

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
H01L 21/00 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03109343.4

[45] 授权公告日 2009年2月4日

[11] 授权公告号 CN 100459028C

[22] 申请日 2003.4.4 [21] 申请号 03109343.4

[30] 优先权

[32] 2002.4.5 [33] JP [31] 104011/2002

[32] 2002.7.12 [33] JP [31] 203397/2002

[73] 专利权人 株式会社日立国际电气

地址 日本东京都

[72] 发明人 紺谷忠司 丰田一行 佐藤武敏

加贺谷徹 嶋信人 石丸信雄

境正宪 奥田和幸 八木泰志

渡边诚治 国井泰夫

[56] 参考文献

JP7-58047A 1995.3.3

US4962726A 1990.10.16

JP8-199359A 1996.8.6

审查员 赵煜

[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

代理人 杜日新

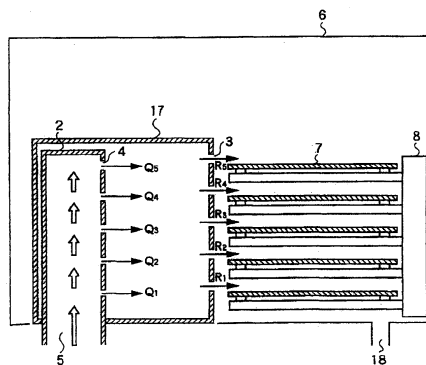
权利要求书3页 说明书21页 附图14页

[54] 发明名称

基板处理装置及反应容器

[57] 摘要

本发明涉及基板处理装置及反应容器，在反应管6内设置了缓冲室17，该缓冲室17拥有同一开口面积的缓冲室孔3；在其内部配置了气咀2，该气咀2拥有从气体的上游一侧到下游一侧开口面积逐渐变大的气咀孔4；将由气咀2喷出的气体暂时输入缓冲室17，使气体的流速均匀之后，由缓冲室孔3提供给晶片7。



1、一种基板处理装置，其特征在于包括：收容多层配置的基板的反应室、沿上述基板的多层配置方向设置的气体导入部、以及缓冲室；将至少二种用于处理基板的气体按每一种气体交替地提供到上述反应室内，在上述基板上形成所需要的膜，

上述缓冲室位于上述反应室的内部，上述气体导入部位于上述缓冲室的内部；

上述气体导入部具有沿上述多层配置方向的多个气体输入口，上述多个气体输入口设置成其开口面积随着流经上述气体导入部内的气流由上游到下游，依次逐渐变大，从上述多个气体输入口将上述处理基板用的气体中的至少一种导入上述缓冲室；

上述缓冲室具有沿上述基板多层配置方向设置的多个供气口，将从上述气体导入部导入的上述处理用气体由上述多个供气口提供给上述反应室内；

设置在上述缓冲室上的上述多个供气口的开口面积基本相等。

2、根据权利要求1所述的基板处理装置，其特征在于：上述气体导入部包括设置在上述缓冲室中的供气管，在上述供气管上，沿上述基板的多层配置方向设置多个气体输入口。

3、根据权利要求1所述的基板处理装置，其特征在于：上述缓冲室的上述多个供气口的配置间隔与上述多层配置的基板间隔相同。

4、根据权利要求1所述的基板处理装置，其特征在于：还具有另一个缓冲室。

5、根据权利要求1所述的基板处理装置，其特征在于：上述缓冲室的上述供气口设置在与上述基板的配置位置相比的下侧。

6、根据权利要求1所述的基板处理装置，其特征在于：在上述缓冲室中设置有使上述用于基板处理的气体活性化的气体活化部件。

7、根据权利要求6所述的基板处理装置，其特征在于：上述气体活化部件是产生等离子的电极。

8、根据权利要求7所述的基板处理装置，其特征在于：上述电极上设有保护部件，使上述缓冲室中的气体与上述电极不接触。

9、根据权利要求8所述的基板处理装置，其特征在于：在上述保护部件内填充非活性气体或者用非活性气体净化上述保护部件内部。

10、根据权利要求7所述的基板处理装置，其特征在于：上述缓冲室的上述多个供气口设置在上述电极之间。

11、根据权利要求1所述的基板处理装置，其特征在于：上述缓冲室设置在上述反应室内；上述缓冲室包括第1壁面和第2壁面；上述多个供气口设置在上述缓冲室的第1壁面上；上述缓冲室的上述第2壁面与上述反应室的部分壁面共用；在上述缓冲室内设置有用于产生等离子的电极；与上述第2壁面相比，至少有一个电极更加靠近上述第1壁面。

12、根据权利要求1所述的基板处理装置，其特征在于：上述缓冲室设置在上述反应室内；上述缓冲室包括第1壁面和第2壁面；上述多个供气口设置在上述缓冲室的第1壁面上；上述缓冲室的上述第2壁面与上述反应室的部分壁面共用；在上述缓冲室内设置有用于产生等离子的电极；上述电极上分别设置有保护部件，使上述缓冲室中的气体与上述电极不接触；与上述第2壁面相比，至少有一个电极保护部件更加靠近上述第1壁面。

13、根据权利要求1所述的基板处理装置，其特征在于：还包括与上述气体导入部连接的遥控式等离子单元；将用上述遥控式等离子单元激活的用于处理上述基板的气体由气体导入部导入上述缓冲室。

14、一种基板处理装置，其特征在于包括：

收容多个基板的处理室；

包括多个第一供气口的第一供气件；

包括多个第二供气口的第二供气件；

包括多个第三供气口的第三供气件；

其中，所述多个第一供气口的开口面积基本相等；

所述第一供气件位于所述处理室的内部，所述第二供气件位于所

述第一供气件的内部;

第二供气件从所述第二供气口来的第一处理气体提供给所述第一供气件, 所述第二供气件所提供的所述第一处理气体由所述第一供气口提供给所述处理室, 所述第二供气口的开口面积随着提供给所述第二供气件并流经所述第二供气件内部的所述第一处理气体流由上游到下游, 依次逐渐变大, 所述第一处理气体用于在活性状态处理所述基板;

所述第三供气件由所述第三供气口提供第二处理气体进入所述处理室, 所述第二处理气体不是活性气体, 所述第三供气口的开口面积随着提供给所述第三供气件并流经所述第三供气件内部的所述第二处理气体流由上游到下游, 依次逐渐变大;

至少所述第一处理气体和所述第二处理气体被交替地提供给所述处理室, 以便在所述基板上形成膜。

## 基板处理装置及反应容器

### 技术领域

本发明涉及基板处理装置及反应容器，尤其是半导体器件制造过程中使用的基板（衬底）处理装置，与在反应室内处理基板的基板处理装置及反应容器有关，与给基板提供气体的气体导入部的改进更为密切。

### 背景技术

下面参照图 14，以直立式基板处理装置为例，简要介绍采用 CVD（化学气相沉积）法或 ALD（单原子层沉积）法处理基板时的现用技术。

图 14 是与现用技术有关的直立式基板处理装置中的反应室的反应管内的模式性剖面图。

反应管 106 内部的结构为：作为处理对象的基板（衬底），插入以多层重状态承载晶片 107 的舟 108，此外，作为用于工艺处理反应管 106 内的晶片 107 的气体导入部，设置了气咀 101。

通过在气咀 101 上设置多个气咀孔 103（图 14 中示出 5 个），使用于处理的气体由气体输入口 105 进入，沿气咀 101 内前进，从气咀孔 103 提供给各晶片 107。

提供给各晶片 107 的气体对各晶片 107 实施形成所希望的膜层的工艺处理之后，由排气口 118 排出反应管 106 外。

然而，当设置在气咀 101 上的各个气咀孔 103 的开口面积全部相同时，由各气咀孔 103 提供给各晶片 107 的气体流量及流速存在着由靠近气体输入口 105 的上游一侧到远离的下游一侧逐渐减少的问题。

也就是说，正如图 14 所示，在统一工艺处理多个晶片 107 的装置之中，从给每片晶片提供气体的观点来看，表面上看起来气咀 101 给每片晶片 101 提供了均匀的气体，其实气体流量及流速均发生了差异，

并未给所有的晶片 107 提供相同的条件。

例如当把设置在气咀 101 上的 5 个气咀孔 103，由靠近气咀 101 的输入口 105 的上游，朝远离的下游，分别设定为第 1 气咀孔、第 2 气咀孔、...第 5 气咀孔，把各气咀孔 103 提供的气体流量设定为  $q_1$ 、 $q_2$ 、... $q_5$  时，出现了  $q_1 > q_2 > q_3 > q_4 > q_5$  的情况。

此外，气体的流速也出现了由第 1 气咀孔 103 提供的气体最快，而往下第 2 气咀孔、第 3 气咀孔、...逐步变慢。

其结果是提供给各晶片 107 的气体的流量及流速均出现了不均匀。

这样一来，在倍受气体提供量左右的晶片的工艺处理之中，在承载的各晶片 107 上形成的膜必然会出现不均匀。

再回到图 14，考察该气体的提供量不均匀的原因。

在处于给晶片 107 提供气体状态的气咀 101 内，将输入口 105 和第 1 气咀孔 103 间的气体流量设定为  $q_{00}$ ，将气体的压力设定为  $p_0$ 。接着将第 1 与第 2 气咀孔 103 间的气体流量设定为  $q_{01}$ ，将气体压力设定为  $p_1$ 。下面与此相同，将第  $n-1$  与第  $n$  个气咀孔 103 间的气体流量设定为  $q_0(n-1)$ ，将气体压力设定为  $p(n-1)$ 。

另外，将第  $n$  气咀孔 103 喷出的气体流量设定为  $q_n$ 。

此时，由设置在从气咀 101 的上游到整个下游的开口面积相同的多个气咀孔 103 中喷出的气体流量  $q_n(n=1, 2, \dots)$  正如式 1 所示从上游的气咀孔到下游的气咀孔逐渐减少。

$$q_1 > q_2 > \dots > q_{n-1} > q_n \quad (1)$$

这是因为在气咀 101 内由上游到下游流动的气体是在其气体流量  $q_0(n-1)$  通过气咀孔 103 时减少了从该气咀孔 103 喷出的气体流量  $q_n$  之后流向下一个气咀孔的，所以流过该气咀孔 103 后的气体流量  $q_{0n}$  则如式 2 所示，随着从上游到下游方向逐步减少。

$$q_{0n} = q_0(n-1) - q_n \quad (2)$$

此时气咀 101 内的流动气体的气体密度从上游到下游，逐渐减少由气咀孔中喷出的气体流量部分。由于气体的密度与气体压力密切相

关，所以与气咀孔 103 相对应的气咀 101 内的部位的气体压力  $p_n$  也如式 (3) 所示，从上游到下游逐渐下降。

$$P_1 > p_2 > \dots > p_{n-1} > p_n \quad (3)$$

因此，从各气咀孔 103 喷出的气体流量  $q_n$  并不相等。此外，若将气咀孔 103 的开口面积设定为  $S$ ，则从气咀孔中喷出的气体流速  $V$  可用式 (4) 所示。由于从各气咀孔中喷射出的

$$V = q_n / S \quad (4)$$

气体流量  $q_n$  并不相等，所以若喷咀孔的开口面积相同，则从各气咀孔 103 中喷射的气体的流速也不同。因此由于在上述的现用的气咀 101 之中，从各气咀孔 103 喷射出的气体的气体流量及气体流速均不同，因而无法给承载的各晶片提供均匀的气体。

