



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110943265 A

(43)申请公布日 2020.03.31

(21)申请号 201910400310.5

(22)申请日 2019.05.07

(71)申请人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市高新技术开发  
区前进大街2699号

(72)发明人 张天时 刘春霞 刘笑言 任书瑶  
杨晨旭

(51)Int.Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/625(2014.01)

H01M 10/6554(2014.01)

H01M 10/6569(2014.01)

H01M 10/6552(2014.01)

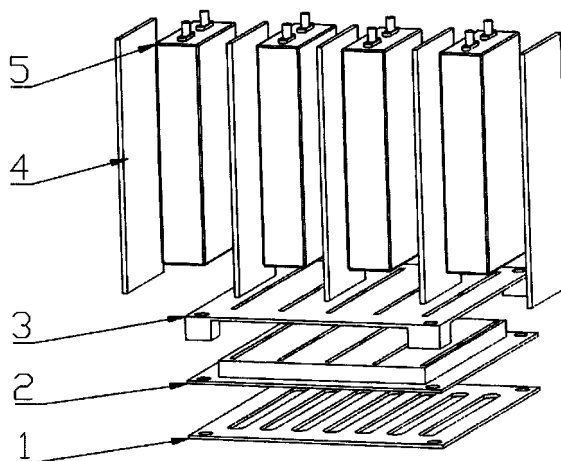
权利要求书2页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

耦合新型仿生热管的电池热管理装置制备  
及双向热流控制方法

(57)摘要

本发明提出一种应用新型仿生植物超亲水特性制备的复合型电池热管理装置及其双向热流控制方法。其中仿生热管集与电池进行固-固接触换热,仿生热管集与底部的底置冷/热板直接接触,实现了电池与底置冷/热板的热量传递。同时当电池由冷却工况转为预热工况时,仿生热管集的冷热端随着底置冷/热板的状态改变而进行传热方向的自适应转换。本发明方法克服了以往重力型热管受重力影响冷端的液体不能依靠毛细力上升至热端导致热管内部无法实现热力循环和冷热端自适应调节,极大地提升了电池组高温环境及严苛工况下的高效冷却以及寒冷低温环境下的快速预热能力,保障电动汽车电池组最佳工作温度、功率输出、循环寿命以及热安全性。



1. 一种耦合新型仿生热管的电池热管理装置制备及双向热流控制方法,其特征主要在于主要包括电池下支架(1)、底置冷/热板(2)、电池上支架(3)、仿生热管集(4)、电池单体(5)、热流传感器(14)。电池单体(5)在正常工作过程中产生的热量传递给仿生热管集(4),同时仿生热管集(4)与底置冷/热板(2)直接接触。最终实现对整个电池包的冷却和预热。

2. 根据权利要求1,所述的电池下支架(1)、底置冷/热板(2)与电池上支架(3),其特征主要在于底置冷/热板(2)、电池上支架(3)固定在电池下支架(1)上。底置冷/热板(2)的外边缘与电池下支架(1)、电池上支架(3)相同位置处都有通孔,可以使用螺栓将底置冷/热板(2)、电池上支架(3)依次固定在电池下支架(1)上。同时底置冷/热板(2)有凹槽,将仿生热管集(4)插入其中。电池上支架(8)上有通孔,使仿生热管集(4)穿过。

3. 根据权利要求1,所述的仿生热管集(4)由不同尺寸的L型热管(8)、I型热管(9)及两片薄壁铜板(10)组成。其特征主要在于仿生热管集(4)的两片薄壁铜板(10)与电池单体(5)直接接触,两片薄壁铜板(10)之间焊接L型热管(8)和I型热管(9)。由于电池在正常工作时极耳处的产热最多,因此极耳处的温度明显高于电池其他区域,需要的冷却强度也最高。根据电池的这一特性,在电池表面布置L型热管(8)和I型热管(9),实现电池表面冷却强度的合理分配,保障电池表面温度的一致性。L型热管(8)的高度和宽度在薄壁铜板(10)上从外到内逐层递减,且深度方向不发生变化。在薄壁铜板(10)的中间有对称分布的I型热管(9)。

