



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114586473 B

(45) 授权公告日 2025. 02. 18

(21) 申请号 201980101498.1

(22) 申请日 2019.10.22

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 114586473 A

(43) 申请公布日 2022.06.03

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2022.04.18

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2019/041419 2019.10.22

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02021/079420 JA 2021.04.29

(73) 专利权人 株式会社富士  
地址 日本爱知县知立市

(72) 发明人 岩田卓也

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限  
责任公司 11219

专利代理师 杨青 安翔

(51) Int.Cl.  
H05H 1/24 (2006.01)

(56) 对比文件  
EP 3357879 A1, 2018.08.08  
EP 3432691 A1, 2019.01.23  
WO 2017056185 A1, 2017.04.06

审查员 石锐

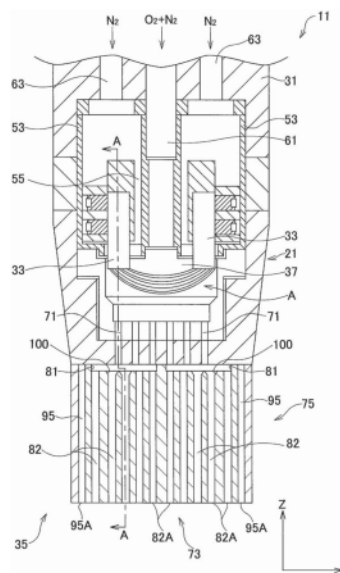
权利要求书1页 说明书7页 附图6页

## (54) 发明名称

等离子体产生装置及等离子体处理方法

## (57) 摘要

等离子体产生装置具备:装置主体,形成有用于使处理气体等离子体化的反应室;至少一个排出通路,与反应室连接;扩散室,与至少一个排出通路连接;及多个喷出通路,与扩散室连接,且喷出在上述反应室中被等离子体化的等离子体气体,在这多个喷出通路中的至少一个喷出通路的朝向扩散室的开口形成有锥面。



1. 一种等离子体产生装置,具备:

装置主体,形成有用于使处理气体等离子体化的反应室;及

喷嘴,安装于所述装置主体,喷出在所述反应室中被等离子体化的等离子体气体,

所述装置主体具有用于将在所述反应室中被等离子体化的等离子体气体向所述装置主体的外部排出的排出通路,

所述喷嘴具有:

扩散室,形成为覆盖所述排出通路的朝向所述装置主体的外壁面的开口;及

多个喷出通路,用于经由所述扩散室而喷出等离子体气体,所述多个喷出通路喷出在所述反应室中被等离子体化的等离子体气体,在所述多个喷出通路中的一个以上的喷出通路的朝向所述扩散室的开口形成有锥面,以使得所述一个以上的喷出通路的朝向所述扩散室的内部的开口侧的端部的内径逐渐变大,

未在所述多个喷出通路的全部喷出通路的朝向所述扩散室的开口形成锥面,而是在所述多个喷出通路中的一部分喷出通路的朝向所述扩散室的开口形成有锥面,

在所述喷嘴中排成一列地形成有多个喷出通路,

所述锥面根据所述喷嘴的种类而以所述多个喷出通路的排成一列的方向上的中央为中心呈对称地形成于因所述等离子体气体的流动产生涡流的所述一部分喷出通路的朝向所述扩散室的开口。

2. 根据权利要求1所述的等离子体产生装置,其中,

所述喷嘴以不能相对地移动的方式安装于所述装置主体。

3. 一种等离子体处理方法,被用于等离子体产生装置,

所述等离子体产生装置具备:

装置主体,形成有用于使处理气体等离子体化的反应室;及

喷嘴,安装于所述装置主体,喷出在所述反应室中被等离子体化的等离子体气体,

所述装置主体具有用于将在所述反应室中被等离子体化的等离子体气体向所述装置主体的外部排出的排出通路,

所述喷嘴具有:

扩散室,形成为覆盖所述排出通路的朝向所述装置主体的外壁面的开口;及

多个喷出通路,用于经由所述扩散室而喷出等离子体气体,所述多个喷出通路喷出在所述反应室中被等离子体化的等离子体气体,在所述多个喷出通路中的一个以上的喷出通路的朝向所述扩散室的开口形成有锥面,以使得所述一个以上的喷出通路的朝向所述扩散室的内部的开口侧的端部的内径逐渐变大,未在所述多个喷出通路的全部喷出通路的朝向所述扩散室的开口形成锥面,而是在所述多个喷出通路中的一部分喷出通路的朝向所述扩散室的开口形成有锥面,在所述喷嘴中排成一列地形成有所述多个喷出通路,所述锥面根据所述喷嘴的种类而以所述多个喷出通路的排成一列的方向上的中央为中心呈对称地形成于因所述等离子体气体的流动产生涡流的所述一部分喷出通路的朝向所述扩散室的开口,

所述等离子体处理方法将从所述多个喷出通路喷出的等离子体气体向被处理体照射。

## 等离子体产生装置及等离子体处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及从喷出通路喷出等离子体气体的等离子产生装置等。

### 背景技术

[0002] 在等离子体产生装置中存在有在反应室中使处理气体等离子体化并将被等离子体化后的等离子体气体从形成于喷嘴的喷出通路喷出的构造的等离子体产生装置。在下列专利文献中记载了这样的等离子体产生装置的一个例子。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献1:日本特开2001-068298号公报

### 发明内容

[0005] 发明所要解决的课题

[0006] 本说明书的课题在于提高从喷出通路喷出等离子体气体的构造的等离子产生装置的实用性。

[0007] 用于解决课题的技术方案

[0008] 为了解决上述课题,本说明书公开了一种等离子体产生装置,其具备:装置主体,形成有用于使处理气体等离子体化的反应室;至少一个排出通路,与上述反应室连接;扩散室,与上述至少一个排出通路连接;及多个喷出通路,与上述扩散室连接,且喷出在上述反应室中被等离子体化的等离子体气体,在上述多个喷出通路中的至少一个喷出通路的朝向上述扩散室的开口形成有锥面。

[0009] 另外,本说明书公开了一种等离子体产生装置,其具备:装置主体,形成有用于使处理气体等离子体化的反应室;及喷嘴,安装于上述装置主体,喷出在上述反应室中被等离子体化的等离子体气体,上述装置主体具有用于将在上述反应室中被等离子体化的等离子体气体向上述装置主体的外部排出的排出通路,上述喷嘴具有:扩散室,形成为覆盖上述排出通路的朝向上述装置主体的外壁面的开口;及多个喷出通路,用于经由上述扩散室而喷出等离子体气体,上述多个喷出通路喷出在上述反应室中被等离子体化的等离子体气体,在这些上述多个喷出通路中的一个以上的喷出通路的朝向上述扩散室的开口形成有锥面。

