(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 105431702 A
(43)申请公布日 2016.03.23

(21)申请号 201480014929.8

(22)申请日 2014.01.31

(30)优先权数据
13/828,422 2013.03.14 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.09.14

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/014239 2014.01.31

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2014/143435 EN 2014.09.18

(71)申请人 科氏传热有限合伙公司
地址 美国德克萨斯州

(72)发明人 布拉若·留比契奇

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021
代理人 李新红

(51)Int.Cl.
F28D 7/00(2006.01)
F28F 9/013(2006.01)

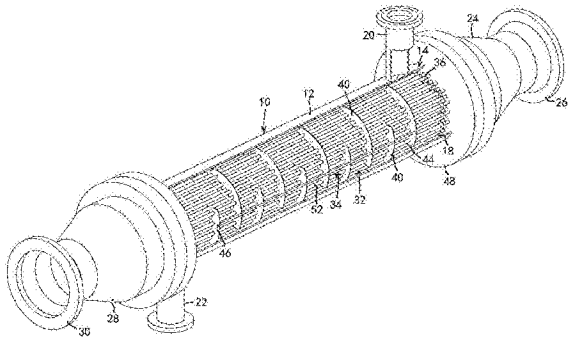
权利要求书2页 说明书6页 附图10页

(54)发明名称

用于管壳式热交换器的管束和使用方法

(57)摘要

本发明提供用于管壳式热交换器的管束。管束包括多个细长的管，所述细长的管各自具有中间部分，所述中间部分具有拥有至少一个对称轴的扁圆形的横截面。所述管以同心圆排列，对称轴正切于所述圆延伸以利于壳侧流体的旋流。



CN 105431702 A

1. 一种用于管壳式热交换器的管束，所述管束包括：

多个中空、细长的管，所述管以彼此平行且间隔开的关系延伸并且以预选模式排列，所述管中的每一个都具有用于在管内沿管的纵向长度流动的第一流体的进入的第一末端，和相反的用于第一流体流出所述管的第二末端，以及第一和第二末端之间的中间部分；

第一管板，所述第一管板具有孔，所述管的第一末端延伸至所述孔内并被紧固；

多个挡板，所述挡板位于沿管的纵向长度间隔开的位置，用于支撑所述管并且引导第二流体在所述管外部流动，所述挡板中的每一个都具有用于流体流过的挖去部分和多个开口，所述管中的至少一些通过所述开口插入，其中所述挡板中的相邻挡板的所述挖去部分围绕所述管束的中心纵轴旋转错开；和

多个导流板，所述板中的每一个都在所述挡板中的相邻挡板之间以一个方向延伸并且与所述挡板中的相邻挡板相接触，并且沿所述挡板中所述相邻挡板中的所述挖去部分在相反方向延伸。

2. 权利要求 1 所述的管束，其中每一个管的所述中间部分具有拥有至少一个对称轴的扁圆形横截面。

3. 权利要求 2 所述的管束，其中所述管排列的所述预选模式是一系列同心圆。

4. 权利要求 3 所述的管束，其中所述管在各个所述同心圆内排列，以使得各个管的所述至少一个对称轴正切于所述同心圆延伸。

5. 权利要求 4 所述的管束，其中所述扁圆为椭圆或长圆形几何形状的形式。

6. 权利要求 4 所述的管束，其中所述扁圆为卵形或蛋形几何形状的形式。

7. 权利要求 4 所述的管束，其中所述扁圆具有两个对称轴，且一个轴短于另一个。

8. 权利要求 4 所述的管束，其中每一个管的中间部分的横截面都具有两个对称轴，且一个轴短于另一个，并且其中管的所述第一末端和第二末端为圆形横截面并且所述第一末端和第二末端中的一个具有小于所述短对称轴的长度的直径。

9. 权利要求 4 所述的管束，其中各个管中具有所述扁圆形横截面的所述中间部分为各个管纵向长度的大部分。

10. 权利要求 4 所述的管束，其中各个管中具有所述扁圆形横截面的所述中间部分为各个管纵向长度的至少 75％。

11. 权利要求 4 所述的管束，其中各个管中具有所述扁圆形横截面的所述中间部分为各个管纵向长度的至少 90％。

12. 权利要求 4 所述的管束，其中各个管中具有所述扁圆形横截面的所述中间部分为各个管纵向长度的至少 95％。

13. 权利要求 4 所述的管束，其中所述挖去部分是挡板的扇区或节段。

14. 一种用于管壳式热交换器的管束，所述管束包括：

多个中空、细长的管，所述管以彼此平行和间隔开的关系延伸并且以预选的一系列同心圆的模式排列，每一个所述管都具有用于在管内沿管的纵向长度流动的第一流体的进入的第一末端，和相反的用于第一流体流出管的第二末端，以及第一和第二末端之间的中间部分，其中每一个管的所述中间部分都具有拥有至少一个对称轴的扁圆形横截面，其中所述管排列在各个所述同心圆内，以使得各个管的所述至少一个对称轴正切于所述同心圆延伸；

第一管板，所述第一管板具有孔，所述管的第一末端延伸入其中并紧固；

多个挡板，所述多个挡板位于沿管的纵向长度间隔开的位置，用于支撑管并且引导第二流体在所述管外部流动，其中每一个所述挡板都为部分盘状形式并且以通常垂直于所述管束的中心纵轴的平面设置；

挖去部分，所述挖去部分在每一个所述挡板中并且横切所述挡板边缘用于流体通过，其中所述挡板中相邻挡板的所述挖去部分围绕所述管束的中心纵轴旋转错开；

每一个所述挡板中的多个开口，所述管中的至少一些通过所述开口插入，其中改变所述开口的形状以符合管中间部分的横截面；和

多个导流板，每一个所述板在所述挡板中相邻挡板之间以一个方向延伸并与所述挡板中相邻挡板相接触，并且沿所述挡板中所述相邻挡板中的所述挖去部分以相反的方向延伸。

15. 权利要求 14 所述的管束，其中所述第一管板具有另外的开口，管的第二末端延伸入所述另外的开口中并紧固。

16. 权利要求 14 所述的管束，所述管束包括第二管板，所述第二管板具有开口，管的第二末端延伸入该开口中并且紧固。

17. 权利要求 14 所述的管束，其中每一个所述管沿其整个纵向长度都具有扁圆形形式的所述横截面。

18. 一种管壳式热交换器，所述管壳式热交换器包括：

壳，所述壳具有内部容积，根据权利要求 1 所述的管板被设置该内部容积中；

入口管嘴，所述入口管嘴从所述壳延伸，用于将壳侧流体引入到壳的内部容积；

出口管嘴，所述出口管嘴从所述壳延伸，用于将壳侧流体从壳的内部容积移出；

另一入口管嘴，所述另一入口管嘴用于将管侧流体引入到管束内的管的第一末端；和

另一出口管嘴，所述另一出口管嘴用于将管侧流体从管束内的管的第二末端移出。

19. 一种操作管壳式热交换器的方法，所述管壳式热交换器具有带有内部容积的壳，其中根据权利要求 1 所述的管板被设置在所述内部容积中，所述方法包括以下步骤：

将壳侧流体在壳的一端引入到壳的内部容积中；

在壳侧流体遇到各个板时，引起壳侧流体在内部容积中旋转流动，之后进入各个挖去部分；

当壳侧流体从壳的所述一端流向壳的相反端通过时，将壳侧流体通过挡板中连续挡板中的挖去部分；

将管侧流体引入到管的第一末端；

将管侧流体沿管的长度流动；

其中，在管侧流体沿管的长度流动且壳侧流体在所述内部容积内从壳的一端向壳的相反端通过时，热交换在管侧流体和壳侧流体之间发生。

用于管壳式热交换器的管束和使用方法

[0001] 发明背景

[0002] 本发明主要涉及管壳式热交换器并且，更特别地，涉及用于这种热交换器的管束和其使用方法。

[0003] 管壳式热交换器用于多种应用以引起流体流之间的热交换。在这些热交换器中，被称为管侧流体的第一流体通过管束中细长的管，所述管束容纳在通常为圆柱形的壳内。大量的管被包括在管束中并且它们以彼此平行和间隔开的关系延伸。所述管在其相反末端固定于基本上平面的头部板，所述头部板也称为管板。第二流体，通常称为壳侧流体，在壳内围绕管的开放空间内流动并且经历与在管内流动的第一流体流的热交换。

