



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107532988 B

(45)授权公告日 2020.03.10

(21)申请号 201680024709.2

(22)申请日 2016.04.12

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107532988 A

(43)申请公布日 2018.01.02

(30)优先权数据
2015-091242 2015.04.28 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.10.27

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2016/061749 2016.04.12

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/175022 JA 2016.11.03

(73)专利权人 株式会社电装
地址 日本爱知县

(72)发明人 毛利友隆 田村昌之 山本真宏
宫川豪 下川弘宣 小池和彦

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 朴勇

(51)Int.Cl.
G01N 15/06(2006.01)

(56)对比文件
Magín Lapuerta 等.“Diesel Particle Size Distribution Estimation from Digital Image Analysis”.《Aerosol Science and Technology》.2010,第37卷(第4期),第369-381页.

田彤 等.“柴油机排气颗粒物捕集器的发展”.《汽车工程师》.2011,第13-17页.

审查员 赵鹏

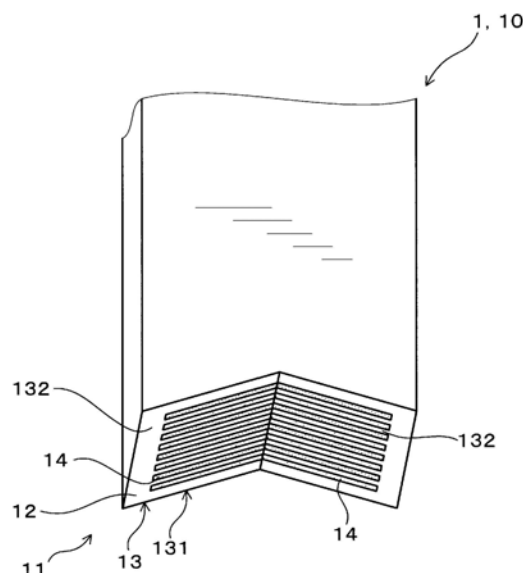
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

颗粒状物质检测传感器

(57)摘要

颗粒状物质检测传感器具备对从内燃机排出的排气中包含的颗粒状物质的量进行检测的元件主体部。元件主体部的端面之一具备使颗粒状物质的一部分堆积的被堆积部以及配置于被堆积部的至少一对检测电极。颗粒状物质检测传感器构成为根据因颗粒状物质堆积在被堆积部上而引起的一对检测电极间的电特性的变化来改变电信号的输出。在被堆积部形成有从形成有被堆积部的端面凹陷的捕集凹部。



1. 一种颗粒状物质检测传感器(1、1-1、1-2),其特征在于,
具备对从内燃机排出的排气中包含的颗粒状物质的量进行检测的元件主体部(10),
该元件主体部(10)的端面之一具备供上述颗粒状物质的一部分堆积的被堆积部(13、13-1、13-2)以及配置于该被堆积部(13、13-1、13-2)的至少一对检测电极(14),
根据上述颗粒状物质堆积在上述被堆积部(13、13-1、13-2)上的量,输出与上述一对检测电极(14)之间的电特性的变化相应地变化的电信号,
在上述被堆积部(13、13-1、13-2)形成有从形成有该被堆积部(13、13-1、13-2)的端面凹陷的形状的捕集凹部(131、131-1、131-2)。
2. 根据权利要求1所述的颗粒状物质检测传感器(1),其特征在于,
上述检测电极(14)具有形成在上述捕集凹部(131-2)的内侧的内侧电极部(142)以及形成在上述被堆积部(13-2)的除了上述捕集凹部(131-2)以外的部分的外侧电极部(141),
该外侧电极部(141)与上述内侧电极部(142)电连接。
3. 根据权利要求1或2所述的颗粒状物质检测传感器(1),其特征在于,
还具有包围上述被堆积部(13、13-1、13-2)的周围的保护罩(2),在该保护罩(2)贯通形成有用于导入排气的导入孔(214、224),经过该导入孔(214、224)导入排气,由此形成朝向上述捕集凹部(131、131-1、131-2)的排气的流动。
4. 根据权利要求1或2所述的颗粒状物质检测传感器(1),其特征在于,
上述捕集凹部(131-1)呈圆弧状的曲面。
5. 一种颗粒状物质检测传感器(1),其特征在于,
具备对从内燃机排出的排气中包含的颗粒状物质的量进行检测的元件主体部(10),
在该元件主体部(10)的端面之一具备供上述颗粒状物质的一部分堆积的被堆积部(13)以及配置于该被堆积部(13)的至少一对检测电极(14),
根据因上述颗粒状物质堆积在上述被堆积部(13)上而引起的上述一对检测电极(14)之间的电特性的变化,来改变电信号的输出,
在上述被堆积部(13)形成有捕集凹部(131),该捕集凹部(131)从形成有该被堆积部(13)的端面凹陷,
上述颗粒状物质检测传感器(1)具有将多个上述检测电极(14)和具有电绝缘性的多个绝缘构件(12)交替地层叠而成的层叠部(11),在该层叠部(11)的端面形成有上述被堆积部(13)和上述检测电极(14)。
6. 根据权利要求5所述的颗粒状物质检测传感器(1),其特征在于,
上述检测电极(14)具有形成在上述捕集凹部(131-2)的内侧的内侧电极部(142)以及形成在上述被堆积部(13-2)的除了上述捕集凹部(131-2)以外的部分的外侧电极部(141),
该外侧电极部(141)与上述内侧电极部(142)电连接。
7. 根据权利要求5或6所述的颗粒状物质检测传感器(1),其特征在于,
还具有包围上述被堆积部(13、13-1、13-2)的周围的保护罩(2),在该保护罩(2)贯通形成有用于导入排气的导入孔(214、224),经过该导入孔(214、224)导入排气,由此形成朝向上述捕集凹部(131、131-1、131-2)的排气的流动。
8. 根据权利要求5或6所述的颗粒状物质检测传感器(1),其特征在于,
上述捕集凹部(131-1)呈圆弧状的曲面。

9. 根据权利要求5或6所述的颗粒状物质检测传感器(1), 其特征在于,
在上述被堆积部(13-2)形成有多个上述捕集凹部(131-2)。

颗粒状物质检测传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种对排气中包含的颗粒状物质的量进行检测的颗粒状物质检测传感器。

背景技术

[0002] 在内燃机的排气管中设置有对排气中包含的颗粒状物质 (Particulate Matter: PM) 进行捕集的排气净化装置。该排气净化装置具备具有对排气中包含的颗粒状物质的量进行检测的颗粒状物质检测传感器的颗粒状物质检测装置, 基于由该颗粒状物质检测装置得到的信息进行排气净化装置的故障探测。

