(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 113748308 A
(43)申请公布日 2021.12.03

(21)申请号 202080033568.7

(22)申请日 2020.03.02

(30)优先权数据
19160586.4 2019.03.04 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2021.11.04

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2020/055477 2020.03.02

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/178257 EN 2020.09.10

(71)申请人 西门子歌美飒可再生能源有限两合公司
地址 德国汉堡

(72)发明人 M·杰哈德 N·帕格森 J·V·瓦格纳

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 邹龙辉 张一舟

(51)Int.Cl.
F28D 17/04(2006.01)
F28D 20/00(2006.01)
F28D 20/02(2006.01)

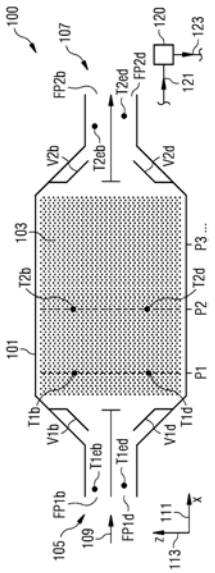
权利要求书3页 说明书10页 附图7页

(54)发明名称

接收和释放热能

(57)摘要

描述了一种用于接收和/或释放、特别是存储热能的装置(100),包括:用于保持存储材料(103)的容器(101),所述容器具有第一流体端口(105)和第二流体端口(107),用于允许沿基本上水平的流动方向(111,112)流过所述容器的流体(109)的流入和流出,以便对所述存储材料(103)进行充热和/或放热;至少两个第一阀(V1b,V1d),其位于所述第一流体端口(105)的不同竖直位置;至少两个第二阀(V2b,V2d),其位于所述第二流体端口(107)的不同竖直位置;以及至少两个温度传感器(T1b,T1d),其在不同的竖直位置处、特别是在垂直于流动方向的一个平面(P1)中布置在容器(101)内。



CN 113748308 A

1.一种用于接收和/或释放、特别是存储热能的装置(100),包括:

用于保持存储材料(103)的容器(101),所述容器具有第一流体端口(105)和第二流体端口(107),用于允许沿基本上水平的流动方向(111,112)流过所述容器的流体(109)的流入和流出,以用于对所述存储材料(103)进行充热和/或放热;

处于所述第一流体端口(105)的不同竖直位置的至少两个第一阀(V1b,V1d);

处于所述第二流体端口(107)的不同竖直位置的至少两个第二阀(V2b,V2d);

至少两个温度传感器(T1b,T1d),所述至少两个温度传感器(T1b,T1d)布置在所述容器(101)内、在不同竖直位置处,特别是布置在垂直于所述流动方向的一个平面(P1)中;以及

阀控制器(120)或用于每个阀的阀控制器,其适于基于由布置在所述至少一个入口阀下游的所述温度传感器(T1b,T1d)中的至少一个测量的至少一个温度值(121)来控制(123)两个第一阀(V1b,V1d)和/或所述两个第二阀(V2b,V2d) 中的用作入口阀的至少一者。

2. 根据前述权利要求所述的装置,

其中,所述第一流体端口(105)由布置在不同竖直位置处的至少两个第一流体端口构件(FP1b,FP1d)形成,通过所述两个第一流体端口构件(FP1b,FP1d)中的每一个的流体流动由所述两个第一阀(V1b,V1d)中的一个控制,和/或

其中,所述第二流体端口(107)由布置在不同竖直位置处的至少两个第二流体端口构件(FP2b,FP2d)形成,通过所述两个第二阀(V2b,V2d)控制通过所述两个第二流体端口构件(FP2b,FP2d)的流体流动。

3.根据前述权利要求中的一项所述的装置,还包括:

至少两个另外的温度传感器(T1b,T1d),其在不同的竖直位置处布置在所述容器(101)内并且在垂直于所述流动方向(111,112)的至少一个另外的平面(P2)内。

4. 根据前述权利要求中的一项所述的装置,其中,对于所述至少两个第二阀和所述至少两个第一阀中的每个阀,所述至少两个温度传感器或布置在所述容器外部的至少两个外部温度传感器(T1eb,T1ed, T2eb,T2ed)包括:

至少一个温度传感器,所述至少一个温度传感器被布置成使得与流过所述阀的流体的温度相关的温度是可测量的,

其中,布置在所述阀下游的至少一个温度传感器特别地布置成基本上在与所述阀相同的横向区域中。

5. 根据前述权利要求中的一项所述的装置,其中,所述至少两个第一阀(V1b,V1d)包括分布在基本上垂直于所述流动方向的第一平面中并且在两个不同的横向方向(z, y)上间隔开的至少四个第一阀(V1a,V1b,V1c,V1d),和/或

其中,所述至少两个第二阀(V2b,V2d)包括分布在基本垂直于所述流动方向的第二平面中并且在两个不同的横向方向(z, y)上间隔开的至少四个第二阀(V2a,V2b,V2c,V2d)。

6.根据前述权利要求中的一项所述的装置,其中,所述第一流体端口(105)在充热期间用作流体入口并且在放热期间用作流体出口,

其中,所述第二流体端口(107)在充热期间用作流体出口,并且在放热期间用作流体入口,

其中,所述至少两个第一阀(V1b,V1d)在充热期间用作入口阀,并且在放热期间用作出口阀,

其中,所述至少两个第二阀(V2b,V2d)在充热期间用作出口阀并且在放热期间用作入口阀。

7.根据前述权利要求中的一项所述的装置,其中,所述阀控制器(120)适于基于由布置在所述至少一个出口阀上游的所述温度传感器(T1b,T1d)中的至少一个测量的至少一个温度值(121)来控制(123)所述两个第一阀(V1b,V1d)和/或所述两个第二阀(V2b,V2d)中的用作出口阀的至少一者。

8. 根据前述项权利要求所述的装置,其中,所述阀控制器(120)适于在充热过程期间控制所述入口阀和/或所述出口阀,以便动态地:

与下游温度较高和/或流过所述阀的流体的温度较高的入口阀相比,更多地打开下游温度较低和/或流过所述阀的流体的温度较低的入口阀,和/或

与上游温度较高和/或流过所述阀的流体的温度较高的出口阀相比,更多地打开上游温度较低和/或流过所述阀的流体的温度较低的出口阀。

9. 根据前述权利要求中的一项所述的装置,其中,所述阀控制器被构造为在充热期间和/或在放热期间控制所述入口阀中的至少一个,包括:

确定与入口阀相关联的实际温度值;以及

特别是使用PI或PID控制器,基于所述与入口阀相关联的实际温度值与温度的入口目标值之间的偏差,确定入口阀设置信号。

10.根据前述权利要求所述的装置,其中,控制所述入口阀中的至少一者包括:

确定沿着所述流动方向的平面和/或位置,在所述平面和/或位置处,所述温度达到与充热相关的温度或与放热相关的温度的预定分数;

基于由至少一个温度传感器测量的至少一个温度来确定所述与入口阀相关联的实际温度值,所述至少一个温度传感器布置在与所述入口阀相同/重叠的横向区域中的所确定的平面/位置中;

将所有入口阀的温度的入口目标值确定为所述与入口阀相关联的实际温度值的针对充热的最大值和针对放热的最小值的预定分数。

11.根据前述权利要求中的一项所述的装置,其中,所述阀控制器被构造成在充热期间和/或在放热期间控制所述出口阀中的至少一个,包括:

确定与出口阀相关联的实际温度值;

特别是使用PI或PID控制器,基于所述与出口阀相关联的实际温度值和温度的出口目标值之间的偏差,确定出口阀设置信号(对于出口阀中的每一个)。

12.根据前述权利要求所述的装置,其中,控制所述出口阀中的至少一个包括:

基于由至少一个温度传感器测量的至少一个温度来确定所述与出口阀相关联的实际温度值,所述至少一个温度传感器在与所述出口阀相同/重叠的横向区域中布置在所述出口阀上游;

