



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 120627786 B

(45) 授权公告日 2025. 11. 11

(21) 申请号 202511127892.6

G06F 30/20 (2020.01)

(22) 申请日 2025.08.13

G06F 30/17 (2020.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G06F 119/14 (2020.01)

申请公布号 CN 120627786 A

G06F 119/08 (2020.01)

(43) 申请公布日 2025.09.12

(56) 对比文件

(73) 专利权人 香港理工大学深圳研究院

CN 102345991 A, 2012.02.08

地址 518057 广东省深圳市南山区粤海街道高新技术产业园南区粤兴一道18号  
香港理工大学产学研大楼205室

CN 120333211 A, 2025.07.18

审查员 冯书勤

(72) 发明人 贾林瑞 吕琳

(74) 专利代理机构 广州嘉权专利商标事务有限公司 44205

专利代理师 赵津

(51) Int. Cl.

F28D 21/00 (2006.01)

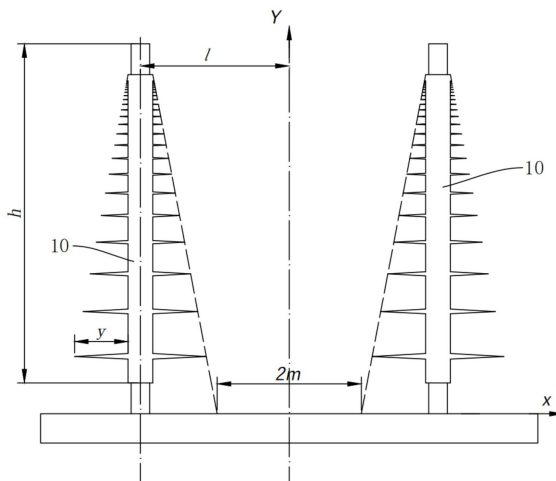
权利要求书1页 说明书13页 附图9页

(54) 发明名称

换热器、空天辐射角模型及换热效率评估方法

(57) 摘要

本发明公开了一种换热器、空天辐射角模型及换热效率评估方法,换热器包括主体部和翅片。主体部具有中空腔室,中空腔室内设有导流通道,主体部设有进口和出口,进口和出口均连通导流通道。翅片连接于主体部的相对两侧,且分别朝相反的方向凸出于主体部。其中,沿翅片的凸出方向,翅片远离主体部的一侧的厚度小于靠近主体部的一侧的厚度。本发明能够耦合自然对流与空天辐射制冷,提高散热效率、缓解城市热岛效应。



1. 一种换热器,其特征在于,包括:

主体部,具有中空腔室,所述中空腔室内设有导流通道,所述主体部设有进口和出口,所述进口和所述出口均连通所述导流通道;

翅片,连接于所述主体部的相对两侧,且分别朝相反的方向凸出于所述主体部;

其中,沿所述翅片的凸出方向,所述翅片远离所述主体部的一侧的厚度小于靠近所述主体部的一侧的厚度;

所述翅片沿水平方向凸出于所述主体部;

沿竖直方向,由所述翅片远离所述主体部的一侧到靠近所述主体部的一侧,所述翅片的厚度逐渐增大;

所述翅片被竖直平面所截的区域为等腰三角形;和/或,

所述翅片为锥形,其斜率范围为2.7~3.7;

所述翅片沿凸出方向的长度为 $y$ ,所述翅片到其下方相邻的所述翅片的距离为 $d$ , $y$ 和 $d$ 的关系满足:

$y=pd$ ,其中, $p$ 的范围为 $0.8 \leq p \leq 1.2$ ;

所述中空腔室内设有多个间隔分布的隔离模块,多个所述隔离模块将所述导流通道分为多个导流支路,多个导流支路相互连通。

2. 根据权利要求1所述的换热器,其特征在于,

沿所述竖直方向,所述翅片间隔分布。

3. 根据权利要求1所述的换热器,其特征在于,

沿所述竖直方向,所述出口位于所述进口的下方。

4. 根据权利要求1所述的换热器,其特征在于,

所述主体部被所述竖直平面所截的截面为矩形,所述翅片沿所述主体部的厚度方向凸出,所述主体部的长度 $a$ 、宽度 $b$ 、厚度 $c$ 的关系满足:

$70c \leq b \leq a$ 。

5. 一种散热系统,其特征在于,包括权利要求1至4任一项所述的换热器,所述散热系统至少包括两个相对分布的所述换热器。

## 换热器、空天辐射角模型及换热效率评估方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及建筑能源管理与热能利用领域,特别涉及一种换热器、空天辐射角模型及换热效率评估方法。

### 背景技术

[0002] 随着现代工业设备和电子器件功率密度的不断提升,高效散热已成为保障设备稳定运行的关键因素之一。目前,广泛使用的散热装置主要依赖自然或强制对流的方式将热量直接排放至周围环境中,例如风冷换热器、翅片式换热器以及风扇辅助冷却系统等。然而,此类传统散热方式存在诸多局限性。

[0003] 传统换热器在工作过程中主要依赖于对流散热,大量废热直接释放到大气中,在局部区域形成显著的热污染,进而加剧城市热岛效应,影响生态环境与居民生活质量。其次,受限于空气导热系数低、传热效率有限等因素,常规对流散热方式在高热流密度应用场景下难以满足日益增长的散热需求,导致设备温度升高,稳定性下降,甚至引发安全隐患。

### 发明内容

[0004] 本发明的主要目的是提出一种换热器、空天辐射角模型及换热效率评估方法,能够耦合自然对流与空天辐射制冷,提高散热效率、缓解城市热岛效应。

[0005] 为实现上述目的,本发明的一些实施例提出一种换热器,包括:

[0006] 主体部,具有中空腔室,中空腔室内设有导流通道,主体部设有进口和出口,进口和出口均连通导流通道;

[0007] 翅片,连接于主体部的相对两侧,且分别朝相反的方向凸出于主体部;

[0008] 其中,沿翅片的凸出方向,翅片远离主体部的一侧的厚度小于靠近主体部的一侧的厚度。

[0009] 在一些实施例中,沿竖直方向,翅片间隔分布。

[0010] 在一些实施例中,翅片沿水平方向凸出于主体部。

[0011] 在一些实施例中,沿竖直方向,由翅片远离主体部的一侧到靠近主体部的一侧,翅片的厚度逐渐增大。

[0012] 在一些实施例中,翅片被竖直平面所截的区域为等腰三角形;和/或,

[0013] 翅片为锥形,其斜率范围为2.7~3.7。

[0014] 在一些实施例中,翅片沿凸出方向的长度为 $y$ ,该翅片到其下方相邻的翅片的距离为 $d$ , $y$ 和 $d$ 的关系满足:

[0015]  $y=pd$ ,其中, $p$ 的范围为 $0.8 \leq p \leq 1.2$ 。

[0016] 在一些实施例中,沿竖直方向,出口位于进口的下方。

[0017] 在一些实施例中,中空腔室内设有多个间隔分布的隔离模块,多个隔离模块将导流通道分为多个导流支路,多个导流支路相互连通。

[0018] 在一些实施例中,主体部被竖直平面所截的截面为矩形,翅片的沿主体部的厚度

方向凸出,主体部的长度a、宽度b、厚度c的关系满足:

[0019]  $70c \leq b \leq a$ 。

[0020] 本发明第二方面的实施例提出一种散热系统,包括上述任一项的换热器,散热系统至少包括两个相对分布的换热器,其中,沿其中一个换热器到另一个换热器的方向,两个换热器的主体部之间的距离为 $2l$ ,主体部在竖直方向上的高度为 $h$ ,翅片沿凸出方向的长度为 $y$ 满足:

[0021]  $y = q[h/(1-m)x - hm/(1-m)]$ ,  $q$ 的范围为 $0.8 \leq q \leq 1.2$ 。

[0022] 本发明第三方面的实施例提出一种换热器系统与空天辐射角的计算模型,用于太阳部分照射于换热器系统,其特征在于,包括权利要求10的散热系统,换热器系统与空天辐射角的计算模型具有对应分别对应相邻两个换热器的S3面和S5面,以及夹设于S3面和S5面之间相互平行且间隔的S1面和S2面,S6面与S2面共面,S6面位于S3面和S2面之间,S6面和S3面适于被太阳照射,S3面、S1面、S5面、S2面与S6面依次首尾相接,且其被竖直平面所截的轮廓围合成平行四边形,换热器系统与空天辐射角的计算模型包括至少一种以下关系:

[0023]  $X_{1,2}$ 为由S1面辐射出去的热量落到S2面上的百分比,

$$[0024] \quad X_{1,2} = \frac{\sqrt{(\chi + \sin(\text{si}))^2 + \cos(\text{si})^2} + \sqrt{-2\sin(\text{si})\psi + \psi^2 + 1} - \sqrt{2\chi\sin(\text{si}) - 2\sin(\text{si})\psi + \chi^2 - 2\chi\psi + \psi^2 + 1} - \chi}{2\chi};$$

[0025] 和/或, $X_{1,3}$ 为由S1面辐射出去的热量落到S3面上的百分比,

$$[0026] \quad X_{1,3} = \frac{\chi + 1 - \sqrt{\chi^2 + 1 - 2\chi\sin(\text{si})}}{2\chi};$$

[0027] 和/或, $X_{1,5}$ 为由S1面辐射出去的热量落到S5面上的百分比,

$$[0028] \quad X_{1,5} = \frac{\chi + 1 - \sqrt{\chi^2 + 1 + 2\chi\sin(\text{si})}}{2\chi};$$

[0029] 和/或, $X_{1,6}$ 为由S1面辐射出去的热量落到S6面上的百分比,

$$[0030] \quad X_{1,6} = \frac{\sqrt{\chi^2 + 1 - 2\chi\sin(\text{si})} + \sqrt{(2\chi - 2\psi)\sin(\text{si}) + \chi^2 - 2\chi\psi + \psi^2 + 1} - \sqrt{-2\sin(\text{si})\psi + \psi^2 + 1} - 1}{2\chi};$$

[0031] 和/或, $X_{2,3}$ 为由S2面辐射出去的热量落到S3面上的百分比,

$$[0032] \quad X_{2,3} = \frac{-\sqrt{\chi^2 + 1 + 2\chi\sin(\text{si})} + \psi + \sqrt{(2\chi - 2\psi)\sin(\text{si}) + \chi^2 - 2\chi\psi + \psi^2 + 1}}{2\chi};$$

[0033] 和/或, $X_{2,5}$ 为由S2面辐射出去的热量落到S5面上的百分比,

$$[0034] \quad X_{2,5} = \frac{\psi + 1 - \sqrt{-2\sin(\text{si})\psi + \psi^2 + 1}}{2\psi};$$