对于上述问题，有两种先驱性的解决办法。

第 1 种解决办法是从上游到下游逐步扩大气咀孔 103 的开口面积，用扩大开口面积的办法增加下游逐渐减少的气体流量。然而即便通过扩大开口面积能使气体流量相等，正如式 (4) 所示，随着开口面积的扩大，流速会变得不同。因此各从气咀孔 103 中喷出的气体依然无法消除气体流速的不均匀。

第 2 种解决办法是将气咀自身制造成可忽视喷出量的容纳大量气体的大容量气咀，使从各气咀孔 103 中喷出的气体流量相等，以便实现即便从上游到下游由气咀孔 103 中喷射出气体，与各气咀孔对应部位的气咀 101 内的气体压力也不发生变化。然而由于要受容纳气咀的反应室内的容积的限制，而把气咀自身的容量增加到气咀 101 内的气体压力不受气体喷出量影响的程度并不现实。

而且上述问题并不局限于晶片而是广泛适用于所有基板。

### 发明内容

为此，本发明的目的在于提供一种从与上述的结构完全不同的视角出发，通过均匀提供气体，即可实现基板间的处理的均匀性的基板处理装置。

依据本发明的第 1 种方式所提供的基板处理装置，其特征在于包

括：收容多层配置的基板的反应室、沿上述基板的多层配置方向设置的气体导入部、以及缓冲室；将至少二种用于处理基板的气体按每一种气体交替地提供到上述反应室内，在上述基板上形成所需要的膜，上述缓冲室位于上述反应室的内部，上述气体导入部位于上述缓冲室的内部；上述气体导入部具有沿上述多层配置方向的多个气体输入口，上述多个气体输入口设置成其开口面积随着流经上述气体导入部内的气流由上游到下游，依次逐渐变大，从上述多个气体输入口将上述处理基板用的气体中的至少一种导入上述缓冲室；上述缓冲室具有沿上述基板多层配置方向设置的多个供气口，将从上述气体导入部导入的上述处理用气体由上述多个供气口提供给上述反应室内；设置在上述缓冲室上的上述多个供气口的开口面积基本相等。

由于具有该构成，本发明涉及的基板处理装置可使由上述气体导入部提供的流速不均匀的气体在上述缓冲室内变均匀，从而可对基板提供均匀的气体。

设置在上述缓冲室中的多个供气口的开口面积最好相等。

通过设置具有相同开口面积的供气口，可使提供给基板的气体更为均匀。

最好在上述缓冲室内设置用于产生等离子的电极。

通过采用在缓冲室内设置产生等离子的电极的结构，可在靠近基板的位置上而且以均匀的压力状态靠等离子生成活性种，从而能给基板均匀提供更多的活性种。

依据本发明的第2种实施方式所提供的基板处理装置，其特征在于包括：收容多个基板的处理室；包括多个第一供气口的第一供气件；包括多个第二供气口的第二供气件；包括多个第三供气口的第三供气件；其中，所述多个第一供气口的开口面积基本相等；所述第一供气件位于所述处理室的内部，所述第二供气件位于所述第一供气件的内部；第二供气件从所述第二供气口来的第一处理气体提供给所述第一供气件，所述第二供气件所提供的所述第一处理气体由所述第一供气口提供给所述处理室，所述第二供气口的开口面积随着提供给所述第二供气件并流经所述第二供气部内的所述第一处理气体流由上游到下游，依次逐渐变大，所述第一处理气体用于在活性状态处理所述基板；所述第三供气件由所述第三供气口提供第二处理气体进入所述处



理室，所述第二处理气体不是活性气体；至少所述第一处理气体和所述第二处理气体被交替地提供给所述处理室，以便在所述基板上形成膜。

本发明的上述以及其余目的，特征及优点想必通过附图以及下面的详细的说明能够更为了解。

### 附图说明

图 1 是本发明的第 1 实施方式所涉及的基板处理装置的反应管内部的模型剖面图。

图 2A 是本发明的第 1 实施方式所涉及的基板处理装置的反应管模型剖面图。

图 2B 是沿图 2A 的 aa' 线的纵剖面图。

图 3A 是本发明的第 1 实施方式所涉及的气咀斜视图。

图 3B 是本发明的第 1 实施方式所涉及的缓冲室的斜视图。

图 4 是本发明的实施方式所涉及的直立式基板处理装置的简要构成图。

图 5A 示出本发明的第 2 实施方式所涉及的基板处理装置的反应管的外观，图 5B 示出本发明的第 2 实施方式所涉及的基板处理装置的反应管简要纵剖面，图 5C 示出本发明的第 2 实施方式所涉及的基板处理装置的反应管的部分切割后的简要纵剖面。

图 6 是沿图 5A 的 A-A 线的横剖面。

图 7 是本发明的第 3 实施方式所涉及的基板处理装置的反应管的横剖面。

图 8 是本发明的第 4 实施方式所涉及的基板处理装置的反应管的横剖面。

图 9 是本发明的第 5 实施方式所涉及的基板处理装置的反应管的横剖面。

图 10 是本发明的第 6 实施方式所涉及的基板处理装置的反应管的局部横剖面。

图 11 是本发明的第 7 实施方式所涉及的基板处理装置的反应管的局部横剖面。

图 12 是本发明的第 8 实施方式所涉及的基板处理装置的反应管的局部横剖面。

图 13 是本发明的第 9 实施方式所涉及的基板处理装置的反应管的横剖面。

图 14 是现用技术所涉及的基板处理反应管内部的模型剖面。

### 具体实施方式

首先边比较本发明的实施方式中采用的两种基板工艺处理方式 - CVD 法与 ALD 法，边简要介绍二者的成膜处理。

CVD 法（化学气相沉积）是一种在某种成膜条件（温度、时间等）下，将用于成膜的 1 种（或 1 种以上）的原料气体混合之后提供给基板，采用气相反应和表面反应或仅用表面反应的方法使之沉积在基板上，发生反应之后成膜的方法。

ALD 法（单原子层沉积）是一种在某种成膜条件（温度、时间等）下，将用于成膜的两种（或两种以上）的原料气体每次一种交替提供给基板，使之按 1 个原子层单位沉积，利用表面反应成膜的方法。

也就是说，当利用的化学反应是  $\text{SiN}$ （氮化硅）成膜的情况下的 ALD 时，使用 DCS（二氯硅烷）和  $\text{NH}_3$ （氨），可在  $300 \sim 600^\circ\text{C}$  的低温下形成高品质的膜。与之相对应，采用 CVD 法时，成膜温度相对要高，通常都在  $600 \sim 800^\circ\text{C}$ 。此外，从供气角度而言，采用 ALD 法时每次只供应一种气体，交替供应多种气体（不同时供应），而与之相对应的 CVD 法则是同时供应多种气体。而且关于膜层厚度的控制，ALD 法是用反应性气体的供给周期来控制的。（例如若设成膜速度为  $1\text{\AA}/\text{周期}$ ，则需要形成  $20\text{\AA}$  的膜厚时，可重复处理 20 个周期。与之相对应的 CVD 法则与此不同，是通过控制时间来实现的。

在此参照图 1~图 13 说明本发明的实施方式。

在图 1~图 13 之中共同的部分用相同标号标示。

首先用图 4 简要介绍本发明的各种实施方式所涉及的直立式基板处理装置的基本构成。

图 4 示出直立式基板处理装置的外观。由图可知，该装置将多个

片处理用基板 - 直径 200mm 的晶片承载于反应室 - 石英制的反应管内, 采用 CVD 法或其中的 ALD 法工艺处理成膜。

直立式基板处理装置具有主体 60 以及给主体提供电力等的供应部 61。

在主体 60 内部, 设置了对晶片实施工艺处理的直立式反应室 - 反应管 6, 以及适当加热该反应管 6 的加热器 16。而且在反应管 6 的下方, 设置了使晶片进出反应管 6 的舟 8 以及使该舟 8 上下活动的舟升降机 36。

此外, 当需要在反应管 6 内生成等离子时, 可在反应管 6 内设置电极 52, 通过 RF 匹配单元 53 由高频电源 51 给该电极 52 施加高频电力。

此外, 在主体 60 的内部还设置了临时保管给上述舟 8 提供晶片的晶片收容盒的保管架 34、以及从该保管架 34 给舟 8 提供处理前的晶片, 取出处理后的晶片的晶片转移机 38。

而在保管架 34 与外界收授晶片盒 32 的 I/O 载物台 33 之间, 由晶片盒装料器 35 负责搬运晶片盒 32。

I/O 载物台 33 设置在装置前面, 与装置外部收授收容晶片的晶片盒 32。

在此简要介绍上述直立式基板处理装置的动作。

将收容了晶片的晶片盒 32 装到 I/O 载物台 33 之上。

装在 I/O 载物台 33 之上的晶片盒 32, 由晶片盒装料器 35 依次运到保管架 34 之上。

每个晶片盒 32 之中收容 25 片晶片。

晶片转移机 38 从保管架 34 上取出晶片, 转移到石英舟 8 之上。由于舟 8 可装填 100 片晶片, 因而上述晶片转移机 38 的转移动作要重复若干次。

往舟 8 上装填晶片的动作一结束, 舟 8 即靠舟升降机 36 上升, 插入反应管 6, 此后气密性保持在反应管 6 之内。

反应管 6 内的气体由未图示的排气口用泵排出, 一旦达到规定的

压力即通过未图示的旋转装置使舟 8 施转，并把额定流量的用于成膜处理的气体提供给反应管。所提供的用于处理的气体靠未图示的调压装置保持着额定压力。此时，反应管 6 内部的晶片靠加热器 16 保持着额定温度。

象这样在晶片上进行成膜处理的工艺流程的内容将在后文中介绍。

此外，这时采用等离子 CVD 法或 ALD 法进行成膜处理的情况下，关于由高频电源 51 经过 RF 匹配装置 53 给电极 52 施加高频电力，在上述用于成膜的气体之中生成等离子，并进行使该用于成膜的气体活化的操作内容也将在后文介绍。

成膜处理工艺一结束，晶片舟 8 则靠舟升降机 36 从反应管中下降，经过晶片转移机 38、保管架 34、晶片盒装料器 35，被送到 I/O 载物台 33 之上，然后再送到该装置之外。

下面介绍采用上述直立式基板处理装置的实施方式。

(第 1 实施方式)

该方式是在成膜处理工艺中使用 CVD 法的实施方式。

图 2A 是本实施方式所涉及的直立式基板处理装置中的反应管的模型横剖面，图 2B 是沿图 2Aa-a' 的纵剖面。

在图 2A 之中，在直立式反应室 - 反应管 6 的外周设置了加热器 16，在其内部作为多个片被处理对象的基板，多层承载着晶片 7。

此外，在反应管 6 的内壁与晶片 7 之间的圆弧形空间内，在反应管 6 的下部到上部的内壁上，沿晶片的装载方向，设置了缓冲室 17，在该缓冲室 17 与晶片 7 相邻的腔壁上，设有作为供气孔使用的缓冲室孔 3。该缓冲室孔 3 的开口正对着反应管 6 的中心。

