

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102150245 B

(45) 授权公告日 2013.05.22

(21) 申请号 200980135521.5

C23C 16/455(2006.01)

(22) 申请日 2009.11.13

H01L 21/316(2006.01)

(30) 优先权数据

2008-292508 2008.11.14 JP

2009-233047 2009.10.07 JP

2009-258644 2009.11.12 JP

(56) 对比文件

US 2007/0218701 A1, 2007.09.20, 说明书具体实施方式部分, 附图.

JP 平 1-249694 A, 1989.10.04, 全文.

JP 2001-254181 A, 2001.09.18, 全文.

JP 昭 63-000112 A, 1988.01.05, 说明书第 2 页左栏第 1 行 - 第 4 页右栏第 7 行, 附图 1.

JP 2008-516428 A, 2008.05.15, 全文.

(85) PCT 申请进入国家阶段日

2011.03.10

(86) PCT 申请的申请数据

PCT/JP2009/069398 2009.11.13

审查员 朱永全

(87) PCT 申请的公布数据

W02010/055926 JA 2010.05.20

(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 加藤寿 竹内靖

(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 21/31(2006.01)

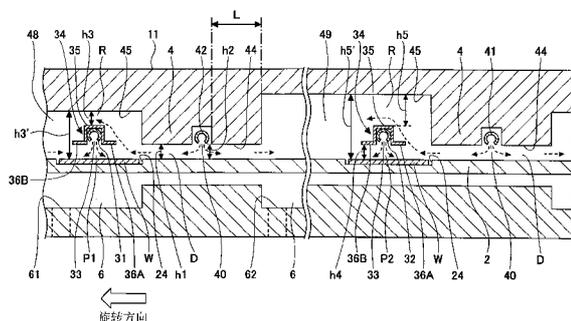
权利要求书 2 页 说明书 21 页 附图 30 页

(54) 发明名称

成膜装置

(57) 摘要

本发明提供一种成膜装置。成膜装置具备气体喷嘴和整流构件,上述气体喷嘴沿长度方向形成有用于喷出反应气体的喷出孔,上述整流构件自上述气体喷嘴向旋转台的旋转方向上游侧或旋转方向下游侧突出。在上述结构中,针对自上述旋转方向上游侧流向该气体喷嘴的分离气体,限制该分离气体流入到上述气体喷嘴与载置有基板的旋转台之间,或者限制反应气体在分离气体的作用下自旋转台飞扬,从而防止处理区域中的反应气体的浓度下降。



1. 一种成膜装置,其在真空容器内按顺序向基板的表面供给相互反应的至少两种反应气体,并且执行该供给循环,从而层叠多层反应生成物的层而形成薄膜,

该成膜装置包括:

旋转台,其设置在上述真空容器内;

基板载置区域,其设置在该旋转台上,用于载置基板;

第 1 反应气体供给部件和第 2 反应气体供给部件,其沿上述旋转台的旋转方向彼此分开地固定在该旋转台的上方,用于分别向基板供给第 1 反应气体和第 2 反应气体;

分离区域,其在上述旋转方向上位于被供给上述第 1 反应气体的第 1 处理区域和被供给第 2 反应气体的第 2 处理区域之间,用于将第 1 处理区域与第 2 处理区域的气氛分离开,且该分离区域设有用于供给分离气体的分离气体供给部件;和

排气口,其用于对上述真空容器的内部进行真空排气,

上述分离区域具有顶面,该项面位于上述分离气体供给部件的上述旋转方向两侧、且在该顶面与旋转台之间形成有供分离气体自该分离区域流向处理区域侧的狭窄的空间;

上述第 1 反应气体供给部件和第 2 反应气体供给部件中的至少一方形成气体喷嘴,该气体喷嘴沿与上述基板载置区域的移动方向交叉的方向延伸、且沿该气体喷嘴的长度方向形成有用于向上述旋转台喷出反应气体的喷出孔;

在上述气体喷嘴的上方侧形成有供分离气体流通的流通空间;

该成膜装置具有自上述气体喷嘴向上游侧和下游侧中的至少一侧伸出的整流构件。

2. 根据权利要求 1 所述的成膜装置,其中,

上述整流构件自上述气体喷嘴向上述上游侧和上述下游侧这两侧伸出。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的成膜装置,其中,

各整流构件的距旋转台的中心部侧越远的部位,上述旋转方向的宽度越大。

4. 根据权利要求 3 所述的成膜装置,其中,

上述整流构件的俯视形状形成为扇形。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的成膜装置,其中,

该成膜装置具有中心部区域,该中心部区域位于真空容器内的中心部,用于分离上述第 1 处理区域和第 2 处理区域的气氛,且该中心部区域形成有用于向旋转台的基板载置面侧喷出分离气体的喷出孔。

6. 根据权利要求 5 所述的成膜装置,其中,

上述中心部区域是被旋转台的旋转中心部和真空容器的上表面侧划分的、被分离气体吹扫的区域。

7. 根据权利要求 6 所述的成膜装置,其中,

以能够将上述反应气体与扩散到分离区域的两侧的分離气体和自上述中心部区域喷出的分离气体一起排出的方式设置上述排气口。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的成膜装置,其中,

为了能使上述排气口专门用于排出各反应气体,俯视看来将上述排气口设置在上述分离区域的上述旋转方向两侧。

9. 根据权利要求 1 或 2 所述的成膜装置,其中,

上述分离气体供给部件具有用于喷出分离气体的气体喷出孔,自旋转台的旋转中心

部、周缘部中的一方侧朝向另一方侧地排列该喷出孔。

10. 根据权利要求 1 或 2 所述的成膜装置, 其中,

上述分离区域的顶面的真空容器外缘侧的部位以与上述旋转台的外端面相对的方式弯曲而构成真空容器的内周壁的一部分, 将该顶面的弯曲部位与上述旋转台的外端面之间的间隙设定为能够获得防止反应气体进入的效果的尺寸。

11. 根据权利要求 1 或 2 所述的成膜装置, 其中,

在上述分离区域的顶面上的相对于上述分离气体供给部件位于旋转台的相对旋转方向的上游侧的部位中, 越靠近外缘的部位, 上述旋转方向的宽度越大。

12. 一种成膜装置, 其在真空容器内使载置有多张基板的旋转台旋转, 上述基板与被供给到多个不同的处理区域中的反应气体依次接触, 从而在上述基板的表面上形成薄膜,

该成膜装置包括:

分离区域, 其设置在上述多个处理区域之间, 供给用于防止不同的反应气体在自上述基板表面离开的空间内发生反应的分离气体;

反应气体供给部件, 其与上述处理区域的顶部分离开而在基板附近向基板的方向供给反应气体;

整流构件, 其用于对自上述分离区域流入上述处理区域中的分离气体流入上述反应气体供给部件与上述基板之间的间隙中而使被供给到上述基板上的反应气体的浓度下降的情况进行抑制;

流通空间, 其设置在上述处理区域的顶部与上述反应气体供给部件之间, 利用上述整流构件引导分离气体,

上述分离区域具有顶面, 在该顶面与旋转台之间形成有供分离气体自该分离区域流向处理区域侧的狭窄的空间。

13. 根据权利要求 12 所述的成膜装置, 其中,

上述处理区域的顶部距被载置在上述旋转台上的基板表面的高度大于上述分离区域的顶部距被载置在上述旋转台上的基板表面的高度。

14. 根据权利要求 12 或 13 所述的成膜装置, 其中,

在多个不同的反应区域中, 依据被供给到上述处理区域中的反应气体的种类、所供给的气体量来分别选择性地决定上述处理区域的顶部的高度。

成膜装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种按顺序向基板的表面供给相互反应的至少两种反应气体并且多次执行该供给循环、由此层叠多层反应生成物的层而形成薄膜的成膜装置。

背景技术

[0002] 作为半导体制造工艺中的成膜方法,公知有这样一种工艺,即、使第 1 反应气体在真空气氛的条件下吸附在作为基板的半导体晶圆(以下简称作“晶圆”)等的表面上之后,将所供给的气体切换成第 2 反应气体,从而利用两种气体的反应而形成 1 层或多层原子层、分子层,且多次进行该循环,由此层叠上述层而在基板上进行成膜处理。该工艺例如被称作 ALD(Atomic Layer Deposition,原子层沉积)或 MLD(Molecular Layer Deposition,分子层沉积)等,能够依据循环数来高精度地控制膜厚,并且能够获得良好的膜质的面内均匀性,是能满足半导体器件的薄膜化要求的有效方法。

[0003] 作为适合使用该种成膜方法的例子,例如能够列举出使用该种成膜方法形成栅极氧化膜所用的高电介质膜。举例说明,在成膜氧化硅膜(SiO_2 膜)时,能够使用例如双叔丁基氨基硅烷(以下称作“BTBAS”)气体等作为第 1 反应气体(或原料气体),使用臭氧(O_3)气体等作为第 2 反应气体(或氧化气体)。

[0004] 作为实施上述成膜方法的装置,使用在真空容器的上部中央处具有气体簇射头的单片式成膜装置,且研究出一种自基板的中央部上方侧供给反应气体而自处理容器的底部排出未反应的反应气体和反应副产物的方法。但是,上述成膜方法需要在由吹扫气体进行气体置换方面耗费很长时间,且循环数也达到了例如数百次,因此存在处理时间长这样的问题,从而期望一种能以高生产率进行处理的成膜装置和成膜方法。

[0005] 基于上述背景而研究出了下述方法,即、使用将多张基板沿真空容器内的旋转台的旋转方向配置在该旋转台上而进行成膜处理的装置来进行 ALD 处理或 MLD 处理。更详细而言,在上述成膜装置中,例如在上述真空容器内的旋转台的旋转方向上彼此分开的位置上形成有多个处理区域,向该处理区域供给各不相同的反应气体而进行成膜处理,而且,在上述旋转方向上处理区域与处理区域之间的区域构成为具有分离气体供给部件的分离区域,该分离气体供给部件供给用于将上述处理区域的气氛分离开的分离气体。

[0006] 在进行成膜处理时,自上述分离气体供给部件供给分离气体,该分离气体在旋转台上向旋转方向两侧扩散,从而在分离区域形成用于阻止各反应气体彼此混合的分离空间。然后,自设置在真空容器内的排气口将供给到处理区域中的反应气体与例如扩散到上述旋转台的旋转方向两侧的分离气体一起排出。上述那样向处理区域供给处理气体、且向分离区域供给分离气体,另一方面使上述旋转台旋转,从而使被载置在该旋转台上的晶圆自一处理区域向另一处理区域、然后自另一处理区域向一处理区域地交替反复移动,进行 ALD 处理或 MLD 处理。在上述成膜装置中,不用像上述那样进行处理气氛的气体置换,且能够对多张基板同时进行成膜处理,因此预计能够获得高生产率。

[0007] 例如在专利文献 1 中提出了如下成膜装置,该成膜装置将扁平的圆筒状真空容器

分离成左右两个部分,且在左侧半圆的轮廓与右侧半圆的轮廓之间、即真空容器的直径区域形成有分离气体的喷出口。另外,例如在专利文献 2 中提出了如下装置的结构,即、在晶圆支承构件(或旋转台)上沿旋转方向等间距地配置 4 张晶圆,另一方面以与晶圆支承构件相对的方式沿旋转方向等间距地配置第 1 反应气体喷出喷嘴和第 2 反应气体喷出喷嘴,且在上述喷嘴之间配置分离气体喷嘴,通过使晶圆支承构件水平旋转而对晶圆进行成膜处理。但是,在上述专利文献所提出的成膜装置中,并未认识到后述的处理区域中的反应气体浓度的下降以及反应气体与基板的接触时间的减少会导致向基板上成膜的成膜速度下降这一问题,从而未能解决该问题。

[0008] 另外,例如在专利文献 3、4 或 5 中提出了如下装置,该装置在每次实施使多种气体交替吸附在靶(相当于晶圆)上的原子层 CVD 方法时,使载置晶圆的基座旋转而自基座的上方供给源气体和吹扫气体。在专利文献 3 中提出了如下结构,即、隔壁自处理室的中心呈放射状延伸,在隔壁下设置用于向基座供给反应气体或源气体的气体流出孔,使非活性气体自设置于隔壁的气体流出孔流出,从而形成气帘。但在上述例子中,同样并未认识到分离气体使基板的成膜处理的成膜速度下降这一问题,仍未解决该问题。

[0009] 此外,例如在专利文献 6 中提出了一种 ALD 装置,该装置具有在表面上沿旋转方向配置有多张晶圆的旋转台、与上述旋转台相对的处理室上部。在处理室上部的背面沿周向隔开间隔地设置有多个吸气区域(或供给口),该吸气区域沿旋转台的径向延伸、用于供给各不相同的反应气体,沿上述径向延伸的两个排气区域(或排气口)彼此沿周向设置在沿周向相邻的各供给口间。在该处理室上部的背面,各吸气区域与旋转台的距离、以及各排气区域与旋转台的距离相等,该背面形成为平坦的顶面。在旋转台的旋转过程中,自各吸气区域供给的各反应气体在上述顶面与旋转台之间的间隙中流动,然后自与供给有该反应气体的吸气区域相邻的排气区域排出该反应气体。由此,对各反应气体的供给区域进行划分来进行 ALD 处理或 MLD 处理。但是,由于彼此相邻的两个排气区域的距离较近,因此实际上自各吸气区域流向上述排气区域的各反应气体会相互混合,可能在处理室的内部产生引发微粒产生的反应副产物。

[0010] 专利文献 1:美国发明专利第 7153542 号公报

[0011] 专利文献 2:日本特开 2001-254181 号公报

[0012] 专利文献 3:日本特开 2007-247066 号公报

[0013] 专利文献 4:美国发明专利申请公开第 2007/0218701 号公报

[0014] 专利文献 5:美国发明专利申请公开第 2007/0218702 号公报

[0015] 专利文献 6:日本特表 2008-516426 号公报(或是美国发明专利公开第 2006/0073276 号公报)

发明内容

[0016] 本发明所要解决的问题

[0017] 另外,针对上述那样在真空容器内的旋转台上沿旋转方向配置多张基板而进行成膜处理的装置,本发明人研究了图 1 所示的结构。参照图 1 详细说明成膜装置的结构。图 1 是沿旋转台 2 的旋转方向纵剖装置后展开而成的展开图。在图 1 中,附图标记 31 表示作为 BTBAS 气体的供给部件的第 1 反应气体喷嘴,该第 1 气体喷嘴 31 的下方区域是第 1 处理

区域 P1。附图标记 41、42 表示作为分离气体供给部件的分离气体喷嘴。上述反应气体喷嘴和分离气体喷嘴在旋转台 2 上沿该旋转台 2 的径向延伸,且向下方沿上述径向分别喷出作为成膜气体的 BTBAS 气体、作为分离气体的 N₂ 气体。

[0018] 为了防止分离区域 D 的压力下降,并不直接自分离区域 D 排出被喷出的上述 N₂ 气体,而是在 N₂ 气体流入处理区域后排出该气体。详细而言,如图 1 中实线的箭头所示,自分离区域 D 流向旋转台 2 的旋转方向下游侧而进入处理区域 P1 中的 N₂ 气体越过第 1 反应气体喷嘴 31 的上方,通过被设置在反应气体喷嘴 31 与该反应气体喷嘴 31 上方的顶面 45 之间的间隙 R,与自该反应气体喷嘴 31 喷出的 BTBAS 气体一起流入排气口中而被排出,该排气口设置在比该反应气体喷嘴 31 靠上述旋转方向下游侧的、该旋转台 2 的外侧位置。

[0019] 但是,本发明人研究了该装置,结果得出下述见解。在旋转台 2 的转速较慢时,BTBAS 气体的分子在气体喷嘴 31 的下方达到饱和而饱和吸附在晶圆 W 上,为了获得高生产率,需要使旋转台 2 进行例如 120rpm 以上的高速旋转。但是,在上述那样提高转速时,如图 2 中利用实线的箭头表示的 N₂ 气体的气流所示,由于提高了 N₂ 气体的流速,因此 N₂ 气体钻入反应气体 31 的下方,从而使第 1 处理区域 P1 中的 BTBAS 气体的浓度下降。这样一来不能使 BTBAS 气体饱和吸附在晶圆 W 上,且 BTBAS 分子向晶圆 W 吸附的吸附量与该处理区域 P1 中的气体的浓度以及该气体与晶圆 W 的接触时间成比例。所以在该情况下,由于如上所述使 BTBAS 气体的浓度下降,因此 BTBAS 分子的吸附量下降。

[0020] 另外,关于流向某物体的气流,当在流体力学上将物体的接受该气流的一侧视作正面侧时,该气流具有欲蔓延到压力小的背面侧的性质。也就是说,流向反应气体喷嘴 31 而钻入该反应气体喷嘴 31 下方的 N₂ 气体自旋转台 2 看去向上飞扬,蔓延到气体喷嘴 31 的上述旋转方向下游侧。此时,如图 2 中利用虚线的箭头表示的 BTBAS 气体的气流所示,自反应气体喷嘴 31 喷出到处理区域 P1 中的 BTBAS 气体随着钻入反应气体 31 下方的 N₂ 气体的气流也自旋转台 2 向上飞扬,因此使处理区域 P1 中的 BTBAS 气体的浓度变得更低,并且缩短 BTBAS 气体与晶圆 W 的接触时间。结果使 BTBAS 分子的吸附量更少。

[0021] 基于上述理由,为了延长反应气体与晶圆 W 的接触时间、且防止反应气体的浓度下降,以能够使反应气体所含的分子正常地吸附在晶圆 W 上,需要限制旋转台 2 的转速,因此可能无法充分地提高生产率。

[0022] 本发明是基于上述问题而做成的,目的在于提供一种成膜装置,该成膜装置在真空容器内按顺序向基板的表面供给相互反应的多种反应气体,层叠多层反应生成物的层从而形成薄膜,该成膜装置具有用于分离第 1 处理区域和第 2 处理区域的气氛的分离区域,沿载置基板的旋转台的周向设置上述第 1 处理区域、且将第 1 反应气体供给到该第 1 处理区域中,将第 2 反应气体供给到第 2 处理区域中,该成膜装置能够抑制成膜速度下降。

[0023] 用于解决问题的手段

[0024] 本发明的一技术方案提供一种成膜装置,其在真空容器内按顺序向基板的表面供给相互反应的至少两种反应气体,并且执行该供给循环,从而层叠多层反应生成物的层而形成薄膜,该成膜装置包括:旋转台,其设置在上述真空容器内;基板载置区域,其设置在该旋转台上,用于载置基板;第 1 反应气体供给部件和第 2 反应气体供给部件,其沿上述旋转台的旋转方向彼此分开地固定在该旋转台的上方,分别向基板供给第 1 反应气体和第 2 反应气体;分离区域,为了将被供给上述第 1 反应气体的第 1 处理区域与被供给第 2 反应气

体的第 2 处理区域的气氛分离开,在上述旋转方向上将该分离区域设置在上述处理区域之间,且该分离区域具有用于供给分离气体的分离气体供给部件;排气口,其用于对上述真空容器的内部进行真空排气,上述第 1 反应气体供给部件和第 2 反应气体供给部件中的至少一方形成成为气体喷嘴,该气体喷嘴沿与上述基板载置区域的移动方向交叉的方向延伸,且沿该气体喷嘴的长度方向形成有用于向上述旋转台喷出反应气体的喷出孔,在上述气体喷嘴的上方形形成有供分离气体流通的流通空间,该成膜装置具有自上述气体喷嘴向上游侧和下游侧中的至少一侧伸出的整流构件。

[0025] 上述整流构件也可以自上述气体喷嘴向上述上游侧和上述下游侧这两侧伸出,各整流构件的例如距旋转台的中心部侧越远的部位,上述旋转方向的宽度越大,在该情况下上述整流构件的俯视形状为扇形。上述分离区域例如具有顶面,该顶面位于上述分离气体供给部件的上述旋转方向两侧、且在该顶面与旋转台之间形成有供分离气体自该分离区域流向处理区域侧的狭窄的空间,该成膜装置也可以具有中心部区域,该中心部区域位于真空容器内的中心部,用于分离上述第 1 处理区域和第 2 处理区域的气氛,且该中心部区域形成有用于向旋转台的基板载置面侧喷出分离气体的喷出孔,此时,例如上述中心部区域是被旋转台的旋转中心部和真空容器的上表面侧划分的被分离气体吹扫的区域。另外,在设置上述中心部区域时,例如以能够将上述反应气体与扩散到分离区域的两侧的分離气体和自上述中心部区域喷出的分离气体一起排出的方式设置上述排气口。为了能使排气口专门用于排出各反应气体,俯视看来也可以将排气口设置在上述分离区域的上述旋转方向两侧。

[0026] 此外,在成膜装置中,例如自旋转台的旋转中心部和周缘部的一方侧朝向另一方侧地配置上述分离气体供给部件的气体喷出孔,上述分离区域的顶面上的真空容器外缘侧的部位以与上述旋转台的外端面相对的方式弯曲而构成真空容器的内周壁的一部分,可以将该顶面的弯曲部位与上述旋转台的外端面之间的间隙设定为能够获得防止反应气体进入的效果的尺寸。另外,也可以在上述分离区域的顶面上的相对于上述分离气体供给部件位于旋转台的相对旋转方向的上游侧的部位中,越靠近外缘的部位,上述旋转方向的宽度越大。

[0027] 本发明的另一技术方案提供一种成膜装置,其使载置有多张基板的旋转台在真空容器内旋转,上述基板与被供给到多个不同的处理区域中的反应气体依次接触,从而在上述基板的表面上形成薄膜,该成膜装置包括:分离区域,其设置在上述多个处理区域之间,用于防止不同的反应气体在自上述基板表面离开的空间内发生反应;反应气体供给部件,其与上述处理区域的顶部分开而在基板附近向基板的方向供给反应气体;整流构件,其用于对自上述分离区域流入上述处理区域中的分离气体流入上述反应气体供给部件与上述基板之间的间隙中而使被供给到上述基板上的反应气体的浓度下降的情况进行抑制;流通空间,其设置在处理区域的顶部与上述反应气体供给部件之间,利用上述整流构件引导分离气体。上述处理区域的顶部距被载置在旋转台上的基板表面的高度可以大于上述分离区域的顶部距被载置在旋转台上的基板表面的高度,在多个不同的反应区域中,也可以依据被供给到处理区域中的反应气体的种类、所供给的气体量来分别选择性地决定上述处理区域的顶部的高度。

[0028] 采用本发明的成膜装置,该成膜装置包括气体喷嘴和整流构件,上述气体喷嘴构

成沿与旋转台的基板载置区域的移动方向交叉的方向延伸、且具有沿该喷嘴的长度方向形成的喷出孔的反应气体供给部件,上述整流构件自该气体喷嘴向上述旋转台的旋转方向上游侧或下游侧中的至少一侧伸出,且该成膜装置利用该整流构件将分离气体引导到流通空间内,该流通空间供分离气体自上述上游侧和下游侧中的任意一侧流向另一侧。结果,能够抑制因分离气体混入而使处理区域中的反应气体的浓度下降,因此即使加快旋转台的转速,仍能够在处理区域中使反应气体吸附在基板上。因而,能够抑制成膜速度下降。另外,能够以较高的均匀性在基板上成膜,从而能够提高膜质。

附图说明

- [0029] 图 1 是表示以往的成膜装置中的气体的流动情况的说明图。
- [0030] 图 2 是详细表示气体喷嘴周围的气流的说明图。
- [0031] 图 3 是本发明的实施方式的成膜装置的纵剖视图。
- [0032] 图 4 是表示图 3 的成膜装置的内部的大概结构的立体图。
- [0033] 图 5 是图 3 的成膜装置的横剖俯视图。
- [0034] 图 6 是表示图 3 的成膜装置中的处理区域和分离区域的一例的纵剖视图。
- [0035] 图 7 是表示图 3 的成膜装置中的处理区域和分离区域的另一例的纵剖视图。
- [0036] 图 8 是反应气体喷嘴和整流构件的结构图。
- [0037] 图 9 是图 3 的成膜装置的纵剖视图。
- [0038] 图 10 是表示反应气体喷嘴的纵剖视图。
- [0039] 图 11 是表示分离气体或吹扫气体的流动情况的说明图。
- [0040] 图 12 是图 3 的成膜装置的局部剖立体图。
- [0041] 图 13 是表示第 1 反应气体和第 2 反应气体被分离气体分离后排出的情况的说明图。
- [0042] 图 14 是表示图 3 的成膜装置的旋转台上的气体的流动情况的说明图。
- [0043] 图 15 是表示被整流构件限制的气体的详细流动情况的说明图。
- [0044] 图 16 是用于说明分离区域所用的凸状部的尺寸例的说明图。
- [0045] 图 17 是表示气体喷嘴的另一例的立体图和纵剖视图。
- [0046] 图 18 是表示整流板的另一例的俯视图。
- [0047] 图 19 是表示气体喷嘴的另一结构的纵剖视图和剖切立体图。
- [0048] 图 20 是上述气体喷嘴的侧视图和俯视图。
- [0049] 图 21 是表示气体喷嘴的另一结构的纵剖视图和剖切立体图。
- [0050] 图 22 是表示本发明的另一实施方式的成膜装置的横剖侧视图。
- [0051] 图 23 是表示本发明的另一实施方式的成膜装置的横剖侧视图。
- [0052] 图 24 是表示本发明的另一实施方式的成膜装置的纵剖侧视图。
- [0053] 图 25 是表示使用了本发明的成膜装置的基板处理系统的一例的概略俯视图。
- [0054] 图 26 是为了进行评价试验而模拟设定的反应气体喷嘴的俯视图。
- [0055] 图 27 是表示评价试验的结果的图表。
- [0056] 图 28 是表示评价试验的结果的图表。
- [0057] 图 29 是表示评价试验所用的晶圆的膜厚测量范围和试验结果的说明图。

