(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 102538562 A
(43)申请公布日 2012.07.04

(21)申请号 201210036769.X

(22)申请日 2012.02.17

(71)申请人 西安交通大学
地址 710049 陕西省西安市咸宁西路 28 号

(72)发明人 王秋旺 杨建锋 陈贵冬 曾敏

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200
代理人 王艾华

(51)Int.Cl.
F28F 9/24(2006.01)

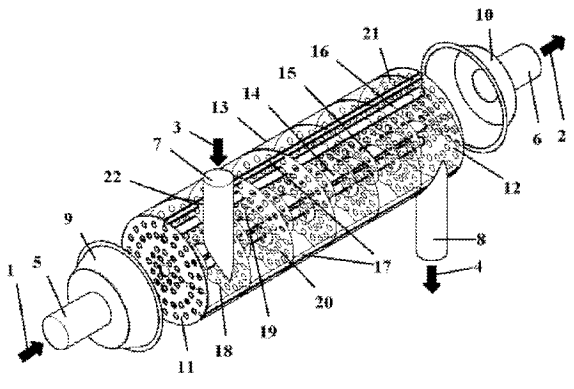
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 7 页

(54)发明名称

一种组合式单壳程连续螺旋折流板管壳式换热器

(57)摘要

本发明涉及一种组合式单壳程连续螺旋折流板管壳式换热器，包括一个壳体，一根中心管，管板，管侧进、出口管，换热管束，定距管，定距带，壳侧进、出口管，螺旋折流板分为内、外连续螺旋折流板。该换热器利用内、外螺旋折流板的不同导流作用，由于内外螺旋折流板之间不设置圆筒隔板，强化了壳体中心处和中心外围区域流体的混合，改善折流板背风侧流动状态，提高流体在换热器内的湍动程度，强化壳程传热。本发明可以提高换热器的换热效率，降低压力损失，突破了限制螺旋折流板换热器向大流量操作的瓶颈，同时结构简单且紧凑度高，大大减少换热器运行时的振动且不易结垢，提高换热器安全性并延长其使用寿命。



CN 102538562 A

1. 一种组合式单壳程连续螺旋折流板，包括一个壳体 (13)，位于壳体 (13) 中心的一根中心管 (14)，位于壳体 (13) 两端的管板 (11) 和管板 (12)，管板 (11) 连接第一封头 (9)，管板 (12) 连接第二封头 (10)，其中第一封头上设置有管侧进口管 (5)，第二封头上设置有管侧出口管 (6)，第一管板 (11) 和第二管板 (12) 之间设置有换热管束 (15)、定距管 (16)、定距带 (17) 以及螺旋折流板，螺旋折流板上设置有孔 (21)，换热管束 (15) 和定距管 (16) 穿过螺旋折流板上的孔 (21) 平行固定于第一管板 (11) 和第二管板 (12) 之间，其特征在于，螺旋折流板分为内螺旋折流板 (19) 和外螺旋折流板 (20)，外螺旋折流板 (20) 位于壳体 (13) 内壁面和内螺旋折流板 (19) 之间，内螺旋折流板 (19) 位于外螺旋折流板 (20) 和中心管 (14) 之间，外螺旋折流板 (20) 在接近换热器底部设置有自防垢孔 (18)。在壳体 (13) 上安装有一个壳侧进口管 (7) 和一个壳侧出口管 (8)，壳侧进、出口管 (7)、(8) 的外侧母线与壳体 (13) 相切，形成侧进侧出的布置方式。

2. 根据权利要求 1 所述组合式单壳程连续螺旋折流板管壳式换热器，其特征在于，所述的内、外螺旋折流板均为连续螺旋折流板，都是由多个周期螺旋片连接而成，每个周期的螺旋片沿换热器壳体 (13) 中心轴线方向升高一个螺距，螺旋片之间首尾相接，形成连续螺旋曲面，外螺旋折流板 (20) 沿壳体中心轴线升高一个螺距，同时内螺旋折流板升高若干个螺距。

3. 根据权利要求 1 所述组合式单壳程连续螺旋折流板管壳式换热器，其特征在于，所述的外螺旋折流板 (20) 为一圈、两圈或者三圈。

4. 根据权利要求 1 所述组合式单壳程连续螺旋折流板管壳式换热器，其特征在于，所述的定距带 (17)，是一个矩形，它的宽度刚好完全嵌入到外连续螺旋折流板接近壳体 (13) 处的窄槽 (22)，它的长度刚好在管板 (11) 和管板 (12) 之间，安装好后，与外螺旋折流板在窄槽处焊接连接，与两个管板也采用焊接连接。

5. 根据权利要求 1 所述组合式单壳程连续螺旋折流板管壳式换热器，其特征在于，所述的外螺旋连续螺旋折流板 (20)，当换热器卧式安装时，在每一块外螺旋折流板的外螺旋线接近换热器底部时，切出一个缺口，作为自防垢孔 (18)。

6. 根据权利要求 1 所述组合式单壳程连续螺旋折流板管壳式换热器，其特征在于，所述的螺旋折流板是双螺旋或者单螺旋，是左手螺旋或者右手螺旋。

7. 根据权利要求 1 所述组合式单壳程连续螺旋折流板管壳式换热器，其特征在于，所述的中心管 (14) 可以由换热管束 (15) 代替。

一种组合式单壳程连续螺旋折流板管壳式换热器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种在石油化工、能源、电力、冶金、制冷、海水淡化等工业中使用的管壳式换热器，特别涉及一种组合式单壳程连续螺旋折流板管壳式换热器。

背景技术

[0002] 管壳式换热器是石油化工、能源、电力、冶金、制冷、海水淡化等工业领域中广泛使用的一种重要的单元设备。由于制造工艺成熟，安全性高，在换热设备占有的比例最大，尤其在高温、高压、有毒等苛刻场合，列管换热设备具有较大的优势。在管壳式换热器中，冷热两种流体，一种流体在管内流动，另一种流体在壳侧流动，并通过换热管壁进行热量交换。为满足支撑换热管束和改善换热的目的，通常采用在壳侧设置折流板以改变壳侧流体流动方向和增加流体扰流度。

[0003] 传统单弓形折流板由于加工简单和安装方便被广泛采用，但是存在很多问题：①单弓形折流板使流体垂直冲击壳体壁面，造成较大的沿程压降，增大动力设备负荷；②折流板与壳体壁面相接处产生流动滞止死区，导致流体的停留时间分布很宽，降低了换热效率，且容易结垢；③折流板与壳体壁面之间及折流板与换热管束之间存在漏流，使壳侧存在较大的旁路流动，漏流及旁流降低了有效的横掠管束的质量流量，降低了换热效率；④高流速的流体横掠换热管束，会诱导管束振动，缩短了换热器的寿命。

