



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104245134 B

(45)授权公告日 2016.11.16

(21)申请号 201280068154.3

(22)申请日 2012.11.30

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104245134 A

(43)申请公布日 2014.12.24

(30)优先权数据

13/307,818 2011.11.30 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.07.25

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/067158 2012.11.30

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/082336 EN 2013.06.06

(73)专利权人 康宁股份有限公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 K·N·巴波 C·W·坦纳

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司
31100

代理人 项丹

(51)Int.Cl.

B01J 35/04(2006.01)

B01D 53/94(2006.01)

F01N 3/28(2006.01)

F01N 3/022(2006.01)

F01N 3/10(2006.01)

(56)对比文件

US 2010160158 A1,2010.06.24,

EP 1413344 A4,2005.04.13,

WO 2007040348 A1,2007.04.12,

US 4335023 A,1982.06.15,

US 2007148406 A1,2007.06.28,

US 2007231538 A1,2007.10.04,

US 5731562 A,1998.03.24,

US 2004161583 A1,2004.08.19,

EP 1249262 A1,2002.10.16,

US 2003061860 A1,2003.04.03,

US 2010166629 A1,2010.07.01,

CN 101437599 A,2009.05.20,

审查员 甘雷

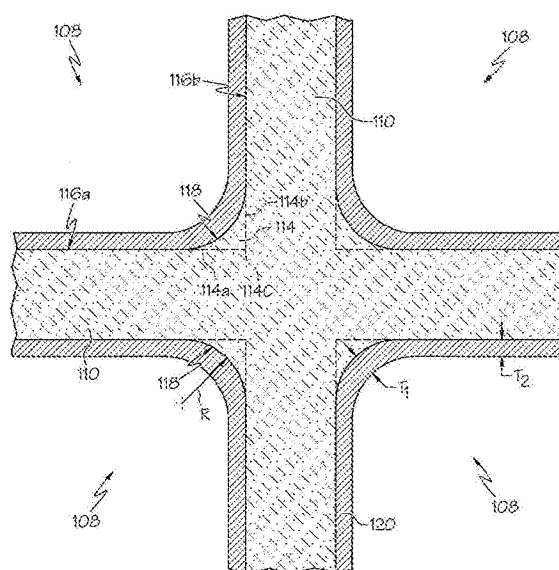
权利要求书2页 说明书10页 附图10页

(54)发明名称

包含具有斜面角的流动通道的流通催化基
材以及制造方法

(57)摘要

流通催化基材可包括多个多孔陶瓷基材壁，其限定了在催化基材的入口端和出口端之间延伸的流动通道。流通催化基材可包括位于流动通道内的基材壁的相交角处的多个多孔陶瓷斜面角部分。多孔陶瓷斜面角部分分别包括小于约 $1.38\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$ 的热容量。在多孔陶瓷基材壁和多个多孔陶瓷斜面角部分上涂覆催化修补基面涂层。用于生产流通催化基材的方法还提供了多孔陶瓷斜面角部分。



1. 一种流通催化基材,其包括:
多个多孔陶瓷基材壁,其限定了在催化基材的入口端和出口端之间延伸的流动通道;
位于流动通道内的基材壁的相交角处的多个多孔陶瓷斜面角部分,其中,每个所述多孔陶瓷斜面角部分具有小于或等于 $1.38\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$ 的热容量;以及
催化修补基面涂层,其涂覆了多孔陶瓷基材壁和多孔陶瓷斜面角部分。
2. 如权利要求1所述的流通催化基材,其特征在于,所述多孔陶瓷斜面角部分具有为50-75%的孔隙率。
3. 如权利要求2所述的流通催化基材,其特征在于,所述多孔陶瓷斜面角部分具有为55-65%的孔隙率。
4. 如权利要求1所述的流通催化基材,其特征在于,每个所述多孔陶瓷斜面角部分的热容量分别为 $0.69\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$ 到 $1.38\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$ 。
5. 如权利要求1所述的流通催化基材,其特征在于,所述多孔陶瓷斜面角部分包括在相交多孔陶瓷基材壁之间延伸的平坦表面。
6. 如权利要求1所述的流通催化基材,其特征在于,所述多孔陶瓷斜面角部分包括具有曲率半径的弓形表面。
7. 如权利要求6所述的流通催化基材,其特征在于,所述曲率半径为40-400 μm 。
8. 如权利要求1所述的流通催化基材,其特征在于,所述多孔陶瓷斜面角部分的孔分布具有为0.5-7 μm 的中值孔径。
9. 如权利要求8所述的流通催化基材,其特征在于,所述中值孔径为1-5 μm 。
10. 如权利要求1所述的流通催化基材,其特征在于,每个所述多个多孔陶瓷基材壁的中心部分具有为30-150 μm 的截面壁厚。
11. 如权利要求10所述的流通催化基材,其特征在于,所述截面壁厚为50-100 μm 。
12. 一种制造流通催化基材的方法,所述方法包括以下步骤:
通过模头挤出形成陶瓷的批料材料,以形成陶瓷成形的基材,所述陶瓷成形的基材包括限定了在陶瓷成形的基材的入口端和出口端之间延伸的流动通道的多个基材壁,其中多个斜面角部分与多个基材壁共挤出;
将陶瓷成形的基材烧制成多孔陶瓷基材,其中斜面角部分包含具有小于 $1.38\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$ 的热容量的多孔陶瓷;以及
用催化修补基面涂层涂覆多孔陶瓷基材壁和多孔陶瓷斜面角部分。
13. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,形成的多孔陶瓷基材的多孔陶瓷斜面角部分包括在相交多孔陶瓷基材壁之间延伸的平坦表面。
14. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,形成的多孔陶瓷基材的多孔陶瓷斜面角部分包括具有曲率半径的弓形表面。
15. 如权利要求14所述的方法,其特征在于,形成的弓形表面的曲率半径为40-400 μm 。
16. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,提供的多孔陶瓷斜面角部分的孔隙率为55-65%。
17. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,提供的多孔陶瓷斜面角部分的孔分布具有为0.5-7 μm 的中值孔径。
18. 如权利要求17所述的方法,其特征在于,提供的中值孔径为1-5 μm 。

19. 如权利要求12所述的方法, 其特征在于, 多个多孔陶瓷基材壁的中心部分分别具有为30-150 μm 的截面壁厚。

20. 如权利要求19所述的方法, 其特征在于, 提供的截面壁厚为50-100 μm 。

包含具有斜面角的流动通道的流通催化基材以及制造方法

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本申请根据35U.S.C. §120, 要求2011年11月30日提交的美国申请序列第13/307, 818号的优先权, 本文以该申请为基础并将其全文通过引用结合于此。

[0003] 领域

[0004] 本发明一般地涉及用于生产流通催化基材的设备和方法, 更具体地, 涉及用于生产包含多孔陶瓷斜面角部分的流通催化基材的设备和方法。

[0005] 背景

[0006] 生产用于对来自汽油和柴油燃料的内燃机的废气进行处理的流通催化基材的设备和方法是已知的。已知提供蜂窝基材, 该蜂窝基材在基材的流动通道内具有催化剂涂层。在操作中, 迫使废气通过基材的流动通道。当通过流动通道时, 污染物(如未燃烧的烃类、一氧化碳、一氧化氮和一氧化二氮)在修补基面涂料中的催化剂上发生反应, 形成无害物质(如氮、二氧化碳和水), 之后将废气释放到大气中。

[0007] 在典型的发动机启动过程中, 在流通催化基材被加热到使得催化剂活性并且能够处理污染物的温度之前, 可能过去大量的时间。因此, 在发动机启动之后以及在基材达到起燃温度之前, 大量的污染物立即逃离。因而, 为了降低发动机启动过程中的过度污染, 需要提供一种流通催化基材, 以支撑催化剂修补基面涂料, 其能够被快速地加热以降低达到起燃温度所需的时间。

[0008] 概述

[0009] 以下给出发明内容的简化归纳, 以便提供对详述部分所描述的一些示例性方面的基本理解。

[0010] 在一个示例性的方面, 流通催化基材包括多个多孔陶瓷基材壁, 其限定了在催化基材的入口端和出口端之间延伸的流动通道。流通催化基材还包括位于流动通道内的基材壁的相交角处的多个多孔陶瓷斜面角部分, 其中, 每个所述多孔陶瓷斜面角部分具有小于约 $1.38\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$ 的热容量。流通催化基材还包括涂覆了多孔陶瓷基材壁和多孔陶瓷斜面角部分的催化修补基面涂层。

[0011] 在另一个示例性的方面, 制造流通催化基材的方法包括以下步骤: 通过模头挤出形成陶瓷的批料材料, 以形成陶瓷成形的基材, 所述陶瓷成形的基材包括限定了在陶瓷成形的基材的入口端和出口端之间延伸的流动通道的多个基材壁, 其中多个斜面角部分与多个基材壁共挤出。该方法还包括将陶瓷成形的基材烧制成为多孔陶瓷基材, 其中斜面角部分包含具有小于约 $1.38\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$ 的热容量的多孔陶瓷。该方法还包括用催化修补基面涂层涂覆多孔陶瓷基材壁和多孔陶瓷斜面角部分的步骤。

