



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101842880 B

(45) 授权公告日 2012. 02. 29

(21) 申请号 200980100838. 5

C23C 16/455 (2006. 01)

(22) 申请日 2009. 03. 23

H01L 21/205 (2006. 01)

H01L 21/3065 (2006. 01)

(30) 优先权数据

2008-084217 2008. 03. 27 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 04. 28

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/055658 2009. 03. 23

(87) PCT申请的公布数据

W02009/119500 JA 2009. 10. 01

(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 津田荣之辅

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 李伟 舒艳君

(51) Int. Cl.

H01L 21/31 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 平 4-177721 A, 1992. 06. 24, 说明书第 4 栏第 5 行 - 第 6 栏第 10 行及附图 1.

JP 特开平 5-136064 A, 1993. 06. 01, 全文.

US 6433298 B1, 2002. 08. 13, 全文.

JP 特开平 7-142401 A, 1995. 06. 02, 说明书第 14-31 段及附图 1-3.

JP 平 4-177721 A, 1992. 06. 24, 说明书第 4 栏第 5 行 - 第 6 栏第 10 行及附图 1.

审查员 张思秘

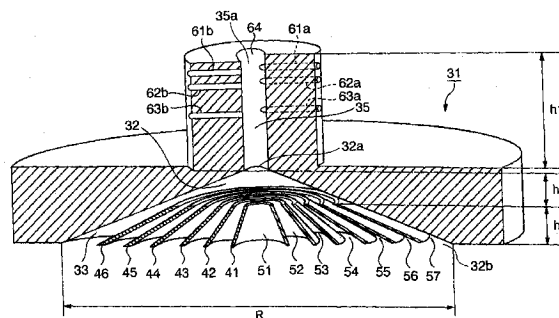
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 16 页

(54) 发明名称

气体供给装置、处理装置、处理方法

(57) 摘要

本发明提供一种气体供给装置 (3), 具备: 主体部 (31), 其具有用于使气体从缩径端 (32a) 侧向扩径端 (32b) 侧流通的近似圆锥形的气体流通空间 (32); 气体导入口 (61a ~ 63a, 61b ~ 63b), 其设于气体流通空间 (32) 的缩径端 (32a) 侧, 用于将气体向气体流通空间 (32) 导入; 多个划分构件 (41 ~ 46), 其设于气体流通空间 (32) 内, 将气体流通空间 (32) 以同心圆状划分。一个划分构件 (42 ~ 46) 的逐渐扩展程度大于在径向内侧相邻的划分构件 (41 ~ 45) 的逐渐扩展程度。利用该设置, 与以往的气体喷淋头相比可以增大气体供给装置内部的气体流路中的流导, 使该气体流路中的气体的置换性提高。



1. 一种气体供给装置,与处理容器内的基板对置地配置,用于向所述基板供给气体来进行气体处理,其特征在于,

具备:

主体部,其具有气体流通空间,所述气体流通空间具有缩径端和扩径端,并且以近似圆锥形构成,使所述气体从所述缩径端侧向所述扩径端侧流通;

气体导入口,其设于所述主体部中的所述气体流通空间的所述缩径端侧,用于将所述气体导入到所述气体流通空间;

多个划分构件,其设于所述主体部的所述气体流通空间内,将所述气体流通空间以同心圆状划分,

一个划分构件的逐渐扩展程度大于在径向内侧相邻的划分构件的逐渐扩展程度,

所述划分构件由从所述主体部的内周面向径向内方延伸的支承构件支承。

2. 根据权利要求1所述的气体供给装置,其特征在于,在所述主体部中的所述气体流通空间的上游侧,形成沿所述气体流通空间的轴向延伸的气体导入路,

所述气体导入口设置于所述气体导入路的上游侧。

3. 根据权利要求1所述的气体供给装置,其特征在于,利用所述划分构件将所述气体流通空间划分为多个流路,各所述流路被设定为,径向内侧的流路的流导小于径向外侧的流路的流导。

4. 根据权利要求3所述的气体供给装置,其特征在于,在所述气体流通空间的径向的中心区域,设有用于使气体不流向所述中心区域的气流控制构件。

5. 根据权利要求2所述的气体供给装置,其特征在于,在所述气体导入路内设有分隔构件,该分隔构件将所述气体导入路沿径向分隔为内侧区域和外侧区域,并且还形成有助于使向所述内侧区域供给的气体向所述外侧区域扩散的多个开口部,

来自所述气体导入口的气体向所述内侧区域供给。

6. 根据权利要求5所述的气体供给装置,其特征在于,所述分隔构件与所述划分构件的上游端连接。

7. 一种处理装置,其特征在于,具备:

用于载放基板的载放台;

在内部设有所述载放台的处理容器;

与所述载放台对置地设置,向所述处理容器内供给用于处理所述基板的处理气体的气体供给装置;及

将所述处理容器内排气的排气机构,

所述气体供给装置具备:

主体部,其具有气体流通空间,所述气体流通空间具有缩径端和扩径端,并且以近似圆锥形构成,使所述气体从所述缩径端侧向所述扩径端侧流通;

气体导入口,其设于所述主体部中的所述气体流通空间的所述缩径端侧,用于将所述气体导入到所述气体流通空间;

多个划分构件,其设于所述主体部的所述气体流通空间内,将所述气体流通空间以同心圆状划分,

一个划分构件的逐渐扩展程度大于在径向内侧相邻的划分构件的逐渐扩展程度,

所述划分构件由从所述主体部的内周面向径向内方延伸的支承构件支承。

8. 根据权利要求 7 所述的处理装置,其特征在于,还具备:

多条处理气体用流路,其与所述气体供给装置的所述气体导入口连接,用于分别供给多种处理气体;

冲洗用气体流路,其与所述气体供给装置的所述气体导入口连接,供给冲洗用的惰性气体;

气体供给设备,其控制所述多条处理气体用流路及所述冲洗用气体流路中的气体的供给;

控制部,其按照依次并且循环地供给所述多种处理气体,并且在一种处理气体的供给步骤与另一种处理气体的供给步骤之间,进行所述惰性气体的供给步骤的方式,控制所述气体供给设备,

在所述基板的表面依次层叠由所述多种处理气体的反应产物构成的层而形成薄膜。

气体供给装置、处理装置、处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于对基板供给处理气体的气体供给装置、具备该气体供给装置的处理装置、使用了气体供给装置的处理方法以及存储介质。

背景技术

[0002] 当前,使用气体喷淋头作为面向进行 CVD(chemical vapor deposition) 及蚀刻等的装置的气体供给装置。该气体喷淋头被制成扁平的圆柱形状,使从设于上部的气体导入口供给的气体在内部的扩散空间中扩散,从形成于下面的多个孔中以喷淋状进行供给。作为供给多种处理气体的气体喷淋头,存在有在一个系统的气体流路的途中混合多种处理气体后进行供给的所谓前混合方式的气体喷淋头和针对多种气体分别地设置气体流路进行供给的后混合方式的气体喷淋头。

[0003] 另一方面,作为成膜方法还已知有如下的所谓 ALD(Atomic Layer Deposition),即,将多种处理气体的供给例如分为 2 个步骤,交替地执行供给第一处理气体的第一步骤、供给第二处理气体的第二步骤,而依次层叠这些处理气体的反应产物,从而进行成膜。

[0004] 由于喷头内的气体流路复杂且狭窄,因此流导低,气体的置换性差。由此在 ALD 的情况下,为了避免在时间上前后供给的多种处理气体在喷头内部相互混合而产生反应产物,使用上述的后混合型的喷头。

[0005] 图 17 是表示上述气体喷淋头的一例的纵剖侧面的图。该气体喷淋头 1 形成将各个扁平的圆形的喷淋平板 11、主体部 12、基座构件 13 等多个构件接合的层叠结构。从第一气体供给管 14A 供给的第一气体向形成于主体部 12 与基座构件 13 之间的气体扩散空间 15A 扩散而向第一喷出口 16A 供给。从第二气体供给管 14B 供给的第二气体向形成于主体构件 12 与喷淋平板 11 之间的气体扩散空间 15B 扩散而向第二喷出口 16B 供给。像这样,第一气体及第二气体就不会在气体喷淋头 1 内相互混合,而是分别地从喷出口 16A、16B 中分别喷出。

[0006] 但是,在 ALD 的过程中,在切换从气体喷淋头 1 供给的处理气体的种类时,需要如下的工序,即,在开始后面的处理气体的供给之前供给冲洗气体,将残留于进行成膜的处理气氛内的处理气体完全地排除(冲洗)。为了提高生产率,该处理气体的切换期间的供给冲洗气体的工序的时间优选尽可能得短。

[0007] 但是,在该气体喷淋头 1 中,由于如前所述,流路中的气体的流导低,因此如果供给冲洗气体的时间短,则有可能在气体扩散空间 15A、15B 的角落中残留处理气体。

[0008] 如果像这样在先前供给的处理气体残留于喷头内的状态下供给后面的处理气体,则该残留气体就会向晶片的处理空间流出。其结果是,先前供给的处理气体与后面供给的处理气体在气体喷淋头 1 的表面反应而附着堆积物。其结果是,成为导致颗粒污染的要因,反应产物作为颗粒直接附着于晶片上,有可能无法正常地进行晶片 W 的成膜处理。所以,冲洗的时间不能太短,从而造成难以提高生产率的状况。

[0009] 另外,由于在上述的 ALD、CVD、等离子体蚀刻处理等中将晶片加热到规定的温度,

因此晶片 W 的周围的处理空间被加热。所以,作为构成气体喷淋头 1 的材质,有时优选使用将热膨胀率小的 SiC 和铝混合的材质或陶瓷等材质来构成。但是,如上所述,气体喷淋头具有复杂的层叠结构,需要形成微细的流路。特别是需要在喷淋平板 11 中穿设多个孔,对于上述各材质很难实施此种微细的加工。由此还有难以制造喷淋平板 11、可以用于制造的材质受到限制的问题。

[0010] 而且,在日本特开平 7-22323 中,记载了用于将各种气体从向下方扩展的流路分别供给的气相生长装置。但是,在日本特开平 7-22323 中,没有记载将气体相互置换时产生的上述问题的解决方法。

[0011] 专利文献 1 :日本特开平 7-22323

发明内容

[0012] 本发明是考虑到此种情况而完成的,其目的在于,提供一种在对基板供给气体进行气体处理时可以高速地进行其内部的流路中的气体的置换的气体供给装置、具备该气体供给装置的处理装置、使用了该气体供给装置的处理方法以及存储介质。

[0013] 本发明提供一种气体供给装置,其与处理容器内的基板对置地配置,用于向上述基板供给气体来进行气体处理,其特征在于,具备:主体部,其具有气体流通空间,上述气体流通空间具有缩径端和扩径端,并且以近似圆锥形构成,使上述气体从上述缩径端侧向上述扩径端侧流通;气体导入口,其设于上述主体部中的上述气体流通空间的上述缩径端侧,用于将上述气体导入到上述气体流通空间;多个划分构件,其设于上述主体部的上述气体流通空间内,将上述气体流通空间以同心圆状划分,一个划分构件的逐渐扩展程度大于在径向内侧相邻的划分构件的逐渐扩展程度。

[0014] 本发明提供一种气体供给装置,其特征在于,在上述主体部中的上述气体流通空间的上游侧,形成沿上述气体流通空间的轴向延伸的气体导入路,上述气体导入口设于上述气体导入路的上游侧。

[0015] 本发明提供一种气体供给装置,其特征在于,上述划分构件由从上述主体部的内周面向径向内方延伸的支承构件支承。

[0016] 本发明提供一种气体供给装置,其特征在于,利用上述划分构件将上述气体流通空间划分为多个流路,各上述流路被设定为,径向内侧的流路的流导小于径向外侧的流路的流导。

[0017] 本发明提供一种气体供给装置,其特征在于,在上述气体流通空间的径向的中心区域,设有用于使气体不流向上述中心区域的气流控制构件。

[0018] 本发明提供一种气体供给装置,其特征在于,在上述气体导入路内,设有分隔构件,其将上述气体导入路沿径向分隔为内侧区域和外侧区域,并且形成有用于使向上述内侧区域供给的气体向上述外侧区域扩散的多个开口部,来自上述气体导入口的气体供给向上述内侧区域。

[0019] 本发明提供一种气体供给装置,其特征在于,上述分隔构件与上述划分构件的上游端连接。

[0020] 本发明提供一种气体供给装置,其与处理容器内的基板对置地配置,用于向上述基板供给气体来进行气体处理,其特征在于,具备:主体部,其具有气体流通空间,上述气体

