



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102128552 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 02

(21) 申请号 201110074384. 8

(22) 申请日 2011. 03. 25

(73) 专利权人 长沙理工大学

地址 410004 湖南省长沙市雨花区万家丽南
路二段 960 号

(72) 发明人 夏侯国伟 张敏

(74) 专利代理机构 长沙市融智专利事务所
43114

代理人 颜勇

(51) Int. Cl.

F28D 15/02 (2006. 01)

H01L 23/427 (2006. 01)

审查员 姚丽华

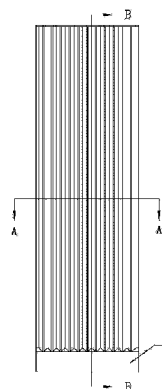
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 5 页

(54) 发明名称

单面波浪板式脉动热管

(57) 摘要

单面波浪板式脉动热管, 包括底板、波浪板、第一联通腔, 其特征在于: 所述底板为平面金属板; 所述底板一端设有一个与所述底板密封连接的第一联通腔, 所述波浪板截面为连续三角形、正弦形或其他周期性曲折; 沿所述波浪板波的延伸方向的两端与所述底板密封连接, 垂直于所述波浪板波的延伸方向的一端与所述第一联通腔密封连接, 另一端与所述底板密封连接; 所述波浪板相邻两波谷间通过点焊焊接在所述底板上形成多条垂直于所述波浪板波的延伸方向的脉动槽道, 相邻槽道之间微缝联通。其当量导热系数比铝挤压散热器高两个数量级, 比相关平板热管高 2 ~ 3 倍, 且可水平安装, 特别适用于空调换气能量回收和电子元器件的散热冷却。



1. 单面波浪板式脉动热管,包括底板、波浪板、第一联通腔,其特征在于:所述底板为平面金属板;所述底板的一端设有一个与所述底板密封连接的第一联通腔,所述波浪板为一周期性曲折形状构成的曲面板;沿所述波浪板波的延伸方向的两端与所述底板密封连接,垂直于所述波浪板波的延伸方向的一端与所述第一联通腔密封连接,另一端与所述底板密封连接;所述波浪板相邻两波谷之间通过点焊焊接在所述底板上形成多条垂直于所述波浪板波的延伸方向的脉动槽道,使相邻槽道之间形成微缝联通;所述单面波浪板式脉动热管抽真空、灌充工质、封闭。

2. 根据权利要求1所述的单面波浪板式脉动热管,其特征在于:所述底板的两端各设有一个与所述底板密封连接的第一联通腔、第二联通腔,垂直于所述波浪板波的延伸方向的两端分别与所述第一联通腔、第二联通腔密封连接。

3. 根据权利要求1所述的单面波浪板式脉动热管,其特征在于:所述微缝的长度为 $5\sim 50\text{mm}$,微缝宽度为 $3\sim 30\mu\text{m}$ 。

4. 根据权利要求1所述的单面波浪板式脉动热管,其特征在于:所述脉动槽道当量直径为 $0.5\sim 3.5\text{mm}$ 。

5. 根据权利要求1所述的单面波浪板式脉动热管,其特征在于:所述波浪板的周期性曲折形状的横截面为三角形、梯形、正弦波形中的一种。

6. 根据权利要求1或2所述的单面波浪板式脉动热管,其特征在于:所述底板、波浪板、第一联通腔、第二联通腔选用铜合金、铝合金或不锈钢中的一种制造。

7. 根据权利要求1所述的单面波浪板式脉动热管,其特征在于:所述工质选自蒸馏水、甲醇、无水乙醇、丙酮、R123、R134a中的一种。

单面波浪板式脉动热管

技术领域

[0001] 本发明公开了一种单面波浪板式脉动热管。属于热交换设备技术领域。适用于空调换气能量回收和电子器件散热冷却。

背景技术

[0002] 随着经济的发展,空调使用越来越广泛,但能耗及空气品质却日益困扰广大消费者。根据《室内空气质量标准》规定,为保证空气质量,需向室外排气,向室内送新风。送入的新风必须经过空调机组处理才能达到要求,而排气是已经处理了的空气,两者都要消耗能量。如排气及新风在进出室内时能进行一次能量交换,将使空调机组负荷大为降低,节约大量能源。资料表明,新风负荷占空调负荷的 20 ~ 30%,可见新风负荷耗能惊人。鉴于上述情况,回收排风的能量输送给新风,显得非常必要和有意义。