[0012] 附图简述

[0013] 参照附图, 阅读本发明的以下详细描述, 可以更好地理解本发明的这些方面、特征和优点以及其他的方面、特征和优点, 其中:

[0014] 图1是根据本发明的方面的流通催化基材的透视图;

[0015] 图2是流通催化基材沿图1中2-2线的截面示意图;

- [0016] 图3是取自图2的视图3的流通催化基材的一个示例性斜面角部分的放大图；
- [0017] 图4是取自图2的视图3的流通催化基材的第二个示例性斜面角部分的放大图；
- [0018] 图5是流通催化基材上的修补基面涂料的负载与斜面角部分的曲率半径的关系图；
- [0019] 图6是基材壁的中心部分的基材壁厚与斜面角部分的曲率半径的第一关系图，以及流通催化基材的基材壁的中心部分的修补基面涂料厚度与斜面角部分的曲率半径的第二关系图；
- [0020] 图7是孔隙率约为25%、40%、50%和60%时，孔道密度约为400流动通道/英寸²的流通催化基材中的斜面角部分的热容量与斜面角部分的曲率半径的关系图；
- [0021] 图8是孔隙率约为25%、40%、50%和60%时，孔道密度约为600流动通道/英寸²的流通催化基材中的斜面角部分的热容量与斜面角部分的曲率半径的关系图；
- [0022] 图9是流通催化基材的总热容量与孔隙率约为25%、40%、50%和60%的斜面角部分的曲率半径的关系图；
- [0023] 图10所示是根据本发明的示例性方面的制造多孔流通催化基材的方法；
- [0024] 图11是根据本发明的方面的挤出设备的示意图；以及
- [0025] 图12是取自图11的视图12的示例性模头元件的局部放大截面示意图。
- [0026] 详细描述

[0027] 在此将参照附图更完整地描述本发明，附图中给出了所要求保护的本发明的示例性的实施方式。只要有可能，在所有附图中使用相同的附图标记来表示相同或类似的部分。但是，所要求保护的本发明可以以许多不同的方式实施，不应被解读成限定于在此提出的实施方式。这些示例性的实施方式使得说明透彻而完整，能够向本领域技术人员完全地展示所要求保护的本发明的范围。

[0028] 图1显示了流通催化基材102的透视示意图。流通催化基材102不一定按照比例绘制，并且仅仅显示了流通催化基材102的一个示例性示意图。流通催化基材102包括入口端104和位于入口端104的对面的出口端106。多个流动通道108在入口端104和出口端106之间延伸。在一个例子中，基本上所有的流动通道108都没有被堵塞，因此提供了从流通催化基材102的入口端104到出口端106的无障碍流通。

[0029] 如图2所示，可以通过在流通催化基材102的入口端104和出口端106之间纵向延伸的多个多孔陶瓷基材壁110来形成流动通道108。多孔陶瓷基材壁110可以包括约30-150 μm 的截面壁厚范围，例如约50-100 μm 。在其他例子中，多孔陶瓷基材壁110可以包括从入口端104到出口端106的流通催化基材102的长度上的基本相同的壁厚。

[0030] 流动通道108和多孔陶瓷基材壁110可分别基本平行朝向在入口端104和出口端106之间纵向延伸。外表面112可围绕流动通道108和多孔陶瓷基材壁110。外表面112可在入口端104和出口端106之间纵向延伸。如图所示，外表面112可包括具有圆形截面轮廓的圆形圆柱形形状。在其他例子中，外表面112可具有椭圆、多边形或其他形状。例如，虽然未示出，但是外表面112可具有多边形形状，例如三角形、矩形(如正方形)或者其他多边形形状。此外，如图所示，流通催化基材102可包括单个整体式基材，但是基材也可包括区段基材，其中，许多基材相互平行安装以提供所需的总体截面构造。无论是单个整体式或者区段基材，可以根据本发明的方面结合各种几何形貌。例如，基材可包括矩形(例如正方形)截面外周，或者具

有三边或更多边的其他多边形形状。在其他例子中,基材可具有圆形、椭圆或其他曲线形状的外截面外周。

[0031] 图2显示了流通催化基材沿图1中2-2线的一个示例性截面示意图。流通催化基材102可具有各种孔道密度,使得能够在每单位面积内提供较大或较小数量的流动通道108。例如,孔道密度可以是约100-1000个通道/英寸²的流通催化基材102截面。因此,图1和2中所示的例子不是限制性的,因为设想了一定范围的孔道密度。

[0032] 在其他例子中,形成流动通道的孔道结构可具有不同构造。例如,如图3和4所示,图2所示的孔道的排设是大致矩形(例如正方形)构造,但是其他例子可具有呈现为三角形或其他多边形构造的孔道结构。本发明的例子包括位于流动通道内的基材壁110的相交角处的多个多孔陶瓷斜面角部分。

[0033] 图3是图2的部分放大图,显示的仅仅是流动通道108的一个可能的结构。在所示的例子中,多孔陶瓷斜面角部分114位于流动通道108内的多孔陶瓷基材壁110的相交角处。可以通过从相邻多孔陶瓷基材壁110的第一壁表面116a伸出第一平面114a以及从另一相邻多孔陶瓷基材壁110的第二壁表面116b伸出第二平面114b来限定多孔陶瓷斜面角部分114。第一和第二平面114a和114b沿着轴114c相互相交,其中相应的多孔陶瓷斜面角部分114被第一平面114a、第二平面114b和内斜面表面118之间的区域限定。

[0034] 图4是图2的另一个部分放大图,显示了类似于上文所述的流动通道108的流动通道208的许多可能的结构中的另一种。图4显示位于流动通道208内的多孔陶瓷基材壁110的相交角处的示例性多孔陶瓷斜面角部分214。可以通过从相邻多孔陶瓷基材壁110的第一壁表面116a伸出第一平面214a以及从另一相邻多孔陶瓷基材壁110的第二壁表面116b伸出第二平面214b来限定所示的示例性多孔陶瓷斜面角部分214。第一和第二平面214a和214b沿着轴214c相互相交,其中相应的多孔陶瓷斜面角部分214被第一平面214a、第二平面214b和内斜面表面218之间的区域限定。

[0035] 出于说明的目的,图3和4显示了四个相应相邻的流动通道108和208的每一个中的一个多孔陶瓷斜面角部分114和214。出于说明的目的,结合每个相应的流动通道108和208显示了单个多孔陶瓷斜面角部分114和214,应理解的是,每个相应的流动通道108和208的所有四个多孔陶瓷斜面角部分114和214可以是基本相互相同的。此外,如所示,每个相应的流动通道108和208的四个多孔陶瓷斜面角部分114和214可以是与许多(例如基本上所有的)余下的相应的流动通道108和208的所有多孔陶瓷斜面角部分基本相同的。在其他例子中,部分流动通道的斜面角部分可以是与其他流动通道的斜面角部分是数学上相似的。例如,在一些例子中,中心流动通道的截面积可以大于部分外周流动通道的截面积。例如,在一个例子中,相比于基材的中心部分,多孔陶瓷基材壁110可在基材的外周部分是较厚的,以有助于增加基材在这些区域的强度。在此类例子中,多孔陶瓷斜面角仍可具有在数学上相互类似的截面轨迹(footprint)。

[0036] 多孔陶瓷斜面角部分114和214可沿着流通催化基材102的整个长度,在入口端104和出口端106之间部分或完全延伸。另外,多孔陶瓷斜面角部分114和214可以与多孔陶瓷基材壁110整体地形成,使得多孔陶瓷斜面角部分114和214可以由与多孔陶瓷基材壁110相同的材料形成。

[0037] 多孔陶瓷基材壁110和多孔陶瓷斜面角部分114和214可由许多不同的材料形成,

包括堇青石。此外,多孔陶瓷基材壁110和多孔陶瓷斜面角部分114和214可以由可具有基本相同的孔分布特性的相同材料(例如,堇青石材料)形成,但是其他例子可提供具有与多孔陶瓷基材壁110的孔分布不同的孔分布的多孔陶瓷斜面角部分114和214。

[0038] 在一些例子中,多孔陶瓷基材壁110和多孔陶瓷斜面角部分114和214都可以包括约50%至约75%,例如约55%至约65%的孔隙率。此外,多孔陶瓷基材壁110和多孔陶瓷斜面角部分114和214都可以包括约0.5-7 μm ,例如约1-5 μm 的中值孔径。

[0039] 多孔陶瓷斜面角部分114和214的内斜面表面118和218可以包括宽范围的表面构造。例如,如图3所示,多孔陶瓷斜面角部分114可包括圆的、弓形的表面118,其具有凹的形状,但是在其他例子中,弓形表面118可包括凸的或不规则的表面形貌。在所示例子中,弓形表面118可包括约为40-400 μm 的曲率半径(“R”),但是在其他例子中,曲率半径可延伸到该范围外。

[0040] 在一个例子中,流通催化基材102的多孔陶瓷斜面角部分114的弓形表面118可具有约为40-400 μm 的基本一致的曲率半径。在其他例子中,一个流动通道与另一个流动通道之间的曲率半径可以发生改变。例如,弓形表面118的曲率半径“R”可以沿着向外表面112延伸的径向轴增加或减小,使得一个流动通道具有与第二个、相邻的流动通道不同的曲率半径。在该例子中,相比于靠近流通催化基材102的纵向中心的流动通道108,在靠近外表面112的流动通道108中的弓形表面118的曲率半径可以较大或较小。

