(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102422398 B
(45)授权公告日 2014.09.10

(21)申请号 201080018291.7
(22)申请日 2010.03.30
(30)优先权数据
12/431,731 2009.04.28 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2011.10.25
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2010/029273 2010.03.30
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2010/129115 EN 2010.11.11
(73)专利权人 朗姆研究公司
地址 美国加利福尼亚州
(72)发明人 林成渝(肖恩) 马克·卡瓦古奇 马克·威尔考克森 拉塞尔·马丁 利昂·金兹伯格
(74)专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263
代理人 李献忠
(51)Int.Cl.
H01L 21/302(2006.01)
H01L 21/304(2006.01)
(56)对比文件
US 6610610 B2,2003.08.26,说明书第5－7栏、附图2A.
US 2005145265 A1,2005.07.07,全文.
WO 0199156 A1,2001.12.27,全文.
US 2006144428 A1,2006.07.06,说明书[0059]至[0063]段、附图3-4、权利要求7.
审查员 刘乐

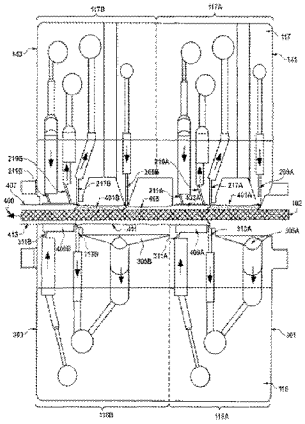
权利要求书3页 说明书10页 附图8页

(54)发明名称

用于清洁基板的设备和系统

(57)摘要

上部加工头包括上表面模块,其定义为将清洁材料施加在基板的上表面、然后将基板暴露于上部冲洗弯液面。所述上表面模块定义为使冲洗材料以基本上单向的方式向着所述清洁材料并逆着基板的移动方向流经所述上部冲洗弯液面。下部加工头包括下表面模块,其定义为将下部冲洗弯液面施加在所述基板上,以均衡由所述上部冲洗弯液面施加在所述基板上的力。所述下表面模块定义为提供用于收集和排放当所述基板不在所述上部加工头和所述下部加工头之间时从所述上部加工头发放的所述清洁材料的排放通道。所述上部加工头和所述下部加工头分别可以包括多个实例的上表面模块和下表面模块。



CN 102422398 B

1. 用于清洁基板的上部加工头，其包括：

具有前缘和后缘的第一模块，其中要清洁的基板的顶部将以自前缘至后缘延伸的方向通过所述第一模块的下面，其中所述第一模块包括：

沿所述前缘定义的成排的清洁材料分配口，所述成排的清洁材料分配口定义为在所述基板位于其下时将清洁材料层朝下分配在所述基板上；

沿所述后缘定义的成排的冲洗材料分配口，所述成排的冲洗材料分配口定义为在所述基板位于其下时将冲洗材料朝下分配在所述基板上；

沿所述成排的清洁材料分配口的尾随侧定义的成排的通风口；和

在所述成排的通风口和所述成排的冲洗材料分配口之间定义的第一成排的真空口，其中所述第一成排的真空口被定义为对在所述基板位于其下时来自所述基板的所述清洁材料和所述冲洗材料以及由所述成排的通风口供应的空气提供多相的抽吸。

2. 如权利要求 1 所述的用于清洁基板的上部加工头，其中所述第一模块包括定义为将冲洗弯液面区限制在所述第一成排的真空口与所述后缘之间的突出框架，使得所述突出框架包括引领部和尾随部，所述引领部和尾随部分别定义为围绕所述冲洗弯液面区的在先的一半和尾随的一半。

3. 如权利要求 2 所述的用于清洁基板的上部加工头，其中所述第一成排的真空口定义为对分所述突出框架的所述引领部的前缘，其中所述突出框架的所述尾随部的后缘是所述第一模块的后缘，并且其中所述成排的冲洗材料分配口定义为在所述冲洗弯液面区内并在所述突出框架的所述尾随部附近。

4. 如权利要求 3 所述的用于清洁基板的上部加工头，其中所述突出框架的所述尾随部定义为提供存在于所述冲洗弯液面区内的所述冲洗材料的弯液面的大部分的物理隔离。

5. 如权利要求 1 所述的用于清洁基板的上部加工头，其中所述第一模块包括定义在所述成排的清洁材料分配口和所述第一成排的真空口之间的进气区，其中所述成排的通风口与所述进气区流体流通连接。

6. 如权利要求 5 所述的用于清洁基板的上部加工头，其中所述进气区定义为有助于空气流从所述成排的通风口流向所述第一成排的真空口，而没有对要由所述成排的清洁材料分配口分配在所述基板上的所述清洁材料的由空气流引起的干扰。

7. 如权利要求 1 所述的用于清洁基板的上部加工头，其中所述第一成排的真空口设置为对分在所述第一模块的所述前缘和所述后缘之间的整个分隔距离。

8. 如权利要求 1 所述的用于清洁基板的上部加工头，其中所述第一模块包括沿所述第一成排的真空口的尾随侧定义的第二成排的真空口，其中所述第二成排的真空口定义为对在所述基板位于其下时来自所述基板的所述清洁材料和所述冲洗材料提供多相的抽吸。

9. 如权利要求 8 所述的用于清洁基板的上部加工头，其中所述第一成排的真空口和所述第二成排的真空口是独立可控的。

10. 如权利要求 1 所述的用于清洁基板的上部加工头，其中在所述成排的冲洗材料分配口中的每个口定义沿从所述后缘向所述前缘延伸的方向呈角度向下。

11. 如权利要求 10 所述的用于清洁基板的上部加工头，其中在所述成排的冲洗材料分配口中的每一个口的中心线和垂直向量之间的角度是在向上延伸至 45 度的范围内。

12. 如权利要求 1 所述的用于清洁基板的上部加工头，还包括：定义与所述第一模块相

同的第二模块，其中所述第二模块与所述上部加工头中的所述第一模块是连续的、使得所述第二模块的前缘位于所述第一模块的后缘之后，其中所述第一模块和所述第二模块是独立可控的。

13. 用于清洁基板的下部加工头，其包括：

具有前缘和后缘的第一模块，其中要清洁的基板的底部将沿自前缘至后缘延伸的方向通过所述第一模块的上面，其中所述第一模块包括：

沿所述前缘定义以收集和排放分配在其中的材料的排放通道；

定义为限制冲洗弯液面区的突出框架，所述突出框架包括引领部和尾随部，所述引领部和尾随部分别定义为围绕所述冲洗弯液面区的在先的一半和尾随的一半，所述突出框架的所述引领部位于所述排放通道的尾随的一侧；

在所述冲洗弯液面区内沿所述突出框架的所述尾随部定义的成排的冲洗材料分配口，所述成排的冲洗材料分配口定义为在所述基板位于其上时向上分配冲洗材料到所述基板上；和

定义为对分所述突出框架的所述引领部的前缘的成排的真空口，其中所述成排的真空口被定义为所述冲洗材料和空气提供多相抽吸。

14. 如权利要求 13 所述的冲洗基板的下部加工头，其中所述突出框架的所述尾随部被定义为提供存在于所述冲洗弯液面区内的冲洗材料的弯液面的大部分的物理隔离。

15. 如权利要求 13 所述的冲洗基板的下部加工头，其中所述排放通道是从所述第一模块的每一个外端朝定义排放口的所述排放通道中心附近的位置倾斜向下，并且其中液体供应口定义为处于所述排放通道内的高点以使液体向下流向所述排放通道，从而有助于分配在所述排放通道内的材料向所述排放口移动。

16. 如权利要求 13 所述的冲洗基板的下部加工头，其中在所述成排的冲洗材料分配口中的每个口是定义为从所述后缘向所述前缘延伸的方向呈角度向上。

17. 如权利要求 16 所述的冲洗基板的下部加工头，其中在所述成排的冲洗材料分配口中的每一个口的中心线和垂直向量之间的角度是在向上延伸至 45 度的范围内。

18. 如权利要求 13 所述的冲洗基板的下部加工头，还包括：

定义为与所述第一模块相同的第二模块，其中所述第二模块与所述下部加工头中的所述第一模块是连续的、使得所述第二模块的前缘位于所述第一模块的所述后缘之后，其中所述第一模块和所述第二模块是独立可控的。

19. 一种用于清洁基板的系统，其包括：

定义为以直线的路径移动基板而同时保持所述基板在基本上水平的方向的基板载体；

位于所述基板的所述路径之上的上部加工头，所述上部加工头包括定义为将清洁材料施加在所述基板上、然后将所述基板暴露于上表面冲洗弯液面的第一上表面模块，其中所述第一上表面模块定义为使冲洗材料以基本上单向的方式向着所述清洁材料并逆着所述基板的移动方向流经所述上表面冲洗弯液面；和

位于所述基板的所述路径之下的下部加工头，所述下部加工头包括定义为将下表面冲洗弯液面施加在所述基板上以均衡由所述上表面冲洗弯液面施加在所述基板上的力的第一下表面模块，所述第一下表面模块定义为提供用于收集和排放当所述基板载体不在所述

