



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102047062 A

(43) 申请公布日 2011. 05. 04

(21) 申请号 200980120504. 4

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009. 05. 20

F28D 7/00 (2006. 01)

F28D 7/02 (2006. 01)

(30) 优先权数据

12/133, 917 2008. 06. 05 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 12. 02

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/044605 2009. 05. 20

(87) PCT申请的公布数据

W02009/148822 EN 2009. 12. 10

(71) 申请人 鲁姆斯科技公司

地址 美国新泽西州

(72) 发明人 马克·S·卡尔斯

克里斯南·S·春南加德

巴希尔·I·马斯特尔

(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 陈平

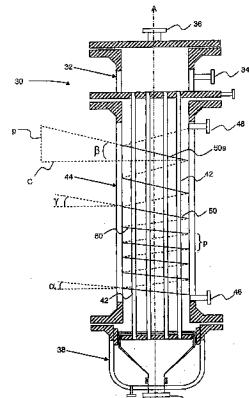
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

具有可变挡板角度的立式组合的进料 / 流出物热交换器

(57) 摘要

一种壳管式热交换器，如立式组合的进料 / 流出物热交换器 (VCFE)，其包括：壳体，所述壳体具有流体入口和流体出口；多个挡板，所述多个挡板安装在所述壳体中以将所述流体引导成为螺旋流型通过所述壳体；其中最接近所述入口的挡板的螺旋角 α 与最接近所述出口的挡板的螺旋角 β 不同。



1. 一种热交换器，所述热交换器包括：
壳体，所述壳体具有流体入口和流体出口；
多个挡板，所述多个挡板安装在所述壳体中以将所述流体引导成为螺旋流型通过所述壳体；
其中最接近所述入口的挡板的螺旋角 α 与最接近所述出口的挡板的螺旋角 β 不同。
2. 权利要求 1 所述的热交换器，其中螺旋角 β 小于螺旋角 α 。
3. 权利要求 1 所述的热交换器，其中螺旋角 α 小于螺旋角 β 。
4. 权利要求 1 所述的热交换器，其中所述多个挡板的螺旋角从所述流体入口至所述流体出口减小。
5. 权利要求 1 所述的热交换器，其中所述多个挡板的螺旋角从所述流体入口至所述流体出口增大。
6. 权利要求 1 所述的热交换器，其中介于最接近所述入口的挡板和最接近所述出口的挡板之间的挡板具有介于螺旋角 α 和 β 之间的螺旋角 γ 。
7. 权利要求 1 所述的热交换器，其中螺旋角 α 小于螺旋角 β ，并且其中螺旋角 α 在约 5° 至约 35° 的范围内且其中螺旋角 β 在约 15° 至约 45° 的范围内。
8. 权利要求 7 所述的热交换器，其中螺旋角 α 在约 5° 至约 25° 的范围内。
9. 一种壳管式热交换器，所述壳管式热交换器包括：
管程入口歧管，所述管程入口歧管中具有第一流体入口；
管程出口歧管，所述管程出口歧管中具有第一流体出口；
多根管，所述多根管在所述歧管之间延伸并且与其流体相通；
壳体，所述壳体在所述歧管之间延伸并且围绕所述的管，所述壳体中具有第二流体入口和第二流体出口；
多个挡板，所述多个挡板安装在所述壳体中以将第二流体引导成为螺旋流型通过所述壳体；
其中最接近所述第二流体入口的挡板的螺旋角 α 与最接近所述第二流体出口的挡板的螺旋角 β 不同。
10. 权利要求 9 所述的热交换器，其中螺旋角 β 小于螺旋角 α 。
11. 权利要求 9 所述的热交换器，其中螺旋角 α 小于螺旋角 β 。
12. 权利要求 9 所述的热交换器，其中所述多个挡板的螺旋角从所述流体入口至所述流体出口减小。
13. 权利要求 9 所述的热交换器，其中所述多个挡板的螺旋角从所述流体入口至所述流体出口增大。
14. 权利要求 9 所述的热交换器，其中介于最接近所述入口的挡板和最接近所述出口的挡板之间的挡板具有介于螺旋角 α 和 β 之间的螺旋角 γ 。
15. 权利要求 9 所述的热交换器，其中螺旋角 α 小于螺旋角 β ，并且其中螺旋角 α 在约 5° 至约 35° 的范围内且其中螺旋角 β 在约 15° 至约 45° 的范围内。
16. 权利要求 15 所述的热交换器，其中螺旋角 α 在约 5° 至约 25° 范围内。
17. 一种用于与混合相流体交换热量的方法，所述方法包括：
将包含蒸气并且包含夹带的液体和夹带的固体中的至少一种的混合相流体进料至热

