



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106654430 B

(45)授权公告日 2019.07.09

(21)申请号 201611116413.1

H01M 10/6552(2014.01)

(22)申请日 2016.12.07

H01M 10/625(2014.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106654430 A

(56)对比文件

CN 205452476 U, 2016.08.10, 说明书  
[0005]-[0033]段, 图1-3.

(43)申请公布日 2017.05.10

CN 204760510 U, 2015.11.11, 全文.

(73)专利权人 浙江大学

US 2012258337 A1, 2012.10.11, 全文.

地址 310013 浙江省杭州市西湖区余杭塘  
路866号

CN 105453330 A, 2016.03.30, 说明书  
[0031]-[0050]段, 图1-6.

(72)发明人 韩晓红 华超 方一波 王琰铨

审查员 牟育慧

黄炯亮 王学会 陈光明

(74)专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限

公司 33224

代理人 胡红娟

(51) Int. Cl.

H01M 10/48(2006.01)

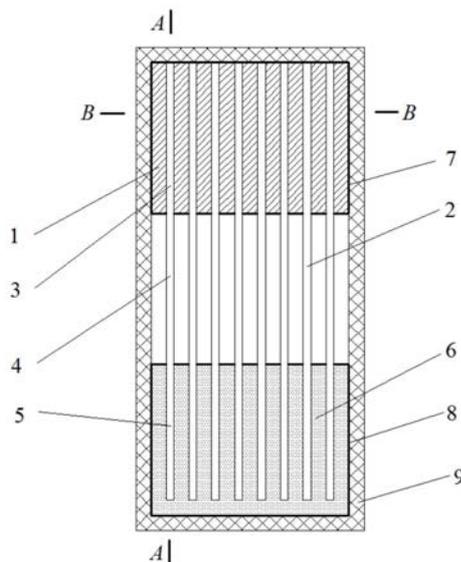
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种基于热管和相变材料的低温下动力电池热管理系统

(57)摘要

一种基于热管和相变材料的低温下动力电池热管理系统,包括电池、相变材料以及热管;电池放置在单独的电池箱中;相变材料放置在单独的相变材料箱中;电池箱内每块电池至少与一根热管的一端贴合;热管的另一端伸入相变材料箱内部与相变材料接触;还包括包裹整个系统的保温层。该系统利用热管来传递动力电池运行时产生的热量,利用相变材料来储存热量,并在电池温度降低时输送热量,达到对电池进行保温的目的,整个过程无需任何消耗任何能量,利用电池运行过程中释放出的多余热量,能够良好的保证低温下电池箱始终处在适宜温度范围内,满足低温下电池的保温需求,是一种高效节能的热管理方案。



1. 一种基于热管和相变材料的低温下动力电池热管理系统,包括电池、相变材料以及热管,其特征在于:所述的电池放置在单独的电池箱中;所述的相变材料放置在单独的相变材料箱中;所述的电池箱内每块电池至少与一根热管的一端贴合;所述热管的另一端伸入相变材料箱内与相变材料接触;所述的电池箱、相变材料箱及热管外整个包覆保温层;所述的保温层材料在包裹电池箱与相变材料箱之间的热管时对每根热管进行单独包裹;

所述的热管分为长度可变的三部分,分别为热管在电池箱内的部分、热管绝热段和热管在相变材料箱内的部分。

2. 如权利要求1所述的低温下动力电池热管理系统,其特征在于:所述的在电池箱内的热管为扁平状,电池箱与相变材料箱之间的热管以及伸入相变材料箱内的热管为扁平状或圆柱状。