[0035] 和/或, $X_{3,5}$ 为由S3面辐射出去的热量落到S5面上的百分比,

$$[0036] \quad X_{3,5} = \frac{\sqrt{\chi^2 + 1 + 2\chi\sin(\text{si})}}{2} + \frac{\sqrt{\chi^2 + 1 - 2\chi\sin(\text{si})}}{2} - \chi;$$

[0037] 和/或, $X_{3,6}$ 为由S3面辐射出去的热量落到S6面上的百分比,

$$[0038] \quad X_{3,6} = \frac{1}{2} + \frac{\chi}{2} - \frac{\psi}{2} - \frac{\sqrt{(2\chi - 2\psi)\sin(\text{si}) + \chi^2 - 2\chi\psi + \psi^2 + 1}}{2};$$

[0039] 和/或, $X_{5,6}$ 为由S5面辐射出去的热量落到S6面上的百分比,

$$[0040] \quad X_{5,6} = \frac{\sqrt{-2\sin(\text{si})\psi + \psi^2 + 1}}{2} + \frac{\chi}{2} - \frac{\sqrt{\chi^2 + 1 - 2\chi\sin(\text{si})}}{2} - \frac{\psi}{2};$$

[0041] 其中,  $\chi$  是换热器的间距  $2l$  和高度  $h$  的比值;

$$[0042] \quad \psi = \sin(\theta_{\text{solar}}) + \cos(\theta_{\text{solar}}) \tan\left(\frac{\pi}{2} - \theta_{\text{solar}}\right).$$

[0043] 本发明第四方面的实施例提出一种换热器系统与空天辐射角的计算模型,用于太阳全部照射于换热器系统,其特征在于,包括权利要求10的散热系统,换热器系统与空天辐射角的计算模型具有对应的相邻两个换热器,其中一个换热器对应S5面,另一个换热器对应S3面和S4面,S3面与S4面共面,其中S3面能够被太阳照射,S4面不受太阳照射,S1面夹设于S3面和S5面之间,S2面夹设于S4面和S5面之间,S4面、S3面、S1面、S5面与S2面依次首尾相接,且其被垂直平面所截的轮廓围合成平行四边形,换热器系统与空天辐射角的计算模型包括至少一种以下关系:

[0044]  $X_{1,2}$  为由S1面辐射出去的热量落到S2面上的百分比,

$$[0045] \quad X_{1,2} = \frac{\sqrt{\chi^2 + 1 + 2\chi\sin(\text{si})} + \sqrt{\chi^2 + 1 - 2\chi\sin(\text{si})} - 2}{2\chi};$$

[0046] 和/或,  $X_{1,3}$  为由S1面辐射出去的热量落到S3面上的百分比,

$$[0047] \quad X_{1,3} = \frac{\chi + \frac{\chi}{A_1} - \sqrt{\frac{\chi^2}{A_1^2} + \chi^2 - \frac{2\chi^2 \cos(\frac{\pi}{2} - \text{si})}{A_1}}}{2\chi};$$

[0048] 和/或,  $X_{1,4}$  为由S1面辐射出去的热量落到S4面上的百分比,

$$[0049] \quad X_{1,4} = \frac{\chi + 1 - \sqrt{(\chi - \sin(\text{si}))^2 + \cos(\text{si})^2}}{2\chi} - \frac{\chi + \frac{\chi}{A_1} - \sqrt{\frac{\chi^2}{A_1^2} + \chi^2 - \frac{2\chi^2 \cos(\frac{\pi}{2} - \text{si})}{A_1}}}{2\chi};$$

[0050] 和/或,  $X_{1,5}$  为由S1面辐射出去的热量落到S5面上的百分比,

$$[0051] \quad X_{1,5} = \frac{\chi + 1 - \sqrt{(\chi + \sin(\text{si}))^2 + \cos(\text{si})^2}}{2\chi};$$

[0052] 和/或,  $X_{2,3}$  为由S2面辐射出去的热量落到S3面上的百分比,

$$[0053] \quad X_{2,3} = \frac{\chi + 1 - \sqrt{(\chi + \sin(\text{si}))^2 + \cos(\text{si})^2}}{2\chi} - \frac{\chi + 1 - \frac{\chi}{A_1} - \sqrt{\chi^2 + \left(1 - \frac{\chi}{A_1}\right)^2 - 2\left(1 - \frac{\chi}{A_1}\right)\chi \cos\left(\frac{\pi}{2} + \text{si}\right)}}{2\chi};$$

[0054] 和/或,  $X_{2,4}$  为由S2面辐射出去的热量落到S4面上的百分比,

$$[0055] \quad X_{2,4} = \frac{\chi + 1 - \frac{\chi}{A_1} - \sqrt{\chi^2 + \left(1 - \frac{\chi}{A_1}\right)^2 - 2\left(1 - \frac{\chi}{A_1}\right)\chi \cos\left(\frac{\pi}{2} + \text{si}\right)}}{2\chi};$$

[0056] 和/或,  $X_{2,5}$  为由S2面辐射出去的热量落到S5面上的百分比,

$$[0057] \quad X_{2,5} = \frac{\chi + 1 - \sqrt{(\chi - \sin(\text{si}))^2 + \cos(\text{si})^2}}{2\chi};$$

[0058] 和/或,  $X_{3,5}$  为由S3面辐射出去的热量落到S5面上的百分比,

$$[0059] \quad X_{3,5} = \frac{\chi}{2} \left\{ \left( \sqrt{(\chi + \sin(\text{si}))^2 + \cos(\text{si})^2} + A_2 - \chi - A_3 \right) \sin(\text{si}) + \cos(\text{si}) \tan\left(\frac{\text{pi}}{2} - \varphi\right) \right\};$$

[0060] 和/或,  $X_{4,5}$  为由S4面辐射出去的热量落到S5面上的百分比,

$$[0061] \quad X_{4,5} = \frac{1}{2\left(1 - \frac{\chi}{A_1}\right)} \left\{ \sqrt{(\chi - \sin(\text{si}))^2 + \cos(\text{si})^2} + A_3 - \chi - \sqrt{\frac{\chi^2}{A_1^2} + \chi^2 - \frac{2\chi^2 \cos\left(\frac{\text{pi}}{2} - \text{si}\right)}{A_1}} \right\};$$

[0062] 其中,  $\chi$  是换热器的间距  $2l$  和高度  $h$  的比值;

$$[0063] \quad \varphi = \sin(\theta_{\text{solar}}) + \cos(\theta_{\text{solar}}) \tan\left(\frac{\pi}{2} - \theta_{\text{solar}}\right);$$

$$[0064] \quad A_1 = \sin(\text{si}) + \cos(\text{si}) \tan\left(\frac{\text{pi}}{2} - \varphi\right);$$

$$[0065] \quad A_2 = \sqrt{\frac{\chi^2}{A_1^2} + \chi^2 - \frac{2\chi^2 \cos\left(\frac{\text{pi}}{2} - \text{si}\right)}{A_1}};$$

$$[0066] \quad A_3 = \sqrt{\chi^2 + \left(1 - \frac{\chi}{A_1}\right)^2 - 2\left(1 - \frac{\chi}{A_1}\right)\chi \cos\left(\frac{\text{pi}}{2} + \text{si}\right)}.$$

[0067] 本发明第五方面的实施例提出一种散热系统效率评估方法,包括上述任一项的换热器系统与空天辐射角的计算模型。

[0068] 根据上述实施例,本发明的有益效果是:

[0069] 本发明的换热器包括主体部和翅片。主体部作为换热器的基底,用于设置导流通道、连接翅片。主体部可以采用铝合金材料制造,具有良好的导热性能和轻质特性。在一些实施例中,主体部为较薄的板件,例如长为1m、宽为1m、厚度为1cm的板件。主体部具有中空腔室,中空腔室内设有导流通道,以促进流体在内部的流动并提高换热效率。主体部设有进口和出口,进口和出口均连通导流通道。具体的,进口和出口连通导流通道和外界环境,确保流体可以顺畅地进出,以利于换热器的换热。

[0070] 翅片连接于主体部的相对两侧,且分别朝相反的方向凸出于主体部。其中,沿翅片的凸出方向,翅片远离主体部的一侧的厚度小于靠近主体部的一侧的厚度。翅片远离主体部的一侧更薄,有助于热量更快地传递到外表面,提升表面温度均匀性,从而增强辐射能力。此外,这种设计不仅增加了换热器的结构稳定性,还优化了热量传递路径,使得热量能够更加均匀地分布到翅片表面,进而通过自然对流和辐射冷却实现高效散热。

[0071] 综上,本发明的换热器通过主体部与翅片的协同结构设计,实现了自然对流与空天辐射制冷的高效耦合。主体部内部设置导流通道,促进空气在中空腔室内的自然流动,增强对流换热效率。同时,翅片沿竖直方向呈梯度变薄设计,不仅增加了散热表面积,还优化了热量向表面的传递路径,使热量更均匀地分布于翅片外表面,从而提升其向天空发射红外辐射的能力,强化空天辐射冷却效果。两者的结合使得换热器在无需额外能耗的情况下,显著提高整体散热效率。此外,当该装置应用于建筑物时,可有效降低建筑表面温度,减少

向环境中的热量排放,从而在城市尺度上缓解因建筑密集导致的热岛效应,具有良好的生态效益。故本发明的换热器结构简单可靠,单位占地面积小,能有效利用空天辐射制冷过程,无需额外能耗,显著降低建筑能耗和环境热危害,具有良好的经济性和实用性。

[0072] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

### 附图说明

[0073] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图示出的结构获得其他的附图。

[0074] 图1为本发明一实施例中散热系统的结构示意图,其包括两个对应设置的换热器;

[0075] 图2为本发明一实施例中沿第一视角观察的换热器的立体结构示意图;

[0076] 图3为本发明一实施例中沿第二视角观察的换热器的立体结构示意图;

[0077] 图4为本发明一实施例中沿第三视角观察的换热器的立体结构示意图;

[0078] 图5为本发明一实施例中沿第四视角观察的换热器的立体结构示意图;

[0079] 图6为本发明一实施例中换热器被第一平面所截的剖面结构示意图;

[0080] 图7为本发明一实施例中换热器被第二平面所截的剖面结构示意图;

[0081] 图8为本发明一实施例中换热器被第三平面所截的剖面结构示意图;

[0082] 图9为沿另一视角观察图8中换热器的剖面结构示意图;

[0083] 图10为本发明一实施例中换热器系统与空天辐射角的计算模型对应的不同工况示意图。

[0084] 附图标号说明:

[0085] 换热器10;

[0086] 主体部100;导流通道110;隔离模块120;出口130;进口140;

[0087] 翅片200;