[0010] 另外,本说明书公开了一种等离子体处理方法,其被用于等离子体产生装置,上述等离子体产生装置具备:装置主体,形成有用于使处理气体等离子体化的反应室;及喷嘴,安装于上述装置主体,喷出在上述反应室中被等离子体化的等离子体气体,上述装置主体具有用于将在上述反应室中被等离子体化的等离子体气体向上述装置主体的外部排出的排出通路,上述喷嘴具有:扩散室,形成为覆盖上述排出通路的朝向上述装置主体的外壁面的开口;及多个喷出通路,用于经由上述扩散室而喷出等离子体气体,上述多个喷出通路喷出在上述反应室中被等离子体化的等离子体气体,在上述多个喷出通路中的一个以上的喷出通路的朝向上述扩散室的开口形成有锥面,上述等离子体处理方法将从上述多个喷出通路喷出的等离子体气体向被处理体照射。

[0011] 发明效果

[0012] 根据本公开,通过在喷出通路的朝向扩散室的开口形成锥面,例如,即使在异物附着于该开口的情况下,该开口也不容易被异物堵塞。由此,能够确保等离子体气体从喷出通路的喷出,能够提高从喷出通路喷出等离子体气体的构造的等离子产生装置的实用性。

### 附图说明

[0013] 图1是表示等离子体装置的图。

[0014] 图2是表示等离子体头的立体图。

[0015] 图3是在电极及主体侧等离子体通路的位置在X方向及Z方向上切断等离子体头的剖视图。

[0016] 图4是图3中的AA线处的剖视图。

[0017] 图5是图3的放大剖视图。

[0018] 图6是安装有与图3的喷嘴不同的喷嘴的等离子体头的剖视图。

### 具体实施方式

[0019] 以下,作为用于实施本发明的方式,参照附图来详细地说明本发明的实施例。

[0020] 如图1所示,等离子体装置10具备:等离子体头11、机器人13及控制箱15。等离子体头11安装于机器人13。机器人13例如是串联连杆式机器人(也能够称为多关节型机器人)。等离子体头11能够在保持于机器人13的前端的状态下照射等离子体气体。等离子体头11能够根据机器人13的驱动而进行三维移动。

[0021] 控制箱15以计算机为主体而构成,总括地控制等离子体装置10。控制箱15具有向等离子体头11供给电力的电源部15A及向等离子体头11供给气体的气体供给部15B。电源部15A经由电源电缆(省略图示)而与等离子体头11连接。电源部15A基于控制箱15的控制,变更对等离子体头11的电极33(参照图3及图4)施加的电压。

[0022] 另外,气体供给部15B经由多个(在本实施方式中为四个)气体软管19而与等离子体头11连接。气体供给部15B基于控制箱15的控制而向等离子体头11供给后述的反应气体、载气、热气。控制箱15控制气体供给部15B,控制从气体供给部15B向等离子体头11供给的气体的量等。由此,机器人13基于控制箱15的控制进行动作,从等离子体头11对载置于工作台17上的被处理物W照射等离子体气体。

[0023] 另外,控制箱15具备操作部15C,操作部15C具有触摸面板或各种开关。控制箱15将各种设定画面和动作状态(例如,气体供给状态等)等显示于操作部15C的触摸面板。另外,控制箱15通过对于操作部15C的操作输入而接收各种信息。

[0024] 如图2所示,等离子体头11具备等离子体生成部21、热气供给部23等。等离子体生成部21将从控制箱15的气体供给部15B(参照图1)供给的处理气体等离子体化,而生成等离子体气体。热气供给部23对从气体供给部15B供给的气体进行加热而生成热气。本实施方式的等离子体头11将在等离子体生成部21中生成的等离子体气体与由热气供给部23生成的热气一起向图1所示的被处理物W喷出。在等离子体头11中,沿着图2所示的箭头的方向从上游侧向下游侧供给处理气体。另外,等离子体头11也可以是不具备热气供给部23的结构。即,本公开的等离子体装置也可以是不使用热气的结构。

[0025] 如图3及图4所示,等离子体生成部21包含头主体部31、一对电极33、等离子体照射部35等。另外,图3是使一对电极33及后述的多个主体侧等离子体通路71的位置一致地进行切断的剖视图,图4是图3中的AA线处的剖视图。头主体部31由耐热性较高的陶瓷成形,在该头主体部31的内部形成有产生等离子体气体的反应室37。一对电极33各自呈例如圆柱形状,以使其前端部向反应室37突出的状态被固定。在以下的说明中,存在有将一对电极33简称为电极33的情况。另外,将一对电极33排列的方向称为X方向、将等离子体生成部21和热气供给部23排列的方向称为Y方向、将圆柱形状的电极33的轴向称为Z方向来进行说明。另外,在本实施方式中,X方向、Y方向、Z方向是相互正交的方向。

[0026] 热气供给部23具备气体管41、加热器43、连结部45等。气体管41及加热器43安装于头主体部31的外周面,并被图4所示的罩47覆盖。气体管41经由气体软管19(参照图1)而与控制箱15的气体供给部15B连接。从气体供给部15B向气体管41供给气体(例如,空气)。加热器43安装于气体管41的中途。加热器43对在气体管41中流动的气体进行加温而生成热气。

[0027] 如图4所示,连结部45将气体管41与等离子体照射部35连结。在等离子体照射部35安装于头主体部31的状态下,连结部45的一端部与气体管41连接,另一端部与形成于等离子体照射部35的热气通路51连接。经由气体管41而向热气通路51供给热气。

[0028] 如图4所示,电极33的一部分外周部被由陶瓷等绝缘体制造而成的电极罩53覆盖。电极罩53呈大致中空筒状,在长度方向上的两端部形成有开口。电极罩53的内周面与电极33的外周面之间的间隙作为气体通路55发挥功能。电极罩53的下游侧的开口与反应室37连接。电极33的下端从电极罩53的下游侧的开口突出。

