



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113758972 B

(45) 授权公告日 2025.06.13

(21) 申请号 202111091330.2

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

(22) 申请日 2018.03.16

务所(普通合伙) 11277

(65) 同一申请的已公布的文献号

专利代理人 刘新宇 张会华

申请公布号 CN 113758972 A

(51) Int.CI.

(43) 申请公布日 2021.12.07

G01N 27/00 (2006.01)

(30) 优先权数据

2017-070353 2017.03.31 JP

(56) 对比文件

CN 110462371 A, 2019.11.15

(62) 分案原申请数据

JP 2007240252 A, 2007.09.20

201880020078.6 2018.03.16

JP 2009204584 A, 2009.09.10

(73) 专利权人 第一精工株式会社

US 2010000292 A1, 2010.01.07

地址 日本京都府

US 2014305191 A1, 2014.10.16

(72) 发明人 緒方健治 黑木省吾

审查员 罗典

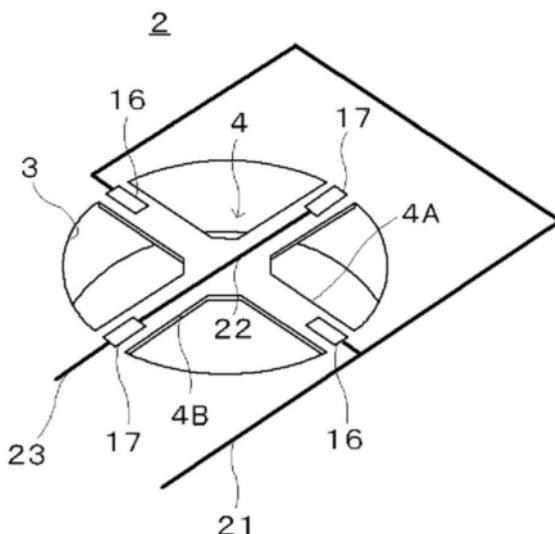
权利要求书2页 说明书9页 附图9页

(54) 发明名称

物质检测元件

(57) 摘要

在支承基板(2)设有贯通孔(3)。板状的梁(4(4A、4B))具有压电元件，该梁(4)从贯通孔(3)的边缘朝向相对的边缘延伸而堵塞贯通孔(3)的局部，对供检测对象的构成物质附着的物质吸附膜进行支承，该梁(4)的振动频率因构成物质附着于物质吸附膜而发生变化。驱动电极(16)用于对压电元件施加电压而使梁(4)产生振动变形。检测电极(17)用于检测与梁(4)的振动频率相关的信息。



1. 一种物质检测元件, 其中,

该物质检测元件包括:

支承基板, 其设有贯通孔; 以及

板状的梁, 其具有压电元件, 该梁从所述贯通孔的边缘朝向相对的边缘延伸而堵塞所述贯通孔的局部, 对供检测对象的物质附着的物质吸附膜进行支承, 该梁的振动频率因所述物质附着于所述物质吸附膜而发生变化,

在所述支承基板和所述梁上形成有作为导线的驱动信号线、电极间信号线以及检测信号线,

所述梁具有两端固定于所述贯通孔的边缘的细长板状的第1梁和两端固定于所述贯通孔的边缘且与所述第1梁交叉的细长板状的第2梁,

设于所述第1梁的电极和下部电极层用于对所述压电元件施加电压而使所述梁产生振动变形, 在设于所述第1梁的电极连接有所述驱动信号线,

设于所述第2梁的电极和下部电极层用于检测与所述梁的振动频率相关的信息, 在设于所述第2梁的电极连接有所述检测信号线,

在所述第1梁和所述第2梁中的一个梁的两端形成有电极, 在所述第1梁和所述第2梁中的另一个梁的至少一端形成有电极,

在所述一个梁形成有将形成于所述一个梁的两端的所述电极相互连接在一起的所述电极间信号线, 将与所述电极中的一者导通的所述驱动信号线或所述检测信号线引出到所述一个梁的外部,

在所述支承基板设有多个所述贯通孔,

针对每个所述贯通孔均设有所述梁,

在所述支承基板上的布线有所述驱动信号线、所述检测信号线的区域中, 除去了所述下部电极层。

2. 根据权利要求1所述的物质检测元件, 其中,

在所述另一个梁的两端形成有电极。

3. 根据权利要求1所述的物质检测元件, 其中,

将所述第1梁与所述第2梁的连结部分的宽度设定为宽于所述第1梁和所述第2梁中的除所述连结部分之外的其他部分的宽度。

4. 根据权利要求1所述的物质检测元件, 其中,

将所述第1梁的宽度设定为宽于所述第2梁的宽度。

5. 根据权利要求1所述的物质检测元件, 其中,

所述第1梁和所述第2梁正交。

6. 根据权利要求2所述的物质检测元件, 其中,

将与形成于所述另一个梁的两端的所述电极分别导通的所述驱动信号线或所述检测信号线引出到所述一个梁的外部, 并汇集为1根。

7. 根据权利要求1所述的物质检测元件, 其中,

所述梁各自支承的物质吸附膜的种类不同。

8. 根据权利要求3所述的物质检测元件, 其中,

形成于所述第1梁的电极的沿着所述第1梁的宽度的宽度设定为宽于形成于所述第2梁

的电极的沿着所述第2梁的宽度的宽度。

9. 根据权利要求1所述的物质检测元件,其中,
多个所述贯通孔包含孔的大小彼此不同的贯通孔。
10. 根据权利要求1所述的物质检测元件,其中,
设于所述第1梁的所述电极和设于所述第2梁的所述电极跨所述贯通孔的边缘地形成。
11. 根据权利要求2所述的物质检测元件,其中,
形成于所述另一个梁的两端的所述电极中的任一个所述电极与被引出到所述另一个
梁的外部的所述驱动信号线或所述检测信号线连接。

物质检测元件

[0001] 本申请是申请日为2018年3月16日、申请号为201880020078.6(国际申请号为PCT/JP2018/010449)、发明名称为“物质检测元件”的申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种物质检测元件。

背景技术

[0003] 在专利文献1中公开了用于基于在物质吸附或者脱附时产生的振子的共振频率的变化量来识别物质的化学传感器设备。该化学传感器设备具备表示不同物质的脱附吸附特性的多个振子，各个振子具有压电基板。多个振子在被施加交流电压时，因压电基板变形而被励振。通过对共振频率发生变化的振子进行确认，从而能够识别物质。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1：日本特开2009—204584号公报

发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 在上述专利文献1所公开的化学传感器设备中，仅是多个振子简单地二维排列在平板上，并不是以使各振子易于吸附空气中所含有的物质的方式进行的高效配置。在这样的结构中，也存在平板自身遮挡气流的流动而导致各振子的吸附物质的吸附效率下降的可能性。

