



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108550951 A

(43)申请公布日 2018.09.18

(21)申请号 201810565229.8

(22)申请日 2018.06.04

(71)申请人 西南交通大学

地址 610000 四川省成都市二环路北一段

(72)发明人 戴朝华 周海阔 陈化博 刘洋  
陈维荣

(74)专利代理机构 成都帝鹏知识产权代理事务  
所(普通合伙) 51265

代理人 黎照西

(51) Int. Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/625(2014.01)

H01M 10/6569(2014.01)

H01M 10/6552(2014.01)

H01M 10/6551(2014.01)

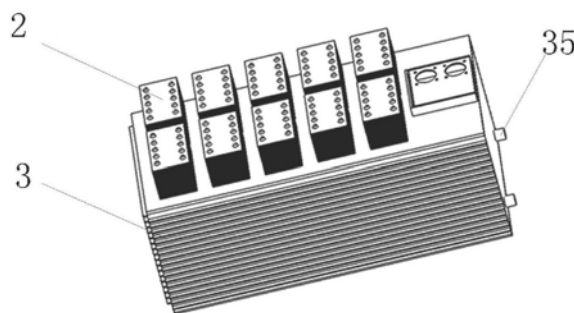
权利要求书1页 说明书4页 附图6页

(54)发明名称

一种大功率锂离子电池热管理系统

(57)摘要

本发明公开一种大功率锂离子电池热管理系统,包括由多个锂电池单体构成的锂电池模组、若干热管散热单体、模组箱体、相变冷却液、温度液位采集器等。本发明通过将电池单体浸没于相变冷却液,并结合热管散热单体快速带走箱体内部热量。使车载储能系统在高温环境下能工作在适宜的温度范围之内,能够有效提高电池单体的温度一致性,能够有效提高轨道车辆储能系统高温下的安全可靠,并且能够提高经济指标低、体积质量指标低和环保指标。



1. 一种大功率锂离子电池热管理系统,其特征在于,包括锂电池模组(1)、热管散热器单体(2)、储能箱体(3)、相变冷却液(4)、温度采集器(5)和液位采集器(6);

所述锂电池模组(1)由锂电池单体(11)串并联构成,锂电池单体间(11)夹有分段式隔热缓冲垫片(12),至少一个所述锂电池模组(1)放置在模组箱体(3)内并完全浸没于模组箱体(3)内的相变冷却液(4)中;

所述热管散热器单体(2)包括热管(21)和翅片组(22),所述热管(21)垂直穿过箱体的上盖板(31)且下端浸没于相变冷却液(4),所述翅片组(22)套于热管(21)上端,多个所述散热单体(2)间隔排列置于储能箱体(3)的上盖板;

所述储能箱体(3)侧面外部布满外凸的翅片(34),且在储能箱体(3)侧面设置有用输入与排出相变冷却液的通孔(35);

所述温度采集器(5)包括热电偶阵列,贴附于锂电池模组(1)正极处;所述液位采集器(6)置于储能箱体(3)内侧壁,探测相变冷却液的体量。

2. 根据权利要求1所述的一种大功率锂离子电池热管理系统,其特征在于,在所述锂电池单体(11)表面设置有隔热缓冲垫片(12),所述隔热缓冲垫片(12)为条带状且用导热胶贴于锂电池单体(11)表面,与锂电池单体(11)间隔且紧密排布。

3. 根据权利要求1所述的一种大功率锂离子电池热管理系统,其特征在于,所述热管(21)为L型、U型或I型;所述热管(21)垂直穿过储能箱体(3)的上盖板,所述热管(21)上端套有翅片组(22)且下端浸没于储能箱体(3)内的相变冷却液(4)。

4. 根据权利要求3所述的一种大功率锂离子电池热管理系统,其特征在于,所述翅片组(22)包括多个翅片(221)通过扣fin连接片(222)方式叠加扣合,在所述翅片(21)上设置有孔(223),在所述孔(223)内插入热管(21);翅片组(22)平行或垂直的布置在储能箱体(3)的上盖板上,使得所述翅片(221)通过引入车辆行驶时的自然风或者空调风进行对流传热。

5. 根据权利要求1-4中任一所述的一种大功率锂离子电池热管理系统,其特征在于,所述的热管散热器单体(2)与储能箱体(3)的上盖板接洽处使用密封垫圈(310)进行密封,且在(21)与上盖板的接触面均进行密封。

