



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116802452 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 22

(21) 申请号 202280012015.2

(22) 申请日 2022.02.08

(30) 优先权数据

2102787.5 2021.02.26 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.07.27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2022/050318 2022.02.08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/180354 EN 2022.09.01

(71) 申请人 庄信万丰股份有限公司

地址 英国伦敦

(72) 发明人 P·W·法内尔 S·格雷厄姆

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205

专利代理师 丁鑫 臧建明

(51) Int.Cl.

F28D 7/16 (2006.01)

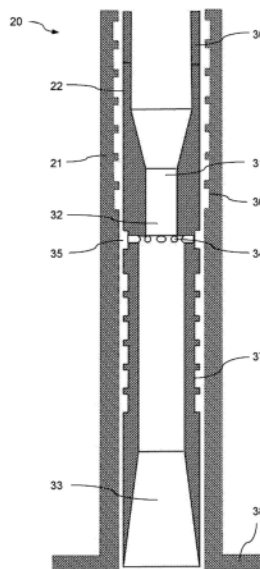
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

热交换反应器密封装置

(57) 摘要

本发明描述了一种适用于包括一个或多个管的热交换反应器的管密封装置,所述管密封装置包括密封管和设置在密封管内以提供重叠区域的内管,所述内管在所述重叠区域内具有:(i)横截面积减小的内部收缩部,该内部收缩部形成低压区域、(ii)与收缩部相邻的、横截面积大于该收缩部的横截面积的膨胀区域和(iii)穿过内管的壁将所述低压区域连接到内管的外部的一个或多个通道,其中管密封装置还包括在重叠区域中围绕密封管的内表面形成的与内管的低压区域对应的一个或多个凹槽。



1. 一种适用于包括一个或多个管的热交换反应器的管密封装置,所述管密封装置包括密封管和设置在所述密封管内以提供重叠区域的内管,所述内管在所述重叠区域内具有:(i)横截面积减小的内部收缩部,所述内部收缩部形成低压区域、(ii)与所述收缩部相邻的、横截面积大于所述收缩部的横截面积的膨胀区域,和(iii)穿过所述内管的壁将所述低压区域连接到所述内管的外部的一个或多个通道,其中所述管密封装置还包括在所述重叠区域中围绕所述密封管的内表面形成的与所述内管的所述低压区域对应的一个或多个凹槽。

2. 根据权利要求1所述的管密封装置,其中在所述重叠区域内另外设置与所述内管的所述膨胀区域对应的一个或多个凹槽。

3. 根据权利要求2所述的管密封装置,其中所述膨胀区域中的所述一个或多个凹槽设置在所述内管的外表面上或所述密封管的所述内表面上,优选地设置在所述内管的所述外表面上。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的管密封装置,所述管密封装置包括在所述重叠区域中位于所述密封管上的与所述内管的所述低压区域对应的1个至30个凹槽,优选地5个至20个凹槽。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的管密封装置,其中所述一个或多个凹槽具有正方形或矩形形式,或为U形、V形或这些形状的任何组合。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的管密封装置,其中所述区域中的所述一个或多个凹槽具有2mm至20mm、优选地6mm至14mm范围内的宽度。

7. 一种热交换反应器,所述热交换反应器包括一个或多个热交换管,所述一个或多个热交换管包括根据权利要求1至6中任一项所述的管密封装置。

8. 根据权利要求7所述的热交换反应器,所述热交换反应器包括工艺流体供给区、热交换区和工艺流体排出区、将所述区彼此分开的第一边界装置和第二边界装置、紧固到所述边界装置中的一者并延伸穿过所述热交换区的一个或多个热交换管、和用于每个热交换管的管密封装置,所述管密封装置包括密封管和内管,其中所述管密封装置的所述密封管紧固到所述边界装置中的一者并与所述内管基本同轴地设置,使得所述内管与其相关联的密封管滑动接合,从而形成所述重叠区域。

9. 根据权利要求8所述的热交换反应器,其中所述热交换管含有蒸汽重整催化剂。

10. 根据权利要求8或权利要求9所述的热交换反应器,所述热交换反应器在所述热交换区中包括一个或多个横向挡板。

11. 根据权利要求8至10中任一项所述的热交换反应器,其中所述管密封装置被紧固到位于所述热交换区与所述排出区之间的所述边界装置。

12. 根据权利要求8至11中任一项所述的热交换反应器,所述热交换反应器为热交换蒸汽重整器的形式,所述热交换蒸汽重整器操作地连接到部分燃烧装置,所述部分燃烧装置被设计成在工艺流体已经通过所述管之后实现所述工艺流体的部分燃烧,并且在所述部分燃烧之后将气体作为热交换介质供应到所述热交换蒸汽重整器。

