



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03817805.2

[43] 公开日 2005年9月21日

[11] 公开号 CN 1671459A

[22] 申请日 2003.9.16 [21] 申请号 03817805.2

[30] 优先权

[32] 2002.9.13 [33] JP [31] 267819/2002

[32] 2003.3.4 [33] JP [31] 57631/2003

[86] 国际申请 PCT/JP2003/011776 2003.9.16

[87] 国际公布 WO2004/024294 日 2004.3.25

[85] 进入国家阶段日期 2005.1.25

[71] 申请人 揖斐电株式会社

地址 日本岐阜县

[72] 发明人 洪性泰 小森照夫 大野一茂

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

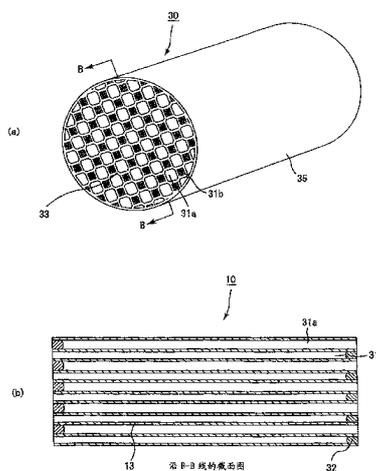
代理人 丁香兰

权利要求书 2 页 说明书 33 页 附图 20 页

[54] 发明名称 过滤器

[57] 摘要

本发明的目的是提供一种过滤器，颗粒捕集到指定量时过滤器的压力损失低，而且到再生前的整个期间所表现的过滤器的压力损失低。本发明提供的过滤器是具有蜂巢状结构的柱形过滤器，其在长度方向上彼此平行排列着由间隔壁隔开的多个贯通孔。其中，贯通孔包括两种类型的贯通孔，分别是垂直于长度方向的截面的面积相对较大的大容积贯通孔和该截面的面积相对较小的小容积贯通孔。积相对较大的大容积贯通孔和该截面的面积相对较小的小容积贯通孔。设相邻的大容积贯通孔所共有的壁部的长度(a)与大容积贯通孔和与其相邻的小容积贯通孔所共有的壁部的长度(b)的比值(a/b)为 α ，设大容积贯通孔截面积(A)与小容积贯通孔截面积(B)比值(A/B)为 β ，此时 α 和 β 满足下列不等式(1)表示的关系： $\beta \geq (20/9)\alpha^2 + 1$ (其中 $0 < \alpha \leq 1.5$ 和 $1 < \beta \leq 6$)... (1)。



1、过滤器，其具有蜂巢状结构，所述蜂巢状结构中，长度方向平行排列有由间隔壁隔开的多个贯通孔，其中，

5 所述贯通孔包括两种类型，分别是垂直于长度方向上的截面的面积相对较大的大容积贯通孔和所述截面的面积相对较小的小容积贯通孔，所述两种贯通孔的数量实质上相同；

大容积贯通孔在所述过滤器的一端被密封，小容积贯通孔在所述过滤器的另一端被密封；其特征在于，

10 设垂直于长度方向的截面上一个所述大容积贯通孔和相邻的大容积贯通孔共有的壁部的长度总和(a)与垂直于长度方向的截面上一个所述大容积贯通孔和相邻的所述小容积贯通孔共有的壁部的长度总和(b)的比值(a/b)为 α ；

15 设所述大容积贯通孔的所述截面的面积(A)与所述小容积贯通孔的所述截面的面积(B)的比值(A/B)为 β ；

所述 α 和所述 β 满足下列不等式(1)表示的关系：

$$\beta \geq (20/9)\alpha^2 + 1 \quad \dots (1)$$

其中 $0 < \alpha \leq 1.5$ 和 $1 < \beta \leq 6$ 。

20 2、如权利要求1中所述的过滤器，其中所述大容积贯通孔和/或小容积贯通孔垂直于长度方向的截面的形状是多边形。

3、如权利要求1或2中所述的过滤器，其中所述大容积贯通孔和/或小容积贯通孔垂直于长度方向的截面的形状是八边形和四边形。

25 4、如权利要求1至3中任一项所述的过滤器，其中大容积贯通孔的截面积与小容积贯通孔的截面积的比值(β)被设定在1.55~2.75的范围内。

5、如权利要求1至4中任一项所述的过滤器，其中，垂直于长度方向的截面上，一个所述大容积贯通孔和相邻的大容积贯通孔共有的间隔壁、与所述一个大容积贯通孔和相邻的所述小容积贯通孔共有的间隔壁相交形成的角，至少有一个是钝角。

6、如权利要求1至5中任一项所述的过滤器，其中，在所述大容积贯通孔和/或小容积贯通孔垂直于长度方向上的截面的拐角附近是曲线形状。

7、如权利要求1至6中任一项所述的过滤器，其中，相邻的大容积贯通孔在垂直于长度方向上的截面的重心间距离与相邻的小容积贯通孔在垂直于长度方向上的截面的重心间距离相等。

8、如权利要求1至7中任一项所述的过滤器，其中，所述多孔陶瓷组件的结构中，多个柱形多孔陶瓷构件通过密封材料层结合成束，所述柱形多孔陶瓷构件在长度方向上并列排列有由间隔壁隔开的多个贯通孔。

9、如权利要求1至8中任一项所述的过滤器，其具有大于等于7Mpa的等静压强度。

10、如权利要求1至9中任一项所述的过滤器，其A轴的压缩强度大于等于18MPa。

11、如权利要求1至10中任一项所述的过滤器，其为车辆上使用的废气净化装置。

12、过滤器，其结构中具有柱形多孔陶瓷构件，所述柱形多孔陶瓷构件在长度方向上平行排列有由间隔壁隔开的多个贯通孔；其中，

所述贯通孔包括至少两种类型的贯通孔，这两种类型分别是垂直于长度方向的截面的面积相对较大的大容积贯通孔和所述截面的面积相对较小的小容积贯通孔，所述大容积贯通孔在所述过滤器的一端被密封，所述小容积贯通孔在所述过滤器的另一端被密封；

其特征在于，设垂直于长度方向的截面上一个所述大容积贯通孔和相邻的大容积贯通孔共有的壁部的长度总和(a)、与垂直于长度方向的截面上一个所述大容积贯通孔和相邻的小容积贯通孔共有的壁部的长度总和(b)的比值(a/b)为 α ；

设所述大容积贯通孔的所述截面的面积(A)、与所述小容积贯通孔的所述截面的面积(B)的比值(A/B)为 β ；

所述 α 和所述 β 满足下列不等式(1)表示的关系： $\beta \geq (20/9)\alpha^2 + 1 \dots (1)$

其中 $0 < \alpha \leq 1.5$ 和 $1 < \beta \leq 6$ 。

过滤器

5 相关申请的记载

本申请以 2002 年 9 月 13 日申请的日本专利申请 2002-267819 号和 2003 年 3 月 4 日申请的日本专利申请 2003-57631 号为基础申请，并要求优先权。

10 技术领域

本发明涉及用作除去从如柴油机等内燃机排放出的废气中的颗粒等的过滤器。

背景技术

15 近几年，从诸如公共汽车、卡车等车辆及施工机器等的内燃机中排放的废气中含有的颗粒对环境和人体构成的危害已成为了问题。

因此，现已提出了多种陶瓷过滤器，其使废气通过多孔陶瓷，并捕集废气中的颗粒，从而可以使废气得以净化。

20 作为这种陶瓷过滤器，已知有如图 9 所示的圆柱形蜂巢状结构体 140，其沿长度方向上并列排列着由间隔壁 143 隔开的多个贯通孔 141。

如图 9(b) 所示，在废气流入侧的端部和流出侧的端部中的一方，贯通孔 141 被密封材料 142 密封，流入一个贯通孔 141 的废气必需通过分隔贯通孔 141 的间隔壁 143 才能从另一贯通孔 141 流出。

25 换言之，当这种蜂巢状结构体 140 置于内燃机排气通道中时，从内燃机中排放的废气中的颗粒，在通过蜂巢状结构体 140 时被间隔壁 143 捕获，从而使废气得到净化。

而且，关于这种废气过滤器，公开了废气流入侧的开口比率比废气流出侧的开口比率相对大的蜂巢状结构体，其通过如下设置实现。将废气流出侧的端部被密封的贯通孔(以下，也称为流入侧贯通孔)做成容积大

的贯通孔(以下,也称为大容积贯通孔)、将废气流入侧的端部被密封的贯通孔(以下,也称为流出侧贯通孔)做成容积小的贯通孔(以下,也称为小容积贯通孔)。

图 10 示意表示了在美国专利 No.4417908 号说明书(对应的日本发明专利是特开昭 58-196820 号、特公平 3-49608 号公报(在下文,称为专利文献 1))中公开的废气过滤器的垂直于长度方向的截面。

这种废气过滤器 60 的截面形状为,在棋盘式分布的交叉点处,分布有小四边形其小于构成该棋盘式分布的正方形,这种废气过滤器 60 中包括对应小正方形的小容积贯通孔 61b 和位于其周围的大容积贯通孔 61a,在这些贯通孔之间形成有间隔壁 62a、62b。

而且,图 11(a)至 11(d)示意表示了在美国专利 No.4364761 号公报(对应的日本专利是特开昭 56-124417 号和特开昭 62-96717 号(下文中,称为专利文献 2))和美国专利 No.4276071 号公报(对应的日本专利是特开昭 56-124418 号)中公开的废气过滤器垂直于长度方向的截面。

废气过滤器 300 至 330 具有不同形状的大容积贯通孔 301a、311a、321a、331a 和小容积贯通孔 301b、311b、321b、331b,在这些贯通孔之间形成有间隔壁 302、312、322、332。

间隔壁 302、312、322、332 将每一个大容积贯通孔 301a、311a、321a、331a 和小容积贯通孔 301b、311b、321b、331b 隔开,而在大容积贯通孔 301a、311a、321a、331a 之间实际上没有间隔壁存在。

这种过滤器中,通常压力损失随着对废气中颗粒的捕集而增大。因此,背压升高,在背压超过一定值时,施加在发动机等上的负荷增加,所以必需进行除去颗粒的再生处理。因此,与流逝时间相对应的压力损失的程度成为评价过滤器性能的一个重要参数。

图 1 是表明影响压力损失的主要因素示意图。

如图 1 中所示,影响压力损失的主要因素包括①过滤器流入侧的开口比率: ΔP_a , ②通过贯通孔时的摩擦(入口侧②-1: ΔP_{b-1} , 出口侧②-2: ΔP_{b-2}), ③通过间隔壁时的阻力: ΔP_c 等。

此外,图 2 是表明在不同的过滤器中压力损失随流逝时间变化的示

意曲线图。

所述专利文献 1、2 等中公开了有两种类型贯通孔的废气过滤器，图 9 中给出了截面形状是四边形，且所有贯通孔的容积基本相等的废气过滤器，两者相比较，在捕集颗粒前，过滤器流入侧的开口比率和通过贯通孔流入侧时的摩擦(①: $\Delta P_a + \textcircled{2}-1: \Delta P_{b-1}$)造成的压力损失，前者略低于后者。然而，贯通孔流出侧的摩擦和通过间隔壁的阻力(②-2: $\Delta P_{b-2} + \textcircled{3}: \Delta P_c$)造成的压力损失，前者较后者大。因此，可以确定与图 9 表示的所有贯通孔的容积基本相等的废气过滤器相比，所述专利文献 1、2 等中公开的废气过滤器在捕集颗粒前的压力损失高。

而且，在废气过滤器的大部分壁部包括壁部(i)和壁部(ii)的情况下，废气过滤器的压力损失的变化取决于这两种类型壁部的比例。所述壁部(i)是在垂直于长度方向的截面上一个大容积贯通孔与相邻的大容积贯通孔共有的壁部，所述壁部(ii)是在垂直于长度方向的截面上一个大容积贯通孔与相邻的小容积贯通孔共有的壁部。

例如，假定开口比率为固定值时，如果壁部(i)的比例大，则废气从大容积贯通孔直接通过壁部(ii)流入小容积贯通孔变得困难。因此，在捕集颗粒前(T_0)的压力损失有变高的趋势。

然而，随着颗粒的捕集，颗粒被捕集在壁部(ii)的表面，所以，与从大容积贯通孔直接经过壁部(ii)流入小容积贯通孔的废气流相比，一进入壁部(i)就通过多孔材料的壁流入壁部(ii)的废气流，承受的阻力小，结果颗粒均匀地蓄积在构成大容积贯通孔的壁部的全体。因此，蓄积于壁部的颗粒的厚度降低，从而有可能降低压力损失随着颗粒的捕集而升高的上升率($\Delta P_3 / (T_1 - T_0)$)。

相反，该比例小的情况下，虽然在捕集颗粒前的压力损失(T_0)变得较低，但压力损失随着颗粒的捕集而升高的上升率($\Delta P_3 / (T_1 - T_0)$)有变大的趋势。

专利文献 1(图 10)公开的废气过滤器 60 中，大容积贯通孔与相邻的大容积贯通孔共有的壁部(i)所占的比例较大。因此，如图 2 所示，颗粒捕集前(T_0)的压力损失(在下文，被称为初期压力损失)因通过间隔壁的

阻力大(③: ΔP_c)而变大,同时由于初期压力损失过大,造成即使在捕集颗粒时(T_1)压力损失也变大。

因此,从对发动机的管理的角度出发,在颗粒蓄积到规定量后,需要进行再生处理。换言之,由于初期压力损失过大,废气过滤器 60 存在
5 颗粒捕集量受到了实质上的限制的问题。

此外,专利文献 2(图 11)公开的废气过滤器 300 至 330 中,大容积贯通孔 301a、311a、321a、331a 之间是点接触的状态,几乎不存在将其分隔开的间隔壁(i)。

因此,如图 2 所示,由于压力损失随颗粒的蓄积而升高的上升率(Δ
10 $P_3/(T_1 - T_0)$)大,使得颗粒捕集时(T_1)的压力损失过度增大。

因此,同样从对发动机的管理的角度出发,在颗粒蓄积到规定量之前,需要进行再生处理。换言之,由于颗粒捕集时压力损失的上升率大,废气过滤器 300 至 330 存在颗粒的捕集量受到实质上的限制的问题。

作为另一种现有技术,实愿昭 No.56-187890(实昭开 58-92409(参考
15 第 4 页图 6),下文中称为专利文献 3)微缩胶片中公开了一种大容积贯通孔的孔距设定在大致 1.0mm 至 2.5mm 的范围的蜂巢状结构体。

特开平 5-68828 号公报(日本专利公告第 3130587 号的说明书(第 1
页),下文中称为专利文献 4)公开了一种大容积贯通孔的容积率是 60%~
70%,小容积贯通孔的容积率是 20%~30%的蜂巢状结构体,大容积贯通
20 孔的孔距被设定在大致 2.5mm 至 5.0mm 的范围。

图 19 是表示这种蜂巢状结构体 200 垂直于长度方向的截面(下文中简称为截面)的截面示意图,该蜂巢状结构体 200 中,截面是三角形的小容积贯通孔 202 分布在截面是六边形的大容积贯通孔 201 的周围。

此外,特开 2001-334114(见图 2,第 5 页)(WO 02/100514,下文中
25 称为专利文献 5)公开了一种小容积贯通孔截面总面积与大容积贯通孔截面总面积的比例在 40%~120%范围的蜂巢状结构体。

图 20 是表示这种蜂巢状结构体垂直于长度方向的截面的截面示意图,在这种蜂巢状结构体 210 中,上述截面是横边长的六边形小容积贯通孔 212 分布在截面是正六边形的大容积贯通孔 211 的周围。此外,在

结构体外周附近，存在正六边形大容积贯通孔 211 和梯形大容积贯通孔 213，它们互相平行。

此外，还公开了另一种结构(例如，见专利文献 1 的图 3)，其中，通过使流入侧贯通孔的数量多于流出侧贯通孔的数量，以达到废气流入侧的开口比率相对大于废气流出侧开口比率的目的。

即使这种类型的蜂巢状过滤器，其与流入侧的孔数量与流出侧的孔数量不同、图 9 所示的截面形状是四边形且所有贯通孔的孔容积基本相同的废气过滤器相比，在捕集颗粒前的状态下，过滤器流入侧的开口比率和通过流入侧贯通孔时的摩擦(①: $\Delta P_a + ②-1: \Delta P_{b-1}$)造成的压力损失略微有些减小；然而，通过流出侧贯通孔时的摩擦和通过间隔壁时的阻力(②-2: $\Delta P_{b-2} + ③: \Delta P_c$)造成的压力损失升高。因而，这种类型的蜂巢状过滤器与图 9 中所示的所有贯通孔基本上具有相同容积的废气过滤器相比，其捕集颗粒前的压力损失变得更高。

此外，美国专利 No.4416676 的说明书和美国专利 No.4420316 的说明书(下文中称为专利文献 6)公开了调整壁的厚度和物理特性的技术；然而，仅仅应用这些技术，很难降低压力的损失。

特开昭 58-150015 号公报进一步公开了一种带有正方形贯通孔和长方形贯通孔的过滤器，然而，虽然这种过滤器具有改进的截面，但很难利用挤出成型技术生产这种过滤器，同时也很难大量的生产这种过滤器。即使没有这种改进的截面，由于在流出侧截面积较大的贯通孔与截面积较小的贯通孔存在差别，使得流出侧的气体的阻力升高，从而造成压力损失增大。

为了解决这一常见的问题，提出了含有两种形状的贯通孔的过滤器，尤其是由八边形和四边形贯通孔构成的过滤器(参见法国发明专利说明书 No.2789327 号说明书，WO 02/10562 号公报)。

已知通过将过滤器制成具有这种形状贯通孔的过滤器，压力损失得到改善。然而，基于不同形状和开口比率进行的实验结果表明，这样的过滤器很难同时满足低的压力损失和高的纹裂限度，因此其存在颗粒的捕集量受到限制的问题。另外，这些过滤器在等静压强度和抗压强度方

面差。

此外，现有技术 WO 03/20407 公开了一种有两种类型贯通孔的蜂巢状结构过滤器，两种贯通孔分别是相对较大的正方形贯通孔和相对较小的贯通孔。

5 然而，这种过滤器仍有较大的压力损失，其等静压强度和抗压强度小。因而其很难提高纹裂限度。

与废气流入侧的开口比率与废气流出侧的开口比率相等的蜂巢状结构体相比，上述所有的现有技术公开的蜂巢状结构体中，将废气流入侧的开口比率做得较大，所以其作为废气净化过滤器时，能够提高颗粒捕集
10 集的程度，并可以延长直到再生处理为止的时间。

然而，已知与普通的过滤器(即废气流出侧和废气流入侧开口比率相同的过滤器)相比，这种过滤器有相当高的初期压力损失。或者，这种过滤器中产生强度低的问题。因此，这种过滤器不能满足诸如高等静压强度、高抗压强度、高纹裂限度和保持低压力损失等特性的要求。

15

发明内容

本发明是为解决上述问题而提出的，其目的是提供一种可以捕集大量的颗粒，并在捕集颗粒时有较低压力损失的过滤器。在本说明中，可捕集大量的颗粒不仅仅意味着过滤器的捕集部分的容积增大，也意味着
20 过滤器不易因再生处理而产生裂缝，从而达到能捕集大量颗粒的目的。