将所有出口阀的温度的出口目标值确定为所述与出口阀相关联的实际温度值的针对充热的最小值和针对放热的最大值的预定分数。

13.根据前述权利要求中的一项所述的装置,其中,所述阀控制器适于进一步基于所述存储材料的物理和/或化学性质来确定出口阀设置信号和/或入口阀设置信号。

14.一种接收和/或释放热能的方法,包括:

经由第一流体端口(105)和经由第二流体端口(107)允许沿基本上水平的流动方向(111) 流过保持存储材料(104)的容器(101)的流体(109)的流入和流出,以便对所述存储材料进行充热和/或放热,对于所述第一流体端口,至少两个第一阀(V1b,V1d)布置在不同的竖直位置处,对于所述第二流体端口,至少两个第二阀(V2b,V2d)布置在不同的竖直位置处;

通过至少两个温度传感器(T1b,T1d)测量所述容器内在不同竖直位置处的至少两个温度值(121),所述至少两个温度传感器在所述容器(101)内布置不同竖直位置处,并且特别地定位在垂直于所述流动方向的至少一个平面(P1)内;以及

基于由布置在所述至少一个入口阀下游的所述温度传感器(T1b,T1d)中的至少一个测量的至少一个温度值(121),控制(123)两个第一阀(V1b,V1d)和/或所述两个第二阀(V2b,V2d) 中的用作入口阀的至少一者。

接收和释放热能

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于接收和/或释放热能、特别是包括存储热能的装置和方法。

背景技术

[0002] WO 2016/150456A1公开了一种热能存储装置，其包括容器，该容器包括储热材料、具有入口，该入口包括多个沿与容器的纵向方向正交的方向分布的入口通道，其中入口通道中的每一个具有相应的主动控制阀。此外，容器包括出口，该出口包括沿与纵向方向正交的方向分布的多个出口通道，出口通道中的每一个具有相应的主动控制阀。

[0003] 现有技术解决方案是将来自风力发电机和/或太阳能发电机的波动电能转换成热量，以便稍后将其再转换回电能。这使在国家电网中出现的功率峰值变平，并且在低风和/或低太阳辐射时供应电能，这使得这些电网是可控的并且防止停电。

[0004] 为了能够将电能转换成热量并随后转换回电能，除了用于能量转换的常规工艺设备(例如，电加热器和具有热回收蒸汽发生器的水-蒸汽循环)之外，需要热存储器，该热存储器能够在足够长的时间周期内存储热量，以使上述峰值变平。为此，可以使用水平的显热存储器，其包含可以由例如空气的气态传热流体加热的存储材料，所述气态传热流体主动地移动通过热存储器。这种存储材料可以是石头和/或砂砾。

[0005] 当对热存储器充热时，传热流体例如被电加热器加热，在热侧以高温进入热存储器，将热量传递到存储材料，并在冷侧以较低温度离开热存储器。当出口温度达到一定水平时，在冷侧的充热过程终止，该一定水平可以例如由工艺设备的材料温度限制来限定。

[0006] 当放热时，通过存储器的流动方向被反向。传热流体在热存储器的冷侧以低温进入热存储器，从存储材料吸收热量，并在热侧以较高温度离开热存储器。每当热存储器的放热温度下降到低于某一水平时，停止放热过程。放热停止温度由下游热利用过程限定，在电力生产的情况下，该下游热利用过程可以是水-蒸汽-或有机-朗肯-循环。由于在两个温度水平之间的这种循环，在每个放热过程中，一些余热保留在热存储器内部。在存储器的热端和冷端之间的温度前沿越垂直/平均分布，并且温度梯度越陡，则在放热之后保留在存储器中的热量的量越少，并且因此，整个充热和放热循环的利用程度越好。

[0007] 实际上，由于自然对流和热流过程，该温度前沿不是垂直的。由于若干原因，可能发生流的误分配。当使用空气作为传热流体时，较高的温度导致较低的密度，这使得热空气上升而冷空气下降。因此，上部存储材料的温度升高得更快。最终，温度前沿的热侧到达热存储器的冷侧，使得热空气将在充热时在冷侧离开。这导致离开流体的更高的总温度。在开放循环中，该离开的热量被损失，而在封闭循环中，其仍然导致充热过程的更快终止，并因此导致更低的能量含量(容量)。当放热时，一些冷空气将在其热侧离开热存储器，这也导致放热过程的更快终止和更差的性能以及由于热和冷空气的混合而导致的能量损失。

[0008] 自然对流导致另一种效应。由于较低温度导致的传热流体的较高密度导致较小的流速以及冷存储材料中较低的压降。由于较低的压降，传热流体优选流过较冷的存储材料。在放热期间，这种行为是不期望的，因为存储器的充热区域没有被流过并且容量损失。在具

有石头和/或砂砾作为存储材料的水平热存储器中发生的另一效应是由于床的沉降而在存储材料与热存储器的顶板之间形成间隙。该间隙具有比存储材料低的流动阻力。这导致更高的质量流量，使得更少的传热流体实际上流过存储材料以传递热量。旁路流支持在充热时由自然对流形成的倾斜温度前沿，并且同时不会传递与流过存储材料的质量流一样多的热量。这导致在充热时离开流体流的甚至更高温度，以及在放热时离开流体流的甚至更低温度。这两种效应都导致整个充热-放热循环的效率较低。

[0009] 至少解决自然对流对温度前沿的影响的现有技术解决方案是竖直卵石床热存储器。然而，竖直存储器在高度上受到限制，因为存储材料的总质量必须由流动分配装置承载。

[0010] 因此，可能需要一种接收和/或释放、特别是存储热能的装置和方法，其中，提高充热和/或放热过程的效率。特别地，可能需要这样的方法和装置，其中在充热和/或放热期间，在容纳存储材料的容器内实现更均匀的温度分布。

[0011] 这种需要可以通过根据独立权利要求的主题来满足。本发明的有利实施例由从属权利要求描述。

发明内容

[0012] 根据本发明的实施例，提供了一种用于接收和/或释放(特别是还存储)热能的装置，包括：用于保持存储材料的容器，所述容器具有第一流体端口和第二流体端口，用于允许沿基本水平的流动方向流过所述容器的流体的流入和流出，以便对所述存储材料进行充热和/或放热；至少两个第一阀，其处于用于所述第一流体端口的不同竖直位置；至少两个第二阀，其处于用于所述第二流体端口的不同竖直位置；以及至少两个温度传感器，其布置在容器内、在不同竖直位置处(特别是在垂直于流动方向的至少一个平面内)。

[0013] 该装置还可构造成用于将热能储存在可被容纳在容器内的存储材料中。当接收热能时，流体的热能的至少一部分可以被传递到存储材料并存储在存储材料中，即存储材料被充热。当热能被释放时，存储在存储材料中的热能的至少一部分可以被传递到流动的流体，从而使存储材料放热。

[0014] 容器可以具有任何形状，诸如立方体形状、圆柱体形状或其他形状。容器可具有纵向轴线，该纵向轴线可与沿水平方向流动的流体的流动方向重合。流动方向特别是不同于竖直方向。存储材料可以是能够存储热能、特别是具有高热容量的任何材料。存储材料可以例如包括火山石和/或陶瓷。

[0015] 根据是执行对存储材料的充热还是放热，第一流体端口可以用作入口端口或出口端口。第二流体端口可以用作出口或入口，这取决于是执行存储材料的充热还是放热。第一流体端口以及第二流体端口可以具有任何形状，诸如矩形形状、圆柱形状等。第一流体端口可以由单个开口或多个开口形成，诸如被构造为例如由若干管道端部等形成的多个单独的开口。第二流体端口可以特别地被构造成与第一流体端口类似或相同。第一和第二流体端口可以允许流体在充热和/或放热(接收和/或释放)热能期间进入或离开容器的内腔。流体可以特别地包括空气或特定气体。为了对存储材料充热(即，接收热能)，流体可以是相对热的，具有在300℃和1000℃之间的温度。当流过其中具有存储材料的容器时，流体的热能的一部分被传递到存储材料。当对存储材料放热时，流体可以是相对冷的，例如具有例如在0