而在该缓冲室 17 内与设置缓冲室孔 3 的一端相反方向的另一端，仍是从反应管 6 的下部到上部沿晶片 7 的装载方向配置了设置在气体导入部的气咀 2。而且在该气咀 2 上设置了多个气咀孔 4。

另外，正如图 2B 所示，反应管 6 的外周被加热器 16 所覆盖。而且反应管 6 由炉口法兰盘 25 支持，炉口法兰盘 25 的炉口由炉口盖 27

密封。

反应管 6 内的中心部设置了以同一间隔分层装载着多个片晶片 7 的舟 8, 该舟 8 设定为可通过上述舟升降机进出于反应管 6。此外, 为了提高处理的均匀性, 在舟 8 的下面设有用来旋转舟 8 的旋转装置 15。

在舟 8 进入反应管 6 内, 对晶片进行成膜处理期间, 分层装载的各个晶片 7 与缓冲室 17 保持等距离状态。

沿反应管 6 的内壁设置了缓冲室 17, 在缓冲室 17 内的反应管 6 一侧, 自下而上配置了气咀 2, 在其下部则形成气体输入口 5。在气咀 2 和缓冲室 17 之上设有上述气咀孔和缓冲室孔, 关于该孔的开口状态由图 3A、图 3B 示出。

图 3A 是图 2A~图 2C 所示的气咀的斜视图, 图 3B 也一样, 是图 2A~图 2C 所示的缓冲室的斜视图。

图 3A 所示的气咀 (气体喷嘴) 2 是剖面为圆形的管材, 在其侧面从该气咀 2 的最上部到缓冲室底部设置了由气体的上游到下游直线性排列的气咀孔 4, 而且其开口面积从上述气体输入口的角度而言, 从其上游端 (图 3A 中为下方) 到下游端 (图 3A 中为上方) 逐渐变大。

图 3B 所示的缓冲室 17 是剖面为圆弧形的管材, 在其里侧面一端, 沿晶片 7 的装载方向直线性排列设置了具有相同开口面积的缓冲室孔 3。

下面再回到图 2B。

在反应管 6 下部的一侧设置了与未图示的排气泵连接的排气口 18。

在此参照图 2A、图 2B, 就反应管 6 内采用 CVD 法往晶片 7 上沉积膜层的成膜工艺加以说明。

形成成膜原料的处理气体从气体输入口 5 提供给气咀 2。在气咀 2 上, 设置了多个上述气咀孔 4, 将气体喷入缓冲室 17。然而, 正如作为前驱性解决办法中所介绍的那样, 若仅仅控制气咀孔 4 的开口面积, 很难使从多个气咀孔 4 中喷出的气体的流量与流速相同。

因此在本发明之中, 通过将气咀孔 4 的开口面积自上游到下游逐

步加大，使从各气咀孔 4 中喷出的气体虽然有流速方面的差别，但其流量却大体相同。而且并不是将该各气咀孔 4 中喷出的气体直接喷入反应管 6，而是首先喷到缓冲室 17 之中，使上述气体流速方面的差异平均化。

也就是说，在缓冲室 17 之中，由各气咀孔 4 喷出的气体在缓冲室 17 内缓和其各气体微粒的速度之后再由缓冲室孔 3 喷到反应管 6 内。其间，由于从各个气咀孔 4 喷出的气体交换彼此的运动能量，因而从各缓冲室孔 3 喷出时可使之成为具有均匀流量与流速的气体。

关于在上述缓冲室 17 中的供气量的均匀性，下面参照图 1 进一步加以说明。

图 1 是表示本发明所涉及的直立式基板处理装置的反应管内部的气咀、缓冲室、晶片相互关系的模型剖面图。

在图 1 之中，反应管 6 内设置了缓冲室 17，在缓冲室 17 内配置了气咀 2，还设置了排出反应管 6 内气体的排气口 18。

在反应管 6 内与缓冲室 17 相邻，还设置了承载晶片 7（图 1 中为承载 5 片）的舟 8。

在气咀 2 和缓冲室 17 上，设置了气咀孔 4 和缓冲室孔 3，（图 1 为各设置 5 个），气咀孔 4 的开口面积，从气体输入口的角度而言，从上游到下游逐渐变大。

采用该构成，当把从气咀 2 上靠近输入口 5 的上游端到远离输入口的下游端分别设定为第 1 孔、第 2 孔...第 5 孔，把从各气咀孔 4 提供的流量设定为  $Q_1$ 、 $Q_2$ ... $Q_5$  时，能使  $Q_1 = Q_2 = \dots Q_5$ 。

然而，正如前驱性解决办法中已介绍过的那样，在气体的流速方面，从第 1 孔的气咀孔 4 中喷出的气体流速最大，而在其后的第 2 孔、第 3 孔则逐渐变小。

流量相同但流速不同的  $Q_1 \sim Q_5$  的气流首先被输入缓冲室 17。其间， $Q_1 \sim Q_5$  的气流通过彼此之间的能量互换使流速方面的差异变均匀，因而缓冲室 17 内的压力变为基本相同。

其结果，当把从各缓冲室孔 3 中喷出的气流的流量设定为  $R_1$ 、

R2...R5 时，即便各缓冲室孔 3 的开口面积相同，但由于缓冲室 17 内的压力均匀所以在  $R1 = R2 = \dots R5$  的同时，其流速也变得相同。

此外最好把缓冲室孔 3 的各个开口位置设定为分别与之相邻的晶片 7 间隔相同，通过设定将气体提供给装载的各晶片 7 间的间隔部分，把流量与流速均已平均化的气体高效提供给晶片 7。

通过把流量与流速均已平均化的气体高效提供给晶片 7，除了能使各晶片 7 间的成膜状态变得更为均匀之外，还可大幅度提高晶片 7 的工艺处理速度。

在上述介绍之中以 CVD 为例记述了气咀、缓冲室的构成，然而该结构同样适用于 ALD 法。

#### (第 2 实施方式)

该方式是在成膜处理工艺中使用了 ALD 法的实施方式。

下面就采用 ALD 法成膜的实施方式加以具体说明。

当采用 ALD 法在晶片 7 上成膜时，也可使用上述直立式的基板处理装置。但在采用 ALD 的情况下，当要求采用等离子等使处理气体活化时，需要在该过程中增加必要的装置及操作。

下面用图 5A、5B、5C 以及图 6 说明用 ALD 法成膜的情况。

图 5A、5B、5C 是从不同侧面展示在采用 ALD 法成膜时使用的，本发明所涉及的直立式基板处理装置中的反应室 - 反应管的外观及内部的图，图 6 则是其 A - A 横剖面。

在图 5A、5B、5C 之中，图 5A 示出反应室的外观，图 5B、图 5C 示出反应室的纵剖面，加热器、晶片、舟、反应管和炉口法兰盘的接合部、舟旋转装置则省略。

在图 6 之中，反应管的外周设置了加热器 16，在其内侧，作为多个片处理对象的基板，多层承载着晶片 7。在反应管 6 的内壁和晶片 7 之间的圆弧形空间内靠反应管内壁一侧，沿晶片 7 的装载方向设置了缓冲室 17，在与晶片相邻一侧的壁面上设置了缓冲室孔 3。

此外，在反应管 6 的下部设有排气口 18。

在图 2A 中说明的反应管之中，气咀配置在与缓冲室内设置缓冲

室孔的一端相反方向的另一端,而在本实施方式所涉及的反应管之中,并无气咀,而是配置了供气室 43 取代其功能,在其下部设有气体输入口 5。

而且,在供气室 43 与缓冲室 17 的间隔板上设置了具有与上述气咀所设置的气咀孔结构相同的供气室孔 47,并将设置在缓冲室 17 上的各缓冲室孔 3 的开口位置分别设置在和与之相邻的晶片 7 间隔相同的位置上。

其结果,正如第 1 实施方式中所述,一旦从气体导入部输入气体即可将气体均匀地提供给承载的各个晶片。

此外,在本实施方式之中,缓冲室 17 内自上而下配置的电极 52,由电极保护管 50 保护,该电极 52 通过 RF 匹配单元 53 与高频电源 51 连接。

其结果,可使电极 52 在缓冲室 17 内产生等离子 14。

本实施方式中,从缓冲室孔 3 的开口位置计算,在反应管 6 内壁 120°左右的位置上增设了反应气体缓冲室 42。该反应气体缓冲室 42 是在使用 ALD 法成膜,给晶片 7 每次提供一种气体、交替提供多种气体时,用来与缓冲室 17 共同分担气体供给种类的。

该反应气体缓冲室 42 也与缓冲室 17 一样,在与晶片相邻的位置上以同一间隔设有反应气体缓冲室孔 48,在其下部设有反应气体输入口 45。然而,与缓冲室 17 不同之处在于:它没有供气室 43 和电极 52。此外,反应气体缓冲室孔 48 还具有其开口面积从上游到下游逐渐变大的结构。

排气口 18 设在反应管 6 的下部,但在使用上述 ALD 法成膜,给晶片提供一种气体,交替提供多种气体时,该排气口 18 形成可排除反应管 6 内部气体的结构。

图 5A 是可从正面观察缓冲室 17 时的反应管 6 的外观及内部(虚线标示)构成。

在反应管 6 内自上而下设置了缓冲室 17,与缓冲室 17 相邻设置了供气室 43。而且在缓冲室 17 之内,自上而下配置了被电极保护管



50保护的电极52，在供气室43的下部设置了气体输入口5。

该电极保护管50形成可使细长结构的电极52以与缓冲室17的气氛隔离的状态插入缓冲室17内的结构。在此，由于电极保护管50内部是与外部气（空气）相同的气氛，所以插入电极保护管50的电极52有可能因未图示的加热器的加热而被氧化。为此，电极保护管50的内部设定为非活性气体净化结构，采用填充氮气等非活性气体或净化方法，充分抑制其中的氧气浓度。

在从该缓冲室17沿反应管6的内壁环绕一定距离的位置上，同样是自上而下设置了反应气体缓冲室42，在其下部设置了反应气体输入口45。

此外，在从缓冲室17朝与反应气体缓冲室42相反的方向，沿反应管内壁环绕一定距离的下部位置上设置了排气口18。

图5B是缓冲室孔3及反应气体缓冲室孔48处于正面观察位置时的反应管6的内部情况。

在反应管6内自上而下设置了缓冲室17以及与之相邻的供气室43，在缓冲室17内自上而下与未图示的晶片相邻的位置上以相同间距设置了具有同一开口面积的缓冲室孔3。而且缓冲室孔3在具有同样厚度的缓冲室17的腔壁上具有同样的开口面积。

在从该缓冲室17环绕反应管6内壁一定距离的位置上，同样是自上而下，设置了反应气体缓冲室42。而且，在反应气体缓冲室42内，自上而下在与未图示的晶片相邻的位置上设置了具有同一间隔的反应气体缓冲室孔48。而反应气体缓冲室孔48的开口面积的结构为：从上游到下游，在图5A、5B、5C之中则是由下而上逐渐加大。