流通空间具有缩径端和扩径端,并且以近似圆锥形构成,使上述气体从上述缩径端侧向上述扩径端侧流通;气体导入口,其设于上述主体部中的上述气体流通空间的上述缩径端侧,用于使上述气体导入到上述气体流通空间;多个划分构件,其设于上述主体部的上述气体流通空间内,用于沿圆周方向划分上述气体流通空间。

[0021] 本发明提供一种气体供给装置,其特征在于,在上述主体部中的上述气体流通空间的上游侧,形成沿上述气体流通空间的轴向延伸的气体导入路,上述气体导入口设于上述气体导入路的上游侧。

[0022] 本发明提供一种气体供给装置,其特征在于,上述多个划分构件如下构成,即,来自上述气体流通空间的上述扩径端的上述气体在形成沿上述主体部的圆周方向旋转的涡流的同时喷出。

[0023] 本发明提供一种气体供给装置,其特征在于,上述划分构件从上述气体流通空间的中心沿径向延伸。

[0024] 本发明提供一种气体供给装置,其特征在于,上述划分构件在上述气体流通空间中从上述缩径端设置到上述扩径端。

[0025] 本发明提供一种气体供给装置,其与处理容器内的基板对置地配置,用于向上述基板供给气体来进行气体处理,其特征在于,具备:主体部,其具有用于使上述气体流通的气体流通空间;气体导入口,其设于上述主体部中的上述气体流通空间的上游端侧,用于将上述气体导入到上述气体流通空间;板状构件,其设于上述主体部的上述气体流通空间的下游端侧,具有以同心圆状开口的多个狭缝,该多个狭缝用于将向上述气体流通空间供给的上述气体向上述基板供给。

[0026] 本发明提供一种气体供给装置,其特征在于,在上述主体部中的上述气体流通空间的上游侧,形成沿上述气体流通空间的轴向延伸的气体导入路,上述气体导入口设于上述气体导入路的上游侧。

[0027] 本发明提供一种气体供给装置,其特征在于,上述狭缝被制成,随着从上述板状构件的中心部接近周缘部,其开口宽度变大。

[0028] 本发明提供一种气体供给装置,其特征在于,在上述主体部中设有调温机构。

[0029] 本发明提供一种处理装置,其特征在于,具备:用于载放基板的载放台、在内部设有上述载放台的处理容器、与上述载放台对置地设置而向上述处理容器内供给用于处理上述基板的处理气体的气体供给装置、将上述处理容器内排气的排气机构,上述气体供给装置具备:主体部,其具有气体流通空间,上述气体流通空间具有缩径端和扩径端,并且以近似圆锥形构成,使上述气体从上述缩径端侧向上述扩径端侧流通;气体导入口,其设于上述主体部中的上述气体流通空间的上述缩径端侧,用于将上述气体导入到上述气体流通空间;多个划分构件,其设于上述主体部的上述气体流通空间内,将上述气体流通空间以同心圆状划分,一个划分构件的逐渐扩展程度大于在径向内侧相邻的划分构件的逐渐扩展程度。

[0030] 本发明提供一种处理装置,其特征在于,还具备:多条处理气体用流路,其与上述气体供给装置的上述气体导入口连接,用于分别供给多种处理气体;冲洗用气体流路,其与上述气体供给装置的上述气体导入口连接,供给冲洗用的惰性气体;气体供给设备,其控制上述多条处理气体用流路及上述冲洗用气体流路中的气体的供给;控制部,其按照依次并

且循环地供给上述多种处理气体,并且在一种处理气体的供给步骤与另一种处理气体的供给步骤之间,进行上述惰性气体的供给步骤的方式,控制上述气体供给设备,在上述基板的表面依次层叠由上述多种处理气体的反应产物构成的层而形成薄膜。

[0031] 本发明提供一种处理方法,其特征在于,具备:将基板载放在处理容器的内部的载放台上的工序;从与上述载放台对置地设置的气体供给装置,向上述处理容器内供给用于处理上述基板的气体的工序;将上述处理容器内排气的工序,上述气体供给装置具备:主体部,其具有气体流通空间,上述气体流通空间具有缩径端和扩径端,并且以近似圆锥形构成,使上述气体从上述缩径端侧向上述扩径端侧流通;气体导入口,其设于上述主体部中的上述气体流通空间的上述缩径端侧,用于将上述气体导入到上述气体流通空间;多个划分构件,其设于上述主体部的上述气体流通空间内,将上述气体流通空间以同心圆状划分,一个划分构件的逐渐扩展程度大于在径向内侧相邻的划分构件的逐渐扩展程度。

[0032] 本发明提供一种处理方法,其特征在于,上述供给处理气体的工序具有依次并且循环地供给多种处理气体,并且在一种处理气体的供给步骤与另一种处理气体的供给步骤之间,进行惰性气体的供给步骤的工序,在上述基板的表面依次层叠由上述多种处理气体的反应产物构成的层而形成薄膜。

[0033] 本发明提供一种存储介质,是存放有在处理方法中使用的、并在计算机上运行的计算机程序的存储介质,其特征在于,上述处理方法具备:将基板载放在处理容器的内部的载放台上的工序;从与上述载放台对置地设置的气体供给装置,向上述处理容器内供给用于处理基板的气体的工序;将上述处理容器内排气的工序,上述气体供给装置具备:主体部,其具有气体流通空间,上述气体流通空间具有缩径端和扩径端,并且以近似圆锥形构成,使上述气体从上述缩径端侧向上述扩径端侧流通;气体导入口,其设于上述主体部中的上述气体流通空间的上述缩径端侧,用于将上述气体导入到上述气体流通空间;多个划分构件,其设于上述主体部的上述气体流通空间内,将上述气体流通空间以同心圆状划分,一个划分构件的逐渐扩展程度大于在径向内侧相邻的划分构件的逐渐扩展程度。

[0034] 根据本发明,可以增大供给到基板之前的气体的流路的流导,可以迅速地进行气体流通空间中的气体的置换。另外,本发明的气体供给装置由于不是像以往那样需要对各段的构件进行精密而复杂的加工的结构,因此容易制造。另外,由此还具有可以使用的材质的选择的自由度大的优点。另外,在使用该气体供给装置采用被称作所谓的 ALD 等依次循环地供给多种处理气体而进行成膜的方式的情况下,由于可以高速地进行用冲洗气体对气体供给装置内的气体的置换,因此可以有助于生产率的提高。

附图说明

[0035] 图 1 是具备本发明的气体供给装置即气体供给部的第一实施方式的成膜装置的纵剖面图。

[0036] 图 2 是上述气体供给部的纵剖面图。

[0037] 图 3 是上述气体供给部的横剖面图。

[0038] 图 4 是上述气体供给部的纵剖面立体图。

[0039] 图 5 是从下面侧看到的上述气体供给部的立体图。

[0040] 图 6 是表示上述气体供给部的气体流通空间中的涡流的图。

- [0041] 图 7(a) ~ (d) 是使用上述成膜装置进行的 ALD 过程的工序图。
- [0042] 图 8(a) ~ (c) 是表示上述气体供给部的第一变形例的说明图。
- [0043] 图 9(a) ~ (b) 是表示上述气体供给部的第二变形例的说明图。
- [0044] 图 10(a) ~ (b) 是表示上述气体供给部的第三变形例的说明图。
- [0045] 图 11(a) ~ (c) 是表示上述气体供给部的第二实施方式的说明图。
- [0046] 图 12 是表示上述气体供给部的第三实施方式的纵剖面立体图。
- [0047] 图 13(a) ~ (b) 是表示上述第三实施方式的气体供给部的下侧的仰视图及下侧立体图。
- [0048] 图 14 是表示上述气体供给部的气体导入口周边的结构的纵剖面立体图。
- [0049] 图 15(a) ~ (d) 是表示评价试验的模拟中的处理空间的气体浓度分布的图。
- [0050] 图 16 是评价试验的模拟中所用的气体流路的模型的立体图。
- [0051] 图 17 是以往的气体喷淋头的纵剖面图。

具体实施方式

[0052] (第一实施方式)

[0053] 首先,边参照图 1,边对作为本发明的实施方式的成膜装置 2 的整体构成进行说明。

[0054] 本实施方式的成膜装置 2 具备如下的功能,即,例如使用含有锶(Sr)的原料气体(以下称作 Sr 原料气体)作为第一处理气体,使用含有钛(Ti)的原料气体(以下称作 Ti 原料气体)作为第二处理气体,使这些气体与作为第三处理气体的属于氧化气体的臭氧(O_3)气体反应,利用 ALD 过程,在作为基板的半导体晶片(以下记作晶片)W 表面形成作为高电介质材料的钛酸锶($SrTiO_3$ 、以下简记为 STO)的薄膜。

[0055] 成膜装置 2 具备处理容器 21。在处理容器 21 内,设有用于水平地载放晶片 W 的载放台 22。在载放台 22 内,设有构成晶片 W 的调温机构的加热器 22a。此外在载放台 22 中,设有利用升降机构 22b 自由升降的 3 根升降销钉 22c(为了方便仅图示了 2 根)。借助该升降销钉 22c 在成膜装置 2 的外部的未图示的晶片搬送机构与载放台 22 之间进行晶片 W 的交接。

[0056] 在处理容器 21 的底部连接着排气管 23 的一端侧。在该排气管 23 的另一端侧连接着由真空泵等构成的排气机构 24。排气机构 24 具有未图示的压力调整机构,由此就可以接收来自后述的控制部 3A 的控制信号,在成膜处理中将处理容器 21 内的压力维持为规定的压力。另外,在处理容器 21 的侧壁中,形成有利用门阀 G 开闭的搬送口 25。图中 S 是载放于载放台 22 上的晶片 W 的周围的处理空间。

[0057] 在处理容器 21 的上部,与载放于载放台 22 上的晶片 W 对置地设有构成本发明的气体供给装置的气体供给部 3。对于该气体供给部 3,边参照其纵剖侧面图即图 2 至图 4 边进行说明。

[0058] 气体供给部 3 具有侧面看以倒 T 字形制成的主体部 31。即,对于主体部 31 来说,其下部侧以扁平的大直径的圆柱形状制成,其上部侧以小直径的圆柱形状制成。在主体部 31 的内部,形成有从上方侧朝向下方侧的气体流通空间 32。气体流通空间 32 被以从上方侧朝向下方侧扩展的近似圆锥形状构成。

[0059] 在主体部 31 的气体流通空间 32 内,从该气体流通空间 32 的缩径端 32a 侧直至扩径端 32b 侧,设有划分构件 41 ~ 46。各划分构件 41 ~ 46 以随着从上述缩径端 32a 侧接近扩径端 32b 侧直径逐渐扩大的筒状构成。划分构件 41 ~ 46 具有相互不同的直径,被依照划分构件 41、42、43、44、45、46 的顺序沿气体流通空间 32 的径向从内侧向外侧配置。另外,划分构件 41 ~ 46 将该气体流通空间 32 以同心圆状划分,形成气体流路 51 ~ 57。这里,划分构件 41 ~ 46 中的一个划分构件的逐渐扩展程度(相对于气体流通空间 32 的轴向的角度的大小)大于在径向内侧相邻的划分构件的逐渐扩展程度。即,在将划分构件 41 ~ 46 根据逐渐扩展程度的大小起依次排列的情况下,则为:划分构件 46 > 划分构件 45 > 划分构件 44 > 划分构件 43 > 划分构件 42 > 划分构件 41。

[0060] 图 3 是图 2 的 A-A 箭头方向视剖面图,图 5 是从下方侧看到的主体部 31 的立体图。如这些图中所示,划分构件 41 ~ 46 在其上端、下端处分别由多个支承构件 48、49 支承。支承构件 48、49 分别从主体部 31 的内周面 33 朝向划分构件 41 侧,在气体流通空间 32 中沿径向延伸。即,支承构件 48、49 分别从内侧的划分构件 41 朝向主体部 31 的内周面 33 成辐射状展开。该支承构件 48、49 除了具有支承划分构件 41 ~ 46 的作用以外,还具有如下的作用,即,将例如设于主体部 31 中的调温机构、如加热器 34 等的热向划分构件 41 ~ 46 传递,防止处理气体在划分构件 41 ~ 46 表面被冷却而在该表面产生成膜。

[0061] 另外,如图 3 所示,加热器 34 例如被按照包围气体流通空间 32 及划分构件 41 ~ 46 的方式设于主体部 31 中。需要说明的是,为了图示的方便,图 4 中省略了支承构件 48、49 的显示。

