



(21) 申请号 202180067311.8

(22) 申请日 2021.09.22

(30) 优先权数据

63/086,047 2020.09.30 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.03.30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2021/051400 2021.09.22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/072183 EN 2022.04.07

(71) 申请人 康宁股份有限公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 S·M·F·格雷梅兹

E·D·拉夫瑞克

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

专利代理师 郭辉 乐洪咏

(51) Int.Cl.

F28D 9/00 (2006.01)

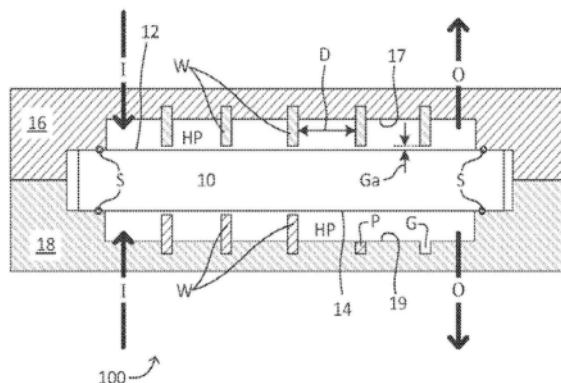
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

(54) 发明名称

具有可互换壁结构的热控制流体通道的流动反应器

(57) 摘要

一种流动反应器包括具有热交换流体外壳的流动反应器模块,该外壳具有抵靠工艺流体模块表面密封的内表面,该内表面中具有两个或更多个凹槽,该凹槽在至少部分横向于第一方向的第二方向上延伸,两个或更多个凹槽中的至少两个凹槽各自在其中定位有相应的壁,所述壁延伸进入相应的凹槽并且超过内表面延伸出相应的凹槽。



1. 一种流动反应器,其包括:

流动反应器模块(100);

所述流动反应器模块(100)包括:

工艺流体模块(10),其具有从中延伸的工艺流体通道(P),工艺流体模块(10)包括具有宽度(W)、长度(L)和厚度(T)的延伸主体(22),厚度(T)小于长度(L)且小于宽度(W),工艺流体模块(10)具有在工艺流体模块(10)的相对侧上且垂直于工艺流体模块(10)的厚度(T)的方向取向的第一和第二主表面(12,14);

第一热交换流体外壳(16),其抵靠工艺流体模块的第一主表面(12)密封,第一热交换流体外壳(16)包括用于容纳抵靠第一主表面(12)的热交换流体的内表面(17)以形成用于热交换流体的热交换流体路径(HP),以及用于将热交换流体输送至热交换流体路径(HP)的流入端口或位置(I)和用于从热交换流体路径(HP)接收热交换流体的流出端口或位置(O),流出端口或位置(O)在第一方向上与流入端口或位置(I)间隔开;和

第二热交换流体外壳(18),其抵靠工艺流体模块(10)的第二主表面(14)密封,第二热交换流体外壳(18)包括用于容纳抵靠第二主表面(14)的热交换流体的内表面(19)以形成用于热交换流体的热交换流体路径(HP),以及用于将热交换流体输送至热交换流体路径(HP)的流入端口或位置(I)和用于从热交换流体路径(HP)接收热交换流体的流出端口或位置(O);

其中,内表面(17)中有两个或更多个凹槽(G),所述两个或更多个凹槽(G)在至少部分横向于第一方向的第二方向上延伸,所述两个或更多个凹槽(G)中的至少两个凹槽各自具有位于其中的相应壁(W),所述相应壁(W)延伸进入相应的凹槽(G)并超出表面(17)延伸出相应的凹槽(G)。

2. 如权利要求1所述的流动反应器,其中,内表面(19)中也具有两个或更多个凹槽(G),所述两个或更多个凹槽(G)在至少部分横向于第一方向的第二方向上延伸,所述两个或更多个凹槽(G)中的至少两个凹槽各自具有位于其中的相应壁(W),所述相应壁(W)延伸进入相应的凹槽(G)并超出表面(19)延伸出相应的凹槽(G)。