[0009] 本发明是鉴于上述实际情况而完成的，其目的在于，提供一种能够更有效率地检测物质的物质检测元件。

[0010] 用于解决问题的方案

[0011] 为了达到上述目的，本发明的物质检测元件包括：

[0012] 支承基板，其设有贯通孔；

[0013] 板状的梁，其具有压电元件，该梁从所述贯通孔的边缘朝向相对的边缘延伸而堵塞所述贯通孔的局部，对供检测对象的物质附着的物质吸附膜进行支承，该梁的振动频率因所述物质附着于所述物质吸附膜而发生变化；

[0014] 驱动电极，其用于对所述压电元件施加电压而使所述梁产生振动变形；以及

[0015] 检测电极，其用于检测与所述梁的振动频率相关的信息。

[0016] 在该情况下，也可以是，所述梁在至少两个部位处固定于所述贯通孔的边缘。

[0017] 也可以是，所述梁由在固定于所述贯通孔的边缘的至少一端设有所述驱动电极的板状的第1梁和在固定于所述贯通孔的边缘的至少一端设有所述检测电极且与所述第1梁交叉的板状的第2梁形成。

[0018] 也可以是，在所述第1梁的、固定于贯通孔的边缘的两端设有所述驱动电极，

- [0019] 在所述第2梁的、固定于贯通孔的边缘的两端设有所述检测电极，
[0020] 所述第1梁和所述第2梁在各自的中央处连结在一起。
[0021] 也可以是，将所述第1梁与所述第2梁的连结部分的宽度设定为宽于所述第1梁和所述第2梁中的除所述连结部分之外的其他部分的宽度。
[0022] 也可以是，将所述第1梁的宽度设定为宽于所述第2梁的宽度。
[0023] 也可以是，所述第1梁和所述第2梁正交。
[0024] 也可以是，在所述第2梁上形成有将形成于所述第2梁的两端的所述检测电极相互连接在一起的导线，将与一个所述检测电极导通的导线引出到所述第2梁的外部。
[0025] 也可以是，将与形成于所述第1梁的两端的所述驱动电极分别导通的导线引出到所述第1梁的外部，并汇集为1根。
[0026] 也可以是，在所述支承基板设有多个所述贯通孔，
[0027] 针对每个所述贯通孔均设有所述梁，
[0028] 所述梁各自支承的物质吸附膜的种类不同。
[0029] 发明的效果
[0030] 根据本发明，在含有物质的气体所经过的贯通孔设有物质吸附膜，含有检测对象的物质的气体易于经过物质吸附膜的周围，因此能够更有效率地检测物质。

附图说明

- [0031] 图1是本发明的实施方式1的物质检测元件的立体图。
[0032] 图2是从相反侧观察图1的物质检测元件而观察到的立体图。
[0033] 图3是将贯通孔周边局部破坏而进行表示的立体图。
[0034] 图4是贯通孔附近的放大立体图。
[0035] 图5是贯通孔附近的俯视图。
[0036] 图6A是沿长度方向剖切驱动梁而得到的剖视图。
[0037] 图6B是沿长度方向剖切检测梁而得到的剖视图。
[0038] 图7A是表示驱动梁变形的情形(之1)的图。
[0039] 图7B是表示驱动梁变形的情形(之2)的图。
[0040] 图8A是表示检测梁变形的情形(之1)的图。
[0041] 图8B是表示检测梁变形的情形(之2)的图。
[0042] 图9是表示物质检测元件的布线的立体图。
[0043] 图10是表示插入于电子设备的物质检测元件的图。
[0044] 图11A是表示构成化学物质的构成物质的参照图案(之1)的图。
[0045] 图11B是表示构成化学物质的构成物质的参照图案(之2)的图。
[0046] 图12是表示气体经过贯通孔的情形的图。
[0047] 图13A是表示形成于梁的压电元件的变形例(之1)的图。
[0048] 图13B是表示形成于梁的压电元件的变形例(之2)的图。
[0049] 图13C是表示形成于梁的压电元件的变形例(之3)的图。
[0050] 图14A是表示梁的变形例(之1)的图。
[0051] 图14B是表示梁的变形例(之2)的图。

[0052] 图14C是表示梁的变形例(之3)的图。

具体实施方式

[0053] 以下,详细地说明本发明的实施方式。使用作为实现微细加工的半导体制造技术的MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)来制造本实施方式的物质检测元件。

[0054] 如图1所示,本实施方式的物质检测元件1具备大致矩形平板状的支承基板2。例如利用SOI(Silicon on Insulator)基板来制造支承基板2。SOI基板是具有包括作为埋入氧化膜的BOX层和作为BOX层上的半导体层的硅(SOI)层的层叠构造的半导体基板,是内包有氧化膜的晶圆。

[0055] 如图1和图2所示,支承基板2是通过在由树脂形成的基部10层叠由基体晶圆和BOX层形成的Si支承层11而构成的,该BOX层由埋入氧化膜形成。在Si支承层11层叠有作为元件晶圆活性层的Si活性层12(参照图6A、图6B)。

[0056] 在支承基板2的基部10的局部设有圆形的开口13,在开口13的部分处,Si支承层11暴露。在该开口13的部分处的Si支承层11和Si活性层12设有7个贯通孔3。贯通孔3为圆形,它们的直径彼此相同。

[0057] 如图3和图4所示,在各贯通孔3分别设有板状的一对梁4。一对梁4包括直线板状的驱动梁(第1梁)4A和直线板状的检测梁(第2梁)4B。梁4(驱动梁4A和检测梁4B)分别具有从由Si活性层12形成的边缘朝向相对的边缘延伸的部分。

[0058] 驱动梁4A和检测梁4B正交,并在中央处连结在一起。在本实施方式中,驱动梁4A的宽度和检测梁4B的宽度相同。该宽度表示驱动梁4A的宽度方向上的长度、检测梁4B的宽度方向上的长度。一对梁4并不堵塞贯通孔3的整体,而是堵塞贯通孔3的局部。因而,梁4能防止气体滞留在贯通孔3内,使该气体易于穿过贯通孔3。

[0059] 如图3所示,梁4支承用于吸附检测对象的物质的物质吸附膜5。物质吸附膜5位于梁4的中央即贯通孔3内的中心,配置于驱动梁4A与检测梁4B的连结部分。梁4的中央即一对梁4彼此连结且形成有物质吸附膜5的部分设定为,与除了连结部分之外的其他部分相比,一个梁4的宽度方向上的宽度和另一个梁4的宽度方向上的宽度较宽。并且,物质吸附膜5成为圆顶形状(半球状)。因此,能够增大暴露于气体的表面积,因此易于吸附气体中(例如空气中)含有的成为检测对象的物质。