[0029] 另外,在头主体部31的内部形成有反应气体流路61和一对载气流路63。反应气体流路61设于头主体部31的大致中央部,经由气体软管19(参照图1)而与气体供给部15B连接,使从气体供给部15B供给的反应气体向反应室37流入。另外,一对载气流路63在X方向上配置于将反应气体流路61夹在中间的位置。一对载气流路63各自经由气体软管19(参照图1)而与气体供给部15B连接,从气体供给部15B被供给载气。载气流路63使载气经由气体通路55而向反应室37流入。

[0030] 作为反应气体(种子气体),能够采用氧( $O_2$ )。气体供给部15B例如经由反应气体流路61而使氧与氮( $N_2$ )的混合气体(例如干燥空气(Air))流入反应室37的电极33之间。以下,为了方便,存在有将该混合气体称为反应气体,将氧称为种子气体的情况。作为载气,能够采用氮。气体供给部15B使载气从各气体通路55以包围一对电极33中的各电极33的方式流入。

[0031] 从控制箱15的电源部15A向一对电极33施加交流的电压。通过施加电压,而例如如图4所示,在反应室37内,在一对电极33的下端之间产生伪电弧A。在反应气体通过该伪电弧A时,反应气体被等离子体化。因此,一对电极33产生伪电弧A的放电,将反应气体等离子体化,产生等离子体气体。

[0032] 另外,在头主体部31中的反应室37的下游侧的部分形成有在X方向上隔开间隔地排列、且沿着Z方向延伸地形成的多个(在本实施例中为六个)主体侧等离子体通路71。多个主体侧等离子体通路71的上游侧的端部在反应室37开口,多个主体侧等离子体通路71的下游侧的端部在头主体部31的下端面开口。

[0033] 等离子体照射部35具备喷嘴73、喷嘴罩75等。喷嘴73在从X方向的侧面观察时呈大

致T字形,由喷嘴主体77和喷嘴前端79构成。另外,喷嘴73是由喷嘴主体77和喷嘴前端79构成的一体物,由耐热性较高的陶瓷成形。喷嘴主体77呈大致凸缘形状,通过螺栓80固定于头主体部31的下表面。因此,喷嘴73能够相对于头主体部31进行拆装,能够变更为种类不同的喷嘴。另外,喷嘴前端79形成为从喷嘴主体77的下表面朝向下方延伸的形状。

[0034] 在喷嘴73上形成有在喷嘴主体77的上端面开口的一对槽81。一对槽81以沿着X方向延伸的方式呈一列地排列形成,在喷嘴73安装于头主体部31的状态下,在头主体部31的下端面开口的三个主体侧等离子体通路71与一对槽81各自连通。也就是说,六个主体侧等离子体通路71中的三个主体侧等离子体通路71的下端的开口与一对槽81中的一个槽81连通,剩余的三个主体侧等离子体通路71的下端的开口与一对槽81中的另一个槽81连通。

[0035] 此外,在喷嘴73中形成有沿着上下方向、即Z方向贯通喷嘴主体77和喷嘴前端79的多个(在本实施例中为10个)喷嘴侧等离子体通路82,这些多个喷嘴侧等离子体通路82在X方向上隔开间隔地排列。另外,10个喷嘴侧等离子体通路82中的五个喷嘴侧等离子体通路82的上端在一对槽81中的一个槽81的底面开口,剩余的五个喷嘴侧等离子体通路82的上端在一对槽81中的另一个槽81的底面开口。

[0036] 喷嘴罩75在从X方向的侧面观察时呈大致T字形,由罩主体85和罩前端87构成。另外,喷嘴罩75是由罩主体85和罩前端87构成的一体物,由耐热性较高的陶瓷成形。罩主体85形成为厚板的大致板形状,在罩主体85形成有在上表面开口并且向Z方向凹陷的形状的凹部89。并且,罩主体85以在该凹部89收纳喷嘴73的喷嘴主体77的方式通过螺栓90固定于头主体部31的下表面。因此,喷嘴罩75形成为能够相对于头主体部31进行拆装,在更换喷嘴73时被从该头主体部31拆下。此外,以沿着Y方向延伸的方式在罩主体85形成有热气通路51,该热气通路51的一端部在凹部89开口,热气通路51的另一端部在罩主体85的侧面开口。并且,在罩主体85的侧面开口的热气通路51的端部与上述热气供给部23的连结部45连结。

[0037] 罩前端87从罩主体85的下表面朝向下方延伸。在罩前端87形成有沿着Z方向贯通的一个贯通孔93,该贯通孔93的上端部与罩主体85的凹部89连通。并且,在该贯通孔93中插入有喷嘴73的喷嘴前端79。由此,喷嘴73整体被喷嘴罩75覆盖。另外,喷嘴73的喷嘴前端79的下端与喷嘴罩75的罩前端87的下端位于相同的高度。

[0038] 另外,在喷嘴73被喷嘴罩75覆盖的状态下,喷嘴73的喷嘴主体77位于喷嘴罩75的凹部89的内部,喷嘴73的喷嘴前端79位于喷嘴罩75的贯通孔93的内部。在这样的状态下,在凹部89与喷嘴主体77之间及贯通孔93与喷嘴前端79之间存在有间隙,该间隙作为热气输出通路95发挥功能。经由热气通路51而向热气输出通路95供给热气。

[0039] 通过这样的构造,在反应室37中产生的等离子体气体与载气一起经由主体侧等离子体通路71而向槽81的内部喷出。并且,等离子体气体在槽81的内部扩散,经由喷嘴侧等离子体通路82而从喷嘴侧等离子体通路82的下端的开口82A喷出。另外,从气体管41向热气通路51供给的热气在热气输出通路95中流动。该热气作为保护等离子体气体的保护气体发挥功能。热气在热气输出通路95中流动,从热气输出通路95的下端的开口95A沿着等离子体气体的喷出方向喷出。此时,热气以包围从喷嘴侧等离子体通路82的开口82A喷出的等离子体气体的周围的方式喷出。这样,通过将加热后的热气向等离子体气体的周围喷出,能够提高等离子体气体的功效(润湿性等)。

[0040] 这样,在等离子体头11中,在反应室37中产生放电,产生等离子体,从而该等离子

体气体从喷嘴73的前端喷出,对被处理物W实施等离子体处理。但是,通过反应室37中的放电,划分反应室37的头主体部31的内壁面、电极33等碳化而产生异物。当这样在反应室37中产生了异物时,该异物经由主体侧等离子体通路71而向槽81排出。此时,在槽81的内部,异物附着并堆积于在该槽81开口的喷嘴侧等离子体通路82的开口。并且,存在堆积于该喷嘴侧等离子体通路82的开口的异物堵塞喷嘴侧等离子体通路82的开口的情况,在这样的情况下,反应室37的内部压力上升,无法确保适当的放电。为了防止这样的情况,将喷嘴73从头主体部31拆下,清扫喷嘴侧等离子体通路82的朝向槽81的内部的开口即可,但是每次清扫时,需要使等离子体头11的工作停止,导致生产率下降。