交换器，所述热交换器包括：

壳体，所述壳体具有流体入口和流体出口；

多个挡板，所述多个挡板安装在所述壳体中以将所述流体引导成为螺旋流型通过所述壳体；

将所述混合相流体转化成基本上全部的蒸气；和

在所述混合相流体和热交换介质之间间接地交换热量；

其中最接近所述入口的挡板的螺旋角 α 保持所述混合相流体的速度大于所述夹带的液体或固体的沉降末速；并且

其中最接近所述出口的挡板的螺旋角 β 大于最接近所述入口的挡板的螺旋角 α 。

18. 权利要求 17 所述的方法，其中所述的转化包括使所述的夹带的液体蒸发。

19. 权利要求 17 所述的方法，其中所述的转化包括使所述的夹带的固体燃烧。

20. 权利要求 17 所述的方法，其中螺旋角 α 在约 5° 至约 35° 范围内并且其中螺旋角 β 在约 15° 至约 45° 范围内。

具有可变挡板角度的立式组合的进料 / 流出物热交换器

[0001] 发明背景

技术领域

[0002] 本文公开的实施方案广泛地涉及热交换器。更具体地，本文公开的实施方案涉及热交换器如壳管式热交换器，其构造成有效率地处理两相流动。

背景技术

[0003] 热交换器的许多构造是已知的并且用于多种应用。广泛采用的构造之一，壳管式热交换器，如图 1 中所示，包括圆柱形壳体 10，其容纳一束平行管 12，所述平行管 12 在两个端板 14 之间延伸使得第一流体 16 可以通过管 12。同时，第二流体 18 流入并且通过两个端板之间的空间以与所述管接触。为了提供两种流体之间的改善的热交换，第二流体 18 的流路由形成相应通道的中间挡板 20 限定，安排所述中间挡板 20 使得第二流体的流动方向在从一个通道通到下一个通道时改变。挡板 20，其或者构造成所示的部分圆弓形（部分弓形的挡板），或者构造成圈环和盘，被垂直于壳体 10 的纵轴 22 安装，以提供第二流体 18 的曲折流 24。

[0004] 在这种布置中，第二流体必须沿着壳体的长度数次急剧地改变其流动方向。这造成了第二流体动压力的下降和其非均匀的流动速度，这两者结合不利地影响热交换器的性能。例如，挡板的相对于壳体纵轴的垂直位置导致相对效率低的传热速度 / 压降比。另外，这样的挡板布置产生通过挡板 - 至 - 壳体和管 - 至 - 挡板间隙的流动旁路，从而导致流动分布不均，涡流，回流和更高的污垢率等不希望有的后果。

[0005] 压降，流动分布和热交换效率是重要的变量，尤其是在液体进料和产物流之间希望气相反应的许多工业化学工艺中。实例工艺可以包括石脑油重整，石脑油加氢处理，柴油和煤油加氢处理，轻质烃异构化和复分解，以及许多其它工业上重要的工艺。这样的工艺将典型地包括进料 / 流出物热交换设备，其中蒸发反应器进料流所需的热量通过反应器流出物的冷凝或部分冷凝而回收。这样的热交换设备在历史上已经被安排成常规的卧式壳管式热交换器。

[0006] 增加单元设计容量（规模经济）要求大的体积通过量，结果对在有限的温差传递热量所需的壳体的数量有影响。然而，由于流动水力问题，即，两相入口流，气相和液相的变化的组成和分子量，以及由相变导致的可变体积流量和压降，采取数个并联和串联的布置方式的常规交换器壳体的布置是有问题的。对称管道系统对于进行两相流动的分配是不可靠的手段。因为气相分子量可能远低于相关液体的分子量，尤其是在其中气相主要由氢组成的加氢处理作业中，进入交换器的蒸气与液体的分布不均可能对相关的沸腾曲线并且因此对沸腾操作的平均温差 (MTD) 具有显著的影响。