13. 根据权利要求12所述的热交换反应器,其中所述部分燃烧装置包括重整催化剂床,所述部分燃烧的气体在作为所述热交换介质供应到所述热交换重整器之前通过所述重整催化剂床。

14. 一种工艺,所述工艺包括以下步骤:(a)将工艺流体供给至热交换反应器,所述热交换反应器具有通过边界装置与热交换区分开的工艺流体供给区;(b)使来自所述工艺流体供给区的所述工艺流体通过延伸穿过所述热交换区的一个或多个热交换管,其中所述工艺流体以比在所述热交换区中通过所述管的所述工艺流体更低的压力与热交换介质进行热交换;(c)将所述工艺流体从所述热交换管传送到工艺流体排出区,所述工艺流体排出区通过第二边界装置与所述热交换区分开;(d)使来自所述工艺流体排出区的所述工艺流体经受进一步的处理步骤,以及;(e)使所得的经处理的工艺流体作为所述热交换介质通过所述热交换区,其中所述一个或多个热交换管中的每个热交换管被紧固到所述边界装置中的一者,并且借助于管密封装置与所述边界装置中的另一者接合,其中所述管密封装置包括被紧固到所述边界装置中的另一者的密封管和连接到每个热交换管并设置在所述密封管内以提供重叠区域的内管,所述内管在所述重叠区域内具有:(i)横截面积减小的内部收缩部,所述内部收缩部形成低压区域、(ii)位于所述低压区域下游的在所述工艺流体的流动方向上的、横截面积大于所述收缩部的横截面积的膨胀区域,和(iii)穿过所述内管的壁将所述低压区域连接到所述内管的外部的一个或多个通道,其中所述管密封装置包括在所述重叠区域中围绕所述密封管的内表面形成的与所述内管的所述低压区域对应的一个或多个凹槽。

15. 根据权利要求14所述的工艺,其中所述热交换反应器包括热交换重整器,所述热交换重整器包含一个或多个外部加热管,所述一个或多个外部加热管含有蒸汽重整催化剂,重整器进料通过所述蒸汽重整催化剂以产生合成气,并且其中用于加热所述管的所述热交换介质处于比所述重整器进料低的压力下。

16. 根据权利要求15所述的工艺,其中所述交换蒸汽重整器操作地连接至部分燃烧装置,所述部分燃烧装置被设计成在工艺流体已经通过所述管之后实现所述工艺流体的部分燃烧,并且在所述部分燃烧之后将所述气体作为热交换介质供应到所述热交换蒸汽重整器。

17. 根据权利要求16所述的工艺,其中所述部分燃烧装置包括重整催化剂床,所述部分燃烧的气体在作为所述热交换介质供应到所述热交换重整器之前通过所述重整催化剂床。

## 热交换反应器密封装置

[0001] 本发明涉及密封装置及其在热交换反应器中的用途以及使用此类装置的工艺,特别是在催化蒸汽重整工艺中。

[0002] 在包含外部加热管的热交换反应器装置中,在承载工艺流体的管与装置诸如管板之间容易存在显著的差热膨胀,从而限定热交换介质与通过管的工艺流体进行热交换时所通过的区域边界。在管被管外部流动的热交换介质(其压力低于通过管的工艺流体的压力)加热的情况下,一种解决方案是采用连接到每个管的密封装置,该密封装置包括密封管并在密封管内可移动地设置内管,该内管具有提供低压区域的收缩部,并且还具有穿过内管的壁的通道,该通道将低压区域连接到内管的外部。以此方式,防止或减少了工艺流体与热交换介质的混合。W09705947公开了此类装置。

