



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102980431 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 20

(21) 申请号 201210451660. 2

(22) 申请日 2012. 11. 12

(71) 申请人 沃林 / 维兰德传热技术有限责任公司

地址 德国乌尔姆市格拉芙阿科尔街 36 号

(72) 发明人 曹建英 罗忠
安德烈亚斯·比尤特勒
安德烈亚斯·施维塔拉

(74) 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司
31002

代理人 王洁 郑暄

(51) Int. Cl.

F28F 1/12 (2006. 01)

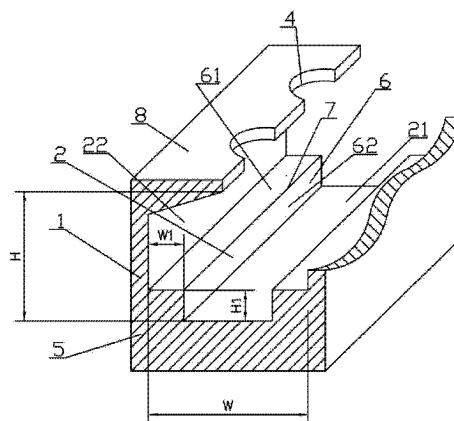
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 5 页

(54) 发明名称

蒸发传热管

(57) 摘要

本发明涉及一种蒸发传热管,包括管主体和台阶状结构,管主体的外表面上间隔设置有外翅片,彼此相邻的外翅片之间形成翅间槽,台阶状结构分别贴合翅间槽的底面和其中一个侧壁,台阶状结构包括第一表面、第二表面和至少一个由两表面相交形成的凸缘,第一和第二表面分别与侧壁和底面相交。较佳地,第一表面和侧壁形成尖锐转角,第二表面和底面形成尖锐转角,曲率半径是 0 到 0.01mm。第一表面和侧壁形成的角度 $\leq 90^\circ$,或第二表面和底面形成的角度 $\leq 90^\circ$ 。台阶状结构的高度 H_r 与翅间槽的高度 H 满足下列关系: $H_r/H \geq 0.2$ 。本发明设计巧妙,结构简洁,使得管外表面与管外液体之间的沸腾系数得到显著提高、沸腾换热得到显著强化,适于大规模推广应用。



1. 一种蒸发传热管,包括管主体,所述管主体的外表面上间隔设置有外翅片,彼此相邻的外翅片之间形成翅间槽,其特征在于,所述蒸发传热管还包括台阶状结构,所述台阶状结构分别贴合所述翅间槽的底面和其中一个侧壁,所述台阶状结构包括第一表面、第二表面和至少一个由两表面相交形成的凸缘,所述第一表面和所述第二表面分别与所述侧壁和所述底面相交。

2. 根据权利要求1所述的蒸发传热管,其特征在于,所述第一表面和所述侧壁形成尖锐转角,所述尖锐转角的曲率半径是0到0.01mm。

3. 根据权利要求1所述的蒸发传热管,其特征在于,所述第二表面和所述底面形成尖锐转角,所述尖锐转角的曲率半径是0到0.01mm。

4. 根据权利要求1所述的蒸发传热管,其特征在于,所述凸缘为尖锐转角,所述尖锐转角的曲率半径是0到0.01mm。

5. 根据权利要求1所述的蒸发传热管,其特征在于,所述第一表面和所述侧壁形成的角度 $\leq 90^\circ$,或所述第二表面和所述底面形成的角度 $\leq 90^\circ$ 。

6. 根据权利要求5所述的蒸发传热管,其特征在于,所述第一表面和所述侧壁形成的角度为 $30^\circ \sim 70^\circ$,或所述第二表面和所述底面形成的角度为 $30^\circ \sim 70^\circ$ 。

7. 根据权利要求1所述的蒸发传热管,其特征在于,所述台阶状结构的横截面为三角形、四边形、五边形或梯形。

8. 根据权利要求1所述的蒸发传热管,其特征在于,所述台阶状结构的高度为0.15mm~0.25mm,宽度为0.15mm~0.20mm。

9. 根据权利要求1所述的蒸发传热管,其特征在于,所述台阶状结构的高度 H_r 与所述翅间槽的高度 H 满足下列关系: $H_r/H \geq 0.2$ 。

10. 根据权利要求1所述的蒸发传热管,其特征在于,所述台阶状结构的数目为2以上,间隔分布在所述翅间槽的一侧或两侧。

11. 根据权利要求1所述的蒸发传热管,其特征在于,所述凸缘由所述第一表面和所述第二表面相交形成。

12. 根据权利要求1所述的蒸发传热管,其特征在于,所述台阶状结构还包括相互连接的第三表面和第四表面,所述凸缘的数目为2,分别由所述第一表面和所述第三表面相交而成以及由所述第四表面和所述第二表面相交而成。

13. 根据权利要求1所述的蒸发传热管,其特征在于,所述外翅片在所述管主体的外表面上沿所述管主体的周向螺旋状延伸分布或彼此平行分布,所述翅间槽沿所述管主体的周向形成。

14. 根据权利要求1所述的蒸发传热管,其特征在于,所述外翅片具有横向延伸部,所述横向延伸部由所述外翅片的顶部横向延伸形成。

15. 根据权利要求1所述的蒸发传热管,其特征在于,所述管主体的内表面设置有内螺纹。

蒸发传热管

技术领域

[0001] 本发明涉及传热设备技术领域,特别涉及蒸发传热管技术领域,具体是指一种蒸发传热管,用来强化提高满液式蒸发器和降膜式蒸发器的热交换性能。

背景技术

[0002] 在制冷与空调用冷冻机中,满液式蒸发器得到了广泛的应用。它们大多为壳管式换热器,这其中,制冷剂在管外蒸发相变换热,载冷剂或冷却剂(例如水)在管内流动换热。因为制冷剂侧热阻占主要部分,需要采用强化换热技术,对于蒸发相变传热,有许多专门针对该类工艺过程的传热管。

