

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F28F 1/36 (2006.01)
F28F 13/12 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710036471.8

[45] 授权公告日 2009年6月10日

[11] 授权公告号 CN 100498187C

[22] 申请日 2007.1.15

[21] 申请号 200710036471.8

[73] 专利权人 高克联管件(上海)有限公司

地址 200131 上海市外高桥保税区华京路
407号

[72] 发明人 曹建英 罗忠 吴剑 邱亚林

[56] 参考文献

CN2572324Y 2003.9.10

CN 1076271 A 1993.9.15

JP60-64194 A 1985.4.12

CN1100517A 1995.3.22

CN1731066A 2006.2.8

CN1076271A 1993.9.15

JP60-64194A 1985.4.12

CN2572325Y 2003.9.10

US4313248A 1982.2.2

CN 1731066 A 2006.2.8

审查员 张筠

[74] 专利代理机构 上海东亚专利商标代理有限公司

代理人 董梅

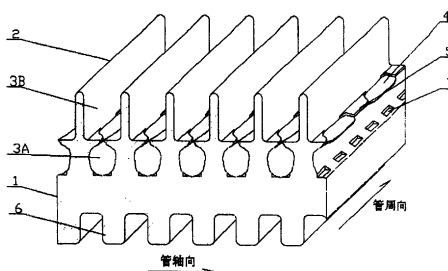
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

[54] 发明名称

一种蒸发冷凝兼备型传热管

[57] 摘要

一种蒸发冷凝兼备型传热管，为一种蒸发工况和冷凝工况时传热性能均得到强化的传热管，包括传热管主体、沿主体表面沿周向分布的螺旋或平行翅片、翅片间形成的翅间槽，其特征在于：所述的翅间槽通过横翅分割成具适合蒸发的表面结构的下翅间槽和具适合冷凝换热的表面结构的上翅间槽，该下翅间槽与上翅间槽通过横翅之间形成的孔或缝联通。优点是：管外利用翅根腔体强化蒸发性能，利用翅侧和翅顶部腔体强化冷凝性能，这样可充分兼顾蒸发和冷凝对强化换热的要求；翅根位置温度较高有利于提高蒸发的过热度，在该位置构成适用于泡核沸腾的多孔表面，提高了蒸发换热系数；蒸发性能主导时，提高蒸发性能同时内径增大，管内阻力下降，降低材料成本。



- 1、一种蒸发冷凝兼备型传热管，包括传热管主体、沿主体外表面周向分布的螺旋或平行翅片、翅片间形成的翅间槽，传热管主体内表面设有内螺纹，其特征在于：所述的翅间槽通过横翅分割成具适合蒸发的表面结构的下翅间槽和具适合冷凝换热的表面结构的上翅间槽，上翅间槽为敞开式，下翅间槽与上翅间槽通过横翅之间形成的缝联通，其中，所述的横翅从翅片壁向翅槽中心线延伸，包括上横翅和下横翅，该上横翅和下横翅部分边界重叠，上下横翅间形成所述的缝。
- 2、根据权利要求1所述的蒸发冷凝兼备型传热管，其特征在于：相对的上下横翅之间留有的空间形成缝，每个缝的面积为 $0.01\sim 0.2\text{mm}^2$ 。
- 3、根据权利要求1或2所述的蒸发冷凝兼备型传热管，其特征在于：所述翅片间的轴向间距为 $0.3\sim 0.7\text{mm}$ ，翅壁厚为 $0.05\sim 0.3\text{mm}$ ，翅高为 $0.5\sim 1.5\text{mm}$ ；下横翅的高度为 $0.15\sim 0.5\text{mm}$ ，宽度为 $0.1\sim 1\text{mm}$ ；上横翅的高度为 $0.2\sim 0.6\text{mm}$ ，宽度为 $0.1\sim 1\text{mm}$ 。
- 4、根据权利要求3所述的蒸发冷凝兼备型传热管，其特征在于：上横翅比下横翅高出 $0.02\sim 0.2\text{mm}$ 。
- 5、根据权利要求1所述的蒸发冷凝兼备型传热管，其特征在于：所述的下翅间槽底部设有槽痕，该槽痕为梯形、三角形、矩形中的一种。
- 6、根据权利要求5所述的蒸发冷凝兼备型传热管，其特征在于：所述的槽痕设置在两翅片中心线的对称两侧或偏向一侧或单独一列，槽痕为沿周向的连续槽痕或间断槽痕。
- 7、根据权利要求6所述的蒸发冷凝兼备型传热管，其特征在于：所述的槽痕为间断槽痕，沿周向长度为 $0.1\sim 1\text{mm}$ ，沿轴向宽度为 $0.1\sim 0.5\text{mm}$ ，深度为 $0.01\sim 0.2\text{mm}$ 。

- 8、根据权利要求 1 所述的蒸发冷凝兼备型传热管，其特征在于：所述的翅片顶部设有与翅片平面交角为 $0\sim 90^\circ$ 的齿槽，该齿槽深为 $0.1\sim 0.5\text{mm}$ ，齿槽宽为 $0.1\sim 1\text{mm}$ 。
- 9、根据权利要求 1 或 2 所述的蒸发冷凝兼备型传热管，其特征在于：所述传热管主体内表面具有的内螺纹，其螺纹高度为 $0.1\sim 0.5\text{mm}$ ，头数为 $8\sim 50$ 头。
- 10、利用权利要求 1~9 中的任意一项所述的蒸发冷凝兼备型传热管的用途，应用于管外为制冷剂相变换热、管内为载冷或冷却液体的换热器，该换热器应用于冷水机组或热泵机组，其中，传热管与管板胀接或焊接，构成换热器的一部分。