4. L型热管(8)与I型热管(9)内部填充的液体为丙酮,且最大的L型热管(8)内部填充液体占L型热管(8)内部总容积的1/3,其他热管依次递减。仿生热管集(4)的截面形状为矩形,厚度为3-5mm。L型热管(8)和I型热管(9)与电池接触的两个内表面加工有正向仿生植物超亲水微观结构(6),其余的内表面加工有反向的仿生植物超亲水微观结构(6),称之为液滴回流壁。仿生植物超亲水微观结构(6)由分隔壁(11)、楔形凸台(12)和楔形凹槽(13)组成。

5. 根据权利要求1,所述的仿生植物超亲水微观结构(6)的具体加工方式为:选择一片低阻硅片,对其表面进行抛光。然后在其表面涂胶,制作一层掩膜。在硅片的表面进行深层刻蚀。同时选择一块耐热玻璃,在其上面溅射金属层,光刻形成引线和引线孔。利用粘和工艺将硅片和耐热玻璃粘和,可以使用电镀完成硅片表面的铜金属化过程。最后利用刻蚀技术除去表面的硅片,得到表面有仿生植物超亲水微观结构(6)的铜金属片。将铜片卷起焊接成管壳,将管壳一端与端盖焊接成一体化,将其内部充装工质,对热管进行抽真空处理。将管壳的另一端封头焊接,制成I型热管(9)。在合适的位置折弯制作成具有特殊形状的L型热管(8),同时将多个不同尺寸的L型热管(8)和I型热管(9)焊接到两个铜片上制作成仿生热管集(4)。

6. 根据权利要求1,在仿生热管集(4)的薄壁铜板(10)上布置四个热流传感器(14),四个热量监测区域选择在电池单体(5)靠近极耳和电池中部热量集中的区域。根据四个热流传感器(14)所测得的热流量的平均值和靠近极耳区域热流量,分别与标准设定值进行对比,共同控制底置冷/热板(2)的流量,维持电池温度在理想工作温度范围内。

7. 当外界环境为低温环境,且汽车处于长时间驻车状态时,仿生热管集(4)的上部分由蒸发端变为冷凝端,仿生热管集(4)将底置冷/热板(2)的热量传递给电池单体(5)进行预热。此时L型热管(8)和I型热管(9)上部的丙酮由气态变为液态,沿着液滴回流壁回到L型热管(8)和I型热管(9)的下部,即蒸发端。这时底置冷/热板(2)由电池正常工作时的冷却板变成加热板。整个制冷系统的蒸发端和冷凝端也互换,变成热泵系统。

8. 当外界环境为高温环境,且汽车处于加速、爬坡等高负荷工况时,电池产热极具增加。原有的仿生热管集(4)及底置冷/热板(2)冷却能力不足,导致热管理系统与当前工况不匹配。因此,将制冷剂流量调节至此制冷系统的最大流量。从而增大仿生热管集(4)的传递热流量,保证电池在高负荷行驶工况下的最佳工作温度及性能。

9. 当外界环境为高温环境,且汽车处于低负荷工况时,电池产热较高负荷大大减少。原有的仿生热管集(4)及底置冷/热板(2)能力过剩与当前工况不匹配。因此将制冷剂流量调节至此制冷系统的较小流量。从而减少仿生热管集(4)下部冷凝端的散热能力及上部蒸发端的冷却能力,保证电池在低负荷行驶工况下的最佳工作温度及性能。

10. 当外界环境为低温环境,且汽车处于加速、爬坡等高负荷工况时,电池产热急剧增加。原有的仿生热管集(4)及底置冷/热板(2)冷却能力不足与当前工况不匹配。因此应该将制冷剂流量调节至此制冷系统的较大流量。从而增大热管冷凝端的散热能力及蒸发端的冷却能力,保证电池在高负荷行驶工况下的最佳工作温度及性能。

11. 当外界环境为低温环境,且汽车处于低负荷工况时,电池产热较高负荷大大减少。原有的仿生热管集(4)及底置冷/热板(2)能力过剩与当前工况不匹配。因此应该将制冷剂流量调节至此制冷系统的最小流量。从而减少热管下部冷凝端的散热能力及上部蒸发端的冷却能力,保证电池在低负荷行驶工况下的最佳工作温度及性能。