[0004] 为此，又出现了三弓板、四弓板等多种强化壳程换热的方法，但由于定距管的数量增多，传热面积损失较大，换热面积没有得到充分利用，本质上也没有改变流体的“之”字型流路，导致流动阻力很大。

[0005] 20 世纪 60 年代，已有学者提出了螺旋折流板换热器的思想。这种思想在换热器壳程引入纵向柱塞流，有效降低流动阻力，减少管子外表面结垢，减小流体诱导振动。现有的螺旋折流板换热器主要有两类，一类是采用两块或者多块扇形平板组成近似螺旋曲面的非连续螺旋折流板换热器，非连续螺旋折流板为连续搭接式或者交错搭接式，另一类是采用连续螺旋曲面的连续螺旋折流板换热器。

[0006] 非连续螺旋折流板（见专利 99241930.1 和专利 200320106763.1）组成的近似螺旋曲面与理想的连续螺旋曲面往往相去甚远，两块扇形折流板搭接处一般存在三角区，有严重的漏流问题，接近换热器壳体轴线区域仍存在短路现象，造成螺旋“之”字流，影响换热器的换热性能。连续螺旋折流板换热器（见专利 200510043033.5）由于存在中心管，降低了换热器的紧凑度，向大流量操作是它的瓶颈。组合式多壳程螺旋折流板换热器（见专利 200610041949.1）将壳侧分为多个壳程，流体依次串联通过各个壳程，虽然能够强化换热，但由于流体在壳程经过多个转折而压损大幅度增加，另外由于要在壳程内插入圆筒分程隔板，导致制造、装配工艺复杂。并行组合式多壳程螺旋折流板管壳式换热器（见专利 200910021347.3）利用导流板和圆筒分程隔板，将壳侧分为并行式两壳程或者多壳程，虽然能够减少壳侧压力损失，但是存在不同壳程流体流量分配不均匀，可能导致某个壳程流体流动不充分，影响换热器整体换热性能。复杂流场螺旋折流板换热器及其减阻强化传热方

法（见专利 200610033075.5）利用内、外螺旋折流板结构的导流作用，改善流体在壳体内壁附近及折流板背风侧的流动状态，强化壳体中心处与中心外围区域的混合，但内外折流板均采用扇形块搭接而成，在两块折流板搭接处依然存在三角漏流区，在接近换热器壳体轴线区域依然存在短路现象，造成螺旋“之”字流，从而影响换热器性能。组合螺旋折流板管壳式换热器（见专利 200710017395.6）中心区域采用非连续螺旋折流板，每块内螺旋折流板紧贴外螺旋折流板的内螺旋线，内、外折流板严格的配合关系导致装配困难，同时内螺旋依然存在三角漏流区，壳体轴线区域存在短路现象。

[0007] 管壳式换热器，最外侧管束与壳体内壁之间还存在较大间隙，此处旁流严重降低了流体横掠管束的有效质量流量，降低了换热效率。

[0008] 另外，一般工业用管壳式换热器多采用卧式，常常存在污垢沉积问题，尤其当壳侧流速较低且流体是容易结垢的介质时，大量污垢沉积在换热器底部，无法清除，严重影响换热效率。

发明内容

[0009] 为了克服上述不足之处，本发明的目的是提供一种组合式单壳程连续螺旋折流板管壳式换热器，外螺旋折流板和内螺旋折流板均采用完全连续螺旋折流板，它能改善流体在包括折流板背风侧、接近壳体内壁位置在内的换热器内流路，既能强化管壳式换热器壳程换热，又能充分利用壳体内的空间，提高换热管外表面积的有效利用率，降低沿程流动阻力。在卧式安装的管壳式换热器的完全连续螺旋折流板靠近壳体底部的位置设置自防垢孔，可解决污垢沉积问题，提高换热效率。另外，在换热管束最外侧和壳体内壁面之间设置定距带，不仅可以固定螺旋折流板，而且可以有效减少换热管束外侧和壳体内壁面之间间隙的旁流，从而提高换热器整体换热性能。

[0010] 本发明的技术方案是这样实现的：

[0011] 一种组合式单壳程连续螺旋折流板管壳式换热器，包括一个壳体，位于壳体中心的一根中心管，壳体两端的两个管板，两个管板分别连接第一封头和第二封头，其中，第一封头上设置有管侧进口管，第二封头上设置有管侧出口管，两个管板之间设置有换热管束、定距管、定距带以及螺旋折流板，螺旋折流板上设置有孔，所述的螺旋折流板为连续螺旋折流板，换热管束和定距管穿过螺旋折流板上的孔平行固定于两个管板之间，在壳体上安装有壳侧进口管和壳侧出口管，壳侧进口管和壳侧出口管的外侧母线与壳体相切。

[0012] 所述的螺旋折流板分为内螺旋折流板和至少一圈外螺旋折流板，内螺旋折流板位于外螺旋折流板和中心管之间，外螺旋折流板位于壳体内壁面和内螺旋折流板之间，外螺旋折流板和内螺旋折流板之间不设置圆筒隔板，外螺旋折流板和内螺旋折流板处在不同螺旋面上，外螺旋的螺距大于内螺旋的螺距。外螺旋折流板在壳体径向位置的数量为一圈、两圈或者三圈，根据壳体直径的大小确定，螺旋角随径向增大依次增大。

[0013] 所述的连续螺旋折流板，包括内螺旋和外螺旋，都是由多个周期螺旋片搭接而成，每个周期的螺旋片沿换热器壳体中心轴线方向升高一个螺距，螺旋片之间首尾相接，形成连续螺旋曲面。外螺旋折流板沿壳体中心轴线升高一个螺距，同时内螺旋折流板升高若干个螺距，应当按照换热和流动阻力的需要，实际加工情况的需要和安装方便程度进行选择。

[0014] 所述的外螺旋连续螺旋折流板，当换热器卧式安装时，在每一块外螺旋折流板的

外螺旋线接近换热器底部时，可切出一个缺口，作为自防垢孔，防止流体中杂质积垢阻塞流体通道。

[0015] 所述的螺旋折流板是左手螺旋或者右手螺旋，是单螺旋或者双螺旋。

[0016] 所述的定距带，是一个狭长矩形，它的宽度刚好完全嵌入到外连续螺旋折流板接近壳体处的窄槽，它的长度刚好在两个管板之间，安装好后，与外螺旋折流板在窄槽处焊接连接，与两个管板也采用焊接连接。

