



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118912989 A

(43) 申请公布日 2024. 11. 08

(21) 申请号 202411048006.6

(22) 申请日 2024.08.01

(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 褚雯霄 吕义高 李鑫 区永深

王秋旺

(74) 专利代理机构 北京中济纬天专利代理有限

公司 11429

专利代理师 覃婧婵

(51) Int. Cl.

F28D 15/02 (2006.01)

F28F 1/36 (2006.01)

F28F 1/24 (2006.01)

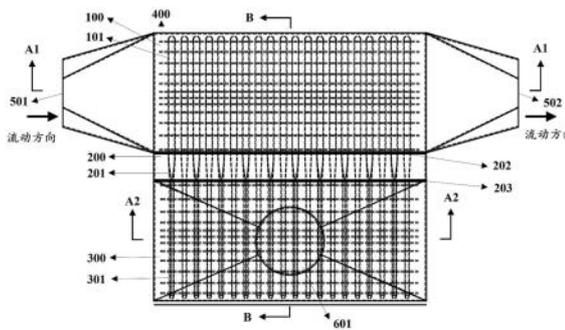
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种高效低阻的叉流热管换热器

(57) 摘要

本发明提供一种高效低阻的叉流热管换热器,采用在热管绝热段扭曲的非圆截面热管,使换热器热、冷侧流体的流动方向均与热管截面的长轴方向相同,换热器可任意转向灵活布置,最终显著降低换热腔内流体的压力损失、降低风机能耗,同时还可显著提高换热腔内流体和热管管束间的换热效果。此外,冷凝段和蒸发段外壁以中间密而两端疏的形式布置与热管截面对应的非圆形翅片,充分利用了流体主流区流速大而近壁区流速小的特点,有效提高了翅片换热效率,并节省材料使用。



1. 一种高效低阻的叉流热管换热器,其特征在于,所述叉流热管换热器还包括蒸发换热腔和冷凝换热腔;其中,冷流体在冷凝换热腔内的流动方向和热流体在蒸发换热腔内的流动方向垂直。

2. 根据权利要求1所述的叉流热管换热器,其特征在于,优选的,还包括热管管束;所述热管管束,由若干根热管竖直阵列式叉排布置组成。

3. 根据权利要求2所述的叉流热管换热器,其特征在于,所述蒸发换热腔,由腔体外壳和热管蒸发段构成;所述冷凝换热腔由腔体外壳和热管冷凝段构成。

4. 根据权利要求3所述的叉流热管换热器,其特征在于,热管冷凝段和热管蒸发段的外壁均布置有翅片。

5. 根据权利要求4所述的叉流热管换热器,其特征在于,所述叉流热管换热器还包括:隔热层;所述隔热层由隔热板和隔热材料构成。

6. 根据权利要求5所述的叉流热管换热器,其特征在于,蒸发换热腔、隔热层和冷凝换热腔自下而上依次布置。

7. 根据权利要求6所述的叉流热管换热器,其特征在于,所述热管的截面为非圆形。

8. 根据权利要求1所述的叉流热管换热器,其特征在于,所述蒸发换热腔和冷凝换热腔内流体主流的流动方向均与热管的截面的长轴方向相同。

9. 根据权利要求1所述的叉流热管换热器,其特征在于,蒸发换热腔的前端设置有热流体进口,蒸发换热腔的后端设置有热流体出口;冷凝换热腔的左端设置有热流体进口,冷凝换热腔的右端设置有热流体出口。

一种高效低阻的叉流热管换热器

技术领域

[0001] 本发明涉及换热设备领域,特别涉及一种高效低阻的叉流热管换热器。

背景技术

[0002] 近数十年来,随着热管换热器技术的发展日趋成熟,其在电厂发电、钢铁冶金、石油化工、余热回收、电子设备热管理等领域的节能改造中发挥着越来越重要的作用。例如,在烟气余热回收领域的应用中,目前应用较广泛的有重力式热管换热器,中温烟气从换热器的蒸发换热腔的左侧流入、右侧流出,冷空气则从冷凝换热腔的右侧流入、左侧流出,通过空气和烟气流动并行逆向的设置,使热管将中温烟气的热量传递给洁净的低温空气,从而实现烟气余热的回收利用。此种布置方式相对于冷热流体并行但是同向流动的布置方式的换热效果较好,但仍然不够令人满意,目前应用最多的热管换热器仍为冷热流体的流向并行布置,安装灵活性较为有限。另一方面,目前工业应用中的热管换热器一般采用圆形截面热管,包括重力热管和毛细芯热管。此类圆形截面的热管在实际应用中,流体流动的压力损失往往较大,风机需要消耗更多的电能。此外,为了强化热管和换热腔内流体的传热过程,通常会在热管的外壁上布置有翅片。目前常用的翅片一般为非连续的圆形或矩形,或者连续的矩形,且翅片一般沿着热管的蒸发段或冷凝段等间距或者以等螺距螺旋缠绕布置,在实际应用条件下翅片效率和利用率较差。