[0041] 现参见图4,显示的是多孔陶瓷基材壁110的相交的第二个例子的放大图。如所示,多孔陶瓷斜面角部分214的内斜面表面218还可包括在多孔陶瓷基材壁110的相交壁表面116a和116b之间延伸的基本平坦表面218。在该例子中,多孔陶瓷斜面角部分214可限定位于流动通道208的角内的基本三角形形状的结构,其中斜边形成内斜面表面218的平坦表面。平坦表面可以是基本线性的,使得平坦表面的截面轮廓以近乎直线在多孔陶瓷基材壁110的相交壁表面116a和116b之间延伸。

[0042] 在一个例子中,多孔陶瓷斜面角部分214的内斜面表面218的所有平坦表面可具有基本一致的尺寸和形状的平坦表面。在其他例子中,对于不同的流动通道208,平坦表面的尺寸可以较大或较小。因此,平坦表面的尺寸可以沿着向外表面112延伸的径向轴增加或减小,使得一个流动通道具有比第二个、相邻的流动通道大的平坦表面。在该例子中,相比于靠近流通催化基材102的纵向中心的流动通道208,在靠近外表面112的流动通道208中的平坦表面的尺寸可以较大或较小。

[0043] 在其他例子中,流通催化基材102可包括多孔陶瓷斜面角部分114和214的组合。因此,可以在相同的流通催化基材102中提供弓形表面118和平坦表面218。例如,一个或多个流动通道可包括四个具有内斜面表面118(所示为弓形表面)的多孔陶瓷斜面角部分114,而另一个或其他多个流动通道可包括四个具有所示为平坦表面的斜面角部分218。在另一个例子中,流通催化基材102内的多个流动通道可分别包括分别具有弓形和平坦表面的内斜面表面118和218的组合。因此,要理解的是,设想了在单个流通催化基材102中具有多个多孔陶瓷斜面角部分的多种组合。

[0044] 仍参见图3和4,可以在多孔陶瓷基材壁110和多孔陶瓷斜面角部分114和214上都提供催化修补基面涂层120作为涂层。催化修补基面涂层120可以限定当废气流动通过流通催化基材102时发生接触的表面。一旦催化修补基面涂层120被充分加热至起燃温度,则修

补基面涂层内的催化剂会与来自废气的不需要的烃类和/或氮氧化物排放物发生反应,之后将干净的气体释放到大气中。

[0045] 催化修补基面涂层120可沿着流通催化基材102的整个长度,在入口端104和出口端106之间部分或完全延伸。催化修补基面涂层120可以为催化促进材料的沉积提供较高的表面积,并且可以包括许多不同的组成和材料。例如,在一个例子中,催化修补基面涂层120可以包括如下组成:约75%的氧化铝、21%的二氧化铈氧化锆和3-4%的贵金属。但是,应理解的是,在其他例子中,催化修补基面涂层120可以包括不同的组成。可以以许多不同的修补基面涂料负载将催化修补基面涂层120负载到流通催化基材102上。在仅仅是一个例子中,修补基面涂料负载可包括约 $0.2\text{g}/\text{cm}^3$,但是在其他例子中可以提供其他修补基面涂料负载。

[0046] 流通催化基材102的多孔陶瓷基材壁110和多孔陶瓷斜面角部分114和214可用作能包含催化修补基面涂层120的各种材料的支撑。例如,在一个例子中,流通催化基材102可用于支撑催化修补基面涂层120,所述催化修补基面涂层120包含三用催化剂材料,其可用于处理来自汽油动力车辆的废气。在另一个例子中,流通催化基材102可用于支撑催化修补基面涂层120,所述催化修补基面涂层120包含柴油氧化催化剂,其可用于柴油发动机后处理系统。在另一个例子中,流通催化基材102可用于支撑催化修补基面涂层120,所述催化修补基面涂层120包含用于氮氧化物(NO_x)处理的选择性催化还原(SCR)催化剂。

[0047] 本发明的流通催化基材102可用于促进将发动机排放物转化为较为无毒的物质。此外,本发明的流通催化基材能够将流通催化基材102较快速地加热至催化起燃温度,在该温度下,催化修补基面涂层120中的催化剂更高效地将发动机排放物转化为较为无毒的物质。

[0048] 对于本发明,已经发现多孔陶瓷基材壁110和多孔陶瓷斜面角部分114和214的孔隙率的增加,连同在流动通道108的角上包括多孔陶瓷斜面角部分114和214能够产生许多益处。益处包括但不限于,流通催化基材102的总热容量的下降和用于流通催化基材102中的修补基面涂料的总量的下降。增加孔隙率和减少修补基面涂料负载都对总热容量的下降作出贡献。降低热容量能够实现流通催化基材102的快速加热,降低达到起燃温度所需的时间。此外,修补基面涂料的减少可降低材料成本,同时还对流通催化基材102的总热容量的下降作出贡献。

[0049] 图5是模型数据图,其中Y轴是总修补基面涂料负载(g/cm^3),X轴是图3所示的多孔陶瓷角部分114的内斜面表面118的弓形表面的曲率半径“R”(μm)。因此,图5显示了流通催化基材102中的催化修补基面涂层120的总修补基面涂料负载(g/cm^3)与多孔陶瓷斜面角部分114的弓形表面的曲率半径(μm)的关系。图5是基于多孔陶瓷基材壁110的壁厚约为2.85密耳($72\mu\text{m}$)以及孔道密度约为600个通道/英寸²的示例性流通催化基材102的模型数据。如所示,随着弓形表面118的曲率半径“R”增加,流通催化基材102中的总修补基面涂料负载会下降。修补基面涂料负载的下降至少部分是由于占据了流动通道108的角的多孔陶瓷斜面角部分114所导致的。例如,参见图3,催化修补基面涂层120倾向于在流动通道108内的多孔陶瓷基材壁110的相交角处积累,使得相交角内的催化修补基面涂层120的厚度“T1”大于多孔陶瓷基材壁110的中间部分的修补基面涂层120的厚度“T2”。

[0050] 因此,多孔陶瓷斜面角部分114可代替在不存在多孔陶瓷斜面角部分114的情况下

(即曲率半径“R”为0 μm 的情况下),通常会在流动通道108的角部分积累的修补基面涂料材料。因此,修补基面涂料材料被从角处转移至多孔陶瓷基材壁110的中点位置,即多孔陶瓷基材壁110沿着壁表面116a、116b被其与斜面表面118、218相交所限定的区域的厚度。

[0051] 根据图5,没有多孔陶瓷斜面角部分114(即曲率半径“R”为0 μm)的流通催化基材102上的修补基面涂料负载约为0.2g/cm³。但是,对于约为200 μm 的曲率半径,修补基面涂料负载下降至约为0.131g/cm³,修补基面涂料负载的下降约为34.5%。因此,为流通催化基材102提供多孔陶瓷斜面角部分114可以产生较低的修补基面涂料负载。更具体地,对于具有较大曲率半径的多孔陶瓷斜面角部分114的流通催化基材102,修补基面涂料负载会逐渐下降。在一个例子中,当孔隙率约为25%时,修补基面涂料材料可占据整个流通催化基材102的热容量的约42%。因此,该总修补基面涂料负载的下降可降低流通催化基材102的总热容量,这进而能够更快速地实现有效温度和起燃。此外,由于修补基面涂料的组分通常是昂贵的,所以总修补基面涂料负载的下降可提供明显的成本下降。

[0052] 现参见图6,提供了模型数据图,其显示孔道密度约为600个流动通道/英寸²、孔隙率约为60%以及修补基面涂料负载约为0.2g/cm³的示例性流通催化基材102的两幅独立的图。第一幅图122显示第一Y轴(最左Y轴)上所示的基材壁厚(μm)与图上X轴上所示的多孔陶瓷斜面角部分114的弓形表面的曲率半径(μm)的关系图。如所示,随着(图3所示的)弓形表面的曲率半径“R”的增加,多孔陶瓷基材壁110的截面厚度会减小。在该例子中,在多孔陶瓷基材壁110的中点位置(在多孔陶瓷基材壁110的相对角之间的大致一半处)测量多孔陶瓷基材壁110的截面厚度。

[0053] 多孔陶瓷基材壁110的截面厚度的下降至少部分是由于存在占据了流动通道108的角的多孔陶瓷斜面角部分114所导致的。如下文所详述,在挤出过程期间,形成了多孔陶瓷基材壁110的形成陶瓷的批料材料会部分从多孔陶瓷基材壁110转移来填充流动通道108的角,并形成多孔陶瓷斜面角部分114。这导致在中点处具有较薄截面厚度的多孔陶瓷基材壁110。因此,随着弓形表面的曲率半径的增加,多孔陶瓷斜面角部分114会具有较大的截面积,从而导致在用于挤出基材的相同材料量的情况下,多孔陶瓷基材壁110的截面厚度下降。

