

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810001952.X

[51] Int. Cl.

B01F 3/12 (2006.01)

B01F 15/04 (2006.01)

B01F 5/02 (2006.01)

B01F 5/06 (2006.01)

G05D 11/03 (2006.01)

[43] 公开日 2008 年 10 月 1 日

[11] 公开号 CN 101274230A

[22] 申请日 2001.7.31

[21] 申请号 200810001952.X

分案原申请号 01813790.3

[30] 优先权

[32] 2000.7.31 [33] US [31] 60/222,124

[71] 申请人 迅捷公司

地址 美国得克萨斯州

[72] 发明人 杰弗里·亚历山大·威尔默

丹尼尔·凯西·麦肯齐

约翰·迈克尔·卢尔

埃里克·A·泽戴

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 过晓东

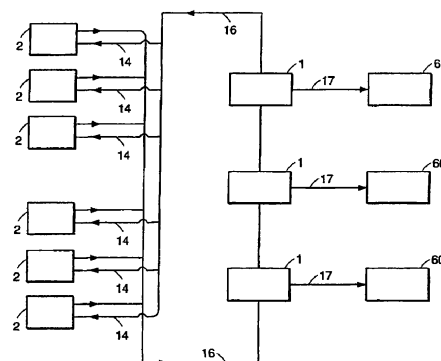
权利要求书 6 页 说明书 26 页 附图 12 页

[54] 发明名称

用来混合加工材料的方法和装置

[57] 摘要

一种用来混合和供应加工材料方法和装置。这种方法和装置特别适用于超高纯度的化学药品的混合、磨料淤浆与用于半导体晶片抛光的其它化学药品的混合以及化学药品的高精度混合。该装置可以包括把加工材料供应给用静态混合器实施混合的混合子系统的分配子系统。该方法可以包括用分配子系统供应加工材料和在静态混合器中混合加工材料。



1. 一种混合系统，其中包括：

第一材料供应线；

第二材料供应线；

静态混合器，所述的静态混合器与第一和第二材料供应线的下游流体连接；以及

加工控制系统，所述的加工控制系统包括位于第一和第二材料供应线中至少一个上的第一流量控制装置，位于静态混合器下游的第一传感器，以及控制器，该控制器包括逻辑编码以根据第一传感器提供的传感器信号将控制信号提供给第一流量控制装置；

包括入口和出口的储料罐；

与入口和出口流体连接的回流线；以及

第二流量控制装置，该第二流量控制装置与回流线和第一和第二材料供应线中一个相连接。

2. 根据权利要求1的混合系统，其中第一传感器是选自密度传感器、固体百分比传感器、粒子计数器、pH 传感器、导电率传感器、氧化还原传感器、折射指数传感器和它们的组合。
3. 根据权利要求2的混合系统，其中第一传感器是密度传感器。
4. 根据权利要求2的混合系统，其中第一传感器是固体百分比传感器。
5. 根据权利要求2的混合系统，其中第一传感器是粒子计数器。

6. 根据权利要求2的混合系统,其中第一传感器是pH传感器。
7. 根据权利要求2的混合系统,其中第一传感器是氧化还原电位传感器。
8. 根据权利要求2的混合系统,其中第一传感器是折射指数传感器。
9. 根据权利要求1的混合系统,其中加工控制系统进一步包括输入装置,该输入装置连接到控制器上以提供代表所需要的加工材料的混合物的输入信号。
10. 根据权利要求1的混合系统,其中控制器包括逻辑编码以根据传感器信号和输入信号向第一流量控制装置提供控制信号。
11. 根据权利要求1的混合系统,其中第二流量控制装置是与第一流量控制装置相同的流量控制装置。
12. 根据权利要求1的混合系统,进一步包括与回流线连接的流量控制装置。
13. 根据权利要求1的混合系统,进一步包括:

连接到回流线上的第二传感器,所述的第二传感器选自密度传感器、固体百分比传感器、粒子计数器、pH传感器、导电率传感器、氧化还原电位传感器、折射指数传感器和它们的组合。
14. 根据权利要求1的混合系统,进一步包括与静态混合器的下游流体连接的半导体制造工具。

15. 根据权利要求 1 的混合系统，进一步包括位于第一材料供应线、第二材料供应线和回流线中的一个上的粒子分离器。
16. 根据权利要求 1 的混合系统，进一步包括与静态混合器下游连接的储料罐。
17. 一种混合系统，其中包括：
- 多个材料供应线；
- 位于多个材料供应线的下游并与多个材料供应线流体连接的静态混合器；
- 加工控制系统，该加工控制系统包括控制器、与控制器连通的提供代表需要的加工材料的混合物的输入信号的输入装置、以及与多个材料供应线中的一个和控制器连接的第一阀门；以及
- 分配子系统，该分配子系统包括具有入口和出口的储料罐、与入口和出口流体连接的回流线、以及第二阀门，所述的第二阀门被流体连接到回流线和多个材料供应线中的一个上，这样来自回流线的材料可以被有选择地转移到材料供应线上。
18. 根据权利要求 17 的混合系统，其中第二阀门是与第一阀门相同的阀门。
19. 根据权利要求 17 的混合系统，进一步包括连接到回流线上的泵。

20. 根据权利要求 17 的混合系统，进一步包括连接到回流线上的传感器，所述的传感器选自密度传感器、pH 传感器、导电率传感器、氧化还原电位传感器、粒子计数器、折射指数传感器、固体百分比传感器、以及它们的组合。
21. 根据权利要求 17 的混合系统，进一步包括粒子分离器，该粒子分离器位于第一材料供应线、第二材料供应线以及回流线中的一个上。
22. 根据权利要求 17 的混合系统，其中第一阀门包括多个阀门，其中每一个都连接到多个材料供应线中的一个和控制器上。
23. 根据权利要求 17 的混合系统，进一步包括位于静态混合器的下游并与控制器连通的传感器。
24. 根据权利要求 23 的混合系统，其中传感器选自密度传感器、pH 传感器、导电率传感器、氧化还原电位传感器、粒子计数器、折射指数传感器、固体百分比传感器和它们的组合，并被连接到回流线上。
25. 根据权利要求 23 的混合系统，其中控制器包括逻辑编码以根据由传感器提供的信号向第一阀门提供信号。
26. 一种供应混合的加工材料的方法，该方法包括：
- 通过第一材料供应线供应第一加工材料；
- 通过第二材料供应线供应第二加工材料；
- 在静态混合器中混合第一和第二加工材料，所述的静态混合器与第一和第二材料供应线的下游流体连接；以及

根据由位于静态混合器下游的传感器提供的传感器信号通过第一阀门调整第一和第二加工材料中一个的供应，所述的第一阀门位于第一和第二材料供应线中的一个上；

将第一和第二加工材料中的一个保存在具有入口和出口的储料罐中；

在与储料罐入口和出口连接的回流线中将第一和第二加工材料中的一个回流；以及

通过第二阀门将第一和第二加工材料中一个的至少一部分转移到第一和第二材料供应线中的一个中，所述的第二阀门被连接到回流线和第一和第二材料供应线中一个上。

27. 根据权利要求 26 的供应混合的加工材料的方法，其中传感器提供与选自混合的加工材料的密度、固体百分比、粒子计数、pH、导电率、氧化还原电位、折射指数以及它们的组合的特性相对应的传感器信号。

28. 根据权利要求 26 的供应混合的加工材料的方法，进一步包括接收来自与控制器连接的输入装置的代表需要的混合的加工材料的输入信号。

29. 一种供应混合的加工材料的方法，该方法包括：

通过多个材料供应线供应多个加工材料；

在位于多个材料供应线下游的静态混合器中混合多个加工材料；

通过加工控制系统调整多个加工材料的供应，所述的加工控制系统包括：

控制器；

输入装置，其中输入装置被连接到控制器上以提供代表需要的混合的加工材料的输入信号；以及

连接到多个材料供应线中的一个以及控制器上的第一阀门；

将多个加工材料中的一个或多个保存在具有入口和出口的储料罐中；

在连接到储料罐入口和出口的回流线中回流多个加工材料的一个或多个；以及

通过第二阀门将多个加工材料的一个或多个的一部分转移到多个材料供应线的一个中，所述的第二阀门被连接到回流线和多个材料供应线的一个或多个上。

30. 根据权利要求 29 的方法，其中第一阀门是与第二阀门相同的阀门。

31. 根据权利要求 29 的方法，其中回流包括抽送加工材料。

32. 根据权利要求 29 的方法，其中多个加工材料中的一个或多个的回流进一步包括测量选自多个加工材料中的一个或多个的特性，所述的特性选自密度、pH、导电率、氧化还原电位、固体百分比、粒子数量、折射指数和它们的组合。

33. 根据权利要求 29 的方法，进一步包括把粒子和回流线分开。

34. 根据权利要求 29 的方法，其中通过加工控制系统调整多个加工材料的馈送进一步包括根据由静态混合器下游的传感器提供的传感器信号控制第一阀门。

用来混合加工材料的方法和装置

本申请是 2001 年 7 月 31 日递交的申请号为 01813790.3，发明名称为“用来混合加工材料的方法和装置”的分案申请。

本发明的技术领域

本发明指向用来混合加工材料的方法和装置，具体地说指向用来混合超高纯度的化学药品、研磨剂浆料和诸如此类的东西的方法和装置。

本发明的现有技术

经过混合的加工材料是必不可少的，例如，在医药、化妆品和半导体工业中。在半导体工业中，经过混合的加工材料通常是使用包括分配子系统和混合子系统的分批生产系统准备的。分配子系统将材料从供应源转移到混合子系统。供应源通常是安全地储存加工材料（例如化学药品或浆料）而设计的容器。其它的供应源包括生产资料的生产设备，例如去离子（DI）水的生产设备或用来供应其它大量消耗的加工材料（例如过氧化氢或氢氧化铵）的设备。生产资料的生产设备可以被直接连接到分配子系统上。单一的分配子系统可以各种各样的供应源连接到多种，从而将加工材料从每个供应源转移到混合子系统。

在混合子系统中，被分配子系统转移的加工材料被添加到混合容器或混合槽中。通常，各种材料是按特定的工艺所需要的预定顺序添加的。例如，为了产生所需要的混合物，加工工艺可能

需要各种加工材料的预定比例。加工的顺序可能是以反应性或安全性为基础的，例如酸性或碱性的溶液通常是在水之后添加的。作为替代，加工顺序可以以需要为基础，以便减少或改正工艺的变异，例如用 DI 水稀释浓度过高的晶片抛光浆料。在某些情况下，为了添加第二种加工材料中断第一种加工材料的添加，然后再重新开始第一种加工材料的添加可能是必要的。

将加工材料添加到混合容器通常是通过测量质量或体积的差异进行监视和调节的。典型的调节质量差异的添加可以包括使用储料罐或储罐上的刻度。在这种类型的系统中，当测量储料罐的质量的自动控制系统不能辨别同时添加的两种加工材料的相对数量的时候，每种加工材料是被单独添加的。典型的调节体积差异的添加可以包括使用流量计。

