



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105300140 A

(43) 申请公布日 2016. 02. 03

(21) 申请号 201510656985. 8

(22) 申请日 2015. 10. 13

(71) 申请人 丽水学院

地址 323000 浙江省丽水市学院路 1 号

(72) 发明人 洪宇翔 杜娟

(74) 专利代理机构 杭州丰禾专利事务所有限公

司 33214

代理人 王鹏举

(51) Int. Cl.

F28D 7/16(2006. 01)

F28F 1/40(2006. 01)

F28F 9/24(2006. 01)

F28F 9/013(2006. 01)

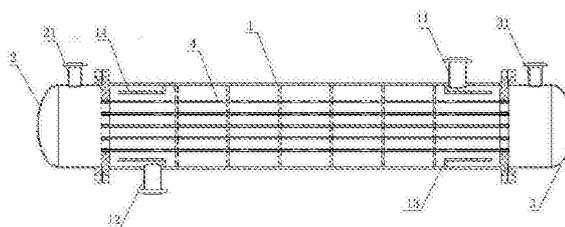
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种螺旋带支撑正(余)弦纹管的壳程复合强化换热器

(57) 摘要

本发明涉及换热器强化传热技术领域, 尤其涉及一种换热器。该换热器通过改进壳程支撑结构, 可以进一步提高壳程的传热综合性能, 解决了现有纵流式支撑换热器的传热效果不理想、适用范围小、形体阻力大, 无法进一步提高传热综合性能的问题。



1. 一种螺旋带支撑正(余)弦纹管的壳程复合强化换热器,包括壳体,以及设置在壳体轴向两端部的进口封头和出口封头,以及设置在壳体内腔的强化传热管;所述进口封头上设有与其内腔相通的管程进口,出口封头上设有与其内腔相通的管程出口,强化传热管的两端部分别与进口封头、出口封头的内腔相通,管程进口、进口封头内腔、强化传热管、出口封头内腔和管程出口依次相通构成管程流体通道;所述壳体两端部上设有壳程进口和壳程出口,壳程进口、壳体内腔与壳程出口之间构成壳程流体通道,壳程流体通道的流向与管程流体通道的流向相反;其特征在于:所述壳体内部轴向设有用于定位强化传热管的第一支撑架和第二支撑架,第一支撑架包括圆形外框,以及纵向设置在圆形外框内部的多条纵向支撑条;第二支撑架包括圆形外框,以及横向设置在圆形外框内部的多条横向支撑条;所述第一支撑架和第二支撑架依次间隔设置,相邻第一支撑架和第二支撑架之间设有螺旋带,螺旋带的端部连接在横向支撑条与纵向支撑条投影交叉点上。

2. 根据权利要求1所述一种螺旋带支撑正(余)弦纹管的壳程复合强化换热器,其特征在于:所述壳体的内部两端设有进口导流筒和出口导流筒,进口导流筒和出口导流筒为沿壳体内壁周向设置的筒体,进口导流筒与壳体之间构成进口导流腔,壳程进口的内端与进口导流腔相通;出口导流筒与壳体之间构成出口导流腔,壳程出口的内端与出口导流腔相通;所述进口导流腔和出口导流腔内的流体流向与壳程流体通道的流向相反。

3. 根据权利要求2所述一种螺旋带支撑正(余)弦纹管的壳程复合强化换热器,其特征在于:所述横向支撑条与纵向支撑条空间上构成若干方形单元,强化传热管穿设在方形单元内,强化传热管的外侧管壁与方形单元边缘相切;所述螺旋带的轴向投影面与强化传热管的外侧管壁相切。

4. 根据权利要求3所述一种螺旋带支撑正(余)弦纹管的壳程复合强化换热器,其特征在于:所述强化传热管的管体外侧壁围绕管体周向轧制有多条管体肋纹,多条管体肋纹沿管体轴向依次排布,管体肋纹沿管体周向呈正弦函数图像或余弦函数图像排布。

5. 根据权利要求4所述一种螺旋带支撑正(余)弦纹管的壳程复合强化换热器,其特征在于:所述强化传热管的管体肋纹的肋高优选为 $e=0.5\sim 2\text{mm}$,肋纹振幅优选为 $A=8\sim 20\text{mm}$,圆周方向上的周期个数优选为 $n=2\sim 8$ 个,流向上的节距优选为 $L=10\sim 50\text{mm}$ 。