[0041] 为此,在等离子体头11中,如图5所示,在喷嘴侧等离子体通路82的朝向槽81的内部的开口形成有锥面100。也就是说,喷嘴侧等离子体通路82的朝向槽81的内部的开口被倒角,喷嘴侧等离子体通路82的朝向槽81的内部的开口侧的端部的内径逐渐变大。另外,喷嘴侧等离子体通路82的未形成锥面100的部位的内径设为均匀的。这样,通过在喷嘴侧等离子体通路82的朝向槽81上的开口形成锥面100,即使在异物附着、堆积于喷嘴侧等离子体通路82的开口的情况下,该开口也难以被堵塞。由此,能够减少喷嘴侧等离子体通路82的开口的清扫频率,能够抑制生产率的下降。

[0042] 另外,在等离子体头11中,未在多个喷嘴侧等离子体通路82全部形成锥面100而仅在多个喷嘴侧等离子体通路82中的一部分喷嘴侧等离子体通路82形成有锥面100。详细而言,在反应室37中产生的等离子体气体从主体侧等离子体通路71流入槽81的内部,并在槽81的内部扩散。并且,从槽81的内部向多个喷嘴侧等离子体通路82流出。此时,在等离子体气体在槽81的内部扩散时及等离子体气体从槽81向多个喷嘴侧等离子体通路82各自流入时,等离子体气体的流动不同,因此判明异物容易滞留在因等离子体气体的流动而产生涡流的部位。

[0043] 为此,在制造喷嘴73时,基于主体侧等离子体通路71、槽81、喷嘴侧等离子体通路82等的尺寸、数量、配置、等离子体气体的流量等,通过计算机分析来模拟等离子体头11中的等离子体气体的流动。此时,在模拟出的等离子体气体的流动中,在10个喷嘴侧等离子体通路82中的从X方向上的两端起第二个及第三个开口附近产生涡流。因此,在10个喷嘴侧等离子体通路82中的从X方向上的两端起位于第二个及第三个的四个喷嘴侧等离子体通路82的朝向槽81上的开口形成锥面100。也就是说,以10个喷嘴侧等离子体通路82的排列方向上的中央为中心,对称地在从该中心起位于第三个及第四个的四个喷嘴侧等离子体通路82的朝向槽81上的开口形成锥面100。

[0044] 这样,通过在多个喷嘴侧等离子体通路82中的一部分喷嘴侧等离子体通路82的开口形成锥面100,而异物容易堆积的喷嘴侧等离子体通路82的开口变大。由此,即使在异物虽时间经过而堆积于喷嘴侧等离子体通路82的朝向槽81上的开口的情况下,在异物容易堆积的开口的喷嘴侧等离子体通路82和异物不容易堆积的开口的喷嘴侧等离子体通路82中,等离子体气体的流量之差也变小,能够确保适当的等离子体处理。

[0045] 另外,在等离子体头11中,如上所述,能够更换喷嘴73,例如,能够取代喷嘴73而将图6所示的喷嘴110安装于头主体部31。在喷嘴110中形成有一对槽112和六个喷嘴侧等离子体通路114。并且,六个喷嘴侧等离子体通路114中的三个喷嘴侧等离子体通路114在一对槽112中的一个槽112开口,剩余的三个喷嘴侧等离子体通路114在一对槽112中的另一个槽

112开口。

[0046] 另外,在制造喷嘴110时,也基于主体侧等离子体通路71、槽112、喷嘴侧等离子体通路114等的尺寸、数量、配置、等离子体气体的流量等,通过计算机分析来模拟等离子体头11中的等离子体气体的流动。此时,在模拟出的等离子体气体的流动中,在六个喷嘴侧等离子体通路114中的从X方向上的两端起第二个开口附近产生涡流。因此,在六个喷嘴侧等离子体通路114中的从X方向上的两端起位于第二个的两个喷嘴侧等离子体通路114的朝向槽112上的开口形成锥面120。即,以六个喷嘴侧等离子体通路114的排列方向上的中央为中心,对称地在从该中心起位于第二个位置的两个喷嘴侧等离子体通路114的朝向槽112上的开口形成锥面120。

[0047] 这样,根据每个喷嘴73、110的种类,在多个喷嘴侧等离子体通路82、114中的一部分喷嘴侧等离子体通路82、114的开口形成有锥面100、120。由此,在多种喷嘴73、110各自中能够实现防止因异物的堆积而导致的生产率的下落、确保适当的等离子体处理等。

[0048] 顺便说一下,等离子体装置10是等离子体产生装置的一个例子。头主体部31是装置主体的一个例子。反应室37是反应室的一个例子。喷嘴73是喷嘴的一个例子。主体侧等离子体通路71是排出通路的一个例子。槽81是扩散室的一个例子。喷嘴侧等离子体通路82是喷出通路的一个例子。锥面100是锥面的一个例子。喷嘴110是喷嘴的一个例子。槽112是扩散室的一个例子。喷嘴侧等离子体通路114是喷出通路的一个例子。锥面120是锥面的一个例子。

[0049] 以上,在上述本实施方式中,起到以下的效果。

[0050] 在等离子体头11中,在多个喷嘴侧等离子体通路82、114中的一个以上的喷嘴侧等离子体通路82、114的开口形成有锥面100、120。由此,能够减少喷嘴侧等离子体通路82的开口的清扫频率,能够抑制生产率的下落。

[0051] 另外,在等离子体头11中,未在多个喷嘴侧等离子体通路82、114全部形成锥面100、120而仅在多个喷嘴侧等离子体通路82、114中的一部分喷嘴侧等离子体通路82、114形成有锥面100、120。由此,在异物容易堆积的开口的喷嘴侧等离子体通路82、114与异物不容易堆积的开口的喷嘴侧等离子体通路82、114中,能够减小等离子体气体的流量之差,确保适当的等离子体处理。

[0052] 另外,在等离子体头11中,以多个喷嘴侧等离子体通路82、114的排列方向上的中央为中心对称地配置的方式形成有锥面100、120。由此,能够在多个喷嘴侧等离子体通路82、114整体中理想地抑制喷嘴堵塞。

