

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480001813.7

[51] Int. Cl.

B01D 39/20 (2006.01)
B01D 53/94 (2006.01)
B01J 32/00 (2006.01)
B01J 35/04 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007年11月7日

[11] 授权公告号 CN 100346862C

[22] 申请日 2004.10.25
[21] 申请号 200480001813.7
[30] 优先权
 [32] 2003.10.23 [33] JP [31] 363783/2003
[86] 国际申请 PCT/JP2004/015808 2004.10.25
[87] 国际公布 WO2005/039738 日 2005.5.6
[85] 进入国家阶段日期 2005.6.30
[73] 专利权人 揖斐电株式会社
 地址 日本岐阜县
[72] 发明人 大野一茂 押见幸雄
[56] 参考文献
 JP2003236322A 2003.8.26
 WO02096827A1 2002.12.5
 WO03072913A1 2003.9.4
 审查员 万俊杰

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司
 代理人 丁香兰

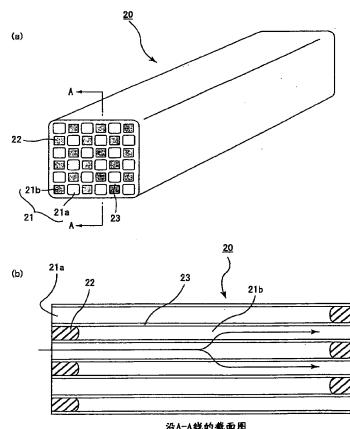
权利要求书 1 页 说明书 25 页 附图 9 页

[54] 发明名称
 蜂窝结构体

[57] 摘要

本发明的目的在于提供一种蜂窝结构体，其可以防止在再生处理时热应力集中在密封入口侧贯通孔组的封孔材料或其附近而产生裂纹。本发明的蜂窝结构体是柱状蜂窝结构体，主要由多孔陶瓷构成，多个贯通孔隔着间隔壁沿长度方向平行分布，其特征在于，所述多个贯通孔包括入口侧贯通孔组和出口侧贯通孔组，所述入口侧贯通孔组是出口侧的端部用封孔材料密封而形成的，其垂直于长度方向的截面面积总和相对较大，所述出口侧贯通孔组是入口侧端部用上述封孔材料密封而形成的，其上述的截面面积总和相对较小；将入口侧的开口率设为 $X(\%)$ ，将出口侧端面包括所述出口侧贯通孔组在内的每 11.8cm^2 的面积上密封所述入口侧贯通孔组的所述封孔材料在 500°C 时的热容量的总和设为 $Y(\text{J/K})$ 时，满足下式(1)和(2)的条件。

$$0.0157X - 0.0678 < Y < 1.15X - 5 \dots (1); 35 \leq X \leq 60 \dots (2)。$$



沿A-A线的截面图

1. 柱状蜂窝结构体，其主要由多孔陶瓷制成，多个贯通孔隔着间隔壁沿长度方向平行分布，其特征在于，所述多个贯通孔包括入口侧贯通孔组和出口侧贯通孔组，所述入口侧贯通孔组是贯通孔的出口侧的端部用封孔材料密封而形成的，其垂直于长度方向的截面面积总和相对较大，所述出口侧贯通孔组是贯通孔的入口侧端部用所述封孔材料密封而形成的，其上述的截面面积总和相对较小；

将入口侧的开口率设为 $X\%$ ，将出口侧端面包括所述出口侧贯通孔组在内的每 11.8cm^2 面积上密封所述入口侧贯通孔组的所述封孔材料在 500°C 时的热容量的总和设为 $Y\text{ J/K}$ 时，满足下式 (1) 和 (2) 的条件：

$$0.0157X-0.0678 < Y < 1.15X-5 \quad \dots (1)$$

$$35 \leq X \leq 60 \quad \dots (2)。$$

2. 如权利要求 1 所述的蜂窝结构体，其中，将出口侧端面包括所述出口侧贯通孔组在内的每 11.8cm^2 面积上密封入口侧贯通孔组的封孔材料在 25°C 时的热容量的总和设为 $Z\text{ J/K}$ 时，还满足下式 (3) 的条件：

$$0.013X-0.09 < Z < 0.7X-2.5 \quad \dots (3)。$$

3. 如权利要求 2 所述的蜂窝结构体，其中，还满足下式 (5) 的条件： $0.05X-0.55 < Z < 0.354X-1 \quad \dots (5)。$

4. 如权利要求 1~3 任意一项所述蜂窝结构体，其中，还满足下式 (4) 的条件： $0.05X-0.55 < Y < 0.574X-2 \quad \dots (4)。$

5. 如权利要求 1 或 2 所述的蜂窝结构体，其中，所述多孔陶瓷为多孔碳化硅。

6. 如权利要求 1 或 2 所述的蜂窝结构体，其中，所述蜂窝结构体是通过密封材料层组合了多个构件的集合型蜂窝结构体。

7. 如权利要求 1 或 2 所述的蜂窝结构体，其中，所述蜂窝结构体是由一个构件构成的一体型蜂窝结构体。

8. 如权利要求 1 或 2 所述的蜂窝结构体，其中，形成有覆盖所述柱状蜂窝结构体外周面的外周密封材料层。

蜂窝结构体

技术领域

此申请以二零零三年十月二十三日申请的日本发明专利申请2003-363783号为在先申请并要求优先权。

本发明涉及用于清除从柴油发动机等内燃机中排放的废气中的颗粒的过滤器及用作催化剂载体等的蜂窝结构体。

背景技术

从巴士、卡车等车辆或建筑机械的内燃机中排放的废气里含有的粉煤灰等颗粒对环境及人体有害近来已成了问题。

于是，作为捕集废气中的颗粒从而得以净化废气的过滤器，提出了各种由多孔陶瓷制成的蜂窝结构体。

以往，作为这种蜂窝结构体，为人所知的有下述这样的过滤器(例如，参考专利文献1，专利文献2，专利文献3)，其设置有2种贯通孔，一种是容积相对较大的贯通孔(下文中也称为大容积贯通孔)组，一种是容积相对较小的贯通孔(下文中也称为小容积贯通孔)组；大容积贯通孔组的废气出口侧以封孔材料密封，同时小容积贯通孔组的废气入口侧还以封孔材料密封；与出口侧被开放的贯通孔(下文中也称为出口侧贯通孔)相比，通过使废气入口侧被开放的贯通孔(下文中也称为入口侧贯通孔)的表面积相对较大，来抑制捕集颗粒时损失压力的增加。作为此种过滤器，已知还有其入口侧贯通孔和出口侧贯通孔的形状分别被制成八边形和四边形的过滤器(例如，参考专利文献4，专利文献5)。

另外，已知还有通过使入口侧贯通孔的孔数多于出口侧贯通孔的孔数而使入口侧贯通孔组的表面积与出口侧贯通孔组相比相对较大的过滤器等(例如，请参考专利文献6，专利文献7的图三)。

换言之，与入口侧贯通孔组的表面积总量和出口侧贯通孔组的表

面积总量相等的蜂窝构造体相比，用作专利文献 1 至 7 中公开的废气净化用过滤器的蜂窝结构体中，入口侧贯通孔组的表面积总量设计地相对较大，所以能够使捕集到的颗粒堆积层厚度变薄，其结果如上所述，可以抑制捕集颗粒时损失压力的增加，提高颗粒的捕集极限值。

并且，当捕集到一定量的颗粒之后，控制发动机使废气温度上升，或使设置在比蜂窝结构体更靠近废气上游的加热器的温度上升，从而使颗粒与高温气体相接触并使其燃烧，进行再生处理。由于颗粒的堆积层厚度变薄，所以得以加快颗粒的燃烧速度。

入口侧贯通孔组表面积与出口侧贯通孔组的表面积相比相对较大的上述蜂窝结构体中，在蜂窝结构体的开口率增大的情况下，由于在蜂窝结构体中贯通孔容积所占的比例加大，实现了低密度、低热容量，从而能够快速升温，并提高了由废气热量等而引起升温时的应答性。

然而，入口侧开口率大的过滤器在再生处理时，存在有密封入口侧贯通孔组所用的封孔材料及其附近(下文中也称为出口侧密封处)容易出现裂缝的问题。

而且，以前关于蜂窝结构体封孔材料的厚度，例如专利文献 8 中有记载优选制成 2mm~5mm。

专利文献 1：特开昭 56-124417 号公报

专利文献 2：特开昭 62-96717 号公报

专利文献 3：美国专利第 4364761 号说明书

专利文献 4：国际公开第 02/10562A1 号小册子

专利文献 5：法国专利发明第 2789327 号说明书

专利文献 6：特开昭 58-196820 号公报

专利文献 7：美国专利第 4417908 号说明书

专利文献 8：美国专利申请公开第 2003/0041730A1 号说明书

发明内容

发明要解决的课题

本发明的发明人鉴于上述问题，经过专心研究查明了再生处理时出

口侧密封处产生裂缝的原因。这是因为如果增大入口侧的开口率 X ，则颗粒更容易在入口侧贯通孔的深部（出口侧）被捕集，而同时蜂窝结构体的热容量变小，在进行再生处理时特别是出口侧密封处温度急剧上升导致局部高温。

于是，本发明的发明人基于所述结果，发现若适当加大出口侧密封处的热容量就可以防止再生处理时出口侧密封处形成局部高温，防止出口侧密封处产生裂缝，从而完成了本发明。

另外，关于入口侧的开口率 X 与密封入口侧贯通孔组的封孔材料的热容量总和 Y 的函数关系，在所述的专利文献 8 中是没有记载和提示的。

解决此课题的方法

换言之，第一方案的本发明蜂窝结构体是多个贯通孔隔着间隔壁沿长度方向并列分布并主要由多孔陶瓷制成的柱状蜂窝结构体。所述的多个贯通孔包括入口侧贯通孔组和出口侧贯通孔组。其中，所述入口侧贯通孔是出口侧端部用封孔材料密封而形成的，垂直于长度方向的截面面积总和相对较大，所述出口侧贯通孔组是入口侧端部用所述封孔材料密封而形成的，所述截面面积总和相对较小。将入口侧的开口率设为 X （%），将出口侧端面包含所述出口侧贯通孔组在内的每 11.8cm^2 面积上密封入口侧贯通孔组的所述封孔材料在 500°C 时的热容量的总和设为 Y （J/K），此时满足下式（1）和（2）的条件。

$$0.0157X - 0.0678 < Y < 1.15X - 5 \quad \dots (1)$$

$$35 \leq X \leq 60 \quad \dots (2)$$

而且，第一方案的本发明的蜂窝结构体优选将出口侧端面包含所述出口侧贯通孔组在内的每 11.8cm^2 面积上密封入口侧贯通孔组的封孔材料在 25°C 时的热容量的总和设为 Z （J/K）时还能够满足下式（3）的条件。

$$0.013X - 0.09 < Z < 0.7X - 2.5 \quad \dots (3)$$

第一方案的本发明的蜂窝结构体优选还能够满足下式（4）的条件。

$$0.05X - 0.55 < Y < 0.574X - 2 \quad \dots (4)$$

第一方案的本发明的蜂窝结构体优选还能够满足下式(5)的条件。

$$0.05X-0.55 < Z < 0.354X-1 \quad \dots (5)$$

第一方案的本发明蜂窝结构体优选多孔陶瓷是多孔碳化硅。

第二方案的本发明蜂窝结构体的特征是，多个第一方案的本发明蜂窝结构体通过密封材料层组合成蜂窝构件，其蜂窝构件的外周面形成有密封材料层。

另外，第一方案的本发明蜂窝结构体，不仅可以用作第二方案的本发明蜂窝结构体的构成部件，也可以单独作为过滤器使用。

在下文中，像第一方案的本发明蜂窝结构体那样整体上由单一个体形成的蜂窝结构体也称为一体型蜂窝结构体，像第二方案的本发明蜂窝结构体那样通过密封材料层将多个陶瓷部件个体组合起来的蜂窝结构体也称为集合体型蜂窝结构体。而且，在不特殊区分一体型蜂窝结构体与集合体型蜂窝结构体时，只称为蜂窝结构体。