[0003] 传统的用于满液式蒸发强化表面的传热管结构如图 1~图 3 所示,其主要原理是利用满液式蒸发中泡核沸腾的机理,通过机械加工在管主体 5 的外表面成翅,滚花,平滚轮滚压,在管主体 5 的外表面上形成多孔结构或者翅间槽 2 等,从而提供泡核沸腾的核心,以强化蒸发换热。

[0004] 传统传热管结构描述如下,管主体 5 的外表面上沿周向分布有螺旋状延伸或彼此平行的外翅片 1,彼此相邻的外翅片 1 之间沿周向形成翅间槽 2,同时管主体 5 的内表面分布有来复线式的内螺纹 3,具体如图 1 所示。进一步的,现有技术中为了形成蒸发管所需的多孔表面,通常在外翅片 1 顶部开槽,并且在顶部滚压,利用翅顶材料弯曲或平展在翅间槽 2 顶部形成具有较小的开口 4 的覆盖,这种带有开口 4 的顶部覆盖的翅间槽 2 有利于泡核沸腾换热,具体结构如图 2 和图 3 所示。

[0005] 按图 1 加工和制造的传热管的参数如下:管主体 5 的材料可选用铜和铜合金材料或其他金属,传热管外径为 16~30mm,壁厚为 1~1.5mm,采用专用的轧管机并用挤压加工的方式进行,管内和管外同时一体化加工。管主体 5 的外表面上加工了沿周向的螺旋的外翅片 1 和相邻的螺旋的外翅片 1 之间的翅间槽 2;管外表面的外翅片 1 间的轴向间距 P 为 0.4~0.7mm(P 为某一外翅片 1 的壁厚中心点到相邻另一外翅片 1 的壁厚中心点的距离),翅壁厚为 0.10~0.35mm,翅高为 0.5~2mm。进一步的,加工完图 1 所示的传热管后,采用滚花刀,通过挤压外翅片 1 顶部的材料可以形成切槽,再通过切槽底部材料的延伸形成相对封闭(带有开口 4)的翅间槽 2 的结构,如图 2 和图 3 所示。

[0006] 通常传热管要求尽可能多的制冷剂在表面湿润,并且管表面需提供更多利于泡核沸腾的汽化核心点(加工管的外表面所形成的凹槽或者裂缝)。目前,随着制冷空调工业的发展,对蒸发器的换热效率也提出了更高的要求,并且要求在更低的传热温差下实现泡核沸腾换热,通常较低传热温差下,蒸发换热类型为对流沸腾,此时要实现具有明显气泡的泡核沸腾,传热管的表面结构则需进一步优化。

发明内容

[0007] 本发明的目的是克服了上述现有技术中的缺点,提供一种蒸发传热管,该蒸发传热管设计巧妙,结构简洁,使得管外表面与管外液体之间的沸腾系数得到显著提高、沸腾换

热得到显著强化,适于大规模推广应用。

[0008] 为了实现上述目的,本发明的蒸发传热管,包括管主体,所述管主体的外表面上间隔设置有外翅片,彼此相邻的外翅片之间形成翅间槽,其特点是,所述蒸发传热管还包括台阶状结构,所述台阶状结构分别贴合所述翅间槽的底面和其中一个侧壁,所述台阶状结构包括第一表面、第二表面和至少一个由两表面相交形成的凸缘,所述第一表面和所述第二表面分别与所述侧壁和所述底面相交。

[0009] 较佳地,所述第一表面和所述侧壁形成尖锐转角,所述尖锐转角的曲率半径是 0 到 0.01mm。

[0010] 较佳地,所述第二表面和所述底面形成尖锐转角,所述尖锐转角的曲率半径是 0 到 0.01mm。

[0011] 较佳地,所述凸缘为尖锐转角,所述尖锐转角的曲率半径是 0 到 0.01mm。

[0012] 较佳地,所述第一表面和所述侧壁形成的角度 $\leq 90^\circ$,或所述第二表面和所述底面形成的角度 $\leq 90^\circ$ 。

[0013] 更佳地,所述第一表面和所述侧壁形成的角度为 $30^\circ \sim 70^\circ$,或所述第二表面和所述底面形成的角度为 $30^\circ \sim 70^\circ$ 。

[0014] 较佳地,所述台阶状结构的横截面为三角形、四边形、五边形或阶梯形。

[0015] 较佳地,所述台阶状结构的高度为 0.15mm $\sim$ 0.25mm,宽度为 0.15mm $\sim$ 0.20mm。

[0016] 较佳地,所述台阶状结构的高度 H_r 与所述翅间槽的高度 H 满足下列关系: $H_r/H \geq 0.2$ 。

[0017] 较佳地,所述台阶状结构的数目为 2 以上,间隔分布在所述翅间槽的一侧或两侧。

[0018] 较佳地,所述凸缘由所述第一表面和所述第二表面相交形成。

[0019] 较佳地,所述台阶状结构还包括相互连接的第三表面和第四表面,所述凸缘的数目为 2,分别由所述第一表面和所述第三表面相交而成以及由所述第四表面和所述第二表面相交而成。

[0020] 较佳地,所述外翅片在所述管主体的外表面上沿所述管主体的周向螺旋状延伸分布或彼此平行分布,所述翅间槽沿所述管主体的周向形成。

[0021] 较佳地,所述外翅片具有横向延伸部,所述横向延伸部由所述外翅片的顶部横向延伸形成。

[0022] 较佳地,所述管主体的内表面设置有内螺纹。

[0023] 本发明的有益效果具体在于:本发明的蒸发传热管包括管主体和台阶状结构,所述管主体的外表面上间隔设置有外翅片,彼此相邻的外翅片之间形成翅间槽,所述台阶状结构分别贴合所述翅间槽的底面和其中一个侧壁,所述台阶状结构包括第一表面、第二表面和至少一个由两表面相交形成的凸缘,所述第一表面和所述第二表面分别与所述侧壁和所述底面相交,从而第一表面和侧壁之间形成的狭缝、第二表面和侧壁之间形成的狭缝以及凸缘可以使得冷凝液膜变薄,有利于增加蒸发腔体底部的泡核核心,形成泡核沸腾所需的气化核心,强化泡核沸腾换热,同时增加了换热面积,从而使得蒸发换热系数在较低的温差下显著提高,设计巧妙,结构简洁,使得管外表面与管外液体之间的沸腾系数得到显著提高、沸腾换热得到显著强化,适于大规模推广应用。

