



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102315142 B

(45) 授权公告日 2015. 03. 18

(21) 申请号 201110168465. 4

(22) 申请日 2011. 06. 17

(30) 优先权数据

2010-141921 2010. 06. 22 JP

(73) 专利权人 东京毅力科创株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 绪方信博 长峰秀一 清田健司

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇 张会华

(51) Int. Cl.

H01L 21/67(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101114579 A, 2008. 01. 30, 说明书第 4 页
第 1 段 - 第 11 页第 4 段、附图 1-4.

CN 2541112 Y, 2003. 03. 26, 说明书第 2 页第
1 段 - 第 4 页倒数第 2 段、附图 1-9.

JP 特开 2009-252884 A, 2009. 10. 29, 说明
书第 40-50 段、附图 3.

CN 101680861 A, 2010. 03. 24, 全文.

审查员 李静

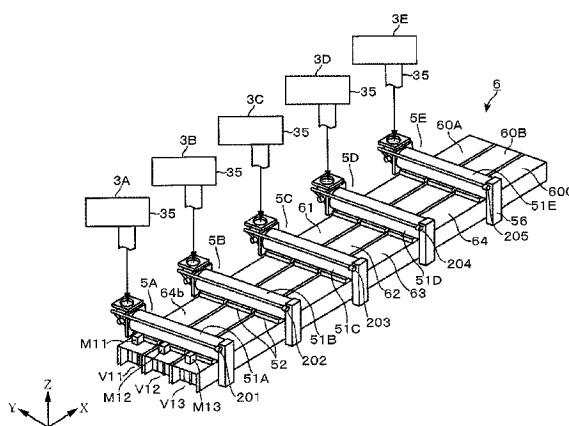
权利要求书2页 说明书11页 附图14页

(54) 发明名称

流路切换装置、处理装置、流路切换方法、处
理方法

(57) 摘要

本发明提供一种流路切换装置、处理装置、流
路切换方法、处理方法,该流路切换装置能够削
减用于切换流路的驱动机构的个数,该处理装置
是能够削减用于切换处理被处理体的处理流体
的专用排出通路的驱动机构的个数的液体处理装
置。从对晶圆在互不相同的时刻供给多种处理流
体并进行处理的液体处理单元 (3) 经由排气通路
(35)、流路切换部 (5) 向多个专用排出通路 (连接
用流路) 排出该液体处理单元的气体。上述流路
切换部具有外筒 (51) 和设置在外筒内部的旋转
筒 (53),上述旋转筒的 3 个开口部配置为在旋转
该旋转筒的期间、相互对应的外筒的 3 个接口
与旋转筒的开口部的组之一重合连通且其他组不
连通的状态在各个组之间依次产生。



1. 一种基板处理装置,具有:

处理部,其在互不相同的时刻供给多种处理流体的同时进行;

共同流路,其为了排出向上述处理部供给的多种处理流体而设置在上述处理部上;

多个专用排出通路,其按照上述多种处理流体中的每一种处理流体而设置,用于排出上述处理流体;

流路切换部,其用于将上述共同流路切换连接于与上述处理流体的种类对应的专用排出通路,

其中,上述流路切换部包括:

外筒,其设置有多个连接口,其中,各连接口在上述外筒的周壁上沿该外筒的长度方向隔开间隔地开口,并分别与上述多个专用排出通路相连接;

旋转筒,其具备沿上述外筒的长度方向提供的旋转轴,以能够旋转的方式插入在上述外筒内,并形成有多个开口部,其中,各开口部在上述旋转筒的周壁上沿上述旋转筒的长度方向以预定间隔形成在与上述外筒的连接口对应的位置处,并与上述共同流路相连接;

旋转驱动部,其用于使上述旋转筒旋转,

其中,在旋转上述旋转筒的期间,上述旋转筒的多个开口部中仅一个开口部与上述外筒的多个连接口中对应的一个连接口相互对准,在旋转上述旋转筒的期间,上述旋转筒的一个开口部与上述外筒的对应的一个连接口得到的组中仅相互对准的组被依次连通。

2. 根据权利要求1所述的基板处理装置,其特征在于,

上述多个连接口沿外筒的长度方向形成为一系列。

3. 根据权利要求1所述的基板处理装置,其特征在于,

在上述多个专用排出通路上,分别借助多个上述流路切换部连接有多个上述共同流路。

4. 根据权利要求3所述的基板处理装置,其特征在于,该处理装置具有:

多个流体吸入用开口部,其分别设置在上述多个专用排出通路上;

多个吸入量调整阀,其分别设置在多个流体吸入用开口部上,为了调整流体的吸入量而调整这些流体吸入用开口部的开度;

控制部,其根据在上述专用排出通路内流通的处理流体的流量,控制上述多个吸入量调整阀的开度。

5. 根据权利要求3或4所述的基板处理装置,其特征在于,

为了调整上述多个共同流路的压力损失,分别在上述共同流路的内部设有用于调整上述共同流路的开度的多个压力损失调整阀。

6. 一种基板处理方法,其特征在于,该处理方法包含:

在处理部中对被处理体在互不相同的时刻供给多种处理流体的同时对该被处理体进行处理的工序;

从共同流路排出向该处理部供给的多种处理流体的工序;

在多个专用排出通路内,从对应的专用排出通路排出处理流体的工序,该多个专用排出通路是按照上述多种处理流体中的每一种处理流体准备的,该多个专用排出通路相互独立,用于供流体流通,

该处理方法使用流路切换部将上述共同流路切换连接于专用排出通路,其中,该流路

切换部具有：

外筒，其设置有多个连接口，其中，各连接口在上述外筒的周壁上沿该外筒的长度方向隔开间隔地开口，并分别与上述多个专用排出通路相连接；

旋转筒，其具备沿上述外筒的长度方向提供的旋转轴，以能够旋转的方式插入在上述外筒内，并形成有多个开口部，其中，各开口部在上述旋转筒的周壁上沿上述旋转筒的长度方向以预定间隔形成在与上述外筒的连接口对应的位置处，并与上述共同流路相连接；

旋转驱动部，其用于使上述旋转筒旋转，

其中，在旋转上述旋转筒的期间，上述旋转筒的多个开口部中仅一个开口部与上述外筒的多个连接口中对应的一个连接口处相互对准，在旋转上述旋转筒的期间，上述旋转筒的一个开口部与上述外筒的对应的一个连接口得到的组中仅相互对准的组被依次连通。

7. 根据权利要求 6 所述的基板处理方法，其特征在于，

在上述多个专用排出通路上，连接有多个上述共同流路，

在上述多个专用排出通路上，分别设有多个流体吸入用开口部，根据在上述专用排出通路内流通的处理流体的流量，控制上述流体吸入用开口部的开度。

流路切换装置、处理装置、流路切换方法、处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于将多个连接用流路切换连接于与该连接用流路相连接的共同流路的流路切换装置和流路切换方法、以及具有该流路切换装置的处理装置和处理方法,该多个连接用流路相互独立,用于供流体流通。

背景技术

[0002] 在半导体装置等的制造工序中,存在有向半导体晶圆(以下,称作品圆)等被处理体的表面供给药液或纯水等处理液来进行附着在晶圆上的微粒或污染物质的去除的液体处理。作为进行这种液体处理的液体处理装置之一,存在有一边使晶圆旋转一边向该晶圆的表面供给处理液来进行液体处理的液体处理装置。在这种液体处理装置中,为了提高每单位时间的晶圆的处理张数(处理率),例如准备同种类的能够执行液体处理的多台、例如4~5台液体处理单元,使用共同的输送机构来输送晶圆,从而多台液体处理单元并行地执行液体处理。

[0003] 上述液体处理单元例如如图16所示,具有载置晶圆并使其旋转的旋转卡盘11和以围绕旋转卡盘11上的晶圆的方式设置的杯状体12。作为上述处理液,使用酸性药液、碱性药液等,根据处理从未图示的喷嘴切换药液并向晶圆供给。

[0004] 在此,在专利文献1中,记载有水平配置多个液体处理单元、并且具有酸性药液用的排气管线及碱性药液专用的排气管线的结构。在该情况下,例如如图16所示,各个液体处理单元的杯状体12分别借助专用的排气通路15、16与酸性药液用的排气管线13及碱性药液用的排气管线14相连接。在这些排气通路15、16上,分别设有阀V15、V16,根据药液来打开或关闭该阀V15、V16,从而经由专用的排气管线13、14排出杯状体12内的气体。

[0005] 但是,在这种结构中,在1个液体处理单元中,需要对每一个专用排气通路15、16分别设置阀V15、V16,药液的种类越多,阀的设置数量就越多。另外,如果阀增加,则阀的驱动部也增多,因此调整会花费时间,而且阀、驱动部所占用的空间增大。

[0006] 专利文献1:日本特开2008-34490号公报(段落0034、图4、图6)

发明内容

[0007] 本发明就是鉴于这种情况而做成的,其目的在于提供能够削减用于切换流路的驱动机构的个数的流路切换装置及流路切换方法。本发明的另一目的在于提供能够削减用于切换处理流体的专用排出通路的驱动机构的个数的处理装置及处理方法,该处理流体用于处理被处理体。

[0008] 为此,本发明的流路切换装置是用于将多个连接用流路切换连接于与该连接用流路相连接的共同流路的流路切换装置,该多个连接用流路相互独立,用于供流体流通,该流路切换装置的特征在于,该流路切换装置具有:

[0009] 外筒;

[0010] 多个连接口,其在该外筒的周壁上沿该外筒的长度方向隔开间隔地开口,分别与

上述多个连接用流路相连接；

[0011] 旋转筒，其设有与上述共同流路相连接的连接口，该旋转筒旋转自如地插入外筒内；

[0012] 多个开口部，其在该旋转筒的周壁上沿该旋转筒的长度方向隔开间隔地分别形成在与上述外筒的多个连接口对应的位置处；

[0013] 旋转驱动部，其用于使上述旋转筒旋转，

[0014] 上述旋转筒的多个开口部配置为在旋转该旋转筒的期间、由相互对应的外筒的连接口与旋转筒的开口部形成的组中的一组重合连通且其他组不连通的状态在各个组之间依次产生。

[0015] 另外，本发明的处理装置的特征在于，该处理装置具有：

[0016] 处理部，其对被处理体在互不相同的时刻供给多种处理流体的同时对该被处理体进行处理；

[0017] 共同流路，其为了排出向该处理部供给的多种处理流体而设置在上述处理部上；

[0018] 多个专用排出通路，其按照上述多种处理流体中的每一种处理流体而设置，用于排出上述处理流体；

[0019] 流路切换装置，其用于将上述共同流路切换连接于与上述处理流体的种类对应的专用排出通路，

[0020] 上述流路切换装置是上述技术方案的流路切换装置。

[0021] 而且，本发明的流路切换方法是用于将多个连接用流路切换连接于与该连接用流路相连接的共同流路的流路切换方法，该多个连接用流路相互独立，用于供流体流通，该流路切换方法的特征在于，

[0022] 该流路切换方法使用流路切换装置，该流路切换装置具有：外筒；多个连接口，其在该外筒的周壁上沿该外筒的长度方向隔开间隔地开口，分别与上述多个连接用流路相连接；旋转筒，其设有与上述共同流路相连接的连接口，该旋转筒旋转自如地插入外筒内；多个开口部，其在该旋转筒的周壁上沿该旋转筒的长度方向隔开间隔地分别形成在与上述外筒的多个连接口对应的位置处；