[0060] 成为检测对象的物质例如是构成气味的化学物质组(气味成因)中的、例如构成空气中含有的检测对象的化学物质的气体状的物质(以下称作“构成物质”)。作为检测对象的化学物质,例如有氨、硫醇、醛、硫化氢、胺等具有特有的臭味的气味成因物质。对于物质吸附膜5而言,在吸附了构成气味成因物质的构成物质之后经过一定时间,所吸附的构成物质分离,因此能够再利用。

[0061] 梁4构成为因构成物质吸附于物质吸附膜5而振动频率(例如共振频率)发生变化。由于物质吸附膜5配置于成为含有构成物质的气体的通口的贯通孔3,因此物质吸附膜5易于吸附气体中所含有的构成物质。另外,为了使梁4的振动不受供物质检测元件1安装的装置(例如后述的电子设备50)的振动的影响,期望的是,将梁4的振动频率设定为更高,以与该装置的振动频率不同。

[0062] 如图4所示,在驱动梁4A的两端形成有一对驱动电极16,在检测梁4B的两端形成有

一对检测电极17。此外，在支承基板2和梁4上形成有作为导线的驱动信号线21、电极间信号线22以及检测信号线23。驱动信号线21连接于驱动电极16。此外，电极间信号线22在检测梁4B上将检测电极17相互连接在一起。检测信号线23连接于一个检测电极17。

[0063] 将用于对梁4进行驱动的电压信号经由驱动信号线21施加于驱动电极16。此外，因梁4的振动而产生的来自一个检测电极17的电压信号经由电极间信号线22向另一个检测电极17传输。然后，将来自一对检测电极17的电压信号经由检测信号线23集中地输出。

[0064] 如作为图5的A—A线剖视图的图6A所示，驱动梁4A主要由支承基板2的Si活性层12形成。在Si活性层12上形成有下部电极层14，在下部电极层14上形成有压电元件15。在驱动梁4A的中央处，为了使电极间信号线22穿过而除去了下部电极层14和压电元件15。另外，在电极间信号线22和Si活性层12之间设有未图示的绝缘层。此外，在图6A中省略了BOX层的图示。

[0065] 下部电极层14由导电性材料(例如铝、铜等金属)形成。驱动电极16和检测电极17也是同样的。压电元件15例如由PZT(锆钛酸铅)等材料(显示压电特性的材料)形成。压电元件15具有在沿厚度方向被施加预定极性的电压时在长度方向(与厚度方向正交的方向)上伸缩的性质。

[0066] 如图6A所示，一对驱动电极16在贯通孔3的边缘的部分处形成于压电元件15上。由下部电极层14、压电元件15以及驱动电极16来形成压电层。驱动电极16和下部电极层14用于使对该压电元件15施加电压而使驱动梁4A产生振动变形。

[0067] 更具体地讲，如图7A所示，在施加驱动电极16为正、下部电极层14为负的极性(以下称作正极性)的电压时，对压电层施加沿着在长度方向(沿着x轴的方向)上伸长、在面方向(沿着y轴的方向)上伸长的方向的应力。其结果，Si活性层12中的、形成有下部电极层14的面伸长，驱动梁4A以上方凸出的方式(向+z方向)弯曲。

[0068] 与之相对地，如图7B所示，在施加驱动电极16为负、下部电极层14为正的极性(以下称作负极性)的电压时，对压电层施加沿着在长度方向(沿着x轴的方向)上收缩、在面方向(沿着y轴的方向)上收缩的方向的应力。其结果，Si活性层12中的、形成有下部电极层14的面收缩，驱动梁4A以下方凸出的方式(向-z方向)弯曲。

[0069] 不言而喻的是，也可以使用具有如下性质的这样的压电元件：在以驱动电极16侧为正、下部电极层14侧为负的方式对两电极之间施加电压时，该压电元件在长度方向上收缩，另一方面，在以驱动电极16侧为负、下部电极层14侧为正的方式对两电极之间施加电压时，该压电元件在长度方向上伸长。在该情况下，在施加正极性的电压时驱动梁4A下方凸出的方式弯曲，在施加负极性的电压时驱动梁4A上方凸出的方式弯曲。这样，驱动梁4A只要能在压电层的伸缩的作用下挠曲地振动即可。

[0070] 总之，能够通过对驱动电极16和下部电极层14之间施加预定极性的电压，从而产生图7A或图7B所示的变形。变形的程度成为与施加的电压值相对应的量。另外，由于构成压电元件的材料的不同(例如块体、薄膜的不同)会导致极化作用不同，因此电压的极性与伸缩的关系有时会与上述的情况相反。

[0071] 另一方面，如作为图5的B—B线剖视图的图6B所示，一对检测电极17形成为在检测梁4B的贯通孔3的边缘处与压电元件15相接触。由下部电极层14、压电元件15及检测电极17形成压电层。在随着上述的驱动梁4A的振动而检测梁4B振动时，构成检测梁4B的压电元件

15发生变形,在检测电极17和下部电极层14产生电位差。另外,在图6A中省略了BOX层的图示。

[0072] 更具体地讲,如图8A所示,检测梁4B在以上方凸出的方式(向+z方向)弯曲时,对压电层施加沿着在长度方向(沿着y轴的方向)上伸长、在面方向(沿着x轴的方向)上伸长的方向的应力。其结果,产生检测电极17为正、下部电极层14为负的极性(以下称作正极性)的电压。

[0073] 与之相对地,如图8B所示,检测梁4B在以下方凸出的方式(向-z方向)弯曲时,对压电层施加沿着在长度方向(沿着y轴的方向)上收缩、在面方向(沿着x轴的方向)上收缩的方向的应力。其结果,产生检测电极17为负、下部电极层14为正的极性(以下称作负极性)的电压。

[0074] 不言而喻的是,也可以使用具有如下性质的这样的压电元件:在该压电元件在长度方向上收缩时,产生检测电极17侧为正、下部电极层14侧为负的电位差,另一方面,在该压电元件在长度方向上伸长时,产生检测电极17侧为负、下部电极层14侧为正的电位差。在该情况下,在检测梁4B以下方凸出的方式弯曲时产生正极性的电压,在检测梁4B以上方凸出的方式弯曲时产生负极性的电压。这样,检测梁4B只要能通过挠曲使压电层伸缩并产生电压即可。

[0075] 总之,在产生图8A或图8B所示的变形时,能够在检测电极17和下部电极层14之间产生预定极性的电压。电压的大小成为与检测梁4B相对应的量。另外,由于构成压电元件的材料的不同(例如块体、薄膜的不同)会导致极化作用不同,因此伸缩与电压的极性之间的关系有时与上述的情况相反。