℃和300℃之间的温度。当冷流体流过其中具有存储材料的容器时，特别是存储材料充有热能时，存储在存储材料中的热能的一部分可以传递到流体，从而加热流体。在对存储材料进行充热和放热期间，流动方向在两种情况下可以沿水平方向，但是可以彼此相反。因此，在充热期间，热流体可以在第一流体端口进入并在第二流体端口离开，而在放热期间，冷流体可以在第二流体端口进入并在第一流体端口离开。因此，第一流体端口和第二流体端口可以用作取决于正在执行的过程的入口或出口，即，取决于是执行充热过程还是执行放热过程。

[0016] 所述至少两个阀可以各自包括阀瓣或盖，所述阀瓣或盖可以移动，特别是转动或倾斜，以便允许或禁止流体的流过。阀中的每一个，即至少两个第一阀和两个第二阀中的每一个，可以被设定到限定打开程度或关闭程度的不同状态。至少两个第一阀以及至少两个第二阀处于不同的竖直位置，其中竖直位置或竖直方向垂直于水平方向。因此，两个第一阀处于不同的高度，并且第二阀也处于不同的高度。至少两个第一阀可以是彼此独立可控的。第二阀也可以彼此独立地被控制。

[0017] 在对存储材料充热期间，通常存储材料的温度可以随着高度的增加而增加。为了实现更均匀的温度分布(在竖直方向上)，第一阀中的下部阀可以被控制为比两个第一阀中的上部阀打开得更多，以便实现容器的下部部分中的流体的流率比容器的上部部分中的流体的流率大致更高。因此，在不同的竖直位置具有两个独立可控的第一阀可以允许在竖直方向上实现更均匀的温度分布。由此，可以提高充热效率。

[0018] 类似地，在放热期间(其中第二流体端口可以当作或用作入口)，当离开容器的流体的温度相对较热时，第二阀中的相应一个(在放热期间在入口处)可以比两个第二阀中的另一个更关闭。因此，当在不同的竖直位置处为第二流体端口提供至少两个第二阀时，也可以提高放热期间的效率。

[0019] 两个第一阀可以完全限定通过或进入第一流体端口的流体流动。第二两个阀可以完全控制进入或通过第二流体端口的流体流动。

[0020] 至少两个温度传感器可以在容器内布置在垂直于流动方向的至少一个平面内，即垂直于水平方向的一个平面内。通过在容器内具有至少两个温度传感器，有利地，可以测量温度值并将其用于控制至少两个第一阀和/或至少第二阀。因此，特别地，可以检测或甚至量化竖直方向上或沿着竖直方向的不均匀的温度分布，从而允许更精确地控制两个第一阀和/或两个第二阀，以便提高放热和/或充热期间的装置的效率。两个温度传感器可以布置在垂直于流动方向的单个平面中，或者例如布置在沿着作为流动方向的水平方向间隔开的垂直于流动方向的两个平面中。

[0021] 根据本发明的实施例，第一流体端口由布置在不同竖直位置处的至少两个第一流体端口构件形成，通过两个第一流体端口构件中的每一个的流体流动由两个第一阀中的一个控制，和/或其中，所述第二流体端口由布置在不同竖直位置处的至少两个第二流体端口构件形成，通过所述两个第二阀中的一个控制通过所述两个第二流体端口构件中的每一个的流体流动。

[0022] 第一流体端口构件的数量可以等于第一阀的数量。第二流体端口构件的数量可以等于第二阀的数量。特别地，第一流体端口构件中的每一个可以具有相关联的第一阀，该第一阀控制流体通过或到相应的第一流体端口构件的流动。第二流体端口构件中的每一个可

以具有相关联的第二阀，该第二阀可以控制流体通过或到相应的第二流体端口构件的流动。

[0023] 第一流体端口构件和/或第二流体端口构件可以例如由容器壁中的管段或不同的单独开口构造或形成。当第一流体端口构件处于不同的竖直位置时，流体可以在受控构件中的不同高度处供给到容器或供给到容器中，以便例如在充热期间实现更均匀的温度分布。当第二流体端口构件布置在不同的竖直位置时，同样在放热期间，流体可以在不同的高度处供给到容器中，从而通过适当地控制所述至少两个第二阀，在放热期间也允许实现更均匀的温度分布。

[0024] 根据本发明的实施例，该装置还包括至少两个另外的温度传感器，其布置在容器内、在不同竖直位置处，并且布置在垂直于流动方向的至少一个另外的平面内。

[0025] 当至少两个另外的温度传感器被布置在与布置所述至少两个温度传感器的平面不同的另外的平面处时，沿着流动方向、即水平方向的温度变化也可以是可测量的，从而特别地允许测量或确定容器内的三维空间上的温度分布。因此，仍然可以改进对第一阀和/或第二阀的控制。

[0026] 根据本发明的实施例，因此对于至少两个第二阀和至少两个第一阀中的每个阀，在容器内存在至少一个温度传感器，其在充热流动方向以及在放热流动方向上布置在相应的阀的下游。当在阀的下游布置有温度传感器时，流过阀的流体的温度是可测量的，从而提供有利的控制参数。例如，可能期望实现在竖直方向上的相对均匀(恒定)的温度分布，这可以通过在不同的竖直位置中(在相应的温度传感器的上游)不同地打开或关闭阀来实现。

[0027] 在充热期间，至少两个第一阀可以用作入口阀，并且相关联的温度传感器可以与容器一起布置。在充热期间，两个第二阀可用作出口阀，并且相关联的温度传感器可布置在容器的外部，例如在相应的第二流体端口构件内或第二流体端口构件处。在放热期间，两个第二阀可用作入口阀，并且相应的相关联的温度传感器可布置在容器内。在放热期间，两个第一阀可以用作出口阀，并且相应的温度传感器可以布置在容器外部(例如，在第一流体端口构件内或在第一流体端口构件处)。

[0028] 布置在所考虑的阀下游的至少一个温度传感器可布置成与阀基本上在相同的竖直位置或高度，以便能够检测已经流过相应阀的流体的温度。

[0029] 根据本发明的实施例，对于(至少两个第二阀和至少两个第一阀中的)每个阀，所述至少两个温度传感器或布置在容器外部的至少两个外部温度传感器包括：至少一个温度传感器，所述至少一个温度传感器沿充热和/或放热流动方向布置在所述阀的下游，并且特别地布置成使得与流过所述阀的流体的温度相关的温度是可测量的，其中，布置在阀下游的至少一个温度传感器特别地布置成与阀基本上在相同的横向区域中。

[0030] 根据本发明的实施例，至少两个第一阀包括分布在基本上垂直于流动方向的第一平面内并且在两个不同的横向方向上间隔开的至少四个第一阀，和/或其中至少两个第二阀包括分布在基本上垂直于流动方向的第二平面内并且在两个不同的横向方向上间隔开的至少四个第二阀。

[0031] 当设置四个第一阀时，这四个第一阀不仅具有不同的竖直位置，而且例如还具有不同的水平位置(特别是在垂直于流动方向的水平方向上的不同位置)，而且通过适当地控制相应的阀，还可以减小在垂直于流动方向的水平方向上的不均匀的温度分布。这可以仅

在充热期间或仅在放热期间应用，或者这可以应用于放热和充热过程两者。

[0032] 根据本发明的实施例，第一流体端口在充热期间用作流体入口并且在放热期间用作流体出口，其中第二流体端口在充热期间用作流体出口并且在放热期间用作流体入口，其中至少两个第一阀在充热期间用作入口阀并且在放热期间用作出口阀，其中至少两个第二阀在充热期间用作出口阀并且在放热期间用作入口阀。

[0033] 虽然表述“第一流体端口、第二流体端口、第一阀、第二阀”是指该装置的结构特征，但是表述“流体入口、流体出口、出口阀、入口阀”是指不同阀的端部端口可能具有的不同功能。由此，支持该装置的放热和充热。