[0023] 在旋转上述旋转筒的期间，形成由相互对应的外筒的连接口与旋转筒的开口部形成的组中的一组重合连通且其他组不连通的状态而进行流路的切换连接。

[0024] 另外，本发明的处理方法的特征在于，该处理方法包含：

[0025] 在处理部中对被处理体在互不相同的时刻供给多种处理流体的同时对该被处理体进行处理的工序；

[0026] 从共同流路排出向该处理部供给的多种处理流体的工序；

[0027] 在多个专用排出通路内，从对应的专用排出通路排出处理流体的工序，该专用排出通路是按照上述多种处理流体中的每一种处理流体准备的，该多个专用排出通路相互独立，用于供流体流通；

[0028] 该处理方法使用上述技术方案的流路切换方法，将上述共同流路切换连接于专用排出通路。

[0029] 而且，本发明的存储介质存储处理装置所用的计算机程序，该处理装置在处理部中对被处理体在互不相同的时刻供给多种处理流体的同时对该被处理体进行处理，其特征

在于，

[0030] 上述计算机程序嵌入有用于实施上述处理方法的步骤组。

[0031] 采用本发明的流路切换装置及流路切换方法，通过使旋转筒旋转，使由相互对应的外筒的连接口与旋转筒的开口部形成的组中的一组相连通，并使其他的组不连通，将共同流路切换连接于多个连接用流路。因此，仅靠使旋转筒旋转的旋转驱动部就能够进行流路的切换，因此能够削减用于切换流路的驱动机构的个数。另外，采用本发明的处理装置及处理方法，使用已述的流路切换装置，进行向排出用于处理被处理体的处理流体的多个专用排出通路的切换连接，因此能够削减用于切换该专用排出通路的驱动机构的个数。

附图说明

[0032] 图 1 是本发明的实施方式的液体处理装置的横剖俯视图。

[0033] 图 2 是本发明的实施方式的液体处理装置的概略纵剖侧视图。

[0034] 图 3 是表示设置在上述液体处理装置上的液体处理单元的结构说明图。

[0035] 图 4 是表示设置在上述液体处理单元上的流路切换装置的立体图。

[0036] 图 5 是表示设置在上述液体处理单元上的专用排气通路的俯视图。

[0037] 图 6 是表示上述流路切换装置的立体图。

[0038] 图 7 是表示上述流路切换装置的外筒与旋转筒的剖视图与展开图。

[0039] 图 8 是表示上述流路切换装置的侧部剖视图。

[0040] 图 9 是表示上述流路切换装置的侧部剖视图。

[0041] 图 10 是表示上述专用排气通路的俯视图。

[0042] 图 11 是表示设置在上述共同流路上的压力损失调整阀的作用的俯视图。

[0043] 图 12 是表示在上述液体处理单元中进行的液体处理工序的说明图。

[0044] 图 13 是表示流路切换装置的另一个例子的外筒与旋转筒的展开图。

[0045] 图 14 是表示流路切换装置的另一个例子的剖视图。

[0046] 图 15 是表示流路切换装置的其他另一个例子的剖视图。

[0047] 图 16 是表示以往的液体处理单元的剖视图。

具体实施方式

[0048] 作为本发明的处理装置的实施方式，以下参照附图说明进行液体处理的液体处理装置 2 的结构，该液体处理是向作为被处理体的晶圆供给作为处理流体的药液来去除附着在晶圆上的微粒、污染物质的处理。本发明的液体处理装置 2 具有载体载置块 2A、交接块 2B 和处理块 2C，从外部向该载体载置块 2A 输入容纳有多张晶圆的载体 C 或从该载体载置块 2A 向外部输出容纳有多张晶圆的载体 C；该交接块 2B 具有晶圆的交接部；该处理块 2C 用于对晶圆进行规定的液体处理。这些块以载体载置块 2A 为前方侧，载体载置块 2A、交接块 2B、处理块 2C 沿前后方向（图 1 中的 X 方向）呈一列排列并相互连接。

[0049] 上述载体载置块 2A 具有例如载置 4 个载体 C 的载体载置部 21，并且具有在载置于该载体载置部 21 上的载体 C 与交接块 2B 之间进行晶圆的交接的输入输出臂 A1。该输入输出臂 A1 构成为保持晶圆的保持臂 22 例如沿前后方向进退自如、沿左右方向（图 1 中的 Y 方向）移动自如、转动自如及升降自如。

[0050] 上述交接块 2B 具有多级的交接台 23, 输入输出臂 A1 和设置在后述的处理块 2C 上的处理臂 A2 分别能够接近于该交接台 23。

[0051] 上述处理块 2C 具有沿前后方向延伸的晶圆的输送通路 24, 在该输送通路 24 上设有处理臂 A2。另外, 从载体载置块 2A 侧观察, 隔着上述输送通路 24, 以相互相对的方式在左右分别排列设置有 5 台构成处理部的液体处理单元 3 (3A ~ 3J)。上述处理臂 A2 相对于 10 台液体处理单元 3 及已述的交接台 23 进行晶圆的交接。该处理臂 A2 构成为保持晶圆的背面侧周缘的保持臂 25 进退自如、旋转自如、升降自如以及沿输送通路 24 移动自如。

[0052] 接着, 参照图 3 说明上述液体处理单元 3 的构成。液体处理单元 3 是对晶圆进行单片处理的处理单元, 具有: 外腔室 31, 其形成执行针对晶圆的液体处理的密封的处理空间; 晶圆保持机构 32, 其在外腔室 31 内以大致水平保持晶圆的状态使该晶圆旋转; 喷嘴臂 33, 其向保持在晶圆保持机构 32 上的晶圆的上表面侧供给药液; 内部杯状体 34, 其以围绕晶圆保持机构 32 的方式设置在外腔室 31 内, 用于接收从旋转的晶圆向周围飞溅的药液。

[0053] 外腔室 31 设置在与相互相邻的另一液体处理单元 3 划分开的壳体内, 在该壳体内经由未图示的晶圆输入口、利用对应的处理臂 A2 输入输出晶圆。在该外腔室 31 的底面上, 连接有用于排出该外腔室 31 内的气体的排气通路 35, 并且设有用于排出积存在外腔室 31 的底面上的 DIW 等排水的排水通路 36。在本实施方式中, 排气通路 35 连结在外腔室 31 的底面上, 但是只要是能够排出处理空间内的气体的位置, 排气通路 35 的连结位置就不限定于外腔室 31 的底面。内部杯状体 34 构成为在晶圆保持机构 32 附近的处理位置与处理位置下方侧的退避位置之间升降自如。图中的附图标记 37 是设置在内部杯状体 34 上的排液通路。另外, 在晶圆保持机构 32 的内部形成有药液供给通路 38, 经由该药液供给通路 38 能够向旋转的晶圆的下表面供给药液。

[0054] 喷嘴臂 33 在前端部具有药液供给用的喷嘴。该喷嘴经由供给通路 45、46、47 与 IPA 供给部 41、DIW 供给部 42、SC1 供给部 43、DHF 供给部 44 相连接。另外, DIW 供给部 42、SC1 供给部 43、DHF 供给部 44 经由供给通路 47、48 与晶圆保持机构 32 的药液供给通路 38 相连接。

[0055] 上述 IPA 供给部 41 供给用于利用高挥发性来使晶圆干燥的 IPA (异丙醇), DIW 供给部 42 供给作为用于去除残留在药液处理后的晶圆上的药液的冲洗液的 DIW 液 (Deionized Water)。另外, SC1 供给部 43 供给作为去除晶圆表面的微粒或有机性污染物质的药液的 SC1 液 (氨水与过氧化氢水的混合液), DHF 供给部 44 供给去除晶圆表面的自然氧化膜的水溶液 (稀氢氟酸水溶液; DHF (Diluted Hydro Fluoric acid) 液)。在图中, 附图标记 41a 是质量流量控制器, 附图标记 40 是切换阀, 附图标记 49a、49b 是分别调整向喷嘴臂 33 侧、晶圆保持机构 32 侧供给的药液供给量的质量流量控制器。在此, 在上述药液内, IPA 相当于有机类药液, DHF 液相当于酸性药液, SC1 液相当于碱性药液。

[0056] 接着, 说明上述液体处理单元 3 的排气系统。在该例子中, 在输送通路 24 的两侧分别排列有 5 个液体处理单元 3, 但是配置在上述输送通路 24 的一侧的 5 个液体处理单元 3 的各个排气通路 35 如图 2 及图 4 所示, 分别经由构成本发明的流路切换装置的流路切换部 5 (5A ~ 5E) 与流路形成构件 6 相连接。因而, 在该例子中, 从载体载置块 2A 侧观察, 排列在输送通路 24 的右侧的 5 个液体处理单元 3A ~ 3E 经由流路切换部 5 (5A ~ 5E) 与共同的流路形成构件 6 相连接, 从载体载置块 2A 侧观察, 排列在输送通路 24 的左侧的 5 个液体

处理单元 3F ~ 3J 与共同的流路形成构件（未图示）相连接。上述液体处理单元 3 的排气通路 35 相当于排出处理流体的共同流路。以下，以从载体载置块 2A 侧观察排列在输送通路 24 的右侧的 5 个液体处理单元 3A ~ 3E 的排气系统为例来进行说明。

[0057] 如图 4 及图 5 所示，上述流路形成构件 6 形成有多个专用排出通路（连接用流路），该多个专用排出通路构成为相互平行地延伸，并且供包含上述多种处理流体的气流分别单独通过。在该例子中，流路形成构件 6 具有第 1 流路 61、第 2 流路 62、第 3 流路 63，以分别排出包含 3 种处理流体的气流，这些第 1 ~ 第 3 流路 61 ~ 63 周围被壁部 64 覆盖。例如流路形成构件 6 由相互水平地排列 3 根配管 60 (60A ~ 60C) 形成。但是，在图 5 的 (a) 中，为了便于图示，划分相邻的流路 61 ~ 63 的壁部 64a 仅图示出了属于一个配管 60 的情况，在图 5 的 (b) 中，省略了配管 60 之间的间隙。

[0058] 在这些第 1 ~ 第 3 流路 61 ~ 63 内，例如第 1 流路 61 被分配为包含有机类药液的气流的专用排出通路，第 2 流路 62 被分配为包含碱性药液的气流的专用排出通路，第 3 流路 63 被分配为包含酸性药液的气流的专用排出通路。在该流路形成构件 6 的一端侧，在第 1 ~ 第 3 流路 61 ~ 63 上分别连接有专用排气管线 61a ~ 63a，这些专用排气管线 61a ~ 63a 经由工厂用的排气管线分别与排气的排除设备相连接。这样，利用上述专用排气管线 61a ~ 63a，流路形成构件 6 的各个流路 61 ~ 63 的每一个流路的内部设定为负压。而且，各个液体处理单元 3A ~ 3E 内的气体经由排气通路 35 排出，借助后述的流路切换部 5，经由与处理流体的种类相对应地切换连接的流路 61 ~ 63，向各个专用排气管线 61a ~ 63a 排出。