3. 如权利要求1所述的低温下动力电池热管理系统,其特征在于:所述的电池箱内电池由多个电池块组成,多个电池块与多个热管交替排列。

4. 如权利要求3所述的低温下动力电池热管理系统,其特征在于:所述的热管与电池块通过导热粘合剂粘合。

5. 如权利要求1所述的低温下动力电池热管理系统,其特征在于:所述的热管为带有毛细芯的铜制热管。

6. 如权利要求1所述的低温下动力电池热管理系统,其特征在于:所述热管内工质为丙酮。

7. 如权利要求1所述的低温下动力电池热管理系统,其特征在于:所述的相变材料为石蜡。

8. 如权利要求1所述的低温下动力电池热管理系统,其特征在于:所述的相变材料添加膨胀石墨、泡沫金属、碳纤维、金属颗粒中的一种或多种。

9. 如权利要求1所述的低温下动力电池热管理系统,其特征在于:所述的保温层材料为岩棉板。

## 一种基于热管和相变材料的低温下动力电池热管理系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及低温下动力电池热管理系统,具体涉及一种基于热管和相变材料的低温下动力电池热管理系统。

### 背景技术

[0002] 当前能源与环境问题日益严峻,电动汽车也因此迎来了前所未有的发展机遇。除了节能、无污染等优点外,电动汽车还具有起步快、噪音小、系统简单、维修保养费用低廉等优点,已成为未来汽车产业公认的发展趋势。电池作为电动汽车的核心部件之一,对电动汽车的续航里程与安全性均有着巨大的影响,而电池的成本、寿命、安全性都和电池的热管理密不可分。

[0003] 电池的正常与安全运行对温度具有很高的要求。以锂电池为例,根据现有研究,锂电池正常运行温度集中在 $0^{\circ}\text{C}$ — $40^{\circ}\text{C}$ 。当温度超过 $50^{\circ}\text{C}$ 时,正极表面的SEI膜不能保持稳定,会影响到电池寿命与安全性;而低温工况会造成电池内部化学反应减慢,并导致电解液电导率降低和正极锂离子扩散速率的降低,这将导致电池容量降低甚至电池的整体失效。除此之外,由于低温对石墨阳极的强烈极化作用,还会导致电极表面锂电镀现象的发生,加速电池老化。除了对电池整体温度范围的要求之外,温差也会对电池的性能与安全性有很大的影响。温差的存在会造成电池内部化学反应的不平衡,从而影响到电池的安全有效运行。

[0004] 公告号为CN103928729A的中国专利文献公开了一种基于热管的电动汽车动力电池组温控系统,其特征是设置电池组温控箱体为密闭箱体,内部包含一密闭的电池成组仓,电池成组仓的长度和高度均小于电池组温控箱体,但两者宽度相同;在电池成组仓与电池组温控箱体之间形成有环形换热仓;在电池成组仓中沿长度方向贯穿布置热管,热管穿过相互平行布置的各绝缘散热片,热管的端头处在环形换热仓内;各单体电池布置在绝缘散热片之间,并且单体电池散热面与绝缘散热片相贴合;在环形换热仓中分别设置加热器和蒸发器。

[0005] 该发明能解决因流通阻力过大而导致不能对每个单体电池进行有效热管理的问题,利用热管和风冷(液冷)结合的热管理方式,低温下可以利用加热器产生的热量对电池进行预热和保温,但由于未考虑到电池产热的再利用而增加了能量消耗。

[0006] 公告号为CN103401044A的中国专利文献公开了一种基于平板热管的动力电池热管理系统,包括模块箱体、模块箱体顶盖,在模块箱体内放置有至少两个电池组单体壳体,每个电池组单体壳体内放置有至少两块以上由电池单体串连或者并联构成的电池模块组,每块电池单体的表面设有带冷却系统的平板热管,平板热管与电池单体表面贴合,平板热管内部流通冷却水。

[0007] 该发明具有高效、结构简单、运行稳定且可靠,功能多样化等优点;在各种充放电情况下,对动力电池进行高效热管理,包括散热、加热、余热循环利用等,适用于各种依靠动力电池驱动的电动设备,具有广阔的市场前景。但热管和液体冷却的结合导致装置比较复杂,且具有泄漏的危险,并且相变材料直接填充在电池箱体内,也对系统的安全性与可靠性