3. 如权利要求1所述的流动反应器,其中,在相应壁(W)和第一主表面(12)之间存在间隙(Ga)。

4. 如权利要求3所述的流动反应器,其中,间隙(Ga)在0到1mm的范围内。

5. 如权利要求3所述的流动反应器,其中,间隙(Ga)在0.2到0.5mm的范围内。

6. 如前述权利要求中任一项所述的流动反应器,其中,所述工艺流体模块包含陶瓷。

7. 如权利要求6所述的流动反应器,其中,所述陶瓷包括碳化硅。

8. 如权利要求1-5中任一项所述的流动反应器,其中,所述工艺流体模块包含不锈钢。

9. 如权利要求1-8中任一项所述的流动反应器,其中,第一和第二热交换流体外壳包含金属。

10. 如权利要求1-7中任一项所述的流动反应器,其中,对距离(D)和间隙(Ga)进行选择,使得对于选定的热交换流体内和选定的热交换泵功率,在最大值至最大值的80%以内,热交换流体路径(HP)内的平均雷诺数最大化。

## 具有可互换壁结构的热控制流体通道的流动反应器

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请根据35U.S.C. §119, 要求2020年9月30日提交的第63/086,047号美国临时申请的优先权权益, 其内容通过引用全文纳入本文。

### 技术领域

[0003] 本公开一般涉及用于流动反应器和流动反应处理的设备和方法, 更具体地涉及流动反应器, 其包括(1) 具有从中穿过的通道、第一和第二主外表面的中心体或工艺流体模块, 和(2) 第一和第二热控制流体通道, 其分别与第一和第二主外表面热接触, 并且与用于将热控制流体供应到热控制流体通道的一个或多个泵热接触。本公开更具体地涉及具有其中具备可互换壁结构的热控制流体通道的流动反应器。

### 背景技术

[0004] 用于流动反应器的高性能工艺流体模块已经由陶瓷材料形成, 特别是由碳化硅形成, 碳化硅由于其非常高的耐化学性、高机械强度和相当高的导热性是非常理想的。在不需要最高化学耐久性且允许较低导热性的情况下, 不锈钢是一种有吸引力的替代品。在需要对反应过程进行热控制的情况下, 一种解决方案是使用如图1所示的大致平面的工艺流体模块10, 其具有两个主外表面12、14, 例如由暂时或永久连接的两块碳化硅或不锈钢板组成的工艺流体模块, 并且其包含限定在两半之间的工艺流体通道P, 以及如图2所示的热交换外壳16、18, 所述热交换外壳各自密封到两个主表面12、14中的一个并且与各自的主表面一起限定与各自的主表面接触的热交换流体通道HP。这种热交换外壳的内表面上的小突起或“湍流器”(未示出)已用于增加流过热交换流体通道的热交换流体中的湍流和/或二次流。

### 发明内容

[0005] 根据一些实施方式, 流动反应器包括具有热交换流体外壳的流动反应器模块, 该外壳具有抵靠工艺流体模块表面密封的内表面, 该内表面中具有两个或更多个凹槽, 该凹槽在至少部分地横向于第一方向的第二方向上延伸, 两个或更多个凹槽中的至少两个凹槽各自在其中定位有相应的壁, 所述壁都延伸进入相应的凹槽并且超过内表面延伸出相应的凹槽。

[0006] 根据一些实施方式, 流动反应器模块可包含陶瓷, 或由陶瓷形成, 或由陶瓷构成。根据一些实施方式, 陶瓷可以包含碳化硅或者是碳化硅。根据一些实施方式, 流动反应器模块可包含不锈钢, 或由不锈钢形成, 或由不锈钢构成。

[0007] 根据一些实施方式, 流动反应器模块可以是整体式的, 即一个主体作为单件形成, 或者如果由多件形成, 则由永久连接在一起的多件形成, 以便不可分离, 除非对模块进行切割、研磨或破碎等。

[0008] 根据一些实施方式, 第一和第二热交换流体外壳可包含金属, 或主要由金属形成, 或全部由金属形成。

[0009] 根据一些实施方式,第一热交换流体外壳的内表面包括三个或更多个凹槽。

[0010] 根据一些实施方式,可以选择壁之间的距离以及壁与工艺流体模块的表面之间的间隙,从而在选定的热交换流体内并在使用选定的热交换泵功率来泵送热交换流体的情况下,使热交换流体路径内的平均雷诺数最大化,达到可实现最大值的80%以内。