[0017] 所述的中心管可由换热管束代替。

[0018] 本发明相对于现有技术的优点与效果是：

[0019] ①表面传热系数较大提高：内螺旋和外螺旋之间没有圆筒隔板，极大简化装配工艺，降低制造成本。同时这种结构引入了多螺旋流，由壳体入口进入的流体，一部分在外螺旋折流板组成的螺旋通道内做螺旋运动，外螺旋折流板迎风侧的流体冲入内螺旋折流板背风侧，在内外螺旋折流板交错位置及外螺旋折流板内缘的流体，部分流体进入内螺旋区域，在内螺旋折流板作用下，在内螺旋区域作螺旋运动，内螺旋迎风面的流体，直接冲刷外螺旋折流板的背风侧，并且在内螺旋折流板外缘的流体被外螺旋折流板携带进入外螺旋流道，两部分流体通过交互混合，形成复杂流动，最后从壳体出口流出，改善了流体的流动状态，湍流程度提高，极大地提高了管子的表面传热系数。另外，本发明所述的内外螺旋折流板均为连续螺旋折流板，避免了扇形板搭接式螺旋折流板存在的三角区，有效减少漏流，提高横掠管束的流体质量流量，提高换热器的整体换热性能。

[0020] ②有效降低壳程流体流动阻力：由于多螺旋的引入，改善了换热器内的流体流路，尤其是折流板背风侧的流动，减少了流体流动的阻塞现象，通道阻力进一步降低，更能满足节能降耗的要求。

[0021] ③本发明所述的定距带，嵌入安装在外螺旋折流板靠近壳体部分，与每块外螺旋折流板在窄槽处焊接连接，在两端与管板焊接连接，不仅可以对折流板起到支撑和定距作用，还可以有效减少换热管束外侧与壳体内壁面之间间隙中的旁流，有效提高换热器整体换热性能。

[0022] ④本发明所述的外螺旋折流板在接近换热器底部时，设置有自防垢孔。防积垢孔可以防止大量污垢沉积在换热器底部，提高换热器的自防垢能力，延长清洗污垢的周期，降低换热器的污垢清洗费用，减少停机清洗污垢次数，延长设备使用寿命，保证生产的顺利进行。

[0023] ⑤本发明所述的螺旋折流板为连续螺旋折流板，根据安装设计的需要可以采用左手螺旋或者右手螺旋，根据过程工艺设计需要可以采用单螺旋或者双螺旋。

[0024] ⑥本发明所述的壳侧进口管和壳侧出口管的外侧母线与壳体相切，为侧进侧出布置方式，这种安装布置方式有利于壳侧进口处流体尽快起旋，可以有效缩短达到充分螺旋所需要的距离，降低壳侧进出口处的压损。

[0025] 综上所述，本发明具有以下优点：

[0026] ①本发明可以改善壳侧流体流路，减少旁流，提高换热器的换热效率；

[0027] ②本发明可以减少壳侧流体压力损失；

[0028] ③本发明可以提高换热器的紧凑度，提高管束有效换热面积利用率；

[0029] ④本发明可以简化加工工艺，降低制造成本。

附图说明

[0030] 图 1(a) 是本发明换热器整体结构示意图。

[0031] 图 1(b) 是本发明中内外连续螺旋折流板流体流线示意图。

[0032] 图 2(a) 是本发明中内连续螺旋折流板示意图。

[0033] 图 2(b) 是本发明中外连续螺旋折流板示意图。

[0034] 图 2(c) 是本发明中连续螺旋折流板组装结构示意图。

[0035] 图 3(a) 是本发明中内螺旋折流板与外螺旋折流板数目比例为 1.5 ： 1 时的示意图。

[0036] 图 3(b) 是本发明中内螺旋折流板与外螺旋折流板数目比例为 2 ： 1 时的示意图。

[0037] 图 3(c) 是本发明中内螺旋折流板与外螺旋折流板数目比例为 3 ： 1 时的示意图。

[0038] 图 4(a) 是本发明中内螺旋折流板和外螺旋折流板，都是双螺旋，左手螺旋的示意图。

[0039] 图 4(b) 是本发明中内螺旋折流板和外螺旋折流板，都是双螺旋，右手螺旋的示意图。

[0040] 图 4(c) 是本发明中内螺旋折流板是单螺旋，外螺旋折流板是双螺旋，左手螺旋的示意图。

[0041] 图 4(d) 是本发明中内螺旋折流板是单螺旋，外螺旋折流板是双螺旋，右手螺旋的示意图。

[0042] 图 5 是本发明中定距带与外螺旋折流板和两端管板的空间关系示意图。

[0043] 图 6 是本发明中外螺旋折流板接近换热器底部设置的自防垢孔示意图。

[0044] 图 7(a) 是本发明中螺旋折流板与中心管的空间关系示意图。

[0045] 图 7(b) 是本发明中中心管被换热管束代替后，与螺旋折流板的空间关系示意图。

[0046] 图 8(a) 是本发明中外螺旋折流板为 2 圈的示意图。

[0047] 图 8(b) 是本发明中外螺旋折流板为 3 圈的示意图。

具体实施方式

[0048] 下面结合附图和具体实施方式对本发明进行详细说明。

[0049] 参照图 1(a，b) 所示，一种组合式单壳程连续螺旋折流板管壳式换热器包括 ：一个壳体 13，位于壳体 13 中心的一根中心管 14，位于壳体 13 两端的管板 11 和管板 12，管板 11 连接第一封头 9，管板 12 连接第二封头 10，其中第一封头上设置有管侧进口管 5，第二封头上设置有管侧出口管 6。两个管板 11、12 之间设置有换热管束 15（有很多根，图 1(a) 只画出代表性的一根）、定距管 16（主要起固定内、外折流板 19、20 的作用）、定距带 17（主要起固定外螺旋折流板 20 和减少旁流的作用 ）以及螺旋折流板，螺旋折流板上设置有孔 21，换热管束 15 和定距管 16 穿过螺旋折流板上的孔 21 平行固定于两个管板 11、12 之间。所述的螺旋折流板，其特征在于，分为内螺旋折流板 19 和外螺旋折流板 20，外螺旋折流板 20 位于壳体 13 内壁面和内螺旋折流板 19 之间，内螺旋折流板 19 位于外螺旋折流板 20 和中心管 14 之间。外螺旋折流板 20 在接近换热器底部（卧式安装时 ）设置有自防垢孔 18，可有效防止污垢沉积。在壳体 13 上安装有一个壳侧进口管 7 和一个壳侧出口管 8，它们的特征

在于，壳侧进、出口管 7、8 的外侧母线与壳体 13 相切，形成侧进侧出的布置方式，流体沿与壳体相切的方向流入和流出壳侧空间，这样能使壳侧流体更为符合螺旋流动的特性，减小进出口造成的局部阻力。1 为管程进口流体，2 为管程出口流体，3 为壳程进口流体，4 为壳程出口流体。