[0062] 如图 2 及图 4 所示,在主体部 31 中的气体流通空间 32 的上游侧,按沿该气体流通空间 32 的轴向延伸的方式形成气体导入路 35。在气体导入路 35 的侧壁中,设有用于经由该气体导入路 35 向气体流通空间 32 供给气体的气体导入口 61a、61b、62a、62b、63a、63b。气体导入口 61a、62a、63a 被从上方朝向下方以该顺序形成,另外气体导入口 61b、62b、63b 被从上方朝向下方以该顺序形成。

[0063] 各气体导入口 61a ~ 63a、61b ~ 63b 例如如图 4 所示,其垂直剖面为圆形,具有朝向主体部 31 侧方开口的孔。另外,图 2 中在将与 X 轴、Y 轴相互正交的方向(即垂直于纸面的方向)设为前后方向的情况下,气体导入口 61a ~ 63a 与气体导入口 61b ~ 63b 被相互沿前后错开地配置。从这些气体导入口 61a ~ 63a 及 61b ~ 63b 供给的气体如图 6 所示,在气体导入路 35 中在形成沿圆周方向旋转的涡流的同时流向下方。

[0064] 另外,在图 4 中,主体部 31 的气体导入路 35 的高度 h1 例如为 80mm,从气体流通空间 32 的缩径端 32a 到划分构件 41 ~ 46 的上端的高度 h2 例如为 20mm。从划分构件 41 ~ 46 的上端到下端的高度 h3 例如为 30mm。另外,气体流通空间 32 的扩径端 32b 的直径 R 例如为 300mm。

[0065] 如图 1 及图 2 所示,在各气体导入口 61a ~ 63a 及 61b ~ 63b 处连接有助于供给各种气体的气体供给管线 71 ~ 73。即,气体导入口 61a、61b 连接着 Sr 原料气体供给管线 71,气体导入口 62a、62b 连接着 Ti 原料气体供给管线 72,气体导入口 63a、63b 连接着臭氧气体供给管线 73。

[0066] Sr 原料气体供给管线 71 被与 Sr 原料供给源 7A 连接,在该供给源 7A 中,例如贮留有 $\text{Sr}(\text{THD})_2$ (双(四甲基庚二酮酸)锶)或 $\text{Sr}(\text{Me}_5\text{Cp})_2$ (双(五甲基环戊二烯基)锶)等

液体 Sr 原料。该 Sr 原料向供给管线挤出,由未图示的气化器气化而将 Sr 原料气体向 Sr 原料气体供给管线 71 供给。

[0067] Ti 原料气体供给管线 72 被与 Ti 原料供给源 7B 连接,在该供给源 7B 中,例如贮留有 $\text{Ti}(\text{OiPr})_2(\text{THD})_2$ (二异丙氧基双(四甲基庚二酸)钛)或 $\text{Ti}(\text{OiPr})_4$ (四异丙氧基钛)等 Ti 原料,与 Sr 原料的情况相同,供给利用未图示的气化器气化了了的 Ti 原料气体。

[0068] 臭氧气体供给管线 73 例如与臭氧气体供给源 7C 连接。另外, Sr 原料气体供给管线 71、Ti 原料气体供给管线 72、臭氧气体供给管线 73 分别在路径的途中分支而与 Ar (氩) 气体供给源 7D 连接,从而可以与各个处理气体一起将 Ar 气体向各气体导入口 61a ~ 63a 及 61b ~ 63b 供给。

[0069] 另外,气体导入路 35 的上游端 35a 在主体部 31 的上部开口而形成气体导入口 64。在该气体导入口 64,连接着气体供给管线 74 的一端。气体供给管线 74 的另一端与上述 Ar 气体供给源 7D 连接。该气体供给管线 74 通过向气体流通空间 32 供给 Ar 气体,促进气体流通空间 32 中的气体的流动,在后述的成膜处理工序中有效地进行利用从气体导入口 61a ~ 63a、61b ~ 63b 供给的处理气体的成膜,具有在冲洗工序中缩短冲洗所需的时间的作用。将来自该气体供给管线 74 的 Ar 气体称作反向气体(counter-gas)。

[0070] 在各气体供给管线 71 ~ 74 中夹设有由阀、流量计等构成的流量控制设备组 75、76,基于来自后述的控制部 3A 的指示控制各种气体的供给定时及供给量。

[0071] 在该成膜装置 2 中,设有例如由计算机构成的控制部 3A,该控制部 3A 具备程序。在该程序中按照从控制部 3A 向成膜装置 2 的各部发送控制信号而使晶片 W 的处理进行的方式施加命令(各步骤)。该程序(也包括涉及处理参数的输入操作或显示的程序)存放于计算机存储介质中,例如由软盘、CD、硬盘、MO(光磁盘)等构成的存储部 3B 中而安装于控制部 3A 中。

[0072] 接下来对使用成膜装置 2 在晶片 W 上形成 STO 的过程进行说明。首先经由搬送口 25 利用外部的晶片搬送机构将晶片 W 搬入到处理容器 21 内。然后,借助升降销钉 22c,将晶片 W 载放于载放台 22 上。接下来将晶片 W 加热到规定的温度,并且将处理容器 21 内真空排气而设为规定的压力。

[0073] 借助 ALD 过程的 STO 的成膜处理是基于图 7(a) ~ 图 7(d) 所示的气体供给顺序执行的。图 7(a) ~ 图 7(c) 的各图中所示的空白的柱表示来自各气体供给管线 71 ~ 73 的处理气体(Sr 原料气体、Ti 原料气体、臭氧气体)的供给量。另外,图 7(a) ~ 图 7(d) 的用阴影斜线涂满的柱表示来自各气体供给管线 71 ~ 74 的 Ar 气体的供给量。

[0074] 如图 7(a) 所示,首先从 Sr 原料气体供给管线 71 将 Sr 原料气体及 Ar 气体经由气体导入路 35 向气体流通空间 32 供给,从气体供给管线 74 将 Ar 气体经由气体导入路 35 向气体流通空间 32 供给(Sr 原料气体供给工序)。另外,此时,如图 7(b)、图 7(c) 所示,为了防止 Sr 原料气体流入各气体导入口内而成膜,从 Ti 原料气体供给管线 72 及臭氧气体供给管线 73 也向气体导入路 35 流入少量的 Ar 气体。而且,在 Ti 原料气体的供给工序、臭氧气体的供给工序中也基于相同的理由从不用于成膜的气体的导入口供给 Ar 气体。

[0075] 这些向气体导入路 35 供给的 Sr 原料气体及 Ar 气体如上所述,在形成沿主体部 31 的圆周方向旋转的涡流的同时经气体导入路 35 流向下流,流入气体流通空间 32。此后,这些气体如图 2 中箭头所示,分散到由划分构件 41 ~ 46 划分的气体流路 51 ~ 57 中而向晶

片 W 表面供给,构成 Sr 原料气体的分子吸附于晶片 W 上。剩余的 Sr 原料气体及 Ar 气体被利用排气管 23 排气而从处理空间 S 中除去。

[0076] 如果经过了规定时间,在晶片 W 上形成 Sr 原料气体的吸附层,则停止各气体的供给,从 Sr 原料气体供给管线 71 及气体供给管线 74 作为冲洗气体供给 Ar 气体,冲洗残存于处理容器 21 内及气体供给部 3 内的 Sr 原料气体 (Sr 原料气体冲洗工序)。另外,此时如图 7(b) 及图 7(c) 所示,为了防止 Sr 原料气体流入各气体导入入口内而与各处理气体反应,与 Sr 原料气体供给工序相同,从 Ti 原料气体供给管线 72 及臭氧气体供给管线 73 中也向气体导入路 35 流入少量的 Ar 气体。而且,在 Ti 原料气体的供给工序后及臭氧气体的供给工序后的各冲洗工序中,也是基于相同的理由从各导入入口供给 Ar 气体。

[0077] 如果将 Ar 气体供给了规定的时间而结束 Sr 原料气体的冲洗,则如图 7(b) 及图 7(d) 所示,从 Ti 原料气体供给管线 72 向气体导入路 35 供给 Ti 原料气体及 Ar 气体,从气体供给管线 74 向气体导入路 35 供给 Ar 气体 (Ti 原料气体供给工序)。这些向气体导入路 35 供给的 Ti 原料气体及 Ar 气体与上述的 Sr 原料气体供给工序中的 Sr 原料气体及 Ar 气体相同,流经气体流通空间 32 而向晶片 W 供给,在晶片 W 表面吸附构成 Ti 原料气体的分子。剩余的 Ti 原料气体及 Ar 气体被利用排气管 23 从处理容器 21 中除去。

[0078] 如果经过规定时间,在晶片 W 上形成 Ti 原料气体的吸附层,则停止各气体的供给,如图 7(b) 及图 7(d) 所示从 Ti 原料气体供给管线 72 及反向气体供给管线 74 作为冲洗气体供给 Ar 气体,冲洗残存于处理容器 21 内及气体供给部 3 内的 Ti 原料气体 (Ti 原料气体冲洗工序)。

[0079] 如果将 Ar 气体供给了规定的时间而结束 Ti 原料气体的冲洗,则如图 7(c) 及图 7(d) 所示,从臭氧气体供给管线 73 向气体导入路 35 供给臭氧气体及 Ar 气体,从气体供给管线 74 向气体导入路 35 供给 Ar 气体 (臭氧气体供给工序)。这些向气体导入路 35 供给的臭氧气体及 Ar 气体与上述的 Sr 原料气体供给工序中的 Sr 原料气体及 Ar 气体相同,流经气体流通空间 32 向晶片 W 供给。此后,利用载放台 22 的加热器 22a 的热,臭氧气体与已经吸附于晶片 W 的表面的原料气体的分子反应,形成 STO 的分子层。

[0080] 在经过规定时间后,停止臭氧气体及 Ar 气体的供给,如图 7(c) 及图 7(d) 所示,从臭氧气体供给管线 73、反向气体供给管线 74 供给 Ar 气体作为冲洗气体,冲洗残存于处理容器 21 内及气体供给部 3 内部的臭氧气体 (臭氧气体冲洗工序)。

[0081] 如图 7(a) ~ 图 7(d) 所示,如果将以上说明的 6 个工序设为 1 个循环,则将该循环反复进行预先确定的次数,例如 100 次,将 STO 的分子层多层化,完成具备规定膜厚的 STO 膜的成膜。此后停止结束了成膜的各种气体供给,将处理容器 21 内的压力恢复到真空排气前的状态后,以与搬入时相反的路径利用外部的搬送机构将晶片 W 搬出,结束一连串的成膜动作。

[0082] 在上述的成膜装置 2 中,由于是从在近似圆锥形的气体流通空间 32 的缩径端 32a 侧与气体供给管线 71 ~ 73 连接的各气体导入入口 61a ~ 63a、61b ~ 63b 及 64 导入各气体,使该气体沿着划分构件 41 ~ 46 经气体流通空间 32 进行流通,向晶片 W 供给,因此可以增大向晶片 W 供给前的气体的流路的流导 (气体的流动容易度),上述划分构件 41 ~ 46 的逐渐扩展程度随着接近外侧而变大,并以同心圆状设置。所以,在如上所述的 ALD 过程中,可以在向气体流通空间 32 供给包含 Sr 原料气体、Ti 原料气体或臭氧气体的处理气体后,高

速地向晶片 W 供给。另外,可以在供给各原料气体后,高速地进行置换为 Ar 气体的冲洗处理。由此,就可以实现生产率的提高。

[0083] 气体供给部 3 由于不具有像上述的气体喷淋头那样需要精密而复杂的加工的结构,因此与气体喷淋头相比容易制造。作为构成主体部 31 或划分构件 41 ~ 46 的材料,例如可以使用铝、SiC 与铝的混合物、或陶瓷等。像这样,就会有可用于气体供给部 3 的制造的材质的自由度大的优点。另外,例如通过选择加工性容易的铝等材质,就可以与过程中所需的气体的种类的数目对应地容易地进行气体导入口的追加或删除。

[0084] 接下来,在参照图 8(a) 的同时,对气体供给部 3 的第一变形例进行说明。而且,以下的说明中,对于与上述的实施方式相同地形成的部位使用与该实施方式相同的符号而省略其说明。