[0011] 附加实施方式和各种优点将从下面的描述、附图和权利要求中显而易见。

## 附图说明

[0012] 图1是工艺流体模块的图解透视图。

[0013] 图2是包括工艺流体模块和热交换外壳的流体模块的示意性正视图。

[0014] 图3是示出具有(内部)过程流体路径的实施方式的细节的工艺流体模块的透视图。

[0015] 图4是热交换外壳的实施方式的透视图。

[0016] 图5-7是根据本公开的具有凹槽的热交换器外壳的实施方式的平面图。

[0017] 图8是根据本公开的实施方式的流动反应器模块的视图,包括热交换器外壳连同工艺流体模块的截面图。

[0018] 图9是在特定泵功率下用特定热交换流体在热交换流体路径内获得的相对雷诺数(Re)作为三个不同距离D(沿箭头方向下降)的间隙(Ga)的函数的图,表明对于给定的泵功率和热交换流体,雷诺数可以通过调整(减少)距离D和调整(扩大到超过空隙要求)间隙Ga来进行优化。

## 具体实施方式

[0019] 上面讨论了图1和2。图3示出了工艺流体模块10的透视图,其具有(内部)过程流体路径P的实施方式的细节,例如可以在本公开的上下文中使用。图4示出了一般形状的热交换外壳的实施方式的透视图,该一般形状是设想用于本公开的一种形状。

[0020] 本公开与这些现有技术结构不同,特别是如图5-7中所示的。根据本公开的一个方面,具体参考图5-7,热交换外壳16、18的内表面17、19具有凹槽G。凹槽G定位为能够将壁保持在由密封件S(例如O形圈或其他密封件)限定的区域内,所述壁能够用作挡板。脊可以采用如图5-7的实施方式中所见的各种构造。所有实施方式共同之处在于凹槽G至少有两个,并且脊G在至少部分横向于第一方向的方向(第二方向)上从流入端口或位置I延伸到流出端口或位置O。

[0021] 正如参考图8所见,根据本公开的另一方面,内表面17中的两个或更多个凹槽G中的至少两个凹槽各自具有位于其中的相应的壁W,壁W既延伸进入相应的凹槽G又超过内表面17延伸出相应的凹槽G。在两个或更多个壁W和工艺流体模块10的第一主表面12之间可以任选地存在间隙Ga。该间隙Ga可能是理想的,因为它在工艺流体模块10的陶瓷实施方式的结构中提供保护以免受到诱导损伤或诱导应力的影响。然而,根据本公开,间隙Ga可以理想地特意大于在工艺流体模块10的相应主表面12、14与壁W之间提供可靠机械分离所需的间隙(例如大于0.1mm)。这是因为对于给定的热交换流体和给定的泵功率,通过使间隙大于机械分离所需的间隙但又不会大到降低热交换的程度,可以优化热交换性能,如下面关于图9的说明。虽然间隙可以不存在或为0mm,特别是对于金属工艺流体模块10,但理想的是间隙

为0.1mm或更大,理想的是大于0.2mm或者甚至大于0.3mm或0.4mm,同时间隙保持足够小以使得壁W仍然转移大量的流量,例如小于1mm,理想地小于0.9mm、小于0.8mm、小于0.7mm、小于0.6mm、小于0.5mm,或者甚至在合适的情况下小于0.4mm。如图8所示的壁W可以由用户互换或替换以调整间隙G(或者甚至在一个流动反应器模块100中的不同位置提供不同的间隙G。同样如图8所示,根据流动反应器模块的实施方式的一个替代方案,塞子P可以位于或定位在一个或多个凹槽G内以防止在存在凹槽G但不需要壁高的位置处出现流体死区。