一种蒸发冷凝兼备型传热管

技术领域

本发明一种蒸发冷凝兼备型传热管涉及一种传热管，属传热设备技术领域，尤其涉及一种蒸发工况和冷凝工况时传热性能均得到强化的传热管。

背景技术

在制冷与空调用冷冻机中，满液式蒸发器和水冷式冷凝器得到了广泛的应用。它们大多为壳管式换热器，这其中，制冷剂在管外蒸发或冷凝相变换热，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，对于蒸发或冷凝的相变传热，有许多专门针对该类工艺过程的传热管。

如用于满液式蒸发强化表面的传热管有美国专利 5697430 和中国专利 02101870.7 等，其主要原理是利用满液式蒸发中泡核沸腾的机理，通过机加工在管外表面成翅，滚花，平滚轮滚压，在管表面形成多孔结构，以提供泡核沸腾的核心，以强化蒸发换热。

用于冷凝强化表面的传热管有美国专利 5996686 和美国专利 5669441，通过机加工在管外表面成翅，滚花，其主要原理是增加外表冷凝面积，利用锯齿状表面不同位置曲率的差异，促进冷凝液流动，减小冷凝液膜的厚度，并利用翅间槽排除冷凝液，以强化冷凝换热。

热泵产品因为既可以供热又可以制冷而广受欢迎，现有的热泵冷热水机组蒸发器形式基本上为干式（制冷剂在管内直接蒸发），当冬季蒸发器切换为冷凝器使用时，制冷剂直接在管内冷凝换热，这种切

换较容易实现。而随着制冷工业的发展，越来越多的热泵产品采用满液式蒸发器，以提高能效比，在供暖季节，满液式蒸发器被切换为制冷剂在管外冷凝的冷凝器。这样该换热器采用的换热管对蒸发和冷凝的性能均有较高要求。

而蒸发和冷凝是相反的过程，对于强化传热表面结构的要求差异很大，如蒸发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核心点；而冷凝管则要求表面尽可能干燥或制冷剂液膜尽可能薄，以减小传热热阻。如果在该类换热器中直接采用蒸发型换热管，则其冷凝性能比常规的新型冷凝管性能低 30~40%。如直接采用冷凝管，则蒸发工况下性能会降低 40~60%。这样或多或少会牺牲制冷工况的能效或者供暖工况的能效。采用强化蒸发的换热管，造成冬季供热量不足；而采用强化冷凝的换热管，则造成夏季供冷量不足。

发明内容

本发明的目的在于提供一种既可强化蒸发换热性能又可强化冷凝换热性能的一种蒸发冷凝兼备型传热管，该种换热管可同时适用于蒸发器或冷凝器的场合，直接满足当今及未来设计对于采用满液式蒸发器的热泵冷热水机组换热管设计要求。

为解决上述技术问题本发明所采用的方案是：一种蒸发冷凝兼备型传热管，包括传热管主体、沿主体外表面周向分布的螺旋或平行翅片、翅片间形成的翅间槽，传热管主体内表面设有内螺纹，其中，所述的翅间槽通过横翅分割成具适合蒸发的表面结构的下翅间槽和具适合冷凝换热的表面结构的上翅间槽，该下翅间槽与上翅间槽通过横翅之间形成的孔或缝联通。

所述的横翅从翅片壁向翅槽中心线延伸，包括上横翅和下横翅，该上横翅和下横翅位置错开或部分边界重叠，上下横翅间形成孔或缝。下横翅延伸形成的孔或缝开口尺寸通常较大，而上横翅具有进一步的覆盖和调节作用，使得可完全依靠下翅间槽进行蒸发。

相对的上下横翅之间留有的空间形成孔或缝，每个孔或缝的面积为 $0.01\sim 0.2\text{mm}^2$ 。单位面积孔或缝数量越多，传热性能越佳，并且上下横翅之间的孔或缝间距可调，可针对不同的制冷剂调节设置，更大程度上发挥了强化传热的作用。

所述翅片间的轴向间距为 $0.3\sim 0.7\text{mm}$ ，翅壁厚为 $0.05\sim 0.3\text{mm}$ ，翅高为 $0.5\sim 1.5\text{mm}$ ；下横翅的高度为 $0.15\sim 0.5\text{mm}$ ，宽度为 $0.1\sim 1\text{mm}$ ；上横翅的高度为 $0.2\sim 0.6\text{mm}$ ，宽度为 $0.1\sim 1\text{mm}$ 。

上横翅比下横翅略高出 $0.02\sim 0.2\text{mm}$ ，有利于局部区域制冷剂蒸发后由于毛细作用，其余位置液体冷媒被吸引作为有效补充。

所述的下翅间槽底部设有槽痕，该槽痕为梯形、三角形、矩形、多边形中的一种。槽痕可以减薄传热管主体的壁厚，也可通过分布在下翅间槽底部两侧较厚的区域而维持原有的平均壁厚。

