



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106450572 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(21)申请号 201610999900.0

H01M 10/6568(2014.01)

(22)申请日 2016.11.14

H01M 10/48(2006.01)

(71)申请人 中国科学院广州能源研究所

地址 510640 广东省广州市天河区五山能源路2号

(72)发明人 白帆飞 宋文吉 陈明彪 吕杰
冯自平 秦坤

(74)专利代理机构 广州科粤专利商标代理有限公司 44001

代理人 蒋欢妹 莫瑶江

(51)Int. Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/617(2014.01)

H01M 10/625(2014.01)

H01M 10/653(2014.01)

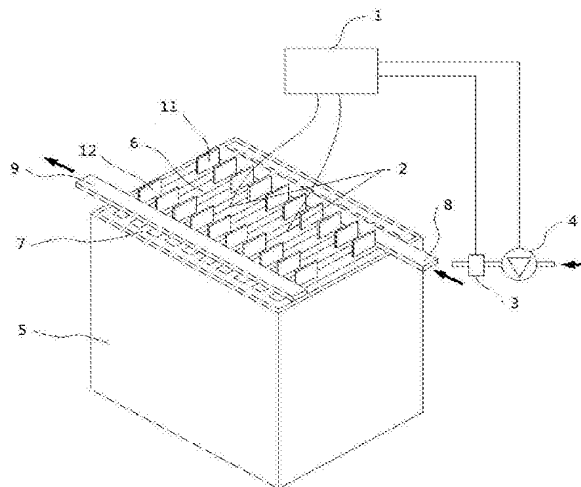
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种基于锂离子电池组分区域热管理的系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于锂离子电池组分区域热管理的系统,该系统包括箱体和箱体内多个并排竖直放置的方型锂离子电池单体组成的电池组,所述电池组上方锂离子电池单体正极极耳外侧设有管截面呈扁平状的液体入口管,电池组上方锂离子电池单体负极极耳外侧设有管截面呈扁平状的液体出口管,本发明结构简单,成本低,采用分区域热管理的方法,将相变材料和液体冷却相结合,主被动结合,同时具备散热、加热和保温功能,实现了对方型锂离子电池组内温度的精确控制,从而达到更好的散热效果,保证电池组的热安全;能够有效提高电池安全性、延长电池使用寿命;保证电池热管理系统长期高效的运行,同时提高了热管理系统的经济性。



1. 一种基于锂离子电池组分区域热管理的系统,其特征在于,该系统包括箱体和箱体内多个并排竖直放置的方型锂离子电池单体组成的电池组,所述锂离子电池单体设有正极极耳和负极极耳,所述电池组上方锂离子电池单体正极极耳外侧设有管截面呈扁平状的液体入口管,电池组上方锂离子电池单体负极极耳外侧设有管截面呈扁平状的液体出口管,所述箱体内侧密封有相变材料,相邻锂离子电池单体之间设有相变材料、U型液体支管和温度传感器,所述温度传感器设在锂离子电池单体极耳附近,所述U型液体支管的两端分别连接液体入口管和液体出口管,液体由液体入口管进入,均匀分散流入相邻锂离子电池单体之间的每个U型液体支管对相变材料进行冷却或加热,液体最后汇集在液体出口管,流出锂离子电池组分区域热管理系统;所述箱体外部设置有相互连接的控制器、水泵和加热装置,形成温度闭环控制回路,所述控制器还连接温度传感器,接受温度传感器传来的信号;所述水泵和加热装置还连通液体入口管。

2. 根据权利要求1所述的基于锂离子电池组分区域热管理的系统,其特征在于,所述U型液体支管包括依次连通的入口竖直短管、入口水平短管、入口竖直长管、底部水平长管、出口竖直长管、出口水平短管、出口竖直短管,所述管路管截面呈圆形,管路表面设有四片沿管径方向的翅片;所述入口竖直短管连接液体入口管,出口竖直短管连接液体出口管;所述入口竖直短管、入口水平短管靠近锂离子电池单体的正极极耳,出口水平短管、出口竖直短管靠近锂离子电池单体的负极极耳,入口竖直长管和出口竖直长管分别位于正极极耳和负极极耳下方,所述底部水平长管位于锂离子电池单体的表面中心位置的下方。