发明的效果

第一方案的本发明蜂窝结构体中，入口侧的开口率 X 以及出口侧端面包含所述出口侧贯通孔组在内的每 11.8cm^2 面积上密封入口侧贯通孔组的封孔材料在 500°C 时的热容量的总和 Y 满足上式(1)和(2)的条件，因此进行再生处理时就能防止出口侧密封处形成局部高温，从而能够缓和出口侧密封处的热应力而抑制裂缝的产生。另外，对于入口侧的开口率 X 、出口侧端面包含所述出口侧贯通孔组在内的每 11.8cm^2 面积上密封入口侧贯通孔组的封孔材料在 500°C 时的热容量的总和 Y 和/或密封入口侧贯通孔组的封孔材料在 25°C 时的热容量的总和 Z 的关系，由于满足上式(3)至(5)的条件，因此更能有效地缓和出口侧密封处的热应力，抑制裂缝的产生。

第一方案的本发明蜂窝结构体中，作为多孔陶瓷若使用多孔碳化硅，则在热传导性、耐热性、机械特性及耐化学性等方面将非常出色。

第二方案的本发明蜂窝结构体，是借助密封材料层由多个第一方案的本发明的蜂窝结构体组合而成的，因此可以通过密封材料层降低热应

力而提高耐热性，还可以通过增减第一方案的本发明蜂窝结构体的个数自由调节大小等。当然，第二方案的本发明蜂窝结构体与所述的第一方案的本发明蜂窝结构体具有同样的效果。

附图说明

[图 1] (a) 是示意表示本发明的一体型蜂窝结构体的一个例子的立体图，(b) 是 (a) 中所示的本发明的一体型蜂窝结构体沿 A-A 线的截面图。

[图 2] 是示意表示本发明蜂窝结构体垂直长度方向的截面的截面图。其中在贯通孔数量方面入口侧贯通孔组 101 与出口侧贯通孔组 102 实质上的比例为 1 : 2。

[图 3] (a) ~ (d) 是示意表示本发明的一体型蜂窝结构体垂直长度方向的截面的截面图，(e) 是示意表示以往的一体型蜂窝结构体垂直长度方向的截面的截面图。

[图 4] (a) ~ (f) 是示意表示本发明的一体型蜂窝结构体垂直长度方向的截面的一部分的截面图。

[图 5] 是示意表示本发明的一体型蜂窝结构体垂直长度方向的一个例子的截面图。

[图 6] (a) ~ (d) 是示意表示本发明的一体型蜂窝结构体垂直长度方向的一个例子的截面图。

[图 7] 是示意表示本发明的集合体型蜂窝结构体的一个例子的立体图。

[图 8] 是示意表示设有本发明的蜂窝结构体的车辆废气净化装置的一个例子的截面图。

[图 9] 是示意表示以往的蜂窝结构体的一个例子的截面图。

符号说明

10 集合体型蜂窝结构体

13 密封材料层

- 14 密封材料层
- 15 蜂窝构件
- 20 一体型蜂窝结构体
- 21 贯通孔
- 21a 入口侧贯通孔组
- 21b 出口侧贯通孔组
- 22 封孔材料
- 23 间隔壁

具体实施方式

第一方案的本发明蜂窝结构体是多个贯通孔隔着间隔壁沿长度方向并列分布并主要由多孔陶瓷制成的柱状蜂窝结构体。所述的多个贯通孔包括入口侧贯通孔组和出口侧贯通孔组；入口侧贯通孔组是出口侧端部用封孔材料密封而形成的，长度方向垂直的截面面积总和相对较大，出口侧贯通孔组是入口侧端部用封孔材料密封而形成的，所述截面面积总和相对较小；将入口侧的开口率设为 X (%)，将出口侧端面包含所述出口侧贯通孔组的每 11.8cm^2 面积上密封入口侧贯通孔组的封孔材料在 500°C 时的热容量的总和设为 Y (J/K)，此时满足下式 (1) 和 (2) 的条件。

$$0.0157X - 0.0678 < Y < 1.15X - 5 \quad \dots (1)$$

$$35 \leq X \leq 60 \quad \dots (2)$$

在此，所述入口侧的开口率 X 是指蜂窝结构体的入口侧端面中入口侧贯通孔组的面积总和所占的比率。另外，蜂窝结构体的入口侧端面的总面积是由贯通孔和间隔壁构成的部分的面积总和，入口侧端面的总面积中不包括密封材料层所占的部分。

图 1 (a) 是示意表示本发明的一体型蜂窝结构体的一个例子的立体图，(b) 是 (a) 中所示的本发明的一体型蜂窝结构体沿 A-A 线的截面图。

如图 1 中所示，一体型蜂窝结构体 20 大致为四棱柱状，大量贯通孔 21 隔着间隔壁 23 在其长度方向并列分布。贯通孔 21 包括入口侧贯通孔组 21a 和出口侧贯通孔组 21b 两种贯通孔，其中入口侧贯通孔组 21a 是

用封孔材料 22 将一体型蜂窝结构体 20 的出口侧的端部密封而形成的，出口侧贯通孔组 21b 是用封孔材料 22 将一体型蜂窝结构体 20 的入口侧的端部密封而形成的。相对于出口侧贯通孔组 21b，入口侧贯通孔组 21a 垂直于长度方向的截面面积总和相对较大，隔断这些贯通孔 21 之间的间隔壁 23 起到过滤器的作用。也就是说，流入入口侧贯通孔组 21a 的废气，必须通过间隔壁 23 以后，才能从出口侧贯通孔组 21b 流出。

本发明的一体型蜂窝结构体，在将入口侧的开口率设为 X (%)，将出口侧端面包含所述出口侧贯通孔组在内的每 11.8cm^2 面积上密封入口侧贯通孔组的封孔材料在 500°C 时的热容量的总和设为 Y (J/K) 时，满足下式 (1) 及 (2) 的条件。

$$0.0157X - 0.0678 < Y < 1.15X - 5 \quad \cdots (1)$$

$$35 \leq X \leq 60 \quad \cdots (2)$$

在此，出口侧端面包含所述出口侧贯通孔组在内的每 11.8cm^2 面积上密封所述入口侧贯通孔组的所述封孔材料在 500°C 时的热容量的总和 Y 是指，由间隔壁 23、密封入口侧贯通孔组 21a 的多个封孔材料 22 以及出口侧贯通孔组 21b 所构成的一体型蜂窝结构体 20 的出口侧端面其每 11.8cm^2 面积的端面上，对于该端面所包含的一个或一个以上的封孔材料 22，在 500°C 测量其热容量时的热容量总和。

由于净化废气用过滤器在进行再生处理时达到 500°C 的高温，所以本发明的一体型蜂窝结构体中，出口侧端面包含所述出口侧贯通孔组在内的每 11.8cm^2 面积上密封入口侧贯通孔组 21a 的封孔材料 22 在 500°C 时的热容量的总和 Y 相对入口侧的开口率 X 满足所述式 (1) 的条件。

出口侧端面包含所述出口侧贯通孔组在内的每 11.8cm^2 面积上密封入口侧贯通孔组 21a 的封孔材料 22 在 500°C 时的热容量的总和 Y 的下限为 $0.0157X - 0.0678$ ，上限为 $1.15X - 5$ 。若 $0.0157X - 0.0678 \geq Y$ ，在与入口侧开口率 X 的关系中，密封入口侧贯通孔组 21a 的封孔材料 22 的热容量的总和 Y 过小，因此进行再生处理时，堆积于入口侧贯通孔 21a 深处的颗粒燃烧时产生的热量使出口侧密封处急剧升温，进而由热应力导致了裂缝的产生。另一方面，若 $Y \geq 1.15X - 5$ ，在与入口侧的开口率 X 的关系

中，密封入口侧贯通孔组 21a 的封孔材料 22 的热容量的总和 Y 过大，因此进行再生处理时，堆积于入口侧贯通孔 21a 深处的颗粒燃烧时产生的热量使与密封入口侧贯通孔组 21a 的封孔材料 22 相接的间隔壁 23 急剧升温，而密封入口侧贯通孔组 21a 的封孔材料 22 的升温却很小，在封孔材料 22 和间隔壁 23 的界面附近由热应力导致了裂缝的产生。

出口侧端面包含所述出口侧贯通孔组在内的每 11.8cm^2 面积上密封入口侧贯通孔组 21a 的封孔材料 22 在 500°C 时的热容量的总和 Y 优选的下限为 $0.05X-0.55$ ，优选的上限为 $0.574X-2$ 。也就是说，本发明的一体型蜂窝结构体优选还能满足下式 (4) 的条件。

$$0.05X-0.55 < Y < 0.574X-2 \quad \dots (4)$$

另外，由于净化废气用过滤器在进行再生处理时要从常温 (25°C 左右) 升温到 500°C 左右，所以本发明的一体型蜂窝结构体中，出口侧端面包含所述出口侧贯通孔组在内的每 11.8cm^2 面积上密封入口侧贯通孔组 21a 的封孔材料 22 在 25°C 时的热容量的总和 Z (J/K)，相对入口侧的开口率 X 优选能够满足下式 (3) 的条件，而且，更优选还能满足下式 (5) 的条件。

$$0.013X-0.09 < Z < 0.7X-2.5 \quad \dots (3)$$

$$0.05X-0.55 < Z < 0.354X-1 \quad \dots (5)$$

所述入口侧的开口率 X 的下限为 35%，上限为 60%。如果入口侧的开口率 X 低于 35% 或超过 60%，就不易在入口侧贯通孔 21a 的深处捕集颗粒，因此没有必要特意调整入口侧的开口率 X 与密封入口侧贯通孔 21a 组的封孔材料 22 的热容量总和 Y 之间的关系。所述入口侧的开口率 X 优选的下限为 40%，优选的上限为 55%。

本发明的一体型蜂窝结构体中，对于入口侧的开口率 X 以及出口侧端面包含所述出口侧贯通孔组在内的每 11.8cm^2 面积上密封入口侧贯通孔组的封孔材料在 500°C 时的热容量的总和 Y，由于满足上式 (1) 和 (2) 的条件，从而能够缓和出口侧密封处的热应力，抑制裂缝的产生。另外，对于入口侧的开口率 X、出口侧端面包含所述出口侧贯通孔组在内的每 11.8cm^2 面积上密封入口侧贯通孔组的封孔材料在 500°C 时的热容量的总

和 Y 和/或与密封入口侧贯通孔组的封孔材料在 25℃时的热容量的总和 Z 的关系，由于满足上式 (3) 至 (5) 的条件，因此在出口侧密封处则更能有效地缓和由温度急剧上升引发的热应力，进而能够抑制裂缝的产生。

