



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118463669 A

(43) 申请公布日 2024.08.09

(21) 申请号 202410726410.8

(22) 申请日 2024.06.06

(71) 申请人 天津科技大学

地址 300450 天津市滨海新区天津经济技术开发区第十三大街9号

(72) 发明人 宋海燕 卢炎 徐庆 刘光发

(74) 专利代理机构 北京中企讯专利代理事务所  
(普通合伙) 11677

专利代理人 杨科

(51) Int.Cl.

F28D 9/04 (2006.01)

F28F 13/12 (2006.01)

F28F 3/02 (2006.01)

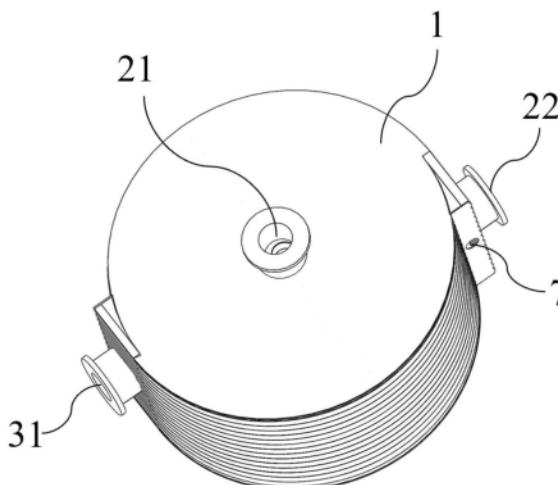
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器及换热装置

(57) 摘要

本发明涉及换热器技术领域，提供一种用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器及换热装置，包括壳体，壳体内设有互不相通的呈螺旋状的第一流道和第二流道，在第一流道和第二流道的壁面上设置波纹结构，在波纹结构的扰动下，流体在流道内连续不断的产生轴向涡流和径向湍流，流体能够在流道内进行充分换热，减少流道内垢层形成，一方面可以提高换热效率，另一方面可以提高换热器的使用寿命。



1. 一种用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器，其特征在于，包括圆柱形壳体(1)，所述壳体(1)内设有互不相通的呈螺旋状的第一流道(2)和第二流道(3)，所述第一流道(2)和所述第二流道(3)由两个平行的换热板(4)沿着所述壳体(1)的径向方向由所述壳体(1)的中心向外相互卷绕形成，所述第一流道(2)和所述第二流道(3)的内螺旋端通过隔板(5)进行分隔，所述第一流道(2)和所述第二流道(3)的外螺旋端分别与所述壳体(1)的弧形侧壁密封连接；

所述第一流道(2)的第一进口(21)设于所述壳体(1)一端部的中心，所述第一流道(2)的第一出口(22)设于所述壳体(1)的弧形侧壁上，所述第二流道(3)的第二进口(31)设于所述壳体(1)的弧形侧壁上，所述第二流道(3)的第二出口(32)设于所述壳体(1)另一端部的中心；

所述第一流道(2)和所述第二流道(3)的第一壁面和/或第二壁面上设有波纹，所述波纹的延伸方向与所述壳体(1)的轴线平行。

2. 根据权利要求1所述的用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器，其特征在于，所述第一流道(2)和所述第二流道(3)的壁面上设有扰流结构，所述扰流结构的扰流方向与所述波纹的延伸方向相互垂直。

3. 根据权利要求2所述的用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器，其特征在于，所述扰流结构包括等距设置的多个扰流凸起(41)，每个所述扰流凸起(41)的扰流方向与所述波纹的延伸方向相互垂直。

4. 根据权利要求3所述的用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器，其特征在于，每个所述扰流凸起(41)与壁面相连接的位置均设置倒角。

5. 根据权利要求1-4任一项所述的用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器，其特征在于，所述第一流道(2)为热流体流道，所述第二流道(3)为冷流体流道，所述第一流道(2)的宽度大于所述第二流道(3)的宽度。

6. 根据权利要求5所述的用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器，其特征在于，所述第一流道(2)和所述第二流道(3)内设有多个定距柱(6)，所述定距柱(6)的轴线方向与所述壳体(1)的轴向方向相互垂直。