[0050] 参照图 2(a) 所示，用一片金属材料或非金属材料制成圆形或者椭圆形环片，沿径向裁开一条缝，在螺旋面模中压制或者采用直接拉制的方法形成螺旋曲面，再通过定位装置，确定管孔 21 的位置，最后钻出孔 21，形成连续螺旋折流板 19 的单元片。

[0051] 参照图 2(b) 所示，用一片金属材料或者非金属材料制成圆形或者椭圆形环片，沿径向裁开一条缝，在螺旋面模中压制或者采用直接拉制的方法形成螺旋曲面，再通过定位装置，确定管孔 21 的位置，最后钻出孔 21，形成连续螺旋折流板 20 的单元片。

[0052] 参照图 2(c) 所示，是组合式内外螺旋折流板示意图。外螺旋折流板 20 和内螺旋折流板 19 在不同螺旋面上，外螺旋折流板沿壳体轴线方向升高一个螺距，内螺旋折流板沿壳体轴线方向升高若干个螺距。外螺旋折流板至少是 1 圈，可以是 2 圈或者 3 圈，应当根据换热器壳体直径合理选择。

[0053] 参照图 3(a) 所示，外螺旋折流板 20 沿壳体轴线方向升高一个螺距，同时内螺旋折流板 19 沿壳体轴线方向升高 1.5 个螺距。

[0054] 参照图 3(b) 所示，外螺旋折流板 20 沿壳体轴线方向升高一个螺距，同时内螺旋折流板 19 沿壳体轴线方向升高 2 个螺距。

[0055] 参照图 3(c) 所示，外螺旋折流板 20 沿壳体轴线方向升高一个螺距，同时内螺旋折流板 19 沿壳体轴线方向升高 3 个螺距。

[0056] 参照图 4(a) 所示，内螺旋折流板 19 和外螺旋折流板 20 均为双螺旋，且都为左手螺旋。

[0057] 参照图 4(b) 所示，内螺旋折流板 19 和外螺旋折流板 20 均为双螺旋，且都为右手螺旋。

[0058] 参照图 4(c) 所示，内螺旋折流板 19 为单螺旋，外螺旋折流板 20 为双螺旋，且都为左手螺旋。

[0059] 参照图 4(d) 所示，内螺旋折流板 19 为单螺旋，外螺旋折流板 20 为双螺旋，且都为右手螺旋。单螺旋和双螺旋合理选择，可以解决不同换热器直径大小时，螺旋折流板的加工问题；左手螺旋和右手螺旋合理选择，可以解决实际安装位置和空间限制的问题。

[0060] 参照图 5 所示，定距带 17 在安装时，嵌入到外螺旋折流板 20 靠近壳体内壁面处的窄槽 22，窄槽的深度与定距带的宽度相等，在窄槽处焊接连接，定距带长度刚好在两个管板 11 和 12 之间，并且与管板焊接连接。定距带不仅可以起到支撑和固定外螺旋折流板的作用，还可以有效减少管束外侧与壳体内壁之间间隙内的旁流。

[0061] 参照图 6 所示，为了解决污垢在换热器底部沉积问题，可在外螺旋折流板 20 靠近壳体 13 底部时切出一个缺口，作为自防垢孔 18，可以使得部分流体从此流通，带走壳侧流体沉淀的污垢，防止较多污垢沉积而影响换热器底部换热管的换热效果。

[0062] 参照图 7(a，b) 所示，中心管 (14) 可以由换热管束 (15) 代替。

[0063] 参照图 8(a，b) 所示，外螺旋折流板为两圈或者三圈。

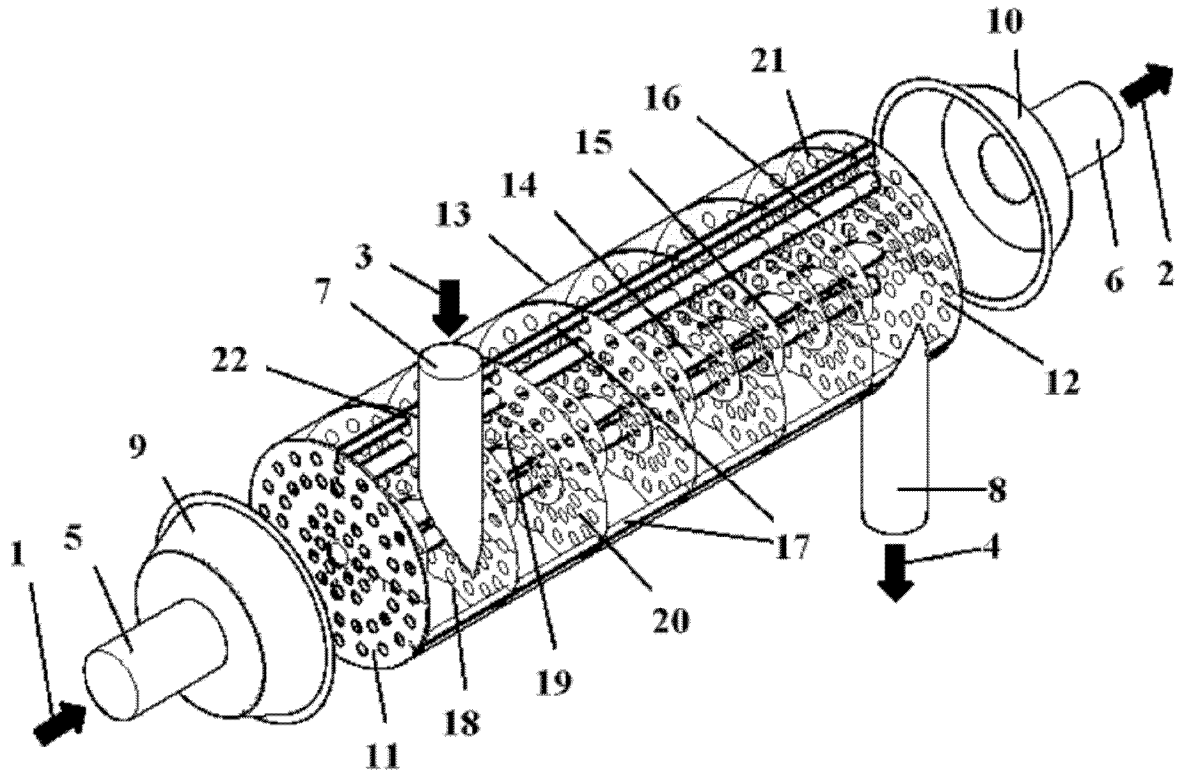

10
21
16
15
14
13
3
7
22
9
1
5
6
2
12
8
17
4
20
19
18
11

图 1(a)