另外，通过适宜选择例如封孔材料 22 的材质、封孔材料 22 的厚度（填充至入口侧贯通孔组 21a 的填充量）等，来决定密封入口侧贯通孔组 21a 的封孔材料 22 的热容量总和 Y 以及密封入口侧贯通孔组的封孔材料在 500℃时的热容量的总和 Z，以满足所述式 (1) 至 (5) 的条件。

一体型蜂窝结构体 20 主要由多孔陶瓷制成。作为其材料，可以例举出氮化铝、氮化硅、氮化硼、氮化钛等氮化物陶瓷；碳化硅、碳化锆、碳化钛、碳化钽、碳化钨等碳化物陶瓷；氧化铝、氧化锆、堇青石、莫来石、二氧化硅等氧化物陶瓷等。而且，一体型蜂窝结构体 20 也可以是硅与碳化硅的复合物、钛酸铝等由两种或两种以上的材料形成的物质。

制造一体型蜂窝结构体 20 时使用的陶瓷颗粒，虽然对其直径没有特殊的限制，但优选以在之后的烧制过程中收缩少的材料。例如，由 100 重量份平均粒径在 $0.3\ \mu\text{m}\sim 50\ \mu\text{m}$ 的粉末与 5 重量份 \sim 65 重量份平均粒径在 $0.1\ \mu\text{m}\sim 1.0\ \mu\text{m}$ 程度的粉末组合后的物质很理想。以上述比例混合上述直径的陶瓷粉末，就可以制造出由多孔陶瓷形成的一体型蜂窝结构体。

另外，构成一体型蜂窝结构体 20 的封孔材料 22 和间隔壁 23 优选由同种多孔陶瓷制成。这样不仅可以增强两者的粘结强度，同时通过将封孔材料 22 的气孔率调整成和间隔壁 23 同样，可以调和间隔壁 23 和封孔材料 22 的热膨胀率，从而可以防止制造和使用因热应力而在封孔材料 22 与间隔壁 23 之间产生缝隙，还可以防止封孔材料 22 以及与封孔材料 22 相接触的间隔壁 23 产生裂缝。

为调整封孔材料 22 的热容量，除了所述陶瓷以外，其中也可以含有金属等物质。

上文所说的金属没有特殊的限制，可举例为铁、铝、金属硅(Si)等。这些金属可单独使用，也可以同时使用两种或两种以上。

密封材料 22 的厚度没有特殊限制，比如封孔材料 22 由多孔碳化硅

制成时，由于碳化硅在 25℃时的比热容量为 690J/K·kg，在 500℃时的比热容量为 1120J/K·kg，为满足所述式 (1) 和 (2) 的条件，厚度优选为 1mm~40mm，为满足所述式 (3) 和 (4) 的条件，厚度更优选为 3mm~20mm。

间隔壁 23 的厚度没有特殊限制，优选的下限为 0.1mm，优选的上限为 1.2mm。若少于 0.1mm，一体型蜂窝结构体 20 的强度会不够。若超过 1.2mm，由于与密封入口侧贯通孔组 21a 的封孔材料 22 相连接部分的间隔壁 23 不易升温，在封孔材料 22 和间隔壁 23 的交界附近处会由热应力而产生裂缝。

一体型蜂窝结构体 20 的气孔率没有特殊限制，优选的下限为 20%，优选的上限为 80%。若低于 20%，则很快引起一体型蜂窝结构体 20 堵塞。另一方面，若超过 80%，一体型蜂窝结构体 20 的强度降低而容易引起破损。

另外，所述的气孔率可以通过水银压入法、阿基米德法以及扫描式电子显微镜 (SEM) 等以往众所周知的方法进行测定。

一体型蜂窝结构体 20 的平均气孔径的优选下限为 1 μ m，优选上限为 100 μ m。若低于 1 μ m，颗粒容易引起堵塞。另一方面，若超过 100 μ m，则颗粒穿过气孔，不能捕集到该颗粒，所以不能起到过滤器的作用。

虽然图 1 中示出的一体型蜂窝结构体 20 大致呈四棱柱状，但本发明中的一体型蜂窝结构体的形状只要为柱状即可，没有特殊的限制。比如说，可以是与长度方向垂直的截面形状为多边形、圆形、椭圆形、扇形等的柱状体。

并且，本发明中的一体型蜂窝结构体的贯通孔由称为入口侧贯通孔组和出口侧贯通孔组的两种贯通孔组成。其中，入口侧贯通孔组是出口侧端部用封孔材料密封而形成的，垂直于长度方向的截面面积总和相对较大，出口侧贯通孔组的入口侧端部用封孔材料密封而形成的，所述截面面积总和相对较小。

另外，作为所述的入口侧贯通孔组和所述出口侧贯通孔组的组合，包括以下三种情况。(1) 构成入口侧贯通孔组的每个贯通孔和构成出口

侧贯通孔组的每个贯通孔垂直于长度方向的截面面积相同，而且构成入口侧贯通孔组的贯通孔数量更多；（2）构成入口侧贯通孔组的每个贯通孔和构成出口侧贯通孔组的每个贯通孔的所述截面面积不同，而且两者的贯通孔数量不同；（3）构成入口侧贯通孔组的每个贯通孔和构成出口侧贯通孔组的每个贯通孔相比，构成入口侧贯通孔组的每个贯通孔的所述截面面积更大，并且两者的贯通孔数量相同。

并且，构成入口侧贯通孔组的每个贯通孔和/或构成出口侧贯通孔组的每个贯通孔，各自可以由形状或是垂直于长度方向的截面面积等相同的一种贯通孔构成，也可以各自由形状或是垂直于长度方向的截面面积等不同的两种或两种以上的贯通孔构成。

另外，本发明的蜂窝结构体中，作为基本单位的形状不断重复。从其基本单位来看，入口侧贯通孔组和出口侧贯通孔组的截面的面积比不同。然而，靠近外周的部分中，存在有基本单位中缺少的部分，该部分不符合所述原则。因此，精确测定至外周的1~2个单元的情况下，若包含在本发明的蜂窝结构体中时，应除去那1~2个单元后计算，或是除去非基本单位的重复部分后再计算。具体地说，如图9所示，除外周附近以外的部分中，贯通孔垂直长度方向的截面形状完全相同且截面形状相同的贯通孔的任意的一端被密封的同时，从整体来看各端面的密封处与开放处相间交替存在的蜂窝状结构，不包括在本发明的蜂窝结构体中。

关于净化废气用过滤器，当对捕集颗粒后压力损失上升的净化废气用过滤器进行再生处理时，要使颗粒燃烧。颗粒中除了通过燃烧可以消除的碳元素以外，还包含燃烧后形成氧化物的金属等，这些在净化废气用过滤器中作为灰烬残留下来。灰烬通常残留在净化废气用过滤器的出口附近，所以构成净化废气用过滤器的贯通孔的出口附近渐渐被灰烬填充，被灰烬填充部分的体积随之增大，同时，作为净化废气用过滤器起作用的部分则渐渐缩小。于是，当灰烬的蓄积量过多时，已经不能起到过滤器的作用，需要从排气管取下，进行反向清洗以清除净化废气用过滤器中的灰烬，或者废弃该净化废气用过滤器。

与入口侧贯通孔组的容积和出口侧贯通孔组的容积相同的结构体相

比，本发明的一体型蜂窝结构体即使有灰烬蓄积，起净化废气用过滤器作用的部分的容积（面积）的减少比率小，由灰烬引起的压力损失也很小。因此，可以使截至必须进行反向清洗的期间延长，并延长作为净化废气用过滤器的寿命。从而，可以大幅度地削减由反向清洗和更换所带来的必要的维护保养费用。

关于本发明的一体型蜂窝结构体，不仅在构成入口侧贯通孔组的贯通孔和与其相邻的构成出口侧贯通孔组的贯通孔之间的间隔壁蓄积有颗粒，而且在构成入口侧贯通孔组的相贯通孔之间的间隔壁也同样蓄积有颗粒。发现，这是因为开始捕集颗粒后不久，气体从构成入口侧贯通孔组的贯通孔流向构成出口侧贯通孔组的贯通孔，颗粒会在构成入口侧贯通孔组的贯通孔和构成出口侧贯通孔组的贯通孔之间的间隔壁上沉积下来。随着颗粒的捕集越来越多形成颗粒层以后，气体难以流至构成入口侧贯通孔组的贯通孔和构成出口侧贯通孔组的贯通孔之间的间隔壁，渐渐在构成入口侧贯通孔组的贯通孔之间的间隔壁处形成气流。因此，当进行了一段时间的颗粒捕集后，在构成入口侧贯通孔组的贯通孔的间隔壁处也会同样地出现颗粒的沉积。

因此，假设开口率不变，与构成入口侧贯通孔组的贯通孔之间不存在共有的间隔壁的过滤器进行比较后发现，由于本发明的一体型蜂窝结构体的可供过滤的间隔壁表面积更大，蓄积等量的颗粒以后，可以减少间隔壁上沉积颗粒的厚度。所以，本发明的一体型蜂窝结构体，开始使用后随着时间的推移渐渐上升的压力损失的上升率变小，从作为过滤器而使用的期间的总体来考虑时能够降低压力损失。

一体型蜂窝结构体 20 中，开口率比（入口侧的开口率 X/出口侧的开口率）优选的下限是 1.5，优选的上限是 8.0。若低于 1.5，灰烬的蓄积量迅速增大，压力损失增加，而且，由于为降低压力损失必须减小间隔壁厚度，那么一体型蜂窝结构体 20 的强度会不够。另一方面，若超过 8.0，因为出口侧的开口率过小，由通过出口侧贯通孔组 21b 时产生的摩擦引起的压力损失增加地过大。

关于一体型蜂窝结构体 20，尽管对构成入口侧贯通孔组 21a 的贯通

孔的数量及构成出口侧贯通孔组 21b 的贯通孔的数量没有特殊限制，但优选实际上为相同数量。这样的话，可以将难以参与废气过滤的间隔壁降至最小限度，抑制由通过贯通孔入口侧时的摩擦和/或通过贯通孔出口侧时的摩擦引起的压力损失过多地上升。如图 2 所示，与入口侧贯通孔组 101 和出口侧贯通孔组 102 的实际贯通孔数量比为 1:2 的蜂窝结构体 100 进行比较，在贯通孔数量实际相同的情况下，由于通过贯通孔出口侧时产生的摩擦所带来的压力损失较小，蜂窝结构体整体的压力损失也变低。

在本发明的蜂窝结构体中垂直于长度方向的截面上有构成大容积贯通孔组的贯通孔及构成小容积贯通孔组的贯通孔，下面对其构成的具体事例进行说明。

图 3 (a) ~ (d) 及图 4 (a) ~ (f) 是示意说明本发明的一体型蜂窝结构体中垂直于长度方向的截面的截面图，图 3 (e) 是示意说明以往的一体型蜂窝结构体中垂直于长度方向的截面的截面图。

