



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204200312 U

(45) 授权公告日 2015. 03. 11

(21) 申请号 201420556126. 2

F01N 3/28(2006. 01)

(22) 申请日 2014. 09. 25

(30) 优先权数据

2013-200251 2013. 09. 26 JP

(73) 专利权人 日本碍子株式会社

地址 日本爱知县

(72) 发明人 加藤靖 近藤隆宏

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

11243

代理人 金鲜英 何杨

(51) Int. Cl.

F01N 3/022(2006. 01)

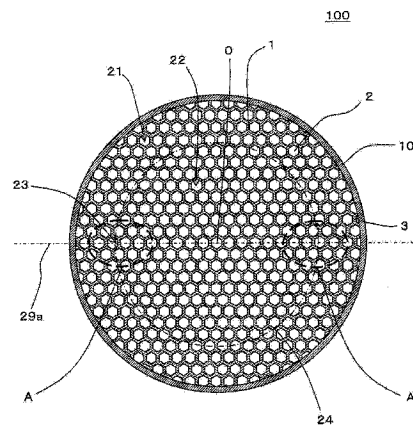
权利要求书2页 说明书20页 附图20页

(54) 实用新型名称

蜂窝结构体

(57) 摘要

本实用新型提供一种蜂窝结构体,其外周部分的耐压强度优异并且耐热冲击性也优异。一种蜂窝结构体(100),按照下述方式构成:在蜂窝结构部(10)的垂直于孔格(2)的延伸方向的剖面,孔格(2)的形状为多边形,与包含该剖面的重心点(0)的中央区域(22)中的隔壁(1)的厚度相比,外周区域(21)中的隔壁(1)的厚度厚,并且在该剖面,在通过该剖面的重心点(0)并且在正交于构成孔格(2)的一条边的隔壁(1)的方向上延伸的第一线段(29a)上排列的孔格(2)中,以中央区域(22)与外周区域(21)的边界(24)作为中心在第一线段(29a)的延伸方向上排列的各5个以内的孔格(2)的孔格间距相对于在中央区域(22)中在第一线段(29a)上排列的孔格(2)的在第一线段(29a)的延伸方向上的孔格间距为70%以上且95%以下的尺寸。



1. 一种蜂窝结构体,其特征在于,其具备筒状的蜂窝结构部,该筒状的蜂窝结构部具有划分形成从第一端面延伸至第二端面的多个孔格的多孔质隔壁,

所述隔壁配设为,在所述蜂窝结构部的垂直于所述孔格延伸方向的剖面上所述孔格的形状为多边形,并且,

所述蜂窝结构部构成为,与包含所述剖面的重心点的中央区域中的所述隔壁的厚度相比,位于所述中央区域的外侧的外周区域中的所述隔壁的厚度厚,

在所述蜂窝结构部的所述剖面,以所述中央区域与所述外周区域的边界作为中心存在有小孔格间距部,

其中,小孔格间距部是包括将通过该剖面的重心点并且在正交于构成多边形的所述孔格的一条边的所述隔壁的方向上延伸的一条线段设为第一线段的情况下以所述中央区域与所述外周区域的边界作为中心在所述第一线段上排列的各5个以内的孔格的部分,

在所述第一线段上,所述小孔格间距部的孔格间距是除了所述小孔格间距部的所述中央区域的孔格间距的70%以上且95%以下。

2. 根据权利要求1所述的蜂窝结构体,其特征在于,在所述蜂窝结构部的所述剖面,在所述中央区域与所述外周区域的边界部分存在有小孔格间距部,

其中,所述边界部分是以所述中央区域与所述外周区域的边界作为中心且与所述第一线段上的所述小孔格间距部的长度对应的规定半径范围内的部分。

3. 根据权利要求1或2所述的蜂窝结构体,其特征在于,所述小孔格间距部的孔格形状是使除了所述小孔格间距部的孔格以外的所述中央区域的孔格形状在半径方向上进行收缩而得到的形状。

4. 根据权利要求1或2所述的蜂窝结构体,其特征在于,在所述第一线段上排列的所述孔格中,除了所述小孔格间距部的孔格以外的所述外周区域中的所述隔壁的厚度是除了所述小孔格间距部的孔格以外的所述中央区域中的所述隔壁的厚度的1.05~1.8倍的厚度。

5. 根据权利要求3所述的蜂窝结构体,其特征在于,在所述第一线段上排列的所述孔格中,除了所述小孔格间距部的孔格以外的所述外周区域中的所述隔壁的厚度是除了所述小孔格间距部的孔格以外的所述中央区域中的所述隔壁的厚度的1.05~1.8倍的厚度。

6. 根据权利要求1或2所述的蜂窝结构体,其特征在于,在所述第一线段上排列的所述孔格中,除了所述小孔格间距部的孔格以外的所述中央区域中形成的所述孔格的孔格间距与除了所述小孔格间距部的孔格以外的所述外周区域中形成的所述孔格的孔格间距是相同尺寸。

7. 根据权利要求3所述的蜂窝结构体,其特征在于,在所述第一线段上排列的所述孔格中,除了所述小孔格间距部的孔格以外的所述中央区域中形成的所述孔格的孔格间距与除了所述小孔格间距部的孔格以外的所述外周区域中形成的所述孔格的孔格间距是相同尺寸。

8. 根据权利要求4所述的蜂窝结构体,其特征在于,在所述第一线段上排列的所述孔格中,除了所述小孔格间距部的孔格以外的所述中央区域中形成的所述孔格的孔格间距与除了所述小孔格间距部的孔格以外的所述外周区域中形成的所述孔格的孔格间距是相同尺寸。

9. 根据权利要求5所述的蜂窝结构体,其特征在于,在所述第一线段上排列的所述孔

格中,除了所述小孔格间距部的孔格以外的所述中央区域中形成的所述孔格的孔格间距与除了所述小孔格间距部的孔格以外的所述外周区域中形成的所述孔格的孔格间距是相同尺寸。

蜂窝结构体

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种蜂窝结构体。更具体涉及一种外周部分的耐压强度优异并且耐热冲击性也优异的蜂窝结构体。

背景技术

[0002] 在化学、电力、钢铁等各种各样的领域,作为用于环境对策、特定物资的回收等的催化装置用的载体或过滤器,采用了耐热性、耐蚀性优异的陶瓷制的蜂窝结构体。在蜂窝结构体中,利用划分形成成为流体流路的孔格的隔壁而形成了蜂巢结构(蜂窝结构)。这样的蜂窝结构体,在用于净化由汽车的发动机等内燃机排出的废气的废气净化装置中,用作催化剂载体来担载废气净化用催化剂。另外,通过将蜂窝结构体的两端面的孔格开口部交替地进行封孔而制成封孔蜂窝结构体,也广泛地用作捕集由柴油机等排出的颗粒状物质的柴油颗粒过滤器。

[0003] 在利用蜂窝结构体将废气净化的情况下,例如,有时蜂窝结构体以收纳于具有废气流入的流入口以及净化后的废气流出的流出口的罐体内的废气净化装置的状态使用。以下,有时将如上述那样将蜂窝结构体收纳于废气净化装置的罐体内称为“装罐(canning)”。

[0004] 以往,这样的蜂窝结构体在收纳于废气净化装置的罐体内时,有时会在该蜂窝结构体的外周部产生破损。由此,人们提出了各种用于提高蜂窝结构体的外周部的耐压强度的技术(例如参照专利文献1~4)。

[0005] 在专利文献1中记载了,在孔格的剖面是六边形状的蜂窝结构体中,使外周部的隔壁的厚度厚于中心部的厚度的技术。另外,在专利文献2以及专利文献3中记载了,在孔格的剖面是四边形状的蜂窝结构体中,使外周部的隔壁的厚度厚于中心部的厚度的技术。另外,在专利文献4中记载了,使位于构成蜂窝结构体的矩形或正方形的剖面的4边之中的至少1边的边缘部的孔格的水力直径(hydraulic diameter)小于其它孔格的水力直径的技术。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开平11-270334号公报

[0009] 专利文献2:日本特开平11-277653号公报

[0010] 专利文献3:国际公开第02/011884号

[0011] 专利文献4:日本特开2000-238153号公报

实用新型内容

[0012] 实用新型要解决的课题

[0013] 关于专利文献1~3中记载的蜂窝结构体,由于外周部的隔壁的厚度变厚了,因而外周部分的耐压强度提高。但是存在有如下的问题:隔壁的厚度变厚了的部位(即,外周部)与隔壁的厚度没有变厚的中央部的边界部分的耐热冲击性降低,在该边界部分处变得

容易产生裂纹。

[0014] 例如,在废气净化装置中,在将蜂窝结构体用作催化剂载体(以下有时会简称为“载体”)的情况下,伴随着废气的温度升高或下降,在载体内产生温度差。即,在废气的温度升高时(例如车辆加速时),一般而言载体的中央部的废气接触部分的温度变高,外周附近的温度变低。与其相反地,在废气的温度下降时(例如,车辆减速时),载体的中央部的废气接触部分的温度变低,外周附近的温度变高。这样,在由于车辆行驶时等各自的条件在载体内产生温度差时,因载体内的膨胀以及收缩而产生热应力。此时,如果是外周部的隔壁的厚度比中央部的隔壁的厚度厚的构成,则相对于热应力而言外周部的强度变大。但是,在隔壁的厚度从外周部起变薄的部分,即,在外周部与中央部的边界部分,更大地受到热应力的影响。因此,关于专利文献1~3中记载的蜂窝结构体,在外周部与中央部的边界部分的耐热冲击性变低,在废气的温度升高或下降时,在该边界部分变得容易产生裂纹。

[0015] 另外,在专利文献4中记载的蜂窝结构体中,形成了水力直径大的孔格的部分与形成了水力直径小的孔格的部分的边界部分的耐热冲击性也降低。因此,与专利文献1~3中记载的蜂窝结构体同样地,专利文献4中记载的蜂窝结构体也存在有在上述边界部分变得容易产生裂纹的问题。

[0016] 本实用新型鉴于这样的问题而开发,提供一种外周部分的耐压强度优异并且耐热冲击性也优异的蜂窝结构体。

[0017] 用于解决问题的方案

[0018] 本实用新型提供以下所示的蜂窝结构体。

[0019] [1] 一种蜂窝结构体,其特征在于,其具备筒状的蜂窝结构部,该筒状的蜂窝结构部具有划分形成从第一端面延伸至第二端面的多个孔格的多孔质隔壁,前述隔壁配设为,在前述蜂窝结构部的垂直于前述孔格延伸方向的剖面上前述孔格的形状为多边形,并且,前述蜂窝结构部构成为,与包含前述剖面的重心点的中央区域中的前述隔壁的厚度相比,位于前述中央区域的外侧的外周区域中的前述隔壁的厚度厚,在前述蜂窝结构部的前述剖面,以前述中央区域与前述外周区域的边界作为中心存在有小孔格间距部,其中,小孔格间距部是包括将通过该剖面的重心点并且在正交于构成多边形的前述孔格的一条边的前述隔壁的方向上延伸的一条线段设为第一线段的情况下以前述中央区域与前述外周区域的边界作为中心在前述第一线段上排列的各5个以内的孔格的部分,在前述第一线段上,前述小孔格间距部的孔格间距是除了前述小孔格间距部的前述中央区域的孔格间距的70%以上且95%以下。

[0020] [2] 根据前述[1]所述的蜂窝结构体,其特征在于,在前述蜂窝结构部的前述剖面,在前述中央区域与前述外周区域的边界部分存在有小孔格间距部,其中,前述边界部分是以前述中央区域与前述外周区域的边界作为中心且与前述第一线段上的前述小孔格间距部的长度对应的规定半径范围内的部分。

[0021] [3] 根据前述[1]或[2]所述的蜂窝结构体,其特征在于,前述小孔格间距部的孔格形状是使除了前述小孔格间距部的孔格以外的前述中央区域的孔格形状在半径方向上进行收缩而得到的形状。

[0022] [4] 根据前述[1]或[2]所述的蜂窝结构体,其特征在于,在前述第一线段上排列的前述孔格中,除了前述小孔格间距部的孔格以外的前述外周区域中的前述隔壁的厚度是

除了前述小孔格间距部的孔格以外的前述中央区域中的前述隔壁的厚度的 1.05 ~ 1.8 倍的厚度。

[0023] [5] 根据前述 [3] 所述的蜂窝结构体,其特征在于,在所述第一线段上排列的所述孔格中,除了前述小孔格间距部的孔格以外的所述外周区域中的所述隔壁的厚度是除了前述小孔格间距部的孔格以外的所述中央区域中的所述隔壁的厚度的 1.05 ~ 1.8 倍的厚度。

[0024] [6] 根据前述 [1] 或 [2] 所述的蜂窝结构体,其特征在于,在所述第一线段上排列的所述孔格中,除了前述小孔格间距部的孔格以外的所述中央区域中形成的所述孔格的孔格间距与除了前述小孔格间距部的孔格以外的所述外周区域中形成的所述孔格的孔格间距是相同尺寸。

[0025] [7] 根据前述 [3] 所述的蜂窝结构体,其特征在于,在所述第一线段上排列的所述孔格中,除了前述小孔格间距部的孔格以外的所述中央区域中形成的所述孔格的孔格间距与除了前述小孔格间距部的孔格以外的所述外周区域中形成的所述孔格的孔格间距是相同尺寸。

[0026] [8] 根据前述 [4] 所述的蜂窝结构体,其特征在于,在所述第一线段上排列的所述孔格中,除了前述小孔格间距部的孔格以外的所述中央区域中形成的所述孔格的孔格间距与除了前述小孔格间距部的孔格以外的所述外周区域中形成的所述孔格的孔格间距是相同尺寸。

[0027] [9] 根据前述 [5] 所述的蜂窝结构体,其特征在于,在所述第一线段上排列的所述孔格中,除了前述小孔格间距部的孔格以外的所述中央区域中形成的所述孔格的孔格间距与除了前述小孔格间距部的孔格以外的所述外周区域中形成的所述孔格的孔格间距是相同尺寸。

[0028] 实用新型的效果

[0029] 本实用新型的蜂窝结构体的外周部分的耐压强度优异并且耐热冲击性也优异。即,本实用新型的蜂窝结构体,按照与中央区域中的隔壁的厚度相比,位于中央区域的外侧的外周区域中的隔壁的厚度厚的方式构成。由此,外周部分的耐压强度优异。进一步,相对于形成于中央区域的孔格的孔格间距为 70% 以上且 95% 以下的尺寸的孔格间距的孔格形成于中央区域与外周区域的边界部分。即,在上述边界部分,形成有孔格间距相对小的“小孔格间距孔格”。通过形成这样的“小孔格间距孔格”,提高上述边界部分的耐热冲击性。因此,本实用新型的蜂窝结构体,例如即使对边界部分施加了大的热应力,也不易在该边界部分生成裂纹等破损。

附图说明

[0030] 图 1 :示意地显示本实用新型的蜂窝结构体的一个实施方式的立体图。

[0031] 图 2 :示意地表示本实用新型的蜂窝结构体的一个实施方式的第一端面的俯视图。

[0032] 图 3 :示意地表示本实用新型的蜂窝结构体的一个实施方式的平行于孔格的延伸方向的剖面的剖面图。

[0033] 图 4 :示意地表示图 3 的 X-X' 剖面的剖面图。

[0034] 图 5 :示意地表示图 4 的 A 所示的范围的放大剖面图。

- [0035] 图 6 :将图 5 所示的剖面的一部分放大的部分放大剖面图。
- [0036] 图 7 :将图 5 所示的剖面的另一部分放大的部分放大剖面图。
- [0037] 图 8 :将图 5 所示的剖面的又一部分放大的部分放大剖面图。
- [0038] 图 9 :示意地表示本实用新型的蜂窝结构体的其它实施方式的垂直于孔格的延伸方向的剖面的剖面图。
- [0039] 图 10 :示意地表示图 9 的 B 所示的范围的放大剖面图。
- [0040] 图 11 :示意地表示图 9 的 C 所示的范围的放大剖面图。
- [0041] 图 12 :示意地表示图 9 的 D 所示的范围的放大剖面图。
- [0042] 图 13 :示意地表示本实用新型的蜂窝结构体的又一实施方式的垂直于孔格的延伸方向的剖面的放大剖面图。
- [0043] 图 14 :示意地表示本实用新型的蜂窝结构体的又一实施方式的立体图。
- [0044] 图 15 :示意地表示本实用新型的蜂窝结构体的又一实施方式的第一端面的俯视图。
- [0045] 图 16 :示意地表示本实用新型的蜂窝结构体的又一实施方式的垂直于孔格的延伸方向的剖面的一部分的放大剖面图。
- [0046] 图 17 :示意地表示本实用新型的蜂窝结构体的又一实施方式的垂直于孔格的延伸方向的剖面的一部分的放大剖面图。
- [0047] 图 18 :表示实施例 1 的蜂窝结构体中在第一线段上 (0° 方向) 排列的孔格的孔格间距 (mm) 与隔壁的厚度 (mm) 的关系的曲线图。
- [0048] 图 19 :表示实施例 1 的蜂窝结构体中在第二线段上 (60° 方向) 排列的孔格的孔格间距 (mm) 与隔壁的厚度 (mm) 的关系的曲线图。
- [0049] 图 20 :表示实施例 1 的蜂窝结构体中在第三线段上 (120° 方向) 排列的孔格的孔格间距 (mm) 与隔壁的厚度 (mm) 的关系的曲线图。
- [0050] 图 21 :表示实施例 13 的蜂窝结构体中在第一线段上 (0° 方向) 排列的孔格的孔格间距 (mm) 与隔壁的厚度 (mm) 的关系的曲线图。
- [0051] 符号说明
- [0052] 1、31 :隔壁, 2、32 :孔格, 2a、32a :孔格 (中央区域孔格), 2b、32b :孔格 (外周区域孔格), 2c、32c :孔格 (小孔格间距孔格), 3、33 :外周壁, 10、10A、40 :蜂窝结构部, 11、41 :第一端面, 12、42 :第二端面, 21、51 :外周区域, 22、52 :中央区域, 23、53 :边界部分, 24、54 :边界 (中央区域与外周区域的边界), 29a、59a :第一线段, 29b :另一线段 (第二线段), 29c :另一线段 (第三线段), 100、100A、200 :蜂窝结构体, L1、L2、L3、L4、L5、L6、L7、L8、L9 :孔格间距, 0 :重心点。

