



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109802194 A

(43)申请公布日 2019.05.24

(21)申请号 201910045280.0

H01M 10/6552(2014.01)

(22)申请日 2019.01.17

H01M 10/6554(2014.01)

(71)申请人 重庆大学

H01M 10/6572(2014.01)

地址 400044 重庆市沙坪坝区沙坪坝正街
174号

H01M 10/663(2014.01)

(72)发明人 石万凯 仇昌盛 贺刚 杨辉前
白咏雪

(74)专利代理机构 北京同恒源知识产权代理有
限公司 11275

代理人 赵荣之

(51)Int.Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/615(2014.01)

H01M 10/625(2014.01)

H01M 10/6551(2014.01)

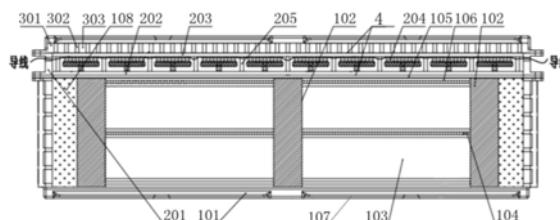
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

基于珀尔帖效应和热管冷却的电池包及其热管理方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于珀尔帖效应和热管冷却的电池包及其热管理方法,本发明在电池包箱体内、电池模组的上部紧凑的设置了热电制冷器,通过高导热性的导热垫片和导热翅片与电池形成“电池模组—导热垫片—导热翅片—导热支撑板”和“电池模组—导热垫片—导热翅片—导热支撑立板—导热支撑板”的导热通路。在高温环境、低温环境和正常环境下可执行不同的工作模式,具有热响应快、导热效率高、温度控制精确、无噪声等优点;电池模组中的单体电池模块在得到均匀受热的同时增大了换热系数,进一步确保了电池工作的稳定性、可靠性和高效性;且整体结构紧凑,体积小,为整车的结构布置提供空间。



1. 基于珀尔帖效应和热管冷却的电池包,其特征在於:包括电池模组、热电制冷器以及热管冷却装置;

电池模组包括箱体,箱体内设有若干个将箱体内腔均匀分隔成多个子腔的导热支撑立板,若干个方形电池模块均匀层叠横置在各子腔中,各电池模块的上端面处布置有导热翅片,各电池模块及导热翅片的周向侧面对应与导热支撑立板紧密贴合;位于上层的电池模块上方设有与其上端面处导热翅片直接接触的导热支撑板,导热支撑板横置且其四周紧贴在箱体内壁上;

热电制冷器主要由壳体、下热交换板、上热交换板以及立置紧贴布置在下热交换板与上热交换板之间的热电元件组成,设置在壳体中的下热交换板与上热交换板间通过支撑加强筋固连成整体,热电元件为串联在一起的多个热电偶或是串、并联结合的多个热电偶;

热管冷却装置包括盖体,若干个散热翅片间隔均匀的设置在盖体底部,散热翅片间有蛇形布置的导热通道,导热通道与盖体上的导热通道进口、出口相连;

热电制冷器中的下热交换板位于电池模组中的导热支撑板上方且壳体与箱体螺栓连接,热管冷却装置中的导热通道位于上热交换板上方且盖体与壳体螺栓连接;热电元件的正负极与箱体外部的直流电源正负相连接。

2. 根据权利要求1所述的基于珀尔帖效应和热管冷却的电池包,其特征在於:电池模块与导热翅片之间、导热翅片与导热支撑板之间布置有导热垫片。

3. 根据权利要求2所述的基于珀尔帖效应和热管冷却的电池包,其特征在於:导热垫片为陶瓷基板,其与导热翅片相焊接,通过背胶与电池模块连接。

4. 根据权利要求1所述的基于珀尔帖效应和热管冷却的电池包,其特征在於:箱体底部布置有导热加强筋。

5. 根据权利要求1所述的基于珀尔帖效应和热管冷却的电池包,其特征在於:导热翅片上涂有相变材料层,导热翅片内部填充有绝缘导热油。

6. 根据权利要求1所述的基于珀尔帖效应和热管冷却的电池包,其特征在於:还包括泡沫铝,泡沫铝布置在电池模块与箱体、导热支撑立板与箱体之间的空隙处。

7. 根据权利要求1所述的基于珀尔帖效应和热管冷却的电池包,其特征在於:导热翅片为铜或铝材质;导热支撑板和导热支撑立板为氧化铝陶瓷板,其表面上有金属焊层。

8. 根据权利要求1所述的基于珀尔帖效应和热管冷却的电池包,其特征在於:支撑加强筋是由低导热材料制成,其表面上涂有绝热材料。

9. 根据权利要求1所述的基于珀尔帖效应和热管冷却的电池包,其特征在於:下热交换板与导热支撑板、以及上热交换板与热管冷却装置底部之间通过界面导热绝缘层紧贴在一起。

10. 一种适用于如权利要求1-9任一所述的基于珀尔帖效应和热管冷却的电池包热管理方法,其特征在於包括三种工作模式:

在高温环境下执行制冷模式,热电制冷器靠近电池模组一侧的下平面温度下降至环境温度以下,成为制冷端面,通过热电制冷器和电池模组之间的导热支撑板控制电池模组工作在最佳温度范围内;而热电制冷器靠近热管冷却装置一侧的上平面温度上升,成为制热端面,其产生的热量可以通过热管冷却装置中导热通道内的相变材料发生相变实现吸收,避免箱体周围温度过高;

在低温环境下执行加热模式,热电制冷器靠近电池模组一侧的下平面温度上升,成为制热端面,通过热电制冷器和电池模组之间的导热支撑板将热量传递到电池模组,实现对电池模组的预热;同时,热电制冷器靠近热管冷却装置一侧的上平面温度降低,成为制冷端面,如果制冷端面温度低于环境温度,则通过车载空调对热管冷却装置进行加热,导热通道内的相变材料吸收周围环境中的热量发生相变,制冷端面吸收导热通道内相变材料的热量温度逐渐升高;当制冷端面温度等于或高于环境温度时,随着电池模组工作时自身放热,可以切断车载空调对热管冷却装置的加热,关闭热电制冷器对电池模组的预热,通过箱体直接进行换热;

在正常环境下工作,为避免电池包工作放热造成电池模组温度上升,可通过调节电流将热电制冷器上平面温度控制在电池模组的最佳工作温度范围以下,以保证吸收电池模组自身放热,使电池模组工作在最佳工作温度范围内,或始终将热电制冷器上平面温度控制在电池模组的最佳工作范围内,当电池模组因工作放热温度超过其最佳的工作范围时,利用热电制冷器的瞬态超冷性能吸收热量,将其温度控制在最佳的工作范围内。

基于珀尔帖效应和热管冷却的电池包及其热管理方法

技术领域

[0001] 本发明属于车用动力锂电池领域,具体涉及一种基于珀尔帖效应和热管冷却的电池模组及其热管理方法。

背景技术

[0002] 动力锂离子电池能量密度高,体积小,循环寿命较长,在电动乘用车、商务车上应用潜力很大。然而由于锂离子电池在充放电过程中温度升高影响自身性能与循环寿命,过高的温度甚至引起热失控,导致自燃、爆炸等事故,常规的钴酸锂正极材料电池温度要求控制在50摄氏度以内,以避免热失控和起火爆炸,提高安全性。随着电池材料和工艺的进步,以磷酸铁锂为正极材料的电池工作温度虽然可以提升到60摄氏度或更高,但随着温度进一步上升,电池容量衰减依然明显,在高温下仍然会发生热失控和着火现象。另一方面,在低温下电池内阻大,化学反应活性差,启动困难。因此研究动力锂离子电池热管理技术及其实施尤为迫切。

[0003] 动力锂离子电池散热系统通常采取风冷或者液冷方式冷却电池,常规风冷散热系统结构简单,但是散热效果有限,并且电池温度均匀性差。液冷方式换热效率高,但其冷却能力受限于环境温度,暑热天气时冷却水温度可达40℃以上,反而阻隔电池散热。

[0004] 利用半导体的热电效应和热管冷却中的相变材料受热发生相变吸热进行热管理是一种新型电池热管理方式,半导体热电组件一般由Bi₂Te₃半导体材料制成,热电组件在通电情况下由珀尔帖效应形成制冷面和发热面,从而实现电池的冷却或者加热作用。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种基于珀尔帖效应和热管冷却的电池模组及其热管理方法,以解决现有技术所存在的问题。

[0006] 为达到上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0007] 基于珀尔帖效应和热管冷却的电池包,包括电池模组、热电制冷器以及热管冷却装置;

[0008] 电池模组包括箱体,箱体内设有若干个将箱体内腔均匀分隔成多个子腔的导热支撑立板,若干个方形电池模块均匀层叠横置在各子腔中,各电池模块的上端面处布置有导热翅片,各电池模块及导热翅片的周向侧面对应与导热支撑立板紧密贴合;位于上层的电池模块上方设有与其上端面处导热翅片直接接触的导热支撑板,导热支撑板横置且其四周紧贴在箱体内壁上;

[0009] 热电制冷器主要由壳体、下热交换板、上热交换板以及立置紧贴布置在下热交换板与上热交换板之间的热电元件组成,设置在壳体中的下热交换板与上热交换板间通过支撑加强筋固连成整体,热电元件为串联在一起的多个热电偶或是串、并联结合的多个热电偶;

[0010] 热管冷却装置包括盖体,若干个散热翅片间隔均匀的设置于盖体底部,散热翅片

间有蛇形布置的导热通道,导热通道与盖体上的导热通道进口、出口相连;

[0011] 热电制冷器中的下热交换板位于电池模组中的导热支撑板上方且壳体与箱体螺栓连接,热管冷却装置中的导热通道位于上热交换板上方且盖体与壳体螺栓连接;热电元件的正负极与箱体外部的直流电源正负相连接。

