



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105649291 A

(43) 申请公布日 2016. 06. 08

(21) 申请号 201610150742. 1

(22) 申请日 2016. 03. 16

(71) 申请人 重庆大学

地址 400044 重庆市沙坪坝区沙正街 174 号

(72) 发明人 李百战 陈金华 梁秋锦 陈莹
吴璇

(74) 专利代理机构 重庆博凯知识产权代理有限公司 50212

代理人 黄河

(51) Int. Cl.

E04F 13/074(2006. 01)

F24F 5/00(2006. 01)

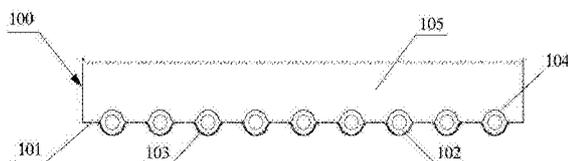
权利要求书2页 说明书9页 附图9页

(54) 发明名称

一种毛细管网辐射换热吊顶板及其吊顶铺装结构

(57) 摘要

本发明提供了一种毛细管网辐射换热吊顶板及其吊顶铺装结构,该毛细管网辐射换热吊顶板通过结构的改进,增强了毛细导热管与导热材料板之间的导热效率,同时使得导热材料板也具备了更好的对外换热效果,减少换热能量散失,提高换热能量利用率,从而进一步的提升本发明毛细管网辐射换热吊顶板的换热能效,提升了其供暖、供冷能力,且抑制供暖、供冷能力增强后所带来的技术弊端,能够很好的解决现有技术中辐射吊顶板技术中供暖、供冷能力受限而限制其技术应用推广的问题;并且,本发明的毛细管网辐射换热吊顶板可以直接用于吊顶铺装形成多种形式的吊顶铺装结构,安装方便,可以应用于不同的建筑场景中,具有广阔的市场应用前景。



1. 一种毛细管网辐射换热吊顶板,其特征在于,包括整体呈扁平的长方体状且具有中空腔室的吊顶板壳体,吊顶板壳体的底面板为导热材料板;所述中空腔室内位于导热材料板上并行排列地分布贴设有若干用于供换热介质流动的毛细导热管,且导热材料板上与毛细导热管相接触位置处形成向下凹陷且与毛细导热管的下侧管壁形状相匹配的沟槽,使得毛细导热管的下侧管壁陷入所述沟槽中且与沟槽的槽壁相贴合接触,所述毛细导热管凸出于所述沟槽部分的管壁位置处以及导热材料板朝向中空腔室的一面上位于沟槽之间的间隔位置处均紧贴敷设有反射膜,且反射膜的上方与吊顶板壳体顶面板之间的间隙空间内填充有保温隔热材料;吊顶板壳体的中空腔室内还沿侧壁横向设置有供水导流管和回水导流管,导热材料板上各毛细导热管的两端分别与所述供水导流管和回水导流管相连通,供水导流管的一端和回水导流管的一端分别从吊顶板壳体同侧的侧面板或两个相对的侧面板穿出,且分别在相应侧面板上形成用于连接供水管道的供水接口和用于连接回水管道的回水接口;所述吊顶板壳体上相邻于供水接口所在侧面板的两个相对的侧面板上的对应位置处还设置有能够相互匹配连接的结构。

2. 根据权利要求1所述的毛细管网辐射换热吊顶板,其特征在于,所述毛细换热管为直管;导热材料板上的各毛细换热管相互并行平行的排列形成一个毛细换热管列队,供水导流管和回水导流管分别位于所述毛细换热管列队的两侧,且与各毛细换热管相垂直设置。

3. 根据权利要求1所述的毛细管网辐射换热吊顶板,其特征在于,所述毛细换热管为U型管,且毛细换热管U型弯折部两侧的两个笔直延伸部相互平行;导热材料板上的各毛细换热管按照笔直延伸部相互并列平行的形式排列形成一个毛细换热管列队,供水导流管和回水导流管位于所述毛细换热管列队的同侧,且与各毛细换热管的笔直延伸部相垂直设置。

4. 根据权利要求1所述的毛细管网辐射换热吊顶板,其特征在于,所述毛细换热管的横截面为圆形;所述导热材料板上沟槽的槽壁横截面呈与毛细导热管的下侧管壁相匹配贴合的圆弧形。

5. 根据权利要求4所述的毛细管网辐射换热吊顶板,其特征在于,所述毛细换热管陷入沟槽的深度为毛细换热管外径尺寸的40%~50%。

6. 根据权利要求1所述的毛细管网辐射换热吊顶板,其特征在于,所述导热材料板上的沟槽通过冲压成型。

7. 根据权利要求1所述的毛细管网辐射换热吊顶板,其特征在于,所述毛细导热管为聚乙烯塑料管或铜管,所述导热材料板的材质为镀锌钢板。

8. 根据权利要求1所述的毛细管网辐射换热吊顶板,其特征在于,所述导热材料板的下表面上敷设有亲水材料层或防结露涂料层。

9. 一种毛细管网辐射换热吊顶板的吊顶铺装结构,其特征在于,包括由若干个如权利要求1所述的毛细管网辐射换热吊顶板所排列形成的至少一个吊顶板列队,安装在室内屋顶上;每一个吊顶板列队由多个毛细管网辐射换热吊顶板单列排列而形成,其中每相邻两个毛细管网辐射换热吊顶板之间通过各自吊顶板壳体侧面板上的连接结构相连接,且同一个吊顶板列队中,各个毛细管网辐射换热吊顶板的供水接口所在侧面板均朝向同一侧,各个毛细管网辐射换热吊顶板的回水接口所在侧面板均朝向同一侧;每一个吊顶板列队的各毛细管网辐射换热吊顶板供水接口所在一侧布设有供水管道且分别与各供水接口相连通,每一个吊顶板列队的各毛细管网辐射换热吊顶板回水接口所在一侧布设有回水管道且分

别与各回水接口相连通。

10. 根据权利要求9所述毛细管网辐射换热吊顶板的吊顶铺装结构,其特征在于,所述供水管道分别与各供水接口相连通的连通接头位置处或者回水管道分别与各回水接口相连通的连通接头位置处设置有电控流量阀。

一种毛细管网辐射换热吊顶板及其吊顶铺装结构

技术领域

[0001] 本发明涉及室内通风空调技术领域,具体涉及一种毛细管网辐射换热吊顶板及其吊顶铺装结构。

背景技术

[0002] 自20世纪70年代德国科学家根据仿生学原理发明毛细管辐射式空调系统以来,虽然多数时间内其备受冷落,但是随着全球能源成本越来越高,环境污染和温室效应加剧,各国政府都在提高节能减排的标准,使得毛细管辐射采暖制冷技术成为近年来业界研发热点。

[0003] 辐射吊顶板就是一种利用毛细管辐射采暖制冷技术的空调末端产品,其主要通过在导热材料板上铺设毛细管网,由毛细管网内流动的换热介质通过导热材料板与室内空间进行热辐射和对流换热,实现供冷或供热,因此减小了空气分层,具有室内温度分布均匀,换热能量利用率高,无吹风感,噪音低,舒适度好等特点,并且其换热介质还可以采用可再生能源(例如太阳能,以及土壤、地下水、空气、污水、地表水、发电厂废水等蕴含的能量)作为换热能来源,有利于节能减排、环保和提升建筑物空调能效品质。国内外大量项目应用表明,辐射吊顶板技术是建筑物较为理想的空调末端系统。

[0004] 通过目前技术实现的辐射吊顶板虽然优势突出,但也有其自身的局限性。在冬季,由于受到辐射吊顶板中毛细管网与导热材料板之间导热效率的限制,加热温度也不宜过高,一般为25~35℃,否则过高温度的换热介质其热能难以有效通过导热材料板向外辐射,从而导致大量热能在辐射板内聚集,容易加速内部器件老化,缩短使用寿命,且舒适度降低而能耗增加;而在夏季,不仅因导热效率的限制影响了辐射吊顶板的根供冷性能,同时其制冷温度也不宜过低,一般为18~20℃,过低的制冷温度会使得辐射吊顶板产生结露聚集而滴落到室内,影响室内卫生条件,这就进一步限制了辐射吊顶板在单位面积上的制冷换热能力。因此,供暖、供冷能力不足的因素,使得辐射吊顶板技术难以满足具有较大供暖、供冷负荷的需求,从而大幅限制了辐射板系统在更多地区和领域的推广应用。

