

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

F17D 3/01

F16K 31/12



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510054212.9

[43] 公开日 2005 年 10 月 19 日

[11] 公开号 CN 1683817A

[22] 申请日 2005.1.6

[21] 申请号 200510054212.9

[30] 优先权

[32] 2004. 1. 6 [33] US [31] 60/534,590

[32] 2004. 12. 29 [33] US [31] 11/025,438

[71] 申请人 波克股份有限公司

地址 美国新泽西州

[72] 发明人 R·弗塞

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

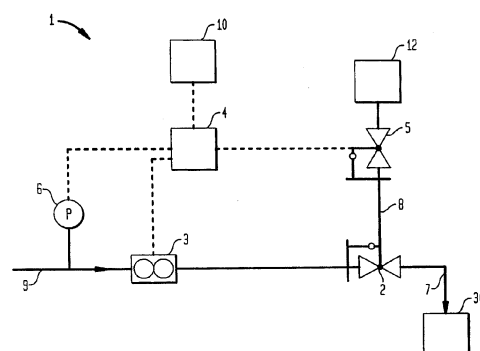
代理人 吴明华

权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 1 页

[54] 发明名称 控制流体流动的装置、方法和系统

[57] 摘要

一种流动控制装置可包括一个流体流入该装置的入口，一个流体流出该装置的出口，一个气压控制部分，一个通过气压控制部分供给的气压来驱动的流体流动控制阀，一个构造为用于测量流体流速的流量计，以及一个构造为用于至少根据流量计测得的流速来控制气压控制部分的控制器。驱动该流体流动控制阀可调节流速。



ISSN 1008-4274

- 1、 一种流动控制装置，包括：
一个流体流入该装置的入口；
5 一个流体流出该装置的出口；
一个流体流动控制阀，其中该流体流动控制阀构造成通过气压驱动以便于调节流体的流速；
一个气压控制部分，其中该装置构造为使流体流动控制阀通过气压控制部分供给的气压来驱动；
10 一个构造为用于测量流体流速的流量计；以及
一个构造为至少根据流量计测得的流速来控制气压控制部分的控制器。
- 2、 根据权利要求1所述的流动控制装置，进一步包括一个构造为用于测量流体压力的压力传感器，其特征在于：该控制器至少根据压力传感器测得的流体压力和流量计测得的流速来控制气压控制部分。
- 15 3、 根据权利要求2所述的流动控制装置，其特征在于该压力传感器位于流体流动控制阀的上游。
- 4、 根据权利要求1所述的流动控制装置，其特征在于该流量计位于流体流动控制阀的上游。
- 5、 根据权利要求1所述的流动控制装置，其特征在于该气压控制部分
20 包括一个构造为用于测量气压的压力传感器，以及
其中该气压控制部分还包括一个构造为用于至少根据压力传感器测得的气压来控制气压控制部分的辅助控制器。
- 6、 根据权利要求1所述的流动控制装置，其特征在于该流量计包括一个超声流量计。
- 25 7、 根据权利要求1所述的流动控制装置，其特征在于该控制器构造为用于至少根据流量计所测得的流速与一个预定流速的差值来控制该气压控制部分。
- 8、 根据权利要求7所述的流动控制装置，其特征在于该控制器构造为用于至少根据所述流速差值和一种比例—积分—微分反馈控制方法来控制该气压控制部分。
- 30 9、 根据权利要求1所述的流动控制装置，其特征在于该气压控制部分

