



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 120239998 A

(43) 申请公布日 2025. 07. 01

(21) 申请号 202480004857.2

(22) 申请日 2024.01.18

(30) 优先权数据

PCT/JP2023/039462 2023.11.01 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.05.15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2024/001258 2024.01.18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02025/094419 JA 2025.05.08

(71) 申请人 株式会社TMEIC

地址 日本

(72) 发明人 有田廉 小野祐司

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

专利代理师 戚宏梅

(51) Int.Cl.

H05H 1/24 (2006.01)

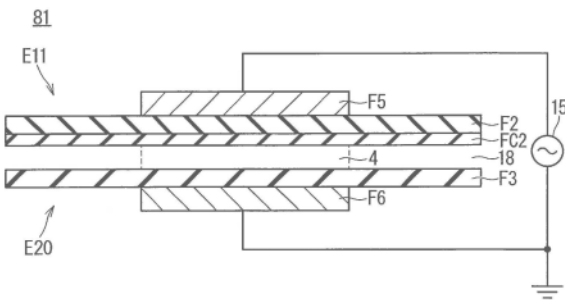
权利要求书5页 说明书40页 附图48页

(54) 发明名称

活性气体生成装置

(57) 摘要

本发明的目的在于提供一种活性气体生成装置的构造,不使制造工序复杂化就能够供给高纯度的活性气体。电极单元(81)将介电膜(F2)以及(F3)中的介电膜(F2)作为保护对象介电膜,在介电膜F2的下表面上紧贴地具有电介质保护膜(FC2)。在电介质保护膜(FC2)与介电膜(F3)相对置的空间即电介质空间(18)内包括高压电极(F5)与接地电极(F6)在俯视时重叠的区域地设置有放电空间(4)。电介质保护膜(FC2)的构成材料具有在放电空间(4)中产生介质阻挡放电时遮挡由于介质阻挡放电而产生的离子向介电膜(F2)的照射且不与离子发生化学反应的保护特性。



1. 一种活性气体生成装置,具有使供给到放电空间的原料气体活化而生成活性气体的电极单元,其特征在于,

所述电极单元具备:

第一电极构成部;以及

第二电极构成部,设置在所述第一电极构成部下方,

所述第一电极构成部包括第一电极用介电膜、以及设置在所述第一电极用介电膜的上表面上的第一电极用导电膜,

所述第二电极构成部包括第二电极用介电膜、以及设置在所述第二电极用介电膜的下表面上的第二电极用导电膜,

在所述第一电极用介电膜与所述第二电极用介电膜之间设置有电介质空间,

所述放电空间在所述电介质空间内包括所述第一以及第二电极用导电膜在俯视时重叠的区域即主要放电空间,

所述电极单元还具备:

电介质保护构件,相对于所述第一电极用介电膜以及所述第二电极用介电膜中的至少一个即保护对象介电膜,设置在所述电介质空间侧,

所述电介质保护构件的构成材料具有在所述放电空间中产生介质阻挡放电时遮挡由于所述介质阻挡放电而产生的离子向所述保护对象介电膜的照射且与所述离子不发生化学反应的保护特性。

2. 如权利要求1所述的活性气体生成装置,其中,

所述电介质保护构件与所述保护对象介电膜无间隙地紧贴设置。

3. 如权利要求2所述的活性气体生成装置,其中,

所述电介质保护构件紧贴设置在所述第一电极用介电膜的下表面上,所述电介质保护构件与所述第二电极用介电膜相对置的空间成为所述电介质空间,

所述保护对象介电膜为所述第一电极用介电膜,

所述第一电极构成部还包括所述电介质保护构件,

所述活性气体生成装置还具备对所述第一电极构成部的所述第一电极用导电膜与所述第二电极构成部的所述第二电极用导电膜之间施加施加电压的电源,

在所述施加电压的施加时在所述放电空间中产生所述介质阻挡放电。

4. 如权利要求1所述的活性气体生成装置,其特征在于,

还具备设置在所述第一电极用介电膜的下表面上的电极加强导电膜,

所述电介质保护构件覆盖所述电极加强导电膜的全部,且设置在所述第一电极用介电膜的下表面上,按照所述第一电极用介电膜、所述电极加强导电膜以及所述电介质保护构件的顺序无间隙地设置层叠构造,

所述电介质保护构件与所述第二电极用介电膜相对置的空间成为所述电介质空间,

所述保护对象介电膜为所述第一电极用介电膜,

所述第一电极构成部还包括所述电介质保护构件以及所述电极加强导电膜,

所述活性气体生成装置还具备对所述第一电极构成部的所述第一电极用导电膜与所述第二电极构成部的所述第二电极用导电膜之间施加施加电压的电源,

在所述施加电压的施加时在所述放电空间中产生所述介质阻挡放电,

所述电极加强导电膜具有在俯视时比所述第一电极用导电膜大且在俯视时比所述第一电极用介电膜小的平面形状,所述第二电极用导电膜在俯视时将所述电极加强导电膜包含在内,

所述放电空间在所述电介质空间内包括所述电极加强导电膜与所述第二电极用导电膜在俯视时重叠的扩展主要放电空间。

5.如权利要求3所述的活性气体生成装置,其中,

所述第一电极用介电膜的下表面具有凹部底面、以及设置在所述凹部底面的周边的凸部底面,所述凸部底面与所述凹部底面相比在高度方向上的形成位置更高,在所述凹部底面上设置有所述电介质保护构件,在所述凸部底面上未设置所述电介质保护构件,

所述电极单元还具备:

介电膜支承构件,具有从下方支承所述第一电极用介电膜的所述凸部底面的电介质支承面;以及

介电膜按压构件,从上方按压所述第一电极用介电膜,

所述介电膜按压构件在俯视时与所述第一电极用导电膜不重叠,

所述介电膜支承构件还具有配置在设置在所述凹部底面上的所述电介质保护构件的下方的保护构件固定辅助面,

所述电极单元还具备插入在所述保护构件固定辅助面与所述电介质保护构件的下表面之间的弹性构件,通过所述弹性构件的弹力而使所述第一电极用介电膜的所述凹部底面与所述电介质保护构件的上表面被设定为紧贴状态。

6.如权利要求4所述的活性气体生成装置,其特征在于,

所述第一电极用介电膜的下表面具有凹部底面、以及设置在所述凹部底面的周边的凸部底面,所述凸部底面与所述凹部底面相比在高度方向上的形成位置更高,在所述凹部底面上设置有所述电极加强导电膜以及所述电介质保护构件,在所述凸部底面上未设置所述电极加强导电膜以及所述电介质保护构件,

所述电极单元还具备:

介电膜支承构件,具有从下方支承所述第一电极用介电膜的所述凸部底面的电介质支承面;以及

介电膜按压构件,从上方按压所述第一电极用介电膜,

所述介电膜按压构件在俯视时与所述第一电极用导电膜不重叠,

所述介电膜支承构件还具有配置在设置在所述凹部底面上的所述电介质保护构件的下方的保护构件固定辅助面,

在与所述保护构件固定辅助面在俯视时重叠的区域中未形成所述电极加强导电膜,

所述电极单元还具备插入在所述保护构件固定辅助面与所述电介质保护构件的下表面之间的弹性构件,通过所述弹性构件的弹力而使所述第一电极用介电膜的所述凹部底面与所述电介质保护构件的上表面被设定为紧贴状态。

7.如权利要求5或6所述的活性气体生成装置,其特征在于,

所述凹部底面在俯视时形成为圆状,

所述凸部底面在俯视时在所述凹部底面的周边形成为圆环状,

所述介电膜支承构件的所述保护构件固定辅助面在俯视时形成为圆环状,

所述介电膜支承构件包括：

槽部，在所述保护构件固定辅助面内在俯视时设置为圆环状；以及

O型环，设置在所述槽部内，在俯视时呈圆环状，

所述弹性构件为O型环。

8. 如权利要求2所述的活性气体生成装置，其中，

所述电介质保护构件紧贴设置在所述第二电极用介电膜的上表面上，所述第一电极用介电膜与所述电介质保护构件相对置的空间成为所述电介质空间，

所述保护对象介电膜为所述第二电极用介电膜，

所述第二电极构成部还包括所述电介质保护构件，

所述活性气体生成装置还具备对所述第一电极构成部的所述第一电极用导电膜与所述第二电极构成部的所述第二电极用导电膜之间施加施加电压的电源。

9. 如权利要求1所述的活性气体生成装置，其特征在于，

还具备对所述第一电极构成部的所述第一电极用导电膜与所述第二电极构成部的所述第二电极用导电膜之间施加施加电压的电源，

所述电介质保护构件被设置为在与所述保护对象介电膜之间具有保护构件空间，

所述施加电压、所述放电空间以及所述保护构件空间被设定为，满足在所述施加电压的施加时在所述放电空间中产生所述介质阻挡放电而在所述保护构件空间中不产生所述介质阻挡放电的放电产生要件。

10. 如权利要求9所述的活性气体生成装置，其特征在于，

在所述电介质保护构件与所述第一电极用介电膜的下表面之间具有所述保护构件空间，所述电介质保护构件与所述第二电极用介电膜相对置的空间成为所述电介质空间，

所述保护对象介电膜为所述第一电极用介电膜，

所述第一电极构成部还包括所述电介质保护构件。

11. 如权利要求1所述的活性气体生成装置，其特征在于，

还具备紧贴设置在所述第一电极用介电膜的下表面上的电极加强导电膜，

所述电介质保护构件设置在所述电极加强导电膜的下方，所述电介质保护构件在俯视时将所述电极加强导电膜的全部包含在内，在所述电介质保护构件与所述电极加强导电膜之间设置有保护构件空间，

所述电介质保护构件与所述第二电极用介电膜相对置的空间成为所述电介质空间，

所述保护对象介电膜为所述第一电极用介电膜，

所述第一电极构成部还包括所述电介质保护构件以及所述电极加强导电膜，

所述活性气体生成装置还具备对所述第一电极构成部的所述第一电极用导电膜与所述第二电极构成部的所述第二电极用导电膜之间施加施加电压的电源，

在所述施加电压的施加时在所述放电空间中产生所述介质阻挡放电，

所述电极加强导电膜具有在俯视时比所述第一电极用导电膜大且在俯视时比所述第一电极用介电膜小的平面形状，所述第二电极用导电膜在俯视时将所述电极加强导电膜包含在内，

所述放电空间在所述电介质空间内包括所述电极加强导电膜与所述第二电极用导电膜在俯视时重叠的区域即扩展主要放电空间，

所述施加电压、所述放电空间以及所述保护构件空间被设定为,满足在所述施加电压的施加时在所述放电空间中产生所述介质阻挡放电而在所述保护构件空间中不产生所述介质阻挡放电的放电产生要件。

12. 如权利要求1所述的活性气体生成装置,其特征在于,

还具备紧贴设置在所述电介质保护构件的上表面上的电极加强导电膜,所述电介质保护构件在俯视时将所述电极加强导电膜的全部包含在内,

在所述电极加强导电膜与所述第一电极用介电膜之间设置有保护构件空间,

所述电介质保护构件与所述第二电极用介电膜相对置的空间成为所述电介质空间,

所述保护对象介电膜为所述第一电极用介电膜,

所述第一电极构成部还包括所述电介质保护构件以及所述电极加强导电膜,

所述活性气体生成装置还具备对所述第一电极构成部的所述第一电极用导电膜与所述第二电极构成部的所述第二电极用导电膜之间施加施加电压的电源,

在所述施加电压的施加时在所述放电空间中产生所述介质阻挡放电,

所述电极加强导电膜具有在俯视时比所述第一电极用导电膜大且在俯视时比所述第一电极用介电膜小的平面形状,所述第二电极用导电膜在俯视时将所述电极加强导电膜包含在内,

所述放电空间在所述电介质空间内包括所述电极加强导电膜与所述第二电极用导电膜在俯视时重叠的区域即扩展主要放电空间,

所述施加电压、所述放电空间以及所述保护构件空间被设定为,满足在所述施加电压的施加时在所述放电空间中产生所述介质阻挡放电而在所述保护构件空间中不产生所述介质阻挡放电的放电产生要件。

13. 如权利要求10所述的活性气体生成装置,其特征在于,

所述第一电极用介电膜的下表面具有凹部底面、以及设置在所述凹部底面的周边的凸部底面,所述凸部底面与所述凹部底面相比在高度方向上的形成位置更高,所述凹部底面在俯视时与所述电介质保护构件重叠,所述凸部底面在俯视时与所述电介质保护构件不重叠,

所述电极单元还具备:

介电膜支承构件,具有从下方支承所述第一电极用介电膜的所述凸部底面的电介质支承面;以及

介电膜按压构件,从上方按压所述第一电极用介电膜,

所述介电膜按压构件在俯视时与所述第一电极用导电膜不重叠,

所述介电膜支承构件还具有从下方支承所述电介质保护构件的保护构件支承面,

所述电介质支承面与所述保护构件支承面相比在高度方向上的形成位置更高,所述电介质支承面与所述保护构件支承面的高度方向的差分值被设定为,在所述第一电极用介电膜的下表面与所述电介质保护构件的上表面之间形成所述保护构件空间。

14. 如权利要求11或12所述的活性气体生成装置,其特征在于,

所述第一电极用介电膜的下表面具有凹部底面、以及设置在所述凹部底面的周边的凸部底面,所述凸部底面与所述凹部底面相比在高度方向上的形成位置更高,所述凹部底面在俯视时与所述电介质保护构件以及所述电极加强导电膜重叠,所述凸部底面在俯视时与

所述电介质保护构件以及所述电极加强导电膜不重叠，

所述电极单元还具备：

介电膜支承构件，具有从下方支承所述第一电极用介电膜的所述凸部底面的电介质支承面；以及

介电膜按压构件，从上方按压所述第一电极用介电膜，

所述介电膜按压构件在俯视时与所述第一电极用导电膜不重叠，

所述介电膜支承构件还具有从下方支承所述电介质保护构件的保护构件支承面，

所述电介质支承面与所述保护构件支承面相比在高度方向上的形成位置更高，所述电介质支承面与所述保护构件支承面的高度方向的差分值被设定为，在所述第一电极用介电膜的下表面与所述电介质保护构件的上表面之间的一部分形成所述保护构件空间。

15. 如权利要求9所述的活性气体生成装置，其特征在于，

在所述电介质保护构件与所述第二电极用介电膜的上表面之间具有所述保护构件空间，所述第一电极用介电膜与所述电介质保护构件相对置的空间成为所述电介质空间，

所述保护对象介电膜为所述第二电极用介电膜，

所述第二电极构成部还包括所述电介质保护构件。

16. 如权利要求3至7、10至14中任一项所述的活性气体生成装置，其特征在于，

还具备在壳体内空间收纳所述电极单元且具有导电性的壳体，

所述壳体具有包括平坦面以及从所述平坦面向深度方向凹陷的导体收纳空间的壳体底部，

所述电极单元还具备设置在所述第二电极构成部的下方且收纳在所述导体收纳空间内的基准电位导体，

所述基准电位导体在上部具有活性气体用缓冲空间，所述第二电极构成部将所述活性气体用缓冲空间封堵地配置，

所述第二电极用介电膜在俯视时与所述活性气体用缓冲空间重叠的区域中具有贯通所述第二电极用介电膜的电介质贯通口，所述第二电极用导电膜在俯视时与所述活性气体用缓冲空间重叠的区域中具有导电膜开口部，所述导电膜开口部在俯视时与所述电介质贯通口重叠，

所述活性气体生成装置还具备分别从所述活性气体用缓冲空间的底面贯通所述基准电位导体地设置的多个气体喷出口，所述多个气体喷出口在俯视时与所述电介质贯通口不重叠，

所述放电空间在所述主要放电空间的基础上，还具备包括所述电介质贯通口以及所述活性气体用缓冲空间的一部分的辅助放电空间，

从所述多个气体喷出口输出的活性气体被规定为多个部分活性气体，

所述壳体的所述壳体底部在与所述活性气体用缓冲空间在俯视时重叠的区域中具有壳体开口部，所述多个部分活性气体经由所述壳体开口部被引导至下方，

所述壳体开口部包括随着朝向下方而开口面积变大的锥形形状的锥形区域，

所述多个气体喷出口以随着朝向下方而相互接近的方式设置、以使得所述多个部分活性气体在碰撞区域中碰撞，并且，所述碰撞区域存在于所述锥形区域内或者比所述锥形区域靠上方的位置。

活性气体生成装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种活性气体生成装置,具有平行平板方式的电极构造,利用介质阻挡放电来生成活性气体。

背景技术

[0002] 在具有平行平板方式的电极构造且利用了介质阻挡放电的以往的活性气体生成装置中,相互对置的金属电极(电极用导电膜)与介电膜(电极用介电膜)之间的空隙、或者相互对置的介电膜彼此之间的空隙成为放电空间。

[0003] 以往的活性气体生成装置采用如下的平行平板方式介质阻挡放电:使放电空间产生介质阻挡放电,使向该放电空间中投入的原料气体活化而生成活性气体。

[0004] 作为采用了平行平板方式介质阻挡放电的活性气体生成装置,例如存在专利文献1中公开的活性气体生成装置。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:国际公开第2019/138456号

发明内容

[0008] 发明要解决的课题

[0009] 这种以往的活性气体生成装置使放电空间产生介质阻挡放电。因此,根据原料气体的种类与介电膜的材质不同,有可能产生由于介质阻挡放电而产生的离子与介电膜发生化学反应、从介电膜释放出构成介电膜的元素或者其化合物的介电膜反应现象。

[0010] 当产生介电膜反应现象时,所释放出的元素或者其化合物与活性气体混合,这意味着活性气体中混入了杂质。为了防止这种介电膜反应现象,在理论上能够通过将介电膜的材质变更为不发生化学反应的材质来应对。

[0011] 然而,在变更后的材质的加工性较差的情况下,在介电膜的形状为复杂形状的情况下,存在用于形成复杂形状的介电膜的制造工序复杂化这样的问题点。

[0012] 如此,以往的活性气体生成装置存在无法抑制上述介电膜反应现象,不使制造工序复杂化就无法生成高纯度的活性气体这样的问题点。

[0013] 本发明的目的在于提供一种活性气体生成装置,解决上述那样的问题点,不使制造工序复杂化就能够供给高纯度的活性气体。

[0014] 用于解决课题的手段

[0015] 本发明所涉及的活性气体生成装置具有使供给到放电空间的原料气体活化而生成活性气体的电极单元,其特征在于,所述电极单元具备:第一电极构成部;以及第二电极构成部,设置在所述第一电极构成部下方,所述第一电极构成部包括第一电极用介电膜、以及设置在所述第一电极用介电膜的上表面上的第一电极用导电膜,所述第二电极构成部包括第二电极用介电膜、以及设置在所述第二电极用介电膜的下表面上的第二电极用导电

膜,在所述第一电极用介电膜与所述第二电极用介电膜之间设置有电介质空间,所述放电空间在所述电介质空间内包括所述第一以及第二电极用导电膜在俯视时重叠的区域即主要放电空间,所述电极单元还具备:电介质保护构件,相对于所述第一电极用介电膜以及所述第二电极用介电膜中的至少一个即保护对象介电膜,设置在所述电介质空间侧,所述电介质保护构件的构成材料具有在所述放电空间中产生介质阻挡放电时遮挡由于所述介质阻挡放电而产生的离子向所述保护对象介电膜的照射且与所述离子不发生化学反应的保护特性。

[0016] 发明效果

[0017] 在本发明的活性气体生成装置中,在包括放电空间的电介质空间与保护对象介电膜之间存在具有上述保护特性的电介质保护构件,因此在放电空间中产生介质阻挡放电时能够抑制保护对象介电膜与离子反应的介电膜反应现象。

[0018] 结果,本发明的活性气体生成装置通过可靠地避免与介电膜反应现象相伴随的保护对象介电膜的元素等向放电空间内的混入,由此能够生成高纯度的活性气体。

[0019] 此外,电极单元无需将第一以及第二电极用介电膜的构成材料相对于以前进行变更,仅通过追加电介质保护构件就能够构成,因此电极单元的制造工序不会复杂化。

[0020] 通过以下的详细说明以及附图,本发明的目的、特征、方案以及优点变得更明白。

附图说明

[0021] 图1是示意地表示本发明的实施方式1的活性气体生成装置的平面构造的俯视图。

[0022] 图2是表示图1的A-A截面的截面构造的剖视图。

[0023] 图3是示意地表示电极单元的平面构造的说明图(其1)。

[0024] 图4是表示图3的B-B截面的截面构造的说明图。

[0025] 图5是示意地表示电极单元的平面构造的说明图(其2)。

[0026] 图6是表示图5的C-C截面的截面构造的说明图。

[0027] 图7是示意地表示壳体的平面构造的说明图。

[0028] 图8是示意地表示壳体的截面构造的说明图。

[0029] 图9是示意地表示高压侧介电膜的平面构造的说明图。

[0030] 图10是示意地表示高压侧介电膜的截面构造的说明图。

[0031] 图11是示意地表示接地侧介电膜的平面构造的说明图。

[0032] 图12是示意地表示接地侧介电膜的截面构造的说明图。

[0033] 图13是示意地表示供电体的平面构造的说明图。

[0034] 图14是示意地表示供电体的截面构造的说明图。

[0035] 图15是示意地表示接地导体的平面构造的说明图。

[0036] 图16是示意地表示接地导体的截面构造的说明图。

[0037] 图17是表示图16的关注区域中的详细情况的说明图。

[0038] 图18是示意地表示罩介电膜的平面构造的说明图。

[0039] 图19是示意地表示罩介电膜的截面构造的说明图。

[0040] 图20是示意地表示接地侧电极构成部的平面构造的说明图。

[0041] 图21是示意地表示接地侧电极构成部的截面构造的说明图。

- [0042] 图22是示意地表示屏蔽介电膜的平面构造的说明图。
- [0043] 图23是示意地表示屏蔽介电膜的截面构造的说明图。
- [0044] 图24是示意地表示介电膜支承构件的平面构造的说明图。
- [0045] 图25是示意地表示介电膜支承构件的截面构造的说明图。
- [0046] 图26是示意地表示介电膜按压构件的平面构造的说明图。
- [0047] 图27是示意地表示介电膜按压构件的截面构造的说明图。
- [0048] 图28是示意地表示图27的关注区域中的详细情况的说明图。
- [0049] 图29是示意地表示按压构件的平面构造的说明图。
- [0050] 图30是示意地表示按压构件的截面构造的说明图。
- [0051] 图31是示意地表示实施方式1的活性气体生成装置中的电极单元的活性气体的喷出方式的说明图。
- [0052] 图32是示意地表示实施方式1的电极单元中理想的活性气体的喷出方式的说明图。
- [0053] 图33是表示实施方式2的活性气体生成装置中的电极单元的截面构造的说明图。
- [0054] 图34是示意地表示实施方式2的接地导体的构造的说明图(其1)。
- [0055] 图35是示意地表示实施方式2的接地导体的构造的说明图(其2)。
- [0056] 图36是示意地表示实施方式2中的多个气体喷出口的截面构造的说明图(其1)。
- [0057] 图37是示意地表示实施方式2中的多个气体喷出口的截面构造的说明图(其2)。
- [0058] 图38是表示实施方式2的电极单元的壳体开口部内的活性气体的喷出方式的说明图(其1)。
- [0059] 图39是表示实施方式2的电极单元的壳体开口部内的活性气体的喷出方式的说明图(其2)。
- [0060] 图40是表示实施方式2的电极单元的壳体开口部内的活性气体的喷出方式的说明图(其3)。
- [0061] 图41是表示实施方式2的电极单元的壳体开口部内的活性气体的喷出方式的说明图(其4)。
- [0062] 图42是示意地表示实施方式3的活性气体生成装置所使用的电极单元的基本方式的说明图。
- [0063] 图43是表示实施方式3的第二方式的活性气体生成装置中使用的电极单元的概念的说明图。
- [0064] 图44是表示实施方式3的第二方式的活性气体生成装置中使用的电极单元811的截面构造的说明图。
- [0065] 图45是示意地表示图44所示的介电膜支承构件的平面构造的说明图。
- [0066] 图46是示意地表示实施方式4的活性气体生成装置中使用的电极单元的基本方式的说明图。
- [0067] 图47是示意地表示实施方式5的活性气体生成装置中使用的电极单元的基本方式的说明图。
- [0068] 图48是示意地表示实施方式5的第二方式的活性气体生成装置中使用的电极单元830的概念的说明图。

[0069] 图49是表示实施方式5的第二方式的活性气体生成装置中使用的电极单元831的截面构造的说明图。

[0070] 图50是示意地表示图49的关注区域的详细构造的说明图。

[0071] 图51是示意地表示图49所示的介电膜支承构件的平面构造的说明图。

[0072] 图52是示意地表示实施方式6的活性气体生成装置中使用的电极单元的基本方式的说明图。

[0073] 图53是示意地表示实施方式7的活性气体生成装置中使用的电极单元的基本方式的说明图。

[0074] 图54是用于表示实施方式7的活性气体生成装置的效果的说明图(其1)。

[0075] 图55是用于表示实施方式7的活性气体生成装置的效果的说明图(其2)。

[0076] 图56是用于表示实施方式7的活性气体生成装置的效果的说明图(其3)。

[0077] 图57是表示实施方式7的第二方式的活性气体生成装置中使用的电极单元的截面构造的说明图。

[0078] 图58是表示图57的关注区域的详细情况的说明图。

[0079] 图59是表示实施方式8的第一以及第二方式的活性气体生成装置的截面构造的说明图。

[0080] 图60是表示实施方式8的第一方式中的图59的关注区域的详细构造的说明图。

[0081] 图61是表示实施方式8的第二方式中的图59的关注区域的详细构造的说明图。

具体实施方式

[0082] <实施方式1>

[0083] 图1是示意地表示本发明的实施方式1的活性气体生成装置71的平面构造的俯视图。

[0084] 如该图所示,在活性气体生成装置71中,在壳体1内收纳有3个电极单元51~53。经由气体流路21向电极单元51~53分别供给原料气体G1。然后,电极单元51~53分别使供给到放电空间4的原料气体G1活化而生成活性气体G2。

[0085] 图2是表示图1的A-A截面的截面构造的剖视图。图3~图6是对电极单元50的构造局部地进行说明的说明图。另外,电极单元50相当于电极单元51~53中的任一个。另外,电极单元51~53相互具有相同构造。

[0086] 图3是示意地表示电极单元50的平面构造的说明图。图4是表示图3的B-B截面的截面构造的说明图。图3以及图4成为表示接地导体6及其周边的构造的第一说明图。

[0087] 图5是示意地表示电极单元50的平面构造的说明图。图6是表示图5的C-C截面的截面构造的说明图。图5以及图6成为表示接地导体6及其周边的详细构造的第二说明图。

[0088] 图7~图30是表示电极单元50的构成构件的详细情况的说明图。图7以及图8是示意地表示壳体1的构造的说明图。图7表示壳体1的平面构造,图8表示壳体1的截面构造。

[0089] 图9以及图10分别是示意地表示高压侧介电膜2的构造的说明图。图9表示高压侧介电膜2的平面构造,图10表示高压侧介电膜2的截面构造。

[0090] 图11以及图12分别是示意地表示接地侧介电膜3的构造的说明图。图11表示接地侧介电膜3的平面构造,图12表示接地侧介电膜3的截面构造。

[0091] 图13以及图14分别是示意地表示供电体5的构造的说明图。图13表示供电体5的平面构造,图14表示供电体5的截面构造。

[0092] 图15~图17分别是示意地表示接地导体6的构造的说明图。图15表示接地导体6的平面构造,图16表示接地导体6的截面构造,图17表示图16的关注区域R1中的详细情况。

[0093] 图18以及图19分别是示意地表示罩介电膜8的构造的说明图。图18表示罩介电膜8的平面构造,图19表示罩介电膜8的截面构造。

[0094] 图20以及图21分别是示意地表示接地侧电极构成部E2的构造的说明图。图20表示接地侧电极构成部E2的平面构造,图21表示接地侧电极构成部E2的截面构造。接地侧电极构成部E2包括接地侧介电膜3、导电膜7以及罩介电膜8的组合构造。

[0095] 图22以及图23分别是示意地表示屏蔽介电膜9的构造的说明图。图22表示屏蔽介电膜9的平面构造,图23表示屏蔽介电膜9的截面构造。

[0096] 图24以及图25分别是示意地表示介电膜支承构件10的构造的说明图。图24表示介电膜支承构件10的平面构造,图25表示介电膜支承构件10的截面构造。

[0097] 图26~图28分别是示意地表示介电膜按压构件11的构造的说明图。图26表示介电膜按压构件11的平面构造,图27表示介电膜按压构件11的截面构造,图28表示图27的关注区域R2中的详细情况。

[0098] 图29以及图30分别是示意地表示按压构件12的构造的说明图。图29表示按压构件12的平面构造,图30表示按压构件12的截面构造。

[0099] 另外,图1~图30分别示意地表示活性气体生成装置71、电极单元50或者电极单元50的构成构件,包括比例尺在内的形状在图1~图30之间不一定一致。另外,在图1~图30中分别记载有XYZ正交坐标系。

[0100] 以下,适当参照上述图1~图30对实施方式1的活性气体生成装置71进行说明。

[0101] (整体构造)

[0102] 如图1所示,活性气体生成装置71具备:作为多个电极单元的电极单元51~53;以及在壳体内空间S1(参照图8)收纳电极单元51~53且具有导电性的壳体1。

[0103] 如图2以及图7所示,壳体1具有壳体底部1a,该壳体底部1a包括平坦面1F与从平坦面1F向深度方向凹陷的导体收纳空间6S。

[0104] 如图8所示,壳体1具有壳体底部1a、壳体侧部1b以及壳体上部1c,通过壳体底部1a、壳体侧部1b以及壳体上部1c形成在内部收纳电极单元51~53的壳体内空间S1。

[0105] 电极单元51~53分别以接地导体6配置在导体收纳空间6S内的方式收纳在壳体1的壳体内空间S1内。如图7所示,从外部供给的原料气体G1经由设置在壳体底部1a内的气体流路21向配置在导体收纳空间6S内的接地导体6的下表面以及侧面上所设置的原料气体用流通空间供给。

[0106] 电极单元51(50)具备作为第一电极构成部的高压侧电极构成部E1、以及设置在高压侧电极构成部E1的下方的作为第二电极构成部的接地侧电极构成部E2。

[0107] 电极单元51还具备作为基准电位导体的接地导体6,该接地导体6设置在作为第二电极构成部的接地侧电极构成部E2的下方,被收纳在导体收纳空间6S内。接地导体6以金属等导电体为构成材料。

[0108] 作为第一电极构成部的高压侧电极构成部E1包括作为第一电极用介电膜的高压

侧介电膜2、以及形成在高压侧介电膜2的上表面上的作为第一电极用导电膜的供电体5。另外,作为第一电极用导电膜的供电体5设置在供电体配置用凹部28上,该供电体配置用凹部28设置在作为第一电极用介电膜的高压侧介电膜2的中央。

[0109] 高压侧介电膜2以电介质为构成材料,供电体5以金属等导电体为构成材料。例如,供电体5为金属制的构成。

[0110] 接地侧电极构成部E2包括作为第二电极用介电膜的接地侧介电膜3、以及形成在接地侧介电膜3的下表面上的作为第二电极用导电膜的导电膜7。另外,导电膜7的膜厚较薄,因此在图2等中省略图示,在图20以及图21中示出导电膜7的形成区域。

[0111] 接地侧介电膜3以电介质为构成材料,导电膜7以金属等导电体为构成材料。

[0112] 作为基准电位导体的接地导体6在上部具有非贯通的活性气体用缓冲空间68,接地侧电极构成部E2堵塞活性气体用缓冲空间68地配置。因而,在活性气体用缓冲空间68之外,导电膜7的下表面与接地导体6的上表面具有接触关系。

[0113] 作为第二电极用介电膜的接地侧介电膜3在俯视时与活性气体用缓冲空间68重叠的区域中,具有贯通接地侧介电膜3的电介质贯通口3h,作为第二电极用导电膜的导电膜7在俯视时与活性气体用缓冲空间68重叠的区域中具有导电膜开口部7h,导电膜开口部7h在俯视时与电介质贯通口3h重叠。

[0114] 壳体1的壳体底部1a具有从外部接受原料气体G1的气体流路21,在接地导体6与壳体1的导体收纳空间6S之间设置有原料气体用流通空间。如后述那样,原料气体用流通空间包括原料气体缓冲空间61、狭缝空间62以及侧面空间63。

[0115] 原料气体G1经由气体流路21以及上述原料气体用流通空间被引导至放电空间4的主要放电空间。另外,如后述那样,主要放电空间是指高压侧介电膜2与接地侧介电膜3之间的电介质空间18内的放电空间4。

[0116] 从交流电源15施加的交流电压经由电气布线、导入端子等电连接机构施加于作为第一电极用导电膜的供电体5。另外,在图2等中省略表示电连接机构的图示。

[0117] 另一方面,壳体1被设定为作为基准电位的接地电位。因而,经由壳体1以及接地导体6,作为第二电极用导电膜的导电膜7被设定为接地电位。

[0118] 电极单元51 (50) 还具备介电膜支承构件10、介电膜按压构件11以及按压构件12等辅助构件。

[0119] (高压侧介电膜2的固定)

[0120] 介电膜支承构件10的阶差部102具有设置在壳体1的平坦面1F上、成为从下方支承高压侧介电膜2的支承面10F的上表面。此时,以介电膜支承构件10的侧面与壳体1的壳体底部1a的导体收纳空间6S的侧面一致的方式,介电膜支承构件10配置在平坦面1F上。

[0121] 介电膜按压构件11是用于从上方按压高压侧介电膜2的构件,在俯视时不与供电体5重叠。即,在高压侧介电膜2的上表面上存在未形成介电膜按压构件11以及供电体5的露出区域EX2。

[0122] 如图6、图27以及图28所示,介电膜按压构件11的下表面具有与高压侧介电膜2的上表面接触的电介质接触区域112以及与高压侧介电膜2的上表面不接触的电介质非接触区域111。电介质接触区域112成为与高压侧介电膜2相接而施加载荷的区域,电介质非接触区域111成为与高压侧介电膜2不具有接触关系、在高压侧介电膜2的上表面上向供电体5侧

伸出的区域。

[0123] 电介质接触区域112在俯视时与高压侧介电膜2的周边区域以及介电膜支承构件10的支承面10F重叠,电介质非接触区域111在俯视时与比高压侧介电膜2的周边区域靠内侧的中间区域重叠。即,中间区域成为从高压侧介电膜2的周边区域与供电体5侧邻接的区域。

[0124] 介电膜按压构件11由金属等构成,具有导电性,经由壳体1、安装用螺栓31、以及按压构件12而被设定为作为基准电位的接地电位。安装用螺栓31以及按压构件12也具有导电性。

[0125] 因而,高压侧介电膜2在电介质接触区域112中由介电膜按压构件11从上方按压。以下,对介电膜支承构件10、介电膜按压构件11以及按压构件12的组合构造进行详细叙述。

[0126] 如图2所示,在介电膜支承构件10的上表面上配置有按压构件12,通过安装用螺栓31将按压构件12以及介电膜支承构件10固定在壳体1的壳体底部1a上。

[0127] 如图24以及图25所示,介电膜支承构件10在俯视时呈现在中央具有中央开口部100的圆状。在中央开口部100的周边呈圆环状设置有由阶差部102与周边部上表面101构成的阶差构造。阶差部102的上表面成为支承面10F。在阶差部102(支承面10F)的外周侧的周边部上表面101上离散地以圆状设置多个贯通口10h。

[0128] 另一方面,如图9以及图10所示,高压侧介电膜2在俯视时呈现在中央具有供电体配置用凹部28的圆状。在供电体配置用凹部28的周边呈圆环状设置有周边表面区域27。另外,高压侧介电膜2具有在俯视时呈圆状的凹部底面26,凹部底面26的周边的底面成为在俯视时呈圆环状的凸部底面23。

[0129] 如图13以及图14所示,供电体5具有圆柱形状。以供电体5的底面位于高压侧介电膜2的供电体配置用凹部28上的方式,供电体5配置在高压侧介电膜2的上表面上。

[0130] 从交流电源15对作为第一电极用导电膜的供电体5施加交流电压。另外,如图5所示,供电体配置用凹部28在俯视时包括供电体5,具有比供电体5稍大的平面形状。

[0131] 高压侧介电膜2以介电膜支承构件10的支承面10F与高压侧介电膜2的凸部底面23接触的方式,高压侧介电膜2配置在介电膜支承构件10上。高压侧介电膜2与介电膜支承构件10隔着未图示的O型环等密封材而接触。

[0132] 另外,如图26以及图27所示,介电膜按压构件11在俯视时呈现在中央具有中央开口部110的圆状。设置在中央开口部110的外周侧的圆环状的下表面区域成为电介质非接触区域111,设置在电介质非接触区域111的外周侧的圆环状的下表面区域成为电介质接触区域112。

[0133] 如图28所示,电介质接触区域112比电介质非接触区域111向下方(-Z方向)突出,且与高压侧介电膜2的上表面U2具有接触关系。另一方面,电介质非接触区域111与高压侧介电膜2的上表面U2之间存在间隙SP11,因此与高压侧介电膜2的上表面U2不接触。

[0134] 如图29以及图30所示,按压构件12在俯视时呈现在中央具有中央开口部120的圆状。在中央开口部120的外周侧的外周区域125,多个内侧贯通口121h离散地设置为圆状,在多个内侧贯通口121h的外周侧,多个外侧贯通口122h离散地设置为圆状。

[0135] 如此,在按压构件12的外周区域125中设置有多多个内侧贯通口121h以及多个外侧贯通口122h。另外,多个内侧贯通口121h分别成为攻螺纹的贯通口。

[0136] 上述构造的按压构件12的外周区域125的一部分载置在介电膜支承构件10上,通过多个安装用螺栓31将介电膜支承构件10以及按压构件12固定于壳体1的壳体底部1a。多个安装用螺栓31的螺纹部从多个外侧贯通口122h以及多个贯通口10h贯通并安装于壳体底部1a。

[0137] 如图2~图6所示,按压构件12配置于在俯视时与介电膜支承构件10以及介电膜按压构件11重叠的区域中。

[0138] 另一方面,以从按压构件12的多个内侧贯通口121h贯通的方式将多个按压辅助构件32安装于按压构件12。作为按压辅助构件32,可以考虑螺栓、固定螺钉等。以通过多个按压辅助构件32按压介电膜按压构件11的方式,将多个按压辅助构件32安装在多个内侧贯通口121h内。多个按压辅助构件32设置于在俯视时与介电膜按压构件11的电介质接触区域112以及高压侧介电膜2的凸部底面23重叠的位置。

[0139] 因而,通过接受多个按压辅助构件32的按压力的介电膜按压构件11,从上方的电介质接触区域112按压高压侧介电膜2。

[0140] 如上述那样,在实施方式1的活性气体生成装置71的电极单元50中,作为第一电极用介电膜的高压侧介电膜2被接受多个按压辅助构件32的按压力的介电膜按压构件11从上方的电介质接触区域112进行按压。因此,能够将通过介电膜按压构件11对高压侧介电膜2施加载荷的区域仅限制于电介质接触区域112的下方区域。

