 263 的顶部与唇缘 272 的顶面齐平。这会导致分配块 205 和顶盖 263 的顶部分界面附近的液滴流动到分配块 205 上, 而不是通过该分界面。然而, 在该侧上, 顶盖 263 与唇缘 272 的基底齐平或者相反地从唇缘 272 的外表面向内偏移。这会导致液滴向下流到顶盖 263 和唇缘 272 产生的转角处, 而不是在顶盖 263 和分配块 205 之间。另外, 橡胶密封件放置在顶盖 263 的顶部边缘和后板 271 之间, 以防止液滴从顶盖 263 和后板 271 之间泄漏。

[0042] 分配块 205 还包括倾斜部件 273, 其包括限定在分配块 205 中的倾斜表面, 其向下倾斜并且远离泵 100 外壳的电子器件的区域。因此, 在分配块 205 顶端附近的液滴会从电子器件中移走。另外, 泵盖 225 还从分配块 205 的外侧边缘向内稍微偏移, 从而使得从泵 100 的侧面留下的液滴流过泵盖 225 和泵 100 的其它部分的分界面。

[0043] 根据本发明的一个实施例, 金属罩与分配块 205 相接, 金属罩的垂直面可以从分配块 205 的对应竖直面向内稍微偏移 (例如, 1/64 英寸或者 0.396875 毫米)。另外, 多级泵 100 包括密封件, 倾斜部件和其它部件, 以防止液滴进入多级泵 100 壳体的电子仪器部分。而且, 如图 4A 所示, 下面描述的后板 271 可以包括进一步使多级泵 100 “防滴漏” 的部件。

[0044] 图 4A 是多级泵 100 的一个实施例的示意图, 其中将分配块 205 制造成透明的, 以显示出通过其中限定的流体流动通道。分配块 205 限定用于多级泵 100 的多个室和流体流

动通道。根据一个实施例,供给室 155 和分配室 185 可以直接加工到分配块 205 中。另外,多个流动通道可加工到分配块 205 中。流体流动通道 275(如图 5C 所示)从入口 210 通向入口阀。流体流动通道 280 从入口阀通到供给室 155,以完成从入口 210 到供给泵 150 的通路。在阀壳体 230 中的进气阀 125 调节入口 210 和供给泵 150 之间的流动。流动通道 285 将流体从供给泵 150 传送到阀板 230 中的隔离阀 130。该隔离阀 130 的输出通过另一个流体通道(未示出)通向过滤器 120 中。流体从过滤器 120 通过流动通道流动,该流动通道连接过滤器 120 到通气阀 145 和阻挡阀 135 上。该通气阀 145 的输出是通向通风出口 215,同时阻挡阀 135 的输出经过流动通道 290 通向分配泵 180 上。在分配段期间,分配泵可以经由流动通道 295 将流体输出到出口 220,或者在清洗段期间,通过流动通道 300 将流体输出到清洗阀上。在清洗段期间,流体可以通过流动通道 305 返回到供给泵 150 中。因为流体流动通道可以直接地形成在 PTFE(或者其他的材料)块中,分配块 205 可充当用于在多级泵 100 的多个组件之间的处理流体的管路,避免或者减少对另外的管道的需要。在其它情况下,管道可插入到分配块 205 中以定义流体通道。图 4B 示出了根据一个实施例,制成透明地以示出其中的多个流动通道的分配块 205 的示意图。

[0045] 返回到图 4A,图 4A 还示出了多级泵 100,移去其泵盖 225 和顶盖 263 以示出包括供给级马达 190 的供给泵 150,包括分配马达 200 的分配泵 180,和阀门控制歧管 302。根据本发明的一个实施例,供给泵 150,分配泵 180 和阀板 230 的部分可利用插入到分配块 205 中相应空腔中的杆(例如,金属杆)连接到分配块 205 上。每个杆可以包括一个或多个螺纹孔以容纳螺钉。例如,分配马达 200 和活塞壳体 227 可以经由一个或多个螺钉(例如,螺钉 275 和螺钉 280)安装到分配块 205 上,这些螺钉贯穿分配块 205 中的螺纹孔以旋拧到杆 285 中的相应孔中。应该注意的是用于连接组件和分配块 205 的此机构是举例说明并且可以采用任何适当的连接机构。

[0046] 后板 271,根据本发明的一个实施例,可以包括向内延伸的突出部(例如,支架 274),顶盖 263 和泵盖 225 可安装到其上。因为顶盖 263 和泵盖 225 与支架 274 重叠(例如,在顶盖 263 的底部和后部边缘以及泵盖 225 的前部和后部边缘),可以防止液滴流入顶盖 263 的底部边缘和泵盖 225 的顶部边缘之间或者在顶盖 263 和泵盖 225 的后部边缘处的任何空间之间的电子器件区域中。

[0047] 根据本发明的一个实施例,歧管 302 可以包括一组电磁阀,以有选择地引导压力/真空到阀板 230 中。当特定的螺线管引导真空或者压力到阀中时,根据执行过程,该螺线管将产生热量。根据一个实施例,歧管 302 安装在远离分配块 205 以及特别是分配室 185 的 PCB 板(其安装到后板 271 上,在图 4C 中较佳的示出)的下面。歧管 302 可以安装到支架上,其又被安装到后板 271 上或者以别的方式连接到后板 271 上。这有助于阻止歧管 302 中的螺线管的热量影响在分配块 205 中的流体。后板 271 可由不锈钢,机械加工铝或者其他的材料制成,其可从歧管 302 和 PCB 中散发热量。换言之,后板 271 可以作为用于歧管 302 和 PCB 的热消散支架。泵 100 还可以安装到热量可通过后板 271 传导到的表面或者其他的结构上。因此,后板 271 和其连接的结构可作为用于歧管 302 和泵 100 的电子仪器的散热器。

[0048] 图 4C 是多级泵 100 的示意图,其示出了用于提供压力或者真空到阀板 230 上的供给管路 260 上。如结合图 3 进行描述,在阀板 230 中的阀可构造成使流体流入多级泵 100

的各个组件中。阀的活动可由阀门控制歧管 302 控制,该阀门控制歧管 302 引导压力或者真空到每个供给管路 260 中。每个供给管路 260 可以包括具有小型孔的配件(示例的配件以 318 示出)。此孔的直径小于配件 318 安装到其上的相应供给管路 260 的直径。在一个实施例中,该孔直径大约为 0.010 英寸。因此,配件 318 的孔可以用来在供给管路 260 中设置限制。在每个供给管路 260 中的孔有助于减轻应用到供给管路的压力和真空之间剧烈的压差的影响,并且因此可在应用到阀的压力和真空之间平稳过渡。换句话说,该孔有助于减少在下游阀的隔膜上的压力变化的影响。这允许该阀可更平稳和更缓慢地开闭,其会增加在系统内部之中的更平稳的压力过渡,该压力过渡是由阀的开闭引起的并且实际上增加了阀本身的寿命。

[0049] 图 4C 还示出了歧管 302 连接在其上的 PCB397。根据本发明的一个实施例,歧管 302 可以接受来自 PCB 板 397 的信号,以导致螺线管打开/关闭,以引导真空/压力到各个供给线路 260 中,从而控制多级泵 100 的阀。再次,如图 4C 所示,歧管 302 可以位于从分配块 205 开始的 PCB 397 的远端处,以减少在分配块 205 上热量对流体的影响。另外,基于 PCB 设计和空间限制的可行程度,发热的组件可以位于远离分配块 205 的 PCB 的侧面,再一次减少热量的影响。来自歧管 302 和 PCB397 的热量可由后板 271 消散。另一方面,图 4D 是泵 100 的一个实施例的示意图,其中歧管 302 直接安装到分配块 205 上。

[0050] 现在描述多级泵 100 的运行过程是很有用的。在多级泵 100 的运行期间,打开或者关闭多级泵 100 的阀,以允许或者限制到多级泵 100 的各个部分的流体流动。根据一个实施例,这些阀可以是气动(即,气体驱动)隔膜阀,其根据是否保持压力或者真空来打开或者关闭。然而,在本发明的其他的实施例中,可采用任何适当的阀。

[0051] 下面描述多级泵 100 运行的各个阶段的概要。然而,多级泵 100 可以根据多种控制方案控制,其包括但不限于在 2006 年 8 月 11 日申请的,发明者为 Michael Clarke, Robert F. McLoughlin 和 Marc Laverdiere,标题为“用于在浸入石印术系统中的液体流量控制的系统和方法”的美国专利申请 No. 11/502,729 中描述的控制模式,该申请作为参考结合在此,以安排阀顺序并且控制压力。根据一个实施例,多级泵 100 可以包括准备段,分配段,填充段,预先过滤段,过滤段,通风段,清洗段和静态的清洗段。在供给段期间,入口阀 125 打开并且供给级泵 150 移动(例如,牵引)供给级隔膜 160 以吸引流体到供给室 155 中。一旦充分数量的流体已经装满供给室 155,入口阀 125 关闭。在过滤段期间,供给级泵 150 移动供给级隔膜 160 以从供给室 155 中移动流体。打开隔离阀 130 和阻挡阀 135,以允许流体流过过滤器 120 到分配室 185 中。根据一个实施例,隔离阀 130 可以首先打开(例如,在“预先过滤”段),以允许在过滤器 120 中建立压力,然后打开阻挡阀 135 以让流体流入分配室 185 中。根据其他的实施例,隔离阀 130 和阻挡阀 135 两者可以打开并且移动供给泵来在过滤器的分配侧面上建立压力。在过滤段期间,分配泵 180 可以到达它的原始位置。如 2004 年 11 月 23 日申请的发明者为 Laverdiere 等,标题为“用于可变原始位置分配系统的系统和方法”的美国临时专利申请 No. 60/630,384 和在 2005 年 11 月 21 日提交的、发明人为 Laverdiere 等,标题为“System and Method for Variable Home Position Dispense System”的 PCT 申请 PCT/US 2005/042127 中所描述的,该申请作为参考结合在本申请中,分配泵的原始位置可以为在分配循环中在分配泵中具有最大可有容积的位置,但是小于分配泵可提供的最大可有容积。该原始位置可基于分配循环的各个参数进行选择,以减少多级

泵 100 的未用的滞留容积。供给泵 150 同样地可以到达原始位置,其提供一个小于其最大有效容积的容积。

[0052] 在通风段的开始时,隔离阀 130 打开,阻挡阀 135 关闭并且通气阀 145 打开。在另一个实施例中,阻挡阀 135 可以在通风段期间保持打开并且在通风段的末端关闭。在此时期,如果阻挡阀 135 打开,压力可被控制器感知,因为在分配室中的压力由压力传感器 112 测量,将受到过滤器 120 中的压力影响。供给级泵 150 施加压力到流体中,以通过开放的通气阀 145 将气泡从过滤器 120 中除去。对供给级泵 150 控制以使得以预定速度产生通风,允许更久的通风时间和较低的通风速度,从而允许通风消耗量的精确控制。如果供给泵是气体型泵,流体流动的限制可以处于通风流体通路中,并且应用到供给泵的气体压力可以增减,以便保持“通风”设定值压力,产生一些其他的明智的未控制方法的控制。

[0053] 在清洗段开始时,隔离阀 130 关闭,如果阻挡阀 135 在通风段打开,则其会关闭,通气阀 145 关闭,并且清洗阀 140 打开,入口阀 125 打开。分配泵 180 施加压力到分配室 185 中的流体上,以通过清洗阀 140 排出气泡。在静态的清洗段期间,分配泵 180 停止,但是清洗阀 140 仍然打开以持续排出空气。在清洗或者静态的清洗段期间,移去的任何过剩的流体可从多级泵 100 中流出(例如,返回到流体源或者丢弃)或者再循环到供给级泵 150 中。在准备段期间,入口阀 125,隔离阀 130 和阻挡阀 135 可打开,并且清洗阀 140 关闭,从而使得供给级泵 150 达到该源(例如,该源的瓶)的环境压力。根据其他的实施例,全部的阀在准备段关闭。

[0054] 在分配段期间,出口阀 147 打开并且分配泵 180 应用压力到分配室 185 中的流体中。因为出口阀 147 作出反应以比分配泵 180 更缓慢地控制,出口阀 147 可首先打开并且在一些预定时段之后,分配马达 200 启动。这阻止分配泵 180 推动流体通过部分打开的出口阀 147。而且,这阻止由阀门打开引起的流体从分配喷嘴向上运动,随后跟随由马达动作引起的向前流体运动。在其他的实施例中,出口阀 147 打开并且分配泵 180 的分配同时开始。

[0055] 可以执行另外的反吸段,其除去分配喷嘴中多余的流体。在反吸段期间,出口阀 147 关闭并且辅助马达或者真空装置可从出口喷嘴中抽吸过剩的流体。可选择地,出口阀 147 可以保持打开并且分配马达 200 可以反向,使得这些流体返回到分配室中。该反吸段有助于防止多余的流体滴到晶片上。

[0056] 简要地参见图 5,此图提供了对于图 2 的多级泵 100 运行的各个段的阀和分配马达定时的示意图。在段改变期间,当几个阀显示为同时关闭时,阀的关闭可被定时为稍微分开(例如,100 毫秒),以减少压力峰值。例如,在通风和清洗段之间,隔离阀 130 稍微在通气阀 145 之前关闭。然而应当指出,其他的阀门定时可利用在本发明的多个实施例中。另外,多个段可共同实施(例如填充/分配阶段可以同时实施,在这样情况下,入口和出口阀两者可以在分配/填充段中打开)。还应该指出的是不必对于每个循环重复特定的段。例如,清洗和静态的清洗段可以不在每个循环都实施。同样地,通风段可以不在每个循环都实施。

[0057] 各个阀的开闭会导致在多级泵 100 内部流体的压力峰值。因为在静态的清洗段期间出口阀 147 关闭,例如,在静态的清洗段的末端处清洗阀 140 的关闭会导致在分配室 185 中的压力增加。因为当每个阀关闭时其会移走少量的流体,此情况会发生。更特别地,在很

多情形下,在流体从室 185 中分配之前,清洗循环和 / 或静态的清洗循环用来清洗分配室 185 的空气,以便于在从多级泵 100 的流体的分配中防止溅射或者其他的扰动。然而,在静态的清洗循环的末端,清洗阀 140 关闭,以便密封分配室 185,为分配的开始做准备。当清洗阀 140 关闭时,其迫使一定量的额外流体(近似等于清洗阀 140 的滞留体积)进入分配室 185 中,其又导致在分配室 185 中流体的压力增加,其超出用来流体分配的基准压力。此多余压力(在该基准压力之上)可引起随后流体分配的问题。此问题会在低压应用中加剧,因为清洗阀 140 的关闭引起的压力增加会是分配所需的基准压力的更大百分比。

