



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119256456 A

(43) 申请公布日 2025.01.03

(21) 申请号 202280094605.4

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2022.05.11

H01S 3/038 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.10.08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/019914 2022.05.11

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/218548 JA 2023.11.16

(71) 申请人 极光先进雷射株式会社

地址 日本栃木县

(72) 发明人 窟司 嘉藤真英

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

专利代理人 朱丽娟

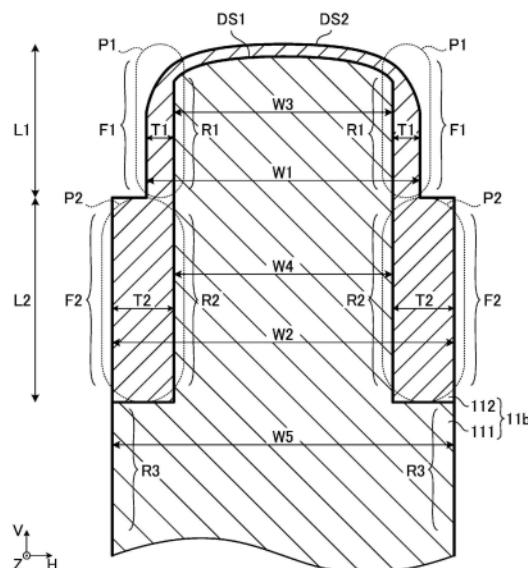
权利要求书3页 说明书11页 附图12页

(54) 发明名称

放电电极、阳极的制造方法以及电子器件的制造方法

(57) 摘要

使用于通过放电来激励包含氟的激光气体的气体激光装置的放电电极具备阴极和阳极。阳极与阴极对置地配置,包括:电极基材,其包含有金属;以及涂层,其覆盖电极基材的与长度方向平行的侧面的一部分,且包含有绝缘材料。涂层包含:第一部分,其覆盖侧面中的第一区域;以及第二部分,其覆盖侧面中的第二区域,且比第一部分厚,第二区域位于在与长度方向垂直的放电方向上比第一区域远离阴极的位置。



1. 一种放电电极,其使用于通过放电来激励包含氟的激光气体的气体激光装置,其中,所述放电电极具备阴极和阳极,所述阳极与所述阴极对置地配置,所述阳极包括:
电极基材,其包含有金属;以及
涂层,其覆盖所述电极基材的与长度方向平行的侧面的一部分,且包含有绝缘材料,所述涂层包括:
第一部分,其覆盖所述侧面中的第一区域;以及
第二部分,其覆盖所述侧面中的第二区域,且比所述第一部分厚,所述第二区域位于在与所述长度方向垂直的放电方向上比所述第一区域远离所述阴极的位置。
2. 根据权利要求1所述的放电电极,其中,所述涂层的所述第一部分的表面的至少一部分与所述侧面中的所述第一区域的至少一部分平行。
3. 根据权利要求1所述的放电电极,其中,所述涂层的所述第二部分的表面的至少一部分与所述侧面中的所述第二区域的至少一部分平行。
4. 根据权利要求1所述的放电电极,其中,所述第一区域和所述第二区域以及所述第一部分和所述第二部分分别位于包含所述侧面在内的、与所述长度方向平行的两个侧面,所述第一区域间的第三宽度与所述第二区域间的第四宽度之差小于所述阳极的包含所述第一部分的第一宽度与所述阳极的包含所述第二部分的第二宽度之差。
5. 根据权利要求1所述的放电电极,其中,所述侧面包含第三区域,该第三区域位于在所述放电方向上比所述第二区域远离所述阴极的位置,
所述第一区域~所述第三区域和所述第一部分以及第二部分分别位于包含所述侧面在内的、与所述长度方向平行的两个侧面,
所述第三区域间的第五宽度与所述阳极的包含所述第二部分的第二宽度之差小于所述阳极的包含所述第一部分的第一宽度与所述第二宽度之差。
6. 根据权利要求1所述的放电电极,其中,所述侧面的所述第一区域与所述第二区域之间是平坦的,
在所述涂层的所述第一部分的表面与所述第二部分的表面之间形成有阶梯。
7. 根据权利要求6所述的放电电极,其中,所述侧面包含第三区域,该第三区域位于在所述放电方向上比所述第二区域远离所述阴极的位置,
所述涂层的所述第二部分的表面与所述侧面中的所述第三区域之间是平坦的。
8. 根据权利要求1所述的放电电极,其中,所述第一部分在与所述侧面垂直的方向上的厚度为0.1mm以上且0.2mm以下,
所述第二部分在与所述侧面垂直的方向上的厚度比所述第一部分厚0.05mm以上且0.5mm以下。
9. 根据权利要求1所述的放电电极,其中,所述第二部分在所述放电方向上的长度比所述第一部分在所述放电方向上的长度长。
10. 根据权利要求1所述的放电电极,其中,所述第一区域和所述第二区域以及所述第一部分和所述第二部分分别位于包含所述侧面在内的、与所述长度方向平行的两个侧面,所述阳极的包含所述第一部分的第一宽度与所述阳极的包含所述第二部分的第二宽度之差小于所述第一区域间的第三宽度与所述第二区域间的第四宽度之差。

11. 根据权利要求1所述的放电电极,其中,所述侧面包含第三区域,该第三区域位于在所述放电方向上比所述第二区域远离所述阴极的位置,

所述第一区域~所述第三区域和所述第一部分以及第二部分分别位于包含所述侧面在内的、与所述长度方向平行的两个侧面,

所述第三区域间的第五宽度与所述阳极的包含所述第二部分的第二宽度之差小于所述第一区域间的第三宽度与所述第二区域间的第四宽度之差。

12. 根据权利要求1所述的放电电极,其中,所述第一区域间的第三宽度大于所述第二区域间的第四宽度。

13. 根据权利要求12所述的放电电极,其中,所述涂层的所述第一部分的表面与所述第二部分的表面之间是平坦的。

14. 根据权利要求12所述的放电电极,其中,所述侧面包含第三区域,该第三区域位于在所述放电方向上比所述第二区域远离所述阴极的位置,

所述第三区域间的第五宽度大于所述第三宽度。

15. 根据权利要求12所述的放电电极,其中,所述侧面包含第三区域,该第三区域位于在所述放电方向上比所述第二区域远离所述阴极的位置,

所述涂层的所述第二部分的表面与所述侧面中的所述第三区域之间是平坦的。

16. 一种放电电极的阳极的制造方法,该放电电极在通过放电来激励包含氟的激光气体的气体激光装置中以与阴极对置的配置来使用,其中,

所述制造方法包括:

第一工序,在构成所述阳极的电极基材的与长度方向平行的侧面形成涂层;以及

第二工序,除去所述涂层的一部分以使得接近目标形状,

所述第二工序包括如下过程:除去所述涂层的一部分,以使得覆盖所述侧面中的第二区域的第二部分比覆盖所述侧面中的第一区域的第一部分厚,所述第二区域位于在与所述长度方向垂直的放电方向上比所述第一区域远离所述阴极的位置。

17. 根据权利要求16所述的制造方法,其中,所述第二工序包括如下过程:在所述涂层的所述第一部分的表面与所述第二部分的表面之间形成阶梯。

18. 根据权利要求16所述的制造方法,其中,所述第一区域和所述第二区域分别位于包含所述侧面在内的、与所述长度方向平行的两个侧面,

所述制造方法在所述第一工序之前还包括第三工序,在所述第三工序中,对所述电极基材进行加工以使所述第二区域间的第四宽度小于所述第一区域间的第三宽度。

19. 根据权利要求18所述的制造方法,其中,所述第二工序包括如下过程:降低所述涂层的所述第一部分的表面与所述第二部分的表面之间的阶梯。

20. 一种电子器件的制造方法,其中,该电子器件的制造方法包括如下工序:

利用气体激光装置生成激光;

将所述激光输出至曝光装置;以及

在所述曝光装置内在感光基板上曝光所述激光,以制造电子器件,

所述气体激光装置包括具备放电电极的激光腔室,所述放电电极使用于通过放电来激励包含氟的激光气体的所述气体激光装置,所述放电电极具备阴极和阳极,

所述阳极与所述阴极对置地配置,所述阳极包括:电极基材,其包含有金属;以及涂层,

其覆盖所述电极基材的与长度方向平行的侧面的一部分,且包含有绝缘材料,

所述涂层包括:第一部分,其覆盖所述侧面中的第一区域;以及第二部分,其覆盖所述侧面中的第二区域,且比所述第一部分厚,所述第二区域位于在与所述长度方向垂直的放电方向上比所述第一区域远离所述阴极的位置。

放电电极、阳极的制造方法以及电子器件的制造方法

技术领域

[0001] 本公开涉及放电电极、阳极的制造方法以及电子器件的制造方法。

背景技术

[0002] 近年来,在半导体曝光装置中,随着半导体集成电路的微细化及高集成化,要求提高分辨率。因此,正在推进从曝光用光源放出的光的短波长化。例如,作为曝光用的气体激光装置,使用输出波长约248nm的激光的KrF准分子激光装置、以及输出波长约193nm的激光的ArF准分子激光装置。

[0003] KrF准分子激光装置及ArF准分子激光装置的自然振荡光的谱线宽度宽至350pm~400pm。因此,若由使KrF以及ArF激光那样的紫外线透射的材料构成投影透镜,则存在产生色差的情况。其结果,分辨率可能降低。因此,需要将从气体激光装置输出的激光的谱线宽度窄带化至能够忽略色差的程度。因此,在气体激光装置的激光谐振器内,为了使谱线宽度窄带化,有时具备包含窄带化元件(标准具、光栅等)的窄带化模块(Line Narrowing Module:LNM)。以下,将谱线宽度被窄带化的气体激光装置称为窄带化气体激光装置。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] [专利文献1]日本特开2004-179599号公报

发明内容

[0007] 本公开的一个观点的放电电极使用于通过放电来激励包含氟的激光气体的气体激光装置,其中,放电电极具备阴极和阳极,阳极与阴极对置地配置,包括:电极基材,其包含有金属;以及涂层,其覆盖电极基材的与长度方向平行的侧面的一部分,且包含有绝缘材料,涂层包括:第一部分,其覆盖侧面中的第一区域;以及第二部分,其覆盖侧面中的第二区域,且比第一部分厚,第二区域位于在与长度方向垂直的放电方向上比第一区域远离阴极的位置。