具体实施方式

[0053] 以下,一边参照附图一边对本实用新型的实施方式进行说明。本实用新型不受限于以下的实施方式,只要不脱离本实用新型的范围,可施加变更、修正、改良。

[0054] (1) 蜂窝结构体 :

[0055] 对本实用新型的蜂窝结构体的一个实施方式进行说明。此处,图 1 是示意地表示本实用新型的蜂窝结构体的一个实施方式的立体图。图 2 是示意地表示本实用新型的蜂窝

结构体的一个实施方式的第一端面的俯视图。图 3 是示意地表示本实用新型的蜂窝结构体的一个实施方式的平行于孔格的延伸方向的剖面的剖面图。图 4 是示意地表示图 3 的 X-X' 剖面的剖面图。图 5 是示意地表示图 4 的 A 所示的范围的放大剖面图。图 6 是将图 5 所示的剖面的一部分放大的部分放大剖面图。图 7 是将图 5 所示的剖面的另一部分放大的部分放大剖面图。图 8 是将图 5 所示的剖面的又一部分放大的部分放大剖面图。

[0056] 如图 1~图 4 所示那样,本实施方式的蜂窝结构体 100 具备筒状的蜂窝结构部 10,该筒状的蜂窝结构部 10 具有划分形成从第一端面 11 延伸至第二端面 12 的多个孔格 2 的多孔质的隔壁 1。图 1~图 4 所示的蜂窝结构部 10 是圆筒状的蜂窝结构部。在本实施方式的蜂窝结构体 100 中,蜂窝结构部 10 也可具有按照围绕隔壁 1 的方式配设于最外周的外周壁 3。通过具有这样的外周壁 3,从而容易将蜂窝结构体 100 收纳于废气净化装置的罐体内。

[0057] 隔壁 1 是按照在蜂窝结构部 10 的垂直于孔格 2 的延伸方向的剖面上孔格 2 的形状成为多边形的方式而配设。作为垂直于孔格的延伸方向的剖面中的孔格的形状,例如可列举四边形、六边形、八边形、或它们的组合。以下,有时会将“垂直于孔格的延伸方向的剖面中的孔格的形状”称为“孔格的剖面形状”。另外,孔格的剖面形状也可以为多边形的至少一条边向内侧或外侧弯曲了的形状。在图 1~图 8 中,孔格 2 的剖面形状示出六边形的情况下的例子。另外,以下,在本实用新型中,只要没有特别地预先说明,“剖面”表示“蜂窝结构部 10 的垂直于孔格 2 的延伸方向的剖面”。

[0058] 蜂窝结构部 10 按照如下方式构成:与包含垂直于孔格 2 的延伸方向的剖面的重心点 0 的中央区域 22 中的隔壁 1 的厚度相比,位于中央区域 22 的外侧的外周区域 21 中的隔壁 1 的厚度厚。即,蜂窝结构部 10 按照如下方式构成:在中央区域 22 中隔壁 1 的厚度相对薄、并且在外周区域 21 中隔壁 1 的厚度相对厚。通过这样地构成,能够提高外周区域 21(换言之,蜂窝结构体 100 的外周部分)的耐压强度。

[0059] 形成中央区域 22 以及外周区域 21 的范围的尺寸没有特别限制。例如,关于中央区域 22,从上述剖面的重心点 0 起,优选为该剖面的半径的长度的 50~98%的范围。关于中央区域 22,从上述剖面的重心点 0 起,更加优选为该剖面的半径的长度的 60~95%的范围,特别优选为该剖面的半径的长度的 70~90%的范围。通过这样地构成,能获得提高在装罐时的蜂窝结构体的耐压强度的效果。此处,在本说明书中,“装罐”是指将蜂窝结构体收纳于气体净化装置等的罐体内。

[0060] 进一步,本实施方式的蜂窝结构体 100,通过采用以下所示那样的构成,从而成为耐热冲击性也优异的蜂窝结构体。首先,在图 4 所示那样的蜂窝结构部 10 的剖面,将通过该剖面的重心点 0 并且在正交于构成多边形的孔格 2 的一条边的隔壁 1 的方向上延伸的一条线段设为第一线段 29a。该第一线段 29a 是在蜂窝结构部 10 的剖面中描绘的假想线段。如图 5 所示那样,在第一线段 29a 上,多个孔格 2 在第一线段 29a 的延伸方向上排列着。此处,将在第一线段 29a 上排列的孔格 2 中存在于中央区域 22 的孔格 2 设为中央区域孔格 2a。另外,将在第一线段 29a 上排列的孔格 2 中存在于外周区域 21 的孔格 2 设为外周区域孔格 2b。中央区域 22 和外周区域 21 以边界 24 作为界限,划分形成各自的孔格 2 的隔壁 1 的厚度不同。即,划分形成中央区域孔格 2a 的隔壁 1 的厚度相对薄,并且划分形成外周区域孔格 2b 的隔壁 1 的厚度相对厚。本实施方式的蜂窝结构体的特征在于,关于在第一线段

29a 上排列的孔格 2 中的、以边界 24 作为中心在第一线段 29a 的延伸方向上排列的各 5 个以内的孔格 2 (2c), 将该孔格 2c 的孔格间距减小了。以下, 关于在第一线段 29a 上排列的孔格 2 中的、以边界 24 作为中心在第一线段 29a 的延伸方向上排列的各 5 个以内的孔格 2c, 有时会将减小了该孔格 2c 的孔格间距的孔格称为“小孔格间距孔格 2c”。就该小孔格间距孔格 2c 而言, 在第一线段 29a 的延伸方向上的孔格间距 L2, 相对于中央区域孔格 2a 的孔格间距 L1, 为 70% 以上且 95% 以下的尺寸。“中央区域孔格 2a 的孔格间距 L1”是指, 在除了小孔格间距孔格 2c 以外的中央区域 22 中在第一线段 29a 上排列的孔格 2a (中央区域孔格 2a) 的在第一线段 29a 的延伸方向上的孔格间距 L1。另外, 求取上述的孔格间距的比率时的“中央区域孔格 2a 的孔格间距 L1”为: 中央区域 22 的孔格 2a 中的在第一线段 29a 上排列的孔格 2a 的孔格间距的平均值。

[0061] 如上述那样, 通过减小以边界 24 作为中心在第一线段 29a 的延伸方向上排列的各 5 个以内的孔格 2c 的孔格间距 L2, 从而提高中央区域 22 与外周区域 21 的边界部分 23 的耐热冲击性。由此, 例如, 在使用本实施方式的蜂窝结构体 100 作为废气净化装置用的催化剂载体时, 针对废气的温度升高或下降, 能有效抑制在该边界部分产生裂纹。进一步, 通过减小上述边界部分 23 中的孔格 (小孔格间距孔格 2c) 的孔格间距 L2, 小孔格间距孔格 2c 的开口部的尺寸变小。由此, 与其它的孔格 2 相比, 小孔格间距孔格 2c 的催化剂担载量少, 可期待边界部分 23 中的耐热冲击性的更进一步提高。予以说明, 边界部分 23 是形成有以边界 24 作为中心在第一线段 29a 的延伸方向上排列的各 5 个以内的孔格 2c 的范围。边界部分 23 可包含于中央区域 22, 也可包含于外周区域 21。进一步, 边界部分 23 也可包含于中央区域 22 与外周区域 21 这两个区域。图 2 和图 4 的 A 以及 A' 所示的范围是包含上述边界部分 23 的范围。

[0062] 小孔格间距孔格 2c 的在第一线段 29a 的延伸方向上的孔格间距 L2, 相对于中央区域孔格 2a 的在第一线段 29a 的延伸方向上的孔格间距 L1, 优选为 70 ~ 93% 的尺寸, 更加优选为 70 ~ 90% 的尺寸。通过使小孔格间距孔格 2c 的在第一线段 29a 的延伸方向上的孔格间距 L2 为更小, 能够进一步提高耐热冲击性。

[0063] 另外, 小孔格间距孔格 2c 的在第一线段 29a 的延伸方向上的孔格间距 L2, 相对于外周孔格 2b 的孔格间距 L3, 优选为 70% 以上且 95% 以下的尺寸。予以说明, “外周孔格 2b 的孔格间距 L3”是指, 在除了小孔格间距孔格 2c 以外的外周区域 21 中在第一线段 29a 上排列的孔格 2b (外周区域孔格 2b) 的在第一线段 29a 的延伸方向上的孔格间距 L3。通过这样地构成, 使得小孔格间距孔格 2c 的孔格间距 L2 相对于在第一线段 29a 上排列的其它的孔格 2a、2b 的孔格间距 L1、L3 为 70% 以上且 95% 以下的尺寸, 极其良好地提高边界部分 23 中的耐热冲击性。

[0064] 小孔格间距孔格 2c 的在第一线段 29a 的延伸方向上的孔格间距 L2, 相对于外周区域孔格 2b 的在第一线段 29a 的延伸方向上的孔格间距 L3, 更加优选为 70 ~ 93% 的尺寸, 特别优选为 70 ~ 90% 的尺寸。通过使小孔格间距孔格 2c 的在第一线段 29a 的延伸方向上的孔格间距 L2 为更小, 能够进一步提高耐热冲击性。

[0065] 此处, 对本实用新型中的“孔格间距”进行说明。本实用新型中的“孔格间距”是指: 将成为孔格间距的计量对象的孔格 (以下称为“一个孔格”) 的开口部的宽度与将该孔格在其两侧进行划分的 2 个隔壁的各自二分之一的厚度进行加法运算而得到的长度。即,

一个孔格的“孔格间距 L”可如以下那样求取。首先,将该一个孔格的一个方向上的开口部的宽度设为“La”。另外,将在上述一个方向划分该一个孔格的 2 个隔壁的厚度设为“Lb”以及“Lc”。“孔格间距 L”是:将上述开口部的宽度 La、隔壁的厚度 Lb 的二分之一的长度、以及隔壁的厚度 Lc 的二分之一的长度进行加法运算而得到的长度 $(La+1/2Lb+1/2Lc)$ 。

[0066] 例如,图 6 是将图 5 所示的剖面的中央区域 22 的一部分放大的部分放大剖面图。在图 6 中,符号 L1a 表示中央区域孔格 2a 的在第一线段 29a 的延伸方向上的开口部的宽度。符号 L1b 以及 L1c 表示,划分中央区域孔格 2a 的隔壁 1 中按照正交于第一线段 29a 的延伸方向的方式配设的隔壁 1 的厚度。予以说明,隔壁 1 的厚度 L1b 是,划分中央区域孔格 2a 的隔壁 1 中的、配设于接近剖面的重心点 O 的一侧的隔壁 1 的厚度。隔壁的厚度 L1c 是,划分中央区域孔格 2a 的隔壁 1 中的、配设于远离剖面的重心点 O 的一侧的隔壁 1 的厚度。中央区域孔格 2a 的在第一线段 29a 的延伸方向上的孔格间距 L1 是,将开口部的宽度 L1a、隔壁 1 的厚度 L1b 的二分之一的长度、以及隔壁 1 的厚度 L1c 的二分之一的长度进行加法运算而得到的长度 $(L1a+1/2L1b+1/2L1c)$ 。

[0067] 图 7 是将图 5 所示的剖面的边界部分 23 的一部分放大的部分放大剖面图。在边界部分 23 中,也可通过与上述的中央区域同样的方法,求出形成于该边界部分 23 的小孔格间距孔格 2c 的孔格间距 L2。另外,虽然省略图示,但在外周区域,也可通过与上述的中央区域同样的方法,求出形成于该外周区域的外周区域孔格 2b 的孔格间距 L3(参照图 5)。

[0068] 图 8 是将图 5 所示的剖面的外周区域 21 以及形成于外周区域 21 内的边界部分 23 的一部分放大的部分放大剖面图。在图 8 中,在外周区域 21 的边界侧形成有边界部分 23。如图 8 所示,在外周区域 21 内形成有边界部分 23 的情况下,也可与上述的中央区域同样地求出形成于该边界部分 23 的小孔格间距孔格 2c 的孔格间距 L2。

[0069] 目前为止说明了的图 1~图 4 所示的蜂窝结构体 100 中,以边界 24 作为中心在第一线段 29a 的延伸方向上排列的各 5 个以内的孔格 2c 成为“小孔格间距孔格 2c”。但是存在有如下的情况:在蜂窝结构体的剖面上存在多条在正交于构成多边形的孔格的一条边的隔壁的方向上延伸的线段。由此,本实用新型的蜂窝结构体,将在正交于构成多边形的孔格的除了上述一条边以外的其它边的隔壁的方向上延伸的其它的线段设为第二线段,在该第二线段上,也可采用与目前为止说明了的构成同样的构成。即,本实用新型的蜂窝结构体例如也可以为图 9~图 12 所示那样的蜂窝结构体 100A。此处,图 9 是示意地表示本实用新型的蜂窝结构体的其它实施方式的垂直于孔格的延伸方向的剖面的剖面图。图 10 是示意地表示图 9 的 B 所示的范围的放大剖面图。图 11 是示意地表示图 9 的 C 所示的范围的放大剖面图。图 12 是示意地表示图 9 的 D 所示的范围的放大剖面图。

[0070] 如图 9~图 12 所示那样,蜂窝结构体 100A 具备筒状的蜂窝结构部 10A,该筒状的蜂窝结构部 10A 具有划分形成从第一端面 11 延伸至第二端面 12 的多个孔格 2 的多孔质的隔壁 1。予以说明,在图 9~在图 12 中,对于与图 1~图 4 所示的蜂窝结构体 100 同样地构成了的结构要素,有时会赋予相同的符号并省略说明。在蜂窝结构部 10A 的剖面,将通过该剖面的重心点 O 并且在正交于构成多边形的孔格 2 的除了一条边以外的其它边的隔壁 1 的方向上延伸的其它的线段设为第二线段 29b 以及第三线段 29c。形成于蜂窝结构部 10A 的孔格 2 的剖面形状是六边形,因而上述的“在正交于隔壁 1 的方向上延伸的其它的线段”为 2 根。

[0071] 关于图9所示的蜂窝结构体100A的蜂窝结构部10A按照如下方式构成:在中央区域22中隔壁1的厚度相对薄、并且在外周区域21中隔壁1的厚度相对厚。中央区域22和外周区域21以边界24作为界限,划分形成各自的孔格2的隔壁1的厚度不同。即,划分形成中央区域孔格2a的隔壁1的厚度相对薄,并且划分形成外周区域孔格2b的隔壁1的厚度相对厚。另外,在第一线段29a、第二线段29b以及第三线段29c上,多个孔格2排列在各自的线段的延伸方向上。

[0072] 本实施方式的蜂窝结构体,如图10所示那样,关于在第一线段29a上排列的孔格2中的、以边界24作为中心在第一线段29a的延伸方向上排列的各5个以内的孔格2c,该孔格2c的孔格间距变小了。另外,如图11所示那样,关于在第二线段29b上排列的孔格2中的、以边界24作为中心在第二线段29b的延伸方向上排列的各5个以内的孔格2c,该孔格2c的孔格间距变小了。进一步,如图12所示那样,关于在第三线段29c上排列的孔格2中的、以边界24作为中心在第三线段29c的延伸方向上排列的各5个以内的孔格2c,该孔格2c的孔格间距变小了。此处,将图11中的第二线段29b上排列的孔格2中的、以边界24作为中心在第二线段29b的延伸方向上排列的各5个以内的孔格2c之中的减小了孔格间距的孔格2c称为小孔格间距孔格。同样地,将图12中的第三线段29c上排列的孔格2中的、以边界24作为中心在第三线段29c的延伸方向上排列的各5个以内的孔格2c中的减小了孔格间距的孔格2c称为小孔格间距孔格。这样地,在正交于构成多边形的孔格2的除了一条边以外的其它边的隔壁1的方向上延伸的其它的线段上,也通过设置减小了孔格间距的小孔格间距孔格2c,能够提高边界部分23的耐热冲击性。图11中在第二线段29b上排列的孔格2中,小孔格间距孔格2c的孔格间距L2,相对于在中央区域22中在第二线段29b上排列的孔格2a的孔格间距L1,优选为70%以上且95%以下的尺寸。图11中在第二线段29b上排列的孔格2中,小孔格间距孔格2c的孔格间距L2,相对于在外周区域21中在第二线段29b上排列的孔格2b的孔格间距L3,优选为70%以上且95%以下的尺寸。图12中在第三线段29c上排列的孔格2中,小孔格间距孔格2c的孔格间距L2,相对于在中央区域22中在第三线段29c上排列的孔格2a的孔格间距L1,优选为70%以上且95%以下的尺寸。在图12中在第三线段29c上排列的孔格2中,小孔格间距孔格2c的孔格间距L2,相对于在外周区域21中在第三线段29c上排列的孔格2b的孔格间距L3,优选为70%以上且95%以下的尺寸。

[0073] 设置小孔格间距孔格2c的范围例如是,在第一线段29a上形成了以边界24作为中心在第一线段29a的延伸方向上排列的各5个以内的孔格2c的范围。即,中央区域22与外周区域21的边界部分23中的最多10个孔格2c成为小孔格间距孔格2c。换句话说,小孔格间距孔格2c由以边界24作为中心在第一线段29a的延伸方向上排列的1~10个孔格构成。小孔格间距孔格2c优选由在该方向上排列的2~9个孔格构成,更加优选由在该方向上排列的3~8个孔格构成。例如,在该方向上排列的11个以上的孔格为小孔格间距孔格2c时,则在小孔格间距的附近的孔格间距为通常间距的部分,有可能会因热冲击而产生裂纹。另外,以中央区域22与外周区域21的边界24作为中心各5个以内的孔格2成为小孔格间距孔格2c,这也是重要的。即,小孔格间距孔格2c即使远离边界24形成,也不会充分地显现提高耐热冲击性的效果。具体而言,在蜂窝结构体100的温度升高或下降时生成的热应力集中于隔壁1的厚度变薄的中央区域22与外周区域21的边界24,在该边界

24 周围受到更大的热冲击。因此,即使在远离了该边界 24 的部位形成小孔格间距孔格 2c,也不会充分地显现提高耐热冲击性的效果。

[0074] 在图 10 中,在第一线段 29a 的延伸方向上排列的 2 个孔格 2 成为小孔格间距孔格 2c。例如,如图 13 所示那样,在第一线段 29a 的延伸方向上排列的 5 个孔格 2 也可成为小孔格间距孔格 2c。图 13 是示意地表示本实用新型的蜂窝结构体的又一实施方式的垂直于孔格的延伸方向的剖面的放大剖面图。在图 13 中,赋予与图 10 同样地构成的结构要素以相同的符号并省略说明。