[0058] 更具体地说,因为由于清洗阀 140 的关闭会发生压力增加,流体会“溅到”晶片上,在随后的分配段,如果压力没有减少,可能会发生双倍分配或者其他的不需要的流体动力。另外,因为在多级泵 100 的运行期间,此压力增加不是常数,这些压力增量会导致在连续的分配段期间,分配的流体量或者其它的分配特征的变化。在分配中这些变化又会导致晶片碎屑的增加以及晶片的再加工。本发明的实施例解决由于在系统内部各个阀关闭引起的压力增加,从而实现了分配段开始时所需的启动压力,通过在分配之前在分配室 185 中实现几乎任何基准压力,可解决从系统到系统的装置中不同的头压力和其它差别。

[0059] 在一个实施例中,为了解决分配室 185 中流体的不需要的压力增量,在静态的清洗段期间,分配马达 200 可以反向以使活塞 192 退回预定距离,以补偿由阻挡阀 135,清洗阀 140 和 / 或任何其它来源的关闭所引起的任何压力增加,这些阀的关闭会导致分配室 185 中的压力增加。如 2005 年 12 月 2 日申请的,发明者为 George Gonnella 和 James Cedrone,标题为“液压控制的系统和方法”的美国专利申请 No. 11/292,559 和 2006 年 2 月 28 日申请的,发明者为 George Gonnella 和 James Cedrone,标题为“用于监控泵运行的系统和方法”的美国专利申请 No. 11/364,286 中所描述的,分配室 185 中的压力可通过调节供给泵 150 的速度得到控制,这些申请结合在本申请中。

[0060] 因此,本发明的实施例提供具有柔和流体处理特征的多级泵。通过在分配段之前补偿分配室中的压力波动,可以避免或者减轻潜在的有危害性的压力峰值。本发明的实施例还采用其他的泵控制机构和阀门定时,以有助于减少压力和压力变化对处理流体的有害影响。

[0061] 为此,现在注意用于大体上保持在泵送装置的室中的基准压力的系统和方法。本发明的实施例用来控制马达以补偿或者解决发生在泵送装置的室中的压力漂移。更具体地说,在基于在分配室中检测的压力的分配之前,可控制分配马达来大体上保持在分配室中的基准压力。在一个实施例中,在分配开始之前,利用控制回路使得它重复地确定在分配室中的压力是否在所需压力之上(或者之下),并且倘若如此,对泵送装置的移动调节以大体上保持在分配室中所需的压力直到流体的分配开始。

[0062] 这些压力变化的降低可参见图 6 更好的理解,该图示出了根据本发明的一个实施例运行多级泵时在分配室 185 处的压力分布。在点 440,分配开始并且分配泵 180 推动流体到出口之外。该分配结束在点 445。在分配室 185 的压力在填充阶段期间保持相当恒定,因为分配泵 180 通常不涉及此阶段。在点 450,过滤阶段开始并且供给级马达 175 以预定速度前进,以从供给室 155 中推动流体。如图 6 中示出,在点 455,在分配室 185 中的压力开始上升以达到一预定的设定值,当分配室 185 中的压力达到该设定值时,分配马达 200 以恒定速度反转,以增加在分配室 185 中的可有容积。在点 455 和点 460 之间压力分布的相对

平坦的部分中,每当压力下降低于设定值时,供给马达 175 的速度增加,当达到设定值时降低。这保持分配室 185 中的压力在近似恒定压力。在点 460,分配马达 200 达到它的原始位置并且过滤阶段结束。在点 460 的剧烈的压力峰值是在过滤结束时由阻挡阀 135 的关闭引起的。

[0063] 在通风和清洗段之后,并且在静态的清洗段结束之前,清洗阀 140 关闭,从而导致在压力分布图中起始于点 1500 处的压力的尖峰。从压力分布图的点 1500 和 1502 之间可以看出,在分配室 185 中的压力可由于此关闭会经历显著的增加。由于清洗阀 140 的关闭产生的压力的增加通常不是一致的,并且取决于系统的温度和多级泵 100 采用的流体粘度。

[0064] 为了解决发生在点 1500 和 1502 之间的压力增加,分配马达 200 可以反向以使活塞 192 退回预定距离,以补偿由阻挡阀 135,清洗阀 140 和 / 或任何其它来源的关闭所引起的任何压力增加。在一些情况下,因为清洗阀 140 会花费一些时间来关闭,因此希望在使分配马达 200 反向之前延迟一定量的时间。因此,在压力分布图上点 1500 和 1504 之间的时间反映了关闭清洗阀 140 的信号和分配马达 200 的反转之间的延迟。此时间延迟足够允许清洗阀 140 完全地关闭,并且在分配室 185 内的压力大体上确定,该时间延迟可大约为 50 毫秒。

[0065] 因为清洗阀 140 的滞留体积可以是已知量(例如在制造公差内),该分配马达 200 反向以使活塞 192a 退回补偿距离,从而增加分配室 185 的体积,使之近似等于清洗阀 140 的滞留体积。因为分配室 185 和活塞 192 的尺寸还是已知量,分配马达 200 反向一个具体的马达增量值,其中通过使得分配马达 200 反向此马达增量值,分配室 185 的体积可增加近似清洗阀 140 的滞留体积。

[0066] 经过分配马达 200 的反转而使活塞 192 退回的作用导致分配室 185 中的压力从点 1504 减少到在点 1506 处分配所希望的近似基准压力。多数情况下,此压力修正足够在随后的分配阶段中获得满意的分配。然而,对于分配马达 200 根据利用的马达的类型或者对于清洗阀 140 根据利用的阀类型,使分配马达 200 反向以增加分配室 185 的体积会产生在分配马达 200 的驱动机构中的空间或者“间隙(backlash)”。此“间隙”意味着当在向前方向上分配马达 200 被启动,以在分配段期间推动流体流出分配泵 180 时,在分配马达 200 的组件之间会存在一定量的松弛或者空间,所述组件诸如马达螺母组合件,其必须在分配马达 200 的驱动组合件物理接合之前拧紧,从而使得活塞 192 移动。因为此间隙的量是可变的,当确定向前移动活塞 192 多远来获得所需分配压力时难以解决。因此,在分配马达 200 的传动组件中的此间隙会导致在每个分配段期间流体分配量的可变性。

[0067] 因而,希望的是在分配段之前确保分配马达 200 的最后运动向前,以便降低在分配马达 200 的传动组合件中的间隙量到大体上微不足道的或者不存在的水平。因此,在一些实施例中,为了解决在分配泵 200 的驱动马达组合件中不需要的间隙,分配马达 200 可反向以使活塞 192 退回一个预定距离,从而补偿由阻挡阀 135,清洗阀 140 和 / 或任何其他来源的关闭引起的任何压力增加,这些阀或者其它来源的关闭会导致在分配腔 185 中的压力增加,并且另外,分配马达会反向,以使活塞 192 退回另外的超调距离,以使分配腔 185 增加一个超调容积。然后,分配马达 200 向前接合,以在向前方向上移动活塞 192,使其大体上等于该超调距离。这导致在分配腔 185 中近似为所需的基准压力,同时还确保在分配之前分配马达 200 的最后运动为前向,从而大体上除去来自分配马达 200 的驱动组合件的任何间

隙。

[0068] 仍然参见图 6,如上所述,起始在压力分布中的点 1500 处的压力尖峰可由清洗阀 140 的关闭引起。为了解决在点 1500 和 1502 之间发生的压力增加,在一个延迟之后,分配马达 200 反向以使活塞 192 退回一个预定距离,以补偿清洗阀 140 (和 / 或任何其它来源) 关闭引起的任何压力增加加上另外的超调距离。如上所述,该补偿距离可增加分配腔 185 的容积近似等于清洗阀 140 的滞留体积。根据具体的实施过程,该超调距离还可增加分配腔 185 的容积使之近似等于清洗阀 140 的滞留体积,或者更小或者更大的体积。

[0069] 通过分配马达 200 的反转,使活塞 192 退回补偿距离加上超调距离所产生的效果会导致在分配腔 185 中的压力从 1504 下降到 1508。然后,分配马达 200 在前向接合,以在向前方向上移动活塞 192 使之大体上等于该超调距离。在一些情况下,希望的是在前向接合分配马达 200 之前使得分配马达 200 达到大体上的完全停止。此延迟为大约 50 毫秒。经过分配马达 200 的前向接合,活塞 192 的前向移动的效果会导致分配腔 185 中的压力从点 1510 增加到近似为在点 1512 处分配所需的基准压力,同时确保在分配段之前分配马达 200 的最后运动处于前向,大体上除去来自分配马达 200 的驱动组合件中的所有间隙。在静态的清洗段的结束处,分配马达 200 的反向和前向运动在图 3 的正时图中描述。

[0070] 本发明的实施例将参照图 7 更清楚地描述,该图 7 表示了根据本发明的一个实施例,在多级泵运行的一定段期间在分配腔 185 处示例的压力分布图。线 1520 表示液体分配所需的基准压力,虽然其可以为任何所需的压力,通常大约为 0p. s. i (例如标准),或者大气压力。在点 1522,在清洗段期间,在分配腔 185 中的压力可正好在基准压力 1520 之上。分配马达 200 可在清洗段的末端停止,这会导致在分配腔 185 中的压力从点 1524 开始下降到在点 1526 处近似的基准压力 1520。然而,在静态的清洗段的末端,在泵 100 中的阀诸如清洗阀 140 关闭,这会导致压力分布在点 1528 和 1530 之间的压力尖峰。

[0071] 然后,分配马达 200 反向,以使活塞 192 移动补偿距离和超调距离(如上所述),从而导致在分配腔 185 中的压力下降到低于压力分布的点 1532 和 1534 之间的基准压力 1520。为了将分配腔 185 中的压力返回到近似为基准压力 1520,并从分配马达 200 的传动组件中除去间隙,可向前接合分配马达 200 大体上等于超调距离。此运动导致在分配腔 185 中的压力返回到在压力分布的点 1536 和 1538 之间的基准压力 1520。因此,在分配腔 185 中的压力大体上返回到分配所希望的基准压力,从分配马达 200 的传动组件中除去间隙,并且可在随后的分配段期间实现所希望的分配。

[0072] 虽然本发明的上述实施例已经主要结合对在静态的清洗段期间清洗阀的关闭所引起的压力增加进行改正进行了描述,显然的是这些相同的技术用来修正在多级泵 100 运行的任何阶段期间几乎任何来源引起的压力增加或者降低,无论这些来源在多级泵 100 内部或者外部,并且尤其可用于对分配腔 185 中的压力变化的修正,其中该压力变化是由从分配腔 185 流入或者流出的流路中阀的打开或者关闭所引起的。

[0073] 另外,显然的是这些相同技术可通过补偿在与多级泵 100 结合使用的其它设备中的压力变化,可实现分配腔 185 中所需的基准压力。为了最佳地补偿在设备中的这些差别或者在过程、环境或者多级泵 100 的内部或者外部使用的设备中的其它变化,本发明的某些方面或者变量,诸如在分配腔 185 中所需的基准压力,补偿距离,超调距离,延迟时间等可由泵 100 的使用者进行设定。

[0074] 而且,本发明的实施例可利用压力传感器 112 类似地实现在分配腔 185 中所需的基准压力。例如,为了补偿清洗阀 140 (和 / 或任何其他来源) 的关闭引起的任何压力增加,活塞 192 可退回 (或者向前移动) 直到实现在分配腔 185 中所需的基准压力 (采用压力传感器 112 测量)。类似地,为了减少在分配马达 200 的传动组件中的间隙量到大体上微不足道的或者不存在的程度,在分配之前,活塞 193 退回直到在分配腔 185 中的压力低于基准压力,然后向前接合直到在分配腔 185 中的压力达到分配所需的基准压力。

[0075] 如上所述,不仅可解决在流体中的压力变化,而且此外,通过避免关闭阀以产生夹带空间并且打开在夹带空间之间的阀,还可减少在处理流体中的压力尖峰,或者其他的压力波动。在多级泵 100 的完整的分配循环期间 (例如从分配段到分配段),在多级泵 100 内部的阀可多次改变状态。在这些多次改变期间,会产生不需要的压力尖峰和降低。这些压力波动不仅损害敏感的处理过程的化学制品,而且这些阀的打开和关闭会使流体的分配中断或者发生变化。例如,通过打开连接到分配腔 185 中的一个或多个内部阀所引起的在滞留体积中的突然的压力增加会导致在分配腔 185 内部流体压力的相应降低,并且会导致气泡在流体中形成,其又会影响随后的分配。

[0076] 为了改善在多级泵 100 内部多个阀开闭引起的压力变化,多个阀的开闭和 / 或马达的接合和脱离将被定时以减少这些压力尖峰。通常,根据本发明的实施例,为了减少压力变化,如果它可以避免的话,阀将决不会关闭以在流路中产生关闭或者夹带空间,重要的是,如果它可以避免的话,在两个夹带空间之间的阀将不会打开。反之,任何阀的打开应该避免,除非存在开放的流路通向多级泵 100 外部的一个区域,或者开放的流路通向多级泵 100 外部的大气或者环境下 (例如,出口阀 147,通气阀 145 或者入口阀 125 打开)。

[0077] 根据本发明的实施例,表示用于多级泵 100 内部阀的开闭的通常原则的另一个方法是在多级泵 100 的运行期间,多级泵 100 中的内部阀,例如阻挡阀 135 或者清洗阀 140 仅仅当外部阀,诸如入口阀 125,通气阀 145 或者出口阀 147 打开时才打开或者关闭,其目的是排除任何体积变化 (近似等于要打开的内部阀的滞留体积) 所引起的压力变化,其中该体积变化是由阀的打开所引起的。这些原则可以另一种方式考虑,当打开多级泵 100 内部的阀时,阀应该从外到里打开 (即外部阀应该在内部阀之前打开),同时当关闭多级泵 100 内部的阀时,阀应该从里到外关闭 (即内部阀应该在外部阀之前关闭)。

[0078] 另外,在一些实施例中,在某些变化之间可利用充分数量的时间,以确保特殊的阀充分地开闭,马达充分的启动或停止,或者在另一个变化 (例如阀门开或闭,马达启动或停止) 发生之前 (例如开启),在系统内部或者一部分系统的压力大体上为零 p. s. i. (例如标准) 或者其他的非零的水平。在很多情况下,在 100 和 300 毫秒之间的延迟应该足够使多级泵 100 内部的阀大体上充分地打开或者关闭,然而,在具体应用或者这些技术的实施过程中采用的实际的延迟至少部分取决于多级泵 100 所采用的流体粘度以及多个其它的因素。

[0079] 上述原则可结合图 8A 和 8B 更充分的理解,这些图提供用于多级泵 100 运行的多个段的阀和马达正时的一个实施例的示意图,其用于改善在多级泵 100 运行期间压力的变化。应该注意的是图 8A 和 8B 不是按比例绘制,并且每个编号段可能各具有不同的或者唯一的时间长度 (包括零时),而与在这些图中它们的描绘无关,并且这些每个编号段的长度是基于多个因素,例如执行的使用者方法,在多级泵 100 中利用的阀的类型 (例如,需要多久来打开或者关闭这些阀) 等等。