[0058] 图 30 是表示评价试验中的气体的浓度分布的说明图。

[0059] 图 31 是表示评价试验中的气体的浓度分布的说明图。

[0060] 附图标记说明

[0061] W、晶圆；1、真空容器；2、旋转台；21、芯部；24、凹部（基板载置区域）；31、第 1 反应气体喷嘴；32、第 2 反应气体喷嘴；34、整流构件；35A、35B、扇形板；P1、第 1 处理区域；P2、第 2 处理区域；D、分离区域；C、中心部区域；41、42、分离气体喷嘴、4、凸状部；61、62、排气管；63、排气管；65、冷却部；7、加热器单元；72、73、吹扫气体供给管；81、分离气体供给管。

具体实施方式

[0062] 如图 3（沿后述的图 5 的 I - I' 的剖视图）所示，本发明的一实施方式的成膜装置包括俯视形状大致为圆形的扁平的真空容器 1、和设置在该真空容器 1 内且在该真空容器 1 的中心处具有旋转中心的旋转台 2。以顶板 11 能够离开容器主体 12 的方式构成真空容器 1。顶板 11 利用内部的减压状态夹着密封构件、例如 O 型密封圈 13 被向容器主体 12 侧推压而维持气密状态，在使顶板 11 自容器主体 12 离开时，利用未图示的驱动机构向上抬起顶板 11。

[0063] 旋转台 2 的中心部被固定在圆筒形状的芯部 21 上，该芯部 21 被固定在沿铅垂方向延伸的旋转轴 22 的上端。旋转轴 22 贯穿真空容器 1 的底面部 14，该旋转轴 22 的下端安装在驱动部 23 上，该驱动部 23 使该旋转轴 22 绕铅垂轴线、本例中为顺时针方向旋转。旋转轴 22 和驱动部 23 被收纳在上表面开口的筒状壳体 20 内。

[0064] 如图 4 和图 5 所示，在旋转台 2 的表面部沿旋转方向（或周向）设置有圆形的凹部 24，该凹部 24 是用于载置多张、例如 5 张作为基板的晶圆 W 的基板载置区域，该凹部 24 的直径形成得稍大于晶圆 W 的直径，具有对晶圆 W 进行定位而防止晶圆 W 在与旋转台 2 的旋转相应的离心力的作用下飞出。另外，为了方便起见，图 5 只在 1 个凹部 24 中表示了晶圆 W。多张晶圆 W 被载置在共用的平坦的旋转台 2 上，当将晶圆 W 载置在该旋转台 2 的凹部 24 中时，该晶圆 W 的表面的高度与旋转台 2 的表面的高度基本一致。详细而言，基本一致的高度是指例如上述两个表面的高度差在 5mm 以内。与使用的是通过组合多个分开了的构件而形成的旋转台、被载置在凹部 24 中的晶圆 W 的表面的高度与该旋转台 2 的表面的高度并未基本一致的旋转台的情况相比，使用上述旋转台 2 能够抑制在旋转台 2 的表面和晶圆 W 的表面流动的气流紊乱。

[0065] 这里，图 6 是沿同心圆剖切旋转台 2 并横向展开来表示的展开图。如图 6 所示，以下述方式形成凹部 24，即、在晶圆落入凹部 24 中时、晶圆表面与旋转台 2 的表面（即、未载置有晶圆的区域）的高度差大体上趋近于零，从而能够抑制由晶圆 W 的表面与旋转台 2 的表面之间的高度差引发的压力变化，能够使膜厚的面内均匀性一致。在凹部 24 的底面上形成有供例如后述的三根升降销（参照后述的图 12）穿过的通孔（未图示），该升降销用于支承晶圆 W 的背面而使该晶圆 W 上升或下降、从而与输送机构 10 进行晶圆 W 的交接。

[0066] 如图 4 和图 5 所示，在与旋转台 2 的凹部 24 的通过区域分别相对的位置上，第一反应气体喷嘴 31、第二反应气体喷嘴 32 和 2 根分离气体喷嘴 41、42 沿真空容器 1 的周向（旋转台 2 的旋转方向）彼此隔开间隔地自中心部呈放射状延伸。这些反应气体喷嘴 31、32 和分离气体喷嘴 41、42 例如安装在真空容器 1 的侧周壁上，且作为各喷嘴的基端部的气

体导入件 31a、32a、41a、42a 贯穿该侧壁。

[0067] 反应气体喷嘴 31、32 分别与作为第一反应气体的 BTBAS (双叔丁基氨基硅烷, $\text{SiH}_2(\text{NH}-\text{C}(\text{CH}_3)_3)_2$) 气体的气体供给源和作为第二反应气体的 O_3 (臭氧) 气体的气体供给源 (该两种气体供给源均为图示) 相连接, 分离气体喷嘴 41、42 均与作为分离气体的 N_2 气体 (氮气) 的气体供给源 (未图示) 相连接。在本例中, 沿顺时针方向按照第二反应气体喷嘴 32、分离气体喷嘴 41、第一反应气体喷嘴 31 和分离气体喷嘴 42 的顺序配置上述各喷嘴。

[0068] 在反应气体喷嘴 31、32 上沿喷嘴的长度方向隔开间隔地配置有用于向下方侧喷出反应气体的喷出孔 33。在本例中, 各气体喷嘴的喷出口的口径为 0.5mm, 沿各喷嘴的长度方向隔开例如 10mm 的间隔地配置上述各喷出口。反应气体喷嘴 31、32 分别相当于第一反应气体供给部件和第二反应气体供给部件, 该反应气体喷嘴 31、32 的下方区域分别形成用于使 BTBAS 气体吸附在晶圆 W 上的第 1 处理区域 P1 和用于使 O_3 气体吸附在晶圆 W 上的第 2 处理区域 P2。

[0069] 另外, 严密而言, 通过了处理区域 P1 后残留在上方的 BTBAS 气体吸附在晶圆 W 上, 且通过了处理区域 P2 后也残留在上方的 O_3 气体与晶圆 W 上的 BTBAS 气体的成分发生反应。如后所述那样, 上述分离气体喷嘴 41、42 位于由第 1 顶面 44 形成的两个分离区域 D 中, 各分离区域 D 俯视呈扇形, 且沿旋转台 2 的旋转方向彼此分开地形成各分离区域 D。与上述分离区域 D 相邻地设置由俯视呈扇形的区域 48、49。为了与其他区域的名称区别开来, 在之后的说明中将上述区域 48、49 称作扩散区域 48、49。利用第二顶面 45 形成扩散区域 48、49, 该第二顶面 45 距旋转台 2 的高度大于形成上述分离区域 D 的第一顶面 44 距旋转台 2 的高度, 且上述处理区域 P1、P2 分别位于扩散区域 48、49 中。

[0070] 为了调整各气体的向晶圆 W 的吸附性、反应时间的特性、旋转台 2 的旋转速度 (或处理速度) 等条件而进行最佳的处理, 适当地设计扩散区域 48、49 的大小、即该扩散区域 48、49 的旋转方向长度和上述第二顶面 45 的高度位置。另外, 在扩散区域 48、49 中, 反应气体喷嘴 31、32 最好分别设置在比上述旋转方向中央部更靠该旋转方向上游侧的位置上。这样设置的原因是, 为了使供给到晶圆 W 上的反应气体的成分充分吸附在晶圆 W 上、或使已经吸附在晶圆 W 上的反应气体的成分与新供给到晶圆 W 上的反应气体充分反应。在本实施方式中, 每当进行后述的成膜处理时, 为了能使吸附在晶圆 W 上的 BTBAS 气体可靠地氧化, 如图 3 所示那样将第二反应气体喷嘴 42 设置在扩散区域 49 中的比上述旋转方向中央部更靠上游侧的位置上, 此外该第二反应气体喷嘴 42 所在的扩散区域 49 的旋转方向的长度大于第一反应气体喷嘴 41 所在的扩散区域 48 的旋转方向的长度。并且, 将自第一反应气体喷嘴 41 喷出的 BTBAS 气体的流量设定为例如 100sccm, 而将自第二反应气体喷嘴 42 喷出的 O_3 气体的流量例如设定为 10000sccm, 以能够使吸附在晶圆 W 上的 BTBAS 气体可靠地氧化。这样, 为了供给流量比较大的 O_3 气体, 比扩散区域 48 的顶面 45 高地形成扩散区域 49 的顶面 45。

[0071] 另外, 图 7 的 (a) 和图 7 的 (b) 表示以同一高度构成各扩散区域 48、49 的第二顶面 45 的例子, 也可以这样构成成膜装置。在图 7 的 (b) 中, 用实线的箭头表示分离气体的流动情况。在图 7 中, 对于实际上与图 6 相同的部分标注相同的附图标记而省略说明。

[0072] 上述反应气体喷嘴 31、32 具有图 8 的 (a) 所示的喷嘴盖 34。喷嘴盖 34 沿气体喷嘴 31、32 的长度方向延伸, 且该喷嘴盖 34 的纵剖面具有呈 π 字状的基部 35, 利用该基部 35

覆盖气体喷嘴 31、32 的上方和侧方。并且,自基部 35 的下端的左右侧沿水平方向、即向旋转台 2 的旋转方向上游侧、下游侧突出形成有整流板 36A、整流板 36B。如图 4 和图 5 所示,板 36A、36B 以自旋转台 2 的中心部侧越靠近周缘部尺寸越大的方式自基部 35 突出,且俯视呈扇形。在本例中,构成整流构件的扇形板 36A、36B 相对于基部 35 左右对称,且图 8 的 (b) 中虚线所示的扇形板 36A、36B 的轮廓线的延长线所形成的角度(扇形的张角) θ 例如为 10° 。这里,考虑到供给有 N_2 气体的分离区域 D 的周向大小、上述扩散区域 48、49 的周向大小而适当地设计 θ ,例如 θ 可以为 5° 以上且小于 90° 。

[0073] 如图 5 所示,俯视以扇形板 36A、36B 的前端侧(或宽度较窄的一侧)靠近突出部 5 且扇形板 36A、36B 的后端侧(或宽度较宽的一侧)朝向旋转台 2 的外缘去的方式设置喷嘴盖 34。另外,喷嘴盖 34 与分离区域 D 分开,且在喷嘴盖 34 与第二顶面 45 之间夹设有作为气体的流通空间的间隙 R。在图 6 中,用虚线的箭头表示旋转台 2 上的各气体的流动情况,如图 6 所示,间隙 R 构成自分离区域 D 流向处理区域 P1、P2 的 N_2 气体的流通路。图 6 中以附图标记 h3 表示的扩散区域 48(配置有反应气体喷嘴 31 的区域)中的该间隙 R 的高度例如为 $10\text{mm} \sim 70\text{mm}$,以附图标记 h5 表示的扩散区域 49(配置有反应气体喷嘴 32 的区域)中的该间隙 R 的高度例如为 $10\text{mm} \sim 100\text{mm}$ 。另外,在图 6 中,以附图标记 h3' 表示的扩散区域 48 中的自晶圆 W 的表面到第二顶面 45 的高度为 $15\text{mm} \sim 100\text{mm}$,例如为 32mm ,以附图标记 h5' 表示的扩散区域 49 中的自晶圆 W 的表面到第二顶面 45 的高度为 $15\text{mm} \sim 150\text{mm}$ 。这里,可以根据气体种类、工艺条件而适当地改变间隙 R 的高度 h3、h5 的大小,被设定成能够尽可能有效地获得利用喷嘴盖 34 将分离气体(或 N_2 气体)引导到间隙 R 中而防止该分离气体(或 N_2 气体)流入处理区域 P1、P2 中的整流效果那样的大小。为了获得上述那样的整流效果,例如高度 h3、h5 最好为旋转台 2 和气体喷嘴 31、32 的下端之间的高度以上。另外,如图 6 所示,喷嘴盖 34 的扇形板 36A、36B 的下表面形成在与反应气体喷嘴 31、32 的喷出口 33 的下端相同高度的位置上,在该图中用附图标记 h4 表示的扇形板 36A、36B 距旋转台 2 的表面(或晶圆 W 的表面)的高度为 $0.5\text{mm} \sim 4\text{mm}$ 。另外,高度 h4 并不限定于 $0.5\text{mm} \sim 4\text{mm}$,将高度 h4 设定为可以如上所述那样将 N_2 气体引导到间隙 R 中而能够将处理区域 P1、P2 中的反应气体浓度确保成可以对晶圆 W 进行处理那样的充分的浓度的高度即可,例如也可以是 $0.2\text{mm} \sim 10\text{mm}$ 。喷嘴盖 34 的扇形板 36A、36B 如后所述那样具有下述作用,即、减少自分离区域 D 进入的 N_2 气体钻入气体喷嘴 31、32 的下方的流量、并且限制且防止分别自反应气体喷嘴 31、32 供给的 BTBAS 气体、 O_3 气体自旋转台 2 的飞扬量,只要能够使扇形板 36A、36B 起到上述作用即可,并不限定于将扇形板 36A、36B 设置在图示的位置上。

[0074] 另外,在旋转台 2 上,由于自旋转中心越靠向旋转台 2 的周缘部旋转速度越大,因此例如在将相同流量的气体分别供给到旋转的旋转台的中心和周缘部时,周缘部的气体浓度容易低于中心的气体浓度。但是,在本成膜装置中,以自真空容器 1 的外周侧朝向旋转台 2 的旋转中心延伸的方式设置反应气体喷嘴 31、32 和分离气体喷嘴 41、42,从而自上述外周侧将分离气体和反应气体供给到各喷嘴中。因而,在各喷嘴中越靠向旋转台 2 的周缘部气压越高,因此当在各喷嘴的长度方向上例如以相同直径形成气体孔时,能够越靠旋转台 2 的周缘部侧流量越大。并不限定于沿长度方向以相同直径形成各喷嘴的气体孔,但在易于形成上述那样的喷出流量分布的方面,优选沿长度方向以相同直径形成各喷嘴的气体孔。并且,这样的喷嘴的长度方向的喷出流量分布能够抑制气体浓度在周缘部侧下降,在使

气体浓度在旋转台 2 的长度方向上一致的方面,优选沿长度方向以相同直径形成各喷嘴的气体孔。

[0075] 另外,上述扇形板 36A、36B 的作用详见后述,上述扇形板 36A、36B 沿旋转台的旋转方向延伸,利用该扇形板 36A、36B 能够使钻入该扇形板 36A、36B 的下方侧的 N_2 气体的流量减少,从而能够提高扇形板 36A、36B 的下方的反应气体的浓度。另外,通过调整扇形板 36A、36B 的在上述旋转方向上的长度,能够对控制反应气体的浓度的区域的面积以及引导到间隙 R 中的 N_2 气体的量进行调整。

[0076] 在分离气体喷嘴 41、42 上,沿长度方向隔开间隔地穿设有用于向下方侧喷出分离气体的喷出孔 40,在本例中,各气体喷嘴的喷出口的口径为 0.5mm,沿各喷嘴的长度方向隔开例如 10mm 的间隔地配置上述各喷出孔。上述分离气体喷嘴 41、42 用于形成分离区域 D,该分离区域 D 用于分离上述第 1 处理区域 P1 和第 2 处理区域 P2,如图 4、图 5 和图 6 所示,在该分离区域 D 中的真空容器 1 的顶板 11 上设置有俯视形状为扇形且向下方突出的凸状部 4,该凸状部是通过沿周向分割以旋转台 2 的旋转中心为中心且沿真空容器 1 的内周壁附近描画的圆而成的。分离气体喷嘴 41、42 被收容在槽部 43 内,该槽部 43 以沿该凸状部 4 的上述圆的径向延伸的方式形成在该圆的周向中央。即、将从分离气体喷嘴 41 (或 42) 的中心轴线到作为凸状部 4 的扇形的两缘 (旋转方向上游侧的缘和下游侧的缘) 的距离设定为相同长度。另外,在本实施方式中,以将凸状部 4 等分成两部分的方式形成槽部 43,但例如也可以下述方式形成槽部 43,即、自该槽部 43 看来,使凸状部 4 的旋转台 2 的旋转方向上游侧的宽度比上述旋转方向下游侧的宽度大。

[0077] 在分离气体喷嘴 41、42 的上述周向两侧存在作为上述凸状部 4 的下表面的例如平坦且较低的顶面 44 (或称作第一顶面),在该顶面 44 的上述周向两侧存在比该顶面 44 高的顶面 45 (或称作第二顶面),该顶面 44 和顶面 45 构成顶板 11 的下表面。该凸状部 4 的作用在于形成作为狭窄的空间的分离空间,该分离空间用于阻止第一反应气体和第二反应气体进入凸状部 4 与旋转台 2 之间而阻止这些反应气体混合。

[0078] 即,以分离气体喷嘴 41 为例,该分离气体喷嘴 41 能够阻止 O_3 气体从旋转台 2 的旋转方向上游侧进入,且还能阻止 BTBAS 气体从旋转方向下游侧进入。“阻止气体进入”是指,自分离气体喷嘴 41 喷出的作为分离气体的 N_2 气体扩散到第一顶面 44 与旋转台 2 的表面之间,在本例中吹到与第一顶面 44 相邻的第二顶面 45 的下方侧空间,由此使来自相邻空间的气体无法进入。此外,“气体无法进入”不是仅指完全不能从相邻空间进入凸状部 4 的下方侧空间的情况,也指进入了一些、但能确保从两侧分别进入的 O_3 气体和 BTBAS 气体不在凸状部 4 内混合的情况,只要能够获得这种作用,就能够发挥分离区域 D 的作用、即、对第一处理区域 P1 的气氛和第二处理区域 P2 的气氛进行分离的分离作用。

[0079] 因此,狭窄的空间的狭窄的程度被设定为狭窄的空间 (即、凸状部 4 的下方的空间) 与相邻于该空间的区域 (即本例中的第二顶面 45 下方的空间) 之间的压力差为能确保“气体无法进入”的作用那样程度的大小,该狭窄的程度的具体尺寸可以说因凸状部 4 的面积等的不同而不同。此外,吸附在晶圆上的气体当然能够在分离区域 D 内通过,阻止气体进入是指阻止气相中的气体进入。分离气体并不限定于是 N_2 气体,只要是不会影响成膜处理的气体即可,气体的种类没有特别限定。

[0080] 另一方面,在顶板 11 的下表面上以与旋转台 2 的比芯部 21 靠外周侧的部位相对

的方式沿该芯部 21 的外周设置有突出部 5。该突出部 5 与凸状部 4 的旋转台 2 的上述旋转中心侧的部位连续地形成,该突出部 5 的下表面被形成为与凸状部 4 的下表面(顶面 44)相同的高度。图 4 和图 5 表示在比上述第二顶面 45 低且比分离气体喷嘴 41、42 高的位置水平剖切顶板 11 后得到的图。此外,突出部 5 和凸状部 4 并不一定一体地形成,也可分别独立地形成。

[0081] 在本例中,以直径为 300mm 的晶圆 W 作为被处理基板,此时凸状部 4 在与距旋转台 2 的旋转中心 140mm 的突出部 5 的边界部位具有例如 146mm 的周向长度(即与旋转台 2 同心的圆的圆弧长度),在晶圆 W 的载置区域(即凹部 24)的最外侧部位例如具有约为 502mm 的周向长度。此外,在该外侧部位,从分离气体喷嘴 41(或 42)的两侧分别位于左右的凸状部 4 的周向的长度 L 为 246mm。

[0082] 如图 6 所示,凸状部 4 的下表面即顶面 44 距旋转台 2 的表面的高度 h1 例如为 0.5mm ~ 4mm,从分离气体喷嘴 41(或 42)的下端到旋转台 2 的表面的高度 h2 为 0.5mm ~ 4mm。

[0083] 图 3 表示设置有高的第二顶面 45 的区域的纵截面,图 9 表示设置有低的第一顶面 44 的区域的纵截面。如图 4 和图 9 所示,扇形的凸状部 4 的周缘部(即真空容器 1 的外缘侧的部位)以与旋转台 2 的外端面相对的方式呈 L 字状弯曲而形成弯曲部 46。与凸状部 4 相同,该弯曲部 46 的设置目的为用于防止反应气体从两侧进入从而防止两反应气体混合,弯曲部 46 的内周面与旋转台 2 的外端面之间的间隙、以及弯曲部 46 的外周面与容器主体 12 之间的间隙均被设定成与顶面 44 距旋转台 2 的表面的高度 h1 相同的尺寸。

[0084] 容器主体 12 的内周壁的构造如下所述:在分离区域 D 中如图 8 所示那样接近于弯曲部 46 的外周面而形成铅垂面,在分离区域 D 以外的部位如图 3 所示那样例如从与旋转台 2 的外端面相对的部位开始俯视看来围着底面部 14 而将纵截面形状切削成矩形而朝外方侧凹陷。将该凹陷的部分称作排气区域 6,在该排气区域 6 的底部如图 3 和图 5 所示那样设置有例如两个排气口 61、62。这些排气口 61、62 经由各排气管 63 与作为真空排气部件的例如共用的真空泵 64 相连接。另外,图 3 中的附图标记 65 是压力调整部件,排气口 61、62 既可以分别具有该压力调整部件 65,也可以共用该压力调整部件 65。利用上述构造,能够形成朝向旋转台 2 的外侧去的排气流,从而能够将被供给到真空容器 1 中的气体排出。

[0085] 另外,在上述那样在旋转台 2 的外侧区域设置排气口 61、62 而排出气体时,排气口 61、62 并不限于开口于下方,也可以开口于上方、侧方。另外,在将排气口设置在比旋转台 2 的周端更靠内侧的区域的位置时,同样也可以向上方、侧方开口地设置排气口,但考虑到抑制微粒产生的情况,优选向下方开口地设置排气口。另外,例如为了易于对真空容器 1 进行维护等,通常将真空容器 1 设置在自地面离开的上方位置。因而,当向下方开口地设置排气口 61、62 时,也可以向下引出排气管 63,从而能够将该配管 63 引绕到地面与真空容器 1 之间的空间内,因此能够减小成膜装置的设置空间。

[0086] 此外,排气口 61(或 62)或相当于排气口的用于更多地排出真空容器 1 内的气体的部位位于比反应气体喷嘴 31(或 32)更靠旋转台 2 的旋转方向下游侧的位置,而且该位置最好是含有反应气体喷嘴 31(或 32)的扩散区域 48(或 49)内或该扩散区域 48(或 49)的外周侧。通过上述那样配置,能够抑制反应气体在旋转方向上发生逆流、或不向旋转台 2 的外周侧流动而是向旋转台 2 的内周侧流动。另外,利用扇形板 36A、36B 的整流作用使分

离气体通过间隙 R 顺畅地流入排气口 61、62。排气口 61、62 分别设置在排气区域 6 中。此外,排气区域设置在第 1 扩散区域 48 和第 2 扩散区域 49 中的旋转台 2 的径向外侧,并未设置在分离区域 D 中的旋转台 2 的径向外侧。因而,利用上述扇形板 36A、36B 的整流作用和排气口 61、62 的配置方式能够使自各气体喷嘴供给的各气体顺畅地流入排气口 61、62,在旋转台 2 上的扩散区域 48、49 形成可分离第 1 反应气体和第 2 反应气体的气流。

[0087] 俯视图来看,为了使分离区域 D 可靠地起到分离作用,将排气口 61、62 设置在上述分离区域 D 的上述旋转方向两侧,以专门用于排出各种反应气体 (BTBAS 气体和 O_3 气体)。排气口 61 形成在第一反应气体喷嘴 31 和在上述旋转方向下游侧与该第一反应气体喷嘴 31 相邻的分离区域 D 之间,排气口 62 形成在第二反应气体喷嘴 32 和在上述旋转方向下游侧与该第二反应气体喷嘴 32 相邻的分离区域 D 之间。另外,例如排气口 61 也可以设置在第一反应气体喷嘴 31 和在上述旋转方向上游侧与该第一反应气体喷嘴 31 相邻的分离区域 D 之间,排气口 62 也可以设置在第二反应气体喷嘴 32 和在上述旋转方向上游侧与该第二反应气体喷嘴 32 相邻的分离区域 D 之间。

[0088] 如图 3 和图 10 所示,在上述旋转台 2 与真空容器 1 的底面部 14 之间的空间内设置有加热器单元 7,该加热器单元 7 将旋转台 2 上的晶圆加热到按照工艺制程程序确定的温度。在图 10 中,附图标记 71 表示上缘向外侧弯曲而形成凸缘形状的罩构件,该罩构件 71 用于抑制气体从外部进入到罩构件 71 的内侧。比配置有加热器单元 7 的空间更靠近旋转中心的部位的底面部 14 在旋转台 2 的下表面的中心部附近与芯部 21 接近,从而在底面部 14 与芯部 21 之间形成狭窄的空间,另外,贯穿该底面部 14 的旋转轴 22 的通孔的内周面与旋转轴 22 之间的间隙也变小,利用来自吹扫气体供给管 72 的作为吹扫气体的 N_2 气体吹扫该间隙。另外,在图 10 中,附图标记 73 表示用于对加热器单元 7 的配置空间进行吹扫的吹扫气体的吹扫气体供给管。