[0003] 本发明人已发现,通过在内管的外部与密封管的内部之间的环形空间中产生湍流来扰乱热交换介质在密封装置内的流动可减少热交换介质与工艺流体的混合量。

[0004] 因此,本发明提供一种适用于包括一个或多个管的热交换反应器的管密封装置,所述管密封装置包括密封管和设置在密封管内以提供重叠区域的内管,所述内管在所述重叠区域内具有:(i)横截面积减小的内部收缩部,该内部收缩部形成低压区域、(ii)与收缩部相邻的、横截面积大于收缩部的横截面积的膨胀区域,和(iii)穿过内管的壁将所述低压区域连接到内管的一个或多个通道,其中管密封装置还包括在重叠区域中围绕密封管的内表面形成的与内管的低压区域对应的一个或多个凹槽。

[0005] 本发明还提供一种包括具有管密封装置的一个或多个热交换管的热交换反应器,以及使用该反应器和管密封装置的工艺。

[0006] 在管外部流动的热交换介质的压力比通过管的工艺流体的压力低的情况下,包括管密封装置的热交换反应器装置特别有用。

[0007] 通过在密封管的内部而不是在内管的外部提供凹槽,减少了由于热交换介质将物质携带到内管而引起的内管污染。这提高了管密封装置的长期性能,并且通过允许在日常维护期间更换污染的密封管来简化维护。此外,在密封管的内部提供凹槽潜在地允许存在更多数量的凹槽。

[0008] 为了进一步减少工艺流体与热交换介质的混合,在重叠区域中可另外存在与内管的膨胀区域对应的一个或多个凹槽。膨胀区域中的一个或多个凹槽可位于内管的外表面上或位于密封管的内表面上。优选地,在重叠区域中与内管的膨胀区域对应的一个或多个凹槽设置在内管的外表面上,因为这简化了制造。

[0009] 包括管密封装置的热交换反应器装置可包括工艺流体供给区、热交换区和工艺流体排出区、将所述区彼此分开的第一边界装置和第二边界装置、紧固到所述边界装置中的一者并延伸穿过热交换区的一个或多个热交换管。工艺流体可从工艺流体供给区流过一个或多个热交换管并进入工艺流体排出区。每个热交换管设置有管密封装置。管密封装置的密封管可紧固到所述边界装置中的一者。管密封装置的内管设置在每个热交换管上。密封管与内管基本同轴地设置,使得内管与其相关联的密封管滑动接合,从而形成重叠区域。

[0010] 管密封装置的每个内管设置有:(i)横截面积减小的内部收缩部,该内部收缩部在

内管内形成低压区域、(ii) 位于所述收缩部下游的、横截面积大于收缩部的横截面积的膨胀区域, 和(iii) 穿过内管的壁将所述低压区域连接到内管的外部的一个或多个通道, 所述通道位于所述重叠区域内, 从而为流体提供从热交换区穿过所述重叠区域进入所述内管内的所述低压区域的流动路径。

[0011] 每个管密封装置包括在重叠区域中围绕密封管的内表面形成的与内管的低压区域对应的一个或多个凹槽。

[0012] 在上述类型的热交换反应器中, 工艺流体从工艺流体供给区通过设置在由热交换介质通过的壳体所限定的热交换区内的一个或多个热交换管, 然后进入工艺流体排出区。提供诸如管板等装置来将这些区分开。因此, 管板可将热交换介质所通过的热交换区与诸如充气室等与热交换管的内部连通的区分开, 以允许工艺流体供给到管或从管排出工艺流体。替代布置涉及使用设置在热交换区内的总管来限定工艺流体供给区: 工艺流体被供给到总管, 工艺流体从总管流入并流过热交换管。类似地, 可提供总管以用于从管中排出工艺流体。另选地, 可存在管板和总管的组合。此类管板或总管在本文中被称为边界装置, 因为它们限定了热交换区与工艺流体供给区和排出区之间的边界。

[0013] 通过在热交换管上设置内管并将密封管连接到热交换反应器中的边界装置, 可以适应由热交换管的热膨胀和收缩而产生的纵向运动。

[0014] 在使用中, 由于内管中的低压区域, 热交换介质可被吸入内管的内部, 在那里它与流过内管的工艺流体混合。

[0015] 热交换反应器可包含一个或多个热交换管, 例如1个至10个管, 但例如用于蒸汽重整工艺的热交换反应器可包含数十或甚至数百个管, 例如10个至2000个管。管可具有25mm至150mm的内径, 并且取决于管的尺寸, 管的壁厚可以在2mm至13mm的范围内。管可具有5米至15米的长度。在此类长度下, 特别是在10米至15米的长度下, 如果不使用管密封装置, 纵向膨胀将变得特别成问题。管可由合适的金属诸如不锈钢制成。热交换反应器可包括一个或多个横向挡板, 以使热交换介质以蛇形方式移动通过热交换区, 从而增强热交换。