[0141] 结果,实施方式1的活性气体生成装置71不对高压侧介电膜2施加不必要的弯曲应力就能够在介电膜按压构件11的电介质接触区域112与介电膜支承构件10的支承面10F之间稳定性良好地固定高压侧介电膜2。

[0142] 介电膜按压构件11被设定为作为基准电位的接地电位,且具有导电性。介电膜按压构件11的电介质非接触区域111在俯视时与高压侧介电膜2的中间区域重叠。

[0143] 因而,电极单元50能够通过具有电介质非接触区域111的介电膜按压构件11使供电体5的电场强度缓和而使高压侧介电膜2的中间区域的电位降低,因此能够使高压侧介电膜2与接地侧介电膜3之间的外径方向上的电位降低。

[0144] 结果,实施方式1的活性气体生成装置71中的电极单元50能够可靠地防止高压侧介电膜2与介电膜支承构件10之间的空隙20中的绝缘破坏。

[0145] (接地导体6)

[0146] 如图15~图17所示,收纳在壳体1的导体收纳空间6S内的接地导体6在俯视时呈圆状,在底面的端部区域具有原料气体缓冲空间61以及狭缝空间62。

[0147] 原料气体缓冲空间61在俯视形成为圆环状,如图2所示,与气体流路21相连,能够将从外部供给的原料气体G1经由气体流路21取入到原料气体缓冲空间61内。

[0148] 在原料气体缓冲空间61的周边离散地设置有多个狭缝空间62。如图17所示,多个狭缝空间62分别与原料气体缓冲空间61相连,能够使原料气体G1从原料气体缓冲空间61向狭缝空间62流通。

[0149] 如图6以及图17所示,侧面空间63是导体收纳空间6S的内周侧面与接地导体6的外周侧面之间的间隙空间,在俯视时设置为圆环状。

[0150] 介电膜支承构件10与接地导体6具有图3以及图4所示那样的位置关系,因此经过侧面空间63后的原料气体G1被向介电膜支承构件10的下方侧面区域R10供给。

[0151] 如此,原料气体缓冲空间61设置在接地导体6的下表面侧,经由气体流路21接受原料气体G1。多个狭缝空间62分别设置在接地导体6的下表面侧,且与原料气体缓冲空间61相连。

[0152] 侧面空间63设置在接地导体6的侧面侧,且与多个狭缝空间62相连。如上述那样,原料气体用流通空间包括原料气体缓冲空间61、多个狭缝空间62以及侧面空间63。

[0153] 因而,从外部向气体流路21供给的原料气体G1经由原料气体缓冲空间61、狭缝空间62以及侧面空间63而被引导至放电空间4。

[0154] 多个狭缝空间62分别被设定为与原料气体缓冲空间61相比较而原料气体不易流动的较窄的空间,以使原料气体G1在原料气体缓冲空间61中暂时滞留之后向多个狭缝空间62分别流动。即,多个狭缝空间62与原料气体缓冲空间61、侧面空间63相比较,表示原料气体G1的流动容易性的系数即传导性减小。

[0155] 结果,实施方式1的活性气体生成装置71能够向放电空间4以空间上均匀的方式供给原料气体G1。即,能够从在俯视时呈圆状的电介质空间18的周边部朝向中心的放电空间4均匀地供给原料气体G1。

[0156] 通过使狭缝空间62的传导性降低,由此原料气体缓冲空间61与侧面空间63之间的差压变大,使在多个狭缝空间62中分别流动的原料气体G1的流量偏差降低。因而,原料气体G1被朝向放电空间4均匀地供给。另外,原料气体G1的流量例如通过设置在气体流路21的上游的质量流量控制器(MFC)等来调整。

[0157] 因而,一般的活性气体生成装置为,若不被均匀地供给原料气体G1,则原料气体G1在放电空间4中经过的时间改变,结果产生活性气体G2的生成效率恶化的不良情况。实施方式1的活性气体生成装置71能够均匀地供给原料气体G1,因此不会产生上述不良情况。

[0158] (接地侧电极构成部E2与活性气体用缓冲空间68)

[0159] 如上述那样,作为第二电极构成部的接地侧电极构成部E2包括接地侧介电膜3以及导电膜7。

[0160] 如图11以及图12所示,接地侧介电膜3在俯视时呈圆状,在中央具有圆状的电介质贯通口3h。

[0161] 如图18以及图19所示,罩介电膜8在俯视时呈圆状,在中央具有圆状的罩贯通口8h。另外,罩介电膜8优选使用与接地侧介电膜3相同的构成材料。其原因在于,防止在罩介电膜8与接地侧介电膜3之间热膨胀系数不同的情况下产生应变。另外,也可以选择热膨胀系数接近的材料作为罩介电膜8以及接地侧介电膜3各自的材料。

[0162] 如图20以及图21所示,导电膜7在俯视时呈圆状,在中央具有在俯视时为圆状的导电膜开口部7h。

[0163] 电介质贯通口3h以及导电膜开口部7h分别在俯视时与活性气体用缓冲空间68重叠,如图21所示,导电膜开口部7h在俯视时将电介质贯通口3h包含在内,呈比电介质贯通口3h大的形状。

[0164] 以使接地侧介电膜3以及导电膜7各自的中心位置一致的方式,在接地侧介电膜3的下表面上设置导电膜7。导电膜7的直径被设定为与接地侧介电膜3的直径相同的程度,与在中央设置有比电介质贯通口3h大的导电膜开口部7h相应地,导电膜7的形成面积比接地侧介电膜3的形成面积小。

[0165] 导电膜开口部7h的成为圆周状的外周线的导电膜内侧边界7e成为导电膜7的电介质贯通口3h侧的端部,在比导电膜内侧边界7e靠内侧的区域未形成导电膜7。导电膜内侧边界7e成为导电膜7的电极边界线。因而,如图21所示,接地侧介电膜3的下表面上的导电膜7的形成区域A7成为从接地侧介电膜3的外周位置至导电膜内侧边界7e的区域。

[0166] 如图20以及图21所示,罩介电膜8从接地侧介电膜3的下表面上起将导电膜内侧边界7e包含之内、到达导电膜7的下表面上地设置为圆状。但是,罩介电膜8在中心具有罩贯通口8h。即,导电膜7的导电膜开口部7h的外径成为比罩介电膜8的外径短的尺寸关系。

[0167] 罩贯通口8h具有与电介质贯通口3h相同程度的形状,罩贯通口8h被包含于导电膜开口部7h,具有比导电膜开口部7h小的形状。因而,罩介电膜8覆盖导电膜7的导电膜内侧边界7e(电极边界线)。然后,罩介电膜8未覆盖的导电膜7的下表面与接地导体6的上表面具有接触关系。

[0168] 如图15以及图16所示,设置在接地导体6的上部的活性气体用缓冲空间68在俯视时呈圆状,在活性气体用缓冲空间68的底面65的周边设置有多个气体喷出口69。

[0169] 在图15以及图16中还一并示出罩介电膜8的形成区域。如这些图所示那样,罩介电膜8的外周线与活性气体用缓冲空间68的外周线大致相同。

[0170] 如图2以及图16所示,在活性气体用缓冲空间68的底面65上设置有屏蔽介电膜9。

[0171] 如图22以及图23所示,屏蔽介电膜9为规定的膜厚且在俯视时形成为圆状。

[0172] 屏蔽介电膜9以使活性气体用缓冲空间68以及屏蔽介电膜9各自的中心位置一致的方式设置在活性气体用缓冲空间68的底面65上。

[0173] 如图15以及图16所示,多个气体喷出口69在俯视时与罩介电膜8重叠,且在俯视时不与电介质贯通口3h以及罩贯通口8h重叠。

[0174] 如图16所示,在活性气体用缓冲空间68的底面65的周边,贯通接地导体6地设置有多多个气体喷出口69。即,在俯视时在屏蔽介电膜9的周边区域设置有多多个气体喷出口69。

[0175] 在这种构造的实施方式1的活性气体生成装置71中,如上述那样,原料气体G1从金属壳体1的外部经由气体流路21以及原料气体用流通空间向放电空间4供给。

[0176] 若正产生介质阻挡放电的放电空间4被供给原料气体G1,则原料气体G1被活化而成为活性气体G2,从电介质贯通口3h以及罩贯通口8h经过而被导入至活性气体用缓冲空间68。进入活性气体用缓冲空间68内的活性气体G2从活性气体用缓冲空间68的底面所设置的多个气体喷出口69经过而被供给到后级的处理空间。

[0177] 在这种构成的实施方式1的活性气体生成装置71中,作为第一电极用介电膜的高压侧介电膜2与作为第二电极用介电膜的接地侧介电膜3对置的主要电介质空间成为电介质空间18。电介质空间18在俯视时呈圆状。另外,高压侧介电膜2与屏蔽介电膜9对置的空间被规定为辅助电介质空间。放电空间4在电介质空间18内包括供电体5与导电膜7在俯视时重叠的主要放电空间。

[0178] 为了形成上述主要放电空间,高压侧介电膜2与接地侧介电膜3以在高度方向(Z方向)上成为一定距离的方式对应地设置,在高压侧介电膜2与接地侧介电膜3之间的电介质空间18内存在放电空间4的上述主要放电空间。

[0179] 放电空间4进一步在上述辅助电介质空间内包括由电介质贯通口3h、罩贯通口8h、以及屏蔽介电膜9上的活性气体用缓冲空间68的一部分构成的辅助放电空间44。

[0180] 在接地导体6中,通过将底面65下的底面区域用作为被设定为接地电位的接地电极用导电膜,并对从交流电源15接受交流电压的供电体5与上述接地电极用导电膜之间施加放电电压,由此能够生成辅助放电空间44。

[0181] 如上述那样,辅助放电空间44包括电介质贯通口3h、罩贯通口8h以及活性气体用缓冲空间68的一部分。如此,在实施方式1中形成的放电空间4包括电介质空间18内的主要放电空间以及辅助放电空间44。

[0182] 在实施方式1的活性气体生成装置71中,从辅助放电空间44到多个气体喷出口69各自的路径被规定为活性气体流通路径。

[0183] 在实施方式1的活性气体生成装置71中,作为放电空间4的一部分的辅助放电空间44包括电介质贯通口3h、罩贯通口8h、以及活性气体用缓冲空间68的一部分,因此能够将从辅助放电空间44到多个气体喷出口69的活性气体流通路径抑制为所需最小限度的体积而抑制活性气体G2的失活量。

[0184] 而且,电极单元50的接地侧电极构成部E2中的罩介电膜8为,在活性气体用缓冲空间68内覆盖导电膜7的电极边界线即导电膜内侧边界7e,且在俯视时与多个气体喷出口69重叠,因此能够抑制随着活性气体G2与导电膜7碰撞而活性气体G2消失的、表面失活现象。

[0185] 结果,实施方式1的活性气体生成装置71能够将高浓度的活性气体G2从多个气体喷出口69向后级的处理空间供给。

[0186] 实施方式1的电极单元50通过具有上述构造,由此面向放电空间4的部分仅成为以作为绝缘体的电介质为构成材料的构件(高压侧介电膜2、接地侧介电膜3、罩介电膜8以及屏蔽介电膜9)。当金属材料面向放电时,容易离子化,在气体中含有金属离子,成为混入污染的原因。

[0187] (壳体开口部41)

[0188] 如图2所示,壳体1的壳体底部1a具有壳体开口部41。壳体开口部41设置在俯视时与活性气体用缓冲空间68重叠的区域中,且贯通壳体底部1a。

[0189] 因而,从多个气体喷出口69喷出的活性气体G2经由壳体开口部41被引导至下方的处理空间。

[0190] 如图2所示,设置于壳体底部1a的壳体开口部41具有随着朝向下方而开口面积变大且如图2以及图7所示那样具有最下外周缘41L的锥形状。

[0191] 在实施方式1的活性气体生成装置71中,设置于壳体1的壳体底部1a的壳体开口部41具有随着朝向下方而开口面积变大的锥形状。

[0192] 因此,实施方式1的活性气体生成装置71能够将由于从多个气体喷出口69喷出的活性气体G2与壳体底部1a碰撞而产生的损失抑制为最小限度,能够将高浓度的活性气体G2向下方的处理空间供给。

[0193] <实施方式2>

[0194] (实施方式1的课题)

[0195] 在上述实施方式1的活性气体生成装置71中,从活性气体用缓冲空间68经由多个气体喷出口69,向存在于下方的后级的处理空间供给活性气体G2。以下,将来自多个气体喷出口69的活性气体G2规定为多个局部活性气体来进行说明。

[0196] 图31是示意地表示实施方式1的活性气体生成装置71中的电极单元50(51~53)的

活性气体G2的喷出方式的说明图。图32是示意地表示电极单元50中理想的活性气体G2的喷出方式的说明图。图31以及图32例如相当于图1的A—A截面。在图31以及图32中分别记载有XYZ正交坐标系。

[0197] 如图31所示,在实施方式1的活性气体生成装置71所具备的电极单元50(51~53)中,多个气体喷出口69以随着朝向下方而彼此远离的方式设置、以使得多个局部活性气体之间不产生碰撞。

[0198] 但是,在活性气体用缓冲空间68的空间压力 p_0 与后级的处理空间的空间压力 p_1 相差较大的情况下,例如在 $\{(p_1/p_0) < 0.5\}$ 的情况下,从多个气体喷出口69喷出的多个局部活性气体如图31的气体流动FGX所示那样,成为被称为阻塞流(choking flow)的仅一个方向的流动,多个局部活性气体分别不扩散而直线状地前进。

[0199] 实施方式1的活性气体生成装置71采用如下构造:为了向后级的处理空间供给均匀的活性气体G2,而以电极单元50为单位设置多个气体喷出口69,而且,为了向具有比较大的区域的处理空间供给活性气体G2,而设置多个电极单元50作为电极单元51~53。

[0200] 然而,从各电极单元50喷出的多个局部活性气体分别按照图31所示的直线状的气体流动FGX向处理空间供给,未成为图32所示的向多个方向扩散的气体流动FGY。

[0201] 如此,从电极单元50的多个气体喷出口69分别喷出的局部活性气体基本上仅具有一个方向性。因此,实施方式1的活性气体生成装置71具有无法向处理空间供给均匀的活性气体G2这样的课题。

[0202] 在以下所述的实施方式2的活性气体生成装置75中,以供给均匀的活性气体G2为目的。

[0203] (实施方式2的构造)

[0204] 图33是表示实施方式2的活性气体生成装置75中的电极单元55的截面构造的说明图。在该图中记载有XYZ正交坐标系。

[0205] 活性气体生成装置75的整体构成是与图1所示的活性气体生成装置71相同的构成。因而,图33所示的电极单元55与图1所示的整体构成的活性气体生成装置75中的电极单元51~53中的某个对应。

[0206] 即,实施方式2的活性气体生成装置75与实施方式1的活性气体生成装置71相同,具备作为多个电极单元的电极单元51~53、以及在壳体内空间S1(参照图8)中收纳电极单元51~53且具有导电性的壳体1。

[0207] 实施方式2的电极单元55的特征在于,将实施方式1的电极单元50的接地导体6置换为接地导体60。

[0208] 以下,与实施方式1的电极单元50相同的构成部分标注相同的附图标记,以实施方式2的电极单元55的特征部分为中心进行说明。

[0209] 如图33所示,电极单元55具备作为基准电位导体的接地导体60,该接地导体60设置在包括接地侧介电膜3的接地侧电极构成部E2的下方,且被收纳在导体收纳空间6S内。接地导体60以金属等导电体为构成材料。

[0210] 实施方式2的电极单元55以接地导体60配置在导体收纳空间6S内的方式被收纳在壳体1的壳体内空间S1内。从外部供给的原料气体G1经由设置在壳体底部1a内的气体流路21,向配置在导体收纳空间6S内的接地导体60的下表面以及侧面所设置的原料气体用流通

空间供给。

[0211] (接地导体60)

[0212] 图34以及图35分别是示意地表示接地导体60的构造的说明图。图34表示接地导体60的平面构造,图35表示接地导体60的截面构造。在图34以及图35中分别记载有XYZ正交坐标系。

[0213] 作为基准电位导体的接地导体60在上部具有非贯通的活性气体用缓冲空间68,包括接地侧介电膜3的接地侧电极构成部E2将活性气体用缓冲空间68封堵地配置。因而,在活性气体用缓冲空间68外,导电膜7的下表面与接地导体60的上表面具有接触关系。

[0214] 与实施方式1相同,壳体1被设定为作为基准电位的接地电位。因而,导电膜7经由壳体1以及接地导体60被设定为接地电位。

[0215] 如图34所示,被收纳在壳体1的导体收纳空间6S内的接地导体60在俯视时呈圆状,在底面的端部区域具有原料气体缓冲空间61以及狭缝空间62。

[0216] 与对于实施方式1的接地导体6同样,对于接地导体60设置有包括原料气体缓冲空间61、多个狭缝空间62以及侧面空间63的原料气体用流通空间。

[0217] 因而,从外部向气体流路21供给的原料气体G1经由原料气体缓冲空间61、狭缝空间62以及侧面空间63而被引导至放电空间4。

[0218] 因此,实施方式2的活性气体生成装置75与实施方式1的活性气体生成装置71相同,能够向放电空间4在空间上均匀地供给原料气体G1。

[0219] 如图34以及图35所示,设置在接地导体60上部的活性气体用缓冲空间68在俯视时呈圆状,在活性气体用缓冲空间68的底面65的周边设置有多个气体喷出口70。

[0220] 与实施方式1的多个气体喷出口69相同,多个气体喷出口70在俯视时与罩介电膜8重叠,且在俯视时与电介质贯通口3h以及罩贯通口8h不重叠。

[0221] 如图33~图35所示,在活性气体用缓冲空间68的底面65的周边贯通接地导体60地设置多个气体喷出口70。即,在俯视时在屏蔽介电膜9的周边区域设置多个气体喷出口70。

[0222] 当向正在产生介质阻挡放电的放电空间4供给原料气体G1时,原料气体G1活化而成为活性气体G2,经过电介质贯通口3h以及罩贯通口8h被导入至活性气体用缓冲空间68。进入活性气体用缓冲空间68内的活性气体G2经过设置在活性气体用缓冲空间68的底面的多个气体喷出口70而被向后级的处理空间供给。

[0223] 在实施方式2的活性气体生成装置75中,从辅助放电空间44到多个气体喷出口70各自的路径被规定为活性气体流通过程。

[0224] 在实施方式2的活性气体生成装置75中,作为放电空间4的一部分的辅助放电空间44包括电介质贯通口3h、罩贯通口8h、以及活性气体用缓冲空间68的一部分,因此能够将辅助放电空间44到多个气体喷出口70的活性气体流通过程抑制为所需最小限的体积而抑制活性气体G2的失活量。

[0225] 而且,电极单元55的接地侧电极构成部E2中的罩介电膜8为,在活性气体用缓冲空间68内覆盖导电膜7的电极边界线即导电膜内侧边界7e,并且在俯视时与多个气体喷出口70重叠,因此能够抑制随着活性气体G2与导电膜7碰撞而活性气体G2消失的、表面失活现象。

[0226] 结果,与实施方式1相同,实施方式2的活性气体生成装置75能够将高浓度的活性气体G2从多个气体喷出口70向后级的处理空间供给。

[0227] 壳体1的壳体底部1a在俯视时与活性气体用缓冲空间68重叠的区域中具有壳体开口部41,从多个气体喷出口70喷出的活性气体G2经由壳体开口部41被引导至下方的处理空间。

[0228] 在实施方式2的活性气体生成装置75中,设置在壳体1的壳体底部1a的壳体开口部41具有随着朝向下方而开口面积变大的锥形状。

[0229] 因此,与实施方式1相同,实施方式2的活性气体生成装置75能够抑制由于从多个气体喷出口70喷出的活性气体G2与壳体底部1a碰撞而产生的损失,能够将比较高浓度的活性气体G2向下方的处理空间供给。

[0230] (多个气体喷出口70)

[0231] 从实施方式2的电极单元55中所设置的多个气体喷出口70喷出的活性气体G2被向存在于下方的后级的处理空间供给。在此,将从多个气体喷出口70喷出的活性气体规定为多个局部活性气体。

[0232] 在实施方式2的电极单元55中,从多个气体喷出口70喷出的多个局部活性气体经由壳体开口部41被引导至下方。

[0233] 图36以及图37是示意地表示多个气体喷出口70的截面构造的说明图,图36以及图37分别相当于图34的D—D截面构造。在图36以及图37中分别记载有XYZ正交坐标系。

[0234] 如图36以及图37所示,壳体开口部41包括高度方向(Z方向)上的开口面积恒定的上方区域41a、以及随着朝向下方而开口面积变大的锥形状的锥形区域即下方锥形区域41t。在壳体开口部41中,下方锥形区域41t成为比上方区域41a靠下方地设置的锥形区域。

[0235] 在图37中,将比上方区域41a与下方锥形区域41t的边界线的中心位置稍低的坐标位置表示为碰撞点P80。碰撞点P80存在于后述的碰撞区域80内,且成为碰撞区域80的中心。

[0236] 在实施方式1的电极单元55中,多个气体喷出口70以随着朝向下方而相互接近的方式设置,以使多个局部活性气体在碰撞点P80碰撞。

[0237] 以下,对多个气体喷出口70的构造进行详细叙述。在图36以及图37中图示有2个气体喷出口70,但如图34所示,多个气体喷出口70的个数设置有“3”以上。

[0238] 以下,将在图36以及图37的各自中图示的2个气体喷出口70中的图中右侧(+X方向侧)的气体喷出口70标记为气体喷出口70(1),将图中左侧(-X方向侧)的气体喷出口70标记为气体喷出口70(2)。

[0239] 如上述那样,多个气体喷出口70在俯视时呈圆状相互离散地配置。以下,将连结多个气体喷出口70的中心而得的圆状的虚拟线称为“虚拟气体喷出口圆”。

[0240] 气体喷出口70(1)以及70(2)相当于在上述虚拟气体喷出口圆上在直径方向上对置的一对气体喷出口70、70。在此,将从气体喷出口70(1)喷出的局部活性气体标记为局部活性气体g2(1),将从气体喷出口70(2)喷出的局部活性气体标记为局部活性气体g2(2)。

[0241] 气体喷出口70(1)具有相对于作为基准方向的水平方向(X方向)超过“0”且小于90°的恒定的喷出口倾斜度A71。喷出口倾斜度A71被设定为从气体喷出口70(1)喷出的局部活性气体g2(1)朝向碰撞点P80的方向。

[0242] 与气体喷出口70(1)相同,气体喷出口70(2)具有相对于水平方向超过“0”且小于

90°的恒定的喷出口倾斜度A72。喷出口倾斜度A72被设定为从气体喷出口70(2)喷出的局部活性气体g2(2)朝向碰撞点P80的方向。

[0243] 喷出口倾斜度A71以及A72为相互相同角度,例如被设定为45°。

[0244] 设置有气体喷出口70(1)以及70(2)的活性气体用缓冲空间68下的接地导体60的残存膜厚T6例如被设定为3mm。最上部的气体喷出口70(1)以及70(2)的中心位置间的形成间隔R70例如被设定为16.4mm。形成间隔R70与虚拟气体喷出口圆的直径 Φ 的长度一致。

[0245] 另一方面,壳体开口部41的沿着Z方向的整体深度DTA例如被设定为18.5mm,壳体开口部41中的上方区域41a的沿着Z方向的上方深度DT1例如被设定为5.0mm。

[0246] 另外,壳体开口部41的成为锥形区域的下方锥形区域41t的侧面沿着锥形倾斜度A41呈圆锥状延展。锥形倾斜度A41例如被设定为45°。

[0247] 在上述构造的接地导体60中,当从气体喷出口70(1)以及70(2)喷出局部活性气体g2(1)以及g2(2)时,局部活性气体g2(1)与局部活性气体g2(2)在碰撞点P80碰撞。如图37所示,碰撞点P80的从接地导体60的表面起的形成深度成为碰撞深度DTX。

[0248] 另外,即使气体喷出口70的总数为“3”以上,通过将各气体喷出口70沿着以形成间隔R70为直径的虚拟气体喷出口圆配置,并且设定在朝向碰撞点P80的方向上成为相同值的喷出口倾斜度A70,由此也能够使3个以上的多个局部活性气体在相同的碰撞点P80碰撞。另外,喷出口倾斜度A70是喷出口倾斜度A71以及A72等的总称。

[0249] 在上述的喷出口倾斜度A71以及A72、形成间隔R70、残存膜厚T6、以及上方深度DT1的设定例中,碰撞点P80的碰撞深度DTX成为5.2mm。

[0250] 当考虑到气体喷出口70(1)以及70(2)的口径等时,可以认为多个局部活性气体在以碰撞点P80为中心而具有延展的碰撞区域80中碰撞。因而,在上述例子中,从下方锥形区域41t的上部区域到上方区域41a的下部区域形成碰撞区域80。即,碰撞区域80存在于下方锥形区域41t内或者比下方锥形区域41t靠上方的上方区域41a内。

[0251] (活性气体G2的喷出方式)

[0252] 图38~图41分别是示意地表示实施方式2的电极单元55的壳体开口部41内的活性气体G2的喷出方式的说明图。图38~图41分别相当于图34的D—D截面的一部分。在图38~图41中分别记载有XYZ正交坐标系。

[0253] 以下,将从气体喷出口70(1)喷出的局部活性气体g2(1)的喷出方向规定为局部活性气体喷出方向V7(1),将从气体喷出口70(2)喷出的局部活性气体g2(2)的喷出方向规定为局部活性气体喷出方向V7(2)。

[0254] 如图38所示,局部活性气体g2(1)以达到碰撞点P80的方式沿着局部活性气体喷出方向V7(1)喷出,局部活性气体g2(2)以达到碰撞点P80的方式沿着局部活性气体喷出方向V7(2)喷出。

[0255] 即,局部活性气体g2(1)流动的方向仅是局部活性气体喷出方向V7(1)的一个方向,局部活性气体g2(2)流动的方向仅是局部活性气体喷出方向V7(2)的一个方向。

[0256] 之后,如图39所示,在包括碰撞点P80的碰撞区域80中局部活性气体g2(1)与局部活性气体g2(2)碰撞,局部活性气体g2(1)以及g2(2)向多个扩散方向DK扩散。

[0257] 即,局部活性气体g2(1)流动的方向从一个局部活性气体喷出方向V7(1)分散为多个扩散方向DK,局部活性气体g2(2)流动的方向从一个局部活性气体喷出方向V7(2)分散为

多个扩散方向DK。如此,在碰撞区域80中多个局部活性气体各自流动的方向从一个方向分散为多个扩散方向。

[0258] 而且,如图40所示,多个局部活性气体的中间供给方向DR1受到下方锥形区域41t的侧面的影响,被限制为接近锥形倾斜度A41。

[0259] 如此,碰撞区域80存在于下方锥形区域41t以及比下方锥形区域41t靠上方的上方区域41a,因此分别扩散后的多个局部活性气体随着朝向下方而流向沿着下方锥形区域41t的侧面的锥形状的方向。

[0260] 之后,如图41所示,多个局部活性气体沿着最终供给方向DR2向位置下方的后级的处理空间供给,该最终供给方向DR2沿着锥形倾斜度A41延展。

[0261] (效果)

[0262] 这种构造的实施方式2的活性气体生成装置75具有与实施方式1相同的效果,而且起到以下的实施方式2固有的效果。

[0263] 实施方式2的活性气体生成装置75在壳体1的壳体内空间1S内收纳具有上述接地导体60的电极单元55。实施方式2的电极单元55的接地导体60中设置的多个气体喷出口70以随着朝向下方而相互接近的方式设置、以使得多个局部活性气体在包含碰撞点P80的碰撞区域80中碰撞,并且,碰撞区域80存在于下方锥形区域41t内或者比下方锥形区域41t靠上方的位置。

[0264] 因此,如图39所示,通过多个局部活性气体在碰撞区域80中碰撞,由此多个局部活性气体各自流动的方向从一个方向分散为多个扩散方向DK。

[0265] 碰撞区域80存在于下方锥形区域41t内或者比下方锥形区域41t靠上方的位置。因此,分别扩散了的多个局部活性气体随着朝向下方,沿着图40所示的中间供给方向DR1流动,该中间供给方向DR1是沿着下方锥形区域41t的侧面的锥形状的方向。

[0266] 之后,包括多个局部活性气体的活性气体G2从下方锥形区域41t朝向下方的处理空间,沿着图41所示的最终供给方向DR2扩散地流动,该最终供给方向DR2是沿着下方锥形区域41t的侧面的锥形状的方向。

[0267] 如此,从多个气体喷出口70喷出的多个局部活性气体如图38~图41所示那样在壳体开口部41内流动。

[0268] 结果,即使活性气体用缓冲空间68的空间压力 p_0 与后级的处理空间的空间压力 p_1 相差较大,实施方式1的活性气体生成装置75也能够向后级的处理空间供给均匀的活性气体G2。

[0269] 实施方式2的电极单元55中设置的多个气体喷出口70分别向随着朝向下方而接近包含碰撞点P80的碰撞区域80的方向倾斜地形成,多个气体喷出口70各自的相对于成为基准方向的水平方向而言的形成斜率即喷出口倾斜度A70被设定为相同值。

[0270] 因此,即使气体喷出口70的个数为“3”以上,也能够使从多个气体喷出口70喷出的多个局部活性气体在相同的碰撞区域80内碰撞。

[0271] 结果,实施方式2的活性气体生成装置75通过在一个碰撞区域80中使多个局部活性气体分别向多个扩散方向分散,由此能够朝向后级的处理空间供给更均匀的活性气体G2。

[0272] 而且,如图1所示,实施方式2的活性气体生成装置75采用设置多个电极单元55而

作为电极单元51~53的构造。

[0273] 因此,实施方式2的活性气体生成装置75从分别具有与电极单元55相同的构造的多个电极单元51~53分别喷出多个局部活性气体,由此能够对具有比较大的区域的后级的处理空间均匀地供给活性气体G2。

[0274] <实施方式3>

[0275] (基本方式)

[0276] 图42是示意地表示实施方式3的活性气体生成装置中使用的电极单元81的基本方式的说明图。实施方式3的活性气体生成装置具有使供给到放电空间4的原料气体G1活化而生成活性气体G2的电极单元81。

[0277] 如该图所示,电极单元81具备成为第一电极构成部的高压侧电极构成部E11、以及设置在高压侧电极构成部E11下方的成为第二电极构成部的接地侧电极构成部E20。

[0278] 作为第一电极构成部的高压侧电极构成部E11包括作为第一电极用介电膜的介电膜F2、以及设置在介电膜F2的上表面上的作为第一电极用导电膜的高压电极F5。

[0279] 作为第二电极构成部的接地侧电极构成部E20包括作为第二电极用介电膜的介电膜F3、以及设置在介电膜F3的下表面上的作为第二电极用导电膜的接地电极F6。

[0280] 实施方式3的电极单元81的特征在于下述构造:在介电膜F2的下表面上无间隙地紧贴设置有作为电介质保护构件的电介质保护膜FC2。即,实施方式3的电极单元81中的高压侧电极构成部E11包括介电膜F2、高压电极F5以及电介质保护膜FC2而构成。

[0281] 隔着电介质保护膜FC2而在介电膜F2与介电膜F3之间形成有电介质空间18。具体而言,电介质保护膜FC2与介电膜F3相对置的空间成为电介质空间18。放电空间4在电介质空间18内包括高压电极F5与接地电极F6在俯视时重叠的区域即主要放电空间。

[0282] 如此,在实施方式3的电极单元81中,介电膜F2以及介电膜F3中的介电膜F2成为保护对象介电膜,相对于成为保护对象介电膜的介电膜F2而在电介质空间18侧设置有电介质保护膜FC2。

[0283] 电介质保护膜FC2的构成材料具有如下的保护特性:在放电空间4中产生介质阻挡放电时,遮挡由于介质阻挡放电而产生的离子向成为保护对象介电膜的介电膜F2的照射,且不与离子发生化学反应。

[0284] 作为电介质保护膜FC2的构成材料,例如可以考虑具有半绝缘性的碳化硅。在此,半绝缘性是指具有 $1 \times 10^5 \Omega \text{ cm}$ 以上、绝缘耐力 1 kV/mm 以上。

[0285] 电介质保护膜FC2具有上述半绝缘性,因此能够有助于在放电空间4中产生的介质阻挡放电。这一点对于后述的实施方式4~实施方式8中的电介质保护膜FC3~FC5也相同。

[0286] 电极单元81还具备对高压侧电极构成部E11的高压电极F5与接地侧电极构成部E20的接地电极F6之间作为施加电压而施加交流电压的交流电源15。具体而言,高压电极F5被施加交流电压,接地电极F6被设定为作为基准电位的接地电位。

[0287] 实施方式3的基本方式的电极单元81在从交流电源15施加施加电压时在放电空间4中产生介质阻挡放电。

[0288] 在图42所示的基本方式的电极单元81中,原料气体G1向放电空间4的供给方式、活性气体G2的喷出方式不特别限定。例如,在图42中也可以从图中左侧供给原料气体G1、从图中右侧喷出活性气体G2。

[0289] 在具有成为基本方式的电极单元81的实施方式3的活性气体生成装置中,在包括放电空间4的电介质空间18与成为保护对象介电膜的介电膜F2之间存在具有上述保护特性的电介质保护构件即电介质保护膜FC2。因此,在放电空间4中产生介质阻挡放电时能够抑制介电膜F2与离子反应的介电膜反应现象。

[0290] 结果,实施方式3的成为基本方式的活性气体生成装置通过可靠地避免与介电膜反应现象相伴随的介电膜F2的元素等向放电空间4内的混入,由此能够生成高纯度的活性气体G2。

[0291] 并且,电极单元81无需将介电膜F2以及F3的构成材料相对于以前进行变更,能够仅通过追加电介质保护膜FC2来构成,因此电极单元81的制造工序不会复杂化。

[0292] 在实施方式3的基本方式的活性气体生成装置中,电介质保护膜FC2无间隙地紧贴设置在成为保护对象介电膜的介电膜F2的下表面上,因此在介电膜F2与介电膜F3之间不产生除了放电空间4以外的产生放电现象的空间就能够高精度地得到活性气体G2。

[0293] 电极单元81的高压侧电极构成部E11包括电介质保护膜FC2。具有该电极单元81的实施方式3的基本方式的活性气体生成装置通过由交流电源15对高压电极F5以及接地电极F6之间作为施加电压而施加交流电压,由此能够使供给到电介质空间18内的放电空间4的原料气体G1活化而生成活性气体G2。

[0294] (第二方式)

[0295] 图43是表示实施方式3的第二方式的活性气体生成装置中使用的电极单元810的概念的说明图。在该图中记载有XYZ正交坐标系。

[0296] 图43所示的电极单元810是将图42所示的基本方式的电极单元81应用于实施方式2的电极单元55的概念构造。在电极单元810中,作为介电膜F2而使用高压侧介电膜2,作为介电膜F3而使用接地侧介电膜3,作为高压电极F5而使用供电体5。另外,作为接地电极F6而使用未图示的导电膜7(图20、图21)。

[0297] 如该图所示,在表示第二方式的概念的电极单元810中,在高压侧介电膜2的下表面上紧贴设置有电介质保护膜FC2。在电极单元810中,电介质保护膜FC2的形成方法没有限制。通过实际使用构造来实现电极单元810而得到以下所述的电极单元811。

[0298] 图44是表示实施方式3的成为第二方式的活性气体生成装置中使用的电极单元811的截面构造示的说明图。在该图中记载有XYZ正交坐标系。

[0299] 图44所示的电极单元811是将图42所示的基本方式的电极单元81应用于实施方式2的电极单元55的实际使用构造。在电极单元811中,作为介电膜F2而使用高压侧介电膜2,作为介电膜F3而使用接地侧介电膜3,作为高压电极F5而使用供电体5。另外,作为接地电极F6而使用未图示的导电膜7(图20、图21)。

[0300] 如此,实施方式3的第二方式中的实际使用构造的活性气体生成装置成为具有电极单元811的活性气体生成装置。

[0301] 实施方式3的活性气体生成装置的第二方式的整体构成是与图1所示的活性气体生成装置71相同的构成。因而,图44所示的电极单元811对应于图1所示的整体构成的活性气体生成装置75中的电极单元51~53中的任一个。

[0302] 即,实施方式3的活性气体生成装置的第二方式与实施方式1的活性气体生成装置71相同,具备作为多个电极单元的电极单元51~53、以及在壳体内空间S1(参照图8)中收纳

电极单元51~53且具有导电性的壳体1。

[0303] 以下,对于与实施方式1的电极单元50(51~53)相同的构造、或者与实施方式2的电极单元55相同的构造,标注相同的附图标记而适当省略说明,以电极单元811的特征部分为中心进行说明。

[0304] 如图44所示,电极单元811与实施方式1的电极单元50(51~53)相同,高压侧介电膜2的下表面具有凹部底面26、以及设置在凹部底面的周边的凸部底面23。凸部底面23与凹部底面26相比沿着+Z方向的高度方向上的形成位置被设定得更高。在凹部底面26上设置有电介质保护膜FC2,在凸部底面23上未设置电介质保护膜FC2。

[0305] 电极单元811具备介电膜支承构件10B,该介电膜支承构件10B具有成为从下方支承高压侧介电膜2的凸部底面23的电介质支承面的支承面10F。

[0306] 图45是示意地表示介电膜支承构件10B的平面构造的说明图。在该图中记载有XYZ正交坐标系。另外,在图45中省略了后述的槽部16以及O型环17的图示。

[0307] 如图45所示,介电膜支承构件10B在俯视时呈现在中央具有中央开口部100的圆状。在中央开口部100的周边,由阶差部103、阶差部102以及周边部上表面101构成的阶差构造设置为圆环状。阶差部103的上表面成为固定辅助面10XF,阶差部102的上表面成为支承面10F。阶差部102(支承面10F)位于阶差部103(10XF)的外周侧,在阶差部102的外周侧的周边部上表面101上多个贯通口10h离散地设置为圆状。

[0308] 固定辅助面10XF沿着中央开口部100的外周设置为圆环状,支承面10F沿着固定辅助面10XF的外周设置为圆环状。

[0309] 另一方面,如在实施方式1中参照图9以及图10说明的那样,高压侧介电膜2具有在俯视时呈圆状的凹部底面26,凹部底面26周边的底面具有在俯视时呈圆环状的凸部底面23。

[0310] 如图44以及图45所示,介电膜支承构件10B还具有成为保护构件固定辅助面的固定辅助面10XF,该固定辅助面10XF配置于设置在高压侧介电膜2的凹部底面26上的电介质保护膜FC2的周边区域的下方。