[0080] 参见图 8A, 在时间 2010 处, 一个准备段信号可表示多级泵 100 准备实施分配, 在时间 2010 后的某一时间, 在时间 2020 处, 输送一个或多个信号以打开入口阀 125, 从而向前运行分配马达 200 来分配流体, 并且使得填充马达 175 反向以将流体抽吸到填充腔 155 中。在时间 2020 之后, 但是在时间 2022 之前 (例如, 在段 2 期间), 可发送信号来打开出口阀 147, 从而使得流体可从出口阀 147 中分配。

[0081] 在阅读本发明之后明显的是, 基于启动不同的阀或者泵的马达所需的时间, 结合多级泵 100 或者其它因素实施的方法, 阀信号和马达信号的定时可发生改变。例如, 在图 8A 中, 在发送信号来向前操作分配马达 200 之后, 可发送信号来打开出口阀 147, 这是因为在此例子中, 出口阀 147 可比分配马达 200 更迅速地操作, 因此希望的是对出口阀 147 和分配马达 200 的开启定时, 从而使得它们大体上一致以实现最佳分配。然而, 其他的阀和马达可以具有不同的开启速度等等, 因此这些不同的阀和马达可用来进行不同的定时。例如, 打开出口阀 147 的信号可比启动分配马达 200 的信号更早或者大体上同时发送, 类似地, 关闭出口阀 200 的信号与使分配马达 200 停止的信号相比, 可发送更早, 更迟或者同时。

[0082] 因此, 在时间周期 2020 和 2030 之间, 流体可从多级泵 200 分配。根据多级泵 200 实施的方法, 分配马达 200 的运行速度在时间周期 2020 和 2030 (例如在各段 2-6) 中是可变化的, 从而使得不同量的流体可在时间周期 2020-2030 之间的不同点处分配。例如, 分配马达可以根据多项式函数操作, 从而使得分配马达 200 在段 2 期间比段 6 期间更迅速地运行, 相称地, 段 2 比段 6 会有更多的流体从多级泵 200 分配。在分配段已经发生之后, 在时间 2030 之前, 发送信号来关闭出口阀 147, 在此之后, 在时间 2030 处, 发送信号来停止分配马达 200。

[0083] 类似地, 在时间 2020 和 2050 之间 (例如, 段 2-7), 供给腔 155 可通过填充马达 175 的反转充满液体。然后, 在时间 2050 处, 发送信号来停止填充的马达 175, 在这之后, 填充段结束。为了允许在填充腔 155 内部的压力大体上返回到零 p. s. i. (例如标准), 入口阀可在采取任何其他的动作之前, 在时间 2050 和时间 2060 (例如段 9, 延迟 0) 之间保持打开。在一个实施例中, 此延迟为大约 10 毫秒。在另一个实施例中, 在时间 2050 和时间 2060 之间的时间周期是可变的, 取决于在填充腔 155 中的压力读数。例如, 可利用压力传感器来测量在填充腔 155 中的压力。当该压力传感器显示填充腔 155 中的压力已经达到零 p. s. i. 时, 在时间 2060 开始段 10。

[0084] 然后, 在时间 2060, 发送信号来打开隔离阀 130, 在适当延迟之后, 该延迟足以允许隔离阀 130 完全地打开 (例如大约 250 毫秒), 在时间 2070 处, 发送信号来打开阻挡阀 135。在适当延迟之后, 该延迟足以允许阻挡阀 135 完全打开 (例如大约 250 毫秒), 在时间 2080 处, 发送信号来关闭入口阀 125。在适当延迟以允许入口阀 125 完全关闭 (例如大约 350 毫秒) 之后, 在时间 2090 处, 发送信号来启动填充的马达 175, 并且在时间 2100 处, 发送信号来启动分配马达 200, 从而使得填充的马达 175 在预先过滤和过滤段 (例如段 13 和 14) 期间是开启的, 并且分配马达 200 在过滤段 (例如段 14) 期间是开启的。在时间 2090 和时间 2100 之间的时间周期是预先过滤段, 其可为用于马达运动的设定的时间周期或者设定的距离, 以使得过滤流体的压力达到预定设定点, 或者利用如上所述的压力传感器进行确定。

[0085] 可选择地, 可利用压力传感器来测量流体的压力, 并且当压力传感器显示流体

压力已经达到设定点时,在时间 2100 处,过滤段 14 开始。这些处理过程的实施例可在下面的申请中更详细地描述,这些申请为 2005 年 12 月 2 日申请的,发明者为 George Gonnella 和 James Cedrone,标题为“用于流体压力控制的系统和方法”的美国专利申请 No. 11/292, 559,以及发明者为 George Gonnella 和 James Cedrone,标题为“用于监控泵运行的系统和方法”的美国专利申请 No. 11/364, 286,这些申请作为参考结合在此。

[0086] 在过滤段之后,在时间 2110 处,发送一个或多个信号来使填充的马达 175 和分配马达 200 停止。在时间 2100 和时间 2110 之间的长度(例如过滤段 14)可根据所需的过滤速度,填充的马达 175 和分配马达 200 的速度,流体的粘度等等发生改变,在一个实施例中,当分配马达 200 达到原始位置时,在时间 2110 处,过滤段结束。

[0087] 在使得填充的马达 175 和分配马达 200 完全停止的一个适当延迟之后,其有可能根本不需要时间(例如不延迟),在时间 2120 处,发送信号来打开通气阀 145。参见图 8B,在使得通气阀 145 完全打开的适当延迟(例如大约 225 毫秒)之后,在时间 2130 处,可发送信号给填充的马达 175 以启动通风段(例如段 17)的步进马达 175。虽然阻挡阀 135 可在通风段期间保持打开,以在通风段期间通过压力传感器 112 对多级泵 100 内部的流体压力进行监控,在时间 2130 处,在通风段开始之前还可关闭阻挡阀 135。

[0088] 为了结束通风段,在时间 2140 处,发送信号来使填充的马达 175 停止。如果需要的话,在时间 2140 和 2142 之间采用延迟(例如大约 100 毫秒),以使得流体压力适当地降低,例如,如果在通风段期间流体的压力高的情况下。在一个实施例中,可利用在时间 2142 和 2150 之间的时间周期将压力传感器 112 调零并且该周期可以为大约 10 毫秒。

[0089] 然后,在时间 2150 处,发送信号来关闭阻挡阀 125。在时间 2150 后,允许适当的延迟,从而使得阻挡阀 125 完全关闭(例如大约 250 毫秒)。然后,在时间 2160,发送信号来关闭隔离阀 130,并且在适当延迟之后,允许隔离阀 130 完全地关闭(例如大约 250 毫秒),在时间 2170 处,发送信号来关闭通气阀 145。允许一个适当的延迟(例如大约 250 毫秒)以使得通气阀 140 完全关闭,在此之后,在时间 2180 处,发送信号来打开入口阀 125,并且在适当的延迟之后允许入口阀 125 完全打开(例如大约 250 毫秒),在时间 2190 处,发送信号来打开清洗阀 140。

[0090] 在一个适当延迟以允许通气阀 145 完全打开(例如大约 250 毫秒)之后,在时间 2200 处,发送信号给分配马达 200 以启动用于清洗段(例如段 25)的分配马达 200,并且在取决于方法的清洗段的时间周期之后,在时间 2210 处,发送信号来停止分配马达 200 并且结束清洗段。在时间 2210 和 2212 之间,允许充分的时间周期(例如采用压力传感器 112 预先确定或者确定),从而使得分配腔 185 中的压力大体上设定为零 p. s. i(例如大约 10 毫秒)。随后,在时间 2220,发送信号来关闭清洗阀 140,并且在允许隔离阀 130 完全关闭(例如大约 250 毫秒)的充分延迟之后,在时间 2230 处,发送信号来关闭入口阀 125。在启动分配马达 200 以修正多级泵 100 内部的阀关闭引起的任何压力变化之后(如上所述),在时间 2010 处,多级泵 100 再次准备来实施分配。

[0091] 应该注意的是,在准备段和分配段之间存在一些延迟。当多级泵 100 进入准备段,阻挡阀 135 和隔离阀 130 关闭时,可能引导流体进入填充腔 155,而不会影响随后的多级泵的分配,而与在这些填充期间或者这些填充之后分配是否开始无关。

[0092] 当多级泵 100 处于准备状态时,对填充腔 155 进行填充可参见图 9A 和 9B 更清楚

地描述,这些图提供用于多级泵 100 运行的各个段的阀和马达正时的另一个实施例的示意图,其用于改善在多级泵 100 运行期间压力的变化。

[0093] 参见图 9A,在时间 3010 处,准备段信号显示多级泵 100 准备实施分配,在此之后的某一时间,在时间 3012 处,发送信号来打开出口阀 147。在允许出口阀 147 打开的适当延迟之后,在时间 3020 处,发送一个或多个信号来向前地操作分配马达 200 以从出口阀 147 分配流体,并且使填充马达 175 反转来将流体抽吸到填充腔 155 中(入口阀 125 从先前的填充段开始仍然是打开的,如下面更充分的描述)。在时间 3030 处,发送信号来停止分配马达 200,并且在时间 3040 处,发送信号来关闭出口阀 147。

[0094] 在阅读本发明之后明显的是,根据启动不同的阀或者泵的马达所需的时间,结合多级泵 100 或者其它因素实施的方法,阀信号和马达信号的定时可发生改变。例如(如图 8A 中描述),在发送信号来向前运行分配马达 200 之后,可发送信号来打开出口阀 147,这是因为在此例子中,出口阀 147 可比分配马达 200 更迅速地运行,因此希望的是对出口阀 147 的打开和分配马达 200 的开启定时,从而使得它们大体上一致以实现较佳分配。然而,其他的阀和马达可以具有不同的启动速度等等,因此可用这些不同的阀和马达进行不同的定时。例如,打开出口阀 147 的信号可比开启分配马达 200 的信号更早或者大体上同时发送,类似地,关闭出口阀 200 的信号与使分配马达 200 停止的信号相比,可发送更早,更迟或者同时。

[0095] 因此,在时间周期 3020 和 3030 之间,流体可从多级泵 200 中分配。根据多级泵 200 实施的方法,分配马达 200 的运行速度在时间周期 3020 和 3030(例如在段 2-6 的每个)之间是可变化的,从而使得不同量的流体可在时间周期 3020-3030 之间的不同点处分配。例如,分配马达可以根据多项式函数操作,从而使得分配马达 200 在段 2 期间比段 6 期间更迅速地运行,相称地,段 2 比段 6 会有更多的流体从多级泵 200 分配。在分配段已经发生之后,在时间 3030 之前,发送信号来关闭出口阀 147,在此之后,在时间 2030 处,发送信号来停止分配马达 200。

[0096] 类似地,在时间 3020 和 3050 之间(例如,段 2-7),可通过填充马达 175 的反转使得供给腔 155 充满液体。然后,在时间 3050 处,发送信号来停止填充的马达 175,在这之后,填充段结束。为了允许在填充腔 155 内部的压力大体上返回到零 p. s. i.(例如标准),入口阀可在任何其他的行动被采取之前,在时间 3050 和时间 3060(例如段 9,延迟 0)之间保持打开。在一个实施例中,此延迟为大约 10 毫秒。在另一个实施例中,在时间 3050 和时间 3060 之间的时间周期是可变的,这取决于在填充腔 155 中的压力读数。例如,可利用压力传感器来测量在填充腔 155 中的压力。当该压力传感器显示填充腔 155 中的压力已经达到零 p. s. i. 时,在时间 3060 开始段 10。

[0097] 然后,在时间 3060 处,发送信号来打开隔离阀 130,并且在时间 3070 处,发送信号来打开阻挡阀 135。然后,在时间 3080 处,发送信号来关闭出口阀 125,在此之后,在时间 3090 处,发送信号来启动填充的马达 175,并且在时间 3100 处,发送信号来启动分配马达 200,从而使得填充的马达 175 在预先过滤和过滤段期间是起作用的,并且分配马达 200 在过滤段期间是起作用的。

[0098] 在过滤段之后,在时间 3110 处,发送一个或多个信号来使填充的马达 175 和分配马达 200 停止。在时间 3120 处,发送信号来打开通气阀 145。参见图 9B,在时间 3130 处,发

送信号给填充的马达 175, 以对于通风段启动步进马达 175。为了结束通风段, 在时间 3140 处, 发送信号来使填充的马达 175 停止。然后, 在时间 3150 处, 发送信号来关闭阻挡阀 125, 同时在时间 3160 处, 发送信号来关闭隔离阀 130 并且在时间 3170 处关闭通气阀 145。

[0099] 在时间 3180 处, 发送信号来打开口阀 125, 并且在此之后, 在时间 3190 处, 发送信号来打开清洗阀 140。然后, 在时间 3200 处, 发送信号给分配马达 200 以起动物用于清洗段的分配马达 200, 并且在清洗段之后, 在时间 3210 处, 发送信号来停止分配马达 200。

[0100] 随后, 在时间 3220 处, 发送信号来关闭清洗阀 140, 之后, 在时间 3230 处, 发送信号来关闭入口阀 125。在启动分配马达 200 以修正多级泵 100 内部的阀关闭引起的任何压力变化之后 (如上所述), 在时间 3010 处, 多级泵 100 再次准备来进行分配。

[0101] 一旦在时间 3010 处多级泵 100 进入准备段, 发送信号来打开口阀 125, 并且发送另一个信号来使得填充的马达 175 反转, 从而使得液体被抽吸入填充腔 175 中, 同时多级泵 100 处于准备状态。虽然在准备段期间填充腔 155 充满液体, 此充满决不会对多级泵 100 在进入准备段之后在任何点分配流体的能力产生影响, 这是因为阻挡阀 135 和隔离阀 130 关闭, 大体上将填充腔 155 与分配腔 185 相分离。而且, 如果在填充完成之前开始分配, 该填充与来自多级泵 100 的流体分配大体上同时继续。

[0102] 当多级泵 100 开始进入准备段时, 在分配腔 185 中的压力近似为分配段所需的压力。然而, 因为在进入准备段和分配段的起动之间会存在一些延迟, 分配腔 185 内部的压力在准备段期间会基于各种因素发生改变, 该因素诸如在分配腔 185 中分配级隔膜 190 的性能, 温度变化或者多种其他因素。因而, 当分配段开始时, 在分配腔 185 中的压力与分配所需的基准压力相比会偏移相当显著的程度。

[0103] 此偏差可参见图 10A 和 10B 更清楚地描述。图 10A 描述了在分配腔 185 处一个示例的压力分布图, 其示出了在准备段期间分配腔中压力的偏差。在大致点 4010 处会发生由阀移动或者另外原因引起的任何压力变化的修正, 如上所述, 参见图 22 和 23。大致在点 4020 处, 此压力修正可以将分配腔 185 中的压力修正到分配所需的近似基准压力 (由线 4030 表示), 在此点处, 多级泵 100 进入准备段。如所示出的, 大致在点 4020 处, 在进入准备段之后, 分配腔 185 中的压力可由于如上所述的各种因素发生稳定的上升。然后, 当随后的分配段发生时, 与基准压力 4030 相偏差的此压力会导致不令人满意的分配。