[0034] 根据本发明的实施例，该装置还包括阀控制器(例如，对于具有阀控制器部分的每个阀)，该阀控制器适于基于由布置在至少一个入口阀下游的温度传感器中的至少一者测量的至少一个温度值来控制用作入口阀的两个第一阀和/或两个第二阀中的至少一者。例如，两个阀控制器部分可以控制两个阀。

[0035] 例如，在充热期间，阀控制器可以排他地控制第一阀，而在放热期间，阀控制器可以排他地控制第二阀，而不控制其余的阀。控制相应入口阀可比控制相应出口阀更重要。然而，根据本发明的其他实施例，相应的出口阀也可以由阀控制器控制。

[0036] 当仅控制相应的入口阀或出口阀时，可以简化控制方法，并且特别地，还可以需要更少的温度值。特别地，可以仅考虑安装在相应的入口阀下游的温度传感器的温度值。

[0037] 根据本发明的实施例，阀控制器适于基于由布置在至少一个出口阀下游的温度传感器中的至少一者测量的至少一个温度值来控制两个第一阀和/或两个第二阀中的用作出口阀的至少一者。

[0038] 根据本发明的实施例，阀控制器被实现为集中式控制器或分散式控制器，其对于每个阀具有控制器部分。特别地，所有的入口阀都由阀控制器控制。在下文中，阀控制器部分可以统称为阀控制器。

[0039] 特别地，阀控制器可被构造为在不控制相应的入口阀的情况下，排他地控制相应的出口阀。然而，根据本发明的特定实施例，控制器被构造成在放热和/或充热期间控制相应的入口阀和出口阀两者。为了控制出口阀，可以利用由布置在容器外部的温度传感器测量的温度值。

[0040] 根据本发明的实施例，阀控制器适于在充热过程期间控制入口阀和/或出口阀，以便动态地：与下游温度较高和/或流过阀的流体的温度较高的入口阀相比，更多地打开下游温度较低和/或流过阀的流体的温度较低的入口阀，和/或与上游温度较高和/或流过阀的流体的温度较高的出口阀相比，更多地打开上游温度较低和/或流过阀的流体的温度较低的出口阀。由此，可以实现跨竖直方向的更一致或均匀或恒定的温度分布。

[0041] 根据本发明的实施例，阀控制器被构造为在充热期间和/或在放热期间控制入口阀中的至少一个，包括：确定与入口阀相关联的实际温度值(也称为“过程值”)；以及基于和入口阀相关联的实际温度值与温度的入口目标值之间的偏差来确定入口阀设置信号(对于入口阀中的每一个)，特别是使用PI或PID控制器。

[0042] 与入口阀相关联的实际温度值可以是与考虑的入口阀(或考虑的入口流体端口构件)相关联的温度值。与入口阀相关联的实际温度值可以确定为相应入口阀下游的温度，该入口阀基本上与所考虑的入口阀处于相同的竖直位置或竖直高度区域或相同高度区域，并

且特别地也处于相同或类似的横向区域中。温度的目标值可以是预定值，该预定值可以特别地应用于所有存在的入口阀，并且该入口阀可以例如布置在基本上单个平面内，或者可以沿着流动方向基本上布置在相同的水平位置。

[0043] 入口阀设置信号可以限定相应阀的打开程度或关闭程度。入口阀设置信号可以被供应到相应的入口阀，从而引起相应地调节入口阀。PI控制器可以是比例积分控制器，其具有用于比例项和积分项的控制器参数的参数。由此，可以利用常规可用的控制器。

[0044] 根据本发明的实施例，控制入口阀中的至少一个，包括：确定沿流动方向的平面和/或位置，在所述平面和/或位置处，温度(例如，平面上的最高温度)达到与充热相关的温度或与放热相关的温度的预定分数；基于由布置在与入口阀相同/重叠的横向区域中的确定的平面/位置中的至少一个温度传感器测量的至少一个温度(例如，至少一个温度的平均值)，确定与入口阀相关联的实际温度值(“过程值”)；将所有入口阀的入口目标温度值(“目标值”)确定为与入口阀相关联的实际温度值的针对充热的最大值和针对放热的最小值的预定分数。

[0045] 沿流动方向的所确定的平面和/或位置也可被称为温度前沿平面，在该平面和/或位置处，温度达到与充热相关的温度或与放热相关的温度的预定分数。平面和/或位置可以在执行放热或充热过程期间改变，并且可以由控制器或控制方法更新。沿流动方向的所确定的平面和/或位置可以在入口阀的下游，针对该入口阀确定实际温度值。

[0046] 在充热期间，与入口值相关联的实际温度值的最大值的预定分数被用作所有入口阀的温度的入口目标值。在放热期间，与入口阀相关联的实际温度值的最小值的预定分数被用作温度的入口目标值。根据其他实施例，对于不同的入口阀，可以限定不同的入口目标值。与入口阀相关联的实际温度值例如可以确定为由温度传感器测量的温度值的平均值，特别是加权平均值，所述温度传感器布置在与所考虑的入口阀相同或重叠的横向区域中的确定平面/位置(特别是前温度平面)中。

[0047] 根据本发明的实施例，阀控制器被构造为在充热期间和/或在放热期间控制出口阀中的至少一者，包括：确定与出口阀相关联的实际温度值(也称为“过程值”)；特别是使用PI或PID控制器，基于与出口阀相关联的实际温度值和温度的出口目标值之间的偏差，确定出口阀设置信号(对于每个出口阀)。

[0048] 因此，出口阀也可以被单独地或附加地控制，即在充热期间和/或在放热期间。

[0049] 根据本发明的实施例，控制出口阀中的至少一者，包括：基于由至少一个温度传感器测量的至少一个温度(例如，其平均值)确定与出口阀相关联的实际温度值(“过程值”)，所述至少一个温度传感器布置在所述出口阀的下游，与所述出口阀处于相同/重叠的横向区域中；将所有出口阀的温度的出口目标值(“目标值”)确定为与出口阀的相关联的实际温度值的针对充热的最小值和针对放热的最大值的预定分数。

[0050] 与出口阀相关联的实际温度值例如可以确定为由布置在出口阀下游的温度传感器测量的多个温度值的平均值，特别是加权平均值，所述温度传感器例如可以布置在与出口阀的横向区域重叠或对应的横向区域中。根据本发明的不同实施例，出口目标值可以具体地针对每个出口阀确定，具体地，针对不同的出口阀而不同。

[0051] 根据本发明的实施例，阀控制器适于进一步基于存储材料的物理和/或化学性质来确定出口阀设置信号和/或入口阀设置信号。例如，阀控制器可以考虑存储材料的热容

量、存储材料的密度等。

[0052] 应当理解的是，根据本发明的实施例，单独地或以任何组合公开、描述、解释或提供的用于接收和/或释放热能的装置的特征也可以单独地或以任何组合应用于接收和/或释放热能的方法，并且反之亦然。

[0053] 根据本发明的实施例，提供了一种接收和/或释放热能的方法，包括：经由第一流体端口和第二流体端口允许沿基本上水平的流动方向流过容纳存储材料的容器的流体的流入和流出，以便对存储材料进行充热和/或放热，对于所述第一流体端口，至少两个第一阀布置在不同的竖直位置，对于所述第二流体端口，至少两个第二阀布置在不同的竖直位置；在不同的竖直位置和在垂直于流动方向的至少一个平面内测量容器内的至少两个温度值。

[0054] 本发明的上述方面和其他方面从下文要描述的实施例的示例中是显而易见的，并且参考实施例的示例进行解释。下面将参考实施例的示例更详细地描述本发明，但本发明并不限于这些实施例的示例。