[0088] 竖直方向Y;水平方向X。

[0089] 本发明目的的实现、功能特点及优点将结合实施例,参照附图做进一步说明。

### 具体实施方式

[0090] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0091] 需要说明的是,若本发明实施例中有涉及方向性指示(诸如上、下、左、右、前、后……),则该方向性指示仅用于解释在某一特定姿态下各部件之间的相对位置关系、运动情况等,如果该特定姿态发生改变时,则该方向性指示也相应地随之改变。

[0092] 另外,若本发明实施例中有涉及“第一”、“第二”等的描述,则该“第一”、“第二”等的描述仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示其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。另外,若全文中出现的“和/或”、“且/或”或者“及/或”,其含义包括三个并列的方案,以“A和/或B”为例,包括A方案、或B方案、或A和B同时满足的方案。另外,各个实施例之间的技术方案可以相互结合,但是必须是以本领域普通技术人员能够实现为基础,当技术方案的结合出现相互矛盾或无法实现时应当认为这种技术方案的结合不存在,也不在本发明要求的保护范围之内。

[0093] 相关技术中,换热器10主要依赖于对流散热,直接将建筑废热排放到环境中,导致城市热岛效应加剧,未能有效的换热器10结构设计能够将空天辐射制冷与自然对流耦合。

[0094] 下面参考图1至图10来描述根据本发明实施例的换热器10、散热系统、换热器系统与空天辐射角的计算模型以及散热系统效率评估方法。本发明属于建筑能源管理与热能利用领域,特别是涉及自然对流与空天辐射制冷相结合的换热器10结构设计。参照图1至图9,在一些实施例中,本发明的换热器10包括主体部100和翅片200。主体部100作为换热器10的基底,用于设置导流通道110、连接翅片200。主体部100可以采用铝合金材料制造,具有良好的导热性能和轻质特性。在一些实施例中,主体部100为较薄的板件,例如长为1m、宽为1m、厚度为1cm的板件。主体部100具有中空腔室,中空腔室内设有导流通道110,以促进流体在内部的流动并提高换热效率。主体部100设有进口140和出口130,进口140和出口130均连通导流通道110。具体的,进口140和出口130连通导流通道110和外界环境,确保流体可以顺畅地进出,以利于换热器10的换热。

[0095] 翅片200连接于主体部100的相对两侧,且分别朝相反的方向凸出于主体部100。其中,沿翅片200的凸出方向,翅片200远离主体部100的一侧的厚度小于靠近主体部100的一侧的厚度。关于翅片200的厚度,可以理解为,翅片200的凸出方向为其长度方向,垂直于该方向的方向为翅片200的厚度方向。翅片200远离主体部100的一侧更薄,有助于热量更快地传递到外表面,提升表面温度均匀性,从而增强辐射能力。此外,这种设计不仅增加了换热器10的结构稳定性,还优化了热量传递路径,使得热量能够更加均匀地分布到翅片200表面,进而通过自然对流和辐射冷却实现高效散热。

[0096] 综上,本发明的换热器10通过主体部100与翅片200的协同结构设计,实现了自然对流与空天辐射制冷的高效耦合。主体部100内部设置导流通道110,促进空气在中空腔室内的自然流动,增强对流换热效率。同时,翅片200沿竖直方向Y呈梯度变薄设计,不仅增加了散热表面积,还优化了热量向表面的传递路径,使热量更均匀地分布于翅片200外表面,从而提升其向天空发射红外辐射的能力,强化空天辐射冷却效果。两者的结合使得换热器10在无需额外能耗的情况下,显著提高整体散热效率。此外,当该装置应用于建筑物时,可有效降低建筑表面温度,减少向环境中的热量排放,从而在城市尺度上缓解因建筑密集导致的热岛效应,具有良好的生态效益。故本发明的换热器10结构简单可靠,单位占地面积小,能有效利用空天辐射制冷过程,无需额外能耗,显著降低建筑能耗和环境热危害,具有良好的经济性和实用性。

[0097] 可以理解的是,在一些实施例中,为了进一步增强散热效果,主体部100可以选择铜作为制造材料,铜具有比铝合金更高的导热系数。例如,使用铜制主体部100,其内部的导流通道110可以设计成螺旋状,这样不仅可以增加流体流动的路径长度,还能提升流体与主体部100内壁之间的热交换效率。对于翅片200部分,在一些实施例中,可以在其表面上添加

微小的突起或纹理,以此来扰乱空气流动,形成更多的湍流区域,从而加强空气与翅片200间的热交换。例如,可以在翅片200表面加工出一系列平行的细槽,这些细槽的方向垂直于流体流动方向,当空气经过时会形成局部涡流,有效地提高了散热效率。

[0098] 参照图2至图5,在一些实施例中,沿竖直方向Y看,翅片200被设计成间隔分布的形式。这种布局方式不仅有助于优化空气流路,而且能够确保每个翅片200都能获得充足的空气流量,最大化利用自然对流进行散热。具体来说,由于翅片200之间存在一定的间距,这使得空气在进入相邻翅片200之间时能够形成有效的气流通道,促进了热量从翅片200表面快速散发出去。此外,这种间隔布置还有助于防止因翅片200过于密集而导致的空气流动阻力增加的问题,保证了整个换热器10的工作效率。结合主体部100内部的导流通道110设计,这种间隔布置的翅片200结构显著提升了换热器10的整体性能,实现了高效能的散热效果,同时保持了较低的运行成本和维护需求。

[0099] 可以理解的是,在一些实施例中,翅片200的间隔距离可以根据实际应用需求进行调整。例如,在需要更高散热效率的应用场景下,可以将翅片200之间的距离减小,但同时增加翅片200的高度或者宽度,以便维持足够的空气流通量。另一个扩展方案是引入不同形状的翅片200,比如波浪形翅片200,这种设计不仅能增大表面积,还能进一步扰乱空气流动,形成更多的湍流区,从而提高散热效率。

[0100] 可以理解的是,在一些实施例中,可以在翅片200表面涂覆一层高反射率的涂层,用于增强空天辐射制冷的效果,通过反射太阳辐射减少吸热,达到更好的降温目的。

[0101] 参照图2至图5,在一些实施例中,换热器10的翅片200设计为沿水平方向X凸出于主体部100。这种结构设计不仅能够最大化地利用空间,增加空气接触面积,从而提高散热效率,还利用于多个换热器10协同工作。

[0102] 在一些实施例中,采用不同材料制造翅片200的不同部分,比如在靠近主体部100的一侧使用高导热系数的铜合金,在远离主体部100的一侧则使用轻质但具有良好机械强度的铝合金,这样既能保证高效的热传导,又能减轻整体重量。在一些实施例中,在翅片200的核心部分使用高导热率的陶瓷材料,而外部包裹一层具有良好耐腐蚀性能的金属外壳,这样不仅能提高热传导效率,还能延长使用寿命。

[0103] 参照图2至图5,在一些实施例中,换热器10的翅片200设计为沿竖直方向Y厚度逐渐增大的形式。即从翅片200远离主体部100的一侧到靠近主体部100的一侧,其厚度逐渐增大。这种设计有助于优化热量传递路径,使得热量能够更加集中地流向翅片200较厚的部分,进而通过自然对流和辐射冷却实现高效散热。具体而言,当热量从主体部100向两侧扩散时,由于翅片200的厚度变化,热量会更倾向于集中在靠近主体部100的位置,这里温度较高,有利于加速热量的散发。同时,较薄的翅片200末端部分也有助于减少空气阻力,促进空气流通,进一步提高散热效率。这种结构设计既增强了散热能力,又保持了良好的经济性。

[0104] 可以理解的是,在一些实施例中,为了进一步提升散热效果,可以对翅片200的厚度变化规律进行调整。例如,除了线性递增的厚度变化外,还可以采用非线性的厚度分布模式,如抛物线形或指数型增长,以便更精确地控制热量传递路径。这样的设计可以根据具体的散热需求来优化热量分布,使得热量能够更加均匀地散发出去。

[0105] 参照图2至图5,在一些实施例中,换热器10的翅片200被竖直平面所截的区域为等腰三角形。这种设计不仅能够增加空气流通面积,还能够在有限的空间内最大化地提升散

热效率。具体来说,当空气流经翅片200时,由于其形状为等腰三角形,空气会在翅片200表面形成较为均匀的流动路径,减少了空气阻力,并且使得热量能够更加有效地通过自然对流和辐射冷却散发出去。此外,等腰三角形的设计还可以使翅片200在厚度上实现从薄到厚的渐变,有助于引导热量向更厚的部分集中,从而提高整体散热性能。

[0106] 主体部100内部设有导流通道110,导流通道110与进口140和出口130相连通,确保了介质(如冷却液)能够顺畅地流通。介质在进入主体部100后,通过导流通道110分布到各个部分,带走热量并将其传递至翅片200表面进行散热。而翅片200的等腰三角形结构进一步增强了散热效果,因为较厚的一侧靠近主体部100,能够更好地传导热量,而较薄的一侧则有利于空气流通,减少热阻。

[0107] 参照图2至图5,翅片200为锥形,其斜率范围为2.7~3.7,例如2.7、3.0、3.125、3.3、3.7,优选3.125,以达到最佳散热效果。

[0108] 可以理解的是,在一些实施例中,为了进一步优化散热性能,除了采用等腰三角形外,还可以考虑其他几何形状。例如,可以将翅片200设计成梯形或者扇形。对于梯形翅片200,其较大的底边位于靠近主体部100的一侧,这样的设计同样有助于热量的集中传导,并且能够提供更多的表面积用于散热。例如,对于扇形翅片200,通过改变扇形的角度来调整散热效率,尤其是在需要定向散热的应用场景下具有优势。

[0109] 参照图1,在一些实施例中,换热器10的翅片200沿凸出方向的长度为 $y$ ,翅片200到其下方相邻的翅片200的距离为 $d$ , $y$ 和 $d$ 的关系满足: $y=pd$ ,其中 $p$ 的范围为 $0.8 \leq p \leq 1.2$ ,例如 $p$ 为0.8、0.9、1.0、1.1、1.2,优选 $p$ 为1,即换热器10的翅片200沿凸出方向的长度为 $y$ 等于翅片200到其下方相邻的翅片200的距离为 $d$ 。这种设计确保了翅片200之间的间距适中,既不会过于密集导致空气流通受阻,也不会过于稀疏影响散热效率。具体而言,当 $p$ 值接近1时,翅片200的长度与间距之间达到了一个平衡点,这有助于形成最佳的空气流通路径,促进热量的有效散发。当 $p$ 值小于1时,翅片200间的距离较大,适合于需要快速散热的场合;而当 $p$ 值大于1时,翅片200间的距离较小,适合于空间受限但需要较高散热密度的应用。主体部100内部的导流通道110与翅片200相互配合,共同作用以实现高效散热。介质在导流通道110内的流动过程中,将热量带到翅片200表面,再通过翅片200与周围环境进行热交换。翅片200的合理布局和尺寸比例确保了热量能够迅速、均匀地散发出去,从而有效利用空天辐射制冷过程,降低建筑能耗和环境热危害。