[0022] 图9是在选定的最大泵功率下在具有选定的热交换流体的热交换流体路径内获得的相对雷诺数(Re,在y轴上)作为三个不同距离D(沿箭头方向下降)的间隙Ga(在x轴上)的函数的图表。该图表明,对于给定的泵功率和热交换流体,可以通过调整(减少)距离D和调整(扩大到超过机械空隙所需的距离)间隙Ga来优化热交换流体路径HP中的雷诺数(以及相应的热交换性能)。理想地,可以对距离(D)和间隙(Ga)加以选择,使得在选定的热交换流体内和选定的用于泵送热交换流体的热交换泵功率下,在可能的最大值至可能最大值的80%、90%或者甚至95%以内,使热交换流体路径(HP)内的平均雷诺数最大化。

[0023] 本发明所公开的方法和/或装置通常可用来进行任何工艺,所述工艺包括在微型结构中对流体或流体混合物,包括多相流体混合物——包括含有多相流体混合物而该多相流体混合物还含有固体的流体或流体混合物,进行混合、分离(包括反应性分离)、萃取、结晶、沉淀或其他工艺过程。工艺过程可包括物理过程,定义为导致有机、无机或有机和无机物质相互转化的过程的化学反应,生化过程或任何其他形式的工艺过程。以下非限制性反应列表可用所公开的方法和/或装置进行:氧化;还原;取代;消去;加成;配体交换;金属交换;和离子交换。更具体地,可以使用所公开的方法和/或装置进行以下非限制性列表中的任何反应:聚合;烷基化;脱烷基化;硝化;过氧化;磺化氧化;环氧化;氨氧化;氢化;脱氢;有机金属反应;贵金属化学/均相催化剂反应;羰基化;硫羰基化;烷氧基化;卤化;脱氢卤化;脱卤化;加氢甲酰化;羧化;脱羧;胺化;芳基化;肽偶联;醇醛缩合;环化缩合;脱氢环化;酯化;酰胺化;杂环合成;脱水;醇解;水解;氨解;醚化;酶合成;缩酮化(ketalization);皂化;异构化;季铵化;甲酰化;相转移反应;甲硅烷化;腈合成;磷酸化;臭氧分解;叠氮化物化学;复分解;氢化硅烷化;偶联反应;以及酶反应。

[0024] 尽管为了说明给出了示例性的实施方式和实施例,但是前面的描述并不旨在以任何方式限制本公开和所附权利要求书的范围。因此,可以对上述实施方式和实施例进行修改和变动而基本上不偏离本公开的精神和各种原理。所有这些变动和修改旨在包括在本公开和所附权利要求书保护的范围内。

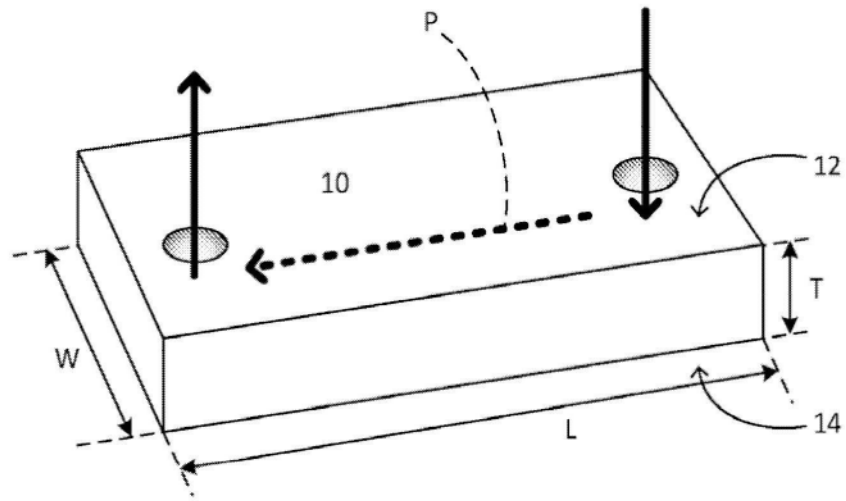


图1(现有技术)