6. 根据权利要求1或3所述一种螺旋带支撑正(余)弦纹管的壳程复合强化换热器,其特征在于:所述第一支撑架和第二支撑架依次间隔设置,相邻第一支撑架和第二支撑架之间的距离为 225mm ;相邻两第一支撑架或相邻两第二支撑架之间的距离为 550mm ;所述螺旋带是由金属条绕其中心轴线旋转而成,螺旋带的宽度 K 为 19.4mm ,半节距 $P=150\text{mm}$,扭率 $\gamma=3.35$,流向投影圆直径 $\#=44.8\text{mm}$,厚度 $B=2\text{mm}$ 。

7. 根据权利要求6所述一种螺旋带支撑正(余)弦纹管的壳程复合强化换热器,其特征在于:所述第一支撑架和第二支撑架之间螺旋带为一个螺旋单元,相邻两个螺旋单元之间螺旋角度交错。

8. 根据权利要求6所述一种螺旋带支撑正(余)弦纹管的壳程复合强化换热器,其特征在于:单组螺旋带由两根金属条绕其中心轴线旋转 270° 角度而成。

9. 根据权利要求6所述一种螺旋带支撑正(余)弦纹管的壳程复合强化换热器,其特征在于:相邻两根第一支撑架及其中间的第二支撑架,或相邻两根第二支撑架及其中间的第一支撑架之间构成一个支撑单元,螺旋带由金属条绕其中心轴线旋转 540° 角度而成,螺旋

带轴向横跨一个支撑单元。

10. 根据权利要求 6 所述一种螺旋带支撑正(余)弦纹管的壳程复合强化换热器,其特征在于:所述横向支撑条与纵向支撑条上均设有若干凸起,凸起呈开口为 60° 的V形形状;所述凸起处于相邻两根螺旋带之间。

一种螺旋带支撑正(余)弦纹管的壳程复合强化换热器

技术领域

[0001] 本发明涉及换热器强化传热技术领域,尤其涉及一种螺旋带支撑正(余)弦纹管的壳程复合强化换热器。

背景技术

[0002] 为了保障工艺要求,进行热量传递与回收余热,换热器广泛应用于各行各业如石油、化工、动力、冶金等传统主体工业领域,也用于航空、电子、核能等高新技术工业领域。换热器按传热原理可以分为间壁式、混合式、蓄热式,其中间壁式应用最普遍,在间壁式换热器中,由于结构简单、性能可靠、耐高温高压,管壳式换热器使用最为广泛。

[0003] 管壳式换热器在许多应用情况下,需要减小壳程的热阻,以便提高换热器的总体性能。为了减小壳程的热阻,需要对壳程的支撑结构进行优化设计。常见的壳程支撑主要有折流挡板支撑、螺旋折流板支撑跟纵流式支撑方式三种。采用传统的横向折流挡板支撑方式,结构虽然简单成熟,但是形体阻力大、管束容易产生振动、流动死区大、易结垢、动力消耗大;采用螺旋折流板支撑,可以一定程度上缓解上述问题,但是加工困难、成本高;采用纵流式支撑方式,可以避免横向折流挡板的缺点,且加工相对容易,管壳程流体逆流换热有效温差大,管束抗震能力强、无流动死区,压降较小,管束传热系数分布均匀,但是,纵流式支撑光管方式壳程传热系数偏小,不适用于小体流量的场合,且往往需要异形强化管的配合。现有的纵流支撑方式如折流杆、空心环在壳程支撑物处产生的是横向涡流,涡流在支撑物下游衰减较快,且形体阻力大。等间距短截扭带支撑可以在一定程度上改善这种情况,但是亦有较大的形体阻力,产生的涡流强度有限,与之配合的强化管如缩放管、横纹管等,也存在管内外流动横向涡分离,形体阻力大的不足,导致传热综合性能改善幅度有限。

发明内容

[0004] 为了解决上述问题,本发明的目的在于提供一种螺旋带支撑正(余)弦纹管的壳程复合强化换热器,该换热器通过改进壳程支撑结构,可以进一步提高壳程的传热综合性能,解决了现有纵流式支撑换热器的传热效果不理想、适用范围小、形体阻力大,无法进一步提高传热综合性能的问题。

[0005] 为了实现上述的目的,本发明采用了以下的技术方案:

一种螺旋带支撑正(余)弦纹管的壳程复合强化换热器,包括壳体,以及设置在壳体轴向两端部的进口封头和出口封头,以及设置在壳体内腔的强化传热管;所述进口封头上设有与其内腔相通的管程进口,出口封头上设有与其内腔相通的管程出口,强化传热管的两端部分别与进口封头、出口封头的内腔相通,管程进口、进口封头内腔、强化传热管、出口封头内腔和管程出口依次相通构成管程流体通道;所述壳体两端部上设有壳程进口和壳程出口,壳程进口、壳体内腔与壳程出口之间构成壳程流体通道,壳程流体通道的流向与管程流体通道的流向相反;所述壳体内部轴向设有用于定位强化传热管的第一支撑架和第二支撑架,第一支撑架包括圆形外框,以及纵向设置在圆形外框内部的多条纵向支撑条;第二支撑