包括一个比例气压控制阀。

10、 根据权利要求1所述的流动控制装置，其特征在于该控制器构造为根据一个算法来控制流体流动控制阀的驱动，其中该算法包括：

确定测量流速与一个预定流速之间的至少一个差值；

5 根据该差值选择一个调节量的范围，其中该调节量的范围选自各自与不同的差值范围相关的多个调节量范围中；以及

根据所选择的调节量的范围来控制该流体流动控制阀的驱动。

11、 一种用于多流体流动控制的系统，包括：

一个第一流动控制装置；以及

10 一个第二流动控制装置，

其特征在于：该第一流动控制装置和第二流动控制装置中的每一个均根据权利要求1所述的流动控制装置来构造。

12、 一种用于半导体加工的系统，包括：

至少一个权利要求1所述的流动控制装置；以及

15 至少一个半导体制造工具，其特征在于该半导体制造工具接收来自至少一个流动控制装置的流体。

13、 一种控制流体流动的方法，该方法包括：

提供权利要求1的装置；

用流量计测量流速；

20 至少根据流量计测得的流速来控制气压控制部分；以及
通过来自气压控制部分的气压来驱动该流体流动控制阀。

14、 一种流动控制装置，包括：

一个流体流入该装置的入口；

一个流体流出该装置的出口；

25 一个流体流动控制阀，其中该流体流动控制阀构造成通过被驱动来调节流体的流速；

一个构造为用于测量流体流速的流量计；以及

一个构造为用于根据算法来控制流体流动控制阀的驱动的控制器；其特征在于，该算法包括：

30 确定测量流速与一个预定流速之间的至少一个差值；

根据该差值选择一个调节量的范围，其中该调节量的范围选自各自与不同的差值范围相关的多个调节量范围；以及

根据所选择的调节量范围来控制该流体流动控制阀的驱动。

15 15、 根据权利要求 14 所述的流动控制装置，其特征在于该控制器构造为用于至少根据该流速差值和和一种比例—积分—微分反馈控制方法来控制该流体流动控制阀的驱动。

16、 根据权利要求 14 所述的流动控制装置，进一步包括一个构造为用于测量流体压力的压力传感器，其特征在于：该控制器构造为用于至少根据压力传感器测得的流体压力和流量计测得的流速来控制流体流动控制阀。

10 17、 根据权利要求 16 所述的流动控制装置，其特征在于：该压力传感器位于流体流动控制阀的上游。

18、 根据权利要求 14 所述的流动控制装置，其特征在于：该流量计位于流体流动控制阀的上游。

15 19、 根据权利要求 14 所述的流动控制装置，其特征在于：该流量计包括一个超声流量计。

20、 一种用于多流体流动控制的系统，包括：

一个第一流动控制装置；以及

一个第二流动控制装置，

20 其特征在于：该第一流动控制装置和第二流动控制装置中的每一个均根据权利要求 14 所述的流动控制装置来构造。

21、 一种用于半导体加工的系统，包括：

至少一个权利要求 14 所述的流动控制装置；以及

至少一个半导体制造工具，其特征在于该半导体制造工具接收来自至少一个流动控制装置的流体。

25 22、 一种控制流体流动的方法，该方法包括：

提供权利要求 14 的装置；

用流量计测量流速；

确定测量流速与一个预定流速之间的至少一个差值；

根据该差值选择一个调节量的范围；以及

30 根据所选择的调节量范围来控制该流体流动控制阀的驱动。

控制流体流动的装置、方法和系统

- 5 本申请要求 2004 年 1 月 6 日提出的序列号为 US60/534, 590 的美国临时专利申请的优先权。

背景技术发明领域

- 10 本发明涉及一种控制流体流速的装置、方法和系统。本发明的一些示例性的方面将涉及一种用于半导体加工设备的流动控制装置。

相关技术描述

- 15 一些常规流体流动控制装置通常是具有有限流速范围的大装置。另外，一些常规装置将具有相对低的再现性和设定值准确性。在一些情况下，上游液体输出压力的变化（例如，波动）可引起流速偏移和/或波动到所需的容许偏差之外。此外，诸如流动阻力、部分填充输送管线以及抽吸的特定液体输送条件也可降低流动控制能力。此外，缺乏与一些结构有关的充分响应性也将引起一种或多种流体的过冲、下冲和/或不足的批量体积控制。

 由于这些以及其它原因，需要一种可供选择的方法。

概述

- 20 在下列描述中，本发明的特定方面和实施方式将变得明显。应当理解的是在更宽意义上，在不具有这些方面和实施方式的一个或多个特征时仍可实施本发明。换句话说，这些方面和实施方式仅是示例性的。

- 25 本发明的一个方面涉及一种流动控制装置。该装置将包括一个用于流体进入该装置的入口，一个用于流体从该装置流出的出口，一个气压控制部分，一个构造成可由气压控制部分供给的气压驱动的，以便于调节该流体流速的流体流动控制阀，一个构造成可测量该流体流速的流量计，以及一个构造成可控制该气压控制部分的控制器。该控制器至少根据流量计测得的流速可控制该气压控制部分。