[0085] 图 8(a) 所示的变形例中,在划分构件 41 的内侧设有棒状的气流控制构件 81。利用该气流控制构件 81,使得气体不会流向气体流通空间 32 的径向的中心区域。通过在近似圆锥形的气体流通空间 32 中,在容易被供给气体的径向的中心侧设置此种气流控制构件 81,就可以向晶片 W 整体均匀地供给气体,提高面内的处理的均匀性。

[0086] 图 8(b) 是气流控制构件的立体图,图 8(c) 是气体供给部 3 的下面侧的气流控制构件 81 的周边的立体图。虽然在图 8(b) 中为了图示的方便省略了显示,然而支承构件 48、49 向划分构件 41 的内侧延伸,支承着气流控制构件 81。

[0087] 另外,图 9(a) 表示气体供给部 3 的第二变形例。在该第二变形例中,在划分构件 41 的内侧,设有将上端堵塞的筒状的划分构件(气流控制构件)82。这样,就会如上所述,使得气体不会流向气体流通空间 32 的径向的中心区域,向晶片 W 整体均匀地供给气体,提高面内的处理的均匀性。图 9(b) 是划分构件 82 的立体图。划分构件 82 与气流控制构件 81 相同由向气体流通空间 32 的径向内侧延伸的支承构件 48、49 支承,然而为了图示的方便,在图 9(b) 中省略其显示。

[0088] 另外,例如在该图 8(a) 及图 9(a) 中所示的气体供给部 3 中,除了设置气流控制构件 81 或划分构件 82 以外,为了提高晶片 W 的面内的处理的均匀,也可以还调整各划分构件 41 ~ 46 的倾角或间隔以及气流控制构件 81 及划分构件 82 的形状。优选利用该设置,使得在气体流路 51 ~ 57 中随着从主体部 31 的径向内侧接近外侧,其流导逐渐变大。即,在将气体流路 51 ~ 57 依照流导大的顺序排列的情况下,优选按照流路 57 > 流路 56 > 流路 55 > 流路 54 > 流路 53 > 流路 52 > 流路 51 的方式构成。利用该设置,就可以将气体向晶片 W 的面内均匀地供给,在晶片 W 的面内进行均匀的成膜处理。

[0089] 另外,在第一实施方式中,也可以通过调整划分构件 41 ~ 46 的倾角或间隔,使得各气体流路 51 ~ 57 的流导如上所述地随着接近径向的外侧而逐渐变大,实现气体的供给的均匀化。另外,在第一实施方式及其各变形例中也可以增减配置于气体流通空间 32 中的划分构件的数目来实现气体的供给的均匀化。

[0090] 接下来,在图 10(a) 中表示了作为气体供给部的第三变形例的气体供给部 9。在该气体供给部 9 中,在气体导入路 35 内设有将该气体导入路 35 沿径向分隔为内侧区域 92 和外侧区域 93 的分隔构件 91。在气体流通空间 32 中设有与划分构件 41 相同地构成的划分构件 94。如图 10(b) 所示,分隔构件 91 的下端 91a 与划分构件 94 的上游端 94a 连接。

[0091] 气体导入口 61a ~ 63a 被按照向内侧区域 92 供给各气体的方式构成,在上述分隔

构件 91 的侧壁中设有用于使供给到内侧区域 92 的气体向外侧区域 93 扩散的多个开口部 95。所以,来自气体导入口 61a ~ 63a 的气体首先向内侧区域 92 供给,其后从内侧区域 92 穿过多个开口部 95 向外侧区域 93 扩散。由于即使像这样构成气体供给部,也不需要像气体喷淋头那样使气体通过复杂而微细的流路,因此可以获得与第一实施方式的例子相同的效果。

[0092] (第二实施方式)

[0093] 接下来,在参照图 11(a) 的同时,对构成上述成膜装置 2 的气体供给部的气体供给装置的第二实施方式进行说明。

[0094] 虽然图 11(a) 所示的气体供给部 100 与气体供给部 3 相同地构成,然而在气体流通空间 32 中未设置上述划分构件 41 ~ 46,取代它们的是按照将气体流通空间 32 沿圆周方向划分的方式设置的板状的划分构件 103 ~ 106。各划分构件 103 ~ 106 从气体流通空间 32 的中心朝向主体部 31 的内周面 33 沿径向延伸。

[0095] 例如各划分构件 103 ~ 106 的一端由上述内周面 33 支承,另一端由设于上述径向的中心的支承构件 107 支承。图 11(c) 是这些划分构件 103 ~ 106 及支承构件 107 的立体图。

[0096] 如图 11(a) 中箭头所示,在从各气体导入口 61a ~ 63a 及 61b ~ 63b 中喷出气体时,与第一实施方式相同,从各气体导入口供给的气体在形成沿主体部 31 的圆周方向旋转的涡流的同时,流向气体流通空间 32 的扩径端 32b。该气体被划分构件 103 ~ 106 导引将其涡流从上述扩径端 32b 朝向晶片 W 喷出。图 11(b) 是表示像这样被供给气体时的晶片 W 的上面的图,箭头表示气体的流动。

[0097] 即使是第二实施方式的构成,与气体喷淋头相比由于也不需要使气体穿过复杂而微细的流路,因此可以抑制气体流通空间 32 中的气体的流导的降低,所以可以获得与第一实施方式相同的效果。

[0098] 另外,优选如上所述按照将形成涡流的气体从气体流通空间 32 的扩径端 32b 向晶片 W 供给的方式来构成划分构件 103 ~ 106,利用该设置,均匀性高地向晶片 W 整体供给气体。为了形成上述涡流,优选将各划分构件 103 ~ 106 在分别以水平轴为中心倾斜的状态下支承。该情况下,划分构件 103 ~ 106 的绕水平轴的角度可以适当地设定。

[0099] 另外,虽然在该例中将划分构件 103 ~ 106 设于气体流通空间 32 的扩径端 32b,然而也可以从扩径端 32b 延伸至缩径端 32a 而形成。另外,为了可以向晶片 W 均匀地供给气体,划分构件的数目并不限于 4 条,可以适当地设定。

[0100] (第三实施方式)

[0101] 接下来,对构成上述成膜装置 2 的气体供给部的气体供给装置的第三实施方式进行说明。在参照作为本实施方式的剖面立体图的图 12 的同时,以与气体供给部 3 的差异点为中心进行说明。

[0102] 图 12 所示的气体供给部 110 的主体部 120 以扁平的圆形构成。另外,在主体部 120 中,取代下侧被扩大了直径的气体流通空间 32,而形成圆板状的气体流通空间 121。此外,在气体流通空间 121 内未设置划分构件 41 ~ 46,而在气体流通空间 121 的下游端 121a 侧设有板状构件 111。

[0103] 在板状构件 111 中以同心圆状开设有沿圆周方向一分为四的环状的狭缝 112。图

13(a) 是板状构件 111 的仰视图,图 13(b) 是从气体供给部 110 的下侧看到的板状构件 111 的立体图。狭缝 112 从板状构件 111 的中心朝向周缘开设,在该例中有 14 条。

[0104] 形成于最中心侧的 2 条狭缝 112 的宽度为 2mm,形成于其外侧的 7 条狭缝 112 的宽度为 3mm,形成于其更外侧的 3 条狭缝 112 的宽度为 4mm,形成于其外侧的最周缘侧的 2 条狭缝 112 的宽度为 5mm。像这样按照使狭缝 112 的宽度随着接近板状构件 111 的周缘逐渐变大的方式构成,此外形成在板状构件 111 的中心部未形成开口部的构成。利用该设置,与第一实施方式相同可以提高气体供给部 110 的径向的周缘侧的气体的流导,向晶片 W 整体均匀地供给气体,提高晶片 W 的面内的处理的均匀性。

[0105] 而且,图 13(a) 中,构成形成于板状构件 111 的最外侧的狭缝 112 的周缘的圆的直径 L1 的长度例如为 300mm。另外,沿圆周方向相邻的狭缝 112 之间的距离 L2 例如为 7mm。

[0106] 图 14 是表示气体导入路 35 及其周边部的结构的图,在该例中为了可以与其他实施方式相同在气体导入路 35 中形成涡流,在 4 个方向设有用于导入 Sr 气体、Ti 气体及 O₃ 气体的气体导入口(由于附图表示的是剖面形状,因此仅在 3 个方向表示出导入气体的口)。图 14 中,气体导入口 61c、62c、63c 分别与气体导入口 61a、62a、63a 相同地形成成为 Sr 气体、Ti 气体、O₃ 气体的导入路。另外,未图示的各气体导入口与这些气体导入口 61c、62c、63c 对置地设置。这些用于导入 Sr 气体、Ti 气体及 O₃ 气体的各气体导入口的直径例如为 4mm,用于导入 Ar 气体的气体导入口 64 的直径例如为 12mm。

[0107] 另外,从主体部 120 的上面到气体流通空间 121 的上面的高度 h4 例如为 30mm,以 h5 表示的气体流通空间 121 的高度例如为 5mm,板状构件 111 的厚度 h6 例如为 5mm,晶片 W 表面与板状构件 111 的下面的距离 h7 例如为 10mm。

[0108] 由于在该第三实施方式的气体供给部 110 中,也不需要使气体穿过与图 17 所示的以往的气体喷淋头相比复杂而微细的流路,因此可以抑制气体流通空间 32 中的气体的流导的降低。所以,可以获得与第一实施方式相同的效果。

[0109] 虽然上述第一、第二及第三实施方式是对将本发明的气体供给装置应用于成膜装置中的例子加以表示,然而作为该气体供给装置也可以应用于如下的等离子体蚀刻装置,即,向基板供给气体而使该气体等离子体化,对基板进行蚀刻。另外,作为成膜装置也不限于像上述那样进行将不同的处理气体以规定的循环断续地向基板供给的 ALD 过程的装置,也可以应用于将处理气体连续地向晶片 W 供给而连续地进行成膜的 CVD 装置。另外,虽然作为基板以半导体晶片为例进行了说明,然而并不限于此,对于玻璃基板、LCD 基板、陶瓷基板等也可以应用本发明。

[0110] (评价试验 1)

[0111] 为了确认上述的第一实施方式的气体供给部 3 的效果,进行利用计算机的模拟,随着从气体导入起的时间的经过研究了从气体供给部 3 的各气体导入口 61a~63a、61b~63b 及 64 向气体流通空间 32 供给的气体在该流通空间 32 内及晶片 W 表面的浓度分布。作为该模拟的条件,从气体导入口 61a、61b,不是供给 Sr 气体与 Ar 气体的混合气体,而是供给 C₇H₈ 气体与 Ar 气体的混合气体。来自气体导入口 61a~63a 及 61b~63b 的气体供给量为 250mL/min(sccm),来自气体导入口 64 的供给量为 500mL/min(sccm)。另外,在向气体导入口 61a 及 61b 供给的气体当中, C₇H₈ 气体的百分率、Ar 气体的百分率分别为 27%、72%。另外,将晶片 W 及其周围的处理空间的温度设为 230℃,在气体供给时在晶片 W 的外周从该

晶片 W 中心朝向径向地进行排气,将处理空间 S 内的压力设定为达到 45Pa。

[0112] 依照上述的实施方式的 Sr 原料气体供给工序进行从各气体导入口供给气体的模拟,研究了取代 Sr 气体而供给的 C_7H_8 气体的分布,其结果是,在气体喷出后 0.05 秒 C_7H_8 气体就扩展到整个气体流通空间 32 及晶片 W 表面,在 0.1 秒后整个气体空间 32 及晶片 W 表面的 C_7H_8 气体的浓度仅有极微少的达到 7.5% 的区域,除此以外都达到 9%,整体上大致均匀。

[0113] 其后,依照上述的实施方式的 Sr 原料气体冲洗工序进行 C_7H_8 气体的冲洗的模拟,其结果是,在冲洗气体 (Ar 气体) 喷出后 0.15 秒后在整个气体流通空间 32 及晶片 W 表面 C_7H_8 气体的浓度变为约 0%,完成了冲洗。图 15(a) 表示如上所述地供给 C_7H_8 气体 0.1 秒后的处理空间 S 中的浓度分布的模拟,是将该处理空间 S 中的气体浓度分布用等浓度线划分显示的图。如该图所示,可以获得大致均匀的 C_7H_8 气体的分布。而且,实际的模拟结果是利用计算机绘图分层显示浓度分布地以彩色画面输出,然而为了图示的方便,图 15(a) 及后述的图 15(b) 中表示出概略的浓度分布。所以,图 15(a) (b) 中实际上浓度分布并非是分散的,而是意味着在这些图中在以等浓度线划分的区域间存在着陡峭的浓度梯度。