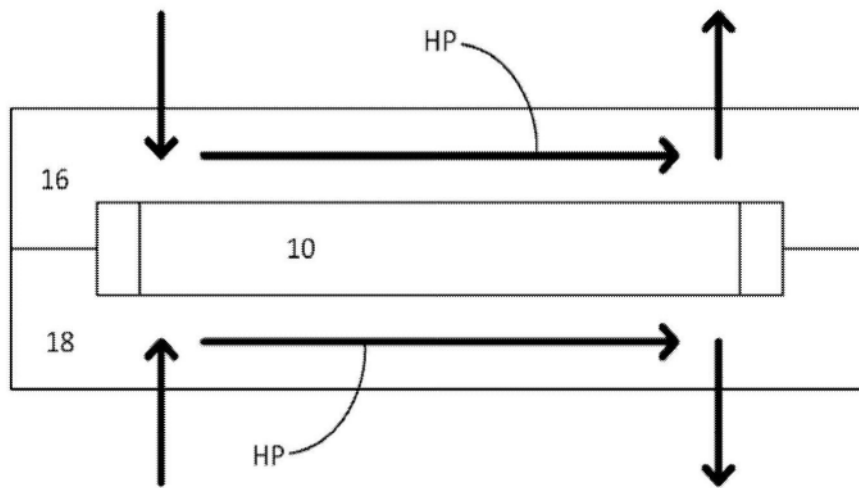


图2(现有技术)

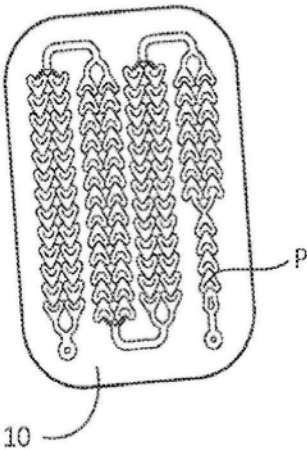


图3(现有技术)

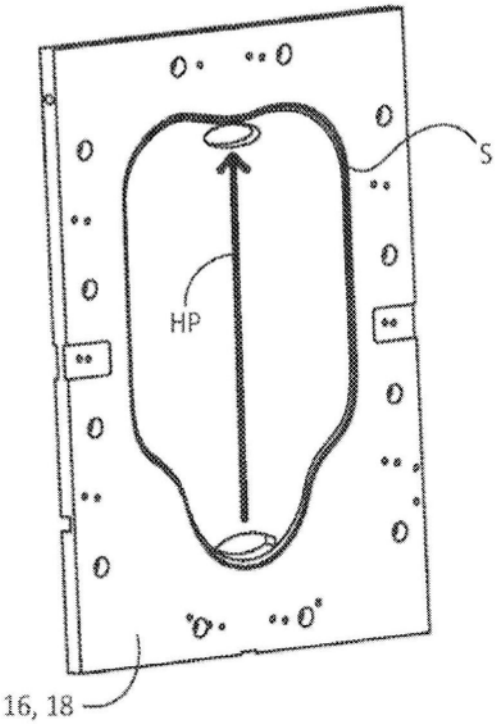


图4(现有技术)