一旦各种加工材料在混合容器中被叶轮混合成均匀的溶液，形成一批经过混合的加工材料。这批经过混合的加工材料就被用于它的倾向性应用。

许多传统的工艺为了生产一批就其倾向性应用而言可接受的经过混合的加工材料要求精确的添加加工材料。因此，监视对混合容器的输入的测量仪器设备是非常精确的，以保证一批与一批之间的一致性。在许多应用中，甚至较小的工艺变化都可能在那批经过混合的加工材料中导致重大的差异，从而就其倾向性应用而言可能使它变成无用的。

本发明的概述

在一个实施方案中，本发明指向包括第一材料供应线、第二个材料供应线和与第一和第二个材料供应线下游流体连接的静态混合器的混合系统。该混合系统进一步包括工艺控制系统，该

工艺控制系统包括至少被置于第一和第二个材料供应线之一上的第一流动控制装置、位于静态混合器下游的第一传感器和包括根据第一传感器提供的传感器信号给第一流动控制装置提供控制信号的逻辑代码的控制器。

在另一个实施方案中，本发明指向包括众多材料供应线和位于众多材料供应线的下游并且与众多材料供应线流体连接的静态混合器的混合系统。该混合系统还包括其中包括控制器、与控制器通信提供代表所需要的加工材料的混合物的输入信号的输入装置和与众多材料供应线之一和控制器相连接的第一阀门的工艺控制系统。该混合系统进一步包括其中包括有入口和出口的储料罐、与入口和出口流体连接的回流线和与回流线和众多材料供应线之一这样流体连接以致材料可以有选择地从回流线转移到材料供应线的第二阀门的分配子系统。

在第三个实施方案中，本发明指向供应经过混合的加工材料的方法。该方法包括通过第一材料供应线供应第一加工材料、通过第二材料供应线供应第二加工材料和在与第一和第二个材料供应线下游连接的静态混合器中使第一和第二加工材料混合。该方法还包括根据位于静态混合器下游的传感器提供的传感器信号用位于第一和第二材料供应线之一上的第一阀门调节第一和第二加工材料的供应。

在第四个实施方案中，本发明指向供应经过混合的加工材料的方法。该方法包括通过众多材料供应线供应众多加工材料和在位于众多材料供应线下游的静态混合器中将众多加工材料混合。该方法还包括用~调节众多加工材料的供应包括控制器、输入装置和被连接到众多材料供应线之一和控制器上的第一阀门的工艺控制系统。输入装置被连接到控制器上，以便提供代表所需要的加工材料的混合物的输入信号。该方法进一步包括把众多加工

材料当中的一种或多种材料保存在有入口和出口的储料罐中，使众多加工材料当中的一种或多种材料在与储料罐的入口和出口连接的回流线中回流，以及用与回流线和众多材料供应线当中的一条或多条供应线连接的第二阀门把众多加工材料当中的一种或多种材料的一部分转移到众多供应线之一中。

附图简要说明

本发明的非限制性的优选实施方案将参照附图通过实例予以描述，其中：

图 1 是本发明的装置的一个实施方案的方框图；

图 2 是本发明的装置的另一个实施方案的方框图；

图 3 是本发明的装置的另一个实施方案的方框图；

图 4 是本发明的装置的另一个实施方案的方框图；

图 5 是本发明的静态混合器的一个实施方案的剖视图；

图 6 是用图 5 图解说明的本发明的静态混合器的实施方案的剖视图，借此图解说明通过舱室的流动路径；

图 7 是用图 5 图解说明的本发明的静态混合器的实施方案的透视截面图，借此图解说明通过舱室的流动路径；

图 8 是本发明的二次静态混合器的一个实施方案的剖视图，借此图解说明通过舱室的流动路径；

图 9 是本发明的装置的另一个实施方案的方框图；

图 10 是本发明的装置的另一个实施方案的方框图；

图 11 是固体百分比对试验序号的曲线图；

图 12 是密度对试验序号的曲线图。

本发明的详细描述

本发明指向用来混合加工材料的系统。该混合系统适合按照要求给使用点混合和供应加工材料或为以后使用提供加工材料的混合物。所谓加工材料指的是能够通过导管传送的任何流体材料。例如，加工材料可以包括水、各种化学药品、溶液、固体的悬浮液、浆料或任何这样的其它材料。虽然本发明的混合系统是供任何需要经过混合的加工材料的工艺使用的，但是它可能特别适用于超高纯度的化学药品和研磨剂浆料的混合以及其它需要准确性和精确性的混合应用。例如，本发明在半导体、化妆品和医药工业中是特别有用的。

本发明的混合系统的实施方案包括众多材料供应线、位于众多材料供应线下游的静态混合器和工艺控制系统。如同在此使用的那样，术语“静态混合器”指的是任何为促进加工材料的混合而构成装置。众多材料供应线可以是任何用来运送加工材料的导管。例如，材料供应线可以是用来引导流体流动的管线、沟槽或其它装置。众多材料供应线可以供应来自多种来源的许多不同的加工材料。例如，材料供应线可以供应来自储藏容器或来自生产资料的生产设备的加工材料。在一些实例中，材料供应线可以供应来自分配子系统的加工材料。

在一些包括分配子系统的实施方案中，分配子系统可以由储料罐、回流线和阀门组成。回流线可以与储料罐的入口和出口流

体连接以便通过回流线提供加工材料的连续循环。这种流动可以由诸如泵之类用来诱导流体流动的装置提供的。分配子系统阀门可以被这样连接到回流线和材料供应线上，以致加工材料可以从回流线转移到材料供应线。

本发明的混合系统的静态混合器可以与众多材料供应线流体连通。例如，静态混合器可以包括众多入口，每个入口与众多材料供应线之一连接。静态混合器还可以包括混合区和出口。可以在静态混合器的入口接收来自材料供应线的加工材料，然后传送给混合区。混合区可以具有引起流经它的加工材料的搅动和混合的形状。在混合之后，加工材料可以通过可能与使用点或储藏容器连接的出口传送。使用点可以是任何要求供应经过混合的加工材料的位置。例如，使用点可以包括加工机械或工作站。

在一些实施方案中，本发明的混合系统的工艺控制系统可以包括控制器、输入装置和阀门。在其它的实施方案中，工艺控制系统可以包括控制器、传感器和阀门。人们应该理解在此讨论的用来控制流动的阀门仅仅是为了举例说明；任何流动控制装置都可以被用来取代本发明中的任何阀门。所谓流动控制装置指的是任何能够提供预期水平的流动控制的装置，例如各种类型的阀门、泵和其它压力调节装置。

控制器可以是任何能够接收信息并且根据一系列协议（例如逻辑代码）按该信息动作的装置。例如，控制器可以是以微处理器为基础的装置，例如计算机。在工艺控制系统包括控制器的场合，输入装置可以被连接到控制器上，以便提供代表加工材料所需要的混合的输入信号。输入装置可以是任何能够接收信息并且将它转发给控制器的装置。例如，输入装置可以是电位计、小键盘或监督控制和数据获得（SCADA）节点。

工艺控制系统的一个或多个阀门可以被连接到一条或多条材料供应线 and 控制器上。例如，为了控制经过或进入材料供应线的流动，阀门可以沿着材料供应线定位并且可以受控制器控制。因此，控制器可以按照输入装置提供的需要的加工材料的混合用阀门控制经过或进入材料供应线的流动。作为替代或补充，控制器可以根据传感器提供的信号控制经过或进入材料供应线的流动。

把本发明的混合系统作为一个整体看待，它现在将是清楚的混合系统的这些实施方案能够根据使用者指定的输入供应所需要的加工材料的混合物。这种加工材料的混合物可以被不间断地连续供应。此外，经过混合的加工材料可以按需供应，从而取消了储存经过混合的加工材料的需要。人们还将承认控制器可以接受有助于混合工艺的附加的输入。例如，控制器可以从适当的工序传感器得到关于加工材料或加工条件的信息供应。这样的传感器可以在混合系统中位于任何地方，例如在分配子系统中、在材料供应线上、或者甚至在静态混合器的下游。人们还将承认控制器也可以控制混合过程的其它方面。例如，控制器可以被连接到用来调整加工材料的性质的装置或系统上并且可以根据从传感器或从操作员或其它外部来源收到的与加工材料的条件有关的输入有选择地操作这些装置或系统。

本发明广泛地适用于在各种各样的应用。本发明的实施方案可以依据应用变化。例如，在需要监视加工材料的场合，传感器可以被采用，而且这些传感器可以因加工材料而改变。类似地，混合系统的构造（例如仪器设备和泵的管道系统、管道以及润湿表面）可以适应于特定的加工材料。例如，在这样的加工材料可能是磨蚀材料或腐蚀材料（例如在半导体工业中时常使用的抛光浆料和化学药品）的场合，这些结构可以是由塑料材料（例如含

氟聚合物)制成的。

现在参照附图,具体地说参照图 1,本发明的说明性的实施方案被展示出来。在图 1 中,分配子系统 2 被接到混合子系统 1 上。分配子系统 2 包括把来自储料罐 3 的加工材料连续地分配给混合子系统 1 的设备,例如泵 4 和回流线 14。从握住船 3,加工材料可以经过回流线 14 被泵 4 泵送到混合子系统 1。如同在作为混合子系统 1 的方框图的图 4 中图解说明的那样,回流线 14 穿过混合子系统 1。在混合子系统 1 中,位于回流线 14 上的阀门 20 可以把回流线 14 连结到材料供应线 18 上。阀门 20 可以被驱动,将加工材料从回流线 14 转移到可以依次把加工材料运送给静态混合器 22 的材料供应线 18。未被阀门 20 转移的加工材料可以保留在回流线 14 中并且可以返回到储料罐 3 中。

储料罐 3 可以是任何能够保存足够供混合工艺使用的加工材料的储藏容器。为了方便,优选的是储料罐 3 是递送和/或储存加工材料的容器。例如,储料罐 3 可以是储罐,例如,55 加仑的桶或其它常见的储藏容器。在一些实施方案中,储料罐 3 可以包括诸如喷头或叶轮之类的搅拌器。搅拌器特别适合于加工材料可能沉降或分离的场合。

泵 4 可以是任何将在回流线 14 中提供加工材料的适当的流动的任何构造的装置。例如,泵 4 可以用压缩空气或电操作的,而且可以是利用波纹管或膜片构造的正排量泵。泵 4 可以用与被泵送的加工材料相容的材料构成。适当的泵的例子包括购自 Saint Gobain Performance Garden Grove, CA 的 ASTI 泵或购自 Ingersoll-Rand of Woodcliff Lake, NJ 的 ARO 泵。

如果加工材料是从回流线 14 转移到材料供应线 18 的,那么在回流线 14 中可能有压力损失,不管泵 4 是否连续工作。因此,

调整压力的第二种方式可以被采用。例如，为了维持回流线 14 中需要的压力，止回阀 100 可以被安装在回流线 14 中而且被调节，不管加工材料是否转移到材料供应线 18 中。

为了把可用的加工材料供应给混合子系统 1，分配子系统 2 可以包括用来监视和/或调整混合子系统 1 中的加工材料的性质的系统或装置。例如，证实加工材料对混合而言是可接受的这一事件的性质可以被监测和/或调整。监测或调整系统可以包括各种仪器设备。现在还参照图 2，分配子系统 2 可以包括监测回流线 14 中的加工材料的仪器设备，例如仪器设备 5、6、7、8、9。仪器设备可以根据供应给混合子系统 1 的加工材料和倾向性应用对经过混合的加工材料的允差改变。例如，用来监视密度、pH 值、微粒、氧化还原电位、导电率、折射率或其它工艺条件的仪器设备可以适应给定的应用。任何提供所需要的反馈的仪器设备都可以被采用。例如，密度可以用密度计 5 监测，而 pH 值可以用 pH 值探针 6 监测。