造成了威胁。该专利中电池产热主要被平板热管通道中的冷却水带走,尚未充分考虑到电池在低温下的保温需求,低温下冷却水的使用也增加了管道结冰、堵塞甚至爆裂的危险。所以该方案很难适宜于低温下电池的热管理。

## 发明内容

[0008] 针对现有技术存在的不足,本发明提供了一种基于热管和相变材料的低温下动力电池热管理系统,利用热管来传递动力电池运行时产生的热量,利用相变材料来储存热量,并在电池温度降低时输送热量,达到对电池进行保温的目的。

[0009] 本发明的技术方案如下:

[0010] 一种基于热管和相变材料的低温下动力电池热管理系统,包括电池、相变材料及热管;所述的电池放置在单独的电池箱中;所述的相变材料放置在单独的相变材料箱中;所述的电池箱内每块电池至少与一根热管的一端贴合;所述热管的另一端伸入相变材料箱内与相变材料接触;所述的电池箱、相变材料箱及热管外整个包覆保温层。

[0011] 在上述技术方案中,将电池和相变材料分别放置在两个单独的箱内保证了该装置的可靠性、安全性与灵活性,热管的两端分别与电池箱和相变材料箱相连,可以高效率的传递两个箱体间的热量,并且热管具有一定的启动温差,可以有效的控制电池箱内温度始终处于适宜的范围内。相变材料可以起到储能作用,并且由于相变温度一般处在很小的范围内,故可以起到稳定温度的作用。设置保温层的目的是减少漏热。

[0012] 当电池运行时,温度升高到一定程度,热管启动,电池产生的热量通过热管的传递,储存到相变材料中;当电池停止运行,温度降低到合适温度范围外之后,相变材料中储存的热量通过热管传递到电池箱中,并且相变材料的相变温度基本上处在很小的范围之内,减少了温度波动,热管和相变材料的结合可以保证电池箱温度始终保持在适宜范围之内。该方案充分利用了热管的优势,在储热时,电池箱内的热管段作为蒸发段,当储存的热量用来保温电池时,电池箱内的热管段作为冷凝段。

[0013] 作为优选,所述的在电池箱内的热管为扁平状,电池箱与相变材料箱之间的热管以及伸入相变材料箱内的热管为扁平状或圆柱状。若将所述的热管分为三部分,分别为热管在电池箱内的部分、热管绝热段和热管在相变材料箱内的部分。将热管分为三部以适应本系统的结构,热管在电池箱内的部分为扁平状,该段和电池通过导热粘合剂紧密贴合。热管在相变材料箱内的部分以及热管绝热段为扁平状或圆柱状。同时,热管的三部分长度可变,且可以弯曲,可按具体的应用实施例进行调整。将热管整体形状设置成直线型或弯曲型,适应电池箱和相变材料箱的尺寸及布置需求。

[0014] 作为优选,所述的电池箱内电池由多个电池块组成,多个电池块与多个热管交替排列,所述的电池块单排排列或多排排列,可以适应电池箱的形状、尺寸要求。

[0015] 作为优选,所述的热管与电池通过导热粘合剂粘合,以增强热管和电池的传热。

[0016] 所述热管可以是带有毛细芯的铜制热管,可以是无毛细芯的铝制槽道热管,也可以是铜制或铝制脉动热管或环路热管,作为优选,所述的热管为带有毛细芯的铜制热管,该类热管厚度可以较薄,并且运行时受角度影响较小,更加适应动力电池热管理的需求。

[0017] 所述热管内工质可以选择水、甲醇、丙酮、氨以及R134等氟利昂类工质,以上工质具有较为合适的工作温度,优选的,本发明热管内工质为丙酮,丙酮具有较好的相容性。