- 30 另一方面涉及一种流动控制装置，该流动控制装置将包括一个用于流体进入该装置的入口，一个用于流体从该装置流出的出口，一个构造成可被驱动的，

以便于调节该流体流速的流体流动控制阀，一个构造成可测量该流体流速的流量计，以及一个构造成可控制该流体流动控制阀的驱动的控制器的。

在另一方面中，该控制器可通过一个算法来控制该流体流动控制阀的驱动。该算法可包括确定至少一个测量流速和预定流速的差值，根据该差值来选择一个调节量的范围，以及根据所选择的调节量范围来控制该流体流动控制阀的驱动。该调节量范围也可选自各自与不同的差值范围有关的多个调节量范围。在5 一些实施例中，该控制器可构造成至少根据该流速的差值和一种比例—积分—微分反馈控制方法来控制该流体流动控制阀的驱动。

在另一方面，该装置可进一步包括一个构造得可测量该流体压力的压力传感器。例如，该控制器至少可根据压力传感器测得的流体压力和流量计测得的流速来控制该流体流动控制阀（例如，通过控制气压控制部分）。在一些实例中，10 该压力传感器可位于流体流动控制阀的上游。

在另一方面，该流量计可位于流体流动控制阀的上游。

在又一方面中，该流量计可包括一个超声流量计。

15 虽然另一方面涉及一个用于多流体流动控制的系统。该系统可包括一个第一流动控制装置和一个第二流动控制装置。该第一流动控制装置和该第二流动控制装置的每一个都可根据这里描述的任何流动控制装置来构造。

在另一方面，一个用于半导体加工的系统可包括至少一个流动控制装置和至少一个半导体处理工具。该半导体处理工具可接受来自至少一个流动控制装20 置的流体。

在一些实例中包括一个气压控制部分，该气压控制部分可包括一个辅助控制器和构造得可用来测定该气压的压力传感器。该辅助控制器可构造成至少根据该压力传感器测得的气压来控制该气压控制部分。

另外一个方面涉及一种控制流体流动的方法。该方法可包括提供一个流动25 控制装置。该方法可进一步包括用流量计测量流速，至少根据流量计测得的流速来控制气压控制部分，以及通过来自气压控制部分的气压来驱动该流体流动控制阀。

在一些实例中包括一个气压控制部分，该气压控制部分可包括一个比例气压控制阀。

30 在另一方面，一种将测量流速调节到预定流速的方法可包括提供一个流动

控制装置，用流量计测量流速，确定测量流速和预定流速的至少一个差值，根据该差值选择一个调节量范围，以及根据该选择的调节量范围来控制该流体流动控制阀的驱动。该调节量范围可选自各自与不同的差值范围有关的多个调节量范围。

- 5 除上述结构上和程序上的设置外，本发明可包括许多在下文中描述的其它设置方式。应当理解前面和后面所述的都只是示例性的。

附图的简要说明

附图结合在此处，构成了说明书的一部分。附图示出了示例性的实施方式，并结合描述用于解释本发明的一些原理。在附图中，

- 10 附图 1 是根据本发明的一个流动控制装置的一个实施方式的示意图；以及附图 2 是一个包括两个构造与附图 1 相同的装置的示例性的流动控制系统的示意图。

几个示例性的实施方式的描述

- 15 下面将详细参照本发明的几个示例性的实施方式。在任何可能之处，在附图和描述中使用相同的附图标记来指代相同或相似的部件。

附图 1 表示流动控制装置 1 的一个实施方式。诸如液体、泥浆、气体和/或其混合物的流体通过流体入口 9 进入装置 1 中。正如下面所详细描述的一个流体流动控制阀 2 调节通过流体出口 7 离开装置 1 的流体的流速。

- 20 在附图 1 的实施方式中，该流体流动控制阀 2 是一个气压驱动阀，它根据供给流体流动控制阀 2 的气动口的气压量来调节流体的流速。如附图 1 所示，该装置 1 也包括一个流量计 3、一个控制器 4 和一个通过管线 8 向流动控制阀 2 供给受控气压的气压控制部分 5。流量计 3 测量从入口 9 流到出口 7 的流体的流速，它与控制器 4 联通并为控制器 4 提供一个指示所测得的流速的电子信号。控制器 4 依次与气压控制部分 5 联通并电子地控制该气压控制部分 5，从而调节
25 供给流动控制阀 2 的气压量。

- 流动控制阀 2 可构造成以与供给阀 2 的气压量的增加和/或减少有关(例如，按比例)的量增加和/或减少流体流速。该流体流动控制阀 2 也可构造成以与供给该阀 2 的大体上被保持的气压有关(例如，按比例)的量大体上保持液体流速。与其它一些可选择的类型的流动阀设置方式相比，使用气动驱动阀任意地
30 能够使对阀控制的响应更快、更准确以及更服从。此外，使用一个气动驱动阀