[0089] 在图 11 中用箭头表示吹扫气体的流动情况,利用 N_2 气体对从壳体 20 内到加热器单元 7 的配置空间的空间进行吹扫,该吹扫气体从旋转台 2 与罩构件 71 之间的间隙经由排气区域 6 被从排气口 61、62 排出。由此,能够防止 BTBAS 气体或 O_3 气体从上述第一处理区域 P1 和第二处理区域 P2 中的一方经由旋转台 2 的下方向另一方蔓延,因此该吹扫气体也起到了分离气体的作用。

[0090] 另外,分离气体供给管 51 与真空容器 1 的顶板 11 的中心部相连接,该分离气体供给管 51 将作为分离气体的 N_2 气体供给到顶板 11 与芯部 21 之间的空间 52 中。被供给到该空间 52 中的分离气体经由突出部 5 与旋转台 2 之间的狭窄的间隙 50 沿旋转台 2 的晶圆载置区域侧的表面被向周缘喷出。在由该突出部 5 围成的空间中充满分离气体,因此能够防止反应气体 (BTBAS 气体或者 O_3 气体) 经由旋转台 2 的中心部在第一处理区域 P1 和第二处理区域 P2 之间混合。即,可以说该成膜装置具有中心部区域 C,该中心部区域 C 用于分离第一处理区域 P1 的气氛和第二处理区域 P2 的气氛,且该中心部区域 C 由旋转台 2 的旋转中心部和真空容器 1 划分而成,能够被分离气体吹扫且沿上述旋转方向形成有用于向旋转台 2 的表面喷出分离气体的喷出口。另外,这里所说的喷出口相当于突出部 5 与旋转台 2 之间的狭窄的间隙 50。

[0091] 此外,如图 4、图 5 和图 12 所示,在真空容器 1 的侧壁上形成有用于在外部的输送臂 10 与旋转台 2 之间交接晶圆的输送口 15,该输送口 15 利用未图示的闸阀进行开闭。

[0092] 另外,本实施方式的成膜装置具有由计算机构成的控制部 100,该控制部 100 用于控制装置整体的动作,在该控制部 100 的存储器内存储有用于使装置运转的程序。该程序编入有用于执行后述的装置的动作的步骤组,该程序被从硬盘、光盘、光磁盘、存储卡、软盘等存储介质安装到控制部 100 内。

[0093] 接下来说明上述实施方式的作用。首先,打开未图示的闸阀,利用输送臂 10 从成膜装置的外部经由输送口 15 将晶圆交接到旋转台 2 的凹部 24 内。以下述方式进行该交接,即、在凹部 24 停止在面临输送口 15 的位置时,如图 12 所示那样使升降销 16 自真空容器的底部侧经由凹部 24 底面的通孔上升,从而交接晶圆。使旋转台 2 间歇性地旋转而上述那样交接晶圆 W,将晶圆 W 分别载置在旋转台 2 的 5 个凹部 24 中。

[0094] 然后,利用真空泵 64 将真空容器 1 的内部抽真空到预先设定的压力,并且一边使旋转台 2 顺时针旋转一边利用加热器单元 7 加热晶圆 W。详细而言,利用加热器单元 7 预先将旋转台 2 加热到例如 300℃,然后将晶圆 W 载置在该旋转台 2 上而被加热。在利用未图示的温度传感器确认到晶圆 W 的温度达到了设定温度后,自第一反应气体喷嘴 31 和第二反应气体喷嘴 32 分别喷出 BTBAS 气体和 O₃ 气体,并且自分离气体喷嘴 41、42 分别喷出作为分离气体的 N₂ 气体。另外,此时也从分离气体供给管 51 供给作为分离气体的 N₂ 气体,由此自中心部区域 C、即突出部 5 与旋转台 2 的中心部之间沿旋转台 2 的表面喷出 N₂ 气体。

[0095] 另外,通过如本实施方式所示那样配置排气口 61、62,能够使自分离气体喷嘴 41、42 供给的 N₂ 气体分别通过配置有反应气体喷嘴 31、32 的区域而流入排气口 61、62。在形成上述那样的 N₂ 气体的气流时,如本发明所要解决的问题一栏中的内容所述,上述 N₂ 气体的气流会流入反应气体喷嘴 31、32 的下方。针对该问题,本发明人进行了潜心研究,在本实施方式中为了抑制 N₂ 气体流入反应气体喷嘴 31、32 的下方,将扇形板 36A、36B 安装于反应气体喷嘴 31、32。

[0096] 自分离气体喷嘴 41、42 喷向下方侧的 N₂ 气体到达旋转台 2 的表面(晶圆 W 的表面和未载置有晶圆 W 的区域的表面)而沿该旋转台 2 的表面流向旋转方向上游侧、旋转方向下游侧。另外,自反应气体喷嘴 31、32 分别喷向下方侧的 BTBAS 气体、O₃ 气体到达上述旋转台 2 的表面而乘着上述分离气体的气流流向旋转方向下游侧。

[0097] 在本例中,在沿配置有反应气体喷嘴 31、32 的第二顶面 45 的下方侧空间的容器主体 12 的内周壁上,内周壁如上所述那样被切削而变宽,排气口 61、62 位于该宽阔的空间的下方,因此与第一顶面 44 的下方侧的狭窄的空间的压力和上述中心部区域 C 的压力相比,第二顶面 45 的下方侧的空间的压力较低。

[0098] 图 13 示意性地表示自各部位喷出的旋转台 2 上的的气体的气流的状态,图 14 是沿旋转台 2 的周向纵剖成膜装置而将该纵截面展开于纸面上的展开图。另外,在该成膜装置中,虽然在比处理区域 P1、P2 和分离区域 D 更靠外侧的区域中设置排气口 61、62,但在图 14 中为了便于表示各气体的流动情况而将处理区域 P1、P2、分离区域 D 和排气口 61、62 表示在同一平面上。需要注意的是,在图 14 中为了方便说明,与图 7 的 (a) 相同地表示扩散区域 48、49 的各第二顶面 45 的高度位置均相同的装置。如图 6 所示那样各第二顶面 45 的高度位置不同时的气体的流动情况也如该图 14 所示。

[0099] 参照图 13 和图 14 说明旋转台 2 上的各气体的流动情况,自分离气体喷嘴 41 喷出而流向旋转方向下游侧的 N₂ 气体自分离区域 D 流向第二顶面 45 的下方,然后利用设置在

第一反应气体喷嘴 31 的下游侧的排气口 61 进行排气,因此该 N_2 气体在该第二顶面 45 的下方流向下游侧的第一反应气体喷嘴 31。

[0100] 在图 15 的 (a) 中用实线的箭头表示该 N_2 气体在第一反应气体喷嘴 31 周边的流动情况。BTBAS 气体被喷出到反应气体喷嘴 31 下方的第一处理区域 P1 中,用虚线的箭头表示该 BTBAS 气体的流动情况。利用扇形板 36A、36B 限制被喷出的 BTBAS 气体自扇形板 36A、36B 的下方向上方飞扬,因此扇形板 36A、36B 下方的区域的压力高于扇形板 36A、36B 上方的区域的压力。利用该压力差和突出形成在旋转方向上游侧的扇形板 36A 限制自旋转方向上游侧流向反应气体喷嘴 31 的 N_2 气体的气流,因此能够防止该气流钻入上述处理区域 P1 中而使该 N_2 气体流向下游侧。然后,上述 N_2 气体经过设置在喷嘴盖 34 与顶面 45 之间的间隙 R 而沿上述旋转方向流向第一反应气体喷嘴 31 的下游侧。也就是说,将上述扇形板 36A 配置在下述位置上,即、能使自反应气体喷嘴 31 的上游侧流向下游侧的 N_2 气体的大部分绕过反应气体喷嘴 31 的下方侧而将该 N_2 气体引导到间隙 R 中的位置,因而能够抑制流入到第一处理区域 P1 中的 N_2 气体的量。

[0101] 另外,所想到的结构如上所述,由于接受气体的反应气体喷嘴 31 的上游侧(正面侧)的压力高于下游侧(背面侧)的压力,因此流入到第一处理区域 P1 中的 N_2 气体欲朝向该反应气体喷嘴 31 的下游侧的位置上升,自反应气体喷嘴 31 喷出而流向旋转方向下游侧的 BTBAS 气体也相应地欲自旋转台 2 飞扬。但如图 15 的 (a) 所示,利用设置在旋转方向下游侧的扇形板 36B 限制且防止上述 BTBAS 气体和 N_2 气体的飞扬,从而使该 BTBAS 气体和 N_2 气体在该扇形板 36B 与旋转台 2 之间流向下游侧,然后在处理区域 P1 的下游侧与通过上述反应气体喷嘴 31 上侧的间隙 R 而流入下游侧的 N_2 气体合流。

[0102] 并且,上述 BTBAS 气体和自分离气体喷嘴 41 供给的 N_2 气体被从位于处理区域 P1 的下游侧的分离气体喷嘴 42 流向上游侧的 N_2 气体吹,从而能够防止该 BTBAS 气体和自分离气体喷嘴 41 供给的 N_2 气体进入设有该分离气体喷嘴 42 的凸状部 4 的下方侧,来自该分离气体喷嘴 42 的 N_2 气体与自中心部区域 C 喷出的 N_2 气体一起经由排气区域 6 而自排气口 61 被排出。

[0103] 另外,自分离气体喷嘴 42 喷出而流向旋转方向下游侧的 N_2 气体自分离区域 D 流向第二顶面 45 的下方,利用设置在第二反应气体喷嘴 32 的下游侧的排气口 62 排出该 N_2 气体,因此该 N_2 气体在第二顶面 45 的下方流向第二反应气体喷嘴 32。 O_3 气体被喷出在反应气体喷嘴 32 下方的第二处理区域 P2 中,在图 15 的 (b) 中用虚线的箭头表示该 O_3 气体的流动情况。利用扇形板 36A、36B 限制所被喷出的 O_3 气体自扇形板 36A、36B 的下方向上飞扬,因此扇形板 36A、36B 下方的区域的压力高于扇形板 36A、36B 上方的区域的压力。并且,利用该压力差和突出形成在旋转方向上游侧的扇形板 36A 限制自旋转方向上游侧流向反应气体喷嘴 32 的上述 N_2 气体的气流。因此,能够防止上述 N_2 气体钻入反应气体喷嘴 32 下方的处理区域 P2,使该 N_2 气体在喷嘴盖 34 上流向下游侧,然后经过设置在喷嘴盖 34 与顶面 45 之间的间隙 R 而流向处理区域 P2 的下游侧。也就是说,将上述扇形板 36A 配置在下述位置上,即、能使自反应气体喷嘴 32 的上游侧流向下游侧的 N_2 气体的大部分绕过反应气体喷嘴 32 的下方侧而将该 N_2 气体引导到间隙 R 中的位置,因而能够抑制流入到第二处理区域 P2 中的 N_2 气体的量。

[0104] 另外,由于接受该 N_2 气体的气流的反应气体喷嘴 32 的上游侧(正面侧)的压力高

于下游侧（背面侧）的压力，因此流入到第二处理区域 P2 中的 N_2 气体欲朝向该反应气体喷嘴 32 的下游侧的位置上升，自反应气体喷嘴 32 喷出而流向旋转方向下游侧的 O_3 气体也相应地欲向该位置飞扬。但如图 15 的 (b) 所示，利用设置在旋转方向下游侧的扇形板 36B 限制且防止上述 O_3 气体和 N_2 气体的飞扬，从而使该 O_3 气体和 N_2 气体在该扇形板 36B 与旋转台 2 之间流向下游侧，然后在处理区域 P2 的下游侧与通过上述反应气体喷嘴 32 上侧的间隙 R 而流入下游侧的 N_2 气体合流。

[0105] 并且，上述 O_3 气体和自分离气体喷嘴 42 供给的 N_2 气体被从位于处理区域 P2 的下游侧的分离气体喷嘴 41 流向上游侧的 N_2 气体吹，从而能够防止该 O_3 气体和自分离气体喷嘴 42 供给的 N_2 气体进入设有该分离气体喷嘴 41 的凸状部 4 的下方侧，来自分离气体喷嘴 41 的该 N_2 气体与自中心部区域 C 喷出的 N_2 气体一起经由排气区域 6 而自排气口 62 被排出。

[0106] 使旋转台 2 旋转，从而能够使晶圆 W 交替地通过设置有第一反应气体喷嘴 31 的第一处理区域 P1 和设置有第二反应气体喷嘴 32 的第二处理区域 P2，因此能够使 BTBAS 气体吸附在晶圆 W 上，然后使 O_3 气体吸附在晶圆 W 上而氧化 BTBAS 分子，形成 1 层或多层氧化硅的分子层，这样依次层叠氧化硅的分子层而形成规定膜厚的氧化硅膜。

[0107] 在该成膜装置中，在包含各气体的流量等运转时的工艺参数中，将凸状部 4 的顶面 44 的高度和周向的长度设定为能够防止气体进入到该顶面 44 的下方侧的尺寸，因此 BTBAS 气体和 O_3 气体几乎不能流入扇形的凸状部 4 的下方侧，或者即使流入了少量也不会到达分离气体喷嘴 41 的附近、而是被自分离气体喷嘴 41 喷出的 N_2 气体吹回到旋转方向上游侧、下游侧而如上所述那样被排出。另外，阻止在气氛中流动的反应气体即 BTBAS 气体或 O_3 气体进入到各分离区域 D 中，但是吸附在晶圆上的气体分子通过分离区域 D、即通过扇形的凸状部 4 的较低的顶面 44 的下方，有助于成膜处理。

[0108] 这样在成膜处理结束时，使用输送臂 10 以与搬入动作相反的动作搬出各晶圆。这里说明处理参数的一例，在以直径为 300mm 的晶圆 W 作为被处理基板时，旋转台 2 的转速例如为 1rpm ~ 500rpm，工艺压力例如为 1067Pa (8Torr)，晶圆 W 的加热温度例如为 350℃，BTBAS 气体和 O_3 气体的流量例如分别为 100sccm 和 10000sccm，来自分离气体喷嘴 41、42 的 N_2 气体的流量例如为 20000sccm，来自真空容器 1 的中心部的分离气体供给管 51 的 N_2 气体的流量例如为 5000sccm。另外，针对 1 张晶圆的反应气体的供给循环数、即晶圆通过各处理区域 P1、P2 的次数依据目标膜厚的不同而不同，但为多次例如为 6000 次。根据上述的气体流量的比率可知，第一处理区域 P1 和第二处理区域 P2 中的气体的流动受自分离区域 D 供给的 N_2 气体的影响较大。因而，重要的是抑制 N_2 气体流入第一处理区域 P1 和第二处理区域 P2 中，如上所述那样设置扇形板 36A、36B 能够有效地达到该目的。

[0109] 采用上述实施方式，在第一反应气体喷嘴 31 的上方设置有间隙 R，该第一反应气体喷嘴 31 设置在用于载置晶圆 W 的旋转台 2 上，该间隙 R 构成自分离区域 D 开始自旋转台 2 的旋转方向上游侧流向下游侧的 N_2 气体的流通路，并且在第一反应气体喷嘴 31 上设置有喷嘴盖 34，该喷嘴盖 34 具有向上述旋转方向上游侧突出的扇形板 36A。利用该扇形板 36A 使自设置有分离气体喷嘴 41 的分离区域 D 流向第一处理区域 P1 侧的 N_2 气体的大部分经过上述间隙 R 而流向该第一处理区域 P1 的下游侧，然后流入排气口 61，因此能够抑制该 N_2 气体流入第一处理区域 P1 中。因而，能够抑制第一处理区域 P1 中的 BTBAS 气体的浓度下

降,即使在提高了旋转台 2 的转速时,也能够使 BTBAS 气体的分子可靠地吸附在晶圆 W 上,正常地进行成膜处理。因而,能够提高向晶圆 W 成膜的速度,因此能够提高生产率。另外,能够以较高的均匀性对晶圆 W 进行成膜处理。此外,还能提高膜质、即获得期望性质的膜。

[0110] 另外,在上述喷嘴盖 34 上以向旋转方向下游侧突出的方式设置有扇形板 36B。利用该扇形板 36B 抑制自上游侧的分离区域 D 流入第一处理区域 P1 中的 N_2 气体与自该处理区域 P1 的反应气体喷嘴 31 喷出的 BTBAS 气体一起自旋转台 2 在第一反应气体喷嘴 31 的旋转方向下游侧向第一反应气体喷嘴 31 的背面上升。因而,在处理区域 P1 中,能够抑制 BTBAS 气体的浓度的下降,并且能够抑制 BTBAS 气体与晶圆 W 的接触时间的减少,因此即使在提高了旋转台 2 的转速时,也能够使 BTBAS 气体的分子可靠地吸附在晶圆 W 上,正常地进行成膜处理。结果,能够提高生产率。另外,能够以较高的均匀性对晶圆 W 进行成膜处理,从而能够提高膜质。

[0111] 另外,采用上述实施方式,与第一反应气体喷嘴 31 相同,在第二反应气体喷嘴 32 的上方也设置有间隙 R,该间隙 R 构成自旋转台 2 的旋转方向上游侧流向下游侧的 N_2 气体的流通路,并且在第二反应气体喷嘴 32 上设置有喷嘴盖 34,该喷嘴盖 34 具有向上述旋转方向上游侧突出的扇形板 36A。利用该扇形板 36A 使自设置有分离气体喷嘴 41 的分离区域 D 流向第二处理区域 P2 侧的 N_2 气体的大部分经过上述间隙 R 而流向该第二处理区域 P2 的下游侧,然后流入排气口 62,因此能够抑制该 N_2 气体流入第二处理区域 P2 中。因而,能够抑制该 N_2 气体流入第二处理区域 P2 中,从而能够抑制第二处理区域 P2 中的 O_3 气体的浓度下降。因而,即使在提高了旋转台 2 的转速时,也能够使 BTBAS 气体充分氧化,形成杂质较少的膜,因此能够提高成膜速度。结果,能够提高生产率。另外,能够以较高的均匀性对晶圆 W 进行成膜处理,从而提高膜质。

[0112] 另外,与第一反应气体喷嘴 31 相同,在第二反应气体喷嘴 32 上也设置有向旋转方向下游侧突出的扇形板 36B,从而能够抑制自分离区域 D 流入第二处理区域 P2 中的 N_2 气体与自该处理区域 P2 的反应气体喷嘴 32 喷出的 O_3 气体一起自旋转台 2 向第二反应气体喷嘴 32 的旋转方向下游侧上升。因而,在处理区域 P2 中,能够抑制 O_3 气体的浓度的下降,并且能够抑制该 O_3 气体与晶圆 W 的接触时间的减少。通过这样设置,即使在提高了旋转台 2 的转速时,也能够使 BTBAS 气体充分氧化,形成杂质较少的膜,因此能够提高成膜速度。结果,能够提高生产率。另外,能够以较高的均匀性对晶圆 W 进行成膜处理,从而提高膜质。

[0113] 另外,也可以是只使扇形板 36A 自气体喷嘴 31、32 分别向旋转方向上游侧突出的结构,以便在气体喷嘴 31、32 的上下方形成压力差,利用该压力差抑制作为分离气体的 N_2 气体流入气体喷嘴 31、32 与旋转台之间。但通过也使扇形板 36B 向旋转方向下游侧突出,能够更可靠地形成上述压力差,因此能够可靠地获得上述效果。另外,也可以只使扇形板 36B 自气体喷嘴 31、32 分别向旋转方向下游侧设置突出,以便限制且防止反应气体发生飞扬。但通过也使扇形板 36A 向上游侧突出,例如当反应气体在与旋转台 2 碰撞时产生的作用力的作用下暂时流向气体喷嘴 31、32 的上游侧而后流入下游侧时,能够利用该扇形板 36A 限制且防止已流入到上游侧的该气体在分离气体的作用下飞扬。因而,通过上述那样地在两个方向上设置扇形板 36A、36B,能够更加可靠地限制且防止反应气体的飞扬。

[0114] 另外,在上述例子中,分离气体是自旋转台 2 的旋转方向上游侧流向反应气体喷嘴 31、32 的,但根据分离气体喷嘴 41、42、反应气体喷嘴 31、32 和排气口 61、62 的各构件的

配置方式、自各气体喷嘴喷出的气体的压力的不同,有时也可以使上述分离气体自旋转方向上游侧和下游侧的两个方向流向反应气体喷嘴 31、32。在使分离气体如上所述那样也自旋转方向下游侧流入反应气体喷嘴 31、32 时,在向下游侧突出的上述扇形板 36B 的上下两方形成压力差,并且该扇形板 36B 将自上述下游侧流向该反应气体喷嘴 31、32 的分离气体引导到间隙 R 中。也就是说,针对自旋转方向下游侧流向该反应气体喷嘴 31、32 的分离气体,扇形板 36B 起到与扇形板 36A 对自旋转方向上游侧流入的分离气体的作用相同的作用。另外,在分离气体也自旋转方向下游侧流向反应气体喷嘴 31、32 时,同样能够利用向上述上游侧突出的扇形板 36A 限制且防止反应气体在上述分离气体的作用下向反应气体喷嘴 31、32 的旋转方向上游侧飞扬。也就是说,对于自旋转方向下游侧流入的分离气体,扇形板 36A 起到与扇形板 36B 对自旋转方向上游侧流入的分离气体的作用相同的作用。另外,扇形板也可以只设置在旋转方向下游侧。当只在旋转方向下游侧设置扇形板时,能够将自旋转方向下游侧流向反应气体喷嘴 31、32 的分离气体引导到间隙 R 中,从而能够防止处理区域 P1、P2 中的反应气体的浓度下降。

[0115] 作为在本实施方式中所使用的处理气体,除了上述例子之外,可以使用 DCS[二氯硅烷]、HCD[六氯二硅烷]、TMA[三甲基铝]、3DMAS[三(二甲基氨基)硅烷]、TEMAZ[四二乙基氨基锆]、TEMHF[四乙基甲基氨基铪]、Sr(THD)₂[双(四甲基庚二酮酸)锶]、Ti(MPD)(THD)[(甲基戊二酮酸)双(四甲基庚二酮酸)钛]、单氨基硅烷等。

[0116] 另外,在上述分离区域 D 的顶面 44 上,优选相对于上述分离气体喷嘴 41、42 的旋转台 2 的旋转方向的上游侧部位的越位于外缘的部位上述旋转方向的宽度越大。其理由在于,通过使旋转台 2 旋转,自上游侧流向分离区域 D 流动的气体的流动速度越靠近外缘越快。从该观点出发,如上所述那样将凸状部 4 形成扇型是上策。

[0117] 并且,如图 16 的 (a)、(b) 中以上述分离气体喷嘴 41 为代表所示的那样,在将直径为例如 300mm 的晶圆 W 作为被处理基板时,优选用于形成分别位于上述分离气体喷嘴 41(42) 的两侧的狭窄的空间的上述第一顶面 44 在晶圆 W 的中心 W0 通过的部位上沿旋转台 2 的旋转方向的宽度尺寸 L 为 50mm 以上。为了有效阻止反应气体自凸状部 4 的两侧进入该凸状部 4 的下方(狭窄的空间),在上述宽度尺寸 L 较小时,需要相对应地减小第一顶面 44 与旋转台 2 之间的距离。

[0118] 此外,当将第一顶面 44 与旋转台 2 之间的距离设定为某一尺寸时,旋转台 2 的距旋转中心越远的位置,旋转台 2 的速度越快,因此,为了获得阻止反应气体进入的效果所需的宽度尺寸 L 距旋转中心越远,则越长。从该观点出发,在晶圆 W 的中心 W0 通过的部位上述宽度尺寸 L 小于 50mm 时,需要使第一顶面 44 与旋转台 2 之间的距离变得非常小,因此,为了防止在使旋转台 2 旋转时旋转台 2 或晶圆 W 与顶面 44 发生碰撞,需要极力抑制旋转台 2 的震动。

[0119] 此外,旋转台 2 的转速越大,反应气体越容易从凸状部 4 的上游侧进入该凸状部 4 的下方侧,因此在使上述宽度尺寸 L 小于 50mm 时,必须降低旋转台 2 的转速,从生产率方面出发该方法不是上策。因而,优选宽度尺寸 L 为 50mm 以上,但不能说即使在小于 50mm 时不能获得本实施方式的效果。即,优选上述宽度尺寸 L 为晶圆 W 的直径的 1/10 ~ 1/1,更优选大约为 1/6 以上。

[0120] 另外,如图 17 的 (a)、图 17 的 (b) 所示,也可以不在反应气体喷嘴 31、32 上设置

基部 34, 而是只设置扇形板。图 17 的 (a) 是以自反应气体喷嘴 31(32) 的下端分别向旋转方向上游侧、下游侧突出的方式设置有与扇形板 36A、36B 相同结构的扇形板 37A、37B 的反应气体喷嘴 31(或 32) 的立体图, 图 17 的 (b) 是该反应气体喷嘴 31(或 32) 的纵剖视图。另外, 自旋转台 2 的旋转中心越靠近旋转台 2 的外缘, 旋转台 2 的移动距离越大, 该旋转台 2 上的气体的流速越快。因而, 如上所述那样作为设置在反应气体喷嘴 31、32 上的整流板, 优选距上述旋转台 2 的旋转中心越远的部位, 向旋转方向上游侧、下游侧的突出程度越大, 以便能够可靠地抑制各气体的流动, 因此作为整流板优选如 36A、36B、37A、37B 所示那样俯视形状为扇形。