6. 根据权利要求5所述的一种大功率锂离子电池热管理系统,其特征在于,所述储能箱体(3)的侧面板(32)、上盖板(31)和底板(33)在面与面的交叠处设有凹槽(38),在所述凹槽内放置密封条(39),两个相邻面的凹槽包裹所述密封条(39),形成密封连接结构。

7. 根据权利要求1所述的一种大功率锂离子电池热管理系统,其特征在于,所述相变冷却液(4)在标准大气压下气液相变温度 $T_1$ ,在 $-50^{\circ}\text{C}-T_1$ 为液态,具有绝缘特性及热物理特性;通过通孔(35)定期进行相变冷却液(4)的补充或者更换。

8. 根据权利要求1所述的一种大功率锂离子电池热管理系统,其特征在于,所述温度采集器(5)的热电偶置于每个锂电池单体(11)正极极耳与底端边缘四分之一距离处。

9. 根据权利要求1所述的一种大功率锂离子电池热管理系统,其特征在于,在所述储能箱体(3)设置加热底座。

## 一种大功率锂离子电池热管理系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于电池热管理技术领域,特别是涉及一种大功率锂离子电池热管理系统。

### 背景技术

[0002] 动力电池在充放电过程中产生热量若不能及时排出,必然会引起电池内部温度升高。温度对锂离子电池影响体现在电化学反应与热化学反应。电池热管理不当会造成温度过高、不一致,从而导致系统能效、可靠性与寿命的降低。尤其当电池应用于城市轨道交通大电流充放电工况下或者环境温度较高时,一旦锂电池系统出现热量大规模囤积,极易引发锂电池热失控。因此,大功率的大规模锂离子电池系统需要进行更加有效地热管理。

[0003] 近二十年来,动力电池热管理研究工作取得了长足进展,主要形成了如下几种热管理:水冷管理、风冷管理、半导体散热管理和油浸式散热管理等。其中主流的车用储能热管理方式有风冷、液冷及使用相变材料冷却。

[0004] 风冷热管理系统通过空气流经锂电池箱内将热量带走,造价低、易实现,但占用空间大、一致性差、散热效率低,适用于对散热要求不高的场合。

[0005] 液冷热管理是用冷却液循环进行散热,散热效率较空冷更高,但是系统复杂、造价更高且存在安全隐患。

[0006] 基于固液相变材料的热管理一般使用石蜡/石墨相变散热器实现,但这类热管理方式由于机械和热稳定性原因暂未实现大规模应用。

[0007] 浸没式相变冷却是一种较为先进的热管理方式。大规模服务器机群的实际工程应用表明,与空冷等其他热管理方式相比,采用基于浸没式相变与水冷管冷凝器结合的冷却方式具有良好的散热效果。具有热管理系统能耗低、温度均衡性好、控制简单等优点。但这种热管理方式需要大量相变冷却液以及配套的冷凝系统,不适用于运动场景。

### 发明内容

[0008] 为了解决上述问题,本发明提出了一种大功率锂离子电池热管理系统,一种基于浸没式相变与热管耦合的大功率锂离子电池系统热管理解决方案,满足轨道交通车辆在不同工况尤其是极端情况下储能系统快速散热、温度适宜、单体一致性及空间体积紧凑等要求;使车载储能系统在高温环境下能工作在适宜的温度范围之内,能够有效提高电池单体的温度一致性,能够有效提高轨道车辆储能系统高温下的安全可靠,并且能够提高经济指标低、体积质量指标低和环保指标。

[0009] 为达到上述目的,本发明采用的技术方案是:一种大功率锂离子电池热管理系统,包括锂电池模组、热管散热器单体、储能箱体、相变冷却液、温度采集器和液位采集器;

[0010] 所述锂电池模组由锂电池单体串并联构成,锂电池单体间夹有分段式隔热缓冲垫片,至少一个所述锂电池模组放置在模组箱体内并完全浸没于模组箱体內的相变冷却液中;

[0011] 所述热管散热器单体包括热管和翅片组,所述热管垂直穿过箱体的上盖板且下端浸没于相变冷却液,所述翅片组套于热管上端,多个所述散热单体间隔排列置于储能箱体的上盖板;