作为例子，半导体工艺中的浆料将被描述。在半导体工艺中，浆料被当作在制造半导体晶片时使用的抛光媒体。浆料还被用来抛光透镜和其它与盘片相关的零件。浆料的抛光效果起因于悬浮在液体中的细小的、惰性的磨蚀粒子。在半导体工业中使用的浆料中典型的研磨剂是硅石、矾土和钨土。用于浆料的研磨剂被制造出来并且被分到不同的粒度范围之内。典型的浆料包括直径在 0.05 微米到 0.30 微米范围内的粒子而且每立方厘米包含 10^{12} 以上个粒子。

为了在半导体工艺中监视浆料，用来连续地测定质量密度（除非另有明确的说明，在本文中后面所有的密度都是指质量密度）的仪器设备（例如密度计 5）可能是优选的。测量密度是跟踪浓度的方式。例如，在浆料中，密度与单位体积中非挥发性的

惰性固体的数量有关。因此，通过测量单位时间的体积流速（例如用流量计）和密度，交付给加工材料的混合物的惰性固体的数量可以被监测。监视密度对于半导体工艺中的浆料可能也是优选的，因为密度测量仪器与提供类似反馈的其它仪器相比可能产生比较少的集聚，因为它们可能不在浆料中引起同样的剪切应力。不产生无法接受的集聚的足够准确的质量流量计或固体百分比传感器也可以被用于这个目的。

在浆料加工中，测量 pH 值的仪器设备（例如 pH 值传感器）也可以被使用。如果浆料的 pH 值比可接受的数值高，浆料的侵蚀性可能太强，而且可能从晶片上除去无意除去的材料。反之，如果 pH 值太低，有意除去的材料可能未被除去。

作为另一个例子，在半导体工艺中使用的化学药品将被描述。在半导体工艺中，各种不同的化学药品是作为用于晶片抛光的反应物和氧化剂使用的，而且被用在擦洗溶液、后期清洗溶液和显影剂溶液中。这些化学药品通常是以原始的浓缩形式运输的。供抛光使用的典型的化学药品包括过氧化氢、氢氧化钾和氢氧化铵。过氧化氢是作为氧化剂被用于晶片上的金属层。在加工材料的混合物中控制过氧化氢的数量将控制从晶片表面除去的材料的比率。通常，过氧化氢被混合从 30 wt%（重量百分比）的溶液到百分之几（例如 2 wt% 到 4 wt%）的溶液。氢氧化钾在中间层电介质抛光步骤中被用来控制加工材料的混合物的 pH 值，以便提供符合需要的硅石二氧化物层的抛光。过氧化氢和氢氧化铵的混合物通常是作为清洗和擦洗溶液使用的。如果这些混合物保持不用，过氧化氢和氢氧化铵将分解成水和氨。因此，依照本发明在使用它们时生产这些混合物是优选的。

就半导体工业中使用的大多数化学药品的分布而言，优选的是仪器设备 5、7、8、9 监视回流线 14 中的流动，以便保证可接

受的材料正在被传输。优选的用来监视化学加工材料的可接受性的仪器设备之一是连续测量加工材料的密度的仪器，例如密度计 5。监视化学加工材料的密度，如同监视浆料的密度那样，可以使在将加工材料分配给混合子系统 1 之前精确计量它的浓度成为可能。作为替代，在密度与温度密切相关的场合，热电偶或其它测温探头可以代替密度计。

其它对于测量和监视化学加工材料可能有用的并且作为在半导体工业中用于这样的工艺优选的仪器设备分别是用来确定浓度和反应性的仪器设备，例如导电率传感器 9 和氧化还原电位（ORP）传感器 8。导电率可以被用于通过相关关系测量化学药品的浓度。对于许多通常的加工材料，存在导电率与浓度相关联的表格。因此，通过监视加工材料的导电率，监测它的浓度或许是可能的。监视加工材料的 ORP 可以为检测化学反应性方面的突然变化创造条件。ORP 传感器 8 的操作类似于 pH 值探针 6，然而，ORP 传感器 8 可以测量诸如氢氟酸之类可能损坏典型的 pH 值探针的液体的性质。在材料的折射指数可以也与浓度相关时，折射指数传感器在确定浓度方面也可能是有用的。

其它在诸如半导体工业之类的高纯度应用中特别重要的加工材料的性质是粒子的水平。例如，制造晶片需要超高纯度的加工材料。在储料罐 3 或加工材料的制造过程中产生的粒子可能污染加工材料和产品。用于粒子尺寸和特定尺寸的粒子的数量的严格的指标对于经济可行的半导体工艺可能是必要的。因此，对于对粒子敏感的工艺，用来测量加工材料中的粒子的水平的仪器设备（例如联机的或在线的粒子计数器 7）可以被使用。粒子计数器 7 在分配子系统 2 之内和在分配子系统 2 与混合子系统 1 之间都可以找到用武之地，在那里它们可以验证来自分配子系统 1 的加工材料具有可接受的低粒子水平。粒子计数器 7 还可以用来验证来

自静态混合器的加工材料的混合物具有可欣然接受的低粒子水平。

在线的粒子计数器 7 通常包括直接安装在诸如回流线 14 之类的工艺管道中的流动室。在线的粒子计数器 7 监视通过流动室的粒子。在线的粒子计数器 7 通常测量单位体积中的粒子，而且如果体积流速改变，所报告的粒子计数也可能改变。因此，为了获得正确的粒子计数，可以调节材料经过粒子计数器 7 的速率。例如，为了准确地在线粒子计数，测量室可以被接到工艺管道的接头上。接头可以经过测量室转移流体流并且允许经过计数器 7 的流速被调整到需要的水平。通常，经过计数器 7 的流速被调整到大约每分钟 100 毫升 (ml/min)。

因为在线粒子计数器 7 通常被直接安装在工艺管道中，所以它通常能仅仅监测在那条工艺管道中的粒子水平。作为替代，在线的粒子计数器 7 可以借助切换机构接到多条工艺管道上，于是来自这些管道中任何一条管道的加工材料都可以改道通过用于监视的粒子计数器 7。然而，如果来自多条工艺管道的流速是不一致的，那么对于每条工艺管道来自粒子计数器 7 的读数将不在同一体积刻度中。

在联机的粒子计数器 7 中，粒子计数器 7 不需要在工艺管道上。而是，来自各种不同的工艺管道的样品可以通过诸如歧管之类用来操纵多条液流的系统选择路由到达计数器 7。样品可以被抽到样品收集器（例如小的闭环）之内，以保证每个样品的体积是相同的。因为每个样品的体积是相同的，所以对于每条工艺管道的粒子读数可以在同一体积刻度中而且是可以比较的。因此，联机粒子计数器 7 允许对多条工艺管道或一条工艺管道中的多点进行监测和比较。

用来控制分配子系统 2 和/或混合子系统 1 的工艺控制系统可以根据工艺和加工材料的性质进行操作。例如，从各种仪器设备收集的信息可以被馈送到与接到阀门 20 上的工艺控制系统相关联的控制器和/或被提交给可以识别和解决问题的操作员。提交给操作员可以以任何在需要时能够引起操作员注意的方式（例如，例如输出监视器或警报）发生。在控制器被接到阀门 20 上的场合，从回流线 14 转移给材料供应线 18 的加工材料的数量可以由控制器根据用于给定的加工材料的混合的工艺进行选择。因此，控制器或许能够通过改变通过阀门 20 的流速调整加工材料的混合，或者能够改正从回流线 14 转移的加工材料的偏差。例如，如果 pH 值传感器 6 检测到用来使加工材料的混合物酸化的加工材料的 pH 值已升高（偏差），那么控制器可以接受提醒它注意这一事实的信号而且可以使从回流线 14 到材料供应线 18 追加的加工材料这样改道，以致经过混合的加工材料的 pH 值保持恒定不变。作为替代，如果改变流率将不改正检测到的偏差，工艺可以被停止，而材料被保存在分配子系统 2 之内直到可以进行适当的改正为止。

在调整从回流线 14 到材料供应线 18 的加工材料的流速不足以改正偏差的场合，优选的是回流线 14 具有一个或多个用来改正偏差的系统或装置。这些系统或装置可以包括处理装置。例如，在回流线 14 中检测到无法接受的粒子水平的场合，优选的是一个或多个粒子分离器 10、11 是沿着回流线 14 定位的。粒子分离器 10、11 可以是，例如，初滤器或终端过滤器。

在用图 2 图解说明的实施方案中，来自联机或在线粒子计数器 7 的连续的反馈可以为用来监视回流线 14 中粒子水平的控制器提供信息。在启动或每逢粒子水平已被发现超过预定的门限值的时候，阀门 12 可以被控制器或操作员启动，为回流线 14 设置

旁路和使加工材料改道通过旁路管道 13。随着加工材料在旁路管道 13 中循环，过滤器（例如初滤器 10）可以减少加工材料中的粒子水平。当粒子水平落在预定的门限值范围内的时候，控制器可以启动阀门 12 或提醒可以启动它们的操作员，关闭旁路并允许加工材料通过可以将它们转移到材料供应线 18 的回流线 14。在需要非常低的粒子水平的应用中，优选的是终端过滤器 11 也是沿着回流线 14 定位的。在回流线 14 上有初滤器 10 和终端过滤器 11 的旁路管道 13 的使用对于在上述的半导体工业中使用的大多数化学药品的分配是优选的。如同在图 1 中图解说明的那样，过滤器 10、11 也可以在没有旁路管道 13 的情况下被用来恒定不变地从回流线 14 中清除粒子。此外，旁路管道可以被用在为调整除粒子水平之外的其它性质而设计的系统中。

现在参照图 3，在使用许多加工材料（例如在半导体处理设备中的多种浆料和化学药品）的大型生产设备中，许多分配子系统 2 可以被连接到管网 16 上。在管网 16 中，每种加工材料度可以被装在回流线 14 中。在一些实施方案中，每条回流线 14 都可以被包含在支线结构中，以便在加工材料可能有危险的场合避免泄露和保证安全。

在诸如半导体工业之类需要高纯度的工业中，分配子系统 2 优选被安装在半洁净室、sub-fab、或特定类别的洁净室中。回流线 14 优选从分配子系统 2 铺设到安装混合子系统 1 和加工设备 60 的洁净室。处理设备 60 可以用输出管道 17 连接到混合子系统 1 上。

现在参照图 4，如同先前描述的那样，每条回流线 14 都可以有通过混合子系统 1 的路线。每条回流线 14 都可以经由阀门 20 接到材料供应线 18 上。如同先前描述的那样，阀门 20 可以允许流体在不使材料供应线 18 中所有的加工材料改道的情况下从回

流线 14 流到材料供应线 18, 然后流到静态混合器 22。多重阀门 20 可以用来允许对单一材料供应线 18 的多重连接, 从而导致加工材料在材料供应线 18 中有限的混合。阀门 20 优选是滑流阀而且可以以任何方式操作, 例如凭借来自气源的气压或凭借螺线管通过电子驱动装置操作。在诸如半导体加工之类加工材料有可能易燃的加工中, 为了安全和避免着火的风险, 阀门 20 优选由压缩空气源驱动。