[0121] 另外, 作为整流板的突出方向, 并不限于像上述各例子那样向水平方向突出。例如, 如图 17 的 (c) 所示, 也可以自反应气体喷嘴 31 分别朝向斜下方突出的方式设置上述扇形板 37A、37B。

[0122] 在旋转台 2 的转速较大时, 旋转台 2 上的气体的流动变快, 因此基于上述理由而优选将整流板形成为扇形状。但作为整流板, 只要能够覆盖处理区域中气体浓度变低的部位即可, 因而可以依据该气体浓度随意改变整流板的形状。图 18 的 (a) 表示安装有图 17 的 (a) 所示的上述扇形板 37A、37B 的气体喷嘴 31 的上表面侧, 图 18 的 (b) ~ (d) 表示代替扇形板 37A、37B 而安装有与该扇形板 37A、37B 不同形状的整流板 301A ~ 304A、301B ~ 304B 的气体喷嘴 31 的上表面侧。如上述 18 的 (b) ~ (d) 所示, 整流板并不限于是扇形状。另外, 可以与反应气体喷嘴一体地形成整流板而使整流板具有整流功能。另外, 也可以与反应气体喷嘴分开而独立地形成整流板。

[0123] 接下来, 使用图 19 ~ 图 20 的 (b) 说明被设置在上述成膜装置中的反应气体喷嘴的另一例。反应气体喷嘴 3 包括细长的方筒状的喷嘴主体 321 和设置在该喷嘴主体 321 的侧面的引导板 325。并且, 以夹着喷嘴主体 321 和引导板 325 的方式在该喷嘴主体 321 和引导板 325 的下端设置有上述扇形板 37A、37B。喷嘴主体 321 的内部是空心的, 构成流通空间 322, 该流通空间 322 用于使自设置在喷嘴主体 321 的基端部的气体导入管 327 供给的反应气体流通。

[0124] 如图 19 和图 20 的 (a) 所示, 从喷嘴主体 321 的作为管壁的侧壁部的一方侧、例如旋转台 2 的旋转方向看来, 在上游侧的侧壁部沿喷嘴主体 321 的长度方向隔开例如 5mm 的间隔地配置有多个例如口径为 0.5mm 的反应气体流出孔 323。另外, 引导板 325 借助间隙调整构件 324 以平行于该侧壁部的方式固定在该侧壁部上。图 20 的 (a) 是拆下了引导板 325 的状态下的反应气体喷嘴 3 的侧视图。如图 20 的 (a) 所示, 间隙调整构件 324 由厚度相等的多个板材构成, 以包围喷嘴主体 321 的侧壁部的配置有反应气体流出孔 323 的区域的方式配置在例如该区域的上侧和左右侧。

[0125] 利用上述结构, 由上述侧壁部的外表面、间隙调整构件 324 和引导板 325 围成的空间成为供自反应气体流出孔 323 喷出的气体流通的扁平的带状的气体流通空间 326。由于间隙调整构件 324 配置在反应气体流出孔 323 所在的区域的下方侧, 因此在气体流通空间 326 中如图 20 的 (b) 的仰视图所示那样形成狭缝状的气体喷出口 328, 在使该气体喷出口 328 朝向旋转台 2 的状态下, 与反应气体喷嘴 31、32 相同, 反应气体喷嘴 3 也配置在旋转台 2 的半径上。另外, 间隙调整构件 324 的厚度例如为 0.3mm, 因而从反应气体流出孔 323 的出口即喷出孔 328 到引导板 325 的气体流通空间 326 的宽度也是 0.3mm。

[0126] 在使气体自反应气体喷嘴 3 喷出时,自上述反应气体流出孔 323 喷出的反应气体与设置在与该反应气体流出孔 323 相对的位置的引导板 325 碰撞,然后被供给到真空容器 1 内,从而能够沿形成在引导板 325 与反应气体流出孔 323 之间的气体流通空间 326 的扩展方向、即喷嘴主体 321 的延伸方向分散反应气体的流动。结果,与将自各反应气体喷出口喷出的气体直接吹到被载置在旋转台 2 上的晶圆 W 上的情况相比,能够抑制发生膜厚依据反应气体喷出口的配置位置的不同而不同的波动现象,从而能够在晶圆 W 的面内形成膜厚度更加均匀的膜,因此优选该设置方式。

[0127] 接下来,说明反应气体喷嘴的另一结构例。图 21 的 (a)、图 21 的 (b) 所示的反应气体喷嘴 3A 与上述反应气体喷嘴 3 的不同点在于,喷嘴主体 321 是圆筒状构件、以及引导板 325 是局部为圆筒状的构件这两点。在该反应气体喷嘴 3A 中,在圆管状的喷嘴主体 321 的侧壁上沿喷嘴主体 321 的长度方向隔开例如 10mm 的间隔地配置有多个例如口径为 0.5mm 的反应气体流出孔 323。另外,沿径向切割例如比喷嘴主体 321 的直径更大的圆筒而获得引导板 325,且该引导板 325 的沿纵剖面为圆弧状的一部分圆筒的长度方向延伸的一端固定在喷嘴主体 321 的上端。并且,与喷嘴 3 相同,该反应气体喷嘴 3A 也以夹着喷嘴主体 321 和引导板 325 的方式设置有扇形板 37A、37B。

[0128] 在引导板 325 与喷嘴主体 321 的设置反应气体流出孔 323 的外壁面之间形成有反应气体的流通空间 326,例如如图 21 的 (b) 所示,自反应气体流出孔 323 喷出的反应气体与引导板 325 碰撞而在流通空间 26 内一边向左右侧扩散一边流向下方,从而以沿反应气体喷嘴 3A 的长度方向混合的方式自喷出口 328 将该反应气体供给到处理区域中。因而,在该反应气体喷嘴 3A 中,也能以气体浓度差较小的状态向处理区域供给反应气体,从而能够形成膜厚波动较小的膜,因此优选。

[0129] 在此,说明处理区域 P1、P2 和分离区域 D 的各布局的除上述实施方式以外的其他例。图 22 是将第二反应气体喷嘴 32 设置在比输送口 15 更靠旋转台 2 的旋转方向下游侧的位置的例子,采用该种布局也能够获得相同的效果。另外,如上所述,也可以通过沿周向将扇形的凸状部 4 一分为二而在两个凸状部 4 之间设置分离气体喷嘴 41 (或 42),从而构成分离区域 D,图 23 是表示该结构的一例的俯视图。在该情况下,考虑到分离气体的喷出流量、反应气体的喷出流量等设定扇形的凸状部 4 与分离气体喷嘴 41 (或 42) 之间的距离、扇形的凸状部 4 的大小等,以能够使分离区域 D 发挥有效的分离作用。另外,包含反应气体喷嘴的处理区域也可以设置 3 个以上,可以在除第一反应气体喷嘴 31 和第二反应气体喷嘴 32 以外的各反应气体喷嘴设置上述整流板。例如在将 3 种以上的反应气体依次供给到基板上时,按照第一反应气体喷嘴、分离气体喷嘴、第二反应气体喷嘴、分离气体喷嘴、第三反应气体喷嘴和分离气体喷嘴的顺序沿真空容器 1 的周向配置上述各气体喷嘴,按照上述实施方式那样构成具有各分离气体喷嘴的分离区域即可。并且,可以在第一~第三反应气体喷嘴设置上述整流板。

[0130] 在上述实施方式中,旋转台 2 的旋转轴 22 位于真空容器 1 的中心部,使分离气体对旋转台 2 的中心部与真空容器 1 的上表面部之间的空间进行吹扫,但本发明也可以适用于图 23 所示的结构。在图 24 的成膜装置中,真空容器 1 的中央区域的底面部 14 向下方侧突出而形成驱动部的收容空间 80,并且在真空容器 1 的中央区域的上表面形成有凹部 80a,在真空容器 1 的中心部,支柱 81 介于收容空间 80 的底部与真空容器 1 的上述凹部 80a 的

上表面之间,从而能够防止来自第一反应气体喷嘴 31 的 BTBAS 气体和来自第二反应气体喷嘴 32 的 O_3 气体经由上述中心部混合。

[0131] 关于使旋转台 2 旋转的机构,围绕支柱 81 地设置旋转套筒 82 而沿该旋转套筒 82 设置环状的旋转台 2。并且,在上述收容空间 80 内设置被电动机 83 驱动的驱动齿轮部 84,利用该驱动齿轮部 84 且借助形成在旋转套筒 82 下部的的外周的齿轮部 85 使该旋转套筒 82 旋转。附图标记 86、87 和 88 表示轴承部。另外,吹扫气体供给管 74 与上述收容空间 80 的底部相连接,并且吹扫气体供给管 75 与真空容器 1 的上部相连接,该吹扫气体供给管 75 用于向上述凹部 80a 的侧面与旋转套筒 82 的上端部之间的空间内供给吹扫气体。在图 24 中,用于向上述凹部 80a 的侧面与旋转套筒 82 的上端部之间的空间内供给吹扫气体的开口部设置在左右 2 处,但为了防止 BTBAS 气体和 O_3 气体经由旋转套筒 82 的附近区域混合,优选设计开口部(即、吹扫气体供给口)的配置数量。

[0132] 在图 24 的实施方式中,从旋转台 2 侧看来,上述凹部 80a 的侧面与旋转套筒 82 的上端部之间的空间相当于分离气体喷出孔,并且利用该分离气体喷出孔、旋转套筒 82 和支柱 81 构成位于真空容器 1 的中心部的中心部区域。

[0133] 图 25 表示使用了上述的成膜装置的基板处理装置。在图 25 中,附图标记 101 表示收纳有例如 25 张晶圆的被称作前开式晶圆传送盒(FOUP)的密闭型输送容器,附图标记 102 表示配置有输送臂 103 的大气输送室,附图标记 104、105 表示能在大气气氛与真空气氛之间切换气氛的加载互锁真空室(或预备真空室),附图标记 106 表示配置有 2 台输送臂 107a、107b 的真空输送室,附图标记 108、109 表示本实施方式中的成膜装置。从外部将输送容器 101 输送到具有未图示的载置台的搬入搬出部而使该输送容器 101 与大气输送室 102 相连接,之后利用未图示的开闭机构将盖打开,利用输送臂 103 自该输送容器 101 内取出晶圆。然后,将晶圆搬入到加载互锁真空室 104(或 105)内,将该加载互锁真空室内的气氛从大气气氛切换至真空气氛,之后利用输送臂 107a、107b 取出晶圆而将该晶圆搬入到成膜装置 108、109 中,进行上述成膜处理。这样,通过设置多个例如两个用于处理例如 5 张基板的本实施方式中的成膜装置,能够以高生产率实施所谓的 ALD(或 MLD)。

[0134] 评价试验 1

[0135] 为了确认本实施方式的效果,由计算机进行了模拟实验。首先,模拟设定了旋转台 2、和以与上述实施方式相同的方式设置在该旋转台 2 上的反应气体喷嘴 31。关于该反应气体喷嘴 31,分别设定了图 17 的(a)、图 17 的(b)中所述的在下端设置有扇形板 37A、37B 的喷嘴、和并未设置有扇形板 37A、37B 的喷嘴。并且,将旋转台 2 的转速设定为 120rpm,分别针对设置有扇形板 37A、37B 的喷嘴、并未设置有扇形板 37A、37B 的喷嘴,调查了在自反应气体喷嘴 31 喷出反应气体时的该旋转台 2 上的反应气体的浓度分布。如图 26 的(a)所示,以分别向旋转方向上游侧、下游侧突出的外形线的延长线所构成的角度 $\theta 1$ 为 10° 的方式设定该扇形板 37A、37B。另外,反应气体浓度的测量区域如图 26 的(b)中描画了虚线的区域 U1、U2、U3 所示,是自旋转台 2 的中心点 P 朝向周缘分别离开 160mm、310mm、460mm 且沿着旋转方向的区域。另外,在将图 26 的(b)中的单点划线所示的反应气体喷嘴 31 的长度方向视为 0° 时,区域 U1、U2、U3 分别是以上述点 P 为中心以 30° 以下的范围向旋转方向上游侧、下游侧偏离的区域。

[0136] 在图 27 的(a)、图 27 的(b)、图 27 的(c)的图表中表示区域 U1、U2、U3 的各测量

结果。各图表的纵轴表示测量位置中的反应气体的气体浓度(%),各图表的横轴表示测量位置。详细说明横轴,该横轴的值表示的是在以图 26 的 (b) 中的单点划线所示的反应气体喷嘴 31 的长度方向视为 0° 时连接点 P 与测量位置的线段与上述反应气体喷嘴 31 所构成的角度,在测量位置相对于反应气体喷嘴 31 位于旋转方向上游侧时,标注附图标记 +,在测量位置相对于反应气体喷嘴 31 位于旋转方向下游侧时,标注附图标记 -。另外,各图表中的连接各单点划线的箭头表示上述各测量区域 U1 ~ U3 中的被扇形板 37A、37B 和反应气体喷嘴 31 覆盖的范围,在区域 U1 中是 $+7.3^\circ \sim -7.3^\circ$ 的范围,在区域 U2 中是 $+6.2^\circ \sim -6.2^\circ$ 的范围,在区域 U3 中是 $+5.8^\circ \sim -5.8^\circ$ 的范围。并且,实线的图像表示设置有扇形板 37A、37B 的喷嘴的测量结果,虚线的图像表示并未设置有扇形板 37A、37B 的喷嘴的测量结果。

[0137] 从各图表中可清楚得知,针对在任意的测量区域中的反应气体喷嘴 31 的旋转方向下游侧的区域,与并未设置有扇形板 37A、37B 的反应气体喷嘴 31 相比,设置有扇形板 37A、37B 的反应气体喷嘴 31 的上述区域内的反应气体的浓度较高。因而,该评价试验 1 能够证明本实施方式的效果。

[0138] 评价试验 2

[0139] 除了将旋转台 2 的转速改成 240rpm 以外,评价试验 2 的其他试验条件与评价试验 1 相同,进行了模拟实验。与评价试验 1 相同,图 28 的 (a)、图 28 的 (b)、图 28 的 (c) 分别表示区域 U1、U2、U3 中的气体的浓度分布。如图 28 的 (a)、图 28 的 (b)、图 28 的 (c) 所示,针对在任意的测量区域中的反应气体喷嘴 31 的旋转方向下游侧的区域,通过设置扇形板 37A、37B 均能提高上述区域内的反应气体的浓度。因而,从该评价试验 2 的结果可知,通过像上述那样设置扇形板 37A、37B,即使加快旋转台 2 的转速,也能有效地提高处理区域中的气体浓度。

[0140] 评价试验 3

[0141] 使用上述的图 3 所示的实施方式的成膜装置来进行成膜处理,如图 29 的 (a) 中的单点划线所示,调查了晶圆 W 的自旋转台 2 的中心朝向周缘部侧去的、该晶圆的直径方向的膜厚。另外,以在第一反应气体喷嘴 31、第二反应气体喷嘴 32 上均未设置扇形板 36A、36B 的方式同样进行了成膜处理,调查了晶圆 W 的直径方向的膜厚。在各测量试验中,将旋转台 2 的转速设定为 240rpm,将旋转台 2 的温度设定为 350°C 。

[0142] 图 29 的 (b) 是表示上述各测量结果的图表,图表的横轴表示晶圆 W 的膜厚的测量位置,在将旋转台 2 的中心侧的端部设定为 0mm、将旋转台 2 的周缘侧的端部设定为 300mm 时,表示的是上述中心侧的端部与周缘侧的端部之间的直径方向的位置。纵轴表示用在各测量位置测得的膜厚除以进行成膜处理时的旋转台 2 的转速后得到的值,因而表示的是旋转台 2 每旋转一次在晶圆 W 上形成的膜厚 (nm/次数)。并且,在图表中,用实线表示设置有扇形板 36A、36B 的情况下的测量结果,用虚线表示并未设置扇形板 36A、36B 的情况下的测量结果。从该图表可知,通过设置喷嘴盖 34,能够增加每旋转一次可在晶圆 W 的面内的各部分形成的膜的膜厚。因而,即使加快旋转台 2 的转速,也能正常地进行成膜处理,因此能够提高生产率。另外,通过设置扇形板 36A、36B,虽然稍微会使膜厚的面内均匀性下降,但通过调整反应气体喷嘴 31、32 的喷出口 33 的形状、间隔等,可以防止该面内均匀性的下降。

[0143] 评价试验 4

[0144] 接下来,与评价试验 1 相同地模拟设定了旋转台 2、和以与上述实施方式相同的方

式设置在该旋转台 2 上的反应气体喷嘴 31。关于该反应气体喷嘴 31,分别设定了图 17 的 (a)、图 17 的 (b) 中所述的在下端设置有扇形板 37A、37B 的喷嘴、和并未设置有扇形板 37A、37B 的喷嘴。并且,将旋转台 2 的转速设定为 120rpm,分别针对设置有扇形板 37A、37B 的喷嘴、并未设置有扇形板 37A、37B 的喷嘴,调查了在自反应气体喷嘴 31 喷出反应气体时的该旋转台 2 上的反应气体的浓度分布。

[0145] 图 30 的 (a) 表示并未设置扇形板 37A、37B 的情况下的浓度分布,图 30 的 (b) 表示设置有扇形板 37A、37B 的情况下的浓度分布。虽然利用计算机图像技术以彩色图像输出实际的模拟结果,以对反应气体的浓度分布(单位:%)进行分级表示,但为了便于图示,在图 30 的 (a)、图 30 的 (b) 和后述的图 31 的 (a)、图 31 的 (b) 中表示的均是大概的浓度分布。因而,在图 30 的 (a)、图 30 的 (b) 和图 31 的 (a)、图 31 的 (b) 中,实际的浓度分布并非是分散的,而是在上述图中以等浓度线划分的区域间存在较陡的浓度斜度。比较图 30 的 (a)、图 30 的 (b) 后可清楚得知,与并未设置扇形板 37A、37B 的情况相比,在设置有扇形板 37A、37B 时,能够在该反应气体喷嘴 31 的周围形成高气体浓度的气氛。因而,能够证明本实施方式的效果。

[0146] 评价试验 5

[0147] 接下来,以与评价试验 4 相同的条件进行了模拟实验。但将旋转台 2 的转速设定改为 240rpm。与评价试验 4 相同,图 31 的 (a)、图 31 的 (b) 也是分别表示在并未设置有扇形板 37A、37B 时、设置有扇形板 37A、37B 时的大概的反应气体的浓度分布。比较上述图 31 的 (a)、图 31 的 (b) 后可清楚得知,通过设置扇形板 37A、37B 能够提高反应气体喷嘴 31 周边的反应气体的浓度。从该结果可知,即使加快旋转台 2 的转速,也能在反应气体喷嘴 31 的周围形成高气体浓度的气氛,因而能够证明本实施方式的效果。

[0148] 本申请是基于 2008 年 11 月 14 日在日本提交的日本专利申请:日本特愿 2008-292508、2009 年 10 月 7 日在日本提交的日本专利申请:日本特愿 2009-233047 以及 2009 年 11 月 12 日在日本提交的日本专利申请:日本特愿 2009-258644 的申请而提出的申请,本申请主张上述申请的优先权,并且引用上述申请的全部内容而将上述申请包含于本申请中。