[0012] 进一步,电池模块与导热翅片之间、导热翅片与导热支撑板之间布置有导热垫片。

[0013] 进一步,导热垫片为陶瓷基板,其与导热翅片相焊接,通过背胶与电池模块连接。

[0014] 进一步,箱体底部布置有导热加强筋。

[0015] 进一步,导热翅片上涂有相变材料层,导热翅片内部填充有绝缘导热油。

[0016] 进一步,还包括泡沫铝,泡沫铝布置在电池模块与箱体、导热支撑立板与箱体之间的空隙处。

[0017] 进一步,导热翅片为铜或铝材质;导热支撑板和导热支撑立板为氧化铝陶瓷板,其表面上有金属焊层。

[0018] 进一步,支撑加强筋是由低导热材料制成,其表面上涂有绝热材料。

[0019] 进一步,下热交换板与导热支撑板、以及上热交换板与热管冷却装置底部之间通过界面导热绝缘层紧贴在一起。

[0020] 一种适用于上述基于珀尔帖效应和热管冷却的电池包的热管理方法,包括三种工作模式:

[0021] 在高温环境下执行制冷模式,热电制冷器靠近电池模组一侧的下平面温度下降至环境温度以下,成为制冷端面,通过热电制冷器和电池模组之间的导热支撑板控制电池模组工作在最佳温度范围内;而热电制冷器靠近热管冷却装置一侧的上平面温度上升,成为制热端面,其产生的热量可以通过热管冷却装置中导热通道内的相变材料发生相变实现吸收,避免箱体周围温度过高;

[0022] 在低温环境下执行加热模式,热电制冷器靠近电池模组一侧的下平面温度上升,成为制热端面,通过热电制冷器和电池模组之间的导热支撑板将热量传递到电池模组,实现对电池模组的预热;同时,热电制冷器靠近热管冷却装置一侧的上平面温度降低,成为制冷端面,如果制冷端面温度低于环境温度,则通过车载空调对热管冷却装置进行加热,导热通道内的相变材料吸收周围环境中的热量发生相变,制冷端面吸收导热通道内相变材料的热量温度逐渐升高;当制冷端面温度等于或高于环境温度时,随着电池模组工作时自身放热,可以切断车载空调对热管冷却装置的加热,关闭热电制冷器对电池模组的预热,通过箱体直接进行换热;

[0023] 在正常环境下工作,为避免电池包工作放热造成电池模组温度上升,可通过调节电流将热电制冷器上平面温度控制在电池模组的最佳工作温度范围以下,以保证吸收电池模组自身放热,使电池模组工作在最佳工作温度范围内,或始终将热电制冷器上平面温度控制在电池模组的最佳工作范围内,当电池模组因工作放热温度超过其最佳的工作范围时,利用热电制冷器的瞬态超冷性能吸收热量,将其温度控制在最佳的工作范围内。

[0024] 本发明的有益效果在于:

[0025] 1、能够保证动力锂电池的工作温度始终维持在最佳的工作范围内。由于夏季天气炎热,在加上不可避免的阳光暴晒,电池温度可以达到 $50^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$,若没有电池冷却系统,会增大启动时热失控的概率。本发明采用二级的热电制冷器,其制冷效果远胜于一级制冷

器,可以快速的将电池模块的温度降低到最佳工作范围内,大大提高电池工作的稳定性和可靠性。

[0026] 2、制冷、预热集成于一体,结构紧凑,热响应快。本装置不仅可以利用热电制冷器制冷,在低温环境下反向通电,通过导热支撑板、导热支撑立板、导热垫片、导热翅片对电池模块进行预热;小而紧凑的结构使其更好的适用于动力电池系统。

[0027] 3、接触式的换热结构,换热效率高。和传统的空气制冷,水制冷或水—乙二醇制冷相比,采用布置在电池包箱体内部的顶部,电池模组上部的热电制冷装置,不需要水箱,避免了管道冷量损失的中间环节,热响应快,整体效率高,不仅相变材料发生相变可以制冷,还增加的外部的散热面积,进一步增加散热效果。

[0028] 总的来说,本发明通过高导热性的导热垫片和导热翅片与电池形成“电池模组—导热垫片—导热翅片—导热支撑板”和“电池模组—导热垫片—导热翅片—导热支撑立板—导热支撑板”的导热通路。在高温环境、低温环境和正常环境下可执行不同的工作模式,具有热响应快、导热效率高、温度控制精确、无噪声等优点;应用在动力锂离子上,在高温环境下能降低电池模块的温度,在低温环境下能够预热电池模块,从而大幅度提高电池模块的寿命和工作稳定性。结构布置上,电池模组中的单体电池模块在得到均匀受热的同时增大了换热系数,进一步确保了电池工作的稳定性、可靠性和高效性;另一方面,导热垫片和导热翅片的布置,可以有效的提高电池包箱体整体的机械强度,达到缓冲机械应力的目的。且整体结构紧凑,体积小,为整车的结构布置提供空间。

附图说明

[0029] 为了使本发明的目的、技术方案和有益效果更加清楚,本发明提供如下附图进行说明:

[0030] 图1为本发明的整体外观示意图;

[0031] 图2为本发明的整体外观俯视图;

[0032] 图3为本发明的整体外观主视图;

[0033] 图4为图3的剖面图;

[0034] 图5为图3的A-A剖面图;

[0035] 图6为热管冷却装置的导热通道示意图(导热通道进出口布置在异侧);

[0036] 图7为热管冷却装置的导热通道示意图(导热通道进出口布置在同侧);

[0037] 图8为高温状态制冷模式下热电制冷器外部电流流向示意图;

[0038] 图9为低温状态制热模式下和正常工作模式下热电制冷器外部电流流向示意图。

具体实施方式

[0039] 下面将结合附图,对本发明的优选实施例进行详细的描述。

[0040] 如图所示,一种基于珀尔帖效应和热管冷却的电池包,包括由下而上依次设置的电池模组1、热电制冷器2以及热管冷却装置3。

[0041] 其中电池模组1包括箱体101,箱体101内设有若干个将箱体内腔均匀分隔成多个子腔的导热支撑立板102,若干个方形电池模块103均匀层叠横置在各子腔中,各电池模块103的上端面处布置有导热翅片104,各电池模块103及导热翅片104的周向侧面对应与导热

支撑立板101紧密贴合;位于上层的电池模块上方设有与其上端面处导热翅片直接接触的导热支撑板105,导热支撑板105横置且其四周紧贴在箱体101内壁上。

[0042] 此处的箱体101内各子腔中的电池模块103为层叠横置,导热翅片104是平行且均匀的布置在方形电池模块103端面上,相邻电池模块103的端面间通过导热翅片传热,上层电池模块通过导热翅片104与导热支撑板105实现传热,电池模块103与导热翅片104的周向侧面则通过导热支撑立板102传热。根据实际情况,可在电池模块103与导热翅片104、以及电池模块103与导热支撑板105之间设置导热垫片106。

[0043] 设置在电池模组1上方的热电制冷器2主要由壳体201、下热交换板202、上热交换板203以及立置紧贴布置在下热交换板与上热交换板之间的热电元件204组成,设置在壳体201中的下热交换板与上热交换板间通过支撑加强筋205固连成整体,热电元件204为串联在一起的多个热电偶或是串、并联结合的多个热电偶;各热电偶是由一个P型半导体和一个N型半导体组成。通过切换对热电元件204输入电流的方向,可实现下热交换板是制冷还是制热、上热交换板是制热还是制冷的工况切换。

[0044] 如图8~9所示,有若干个热电偶串联成为二级热电元件,图8为高温环境制冷模式下,热电制冷器外接电源的正极和负极,下热交换板为冷端,上热交换板为热端;图9为低温环境制热模式下,热电制冷器外接电源的正极和负极,下热交换板为热端,上热交换板为冷端。

[0045] 设置在热电制冷器2上方的热管冷却装置3包括盖体301,若干个散热翅片302间隔均匀的设置在盖体301底部,散热翅片302(亦为导热翅片)间有蛇形布置的导热通道303,导热通道303与盖体上的导热通道进出口304相连。热管冷却装置3布置在热电制冷器2的顶部,箱体101、壳体201以及盖体301共同构成电池包箱体整体,热管冷却装置3上设置的导热通道303中添加的是相变材料,在盖体301上所对应的位置开设两个开口作为导热通道进出口304,可实现导热通道303与电池包箱体外部的冷凝器和加热装置连接。进出口304的设置位置可根据布置的散热翅片302数目将进出口304布置在同侧或异侧对角位置。热管冷却装置3中散热翅片302位于导热通道303外侧,其可在导热通道303的外表面增加散热面积,进而提高换热能力。

[0046] 具体的,热电制冷器2中的下热交换板202位于电池模组1中的导热支撑板105上方且壳体201与箱体101螺栓连接,热管冷却装置3中的导热通道303位于上热交换板203上方且盖体301与壳体201螺栓连接;热电元件204的正负极与箱体外部的直流电源正负相连接。

[0047] 本发明在电池包箱体内、电池模组的上部紧凑的设置了热电制冷器,通过高导热性的导热垫片和导热翅片与电池形成“电池模组—导热垫片—导热翅片—导热支撑板”和“电池模组—导热垫片—导热翅片—导热支撑立板—导热支撑板”的导热通路。在高温环境、低温环境和正常环境下可执行不同的工作模式,具有热响应快、导热效率高、温度控制精确、无噪声等优点;应用在动力锂离子上,在高温环境下能降低电池模组的温度,在低温环境下能够预热电池模组,从而大幅度提高电池模组的寿命和工作稳定性。结构布置上,电池模组中的单体电池模块在得到均匀受热的同时增大了换热系数,进一步确保了电池工作的稳定性、可靠性和高效性;另一方面,导热垫片和导热翅片的布置,可以有效的提高电池包箱体整体的机械强度,达到缓冲机械应力的目的。且整体结构紧凑,体积小,为整车的结构布置提供空间。