[0104] 另外, 因为在进入准备段和随后的分配段之间的时间延迟是可变的, 并且在分配腔 185 中的压力漂移与该延迟时间相关, 在每个连续的分配段中产生的分配会不同, 这归因于在不同延迟期间发生的不同的偏差值。因此, 此压力漂移还会影响多级泵 100 精确地重复分配的能力, 这又会阻碍在过程的方法重复中使用多级泵 100。因此, 希望的是在多级泵 100 的准备段期间大体上保持基准压力, 以改善在随后的分配段期间的分配以及在分配段的分配的可重复性, 同时实现可接受的流体动力学。

[0105] 在一个实施例中, 为了在准备段期间大体上保持基准压力, 可对分配马达 200 进行控制以补偿或者解决存在于分配腔 185 中的向上 (或者向下) 的压力漂移。更特别地, 可利用“死区”闭环压力控制对分配马达 200 控制, 以大体上保持分配腔 185 中的基准压力。返回到图 2, 压力传感器 112 以规则的间隙报告压力读数到泵控制器 20 中。如果报告的压力偏离所需的基准压力某个数值或者公差, 泵控制器 20 发送信号到分配马达 200 上以反转 (或者向前移动) 最小的距离, 分配马达 200 可能移动该最小的距离, 其可在泵控制器 20 处

检测到（马达增量），因此活塞 192 和分配级隔膜 190 退回（或者向前移动），在分配腔 185 内部的压力发生相当的降低（或者提高）。

[0106] 由于压力传感器 112 对分配腔 185 中的压力采样和汇报的频率与分配马达 200 的运行速度相比稍微更快，在发送信号到分配马达 200 的某个时间窗口期间，泵控制器 20 可能不处理压力传感器 112 报告的压力测量值，或者可使得压力传感器 112 不能使用，从而使得在泵控制器 20 接收和处理另一个压力测量值之前分配马达 200 完成其运动。可选择地，泵控制器 20 可以等待，直到检测到在处理压力传感器 112 报告的压力测量值之前，分配马达 200 已经完成其运动。在许多实施例中，压力传感器 112 对分配腔 185 中的压力采样并报告压力测量值的采样间隔大约为 30kHz，大约为 10kHz 或者另一个间隔。

[0107] 然而，上述实施例不是没有它们自身的问题。在一些情况下，如上所述，当进入准备段和随后的分配段之间的时间延迟是可变时，这些实施例的一个或多个会显示分配的显著变化。通过在进入准备段和随后的分配之间利用固定的时间间隔，可将这些问题降低到一定程度并且可重复性提高，然而，当执行一个特定处理过程时，这并不总是可行的。

[0108] 为了在多级泵 100 的准备段期间大体上保持该基准压力同时提高分配的可重复性，在一些实施例中，可利用闭环压力控制对分配马达 200 进行控制，以补偿或者解决存在于分配腔 185 中的压力漂移。压力传感器 112 可以规则的间隔（如上所述，在一些实施例中，此间隔大约为 30kHz，大约为 10kHz 或者另一个间隔）报告压力读数到泵控制器 20 中。如果报告的压力高于（或者低于）所需的基准压力时，泵控制器 20 发送信号到分配马达 200 上以反转（或者向前移动）分配马达 200 一个马达增量，因此使活塞 192 和分配级隔膜 190 退回（或者向前移动），并且降低（或者提高）分配腔 185 内部的压力。此压力监测和修正可以大体上连续地发生直到启动分配段。如此，在分配腔 185 中可保持近似于所需的基准压力。

[0109] 如上所述，压力传感器 112 对分配腔 185 中的压力采样和报告的频率与分配马达 200 的运行速度相比稍微频繁。为了解决此差别，在发送信号到分配马达 200 的某个时间窗口期间，泵控制器 20 可以不处理压力传感器 112 报告的压力测量值，或者可使得压力传感器 112 不能使用，从而使得在泵控制器 20 接收和处理另一个压力测量值之前分配马达 200 完成其运动。可选择地，泵控制器 20 可以等待直到它已经发现或者接到通知，在处理压力传感器 112 报告的压力测量值之前，分配马达 200 已经完成其运动。

[0110] 参见图 10B，利用闭环控制系统的一个实施例以大体上保持所述的基准压力的有益效果可容易看出，该图描述了在分配腔 185 中的示例性压力分布，其中，正好是准备段期间采用的闭环控制系统的这样一个实施例。大致在点 4050 处发生对阀移动或者另外原因引起的任何压力变化的修正，如上参见图 6 和 7 所述。大致在点 4060 处，此压力修正可将分配腔 185 中的压力修正到分配所需的近似基准压力（由线 4040 表示），在该点处，多级泵 100 进入准备段。大致在点 4060 处进入准备段之后，闭环控制系统的一个实施例可解决在准备段期间任何压力漂移以大体上保持所需的基准压力。例如，在点 4070 处，闭环控制系统可以检测压力上升并且解决此压力上升，以大体上保持基准压力 4040。类似地，在点 4080, 4090, 4100, 4110 处，该闭环控制系统可解决或者修正分配腔 185 中的压力漂移以大体上维持所需的基准压力 4040，而与准备段的长度无关（注意点 4080, 4090, 4100 和 4110 仅仅是代表性的，而在图 10B 中描述的由闭环控制系统实施的其它的压力修正没有给出附

图标记,因此同样不进行讨论)。因而,在准备段期间,因为通过闭环控制系统在分配腔 185 中大体上保持所需的基准压力 4040,在随后的分配段中可实现更令人满意的分配。

[0111] 然而,在随后的分配段期间,为了实现这更满意的分配,当致动分配马达 200 来从分配腔 185 中分配流体时,希望进行任何修正来大体上保持该基准压力。更具体地说,在点 4060 处,正好在压力修正发生以及多级泵 100 开始进入准备段之后,分配级隔膜 190 处于初始位置。为了实现从此初始位置开始的所需分配,分配级隔膜 190 应该移动到分配位置。然而,在如上所述的对压力漂移的修正之后,分配级隔膜 190 可能处于与初始位置不同的第二位置上。在一些实施例中,通过移动分配级隔膜 190 到分配位置以实现所需分配来在分配期间解决此差别。换句话说,为了实现所需分配,分配级隔膜 190 可从其处于准备段已经发生对于压力漂移的任何修正后的第二位置移动到当多级泵 100 开始进入准备段时的分配级隔膜 190 的初始位置,随后,分配级隔膜 190 移动从初始位置到分配位置的这段距离。

[0112] 在一个实施例中,当多级泵 100 开始进入准备段时,泵控制器 20 计算初始距离(分配距离)以移动分配马达 200 来实现所需分配。当多级泵 100 处于准备段时,泵控制器 20 可以记住分配马达 200 为了修正在准备段期间发生的任何压力漂移已经移动的距离(修正距离)。在分配阶段期间,为了实现所需分配,泵控制器 20 发送信号给分配马达 200 以移动修正距离加上(或者减去)分配距离。

[0113] 然而,在其它情况下,当致动分配马达 200 来从分配腔 185 中分配流体时,不希望解决这些压力修正。更具体地说,在点 4060 处,正好在压力修正发生以及多级泵 100 开始进入准备段之后,分配级隔膜 190 处于初始位置。为了从此初始距离实现所需分配,分配级隔膜 190 应该移动分配距离。在如上所述的对压力漂移的修正之后,分配级隔膜 190 可能处于与初始位置不同的第二位置上。在一些实施例中,仅仅通过移动分配级隔膜 190 该分配距离(从第二位置开始),可以实现所需的分配。

[0114] 在一个实施例中,当多级泵 100 开始进入准备段时,泵控制器 20 计算初始距离以移动分配马达 200 来实现所需分配。然后,在分配阶段期间,为了实现所需分配,泵控制器 20 发送信号给分配马达 200 以移动此初始的距离,而与准备段期间分配马达 200 为了修正压力漂移已经移动的距离无关。

[0115] 显然的是在给定环境中利用或者应用的一个上述实施例的选择取决于多个因素,诸如其中结合选择的实施例采用的系统,装置或者经验条件。还显然的是,虽然用于大体上保持基准压力的控制系统的上述实施例已经关于解决准备段期间向上的压力漂移进行了描述,这些同样系统和方法的实施例还可同样应用到解决多级泵 100 的准备段,或者任何其它段中的向上或者向下压力漂移。而且,虽然本发明的实施例已经关于多级泵 100 进行了描述,应该理解的是这些发明的实施例(例如控制方法论等等)可以同样应用到,并且有效地应用于单级或者事实上任何其他的类型的泵送装置。

[0116] 有用地是,描述仅仅这样一个单级泵送装置的一个例子,其可以结合本发明的不同实施例被利用。图 11 是泵 4000 的泵组件的一个实施例的示意图。泵 4000 可以类似于如上所述的多级泵 100 中的一级,比方说分配级,其可包括步进电机,无刷式直流电机或者其他的马达驱动的滚动隔膜泵。泵 4000 包括分配块 4005,其限定了通过泵 4000 的多个流体流动路线和至少部分限定了泵室。根据一个实施例,分配泵块 4005 可以为 PTFE,改性 PTFE 或

者其他材料的整体块。因为这些材料不与或者最低程度地与许多处理流体反应,这些材料的使用可使得流动通道和泵室在最少的附加硬件的条件下被直接加工入分配块 4005 中。从而,通过提供集成的流体歧管,分配块 4005 降低了对管道的需要。

[0117] 分配块 4005 包括各种外部入口和出口,例如它们包括,通过其接收流体的入口 4010,用于清洗 / 排出流体的清洗 / 通风出口 4015,和在分配段期间通过其分配流体的分配出口 4020。在图 11 的例子中,当泵仅仅具有一个腔时,分配块 4005 包括外部清洗出口 4010。2005 年 12 月 2 日申请的,发明者为 Iraj Gashgaei,标题为“O 型环较少薄断面的配件和部件”的美国临时专利申请 No. 60/741,660,和发明者为 Iraj Gashgaei,标题为“O 型环较少薄断面的配件和配件部件”[ENTG1760-1] 的美国专利申请,它们作为参考结合在本申请中,其描述了配件的实施例,该配件可被利用来连接分配块 2005 的外部入口和出口到流体管路中。

[0118] 分配块 4005 使流体从入口通向出口阀(例如,至少部分由阀板 4030 限定),从入口阀通向泵室,从泵室通向通风 / 清洗阀和从泵室到出口 4020。泵盖 4225 可以防止泵马达受到损害,同时活塞外壳 4027 可提供对于活塞的保护,并且根据本发明的一个实施例,该外壳可由聚乙烯或者其他的聚合物形成。阀板 4030 提供用于阀系统(例如,入口阀,清洗 / 通气阀)的阀壳,其可构造来引导流体流动到泵 4000 的不同部件中。如上所述,阀板 4030 和对应阀可与结合阀板 230 描述的方式类似地形成。根据一个实施例,每个入口阀和清洗 / 通气阀至少部分集成到阀板 4030 中并且是隔膜阀,其根据是否施加压力或者真空到相应隔膜上或者开启或者关闭。在其它的实施例中,一些阀可以在分配块 4005 的外部或者设置在另外的阀板中。根据一个实施例,PTFE 板夹在阀板 4030 和分配块 4005 之间以形成不同阀的隔膜。阀板 4030 包括用于每个阀的阀门控制入口(未显示),以施加压力或者真空到相应的隔膜上。

[0119] 对于多级泵 100,泵 4000 可以包括防止流体滴进入多级泵 100 的外壳的电子仪器的区域中的多个特征。该“防滴式”特征可以包括突出唇缘,倾斜特征,在组件之间的密封,在金属 / 聚合物分界面处的偏移量,和如上所述的其它特征以将电子仪器与液滴隔离。该电子仪器和歧管可以构造为与如上所述的方式相似,以减少在泵室中热量对流体的影响。因此,如使用在多级泵中以减少形状因数和热量的影响,并防止流体进入到电子仪外壳中的类似特征可用在单级泵中。

[0120] 另外,如上所述,许多控制方法还可结合泵 4000 使用以实现大体上满意的分配。例如,本发明的实施例可用来控制泵 4000 的阀,以确保根据阀的顺序操作泵送装置的阀系统,该阀顺序构造为大体上使通过泵送装置的流体流动通道闭合的时间(例如到泵送装置外部的区域)最少。而且,在某些实施例中,当泵 4000 运行时,在阀状态改变之间可利用充分的时间量,以确保在另一个改变发生之前特定的阀完全开启或者关闭。例如,泵 4000 的马达的移动可延迟一个充分的时间量,以确保在填充段之前泵 4000 的入口阀完全打开。

[0121] 类似地,用于补偿或者解决发生在泵送装置的腔中压力漂移的系统和方法的实施例可大体上同等效力地应用到泵 4000 上。基于在分配腔中检测到的压力可对分配马达控制,以在分配之前大体上保持分配腔中基准压力,可利用控制回路从而重复确定在分配腔中的压力是否不同于所需压力(例如高于或者低于),并且,倘若如此,泵送装置的移动可被调整以在分配腔中大体上保持所需压力。

[0122] 虽然在泵 4000 的腔中的压力调节实际上可发生在任何时候,它在分配段开始之前尤其有用。更特别地,当泵 4000 开始进入准备段时,在分配腔 185 中的压力可处于基准压力,该压力近似于随后的分配段所需的压力(例如从校准或者先前的分配确定的分配压力)或者它的一小部分。可利用此所需的分配压力实现具有所需一组特征的分配,所述特征诸如所需流速,流量等。通过在出口阀打开之前使分配腔 185 中的流体达到此所需基准压力,则在分配段之前可解决泵 4000 的组件的一致性和变化并且实现令人满意的分配。

[0123] 然而,因为在进入准备段和分配段的开始之间会存在一些延迟,泵 4000 的腔内部的压力在准备段期间会基于多种因素发生改变。为了防止此压力漂移,利用了本发明的实施例,从而使得在泵 4000 的腔中大体上保持所需的基准压力,在随后的分配段中可实现令人满意的分配。

[0124] 除了在单级泵中控制压力漂移之外,本发明的实施例还用于补偿由不同的机构或者泵 4000 内部的部件,或者与泵 4000 结合使用的装置的启动引起的分配腔中的压力波动。

[0125] 本发明的一个实施例还可修正在分配段开始(或者任何其它段)之前清洗或者通气阀关闭所引起的泵的腔中的压力变化。此补偿过程可通过反转泵 4000 的马达与关于多级泵 100 的上述内容相类似地实现,使得每当这样的阀关闭时,泵 4000 的腔的体积大体上增加清洗或者入口阀的滞留体积。

[0126] 因此,本发明的实施例提供一种具有柔和的流体处理特性的泵送装置。通过对阀的打开和关闭和/或泵送装置内部的马达的开启安排顺序,可避免或者减少潜在损害的压力尖峰。本发明的实施例还可采用其它的泵控制机构和阀衬垫,以帮助减少压力对处理流体上的有害影响。