[0053] 另外,在等离子体头11中,喷嘴73、110以不能相对地移动的方式安装于头主体部31。由此,能够稳定地向被处理物W喷出等离子体气体。进一步而言,在等离子体头11中,如上所述,热气以包围所喷出的等离子体气体的周围的方式喷出。因此,通过将喷嘴73、110以不能相对地移动的方式安装于头主体部31,而能够将等离子体气体以被热气适当地覆盖的状态喷出。

[0054] 另外,本公开不限于上述实施方式,能够以基于本领域技术人员知识而实施了各种变更、改良的各种方式来实施。具体而言,例如,在等离子体头11中,仅在多个喷嘴侧等离子体通路82、114中的一部分喷嘴侧等离子体通路82、114形成有锥面100、120,但是也可以在多个喷嘴侧等离子体通路82、114全部形成锥面100、120。

[0055] 另外,在上述实施方式中,采用槽81作为扩散室,但是只要是与主体侧等离子体通路71连通的结构,也能够采用凹部、通路、被划分出的空间等各种结构作为扩散室。

[0056] 另外,在上述实施方式中,在头主体部31形成有主体侧等离子体通路71,在喷嘴73形成有槽81和喷嘴侧等离子体通路82,但是也可以在头主体部31形成有主体侧等离子体通路71和槽81,在喷嘴73形成有喷嘴侧等离子体通路82。

[0057] 另外,在上述实施方式中,头主体部31与喷嘴73形成为能够拆装,但是头主体部31和喷嘴73也可以形成为一体。也就是说,也可以在一体的装置主体的内部形成反应室37、主体侧等离子体通路71、槽81及喷嘴侧等离子体通路82。

[0058] 另外,在等离子体头11中,模拟等离子体气体的流动,基于模拟出的等离子体气体的流动来决定形成锥面的喷嘴侧等离子体通路,但是也可以基于其他方法来决定形成锥面的喷嘴侧等离子体通路。例如,也可以基于经验法则,将异物容易堆积的位置的喷嘴侧等离子体通路决定为形成锥面的喷嘴侧等离子体通路。

[0059] 附图标记说明

[0060] 10、等离子体装置(等离子体产生装置);31、头主体部(装置主体);37、反应室;71、主体侧等离子体通路(排出通路);73、喷嘴;81、槽(扩散室);82、喷嘴侧等离子体通路(喷出通路);100、锥面;110、喷嘴;112、槽(扩散室);114、喷嘴侧等离子体通路(喷出通路);120、锥面。