[0114] 接下来对于以往的气体喷淋头同样地进行了 Sr 原料气体供给工序、Sr 原料气体冲洗工序的模拟。其中,气体与气体供给部 3 的模拟的情况相同,取代 Sr 气体而使用了 C_7H_8 气体。其结果是,在原料气体供给工序中在气体供给后经过 0.1 秒后晶片 W 表面中心部的 C_7H_8 气体浓度为 19%,周缘部的 C_7H_8 气体浓度为 8%,浓度差很大。图 15(b) 对于该模拟结果,与图 15(a) 相同地将气体浓度分布用等浓度线划分显示,此外为了图示的方便,在处理空间 S 中对表示规定的浓度的部分使用点或线等表示。涂黑的区域的 C_7H_8 气体浓度为 19%,沿一个方向加上了实线的斜线的区域的 C_7H_8 气体浓度为 13%。以网状加上了斜线的区域的 C_7H_8 气体浓度为 8%,加上了点的区域的 C_7H_8 气体浓度为 6%。另外,加上了虚线的斜线的区域的 C_7H_8 气体浓度小于 19% 而大于 13%。此外,未加上点或线的区域的 C_7H_8 气体浓度小于 13% 而大于 8%。此外 1.0 秒后的模拟结果也是相同的浓度差。另外,在 Sr 原料气体冲洗工序中,也是在气体供给后经过 1.0 秒后,在喷头内存在 C_7H_8 气体的浓度高的部位。

[0115] 由该模拟的结果说明,本发明的气体供给部 3 与以往的气体喷淋头相比可以均匀性地向晶片 W 的面内供给气体,另外可以快速地进行冲洗。而且,在这些评价试验中 % 表示体积百分比浓度。

[0116] (评价试验 2)

[0117] 与评价试验 1 相同地进行对气体供给部 3 的臭氧气体供给工序的模拟,研究了臭氧气体的流通空间 32 内及晶片 W 的表面的浓度分布。其结果是,在喷出气体 0.05 秒后流通空间 32 内及晶片 W 的表面的浓度分布就几乎达到均匀。该浓度分布达到均匀前的速度是足以进行 ALD 过程的速度,可以认为该气体供给部 3 在 ALD 过程中是有效的。

[0118] (评价试验 3)

[0119] 接下来与评价试验 1 相同地依照 Sr 原料气体供给工序及 Sr 原料气体冲洗工序从各气体导入口供给气体,进行了研究 C_7H_8 气体的分布的模拟。但是,设定为不从气体导入口 64 进行作为反向气体的 Ar 气体的供给。其结果是,在 Sr 原料气体供给工序中,当从气体供给起经过 0.1 秒时, C_7H_8 气体就大致均匀,在气体流通空间 32 内及晶片 W 的表面中浓度最高处为 11%,浓度最低处为 10%,达到 10% 的区域所占的比例比评价试验 1 中浓度低

的区域所占的比例大。在接下来的 Sr 原料气体冲洗工序中,气体供给后 0.15 秒后,在浓度最高的区域为 0.01%,在浓度最低的区域中为 0.001%。如评价试验 1 中所示,由于在从气体导入口 64 中供给 Ar 气体的情况下,在 0.15 秒后冲洗就已经完成,因此根据该评价试验 3 和评价试验 1 的结果可知,从实现晶片面内的气体供给的均匀化及冲洗工序的高速化的方面考虑,优选进行来自气体导入口 64 的反向气体供给。

[0120] (评价试验 4)

[0121] 接下来在模拟中设定不具有划分构件 41 ~ 46 的气体供给部 3,与评价试验 1 相同地依照 Sr 原料气体供给工序及 Sr 原料气体冲洗工序进行从各气体导入口供给气体的模拟。其结果是,在 Sr 原料气体供给工序中 C_7H_8 气体的分布与评价试验 1 相同,然而在 Sr 原料气体冲洗工序中,在从冲洗气体供给起经过 0.15 秒后,晶片 W 的周缘部的 C_7H_8 气体的浓度为 0.02%,晶片 W 的中心部的 C_7H_8 气体的浓度为 0.001%,其差值与评价试验 1 的结果相比较较大。所以说明,划分构件 41 ~ 46 具有使气体均匀地置换的作用。

[0122] (评价试验 5)

[0123] 接下来在模拟中,设定图 16 所示的、沿径向分割为四分之一的气体供给部 110 的流路的模型,与评价试验 1 相同地依照 Sr 原料气体供给工序及 Sr 原料气体冲洗工序进行从各气体导入口供给气体的模拟。但是,设定为从气体导入口 61a 及 61c 以 500mL/min(sccm) 供给 C_7H_8 气体与 Ar 气体的混合气体。该混合气体中的甲苯的流量为 0.1g/分钟,另外晶片 W 及其周围的处理空间的温度设为 200℃。将来自气体导入口 64 的 Ar 的气体流量设定为 500mL/min(sccm),设定为从气体导入口 62a、62c 合计供给 500mL/min(sccm) 的 Ar 气体。对于其他的气体导入口,在该模拟中不加以设定。此后,研究了处理空间 S 中的甲苯气体的分布。

[0124] 模拟的结果是,在气体喷出后 0.1 秒甲苯气体就扩展到整个处理空间 S,浓度为 4%,在整个处理空间 S 中均匀。比较该结果与评价试验 1 的以往的喷头的结构的模拟结果可知,该气体供给部 110 可以均匀性高地、高速地向晶片 W 的面内供给气体。