[0127] 在上述说明书中,本发明已经参见具体实施例进行描述。然而,本领域技术人员应该理解可做出不同的改变和修改,而不偏离下面的权利要求中描述的本发明的范围。因此,该说明书和附图是说明性的而不是起限制意义,所有的这样的改变都包括在本发明的范围内。

[0128] 前面已经针对特定实施例对有利之处,其它优点,和解决问题的技术方案进行了描述。然而,可以使任何有利之处,优点或者技术方案产生或者更明显的有利之处,优点,问题的解决方案或者任何组件不认为是任何或者所有权利要求中关键性的,必需的或者必要的特征或者组件。

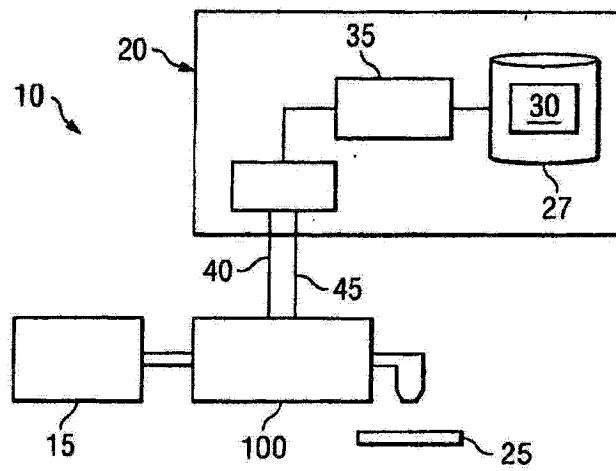