附图说明

[0055] 类似的元件用最后数字不同的附图标记来标记。

[0056] 图1和图2分别示意性地示出了根据本发明的实施例的在充热过程和放热过程期间接收和/或释放热能的装置；

图3和图4示出了用于储存热能的常规装置；

图5示意性地示出了根据本发明的实施例的用于接收和/或释放热能的装置的一部分的透视图；

图6以截面视图示意性地示出了根据本发明的实施例的用于接收和/或释放热能的装置的一部分；

图7以截面视图示意性地示出了根据本发明的实施例的用于接收和/或释放热能的装置；

图8和图9示意性地示出了根据本发明的实施例的在与用于接收和/或释放热能的装置的流动方向正交的不同平面中的温度测量设备。

具体实施方式

[0057] 在图1和图2中所示的根据本发明的实施例的用于在充热过程和放热过程期间分别接收和/或释放、特别是还储存热能的装置100包括用于保持存储材料103的容器101，其中容器101包括第一流体端口105和第二流体端口107，用于允许在基本上水平的流动方向111(对应于x轴方向)上流过容器101的流体109的流入和流出以对存储材料103进行充热和/或放热。流动方向111对应于或甚至等于水平方向。竖直方向(z轴方向)用附图标记113指示。

[0058] 装置100包括至少两个第一阀，即阀V1b和V1d，它们布置在不同的竖直位置(如沿竖直方向113测量的)。重力在竖直方向113上朝向地球中心作用。装置100还包括也在不同的竖直位置处的至少两个第二阀V2b、V2d，其设置用于第二流体端口107。装置100还包括至少两个温度传感器，例如温度传感器T1d和T1b，它们布置在容器101内、在不同竖直位置处，

特别是在对应于或基本等于两个第一阀V1b和V1d的竖直位置处。特别地，温度传感器T1b、T1d布置在与流动方向111垂直的同一平面P1中，并且在充热过程期间位于两个第一阀V1b、V1d下游，如图1中所示。根据本发明的其他实施例，多个另外的或其他的温度传感器，例如T2b、T2d，布置在容器101内以及也布置在容器101外，诸如布置在第一流体端口构件FP1b内的温度传感器T1eb和布置在第一流体端口构件FP1d内的温度传感器T1ed。

[0059] 在本文中，在图1和图2所示的实施例中，第一流体端口105由布置在不同竖直位置的至少两个第一流体端口构件FP1b和FP1d形成，其中通过两个第一阀V1b和V1d中的一个控制通过两个第一流体端口构件FP1b和FP1d中的每一个的流体流动。而且，在所示的实施例中，第二流体端口107由布置在不同竖直位置的至少两个第二流体端口构件FP2b和FP2d形成，其中分别通过两个第二阀V2b、V2d中的一个控制通过两个第二流体端口构件FP2b、FP2d中的每一个的流体流动。

[0060] 在所示实施例中，装置100包括至少两个另外的温度传感器T2b、T2d，它们在容器101内布置在不同的竖直位置处，并且布置在至少一个另外的平面P2内，该平面在流动方向111上与第一平面P1间隔开，并且垂直于流动方向111。同样，在第二流体端口构件FP2b、FP2d中，相应的温度传感器T2eb和T2ed被布置成使得在充热过程期间它们在第二阀V2b、V2d下游，如图1中所示。

[0061] 如从图1和图2中可以了解的，第一流体端口105在充热期间用作流体入口，并且在放热期间用作流体出口，第二流体端口107在充热期间用作流体出口，并且在放热期间用作流体入口。此外，至少两个第一阀V1b、V1d在充热期间用作入口阀并且在放热期间用作出口阀，并且至少两个第二阀V2b、V2d在充热期间用作出口阀并且在放热期间用作入口阀。

[0062] 装置100还包括阀控制器120，其适于基于由布置在至少入口阀下游的温度传感器T1b、T1d、T2b、T2d、T1eb、T1ed、T2eb、T2ed中的至少一者测量的至少一个温度值121，控制两个第一阀V1b、V1d和/或两个第二阀V2b、V2d中的用作入口阀的至少一者(特别地，对于每个阀包括控制器部分)。阀控制器120还适于控制上述阀中的用作出口阀的一者。由此，阀控制器120向一个或多个受控阀供应一个或多个阀设置信号123。

[0063] 在放热过程期间，如图2中所示，充热过程的流动方向111反转到流动方向112。在放热期间，至少两个第二阀V2b、V2d用作入口阀，并且至少两个第一阀V1b、V1d用作出口阀。

[0064] 图3和图4示出了常规的热存储装置300，其包括容器301，所述容器具有用于流体的流入和流出的流体端口305、307。常规的存储装置不包括动态可控阀，并且不包括容器内的一个或多个温度传感器。由于充热期间以及放热期间的重力(图4中所示)，存在沿竖直方向的不均匀的温度分布，这降低了热能存储器的效率。

[0065] 图5以透视图示意性地示出了根据本发明的实施例的用于接收和/或释放热能的装置500的一部分。在第一流体端口505处，提供四个第一阀V1a、V1b、V1c、V1d，从而允许单独地控制流体流入或流出容器501。此外，装置500包括在流动方向511上间隔开的温度传感器TXa、TXb、TXc、TXd的阵列，其中字母“X”指的是容器501内垂直于流动方向511的特定平面PX。特别地，温度传感器TXa布置在与第一阀V1a相同或类似的横向区域内，并且构造成测量例如在充热过程期间流过第一阀V1a的流体的温度。

[0066] 特别地，四个阀V1a、V1b、V1c、V1d在两个横向方向上间隔开，所述横向方向是例如垂直于x坐标方向上的流动方向的横向方向y和z。根据本发明的其他实施例，用于释放和/

或接收热能的装置可包括布置在沿流动方向511间隔开的不同平面处的若干温度传感器阵列。

[0067] 图6以截面视图示意性地示出了根据本发明的实施例的用于接收和/或释放热能的装置600的一部分。装置600包括包含存储材料603的容器601。对于第一流体端口605，提供两个第一阀V1b、V1d，其沿着作为坐标系的z轴的竖直方向113布置在不同的竖直位置处。第一阀V1b和V1d在打开或关闭状态方面由阀控制器620控制，类似于参考图1和图2所描述的。

[0068] 在下文中，参考图7、图8和图9描述了对装置100、500、600进行充热和/或放热的方法的示例性实施例。在其他实施例中，可以利用其他目标温度或充热温度。此外，可以使用或应用任何平均方法来得出例如实际温度值。由不同温度传感器确定的不同温度值的加权可以根据与相应温度传感器相关联的受影响的体积元素(effected volume element)。

[0069] 每个阀的位置根据传热流体和存储材料的温度来控制。在对热存储器充热时，对于传热流体的限定的总质量流量，流出的热流需要尽可能低。在对热存储器放热时，流出的热流需要尽可能长地高于所限定的值。该值由放热周期限定。

[0070] 这意味着，在相应出口处的温度在充热时需要尽可能低，而在对热存储器放热时需要尽可能长地高于所限定的值。

[0071] 因为如上所述，对于常规系统，存在温度分布的不均匀分布，所以需要计算控制参数。动态阀控制可用于在热存储材料和冷存储材料之间产生更垂直的温度前沿。入口处的上游阀被初步用于控制温度分布，而出口处的下游阀仅用于额外的调节。尤其是在放热期间，入口处的阀将流动从冷存储材料重新引导到热存储材料中。如果已经形成了间隙，则阀可以将流动从间隙重新引导到存储材料。

[0072] 为了获得流过存储材料的流体的更好和更可靠的温度分布，应当使用许多温度传感器。因此，存储器被分成许多与流动方向正交的温度平面。限定温度以指定温度前沿。对于充热，所述温度是比充热温度低的温度，由小于1的常数因子计算。对于放热，所述温度是比最小可能出口温度低的温度，由小于1的因子计算。控制算法搜索每个平面中的每个传感器以获得所限定的温度。算法在存储器的冷侧开始，并且进一步平面接平面地移动。出现所搜索温度的第一平面被限定为温度前沿平面，并且将被用于计算控制参数。

[0073] 示例:对存储器进行充热

图7示意性地示出了根据本发明的实施例的用于接收和/或释放热能的装置700，其包括容纳存储材料703的容器701。流体在充热过程期间进入。第一流体端口705包括在不同z位置处的未详细示出的阀。在多个平面P1、P2、...、Pn处，在容器701内存在温度传感器T1b、T1d、... Tnb、Tnd。未示出的温度传感器也可以存在于沿着Y轴的不同横向位置。温度传感器可以用于如下所述地确定温度前沿平面。