[0054] 仍参见图6,第二幅图124显示第二Y轴(最右Y轴)上的催化修补基面涂层120的厚度(μm)与图上X轴上所示的多孔陶瓷斜面角部分114的弓形表面的曲率半径(μm)的关系图。同样地,该图基于孔道密度约为600个流动通道/英寸²、孔隙率约为60%以及修补基面涂料负载约为0.2g/cm³的示例性流通催化基材102。如所示,随着(图3所示的)弓形表面的曲率半径“R”的增加,多孔陶瓷基材壁110上的修补基面涂料厚度也会增加。在该例子中,在多孔陶瓷基材壁110的中点位置(在多孔陶瓷基材壁110的相对角之间的大致一半处)测量催化修补基面涂层120的截面厚度。

[0055] 多孔陶瓷基材壁110的中点位置的催化修补基面涂层120的截面厚度的增加至少部分是由于存在占据了流动通道108的角的多孔陶瓷斜面角部分114所导致的。多孔陶瓷斜面角部分114可代替在不存在多孔陶瓷斜面角部分114的情况下(即曲率半径“R”为0 μm 的情况下),会在流动通道108的角部分积累的修补基面涂料材料。作为结果,多孔陶瓷斜面角部分114促使修补基面涂料材料从流动通道108的角部分向多孔陶瓷基材壁110的中点位置进行再分布。因此,修补基面涂料可以向多孔陶瓷基材壁110的中点位置积累,从而导致修补

基面涂层120的截面厚度的相应增加。因此,随着弓形表面的曲率半径的增加,多孔陶瓷斜面角部分114会具有较大的截面积,从而导致在多孔陶瓷基材壁110的中点处的修补基面涂层120的较大截面厚度。例如,在具有曲率半径约为 $150\mu\text{m}$ 的弓形表面的多孔陶瓷斜面角部分114的流通催化基材102中,在中点位置的催化修补基面涂层120的截面厚度相比于不具有多孔陶瓷斜面角部分114的流通催化基材102大了约85%。

[0056] 作为替代了角上的过量修补基面涂料的结果,修补基面涂层120的总体厚度曲线可以更为均匀,因此实现所需的修补基面涂层厚度总体上所需的修补基面涂料较少。补充或替代地,流动通道108的角可以被替代掉更多的修补基面涂料,使得修补基面涂料对于污染物气体是更容易到达的,以改善稳定状态和起燃过程中的催化转化。这至少部分会是由于在中点位置较薄的多孔陶瓷基材壁110连同较厚的催化修补基面涂层120以及多孔陶瓷斜面角部分114的曲率半径的增加所导致的。

[0057] 图7显示孔道密度约为400个流动通道/英寸²的示例性流通催化基材102的模型数据图,其中Y轴包括斜面角部分的热容量($\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$),X轴包括弓形表面的曲率半径“R”(μm)。该图显示了不引入催化修补基面涂层120的多孔陶瓷斜面角部分114的热容量。图7基于多孔陶瓷基材壁110的壁厚约为2.85密耳($72\mu\text{m}$)的示例性流通催化基材102。此外,图7显示了多孔陶瓷斜面角部分114的4个独立的孔隙率。图126表示孔隙率为25%的多孔陶瓷斜面角部分。图128表示孔隙率为40%的多孔陶瓷斜面角部分。图130表示孔隙率为50%的多孔陶瓷斜面角部分。图132表示孔隙率为60%的多孔陶瓷斜面角部分。

[0058] 如所示,随着曲率半径“R”增加,各个多孔陶瓷斜面角部分114的热容量也会增加。但是,对于增加的孔隙率,多孔陶瓷斜面角部分114的热容量较低。例如,在具有曲率半径约为 $300\mu\text{m}$ 的多孔陶瓷斜面角部分114的流通催化基材102中,对于曲线126表示的25%的孔隙率,热容量最高,接近 $0.10\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$ 。但是,对于 $300\mu\text{m}$ 的曲率半径,对于增加的孔隙率,热容量逐渐下降,40%的孔隙率、50%的孔隙率和60%的孔隙率,热容量分别约为 $0.08\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$ 、约为 $0.07\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$ 以及约为 $0.05\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$ 。因此,提供增加的孔隙率可产生多孔陶瓷斜面角部分114的热容量的下降。在另一个例子中,多孔陶瓷斜面角部分分别包括约为50–75%的孔隙率以及约为 $0.69\text{--}1.38\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$ 的热容量。

[0059] 图8显示孔道密度约为600个流动通道/英寸²的示例性流通催化基材102的另一个模型数据图,其中Y轴包括斜面角部分的热容量($\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$),X轴包括弓形表面的曲率半径“R”(μm)。该图显示了不引入催化修补基面涂层120的多孔陶瓷斜面角部分114的热容量。图8基于多孔陶瓷基材壁110的壁厚约为2.85密耳($72\mu\text{m}$)的示例性流通催化基材102。此外,图8还显示了多孔陶瓷斜面角部分114的4个独立的孔隙率。图134表示孔隙率为25%的多孔陶瓷斜面角部分。图136表示孔隙率为40%的多孔陶瓷斜面角部分。图138表示孔隙率为50%的多孔陶瓷斜面角部分。图140表示孔隙率为60%的多孔陶瓷斜面角部分。

[0060] 类似于如图7所示,图8也证实了,在孔道密度约为600个通道/英寸²时,随着弓形表面118的曲率半径“R”的增加,各个多孔陶瓷斜面角部分114的热容量也会增加。但是,对于增加的孔隙率,多孔陶瓷斜面角部分114的热容量也同样较低。例如,如图134所示,在具有曲率半径约为 $300\mu\text{m}$ 的多孔陶瓷斜面角部分114的流通催化基材102中,对于25%的孔隙率,热容量最高,接近 $0.15\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$ 。但是,对于 $300\mu\text{m}$ 的曲率半径,对于增加的孔隙率,热容量逐渐下降,40%的孔隙率、50%的孔隙率和60%的孔隙率,热容量分别约为 $0.12\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$ 、

约为 $0.10\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$ 以及约为 $0.08\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$ 。因此,在400个通道/英寸²和600个通道/英寸²时,提供增加的孔隙率都可产生多孔陶瓷斜面角部分114的热容量的下降。在另一个例子中,多孔陶瓷斜面角部分分别包括约为50–75%的孔隙率以及相应的约为 $0.69\text{--}1.38\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$ 的热容量。

[0061] 现参见图9,所示的模型数据图显示流通催化基材102的总热容量($\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$)与多孔陶瓷斜面角部分114的弓形表面的曲率半径(μm)的关系图。Y轴表示含有形成催化修补基面涂层120的催化材料的流通催化基材102的总热容量($\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$)。X轴表示多孔陶瓷斜面角部分114的弓形表面的曲率半径(μm)。图9基于孔道密度约为600个流动通道/英寸²的示例性流通催化基材102。此外,该图包括范围为25–60%的流通催化基材102的许多不同孔隙率的图。图142表示孔隙率为25%的多孔陶瓷斜面角部分。图144表示孔隙率为40%的多孔陶瓷斜面角部分。图146表示孔隙率为50%的多孔陶瓷斜面角部分。图148表示孔隙率为60%的多孔陶瓷斜面角部分。

[0062] 首先参见图142,其显示孔隙率为25%的流通催化基材102,随着弓形表面的曲率半径从 $0\mu\text{m}$ 增加到 $300\mu\text{m}$,所述流通催化基材102仅展现出总热容量的小幅下降。作为区别,接着参见图144,其显示孔隙率为40%的流通催化基材102,所述流通催化基材102展现出流通催化基材102的总热容量的明显下降。例如,在没有多孔陶瓷斜面角部分114(即曲率半径为 $0\mu\text{m}$)的流通催化基材102中,总热容量约为 $0.42\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$,而具有约 $300\mu\text{m}$ 的曲率半径的总热容量约为 $0.38\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$ 。类似地,分别如图146和148所示,在孔隙率为50%和60%时,对于曲率半径的增加,总热容量也会显示出逐渐较大的下降。

[0063] 在一个例子中,通过提供具有约 $200\mu\text{m}$ 的曲率半径的多孔陶瓷斜面角部分114的流通催化基材102对比曲率半径为0(即没有多孔陶瓷斜面角部分114)的流通催化基材102,具有多孔陶瓷斜面角部分114的流通催化基材102的总热容量能够从约 $0.349\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$ 下降到约 $0.316\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$,改进了约10.2%。因此,随着弓形表面的曲率半径“R”的增加,流通催化基材102的总热容量会下降,在较高孔隙率处下降更为明显。该下降可至少部分归因于占据了流动通道108的角的多孔陶瓷斜面角部分114。多孔陶瓷斜面角部分114可代替在不存在多孔陶瓷斜面角部分114的情况下,会在流动通道108的角部分积累的修补基面涂料材料。由于修补基面涂料材料具有比多孔陶瓷斜面角部分114高的热容量,在流动通道108的角处用高孔隙率斜面角部分代替修补基面涂料材料可导致总热容量的下降。该总热容量的下降可能是有益的,因为流通催化基材可能能够在较短的时间内实现所需的起燃温度。