[0075] 图 1 ~ 图 4 所示的蜂窝结构体 100 中,孔格的剖面形状为六边形,但是孔格的剖面形状也可以为六边形以外的多边形。例如,图 14 ~ 图 16 所示的蜂窝结构体 200 中,孔格 32 的剖面形状为四边形。此处,图 14 是示意地表示本实用新型的蜂窝结构体的又一实施方式的立体图。图 15 是示意地表示本实用新型的蜂窝结构体的又一实施方式的第一端面的俯视图。图 16 是示意地表示本实用新型的蜂窝结构体的又一实施方式的垂直于孔格的延伸方向的剖面的一部分的放大剖面图。

[0076] 蜂窝结构体 200 具备筒状的蜂窝结构部 40,该筒状的蜂窝结构部 40 具有划分形成从第一端面 41 延伸至第二端面 42 的多个孔格 32 的多孔质的隔壁 31。在蜂窝结构体 200 中,蜂窝结构部 40 具有按照围绕隔壁 31 的方式配设于最外周的外周壁 33。蜂窝结构部 40 按照如下方式构成:与包含垂直于孔格 32 的延伸方向的剖面的重心点 0 的中央区域 52 中的隔壁 31 的厚度相比,位于中央区域 52 的外侧的外周区域 51 中的隔壁 31 的厚度厚。

[0077] 在蜂窝结构部 40 的垂直于孔格 32 的延伸方向的剖面,将通过该剖面的重心点 0 并且在正交于构成孔格 32 的一条边的隔壁 31 的方向上延伸的一条线段设为第一线段 59a。在第一线段 59a 上,多个孔格 32 在第一线段 59a 的延伸方向上排列。此处,在第一线段 59a 上排列的孔格 32 中,将存在于中央区域 52 的孔格 32 设为中央区域孔格 32a。另外,将在第一线段 59a 上排列的孔格 32 中存在于外周区域 51 的孔格 32 设为外周区域孔格 32b。中央区域 52 和外周区域 51 以边界 54 作为界限,划分形成各自的孔格 32 的隔壁 31 的厚度不同。而且,关于在第一线段 59a 上排列的孔格 32 中的、以边界 54 作为中心在第一线段 59a 的延伸方向上排列的各 5 个以内的孔格 32c,该孔格 32c 的孔格间距小于其它的孔格 32。即,小孔格间距孔格 32c 的在第一线段 59a 的延伸方向上的孔格间距 L5,相对于中央区域孔格 32a 的孔格间距 L4,为 70%以上且 95%以下的尺寸。另外,小孔格间距孔格 32c 的在第一线段 59a 的延伸方向上的孔格间距 L5,相对于外周区域孔格 32b 的孔格间距 L6,优选为 70%以上且 95%以下的尺寸。另外,将在正交于构成四边形的孔格 32 的除了上述一条边以外的其它边的隔壁 31 的方向上延伸的其它的线段设为第二线段的情况下,也可在该第二线段上设置小孔格间距孔格 32c。这样地,孔格的剖面形状为四边形的蜂窝结构体,也可采用与目前为止说明的孔格的剖面形状为六边形的蜂窝结构体同样的构成。

[0078] 此处,在图 16 中,小孔格间距孔格 32c 的剖面形状是,在第一线段 59a 的延伸方向上的 2 条边弯曲成圆弧状的四边形。小孔格间距孔格的剖面形状,如果小孔格间距孔格 32c 的孔格间距 L5 相对于中央区域孔格 32a 的孔格间距 L4 为 70%以上且 95%以下的尺寸,那么例如也可以为该剖面形状中的至少一条边弯曲的四边形。即,小孔格间距孔格 32c 的剖面形状也可以为:将除了该小孔格间距孔格 32c 以外的形成于中央区域 52 的孔格 32(32a)的形状至少在第一线段 59a 的延伸方向收缩而得到的形状。例如,图 17 是示意地表示本实

用新型的蜂窝结构体的又一实施方式的、垂直于孔格的延伸方向的剖面的一部分的放大剖面图。在图 17 中,赋予与图 16 同样地构成了的结构要素以相同的符号并省略说明。在图 17 中,小孔格间距孔格 32c 的剖面形状成为平行四边形。另一方面,形成于中央区域 52 的中央区域孔格 32a 的剖面形状为正方形。使中央区域孔格 32a 的剖面形状在第一线段 59a 的延伸方向收缩了的情况下,成为图 16 所示那样的 2 条边圆弧状地弯曲了的四边形、图 17 所示那样的平行四边形。而且,关于上述的 2 条边圆弧状地弯曲了的四边形、平行四边形的孔格,该孔格的在第一线段 59a 的延伸方向上的开口部的宽度小于中央区域孔格 32a。其结果,小孔格间距孔格 32c 的孔格间距 L5 相对于中央区域孔格 32a 的孔格间距 L4 较小(参照图 16)。

[0079] 以下,进一步详细说明本实施方式的蜂窝结构体的各构成要素。

[0080] (1-1) 蜂窝结构部:

[0081] 如上述那样,图 1~图 4 所示的蜂窝结构部 10 具有多孔质的隔壁 1、以及按照围绕隔壁 1 的方式配设于最外周的外周壁 3。外周壁 3 也可以为:在制作蜂窝结构部 10 的过程中,在对蜂窝成型体进行挤出成型时,与隔壁 1 一同形成。另外,也可在挤出成型时不形成外周壁 3。例如,也能够划分形成孔格 2 的隔壁 1 的外周部分涂布陶瓷材料而形成外周壁 3。进一步,也能够将蜂窝结构部 10 的外周部分磨削(grinding)而去除一次(一度除去),按照围绕隔壁 1 的方式涂布陶瓷材料而形成外周壁 3。

[0082] 蜂窝结构部的形状没有特别限制。例如,作为蜂窝结构部的形状,可列举蜂窝结构部的端面是圆形的筒状(圆筒形状)、上述端面是椭圆形状的筒状、上述端面是多边形的筒状的形状。作为多边形,可列举四边形、五边形、六边形、七边形、八边形等。在图 1~图 4 中示出蜂窝结构部 10 的形状是端面为圆形的筒状的情况下的例子。

[0083] 蜂窝结构部的隔壁优选为以陶瓷为主要成分的隔壁。作为隔壁的材质,例如,优选为选自以下的组中的至少 1 种。即,优选为选自由碳化硅、硅-碳化硅系复合材料、堇青石、莫来石、氧化铝、尖晶石、碳化硅-堇青石系复合材料、锂铝硅酸盐、以及钛酸铝组成的组中的至少 1 种。它们之中,优选为堇青石。这是由于,为堇青石时,能够获得热膨胀系数小、耐热冲击性优异的蜂窝结构体。此处,“主要成分”是指,构成隔壁的材料中所含的成分为 50 质量%以上的成分。隔壁优选由包含 80 质量%以上的选自上述组的至少 1 种物质的材料形成,更加优选由包含 90 质量%以上的选自上述组的至少 1 种物质的材料形成。

[0084] 隔壁的厚度优选为 40~400 μm ,更加优选为 50~170 μm ,特别优选为 50~120 μm 。通过使隔壁的厚度为上述数值范围,能够在维持隔壁的强度的同时,抑制蜂窝结构体的压力损耗的增大。本实施方式的蜂窝结构体,按照在中央区域隔壁的厚度相对薄、并且在外周区域隔壁的厚度相对厚的方式构成。由此,外周区域的隔壁的厚度优选为中央区域的隔壁的厚度的 1.05~1.8 倍的厚度,更加优选为 1.05~1.6 倍的厚度,特别优选为 1.05~1.4 倍的厚度。

[0085] 另外,在第一线段上排列的孔格中,除了形成了小孔格间距孔格的区域以外的外周区域中的隔壁的厚度优选为除了形成了小孔格间距孔格的区域以外的中央区域中的隔壁的厚度的 1.05~1.8 倍的厚度。予以说明,以下,在简称为“外周区域”的情况下,表示“除了形成了小孔格间距孔格的区域以外的外周区域”。另外,以下,在简称为“中央区域”的情况下,表示“除了形成了小孔格间距孔格的区域以外的中央区域”。外周区域中的隔壁的

厚度更加优选为中央区域中的隔壁的厚度的 1.05 ~ 1.6 倍的厚度,特别优选为 1.05 ~ 1.4 倍的厚度。另外,形成了小孔格间距孔格的边界部分中的隔壁的厚度,相对于该边界部分所存在的中央区域中的隔壁的厚度,优选为 1.0 ~ 1.8 倍。

[0086] 蜂窝结构部的孔格密度优选为 30 ~ 150 个/cm²。通过将孔格密度设为上述数值范围,能有效地防止压力损耗的增大。蜂窝结构部的孔格密度是指,正交于孔格的延伸方向的剖面中的每单位面积的孔格的个数。蜂窝结构部的孔格密度更加优选为 60 ~ 150 个/cm²,特别优选为 90 ~ 150 个/cm²。予以说明,本实施方式的蜂窝结构体,中央区域以及外周区域的孔格密度的值不同于形成了小孔格间距孔格的边界部分。另外,在中央区域和外周区域,孔格密度的值也可以不同也可以相同。

[0087] 在第一线段上排列的孔格中,形成于中央区域的孔格的孔格间距与形成于外周区域的孔格的孔格间距可以为相同尺寸,也可以为不同的尺寸。例如,也可以使除了小孔格间距孔格以外的形成于中央区域的孔格的孔格间距小于除了小孔格间距孔格以外的形成于外周区域的孔格的孔格间距。

[0088] 隔壁的气孔率优选为 20 ~ 60%,更加优选为 25 ~ 50%,特别优选为 25 ~ 40%。气孔率小于 20%时,则在使用蜂窝结构体作为催化剂载体的情况下,能够担载于隔壁的细孔内的催化剂的量变少,蜂窝结构体的催化剂担载相关的特性有时会恶化。气孔率大于 60%时,则蜂窝结构部的强度有时会降低。隔壁的气孔率能够由水银孔度计测定。作为水银孔度计,可列举 Micromeritics 公司制,商品名:Autopore 9500。

[0089] 蜂窝结构部的从第一端面到第二端面为止的长度优选为 50 ~ 170mm,更加优选为 80 ~ 130mm。但是,蜂窝结构部的从第一端面到第二端面为止的长度不受限于上述数值范围,按照在各种的废气净化装置中使用蜂窝结构体时获得最佳的净化性能的方式适当选择即可。

[0090] 蜂窝结构部的垂直于从第一端面延伸到第二端面的方向的剖面中的尺寸没有特别限制,按照在各种的废气净化装置中使用蜂窝结构体时获得最佳的净化性能的方式适当选择即可。予以说明,在本实施方式的蜂窝结构体中,在上述剖面的形状为圆形状的情况下,该剖面的直径优选为 70 ~ 170mm,更加优选为 75 ~ 150mm。

[0091] 外周壁可以为与隔壁相同的材质,也可以为不同的材质。例如,关于外周壁,优选为由选自由碳化硅、硅-碳化硅系复合材料、堇青石、莫来石、氧化铝、尖晶石、碳化硅-堇青石系复合材料、锂铝硅酸盐以及钛酸铝组成的组中的至少 1 种形成的外周壁。通过这样地构成,制成耐热性优异的蜂窝结构部。

[0092] (1-2) 其它的构成要素:

[0093] 在本实施方式的蜂窝结构体中,也可具备配设于第 1 端面中的规定的孔格(第 1 孔格)的开口部、以及第 2 端面中的残余的孔格(第 2 孔格)的开口部的封孔部。上述第 1 孔格与上述第 2 孔格优选交替地排列。而且,由此,在蜂窝结构体的两端面,优选通过封孔部和“孔格的开口部”形成黑白格状。封孔部的材质优选为优选作为隔壁材质的材质。封孔部的材质与隔壁的材质可以为相同的材质,也可以为不同的材质。这样的蜂窝结构体可适合用作用于将废气中的颗粒状物质捕集的过滤器。

[0094] 另外,在本实施方式的蜂窝结构体中,也可在隔壁的表面以及形成于该隔壁的细孔的内部担载有催化剂。作为催化剂,例如可列举三元催化剂、NO_x 吸藏还原催化剂、氧化催

化剂、以金属置换沸石为主要成分的 NO_x 选择还原催化剂等各种催化剂。作为在隔壁的表面以及形成于隔壁的细孔的内部担载催化剂的方法,例如可列举历来公知的使用了催化剂用浆料的方法。催化剂用浆料中,除了含有催化剂以外,还可含有贵金属、催化剂助剂、贵金属保持材料等。作为贵金属,例如可列举铂、铑、钯等。作为催化剂助剂,例如可列举氧化铝、氧化锆、氧化铈等。

[0095] (2) 蜂窝结构体的制造方法:

[0096] 下面,对本实用新型的蜂窝结构体的制造方法进行说明。首先,通过将含有陶瓷原料的成型原料进行成型,从而成型出筒状的蜂窝成型体,该筒状的蜂窝成型体具备划分形成成为流体的流路的多个孔格的隔壁(烧成前的隔壁)和位于最外周的外周壁(烧成前的外周壁)。

[0097] 作为成型原料中含有的陶瓷原料,例如优选为选自以下的“原料组”中的至少1种陶瓷。“原料组”是指,“由碳化硅、硅-碳化硅复合材料、堇青石化原料、堇青石、莫来石、氧化铝、尖晶石、碳化硅-堇青石复合材料、锂铝硅酸盐、以及钛酸铝组成的组”。通过使用这些原料,能获得强度以及耐热性优异的蜂窝结构体。予以说明,堇青石化原料是按照成为二氧化硅落入42~56质量%的范围、氧化铝落入30~45质量%的范围、氧化镁落入12~16质量%的范围的化学组成的方式配混得到的陶瓷原料,是进行烧成而变为堇青石的原料。作为成为二氧化硅源的原料成分(二氧化硅源成分),可列举石英、熔融二氧化硅等。作为成为氧化铝源的原料成分(氧化铝源成分),由于杂质少,因而优选使用氧化铝以及氢氧化铝之中的至少一方(也可为两者)。作为成为氧化镁源的原料成分(氧化镁源成分),可列举滑石、菱镁矿等。作为氧化镁源成分的滑石,其平均粒径优选为10~30 μm 。另外,在氧化镁源成分中,作为杂质也可含有 Fe_2O_3 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 等。

[0098] 关于成型原料,优选通过向上述陶瓷原料中混合造孔材料、粘合剂、分散剂、表面活性剂、分散介质等而调制。

[0099] 作为造孔材料,可列举石墨、小麦粉、淀粉、发泡树脂、吸水性聚合物、中空或中实的合成树脂等,所述合成树脂如酚醛树脂、聚甲基丙烯酸甲酯、聚乙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯等。关于造孔材料的含量,在将陶瓷原料设为100质量%时,优选为1~10质量%。

[0100] 作为粘合剂,可列举羟甲基纤维素、甲基纤维素、羟乙基纤维素、羧甲基纤维素、聚乙烯醇等。关于粘合剂的含量,在将陶瓷原料设为100质量%时,优选为1~10质量%。

[0101] 作为分散剂,可列举糊精、多元醇(polyalcohol)等。

[0102] 作为表面活性剂,可列举乙二醇、脂肪酸皂类等。关于表面活性剂的含量,在将陶瓷原料设为100质量%时,优选为0.1~5质量%。

[0103] 作为分散介质,优选为水。关于分散介质的含量,在将陶瓷原料设为100质量%时,优选为30~150质量%。

[0104] 在使用成型原料而形成蜂窝成型体时,优选首先将成型原料混炼而制成坯土,将所获得的坯土成型为蜂窝形状。

[0105] 将成型原料混炼而形成坯土的方法没有特别限制,例如可列举使用捏合机、真空捏土机等的方法。

[0106] 将坯土进行成型而形成蜂窝成型体的方法没有特别限制,可使用挤出成型法、注

射成型法、压制成型法等成型方法。由于连续成型容易,例如可使堇青石结晶取向,因而优选采用挤出成型法。关于挤出成型法,可通过使用真空捏土机、柱塞式挤出成型机、双螺杆式连续挤出成型机等装置而进行。另外,优选的是,通过在挤出成型所使用的装置中装载制成所希望的隔壁厚度、孔格间距、孔格形状等的蜂窝成型体那样的金属模具(口金),从而进行挤出成型。作为金属模具的材质,优选为不易磨耗的不锈钢、超硬合金等。

[0107] 此处,作为形成蜂窝成型体的金属模具,优选使用如下方式构成的金属模具:相当于所获得的蜂窝结构部的中央区域的部分的狭缝的宽度相对薄、并且相当于外周区域的部分的狭缝的宽度相对厚。另外,在挤出成型时,优选使得在相当于中央区域的部分与相当于外周区域的部分之间挤出的坯土的挤出速度相对慢。即,优选使得与形成小孔格间距孔格的边界部分相当的部分的坯土的挤出速度,比相当于中央区域以及外周区域的部分(除了边界部分以外)的坯土的挤出速度慢。通过这样地构成,作为坯土的挤出图案,形成小孔格间距孔格的边界部分成为与中央区域以及外周区域相比凹陷了的形状。其结果,形成于上述边界部分的孔格的孔格间距比形成于中央区域以及外周区域的孔格的孔格间距小。而且,通过调节坯土的挤出速度,能够使小孔格间距孔格的孔格间距相对于其它的孔格的孔格间距为70%以上且95%以下的尺寸。作为与形成小孔格间距孔格的边界部分相当的部分的坯土的挤出速度的调节方法,可列举:将相对于金属模具形成小孔格间距的部分的背穴的一部分进行堵塞的方法。通过这样操作,将特定的背孔(裹孔)的一部分堵塞,从而可减慢坯土向特定部分(即,形成小孔格间距的部分)的流动,使挤出速度部分性地减慢。另外,作为形成蜂窝成型体的金属模具,也可使用预先形成了如下狭缝的金属模具,该狭缝是使得包含中央区域与外周区域的边界的边界部分的孔格的间距孔格相对于中央区域的孔格间距为70%以上且95%以下的尺寸那样的狭缝。另外,也可对挤出形成中的蜂窝成型体或暂时挤出形成出的蜂窝成型体施加外力,从而在中央区域与外周区域的边界部分中形成小孔格间距孔格。进一步,也可通过蜂窝成型体的自重,在中央区域与外周区域的边界部分形成小孔格间距孔格。关于这样地形成小孔格间距孔格的方法,可采用各种方法。