[0003] 作为排气净化装置中使用的颗粒状物质检测传感器, 例如存在专利文献1所示的传感器。专利文献1的颗粒状物质检测传感器包括具有电绝缘性的基板以及形成在基板的表面的检测电极。在基板上以跨越检测电极的方式形成有多个凸条部。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1: 德国专利申请公开第102006047927号说明书

发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 然而, 在具有上述结构的专利文献1的颗粒状物质检测传感器中存在以下课题。即, 当从内燃机排出到排气管内的排气到达颗粒状物质检测传感器时, 排气内包含的颗粒状物质在颗粒状物质检测传感器的基板上碰撞而被捕集。但是, 在颗粒状物质的碰撞速度大的情况下, 有时碰撞后的颗粒状物质从基板表面弹回而不被捕集。特别是在形成在基板上的凸条部, 由于存在凸条部的表面与检测电极之间的距离, 因此捕集电压难以起作用, 容易发生颗粒状物质的弹回。因此, 在具有以往的构造的颗粒状物质检测传感器中, 存在颗粒状物质的捕集效率降低而无法得到充分的检测灵敏度的课题。

[0009] 本发明是为了解决所述以往的课题而完成的, 提供具有能够提高颗粒状物质的检测灵敏度的构造的颗粒状物质检测传感器。

[0010] 用于解决问题的方案

[0011] 本发明的一个方式所涉及的颗粒状物质检测传感器具备对从内燃机排出的排气中包含的颗粒状物质的量进行检测的元件主体部, 该元件主体部的端面之一具备供上述颗粒状物质的一部分堆积的被堆积部以及配置于该被堆积部的至少一对检测电极, 根据上述颗粒状物质堆积在上述被堆积部上的量, 输出与上述一对检测电极之间的电特性的变化相应地变化的电信号, 在上述被堆积部形成有从形成有该被堆积部的端面凹陷的形状的捕集凹部。

[0012] 此外, 本发明的另一个方式所涉及的颗粒状物质检测传感器具备对从内燃机排出的排气中包含的颗粒状物质的量进行检测的元件主体部, 该元件主体部的端面之一具备供

上述颗粒状物质的一部分堆积的被堆积部以及配置于该被堆积部的至少一对检测电极,根据因上述颗粒状物质堆积在上述被堆积部上而引起的上述一对检测电极间的电特性的变化,来改变电信号的输出,在上述被堆积部形成有捕集凹部,该捕集凹部从形成有该被堆积部的端面凹陷,上述颗粒状物质检测传感器具有将多个上述检测电极和具有电绝缘性的多个绝缘构件交替地层叠而成的层叠部,在该层叠部的端面形成有上述被堆积部和上述检测电极。

[0013] 发明效果

[0014] 上述的结构的颗粒状物质检测传感器具备上述捕集凹部,因此能够高效地捕集与上述被堆积部碰撞的上述颗粒状物质。即,即使进入上述捕集凹部内的上述颗粒状物质与上述捕集凹部的内周面碰撞而弹回,由于上述捕集凹部形成为从上述元件主体部的端面凹陷,因此弹回的上述颗粒状物质也易于再次与上述捕集凹部的内周面碰撞。此时,上述颗粒状物质的碰撞速度在最初与上述捕集凹部碰撞时减速。因此,在弹回的上述颗粒状物质再次与上述捕集凹部的内周面碰撞时,容易附着于上述捕集凹部的内周面。因而,通过设置上述捕集凹部,能够提高上述被堆积部中的捕集效率。

[0015] 如以上说明的那样,根据本发明,能够提供能够提高颗粒状物质的检测灵敏度的颗粒状物质检测传感器。

附图说明

[0016] 图1是本发明的实施例1所涉及的颗粒状物质检测传感器的元件主体部的概略说明图。

[0017] 图2是表示本发明的实施例1所涉及的颗粒状物质检测传感器的元件主体部的构造的说明图。

[0018] 图3是表示本发明的实施例1所涉及的颗粒状物质检测传感器的预备主体部的说明图。

[0019] 图4是表示本发明的实施例1所涉及的颗粒状物质检测传感器的剖面图。

[0020] 图5是本发明的实施例2所涉及的颗粒状物质检测传感器的元件主体部的说明图。

[0021] 图6是本发明的实施例3所涉及的颗粒状物质检测传感器的元件主体部的说明图。

具体实施方式

[0022] 本发明所涉及的颗粒状物质检测传感器的上述检测电极具有形成在上述捕集凹部的外侧的外侧电极部以及形成在上述捕集凹部的内侧的内侧电极部。优选的是,上述外侧电极部与上述内侧电极部在元件表面上电连接。在该情况下,在上述捕集凹部的外侧,检测上述颗粒状物质,并且上述颗粒状物质的捕集效率高的上述捕集凹部内形成上述内侧电极部,由此能够增加颗粒状物质对被堆积部的再碰撞的概率来提高捕集效率。由此,能够提高上述颗粒状物质检测传感器中的检测灵敏度。

[0023] 另外,具有覆盖上述被堆积部的周围的保护罩,在该保护罩贯通形成有用于导入排气的导入孔。优选的是,通过该导入孔导入排气,由此形成去向上述捕集凹部的排气的流动。在该情况下,能够向上述被堆积部高效地供给包含上述颗粒状物质的排气。另外,排气的流通方向被却定,因此通过与该流通方向一致地形成上述捕集凹部,能够进一步提高捕

集效率。

[0024] 另外,优选的是,上述捕集凹部的与上述一对检测电极的排列方向正交的平面中的剖面形状呈圆弧状。在具有圆弧状剖面的上述捕集凹部,其内周面的形成角度逐渐变化。因此,能够高效地捕集从多个方向碰撞的上述颗粒状物质。

[0025] 另外,优选的是,在上述被堆积部形成有多个上述捕集凹部。在该情况下,通过形成多个上述捕集凹部来能够增大捕集量。由此,能够提高上述颗粒状物质检测传感器中的捕集效率,进一步提高其检测灵敏度。

[0026] 实施例

[0027] (实施例1)

[0028] 下面,参照图1~图4来说明实施例1所涉及的颗粒状物质检测传感器。如图1所示,颗粒状物质检测传感器1具备对从内燃机排出的排气中包含的颗粒状物质的量进行检测的元件主体部10。在元件主体部10的顶端面具备使颗粒状物质的一部分堆积的被堆积部13以及配置于被堆积部13的至少一对检测电极14。颗粒状物质检测传感器1构成为根据因颗粒状物质堆积在被堆积部13上而引起的一对检测电极14间的电特性的变化来改变电信号的输出。如图1所示,在被堆积部13形成有从形成有被堆积部13的端面凹陷的捕集凹部131。