[0149] 以上,利用实施方式说明了本发明,但本发明并不限于上述实施方式,当然可以在本发明的范围内对本发明进行各种变形和改良。

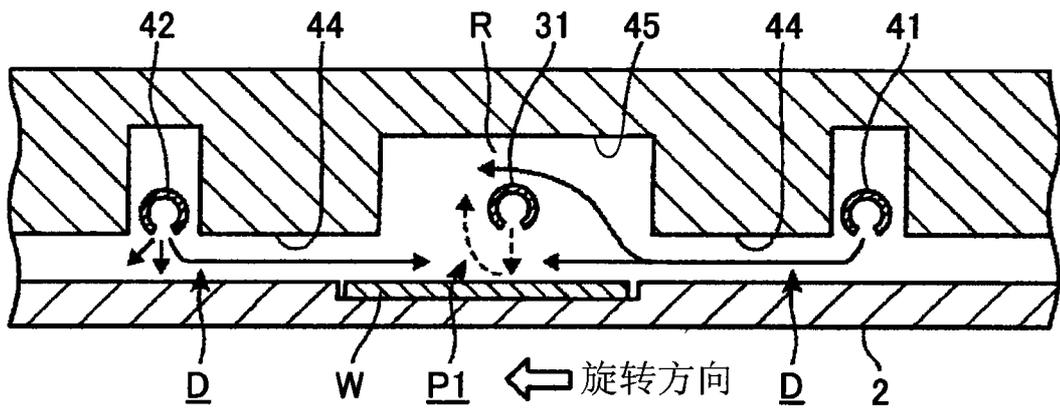


图 1

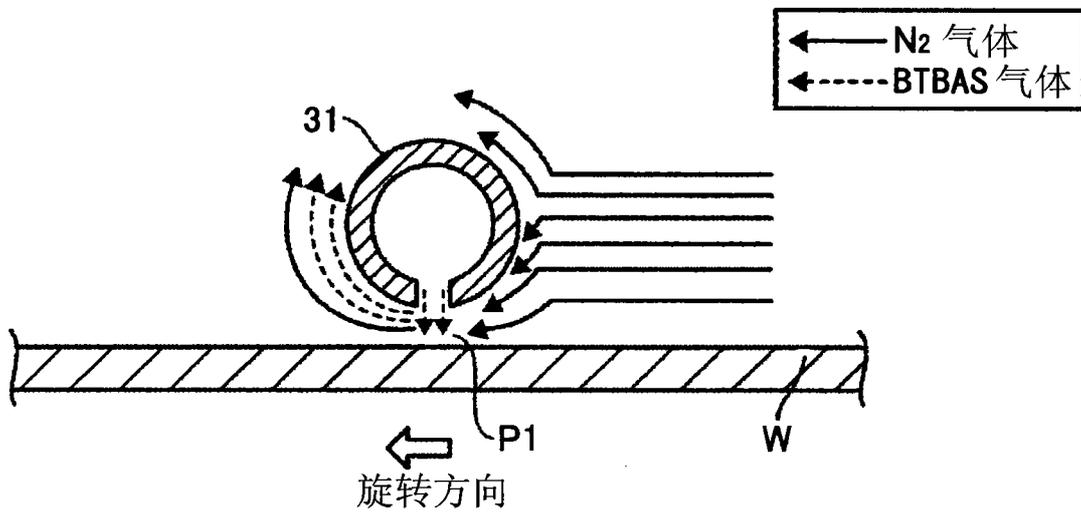


图 2

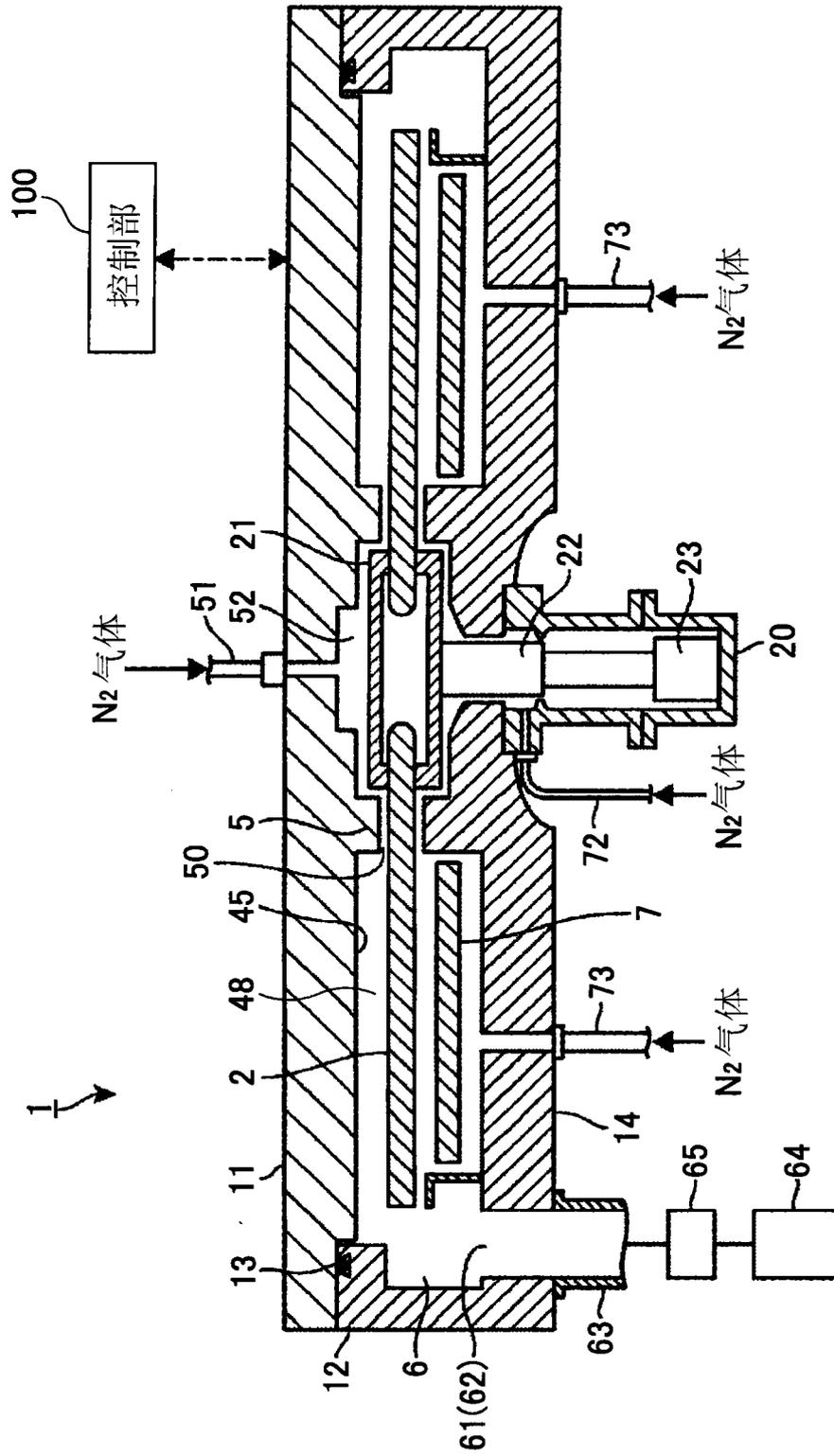


图 3

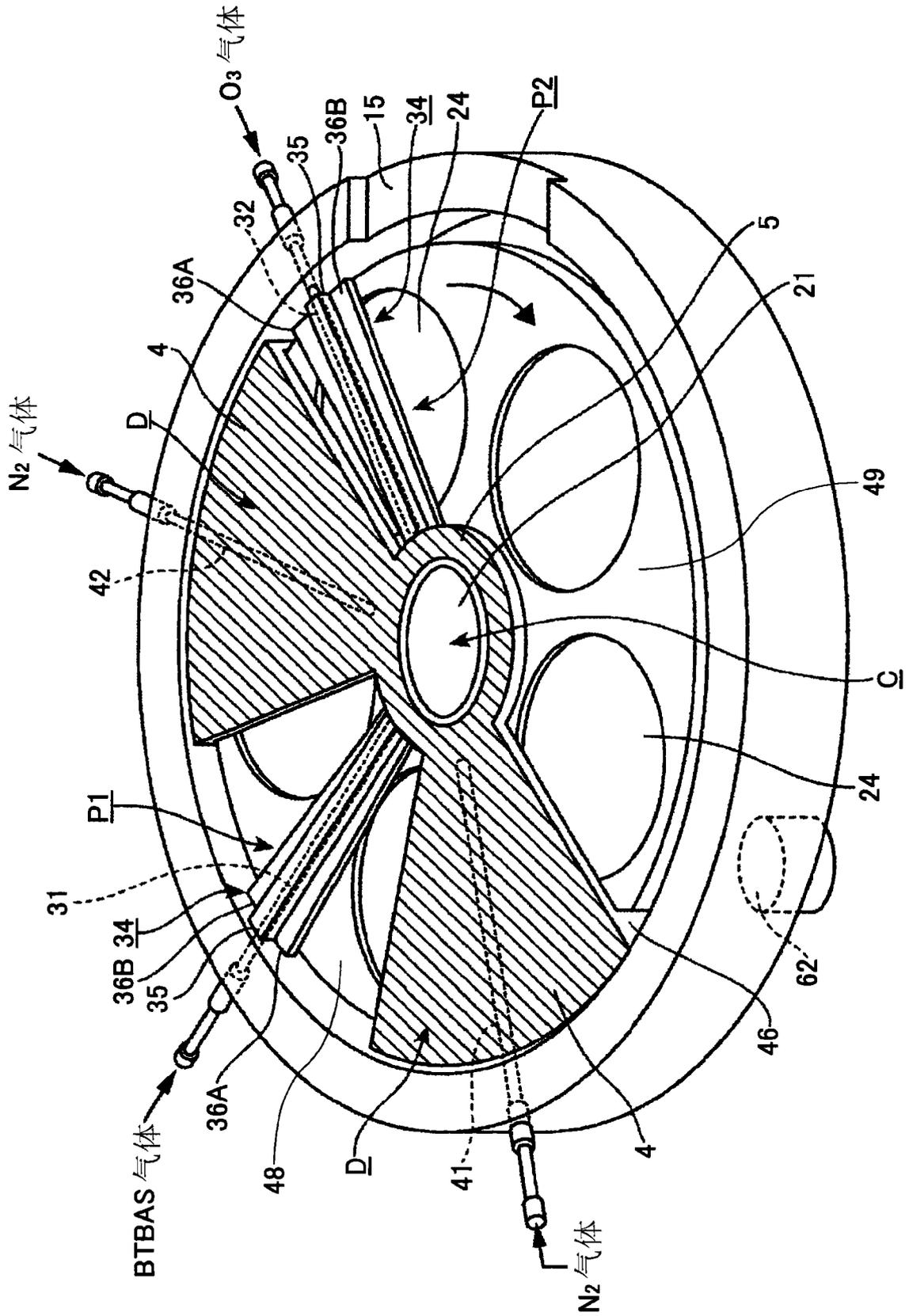


图 4

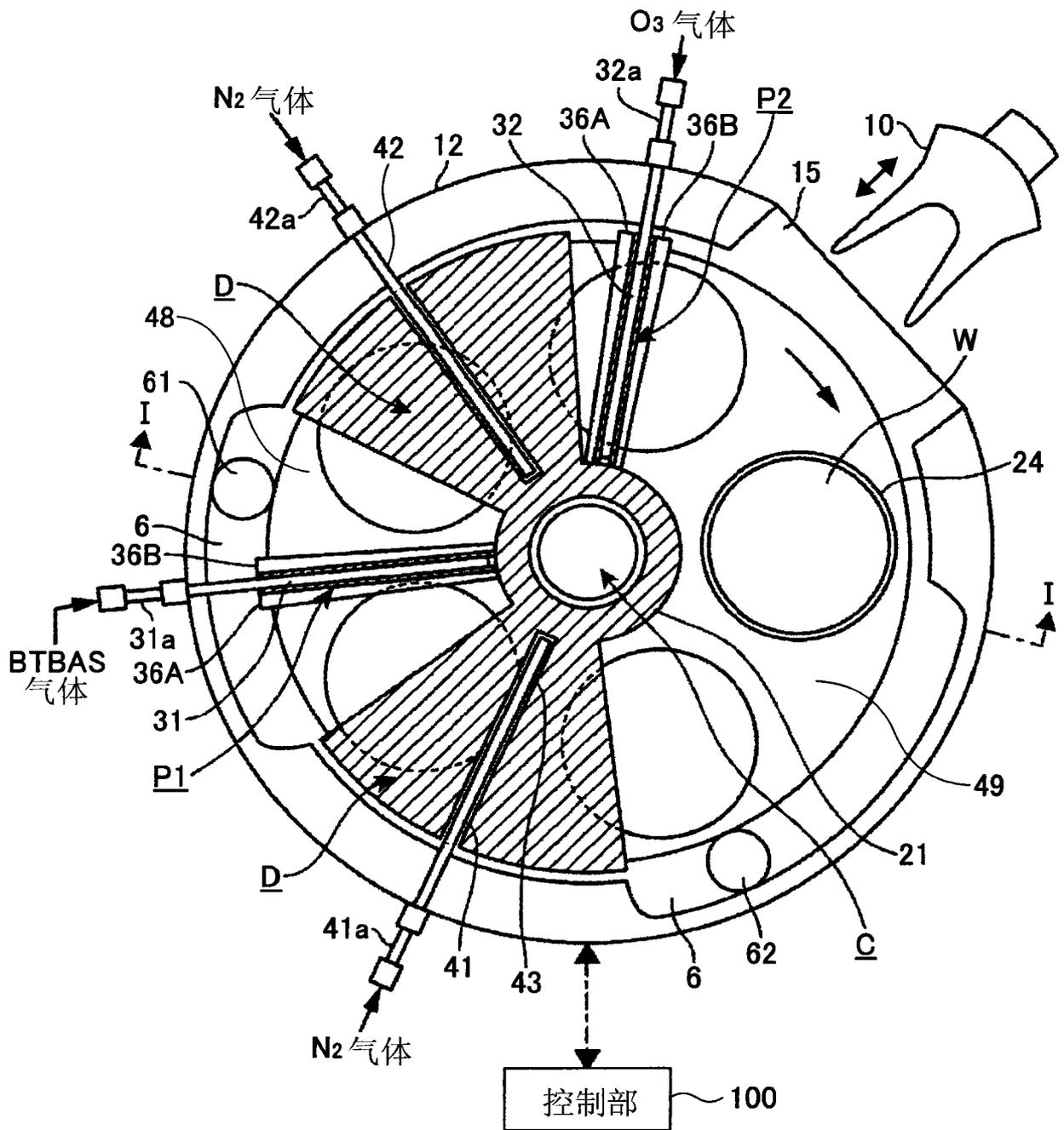


图 5

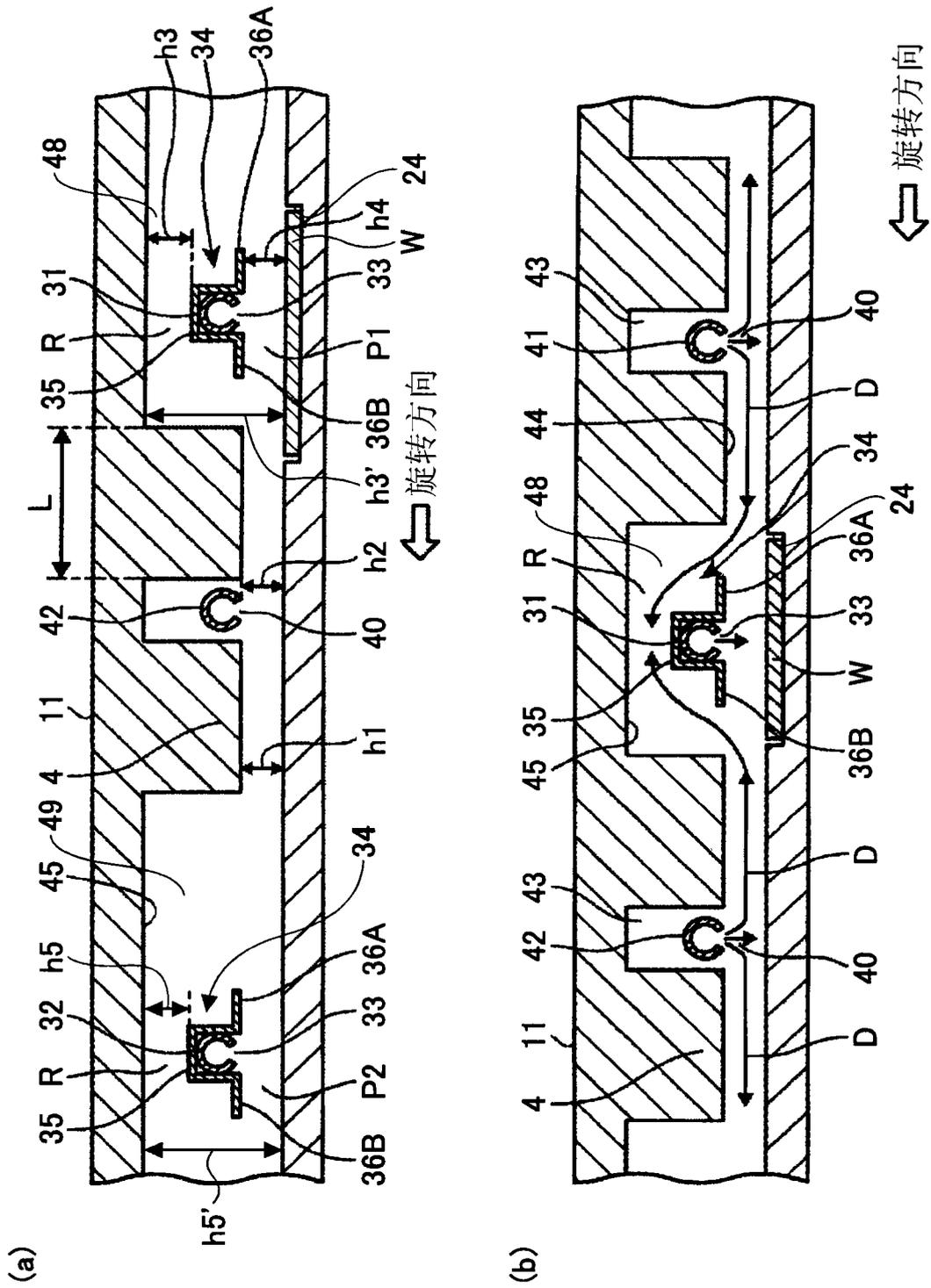


图 7

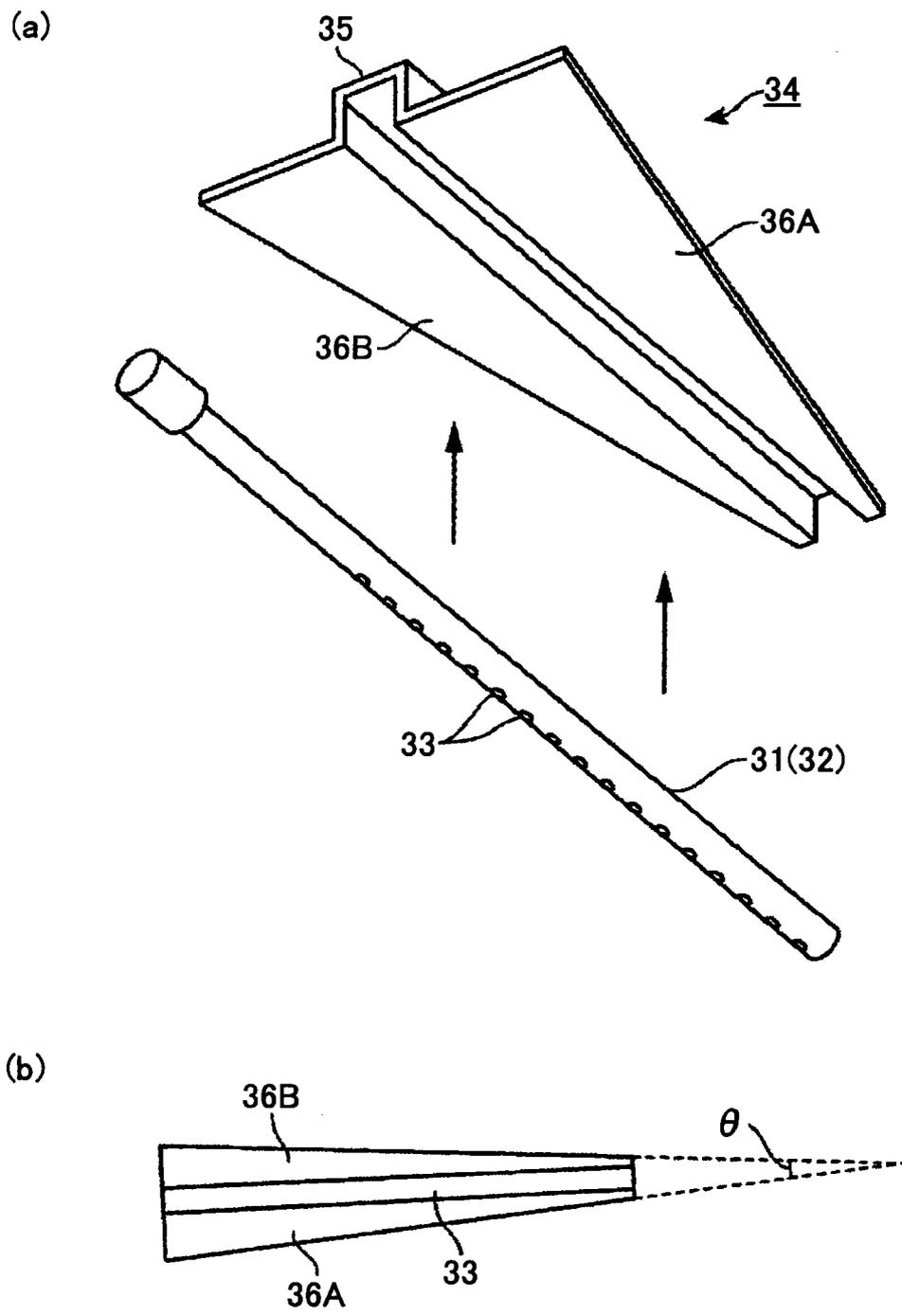