[0016] 管密封装置包括内管。内管可与热交换管的一端连接, 或可形成为热交换管的端部部分。内管可具有与热交换管相同的直径, 或者优选地具有比热交换管更窄的直径。内管可以是多边形或圆柱形, 但优选地成形为使得在重叠区域中在内管的外表面与密封管的内表面之间形成均匀的间隙空间。内管具有在管内形成低压区域的内部收缩部分和与收缩部分相邻的在管内形成膨胀区的膨胀部分。穿过内管的壁的一个或多个通道将低压区域与内管的外部连接。可具有将低压区域与内管的外部连接的1个至20个通道。通道理想地均匀地间隔开以通往内管与密封管之间的间隙空间。在使用中, 装置被取向为使得膨胀区位于低压区的下游。例如, 在竖直下流式布置中, 当管密封装置位于热交换管的最下端时, 膨胀区域将位于内管中的收缩部下方。收缩部、低压区域和膨胀区域的相对尺寸将部分地取决于管尺寸。例如, 在包括内径约为100mm的热交换管的一个实施方案中, 形成内管的管的部分可具有约25mm的内部尺寸, 从而在内部渐缩至内径约12mm的收缩部, 该收缩部通向内径约18mm且长度约108mm的低压区域。在低压区域的端部, 内管可在约78mm的长度上从18mm直径扩张至约31mm外径。在低压区域和内管外部之间可提供12个3mm直径的均匀间隔的通道。

[0017] 在重叠区域中, 在密封管的内表面和内管的外表面之间存在间隙空间, 例如环形间隙。内管由此在密封管内自由地纵向移动。密封管的内表面与热交换管的内管部的外表

面之间的间隙的厚度可为约0.1mm至0.5mm。例如,在上述实施方案中,间隙可为约0.2mm。

[0018] 该管密封装置还包括密封管。密封管可以是多边形或圆柱形,但优选地具有与内管相同的形式,以便保持均匀的间隙空间。包括圆柱形密封管和圆柱形内管的管密封装置是优选的,因为这些装置更易于制造并且更适于在高温和压力下使用。

[0019] 管密封装置包括位于密封管的内表面上的一个或多个凹槽。密封管的内表面上的一个或多个凹槽在重叠区域中与内管的低压区域对应地形成于密封管的内表面上。密封管的内表面上的一个或多个凹槽可形成为锯齿,即具有正方形或矩形形式,或者凹槽可以是U形、V形或这些形状的任何组合。正方形或矩形凹槽可在重叠区域中提供改善的湍流。

[0020] 可通过将一个或多个通道切入密封管装置的内表面中来形成凹槽。另选地,这些凹槽可在不进行切割的情况下形成,例如通过在该密封管装置内使用不同内径环的分层布置,或通过在该密封管装置中轧制开槽型材。

[0021] 根据管的尺寸和管壁的厚度,凹槽的尺寸可以是宽度为2mm至20mm,例如宽度为6mm至14mm,并且深度为1mm至7mm。理想地,出于强度原因,凹槽深度不大于管壁厚度的约50%。在重叠区域中,密封管上可具有与内管的低压区域对应的1个至30个凹槽,例如2个至25个凹槽,优选地5个至20个凹槽。这是对其中凹槽位于内管上的装置的改进,其中在该区域中凹槽的数量由内管的尺寸限制为8或更小。通过将凹槽设置在密封管的内壁上,凹槽可延伸超过低压区域。

[0022] 在重叠区域中另外存在与内管的膨胀区域对应的一个或多个凹槽。无论一个或多个凹槽是在内管的外表面上还是在密封管的内表面上,它们也都可形成为锯齿,即具有正方形或矩形形式,或者凹槽可以是U形、V形或这些形状的任何组合。该区域中凹槽的尺寸也可以是宽度为2mm至20mm,例如宽度为6mm至14mm,并且深度为1mm至7mm。与在低压区域中相比,在膨胀区域中可存在相同数量或更多数量的凹槽。例如,在重叠区域中,密封管的内表面或内管的外表面上可具有与内管的膨胀区域对应的1至30个凹槽,例如2个至25个凹槽,优选地5个至20个凹槽。