[0029] 下面,更详细地说明实施例1所涉及的颗粒状物质检测传感器1的构造和动作。实施例1所涉及的颗粒状物质检测传感器1用于检测从搭载于汽车的内燃机通过排气管排出的排气中包含的颗粒状物质。基于由颗粒状物质检测传感器1得到的信息进行排气净化装置的故障探测。

[0030] 如图4所示,颗粒状物质检测传感器1具有元件主体部10、保护罩2以及保持它们的外壳构件(省略图示)。如图1和图2所示,元件主体部10呈在顶端面具备使排气中的颗粒状物质堆积的被堆积部13的大致棒状。被堆积部13具有由绝缘性材料构成的9个绝缘构件12以及配置于绝缘构件12之间的8个检测电极14。然而,绝缘构件12和检测电极14的数量不特别限定于上述的数量,例如,检测电极14的数量是2个以上即可,绝缘构件12的数量是检测电极14的个数+1个即可。此外,在设置有多对检测电极14的情况下,颗粒状物质检测传感器1的输出电流为流过各对检测电极14间的输出电流的总和。因而,检测电极14的对越多,则越提高检测灵敏度。

[0031] 如图2和图3所示,绝缘构件12是将氧化铝、氧化锆、氧化镁、氧化铍等陶瓷材料形成平板状而成的。检测电极14是在烧制前的绝缘构件12的一面通过使用铂糊剂、铜糊剂、银糊剂等导电性糊剂的丝网印刷来形成的。检测电极14的形成方法不限于上述方法,只要是凹版印刷、喷墨印刷等能够形成电极图案的方法即可。在将形成有该检测电极14的绝缘构件12层叠之后进行烧制,由此形成将绝缘构件12和检测电极14交替地层叠而成的层叠部11。

[0032] 层叠部11的制作方法不限于上述方法,例如也可以在与图2所示的多个绝缘构件12的个数相应的大小的绝缘构件之上形成多个检测电极14,在将形成有该检测电极14的绝缘构件层叠之后,通过切断加工来分割成多个片段,对各片段进行烧制,由此形成层叠部11。根据该形成方法,能够省略制造多个颗粒状物质检测传感器1的情况下的工序的数量。

[0033] 在层叠部11中,正极与负极交替地配置,相邻的检测电极14彼此形成一对检测电极14。被堆积部13在配置于颗粒状物质检测传感器1的轴向上的顶端侧的顶端面以暴露出

检测电极14的端部附近的方式形成。

[0034] 另外,在形成有被堆积部13的顶端面形成有从顶端面凹陷的捕集凹部131。捕集凹部131由在与层叠部11的层叠方向及轴向这两方正交的宽度方向上随着从两端部去向中央而朝向基端侧倾斜的2个倾斜面132形成,在这2个倾斜面132暴露有检测电极14。如图3所示,本实施例1所涉及的颗粒状物质检测传感器1的捕集凹部131是在将绝缘构件12层叠并进行烧制之后在顶端面实施切削加工来形成的。

[0035] 另外,捕集凹部131的形成方法不限于上述的方法,例如既可以在形成有检测电极14的层叠前的绝缘构件12的状态下通过冲切、切断加工来形成,也可以在层叠后且烧制前通过切断加工或切削加工等来形成。但是,优选的是在烧制后形成,由此能够将由于绝缘构件12与检测电极14的烧制收缩差等而产生的捕集凹部131的波纹、应变等同时进行校正。

[0036] 在具有上述结构的实施例1所涉及的颗粒状物质检测传感器1的被堆积部13中,当对检测电极14施加捕集电压时,在检测电极14的周围形成电场,颗粒状物质被吸引到检测电极14。附着于检测电极14的颗粒状物质在检测电极14的表面移动,并堆积在一对检测电极14之间。然后,通过堆积在被堆积部13的颗粒状物质,暴露于被堆积部13的一对检测电极14导通,一对检测电极14之间的电阻值降低。随着检测电极14间的电阻值的变化,流过检测电极14之间的作为电信号的电流量发生变化。由此,从颗粒状物质检测传感器1输出的电流值发生变化。也就是说,从颗粒状物质检测传感器1输出的电流值根据被堆积部13中的颗粒状物质的堆积量而变化,具有与颗粒状物质的堆积量有关的信息。通过使用该电流值,能够检测被堆积部13中的颗粒状物质的堆积量。在本实施例1所涉及的颗粒状物质检测传感器1中,由元件主体部10检测出的电流被输出到具备分流电阻的控制器单元(省略图示)。控制器单元输出利用电流值与分流电阻之积计算的电压。该电压成为颗粒状物质检测传感器1的输出。

[0037] 如图4所示,保护罩2具有内侧罩21以及配设于内侧罩21的外周侧的外侧罩22。内侧罩21具有包围元件主体部10的圆筒状的内侧壁部211以及形成在内侧壁部211的顶端的内侧底部212。内侧罩21被嵌塞在外壳构件的顶端面(省略图示)而被固定。

[0038] 在内侧壁部211形成有内侧导入孔214。内侧导入孔214的内径呈圆形,在从轴向观察时,内侧导入孔214在内侧壁部211的圆周方向上等间隔地形成。另外,内侧导入孔214形成在比元件主体部10的被堆积部13靠顶端侧的位置。在内侧底部212的中心形成有沿轴向贯通形成的内侧排出孔215。

[0039] 外侧罩22具有包围保护罩2的圆筒状的外侧壁部221以及形成在外侧壁部221的顶端的外侧底部222。外侧罩22是同内侧罩21一起被嵌塞在外壳构件的顶端面而被固定的。

[0040] 在外侧壁部221形成有外侧导入孔224。外侧导入孔224的内径呈圆形,在从轴向观察时,外侧导入孔224在外侧壁部221的圆周方向上等间隔地形成,并且各外侧导入孔224和各内侧导入孔214形成于在径向上重叠的位置。另外,外侧导入孔224形成在比内侧导入孔214靠顶端侧的位置。在外侧底部222的中心形成有沿轴向贯通形成的外侧排出孔225。