[0008] 本公开的一个观点的阳极的制造方法,该放电电极在通过放电来激励包含氟的激光气体的气体激光装置中以与阴极对置的配置来使用,其中,制造方法包括:第一工序,在构成阳极的电极基材的与长度方向平行的侧面形成涂层;以及第二工序,除去涂层的一部分以使得接近目标形状,第二工序包括如下过程:除去涂层的一部分,以使得覆盖侧面中的第二区域的第二部分比覆盖侧面中的第一区域的第一部分厚,第二区域位于在与长度方向垂直的放电方向上比第一区域远离阴极的位置。

[0009] 本发明的一个观点的电子器件的制造方法包括如下工序:利用包括具备放电电极的激光腔室的气体激光装置生成激光;将激光输出至曝光装置;以及在曝光装置内在感光基板上曝光激光,以制造电子器件。放电电极使用于通过放电来激励包含氟的激光气体的气体激光装置,放电电极具备阴极和阳极。阳极与阴极对置地配置,包括:电极基材,其包含有金属;以及涂层,其覆盖电极基材的与长度方向平行的侧面的一部分,且包含有绝缘材

料。涂层包括:第一部分,其覆盖侧面中的第一区域;以及第二部分,其覆盖侧面中的第二区域,且比第一部分厚,第二区域位于在与长度方向垂直的放电方向上比第一区域远离阴极的位置。

附图说明

- [0010] 下面,仅作为例子,参照附图对本公开的几个实施方式进行说明。
- [0011] 图1示意性地表示比较例的气体激光装置的结构。
- [0012] 图2示意地表示图1所示的激光腔室及其内部的结构。
- [0013] 图3是图1及图2所示的阴极及阳极的立体图。
- [0014] 图4是长期使用的阳极的剖视图。
- [0015] 图5示意性地表示比较例中的阴极与阳极之间的放电的情形。
- [0016] 图6示意性地表示进行了图5所示的阴极与阳极之间的放电之后的情形。
- [0017] 图7示意性地示出图5所示的阴极与阳极之间的放电的下一次放电的情形。
- [0018] 图8示意性地示出图5所示的阴极与阳极之间的放电的下一次放电的情形。
- [0019] 图9表示减小涂层中的覆盖侧面的部分的厚度的情况下的阳极的侧面。
- [0020] 图10是构成第一实施方式的放电电极的阳极的剖视图。
- [0021] 图11是构成第二实施方式的放电电极的阳极的剖视图。
- [0022] 图12是表示构成第三实施方式的放电电极的阳极的制造工序的剖视图。
- [0023] 图13是表示构成第三实施方式的放电电极的阳极的制造工序的剖视图。
- [0024] 图14是表示构成第四实施方式的放电电极的阳极的制造工序的剖视图。
- [0025] 图15是表示构成第四实施方式的放电电极的阳极的制造工序的剖视图。
- [0026] 图16概略地表示与气体激光装置连接的曝光装置的结构。

具体实施方式

- [0027] <内容>
- [0028] 1. 比较例
 - [0029] 1.1 气体激光装置1的结构
 - [0030] 1.2 动作
 - [0031] 1.3 比较例的课题
- [0032] 2. 在涂层112设置有阶梯的阳极11b
 - [0033] 2.1 结构
 - [0034] 2.2 作用
- [0035] 3. 在电极基材111设置有阶梯的阳极11b
 - [0036] 3.1 结构
 - [0037] 3.2 作用
- [0038] 4. 在涂层112设置有阶梯的阳极11b的制造方法
 - [0039] 4.1 制造工序
 - [0040] 4.2 作用
- [0041] 5. 在电极基材111设置有阶梯的阳极11b的制造方法

[0042] 5.1制造工序

[0043] 5.2作用

[0044] 6.其他

[0045] 以下,参照附图对本公开的实施方式进行详细说明。以下说明的实施方式表示本公开的几个例子,并不限定本公开的内容。另外,在各实施方式中说明的结构和动作的全部不一定都作为本公开的结构和动作是必须的。此外,对相同的构成要素标注相同的附图标记,并省略重复的说明。

[0046] 1.比较例

[0047] 1.1气体激光装置1的结构

[0048] 图1示意性地表示比较例的气体激光装置1的结构。图1所示的气体激光装置1包括激光腔室10、构成一对放电电极的阴极11a及阳极11b、充电器12、脉冲功率模块(PPM)13、窄带化模块14、输出耦合镜15及激光控制器30。窄带化模块14和输出耦合镜15构成光谐振器。激光腔室10配置于光谐振器的光路上。图1中示出了从如下方向观察的激光腔室10的内部结构:该方向与阴极11a和阳极11b之间的放电方向大致垂直,且与从输出耦合镜15输出的激光的行进方向大致垂直。

[0049] 图2示意地表示图1所示的激光腔室10及其内部的结构。在图1中,示出了从与输出耦合镜15输出的激光的行进方向大致平行的方向观察的激光腔室10的内部结构。

[0050] 将从输出耦合镜15输出的激光的行进方向设为+Z方向。将阴极11a与阳极11b之间的放电方向设为+V方向或-V方向。+Z方向和+V方向是彼此垂直的方向。将与这两者垂直的方向设为+H方向或-H方向。-V方向与重力方向大致一致。

[0051] 激光腔室10收纳有阴极11a及阳极11b、横流风扇21及热交换器23。

[0052] 在激光腔室10的一部分形成有开口,该开口被电绝缘部20堵住。电绝缘部20支承阴极11a。在电绝缘部20中埋入有多个导电部20a。导电部20a分别与阴极11a电连接。

[0053] 在激光腔室10的内部配置有返回板10c。阳极11b被支承于返回板10c。阳极11b经由返回板10c及激光腔室10的导电性部件与接地电位电连接。

[0054] 如图2所示,返回板10c在图1的纸面的进深侧和跟前侧具有用于供激光气体通过的间隙。

[0055] 横流风扇21的旋转轴与配置于激光腔室10的外部的电机22连接。电机22使横流风扇21旋转。由此,如图2中箭头A所示,激光气体在激光腔室10的内部循环。热交换器23将因放电而成为高温的激光气体的热能排出到激光腔室10的外部。

[0056] 在激光腔室10中例如封入作为稀有气体的氩气或氪气、作为卤素气体的氟气、作为缓冲气体的氖气等激光气体。或者,也可以封入包含氟气和缓冲气体的激光气体。在激光腔室10的两端设置有窗口10a及10b。

[0057] 充电器12保持用于向脉冲功率模块13供给的电能。脉冲功率模块13包括未图示的充电电容器和开关13a。充电器12上连接有脉冲功率模块13的充电电容。阴极11a经由导电部20a与脉冲功率模块13的充电电容器连接。

[0058] 图3是图1及图2所示的阴极11a及阳极11b的立体图。阴极11a和阳极11b各自的长度方向与Z轴大致平行。从阴极11a观察,阳极11b在-V方向的位置与阴极11a对置地配置。在图3中示出阴极11a以及阳极11b各自的长度方向的两端附近,省略中央的一部分。

[0059] 阳极11b包括电极基材111和涂层112,该电极基材111包含有金属,该涂层112覆盖电极基材111的表面的一部分且包含有绝缘材料。涂层112例如是铜和氧化铝的喷镀膜。电极基材111的侧面SS1及涂层112的侧面SS2与电极基材111的长度方向及放电方向这两个方向平行。将电极基材111的与阴极11a对置的放电面设为第一放电面DS1。将涂层112的与阴极11a对置的放电面设为第二放电面DS2。

[0060] 在本公开中,放电面是指与其他电极对置的面,该其他电极与本电极成对而作为放电电极。在第一放电面DS1被涂层112覆盖的情况下,未必在第一放电面DS1发生放电。

[0061] 再次参照图1,窄带化模块14包括棱镜14a和光栅14b。也可以使用高反射镜来取代窄带化模块14。

[0062] 输出耦合镜15由使窄带化模块14的选择波长的光透射的材料构成,在其一个面涂覆有部分反射膜。

[0063] 1.2动作

[0064] 激光控制器30从曝光装置100(参照图16)接收目标脉冲能量的设定数据和发光触发信号。激光控制器30基于目标脉冲能量的设定数据,向充电器12发送充电电压的设定数据。另外,激光控制器30基于发光触发信号向脉冲功率模块13发送触发信号。

[0065] 脉冲功率模块13在从激光控制器30接收到触发信号时,利用充电到充电器12中的电能生成脉冲状的高电压,将该高电压施加到阴极11a和阳极11b之间。

[0066] 当在阴极11a与阳极11b之间施加了高电压时,在阴极11a与阳极11b之间发生放电。通过该放电的能量,激光腔室10内的激光介质被激励而转移到高能级。被激励的激光介质在之后向低能级转移时,放出与其能级差对应的波长的光。

[0067] 在激光腔室10内产生的光经由窗口10a及10b射出到激光腔室10的外部。通过棱镜14a将从激光腔室10的窗口10a射出的光的H轴方向的射束宽度扩大,而入射到光栅14b。

[0068] 从棱镜14a入射到光栅14b的光被光栅14b的多个槽反射,并且向与光的波长对应的方向衍射。

[0069] 棱镜14a使来自光栅14b的衍射光的H轴方向的射束宽度缩小,并且使该光经由窗口10a返回到激光腔室10。

[0070] 输出耦合镜15使从激光腔室10的窗口10b射出的光中的一部分透射并输出,使另一部分反射并返回到激光腔室10内。

[0071] 这样,从激光腔室10射出的光在窄带化模块14与输出耦合镜15之间往复,每当通过阴极11a和阳极11b之间的放电空间时被放大。该光在每次被窄带化模块14折返时被窄带化。这样进行激光振荡而窄带化的光从输出耦合镜15作为激光输出。

[0072] 1.3比较例的课题

[0073] 图4是长期使用的阳极11b的剖视图。若长期使用阳极11b,则有时从第一放电面DS1的附近开始电极基材111发生劣化。例如,有时电极基材111的一部分与激光气体中含有的氟反应而脆化。在涂层112中的、特别是覆盖侧面SS1的部分,要求加强电极基材111的脆化部分111a而保持阳极11b的强度的功能。