附图说明

- [0024] 图 1 是传统的具有翅片的传热管的第一具体实施例的轴剖面示意图。
- [0025] 图 2 是传统的具有翅片的传热管的第二具体实施例的轴剖面示意图。
- [0026] 图 3 是传统的具有翅片的传热管的第三具体实施例的轴剖面示意图。
- [0027] 图 4 是本发明的第一具体实施例的剖视局部立体示意图。
- [0028] 图 5 是本发明的第二具体实施例的剖视局部立体示意图。
- [0029] 图 6 是本发明的第三具体实施例的剖视局部立体示意图。
- [0030] 图 7 是本发明的蒸发传热管在满液式蒸发器中应用的主视剖视示意图。
- [0031] 图 8 是实验测定的按本发明制作的蒸发传热管以及按现有技术制作的蒸发传热管的管外蒸发换热系数随热流密度的变化关系图。

具体实施方式

- [0032] 为了能够更清楚地理解本发明的技术内容,特举以下实施例详细说明。
- [0033] 根据泡核沸腾的机理,在图 1、图 2 和图 3 所示结构的基础上,研究发现如果在外翅片 1 的根部采用模具挤压翅间槽 2 底部一侧或者两侧的材料,在翅间槽 2 底部形成台阶状结构 6,则更加有利于形成泡核沸腾所需的气化核心。
- [0034] 图 4 是本发明的第一具体实施例的管主体 5 的外表面上的腔体结构立体示意图,如图 4 所示,台阶状结构 6 形成于外翅片 1 的根部,在翅间槽 2 内部,分别贴合翅间槽 2 的底面 21 和侧壁 22,该台阶状结构 6 可以成对分别位于翅间槽 2 的两侧,也可以仅仅位于翅间槽 2 的一侧(另外一侧不进行任何加工);所述台阶状结构 6 为单层,第一表面 61 和侧壁 22 形成尖锐转角,所述尖锐转角的曲率半径是 0 到 0.01mm,例如 0.005mm。第二表面 62 和底面 21 也形成尖锐转角,所述尖锐转角的曲率半径是 0 到 0.01mm,例如 0.005mm。它的第一表面 61 和第二表面 62 交汇于凸缘 7,凸缘 7 为尖锐转角,所述尖锐转角的曲率半径是 0 到 0.01mm,例如 0.005mm。规定尖锐转角的曲率半径是 0 到 0.01mm,表明两个平面相交位置为非连续过渡或者说是非平滑过渡,形成尖锐转折,该凸缘 7 有利于减薄冷凝液膜,增加腔体两侧底部气化核心,从而强化泡核沸腾换热,同时增加了换热面积,从而使得蒸发换热系数在较低的温差下提高了 25% 以上;所述台阶状结构 6 沿轴向的剖面结构为矩形,高度 H_1 为 0.15~0.25mm,宽度 W_1 为 0.15~0.20mm;所述台阶状结构 6 可以沿着所述外翅片 1 的根部连续分布(单侧连续分布或者双侧连续分布),也可以沿着所述外翅片 1 的根部间隔分布(单侧间隔分布或者双侧间隔分布),请参见图 4,为双侧连续分布;进一步的,台阶状结构 6 的高度 H_r (即上述 H_1) 与翅间槽 2 的高度 H 满足如下关系 $H_r/H \geq 0.2$,此时翅间槽 2 的高度 H 为外翅片 1 的高度或者翅间槽 2 的顶部的开口 4 (相邻外翅片 1 的横向延伸部 8 相对延伸形成的间隙)的中心点到翅间槽 2 底部的距离(当翅间槽 2 顶部具有延伸材料的顶部覆盖时)。
- [0035] 图 5 是本发明的第二具体实施例的管主体 5 的外表面上的腔体结构立体示意图,如图 5 所示,在外翅片 1 的根部采用模具挤压翅间槽 2 的底面 21 和侧壁 22 的材料,形成轴向剖面为三角形的台阶状结构 6,分别贴合翅间槽 2 的底面 21 和侧壁 22,从图 5 中可以看出,极端情况下,与侧壁 22 贴合的仅为一条线,该台阶状结构 6 也可以仅仅位于翅间槽 2 的一侧(另外一侧不进行任何加工);所述台阶状结构 6 为单层(这里的台阶状结构 6 也可以如

图6那样形成双层或更多层,则凸缘的数目将相应增加),第一表面61和侧壁22形成尖锐转角,所述尖锐转角的曲率半径是0到0.01mm,例如0.005mm。第二表面62和底面21也形成尖锐转角,所述尖锐转角的曲率半径是0到0.01mm,例如0.005mm。它的第一表面61和第二表面62交汇于凸缘7,该凸缘7有利于减薄冷凝液膜,增加腔体两侧底部气化核心,从而强化泡核沸腾换热,同时增加了换热面积,从而使得蒸发换热系数在较低的温差下提高了25%以上;所述台阶状结构6沿轴向的剖面结构为三角形,高度H1为0.15~0.25mm,宽度W1为0.15~0.20mm;所述台阶状结构6可以沿着所述外翅片1的根部连续分布(单侧连续分布或者双侧连续分布),也可以沿着所述外翅片1的根部间隔分布(单侧间隔分布或者双侧间隔分布),请参见图5,为双侧连续分布;进一步的,该台阶状结构6的第一表面61(与侧壁22相邻的表面)与侧壁22的夹角 α 为 $30^{\circ} \sim 70^{\circ}$;进一步的,台阶状结构6的高度Hr(即上述H1)与翅间槽2的高度H满足如下关系 $H_r/H \geq 0.2$,此时翅间槽2的高度H为外翅片1的高度或者翅间槽2的顶部的开口4(相邻外翅片1的横向延伸部8相对延伸形成的间隙)的中心点到翅间槽2底部的距离(当翅间槽2顶部具有延伸材料的顶部覆盖时)。