[0012] 所述储能箱体侧面外部布满外凸的翅片,且在储能箱体侧面设置有用于输入与排出相变冷却液的通孔;外凸翅片有利于将电池箱体内的热量传递到箱体外;

[0013] 所述温度采集器包括热电偶阵列,贴附于锂电池模组正极处;所述液位采集器置于储能箱体内侧壁,探测相变冷却液的体量,当体量低于设定值时则提醒维护人员进行密封性检查或补液。

[0014] 进一步的是,在所述锂电池单体表面设置有隔热缓冲垫片,所述隔热缓冲垫片为条带状且用导热胶贴于锂电池单体表面,与锂电池单体间隔且紧密排布,隔热垫选用多孔材料,提供液体及气体流道。

[0015] 进一步的是,所述热管为L型、U型或I型;所述热管垂直穿过储能箱体的上盖板,所述热管上端套有翅片组且下端浸没于储能箱体內的相变冷却液。

[0016] 进一步的是,所述翅片组包括多个翅片通过扣fin连接片方式叠加扣合,在所述翅片上设置有孔,在所述孔内插入热管,保证翅片与热管表面轴向延伸接触以保证充分接触;翅片组平行或垂直的布置在储能箱体的上盖板上,使得所述翅片通过引入车辆行驶时的自然风或者空调风进行对流传热,普通工况下将行驶时的自然风引入锂电池系统对翅片进行散热,高温或锂电池故障时引入车厢内空调冷风对其进行散热。

[0017] 进一步的是,所述的热管散热器单体与储能箱体的上盖板接洽处使用密封垫圈进行密封,且在与所述上盖板的接触面均进行密封,可有效防止相变冷却液的挥发。

[0018] 进一步的是,所述储能箱体的侧面板、上盖板和底板在面与面的交叠处设有凹槽,在所述凹槽内放置密封条,两个相邻面的凹槽包裹所述密封条,形成密封连接结构。

[0019] 进一步的是,所述相变冷却液在标准大气压下气液相变温度 $T_1$ ,在 $-50^{\circ}\text{C}-T_1$ 为液态,具有绝缘特性及热物理特性;通过通孔定期进行相变冷却液的补充或者更换。

[0020] 进一步的是,所述温度采集器的热电偶置于每个锂电池单体正极极耳与底端边缘四分之一距离处。

[0021] 进一步的是,在所述储能箱体设置加热底座,加热底座可采用PTC加热片,在严寒情况下由PTC加热片对锂电池进行预热;防止发生低温滥用造成的热失控。

[0022] 采用本技术方案的有益效果:

[0023] 本发明是基于浸没式相变-热管耦合的复合式热管理系统;增大了传热接触面积,提高了散热速率,提高了安全可靠,提高了电池系统能量密度;

[0024] 本发明为了保证储能模块的高效散热和一致性,储能单体均完全浸没于相变冷却液,增大了传热接触面积,经实验测试温差控制在 $3^{\circ}\text{C}$ 以内;

[0025] 本发明的散热单体为热管与翅片组合,引车辆行驶时的自然风或空调冷风对翅片散热,能够灵活应用,具有高效散热性能,且具有较好的节能特性,经试验测试可保证储能模块工作在适宜温度范围;

[0026] 本发明使轨道交通车辆储能系统具有高效散热能力,兼顾机械强度与系统能量密度;能够有效预防“热失控”,并能在“热失控”发生后起到阻燃作用并迅速排出热量;

[0027] 当储能模块在工作时,产生的热量被相变冷却液吸收,热管吸收相变冷却液中的

潜热并通过内部工质的相变将热量进一步传给翅片,翅片与外界空气发生对流将热量释放。本发明能够大大简化热管理系统的自动控制过程;可基于温度域热管理策略及保护规则运行。