[0108] 优选在成型出蜂窝成型体后,将所获得的蜂窝成型体干燥。干燥方法没有特别限定,例如可列举热风干燥、微波干燥、电感干燥、减压干燥、真空干燥、冻结干燥等。它们之中,优选单独地或组合地进行电感干燥、微波干燥或热风干燥,这样可将蜂窝成型体整体迅速且均匀地干燥。另外,干燥条件可根据干燥方法来适当确定。

[0109] 接着,优选将所获得的蜂窝成型体进行烧成(正式烧成(本烧成))而获得蜂窝结构体。“正式烧成”表示的是,用于使构成蜂窝成型体的成型原料烧结而致密化从而确保规定的强度的操作。

[0110] 予以说明,优选在将蜂窝成型体烧成(正式烧成)之前,对该蜂窝成型体进行预烧。预烧是为了脱脂而进行的操作,其方法没有特别限定,能去除其中的有机物(粘合剂、分散剂、造孔材料等)即可。一般而言,粘合剂(有机粘合剂)的燃烧温度为100~300℃左右。关于造孔材料的燃烧温度,根据种类而不同,为200~1000℃左右。因此,作为预烧的条件,优选的是在氧化气氛下以200~1000℃左右加热3~100小时左右。

[0111] 正式烧成中的烧成条件(温度、时间)因成型原料的种类而不同,因此根据其种类而选择适当的条件即可。例如,在使用了堇青石化原料的情况下,烧成最高温度优选为1410~1440℃。另外,烧成最高温度保持(keep)时间优选为3~15小时。

[0112] 如以上那样操作,从而能够制造本实用新型的蜂窝结构体。另外,也可在通过这样操作而获得了的蜂窝结构体的第 1 端面中的规定的孔格的开口部、以及第 2 端面中的残余的孔格的开口部配设封孔部。配设封孔部的方法没有特别限制,可按照历来公知的蜂窝结构体的制造方法中的封孔部的配设方法而进行。另外,也可在获得了的蜂窝结构体的隔壁的表面以及形成于该隔壁的细孔的内部担载催化剂。在担载催化剂的方法方面也没有特别限制,可按照历来公知的蜂窝结构体的制造方法中的催化剂的担载方法进行。

[0113] 如以上那样操作,能够制造本实用新型的蜂窝结构体。但本实用新型的蜂窝结构体的制造方法不受限于目前为止说明了的制造方法。

[0114] 实施例

[0115] 以下,基于实施例进一步详细说明本实用新型,但是本实用新型不受限于这些实施例。

[0116] (实施例 1)

[0117] 首先,使用含有陶瓷原料的成型原料,调制了用于成型出蜂窝成型体的坯土。作为陶瓷原料,使用了堇青石化原料。通过在堇青石化原料中添加分散介质、有机粘合剂、分散剂、造孔材料,调制了成型用的坯土。分散介质的添加量相对于堇青石化原料 100 质量份为 33 质量份。有机粘合剂的添加量相对于堇青石化原料 100 质量份为 5.6 质量份。造孔材料的添加量相对于堇青石化原料 100 质量份为 0.5 质量份。使用捏合机将所获得的第一陶瓷成型原料混炼,获得了坯土。

[0118] 接着,使用真空挤出成型机将所获得的坯土挤出成型,获得了蜂窝成型体。作为金属模具,使用形成有狭缝的金属模具,使得与中央区域中的隔壁的厚度相比,位于中央区域的外侧的外周区域中的隔壁的厚度厚。另外,该金属模具使用了使得所获得的蜂窝结构体的孔格的剖面形状成为六边形的金属模具。在表 1 中示出,所获得的蜂窝结构体的“中央区域的隔壁的厚度 (μm)”以及“外周区域的隔壁的厚度 (μm)”、“孔格密度 (个/ cm^2)”、“孔格的剖面形状”、“端面的直径 (mm)”、以及“长度 (mm)”。另外,作为金属模具,使用了按照如下方式构成的金属模具:相当于所获得的蜂窝结构体的中央区域的部分的狭缝的宽度相对薄、并且相当于外周区域的部分的狭缝的宽度相对厚。所获得的蜂窝结构体的隔壁的厚度如表 1 所示。另外,所使用的金属模具调节成如下形态:将形成小孔格间距的部分的背穴的一部分堵塞,与形成小孔格间距孔格的边界部分相当的部分的坯土的挤出速度变慢。通过这样操作,获得了如下构成的蜂窝成型体:形成于上述边界部分的孔格的孔格间距小于形成于中央区域以及外周区域的孔格的孔格间距。

[0119] 接着,将蜂窝成型体进行高频电感加热干燥,然后使用热风干燥机在 120°C 干燥 2 小时。其后,在 $1350 \sim 1440^\circ\text{C}$ 烧成 10 小时,从而获得了如表 1 及表 2 所示那样构成的蜂窝结构体。关于实施例 1 的蜂窝结构体,从蜂窝结构体的最外周的孔格起的各 10 个孔格的隔壁的厚度变厚了。将该隔壁的厚度变厚了的区域设为外周区域,将其外的区域设为中央区域。在表 2 中示出“外周区域的孔格数 (个)”、以及“中央区域孔格的孔格间距 (mm)”。予以说明,中央区域孔格的孔格间距 (mm) 是,形成于中央区域的孔格之中的除了后述的小孔格间距孔格以外的孔格的孔格间距。

[0120] 此处,将通过蜂窝结构体的垂直于孔格延伸方向的剖面的重心点并且在正交于构成六边形的孔格的一条边的隔壁的方向上延伸的一条线段设为第一线段,将该第一线段的

延伸方向设为“0° 方向”。另外,将上述第一线段以该剖面的重心点为中心顺时针旋转移动 60°,将所得到的线段设为第二线段,将该第二线段的延伸方向设为“60° 方向”。进一步,将上述第一线段以该剖面的重心点为中心顺时针旋转移动 120°,将所得到的线段设为第三线段,将该第三线段的延伸方向设为“120° 方向”。

[0121] 关于实施例 1 的蜂窝结构体,在第一线段上排列的孔格之中,从蜂窝结构体的最外周起第 5 个到第 10 个为止的孔格的孔格间距小于中央区域孔格的孔格间距。具体而言,中央区域孔格的孔格间距为 0.90mm,从蜂窝结构体的最外周起第 9 个孔格的孔格间距为 0.83mm。另外,关于实施例 1 的蜂窝结构体,在第二线段以及第三线段上排列的孔格方面,也是在中央区域与外周区域的边界部的孔格间距小于中央区域孔格的孔格间距。将这样地孔格间距小的孔格称为“小孔格间距孔格”。在表 1 中示出,小孔格间距孔格的“有无”、以及“小孔格间距孔格的排列方向(正交于隔壁的线段的方向)”。另外,在表 2 中示出“外周区域的孔格数(个)”、“中央区域孔格的孔格间距(mm)”、“小孔格间距孔格的形成范围(距离最外周的孔格数)”、“小孔格间距孔格的孔格间距(最小值)(mm)”、以及“孔格间距的比率(%)”。此处,孔格间距的比率(%)表示的是,小孔格间距孔格的孔格间距(mm)相对于中央区域孔格的孔格间距(mm)的百分率(%)。

[0122] 对于所获得的蜂窝结构体,进行了以下的“耐热冲击性(1)的评价”以及“耐热冲击性(2)的评价”。将评价结果示于表 3。

[0123] [耐热冲击性(1)的评价]

[0124] 使用能向收纳蜂窝结构体的罐体内供给加热气体的“丙烷气体烧嘴装置”,进行了蜂窝结构体的耐热冲击性(1)的评价。具体而言,将各实施例的蜂窝结构体收纳于罐体内(装罐),设置于上述丙烷气体烧嘴装置。接着,使燃烧气体流动于蜂窝结构体。将燃烧气体以流量 50NL/min 流动 10 分钟,在 10 分钟后将蜂窝结构体的前方 10mm 位置处的中央部的气体温度设为 1000°C。其后,停止流入燃烧气体,取而代之将冷却空气以流量 250NL/min 流动 10 分钟,在 10 分钟后将蜂窝结构体的前方 10mm 位置处的中央部的气体温度设为 100°C。将这样的燃烧气体与冷却空气的通气设为 1 个循环,将其实施了 20 循环。而且,其后,通过目视观察了在蜂窝结构体的中央区域与外周区域的边界部分中是否有裂纹。通过这样操作,进行了蜂窝结构体的耐热冲击性(1)的评价。将在边界部分未确认有裂纹的情况设为合格,在表 3 示为“OK”。将在边界部分确认有裂纹的情况下设为不合格,在表 3 中示为“NG”。

[0125] [耐热冲击性(2)的评价]

[0126] 将以下的通气条件设为 1 个循环,将其实施了 20 循环,除此以外,通过与“耐热冲击性(1)的评价”同样的方法进行了蜂窝结构体的耐热冲击性(2)的评价。首先,将燃烧气体以流量 60NL/min 流动 10 分钟,在 10 分钟后将蜂窝结构体的前方 10mm 位置处的中央部的气体温度设为 1100°C。其后,停止流入燃烧气体,取而代之将冷却空气以流量 300NL/min 流动 10 分钟,在 10 分钟后将蜂窝结构体的前方 10mm 位置处的中央部的气体温度设为 100°C。将这样的燃烧气体与冷却空气的通气设为 1 个循环。在耐热冲击性(2)的评价方面,将在边界部分未确认有裂纹的情况设为合格,在表 3 示为“OK”。将在边界部分确认有裂纹的情况下设为不合格,在表 3 示为“NG”。

[0127] 关于实施例 1 的蜂窝结构体,在该蜂窝结构体的剖面,从该剖面的最外周到该剖面的重心点为止的在第一线段上排列的孔格的个数为 52 个。即,从上述剖面的重心点起,

在 0° 方向上排列的孔格的个数为52个。此处,将实施例1的蜂窝结构体的配置于上述剖面的最外周的孔格设为第1个孔格,将位于上述剖面的重心点的孔格设为第52个。图18是实施例1的蜂窝结构体中的在第一线段上排列的孔格的孔格间距(mm)与隔壁的厚度(mm)的关系的曲线图。另外,实施例1的蜂窝结构体中,从上述剖面的最外周到该剖面的重心点为止的在第二线段以及第三线段上排列的孔格的个数也分别为52个。图19是实施例1的蜂窝结构体中的在第二线段上排列的孔格(即,在 60° 方向上排列的孔格)的孔格间距(mm)与隔壁的厚度(mm)的关系的曲线图。图20是实施例1的蜂窝结构体中的在第三线段上排列的孔格(即,在 120° 方向上排列的孔格)的孔格间距(mm)与隔壁的厚度(mm)的关系的曲线图。在图18~图20所示的曲线图中,横轴示出将配置于剖面的最外周的孔格设为了第1个孔格并且将位于上述剖面的重心点的孔格设为了第52个的孔格位置。在图18~图20所示的曲线图中,右侧的纵轴示出隔壁的厚度(mm),左侧的纵轴示出孔格间距(mm)。

[0128] 表1

[0129]

	中央区域的 隔壁的厚度 (μm)	外围区域的 隔壁的厚度 (μm)	孔格密度 (个/ cm^2)	孔格的 剖面形状	端面的 直径 (mm)	长度 (mm)	小孔格间距孔格 的排列方向	
							有无	有 0° , 60° , 120° 方向
实施例1	63.5	90	139.5	六边形	93	118	有	0° , 60° , 120° 方向
实施例2	63.5	95	139.5	六边形	93	118	有	0° 方向
实施例3	63.5	85	139.5	六边形	93	118	有	0° 方向
实施例4	63.5	100	139.5	四边形	105.7	130	有	0° 方向
实施例5	63.5	100	139.5	四边形	105.7	130	有	0° 方向
实施例6	63.5	83	139.5	四边形	105.7	130	有	0° 方向
实施例7	88.9	120	93	六边形	110	100	有	0° 方向
实施例8	88.9	110	93	六边形	110	100	有	0° 方向
实施例9	88.9	130	93	六边形	110	100	有	0° 方向
实施例10	88.9	105	93	四边形	105.7	90	有	0° 方向
实施例11	88.9	140	93	四边形	105.7	90	有	0° 方向
实施例12	63.5	95	139.5	六边形	93	118	有	0° , 60° 方向
实施例13	63.5	90	139.5	六边形	93	118	有	0° 方向
实施例14	63.5	100	139.5	四边形	105.7	130	有	0° , 90° 方向
实施例15	63.5	95	139.5	六边形	254	254	有	0° 方向
实施例16	63.5	93	139.5	四边形	381	305	有	0° 方向
实施例17	115.0	140	62	六边形	381	381	有	0° 方向
实施例18	115.0	145	62	四边形	304.8	254	有	0° 方向
比较例1	63.5	90	139.5	六边形	93	118	无	-
比较例2	63.5	95	139.5	六边形	93	118	有	0° 方向
比较例3	63.5	85	139.5	六边形	93	118	有	0° 方向
比较例4	63.5	100	139.5	四边形	105.7	130	无	-
比较例5	63.5	88	139.5	四边形	105.7	130	有	0° 方向
比较例6	88.9	120	93	六边形	110	100	无	-
比较例7	88.9	110	93	六边形	110	100	有	0° 方向
比较例8	88.9	130	93	四边形	105.7	90	无	-
比较例9	88.9	105	93	四边形	105.7	90	有	0° 方向
比较例10	63.5	95	139.5	六边形	254	254	有	0° 方向
比较例11	63.5	94	139.5	四边形	381	305	无	-
比较例12	115.0	143	62	六边形	381	381	无	-
比较例13	115.0	140	62	四边形	304.8	254	有	0° 方向

[0130] 表 2

[0131]

	外周区域的孔格数 (个)	中央区域孔格的孔格间距 (mm)	小孔格间距孔格的形成范围(距离最外周的孔格数)	小孔格间距孔格的孔格间距(最小值) (mm)	孔格间距的比率 (%)
实施例1	10	0.90	5~10	0.83	0.92
实施例2	8	0.90	5~11	0.80	0.89
实施例3	13	0.91	8~14	0.85	0.93
实施例4	7	0.85	5~10	0.80	0.94
实施例5	10	0.85	5~11	0.77	0.91
实施例6	9	0.85	4~13	0.78	0.92
实施例7	10	1.11	5~15	1.05	0.95
实施例8	5	1.11	2~9	1.00	0.90
实施例9	13	1.11	10~16	1.02	0.92
实施例10	10	1.04	6~14	0.98	0.94
实施例11	8	1.04	5~12	0.94	0.90
实施例12	10	0.91	5~15	0.84	0.92
实施例13	10	0.89	7~11	0.84	0.94
实施例14	7	0.85	5~10	0.80	0.94
实施例15	10	0.90	5~15	0.83	0.92
实施例16	13	0.85	8~14	0.78	0.92
实施例17	8	1.36	5~11	1.22	0.90
实施例18	10	1.27	5~15	1.14	0.90
比较例1	10	0.91	-	0.91	-
比较例2	10	0.90	10~15	0.88	0.98
比较例3	10	0.91	20~30	0.84	0.92
比较例4	10	0.85	-	0.85	-
比较例5	10	0.85	5~12	0.83	0.98
比较例6	5	1.11	-	1.11	-
比较例7	5	1.11	20~30	1.02	0.92
比较例8	8	1.04	-	1.04	-
比较例9	8	1.04	6~14	1.02	0.98
比较例10	10	0.89	5~15	0.87	0.98
比较例11	13	0.85	-	0.85	1.00
比较例12	8	1.36	-	1.36	1.00
比较例13	10	1.27	6~14	1.25	0.98

[0132] 表 3

[0133]

	耐热冲击性(1)的评价	耐热冲击性(2)的评价
实施例1	OK	OK
实施例2	OK	OK
实施例3	OK	OK
实施例4	OK	OK
实施例5	OK	OK
实施例6	OK	OK
实施例7	OK	OK
实施例8	OK	OK
实施例9	OK	OK
实施例10	OK	OK
实施例11	OK	OK
实施例12	OK	OK
实施例13	OK	OK
实施例14	OK	OK
实施例15	OK	OK
实施例16	OK	OK
实施例17	OK	OK
实施例18	OK	OK
比较例1	OK	NG
比较例2	OK	NG
比较例3	NG	NG
比较例4	OK	NG
比较例5	OK	NG
比较例6	OK	NG
比较例7	NG	NG
比较例8	OK	NG
比较例9	OK	NG
比较例10	OK	NG
比较例11	NG	NG
比较例12	NG	NG
比较例13	OK	NG

[0134] (实施例 2 ~ 18、比较例 1 ~ 13)

[0135] 将隔壁的厚度、孔格密度、孔格的剖面形状、端面的直径、长度、外周区域的形成范围、中央区域的形成范围、以及小孔格间距孔格的形成范围按照表 1 及表 2 所示的方式变更,通过与实施例 1 同样的方法制作出蜂窝结构体。关于获得了的蜂窝结构体,通过与实施例 1 同样的方法,进行了“耐热冲击性 (1) 的评价”以及“耐热冲击性 (2) 的评价”。将结果示于表 3。

[0136] 实施例 4 ~ 6、10、11、14、16、18、以及比较例 4、5、8、9、11、13 的蜂窝结构体的孔格的剖面形状为四边形。在孔格的剖面形状为四边形的情况下,如以下那样操作,从而特定了小孔格间距孔格的排列方向。将通过蜂窝结构体的垂直于孔格延伸方向的剖面的重心点并且在正交于构成四边形的孔格的一条边的隔壁的方向上延伸的一条线段设为第一线段,将该第一线段的延伸方向设为“0° 方向”。另外,将上述第一线段以该剖面的重心点为中心顺

时针旋转移动 90° ，将所得到的线段设为第四线段，将该第四线段的延伸方向设为“ 90° 方向”。

[0137] 此处，将表示在第一线段上排列的孔格的孔格间距 (mm) 与隔壁的厚度 (mm) 的关系的其它例子示于图 21。图 21 是实施例 13 的蜂窝结构体中的在第一线段上排列的孔格 (即，在 0° 方向上排列的孔格) 的孔格间距 (mm) 与隔壁的厚度 (mm) 的关系曲线图。在图 21 所示的曲线图中，横轴示出将配置于剖面的最外周的孔格设为第 1 个孔格、将位于上述剖面的重心点的孔格设为第 52 个的孔格的位置。在图 21 所示的曲线图中，右侧的纵轴示出隔壁的厚度 (mm)，左侧的纵轴示出孔格间距 (mm)。