7. 根据权利要求6所述的用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器，其特征在于，多个所述定距柱(6)沿所述壳体(1)的轴向和径向均匀间隔设于所述第一流道(2)和所述第二流道(3)内。

8. 根据权利要求6或7所述的用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器，其特征在于，在所述壳体(1)轴向截面方向上，每个所述定距柱(6)之间的角度为60°。

9. 根据权利要求1-4任一项所述的用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器，其特征在于，所述第一流道(2)的第一出口(22)和所述第二流道(3)第二进口(31)处设有卸料口(7)，所述卸料口(7)用于清理所述第一流道(2)和所述第二流道(3)内的堵塞物。

10. 一种换热装置，其特征在于，包括如权利要求1-9任一项所述的用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器。

## 用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器及换热装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及换热器技术领域，具体涉及一种用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器及换热装置。

### 背景技术

[0002] 目前，针对大流量高粘度流体的换热多采用套管式换热器或螺旋板式换热器。套管式换热器为内外套管结构，两种温度不同的流体在内外套管内流动以达到换热的效果；螺旋板式换热器是由两张平行的金属板卷制而成，形成两个独立的通道，两种不同温度的流体在两通道内流动以达到换热的效果。

[0003] 然而，上述的套管式换热器占地面积大、换热效率低，并且为了增大效率，多采用S形管代替其中的直管，而S形管的弯头处容易积累垢层，同样影响换热效率。

[0004] 上述的螺旋板式换热器也存在换热面积小，换热效率低的问题。

### 发明内容

[0005] 基于上述问题，本发明提供一种用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器及换热装置，以解决目前换热器换热效率低的问题。

[0006] 本发明第一方面提供一种用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器，包括圆柱形壳体，所述壳体内设有互不相通的呈螺旋状的第一流道和第二流道，所述第一流道和所述第二流道由两个平行的换热板沿着所述壳体的径向方向由所述壳体的中心向外相互卷绕形成，所述第一流道和所述第二流道的内螺旋端通过隔板进行分隔，所述第一流道和所述第二流道的外螺旋端分别与所述壳体的弧形侧壁密封连接；

[0007] 所述第一流道的第一进口设于所述壳体一端部的中心，所述第一流道的第一出口设于所述壳体的弧形侧壁上，所述第二流道的第二进口设于所述壳体的弧形侧壁上，所述第二流道的第二出口设于所述壳体另一端部的中心；

[0008] 所述第一流道和所述第二流道的第一壁面和/或第二壁面上设有波纹，所述波纹的延伸方向与所述壳体的轴线平行。

[0009] 根据本发明提供的用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器，所述第一流道和所述第二流道的壁面上设有扰流结构，所述扰流结构的扰流方向与所述波纹的延伸方向相互垂直。

[0010] 根据本发明提供的用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器，所述扰流结构包括等距设置的多个扰流凸起，每个所述扰流凸起的扰流方向与所述波纹的延伸方向相互垂直。

[0011] 根据本发明提供的用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器，每个所述扰流凸起与壁面相连接的位置均设置倒角。

[0012] 根据本发明提供的用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器，所述第一流道为热介质流道，所述第二流道为冷介质流道，所述第一流道的宽度大于所述第二流道的宽度。

[0013] 根据本发明提供的用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器,所述第一流道和所述第二流道内设有多个定距柱,所述定距柱的轴线方向与所述壳体的轴向方向相互垂直。

[0014] 根据本发明提供的用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器,多个所述定距柱沿所述壳体的轴向和径向均匀间隔设于所述第一流道和所述第二流道内。

[0015] 根据本发明提供的用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器,在所述壳体轴向截面方向上,每个所述定距柱之间的角度为60°。

[0016] 根据本发明提供的用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器,所述第一流道的第一出口和所述第二流道第二进口处设有卸料口,所述卸料口用于清理所述第一流道和所述第二流道内的堵塞物。

[0017] 本发明第二方面提供一种换热装置,包括如上所述的用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器。