### 附图说明

- [0028] 图1为本发明的一种大功率锂离子电池热管理系统的结构示意图;
- [0029] 图2为本发明的一种大功率锂离子电池热管理系统的爆炸图;
- [0030] 图3为本发明中热管散热器单体的结构示意图;
- [0031] 图4为本发明中热管散热器单体的爆炸图;
- [0032] 图5为本发明中锂电池模组的结构示意图;
- [0033] 图6为本发明中热管散热器与相变冷却液耦合方式示意图;
- [0034] 图7为本发明中热管散热器与上盖板接洽处密封结构示意图;
- [0035] 图8为本发明中电池箱体侧面与上下盖板接洽处密封的局部结构示意图;
- [0036] 图9为本发明中温度采集器的位置示意图;
- [0037] 图10为本发明中液位采集器的位置示意图;
- [0038] 其中,1是锂电池模组、2是热管散热器单体、3是储能箱体、4是相变冷却液、5是温度采集器,6是液位采集器;11是锂电池单体,12是隔热缓冲垫片;21是热管,22是翅片组,221是翅片,222是扣fin连接片,223是孔;31是上盖板,32是侧面板,33是底板,34是外凸的翅片,35是通孔,38是凹槽,39是密封条,310是密封垫圈。

### 具体实施方式

[0039] 为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面结合附图对本发明作进一步阐述。

[0040] 本实施例中,参见图1和图2所示,本发明提出了一种大功率锂离子电池热管理系统,包括锂电池模组1、热管散热器单体2、储能箱体3、相变冷却液4、温度采集器5和液位采集器6;

[0041] 如图5所示,所述锂电池模组1由锂电池单体11串并联构成,锂电池单体间11夹有分段式隔热缓冲垫片12,至少一个所述锂电池模组1放置在模组箱体3内并完全浸没于模组箱体3内的相变冷却液4中;

[0042] 如图3和图4所示,所述热管散热器单体2包括热管21和翅片组22,所述热管21垂直穿过箱体的上盖板31且下端浸没于相变冷却液4,所述翅片组22套于热管21上端,多个所述散热单体2间隔排列置于储能箱体3的上盖板;

[0043] 所述储能箱体3侧面外部布满外凸的翅片34,且在储能箱体3侧面设置有用于输入与排出相变冷却液的通孔35;

[0044] 如图9和图10所示,所述温度采集器5包括热电偶阵列,贴附于锂电池模组1正极处;所述液位采集器6置于储能箱体3内侧壁,探测相变冷却液的体量。

[0045] 具体实施例:

[0046] 所述锂电池模组1由48个218\*140\*6mm单体组成2P24S结构,140\*6mm的面与下底板平行,单体侧卧布置留出了液体和气体的流道。

[0047] 如图2所示,所述储能箱体3包括上盖板31、底板33、侧面板32和密封条39;所述储能箱体3的侧面板32、上盖板31和底板33在面与面的交叠处设有凹槽38,在所述凹槽38内放置密封条39,两个相邻面的凹槽38包裹所述密封条39,形成密封连接结构,如图8所示。

[0048] 实现散热功能的组件包相变冷却液4和热管散热器单体2,多个所述热管散热器单体2以一定间隔排列组合成冷凝散热器;所述冷凝散热器嵌于所述储能箱体3的上盖板,热管41与上盖板接洽处由密封垫圈310形成密封结构,如图7所述。

[0049] 所述热管散热器单体2由8mm直径热管21与110\*55\*50mm的翅片组22构成,热管21嵌于翅片组22的通孔中焊接固定。

[0050] 所述温度采集器5由48通道热电偶阵列组成,所述液位采集器6固定于储能箱体3侧壁上方距上盖板26mm处;正常状态下储能箱体3液面距上盖板25mm,液面上方空间是冷凝空间。

[0051] 为了更好的理解本发明,下面对本发明的工作原理作一次完整的描述:

[0052] 如图6所示,在电池充放电过程中,释放电能的同时会释放不同程度的热能;由于冷却液与电池表面直接接触,且液体对流传热系数较大,可将锂电池单体快速降温。浸没于冷却液之中的热管部分当锂电池发热过高时,冷却液散热方式以沸腾传热为主。受热的冷却液相变为气态受浮力作用上升至模组顶部,气态冷却液与热管接触遇冷液化,形成一种“电池-气态冷却液-热管-液态冷却液-电池”的热环路;气态冷却液液化时热管吸收大量热量,传导至散热翅片最终将热量散出。

[0053] 在发生热失控时,除了上述散热作用外;由于冷却液良好的阻燃性和散热性,能够快速扑灭燃火点,防止热失控在单体间蔓延。

[0054] 以上显示和描述了本发明的基本原理和主要特征和本发明的优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