[0004] 管壳式热交换器以不同的已知方式构造，以在管侧流体和壳侧流体之间提供所需的流动排列。例如，在单通路管和单通路壳排列中，使用直管并且用于管侧流体流的入口管嘴和出口管嘴位于热交换器的相反末端。用于壳侧流体的入口和出口管嘴同样位于热交换器的相反末端。在这种排列中，流体流的流动可以顺流或逆流。在顺流流动中，用于管侧流体和壳侧流体的入口管嘴都位于热交换器的相同末端并且用于流体的出口管嘴位于热交换器的相反末端。然后管侧和壳侧流体在热交换器的相同末端进入，沿其长度流动，并在热交换器的相反端流出。在逆流流动中，用于流体的入口管嘴位于热交换器的相反末端并且出口管嘴同样位于热交换器的相反末端。然后流体进入热交换器的相反末端，以相反方向沿其长度流动，并在热交换器的相反末端流出。

[0005] 在另一种流动排列中，使用 U- 形管替代直管并且用于管侧流体的入口和出口管嘴位于热交换器的相同末端。管侧流体沿各个 U- 形管的一个臂 (leg) 流动并且然后倒转方向，并且沿 U- 形管的另一臂流回。在该排列中用于壳侧流体的入口和出口管嘴都可以位于热交换器的与用于管侧流体的入口和出口管嘴相同的末端，在该情况下，纵向挡板设置在 U- 形管的臂之间，形成分开的流动路径，其允许纵向挡板一侧的壳侧流体以一个方向流动，之后倒转并沿纵向挡板的另一侧以相反方向流动。

[0006] 备选地，用于壳侧流体的入口和出口管嘴可以位于壳的相反末端，从而壳侧流体仅以一个方向沿热交换器的长度流动。常规使用其他多通路壳和多通路管排列并且进一步在管式换热器制造商协会的标准 (the Standards of the Tubular Exchanger Manufacturers Association) 中定义，所述标准通过引用以其整体并入本文。

[0007] 在很多应用中，管束中的管穿过沿管束的纵向长度间隔开的挡板而给管提供结构支持并且因此减少管的下弯和震动。各个挡板还用于使壳侧流体的流动转向，从而促使其交叉流动而不是沿管流动，以用管侧流体获得更好的热传递。挡板通常是单或双部分切割的挡板的形式，在这种形式中挡板的四分之一圆或其他区域开放以允许壳侧流体通过；或盘和多纳圈 (donut) 挡板形式，在这种形式中壳侧流体流过围绕盘挡板的环形区域和流过多纳圈挡板的中间开口。

[0008] 在管束的初始组装过程中，系杆通常焊接于挡板以形成笼装结构，其中挡板以间隔开的关系固定。设置各个挡板的旋转方向，以使得挡板中的孔（管通过其插入）纵向对齐。因为所述孔仅稍大于管以减少流体通过孔的渗漏，所以孔的纵向对齐必须在紧密度容

限内。一旦管通过挡板中的孔插入，管的末端固定于一个或多个管板以形成完整的管束。

[0009] 常规管壳式热交换器中的管板通常由高强度金属或金属合金形成并且具有远大于壳的厚度以承受热交换器内的操作压力和补偿由大量接纳管板中管的孔所产生的结构弱化。管板的制造是时间密集型过程，因为孔通常必须分别钻穿管板厚度。钻孔操作产生圆形横截面的孔，从而将管限制于具有相同圆形横截面的那些。尽管当时用具有椭圆或其他非圆形横截面的管时，可以获得更好的热交换，但是迄今，管板中孔的圆形横截面阻碍了具有椭圆、长圆形、卵形或蛋形横截面的管在管壳式热交换器中的应用。

[0010] 发明概述

[0011] 在一个方面，本发明涉及用于管壳式热交换器的管束。所述管束包括多个中空、细长的管，所述管以彼此平行和间隔开的关系延伸，并且以一系列同心圆的样式排列。各个管均具有：第一末端，所述第一末端用于在管内沿管的纵向长度流动的第一流体的进入；相反的第二末端，所述第二末端用于第一流体流出管；以及第一和第二末端之间的中间部分。各个管的中间部分具有扁圆形的横截面。在一个实施方案中，所述扁圆形具有一个对称轴。在另一个实施方案中，所述扁圆形具有两个对称轴，其中一个轴短于另一个。管定向，以使得对称轴或对称轴中较长的那个正切于其中设置管的同心圆延伸。

[0012] 所述管束还包括第一管板和多个挡板，所述第一管板具有孔，管的第一末端延伸入该孔中并紧固，所述多个挡板位于沿管的纵向长度间隔开的位置，用于支撑管和引导第二流体在所述管外部流动。每一个个挡板均具有用于流体通过的挖去部分和多个开口，所述管中的至少一些通过所述开口插入。挡板中相邻挡板的挖去部分围绕所述管束的中心纵轴旋转错开。各个管的中间部分是各个管纵向长度的至少大部分，各个管长度的至少75％，各个管长度的至少90％，或各个管长度的至少95％。在一个实施方案中，管的第一和第二末端具有圆形横截面，其中第二末端的直径小于第一末端的直径，并且等于或小于各个管中间部分的短对称轴的长度。管束还包括多个导流板，各个板在挡板中相邻的挡板之间以一个方向延伸并且与挡板中相邻的挡板相接触，并且沿挡板中所述相邻挡板中的挖去部分以相反方向延伸。所述板用于引起壳侧流体的旋流。

[0013] 在另一个方面，本发明涉及管壳式热交换器，其中如上文所述设置管束。

[0014] 在另外的方面，本发明涉及一种使用上文所述的导流板，利用管侧流体，操作热交换器和引起壳侧流体旋流以促进热转移的方法。

[0015] 附图简述

[0016] 图1是根据本发明的一个实施方案制造的热交换器从一个末端的透视图，其中热交换器的壳部分脱离以显示内部管束；

[0017] 图2是从相反末端获取的图1中显示的热交换器的透视图；

[0018] 图3是热交换器的放大的片断透视图，显示管束的末端部分；

[0019] 图4是放大的片断透视图，其说明通过经挡板中的开口插入各个管来组装管束的过程；

[0020] 图5是以垂直剖面获取的热交换器的侧视图；

[0021] 图6是沿图5中线6-6以垂直剖面获得的放大的片断端视图，其显示通过挡板之一的一部分插入的管和系杆；

[0022] 图7是管之一的片断端视图；

[0023] 图 8 是从图 7 中所示管的一个末端获取的正视图；

[0024] 图 9 是管的相反端获取的正视图；

[0025] 图 10 是用于计算管的一部分的椭圆横截面的变量的说明；

[0026] 图 11 是从热交换器的一个末端的透视图，其中热交换器的壳的部分脱离以显示内部管束的另一个实施方案，并且移除大多数管以更好说明管束的其他组件；和

[0027] 图 12 是图 11 中显示的管束的片断透视图，其中移除管以允许说明壳侧流体的流动路径的视图。

[0028] 详细描述

[0029] 现在更详细地转向附图并且首先是图 1-5，根据本发明构建的热交换器广泛地由数字 10 表示。热交换器 10 是管壳式热交换器并且包括细长的壳 12，所述细长的壳具有前端 14、相反端 16 和开放内部容积 18。所述壳 12 通常是圆柱形构型，但是可以使用其它形状。所述壳 12 由通常对壳 12 内的流体惰性并且能够在热交换器 10 的操作过程中承受壳 12 内的压力和温度的金属、聚合物或其它材料形成。

[0030] 入口管嘴 20 从壳 12 前端 14 延伸，用于将壳侧流体引入壳 12 的内部容积 18。出口管嘴 22 从壳 12 延伸，用于将壳侧流体移出壳 12 的内部容积 18。在一个实施方案中，出口管嘴 22 位于与壳 12 入口管嘴 20 所处的前端 14 相反的端 16。在另一个实施方案中，所述出口管嘴 22 与入口管嘴 20 一起位于前端 14 并且纵向延伸的挡板（未显示）位于壳 12 的内部容积 18 内。所述纵向延伸的挡板促使壳侧流体从入口管嘴 20 流向壳 12 的相反端 16，之后倒转方向在挡板的相反侧流回前端 14，在这种情况下，其通过出口管嘴 22 离开壳 12 的内部容积 18。入口管嘴 20 和出口管嘴 22 通常从壳 12 径向延伸，但它们可以以其它方向从壳 12 延伸，比如正切方向。