[0138] (结果)

[0139] 在实施例 1 ~ 18 的蜂窝结构体的耐热冲击性 (1) 的评价以及耐热冲击性 (2) 的评价中可知，在边界部分未确认有裂纹，耐热冲击性优异。另一方面，在如比较例 1 那样不存在小孔格间距孔格的例子中，在耐热冲击性 (2) 的评价中，在边界部分确认有裂纹。另外，如比较例 3 那样，偏离中央区域与外周区域的边界而形成有小孔格间距孔格的例子中，在耐热冲击性 (1) 的评价以及耐热冲击性 (2) 的评价中，在边界部分确认有裂纹。另外，关于孔格间距的比率为 98% 的比较例 2，在耐热冲击性 (2) 的评价中判明了，在边界部分确认有裂纹，没有充分提高中央区域与外周区域的边界部分的耐热冲击性。

[0140] 产业上的可利用性

[0141] 本实用新型的蜂窝结构体可应用于废气的净化。例如，本实用新型的蜂窝结构体能用于催化剂载体、过滤器。

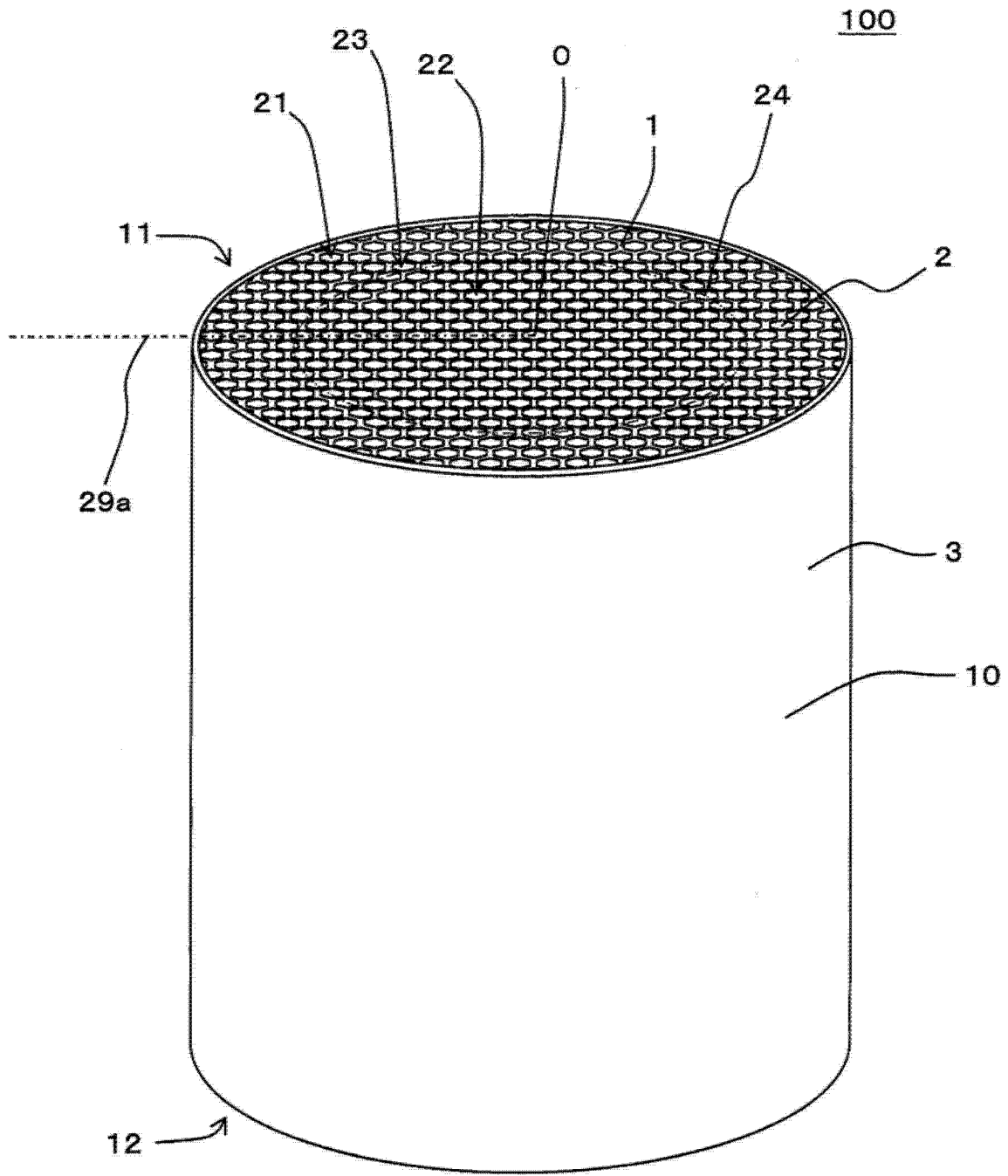


图 1

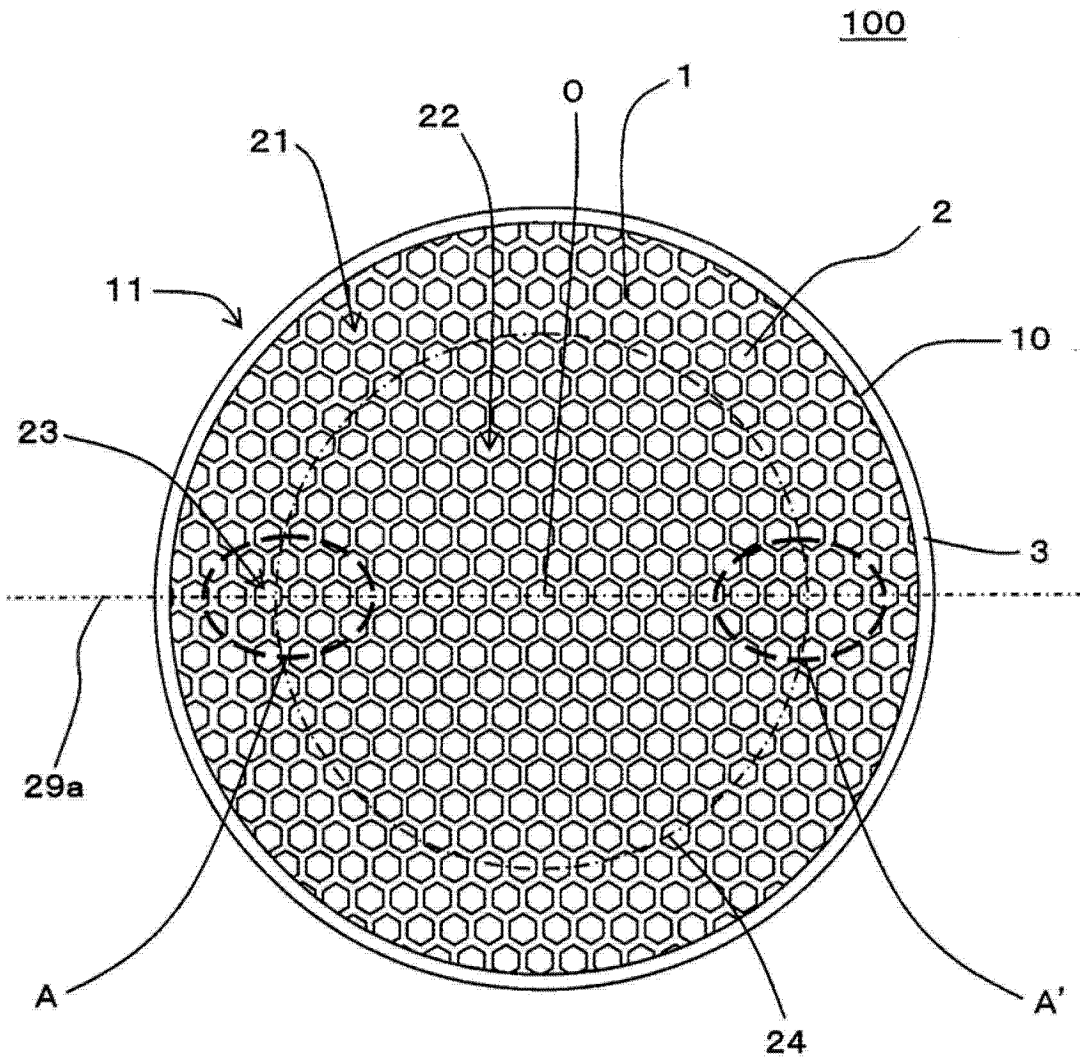


图 2

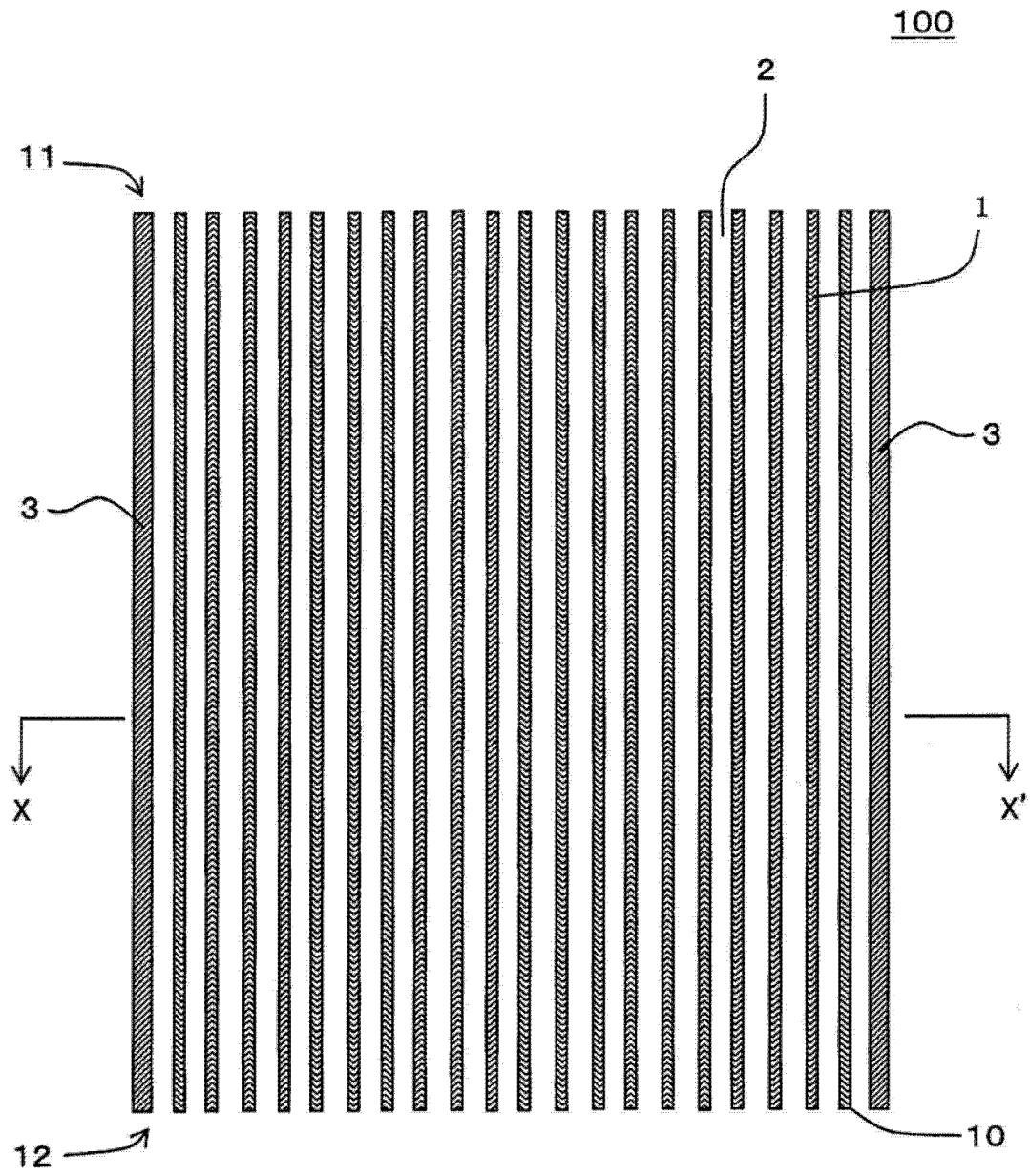


图 3

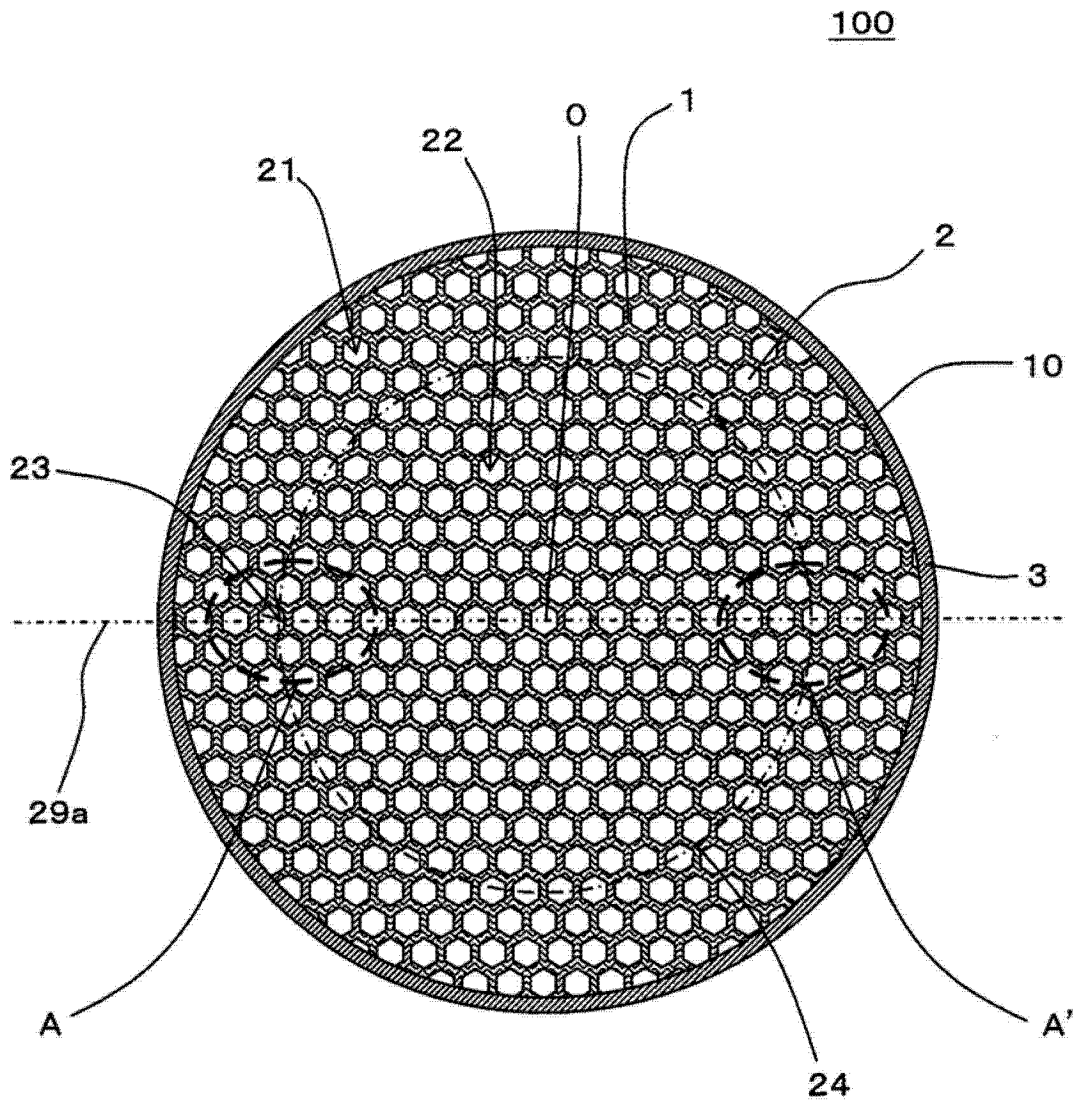


图 4

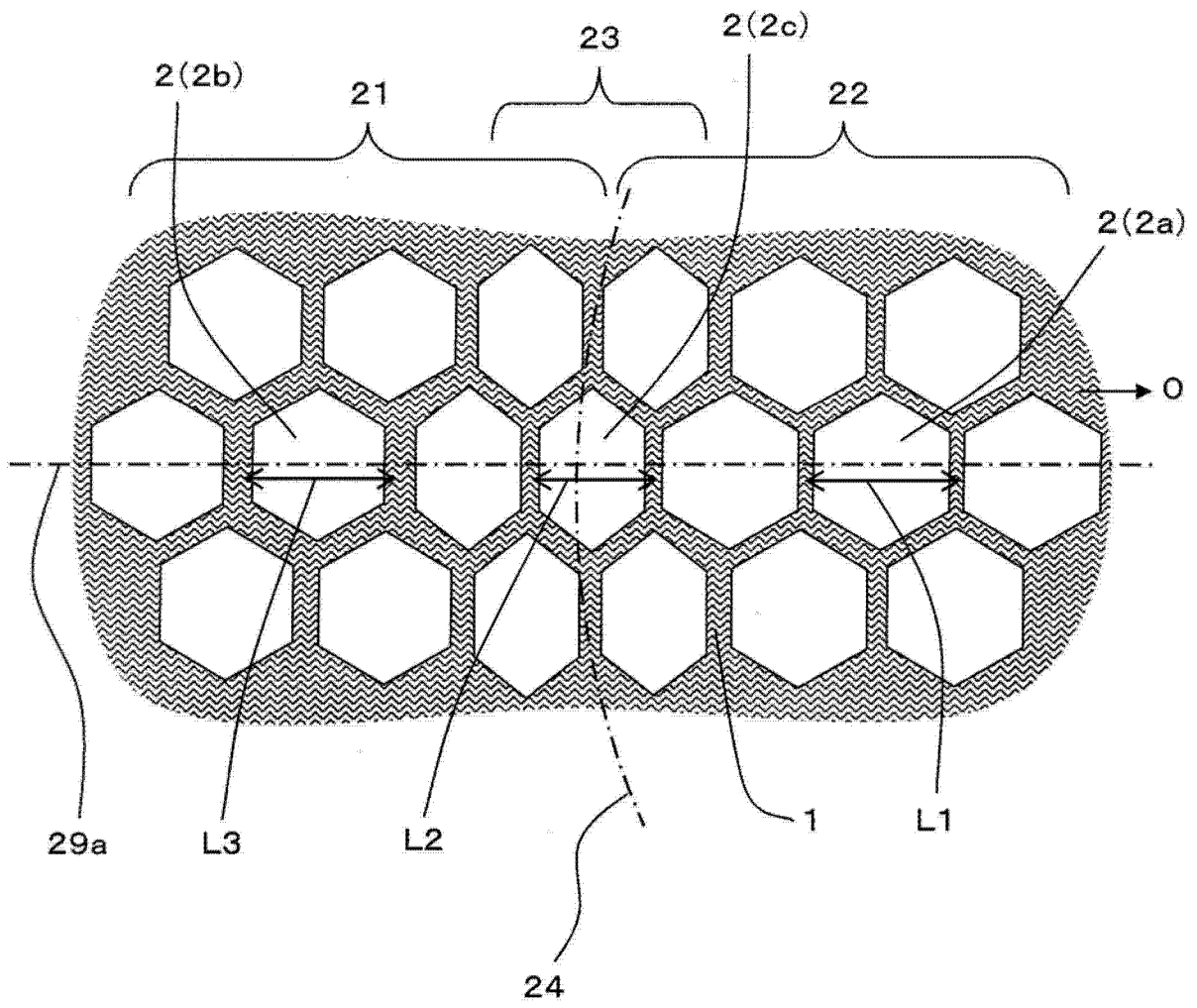


图 5

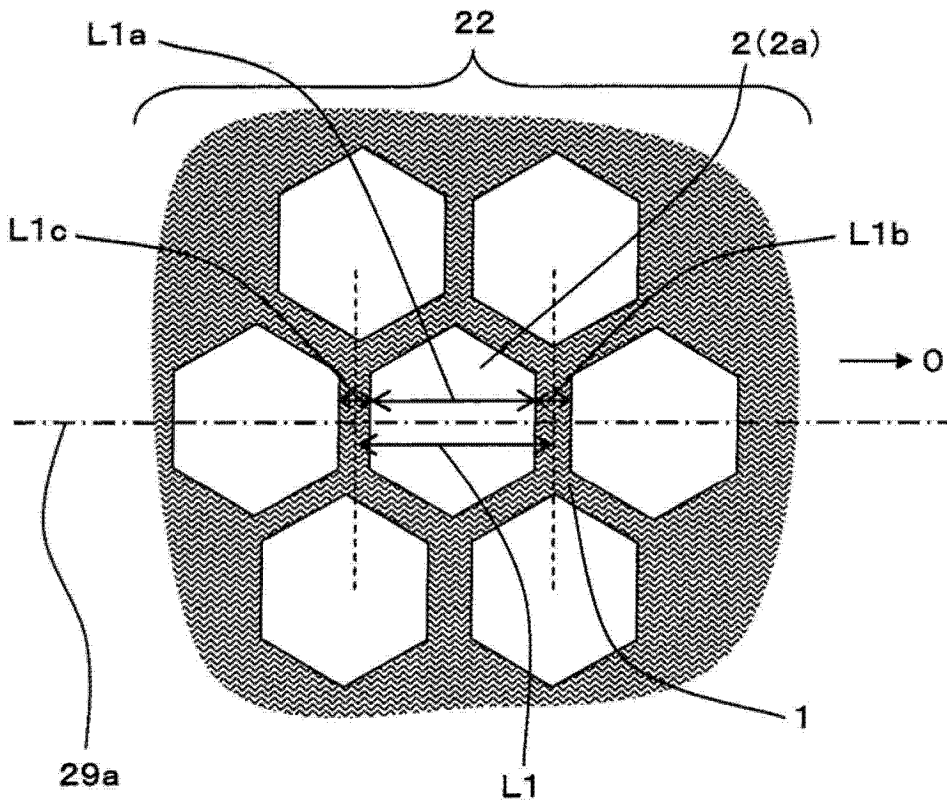


图 6

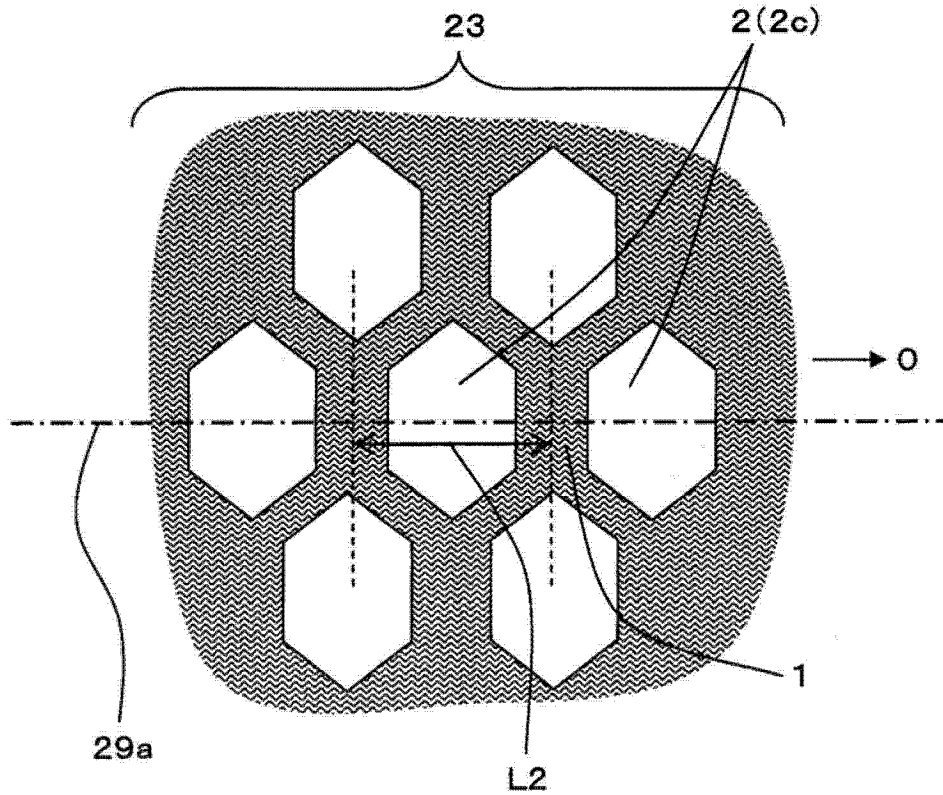