[0018] 有益效果:本发明提供的用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器,通过在第一流道和第二流道的壁面上设置波纹结构,流体在波纹上流动时,受到波纹中波峰和波谷的扰动,就会产生轴向涡流,接着在重力和轴向涡流的作用下,流体在流道内会产生径向螺旋力形成的湍流,增加了靠近流道壁面附近的湍流强度与湍流的给热能力,使得两流体能够在流道内进行充分换热;在连续不断的轴向涡流和径向湍流的作用下,可以将流道内沉积的污垢冲刷带走,减少流道内垢层形成,一方面可以提高换热效率,另一方面可以提高换热器的使用寿命。更进一步的,由于流道壁面上设置了波纹结构,可以有效的增大流道内的换热面积,进一步提高换热效率。

[0019] 进一步,在本发明提供的换热装置中,由于具备如上所述的用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器,因此同样具备如上所述的各种优势。

## 附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本发明或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0021] 图1是本发明实施例中用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器整体结构示意图一;

[0022] 图2是本发明实施例中用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器整体结构示意图一;

[0023] 图3是本发明实施例中用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器径向剖视图;

[0024] 图4是本发明实施例中第一流道和第二流道的整体结构图;

[0025] 图5是本发明实施例中第一流道和第二流道的轴向剖视图。

[0026] 附图标记:

[0027] 1、壳体;2、第一流道;21、第一进口;22、第一出口;3、第二流道;31、第二进口;32、第二出口;4、换热板;41、扰流凸起;5、隔板;6、定距柱;7、卸料口。

## 具体实施方式

[0028] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明中的附图，对本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0029] 在本发明的描述中，需要理解的是，术语“上”、“下”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

[0030] 此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中，“多个”的含义是两个或两个以上，除非另有明确具体的限定。

[0031] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。

[0032] 目前，针对大流量高粘度流体的换热多采用套管式换热器或螺旋板式换热器。套管式换热器为内外套管结构，两种温度不同的介质在内外套管内流动以达到换热的效果；螺旋板式换热器是由两张平行的金属板卷制而成，形成两个独立的通道，两种不同温度的介质在两通道内流动以达到换热的效果。

[0033] 然而，上述的套管式换热器占地面积大、换热效率低，并且为了增大效率，多采用S形管代替其中的直管，而S形管的弯头处容易积累垢层，同样影响换热效率。

[0034] 上述的螺旋板式换热器也存在换热面积小，换热效率低的问题。

[0035] 本发明实施例中，通过在第一流道和第二流道的壁面上设置波纹结构，流体在波纹上流动时，受到波纹中波峰和波谷的扰动，就会产生轴向涡流，接着在重力和轴向涡流的作用下，流体在流道内会产生径向螺旋力形成的湍流，增加了靠近流道壁面附近的湍流强度与湍流的给热能力，使得两流体能够在流道内进行充分换热。在连续不断的轴向涡流和径向湍流的作用下，可以将流道内沉积的污垢冲刷带走，减少流道内垢层形成，一方面可以提高换热效率，另一方面可以提高换热器的使用寿命。更进一步的，由于流道壁面上设置了波纹结构，可以有效的增大流道内的换热面积，进一步提高换热效率。

[0036] 下面结合图1至图5具体描述本发明的用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器及换热装置。

[0037] 第一方面，本发明实施例中提供一种用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器。

[0038] 如图1和图4所示，一种用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器包括壳体1，壳体1为圆柱形的密闭结构，即包括弧形的侧壁和设于侧壁轴向两端的端壁，壳体1内部具有容纳腔。用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器工作时的状态为卧式状态，即壳体1的轴线与地面相平行。

[0039] 壳体1内设有互不相通的呈螺旋状的第一流道2和第二流道3，第一流道2和第二流道3由两个平行的换热板4沿着壳体1的径向方向由壳体1的中心向外相互卷绕形成，卷绕时可以按照顺时针或逆时针进行，本实施例中不作限制。第一流道2和第二流道3的内螺旋端

通过隔板5进行分隔,以使第一流道2和第二流道3互不相通,第一流道2和第二流道3的外螺旋端分别与壳体1的弧形侧壁密封连接。第一流道2和第二流道3轴向的两端分别与壳体1轴向两端的端壁密封连接,以实现第一流道2和第二流道3互不相通。

[0040] 第一流道2的第一进口21设于壳体1一端部的中心,即壳体1其中的一个端壁的中心,第一流道2的第一出口22设于壳体1的弧形侧壁上,第二流道3的第二进口31设于壳体1的弧形侧壁上,第二流道3的第二出口32设于壳体1另一端部的中心,即壳体1另一个端壁的中心。