[0048] 本实施中的电池模块103与导热翅片104之间、导热翅片104与导热支撑板105之间布置有导热垫片106,导热垫片的大小要与方形电池模块和导热翅片间的贴合面大小相匹配。此处的导热垫片106为陶瓷基板,可利用陶瓷基板的可焊性与导热翅片相焊接,通过背胶与方形电池模块相连。

[0049] 本实施中的支撑加强筋205可增强热电制冷器2的机械强度,提高安全性;支撑加强筋205是由低导热材料制成的,在其表面涂有绝热材料,以避免上、下热交换板通过支撑加强筋进行热交换,使其仅起到加强热电制冷器2机械结构的作用。而箱体101底部布置导热加强筋107,导热加强筋107不仅起到增大电池包箱体的机械强度和耐冲击性的作用,还可间接增大电池包箱体外部的散热面积,从而增大散热效果。

[0050] 本实施中的导热翅片104上涂有相变材料层,导热翅片内部填充有绝缘导热油。其中相变材料层为包含相变温度在 $20^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 的石蜡、脂肪酸类相变材料中一种或者多种的相变材料层;绝缘导热油为导热率大于 $0.5\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的有机导热油。相变材料层具有一定的导热效果:相变材料在发生相变时吸收热量,可以使电池模组均匀受热,同时降低电池温度的热冲击幅度。此外,通过导热垫片、导热翅片、导热支撑板和电池包箱体或者导热垫片、导热翅片、导热支撑立板、导热支撑板和电池包箱体,还可导出部分热量,从而降低电池温度。

[0051] 本实施中还包括泡沫铝108,泡沫铝108布置在电池模块103与箱体101、导热支撑立板102与箱体101之间的空隙处。可利用泡沫铝108高吸收冲击的能力吸收来自电池包箱体外部的冲击,提高动力电池工作的稳定性和可靠性。另一方面,泡沫铝也具有一定的导热效果,可以吸收电池模组和导热支撑立板的热量,并通过电池包箱体释放出去。

[0052] 本实施中的导热翅片104为铜或铝材质的铝/铜导热体或铝/铜合金导热体,其外表面覆盖一层经阳极氧化、钝化处理后具有中压绝缘强度的氧化铝层。导热支撑板105和导热支撑立板102为具有较好绝缘性和机械强度的氧化铝陶瓷板,在氧化铝陶瓷板上单面涂上钼、锰粉后烧结,在陶瓷板表面形成金属可焊层。若双面均需要焊接,可采用双面金属化的陶瓷板,其厚度为 40mm ,具有导热和支撑的双重作用。导热翅片采用的材料不仅导热效率高,易于加工,而且经过阳极氧化钝化后,还具有较高的硬度和耐磨性,硬质阳极氧化膜熔点和耐击穿电压非常高,具有良好的电绝缘性;导热支撑板和导热支撑立板采用的材料具有良好的热传导性、机械强度和耐高温性,其密度为 $3.5\text{g}/\text{cm}^3$,仅为钢铁的一半,可大大减轻电池包箱体整体的重量。

[0053] 本实施中的下热交换板202与导热支撑板105、以及上热交换板203与热管冷却装置3底部之间通过界面导热绝缘层4紧贴在一起。此处的界面导热绝缘层4是以聚氨酯、有机硅、环氧树脂或丙烯酸为基体,导热率不小于 $0.2\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的导热粘结胶层;下热交换板和上热交换板外表面具有金属镀层,对应与导热支撑板105和热管冷却装置的导热通道303下部焊接在一起。此处界面导热绝缘层具有两个作用:一是保证热电制冷器和电池模组之间的导热接触面充分接触,避免局部区域以粗糙度、表面划痕、装配等原因形成的空气间隙造成导热阻隔;二是起到机械固定和减轻机械应力的作用。

[0054] 上述热管冷却装置3中的导热通道303以蛇形方式布置,其内部填充的换热载体为相变材料,具体可为石蜡、脂肪酸类相变材料、石墨和泡沫铝。这种布置形式增大了散热面积,可以提供高效的换热系数。热电制冷器通过螺栓与电池模组箱体加固连接在一起的,其顶部用螺栓与热电制冷器连接在一起,实现与热电制冷器的热交换。

[0055] 一种适用于上述基于珀尔帖效应和热管冷却的电池包的热管理方法,电池包箱体内部的电池模组—热电制冷器—热管冷却装置及其他零部件形成导热通路,通过热管冷却装置中的相变材料发生相变实现吸热和放热,造成压差从而形成换热通路,该电池包热管理方法包括三种工作模式:

[0056] 在高温环境下执行制冷模式,热电制冷器靠近电池模组一侧的下平面温度下降至环境温度以下,成为制冷端面(冷端),通过热电制冷器和电池模组之间的导热支撑板控制电池模组工作在最佳温度范围内;而热电制冷器靠近热管冷却装置一侧的上平面温度上升,成为制热端面(热端),其产生的热量可以通过热管冷却装置中导热通道内的相变材料发生相变实现吸收,避免箱体周围温度过高。