[0023] 一个或多个凹槽被期望地布置为扰乱通过管密封装置的气体的流动。一个或多个凹槽可被布置为垂直于通过内管的工艺流体的流动,或者凹槽能够以螺旋方式形成,诸如螺纹。

[0024] 在低压区域或膨胀区域中存在两个或更多个凹槽的情况下,它们优选地彼此平行。

[0025] 本发明还提供了一种工艺,该工艺包括以下步骤:(a)将工艺流体供给至热交换反应器,该热交换反应器具有通过边界装置与热交换区分开的工艺流体供给区;(b)使来自所述工艺流体供给区的所述工艺流体通过延伸穿过所述热交换区的一个或多个热交换管,其中所述工艺流体以比在所述热交换区中通过管的工艺流体更低的压力与热交换介质进行热交换;(c)将工艺流体从所述热交换管传送到工艺流体排出区,该工艺流体排出区通过第二边界装置与所述热交换区分开;(d)使来自所述工艺流体排出区的工艺流体经受进一步的处理步骤,以及;(e)使所得的经处理的工艺流体作为热交换介质通过热交换区,其中所述一个或多个热交换管中的每个热交换管被紧固到所述边界装置中的一者并且借助于管密封装置与所述边界装置中的另一者接合,其中所述管密封装置包括被紧固到所述边界装置中的另一者的密封管和连接到每个热交换管并设置在密封管内以提供重叠区域的内管,

所述内管在所述重叠区域内具有：(i)横截面积减小的内部收缩部，该内部收缩部形成低压区域、(ii)位于所述低压区域下游的在所述工艺流体的流动方向上的、横截面积大于收缩部的横截面积的膨胀区域，和(iii)穿过内管的壁将所述低压区域连接到内管的外部的一个或多个通道，其中管密封装置包括在重叠区域中围绕密封管的内表面形成的与内管的低压区域对应的一个或多个凹槽。

[0026] 在该工艺中，供给到热交换区的经处理的工艺流体的一部分进入管密封装置，并且通过一个或多个通道进入低压区域。

[0027] 在该工艺中，热交换介质是已经通过管但在用作热交换介质之前已经经受进一步处理的工艺流体。该进一步处理优选地包括加热工艺流体使得热交换介质将热量赋予一个或多个热交换管的步骤。

[0028] 管密封装置在热交换蒸汽重整器或气体加热重整器中特别有用，该热交换蒸汽重整器或气体加热重整器即包含一个或多个外部加热管的热交换反应器，该一个或多个外部加热管含有蒸汽重整催化剂，重整器进料通过该蒸汽重整催化剂以产生合成气，并且其中热交换是用于加热管的介质。在此类工艺中，热交换介质通常处于比重整器进料低的压力下。

[0029] 该工艺和装置对于蒸汽重整烃特别有用，其中烃原料和蒸汽的混合物通过含有蒸汽重整催化剂例如含镍蒸汽重整催化剂的热交换管，以便形成初级重整气体，该初级重整气体然后与含氧气体进行部分燃烧，并且所得的部分燃烧的气体用作热交换区中的热交换介质。优选地，在用作热交换介质之前，部分燃烧的气体通过二次重整催化剂床，以实现进一步重整。

[0030] 由于内管中的收缩部，在内管内形成低压区域：通过适当地确定收缩部的尺寸，可使在正常运行时低压区域中的压力低于热交换区中的压力，使得热交换介质（例如从工艺流体排出区提取的工艺流体的二次重整产物）从热交换区通过密封管与内管之间的间隙空间并通过内管壁中的所述通道流入低压区域中。在低压区域的下游，工艺流体在膨胀区域中膨胀，从而使工艺流体压力大于低压区域中的工艺流体压力。因此，还可以存在工艺流体从内管的出口端通过间隙空间到通道并进入低压区域的回流或再循环。

[0031] 管密封装置优选地设置在位于热交换区与工艺流体排出区之间的边界装置处。因此，密封管优选地紧固到该边界装置，而包括内管的一个或多个热交换管紧固到位于工艺流体入口区和热交换区之间的边界装置，例如管板。在此类布置中，内管形成于热交换管的与位于热交换区与工艺流体排出区之间的边界装置相邻的端部处，并且因此在该边界装置处与密封管接合以形成管密封装置。当工艺流体通过热交换管时，例如当热交换管包含催化剂时，在工艺流体经历显著压降的情况下，这是特别优选的。密封管可从边界装置突出到热交换区中，或者可在边界装置的另一侧从边界装置向后延伸到工艺流体排出区中。