上部加工头和所述下部加工头之间时从所述第一上表面加工头分配的所述清洁材料的排放通道。

20. 如权利要求 19 所述的用于清洁基板的系统，其中所述第一上表面模块包括：

沿所述第一上表面模块的前缘定义的成排的清洁材料分配口；

定义为限定区的突出框架，在该区中将形成所述上表面冲洗弯液面；

沿所述突出框架的尾随侧定义以将所述冲洗材料分配入所述上表面冲洗弯液面的成排的冲洗材料分配口；和

沿所述突出框架的前缘定义以对所述冲洗材料、清洁材料和空气提供多相抽吸的成排的真空口。

21. 如权利要求 19 所述的用于清洁基板的系统，其中所述第一下表面模块包括：

定义为限定区的突出框架，在该区中将形成所述下表面冲洗弯液面；

沿所述突出框架的尾随侧定义以将所述冲洗材料分配入所述下表面冲洗弯液面的成排的冲洗材料分配口；和

沿所述突出框架的前缘定义以对所述冲洗材料和空气提供多相抽吸的成排的真空口。

22. 如权利要求 19 所述的用于清洁基板的系统，其中所述上部加工头包括定义为与所述第一上表面模块相同的并与所述第一上表面模块连续的第二上表面模块，其中所述第一上表面模块和所述第二上表面模块是独立可控的。

23. 如权利要求 19 所述的用于清洁基板的系统，其中所述下部加工头包括定义为与所述第一下表面模块相同的并与所述第一下表面模块连续的第二下表面模块，其中所述第一下表面模块和所述第二下表面模块是独立可控的。

用于清洁基板的设备和系统

背景技术

[0001] 在诸如集成电路和存储器单元之类半导体器件的制造中，进行一系列制造操作，以定义半导体晶片(“晶片”)的特征。晶片(或基板)包括在硅基板上定义的多层次结构形式的集成电路器件。在基板的层次，形成带扩散区的晶体管器件。在随后的层次，互连金属线被图案化并且电气连接到晶体管器件，以定义所需的集成电路器件。此外，图案化的导电层与其它导电层之间由介电材料绝缘。

[0002] 在一系列的制造操作期间，晶片表面暴露于各类污染物。在制造操作中存在的任何物质在本质上是潜在的污染源。例如，污染源可能包括工艺气体、化学物质、沉积材料和液体等。各种污染物可能会以微粒形式沉积在晶片表面。如果不去除微粒污染，污染附近范围内的设备就将有可能无法使用。因此，有必要以相当完全的方式从晶片表面清洁污染物而不损坏在晶片上定义的特征。然而，微粒污染的大小常常是在晶片上制成的特征的关键尺寸大小的量级。没有不利地影响晶片上的特征而去除这样小的颗粒污染是相当困难的。

发明内容

[0003] 在一个实施方式中，公开了用于清洁基板的上部加工头。上部加工头包括具有前缘和后缘的第一模块。要清洁的基板的顶部将沿自前缘至后缘延伸的方向通过第一模块的下面。第一模块包括沿前缘定义的成排的清洁材料分配口。该排清洁材料分配口定义为在基板位于其下时将清洁材料层朝下分配到该基板上。第一模块还包括沿后缘定义的成排的冲洗材料分配口。该排冲洗材料分配口定义为在基板位于其下时将冲洗材料朝下分配在该基板上。第一模块还包括沿该排清洁材料分配口的尾随侧定义的成排的通风口。此外，第一模块包括在该排通风口和该排冲洗材料分配口之间定义的第一成排的真空口。所述第一成排的真空口被定义为对从该排通风口供应的空气以及在基板位于其下时来自基板的清洁材料和冲洗材料提供多相抽吸。

[0004] 在另一实施方式中，公开了用于清洁基板的下部加工头。下部加工头包括具有前缘和后缘的第一模块。要清洁的基板的底部将沿自前缘至后缘延伸的方向通过第一模块的上面。第一模块包括沿前缘定义以收集和排放分配在其中的材料的排放通道。第一模块还包括定义为限制冲洗弯液面区的突出框架(projected curb)。该突出框架包括分别定义为围绕冲洗弯液面区的前半部份的和后半部份的引领部和尾随部。突出框架的引领部位于在排放通道的尾部的一侧。第一模块还包括在冲洗弯液面区内沿突出框架的尾随部定义的成排的冲洗材料分配口。该排冲洗材料分配口定义为在基板位于其上时向上分配冲洗材料到基板上。此外，第一模块包括定义为对分突出框架的引领部前缘的成排的真空口。该排真空口被定义为提供多级的冲洗材料和空气的抽吸。

[0005] 在另一实施方式中，公开了用于清洁基板的系统。该系统包括定义为在将基板保持在基本水平的方向时以基本上直线的路径移动基板的基板载体。该系统还包括位于基板的所述路径之上的上部加工头。所述上部加工头包括第一上表面(topside)模块，其定义为将清洁材料施加在基板上、然后将基板暴露于上表面冲洗弯液面。所述第一上表面模块

定义为使冲洗材料以基本上为单向的方式向着所述清洁材料并逆着基板的移动方向流经所述上表面冲洗弯液面。该系统还包括位于基板的所述路径之下的下部加工头。所述下部加工头包括第一下表面(bottomside)模块，其定义为将下表面冲洗弯液面施加在所述基板上，以均衡由所述上表面冲洗弯液面施加在所述基板上的力。所述第一下表面模块定义为提供用于收集和排放当所述基板载体不在所述上部加工头和所述下部加工头之间时从所述第一上表面加工头分配的所述清洁材料的排放通道。

[0006] 从下面的结合附图进行的、以本发明的实施方式的方式说明的详细说明，本发明的其它方面和优势将更加明显。

附图说明

[0007] 图 1A 示出了按照本发明的一个实施方式的用于从基板清洁污染物的系统；

[0008] 图 1B 示出了按照本发明的一个实施方式的、有位于上部加工头的下方和在下部加工头 118 的上方的基板载体的室的垂直剖面图；

[0009] 图 2A 示出了按照本发明的一个实施方式的上部加工头的等轴测视图；

[0010] 图 2B 示出了按照本发明的一个实施方式的、在其前缘和后缘之间垂直切割的上部加工头的垂直剖面图；

[0011] 图 3A 示出了按照本发明的一个实施方式的下部加工头的等轴测视图；

[0012] 图 3B 示出了按照本发明的一个实施方式的、纵向切开通过第二下表面模块的下部加工头的垂直横截面的等轴测视图；

[0013] 图 3C 示出了按照本发明的一个实施方式的、在其前缘和后缘之间垂直切割的下部加工头的垂直剖面图；

[0014] 图 4 示出了按照本发明的一个实施方式的、上部加工头置于基板的上面而下部加工头置于基板的下面上部加工头相对。

[0015] 优选实施方式

[0016] 在下面的说明中，说明了许多具体细节以提供对本发明的透彻的了解。然而，明显的是，对本领域的技术人员，本发明没有这些具体细节的部分或全部可以实施。在其它情况下，众所周知的工艺操作没有做详细介绍，以免不必要地模糊本发明。

[0017] 作为此处引用的基板，表示但不限制于半导体晶片、硬驱磁盘、光盘、玻璃基板、平板显示器表面和液晶显示表面等，它们在制造或加工操作中可能被污染。根据实际的基板，表面可以通过不同的方式被污染，而可接受的污染的水平是在加工基板的特定行业中定义的。为便于讨论，基板污染在本文中是通过在基板表面上存在污染物颗粒的方式进行说明的。但是，应该认识到，这里引用的污染物颗粒可采取可能在基本上任何基板加工和处理操作期间接触基板的基本上任何类型的污染物的形式。

[0018] 在各种实施方式中，本文所公开的装置、系统和方法可用于从图案化的基板和非图案化的基板等清洁污染物颗粒。在图案化的基板的情况下，在要清洁的图案化的基板表面上的突起结构可对应于诸如多晶硅线或金属线之类凸出线。此外，要清洁的图案化的基板表面可包括诸如从化学机械研磨(CMP)加工中产生的凹进之类凹进的特征。

[0019] 图 1A 为按照本发明的一个实施方式所示出的用于从基板清洁污染物的系统。该系统包括由封闭墙 101 定义的室 100。室 100 包括输入模块 119、加工模块 121 和输出模块

123。基板载体 103 及相应的驱动装置是定义为提供基板 102 的如箭头 107 所示的从输入模块 119 通过加工模块 121 到输出模块 123 的直线运动。驱动器轨道 105A 和引导轨道 105B 定义为提供基板载体 103 的受控直线运动，以使基板 102 沿着由驱动器轨道 105A 和引导轨道 105B 定义的直线路径保持在基本水平的方向。

[0020] 输入模块 119 包括门组件 113，通过门组件 113 基板 102 可以由基板处理装置插入室 100 中。输入模块 119 还包括基板升降装置 109，升降装置 109 定义为当基板载体 103 在输入模块 119 中位于升降装置 109 之上并居中时，其通过基板载体 103 的开放区垂直移动。当基板 102 通过门组件 113 插入室 100 时，可提高基板升降装置 109 以接收基板 102。基板升降装置 109 然后可以降低，以将基板 102 放置在基板载体 103 上并离开基板载体 103 的直线行进路径。

[0021] 加工模块 121 包括上部加工头 117，其被设置为而当其上放置有基板 102 的基板载体 103 移动移动通过上部加工头 217 头的下方时，处理基板 102 的上表面。加工模块 121 还包括下部加工头 118（见图 1B），其被设置为在基板载体 103 的直线移动路径之下，与上部加工头 117 相对。下部加工头 118 定义和定位为当基板载体 103 通过加工模块 121 移动时就加工基板 102 的底部表面。上部加工头 117 和下部加工头 118 每个都有前缘 141 和后缘 143，这样在加工操作过程中，基板载体 103 沿直线路径从前缘 141 向后缘 143 移动基板 102。如下面详细讨论的，关于本发明，上部加工头 117 和下部加工头 118 的每一个被定义为分别在基板 102 的上表面和下表面上执行多级清洁过程。

[0022] 应该理解，在一些实施方式中，一个或多个额外的加工头可与上部加工头 117 在基板载体 103 的直线行进路径之上一起使用，和 / 或一个或多个额外的加工头可与下部加工头 118 在基板载体 103 的直线行进路径之下一起使用。例如，定义为执行基板 102 的干燥处理的加工头可分别置于上部加工头 117 和下部加工头 118 的后缘之后。

