



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107978773 B

(45) 授权公告日 2021.04.23

(21) 申请号 201710992401.3

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2017.10.23

H01M 8/0273 (2016.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

H01M 8/2465 (2016.01)

申请公布号 CN 107978773 A

(56) 对比文件

(43) 申请公布日 2018.05.01

CN 101076909 A, 2007.11.21

(30) 优先权数据

CN 104798238 A, 2015.07.22

2016-208317 2016.10.25 JP

CN 1567612 A, 2005.01.19

(73) 专利权人 丰田自动车株式会社

CN 105280933 A, 2016.01.27

地址 日本爱知县丰田市

CN 1581549 A, 2005.02.16

(72) 发明人 佐藤研二 门野秀哉

CN 101432916 A, 2009.05.13

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限公司

US 2002028370 A1, 2002.03.07

责任公司 11219

审查员 范征

代理人 高培培 车文

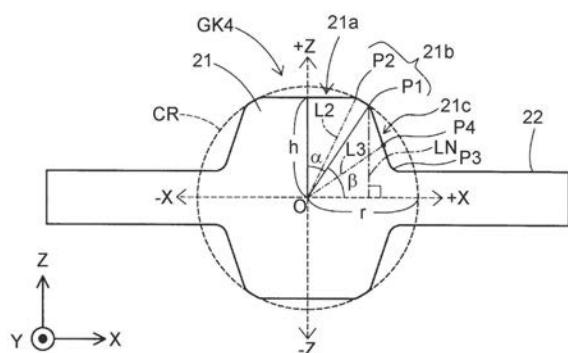
权利要求书1页 说明书12页 附图13页

## (54) 发明名称

衬垫及燃料电池组

## (57) 摘要

本发明提供衬垫及燃料电池组。密封部具有距中心点的距离为第一长度L1的外周点，该外周点是以中心点为中心而相对于层叠方向为0度至90度的第一范围内的外周线上的一点，在将从中心点朝向外周点的第一方向与层叠方向所成的第一范围内的外周线上的各点距中心点的距离设为第二长度L2时， $L2 \leq L1$ ，在将第一方向与垂直于层叠方向的方向所成的第二范围内的外周线上的各点距中心点的距离设为L3时， $L3 < L1$ ，并且，在垂直于层叠方向的方向上，第二范围内的外周线上的各点相对于外周点而位于与中心点相反一侧或与外周点相同的位置。



1. 一种衬垫,以非粘结的方式配置于在层叠方向上相邻的两个燃料电池组的单电池的隔板之间,将所述隔板之间密封,所述衬垫具备与所述两个隔板紧贴的密封部,其特征在于,

在与所述密封部的长度方向垂直的剖面中,所述密封部具有外周点,该外周点是以所述密封部的中心点为中心而相对于所述层叠方向为0度至90度的直角范围内的外周线上的一点,且在所述直角范围内位于相对于所述层叠方向大于0度的角度处,

所述密封部具备剖面为圆形的O型圈部和配置于所述O型圈部的外周的第一突出部,

所述外周点是至少一个所述第一突出部的顶点,所述外周点是构成所述密封部的外周线的点列之中距所述中心点最远的最外点。

2. 根据权利要求1所述的衬垫,其特征在于,

在所述剖面中假想了以所述中心点为原点的坐标平面时,所述直角范围对应于在所述坐标平面中位于右上的第一象限,

所述密封部的包含于位于左上的第二象限的部分与所述密封部的包含于所述第一象限的部分线对称。

3. 根据权利要求1或2所述的衬垫,其特征在于,

还具备在所述密封部的垂直于所述层叠方向的方向的两侧设置的板形状的周缘部。

4. 根据权利要求3所述的衬垫,其特征在于,

还具备从所述周缘部的面沿所述层叠方向突出的第二突出部。

5. 一种燃料电池组,是在层叠方向上层叠多个单电池而成的燃料电池组,其特征在于,

具备以非粘结的方式配置于在所述层叠方向上相邻的两个单电池的各隔板之间的权利要求1~4中任一项所述的衬垫。

## 衬垫及燃料电池组

### 技术领域

[0001] 本发明涉及燃料电池组所使用的衬垫、及燃料电池组。

### 背景技术

[0002] 通常,燃料电池组具有将多个单电池层叠而成的堆叠构造。各单电池具有膜电极接合体和夹持膜电极接合体的两张隔板。在隔板形成有反应气体流路、冷却介质流路、反应气体歧管、冷却介质歧管,因此在它们的周围适当地设有用于抑制各自的流体的泄漏的衬垫。在日本特开2006-4851中公开了一种具有与隔板密接的主突唇的非粘结类型的衬垫。

### 发明内容

[0003] 在使用所述现有技术的衬垫的结构中,在从与层叠方向交叉的方向施加了压缩力的情况下,有时会因所述衬垫以长度方向为轴倾斜而导致在层叠方向上突出的主突唇部从隔板的面偏离。这种情况下,无法向燃料电池组的单电池间充分地施加面压,无法确保充分的密封性。因此,希望有一种在非粘结类型的衬垫中能够确保充分的密封性的技术。

[0004] 本发明的第一方案涉及一种衬垫,其以非粘结的方式配置于在层叠方向上相邻的两个燃料电池组的单电池的各隔板之间,将所述各隔板之间密封。所述衬垫具有与所述两个隔板紧贴的密封部。在与所述密封部的长度方向垂直的剖面中,所述密封部具有距所述密封部的中心点的距离为第一长度L1的外周点,该外周点是以所述中心点为中心而相对于所述层叠方向为0度至90度的直角范围内的外周线上的一点,在将从所述中心点朝向所述外周点的第一方向与所述层叠方向所成的第一角度范围内的外周线上的各点距所述中心点的距离设为第二长度L2时,具有 $L2 \leq L1$ 的关系,在将所述第一方向与垂直于所述层叠方向的方向所成的第二角度范围内的外周线上的各点距所述中心点的距离设为L3时,具有 $L3 < L1$ 的关系,并且,在垂直于所述层叠方向的方向上,所述第二角度范围内的外周线上的各点相对于所述外周点而位于与所述中心点相反一侧或与所述外周点相同的位置。

[0005] 根据该衬垫,在从0度至90度的直角范围内存在外周点,比外周点靠0度侧的第一角度范围内的外周线上的各点距中心点的长度(距离)L2成为从中心点至所述外周点的长度(距离)L1以下。因此,在第一角度范围内的外周线中,所述外周点成为距中心点最远的部分。在衬垫以长度方向为轴发生了倾斜的情况下,可能以使外周点相对于中心点的朝向接近衬垫的压缩方向的方式发挥作用。因此,即使在衬垫发生了倾斜的情况下,也能够充分地确保有助于密封性的厚度。而且,根据该衬垫,比外周点靠90度侧的第二角度范围内的外周线上的各点距中心点的距离L3比从中心点至所述外周点的长度(距离)L1短,且在与所述层叠方向垂直的方向上,所述第二角度范围内的外周线上的各点相对于所述外周点而位于与所述中心点相反一侧或与所述外周点相同的位置。因此,在来自压缩方向的向视观察下,能够将衬垫材料可靠地填充于压缩范围。因此,能够抑制压缩时的反力的降低。因此,根据该衬垫,即使在衬垫发生了倾斜的情况下也能够确保与隔板密接的部位,并能够抑制压缩时的反力的降低,因此发挥能够向燃料电池组的隔板间充分地施加面压,能够确保充分的密

封性的效果。

[0006] 可以是,所述外周点是构成所述密封部的外周线的点列之中距所述中心点最远的点。这样一来,能够进一步确保在衬垫发生了倾斜的情况下与隔板密接的部位。

[0007] 可以是,所述密封部的外周线具有以所述中心点为中心并以所述第一长度为半径的圆弧形状的部分,所述外周点是构成所述圆弧形状的部分的点列之中垂直于所述层叠方向的方向上的距所述中心点的距离最长的点。这样一来,能够确保在衬垫发生了倾斜的情况下与隔板密接的部位是圆弧形状的部分。

[0008] 可以是,所述第二角度范围内的外周线上的各点随着在所述层叠方向上接近所述中心点而垂直于所述层叠方向的方向上的距所述中心点的距离逐渐增大。这样一来,能够以简单的形状确保充分的密封性。

[0009] 可以是,所述密封部具备剖面为圆形的O型圈部和配置于所述O型圈部的外周的第一突出部,所述外周点是所述第一突出部的顶点。这样一来,能够容易地得到外周点,能够确保充分的密封性。

[0010] 可以是,在所述剖面中假想了以所述中心点为原点的坐标平面时,所述直角范围对应于在所述坐标平面中位于右上的第一象限,所述密封部的包含于位于左上的第二象限的部分与所述密封部的包含于所述第一象限的部分线对称。这样一来,能够在第一象限的部分和第二象限的部分的两方得到外周点,因此能够确保更充分的密封性。

[0011] 可以是,具备在所述密封部的垂直于所述层叠方向的方向的两侧设置的板形状的周缘部,所述第二角度范围内的外周线不包含所述密封部的与所述周缘部连结的部分。这样一来,通过周缘部抵接于隔板,能够抑制衬垫以长度方向为轴发生倾斜。

[0012] 可以是,具备从所述周缘部的面沿所述层叠方向突出的第二突出部。这样一来,通过第二突出部抵接于隔板,能够进一步抑制衬垫以长度方向为轴发生倾斜。

[0013] 本发明的第二方案涉及在层叠方向上层叠多个单电池而成的燃料电池组。该燃料电池具备第一方案的衬垫。根据该燃料电池组,即使在衬垫发生了倾斜的情况下也能够将各隔板之间充分地密封。

## 附图说明

[0014] 以下,参照附图来说明本发明的典型实施例的特征、优点及技术上和工业上的重要性。在这些附图中,同样的标号表示同样的要素。

[0015] 图1是表示本发明的第一实施方式的燃料电池系统的概略结构的说明图。

[0016] 图2是从与MEA相反一侧观察单电池的阳极侧隔板时的概略平面图。

[0017] 图3是表示图2所示的阳极侧隔板的III-III剖面的说明图。

[0018] 图4是表示衬垫的与长度方向垂直的剖面的说明图。

[0019] 图5是表示衬垫以长度方向为轴发生了倾斜时的状况的说明图。

[0020] 图6是表示第三参考例的衬垫的与长度方向垂直的剖面的说明图。

[0021] 图7是表示第四参考例的衬垫的与长度方向垂直的剖面的说明图。

[0022] 图8是表示第一实施方式的第一变形例的衬垫的一部分的说明图。

[0023] 图9是表示本发明的第二实施方式的衬垫的说明图。

[0024] 图10是表示第二实施方式的衬垫以长度方向为轴发生了倾斜时的状况的说明图。

- [0025] 图11是表示第二实施方式的第一变形例的衬垫的一部分的说明图。
- [0026] 图12是表示第二实施方式的第二变形例的衬垫的说明图。
- [0027] 图13是表示配置有第三实施方式的衬垫的阳极侧隔板的说明图。
- [0028] 图14是表示第三实施方式的变形例的衬垫的一部分的说明图。