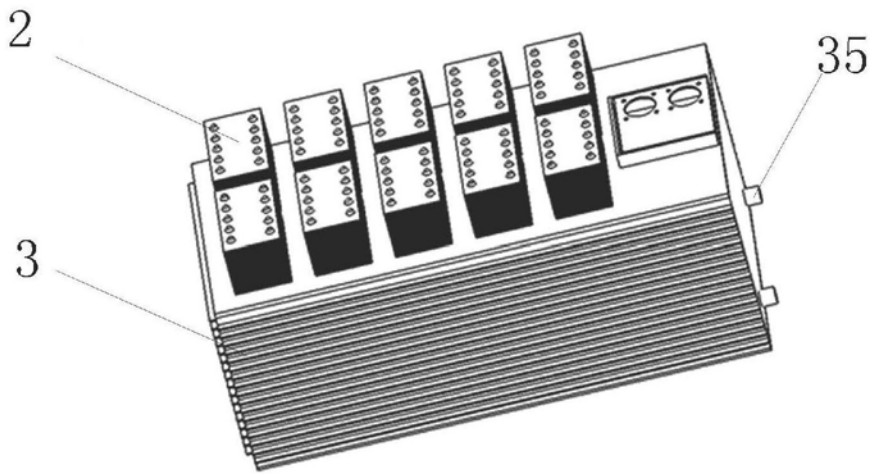


图1

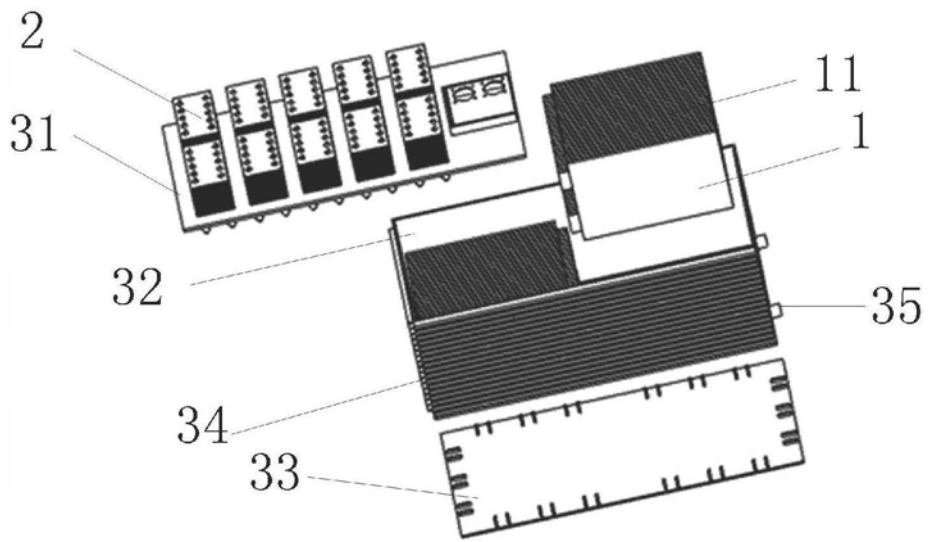


图2

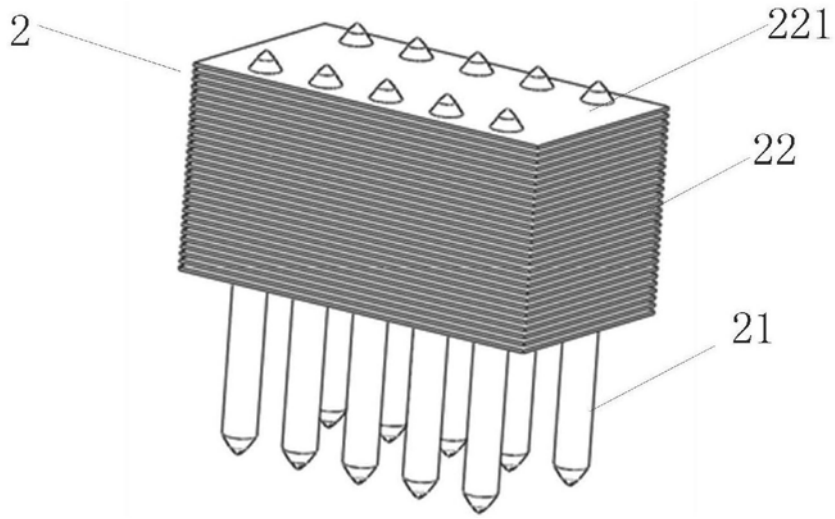