[0031] 在所示的单通路管侧实施方案中，设置限定内部空腔 25 并且具有用于管侧流体的入口管嘴 26 的入口通道或头部 24 以关闭壳 12 的开口前端 14。设置限定内部空腔 29 并具有用于管侧流体的出口管嘴 30 的出口通道或头部 28 以关闭壳 12 的开口端 16。在双通管侧实施方案中，入口头部 24 和出口头部 28 均位于壳 12 的前端 14 并且所述壳的另一端 16 关闭。在所示的实施方案中，入口管嘴 26 和出口管嘴 30 沿壳 12 的纵向中心轴延伸，但它们可以以其它方向延伸，比如垂直于壳 12 的纵向中心轴的方向。

[0032] 管束 32 位于壳 12 的开放内部容积 18 内并且包括多个中空、细长的管 34，这些管以彼此平行且间隔开的关系延伸并且以预选模式设置。每一个管 34 都具有开口第一末端 36，所述第一末端用于沿管 34 的纵向长度在管 34 内流动的管侧流体的进入，和相反的开口第二末端 38，所述第二末端用于第一流体离开管 34。所述管 34 由导热的、抗腐蚀材料构成，比如各种金属，包括铜合金、不锈钢、碳钢、有色铜合金、因科镍合金 (Inconel alloys)、镍、哈斯特洛伊镍基耐蚀耐热合金 (Hastelloy alloys) 和钛。

[0033] 管束 32 包括多个板状挡板 40，所述板状挡板位于沿管 34 的纵向长度间隔开的位置。所述挡板 40 用于当壳侧流体在管 34 外部流过时重新定向壳侧流体的流动。所述挡板 40 还用于支撑和维持管 34 的所需定位。如在图 4 中最佳显示的，各个挡板 40 具有单独的开口 42，管 34 通过所述开口延伸。开口 42 大小为稍大于管 34，以允许管 34 纵向通过开口 42 插入，同时最小化可以通过开口 42 的壳侧流体的量。

[0034] 挡板 40 形成为不完全盘并且改变大小，从而它们的外边缘接触或接近壳 12 的内

表面。当挡板 40 垂直于壳的中心纵轴设置时，挡板 40 可以形成为不完全环形盘。当挡板 40 相对垂直面倾斜时，挡板 40 可以形成为不完全椭圆盘。挡板 40 被称为不完全盘是因为它们各自包括挖去部分 44，所述挖去部分允许壳侧流体经挡板 40 通过。在一个实施方案中，挖去部分 44 横切挡板 40 的外边缘。所述挖去部分 44 可以形成为挡板 40 的扇区、节段或其它部分。在一个实施方案中，挖去部分 44 是具有 45 至 270 度之间、75 至 240 度之间、85 至 230 度、90 度、135 度或 180 度角度的扇区。

[0035] 相邻挡板 40 中的挖去部分 44 旋转地或以别的方式围绕壳 12 的纵向中心轴彼此错开，从而在壳侧流体在壳 12 的内部容积 18 内从入口管嘴 26 流至出口管嘴 30 时，形成所需的壳侧流体流动路径。在一个实施方案中，挡板 40 中的挖去部分 44 是半球形并且相邻挡板 40 中的挖去部分 44 彼此旋转 180 度，形成壳侧流体的正弦流动路径。在另一个实施方案中，挡板 40 中的挖去部分 44 是四分之一圆并且相邻挡板 40 中的挖去部分 44 彼此间旋转 90 度，从而产生壳侧流体的螺旋流。

[0036] 管束 32 可以包括系杆 46，所述系杆经挡板 40 的边缘区域延伸并且固定于该边缘区域，从而以所需纵向间隔和旋转方向紧固挡板 40。系杆 46 的数量可以根据需要改变。在一个实施方案中，四至二十四个系杆 46 均匀地围绕挡板 40 的边缘间隔开。

[0037] 管束 32 包括至少一个管板 48，所述管板位于壳 12 的前端 14 并且将壳 12 的开放内部容积 18 与入口头部 24 的内部空腔 25 分开。所述管板 48 通常为盘状，具有以常规方式将壳 12 的内表面密封的边缘。如图 5 中最佳显示的，所述管板 48 包括多个孔 49，这些孔完全贯穿管板 48 相反面之间的厚度延伸。管 34 的第一末端 36 插入管板 48 的孔 49 并紧固于其中。如果管 34 是 U 形的，则管 34 的第二末端 38 插入管板 48 的其它孔 49 中并紧固于其中。在所示的实施方案中，其中管 34 是直的，第二管板 50 位于壳 12 的相反端 16 并且将壳 12 的开放内部容积 18 与出口头部 28 的内部空腔 29 分开。管 34 的第二末端 38 插入延伸通过第二管板 50 的孔 49 并且被并紧固于其中。如在图 3 中最佳可见的，在所示的实施方案中，管 34 的第一和第二末端 36 和 38 被接纳入套管 51 内，而该套管装配入管板 48 和 50 中的孔 49 中。

[0038] 管板 48 和 50 必须承受热交换器 10 内的操作压力。因为孔 49 的存在显著降低管板 48 和 50 的强度，所以管板 48 和 50 由具有数倍于壳 12 厚度的高强度材料形成。在一个实施方案中，管板 48 和 50 中的每个均由高强度金属或金属合金形成并且具有二至十英寸的厚度。因为用于管板 48 和 50 的材料的硬度和厚度，在管板 48 和 50 的一个实施方案中，孔 49 横截面为环形并且以钻孔操作形成。

[0039] 在管 34 的第一和第二末端 36 和 38 之间的各个管 34 的中间部分 52 具有扁圆形的横截面。在一个实施方案中，所述扁圆形具有两个对称轴，所述对称轴以相对彼此正交的角度延伸，其中一个轴短于另一个，从而管 34 的横截面形成几何形状比如椭圆或长圆形。在另一个实施方案中，所述扁圆形仅具有一个对称轴，以使得管 34 的横截面形成几何形状比如卵形或蛋形。当管 34 的横截面具有两个对称轴时，比如图 10 中所示，管 34 在管 34 的横截面的最宽部分具有预选长度的长轴 54 并且在管 34 的横截面的最窄部分具有垂直的较短轴 56。在图 10 所示的实施方案中，管 34 的横截面是椭圆并且半径 r_1 和 r_2 在两条曲线的相切点 P_1 和 P_2 处共线。在其域的极限处，半径 r_1 在焦点 Q_1 和 Q_2 处横切椭圆长轴“a”，其也是半径 r_2 的中心点。椭圆短轴“b”与椭圆长轴“a”的比率范围为 $0.22 < b/a < 0.92$。

[0040] 各个管 34 的中间部分 52 包括各个管 26 的纵向长度的至少大部分，各个管 34 长度的至少 75％，各个管 34 长度的至少 90％，或各个管 34 长度的至少 95％。如在图 7-10 最佳可见的，在一个实施方案中，各个管 34 的第一末端 36 是环形横截面，具有大于第二末端 36 的直径。各个管 34 的第一末端 36 的直径还大于管 34 中间部分 52 的横截面的短轴 56（图 10）的长度，并且小于各个管 34 的长轴 54（图 10）的长度。各个管 34 的第二末端 38 还具有环形横截面，该环形横截面的直径等于或稍小于管 34 中间部分 52 的横截面的短轴 56（图 10）的长度。

[0041] 各个管 34 可以由具有与第一末端 36 相同直径的环形横截面的原材料（stock）制造。然后将管 34 用一个以上系列的滚筒压平，形成用于中间部分 52 的横截面的所需几何形状。然后第二末端 38 通过成锥工具形成，以获得具有更小直径的圆形横截面。如可在图 7 中看到的，各个管 34 包括第一末端 36 和中间部分 52 之间的过渡节段 58 和第二末端 38 和中间部分 52 之间的类似过渡节段 60。管 34 可以是未修饰的或它们可以具有延伸的或增加的内和 / 或外表面。在一个实施方案中，所述延伸的表面是鳞状物（未显示），所述鳞状物沿管 34 纵向延伸。

[0042] 在一个实施方案中，挡板 40 中的开口 42 具有相同的椭圆、长圆形、卵形、蛋形或其它几何形状，作为管 34 中间部分 52 的横截面形状。开口 42 稍大于管 34 的中间部分 52，从而管 34 可以通过开口 42 插入并在开口 42 内维持紧密装配，以降低可以通过开口 42 的壳侧流体的量。作为一个实例，开口 42 大于管 34 的外部尺寸约 0.4mm。开口 42 可以以其长轴垂直、水平或在垂直和水平之间的方向延伸来排列。开口 42 可以各自以相同的方向定向或它们可以独立地定向。