[0003] 专利CN201020517703.9公开了一种椭圆热管换热器,包括椭圆形的热管和若干翅片,该专利中主要通过布置所述的不同尺寸的翅片间距,来解决现有翅片上孔距过大或者过小带来的散热效率低的问题。该专利中整个热管均为均匀一致的椭圆形,热管绝热段并没有可以使热管蒸发段和冷凝段截面长轴方向扭转 90° 的扭曲结构,其冷、热流体的流向为并行布置,换热效率较低。此外,该专利中所述管外翅片为等间距均匀布置的连续矩形翅片,与本专利中冷凝段和蒸发段外壁分别以中间密而两端疏的形式布置与热管截面对应的非圆形翅片的设计明显不同,其翅片效率和利用率较低,且用于烟气余热回收时积灰会更严重。此外,本专利中除了采用椭圆形截面热管外,还优选地给出了翼形和扁圆形截面的热管,以进一步降低换热腔内的压力损失。

[0004] 专利CN 202011384805.2公开了一种导流式低流阻热管换热器,包括热管换热器箱体、管板和导流式低流阻热管管束,所述的导流式低流阻热管管束采用的热管也为椭圆形,其主要通过将一定宽度的金属板条沿热管轴向与椭圆基管对称焊接作为导流板。该专利中整个热管均为均匀一致的椭圆形,热管绝热段也没有可以使热管蒸发段和冷凝段截面长轴方向扭转 90° 的扭曲结构,其冷、热流体的流向也为并行布置,换热效率较低。此外,本专利中除了采用椭圆形截面热管外,还优选地给出了翼形和扁圆形截面的热管,以进一步降低换热腔内的压力损失。最后,该专利所采用的翅片为沿着热管方向的连续翅片,主要功能为导流和强化传热,与本专利中冷凝段和蒸发段外壁分别以中间密而两端疏的形式布置与热管截面对应的非圆形翅片的设计也明显不同,其翅片效率和利用率也较低。

发明内容

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明的目的是:提供一种高效低阻的叉流热管换热器。为了实现上述目的,本发明采用以下方案。

[0006] 一种高效低阻的叉流热管换热器,其包括:热管管束、蒸发换热腔、隔热层和冷凝换热腔;

[0007] 所述热管管束,由若干根热管竖直阵列式叉排布置组成,热管管束贯穿隔热层。

[0008] 可选的,热管蒸发段位于蒸发换热腔内,热管冷凝段位于冷凝换热腔内。

[0009] 可选的,所述蒸发换热腔,由腔体外壳和热管蒸发段构成;所述冷凝换热腔由腔体外壳和热管冷凝段构成;其中,冷流体在冷凝换热腔内的流动方向和热流体在蒸发换热腔内的流动方向垂直。

[0010] 可选的,冷流体流动方向为从冷凝换热腔左端至右端,热流体流动方向为从蒸发换热腔的前端至后端。

[0011] 可选的,热管冷凝段和热管蒸发段的外壁均布置有翅片。

[0012] 可选的,冷凝段和蒸发段外壁均以中间密而两端疏的形式布置与热管截面对应的非圆形翅片。

[0013] 可选的,所述隔热层由两层布置有通孔的隔热板和隔热材料构成,通孔的位置和热管管束的布置位置相对应,热管管束的绝热段位于隔热层内且居中放置;所述冷凝换热腔由腔体外壳和热管冷凝段构成。

[0014] 可选的,蒸发换热腔、隔热层和冷凝换热腔自下而上依次布置。

[0015] 可选的,所述热管的截面为非圆形。

[0016] 可选的,所述热管截面形状为椭圆形、翼形、扁圆形或者泪滴形;热管的绝热段为可以使热管截面长轴方向扭转 90° 的扭曲结构。

[0017] 可选的,所述蒸发换热腔和冷凝换热腔内流体主流的流动方向均与热管截面的长轴方向相同。

[0018] 可选的,蒸发换热腔的前端设置有热流体进口,蒸发换热腔的后端设置有热流体出口;冷凝换热腔的左端设置有热流体进口,冷凝换热腔的右端设置有热流体出口。

[0019] 相比于现有技术,本发明具有以下技术效果:

[0020] 1、本发明所述叉流热管换热器,采用在绝热段扭曲的非圆截面热管,使换热器热、冷侧流体的流动方向与热管截面的长轴方向相同,可显著降低换热腔内流体的压力损失,从而显著降低风机能耗,同时还可强化热管与换热腔内的传热过程,显著提高换热腔内流体和热管管束间的换热效果。

[0021] 2、冷凝段和蒸发段外壁以中间密而两端疏的形式布置与热管截面对应的非圆形翅片,充分利用了流体主流区流速大而近壁区流速小的特点,大大提高了翅片换热效率,并节省了材料使用;非圆形热管管束叉排布置还可进一步提高换热器紧凑性。

[0022] 3、不同于常用热管换热器中冷、热流体平行流向布置的方式,本发明提供的冷、热流体交叉流向布置,在提高换热效率的同时,还可以提高换热器的安装灵活性。

附图说明

[0023] 附图示出了本发明的示例性实施方式,并与其说明一起用于解释本发明的原理,

其中包括了这些附图以提供对本发明的进一步理解,并且附图包括在本说明书中并构成本说明书的一部分。

[0024] 图1是本发明一种高效低阻的叉流热管换热器的结构示意图;

[0025] 图2(a)是图1中B-B处的剖视图;

[0026] 图2(b)是图1中A1-A1向的剖视图;

[0027] 图2(c)是图1中A2-A2向的剖视图;

[0028] 图3是布置有变间距翅片的非圆截面热管的结构示意图;

[0029] 图4是非圆截面热管绝热段的局部结构示意图;

[0030] 图5是三种非圆截面热管的截面形状示意图;

[0031] 附图标记说明:

[0032] 100-冷凝换热腔;101-热管冷凝段;200-隔热层;201-热管绝热段;202-通孔;203-隔热板;300-蒸发换热腔;301-热管蒸发段;400-翅片;501-冷流体进口;502-冷流体出口;601-热流体进口;602-热流体出口。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图1至图5和实施方式对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是,此处所描述的具体实施方式仅用于解释相关内容,而非对本发明的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与本发明相关的部分。

[0034] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施方式及实施方式中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施方式来详细说明本发明的技术方案。

[0035] 除非另有说明,否则示出的示例性实施方式/实施例将被理解为提供可以在实践中实施本发明的技术构思的一些方式的各种细节的示例性特征。因此,除非另有说明,否则在不脱离本发明的技术构思的情况下,各种实施方式/实施例的特征可以另外地组合、分离、互换和/或重新布置。

[0036] 在附图中使用交叉影线和/或阴影通常用于使相邻部件之间的边界变得清晰。如此,除非说明,否则交叉影线或阴影的存在与否均不传达或表示对部件的具体材料、材料性质、尺寸、比例、示出的部件之间的共性和/或部件的任何其它特性、属性、性质等的任何偏好或者要求。此外,在附图中,为了清楚和/或描述性的目的,可以夸大部件的尺寸和相对尺寸。当可以不同地实施示例性实施例时,可以以不同于所描述的顺序来执行具体的工艺顺序。例如,可以基本同时执行或者以与所描述的顺序相反的顺序执行两个连续描述的工艺。此外,同样的附图标记表示同样的部件。

[0037] 当一个部件被称作“在”另一部件“上”或“之上”、“连接到”或“结合到”另一部件时,该部件可以直接在所述另一部件上、直接连接到或直接结合到所述另一部件,或者可以存在中间部件。然而,当部件被称作“直接在”另一部件“上”、“直接连接到”或“直接结合到”另一部件时,不存在中间部件。为此,术语“连接”可以指物理连接、电气连接等,并且具有或不具有中间部件。

[0038] 为了描述性目的,本发明可使用诸如“在……之下”、“在……下方”、“在……下”、“下”、“在……上方”、“上”、“在……之上”、“较高的”和“侧(例如,如在“侧壁”中)”等的空间相对术语,从而来描述如附图中示出的一个部件与另一(其它)部件的关系。除了附图中描

绘的方位之外,空间相对术语还意图包含设备在使用、操作和/或制造中的不同方位。例如,如果附图中的设备被翻转,则被描述为“在”其它部件或特征“下方”或“之下”的部件将随后被定位为“在”所述其它部件或特征“上方”。因此,示例性术语“在……下方”可以包含“上方”和“下方”两种方位。此外,设备可被另外定位(例如,旋转90度或者在其它方位处),如此,相应地解释这里使用的空间相对描述语。