[0023] 一旦基板载体 103 移动通过加工模块 121，基板载体 103 就到达输出模块 115。输出模块 115 包括基板升降装置 111，其定义为当基板载体 103 在输入模块 111 中位于升降装置 111 之上并居中时，通过基板载体 103 的开放区垂直移动。基板升降装置 111 可以提起，以将基板 102 从基板载体 103 抬起到从室 100 取回的位置。输出模块 111 也包括门组件 115，通过它基板 102 可以用基板处理装置从室 100 取回。一旦基板 102 从基板升降装置 111 取回，基板升降装置 111 就可以降低，以畅通基板载体 103 的直线行进路径。然后，基板载体 103 被运回输入模块 119 以取回下一个进行加工的基板。

[0024] 图 1B 示出了按照本发明的一个实施方式的、有基板载体 103 位于上部加工头 117 的下方和在下部加工头 118 的上方的室 100 的垂直剖面图。上部加工头 117 被安装到驱动轨道 105 和引导轨道 105，使得上部加工头 117 的垂直位置指示 (index) 驱动轨道 105 的垂直位置和引导轨道 105 的垂直位置，从而指示基板载体 103 和其上所托持的基板 102 的垂直位置。

[0025] 上部加工头 117 定义为在基板载体 103 移动在其下的基板 102 时在基板 102 的上表面上执行清洁过程。类似地，下部加工头 118 定义为在基板载体 103 移动在其上基板 102 时在基板 102 的下表面上执行冲洗过程。在各个实施方式中，在加工模块 121 中的上部加工头 117 和下部加工头 118 的每一个可以定义为在基板 102 上执行一个或多个基板加工操作。此外，在一个实施方式中，在加工模块 121 中的上部加工头 117 和下部加工头 118 定义

为跨越基板 102 的直径，使得在上 / 下部加工头 117/118 之下 / 上基板载体 103 的一次通过就将加工基板 102 的整个上 / 下表面。

[0026] 图 2A 示出了按照本发明的一个实施方式的上部加工头 117 的等轴测视图。上部加工头 117 包括两个基本相同的模块，即第一上表面模块 117A 和第二上表面模块 117B。第一上表面模块 117A 有有效前缘 201A 和有效后缘 203A。第二上表面模块 117B 有有效前缘 201B 和有效后缘 203B。要清洁的基板的顶部将沿从上部加工头 117 的前缘 141 向后缘 143 延伸的方向从第一上表面模块 117A 和第二上表面模块 117B 的下面按顺序通过。因此，在加工过程中，基板将沿从有效前缘 201A 向有效后缘 203A 延伸的方向从第一上表面模块 117A 下面通过。然后，基板沿从有效前缘 201B 向有效后缘 203B 延伸的方向从第二上表面模块 117B 下面通过。

[0027] 在一个实施方式中，第二上表面模块 117B 被定义为与第一上表面模块 117A 基本上相同。第二上表面模块 117B 与上部加工头 117A 中的第一上表面模块 117A 是连续的，使得第二上表面模块 117B 的有效前缘 201B 在加工过程期间相对于在上部加工头 117 之下的基板行进方向被置于第一上表面模块 117A 的有效后缘 203A 之后。此外，在一个实施方式中，第一上表面模块和第二上表面模块 117A/117B 是独立可控的。然而，在另一实施方式中，第一上表面模块和第二上表面模块 117A/117B 可共同控制。

[0028] 图 2B 示出了按照本发明的一个实施方式的、在其前缘 141 和后缘 143 之间垂直切割的上部加工头 117 的垂直剖面图。本文所讨论的上部加工头 117 头的各种特征可以参考图 2A 和 2B。上部加工头 117 可以用例如塑料、金属等与半导体晶片清洁过程以及清洁过程中使用的化学物兼容的并且能形成到本文所公开的配置的基本上任何类型的材料制成 (define)。

[0029] 第一上表面模块 117A 包括沿有效前缘 201A 定义的成排的清洁材料分配口 209A。第二上表面模块 117B 也包括沿有效前缘 201B 定义的成排的清洁材料分配口 209B。每一成排的清洁材料分配口 209A/209B 被定义为将清洁材料层向下分配到位于其下面的基板上。清洁材料分配口 209A/209B 连接到各自的清洁材料供应流动网络，如在共同待审的美国专利申请 No. 12/165,577 中说明的那样，这里将其全文纳入。清洁材料分配口 209A/209B 及其相关的清洁材料供应流动网络配置为使上部加工头 117 的外形因素最小化，同时确保在清洁材料分配口 209A/209B 下方穿过的基板上以基本均匀的方式涂敷清洁材料。

[0030] 在一个实施方式中，清洁材料分配口 209A/209B 定义为成排的离散的口，例如孔。在另一实施方式中，清洁材料分配口 209A/209B 定义为沿上部加工头 117 的长度方向延伸的一个或多个槽。在一个实施方式中，清洁材料分配口 209A/209B 定义为以高达约 60 每秒毫米 (mm/s) 的基板载体速度及每一基板约 25 毫升 (mL/ 基板) 的相应的低清洁材料耗费向基板提供基本均匀和完整的覆盖。还有，清洁材料分配口 209A/209B 及其相关的清洁材料供应流动网络可以用具有不同化学性质的许多种不同的清洁材料进行操作。

[0031] 在一个实施方式中，此处引用的清洁材料可以包括一种或多种粘弹性材料以捕获存在于基板表面上的污染物。在一示例实施方式中，粘弹性材料被定义为大分子量的聚合物。在另一示例实施方式中，清洁材料是一种凝胶状聚合物。在又一示例实施方式中，清洁材料是溶胶，即在液体中的固体颗粒的胶体悬浮物。在又一实施方式中，清洁材料是一种液体溶液。在基板上的污染物颗粒被捕获在清洁材料的粘弹性组分链 / 网络中。当通过冲

洗去除基板上的清洁材料时，被捕获在清洁材料中的污染物颗粒被从基板去除。适合使用于此处所公开的系统的一些示例性的清洁材料在共同待审的美国专利申请 No. 12/131,654 中有说明，这里将其全文纳入。

[0032] 第一上表面模块 117A 包括沿有效后缘 203A 定义的成排的冲洗材料分配口 211A。第二上表面模块 117A 也包括沿有效后缘 203B 定义的成排的冲洗材料分配口 211B。每一成排的冲洗材料分配口 211A/211B 被定义为向下分配冲洗材料到正位于其下的基板上。在一个实施方式中，在所述成排的冲洗材料分配口 211A/211B 中的每个口被定义为具有约 0.03 英寸的直径，在所述成排的冲洗材料分配口 211A/211B 中的相邻的口被分隔为中心到中心的距离为约 0.125 英寸。但是，应理解，在其它的实施方式中，所述成排的冲洗材料分配口 211A/211B 可以定义为具有不同的大小和间距，只要冲洗材料是以合适的方式从那里分配即可。此外，在一个实施方式中，所述成排的冲洗材料行分配口 211A/211B 可以定义为沿所述第一上表面模块和第二上表面模块 117A/117B 的有效后缘 203A/203B 成行延伸的一个或多个槽。

[0033] 在一个实施方式中，所述成排的冲洗材料分配口 211A/211B 及其相关的冲洗材料供应流网络被定义为以在约 1 升 / 分钟 (L/min) 延伸至约 4L/min 的范围内的流速分配冲洗材料。此外，冲洗材料分配口 211A/21B 及其相关的冲洗材料供应流网络可以用具有不同化学性质的许多种不同的冲洗材料进行操作。冲洗材料应与清洁材料和要清洁的基板化学兼容。在一个实施方式中，冲洗材料是去离子水 (DIW)。然而，在其它的实施方式中，冲洗材料可以是在液体状态下的许多不同材料之一，诸如二甲基亚砜 (DMSO)、二甲基甲酰胺 (DMF)、二醋酸乙烯酯 (DMAC)、容易与 DIW 混用的极性溶剂、诸如雾化极性溶剂 (例如 DIW) 之类的雾化液体、或其任何组合。应该理解，上述确定的冲洗材料是通过举例的方式提供的，并不代表冲洗材料的包容集 (inclusive set)。

[0034] 正如下文将进一步讨论的，在第一和第二上表面模块 117A 和 117B 中的每一个和基板之间分别形成冲洗弯液面。在第一上表面模块和第二上表面模块 117A 和 117B 中的每一个，所述成排的冲洗材料分配口 211A/211B 在冲洗弯液面的尾随侧供应冲洗材料，而第一成排的真空口 217A/217B 去除在冲洗弯液面的引领侧的液体。因为第一成排的真空口 217A/217B 是在冲洗弯液面的引领侧提供而不是在引领侧和尾随侧两侧都提供，在成排的冲洗液供应口 211A/211B 中的口是呈角度向下朝向第一成排的真空口 217A/217B。更具体地说，在所述一排冲洗材料分配口 211A/211B 中的每一个口被定义为沿从有效后缘 203A/203B 向有效前缘 201A/201B 延伸的方向呈角度向下。

[0035] 由于冲洗材料分配口 211A/211B 的角度，冲洗材料是以足够的液压动力分配的，以克服基板向有效后缘 203A/203B 运动引发的拖力，从而使冲洗材料通过冲洗液弯液面被推到在冲洗弯液面的引领侧的成排的真空口 217A/217B。此外，应该理解，在成排的冲洗材料分配口 211A/211B 中的口的角度是定义为减少在有效后缘 203A/203B 的冲洗材料的压力，以助于限制大部分的冲洗材料弯液面。在一个实施方式中，在成排的冲洗材料分配口 211A/211B 中的口的中心线和垂直向量之间的角度是定义为是在向上延伸至约 45 度的范围内。在一个特定的实施方式中，在成排的冲洗材料分配口 211A/211B 中的口的中心线和垂直向量之间的角度是 20 度左右。