能够使阀 2 更好地跟踪控制信号。

在一些实施例中，该流动控制阀 2 可以是 Asahi 制造的气动控制阀。如附图 1 所示，控制器 4 可构造成随阀 2 上游测得的流体压力而动作，并调节供给阀 2 的气压以补偿上游的压力波动。也可使用其它类型的阀。

- 5 流量计 3 可以是任何类型的能够用于测量流体流速的装置。在至少一些实施例中，该流量计 3 具有相对高的精确度。例如，流量计 3 可以是超声流量计。一种示例性的流量计是东京流量计厂（Tokyo Flow Meter）制造的超声流量计。

如附图 1 所示，流量计 3 可设置为用于测量流体流动控制阀 2 的上游流体的流速。可选择地，该流量计也可设置为用测量阀 2 的下游流体的流速。

- 10 如上所述，通过管线 8 供给流动控制阀 2 的气压量可通过气压控制部分 5 来控制。例如，该气压控制部分 5 可构造成接受来自加压气体源 12 的加压气体（例如，诸如氮气的加压惰性气体或加压空气），然后在根据控制器 4 提供的电子信号控制的压力下将该气体输出到管线 8。该气压控制部分 5 可包括一个或多个阀和/或压力调节器。在一些实施例中，该压力控制部分 5 可以是一个比例气
15 压控制阀。一个示例性的阀可包括一个通过管线 8 输出一些注入气的阀组件和另一从阀中放出一些注入气的阀组件。

压力控制部分 5 能够提供在可用于控制该流动控制阀 2 的压力范围内的一个压力范围的输出压力。例如，该压力控制部分 5 可构造成提供在 0-约 50PSI 范围内或其它范围内的输出压力。

- 20 如附图 1 所示，该气压控制部分 5 可构造以检测管线 8 中的气压并调节该气压控制以补偿管线 8 中的压力波动。在一些实施例中，该压力控制部分 5 可具有自己的至少根据测得的下游气压来控制该气压控制部分 5 的辅助控制器。这种示例性的设置可具有一个与该辅助控制器有关的控制回路，它可以是除一个可能的与控制器 4 有关的控制回路之外的又一个回路。

- 25 在一些实施例中，装置 1 可包括一个任意的构造为可测量流体压力并与控制器 4 连通以提供一个指示所测得的流体压力信号的压力传感器 6，。如附图 1 所示，该压力传感器 6 可设置得用于检测流动控制阀 2 的上游流体压力。当供给装置 1 的流体具有变动压力时，该装置可能提高输出流体流速的稳定性。可供选择的是，压力传感器 6 可设置得用于检测阀 2 的下游流体压力。

- 30 装置 1 也可包括一个构造成能够向控制器 4 输入预定流体流速的输入部分

10. 在一些实施例中, 该输入部分 10 可包括一个小键盘、一个连接到计算机的连接部分, 一个本地或远程装置或其他任何能够使用户输入预定流体流速的构造。可选择的 (或此外), 该输入部分 10 可包括一个存储器来保存一个或多个预定流体流速和/或一个可确定流体流速的独立处理器。控制器 4 接受来自流量计 3、压力传感器 6 和输入部分 10 的电子信号。根据一个或多个这些信号, 控制器 4 可确定一个适当的信号发送给压力控制部分 5 以便在管线 8 中产生一个特定的气压, 从而通过流动控制阀 2 产生一个特定的流体流速。该控制器 4 可根据来自流量计 3、压力传感器 6 和输入部分 10 的输入信号的任何变化而改变输出到压力控制部分 5 的信号。在一些情况下, 可改变管线 8 中的压力以维持来自装置 1 的一个大致稳定态的流速 (例如, 当流过装置 1 的液体压力变化时) 和/或改变装置 1 的流体流速 (例如, 响应来自输入部分 10 的变化的输入)。

在一些实施例中, 控制器 4 可以是 PLC, 嵌入的或单板控制器, 或任何其它的计算装置例如 PC 机。该控制器 4 可使用控制逻辑或算法来分析流速和非必要的来自传感器 6 的流体压力信号。该控制器 4 也可确定一个预定流速和测量流速的差值, 并产生一个发送给控制部分 5 的调节信号。该算法可设计为用于补偿控制部分 5 和流体流动控制阀 2 的特定行为。这种补偿可包括: i) 预测机械阀的驱动滞后; ii) 偏置控制信号以增加阀开或关速率以密切跟踪流动、压力或所需流速的快速改变; 和/或 iii) 反向偏置控制信号以降低阀响应的震荡 (ringing) 和/或过冲。这些补偿可为特殊的硬件组合而设计。