[0039] 这里使用的术语是为了描述具体实施例的目的,而不意图是限制性的。如这里所使用的,除非上下文另外清楚地指出,否则单数形式“一个(种、者)”和“所述(该)”也意图包括复数形式。此外,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”以及它们的变型时,说明存在所陈述的特征、整体、步骤、操作、部件、组件和/或它们的组,但不排除存在或附加一个或更多个其它特征、整体、步骤、操作、部件、组件和/或它们的组。还要注意的,如这里使用的,术语“基本上”、“大约”和其它类似的术语被用作近似术语而不用作程度术语,如此,它们被用来解释本领域普通技术人员将认识到的测量值、计算值和/或提供的值的固有偏差。

[0040] 下面结合附图对本发明进行具体描述。

[0041] 一个实施例中,本发明提供一种高效低阻的叉流热管换热器,其包括:热管管束、蒸发换热腔(300)、隔热层(200)和冷凝换热腔(100)。

[0042] 所述热管管束,由若干根热管竖直阵列式叉排布置组成,热管管束贯穿隔热层(200)。其中,所述热管的截面为非圆形,热管绝热段(201)为可以使所述热管的截面在长轴方向上扭转90°的扭曲结构(参见图4)。

[0043] 在绝热段采用扭曲的非圆形截面的热管,使得换热器在热、冷侧流体的流动方向与热管截面的长轴方向相同,可显著降低换热腔内流体的压力损失,从而显著降低风机能耗,同时还可强化热管与换热腔内的传热过程,显著提高换热腔内流体和热管管束间的换热效果。

[0044] 热管蒸发段(301)位于蒸发换热腔(300)内,热管冷凝段(101)位于冷凝换热腔(100)内,热管冷凝段(101)和热管蒸发段(301)的外壁均以中间密而两端疏的形式布置有与热管截面对应的非圆形翅片(400)(参见图3)。

[0045] 冷凝段和蒸发段外壁以中间密而两端疏的形式布置与热管截面对应的非圆形翅片,充分利用了流体主流区流速大而近壁区流速小的特点,大大提高了翅片换热效率,并节省了材料使用;非圆形热管管束叉排布置还可进一步提高换热器紧凑性。

[0046] 参照图1、图2(a)至图2(c),所述蒸发换热腔(300)由腔体外壳和热管管束的蒸发段构成,其中,各热管蒸发段(301)组成热管管束的蒸发段。具体的,参见图2(c),蒸发换热腔(300)的前端设置有热流体进口(601),蒸发换热腔(300)的后端设置有热流体出口(602)。

[0047] 所述隔热层(200)由两层布置有通孔(202)的隔热板(203)构成,通孔的位置和热管管束的布置位置相对应,热管穿过隔热板通孔贯穿于隔热层(200),且热管管束的绝热段(201)位于隔热层(200)内,隔热层(200)内充满空气或填充有玻璃棉、气凝胶等隔热材料。

[0048] 所述热管管束的绝热段位于隔热层内且居中放置。

[0049] 所述冷凝换热腔(100)由腔体外壳和热管管束的冷凝段构成,其中,各热管冷凝段(101)构成管管束的冷凝段,具体的,参见图2(a)冷凝换热腔的左端设置有冷流体进口

(501), 冷凝换热腔的右端设置有冷流体出口(502)。

[0050] 由于热管绝热段(201)设计为可以使热管截面长轴方向扭转 90° 的扭曲结构(参见图4), 因此蒸发换热腔(300)和冷凝换热腔(100)内流体主流的流动方向均与热管截面的长轴方向相同(参见图2(a)至图2(c)和图3)。因此, 在实际应用中, 流体在具有该形状截面的热管管束中流动换热时, 冷、热侧流体的压力损失均可以大大降低, 从而可以显著降低风机能耗。同时, 采用该种热管的换热性能相对于常用的圆形截面热管可以显著提升, 非圆形热管管束又排布置还可进一步提高换热器紧凑性。

[0051] 不同于常用热管换热器中冷、热流体平行流向布置的方式, 本发明提供的冷、热流体交叉流向布置方案(参见图2(a)至图2(c)), 具体的, 冷流体流动方向为从冷凝换热腔(100)左端至右端, 热流体流动方向为从蒸发换热腔(300)的前端至后端。所述方案不仅可以提高热管换热器的整体换热效率, 还可以提高换热器的安装灵活性。