[0057] 在低温环境下执行加热模式,热电制冷器靠近电池模组一侧的下平面温度上升,成为制热端面(热端),通过热电制冷器和电池模组之间的导热支撑板将热量传递到电池模组,实现对电池模组的预热;同时,热电制冷器靠近热管冷却装置一侧的上平面温度降低,成为制冷端面(冷端);如果制冷端面温度低于环境温度,则通过车载空调对热管冷却装置进行加热,导热通道内的相变材料吸收周围环境中的热量发生相变,制冷端面吸收导热通道内相变材料的热量温度逐渐升高;当制冷端面温度等于或高于环境温度时,随着电池模组工作时自身放热,可以切断车载空调对热管冷却装置的加热,关闭热电制冷器对电池模组的预热,通过箱体直接进行换热。

[0058] 在正常环境下工作,为避免电池包工作放热造成电池模组温度上升,可通过调节电流将热电制冷器上平面温度控制在电池模组的最佳工作温度范围以下,以保证吸收电池模组自身放热,使电池模组工作在最佳工作温度范围内,或始终将热电制冷器上平面温度控制在电池模组的最佳工作范围内,当电池模组因工作放热温度超过其最佳的工作范围时,利用热电制冷器的瞬态超冷性能吸收热量,将其温度控制在最佳的工作范围内。

[0059] 最后说明的是,以上优选实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管通过上述优选实施例已经对本发明进行了详细的描述,但本领域技术人员应当理解,可以在形式上和细节上对其作出各种各样的改变,而不偏离本发明权利要求书所限定的范围。