[0036] 第一上表面模块 117A 包括在所述成排的通风口 213A 和所述成排的冲洗材料分配

口 211A 之间定义的第一成排的真空口 217A。第二上表面模块 117B 包括在所述成排的通风口 213B 和所述成排的冲洗材料分配口 211B 之间定义的第一成排的真空口 217B。在第一上表面模块和第二上表面模块 117A/117B 中的每一个，第一成排的真空口 217A/217B 分别被设置为基本上对分在有效前缘 201A/201B 和有效后缘 203A/203B 之间的总分隔距离。

[0037] 每一个第一成排的真空口 217A/217B 被定义提供对在基板存在于其下时的该基板上的清洁材料与冲洗材料和通过成排的通风口 213A/213B 供应的空气的多相抽吸。在一个实施方式中，在第一上表面模块和第二上表面模块 117A/117B 中的每一个中，第一成排的真空口 217A/217B 及其相关的真空供应网络被定义为提供在从约 250 标准升 / 分钟（SLM）到 550SLM 的范围内的流体抽吸流速。应该理解，通过第一成排的真空口 217A/217B 提供的吸力是限于不会造成将基板吸到上部加工头 117 上的这样的吸力。

[0038] 应该理解，在固定的总吸流量或固定的吸流总截面积下，在冲洗材料可能堵塞真空口并使冲洗材料、清洁材料和空气之间的界面不稳定的情况下，较低的真空口大小的限制存在。还应当理解，在固定的总吸流量或固定的吸流总截面积下，在清洁材料可能由于真空口之间不足的吸流而在真空口之间泄漏的情况下，上真空口大小的限制存在。真空口尺寸应足够小，以使相邻的真空口间的间距减少，从而避免真空口间的清洁材料泄漏；但不要太小，以免被清洁材料堵塞真空口。

[0039] 在一个实施方式中，在第一成排的真空口 217A/217B 中的每一个口被定义为具有约 0.04 英寸的直径，在第一成排的真空口 217A/217B 中的相邻的口被分隔为中心到中心的距离为约 0.0625 英寸。在又一实施方式中，在第一成排的真空口 217A/217B 中的每一个口被定义为具有约 0.06 英寸的直径，在第一成排的真空口 217A/217B 中的相邻的口被分隔为中心到中心的距离为约 0.125 英寸。不过，应该理解，在其它实施方式中，只要由此提供的吸力适于上部加工头 117 操作的要求，第一成排的真空口 217A/217B 可以定义为具有与此处提及的具体实施方式不同的大小和间距。还有，在一个实施方式中，第一成排的真空口 217A/217B 可以定义为一个或多个孔（slot）。

[0040] 第一上表面模块 117A 包括定义为限制冲洗弯液面区 223A 在第一成排的真空口 217A 和有效后缘 203A 之间，以使突出框架 221A 包括分别定义为围绕冲洗弯液面区 223A 的在先的一半的引领部和尾随的一半的尾随部。第二上表面模块 117B 包括定义为限制冲洗弯液面区 223B 在第一成排的真空口 217B 和有效后缘 203B 之间，以使突出框架 221B 包括分别定义为围绕冲洗弯液面区 223B 的在先的一半的引领部和尾随的一半的尾随部。

[0041] 在第一上表面模块和第二上表面模块 117A/117B 中的每一个，第一成排的真空口 217A/217B 被定义为对分突出框架 221A/221B 的引领部的前缘。突出框架 221A/221B 的尾随部的后缘是第一上表面模块和第二上表面模块 117A/117B 的有效后缘 203A/203B。还有，在第一上表面模块和第二上表面模块 117A/117B 中的每一个，成排的冲洗材料分配口 211A/211B 被定义为在突出框架 221A/221B 的尾随部附近的冲洗弯液面区 223A/223B 内。

[0042] 突出框架 221A/221B 的尾随部被定义为提供在物理上限制大多数弯液面的冲洗材料存在于冲洗弯液面区 223A/223B。还有，突出框架 221A/221B 的尾随部被定义为在基板从第一上表面模块和第二上表面模块 117A/117B 下方出现时在基板上留下冲洗材料的均匀薄层。突出框架 221A/221B 的尾随部提供了液压阻力的本地增加，并用于将大多数冲洗材料弯液面保持在冲洗弯液面区 223A/223B 内。

[0043] 在一个实施方式中，突出框架 221A/221B 从冲洗弯液面区 223A/223B 内的上部加工头 117 的水平面朝下突出约 0.02 英寸。但是，应该理解，在其它的实施方式中，只要冲洗弯液面被限制并且只要冲洗材料和清洁材料各自的流的属性是适于确保清洁材料基本上从基板上完全冲洗掉，突出框架 221A/221B 可以从冲洗弯液面区 223A/223B 内的上部加工头 117 的水平面突出不同的距离。

[0044] 第一上表面模块 117A 包括沿成排的清洁材料分配口 209A 的尾随侧 215A 定义的成排的通风口 213A。第二上表面模块 117B 还包括沿成排的清洁材料分配口 209B 的尾随侧 215B 定义的成排的通风口 213B。第一上表面模块和第二上表面模块 117A/117B 中的每一个都包括在成排的清洁材料分配口 209A/209B 和第一成排的真空口 217A/217B 之间定义的各自的进气(plenum)区 225A/225B。在第一上表面模块和第二上表面模块 117A/117B 中的每一个，成排的通风口 213A/213B 与进气区 225A/225B 是流体流通连接的。在第一上表面模块和第二上表面模块 117A/117B 中的每一个，每一个进气区 225A/225B 被定义为有助于空气流从成排的通风口 213A/213B 流向第一成排的真空口 217A/217B，而没有对要由成排的清洁材料分配口 209A/209B 分配在基板上的清洁材料的由空气流引起的干扰。每一成排的通风口 213A 和 213B 被定义为分别沿突出框架 221A 和 221B 的长度分别提供基本上均匀的通风空气流到进气区 225A 和 225B 中。

[0045] 将冲洗弯液面限制在冲洗弯液面区 223A 和 223B 中的每一个取决于在分别通过第一成排的真空口 217A 和 217B 中的每一个的流体流中的足够的空气进入。在第一上表面模块和第二上表面模块 117A/117B 中的每一个，成排的通风口 213A/213B 被定义为在进气区 225A/225B 提供足够的空气流，以便有足够的空气可用于通过第一成排的真空口 217A/217B 进入流体流。进气区 225A/225B 的容积被定义为提供足够的空气量流过第一成排的真空口 217A/217B 同时避免对在进气区 225A/225B 内的基板上存在的清洁材料层产生不利的空气流动影响。例如，一个这样的不利的空气流动影响可能是加于清洁材料层的空气拉力，这将导致清洁材料层变得更薄或产生波纹。因此，成排的通风口 213A/213B 和相应的进气区 225A/225B 被定义和优化为维持清洁过程的效果而没有不利地影响清洁过程的清洁材料涂层方面。在一个实施方式中，沿在上部加工头 117 的前缘 141 和后缘 143 之间垂直延伸的方向切割的每一个进气区 225A 和 225B 的垂直横截面面积是约 0.35 平方英寸。

[0046] 在一个实施方式中，第一上表面模块和第二上表面模块 117A/117B 包括沿第一成排的真空口 217A/217B 的的尾随侧定义的第二成排的真空口 219A/219B。第二成排的真空口 219A/219B 被定义为在所述基板位于其下时对从所述基板来的清洁材料和冲洗材料提供多相的抽吸。第二成排的真空口 219A/219B 可以独立于第一成排的真空口 217A/217B 而被控制。第二成排的真空口 219A/219B 的口被定义为单相液体返回口，并被配置为避免破坏冲洗流体弯液面的稳定性。

[0047] 第二成排的真空口 219A/219B 提供对清洁过程的微调。第二成排的真空口 219A/219B 提供对沿冲洗材料和清洁材料间界面的流体速度力分布的额外的控制。一旦清洁材料泄漏通过第一成排的真空口 217A/217B，第二成排的真空口 219A/219B 就能够去除泄漏的清洁材料，从而提供了备份的冲洗能力，防止清洁材料与冲洗液在冲洗液弯月面区 223A/223B 内的额外的混合或稀释。此外，第二成排的真空口 219A/219B 的运作可以让基板载体速度增加，从而增加吞吐量和扩大清洁工艺的窗口。

[0048] 在一个实施方式中，在第二成排的真空口 219A/219B 中的口的大小与成排的冲洗材料分配口 211A/211B 中的口类似。在一个实施方式中，在第二成排的真空口 219A/219B 中的每个口被定义为有约 0.03 英寸的直径，在第二成排的真空口 219A/219B 中的相邻口被分隔为中心到中心的距离为约 0.125 英寸。此外，在第二成排的真空口 219A/219B 中的口以与成排的冲洗材料分配口 211A/211B 中的口类似的方式逆着基板的移动方向呈角度向下。第二成排的真空口 219A/219B 中的口的这样的角度提供了在第二成排的真空口 219A/219B 和成排的冲洗材料分配口 211A/211B 之间的足够的间距，以确保冲洗材料能够在遇到第二成排的真空口 219A/219B 的吸力之前均匀分散在冲洗弯液面区 223A/223B 中的整个基板上。