[0059] 而且，在该流路形成构件 6 的一表面侧的壁部 64、例如上壁部 64b 上，以与流路形成构件 6 的长度方向（图 4 中的 X 方向）正交、在该正交方向上覆盖所有的流路 61 ~ 63 的方式，针对液体处理单元 3A ~ 3E 的每一个液体处理单元设有外筒 51 (51A ~ 51E)。在该例子中，如图 4、图 6 及图 7 所示，外筒 51 例如构成为圆筒形状，借助支承构件 52 安装在流路形成构件 6 上。在此，图 6 是从下表面侧（流路形成构件 6 侧）观察外筒 51 与支承构件 52 的概略立体图，外筒 51 用点划线来表示。

[0060] 如图 5 及图 7 所示，在流路形成构件 6 的设有外筒 51 的区域中，形成有相对于第 1 ~ 第 3 流路 61 ~ 63 分别开口的第 1 ~ 第 3 开口部 60a ~ 60c。另一方面，在外筒 51 的周壁上，沿该外筒 51 的长度方向隔开间隔地形成有相对于第 1 ~ 第 3 流路 61 ~ 63 分别开口的第 1 ~ 第 3 连接口 51a ~ 51c。另外，在上述支承构件 52 上，也分别形成有相对于第 1 ~ 第 3 流路 61 ~ 63 分别开口的第 1 ~ 第 3 连接口 52a ~ 52c。这样，外筒 51 与流路形成构件 6 的 3 个流路 61 ~ 63 借助开口部 60a ~ 60c 及连接口 51a ~ 51c、52a ~ 52c 相互连通。在此，上述流路形成构件 6 的开口部 60a ~ 60c 设定为被外筒 51 覆盖的大小。

[0061] 如图 6 ~ 图 8 所示，在上述外筒 51 的内部，设有旋转自如地插入上述外筒 51 内的圆筒形状的旋转筒 53。该旋转筒 53 的一端侧经由大致水平的旋转轴 54 与设置在外筒 51 的一端侧的外部的旋转驱动部 55 相连接。该旋转驱动部 55 例如由旋转式作动缸构成，旋转筒 53 构成为在外筒 51 的内部绕大致水平轴线旋转自如。

[0062] 另一方面，在外筒 51 的另一端侧，连接有液体处理单元 3 的排气通路 35，旋转筒 53 的另一端侧在靠近外筒 51 的另一端侧的位置处开口。这样，旋转筒 53 的另一端侧构成为与排气通路 35 相连接的连接口，在该旋转筒 53 的内部，流通有从上述排气通路 35 排出

的气流。图中的附图标记 56 是容纳旋转驱动部 55 的容纳部。

[0063] 图中的附图标记 57 是在旋转筒 53 的外部局部设置的例如环状的突部,在该突部 57 与外筒 51 之间形成有极小的间隙。这样的外筒 51、旋转筒 53 及突部 57 例如由聚氯乙烯 (PVC)、聚丙烯 (PP)、聚四氟乙烯 (PTFE) 等材质构成。在此,由于旋转筒 53 一端侧被轴支承,因此也可能在长度方向上稍微倾斜,但在该情况下,突部 57 与外筒 51 的内部相接触,支承旋转筒 53。即使在这种状态下,由于局部形成有突部 57 且突部 57 的宽度狭小,旋转筒 53 较轻,因此旋转筒 53 的旋转也不受妨碍。

[0064] 另外,如图 6 及图 7 所示,在旋转筒 53 的周壁上,沿该旋转筒 53 的长度方向隔开间隔地在与上述外筒 51 的多个连接口 51a ~ 51c 对应的位置处形成有多个开口部 53a ~ 53c。图 7 的 (b) 表示外筒 51 的展开图,图 7 的 (c) 表示旋转筒 53 的展开图,在该例子中,如图 7 的 (b)、(c) 所示,外筒 51 的第 1 ~ 第 3 连接口 51a ~ 51c 沿外筒 51 的长度方向呈一系列排列。另一方面,旋转筒 53 的第 1 ~ 第 3 开口部 53a ~ 53c 形成为在旋转筒 53 的圆周方向的不同位置处分别与上述外筒 51 的 3 个连接口 51a ~ 51c 相对应。此时,为了使得这些开口部 53a ~ 53c 的各个圆周方向的中心位置成为沿圆周方向 3 等分旋转筒 53 的位置,而将这些开口部 53a ~ 53c 形成为相互离开 120° 。

[0065] 而且,在旋转筒 53 的上述另一端侧(排气通路 35 侧)形成有与外筒 51 的第 1 连接口 51a 对应的第 1 开口部 53a,在上述一端侧(旋转驱动部 55 侧)形成有与外筒 51 的第 3 连接口 51c 对应的第 3 开口部 53c,在中央部形成有与外筒 51 的第 2 连接口 51b 对应的第 2 开口部 53b。

[0066] 这样,当使旋转筒 53 旋转时,在某一位置处,上述第 1 连接口 51a 与第 1 开口部 53a 相对,在某一位置处,第 2 连接口 51b 与第 2 开口部 53b 相对,在某一位置处,第 3 连接口 51c 与第 3 开口部 53c 相对。

[0067] 由此,上述旋转筒 53 的第 1 ~ 第 3 开口部 53a ~ 53c 配置为在使该旋转筒 53 旋转的期间、由相互对应的外筒 51 的第 1 连接口 51a 与旋转筒 53 的第 1 开口部 53a 形成的组、由相互对应的外筒 51 的第 2 连接口 51b 与旋转筒 53 的第 2 开口部 53b 形成的组、以及由相互对应的外筒 51 的第 3 连接口 51c 与旋转筒 53 的第 3 开口部 53c 形成的组这 3 组中的一组重合连通且其他组不连通的状态在各个组之间依次产生。

[0068] 此时,流路形成构件 6 的第 1 ~ 第 3 开口部 60a ~ 60c 设为与外筒 51 的第 1 ~ 第 3 连接口 51a ~ 51c 对应,上述开口部 60a ~ 60c 构成为被外筒 51 覆盖。因而,当由相互对应的外筒 51 的第 1 连接口 51a 与旋转筒 53 的第 1 开口部 53a 形成的组、由相互对应的外筒 51 的第 2 连接口 51b 与旋转筒 53 的第 2 开口部 53b 形成的组、以及由相互对应的外筒 51 的第 3 连接口 51c 与旋转筒 53 的第 3 开口部 53c 形成的组这 3 组中的一组重合连通时,与该组对应的流路形成构件 6 的开口部 60a ~ 60c 打开,未连通的其他组中,与这些组相对应的流路形成构件 6 的开口部 60a ~ 60c 关闭。这样,借助流路切换部 5,上述液体处理单元 3 的排气通路 35 切换连接于与上述处理流体的种类对应的流路 61 ~ 63。

[0069] 在该例子中,旋转驱动部 55 构成为根据来自后述的控制部 100 的指令、在预先设定的 3 个位置处停止,例如在第 1 位置处,第 1 开口部 53a 与第 1 连接口 51a 相对,在第 2 位置处,第 2 开口部 53b 与第 2 连接口 51b 相对,在第 3 位置处,第 3 开口部 53c 与第 3 连接口 51c 相对。

[0070] 然后,如图 8 所示,在上述第 1 位置处,第 1 连接口 51a 打开,第 2 及第 3 连接口 51b、51c 关闭,来自液体处理单元 3 的包含有机类药液的排气成分向第 1 流路 61 排出。另外,如图 9 的 (a) 所示,在上述第 2 位置处,第 2 连接口 51b 打开,第 1 及第 3 连接口 51a、51c 关闭,来自液体处理单元 3 的包含碱性药液的排气成分向第 2 流路 62 排出。而且,如图 9 的 (b) 所示,在第 3 位置处,第 3 连接口 51c 打开,第 1 及第 2 连接口 51a、51b 关闭,来自液体处理单元 3 的包含酸性药液的排气成分向第 3 流路 63 排出。

[0071] 这样,由外筒 51、旋转筒 53 及旋转驱动部 55 构成流路切换部 5。在该例子中,例如将旋转筒 53 位于第 3 位置(排出酸性药液的排气成分的位置)时的位置设为中间位置,从旋转驱动部 55 侧观察,从该中间位置使旋转筒 53 沿顺时针旋转,从而使其位于第 1 位置,而且从旋转驱动部 55 侧观察,使旋转筒 53 沿逆时针旋转,从而使其位于第 2 位置。

[0072] 在此,关于由相互对应的外筒 51 的第 1 连接口 51a 与旋转筒 53 的第 1 开口部 53a 形成的组、由相互对应的外筒 51 的第 2 连接口 51b 与旋转筒 53 的第 2 开口部 53b 形成的组、以及由相互对应的外筒 51 的第 3 连接口 51c 与旋转筒 53 的第 3 开口部 53c 形成的组这 3 组中的一组重合连通,只要在第 1 连接口 51a 与第 1 开口部 53a 之间、在第 2 连接口 51b 与第 2 开口部 53b 之间、在第 3 连接口 51c 与第 3 开口部 53c 之间形成连通的开口区域即可,不仅包含外筒的第 1 连接口 51a 与旋转筒的第 1 开口部 53a 彼此的开口区域完全相对、外筒的第 2 连接口 51b 与旋转筒的第 2 开口部 53b 彼此的开口区域完全相对、外筒的第 3 连接口 51c 与旋转筒的第 3 开口部 53c 彼此的开口区域完全相对的情况,也包含开口区域的一部分彼此相对地连通的情况。

[0073] 在此,当示出外筒 51 与旋转筒 53 的尺寸的一个例子时,外筒 51 的长度例如设定为 520mm,内径例如设定为 $\phi 100\text{mm}$ 。另外,旋转筒 53 的长度例如设定为 512mm,内径例如设定为 $\phi 83\text{mm}$,外筒 51 与旋转筒 53 之间的间隙 L1 的宽度例如设定为 0.5mm。而且,开口部 53a ~ 53c 的圆周方向的长度 L2(参照图 7 的 (c)) 例如设定为 70mm。

[0074] 而且,流路形成构件 6 的第 1 ~ 第 3 流路 61 ~ 63 的另一端侧打开,并且在这些第 1 ~ 第 3 流路 61 ~ 63 的另一端侧,分别设有吸入量调整阀 V11 ~ V13。该吸入量调整阀 V11 ~ V13 例如由蝶形阀构成,例如根据来自控制部 100 的指令,利用构成设置在流路形成构件 6 的上壁部 64b 上的驱动机构的电动机 M11 ~ M13 来调整其开度。

[0075] 该吸入量调整阀 V11 ~ V13 是为了使各个流路 61 ~ 63 与来自液体处理单元 3 的排气通路 35 的排气量无关地排出恒定量的气流而设置的。因此,根据由流路切换部 5A ~ 5E 控制的流路形成构件 6 的第 1 ~ 第 3 开口部 60a ~ 60c 的开闭状态,针对第 1 ~ 第 3 流路 61 ~ 63 的每一个流路来决定其开度。即,第 1 ~ 第 3 流路 61 ~ 63 的每一个流路根据开口部 60a ~ 60c 的开闭数,以规定的开度打开吸入量调整阀 V11 ~ V13,向各个流路 61 ~ 63 导入规定量的大气。这样,在各个流路 61 ~ 63 中,通过来自液体处理单元 3 的排气与大气的组合,将总的排气量控制成为恒定量。

[0076] 参照图 10 来具体进行说明,当调整为例如所有的液体处理单元 3A ~ 3E 的流路切换部 5A ~ 5E 打开第 1 开口部 60a、关闭第 2 及第 3 开口部 60b、60c 时,设定为吸入量调整阀 V11 成为关闭状态、吸入量调整阀 V12、V13 成为以第 1 开度打开的状态,在第 2 及第 3 流路 62、63 中吸入有大气。