[0041] 其中的一个实施例中,在第一流道2和第二流道3的第一壁面或第二壁面上设有波纹,可以理解为在用于形成第一流道2和第二流道3的两个换热板4中的其中一个壁面上均设波纹,具体可以采用压辊在换热板4上压制形成。

[0042] 另外一个实施例中,在第一流道2和第二流道3的第一壁面和第二壁面上均设有波纹,可以理解为在两个换热板4形成流道的两个壁面上均设波纹,具体也可以采用压辊直接将换热板4压制成波纹形的板材,用于卷绕形成第一流道2和第二流道3。

[0043] 无论是在第一流道2和第二流道3其中一个壁面上或两个壁面均设置波纹,波纹的延伸方向与壳体1的轴线平行,可以理解为波纹中的波峰和波谷的叠加排布方向是沿着壳体1的轴线延伸方向进行的。

[0044] 具体的工作过程为:将第一流道2设定为热流道,第二流道3设定为冷流道,大流量高粘度流体进入第二流道3与第一流道2内的热流体进行充分换热。热流体先进入第一流道2内对流道进行预热,预热完成后,高粘度流体进入第二流道3进行换热。

[0045] 热流体和高粘度流体分别进入第一流道2、第二流道3时,螺旋板式换热器采用卧式状态工作,流体会先沿着壳体1的轴向流动,由于第一流道2和第二流道3的壁面上设有波纹,且波纹的延伸方向与壳体1的轴线平行,流体在波纹上流动时,受到波纹中波峰和波谷的扰动,就会产生轴向涡流,接着在重力和轴向涡流的作用下,流体在流道内会产生径向螺旋力形成的湍流,增加了靠近流道壁面附近的湍流强度与湍流的给热能力,使得两流体能够在流道内进行充分换热。在连续不断的轴向涡流和径向湍流的作用下,可以将流道内沉积的污垢冲刷带走,减少流道内垢层形成,一方面可以提高换热效率,另一方面可以提高换热器的使用寿命。更进一步的,由于流道壁面上设置了波纹结构,可以有效的增大流道内的换热面积,进一步提高换热效率。

[0046] 本实施例中,通过在第一流道2和第二流道3的壁面上设置波纹结构,流体在波纹上流动时,受到波纹中波峰和波谷的扰动,就会产生轴向涡流,接着在重力和轴向涡流的作用下,流体在流道内会产生径向螺旋力形成的湍流,增加了靠近流道壁面附近的湍流强度与湍流的给热能力,使得两流体能够在流道内进行充分换热。在连续不断的轴向涡流和径向湍流的作用下,可以将流道内沉积的污垢冲刷带走,减少流道内垢层形成,一方面可以提高换热效率,另一方面可以提高换热器的使用寿命。更进一步的,由于流道壁面上设置了波纹结构,可以有效的增大流道内的换热面积,进一步提高换热效率。

[0047] 另一实施例中,第一流道2和第二流道3的两壁面上均设置波纹结构,双面的波纹结构可以有效的改善管内壁面处应力分布,更进一步提高轴向涡流和径向湍流的扰动效果,提高换热效率的同时也能够减少壁面垢层的形成,有效的提高换热器使用寿命。

[0048] 如图5所示,本发明的一些实施例中,第一流道2和第二流道3的壁面上还设有扰流

结构,扰流结构的扰流方向与波纹的延伸方向相互垂直。具体的,扰流结构可以设置为扰流波纹,扰流波纹的扰流方向与上一实施例中波纹的延伸方向相互垂直,即上一实施例中,波纹中的波峰和波谷的叠加排布方向是沿着壳体1的轴线延伸方向进行,而扰流波纹中波峰和波谷的叠加排布方向是沿着壳体1的径向方向进行,以使扰流波纹的扰流方向与波纹的延伸方向相互垂直。

[0049] 另外的一些实施例中,扰流结构也可以设置为扰流筋,扰流筋的扰流方向与波纹的延伸方向相互垂直。

[0050] 本实施例中,在第一流道2和第二流道3的壁面上设置扰流结构,并使扰流结构的扰流方向与波纹的延伸方向相互垂直,即,使扰流结构的扰流方向与波纹结构的扰流方向相互垂直,进一步提高第一流道2和第二流道3内的扰流作用,以提高换热效率。