[0049] 图 3A 示出了按照本发明的一个实施方式的下部加工头 118 的等轴测视图。下部加工头 118 包括两个相同的模块，即第一下表面模块 118A 和第二下表面模块 118B。下部加工头 118 有前缘 301 和后缘 303。要清洁的基板底部是沿从前缘 301 到后缘 303 延伸的方向顺序通过第一下表面模块和第二下表面模块 118A 和 118B 上方。第二下表面模块 118B 定义为与第一下表面模块 118A 相似。在一个实施方式中，第一下表面模块和第二下表面模块 118A/118B 是独立可控的。然而，在另一实施方式中，第一下表面模块和第二下表面模块 118A/118B 是可以共同控制的。

[0050] 图 3B 示出了按照本发明的一个实施方式的、通过第二下表面模块 118B 纵向切开的下部加工头 118 的垂直横截面的等轴测视图。图 3C 示出了按照本发明的一个实施方式的、在其前缘 301 和后缘 303 之间垂直切割的下部加工头 118 的垂直剖面图。本文所讨论的下部加工头 118 的各种特征可以参考图 3A、3B 和 3C。下部加工头 118 基本上可以用例如塑料、金属等与半导体晶片清洁过程和其中使用的化学物兼容的、并且能够形成到本文所公开的配置的任何类型的材料制成。

[0051] 第一下表面模块和第二下表面模块 118A 和 118B 中的每一个都包括各自的沿下部加工头 118 的长度定义的、用于收集和排放其中所分配的材料的排放通道 305A 和 305B。如图 3B 所示，每一个排放通道 305A/305B 从下部加工头 118 的每一个外端倾斜向下朝向排放通道 305A/305B 的中心附近的位置，该位置定义排放通道 305A/305B 各自的排放口 315A/315B。图 3B 还示出了在每一个排放通道 305A/305B 内的高点定义的、以使诸如去离子水（DIW）之类的液体朝下流向排放通道 305A/305B 以促进分配在排放通道 305A/305B 内的材料向排放口 315A/315B 移动并防止冲击排放通道 305A 和 305B 的清洁材料飞溅的液体供应口 317。

[0052] 第一下表面模块和第二下表面模块 118A 和 118B 中的每一个都分别包括分别定义为限制冲洗弯液面区 309A 和 309B 的突出框架 307A 和 307B。每一个突出框架 307A/307B 分别包括定义为围绕冲洗弯液面区 309A/309B 的在先的一半和尾随的一半的引领部和尾随部。每一个投影框架 307A 和 307B 的引领部分别位于排放通道 305A 和 305B 的尾随侧。每一个突出框架 307A/307B 的尾随部定义为为存在于各自的冲洗弯液面区 309A/309B 内的冲洗材料的大部分的弯液面提供物理限制。下部加工头 118 的冲洗弯液面区 309A/309B 定义为确保基板的底部表面在清洁过程中保持为湿。这有助于防止可能达到基板的底部表面的多余的清洁材料的过早干燥。

[0053] 第一下表面模块和第二下表面模块 118A/118B 包括沿着各自的突出框架 307A/307B 的尾随部在各自的冲洗弯液面区 309A/309B 内定义的各自的成排的冲洗材料分

配口 311A/311B。每一成排的冲洗材料分配口 311A/311B 被定义为在基板位于其上时向上分配冲洗材料到基板上。每一成排的冲洗材料分配口 311A/311B 中的每个口是定义为沿从后缘 303 向前缘 301 延伸的方向呈角度向上。在一个实施方式中，在每一成排的冲洗材料分配口 311A/311B 中的每个口的中心线和垂直向量间的角度是在大到约 45 度的范围内。在另一实施方式中，在每一成排的冲洗材料分配口 311A/311B 中的每个口的中心线和垂直向量间的角度是 20 度左右。

[0054] 第一下表面模块和第二下表面模块 118A/118B 中的每一个包括定义为对分各自的突出框架 307A/307B 的引领部的前缘。每一成排的真空口 313A/313B 被定义为提供对冲洗材料和空气的多相抽吸。下部加工头 118 被定义为在形式因素上镜像上部加工头 117，施加到基板上的液压力作为液流力或真空吸力。更具体地说，下部加工头 118 的冲洗弯液面区 309A/309B 基本上与上部加工头 117 的冲洗弯液面区 223A/223B 相同，细微差别体现在真空口配置（313A/313B 和 217A/217B）和深度上。

[0055] 与上部加工头 117 的第一成排的真空口 217A/217B 中的口相比，下部加工头 118 的每一成排的真空口 313A/313B 可能有不同的的口的大小和口的间距。应该理解，下部加工头 118 的成排的真空口 313A/313B 不显著影响污染物颗粒从基板的上表面去除。在一个实施方式中，下部加工头 118 的冲洗弯液面区 309A/309B 的深度大于上部加工头 117 中的冲洗弯液面区 223A/223B 的深度，从而减少由从各自的成排的冲洗材料分配口 311A/311B 所分配的冲洗材料加到基板底部上的液压力。

[0056] 通过操作下部加工头 118 来平衡由上部加工头 117 施加到基板上的液压力，下部加工头 118 有利于稳定的清洁过程执行。还有，当其上带有基板的基板载体不存在于上部加工头和下部加工头 117/118 之间时，下部加工头 118 与上部加工头 117 在一起工作以在冲洗弯液面区 223A/309A 和 223B/309B 内提供持续的、受限的和稳定的头 - 头冲洗材料弯液面。还有，当其上带有基板的基板载体不存在于上部加工头和下部加工头 117/118 之间时，下部加工头 118 的倾斜排放通道 305A/305B 收到从上部加工头 117 的成排的清洁材料分配口 209A/209B 分配的清洁材料。

[0057] 图 4 示出了按照本发明的一个实施方式的、置于基板 102 的上面的上部加工头 117 而置于基板 102 的下面对着上部加工头 117 的下部加工头 118。上部加工头 117 的第一上表面模块 117A 操作以将清洁材料 401A 施加在基板 102 上，然后将基板 102 暴露于上表面冲洗弯液面 403A。第一上表面模块 117A 操作使冲洗材料以基本上单向的方式向着清洁材料 401A 并逆着基板 102 的移动方向 400 流动通过上表面冲洗弯液面 403A。通过上表面冲洗弯液面 403A 的冲洗材料的流率被设置为防止清洁材料泄漏越过上表面冲洗弯液面 403A。第一上表面模块 117A 在基板 102 上留下了冲洗材料 405 的均匀薄膜。

[0058] 上部加工头 117 的第二上表面模块 117B 操作以将清洁材料 401B 施加在基板 102 上，然后将基板 102 暴露于上表面冲洗弯液面 403B。第二上表面模块 117B 操作使冲洗材料以基本上单向的方式向着清洁材料 401B 并逆着基板 102 的移动方向 400 流动通过上表面冲洗弯液面 403B。通过上表面冲洗弯液面 403B 的冲洗材料的流率被设置为防止清洁材料泄漏越过上表面冲洗弯液面 403B。第二上表面模块 117B 在基板 102 上留下了冲洗材料 405 的均匀薄膜。

[0059] 下部加工头 118 的第一下表面模块 118A 操作以施加下表面冲洗弯液面 409A 到基

板 102 上，以平衡由上表面冲洗弯液面 403A 施加基板 102 上的力。第一下表面模块 117B 操作使冲洗材料以基本上单向的方式逆着基板 102 的移动方向 400 流动通过下表面冲洗弯液面 409A。第一下表面模块 117B 在基板 102 上留下了冲洗材料 411 的均匀薄膜。

[0060] 下部加工头 118 的第二下表面模块 118B 操作以施加下表面冲洗弯液面 409B 到基板 102 上，以平衡由上表面冲洗弯液面 403B 施加基板 102 上的力。第二下表面模块 118B 操作使冲洗材料以基本上单向的方式逆着基板 102 的移动方向 400 流动通过下表面冲洗弯液面 409B。第二下表面模块 118B 在基板 102 上留下冲洗材料 413 的均匀薄膜。

[0061] 基于上部加工头和下部加工头 117 和 118 的相反的布置，应该理解，当基板 102 不存在时，从每一成排的清洁材料分配口 209A/209B 分配的清洁材料将被收集到下部加工头 118 的各自的排放通道 305A/305B。因此，清洁材料可以在基板 102 进入到上部加工头和下部加工头 117/118 之间前生产。

[0062] 此外，基于上部加工头和下部加工头 117 和 118 的相反的布置，应该明白，下部加工头 118 的每一成排的真空口 313A/313B 分别在吸力方面补充上部加工头 117 的每一第一成排的真空口 217A/217B，从而提供在基板 102 不在上部加工头和下部加工头 117/118 之间时由上部加工头和下部加工头 117/118 两者分配的冲洗材料的去除。还有，下部加工头 118 的成排的真空口 313A/313B 与上部加工头 117 的第一成排的真空口 217A 和 217B 的分别相反的配置防止基板 102 被吸到上部加工头或下限加工头 117/118 上。

[0063] 上部加工头 117 的第一上表面模块和第二上表面模块 117A/117B 的每一个都能够独立操作。还有，第一上表面模块和第二上表面模块 117A/117B 的第二成排的真空口 219A/219B 中的每一个都能够独立操作。还有，下部加工头 118 的第一下表面模块和第二下表面模块 118A/118B 中的每一个都能够独立操作。上述允许以下操作模式：

[0064] •模式 1：第一上表面模块 117A 开通而第二成排的真空口 219 关闭，第二上表面模块 117B 关闭，第一下表面模块 118A 开通，第二下表面模块 118B 关闭。

[0065] •模式 2：第一上表面模块 117A 开通而第二成排的真空口 219 开通，第二上表面模块 117B 关闭，第一下表面模块 118A 开通，第二下表面模块 118B 关闭。

[0066] •模式 3：第一上表面模块 117A 开通而第二成排的真空口 219 关闭，第二上表面模块 117B 开通，第一下表面模块 118A 开通，第二下表面模块 118B 开通。