## 具体实施方式

- [0029] A. 第一实施方式：
- [0030] A-1. 燃料电池系统整体的结构：
  - [0031] 图1是表示本发明的第一实施方式的燃料电池系统10的概略结构的说明图。燃料电池系统10具备燃料电池组100。燃料电池组100具有将端板110、绝缘板120、集电板130、多个燃料电池组100的单电池140、集电板130、绝缘板120、端板110依次层叠而成的堆叠构造。需要说明的是，单电池140的层叠方向是与铅垂方向Y垂直的方向Z。一方的端板110与另一方的端板110之间由四根紧固螺栓(未图示)赋予压缩力而紧固。
  - [0032] 从贮存有高压氢的氢罐150经由断流阀151、调节器152、配管153向燃料电池组100供给作为燃料气体的氢。在燃料电池组100中未被利用的燃料气体(阳极废气)经由排出配管163向燃料电池组100的外部排出。需要说明的是，燃料电池系统10也可以具有使阳极废气向配管153侧再循环的再循环机构。而且，经由气泵160及配管161向燃料电池组100供给作为氧化剂气体的空气。在燃料电池组100中未被利用的氧化剂气体(阴极废气)经由排出配管154向燃料电池组100的外部排出。需要说明的是，燃料气体及氧化剂气体也称为反应气体。
  - [0033] 此外，为了对燃料电池组100进行冷却，经由水泵171及配管172向燃料电池组100供给由散热器170冷却后的冷却介质。从燃料电池组100排出的冷却介质经由配管173向散热器170循环。作为冷却介质，可使用例如水、乙二醇等不冻液、空气等。在本例中，使用水作为冷却介质。
  - [0034] 燃料电池组100具备的各单电池140形成为通过一对隔板即阳极侧隔板50和阴极侧隔板40将在电解质膜的两面上分别配置阳极及阴极而得到的膜电极接合体(也称为MEA)30夹持的结构。阳极侧隔板50在MEA30侧的面上具备筋状的多个燃料气体流路槽52，且在与MEA30相反一侧的面上具备筋状的多个冷却介质流路槽54。阴极侧隔板40在MEA30侧的面上具备筋状的多个氧化剂气体流路槽42。需要说明的是，在由阳极侧隔板50及阴极侧隔板40夹持的MEA30的外周设置具有绝缘性的树脂制的框架构件32。
  - [0035] 图2是从与MEA30相反一侧观察单电池140的阳极侧隔板50时的概略平面图。在图2中，表背方向为层叠方向Z，下上方向为铅垂方向Y。在本说明书中，铅垂方向Y包括重力的方向和与重力相反的方向。而且，与铅垂方向Y及层叠方向Z垂直的图中的左右方向为水平方向X。阳极侧隔板50及阴极侧隔板40由具有气体隔断性及电子传导性的构件构成，例如由将碳粒子压缩而使得气体不透过的致密质碳等的碳制构件或冲压成形的不锈钢、钛钢等的金属构件形成。在本实施方式中，隔板40、50是金属冲压隔板。
  - [0036] 在阳极侧隔板50的水平方向X的一端缘部沿着铅垂方向Y从上开始依次配置有燃料气体入口歧管62、冷却介质出口歧管84、氧化剂气体入口歧管72。相对于此，在另一端缘部沿着铅垂方向Y从上开始依次排列配置有氧化剂气体出口歧管74、冷却介质入口歧管82、

燃料气体出口歧管64。燃料气体入口歧管62与燃料气体出口歧管64以在水平方向X的两侧的外缘部分成为点对称的方式配置。氧化剂气体入口歧管72与氧化剂气体出口歧管74以在水平方向X的两侧的外缘部分成为点对称的方式配置。冷却介质入口歧管82与冷却介质出口歧管84以在水平方向X的两侧的外缘部分成为点对称的方式配置。

[0037] 从燃料气体入口歧管62供给的燃料气体被分配到单电池140的燃料气体流路槽52(图1)之后,由燃料气体出口歧管64收集在燃料气体流路槽52中未被利用的燃料气体,并向燃料电池组100的外部排出。而且,从氧化剂气体入口歧管72供给的氧化剂气体被分配到单电池140的氧化剂气体流路槽42(图1)之后,由氧化剂气体出口歧管74收集在氧化剂气体流路槽42中未被利用的氧化剂气体,并向燃料电池组100的外部排出。

[0038] 此外,从冷却介质入口歧管82供给的冷却介质经由阳极侧隔板50的设有凹坑56的一端而扩散,在冷却介质流路槽54中流动,从冷却介质流路槽54经由设有凹坑56的另一端而由冷却介质出口歧管84收集,并向燃料电池组100的外部排出。而且,在阳极侧隔板50的从与MEA30相反一侧观察到的平面中,冷却介质入口歧管82、冷却介质流路槽54、冷却介质出口歧管84在水平方向X上相互连通而构成冷却介质流路面200。需要说明的是,各歧管62、64、72、74、82、84的开口为大致矩形形状。而且,各歧管具有在燃料电池组100的层叠方向Z上延伸的形状。

[0039] 在阳极侧隔板50的从与MEA30相反一侧观察到的平面上形成有将各歧管62、64、72、74及冷却介质流路面200分别包围的衬垫GK1～GK5。衬垫GK1～GK5是构成闭合的(两端重合的)线状的密封线路,在将多个单电池140层叠时与相邻的另一单电池140的表面抵接而将两个单电池140之间密封(密封)的密封件。具体而言,衬垫GK1、GK2用于抑制燃料气体的泄漏,衬垫GK3、GK4用于抑制氧化剂气体的泄漏,衬垫GK5用于抑制冷却介质的泄漏。这些衬垫GK1～GK5通过注射成形或冲压成形等而形成,作为衬垫GK1～GK5的材料,可以使用橡胶、热塑性弹性体等。在配置这些衬垫GK1～GK5的区域(阳极侧隔板50的从与MEA30相反一侧观察到的平面的一部分)形成有槽部80。在衬垫GK1～GK5中没有空洞。

[0040] A-2. 衬垫的结构:

[0041] 在图2中示出了在阳极侧隔板50的氧化剂气体出口歧管74附近形成的衬垫GK4的平面视图。衬垫GK4在沿着密封线路的方向上延伸,在密封线路的宽度方向的中央附近具备中央密封部21,且在中央密封部21的两侧具备周缘部22(参照图3)。中央密封部21与周缘部22一体形成。

[0042] 图3是表示图2所示的阳极侧隔板50的III-III剖面的说明图。III-III剖面是衬垫GK4中的与长度方向(线状的延伸方向)垂直的剖面。衬垫GK4的中央密封部21以在层叠了多个单电池140(图2)的状态下与相邻的两个单电池140中的一方的单电池140的阳极侧隔板50及另一方的单电池140的阴极侧隔板40紧贴的方式发挥功能。衬垫GK4的周缘部22为平板形状,连结于中央密封部21的水平方向X的两侧且层叠方向Z上的中央附近。周缘部22构成为厚度比中央密封部21小。在本说明书中,“厚度”是指在单电池140的层叠方向Z上的尺寸。衬垫GK4的宽度Wg构成为比槽部80的宽度Ws小,衬垫GK4配置在槽部80内。需要说明的是,衬垫GK4的形状特征在其他的衬垫GK1～GK3、GK5中也是同样的。

[0043] 在组装燃料电池组100时,在单电池140的阳极侧隔板50上形成的槽部80配置有衬垫GK1～GK5的状态下,相邻的另一单电池140的阴极侧隔板40抵接于阳极侧隔板50。图3示

出该抵接即将发生之前的状态。图中,相邻的另一单电池140的阴极侧隔板40由虚线表示。此时,衬垫GK4的中央密封部21与阴极侧隔板40及阳极侧隔板50相接。

[0044] 图4是表示衬垫GK4的与长度方向垂直的剖面的说明图。根据图示的需要,用于表示剖面的剖面线省略。衬垫GK4的中央密封部21在与长度方向垂直的剖面中具有如下的形状特征。需要说明的是,中央密封部21可以看作[发明内容]一栏所记载的本发明的第一方案中的“密封部”。

[0045] 沿着剖面的坐标平面由沿着水平方向X的坐标轴(以下,称为“X坐标轴”)和沿着层叠方向Z的坐标轴(以下,称为“Z坐标轴”)划分为第一象限( $X>0, Z>0$ 的部分)、第二象限( $X<0, Z>0$ 的部分)、第三象限( $X<0, Z<0$ 的部分)、第四象限( $X>0, Z<0$ 的部分)。X坐标轴和Z坐标轴交叉的原点与中央密封部21的所述剖面中的中心点0一致。

[0046] 在中央密封部21中,第一象限的部分与第二象限的部分关于Z坐标轴线对称,第一象限的部分与第三象限的部分关于中心点0点对称,第一象限的部分与第四象限的部分关于X坐标轴线对称。以下,作为第二~第四象限的部分的代表,对第一象限的部分进行说明。

[0047] 需要说明的是,如前所述,第一象限是 $X>0, Z>0$ 的部分。换言之,第一象限是以中央密封部21的与长度方向垂直的剖面中的Z坐标轴的+侧(以下,称为“+Z坐标轴”)为基准,沿着顺时针从0度到90度的角度范围(直角范围)内的部分。第一象限的部分可以看作本发明的第一方案中的“直角范围内”。

[0048] 在第一象限的部分中,中央密封部21的外周(外周线)包括外周上部21a、外周中间部21b及外周侧部21c。

[0049] 外周上部21a是层叠方向Z的图中的上侧(+Z侧)的部分,形成为与X坐标轴平行的直线形状。即,外周上部21a是与X-Y平面平行的平面形状。外周上部21a与X坐标轴之间的距离为h。

[0050] 外周中间部21b是与外周上部21a的+X侧(X坐标轴方向上的+侧,下同)的端部连续的部分,是中央密封部21的具有圆角的角部。具体而言,外周中间部21b是中央密封部21的外周线上的从P1至点P2的部分,形成为沿着以中心点0为中心的半径r的圆弧的形状。半径r比距离h长。外周中间部21b的+X侧的端部即点P1位于相对于+Z坐标轴而绕顺时针成角度 $\alpha$ 的方向。角度 $\alpha$ 为例如35度。需要说明的是,35度是一例,可以变换为各种各样的值。点P1可以看作本发明的第一方案中的“外周点”。

[0051] 图中的虚线所示的圆CR是以中心点0为中心的半径r的圆。外周中间部21b沿着圆CR的一部分,外周上部21a位于圆CR的内侧(中心点0侧)。因此,在从中心点0朝向点P1的方向与+Z坐标轴所成的角度范围(图中的 $\alpha$ 的部分)内,外周线上的各点(例如,点P2)具有下述的数学式(1)的关系。该角度范围可以看作本发明的第一方案中的“第一角度范围”,以下,称为“第一角度范围 $\alpha$ ”。