[0043] 排列挡板 40 中的开口 42 从而以预选的一系列同心圆的模式放置管 34，各个管 34 的长轴 56 正切于相关环而延伸。

[0044] 在图 11 和 12 中所示的实施方案中，管束 32 还包括多个导流板 62，所述导流板通常垂直于挡板 40 延伸并且被设置成当图 11 中的线 64 和图 12 中的箭头 66 指示的壳侧流体中的旋流沿壳 12 的长度流过时引导该旋流。各个板 62 在相邻挡板 40 对之间或在末端挡板 40 和管板 48 或管板 50 之间延伸。各个板 62 在相邻挡板 40 之间以一个方向延伸并且与相邻挡板 40 相接触。各个板 62 以沿挡板 44 中的相邻挡板的挖去部分 44 的整个长度的相反方向延伸。当一个挡板 40 中的挖去部分 44 的一个边缘与配对挡板 40 中的挖去部分 44 中的相反边缘纵向对齐时，如图 2 中所示，所述板 62 可以垂直于挡板 40 并从管束 32 的中心纵轴径向延伸。当由于下游挡板 40 的额外旋转定位，挖去部分 44 的边缘不对齐时，板 62 将不垂直于挡板 40 或径向于中心纵轴延伸，但将从该方向扭曲，从而板 62 的边缘沿相邻挡板 40 的挖去部分 44 延伸。板 62 通常可以平面的或它们可以在一个以上方向上弯曲，以利于壳侧流体沿板 62 的面流动。

[0045] 在管束 32 的组装过程中，管板 48 和 50 以及挡板 40 彼此间隔开所需预选距离并且它们的开口 42 对齐。然后将系杆 46 焊接或以其它方式固定于挡板 40，从而将挡板 40 以它们彼此间隔开并且旋转的关系紧固。各个系杆 46 的一端可以旋入管板 48 和 50 之一中的螺丝孔（未显示）中并且系杆 46 的另一端固定于管束 32 相反端处的最后的挡板 40。

[0046] 一旦已经由管板 48 和 50、挡板 40 以及系杆 46 形成笼状结构，各个管 34 的更小直径的第二末端 38 通过管板 48 中的一个孔 49 插入并且纵向移动第二末端 38 通过管束 32 一

端处的第一挡板 40 中的一个开口 42。然后根据需要旋转管 34 以将管 34 中间部分 52 的长和短轴 54 和 56 与末端挡板 40 中的开口 42 的相应轴对齐。然后将管 34 通过连续挡板 40 中对齐的开口 42 送入，直到管 34 的第一末端 36 通过管束 32 相反端处的最后的挡板 40 并且置于其它管板 50 中的孔 49 之一内。剩余的管 34 以相同的方式通过管板 48 中的孔 49、各个挡板 40 中的开口 42 和其它管板 50 中的孔 49 插入。在一个实施方案中，然后将稍微凸出超过管板 48 和 50 的管 34 的第一和第二末端 36 和 38 比如通过扩大为管板 48 和 50 或焊接于管板 48 和 50 的方式固定于管板 48 和 50。然后以常规方式将组装的管束 32 插入热交换器 10 的壳 12 内

[0047] 在使用中，将壳侧流体通过入口管嘴 20 引入到热交换器 10 壳 12 的内部容积 18 内。壳侧流体遇到板 62，所述板促使壳侧流体旋转流动，之后进入各个挖去部分 44，当壳侧流体沿壳 12 的长度流动时，所述挖去部分允许壳侧流体通过相继的挡板 40。然后壳侧流体通过出口管嘴 22 从壳 12 的内部容积 18 移出。

[0048] 将管侧流体通过入口管嘴 26 引入到入口头部 24 的内部空腔 25。然后管侧流体分配到管 34 的第一末端 36 并且沿管 34 的长度流动，之后离开管 34 的第二末端 38。然后管侧流体进入出口头部 28 的内部空腔 29，之后通过出口管嘴 30 离开热交换器 10。

[0049] 当壳 - 侧和管侧流体在热交换器 10 流动时，从一种流体向另一种流体发生热传递。管束 32 中管 34 的非圆形中间部分 52 比常规圆管提供更高的管侧和壳侧传热系数，因为管 34 中间部分 52 的扁圆形横截面具有比管 34（中间部分 52 由其形成）的圆形横截面更大的表面积。通过将以同心圆的方式（具有对称轴或两个对称轴中较长的那个正切于圆延伸）设置管 34，促进所需的壳侧流体旋流，从而增加管束 32 的传热性能。

[0050] 从以上所述将看出，本发明是充分改变以获得上文列出的所有意图和目标以及结构所固有的其它优势的发明。

[0051] 应理解，某些特征和亚组合是有效的并且可以在不参考其它特征和亚组合的情况下使用。这被本发明的范围考虑并在本发明的范围内。

[0052] 因为在不偏离发明范围的情况下，可以进行本发明的很多可能的实施方案，所以应当理解，本文列出的或附图中显示的所有事项被解释为说明性的并且没有限制性意义。