[0052] 优选的, 所述热管蒸发段(301)和冷凝段(101)的外壁翅片(400)以变翅片间距布置, 且为非连续的非圆形翅片, 或者以变螺距布置螺旋翅片(参见图3), 该翅片布置形式充分利用了流体主流区流速大而近壁区流速小的特点, 大大提高了翅片换热效率, 并节省了材料支出。

[0053] 优选的, 翅片还可以在远离热管绝热段(201)密而在靠近热管绝热段(201)疏的方案布置, 以提高翅片的利用效率。

[0054] 优选的, 热管绝热段(201)位于隔热层(200)内, 所述隔热层(200)内仅采用空气隔热, 或者填充玻璃棉、气凝胶材料隔热材料, 隔热层(200)采用两层以上隔热板, 且隔热板间填充不同类型的隔热材料, 以获得更好的换热效果。

[0055] 优选的, 所述热管截面形状为椭圆形、翼形、扁圆形或者泪滴形任一形状(参见图5)。

[0056] 在本说明书的描述中, 参考术语“一个实施例/方式”、“一些实施例/方式”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例/方式或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本申请的至少一个实施例/方式或示例中。在本说明书中, 对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例/方式或示例。而且, 描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例/方式或示例中以合适的方式结合。此外, 在不相互矛盾的情况下, 本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例/方式或示例以及不同实施例/方式或示例的特征进行结合和组合。

[0057] 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至少一个该特征。在本申请的描述中, “多个”的含义是至少两个, 例如两个, 三个等, 除非另有明确具体的限定。

[0058] 本领域的技术人员应当理解, 上述实施方式仅仅是为了清楚地说明本发明, 而并非是对本发明的范围进行限定。对于所属领域的技术人员而言, 在上述公开的基础上还可以做出其它变化或变型, 并且这些变化或变型仍处于本发明的范围内。