## 耦合新型仿生热管的电池热管理装置制备及双向热流控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于电动汽车动力电池热管理领域,特别涉及动力电池高效换热装置及热管理控制方法。

### 背景技术

[0002] 随着电动汽车的快速发展,电动汽车的电池比能量逐渐增加,同时高温气候及严苛工况也使得电池的产热迅速提升。此外由于电池冷却能力不足而引发的一些安全问题也受到广泛的关注,因此相应的电池热管理技术急需进步与完善。对动力电池进行合理的热管理不仅是正常驾驶的基本条件,也是乘客生命安全的必要保证。在以往的电池换热中,液冷作为一种最常见的换热方式,可以满足电池基本的换热要求和保证了电池模组温度分布的均匀性。但是液冷方式的电池换热装置系统过于复杂,对电池包的密封性有很高的要求。

[0003] 热管因其快速传递热量的性质而被广泛地应用在电子设备上,其利用内部介质的蒸发换热来进行热量的传递,换热效率极高。目前热管常用于平面导热,当用于垂直方向换热时,使用的是“重力型”热管,该种形式的热管冷凝端在上部蒸发端在下部,利用重力实现冷凝回流和热力循环,因此只适用于下部冷却的换热形式。当冷凝端在热管的下部时,毛细管内的流体在压力差的作用下由热端扩散至冷端时,受重力影响制约冷端的液体不能仅仅依靠毛细力来克服重力上升至热端,无法实现热管内部热力循环,极大地限制了热管在众多高效换热情况的使用范围。因此本发明针对上述存在的技术难点,提出一种新型仿生植物超亲水特性的热管阵列并制备了复合型电池热管理装置,实现电池组高温环境及严苛工况下的高效冷却,保障电动汽车电池组最佳工作温度、功率输出、循环寿命以及热安全性。

### 发明内容

[0004] 本发明提出一种应用新型仿生植物超亲水特性制备的复合型电池热管理装置及其双向热流控制方法。其中仿生热管集与电池进行固-固接触换热,仿生热管集与底部的底置冷/热板直接接触,实现了电池与底置冷/热板的热量传递。同时当电池由冷却工况转为预热工况时,仿生热管集的冷热端随着底置冷/热板的状态改变而进行传热方向的自适应转换。本发明方法克服了以往重力型热管受重力影响冷端的液体不能依靠毛细力上升至热端导致热管内部无法实现热力循环和冷热端自适应调节,极大地提升了电池组高温环境及严苛工况下的高效冷却以及寒冷低温环境下的快速预热能力,保障电动汽车电池组最佳工作温度、功率输出、循环寿命以及热安全性。

### 附图说明

[0005] 图1为耦合热管电池热管理装置整体示意图。

[0006] 图2为单体电池表面热管集形态及布置图。

[0007] 图3为L型仿生热管内部双向微流道设计图。

[0008] 图4为L型仿生热管内部亲水微观结构图。

[0009] 图中各部件的编号和对应名称如下：

[0010] 图1-4中：1-电池下支架、2-底置冷/热板、3-电池上支架、4-仿生热管集、5-电池单体、6-仿生植物超亲水微观结构、7-导热铜块、8-L型热管、9-I型热管、10-薄壁铜板、11-分隔壁、12-楔形凸台、13-楔形凹槽、14-热流传感器。

### 具体实施方式

[0011] 下面结合附图对本发明作进一步详细说明：

[0012] 如图1所示，电池热管理装置由电池下支架1、底置冷/热板2、电池上支架3、仿生热管集4、电池单体5、热流传感器14组成。其中电池下支架1、底置冷/热板2和电池上支架3三部分为螺栓连接。电池下支架1上有减重槽，外边缘有螺栓口，用于固定底置冷/热板2和电池上支架3。电池上支架3上有热管槽，可以将仿生热管集4插入电池上支架3。电池上支架3的非空部分为呈放电池，四角有凸台，用于与电池下支架1连接。电池下支架1与电池上支架3之间放有底置冷/热板2。

[0013] 底置冷/热板2下面焊接加强板，在底置冷/热板2上表面加工出热管槽，可以将仿生热管集4插入底置冷/热板2中。底置冷/热板2的四周有圆形通孔，用于底置冷/热板2与电池上支架1、电池下支架3固定。底置冷/热板2的内部有冷却介质流过，带走电池单体5传递到仿生热管集4的大量的热。