[0036] 图6是本发明的第三具体实施例的管主体5的外表面上的腔体结构立体示意图,如图6所示,台阶状结构6为2层阶梯状(当然还可以多于2层,例如3层、4层甚至更多层),形成于外翅片1的根部,在翅间槽2内部,分别贴合翅间槽2的底面21和侧壁22,该台阶状结构6可以对分别位于翅间槽2的两侧,也可以仅仅位于翅间槽2的一侧(另外一侧不进行任何加工);所述台阶状结构6为2层(至少2层)阶梯状,第一表面61和侧壁22形成尖锐转角,所述尖锐转角的曲率半径是0到0.01mm,例如0.005mm。第二表面62和底面21也形成尖锐转角,所述尖锐转角的曲率半径是0到0.01mm,例如0.005mm。它的第一表面61和第三表面63以及第四表面64和第二表面62分别交汇形成2个凸缘7,2个凸缘7有利于减薄冷凝液膜,增加腔体的液体过热度,增加腔体两侧底部气化核心,从而强化泡核沸腾换热,同时增加了换热面积,从而使得蒸发换热系数在较低的温差下提高了25%以上;所述台阶状结构6的每一层沿轴向的剖面结构均为矩形(当然也可以是如图5所示的三角形、或其它规则或不规则形状,例如梯形、五边形等等),各层的高度H1,H2为0.08~0.18mm,宽度W1,W2为0.1~0.2mm;所述台阶状结构6可以沿着所述外翅片1的根部连续分布(单侧连续分布或者双侧连续分布),也可以沿着所述外翅片1的根部间隔分布(单侧间隔分布或者双侧间隔分布),请参见图6,为双侧间隔分布;进一步的,台阶状结构6的总高度Hr(为上述H1+H2)与翅间槽2的高度H满足如下关系 $H_r/H \geq 0.2$,此时翅间槽2的高度H为外翅片1的高度或者翅间槽2的顶部的开口4(相邻外翅片1的横向延伸部8相对延伸形成的间隙)的中心点到翅间槽2底部的距离(当翅间槽2顶部具有延伸材料的顶部覆盖时)。

[0037] 本发明在管主体5的内表面同时可利用芯头加工出内螺纹(未示出),以强化管内的换热系数,内螺纹的高度越高,螺纹头数越多,其管内换热强化也越强,但同时会增加管内流体的阻力。因此上述第三具体实施例中,内螺纹的高度均为0.36mm,与轴线的角度C为46度,螺纹头数为38头。这些内螺纹可减薄流体传热边界层的厚度,因此可提高对流换热系数,进一步增加总体换热系数。

[0038] 本发明在换热器中的工作过程如下:

[0039] 如图7所示,将本发明的管主体5固定在换热器9(蒸发器)的管板10上,载冷剂(如水)从水室11入口12流经管主体5内,与外部制冷剂换热,再从水室11出口13流出;

制冷剂从入口 14 进入换热器 9 并浸没管主体 5, 在管外壁的加热下蒸发, 成为气体后从出口 15 流出换热器 9, 由于制冷剂蒸发吸热, 管内的载冷剂被冷却。由于前述的管主体 5 的外壁构造有利于强化制冷剂的泡核沸腾, 从而有效提高了蒸发换热系数。

[0040] 而在管主体 5 内壁, 内螺纹构造可有效提高管内换热系数, 从而整体换热系数得到提高, 也增大了换热器 9 的性能和降低金属耗量。

[0041] 请参见图 8, 对根据本发明制作的蒸发传热管的沸腾传热性能进行了测试。测试的蒸发传热管根据本发明的第一具体实施例制作, 该管主体 5 上的外翅片 1 为螺旋翅片, 管主体 5 加上外翅片 1 的外径为 18.89mm, 翅间槽 2 的高度 H 为 0.62mm, 宽度 W 为 0.522mm; 所述台阶状结构 6 为单层, 第一表面 61 和侧壁 22 形成尖锐转角, 所述尖锐转角的曲率半径是 0.005mm。第二表面 62 和底面 21 也形成尖锐转角, 所述尖锐转角的曲率半径是 0.005mm。它的第一表面 61 和第二表面 62 交汇于凸缘 7, 所述台阶状结构 6 沿轴向的剖面结构为矩形, 高度 H1 为 0.2mm, 宽度 W1 为 0.2mm; 所述台阶状结构 6 沿着所述外翅片 1 的根部双侧连续分布; 内螺纹为梯形内螺纹, 高度 h 为 0.36mm, 间距为 1.14mm, 与轴线的角度 C 为 46 度, 螺纹头数为 38 头。作为对比的热交换管的翅间槽 2 底部没有进行台阶状结构加工。图 8 所示的实验结果给出了按本发明制作的蒸发传热管以及按现有技术制作的蒸发传热管的单管试验管外沸腾换热系数之间的比较, 实验条件为: 制冷剂 R134a、饱和温度 14.4℃, 管主体 5 内水流速 1.6m/s, 图中横坐标为热流密度 (W/m^2), 纵坐标为总传热系数 (W/m^2K), 图中的实心方块表示根据本发明所得到的蒸发传热管, 而实心三角框表示现有技术中的蒸发传热管。从中可以看到, 按本发明制作的蒸发传热管由于增设了台阶状结构 6, 其传热性能与现有技术相比有了显著的提高。