[0003] 目前空调换气能量回收技术分为这样几类:板式全热交换器、转轮式热交换器、中间冷媒式交换器、热管换热器。其中热管换热器因其具有换热效率高、无交叉污染、无运动部件,小温差传热等独特优势,因而在空调换气能量回收领域被广泛使用。从掌握的资料看,在空调换气能量回收中使用的热管,目前仅局限于传统重力热管,新型热管诸如脉动热管极少应用,公布的空调换气能量回收脉动热管数量也很少。

[0004] 电子微电子领域芯片、机电领域晶闸管、可控硅整流器、半导体发光二极管(LED)、大规模集成电路(LSLchip)等电子元器件,在生产、生活中使用极为广泛。这些元器件工作时产生大量热,必须及时散热才能保证设备安全稳定运行。研究表明,CPU 工作温度一般为 -5 ~ +70℃,超过这个范围,单个半导体元件温度每升高 10℃,系统可靠性下降 50%,超过 55%的电子设备失效是由于温度过高引起的。可见,芯片及电子元器件的散热非常重要。

[0005] 目前对于元器件的散热,一般采用如下两种形式的散热器,即铝挤压散热器与带吸液芯热管散热器。

[0006] 铝挤压散热器散热原理是,利用铝挤压散热器金属底座与发热元件接触,通过导热方式把元器件热量传至散热器表面,再利用风扇对散热器进行强制对流换热,使热量传至周围大气,实现元器件的散热。此种方式的传热本质是导热加对流,属于较低效率的传热方式。

[0007] 带吸液芯热管散热器利用了热管工质在热端吸热相变为蒸汽,蒸汽流向冷端放热冷凝成液体,然后借助重力或吸液芯毛细作用力回到热端吸热,进而循环往复传递热量。由于相变传热,其散热能力较铝挤压散热器有较大提高,属于电子元器件散热的更高一级的形式。

[0008] 随着科技的进步,实践表明铝挤压散热器其散热能力已发挥到极限,未来将难以满足元器件散热的需要。带吸液芯热管散热器虽然其散热效果较铝挤压散热器更强,其散热能力即将或已经面临严峻考验。例如,笔记本电脑就常因发热而影响其稳定工作,发热过甚致使电脑死机、故障、甚至损坏的事情发生。

[0009] 特别在电子微电子领域,集成电路正向着高密度大功率方向飞速发展,芯片单位

面积的热流密度迅速递增,目前已达到 MW/m^2 或以上的数量级,发热已严重制约了芯片主频的进一步提高,成为电子微电子技术领域发展的一大瓶颈,寻求一种新技术来解决高热流密度散热问题,成为了当务之急。