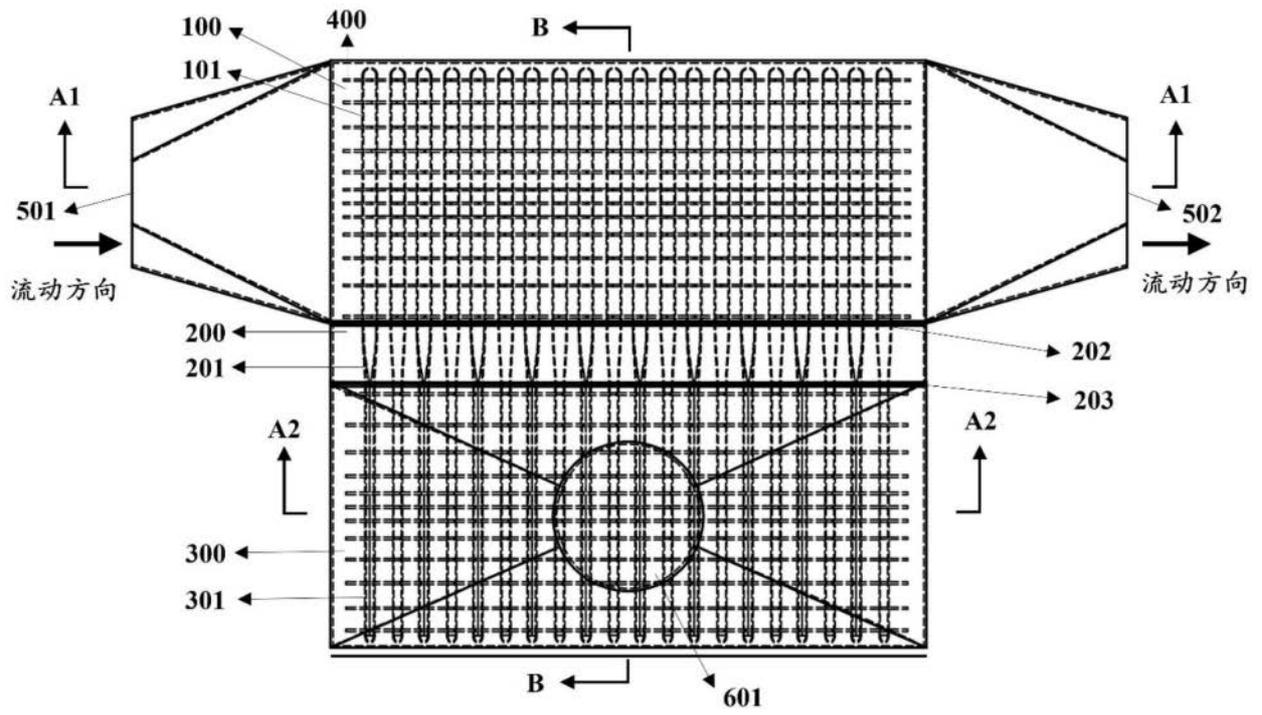


图1

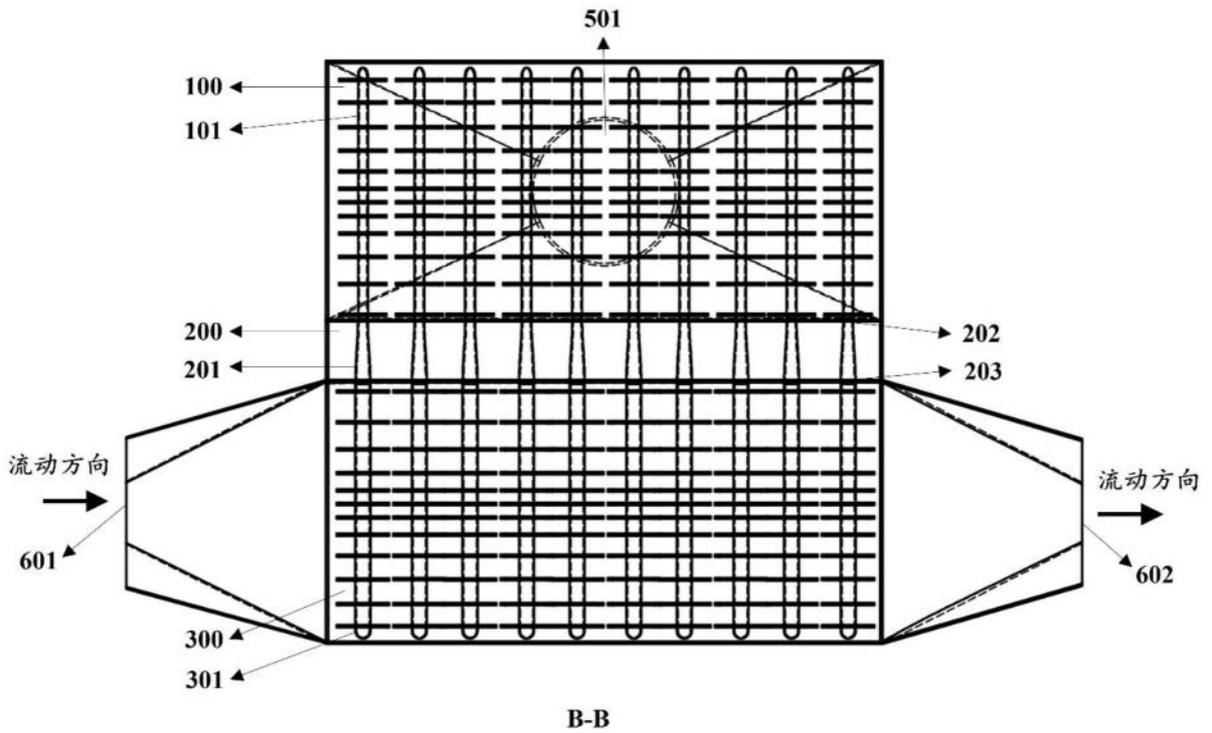


图2(a)