图5C是为了从正面观察设置在供气室43上的供气室孔47的反应管6的纵剖面图。

在反应管6内自上而下与缓冲室17相邻的位置上设置了供气室43。而且在缓冲室17与供气室43的间隔壁上，由上部到与未图示的晶片相邻位置还要靠下许多的下部，设置了供气室孔47。供气室孔47的开口一直延伸到缓冲室最下端的理由是为了不让缓冲室17内产生

气体沉淀区。

而供气室孔 47 的开口面积与图 3A 中所示的气咀上的气咀孔相同，采用了从气体的上游到下游方向逐渐加大的构成。

下面参照图 5A、5B、5C 及图 6 说明采用 ALD 法往反应管 6 内的晶片 7 上沉积膜的情况。

在该成膜例中，介绍作为处理气体，交替提供氨气 ( $\text{NH}_3$ ) 的活性种以及二氯硅烷 ( $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ ) 气体，采用原子层成膜法形成  $\text{SiN}_x$  膜（氮化硅膜）的方法。

在反应管 6 内装填 100 片晶片，并使反应管 6 内部保持气密状态。采用未图示的泵，通过排气管 18 排掉反应管 6 内的气体，并通过调节加热器 16 的温度使反应管 6 内保持  $300 \sim 600^\circ\text{C}$  范围内的某一规定温度。

首先把氨气从气体输入口 5 提供给供气室 43。

为了使从此处喷到缓冲室 17 中的氨气流量相等，因此把开口面积设计为从气流的上游到下游逐渐加大。

因此从供气室孔 47 喷到缓冲室 17 的氨气，其流速虽是上游快下游慢，但其流量则是所有的供气室孔 47 都一样。

该喷到缓冲室 17 中的氨气一旦被输入此处，通过彼此交换动能使流速方面的差异平均化，从而使缓冲室 17 内部的压力平均化。

在氨气被输入缓冲室 17,1 对电极保护管之间的压力相等的状态下，若将高频电源 51 而来的高频电力通过 RF 耦合器 53 提供给插入设置在缓冲室 17 内的两根电极保护管 50 中的棒状电极 52，就会在电极保护管 50 之间生成等离子 14。

而在缓冲室 17 之内，通过氨气等离子化，生成氨气的活性种（晶种），而且由于此时是在缓冲室 17 内的压力均匀的情况下生成等离子，由于对活性种的生有影响的等离子体的电子温度及等离子体密度的分布也变得均匀，因而能够生成分布更为均匀的活性种。

由于靠等离子体等作用生成的活性种有其寿命，若等离子体生成器与晶片 7 之间的距离过远，就会在提供给晶片 7 之前失活，从而造成对

晶片 7 上的反应起作用的活性种数量显著减少的后果，所以等离子体的生成最好在晶片 7 的近旁进行。

若采用该构成，由于是在缓冲室 17 这一晶片 7 近旁生成氨气活性种的，因而能够高效率地把生成的大量氨气的活性种提供给晶片 7。

而两根电极保护管 50 的间隔最好设定为适当的距离，最好是 20mm，以便使等离子体 14 的生成限定在缓冲室 17 之内，此外，虽然等离子体的生成可在缓冲室 17 的任何地方，但最好使输入缓冲室 17 的气体通过该等离子体之中，以设置在缓冲室孔 3 与供气室孔 47 的中间位置为最佳。

此外，应预先把电极保护管 50 与缓冲室孔 3 之间的距离调整为适当间隔，以便缓冲室 17 内生成的等离子体 14 不至于扩散泄漏到缓冲室 17 之外。

其结果因为由缓冲室孔 3 提供给晶片 7 的全部是电特性为中性的氨的活性种，所以能够避免因晶片 7 的电势上升引起的损伤。

正如上述，由于设置在缓冲室 17 上的缓冲室孔 3 其开口面积全部相同，而且由于提供给晶片 7 的氨气的活性种能以均匀的流量及均匀的流速提供，因而能对各晶片进行均匀的成膜处理。

此外，由于缓冲室孔 3 设置在多层承载晶片 7 的间隔的中间位置上，因而能给各晶片 7 提供充足的处理气体。

而在交替提供不同种类的处理气体形成一层层极薄的薄膜的 ALD 法之中，通过适当设定反应管 6 内的压力及温度，每当由该氨气的活性种的提供而形成一层含 N 原子的极薄膜时，范围限定就会起作用，膜厚不会进一步增加。

当整个晶片 7 的表面均形成含氮原子的极薄膜时，施加在电极 52 上的 RF 电力即被切断，并停止氨气的供给。

接着，边用  $N_2$  及 Ar 等非活性气体净化反应管 6 内部，边把这些气体由排气口 18 排出。然后在反应管 6 内的氨气的活性种的浓度充分下降的时刻，停止供给上述非活性气体，由反应气体输入口 45，将二氯硅烷气体输入反应气体缓冲室 42。

在反应气体缓冲室 42 之中，面向反应管 6 的中心设置了由反应气体输入口 45 的上游到下游，开口面积逐渐扩大的反应气体缓冲室孔 48。这样一来，由反应气体缓冲室孔 48 提供给晶片的二氯硅烷虽然流速不同但流量却相同地喷到反应管 6 内。

当然，如果不使用反应气体缓冲室 42 提供二氯硅烷气体，而是在反应管 6 内另外设置一套与提供氨气使用的设备相同的供气室 43 以及与之相邻的缓冲室 17，使流量与流速均保持均匀则会更好。

然而在本实施方式之中，若二氯硅烷气的提供使用比供气室 43 和缓冲室 17 的组合更加简易的反应气体缓冲室 42 使气体流量相等，也有可能晶片 7 上形成很均匀的膜。

一旦在晶片 7 的表面上形成含硅的极薄膜，即停止二氯硅烷的提供。接着用  $N_2$  及 Ar 等非活性气体净化反应管内部，并将这些气体从排气口 18 排出，在反应管内的二氯硅烷浓度充分下降的时刻，停止供给非活性气体。

采用上述一连串的工艺处理，即可形成约  $1\text{\AA}$  的氮化硅薄膜，因此例如当需要在晶片 7 上形成  $500\text{\AA}$  的氮化硅膜的情况下，大约需要重复 500 次上述工艺。

而且通过使承载晶片 7 的未图示的舟以一定速度旋转，即使从晶片 7 的一侧供气，也能在整个晶片 7 上实现更均匀的成膜处理。在本实施方式之中，其旋转速度若有  $1\sim 10\text{rpm}$  就足够了。

因此，在舟不旋转的情况下，晶片 7 的膜厚的均匀性约为  $\pm 5\%$ ，而在旋转舟的情况下，其误差小于  $\pm 1\%$ 。

(第 3~第 5 实施方式)

这是在成膜处理工艺中使用 ALD 法的不同的实施方式。

图 7 是本发明的第 3 实施方式所涉及的直立式基板处理装置的反应管的横剖面。

图 7 所示的反应管 6 与图 6 所示的反应管 6 结构相同，但图 6 的缓冲室 17 内配置了产生等离子体的电极，而图 7 则是配置了一组用于使气体活化的紫外线灯 54 以及用于防止紫外线照射到缓冲室 17 外面的

## 反射板 58。

利用紫外灯 54 的光能使反应气体活化。

在具有以上结构的缓冲室 17 内被激活的处理气体，由缓冲室孔 3 朝晶片上喷出，用上述的 ALD 法在晶片 7 上形成膜层。

图 8 是本发明的第 4 实施方式所涉及的直立式基板处理装置的反应管的横剖面。

图 8 所示的反应管 6 与图 7 所示的反应管 6 结构相同，但图 7 是利用光能激活反应气体的，而在本实施方式中则是用电源 57 把具有适当电阻值的电阻丝（下面使用电加热器）加热到 1600℃ 以上，用来激活与该电加热器接触的气体的。

作为该具有适当电阻值，能产生活性种的电加热器 55，使用 0.5mm 左右的钨丝最为合适。

利用电源 57 的电力将该电加热器加热到 1600℃ 以上，利用热能激活与之接触的处理气体。

在具有以上构成的缓冲室 17 内被激活的处理气体，由缓冲室孔 3 朝晶片 7 喷出，采用上述的 ALD 法在晶片上形成膜层。

图 9 是本发明的第 5 实施方式所涉及的直立式基板处理装置的反应管的横剖面。

图 9 所示的反应管 6 与图 6 所示的反应管 6 结构相同，但图 6 是在缓冲室 17 内配置了产生等离子的电极，而图 9 则采用了在将处理气体输入反应管 6 的气体输入口 5 的更加靠近上游一侧的气体流路上设置了遥控式等离子发生装置 56，使通过此处的气体产生等离子的结构。

通过遥控式等离子发生器 56 的处理用的气体在此处与等离子发生反应而被激活，该被激活的气体由气体输入口 5 进入反应管 6，经供气室 43 提供给缓冲室 17，进而从设置在该缓冲室 17 上的缓冲室孔 3，作为均匀的气体提供给晶片，并采用上述的 ALD 法在晶片上形成膜层。

在此，作为遥控式等离子发生器 56，使用 ICP 线圈最为合适。

采用该构成，与图 6 的装置相比，虽然提供给晶片的活性种的数量减少、处理效率下降，但在对处理效率无要求的情况下仍可使用。

(第 6~第 8 实施方式)

下面参照图 10、11、12 介绍本发明的第 6~第 8 实施方式。图 10、图 11、图 12 分别是本发明的第 6、第 7、第 8 实施方式的基板处理装置中使用的反应管 6 的左半部分的横剖面。

在图 10、图 11、图 12 分别示出的第 6、第 7、第 8 实施方式之中，与第 1 实施方式相同，气咀 102 从反应管 6 的下部直到上部沿晶片 7 的层迭方向配置在缓冲室 17 之内。气咀 102 的下部与气体输入口 5 连通。在气咀 102 之上纵向设置了许多气咀孔（未图示）。此外，与第 1~第 5 实施方式相同，虽未图示，但在反应管 6 的下部侧面上设置了与未图示的排气泵相连的排气口。

在图 10 所示的第 6 实施方式之中，缓冲室 17 的部分腔壁 172 与反应管 6 的部分管壁共用，两根电极保护管 50 配置在与该腔壁 172 的壁面 174 相比，更加靠近设置了缓冲室孔 3 的缓冲室 17 的部分腔壁 171 的壁面 173 的位置上。由两根电极保护管 50 保护的两根电极 52 也配置在与腔壁 172 的壁面 174 相比，更加靠近腔壁 171 的壁面 173 的位置上（电极保护管 50 与缓冲室 17 的腔壁 171 的壁面 173 之间的距离最好为 0~5mm。这里所说的 0mm 是指电极保护管 50 紧贴壁面配置）。两根电极 52 以及两根电极保护管 50 跨越缓冲室孔 3 配置，（即缓冲室孔 3 位于两根电极保护管 50 之间）。这种结构即可使等离子 14 与缓冲室孔 3 的距离变得最短。