在混合子系统 1 中, 材料供应线 18 可以运送直接来自生产资料的生产设备 70 的加工材料。加工材料从生产资料的生产设备 70 进入混合子系统 1 的流动可以受阀门 19 的控制。其它的阀门 20 可以沿着材料供应线 18 放置而且被连接到回流线 14 上, 以允许将第二加工材料添加到来自生产资料的生产设备 70 的加工材料中。然后, 组合后的加工材料可以被馈送到静态混合器 22。例如, 水可能是来自生产资料的生产设备 70 在材料供应线 18 中递送的。然后, 来自回流线 14 的加工材料可以在阀门 20 处被添加到材料供应线 18 中, 从而导致在材料供应线 18 中稀释的加工材料。稀释的加工材料可以传送给静态混合器 22。在一些实施方案中, 为了抑制诸如固体和细菌之类的污染物的形成, 保持材料供应线 18 处在不变的流动条件下可能是优选的。在这样的实施方案中, DI 水或另一种相对惰性的材料可以通过目前不供应加工材料的管线流淌, 而不是使更昂贵或危险的加工材料通过材料供应线 18 连续地流动。有连接到 DI 水源的材料供应线 18 还可以有助于清洗和维护材料供应线 18。

加工材料从材料供应线 18 到静态混合器 22 的流动可以用阀门 21 进行调节。在加工材料被添加到装有另一种材料的材料供应线 18 中时, 为了保证加工材料以预期的速率按预期的方向流动, 各种管线中的流速和相关的压力优选受到控制。

分配子系统 2 和混合子系统 1 可以是用手或电子设备控制的。优选的是,分配子系统 2 和混合子系统 1 被连接到包括控制器(最典型的是带存储器的中央处理器(CPU),例如可编程的逻辑控制器(PLC))的工艺控制系统。输入装置可以为用户指定的预期的加工材料的混合创造条件。例如,小键盘或计算机终端可以用来为控制器指定预期的加工材料的混合。控制器可以接收来自处理设备的信号,以便连续地监测诸如输入的加工材料、处理条件和人员的安全。控制器可以中断来自输入装置的输入和来自处理设备的信号,以便控制分配子系统 2 和混合子系统 1,生产指定的加工材料的混合物。例如,Supervision Control And Data Acquisition(SCADA)系统可以被用来控制分配子系统 2 和混合子系统 1。这样的控制器可以储存质量控制数据、关于系统使用的信息、警报信息或其它的处理信息。此外,控制器可以通过维持可以与确定趋势和斑点问题的处理输出相关的历史数据来促进统计加工控制。工艺控制系统可以是这样设计的,以致操作员实际上可以离开处理设备,特别是在加工或加工材料可能有危险的场合。

典型的工艺控制系统包括众多的泵、阀门、仪器设备和监视开关。这些组成部分在系统的操作中可以扮演多种角色。例如,为了确定过滤器是否需要清理或更换,可以监测过滤器两端的流体压降。监测过滤器两端的压降的同样的压力测量装置也可以提供关于处理管线中绝对压力的数据。

工艺控制系统可以在监视器上图解式地显示处理过程,从而允许观察处理的主要特征。这个图解式的显示可以允许操作员在观察屏上看到所有的子系统和处理过程。一般地说,每台处理设备都可以在显示所有的连接、端点和子系统的总图中用图形描

述。从观察屏，每个子系统可以被选定，而且显示那个子系统的特征的独立的屏显也可以被打开。

为了维护或安全，工艺控制系统还可以把诸如警报之类的反馈提供给操作员。在上述的监视过滤器两端的压差的例子中，如果压差超过某个设定点，警报可以通知操作员（例如在图形显示上）清理或更换过滤器。如果引起警报的条件在设定的时间周期内没有得到缓解，紧急警报可能被激发，这将导致再次通知警报条件或对工艺控制系统的某个部分自动采取行动，例如停止处理。

因为在回流线 14 中加工材料的流速、压力和诸如浓度或密度之类的其它性质可能影响加工材料通过阀门 20 进入材料供应线 18 的流动和必需的加工材料的数量，所以这批数据可以提供给控制器。控制器可以调节泵 4 的速度和分配子系统 2 中的其它装置，以保证适当数量的加工材料传送到材料供应线 18 中。作为替代，阀门 20 可以根据这批数据进行调节，以便控制加工材料进入材料供应线 18 的流动。

加工材料进入材料供应线 18 的流速也可能取决于任何在材料供应线 18 中已经存在的加工材料（例如，水）的流速和压力。因此，优选的是将这批数据也提供给控制器。控制器可以调整阀门 19、20 和/或 21，以及用泵 4 调整回流线 14 中的流速，以便在材料供应线 18 中获得所需要的流速和组成。因为可以提供给控制器的数据的数量和可以根据这批数据受控的变量的数目，优选的是控制器包括一个或多个能够解释数据并且为生产需要的加工材料的混合物设定的协议对它起作用的微处理器。然而，这个功能也可能是通过操作员或通过模拟控制完成的。

混合子系统 1 可以依照质量或体积流速或通过它们的组合受到控制，取决于所涉及的材料。因为质量流速通常更精确，所以它是优选的。用于工艺阀门 12、19、20、21 的流动控制可以将与由比例积分微分（PID）系统或类似的控制反馈环操作的流量计连接的流动控制阀或可调截面阻尼阀合并。

在半导体工业中，来自分配子系统 2 的一些组成部分，例如，包括浆料、化学药品和/或来自生产资料的生产设备 70 的 DI 水，可以进入给定的加工材料的混合物。混合物的组成部分可以通过可以作为 SCADA 节点的用户界面予以指定。典型的工艺要求将磨蚀浆料用 DI 水稀释用于中间层的电介质抛光步骤。其它的典型工艺需要用于金属层抛光的磨蚀浆料、氧化剂和 DI 水。这些工艺可能需要各种各样的研磨剂、氧化剂、稀释剂，而且它们的数量取决于工艺并且可能时常改变。

在这样的半导体处理系统中，材料供应线 18 可以运送来自生产资料的生产设备 70 用来稀释加工材料和必要时用来冲洗材料供应线 18 和静态混合器 22 的 DI 水。每条材料供应线 18 都可以通过阀门 19、21 把 DI 水送到静态混合器 22。如同先前描述的那样，DI 水的输入优选保持每条材料供应线 18 处在恒定的流动条件之下，避免粒子和细菌的形成。当某种工艺包括浆状加工材料的时候，阀门 20 可能被启动，以使促使材料供应线 18 中的水暴露在来自回流线 14 的浆状加工材料之中。阀门 19 优选调节 DI 水的流动，以保证在阀门 20 处来自回流线 14 的水流将流到阀门 21。阀门 21 调节流到静态混合器 22 的浆料流速。该流速可能取决于所需浆料的数量和浆料的密度。类似地，在某种工艺要求来自回流线 14 的化学加工材料的场合，阀门 20 可以被启动，以使材料供应线 18 中的水暴露在化学加工材料之中。流速可能取

决于所需化学加工材料的数量和化学加工材料的密度、浓度或其它性质。

来自材料供应线 18 的加工材料可以连续地输送到用来混合的静态混合器 22 中。加工材料可以通过任何允许某种工艺所需要的全部加工材料被同时馈送的装置进入静态混合器 22。参照图 5、6 和 7，静态混合器 22 可以包括被连接到材料供应线 18 上的多重入口 30。入口 30 可以被连接到直接从生产资料的生产设备 70 引出的材料供应线 18、从回流线 14 引出的材料供应线 18 或接受来自两个来源的输入的材料供应线 18 上。在半导体工业中，材料供应线 18 通常把浆状加工材料、化学加工材料和 DI 水运送到静态混合器 22。

静态混合器 22 可以以任何导致加工材料充份混合的方式构成。优选的是，这种混合是这样完成的，即通过构造静态混合器 22 使加工材料经受湍流流动条件。例如，静态混合器 22 可以包括一个或多个挡板或其它流动中断要素。对于使用浆料或其它对剪切敏感的材料工艺，静态混合器 22 可以是这样构造的，以致混合既足够平缓，不至于损害被混合的材料，又足够有力，足以完全混合。例如，在半导体工业用于抛光的浆料中，高剪切速率的引入可能引起粒子生长而且可能引起显著的微擦痕。因此，对于这些浆料，静态混合器 22 优选以将导致比较平缓的混合的方式构成。典型的静态混合器，例如包括螺旋状的流动中断要素的静态混合器，在一些实施方案中可能是可接受的。

在用图 5、6、7 图解说明的实施方案中，静态混合器 22 有单一的出口 39 并且在入口 30 之后的静态混合器的长度范围内是轴对称的。在这个实施方案中，加工材料通过入口 30 送入混合区 32。当流体在加压条件下混合和移动时，它们经过可能呈螺旋形的挡板 33。挡板 33 产生压力差，而且由于湍流引起漩涡的形

成。这些旋涡与对于把加工材料混合成均质溶液可能是必不可少的非常高的雷诺数相关联。通过挡板 33 之后，加工材料优选在流动中断要素 34 的周围经过。流动中断要素 34 可能是圆筒形的而且可能位于静态混合器 22 的中心线上。流动中断要素 34 提供第二阶段的扰动。流动中断要素 34 可能产生通过旋涡的生成附加到湍流上的卡曼涡。接在流动中断要素 34 后面的优选是流动颈缩区 35。流动颈缩区 35 在加工材料流向出口 39 时压缩它们。流动颈缩区域 35 优选是逐渐变小的锥形表面，因为这可以减少当该区域直径以阶梯方式减少时可能以其它方式出现的反压力。

参照图 8，通过静态混合器 22 的出口 39 的加工材料可以进入二次静态混合器 23。二次静态混合器 23 优选是在线的静态混合器。二次静态混合器 23 可以包含螺线形的特征 38。螺线形特征 38 可以是，例如，由扭曲的塑料片制成的。二次静态混合器 23 优选提供不变的加工材料湍流。对于半导体工业中的浆状加工材料，二次静态混合器 23 优选在足够低的流速下操作，以致二次静态混合器 23 的螺旋状路径将不引起可能引起粒子生长和显著的微擦痕的有害的剪切速率。虽然它非常依赖于加工材料和二次静态混合器 23 的尺寸和几何形状，但是大约 100-250 毫升/分钟的流速对于一些情况是适当的。应该理解作为二次静态混合器 23 描述的那种类型的混合器可以作为静态混合器 22 而且不需要有任何二级静态混合器 23。

依据基本的流体流动规律产生的在图 6、7、8 中用流线 37 图解说明的流体流线图表明遍及静态混合器 22 和二次静态混合器 23 的湍流足以保证加工材料的完全混合。

在一个实施方案中，经过混合的加工材料可以从静态混合器 22 或二次静态混合器 23 经过出口管线 17 输送到使用点，例如处理设备 60。使用点可以是任何需要经过混合的加工材料的物料流

的机器、设备、工位或其它位置。出口管线 17 可以直接馈送到处理设备 60 或供操作员使用的出口。对于在通过出口管线 17 传送期间耗费有限的寿命或者可能以其它方式失去价值的加工材料，静态混合器 22 或二次静态混合器 23 可以位于靠近使用点的地方，以便将这个损失减少到最小。