[0064] 仍参见图9,(如下所示的)表1显示与可用于流通催化基材102的一个例子的材料的热容量相关的数据。在表1的例子中,催化修补基面涂层120的组合可以是:约75%的氧化铝、21%的二氧化铈氧化锆和3–4%的贵金属。如所示,基材(该例子中为堇青石)的热容量占据了整个流通催化基材102的热容量的约58%。但是,将基材的孔隙率从25%增加到55%,可以使得整个流通催化基材102的热容量从约 $0.479\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$ (参见图9的曲线142的25%的孔隙率图)下降至约 $0.365\text{J}/\text{cm}^3/\text{K}$,下降约为24%。

[0065] 表1

[0066]

材料	材料密度 (g/cm ³)	热容量 (J/g K)	热容量 (J/cm ³ K)	密度基材, 600 个孔道/英寸 ² 2.85 密耳壁 (g/cm ³)	热容量 (J/cm ³ K)
堇青石 (基材)	2.51	1.10	2.76	0.254 (25% 孔隙率)	0.279 (25% 孔隙率)
γ-氧化铝	3.96	1.13	4.47	0.2	0.2
二氧化铈 - 氧化锆	5.9	0.6	3.54		

[0067]

铂	21.4	0.13	2.78		
铑	12.4	0.24	3.00		
钯	12	0.24	2.88		

[0068] 现参见图10,显示了制造流通催化基材102的方法300,而图11和12显示采用方法300来生产挤出蜂窝结构的示例性设备400的示意性特征。如图10所示,方法300可以包括提供形成陶瓷的批料材料的批料的步骤302。例如,图11显示形成陶瓷的材料的批料402的示意图。然后可以将批料材料402引入挤出装置406的输入部分404。

[0069] 方法300然后可以包括挤出形成陶瓷的批料材料以形成陶瓷成形的基材304的步骤304。例如,如图11所示,挤出装置406配置成通过模头元件408来挤出形成陶瓷的批料材料的批料,以形成具有潜在无限长度的陶瓷成形的基材。一旦实现了所需的长度,可以使用切割器(未示出)来切断挤出的陶瓷成形的基材,以提供具有所需长度的基材。

[0070] 如所示,在一个例子中,挤出装置406可以包括具有双螺杆410a和410b的双螺杆挤出机,其配置成通过各自的马达412a和412b进行转动,从而当形成陶瓷的批料材料沿着路径414移动通过模头元件408时,对其进行混合和压缩。挤出装置406包括挤出轴,其中,可以沿着基本平行于挤出轴的挤出方向从模头元件408挤出陶瓷成形的基材。

[0071] 图12是可用于本发明的一些方面的取自图11的视图12的示例性模头元件408的放大截面示意图。如所示,模头元件408包括进料孔416,所述进料孔418配置成以方向418沿着路径414,将批料材料进料到多个模芯(die pin)420。模芯420相互间隔开以限定缝422,所述缝422设计成当将形成陶瓷的批料材料拉制成具有如图2所示的蜂窝截面的挤出的陶瓷成形的基材时,形成流通催化基材102的多孔陶瓷基材壁110(如图2最佳所示)。

[0072] 在一个例子中,图12中所示的模芯420可具有正方形形状以限定正方形形状的流动通道108(如图2最佳所示),但是取决于所需的通道构造,也可以选择其他模芯构造(例

如,三角形、六边形、八边形等)。例如,在一个例子中,模芯420可包括斜面,例如基本圆角部分,其可以产生如上所述的多孔陶瓷斜面角部分114和214。在一个例子中,模芯420可包括约为40-400 μm 的凸的曲率半径。在另一个例子中,模芯420可包括平坦斜面部分以产生多孔陶瓷斜面角部分214的平面内斜面表面218。在其他例子中,模芯420可具有设计成提供所需的多孔陶瓷斜面角部分的内斜面表面的其他角构造。

[0073] 回到图10,方法300还可包括将陶瓷成形的基材烧制成多孔陶瓷基材306的步骤306。在一个例子中,提供批料材料的步骤302可包括提供具有成孔材料的批料材料,以在流通催化基材102中实现所需的孔隙率。成孔材料可包括许多不同的有机材料或组合物,并且在一个例子中,可以包括淀粉。可以在烧制步骤过程中烧掉成孔材料,以在多孔陶瓷基材中产生孔。可以通过形成陶瓷的批料材料中提供的成孔材料的量,来至少部分地控制流通催化基材102的所需孔隙率。例如,流通催化基材102的孔隙率可以约为50-75%,或者更具体地,约为55-65%。此外,形成的流通催化基材102可具有中值孔径约为0.5-7 μm ,或者更具体地,约为1-5 μm 的孔分布。

[0074] 方法300还可包括用催化修补基面涂层120涂覆多孔陶瓷基材壁110和多孔陶瓷斜面角部分114和214,以实现如图1所示的流通催化基材102的步骤308。催化修补基面涂层120可以多种方式施用。例如,在一个例子中,可以将多孔陶瓷基材引入由所需的催化修补基面涂料构成的浆料中。所述浆料可以含有,例如贵金属,包括但不限于,氧化铝、二氧化铈-氧化锆、铂、铑和钯。在一个例子中,催化剂修补基面涂料可包含约75%的氧化铝、21%的二氧化铈氧化锆和3-4%的贵金属。在催化剂修补基面涂料渗透后,可以振动多孔陶瓷基材以去除过量的修补基面涂料。在干燥后,提供了具有催化修补基面涂层120的流通催化基材102,所述催化修补基面涂层120在多孔陶瓷基材壁110和多孔陶瓷斜面角部分114和214上形成了涂层。

[0075] 对本领域技术人员显而易见的是,可以在不偏离本发明的精神和范围的情况下对本发明作出各种修改和变化。因此,本发明应涵盖对本发明的这些修改和变动,只要这些修改和变动在所附权利要求及其等同方案的范围之内。