通过使两根电极保护管 50 靠近构成缓冲室 17 的腔壁 171 的壁面 173，即可限定主要的气体流路。此外通过在被限定的主要的气体流路通过两根电极保护管 50 之间的位置上设置缓冲室孔 3，即可使反应气体高效通过等离子 14 密度高的区域，从而可使活性种的密度增大。

在图 10 的情况下，缓冲室 17 内的反应气体路径大体上可分为路径 D、路径 E、路径 c、路径 f。路径 D、路径 E 形成主要的气体流路，反应气体的大半都要从两根两极保护管之间通过也就是从等离子 14

密度大的区域通过。

此外，由于等离子 14 距缓冲室孔 3 非常近，而且不必要的气流阻滞也被控制在最小限度内，因而能够把在路径 D、路径 E 生成的活性种的失活控制在最低限度内。此外，即便在进入缓冲室孔的前阶段失活，也能通过等离子 14 再度激活。

另外，那些未流经两根电极保护管 50 间的路径 c、路径 f 的气流，由于其在进入缓冲室孔 3 之前必然要通过等离子 14 的近旁，因而其活性种的密度也会增大，而且路径 c 也与路径 D 一样在输入反应室 6 之前很少失活。

也就是说，采用本实施方式可实现下述各项。

① 能够用高密度等离子激活。（在激活时间点上的活性的密度加大）

② 能够将活性种不失活地送到被处理基板（晶片 7）。

不必为了消除路径 D 与路径 E 上活性种的密度差异而控制形成活性种之前的气体流路也是本实施方式的特征。

在此由于只要把电极保护管 50 贴紧缓冲室 17，就可切断路径 c 与路径 f，而只剩下气体路径 D 与 E，因而能给被处理基板有效提供高密度的活性种，此外，由于消除了路 c、f 通过的间隙，由于装置间的反应气体激活密度没有误差，所以效果更好。

图 11 示出第 7 实施方式，为使气咀 102 提供的气体直线性（路径 F）地通过等离子 14、缓冲室孔 3，因而将气咀 102 与缓冲室孔 3 配置在两根电极保护管 50 之间，与图 10 相同，都是可增加活性种密度的构成。

图 12 示出第 8 实施方式，两根电极保护管 50 中的一根靠近构成缓冲室 17，设置缓冲室孔 3 的腔壁 171 的壁面 173，而另一根电极保护管则靠近反应管 6 与缓冲室 17 共用的部分腔壁 172 的壁面 174，以此来限定主要的气体流路。在主要气体流路 I 通过两根电极保护管 50 间的位置上设置了缓冲室孔 3。

若与图 10 与图 11 的实施方式做比较，就会发现等离子 14 和缓冲

室孔 3 的距离变大, 并随之产生了气流阻滞, 但通过把电极保护管中的一根靠近构成缓冲室 17 的腔壁 171 的壁面 173, 从而可减少失活。

正如上述, 通过使缓冲室 7、电极保护管 50, 以及缓冲室孔 3 的配置最佳化, 即可增大反应气体的活性种的密度。

通过缓冲室 17、电极保护管 50、缓冲室孔 3 的相对位置的最佳化提高反应气体的活性种的密度已在上面介绍, 但是当从另外的角度考虑各处理装置间的处理的一致性、可靠性、重复性时, 则最好采用一致的相对位置。

在上述的例中, 由于电极保护管 50、缓冲室 17 以及缓冲室孔 3 各自独立, 而产生组装误差, 因而会在反应气体活性化浓度方面产生装置间的不一致性。

因而若采用反应管 6、构成缓冲室 17 的腔壁、缓冲室孔 3、电极保护管 50 共为一体的反应管, 则有可能抑制上述不一致性。若各自的材料均采用石英, 则通过溶化形成一个整体应该不成问题。

此外, 由于在上述例中, 使用了电极保护管 50, 因而就电极保护管 50 的位置加以了说明, 不过在不使用电极保护管 50 的情况下, 电极 52 的位置可以说与上述相同。

若采用上述第 6~第 8 实施方式所示的结构, 则与第 1 实施方式相同, 可作为 CVD 装置使用, 而且如图 6 所示, 若在缓冲室 17 之外另增加一个缓冲室 42 的话, 则可作为 ALD 装置使用。

#### (第 9 实施方式)

下面参照图 13 介绍本发明的第 9 实施方式。

本实施方式是在图 10 所示的第 6 实施方式的装置上增加图 6 所示的另一个缓冲室 42, 作为 ALD 装置使用的。

在气咀 102 上纵向设置了许多气咀孔 103。该气咀孔 103 朝缓冲室 17 的腔壁 175 的壁面 176 设置。若将气咀孔 103 朝与壁面 176 相反方向的缓冲室 17 的内侧设置, 在例如第 2 实施方式那样交替从气咀 102 提供氨气、从缓冲室 42 提供二氯硅烷气体, 采用 ALD 法形成氮化硅膜的情况下, 会在氨气滞留、二氯硅烷气体流动时生成反应性副



生成物而形成微粒。因此，将气咀孔 103 朝缓冲室 17 的腔壁 175 的壁面 176 设置，在提供氨气之后用非活性气体净化，不使氨气滞留，从而可防止微粒发生。

在上述第 6~第 8 实施方式中，在气咀 102 的侧面纵向设置了许多气咀孔（未图示），在上述第 9 实施方式中的气咀 102 的侧面也纵向设置了许多气咀孔 103，但也可把气咀 102 设定为规定长度，将气咀 102 的上部设定为开口，在此情况下，气咀 102 的高度最好位于比晶片 7 的搭载位置偏下的位置上。