[0076] 例如在对驱动电极16和下部电极层14之间施加呈正弦波状变化的电压时,驱动梁4A呈正弦波状进行振动。检测梁4B也与驱动梁4A的振动相配合地进行振动。若检测梁4B振动,则会在驱动电极16和下部电极层14之间产生呈正弦波状变化的电位差。

[0077] 并且,在使对驱动电极16和下部电极层14之间施加的正弦波状的电压的频率进行升降时,驱动梁4A、检测梁4B的振动的频率也进行升降,在检测电极17和下部电极层14之间产生的电压信号的频率也进行升降。随着驱动梁4A、检测梁4B的振动的频率接近梁4的共振频率,梁4的振幅变大,在驱动梁4A、检测梁4B的振动的频率成为梁4的共振频率时,梁4的振幅成为最大。

[0078] 如上所述,梁4构成为因构成物质吸附于物质吸附膜5而振动频率(例如共振频率)发生变化。此外,梁4的振动频率与构成物质吸附于物质吸附膜5的吸附程度相应地进行变化。由此,梁4的振幅成为最大的频率也发生变化。反过来讲,能够通过求出检测电极17和下部电极层14的电压信号的振幅成为最大的振动频率的变化,从而检测自构成物质未吸附于物质吸附膜5的状态变化为构成物质吸附于物质吸附膜5的状态的情况。

[0079] 在检测电极17和下部电极层14之间产生的电位差成为电压信号,借助电极间信号线22、检测信号线23将该电压信号输出。若将输出的电压信号作为与梁4的振动频率相关的信息并基于该信息来对梁4的振动频率的变化进行检测,则能够检测在经过贯通孔3的气体中含有吸附于物质吸附膜5的物质的情况。

[0080] 如图6A和图6B所示,在支承基板2中,在Si活性层12上形成有下部电极层14,在该下部电极层14上形成有绝缘层18。但是,如图5所示,在贯通孔3的周围除去了下部电极层14

和绝缘层18。但是,构成驱动梁4A和检测梁4B的下部电极层14未被除去而是与支承基板2上的下部电极层14相连接。

[0081] 此外,在支承基板2上的布线有驱动信号线21、检测信号线23的区域S中,除去了下部电极层14。其目的在于,防止在驱动信号线21、检测信号线23与下部电极层14之间产生寄生电容,防止电压信号无法恰当地输入于驱动梁4A、检测梁4B的压电层的情况。

[0082] 如图9所示,在物质检测元件1设有信号处理电路20。信号处理电路20将1根驱动信号线21和7根检测信号线23连接在一起。自信号处理电路20引出的1根驱动信号线21分支为14根,与各贯通孔3的一对驱动电极16相连接。即,将与形成在驱动梁4A的两端的驱动电极16分别导通的驱动信号线21向驱动梁4A的外部引出,并汇集为1根。此外,将自各贯通孔3引出的7根检测信号线23彼此独立地连接于信号处理电路20。信号处理电路20对以下部电极层14的电位为基准的电压信号进行输入、输出。

[0083] 信号处理电路20借助驱动信号线21向与各贯通孔3相对应的驱动电极16输出例如正弦波状的电压信号,并且借助检测信号线23向该信号处理电路20输入自与各贯通孔3相对应的检测电极17输出的电压信号。信号处理电路20基于输入的电压信号来对梁4的振动频率(例如共振频率)的变化进行检测。在物质检测元件1中,例如能够以1ng的单位来检测构成物质的吸附。

[0084] 在物质检测元件1中,针对每个贯通孔3均设有梁4,梁4分别支承的物质吸附膜5的种类不同。针对信号处理电路20而言,借助检测信号线23将从各贯通孔3的检测电极17输出的电压信号输入,基于输入的电压信号来对各梁4的振动频率的变化进行检测,即对构成物质吸附于与该梁4相对应的物质吸附膜5的情况进行检测。信号处理电路20具有存储器,将各物质吸附膜5的构成物质的检测结果存储于该存储器中。

[0085] 如图10所示,本实施方式的物质检测元件1具有智能手机等电子设备50的存储卡的接口30。在此,作为物质检测元件1,包括成为检测对象的特定物质彼此不同的物质检测元件1A、1B。

[0086] 物质检测元件1A借助接口30与电子设备50相连接。电子设备50能够读取在物质检测元件1A的信号处理电路20的存储器中存储的构成物质的检测结果。电子设备50读取插入于接口30的物质检测元件1A的信号处理电路20的存储器的数据,并基于读取的数据来分析成为检测对象的物质。

[0087] 例如,将物质检测元件1A的检测对象的构成物质设为1a~1g。而且,将某个化学物质A的构成物质设为1a、1b、1c,将另一个化学物质B的构成物质设为1a、1d、1e、1f。在气体中含有化学物质A的情况下,其检测结果如图11A所示,示出了检测到1a、1b、1c的情况,在气体中含有化学物质B的情况下,检测结果如图11B所示,示出了检测到1a、1d、1e、1f的情况。电子设备50存储有成为检测对象的化学物质的参照图案,对实际的检测结果和参照图案进行图案匹配,从而确定气体所含有的化学物质。

[0088] 另外,在本实施方式中,是利用以构成物质的有无为基准的图案来进行图案匹配的,但本发明并不限于此。也可以是,与梁4的振动频率的变化量相应地求出构成物质吸附于物质吸附膜5的吸附程度,并做成与化学物质的构成物质的含有比例相应的图案,利用该图案进行图案匹配,从而确定化学物质。

[0089] 由于是利用MEMS来制造物质检测元件1A、1B,因此能够将其制造成很小型。因而,

能够使物质检测元件1A、1B符合例如小型的miniSD卡的规格。由此,例如也能够准备能够检测的构成物质的组合不同的物质检测元件1A、1B,并通过将安装于电子设备50的物质检测元件1自物质检测元件1A更换为物质检测元件1B,从而增加能够检测的化学物质的组合。

[0090] 物质检测元件1用于检测气体中所含的各种各样的化学物质。例如,将物质检测元件1如图12所示地放置在气体的气流中,用于检测构成经过贯通孔3的气体所含有的化学物质的构成物质。在此,支承对构成物质进行吸附的物质吸附膜5的梁4并没有堵塞贯通孔3的整体,而是堵塞贯通孔3的局部。因而,梁4能防止含有检测对象的化学物质的气体滞留在贯通孔3内,使该气体易于穿过贯通孔3。

[0091] 像以上详细地说明的那样,根据本实施方式,在含有化学物质的气体所经过的贯通孔3设有物质吸附膜5,含有检测对象的化学物质的气体易于经过物质吸附膜5的周围,因此能够更有效率地检测化学物质。