[0052]  $L2 \leq r \cdots (1)$

[0053] 在此,L2是从中心点0至点P2的距离。r如前所述是从中心点0至点P1的距离,可以看作本发明的第一方案中的“第一长度L1”。

[0054] 外周侧部21c是与外周中间部21b的+X侧的端部即点P1连续的部分,是在从中心点0朝向点P1的方向与+X坐标轴所成的角度范围(图4中的 $\beta$ 的范围)内作为外周线发挥功能的部分。该角度范围可以看作本发明的第一方案中的“第二角度范围”,以下,称为第二角度范

围 $\beta$ 。在第一象限中的衬垫GK4的外周线中,中央密封部21的外周线占据的范围在第二角度范围 $\beta$ 内是从点P1至点P3的部分。点P3是中央密封部21与周缘部22的交界点。该从点P1至点P3的部分是在第二角度范围 $\beta$ 内作为外周线发挥功能的部分。在本说明书中,外周线是指成为与外侧(大气侧)的交界的线路,在中央密封部21中是从点P1至点P3的部分。外周线不包含中央密封部21中的与周缘部22连结的部位,即不包含未向大气开放的部位。

[0055] 外周侧部21c形成为相比于通过点P1的层叠方向Z的直线LN而在X坐标轴方向上向+X侧鼓出的凸形状。具体而言,Z坐标轴的值越小,则X坐标轴的值越逐渐增大。不过,外周侧部21c存在于比圆CR靠内侧(中心点0侧)处。

[0056] 外周侧部21c也可以如以下那样定义。外周侧部21c上的各点即第二角度范围 $\beta$ 内的外周线上的各点(例如,图4中的点P4是其中一点)具有下述的数学式(2)的关系。

[0057]  $L3 < r \dots (2)$

[0058] 在此,L3是从中心点0至外周线上的各点(例如,点P4)的距离。r是先前说明的从中心点0至点P1的距离、即圆CR的半径。

[0059] 此外,外周侧部21c上的各点即第二角度范围 $\beta$ 内的外周线上的各点(例如,图中的点P4是其中一点)在X坐标轴方向上相对于点P1而位于与中心点0相反一侧(即,+X侧)。需要说明的是,在本实施方式中,各点虽然在X坐标轴方向上相对于点P1而位于与中心点0相反一侧(即,+X侧),但也可以取代于此而在X坐标轴方向上位于与点P1相同的位置。需要说明的是,位于与点P1相同的位置的可以是构成外周侧部21c的点列的全部,也可以是其中一部分。

[0060] 在外周上部21a、外周中间部21b及外周侧部21c之中,外周中间部21b距中心点0最远。因此,外周中间部21b可以说是在构成密封部的外周线的点列之中处于距中心点0最远的距离( $=r$ )的点(以下,将该点称为“最外点”)的集合。

[0061] 若从图3的状态起向阳极侧隔板50与相邻的另一单电池140的阴极侧隔板40之间施加压缩力,则衬垫GK4在层叠方向Z上被压缩,通过复原力而对各隔板40、50施加面压。详细而言,衬垫GK4的中央密封部21在层叠方向Z上变形,通过中央密封部21的复原力而对各隔板40、50施加面压。其结果是,中央密封部21紧贴于阳极侧隔板50的表面和相邻的另一单电池140的阴极侧隔板40的表面,将单电池140与相邻的另一单电池140之间密封。

[0062] 如前所述,周缘部22设置在中央密封部21的两侧。周缘部22以限制衬垫GK以长度方向为轴发生倾斜的程度的方式,即,以进行防倒的方式发挥功能。周缘部22不会以紧贴于相邻的两个单电池中的一方的单电池的阳极侧隔板50和另一方的单电池的阴极侧隔板40的方式发挥功能。

[0063] A-3. 作用效果:

[0064] 如以上详述那样,根据本实施方式的衬垫GK1~GK5,中央密封部21在与长度方向垂直的剖面中在第一象限的角度范围内具有作为外周线上的一点的点P1。比点P1靠相对于Z轴的角度为0度一侧的第一角度范围(图4中的 $\alpha$ 的范围)内的外周线上的各点(例如,点P2)具有前述的数学式(1)的关系。具体而言,从中心点0至所述各点的长度(距离)L2为从中心点0至点P1的距离r以下。即,在第一角度范围内的外周线(外周上部21a及外周中间部21b)中,不存在距中心点0的长度(距离)L2比点P1离得更远的部分(点)。关于外周中间部21b的除了点P1之外的部分,虽然以与点P1相同的程度从中心点0离开,但没有比点P1离得更远。

[0065] 图5是表示衬垫GK4以长度方向为轴发生倾斜时的状况的说明图。例如,在前述的四根紧固螺栓的紧固压力不相等的情况下,有时会从与层叠方向Z交叉的方向对衬垫GK4施加压缩力。这种情况下,有时衬垫GK4的整体或局部会以长度方向为轴发生倾斜。例如,如图5所示,有时会以中心点0为轴绕逆时针倾斜。此时,根据本实施方式的衬垫GK4,以使包含点P1(图4)的外周中间部21b相对于中心点0的方向接近衬垫GK4的压缩方向的方式发挥作用。因此,即使在衬垫GK4发生了倾斜的情况下,也能够充分地确保有助于密封性的厚度。

[0066] 另外,中央密封部21在与长度方向垂直的剖面中,如图4中说明那样,比点P1靠90度侧的第二角度范围(图4中的 $\beta$ 的范围)内的外周线上的各点(例如,点P4)具有前述的数学式(2)的关系。具体而言,从中心点0至所述各点的距离L3比从中心点0至点P1的距离r短。此外,所述各点在X坐标轴方向上相对于点P1而位于与中心点0相反一侧或与点P1相同的位置。因此,衬垫GK1~GK5在来自压缩方向的向视观察下能够将衬垫材料可靠地填充于压缩范围,能够抑制压缩时的反力的降低。

[0067] 因此,根据本实施方式的衬垫GK1~GK5,即使在衬垫GK1~GK5发生了倾斜的情况下也能够确保与隔板40密接的部位,并能够抑制压缩时的反力的降低,因此能够向燃料电池组100的隔板40、50间充分地施加面压。其结果是,衬垫GK1~GK5发挥能够确保充分的密封性的效果。

[0068] 通过与其他形状的衬垫比较来对本实施方式的衬垫GK1~GK5(以下,也简称为“衬垫GK”)的优点进一步进行说明。日本特开2006-4851所记载的衬垫(以下,称为“第一参考例的衬垫”)如[发明内容]一栏中所说明那样,山形的主突唇的顶端从对方密封面偏离,从而无法确保充分的密封性。相对于此,本实施方式的衬垫GK如前所述,即使在发生了倾斜的情况下也能够确保与隔板40密接的部位,因此能够向单电池间充分地施加面压。

[0069] 以下,将具备与上述的衬垫相同的山形的主突唇并将底面粘贴于隔板的粘结类型的衬垫作为第二参考例的衬垫来进行说明。根据该第二参考例的衬垫,由于衬垫粘结于隔板,因此衬垫在隔板间不会倾斜。因此,根据第二参考例的衬垫,能够防止由衬垫倾斜引起的面压下降。然而,根据第二参考例的衬垫,在组装时,需要隔板的表面管理、粘结剂的涂敷、固化的工序,燃料电池组的制造花费劳力和时间。相对于此,本实施方式的衬垫GK为非粘结类型,因此组装容易,且燃料电池组的制造容易。

[0070] 图6是表示第三参考例的衬垫GK90的与长度方向垂直的剖面的说明图。衬垫GK90的剖面形成为圆形。衬垫GK90是所谓O型圈。衬垫GK90与本实施方式的衬垫GK相比,与层叠方向Z垂直的水平方向X的宽度大,因此衬垫材料的体积大。因此,在第三参考例的衬垫GK90中,为了得到高的密封性,需要以高的压缩力进行压缩,但在这种情况下,内部应力升高,应变升高。相对于此,本实施方式的衬垫GK由于中央密封部21的外周侧部21c上的各点即第二角度范围 $\beta$ 内的外周线上的各点具有前述的数学式(2)的关系( $L3 < r$ ),因此水平方向X的宽度比第三参考例的衬垫GK90小。因此,本实施方式的衬垫GK在高压缩时的内部应力低,能够形成为低应变。

[0071] 图7是表示第四参考例的衬垫GK92的与长度方向垂直的剖面的说明图。衬垫GK92的与长度方向垂直的剖面形成为X形。具体而言,衬垫GK92在层叠方向Z的两侧及水平方向X的两侧分别具有凹陷92a、92b、92c、92d。

[0072] 在第四参考例的衬垫GK92的第一象限的部分中将处于距中心点0为r的距离的外

周点设为点Q1时,凹陷92c侵入到比通过点Q1的层叠方向Z的直线LN靠内侧(中心点0侧)处。即,在X坐标轴方向上,相对于点Q1而位于与中心点0相同一侧。因此,在来自压缩方向的向视观察下,在压缩范围存在衬垫材料缺损的部分,因此压缩时的反力降低。因此,在第四参考例的衬垫GK92中,在压缩时无法得到高的面压。

[0073] 相对于此,根据本实施方式的衬垫GK,如图4所示,外周侧部21c上的各点即第二角度范围 $\beta$ 内的外周线上的各点在X坐标轴方向上相对于点P1而位于与中心点0相反一侧,因此在来自压缩方向的向视观察下能够可靠地将衬垫材料填充于压缩范围。因此,根据本实施方式的衬垫GK,能够抑制压缩时的反力的降低。因此,根据本实施方式的衬垫GK,在压缩时能够得到高的面压。

[0074] B. 第一实施方式的变形例:

[0075] 图8是表示第一实施方式的第一变形例的衬垫GK20的一部分的说明图。在图中仅示出与长度方向垂直的剖面中的第一象限的部分。第一变形例的衬垫GK20与第一实施方式的衬垫GK相比,仅仅是中央密封部221的剖面形状不同,在其余的方面是相同的。图中的单点划线表示第一变形例的中央密封部21的外周线。关于第一变形例中的与第一实施方式相同的构成要素,标注同一标号而省略说明。

[0076] 与第一实施方式同样,第一变形例中的中央密封部221的外周线由外周上部221a、外周中间部221b及外周侧部221c构成。外周中间部221b是与第一实施方式的外周中间部21b相同的形状。外周上部221a是从与X坐标轴平行的直线向Z坐标轴的-侧凹陷的形状。

[0077] 外周侧部221c是向Z坐标轴的+侧鼓出且在鼓出的中央部分具有凹陷SP的形状。凹陷SP具有不侵入到比通过外周中间部221b的+X侧的端部即点P1的层叠方向Z的直线LN靠中心点0侧处的深度。即,外周侧部221c上的各点即第二角度范围 $\beta$ 内的外周线上的各点(例如,点P24)在X坐标轴方向上相对于点P1而位于与中心点0相反一侧或与点P1相同的位置。而且,外周侧部221c形成为存在于以中心点0为中心的半径r的圆弧AR2的内侧(中心点0侧)的形状。即,外周侧部221c上的各点即第二角度范围 $\beta$ 内的外周线上的各点(例如,点P24)具有前述的数学式(2)的关系( $L3 < r$ )。