[0051] 继续如图5所示,扰流结构具体包括等距设置的多个扰流凸起41,每个扰流凸起41的扰流方向与波纹的延伸方向相互垂直。相对于壳体1的轴向,每个扰流凸起41延伸至壳体1的两端壁,相对于第一流道2和第二流道3,多个扰流凸起41沿着第一流道2和第二流道3的螺旋形状等距设置于壁面上。扰流凸起41的扰流方向与波纹的延伸方向相互垂直,也就是使扰流结构的扰流方向与波纹结构的扰流方向相互垂直。通过第一流道2和第二流道3内设置扰流凸起41与波纹结构双扰流结构,使扰流凸起41与波纹结构形成相互垂直的双扰流作用,进一步提高第一流道2和第二流道3内的扰流作用,以提高换热效率。

[0052] 更进一步的,为了减少流体在扰流凸起41与流道壁面连接处形成回流区,进而影响其换热效果,且为了有效的减少流体对壁面产生的应力,本发明实施例中,每个扰流凸起41与第一流道2和第二流道3壁面相连接的位置均设置倒角。

[0053] 本发明的另外一些实施例中,第一流道2为热流体流道,第二流道3为冷流体流道,热流体由第一流道2的第一进口21进入对流道进行预热,热流体由壳体1侧壁上的第一出口22流出,热流体由壳体1的中心进入,由中心向外缘逐渐预热,热流体的流动方向也是由中心向外缘流动,而大流量高粘度流体为冷流体,由第二流道3设于壳体1侧壁上的第二进口31进入,由壳体1中心的第二出口32流出,第一出口22与第二出口32相对设置,冷流体流动方向是由外缘向中心流动,与热流体的流动方向相反,实现了两流体的逆向流动,可以更进一步提高换热效率。

[0054] 并且,第一流道2的宽度大于第二流道3的宽度,具体的,第一流道2宽度可以设置为第二流道3宽度的1.5~2倍,使热流体的单位流量体积大于冷流体的单位流量体积,更有利冷热流体充分进行热交换,提高换热效率。

[0055] 如图4和图5所示,为了保证第一流道2和第二流道3的流道宽度的稳定性,本发明的一些实施例中,第一流道2和第二流道3内设有多个定距柱6,多个定距柱6沿壳体1的轴向和径向均匀间隔设于第一流道2和所述第二流道3内,定距柱6的轴线方向与壳体1的轴向方向相互垂直,定距柱6的两端分别与两流道的两壁面相连接,一方面,定距柱6用于对第一流道2和第二流道3的流道宽度进行定距和支撑,以保证第一流道2和第二流道3的流道宽度的稳定性;另一方面,定距柱6对流道内的流道也具有扰动作用,与前述实施例中波纹结构和扰流凸起41形成“三重扰流作用”,使流体在流道内形成混合流,强化换热效果。

[0056] 更进一步的,如图5所示,在壳体1轴向截面方向上,每个定距柱6之间的角度为60°,可以使流道内形成混合流形成规律扰流,保证换热效果稳定性。

[0057] 如图1和图2所示,第一流道2的第一出口22和第二流道3第二进口31处设有卸料口7,卸料口7用于清理第一流道2和第二流道3内的堵塞物,当第一流道2或第二流道3有堵塞时,可以打开卸料口7,清理堵塞物。

[0058] 第二方面,本发明实施例中还提供一种换热装置,包括上述任一实施例提供的用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器。本发明实施例中换热装置有益效果的推导过程与上述用于大流量高粘度流体的螺旋板式换热器有益效果的推导过程大体类似,故此处不再赘述。