[0007] 立式组合的进料 / 流出物热交换器 (VCFE) 的概念是为了克服这些缺点通过将大的表面集成到单个立式壳体中而开发的。这样的单元已经在商业上以不同的构造配置，包括：单个弓形 (segmental) 挡板设计中的管程 (tubeside) 沸腾 / 壳程 (shellside) 冷

凝；单个弓形挡板设计中的管程冷凝 / 壳程沸腾；螺旋挡板设计中的管程沸腾 / 壳程冷凝；螺旋挡板设计中的管程冷凝 / 壳程沸腾。带螺旋挡板的交换器描述于例如美国专利 5,832,991, 6,513,583 和 6,827,138 中。

[0008] 理论上，壳程沸腾有利于减少所需的表面，因为壳程沸腾系数由于质量传递 (mass transport) 效果通过较大的壳程容积而提高。然而，积垢问题也必须考虑，因为管程通常更容易清洁。

[0009] 认为壳程沸腾布置的缺点在于部分负载或降负荷操作 (turndown operation)，其中壳程速度可能不足以防止相分离和液体馏分向下回流到入口。重质液体馏分在高停留时间的这种累积可能导致积垢。

[0010] 任何管程沸腾布置的主要缺点在于，气相和液相馏分必须在多个管入口的每一个中均匀地分布，以保持每根管中的预期的沸腾特性，并且还没有发现用以实现这种分布的廉价和低压降的方法。

[0011] 因此，存在对于在立式单元中有效处理两相入口流的热交换器和挡板设计的需要。

[0012] 发明概述

[0013] 在一个方面，本文公开的实施方案涉及一种热交换器，其包括：壳体，所述壳体具有流体入口和流体出口；多个挡板，所述多个挡板安装在所述壳体中以将所述流体引导成为螺旋流型通过所述壳体；其中最接近所述入口的挡板的螺旋角 α 与最接近所述出口的挡板的螺旋角 β 不同。

[0014] 在另一方面，本文公开的实施方案涉及一种壳管式热交换器，其包括：管程入口歧管，所述管程入口歧管中具有第一流体入口；管程出口歧管，所述管程出口歧管中具有第一流体出口；多根管，所述多根管在所述歧管之间延伸并且与其流体相通；壳体，所述壳体在所述歧管之间延伸并且围绕所述的管，所述壳体中具有第二流体入口和第二流体出口；多个挡板，所述多个挡板安装在所述壳体中以将第二流体引导成为螺旋流型通过所述壳体；其中最接近所述第二流体入口的挡板的螺旋角 α 与最接近所述第二流体出口的挡板的螺旋角 β 不同。

[0015] 在另一方面，本文公开的实施方案涉及一种用于与混合相流体交换热量的方法，所述方法包括：将包含蒸气并且包含夹带的液体和夹带的固体中的至少一种的混合相流体进料至热交换器，所述热交换器包括：壳体，所述壳体具有流体入口和流体出口；多个挡板，所述多个挡板安装在所述壳体中以将所述流体引导成为螺旋流型通过所述壳体；将所述混合相流体转化成基本上全部的蒸气；和在所述混合相流体和热交换介质之间间接地交换热量；其中最接近所述入口的挡板的螺旋角 α 保持所述混合相流体的速度大于所述夹带的液体或固体的沉降末速 (terminal velocity)；并且其中最接近所述出口的挡板的螺旋角 β 大于最接近所述入口的挡板的螺旋角 α 。

[0016] 其它方面和优点将由以下描述和后附权利要求变得明显。

[0017] 附图简述

[0018] 图 1 是常规壳管式热交换器中流动分布的示意图。

[0019] 图 2 是根据本文公开的实施方案具有可变热挡板角度的立式组合的进料 / 流出物热交换器的示意图。

[0020] 发明详述

[0021] 在一个方面，本文的实施方案广泛地涉及热交换器。更具体地，本文公开的实施方案涉及热交换器如壳管式热交换器，其构造成有效率地处理两相流动。还更具体地，本文公开的实施方案涉及具有挡板的热交换器，所述挡板被构造成引导壳程流体以螺旋流型流动，其中最接近入口的挡板的螺旋角与最接近出口的挡板的螺旋角不同。