[0041] 在本实施例1所涉及的颗粒状物质检测传感器1中构成为:从多个外侧导入孔224导入的排气G在改变导入方向之后从内侧导入孔214导入到内侧罩21的内侧。即,以沿着在排气管内流通的排气的流通方向的方式从外侧导入孔224流入外侧罩22的内侧的排气与内侧罩21的内侧壁部211碰撞,由此以沿着内侧壁部211的方式改变导入方向。然后,在内侧罩

21与外侧罩22之间的空隙中流通,并从内侧导入孔214流入内侧罩21的内侧。此时,在流入内侧罩21内的排气的流动中配置有被堆积部13,形成有朝向被堆积部13的排气的流动。

[0042] 接着,说明本实施例1所涉及的颗粒状物质检测传感器的作用效果。颗粒状物质检测传感器1包括具有上述说明的构造的捕集凹部131。因此,能够高效地捕集与被堆积部13碰撞的颗粒状物质。即,即使进入捕集凹部131内的颗粒状物质与捕集凹部131的内周面碰撞而弹回,由于捕集凹部131形成为从元件主体部10的端面凹陷,因此弹回的颗粒状物质也易于再次与捕集凹部131的内周面碰撞。此时,颗粒状物质的碰撞速度在最初与捕集凹部131碰撞时减速。因此,在弹回的颗粒状物质再次与捕集凹部131的内周面碰撞时,容易附着于捕集凹部131的内周面。因而,通过设置捕集凹部131,能够提高被堆积部13中的捕集效率。

[0043] 另外,具有具备覆盖被堆积部13的周围的内侧罩21、外侧罩22的保护罩2。在该保护罩2贯通形成有用于导入排气的导入孔,构成为通过导入孔导入排气,由此形成朝向捕集凹部131的排气的流动。因此,能够向被堆积部13高效地供给包含颗粒状物质的排气。另外,由于排气的流通方向是被确定的,因此通过与该流通方向一致地形成捕集凹部131,能够进一步提高捕集效率。

[0044] 另外,具有将多个检测电极14和具有电绝缘性的多个绝缘构件12交替地层叠而成的层叠部11,在层叠部11的顶端面形成有被堆积部13和检测电极14。因此,能够容易地制造容易缩短检测电极14间的距离、检测灵敏度优异的颗粒状物质检测传感器1。

[0045] 如以上说明的那样,根据本实施例1,能够提供能够提高颗粒状物质的检测灵敏度的颗粒状物质检测传感器1。

[0046] (实施例2)

[0047] 下面,参照图5来说明实施例2所涉及的颗粒状物质检测传感器1-1。如图5所示,实施例2所涉及的颗粒状物质检测传感器1-1的构造表示将实施例1的颗粒状物质检测传感器1中的构造变更了一部分的例子。在本实施例2所涉及的颗粒状物质检测传感器1-1中,形成在被堆积部13-1的捕集凹部131-1呈与层叠方向正交的剖面中的剖面形状为圆弧状的曲面。其它结构与实施例1同样。此外,本实施例2所涉及的颗粒状物质检测传感器1-1中使用的符号中与在实施例1所涉及的颗粒状物质检测传感器1中使用的符号相同的符号只要没有特别说明则表示与实施例1所涉及的颗粒状物质检测传感器1同样的结构要素等。

[0048] 捕集凹部131-1的与一对检测电极14的排列方向正交的平面中的剖面形状呈圆弧状。在具有圆弧状的剖面的捕集凹部131-1中,其内周面的角度逐渐变化。因此,能够高效地捕集从多个方向碰撞的颗粒状物质。由此,能够进一步提高颗粒状物质的检测灵敏度。此外,本实施例2所涉及的颗粒状物质检测传感器1-1的说明和图5中使用的符号中与在实施例1所涉及的颗粒状物质检测传感器1中使用的符号相同的符号只要没有特别说明则具有与实施例1同样的结构和动作。

[0049] (实施例3)

[0050] 下面,参照图6来说明实施例3所涉及的颗粒状物质检测传感器1-2。如图6所示,实施例3所涉及的颗粒状物质检测传感器1-2表示将实施例1所涉及的颗粒状物质检测传感器1中的构造变更了一部分的例子。在实施例3所涉及的颗粒状物质检测传感器1-2中,在被堆积部13-2形成有3个捕集凹部131-2。各捕集凹部131-2具有形成在从顶端面向基端侧凹陷

的位置的凹部底面133以及以将顶端面与凹部底面133连接的方式形成的一对凹部侧面134。

[0051] 检测电极14具有形成在捕集凹部131-2的内侧的内侧电极部142以及形成在被堆积部13-2的除捕集凹部131-2以外的部分的外侧电极部141。在本实施例3所涉及的颗粒状物质检测传感器1-2中,内侧电极部142形成在设置于元件主体部10的顶端面(被堆积部13)的捕集凹部131-2的内侧。内侧电极部142形成在捕集凹部131-2的凹部底面133和一对凹部侧面134。

[0052] 另外,外侧电极部141形成在元件主体部10的顶端面(被堆积部13-2)中的未设置捕集凹部131-2的位置。即,外侧电极部141形成在存在于3个捕集凹部131-2中的相邻的捕集凹部131-2之间和两端的捕集凹部131-2的外侧的、元件主体部10的顶端面。内侧电极部142与外侧电极部141电连接。

[0053] 其它结构与实施例1所涉及的颗粒状物质检测传感器1的结构同样。此外,本实施例3所涉及的颗粒状物质检测传感器1-2的说明和图6中使用的符号中与在实施例1所涉及的颗粒状物质检测传感器1中使用的符号相同的符号只要没有特别说明则具有与实施例1同样的结构和动作。

[0054] 在本实施例3所涉及的例子的颗粒状物质检测传感器1-2中,在捕集凹部131-2的外侧检测颗粒状物质,并且在颗粒状物质的捕集效率高的捕集凹部131-2内形成内侧电极部142,由此能够提高检测灵敏度。

[0055] 另外,通过在被堆积部13-2形成多个捕集凹部131-2,能够提高颗粒状物质的捕集效率,能够进一步提高该捕集效率。例如在图6中形成有3个捕集凹部131-2。除此以外,具有与实施例1所涉及的颗粒状物质检测传感器1同样的作用效果。

[0056] 另外,在实施例1~实施例3的颗粒状物质检测传感器1中,捕集凹部131、131-1、131-2在层叠方向上呈均匀的剖面形状,但是例如也可以以颗粒状物质检测传感器1、1-1、1-2的中心轴为中心分别形成使剖面形状旋转而成的大致碗状的捕集凹部131、131-1、131-2。