上面示出种种典型实施方式并加以了说明。不过本发明并不局限于这些实施方式。因此，本发明的范围仅受权利要求范围的限定。

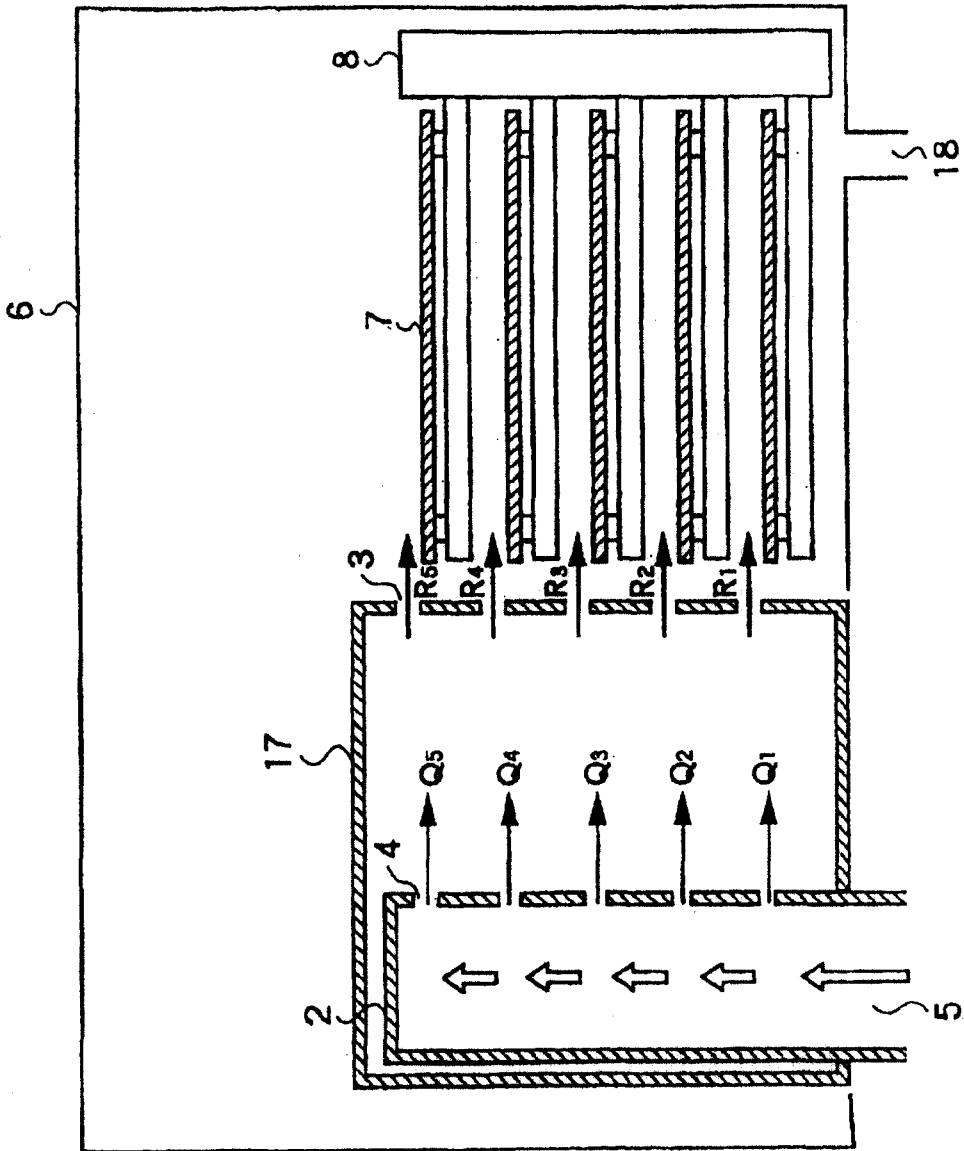


图1

图2 A

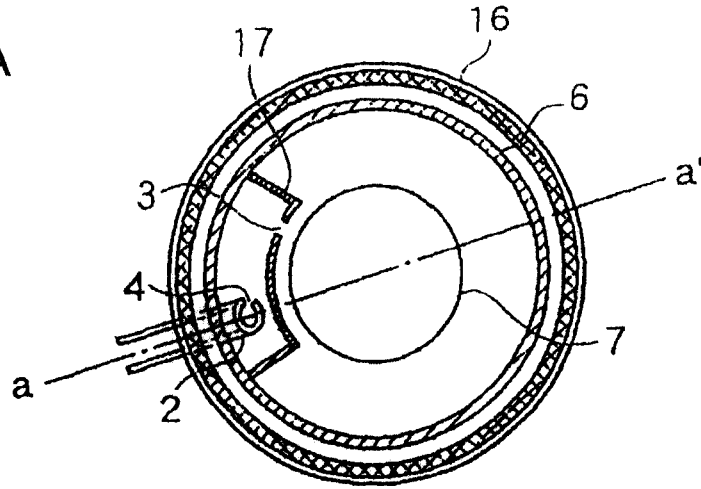


图2 B

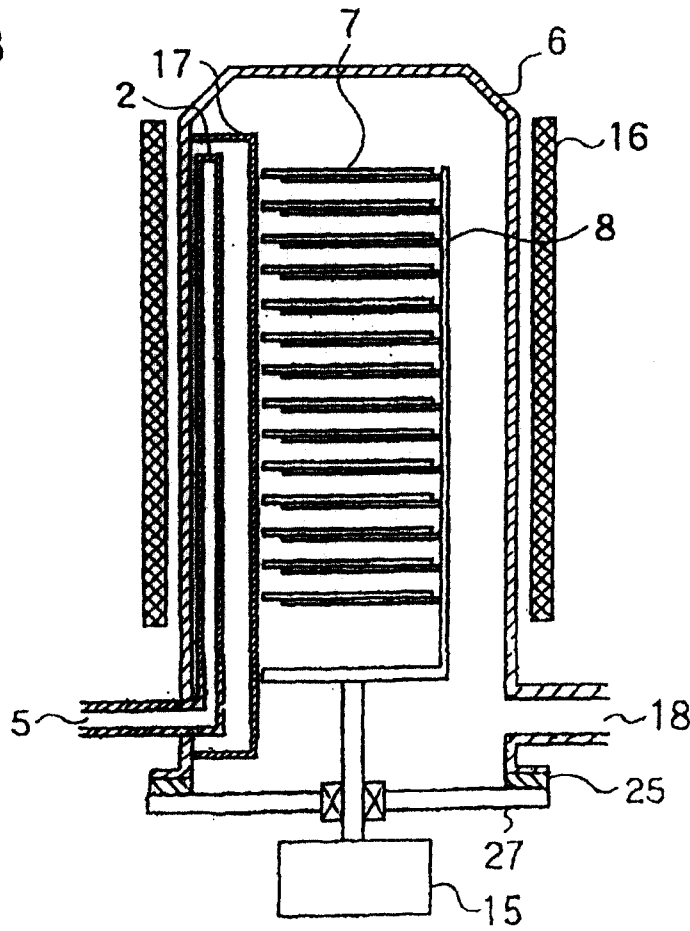


图3 A

图3 B

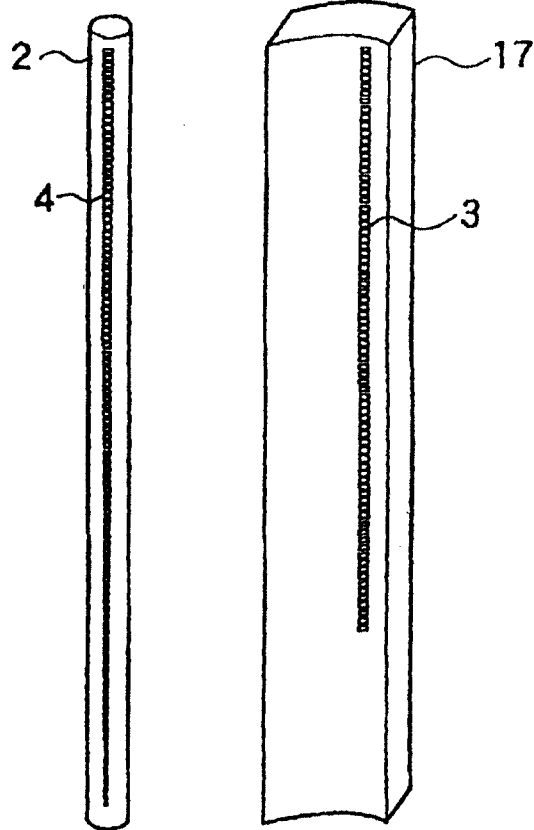
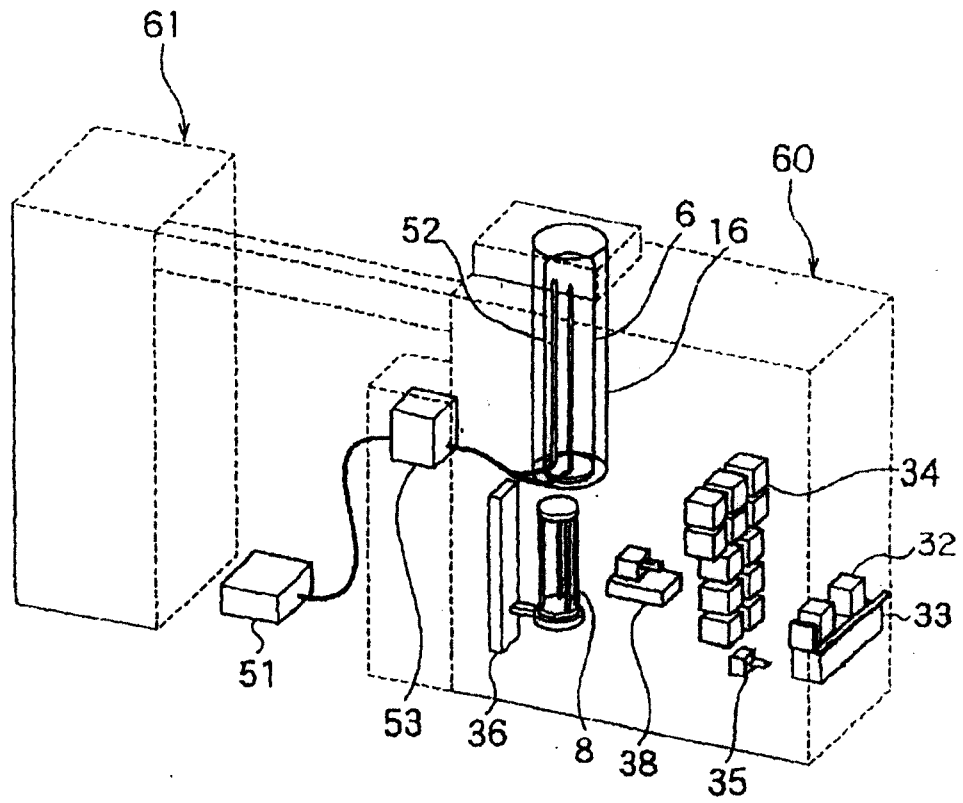