[0010] 脉动热管是 20 世纪 90 年代提出的一种新型高效传热元件,特别适用于小空间、小温差、低温热源、高热流密度情况下的传热。脉动热管的工作机理与传统重力热管具有很大的不同。传统重力热管工作过程为,工质热端吸热蒸发→蒸汽流向冷端放热冷凝→液体又冷端回流到热端的循环传热形式。脉动热管传热循环过程为,工质热端吸热蒸发→工质在流向冷端时发生汽液塞随机产生消失的流动与放热现象(脉动冲击震荡行为)→工质利用自身毛细作用回流热端重新循环。由于脉动热管出现了汽液塞随机产生消失的流动放热过程,致使传热过程热边界层破坏,热阻大为减小,极大强化了热管热量传输能力。另外脉动热管具有自身毛细回流作用,故它在倾角为零的水平状态下仍有很好的传热能力,不像传统重力热管需借助吸液芯才能完成传热,简化了工艺、增强了适用性、灵活性。作为一种尚处于开发阶段的传热原件,脉动热管实用技术、产品见诸报道不多。从目前可查询的资料看,脉动热管主要在两个方向开展了一些研究。一个方向是管状脉动热管。管状脉动热管的基本结构为蛇形管状脉动热管,加工过程为把细长的具有毛细功能的金属细管,根据需要弯曲成蛇形形成脉动热管。这类脉动热管主要用于流体介质热源的传热,由于不具平板结构,不能用于固体热源的传热或者散热。另一个方向是板状脉动热管。板状脉动热管的基本结构为两面皆为平面的平板容器,内部布置具有毛细左右的脉动槽道。这类热管可以用于流体介质热源、固体热源的传热,适用面比管状脉动热管更广,也便于工业化批量生产,因此板式脉动热管被工程界公认是目前传热性能高,且最具应用前景的一种脉动热管。但本发明者认为,该种板式结构脉动热管还有存在两个重要缺陷,影响传热性能。两个重要缺陷分别是:热管表面全为平面、热管内部槽道之间相互独立、密封。对于热管表面全为平面的情况,当空气与热管换热时,由于热管壁面全为平面,则空气将快速掠过平板,空气与平面间将形成较厚的热边界层,增加了换热热阻,不利空气的热交换,从而,使其换热效率未发挥到最大。对热管内部槽道之间相互独立、密封的情况,则热管工作时,独立槽道内部工质将只按其相应的热力状态变化,在毛细作用下发生频率一定的汽、液塞随机变化,实现热量的传递;当槽道当量直径一定、工质类型确定后,汽、液塞变化频率一定,因此,无法通过增加汽、液塞变化频率来提高热管的传热性能。故达不到强化传热的目的。

[0011] 中国专利 200820054984 提出了一种脉动热管式空调排风系统余热回收装置。该装置核心部件即是一种脉动热管元件,该脉动热管是由毛细金属管弯制成平面状的蛇形管束而成。虽然是脉动热管,但容易理解其换热面积较平板热管少,热管内部也无横向冲刷,蛇管较细容易变形,导致热管传热性能尚不够理想,安装使用也不方便。中国专利 200710304125 提出了一种热能再生设备。该装置核心部件是所谓脉动热管模块,实质上该模块仍是一种由毛细金属管弯制成平面状的蛇形管束。同样存在上述存在的不足。

[0012] 中国专利 200810119311 提出的电子器件冷却平板热管,其工作原理为非脉动传热。热管框架与支撑件采用整体钎焊,通道之间相互独立、密封,产生不了通道间的强化传热作用,并且整体钎焊将增加整个金属厚度导致热阻增加。中国专利 200520011723 提出的板状热管,其工作原理为非脉动传热。另外热管通道为方形,无尖锐锐角,通道毛细作用较弱。中国专利 201010170205 提出一种烧结式平板热管,其通道通过填充金属粉末烧

结形成。此种方法会增加整个壳体的厚度,增加热阻,且粉末难于填充密实均匀,通道之间也相互独立、密封,无法通过增加汽、液塞变化频率来提高热管的传热性能。中国专利 200920246791 提出的平板热管,其通道为园型、通道之间也相互独立、密封。圆形则自身毛细作用弱,如欲增加毛细作用需在圆形通道内加工微槽,工艺复杂。通道之间也相互独立、密封,无法通过增加汽、液塞变化频率来提高热管的传热性能。

[0013] 从上述公开报道的技术文件来看,现有的技术或专利由于受采用的工作机理限制,或受本身结构限制,其传热性能都尚未达到更佳,不能很好的满足要求越来越严苛的空调换气能量回收及电子元器件散热冷却的需要。