发明内容

[0005] 针对现有技术中存在的上述不足,本发明的目的在于提供一种毛细管网辐射换热吊顶板,通过结构的改进而提升其换热能效,使其能够具备更强的供暖、供冷能力,且抑制供暖、供冷能力增强后所带来的技术弊端,用以解决现有技术中辐射吊顶板技术中供暖、供冷能力受限而限制其技术应用推广的问题。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明采用了如下的技术手段:

一种毛细管网辐射换热吊顶板,包括整体呈扁平的长方体状且具有中空腔室的吊顶板壳体,吊顶板壳体的底面板为导热材料板;所述中空腔室内位于导热材料板上并行排列地分布贴设有若干用于供换热介质流动的毛细导热管,且导热材料板上与毛细导热管相接触位置处形成向下凹陷且与毛细导热管的下侧管壁形状相匹配的沟槽,使得毛细导热管的下

侧管壁陷入所述沟槽中且与沟槽的槽壁相贴合接触,所述毛细导热管凸出于所述沟槽部分的管壁位置处以及导热材料板朝向中空腔室的一面上位于沟槽之间的间隔位置处均紧贴敷设有反射膜,且反射膜的上方与吊顶板壳体顶面板之间的间隙空间内填充有保温隔热材料;吊顶板壳体的中空腔室内还沿侧壁横向设置有供水导流管和回水导流管,导热材料板上各毛细导热管的两端分别与所述供水导流管和回水导流管相连通,供水导流管的一端和回水导流管的一端分别从吊顶板壳体同侧的侧面板或两个相对的侧面板穿出,且分别在相应侧面板上形成用于连接供水管道的供水接口和用于连接回水管道的回水接口;所述吊顶板壳体上相邻于供水接口所在侧面板的两个相对的侧面板上的对应位置处还设置有能够相互匹配连接的结构。

[0007] 上述的毛细管网辐射换热吊顶板中,作为一种可选择方案,所述毛细换热管为直管;导热材料板上的各毛细换热管相互并行平行的排列形成一个毛细换热管列队,供水导流管和回水导流管分别位于所述毛细换热管列队的两侧,且与各毛细换热管相垂直设置。

[0008] 上述的毛细管网辐射换热吊顶板中,作为另一种可选择方案,所述毛细换热管为U型管,且毛细换热管U型弯折部两侧的两个笔直延伸部相互平行;导热材料板上的各毛细换热管按照笔直延伸部相互并列平行的形式排列形成一个毛细换热管列队,供水导流管和回水导流管位于所述毛细换热管列队的同侧,且与各毛细换热管的笔直延伸部相垂直设置。

[0009] 上述的毛细管网辐射换热吊顶板中,作为优选方案,所述毛细换热管的横截面为圆形;所述导热材料板上沟槽的槽壁横截面呈与毛细导热管的下侧管壁相匹配贴合的圆弧形。

[0010] 上述的毛细管网辐射换热吊顶板中,作为优选方案,所述毛细换热管陷入沟槽的深度为毛细换热管外径尺寸的40%~50%。

[0011] 上述的毛细管网辐射换热吊顶板中,作为优选方案,所述导热材料板上的沟槽通过冲压成型。

[0012] 上述的毛细管网辐射换热吊顶板中,作为优选方案,所述毛细导热管为聚乙烯塑料管或铜管,所述导热材料板的材质为镀锌钢板。

[0013] 上述的毛细管网辐射换热吊顶板中,作为进一步改进方案,所述导热材料板的下表面上敷设有亲水材料层或防结露涂料层。

[0014] 相应地,本发明还提供了上述毛细管网辐射换热吊顶板的吊顶铺装结构;为此,本发明采用了如下的技术方案:

一种毛细管网辐射换热吊顶板的吊顶铺装结构,包括由若干个上述的毛细管网辐射换热吊顶板所排列形成的至少一个吊顶板列队,安装在室内屋顶上;每一个吊顶板列队由多个毛细管网辐射换热吊顶板单列排列而形成,其中每相邻两个毛细管网辐射换热吊顶板之间通过各自吊顶板壳体侧面板上的连接结构相连接,且同一个吊顶板列队中,各个毛细管网辐射换热吊顶板的供水接口所在侧面板均朝向同一侧,各个毛细管网辐射换热吊顶板的回水接口所在侧面板均朝向同一侧;每一个吊顶板列队的各毛细管网辐射换热吊顶板供水接口所在一侧布设有供水管道且分别与各供水接口相连通,每一个吊顶板列队的各毛细管网辐射换热吊顶板回水接口所在一侧布设有回水管道且分别与各回水接口相连通。

[0015] 上述毛细管网辐射换热吊顶板的吊顶铺装结构中,作为进一步改进方案,所述供水管道分别与各供水接口相连通的连通接头位置处或者回水管道分别与各回水接口相连

通的连通接头位置处设置有电控流量阀。

[0016] 相比于现有技术,本发明具有以下有益效果:

1、本发明的毛细管网辐射换热吊顶板中,其导热材料板上与毛细导热管相接触位置处形成向下凹陷且与毛细导热管的下侧管壁形状相匹配的沟槽,使得毛细导热管的下侧管壁陷入所述沟槽中且与沟槽的槽壁相贴合接触,大幅增加了毛细导热管与导热材料板之间的直接接触传热面积,减少了二者之间热传导过程中热量/冷量的消耗,增强了毛细导热管与导热材料板之间的导热效率。

[0017] 2、本发明的毛细管网辐射换热吊顶板中,导热材料板上的沟槽可以通过冲压成型,这样以来不仅使得导热材料板的成型工艺较为简单,而且冲压后在导热材料板上表面形成沟向下凹陷的沟槽位置处在导热材料板的下表面相应形成了向下凸起的棱条,从而增加了导热材料板下表面的换热接触面积,并且在下凸棱条处的热辐射射线呈现局部的发散放射状态,使得导热材料板也具备了更好的对外换热效果;同时,导热材料板下表面的下凸棱条也有助于对空间噪声形成不同方向的散射,达到降低室内环境噪声污染的效果。

[0018] 3、本发明的毛细管网辐射换热吊顶板中,在毛细导热管凸出于所述沟槽部分的管壁位置处以及导热材料板朝向中空腔室的一面上位于沟槽之间的间隔位置处均紧贴敷设了反射膜,通过反射膜,不仅形成了对毛细换热管所散发热量/冷量的向下反射,同时还隔绝了毛细换热管与沟槽之间的间隙位置处与上部空间的连通,从而尽可能的减少毛细换热管热量/冷量的向上散失。

[0019] 4、本发明的毛细管网辐射换热吊顶板中,由于吊顶板壳体对毛细换热管的包围形成了相对闭合的封装空间,且在反射膜的上方与吊顶板壳体顶面板之间的间隙空间内还填充了保温隔热材料,因此毛细换热管通过反射膜的热传递而向上传导的少量热量/冷量也被封闭在吊顶板壳体内所填充的保温隔热材料中,进一步减少了热量/冷量的向上散失,不仅如此,反射膜的上方与吊顶板壳体顶面板之间所填充的保温隔热材料除了起到隔热作用之外,还同时形成了对反射膜和毛细换热管的向下挤压,使得毛细换热管与导热材料板上沟槽的槽壁更加紧密的贴合接触,进一步保证了毛细管换热管与导热材料板之间良好的接触传热性能。

[0020] 5、本发明的毛细管网辐射换热吊顶板采用了模块化的结构,可以直接用于吊顶铺装形成多种形式的吊顶铺装结构,安装方便,且排布形式灵活多样,可以应用于不同的建筑场景中。