[0059] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

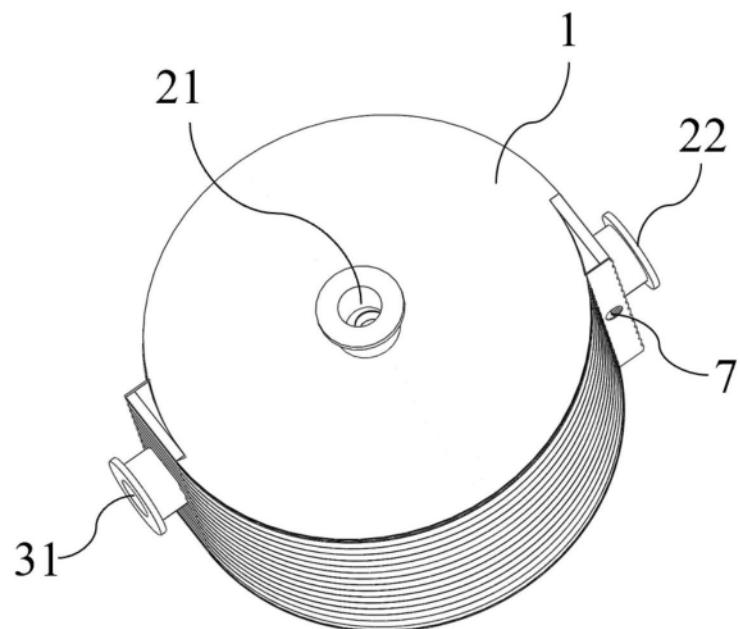


图1

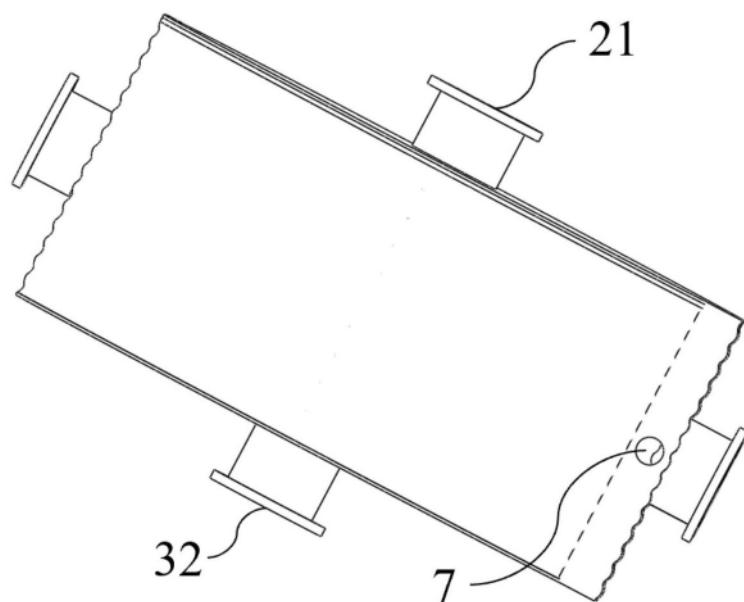