[0074] 图5示意性地示出比较例中的阴极11a与阳极11b之间的放电的情形。在阴极11a与阳极11b之间形成放电空间50。

[0075] 涂层112为了抑制电极基材111的表面劣化而包含绝缘材料,构成涂层112的材料

的电阻率比构成电极基材111的材料的电阻率高。但是,若涂层112的电阻过高,则难以放电,因此涂层112中除了绝缘材料以外还包含金属。另外,在阴极11a和阳极11b之间施加了高电压时,电场容易集中在阳极11b的角部附近。因此,放电空间50也到达涂层112的角部的附近。

[0076] 图6示意性地表示进行了图5所示的阴极11a与阳极11b之间的放电之后的情形。在激光腔室10的内部,通过横流风扇21(参考图2)使激光气体沿箭头A所示的方向循环,因此从图5的放电空间50观察时,包含通过放电生成的离子或金属微粒的放电生成物51移动到+H方向的位置。

[0077] 图7及图8示意性地表示图5所示的阴极11a与阳极11b之间的放电的下一次放电的情形。在图7中,放电生成物51位于阴极11a和阳极11b的附近,在图8中,放电生成物51位于远离阴极11a和阳极11b的位置。

[0078] 在图7中,由放电引起的从阴极11a向阳极11b的电子的流动被放电生成物51吸引。因此,图7中的放电空间50形成为偏向+H方向,放电变得不稳定,激光的生成变得不稳定。

[0079] 另一方面,如图8所示,如果放电生成物51位于远离阴极11a和阳极11b的位置,则放电空间50几乎不受放电生成物51的影响,与图5中的放电空间50同样地形成。

[0080] 为了不降低激光的重复频率而增大从阴极11a和阳极11b到放电生成物51的距离,存在以下的(1)或(2)的方法。

[0081] (1) 增大基于横流风扇21的激光气体的流速

[0082] (2) 减小放电空间50的H轴方向的宽度

[0083] 然而,当增大激光气体的流速时,有时用于驱动电机22的消耗电力变大。消耗电力与激光气体的流速的3次方成比例。

[0084] 另外,为了减小放电空间50的H轴方向的宽度,考虑使电极基材111的宽度变窄,但若使电极基材111的宽度变窄,则存在劣化提前发展到电极基材111的中心、寿命变短的情况。

[0085] 因此,为了减小放电空间50的H轴方向的宽度,优选涂层112中的覆盖侧面SS1的部分的厚度T0(参照图4)为最小限度。

[0086] 图9表示减小涂层112中的覆盖侧面SS1的部分的厚度T0的情况下阳极11b的侧面。设厚度T0为0.1mm时,在阳极11b的制造中有时会在涂层112的一部分产生剥离PL。涂层112的剥离PL在远离第二放电面DS2的部分产生,因此对放电本身没有大的影响。但是,存在因剥离PL而露出的电极基材111的劣化加快的可能性。

[0087] 以下说明的几个实施方式实现了抑制放电空间50的H轴方向的宽度变大、或电极基材111的宽度变小,同时还实现涂层112的剥离PL的抑制。

[0088] 2. 在涂层112设置有台阶的阳极11b

[0089] 2.1 结构

[0090] 图10是构成第一实施方式的放电电极的阳极11b的剖视图。图10表示构成阳极11b的电极基材111和涂层112的与Z轴垂直的截面。图10中未图示的阴极11a从阳极11b观察位于+V方向。阴极11a与参照图3说明的阴极相同。

[0091] 电极基材111的与长度方向平行的两个侧面分别包括第一区域R1、第二区域R2以及第三区域R3。从接近阴极11a的一方起依次存在第一区域R1、第二区域R2以及第三区域

R3。涂层112中的第一部分P1和第二部分P2分别覆盖第一区域R1和第二区域R2。

[0092] 第二部分P2的厚度T2大于第一部分P1的厚度T1。例如,厚度T1为0.1mm以上且0.2mm以下,厚度T2比厚度T1大0.05mm以上且0.5mm以下。

[0093] 第一部分P1的表面F1的至少一部分与电极基材111的侧面中的第一区域R1的至少一部分平行,第二部分P2的表面F2的至少一部分与电极基材111的侧面中的第二区域R2的至少一部分平行。

[0094] 阳极11b的各部具有以下的尺寸宽度。

[0095] 阳极11b的包含第一部分P1的第一宽度W1;

[0096] 阳极11b的包含第二部分P2的第二宽度W2;

[0097] 第一区域R1之间的第三宽度W3;

[0098] 第二区域R2之间的第四宽度W4;

[0099] 第三区域R3之间的第五宽度W5。

[0100] 如图10所示,第一区域R1和第二区域R2之间是平坦的。在第一部分P1的表面F1与第二部分P2的表面F2之间形成有阶梯,第二宽度W2大于第一宽度W1。如果第一部分P1在放电方向上具有足够的长度L1,则表面F1与F2之间的阶梯不会影响放电,放电宽度由第一宽度W1决定。

[0101] 但是,第一区域R1与第二区域R2之间不限于平坦的情况,只要第三宽度W3与第四宽度W4之差小于第一宽度W1与第二宽度W2之差即可。

[0102] 在第二区域R2与第三区域R3之间形成有阶梯,第五宽度W5比第四宽度W4大。第二部分P2的表面F2与第三区域R3之间是平坦的。

[0103] 但是,并不限于表面F2与第三区域R3之间为平坦的情况,只要第五宽度W5与第二宽度W2之差小于第一宽度W1与第二宽度W2之差即可。

[0104] 优选第二部分P2在放电方向上的长度L2比第一部分P1在放电方向上的长度L1长。第一部分P1在放电方向上的长度L1为1.5mm以上,例如为2.0mm。第二部分P2在放电方向上的长度L2为3.0mm以上,例如为4.0mm。

[0105] 2.2作用

[0106] (1)第一实施方式的放电电极是在通过放电来激励包含氟的激光气体的气体激光装置1中使用的放电电极,具备阴极11a和阳极11b。阳极11b与阴极11a对置地配置,其包含:电极基材111,其包含有金属;以及涂层112,其覆盖电极基材111的与长度方向平行的侧面的一部分,包含有绝缘材料。涂层112包含:第一部分P1,其覆盖电极基材111的侧面中的第一区域R1;以及第二部分P2,其覆盖电极基材111的侧面中的第二区域R2,且比第一部分P1厚,该第二区域R2位于在与长度方向垂直的放电方向上比第一区域R1远离阴极11a的位置。

[0107] 由此,为了抑制电极基材111的劣化而充分确保电极基材111的宽度,同时通过抑制涂层112的第一部分P1的厚度来抑制放电宽度变大,通过增厚涂层112的第二部分P2来抑制剥离。

[0108] (2)在第一实施方式中,涂层112的第一部分P1的表面F1的至少一部分与电极基材111的侧面中的第一区域R1的至少一部分平行。

[0109] 由此,例如通过喷镀和研磨,能够以高尺寸精度加工涂层112的第一部分P1。

[0110] (3)在第一实施方式中,涂层112的第二部分P2的表面F2的至少一部分与电极基材

111的侧面中的第二区域R2的至少一部分平行。

[0111] 由此,例如通过喷镀和研磨,能够以高尺寸精度加工涂层112的第二部分P2。

[0112] (4) 在第一实施方式中,第一区域R1及第二区域R2和第一部分P1及第二部分P2分别位于电极基材111的与长度方向平行的两个侧面。而且,第一区域R1间的第三宽度W3与第二区域R2间的第四宽度W4之差小于阳极11b的包含第一部分P1的第一宽度W1与阳极11b的包含第二部分P2的第二宽度W2之差。

[0113] 由此,第三宽度W3与第四宽度W4之差小,因此能够使电极基材111的加工变得容易,通过调整第一宽度W1与第二宽度W2之差,能够调整第一部分P1和第二部分P2的厚度T1和T2。

[0114] (5) 在第一实施方式中,电极基材111的侧面包含位于在放电方向上比第二区域R2远离阴极11a的位置的第三区域R3,第一区域R1~第三区域R3和第一部分P1以及第二部分P2分别位于电极基材111的与长度方向平行的2个侧面。而且,第三区域R3间的第五宽度W5与第二宽度W2之差小于阳极11b的包含第一部分P1的第一宽度W1与阳极11b的包含第二部分P2的第二宽度W2之差。

[0115] 由此,由于第五宽度W5与第二宽度W2之差小,因此能够以第三区域R3为基准而以高尺寸精度对第二部分P2进行加工。

[0116] (6) 在第一实施方式中,电极基材111的侧面的第一区域R1与第二区域R2之间是平坦的,在涂层112的第一部分P1的表面F1与第二部分P2的表面F2之间形成有阶梯。

[0117] 由此,由于使第一区域R1与第二区域R2之间平坦,因此能够使电极基材111的加工变得容易,通过对第一部分P1的表面F1与第二部分P2的表面F2之间的阶梯进行调整,从而能够对第一部分P1以及第二部分P2的厚度T1以及T2进行调整。

[0118] (7) 在第一实施方式中,电极基材111的侧面包含位于在放电方向上比第二区域R2远离阴极11a的位置的第三区域R3,涂层112的第二部分P2的表面F2与电极基材111的侧面中的第三区域R3之间是平坦的。

[0119] 由此,由于将第二部分P2的表面F2与第三区域R3之间设为平坦,因此能够以第三区域R3为基准而以高尺寸精度对第二部分P2进行加工。

[0120] (8) 在第一实施方式中,第一部分P1在与电极基材111的侧面垂直的方向上的厚度T1为0.1mm以上且0.2mm以下,第二部分P2在与电极基材111的侧面垂直的方向上的厚度T2比第一部分P1厚0.05mm以上且0.5mm以下。

[0121] 由此,能够确保第一部分P1对于加强电极基材111而言足够的厚度T1,并且能够抑制放电宽度变大。另外,能够确保足以抑制制造时的第二部分P2的剥离的厚度T2,并且能够抑制第二部分P2的加工变难。