所述的槽痕设置在两翅片中心线的对称两侧或偏向一侧或单独一列，槽痕为沿周向的连续槽痕或间断槽痕。可进一步提高槽底的粗糙度，增加气化核心。

所述的槽痕为间断槽痕，沿周向长度为 $0.1\sim 1\text{mm}$ ，沿轴向宽度为 $0.1\sim 0.5\text{mm}$ ，深度为 $0.01\sim 0.2\text{mm}$ 。

所述的翅片顶部设有与翅片平面交角为 $0\sim 90^\circ$ 的齿槽，该齿槽深为 $0.1\sim 0.5\text{mm}$ ，齿槽宽为 $0.1\sim 1\text{mm}$ ，从而可以增加冷凝的换热面积，减薄局部液膜的厚度，减小液膜的热阻，进一步强化冷凝换热。

所述传热管主体其内表面具有的内螺纹，其螺纹高度为 $0.1\sim$

0.5mm，头数为8~50头。传热管主体内壁增加内螺纹后可强化换热管内对流换热的紊流度，从而强化换热；特别是在管外采用强化表面的情形下，管内和管外的热阻较接近，对管内进一步强化，可以有效提高整体的传热系数。

利用上述传热管，应用于管外为制冷剂相变换热，管内为载冷或冷却液体的换热器或管外为制冷剂蒸发，管内为载冷或冷却液体的换热器，该换热器应用于冷水机组或热泵机组，其中，传热管与管板胀接或焊接，构成换热器的一部分。应用于管外为制冷剂相变换热，管内为载冷或冷却液体的换热器，该传热管的翅壁厚优选0.05~0.2mm；当仅应用于管外为制冷剂蒸发，管内为载冷或冷却液体的换热器，该传热管的翅壁厚优选0.1~0.3mm。

传热管主体选用铜和铜合金材料或其他金属材料制成。

本发明的原理及作用如下：

下翅间槽用来强化泡核沸腾时的蒸发换热，其位置接近管壁，过热度较大，即驱动蒸发的温差较大，在翅根处形成了多孔的结构有利于形成泡核沸腾所需的气化核心，腔体容积更为紧凑，腔体内平均过热度更大；

下翅间槽结构在管束的上排以及较低的换热热流密度工况下，也可以起到辅助冷凝的作用，因为它增加了冷凝面积，但在膜状冷凝下，随着液膜的加厚，因为下翅间槽的高度较小，一般为翅高的1/10~1/2，翅根位置相对容易被淹没，这种情况下，下翅间槽处累积有液膜，这样该区域主要用来排液和提高自然过冷的过冷度；

上翅间槽对于蒸发的作用主要是增加表面积并强化了外部对流，在具体应用中管束效应可得到强化；

上翅间槽能强化冷凝传热，其结构利于加工成通常用作强化冷凝

的锯齿状或平滑的螺旋翅片表面，这对于冷凝换热非常有利；

另一方面，普通多孔结构对于润滑油非常敏感，换热性能随着润滑油含量的提高而呈指数形式下降，在这些场合，上翅间槽平滑的二维结构可以发挥优势，因为普通翅片管对于润滑油并不敏感，甚至在富油状态下换热性能比无油状态略有提高，这样可以提高换热管对于不同的润滑油浓度的适应能力；

下翅间槽的高度，上横翅的高度等尺寸会影响到上翅间槽的高度和容积，调节该高度可以在不同工况下选择优化的尺寸适用于不同的制冷剂，也可以在蒸发和冷凝性能要求中取得平衡；

下翅间槽底部的槽痕与翅片顶部的齿槽组合使用，可以增加冷凝的换热面积，减薄局部液膜的厚度，减小液膜的热阻，促进冷凝液在翅顶部区域的流动，进一步强化冷凝换热。

本发明的优点和有益效果是：

- 1、管外利用翅根腔体强化蒸发性能，而利用翅侧和翅顶部腔体强化冷凝性能，这样可充分兼顾蒸发和冷凝对强化换热的要求；
- 2、因为翅根位置相对于其他位置温度较高，有利于提高蒸发的过热度，在该位置构成适用于泡核沸腾的多孔表面，与现有技术相比，提高了蒸发换热系数；
- 3、当蒸发性能主导时，可减少翅侧和翅顶的材料，进一步提高其蒸发性能，同时内径增大，管内侧阻力下降，而且重量较轻，降低了材料成本。

下面通过附图及实施例详述本发明。但本发明不限于本实施例。

附图说明

图1为本发明外表面轴侧示意图。

图 2 为本发明的轴向剖面示意图。

图 3 为本发明的局部平面图。

图 4 为本发明实施例 1 外翅特征平面图。

图 5 为本发明实施例 2 外翅特征平面图。

图 6 为本发明实施例 3 外翅特征平面图。

图 7 为本发明在蒸发器中应用例示意图。

图 8 为本发明在冷凝器中应用例示意图。

附图中标号说明

1—传热管主体	2—翅片	3—翅间槽
3A—下翅间槽	3B—上翅间槽	4—下横翅
5—上横翅	6—内螺纹	7—槽痕
8—翅顶齿槽	9—换热器(蒸发器)	9'—换热器(冷凝器)
10—管板	11—水室	12—水室入口
13—水室出口	14—制冷剂入口	15—制冷剂出口
16—孔隙		