附图说明

[0021] 图1为本发明毛细管网辐射换热吊顶板一种具体实施结构的俯视透视图。

[0022] 图2为图1所示毛细管网辐射换热吊顶板的A-A剖视图。

[0023] 图3为图1所示毛细管网辐射换热吊顶板中毛细导热管在导热材料板上的贴设结构局部放大图。

[0024] 图4为图1所示毛细管网辐射换热吊顶板的B-B剖视图。

[0025] 图5为本发明毛细管网辐射换热吊顶板另一种具体实施结构的俯视透视图。

[0026] 图6为本发明毛细管网辐射换热吊顶板所铺装形成的一种吊顶铺装结构示意图。

[0027] 图7为本发明毛细管网辐射换热吊顶板所铺装形成的另一种吊顶铺装结构。

[0028] 图8为本发明毛细管网辐射换热吊顶板所铺装形成的再一种吊顶铺装结构。

[0029] 图9为本发明毛细管网辐射换热吊顶板与现有技术辐射吊顶板在冬季供热时的竖向边界温度分布对比模拟图。

[0030] 图10为本发明毛细管网辐射换热吊顶板与现有技术辐射吊顶板在冬季供热时的中部边界温度分布对比模拟图。

[0031] 图11为本发明毛细管网辐射换热吊顶板与现有技术辐射吊顶板在夏季供冷时的竖向边界温度分布对比模拟图。

[0032] 图12为本发明毛细管网辐射换热吊顶板与现有技术辐射吊顶板在夏季供冷时的中部边界温度分布对比模拟图。

具体实施方式

[0033] 现有技术中,辐射吊顶板中毛细管网与导热材料板之间导热效率较为有限,是影响其换热能效的一个重要因素;通过技术分析发现,造成其导热效率受限的主要原因在于,由于毛细管通常是横截面为圆形的管道(因为圆形截面毛细管道的制造工艺较为成熟,制造成本相对较低),而现有技术的辐射吊顶板中,与毛细管网相配合的导热材料板通常为平板,导热材料板与毛细管的直接接触仅为线接触,接触传热性能较差,更多的依靠毛细管向周边热辐射后将热量传导至导热材料板,不仅增加了毛细管与导热材料板之间热传导过程中热量/冷量的消耗,而且在供暖时也增加了毛细管向外传导的热能在辐射板内聚集,从而更易引发内部器件老化、使用寿命缩短的问题。

[0034] 针对于此,本发明提供了一种毛细管网辐射换热吊顶板,通过结构的改进而提升其换热能效。图1示出了本发明毛细管网辐射换热吊顶板一种具体实施结构的俯视透视图;图2示出了图1所示毛细管网辐射换热吊顶板的A-A剖视图;图3示出了图1所示毛细管网辐射换热吊顶板中毛细导热管在导热材料板上的贴设结构局部放大图;图4示出了图1所示毛细管网辐射换热吊顶板的B-B剖视图。如图1~4所示,本发明的毛细管网辐射换热吊顶板包括整体呈扁平的长方体状且具有中空腔室的吊顶板壳体100,吊顶板壳体100的底面板为导热材料板101;所述中空腔室内位于导热材料板101上并行排列地分布贴设有若干用于供换热介质流动的毛细导热管102,且导热材料板101上与毛细导热管102相接触位置处形成向下凹陷且与毛细导热管的下侧管壁形状相匹配的沟槽103,使得毛细导热管102的下侧管壁陷入所述沟槽103中且与沟槽103的槽壁相贴合接触,所述毛细导热管102凸出于所述沟槽部分的管壁位置处以及导热材料板101朝向中空腔室的一面上位于沟槽之间的间隔位置处均紧贴敷设有反射膜104,且反射膜104的上方与吊顶板壳体顶面板之间的间隙空间内填充有保温隔热材料105;吊顶板壳体100的中空腔室内还沿侧壁横向设置有供水导流管106和回水导流管107,导热材料板101上各毛细导热管102的两端分别与所述供水导流管106和回水导流管107相连通,供水导流管106的一端和回水导流管107的一端分别从吊顶板壳体同侧的侧面板或两个相对的侧面板穿出,且分别在相应侧面板上形成用于连接供水管道的供水接口108和用于连接回水管道的回水接口109;所述吊顶板壳体100上相邻于供水接口108所在侧面板的两个相对的侧面板上的对应位置处还设置有能够相互匹配连接的结构110。

[0035] 可以看到,在本发明的毛细管网辐射换热吊顶板中,采用了整体呈扁平长方体状

的吊顶板壳体形成了对毛细换热管的闭合封装结构,之所以吊顶板壳体设计为扁平长方体状是为了便于模块化吊顶铺装。吊顶板壳体的底面板为导热材料板,作为其辐射换热面,并且与现有技术相比,毛细导热管在导热材料板上的贴设结构方式发生了明显的变化,即导热材料板101上与毛细导热管102相接触位置处形成向下凹陷且与毛细导热管102的下侧管壁形状相匹配的沟槽103,使得毛细导热管102的下侧管壁陷入所述沟槽103中且与沟槽103的槽壁相贴合接触,具体应用时,若毛细换热管的横截面为圆形,则可以设计导热材料板101上沟槽103的槽壁横截面呈与毛细导热管102的下侧管壁相匹配贴合的圆弧形,如图3所示,这样以来,便大幅增加了毛细导热管与导热材料板之间的直接接触传热面积,减少了二者之间热传导过程中热量/冷量的消耗,增强了毛细导热管与导热材料板之间的导热效率,并且毛细换热管陷入沟槽的深度可以达到毛细换热管外径尺寸的40%~50%,以使得在便于将毛细导热管配合安装在导热材料板上的同时,保证毛细导热管与导热材料板之间的直接接触传热面积得以尽可能的增加;当然,若毛细换热管的横截面为其它形状(例如矩形等),则导热材料板上沟槽的槽壁横截面相应采用与毛细导热管的下侧管壁相匹配贴合的形状设计;另一方面,导热材料板上的沟槽可以通过冲压成型,这样以来不仅使得导热材料板101的成型工艺较为简单,而且冲压后在导热材料板101上表面形成沟向下凹陷的沟槽103位置处在导热材料板的下表面相应形成了向下凸起的棱条,如图4所示,从而增加了导热材料板下表面的换热接触面积,并且在下凸棱条处的热辐射射线呈现局部的发散放射状态,使得导热材料板也具备了更好的对外换热效果,同时,导热材料板下表面的下凸棱条也有助于对空间噪声形成不同方向的散射,达到降低室内环境噪声污染的效果;借助上述两方面热传导性能的改善,已足以使得本发明毛细管网辐射换热吊顶板的换热能效得到较大的提升。

[0036] 而在本发明毛细管网辐射换热吊顶板中,其结构及性能的改进还不仅仅体现在上述两个方面。虽然毛细导热管陷入沟槽部分的下侧管壁与导热材料板直接接触,但毛细导热管凸出于沟槽部分的管壁位置处暴露于导热材料板上方的空间,会造成毛细换热管热量/冷量的向上散失;此外,由于从加工工艺上来讲,不可能保证毛细换热管与导热材料板上的沟槽之间绝对的无缝贴合,在部分区域不可避免的存在未紧密贴合的间隙,而这些间隙空间若与导热材料板和毛细换热管的上部空间相连通,也将导致毛细换热管向下传播的热量/冷量向上方散失。针对于此,如图2和图3所示,在本发明毛细管网辐射换热吊顶板中,在毛细导热管102凸出于所述沟槽103部分的管壁位置处以及导热材料板101朝向中空腔室的一面上位于沟槽之间的间隔位置处均紧贴敷设了反射膜104,通过反射膜,不仅形成了对毛细换热管所散发热量/冷量的向下反射,同时还隔绝了毛细换热管与沟槽之间的间隙位置处与上部空间的连通,从而尽可能的减少毛细换热管热量/冷量的向上散失;此外,由于吊顶板壳体100对毛细换热管102的包围形成了相对闭合的封装空间,且在反射膜104的上方与吊顶板壳体顶面板之间的间隙空间内还填充了保温隔热材料105,因此毛细换热管102通过反射膜的热传递而向上传导的少量热量/冷量也被封闭在吊顶板壳体内所填充的保温隔热材料105中,进一步减少了热量/冷量的向上散失,不仅如此,反射膜104的上方与吊顶板壳体顶面板之间所填充的保温隔热材料105除了起到隔热作用之外,还同时形成了对反射膜和毛细换热管102的向下挤压,使得毛细换热管102与导热材料板上沟槽103的槽壁更加紧密的贴合接触,进一步保证了毛细管换热管102与导热材料板101之间良好的接触传热