本发明的过滤器是具有蜂巢状结构的柱形过滤器，其在长度方向上平行排列着由间隔壁隔开的多个贯通孔；

上述贯通孔包括两种类型的贯通孔，分别是垂直于长度方向的截面的面积较大的大容积贯通孔和上述截面的面积较小的小容积贯通孔。两种类型的贯通孔在数量上实质上相同；
25

所述大容积贯通孔在所述过滤器的一端被密封，所述小容积贯通孔在所述过滤器的另一端被密封；其特征在于，

设垂直于长度方向的截面上一个上述大容积贯通孔和相邻的大容积贯通孔共有的壁部的长度总和(a)、与在垂直于长度方向的截面上一个上

述大容积贯通孔和相邻的上述小容积贯通孔共有的壁部的长度总和 (b) 的比值 (a/b) 为 α , 设上述大容积贯通孔的上述截面的面积 (A) 与上述小容积贯通孔的上述截面的面积 (B) 的比值 (A/B) 为 β , 所述 α 和所述 β 满足下列不等式 (1) 表示的关系。

5
$$\beta \geq (20/9)\alpha^2 + 1 \text{ (其中 } 0 < \alpha \leq 1.5 \text{ 和 } 1 < \beta \leq 6) \dots (1)$$

在上述过滤器中, 大容积贯通孔和/或小容积贯通孔的垂直于长度方向的截面的形状优选由八边形和四边形这两种组成。并且其形状优选使大容积贯通孔与小容积贯通孔共有的间隔壁带有一定曲度向小容积贯通孔侧扩张。

10 以下对本发明的过滤器进行说明。

在本发明中, 在垂直于长度方向的截面上, 一个大容积贯通孔和相邻的小容积贯通孔共有的壁部的长度总和 (b) 表示过滤器的截面上废气相对于间隔壁可以垂直通过的间隔壁的长度总和; 一个大容积贯通孔和相邻的大容积贯通孔共有的壁部的长度总和 (a) 表示过滤器的截面上废气不能垂直通过的间隔壁的长度总和。这个 α (a/b) 值也被称为间隔壁长度比。当这个 α 值 (间隔壁长度比) 变大时, 废气相对于间隔壁可以垂直通过的间隔壁的面积比例就会变小。与之相反, 当这个 α 值 (间隔壁长度比) 变小时, 废气相对于间隔壁可以垂直通过的间隔壁的面积比例就会变大。因而, 正如之前所述, 这个 α 值 (间隔壁长度比) 对压力损失、颗粒的蓄积状态等有很大的影响。

20 另一方面, 大容积贯通孔的截面积 (A) 与小容积贯通孔的截面积 (B) 的比值 β (A/B) 表示本发明过滤器的开口比率。当开口比率变大时, 在废气流入侧的大容积贯通孔的总容积就会变得相对较大。

上面提到的不等式 (1) 是基于下述结果确定的。计算或通过实验测定在初期 (T_0) 和颗粒捕集时 (T_1) 的状态下, α 和 β 的值的 25 的关系中, 所引起的压力损失的总体值如何变化。

在这种情况下, α (a/b) 需要满足 $0 < \alpha \leq 1.5$, 当 $\alpha=0$ 时, 不存在一个大容积贯通孔和相邻的大容积贯通孔共有的壁部。如同专利文献 2 中公开的过滤器情况一样, 其压力损失的上升率变高。另一方面, 当 α 值超

过 1.5 时, 由于一个大容积贯通孔与相邻的大容积贯通孔共有的壁部的长度总和 (a) 过大, 使得③通过间隔壁时的阻力: ΔP_c 升高, 结果导致初期压力损失过大。

此外, $\beta(A/B)$ 需要满足 $1 < \beta \leq 6$ 。在 $\beta=1$ 的情况下, 小容积贯通孔和大容积贯通孔将有同样的容积。当 β 超过 6 时, 小容积贯通孔的容积变得过小, 通过贯通孔流出侧时的摩擦和通过间隔壁时的阻力 (②-2: $\Delta P_{b.2} +$ ③: ΔP_c) 引起的压力损失将增加, 使得初期压力损失变大。

当过滤器不能满足不等式 (1) 的情况下, 也就是过滤器满足 $\beta < (20/9)\alpha^2 + 1$ 时, 相对于 β , α 过大。换言之, 相对于一个大容积贯通孔和相邻的所述小容积贯通孔共有的壁部的长度总和 (b), 一个大容积贯通孔和相邻的大容积贯通孔共有的壁部的长度总和 (a) 变得过大。由于这一原因, 由③通过间隔壁时的阻力: ΔP_c 引起的压力损失变大, 结果导致如专利文献 1 中公开的过滤器那样, 初期压力损失过大。

按所述 α 和所述 β 满足式 (1) 的关系, 来合理设置上述 a、b、A 和 B 值, 借此可以尽可能地防止如图 2 中所示的初期始 (T_0) 压力损失变高, 同时可以抑制压力损失随着颗粒的蓄积而升高的上升率 ($\Delta P / (T_1 - T_0)$)。这样便可以降低颗粒蓄积到设定值 (T_1) 时的压力损失。

因此, 从过滤器使用的整个周期来看, 其可以降低压力损失, 进而, 可以减少加在发动机上的负荷, 降低发生诸如发动机停止等问题的可能性, 并可以捕集到大量的颗粒。

此处, “大容积贯通孔和小容积贯通孔这两种类型的贯通孔在数量上实质上相同” 的说法指的是, 当从垂直于长度方向的截面观察本发明的过滤器时, 虽然由于外形等原因, 大容积贯通孔和小容积贯通孔的数量有时候是不同的, 但从大容积贯通孔和小容积贯通孔构成的固定的图案判断, 本发明过滤器是由相同数量的两种类型贯通孔构成的。

因而, 本发明的过滤器不包括例如多个小容积贯通孔分布在大容积贯通孔的周围, 或与此相反的情况, 例如图 19 中所示的过滤器。此外, 本发明的过滤器还不包括如图 11 中所示的过滤器, 该过滤器不存在一个大容积贯通孔和相邻的大容积贯通孔共有的壁部。

附图说明

图 1 是说明本发明所述各种类型过滤器中影响压力损失的主要因素
的示意图。

5 图 2 是表示不同类型废气过滤器中压力损失随时间变化的曲线示意图。

图 3 是表示本发明的废气净化用过滤器的一个例子的透视图。

图 4(a) 是表示图 3 中所示的构成过滤器的多孔陶瓷构件例子的透视图。
示意图。图 4(b) 是图 4(a) 中所示多孔陶瓷构件沿 A-A 线的截面图。

10 图 5(a) 是表示本发明废气净化用过滤器的另一个例子的透视图。图
5(b) 是图 5(a) 中所示过滤器沿 B-B 线的截面图。

图 6(a) 至图 6(d) 是构成本发明过滤器的多孔陶瓷构件垂直于长度方
向的截面的示意图。图 6(e) 是表示构成现有过滤器的多孔陶瓷构件垂直
于长度方向的截面的示意图。

15 图 7 是表示生产本发明蜂巢状过滤器的一个过程的侧面示意图。

图 8 是表示废气净化设备的一个例子的截面示意图，其中应用的是
本发明的废气净化用蜂巢状过滤器。

图 9 是表示现有废气净化用蜂巢状过滤器一个例子的透视示意图。

20 图 10 是表示现有废气净化用蜂巢状过滤器另一个例子的纵向截面
示意图。

图 11(a) 至图 11(d) 是表示现有废气净化用蜂巢状过滤器另外的例子
的纵向截面示意图

图 12(a) 至图 12(f) 是表示本发明过滤器例子的纵向截面示意图。

25 图 13 是表示实施例和比较例的过滤器的 α (间隔壁长度比) 和 β (开口
比率) 关系的曲线图。

图 14 是显示实施例 1 中从过滤器入口不同位置观察的颗粒捕集状态
的照片。

图 15 是显示实施例和比较例的过滤器中灰烬重量和灰烬层长度关
系的曲线图。

图 16 是显示实施例和比较例的过滤器在过滤器捕集颗粒前或刚刚再生后的压力损失与灰烬重量关系的曲线图。

图 17 是显示实施例和比较例的过滤器的颗粒捕集数量与压力损失关系的曲线图。图 17(b) 是显示实施例和比较例的过滤器的 β (开口比率) 与初期压力损失和捕集 6 (g/L) 颗粒后压力损失关系的曲线图。

图 18 是显示实施例的过滤器的 β (开口比率) 与再生临界值关系的曲线图。

图 19 是表示现有多孔陶瓷构件在垂直于长度方向上的截面的截面示意图, 其中大容积贯通孔和小容积贯通孔数量的比例实质上为 1:2。

图 20 表示现有蜂巢状结构体在垂直于长度方向上截面的截面示意图。

图 21 表示现有蜂巢状结构体在垂直于长度方向上截面的截面示意图。

图 22 表示现有蜂巢状结构体在垂直于长度方向上截面的截面示意图。

符号说明

| | |
|------------------------------------|--------|
| 10, 30 | 过滤器 |
| 13, 14 | 密封材料层 |
| 15 | 陶瓷组件 |
| 20, 40, 50, 70 | 多孔陶瓷构件 |
| 160, 170, 180, 260, 270, 280, | 多孔陶瓷构件 |
| 21a, 31a, 41a, 51a, 71a | 大容积贯通孔 |
| 161a, 171a, 181a, 261a, 271a, 281a | 大容积贯通孔 |
| 21b, 31b, 41b, 51b, 71b | 小容积贯通孔 |
| 161b, 171b, 181b, 261b, 271b, 281b | 大容积贯通孔 |
| 22 | 密封材料 |
| 23, 43, 53, 73 | 间隔壁 |
| 163, 173, 183, 263, 273, 283 | 间隔壁 |
| 33 | 壁部 |

具体实施方式

本发明的过滤器是一种具有蜂巢状结构的柱形过滤器，其在长度方向上平行排列有由间隔壁隔开的多个贯通孔。其中，上述贯通孔包括两种类型的贯通孔，分别是垂直于长度方向的截面的面积相对较大的大容积贯通孔和该截面的面积相对较小的小容积贯通孔，两种类型贯通孔的数量实质上相同；在上述过滤器的一个端部，上述大容积贯通孔被密封，在上述过滤器的另一个端部，上述小容积贯通孔被密封；其特征在于，设在垂直于长度方向的截面上一个上述大容积贯通孔和相邻的大容积贯通孔共有的壁部的长度总和(a)、与在垂直于长度方向的截面上一个上述大容积贯通孔和相邻的上述小容积贯通孔共有的壁部的长度总和(b)的比值(a/b)为 α ，将上述大容积贯通孔上述截面的面积(A)与上述小容积贯通孔上述截面的面积(B)的比值(A/B)定义为 β ，上述 α 和上述 β 满足下列不等式(1)表示的关系。

$$\beta \geq (20/9)\alpha^2 + 1 \text{ (其中 } 0 < \alpha \leq 1.5 \text{ 和 } 1 < \beta \leq 6) \dots (1)$$

本发明的过滤器是一种具有蜂巢状结构的柱形过滤器，其在长度方向上平行排列有由间隔壁隔开的多个贯通孔。这种过滤器优选其结构中具有至少一个多孔陶瓷组件。这种多孔陶瓷组件可以是多个柱形多孔陶瓷构件通过密封材料层结合成束而构成的，所述多孔陶瓷构件在长度方向上平行排列有由间隔壁隔开的多个贯通孔(这种过滤器在下文也称为集合型过滤器)；也可以是由烧结形成为一个整体的多孔陶瓷构件构成的(这种过滤器在下文也称为整体型过滤器)。

在所述集合型过滤器中，壁部是由将多孔陶瓷构件的贯通孔彼此隔开的间隔壁、作为多孔陶瓷构件外壁和多孔陶瓷构件间粘合层而发挥功能的密封材料层而构成的；在所述整体型过滤器中，壁部仅由一种类型的间隔壁构成。

图3是表示作为本发明过滤器例子的一个集合型过滤器具体例的示意透视图。图4(a)是表示图1所示的构成过滤器的多孔陶瓷构件一个例子的透视示意图。图4(b)是图4(a)所示的多孔陶瓷构件沿A-A线的截面

图。

如图3中所示,本发明过滤器10中,多个多孔陶瓷构件20通过密封材料层14结合成束构成陶瓷组件15,在这个陶瓷组件15周围形成密封材料层13,以防止废气泄漏。

5 此外,在该多孔陶瓷构件20中,多个贯通孔21沿长度方向平行排列。该贯通孔21包括在垂直于长度方向上的截面的面积相对较大的大容积贯通孔21a和该截面的面积相对较小的小容积贯通孔21b。所述大容积贯通孔21a在过滤器10的废气流出侧端部被密封材料22密封,另一方面,所述小容积贯通孔21b在过滤器10的废气流入侧端部被密封材料22
10 密封;这样,将这些贯通孔彼此隔开的间隔壁23成为一个过滤器。换言之,流入大容积贯通孔21a的废气总是在通过间隔壁23后,才能从小容积贯通孔21b流出。

在本发明的过滤器中,贯通孔21包括两种类型的贯通孔,它们分别是大容积贯通孔21a和小容积贯通孔21b,且两种贯通孔的数量实质上是
15 相同的。通过制成这种结构,减少了不必要的贯通孔部分,从而可以阻止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(②-1: ΔP_{b-1} 、②-2: ΔP_{b-2})所引起的不必要的压力损失增加。例如,与图19所示的贯通孔数量实质上为1:2的过滤器相比,本发明过滤器那样的贯通孔的数量实质上相同的过滤器,其通过贯通孔出口侧时的摩擦(②-2: ΔP_{b-2})
20 引起的压力损失较低,从而可以降低总的压力损失。

此外,本发明的过滤器具有两种类型的壁部,分别是一个大容积贯通孔21a和相邻的大容积贯通孔21b共有的壁部;和一个大容积贯通孔21a和相邻的小容积贯通孔21b共有的壁部。

图14(a)至图14(c)的是实施例中从过滤器入口不同位置观察的颗粒
25 捕集状态的照片。这些照片清楚的显示,在本过滤器中,不仅相邻的大容积贯通孔和小容积贯通孔共有的壁部上蓄积了颗粒,而且在相邻的大容积贯通孔之间共有的壁部上也蓄积了颗粒。这可能是因为除了从大容积贯通孔向小容积贯通孔直接流入过滤器的壁的气流外,废气还在孔中形成了如涡流等多种气流,从而随着颗粒的捕集,颗粒一旦流入相邻的

大容积贯通孔间共有的壁部后，形成经过相邻的大容积贯通孔和小容积贯通孔共有的壁部而从小容积贯通孔流出的废气流。

结果，在有两种壁部的过滤器中，在大容积贯通孔和小容积贯通孔的容积比设定为恒定的情况下，随着过滤器的使用，颗粒均匀地沉积在大容积贯通孔所有的壁上。因此，在开口比率被设定为恒定的情况下，与不具有大容积贯通孔间共有的壁部的过滤器相比，本发明的过滤器用于过滤的壁部表面积实质上大。这样，在相同数量的颗粒被沉积的情况下，本发明的过滤器可以减小沉积在间隔壁部分上的颗粒厚度。由于这一原因，从开始使用后，随着流逝时间的延长，压力损失变大，但本发明的过滤器压力损失的上升率小，以至于从过滤器使用的整个周期来看，可以降低压力损失。

此外，为了再生过滤器，需要将颗粒进行焚烧，颗粒中含有经焚烧可被清除的碳等，除此之外，还含有经焚烧后可形成氧化物的金属等，它们经焚烧后以灰烬的形式残留在过滤器内。由于这些灰烬在通常保留在靠近过滤器出口的部分，从而使构成过滤器的贯通孔从出口部分逐渐被灰烬填充，随着被灰烬填充部分的体积越来越大，可起到过滤器作用的部分其体积(面积)逐渐减小。

而且，当灰烬的蓄积量过大时，这个过滤器不能发挥最早作为过滤器的功能；因而必须将过滤器从排气管中取出，将过滤器从后部进行冲洗以除去其中的灰烬，或者将过滤器抛弃。

与贯通孔容积均相同的过滤器进行比较，由于上述所述的本发明过滤器中废气流入侧的贯通孔容积较大，因而，随着灰烬的积累，其可以起到过滤器作用的那部分的容积的减少量小，并且由灰烬引起的压力损失也小。因此，其可以延长过滤器直到需要进行后部清洗等前的时间。

图3中所示的过滤器10具有柱状结构；然而对柱形没有特殊的要求，本发明的过滤器可以具有任意形状，如椭圆柱形或棱柱形，其也可以具有任意的尺寸。

本发明的过滤器中，优选蜂巢状结构从流入侧到流出侧的截面积没有变化。这种结构可以提高抗压强度等性能，还可以容易地挤出成型

进行制造。

本发明的过滤器中，对多孔陶瓷构件的材料没有特殊的限制，其可以举出的例子为：氮化物陶瓷如氮化铝、氮化硅、氮化硼、氮化钛等；碳化物陶瓷如碳化硅、碳化锆、碳化钛、碳化钽、碳化钨等；和氧化物陶瓷等如氧化铝、氧化锆、堇青石、莫来石等。此外，也可以由两种或两种以上的材料制成，如硅和碳化硅的复合物及钛酸铝。特别优选使用碳化硅，因为其具有较强的耐热性、优越的机械特性和良好的导热性。

虽然没有特殊的要求，但多孔陶瓷构件的气孔率优选设定在约 20% 至 80%。当气孔率小于 20% 时，本发明的的过滤器比较容易堵塞，当气孔率大于 80% 时，则多孔陶瓷构件的强度下降，结果导致其很容易破裂。

此处，上述气孔率可以通过压汞法、阿基米德法和使用扫描式电子显微镜(SEM)的方法等以往公知的方法进行测定。

上述多孔陶瓷构件的平均孔径优选设定在 $1\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 的范围内，平均孔径小于 $1\mu\text{m}$ 时，颗粒容易导致堵塞。相反，平均孔径大于 $100\mu\text{m}$ 时，使得颗粒直接通过孔，结果不能捕集该颗粒，造成多孔陶瓷构件起不到过滤器的功能。

对于用于制造这种多孔陶瓷构件的陶瓷的粒径，虽然没有特殊的限制，但优选使用在随后的烧结过程中不易缩小的材料，例如，优选使用由 100 重量份的平均粒径在约 $0.3\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ 的粉末与 5 重量份~65 重量份的平均粒径在约 $0.1\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ 的粉末混合制得的颗粒。通过按照上述混合比例混合的具有上述粒径的陶瓷颗粒，可以制造出合适的陶瓷构件。

上述密封材料优选由多孔陶瓷构成。

在本发明的过滤器中，由于使用上述密封材料密封的多孔陶瓷构件是由多孔陶瓷制得的，所以通过使用与多孔陶瓷构件相同的多孔陶瓷作为上述密封材料，则可以提高两个构件间的粘接强度，并可以通过按照与多孔陶瓷构件相同的方法调整密封材料气孔率，使得上述多孔陶瓷构件的热膨胀系数与密封材料的热膨胀系数相同。这样，可以防止由于在生产和使用过程中的热应力而在密封材料和间隔壁之间形成缝隙，也可以防止在密封材料和与密封材料接触的间隔壁中产生裂纹。

在由多孔陶瓷制成密封材料的情况下，对其材料没有特殊的限制，例如可以使用与形成上述多孔陶瓷构件相同的陶瓷材料。

在本发明的过滤器中，在多孔陶瓷构件 20 之间及陶瓷组件 15 的周边形成密封材料层 13、14。此外，在多孔陶瓷构件 20 之间形成的密封材料层 14 具有粘合多个多孔陶瓷构件 20 的粘接剂功能，当本发明的过滤器 10 被设置在内燃机的排气通道中时，在陶瓷组件 15 的周边形成的密封材料层 13 可以作为密封材料，起到防止废气从陶瓷组件 15 的外周泄漏的作用。