[0122] (9) 在第一实施方式中,第二部分P2在放电方向上的长度L2比第一部分P1在放电方向上的长度L1长。

[0123] 由此,能够充分地抑制第二部分P2的剥离。

[0124] 关于其他方面,第一实施方式与比较例相同。

[0125] 3. 在电极基材111设置有台阶的阳极11b

[0126] 3.1 结构

[0127] 图11是构成第二实施方式的放电电极的阳极11b的剖视图。图11表示构成阳极11b

的电极基材111和涂层112的与Z轴垂直的截面。图11中未图示的阴极11a从阳极11b观察位于+V方向。

[0128] 如图11所示,在第一区域R1和第二区域R2之间形成阶梯,在第二区域R2和第三区域R3之间形成阶梯,第三宽度W3大于第四宽度W4,第五宽度W5大于第三宽度W3。而且,第一部分P1的表面F1与第二部分P2的表面F2之间是平坦的,第二部分P2的表面F2与第三区域R3之间是平坦的。

[0129] 但是,并不限于表面F1与F2之间为平坦的情况,只要第一宽度W1与第二宽度W2之差小于第三宽度W3与第四宽度W4之差即可。另外,表面F2与第三区域R3之间不限于平坦的情况,只要第五宽度W5与第二宽度W2之差小于第三宽度W3与第四宽度W4之差即可。

[0130] 3.2作用

[0131] (10) 在第二实施方式中,第一区域R1及第二区域R2和第一部分P1及第二部分P2分别位于电极基材111的与长度方向平行的两个侧面。并且,阳极11b的包含第一部分P1的第一宽度W1与阳极11b的包含第二部分P2的第二宽度W2之差小于第一区域R1间的第三宽度W3与第二区域R2间的第四宽度W4之差。

[0132] 由此,通过减小第一宽度W1与第二宽度W2之差,能够以高尺寸精度加工涂层112的第一部分P1和第二部分P2。另外,能够抑制配置于阳极11b的周边的部件形状变得复杂。

[0133] (11) 在第二实施方式中,电极基材111的侧面包含位于在放电方向上比第二区域R2远离阴极11a的位置的第三区域R3,第一区域R1～第三区域R3和第一部分P1以及第二部分P2分别位于电极基材111的与长度方向平行的2个侧面。并且,第三区域R3间的第五宽度W5与阳极11b的包含第二部分P2的第二宽度W2之差小于第一区域R1间的第三宽度W3与第二区域R2间的第四宽度W4之差。

[0134] 由此,由于第五宽度W5与第二宽度W2之差小,因此能够以第三区域R3为基准而以高尺寸精度对第二部分P2进行加工。

[0135] (12) 在第二实施例中,第一区域R1之间的第三宽度W3大于第二区域R2之间的第四宽度W4。

[0136] 由此,容易将覆盖第二区域R2的第二部分P2加工得比覆盖第一区域R1的第一部分P1厚。

[0137] (13) 在第二实施方式中,涂层112的第一部分P1的表面F1与第二部分P2的表面F2之间是平坦的。

[0138] 由此,能够以高尺寸精度对第一部分P1和第二部分P2进行加工。另外,能够抑制配置于阳极11b的周边的部件形状变得复杂。

[0139] (14) 在第二实施方式中,电极基材111的侧面包含位于在放电方向上比第二区域R2远离阴极11a的位置的第三区域R3,第一区域R1间的第三宽度W3大于第二区域R2间的第四宽度W4,第三区域R3间的第五宽度W5大于第三宽度W3。

[0140] 由此,通过以第三区域R3为基准对第一部分P1和第二部分P2进行加工,容易将覆盖第二区域R2的第二部分P2加工得比覆盖第一区域R1的第一部分P1厚。

[0141] (15) 在第二实施方式中,电极基材111的侧面包含位于在放电方向上比第二区域R2远离阴极11a的位置的第三区域R3,涂层112的第二部分P2的表面F2与电极基材111的侧面中的第三区域R3之间是平坦的。

[0142] 由此,通过使第二部分P2的表面F2与第三区域R3之间平坦,从而能够以第三区域R3为基准以高尺寸精度对第二部分P2进行加工。

[0143] 关于其他方面,第二实施方式与第一实施方式相同。

[0144] 4.在涂层112设置有台阶的阳极11b的制造方法

[0145] 4.1制造工序

[0146] 图12和图13是表示构成第三实施方式的放电电极的阳极11b的制造工序的剖视图。图12及图13表示构成阳极11b的电极基材111及涂层112及112a的与Z轴垂直的截面。在图12和图13中未图示的阴极11a从阳极11b观察配置于+V方向。在图12及图13中,夸张地描绘了涂层112a的表面的凹凸。

[0147] 阳极11b的制造方法如下。

[0148] 如图12所示,在构成阳极11b的电极基材111的与长度方向平行的侧面SS1和成为与阴极11a对置的面的第一放电面DS1形成涂层112a。涂层112a例如通过喷镀而形成。喷镀膜沿着电极基材111的外形形成为大致一样的厚度。形成涂层112a的工序相当于本公开中的第一工序。

[0149] 如图13所示,例如通过对涂层112a进行磨削或研磨,除去涂层112a的一部分以使得接近目标形状。此时,除去涂层112a的一部分以使得侧面SS1中的覆盖第二区域R2的第二部分P2比侧面SS1中的覆盖第一区域R1的第一部分P1厚。由此,在第一部分P1的表面F1与第二部分P2的表面F2之间形成阶梯。另外,还形成第二放电面DS2。除去涂层112a的一部分的工序相当于本公开中的第二工序。

[0150] 由此,形成在第一实施方式中说明的形状的涂层112。

[0151] 4.2作用

[0152] (16)第三实施方式的制造方法是在通过放电来激励包含氟的激光气体的气体激光装置1中以与阴极11a对置的配置来使用的放电电极的阳极11b的制造方法,包括:第一工序,在构成阳极11b的电极基材111的与长度方向平行的侧面形成涂层112a;以及第二工序,除去涂层112a的一部分以使得接近目标形状。第二工序包括如下过程:除去涂层112a的一部分,以使得覆盖电极基材111的侧面中的第二区域R2的第二部分P2比覆盖电极基材111的侧面中的第一区域R1的第一部分P1厚,所述第二区域R2位于在与长度方向垂直的放电方向上比第一区域R1远离阴极11a的位置。

[0153] 由此,能够以高尺寸精度加工涂层112,为了抑制电极基材111的劣化而充分地确保电极基材111的宽度,同时通过抑制涂层112的第一部分P1的厚度来抑制放电宽度变大,通过增厚涂层112的第二部分P2能够抑制制造时的剥离。

[0154] (17)在第三实施方式中,第二工序包括:在涂层112的第一部分P1的表面F1与第二部分P2的表面F2之间形成阶梯。

[0155] 由此,通过对第一部分P1的表面F1与第二部分P2的表面F2之间的阶梯进行调整,从而能够对第一部分P1以及第二部分P2的厚度进行调整。

[0156] 关于其他方面,第三实施方式与第一实施方式相同。

[0157] 5.在电极基材111设置有阶梯的阳极11b的制造方法

[0158] 5.1制造工序

[0159] 图14和图15是表示构成第四实施方式的放电电极的阳极11b的制造工序的剖视

图。图14及图15表示构成阳极11b的电极基材111及涂层112及112a的与Z轴垂直的截面。在图14和图15中未图示的阴极11a从阳极11b观察配置于+V方向。在图14及图15中,夸张地描绘了涂层112a的表面的凹凸。

[0160] 阳极11b的制造方法如下。

[0161] 如图14所示,即,对电极基材111进行加工,以使第二区域R2间的第四宽度W4比构成阳极11b的电极基材111的第一区域R1间的第三宽度W3小。对电极基材111进行加工的工序相当于本公开中的第三工序。

[0162] 接着,在电极基材111的侧面的第一区域R1~第三区域R3和成为与阴极11a对置的一面的第一放电面DS1上形成涂层112a。涂层112a例如通过喷镀而形成。喷镀膜沿着电极基材111的外形形成为大致一样的厚度。形成涂层112a的工序相当于本公开中的第一工序。

[0163] 如图15所示,例如通过对涂层112a进行磨削或研磨,除去涂层112a的一部分以使得接近目标形状。由此,减少第一部分P1的表面F1与第二部分P2的表面F2之间的阶梯。另外,还形成第二放电面DS2。除去涂层112a的一部分的工序相当于本公开中的第二工序。

[0164] 由此,形成在第二实施方式中说明的形状的涂层112。

[0165] 5.2作用

[0166] (18) 在第四实施方式中,第一区域R1及第二区域R2分别位于电极基材111的与长度方向平行的两个侧面。阳极11b的制造方法在第一工序之前包括第三工序,在该第三工序中,对电极基材111进行加工,以使得第二区域R2间的第四宽度W4比第一区域R1间的第三宽度W3小。

[0167] 由此,容易将覆盖第二区域R2的第二部分P2加工得比覆盖第一区域R1的第一部分P1厚。

[0168] (19) 在第四实施方式中,第二工序包括降低涂层112的第一部分P1的表面F1与第二部分P2的表面F2之间的阶梯的过程。

[0169] 由此,能够以高尺寸精度对第一部分P1和第二部分P2进行加工。

[0170] 关于其他方面,第四实施方式与第二实施方式相同。

[0171] 6.其他

[0172] 图16概略地表示与气体激光装置1连接的曝光装置100的结构。气体激光装置1生成激光并输出到曝光装置100。

[0173] 在图16中,曝光装置100包括照明光学系统40和投影光学系统41。照明光学系统40利用从气体激光装置1入射的激光,对配置在掩模版台RT上的未图示的掩模版的掩模版图案进行照明。投影光学系统41对透射过掩模版的激光进行缩小投影,使其在配置于工件台WT上的未图示的工件上成像。工件是涂层有光致抗蚀剂的半导体晶片等感光基板。曝光装置100通过使掩模版台RT和工件台WT同步地平行移动,在工件上曝光反映了掩模版图案的激光。在通过上述曝光工序将掩模版图案转印到半导体晶片上之后,可以通过多个工序制造电子器件。

[0174] 上述的说明并非限定而只是例示。因此,能够在不脱离权利要求书的情况下对本公开的实施方式加以变更,这对于本领域技术人员而言是显而易见的。此外,将本公开的实施方式组合来使用对于本领域技术人员而言是显而易见的。

[0175] 除非另有明确记载,否则本说明书和权利要求书全体中所使用的用语应解释为

“非限定性的”。例如，“包括”、“有”、“具有”、“具备”等用语应解释为“不排除所记载的构成要素以外的构成要素的存在”。另外，修饰词“1个”应解释为“至少1个”或“1个或1个以上”。此外，用语“A、B和C中的至少一个”应被解释为“A”、“B”、“C”、“A+B”、“A+C”、“B+C”或“A+B+C”。进而，应解释为也包含它们与“A”“B”“C”以外的内容的组合。