[0014] 仿生热管集4与电池单体5直接接触，仿生热管集4的下部分插入电池上支架3与底置冷/热板2中。电池正常工作时，会产生大量的热，热量的来源主要有欧姆热和电池的电化学反应热，且电池的极耳处产热最为严重，温度也最高。如图2所示，采用仿生热管集4对电池的不同区域实现不同的冷却强度，同时完善了电池热管理装置的轻量化。仿生热管集4由不同规格的L型热管8、I型热管9及两块铜板10组成。L型热管8的尺寸在铜板上从左上角、右上角依次递减，在铜板的中央分布I型热管9。如图3和图4所示，L型热管8和I型热管9的内表面为仿生植物超亲水微观结构6的阵列，且相邻的两个内表面的仿生植物超亲水微观结构6的开口方向相反，L型热管8和I型热管9厚度方向的内表面称为液滴回流壁。仿生植物超亲水微观结构6为带有尖锐外缘的楔形凸台12，这种微观结构能实现热管内液体克服重力的定向运输。同时，在L型热管8的内表面有导热铜块7，将导热铜块7处的热量传递到仿生植物超亲水微观结构6的周围，再由热管内部填充液丙酮的定向流动传递热量。仿生热管集4具体加工方式为：

[0015] 选择一片低阻硅片，对其表面进行抛光。然后在其表面涂胶，制作一层掩膜。在硅片的表面进行深层刻蚀。选择一块耐热玻璃，在其上面溅射金属层，光刻形成引线和引线孔。利用粘和工艺将硅片和耐热玻璃粘和，可以使用电镀完成硅片表面的铜金属化过程。最后利用刻蚀技术除去表面的硅片，得到表面有仿生植物超亲水微观结构6的铜金属片。将铜片卷起焊接成管壳，将管壳一端与端盖焊接成一体化，将其内部充装工质，对热管进行烘烤以达到排空气的目的。将管壳的另一端封头焊接，制成I型热管9。在合适的位置利用弯管机制作成具有特殊形状的L型热管8，同时将多个不同尺寸的L型热管8和I型热管9焊接到两个薄壁铜板10上制作成仿生热管集4。

[0016] 如图2所示，在仿生热管集4的薄壁铜板10上布置四个热流传感器14，四个热量监

测区域选择在电池单体5靠近极耳和电池中部热量集中的区域。根据四个热流传感器14所测得的热量的平均值和靠近极耳区域热流量,分别与标准设定值进行对比,共同控制底置冷/热板2的流量,维持电池温度在理想工作温度范围内。

[0017] 当外界环境为低温环境,且汽车处于长时间驻车状态时,仿生热管集4的上部分由蒸发端变为冷凝端,仿生热管集4将底置冷/热板2的热量传递给电池单体5进行预热。此时L型热管8和I型热管9上部的丙酮由气态变为液态,沿着液滴回流壁回到L型热管8和I型热管9的下部,即蒸发端。这时底置冷/热板2由电池正常工作时的冷却板变成加热板。整个制冷系统的蒸发端和冷凝端也互换,变成热泵系统。

[0018] 当外界环境为高温环境,且汽车处于加速、爬坡等高负荷工况时,电池产热极具增加。原有的仿生热管集4及底置冷/热板2冷却能力不足,导致热管理系统与当前工况不匹配。因此,将制冷剂流量调节至此制冷系统的最大流量。从而增大仿生热管集4的传递热流量,保证电池在高负荷行驶工况下的最佳工作温度及性能。

[0019] 当外界环境为高温环境,且汽车处于低负荷工况时,电池产热较高负荷大大减少。原有的仿生热管集4及底置冷/热板2能力过剩与当前工况不匹配。因此将制冷剂流量调节至此制冷系统的较小流量。从而减少仿生热管集4下部冷凝端的散热能力及上部蒸发端的冷却能力,保证电池在低负荷行驶工况下的最佳工作温度及性能。

[0020] 当外界环境为低温环境,且汽车处于加速、爬坡等高负荷工况时,电池产热急剧增加。原有的仿生热管集4及底置冷/热板2冷却能力不足与当前工况不匹配。因此应该将制冷剂流量调节至此制冷系统的较大流量。从而增大热管冷凝端的散热能力及蒸发端的冷却能力,保证电池在高负荷行驶工况下的最佳工作温度及性能。

[0021] 当外界环境为低温环境,且汽车处于低负荷工况时,电池产热较高负荷大大减少。原有的仿生热管集4及底置冷/热板2能力过剩与当前工况不匹配。因此应该将制冷剂流量调节至此制冷系统的最小流量。从而减少热管下部冷凝端的散热能力及上部蒸发端的冷却能力,保证电池在低负荷行驶工况下的最佳工作温度及性能。