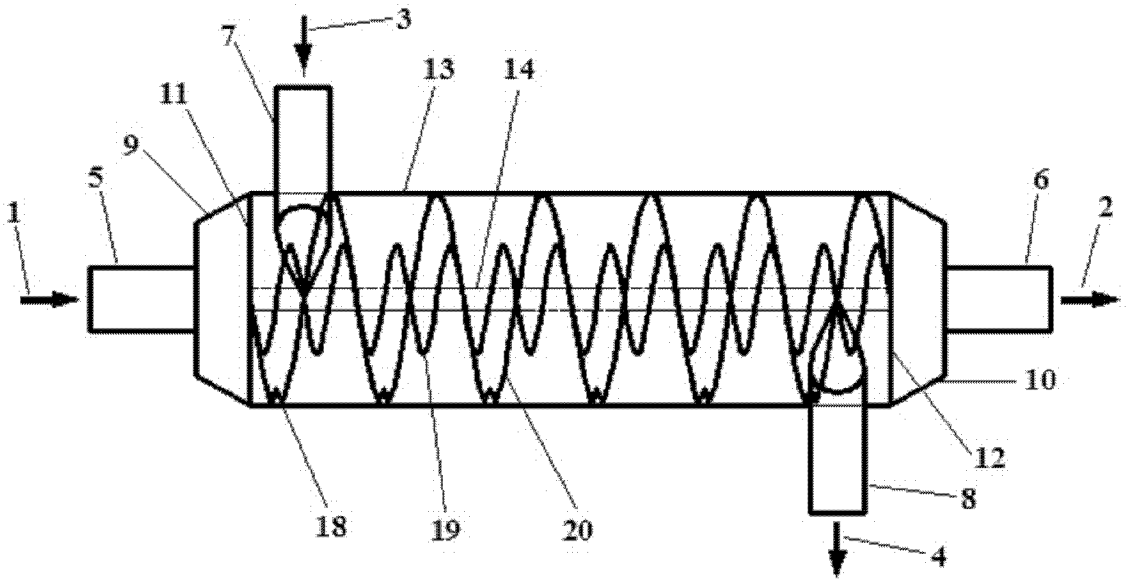

3
7
13
14
11
9
5
1
6
2
10
12
8
18
19
20
4

图 1(b)

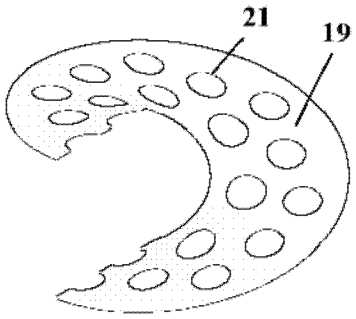


图 2(a)

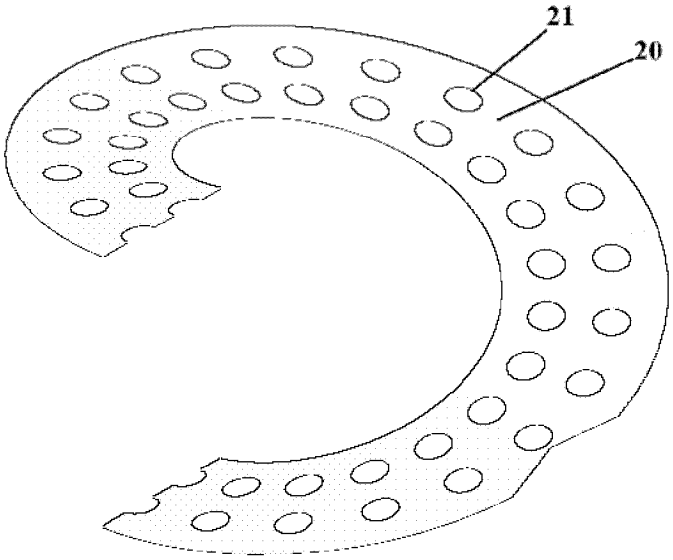


图 2(b)

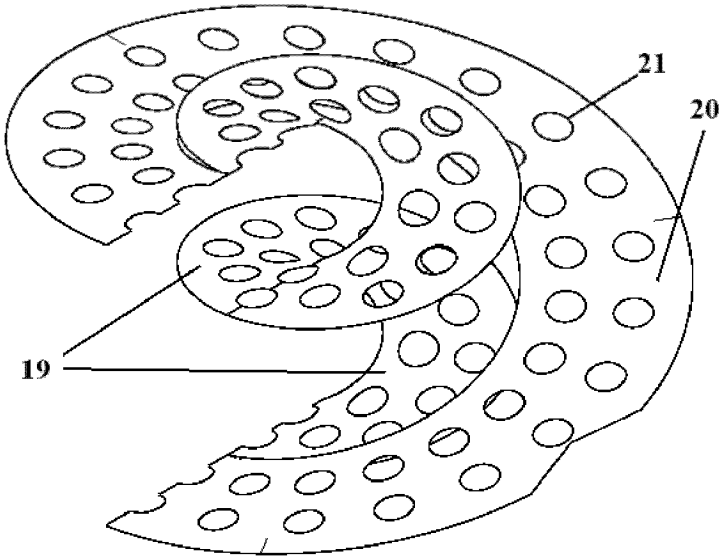


图 2(c)

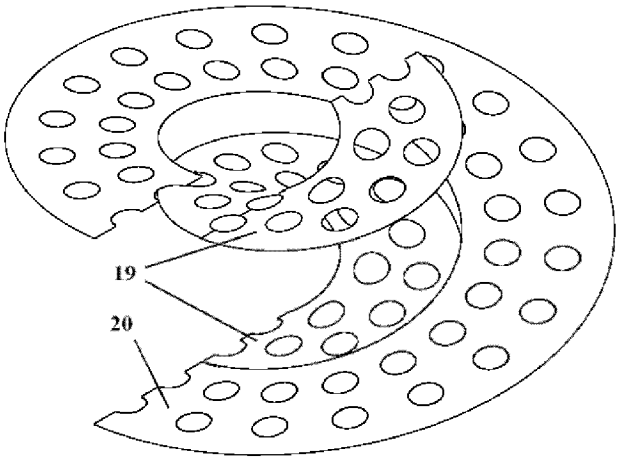


图 3(a)

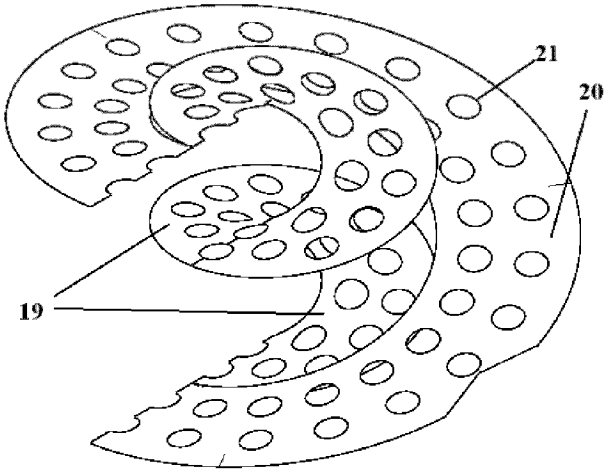


图 3(b)