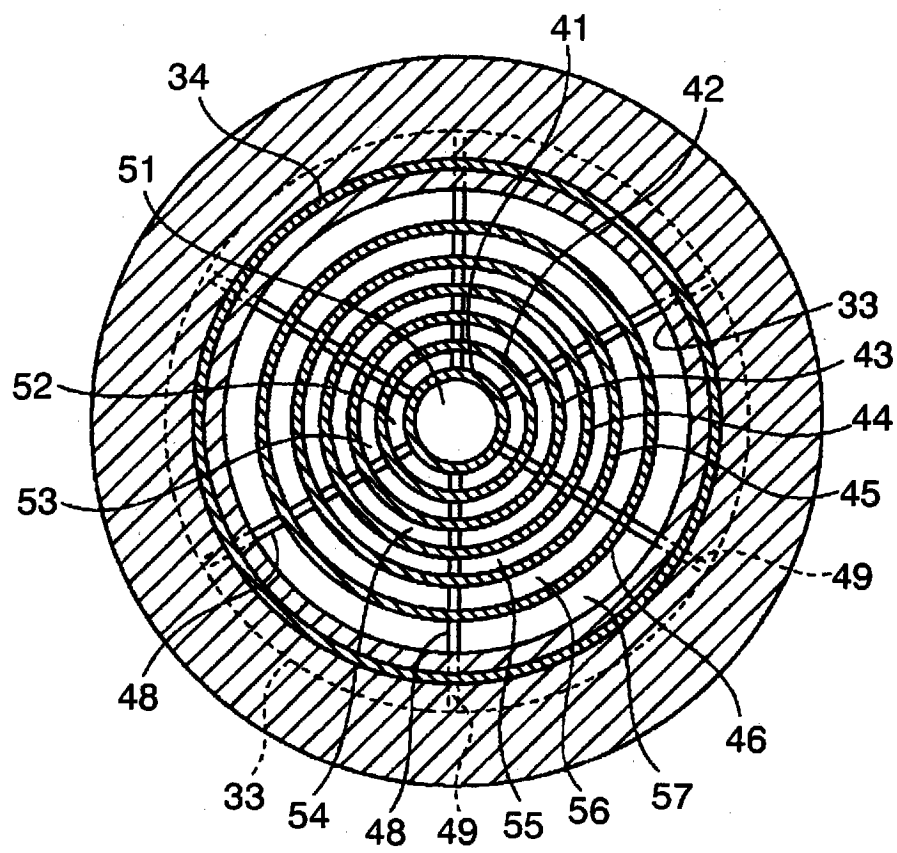


图 3

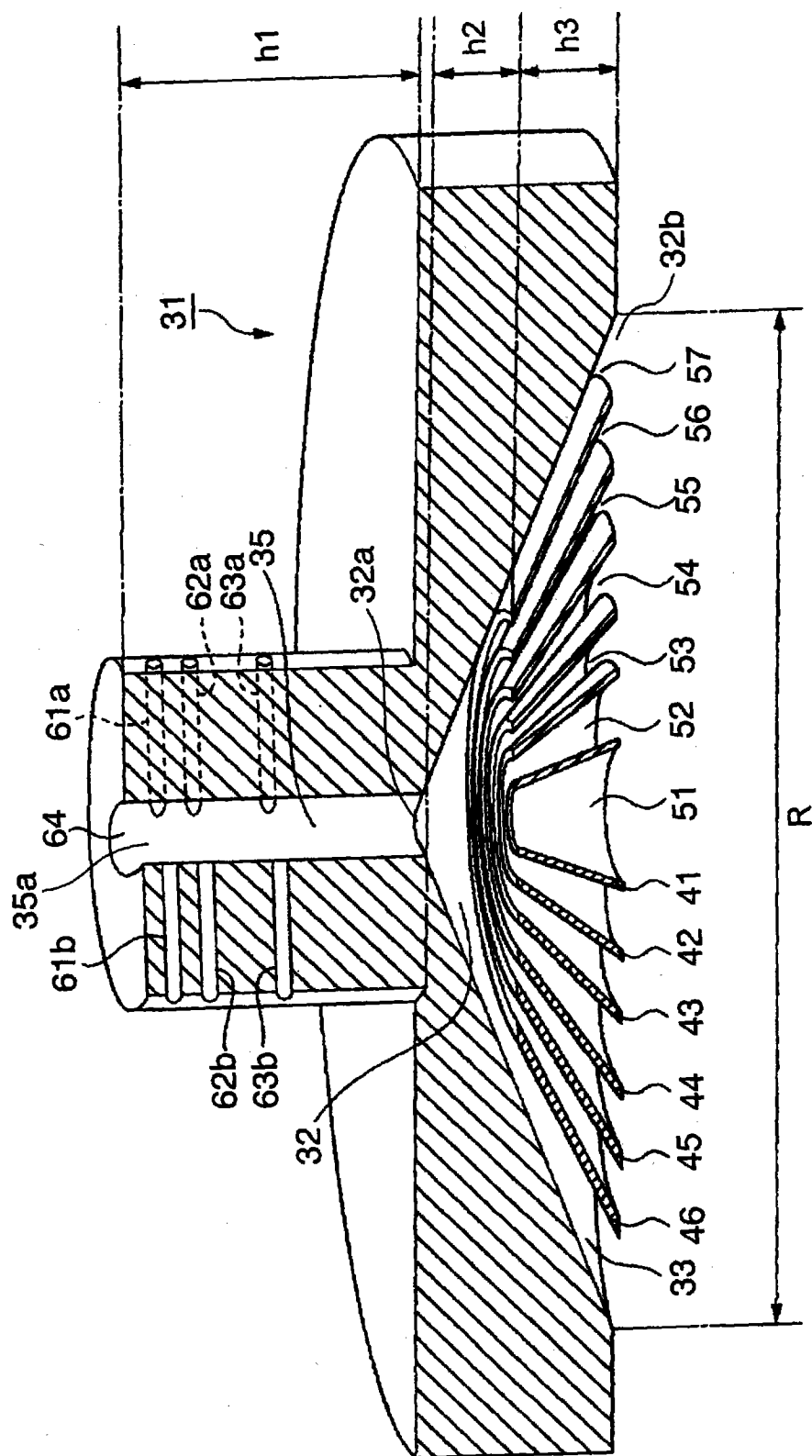


图 4

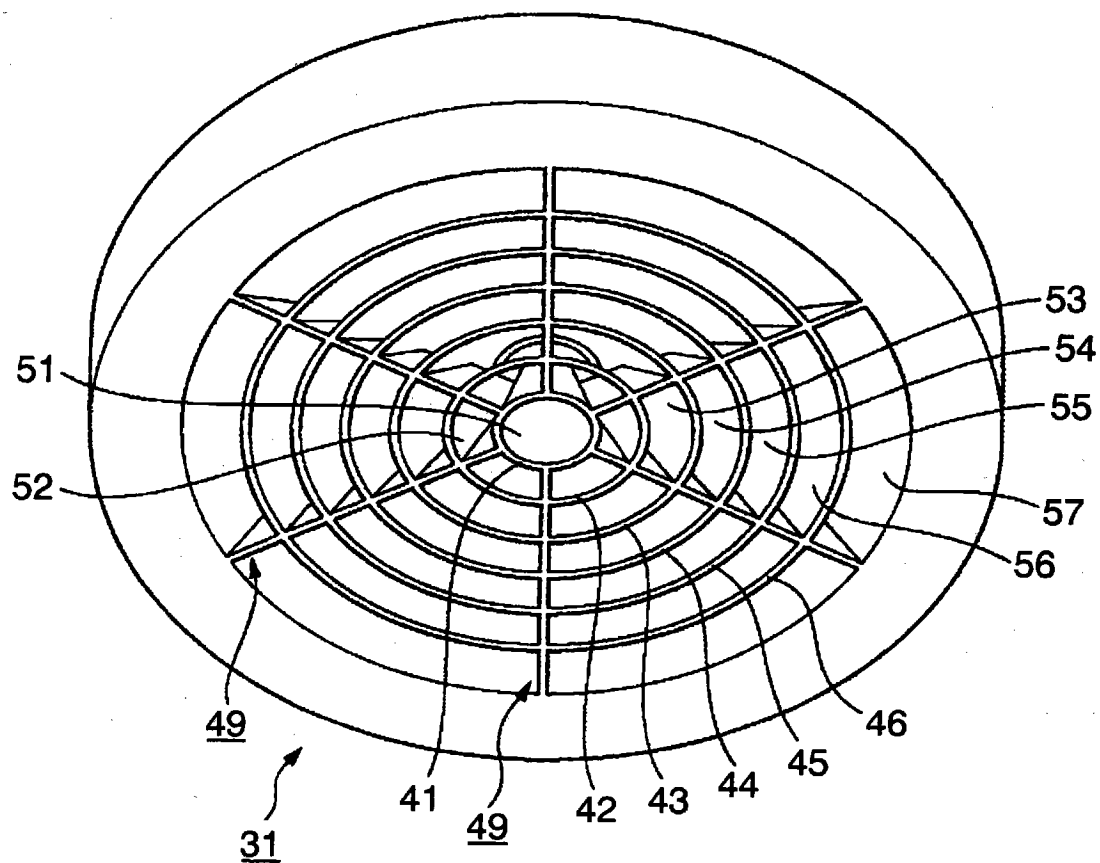


图 5

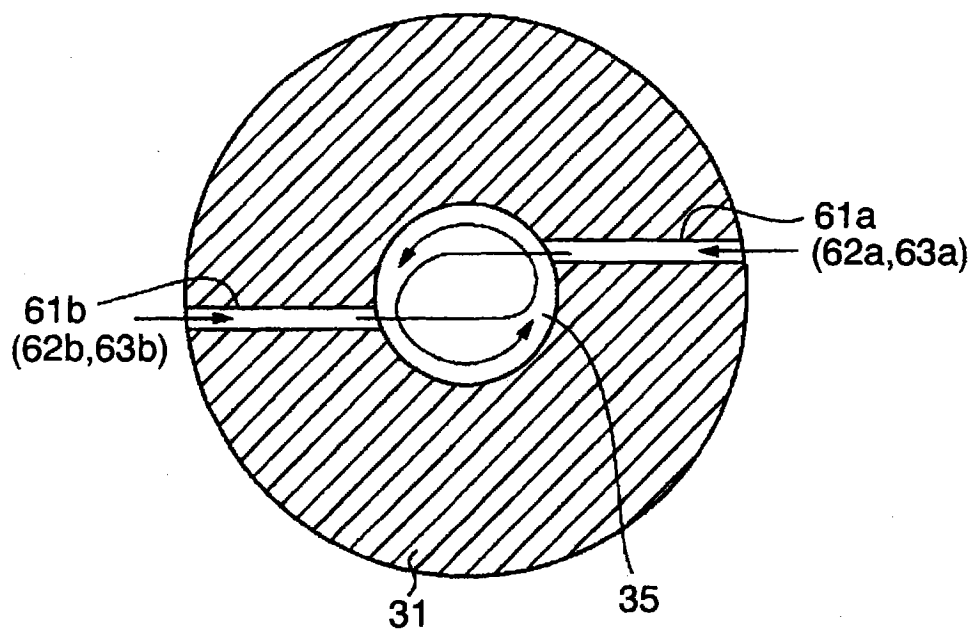


图 6

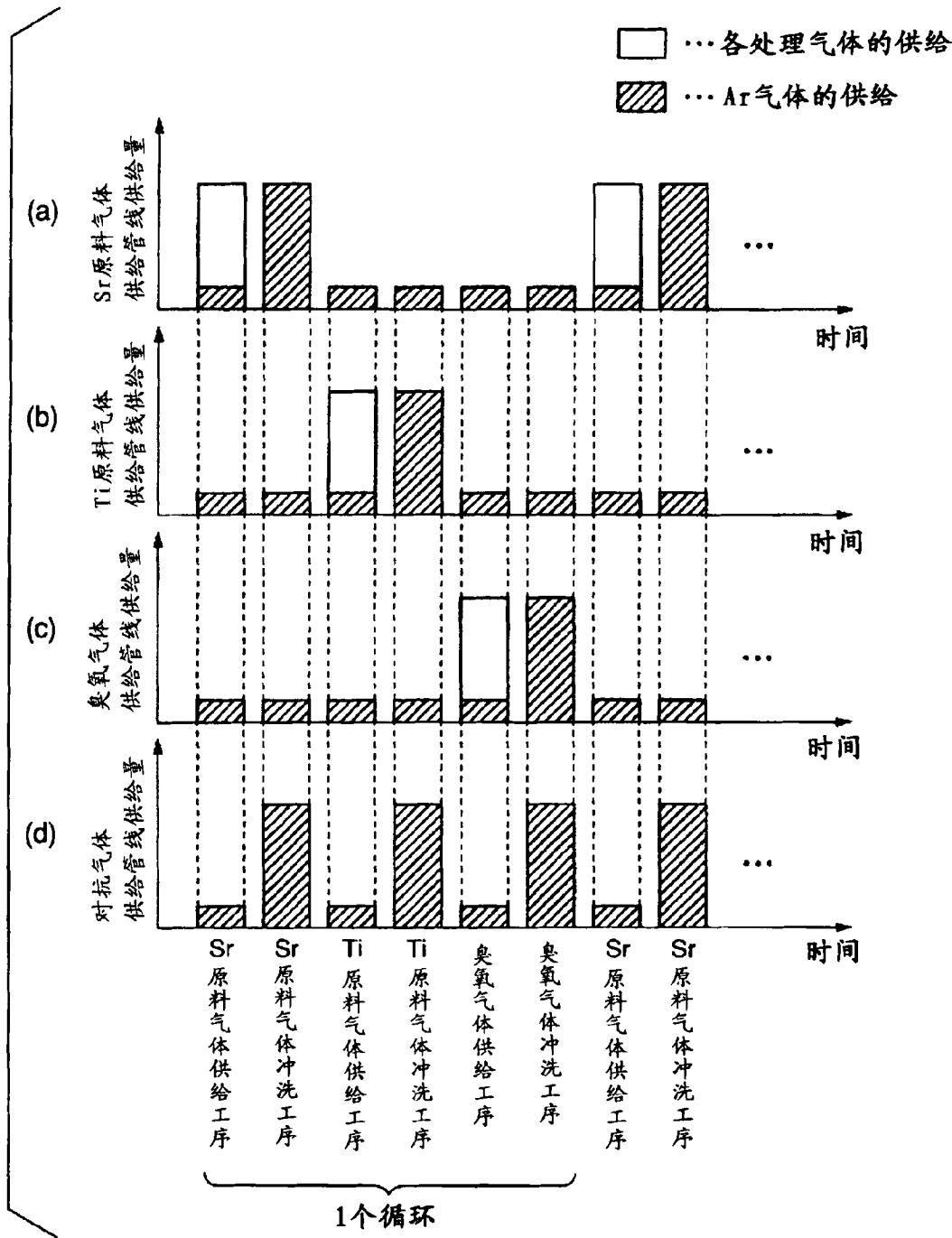