性能。由此可以看到,在本发明毛细管网辐射换热吊顶板中,相对封闭的吊顶板壳体结合反射膜的采用以及保温隔热材料的填充所起到的反射、隔热及向下挤压作用,使得毛细换热管向外传导的热量/冷量被尽可能的向下传递给导热材料板,减少换热能量散失,提高换热能量利用率,从而进一步的提升本发明毛细管网辐射换热吊顶板的换热能效。

[0037] 在具体应用时,本发明的毛细管网辐射换热吊顶板中,毛细换热管可以采用直管,也可以采用U型管。在毛细换热管采用直管时,如图5所示,导热材料板101上的各毛细换热管102最好相互平行排列形成一个毛细换热管列队,供水导流管106和回水导流管107则分别位于所述毛细换热管列队的两侧,且与各毛细换热管102相垂直设置,图5中其他标号含义与图1~4相同;而毛细换热管若采用U型管,如图1所示,毛细换热管U型弯折部两侧的两个笔直延伸部最好是相互平行的,而导热材料板上的各毛细换热管最好按照笔直延伸部相互并列平行的形式排列形成一个毛细换热管列队,供水导流管和回水导流管位于所述毛细换热管列队的同侧,且与各毛细换热管的笔直延伸部相垂直设置。这样的毛细换热管、供水导流管和回水导流管的布设方式,可以尽可能的利用吊顶板壳体的内部空间,使得毛细换热管在导热材料板上排布形成覆盖面积较大、各区域换热效果较为均衡的换热覆盖区。本发明毛细管网辐射换热吊顶板中所用的换热介质可以是现有技术的辐射吊顶板技术中常用的换热介质,例如可以是水、制冷剂。而毛细导热管和导热材料板的具体材料,可以采用现有辐射吊顶板中毛细导热管和导热材料板的制造材料,而作为优选,当使用水作为换热介质时,毛细导热管最好采用聚乙烯塑料管,其在能够满足换热性能需求的同时,有助于降低成本;而当采用制冷剂作为换热介质时,毛细导热管最好采用铜管,以确保毛细导热管具有优良的导热性能和防腐性能。而导热材料板的材质最好采用镀锌钢板,使其除了具备较为优良的导热性能和防腐性能之外,还能够同时兼顾美观性。除此之外,由于导热材料板作为本发明毛细管网辐射换热吊顶板中吊顶板壳体的底面板,考虑到在夏季供冷过程中,有可能在导热材料板的导热材料板的下表面形成结露,容易引起结露聚集而滴落到室内影响卫生的问题;因此,导热材料板的下表面上还可以进一步的敷设亲水材料层或者防结露涂料层;借助亲水材料层可以对结露形成吸附,使结露不易滴落而被吸附在亲水材料层上挥发,从而防止结露聚集滴落而造成的卫生污染问题;但是对于我国南方等气候较为潮湿的地区,在导热材料板的下表面上采用亲水材料层可能回因其长时间吸水湿润而导致发霉,所以在这些地区更适合在导热材料板的下表面上敷设防结露涂料层,防结露涂料层不仅可以对结露形成吸附而防止其聚集滴落,并且防结露涂料层自身并不会被结露所浸润,因此也不会导致发霉,使用效果更佳。

[0038] 此外,值得注意的是,本发明的毛细管网辐射换热吊顶板采用了模块化的设计,可以采用多块毛细管网辐射换热吊顶板在室内屋顶上进行铺装,并且由于毛细管网辐射换热吊顶板上吊顶板壳体同侧的侧面板或两个相对的侧面板上设置了用于连接供水管道的供水接口和用于连接回水管道的回水接口,从而可以通过布设供水管道和回水管道分别与毛细管网辐射换热吊顶板的供水接口和回水接口相连通形成换热介质流动回路;同时,本发明的毛细管网辐射换热吊顶板在相邻于供水接口(或回水接口)所在侧面板的两个相对的侧面板上的对应位置处还设置有连接结构,且这两个相对侧面板上的连接结构能够相互匹配连接,这样以来,如图6所示,就可以使需要布设的多个毛细管网辐射换热吊顶板10之中,每相邻两个毛细管网辐射换热吊顶板10之间可以通过各自的连接结构相互连接在一起,从

而排列形成一个吊顶板列队,这样更便于铺设安装;并且,由于毛细管网辐射换热吊顶板10的吊顶板壳体上的连接结构所在侧面板与供水接口(或回水接口)所在侧面板之间是相邻的侧面板位置关系,因此多个毛细管网辐射换热吊顶板10通过各自的连接结构相互连接形成吊顶板列队之后,恰好使得各个毛细管网辐射换热吊顶板的供水接口和回水接口分布于吊顶板列队的同侧(在供水接口和回水接口设计于毛细管网辐射换热吊顶板的同侧的情况下)或两侧(在供水接口和回水接口设计于毛细管网辐射换热吊顶板的两侧的情况下),图6就示出了供水接口和回水接口分布于吊顶板列队两侧的情况,这样以来,就可以在吊顶板列队的两侧分别布设供水管道20和回水管道30,分别与各个毛细管网辐射换热吊顶板10的供水接口和回水接口相互连通。具体而言,本发明的毛细管网辐射换热吊顶板用于吊顶铺装的具体铺装结构如下:采用若干个本发明的毛细管网辐射换热吊顶板,排列形成至少一个吊顶板列队,安装在室内屋顶上;每一个吊顶板列队由多个毛细管网辐射换热吊顶板单列排列而形成,其中每相邻两个毛细管网辐射换热吊顶板之间通过各自吊顶板壳体侧面板上的连接结构相连接,且同一个吊顶板列队中,各个毛细管网辐射换热吊顶板的供水接口所在侧面板均朝向同一侧,各个毛细管网辐射换热吊顶板的回水接口所在侧面板均朝向同一侧;每一个吊顶板列队的各毛细管网辐射换热吊顶板供水接口所在一侧布设有供水管道且分别与各供水接口相连通,每一个吊顶板列队的各毛细管网辐射换热吊顶板回水接口所在一侧布设有回水管道且分别与各回水接口相连通。本发明毛细管网辐射换热吊顶板的吊顶铺装结构,根据毛细管网辐射换热吊顶板中毛细换热管的不同排列布局,以及供水接口和回水接口位于同侧或异侧的不同情况,其具体的铺装表现形式也有所不同;例如,图6示出了采用多个毛细管网辐射换热吊顶板10铺设单个吊顶板列队,在吊顶板列队两侧分别布设供水管道20和回水管道30的情况;图7示出了采用多个毛细管网辐射换热吊顶板10铺设为两个并列的吊顶板列队,在两个并列吊顶板列队的两侧分别布设供水管道20和回水管道30的情况;图8示出了采用多个毛细管网辐射换热吊顶板10铺设为两个相间隔的吊顶板列队,在两个吊顶板列队之间布设供水管道20和回水管道30的情况;当然,还可以采用很多其他的铺装布设方式。除此之外,为了更便于对该吊顶铺装结构中各个毛细管网辐射换热吊顶板的开关控制以及维修、更换,如图6、图7、图8所示,在供水管道20分别与各供水接口相连通的连通接头位置处或者回水管道30分别与各回水接口相连通的连通接头位置处,还可以增加设置电控流量阀40,通过电控流量阀40分别调整和控制每一个毛细管网辐射换热吊顶板10中毛细换热管的换热介质流量,达到调节换热能力或关停部分吊顶板的作用。

[0039] 为了更进一步的体现本发明毛细管网辐射换热吊顶板及其吊顶铺装结构的技术优点及效果,下面通过实施例对其进行进一步的说明。

[0040] 实验案例:

下面采用本发明毛细管网辐射换热吊顶板以及现有技术的辐射吊顶板分别铺装形成吊顶铺装结构,并通过流场分析软件Phoenics对本专利毛细管网吊顶辐射板与普通毛细管网吊顶辐射板冬季工况下的温度场进行模拟,来呈现二者的温度分布情况。模拟时,本发明毛细管网辐射换热吊顶板和现有技术辐射吊顶板中的毛细导热管均设置为铜制毛细管,直径均为4.3mm,壁厚均为0.8mm,管间距均为30mm,导热材料板均设置为3mm的镀锌钢板,且在参数设置上,现有技术的辐射吊顶板除了其导热材料板采用平板状与本发明毛细管网辐射换热吊顶板不同之外,其他参数均相同。模拟对比时,冬季室内温度均设为10℃,毛细导热