在替代实施方案中，例如，如同用图 9 和 10 图解说明的那样，出口管线 17 可以馈送到储料罐 3 中，而经过混合的加工材料可以在需要时从储料罐 3 输送到使用点。在储料罐 3 中储存经过混合的加工材料可以允许在被送往使用点之前测试经过混合的加工材料的可接受性。与前面描述过的那些类似的用于分析化学和浆状加工材料的仪器设备也可以被用来证实经过混合的加工材料是可接受的。混合物中的各种加工材料的浓度也可以独立地用适当的装置进行测试。例如，各种成份的浓度可以用色谱法（例如气相色谱法）进行测试。把经过混合的加工材料储存在储料罐 3 中还可以如同下面描述的那样允许简化混合系统。

图 9 图解说明可以用来混合两种材料（例如浆料和 DI 水）的本发明的混合系统的比较简单的实施方案。在这个实施方案中，待混合的加工材料最初被储存在储料罐 3 中。如果需要，储料罐 3 可以被分配子系统代替并且用来图解说明包括回流线的分配子系统在某些实施方案中可能是不需要的。加工材料可以从储料罐 3 用泵 90 泵送通过材料供应线 18 到静态混合器 22。阀门 21 可以用来调节每种加工材料的流量。为了简化混合系统，加工材料之一可以是以恒定的体积流速供应的。例如，一个阀门 21 可以被留在单一的位置中，或者几何形状固定的孔口可以用来提供加工材料之一的恒定不变的体积流速。然后，为了提供所需要的加工材料的混合物，可以调整另一种加工材料的流速。

在加工材料之一保持在恒定不变的体积流速的情况下，提供允许将体积流速转换成质量流速的数据的传感器 92 可以被安装在材料供应线 18 上。传感器 92 可以测量密度或诸如温度之类可以与密度相关的性质。例如，控制器 91 可以接收来自传感器 92 的代表加工材料的密度的信号并且可以根据这个信号和已知的体积流量计算加工材料的质量流速。

控制器 91 也可以接收来自与经过它体积流速发生变化的材料供应线相关联的传感器 93 的信号。如同采用传感器 92 那样，传感器 93 可以提供代表允许根据体积流速计算材料供应线中的质量流速的性质的信号。当加工材料的体积流速可能改变时，控制器 91 也可以接收来自体积流量计 94 的信号，从而为计算质量流速创造条件。根据材料供应线中的质量流速，控制器 91 可以控制阀门 21 提供与其它材料供应线中的加工材料的质量流速一起提供所需要的加工材料的混合物的质量流速。

在替代实施方案中，例如，在图 10 中图解说明的，传感器 93 和体积流量计 94 可以通过在静态混合器 22 的下游提供能够证实经过混合的加工材料符合要求的传感器 96 而被取消。例如，在浆料和 DI 水混合的情况下，密度计、固体百分比传感器或类似的东西可以被用来查证经过混合的加工材料是否可接受。传感器 96 可以把代表经过混合的加工材料的条件的信号提供给控制器 91。如果有必要，控制器 91 可以用阀门 21 调整加工材料之一的流速，直到代表设定点的信号从传感器 96 上获得。例如，在加工材料是浆料和 DI 水的情况下，所需要的浆料/DI 水的混合物的密度可以是设定点。如果发现这个密度太低，可以添加更多的浆料，如果发现它太高，则可以减少添加的浆料数量。在一些实施方案中，几种不同或相似类型的传感器 96 可以将代表经过混合的加工材料的情况的信号提供给控制器。

在任何以恒定不变的流速馈送一种加工材料并且通过调整其它加工材料的流速生产预期的混合物的实施方案中，总流速通常是不可选择的。因此，这样的实施方案可以把经过混合的加工材料提供给储料罐 3。储料罐 3 可以包含防止经过混合的加工材料沉降或分离的装置或系统，例如搅拌器。在另一个实施方案中，过量的经过混合的加工材料可以被生产出来，而且需要的是一经要求就可以用被丢弃的剩余物保证供应。作为替代，其它加工材料的流速也可以被调整，以致经过混合的加工材料的总流速可以如同先前描述的那样与要求相相配。

在启动期间或在任何不可能接受或不需要加工材料的混合物的其它时间，该混合物可以从使用点或储料罐离开。例如，无法接受的或不需要的加工材料的混合物可以被送到排水沟 95 中或者以其它方式处置。排水沟或其它清除系统可以被用在本发明的任何实施方案中，在那里加工材料的混合物在某些环境下可能是无法接受的或不需要的。

本发明将通过下面的实施例得到进一步的说明，这些实施例实质上倾向于举例说明，而且不被看作是对本发明的范围的限制。

实施例

实施例 1

典型的混合工艺包括用 DI 水稀释高固体含量的浓缩硅石浆料。一种可从市场上买到的这样的浆料是 CABOT®SEMI-SPERSE™25 浆料，这种浆料是具有 25wt%固体和 1.162-1.170 克/毫升的密度范围（ 1.166 ± 0.004 克/毫升）的胶状悬浮液。这种浆料是在晶片生产中于硅石氧化物层或氧化物阶

梯抛光期间使用的典型的抛光浆料。就这个实施例的目的而言，要求是假定每分钟 200 毫升（200 毫升/分钟）的经过混合的加工材料。

典型的抛光工艺需要浆料对 DI 水质量比为 1:1 或体积比为大约 1:1.17 从而导致最终密度为大约每毫升 1.074 克（1.074 克/毫升）的混合物。浆料中的变化可能起因于制造基础材料时的变化。此外，虽然流体是不可压缩的，但是当与浆料混合的 DI 水的密度变化时，制造原始浆料时使用的水的密度也改变。DI 水的密度值是已知的而且很容易从技术参考出版物中得到。一种这样的出版物，来自 CRC Press, Inc. 的物理化学手册指出对于在 50° 到 86 F（10° 到 30 °C）的温度范围内的水而言密度范围从 0.99970 到 0.99565 克/毫升。由生产资料的生产设备供应的 DI 水的温度典型地分布在大约 65° 到 75 F（18° 到 24 °C）范围内。因此，就这个实施例的目的而言，DI 水的密度将被假定为 0.99821 克/毫升（在 68 F（20°C）下它的数表密度），然而，在实践中，为了提供准确的密度，可以监测温度。

由于两个组成部分的密度可以改变，在混合物中按体积混合产生错误的风险比按质量混合高。因此，就按重量计 1:1 的配方而言，添加的每种组分的质量相等，从而导致大约 1.00 毫升的浆料浓缩物和大约 1.168 毫升的 DI 水。

在配方混合的动态情形下，材料必须是以其总和等于 200 毫升/分钟或 3.33 毫升/秒的速率移动的。使用上述的 1.074 克/毫升的名义密度和 200 毫升/分钟或 3.3 毫升/秒的预期的混物流速，大约 1.789 克/秒的质量速率是所需的最终产品。

由于这个简单的应用涉及两种组成部分相等的质量，个别调整浆料和水两者的供应流的流速可以控制最终设计的流体流。理

想的是，浓缩浆料和去离子水的两个质量速率彼此相等，而且对于每种材料每个质量速率与各自的密度的比提供所需要的体积流速。这对于 25%固体的浓缩浆料将产生大约 92.064 毫升/分钟（1.534 毫升/秒）的体积流速，而对于去离子水将产生大约 107.928 毫升/分钟（1.799 毫升/秒）的体积流速。请注意：这个应用仅仅对于密度恒定在上述的 1.166 克/毫升的浆料是好的。当材料的实际密度可能波动时，这个数值从分配子系统到控制器的通信可以相应地调整流动控制器。例如，如果密度的数值增加到 1.180 克/毫升，那么控制器可以通过把阀门关闭到适当的程度来调节流速。这将依次减少本身将通过增加去离子水的流速得到调整的绝对输出流速。在这些调整期间规定的终点流速和密度实质上是

实施例 2

为了示范本发明的混合系统能生产可接受的加工材料的混合物，实施例 1 中描述的浆料和 DI 水的假想混合物是使用图 9 图解说明的混合系统实现的。DI 水是由储料罐以恒定不变的已知的体积流速供应的，而它的温度被监测并且提供给对控制器以计算 DI 水的质量流速。在实施例 1 中描述的浆料是由第二储料罐供应的。这种浆料经过测试发现它具有 25.8wt%的固体百分比和 1.151 克/毫升的密度。浆料的密度和它的体积流速被监测并且提供给控制器以便计算浆料的质量流速。浆料质量流速是通过控制器用阀门调整的，以便获得大约 1:1 的浆料对 DI 水的质量比。

根据用于半导体工业的典型的允差，可接受的固体百分比和密度的范围是如同在图 11 和 12 中用上限和下限图解说明那样定义的。这些附图还分别报告了 5 次试验中每次试验的固体百分比和密度。在所有的试验中，固体百分比都是可接受的，而在所有

的试验中密度除了一个之外也都是可接受的。这表明本发明的混合系统能够重复生产可接受的加工材料的混合物。

应该理解在本文中描述的每个要素都可以被修正（或两个或更多要素一起被修正）或者还可以在不同于前面描述的那些应用的其它应用中找到用武之地。尽管本发明的特定的实施方案已被图解说明和描述，但是不倾向于仅仅局限于所展示的细节，因为各种不同的修改方案和替代方案在不以任何方式脱离权利要求书所定义的本发明的精神的情况下可以完成。