[0077] 另外,例如以第 1 流路 61 为例来进行说明,设定为例如当所有的开口部 60a 关闭

时吸入量调整阀 V11 以第 1 开度打开,当 1 个开口部 60a 打开时吸入量调整阀 V11 以第 2 开度打开,当 2 个开口部 60a 打开时吸入量调整阀 V11 以第 3 开度打开,当 3 个开口部 60a 打开时吸入量调整阀 V11 以第 4 开度打开,当 4 个开口部 60a 打开时吸入量调整阀 V11 以第 5 开度打开。此时,吸入量调整阀 V11 的开度成为第 1 开度>第 2 开度>第 3 开度>第 4 开度>第 5 开度。根据来自后述的控制部 100 的指令,利用电动机 M11 进行这种开度的控制。

[0078] 这样,在流路形成构件 6 的第 1~第 3 流路 61~63 中,如图 10 的 (b) 所示,流路 61~63 的每一个流路根据来自液体处理单元 3 的排气量,控制吸入量调整阀 V11~V13 的开度,吸入规定量的大气。在该例子中,由于第 1 流路 61 仅打开了 1 个与液体处理单元 3E 对应的开口部 60a,因此控制吸入量调整阀 V11 以第 2 开度打开,由于第 2 及第 3 流路 62、63 打开了 2 个与液体处理单元 3A、3B (3C、3D) 对应的开口部 60b (60c),因此控制吸入量调整阀 V12、V13 分别以第 3 开度打开。在该例子中,上述流路形成构件 6 的连接用流路 61~63 的端部的开口相当于流体吸入用开口部。

[0079] 另外,也可以在第 1~第 3 流路 61~63 的出口侧、例如与专用排气管线 61a~63a 相连接的连接部附近,在流路 61~63 的每一个流路上使用流量检测传感器来检测各个流路 61~63 的排气量,根据该检测值,来调整各个吸入量调整阀 V11~V13 的开度,控制大气的吸入量,使得总的排气量成为规定量。

[0080] 而且,例如在各个液体处理单元 3A~3E 的排气通路 35 的内部的流路切换部 5 的上游侧附近,如图 11 所示,分别设有压力损失调整阀 V2 (V21~V25)。该压力损失调整阀 V21~V25 例如由蝶形阀构成,构成为利用驱动机构来调整其开度。在该例子中,如图 4 及图 6 所示,驱动机构 201~205 设置在旋转筒 53 的旋转驱动部 55 的容纳部 56 附近,借助 2 根驱动轴 58A、58B 向压力损失调整阀 V21~V25 的旋转轴 59 传递动力。

[0081] 该压力损失调整阀 V21~V25 设为在 5 台液体处理单元 3A~3E 中用于平衡排气通路 35 内的压力损失。即,这是因为,靠近工厂用的排气管线的液体处理单元 3E 的排气通路 35 比远离上述排气管线的液体处理单元 3A 的排气通路 35 的压力损失小、排气量大。因而,根据与排气管线的位置关系,调整压力损失调整阀 V21~V25 的开度,其开度设定为越是远离排气管线的排气通路 35,开度越大,例如液体处理单元 3A 的压力损失调整阀 V21 > 液体处理单元 3B 的压力损失调整阀 V22 > 液体处理单元 3C 的压力损失调整阀 V23 > 液体处理单元 3D 的压力损失调整阀 V24 > 液体处理单元 3E 的压力损失调整阀 V25。

[0082] 另外,在该液体处理装置上设有控制部 100。该控制部 100 例如由具有 CPU 和存储部的计算机构成,在存储部中按照制程程序记录有嵌入了关于控制的步骤 (命令) 组的程序,该控制是关于该液体处理装置 2 的作用、例如向液体处理单元 3 输入晶圆并进行液体处理之后直至将液体处理后的晶圆收纳到载体 C 上的动作的控制。上述程序例如存储在硬盘、光盘、磁光盘、存储卡等存储介质中,由此安装到计算机中。

[0083] 另外,在控制部 100 中,根据在液体处理单元 3 内执行的处理的种类,将药液供给系统、排气系统切换为图 12 所示的切换目的地。在各个液体处理单元 3 中,反复进行晶圆输入 (P1) → 碱性药液处理 (P2) → 冲洗清洗 (P3) → 甩干 (P4) → 酸性药液处理 (P5) → 冲洗清洗 (P6) → IPA 干燥 (P7) → 晶圆的更换 (P8) 的各个动作,与这些动作对应地切换药液供给系统、排气系统。

[0084] 即,关于药液供给系统,以在碱性药液处理 (P2) 时向晶圆的上表面侧、下表面侧双方供给 SC1 液、在冲洗清洗 (P3、P6) 时向晶圆的上表面侧、下表面侧双方供给 DIW 液、在酸性药液处理 (P5) 时向晶圆的上表面侧、下表面侧双方供给 DHF 液、另外在 IPA 干燥 (P7) 时向晶圆的上表面供给 IPA 的方式切换药液供给系统,

[0085] 另外,关于排气系统,以在碱性药液处理 (P2) ~ 甩干 (P4) 的期间向流路形成构件 6 的第 2 流路 62 切换排气目的地、在酸性药液处理 (P5) ~ 冲洗清洗 (P6) 的期间向流路形成构件 6 的第 3 流路 63 切换排气目的地、在 IPA 干燥 (P7) ~ 晶圆更换 (P8) 的期间向流路形成构件 6 的第 1 流路 61 切换排气目的地的方式控制流路切换部 5。此时,通过流路切换部 5 的切换,控制吸入量调整阀 V11 ~ V13 的开度。这些药液供给系统、排气系统的切换时刻例如作为液体处理装置中的药液处理的处理制程序预先存储在控制部 100 的存储部内。

[0086] 接着,说明本发明的液体处理装置 2 的作用。从外部向载体载置块 2A 输入的载体 C 内的晶圆被利用输入输出臂 A1 交接至交接块 2B 的交接台 23。然后,在处理块 2C 中,处理臂 A2 从交接台 23 接受晶圆,进入规定的液体处理单元 3 的其中一个液体处理单元中,将该晶圆交接至晶圆保持机构 32。

[0087] 在此,说明在各个液体处理单元 3 中进行的液体处理的一个例子。在该液体处理中,当晶圆载置在晶圆保持机构 32 上时,使喷嘴臂 33 移动至晶圆中央侧的上方位置,使内部杯状体 34 上升至处理位置。然后,在流路切换部 5 中,将旋转筒 53 设定在第 2 位置处,利用晶圆保持机构 32 使晶圆旋转,同时利用喷嘴及晶圆保持机构 32 侧的药液供给通路 38 向晶圆的上下表面两侧供给 SC1 液。由此,在晶圆上形成药液的液膜而进行碱性药液清洗。

[0088] 此时,在外腔室 31 内,由于晶圆旋转,碱性药液飞溅,在该外腔室 31 内的气体内包含有碱性药液的雾沫。因而,当经由排气通路 35 排出外腔室 31 内的气体时,从排气通路 35 经由流路切换部 5、流路形成构件 6 的第 2 流路 62 排出包含碱性药液的雾沫的气流。当碱性药液清洗结束时,将内部杯状体 34 移动到退避位置,向喷嘴及晶圆保持机构的药液供给通路 38 供给 DIW 液,从而执行去除晶圆表面的 SC1 液的冲洗清洗。冲洗清洗结束后执行甩干。

[0089] 之后,再次使内部杯状体 34 上升至处理位置,使晶圆旋转,并且在流路切换部 5 中,将旋转筒 53 切换为第 3 位置,利用喷嘴及晶圆保持机构 32 的药液供给通路 38 向晶圆的上下表面供给 DHF 液。由此,在晶圆的上下表面上形成 DHF 液的液膜,进行酸性药液清洗,从液体处理单元 3 经由排气通路 35、流路形成构件 6 的第 3 流路 63 排出包含酸性药液的雾沫的气流。然后,经过规定时间之后,使内部杯状体 34 下降到退避位置,将药液的供给系统切换为 DIW 液并再次进行冲洗清洗。

[0090] 接着,使内部杯状体 34 上升至处理位置,使晶圆旋转,并且在流路切换部 5 中将旋转筒 53 切换为第 1 位置,向晶圆的上表面供给 IPA。这样,执行利用 IPA 的挥发性的 IPA 干燥,由此完全去除残留在晶圆表面上的冲洗后的 DIW 液。此时,从液体处理单元 3 经由排气通路 35、流路形成构件 6 的第 1 流路 61 排出包含有机类药液的雾沫的气流。之后,使内部杯状体 34 退避至退避位置,打开未图示的输入输出口,使处理臂 A2 进入液体处理单元 3 内并输出处理后的晶圆,将该晶圆交接至交接台 23。

[0091] 在此,在该液体处理装置中,利用处理臂 A2 依次向 10 个液体处理单元 3 输送晶

圆,进行规定的液体处理。然后,如上所述,从载体载置块 2A 侧观察,排列在输送通路 24 的右侧的 5 个液体处理单元 3A ~ 3E 内的气体分别经由排气通路 35、流路切换部 5A ~ 5E 向共同的流路形成构件 6 排出。同样地从载体载置块 2A 侧观察,排列在输送通路 24 的左侧的 5 个液体处理单元 3F ~ 3J 内的气体分别经由排气通路 35、流路切换部 5 向共同的流路形成构件 6 排出。

[0092] 此时,液体处理单元 3A ~ 3J 的每一个液体处理单元根据来自控制部 100 的指令,在流路切换部 5 中选择旋转筒 53 的位置,与药液的种类对应地将流路切换为第 1 ~ 第 3 流路 61 ~ 63,经由专用排气管线 61a ~ 63a 进行排气。因而,当从流路形成构件 6 侧观察时,分别针对第 1 流路 61 开闭开口部 60a,针对第 2 流路 62 开闭开口部 60b,针对第 3 流路 63 开闭开口部 60c。

[0093] 然后,在阀 V11 ~ V13 中,如上所述,根据控制部 100 的指令,针对流路 61 ~ 63 的每一个流路,与开口部 60a ~ 60c 的开闭数对应地进行开度的调整。这样,在流路形成构件 6 的各个流路 61 ~ 63 中,如上所述,与开口部 60a ~ 60c 的开口状态无关地通过来自液体处理单元 3 的排气与大气的组合,来平衡总的排气量。

[0094] 采用这种实施方式,为了将用于从液体处理单元 3 排出处理流体的排出气体的排气通路 35 切换连接于与上述处理流体的种类对应的专用排出通路(连接用流路)61 ~ 63,对液体处理单元 3 的每一个液体处理单元设置流路切换部 5,在流路切换部 5 中使旋转筒 53 沿圆周方向旋转,从而进行流路的切换。因而,仅靠旋转筒 53 的旋转驱动部 55 就能够进行向多个流路 61 ~ 63 的切换,因此在进行该切换作业时,驱动机构数减少。因此,能够削减驱动机构的调整作业所需的时间、精力,并且能够谋求设置空间的缩小。

[0095] 另外,在将这种流路切换部 5 设置在液体处理单元 3 上的情况下,当对晶圆在相互不同的时刻供给多种处理流体并进行处理时,即使处理流体的种类增多,通过使 1 个旋转筒 53 旋转,也能够切换连接于与上述处理流体的种类对应的专用排出通路。因此,由于驱动机构的个数减少,因此能够削减驱动机构的调整作业所需的时间、精力,并且能够谋求设置空间的缩小。