[0067] •模式 4：第一上表面模块 117A 开通而第二成排的真空口 219 开通，第二上表面模块 117B 开通，第一下表面模块 118A 开通，第二下表面模块 118B 开通。

[0068] 本文公开的清洁系统的上部加工头 117 和下部加工头 118 提供了在更高的基板生产量下的提高的粒子去除效率（PRE），清洁材料消耗低。清洁系统提供了在每一个冲洗弯液面的前缘的优化的压力分布，使得可以在每一个冲洗弯液面处进行单边的真空抽吸，从而提高了本地化的吸力以不损失冲洗弯液面框架而提高粒子去除效率。还有，通过增加在前缘真空口处的有效冲洗和吸力而无需额外的总流量或吸力，就能使穿过上表面冲洗弯液面中的每一个的前缘真空口的清洁材料的泄漏减少。

[0069] 虽然本发明已经以几个实施例的方式进行了说明，但应理解，对本领域的技术人员，一旦他们阅读了前面的说明书和研究了附图，他们就将能实现其各种替换、添加、变换和等同方式。因此，目的是本发明包括落入本发明的真实精神和范围内的所有这样的替换、添加、变换和等同方式。

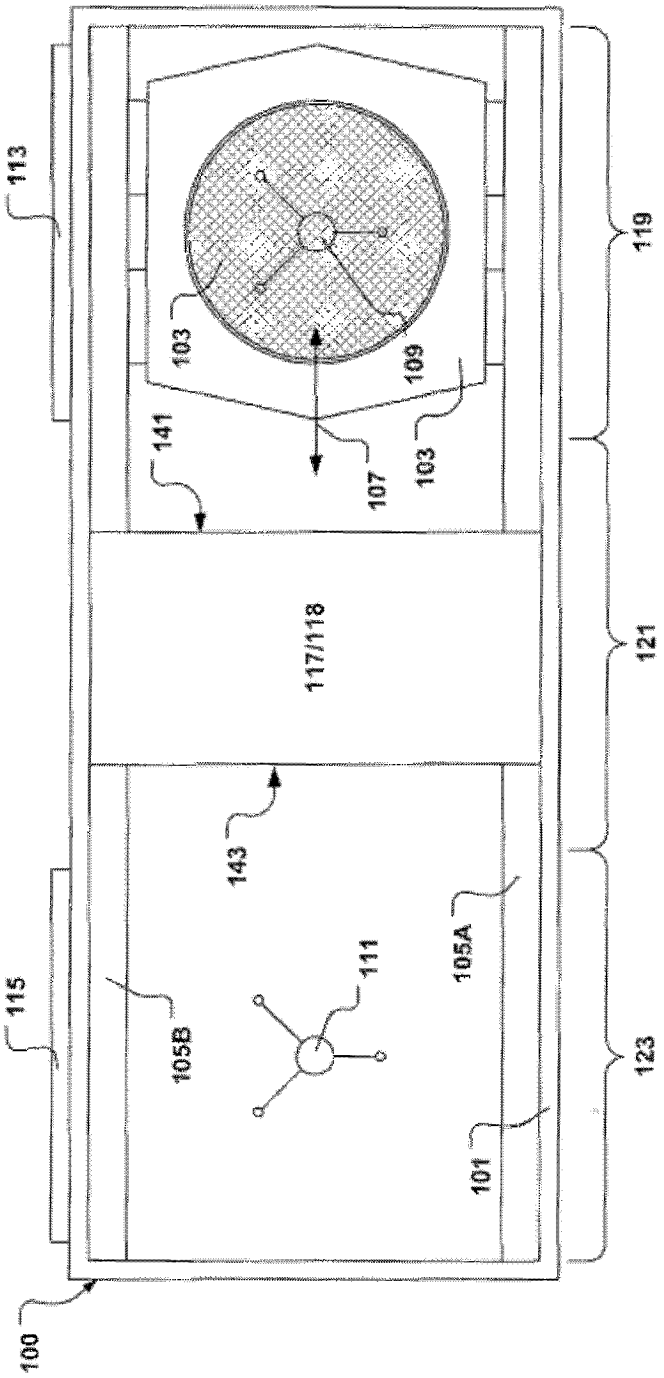

113
119
103
109
141
107
103
117/118
121
143
105A
111
115
105B
123
101
100

图 1A

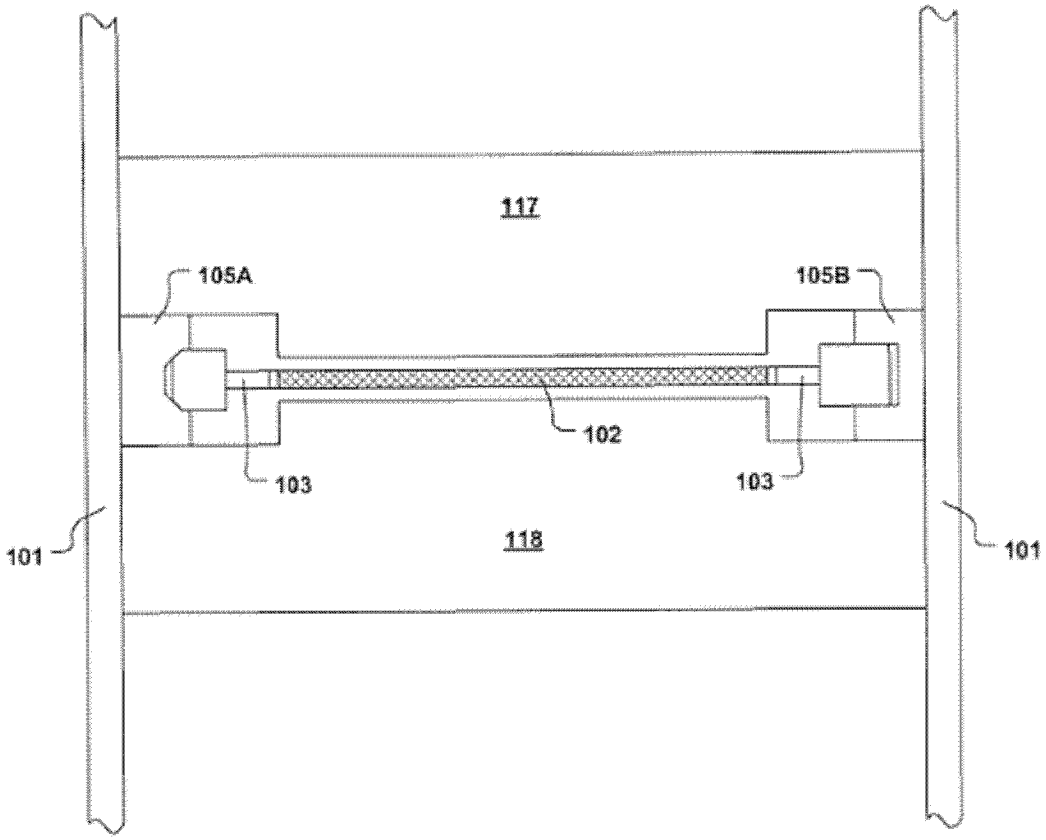


图 1B

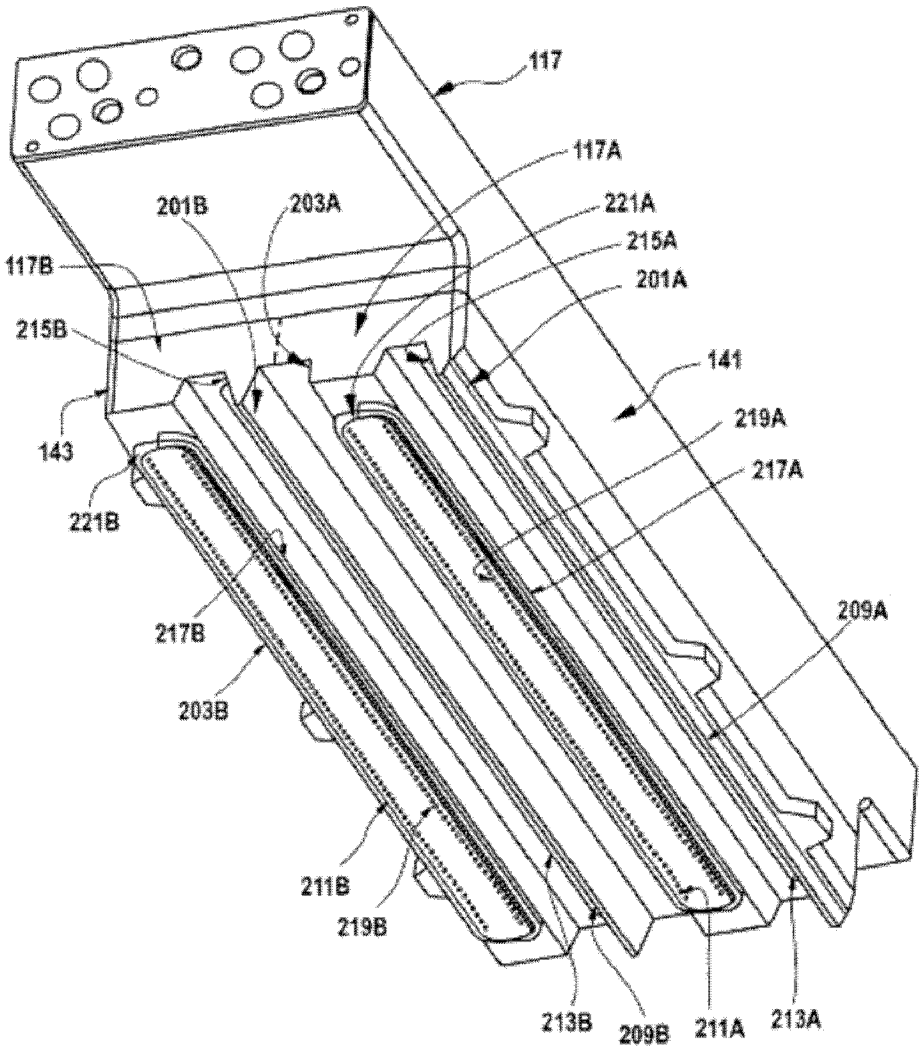

117
117A
201B
203A
221A
215A
117B
201A
215B
141
143
219A
217A
221B
209A
217B
203B
211B
219B
213B
209B
211A
213A

图 2A

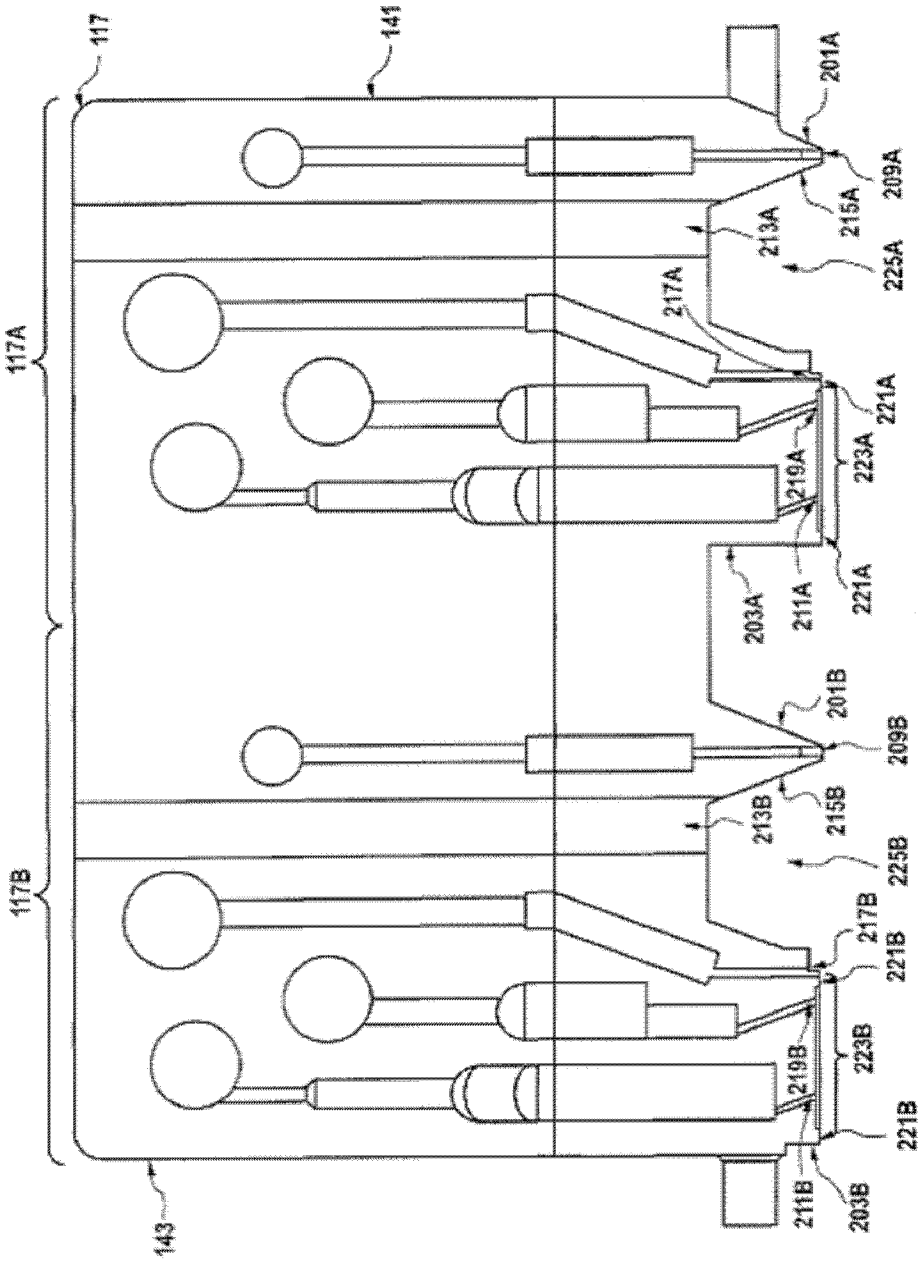

117
141
201A
209A
215A
213A
225A
217A
117A
221A
223A
219A
203A
211A
221A
201B
209B
213B
215B
225B
117B
217B
221B
223B
219B
221B
211B
203B
143