[0110] 可以理解的是,在一些实施例中,为了适应不同的应用场景需求,可以调整翅片200长度 $y$ 与间距 $d$ 的比例关系。例如,当应用在高温环境下,可以适当增大 $p$ 值,使得翅片200之间的间距减小,从而增加单位面积上的散热能力。反之,在低温环境下,可以减小 $p$ 值,增加翅片200之间的间距,以降低空气阻力,提高散热效率。

[0111] 可以理解的是,在一些实施例中,引入可调节式翅片200设计,即根据实际运行情况动态调整翅片200的长度或间距。例如,可以通过机械装置或智能控制系统实时监测环境温度和散热需求,进而自动调整翅片200的位置或形态,以达到最优散热效果。例如,在某些高性能计算设备中,可以根据处理器的工作负荷动态调整换热器10的状态,以确保始终处于最佳工作温度范围内。

[0112] 参照图2以及图6至图8,在一些实施例中,换热器10的主体部100设有进口140和出口130,其中沿竖直方向 $Y$ ,出口130位于进口140的下方。这种布局设计有助于利用自然对流

原理,使冷却介质在重力作用下自然流动。具体来说,当冷却介质通过进口140进入主体部100时,它首先接触到的是顶部区域,随着热量被吸收,温度升高,密度减小,冷却介质逐渐上升并最终流向底部的出口130。由于出口130位于进口140下方,这样的布局使得冷却介质能够沿着主体部100内部的导流通道110自然向下流动,无需额外的动力装置来驱动介质循环,从而实现了无能耗的高效散热。

[0113] 主体部100内部的导流通道110与翅片200的设计相互配合,共同提升散热效率。翅片200远离主体部100的一侧厚度小于靠近主体部100的一侧,形成从薄到厚的渐变结构。这种设计不仅增加了空气流通面积,还提高了热传导效率。冷却介质在经过导流通道110时,将热量传递给翅片200,而翅片200则通过自然对流和空天辐射制冷过程将热量散发出去。因此,整个散热系统能够在不消耗额外能量的情况下,有效地降低建筑能耗和环境热危害,具有良好的经济性和实用性。

[0114] 可以理解的是,在一些实施例中,为了进一步优化散热效果,可以调整进口140和出口130的具体位置和形状。例如,进口140可以设计成喇叭状或漏斗状,以增加进气量,并减少流体阻力。此外,还可以在出口130处设置一个集液槽或收集管道,以便于回收和再利用冷却介质。这种改进不仅提高了系统的整体散热性能,还能减少资源浪费。

[0115] 可以理解的是,在一些实施例中,引入智能温控系统。智能温控系统可以通过传感器实时监测换热器10内部及周围环境的温度变化,并根据需要自动调节进口140和出口130的开度大小。例如,在高温环境下,系统可以自动增大进口140的开度,加快冷却介质的流入速度,从而提高散热效率;而在低温环境下,则可以适当减小开度,以节省能源。

[0116] 参照图8和图9,在一些实施例中,换热器10的中空腔室内设有多个间隔分布的隔离模块120,这些隔离模块120将导流通道110分为多个导流支路,多个导流支路之间相互连通。这种设计一方面利于流体在中空腔室内的流动,另一方面有效增加了冷却介质与换热器10壁面之间的接触面积,提高了换热效率。每个隔离模块120都起到分隔和引导的作用,确保冷却介质在不同路径上的均匀分布。通过这种方式,冷却介质能够在更广泛的区域内进行有效的热量交换,提升了整体散热效果。

[0117] 可以理解的是,在一些实施例中,为了进一步优化散热性能,可以采用不同的隔离模块120设计方案。例如,隔离模块120可以设计成具有微小孔洞的结构,这样既能保证各个导流支路之间的连通性,又能增加介质流动的湍流效应,从而提高热交换效率。另外,也可以使用多层复合材料制造隔离模块120,比如在核心部分使用高导热材料,外部包裹一层具有良好耐腐蚀性能的材料,这样既能保证高效的热传导,又能延长使用寿命。

[0118] 可以理解的是,在一些实施例中,引入可调节式隔离模块120。通过机械装置或智能控制系统,可以根据实际运行情况动态调整隔离模块120的位置或形态,以适应不同的散热需求。例如,在某些高性能计算设备中,可以根据处理器的工作负荷自动调整隔离模块120的状态,确保始终处于最佳散热状态。例如,当处理器负荷较高时,系统可以自动增大导流支路的数量或宽度,以提高散热能力;而在低负荷状态下,则可以适当减少导流支路的数量或宽度,以节省空间和成本。

[0119] 参照图1至图5以及图9,在一些实施例中,换热器10的主体部100被竖直平面所截的截面为矩形。该主体部100内部设有中空腔室,并且在其中设置了导流通道110。进口140和出口130均连通到导流通道110,确保冷却介质能够顺畅地流动。翅片200沿主体部100的

厚度方向凸出,使得热量能够通过自然对流和空天辐射制冷有效散发出去。主体部100的长度a、宽度b、厚度c的关系满足 $70c \leq b \leq a$ ,例如主体部100为长度1m、宽度1m、厚度1cm的长方体,这种比例设计既保证了足够的散热面积,又不会占用过多的空间。

[0120] 在一些实施例中,在主体部100的内部增加一个温度传感器,用于实时监测冷却介质的温度变化。根据这些数据,可以通过智能控制系统自动调节进口140和出口130的开度大小,从而优化散热效果。例如,在高温环境下,系统可以自动增大进口140的开度,加快冷却介质的流入速度,而在低温环境下,则可以适当减小开度,以节省能源。

[0121] 本发明第二方面的实施例提出一种散热系统。参照图1,在一些实施例中,散热系统至少包括两个相对分布的换热器10。每个换热器10都包含有主体部100、导流通道110以及连接在其两侧的翅片200。在这两个换热器10之间,主体部100的距离为21,主体部100的高度为h,而翅片200沿凸出方向的长度为y。y与h和1的关系满足 $y=q[h/(1-m)x-hm/(1-m)]$ ,其中q的范围为 $0.8 \leq q \leq 1.2$ ,例如q为0.8、1.0、1.2,优选1.0。这种布局设计充分利用了自然对流和空天辐射制冷原理,使得两个换热器10之间形成了良好的空气流动路径,从而提高了整体散热效率。

[0122] 在实际应用中,两个换热器10之间的距离21可以根据具体需求进行调整,以达到最佳的散热效果。例如,在需要高效散热的情况下,可以适当减小21值,使两个换热器10更加紧密地排列在一起,从而增强空气流动的湍流效应。相反,在空间有限的情况下,可以适当增大21值,以适应不同的安装环境。通过合理调整这些参数,散热系统能够在不消耗额外能量的情况下,有效地降低建筑能耗和环境热危害,具有良好的经济性和实用性。

[0123] 下面,以一种具体实施例来举例本申请的换热器10及散热系统。具体地,参照图1,当垂直换热器10主体部100间距为21,高度为h时,散热翅片200长度应满足 $y=h/(1-m)x-hm/(1-m)$ 。经论证,此布置方式可使得换热器10具有较好的空天辐射角,从而增强辐射散热效果。换热器10内部采用并联管路,即导流通道110的支路相互连通。经验证,此布置方式具有较好的传热效率。若h分别为2、4、8倍的1时,m应满足 $0.207h$ 、 $0.061h$ 、 $0.0158h$ 。在此条件下,换热器10本身及底部屋顶均具有较优的空天辐射角。翅片200为底部较宽,沿高度方向逐渐减小的锥形,其斜率应为3.125。翅片200间距与上方最近的翅片200高度相等。导流管道采用并联布置方式,进口140出口130位置呈对角线设计,旨在使内部流体流动均匀。

[0124] 进一步地,当换热器10因安装要求,需要一定安装角度时,辐射传热的计算需考虑到太阳辐射入射角度的影响。图10给出了较为常见的安装方式(换热器10竖直布置,有时候太阳的入射角不一样,所以发明人拟定了把整个板子的区域分成了不同的空间,见该图10中左边第一个图,S3面、S6面能够被太阳光照到,所以这些区域的温度是不同的,以此来划分区域。S3面能够对S6面、S2面、S5面、S1面产生辐射,辐射角系数主要是用来计算S3面有多少的热量传到S5等等。见该图中间图,太阳光只照射到S3面,这种情况下只有S1面、S3面、S2面、S5面,没有S6面,见该图最右边的图,S3面的区域又变小了,有一部分换热器10没有被太阳光照,这种情况下,又多了S4面。后文整个辐射角度的计算公式,把这三种不同的工况全部考虑在内,从而得到了不同面之间的辐射的百分比。),以及在该安装条件下,换热器10间存在的辐射角度的计算区域。根据能量守恒定律,本专利给出了不同工况下的与该换热器10配套的空天辐射角的计算模型,见图10(图10中工况1表示中午时候太阳光有一部分照到屋顶,有S6面;工况2表示早上或下午的时候,阳光只能照射到部分的板子,不会有阳光照

射到屋顶,被板子挡住。 $X_{a,b}$ 表示由a面辐射出去的热量,落到b面上的百分比,即有多少热量从a面落到了b面上, $X_{a,b}$ 的计算结果是小数,为0.7、0.5这样的数,最大是1。该计算模型可协助具体工程进行快速效率评估。

[0125] 具体地,参照图1和图10,本发明第三方面的实施例提出一种换热器系统与空天辐射角的计算模型,见图10中工况1相关内容。具体地,该实施例用于太阳部分照射于换热器10系统,包括上述任一项的散热系统,换热器系统与空天辐射角的计算模型具有对应分别对应相邻两个换热器10的S3面和S5面,以及夹设于S3面和S5面之间相互平行且间隔的S1面和S2面,S6面与S2面共面,S6面位于S3面和S2面之间,S6面和S3面适于被太阳照射,S3面、S1面、S5面、S2面与S6面依次首尾相接,且其被垂直平面所截的轮廓围合成平行四边形,换热器系统与空天辐射角的计算模型包括至少一种以下关系:

[0126]  $X_{1,2}$ 为由S1面辐射出去的热量落到S2面上的百分比,

$$[0127] \quad X_{1,2} = \frac{\sqrt{(\chi + \sin(\text{si}))^2 + \cos(\text{si})^2 + \sqrt{-2\sin(\text{si})\psi + \psi^2 + 1} - \sqrt{2\chi\sin(\text{si}) - 2\sin(\text{si})\psi + \chi^2 - 2\chi\psi + \psi^2 + 1}} - \chi}{2\chi};$$