[0022] 已经发现，根据本文公开的实施方案的带具有变化的螺旋角的挡板的热交换器可用于经历相变如蒸发、冷凝、燃烧等的壳程流体。例如，对于两相入口流，如蒸发液体-蒸气混合物，可以设置最接近入口的螺旋角以保持足够的流体速度以避免蒸气和液体的相分离。最接近壳程流体入口的挡板的螺旋角可以接近于垂直于管的位置，因此使引入的稠密流体以高的速度成漩涡。在液体由于交换器内的传热而蒸发时，挡板的螺旋角可以进一步偏离垂直，如对于更接近壳程出口的挡板，从而为较不稠密的蒸气在较低速度提供热交换和相对低的通过热交换器的压降。

[0023] 因为相分离（气-液，气-固等）是相对密度、颗粒和 / 或液滴大小以及气相速度的函数，根据本文公开的实施方案的带具有变化的螺旋角的挡板的热交换器不以相同的通过量进行壳程相分离，而具有恒定挡板角度的热交换器将发生以相同通过量进行的壳程相分离。因此，根据本文公开的实施方案的带具有变化的螺旋角的挡板的热交换器可以显著减小的通过量水平使用，从而避免了与以部分负载或降负载操作运行的立式热交换器典型相关的缺陷。

[0024] 最接近壳程入口和出口的挡板所采用的螺旋角可以取决于操作的类型。例如，对于包含蒸气和蒸发液体或燃烧固体的流体混合物，最接近入口的挡板的螺旋角可以大于最接近出口的挡板的螺旋角。以这种方式，可以保持两相混合物的速度大于夹带的固体或液体的传输速度，从而避免相分离。在流体蒸发或固体燃烧时，可以采用更小的螺旋角。在其它实施方案中，螺旋角可以沿着壳体的纵向长度逐渐减小。作为另一实例，对于包含将要在热交换器内冷凝的蒸气的入口进料，最接近壳程入口的挡板的螺旋角可以小于最接近壳程出口的挡板的螺旋角，从而在冷凝操作过程中增加混合物的速度。

[0025] 现在参考图 2，图示了根据本文公开的实施方案的带具有变化的螺旋角的挡板的立式组合的进料 / 流出物热交换器的示意图。热交换器 30 可以包括管程入口歧管 32，管程入口歧管 32 中具有流体入口 34。管程入口歧管 32 还可以具有设置在其中的排气口 (vent) 36。热交换器 30 还可以包括管程出口歧管 38，管程出口歧管 38 中具有流体出口 40。多根管 42 可以在管程入口歧管 32 和出口歧管 38 之间延伸，从而允许流体通过管 42 从入口歧管 32 传输到出口歧管 38。图 2 图示了 4 根管的使用，但是应理解可以使用任何数量的管。

[0026] 壳体 44 在入口和出口歧管 32, 38 之间延伸，从而围绕着管 42，并且包括壳程流体入口 46 和壳程流体出口 48。位于壳体 44 内的是多个挡板 50。挡板 50 可以包括，例如，如美国专利 5,832,991, 6,513,583 和 6,827,138 中所述的螺旋挡板，这些美国专利中每一个的全部内容通过引用结合在本文中。挡板 50 可以包括管孔（未显示）以允许管 42 穿过挡板 50，并且允许挡板 50 将管 42 保持在对准 (aligned) 和所需的位置。挡板 50 可以起到将壳程流体引导成螺旋流型通过壳体的作用。

[0027] 挡板 50 被布置在热交换器 30 内使得最接近壳程入口 46 的挡板 50 具有与最接近

壳程出口 48 的挡板 50 不同的螺旋角。挡板的螺旋角可以例如通过“解开”螺旋，形成二维螺旋图而确定。如图 2 中对于挡板 50a 所图示的，于是将螺旋角确定为壳体圆周 C 除以间距 p（被延伸 360° 的挡板弧横断的纵向距离）的反正切。间距等于：