架包括圆形外框,以及横向设置在圆形外框内部的多条横向支撑条;所述第一支撑架和第二支撑架依次间隔设置,相邻第一支撑架和第二支撑架之间设有多条螺旋带,螺旋带的端部连接在横向支撑条与纵向支撑条投影交叉点上。

[0006] 作为优选,所述壳体的内部两端设有进口导流筒和出口导流筒,进口导流筒和出口导流筒为沿壳体内壁周向设置的筒体,进口导流筒与壳体之间构成进口导流腔,壳程进口的内端与进口导流腔相通;出口导流筒与壳体之间构成出口导流腔,壳程出口的内端与出口导流腔相通;所述进口导流腔和出口导流腔内的流体流向与壳程流体通道的流向相反。该结构可以降低壳程进口处流体对强化传热管的冲击和振动,减少了流动死区,使进口区和出口区的错流变成逆流,提高了管壳程的有效传热温差。

[0007] 作为优选,所述横向支撑条与纵向支撑条空间上构成若干方形单元,强化传热管穿设在方形单元内,强化传热管的外侧管壁与方形单元边缘相切;所述螺旋带的轴向投影面与强化传热管的外侧管壁相切。该结构通过切点接触,形成对强化传热管的支撑;通过螺旋带对强化传热管进行支撑,可以防止强化传热管的产生过大的挠度变形,降低强化传热管的振动,减少流动死区,冲刷管壁,减少污垢的形成,提高逆流的有效传热温差,由于纵向流的特征,管间形体阻力小,可以将更多的流体输送功耗作用在管外壁面的肋纹和螺旋带的纵向涡上,从而以较低的功耗获得更佳的传热综合性能。

[0008] 作为优选,所述强化传热管的管体外侧壁围绕管体周向轧制有多条管体肋纹,多条管体肋纹沿管体轴向依次排布,管体肋纹沿管体周向呈正弦函数图像或余弦函数图像排布。该结构下,通过正(余)弦纹管外壁面肋纹对边界层的周期性扰动,提高了管外近壁面处的湍动,配合螺旋带的特殊结构,在管间产生沿流向的纵向涡,充分发挥了两者协同的优势,既可以在近壁区实施短距离的流体碰撞和交换,也能在管间中心区与管壁区实施跨区域的流体混合,从而达到管内跨距的高强度流体置换,提高近壁处温度梯度,增加管壁传热速率的效果。

[0009] 作为优选,所述强化传热管的管体肋纹的肋高优选为 $e=0.5\sim 2\text{mm}$,肋纹振幅优选为 $A=8\sim 20\text{mm}$,圆周方向上的周期个数优选为 $n=2\sim 8$ 个,流向上的节距优选为 $L=10\sim 50\text{mm}$ 。

[0010] 作为优选,所述第一支撑架和第二支撑架依次间隔设置,相邻第一支撑架和第二支撑架之间的距离为 225mm ;相邻两第一支撑架或相邻两第二支撑架之间的距离为 550mm ;所述螺旋带是由金属条绕其中心轴线旋转而成,螺旋带的宽度 k 为 19.4mm ,半节距 $P=150\text{mm}$,扭率 $\gamma=3.35$,流向投影圆直径 $\# =44.8\text{mm}$,厚度 $B=2\text{mm}$ 。

[0011] 作为优选,所述第一支撑架和第二支撑架之间螺旋带为一个螺旋单元,相邻两个螺旋单元之间螺旋角度交错。

[0012] 作为优选,单组螺旋带由两根金属条绕其中心轴线旋转 270° 角度而成。

[0013] 作为优选,相邻两根第一支撑架及其中间的第二支撑架,或相邻两根第二支撑架及其中间的第一支撑架之间构成一个支撑单元,螺旋带由金属条绕其中心轴线旋转 540° 角度而成,螺旋带轴向横跨一个支撑单元。

[0014] 作为优选,所述横向支撑条与纵向支撑条上均设有若干凸起,凸起呈开口为 60° 的 V 形形状;所述凸起处于相邻两根螺旋带之间。该结构可以提高相邻螺旋带之间低速区的径向速度和切向速度,产生沿流向的纵向涡,使该区强化传热管外壁的局部传热速率提高。

[0015] 本发明采用上述技术方案,该换热器具有以下几方面是优势:

1. 换热器中对流传热的热阻主要集中在强化传热管的管壁区,强化传热应该设法提高近管壁区的湍流程度,减小主流核心区的无用功耗;而本发明的螺旋带可以很好满足这一特性,其结构是中空的,相对扭带等管间支撑物,其产生的旋流并没减小太多,而阻力减幅更多,因此可以获得更佳的传热综合性能。