管的换热介质供液温度均设为35℃；夏季室内温度均设为35℃，毛细导热管的换热介质供液温度均设为20℃。

[0041] 通过流场分析软件Phoenics模拟，在冬季，本发明毛细管网辐射换热吊顶板与现有技术辐射吊顶板的边缘竖向截面位置处的温度分布模拟对比图如图9所示，本发明毛细管网辐射换热吊顶板与现有技术辐射吊顶板的中部竖向截面位置处的温度分布模拟对比图如图10所示。在图9和图10中，相对靠左的温度分布图为本发明毛细管网辐射换热吊顶板的温度分布情况，相对靠右的温度分布图为现有技术辐射吊顶板的温度分布情况。从图9和图10所示的温度分布情况来看，在相同的参数设置和环境温度条件下，无论是在边缘竖向截面位置区域还是在中部竖向截面位置区域，本发明毛细管网辐射换热吊顶板周围的室内温度高温区域均多于现有技术辐射吊顶板，且本发明毛细管网辐射换热吊顶板形成的室内温度场也比现有技术辐射吊顶板更加均匀，温差更小。可见，本发明毛细管网辐射换热吊顶板在冬季的供热性能优于现有技术辐射吊顶板。

[0042] 通过流场分析软件Phoenics模拟，在夏季，本发明毛细管网辐射换热吊顶板与现有技术辐射吊顶板的边缘竖向截面位置处的温度分布模拟对比图如图11所示，本发明毛细管网辐射换热吊顶板与现有技术辐射吊顶板的中部竖向截面位置处的温度分布模拟对比图如图12所示。在图11和图12中，相对靠左的温度分布图为本发明毛细管网辐射换热吊顶板的温度分布情况，相对靠右的温度分布图为现有技术辐射吊顶板的温度分布情况。从图11和图12所示的温度分布情况来看，在相同的参数设置和环境温度条件下，无论是在边缘竖向截面位置区域还是在中部竖向截面位置区域，本发明毛细管网辐射换热吊顶板周围的室内温度低温区域均多于现有技术辐射吊顶板，且本发明毛细管网辐射换热吊顶板形成的室内温度场也比现有技术辐射吊顶板更加均匀，温差更小。可见，本发明毛细管网辐射换热吊顶板在夏季的供冷性能也优于现有技术辐射吊顶板。

[0043] 综上所述，可以看到，本发明毛细管网辐射换热吊顶板通过结构的改进，其导热材料板上与毛细导热管相接触位置处形成向下凹陷且与毛细导热管的下侧管壁形状相匹配的沟槽，使得毛细导热管的下侧管壁陷入所述沟槽中且与沟槽的槽壁相贴合接触，大幅增加了毛细导热管与导热材料板之间的直接接触传热面积，减少了二者之间热传导过程中热量/冷量的消耗，增强了毛细导热管与导热材料板之间的导热效率，同时增加了导热材料板下表面的换热接触面积，使得导热材料板也具备了更好的对外换热效果，加上相对封闭的吊顶板壳体结合反射膜的采用以及保温隔热材料的填充所起到的反射、隔热及向下挤压作用，使得毛细换热管向外传导的热量/冷量被尽可能的向下传递给导热材料板，减少换热能量散失，提高换热能量利用率，从而进一步的提升本发明毛细管网辐射换热吊顶板的换热能效，提升了本发明毛细管网辐射换热吊顶板的供暖、供冷能力，且抑制供暖、供冷能力增强后所带来的技术弊端，能够很好的解决现有技术中辐射吊顶板技术中供暖、供冷能力受限而限制其技术应用推广的问题；并且，本发明的毛细管网辐射换热吊顶板采用了模块化的结构，可以直接用于吊顶铺装形成多种形式的吊顶铺装结构，安装方便，且排布形式灵活多样，可以应用于不同的建筑场景中，具有广阔的市场应用前景。

[0044] 最后说明的是，以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制，尽管参照实施例对本发明进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换，而不脱离本发明技术方案的宗旨和范围，其均应涵盖在本发明