[0078] 在第一变形例的衬垫GK20中,也与第一实施方式的衬垫GK同样,在衬垫发生了倾斜的情况下能够确保与隔板40密接的部位,并能够抑制压缩时的反力的降低,因此能够向燃料电池组100的隔板40、50间充分地施加面压。

[0079] 需要说明的是,第一变形例的GK20与第一实施方式的衬垫GK相比,是外周上部221a和外周侧部221c的双方不同的结构,但也可以取代于此而设为外周上部221a和外周侧部221c中的任一方不同的结构。

[0080] 另外,外周上部221a的形状并不局限于第一变形例的形状,可以变换为各种形状。例如,可以设为反复凹凸的结构。总之,外周上部221a只要是存在于以中心点0为中心的半径r的圆弧(图8中的从P0至P1的圆弧)AR1的内侧(包含该圆弧AR1上)的形状即可,可以变换为各种形状。点P0是与+Z坐标轴交叉的点。需要说明的是,在此所说的包含圆弧AR1上的圆弧AR1的内侧包括:外周上部221a的全部处于圆弧AR1上的情况;外周上部221a的全部处于圆弧AR1的内侧的情况;及外周上部221a的一部分处于圆弧AR1上且其余的部分处于圆弧的内侧的情况。总之,外周上部221a是不会侵入到该圆弧AR1的外侧的形状。换言之,外周上部221a上的各点(例如,点P22)只要具有前述的数学式(1)的关系( $L2 \leq r$ )即可。在外周上部

221a和外周中间部221b的范围内的不包含点P1的部分处也是只要具有前述的数学式(1)的关系( $L2 \leq r$ )即可。

[0081] 外周侧部221c的形状并不局限于第一变形例的形状,可以变换为各种形状。例如,可以设为反复存在两个以上的凹凸的结构。总之,外周侧部221c只要是存在于从以中心点0为中心的半径r的圆弧AR2的内侧直至通过外周中间部221b的+X侧的端部即点P1的层叠方向Z的直线LN为止的区域的形状即可,可以变换为各种形状。“圆弧AR2的内侧”不包含圆弧AR2。“直至直线LN为止”包含直线LN。因此,关于外周侧部221c形状,若至少一部分与圆弧AR2接触则为容许范围外,在局部或全部与直线LN接触的情况下为容许范围内。例如,也可以将外周侧部221c形成为从点P1沿着直线LN陡立的形状。换言之,只要外周侧部221c上的各点(例如,点P24)具有前述的数学式(2)的关系( $L3 < r$ ),且外周侧部221c上的各点在X坐标轴方向上相对于点P1而位于与中心点0相反一侧或与点P1相同的位置即可,可以设为任意的位置。

[0082] 需要说明的是,在第一实施方式及第一实施方式的第一变形例中,中央密封部21、221在与长度方向垂直的剖面中,第一象限的部分与第二象限的部分关于Z坐标轴线对称,第一象限的部分与第三象限的部分关于中心点0点对称,第一象限的部分与第四象限的部分关于X坐标轴线对称。相对于此,作为变形例,也可以设为第二象限的部分与第一象限的部分关于Z坐标轴线对称,而第三象限的部分及第四象限的部分与第一象限的部分无关的形状。而且,第二象限的部分也可以设为与第一象限的部分无关的形状。此外,应用本发明的剖面形状并非必须应用于第一象限,也可以设为不应用于第一象限而应用于第二象限的结构。而且,也可以设为应用于第三象限的结构,还可以设为应用于第四象限的结构。

[0083] 以下,对第一实施方式的第二变形例进行说明。第二变形例的衬垫(未图示)与第一实施方式的衬垫GK相比,仅仅是外周中间部的形状不同,其余的方面是相同的。第一实施方式的衬垫GK的外周中间部21b是从点P1至点P2的圆弧形状(参照图4),但是在第二变形例的衬垫中,外周中间部仅由点P1这一点构成。根据该结构,外周上部21a可以看作“第一外周线”。

[0084] 在该第二变形例的衬垫中,也与第一实施方式的衬垫GK同样,在衬垫发生了倾斜的情况下能够确保与隔板40密接的部位,并能够抑制压缩时的反力的降低,因此能够向燃料电池组100的隔板40、50间充分地施加面压。

[0085] C. 第二实施方式:

[0086] 图9是表示本发明的第二实施方式的衬垫GK30的说明图。图9示出与长度方向垂直的剖面。第二实施方式的衬垫GK30与第一实施方式的衬垫GK相比,仅仅是中央密封部321的剖面形状不同,其余的方面是相同的。关于第二实施方式中的与第一实施方式相同的构成要素,标注同一标号而省略说明。

[0087] 第二实施方式的衬垫GK30的中央密封部321具备剖面为圆形的O型圈部分350和剖面为大致半圆形的第一至第四突出部351~354。第一至第四突出部351~354分别配设在O型圈部分350的外周,且与O型圈部分350一体形成。在图9中,当与第一实施方式的图4同样地尝试描绘X坐标轴及Z坐标轴时,位于第二象限的第二突出部352的形状及配设位置与位于第一象限的第一突出部351关于Z坐标轴线对称。位于第三象限的第三突出部353的形状及配设位置与第一突出部351关于中心点0点对称。位于第四象限的第四突出部354的形状

及配设位置与第一突出部351关于X坐标轴线对称。以下,以第一突出部351为代表来说明中央密封部321的剖面形状。

[0088] 在剖面的第一象限中,第一突出部351的顶点351a是距中心点0的距离为r的外周点。顶点351a作为处于距中心点0最远的距离的最外点而存在于第一象限内。因此,即使在衬垫GK20以长度方向为轴发生了倾斜的情况下,也能够确保与隔板40密接的部位。

[0089] 图10是表示第二实施方式的衬垫GK30以长度方向为轴发生了倾斜时的状况的说明图。例如,衬垫GK30有时如图示那样以中心点0为轴而绕逆时针倾斜。这种情况下,以使第一突出部351的顶点351a相对于中心点0的方向接近衬垫GK30的压缩方向Z的方式发挥作用。因此,即使在衬垫GK30发生了倾斜的情况下也能够确保与隔板40密接的部位。

[0090] 另外,根据上述结构的中央密封部321,在与长度方向垂直的剖面中,在从中心点0朝向顶点351a的方向与Z坐标轴所成的角度范围(图中的 $\theta$ 的范围)内,中央密封部321的外周线存在于从以中心点0为中心并以中心点0与顶点351a之间的距离为半径r的圆弧AR的内侧直至通过顶点351a的层叠方向Z的直线LN为止的区域。换言之,上述的角度范围(图中的 $\theta$ 的范围)内的外周线上的各点(例如,图9的点P34)具有前述的数学式(2)的关系( $L3 < r$ )。因此,衬垫GK30在来自压缩方向的向视观察下能够将衬垫材料可靠地填充于压缩范围,能够抑制压缩时的反力的降低。

[0091] 因此,根据第二实施方式的衬垫GK30,即使在衬垫GK30发生了倾斜的情况下也能够确保与隔板40密接的部位,并能够抑制压缩时的反力的降低,因此能够向燃料电池组100的隔板40、50间充分地施加面压。其结果是,与第一实施方式同样,衬垫GK30发挥能够确保充分的密封性的效果。

[0092] D. 第二实施方式的变形例:

[0093] 图11是表示第二实施方式的第一变形例的衬垫GK40的一部分的说明图。图中仅示出与长度方向垂直的剖面中的第一象限的部分。第二实施方式的第一变形例的衬垫GK40与第二实施方式的衬垫GK30相比,仅仅是中央密封部421的剖面形状不同,其余的方面是相同的。图中的单点划线表示第二实施方式的中央密封部321的外周线。关于第二实施方式的第一变形例中的与第二实施方式相同的构成要素,标注同一标号而省略说明。

[0094] 第二实施方式的中央密封部321的外周线是在圆形的O型圈部分350配设有突出部351~354的形状(参照图9)。相对于此,第二实施方式的第一变形例的中央密封部421的外周线是在相对于圆形形成有凹陷421a的形状的部分配设有与第二实施方式相同的第一突出部351的形状。凹陷421a在接近周缘部22的一侧的部分向Z坐标轴的-侧凹陷。凹陷421a具有不侵入到比通过第一突出部351的顶点351a的层叠方向Z的直线LN靠中心点0侧处的深度。图中的凹陷421b是不符合本申请的发明的例子,侵入到了比直线LN靠中心点0侧处。

[0095] 在图11中虽然仅示出了第一象限的部分,但第二象限的部分与第一象限的部分关于Z坐标轴线对称,第三象限的部分与第一象限的部分关于中心点0点对称,第四象限的部分与第一象限的部分关于X坐标轴线对称。

[0096] 根据如以上那样构成的第二实施方式的第一变形例的GK40,与第二实施方式的衬垫GK30同样,在来自压缩方向的向视观察下能够将衬垫材料可靠地填充于压缩范围,能够抑制压缩时的反力的降低。

[0097] 在第二实施方式及第二实施方式的第一变形例中,中央密封部321、421在与长度

方向垂直的剖面中,第一象限的部分与第二象限的部分关于Z坐标轴线对称,第一象限的部分与第三象限的部分关于中心点0点对称,第一象限的部分与第四象限的部分关于X坐标轴线对称。相对于此,作为变形例,也可以设为第二象限的部分与第一象限的部分关于Z坐标轴线对称,而第三象限的部分及第四象限的部分与第一象限的部分无关的形状。而且,第二象限的部分也可以设为与第一象限的部分无关的形状。此外,应用本发明的剖面形状并非必须应用于第一象限,也可以设为不应用于第一象限而应用于第二象限的结构。而且,也可以设为应用于第三象限的结构,还可以设为应用于第四象限的结构。

[0098] 图12是表示第二实施方式的第二变形例的衬垫GK50的说明图。第二变形例的衬垫GK50在与长度方向垂直的剖面中,位于第一象限的第一突出部551与位于第三象限的第三突出部553关于中心点0点对称,位于第二象限的第二突出部552与位于第四象限的第四突出部554关于中心点0点对称。位于第一象限的第一突出部551与位于第二象限的第二突出部552相比,突出的程度大。其余的方面与第二实施方式是相同的。关于第二实施方式的第二变形例中的与第二实施方式相同的构成要素,标注同一标号而省略说明。

[0099] 根据所述结构的第二变形例的衬垫GK50,与第二实施方式同样,发挥能够确保充分的密封性的效果。

[0100] E. 第三实施方式:

[0101] 图13是表示配置有第三实施方式的衬垫GK60的阳极侧隔板50的说明图。图13是从与第一实施方式的图3相同的方向观察时的剖视图。如图所示,第三实施方式的衬垫GK60与第一实施方式的衬垫GK相比,不同之处是在中央密封部21的两侧具备的各周缘部22设有防倒部620。第三实施方式的衬垫GK60的其他的结构(中央密封部21和周缘部22)与第一实施方式的燃料电池组100的结构是相同的,因此关于相同的构成要素,在图13中标注与图3相同的标号而省略其说明。