图3

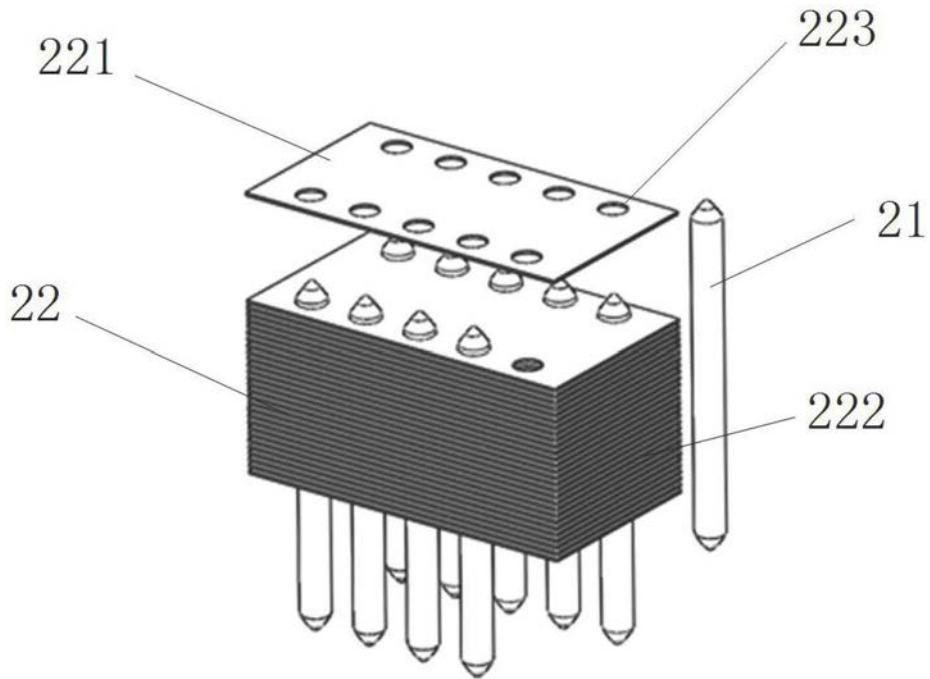


图4



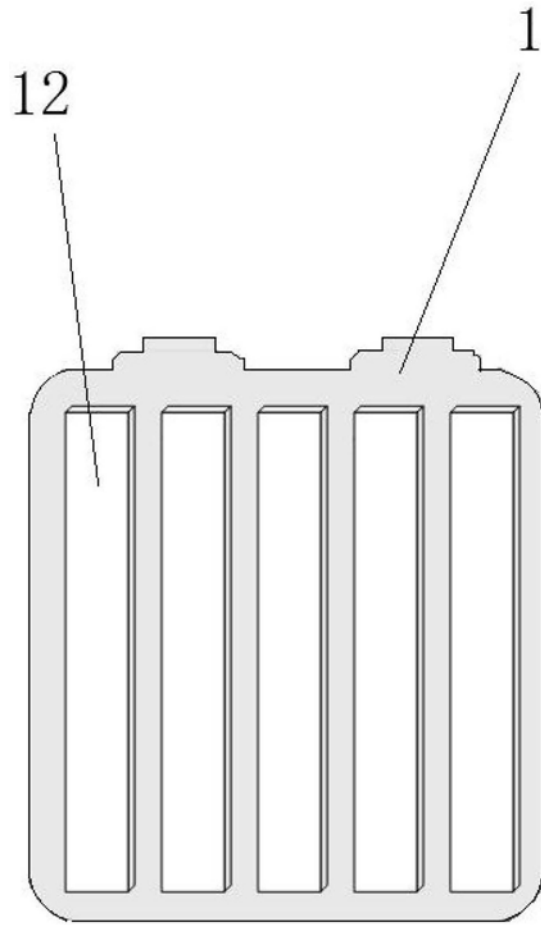


图5