图 3(a) 中所示的一体型蜂窝结构体 110 的所述开口率比约为 1.55，对于图 3 (b) 中所示的一体型蜂窝结构体 120，该值约为 2.54，对于图 3 (c) 中所示的一体型蜂窝结构体 130，该值约为 4.45，对于图 3 (d) 中所示的一体型蜂窝结构体 140，该值约为 9.86。而且，图 4 (a)、(c)、(e) 的所述开口率均约为 4.45，对于图 4 (b)、(d)、(f)，该值均约为 6.00。

另外，如图 3 (d) 中所示的一体型蜂窝结构体 140 那样，若所述开口率较大，那么构成出口侧贯通孔组的小容积贯通孔 141b 的容积就过小，因此初期的压力损失也会过度增大。

图 3 (a) ~ (d) 中所有构成入口侧贯通孔组的大容积贯通孔 111a、121a、131a、141a 的所述截面形状为八边形，构成出口侧贯通孔组的小容积贯通孔 111b、121b、131b、141b 的所述截面形状为四边形（正方形），它们交替排列，通过改变小容积贯通孔的截面面积，并对大容积贯通孔的截面形状稍加改变，可以容易地随意改变所述开口率比。同样地，关于图 4 中所示的一体型蜂窝结构体，也可以随意改变其开口率比。

另外,图 3(e)中所示的一体型蜂窝结构体 150 的入口侧贯通孔 152a 及出口侧贯通孔 152b 的所述截面形状皆为四边形,一个个交替排列。

图 4(a)~(b)中所示的一体型蜂窝结构体 160、260 中,构成入口侧贯通孔组的大容积贯通孔 161a、261a 的所述截面形状为五边形,其中的三个角几乎呈直角;构成出口侧贯通孔组的小容积贯通孔 161b、261b 的所述截面形状为四边形,五边形和四边形各自占据大四边形对角部分。在图 4(c)~(d)中所示的一体型蜂窝结构体 170、270 中,是图 3(a)~(d)中所示的所述截面形状变形后的形状,是将构成入口侧贯通孔组的大容积贯通孔 171a、271a 和构成出口侧贯通孔组的小容积贯通孔 171b、271b 共用的间隔壁带有一定的曲率朝向小容积贯通孔一侧弯曲后的形状。这个曲率可以是任意的数字,例如构成间隔壁的曲线可以相当于 1/4 圆。此时,其所述开口率比为 3.66。因此,图 4(c)~(d)中所示的一体型蜂窝结构体 170、270 中,与构成间隔壁的曲线相当于 1/4 圆的截面相比,小容积贯通孔 171b、271b 的所述截面面积更小。图 4(e)~(f)中所示的一体型蜂窝结构体 180、280 中,构成入口侧贯通孔组的大容积贯通孔 181a、281a 和构成出口侧贯通孔组的小容积贯通孔 181b、281b 均是四边形(长方形),两者上下相邻连接而形成长方形的结构单元,所述结构单元上下方向相接连,左右方向互不相同。

作为本发明的蜂窝结构体中垂直于长度方向的截面上构成入口侧贯通孔组的贯通孔及构成出口侧贯通孔组的贯通孔的结构的其他实例可以举出以下的例子。例如,图 5 中所示的一体型蜂窝结构体 190 中构成入口侧贯通孔组的大容积贯通孔 191a 及构成出口侧贯通孔组的小容积贯通孔 191b 的结构;图 6(a)~(d)中所示的一体型蜂窝结构体 200、210、220、230 中构成入口侧贯通孔组的大容积贯通孔 201a、211a、221a、231a 及构成出口侧贯通孔组的小容积贯通孔 201b、211b、221b、231b 的结构。

而且,一体型蜂窝结构体 20 中,也可以载负能净化废气中的 CO、烃(HC)和 NO_x 等的催化剂。

通过载负这样的催化剂,一体型蜂窝结构体 20 作为捕集废气中颗粒的过滤器起作用的同时,还可以作为净化废气中含有的 CO、HC 和 NO_x 等

的催化剂转换器发挥作用。

作为一体型蜂窝结构体 20 中载负的催化剂，只要是能够净化废气中的 CO、HC 和 NO_x 等的催化剂就没有特殊限制，例如铂、钯、铑等贵金属。其中，由铂、钯、铑组成的所谓三元催化剂是优选的。并且，作为加入贵金属的辅助催化剂，也可以载负碱金属（元素周期表第 1 列）、碱土金属（元素周期表第 2 列）、稀土元素（元素周期表第 3 列）、过渡金属元素等。

所述催化剂既可以载负于一体型蜂窝结构体 20 的气孔的表面，也可以有一定厚度地载负于间隔壁 23 上。另外，所述催化剂既可以在间隔壁 23 的表面和/或气孔的表面上均匀地载负，也可以集中在某一个固定之处。其中，优选在构成入口侧贯通孔组的贯通孔 21 内的间隔壁 23 的表面或者表面附近的气孔表面载负，若能在两个地方都载负则更加理想。这是因为可以使所述催化剂与颗粒更易于接触，从而使颗粒有效地燃烧。

另外，将所述催化剂加载到一体型蜂窝结构体 20 时，优选事先用氧化铝等担载材料覆盖其表面之后再加载所述催化剂。这样，可以加大比表面积，提高催化剂的分散度，增加催化剂的反应部位。而且，因为可以通过担载材料防止催化剂金属的烧结，也提高了催化剂的耐热性。进而可减小压力损失。

载负了所述催化剂的本发明的一体型蜂窝结构体，作为与以往众所周知的含催化剂 DPF（狄赛尔颗粒过滤器）相同的气体净化装置发挥作用。因此，在这里省略对本发明的一体型蜂窝结构体作为催化剂载体发挥作用的情况的详细说明。

本发明的一体型蜂窝结构体，可以单独作为一体型过滤器使用，但优选借助密封材料层将多个结合在一起作为集合体型过滤器使用。通过制成所述集合体型过滤器，可以减少由所述密封材料层引起的热应力，提高过滤器的耐热性，还可以通过增减本发明的一体型蜂窝结构体的个数来自由调整过滤器的大小。

另外，一体型过滤器和集合体型过滤器具有同样的功能。

另外，由本发明的一体型蜂窝结构体制成的一体型过滤器中，作为

其材料通常使用堇青石等氧化物陶瓷。这是因为这样不仅能够廉价地进行制造，而且热膨胀系数较小，所以制造和使用由热应力引起的过滤器的破损的可能性小。

另外，尽管图 1 中没有给出，但由本发明的一体型蜂窝结构体制成的一体型过滤器中，与下文中的本发明的集合体型蜂窝结构体相同，外周面上形成的密封材料层优选是由比本发明的一体型蜂窝结构体更难以透过气体的材料形成的。由于在外周面形成所述的密封材料层，所以通过所述密封材料层可以压缩本发明的一体型蜂窝结构体，可以提高强度，防止伴随裂缝产生的陶瓷颗粒脱落。

本发明的集合体型蜂窝结构体中，本发明的一体型蜂窝结构体通过密封材料层将数个个体组合成蜂窝构件，并在其蜂窝构件的外周面形成有密封材料层。该结构体作为集合体型过滤器发挥作用。

图 7 是示意表示本发明的集合体型蜂窝结构体的一个例子的立体图。在图 7 中所示的集合体型蜂窝结构体中，所述大量贯通孔包括入口侧贯通孔组和出口侧贯通孔组。入口侧贯通孔组是出口侧端部用封孔材料密封而形成的，垂直于长度方向的截面面积总和相对较大，出口侧贯通孔组是入口侧端部用封孔材料密封而形成的，所述截面面积总和相对较小。

如图 7 所示，集合体型蜂窝结构体 10 用作净化废气的过滤器，其中，一体型蜂窝结构体 20 通过密封材料层 14 将数个个体结合成蜂窝构件 15，并为防止泄漏废气而在蜂窝构件 15 的周围形成有密封材料层 13。

另外，关于集合型蜂窝结构体 10，作为构成一体型蜂窝结构体 20 的材料，优选在热传导性、耐热性、机械特性及耐化学性等方面比较出色的碳化硅。

在集合体型蜂窝结构体 10 中，密封材料层 14 形成在一体型陶瓷结构体 20 之间，作为束结多个一体型陶瓷结构体 20 的粘着剂发挥作用。而另一方面，密封材料层 13 形成在蜂窝构件 15 的外周面上，作为密封材料发挥作用，当将集合体型蜂窝结构体 10 安装于内燃机的废气排放通路时，防止通过贯通孔的废气经蜂窝构件 15 的外周面漏出。

另外，在集合体型蜂窝结构体 10 中，密封材料层 13 与密封材料层 14 既可以由相同的材料组成，也可以由不同的材料组成。并且，当密封材料层 13 和密封材料层 14 由相同的材料组成时，其材料的混合比例可以相同，也可以不同。

但是，虽然密封材料层 14 既可以由致密体形成，也可以为了能让废气流入内部而由多孔的材料形成，但密封材料层 13 优选由致密体形成。因为形成密封材料层 13 是为了将集合体型蜂窝结构体 10 安装于内燃机的废气排放通路时，防止废气从蜂窝构件 15 的外周面漏出。

对构成密封材料层 13 及密封材料层 14 的材料没有特殊限制。例如可以由无机粘合剂、有机粘合剂、无机纤维和/或无机颗粒组成。

作为所述的无机粘合剂，可以例举硅溶胶、铝溶胶等物质。这些物质既可以单独使用，也可以两种或两种以上混合使用。所述的无机粘合剂中，优选硅溶胶。

作为所述的有机粘合剂，可以例举聚乙烯醇、甲基纤维素、乙基纤维素、羧甲基纤维素等。这些物质既可以单独使用，也可以两种或两种以上混合使用。所述的有机粘合剂中，优选羧甲基纤维素。

作为所述无机纤维，可以例举氧化硅-氧化铝、莫来石、氧化铝、氧化硅等陶瓷纤维等。这些物质既可以单独使用，也可以两种或两种以上混合使用。所述的无机纤维中，优选氧化硅-氧化铝纤维。

作为所述无机颗粒，可以例举碳化物、氮化物等，具体可以举出由碳化硅、氮化硅、氮化硼等形成的无机粉末或须晶。这些物质既可以单独使用，也可以两种或两种以上混合使用。所述的无机颗粒中，优选热传导性出色的碳化硅。

另外，如上所述，直接使用本发明的一体型蜂窝结构体作为净化废气用过滤器时，也可以在本发明的一体型蜂窝结构体的外周面设置像本发明的集合体型蜂窝结构体那样的密封材料层。

尽管图 7 中给出的集合体型蜂窝结构体 10 为圆柱状，但作为本发明的集合型蜂窝结构体的形状，只要是柱状即可，没有什么特殊限制。例如垂直于长度方向的截面形状为多边形、椭圆形等的柱体。本发明的集

合型蜂窝结构体，既可以束结多个本发明的一体型蜂窝结构体后再加工，使其垂直于长度方向的截面呈多边形、圆形或是椭圆形等，也可以事先对本发明的一体型蜂窝结构体的所述截面形状进行加工之后再用密封材料束结。例如，垂直于长度方向的截面形状为 1/4 圆的扇形的柱体，束结四个这样形状的本发明的一体型蜂窝结构体，可以制成圆柱状的本发明的集合型蜂窝结构体。