[0102] 防倒部620是具有矩形的剖面的长条状的构件(突出部),设置在各周缘部22的阳极侧隔板50侧的面上。具体而言,防倒部620设置在各周缘部22的阳极侧隔板50侧的面上的水平方向X的两侧的端部。防倒部620的层叠方向Z的长度H6比中央密封部21的外周上部21a的距周缘部22表面的高度(Z坐标轴方向的距离)短。即,层叠方向Z的阳极侧隔板50侧的端面620a在Z坐标轴上位于比中央密封部21的外周上部21a高的位置。

[0103] 根据如以上那样构成的第三实施方式的衬垫GK60,通过防倒部620的作用,与未设置防倒部620的第一实施方式的衬垫GK相比,能够进一步限制衬垫GK60以长度方向为轴发生倾斜的程度。需要说明的是,防倒部620仅设置于周缘部22的阳极侧隔板50侧的面,因此不承担在向阳极侧隔板50与阴极侧隔板40之间施加了压缩力时将隔板40、50间密封的作用。

[0104] F. 第三实施方式的变形例:

[0105] 图14是表示第三实施方式的变形例的衬垫GK70的一部分的说明图。该衬垫GK70与第三实施方式的衬垫GK60相比,不同之处是在各周缘部22的层叠方向的两面分别设有防倒部720、722。第三实施方式的衬垫GK70的其他的结构(中央密封部21和周缘部22)与第三实施方式的衬垫GK60的结构是相同的,因此关于相同的构成要素,在图14中标注与图1相同的标号而省略其说明。

[0106] 阳极侧隔板50侧的防倒部720是具有矩形的剖面的长条状的构件,与第三实施方

式的防倒部620相比,不同之处仅是厚度(层叠方向Z的长度)薄,水平方向X的长度及相对于周缘部22的安装位置是相同的。阴极侧隔板40的防倒部722与阳极侧隔板50侧的防倒部720相比为同一形状,且设置于关于周缘部22线对称的位置。

[0107] 根据如以上那样构成的第三实施方式的变形例的衬垫GK70,通过防倒部720、722的作用,与未设置防倒部720、722的第一实施方式的衬垫GK相比,能够进一步限制衬垫GK70以长度方向为轴发生倾斜的程度。而且,根据该变形例的衬垫GK70,在与第三实施方式的衬垫GK60相比时,由于在周缘部22的层叠方向的两面分别设置有防倒部720、722,因此能够更可靠地发挥防倒的功能。

[0108] 第三实施方式及第三实施方式的变形例的防倒部620、720、722的剖面为矩形,但也可以取代于此而设为半圆形形状、三角形形状等各种形状。总之,只要是从周缘部22的一个面朝向层叠方向Z突出的形状即可,也可以变换为任意的形状。

[0109] 本发明并不局限于上述的实施方式,能够在不脱离其主旨的范围内以各种结构实现。例如,与发明内容一栏记载的各方案中的技术特征对应的实施方式中的技术特征能够为了解决上述的课题的一部分或全部或者为了实现上述的效果的一部分或全部而适当进行替换、组合。而且,前述的各实施方式的构成要素中的独立权利要求记载的要素以外的要素是附加的要素,可以适当省略。

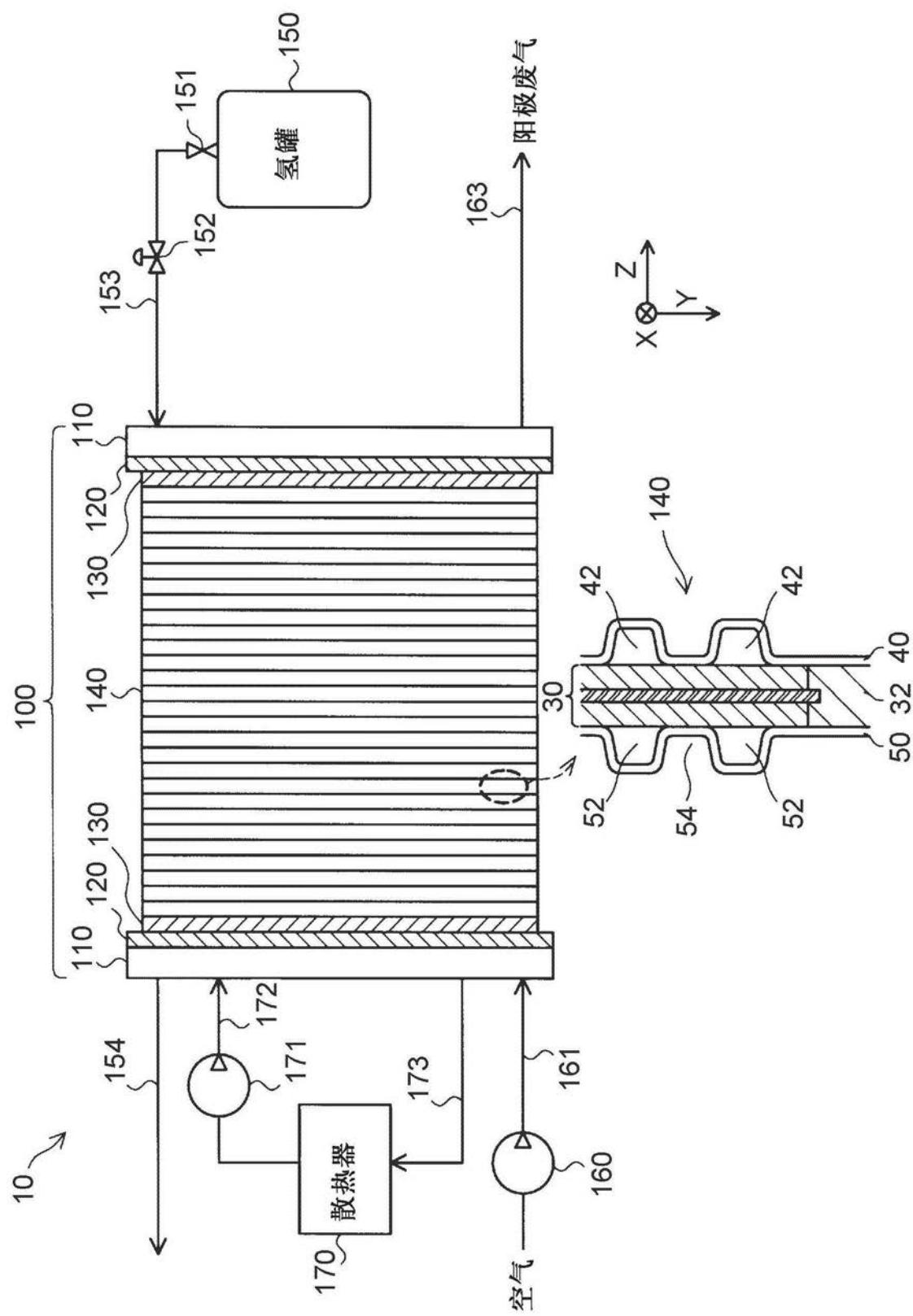
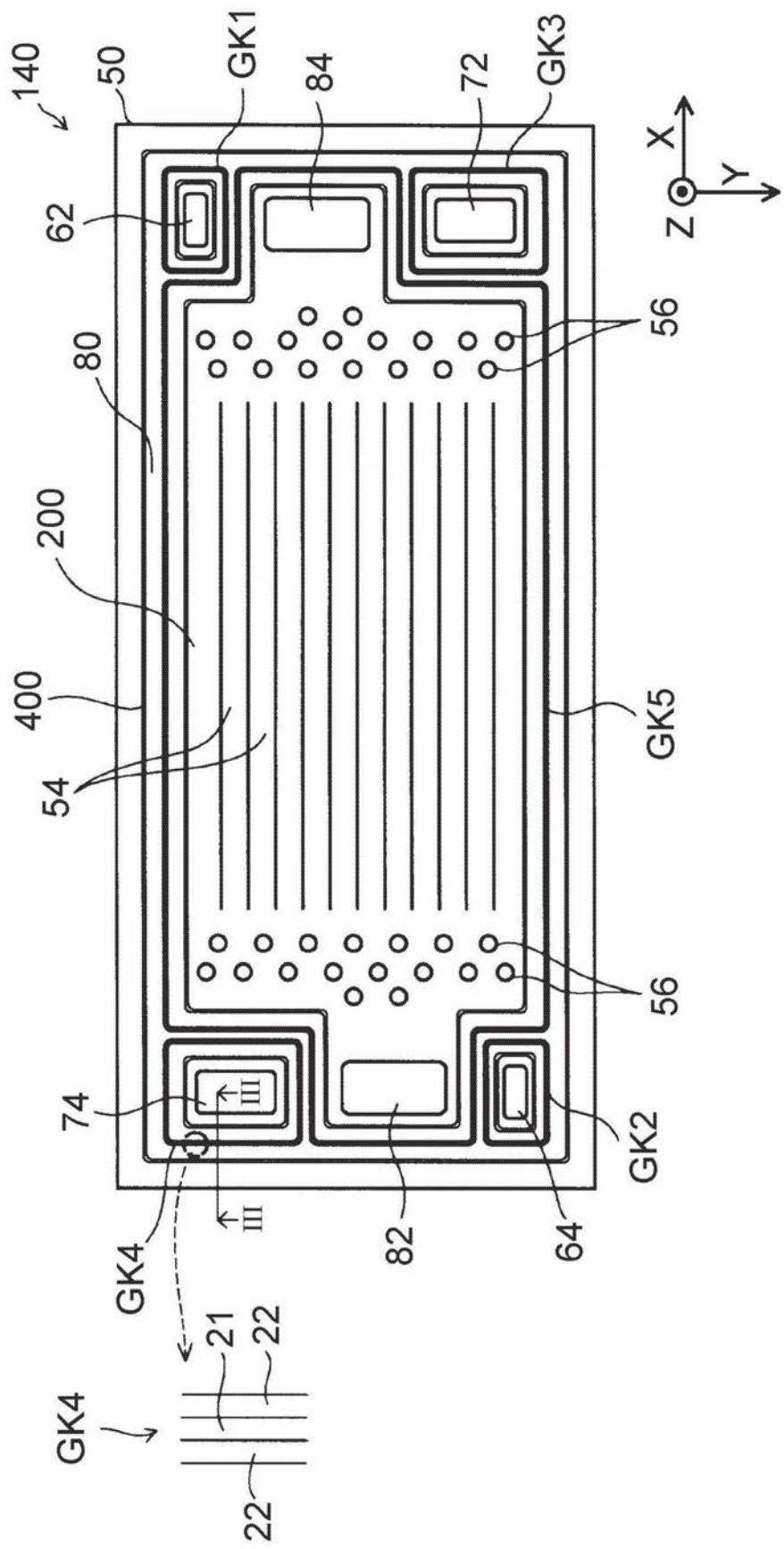