[0014] 基于脉动热管的技术特点,结合空调换气能量回收与电子元器件散热的应用现状,本发明提出了一种适用于空调换气能量回收与电子元器件散热的单面波浪板式脉动热管,以期形成一种新型、高效、实用的,适合于空调换气能量回收与电子元器件散热的热交换元件,也为相关领域科技的进步与发展提供有力帮助与支持。

发明内容

[0015] 本发明的目的在于克服现有技术之不足,提供一种结构简单合理、体积小、传热性能好、启动与工作温度低、能实现小温差传热,适用于空调换气能量回收与电子元器件散热的单面波浪板式脉动热管。

[0016] 本发明是采用如下技术方案实现的。

[0017] 单面波浪板式脉动热管,包括底板、波浪板、第一联通腔,其特征在于:所述底板为平面金属板;所述底板的一端设有一个与所述底板密封连接的第一联通腔,所述波浪板为一周期性曲折形状构成的曲面板;沿所述波浪板波的延伸方向的两端与所述底板密封连接,垂直于所述波浪板波的延伸方向的一端与所述第一联通腔密封连接,另一端与所述底板密封连接;所述波浪板相邻两波谷之间通过点焊焊接在所述底板上形成多条垂直于所述波浪板波的延伸方向的脉动槽道,使相邻槽道之间形成微缝联通;所述单面波浪板式脉动热管抽真空、灌注工质、封闭。

[0018] 本发明单面波浪板式脉动热管中,所述底板的两端各设有一个与所述底板密封连接的第一联通腔、第二联通腔,垂直于所述波浪板波的延伸方向的两端分别与所述第一联通腔、第二联通腔密封连接。

[0019] 本发明单面波浪板式脉动热管中,所述微缝的长度为 5 ~ 50mm,微缝宽度为 3 ~ 30 μm 。

[0020] 本发明单面波浪板式脉动热管中,所述脉动槽道当量直径为 0.5 ~ 3.5mm。

[0021] 本发明单面波浪板式脉动热管中,所述波浪板的周期性曲折形状的横截面为三角形、梯形、正弦波形中的一种。

[0022] 本发明单面波浪板式脉动热管中,所述底板、波浪板、第一联通腔、第二联通腔选用铜合金、铝合金、不锈钢中的一种制造。

[0023] 本发明单面波浪板式脉动热管中,所述工质选自蒸馏水、甲醇、无水乙醇、丙酮、R123、R134a 中的一种。

[0024] 本发明的单面波浪板式脉动热管工作原理及优点简述如下。

[0025] 工质在槽道中发生汽液两相随机分布、汽液塞随机产生与消失、蒸汽主体由蒸发

段流向冷凝段、冷凝液主体由冷凝段流向蒸发段的脉动流动传热过程。脉动槽道间存在部分工质的横向运动及传热传质过程。

[0026] 由于采用波浪板,当空气吹掠热管时,波浪曲折面将对空气产生扰动,使热边界层变薄直至破坏,从而强化风侧对流换热,提高热管的换热系数。

[0027] 由于采用波浪板,增加了热管的换热面积,从而提高热管换热能力。

[0028] 由于采用微缝槽道,热管工作时部分工质在槽道中发生横向运动,产生槽道间的扰动,导致槽道内汽、液塞随机产生破灭频率的增加,从而使槽道内壁热边界层变薄或破坏,提高热管的传热性能。

[0029] 由于采用一侧为平板、一侧为波浪板的板式结构,使得本热管既能很好地适用空调换气能量回收也能很好地适用电子元器件散热冷却。

[0030] 本发明热管的第一联通腔、第二联通腔,必须至少存在一个,用于联通内部脉动槽道,使热管抽真空及灌液更为方便、各脉动槽道工质均布,利于热管均匀传热。

[0031] 本发明中槽道的当量直径介于 $0.5 \sim 3.5\text{mm}$,截面具多个尖锐锐角,成为毛细通道,毛细通道可以克服传统重力无吸液芯热管安装角(在水平面之上与水平面的夹角)必须大于 15° 的限制,即使水平安装仍具良好传热能力,安装使用极为方便。