图 1

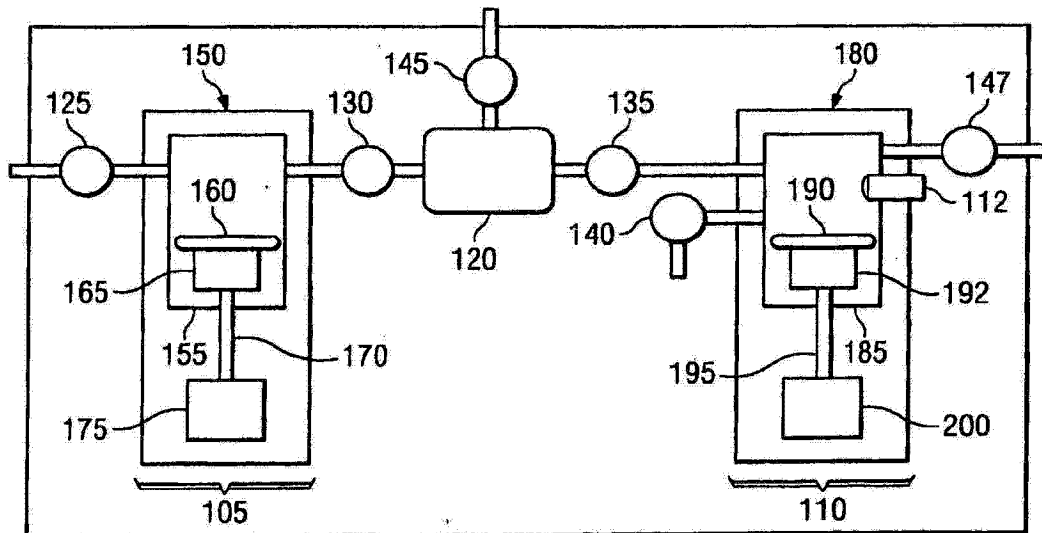


图 2

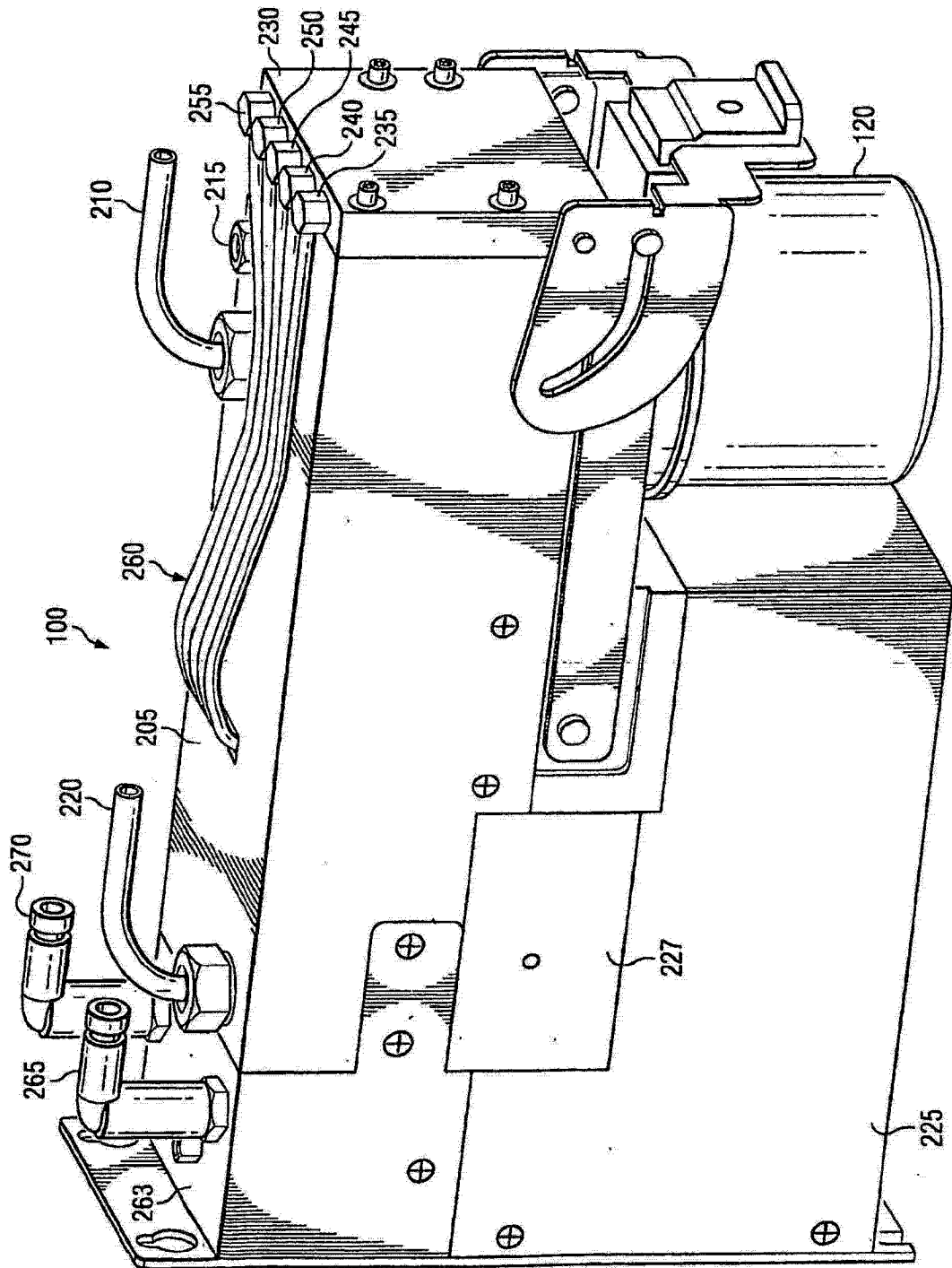


图 3A

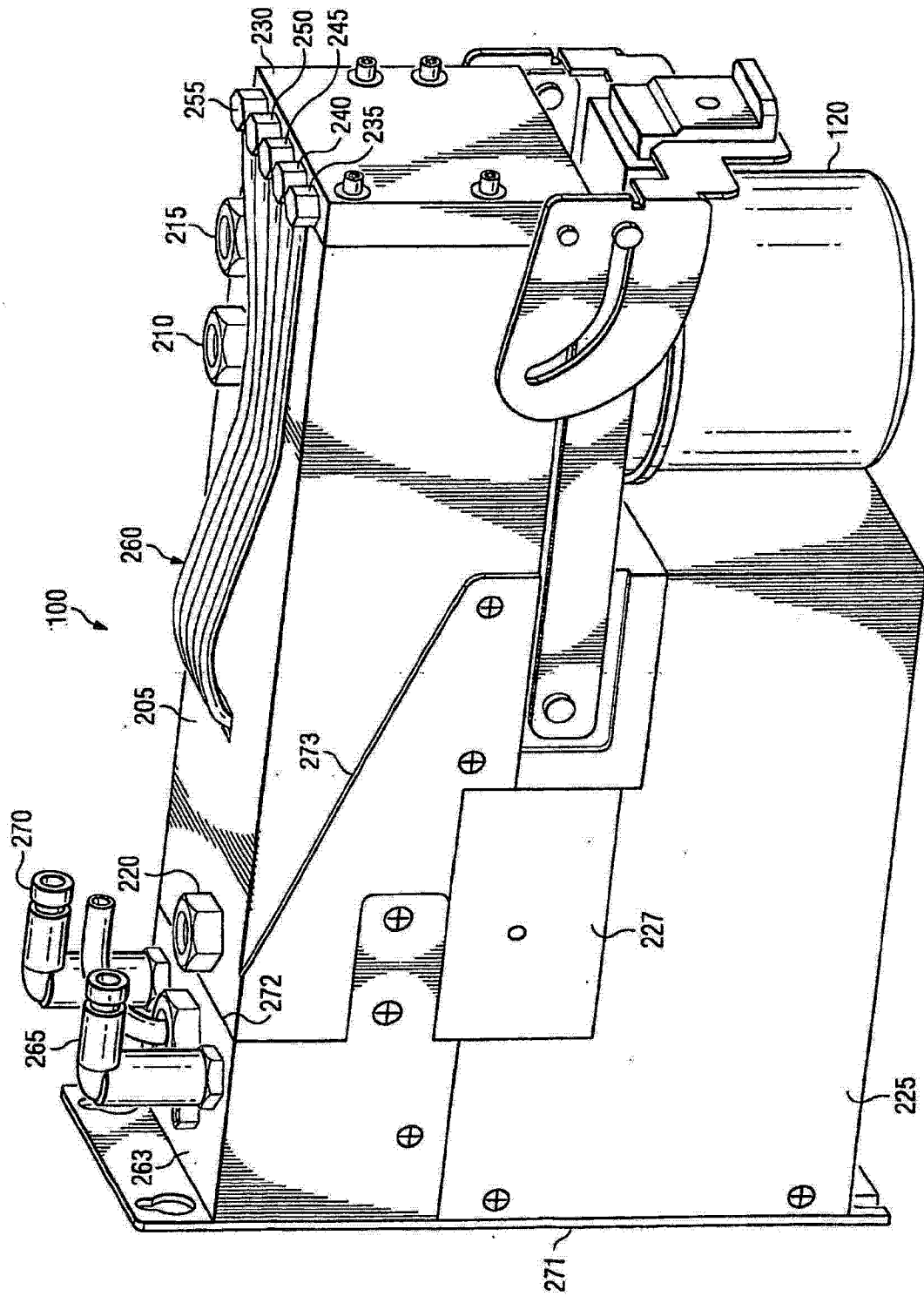


图 3B

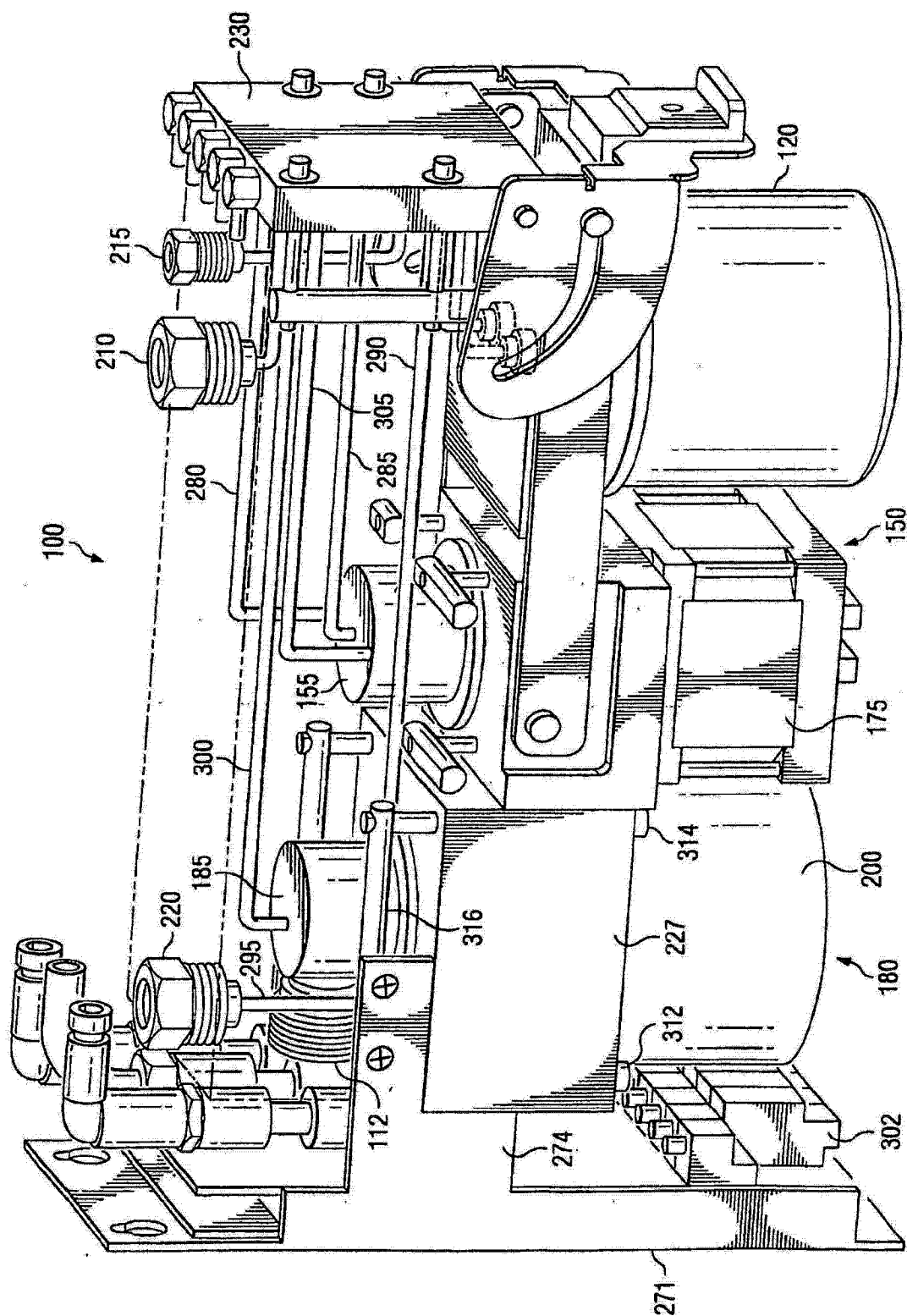


图 4A

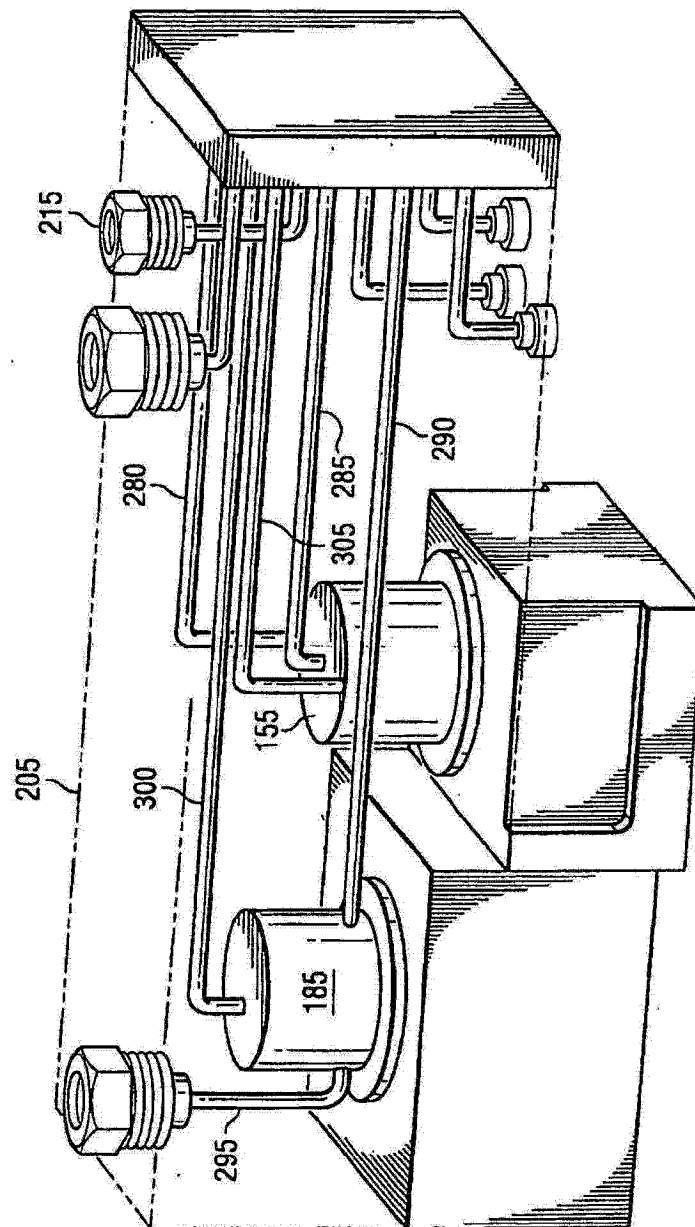


图 4B