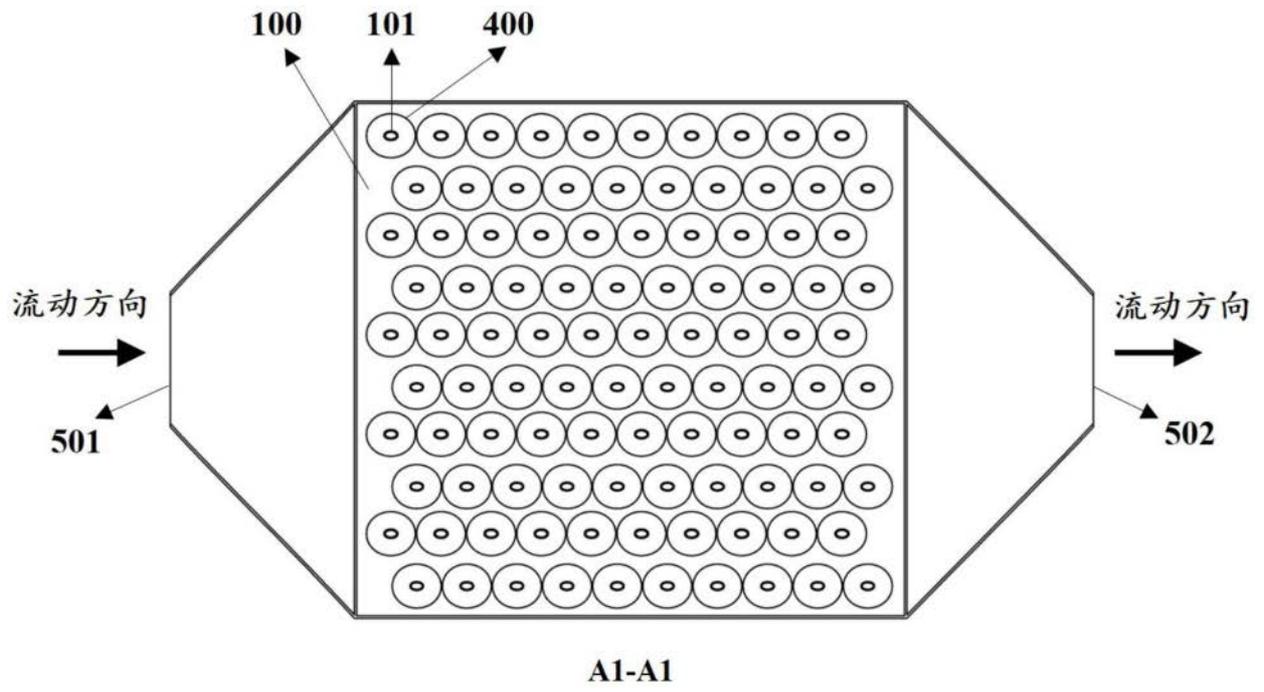


图2(b)

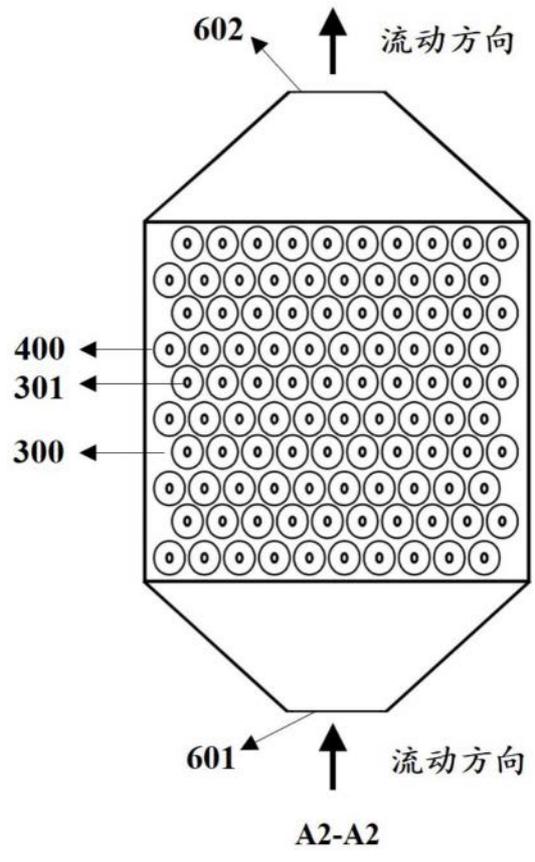


图2(c)