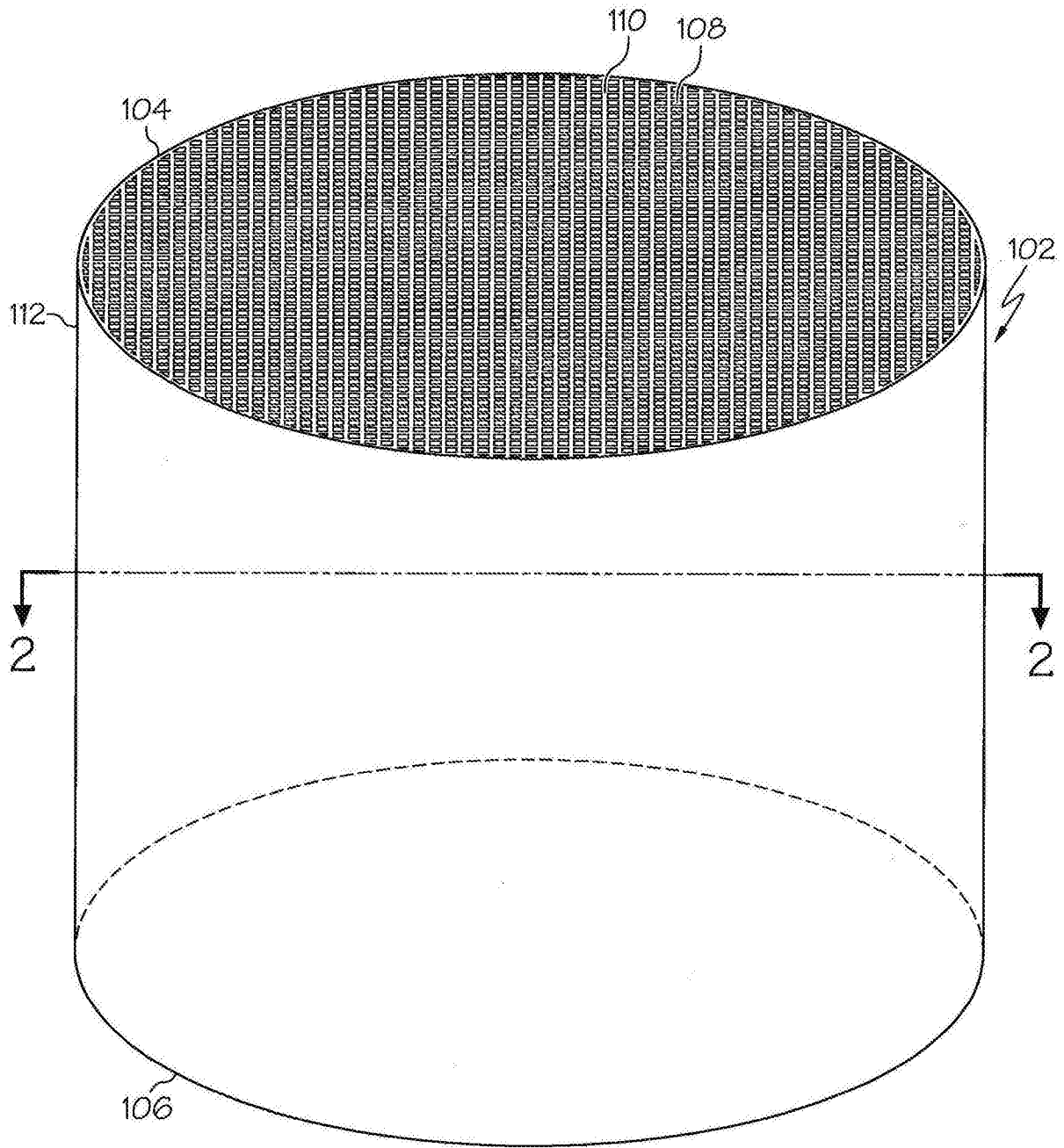


图1

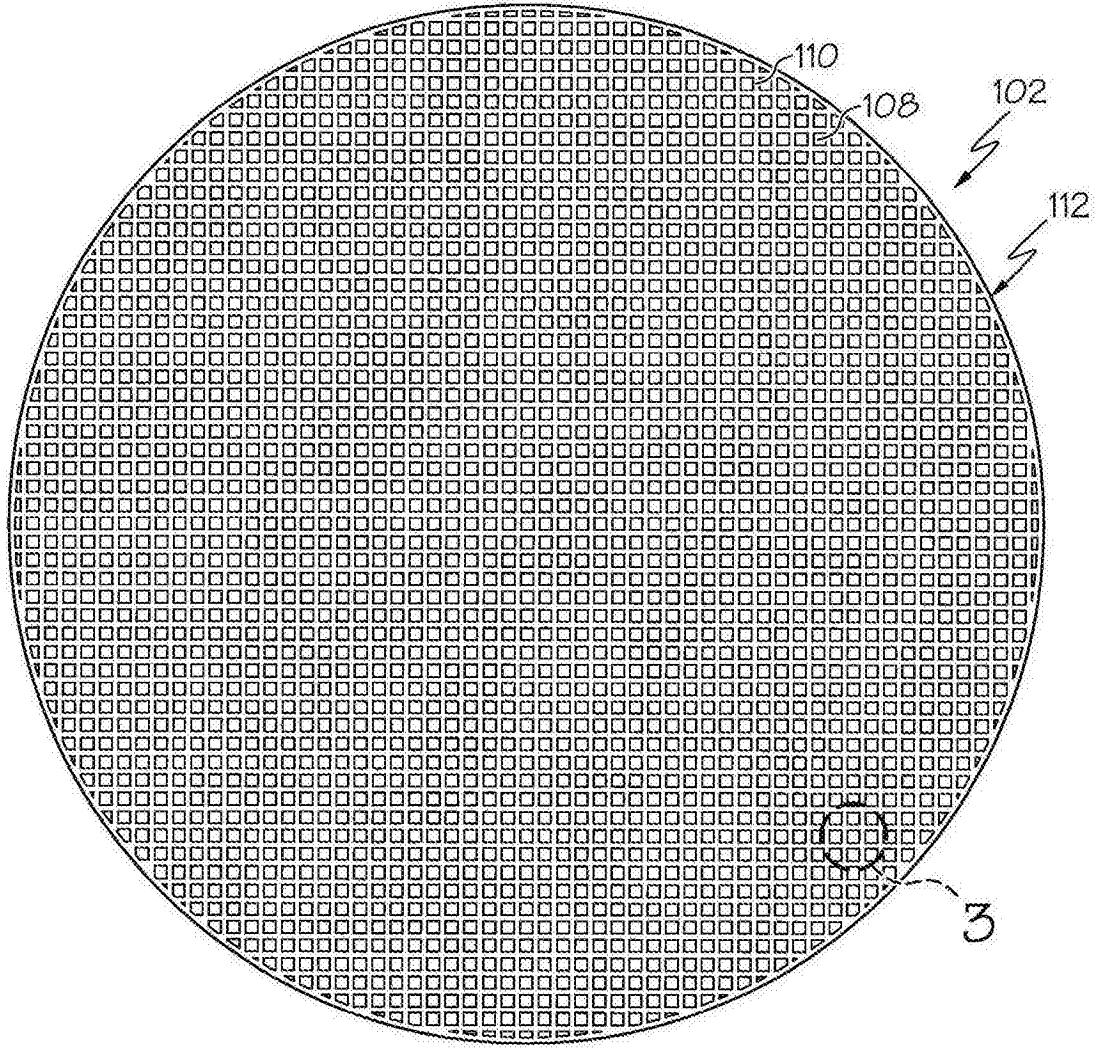


图2

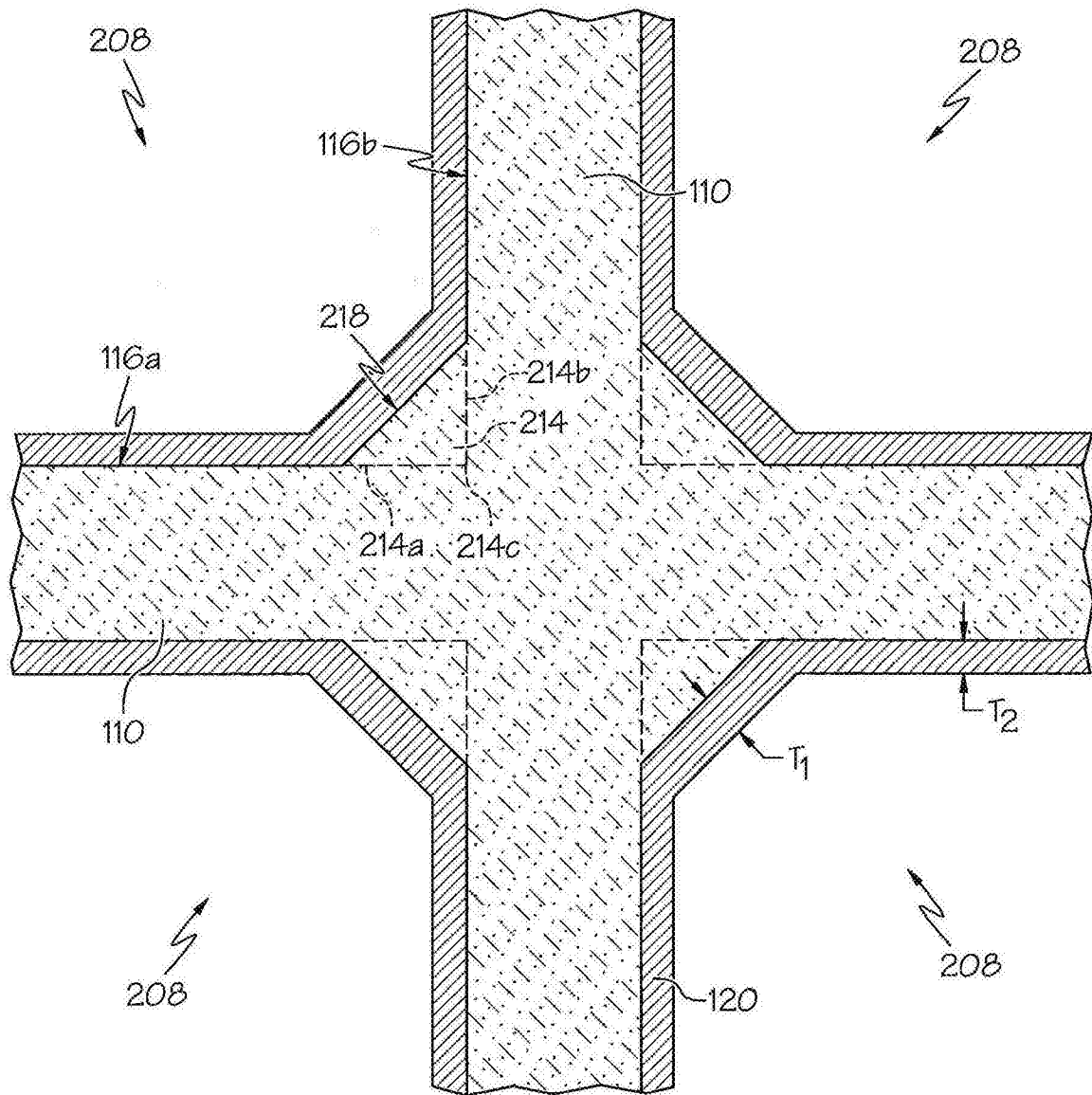


图4

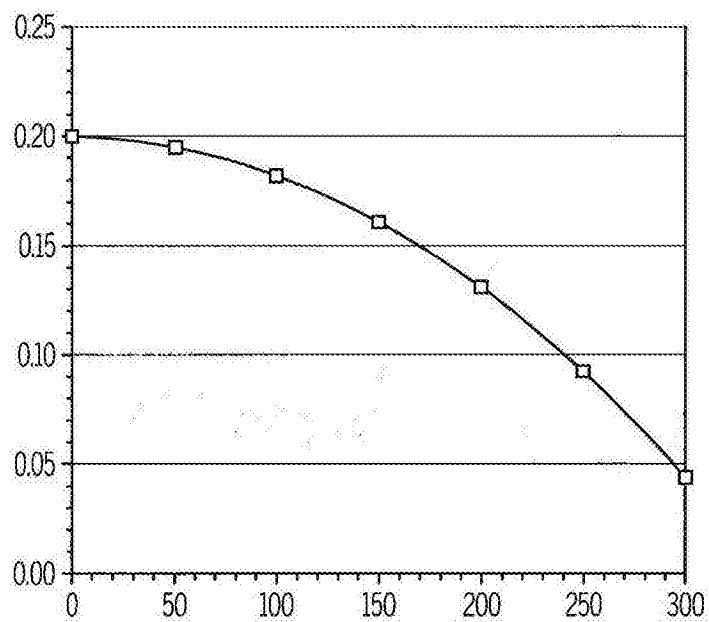