[0311] 电极单元811与电极单元50以及55相同,具备从上方按压第一电极用介电膜即高压侧介电膜2的介电膜按压构件11,介电膜按压构件11在俯视时不与供电体5重叠。

[0312] 在介电膜支承构件10B中,在成为保护构件固定辅助面的固定辅助面10XF与电介质保护膜FC2的下表面之间插入有作为弹性构件发挥功能的O型环17。通过O型环17的弹力而高压侧介电膜2的凹部底面26与电介质保护膜FC2的上表面被设定为紧贴状态。以下,对这一点进行详细叙述。

[0313] 介电膜支承构件10B在固定辅助面10XF内具有在俯视时设置为圆环状的槽部16。而且,在槽部16内设置有在俯视时呈圆环状的O型环17。如此,电极单元811包括具有槽部16的介电膜支承构件10B、以及O型环17。

[0314] 设置于槽部16的O型环17通常被用作为对气体等流体进行密封的密封材。在电极单元811中O型环17被用作为弹性构件。具体而言,利用O型环17变形时产生的弹力。

[0315] 在图44中,O型环17通过隔着电介质保护膜FC2夹在介电膜支承构件10B与高压侧介电膜2之间而变形。通过作为弹性构件发挥功能的O型环17的弹力,电介质保护膜FC2的上表面相对于高压侧介电膜2的下表面紧贴。

[0316] 实施方式3的第二方式中使用的电极单元811与基本方式相同,通过可靠地避免与介电膜反应现象相伴随的介电膜F2的元素等向放电空间4内的混入,由此能够生成高纯度的活性气体G2。

[0317] 此外,电极单元811无需将高压侧介电膜2以及接地侧介电膜3的构成材料相对于以前进行变更,相对于电极单元55的主要变更点为从介电膜支承构件10向介电膜支承构件10B的改进、以及电介质保护膜FC2的追加的程度。因此,电极单元811的制造工序不会复杂化。

[0318] 例如,在电极单元55的构造中,可以考虑不设置电介质保护膜FC2、作为高压侧介电膜2的构成材料而使用具有上述保护特性的构成材料的情况。在此,将使用了具有上述保护特性的构成材料的高压侧介电膜2设为“高压侧介电膜2X”。高压侧介电膜2X呈现具有供电体配置用凹部28、凸部底面23以及凹部底面26的比较复杂的构造,因此在具有上述保护特性的构成材料的加工性较差的情况下,得到高压侧介电膜2X所需的加工处理会成为比较复杂的加工处理。

[0319] 另一方面,电极单元811中的电介质保护膜FC2是比较简单的平板构造,仅追加了将电介质保护膜FC2隔着O型环17配置在介电膜支承构件10B的固定辅助面10XF上的比较简单的制造工序。因而,电极单元811的制造工序不会复杂化。

[0320] 另外,在电极单元811中,在未设置贯通口的高压侧介电膜2的下表面上设置有电介质保护膜FC2,因此能够通过电介质保护膜FC2将高压侧介电膜2相对于放电空间4中的介质阻挡放电完全进行保护。

[0321] 具有这种电极单元811的实施方式3的活性气体生成装置的第二方式,发挥与具有电极单元81的活性气体生成装置的基本方式相同的效果,并且进一步发挥以下的固有效果。

[0322] 在实施方式3的活性气体生成装置的第二方式中,电极单元811的介电膜支承构件10B利用成为电介质支承面的支承面10F从下方支承接地侧介电膜3的凸部底面23。而且,通过作为弹性构件发挥功能的O型环17的弹力而使高压侧介电膜2的凹部底面26与电介质保护膜FC2的上表面被设定为紧贴状态。

[0323] 因而,实施方式3的活性气体生成装置的第二方式能够通过设置介电膜支承构件10B以及O型环17这样的比较简单的构造,将与高压侧介电膜2紧贴的电介质保护膜FC2稳定性良好地进行固定。

[0324] 此外,实施方式3的活性气体生成装置的第二方式通过利用O型环17的弹力,能够通过比较简单的构造来实现高压侧介电膜2的凹部底面26与电介质保护膜FC2的上表面之间的紧贴精度的提高。

[0325] 而且,在具有图44以及图45所示的电极单元811的实施方式3的活性气体生成装置的第二方式中,多个气体喷出口70具有与实施方式2的电极单元55相同的特征。即,多个气体喷出口70以随着朝向下方而相互接近的方式设置、以使得多个部分活性气体在碰撞区域80中碰撞,并且,碰撞区域80存在于下方锥形区域41t(参照图36以及图37)内或者比下方锥形区域41t靠上方的位置。

[0326] 因此,实施方式3的活性气体生成装置中的第二方式能够与实施方式2的活性气体生成装置相同,将均匀的活性气体G2供给到后级的处理空间。

[0327] 在实施方式3中,作为实现电极单元810的实际构造的一个例子而示出了使用了O型环17的电极单元811,但也可以通过其他构造来实现电极单元810。例如,可以考虑以下所述的第一以及第二变形例。

[0328] 作为第一变形例,可以考虑如下构造:在介电膜支承构件10B的固定辅助面10XF与电介质保护膜FC2之间,代替O型环17而通过一般的弹簧来使其紧贴。

[0329] 作为第二变形例,可以考虑如下构造:在电介质保护膜FC2的端部以铁等磁性体为构成材料而设置磁性薄膜区域,通过设置在电介质保护膜FC2的磁性薄膜区域上方的磁铁的磁力来吸引磁性薄膜区域而保持电介质保护膜FC2。磁性薄膜区域能够使用溅射法等来进行成膜。为了实现第二变形例,可以考虑如下等方式:在图44所示的电极单元811的介电膜按压构件11、按压构件12中,在俯视时与固定辅助面10XF重叠的区域设置磁铁。

[0330] 另外,磁性薄膜区域可以设置在面向放电空间4的一侧、不面向放电空间4的一侧中的任意一侧,但优选设置在由于介质阻挡放电而产生的离子、电子类不碰撞的位置。

[0331] <实施方式4>

[0332] 图46是示意地表示实施方式4的活性气体生成装置中使用的电极单元82的基本方式的说明图。实施方式4的活性气体生成装置具有使供给到放电空间4的原料气体G1活化而生成活性气体G2的电极单元82。

[0333] 如该图所示,电极单元82具备成为第一电极构成部的高压侧电极构成部E10、以及设置在高压侧电极构成部E10的下方且成为第二电极构成部的接地侧电极构成部E21。

[0334] 作为第一电极构成部的高压侧电极构成部E10包括作为第一电极用介电膜的介电膜F2、以及设置在介电膜F2的上表面上的作为第一电极用导电膜的高压电极F5。

[0335] 作为第二电极构成部的接地侧电极构成部E21包括作为第二电极用介电膜的介电膜F3、以及设置在介电膜F3的下表面上的作为第二电极用导电膜的接地电极F6。

[0336] 实施方式4的电极单元82的特征在于如下构造:在介电膜F3的上表面上无间隙地紧贴设置有作为电介质保护构件的电介质保护膜FC3。即,实施方式4的电极单元82中的接地侧电极构成部E21包括介电膜F3、接地电极F6以及电介质保护膜FC3而构成。

[0337] 隔着电介质保护膜FC3而在介电膜F2与介电膜F3之间设置有电介质空间18。具体而言,在电极单元82中,电介质保护膜FC3紧贴设置在介电膜F3的上表面上,介电膜F2与电介质保护膜FC3相对置的空间成为电介质空间18。在该电介质空间18内,形成有包括高压电极F5以及接地电极F6在俯视时重叠的区域即主要放电空间的放电空间4。

[0338] 如此,在实施方式4的电极单元82中,介电膜F2以及介电膜F3中的介电膜F3成为保护对象介电膜,相对于成为保护对象介电膜的介电膜F3而在电介质空间18侧设置有电介质保护膜FC3。

[0339] 电介质保护膜FC3的构成材料与电介质保护膜FC2相同,具有如下的保护特性:在放电空间4中产生介质阻挡放电时,遮挡由于介质阻挡放电而产生的离子向成为保护对象介电膜的介电膜F3的照射,且与离子不发生化学反应。

[0340] 电极单元82还具备对高压侧电极构成部E10的高压电极F5与接地侧电极构成部E21的接地电极F6之间作为施加电压而施加交流电压的交流电源15。具体而言,高压电极F5被施加交流电压,接地电极F6被设定为作为基准电位的接地电位。

[0341] 实施方式4的基本方式的电极单元82在从交流电源15施加施加电压时在放电空间

4中产生介质阻挡放电。

[0342] 在图46所示的基本方式的电极单元82中,原料气体G1向放电空间4的供给方式、活性气体G2的喷出方式不特别限定。例如,在图46中,也可以从图中左侧供给原料气体G1,从图中右侧喷出活性气体G2。

[0343] 在具有电极单元82的实施方式4的活性气体生成装置中,在包括放电空间4的电介质空间18与成为保护对象介电膜的介电膜F3之间存在具有上述保护特性的电介质保护构件即电介质保护膜FC3。因此,在放电空间4中产生介质阻挡放电时,能够抑制介电膜F3与离子反应的介电膜反应现象。

[0344] 结果,实施方式4的基本方式的活性气体生成装置通过可靠地避免与介电膜反应现象相伴随的介电膜F3的元素等向放电空间4内的混入,由此能够生成高纯度的活性气体G2。

[0345] 此外,电极单元82无需将介电膜F2以及F3的构成材料相对于以前进行变更,能够仅通过追加电介质保护膜FC3来构成,因此电极单元82的制造工序不会复杂化。

[0346] 在实施方式4的基本方式的活性气体生成装置中,电介质保护膜FC3无间隙地紧贴设置在成为保护对象介电膜的介电膜F3的上表面上,因此在介电膜F2与介电膜F3之间不产生除了放电空间4以外的产生放电现象的空间就能够高精度地得到活性气体G2。

[0347] 电极单元82的接地侧电极构成部E21包括电介质保护膜FC3。具有该电极单元82的实施方式4的活性气体生成装置为,通过对高压电极F5以及接地电极F6之间施加施加电压,由此能够使供给到电介质空间18内的放电空间4的原料气体G1活化而生成活性气体G2。

[0348] 另外,以电介质保护膜FC3为代表的电介质保护构件,只要相对于介电膜F2以及介电膜F3中的至少一个即保护对象介电膜设置在电介质空间18侧,就能够发挥上述效果。

[0349] 因而,也可以使电极单元82扩展而在介电膜F2的下表面上进一步设置电介质保护膜FC2。同样,也可以使实施方式3的电极单元81扩展而在介电膜F3的上表面上进一步设置电介质保护膜FC3。

[0350] <实施方式5>

[0351] (基本方式)

[0352] 图47是示意地表示实施方式5的活性气体生成装置中使用的电极单元83的基本方式的说明图。实施方式5的活性气体生成装置具有使供给到放电空间4的原料气体G1活化而生成活性气体G2的电极单元83。

[0353] 以下,对于与实施方式3的电极单元81相同的构造,标注相同的附图标记而适当省略说明,以电极单元83的特征部分为中心进行说明。

[0354] 如该图所示,电极单元83具备成为第一电极构成部的高压侧电极构成部E12、以及设置在高压侧电极构成部E12下方的成为第二电极构成部的接地侧电极构成部E20。

[0355] 作为第一电极构成部的高压侧电极构成部E12包括作为第一电极用介电膜的介电膜F2、以及设置在介电膜F2的上表面上的作为第一电极用导电膜的高压电极F5。

[0356] 作为第二电极构成部的接地侧电极构成部E20包括作为第二电极用介电膜的介电膜F3、以及设置在介电膜F3的下表面上的作为第二电极用导电膜的接地电极F6。

[0357] 实施方式5的电极单元83的特征在于如下构造:在作为第一电极用介电膜的介电膜F2的下方隔着保护构件空间40设置有作为电介质保护构件的电介质保护膜FC4的构造。

[0358] 如此,实施方式5的电极单元83中的高压侧电极构成部E12包括介电膜F2、高压电极F5以及电介质保护膜FC4而构成,电介质保护膜FC4设置为在其与作为保护对象介电膜的介电膜F2之间具有成为微小间隙的保护构件空间40。

[0359] 隔着电介质保护膜FC4在介电膜F2与介电膜F3之间设置有电介质空间18。具体而言,电介质保护膜FC4与介电膜F3相对置的空间成为电介质空间18。在该电介质空间18内,形成有包括高压电极F5以及接地电极F6在俯视时重叠的区域即主要放电空间的放电空间4。

[0360] 如此,在实施方式5的电极单元83中,介电膜F2以及介电膜F3中的介电膜F2成为保护对象介电膜,相对于成为保护对象介电膜的介电膜F2在电介质空间18侧设置有电介质保护膜FC4。

[0361] 电介质保护膜FC4的构成材料与实施方式3的电介质保护膜FC2、实施方式4的电介质保护膜FC3相同,具有如下的保护特性:在放电空间4中产生介质阻挡放电时,遮挡由于介质阻挡放电而产生的离子向成为保护对象介电膜的介电膜F2的照射,且与离子不发生化学反应。

[0362] 实施方式5的基本方式的电极单元83在从交流电源15施加施加电压时在放电空间4中产生介质阻挡放电。

[0363] 此时,施加电压、放电空间4以及保护构件空间40被设定为,满足在施加电压的施加时在放电空间4中产生介质阻挡放电而在保护构件空间40中不产生介质阻挡放电的放电产生要件。以下,对放电产生要件进行说明。

[0364] 一般来说,在介质阻挡放电中为了产生放电而需要的电压具有如下性质:如果压力、气体种类一定,则随着放电距离(间隙长度)变长而需要更高的电压。该性质被称为帕邢定律。

[0365] 例如,在压力400Torr的氮气中,基于帕邢定律,放电距离为1mm时的放电开始电压为2900V左右,放电距离为2.5mm的情况下的放电开始电压成为6600V左右。另一方面,关于放电开始的电场强度,前者为2900V/mm,后者为2640V/mm,具有随着放电距离变长而放电所需要的电场强度变小这样的特征。

[0366] 电极单元83所采用的介质阻挡放电被称为平行平板方式,具有对保护构件空间40与放电空间4施加的电场强度为相同值的特征。根据该特征,通过使保护构件空间40的放电距离(间隙长度)缩短而有意图地提高放电开始电场强度,而能够将放电产生的部分选择性地仅设为放电空间4。

[0367] 在此,将施加电压 V_P 设为从交流电源15施加的施加电压,将间隙长度 $\Delta 4$ 设为放电空间4的间隙长度,将间隙长度 $\Delta 40$ 设为保护构件空间40的间隙长度。而且,将放电开始电场强度 E_4 设为为了在放电空间4中开始产生介质阻挡放电而需要的电场强度,将放电开始电场强度 E_{40} 设为为了在保护构件空间40中开始产生介质阻挡放电而需要的电场强度,将电场强度 E_X 设为对放电空间4以及保护构件空间40共用的同一值的电场强度。

[0368] 在该情况下,在电场强度 E_X 、放电开始电场强度 E_4 以及放电开始电场强度 E_{40} 之间, $\{E_X < E_{40}\}$ 且 $\{E_X \geq E_4\}$ 成为放电产生要件。如果满足该放电产生要件,则在放电空间4中产生介质阻挡放电,并且在保护构件空间40中不产生介质阻挡放电。

[0369] 通过将间隙长度 $\Delta 40$ 设定为与间隙长度 $\Delta 4$ 相比足够短,由此能够设定为 $\{E_{40} >$

>E4}。因而,能够比较容易地设定满足上述放电产生要件({EX<E40}且{EX≥E4})的施加电压VP、间隙长度Δ4、间隙长度Δ40。

[0370] 在图47所示的基本方式的电极单元83中,原料气体G1向放电空间4的供给方式、活性气体G2的喷出方式不特别限定。例如,在图47中也可以从图中左侧供给原料气体G1,从图中右侧喷出活性气体G2。

[0371] 在具有成为基本方式的电极单元83的实施方式5的活性气体生成装置中,在包括放电空间4的电介质空间18与成为保护对象介电膜的介电膜F2之间,存在具有上述保护特性的电介质保护构件即电介质保护膜FC4。因此,在放电空间4中产生介质阻挡放电时,能够抑制介电膜F2与离子反应的介电膜反应现象。

[0372] 结果,实施方式5的基本方式的活性气体生成装置为,通过可靠地避免与介电膜反应现象相伴随的介电膜F2的元素等向放电空间4内的混入,由此能够生成高纯度的活性气体G2。

[0373] 此外,电极单元83无需将介电膜F2以及F3的构成材料相对于以前进行变更,能够仅通过追加电介质保护膜FC4来构成,因此电极单元83的制造工序不会复杂化。

[0374] 在实施方式5的活性气体生成装置的基本方式中,在作为电介质保护构件的电介质保护膜FC4与成为保护对象介电膜的介电膜F2之间具有保护构件空间40,因此无需使电介质保护膜FC4与介电膜F2紧贴,相应地能够实现装置构成的简化。

[0375] 另外,通过将保护构件空间40的间隙长度Δ40设定为与放电空间4的间隙长度Δ4相比较为足够短的长度,由此能够比较容易地设定满足上述放电产生要件的施加电压、放电空间4以及保护构件空间40。

[0376] 结果,实施方式5的活性气体生成装置在介电膜F2与介电膜F3之间不除了放电空间4以外不形成产生放电现象的空间地高精度地得到活性气体G2。

[0377] 电极单元83的高压侧电极构成部E12包括电介质保护膜FC4,电极单元83对介电膜F2以及F3之间施加的施加电压满足上述放电产生要件。因此,具有电极单元83的实施方式5的活性气体生成装置能够在形成在介电膜F2与电介质保护膜FC4之间的保护构件空间40中不产生介质阻挡放电,而在包括形成在电介质保护膜FC4与介电膜F3之间的主要放电空间的放电空间4中产生介质阻挡放电。

[0378] 结果,实施方式5的活性气体生成装置能够使供给到放电空间4的原料气体G1活化而生成活性气体G2。

[0379] (第二方式)

[0380] 图48是示意地表示实施方式5的第二方式的活性气体生成装置中使用的电极单元830的概念的说明图。在该图中记载有XYZ正交坐标系。

[0381] 电极单元830示出将图47所示的基本方式的电极单元83应用于实施方式2的电极单元55的概念构造的特征部分。

[0382] 如该图所示,在示出第二方式的概念的特征部分的电极单元830中,在高压侧介电膜2的下表面侧隔着成为微小间隙的保护构件空间40设置有电介质保护膜FC4。

[0383] 电极单元830具备介电膜支承构件M10,该介电膜支承构件M10具有成为从下方支承介电膜F2的周边区域的电介质支承面的支承面10F、以及成为从下方支承电介质保护膜FC4的周边区域的保护构件支承面的支承面10YF。

[0384] 通过实际使用构造来实现图48所示的电极单元830而得到以下所述的电极单元831。

[0385] 图49是表示实施方式5的第二方式的活性气体生成装置中使用的电极单元831的截面构造的说明图。图50是示意地表示图49的关注区域R3的详细构造的说明图。在图49以及图50中分别记载有XYZ正交坐标系。

[0386] 图49所示的电极单元831是将图47所示的基本方式的电极单元83应用于实施方式2的电极单元55的实际使用构造。在电极单元831中,作为介电膜F2而使用高压侧介电膜2,作为介电膜F3而使用接地侧介电膜3,作为高压电极F5而使用供电体5,作为介电膜支承构件M10而使用介电膜支承构件10C。另外,作为接地电极F6而使用未图示的导电膜7(图20、图21)。

[0387] 如此,实施方式5的第二方式的活性气体生成装置成为具有电极单元831的活性气体生成装置。

[0388] 实施方式5的活性气体生成装置的第二方式的整体构成是与图1所示的活性气体生成装置71相同的构成。因而,图49所示的电极单元831对应于图1所示的整体构成的活性气体生成装置75中的电极单元51~53中的任一个。

[0389] 即,实施方式5的活性气体生成装置中的第二方式与实施方式1的活性气体生成装置71相同,具备作为多个电极单元的电极单元51~53、以及在壳体内空间S1(参照图8)中收纳电极单元51~53且具有导电性的壳体1。

[0390] 以下,对于与实施方式1的电极单元50(51~53)相同的构造、或者与实施方式2的电极单元55相同的构造,标注相同的附图标记而适当省略说明,以电极单元831的特征部分为中心进行说明。

[0391] 如图49所示,电极单元831与实施方式1的电极单元50(51~53)相同,高压侧介电膜2的下表面具有凹部底面26、以及设置在凹部底面的周边的凸部底面23。凸部底面23与凹部底面26相比沿着+Z方向的高度方向上的形成位置被设定得更高。在凹部底面26的下方隔着保护构件空间40设置有电介质保护膜FC4(参照图50),在凸部底面23上未设置电介质保护膜FC4。

[0392] 将电极单元831中的电介质保护膜FC4的构造设为平板状,将电介质保护膜FC4的XY平面上的平面形状设定为比图9以及图10所示的凹部底面26稍大的圆状。

[0393] 在图50中省略了导电膜7的图示。在接地导体60上隔着未图示的导电膜7设置有接地侧介电膜3。

[0394] 如图50所示,在高压侧介电膜2的下表面侧隔着具有微小的间隙长度 $\Delta 40$ 的保护构件空间40配置有电介质保护膜FC4。而且,电介质保护膜FC4与接地侧介电膜3之间成为间隙长度 $\Delta 4$ 的放电空间4。另外,在高压侧介电膜2的上表面上设置有供电体5,在接地侧介电膜3的下表面侧设置有接地导体60。

[0395] 在电极单元831中,为了满足上述放电产生要件,与成为放电空间4的放电距离的间隙长度 $\Delta 4$ 相比较,将保护构件空间40的放电距离的间隙长度 $\Delta 40$ 设定得足够短。

[0396] 电极单元831具备介电膜支承构件10C,该介电膜支承构件10C具有成为从下方支承高压侧介电膜2的凸部底面23的电介质支承面的支承面10F。

[0397] 图51是示意地表示介电膜支承构件10C的平面构造的说明图。在该图中记载有XYZ

正交坐标系。

[0398] 如图51所示,介电膜支承构件10C在俯视时呈现在中央具有中央开口部100的圆状。在中央开口部100的周边,由阶差部104、阶差部102、以及周边部上表面101构成的阶差构造设置为圆环状。阶差部104的上表面成为支承面10YF,阶差部102的上表面成为支承面10F。阶差部102(支承面10F)位于阶差部104(10YF)的外周侧,在阶差部102的外周侧的周边部上表面101,多个贯通口10h离散地设置为圆状。

[0399] 支承面10YF沿着中央开口部100的外周设置为圆环状,支承面10F沿着支承面10YF的外周设置为圆环状。

[0400] 如图49以及图51所示,介电膜支承构件10C还具有支承面10YF,该支承面10YF成为从下方支承电介质保护膜FC4的周边区域的保护构件支承面。

[0401] 因而,通过由支承面10YF从下方支承电介质保护膜FC4的周边区域,由此能够使电介质保护膜FC4的沿着Z方向的高度方向的位置固定。

[0402] 此外,通过将阶差部102的内径设定为比平面形状为圆状的电介质保护膜FC4的半径稍大,由此能够高精度地限制电介质保护膜FC4在XY平面上的移动。

[0403] 电极单元831与电极单元50以及55相同,具有从上方按压作为第一电极用介电膜的高压侧介电膜2的介电膜按压构件11,介电膜按压构件11在俯视时与供电体5不重叠。

[0404] 在介电膜支承构件10C中,作为电介质支承面的支承面10F与作为保护构件支承面的支承面10YF相比高度方向上的形成位置更高,支承面10F与支承面10YF的高度方向的差分值 Δd 被设定为,在高压侧介电膜2的下表面与电介质保护膜FC4的上表面之间形成间隙长度 $\Delta 40$ 的保护构件空间40。

[0405] 例如,电介质保护膜FC4具有均匀的膜厚 $dC4$,当将凹部底面26从凸部底面23向-Z方向即深度方向的长度设为突出长度 $t26$ 时,差分值 Δd 被设定为满足 $\{\Delta d = dC4 + t26 + \Delta 40\}$ 的长度。此时,保护构件空间40的间隙长度 $\Delta 40$ 为了满足上述放电产生要件,需要设定为与放电空间4的间隙长度 $\Delta 4$ 相比足够短。另外,包括上述电介质保护膜FC4的电介质保护膜FC2~FC5的膜厚被设定为1mm以下。

[0406] 实施方式5的第二方式中使用的电极单元831与基本方式相同,通过可靠地避免与介电膜反应现象相伴随的介电膜F2的元素等向放电空间4内的混入,由此能够生成高纯度的活性气体G2。

[0407] 此外,电极单元831无需将高压侧介电膜2以及接地侧介电膜3的构成材料相对于以前进行变更,相对于电极单元55的主要的变更点在于,从介电膜支承构件10向介电膜支承构件10C的改进、以及电介质保护膜FC4的追加的程度。因此,与电极单元811的制造工序相同,电极单元831的制造工序不会复杂化。

[0408] 另外,在电极单元831中在未设置贯通口的高压侧介电膜2的下方设置有电介质保护膜FC4,因此能够通过电介质保护膜FC4将高压侧介电膜2相对于放电空间4中的介质阻挡放电完全进行保护。

[0409] 具有这种电极单元831的实施方式5的活性气体生成装置的第二方式,发挥与具有电极单元83的活性气体生成装置的基本方式相同的效果,并且进一步发挥以下的固有效果。

[0410] 在实施方式5的第二方式的活性气体生成装置的电极单元831中,介电膜支承构件

10C通过电介质支承面即支承面10F从下方支承高压侧介电膜2的周边区域,并且通过保护构件支承面即支承面10YF从下方支承电介质保护膜FC4的周边区域。

[0411] 而且,在电极单元831中,支承面10F与支承面10YF的差分值 Δd 被设定为,在高压侧介电膜2的下表面与电介质保护膜FC4的上表面之间形成间隙长度 $\Delta 40$ 的保护构件空间40。

[0412] 因而,实施方式5的第二方式的活性气体生成装置能够将在与高压侧介电膜2之间具有保护构件空间40的电介质保护膜FC4稳定性良好地进行固定。

[0413] 而且,图49~图51所示的具有电极单元831的实施方式5的活性气体生成装置的第二方式中的多个气体喷出口70具有与实施方式2的电极单元55相同的特征。即,多个气体喷出口70以随着朝向下方而相互接近的方式设置,以使得多个部分活性气体在碰撞区域80中碰撞,并且,碰撞区域80存在于下方锥形区域41t(参照图36以及图37)内或者比下方锥形区域41t靠上方的位置。

[0414] 结果,实施方式5的活性气体生成装置的第二方式与实施方式2的电极单元55以及实施方式3的第二方式的电极单元811相同,能够将均匀的活性气体G2供给到后级的处理空间。

[0415] 在实施方式5中,作为实现电极单元830的实际使用构造的一个例子而示出了电极单元831,但也可以通过其他构造来实现电极单元830。

[0416] <实施方式6>

[0417] 图52是示意地表示实施方式6的活性气体生成装置中使用的电极单元84的基本方式的说明图。实施方式6的活性气体生成装置具有使供给到放电空间4的原料气体G1活化而生成活性气体G2的电极单元84。

[0418] 如该图所示,电极单元84具备成为第一电极构成部的高压侧电极构成部E10、以及设置在高压侧电极构成部E10下方的成为第二电极构成部的接地侧电极构成部E22。

[0419] 作为第一电极构成部的高压侧电极构成部E10包括作为第一电极用介电膜的介电膜F2、以及设置在介电膜F2的上表面上的作为第一电极用导电膜的高压电极F5。

[0420] 作为第二电极构成部的接地侧电极构成部E22包括作为第二电极用介电膜的介电膜F3、以及设置在介电膜F3的下表面上的作为第二电极用导电膜的接地电极F6。

[0421] 实施方式6的电极单元84的特征在于如下构造:在作为第二电极用介电膜的介电膜F3的上方隔着成为微小间隙的保护构件空间40设置有作为电介质保护构件的电介质保护膜FC5。即,实施方式6的电极单元84中的接地侧电极构成部E22包括介电膜F3、接地电极F6以及电介质保护膜FC5而构成。

[0422] 隔着保护构件空间40以及电介质保护膜FC5而在介电膜F2与介电膜F3之间设置有电介质空间18。具体而言,介电膜F2与电介质保护膜FC5相对置的空间成为电介质空间18。在该电介质空间18内形成有包括高压电极F5以及接地电极F6在俯视时重叠的区域即主要放电空间的放电空间4。

[0423] 如此,在实施方式6的电极单元84中,介电膜F2以及介电膜F3中的介电膜F3成为保护对象介电膜,相对于成为保护对象介电膜的介电膜F3在电介质空间18侧设置有电介质保护膜FC5。

[0424] 电介质保护膜FC5的构成材料与电介质保护膜FC2~FC4相同,具有如下的保护特

性:在放电空间4中产生介质阻挡放电时,遮挡由于介质阻挡放电而产生的离子向成为保护对象介电膜的介电膜F3的照射,并且与离子不发生化学反应。

[0425] 电极单元84还具备对高压侧电极构成部E10的高压电极F5与接地侧电极构成部E22的接地电极F6之间作为施加电压而施加交流电压的交流电源15。具体而言,高压电极F5被施加交流电压,接地电极F6被设定为作为基准电位的接地电位。

[0426] 实施方式6的基本方式的电极单元84在从交流电源15施加施加电压时在放电空间4中产生介质阻挡放电。

[0427] 在图52所示的基本方式的电极单元84中,原料气体G1向放电空间4的供给方式、活性气体G2的喷出方式不特别限定。例如,在图52中也可以从图中左侧供给原料气体G1,从图中右侧喷出活性气体G2。

[0428] 在具有电极单元84的实施方式6的活性气体生成装置中,在包括放电空间4的电介质空间18与成为保护对象介电膜的介电膜F3之间存在具有上述保护特性的电介质保护构件即电介质保护膜FC5。因此,在放电空间4中产生介质阻挡放电时能够抑制介电膜F3与离子反应的介电膜反应现象。

[0429] 结果,实施方式6的基本方式的活性气体生成装置通过可靠地避免与介电膜反应现象相伴随的介电膜F3的元素等向放电空间4内的混入,由此能够生成高纯度的活性气体G2。

[0430] 此外,电极单元84无需将介电膜F2以及F3的构成材料相对于以前进行变更,能够仅通过追加电介质保护膜FC5来构成,因此电极单元84的制造工序不会复杂化。

[0431] 在实施方式6的活性气体生成装置的基本方式中,在作为电介质保护构件的电介质保护膜FC5与成为保护对象介电膜的介电膜F3之间具有保护构件空间40,因此无需使电介质保护膜FC5与介电膜F3紧贴,相应地能够实现装置构成的简化。

[0432] 另外,通过将保护构件空间40的间隙长度 $\Delta 40$ 设定为与放电空间4的间隙长度 $\Delta 4$ 相比较足够短的长度,由此能够比较容易地设定满足上述放电产生要件的来自交流电源15的施加电压、放电空间4以及保护构件空间40。

[0433] 结果,实施方式6的活性气体生成装置在介电膜F2与介电膜F3之间不产生除了放电空间4以外的产生放电现象的空间就能够高精度地得到活性气体G2。

[0434] 电极单元84的接地侧电极构成部E22包括电介质保护膜FC5。具有该电极单元84的实施方式5的活性气体生成装置通过对介电膜F2以及介电膜F3之间施加施加电压,由此在形成在成为电介质保护构件的电介质保护膜FC5与介电膜F3之间的保护构件空间40中不产生介质阻挡放电,而在放电空间4中产生介质阻挡放电。

[0435] 结果,实施方式6的活性气体生成装置能够使供给到放电空间4的原料气体G1活化而生成活性气体G2。

[0436] 另外,与电介质保护膜FC5相当的电介质保护构件只要相对于介电膜F2以及介电膜F3中的至少一个即保护对象介电膜设置在电介质空间18侧,就能够发挥上述效果。

[0437] 因而,也可以使电极单元84扩展而在介电膜F2的下表面侧隔着保护构件空间40进一步设置电介质保护膜FC4。同样,也可以使实施方式5的电极单元83扩展而在介电膜F3的上表面侧隔着保护构件空间40进一步设置电介质保护膜FC5。

[0438] 在该情况下,保护构件空间40在介电膜F2的下表面侧与介电膜F3的上表面侧形成

有2个。2个保护构件空间40各自的间隙长度 $\Delta 40$ 被设定为与放电空间4的间隙长度 $\Delta 4$ 相比较足够短,以满足上述放电产生要件。

[0439] <实施方式7>

[0440] (基本方式)

[0441] 图53是示意地表示实施方式7的活性气体生成装置中使用的电极单元91的基本方式的说明图。实施方式7的活性气体生成装置具有使供给到放电空间4的原料气体G1活化而生成活性气体G2的电极单元91。

[0442] 如该图所示,电极单元91具备成为第一电极构成部的高压侧电极构成部E13、以及设置在高压侧电极构成部E13下方的成为第二电极构成部的接地侧电极构成部E20。

[0443] 作为第一电极构成部的高压侧电极构成部E13包括作为第一电极用介电膜的介电膜F2、以及设置在介电膜F2的上表面上的作为第一电极用导电膜的高压电极F5。

[0444] 作为第二电极构成部的接地侧电极构成部E20包括作为第二电极用介电膜的介电膜F3、以及设置在介电膜F3的下表面上的作为第二电极用导电膜的接地电极F6。

[0445] 实施方式7的电极单元91中的高压侧电极构成部E13的特征在于,还具备作为电极加强导电膜的导体膜F7以及作为电介质保护构件的电介质保护膜FC2。另外,电介质保护膜FC2的膜厚被设定为1mm以下。

[0446] 作为电极加强导电膜的导体膜F7紧贴设置在作为第一电极用介电膜的介电膜F2的下表面上。作为导体膜F7例如可以考虑金属制的薄膜,导体膜F7的膜厚例如被设定为500nm以下。

[0447] 作为电介质保护构件的电介质保护膜FC2覆盖导体膜F7的全部,并且设置在高压电极F5的下表面上。因而,高压侧电极构成部E13具有按照介电膜F2、导体膜F7以及电介质保护膜FC2的顺序层叠而成的层叠构造即导体膜内置层叠构造。在导体膜内置层叠构造中,在介电膜F2与导体膜F7之间、导体膜F7与电介质保护膜FC2之间、以及介电膜F2与电介质保护膜FC2之间不存在间隙。导体膜内置层叠构造内的导体膜F7被设定为电浮起状态。

[0448] 如此,实施方式7的电极单元91中的高压侧电极构成部E13包括介电膜F2、高压电极F5、导体膜F7以及电介质保护膜FC2而构成。

[0449] 隔着导体膜F7以及电介质保护膜FC2在介电膜F2与介电膜F3之间形成电介质空间18。具体而言,电介质保护膜FC2与介电膜F3相对置的空间成为电介质空间18。

[0450] 如此,在实施方式7的电极单元91中,介电膜F2以及介电膜F3中的介电膜F2成为保护对象介电膜,相对于成为保护对象介电膜的介电膜F2在电介质空间18侧设置有电介质保护膜FC2。

[0451] 以下,对于与图42所示的实施方式3的电极单元81相同的构造,标注相同的附图标记而适当省略说明,以电极单元91的特征部分为中心进行说明。

[0452] 作为电介质保护构件的电介质保护膜FC2覆盖作为电极加强导电膜的导体膜F7的全部,并且设置在作为第一电极用介电膜的介电膜F2的下表面上。如上述那样,高压侧电极构成部E13具有包括介电膜F2、导体膜F7以及电介质保护膜FC的层叠构造即导体膜内置层叠构造。在导体膜内置层叠构造内,在介电膜F2、导体膜F7以及电介质保护膜FC之间不产生间隙。

[0453] 而且,电介质保护膜FC2与介电膜F3相对置的空间成为电介质空间18,在实施方式

7中保护对象介电膜为介电膜F2。

[0454] 导体膜F7成为在俯视时比高压电极F5大且在俯视时比介电膜F2以及电介质保护膜FC2小的平面形状。另外,接地电极F6在俯视时包括导体膜F7。

[0455] 在电介质空间18内包括导体膜F7与接地电极F6在俯视时重叠的区域即扩展主要放电空间,由此形成比较大的放电空间4e。即,实施方式7的电极单元91中的主要放电空间通过导体膜F7而扩展为扩展主要放电空间。在此,扩展主要放电空间成为在电介质空间18内导体膜F7与接地电极F6在俯视时重叠的区域。

[0456] 电极单元91还具备对高压侧电极构成部E13的高压电极F5与接地侧电极构成部E20的接地电极F6之间作为施加电压而施加交流电压的交流电源15。具体而言,高压电极F5被施加交流电压,接地电极F6被设定为作为基准电位的接地电位。

[0457] 实施方式7的基本方式的电极单元91在从交流电源15施加施加电压时在放电空间4中产生介质阻挡放电。

[0458] 在图53所示的基本方式的电极单元91中,原料气体G1向放电空间4的供给方式、活性气体G2的喷出方式不特别限定。例如,在图53中也可以从图中左侧供给原料气体G1,从图中右侧喷出活性气体G2。

[0459] 具有成为基本方式的电极单元91的实施方式7的活性气体生成装置,能够发挥与具有电极单元81的实施方式3的活性气体生成装置相同的效果,并且进一步发挥以下所述的固有效果。

[0460] 图54~图56是用于表示实施方式7的活性气体生成装置的效果的说明图。图54是表示实施方式3的基本方式的电极单元81的放电空间4的说明图,图55是表示实施方式7的基本方式的电极单元91的放电空间4e的说明图,图56是表示将电极单元81扩展后的电极单元81X的放电空间4e的说明图。

[0461] 在电极单元81以及电极单元91之间将高压电极F5的形成面积设定为相同。另外,在电极单元91以及电极单元81X之间将导体膜F7的形成面积与扩展高压电极F5e的形成面积设定为相同。

[0462] 图56所示的电极单元81X中的高压侧电极构成部E11X包括扩展高压电极F5e、介电膜F2以及电介质保护膜FC2。另外,在电极单元81、电极单元91以及电极单元81X各自中,接地电极F6在俯视时包括高压电极F5、导体膜F7以及扩展高压电极F5e。

[0463] 图55所示的电极单元91中的放电空间4e在电介质空间18内包括导体膜F7与接地电极F6在俯视时重叠的区域即扩展主要放电空间。

[0464] 实施方式7的基本方式的活性气体生成装置在作为电介质保护构件的电介质保护膜FC2与作为第一电极用介电膜的介电膜F2之间夹插有作为电极加强导电膜的导体膜F7。导体膜F7在俯视时具有比高压电极F5大这样的形状特性。

[0465] 例如,在高压电极F5以及导体膜F7的平面形状均为圆状的情况下,在将高压电极F5的直径设为 d_A (mm)的情况下,导体膜F7的直径被设定为 $(d_A+20\text{mm})$ 。如此,高压电极F5具有与导体膜F7相比较形成面积更小的形状特性。