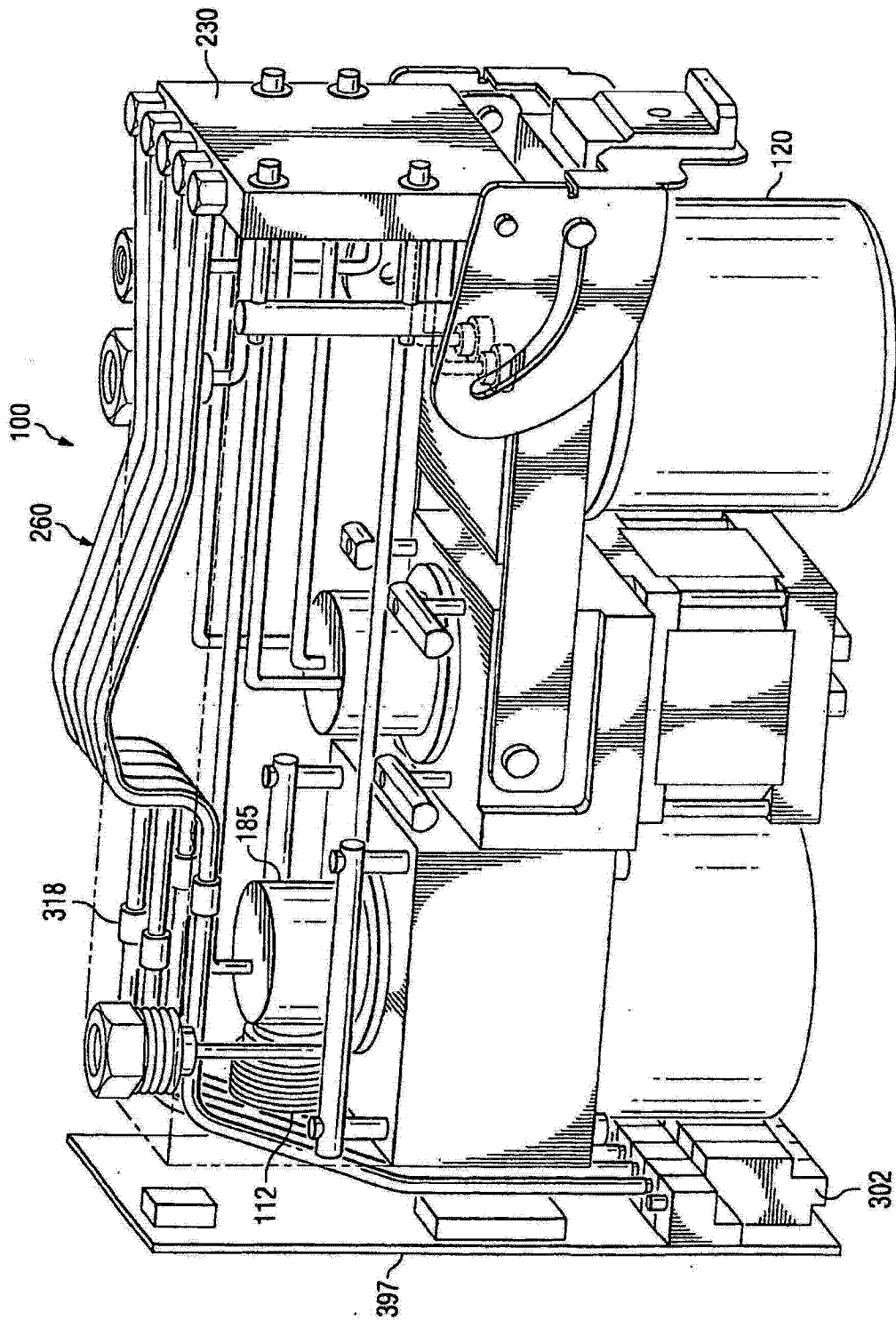


图 4C

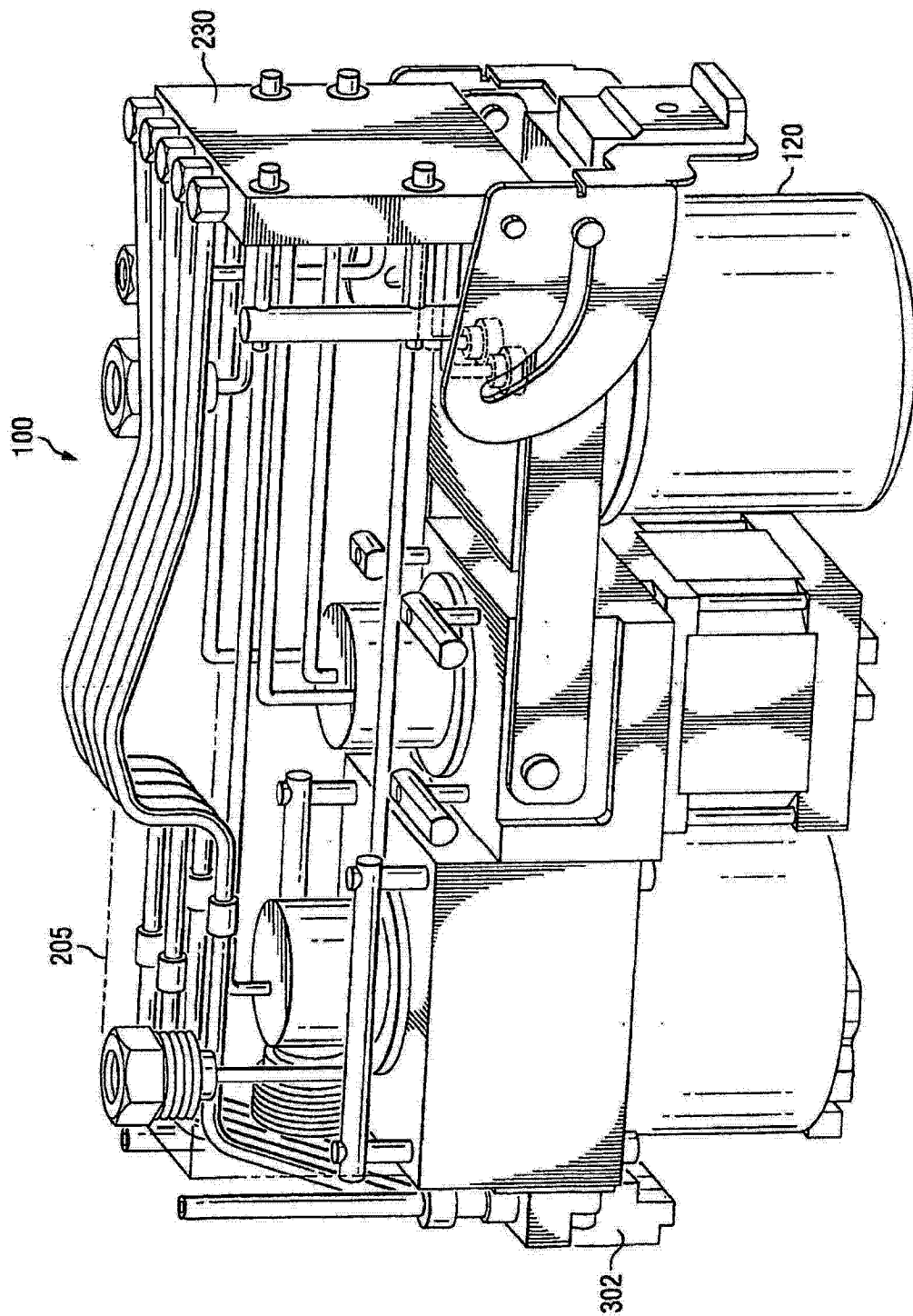


图 4D

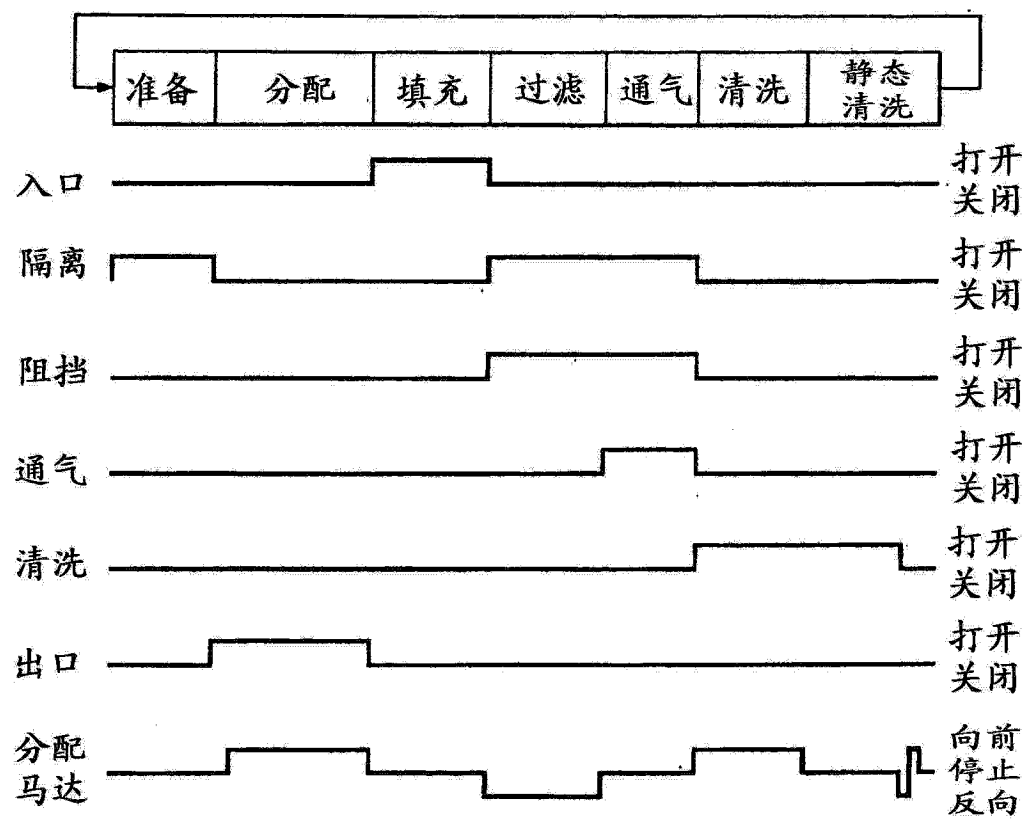


图 5

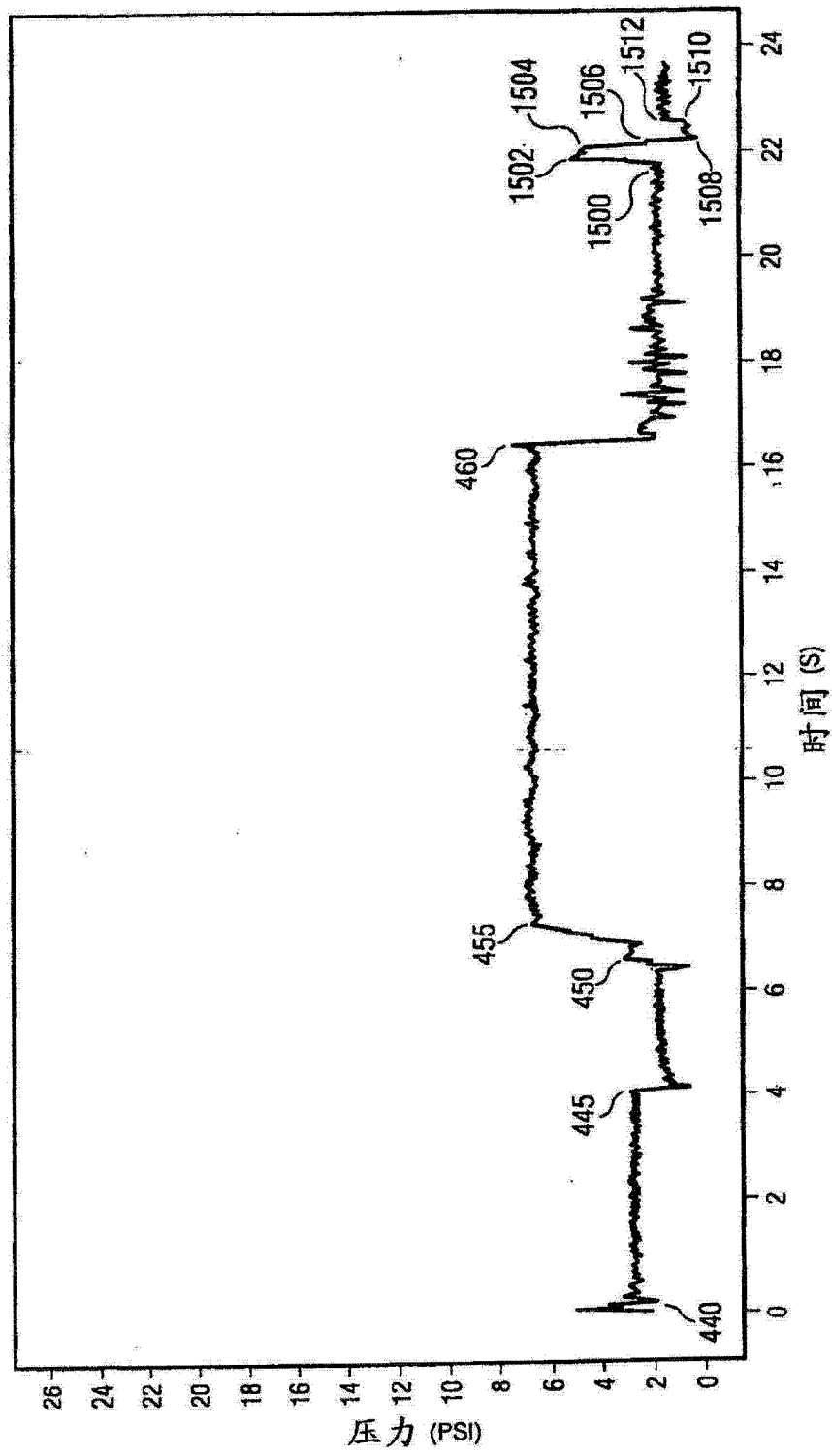


图 6

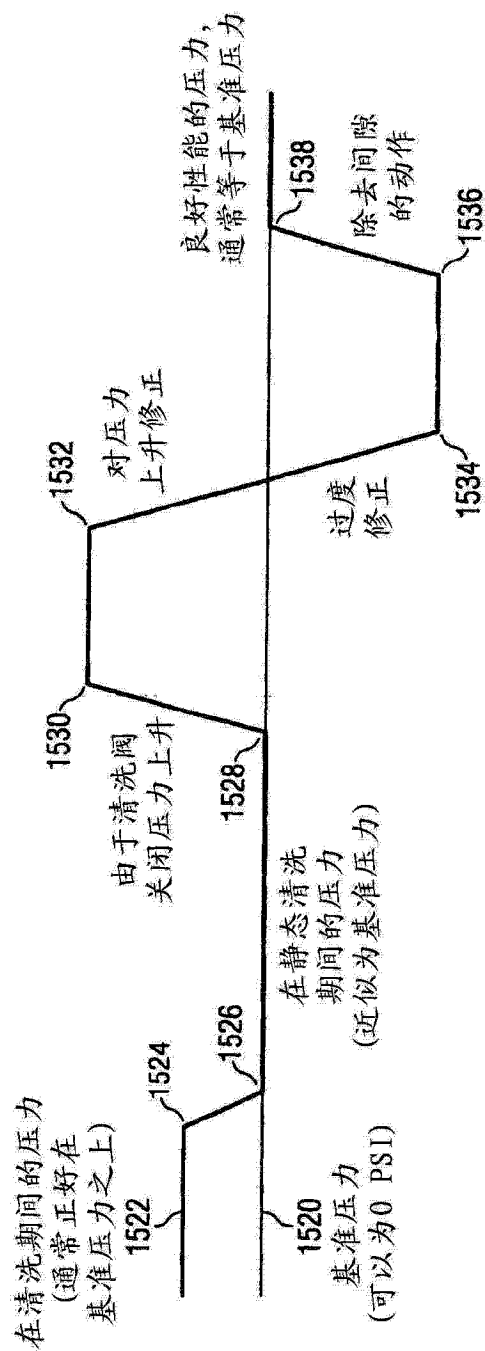


图 7

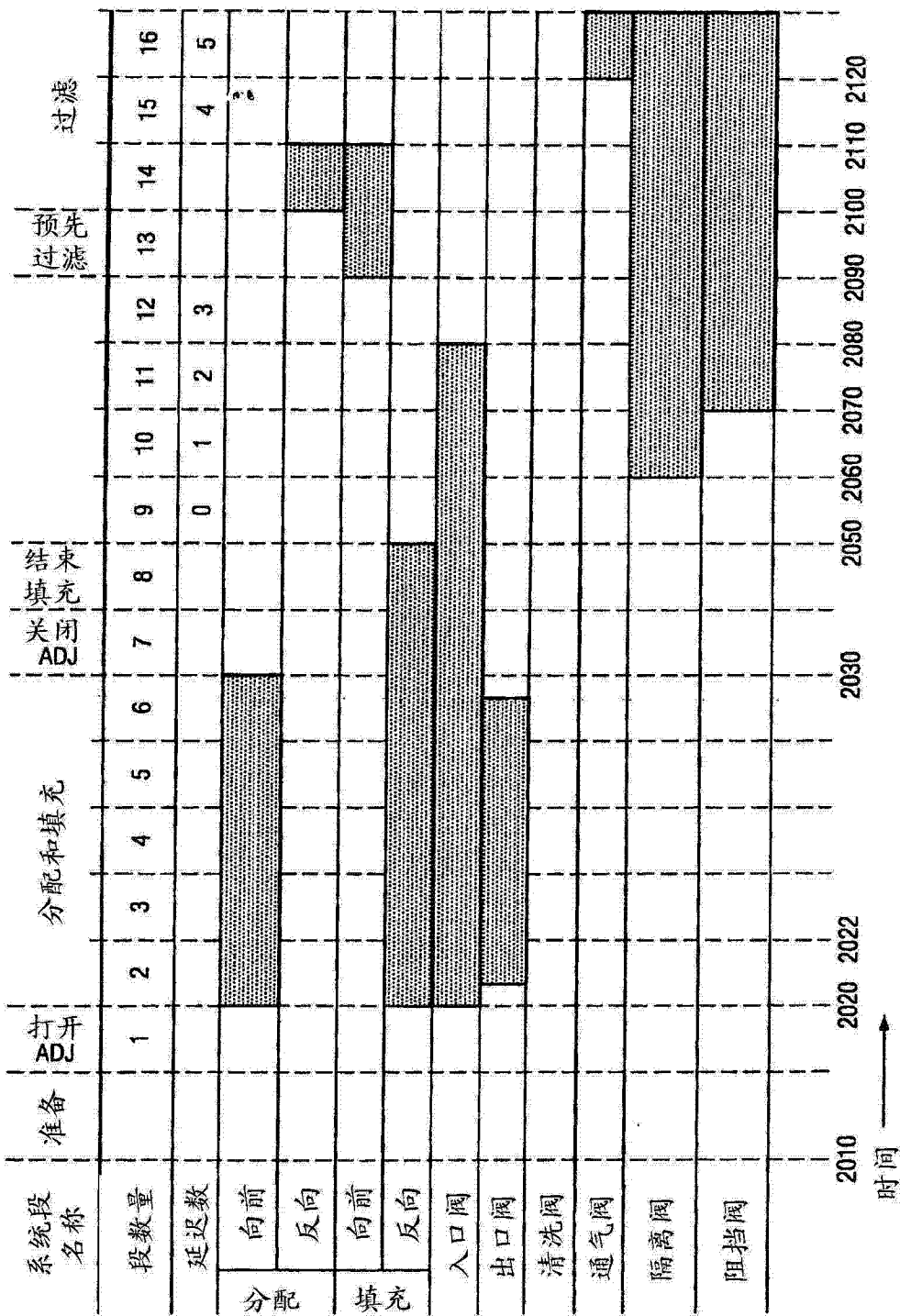


图 8A