[0032] 在蒸汽重整中，烃原料通常是含甲烷的气体。在重整工艺中，甲烷与蒸汽进行反应以产生氢气和二氧化碳。存在的含有两个或更多个碳原子的任何烃被转化为甲烷、一氧化碳和氢气。蒸汽重整反应在该管中在蒸汽重整催化剂上方在高于350°C的温度下发生，并且通常离开管的工艺流体的温度在650°C至950°C的范围内。在管的外部流动的热交换介质可具有500°C至2000°C范围内的温度。

[0033] 该装置和工艺可用作制造氢、甲醇、二甲醚、烯烃、氨、尿素或通过费托合成法获得

的烃液诸如柴油燃料的工艺的一部分。因此,使用本发明装置或在本发明工艺中获得的重整气体混合物可经受另外的工艺步骤,包括氢分离、甲醇合成、二甲醚合成、烯烃合成、氨合成或烃液合成的步骤。已知的工艺可用于完成这些步骤。

[0034] 尽管以上主要关于热交换蒸汽重整进行了描述,但是应当理解,本发明还可用于其它热交换应用中,其中必须适应相当大的差热膨胀,并且热交换介质泄露到工艺流体中并不令人反感。示例包括进料/流出物热交换器,例如其中通过与来自工艺步骤的流出物进行热交换来加热工艺步骤诸如放热反应(例如甲醇或氨合成)的进料。在这种情况下,热交换管可不含催化剂,除非如在前述重整工艺中那样需要在工艺流体进行热交换的同时对其进行催化反应。

[0035] 本发明参考附图进行进一步说明,其中:

[0036] 图1是根据本发明的一个实施方案的包含管密封装置的热交换反应器的示意性截面,其中边界装置是管板;并且

[0037] 图2是根据本发明的一个实施方案的管密封装置的截面。

[0038] 在图1中示出了热交换蒸汽重整器,该热交换蒸汽重整器具有外部绝缘耐压壳体10,该外部绝缘耐压壳体包封由壳体壁和管板14和15限定的三个区11、12、13。区11,即工艺流体供给区,由壳体壁10和管板14限定。其设置有工艺流体供应管道16并且具有紧固到管板14并且从管板向下延伸的多个竖直管17。所使用的管的数量将取决于操作的规模:尽管仅示出了五个管,但是通常可具有50个或更多个此类管。管17填充有蒸汽重整催化剂18,例如耐火氧化物负载镍催化剂和/或结构化蒸汽重整催化剂的多孔圆柱形颗粒。区12,即热交换区,由壳体壁10和管板14和15限定。热交换管17延伸穿过热交换区12并与管密封装置20接合。管密封装置20各自包括固定至管板15的密封管21,该密封管在热交换区12中与从填充有催化剂的管17的底部延伸的不含催化剂的内管部分22接合。经由位于壳体10中靠近管17底部的管道23向热交换区12供给加热介质,例如通过自热重整或二次重整产生的合成气。加热介质在热交换区中向上流动,在那里它与管17交换热量,然后经由位于壳体10中靠近管17顶部的管道24从热交换区12中去除。横向挡板25用于使加热介质水平地穿过重整器转向并增强其与管17的热交换。区13,即工艺流体排出区,由壳体10的壁和管板15限定。管密封装置20是端部开口的,并且延伸穿过管板15进入排出区13。重整气体从管17通过管密封装置20并进入排出区13,重整气体通过工艺流体排出管道26从排出区排出。

[0039] 在使用中,包含烃和蒸汽的工艺流体在高温和高压下通过管道16供给至工艺流体供给区11,并从那里向下通过填充有催化剂的管17。在热交换区12中与加热介质进行热交换并且发生蒸汽重整反应。经历重整的气体混合物通过管17,并从那里通过管密封装置20到达排出区13,气体混合物通过排出管道26从排出区排出。从排出管道26回收的重整气体经受进一步处理,其中具体地通过自热重整或二次重整将重整气体加热,并且将进一步处理的气体经由管道23作为热交换介质传送到热交换重整器。经由管道23供给的热交换介质的压力低于通过管17的气体的压力。