[0096] 另外,在流路形成构件 6 的各个连接用流路 61 ~ 63 内,通过调整设置于流路 61 ~ 63 的每一个流路的吸入量调整阀 V11 ~ V13 的开度,如上所述,与来自液体处理单元 3 的排气的有无无关地能够在流路 61 ~ 63 内平衡排气量。因此,能够抑制排气量的变动,在各个液体处理单元中能够抑制处理状态不平衡的产生。

[0097] 此时,在连接用流路 61 ~ 63 内,即使在吸入大气、平衡排气量的情况下,只要对流路 61 ~ 63 的每一个流路设置 1 个吸入量调整阀 V11 ~ V13 即可。因此,即使在排列有多个液体处理单元 3 的情况下,吸入量调整阀的个数也不会增加,与以往相比阀的总个数或驱动机构的个数大幅度减少。因而,构成构件、驱动机构的个数减少,削减了调整作业的精力、时间,能够谋求节省空间。

[0098] 而且,在各个液体处理单元 3 的排气通路 35 上设有压力损失调整阀 V2。因此,由于各个液体处理单元 3 连接在较长的流路 61 ~ 63 的不同的位置,因此通过该压力损失调整阀 V2 的开度的调整,将液体处理单元 3 的排气通路 35 的压力损失调整为在液体处理单元 3 彼此之间变得均匀。因此,在液体处理单元 3 彼此之间,排气量获得平衡,能够抑制液体处理的处理状态不平衡的产生。

[0099] 以上,本发明的流路切换装置例如如图 13 的 (a) 的外筒 71 的展开图、图 13 的 (b) 的旋转筒 72 的展开图所示,也可以沿圆周方向隔开间隔地形成在外筒 71 上形成的多个例如 3 个连接口 711 ~ 713,另一方面,沿长度方向呈一系列形成在上述旋转筒 72 上形成的多个例如 3 个开口部 721 ~ 723。而且,只要形成在外筒上的连接口的个数、形成在旋转筒上的开口部的个数是多个即可,可以是 2 个,也可以是 4 个以上。

[0100] 另外,例如如图 14 所示,也可以设为利用支承构件 91 来支承旋转筒 53。图 14 的 (b) 是图 14 的 (a) 的 A-A 剖视图。在该情况下,支承构件 91 沿外筒 51 的长度方向设置,其上表面向外筒 51 的内部突出,设为从下方侧支承旋转筒 53 的开口部 53a ~ 53c 的外侧的区域。图中的附图标记 92 是设置在支承构件 91 上的开口部。采用这种结构,由于利用支承构件 91 来支承旋转筒 53,因此外筒 51 内的旋转筒 53 的位置稳定。

[0101] 而且,例如如图 15 所示,也可以构成为关闭旋转筒 82 的另一端侧 820、并且例如沿外筒 81 的长度方向在与旋转筒 82 的开口部对应的位置处连接排气通路(共同流路)35。在该例子中,上述排气通路 35 连接在与形成在旋转筒 82 的中央部的开口部 822 对应的位置处。在该例子中,从排气通路 35 向外筒 81 与旋转筒 82 的间隙排出气流,从上述开口部 822、其他开口部 821(未图示)、823 向旋转筒 82 的内部供给上述气流。此时,当上述开口部 822 旋转并处于某一位置时,与上述排气通路 35 相对,因此该开口部 822 相当于与排气通路 35 相连接的连接口。另外,相当于上述连接口的开口部也可以与流路切换用的开口部独立地设置在不阻碍流路切换的位置处。

[0102] 另外,也可以构成为外筒的连接口与旋转筒的开口因旋转筒的位置而不与专用排出通路(连接用流路)的开口相连通,专用排出通路的所有的开口部 60a ~ 60c 都关闭。

[0103] 另外,本发明的流路切换装置及流路切换方法能够用于共同流路处于连接用流路的上游侧的情况与共同流路处于连接用流路的下游侧的情况中的任意情况,共同流路及连接用流路可以是气体的流路,也可以是液体的流路。而且,本发明的处理装置及处理方法能够应用于处理流体为液体的情况与处理流体为气体的情况中的任意情况,也能够应用于排出液体的情况与排出气体的情况中的任意情况。而且,如上述实施方式所述,当处理流体为液体、排出供给处理流体的气体时,在供给该处理流体的气体中,包含供给处理流体的气体和含有该处理流体的雾沫的气流。