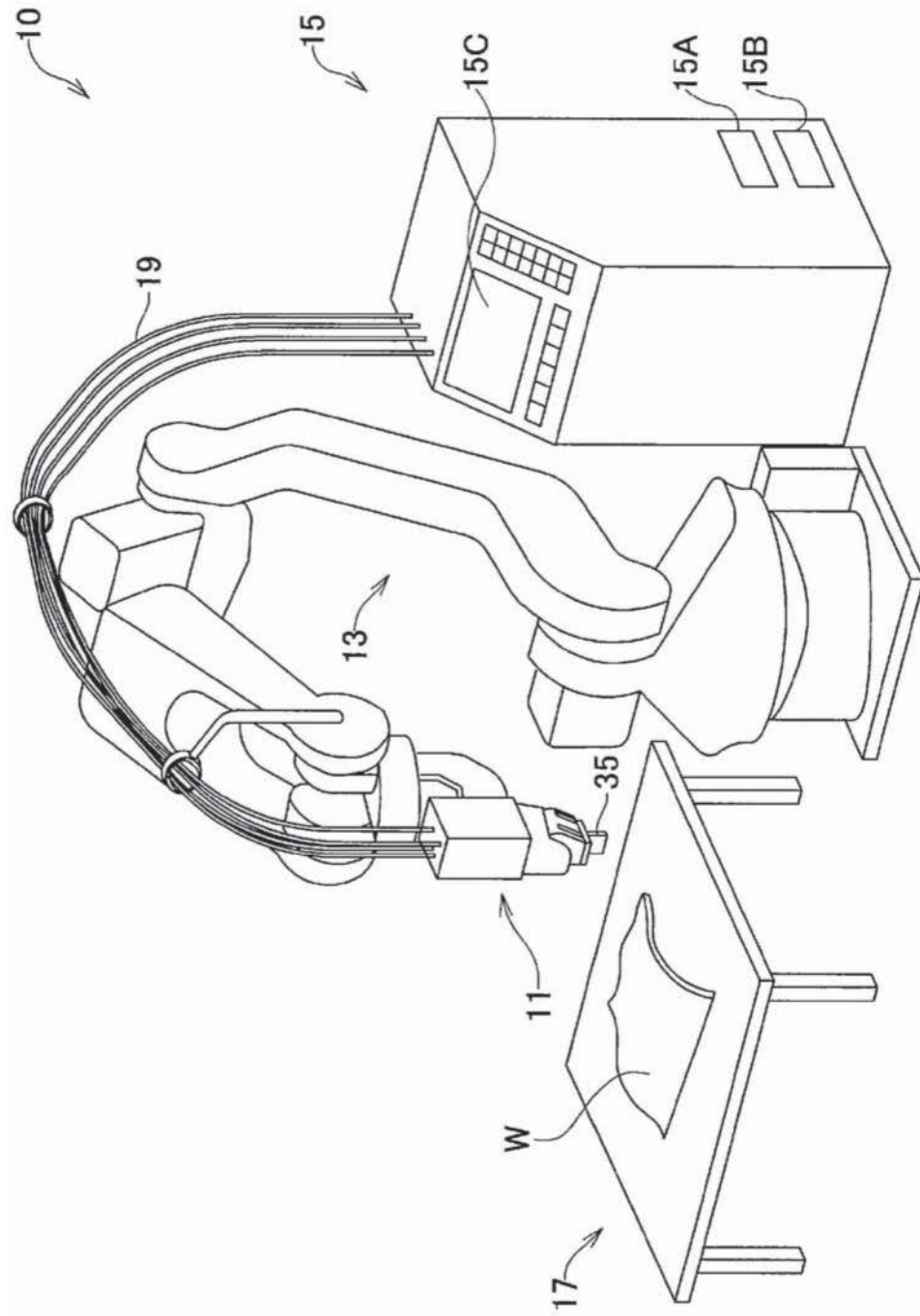


图1

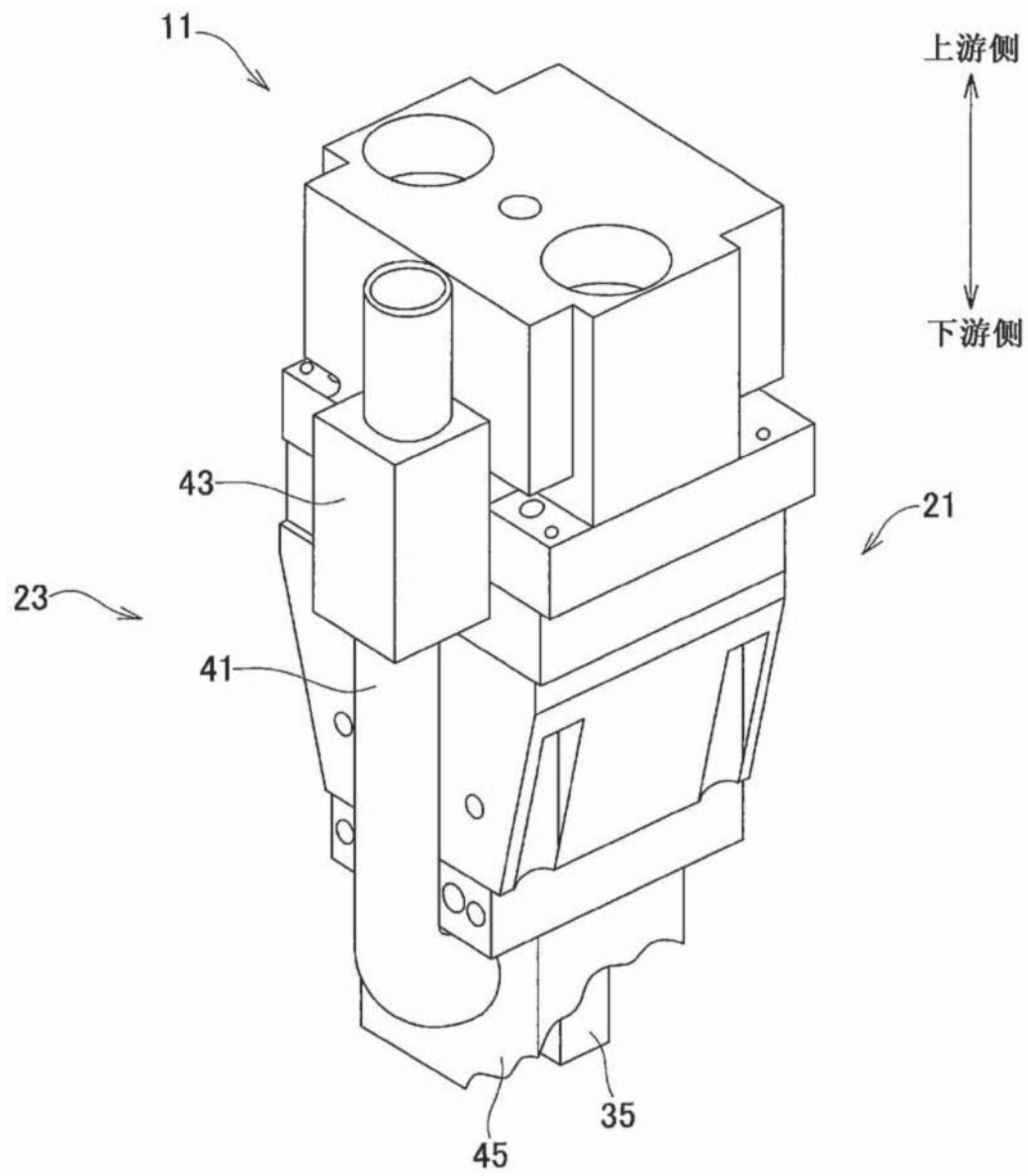


图2