图 8

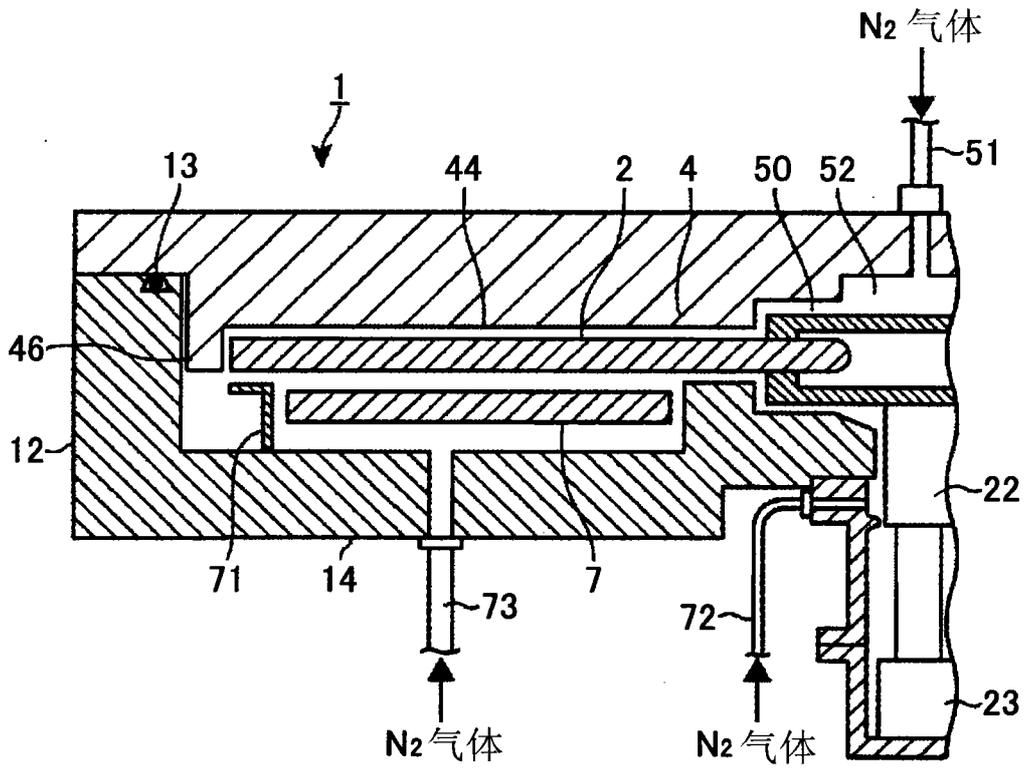


图 9

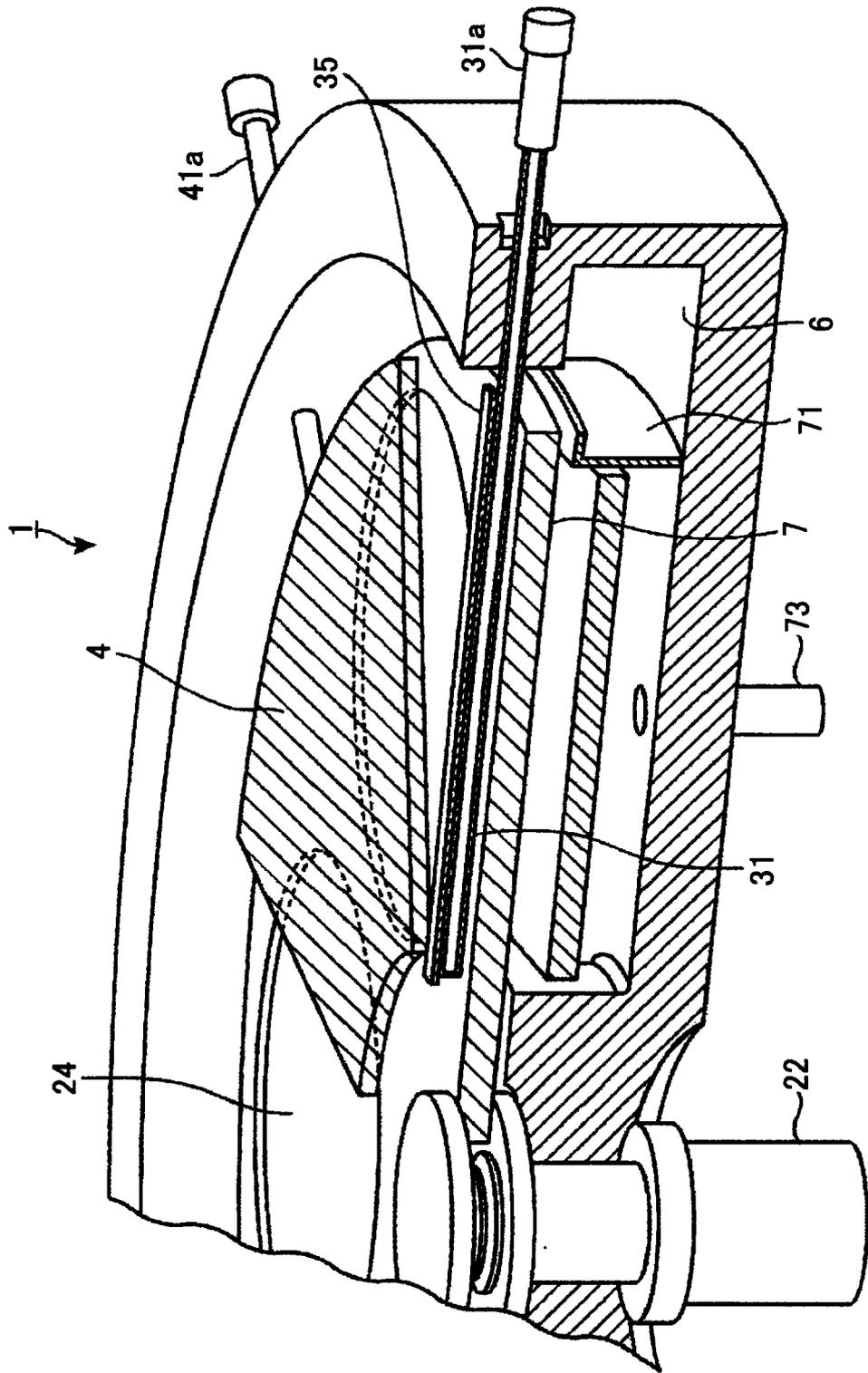


图 10

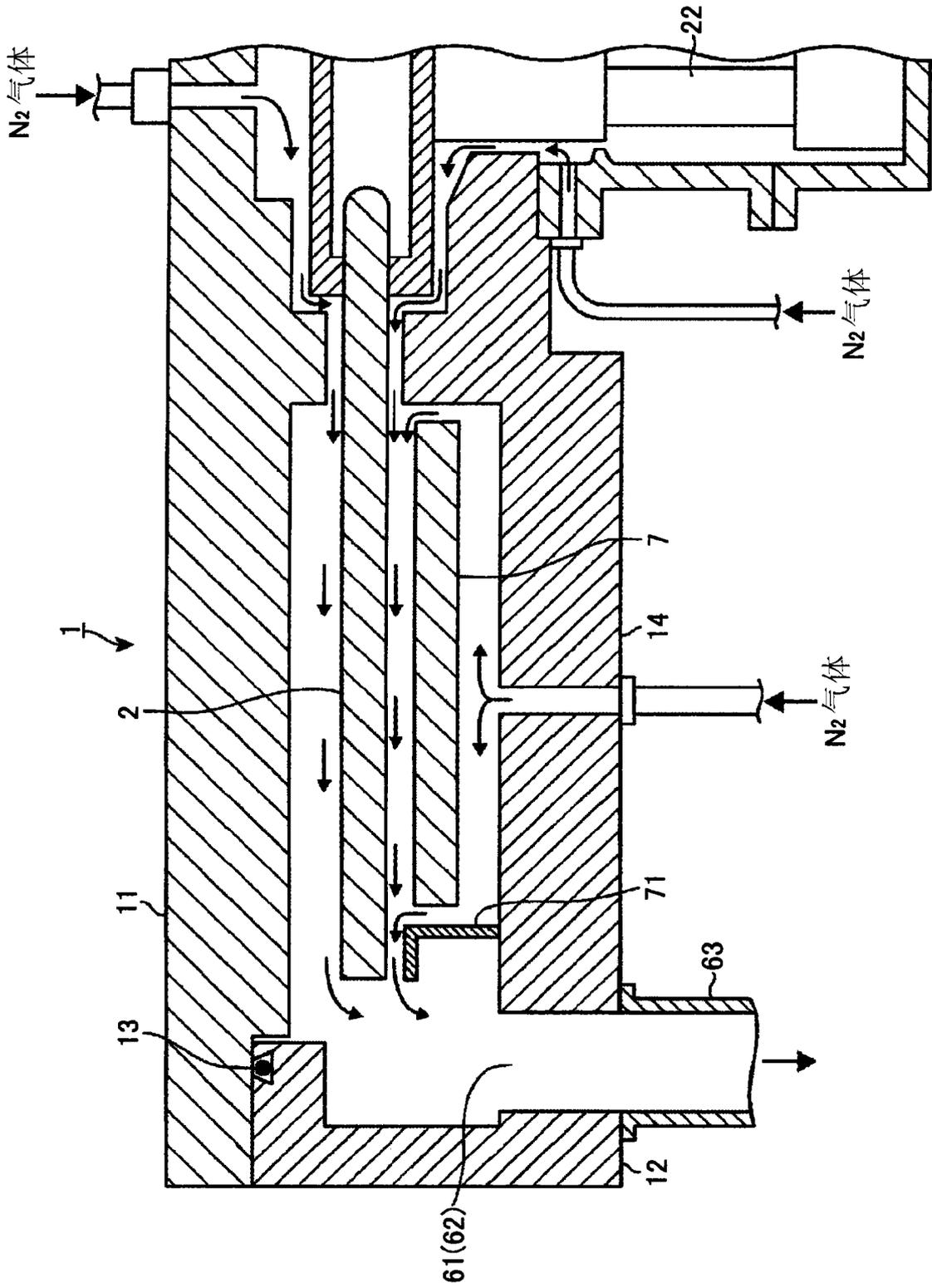


图 11

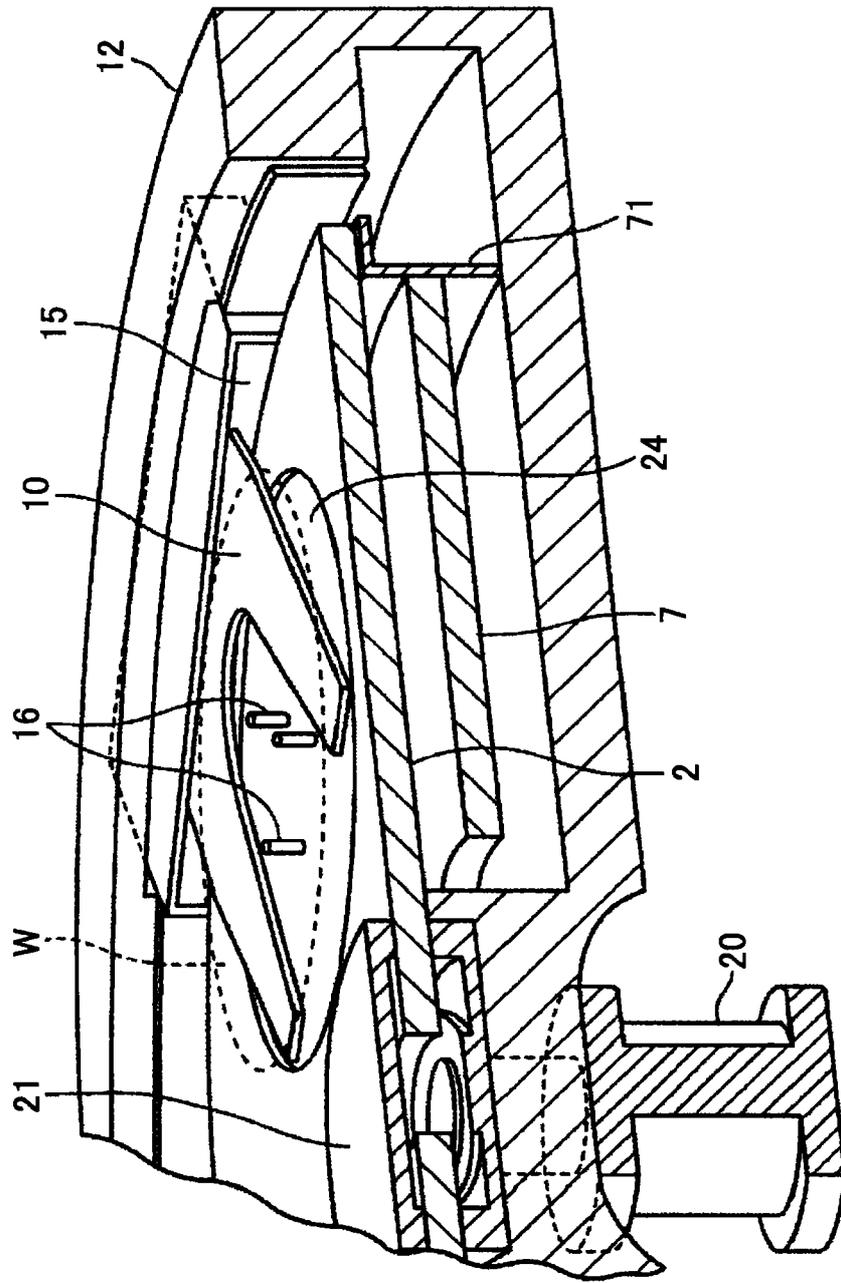


图 12

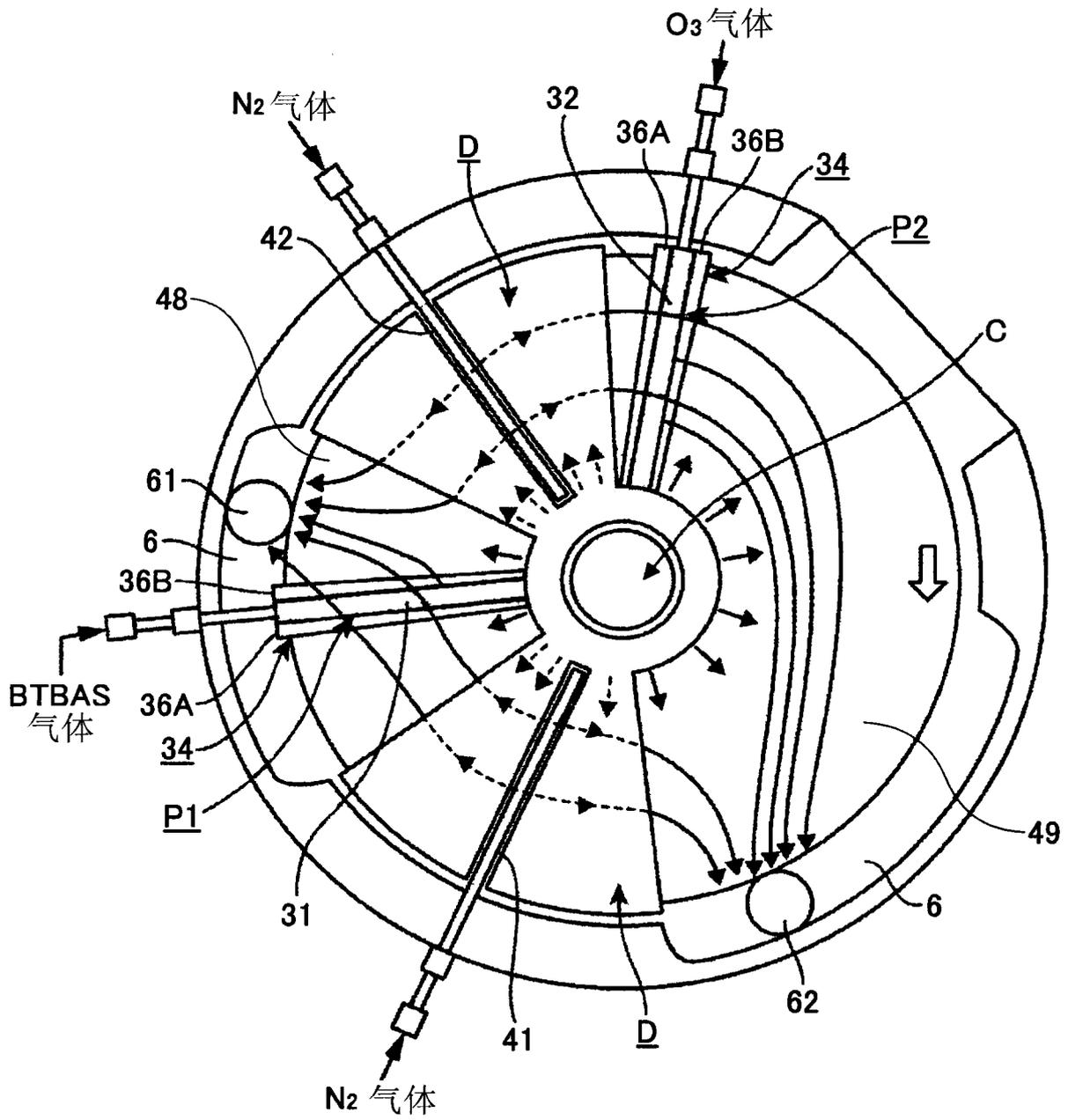


图 13

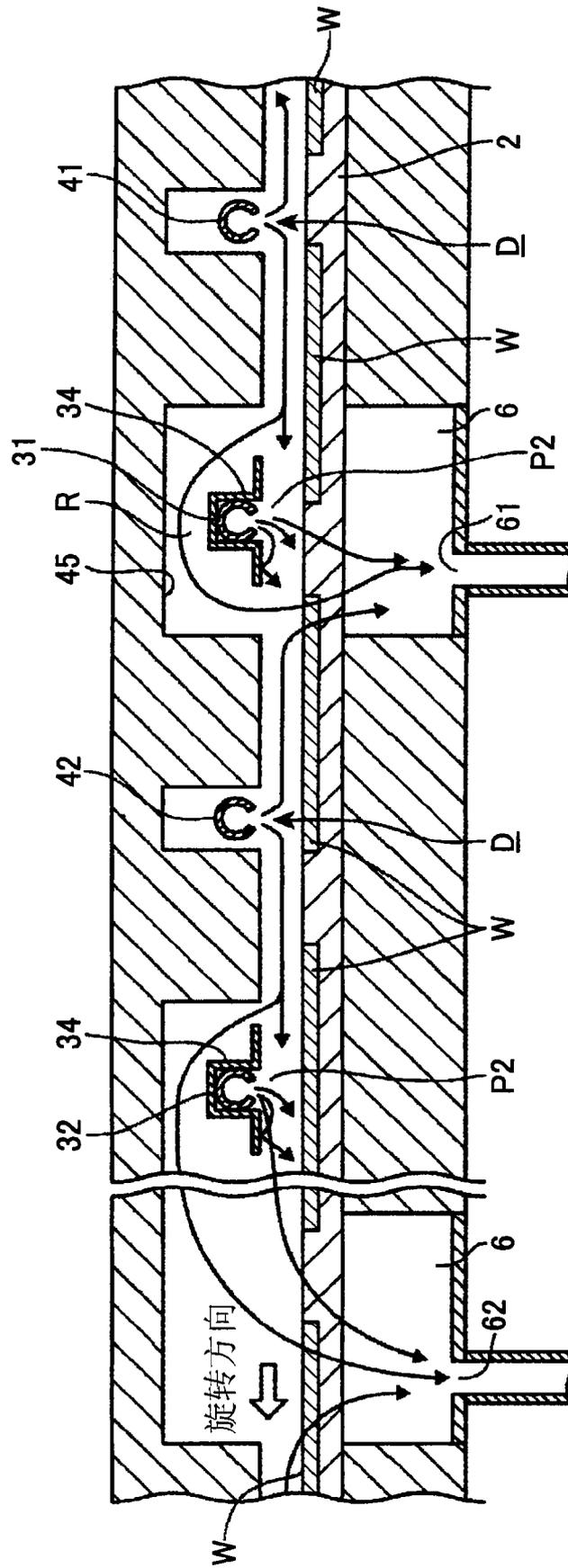


图 14

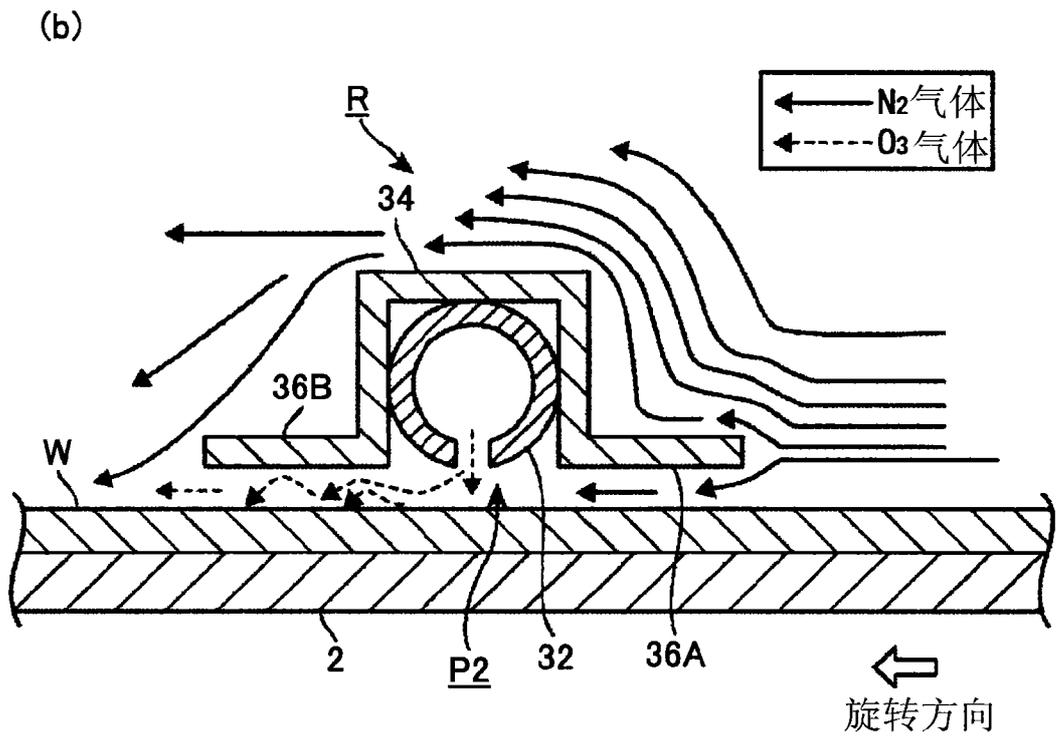
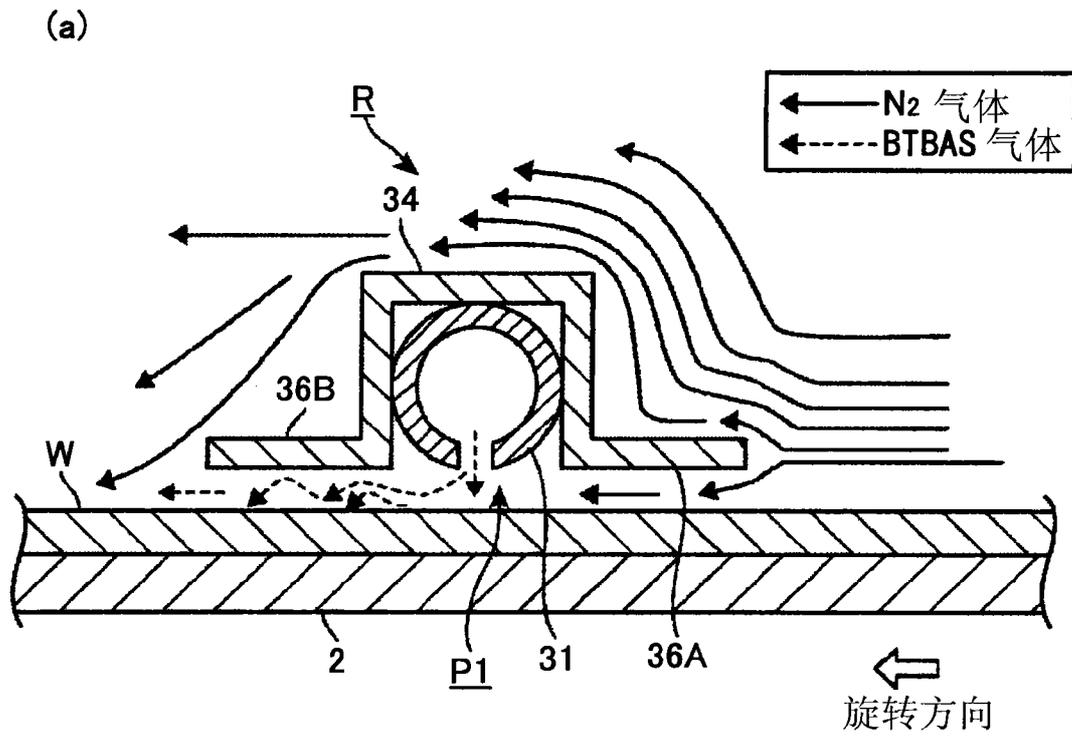