[0042] 通常, 增大表面粗糙度可使核态沸腾状态的热流密度有很大的增加。因为粗糙表面拥有大量可捕获蒸汽的洞穴, 它们为气泡的生长提供了更多和更大的成核场所。在气泡生长期间, 沿在翅间槽 2 内壁形成薄液膜, 薄液膜迅速蒸发而产生大量蒸汽。

[0043] 对翅间槽 2 的腔体内部而言, 翅根部过热度最大, 液体容易蒸发, 本发明通过在翅根部加工出台阶状结构 6, 对于蒸发换热主要有以下优点:

[0044] ●可以增加翅根的粗糙度和增加表面积;

[0045] ●台阶状结构 6 与翅间槽 2 的侧壁 22 和底面 21 形成的尖锐转角可减小孔腔内部液膜的厚度, 进一步强化局部的液膜沸腾, 经过对比试验发现, 当尖锐转角的曲率半径小于 0.01mm 时, 换热效果增加 5% 以上, 较为明显;

[0046] ●台阶状结构 6 在腔体内形成缝隙的结构有利于增加翅根部位置泡核沸腾的核心, 从而配合强化整个腔体的沸腾换热。

[0047] 综上, 本发明的蒸发传热管设计巧妙, 结构简洁, 使得管外表面与管外液体之间的沸腾系数得到显著提高、沸腾换热得到显著强化, 适于大规模推广应用。

[0048] 在此说明书中, 本发明已参照其特定的实施例作了描述。但是, 很显然仍可以作出各种修改和变换而不背离本发明的精神和范围。因此, 说明书和附图应被认为是说明性的而非限制性的。