下面，对所述的本发明的蜂窝结构体的制造方法的一个例子进行说明。

以本发明的蜂窝结构体总体是由一个烧结体构成的一体型过滤器为例。首先，使用上文所述的陶瓷为主成分的原料浆料进行挤出成型，制作与本发明的一体型蜂窝结构体形状大致相同的陶瓷成型体。此时，结合贯通孔的密度，选择贯通孔包括大容积贯通孔和小容积贯通孔两种贯通孔的挤出成型中使用的模具。

作为所述的原料浆料并没有特殊限制，但是制作后的本发明的一体型蜂窝结构体的气孔率优选为 20%~80%。例如，可以举出加有粘合剂及分散剂液体等的上文所述的陶瓷粉末。

作为所述的粘合剂并没有特殊限制，例如甲基纤维素、羧甲基纤维素、羟乙基纤维素、聚乙二醇、酚树脂、环氧树脂等。

所述的粘合剂的混合量通常优选相对 100 重量份陶瓷粉末加入 1~10 重量份粘合剂。

作为所述分散剂液体并没有特殊限制，例如苯等有机溶剂、甲醇等醇类、水等。

所述分散剂液体要适量混合，以使所述原料浆料的粘度达到一定范围。

这些陶瓷粉末、粘合剂以及分散剂液体，要经粉碎机等混合，经捏和机等的充分搅拌揉和后挤出成型。

而且，在所述原料浆料中也可以根据需要添加成型助剂。

作为所述的成型助剂没有特殊限制，例如乙二醇、糊精、脂肪酸皂、聚醇等。

再者，在所述原料浆料中，也可以根据需要添加以氧化物类陶瓷为成分的微小中空球体如中空球、球状丙烯酸粒子、石墨等造孔剂。

作为所述的中空球没有特殊限制，例如，氧化铝中空球、玻璃中空球、火山灰(shirasu)中空球、飞灰中空球(FA中空球)、莫来石中空球等。其中，优选飞灰中空球。

然后，使用微波干燥机、热风干燥机、介电干燥机、减压干燥机、真空干燥机、冷冻干燥机等干燥所述陶瓷成型体，制成陶瓷干燥体。接下来，在入口侧贯通孔组的出口侧端部以及出口侧贯通孔组的入口侧端部填充将成为封孔材料的封孔材料浆料封住贯通孔，其填充量应满足所述式(1)的条件。

作为所述封孔材料浆料虽然没有特殊限制，但优选该物质经过后期工序制造的封孔材料的气孔率为20%~80%。例如，可以使用与所述原料浆料同样的物质，而更优选添加有陶瓷纤维、由上文所述金属形成的粉末、润滑剂、溶剂、分散剂、粘合剂等所述原料浆料中使用的陶瓷粉末。因为这样不仅可以对经过后期工序制造的封孔材料的热容量进行调整，还可以防止在所述封口处理过程中封孔材料浆料里的陶瓷颗粒沉淀。

作为所述陶瓷纤维没有特殊限制，例如氧化硅-氧化铝、莫来石、氧化铝、氧化硅等。这些既可以单独使用，也可以两种或两种以上混合使用。

接下来，将填充了所述封孔材料浆料的陶瓷干燥体在规定条件下进行脱脂、烧制，就可以制成由多孔陶瓷组成且其总体是由一个烧结体构成的本发明的一体型蜂窝结构体。

所述陶瓷干燥体的脱脂及烧制条件可以应用以往制造由多孔陶瓷制成的过滤器时的条件。

另外，向本发明的一体型蜂窝结构体中加载催化剂时，优选在烧制后得到的陶瓷成型体的表面上形成比表面积较高的氧化铝膜，然后在氧化铝膜的表面上载负辅助催化剂以及铂等催化剂。

作为在所述陶瓷成型体的表面上形成氧化铝膜的方法，例如有用含 $Al(NO_3)_3$ 等铝化合物的溶液浸泡陶瓷成型体并加热的方法、用含氧化铝

粉末的溶液浸泡陶瓷成型体并加热的方法。

作为在所述氧化铝膜上添加辅助催化剂的方法，例如有用含有 Ce (NO₃)₃ 等稀土元素的金属化合物的溶液浸泡陶瓷成型体并加热的方法。

作为在所述氧化铝膜上添加催化剂的方法，例如有用二硝基二胺硝酸铂溶液 ([Pt (NH₃)₂ (NO₂)₂] HNO₃, 铂浓度为 4.53 重量%) 等浸泡陶瓷成型体并加热的方法。

另外，如图 7 所示，将本发明的一体型蜂窝结构体 20 通过密封材料层 14 将多个个体束结构成集体型蜂窝结构体 10 时，在一体型蜂窝结构体 20 的侧面，将成为密封材料层 14 的密封浆料以均匀的厚度涂抹形成密封浆料层 81，再在此密封浆料层 81 上反复依次层叠其他的一体型蜂窝结构体 20，制作规定大小的棱柱状的一体型蜂窝结构体 20 的层叠体。

关于构成所述密封浆料的材料，因前已说明在此省略。

接下来，加热此一体型蜂窝结构体 20 的层叠体，使密封浆料层 81 干燥凝固成密封材料层 14，之后使用钻石刀等将其外周部切割成图 7 所示的形状，制成蜂窝构件 15。然后，通过在蜂窝构件 15 的外周使用所述密封浆料形成密封材料层 13，就可以制成由一体型蜂窝结构体 20 通过密封材料层 14 将多个个体束结构成的本发明的集体过滤器 10。

本发明的蜂窝结构体的用途没有特殊限制，优选应用于车辆废气的净化装置。

图 8 是示意表示设置了本发明的蜂窝结构体的车辆废气净化装置的一个例子的截面图。

如图 8 所示，废气净化装置 600 主要由蜂窝结构体 60、覆盖蜂窝结构体 60 外部的外壳 630、蜂窝结构体 60 与外壳 630 之间安置的维持密封的材料 620 以及在蜂窝结构体 60 的废气流入侧设置的加热单元 610 构成。在外壳 630 的废气导入侧的端部，接续有与发动机等内燃机相连接的导入管 640；在外壳 630 的其他端部，接续有与外部相连接的排放管 650。图 8 中的箭头表示废气的流动方向。

而且，图 8 中的蜂窝结构体 60，既可以是图 1 中展示的一体型蜂窝结构体 20，也可以是图 7 中展示的集体型蜂窝结构体 10。

在如此构成的废气净化装置 600 中，从发动机等内燃机里排放出的废气通过导入管 640 被导入外壳 630 里，从入口侧贯通孔组 21a 流入蜂窝结构体 60 后穿过间隔壁 23，颗粒在此间隔壁 23 被捕集废气得到净化后，气体由出口侧贯通孔组 21b 排到蜂窝结构体 60 之外，再通过排放管 650 排放到外部。

另外，在废气净化装置 600 中，当蜂窝结构体 60 的间隔壁上堆积了大量的颗粒，使压力损失增大时，则进行蜂窝结构体 60 的再生处理。进行上面所说的再生处理时，用加热单元 610 加热的气体流入蜂窝结构体 60 的贯通孔内部，加热蜂窝结构体 60 以燃烧除去间隔壁中堆积的颗粒。并且，也可以用后喷射方式燃烧除去颗粒。

实施例

下面给出实施例，并参照图 1、3 和 7 对本发明进行更详细的说明，但本发明并不只限于这些实施例。

（实施例 1）

将 60 重量%平均粒径为 $10\mu\text{m}$ 的 α 型碳化硅粉末与 40 重量%平均粒径 $0.5\mu\text{m}$ 的 β 型碳化硅粉末进行湿法混合。相对 100 重量份所得的混合物中，添加 5 重量份的有机粘合剂（甲基纤维素）和 10 重量份水，经搅拌揉和后得到混合组合物。然后，在所述混合组合物中添加少量增塑剂和润滑剂，再次搅拌揉后挤出成型，制作出截面形状与图 3（a）中所示截面形状大致相同的粗成型体，其入口侧的开口率为 37.97%、开口率比为 1.52。

然后，使用微波干燥机干燥所述粗成型体，成为陶瓷干燥体之后，向规定的贯通孔内填充与所述粗成型体组成相同的密封浆料，使其干燥后的厚度为 1.0mm。

接下来，再次使用干燥机干燥之后，先在 400°C 脱脂，再在 2200°C 的常压氩气中烧制 3 小时，制成由碳化硅烧结体构成的一体型蜂窝结构体 20。该蜂窝结构体 20 的气孔率为 42%，平均气孔直径为 $9\mu\text{m}$ ，大小为 $34.3\text{mm}\times 34.3\text{mm}\times 150\text{mm}$ ，贯通孔 21 的数量为 28 个/ cm^2 （大容积贯通孔

21a:14 个/cm²、小容积贯通孔 21b:14 个/cm²), 所有间隔壁 23 的实际厚度为 0.40mm。

另外, 对于一体型蜂窝结构体 20, 在出口侧用封孔材料只密封大容积贯通孔 21a, 在入口侧用封孔材料只密封小容积贯通孔 21b。而且, 出口侧端面包含所述出口侧贯通孔组在内的每 11.8cm² 面积上密封出口侧的封孔材料 22 在 25℃时测量的热容量的总和为 0.56J/K, 出口侧端面包含所述出口侧贯通孔组在内的每 11.8cm² 面积上密封出口侧的封孔材料 22 在 500℃时测量的热容量的总和为 0.91J/K。

使用耐热性密封浆料, 按照图 8 中说明的方法, 将多个一体型蜂窝结构体 20 结合在一起, 并用钻石刀进行切断后, 制成圆柱体的陶瓷构件 15。其中, 所述耐热性密封浆料含有 30 重量%纤维长为 0.2mm 的氧化铝纤维、21 重量%平均粒径为 0.6 μm 的碳化硅颗粒、15 重量%的硅溶胶、5.6 重量%的羧甲基纤维素以及 28.4 重量%的水。

此时, 将结合一体型蜂窝结构体 20 的密封材料层 14 的厚度调整为 1.0mm。

接下来, 将 23.3 重量%的无机纤维、30.2 重量%的无机颗粒、7 重量%的无机粘合剂、0.5 重量%的有机粘合剂以及 39 重量%的水混合, 搅拌揉和之后调制成密封浆料, 其中无机纤维是由硅酸铝组成的陶瓷纤维(渣球含量: 3%、纤维长: 0.01mm~100mm), 无机颗粒是平均粒径为 0.3 μm 的碳化硅粉末, 无机粘合剂是硅溶胶(溶胶中 SiO₂ 的含量为 30 重量%), 有机粘合剂是羧甲基纤维素。

接下来, 使用所述密封浆料, 在陶瓷构件 15 的外周形成厚度为 0.2mm 的密封浆料层。然后在 120℃干燥此密封浆料层后, 制成直径 143.8mm×长 150mm 的圆柱状集合体型蜂窝结构体 10。

(实施例 2~24、比较例 1~8)

如表 1 所示, 除了改变了与一体型蜂窝结构体 20 垂直长度方向的截面形状(入口侧开口率、开口率比)以及封孔材料 22 的厚度以外, 与实施例 1 同样制成集合体型蜂窝结构体 10。

另外, 一体型蜂窝结构体 20 垂直长度方向的截面形状, 是通过混

合组合物进行挤出成型时改变模头的形状来调整的。并且，封孔材料 22 的厚度是通过改变贯通孔 21 中封孔材料浆料的填充量来调整的。

(评价)