[0074] 入口处的控制算法如下：

1．利用因子x计算温度前沿平面的温度。

[0075] 2．搜索第一次出现所述温度的平面，该平面被限定为温度前沿平面。

[0076] 3．查找每个阀的实际过程值。

[0077] 在步骤1中已经找到温度前沿的平面。每个阀的实际过程值通过在该阀后面的温度前沿部分内获取所有传感器的平均温度来计算。

[0078] 图8示出了由放置在第三平面P3内的温度传感器确定的温度测量值，其中温度传感器T3a、T3b、T3c和T3d中的每一个包括四个独立的温度传感器，使得对于温度传感器中的每一个，实际上测量四个温度。对于温度传感器T3a、...中的每一个，确定相关联的平均温度。如从图8可以了解的，在充热过程期间，对于在较高竖直位置z处的温度传感器，所确定的温度值较高。

[0079] 4．计算目标值

针对充热/放热的每个阀的目标值是步骤2的最大/最小过程值的限定百分比。这是入口处所有阀的目标值。

[0080] 5．动态阀控制

每个阀由简单的PI控制器控制。在步骤3中已经计算了每个阀的目标值，即步骤2中的过程值。

[0081] 如果实际过程值大于目标值，则相应的阀关闭。如果过程值低于目标值，则相应的阀打开。

[0082] 出口处的动态阀控制应当补充对温度分布的控制。将温度计算作为动态阀控制的目标值。一旦在充热/放热期间阀后面的平均温度超过/低于该温度标准，相应的阀就关闭，使得仅具有等于或低于/高于温度标准的温度的流体可以离开热存储器。

[0083] 出口处的控制算法如下：

1．计算出口处的过程值，每个阀的过程值被限定为该阀后面的平均温度。

[0084] 图9示出了用于测量第七平面P7中的温度值的温度传感器T7a、T7b、T7c、T7d，这些温度值可用于控制出口处的阀。平面7实际上可以位于容器的外部，例如在相应出口阀下游的管段中。

[0085] 2．计算出口处的目标值

对于充热，其是由高于1的因子计算的大于最小过程值的温度。

[0086] 对于放热，其是由小于1的因子计算的低于步骤1的最大过程值的温度。

[0087] 3．动态阀控制

每个阀由简单的PI控制器控制。在步骤2中已经计算了每个阀的目标值，即步骤1中的过程值。

[0088] 如果实际过程值高于目标值，则相应的阀关闭，如果实际过程值大于目标值，则相应的阀关闭。

[0089] 根据本发明的实施例，动态控制系统控制定位在热存储装置的入口和出口处的阀。控制系统可以通过调节流动并因此调节热存储器内部的温度分布来提高热存储器的利用程度。也可以减少由旁路通过在操作期间形成的间隙而导致的热损失。

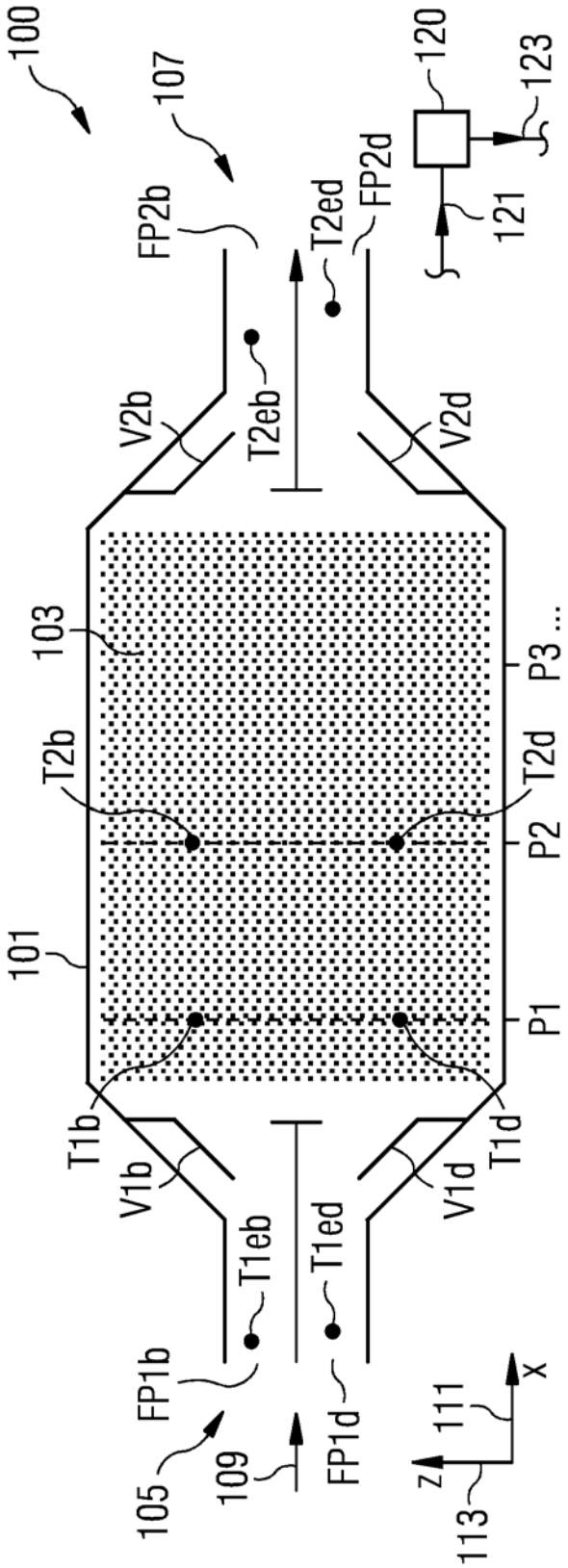

100
107
120
123
FP2b
T2ed
FP2d
121
T2eb
V2b
V2d
103
P3 ...
T2b
T2d
P2
101
P1
T1b
T1d
V1b
V1d
T1eb
T1ed
FP1b
FP1d
105
109
111
z
x
113