[0128] 和/或, $X_{1,3}$ 为由S1面辐射出去的热量落到S3面上的百分比,

$$[0129] \quad X_{1,3} = \frac{\chi + 1 - \sqrt{\chi^2 + 1 - 2\chi\sin(\text{si})}}{2\chi};$$

[0130] 和/或, $X_{1,5}$ 为由S1面辐射出去的热量落到S5面上的百分比,

$$[0131] \quad X_{1,5} = \frac{\chi + 1 - \sqrt{\chi^2 + 1 + 2\chi\sin(\text{si})}}{2\chi};$$

[0132] 和/或, $X_{1,6}$ 为由S1面辐射出去的热量落到S6面上的百分比,

$$[0133] \quad X_{1,6} = \frac{\sqrt{\chi^2 + 1 - 2\chi\sin(\text{si})} + \sqrt{(2\chi - 2\psi)\sin(\text{si}) + \chi^2 - 2\chi\psi + \psi^2 + 1} - \sqrt{-2\sin(\text{si})\psi + \psi^2 + 1} - 1}{2\chi};$$

[0134] 和/或, $X_{2,3}$ 为由S2面辐射出去的热量落到S3面上的百分比,

$$[0135] \quad X_{2,3} = \frac{-\sqrt{\chi^2 + 1 + 2\chi\sin(\text{si})} + \psi + \sqrt{(2\chi - 2\psi)\sin(\text{si}) + \chi^2 - 2\chi\psi + \psi^2 + 1}}{2\chi};$$

[0136] 和/或, $X_{2,5}$ 为由S2面辐射出去的热量落到S5面上的百分比,

$$[0137] \quad X_{2,5} = \frac{\psi + 1 - \sqrt{-2\sin(\text{si})\psi + \psi^2 + 1}}{2\psi};$$

[0138] 和/或, $X_{3,5}$ 为由S3面辐射出去的热量落到S5面上的百分比,

$$[0139] \quad X_{3,5} = \frac{\sqrt{\chi^2 + 1 + 2\chi\sin(\text{si})}}{2} + \frac{\sqrt{\chi^2 + 1 - 2\chi\sin(\text{si})}}{2} - \chi;$$

[0140] 和/或, $X_{3,6}$ 为由S3面辐射出去的热量落到S6面上的百分比,

$$[0141] \quad X_{3,6} = \frac{1}{2} + \frac{\chi}{2} - \frac{\psi}{2} - \frac{\sqrt{(2\chi - 2\psi)\sin(\text{si}) + \chi^2 - 2\chi\psi + \psi^2 + 1}}{2};$$

[0142] 和/或, $X_{5,6}$ 为由S5面辐射出去的热量落到S6面上的百分比,

$$[0143] \quad X_{5,6} = \frac{\sqrt{-2\sin(\text{si})\psi + \psi^2 + 1}}{2} + \frac{\chi}{2} - \frac{\sqrt{\chi^2 + 1 - 2\chi\sin(\text{si})}}{2} - \frac{\psi}{2};$$

[0144] 其中, $\chi$ 是换热器的间距 $2l$ 和高度 $h$ 的比值;

$$[0145] \quad \psi = \sin(\theta_{solar}) + \cos(\theta_{solar}) \tan\left(\frac{\pi}{2} - \theta_{solar}\right)。$$

[0146] 参照图1和图10,本发明第四方面的实施例提出一种换热器系统与空天辐射角的计算模型,见图10中工况2相关内容。具体地,该实施例用于太阳全部照射于换热器10系统,包括上述任一项的散热系统,换热器系统与空天辐射角的计算模型具有对应的相邻两个换热器10,其中一个换热器10对应S5面,另一个换热器10对应S3面和S4面,S3面与S4面共面,其中S3面能够被太阳照射,S4面不受太阳照射,S1面夹设于S3面和S5面之间,S2面夹设于S4面和S5面之间,S4面、S3面、S1面、S5面与S2面依次首尾相接,且其被竖直平面所截的轮廓围合成平行四边形,换热器系统与空天辐射角的计算模型包括至少一种以下关系:

[0147]  $X_{1,2}$ 为由S1面辐射出去的热量落到S2面上的百分比,

$$[0148] \quad X_{1,2} = \frac{\sqrt{\chi^2+1+2\chi\sin(\text{si})} + \sqrt{\chi^2+1-2\chi\sin(\text{si})} - 2}{2\chi};$$

[0149] 和/或, $X_{1,3}$ 为由S1面辐射出去的热量落到S3面上的百分比,

$$[0150] \quad X_{1,3} = \frac{\chi + \frac{\chi}{A_1} - \sqrt{\frac{\chi^2}{A_1^2} + \chi^2 - \frac{2\chi^2 \cos(\frac{\pi}{2} - \text{si})}{A_1}}}{2\chi};$$

[0151] 和/或, $X_{1,4}$ 为由S1面辐射出去的热量落到S4面上的百分比,

$$[0152] \quad X_{1,4} = \frac{\chi + 1 - \sqrt{(\chi - \sin(\text{si}))^2 + \cos(\text{si})^2}}{2\chi} - \frac{\chi + \frac{\chi}{A_1} - \sqrt{\frac{\chi^2}{A_1^2} + \chi^2 - \frac{2\chi^2 \cos(\frac{\pi}{2} - \text{si})}{A_1}}}{2\chi};$$

[0153] 和/或, $X_{1,5}$ 为由S1面辐射出去的热量落到S5面上的百分比,

$$[0154] \quad X_{1,5} = \frac{\chi + 1 - \sqrt{(\chi + \sin(\text{si}))^2 + \cos(\text{si})^2}}{2\chi};$$

[0155] 和/或, $X_{2,3}$ 为由S2面辐射出去的热量落到S3面上的百分比,

$$[0156] \quad X_{2,3} = \frac{\chi + 1 - \sqrt{(\chi + \sin(\text{si}))^2 + \cos(\text{si})^2}}{2\chi} - \frac{\chi + 1 - \frac{\chi}{A_1} - \sqrt{\chi^2 + \left(1 - \frac{\chi}{A_1}\right)^2 - 2\left(1 - \frac{\chi}{A_1}\right)\chi \cos\left(\frac{\pi}{2} + \text{si}\right)}}{2\chi};$$

[0157] 和/或, $X_{2,4}$ 为由S2面辐射出去的热量落到S4面上的百分比,

$$[0158] \quad X_{2,4} = \frac{\chi + 1 - \frac{\chi}{A_1} - \sqrt{\chi^2 + \left(1 - \frac{\chi}{A_1}\right)^2 - 2\left(1 - \frac{\chi}{A_1}\right)\chi \cos\left(\frac{\pi}{2} + \text{si}\right)}}{2\chi};$$

[0159] 和/或, $X_{2,5}$ 为由S2面辐射出去的热量落到S5面上的百分比,

$$[0160] \quad X_{2,5} = \frac{\chi + 1 - \sqrt{(\chi - \sin(\text{si}))^2 + \cos(\text{si})^2}}{2\chi};$$

[0161] 和/或, $X_{3,5}$ 为由S3面辐射出去的热量落到S5面上的百分比,

$$[0162] \quad X_{3,5} = \frac{\chi}{2} \left\{ \left( \sqrt{(\chi + \sin(\text{si}))^2 + \cos(\text{si})^2} + A_2 - \chi - A_3 \right) \sin(\text{si}) + \cos(\text{si}) \tan\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) \right\};$$

[0163] 和/或,  $X_{4,5}$  为由S4面辐射出去的热量落到S5面上的百分比,

$$[0164] \quad X_{4,5} = \frac{1}{2(1 - \frac{\chi}{A_1})} \left\{ \sqrt{(\chi - \sin(\text{si}))^2 + \cos(\text{si})^2 + A_3} - \chi - \sqrt{\frac{\chi^2}{A_1^2} + \chi^2 - \frac{2\chi^2 \cos(\frac{\text{pi}}{2} - \text{si})}{A_1}} \right\};$$

[0165] 其中,  $\chi$  是换热器的间距  $2l$  和高度  $h$  的比值;

$$[0166] \quad \psi = \sin(\theta_{\text{solar}}) + \cos(\theta_{\text{solar}}) \tan\left(\frac{\pi}{2} - \theta_{\text{solar}}\right);$$

$$[0167] \quad A_1 = \sin(\text{si}) + \cos(\text{si}) \tan\left(\frac{\text{pi}}{2} - \varphi\right);$$

$$[0168] \quad A_2 = \sqrt{\frac{\chi^2}{A_1^2} + \chi^2 - \frac{2\chi^2 \cos(\frac{\text{pi}}{2} - \text{si})}{A_1}};$$

$$[0169] \quad A_3 = \sqrt{\chi^2 + \left(1 - \frac{\chi}{A_1}\right)^2 - 2\left(1 - \frac{\chi}{A_1}\right)\chi \cos\left(\frac{\text{pi}}{2} + \text{si}\right)}.$$

[0170] 注:关于上述第三方面的实施例和第四方面的实施例,  $X_{ab}$  为从a面辐射出去的能量落到b面上的比例。

[0171] 本发明第五方面的实施例提出一种散热系统效率评估方法,包括上述任一项的换热器系统与空天辐射角的计算模型。此方法通过收集和分析散热系统各面的热量辐射比例(如  $X_{1,2}$ 、 $X_{1,3}$  等),结合具体的环境条件(如太阳入射角度等),来评估整个系统的散热效率。这种方法有助于深入了解各个部件在实际工作中的表现,并据此进行优化调整。

[0172] 在实际应用中,根据这些参数计算出各个面之间的热量传递比例,可以确定散热系统的具体布局和尺寸参数最佳设计。例如,  $X_{1,2}$  代表由S1面辐射出去的热量落到S2面上的百分比,通过测量和计算这一数值,可以了解热量在系统内部的分布情况。通过这种方式,不仅可以提高散热系统的整体效率,还能显著降低建筑能耗和环境热危害。例如,在大型数据中心或工业厂房中,合理的散热系统设计和评估方法可以帮助维持设备的最佳工作状态,同时减少能源消耗和碳排放。

[0173] 以上仅为本发明的优选实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是在本发明的发明构思下,利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构变换,或直接/间接运用在其他相关的技术领域均包括在本发明的专利保护范围内。