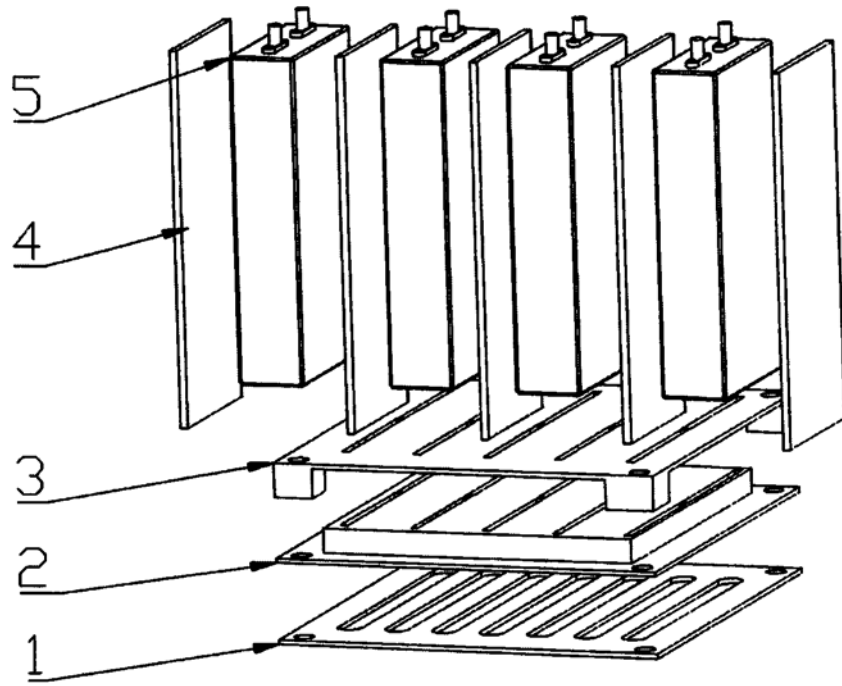


图1

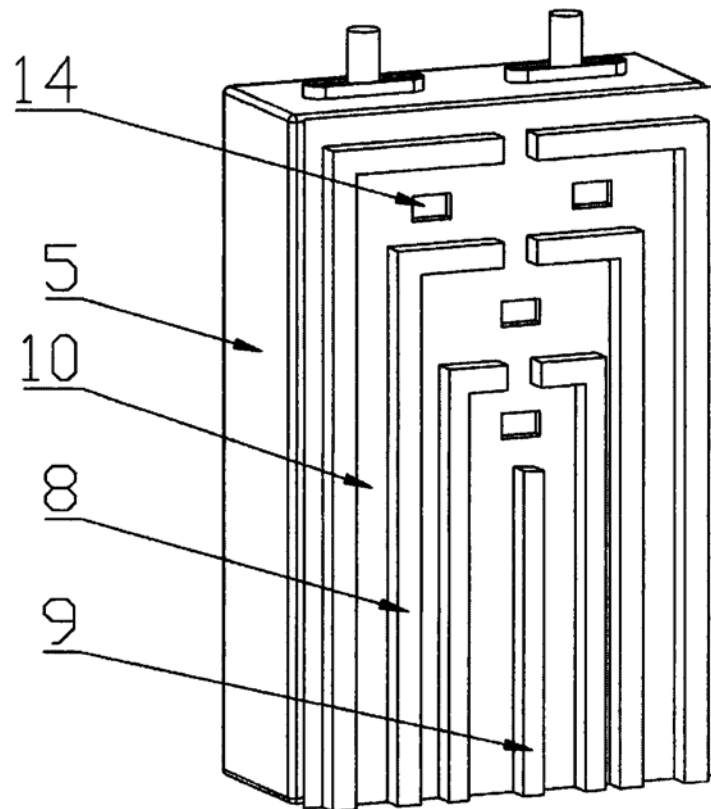


图2