图 15

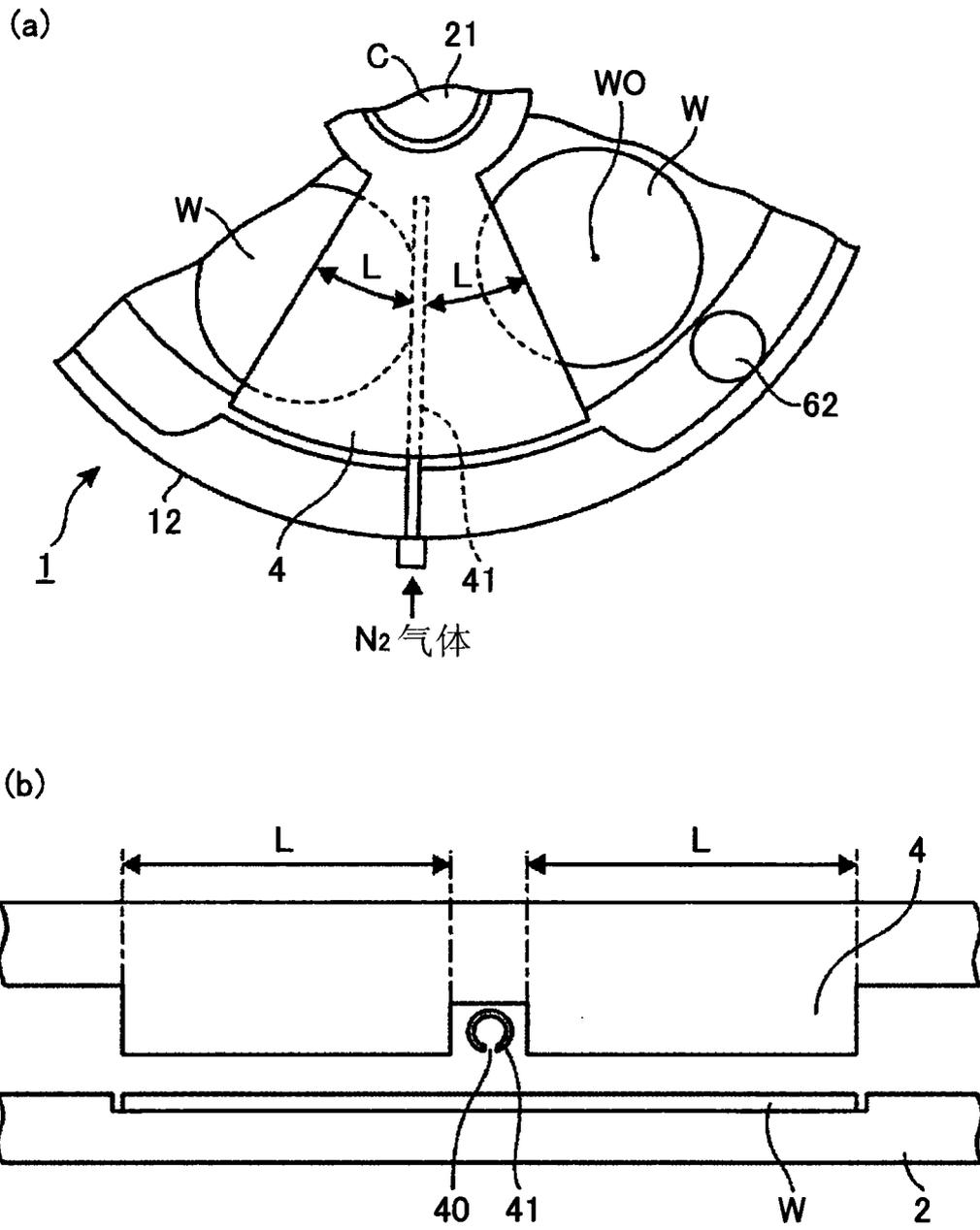


图 16

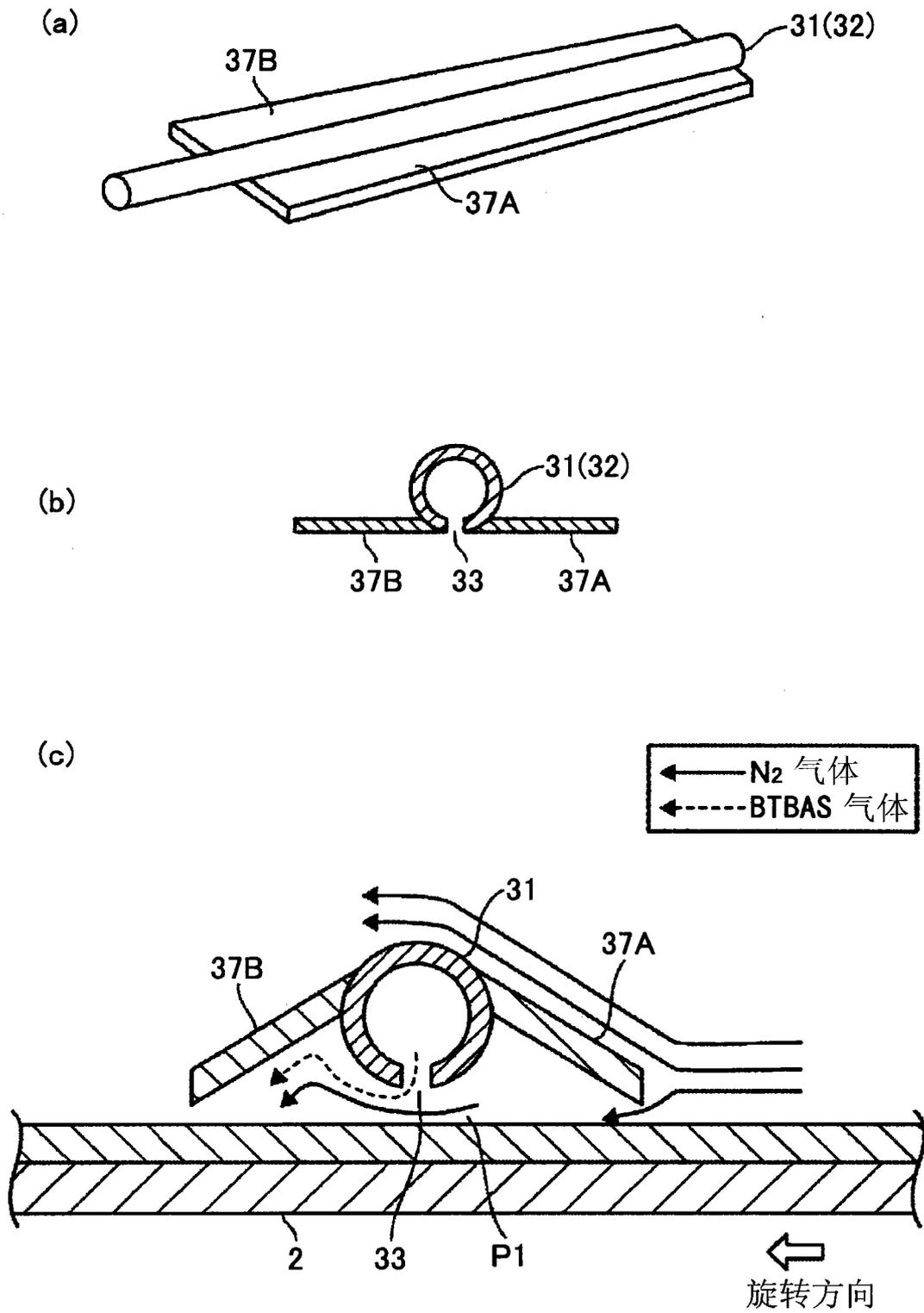


图 17

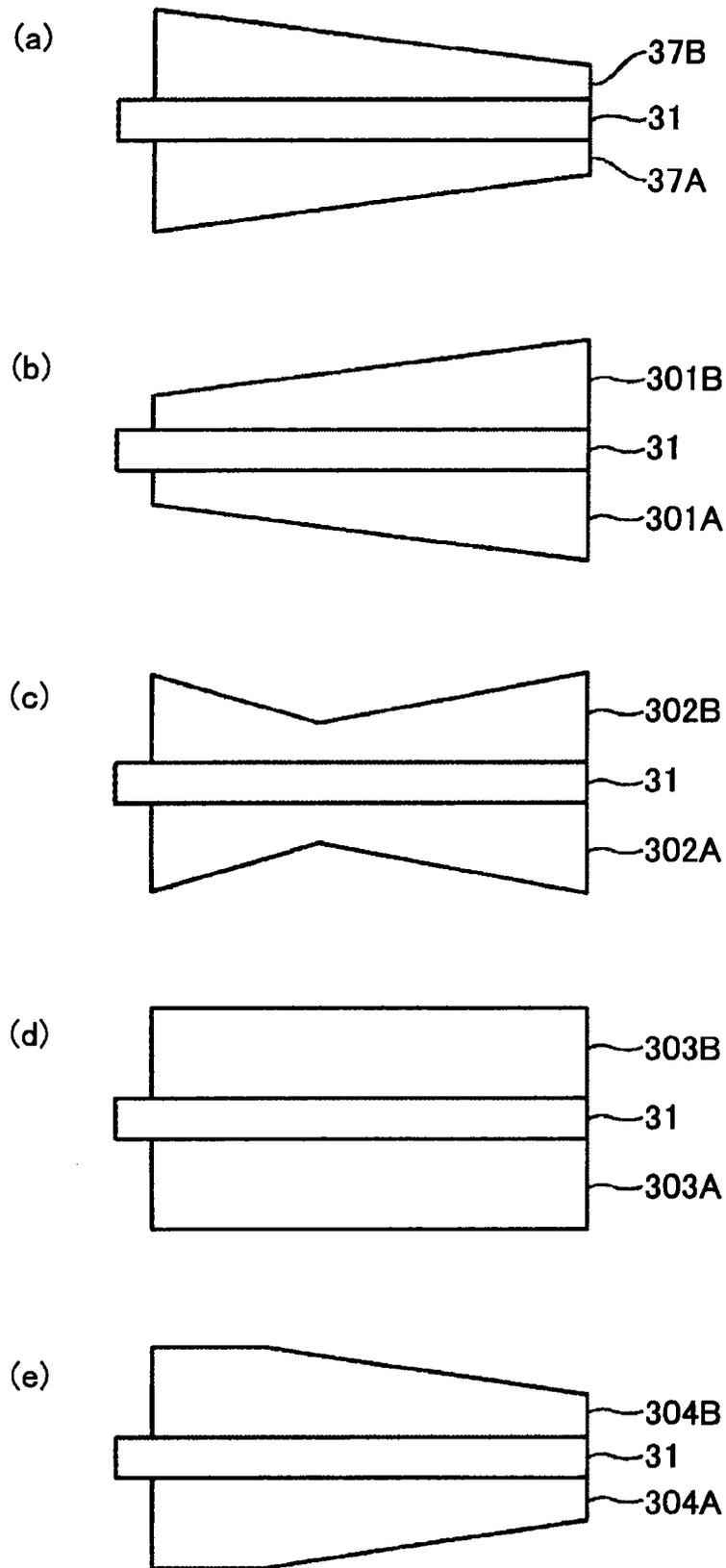


图 18

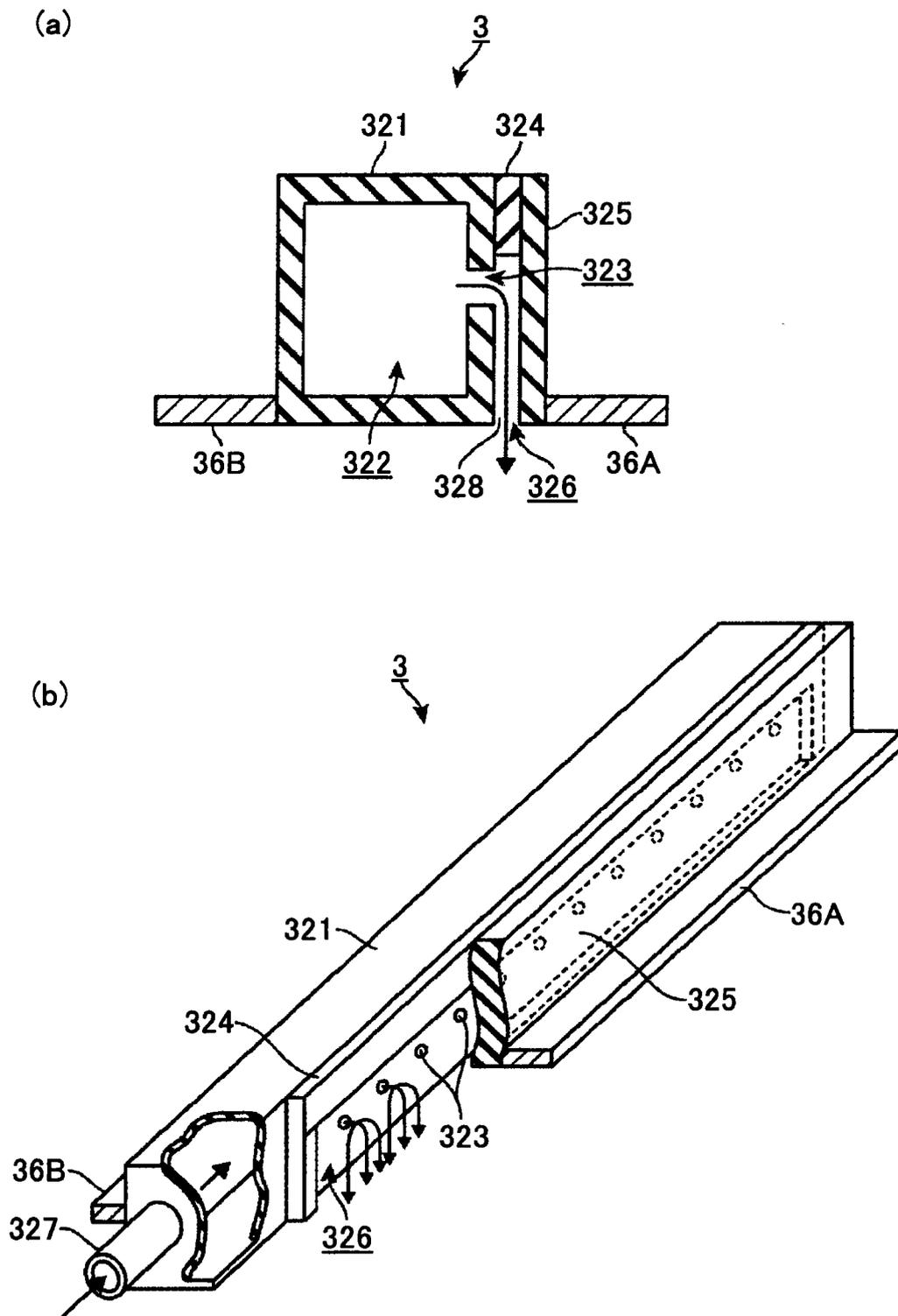


图 19

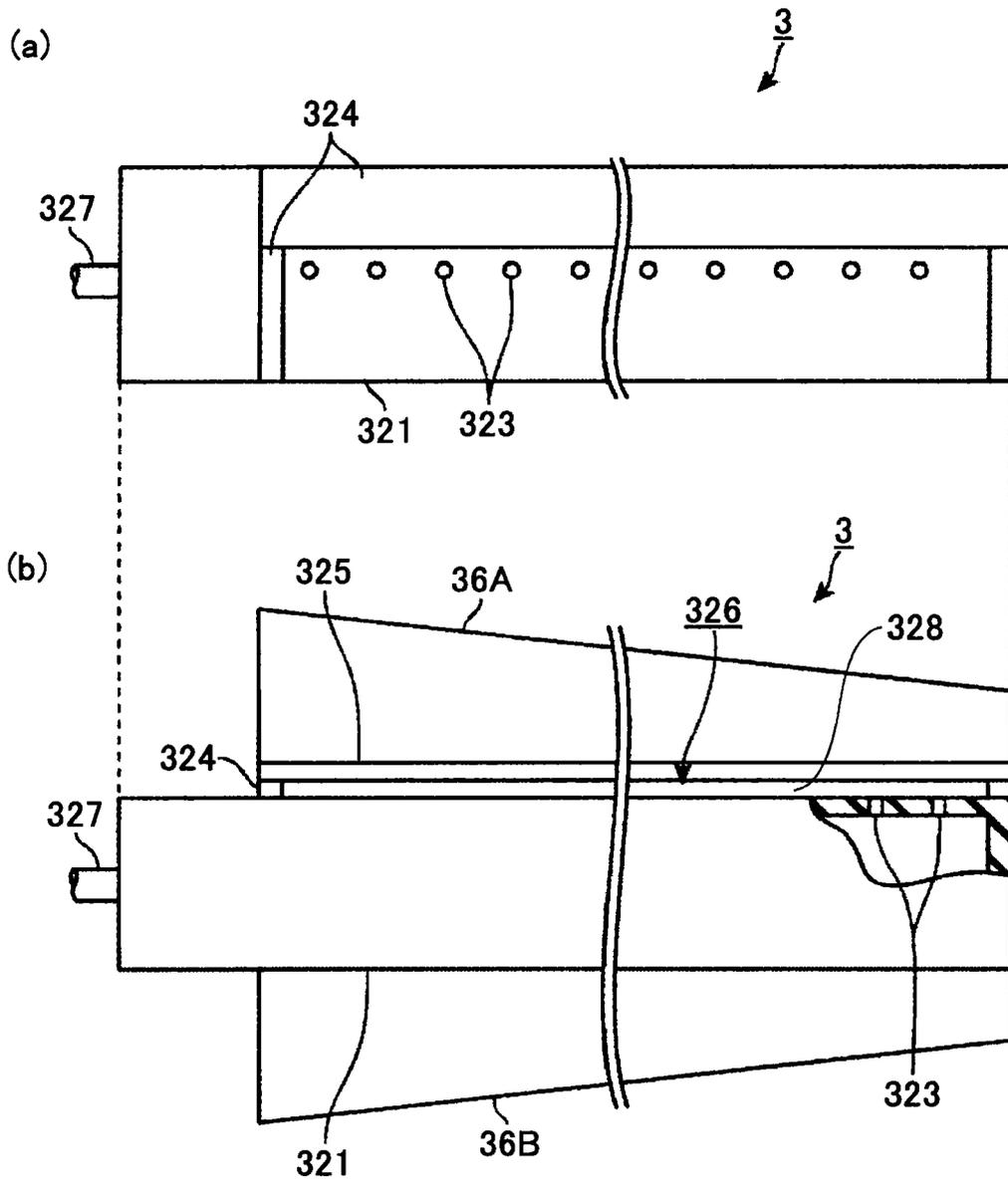


图 20

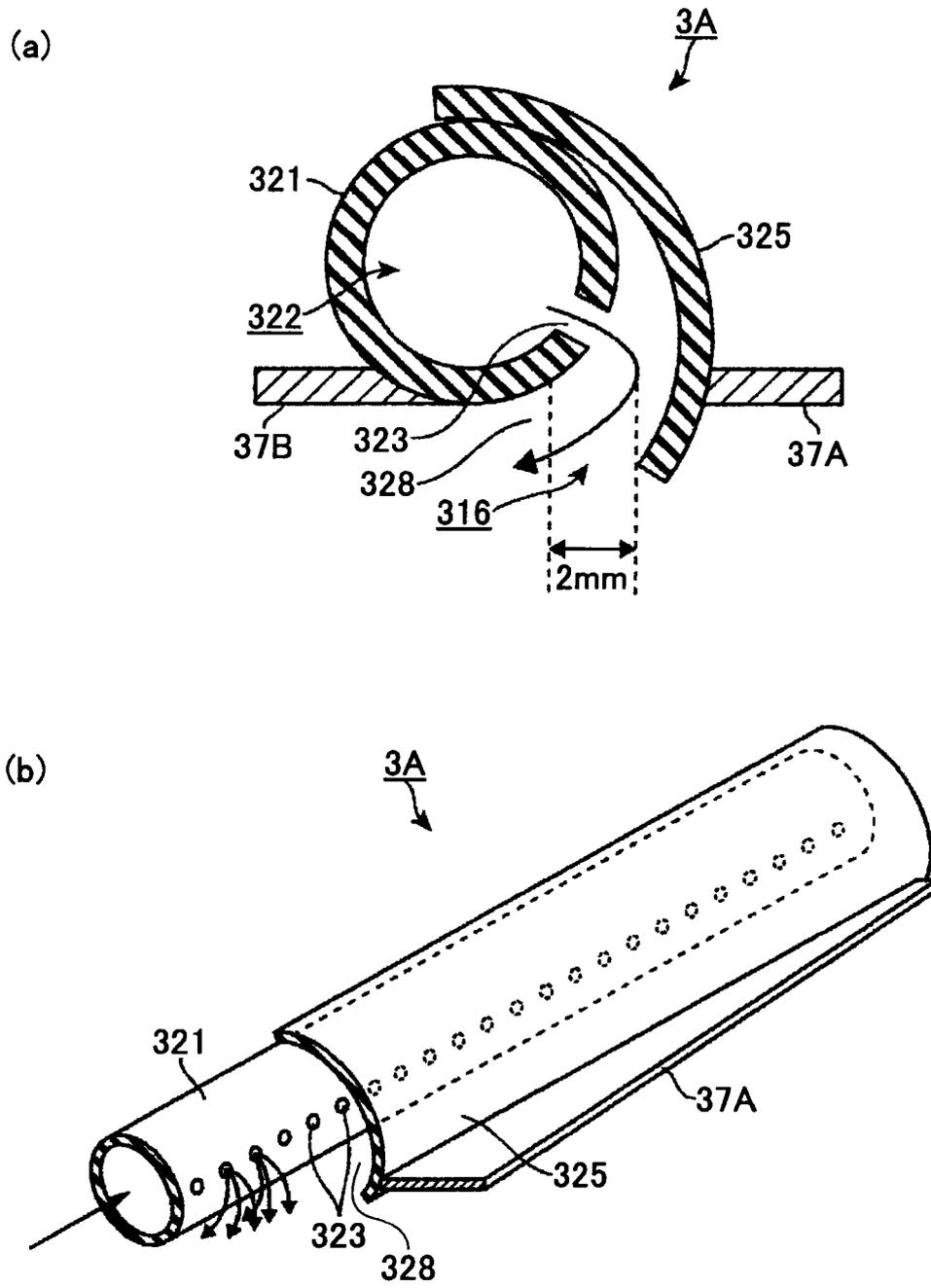


图 21

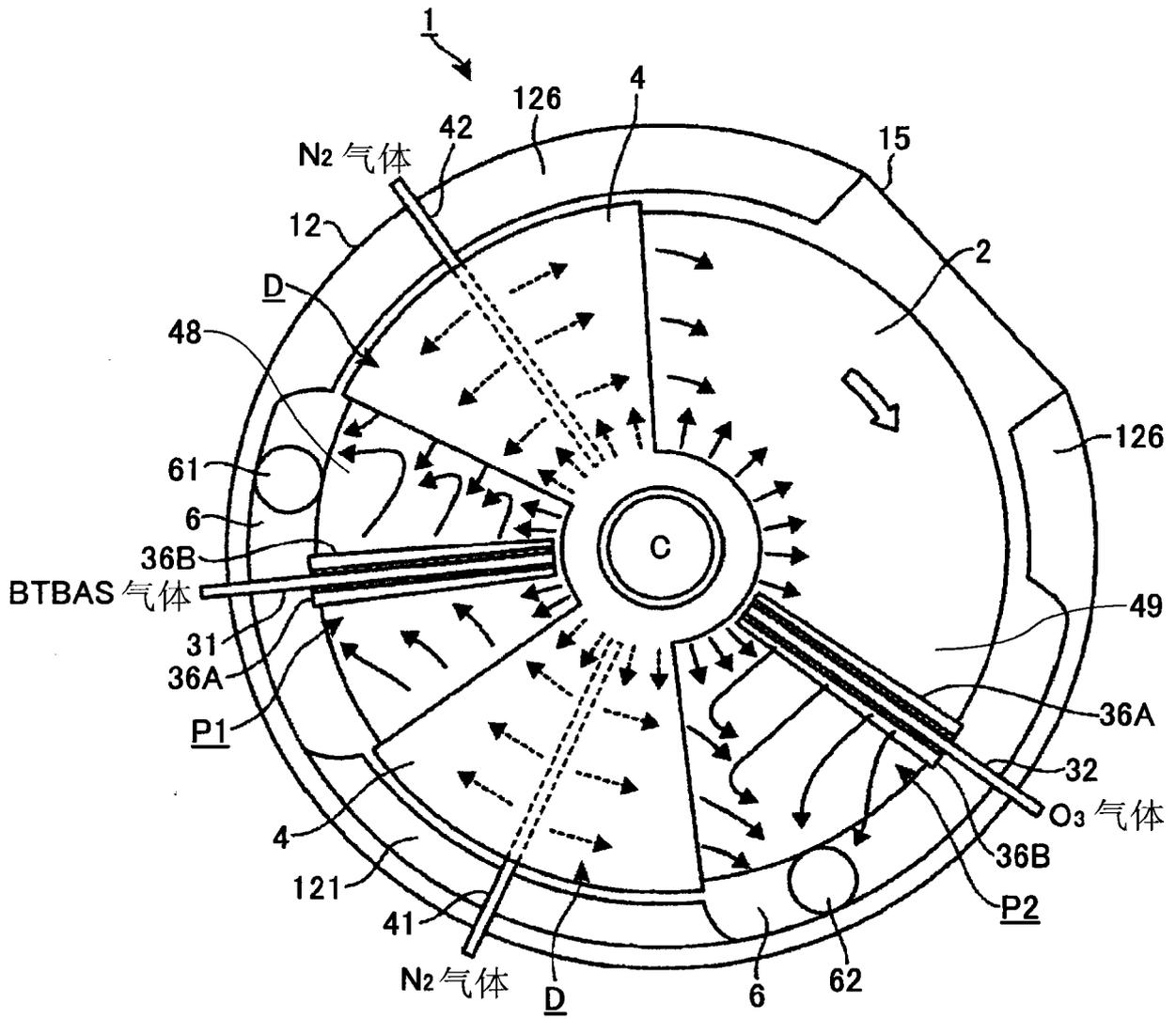


图 22

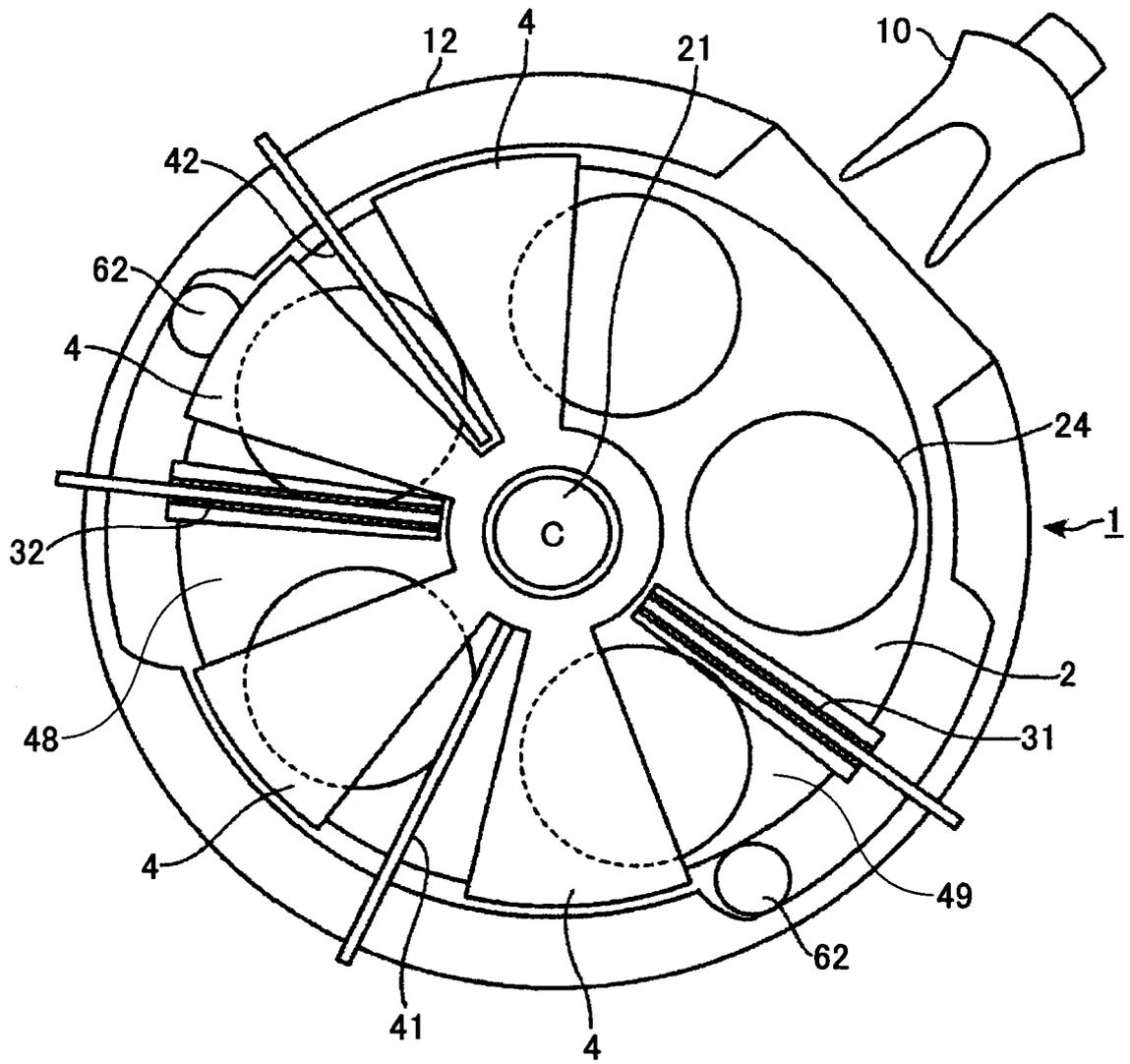