的权利要求范围当中。

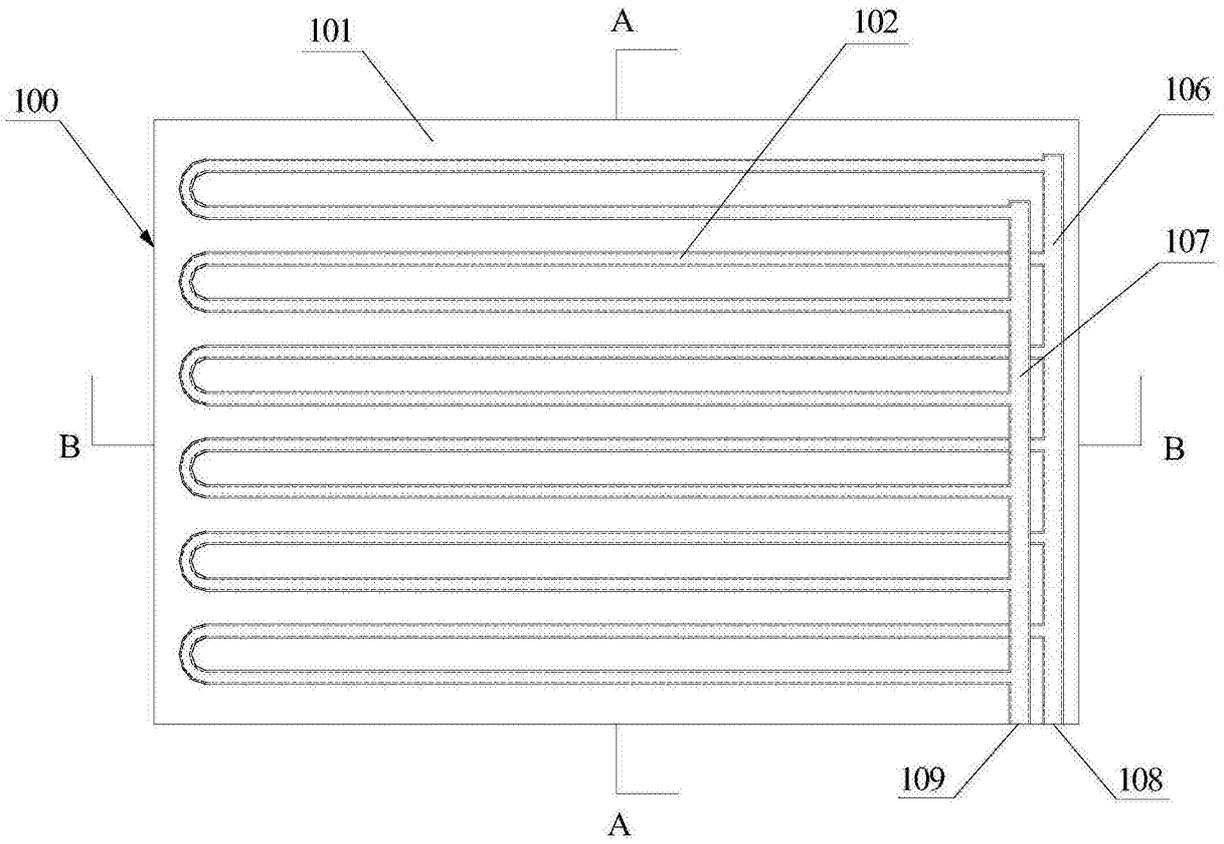


图1

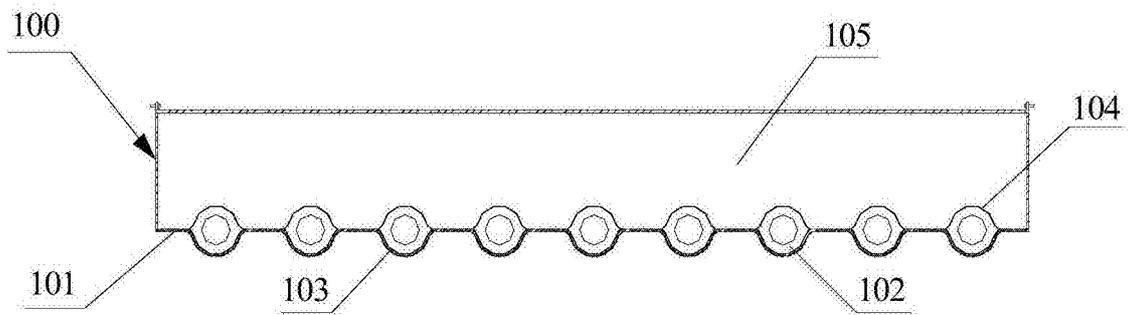


图2

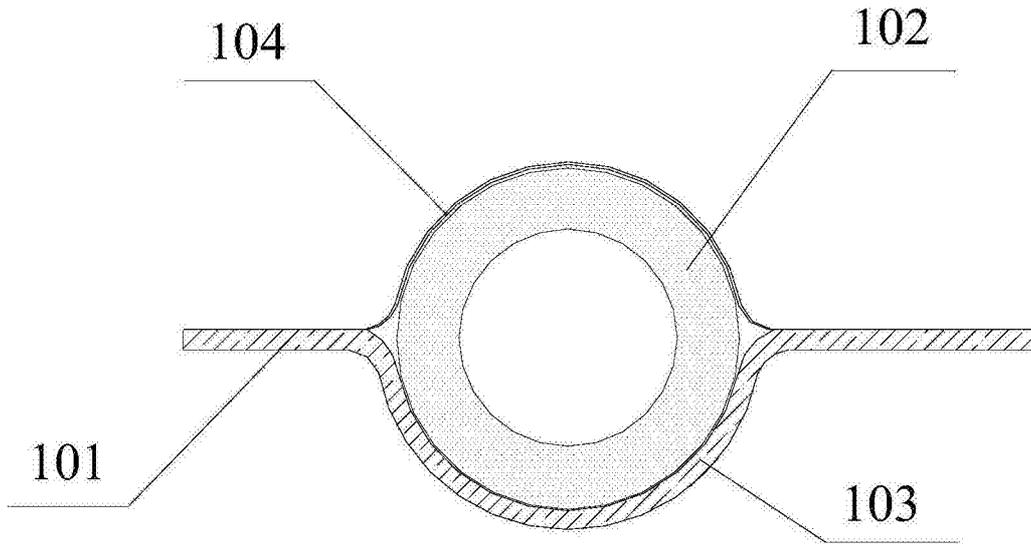


图3

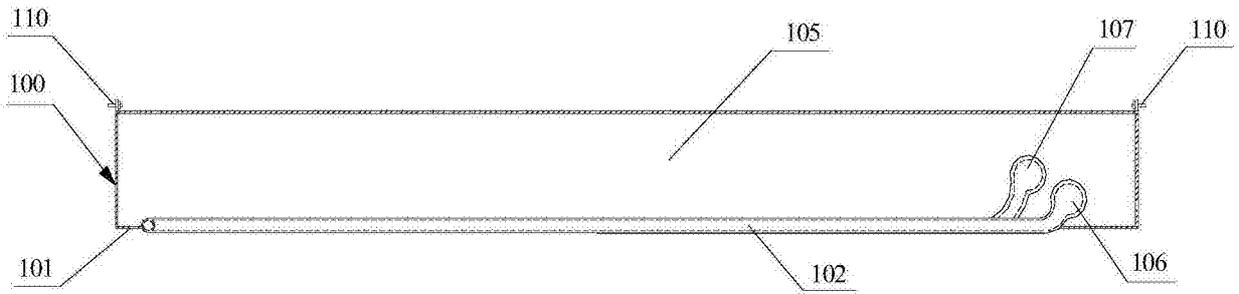