3. 根据权利要求1或2所述的基于锂离子电池组分区域热管理的系统,其特征在于,所述相变材料为相变温度在 $35\sim 45^{\circ}\text{C}$ 之间的石蜡。

4. 根据权利要求2所述的基于锂离子电池组分区域热管理的系统,其特征在于,所述液体入口管、液体出口管、U型液体支管以及翅片,均为铝管或铜管。

5. 一种基于锂离子电池组分区域热管理的方法,其特征在于,利用权利要求1-4中任一权利要求所述的基于锂离子电池组分区域热管理的系统,包括以下步骤:

1) 在寒冷条件下,温度传感器监测到电池组内温度低于 10°C ,控制器启动加热装置和水泵,将水泵来的液体加热并经液体入口管均匀分散流入相邻锂离子电池单体之间的每个U型液体支管对相变材料进行加热实现对锂离子电池单体组成的电池组的加热,以保证锂离子电池组的正常使用,液体最后汇集在液体出口管流出锂离子电池组分区域热管理系统;行驶过程中,相变材料吸收电池组发出的热量对电池组进行保温,同时,调节水泵的流量将锂离子电池组温度控制在 $25\sim 40^{\circ}\text{C}$;

2) 常温及夏季高温情况下,当电池组小倍率充放电时,锂离子电池单体各部分发热量比较均匀,产热量较小,冷却液呈静止状态,此时高导热系数金属材料制成的液体管路及其翅片起到了导热作用,提高了液体管路附近相变材料的导热率,电池产生的热量被相变材料吸收,电池组内各部分温度适宜;当电池组大倍率充放电时,锂离子电池单体各部分发热量差异较大,靠近极耳处电池发热量大温度较高,此时极耳附近的温度传感器监测到电池组内温度高于 40°C ,控制器启动水泵,开启冷却液循环,通过调节冷却液的流量对电池高温区域进行冷却,同时带走相变材料中储存的热量,保障极耳附近的相变材料能够持续工作,从而降低电池组的最高温度、最大温差,将电池组温度维持在 $25\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。

一种基于锂离子电池组分区域热管理的系统及方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及一种基于锂离子电池组分区域热管理的系统及方法。

背景技术：

[0002] 动力电池作为新能源汽车的重要组成部分,对工作环境要求苛刻。研究表明,温度对锂离子电池的使用性能和寿命有重要影响。由于自身化学反应限制,锂离子电池在环境温度低于0℃时,电池内阻过大,放电功率较低且无法正常充电;锂离子电池在充放电过程中产生大量的热,方型锂离子电池在低倍率充放电时各部分产热量较为均衡,高倍率快速充放电时,靠近电池极耳的区域产热率更大,受电池材料限制方型电池导热率很低,极耳附近、电池中间等区域温度较高,如不能对电池各区域及时有效的冷却,电池内部化学反应加速,会影响电池寿命,并存在起火、爆炸等安全问题。因此,为保证电池组正常输出功率、延长电池循环寿命,需采用电池组热管理系统将温度控制在25~40℃之内、模组间温差小于5℃。

[0003] 目前,已有许多国内外的研究学者对锂离子电池组的散热问题进行了研究。散热方法主要分为:空气冷却法、液体冷却法、相变材料冷却法、热管冷却法等。

[0004] 其中,空气冷却法是指以低温空气为介质降低电池温度的一种散热方式,利用自然风或者风机,配合汽车自带的蒸发器为电池降温,在电动汽车电池热管理系统中应用最为广泛。空气冷却系统结构简单、便于维护,但在较高的环境温度、持续大负荷等条件下冷却效果较差。

[0005] 液体冷却法通过液体对流换热将电池产生的热量带走,降低电池温度。液体介质换热系数高热容量大、冷却速度快,对于降低最高温度、提升电池组温度场一致性效果显著,同时热管理系统的体积也相对较小。但该方法需要增加额外的循环及散热装置,结构较为复杂,质量较大。

[0006] 相变材料是一类特殊的功能材料,能在恒温或近似恒温的情况下发生相变,同时吸收或释放大量的热。石蜡毒性低价格便宜,单位质量相变潜热较高,其相变温度也落在电池安全运行温度范围内,最适合作锂离子电池组热管理的相变材料。基于相变材料的电池热管理系统结构简单,节省空间;相变潜热大,温度均匀波动较小。但相变材料冷却法属于被动冷却,如果不能有效的将热量移除,电池组在经历了长时间连续充放电循环后,仅靠空气自然对流无法保证热量的有效排出,最终会导致冷却系统的失效。