图4



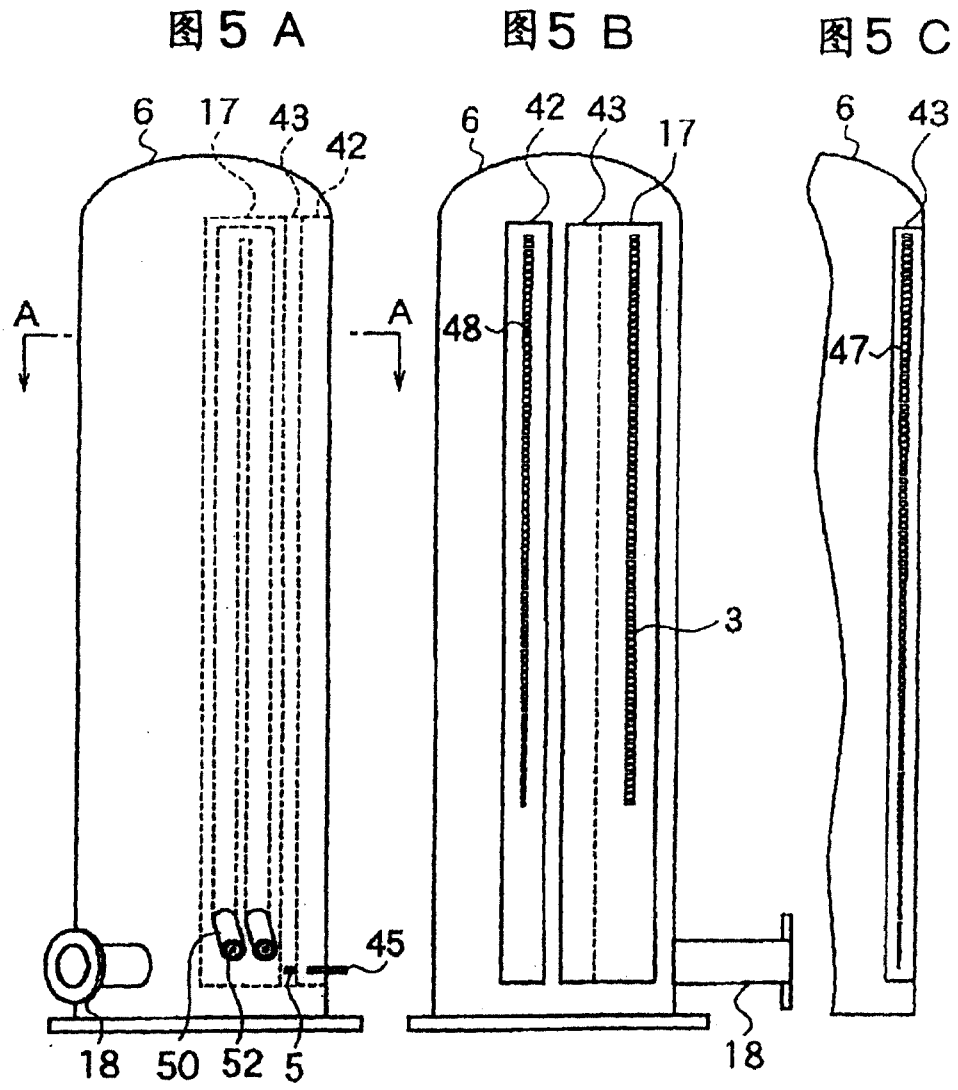


图6

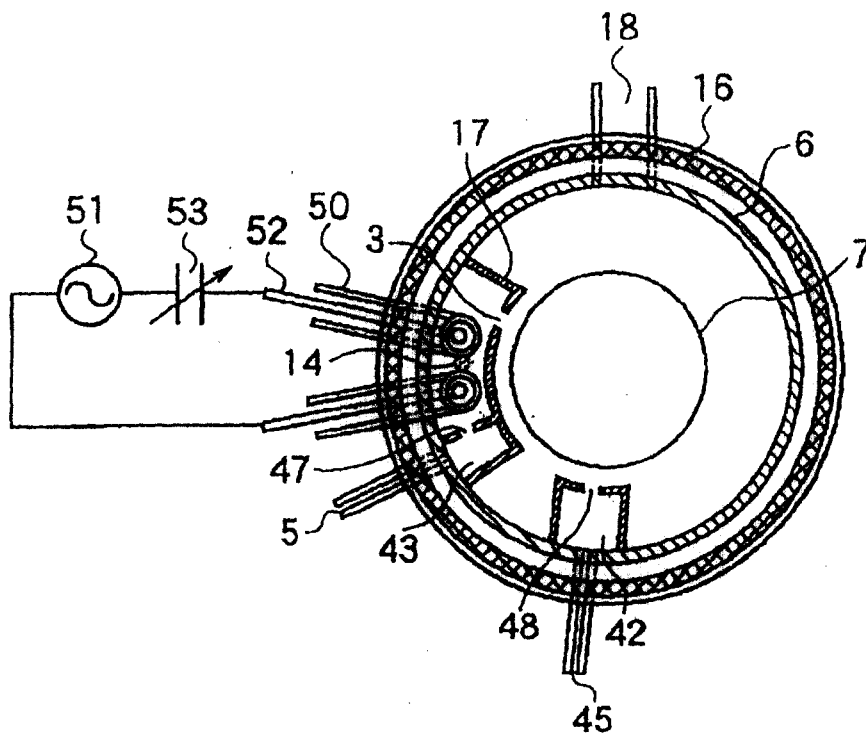


图7

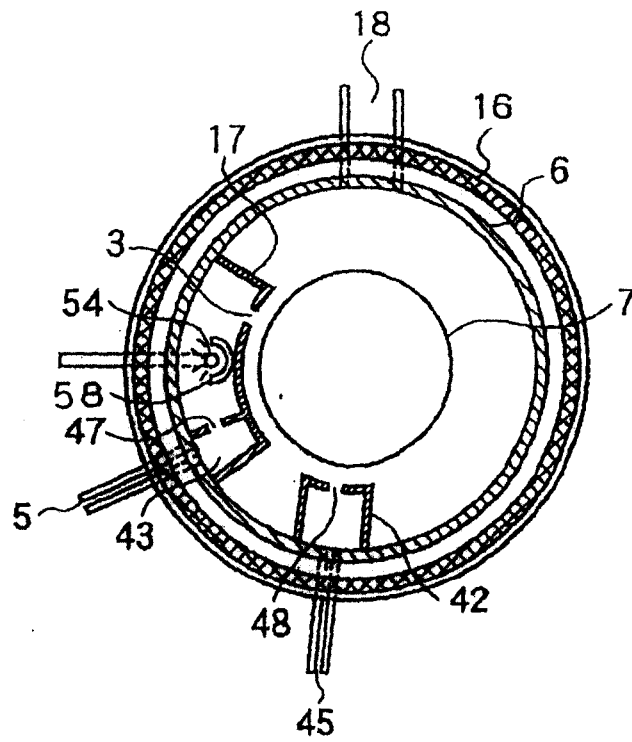




图8

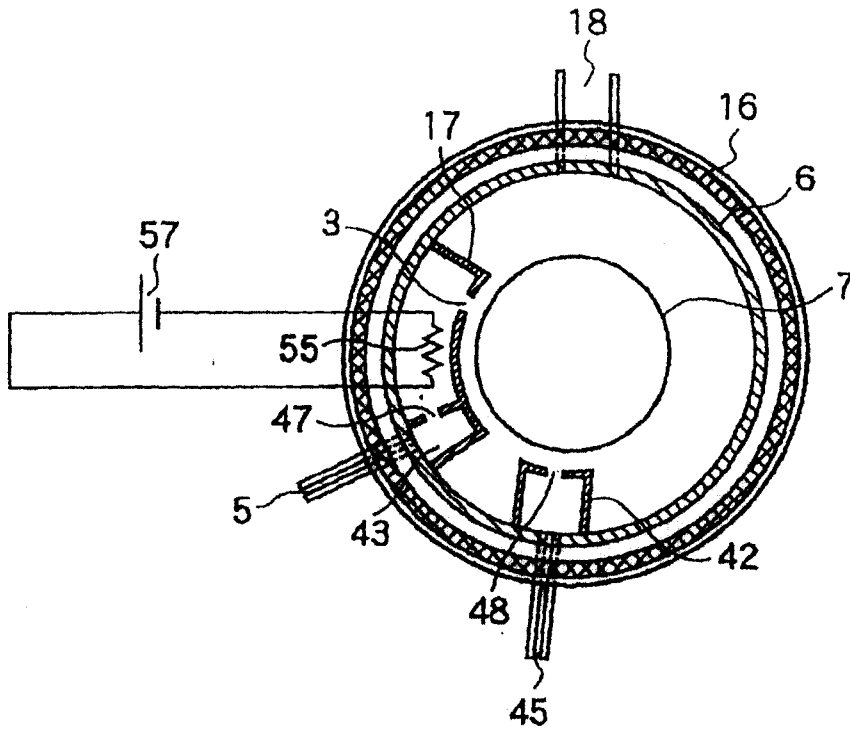


图9

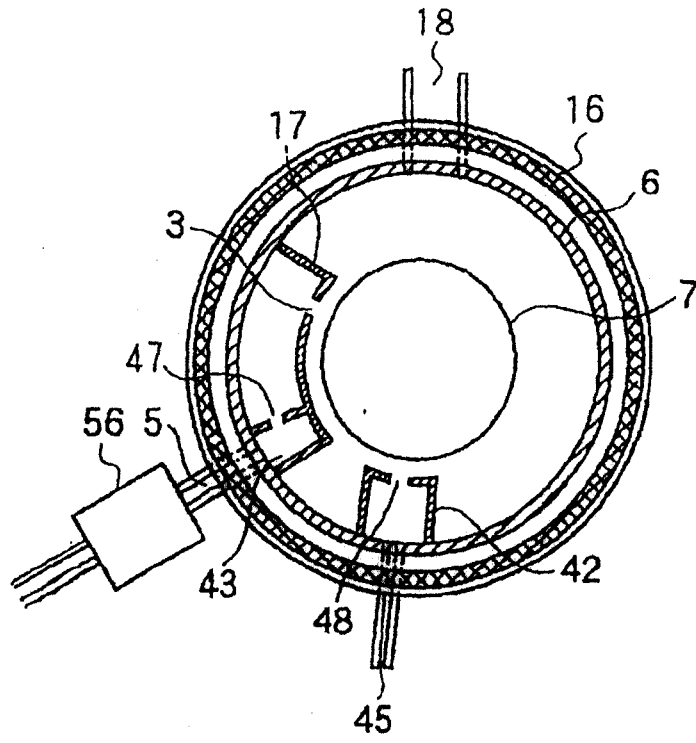