[0092] 另外,在上述实施方式中,如图13A所示,驱动梁4A的宽度(宽度方向上的长度)W1和检测梁4B的宽度(宽度方向上的长度)W1相同,但本发明并不限于此。也可以是,如图13B所示,将驱动梁4A的宽度W2设定为宽于检测梁4B的宽度W1。此外,也可以是,如图13C所示,在将驱动梁4A的宽度设为W2、将检测梁4B的宽度设为W1的前提下,缩短贯通孔3的直径,从而将驱动梁4A的长度L1缩短为L2。这样的话,不仅能够将梁4整体的振动频率设定为更高而减少来自外部的振动的影响,还能够增大与吸附的构成物质的每单位重量相对应的梁4的振动频率的变化量,提高构成物质的吸附的检测精度。

[0093] 另外,期望的是,根据梁4与气体的流动所需的贯通孔3的大小之间的关系来决定梁4的宽度、长度。

[0094] 此外,在本实施方式中,梁4在至少两个部位处固定于贯通孔3的边缘。这样的话,与悬臂的梁4相比,不仅能够稳定地保持梁4,还能够提高梁4的振动频率。

[0095] 在上述实施方式中,梁4在4个部位处固定于贯通孔3的边缘。但是,本发明并不限于此。也可以如图14A所示,梁41是悬臂梁。在该情况下,期望的是,扩宽梁41的宽度或者增大其厚度,从而提高梁41的振动频率。另外,将驱动电极16和检测电极17—并设于梁41的一端(固定于贯通孔3的边缘的一端)即可。

[0096] 此外,也可以如图14B所示,使用在两个部位处固定于贯通孔3的边缘的梁42。在该情况下,将驱动电极16和检测电极17—并设于梁42的两端即可。

[0097] 此外,也可以如图14C所示,使用在3个部位处固定于贯通孔3的边缘的梁43。在该情况下,将一对驱动电极16配置于梁43的两个端部,在剩余的端部配置检测电极17。

[0098] 此外,在上述实施方式中,将梁4设为驱动梁4A和检测梁4B这两个两端固定梁在中央处连结在一起的结构。这样的话,利用一个驱动梁4A使梁4整体进行振动,利用另一个检测梁4B来对梁4的振动进行检测,能够节省用于对梁4进行驱动的电路的布线和用于对梁4的振动进行检测的电路的布线。

[0099] 此外,在上述实施方式中,驱动梁4A和检测梁4B彼此正交。这样的话,能够使检测梁4B不妨碍驱动梁4A的振动。但是,驱动梁4A和检测梁4B不是必须正交,只要交叉即可。

[0100] 此外,在上述实施方式中,在驱动梁4A的两端设有驱动电极16,在检测梁4B的两端设有检测电极17,但本发明并不限于此。也可以是,在物质检测元件1中,在驱动梁4A的一端设有驱动电极16,在检测梁4B的一端设有检测电极17。换言之,也可以是,在物质检测元件1

中,在驱动梁4A的另一端不设置驱动电极16,在检测梁4B的另一端不设置检测电极17。

[0101] 此外,在上述实施方式中,电极间信号线22将检测电极17相互连结在一起。这样的话,能够将自检测电极17引出的检测信号线23汇集为1根,因此能够在支承基板2上节省布线。

[0102] 此外,在上述实施方式中,将连接于驱动电极16的驱动信号线21引出到外部,驱动信号线21自信号处理电路20引出而分支为多根,从而向驱动电极16输入。这样的话,由于自信号处理电路20引出的驱动信号线21汇集为1根,因此也能够节省连接于驱动电极16的驱动信号线21。

[0103] 此外,在上述实施方式中,在支承基板2设有多个贯通孔3,针对每个贯通孔3均设有梁4,梁4分别支承的物质吸附膜5的种类不同。这样的话,能够基于多个构成物质的检测图案来确定化学物质。

[0104] 在上述实施方式中,贯通孔3和梁4的数量是7个,但本发明并不限于此。贯通孔3和梁4的数量既可以是6个以下,也可以是8个以上。能够根据成为检测对象的构成物质的数量来决定贯通孔3和梁4的数量。

[0105] 在上述实施方式中,贯通孔3是圆形。但是,本发明并不限于此。贯通孔既可以是椭圆、方形,也可以是外形为曲线和直线的组合的形状。

[0106] 此外,在上述实施方式中,将成为检测对象的物质设为构成气味的化学物质,但本发明并不限于此。例如也可以检测无味的气体中所含有的化学物质。

[0107] 此外,在上述实施方式中,检测的是气体中所含有的化学物质,但本发明并不限于此。也能够将本发明应用于液体中的物质的检测。

[0108] 此外,在上述实施方式中,使用SOI晶圆来制造物质检测元件1A,但本发明并不限于此。也可以使用其他的晶圆来制造物质检测元件。

[0109] 在上述实施方式中,在梁4的大致整个面设置下部电极层14和压电元件15,但本发明并不限于此。也可以仅在形成有驱动电极16和检测电极17的部分设置下部电极层14和压电元件15。

[0110] 在上述实施方式中,利用电极间信号线22将在检测梁4B的两端形成的检测电极17连接在一起,但本发明并不限于此。也可以是,配置为从检测电极17引出各个检测信号线23,并针对各个电压信号进行输出。

[0111] 本发明能够在不脱离本发明的广义的精神和范围的前提下形成各种各样的实施方式和变形。此外,上述的实施方式用于说明本发明,并不限定本发明的范围。即,本发明的范围由权利要求书来表示而不是由实施方式来表示。而且,在权利要求书的范围内和与其等同的发明的意义的范围内实施的各种各样的变形被视为包含于本发明的范围内。

[0112] 另外,本申请主张以于2017年3月31日提出申请的日本国特许出愿2017-70353号为基础的优先权,将日本国特许出愿2017-70353号的说明书、权利要求书、附图整体作为参照编入本说明书中。

[0113] 产业上的可利用性

[0114] 本发明能够应用于流体中所含有的化学物质的检测。

[0115] 附图标记说明

[0116] 1、1A、1B、物质检测元件;2、支承基板;3、贯通孔;4、梁;4A、驱动梁(第1梁);4B、检

测梁(第2梁);5、物质吸附膜;10、基部;11、Si支承层;12、Si活性层;13、开口;14、下部电极层;15、压电元件(压电(piezo)元件);16、驱动电极;17、检测电极;18、绝缘层;20、信号处理电路;21、驱动信号线;22、电极间信号线;23、检测信号线;30、接口;41、42、43、梁;50、电子设备。