此外, 为了得到特定的流速范围, 可选择流量计 3 和流体流动控制阀 2。

另外, 如果使用一种控制算法, 该算法和控制部分 5 将允许高的流速操作弹性, 同时在整个流速范围内提供高精度度。操作弹性表示在低于装置的满负荷值下操作的能力; 例如, 一个高弹性操作的流动控制器在相对的低流速和高流速下都可能精确地操作而无须更换硬件。此外, 该控制算法可通过预料阀对控制信号的响应并偏置该控制信号以校正这种阀响应来补偿特定的阀性能。这种补偿可对阀 2 产生更高的适应性, 在阀位置和预定速率之间更好地跟踪, 并产生一个再现性更好和更稳定的流速。

在控制气压控制部分 5 中, 控制器 4 可使用一个比例-积分-微分 (“PID”) 反馈控制方法来调节电子控制信号和/或管线 8 中的气压。在一个 PID 反馈控制方法中, 该控制器 4 可计算一个基于测量流速和预定流速的差值的误差。本申

请中所使用的术语“误差”，可广义地定义为测量流速与预定流速之间的差值。在这个实施方式中，术语“比例”指的是这个误差（或流速差值），术语“积分”指的是一段时间内的误差的和，以及术语“微分”指的是一段时间内误差的变化率。尽管这三个术语都可用在 PID 反馈控制方法中，但这些术语中的一个或多个可被设定为零。因而，来自控制器 4 的电子控制信号可作为 PID 回路中的术语“比例”、“积分”和/或“微分”的函数而变化；此外，这些术语根据预定流速与测量流速的差值而变化。

该算法也可使用前馈（预测流体流动控制阀 2 的准确位置）和反馈（测量调节后的流速）两种控制方法。使用这两种控制方法可提供更好的性能。可供选择的，下面两种方法中的任意一种均可在控制流动中单独地使用。

在其它实施例中，可使用两种基本方法的结合来控制流动，将在下面进行描述。

第一种方法可以是 PID 反馈控制方法的积分术语的非线性执行。例如，一个算法可使用误差的历史记录来计算控制器 4 的输出，然后再驱动流体流动控制阀 2（或控制气压控制部分 5）。再在这些实施例中以及在每个程序扫描期间，控制器 4 可使用预定流、当前流和当前气压设定来根据误差增加或减小该气压。例如，如果该气压变化没有导致零误差，该控制器 4 可在下一个扫描期间再次重复应用该方法。此外，该控制器 4 可将可能的误差分成几个范围，并根据该范围应用不同的气压校正因子。在实施中使用变化的气压校正因子，该控制器 4 可根据所选择范围来驱动流体流动控制阀 2（或控制气压控制部分 5）。

第二种方法是一种前馈反馈控制方法。在前馈中，根据对可引起误差的情况的认识，在系统中添加一个额外的输入。一个好的前馈控制系统的实例是一个热水器控制回路。在该热水器实例中，该 PID（或其它基于反馈的控制器）连续调节该热水器的输出以维持一个预定的温度。如果经过该热水器的流速突然改变，该温度将相应地改变，该控制回路将响应该温度改变。在一个前馈系统中，在对可能产生的误差的预测中，监测水流速并调节热水器的输出以响应对将引起的误差的预测中流速的改变。在该前馈控制系统中，该系统可更快地响应流动的改变。当应用于本实施例中时，控制器 4 可使用所要求的流速改变来计算和预测所期望的用于流体流动控制阀 2 的气压设定。例如，可根据 1, 2, 3 或任何流点上执行的校正程序衍生的方程式来计算所期望的（或预测的）气压

设定。在确定流点后，一个二阶微分方程式将拟合这些流点，而且控制器 4 可使用该方程式来计算精确到一定程度的气压。根据所期望的精确度也可使用一个更高或较低阶的方程式。在另一实施例中，控制器 4 仍可使用用于控制回路的积分或其它方法来将气压调节到所预定的气压。