图 23

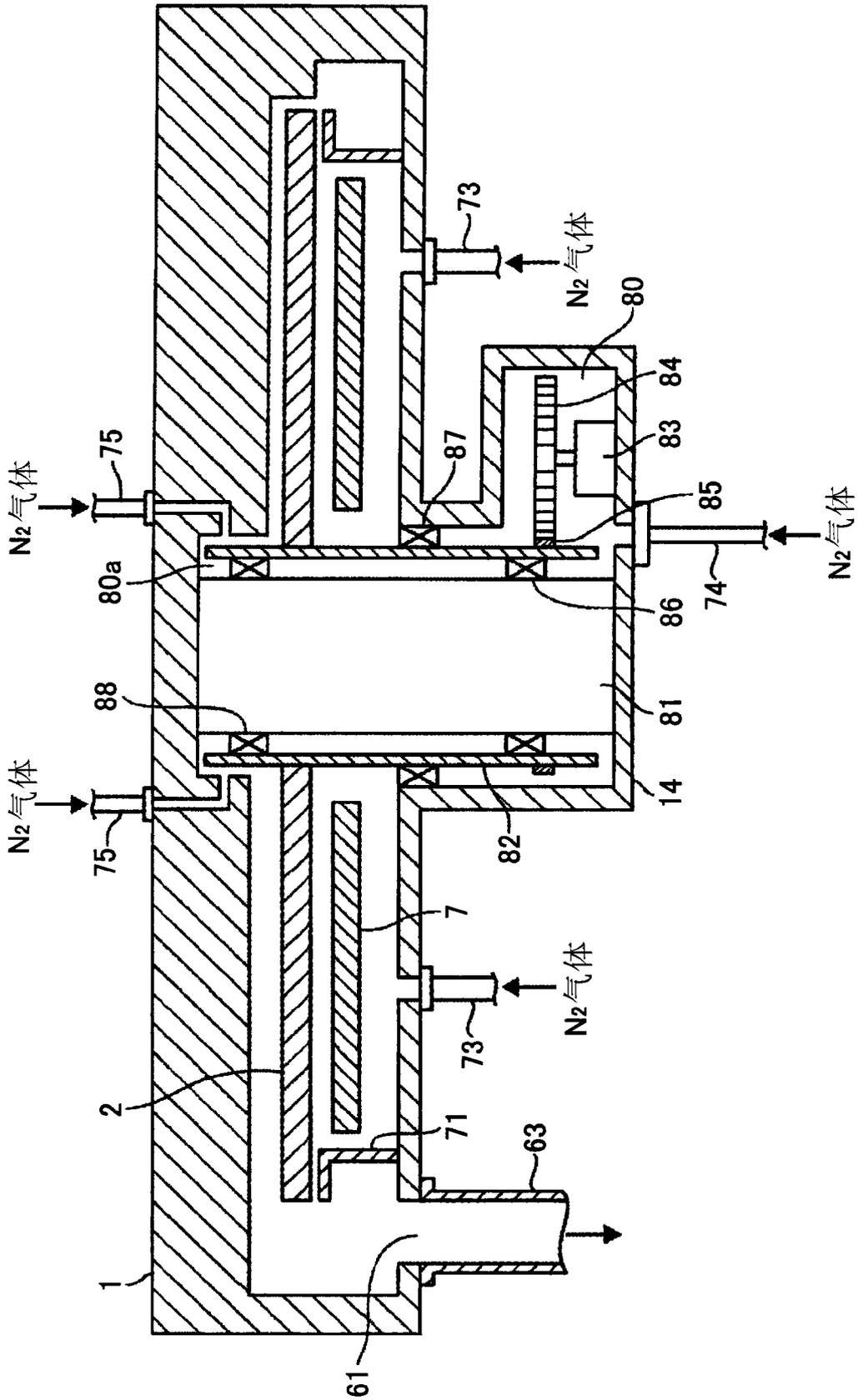


图 24

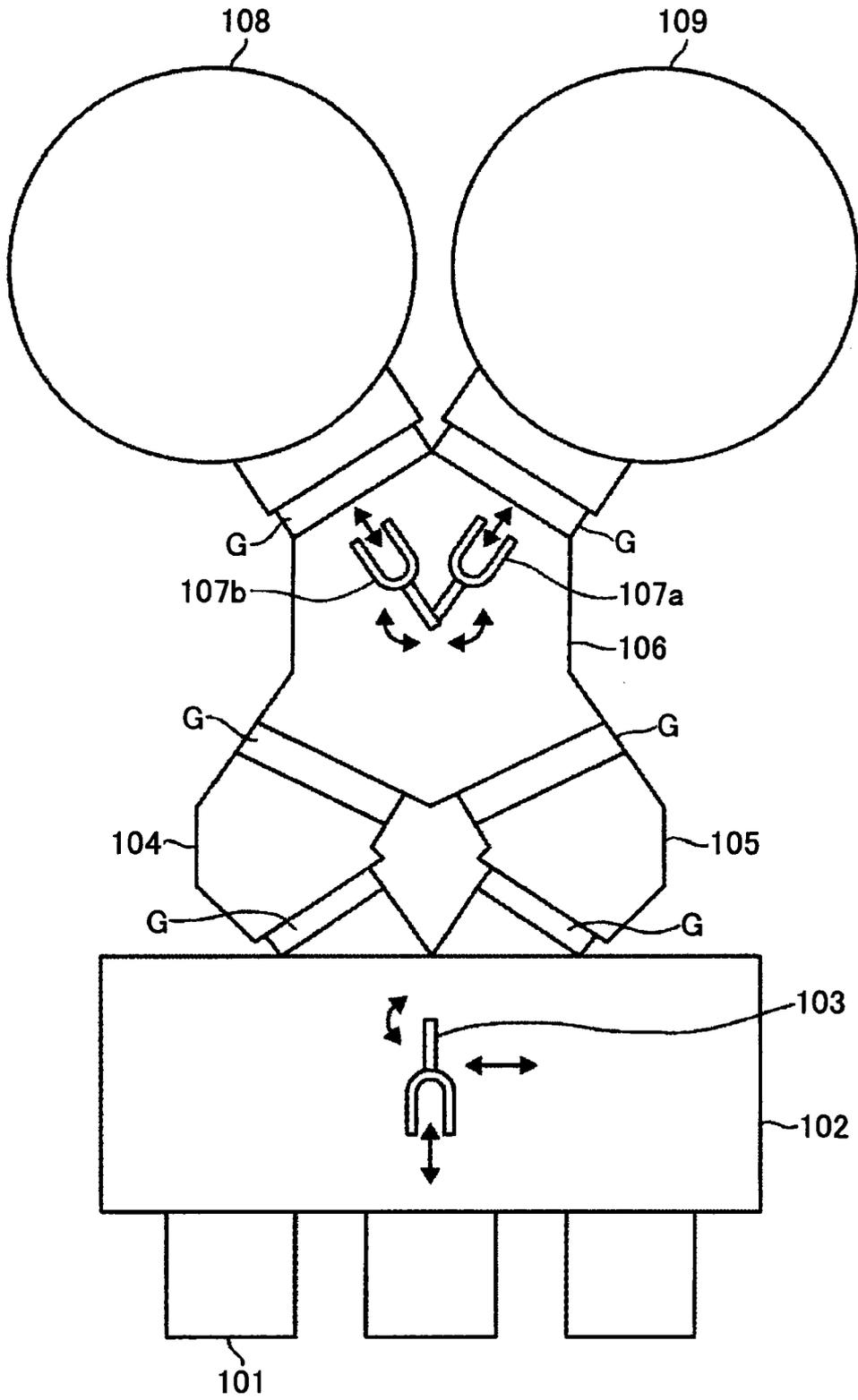


图 25

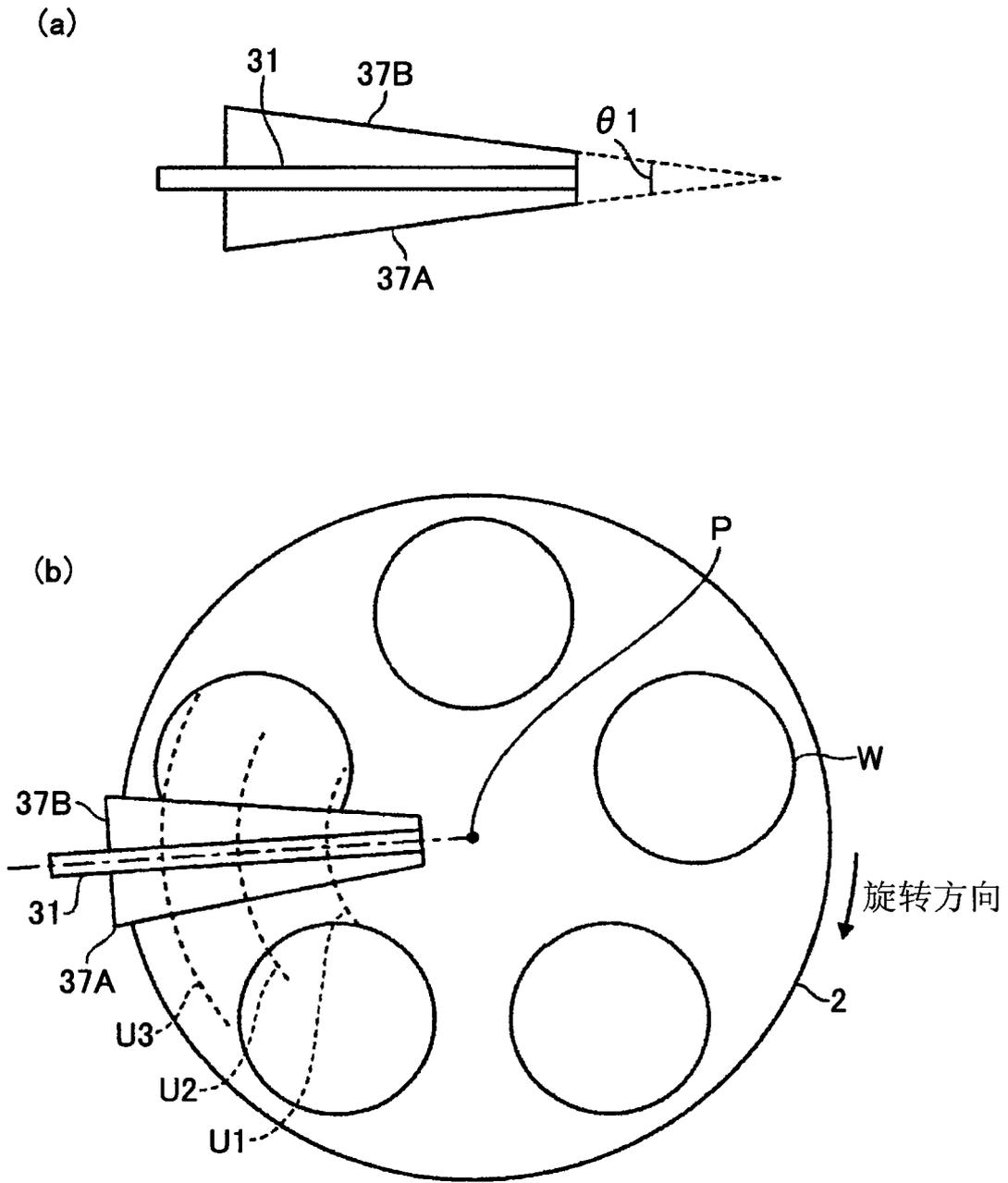


图 26

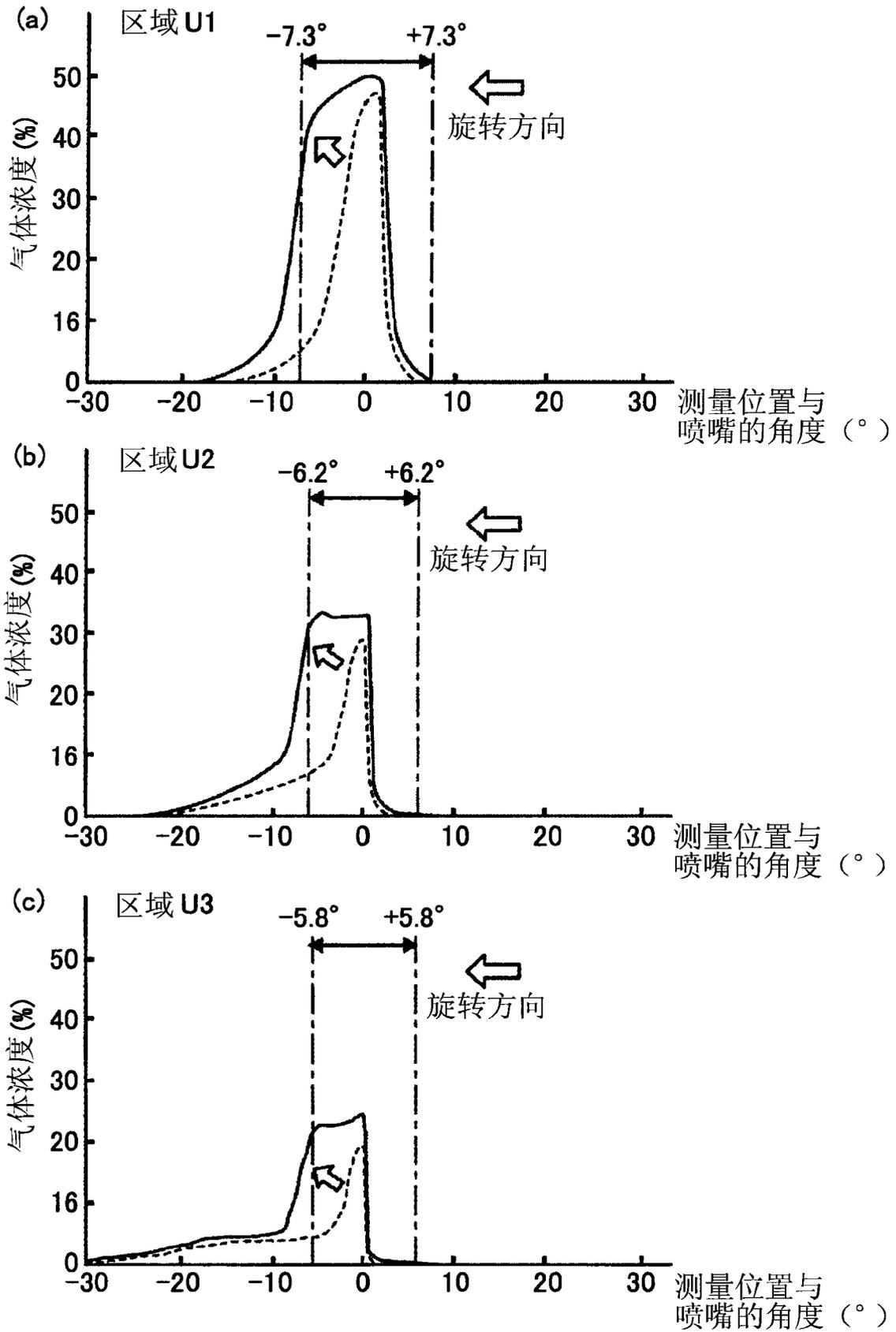


图 27

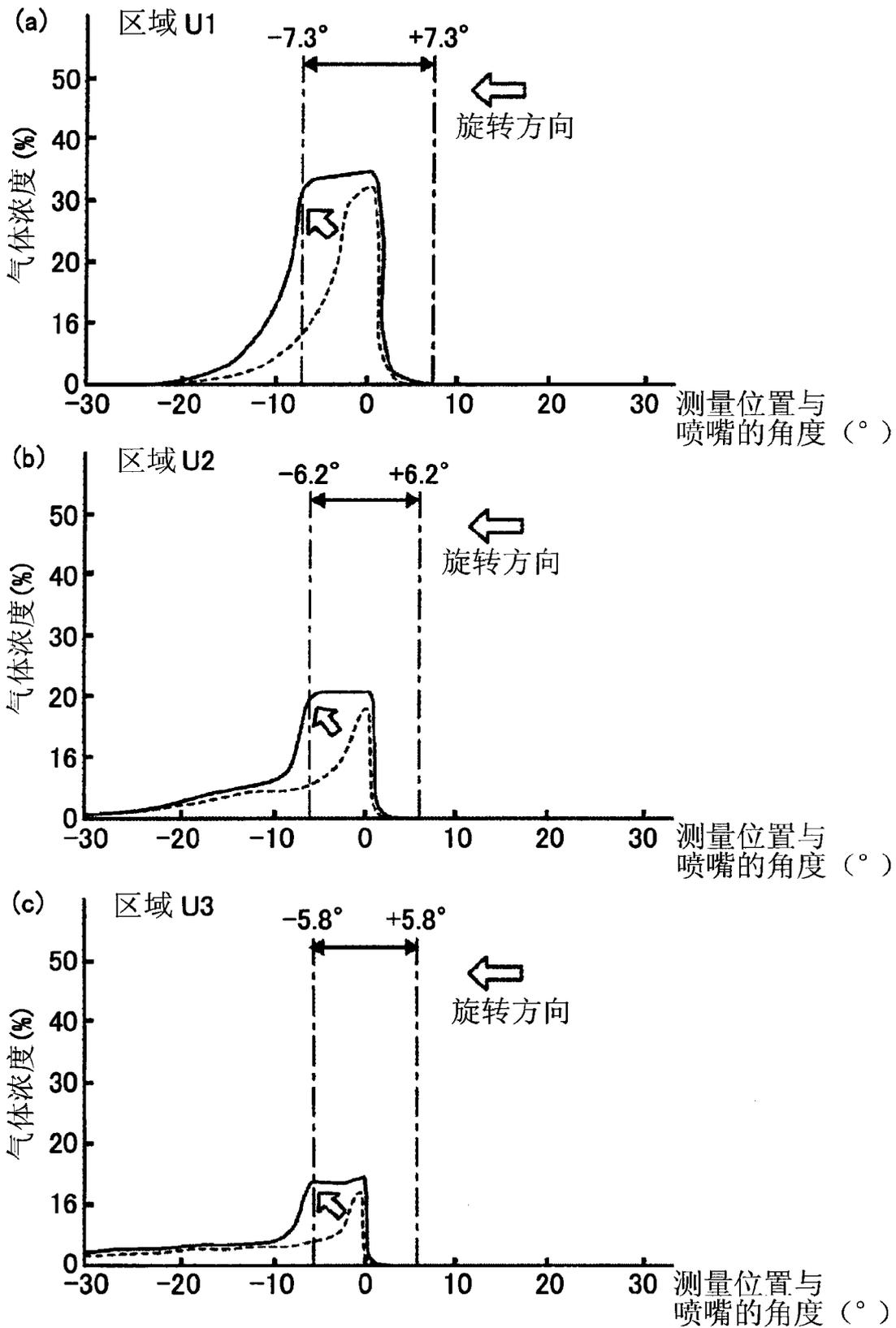


图 28

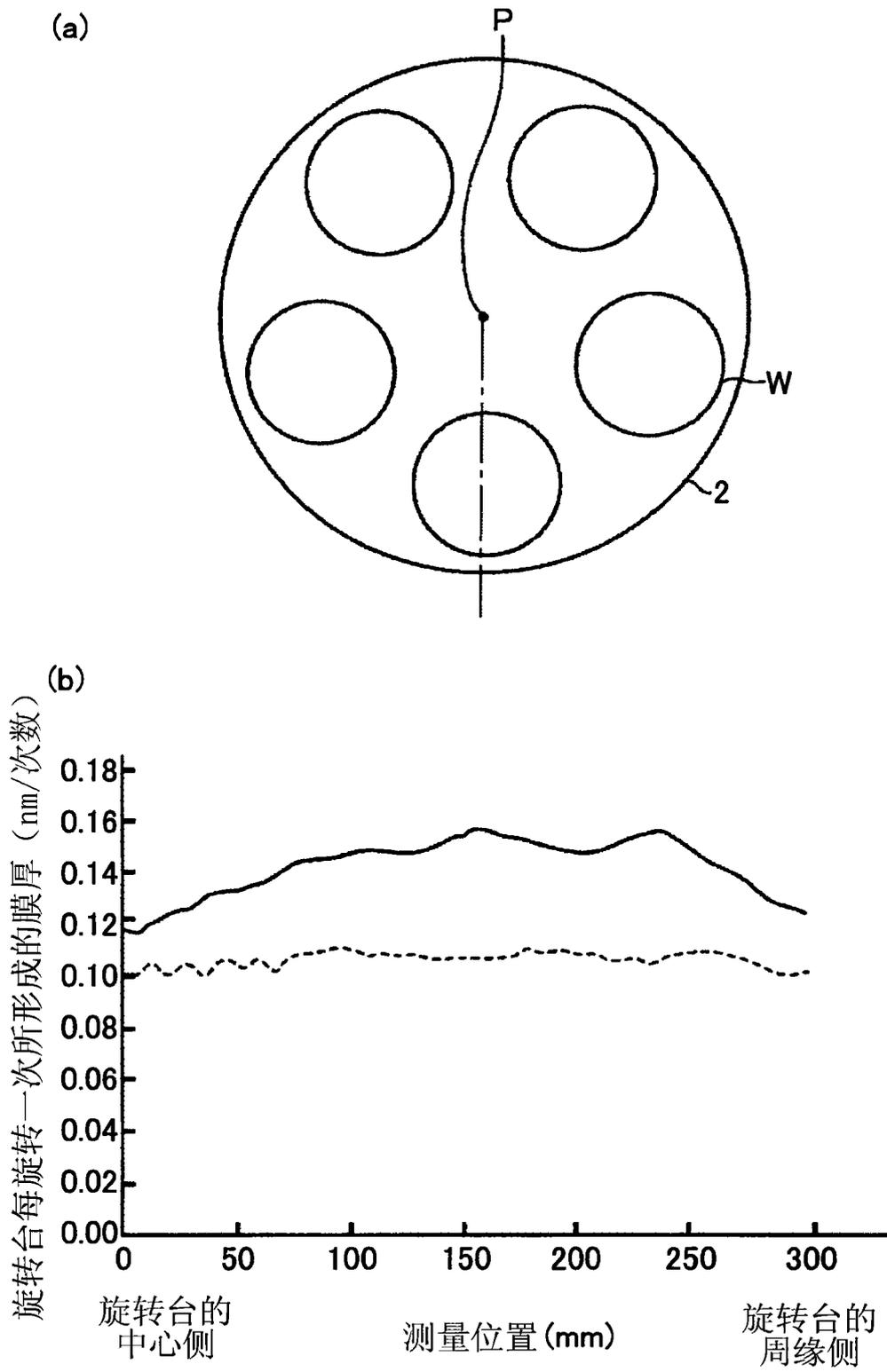


图 29

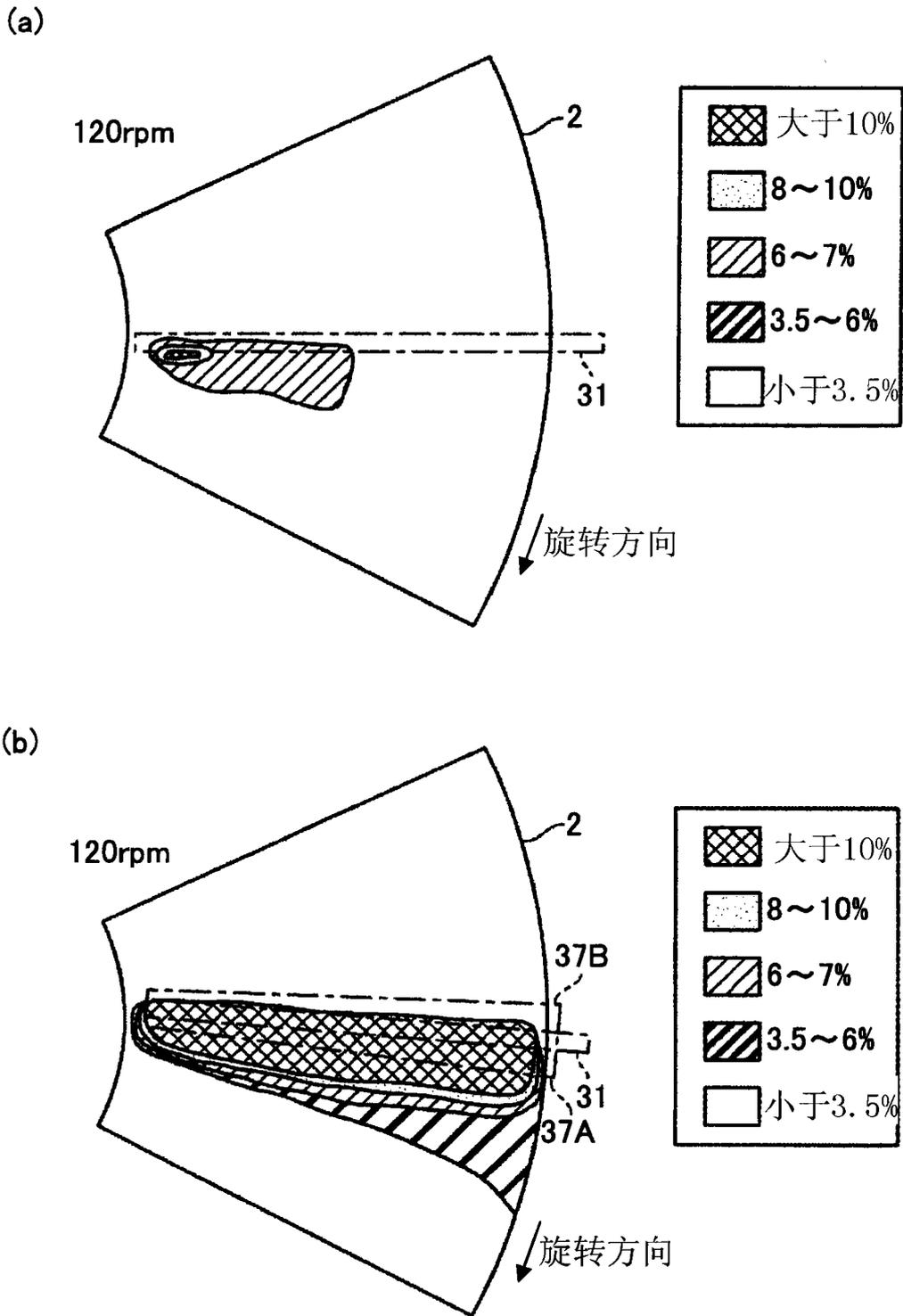


图 30

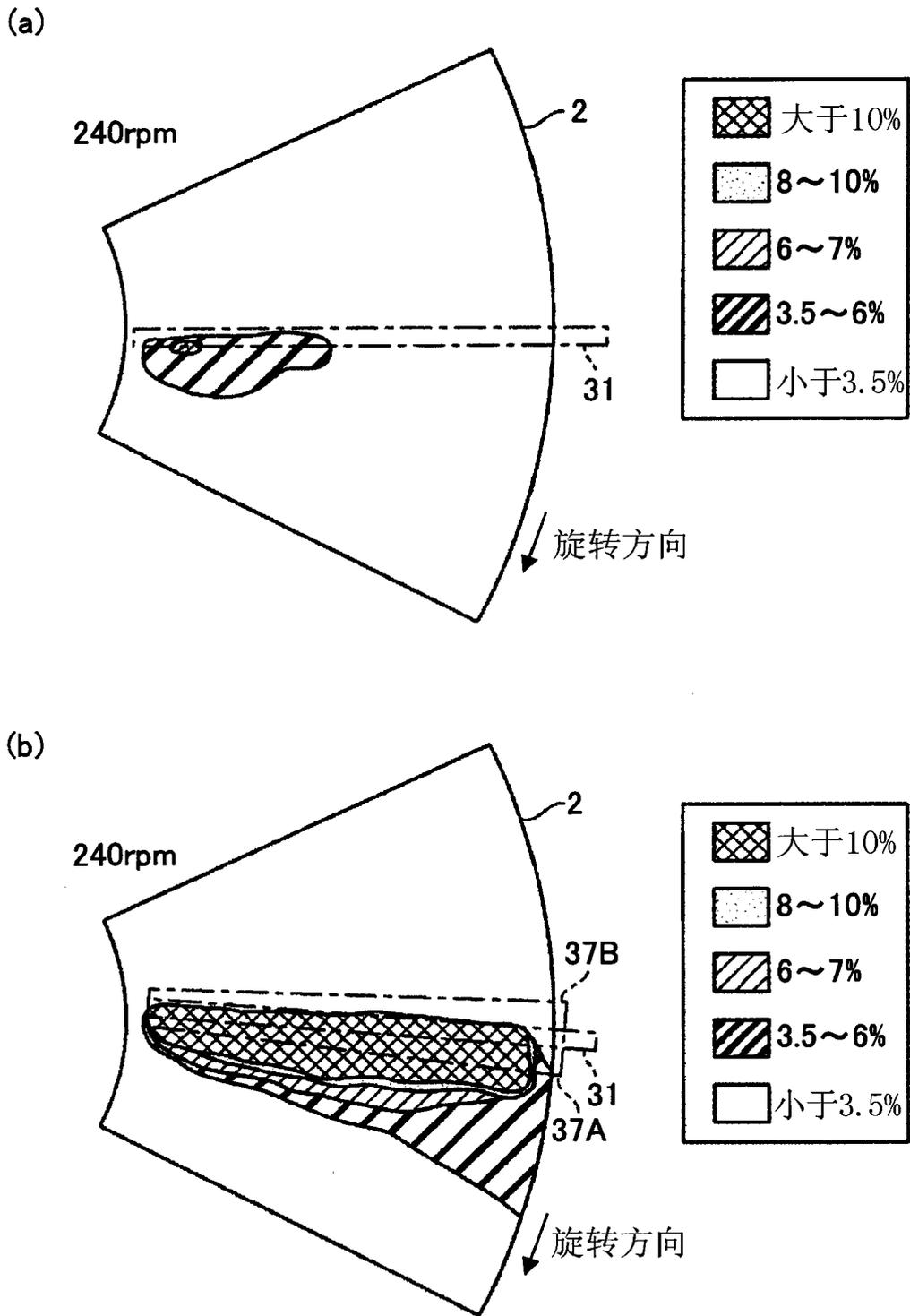


图 31