图1



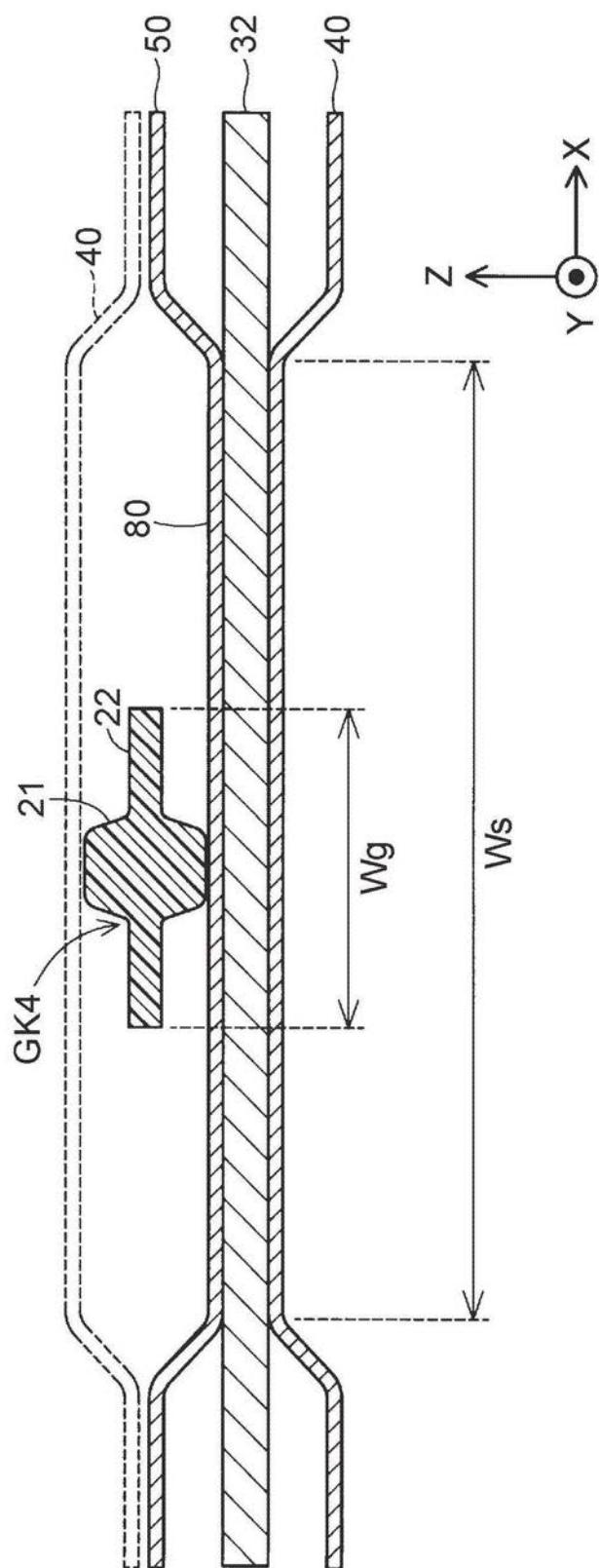


图3

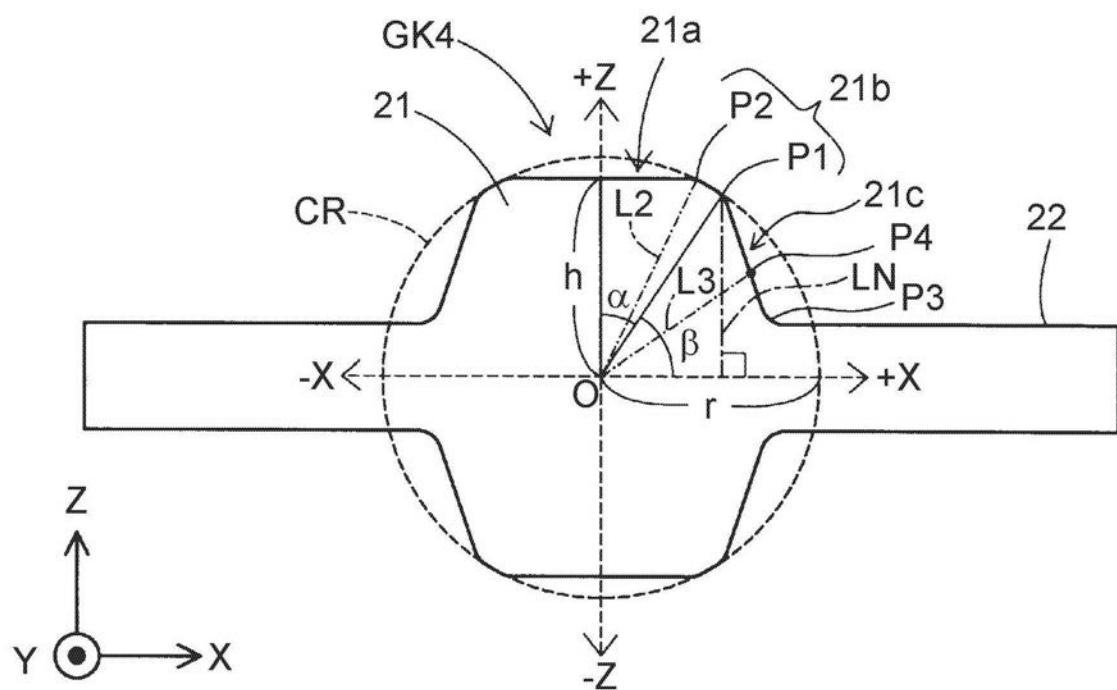


图4

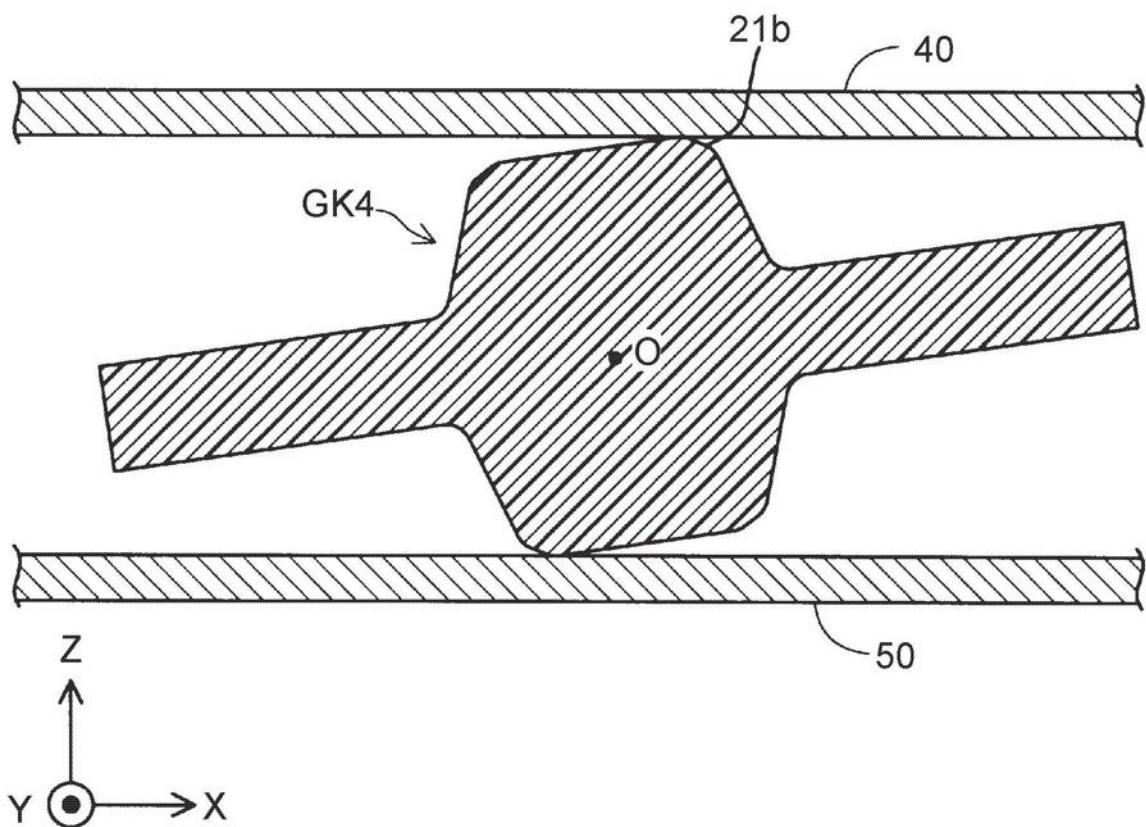


图5

## 第三参考例

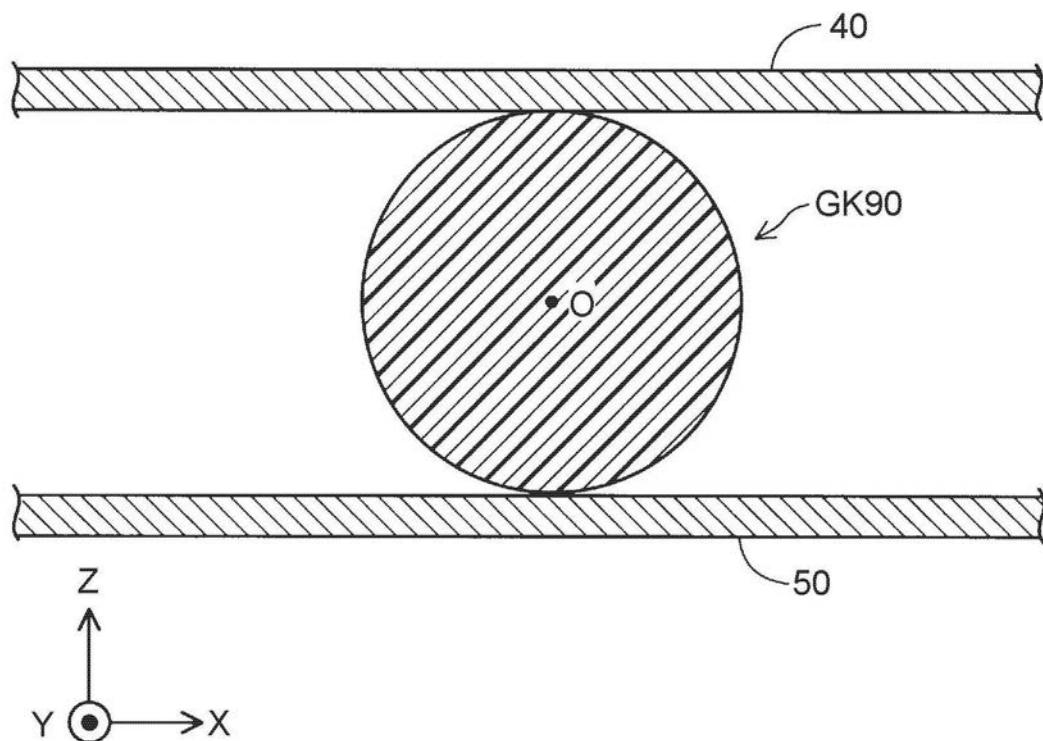