对于形成上述密封材料层的材料，没有特殊的限制，例如可以举出由无机粘合剂、有机粘合剂、无机纤维和/或无机颗粒制成的材料。

此处，如上所述，在本发明的过滤器中，密封材料层形成在多孔陶瓷构件之间及陶瓷组件外周，这些密封材料层可以由相同的材料构成，也可以由不同的材料构成。此外，在密封材料层由相同的材料制成的情况下，材料的混合比例可以相同，也可以不同。

作为上述无机粘合剂，可以举出例如硅溶胶、氧化铝溶胶等。这些可以单独使用，也可以两种或两种以上混合使用。在无机粘合剂中，最好使用硅溶胶。

作为上述有机粘合剂，可以举出例如聚乙烯醇、甲基纤维素、乙基纤维素、羧甲基纤维素等。这些可以单独使用，也可以两种或两种以上混合使用。在上述有机粘合剂中，最好使用羧甲基纤维素。

作为上述无机纤维，可以举出陶瓷纤维等，如硅酸铝、莫来石、氧化铝、氧化硅等。这些可以单独使用，也可以两种或两种以上混合使用。在上述无机纤维中，最好使用氧化硅-氧化铝纤维。

作为上述无机颗粒，可以举出例如碳化物、氮化物等，具体可以举出由碳化硅、氮化硅、氮化硼等制成的无机粉末或针状晶体等。这些可以单独使用，也可以两种或两种以上混合使用。在上述无机颗粒中，优选使用具有优异导热性的碳化硅。

此处，密封材料层 14 可以由致密的材料制成，也可以为了使废气可以进入其内部而由多孔材料制成。而密封材料层 13 优选由致密的材料制

成。这是因为，当本发明的过滤器 10 被放置在内燃机的废气通道中时，形成的密封材料层 13 的目的是起到防止废气从陶瓷组件 15 的外周泄漏的作用。

图 5(a) 是表示一个作为本发明中过滤器例子的整体型过滤器具体例子的透视示意图。图 5(b) 是图 5(a) 中所示过滤器沿 B-B 线的截面图。

如图 5(a) 中所示，过滤器 30 由柱状多孔陶瓷组件 35 构成，每个组件中大量的贯通孔 31 隔着间隔壁 33 沿长度方向平行排列。

贯通孔 31 由两种类型的贯通孔构成，它们是在垂直于长度方向的截面的面积相对较大的大容积贯通孔 31a 和上述截面的面积相对较小的小容积贯通孔 31b。大容积贯通孔 31a 在过滤器 30 的废气流出侧端部被密封材料 32 密封，小容积贯通孔 31b 在过滤器 30 的废气流入侧端部被密封材料 32 密封；这样，间隔壁 33 将这些贯通孔 31 隔开，从而发挥过滤器的功能。

虽然在图 5 中没有给出，但在多孔陶瓷组件 35 的周边可以通过与图 3 中所示的过滤器 10 相同的方式形成密封材料层。

除了多孔陶瓷组件 35 是通过烧结制得的整体结构外，该过滤器 30 与集合型过滤器 10 的结构相同，这样，进入大容积贯通孔 31a 的废气，通过将贯通孔 31 隔开的间隔壁 33 后，从小容积贯通孔 31b 流出。因而，整体型过滤器 30 与集合型过滤器的作用相同。

此外，与集合型过滤器 10 同样，整体型过滤器 30 也可以具有任意的形状和尺寸，其气孔率优选设定在与集合型过滤器相同的 20%~80% 的范围内，其孔径优选设定为约 $1\mu\text{m}$ ~ $100\mu\text{m}$ 。

构成的多孔陶瓷组件 35 的多孔陶瓷没有特殊的限制，例如可以举出与集合型过滤器相同的氮化物、碳化物和氧化物陶瓷。通常使用如堇青石等氧化物陶瓷。这些材料可以低成本地进行生产，同时由于这些材料具有较低的热膨胀系数，使得过滤器在生产和使用过程中，不会由于热应力而轻易遭到损坏。

这种类型的整体型过滤器 30 中的密封材料 32 同样优选由多孔陶瓷制成。对密封材料 32 的材料没有特殊的限制，例如可以举出与制成上述

的多孔陶瓷 35 的陶瓷材料相同的材料。

在具有如图 3、图 5 所示结构的本发明过滤器中，优选在垂直于长度方向的截面上，大容积贯通孔和/或小容积贯通孔的形状为多边形。

其原因是，认为通过制成多边形，可以得到以下作用：消除由于废气通过大容积贯通孔和/或小容积贯通孔时因贯通孔形状而造成的摩擦大的部位，从而降低由通过贯通孔时的摩擦(②-1: ΔP_{b-1} 、②-2: ΔP_{b-2})引起的压力损失，或者，消除厚度不均匀的部分，也就是消除局部上废气难以通过的部分，从而达到减小由于通过间隔壁时的阻力: ΔP_c 而造成的压力损失。

其形状特别优选四边或四边以上的多边形，且更优选至少有一个角是钝角。这样可以减少由通过贯通孔入口侧时的摩擦和通过贯通孔出口侧时的摩擦(②-1: ΔP_{b-1} +②-2: ΔP_{b-2})引起的压力损失。具体上更优选组合八边形和四边形。

优选大容积贯通孔和/或小容积贯通孔的截面的拐角附近由曲线构成。因为如果其中具有这种曲线形状，可进一步减小通过贯通孔入口侧时的摩擦和通过贯通孔出口侧时的摩擦(②-1: ΔP_{b-1} +②-2: ΔP_{b-2})引起的压力损失。此外，还可以防止由于拐角的集中应力而引起的纹裂。

在本说明书中，“相邻的上述大容积贯通孔在上述截面上的重心间距离”是指在垂直于长度方向上的截面上一个大容积贯通孔的重心和相邻的大容积贯通孔的重心之间的最短距离。另一方面，“相邻的上述小容积贯通孔在上述截面上的重心间距离”是指在垂直于长度方向上的截面上一个小容积贯通孔的重心和相邻的小容积贯通孔的重心之间的最短距离。

在上述两种重心间距离相等的情况下，再生时，热量均匀扩散，以至于可以消除过滤器中局部上温度的偏差；这样便可以提供一种即使经过长期的重复使用，仍不易因热应力而发生纹裂等的过滤器，其具有优越的耐久性。

图 6(a)至图 6(d)和图 12(a)至图 12(f)是表示构成本发明集合型过滤器的多孔陶瓷构件的部分截面示意图。图 6(e)是表示现有过滤器的截面

的部分截面示意图。另外，整体型过滤器中大容积贯通孔和小容积贯通孔在截面上的形状也是相同的组合；因此，以下用这些图对本发明中过滤器的大容积贯通孔和小容积贯通孔的截面形状进行说明。

在图 6(a) 中，上述开口比率被设定为大约 1.55，在图 6(b) 中，其被
5 设定为大约 2.54，在图 6(c) 中，其被设定为大约 4.45，在图 6(d) 中，其
被设定为大约 6.00。此外，在图 12(a)、12(c) 和 12(e) 中上述开口比率都
被设定为大约 4.55，12(b)、12(d) 和 12(f) 中上述开口比率都被设定为大约
10 6.00。在图 6(a) 至图 6(d) 中，大容积贯通孔的截面形状是八边形，小
容积贯通孔的截面形状是四边形，这些贯通孔是交替分布的，这种情况
下，通过改变小容积贯通孔的截面积并稍微调整大容积贯通孔截面形状
的方式，可容易地任意改变开口比率。同样，图 12 中所示的过滤器，其
开口比率也可以任意地改变。

如上所述，八边形和四边形的组合给出良好的对称性。由于这种形
状有良好的对称性，废气容易均匀地流入大容积贯通孔。此外，其可以
15 提高等静压强度、抗压强度等。

例如，下面讨论了 A 轴的抗压强度。A 轴的抗压强度按如下方法计
算。切出三维结构，其至少有两个面垂直于贯通孔(优选剩下四个平面彼
此平行截开使蜂巢式形状呈长方体或立方体形状)，将切出的三维结构置
于操作台上使该贯通孔垂直于操作台，以将其夹在其中的方式从上部施
20 加负载压力，基于破裂时的负载计算强度。

此时，如现有技术那样，如果截面的形状都是正方形的话，则 A 轴
受到的压力全部是相同的力。

但是，在形状是八边形和四边形的情况下，压力被分散为使八边形
膨胀的力、挤压四边形的力等。对于大容积贯通孔间共有的壁，这些力
25 被相互抵消，所以认为其抗压强度会增加。

等静压强度应用同样的方法，与所有截面都是正方形的情况相比较，
由于在对角线方向也形成支梁，所以同样易于提高强度。此处，等静压
强度也被称为等方性压力破坏强度。如流体静压等的等方性压力施加于
过滤器上，其意味着发生破坏时的强度。

等静压强度优选设定为大于等于 7MPa，更优选设定为大于等于 9MPa。A 轴的等静压强度优选设定为大于等于 18MPa，更优选设定为大于等于 25MPa。

此外，本发明人等的研究显示在一定的数值范围内可以更有效地发挥上述作用。

认为强度有关的稳定性和各种要素如气流、热传导等组合，而形成了这种对颗粒的再生耐久性优异的蜂巢状过滤器。

本发明过滤器中，优选蜂巢形状的截面积从流入侧到流出侧不变化。这是因为，例如在上述抗压强度下改变贯通孔的截面面积会引起抗压强度的降低，并提高应用挤出成型方法的制造过程的难度。

在图 12(a)和图 12(b)中所示过滤器 160 和过滤器 260 中，大容积贯通孔 161a 和 261a 的截面形状都是五边形，其中三个角基本上是直角，小容积贯通孔 161b 和 261b 的截面形状都是四边形，占据各自的大四边形的对角，斜向相对。此外图 12(c)和图 12(d)中所示过滤器 170 和过滤器 270 具有图 6(a)至图 6(d)中所示的改进的截面形状，其中大容积贯通孔 171a、271a 及小容积贯通孔 171b、271b 共有的间隔壁以一定的曲度向小容积贯通孔侧膨胀。这个曲度可以自由设定。

在这种情况下，构成大容积贯通孔 171a、271a 及小容积贯通孔 171b、271b 共有的间隔壁的曲线相当于 1/4 圆。此时，其开口比率为最小值时的形状大致为图 12(c)中所示的形状，此时的开口比率是大约 3.66。

在图 12(e)~图 12(f)中所示的过滤器 180 和过滤器 280 中，大容积贯通孔 181a 和 281a 及小容积贯通孔 181b 和 281b 是四边形(长方形)，如图中所示，当两个大容积贯通孔和两个小容积贯通孔组合时，将形成近乎正方形的形状。

在贯通孔和其组合的形状相同的情况下，随着上述开口比率的变动，在垂直于长度方向的截面上一个大容积贯通孔和相邻的大容积贯通孔共有的壁部的长度总和(a)、与在垂直于长度方向的截面上一个大容积贯通孔和相邻的上述小容积贯通孔共有的壁部的长度总和(b)分别也成几乎固定的关系变动。

因此，例如，在图 6(a)至图 6(d)所示形状的过滤器中，下列式(2)大体上表示了其关系：

$$\beta=(\alpha+2^{1/2})^2-1 \dots (2)$$

同样，下列等式(3)大体上表示了图 10 中 α 和 β 的关系，下列等式(4)大体上表示了图 11(a)至图 11(d)中 α 和 β 关系，下列等式(5)大体上表示了图 12(a)、(b)中 α 和 β 关系，下列等式(6)大体上表示了图 12(c)、(d)中 α 和 β 关系，下列等式(7)大体上表示了图 12(e)、(f)中 α 和 β 关系：

$$\beta=(\alpha+1)^2-1 \dots (3)$$

$$\alpha=0 \dots (4)$$

$$\beta=2\{(2-2^{1/2})\alpha+1\}^2-1 \dots (5)$$

$$\beta=\{\pi^2/4(4-\pi)\}(\alpha+4/\pi)^2-1 \dots (6)$$

$$\beta=-(3\alpha+2)/(\alpha-2) \dots (7)$$

在这些情况中，根据间隔壁的厚度， α (间隔壁长度的比)有时会有些不同。由于这一原因，那些即不属于一个大容积贯通孔和相邻的大容积贯通孔共有的间隔壁，也不属于一个大容积贯通孔和相邻的小容积贯通孔共有的间隔壁的壁部，根据其造成的影响考虑，有时按照大容积贯通孔共有的壁部处理。此外，在上述等式(2)、(3)、(5)、(6)和(7)中，与等式(1)中同样， $0<\alpha\leq 1.5$ 和 $1<\beta\leq 6$ 。

β 值(开口比率)的下限优选设定为 1.55，更优选 2.0。 β 值(开口比率)的上限优选设定在 2.75，更优选 2.54，最优选 2.42。

通过设定这样的开口比率，可以进一步降低由于颗粒捕集而造成的压力损失，从而提高再生临界值。

此处，再生临界值指颗粒捕集量(g/l)，如果捕集的颗粒超过这个值，在进行再生时在过滤器中引起纹裂等，将损害过滤器。因此，当再生临界值升高时，可以增加直到需要再生为止能够捕集的颗粒数量，从而延长直到再生处理前的周期。

以下说明上述的本发明的过滤器的制造方法的一个例子。

本发明的过滤器的结构如图 5 所示，其整体上是由单个烧结体构成

的整体型过滤器的情况下，首先，使用主要由上述那样的陶瓷构成的原料浆料进行挤出成型，以生产形状与图5中所示过滤器30几乎相同的陶瓷成型体。

对上述原料浆料，虽然没有特定的限制，但这些浆料应使制造过程后的多孔陶瓷组件具有20%~80%的气孔率。例如，这些浆料可以通过往上述可以使用的陶瓷中添加粘合剂和分散剂溶液而制成。

对上述粘合剂没有特定的限制，例如可以举出甲基纤维素、羧甲基纤维素、羟乙基纤维素、聚乙烯醇、酚醛树脂、环氧树脂等。

通常，相对于100重量份的陶瓷粉末，上述粘合剂的混合量优选设定为1重量份~10重量份。

对上述分散剂溶液没有特定的限制，例如可以举出苯等有机溶剂、甲醇等醇类和水等。

适量混合上述分散剂溶液，以使原料浆料的粘度设定在预先确定的范围内。

这些陶瓷粉末、粘合剂和分散剂溶液由研磨机等进行混合，并由捏合机等进行充分的捏合后，挤压成型，制成上述陶瓷成型体。

此外，根据需要，可以向上述原料浆料中加入成型助剂。

对上述成型助剂没有特定的限制，例如可以举出乙二醇、糊精、脂肪酸皂、多元醇等。

此外，如果必要，可以向上述原料浆料中加入以氧化物类陶瓷作为成分的微小中空球体的中空球状物、球型丙烯酸颗粒和石墨等成孔剂。

对上述中空球状物没有特定的限制，例如可以举出氧化铝中空球状物、玻璃微中空球状物、火山土中空球状物、飞灰中空球状物(FAballoon)、莫来石中空球状物等。优选使用飞灰中空球状物。

此外，使用如微波干燥器、热风干燥器、介电干燥器、减压干燥器、真空干燥器和冷冻干燥器等干燥器将上述陶瓷成型体干燥后，向特定的贯通孔填充用于形成密封材料的密封材料浆料，实施封口处理，密封上述贯通孔。

对于上述密封材料浆料，虽然没有特定的限制，但这些浆料应使通

过后续过程制成的密封材料具有 20%~80%的气孔率。例如，可以使用与上述原料浆料相同的浆料，但优选使用在作为上述原料浆料而使用的陶瓷粉末中加入润滑剂、溶剂、分散剂和粘合剂后制成的浆料。这是因为，可以防止密封材料浆料中的陶瓷颗粒在上述封口处理的过程中产生
5 沉降。

接着，在预定条件下对已被上述密封材料浆料填充的陶瓷干燥体进行脱脂和烘烤，从而制成由多孔陶瓷构成的过滤器，其整体上由单个烧结体构成。

此处，上述陶瓷干燥体的脱脂和烘烤条件等，可以应用现有的用于
10 生产由多孔陶瓷制作过滤器的条件。

此外，如图 3 所示，本发明的过滤器是由多个多孔陶瓷构件经密封材料层结合成束而构成的集合型过滤器，在这种情况下，首先，将以上述的陶瓷为主成分的原料浆料进行挤出成型，制成图 4 所示多孔陶瓷构件 20 那样的形状的生成型体。

15 此处，对于所述原料浆料，可以使用如上述集合型过滤器中说明的相同的原料浆料。

此外，在使用微波干燥器将上述生成型体干燥制成干燥体后，在该干燥体的规定贯通孔中填充可成为密封材料的密封材料浆料，对上述贯通孔封口，实施封口处理。

20 对于上述密封材料浆料，可以使用如上述整体型过滤器中已说明的相同的密封材料浆料。除了密封材料浆料的填充对象不同以外，上述封口处理可以使用与上述整体型过滤器中已说明的相同的方法。

接着，已进行上述封口处理的干燥体，在预定条件下进行脱脂和烘烤，可以制造多个贯通孔隔着间隔壁并列设置在长度方向的柱状多孔陶
25 瓷构件。

此处，对于生成型体的脱脂和烧结的条件等，可以使用由多个多孔陶瓷构件通过密封材料层结合成束而构成的过滤器在制成时所使用的现有的条件等。

接着，如图 7 中所示，操作台 80 的上部的截面为 V 字形状，可以使

多孔陶瓷构件 20 以倾斜的方式堆积在其上，将多孔陶瓷构件 20 以倾斜的方式堆积在其上面后，在向上的两个侧面 20a 和 20b 上涂布均匀厚度的用于形成密封材料层 14 的密封材料浆料，形成密封材料浆料层 81。而后，在这个密封材料浆料层 81 上，按顺序重复进行层叠另一多孔陶瓷构件 20 的工序，以制成具有规定尺寸和棱柱状的多孔陶瓷构件 20 的层叠体。

另外，作为形成上述密封材料浆料的材料，由于在上述本发明的过滤器中已给出了说明，这里不再对其进行说明。

接着，将多孔陶瓷构件的层叠体 20 加热，以使密封材料浆料层 81 干燥和固化，形成密封材料层 14。其后，使用金刚石切刀等将外周部分切割成图 3 中所示的形状，这样，制成陶瓷组件 15。

然后，使用上述密封材料浆料在陶瓷组件 15 的外周形成密封材料层 13，这样可以制造多个多孔陶瓷构件通过密封材料层结合成束而构成的过滤器。

这样制造的过滤器都具有柱形的形状，其结构如图 13 和 15 中所示。

对本发明过滤器的应用没有特定的限制，但优选用于车辆上使用的废气净化装置。

图 8 是本发明给出的一个用于车辆上的废气净化装置的例子截面示意图。

如图 8 中所示，废气净化装置 600 主要由以下部分构成，其包括：本发明过滤器 60、覆盖过滤器 60 外部的外壳 630、位于过滤器 60 和外壳 630 之间的保持密封材料 620、位于过滤器 60 废气流入侧的加热装置 610，在外壳 630 的导入废气的一侧的一端，连接有连接发动机等内燃机的导入管 640，在外壳 630 的另一端，连接有连接外部的排气管 650。另外，图 8 中，箭头表示废气的流动。