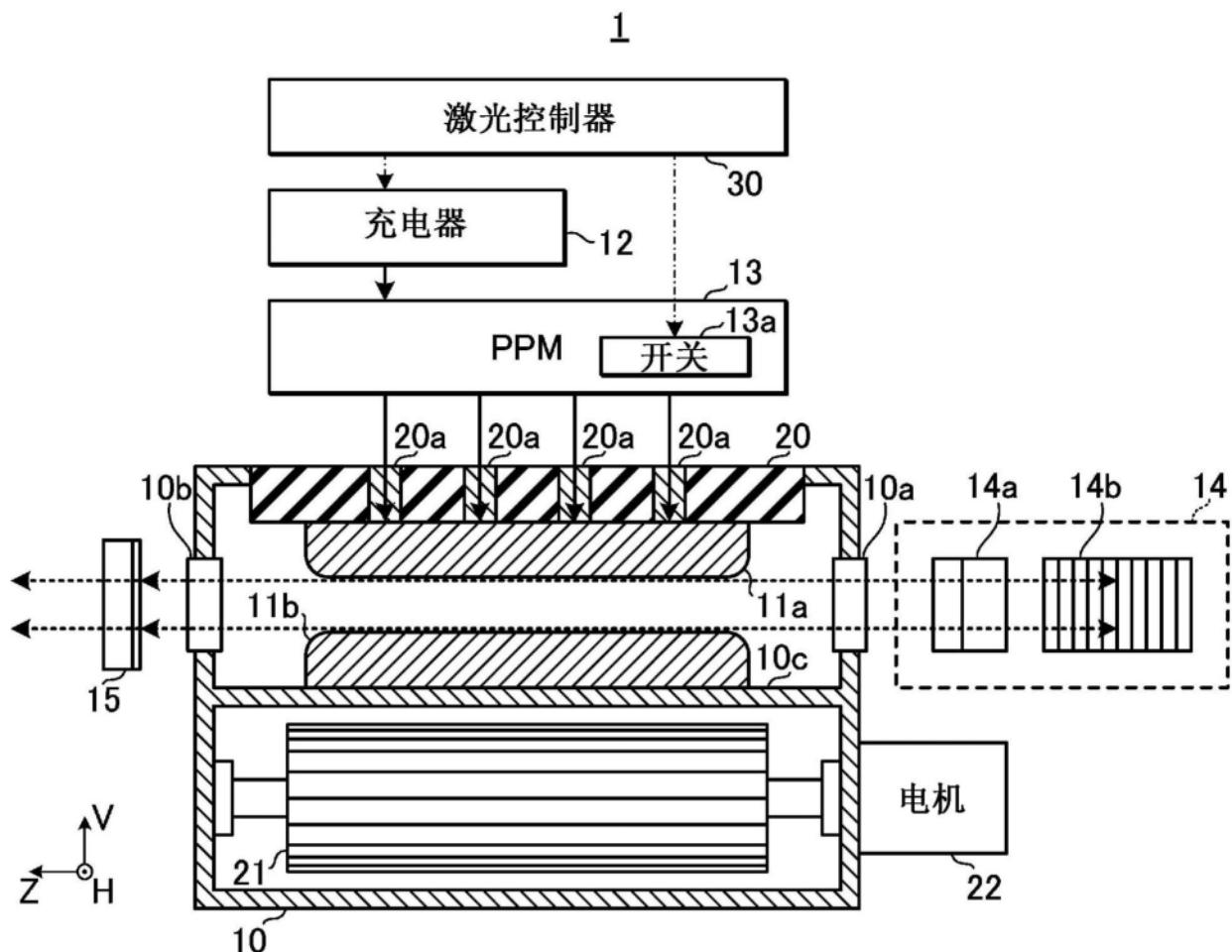


图1

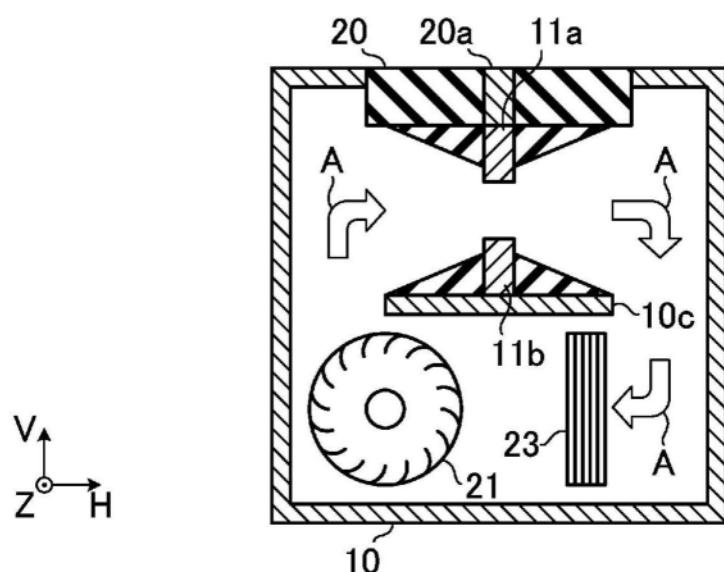


图2

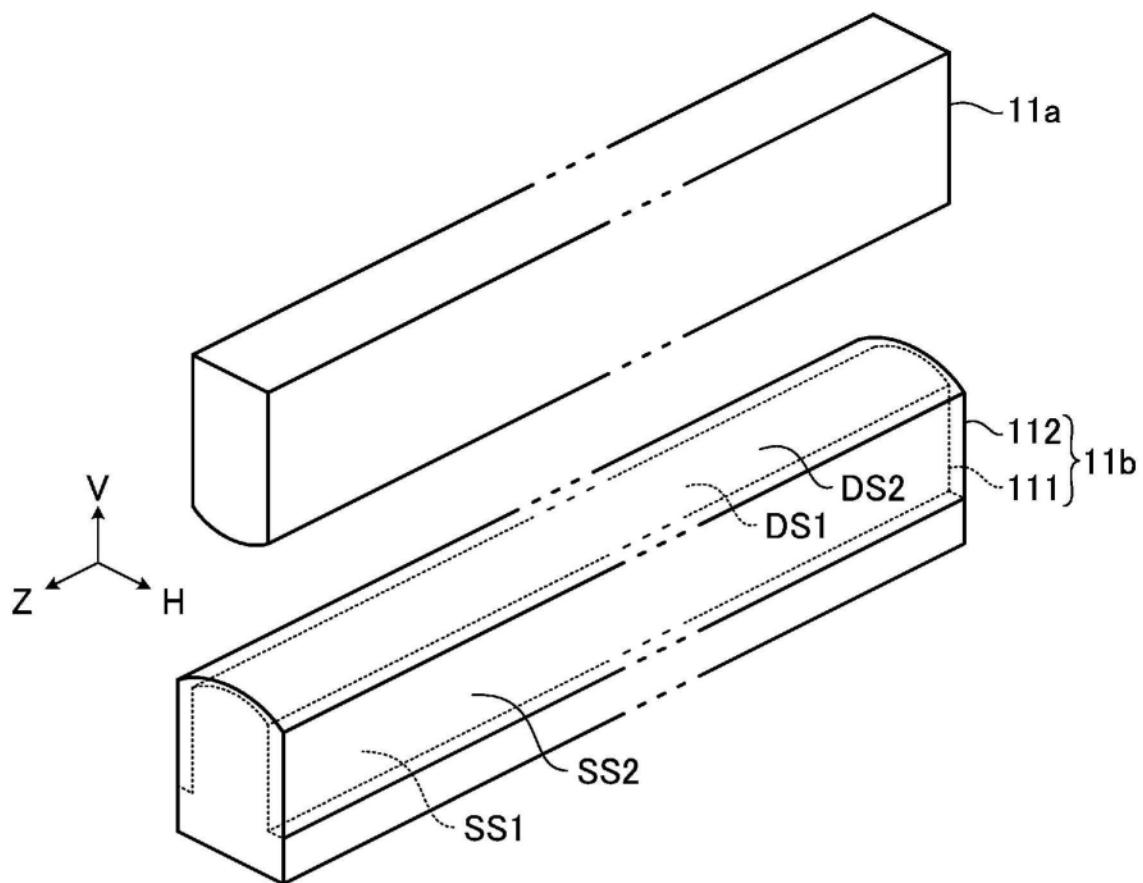


图3

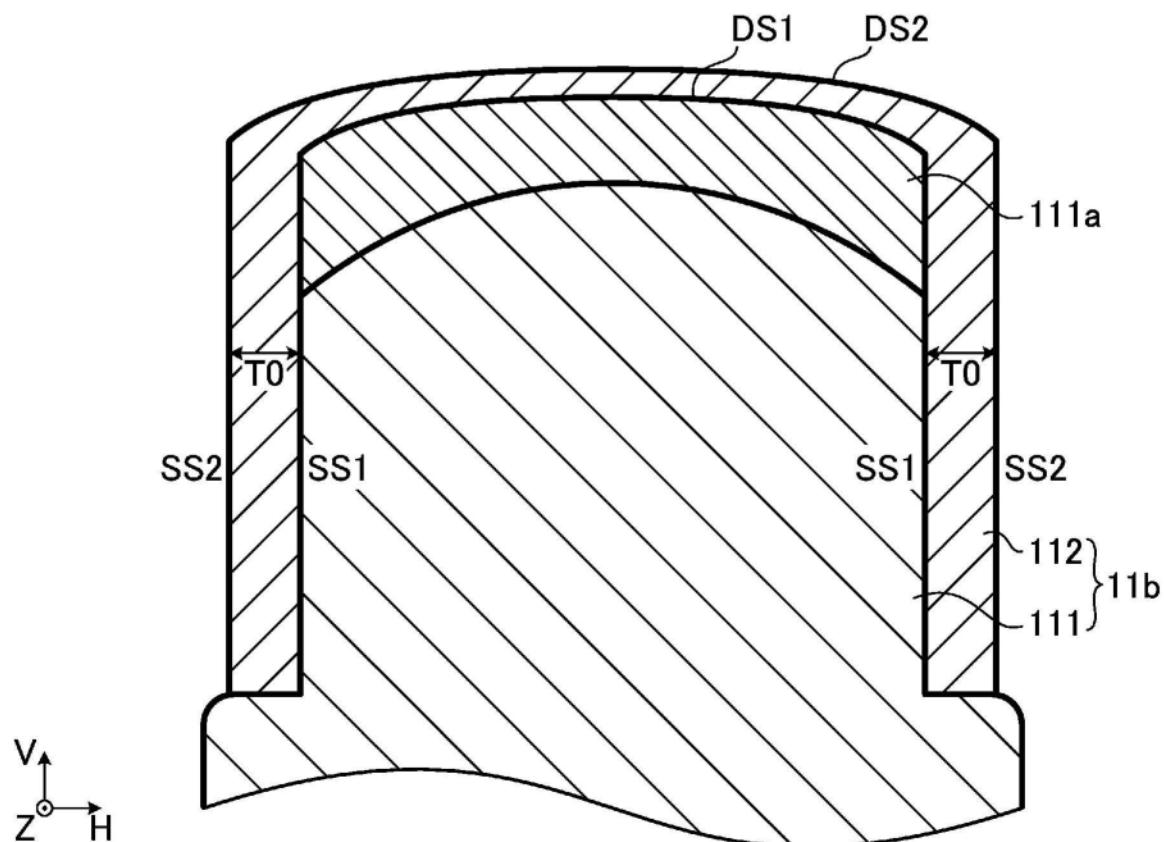