[0032] 本发明采用热的良导体铜合金、铝合金、不锈钢,加工单面波浪板式脉动热管,可有效提高热管的传热效率。

[0033] 本发明采用蒸馏水、甲醇、无水乙醇、丙酮、R123、R134a 作为工质,材料来源广,价格低。

[0034] 本发明的单面波浪板式脉动热管,适用于热源温度介于 $20^\circ\text{C} \sim 120^\circ\text{C}$ 范围的热传递。

[0035] 本发明由于采用一面为波浪曲折面,一面保持平面不变及微缝槽道的结构,突破了现有脉动热管研究与思维的惯性约束,设计的单面波浪板式脉动热管,有效提高了热管的传热性能。解决了目前空调换气能量高效回收及电子元器件散热不良的困难,提供一种融合脉动传热、平板化、毛细化、强化传热四方面功能于一体的新型、高效、实用的基础性传热元件——单面波浪板式脉动热管,该热管特别适用于空调换气能量回收与电子元器件散热冷却。

[0036] 综上所述,本发明的单面波浪板式脉动热管,兼具脉动传热、平板化、毛细化、强化传热于一身,其当量导热系数比铝挤压散热器高出两个数量级以上,比平板热管高 $2 \sim 3$ 倍以上,具有优异的传热性能。毛细效应的槽道,使其水平安装也具优良传热功能,安装使用极为方便。其结构的独创性,使其成为既适合于空调换气能量回收又适合于电子元器件散热冷却的一种高效、实用、基础性的平板式热管。

附图说明

[0037] 附图 1 为本发明实施例 1 的主视图。

[0038] 附图 2 为附图 1 的侧视图。

[0039] 附图 3 为附图 1 的俯视图。

[0040] 附图 4 为附图 2 中 I 部放大图。

[0041] 附图 5 为本发明实施例 2 的主视图。

[0042] 附图 6 为附图 5 的左视图。

[0043] 附图中：1- 第一联通腔，2- 第二联通腔，3- 波浪板，4- 脉动槽道，5- 点焊节点，6- 底板，7- 微缝。

具体实施方式

[0044] 以下结合附图对两实施例作进一步阐述。实施例仅用于说明本发明而不适用于限制本发明的范围。在阅读了本发明内容之后，本领域技术人员对本发明所作的各种改动和修改，同样属于本发明所附权利要求书限定范围。

[0045] 实施例一

[0046] 参见附图 1、2、3、4。本发明单面波浪板式脉动热管，包括底板 6、波浪板 3、第一联通腔 1，其特征在于：所述底板 6 为平面金属板；所述底板 6 的一端设有一个与所述底板密封连接的第一联通腔 1；所述波浪板 3 为一周期性曲折形状构成的曲面板；所述挡板为一平面金属板；沿所述波浪板 3 波的延伸方向的两端与所述底板 6 密封连接，垂直于所述波浪板 3 波的延伸方向的一端与所述第一联通腔 1 密封连接，另一端与所述底板 6 密封连接；所述波浪板 3 相邻两波谷之间通过点焊 5 焊接在所述底板上形成多条垂直于所述波浪板波的延伸方向的脉动槽道 4，使相邻槽道之间形成微缝 7 联通；所述单面波浪板式脉动热管抽真空、灌充工质、封闭。

[0047] 所述脉动槽道 4 截面形状为三角形、当量直径为 $0.5 \sim 1.2\text{mm}$ ；所述底板 6、波浪板 3、第一联通腔 1 选用紫铜制造；所述微缝 7 的长度为 $5 \sim 50\text{mm}$ 、宽度为 $10 \sim 30\mu\text{m}$ 。工质选用蒸馏水。