[0016] 2. 螺旋带产生的纵向涡在流向和周向上有较大的径向速度和切向速度,将流体质点带离或带近管壁,使速度矢量和温度梯度矢量的夹角变小,提高了管束间流场与温度场的协同,提高了局部传热性能。

[0017] 3. 螺旋带设置在壳体内部的第一支撑架和第二支撑架之间,是等间距布置,螺旋带处可产生纵向涡;在其下游,纵向涡逐渐减弱,直至流体流动到下一个螺旋带,在相邻的螺旋带之间,由于螺旋纵向涡的逐渐减弱特性,可以维持长距离的局部高传热速率,由于没有螺旋带的阻挡,形体阻力和摩擦阻力显著降低,从而局部传热综合性能得到大幅度改善。螺旋带也可以是整长连续的,产生的纵向涡强度更大,流场置换能力也更强。

[0018] 4. 本发明的传热综合性能是可控的,结构参数可根据具体操作工况及流动介质进行灵活调整,调整的结构参数主要包括正(余)弦纹的肋高、振幅、圆周方向上的周期数、流向上的节距及螺旋带的扭率、间距,这些结构参数直接影响着管间的湍流强度及其面积区域;通过结构优化,可以降低形体阻力和摩擦阻力,提高传热速率,以便达到最佳的传热综合性能。

附图说明

[0019] 图1为本发明换热器的结构示意图。

[0020] 图2为本发明实施例1中强化传热管的支撑架结构。

[0021] 图3为本发明实施例1中强化传热管的轴测图。

[0022] 图4为本发明实施例1中强化传热管的侧视图。

[0023] 图5为本发明实施例1中强化传热管的轴向截面图。

[0024] 图6为本发明实施例1中强化传热管的支撑结构投影视图。

[0025] 图7为本发明实施例1中强化传热管的支撑结构单元简图。

[0026] 图8为本发明实施例1螺旋带的轴测图。

[0027] 图9为本发明实施例1螺旋带的轴向视图。

[0028] 图10为本发明实施例1螺旋带的侧视图。

[0029] 图11为本发明实施例2支撑条的局部示意图。

[0030] 图12为本发明实施例2支撑结构的示意图。

[0031] 图13为本发明实施例3螺旋带的轴测图。

[0032] 图14为本发明实施例3螺旋带的轴向视图。

[0033] 图15为本发明实施例4的示意图。

具体实施方式

[0034] 下面结合附图,对本发明的优选实施方案作进一步的说明。

[0035] 实施例1:

如图 1~图 10 所示的一种换热器,包括壳体 1,以及设置在壳体 1 轴向两端部的进口封头 2 和出口封头 3,以及设置在壳体 1 内腔的强化传热管 4;所述进口封头 2 上设有与其内腔相通的管程进口 21,出口封头 3 上设有与其内腔相通的管程出口 31,强化传热管 4 的两端部分别与进口封头 2、出口封头 3 的内腔相通,管程进口 21、进口封头 2 内腔、强化传热管 4、出口封头 3 内腔和管程出口 31 依次相通构成管程流体通道。所述壳体 1 两端部上设有壳程进口 11 和壳程出口 12,壳程进口 11、壳体 1 内腔与壳程出口 12 之间构成壳程流体通道,壳程流体通道的流向与管程流体通道的流向相反。所述壳体 1 的内部两端设有进口导流筒 13 和出口导流筒 14,进口导流筒 13 和出口导流筒 14 为沿壳体 1 内壁周向设置的筒体,进口导流筒 13 与壳体 1 之间构成进口导流腔,壳程进口 11 的内端与进口导流腔相通;出口导流筒 14 与壳体 1 之间构成出口导流腔,壳程出口 12 的内端与出口导流腔相通;所述进口导流腔和出口导流腔内的流体流向与壳程流体通道的流向相反。该结构降低壳程进口 11 处流体对强化传热管 4 的冲击和振动,减少了流动死区,使进口区和出口区的错流变成逆流,提高了管壳程的有效传热温差。

[0036] 所述壳体 1 内部轴向设有用于定位强化传热管 4 的第一支撑架 5a 和第二支撑架 5b,第一支撑架 5a 包括圆形外框 51,以及纵向设置在圆形外框 51 内部的多条纵向支撑条 52;第二支撑架 5b 包括圆形外框 51,以及横向设置在圆形外框 51 内部的多条横向支撑条 53。所述第一支撑架 5a 和第二支撑架 5b 依次间隔设置,相邻第一支撑架 5a 和第二支撑架 5b 之间的距离为 225mm;两相邻两第一支撑架 5a 和或第二支撑架 5b 之间的距离为 550mm;第一支撑架 5a 上的纵向支撑条 52 与第二支撑架 5b 上的横向支撑条 53 在空间上构成若干方形单元,强化传热管 4 穿设在方形单元内,强化传热管 4 的外侧管壁与方形单元边缘相切,该结构通过切点接触,形成对强化传热管 4 的支撑。