图4

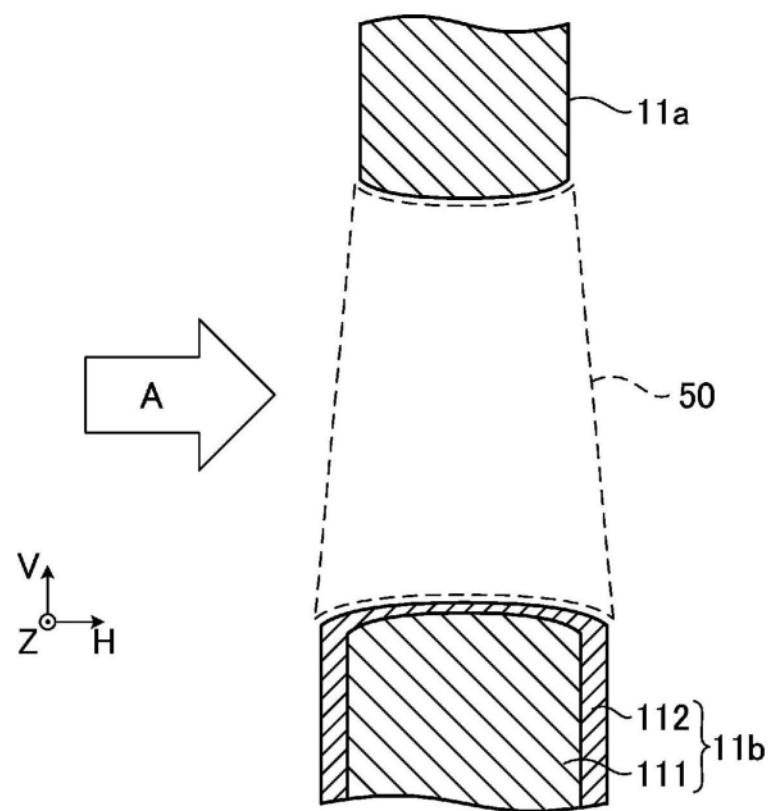


图5

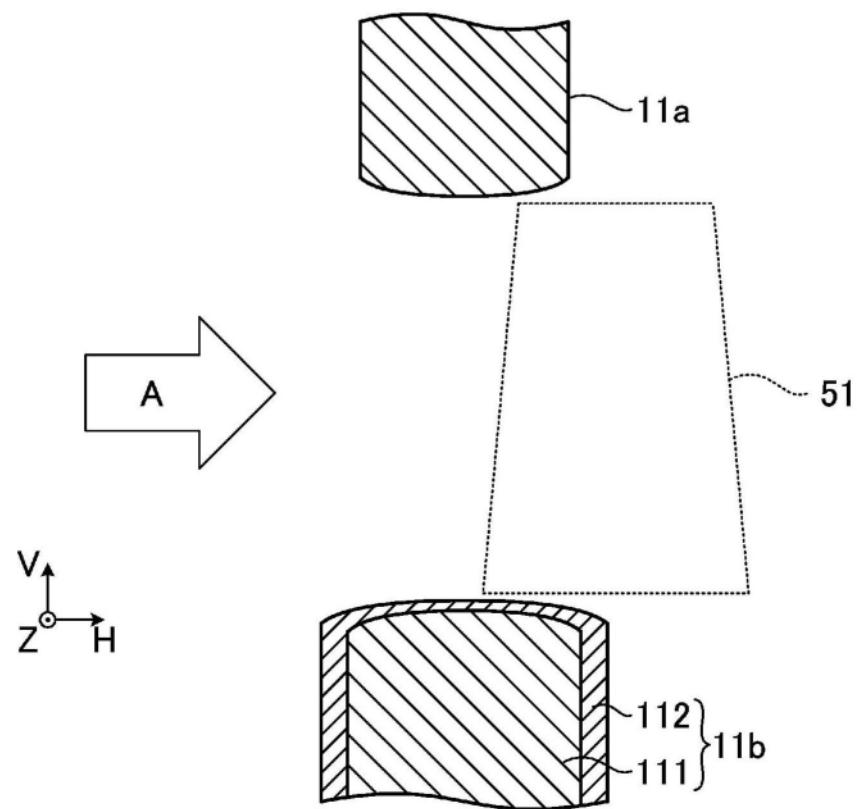


图6

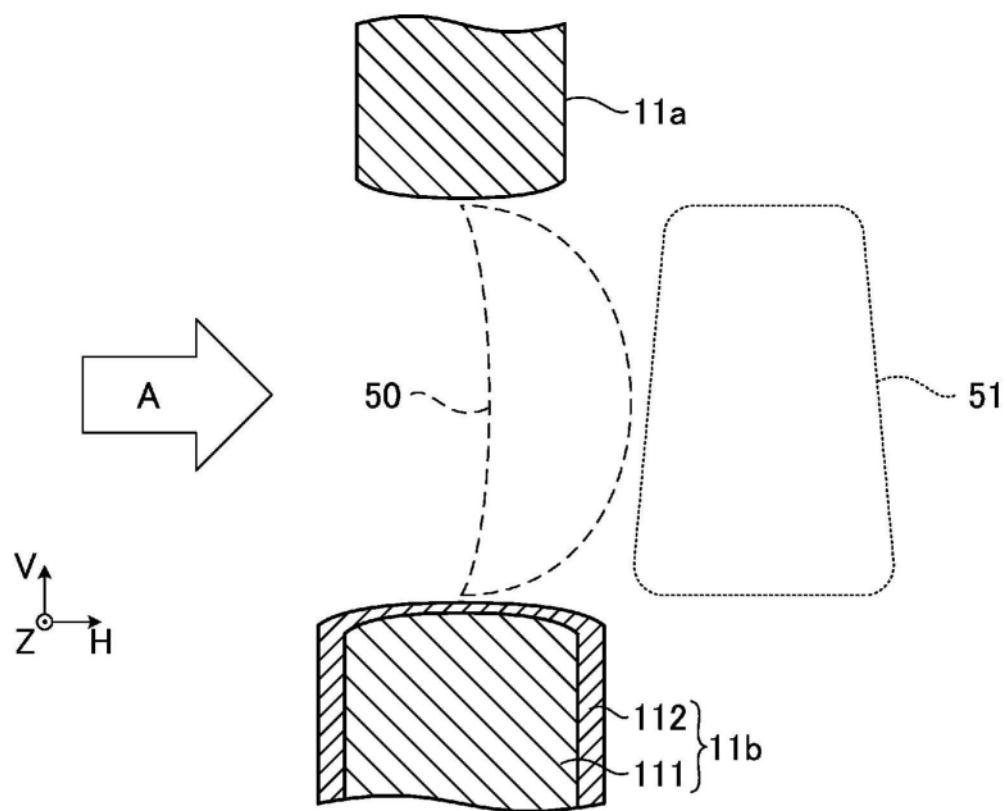


图7

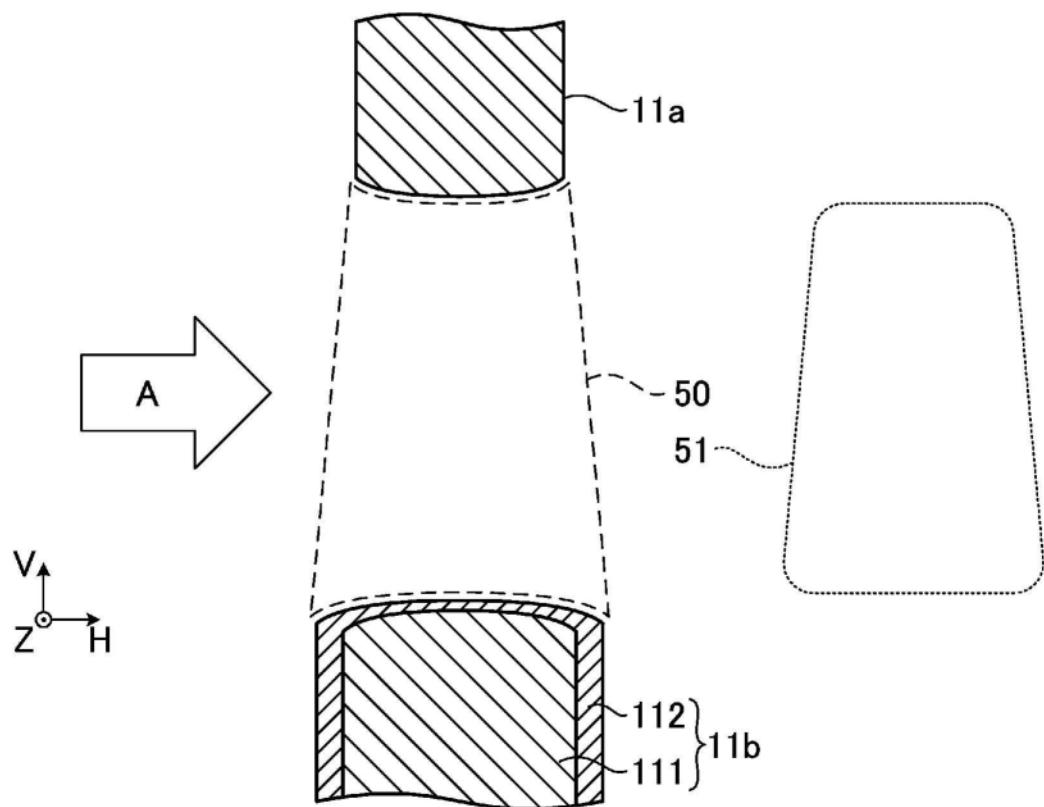