图4

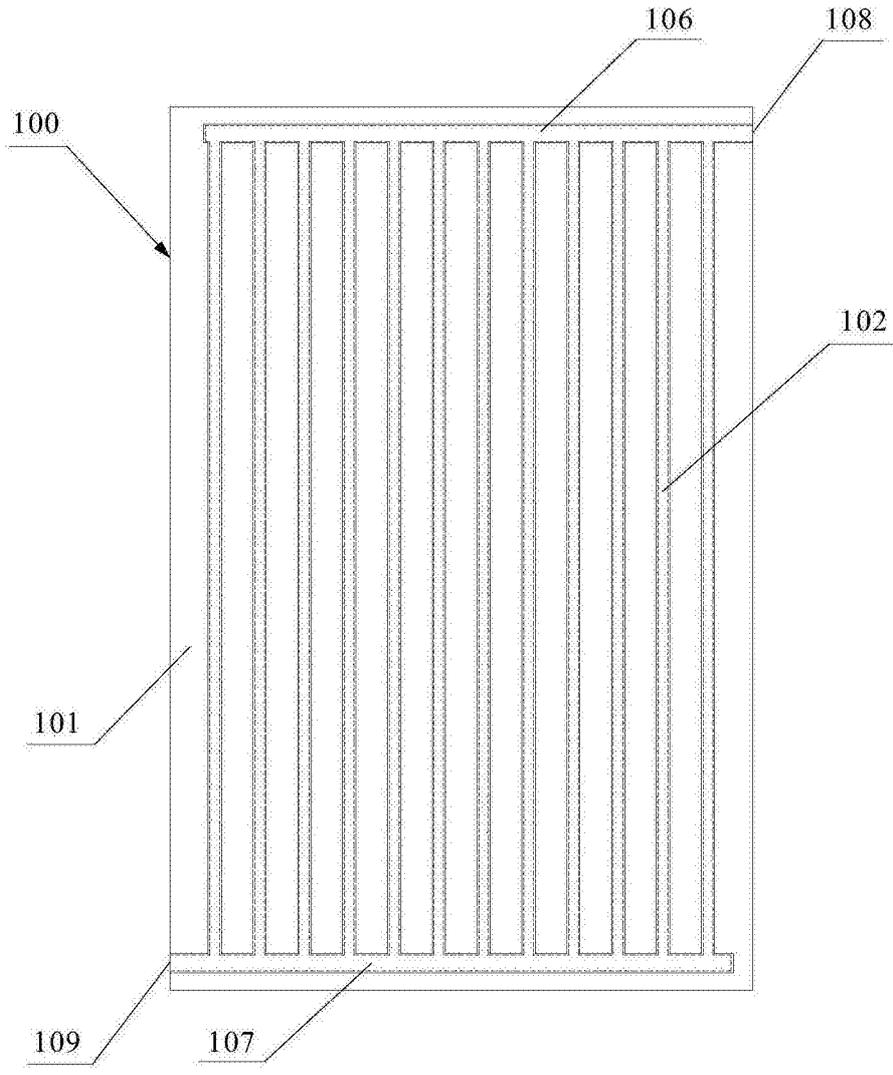


图5

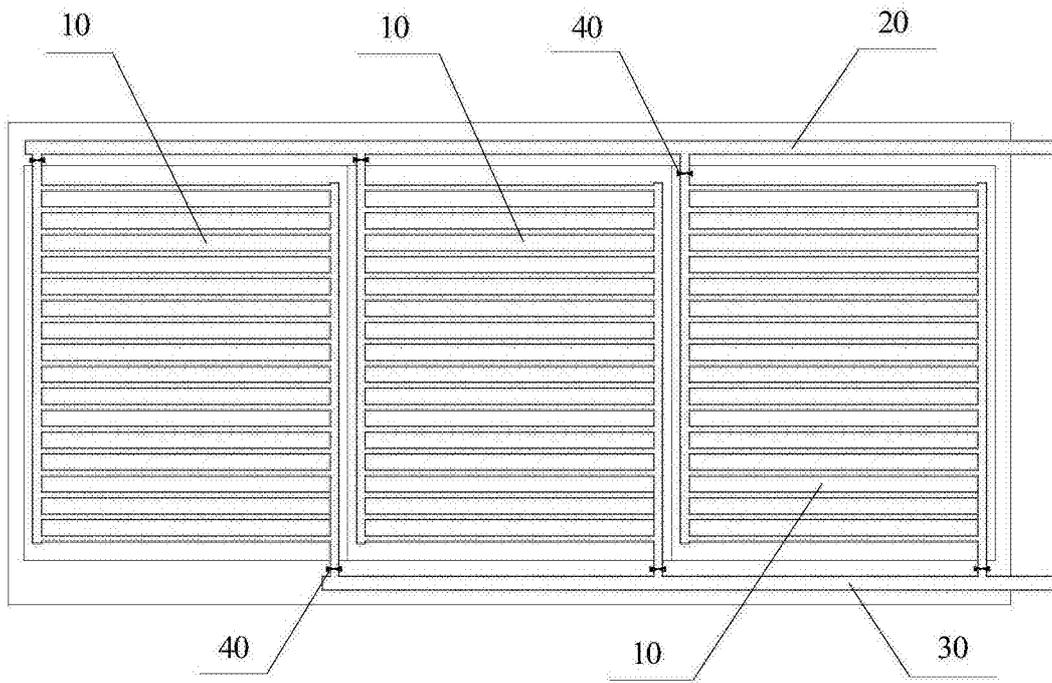


图6

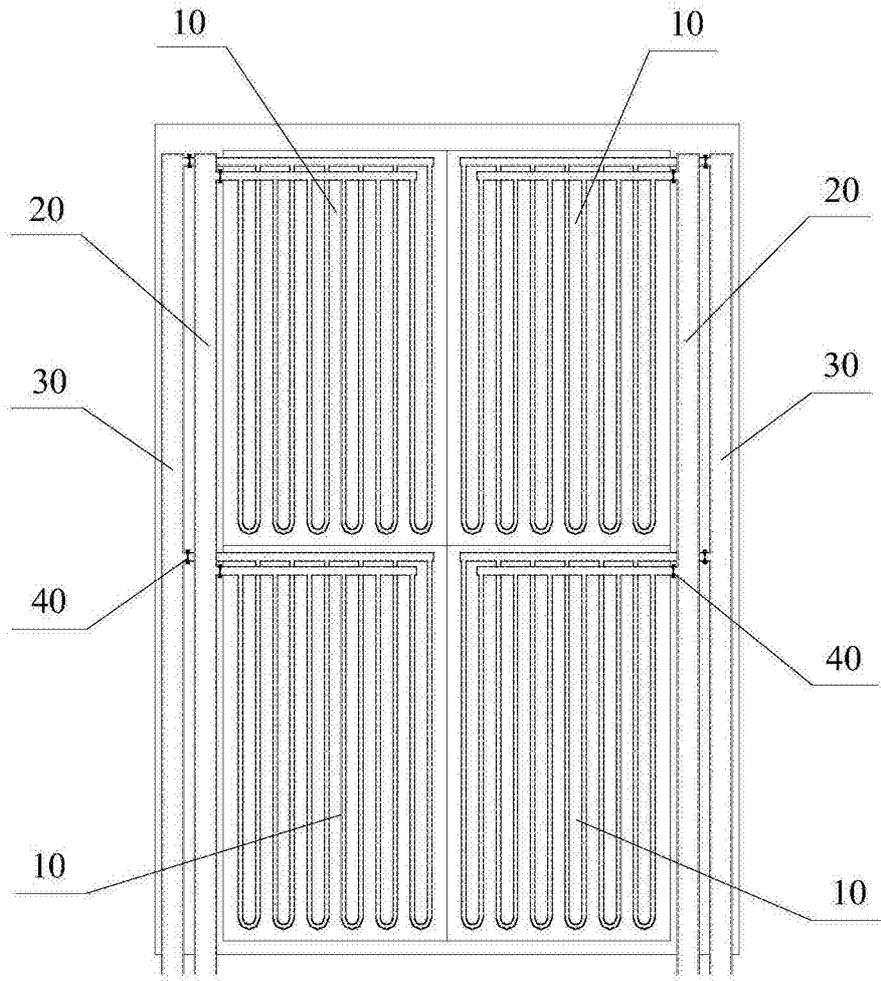


图7

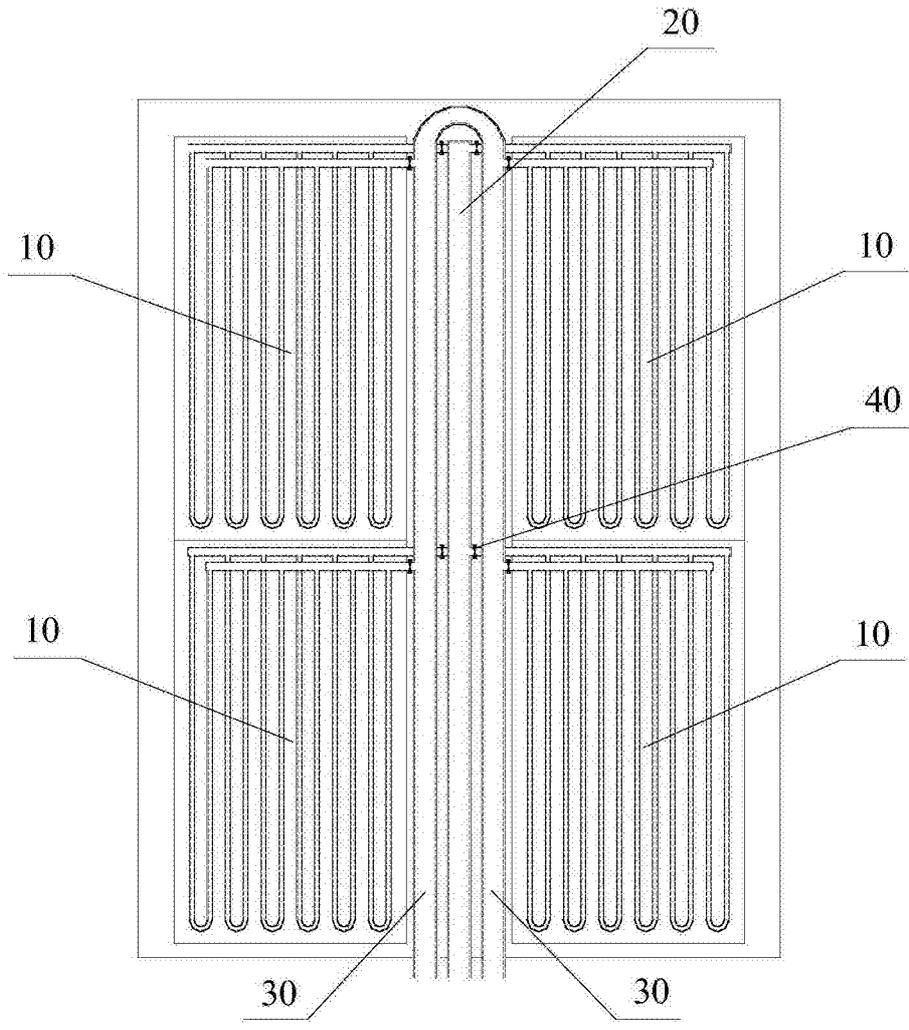