[0048] 实施例二

[0049] 参见附图 5、6，本发明单面波浪板式脉动热管包括底板 6、波浪板 3、第一联通腔 1，第二联通腔 2，其特征在于：所述底板 6 为平面金属板；所述底板 6 的两端各设有一个与所述底板 6 密封连接的第一联通腔 1、第二联通腔 2，所述波浪板 3 为一周期性曲折形状构成的曲面板；沿所述波浪板 3 波的延伸方向的两端与所述底板 6 密封连接，垂直于所述波浪板 3 波的延伸方向的一端与所述第一联通腔 1 密封连接，另一端与所述第二联通腔 2 密封连接，所述波浪板 3 相邻两波谷之间通过点焊 5 焊接在所述底板上形成多条垂直于所述波浪板波的延伸方向的脉动槽道 4，使相邻槽道之间形成微缝 7 联通；所述单面波浪板式脉动热管抽真空、灌充工质、封闭。

[0050] 所述脉动槽道 4 截面形状为三角形、当量直径为 $0.5 \sim 1.5\text{mm}$ ；所述底板 6、波浪板 3、第一联通腔 1、第二联通腔 2 选用不锈钢制造；所述微缝 7 的长度为 $20 \sim 50\text{mm}$ 、宽度为 $20 \sim 30\mu\text{m}$ 。工质选用丙酮。

[0051] 本发明实施例一中，只有第一联通腔 1，热管工作时其内部工质分布及传热均匀性较实例二的稍差，但可使热管加工制作更为简便。而实施例二中，第一联通腔 1、第二联通腔 2 同时存在，热管工作时内部工质分布及传热的均匀性较好，但加工稍复杂。实际使用时，可根据具体情况加以选择。