如图 8 所示，将各实施例及比较例涉及的集合体型蜂窝结构体设置在发动机的废气排放管上作为废气净化装置，在转数为 3000 转/分钟、扭矩为 50Nm 的条件运转所述发动机，其后，在增加运转时间、改变捕集量的条件下，持续进行再生处理的实验，调查集合体型蜂窝结构体上是否有裂缝产生。然后根据产生裂缝时和未产生裂缝时捕集到的颗粒的量，将未产生裂缝时的最大值确定为再生极限值。

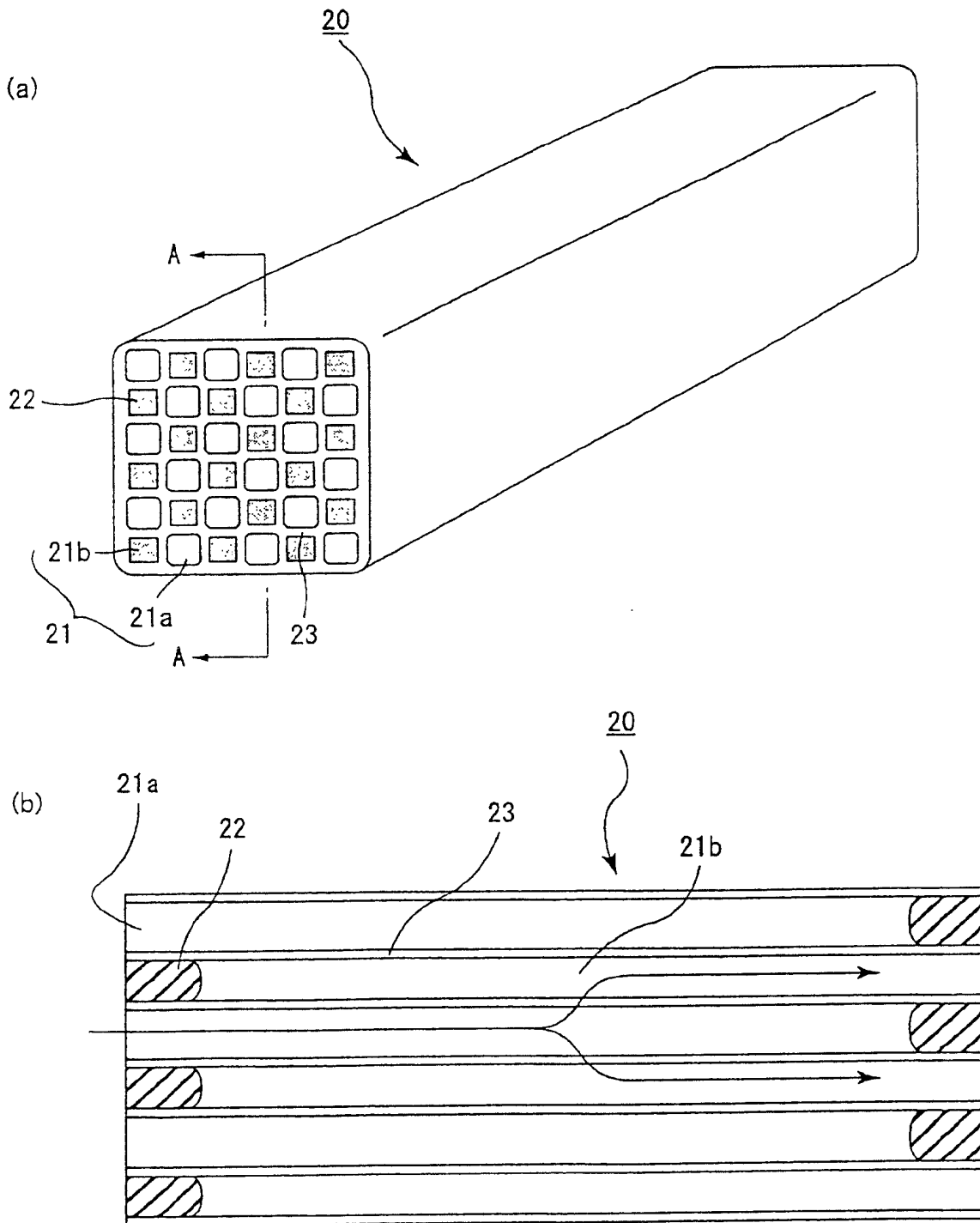
具体说就是，在直喷 2L 发动机的排气管上设置由实施例及比较例涉及的集合体型蜂窝结构体制成的过滤器，将堇青石制氧化催化剂（ $\phi 5.66 \times 3$ 英寸、单元数 400cpsi、壁厚 8 毫米、Pt 量 $90\text{g}/\text{ft}^3$ ）作为废气净化装置设置在过滤器的前方的邻接处，在转数为 3000 转/分钟、扭矩为 50Nm 的条件运转所述发动机一定时间，捕集了指定数量的颗粒。之后，将发动机的转数调为 4000 转/分钟，将扭矩调为 200Nm，当过滤器的温度在 700°C 附近保持一定水平以后，通过将转数调为 1050 转/分钟，将扭矩调为 30Nm，强制燃烧颗粒。于是，在改变颗粒的捕集量条件下，进行再生处理的实验，调查过滤器上是否有裂缝产生。

结果见表 1。

表1

	蜂窝结构体 截面形状	入口侧 开口率 X (%)	开口比率	间隔壁厚度 (mm)	封孔材料 厚度 (mm)	0.0157X-0.0678 ~1.15X-5	0.05X ~0.574X-2	出口侧封孔材料 总热容量Y (J/K 500°C)	0.013X-0.09 ~0.77X-2.5	0.05X-0.55 ~0.354X-1	出口侧封孔材料 总热容量Z (J/K 25°C)	再生极限值 (g/L)
比较例1	图3(a)	37.97	1.52	0.40	0.5	0.53 ~38.67	1.90 ~19.79	0.44	0.40~24.08	1.35~12.44	0.27	6.9
实施例1					1.0			0.91			7.8	
实施例2					3.0			2.83			8.4	
实施例3					6.0			5.64			8.6	
实施例4					10.0			9.42			8.6	
实施例5					20.0			18.86			8.5	
实施例6	40.0	37.69	7.8									
比较例2	图3(b)	44.79	2.33	0.40	60.0	0.64 ~46.51	2.24 ~23.71	56.52	0.49~28.85	1.69~14.86	34.82	6.4
比较例3					0.5			0.56			6.9	
实施例7					1.0			1.11			8	
实施例8					3.0			3.39			8.9	
实施例9					6.0			6.75			9.5	
实施例10					10.0			11.30			9.4	
实施例11	20.0	22.59	9.2									
实施例12	40.0	45.18	7.9									
比较例4	图3(c)	51.77	3.88	0.40	60.0	0.74 ~54.54	2.59 ~27.72	67.76	0.58~33.74	2.04~17.33	41.74	6.6
比较例5					0.5			0.69			6.7	
实施例13					1.0			1.31			7.6	
实施例14					3.0			3.99			8.3	
实施例15					6.0			7.99			8.7	
实施例16					10.0			13.24			8.6	
实施例17	20.0	26.80	8.3									
实施例18	40.0	53.14	7.7									
比较例6	图3(d)	59.04	7.89	0.40	60.0	0.86 ~62.90	2.95 ~31.89	79.68	0.68~38.83	2.40~19.90	49.09	6.7
比较例7					0.5			0.73			6.3	
实施例19					1.0			1.53			7.3	
实施例20					3.0			4.64			8.1	
实施例21					6.0			9.26			8.5	
实施例22					10.0			15.41			8.4	
实施例23	20.0	30.95	8.2									
实施例24	40.0	61.86	7.8									
比较例8					60.0		92.87			57.22	6.9	

如表 1 所示，满足所述式（1）及（2）条件的各实施例涉及的集合体型蜂窝结构体的再生极限值很高。另一方面，不满足所述式（1）及（2）条件的各比较例涉及的集合型蜂窝结构体，再生处理时容易在出口侧密封处引起裂缝，再生极限值很低。