[0037] 相邻第一支撑架 5a 和第二支撑架 5b 之间设有多条螺旋带 54,螺旋带 54 的端部连接在横向支撑条 53 与纵向支撑条 52 投影交叉点上;所述螺旋带 54 是由一根金属条绕其中心轴线旋转 270° 而成,螺旋带 54 的长度 $C=225$ mm,宽度 $K=19.4$ mm,半节距 $P=150$ mm,扭率 $\gamma=3.35$,流向投影圆直径 $\Phi=44.8$ mm,厚度 $B=2$ mm。所述第一支撑架 5a 和第二支撑架 5b 之间螺旋带 54 为一个螺旋单元,螺旋带 54 的轴向投影面与强化传热管 4 的外侧管壁相切,通过螺旋带 54 对强化传热管 4 可以进行进一步支撑,可以防止强化传热管 4 产生过大的挠度变形,降低强化传热管 4 的振动,减少流动死区,冲刷管壁,减少污垢的形成,提高逆流的有效传热温差,由于纵向流的特征,管间形体阻力小,可以将更多的流体输送功耗作用在管外壁面的肋纹和螺旋带 54 的纵向涡上,从而以较低的功耗获得更佳的传热综合性能。

[0038] 所述强化传热管 4 的管体外侧壁围绕管体周向轧制有多条管体肋纹 41,多条管体肋纹 41 沿管体轴向依次排布,管体肋纹 41 沿管体周向呈正弦函数图像或余弦函数图像排布。强化传热管 4 的管体肋纹 41 的肋高优选为 $e=0.5\sim 2$ mm,肋纹振幅优选为 $A=8\sim 20$ mm,圆周方向上的周期个数优选为 $n=2\sim 8$ 个,流向上的节距优选为 $L=10\sim 50$ mm。优选数据为肋纹节距 $L=25$ mm,肋纹振幅 $A=12$ mm,周向肋纹个数 $n=6$,外径 $d=57$ mm,壁厚 $t=3.5$ mm,肋高 $e=1.5$ mm。该结构下,正(余)弦纹在靠近管壁的区域通过肋纹对边界层的周期性扰动,提高了管外近壁面处的湍动,配合螺旋带 54 的特殊结构,在管间产生沿流向的纵向涡,充分发挥了两者协同的优势,既可以在近壁区实施短距离的流体碰撞和交换,也能在管间中心区与管壁区实施跨区域的流体混合,从而达到管内跨距的高强度流体置换,提高近壁处温度梯度,增加

管壁传热速率的效果。螺旋带支撑正(余)弦纹管的壳程复合强化换热器与相同结构、相同材质、相同大小的光管换热器可提高传热效率 30% 以上;采用相同的传热管,螺旋带支撑的壳程传热综合性能比相同结构的短截扭带提高 3% 以上。

[0039] 实施例 2:

如图 11~12 所示,该实施例与实施例 1 的区别仅在于:横向支撑条 53 与纵向支撑条 52 的结构不同。在该实施例中,横向支撑条 53 与纵向支撑条 52 上均设有若干凸起,凸起呈开口 α 为 60° 的 V 形形状,凸起处于相邻两根螺旋带之间。该结构可以提高相邻螺旋带 54 之间低速区的径向速度和切向速度,产生沿流向的纵向涡,使该区强化传热管 4 外壁的局部传热速率提高。

[0040] 实施例 3:

如图 13~14 所示,该实施例与实施例 1 的区别仅在于:螺旋带 54 的结构不同。在该实施例中,单组螺旋带 54 由两根金属条绕其中心轴线旋转 270° 角度而成,螺旋带 54 的长度 $C=225$ mm,宽度 $K=19.4$ mm,半节距 $P=150$ mm,扭率 $\gamma=3.35$,流向投影圆直径 $\varphi=44.8$ mm,厚度 $B=2$ mm。

[0041] 实施例 4:

如图 15 所示,该实施例与实施例 1 的区别仅在于:螺旋带 54 的结构不同。在该实施例中,相邻两根第一支撑架 5a 及其中间的第二支撑架 5b,或相邻两根第二支撑架 5b 及其中间的第一支撑架 5a 之间构成一个支撑单元,相邻支撑单元之间的间距为 450 mm,即相邻两根第一支撑架 5a 之间的间距或相邻两根第二支撑架 5b 之间的间距。螺旋带 54 由金属条绕其中心轴线旋转 540° 角度而成,螺旋带 54 的轴向长度 =450 mm,即轴向横跨一个支撑单元。实际使用时,可根据换热器筒体长度,沿壳程布置数个,形成连续的螺旋带 54 支撑板结构。

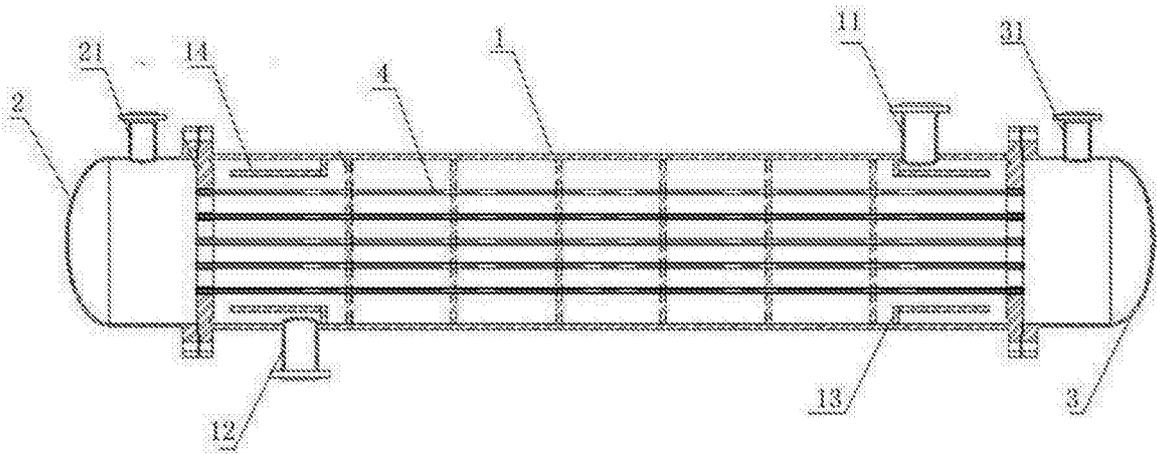