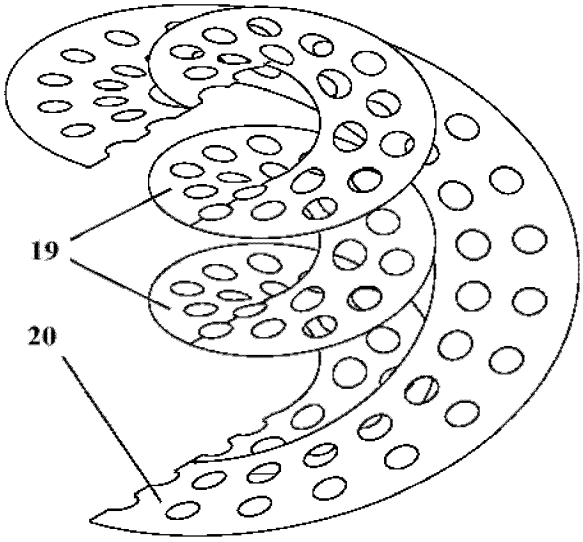


图 3(c)

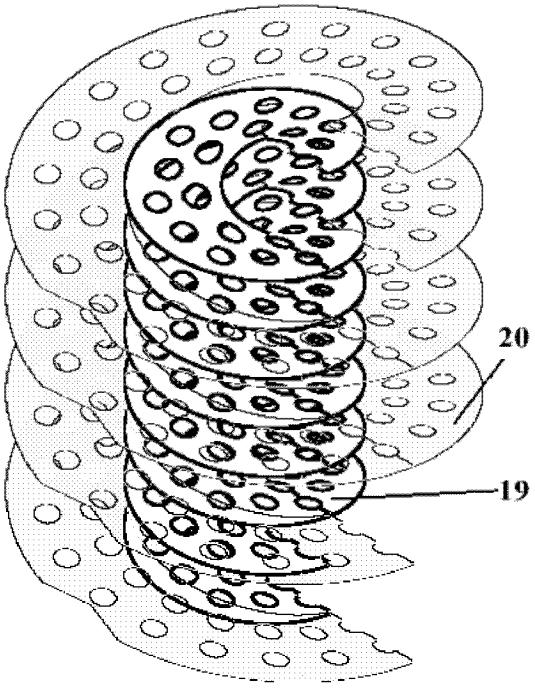


图 4(a)

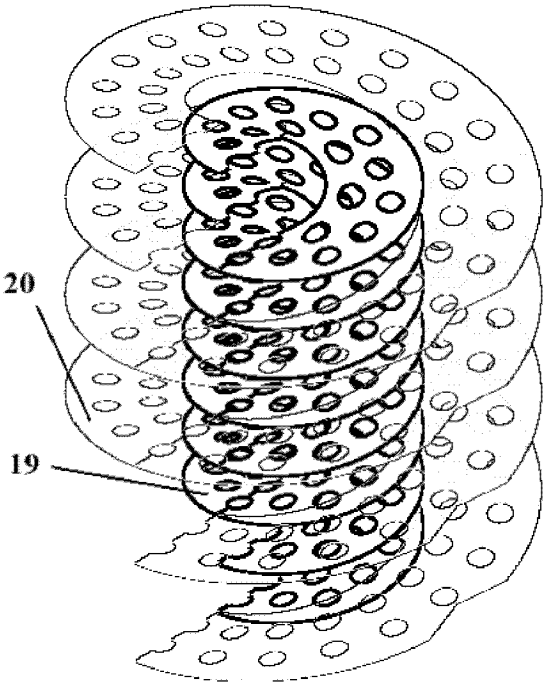


图 4(b)

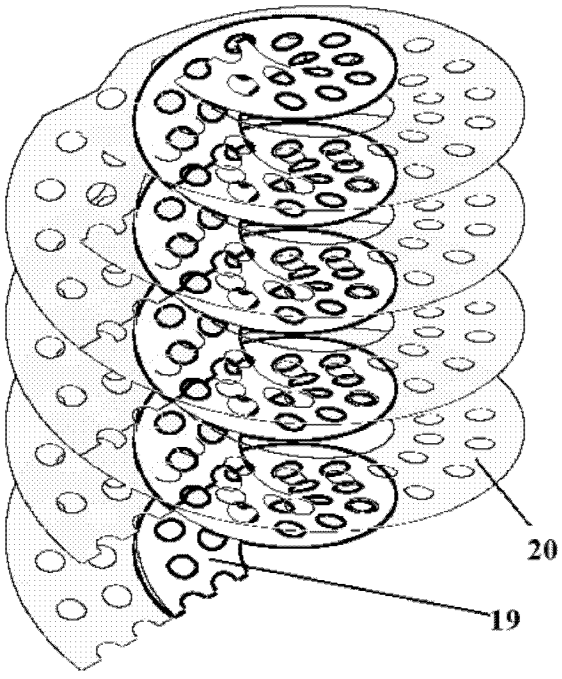


图 4(c)

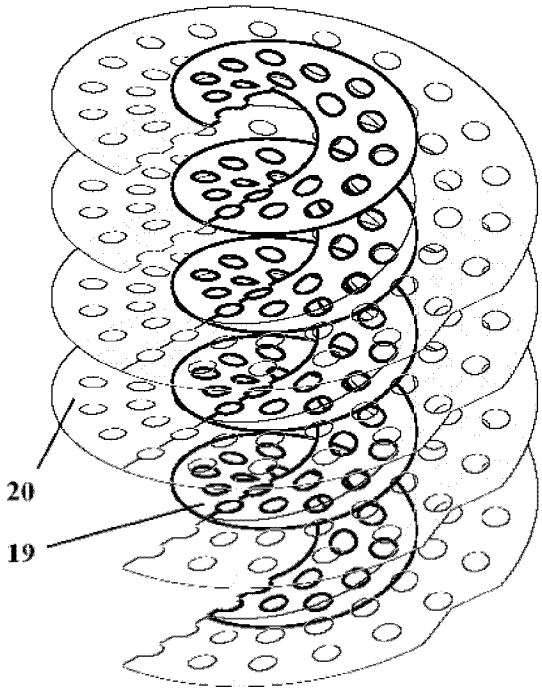


图 4(d)