此外，在图 8 中，过滤器 60 还可以是图 3 中所示的过滤器 10，或图 5 中所示的过滤器 30。

在如此构成的废气净化装置 600 中，由发动机等内燃机中排出的废气，通过导入管 640 进入外壳 630 内，使得废气流从过滤器 60 的贯通孔

经过壁部(间隔壁)并由该壁部(间隔壁)捕集颗粒,废气得到净化后,由排气管 650 排出到外部。

在大量的颗粒捕集在过滤器 60 的壁部(间隔壁)后,将造成压力损失增加,这时过滤器 60 需要进行再生处理。

- 5 在上述再生处理中,使被加热装置 610 加热的气体流入过滤器 60 的贯通孔内部,使得过滤器 60 被加热,燃烧除去堆积在壁部(间隔壁)上的颗粒。

此外,也可以采用后喷射的方式燃烧清除颗粒。

- 10 此外,本发明过滤器中的孔上可以载负对废气中 CO、烃(HC)、NO_x 等具有净化能力的催化剂。

当载负有这种催化剂时,本发明的过滤器不仅具有捕集废气中颗粒的过滤器的能力,也具有净化废气中 CO、HC、NO_x 等的催化转化器能力。

- 15 上述催化剂可以载负在构成本发明蜂巢状结构体的颗粒表面上,并残留有气孔,也可以载负在壁部并具有一定厚度。此外,上述催化剂可以均匀地载负在贯通孔的壁部表面上,或集中载负在特定的部分上。尤其当上述催化剂载负在入口侧贯通孔的壁部表面上、或载负在表面附近各个颗粒的表面上、或这两个部分上时,催化剂很容易与颗粒接触,使得颗粒可以进行充分的燃烧。

- 20 上述催化剂的例子可以举出贵金属,如铂、钯、铑等。这种由贵金属制成的催化剂,被称为三组分催化剂,载负这种三组分催化剂的本发明过滤器中具有与已知的现有催化剂转化器相同方式的功能。因而,关于本发明中过滤器的催化剂转化器功能的情况,此处不再给出详细的说明。

- 25 此处,关于可载负在本发明过滤器上的催化剂,并不特定限制为上述贵金属,任何可以净化废气中 CO、HC、NO_x 等的催化剂都可以使用。

实施例

以下说明将举出实施例详细说明本发明,然而本发明并不仅仅限于这些实施例。

(实施例 1)

(1) 将平均粒径为 $11\ \mu\text{m}$ 的 α -型碳化硅粉末(60 重量%)和平均粒径为 $0.5\ \mu\text{m}$ 的 β -型碳化硅粉末(40%重量)进行湿式混合, 将 100 重量份的上述混合物、5 重量份的有机粘合剂(甲基纤维素)与 10 重量份的水进行捏合, 得到混合组合物。接着, 向上述混合组合物中加入少量的增塑剂和润滑剂并进行捏合后, 进行挤出成型, 制成如图 6(a)至 6(d)中所示的生成型体, 其大容积贯通孔截面形状为八边形, 小容积贯通孔截面形状为四边形(大体上为正方形), 其烘烤后的 β (开口比率) 值为 1.50。

接着, 用微波干燥器等干燥上述生成型体制成陶瓷干燥体, 往预先设定的贯通孔中填充与上述生成型体相同组成的浆料。经过用干燥器再次干燥后, 在 400°C 脱脂, 然后在 2200°C 下, 常压氩气氛中烘烤 3 小时, 制成多孔陶瓷构件 20, 该构件是碳化硅烧结体, 其气孔率为 42%, 平均孔径为 $9\ \mu\text{m}$, 尺寸为 $34.3\text{mm}\times 34.3\text{mm}\times 150\text{mm}$, 贯通孔的数量为 28 个/ cm^2 ($10\text{mm}\times 10\text{mm}$) (大容积贯通孔: 14 个/ cm^2 , 小容积贯通孔: 14 个/ cm^2), 所有间隔壁 23 具有的厚度为 0.4mm。

此处, 在得到的多孔陶瓷构件 20 中, 在其一端表面, 仅将大容积贯通孔 21a 用密封剂密封, 在其另一端表面, 仅将小容积贯通孔 21b 用密封剂密封。

此外, 多孔陶瓷构件 20 的 α (间隔壁长度比) 为 0.20。

(2) 使用耐热性密封材料浆料, 采用图 7 说明的方法, 将多个上述多孔碳化硅构件结合成束, 然后用金刚石切刀将其切割, 制成圆柱形状的陶瓷组件。所述耐热性密封材料浆料含有 30 重量%的纤维长度为 0.22mm 的氧化铝纤维、21 重量%的平均粒径为 $0.6\ \mu\text{m}$ 的碳化硅颗粒、15 重量%的硅溶胶、5.6 重量%的羧甲基纤维素和 28.4 重量%的水。

此时, 将上述多孔陶瓷构件结合成束的密封材料层厚度为 1.0mm。

接着, 混合 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, 并进行捏合, 调制密封材料浆料。其中, 无机纤维是由氧化铝硅酸盐构成的陶瓷纤维(渣球含量:3%, 纤维长:0.1mm~100mm), 无机颗粒是平均粒径为

0.3 μm 的碳化硅粉末, 无机粘合剂是二氧化硅溶胶(溶胶中的 SiO_2 的含量:30 重量%), 有机粘合剂是羧甲基纤维素。

然后, 使用上述密封材料浆料, 在上述陶瓷组件的外周部形成厚度为 0.2mm 的密封材料浆料层。接着, 在 120 $^{\circ}\text{C}$ 干燥该密封材料浆料层,
5 得到直径为 144mm 的圆柱形过滤器。

(实施例 2~实施例 24、比较例 1 和比较例 2)

(1) 如图 6(a) 至图 6(d) 所示设定多孔陶瓷构件的截面形状, 大容积贯通孔的截面为八边形、小容积贯通孔的截面为四边形(大体上为正方形), β (开口比率) 和 α (间隔壁长度比) 分别设定为表 1 中所示的值, 此外,
10 进行如实施例 1 中(1)的同样过程, 这样, 制成多孔陶瓷构件。

(2) 使用上述(1)制成的各多孔陶瓷构件, 此外采用实施例 1 中(2)的同样过程制造过滤器。

(实施例 25 至实施例 31、比较例 3 和比较例 4)

(1) 如图 12(a) 和图 12(b) 所示设定多孔陶瓷构件的截面形状, 大容积贯通孔的截面为五边形、小容积贯通孔的截面为四边形(大体上为正方形), β (开口比率) 和 α (间隔壁长度比) 分别设定为表 1 中所示的值, 此外,
15 进行如实施例 1 中(1)的同样过程, 这样, 制成多孔陶瓷构件。

(2) 使用上述(1)制成的各多孔陶瓷构件, 此外采用实施例 1 中(2)的同样过程制造过滤器。

20 (实施例 32~实施例 35、比较例 5 和比较例 6)

(1) 如图 12(c) 和图 12(d) 所示设定多孔陶瓷构件的截面形状, 大容积贯通孔的截面为八边形四角曲度外扩的形状, 小容积贯通孔的截面为四边形(大体上为正方形) 曲度内缩的形状, β (开口比率) 和 α (间隔壁长度比) 分别设定为表 1 中所示的值, 此外, 进行如实施例 1 中(1)的同样过程,
25 这样, 制成多孔陶瓷构件。

(2) 使用上述(1)制成的各多孔陶瓷构件, 此外采用实施例 1 中(2)的同样过程制造过滤器。

(实施例 36 至实施例 44、比较例 7 和比较例 8)

(1) 如图 12(e) 和图 12(f) 所示设定多孔陶瓷构件的截面形状, 大容积

贯通孔的截面为长方形、小容积贯通孔的截面为长方形(某些情况下为正方形), β (开口比率)和 α (间隔壁长度比)分别设定为表 1 中所示的值, 此外, 进行如实施例 1 中(1)的同样过程, 这样, 制成多孔陶瓷构件。

(2) 使用上述(1)制成的各多孔陶瓷构件, 此外采用实施例 1 中(2)的同样过程制造过滤器。

(比较例 9 至比较例 19)

(1) 设定近似如图 10 所示的截面形状的多孔陶瓷构件的截面形状(十二边形和四边形), β (开口比率)和 α (间隔壁长度比)分别设定为表 1 中所示的值。此外, 进行如实施例 1 中(1)的同样过程, 这样, 制成多孔陶瓷构件。

(2) 使用上述(1)制成的各多孔陶瓷构件, 此外采用实施例 1 中(2)的同样过程制造过滤器。

(比较例 20 至比较例 27)

(1) 将多孔陶瓷构件的截面设定为与如图 11(a) (比较例 20)、图 11(b) (比较例 21 和比较例 22)、图 11(c) (比较例 23 至比较例 25)、图 11(d) (比较例 26 和比较例 27) 所示的截面形状基本相同的截面形状, β (开口比率)和 α (间隔壁长度比)分别设定为表 1 中所示的值($\alpha=0$)。此外, 进行如实施例 1 中(1)的同样过程, 这样, 制成多孔陶瓷构件。

(2) 使用上述(1)制成的各多孔陶瓷构件, 此外通用实施例 1 中(2)的同样过程制造过滤器。

(比较例 28 和比较例 29)

(1) 将多孔陶瓷构件的截面设定为与如图 6(e) 中所示的相同的截面形状(所有的都是正方形, 并有方块的模式贯通孔)大致相同的形状, 如表 1 中所示, 设定的值 β (开口比率)=1 和 α (间隔壁长度比)=0。此外, 进行如实施例 1 中(1)的同样过程, 这样, 制成多孔陶瓷构件。

(2) 使用上述(1)制成的各多孔陶瓷构件, 此外采用实施例 1 中(2)的同样过程制造过滤器。

(比较例 30 至比较例 33)

(1) 将多孔陶瓷构件的截面形状分别设定为与如图 19(比较例 30)、

图 20(比较例 31)、图 21(比较例 32)和图 22(比较例 33)中所示的基本相同的截面形状。此外,进行如实施例 1 中(1)的同样过程,这样,制成多孔陶瓷构件。此处,在比较例 31 中所示的过滤器 200(图 19)的截面形状中,大容积贯通孔(六边形)和小容积贯通孔(三角形)的数量实质上为 1:2。此外,在比较例 32 中所示的过滤器 220(图 21)的截面具有大正方形的贯通孔 221a、小正方形的贯通孔 221b 和长方形的贯通孔 222 共同组成的格子形状。在比较例 33 中所示的过滤器 230(图 22)的截面具有如下结构,贯通孔 232 具有略小于正方形贯通孔 231 的正方形形状,它们彼此交替进行组合。

10 (2)使用上述(1)制成的各多孔陶瓷构件,此外采用实施例 1 中(2)的同样过程制造过滤器。

(比较例 34)

(1)除了在平行于长度方向上的贯通孔截面形状是锥形之外,进行如实施例 1 中(1)的同样过程生产多孔陶瓷构件。

15 (2)使用上述(1)制成的各多孔陶瓷构件,此外采用实施例 1 中(2)的同样过程制造过滤器。

制得的过滤器内贯通孔在垂直于长度方向上截面的面积逐渐变大或变小。当参考图 6(a)解释时,废气入口侧的大容积贯通孔 21a 在废气出口侧变为小容积贯通孔 21b。同时,废气入口侧的小容积贯通孔 21b 在废气出口侧变为大容积贯通孔 21a。

20 (评价方法)

(1)压力损失的变化

如图 8 中所示,将各个实施例和比较例的过滤器安装在发动机的废气通道中,构成废气净化装置。上述发动机在 3000min^{-1} 转速、50Nm 扭矩的情况下运行,这样,进行测量确定初期(发动前)压力损失和捕集到规定量的颗粒时的压力损失。表 1 至表 3 显示了全部实施例和比较例的截面形状、 β (开口比率)、 α (间隔壁长度比)、 $(20/9)\alpha^2+1$ 的值、相应时间的初期压力损失、在颗粒捕集到 0.5、4.0、6.0 和 8.0(g/L)时的压力损失数据。

(2)再生临界值的测定

如图 8 中所示, 将各个实施例和比较例的过滤器安装在发动机的废气通道中, 构成废气净化装置。发动机在 3000min^{-1} 转速、 50Nm 扭矩的情况下运行一定时间, 而后进行再生处理, 随着发动机流逝时间的增加, 连续进行上述测试过程, 检测过滤器是否发生的纹裂。然后, 测定直到发生纹裂时颗粒捕集的数量, 5 个样本的平均值确定为再生临界值。测试的结果显示在下面表 1 至表 3 中。

图 13 显示实施例 1 至实施例 44 和比较例 1 至比较例 33 中 β (开口比率) 和 α (间隔壁长度比) 关系的曲线图。图 13 中的点选自实施例和比较例, 那些括号中的数字(例如: (16)、(17)、(18)……)表示实施例的编号, 那些单个数字(例如: 1、10、20……)表示比较例的编号。此外, 线 A 表示 $\beta = (20/9)\alpha^2 + 1$ 。而且, 线 B 表示具有图 11 中所示的截面形状的过滤器中 α 与 β 的关系。曲线 C 至曲线 G 分别表示具有图 12(c) 至图 12(d)、图 12(e) 至图 12(f)、图 6(a)、图 12(a) 至图 12(b)、图 10 中所示的截面形状的过滤器中 α 与 β 的关系。

15 (3) 灰烬重量与灰烬层长度或过滤器压力损失之间的关系

如图 8 中所示, 将各实施例和比较例的过滤器安装在发动机的废气通道中, 构成废气净化装置。上述发动机在 3000min^{-1} 转速、 50Nm 扭矩的情况下运行一定时间, 而后重复进行再生处理。这样, 便可以得到关于实施例 2、实施例 13 和比较例 28 中、填充到构成过滤器的贯通孔中的灰烬层长度(在废气流动方向上的长度)与灰烬重量的关系及过滤器的压力损失与灰烬重量的关系。表 15 和表 16 显示了其测定结果。

25 (4) 过滤器的抗压强度和等静压强度

将表中记载的过滤器切割成约 30mm 尺寸的立方体, 使用万能拉伸试验机 Instron 5582 测定 A-轴的抗压强度。

此外, 对具有 144mm 直径和 150mm 长度的过滤器测定等静压强度。试验时, 将铝板(厚度: 1mm)置于样本的上部和下部, 然后包裹在聚氨酯片(厚度: 1mm)中进行密封; 随后, 将其放入充满水的压力容器中, 向其施加压力, 其纹裂时的压力便被确定为等静压强度。

表 1 至表 3 也显示了这些测试结果。

表 1

| 实施例 | 截面形状 | 开口比率 (β) | 间隔壁长 度比(α) | $(20/9)\alpha^2+1$ | 初期压力 损失(kPa) | 捕集颗粒时的压力损失(kPa) | | | 再生临界值 (g/L) | 等静压强度 (MPa) | 抗压强度 (MPa) | |
|--------|--------------|-------------|---------------|--------------------|-----------------|-----------------|-------|-------|----------------|----------------|---------------|------|
| | | | | | | A=0.5 | A=4.0 | A=8.0 | | | | |
| 实施例 1 | 图 6(a)至 6(d) | 1.50 | 0.20 | 1.09 | 1.5 | 2.6 | 6.6 | 9.3 | 11.7 | 8.6 | 7.0 | 29.4 |
| 实施例 2 | 图 6(a)至 6(d) | 1.55 | 0.18 | 1.07 | 1.5 | 2.6 | 6.5 | 9.0 | 11.3 | 8.6 | 7.2 | 29.4 |
| 实施例 3 | 图 6(a)至 6(d) | 1.55 | 0.18 | 1.07 | 1.5 | 2.6 | 6.5 | 9.0 | 11.3 | 8.6 | 7.3 | 29.4 |
| 实施例 4 | 图 6(a)至 6(d) | 1.60 | 0.20 | 1.09 | 1.5 | 2.6 | 6.5 | 9.0 | 11.3 | 8.6 | 7.5 | 29.1 |
| 实施例 5 | 图 6(a)至 6(d) | 1.75 | 0.24 | 1.13 | 1.5 | 2.6 | 6.5 | 9.0 | 11.3 | 8.9 | 8.3 | 29.1 |
| 实施例 6 | 图 6(a)至 6(d) | 1.92 | 0.29 | 1.19 | 1.5 | 2.6 | 6.5 | 8.9 | 11.3 | 9.0 | 8.7 | 29.1 |
| 实施例 7 | 图 6(a)至 6(d) | 2.01 | 0.32 | 1.23 | 1.5 | 2.7 | 6.5 | 8.9 | 11.2 | 9.1 | 9.0 | 28.8 |
| 实施例 8 | 图 6(a)至 6(d) | 2.10 | 0.35 | 1.27 | 1.6 | 2.7 | 6.5 | 8.8 | 11.2 | 9.2 | 9.1 | 28.8 |
| 实施例 9 | 图 6(a)至 6(d) | 2.20 | 0.37 | 1.31 | 1.6 | 2.7 | 6.5 | 8.8 | 11.2 | 9.4 | 9.2 | 28.5 |
| 实施例 10 | 图 6(a)至 6(d) | 2.30 | 0.40 | 1.36 | 1.6 | 2.8 | 6.5 | 8.8 | 11.1 | 9.5 | 9.4 | 28.2 |
| 实施例 11 | 图 6(a)至 6(d) | 2.40 | 0.43 | 1.41 | 1.6 | 2.9 | 6.5 | 8.7 | 11.1 | 9.5 | 9.4 | 28.2 |
| 实施例 12 | 图 6(a)至 6(d) | 2.51 | 0.46 | 1.47 | 1.6 | 2.9 | 6.5 | 8.7 | 11.1 | 9.3 | 9.1 | 27.8 |
| 实施例 13 | 图 6(a)至 6(d) | 2.54 | 0.47 | 1.49 | 1.6 | 2.9 | 6.5 | 8.7 | 11.1 | 9.3 | 9.1 | 27.8 |
| 实施例 14 | 图 6(a)至 6(d) | 2.54 | 0.47 | 1.49 | 1.6 | 2.9 | 6.5 | 8.7 | 11.1 | 9.2 | - | - |
| 实施例 15 | 图 6(a)至 6(d) | 2.63 | 0.49 | 1.54 | 1.7 | 3.0 | 6.6 | 8.8 | 11.1 | 9.0 | 8.8 | 27.4 |
| 实施例 16 | 图 6(a)至 6(d) | 2.75 | 0.52 | 1.61 | 1.7 | 3.1 | 6.6 | 8.8 | 11.1 | 8.9 | 8.3 | 27.0 |
| 实施例 17 | 图 6(a)至 6(d) | 2.88 | 0.56 | 1.69 | 1.7 | 3.1 | 6.6 | 8.8 | 11.2 | 8.8 | 8.2 | 26.7 |
| 实施例 18 | 图 6(a)至 6(d) | 3.00 | 0.59 | 1.76 | 1.7 | 3.1 | 6.6 | 8.8 | 11.2 | 8.8 | 8.1 | 26.4 |
| 实施例 19 | 图 6(a)至 6(d) | 3.02 | 0.59 | 1.78 | 1.8 | 3.2 | 6.9 | 9.0 | 11.2 | 8.8 | 7.9 | 26.3 |
| 实施例 20 | 图 6(a)至 6(d) | 3.16 | 0.63 | 1.87 | 1.8 | 3.2 | 6.9 | 9.0 | 11.2 | 8.7 | 7.5 | 26.0 |
| 实施例 21 | 图 6(a)至 6(d) | 4.45 | 0.92 | 2.88 | 2.0 | 3.5 | 7.1 | 9.2 | 11.4 | 8.7 | 7.0 | 24.0 |
| 实施例 22 | 图 6(a)至 6(d) | 4.45 | 0.92 | 2.88 | 2.0 | 3.5 | 7.1 | 9.2 | 11.4 | 8.7 | - | - |
| 实施例 23 | 图 6(a)至 6(d) | 6.00 | 1.23 | 4.37 | 2.4 | 4.1 | 8.0 | 10.0 | 11.8 | 8.5 | 6.1 | 17.7 |
| 实施例 24 | 图 6(a)至 6(d) | 6.00 | 1.23 | 4.37 | 2.4 | 4.1 | 8.0 | 10.0 | 11.8 | 8.5 | - | - |
| 比较例 1 | 图 6(a)至 6(d) | 6.50 | 1.32 | 4.90 | 2.6 | 4.7 | 8.6 | 10.7 | 12.4 | 8.2 | 5.5 | 16.6 |
| 比较例 2 | 图 6(a)至 6(d) | 6.50 | 1.32 | 4.90 | 2.6 | 4.7 | 8.6 | 10.7 | 12.4 | 8.2 | - | - |