图5

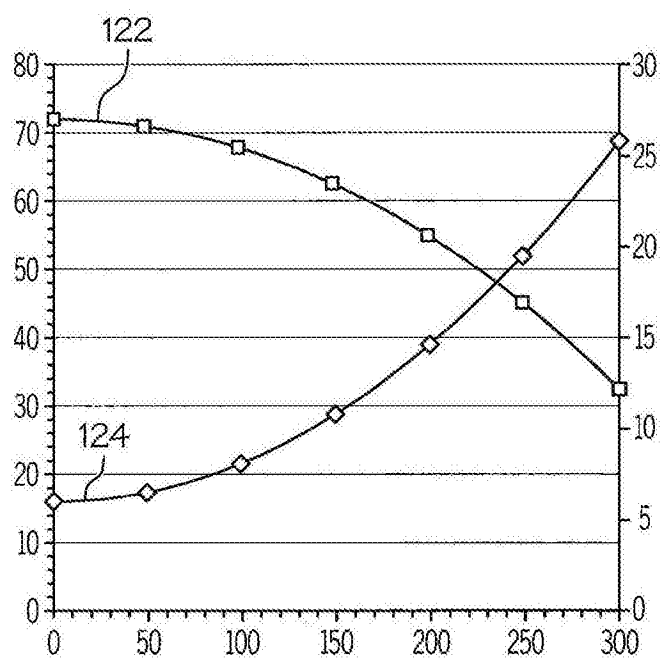


图6

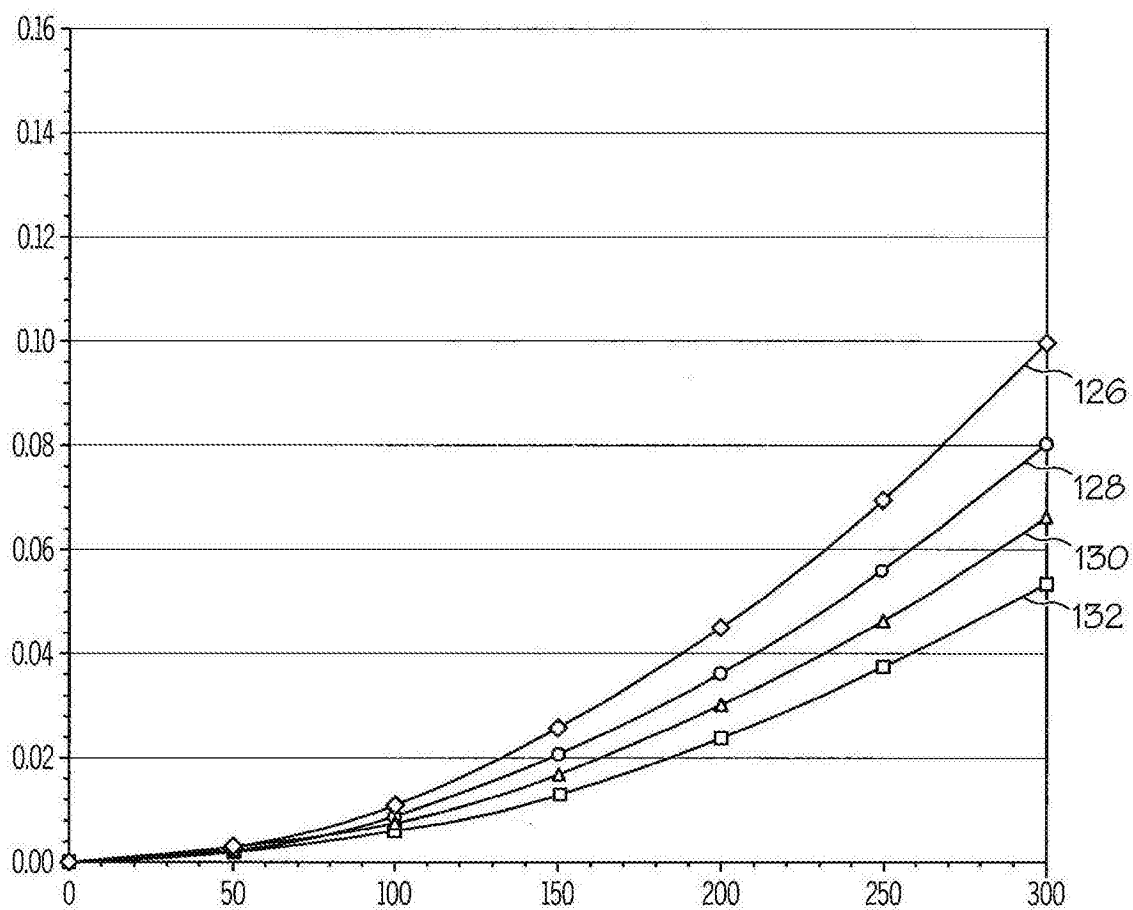


图7

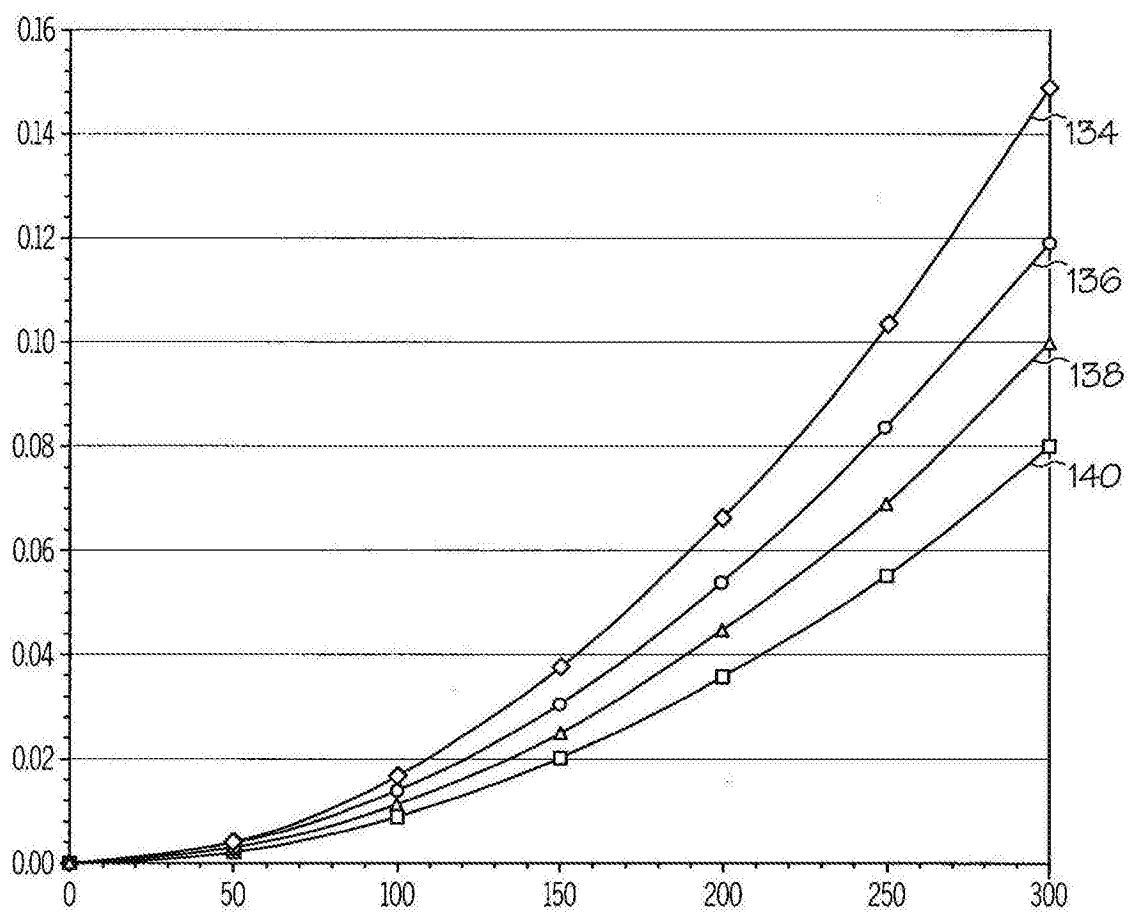


图8