[0466] 因此,实施方式7的活性气体生成装置的基本方式为,与高压电极F5相比较使导体膜F7的形成面积扩大,相应地能够得到包括比较大体积的扩展主要放电空间的放电空间4e。

[0467] 以下,对这一点进行详细叙述。如图54所示,电极单元81在电介质空间18内包括高压电极F5与接地电极F6在俯视时重叠的区域即主要放电空间而形成放电空间4。

[0468] 另一方面,如图55所示,实施方式7的电极单元91与高压电极F5相比较使导体膜F7的形成面积扩大。

[0469] 具有导电性的电极加强导电膜即导体膜F7具有内部电阻足够小且使内部电位相同的性质,因此能够产生从导体膜F7产生放电的电场。因而,电极单元91能够在电介质空间18内形成包括导体膜F7与接地电极F6在俯视时重叠的区域即扩展主要放电空间的比较大的放电空间4e。

[0470] 另外,导体膜F7的膜厚例如被设定为50nm。导体膜F7的膜厚优选被设定为,不妨碍低电阻化且在导体膜内置层叠构造内的介电膜F2、导体膜F7以及电介质保护膜FC2之间不产生间隙。

[0471] 另一方面,图56所示的电极单元81X通过使扩展高压电极F5e的形成面积扩大,由此不设置导体膜F7而形成与电极单元91同等的放电空间4e。

[0472] 然而,扩展高压电极F5e向外部露出,因此与通过高压电极F5使形成面积扩大相应地,介电膜支承构件M10的电极余量距离 $\Delta F5$ 变短。因此,电极单元81X在扩展高压电极F5e与介电膜支承构件M10之间产生不良情况的可能性变高。

[0473] 例如,在介电膜支承构件M10为导体且被设定为接地电平的情况下,当扩展高压电极F5e与介电膜支承构件M10的电极余量距离 $\Delta F5$ 较短时,经由沿面放电而有可能导致介电膜支承构件M10与扩展高压电极F5e短路。

[0474] 另一方面,实施方式7的基本方式的活性气体生成装置将导体膜F7设置在导体膜内置层叠构造内,因此导体膜F7与介电膜支承构件M10等外部构成构件之间电连接的可能性成为“0”。

[0475] 因而,实施方式7的基本方式的活性气体生成装置通过将高压电极F5的形成面积设定为所需最小限度而将高压电极F5与介电膜支承构件M10的电极余量距离 $\Delta F5$ 设定为足够长的距离,由此能够充分抑制上述短路等不良情况产生的可能性。

[0476] 如此,实施方式7的基本方式的活性气体生成装置能够将高压电极F5的形成面积抑制为所需最小限度,并且在包括比较大的(扩展)主要放电空间的放电空间4e中产生介质阻挡放电。

[0477] 在实施方式7的基本方式的活性气体生成装置中,在导体膜内置层叠构造的内部,在介电膜F2、导体膜F7以及电介质保护膜FC2之间不产生间隙,因此在介电膜F2与介电膜F3之间不产生除了放电空间4e以外产生放电现象的空间就能够高精度地得到活性气体G2。

[0478] 电极单元91的高压侧电极构成部E13包括导体膜F7以及电介质保护膜FC2。具有该电极单元91的实施方式7的基本方式的活性气体生成装置通过对高压电极F5以及接地电极F6之间由交流电源15作为施加电压而施加交流电压,由此能够使供给到电介质空间18内的放电空间4e的原料气体G1活化而生成活性气体G2。

[0479] (第二方式)

[0480] 图57是表示实施方式7的第二方式的活性气体生成装置中使用的电极单元911的截面构造的说明图。图58是表示图57的关注区域R4的详细情况的说明图。在图57以及图58中分别记载有XYZ正交坐标系。

[0481] 图57所示的电极单元911是将图53所示的基本方式的电极单元91应用于实施方式2的电极单元55的实际使用构造。在电极单元911中,作为介电膜F2而使用高压侧介电膜2,作为介电膜F3而使用接地侧介电膜3,作为高压电极F5而使用供电体5,作为导体膜F7而使用导体膜F71。另外,作为接地电极F6而使用未图示的导电膜7(图20、图21)。

[0482] 如此,实施方式7的第二方式的实际使用构造的活性气体生成装置成为具有电极单元911的活性气体生成装置。

[0483] 实施方式7的活性气体生成装置的第二方式的整体构成与图1所示的活性气体生成装置71为相同构成。因而,图57所示的电极单元911对应于图1所示的整体构成的活性气体生成装置75中的电极单元51~53中的任一个。

[0484] 即,实施方式7的活性气体生成装置中的第二方式与实施方式1的活性气体生成装置71相同,具备作为多个电极单元的电极单元51~53、以及在壳体内空间S1(参照图8)中收纳电极单元51~53且具有导电性的壳体1。

[0485] 以下,对于与实施方式1的电极单元50(51~53)相同的构造、与实施方式2的电极单元55相同的构造、或者与实施方式5的电极单元831相同的构造,标注相同的附图标记而适当省略说明,以电极单元911的特征部分为中心进行说明。

[0486] 如图57所示,电极单元911与实施方式1的电极单元50(51~53)相同,高压侧介电膜2的下表面具有凹部底面26、以及设置在凹部底面周边的凸部底面23。凸部底面23与凹部底面26相比沿着+Z方向的高度方向上的形成位置被设定得更高。在凹部底面26上设置有导体膜F7以及电介质保护膜FC2,在凸部底面23上未设置导体膜F7以及电介质保护膜FC2。

[0487] 电极单元911具备介电膜支承构件10B,该介电膜支承构件10B具有成为从下方支承高压侧介电膜2的凸部底面23的电介质支承面的支承面10F。

[0488] 如图57所示,介电膜支承构件10B还具有成为保护构件固定辅助面的固定辅助面10XF,该固定辅助面10XF配置于设置在高压侧介电膜2的凹部底面26上的电介质保护膜FC2的周边区域的下方。

[0489] 电极单元911与电极单元50以及55相同,具有从上方按压第一电极用介电膜即高压侧介电膜2的介电膜按压构件11,介电膜按压构件11在俯视时与供电体5不重叠。

[0490] 在介电膜支承构件10B中,在成为保护构件固定辅助面的固定辅助面10XF与电介质保护膜FC2的下表面之间插入有作为弹性构件发挥功能的O型环17。另外,在与固定辅助面10XF在俯视时重叠的区域中未形成导体膜F71。因而,通过O型环17的弹力而使高压侧介电膜2的凹部底面26与电介质保护膜FC2的上表面被设定为紧贴状态。以下,对这一点进行详细叙述。

[0491] 在图57中,O型环17通过隔着电介质保护膜FC2夹在介电膜支承构件10B与高压侧介电膜2之间而变形。通过作为弹性构件发挥功能的O型环17的弹力,电介质保护膜FC2的上表面相对于未形成导体膜F71的高压侧介电膜2的下表面紧贴。

[0492] 实施方式7的第二方式中使用的电极单元911发挥与实施方式3的第二方式以及实施方式7的基本方式相同的效果。而且,发挥以下所述的固有效果。

[0493] 另外,由高压侧介电膜2(介电膜F2)、导体膜F71(导体膜F7)以及电介质保护膜FC2构成的导体膜内置层叠构造,例如能够通过以下的第一以及第二制法来获得。

[0494] 第一制法是包括步骤S11~S14的制法,以下示出步骤S11~S14。

[0495] S11…在电介质保护膜FC2的上表面上成膜出导体膜F71,得到图58所示的带导体膜的电介质保护膜FCE(电介质保护膜FC2与导体膜F71的组合构造)。另外,作为导体膜F7向电介质保护膜FC2的成膜方法而使用溅射法、离子镀技术。

[0496] S12…将带导体膜的电介质保护膜FCE隔着O型环17配置在介电膜支承构件10B的固定辅助面10XF上。在带导体膜的电介质保护膜FCE中,在固定辅助面10XF的上方未形成导体膜F7。

[0497] S13…在介电膜支承构件10B的支承面10F上配置高压侧介电膜2。

[0498] S14…设置用于从上方按压高压侧介电膜2的介电膜按压构件11。

[0499] 在执行了步骤S14之后,通过作为弹性构件发挥功能的O型环17的弹力,导体膜F71的上表面以及(未设置导体膜F71的)电介质保护膜FC2的上表面相对于高压侧介电膜2的下表面紧贴。

[0500] 如此,通过包括步骤S11~S14的第一制法,能够在内部不产生间隙地得到导体膜内置层叠构造。另外,为了高精度地进行步骤S11的导体膜F71的成膜,优选通过研磨等来提高电介质保护膜FC2的上表面的平面度。例如,在将导体膜F71的膜厚设定为20nm的情况下,优选使电介质保护膜FC2的上表面的表面粗糙度设为20nm以下。

[0501] 第二制法是包括步骤S21~S24的制法,以下示出步骤S21~S24。

[0502] S21…在高压侧介电膜2的下表面上成膜出导体膜F7,得到图58所示的带导体膜的介电膜F2E(介电膜F2与导体膜F7的组合构造)。另外,作为导体膜F7向高压侧介电膜2的成膜方法而使用溅射法、离子镀技术。

[0503] S22…将电介质保护膜FC2隔着O型环17配置在介电膜支承构件10B的固定辅助面10XF上。在带导体膜的介电膜F2E中,在固定辅助面10XF的上方未形成导体膜F7。

[0504] S23…在介电膜支承构件10B的支承面10F上配置带导体膜的介电膜F2E。在配置于支承面10F上的带导体膜的介电膜F2E的下表面未形成导体膜F7。

[0505] S24…设置用于从上方按压带导体膜的介电膜F2E的介电膜按压构件11。

[0506] 在执行了步骤S24之后,通过作为弹性构件发挥功能的O型环17的弹力,电介质保护膜FC2的上表面相对于导体膜F7的下表面以及(未设置导体膜F7的)高压侧介电膜2的下表面紧贴。

[0507] 如此,通过包括步骤S21~S24的第二制法,能够在内部不产生间隙地得到导体膜内置层叠构造。另外,为了高精度地进行步骤S21的导体膜F7的成膜,优选通过研磨等来提高高压侧介电膜2的下表面的平面度。例如,在将导体膜F71的膜厚设定为20nm的情况下,优选将高压侧介电膜2的下表面的表面粗糙度设为20nm以下。

[0508] 电极单元911无需将高压侧介电膜2以及接地侧介电膜3的构成材料相对于以前进行变更,相对于电极单元55的主要的变更点在于,从介电膜支承构件10向介电膜支承构件10B的改进、导体膜F7以及电介质保护膜FC2的追加的程度。因此,包括上述第一制法或者第二制法的电极单元911的制造工序不会复杂化。

[0509] 在实施方式7的活性气体生成装置的第二方式中,电极单元911的介电膜支承构件10B通过成为电介质支承面的支承面10F从下方支承接地侧介电膜3的凸部底面23。而且,通过作为弹性构件发挥功能的O型环17的弹力而将高压侧介电膜2的凹部底面26与电介质保护膜FC2的上表面设定为紧贴状态。

[0510] 因而,实施方式7的活性气体生成装置的第二方式能够通过设置介电膜支承构件10B以及O型环17这样的比较简单的构造,将导体膜内置层叠构造稳定性良好地固定。

[0511] 此外,通过将作为第一电极用导电膜的供电体5的面积抑制为所需最小限度,由此能够在其与介电膜按压构件11之间确保足够的绝缘距离。

[0512] 因而,实施方式7的活性气体生成装置的第二方式能够得到可靠地避免在供电体5与介电膜按压构件11之间可能产生的不良情况的构造。

[0513] 此外,实施方式7的活性气体生成装置的第二方式通过利用O型环17的弹力,能够通过比较简单的构造实现高压侧介电膜2的凹部底面26与电介质保护膜FC2的上表面之间的紧贴精度的提高。

[0514] 而且,在具有图57所示的电极单元911的实施方式7的活性气体生成装置的第二方式中,多个气体喷出口70具有与实施方式2的电极单元55以及实施方式3的第二方式的电极单元811相同的特征。即,多个气体喷出口70以随着朝向下方而相互接近的方式设置、以使得多个部分活性气体在碰撞区域80中碰撞,并且,碰撞区域80位于下方锥形区域41t(参照图36以及图37)内或者比下方锥形区域41t靠上方的位置。

[0515] 因此,实施方式7的活性气体生成装置的第二方式与实施方式2的活性气体生成装置以及实施方式3的第二方式相同,能够向后级的处理空间供给均匀的活性气体G2。

[0516] <实施方式8>

[0517] 图59是表示实施方式8的第一以及第二方式的活性气体生成装置的截面构造的说明图。图60是表示实施方式8的第一方式中的图59的关注区域R5的详细构造的说明图。图61是表示实施方式8的第二方式中的图59的关注区域R5的详细构造的说明图。在图59~图61中分别记载有XYZ正交坐标系。

[0518] 图59所示的电极单元931是与图49所示的实施方式5的电极单元831对应的实际使用构造。

[0519] 另外,与第一方式对应的实施方式8的基本方式为如下构造:在图47所示的电极单元83中,在介电膜F2的下表面设置导体膜F7,在导体膜F7的下表面与电介质保护膜FC4的上表面之间设置保护构件空间40。

[0520] 另外,与第二方式对应的实施方式8的基本方式为如下构造:在图47所示的电极单元83中,在电介质保护膜FC4的上表面设置导体膜F7,在导体膜F7的上表面与介电膜F2的下表面之间设置保护构件空间40。

[0521] 在电极单元931中,作为介电膜F2而使用高压侧介电膜2,作为介电膜F3而使用接地侧介电膜3,作为高压电极F5而使用供电体5,作为导体膜F7而使用导体膜F72(第一方式)或者导体膜F73(第二方式),作为图48所示的介电膜支承构件M10而使用介电膜支承构件10C。另外,作为接地电极F6而使用未图示的导电膜7(图20、图21)。另外,在图59中示出导体膜F72。

[0522] 如此,实施方式8的第一以及第二方式的活性气体生成装置成为具有电极单元931的活性气体生成装置。

[0523] 实施方式8的活性气体生成装置的第一以及第二方式的整体构成是与图1所示的活性气体生成装置71相同的构成。因而,图59所示的电极单元931对应于图1所示的整体构成的活性气体生成装置75中的电极单元51~53中的任一个。

[0524] 即,实施方式8的活性气体生成装置中的第一以及第二方式与实施方式1的活性气体生成装置71相同,具备作为多个电极单元的电极单元51~53、以及在壳体内空间S1(参照图8)收纳电极单元51~53且具有导电性的壳体1。

[0525] 以下,对于与实施方式1的电极单元50(51~53)相同的构造、与实施方式2的电极单元55或者实施方式5的电极单元831相同的构造,标注相同的附图标记而适当省略说明,以电极单元931的特征部分为中心进行说明。

[0526] 如图59所示,电极单元931与实施方式1的电极单元50(51~53)相同,高压侧介电膜2的下表面具有凹部底面26、以及设置在凹部底面的周边的凸部底面23。凸部底面23与凹部底面26相比沿着+Z方向的高度方向上的形成位置被设定得更高。

[0527] 在图60所示的第一方式中,在凹部底面26的下表面设置有导体膜F72,在导体膜F72的下方隔着保护构件空间40设置有电介质保护膜FC4,在凸部底面23上未设置导体膜F72以及电介质保护膜FC4。

[0528] 如此,在图60所示的第一方式中,在高压侧介电膜2以及导体膜F72的下表面侧隔着具有微小的间隙长度 $\Delta 40$ 的保护构件空间40配置有电介质保护膜FC4。

[0529] 因而,电极单元931的第一方式中的高压侧电极构成部E14沿着高度方向(+Z方向)依次配置有电介质保护膜FC4、保护构件空间40、导体膜F72、高压侧介电膜2以及供电体5。

[0530] 另一方面,在图61所示的第二方式中,在凹部底面26的下方隔着保护构件空间40设置有成为导体膜F73以及电介质保护膜FC4的组合构造的带导体膜的电介质保护膜FCE,在凸部底面23上未设置导体膜F73以及电介质保护膜FC4。

[0531] 如此,在图61所示的第二方式中,在高压侧介电膜2的下表面侧隔着具有微小的间隙长度 $\Delta 40$ 的保护构件空间40配置有成为导体膜F73以及电介质保护膜FC4的组合构造的带导体膜的电介质保护膜FCE。

[0532] 因而,电极单元931的第二方式中的高压侧电极构成部E15沿着高度方向(+Z方向)依次配置有电介质保护膜FC4、导体膜F73、保护构件空间40、高压侧介电膜2以及供电体5。

[0533] 以下,在对图60所示的第一方式与图61所示的第二方式进行通称的情况下,有时称为“实施方式8的实际构造”或者简称为“实施方式8”。

[0534] 在实施方式8的实际构造中,电介质保护膜FC4与接地侧介电膜3之间成为间隙长度 $\Delta 4$ 的放电空间4e。另外,在高压侧介电膜2的上表面上设置有供电体5,在接地侧介电膜3的下表面侧设置有接地导体60。

[0535] 图59以及图60所示的实施方式8的第一方式的活性气体生成装置具有以下特征。

[0536] 作为电极加强导电膜的导体膜F72紧贴设置在作为第一电极用介电膜的高压侧介电膜2的下表面上。

[0537] 作为电介质保护构件的电介质保护膜FC4设置在导体膜F72的下方,电介质保护膜FC4在俯视时将导体膜F72的全部包含在内,在电介质保护膜FC4与导体膜F72之间设置有保护构件空间40。另外,未形成导体膜F72的保护构件空间40的一部分成为电介质保护膜FC4与高压侧介电膜2之间的空间。

[0538] 电介质保护膜FC4与作为第二电极用介电膜的接地侧介电膜3相对置的空间成为电介质空间18,保护对象介电膜为高压侧介电膜2。

[0539] 作为第一电极构成部的高压侧电极构成部E14的特征在于,还包括电介质保护膜FC4以及导体膜F72。

[0540] 还具备对高压侧电极构成部E14的供电体5与接地侧电极构成部E20的接地导体6之间施加施加电压VP的交流电源15,在从交流电源15施加施加电压时在放电空间4e中产生介质阻挡放电。

[0541] 导体膜F72具有在俯视时比供电体5大且在俯视时比高压侧介电膜2小的平面形状,接地导体6在俯视时将导体膜F72包含在内。

[0542] 放电空间4e在电介质空间18内包括导体膜F72与接地导体6在俯视时重叠的区域即扩展主要放电空间。

[0543] 来自交流电源15的施加电压、放电空间4e以及保护构件空间40被设定为,满足在施加电压的施加时在放电空间4e中产生介质阻挡放电、在保护构件空间40中不产生介质阻挡放电的放电产生要件。

[0544] 另一方面,图59以及图61所示的实施方式8的第二方式的活性气体生成装置具有以下特征。

[0545] 作为电极加强导电膜的导体膜F73紧贴设置在电介质保护膜FC4的上表面上,电介质保护膜FC4在俯视时将导体膜F73的全部包含在内。

[0546] 在导体膜F73与高压侧介电膜2之间设置有保护构件空间40。另外,未形成导体膜F73的保护构件空间40的一部分成为电介质保护膜FC4与高压侧介电膜2之间的空间。

[0547] 另外,电介质保护膜FC4与接地侧介电膜3相对置的空间成为电介质空间18,保护对象介电膜为高压侧介电膜2。

[0548] 高压侧电极构成部E15的特征在于,还包括电介质保护膜FC4以及导体膜F73。

[0549] 还具备对高压侧电极构成部E15的供电体5与接地侧电极构成部E20的接地导体6之间施加施加电压的交流电源15,在交流电源15施加施加电压时在放电空间4e中产生介质阻挡放电。

[0550] 导体膜F73具有在俯视时比供电体5大且在俯视时比高压侧介电膜2以及电介质保护膜FC4小的平面形状,接地导体6在俯视时将导体膜F73包含在内。

[0551] 在电介质空间18中包括导体膜F73与接地导体6在俯视时重叠的区域即扩展主要放电空间而形成有放电空间4e。

[0552] 交流电源15的施加电压、放电空间4e以及保护构件空间40被设定为,满足在施加电压的施加时在放电空间4e中产生介质阻挡放电、在保护构件空间40中不产生介质阻挡放电的放电产生要件。

[0553] 实施方式8的电极单元931为了满足上述放电产生要件,与成为放电空间4e的放电距离的间隙长度 $\Delta 4$ 相比较,将成为保护构件空间40的放电距离的间隙长度 $\Delta 40$ 设定得足够短。该特征在第一以及第二方式中相同。

[0554] 如图59所示,介电膜支承构件10C还具有成为从下方支承电介质保护膜FC4的周边区域的保护构件支承面的支承面10YF。

[0555] 因而,通过由支承面10YF从下方支承电介质保护膜FC4的周边区域,由此能够使电介质保护膜FC4的沿着Z方向的高度方向的位置固定。

[0556] 另外,在图61所示的第二方式的情况下,通过支承面10YF从下方支承导体膜F73以

及电介质保护膜FC4的组合构造即带导体膜的电介质保护膜FCE的周边区域。

[0557] 在介电膜支承构件10C中,作为电介质支承面的支承面10F与作为保护构件支承面的支承面10YF相比高度方向上的形成位置更高,支承面10F与支承面10YF的高度方向的差分 Δd 被设定为,在高压侧介电膜2的下表面与电介质保护膜FC4的上表面之间形成间隙长度 $\Delta 40$ 的保护构件空间40。

[0558] 例如,电介质保护膜FC4具有均匀的膜厚 $dC4$,导体膜F72以及F73均具有均匀的膜厚 $d7$,当将凹部底面26从凸部底面23向-Z方向的深度方向的长度设为突出长度 $t26$ 时,差分 Δd 被设定为满足 $\{\Delta d = dC4 + d7 + t26 + \Delta 40\}$ 的长度。此时,保护构件空间40的间隙长度 $\Delta 40$ 为了满足上述放电产生要件,需要设定为与放电空间4的间隙长度 $\Delta 4$ 相比足够短。另外,由于导体膜F72以及F73的膜厚 $d7$ 足够薄,因此形成保护构件空间40的一部分的电介质保护膜FC4与高压侧介电膜2之间的间隙长度也成为与间隙长度 $\Delta 40$ 相同程度。

[0559] 图59以及图60所示的电极单元931的第一方式例如能够通过以下的第三制法来得到。第三制法是包括以下所示的步骤S31~S34的制法。

[0560] S31...在高压侧介电膜2的下表面上成膜出导体膜F72,得到图60所示的带导体膜的介电膜F2E。

[0561] S32...将电介质保护膜FC2配置在介电膜支承构件10C的支承面10YF上。在配置于支承面10F上的带导体膜的介电膜F2E的下表面未形成导体膜F7。

[0562] S33...在介电膜支承构件10C的支承面10F上配置带导体膜的介电膜F2E。在配置于支承面10F上的带导体膜的介电膜F2E的下表面未形成导体膜F72。

[0563] S34...设置用于从上方按压带导体膜的介电膜F2E的介电膜按压构件11。

[0564] 在执行了步骤S34之后,在电介质保护膜FC4的上表面、导体膜F72的下表面以及(未形成导体膜F72的)高压侧介电膜2的下表面之间形成保护构件空间40。

[0565] 如此,通过包括步骤S31~S34的第三制法,能够得到具有高压侧电极构成部E14的电极单元931的第一方式。

[0566] 图59以及图61所示的电极单元931的第二方式例如能够通过以下的第四制法来得到。第四制法是包括以下所示的步骤S41~S44的制法。

[0567] S41...在电介质保护膜FC2的上表面上成膜出导体膜F73,得到图61所示的带导体膜的电介质保护膜FCE。

[0568] S42...将带导体膜的电介质保护膜FCE配置在介电膜支承构件10C的支承面10YF上。在带导体膜的电介质保护膜FCE中,在支承面10YF的上方未形成导体膜F7。

[0569] S43...在介电膜支承构件10C的支承面10F上配置高压侧介电膜2。

[0570] S44...设置用于从上方按压高压侧介电膜2的介电膜按压构件11。

[0571] 在执行了步骤S44之后,在带导体膜的电介质保护膜FCE的导体膜F73的上表面以及(未形成导体膜F73的)电介质保护膜FC2的上表面、与高压侧介电膜2之间形成保护构件空间40。

[0572] 具有实施方式8的实际构造的电极单元931的活性气体生成装置发挥与图47~图51所示的实施方式5的活性气体生成装置相同的效果,而且发挥以下所述的固有效果。

[0573] 实施方式8的活性气体生成装置在作为电介质保护构件的电介质保护膜FC4与作为第一电极用介电膜的高压侧介电膜2(介电膜F2)之间设置有作为电极加强导电膜的导体

膜F72或者导体膜F73。导体膜F72或者导体膜F73具有在俯视时比作为第一电极用导电膜的供电体5(高压电极F5)大这样的形状特性。

[0574] 因此,实施方式8的活性气体生成装置为,与供电体5相比使导体膜F72或者导体膜F73的形成面积扩大,相应地能够得到包括更大体积的扩展主要放电空间的放电空间4e。

[0575] 因而,在实施方式8的活性气体生成装置中,将供电体5的形成面积抑制为所需最小限度,并且能够在包括扩展主要放电空间的比较大的放电空间4e中产生介质阻挡放电。

[0576] 在实施方式8的活性气体生成装置的第一方式中,在作为电介质保护构件的电介质保护膜FC4与成为电极加强导电膜的导体膜F72之间具有保护构件空间40,因此无需使电介质保护膜FC4与导体膜F72或者高压侧介电膜2紧贴,相应地能够实现装置构成的简化。

[0577] 另一方面,在实施方式8的活性气体生成装置的第二方式中,在导体膜F73与高压侧介电膜2之间具有保护构件空间40,因此无需使电介质保护膜FC4与高压侧介电膜2紧贴,相应地能够实现装置构成的简化。

[0578] 另外,在实施方式8的活性气体生成装置中,通过将保护构件空间40的间隙长度 $\Delta 40$ 设定为与放电空间4e的间隙长度 $\Delta 4$ 相比较足够短,由此能够比较容易地设定满足上述放电产生要件的施加电压、放电空间4以及保护构件空间40。

[0579] 结果,实施方式8的活性气体生成装置在介电膜2(F2)与介电膜3(F3)之间不产生除了放电空间4e以外的产生放电现象的空间就能够高精度地得到活性气体G2。

[0580] 电极单元931的第一方式的高压侧电极构成部E14包括电介质保护膜FC4,在电极单元931中对介电膜F2以及F3之间施加的施加电压满足上述放电产生要件。

[0581] 因此,具有电极单元931的实施方式8的活性气体生成装置的第一方式能够在形成在电介质保护膜FC4与导体膜F72之间的保护构件空间40中不产生介质阻挡放电,而在电介质保护膜FC4与介电膜3(F3)之间包括扩展主要放电空间的比较大的放电空间4e中产生介质阻挡放电。

[0582] 另一方面,电极单元931的第二方式的高压侧电极构成部E15包括电介质保护膜FC4,在电极单元931中对介电膜F2以及F3之间施加的施加电压满足上述放电产生要件。

[0583] 因此,实施方式8的活性气体生成装置的第二方式能够在形成在高压侧介电膜2与导体膜F73之间的保护构件空间40中不产生介质阻挡放电,而在电介质保护膜FC4与介电膜3(F3)之间包括扩展主要放电空间的比较大的放电空间4e中产生介质阻挡放电。

[0584] 结果,实施方式8的活性气体生成装置使供给到比较大的放电空间4e的原料气体G1活化而生成活性气体G2。

[0585] 而且,在实施方式8的活性气体生成装置的电极单元931中,介电膜支承构件10C通过作为电介质支承面的支承面10F从下方支承高压侧介电膜2的周边区域,并且通过作为保护构件支承面的支承面10YF从下方支承电介质保护膜FC4的周边区域。

[0586] 此外,在电极单元931中,支承面10F与支承面10YF的差值 Δd 被设定为,在高压侧介电膜2的下表面与电介质保护膜FC4的上表面之间的一部分形成间隙长度 $\Delta 40$ 的保护构件空间40。

[0587] 因而,实施方式8的活性气体生成装置能够将在与高压侧介电膜2之间具有保护构件空间40的电介质保护膜FC4或者带导体膜的电介质保护膜FCE(导体膜F73以及电介质保护膜FC4的组合构造)稳定性良好地固定。

[0588] 而且,图59~图61所示的具有电极单元931的实施方式8的活性气体生成装置中的多个气体喷出口70具有与实施方式2的电极单元55或者实施方式5的电极单元831相同的特征。即,多个气体喷出口70以随着朝向下方而相互接近的方式设置、以使得多个部分活性气体在碰撞区域80中碰撞,并且,碰撞区域80存在于下方锥形区域41t(参照图36以及图37)内或者比下方锥形区域41t靠上方的位置。

[0589] 结果,实施方式8的活性气体生成装置与实施方式2的电极单元55以及实施方式5的电极单元831相同,能够将均匀的活性气体G2供给到后级的处理空间。

[0590] <其他>

[0591] 详细说明了本发明,但上述说明在所有方面均为例示,本发明并不限于此。应理解不脱离本发明范围能够想到未例示的无数的变形例。

[0592] 例如,在实施方式2中在一个碰撞区域80中使多个部分活性气体碰撞,但也可以在2个以上的多个碰撞区域中使多个部分活性气体选择性地碰撞。

[0593] 另外,关于实施方式3~实施方式6,可以考虑具有以下的第二改进电极单元的活性气体生成装置。

[0594] 第一改进电极单元的构造为,作为电极单元81与电极单元84的组合构造,而具有实施方式3的电介质保护膜FC2与实施方式6的电介质保护膜FC5。

[0595] 第二改进电极单元的构造为,作为电极单元82与电极单元83的组合构造,具有实施方式4的电介质保护膜FC3与实施方式5的电介质保护膜FC4。

[0596] 即,本发明在其公开的范围内,能够使各实施方式自由地组合、或者对各实施方式适当进行变形、省略。

[0597] 符号の説明

[0598] 1壳体

[0599] 2高压侧介电膜

[0600] 3接地侧介电膜

[0601] 4、4e放电空间

[0602] 5供电体

[0603] 6、60接地导体

[0604] 7导电膜

[0605] 8罩介电膜

[0606] 9屏蔽介电膜

[0607] 10、10B、10C、M10介电膜支承构件

[0608] 11介电膜按压构件

[0609] 12按压构件

[0610] 13缓冲导体

[0611] 15交流电源

[0612] 21气体流路

[0613] 22冷却路

[0614] 40保护构件空间

[0615] 41壳体开口部

- [0616] 41a上方区域
- [0617] 41t下方锥形区域
- [0618] 50、51 ~ 53、55、81 ~ 84、91、810、811、830、831、911、931电极单元
- [0619] 61原料气体缓冲空间
- [0620] 62狭缝空间
- [0621] 63侧面空间
- [0622] 68活性气体用缓冲空间
- [0623] 69、70气体喷出口
- [0624] 71、75活性气体生成装置
- [0625] 80碰撞区域
- [0626] E1、E10 ~ E15高压侧电极构成部
- [0627] E2、E20 ~ E22接地侧电极构成部
- [0628] F2、F3介电膜
- [0629] F5、F6高压电极
- [0630] F7、F71 ~ F73导体膜
- [0631] FC2 ~ FC5电介质保护膜