图 1

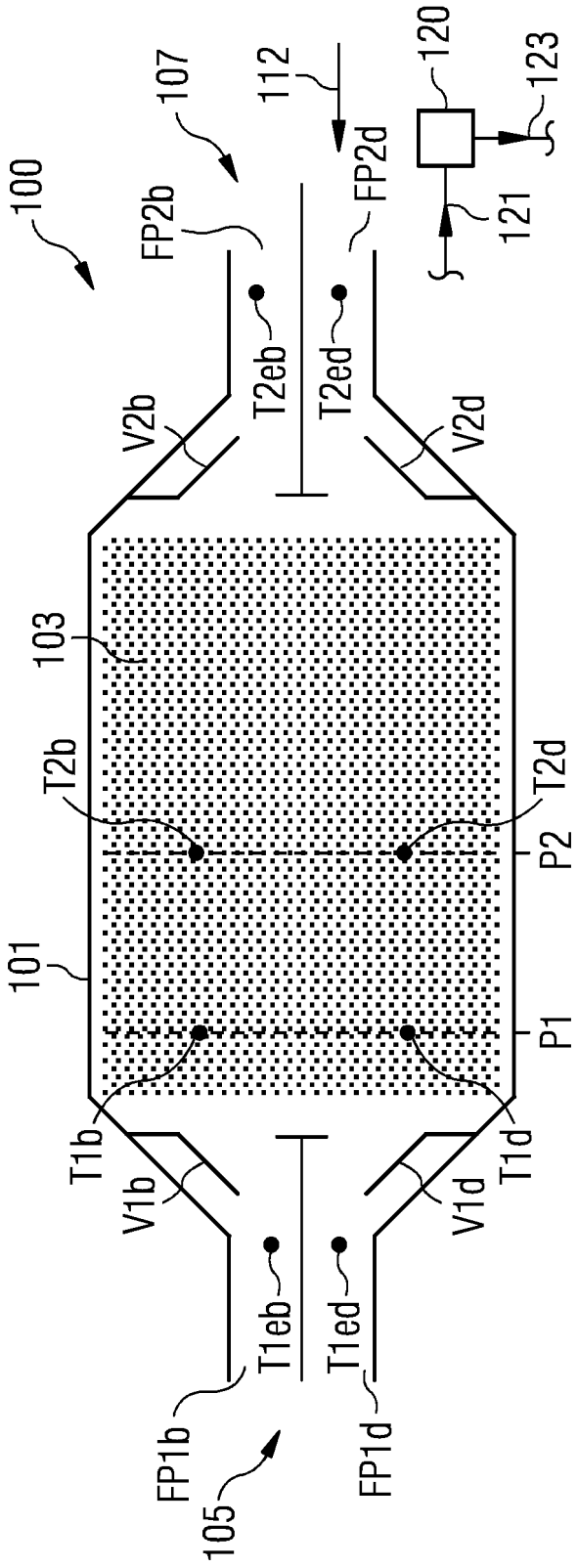

100
107
112
120
123
FP2b
FP2d
121
T2eb
T2ed
V2b
V2d
103
T2b
T2d
P2
101
P1
T1b
T1d
V1b
V1d
T1eb
T1ed
FP1b
FP1d
105