[0018] 作为优选,所述的相变材料为石蜡,具有较合适的相变温度,平均潜热较高、成本低廉、无腐蚀性等优点。

[0019] 作为优选,所述的相变材料添加膨胀石墨、泡沫金属、碳纤维、金属颗粒中的一种或多种,使相变材料的导热率大幅提高,该方案能够充分的满足低温下动力电池的保温需求。

[0020] 作为优选,所述的保温层材料为岩棉板,该材料防火性能优异,有利于动力电池运行的安全性。

[0021] 所述保温层厚度可以均匀,也可以不均匀;包裹热管处可以对每根热管的绝热段单独包裹,也可以对多根热管绝热段一起包裹。作为优选,所述的保温层材料在包裹电池箱与相变材料箱之间的热管及热管绝热段时对每根热管进行单独包裹。

[0022] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:

[0023] (1) 本发明具有传热快、均温性好、节能的优点。能够保证低温下电池箱始终处在适宜温度范围内,满足低温下电池的保温需求。热管具有较高的导热率和良好的均温性,并且蒸发段和冷凝段可以互换。

[0024] (2) 本发明避免了由于相变材料和电池的直接接触导致的电池腐蚀、漏电等严重损害,以及在电池发生热失控甚至起火的情况下起到助燃作用从而增加安全威胁的情况。除此之外,相变材料在相变过程中会发生体积的变化,和电池的直接接触会有可能导致相变过程中挤压电池、外部壳体,从而使得电池变形或内部结构受损等后果,电池箱和相变材料箱的分别设置可以保证两个箱体,尤其是电池箱的安全性与可靠性。同时,相变材料箱单独设置可以保证所选相变材料种类、质量以及布置位置的灵活性,也便于安装和检修。

[0025] (3) 本发明具有完全不消耗电池能量或外加能量的特点,电池运行时,热管和相变材料可以限制电池温度过高,并通过相变材料的潜热和显热形式来储存部分热量,电池停止运行后温度降低时,通过释放这部分热量从而使电池温度始终保持在合适范围之内,整个过程无需任何消耗任何能量,完全利用电池运行过程中释放出的多余热量达到保温目的,是一种高效节能的热管理方案。

## 附图说明

[0026] 图1为本发明的基于热管和相变材料的低温下动力电池热管理系统的结构示意图;

[0027] 图2为图1当热管为带毛细芯的铜制热管时的A—A剖视图;

[0028] 图3为图1的B—B剖视图;

[0029] 图4为图1中当热管为脉动热管时的A—A剖视图;

[0030] 图5为本发明中热管绝热段呈弯曲状的结构示意图;

[0031] 图6为图1在电动汽车电池箱中的B—B剖视图。

[0032] 上述附图中:

[0033] 1、电池;2、热管;3、热管在电池箱内的部分;4、热管绝热段;5、热管在相变材料箱内的部分;6、相变材料;7、电池箱;8、相变材料箱;9、保温层。

## 具体实施方式

[0034] 下面结合附图和具体实施方式对本发明一种基于热管和相变材料的低温下动力电池热管理系统作进一步详细说明。

[0035] 如图1、图2、图3所示,一种基于热管和相变材料的低温下动力电池热管理系统,包括放置在电池箱7中的电池1、放置在相变材料箱8中的相变材料6以及两端分别伸入电池箱7和相变材料箱8中的热管2,热管2为带毛细芯的铜制热管,其工质为丙酮,整个系统包裹在保温层9中。

[0036] 热管2为带毛细芯的铜制热管,同时热管2分为三部分,分别为热管在电池箱内的部分3、热管绝热段4和热管在相变材料箱内的部分5,热管在电池箱内的部分3为扁平状,该段和电池1通过导热粘合剂紧密贴合。热管在相变材料箱内的部分5也为扁平状,该段与相变材料6紧密接触。绝热段4也为扁平状。热管2的三部分长度可变,且可以弯曲,可按具体的应用实施例进行调整,如图5所示为热管绝热段呈弯曲状的结构示意图。热管2也可为脉动热管,如图4所示。