[0104] 而且,使用处理流体的处理并不限于上述液体处理,例如也能够应用于向晶圆供给 HMDS(六甲基二硅胺烷)等的蒸气并对晶圆的表面进行疏水处理的处理装置。

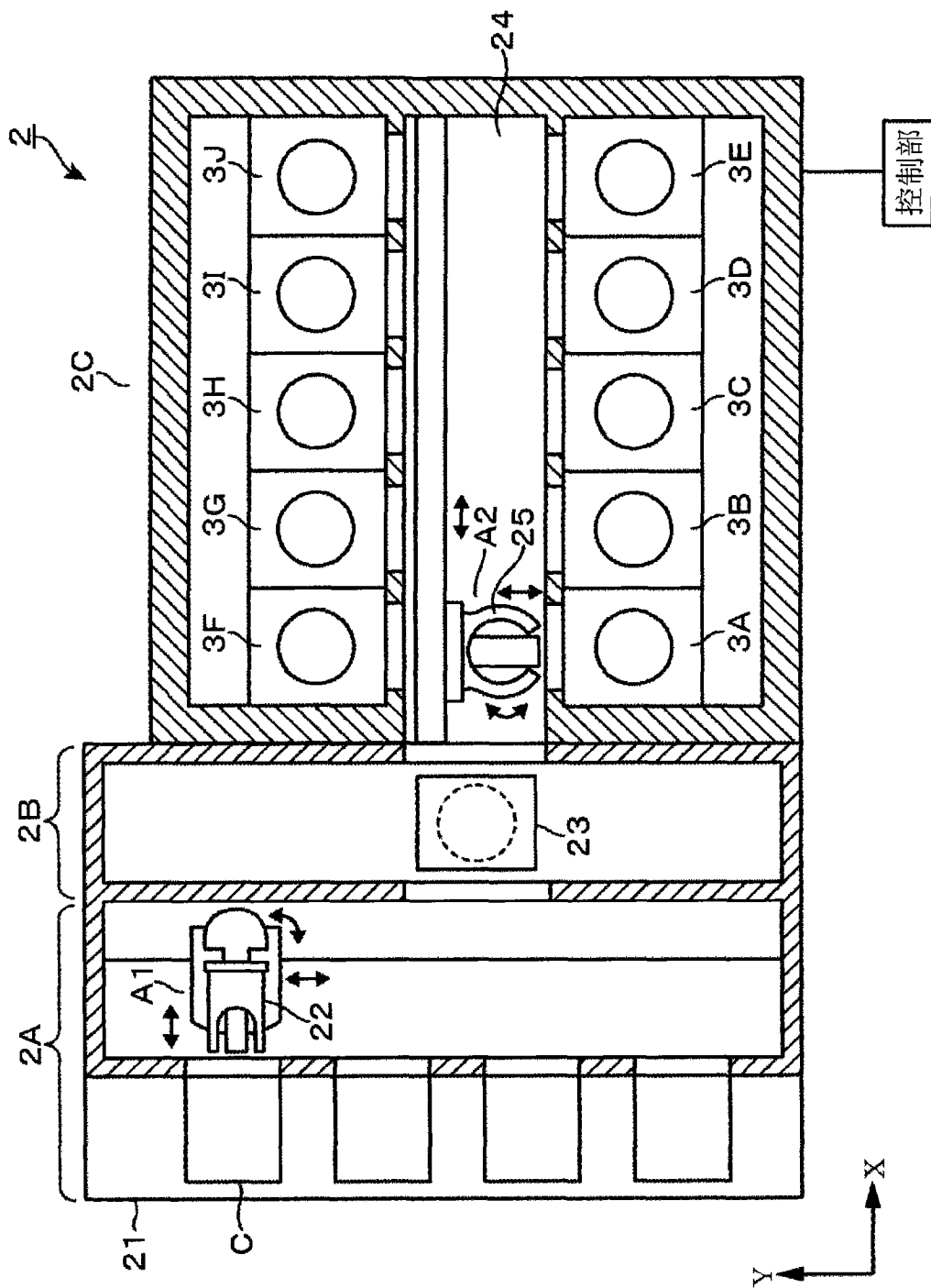


图 1

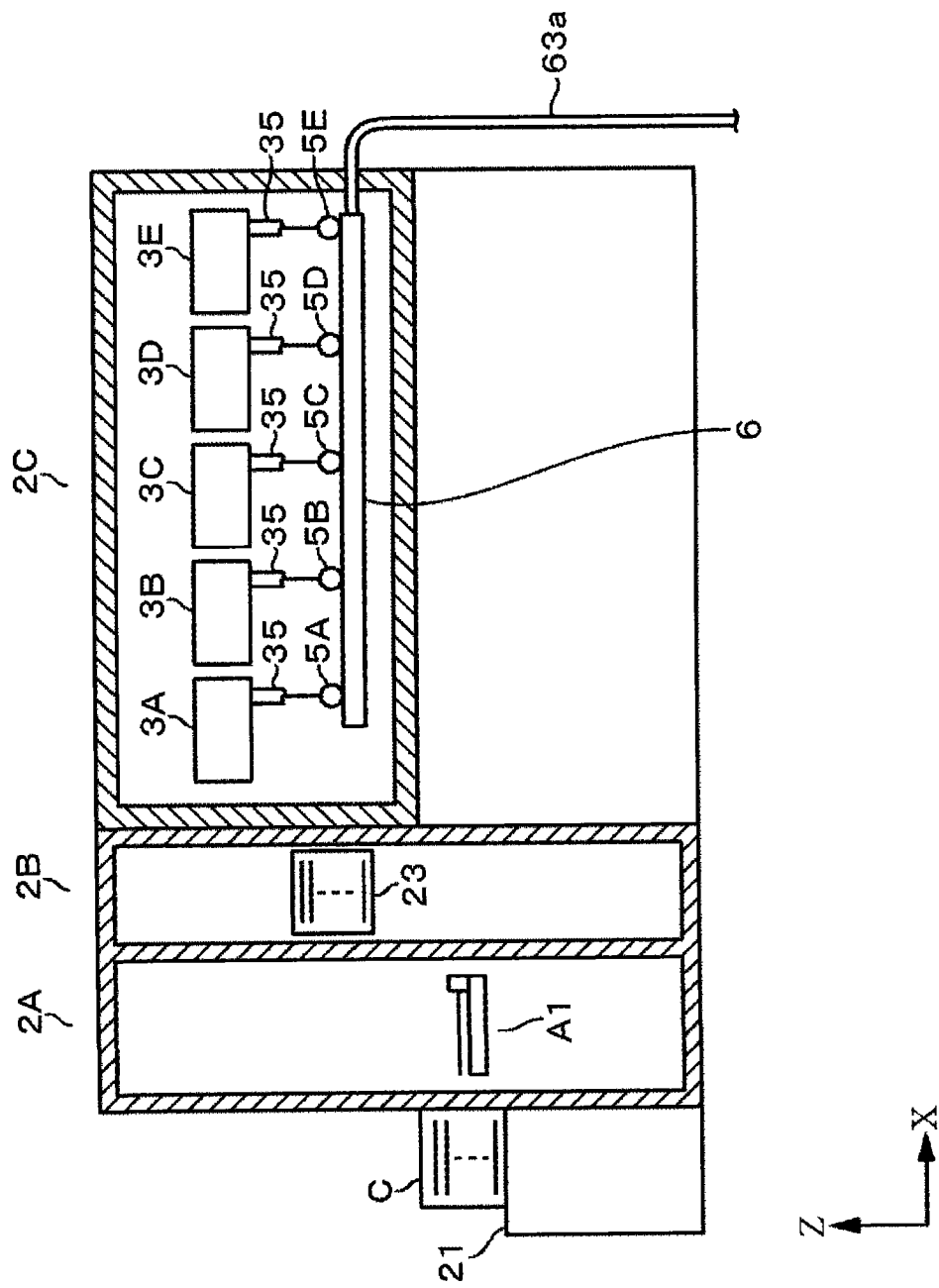


图 2

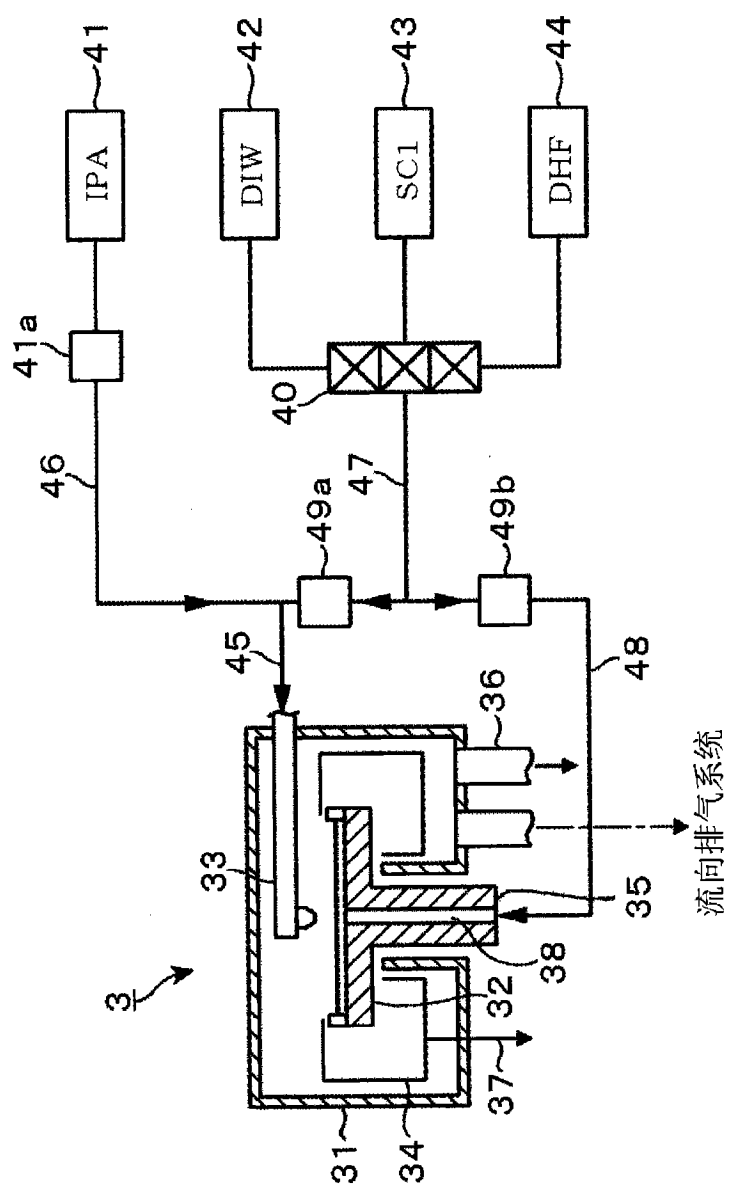


图 3

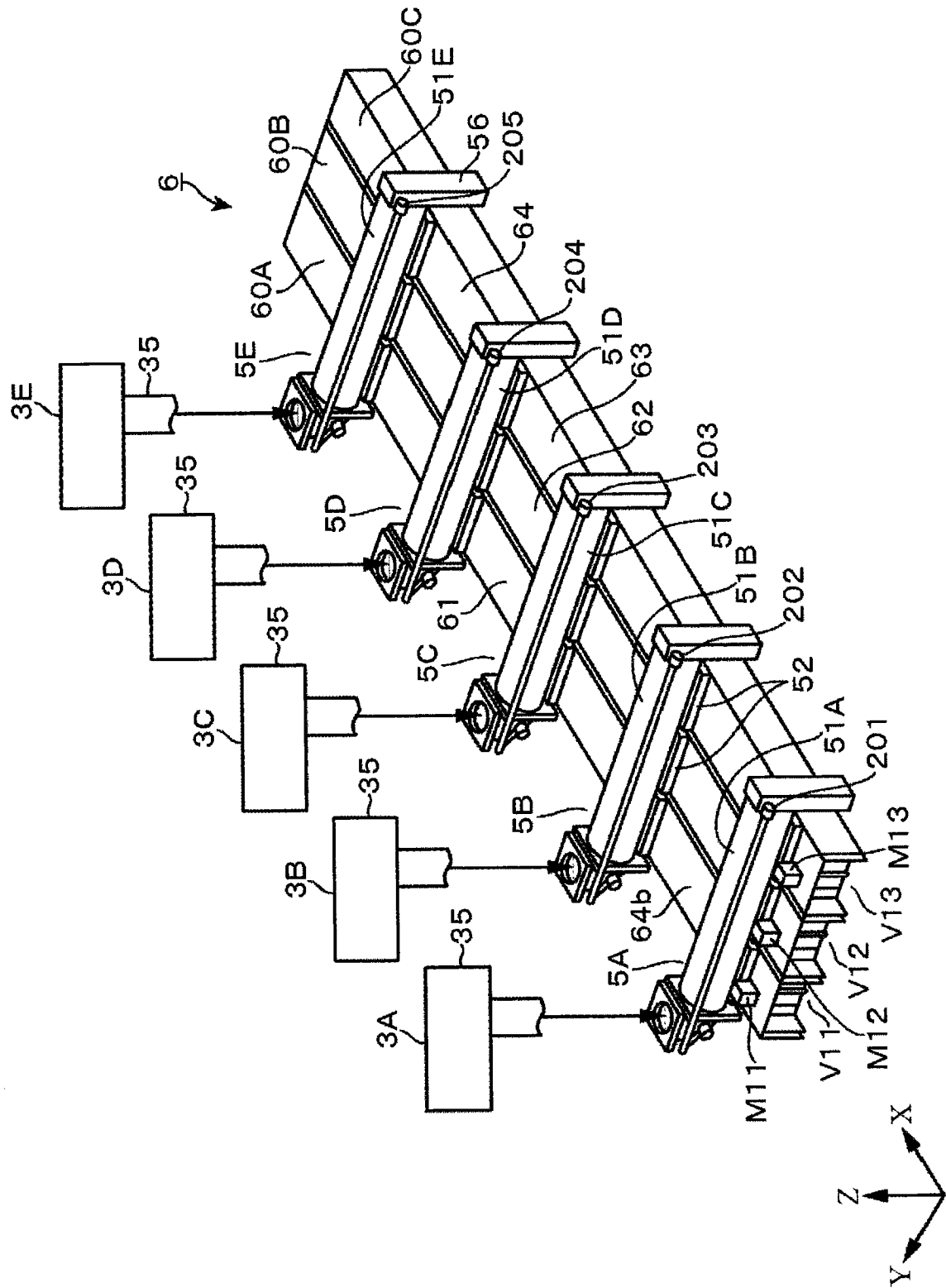


图 4

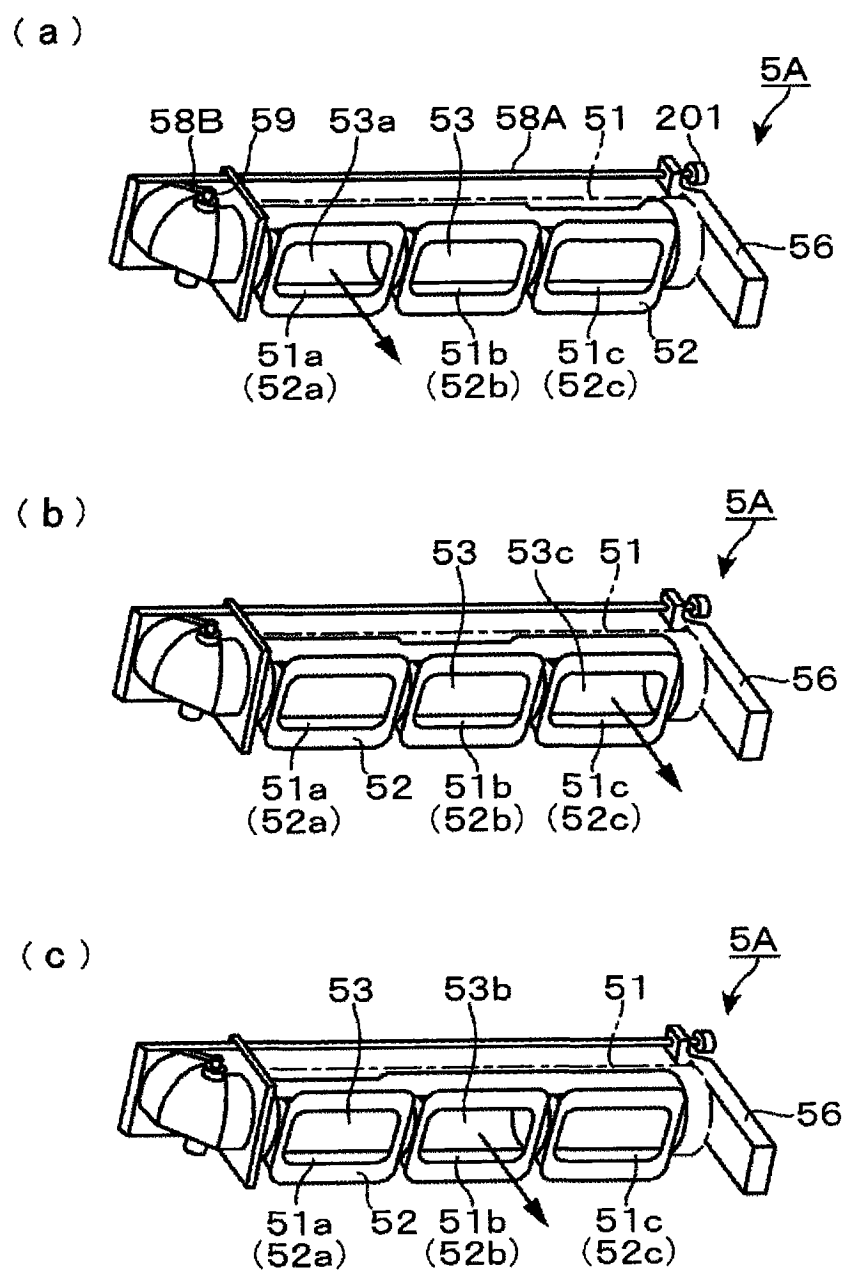
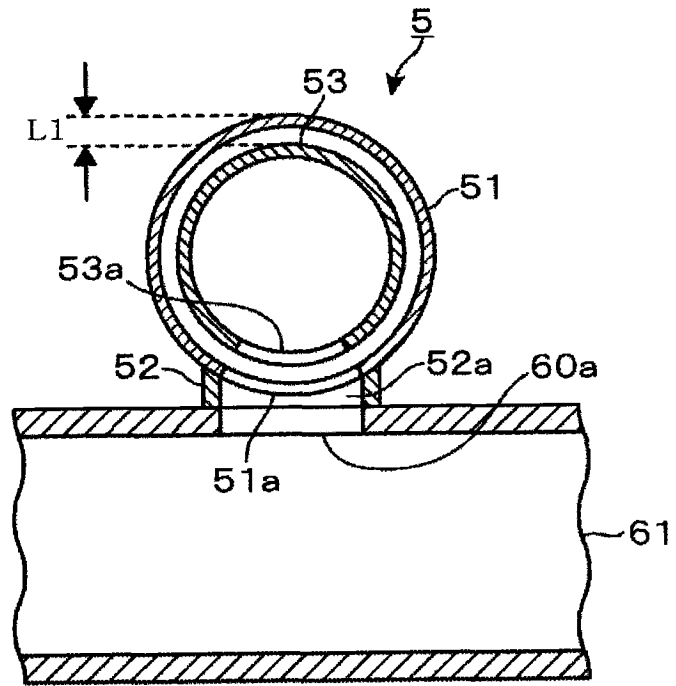
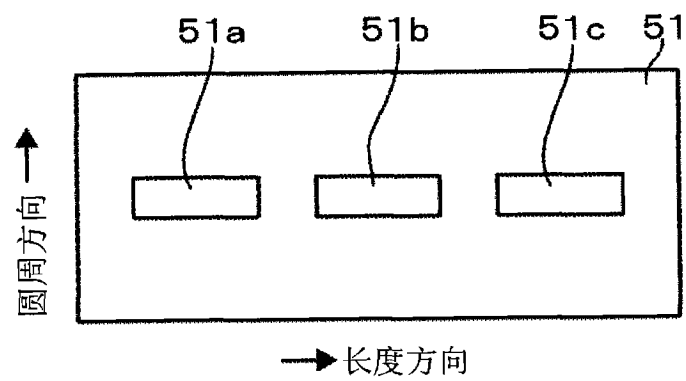