图8

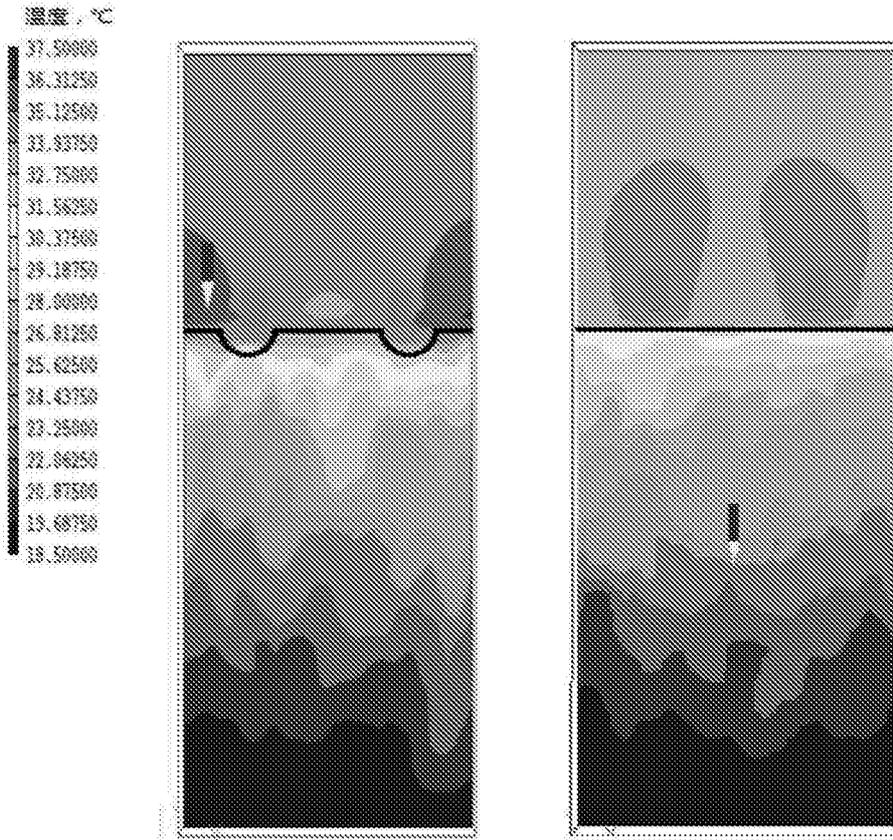


图9

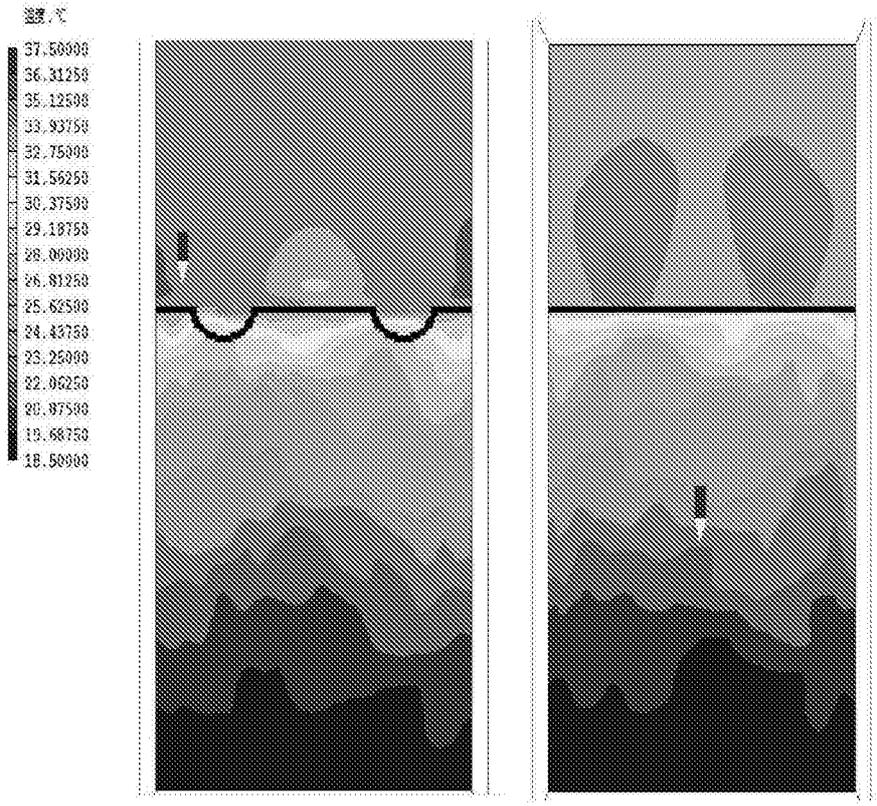


图10

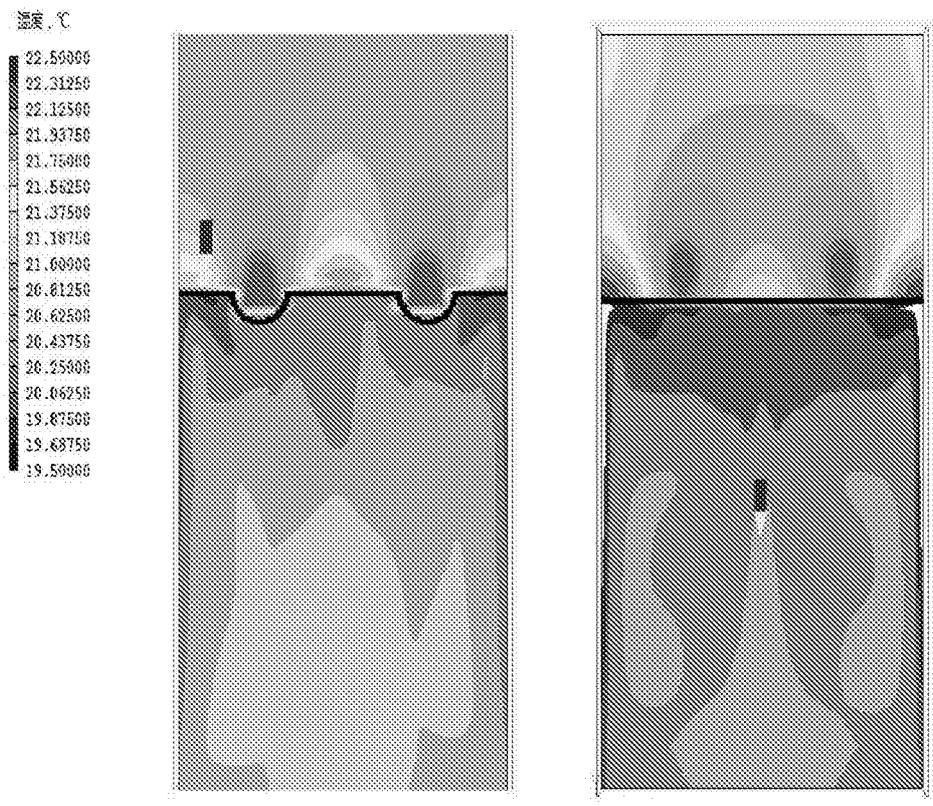


图11

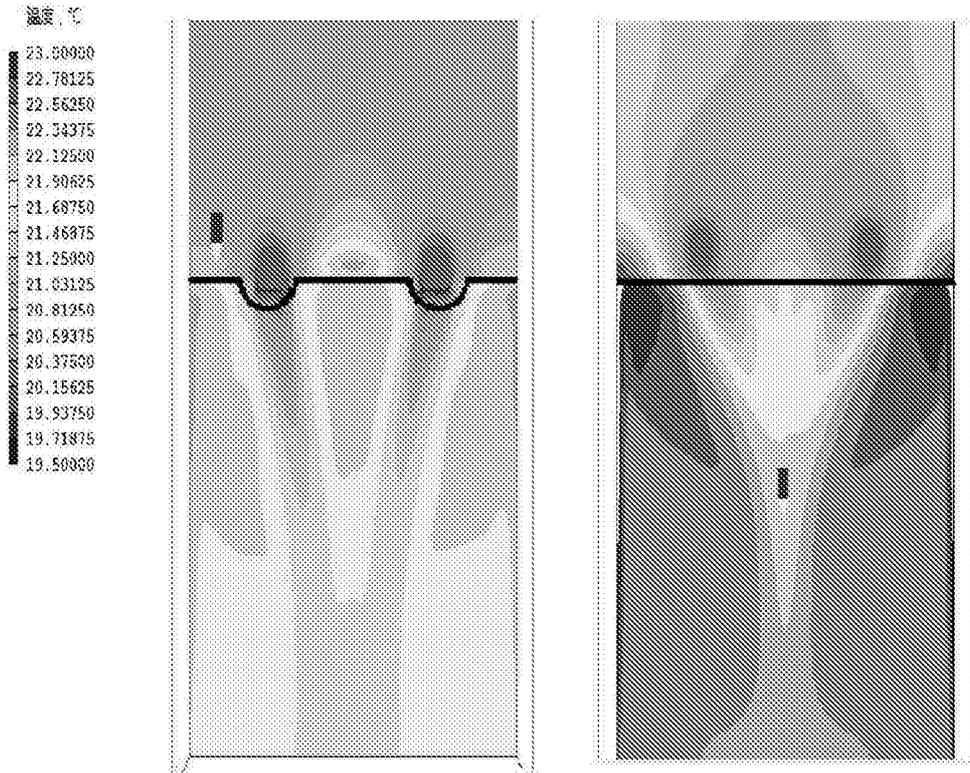


图12