图 2

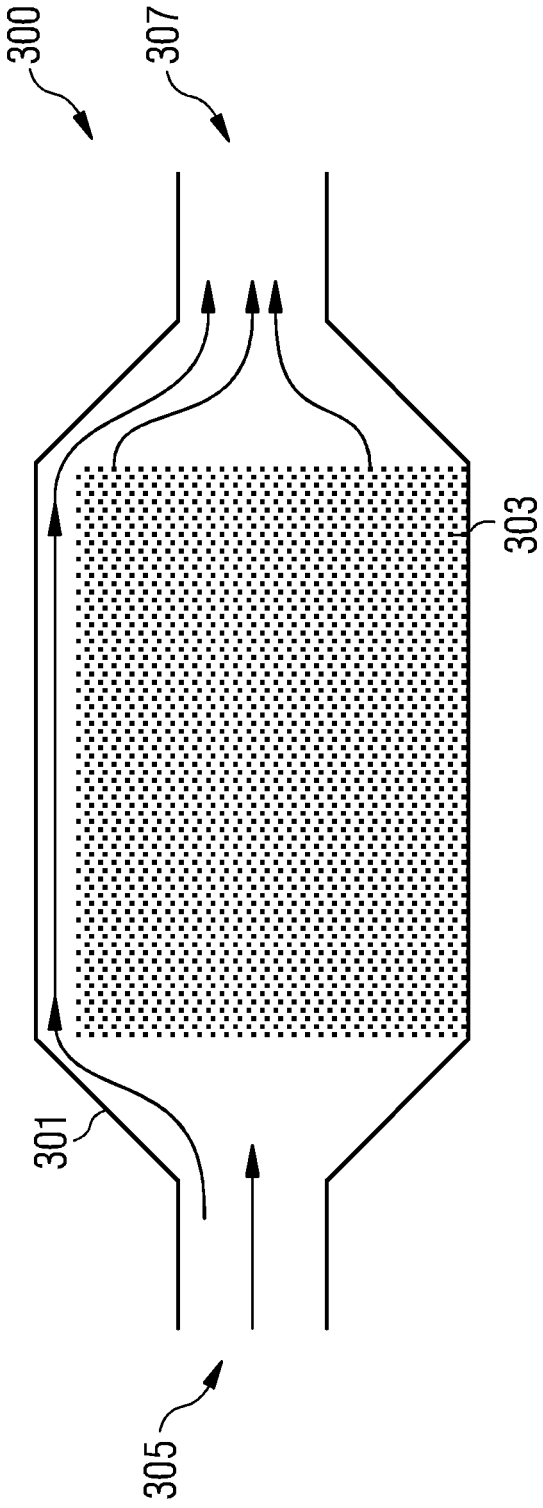


图 3

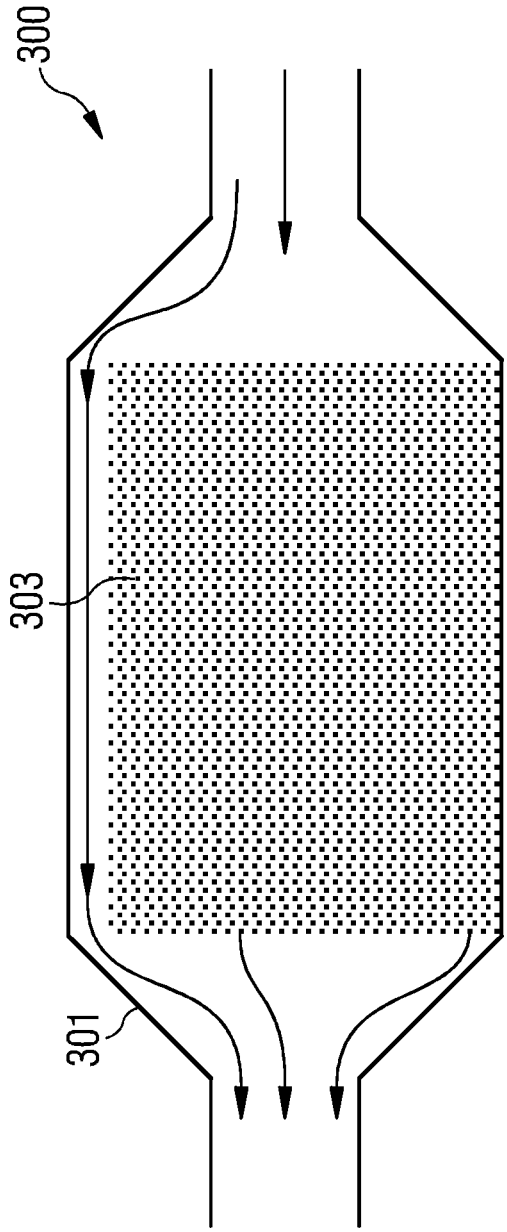


图 4

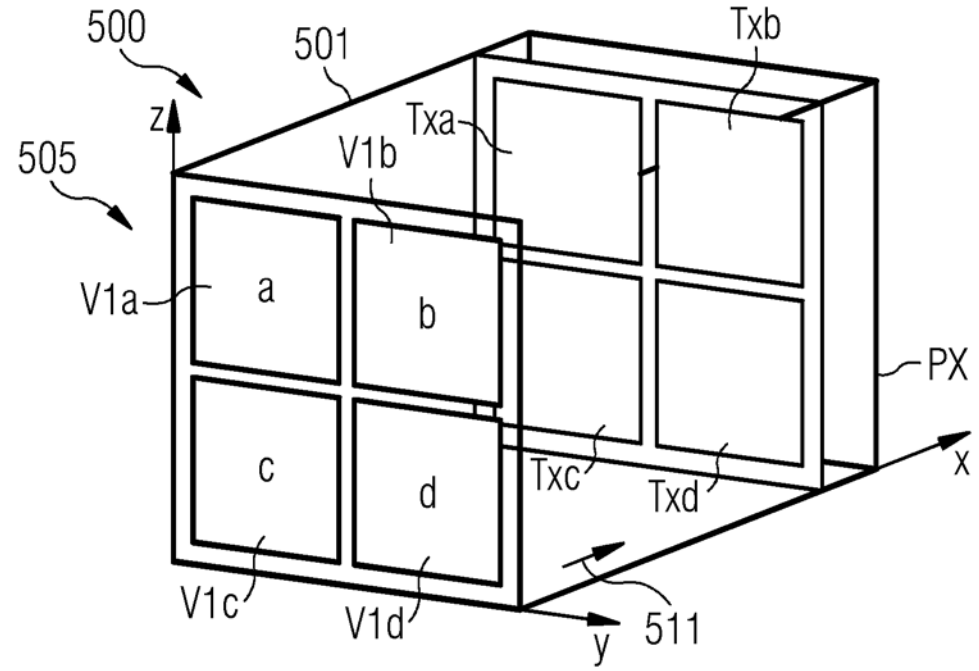

500
501
Txb
z
505
Txa
V1b
V1a
a
b
PX
c
d
Txc
Txd
x
V1c
V1d
y
511

图 5

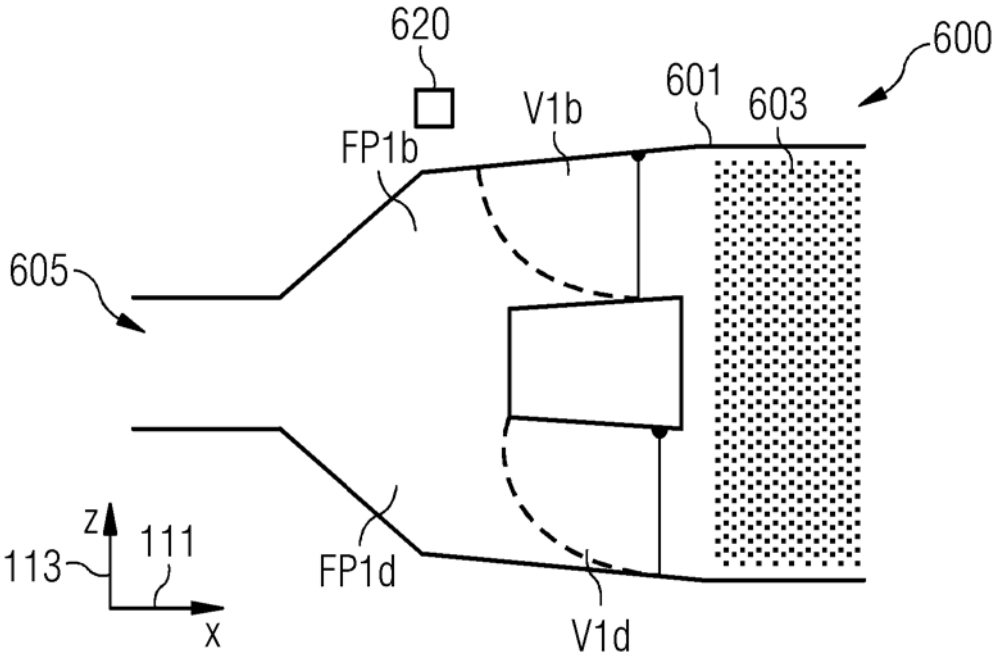

620
600
601
V1b
603
FP1b
605
z
111
113
FP1d
x
V1d

图 6

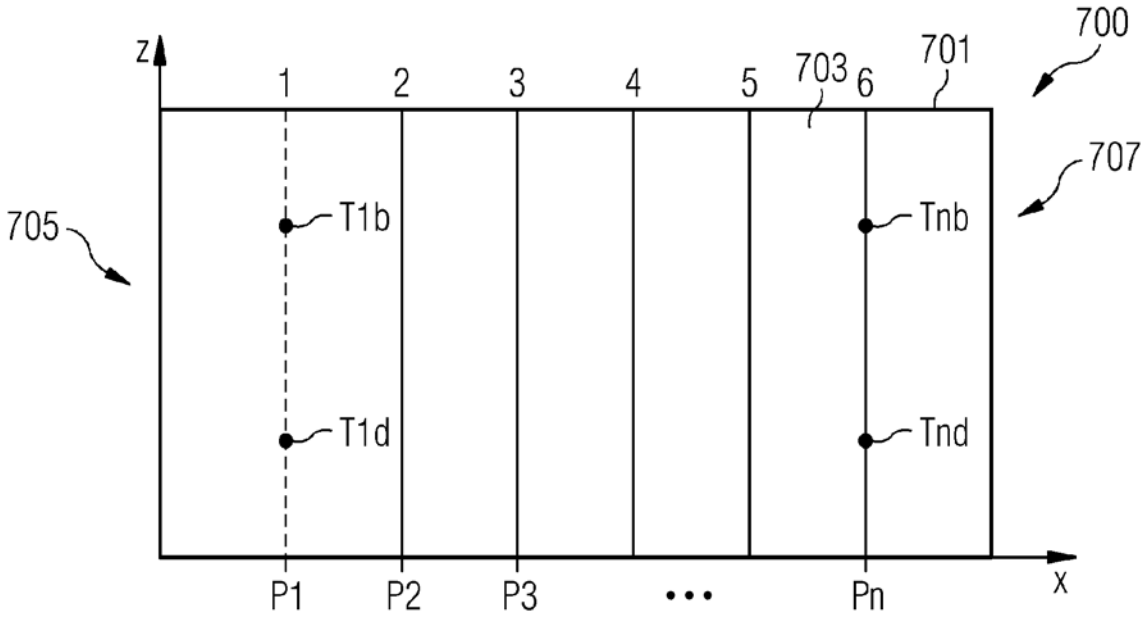

z
1
2
3
4
5
703
6
701
700
707
705
T1b
Tnb
T1d
Tnd
P1
P2
P3
Pn
x

图 7

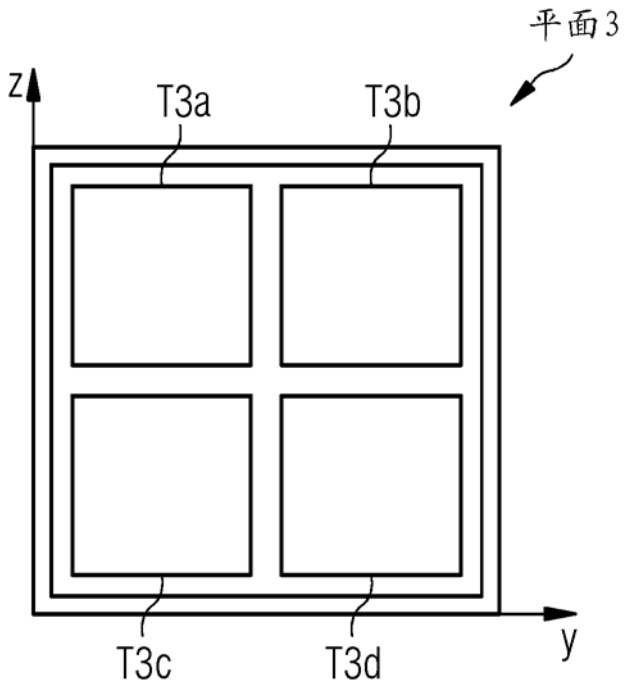

平面3
z
T3a
T3b
T3c
T3d
y

图 8

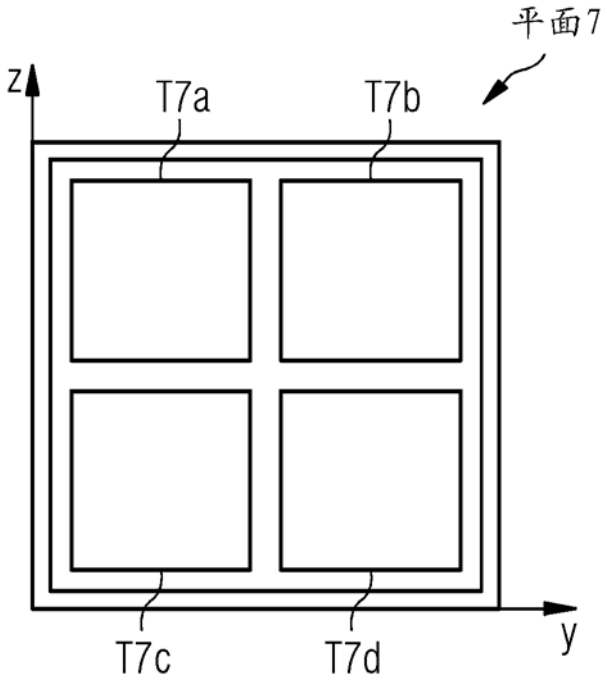


图 9