图 1

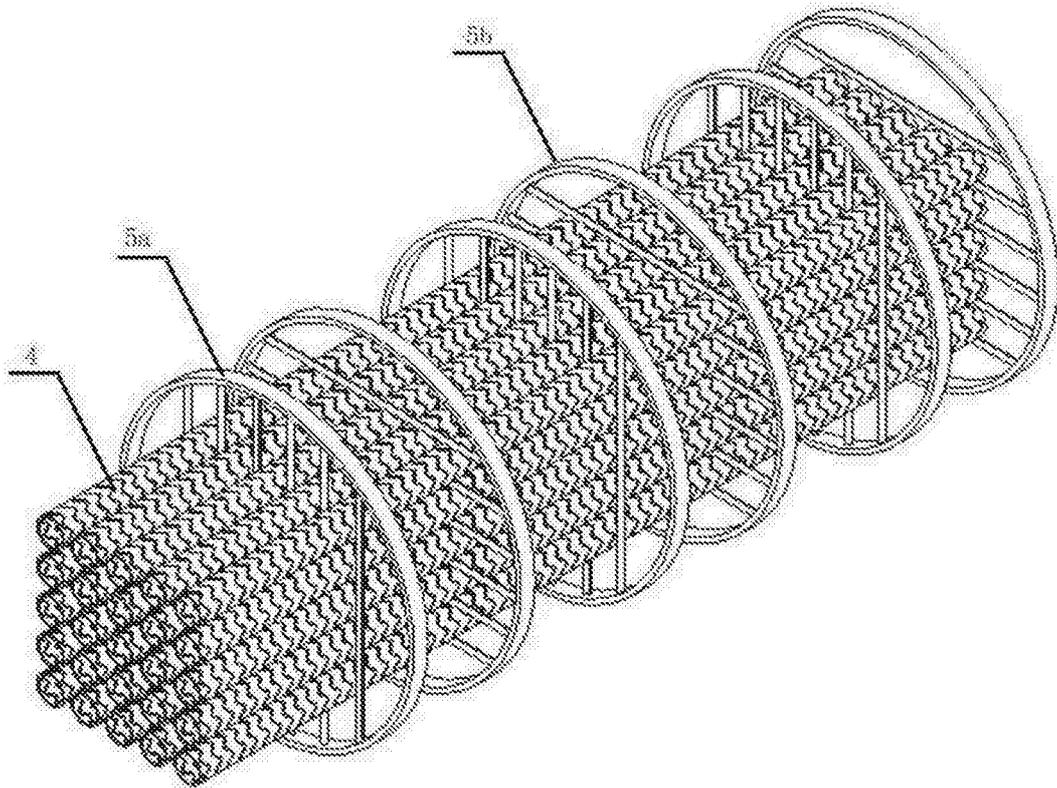


图 2

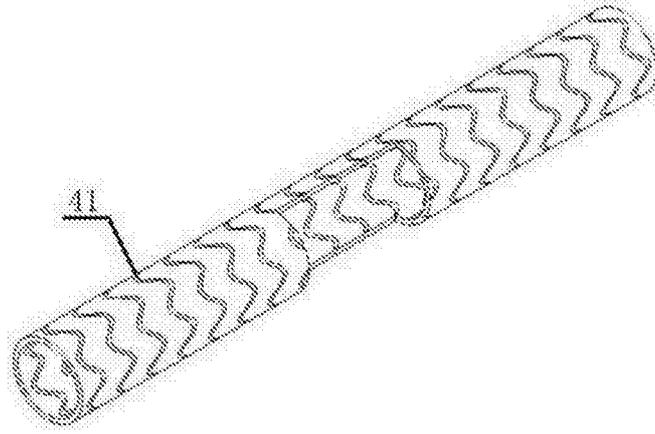


图 3

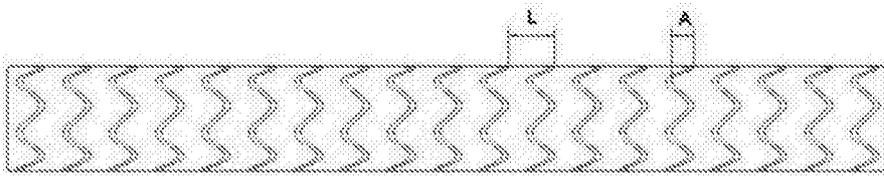


图 4

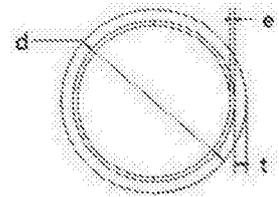


图 5

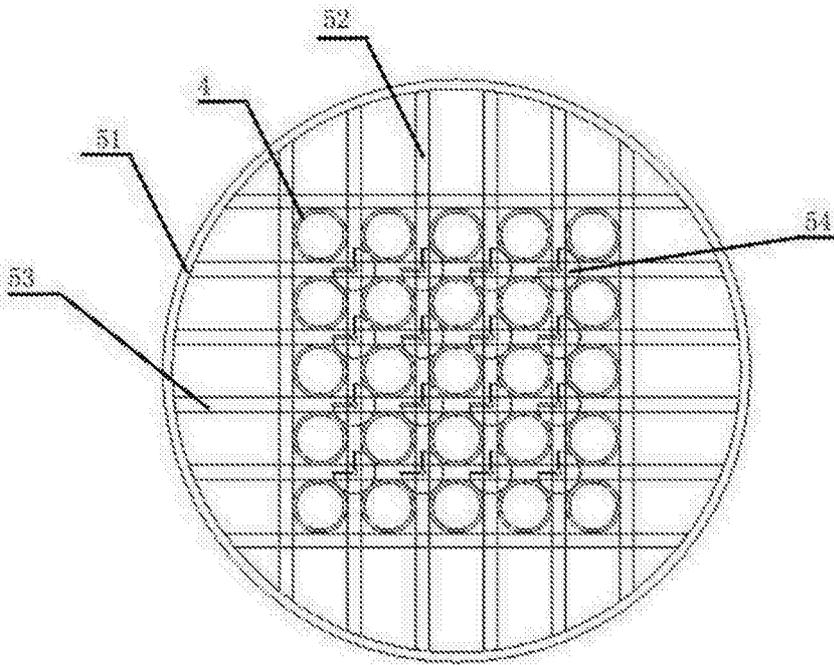


图 6

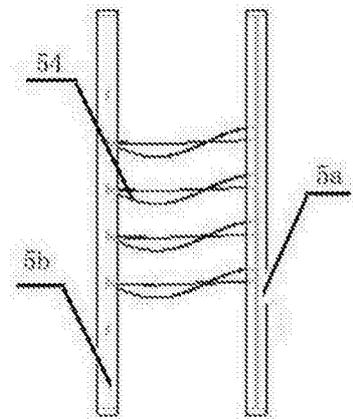


图 7

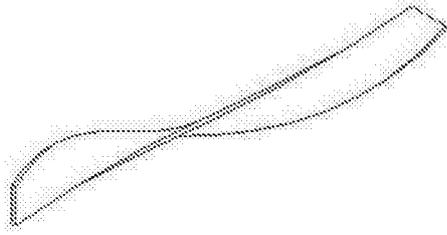