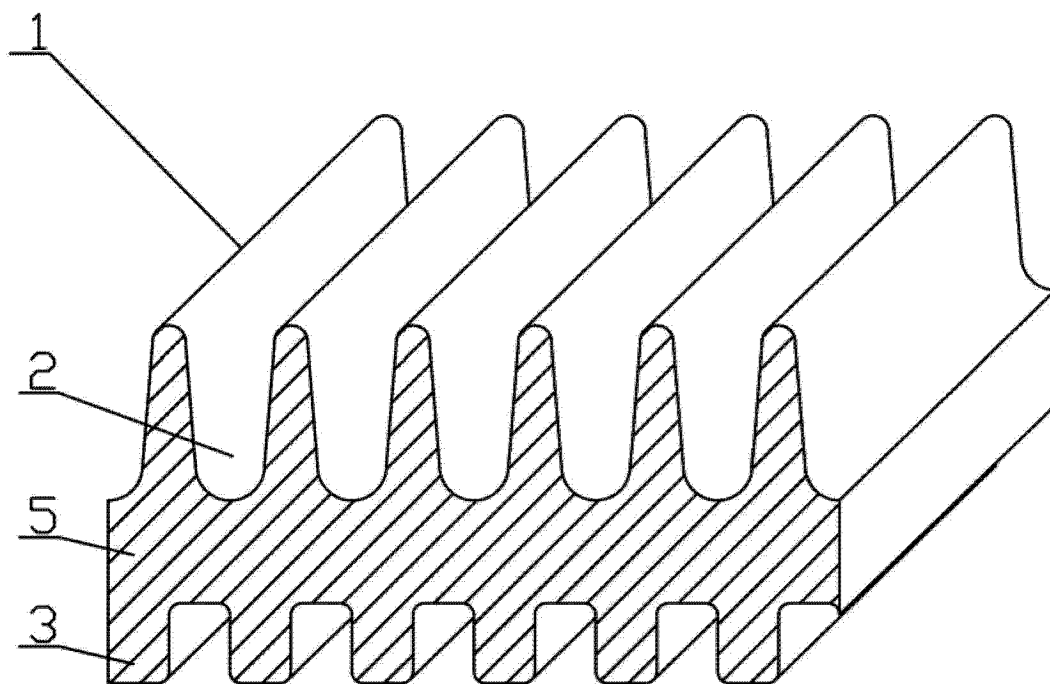


图 1

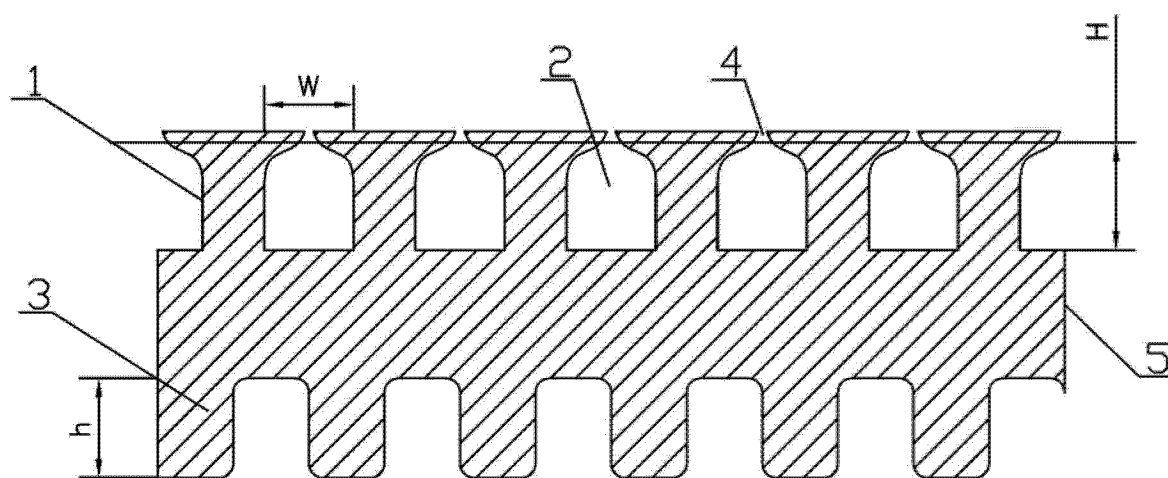


图 2

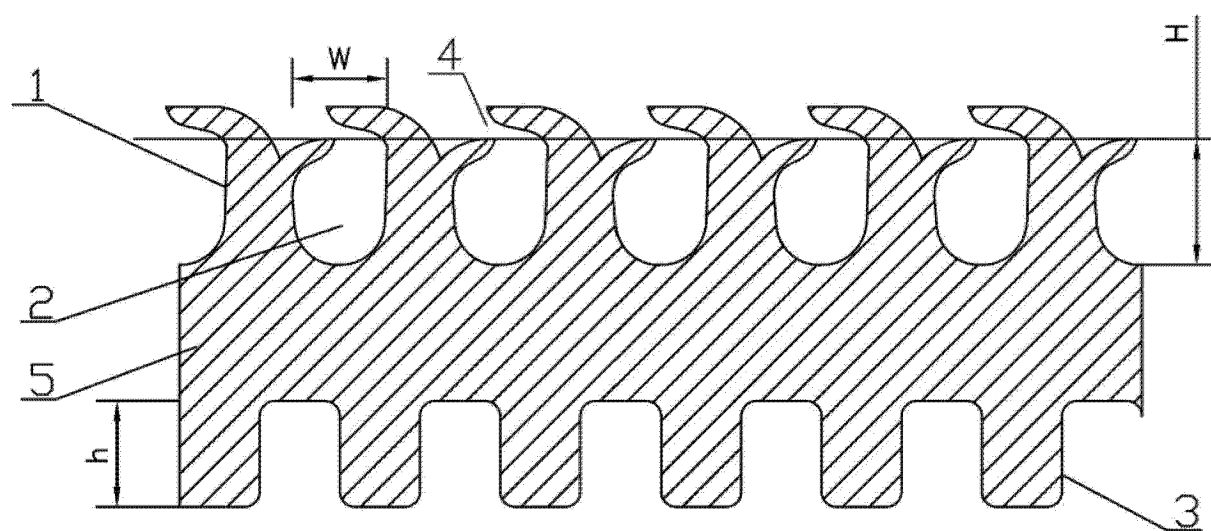