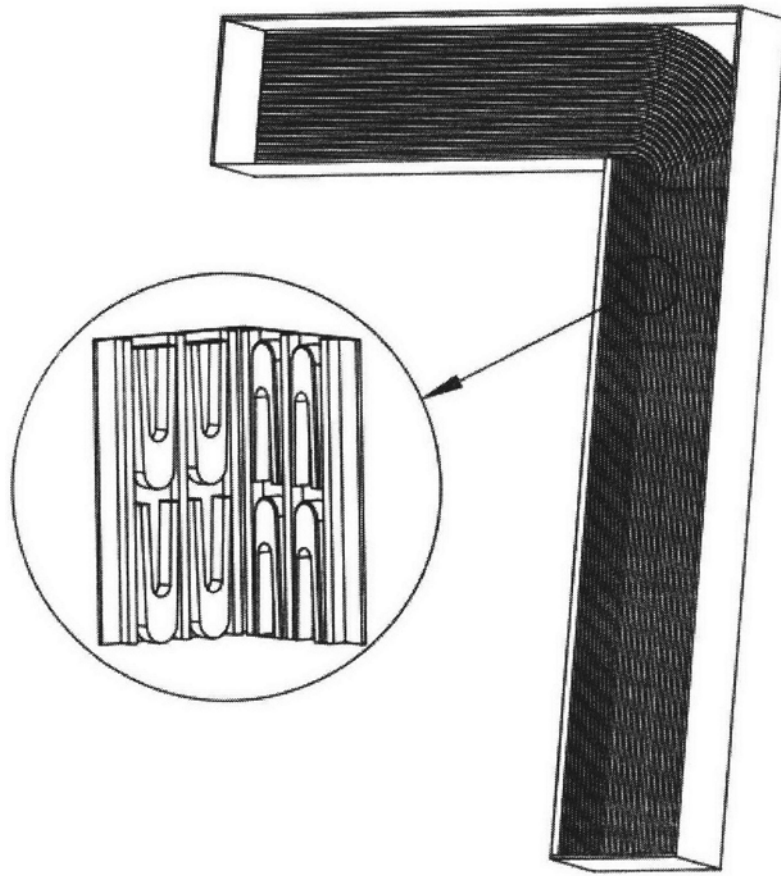


图3



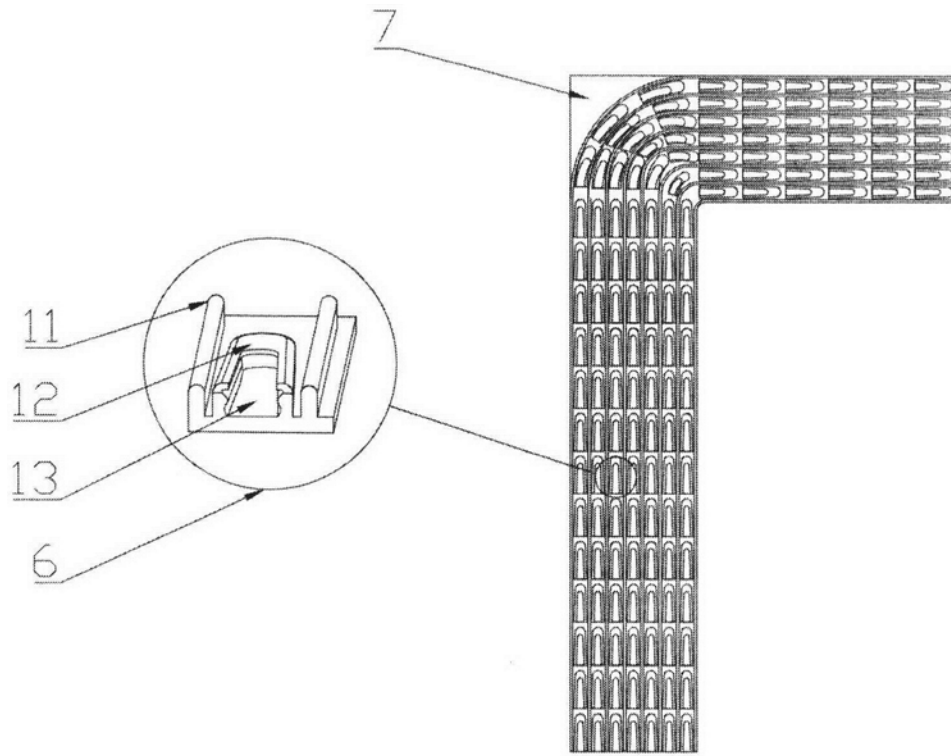


图4