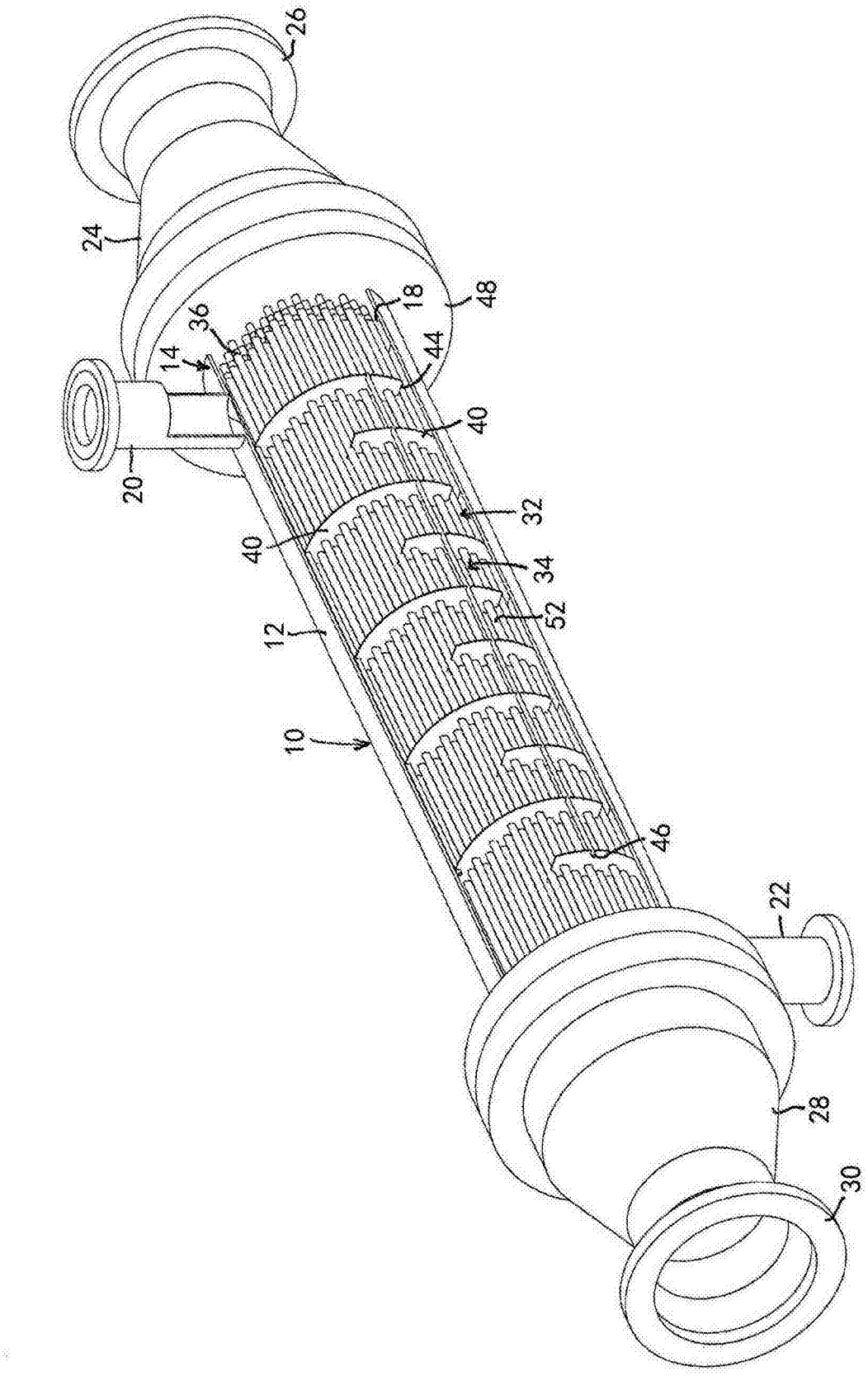


图 1

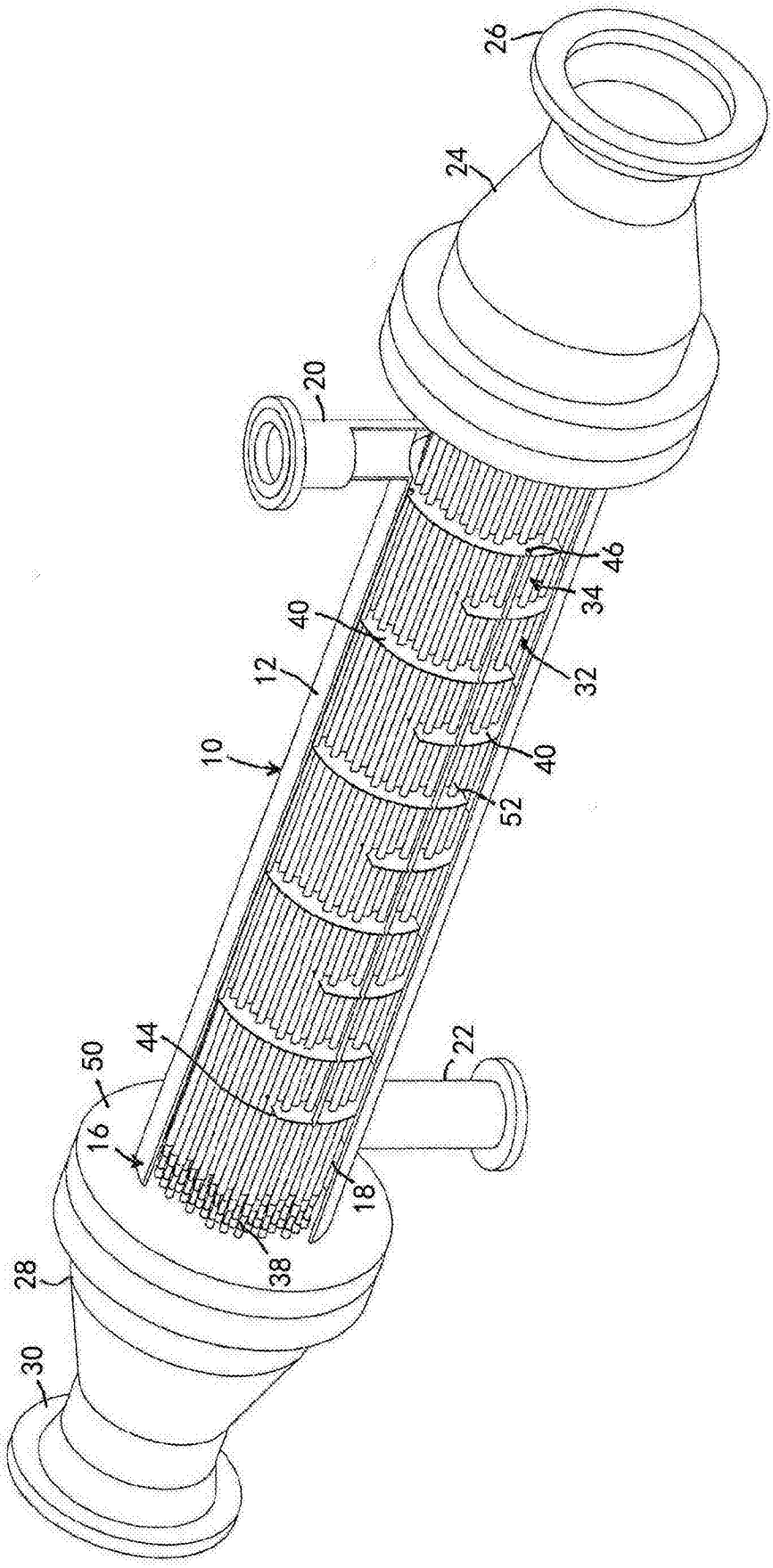


图 2

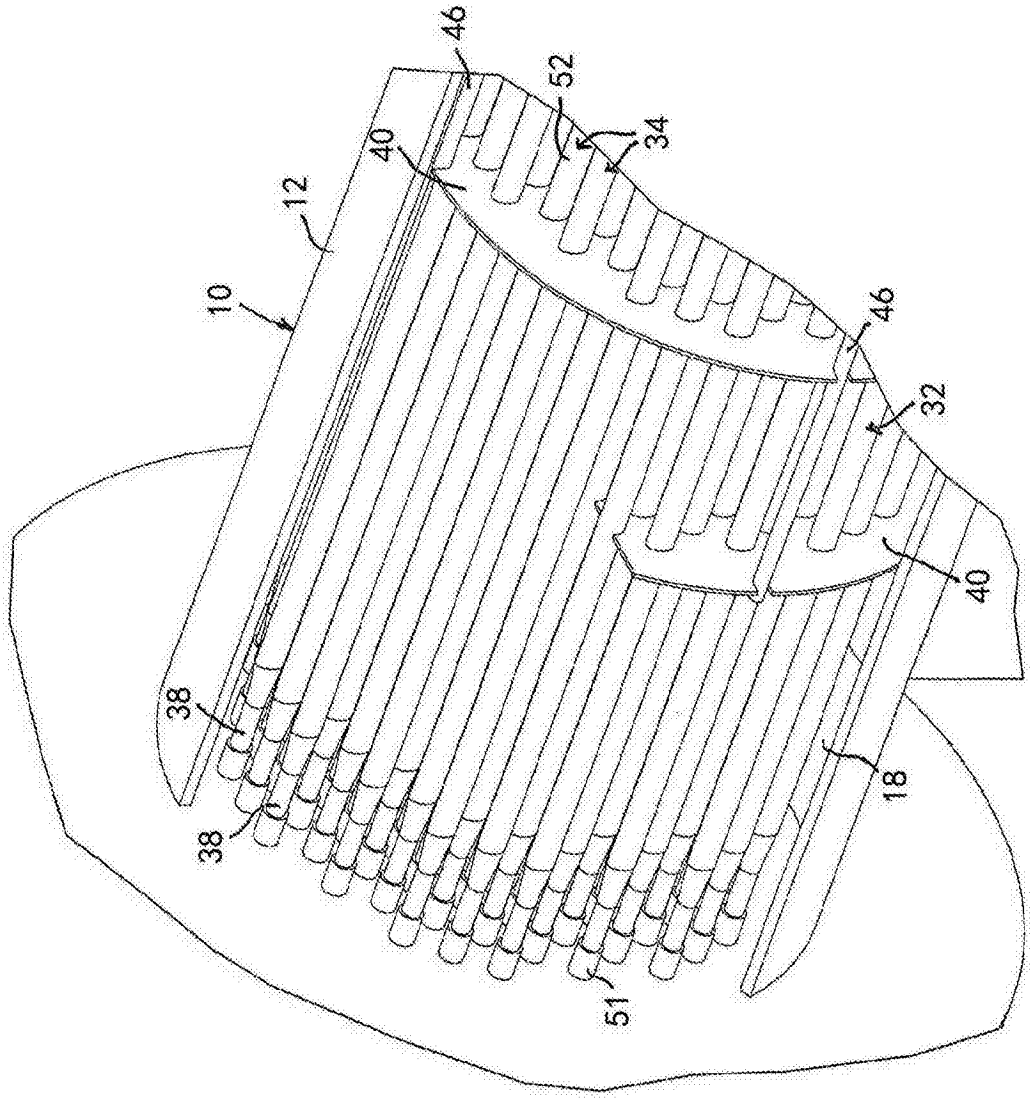


图 3