[0028] $p = C \cdot \tan(\beta) ;$

[0029] 其中 β 是螺旋角。因此，螺旋角 β 等于 $\arctan(p/C)$ 。

[0030] 如所图示的，热交换器 30 配备有垂直取向的螺旋挡板 50。最接近壳程入口 46 的挡板 50 可以具有螺旋角 α 。最接近壳程出口 48 的挡板 50 可以具有相对于壳体 4 的纵轴 A-A 的螺旋角 β 。因此，例如，对于经由壳程入口 46 进入的蒸发两相壳程进料流，最接近入口 46 的挡板 50 被布置在小的螺旋角 α ；即，相对于轴 A-A 比具有螺旋角 β 的最接近壳程出口 48 的挡板 50 更接近垂直，在最接近壳程出口 48 中预期热交换为在更高壳程体积流量的气体/气体，如由于壳程流体的蒸发、燃烧和/或加热。因此，小的螺旋角 α 可以使两相入口流以足以避免相分离的速度在螺旋通道中涡旋。因为壳程流体在最接近出口 48 是气体/气体，因此可以采用大于螺旋角 α 的螺旋角 β ，从而导致比沿着整个壳体 44 长度采用角度 α 时更低的压降。

[0031] 在一些实施方案中，介于壳程流体入口 46 和出口 48 之间的挡板可以具有介于螺旋角 α ， β 之间的螺旋角 γ 。例如，挡板 50 的螺旋角可以从入口 46 至出口 48 之间增加或减小，这取决于作业的类型（例如，冷凝，蒸发等）。在其它实施方案中，挡板 50 的螺旋角可以经历一个以上的阶跃变化。

[0032] 如上所述，根据本文公开的实施方案的带具有变化的螺旋角的挡板的热交换器可用于预期两相流体流动的情形。在预期有两相流动的情况下越小的螺旋角可以提供越高的气相速度，从而避免壳程相分离。最接近入口和出口的挡板的螺旋角可以是两个相的相对密度、固体和/或液体的颗粒或液滴尺寸（与颗粒或液滴的传输速度有关），典型的进料速率，部分负载或降负荷进料速率，壳程流体的温度升高以及本领域技术人员已知的其它变量的函数。

[0033] 本文描述的立式组合的进料/流出物热交换器可以采用近似螺旋角在约 5° 至 45°（包括 5° 和 45°）范围内的挡板。根据本文公开的实施方案，可以采用产生合适的螺旋角的挡板角度 α ， β 和 γ （如果存在）的任何组合。

[0034] 例如，在一些实施方案中，螺旋角 α 可以在约 5° 至约 45° 的范围内；在其它实施方案中在约 5° 至约 35° 范围内；并且在还其它的实施方案中为约 5° 至约 25°。

[0035] 在其它实施方案中，挡板角度 β 可以在 15° 至约 45° 范围内；在其它实施方案中在约 25° 至约 45° 范围内；并且在还其它的实施方案中为约 35° 至约 45°。

[0036] 根据本文公开的实施方案的热交换器可以有利地在具有两种以上的相的壳程流体的情况下使用。有利地，根据本文公开的实施方案的热交换器可以提供壳程流体流动速度以最小化或避免通过壳体的流体的相分离，例如通过具有在预期有两相流动的情况下具有小的螺旋角的挡板。另外在预期单相流动的情况下采用较大的螺旋角可以有利地提供比在整个壳体中采用恒定螺旋角的情况下更低的压降。因此，与具有螺旋角恒定的挡板的传统热交换器相比，根据本文公开的实施方案的热交换器可以保持两相流体以显著减小的通过量水平均匀流动，从而有利地允许更宽的通过量范围。

[0037] 尽管公开内容包括了有限数量的实施方案，但是受益于本公开内容，本领域技术

人员将理解,可以设计不偏离本公开内容范围的其它实施方案。因此,本发明的范围应当仅受后附权利要求的限制。

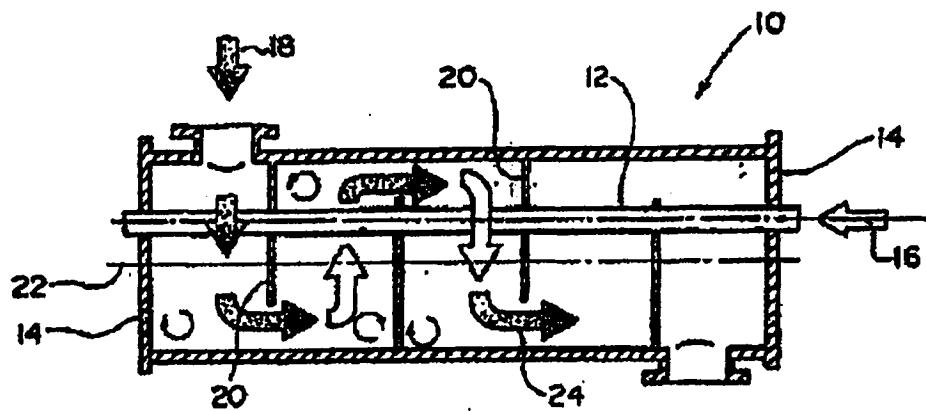


图 1(现有技术)