图 3

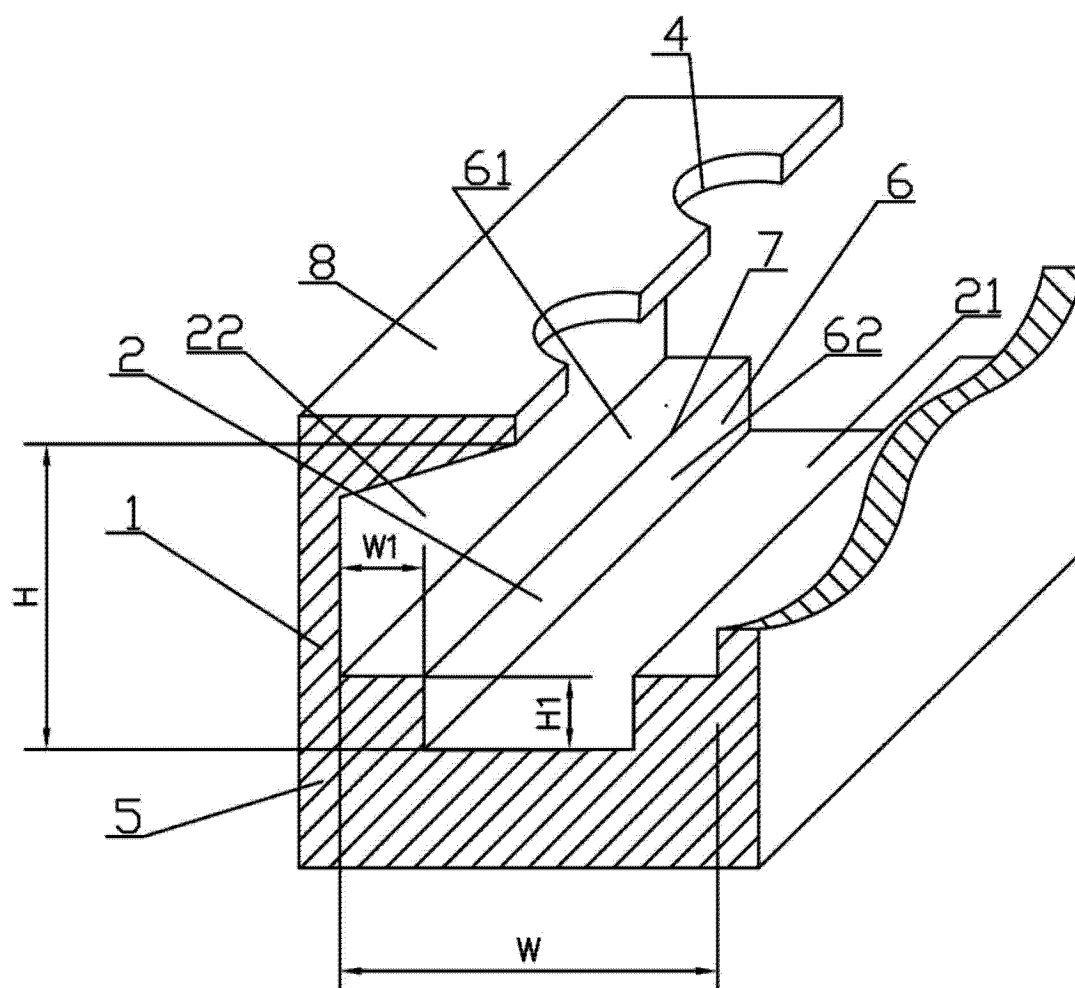


图 4

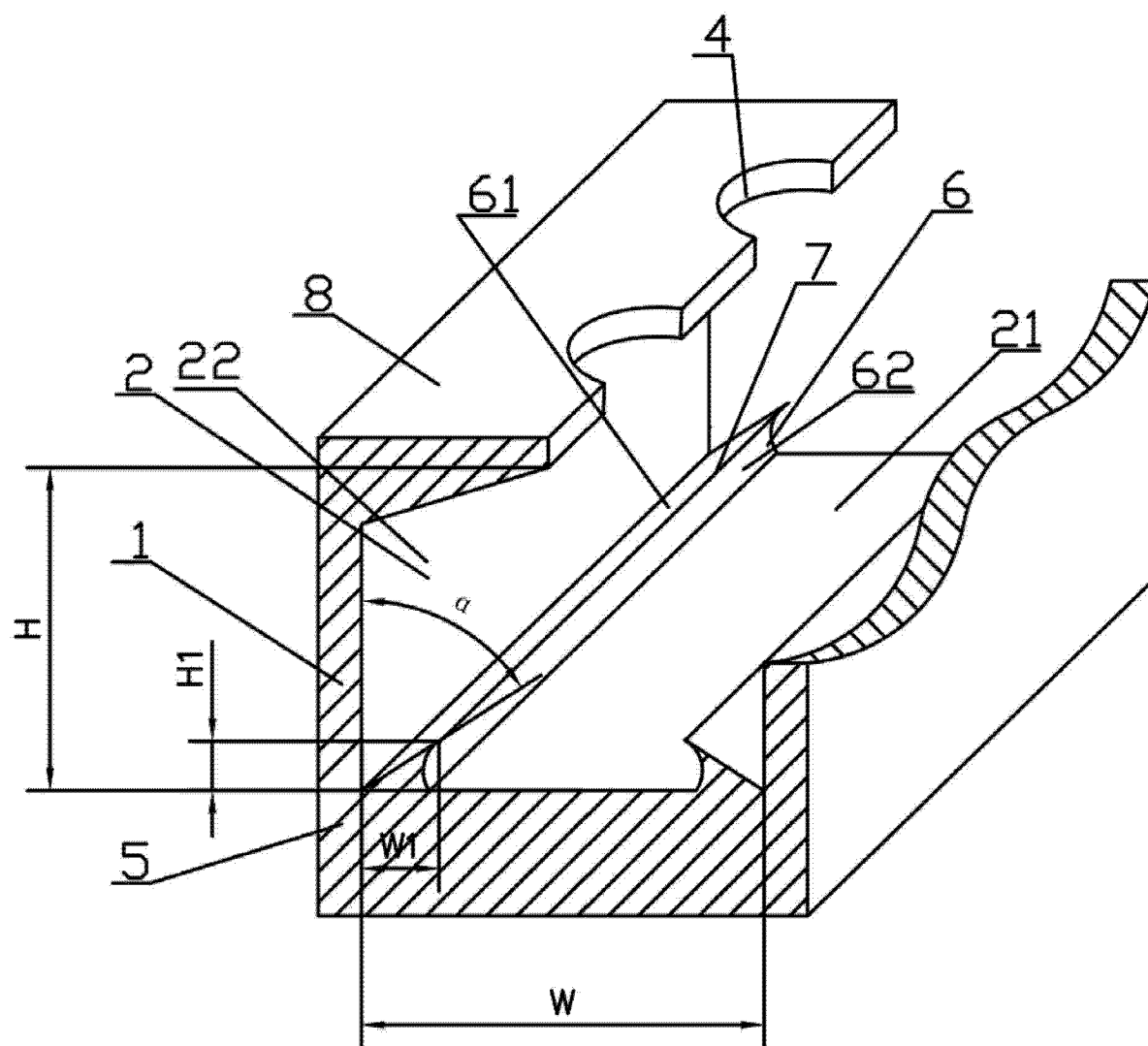


图 5