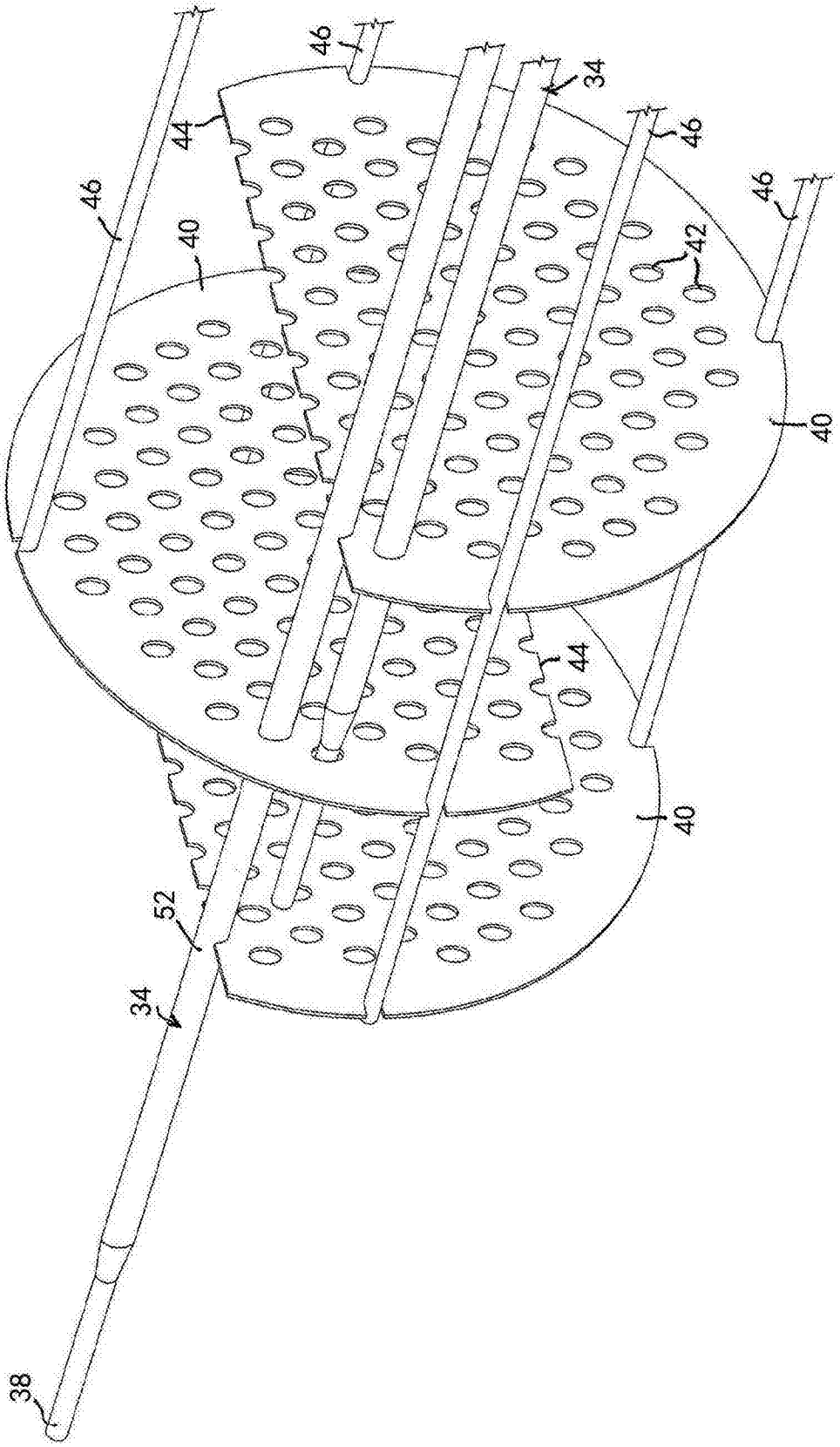


图 4

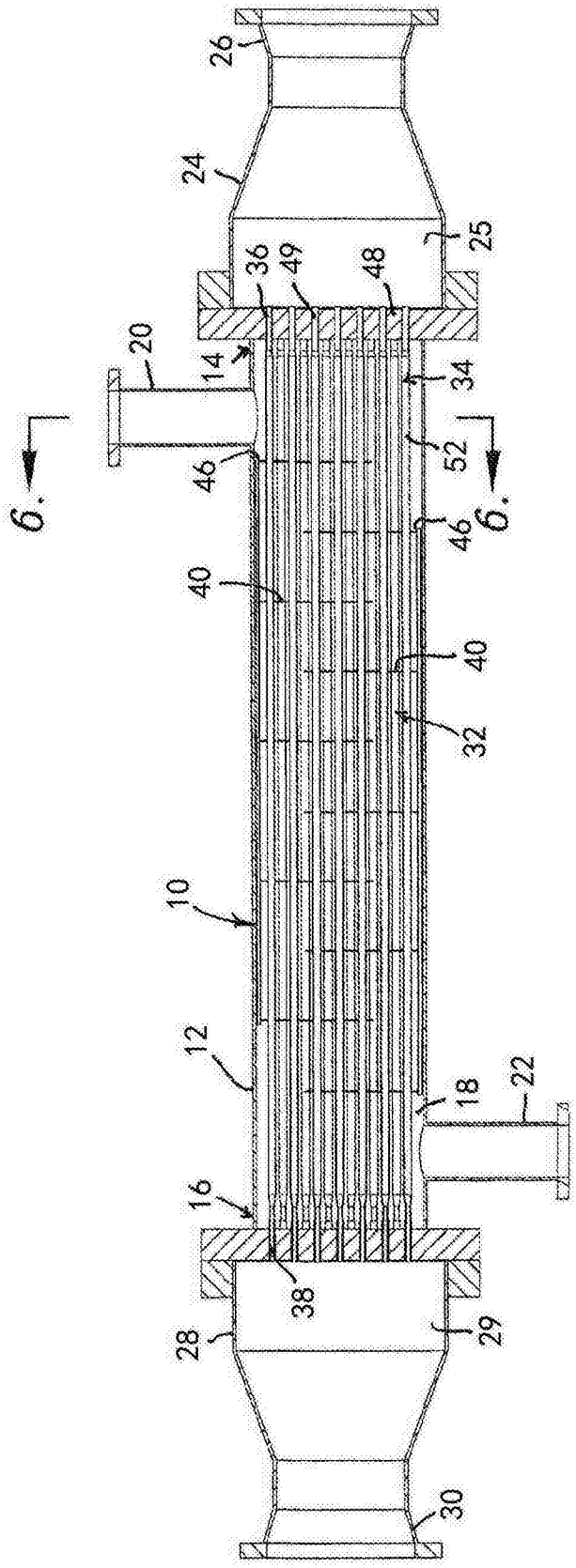

26
24
25
36
49
48
20
14
34
52
46
6.
6.
46
40
40
32
10
12
18
22
16
38
28
29
30

图 5