图 7

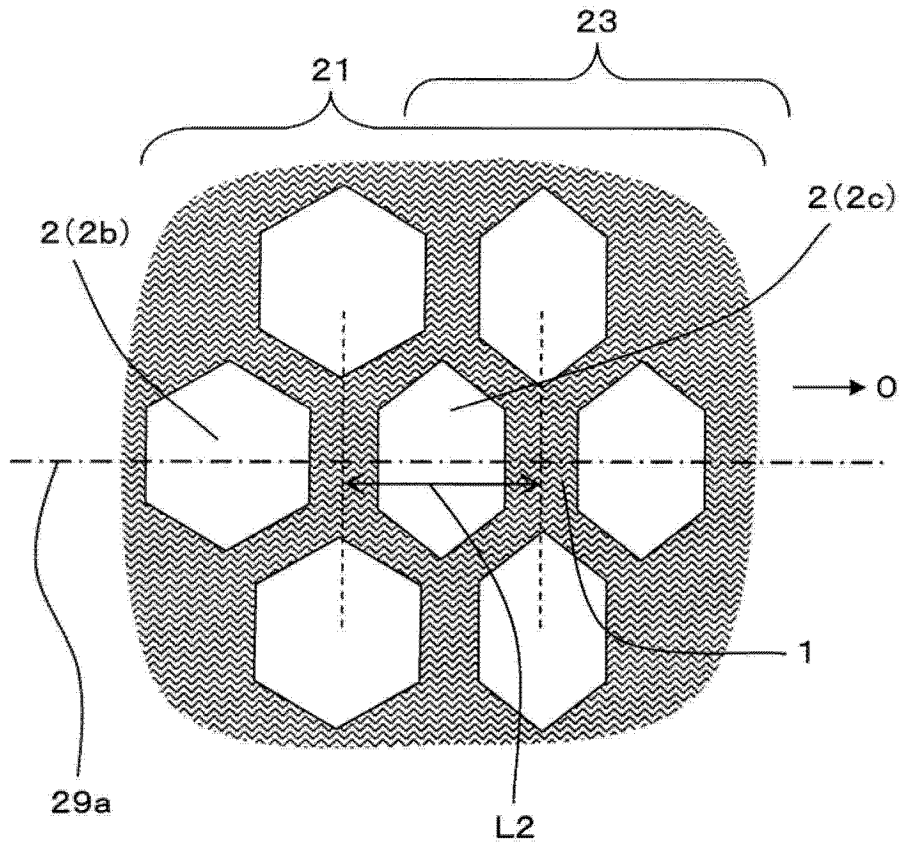


图 8

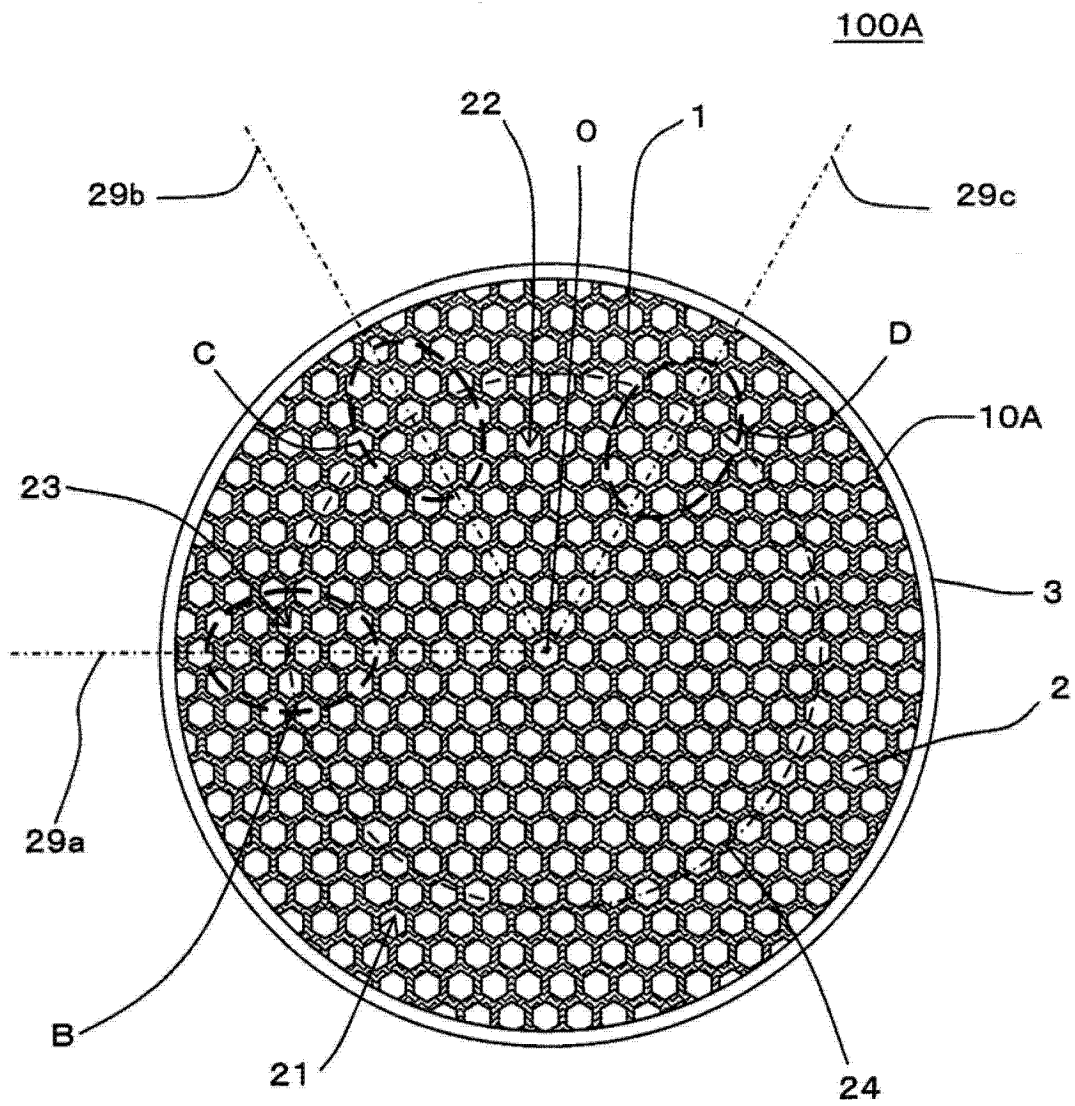


图 9

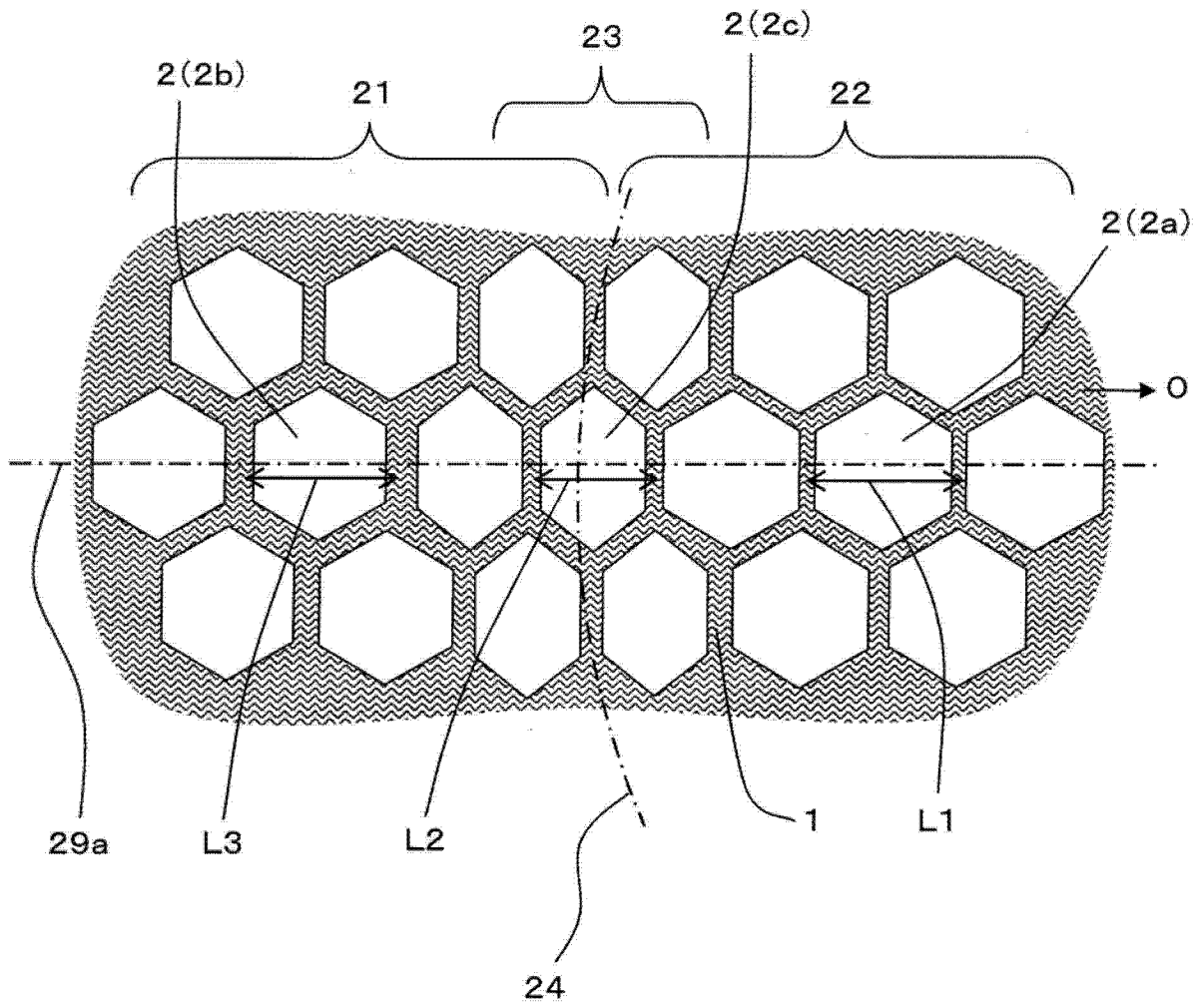


图 10

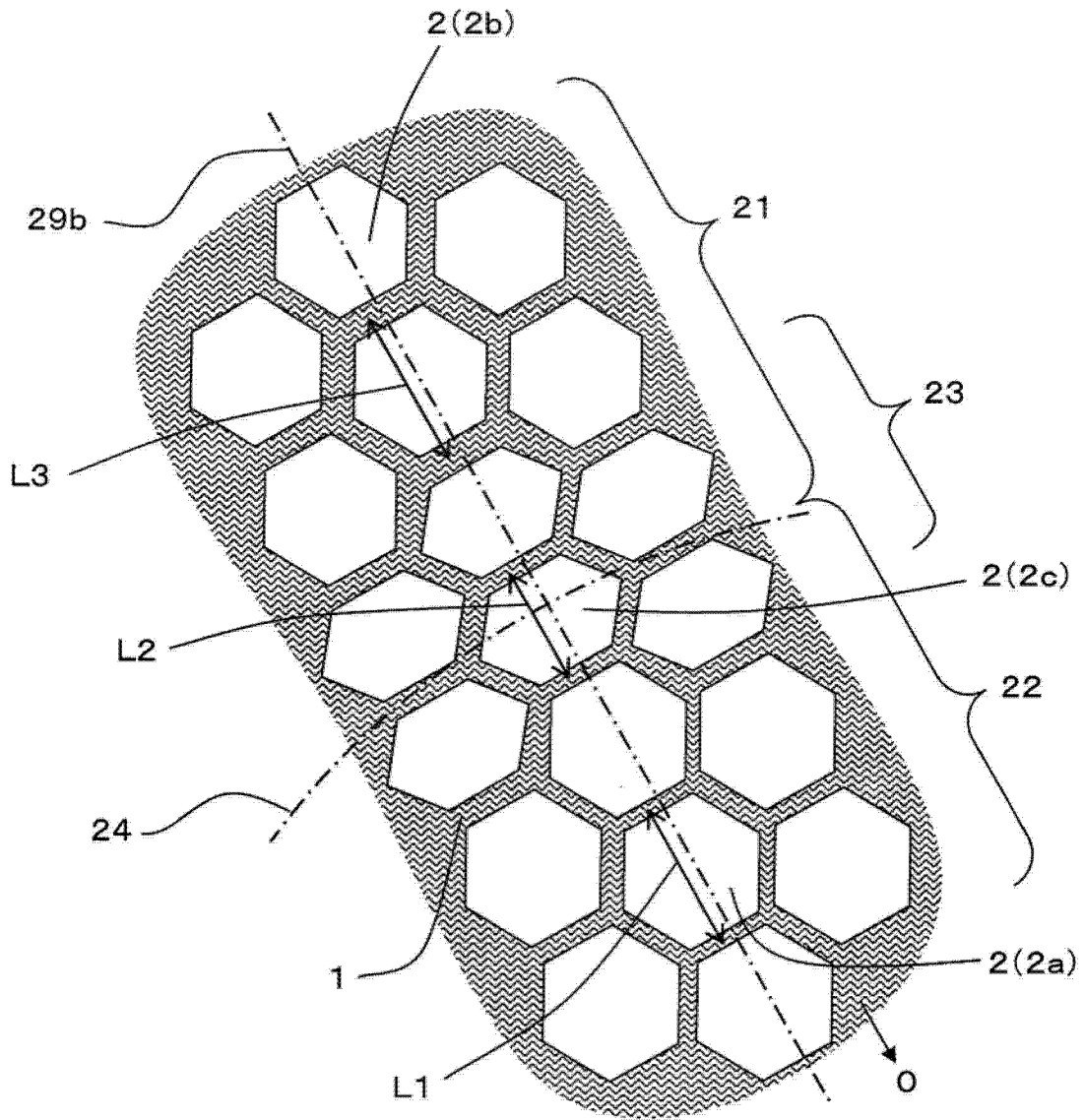


图 11

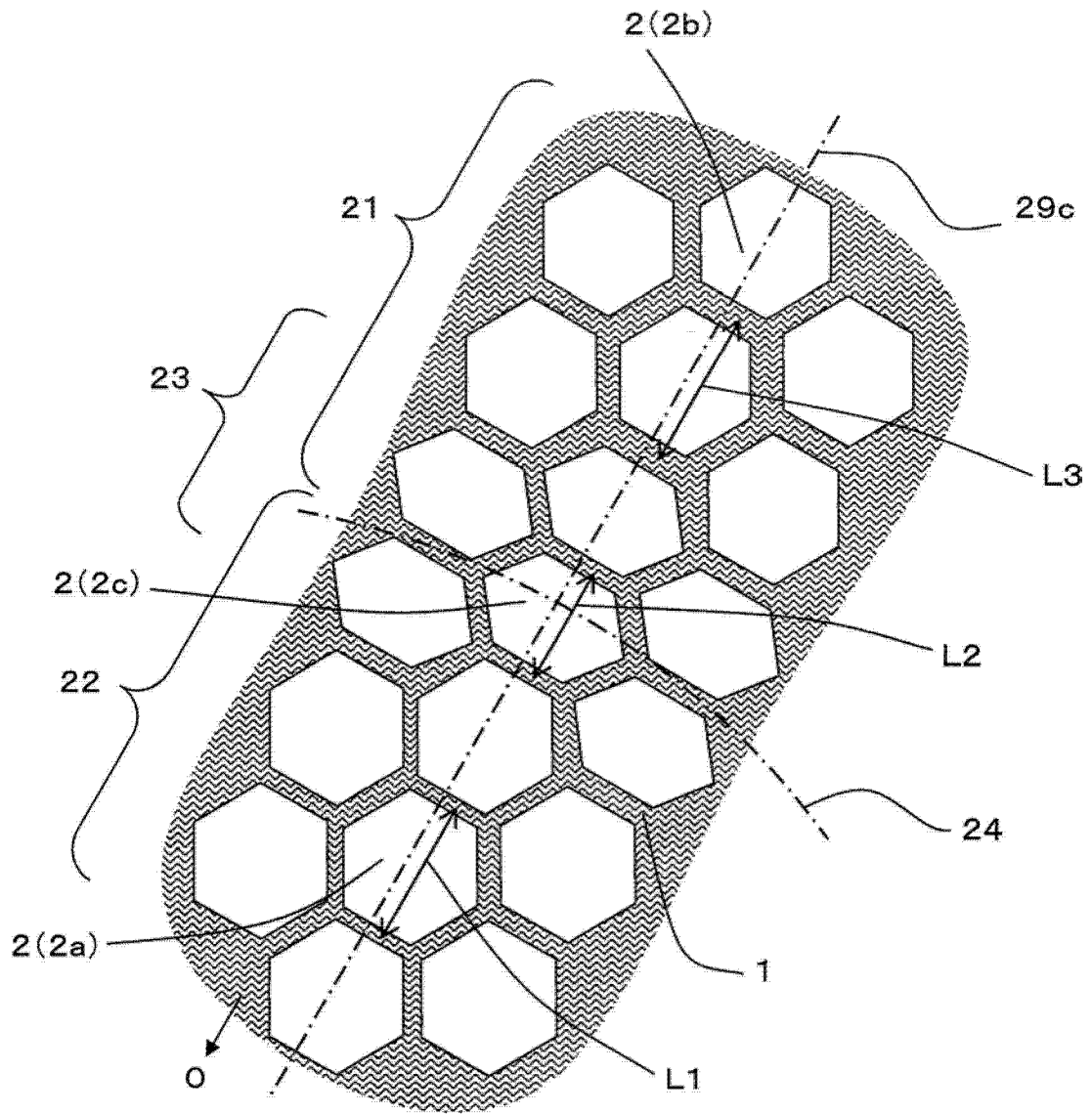


图 12

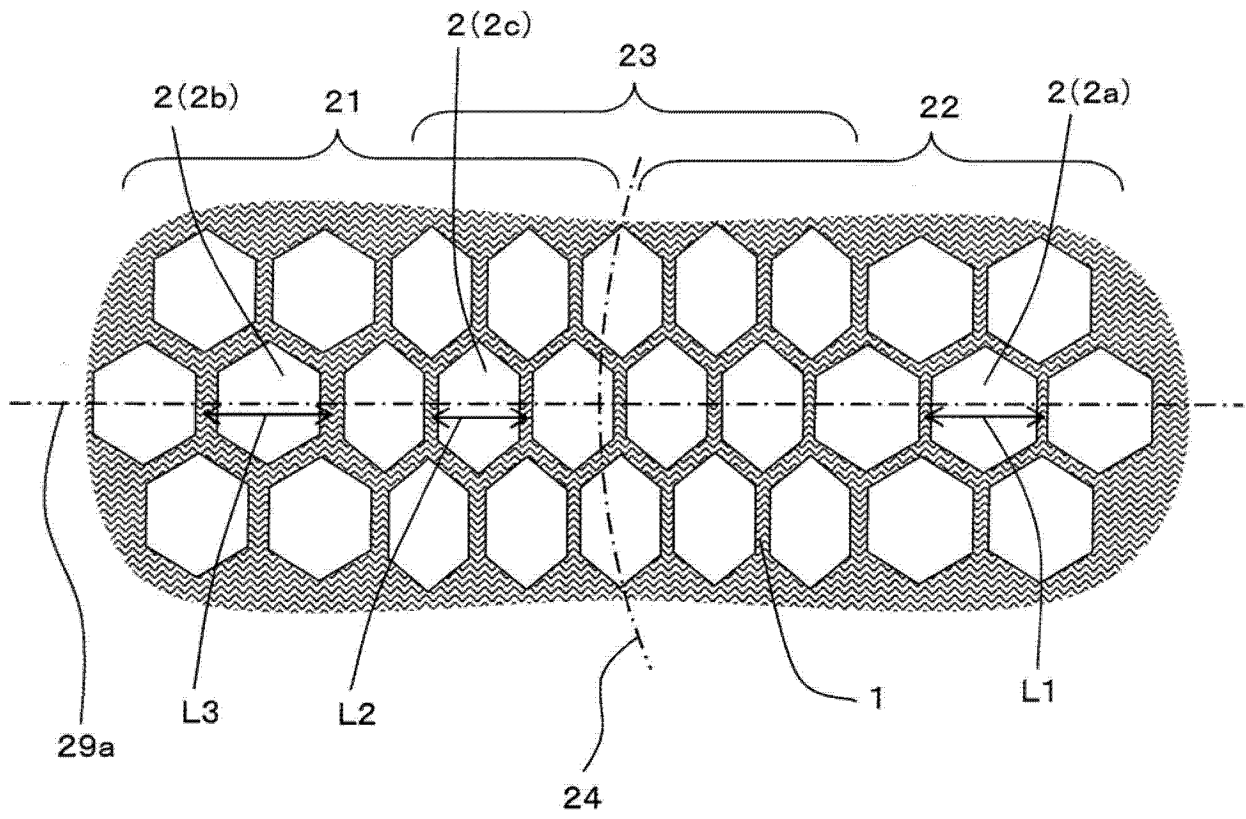


图 13

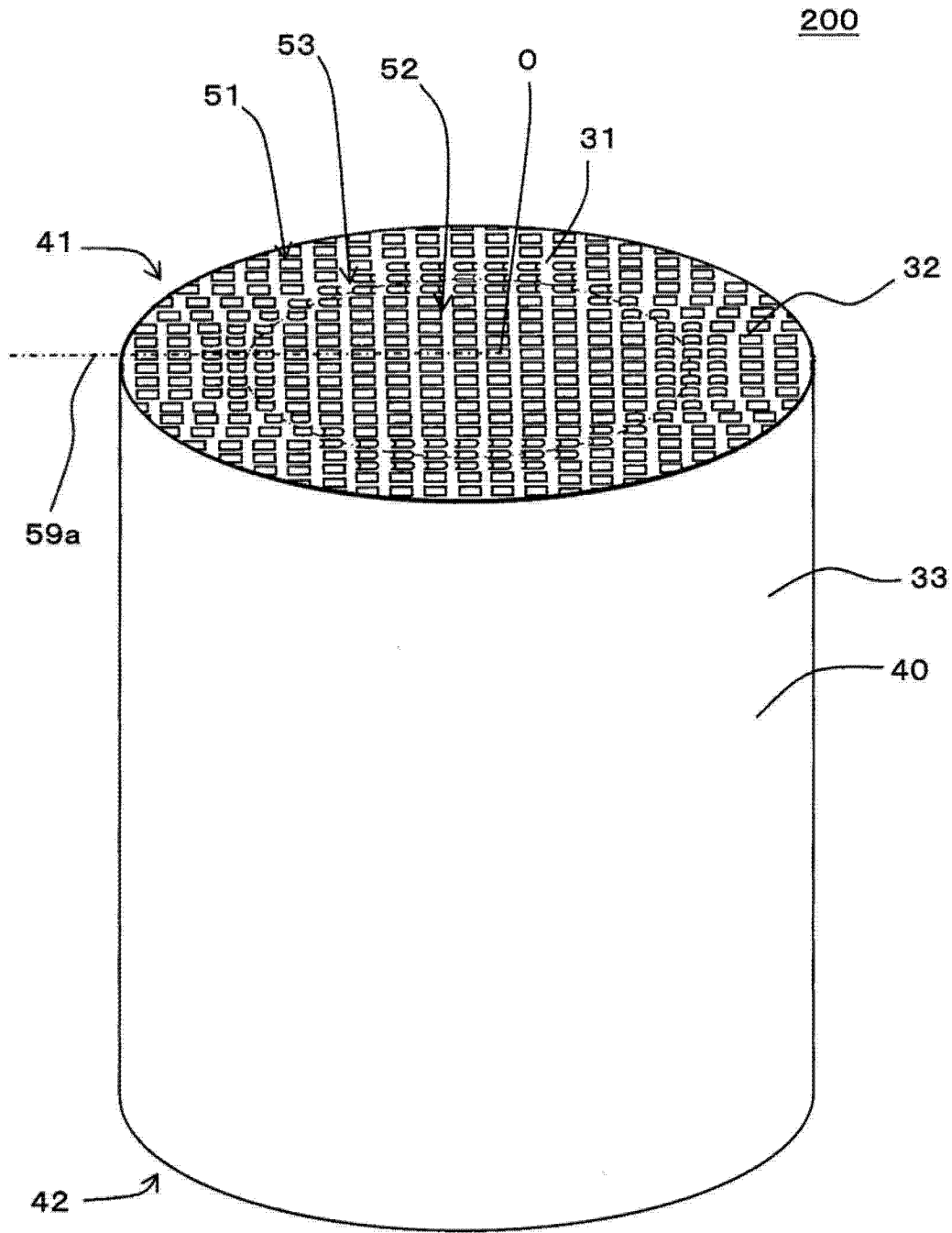