图 6

(a)



(b)



(c)

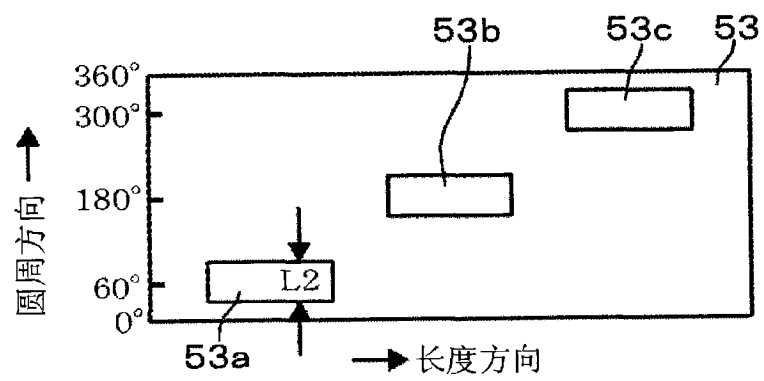


图 7

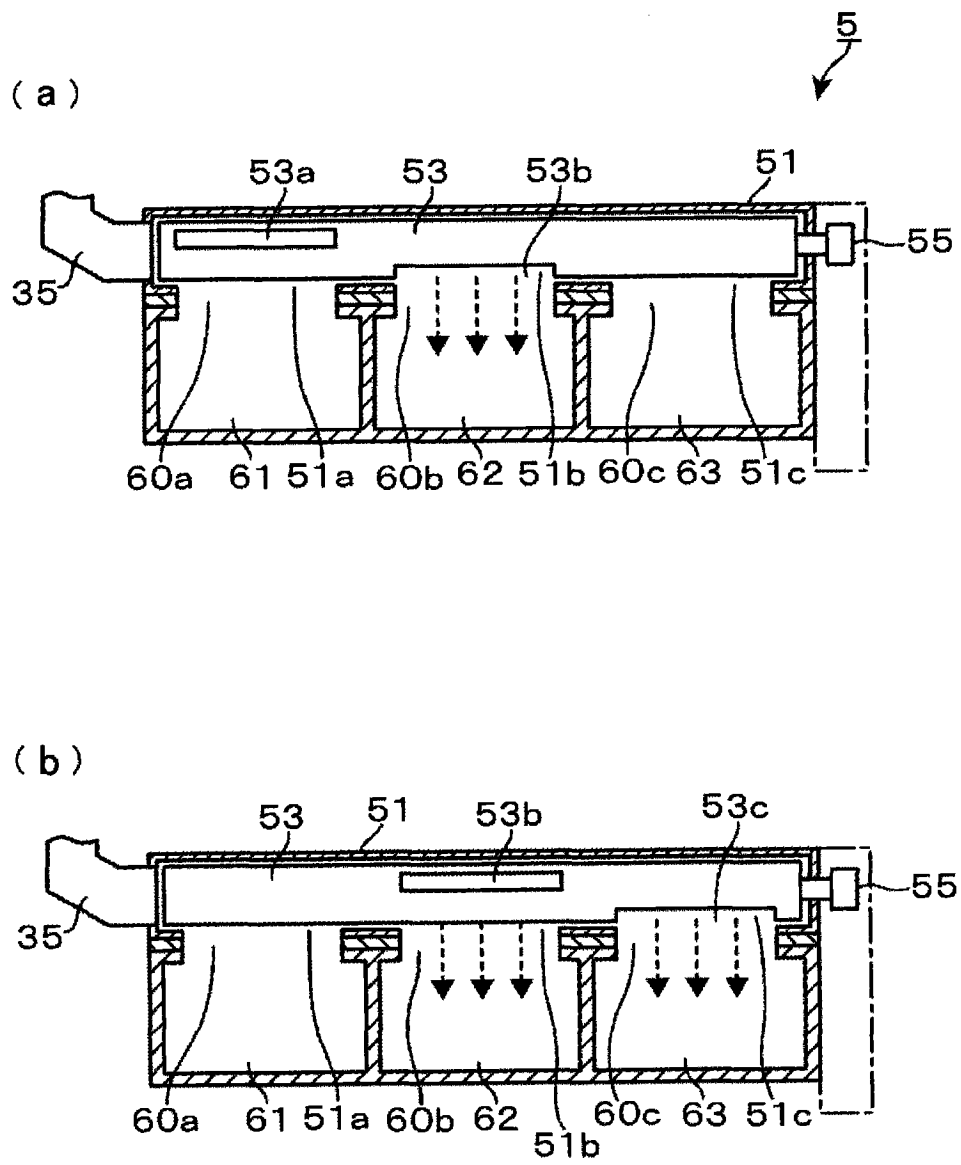
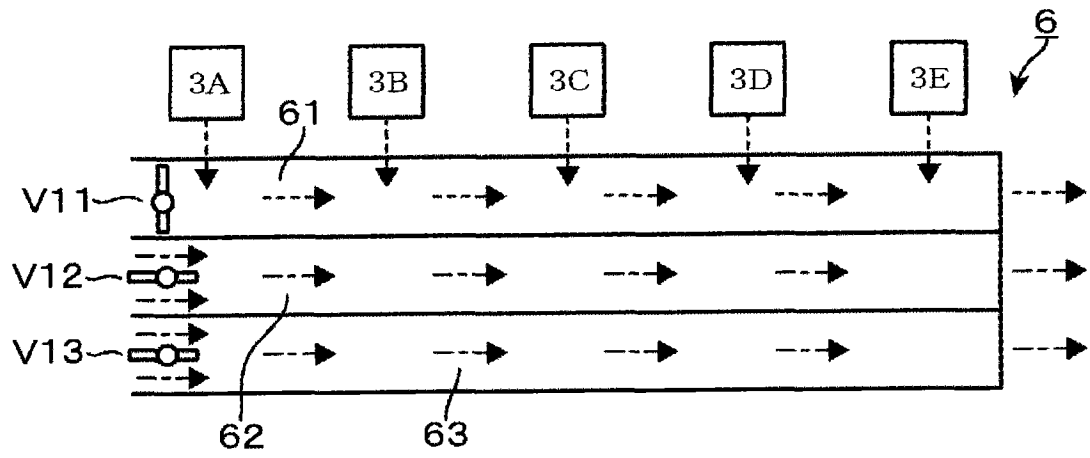


图 9

(a)



(b)