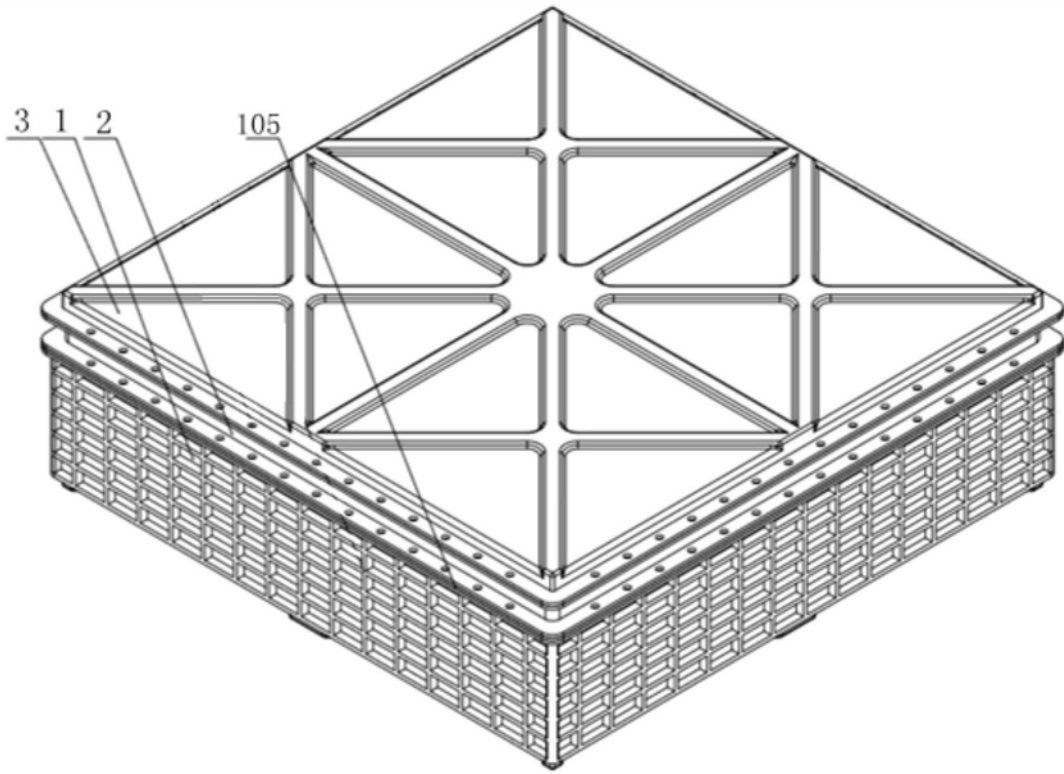


图1

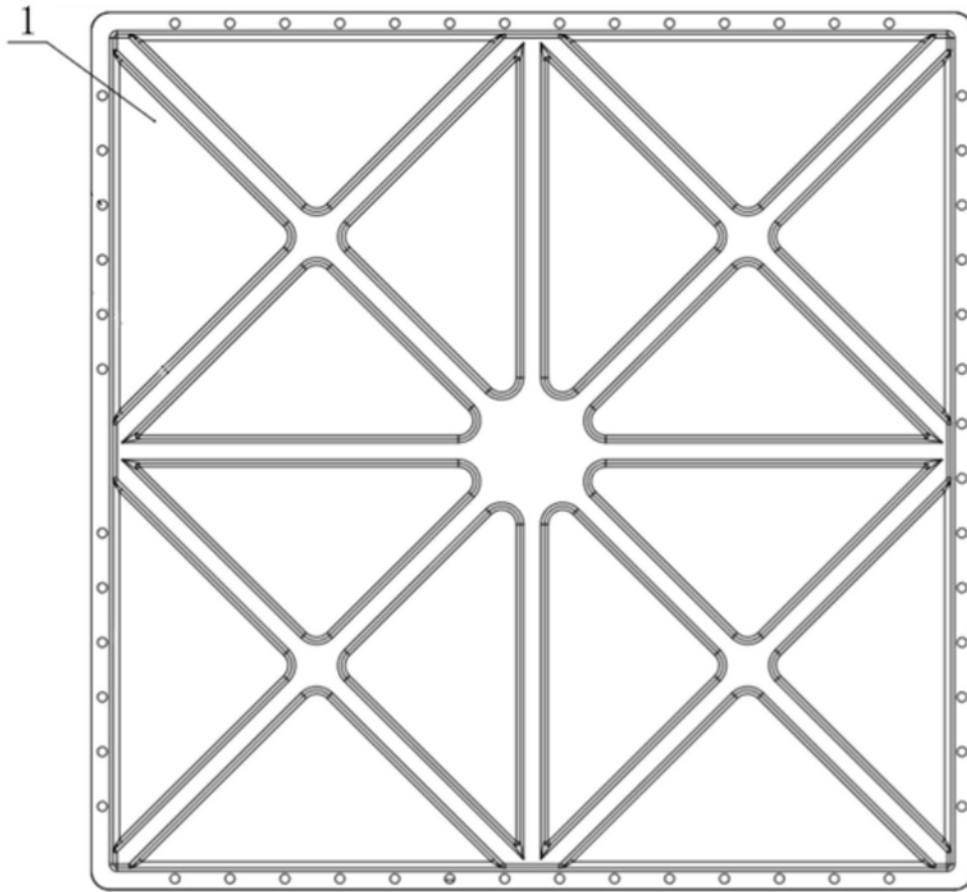


图2

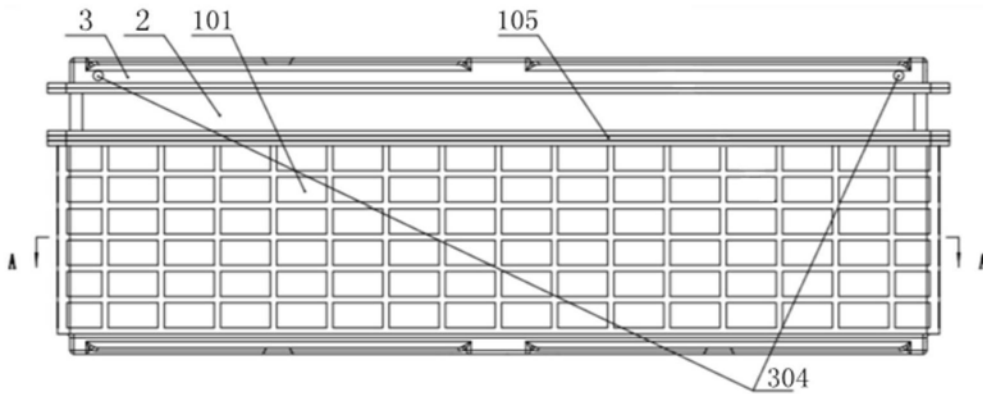


图3