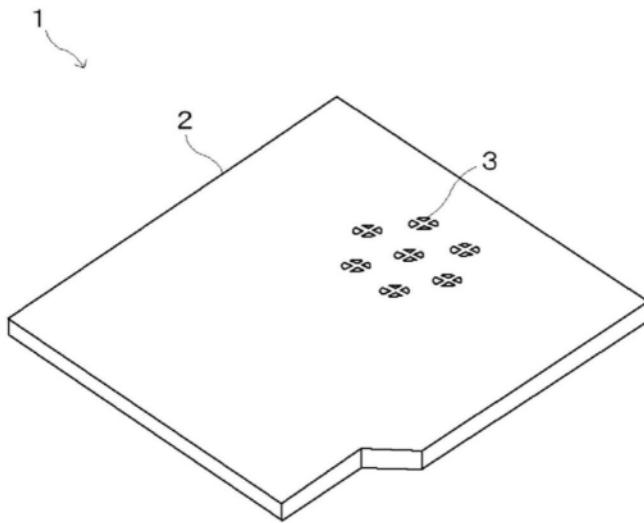


图1

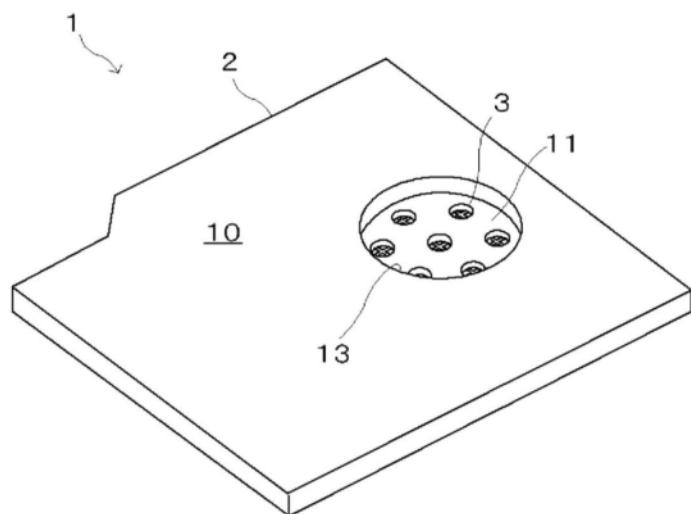


图2

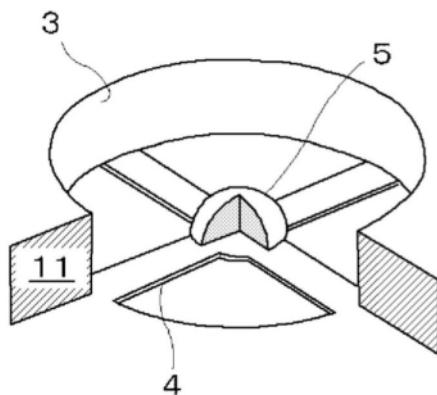
2

图3

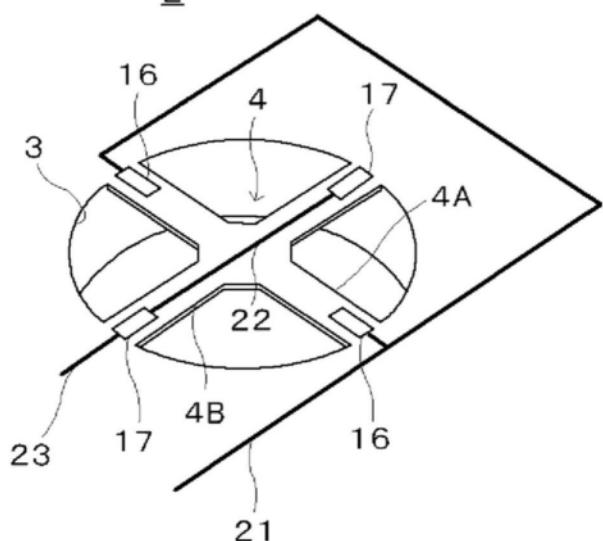
2

图4

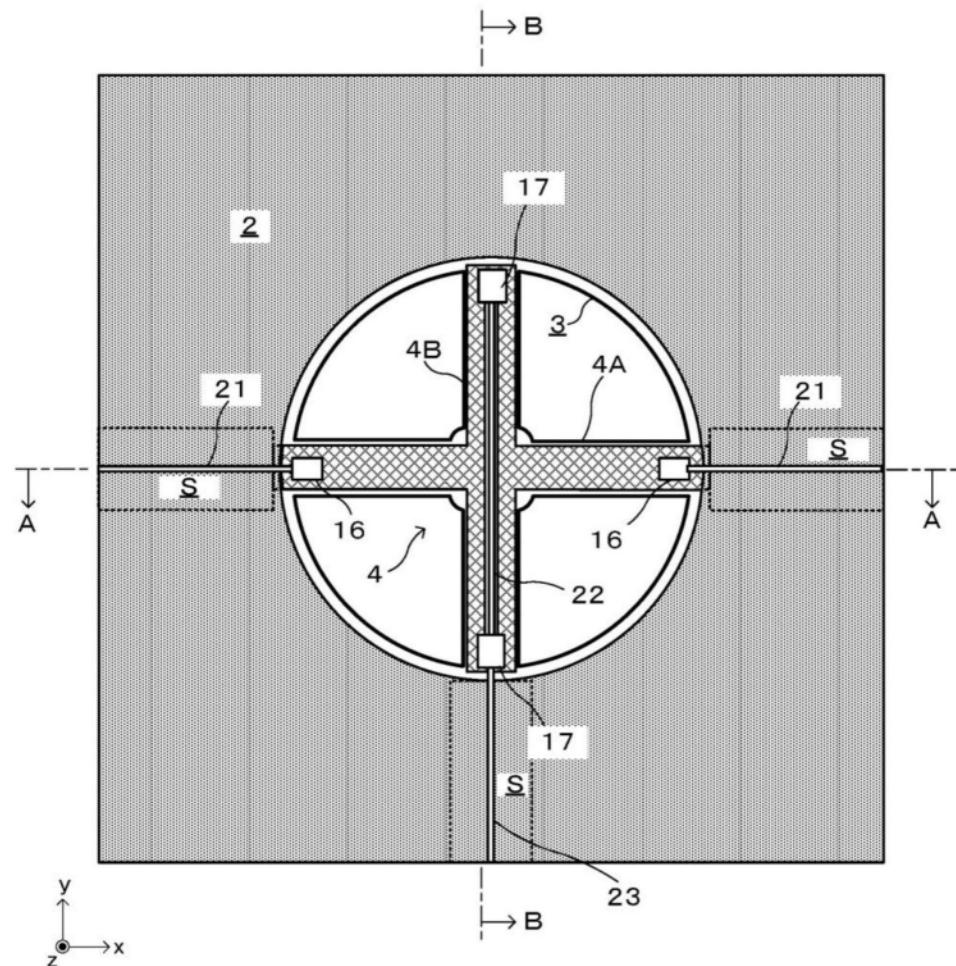


图5

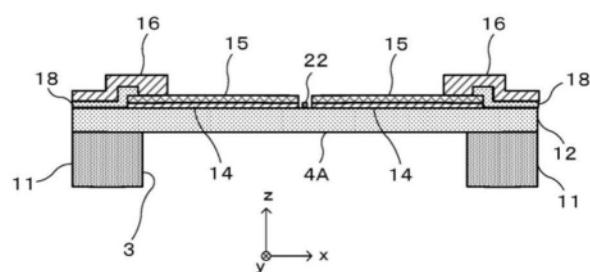


图6A

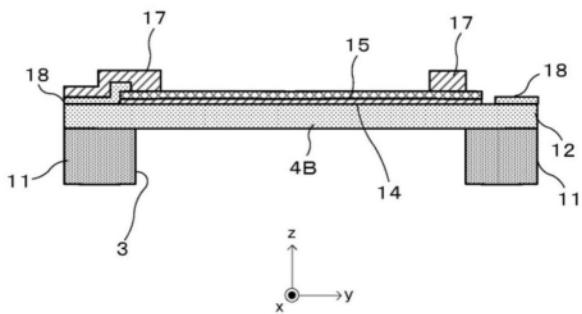


图6B