图8

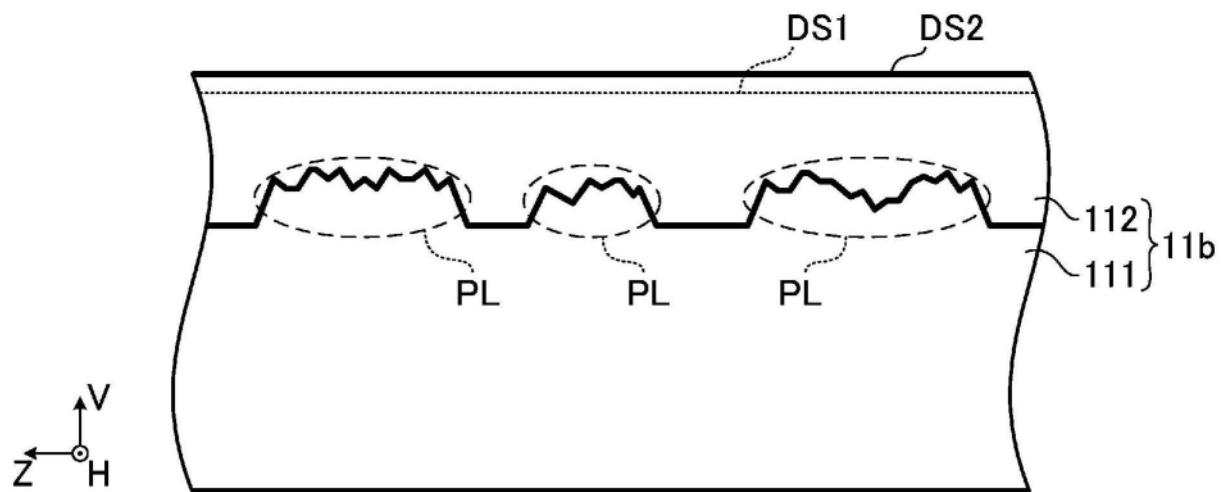


图9

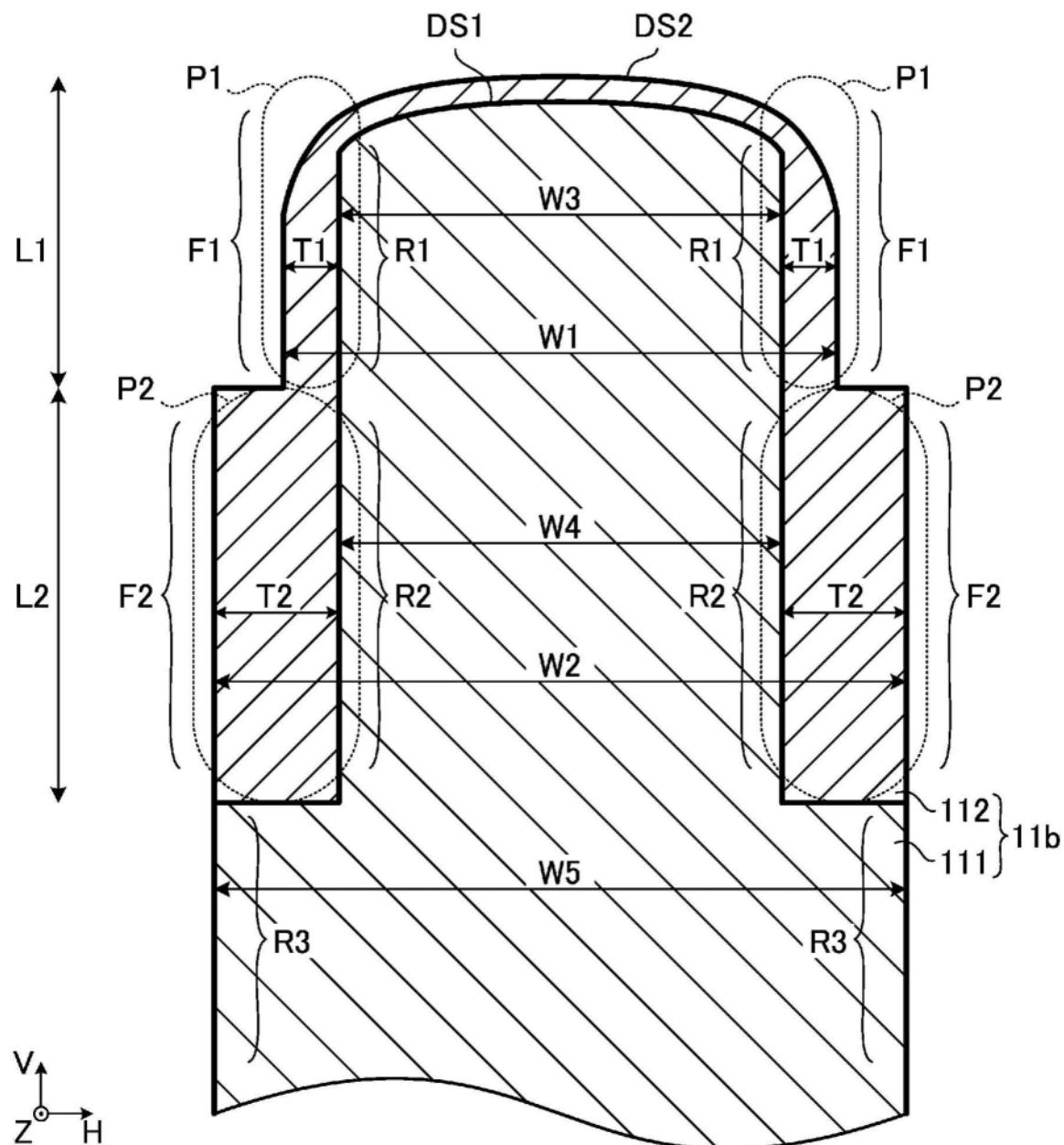


图10

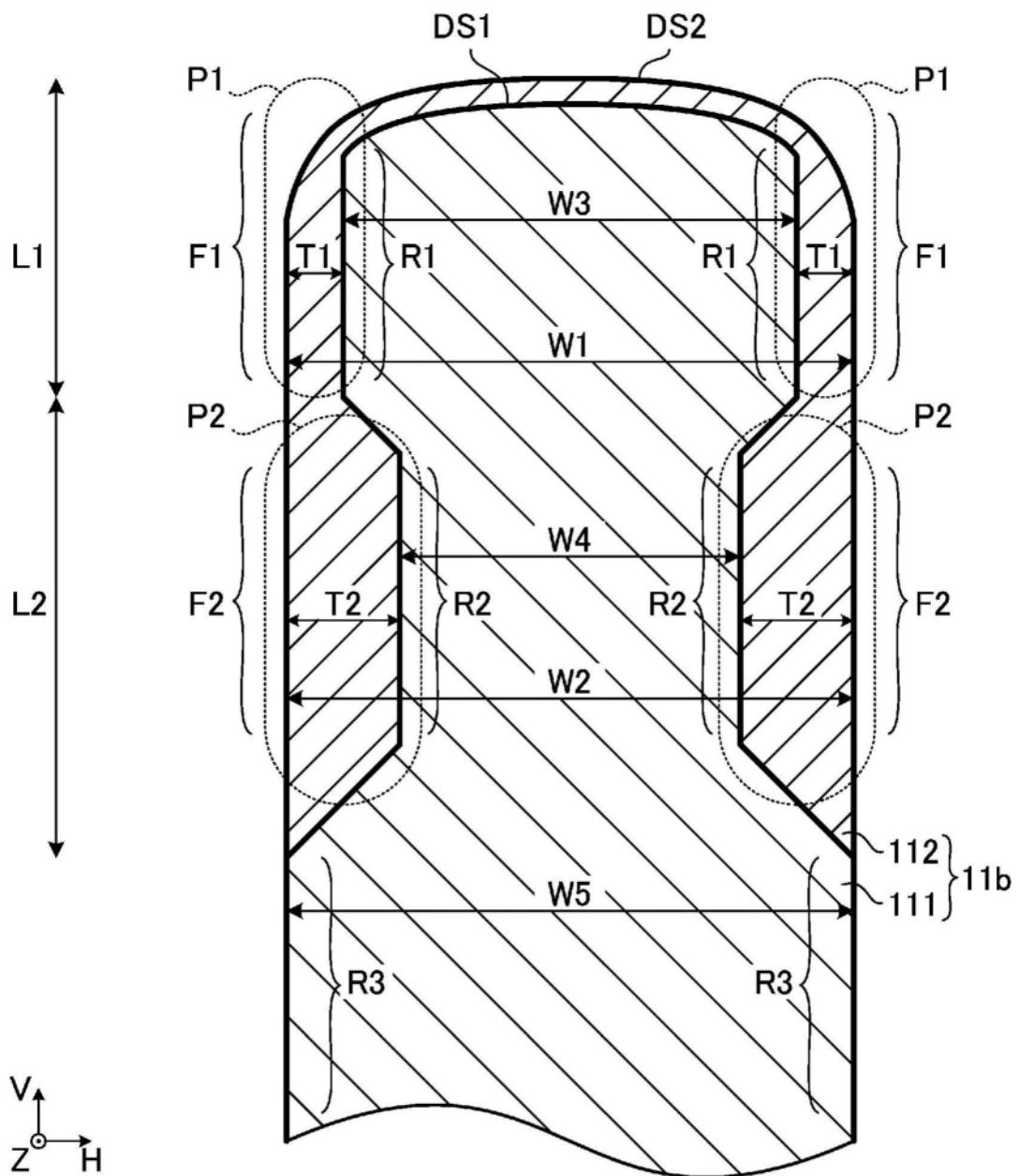


图11