[0057] 另外,在实施例1~实施例3的颗粒状物质检测传感器1、1-1、1-2中,优选的是,对捕集凹部131、131-1、131-2的端缘的外侧角部和捕集凹部131、131-1、131-2内的内侧角部实施R面、C面等的倒角加工。例如在外侧角部或内侧角部设置R面的情况下,能够将其倒角尺寸设为R0.01~R1.0(即,R倒角尺寸0.01mm~1.0mm)。另外,例如在外侧角部或内侧角部设置C面的情况下,能够将其倒角尺寸设为C0.01~C1.0(即,C倒角尺寸0.01mm~1.0mm)。由此,能够提高对于因碰撞物、急剧的温度变化引起的应力的抵抗能力。另外,期望的是,在烧制前进行上述的加工,由此能够抑制烧制时的裂纹、缺口等。

[0058] (比较试验)在本比较试验中,将实施例1~实施例3的颗粒状物质检测传感器1、1-1、1-2与未形成捕集凹部131、131-1、131-2的以往的颗粒状物质检测传感器的检测灵敏度进行了比较。作为以往的颗粒状物质检测传感器,使用在实施例1中形成捕集凹部131之前的状态的颗粒状物质检测传感器(参照图3)。即,以往的颗粒状物质检测传感器中被堆积部是由与轴向正交的平坦面形成的。此外,以往的颗粒状物质检测传感器除了未形成捕集凹部131以外,具有与实施例1的颗粒状物质检测传感器1同样的构造。

[0059] 比较试验的试验条件是:测量了使颗粒状物质附近的温度为200℃、颗粒状物质浓

度为 $3\text{mg}/\text{m}^3$ 的排气以流速 $20\text{m}/\text{s}$ 和流速 $50\text{m}/\text{s}$ 流通时的不灵敏质量。此外,不灵敏质量表示在颗粒状物质检测传感器1中直到输出信号发生变化为止的期间排出的颗粒状物质的总量。

[0060] [表1]

	不灵敏质量	
	流速 $20\text{m}/\text{s}$	流速 $50\text{m}/\text{s}$
比较例	34mg	52mg
实施例 1	28mg	35mg
实施例 2	26mg	32mg
实施例 3	25mg	29mg

[0062] 表1表示比较试验的结果。在表1中,比较例所示的以往的颗粒状物质检测传感器中的不灵敏质量在流速 $20\text{m}/\text{s}$ 下为34mg,在流速 $50\text{m}/\text{s}$ 下为52mg。另外,在表1中,实施例1的颗粒状物质检测传感器1的不灵敏质量在流速 $20\text{m}/\text{s}$ 下为28mg,在流速 $50\text{m}/\text{s}$ 下为35mg。这样,确认出实施例1的颗粒状物质检测传感器1在排气的流速为 $20\text{m}/\text{s}$ 和 $50\text{m}/\text{s}$ 下不灵敏质量均少于比较例所示的以往的颗粒状物质检测传感器。另外,确认出实施例1的颗粒状物质检测传感器1的改变了排气的流速时的不灵敏质量的变化量也小于以往的颗粒状物质检测传感器。由此,在实施例1的颗粒状物质检测传感器1中,即使在排气的流速增大的情况下,也能够防止被堆积部13处的颗粒状物质的弹回从而提高捕集效率。

[0063] 另外,如表1所示,可知,实施例2所涉及的颗粒状物质检测传感器1-1的不灵敏质量少于实施例1的颗粒状物质检测传感器1的不灵敏质量,实施例3所涉及的颗粒状物质检测传感器1-2的不灵敏质量更少于实施例2的颗粒状物质检测传感器1-1的不灵敏质量。该趋势在排气的流速为 $20\text{m}/\text{s}$ 的情况和排气的流速为 $50\text{m}/\text{s}$ 的情况下均同样。并且可知,关于改变了排气的流速时的不灵敏质量的变化量也是,相比于实施例1而言实施例2所涉及的颗粒状物质检测传感器1-2更小,另外,相比于实施例2所涉及的颗粒状物质检测传感器1-1而言实施例3所涉及的颗粒状物质检测传感器1-2更小。

[0064] 根据以上的结果可知,实施例1~3的颗粒状物质检测传感器1、1-1、1-2相比于以往的颗粒状物质检测传感器而言检测灵敏度优异。而且,相比于实施例1而言实施例2的颗粒状物质检测传感器1-1的检测灵敏度更优异,并且,相比于实施例2而言实施例3的颗粒状物质检测传感器1-2的检测灵敏度更优异。

[0065] 附图标记说明

[0066] 1、1-1、1-2:颗粒状物质检测传感器;10:元件主体部;13、13-1、13-2:被堆积部;131、131-1、131-2:捕集凹部;14:检测电极。