具体实施方式

实施例 1

请参阅图 1 本发明外表面轴侧示意图, 图 2 本发明的轴向剖面示意图, 图 3 本发明的局部平面图和图 4 本实施例外翅特征平面图所示, 一种蒸发冷凝兼备型传热管, 包括传热管主体 1、沿主体外表面周向分布的螺旋翅片 2、翅片间形成的翅间槽 3, 管主体 1 的内表面分布有来复线式的内螺纹 6。其中, 所述的翅间槽 3 通过上横翅 5 和下横翅 4 分割成上翅间槽 3B 和下翅间槽 3A, 该下翅间槽 3A 与上翅间槽 3B 通过上横翅 5 和下横翅 4 横翅之间形成的孔隙 16 联通。

本实施例换热管外径为 19mm，翅壁厚为 1.12mm，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。翅片间的轴向间距 a 为 0.508mm，翅壁厚 b 为 0.15mm，翅高 f 为 1.0mm；

采用滚花刀，通过挤压翅间槽 3 侧壁的材料形成下横翅 4，再通过平滚轮进一步挤压下横翅 4 上部的材料形成上横翅 5，下横翅 4 的高度 d 为 0.3mm，宽度 i 为 0.1~1mm；上横翅 5 的高度 e 为 0.4mm，宽度 j 为 0.1~1mm。

所述的上横翅 5 和下横翅 4 从翅片 2 壁向翅间槽 3 的中心线延伸，该上横翅 5 和下横翅 4 位置错开或部分边界重叠，上、下横翅 4, 5 间形成孔隙 16，该孔隙 16 的平均面积为 0.04mm^2 。

上翅间槽 3B 为螺旋翅片形式，用作强化冷凝换热。

在管内同时可利用芯头加工出内螺纹 6，以强化管内的换热系数，传热管主体 1 内螺纹 6 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。本实施例中，内螺纹 6 的高度 h 约为 0.36mm，与轴线的角度 C 为 46° ，螺纹头数为 38 头。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。

传热管主体 1 选用铜和铜合金材料制成。

实施例 2

请参阅图 5 本发明实施例 2 外翅特征平面图所示，其他均与实施例 1 相同，只是翅片顶部进一步加工出平行轴向的翅顶齿槽 8，在翅顶齿槽 8 之间形成了平台状的翅台，该齿槽深为 0.1~0.5mm，齿槽宽为 0.1~0.5mm。

加工方法是，按图 5 所示，在上翅间槽 3B 位置，通过滚花刀，进一步加工出平行轴向的翅顶小槽 8，在翅顶小槽 8 之间形成了锯齿

状或平台状的翅台。这样可以增加冷凝的换热面积，减薄局部液膜的厚度，减小液膜的热阻，进一步强化冷凝换热。

实施例 3

请参阅图 6 本发明实施例 3 外翅特征平面图所示，其他均与实施例 1 相同，只是下翅间槽 3A 底部进一步增设有槽痕 7，所设槽痕 7 为矩形的间断槽痕，设置在翅槽 3 中心线的对称两侧，该槽痕 7 沿周向长度 k 为 $0.1\sim 1\text{mm}$ ，沿轴向的宽度 l 为 $0.1\sim 0.5\text{mm}$ ，深度平均为 0.015mm 。

这样可进一步提高槽底的粗糙度，增加气化核心；另外按图 6 所示在 3B 位置，通过滚花刀，进一步加工出斜向的翅顶小槽 8，在翅顶小槽之间形成了锯齿状或平台状的翅台。可以增加冷凝的换热面积，减薄局部液膜的厚度，减小液膜的热阻，促进冷凝液在翅顶部区域的流动，进一步强化冷凝换热。

实施例 4

其他均与实施例 1 相同，只是翅片规格略有不同，翅片间的轴向间距 a 为 0.508mm ，翅壁厚 b 为 0.2mm ，翅高 f 为 0.6mm 。采用滚花刀通过挤压翅槽侧壁的材料可以形成横翅 4，再通过平滚轮进一步挤压下横翅 4 上部的材料可形成上横翅 5，其中，上横翅 5 的高度 e 为 0.36mm ，宽度 j 为 $0.1\sim 1\text{mm}$ ；下横翅 4 的高度 d 为 0.30mm ，宽度 i 为 $0.1\sim 1\text{mm}$ ；在上、下横翅 4、5 相互搭接，形成满液式蒸发所需的下翅槽 3A，形成的孔隙 16 的平均面积为 0.04mm^2 。再用弯压滚轮可将螺旋翅片进一步压弯以减小传热管主体 1 的外径。该换热管翅高较低，主要用作利用翅根部蒸发的满液式蒸发管，它的内径较大，管内阻力较小。

应用例 1

如图 7 本发明在蒸发器中应用例示意图所示, 将本发明传热管主体 1 固定在换热器 9 (蒸发器) 的管板 10 上, 载冷剂 (如水) 从水室 11 的水室入口 12 流经本发明传热管主体 1 的管内, 与管外制冷剂换热, 再从水室 11 的水室出口 13 流出; 制冷剂从制冷剂入口 14 进入换热器 9 并浸没了传热管主体 1, 在管外壁的加热下蒸发, 成为气体后从制冷剂出口 15 流出换热器, 由于制冷剂蒸发吸热, 本发明管内的载冷剂被冷却。由于前述的传热管主体 1 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。