图 7

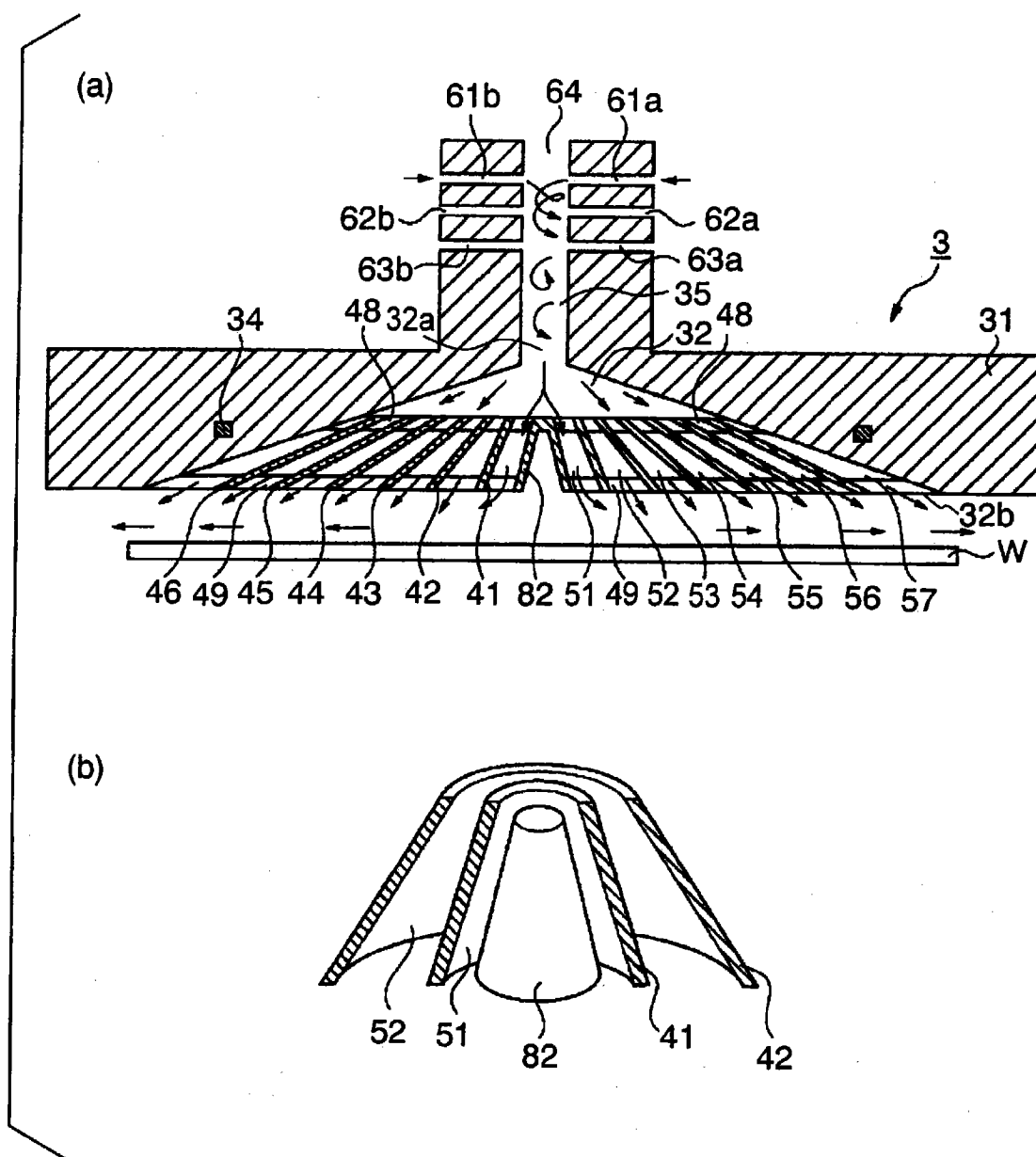


图 9

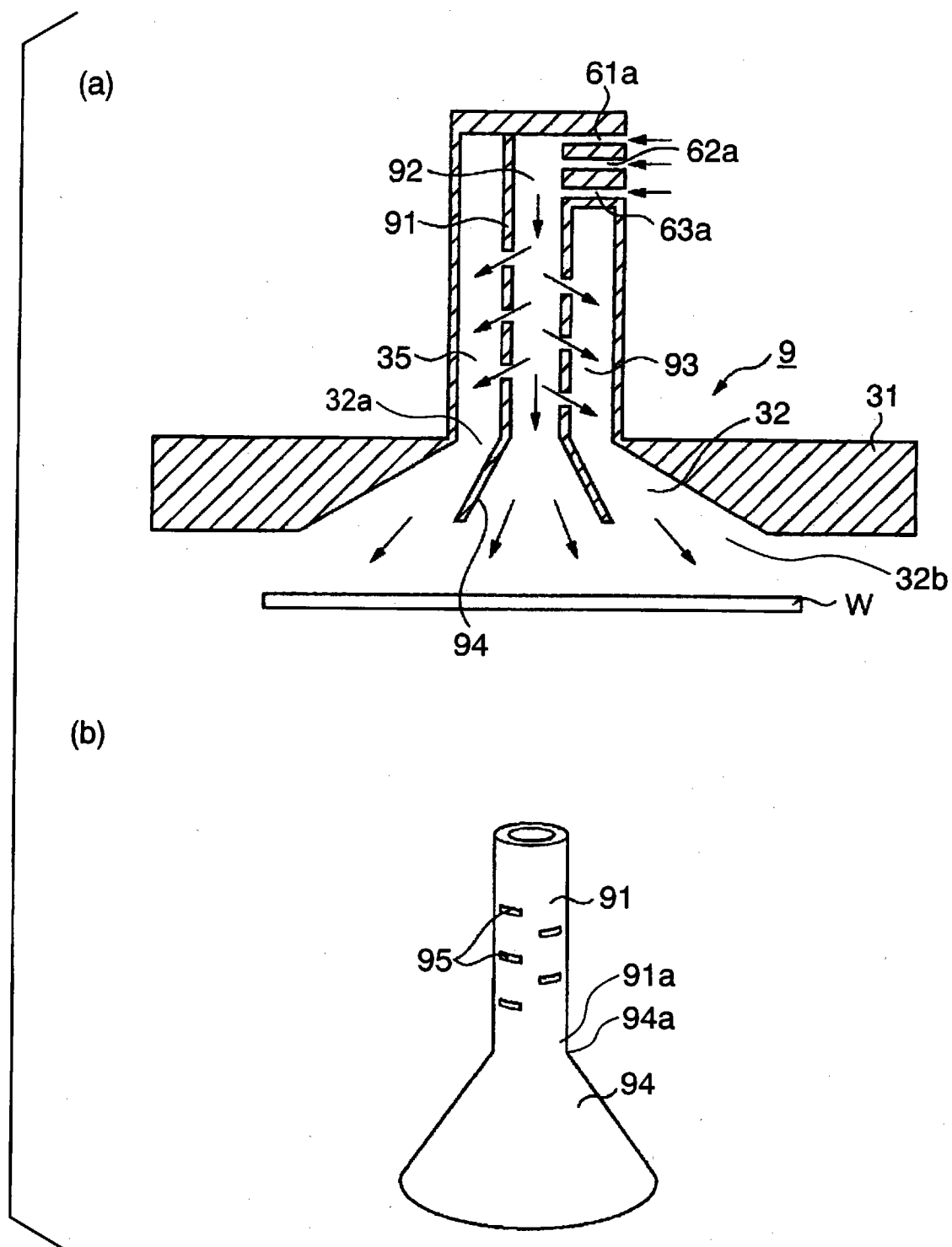


图 10

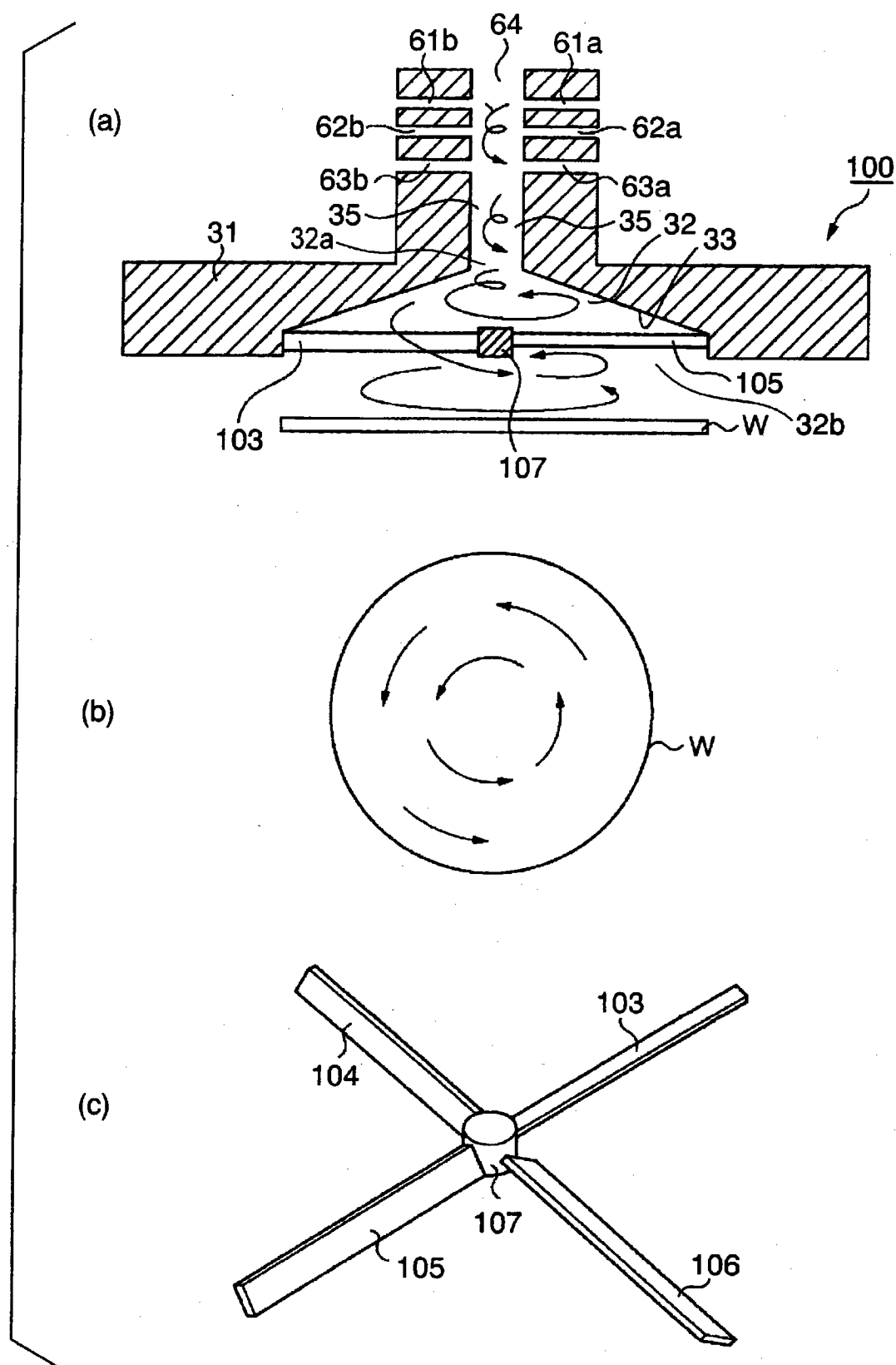


图 11

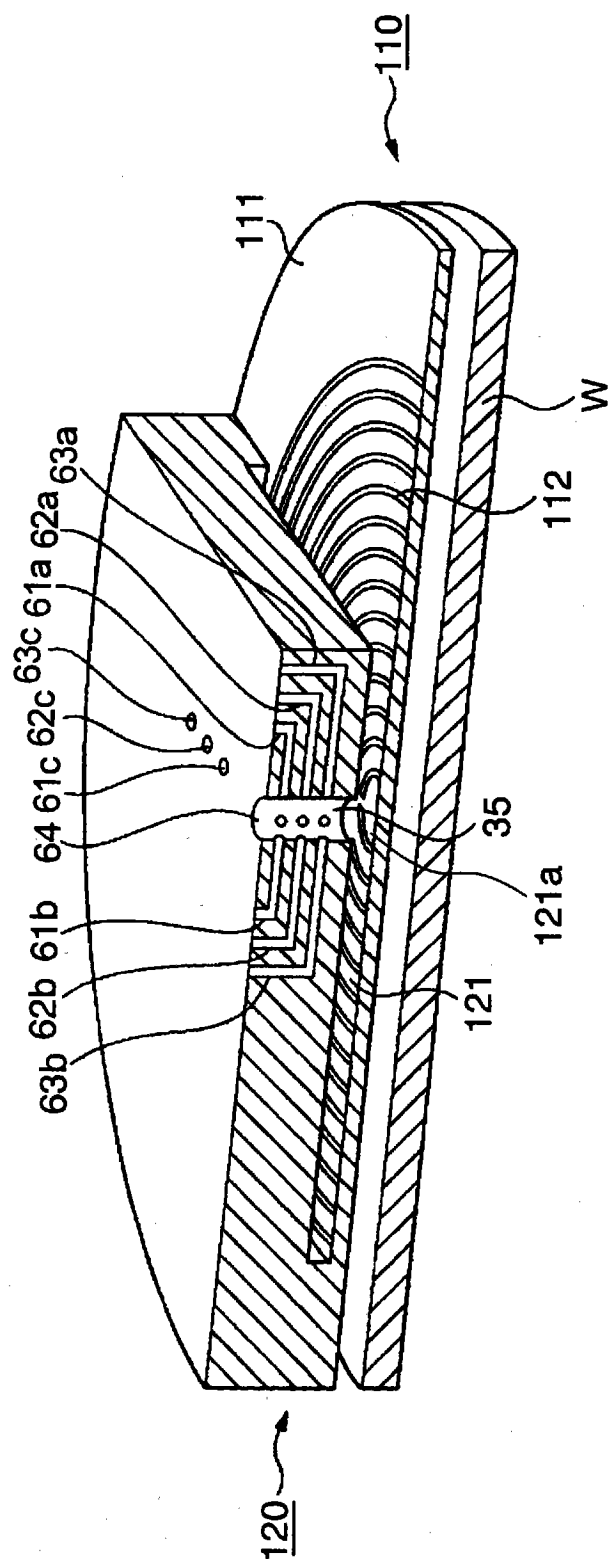


图 12