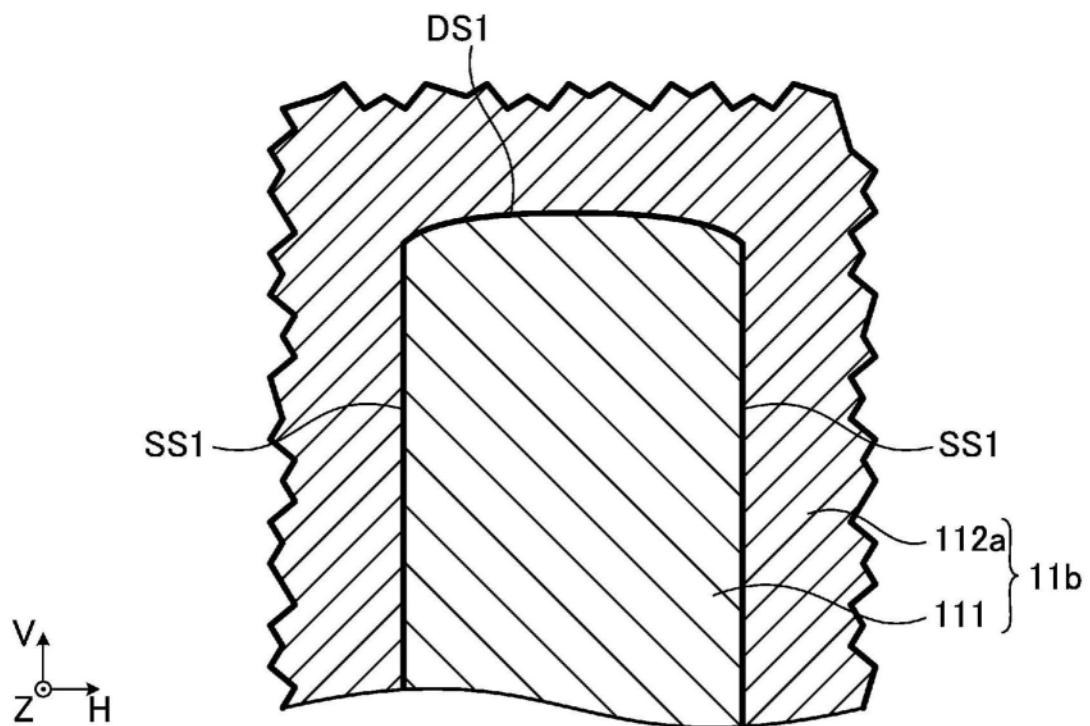


图12

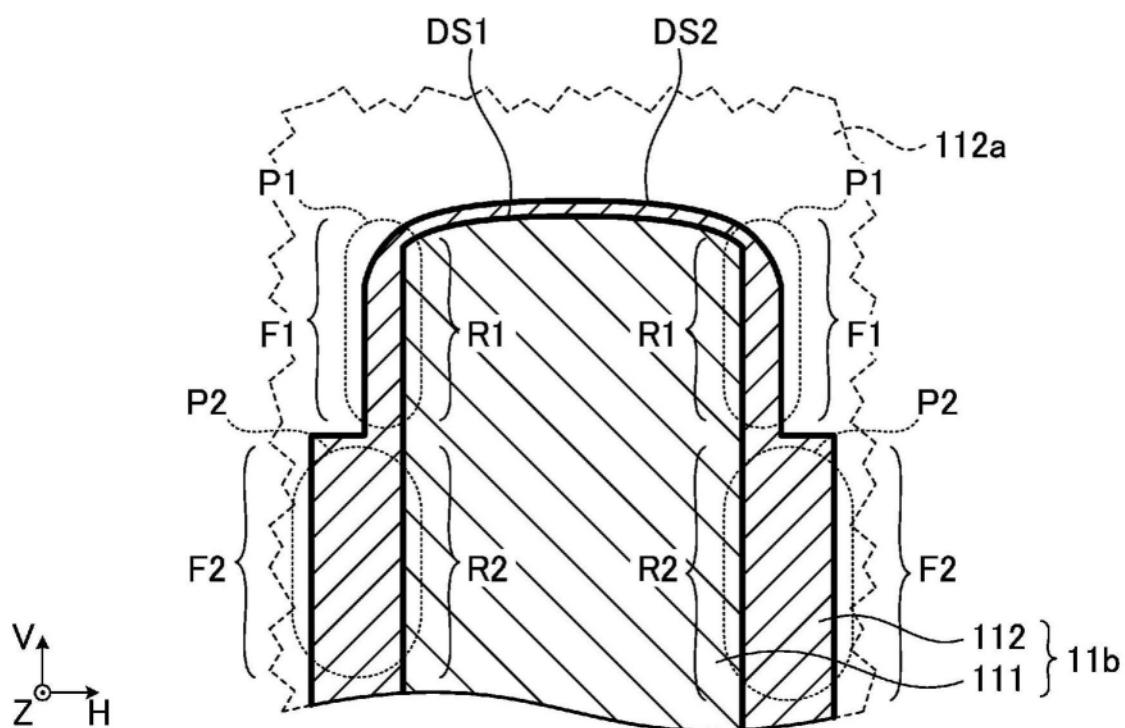


图13

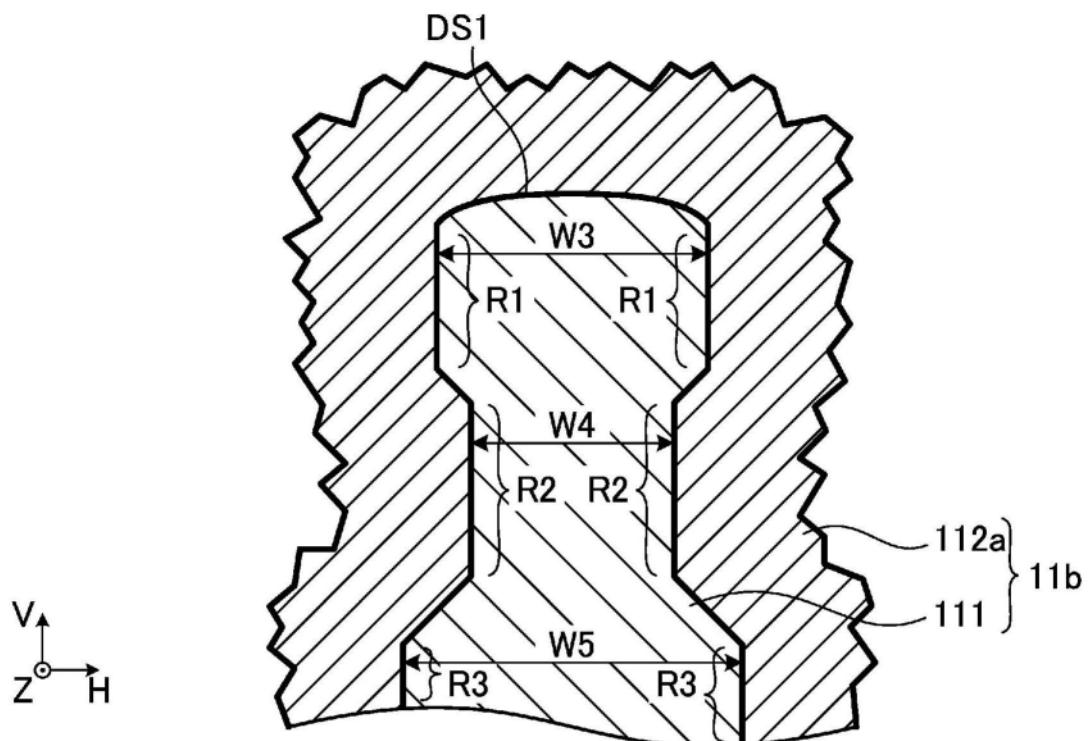


图14

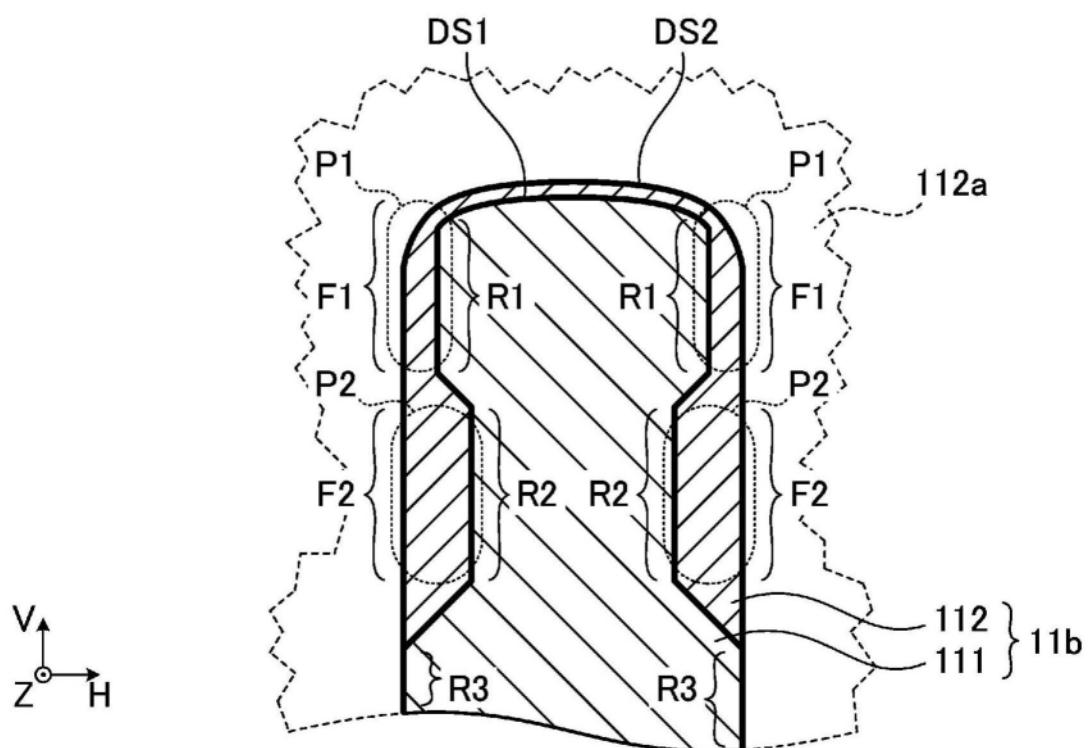


图15