[0037] 本发明的工作原理为:当电池1运行时,温度升高到一定程度,热管2启动,电池产生的热量通过热管2的蒸发端传递,储存到相变材料6中;当电池1停止运行,温度降低到合适温度范围外之后,相变材料6中储存的热量通过热管2的冷凝端传递到电池箱中,从而保证电池箱温度始终保持在适宜范围之内。

[0038] 下面进一步说明本发明技术方案的具体应用:

[0039] 冬季部分地区温度较低,对动力电池的运行与储存都造成了巨大的影响。本发明利用电池在运行时产生的大量热量,通过热管的传递将这些热量储存到相变材料中,当电池停止运行温度下降到一定程度后,相变材料中储存的热量会通过热管传递到电池箱中,从而可以达到保温的目的。

[0040] 以下对在电动汽车电池停止运行后的保温效果进行说明:

[0041] 如图6所示,电动汽车电池箱内电池1按照每排35个电池单体,共同组成一个电池组,为电动汽车提供能量。电池1在运行时温度升高到一定程度,热管2启动,将产生的热量通过热管2传递并储存到相变材料箱中的相变材料6中;电池放电结束后,温度逐渐降低到一定程度后,储存的热量将通过热管2传递回电池箱,用于电池的保温。

[0042] 为了更好的说明该发明所提出的一种基于热管和相变材料的低温下动力电池热管理系统的有效性和实用性,下面通过计算来说明:

[0043] 假设外界环境温度为 $-20^{\circ}\text{C}$ ,电池适宜温度区间为 $0-40^{\circ}\text{C}$ ,电池尺寸为 $100\times 50\times 10\text{mm}$ ,以3C放电率运行,单体电池产热速率为10W,每块电池重量为100g,电池的比热容为 $0.87\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ,热管三段的长度均为100mm,厚度为5mm,热管两端的启动温差为 $20^{\circ}\text{C}$ ,相变材料选取相变温度为 $20^{\circ}\text{C}$ 的石蜡,其熔化热为 $220\text{kJ}/\text{kg}$ ,比热容为 $2.4\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ,密度为 $0.9\times 10^3\text{Kg}/\text{m}^3$ 保温材料选择厚度为2cm的岩棉板,导热系数为 $0.04\text{W}/(\text{m}\cdot\text{k})$ ,系统初始温度为 $0^{\circ}\text{C}$ ,则:

[0044] 电池组在20min内的产热总量Q为:

$$[0045] \quad Q=70\times 0.01\times 20\times 60=840\text{kJ}$$

[0046] 电池组升高至 $40^{\circ}\text{C}$ 所储存的热量 $Q_1$ 为:

$$[0047] \quad Q_1=0.87\times 0.1\times 40\times 70=243.6\text{kJ}$$

[0048] 由于电池组运行时间相对较短,这段时间的漏热可以忽略,故石蜡吸收的热量和电池组储存的热量之和即为电池组的产热。石蜡吸收的热量两部分:温度从0℃升至20℃所吸收的潜热,以及20℃时吸收的熔化热,故所需石蜡质量 $m_3$ 为:

$$[0049] \quad m_3 = \frac{840 - 243.6}{2.4 \times 20 + 220} \approx 2.2 \text{kg}$$

[0050] 可以得出电池箱尺寸为520×100×100mm,相变材料箱尺寸为520×100×100mm,实际相变材料高度只有82mm,留有余量可以避免相变时体积变化对箱体的挤压。电池箱壳体的表面积为0.13m<sup>2</sup>,以平均内外温差40℃计算,漏热为:

$$[0051] \quad Q_{L1} = \frac{40 \times 0.1 \times 0.13}{0.05} = 10.4 \text{W}$$

[0052] 考虑到热管绝热段漏热以及相变材料箱体漏热,总漏热 $Q_L$ 取50W。则电池箱内温度经过81.2min后降至0℃,热管达到启动温差,相变材料内储存的热量传递至电池箱,保持电池温度0℃以上,相变材料储存潜热量共528kJ,可在176min内保持电池箱温度在0℃以上。剩余显热量48kJ释放过程中,由于相变材料温度也在下降,不足以维持电池箱温度保持在0℃以上。