[0007] 热管是一种利用相变进行高效传热的热传导器。封闭空心管内的工质在蒸发段吸收电池热量,然后在冷凝端将热量传递到环境空气中,使电池温度迅速降低。受限于形状,热管不适合直接与电池接触换热,常焊接在电池间的金属板上。热管形式多样,易于和其他冷却方法相结合提高热管理的效果。但热管冷却系统较为复杂,且热管单向传热的特性,很难实现对电池组的加热。

[0008] 目前,国内外研究学者在进行锂离子电池组热管理系统的设计时,将单体锂离子电池看作均匀的发热体,没有考虑单体锂离子电池不同区域产热量的差别,采用相同的冷

却方法,效果有限同时增加了能耗。

发明内容:

[0009] 本发明的目的是提供一种基于锂离子电池组分区域热管理的系统及方法,结构简单,成本低,基于方型锂离子电池发热量不均匀、温度差异较大的现象,采用分区域热管理的方法,将相变材料和液体冷却相结合,主被动结合,同时具备散热、加热和保温功能,实现了对方型锂离子电池组内温度的精确控制,能够有效提高电池安全性、延长电池使用寿命,解决了现有技术中没有考虑单体锂离子电池不同区域产热量的差别,采用相同的冷却方法冷却效果有限且能耗高的问题。

[0010] 本发明是通过以下技术方案予以实现的:

[0011] 一种基于锂离子电池组分区域热管理的系统,该系统包括箱体和箱体内多个并排竖直放置的方型锂离子电池单体组成的电池组,所述锂离子电池单体设有正极极耳和负极极耳,所述电池组上方锂离子电池单体正极极耳外侧设有管截面呈扁平状的液体入口管,电池组上方锂离子电池单体负极极耳外侧设有管截面呈扁平状的液体出口管,所述箱体内侧密封有相变材料,相邻锂离子电池单体之间设有相变材料、U型液体支管和温度传感器,所述温度传感器设在锂离子电池单体极耳附近,所述U型液体支管的两端分别连接液体入口管和液体出口管,液体由液体入口管进入,均匀分散流入相邻锂离子电池单体之间的每个U型液体支管对相变材料进行冷却或加热,液体最后汇集在液体出口管,流出锂离子电池组分区域热管理系统;所述箱体外部设置有相互连接的控制器、水泵和加热装置,形成温度闭环控制回路,所述控制器还连接温度传感器,接受温度传感器传来的信号;所述水泵和加热装置还连通液体入口管。

[0012] 所述U型液体支管包括依次连通的入口竖直短管、入口水平短管、入口竖直长管、底部水平长管、出口竖直长管、出口水平短管、出口竖直短管,所述管路管截面呈圆形,管路表面设有四片沿管径方向的翅片;所述入口竖直短管连接液体入口管,出口竖直短管连接液体出口管;所述入口竖直短管、入口水平短管靠近锂离子电池单体的正极极耳,出口水平短管、出口竖直短管靠近锂离子电池单体的负极极耳,入口竖直长管和出口竖直长管分别位于正极极耳和负极极耳下方,所述底部水平长管位于锂离子电池单体的表面中心位置的下方。电池组充放电过程中,方型锂离子电池单体不同区域温度不同,越靠近极耳温度越高。在电池极耳附近增加装有冷却管路可以有效降低电池极耳附近区域的温度,降低了电池组的最高温度,减小最大温差。

[0013] 特别地,所述相变材料为相变温度在35~45℃之间的石蜡。

[0014] 所述液体入口管、液体出口管、U型液体支管以及翅片,均为高导热系数的铝管或铜管。

[0015] U型液体支管采用翅片结构能够提高整体散热面积,并通过翅片导热解决了石蜡材料导热率过低的问题。

[0016] 本发明还保护基于锂离子电池组分区域热管理的方法,利用上述装置,包括以下步骤:

[0017] 1) 在寒冷条件下,温度传感器监测到电池组内温度低于10℃,控制器启动加热装置和水泵,将水泵来的液体加热并经液体入口管均匀分散流入相邻锂离子电池单体之间的