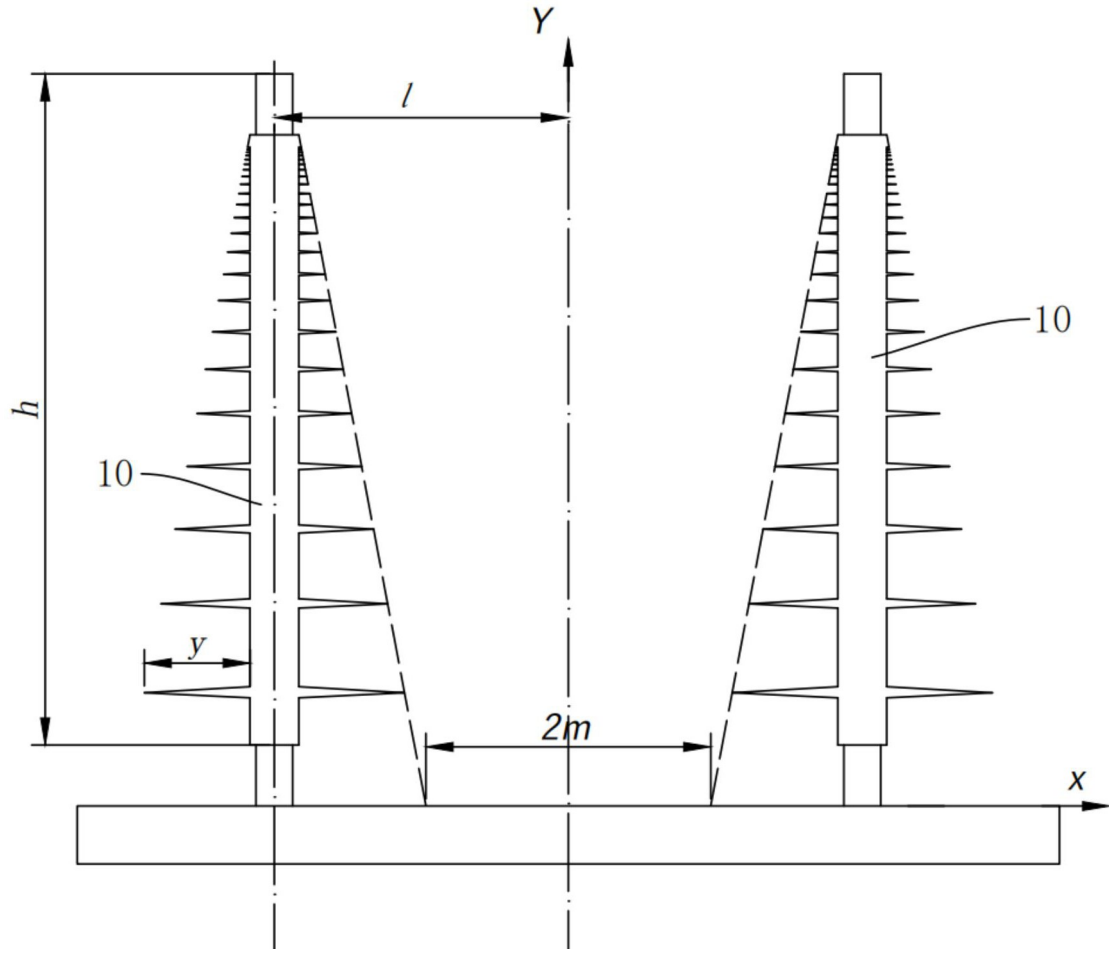


图1

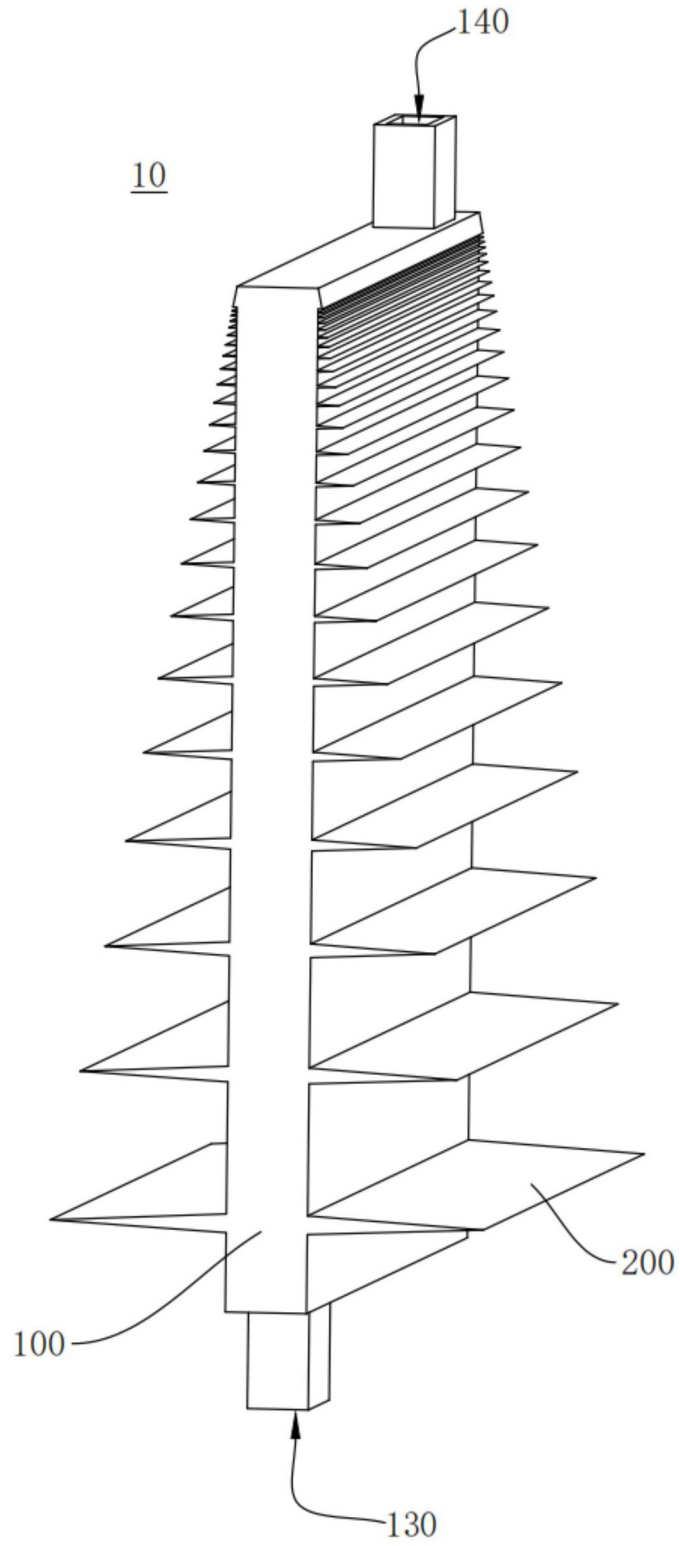


图2

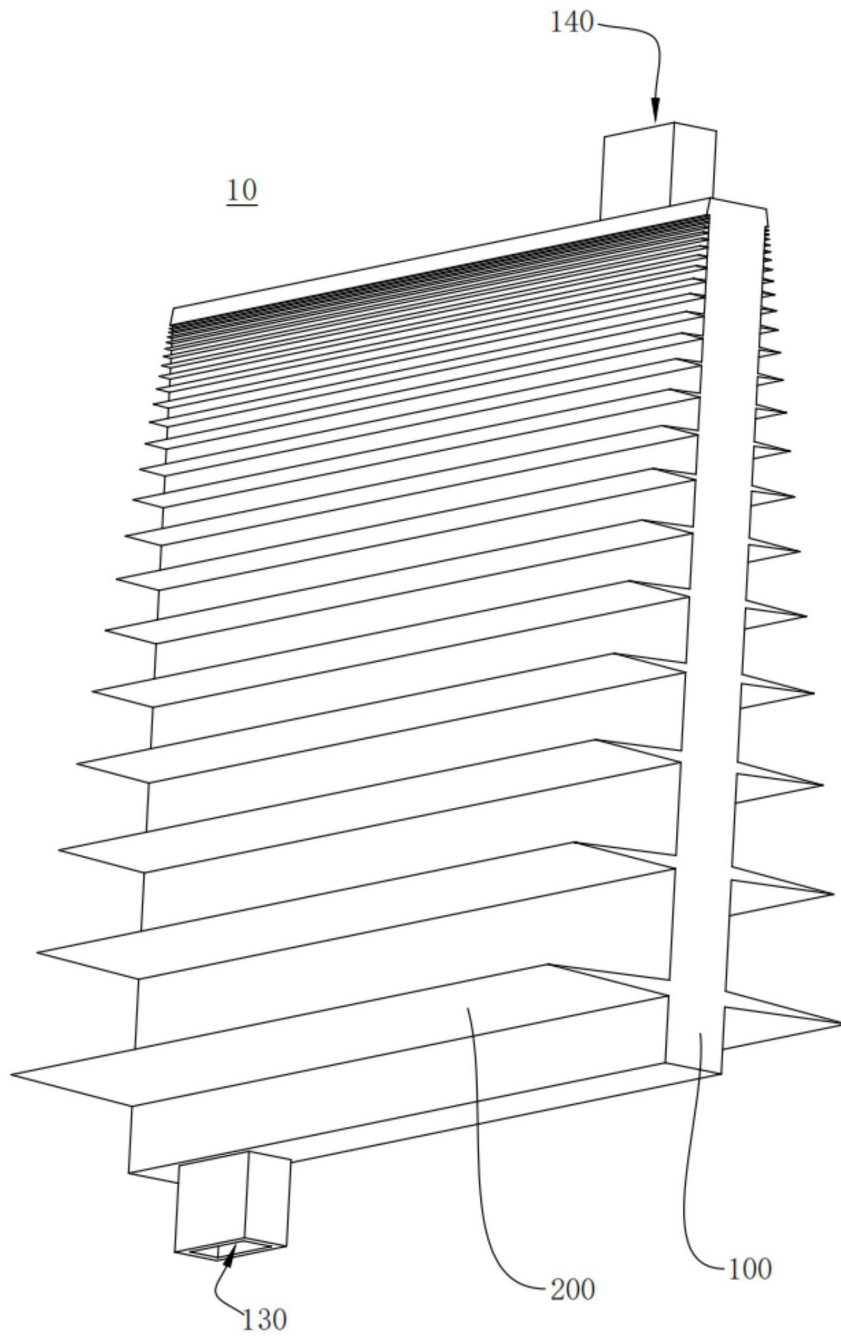


图3