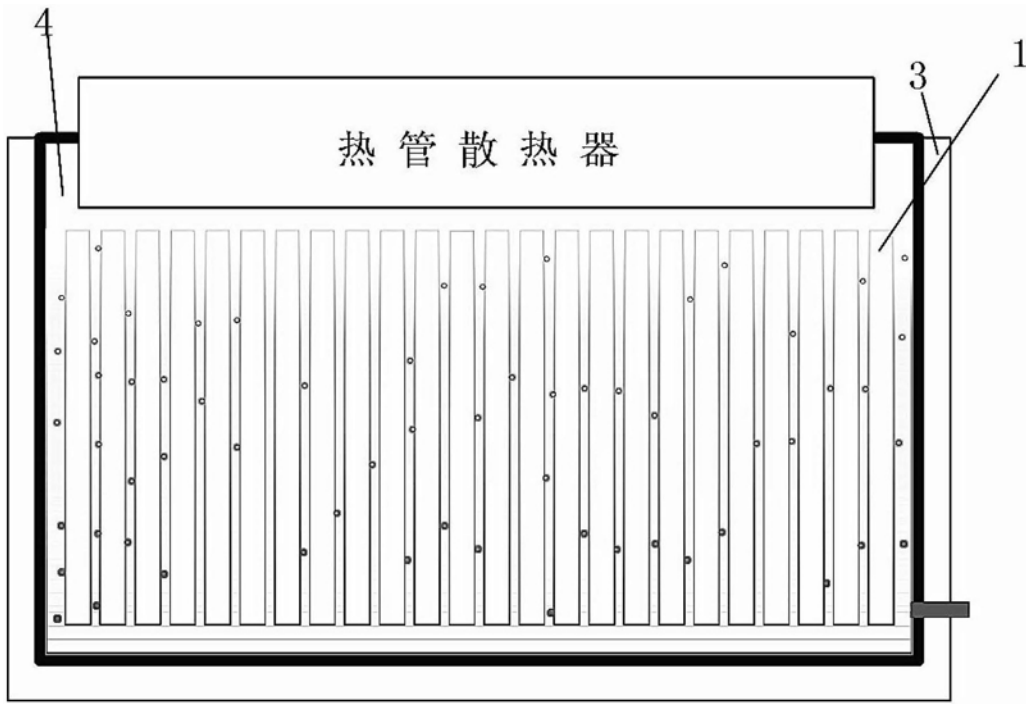


图6

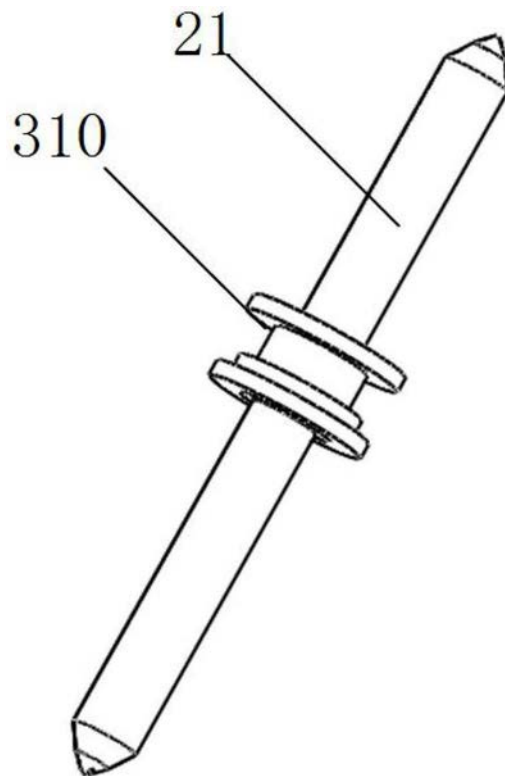


图7

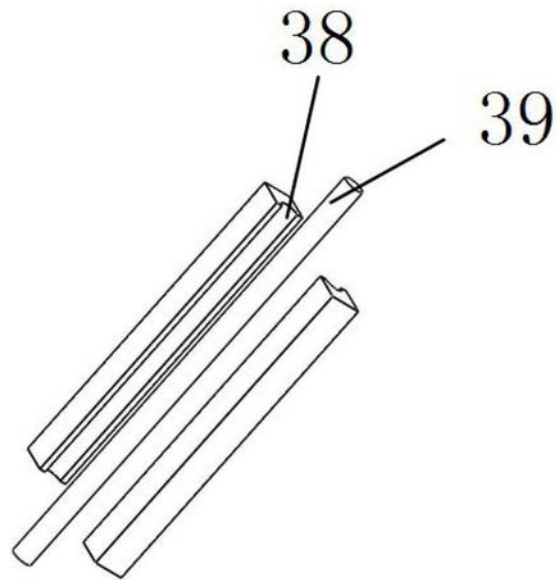