5 如附图 1 所示，通过出口 7 流过装置 1 的控制流速可被输送到另一可使用该流体的部件 30 中。例如，部件 30 可以是一个半导体制造工具，而且该装置 1 和工具可以是用于半导体制造的系统的部件。半导体制造工具的一些实例包括装载锁 (load locks)、晶片抛光工具、晶片蚀刻工具以及用于半导体制造的其它任何类型的装置。

10 附图 2 是一个包括一个第一流动控制装置 19 和一个第二流动控制装置 22 的系统的实施方式的示意图。其中装置 19 和 22 中的每一个均可构造成与前述的流体流动控制装置 1 相同。第一流体通过流体入口 18 进入第一流动控制装置 19，并通过流体出口 20 离开装置 19。第二流体通过流体入口 21 进入第二流动控制装置 22，并通过流体出口 23 离开装置 22。出口 20 和 23 可被流动耦合在
15 一起以便产生一个可通过管线 24 离开系统 16 的混合的流体组合。

很显然，对于本领域技术人员来说，可以对这里所描述的结构和方法作出各种修饰和变化。例如，虽然所述装置与一个通过气压驱动的流体流动控制阀相连，但也可使用其它类型的流体流动控制阀（例如，分档电机驱动阀，螺线管驱动阀等等）。因此，应当理解为本发明并不限于说明书中所述的内容。
20 反地，本发明意图包括上述的修饰和变化。

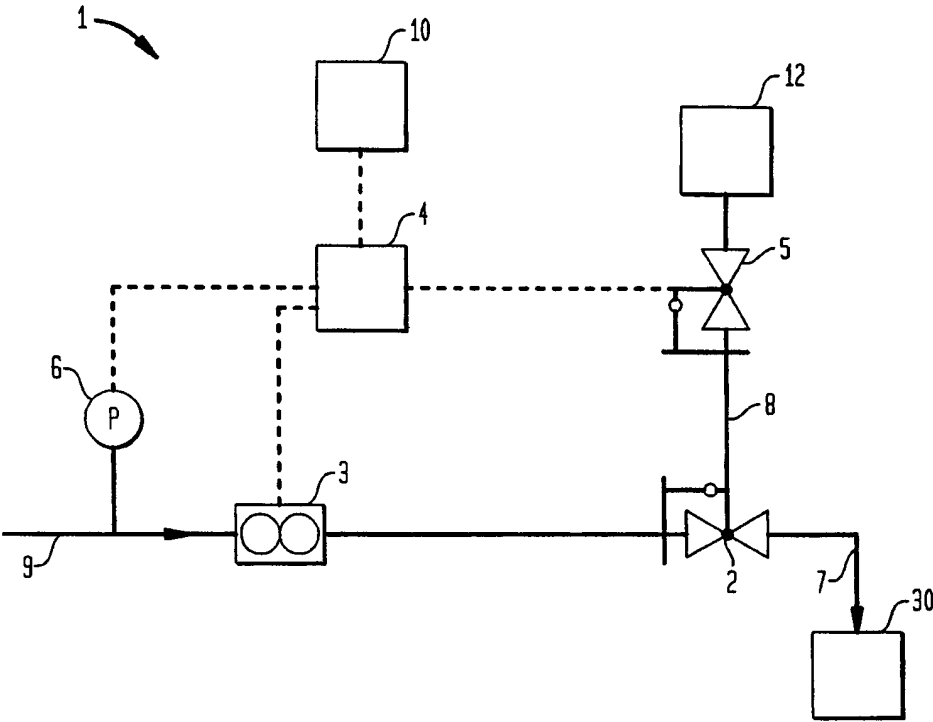


图 1

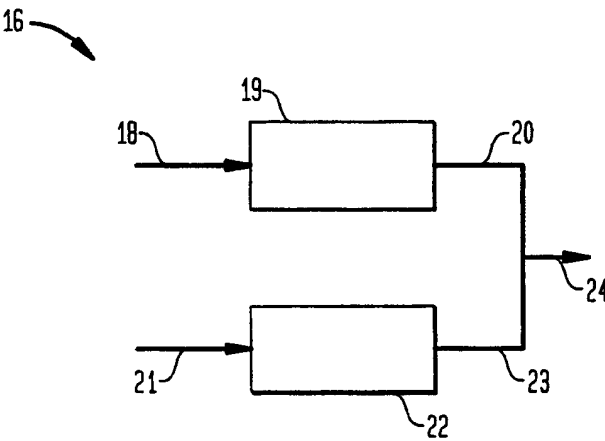


图 2