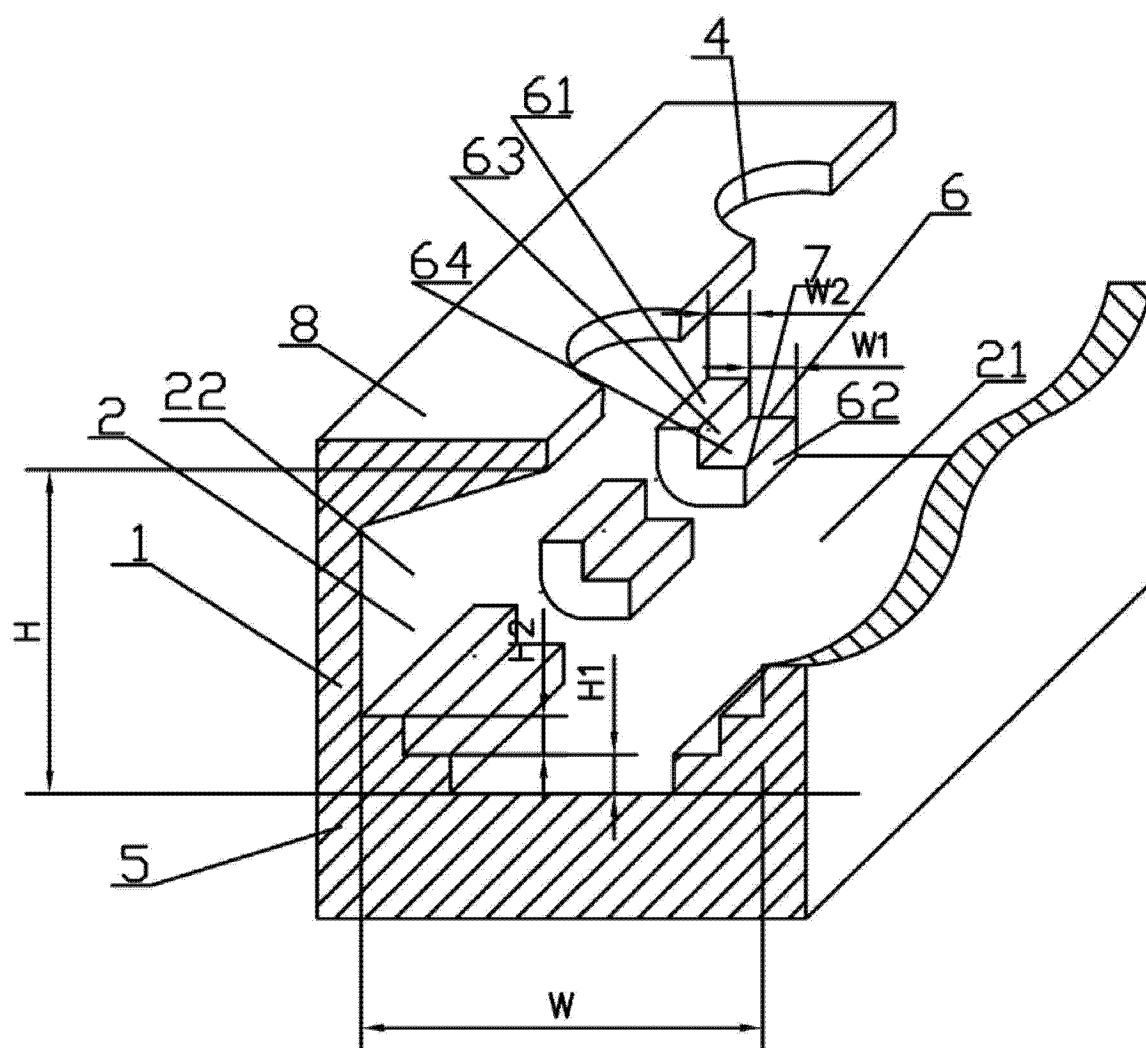


图 6

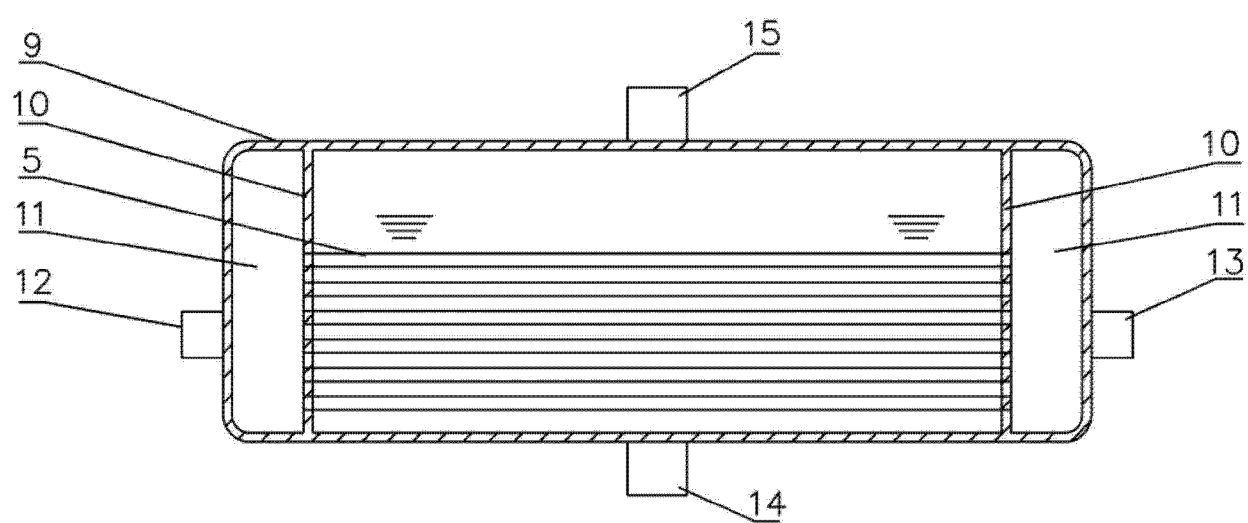


图 7

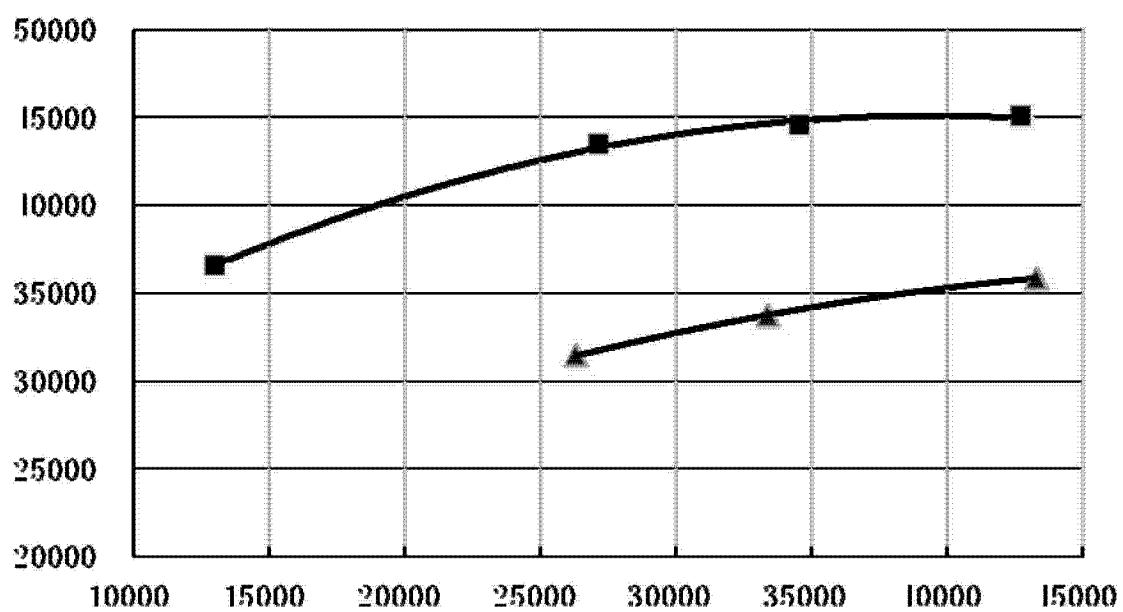


图 8