图6

## 第四参考例

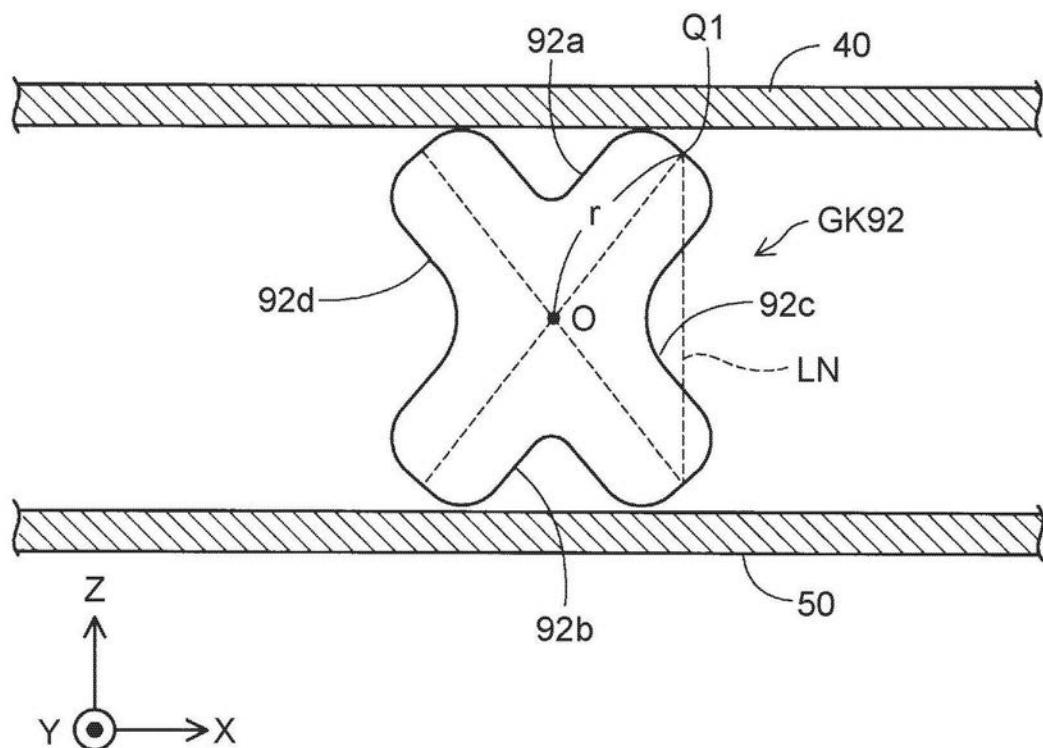


图7

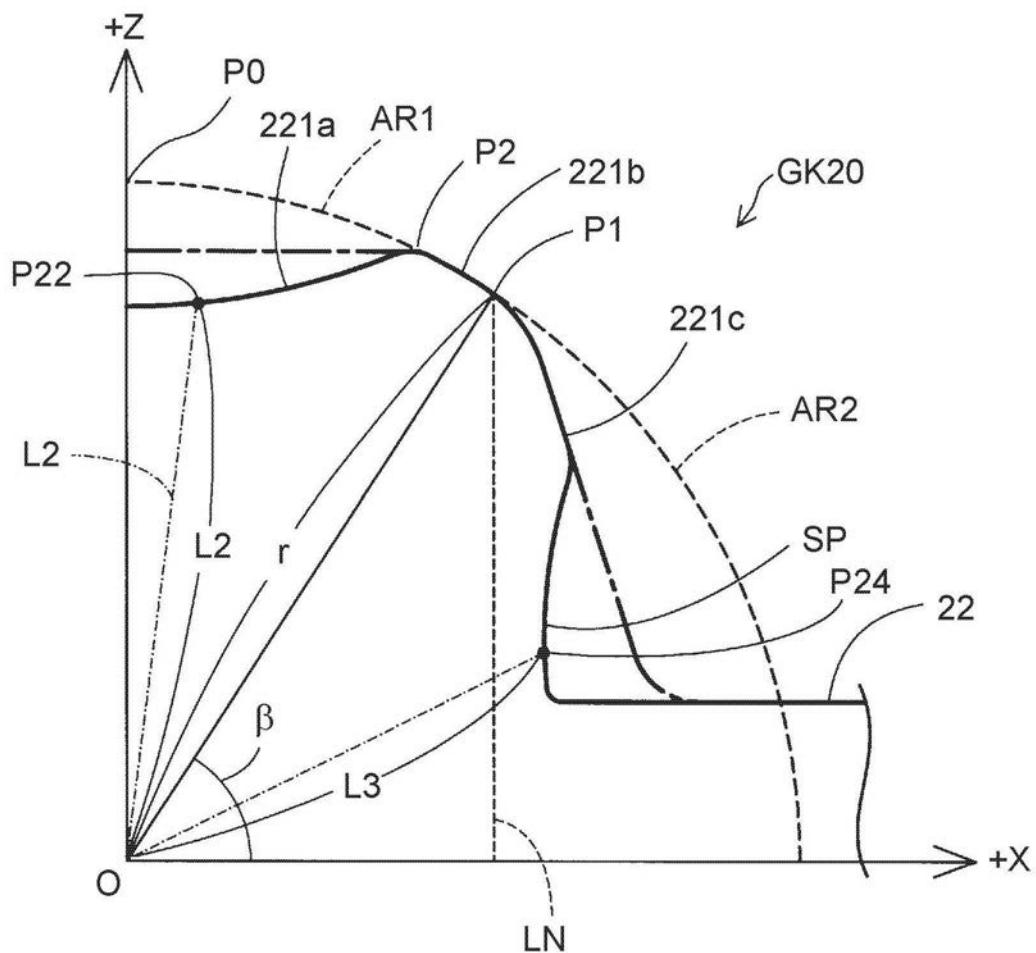


图8

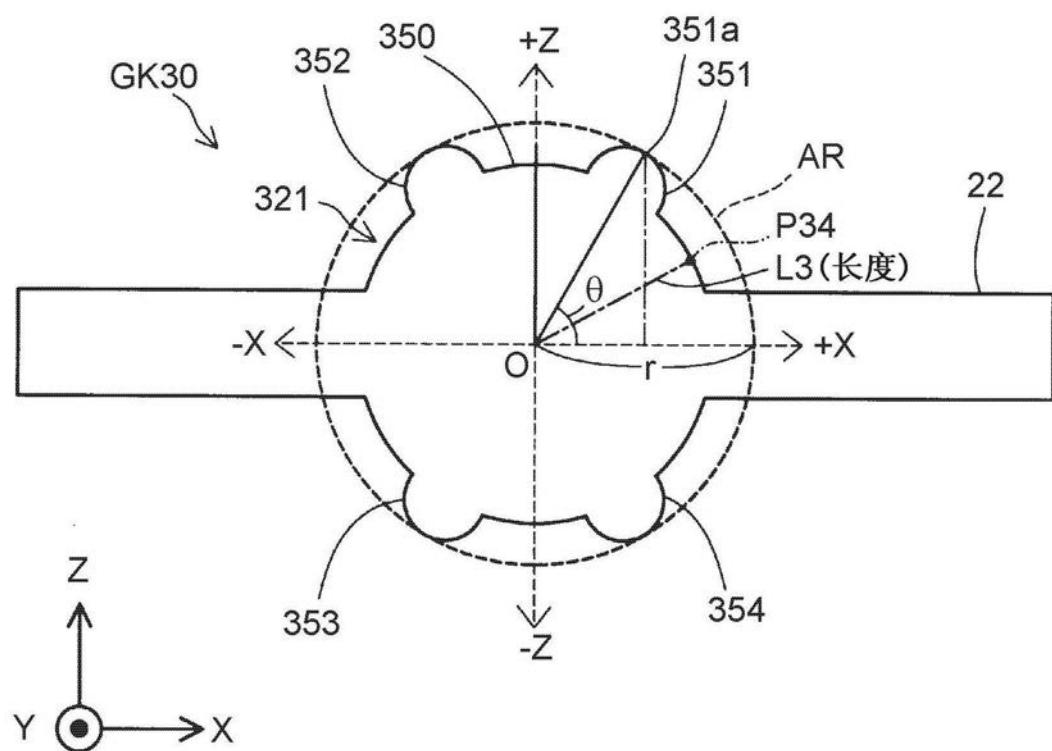


图9

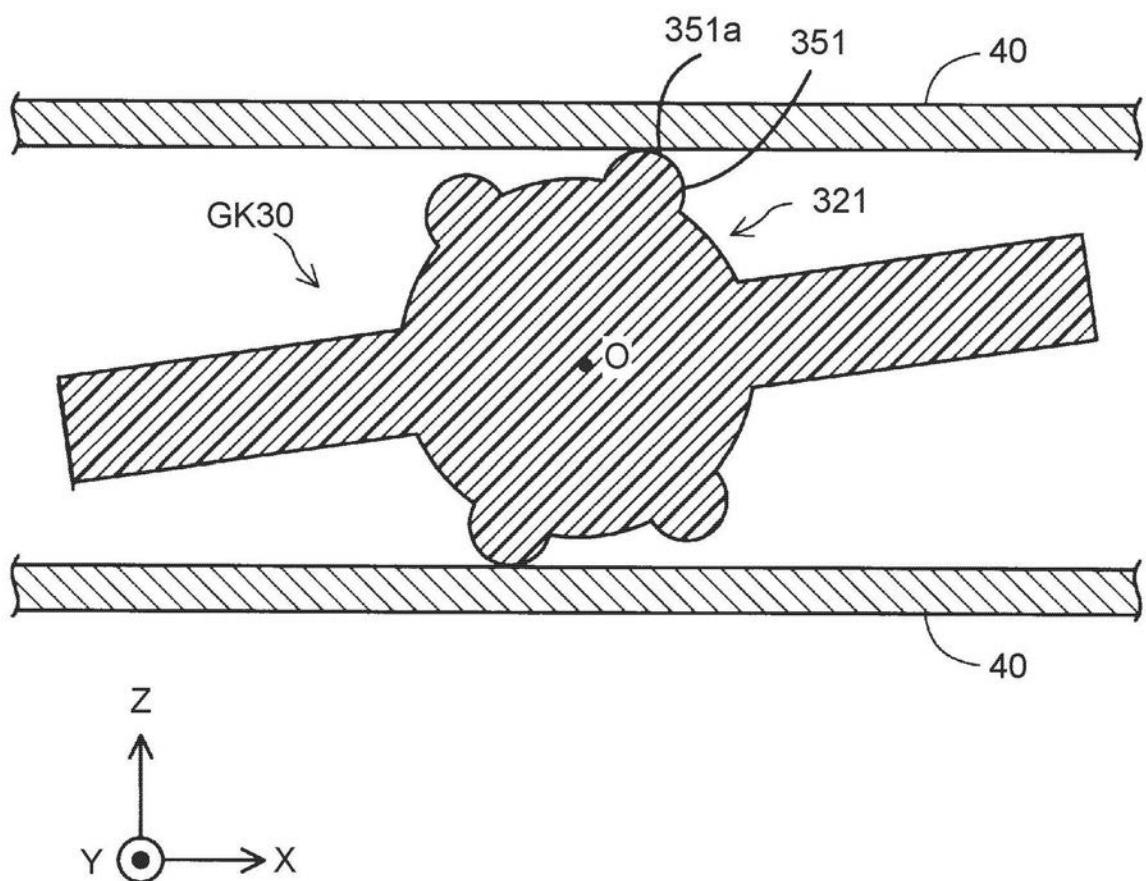