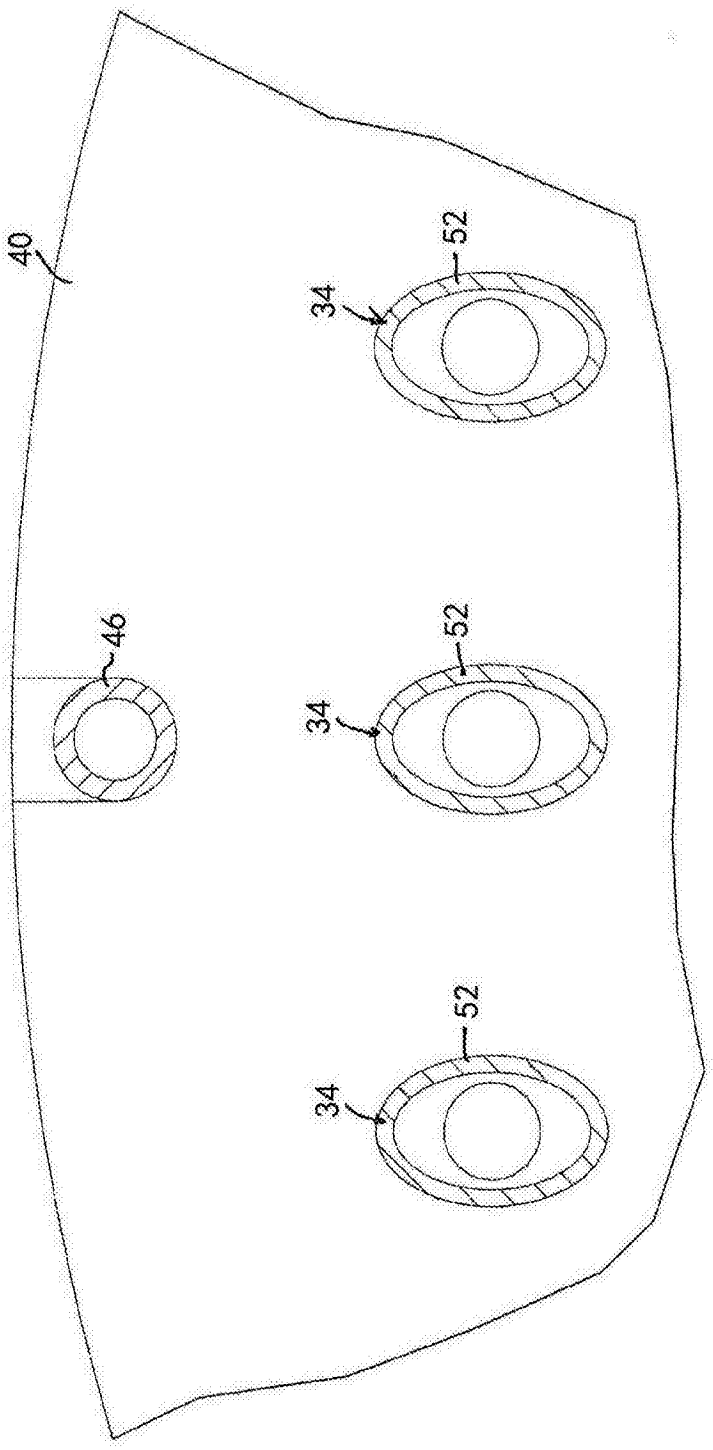


图 6

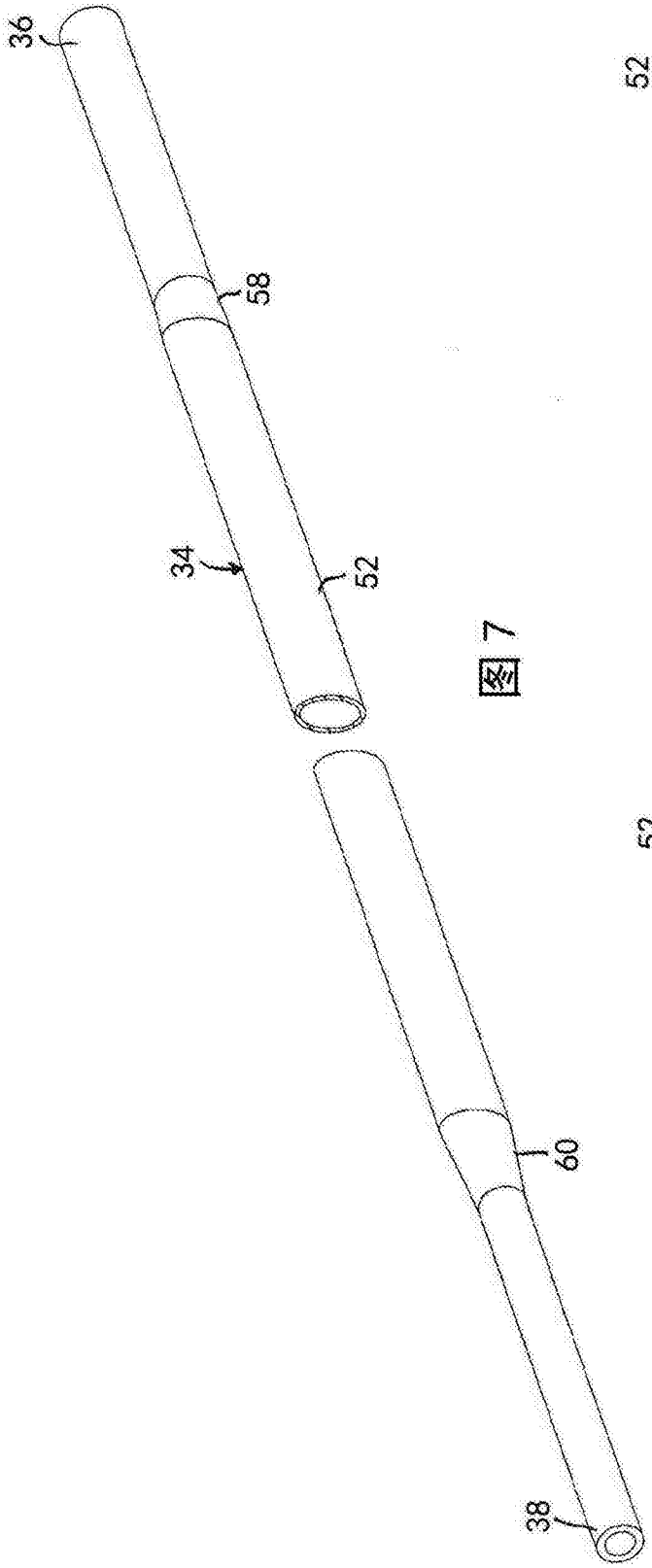


图 7

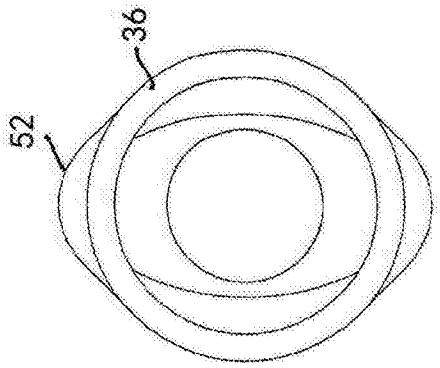


图 9

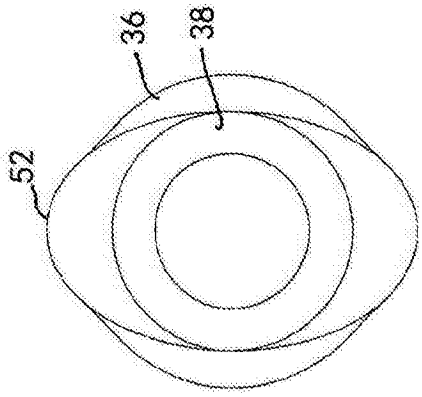