图10

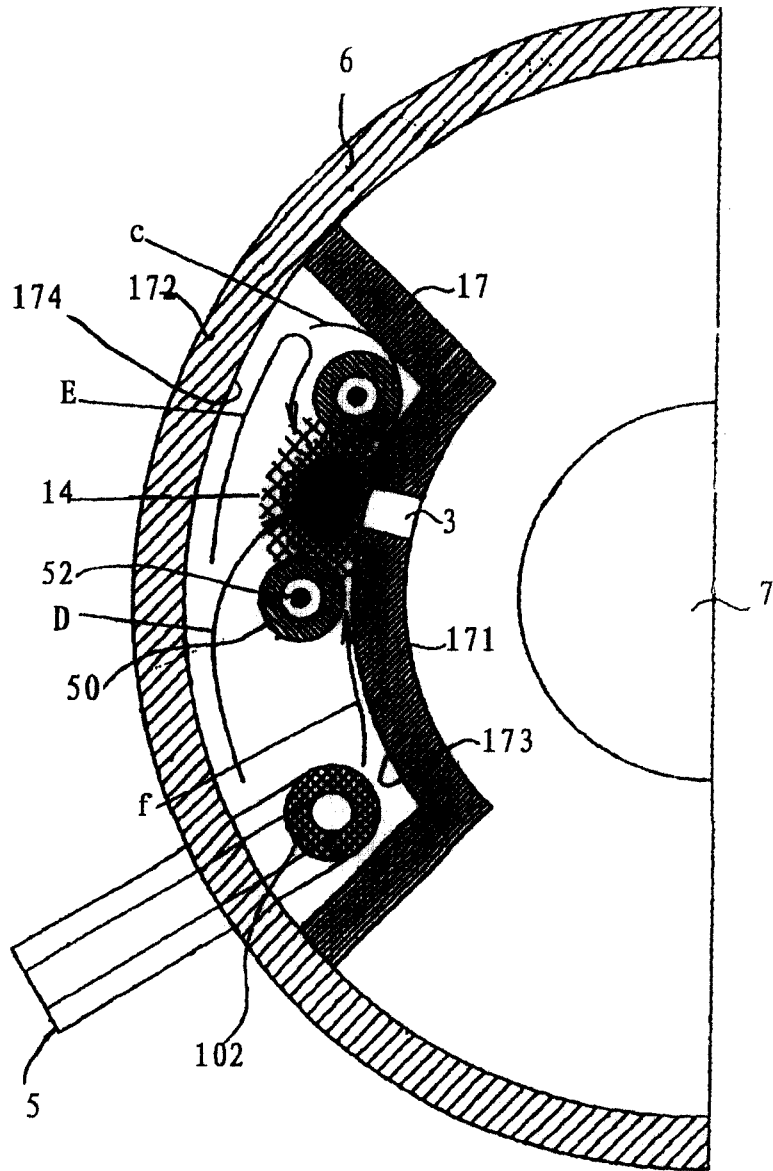


图11

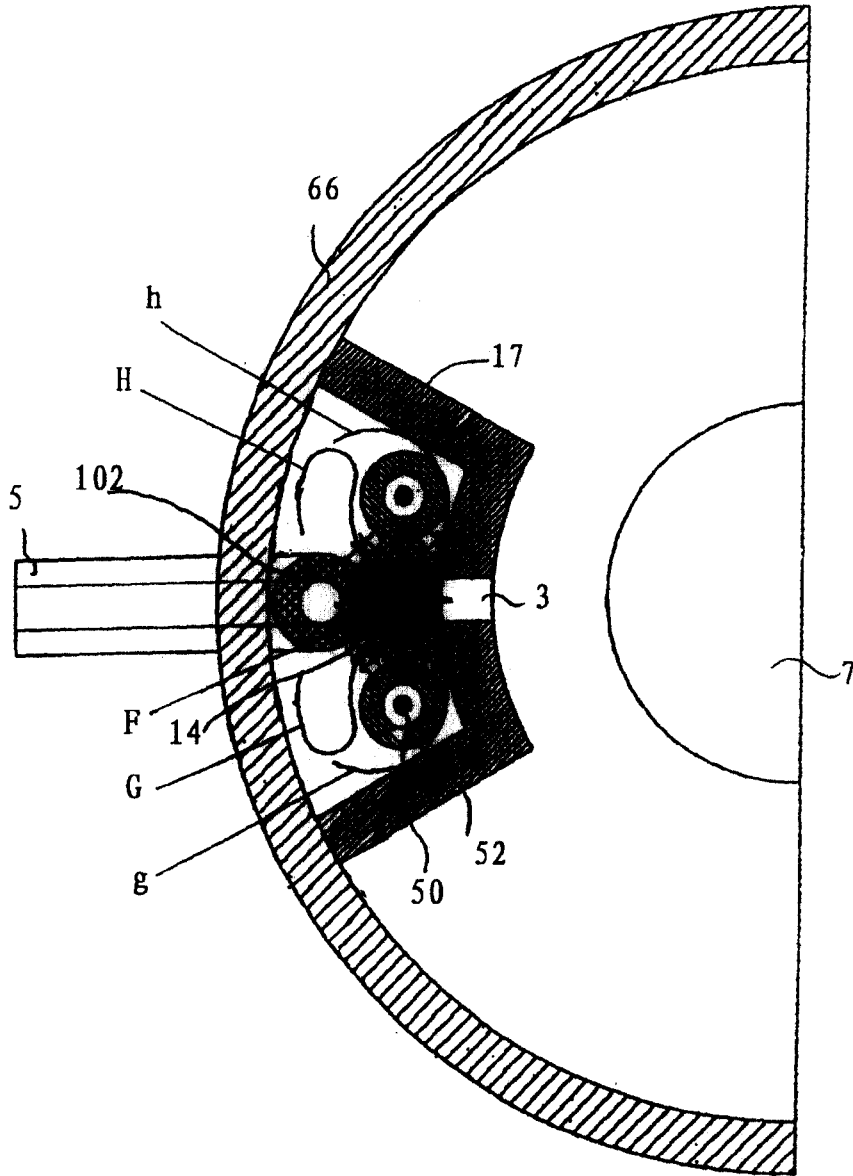


图 12

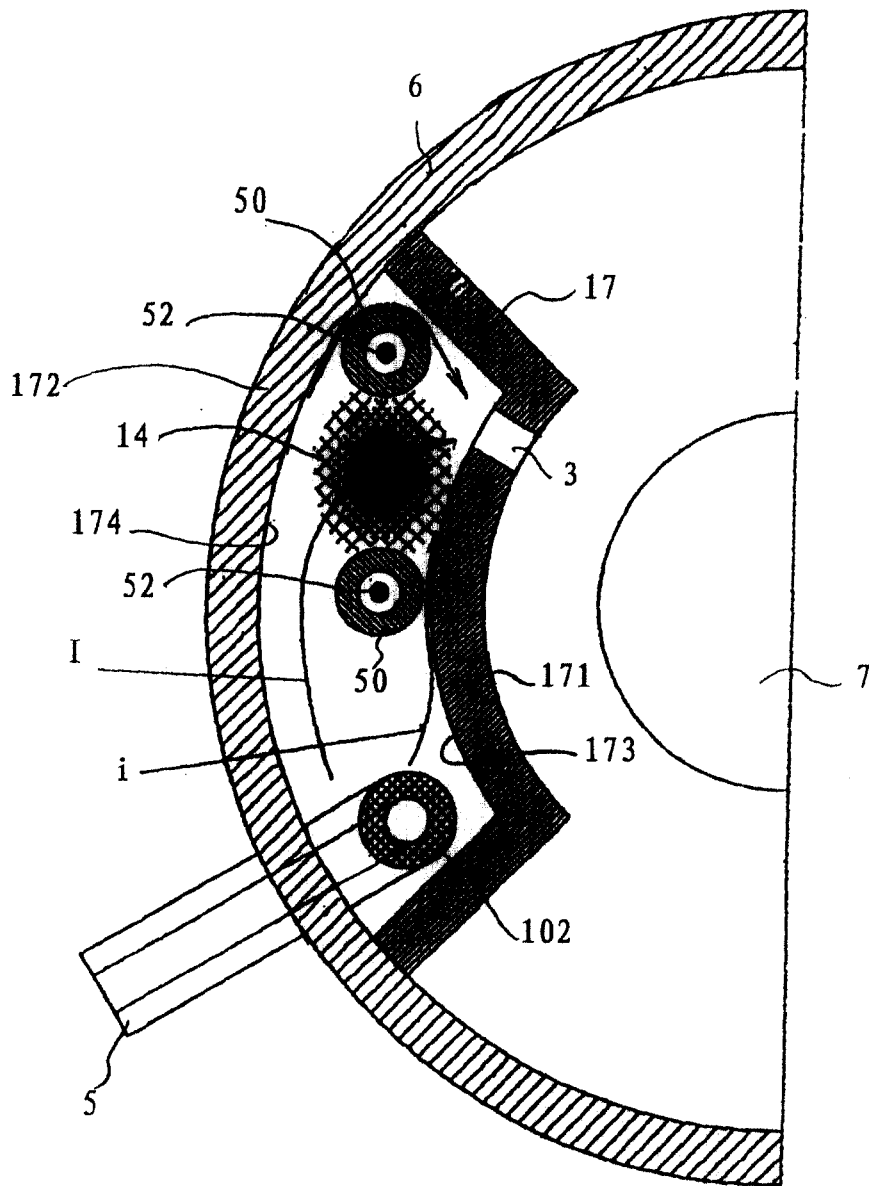
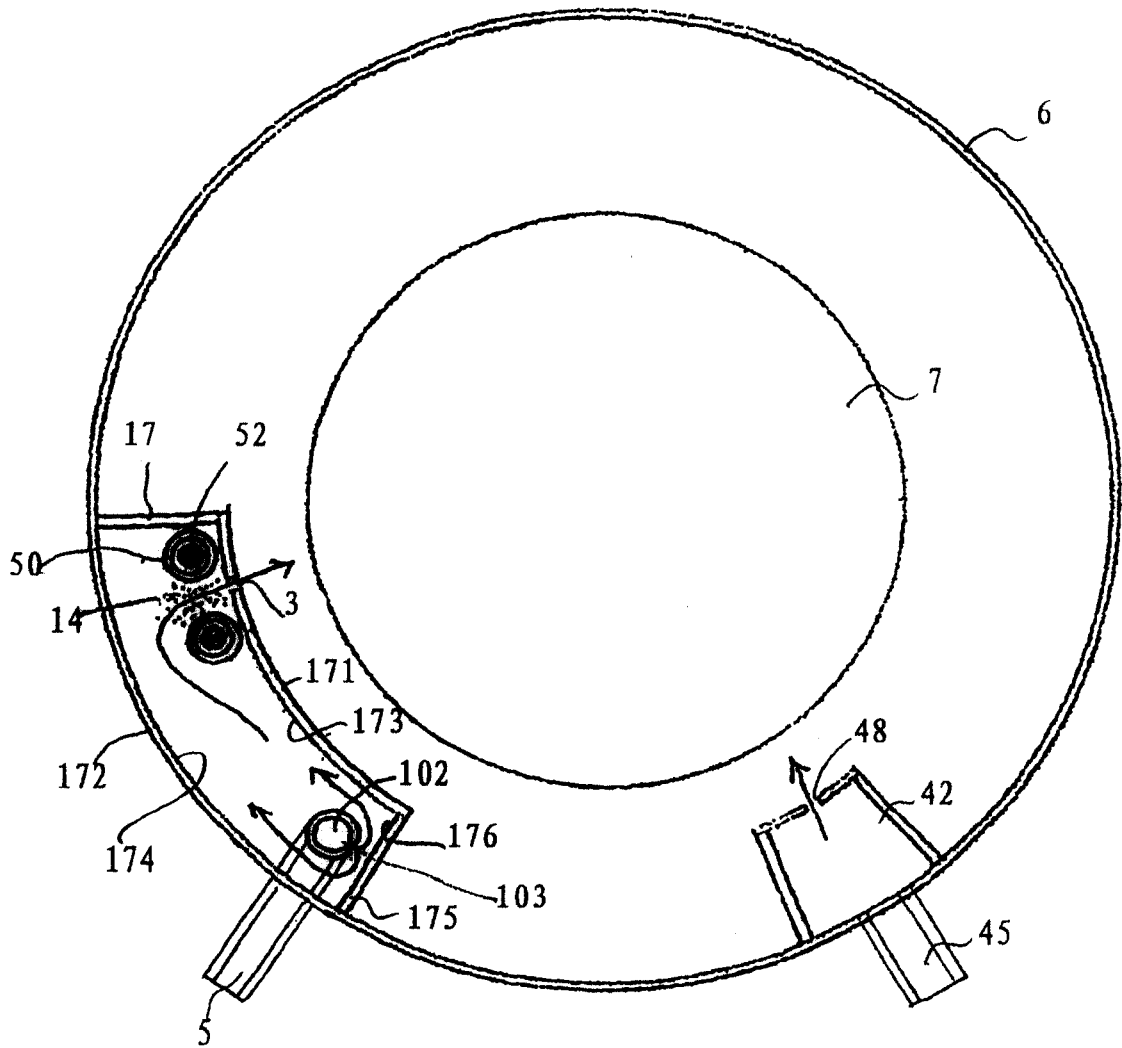


图13



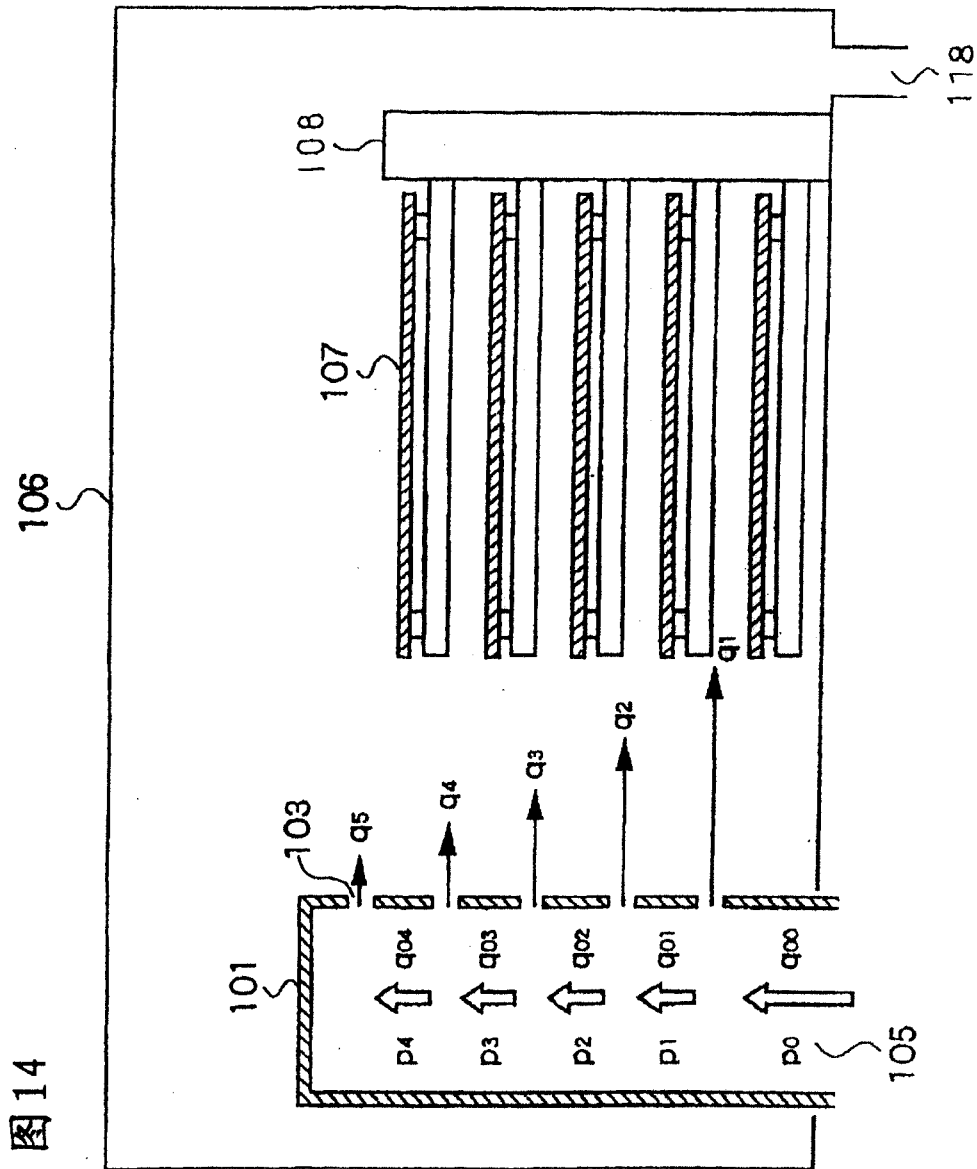


图 14