每个U型液体支管对相变材料进行加热实现对锂离子电池单体组成的电池组的加热,以保证锂电池组的正常使用,液体最后汇集在液体出口管流出锂离子电池组分区域热管理系统;行驶过程中,相变材料吸收电池组发出的热量对电池组进行保温,同时,调节水泵的流量将锂离子电池组温度控制在最佳温度范围25-40℃;

[0018] 2) 常温及夏季高温情况下,当电池组小倍率充放电时,锂离子电池单体各部分发热量比较均匀,产热量较小,冷却液呈静止状态,此时高导热率金属材料制成的液体管路及其翅片起到了导热作用,提高了液体管路附近相变材料的导热率,电池产生的热量被相变材料吸收,电池组内各部分温度适宜;当电池组大倍率充放电时,锂离子电池单体各部分发热量差异较大,靠近极耳处电池发热量大温度较高,极耳附近的相变材料吸收大量的热开始融化;远离极耳处电池发热量较小温度较低,该区域的相变材料吸热量较小仍处于固态;此时极耳附近的温度传感器监测到电池组内温度高于40℃,控制器启动水泵,开启冷却液循环,通过调节冷却液的流量对电池高温区域进行冷却,同时带走相变材料中储存的热量,保障极耳附近的相变材料能够持续工作,从而降低电池组的最高温度、最大温差,将电池组温度维持在最佳范围25-40℃之内。

[0019] 本发明的有益效果如下:本发明结构简单,成本低,基于方型锂离子电池发热量不均匀、温度差异较大的现象,采用分区域热管理的方法,将相变材料和液体冷却相结合,主被动结合,同时具备散热、加热和保温功能,实现了对方型锂离子电池组内温度的精确控制,在低温条件下对电池有效加热,使电池组工作在适宜的温度下,保证电池组正常工作;低负荷条件下有效的利用相变材料吸收锂离子电池组充放电过程中产生的热量,维持电池组的温度;高负荷条件下利用液体冷却锂离子电池极耳附近、电池中间区域等产热速率高的高温区域,最大限度的降低电池高温区域的温度,减小单体电池的最大温差,提升电池组内温度场的一致性,又可以移除相变材料中吸收的热量,从而达到更好的散热效果,保证电池组的热安全;能够有效提高电池安全性、延长电池使用寿命;保证电池热管理系统长期高效的运行,同时提高了热管理系统的经济性。

附图说明:

[0020] 图1是本发明的结构示意图;

[0021] 图2为本发明的结构主视图;

[0022] 图3为图2中A-A面的截面视图;

[0023] 图4为液体管路;

[0024] 图5为U型液体支管;

[0025] 图6为图5中U型液体支管B-B面的截面视图;

[0026] 其中,1、控制器,2、温度传感器,3、加热装置,4、水泵,5、箱体,6、锂离子电池单体,7、相变材料,8、液体入口管,9、液体出口管,10、U型液体支管,11、正极极耳,12、负极极耳,13、入口竖直短管,14、入口水平短管,15、入口竖直长管,16、底部水平长管,17、出口竖直长管,18、出口水平短管,19、出口竖直短管。

[0027] 图7为本发明的控制原理示意图。

具体实施方式:

[0028] 以下是对本发明的进一步说明,而不是对本发明的限制。

[0029] 如图1-7所示的基于锂离子电池组分区域热管理的系统,该系统包括箱体5和箱体5内多个并排竖直放置的方型锂离子电池单体6组成的电池组,所述锂离子电池单体6设有正极极耳11和负极极耳12,所述电池组上方锂离子电池单体6正极极耳11外侧设有管截面呈扁平状的液体入口管8,电池组上方锂离子电池单体6负极极耳12外侧设有管截面呈扁平状的液体出口管9,所述箱体5内侧密封有相变材料7,相邻锂离子电池单体之间设有相变材料7、U型液体支管10和温度传感器2,所述温度传感器2设在锂离子电池单体极耳附近,所述U型液体支管10的两端分别连接液体入口管8和液体出口管9,液体由液体入口管8进入,均匀分散流入相邻锂离子电池单体6之间的每个U型液体支管10对相变材料进行冷却或加热,液体最后汇集在液体出口管9,流出锂离子电池组分区域热管理系统;所述箱体5外部设置有相互连接的控制器1、水泵4和加热装置3,形成温度闭环控制回路,所述控制器1还连接温度传感器2,接受温度传感器2传来的信号;所述水泵4和加热装置3还连通液体入口管8。