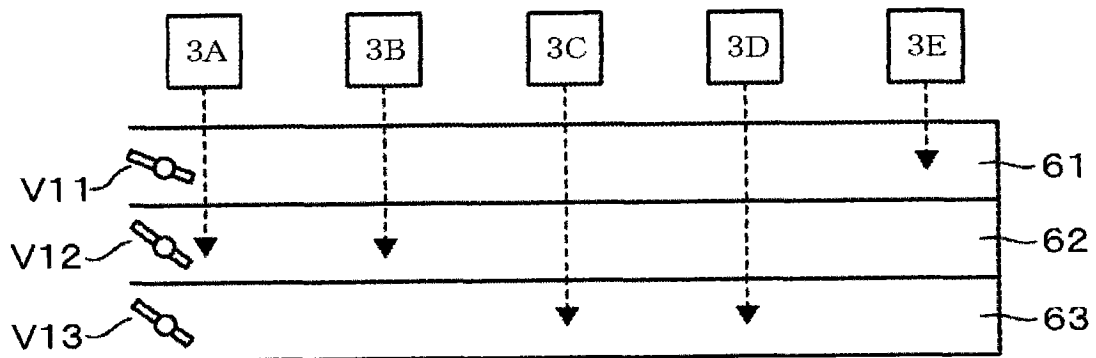


图 10

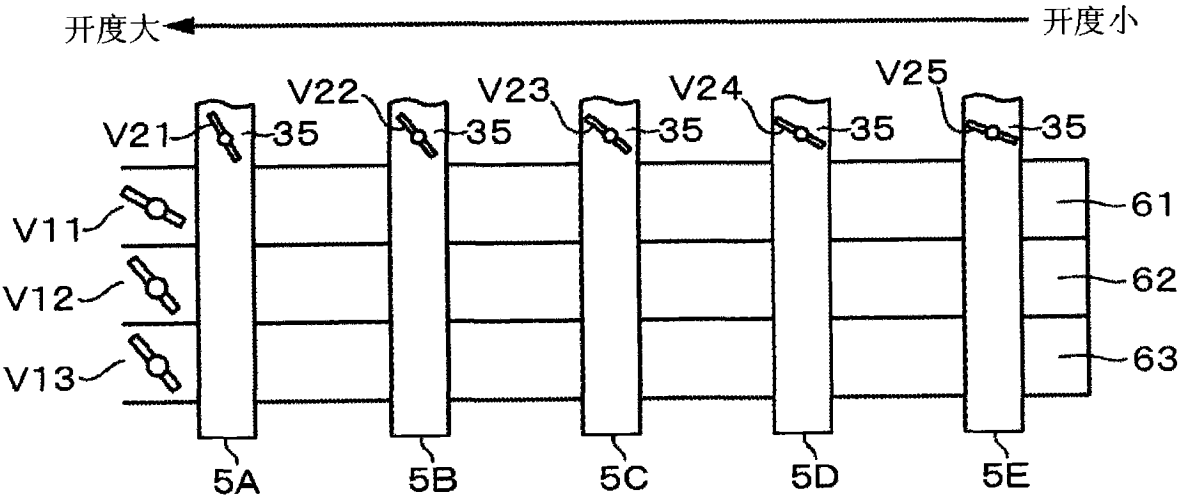


图 11

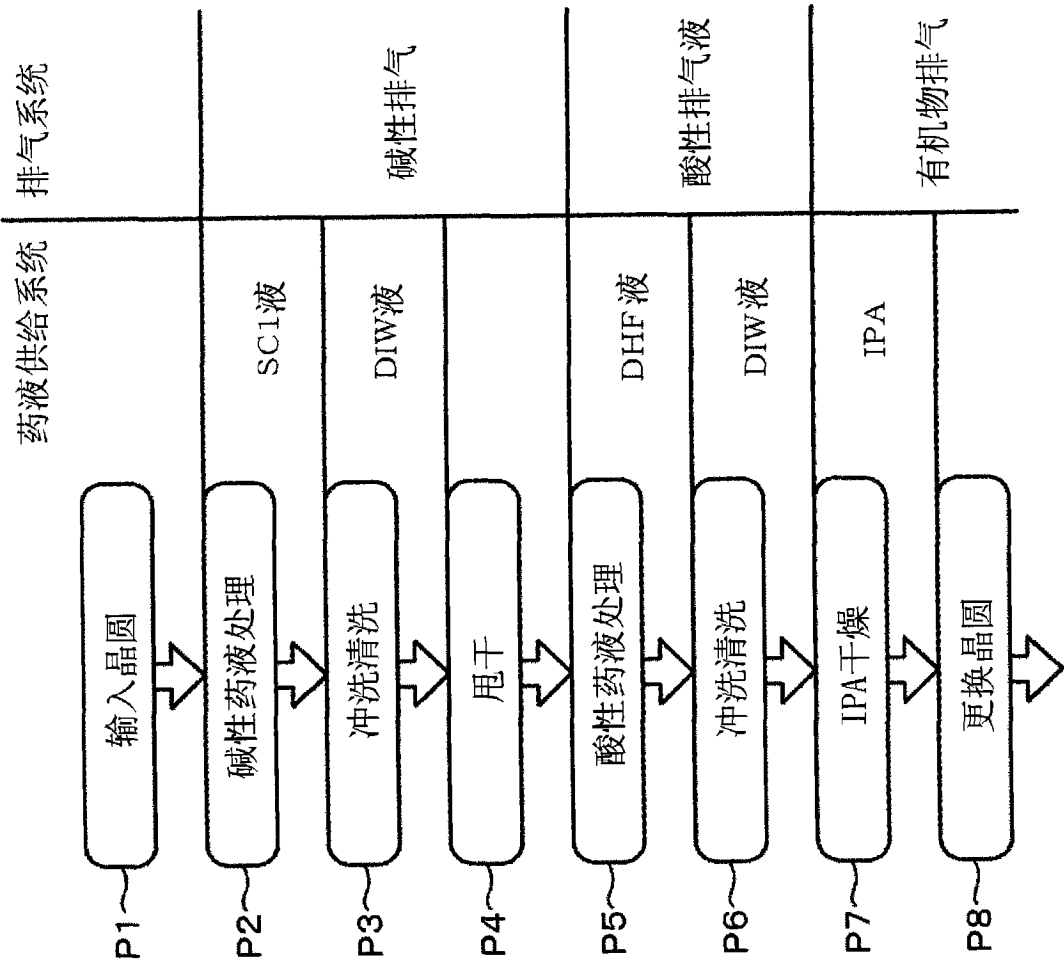


图 12

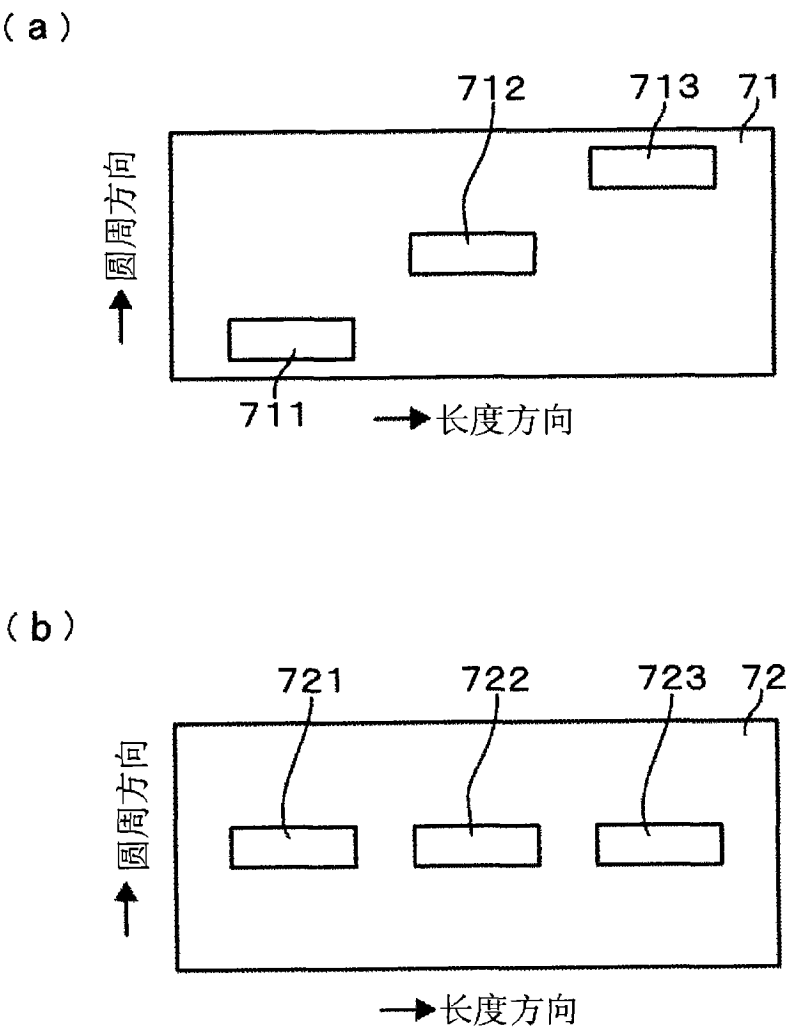
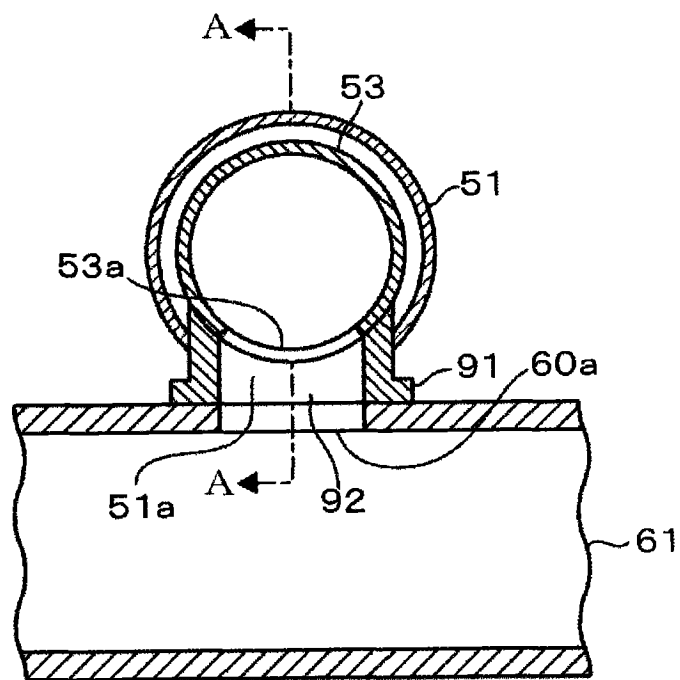


图 13

(a)



(b)

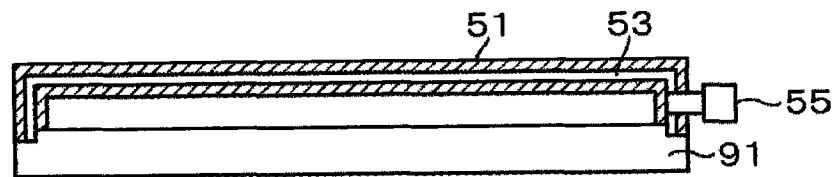


图 14

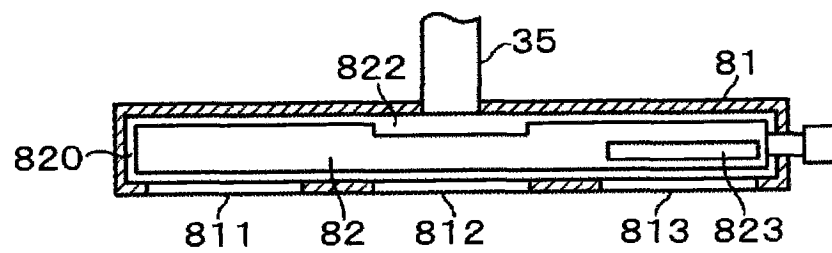


图 15

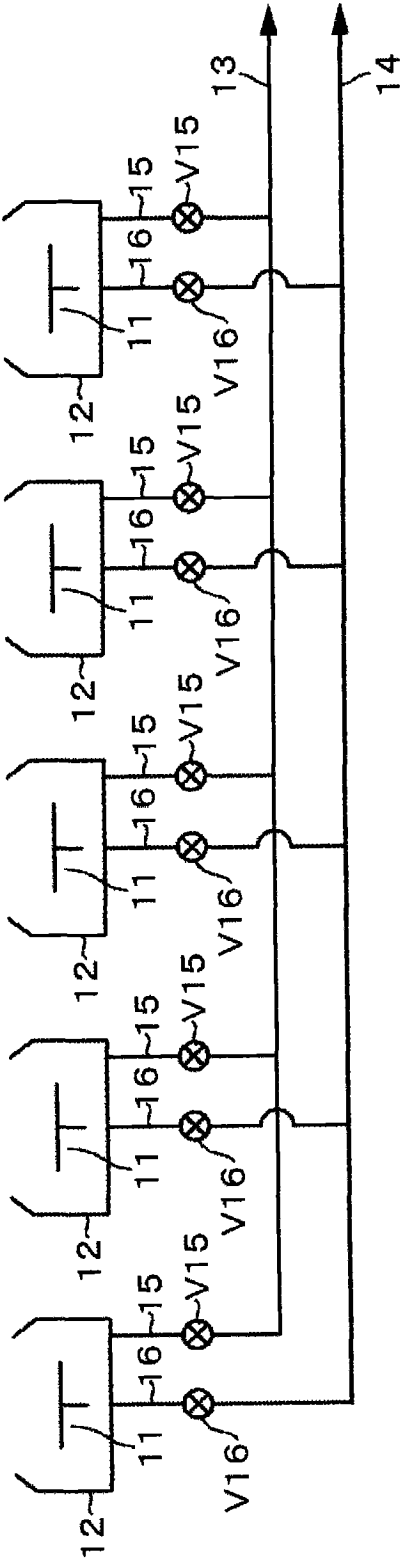


图 16