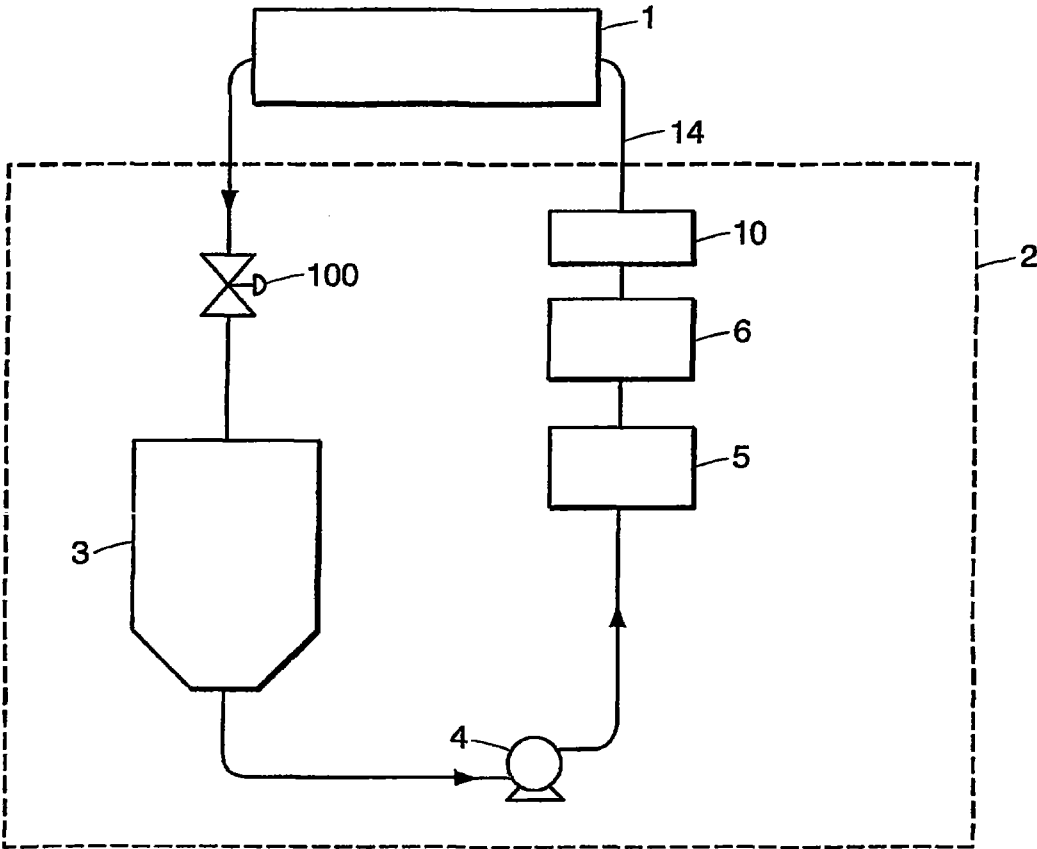


图 1

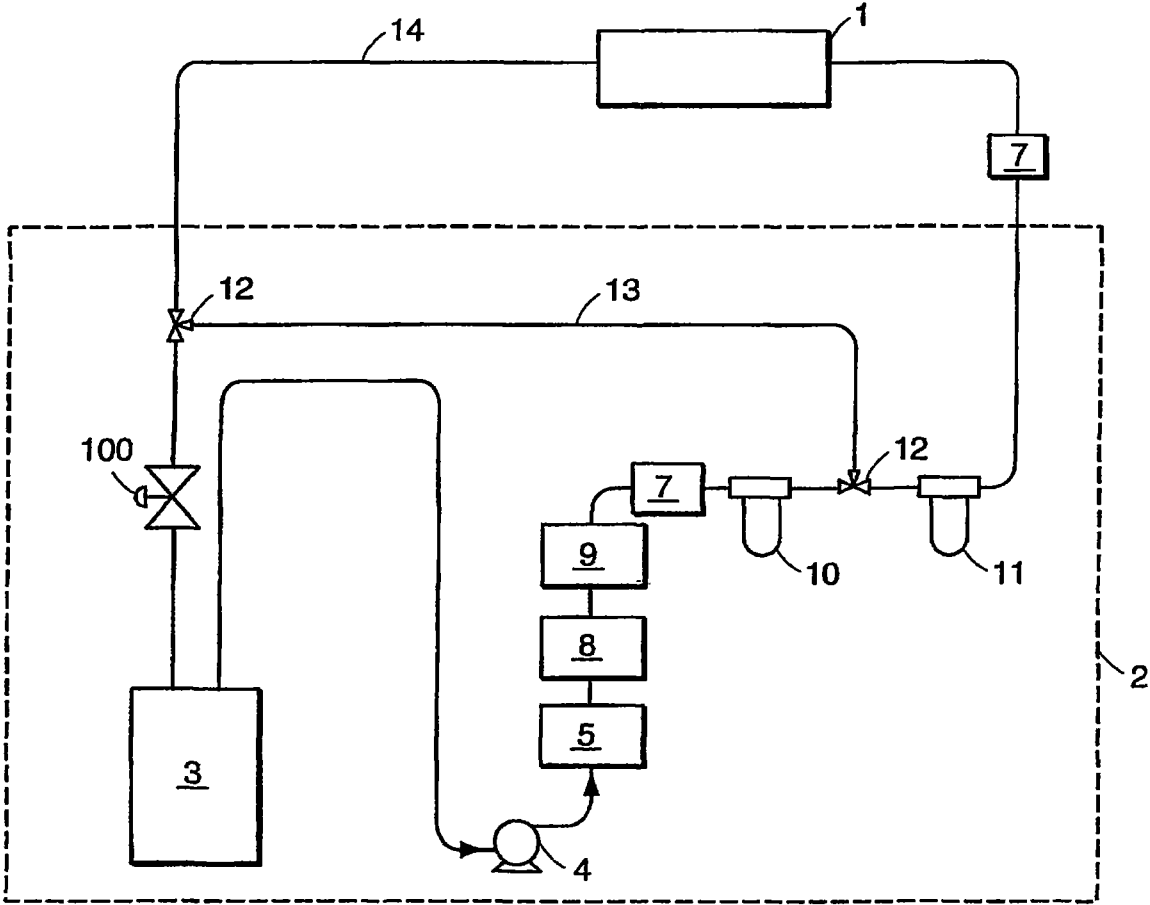


图 2

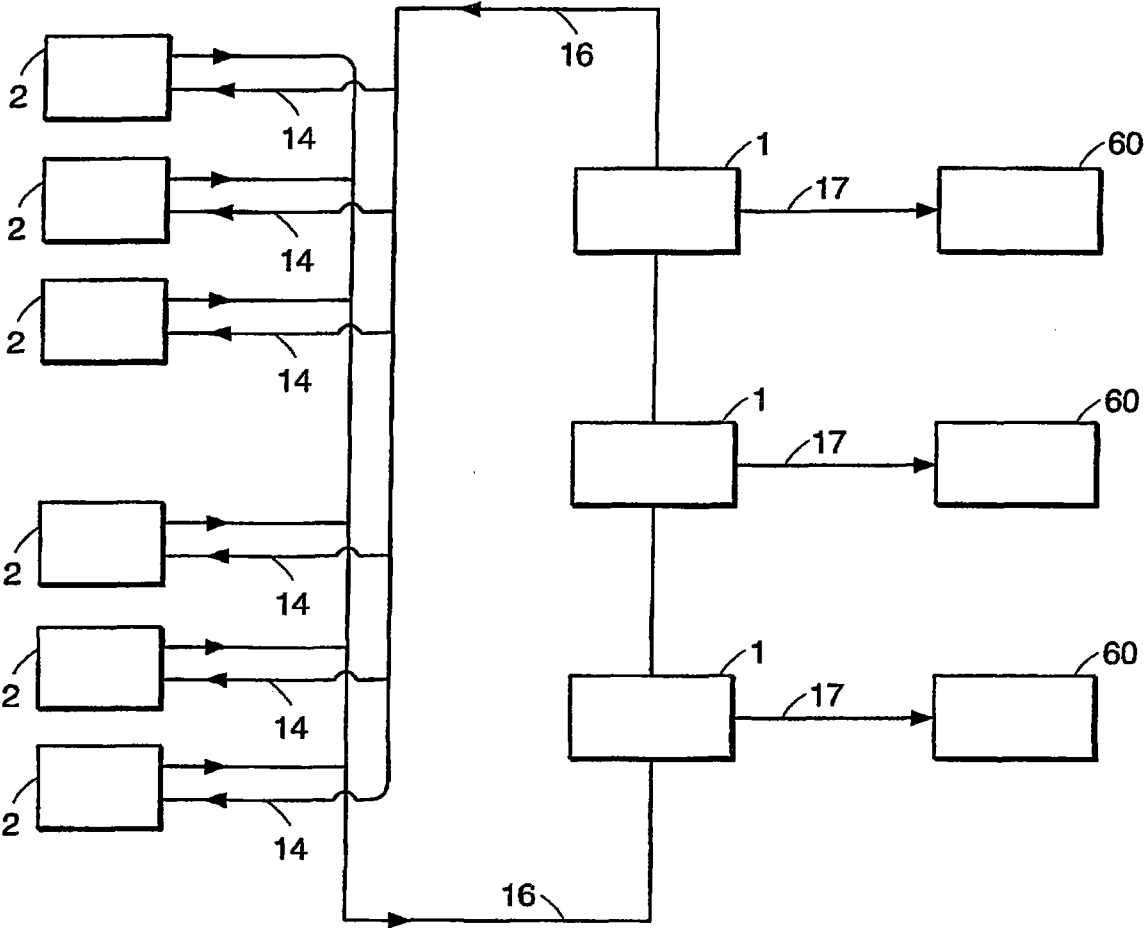


图 3

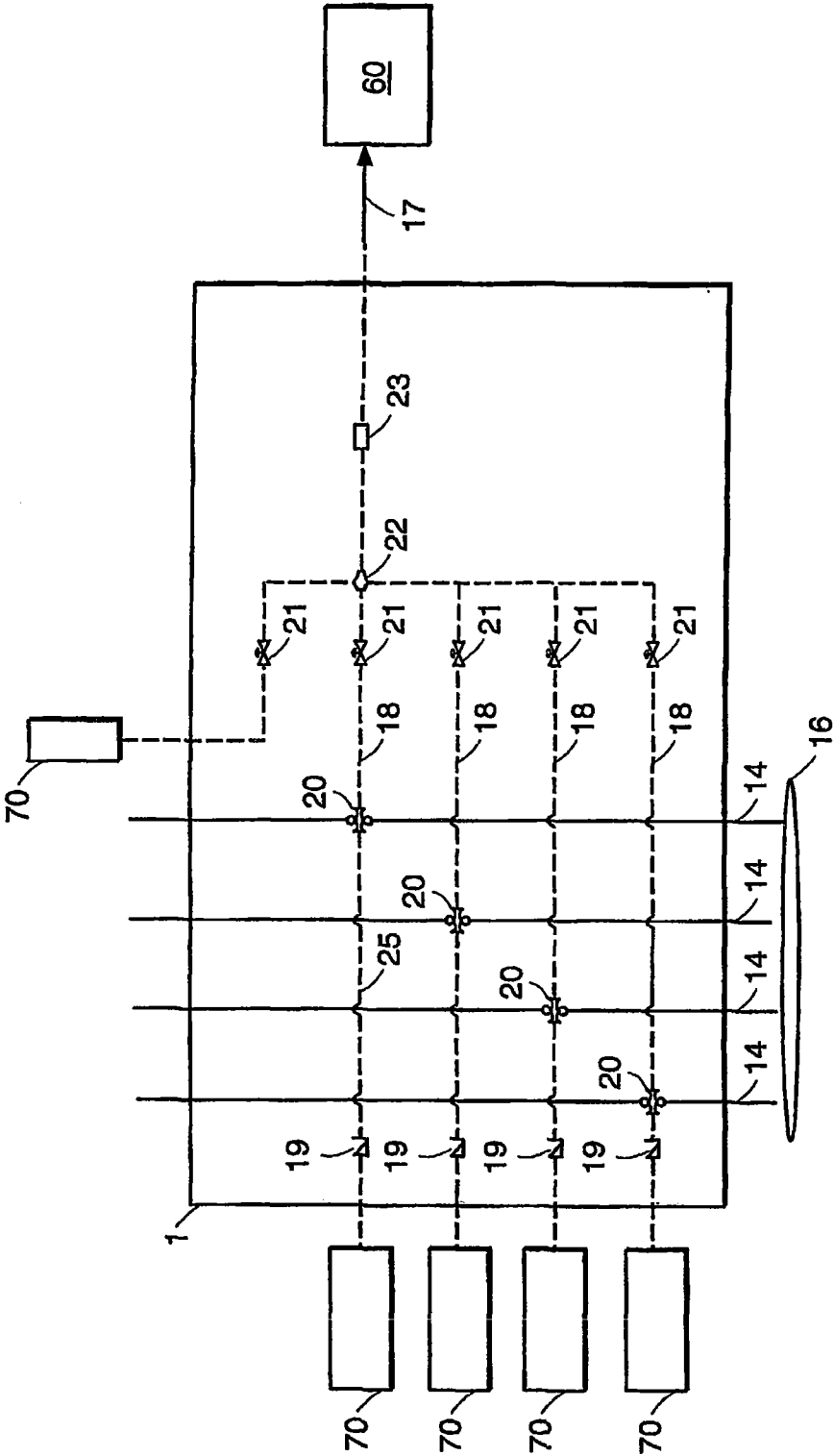


图 4