图 14

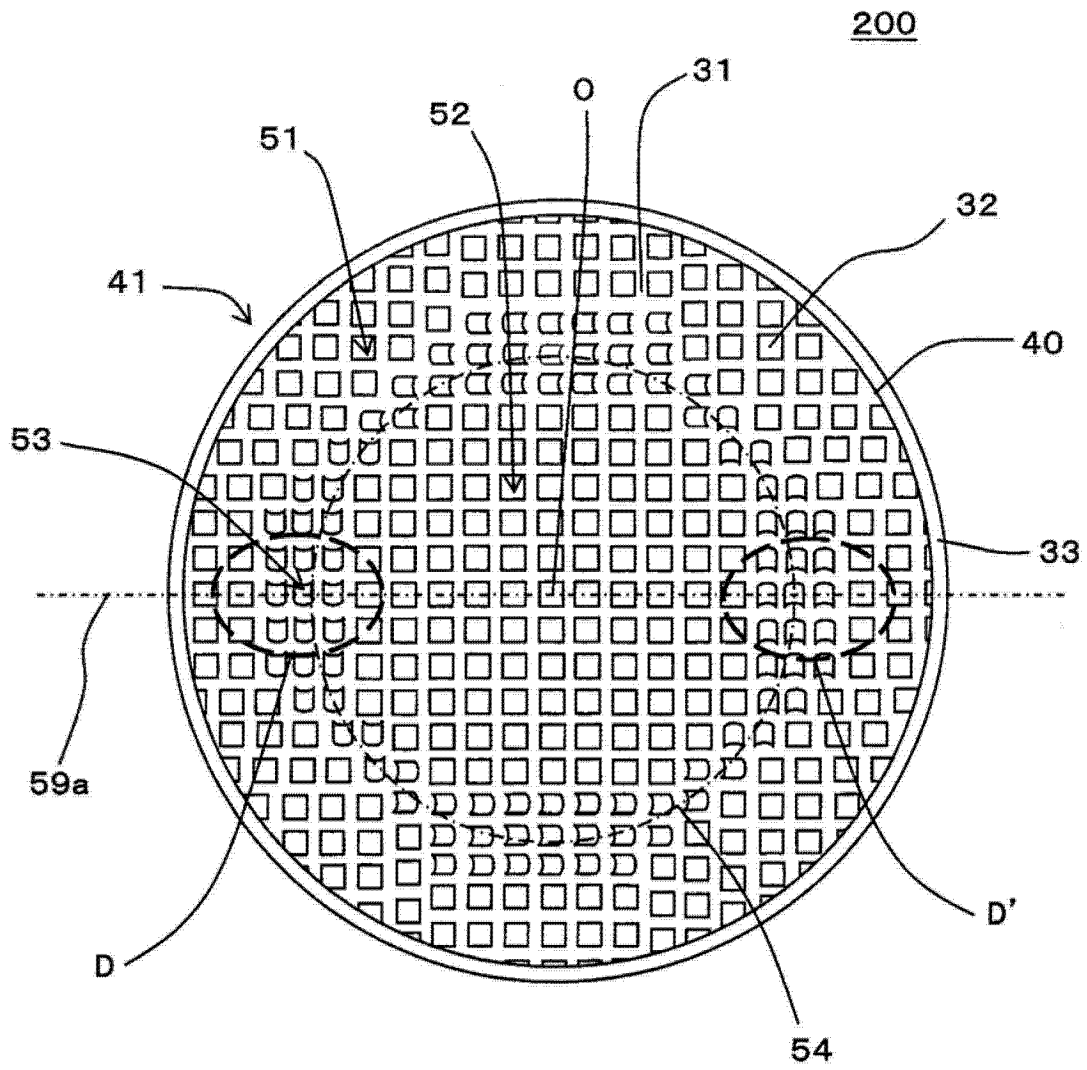


图 15

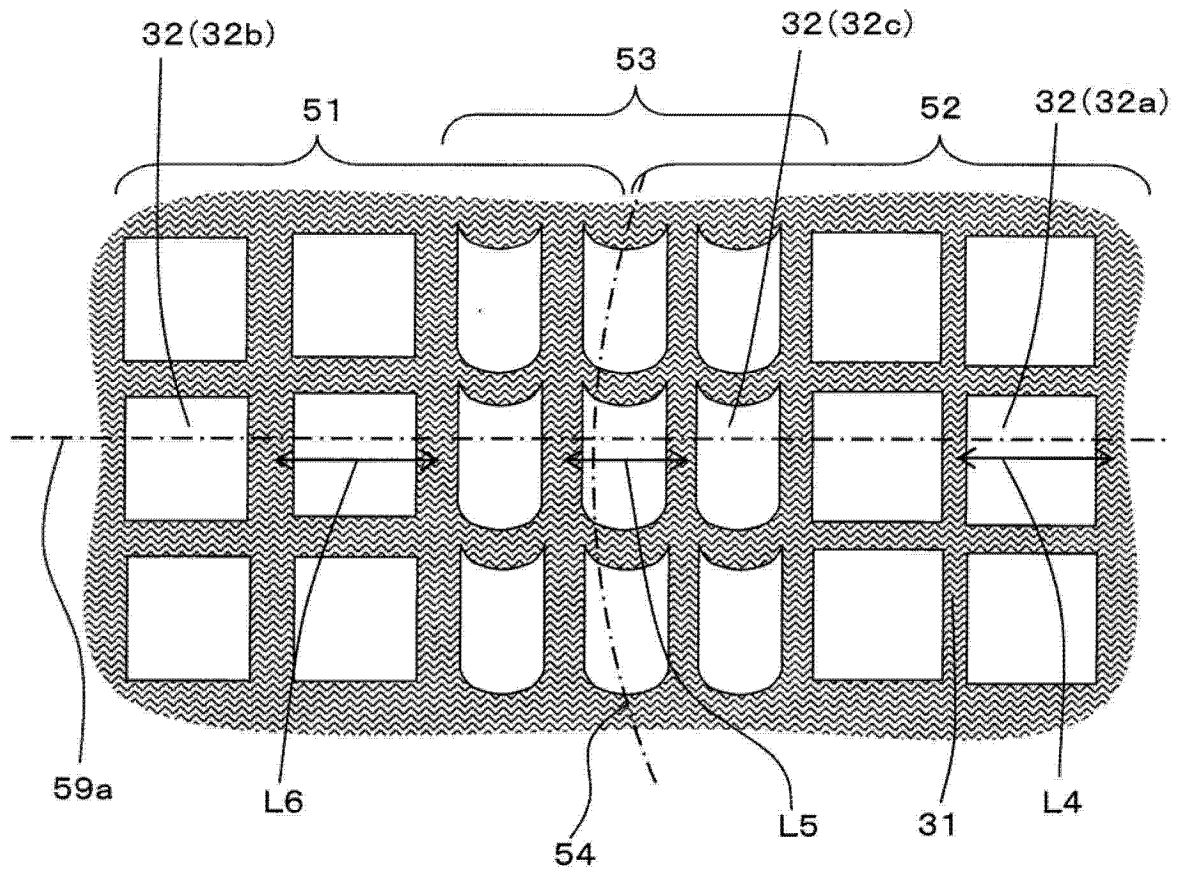


图 16

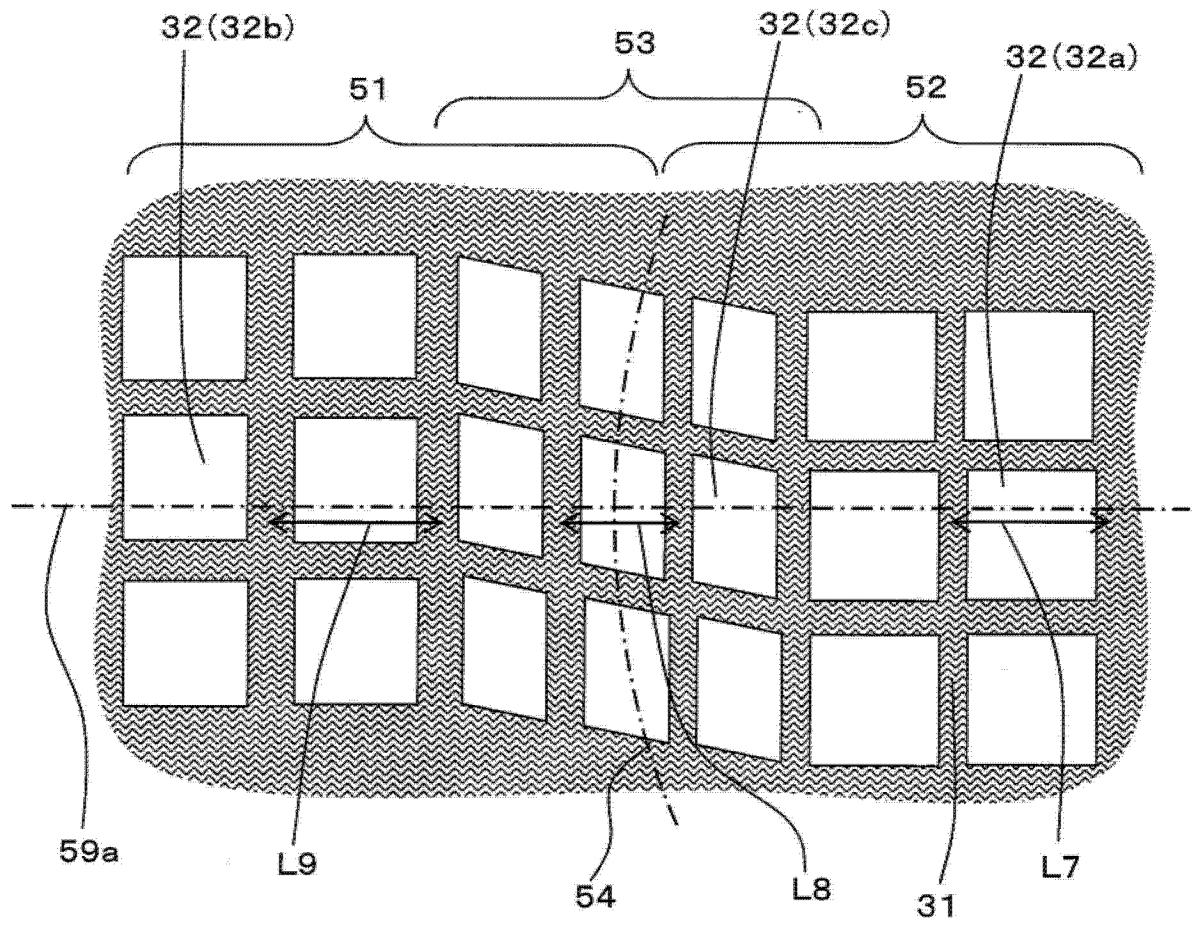


图 17

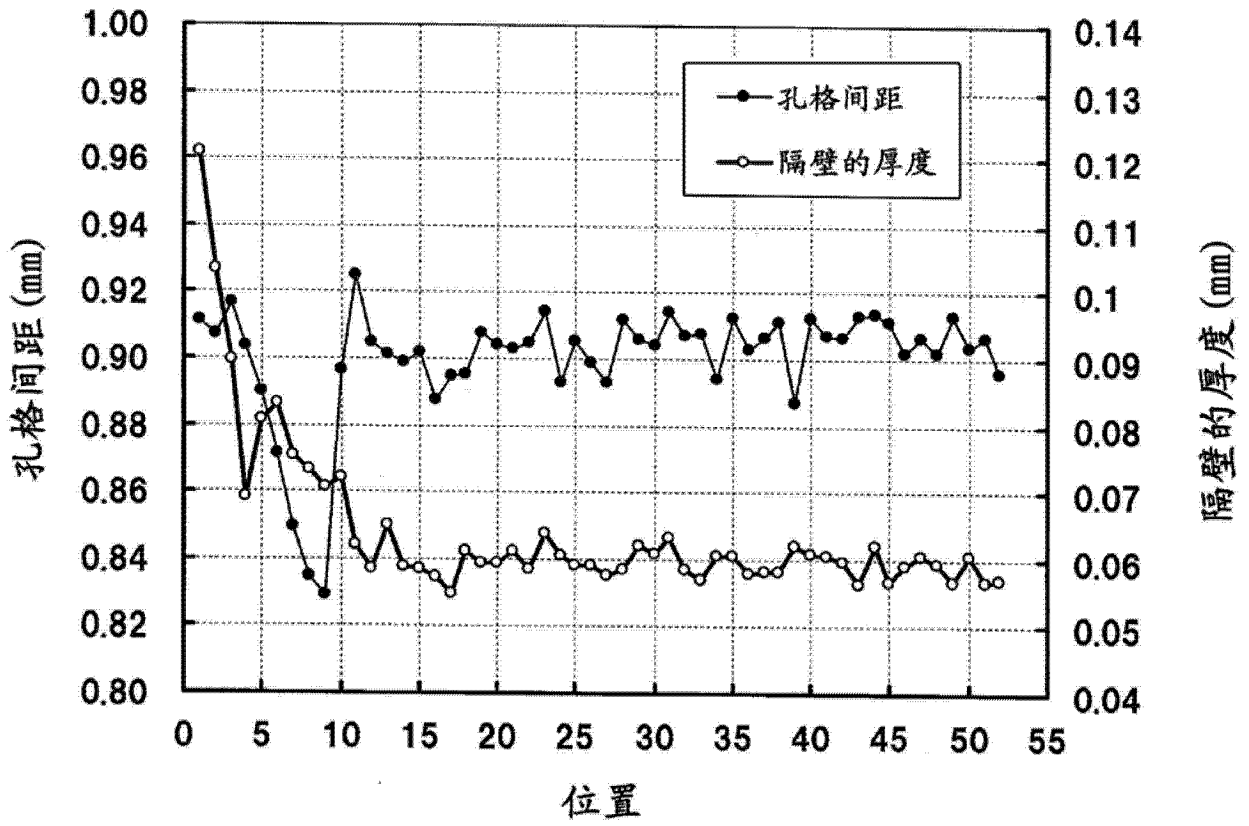


图 18

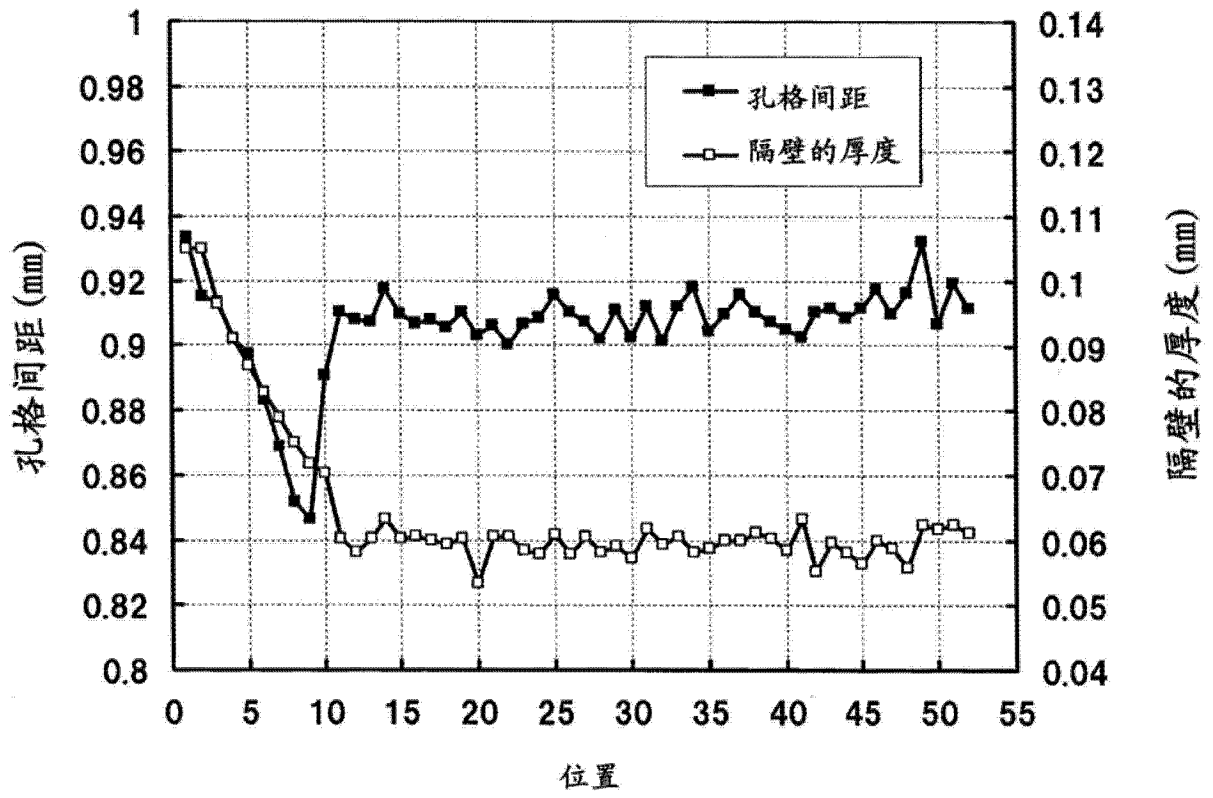


图 19

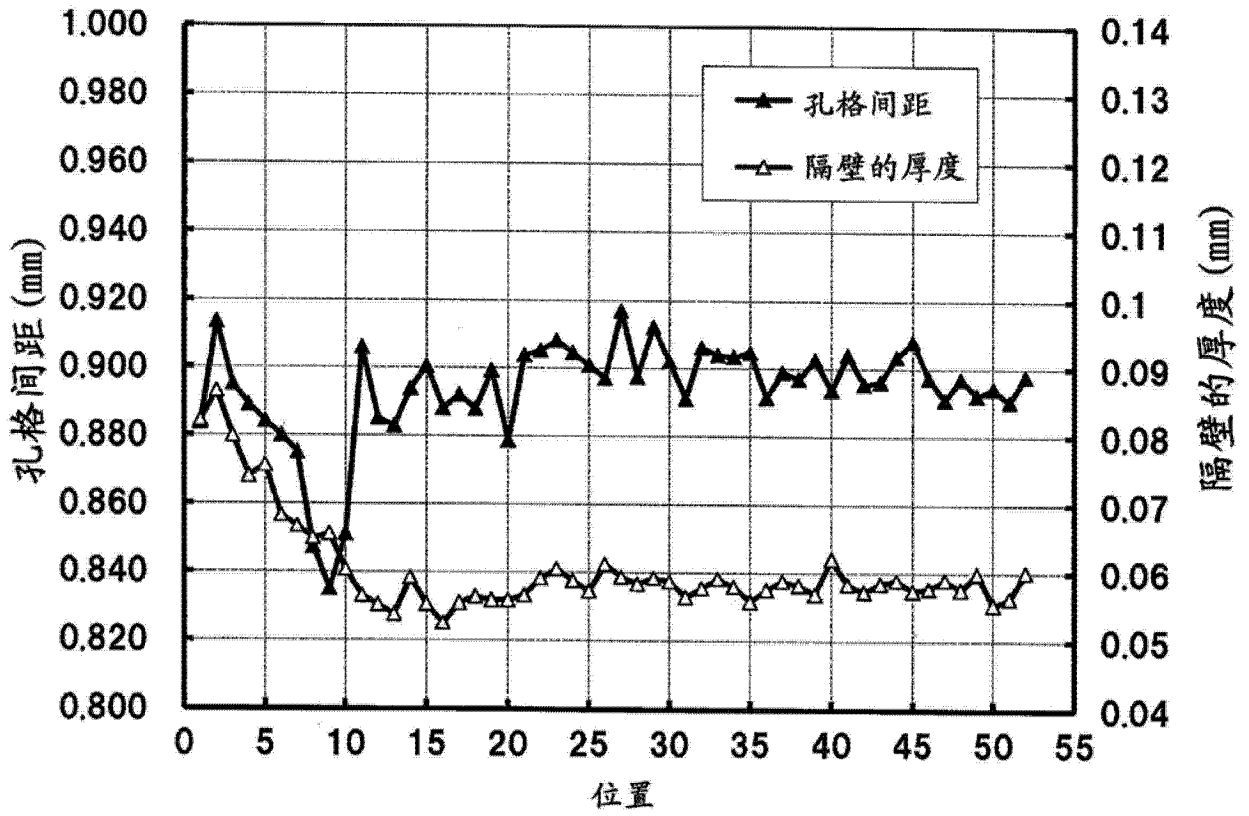


图 20

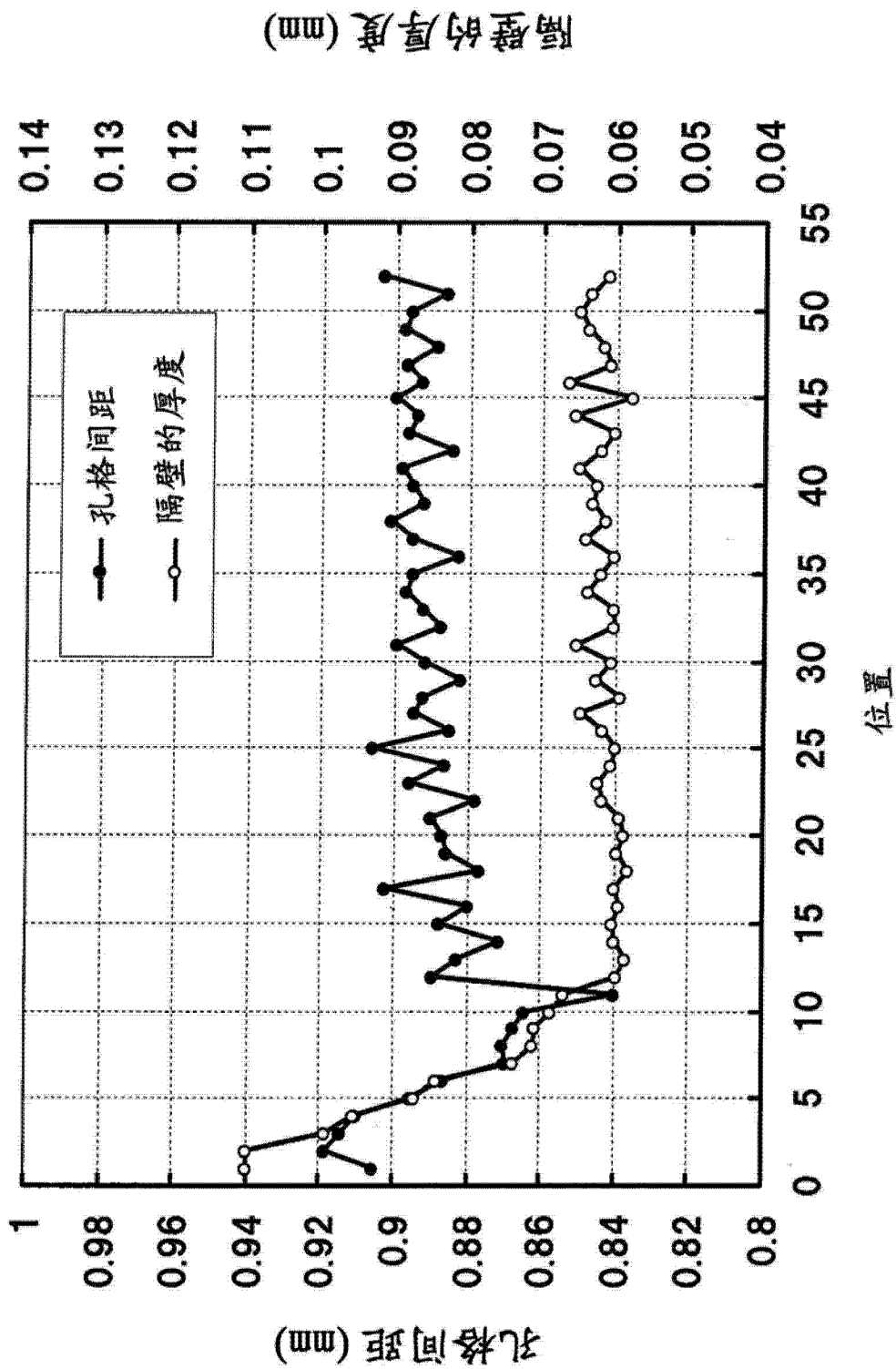


图 21