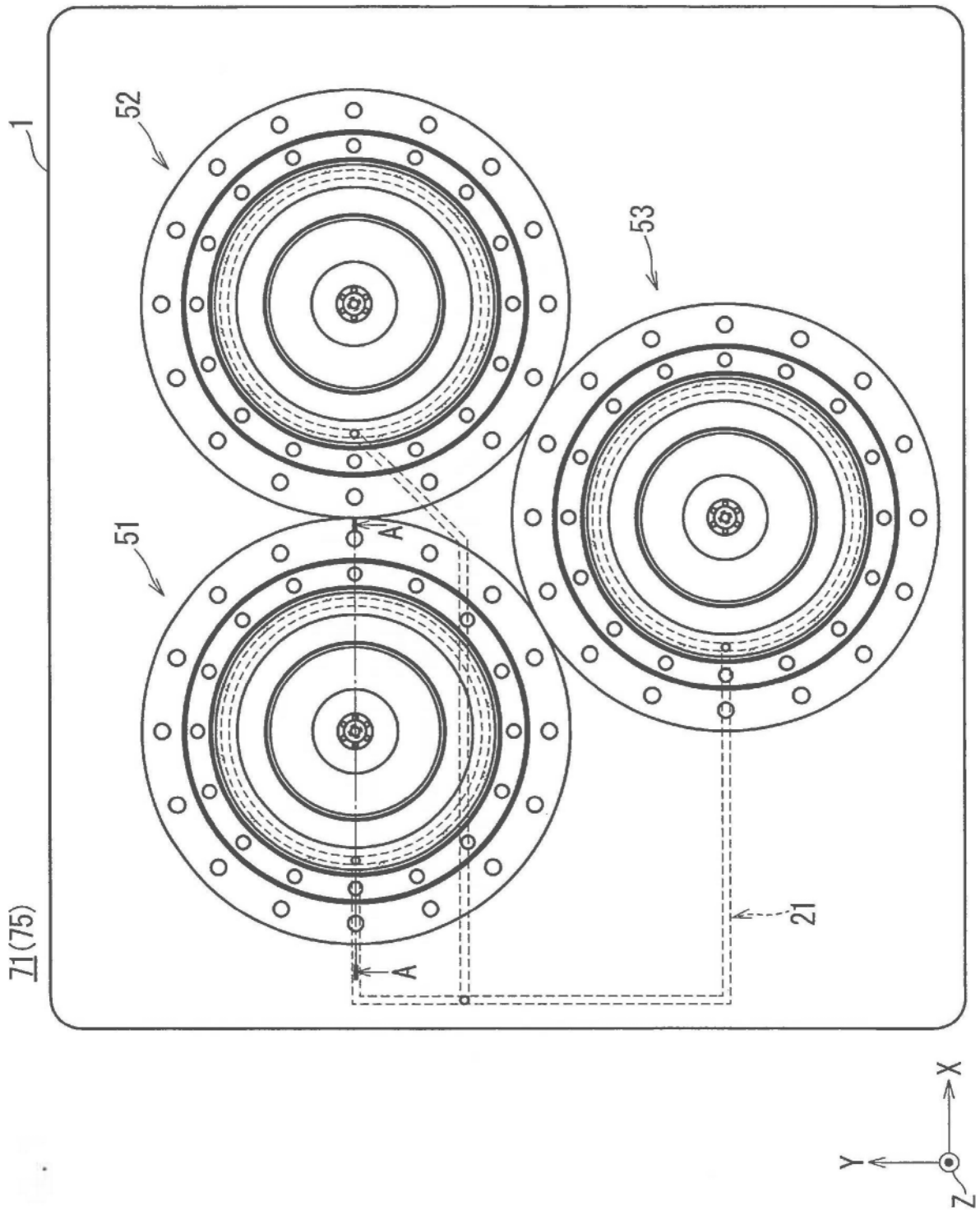


图1

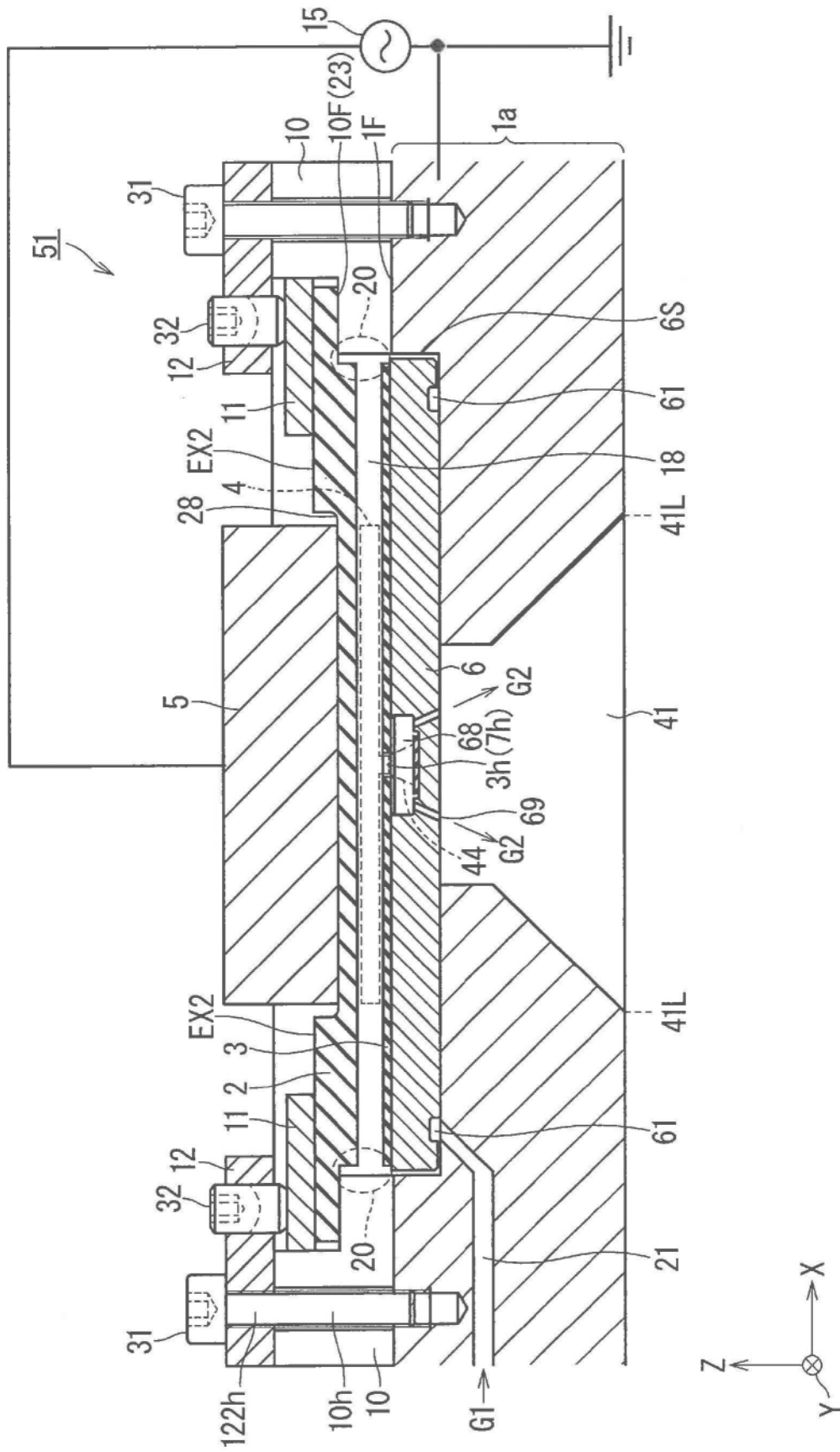


图2

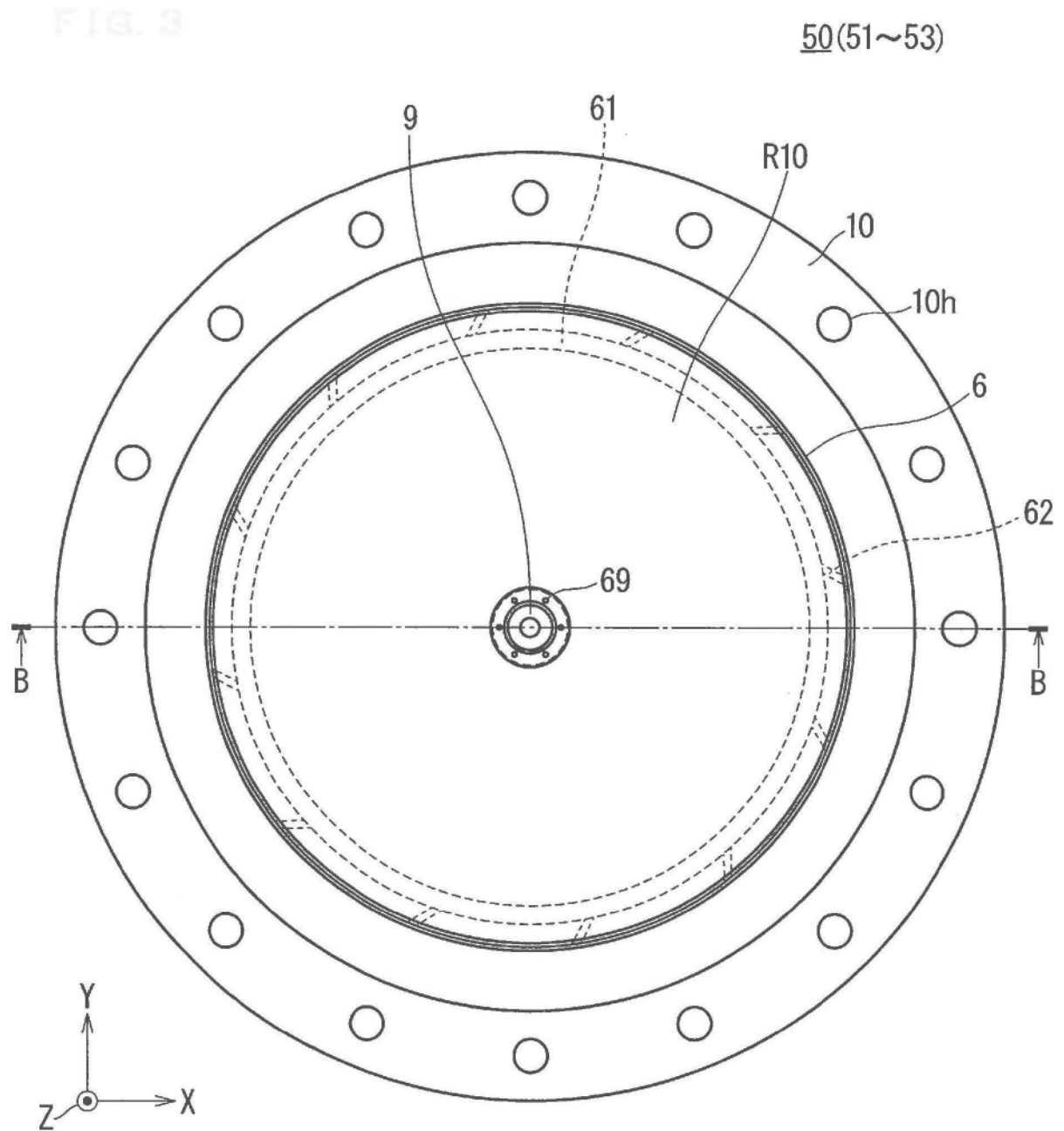


图3

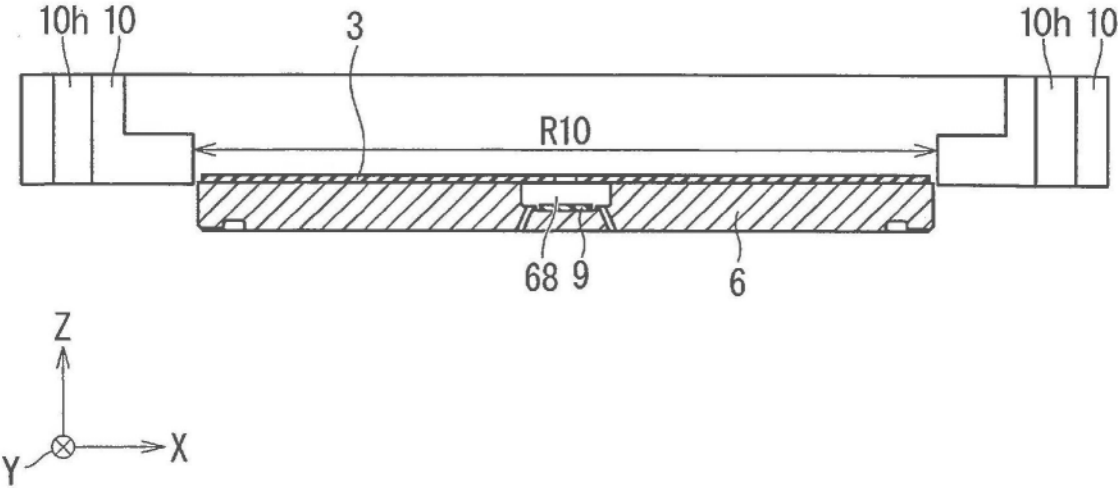


图4

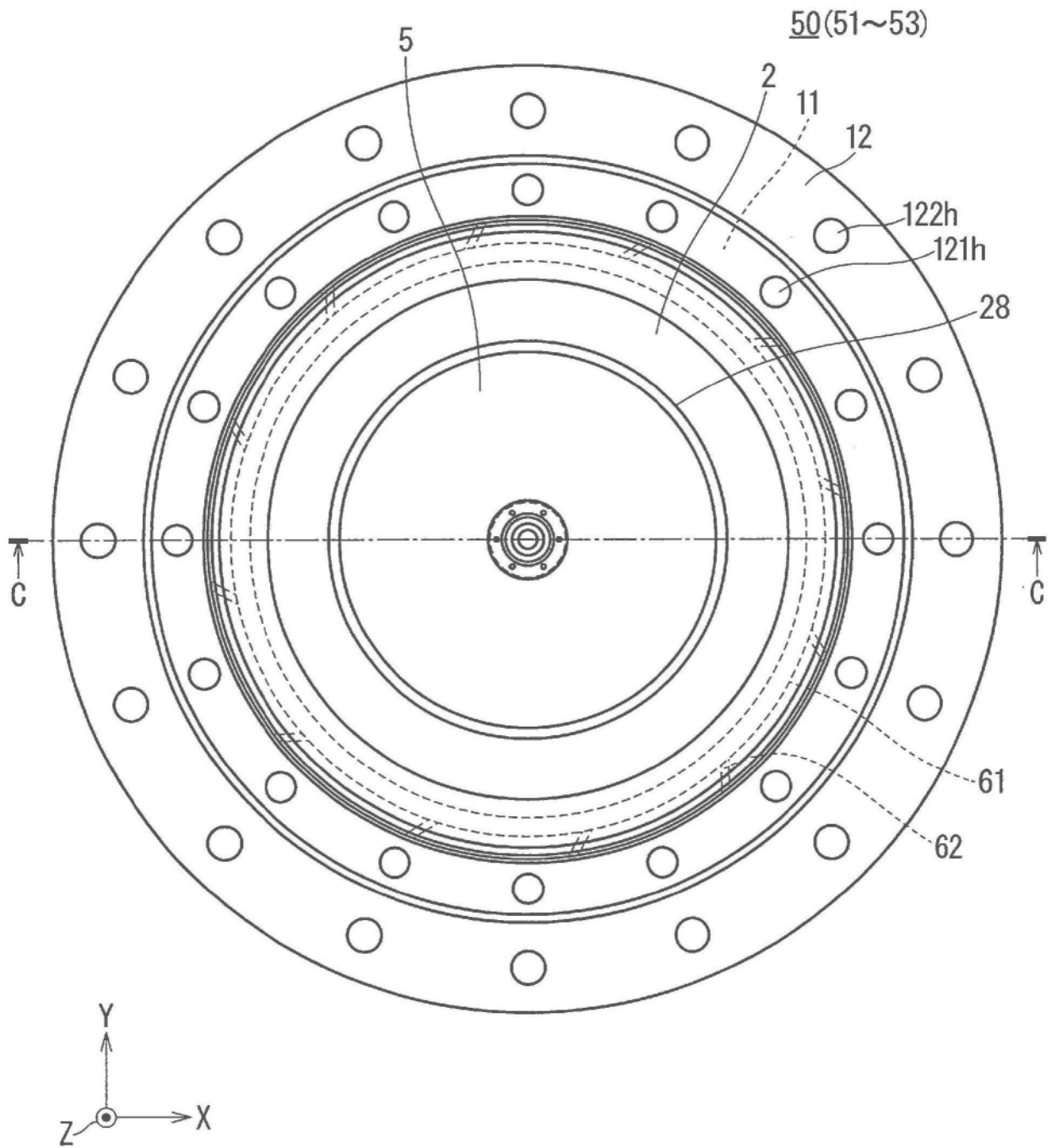


图5

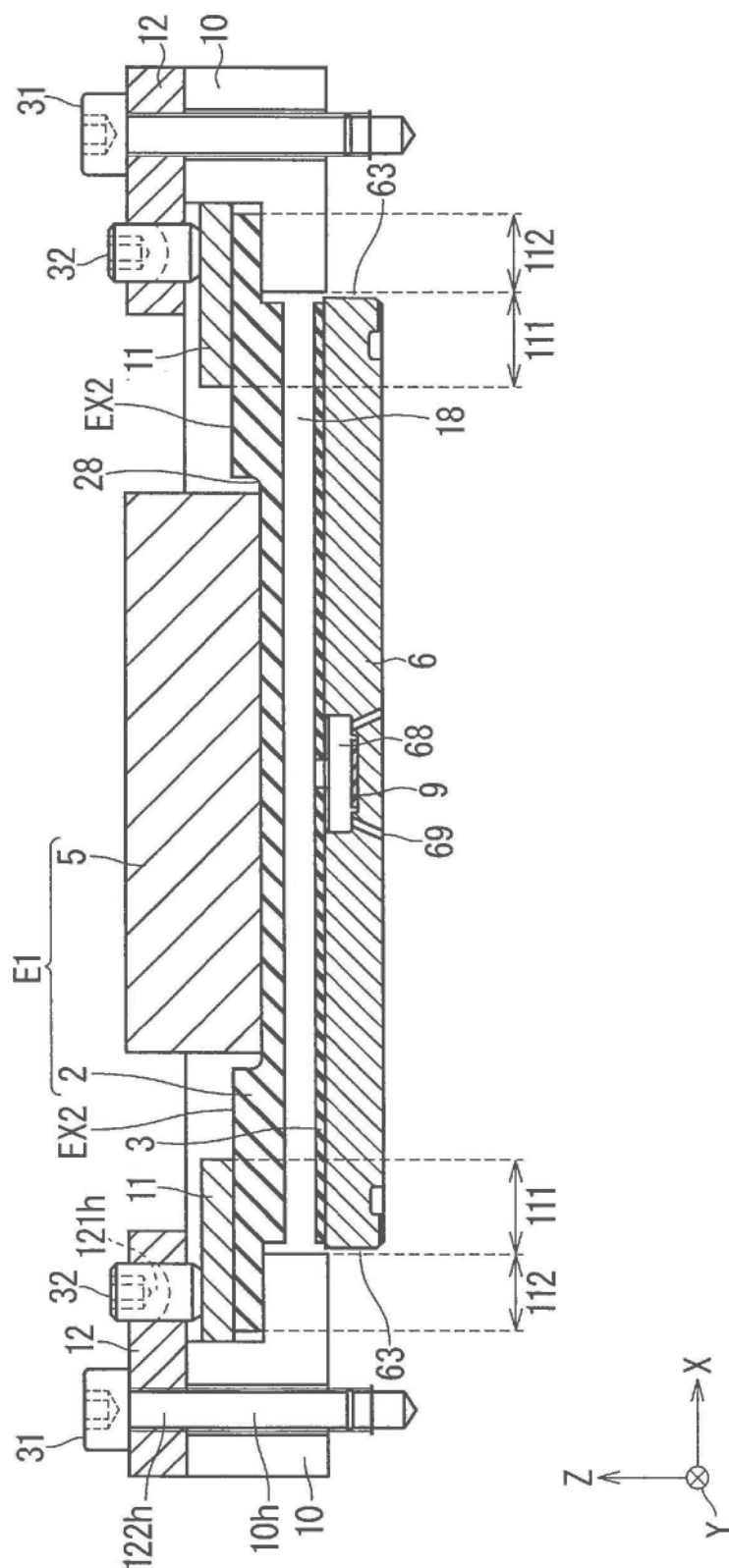


图6

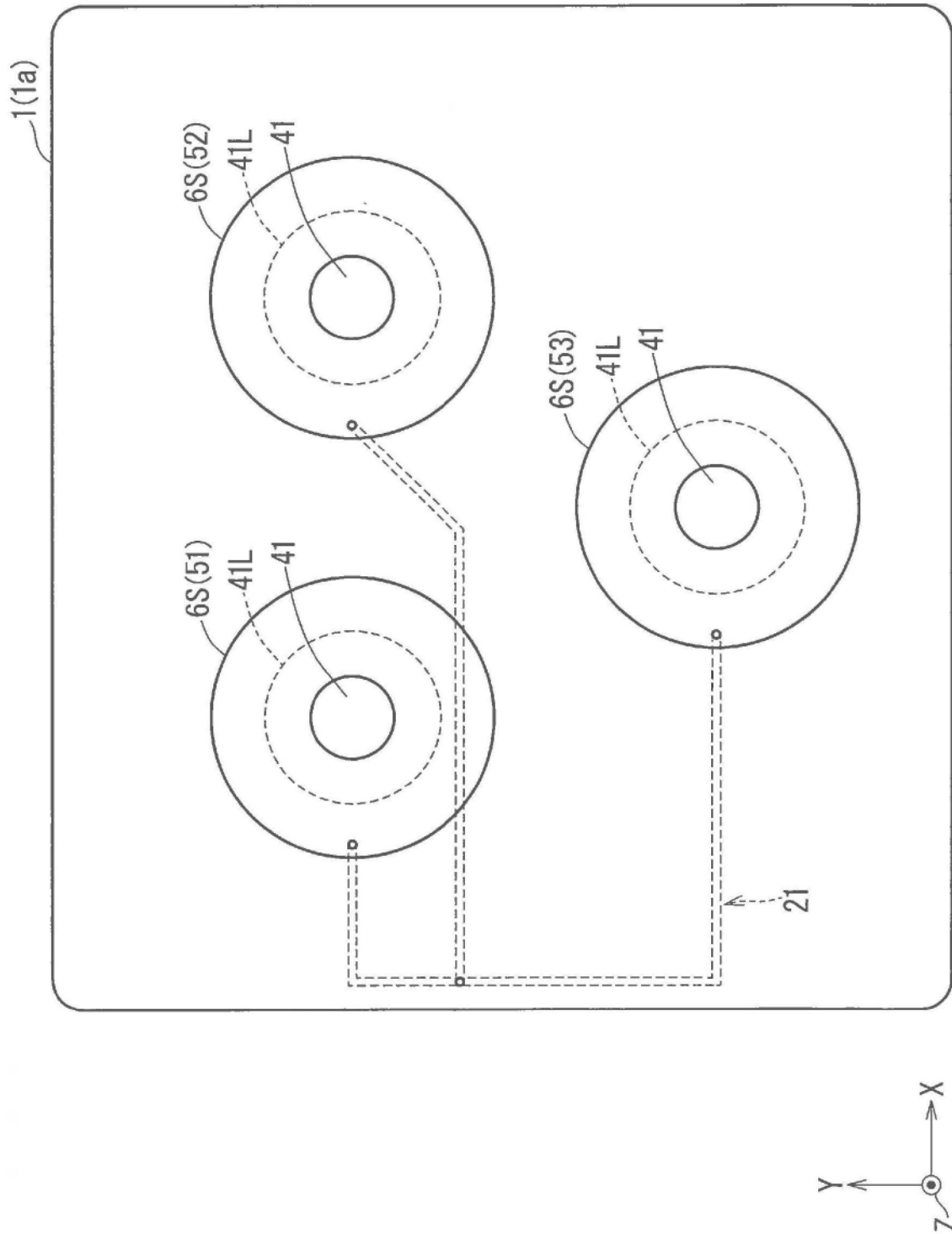


图7

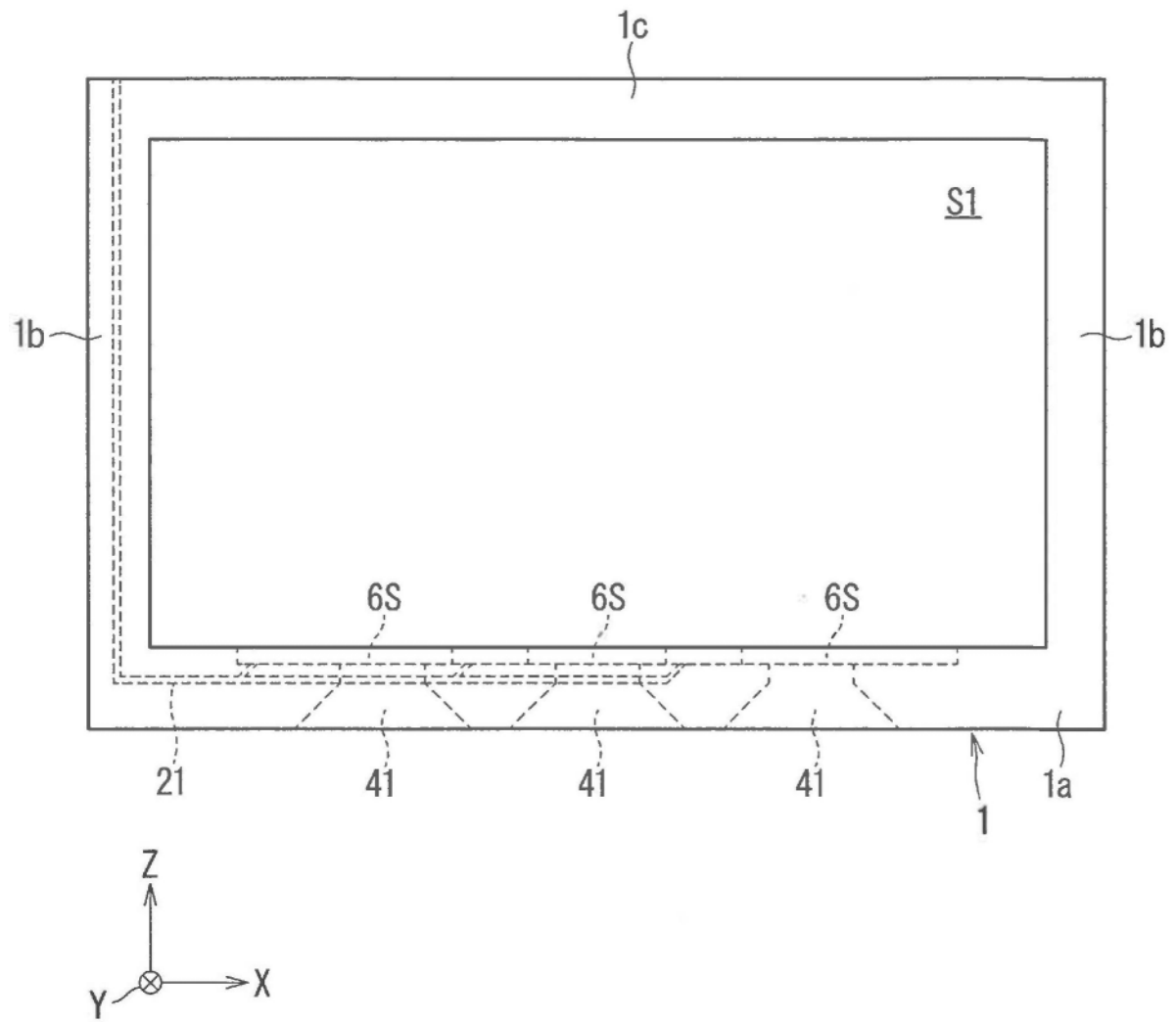


图8

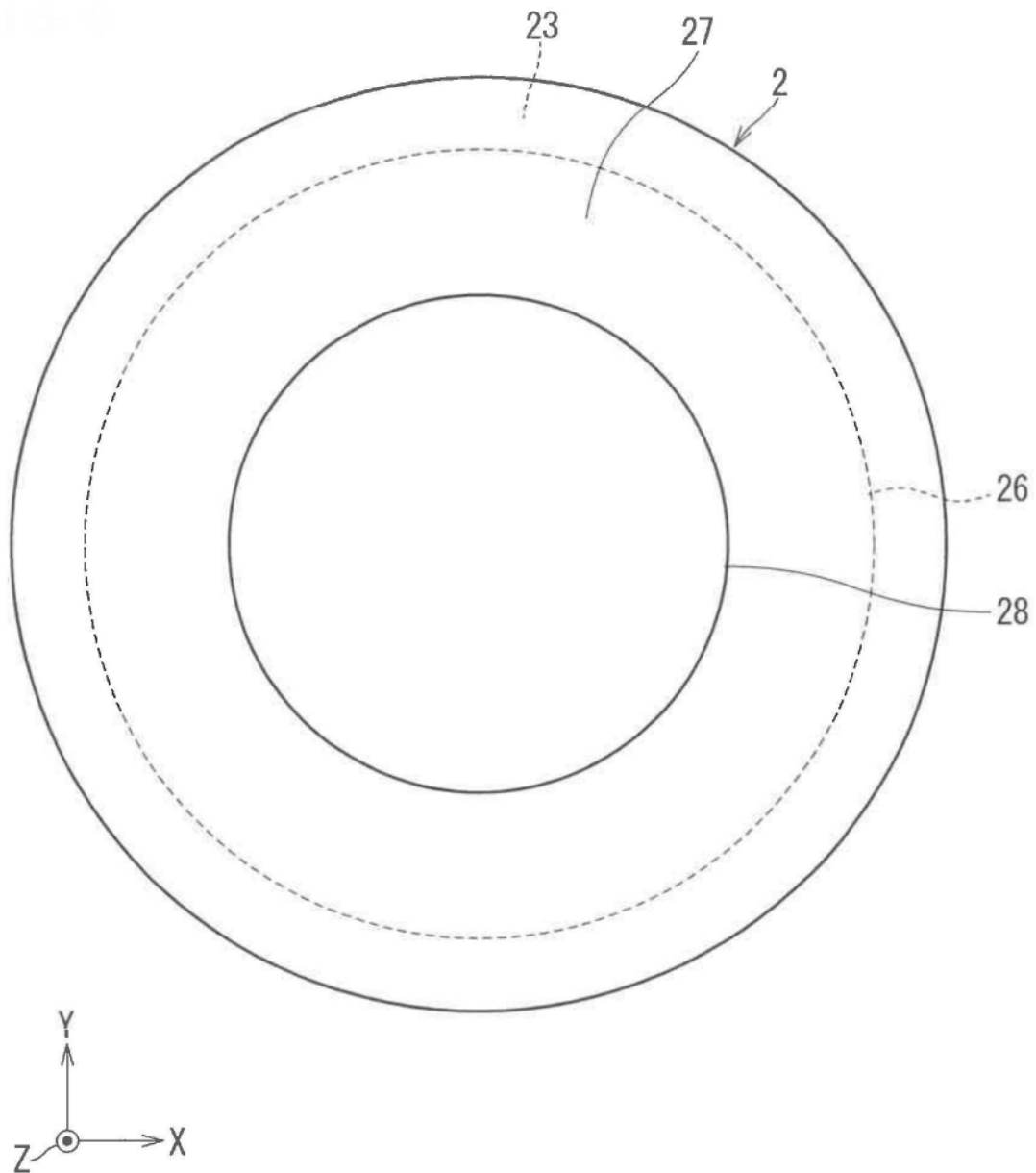


图9

2

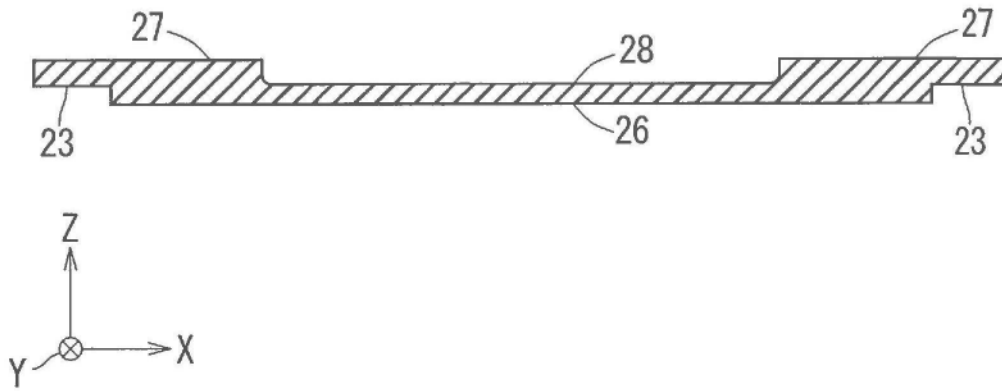


图10

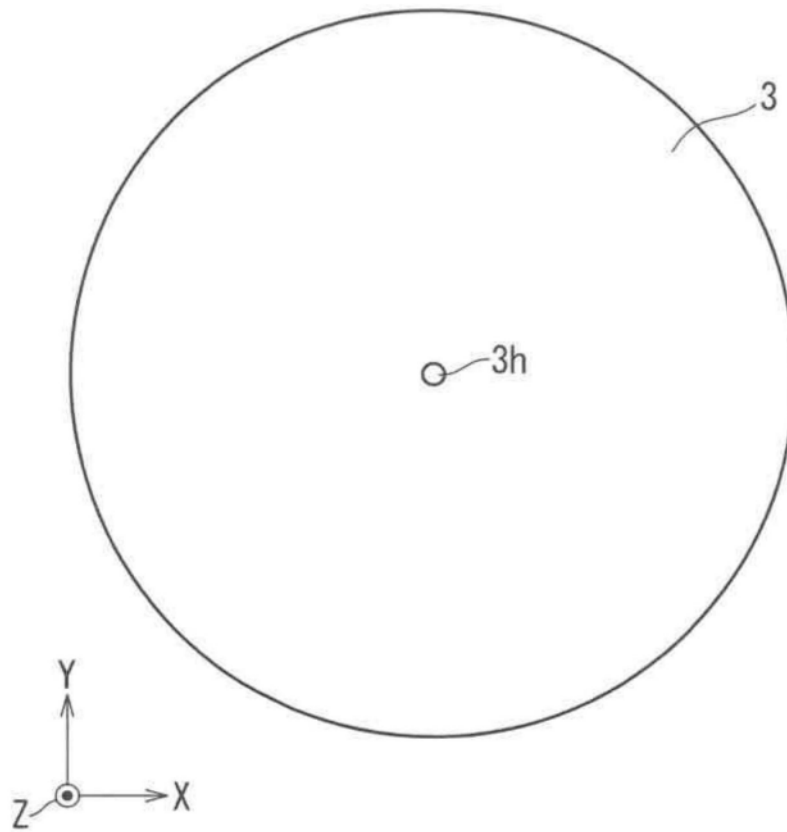


图11

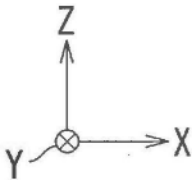
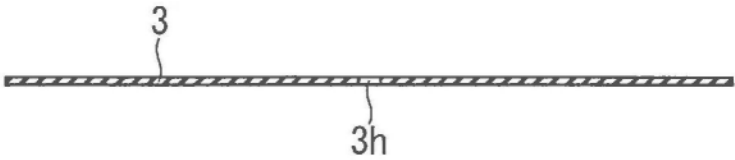