[0030] 如图3-6所示,所述U型液体支管10包括依次连通的入口竖直短管13、入口水平短管14、入口竖直长管15、底部水平长管16、出口竖直长管17、出口水平短管18、出口竖直短管19,所述管路管截面呈圆形,管路表面设有四片沿管径方向的翅片;所述入口竖直短管13连接液体入口管8,出口竖直短管19连接液体出口管9;所述入口竖直短管13、入口水平短管14靠近锂离子电池单体6的正极极耳11,出口水平短管18、出口竖直短管19靠近锂离子电池单体6的负极极耳12,入口竖直长管15和出口竖直长管17分别位于正极极耳11和负极极耳12下方,所述底部水平长管16位于锂离子电池单体6的表面中心位置的下方。电池组充放电过程中,方型锂离子电池单体6不同区域温度不同,越靠近极耳温度越高。在电池极耳附近增加装有冷却液的液体管路可以有效降低电池极耳附近区域的温度,降低了电池组的最高温度,减小最大温差。

[0031] 特别地,所述相变材料7为相变温度在35~45℃之间的石蜡。

[0032] 所述液体入口管8、液体出口管9、U型液体支管10以及翅片,均为高导热系数的铝管或铜管。

[0033] U型液体支管10采用翅片结构能够提高整体散热面积,并通过翅片导热解决了石蜡材料导热率过低的问题。

[0034] 本发明基于锂离子电池组分区域热管理的方法,利用上述装置,包括以下步骤:

[0035] 1) 在寒冷条件下,温度传感器2监测到电池组内温度低于10℃,控制器1启动加热装置3和水泵4,将水泵4来的液体加热并经液体入口管8均匀分散流入相邻锂离子电池单体6之间的每个U型液体支管10对相变材料7进行加热实现对锂离子电池单体6组成的电池组的加热,以保证锂电池组的正常使用,液体最后汇集在液体出口管9流出锂离子电池组分区域热管理系统;行驶过程中,相变材料7吸收电池组发出的热量对电池组进行保温,同时,调节水泵4的流量将锂离子电池组温度控制在最佳温度范围25-40℃;

[0036] 2) 常温及夏季高温情况下,当电池组小倍率充放电时,锂离子电池单体6各部分发热量比较均匀,产热量较小,冷却液呈静止状态,此时高导热率金属材料制成的液体管路及其翅片起到了导热作用,提高了液体管路附近相变材料7的导热率,电池产生的热量被相变材料7吸收,电池组内各部分温度适宜;当电池组大倍率充放电时,锂离子电池单体6各部分发热量差异较大,靠近极耳处电池发热量大温度较高,极耳附近的相变材料7吸收大量的热

开始融化;远离极耳处电池发热量较小温度较低,该区域的相变材料7吸热量较小仍处于固态;此时极耳附近的温度传感器2监测到电池组内温度高于40℃,控制器1启动水泵4,开启冷却液循环,通过调节冷却液的流量对电池高温区域进行冷却,同时带走相变材料中储存的热量,保障极耳附近的相变材料7能够持续工作,从而降低电池组的最高温度、最大温差,将电池组温度维持在最佳范围25-40℃之内。