表 2

| | 截面形状 | 开口比率 (β) | 间隔壁长 度比(α) | $(20/9)\alpha^{2+1}$ | 初期压力 损失(kPa) | 捕集颗粒时压力损失(kPa) | | | 再生临界值 (g/L) | 等静压强度 (MPa) | 抗压强度 (MPa) | |
|--------|----------------|-------------|---------------|----------------------|-----------------|----------------|-------|-------|----------------|----------------|---------------|------|
| | | | | | | A=0.5 | A=4.0 | A=6.0 | | | | |
| 实施例 25 | 图 12(a)和 12(b) | 2.54 | 0.56 | 1.71 | 1.8 | 3.2 | 6.8 | 8.9 | 11.3 | 8.6 | 8.7 | 19.5 |
| 实施例 26 | 图 12(a)和 12(b) | 2.54 | 0.56 | 1.71 | 1.8 | 3.2 | 6.8 | 8.9 | 11.3 | 8.6 | - | - |
| 实施例 27 | 图 12(a)和 12(b) | 3.00 | 0.71 | 2.11 | 1.9 | 3.4 | 7.0 | 9.0 | 11.4 | 8.6 | 8.4 | 18.4 |
| 实施例 28 | 图 12(a)和 12(b) | 4.45 | 1.11 | 3.74 | 2.2 | 3.9 | 7.7 | 9.7 | 11.7 | 8.5 | 7.3 | 18.2 |
| 实施例 29 | 图 12(a)和 12(b) | 4.45 | 1.11 | 3.74 | 2.2 | 3.9 | 7.7 | 9.7 | 11.7 | 8.5 | - | - |
| 实施例 30 | 图 12(a)和 12(b) | 6.00 | 1.49 | 5.91 | 2.6 | 4.7 | 8.4 | 10.2 | 12.0 | 8.3 | 6.0 | 18.3 |
| 实施例 31 | 图 12(a)和 12(b) | 6.00 | 1.49 | 5.91 | 2.6 | 4.7 | 8.4 | 10.2 | 12.0 | 8.3 | - | - |
| 比较例 3 | 图 12(a)和 12(b) | 6.50 | 1.60 | 6.68 | 2.8 | 5.1 | 9.1 | 11.0 | 12.9 | 8.2 | 5.7 | 17.6 |
| 比较例 4 | 图 12(a)和 12(b) | 6.50 | 1.60 | 6.68 | 2.8 | 5.1 | 9.1 | 11.0 | 12.9 | 8.2 | - | - |
| 实施例 32 | 图 12(c)和 12(d) | 4.45 | 0.10 | 1.02 | 1.9 | 3.1 | 7.5 | 10.0 | 13.0 | 8.6 | 6.9 | 23.7 |
| 实施例 33 | 图 12(c)和 12(d) | 4.45 | 0.10 | 1.02 | 1.9 | 3.1 | 7.5 | 10.0 | 13.0 | 8.6 | - | - |
| 实施例 34 | 图 12(c)和 12(d) | 6.00 | 0.29 | 1.18 | 2.1 | 3.3 | 7.5 | 9.8 | 12.7 | 8.3 | 5.9 | 17.5 |
| 实施例 35 | 图 12(c)和 12(d) | 6.00 | 0.29 | 1.18 | 2.1 | 3.3 | 7.5 | 9.8 | 12.7 | 8.3 | - | - |
| 比较例 5 | 图 12(c)和 12(d) | 6.50 | 0.34 | 1.26 | 2.4 | 4.0 | 8.2 | 10.4 | 13.2 | 8.1 | 5.2 | 16.1 |
| 比较例 6 | 图 12(c)和 12(d) | 6.50 | 0.34 | 1.26 | 2.4 | 4.0 | 8.2 | 10.4 | 13.2 | 8.1 | - | - |
| 实施例 36 | 图 12(e)和 12(f) | 2.39 | 0.37 | 1.30 | 1.7 | 3.0 | 6.6 | 9.0 | 11.5 | 8.6 | 8.4 | 18.5 |
| 实施例 37 | 图 12(e)和 12(f) | 2.54 | 0.56 | 1.69 | 1.8 | 3.1 | 6.7 | 8.9 | 11.3 | 8.6 | 8.6 | 19.2 |
| 实施例 38 | 图 12(e)和 12(f) | 2.54 | 0.56 | 1.69 | 1.8 | 3.1 | 6.7 | 8.9 | 11.3 | 8.6 | - | - |
| 实施例 39 | 图 12(e)和 12(f) | 3.00 | 0.67 | 1.99 | 1.9 | 3.4 | 6.8 | 8.9 | 11.3 | 8.6 | 8.2 | 18.2 |
| 实施例 40 | 图 12(e)和 12(f) | 4.19 | 0.72 | 2.15 | 2.0 | 3.4 | 6.8 | 8.8 | 11.1 | 8.6 | 7.9 | 17.2 |
| 实施例 41 | 图 12(e)和 12(f) | 4.45 | 0.93 | 2.91 | 2.1 | 3.7 | 7.3 | 9.4 | 11.5 | 8.6 | 7.1 | 17.3 |
| 实施例 42 | 图 12(e)和 12(f) | 4.45 | 0.93 | 2.91 | 2.1 | 3.7 | 7.3 | 9.4 | 11.5 | 8.6 | - | - |
| 实施例 43 | 图 12(e)和 12(f) | 6.00 | 1.11 | 3.74 | 2.4 | 4.0 | 7.8 | 10.0 | 12.1 | 8.4 | 5.8 | 15.6 |
| 实施例 44 | 图 12(e)和 12(f) | 6.00 | 1.11 | 3.74 | 2.4 | 4.0 | 7.8 | 10.0 | 12.1 | 8.4 | - | - |
| 比较例 7 | 图 12(e)和 12(f) | 6.50 | 1.16 | 3.98 | 2.5 | 4.5 | 8.2 | 10.6 | 12.8 | 8.2 | 5.3 | 15.8 |
| 比较例 8 | 图 12(e)和 12(f) | 6.50 | 1.16 | 3.98 | 2.5 | 4.5 | 8.2 | 10.6 | 12.8 | 8.2 | - | - |

表 3

| | 截面形状 | 开口比 率(β) | 间隔壁长 度比(α) | $(20/9)\alpha^{2+1}$ | 初期压力 损失(kPa) | 捕集颗粒时压力损失(kPa) Ag/L | | | | 再生临界 值(ρ/L) | 等静压强 度(MPa) | 抗压强度 (MPa) |
|--------|--------------|---------------------|------------------------|----------------------|-----------------|---------------------|-------|-------|-------|-----------------------|----------------|---------------|
| | | | | | | A=0.5 | A=4.0 | A=6.0 | A=8.0 | | | |
| 比较例 9 | 图 10 | 1.55 | 0.60 | 1.79 | 2.3 | 4.4 | 8.5 | 10.9 | 13.1 | 7.7 | 6.7 | 27.6 |
| 比较例 10 | 图 10 | 1.55 | 0.60 | 1.79 | 2.3 | 4.4 | 8.5 | 10.9 | 13.1 | 7.7 | - | - |
| 比较例 11 | 图 10 | 2.54 | 0.88 | 2.73 | 2.4 | 4.5 | 8.4 | 10.5 | 12.4 | 7.6 | 6.8 | 26.5 |
| 比较例 12 | 图 10 | 2.54 | 0.88 | 2.73 | 2.4 | 4.5 | 8.4 | 10.5 | 12.4 | 7.6 | - | - |
| 比较例 13 | 图 10 | 3.00 | 1.00 | 3.22 | 2.6 | 4.8 | 8.6 | 10.7 | 12.5 | 7.6 | 6.6 | 25.3 |
| 比较例 14 | 图 10 | 4.45 | 1.33 | 4.96 | 2.8 | 5.1 | 9.2 | 11.4 | 13.3 | 7.6 | 6.4 | 23.4 |
| 比较例 15 | 图 10 | 4.45 | 1.33 | 4.96 | 2.8 | 5.1 | 9.2 | 11.4 | 13.3 | 7.6 | - | - |
| 比较例 16 | 图 10 | 6.00 | 1.65 | 7.02 | 3.2 | 5.4 | 9.3 | 11.4 | 13.3 | 7.4 | 5.4 | 17.2 |
| 比较例 17 | 图 10 | 6.00 | 1.65 | 7.02 | 3.2 | 5.4 | 9.3 | 11.4 | 13.3 | 7.4 | - | - |
| 比较例 18 | 图 10 | 6.50 | 1.74 | 7.72 | 3.3 | 5.6 | 9.4 | 11.4 | 13.2 | 7.3 | 4.9 | 16.3 |
| 比较例 19 | 图 10 | 6.50 | 1.74 | 7.72 | 3.3 | 5.6 | 9.4 | 11.4 | 13.2 | 7.3 | - | - |
| 比较例 20 | 图 11(a) | 1.55 | 0.00 | 1.00 | 1.5 | 2.5 | 7.1 | 10.4 | 13.9 | 7.9 | 6.5 | 17.9 |
| 比较例 21 | 图 11(b) | 2.54 | 0.00 | 1.00 | 1.6 | 2.6 | 7.2 | 10.5 | 14.0 | 7.8 | 6.6 | 17.7 |
| 比较例 22 | 图 11(b) | 3.00 | 0.00 | 1.00 | 1.7 | 2.7 | 7.2 | 10.4 | 13.8 | 7.8 | 6.0 | 17.2 |
| 比较例 23 | 图 11(c) | 2.54 | 0.00 | 1.00 | 1.6 | 2.6 | 7.2 | 10.5 | 14.0 | 7.8 | - | - |
| 比较例 24 | 图 11(c) | 3.66 | 0.00 | 1.00 | 1.8 | 2.9 | 7.5 | 10.4 | 13.7 | 7.7 | 5.6 | 17.0 |
| 比较例 25 | 图 11(c) | 3.66 | 0.00 | 1.00 | 1.8 | 2.9 | 7.5 | 10.4 | 13.7 | 7.7 | - | - |
| 比较例 26 | 图 11(d) | 4.37 | 0.00 | 1.00 | 1.8 | 3.0 | 7.5 | 10.4 | 13.8 | 7.6 | 5.2 | 16.6 |
| 比较例 27 | 图 11(d) | 4.37 | 0.00 | 1.00 | 1.8 | 3.0 | 7.5 | 10.4 | 13.8 | 7.6 | - | - |
| 比较例 28 | 图 6(e) | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.5 | 2.3 | 6.9 | 10.3 | 14.0 | 7.8 | 6.8 | 16.0 |
| 比较例 29 | 图 6(e) | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 1.5 | 2.3 | 6.9 | 10.3 | 14.0 | 7.8 | - | - |
| 比较例 30 | 图 19 | 3.00 | - | - | 2.8 | 5.1 | 9.8 | 13.2 | 17.1 | 7.8 | 6.2 | 20.5 |
| 比较例 31 | 图 20 | 1.28 | 0.00 | 1.00 | 1.8 | 3.3 | 7.6 | 11.5 | 15.7 | 8.3 | 5.8 | 23.5 |
| 比较例 32 | 图 21 | 1.52 | 0.00 | 1.00 | 2.0 | 3.1 | 7.8 | 12.2 | 16.0 | 7.7 | 5.5 | 20.3 |
| 比较例 33 | 图 22 | 2.54 | 0.88 | 2.73 | 1.8 | 3.2 | 6.6 | 8.9 | 11.2 | 7.9 | 5.7 | 23.3 |
| 比较例 34 | 图 6(a)至 6(d) | 1.50 | 0.20 | 1.09 | 1.6 | 2.4 | 6.8 | 9.4 | 11.8 | 8.4 | 6.2 | 17.6 |

表 1 至表 3 和图 17 中所示的结果清楚地表明,与比较例的过滤器比较,实施例的过滤器可以降低在捕集到一定量的颗粒时的压力损失;因此,以直到再生的周期作为整体来看,其可以降低压力损失。由于压力损失降低,所以其可以捕集到更多数量的颗粒。

5 此外,如图 15 和图 16 所示,与比较例 28 的过滤器相比,实施例 2 和实施例 13 的过滤器,相对于灰烬重量,有较短的灰烬层长度,这可以降低由灰烬层造成的压力损失,进而延长直到必要的后部清洗等前的周期。与比较例的过滤器相比,由于实施例的过滤器的再生临界值较大,所以一直到再生可以捕集到更多量的颗粒,进而延长直到再生的周期。

10 此外,如图 18 中所示,在具有图 16(a)至图 16(d)中所示的截面形状的过滤器的情况下,当 β (开口比率)的值在 2.3~2.4 附近时,再生临界值变得最大。因此,当将实施例 1 至实施例 44 和比较例 1 至比较例 33 得到的结果予以考虑时, β 优选设定在 1.55~2.75 的范围内,更优选 2.0 至 2.54

15 产业上的可利用性

本发明的目的是提供一种可以降低初期压力损失,并能降低由于颗粒捕集而不断升高的压力损失的上升率的过滤器。因此,颗粒捕集到指定量时的压力损失更低。而且以直到再生的整个周期视为一个整体的角度来看,压力损失也更低。实际上,与比较例进行比较,再生临界值即
20 表示直到再生时捕集到的颗粒数量的最大值变得更大。因此,直到再生时,过滤器可以捕集到更多量的颗粒,这使得直到再生的周期得以延长。此外,相对于灰烬重量,灰烬层长度变短,由灰烬层造成的压力损失也变小,以至于直到必要的后部清洗等前的周期得以延长。