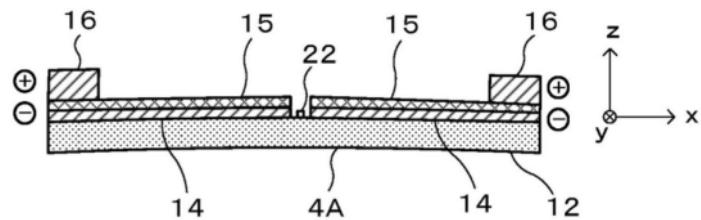


图7A

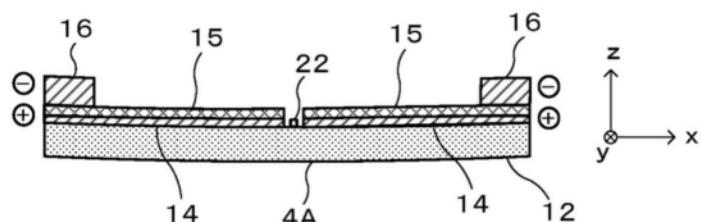


图7B

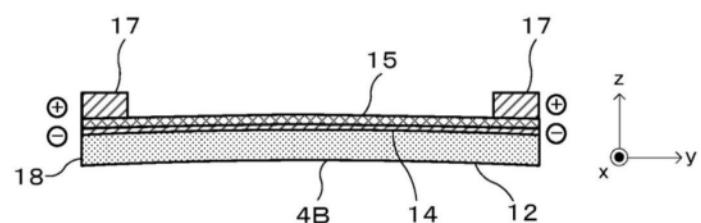


图8A

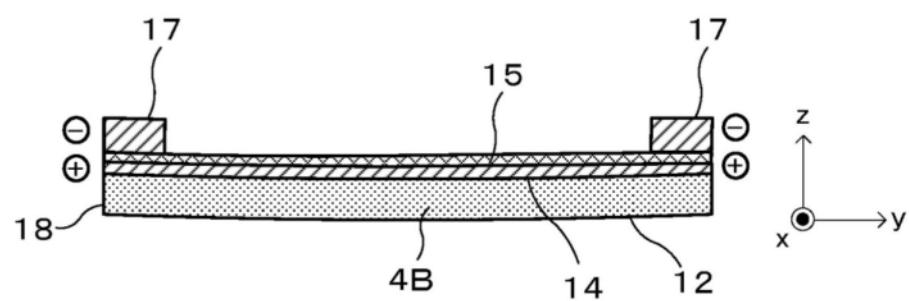


图8B

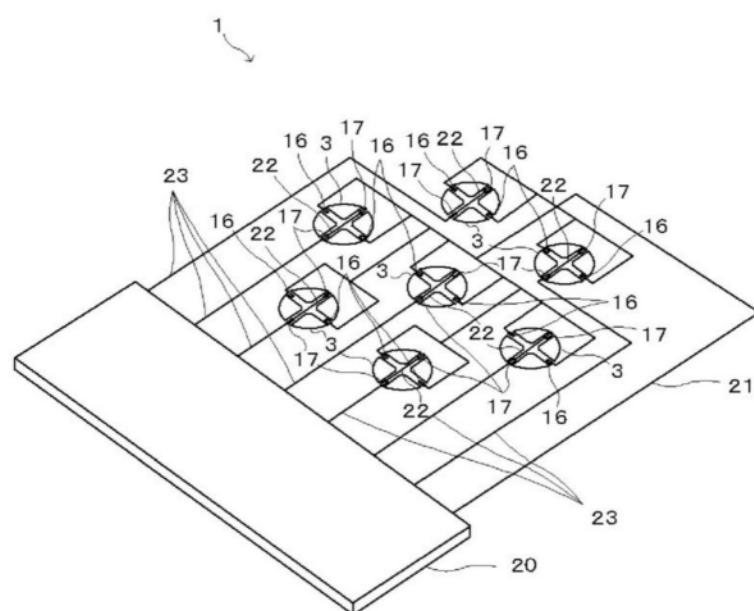


图9

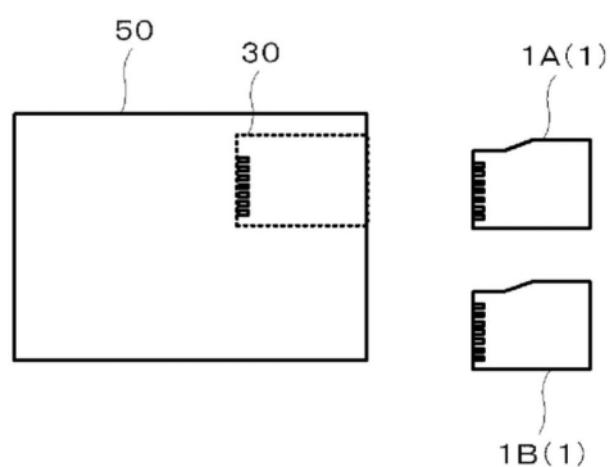


图10

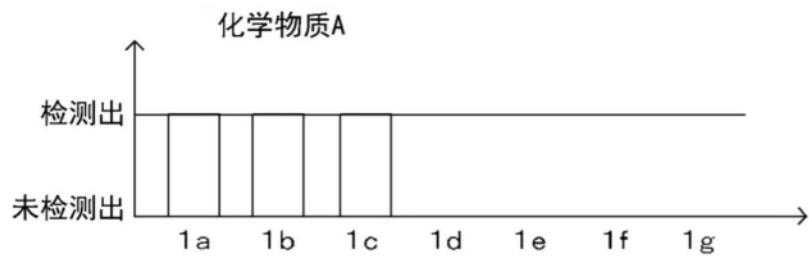


图11A

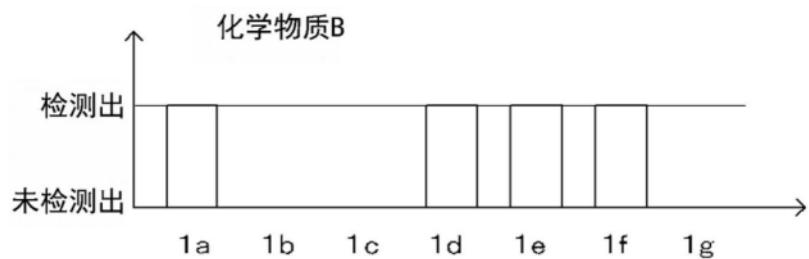