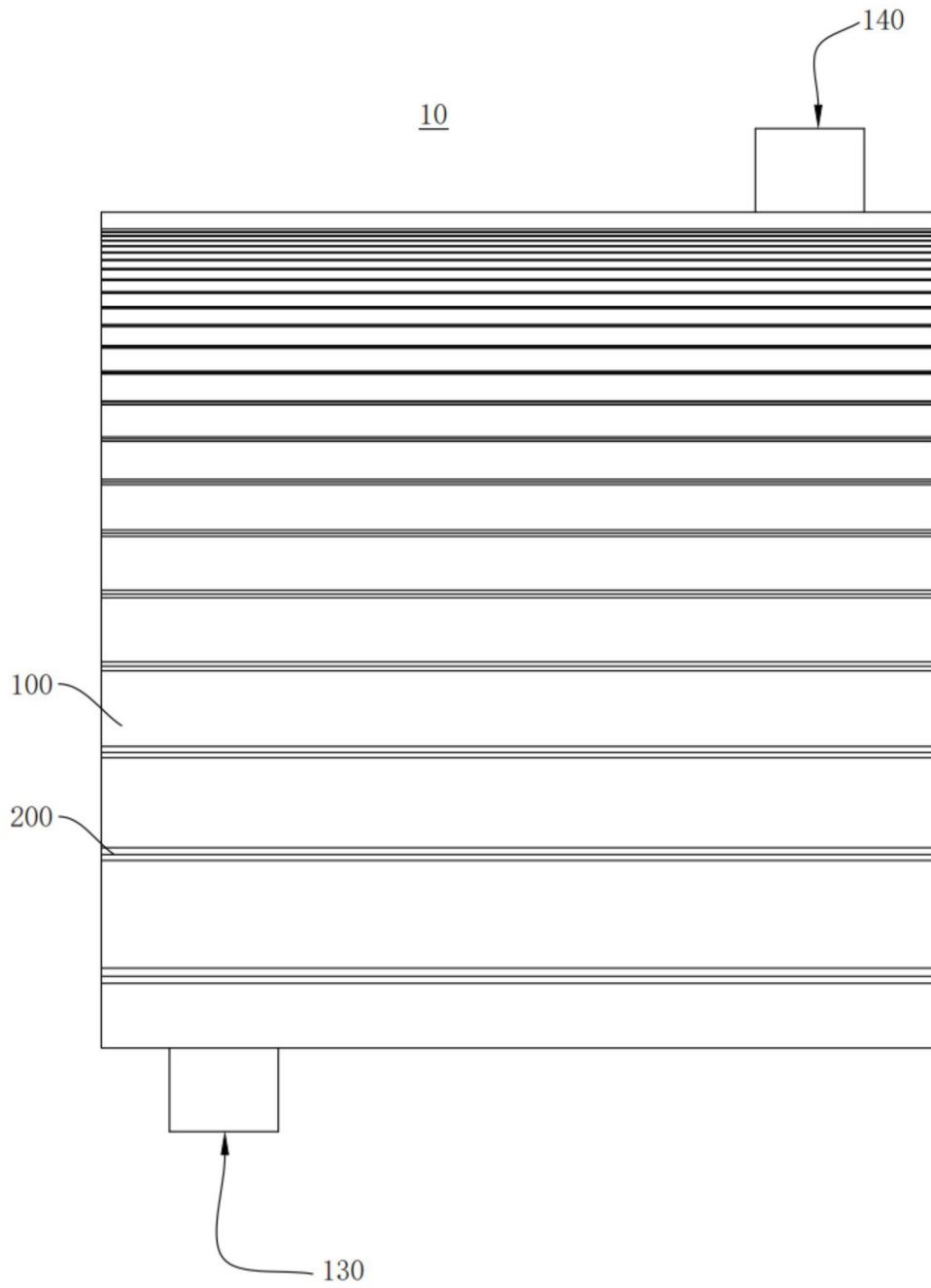


图4

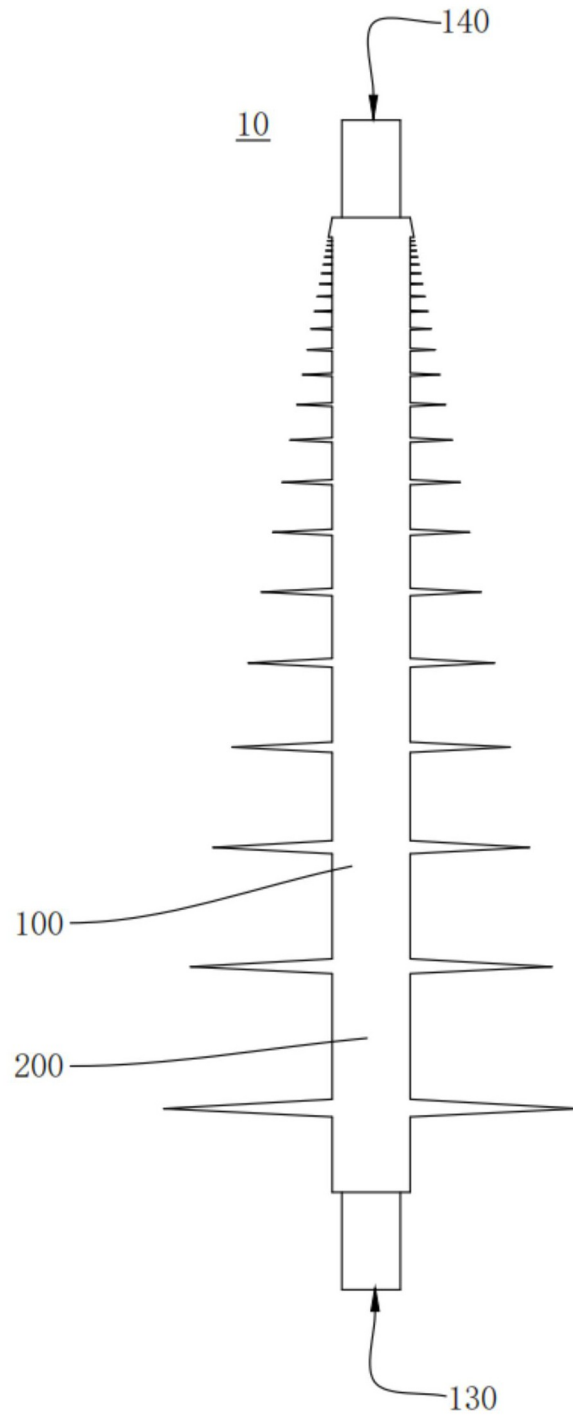


图5

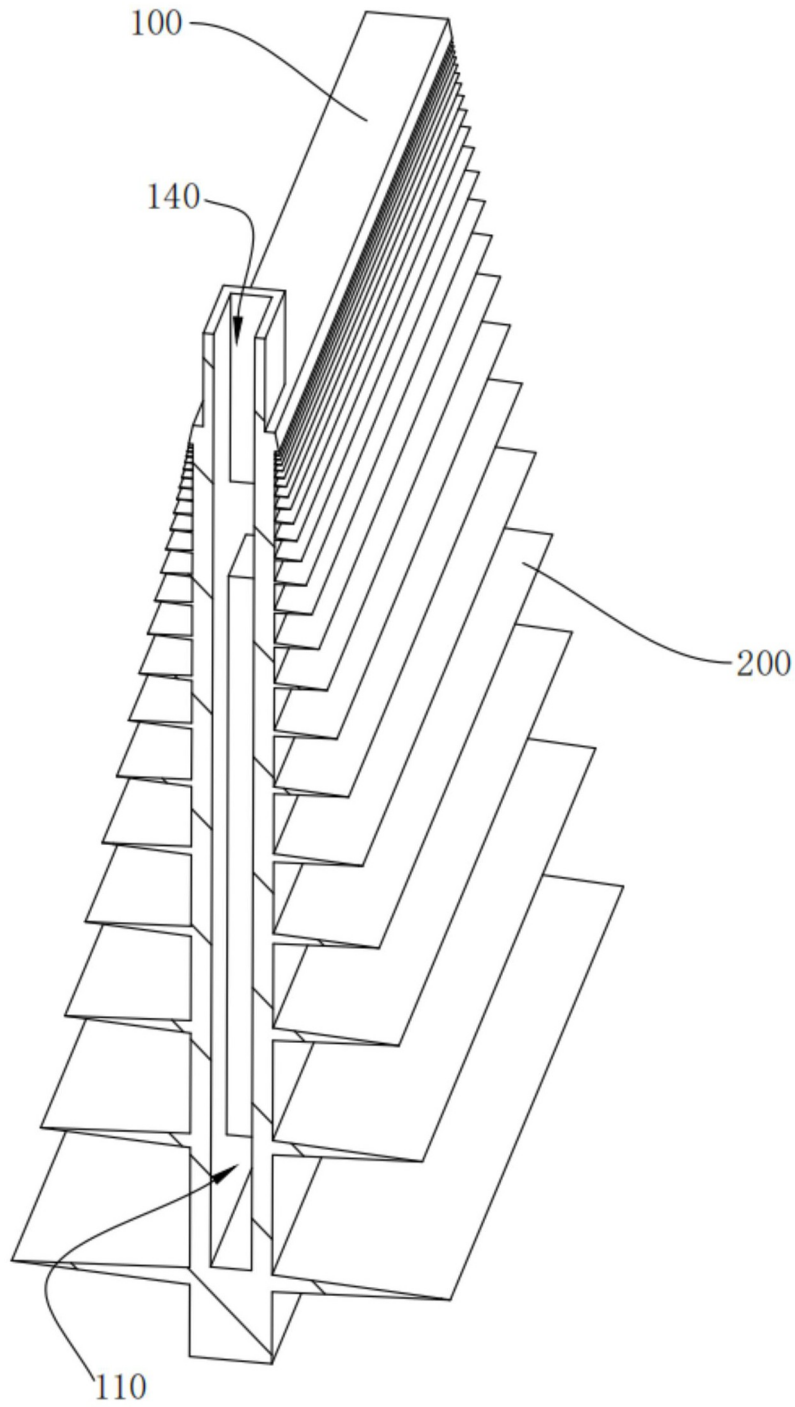


图6

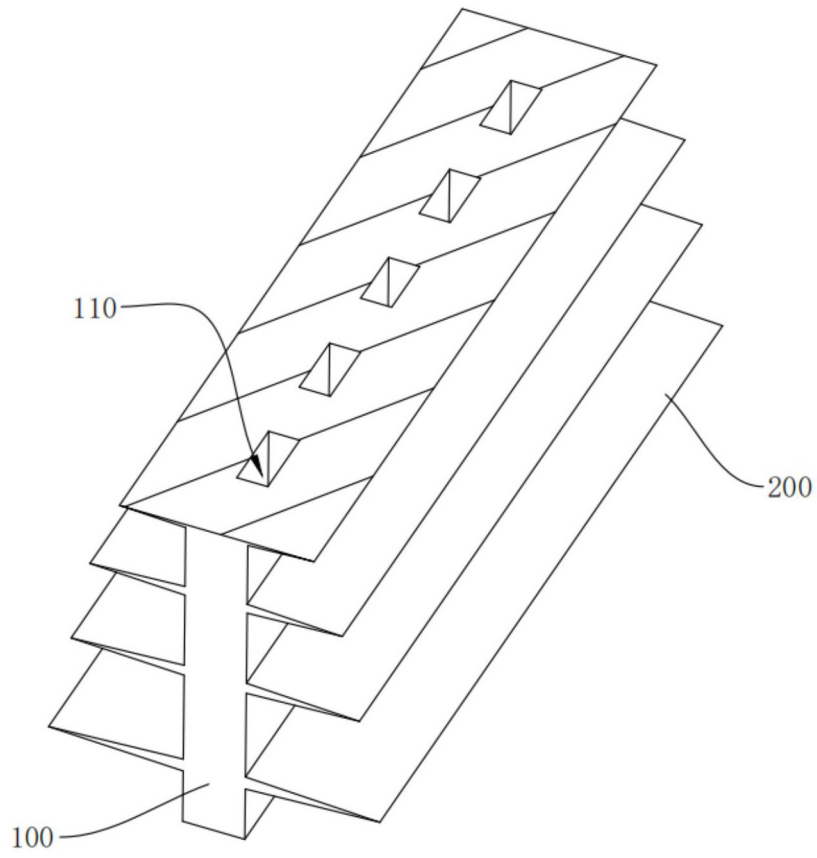