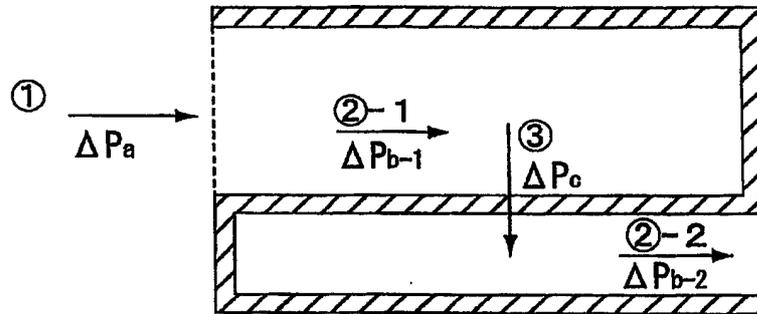


图 1

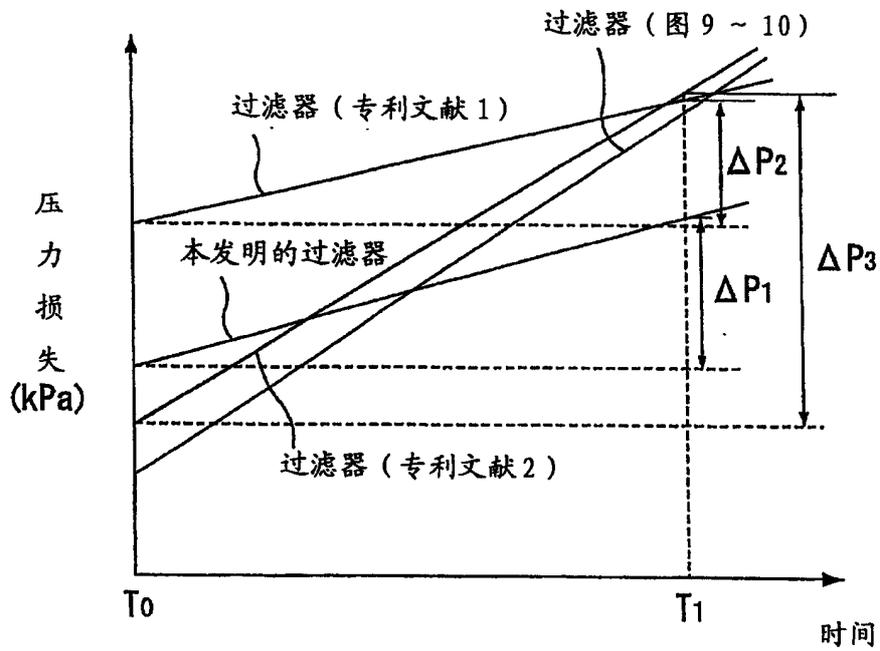


图 2

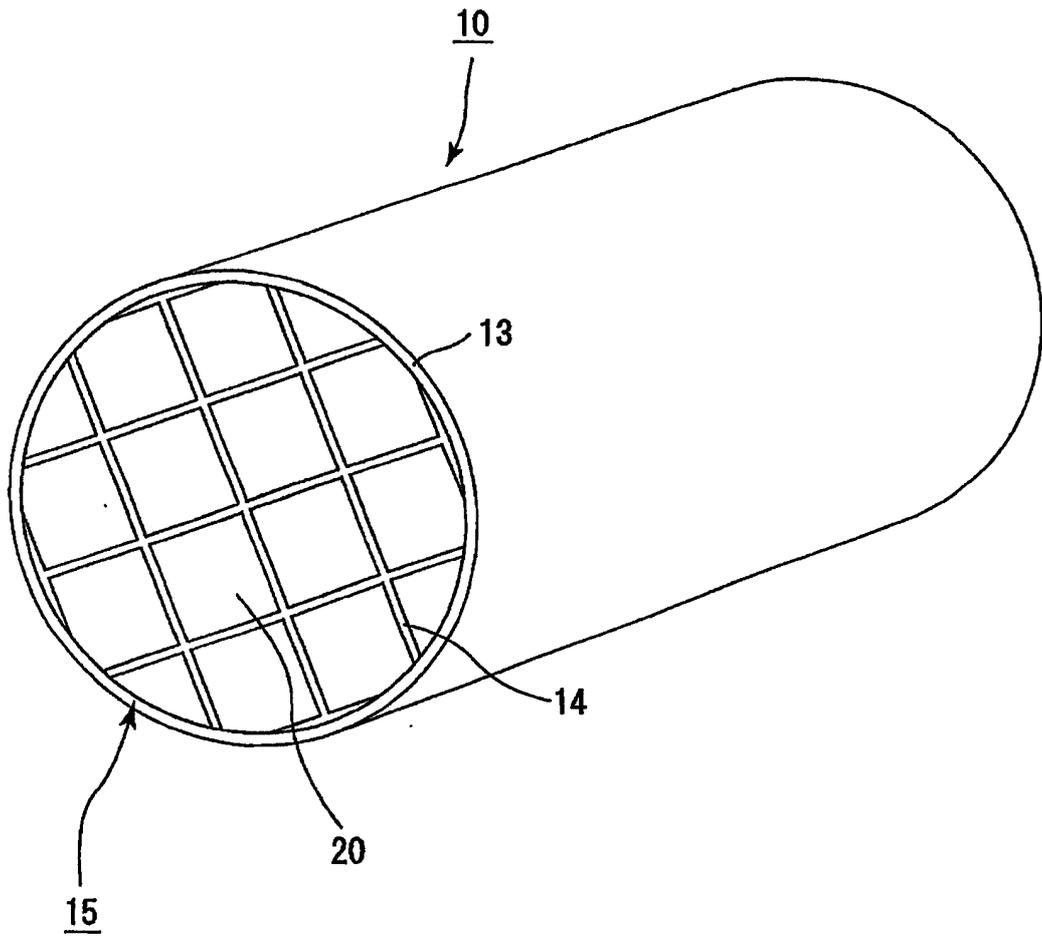
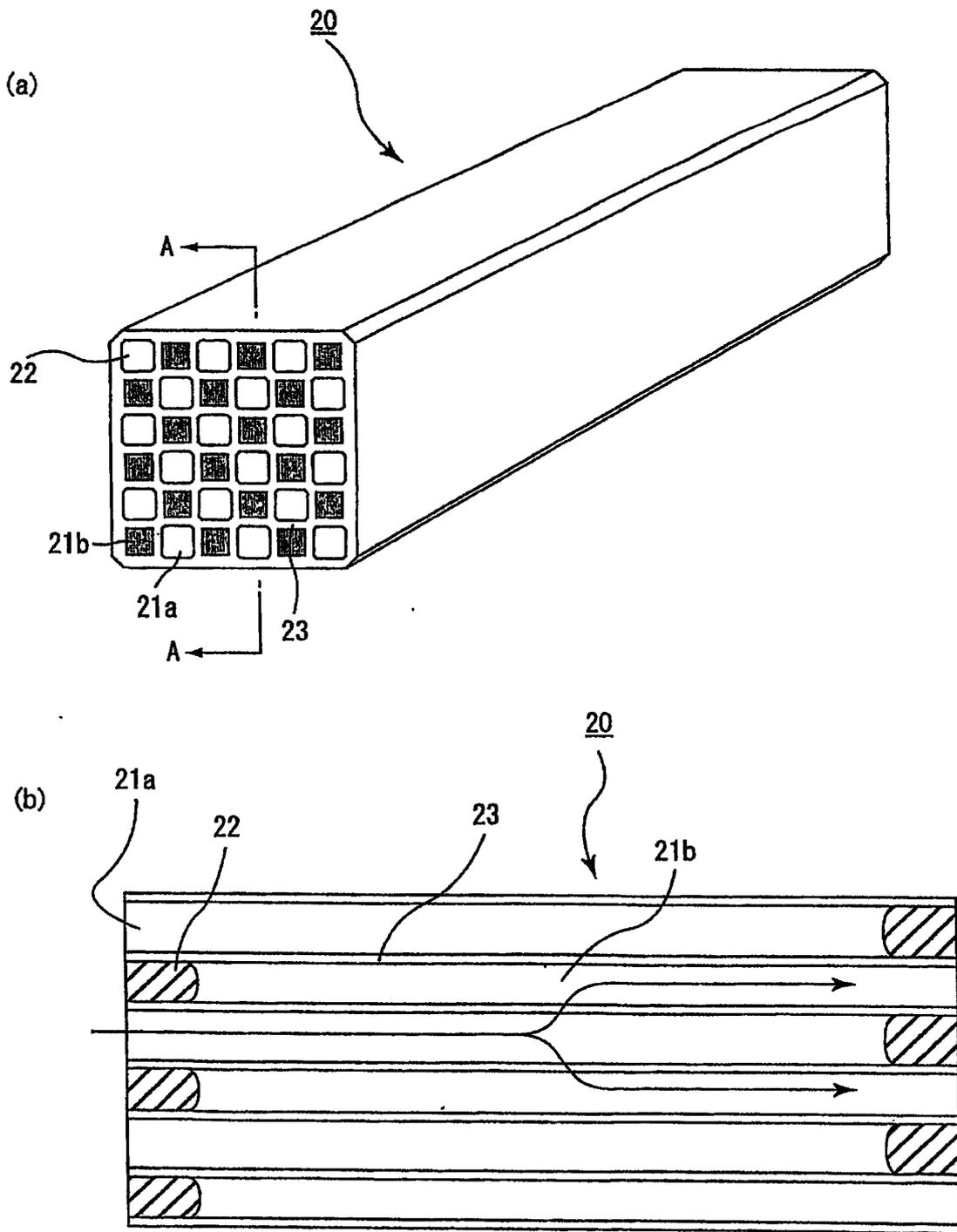