[0053] 综上所述,该实施例中仅使用2.2kg石蜡,能够在不消耗任何外加能量的条件下,仅依靠电池组运行20min的热量来保持电池组温度在0℃以上达257.2min。整个过程中,电池组和相变材料间没有任何直接接触,只是通过热管进行热量传递,避免了泄漏、腐蚀、挤压等威胁,同时便于安装和检修。

[0054] 以上所述仅为本发明的较佳实施举例,并不用于限制本发明,凡在本发明精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

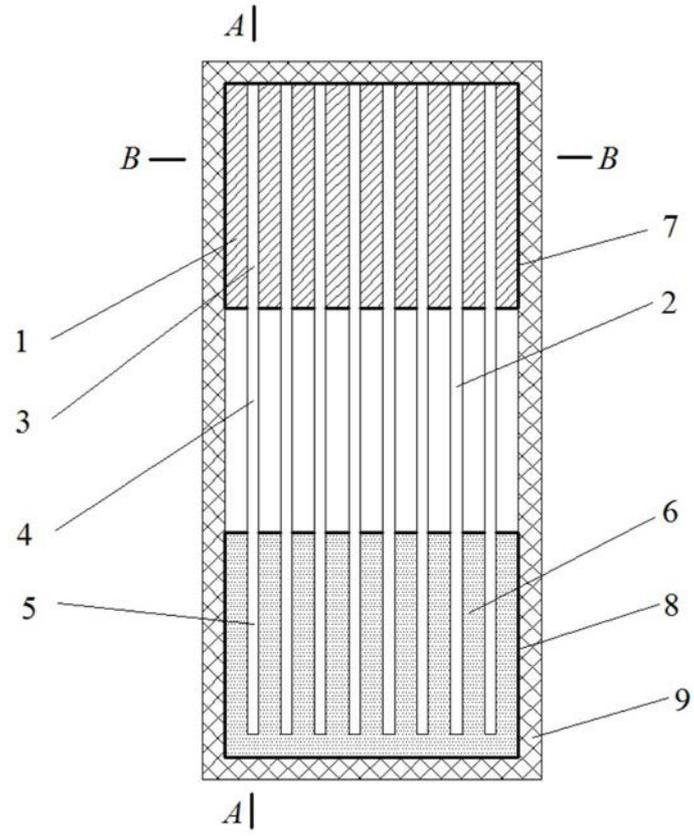


图1

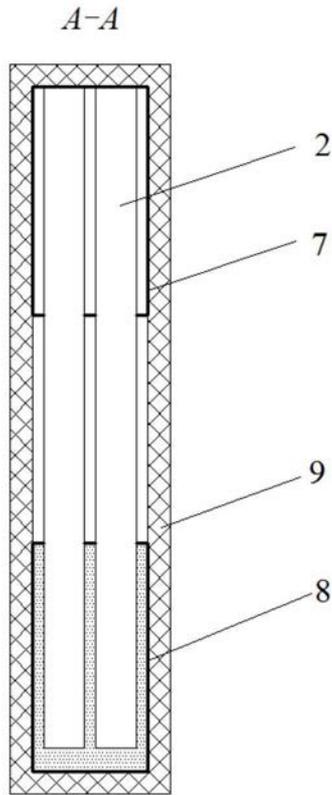


图2

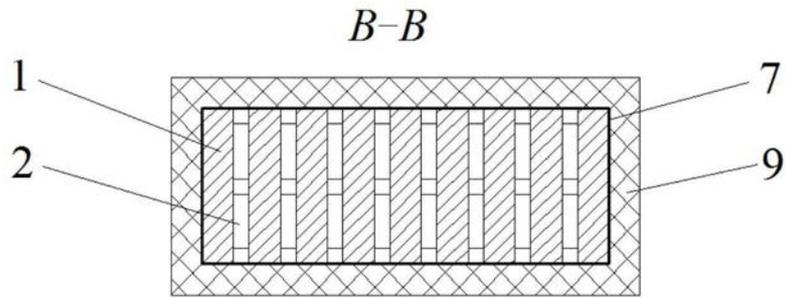


图3

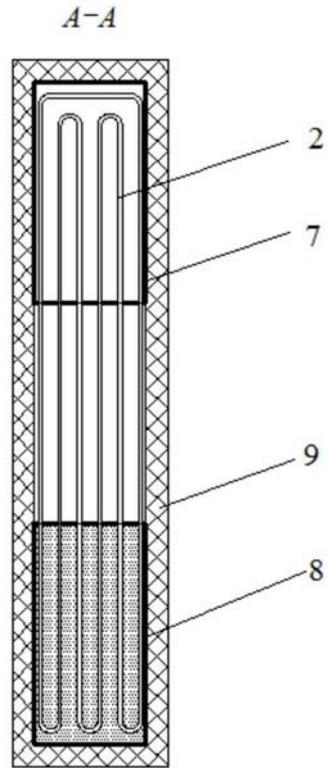


图4

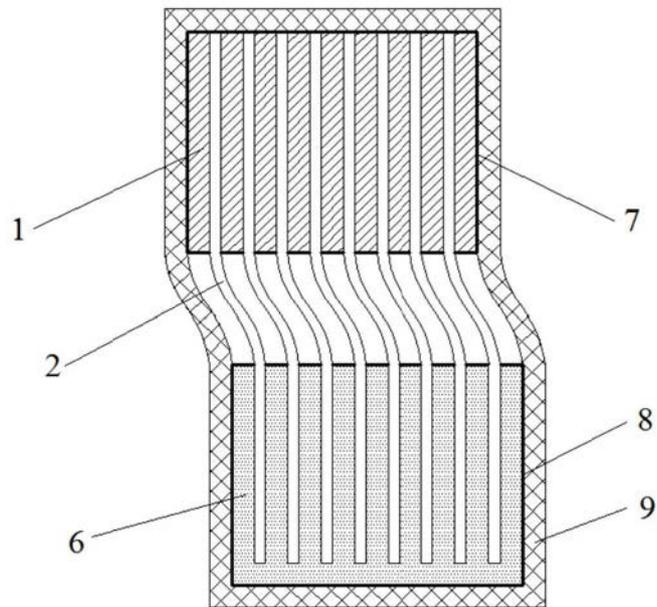


图5

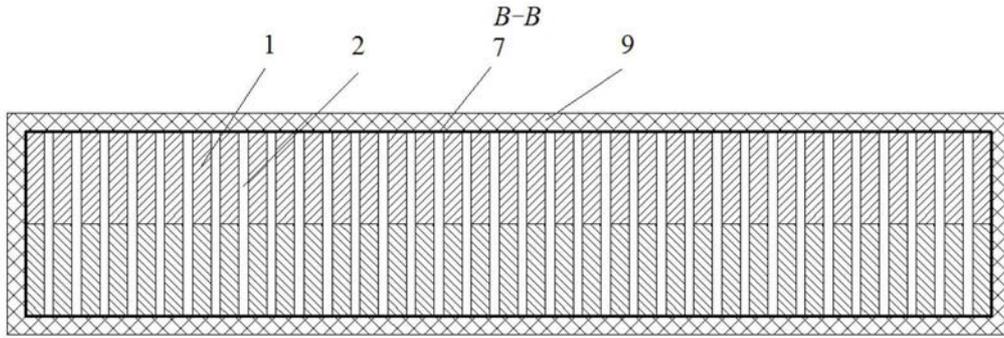


图6