沿A-A线的截面图

图 1

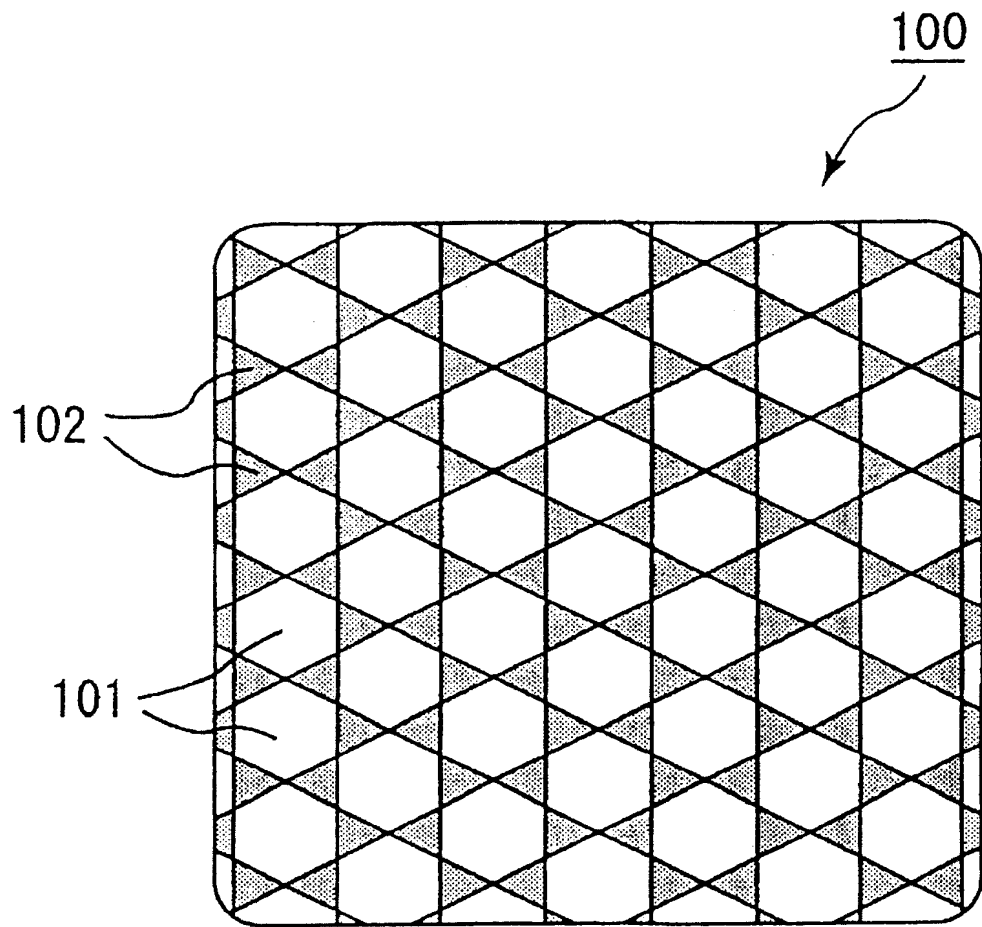


图 2

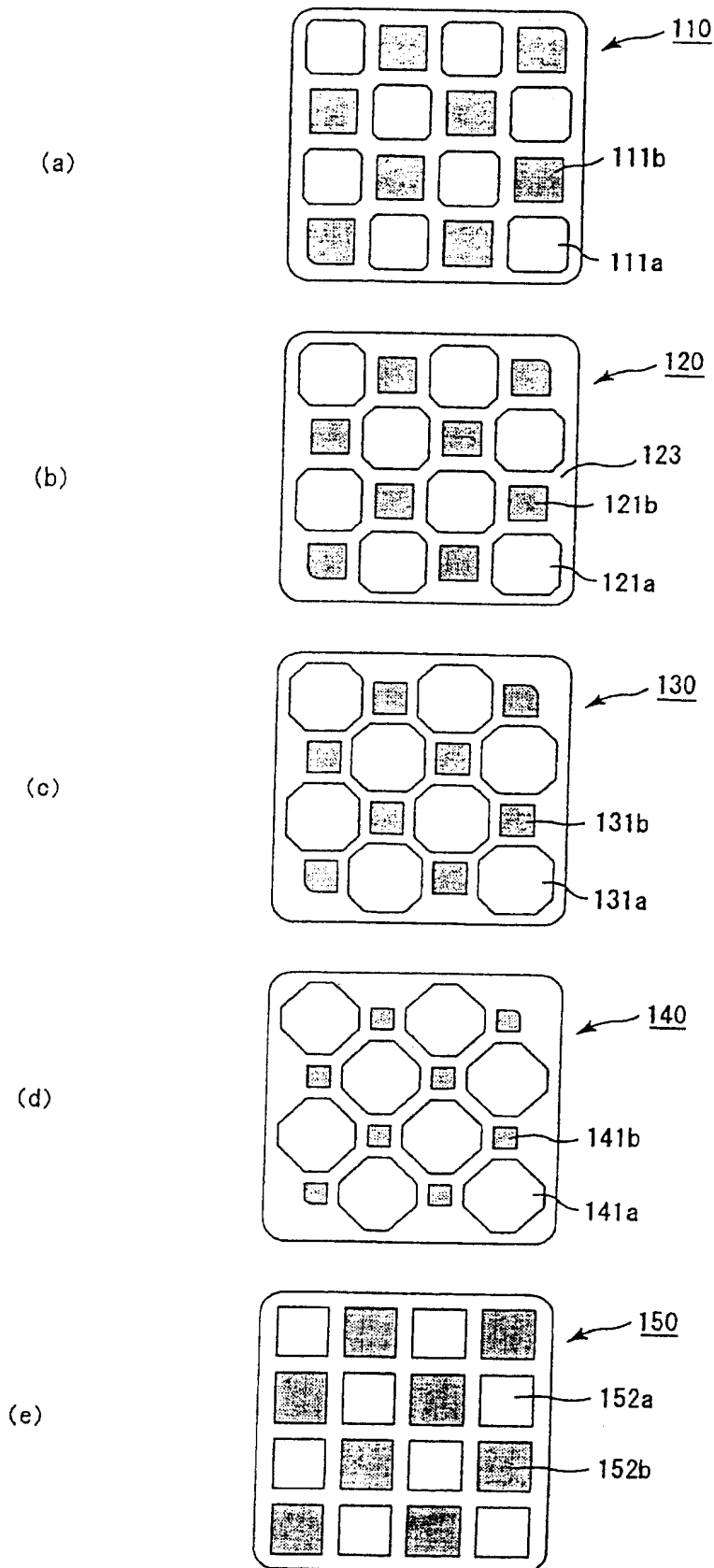


图 3

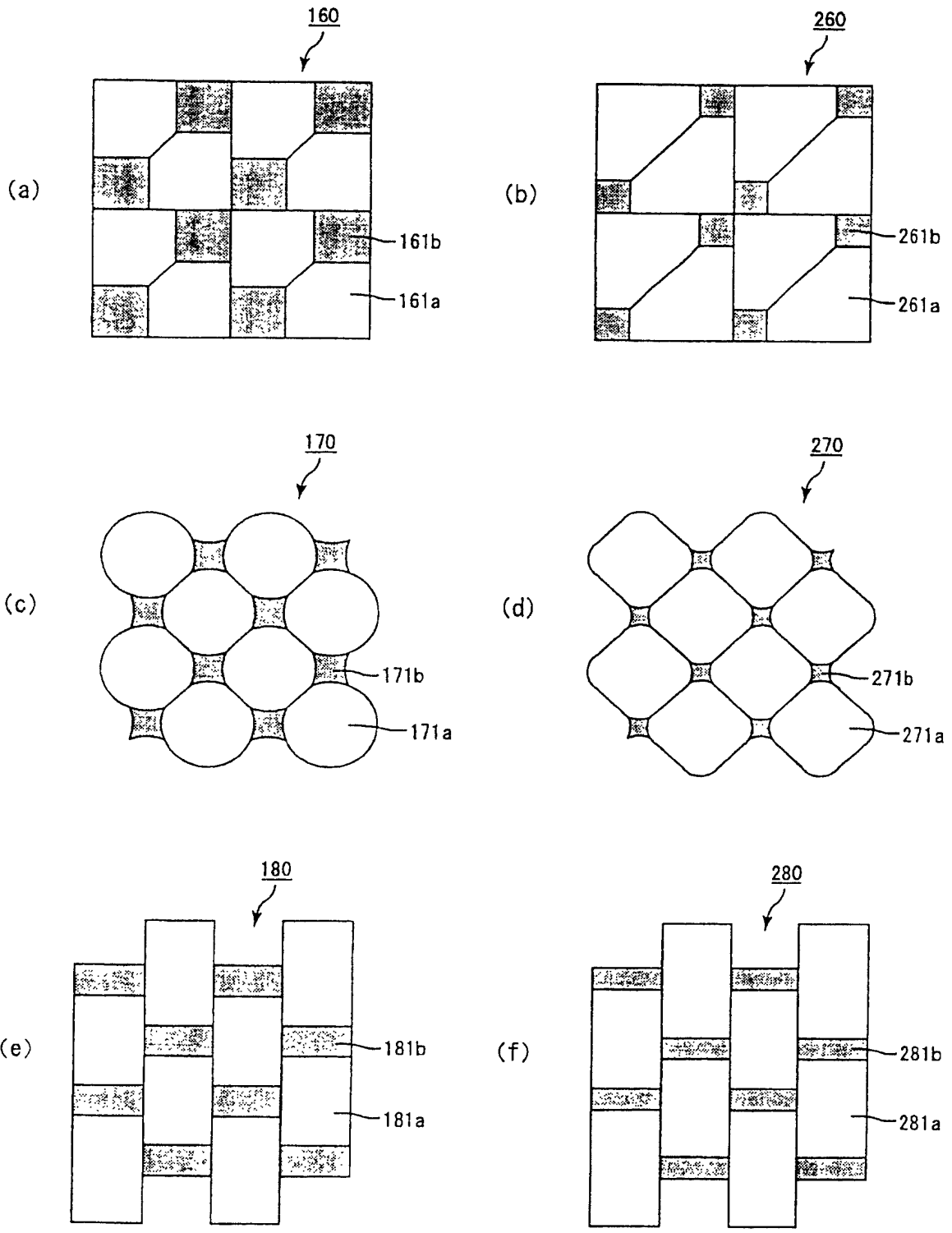


图 4

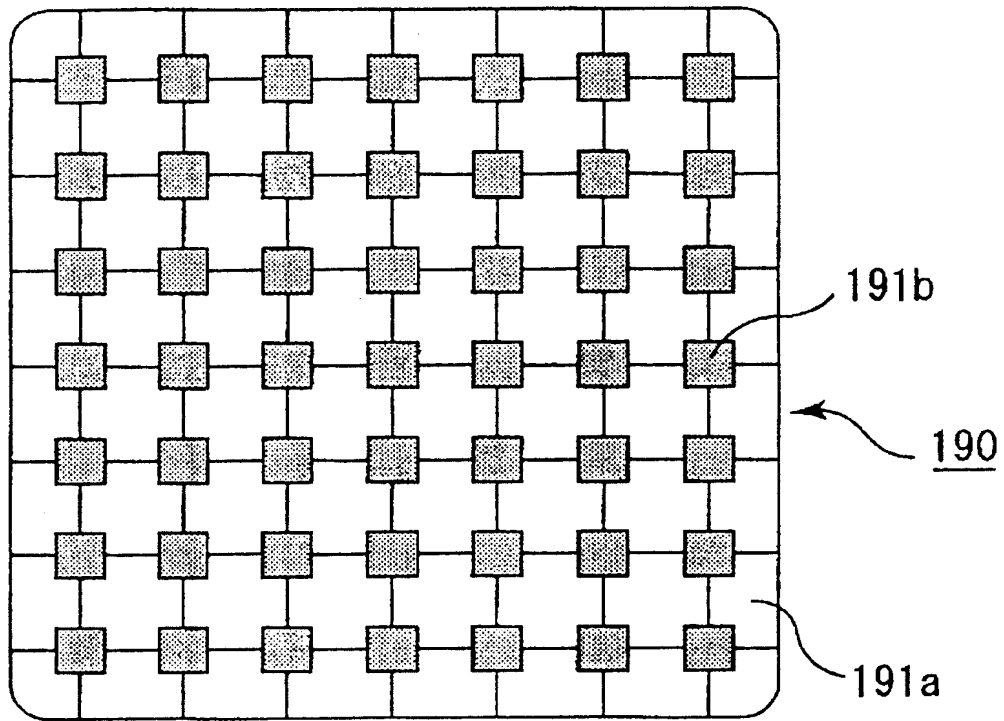