图12

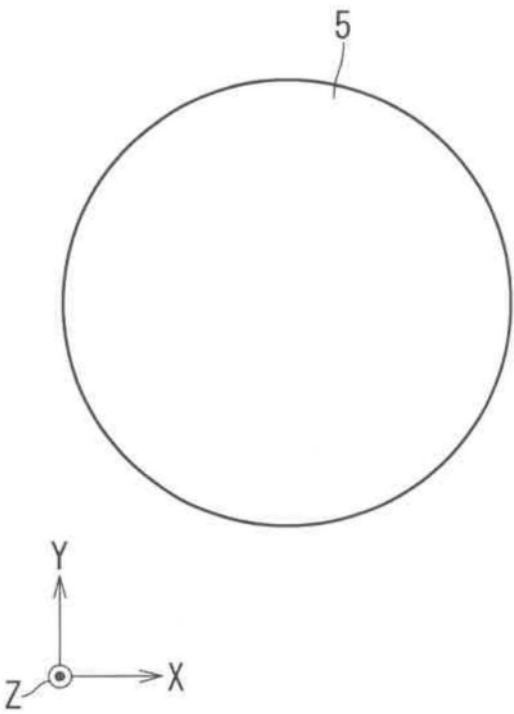


图13

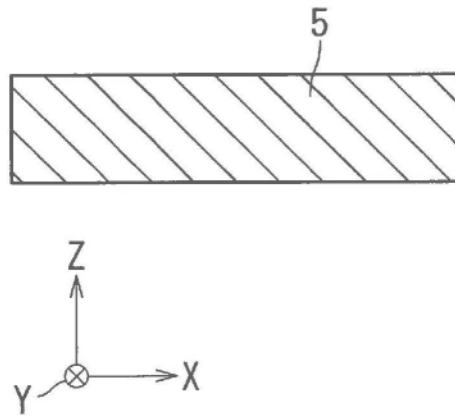


图14

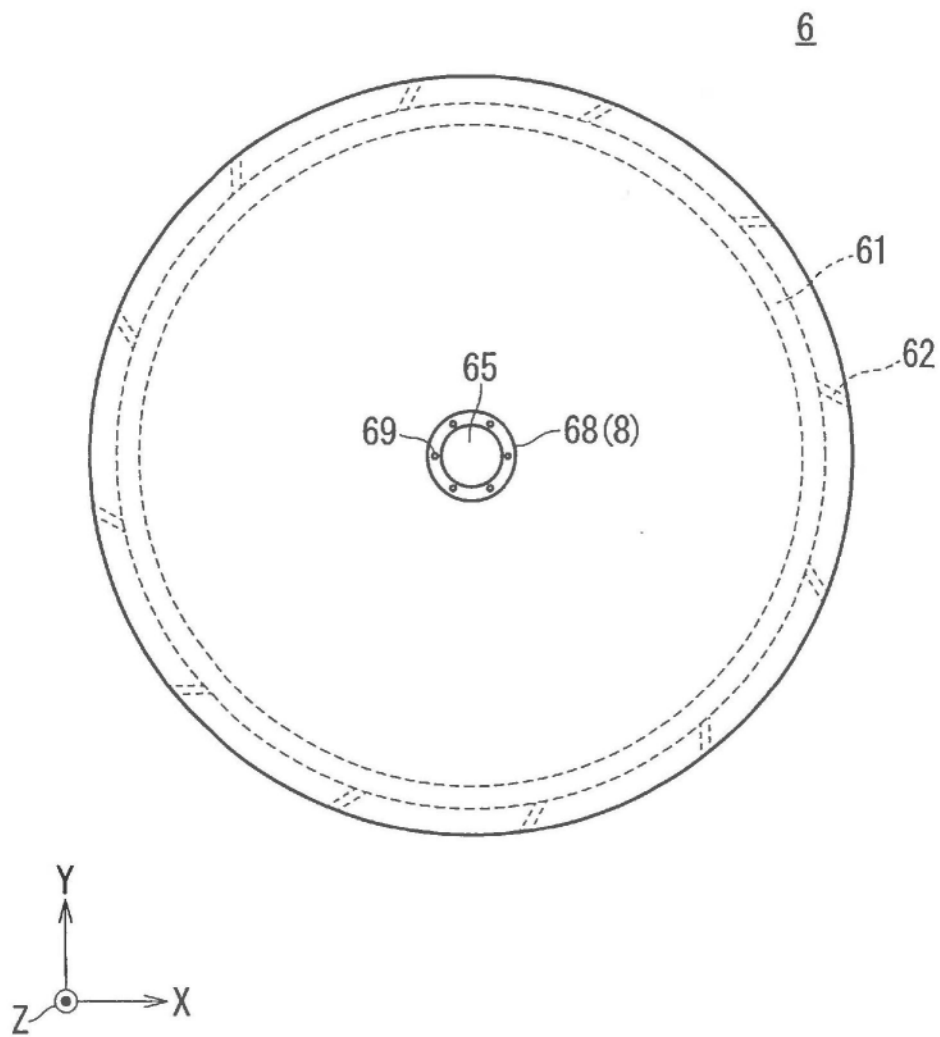


图15

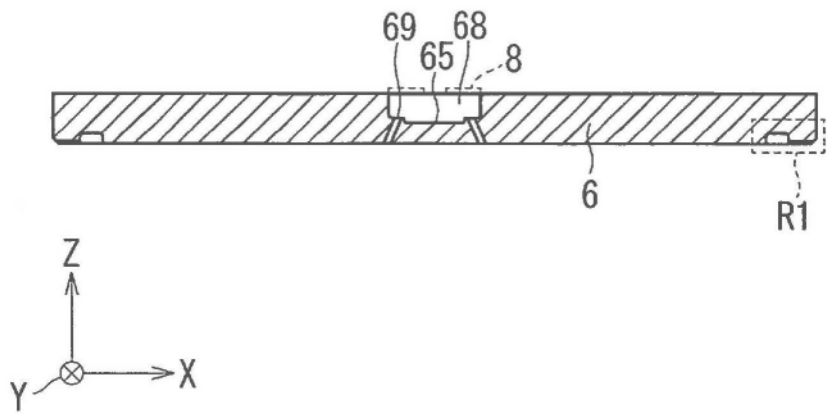


图16

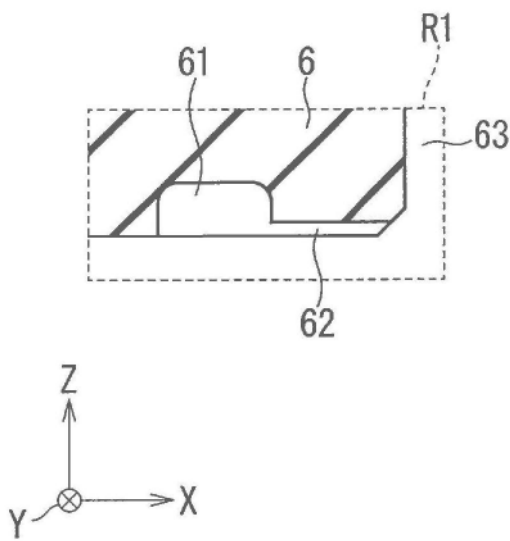


图17

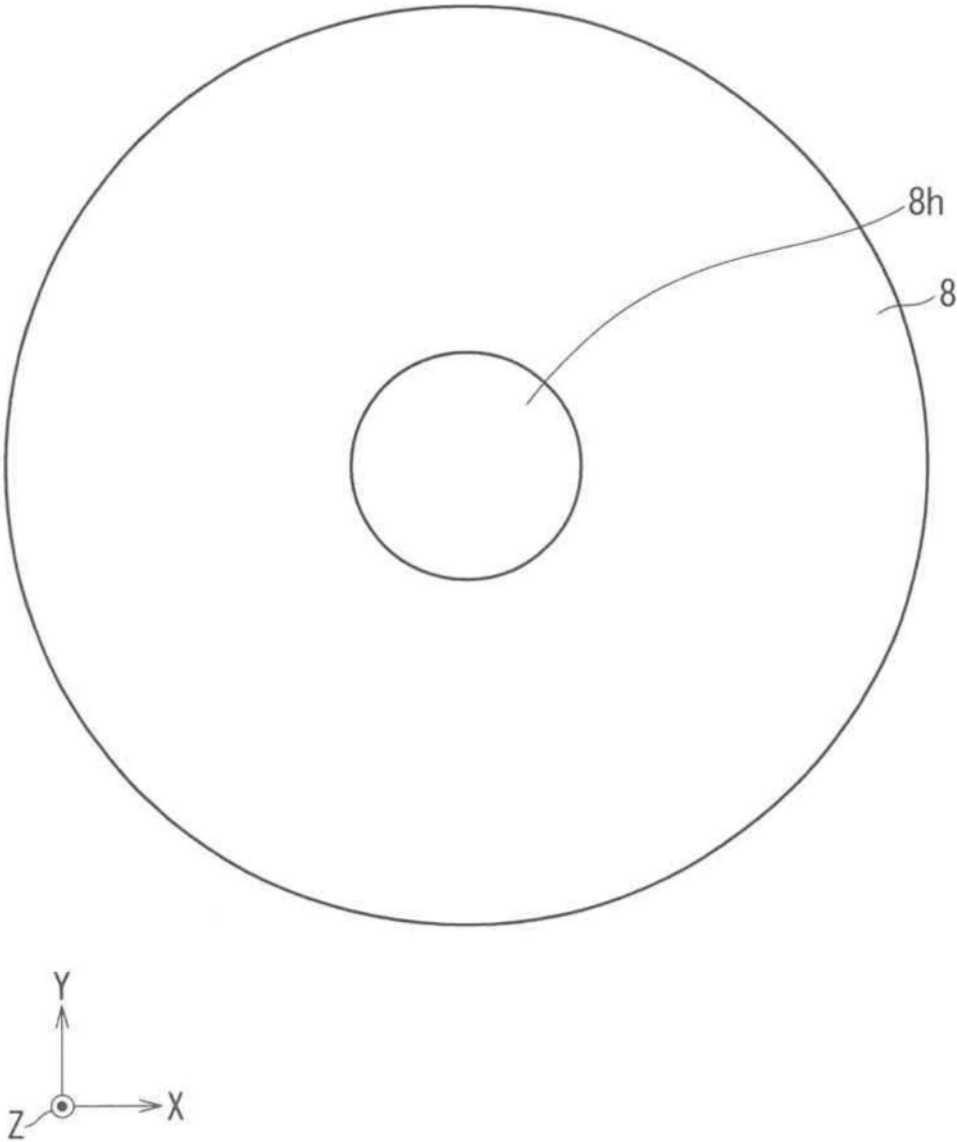


图18

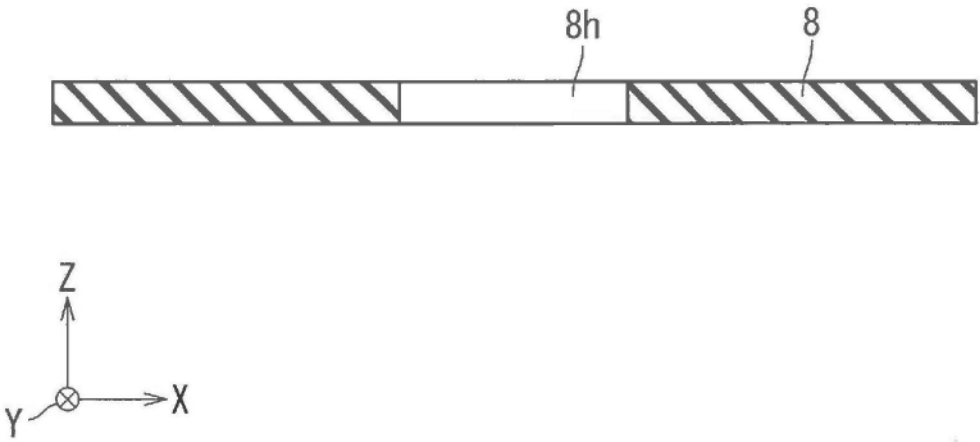


图19

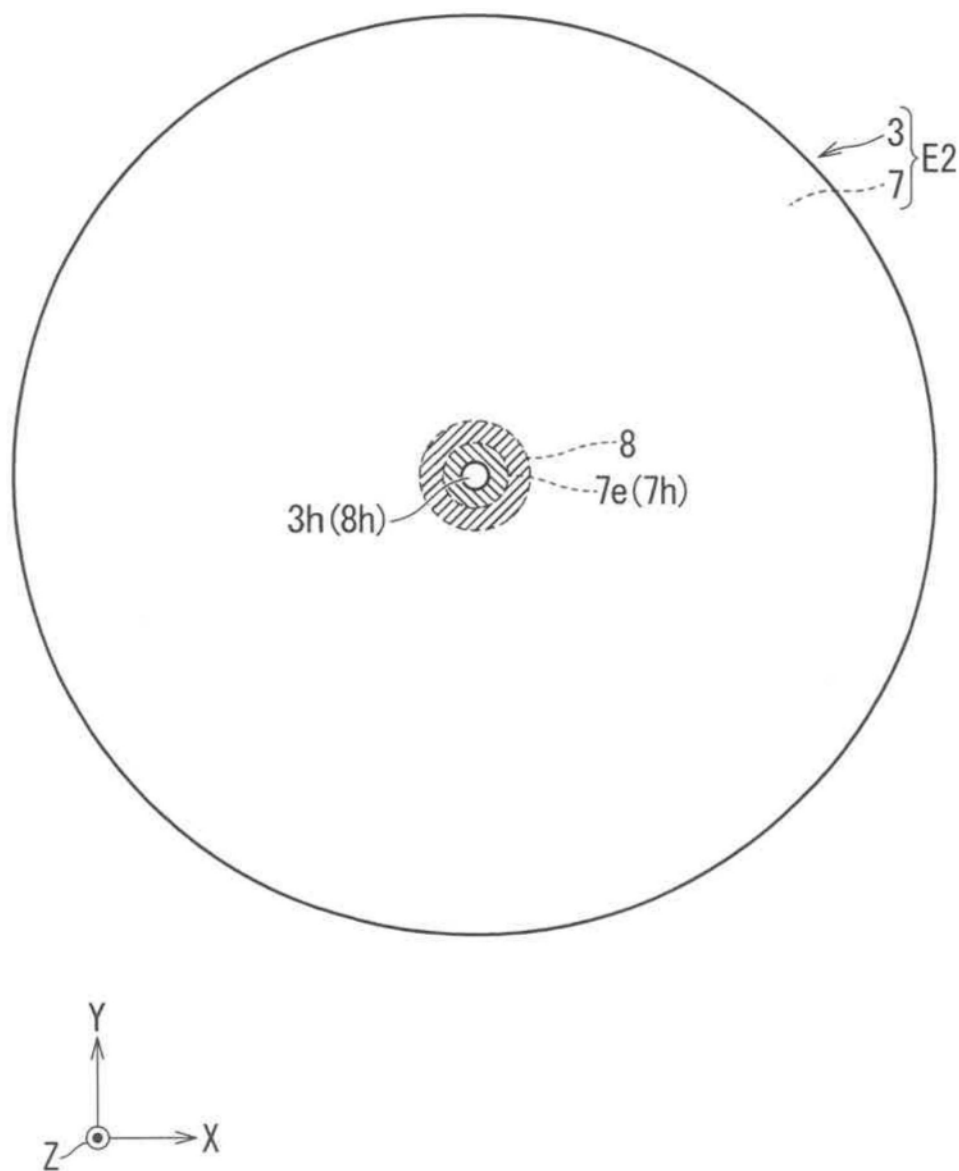


图20

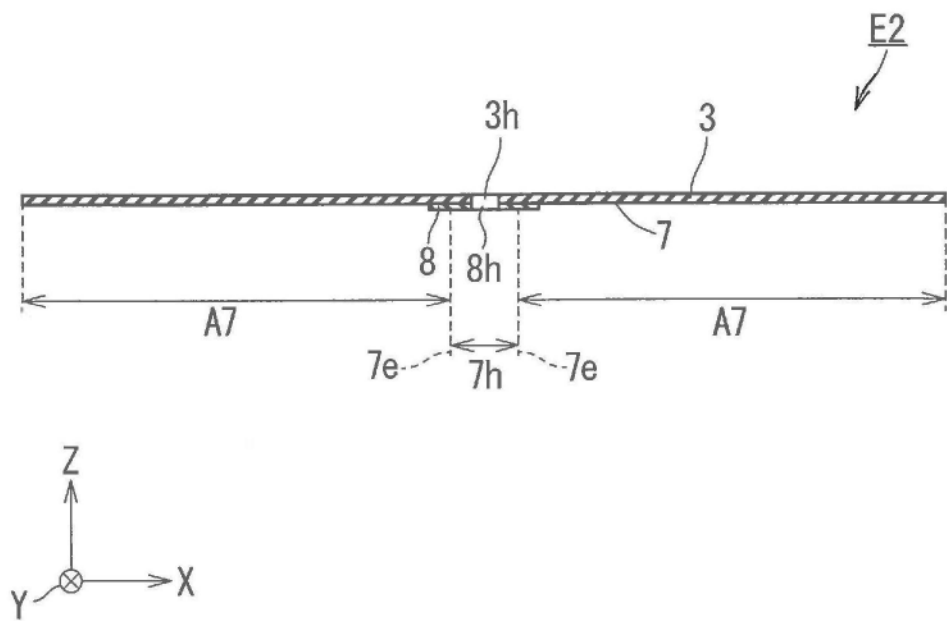


图21

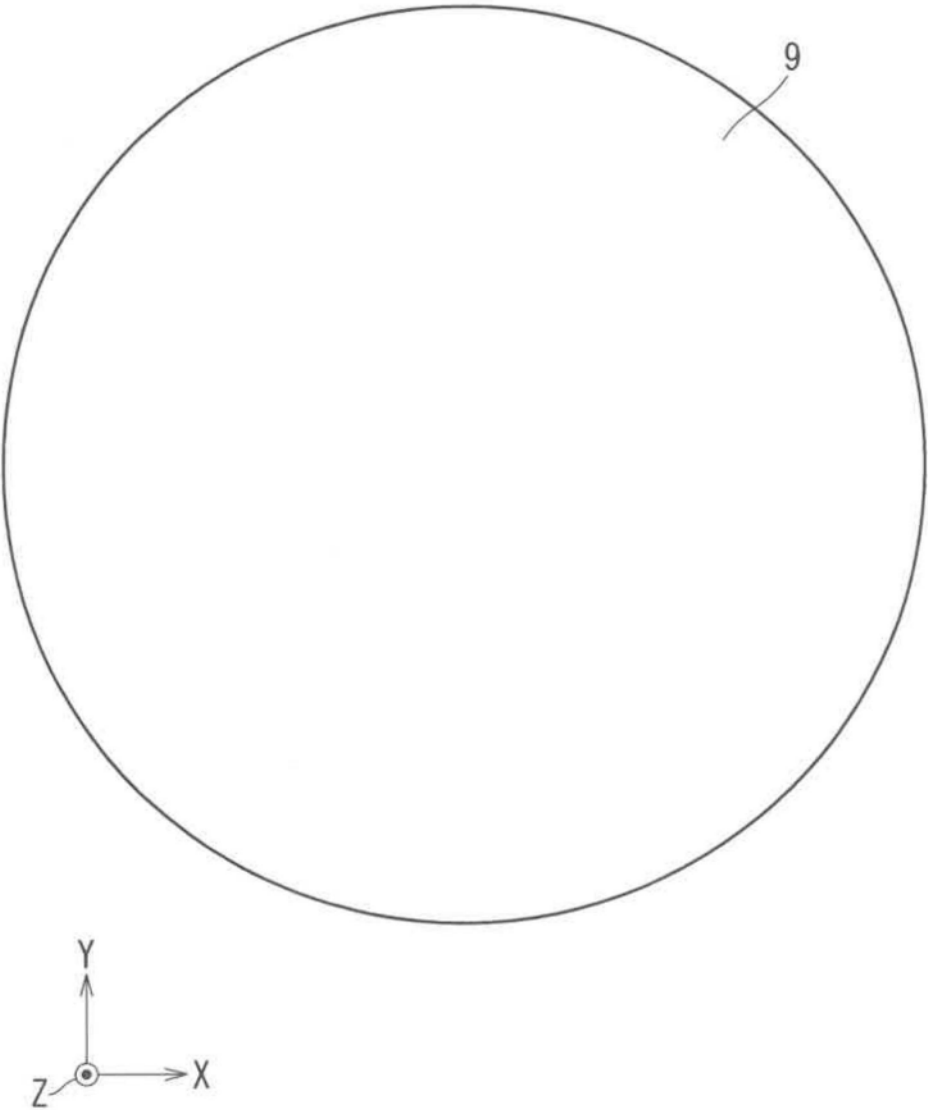


图22

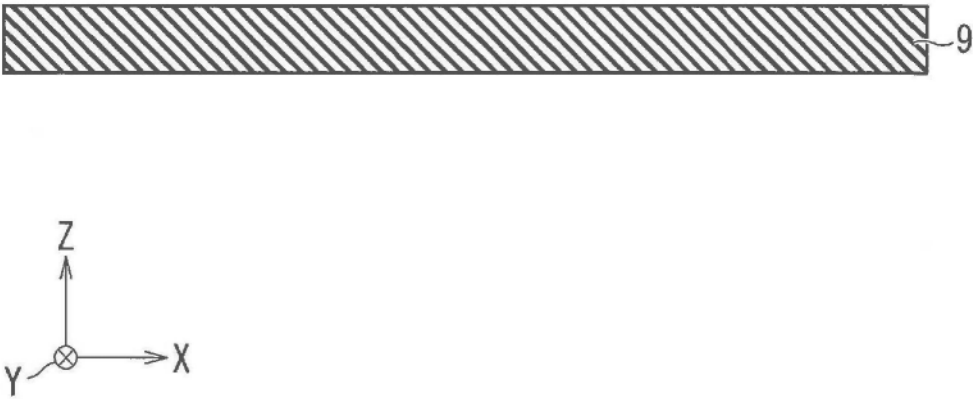


图23

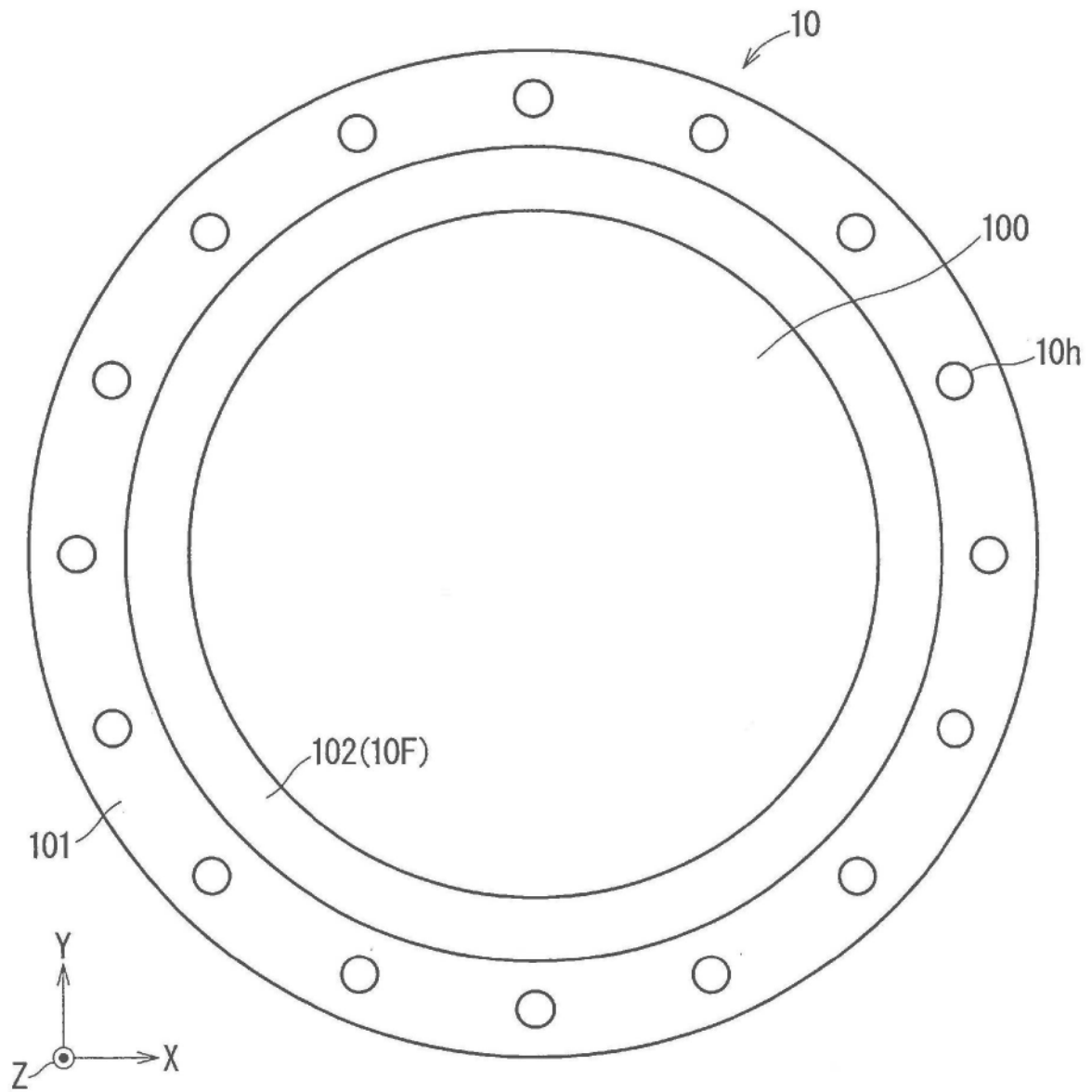


图24

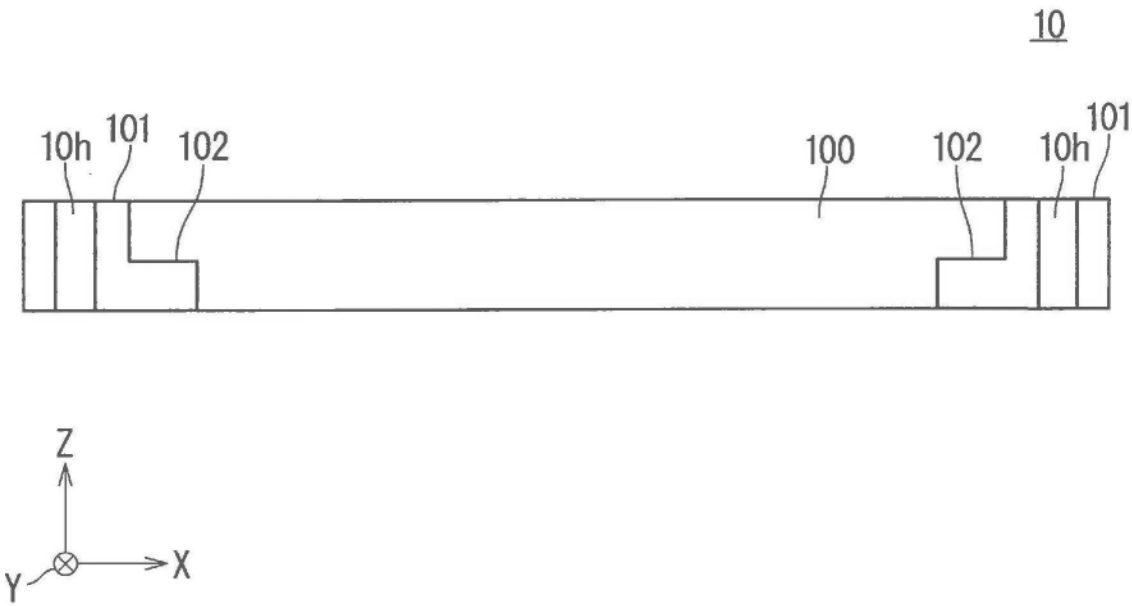


图25

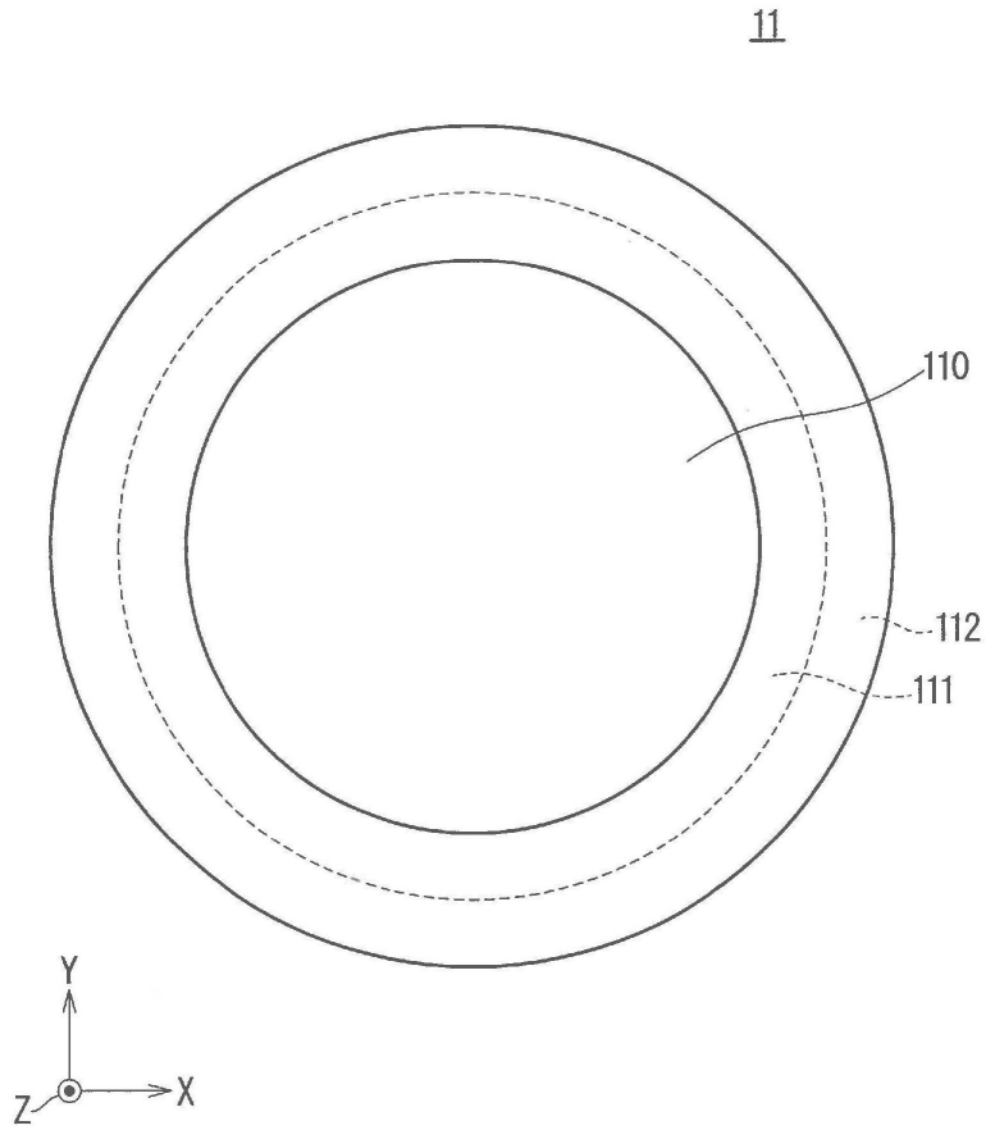


图26

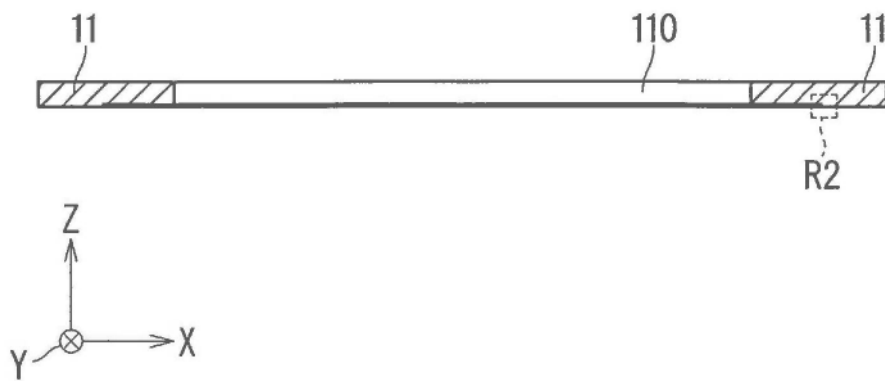


图27

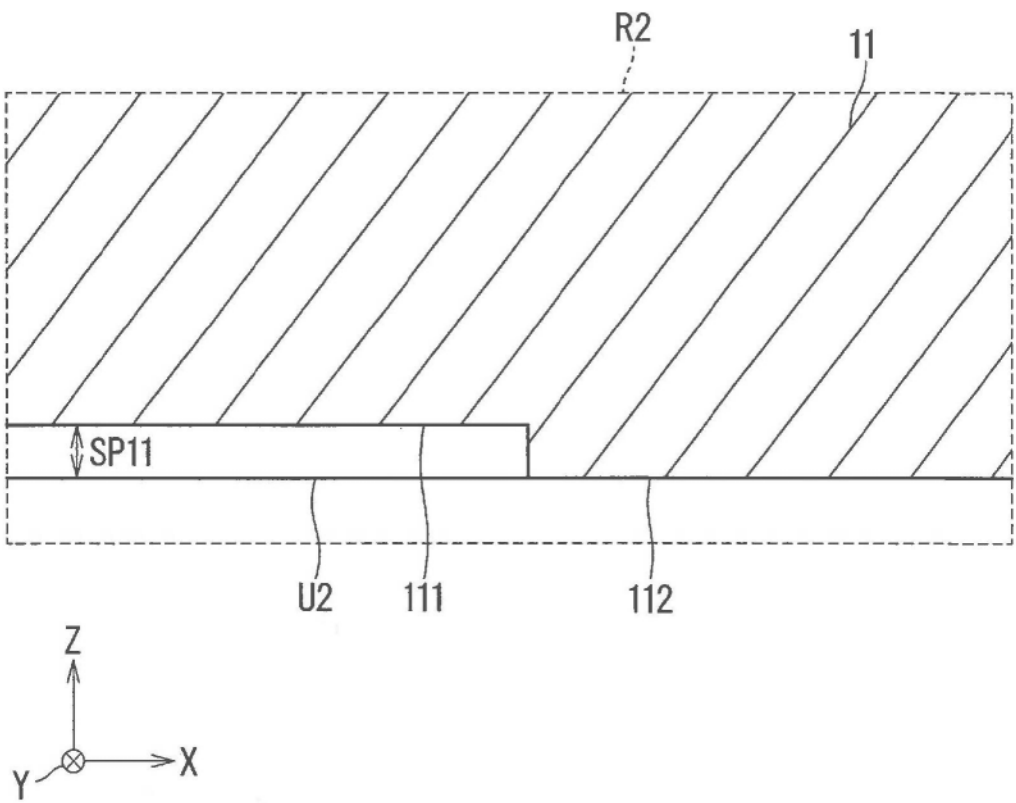


图28