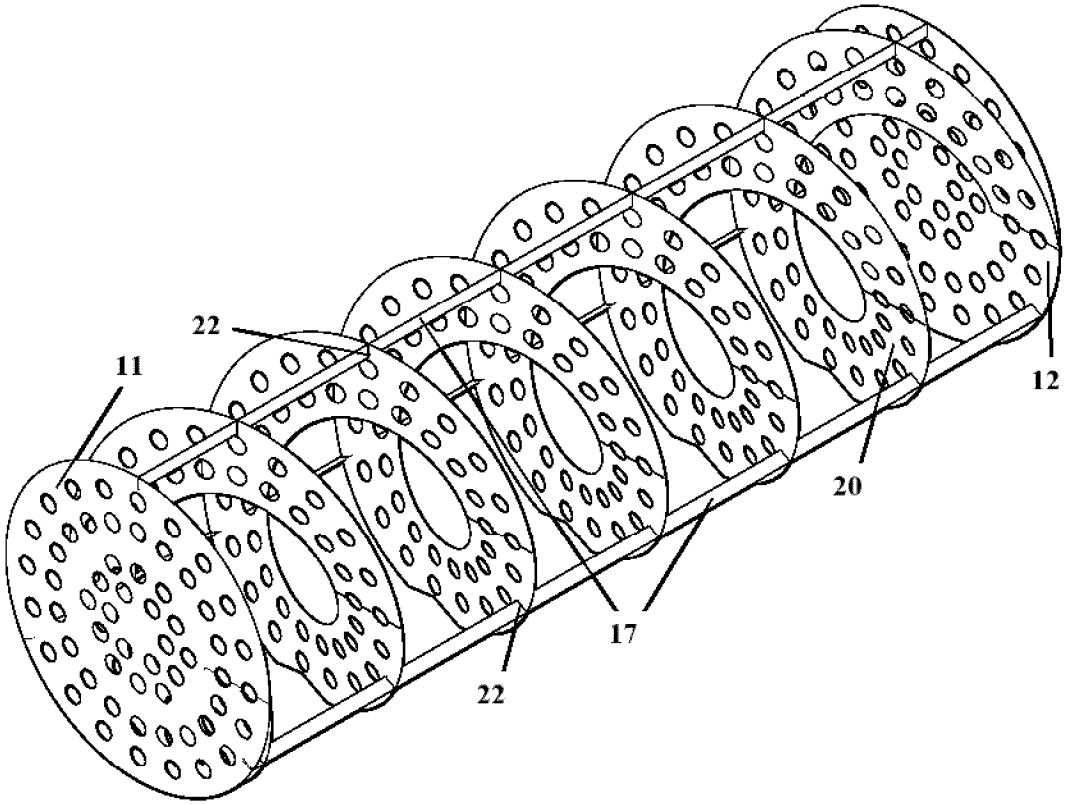


图 5

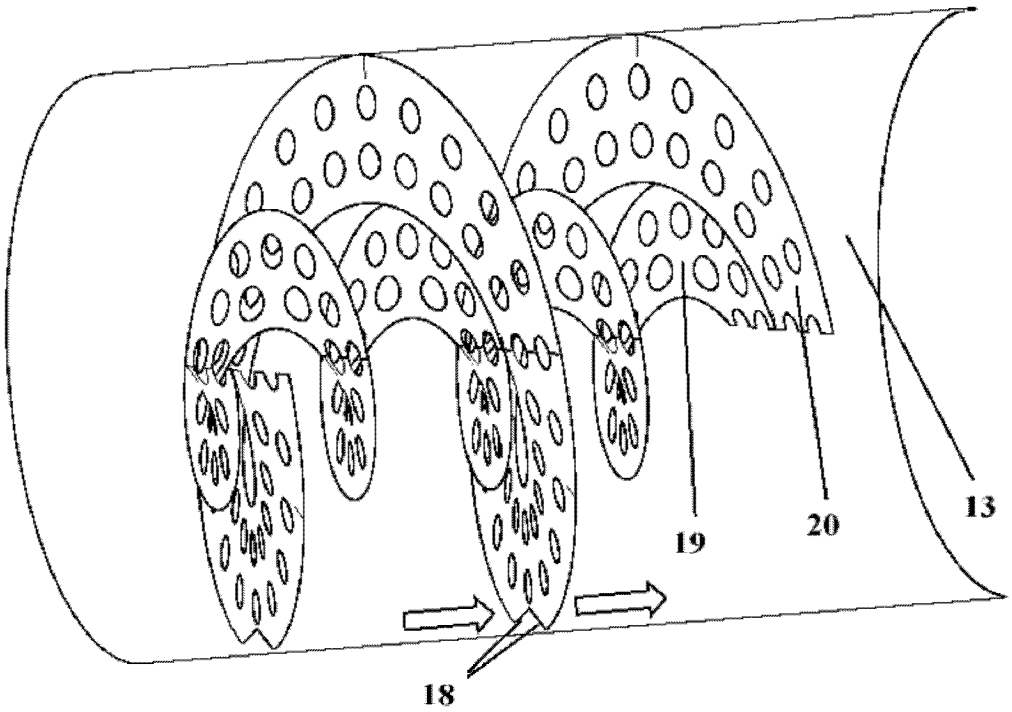


图 6

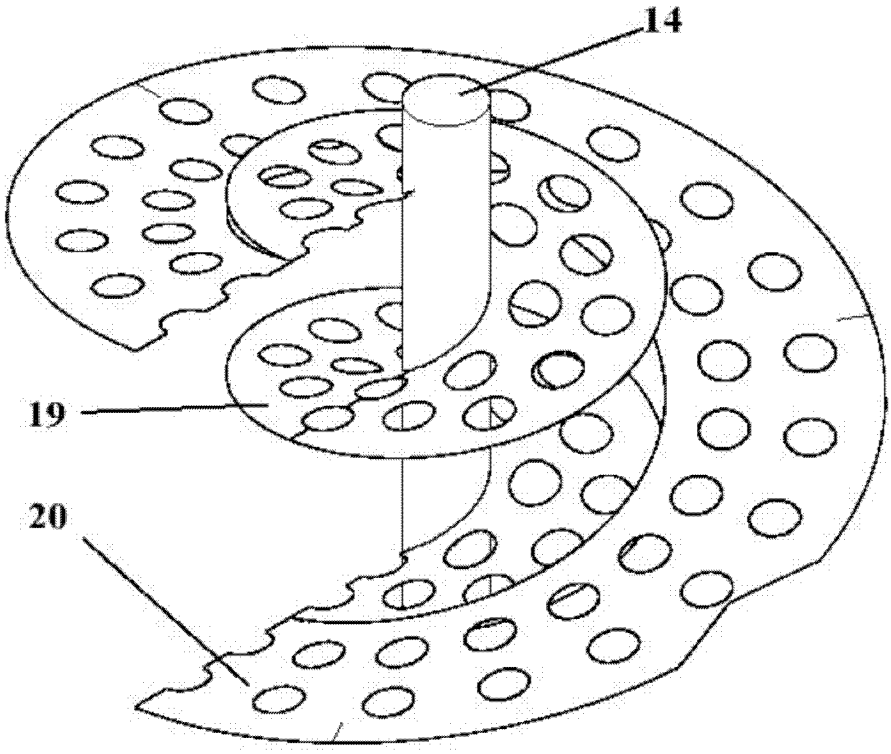


图 7(a)