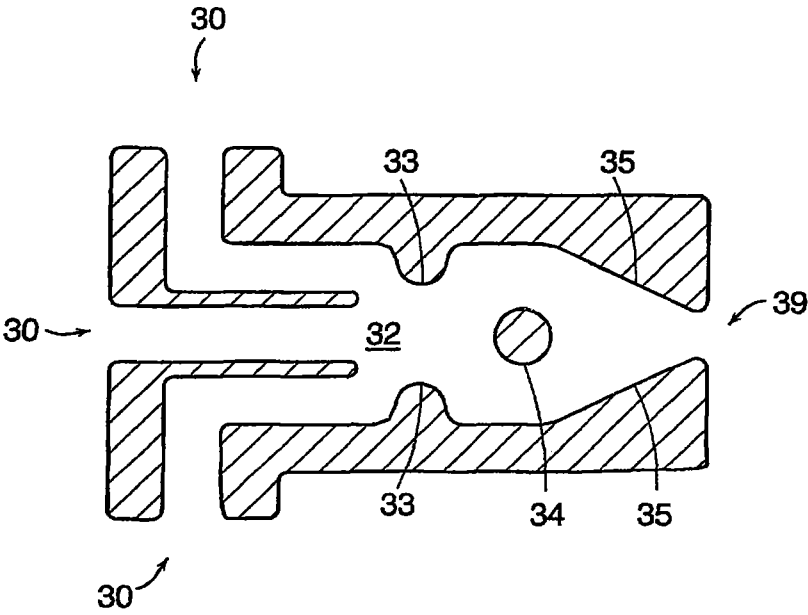


图 5

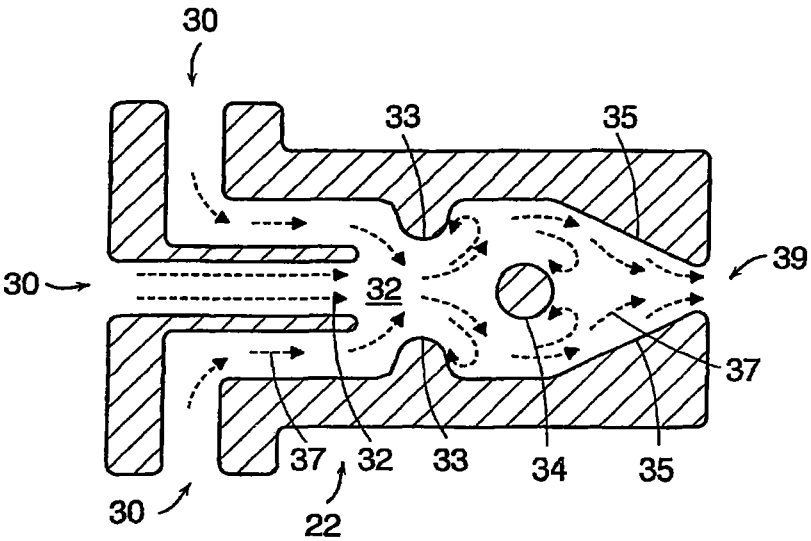


图 6

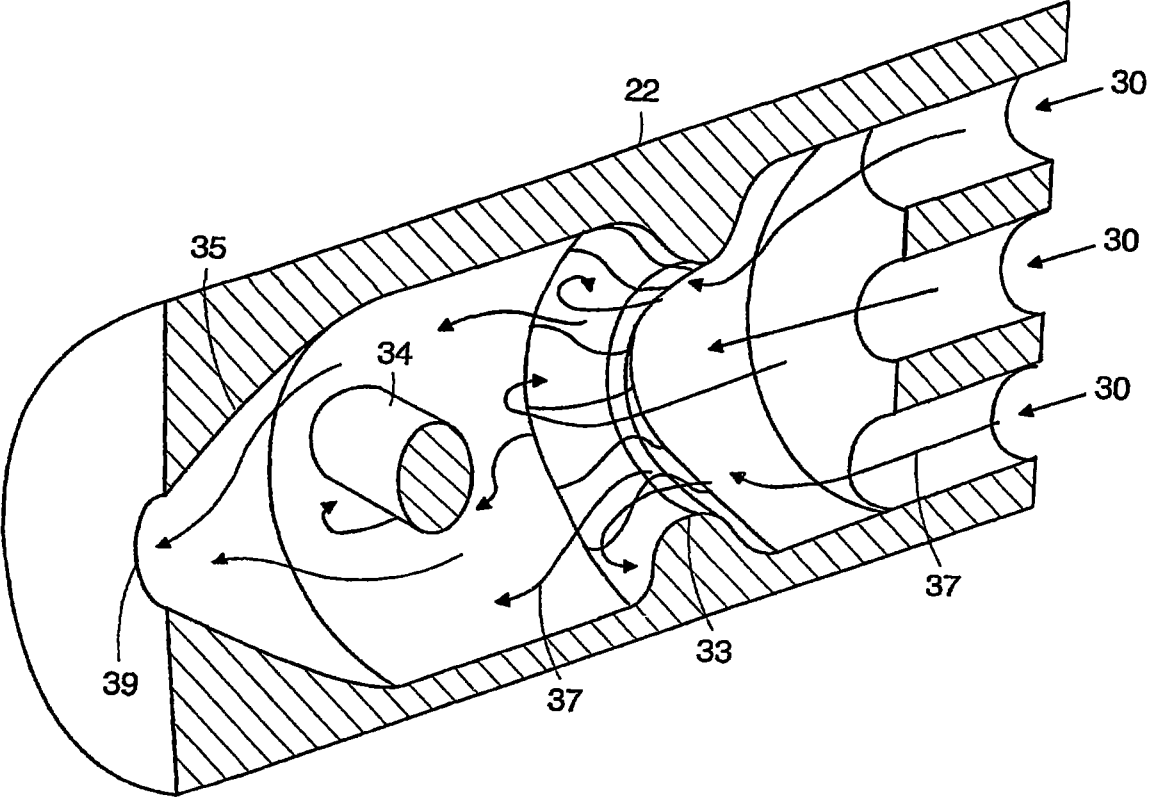


图 7

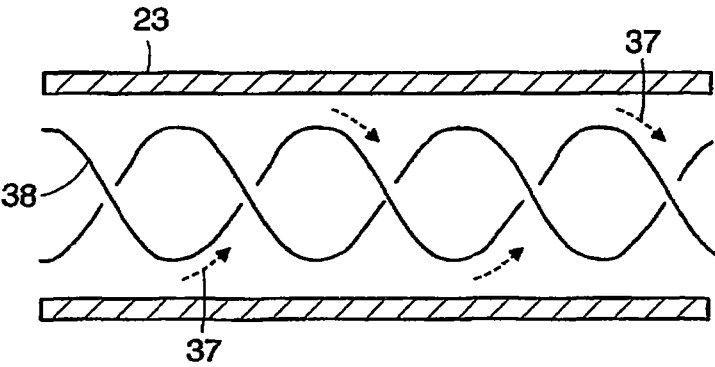


图 8