图 3



沿 A-A 线的截面图

图 4

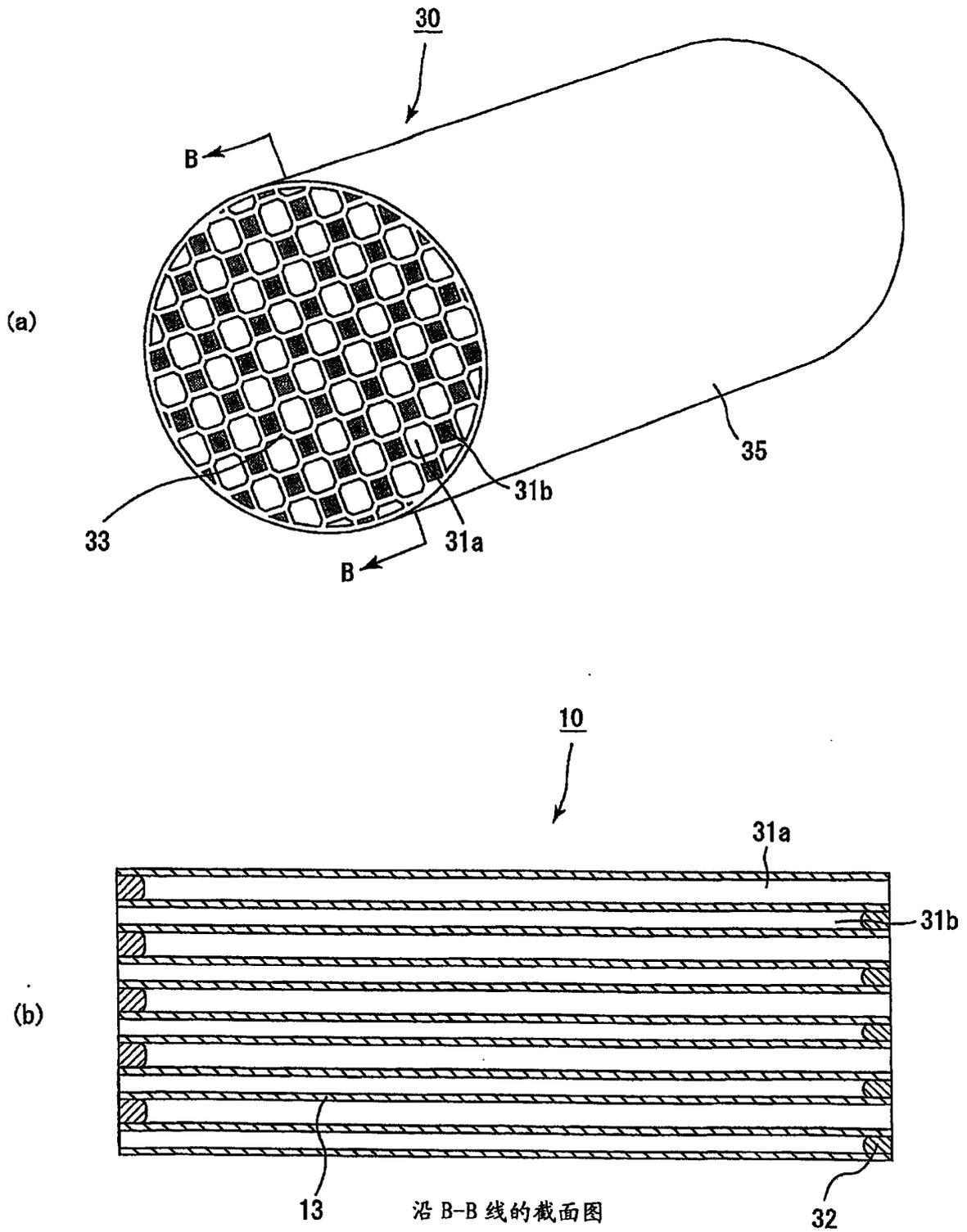


图 5

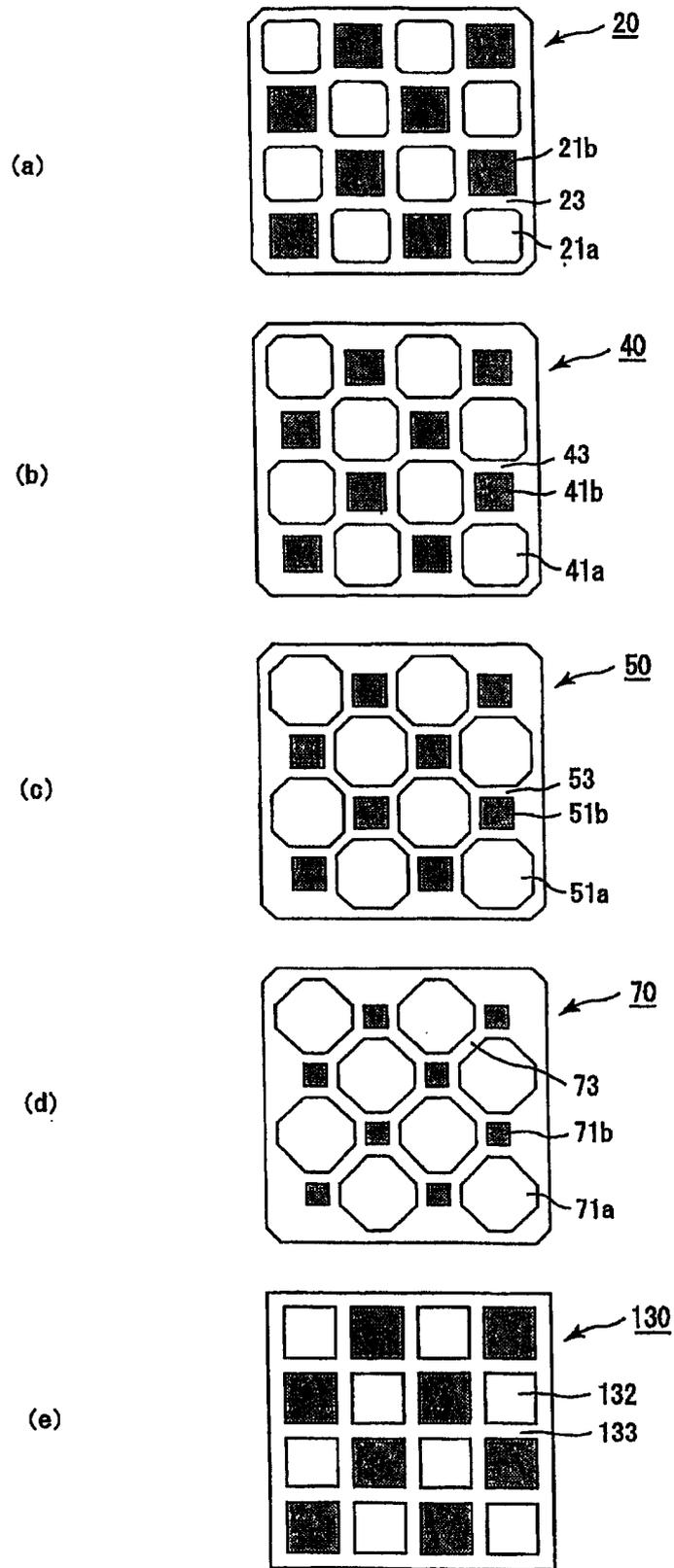


图 6

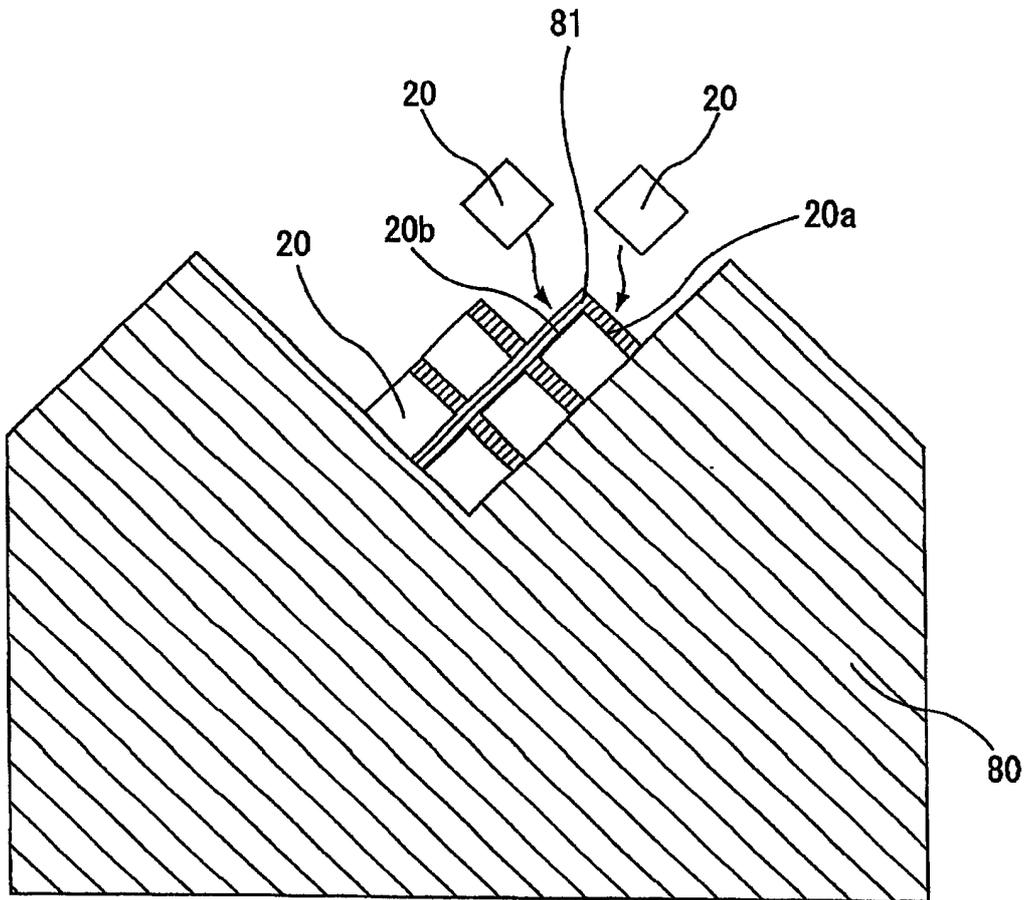


图 7

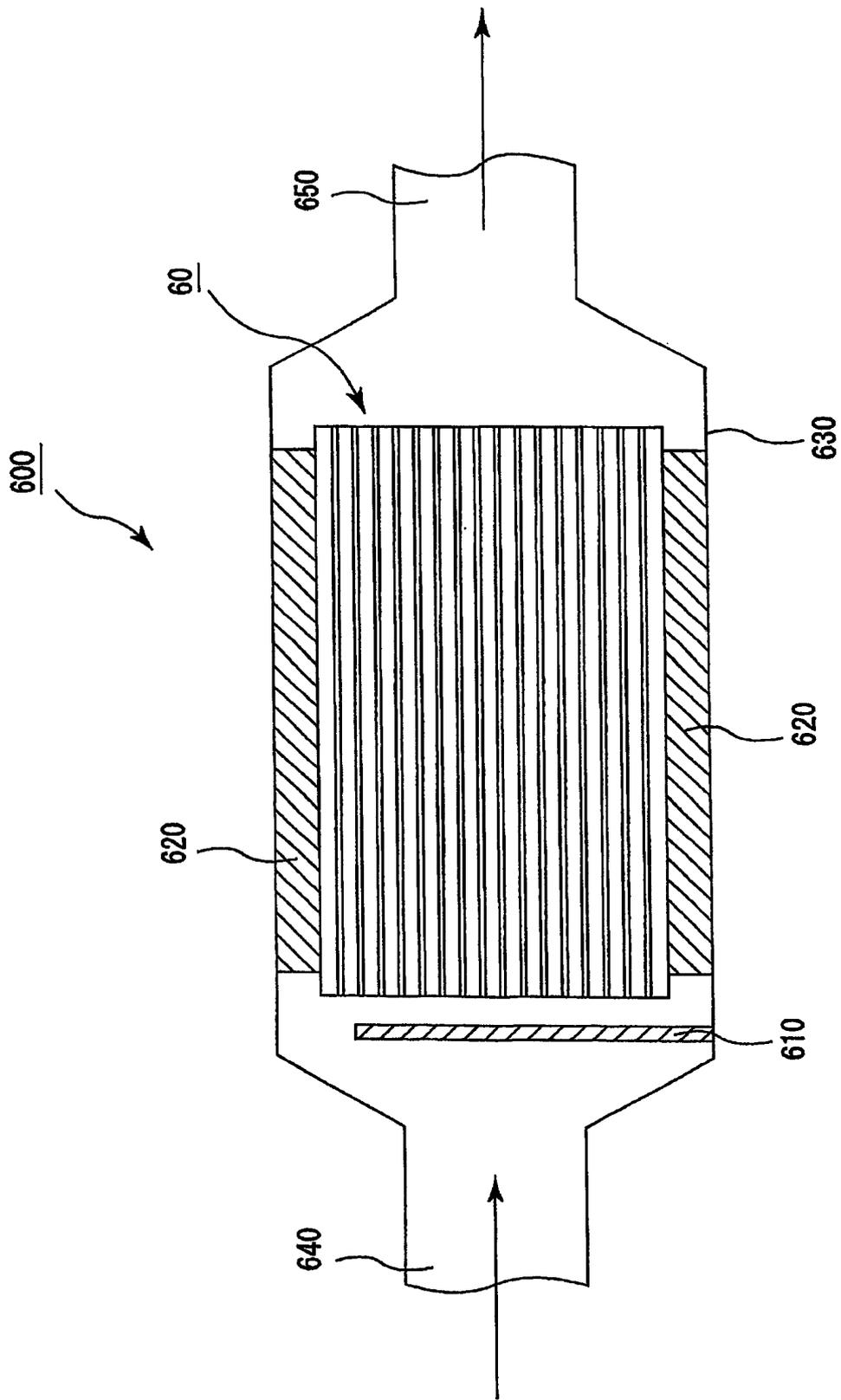


图 8

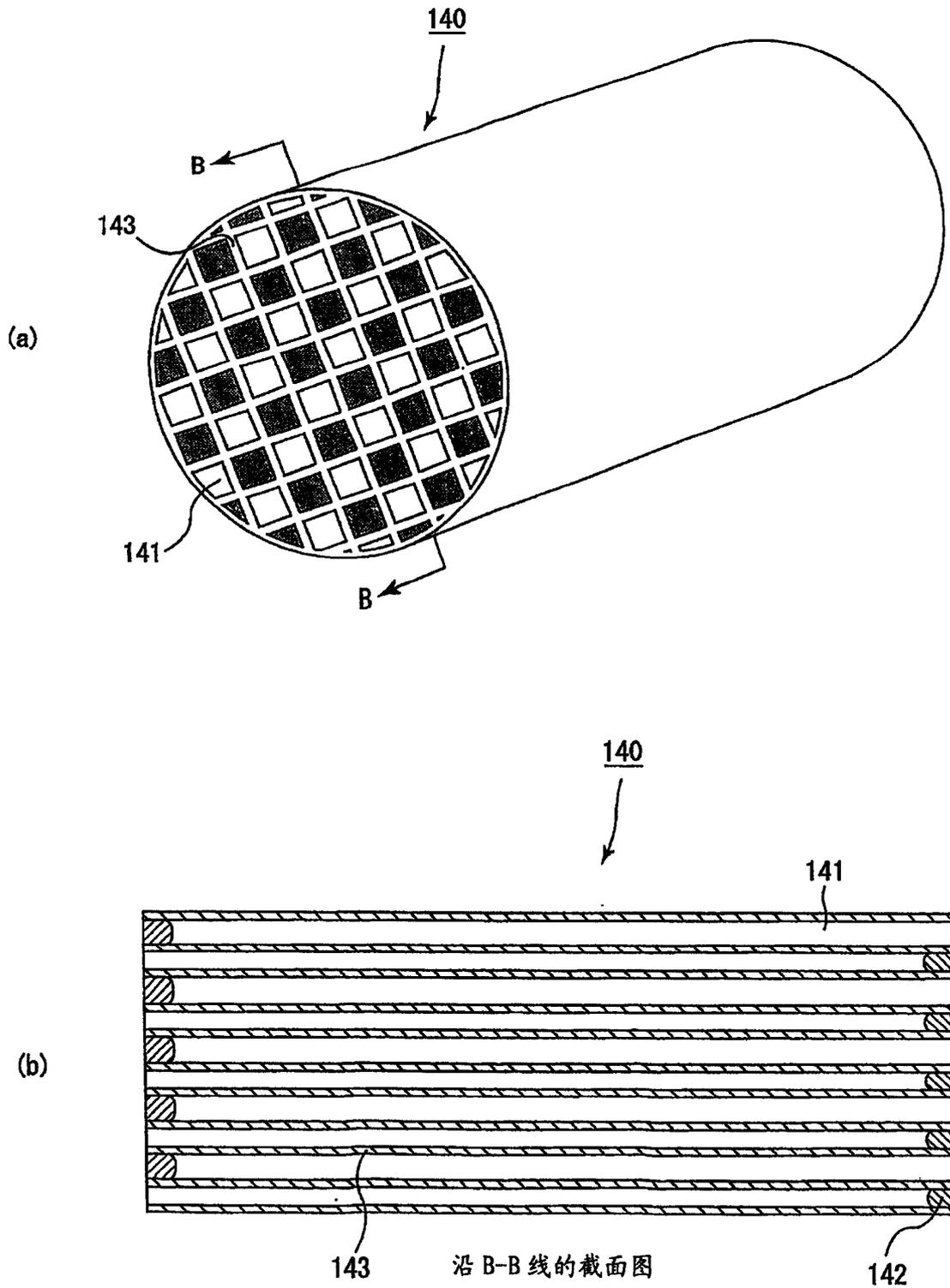


图 9

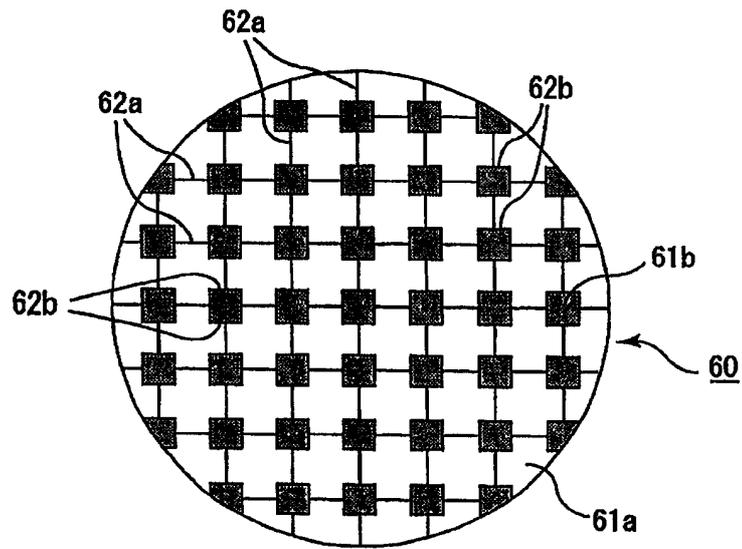


图 10

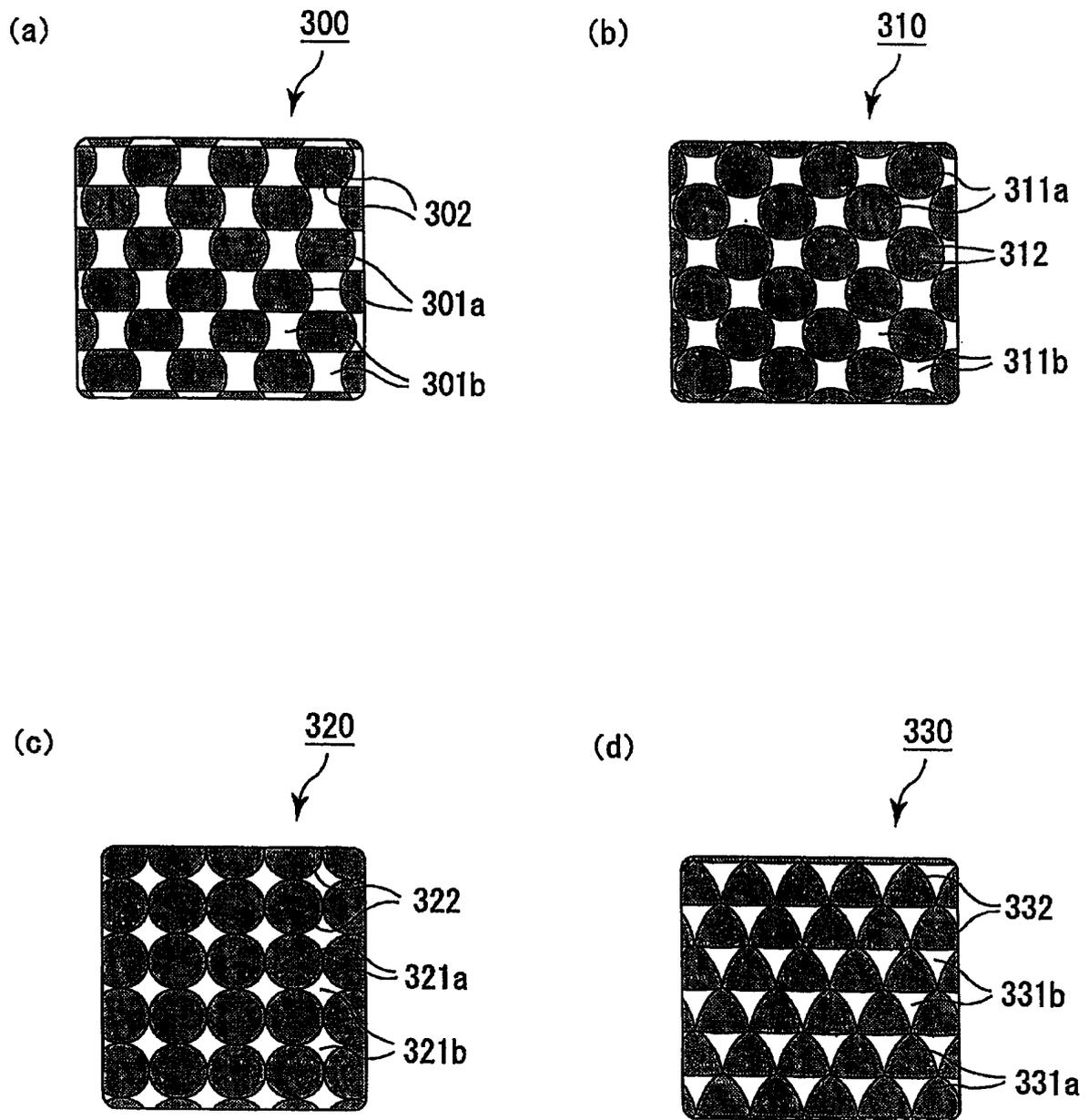


图 11

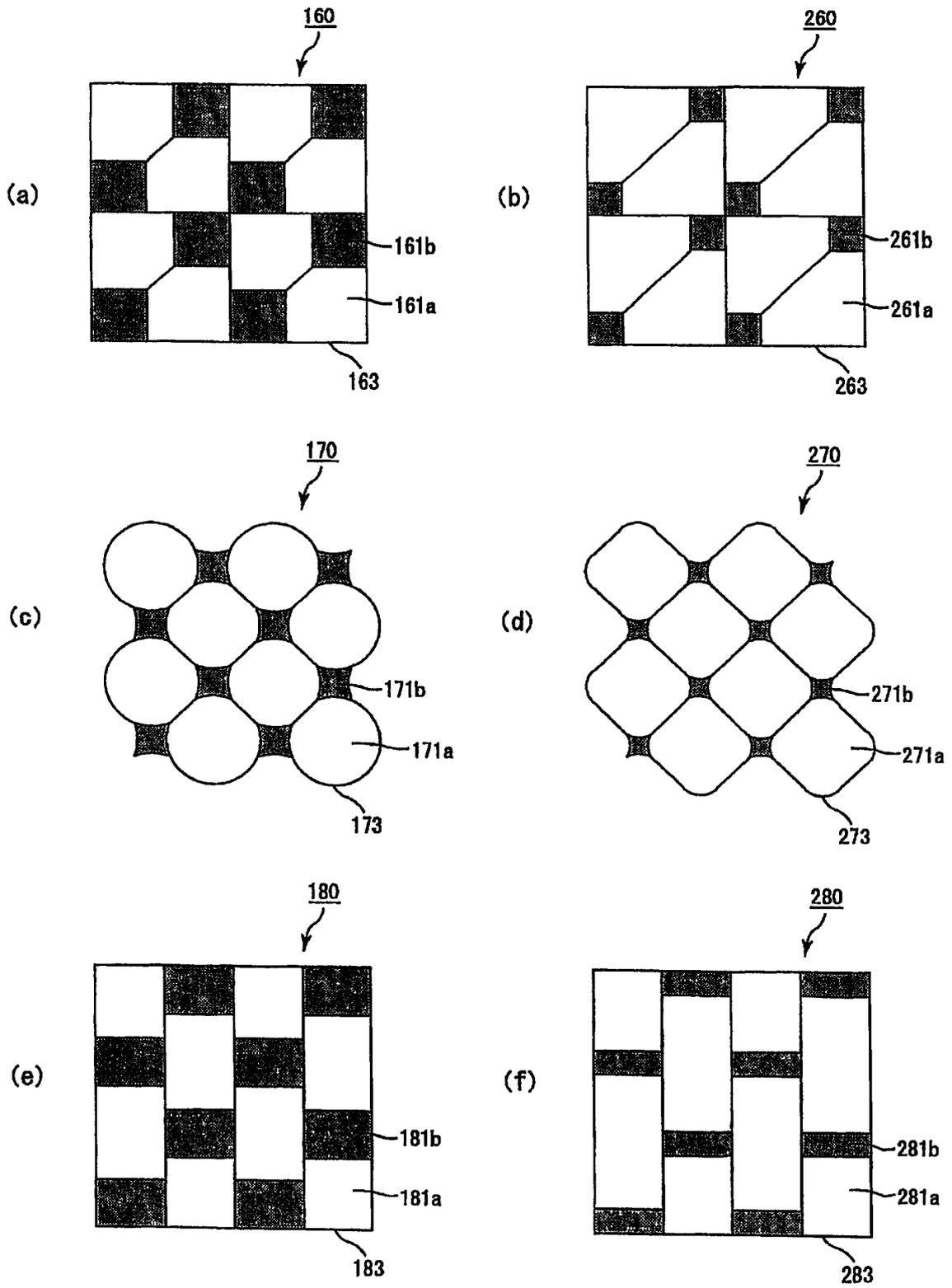


图 12

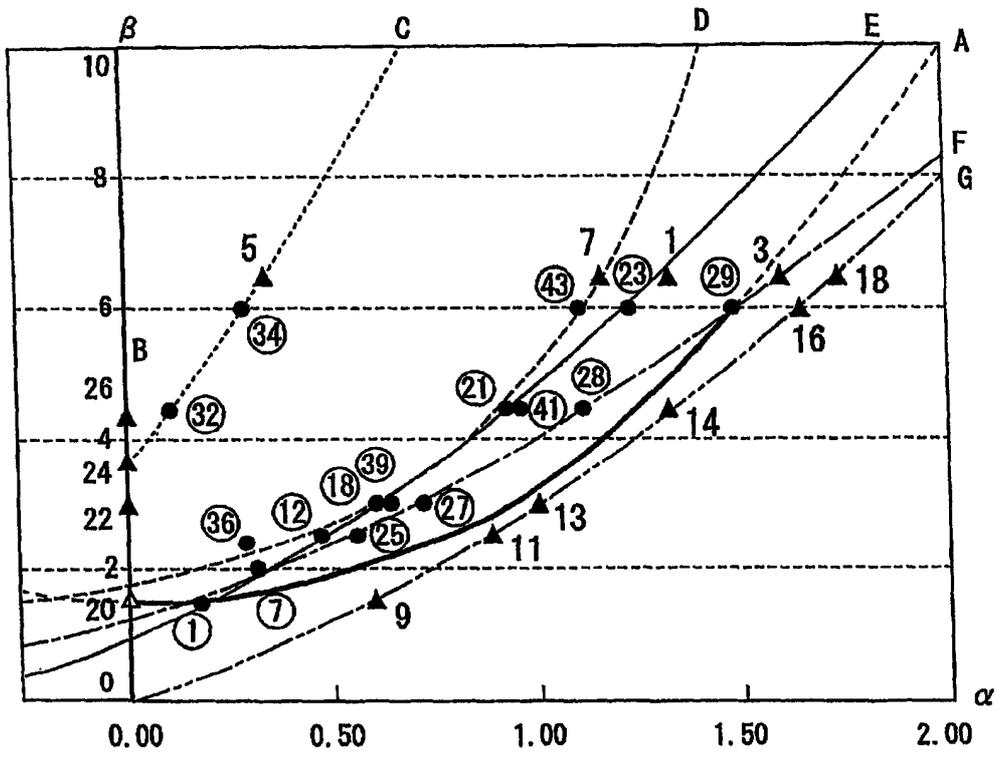


图 13