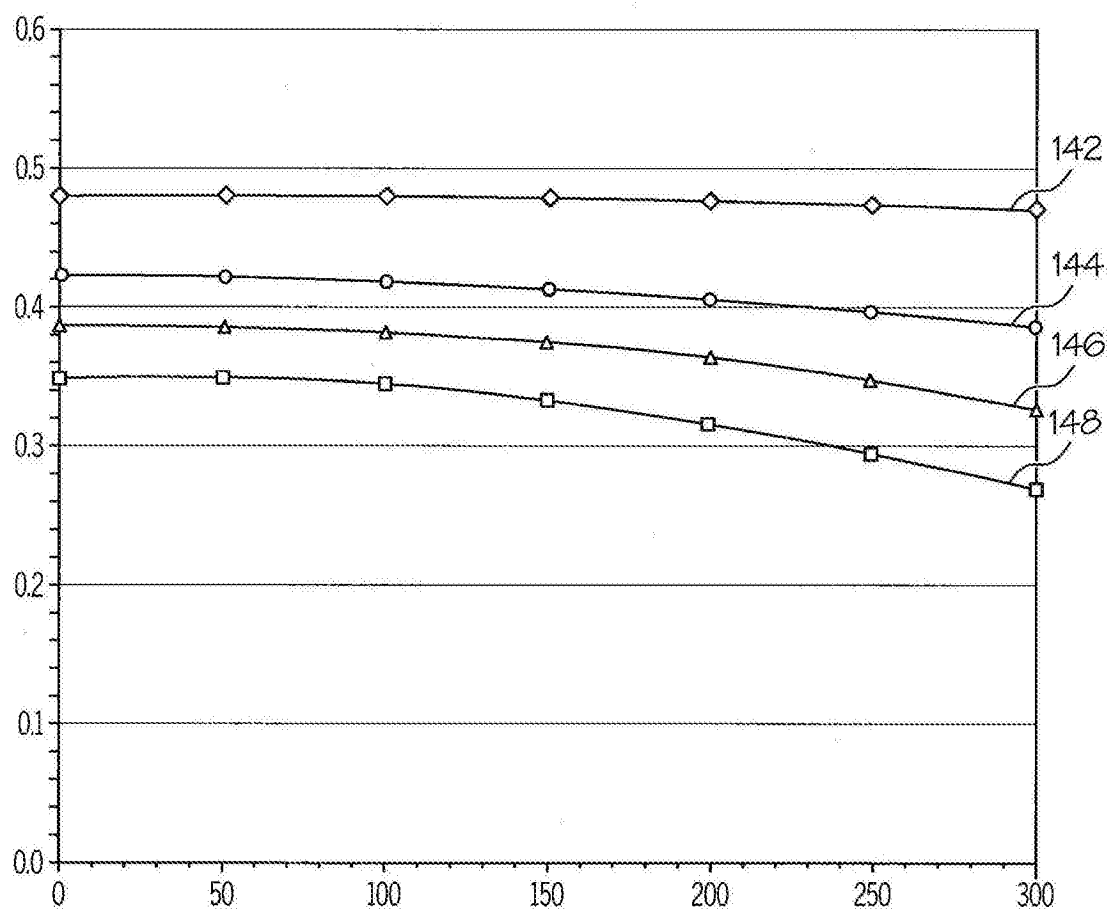


图9

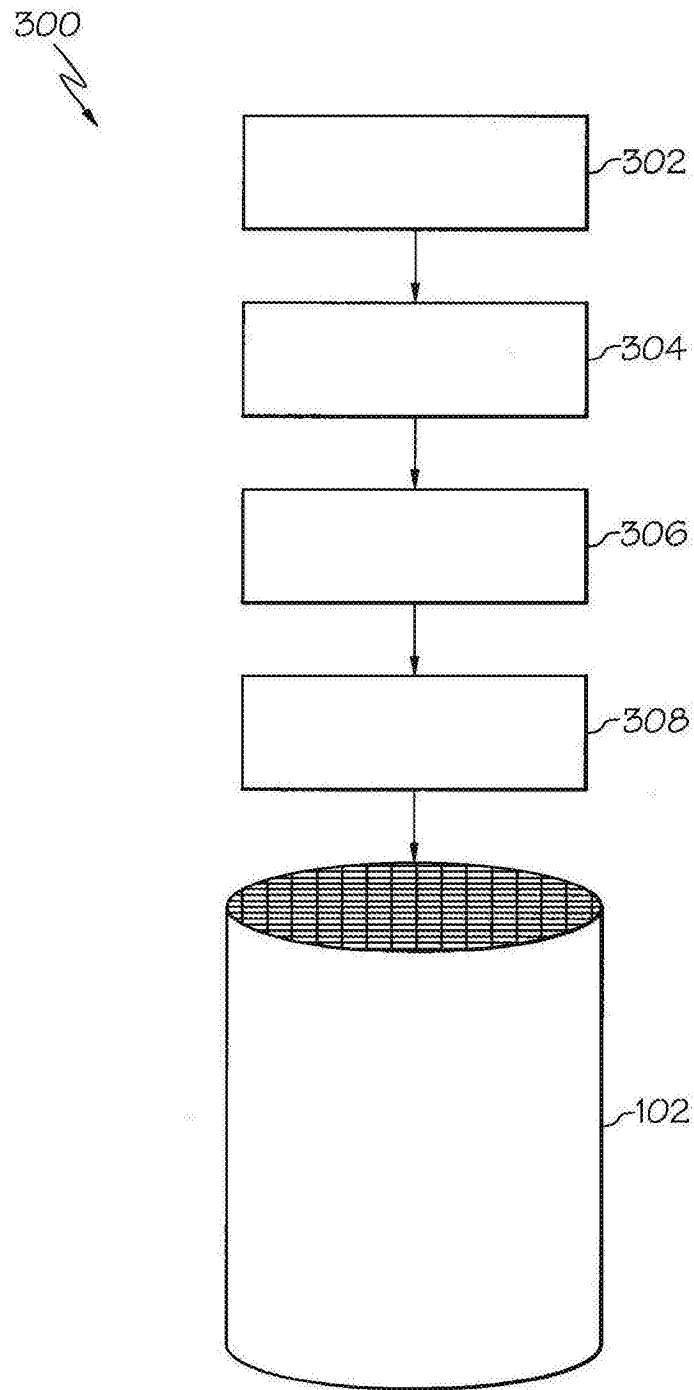


图10

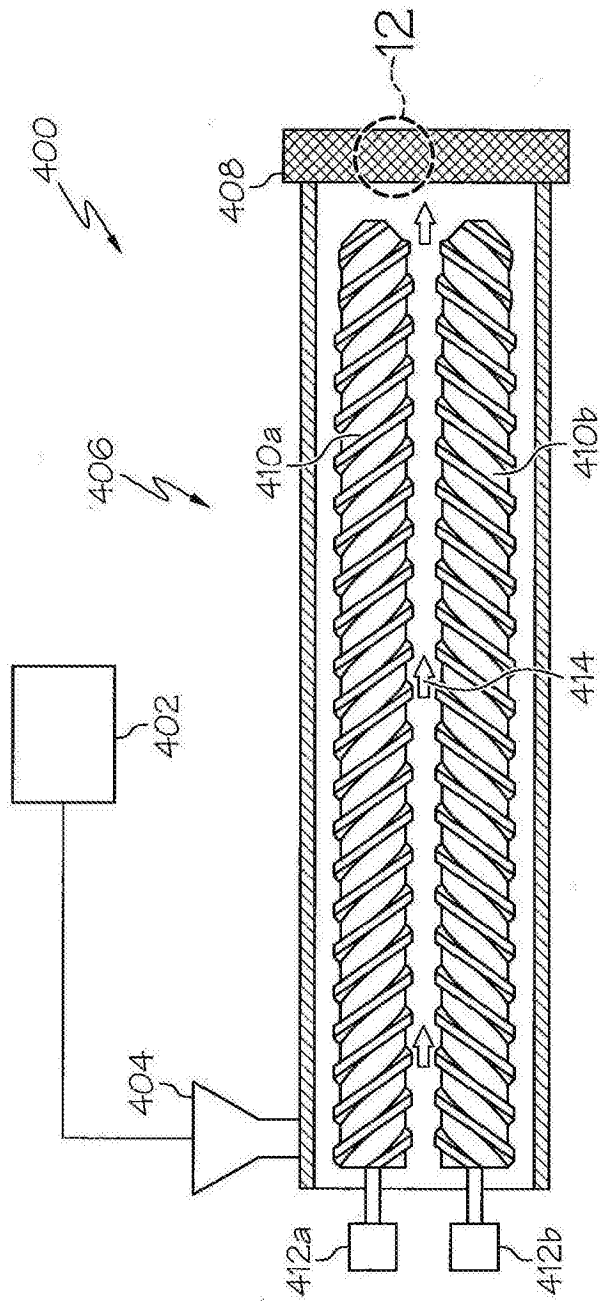


图11

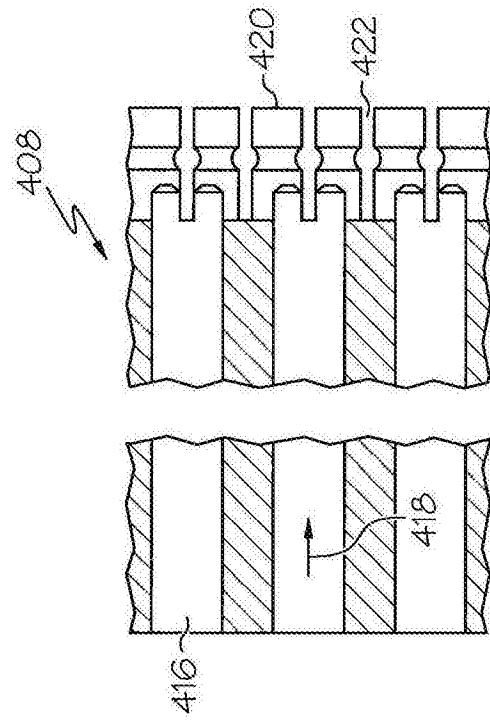


图12