应用例 2

如图 8 本发明在冷凝器中应用例示意图所示, 将本发明传热管主体 1 固定在换热器 9' (冷凝器) 的管板 10 上, 冷却剂 (如水) 从水室 11 的水室入口 12 流经本发明管主体 1 的管内, 与管外制冷剂换热, 再从水室 11 的水室出口 13 流出; 制冷剂气体从制冷剂入口 15 进入换热器 9', 被传热管主体 1 冷却, 并在管外壁冷凝为液体, 从制冷剂出口 14 流出换热器, 由于制冷剂冷凝放热, 本发明管内的冷却剂被加热。由于前述的管主体 1 的外壁构造有利于强化制冷剂的膜状冷凝换热, 从而有效提高了冷凝换热系数。

而在传热管主体 1 内壁, 内螺纹 6 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, 也增大了换热器的性能和降低金属耗量。

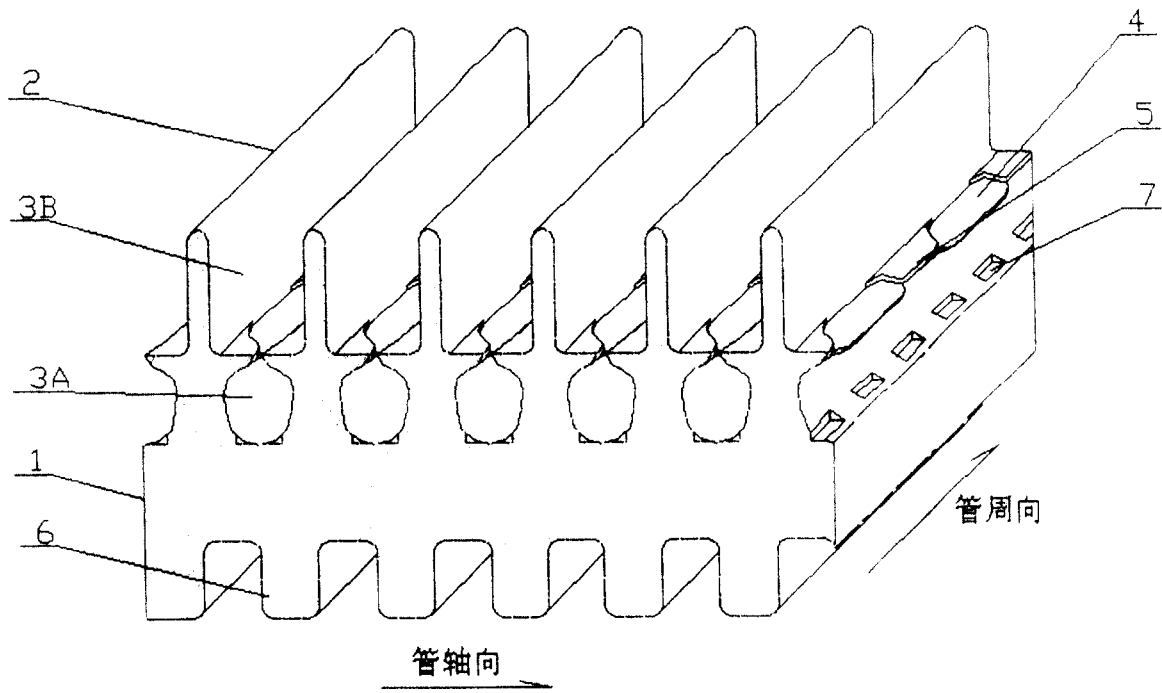


图 1

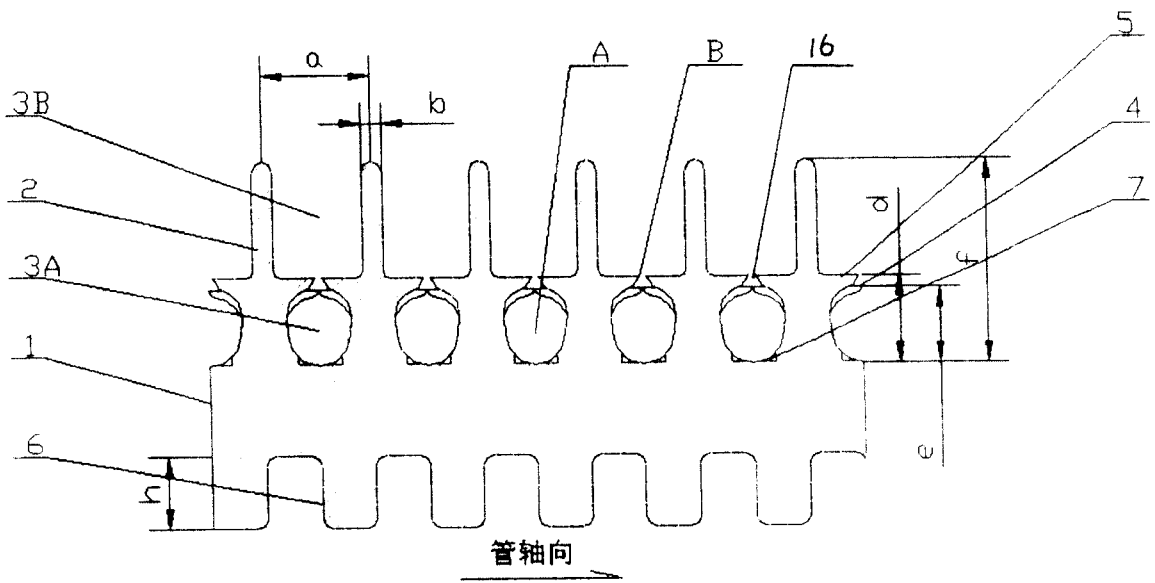


图 2

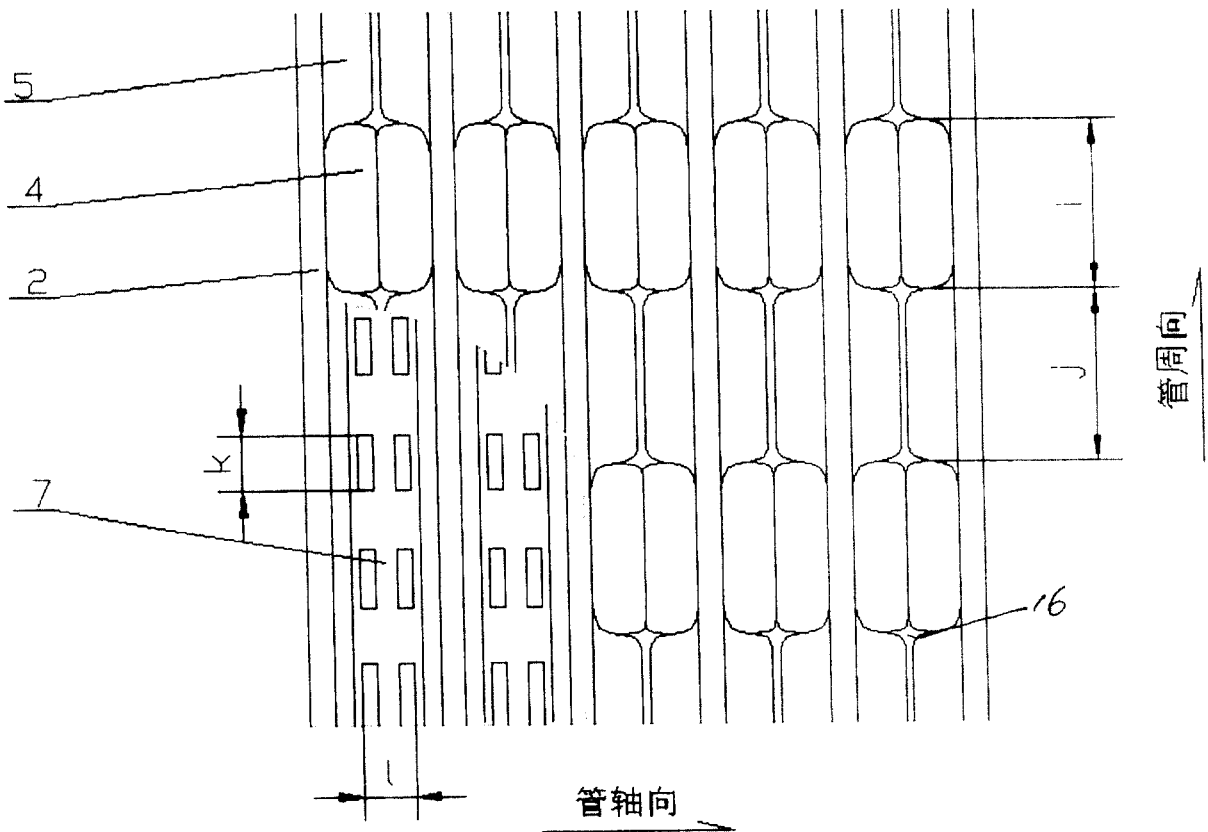


图 3

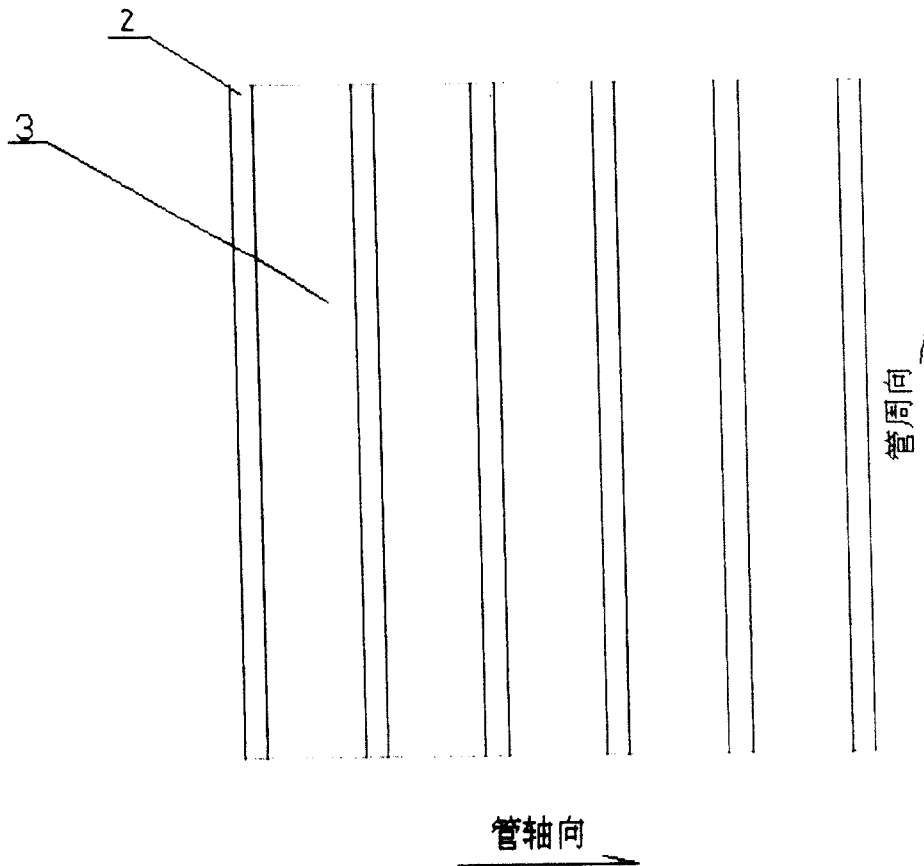


图 4