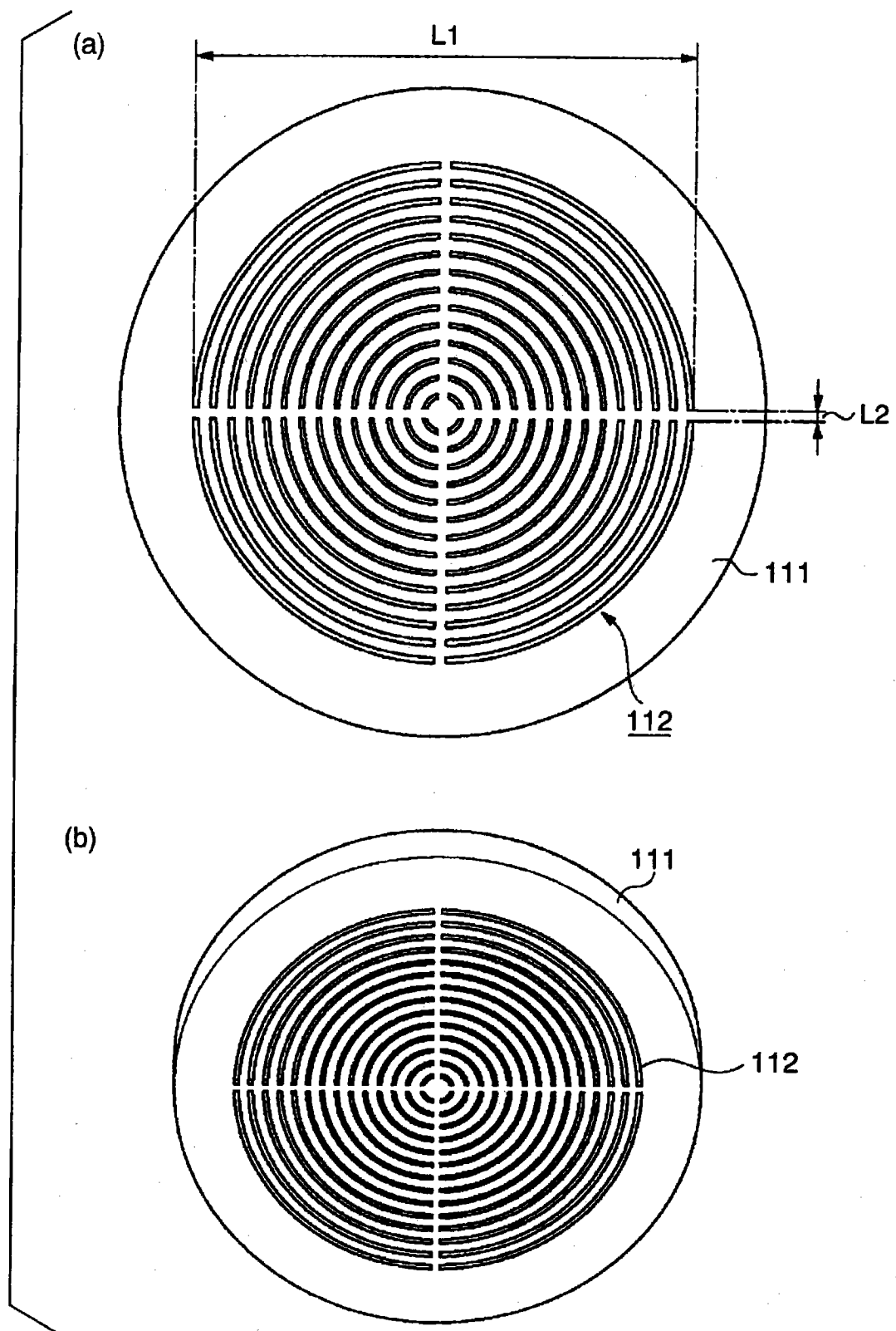


图 13

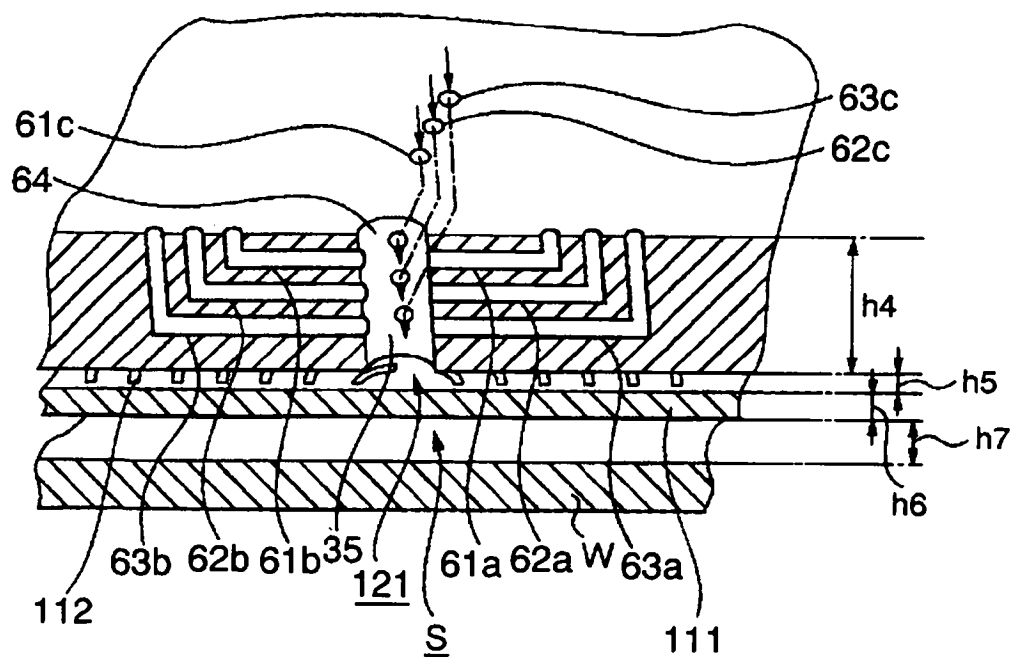


图 14

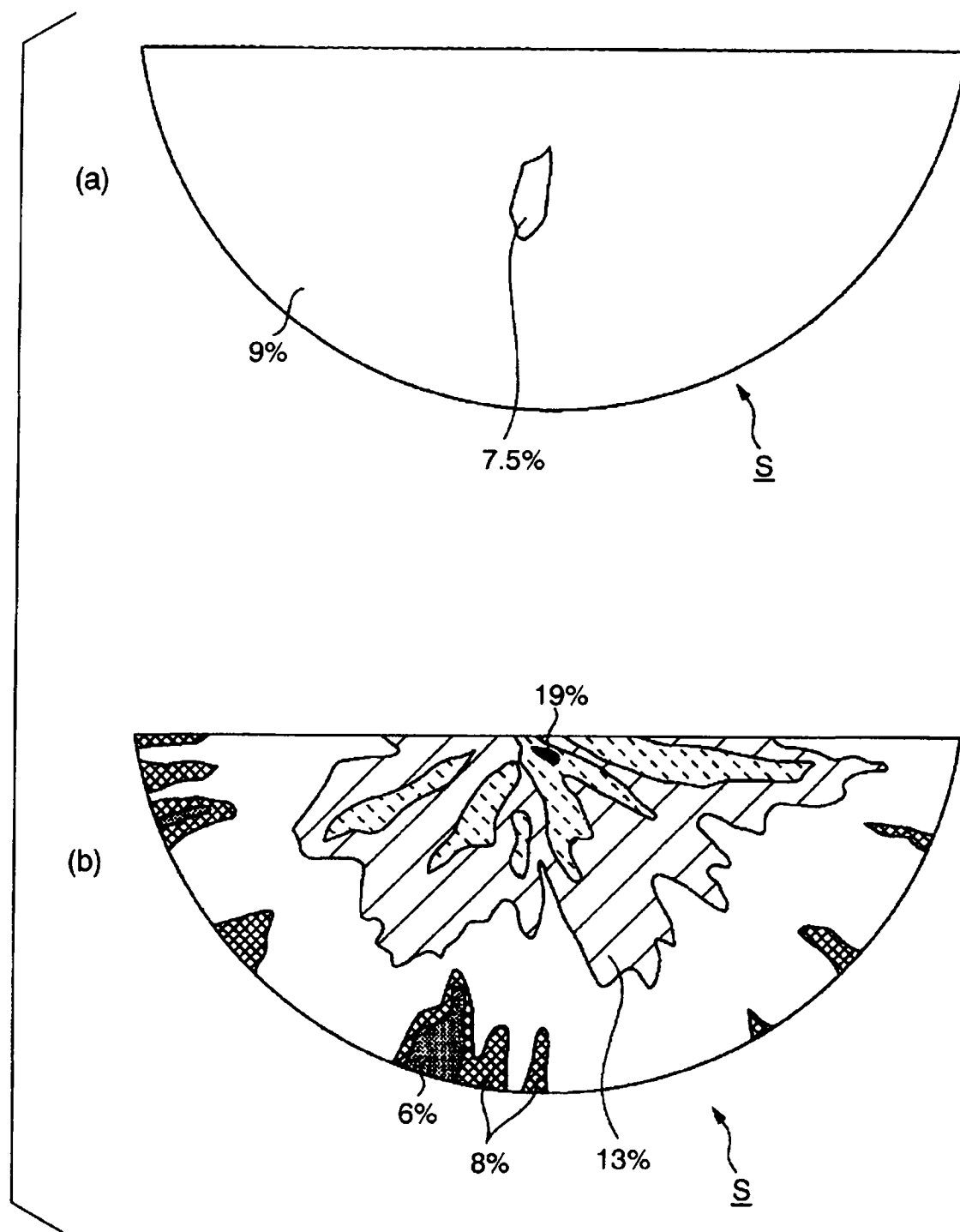


图 15

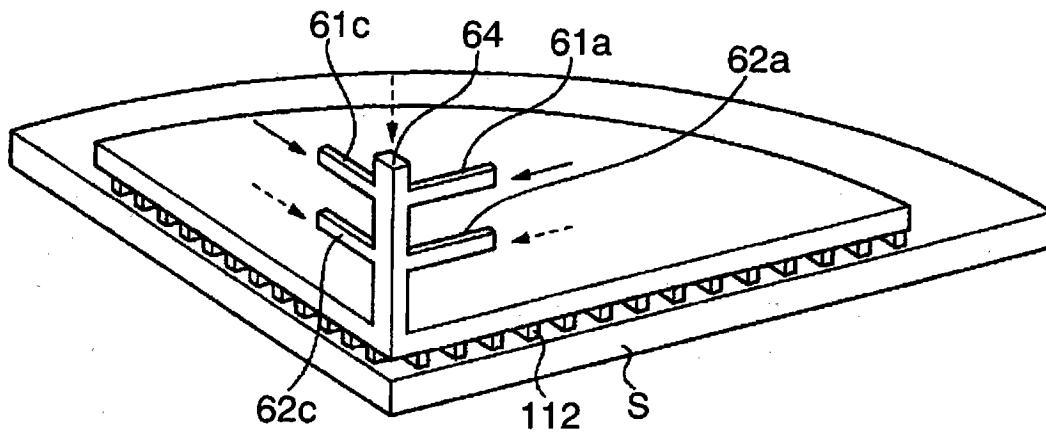


图 16

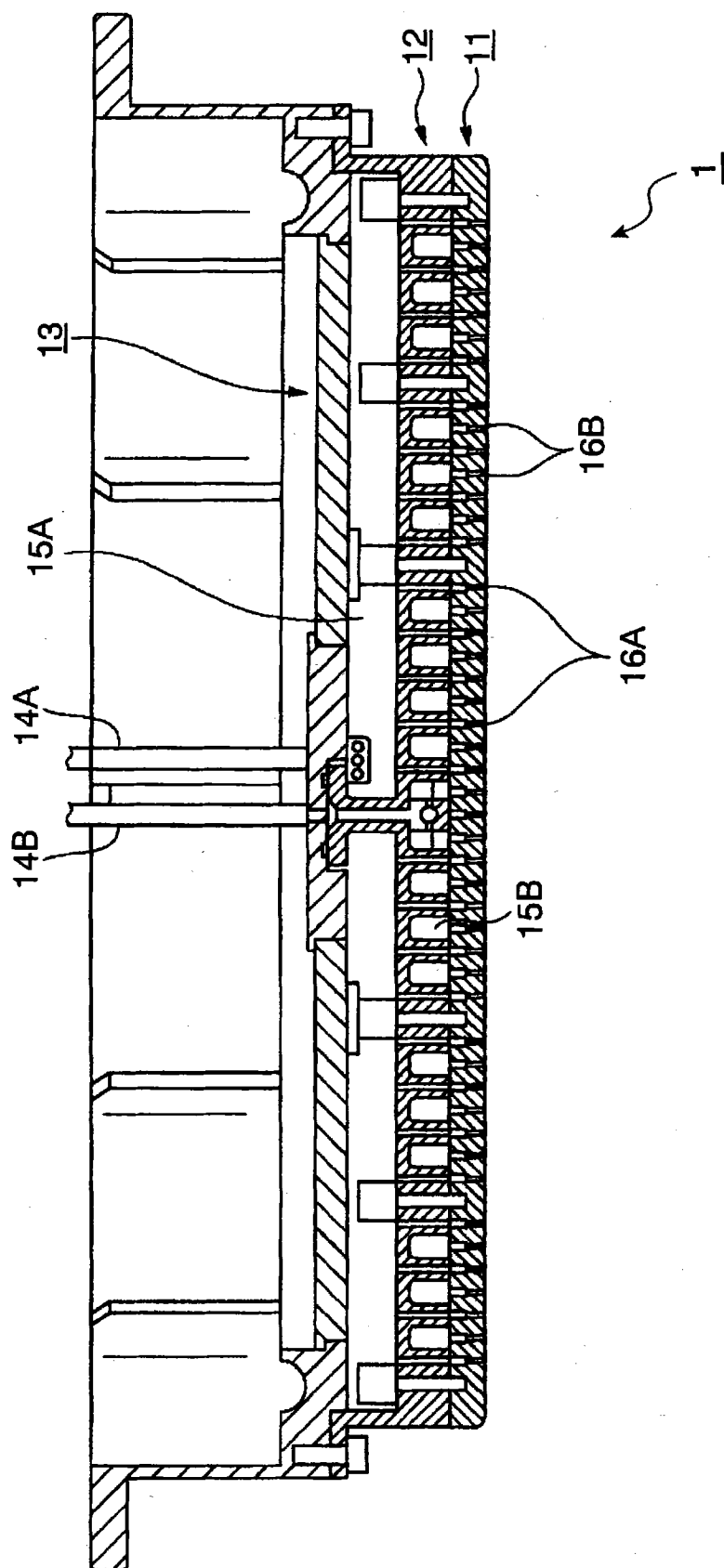


图 17