图 8

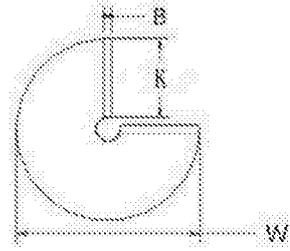


图 9

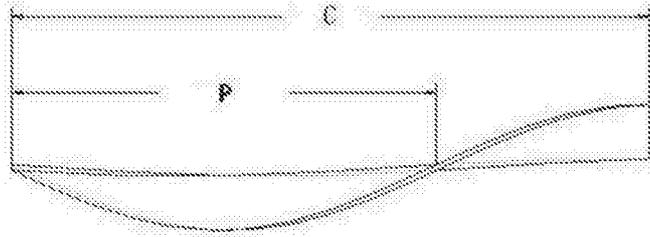


图 10



图 11

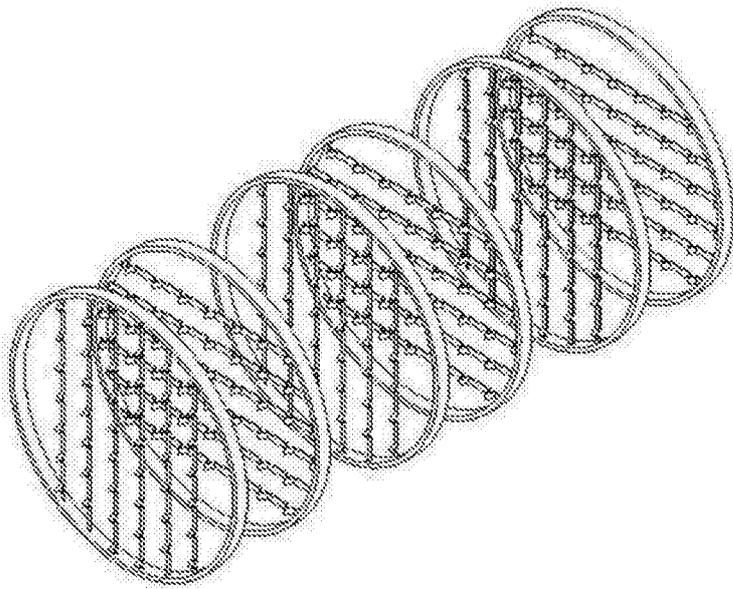


图 12

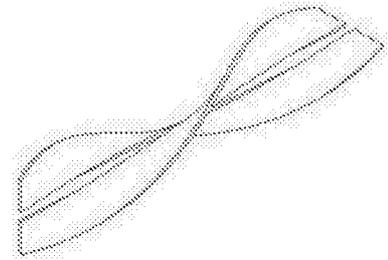


图 13

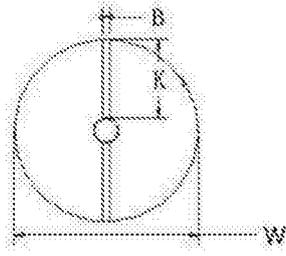


图 14

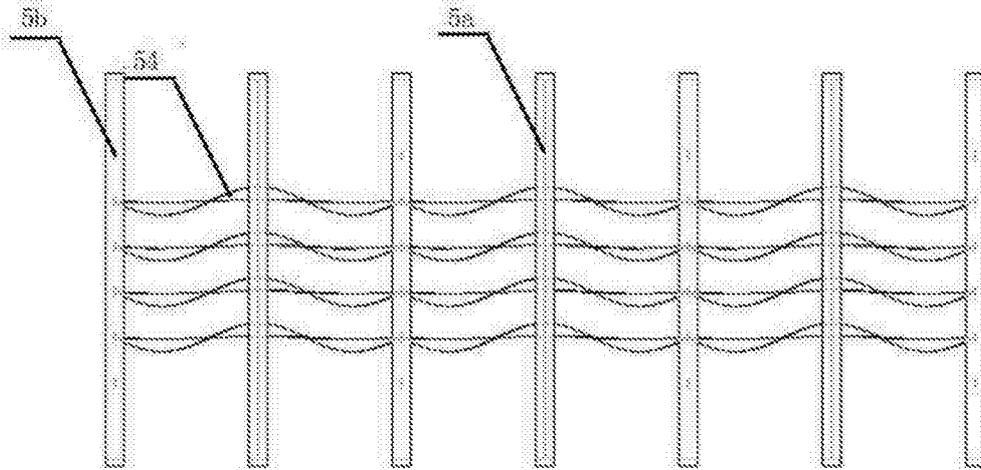


图 15