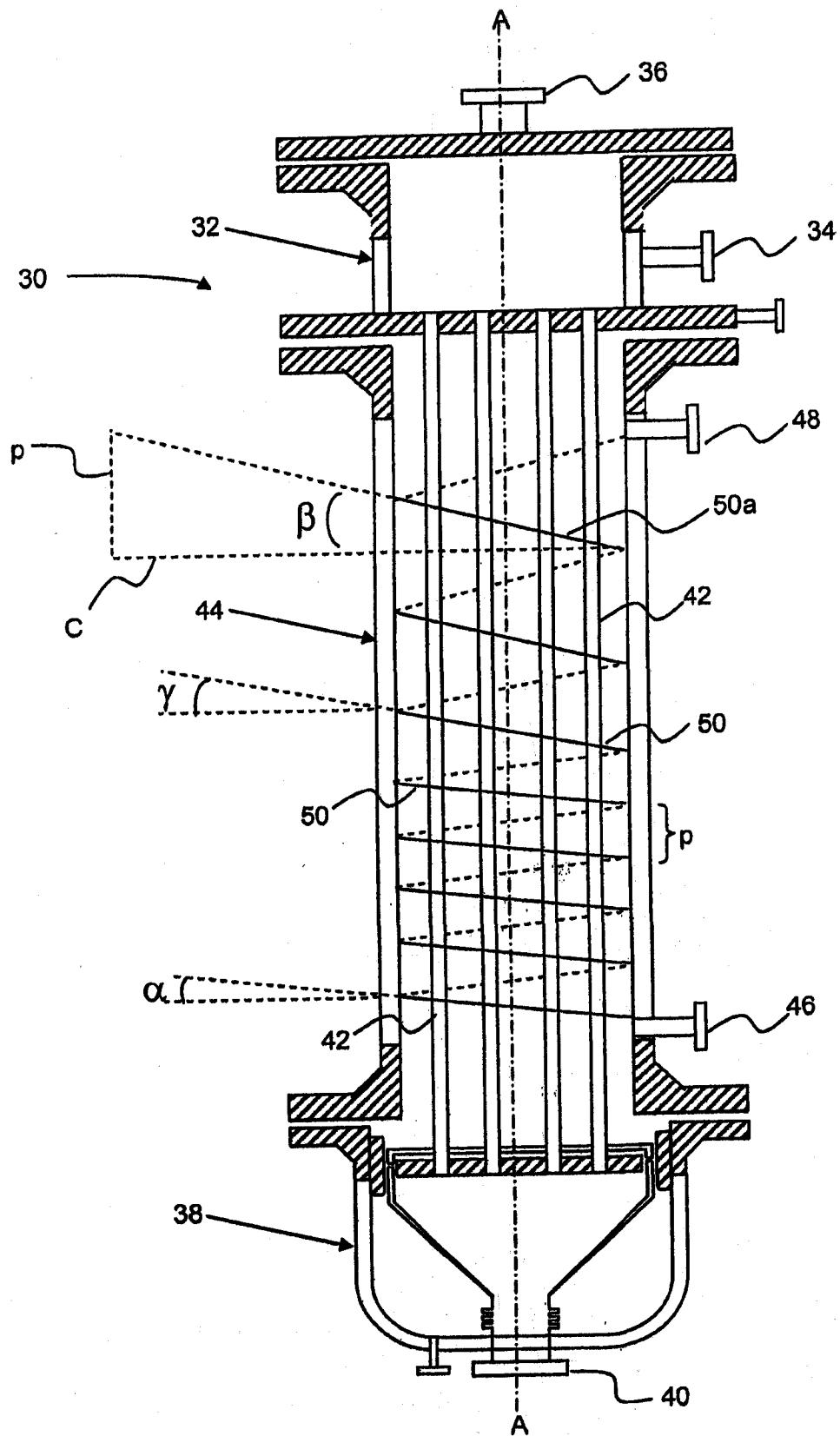


图 2