图8

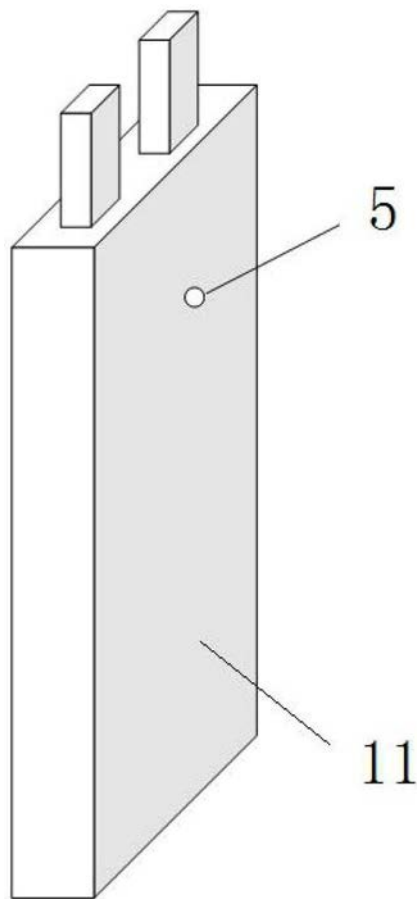


图9

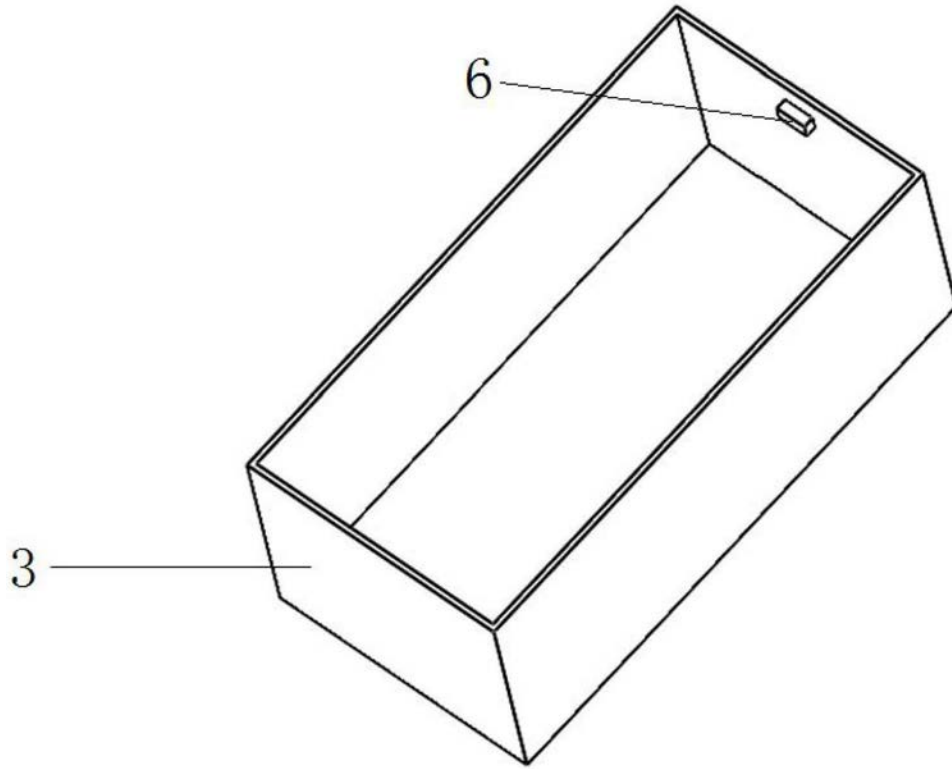


图10