[0040] 在图2中,根据图1所示的实施方案,管密封装置20被示出为竖直地取向并且被布置为下流式通过该装置。管密封装置20包括外密封管21和内管22。内管21位于密封管22内以提供重叠区域并且自由地竖直滑动。在使用中,内管22被固定到热交换管的最低部分30。热交换管的最低部分30和内管22的连接部分具有25mm的内径并且不含催化剂。内管22从

25mm的内径渐缩至12mm内径的收缩部31,并且从收缩部31扩展至18mm内径和108mm长度的低压区域32。内管在78mm的长度上从低压区域32的18mm直径扩张至膨胀区域33中的31mm外径。在位于收缩部31下游的低压区域32与在密封管21的内表面与内管22的外表面之间的环形间隙35之间设置有12个3mm直径的通道34。密封管21与内管22的外表面之间的环形间隙35的厚度为0.2mm。

[0041] 密封管21包括七个平行的7mm宽的正方形切割凹槽36,这些凹槽在重叠区域中切入密封管21的面向内管22的内表面中。凹槽从与通道34相邻的低压区域32中的位置向上朝向并超过内管22与热交换管的最低部分30连接的位置延伸。可以看出,以这种方式提供凹槽允许具有的凹槽数量大于被切入内管22的外表面上的凹槽。