图11B

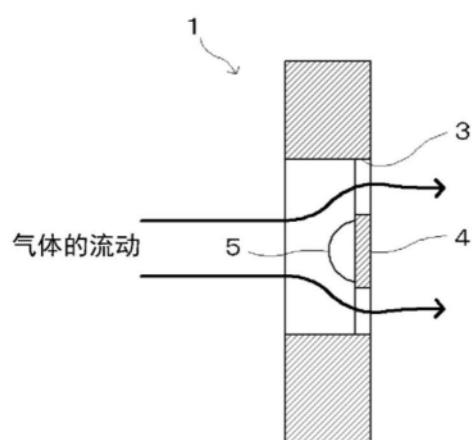


图12

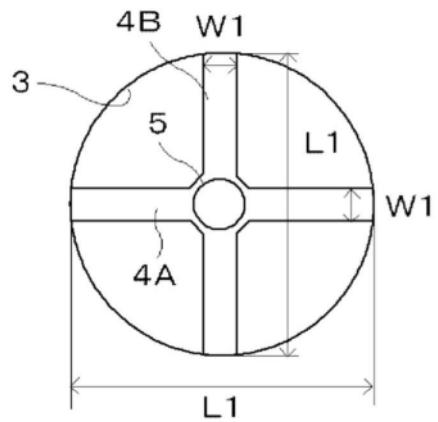


图13A

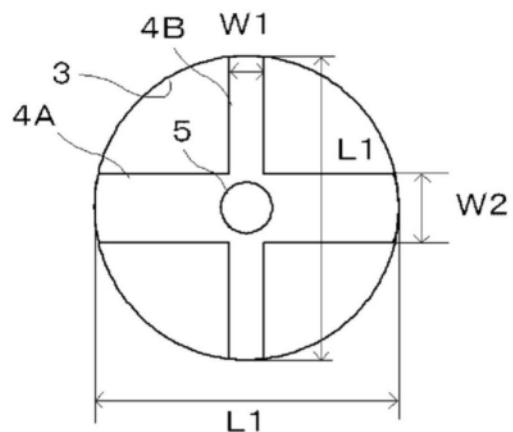


图13B

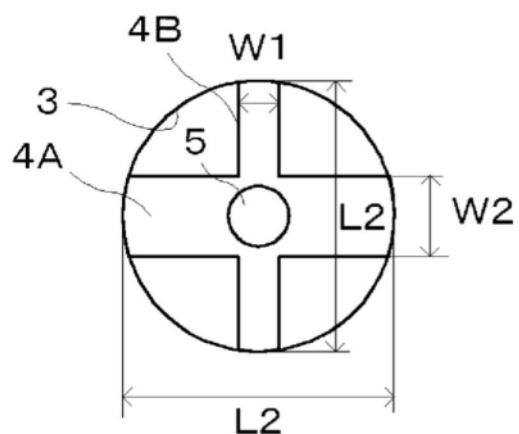


图13C

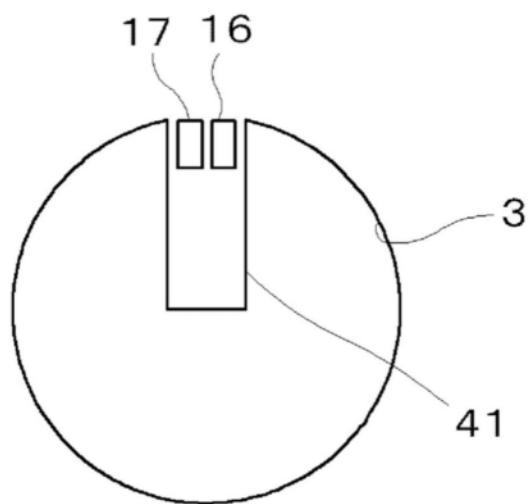


图14A

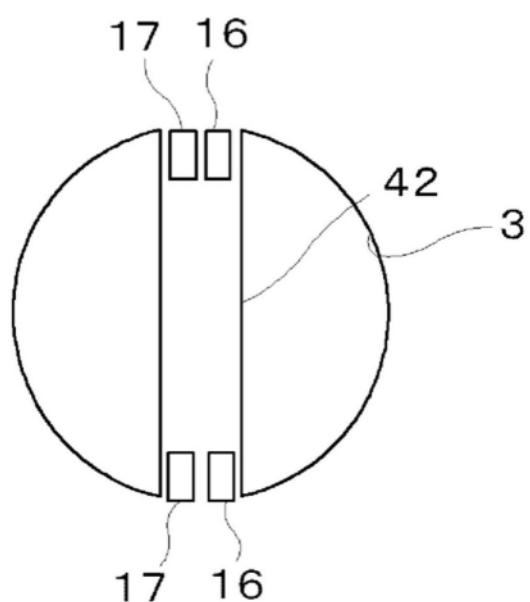


图14B

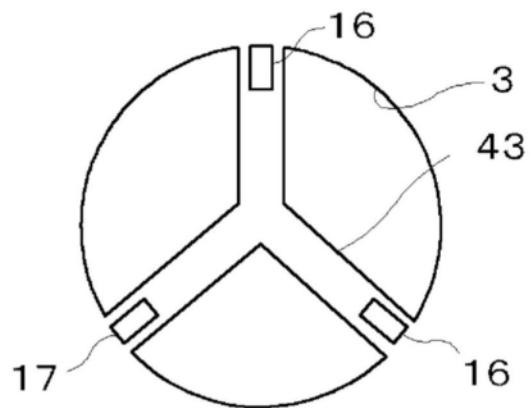


图14C