图2

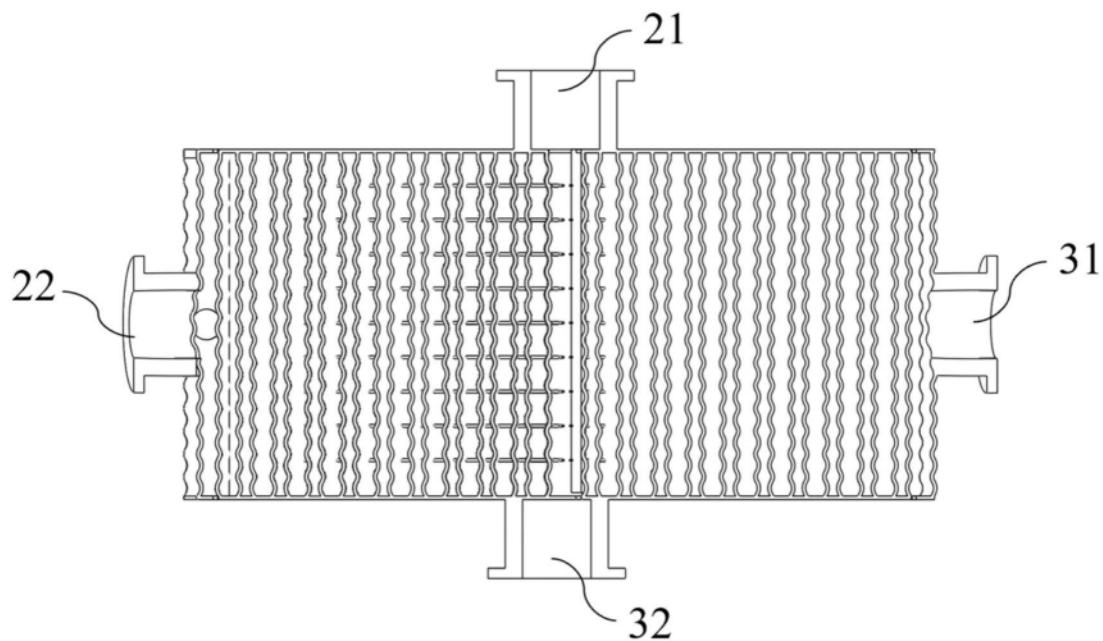


图3

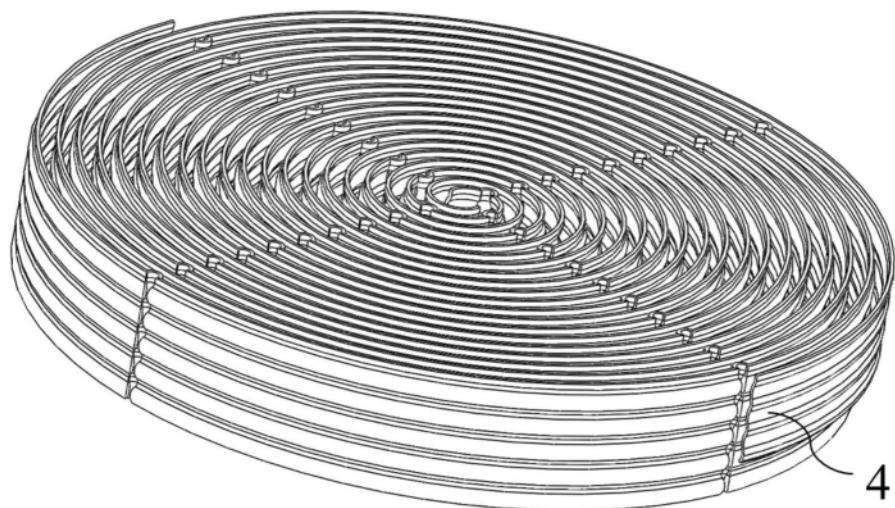


图4

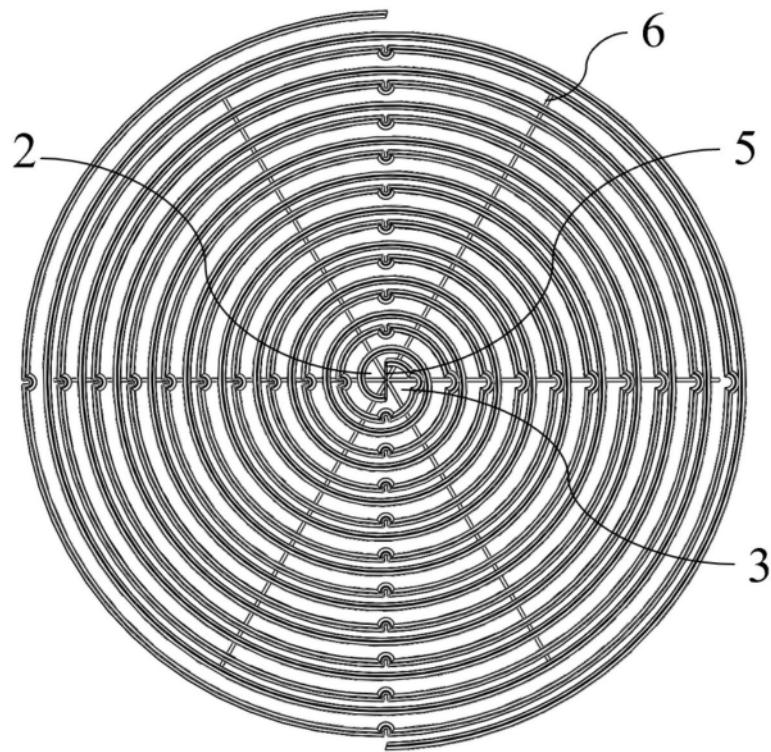


图5