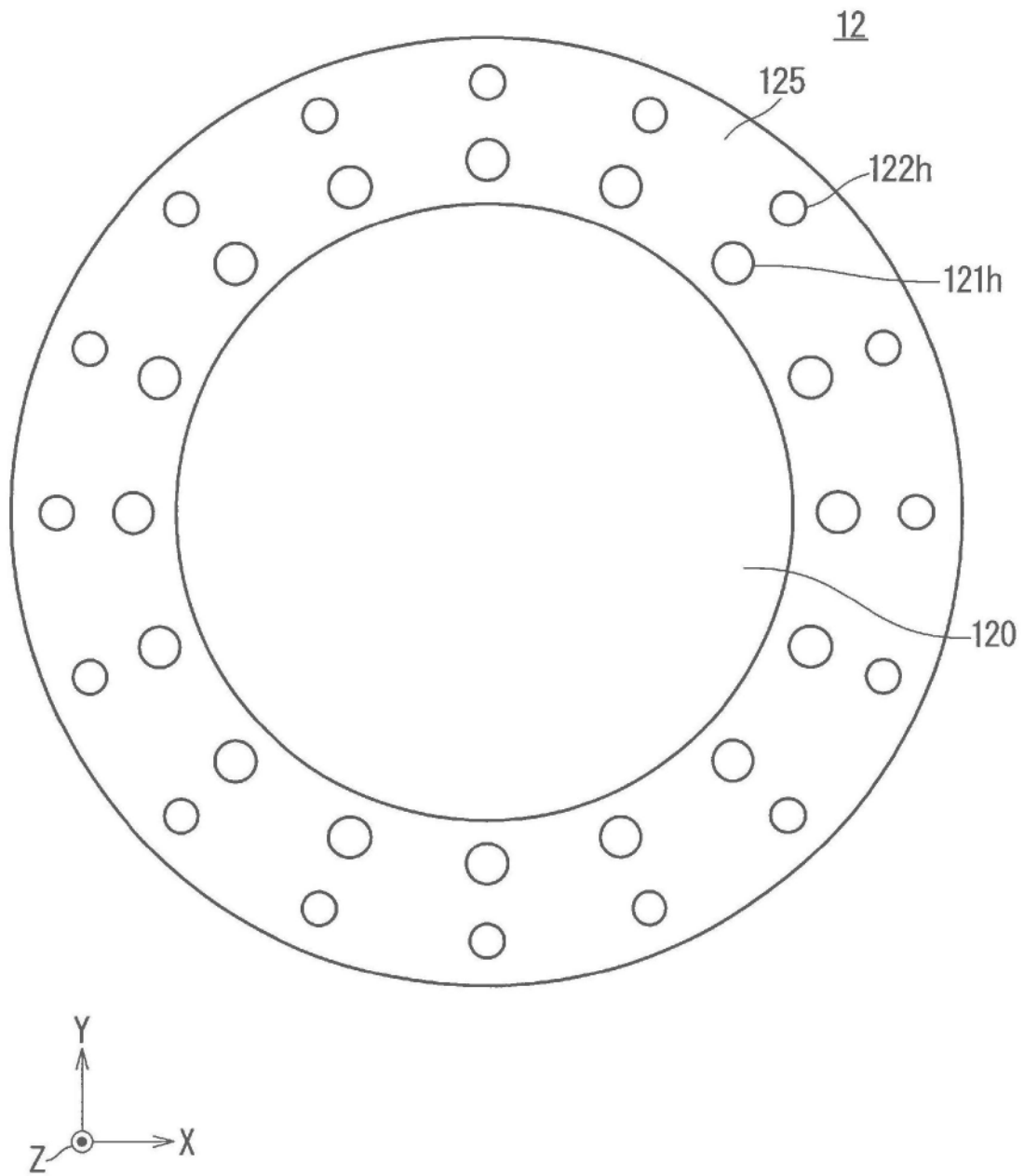


图29

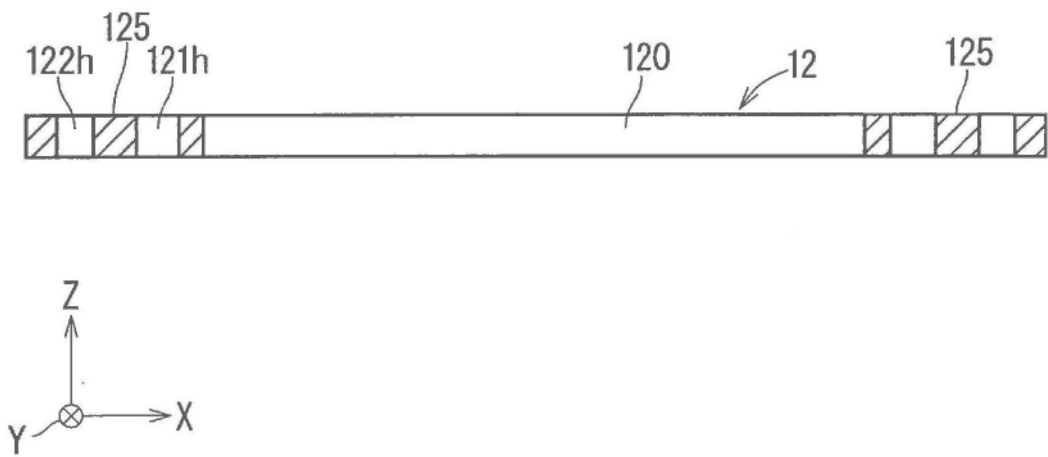


图30

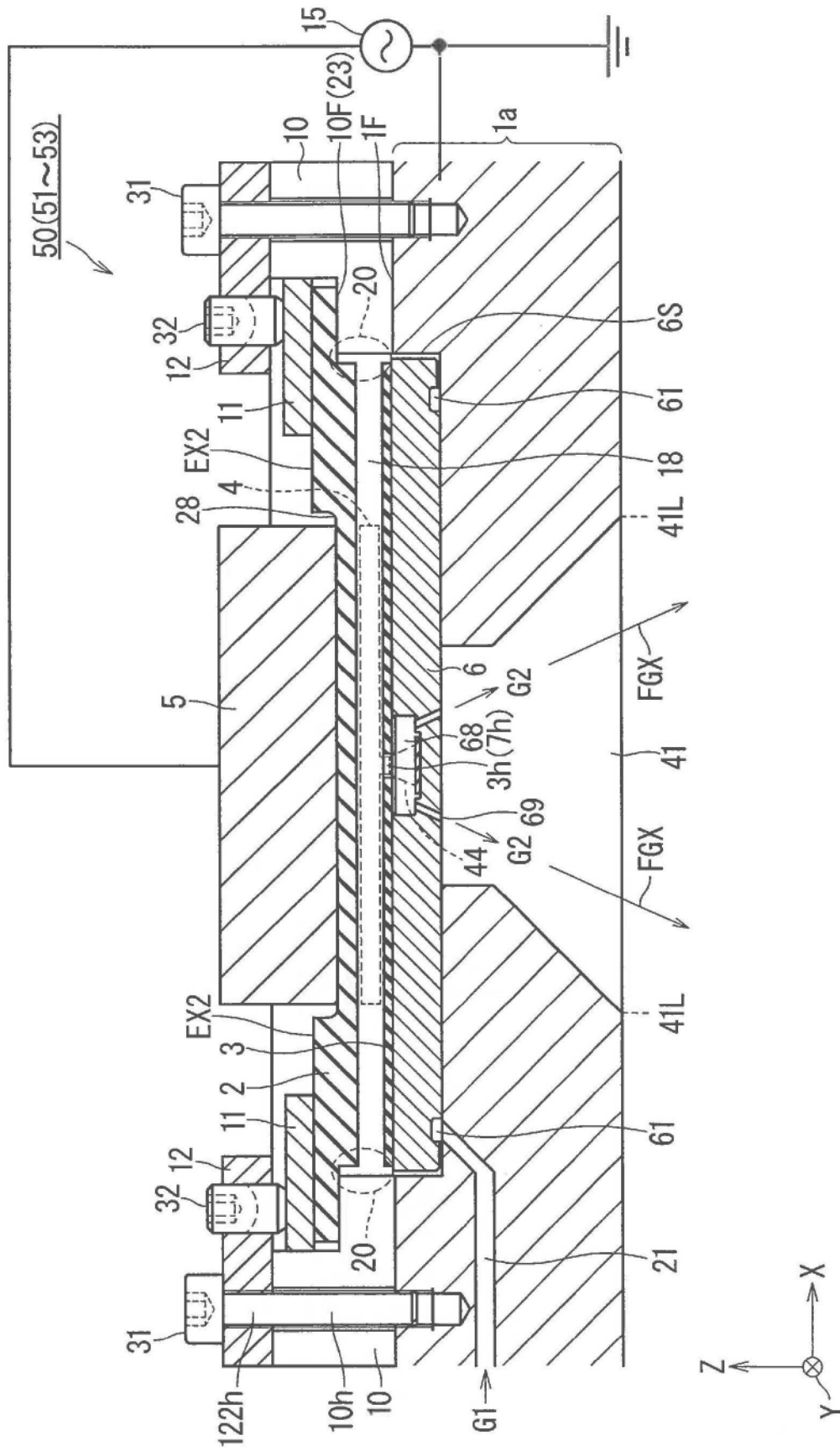


图31

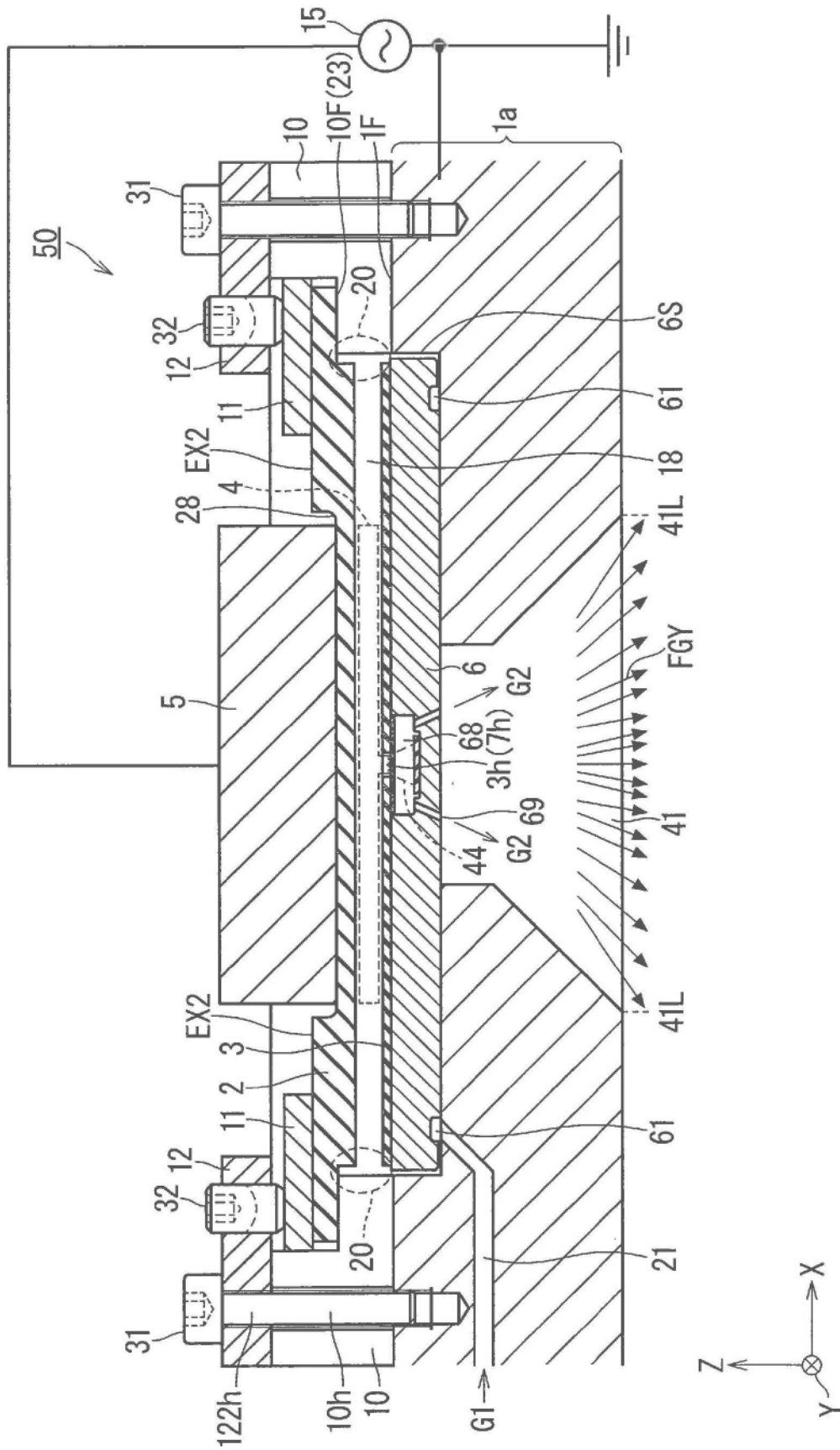


图32

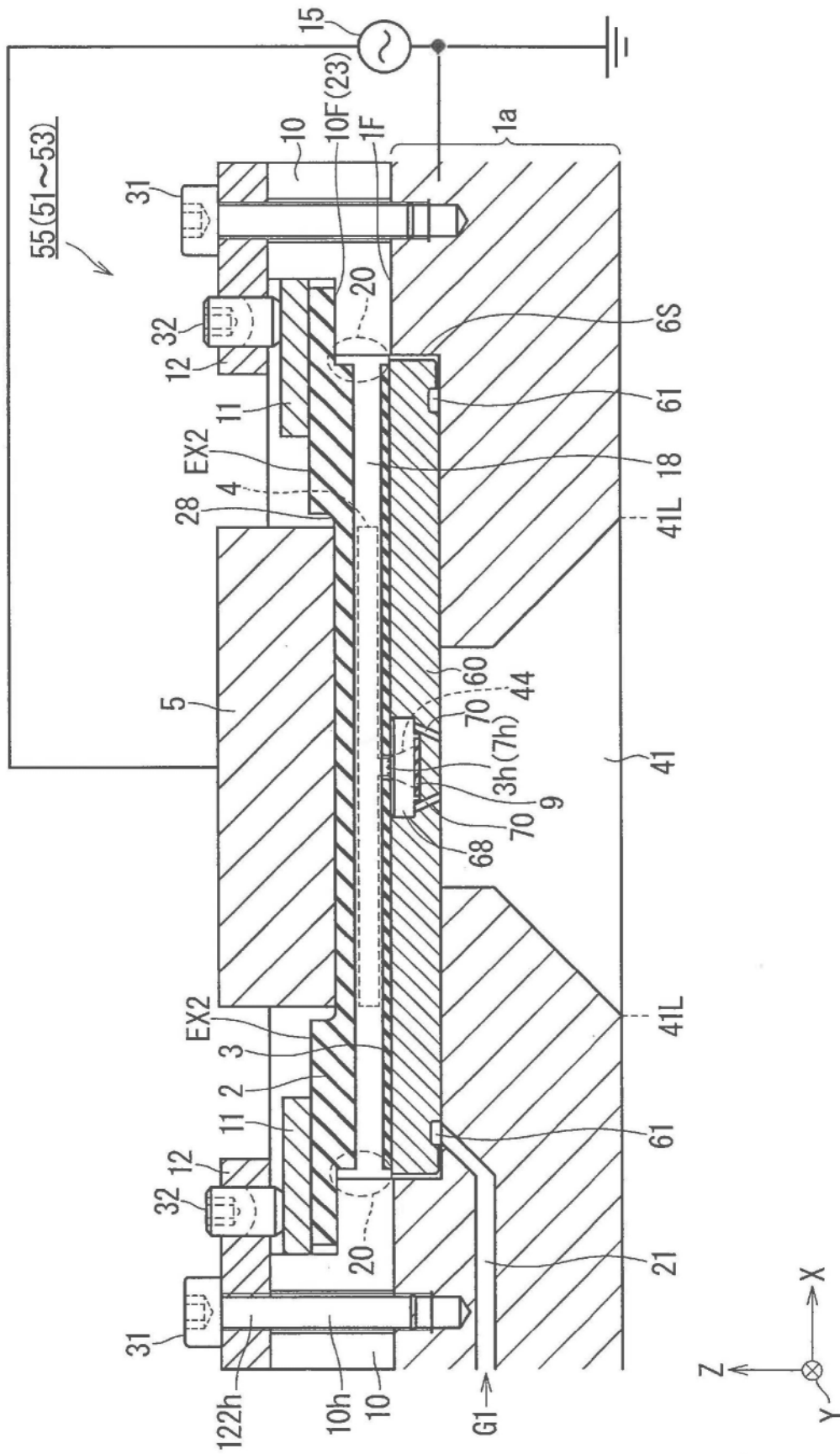


图33

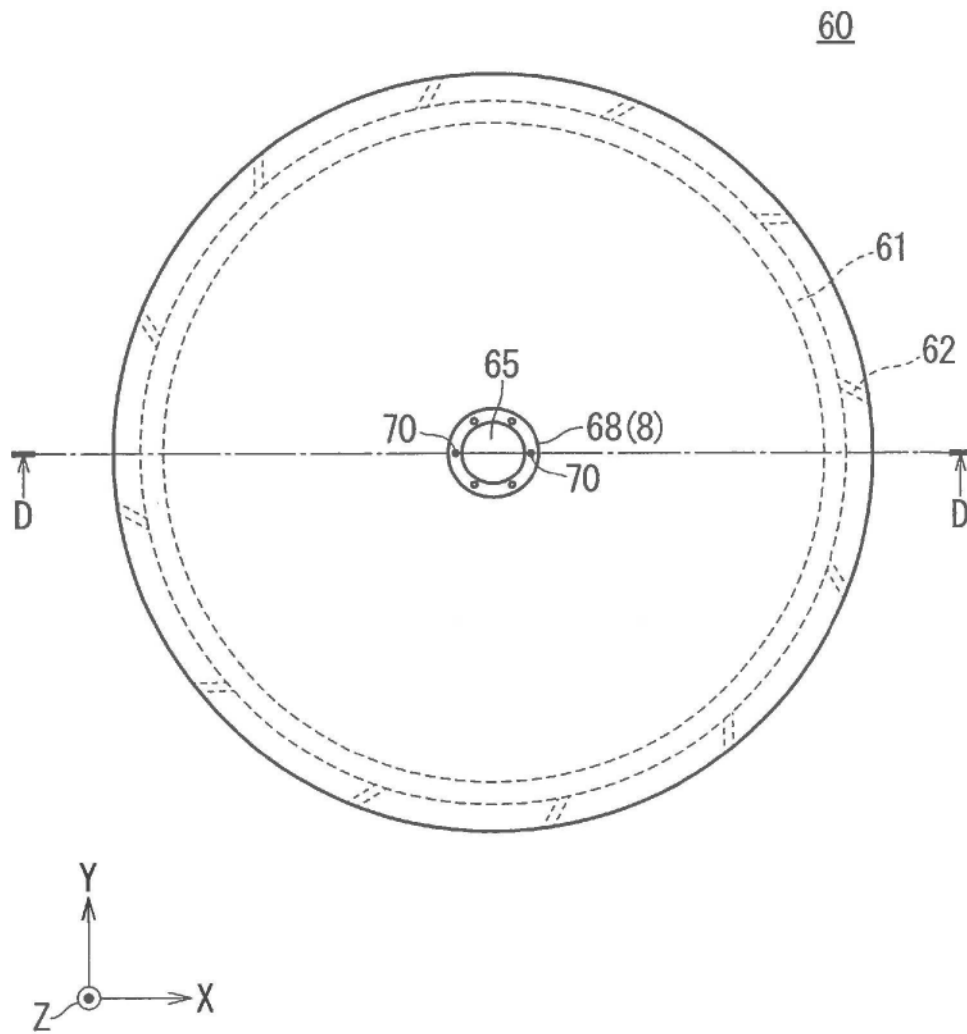


图34

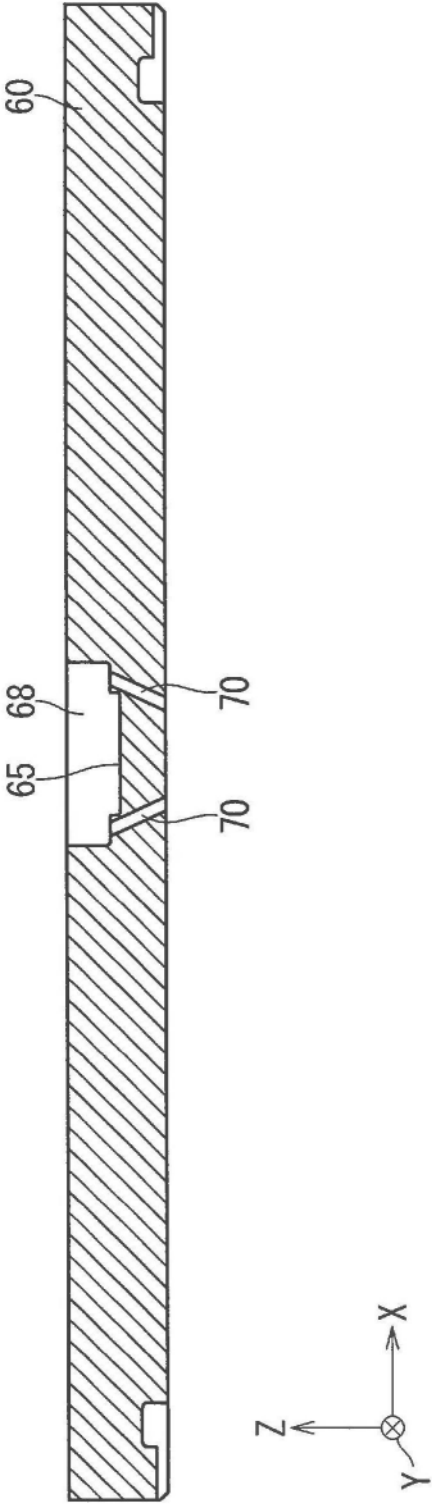


图35

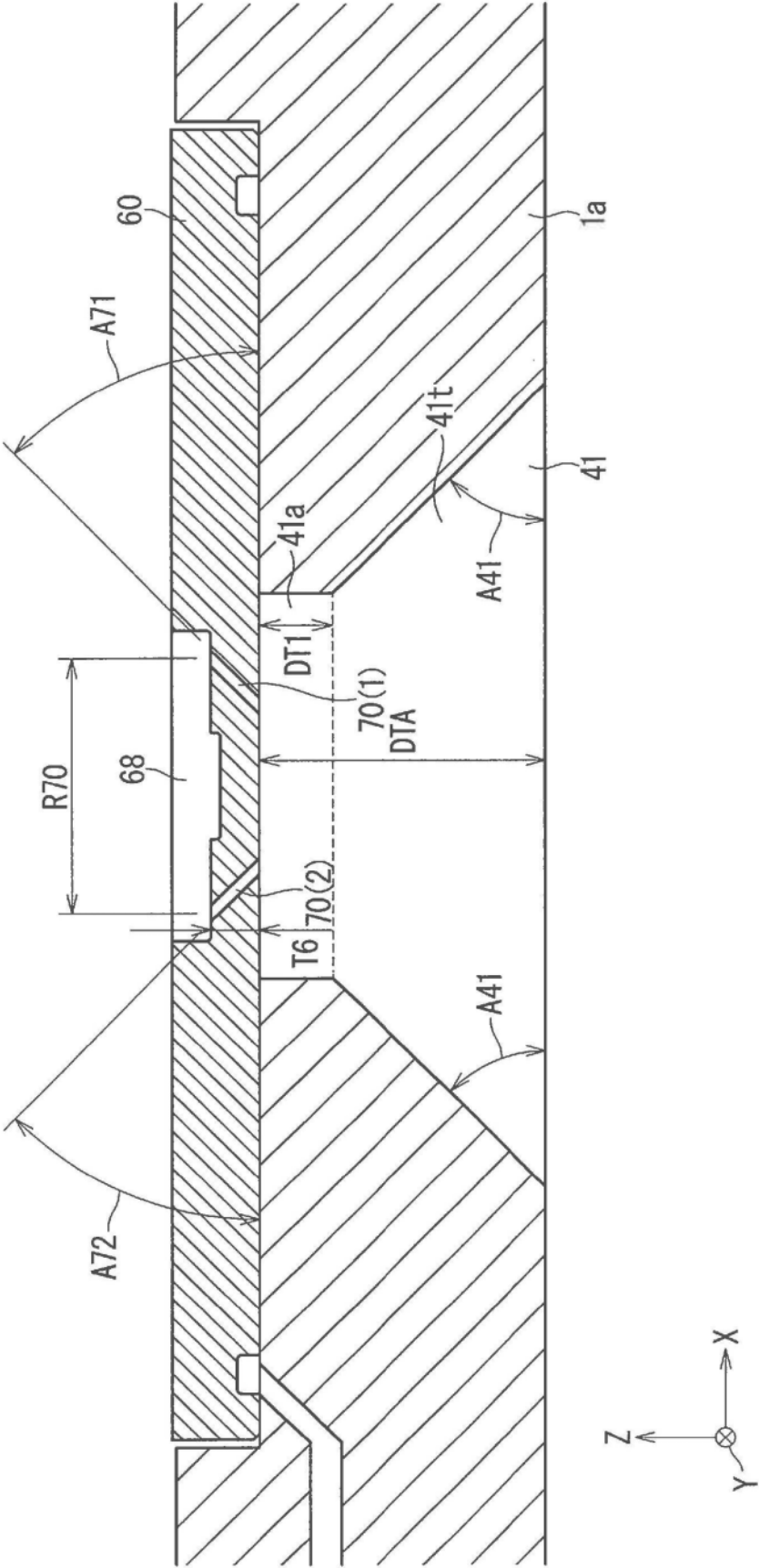


图36

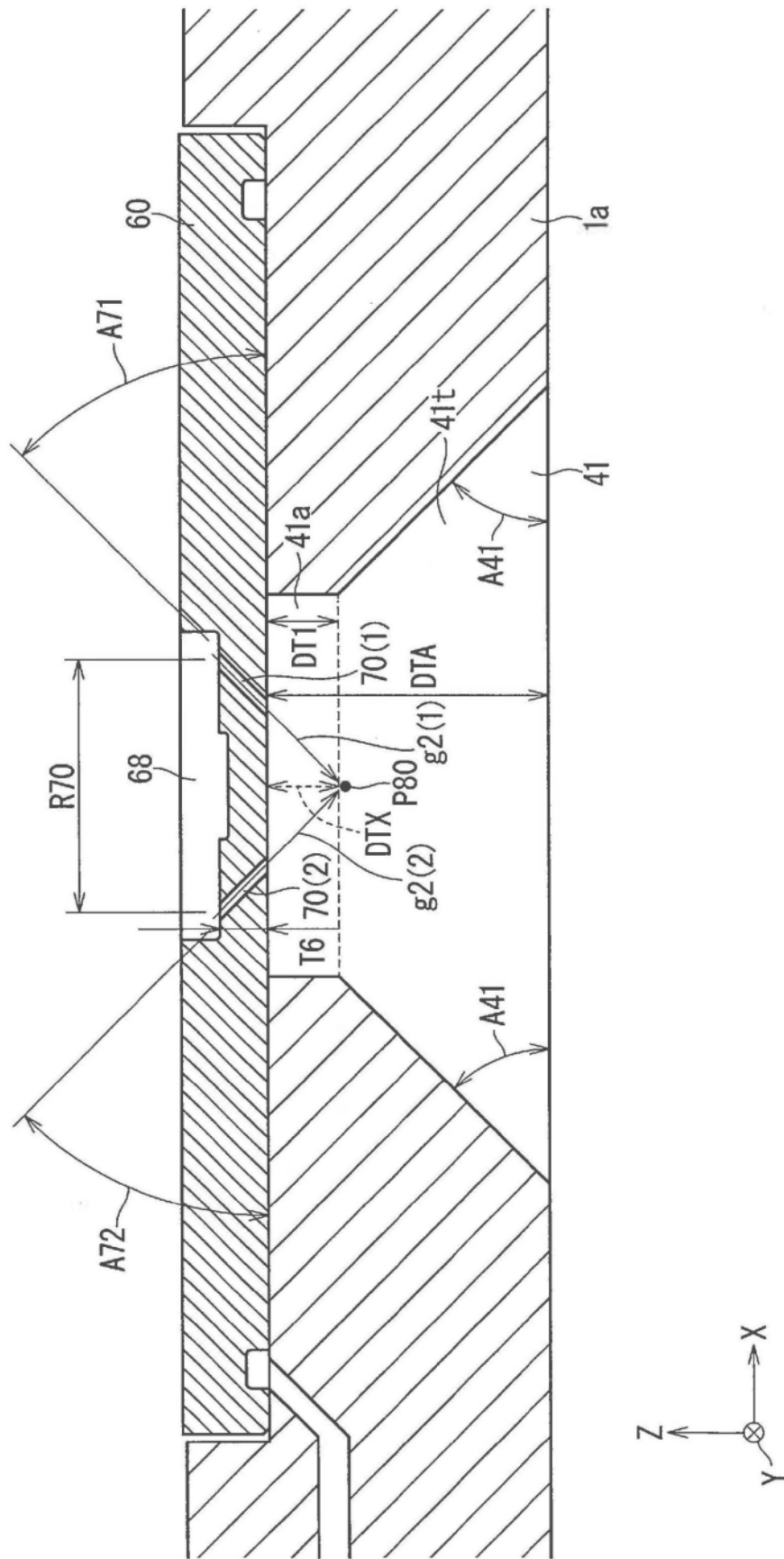


图37

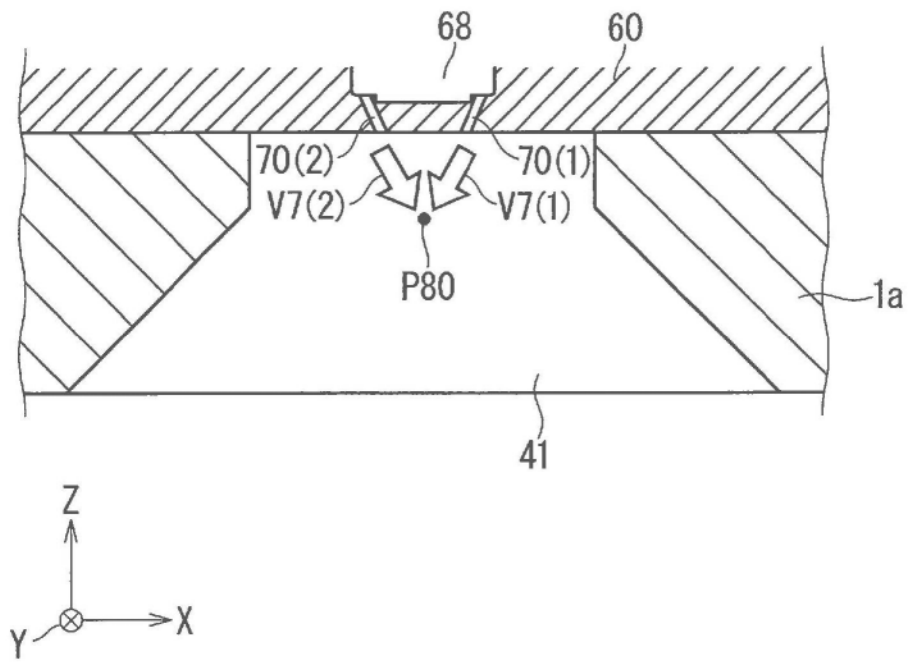


图38

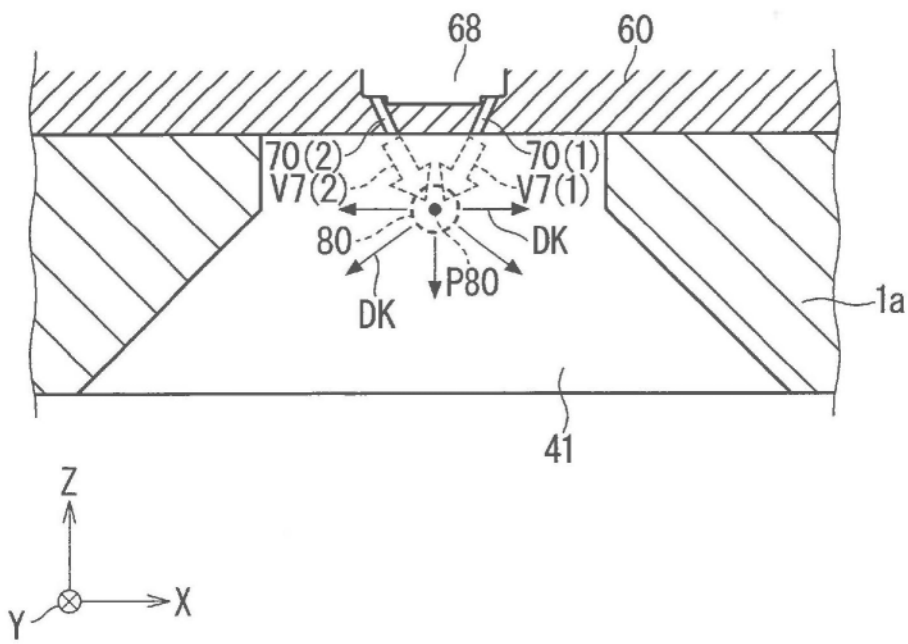


图39

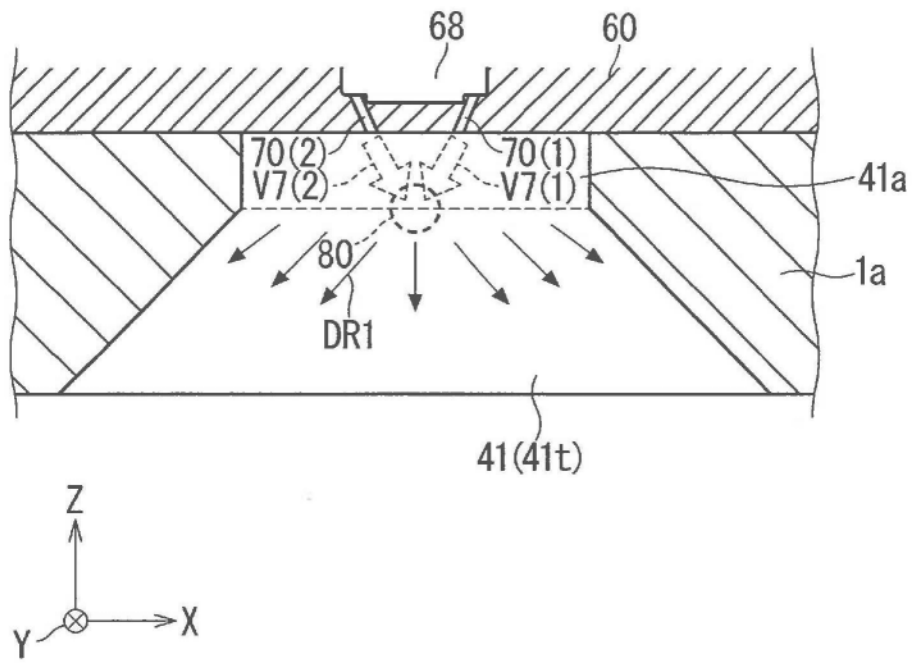


图40

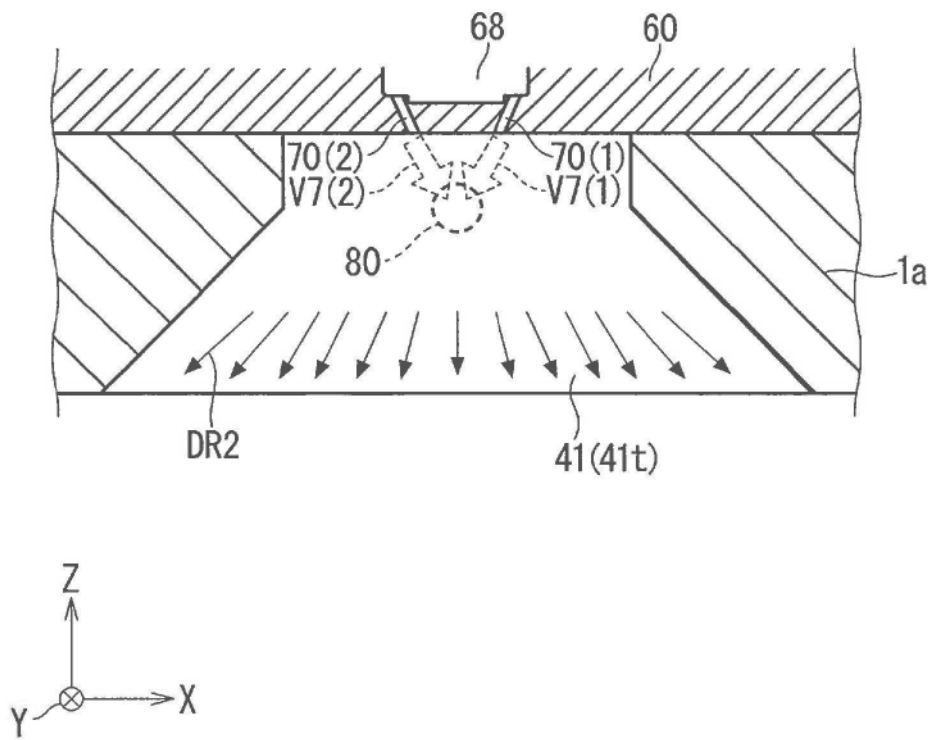


图41

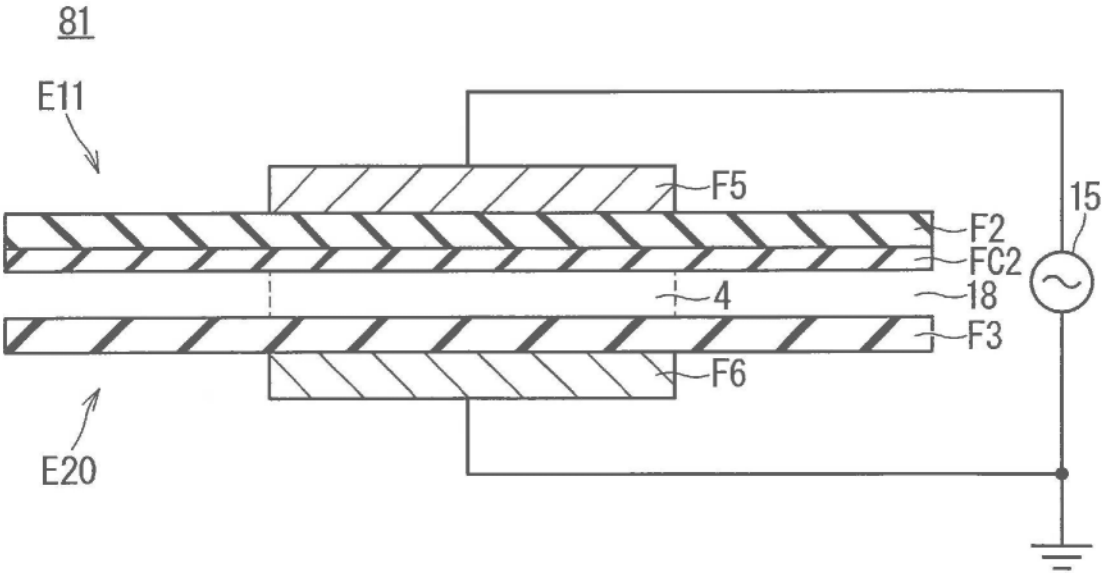


图42

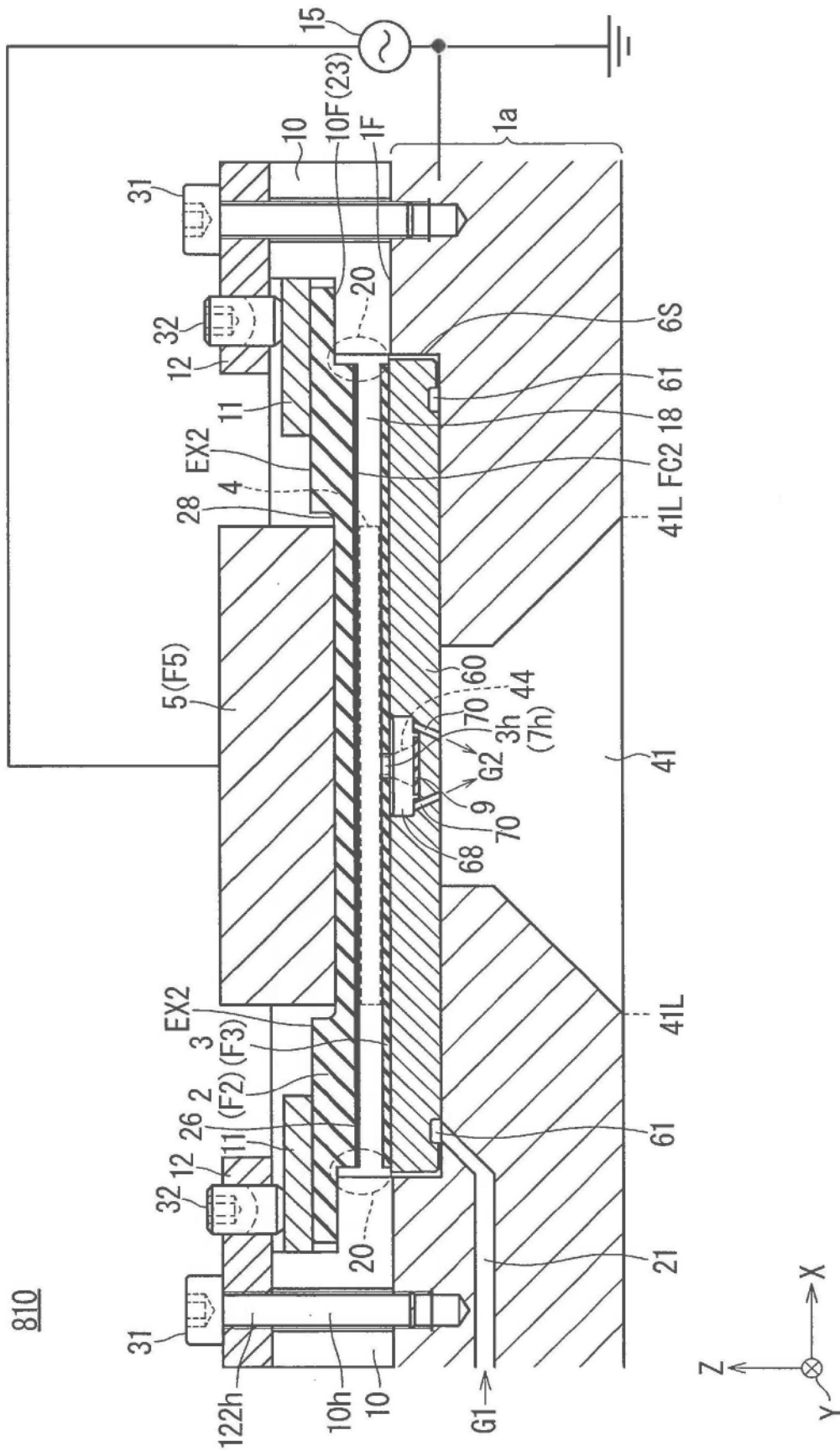


图43

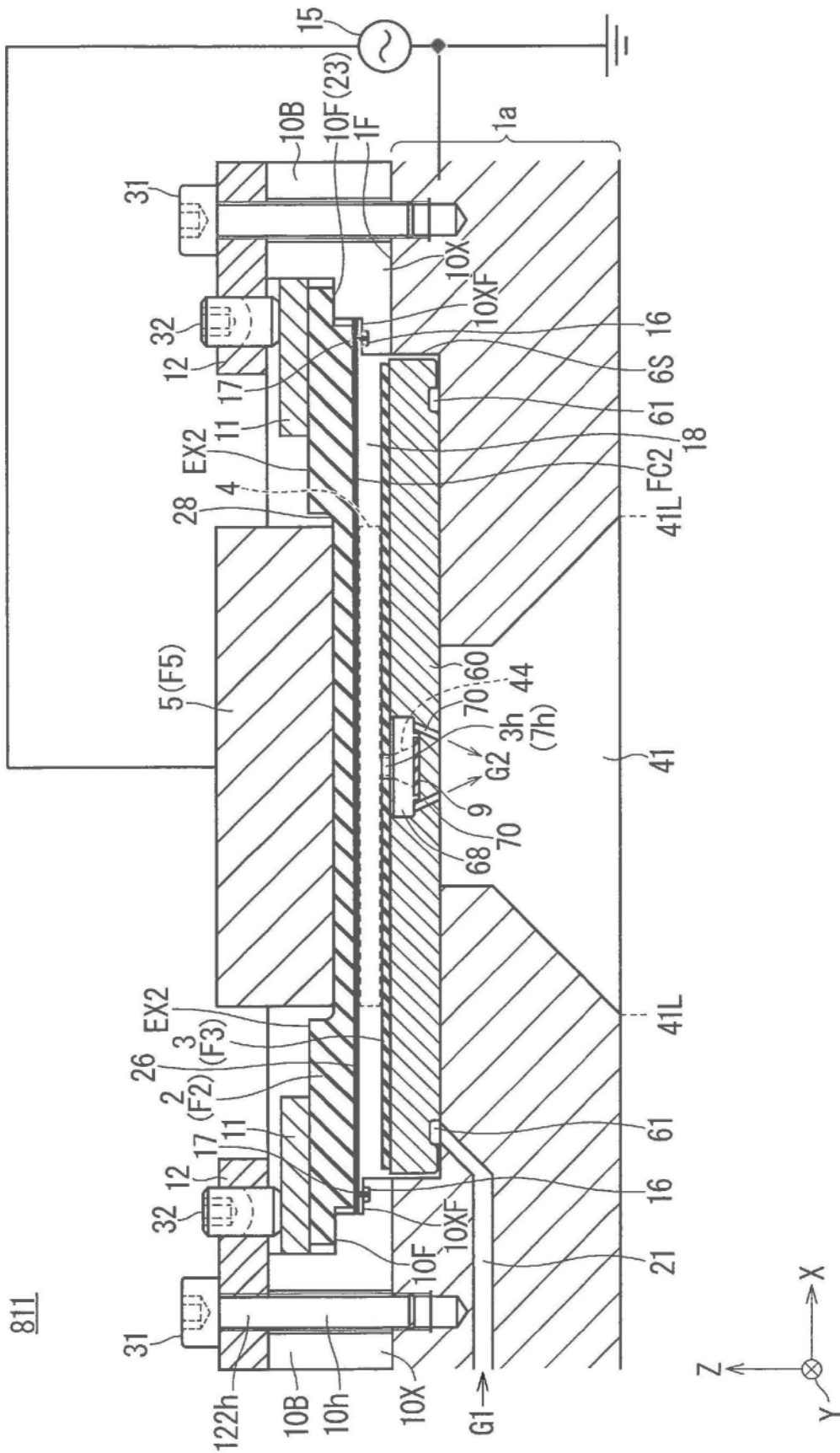


图44

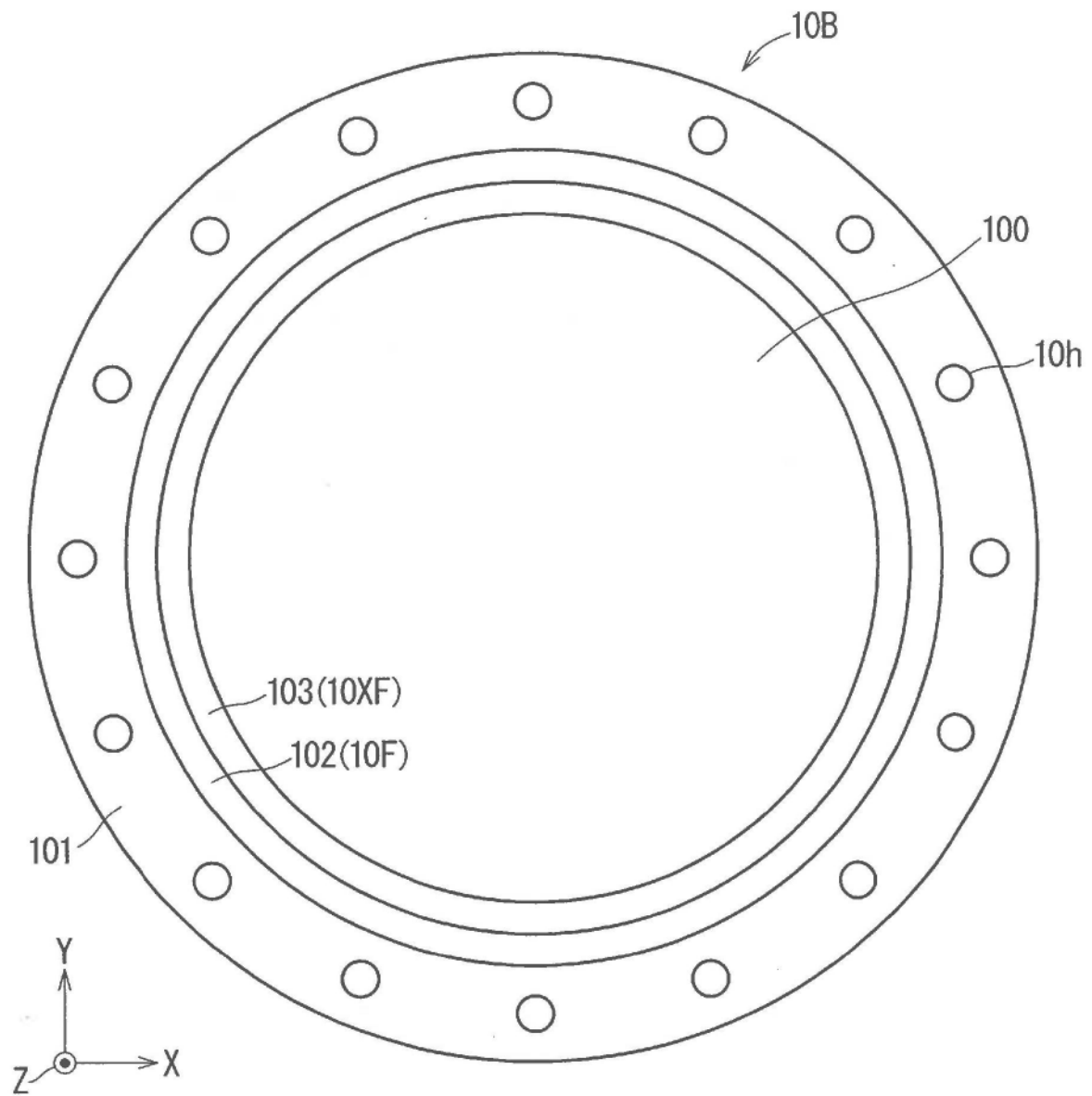