图10

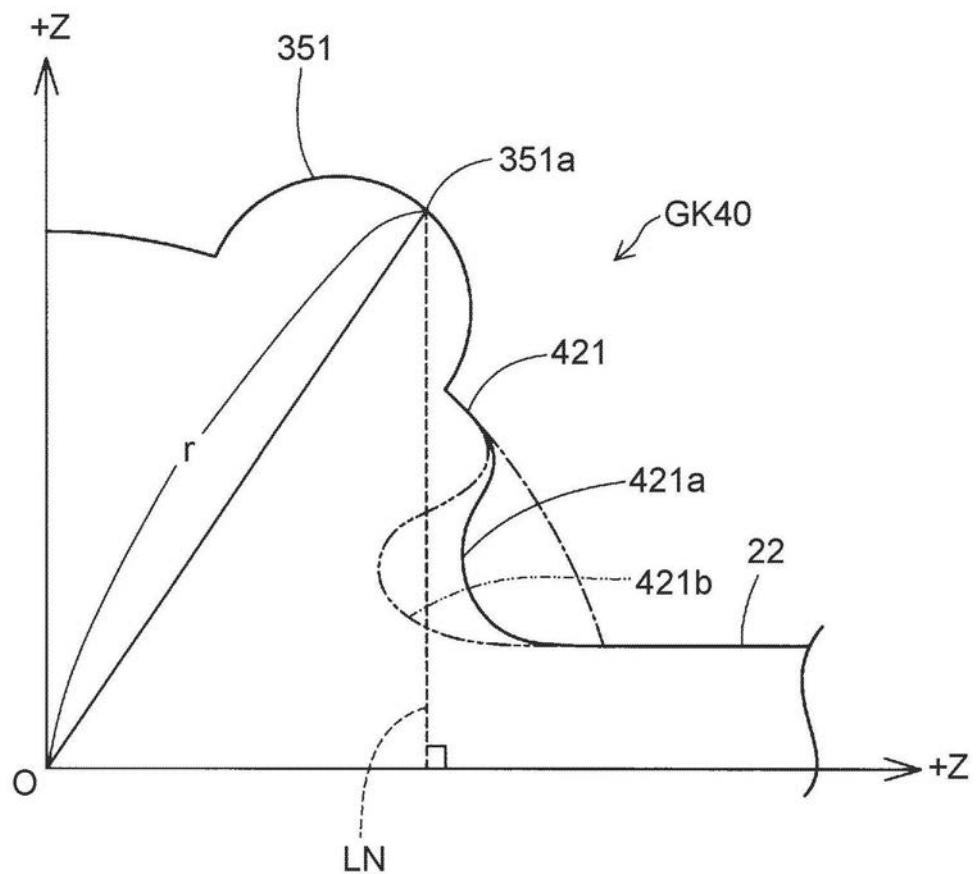


图11

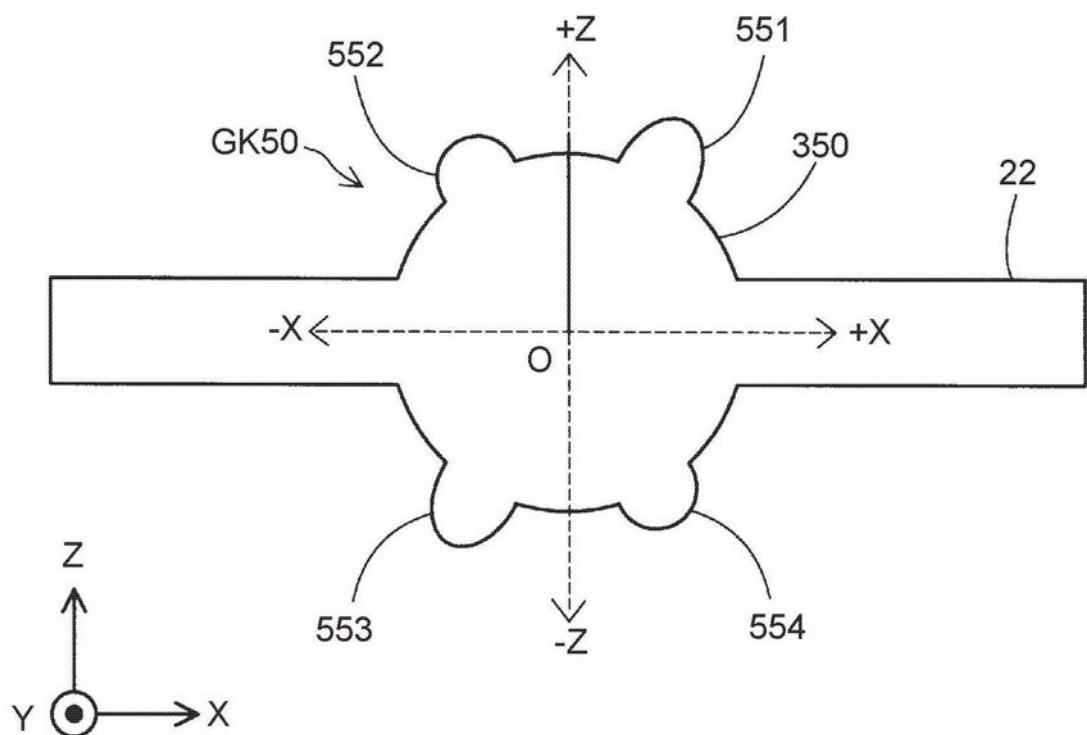


图12

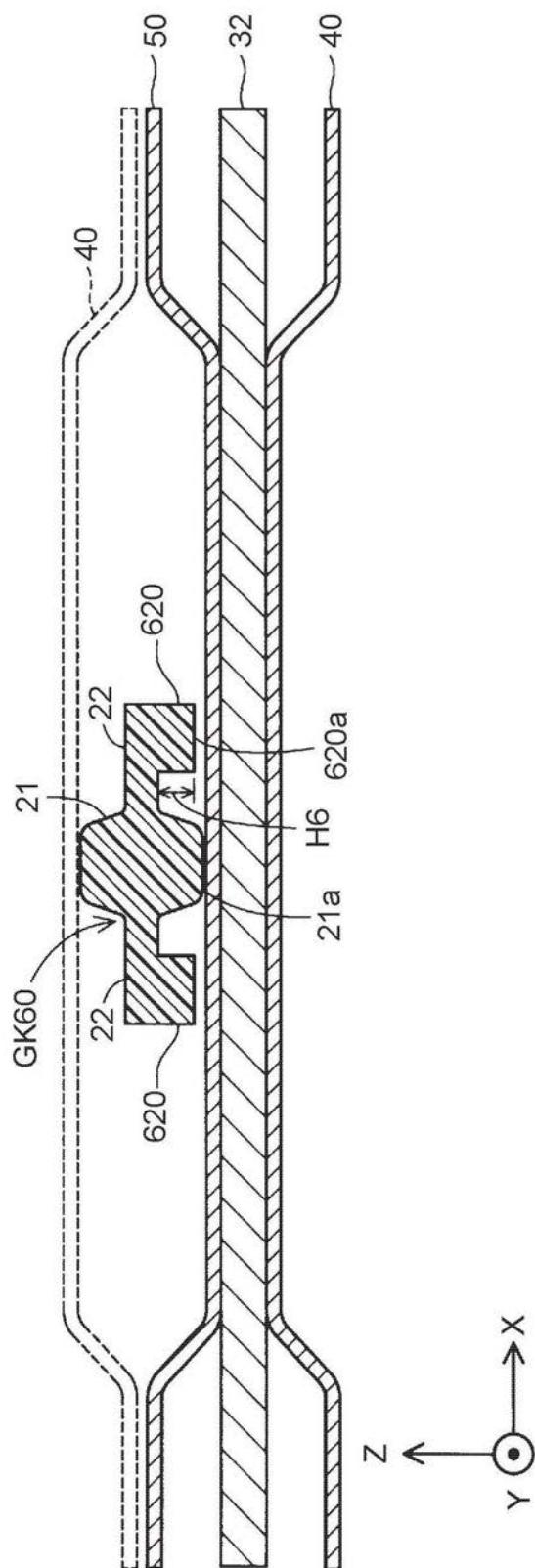


图13

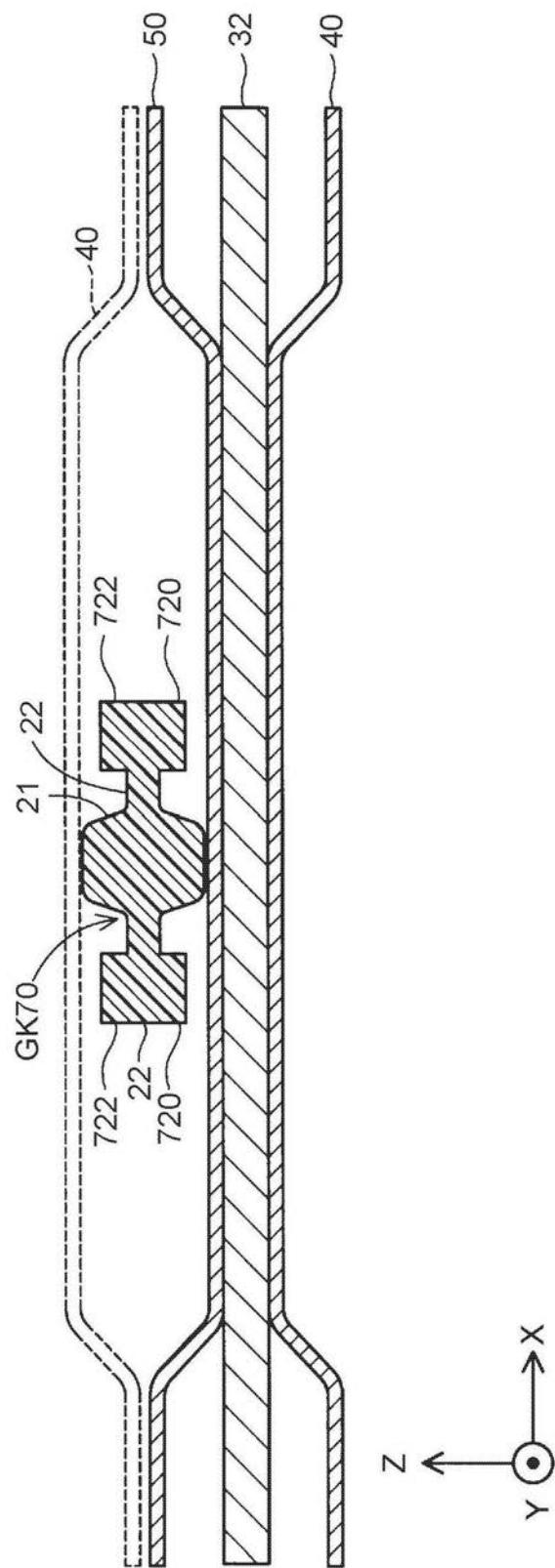


图14