图7

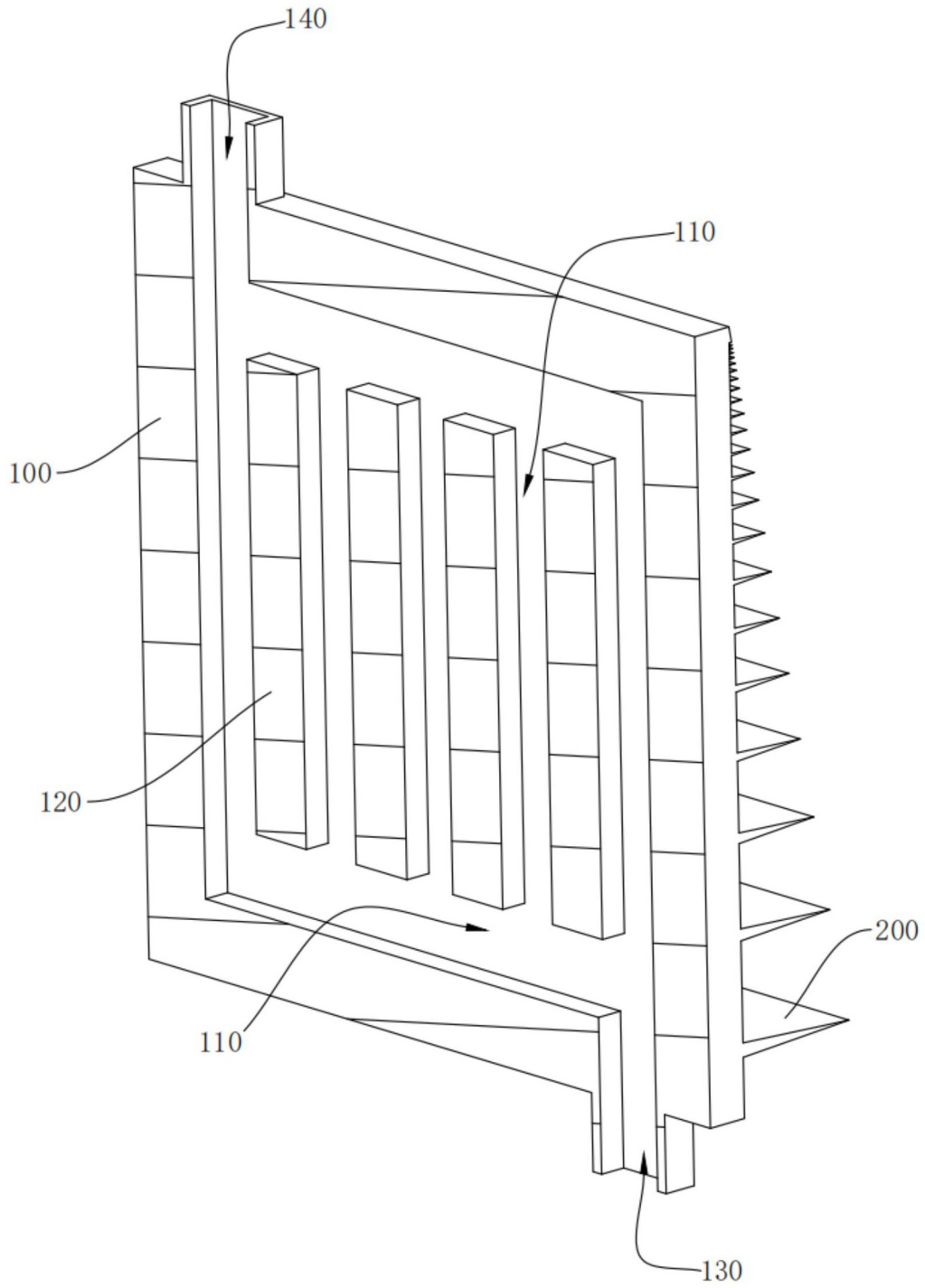


图8

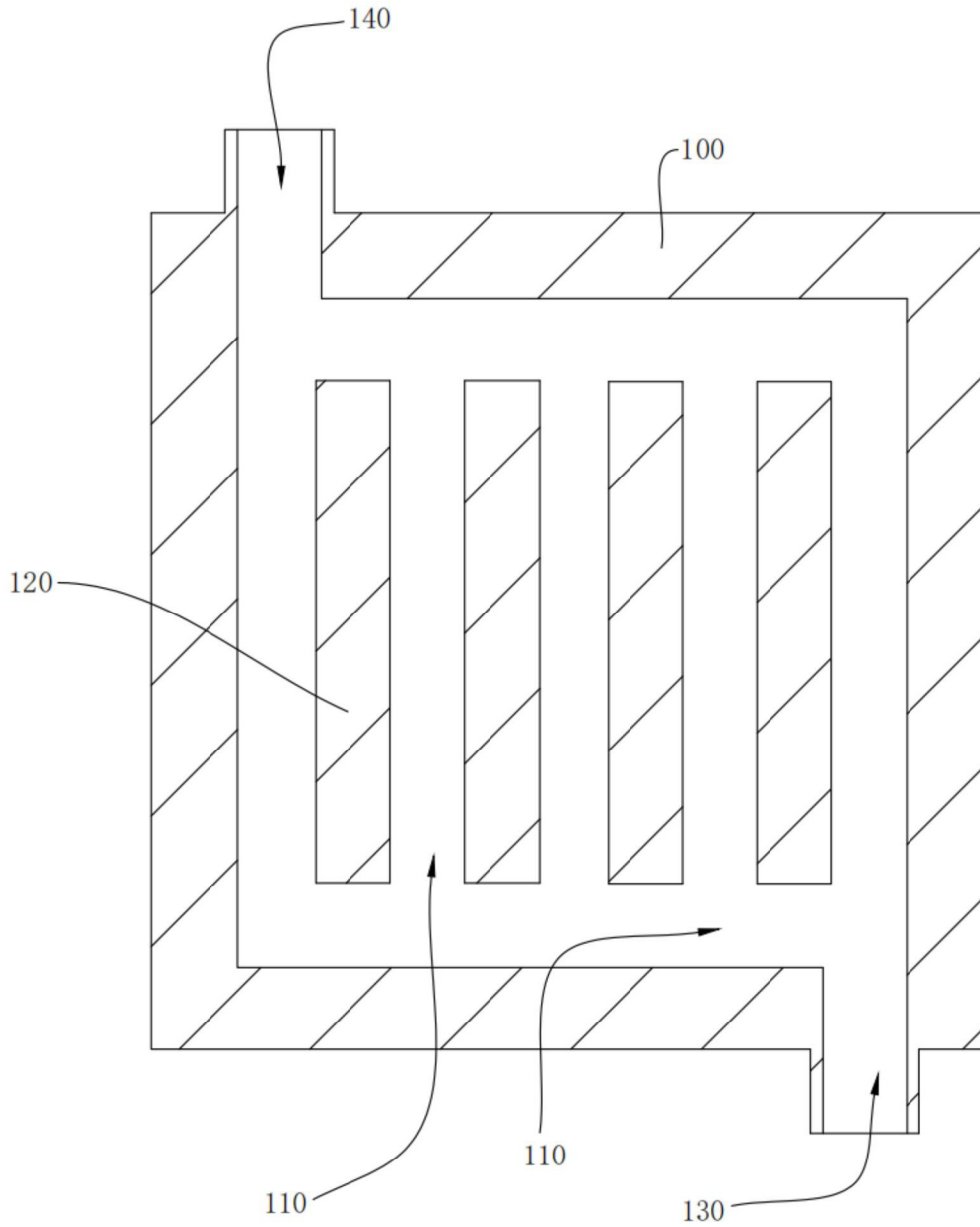


图9

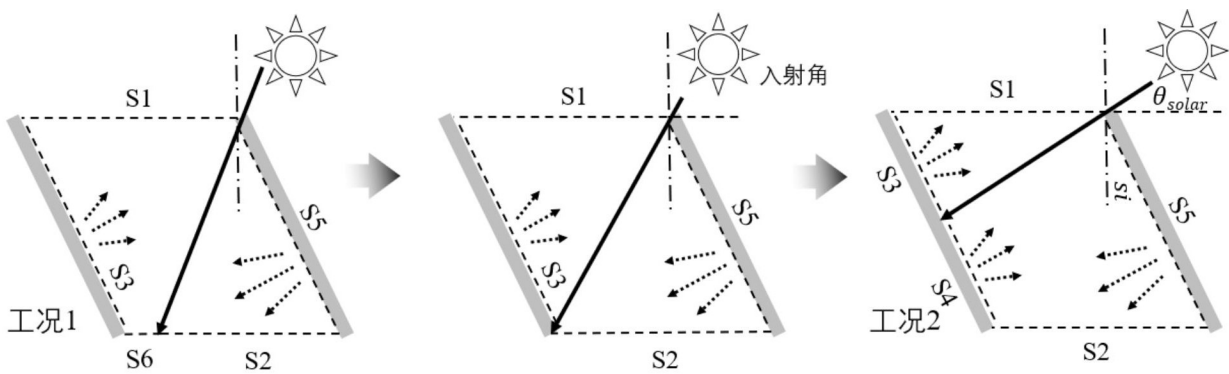


图10