图 5

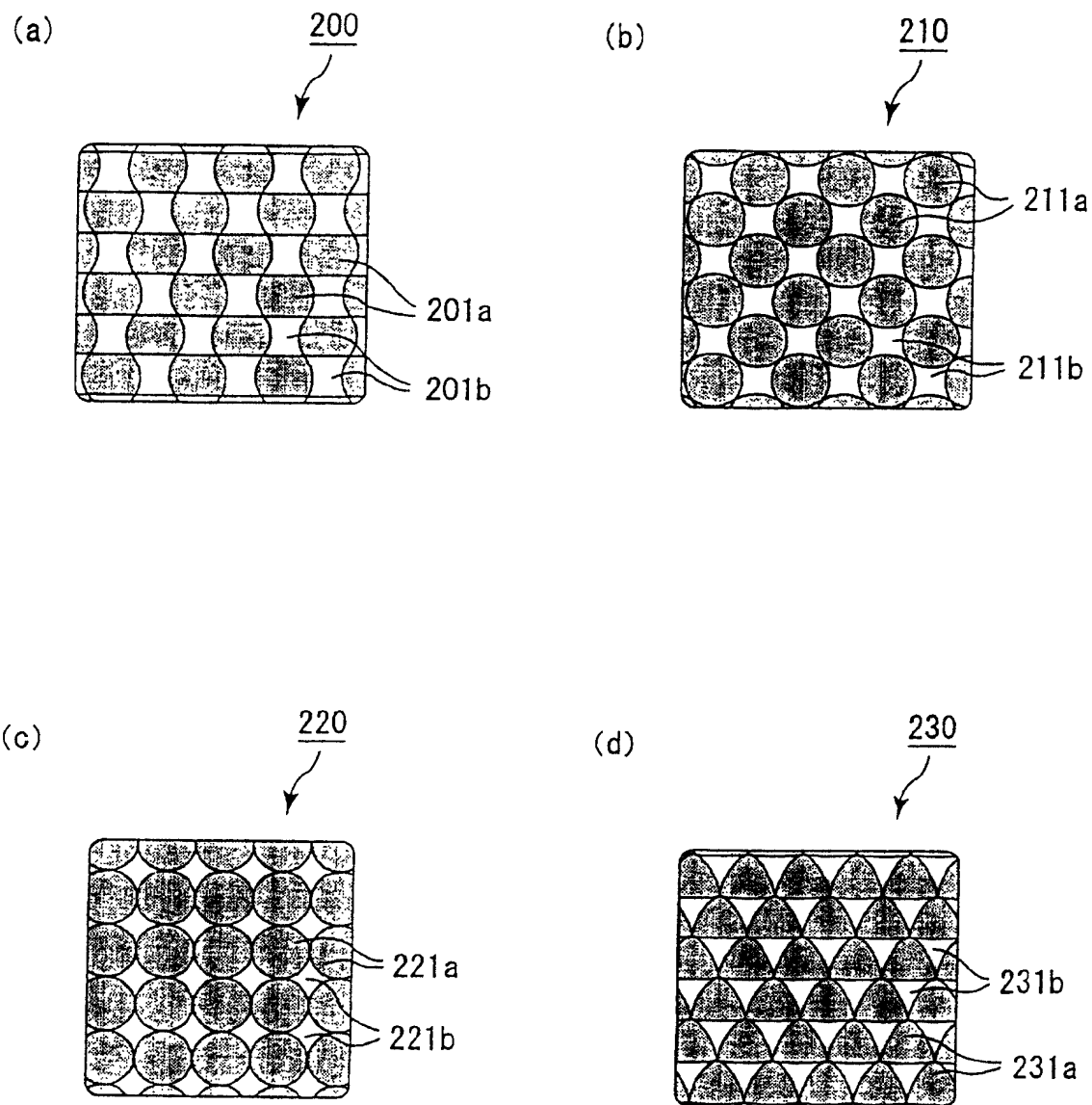


图 6

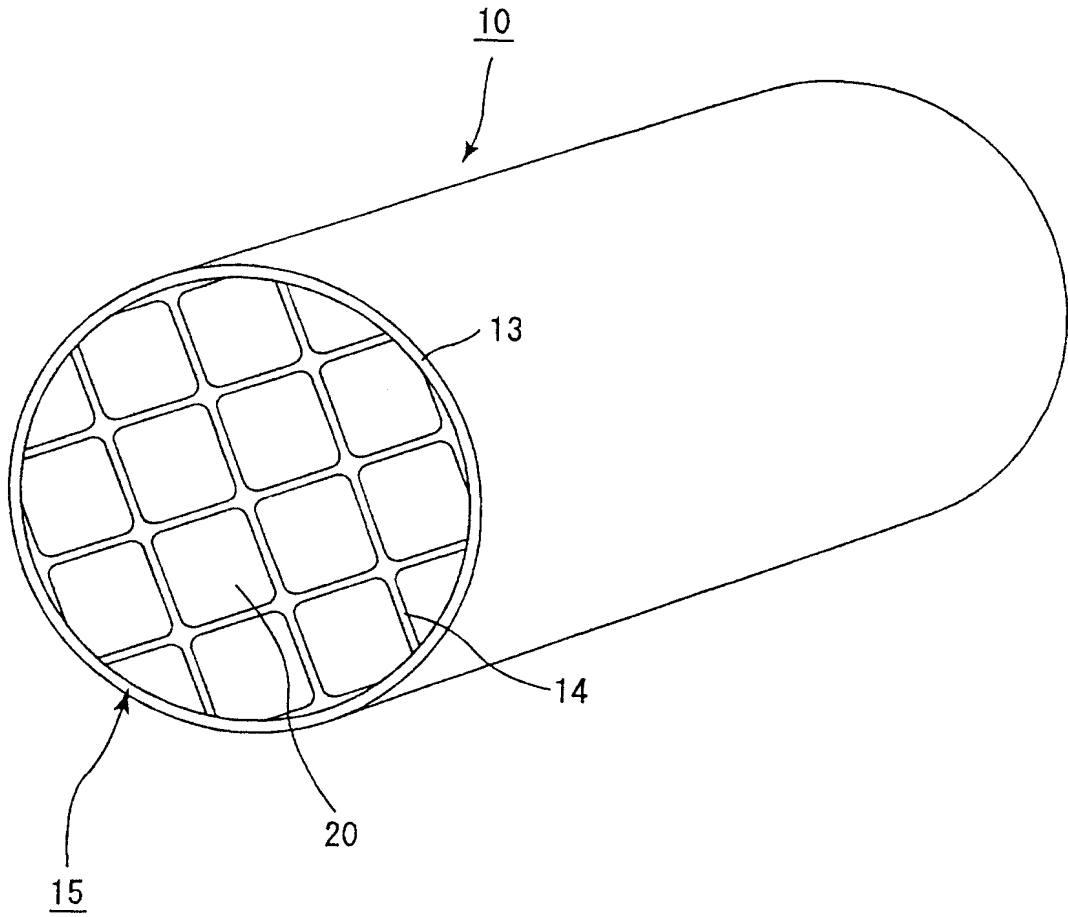


图 7

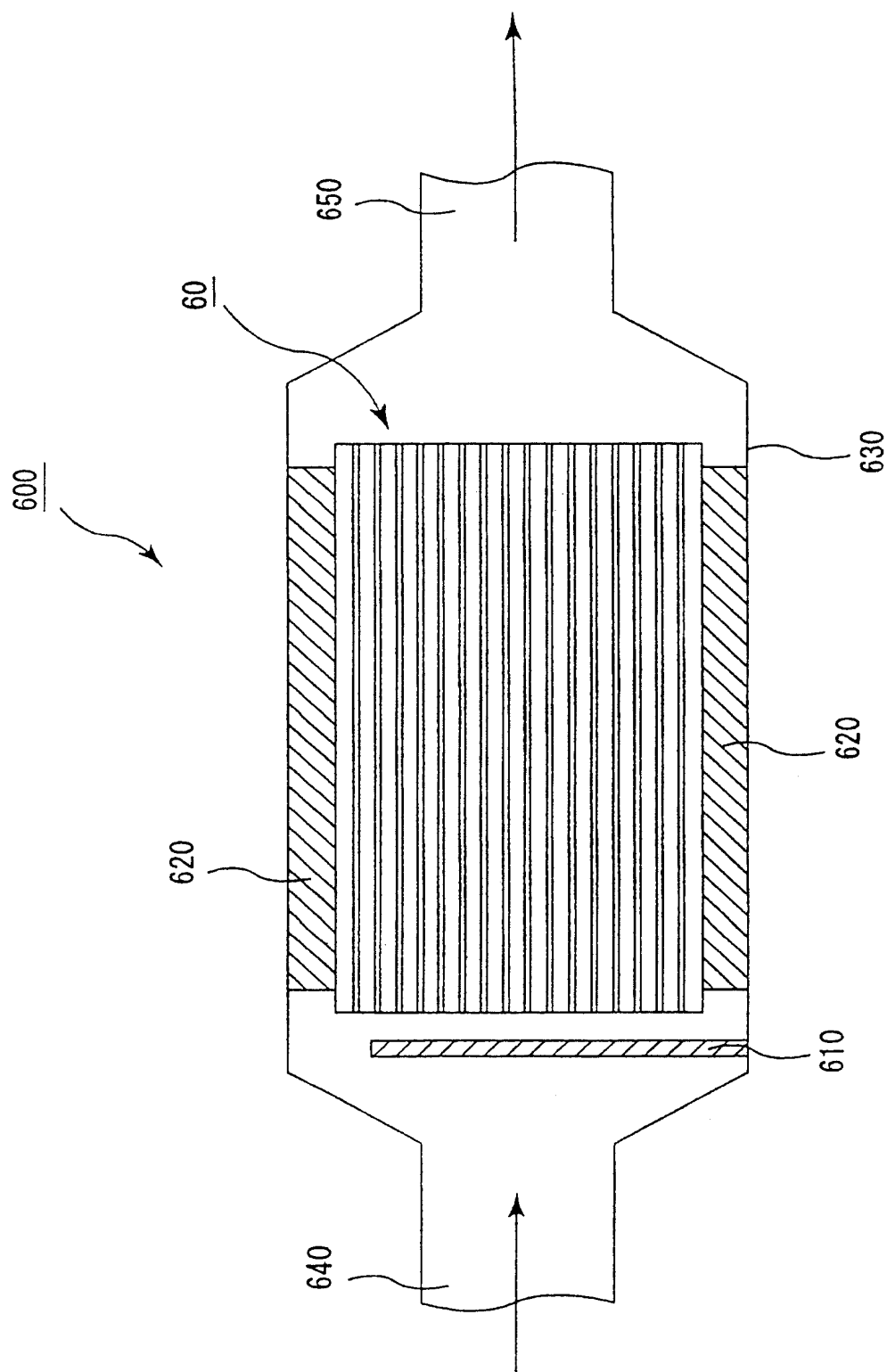


图 8

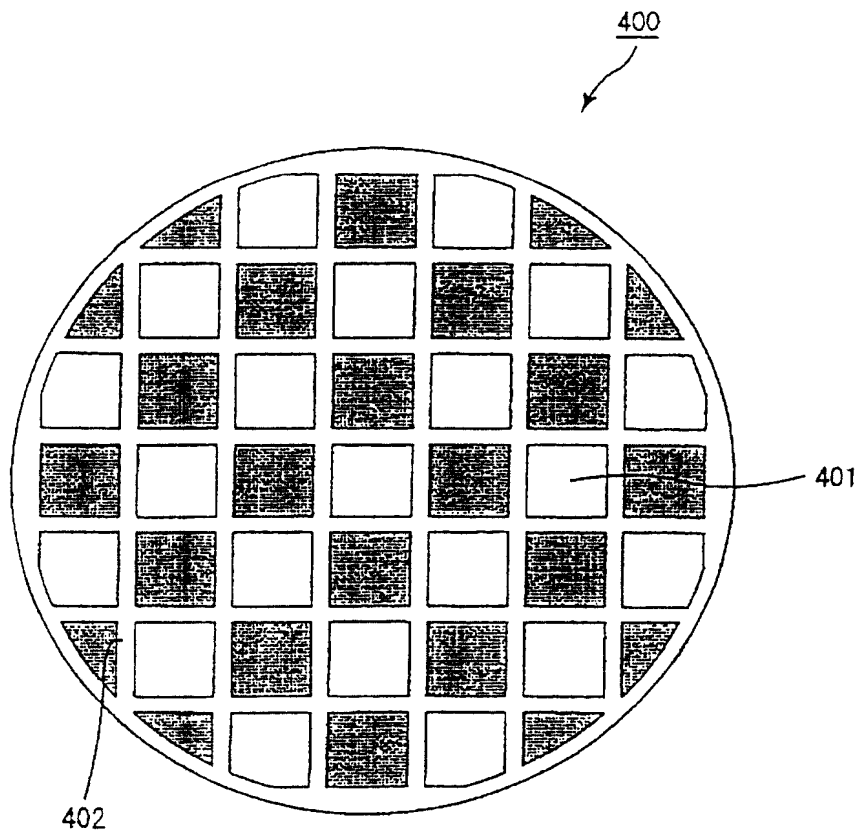


图 9