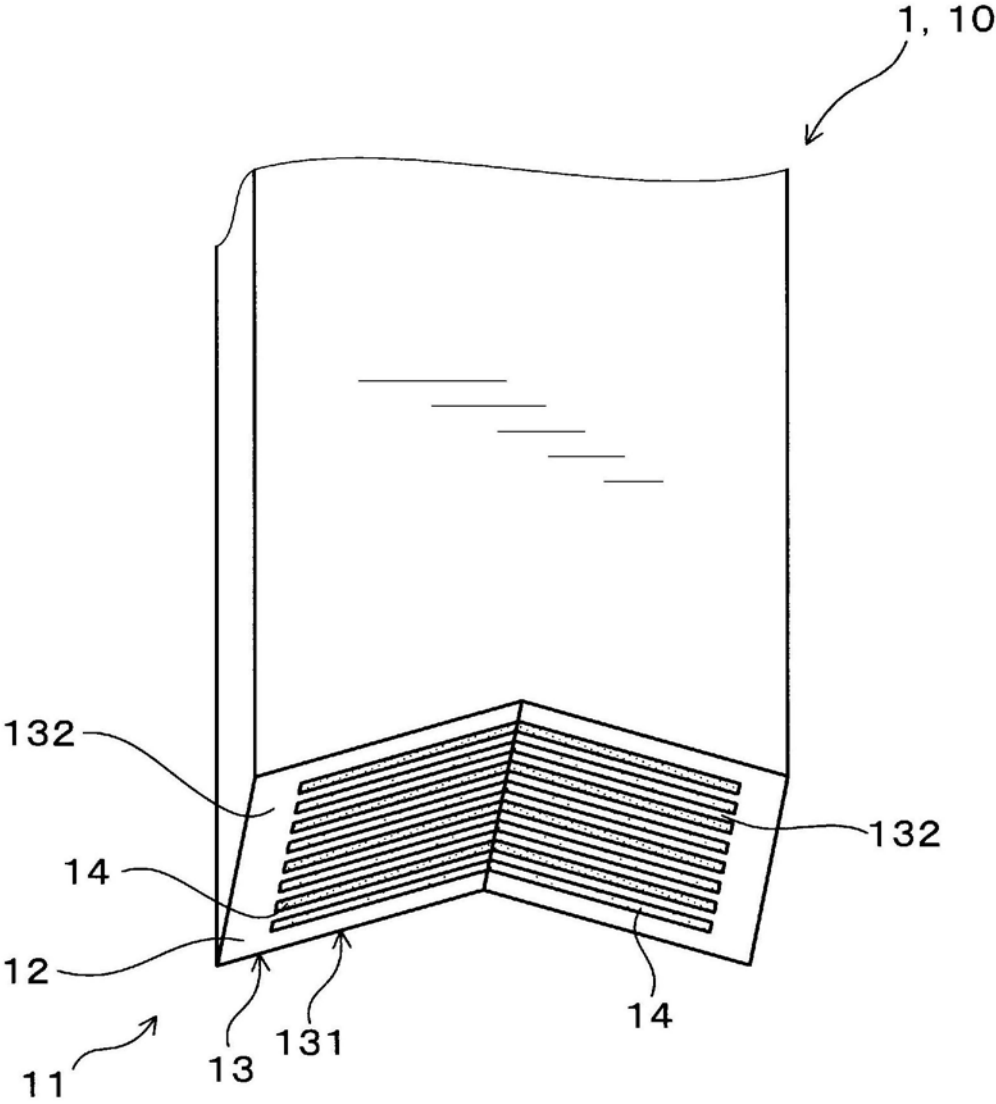


图1

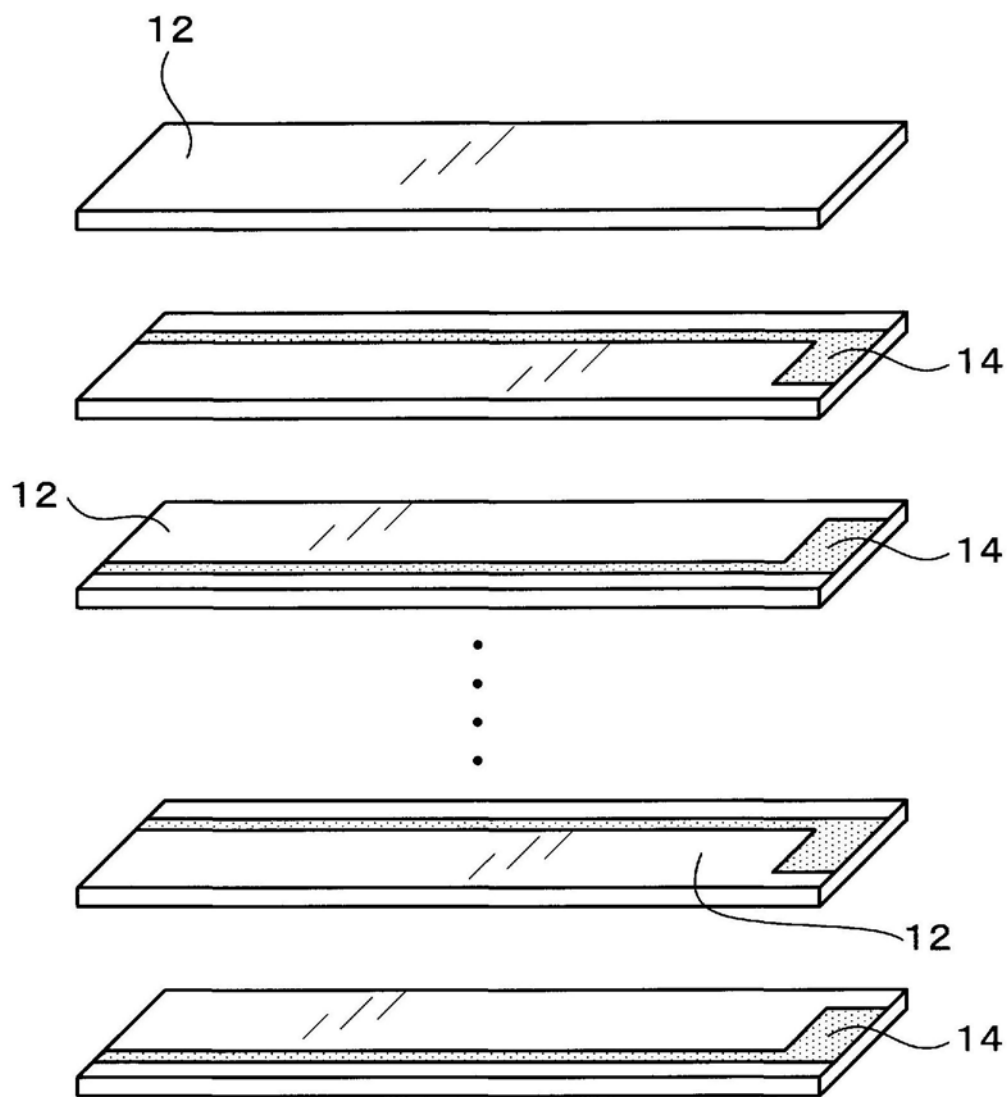


图2