[0042] 在该实施方案中,另外六个平行的7mm宽的正方形切割凹槽37从与通道34相邻的位置向下朝向膨胀区域33切入内管22的外表面。

[0043] 内管22和密封管21的长度使得内管22的通道34和开口端在启动时,即在装置处于环境温度和正常操作温度时,均位于密封管21内。

[0044] 在密封管21的最低部分上具有凸缘38,其位于重叠区域的端部之外,以使得能够将管密封装置20固定到管板。

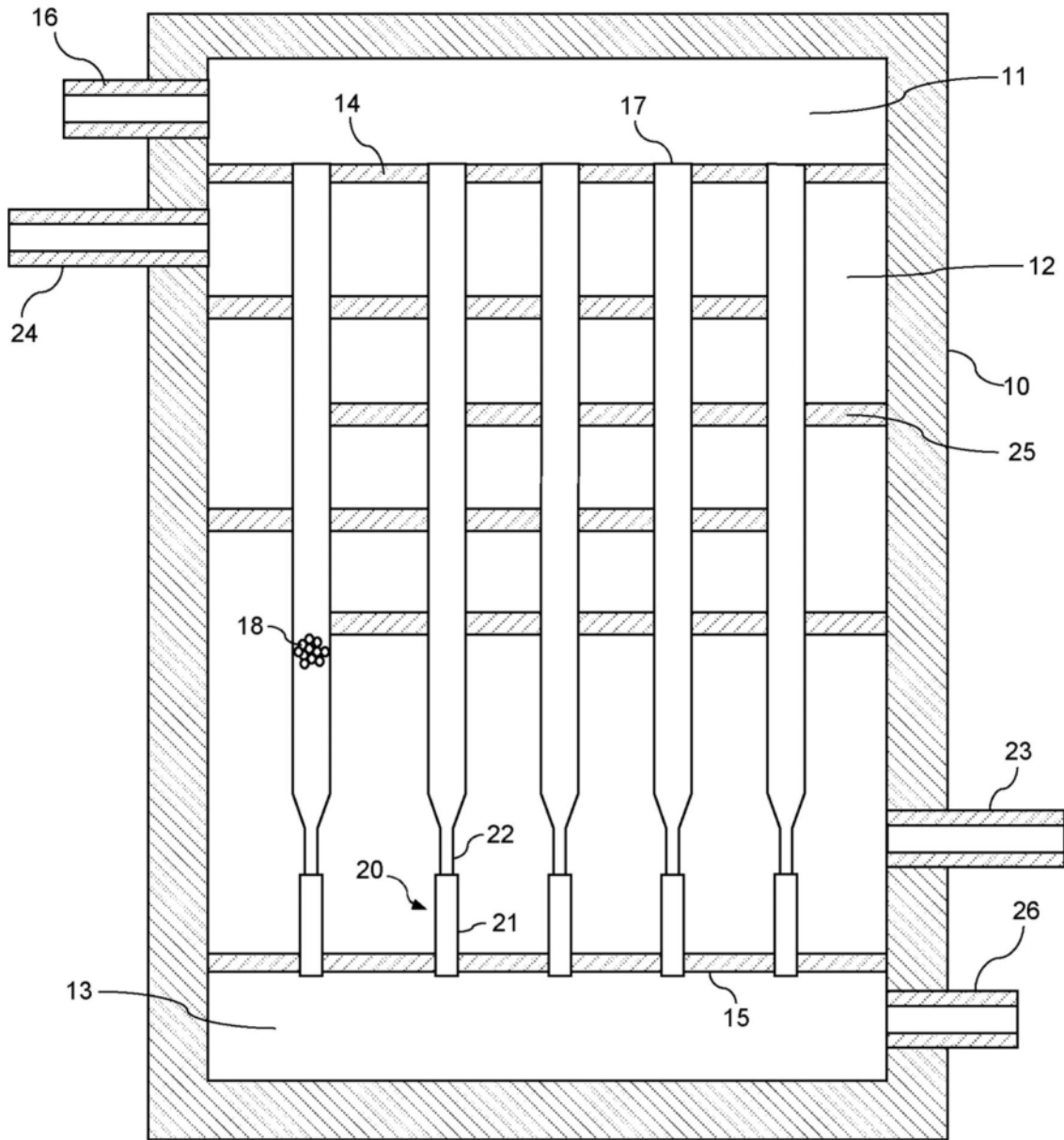


图1

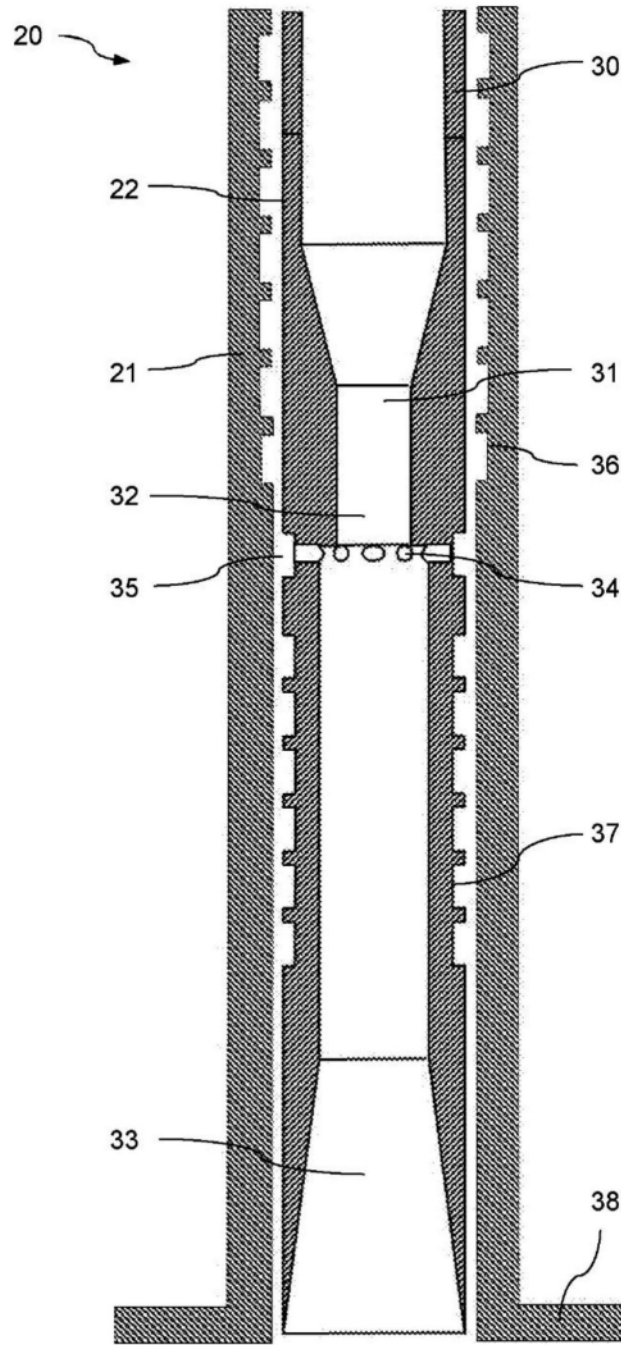


图2