图 2B

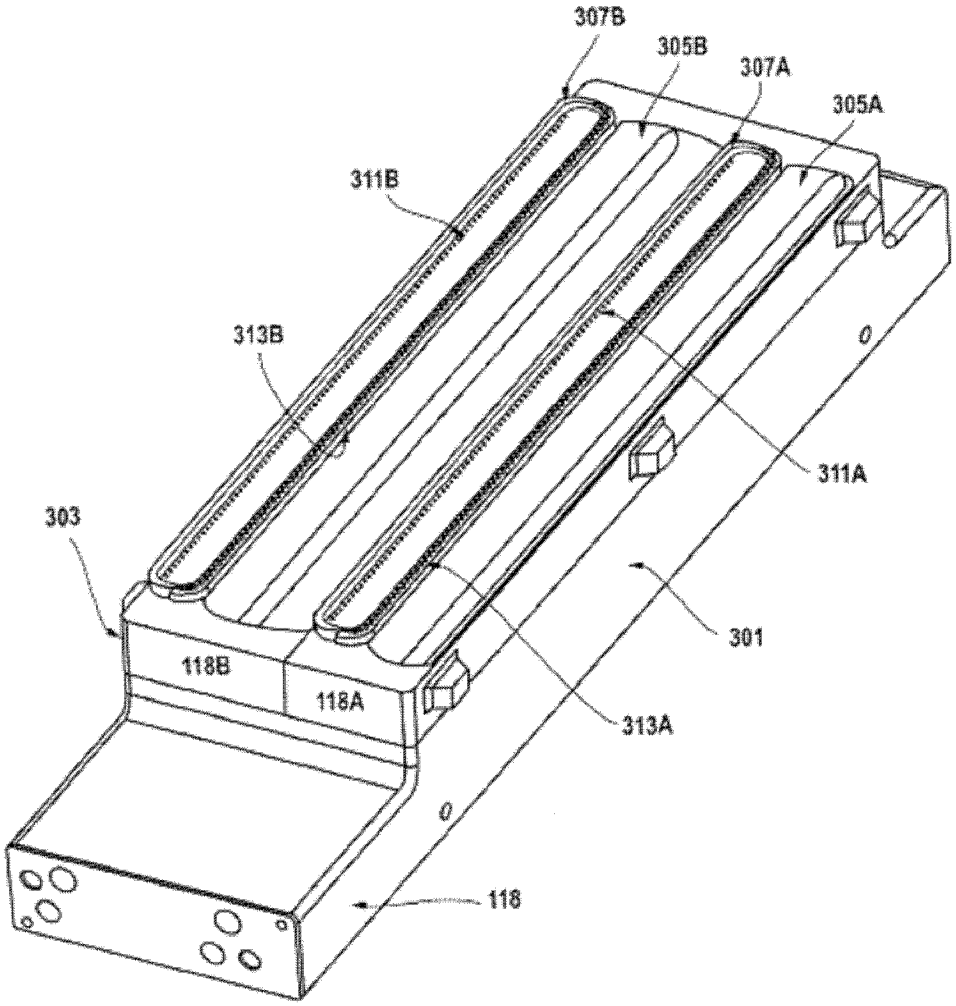


图 3A

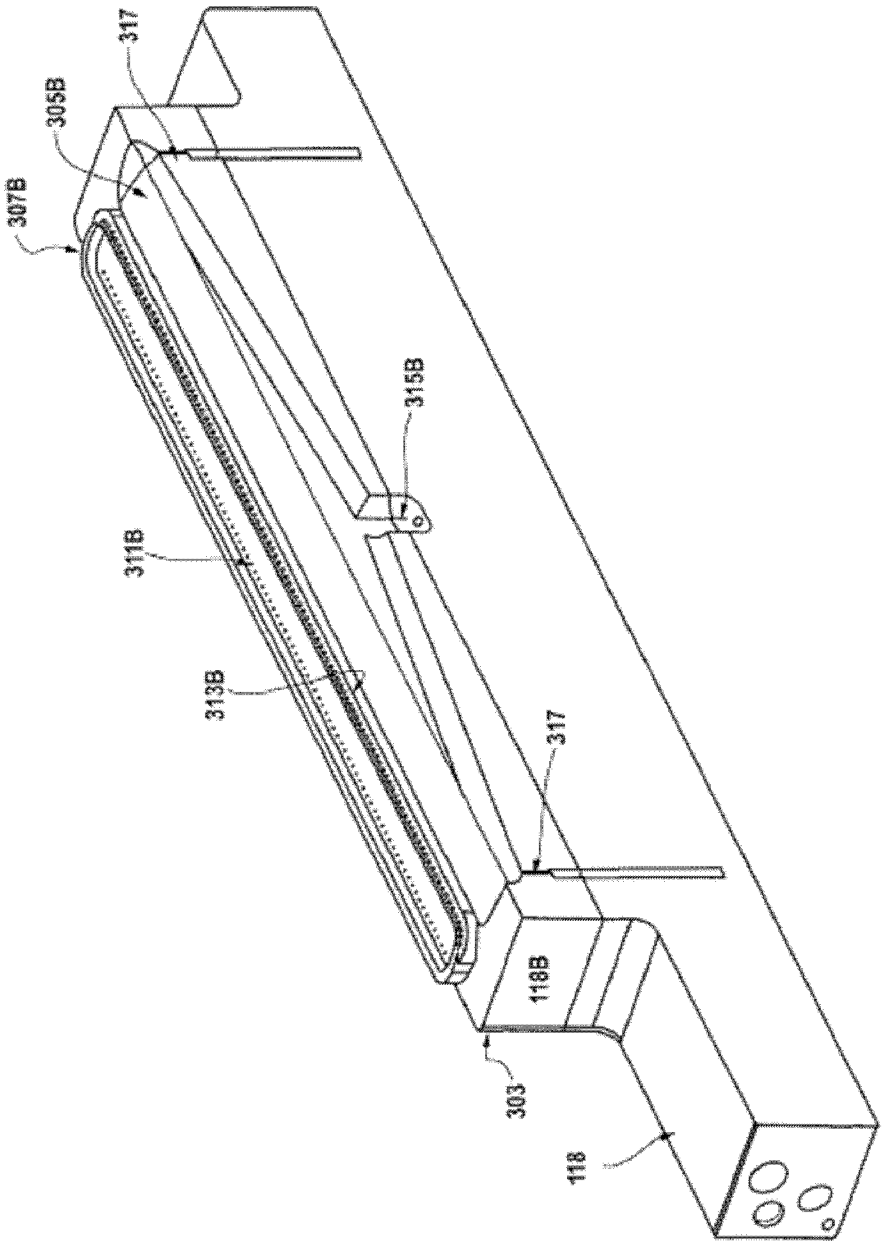


图 3B

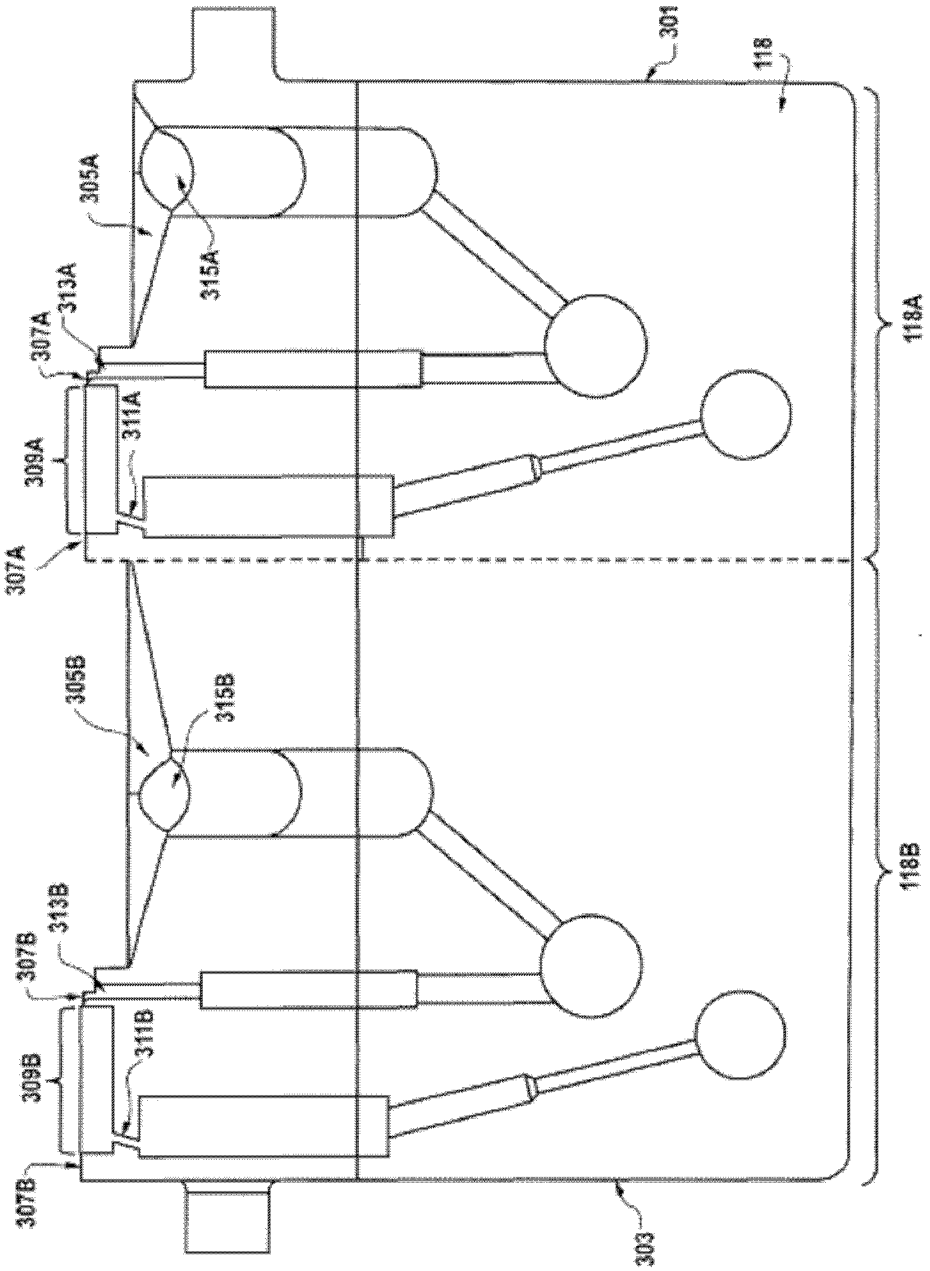

301
118
305A
315A
313A
307A
309A
311A
307A
118A
305B
315B
313B
307B
309B
311B
307B