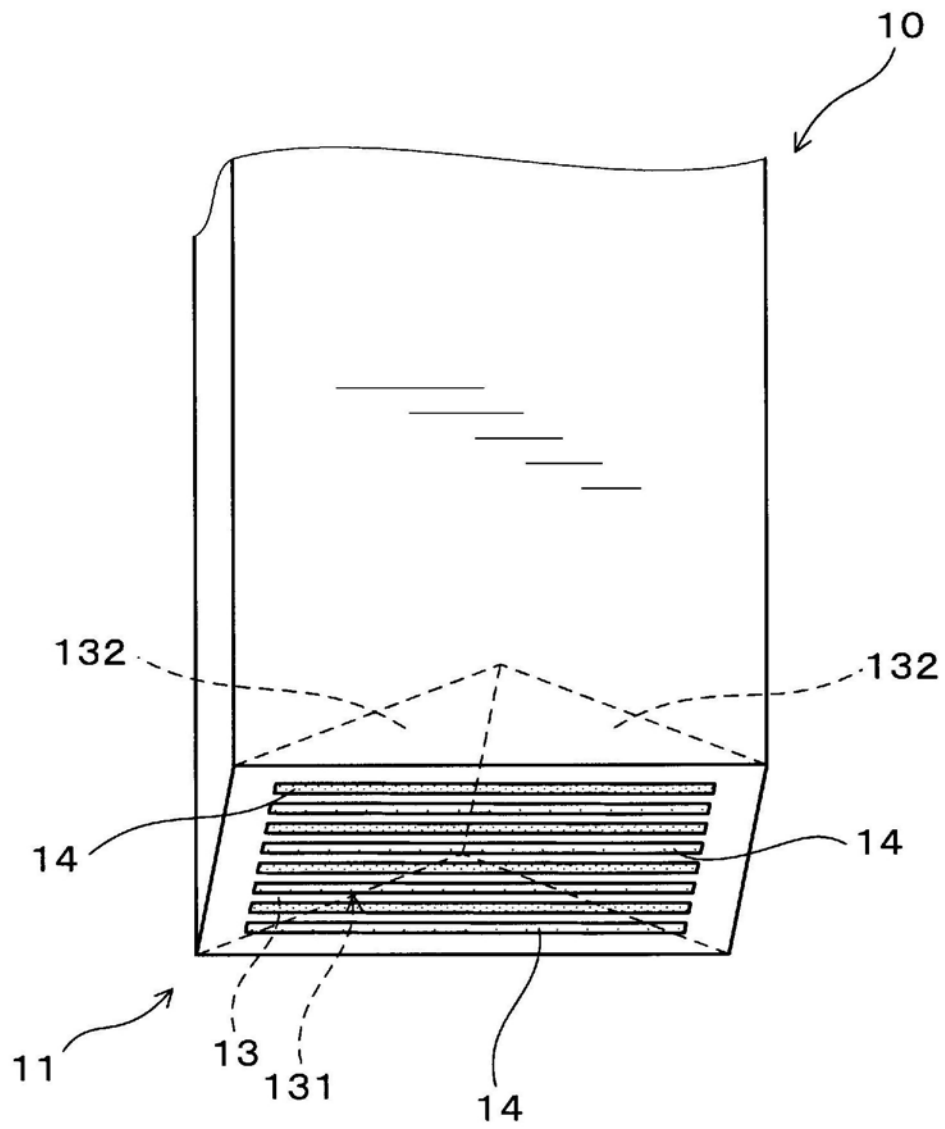


图3

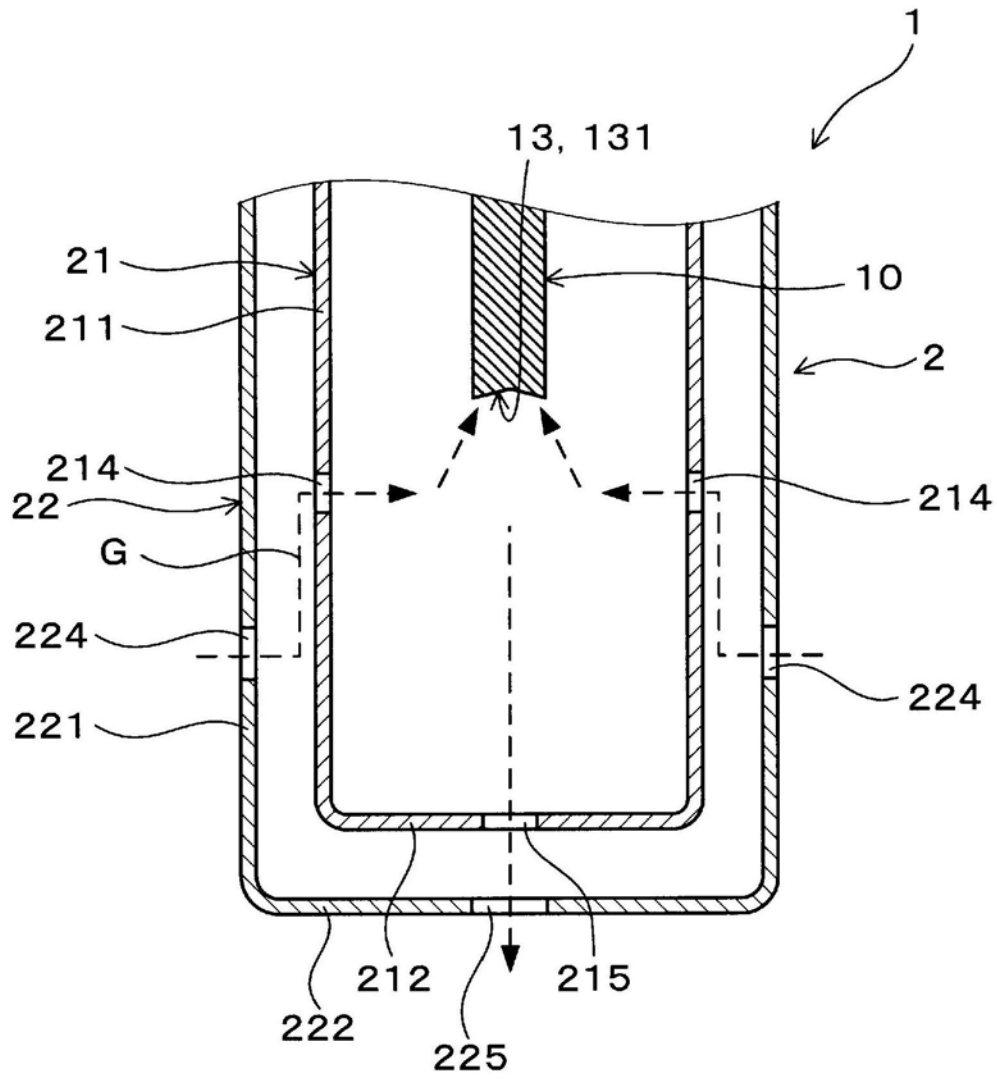


图4