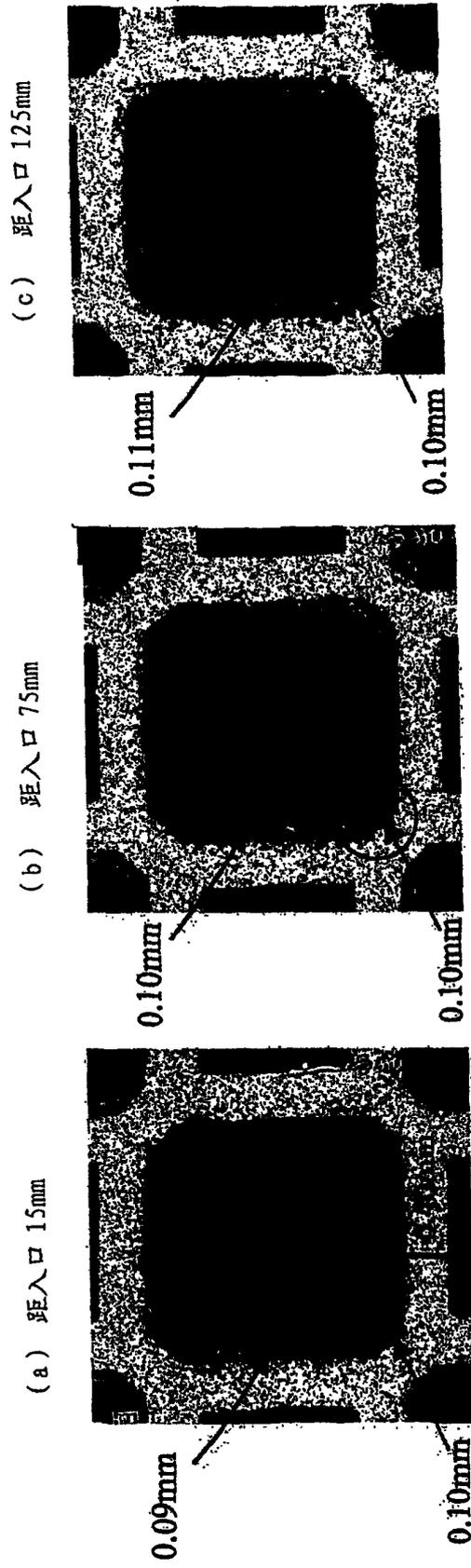


图 14

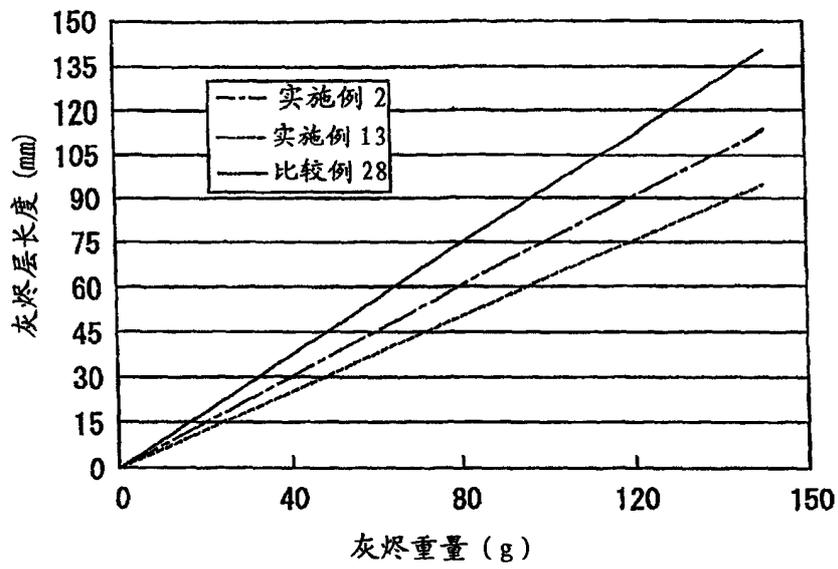


图 15

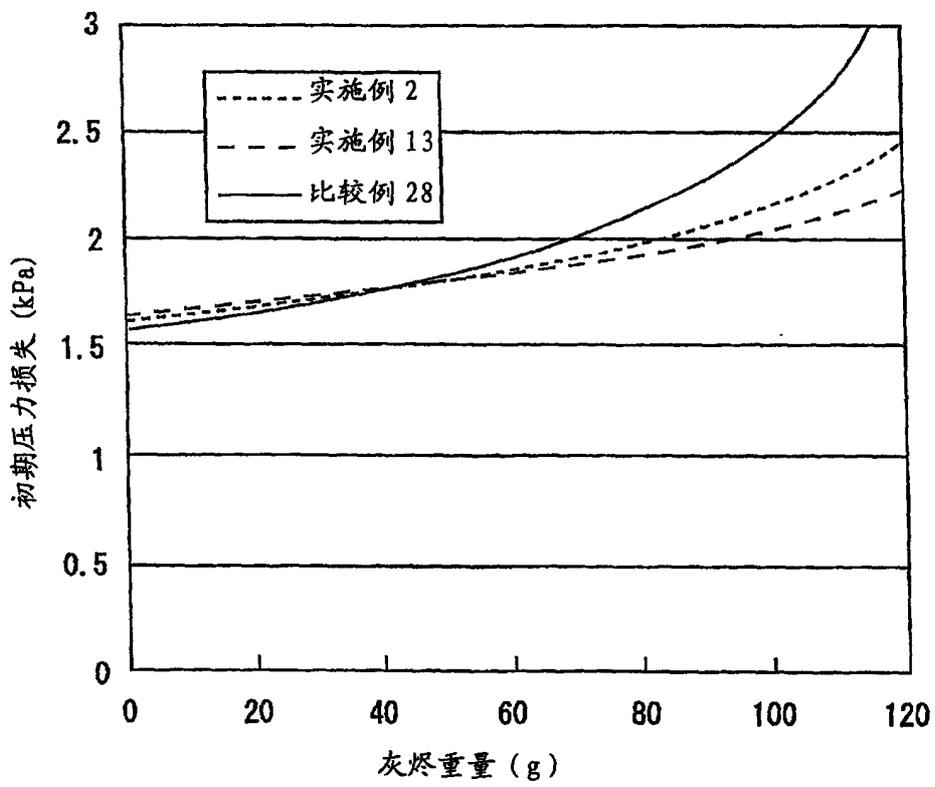


图 16

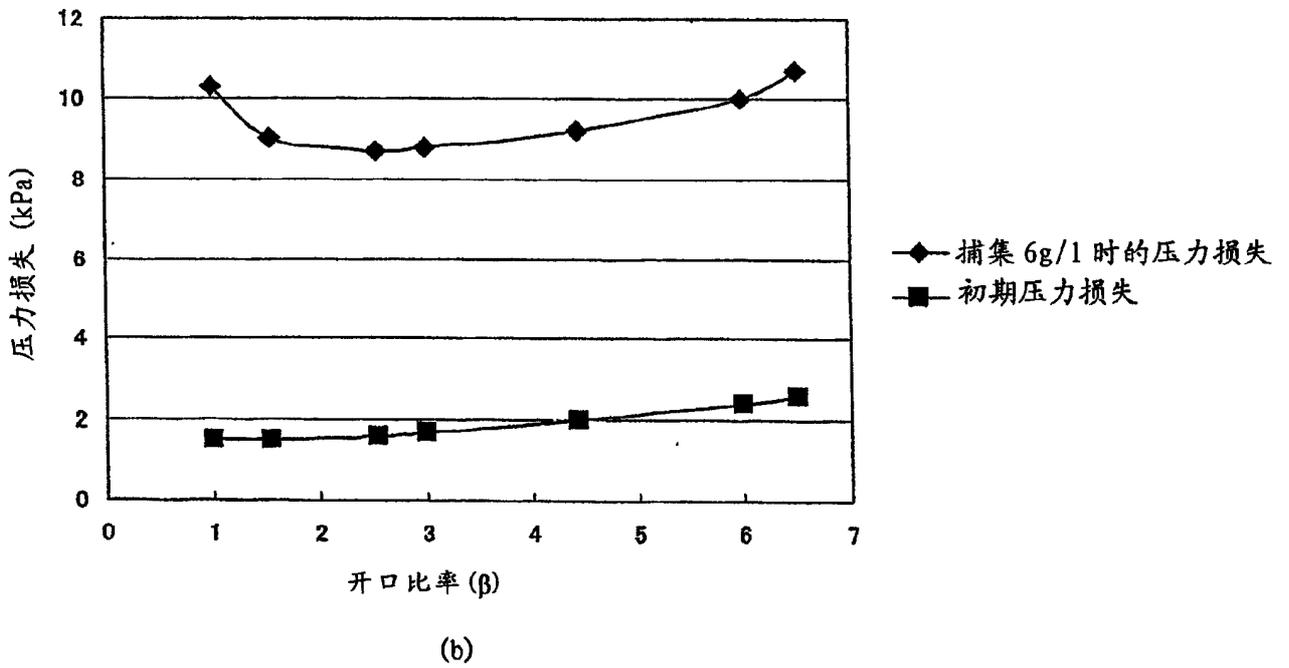
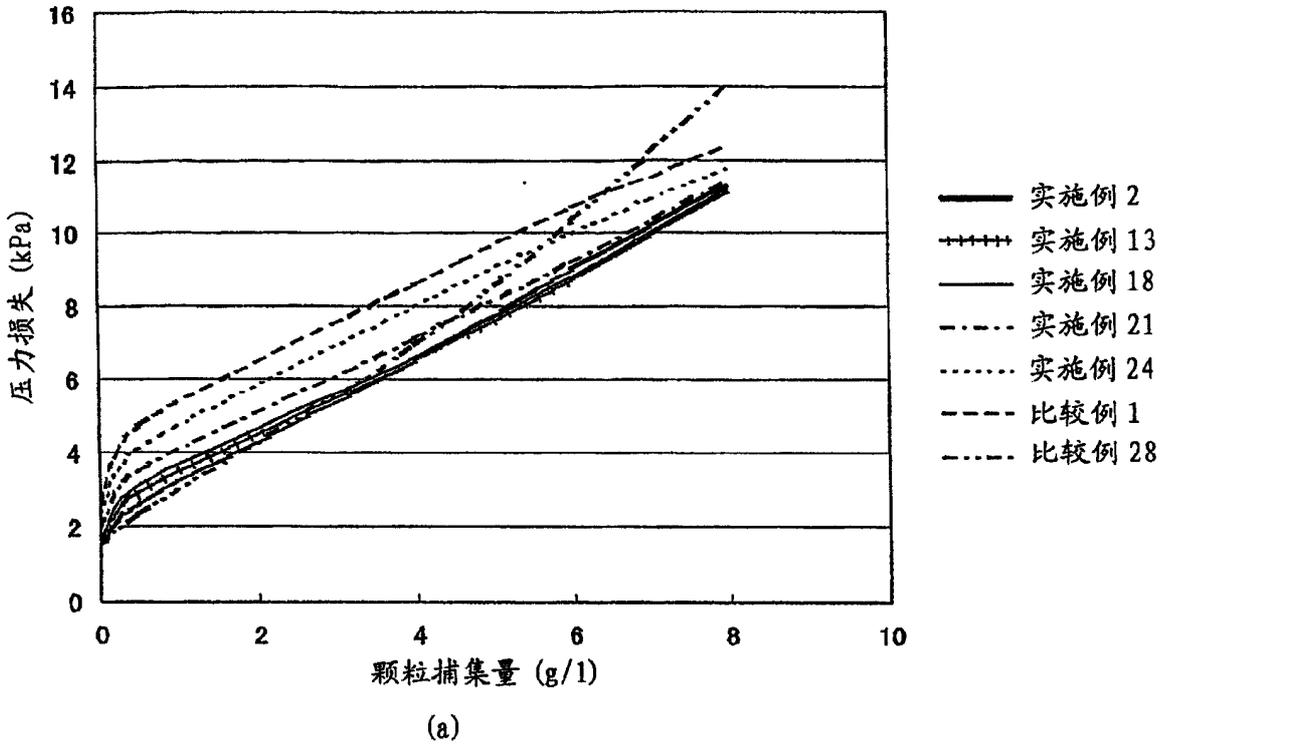


图 17

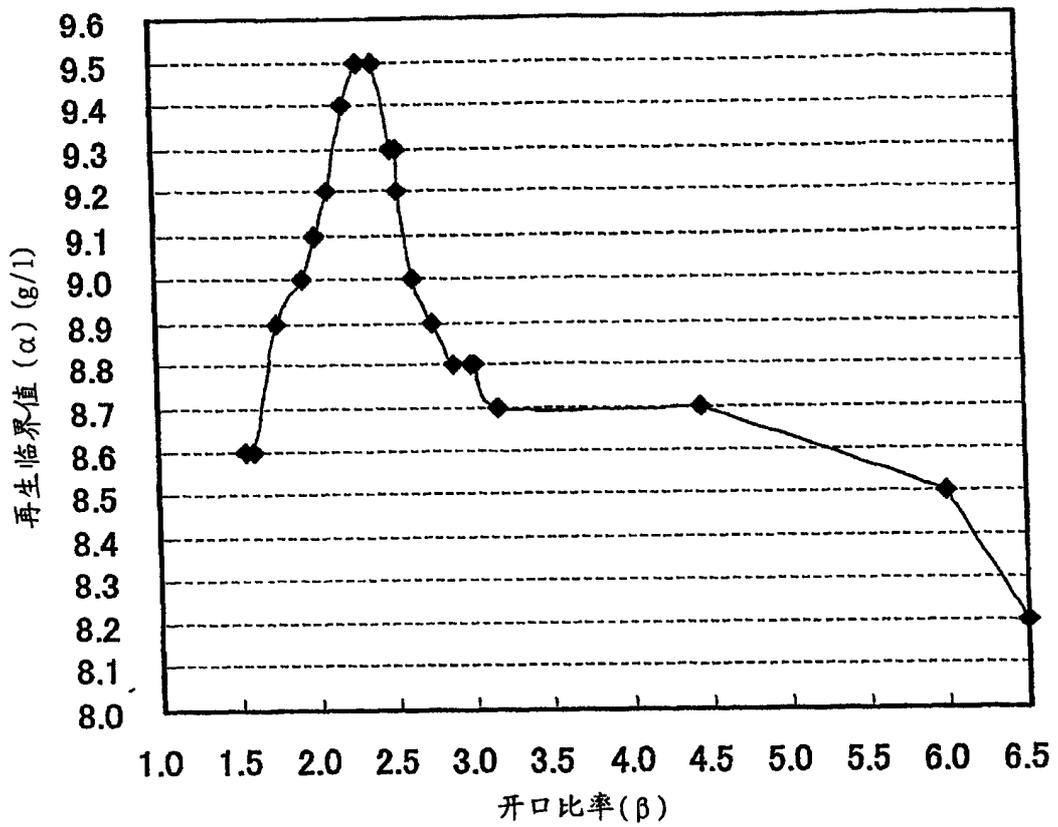


图 18

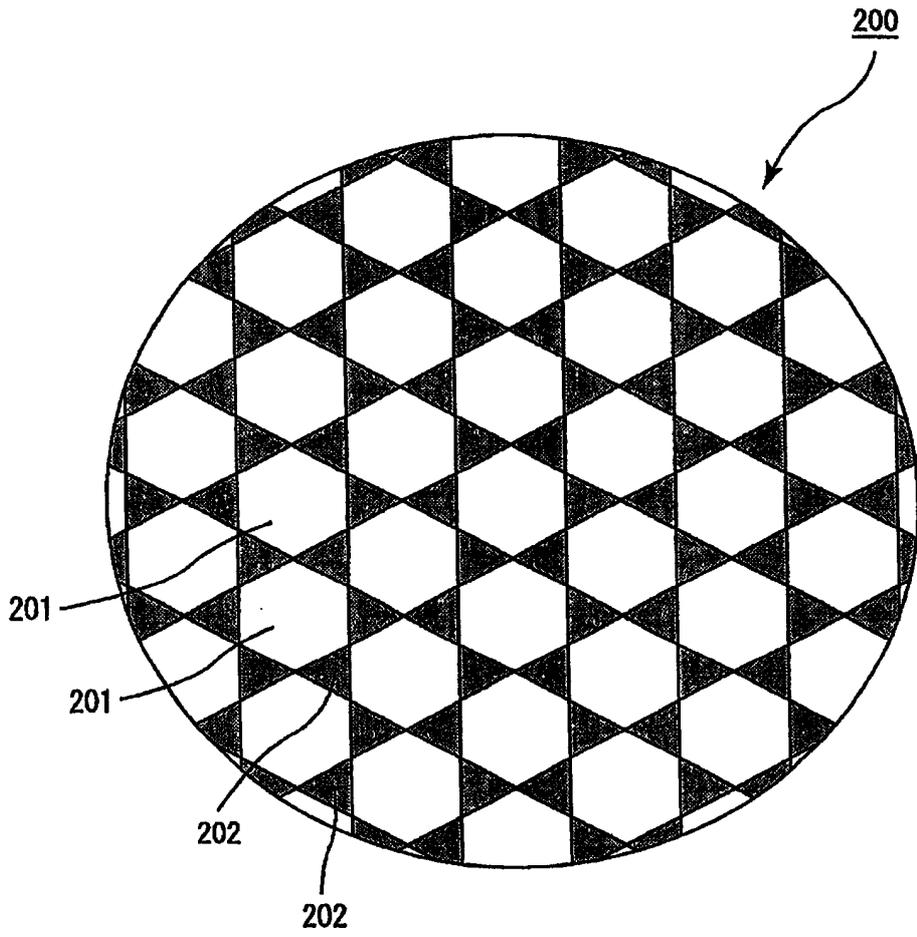


图 19

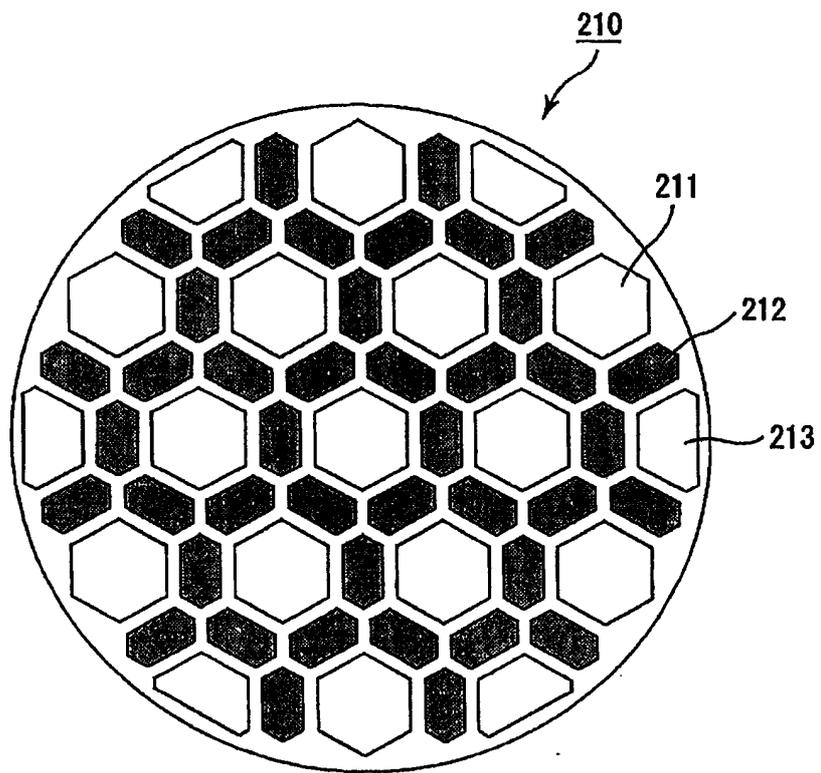


图 20

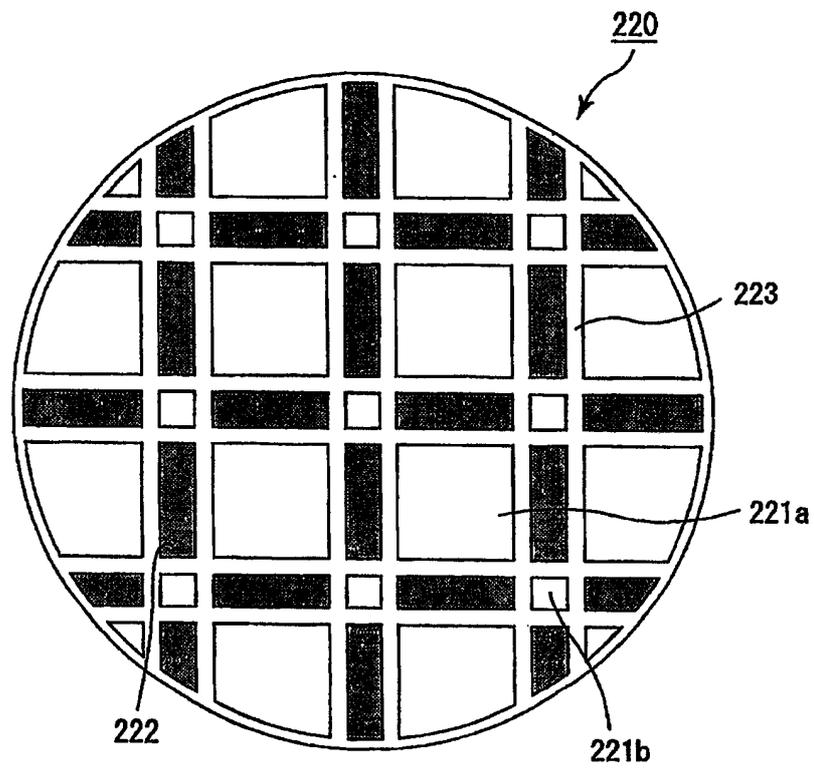


图 21

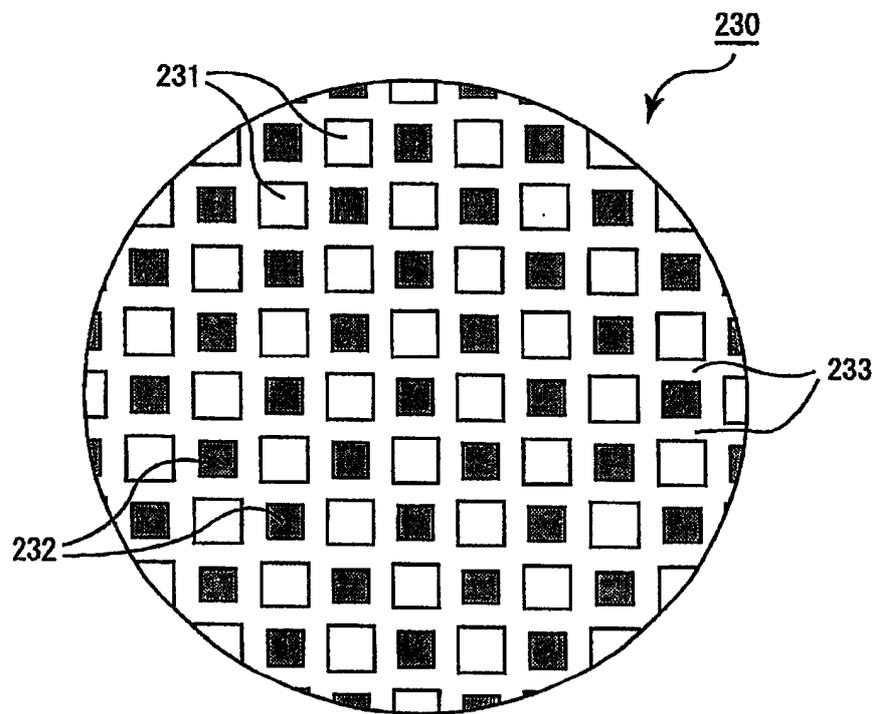


图 22