图 8

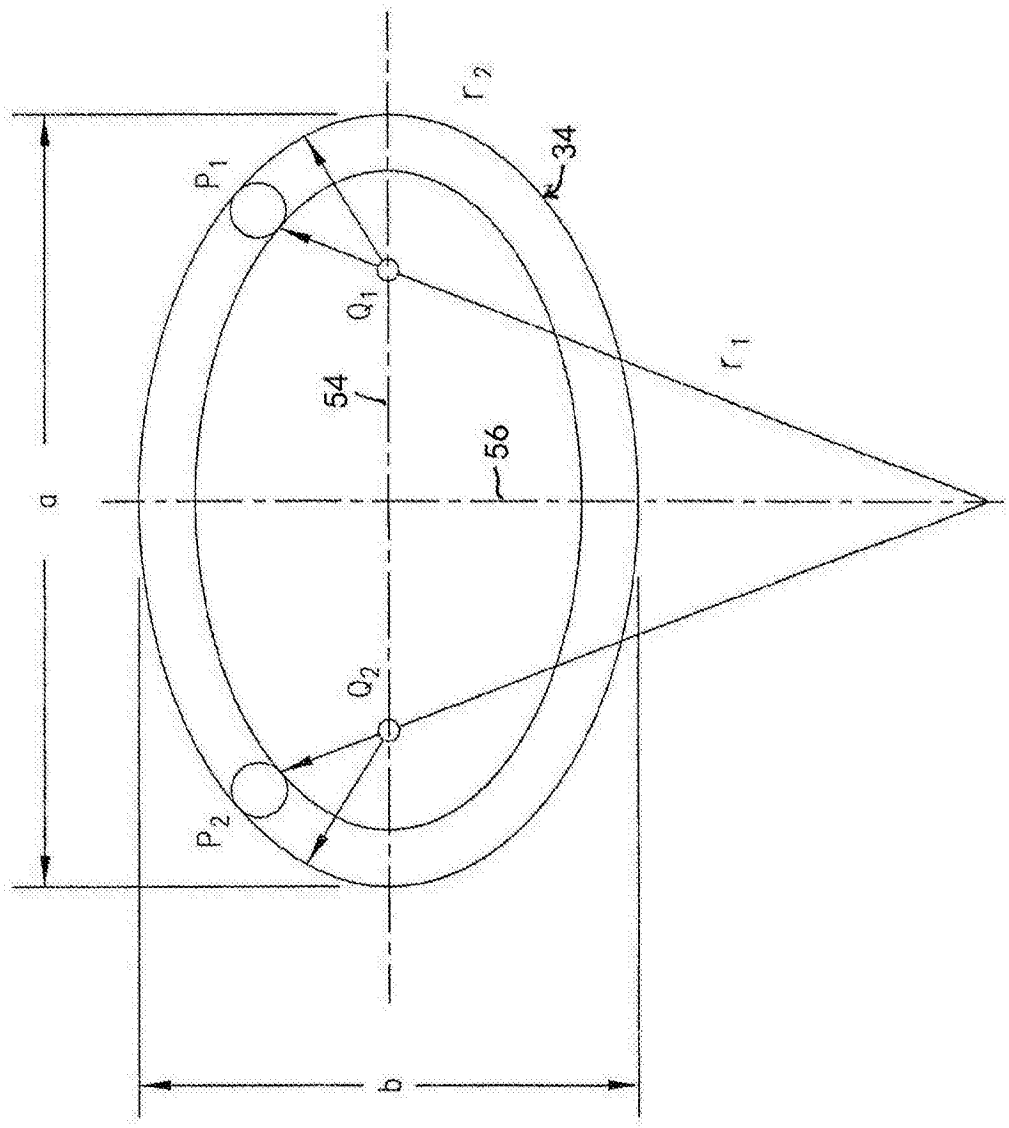


图 10

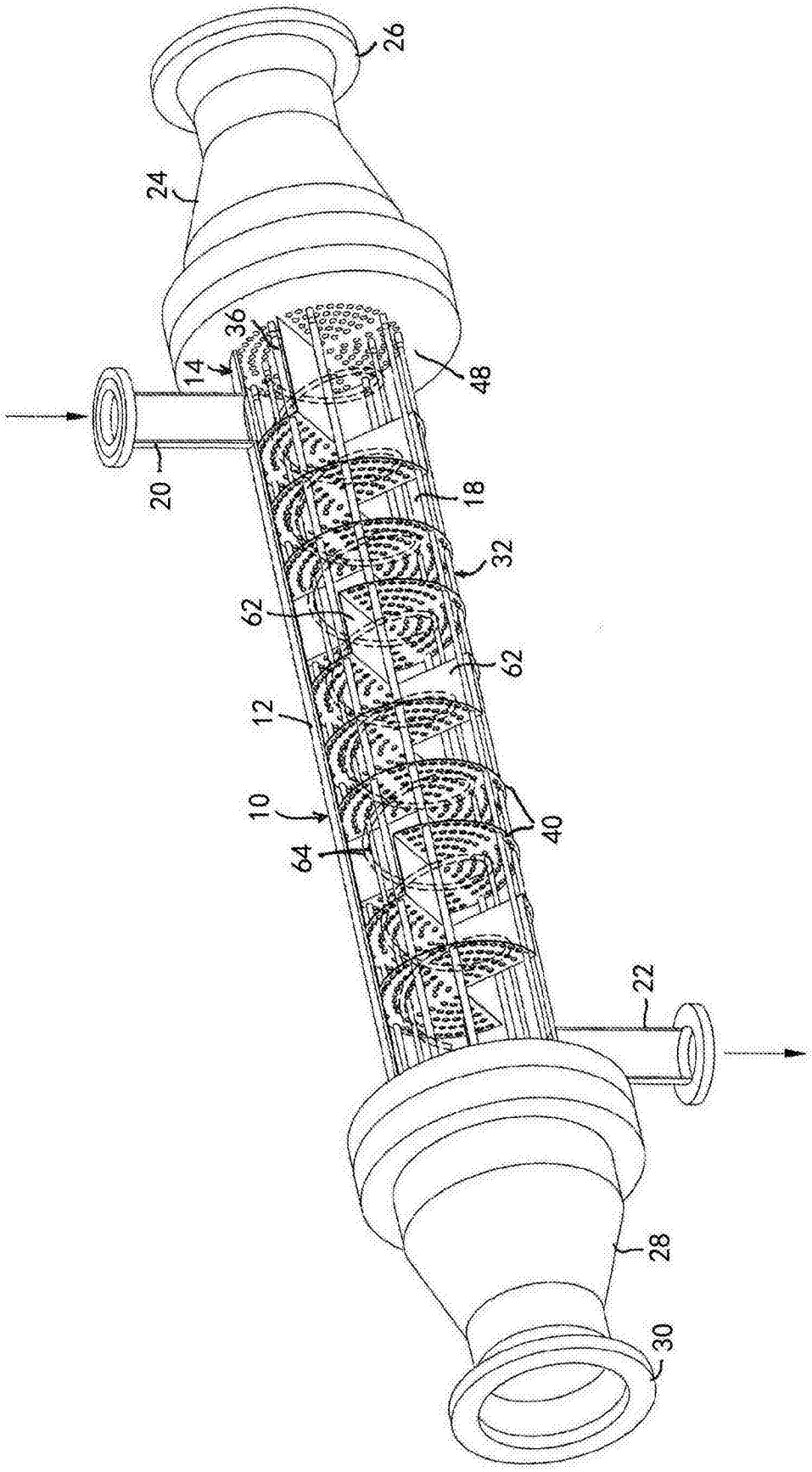


图 11

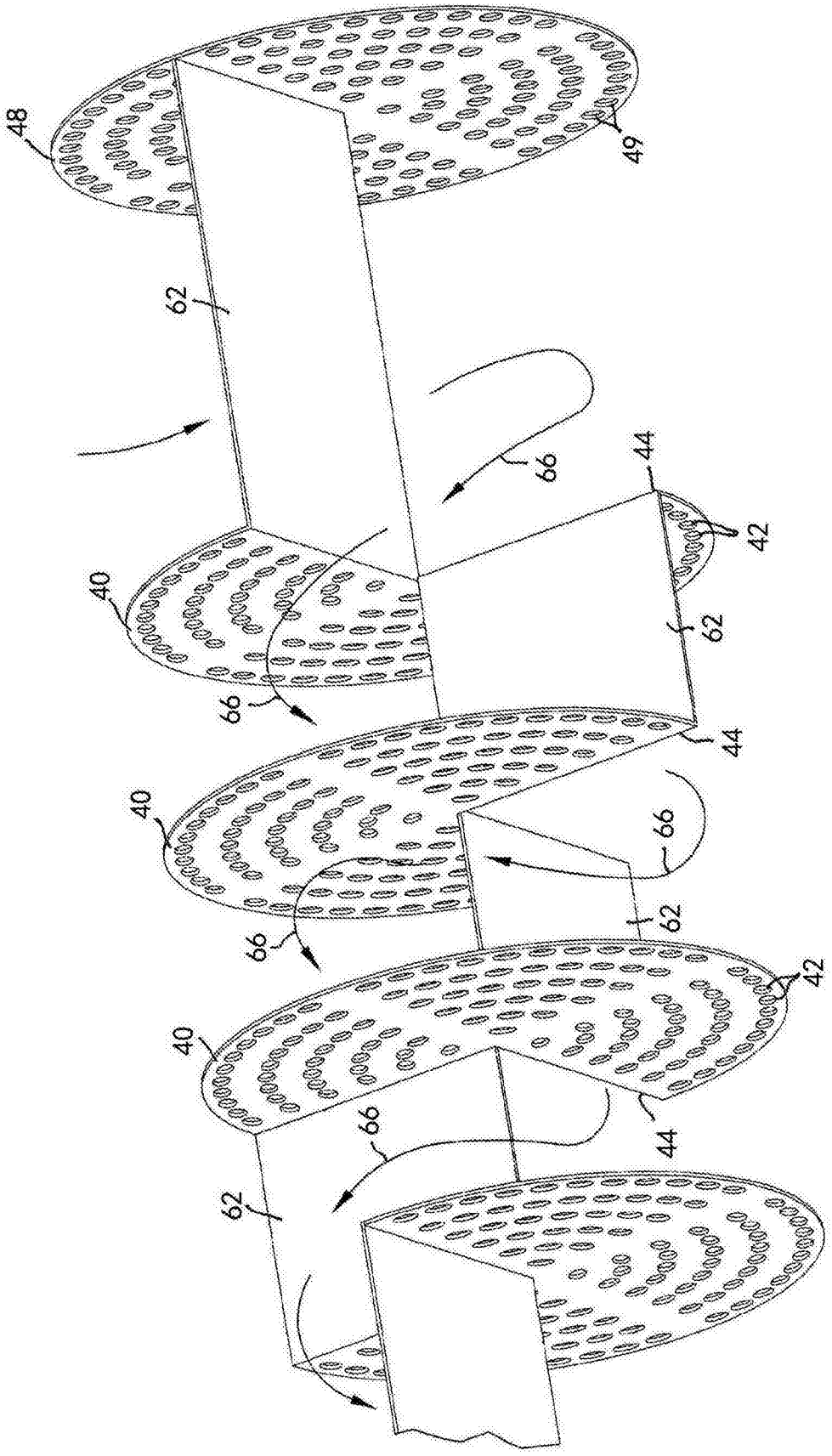


图 12