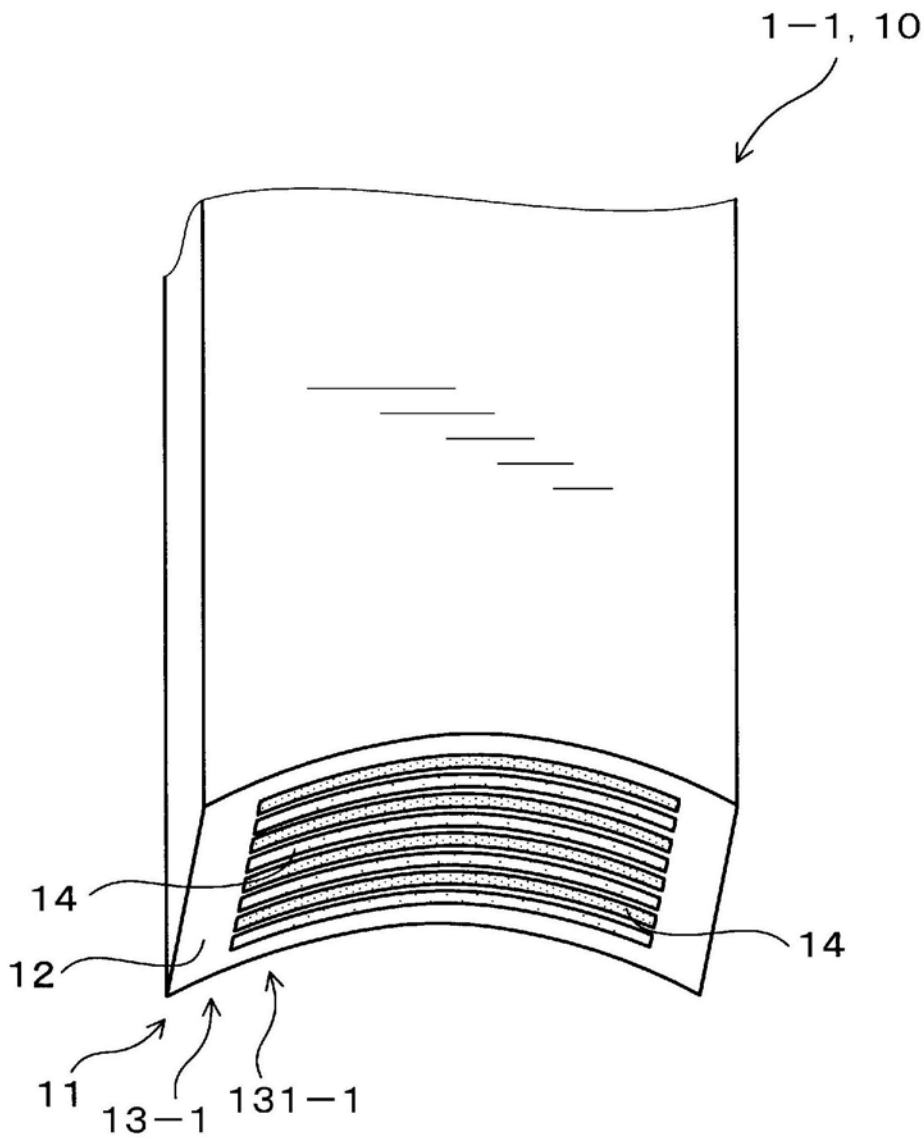


图5

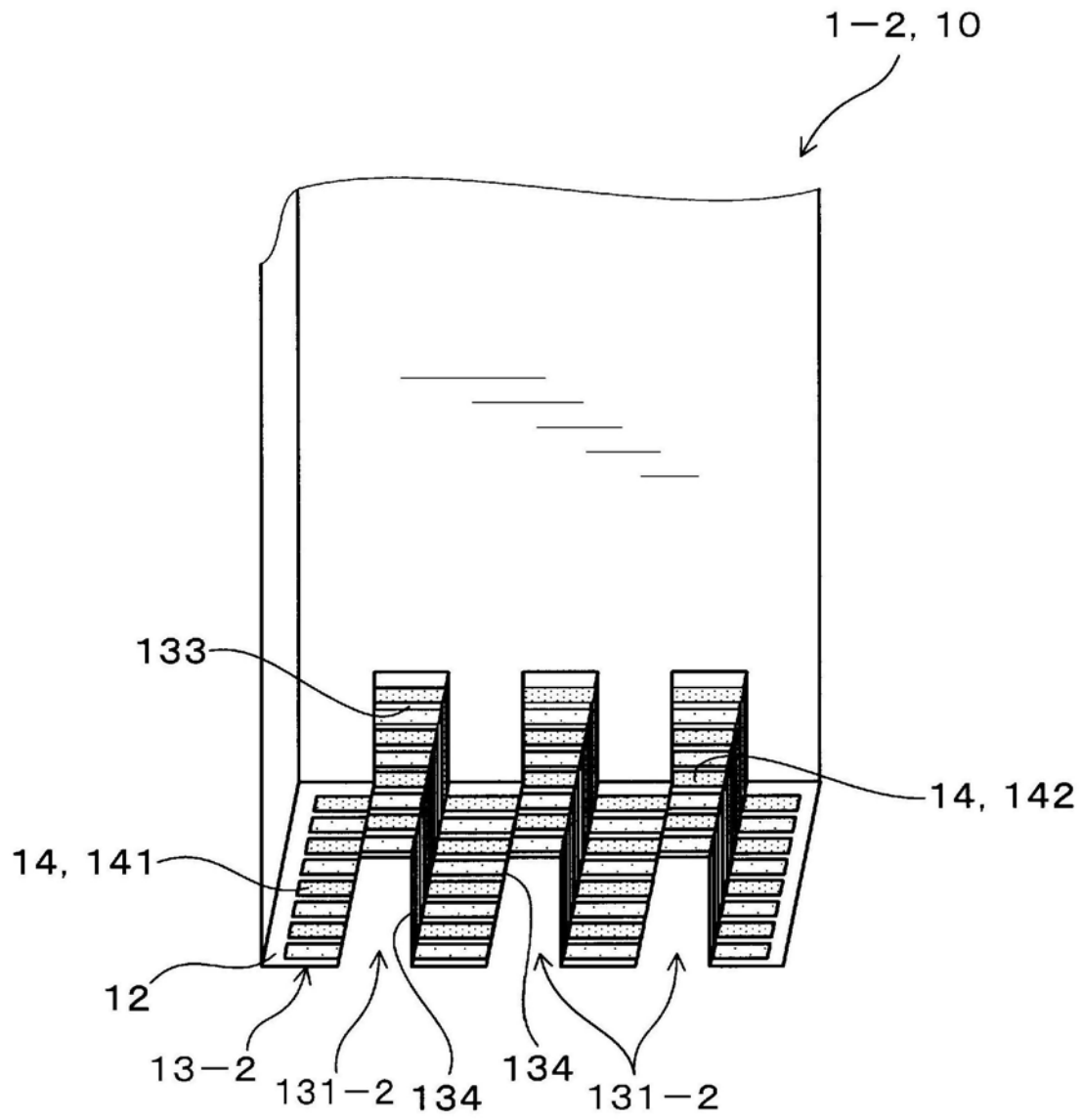


图6