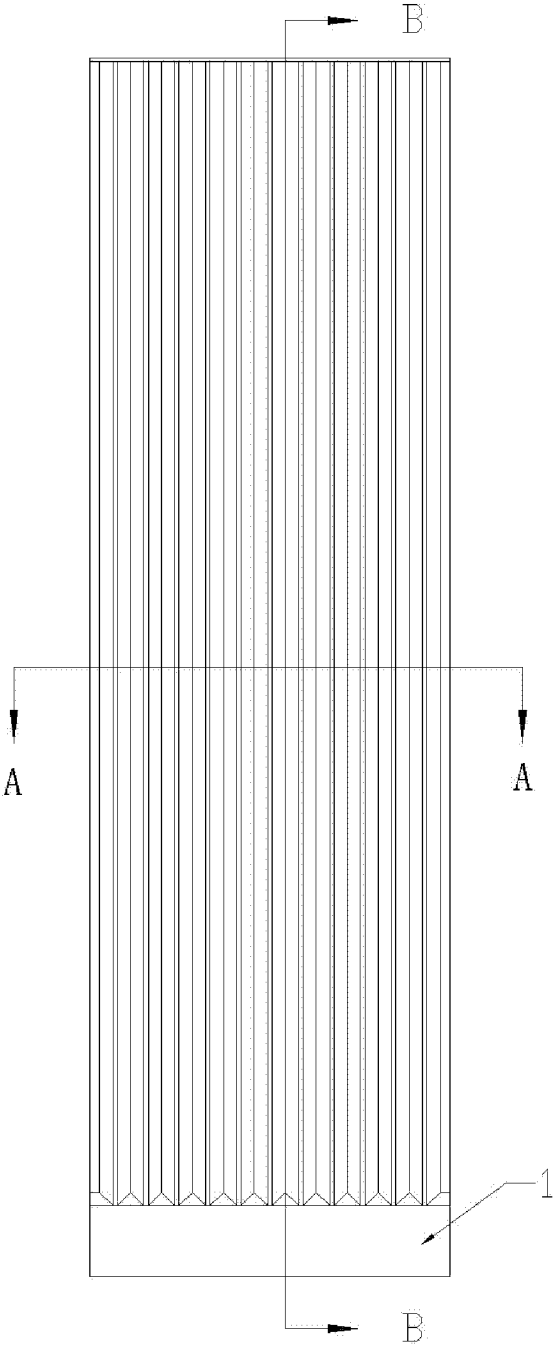


图 1

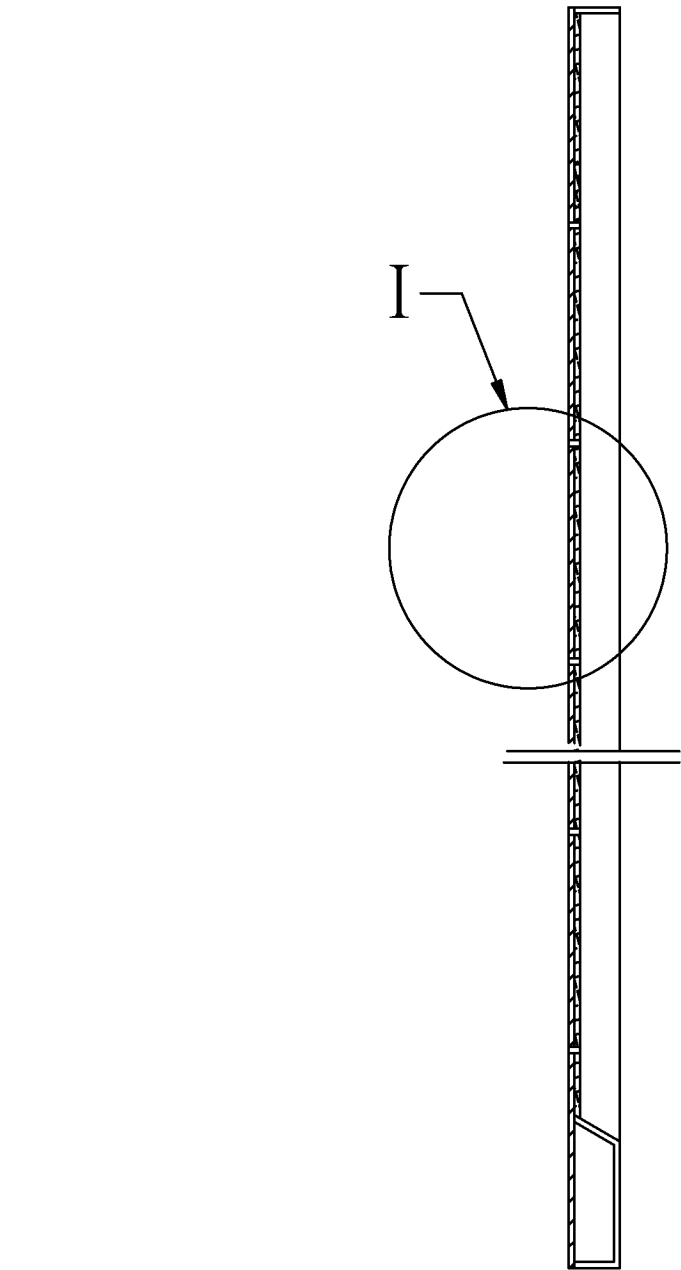


图 2

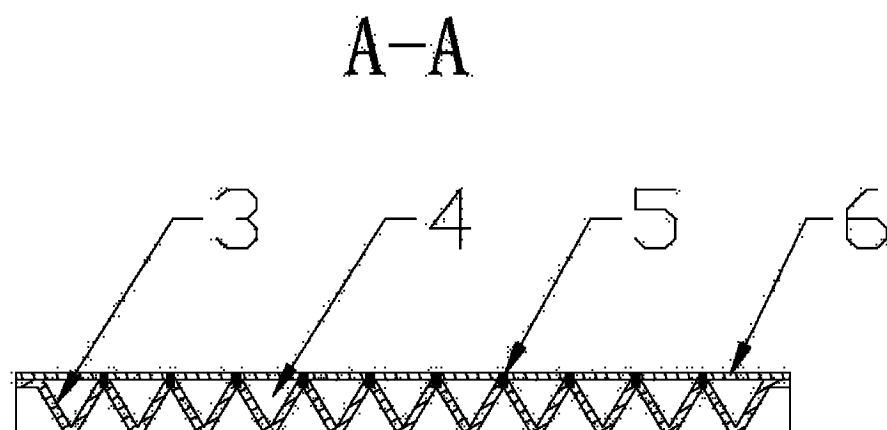