图45

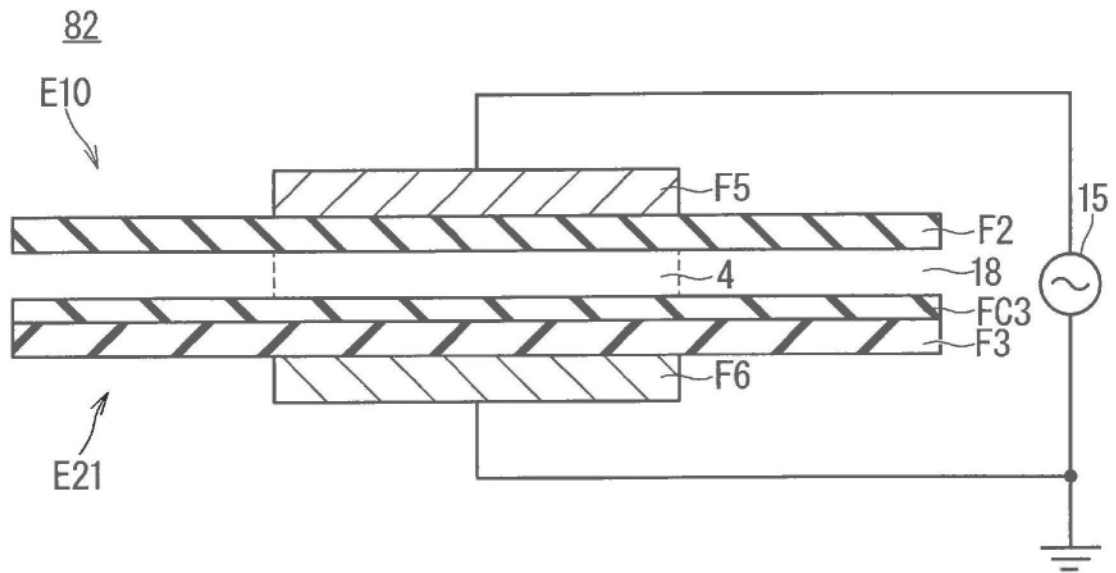


图46

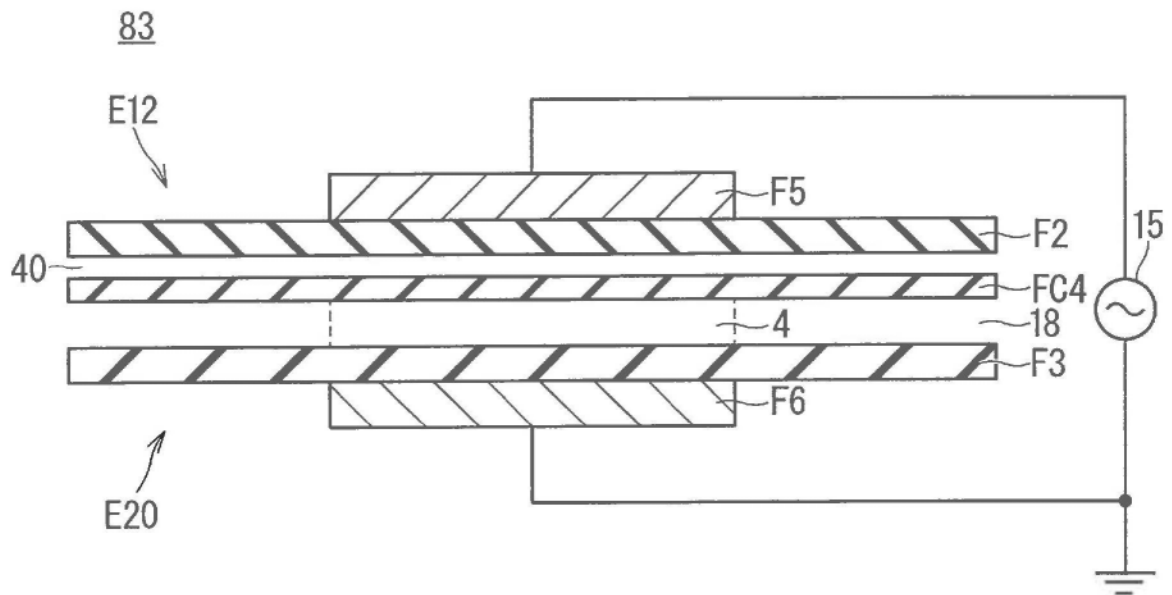


图47

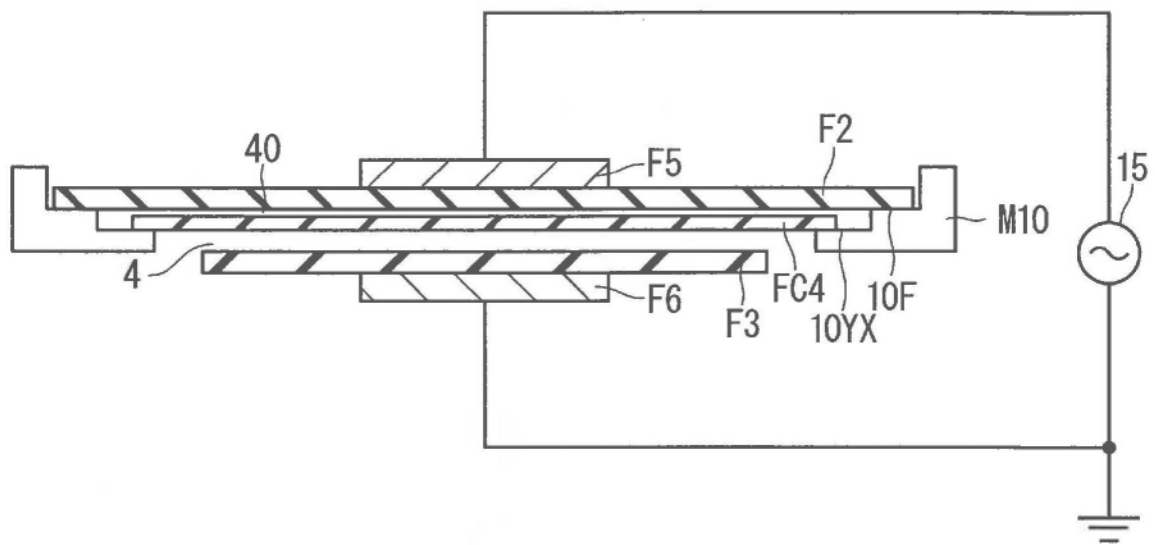
830

图48

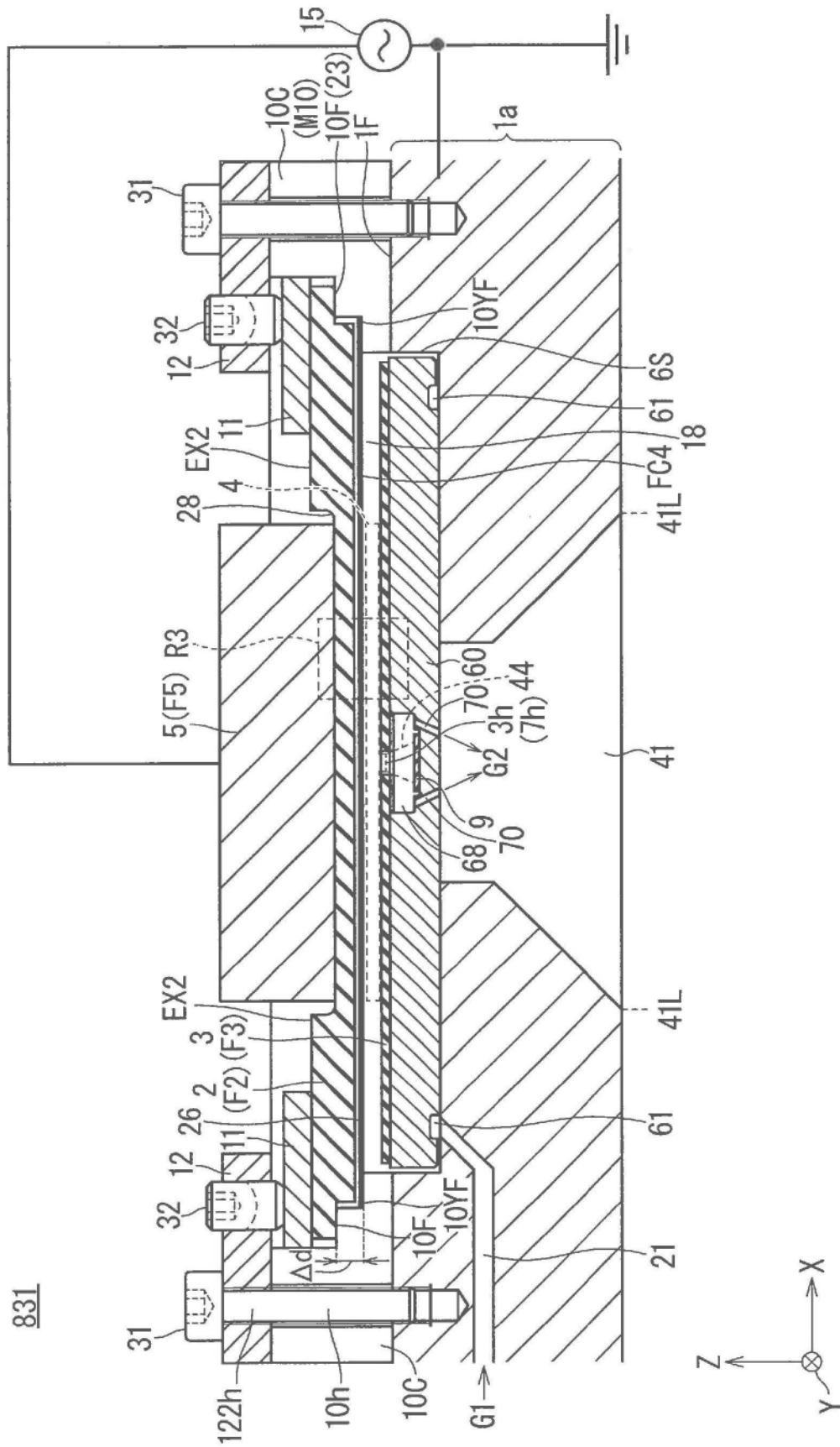


图49

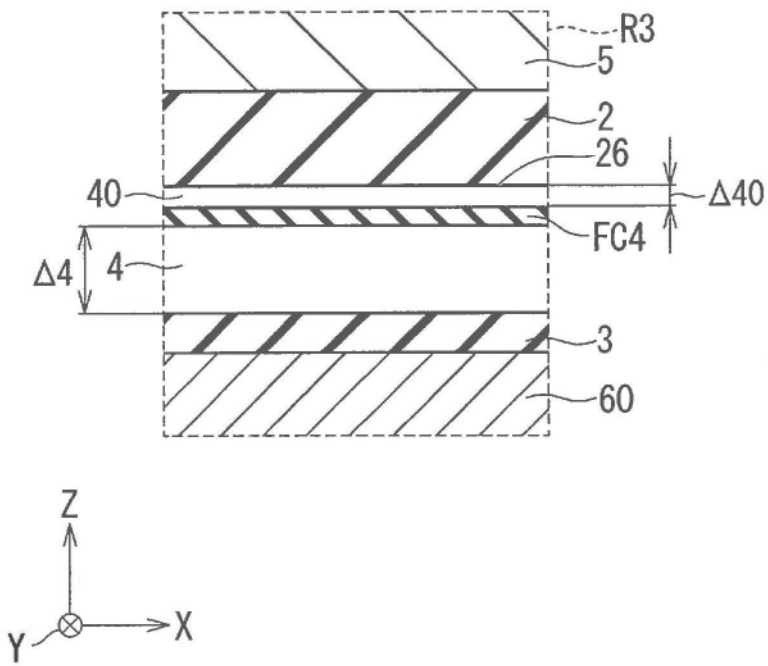


图50

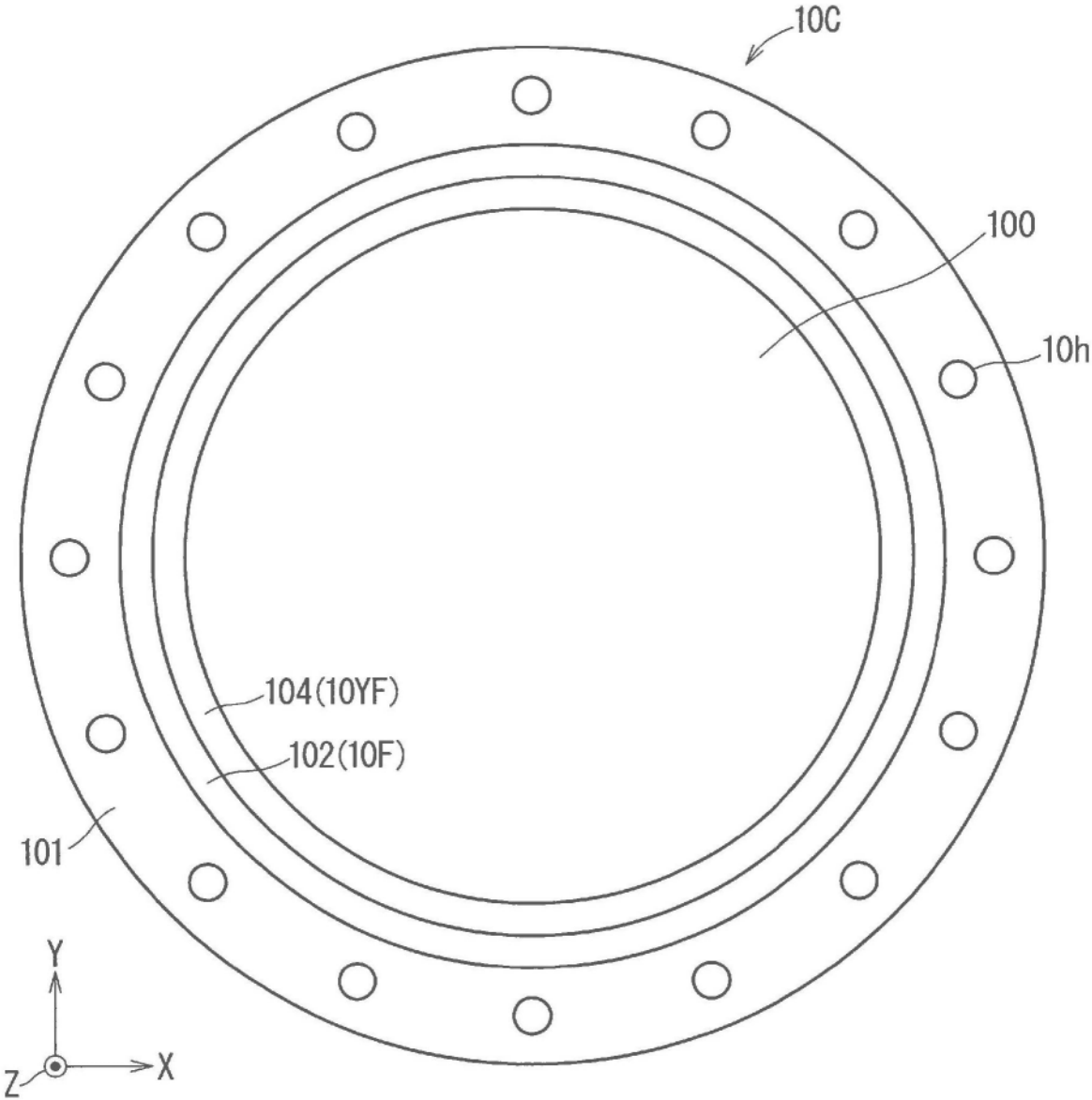


图51

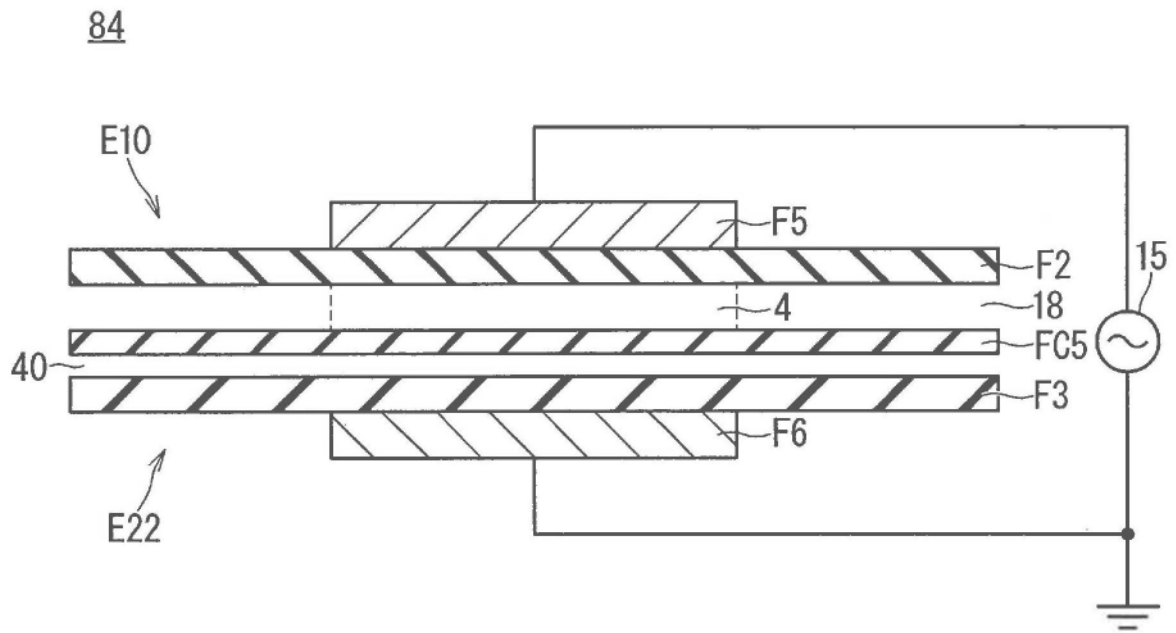


图52

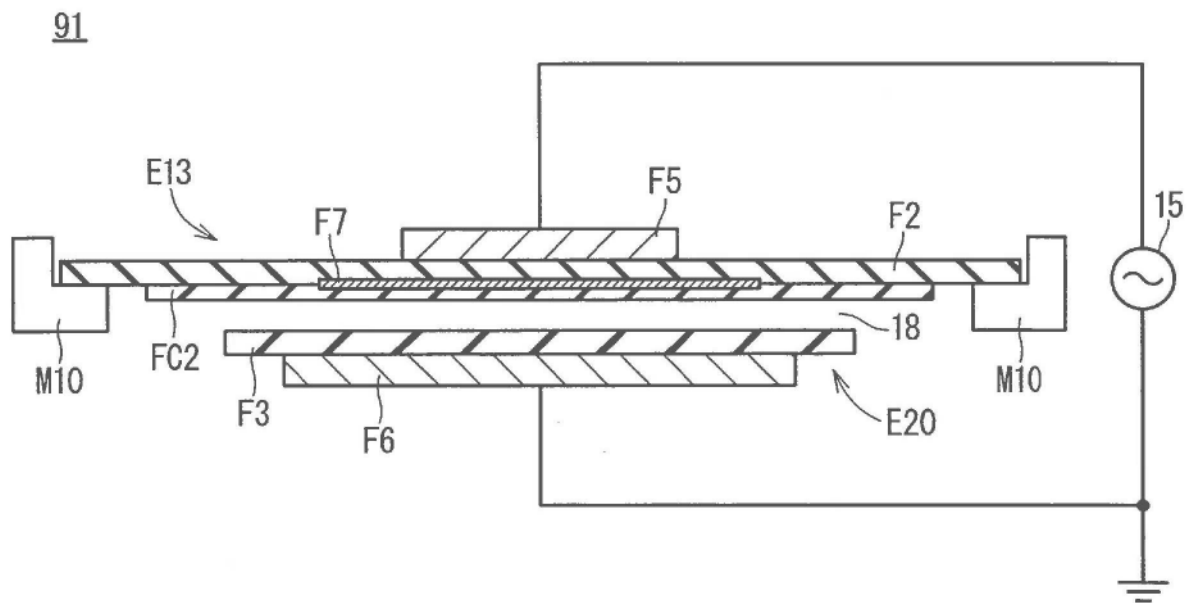


图53

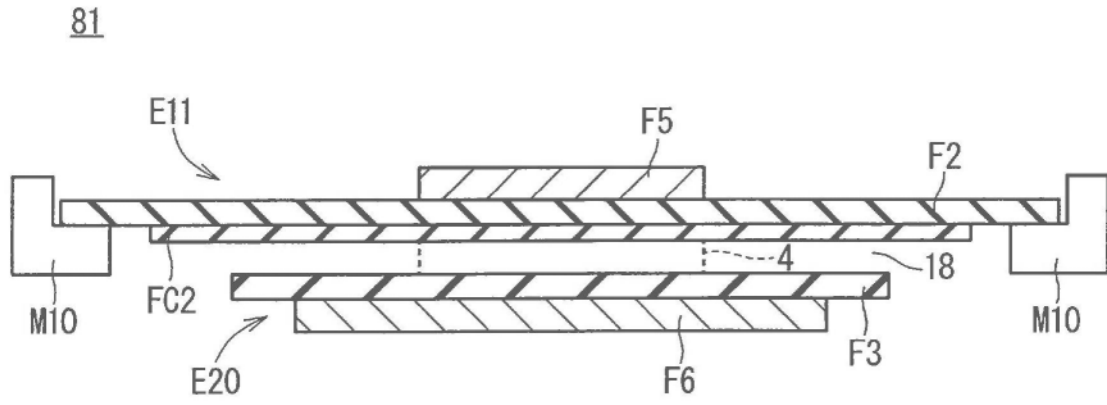


图54

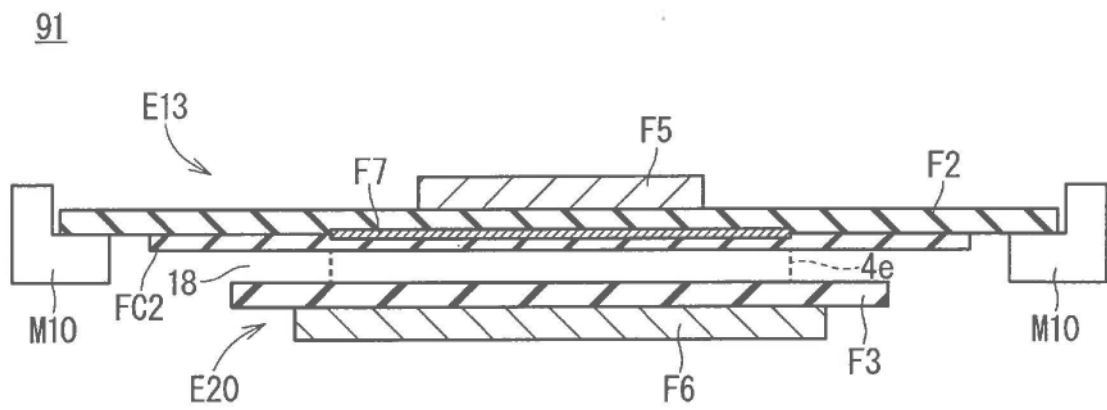


图55

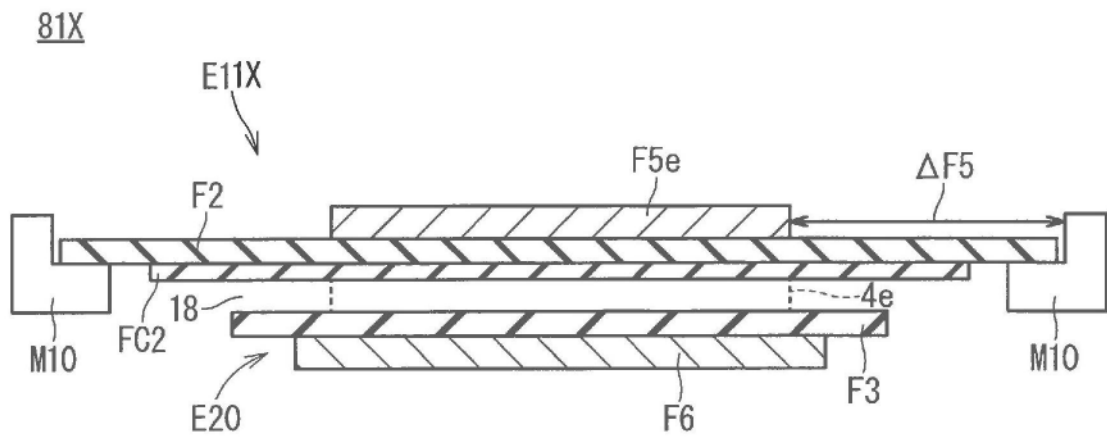


图56

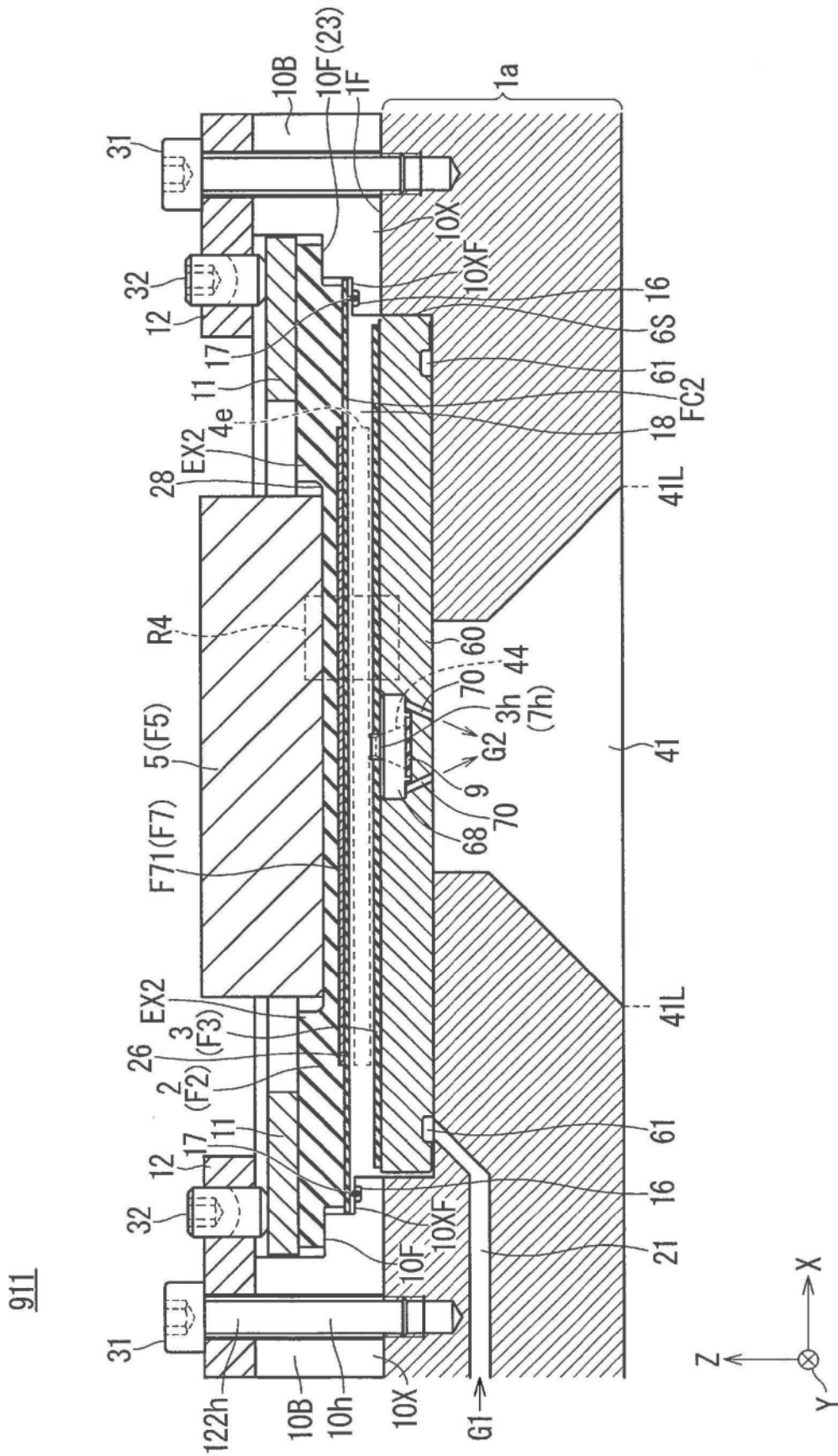


图57

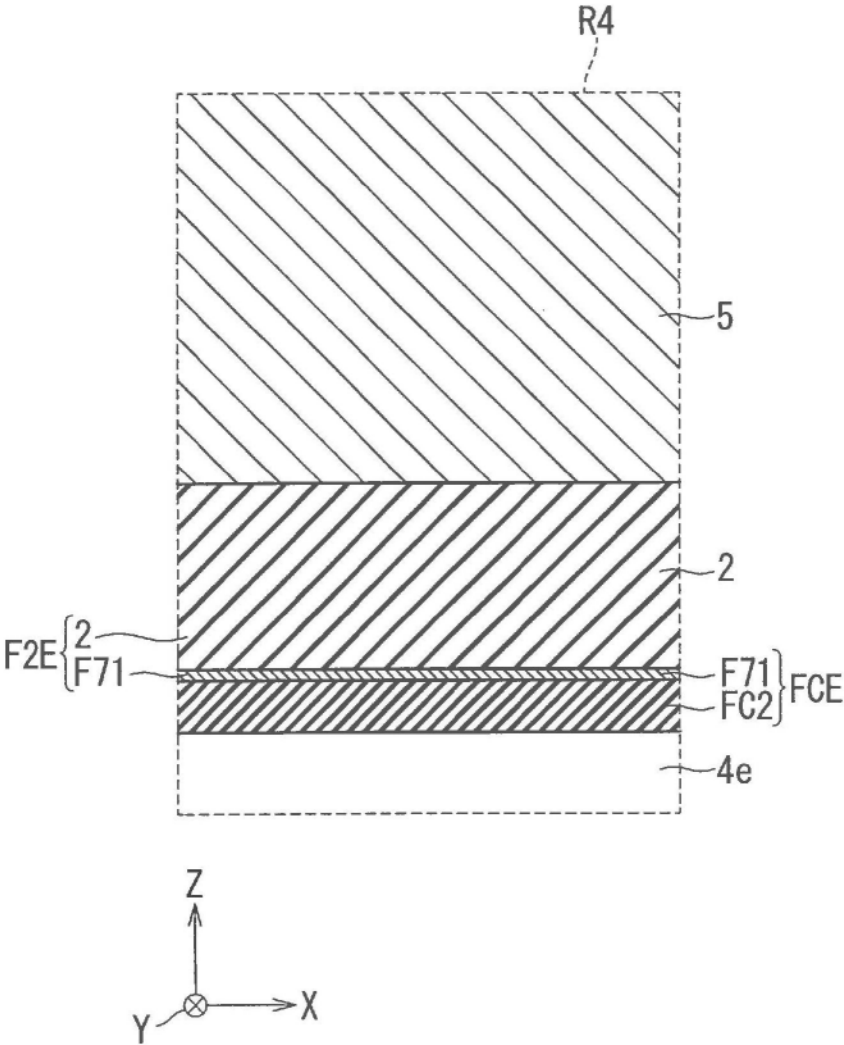


图58

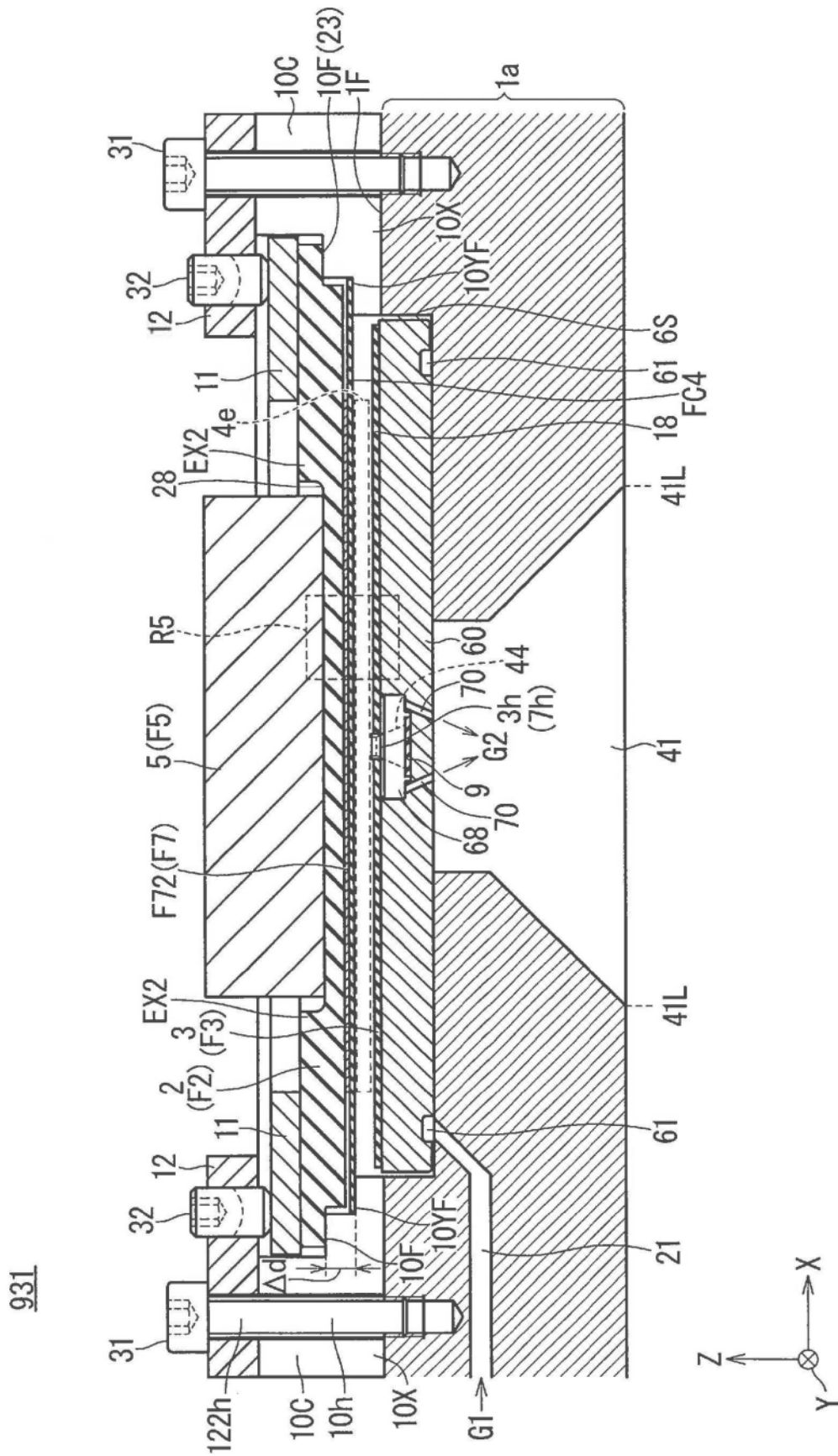


图59

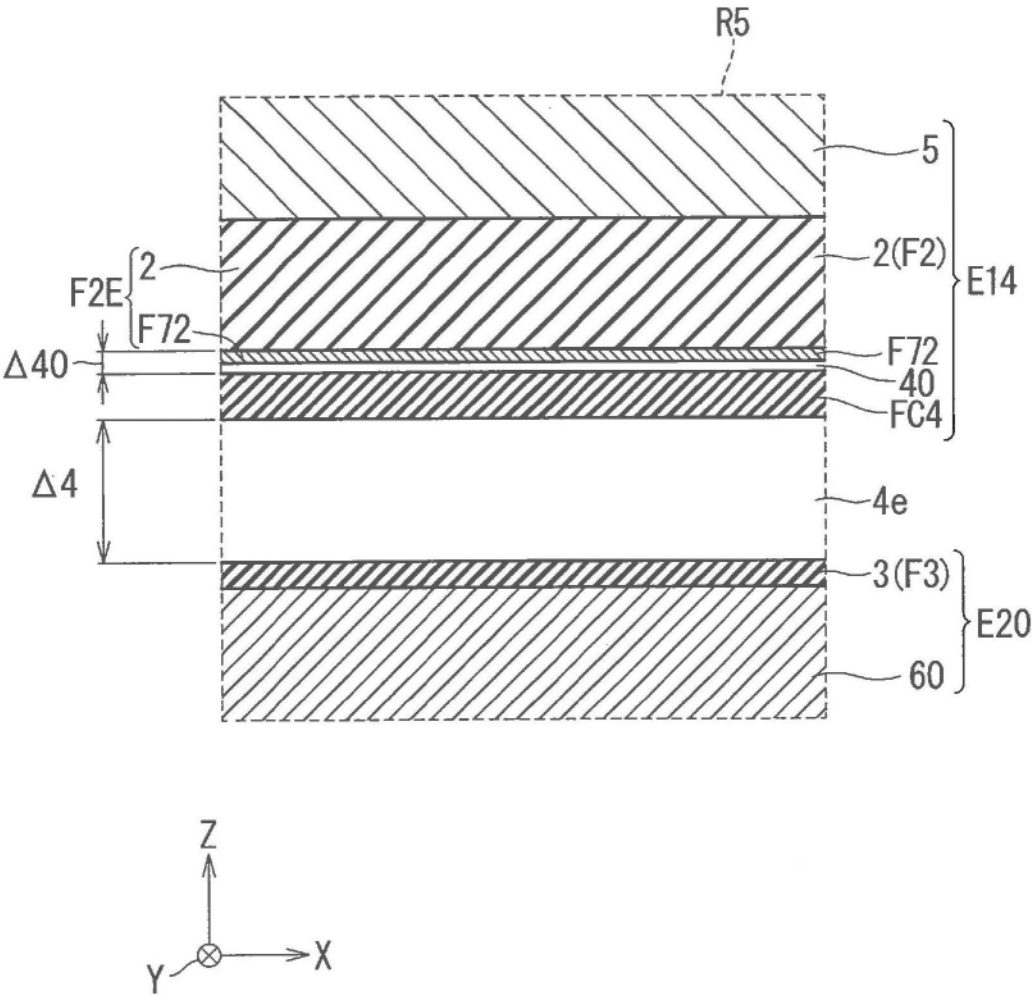


图60

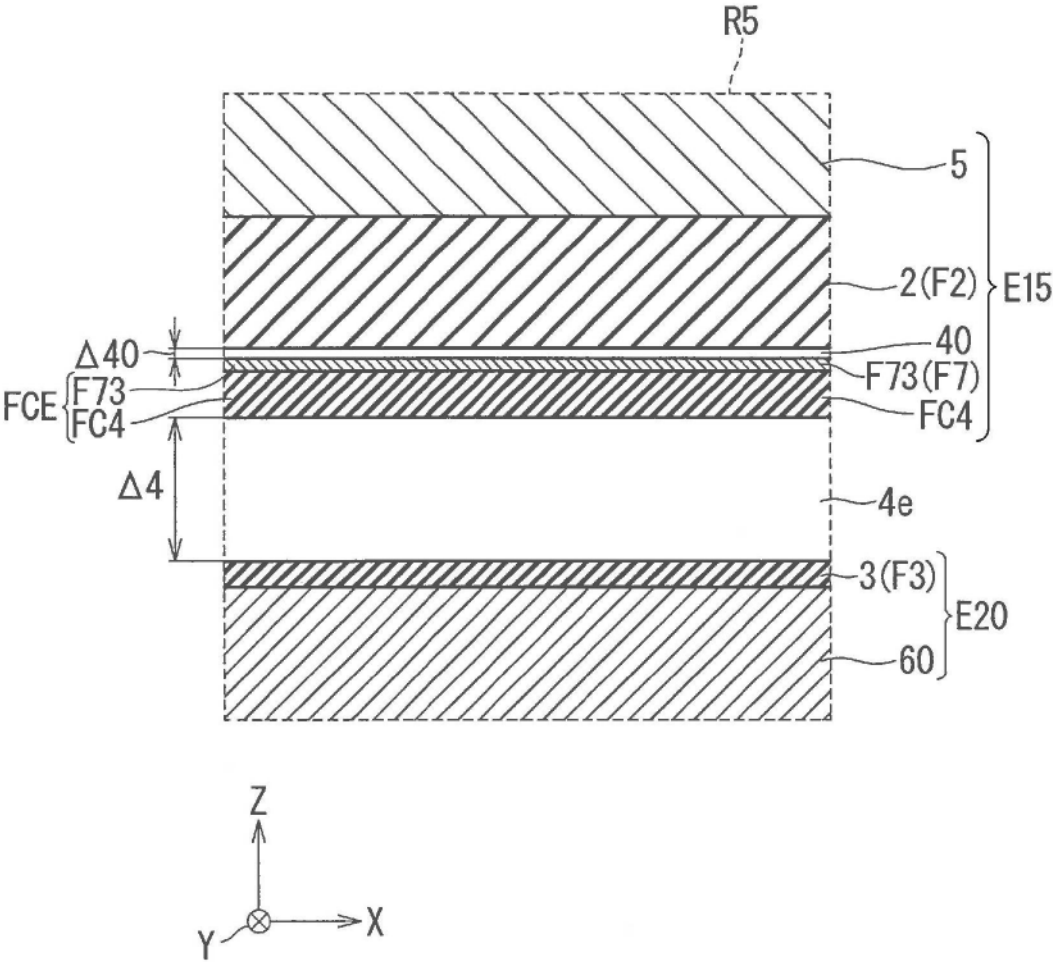


图61