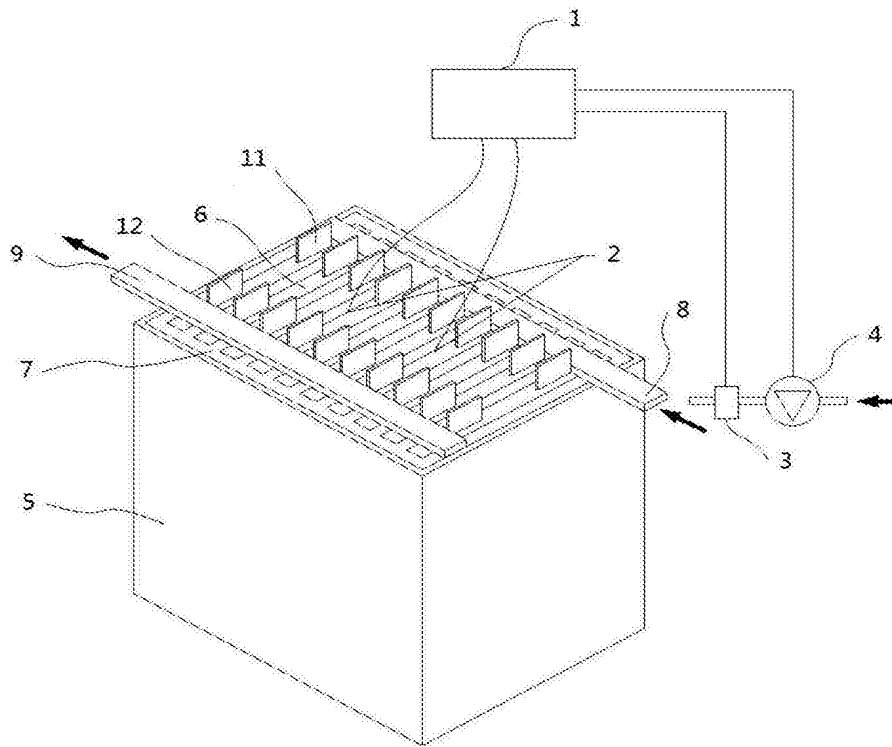


图1

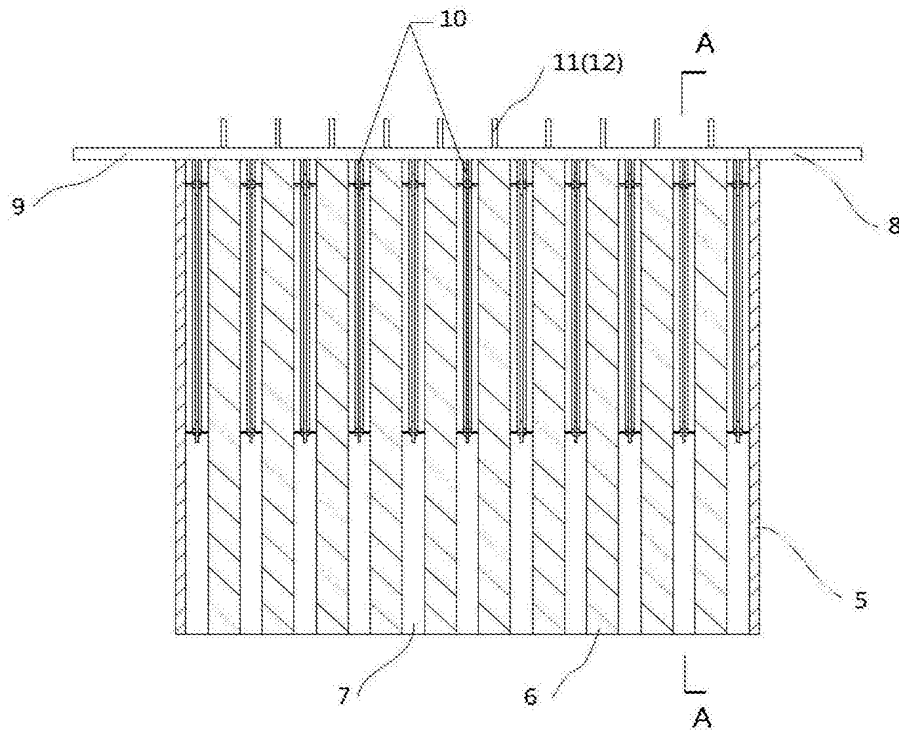


图2

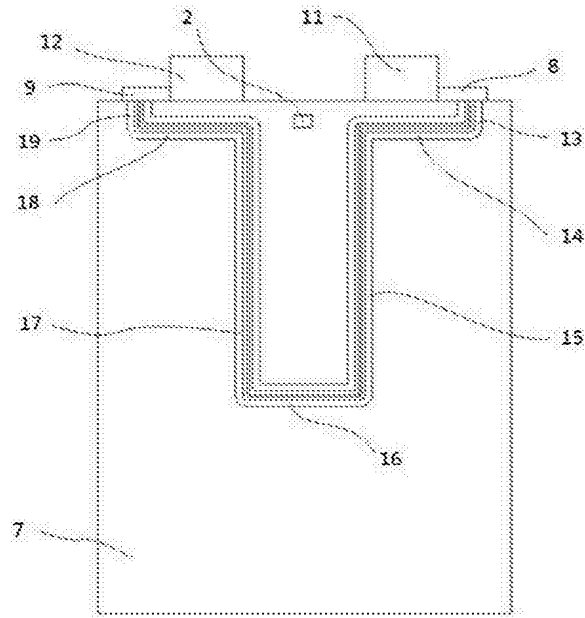


图3

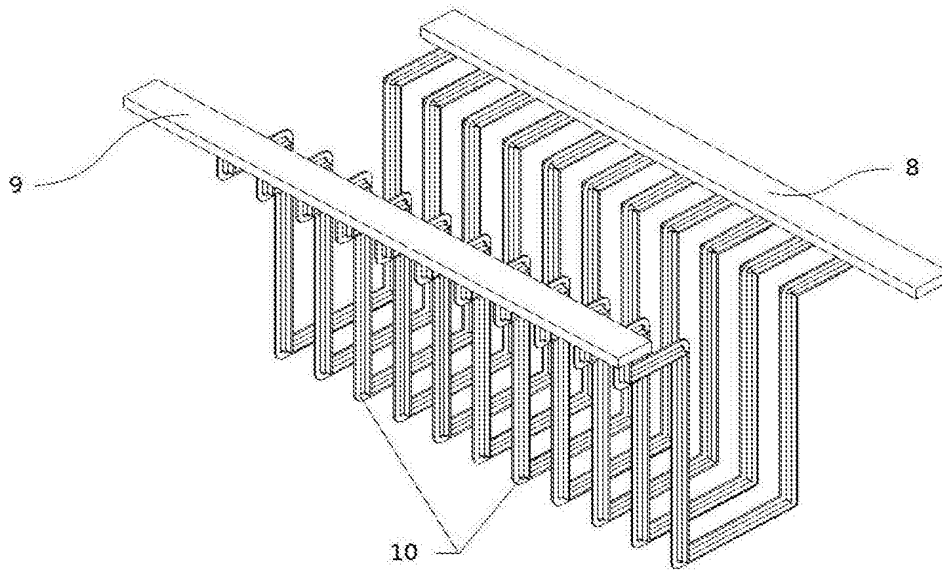