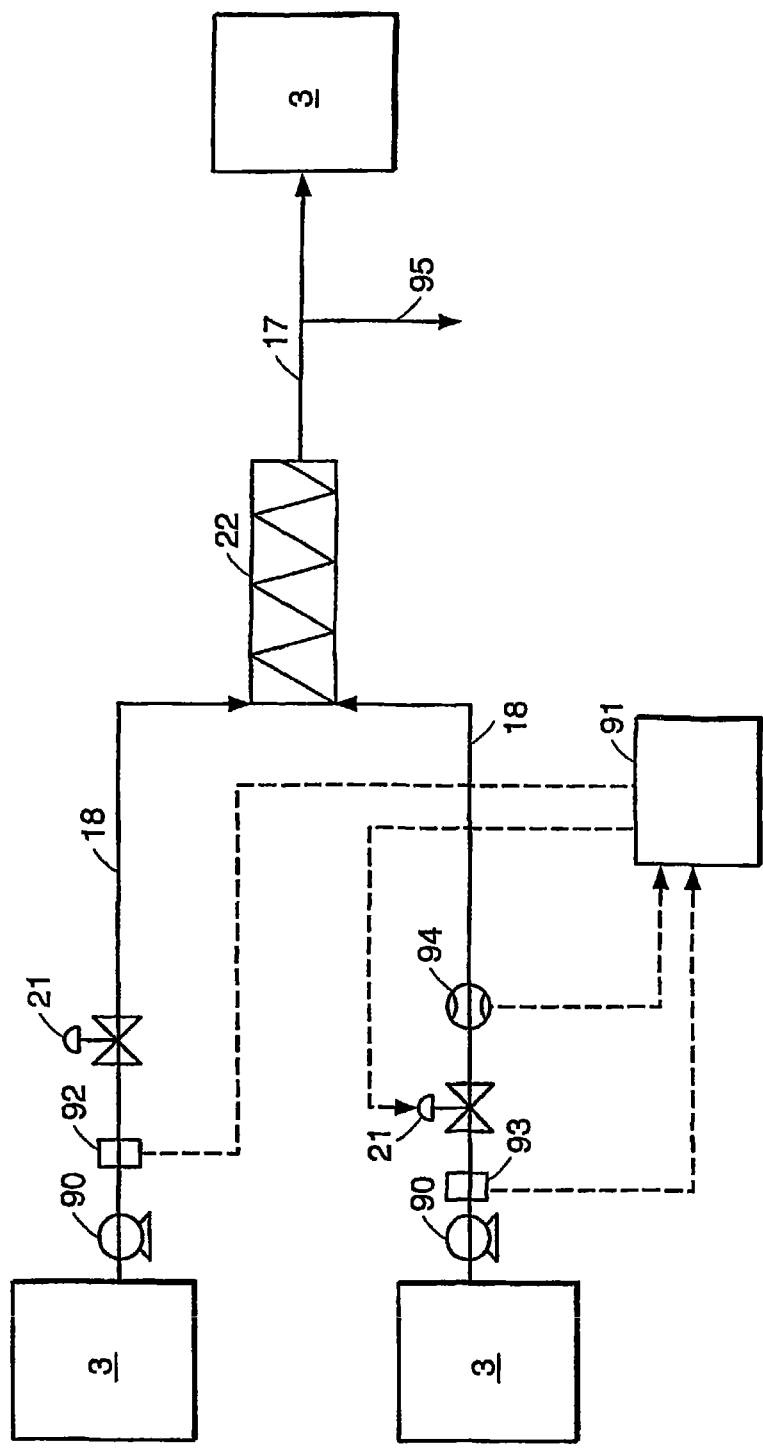


图 9

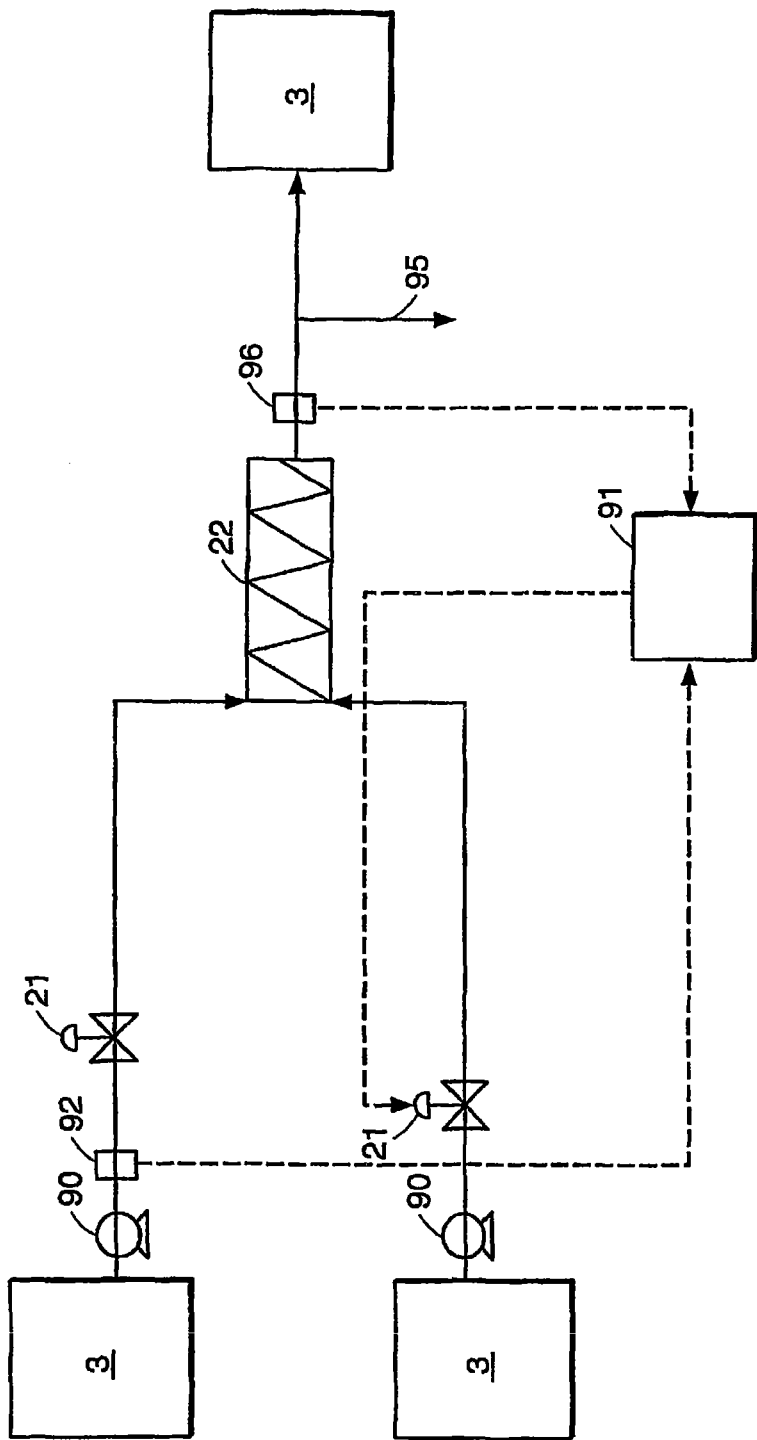


图 10

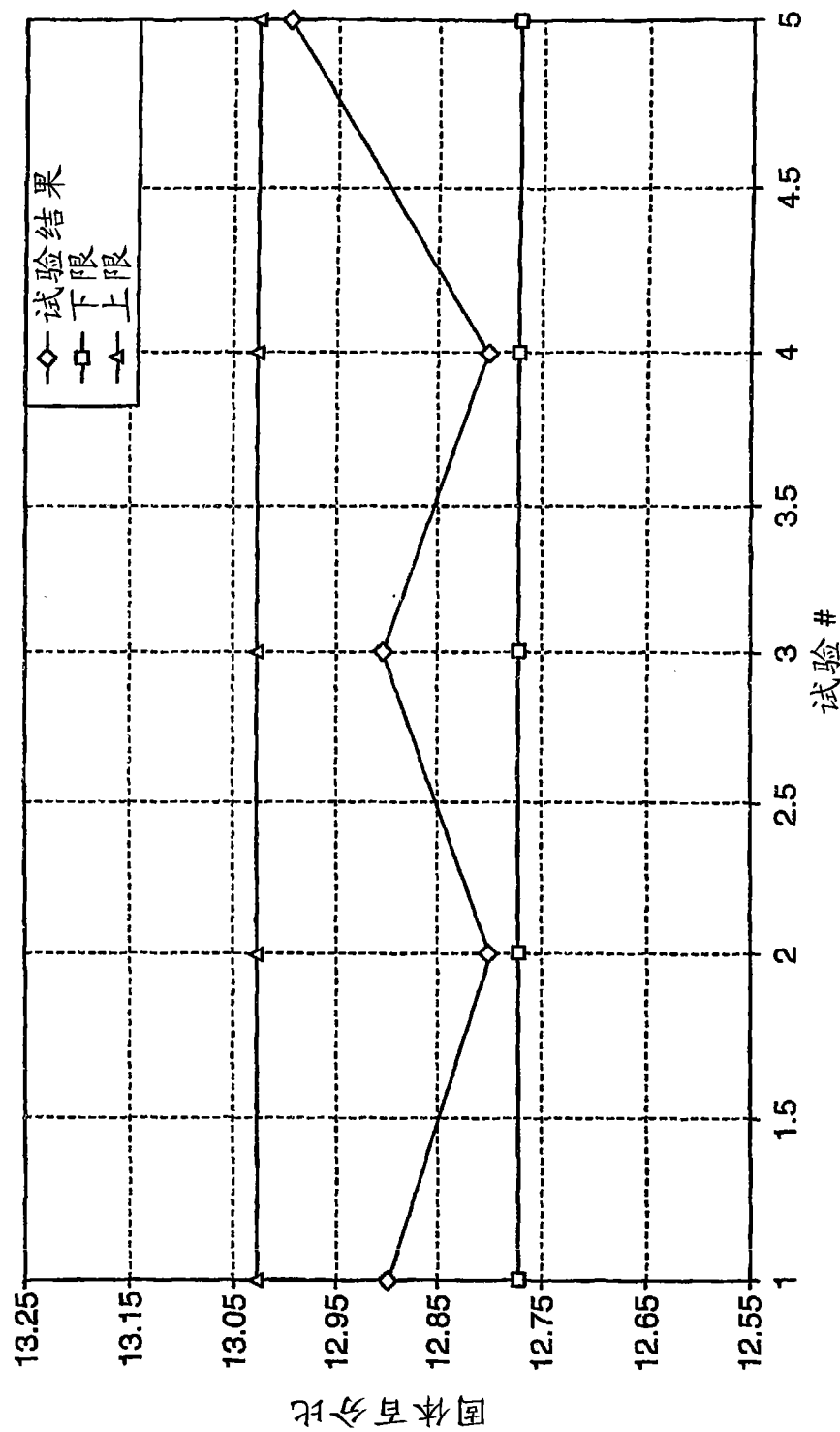


图 11

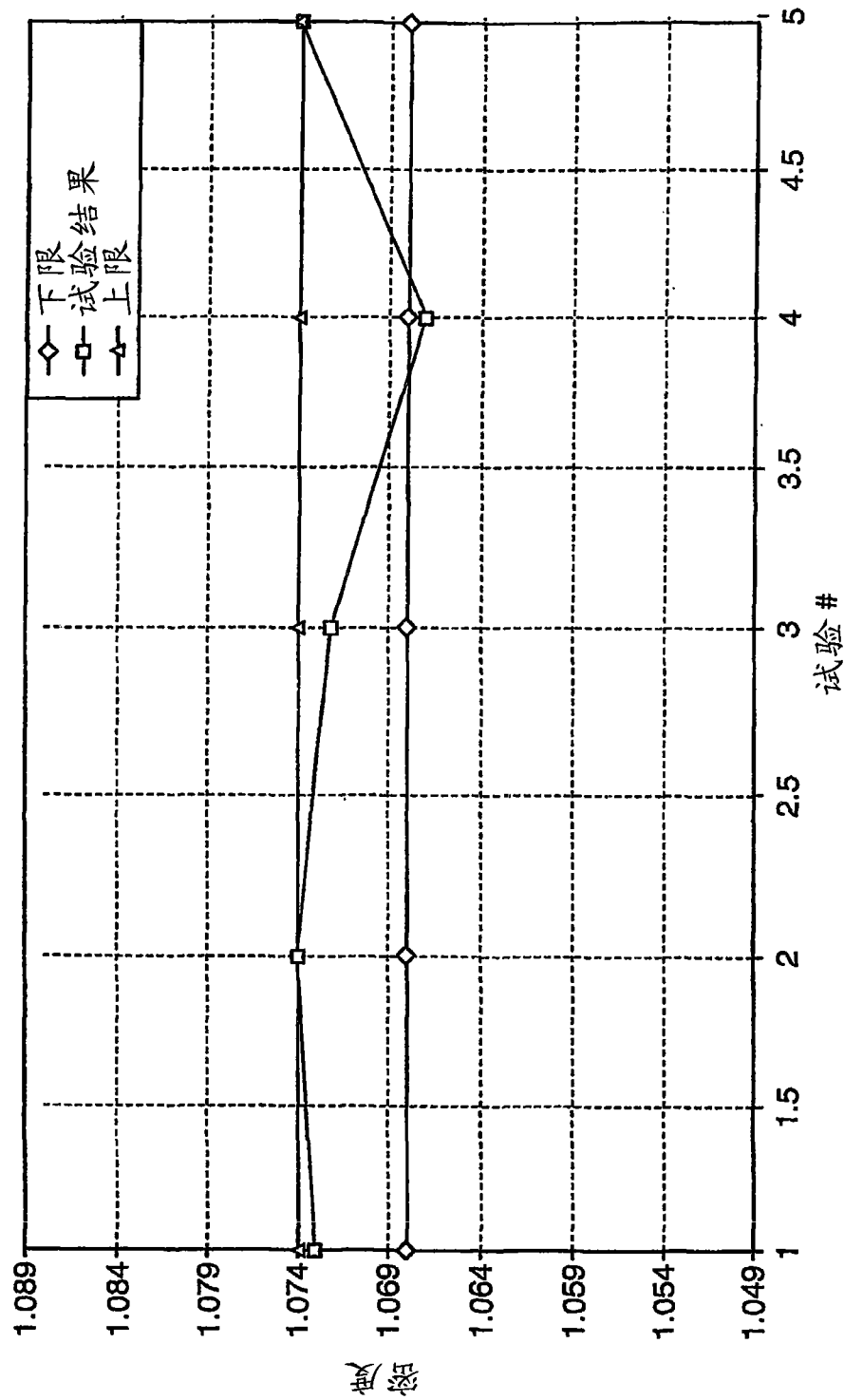


图 12