303
118B

图 3C

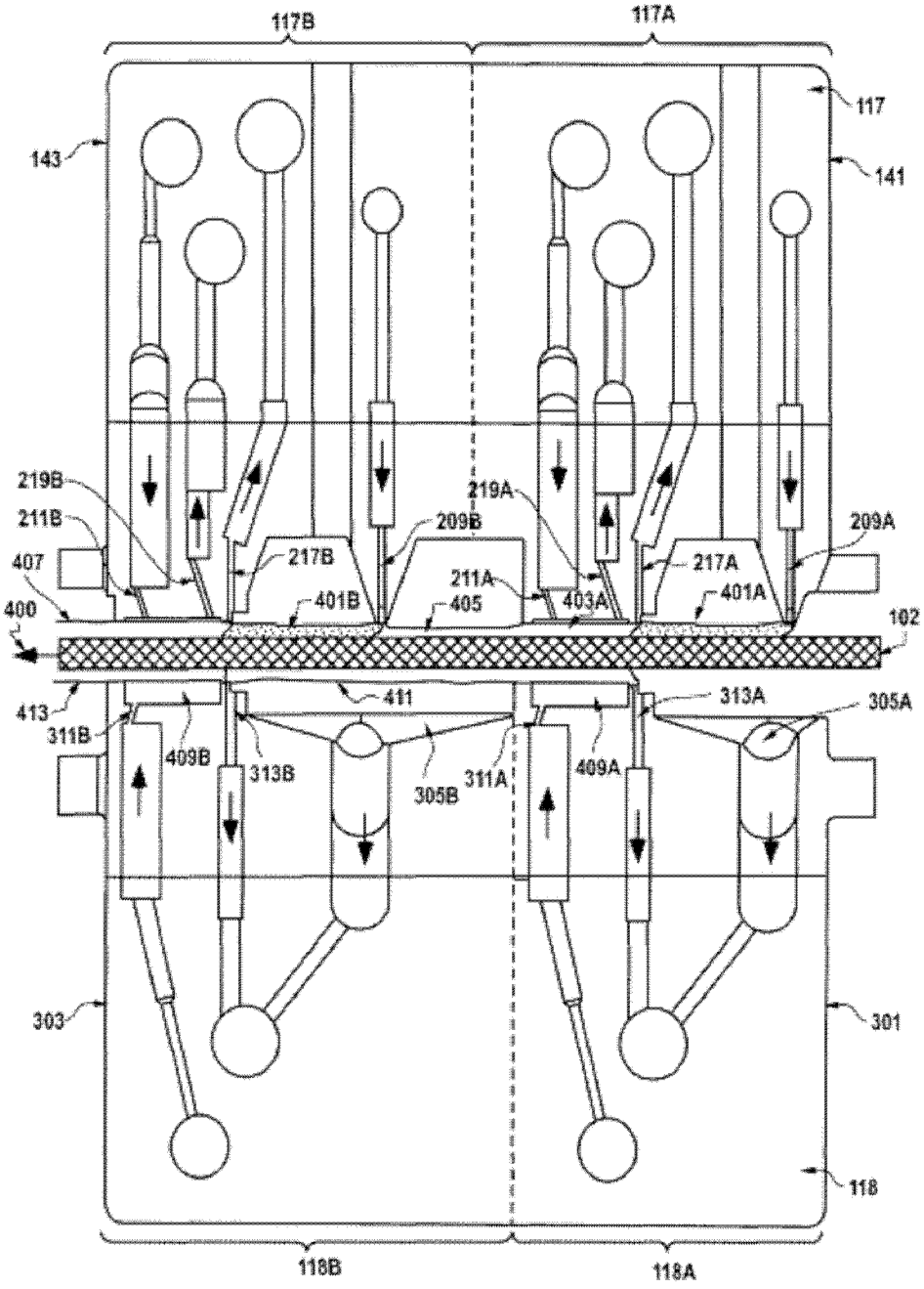

117B
117A
117
143
141
219B
211B
407
400
219A
209B
209A
217B
217A
211A
401B
405
403A
401A
102
413
411
313A
305A
311B
409B
313B
305B
311A
409A
303
301
118
118B
118A

图 4