图4

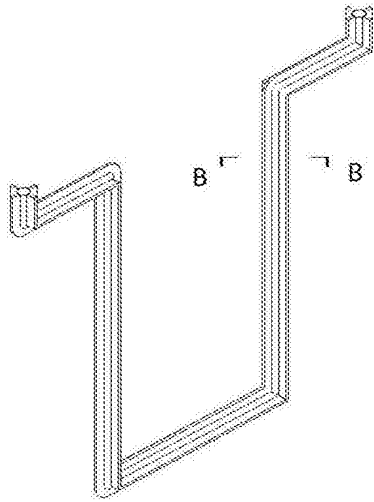


图5

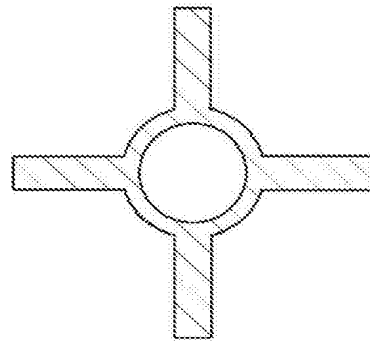


图6

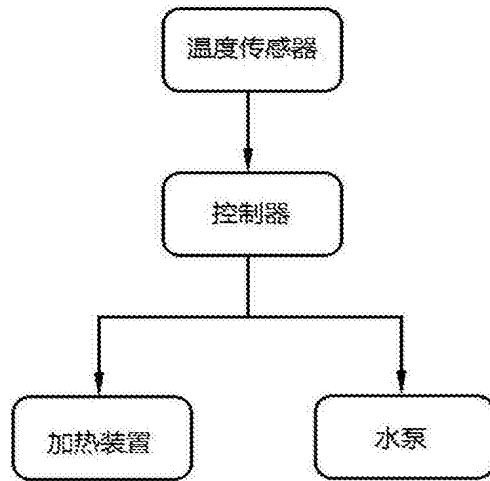


图7