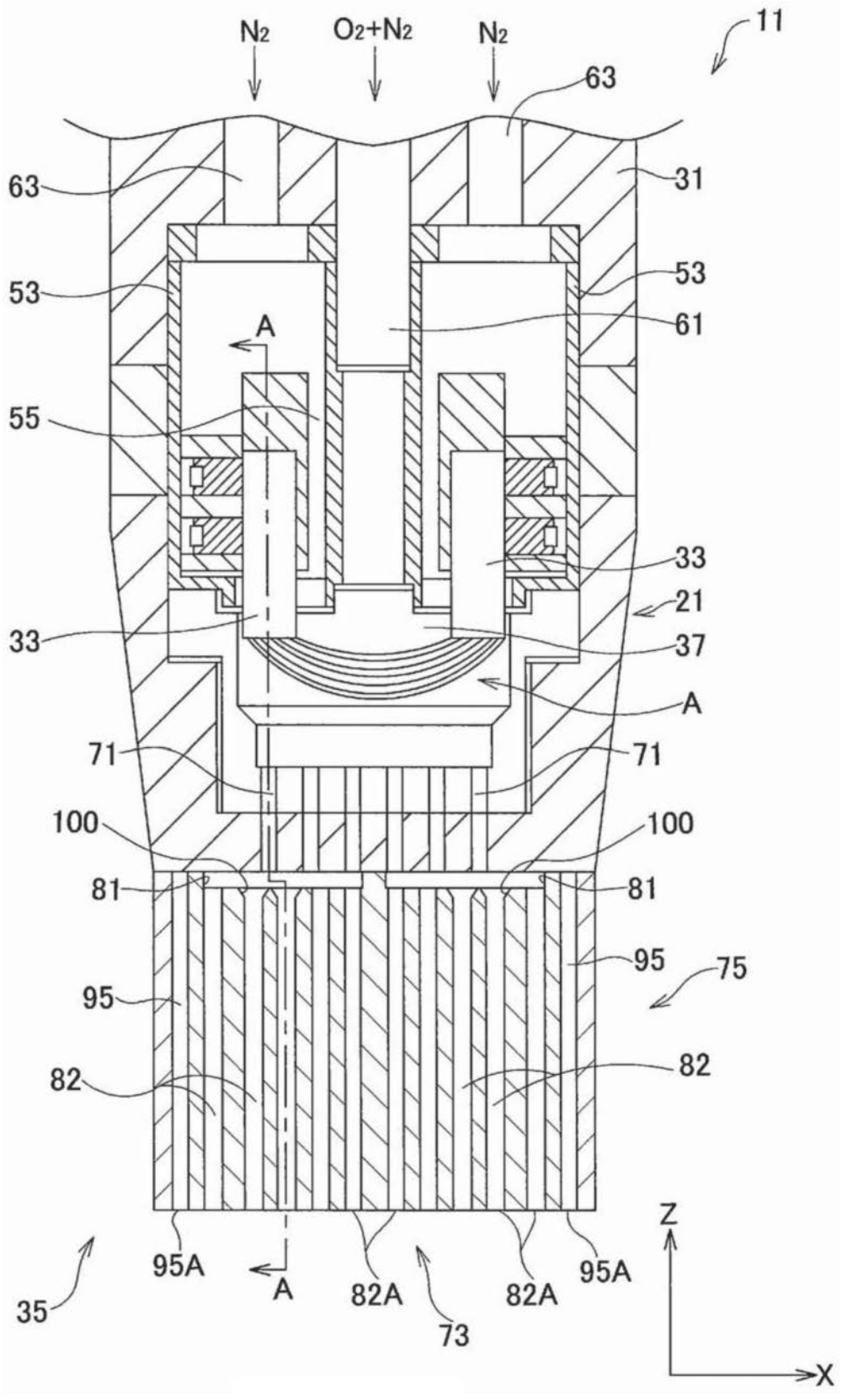


图3

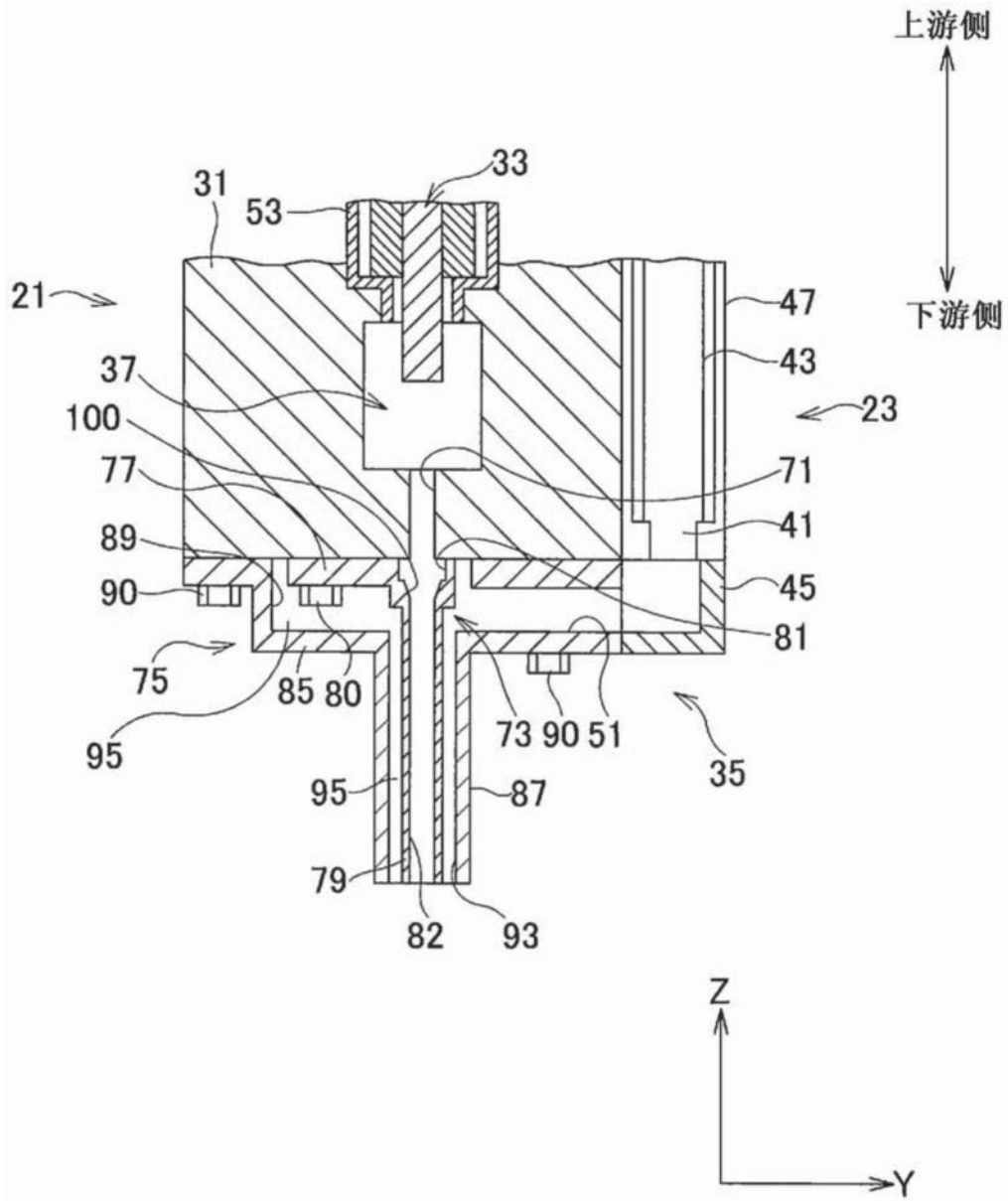


图4