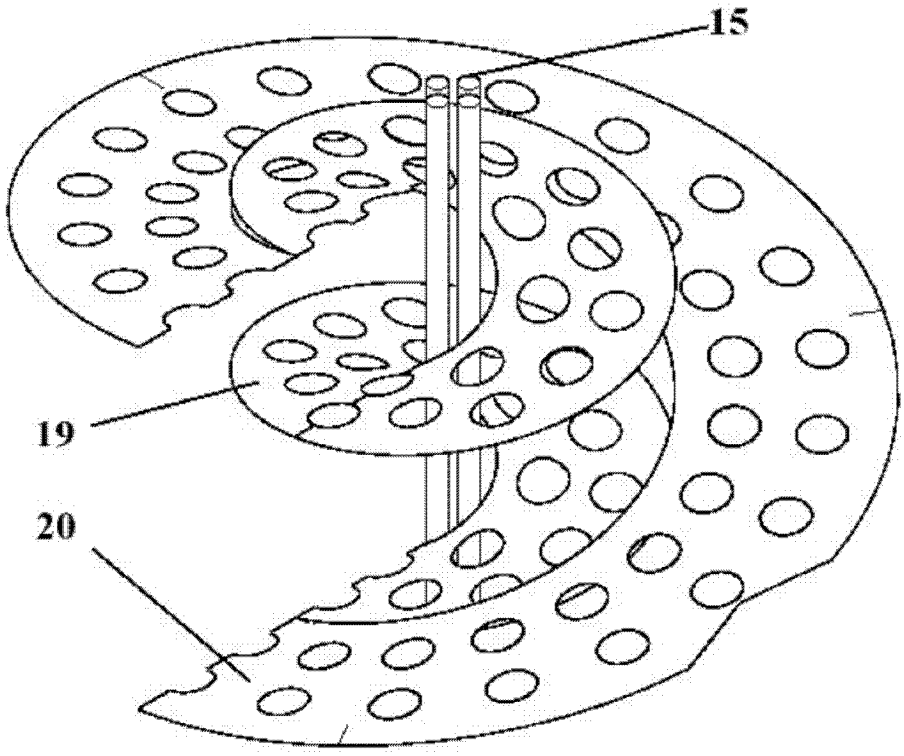


图 7(b)

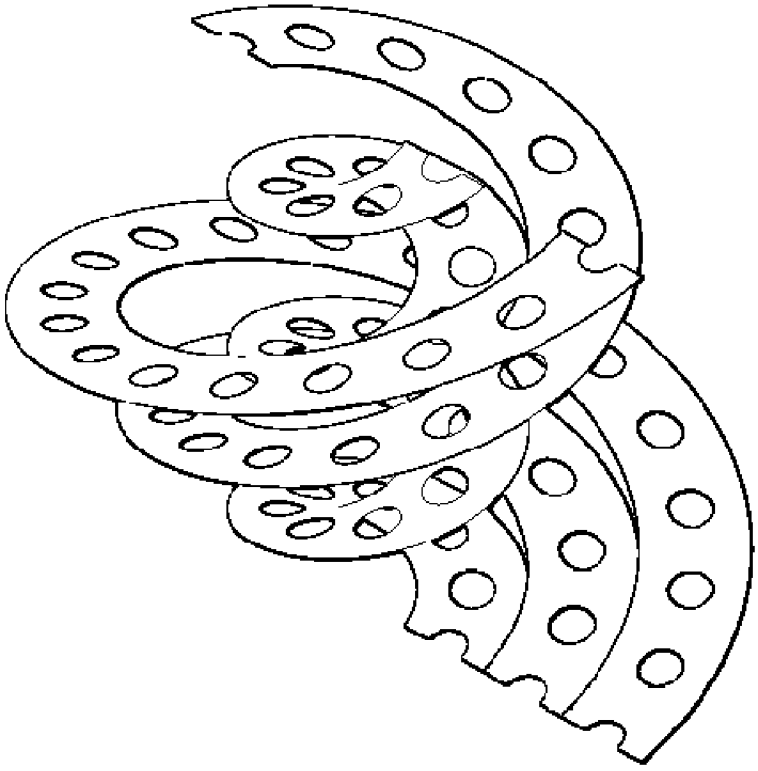


图 8(a)

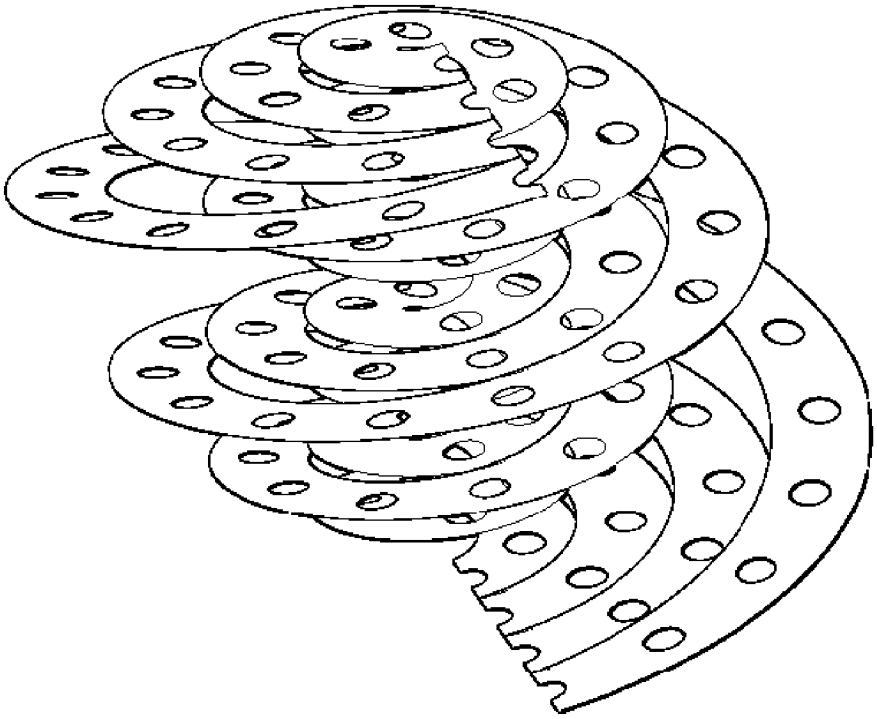


图 8(b)