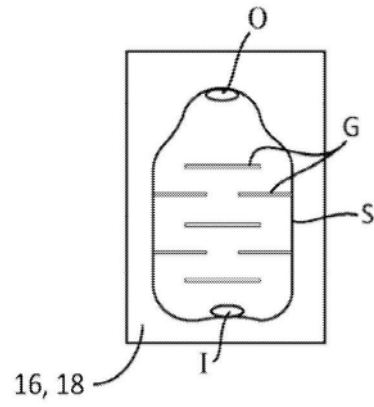


图5

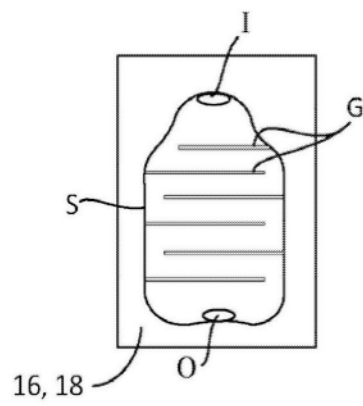


图6

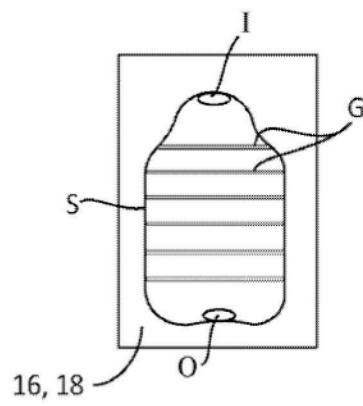


图7



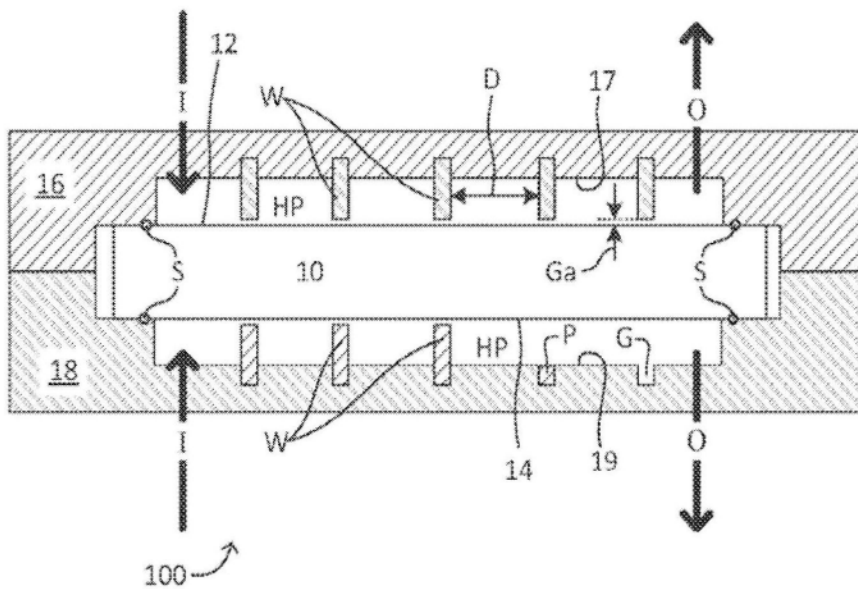


图8

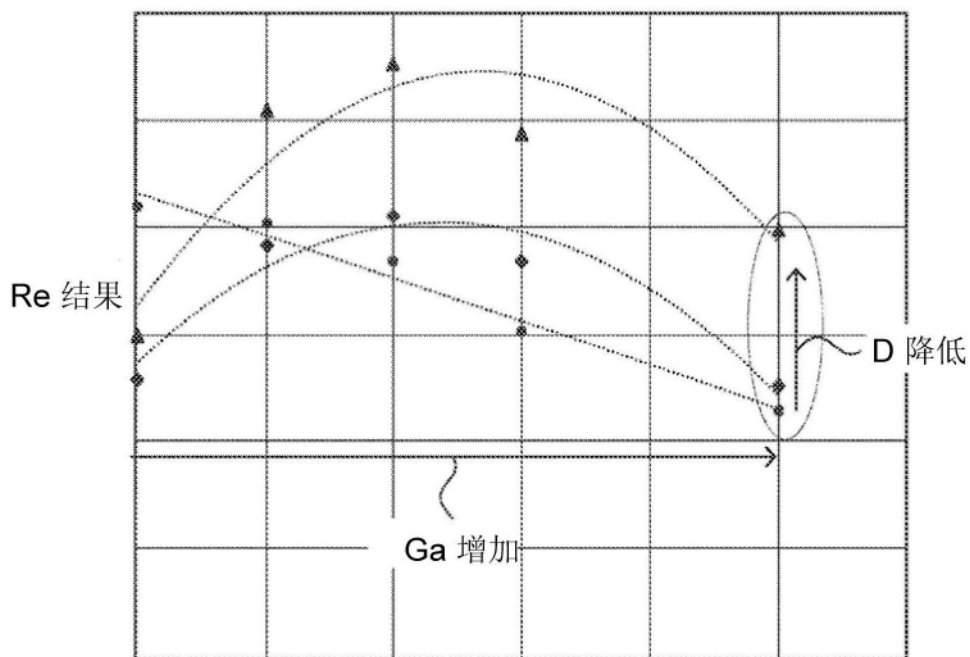


图9