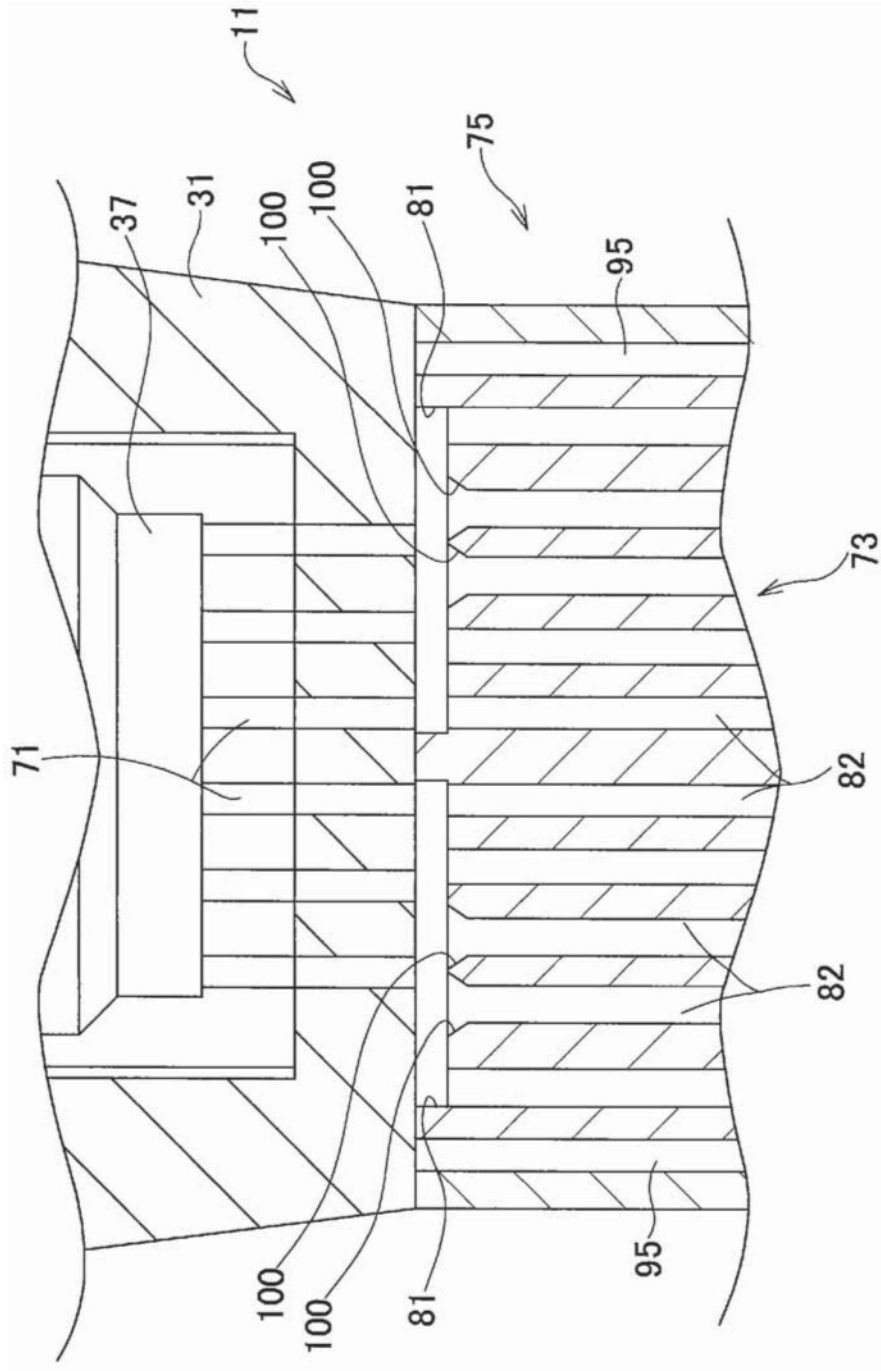


图5

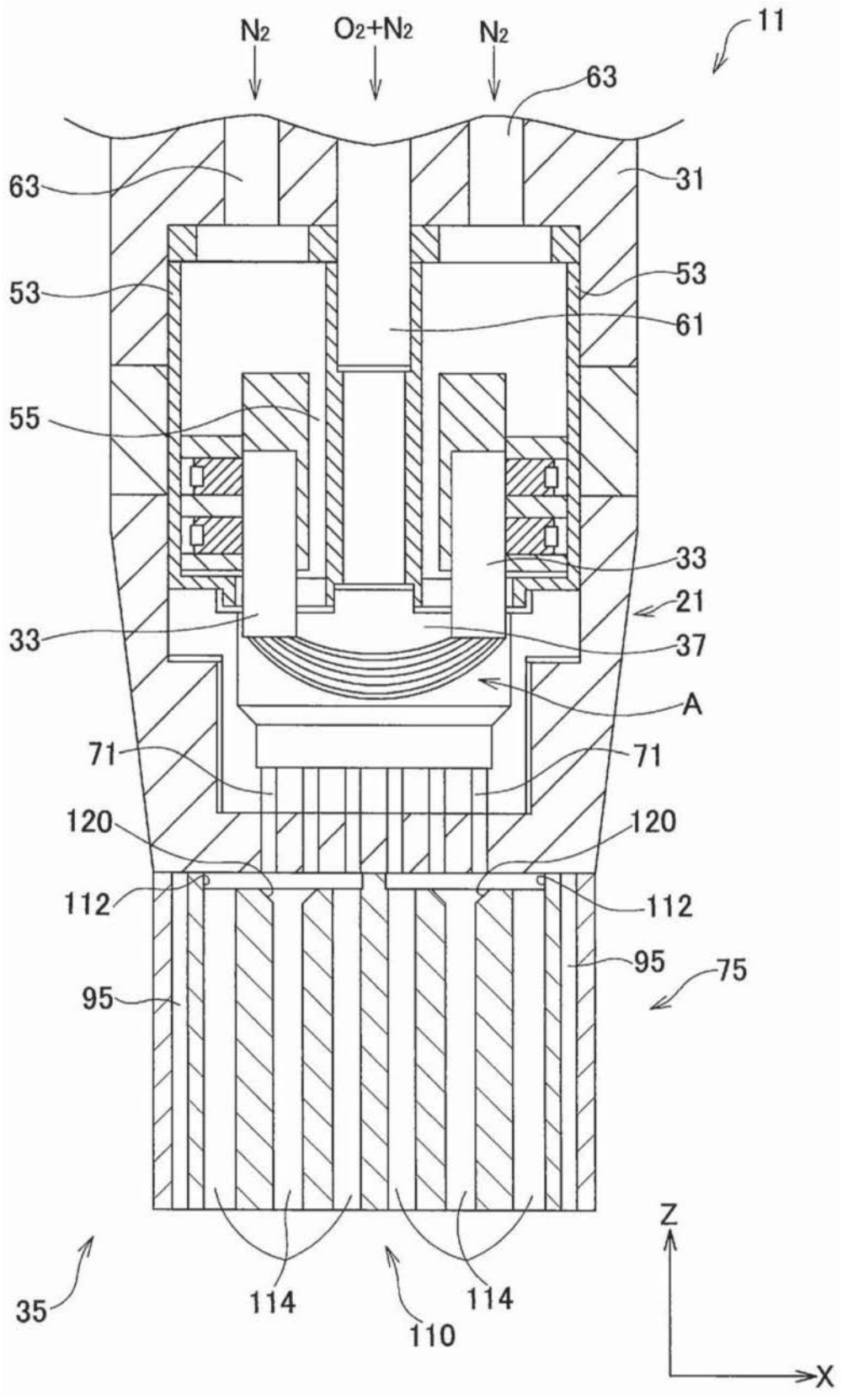


图6