图 3

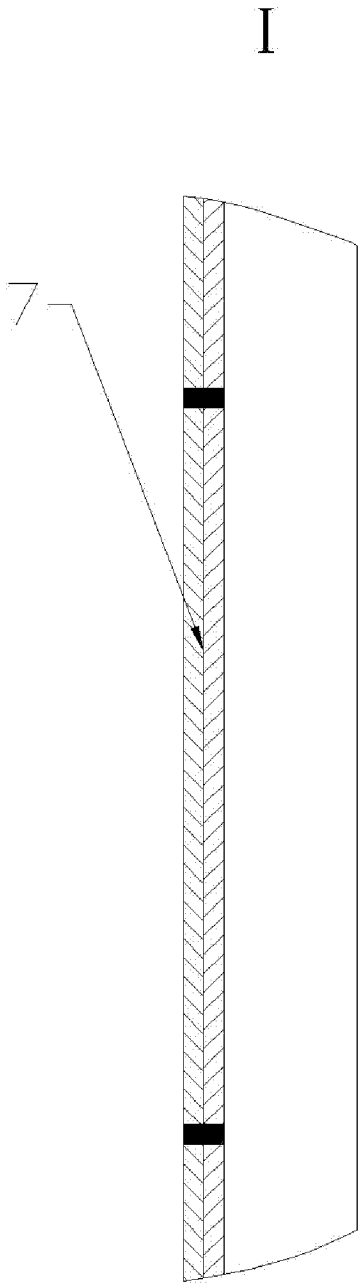


图 4

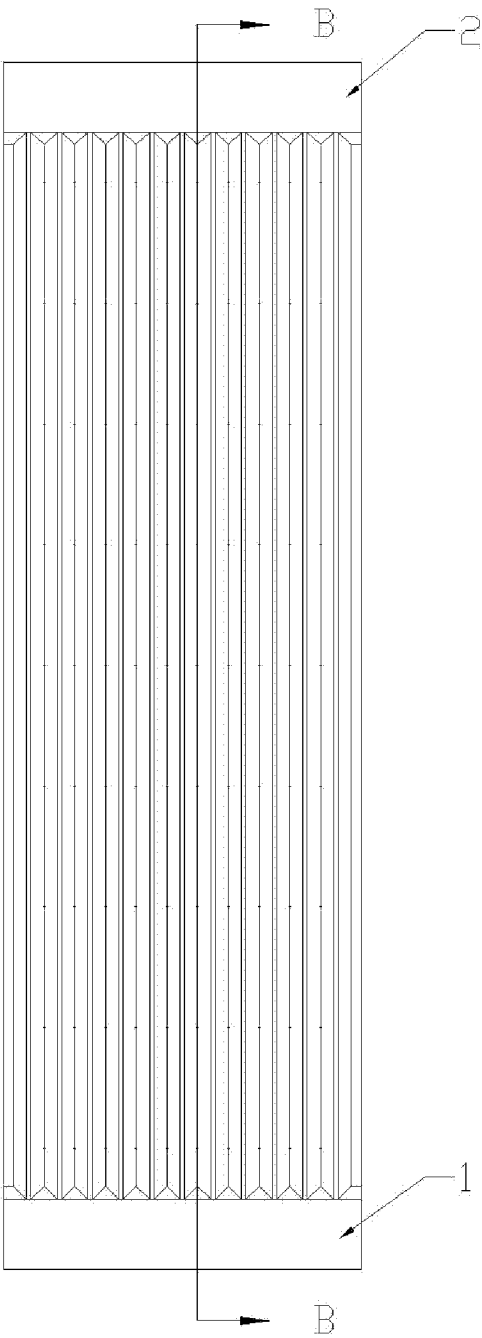


图 5

B-B



图 6