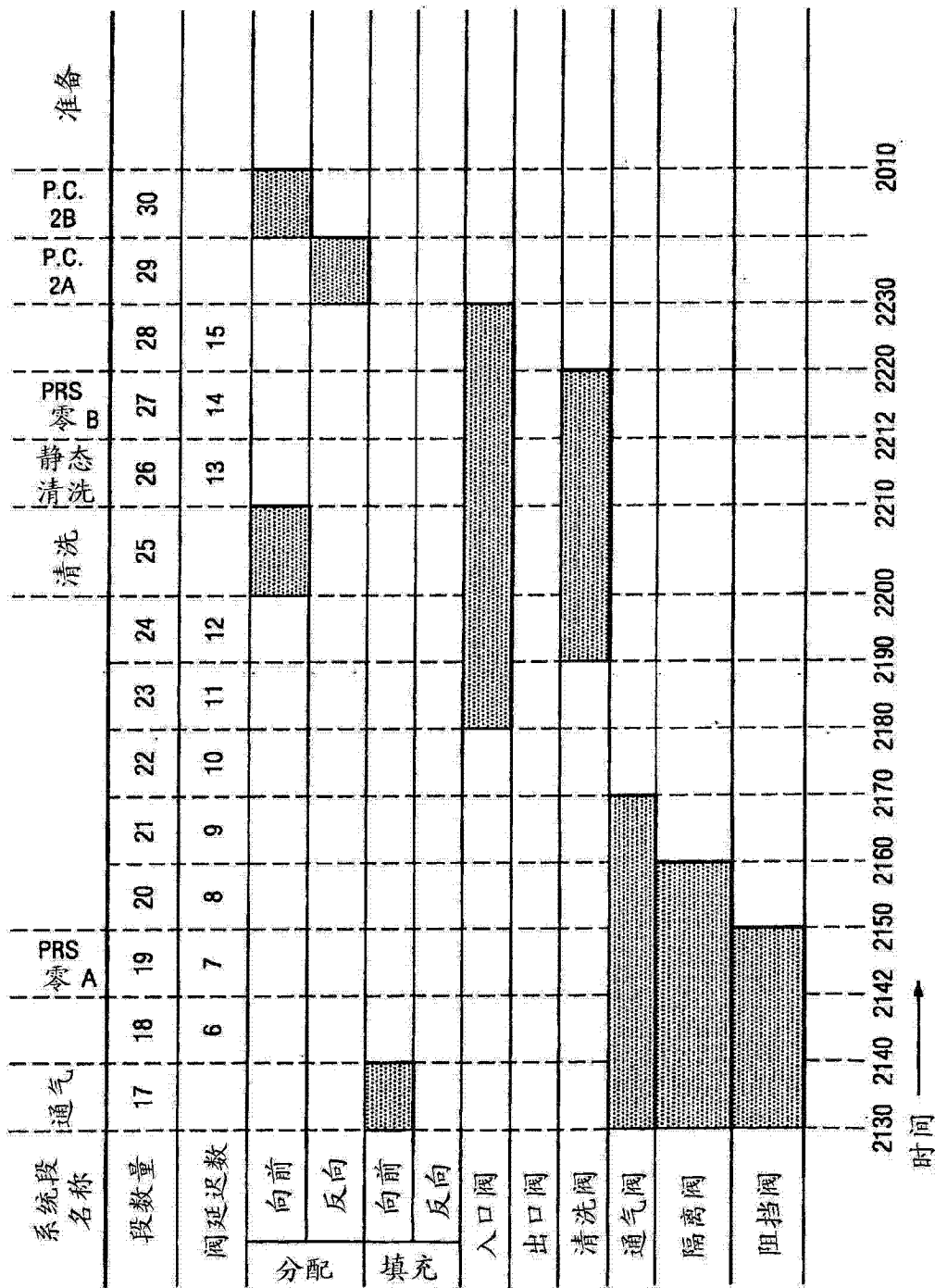


图 8B

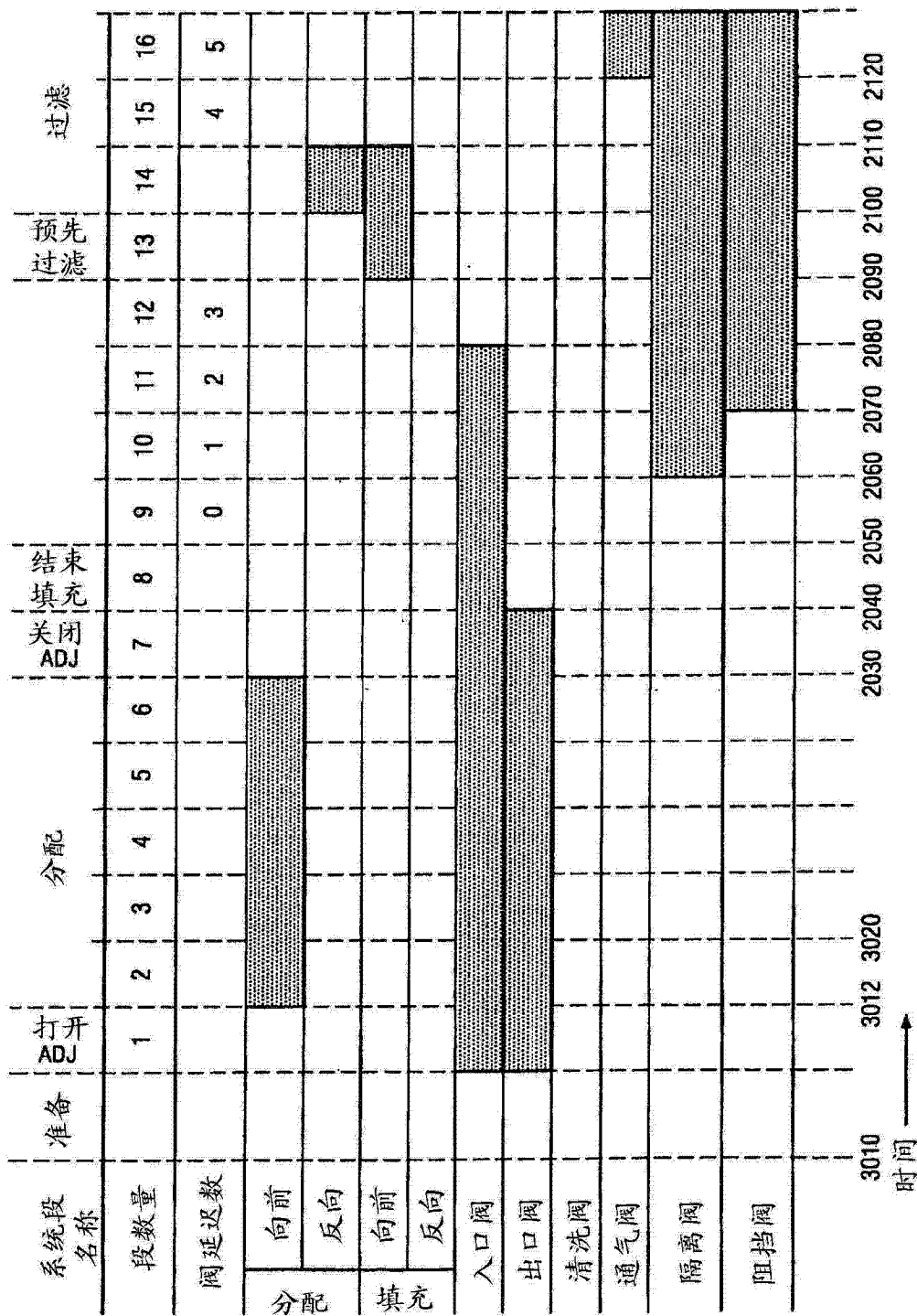


图 9A

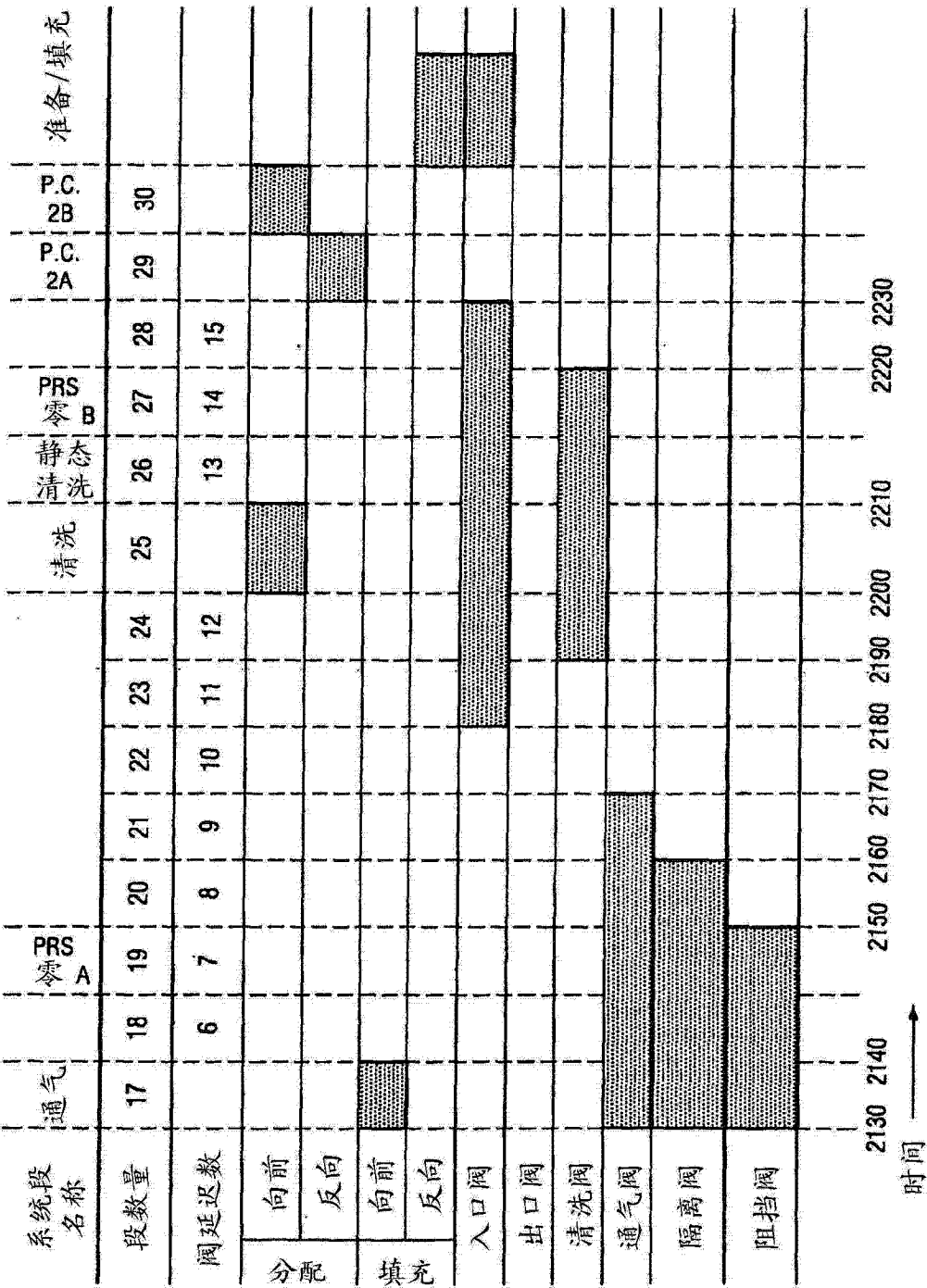


图 9B

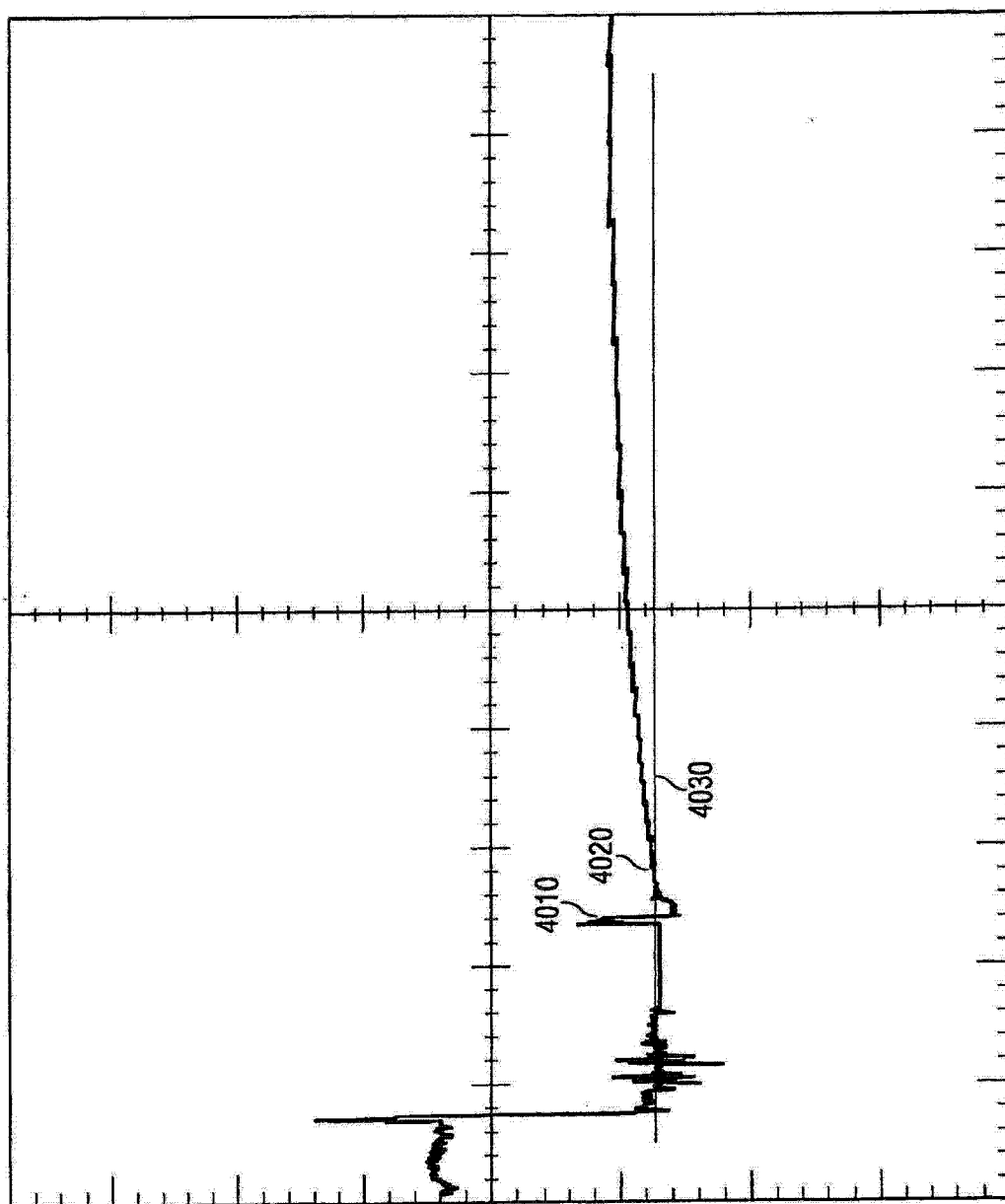


图 10A

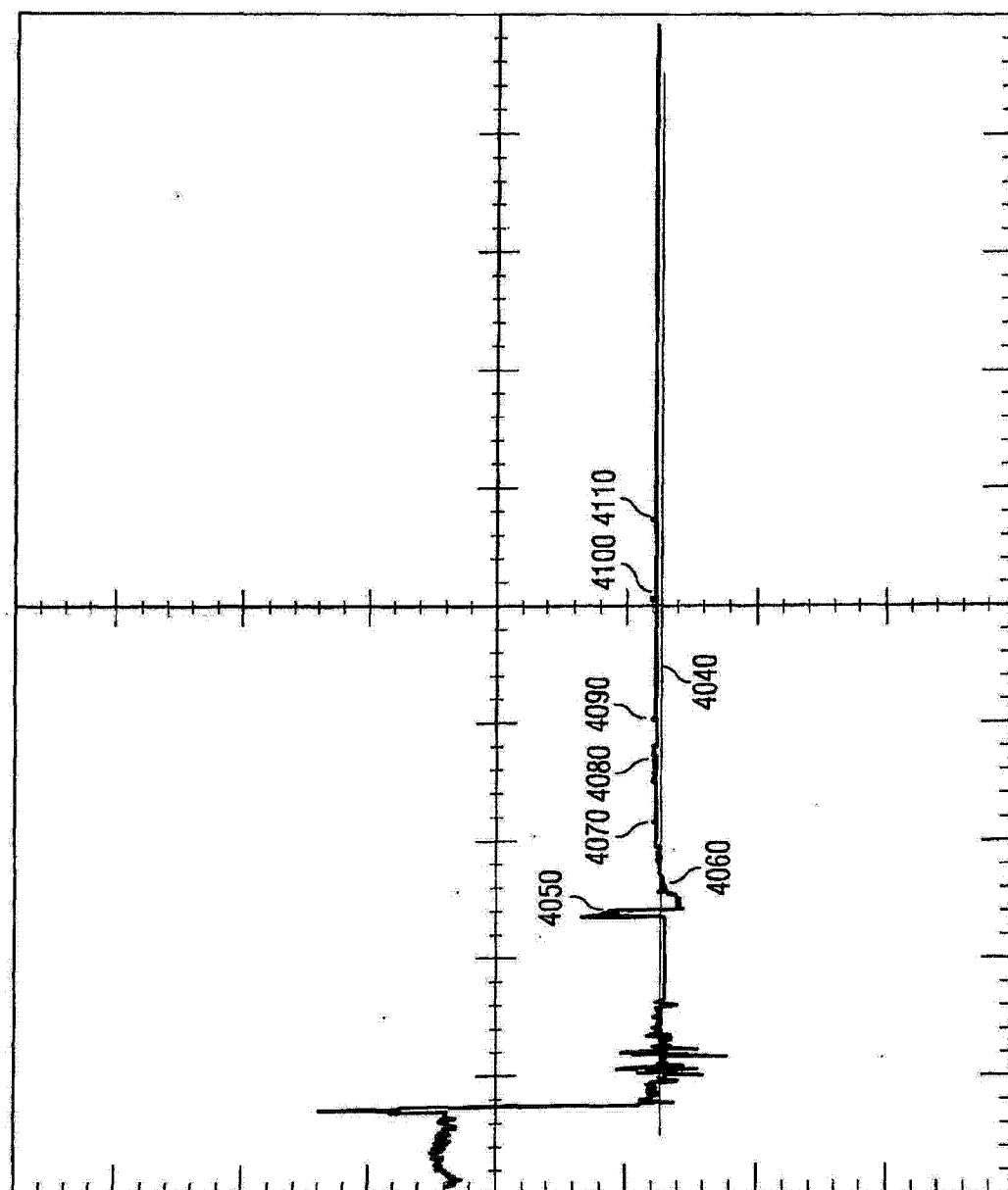


图 10B

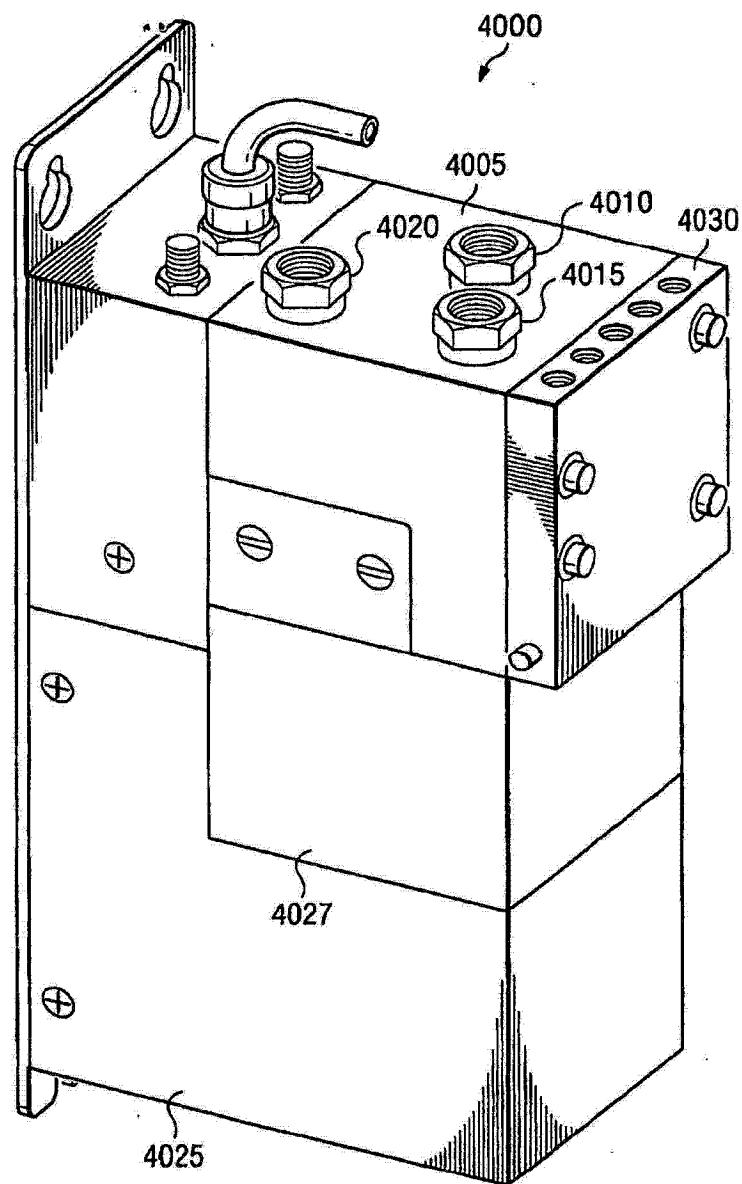


图 11