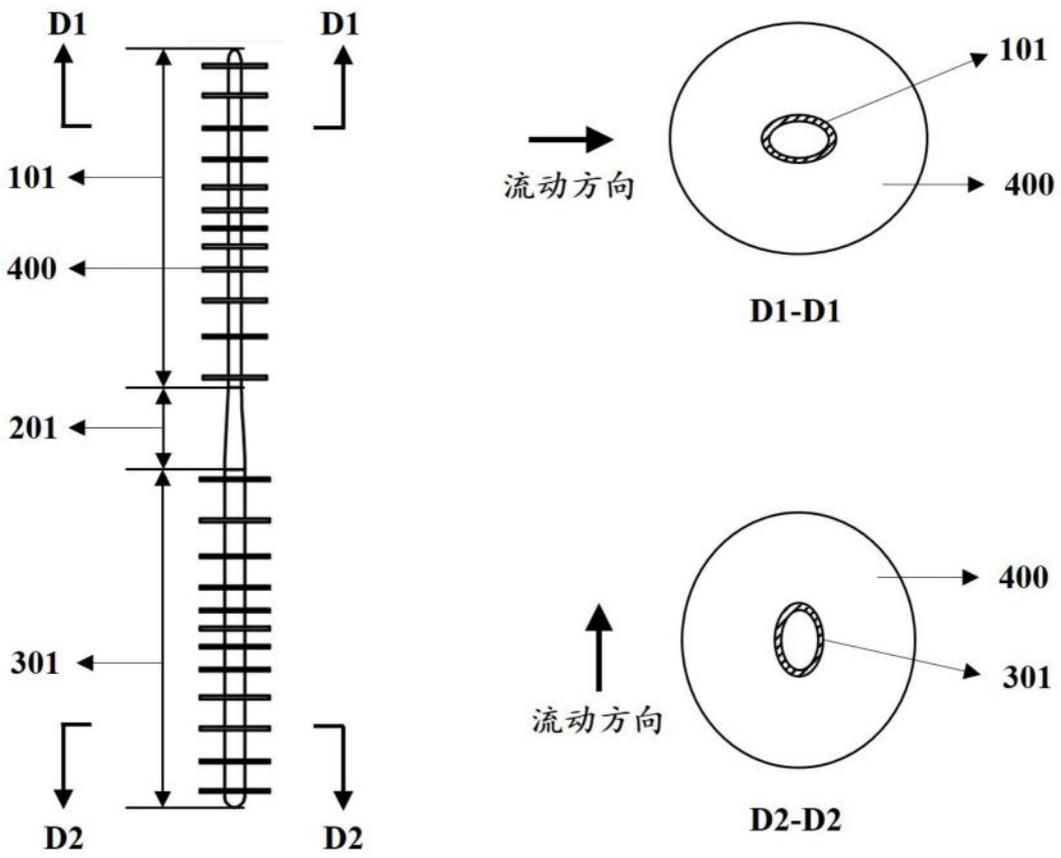


图3

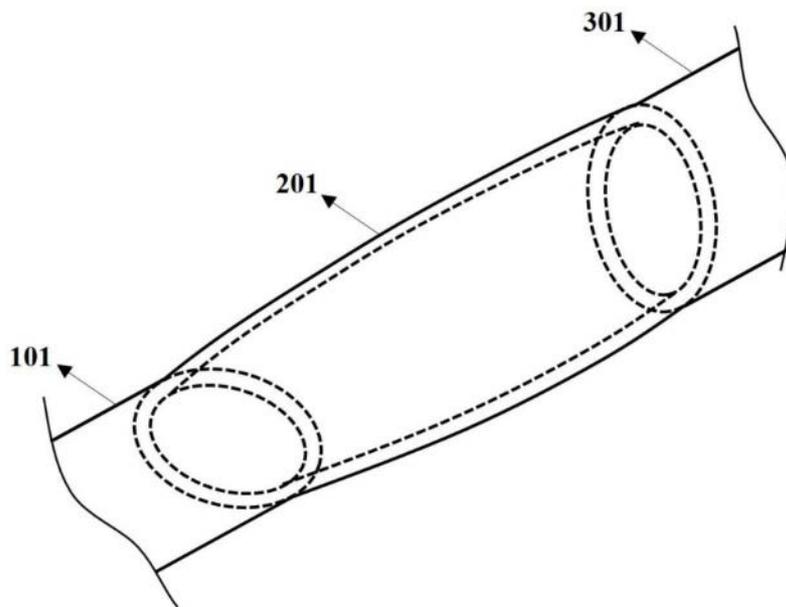


图4

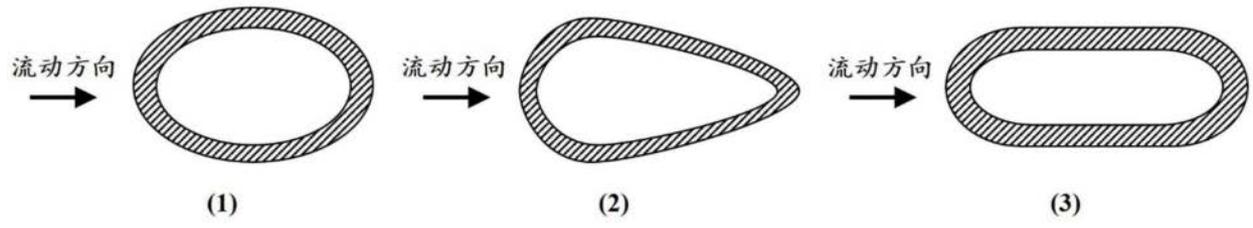


图5