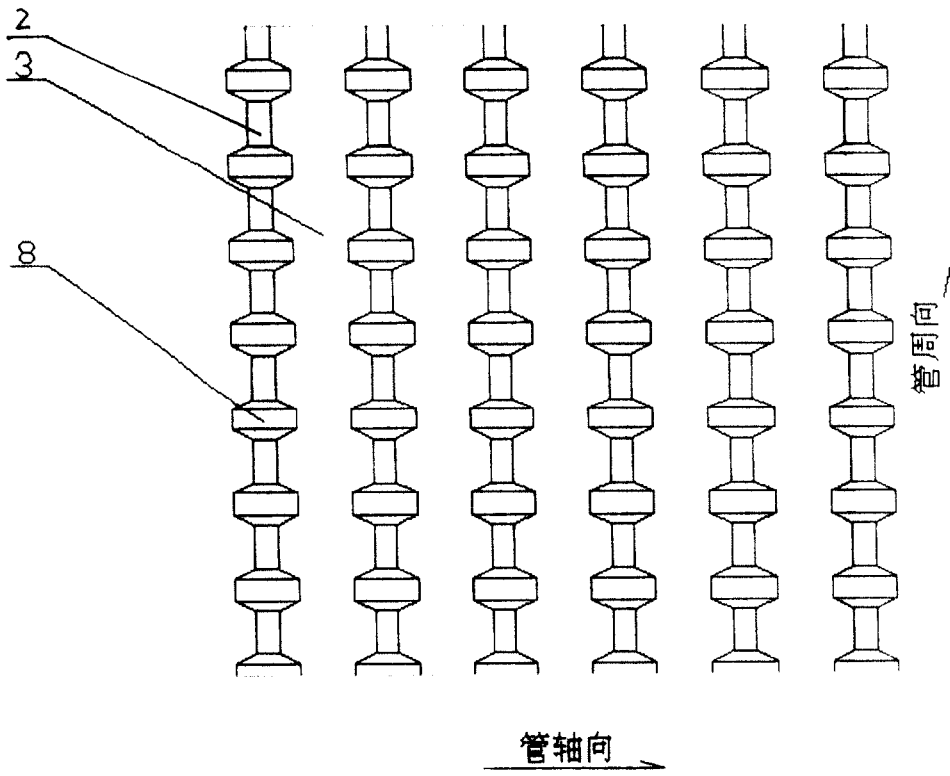


图 5

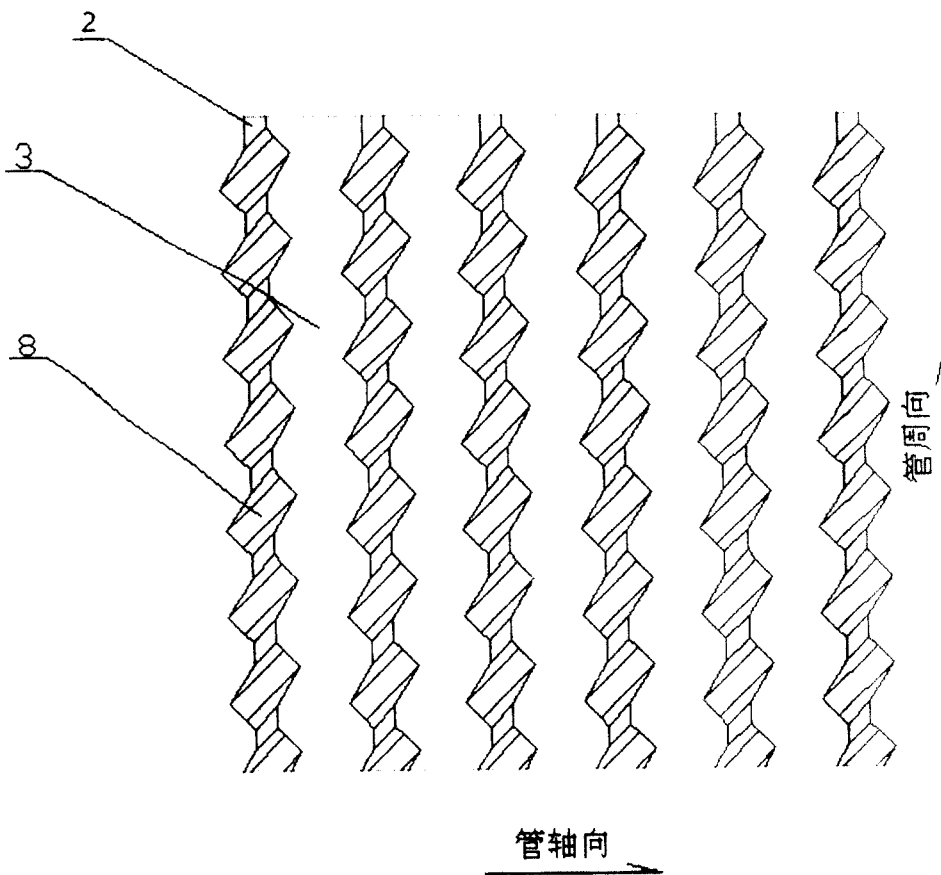


图 6

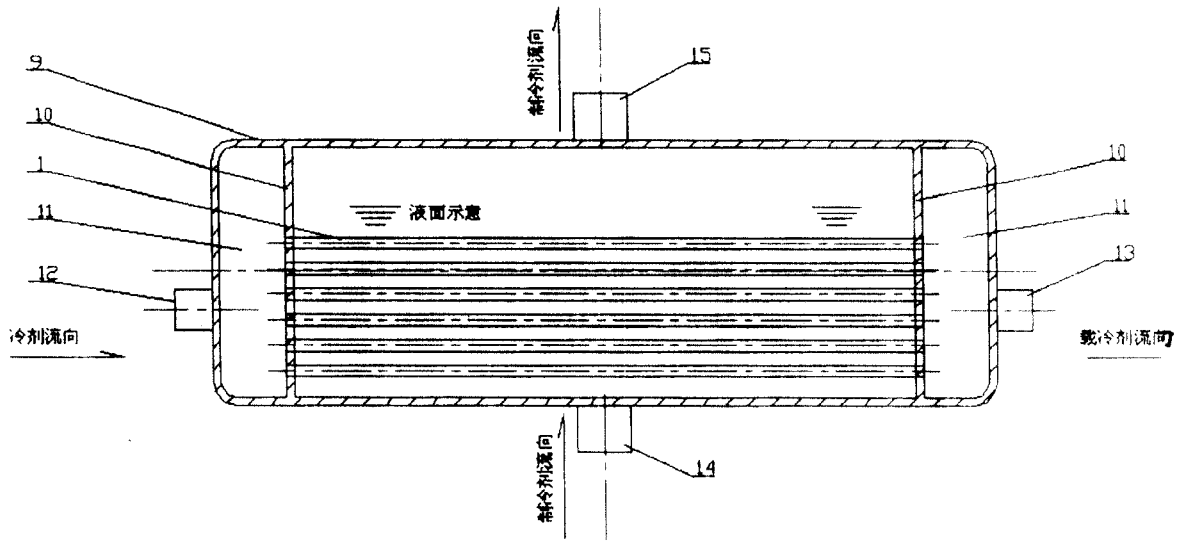


图 7

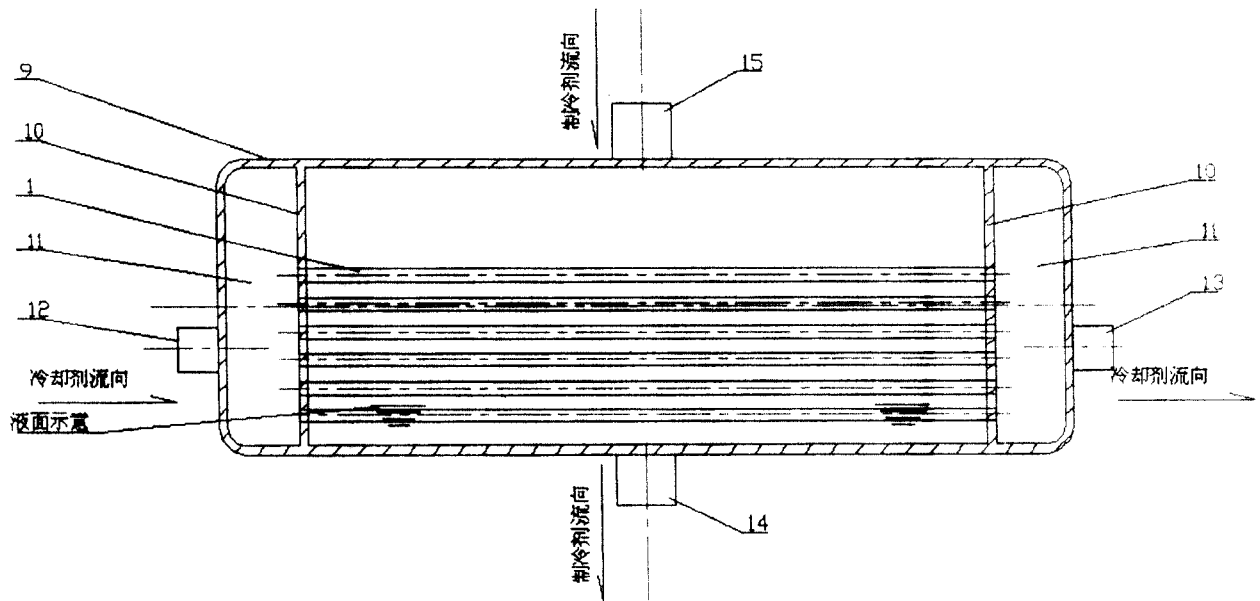


图 8