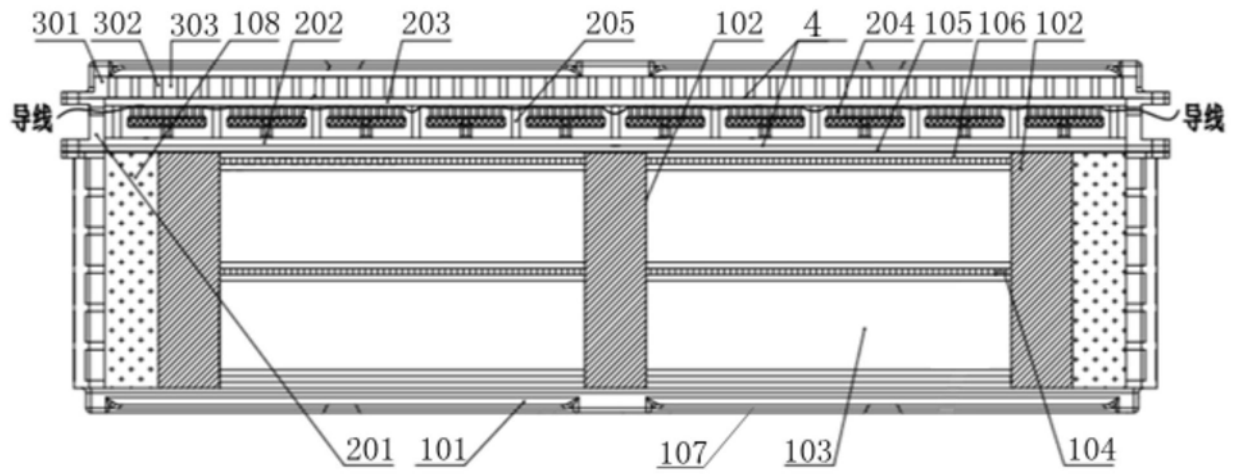


图4

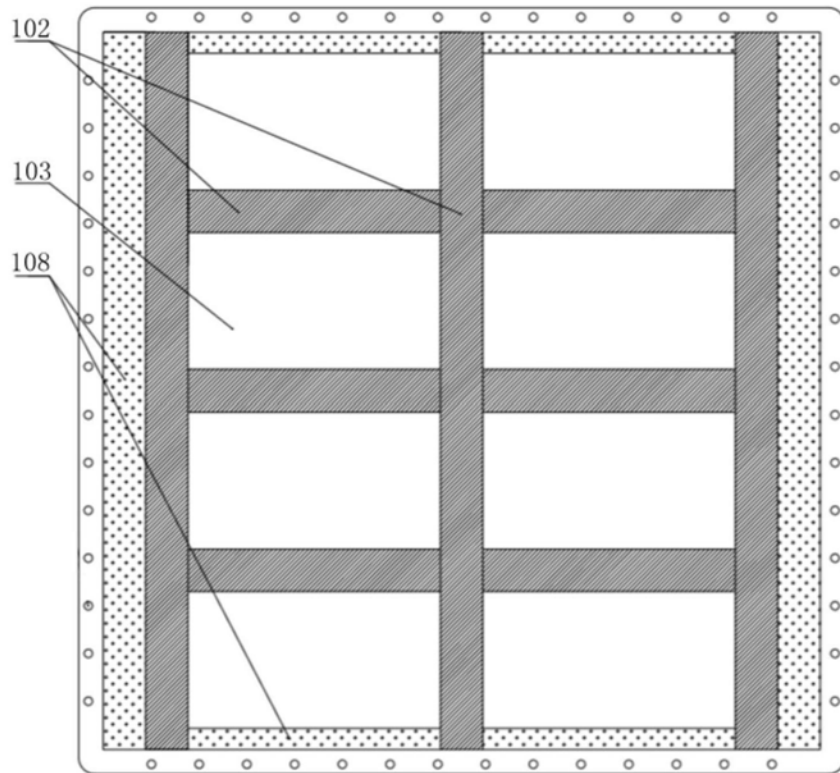


图5

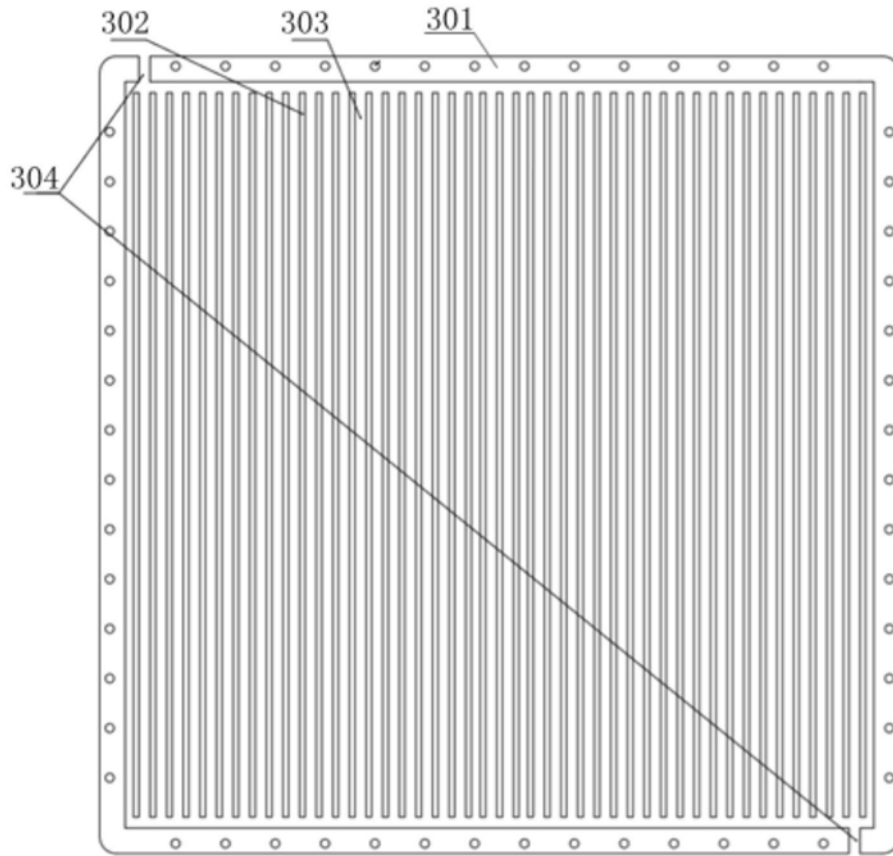


图6

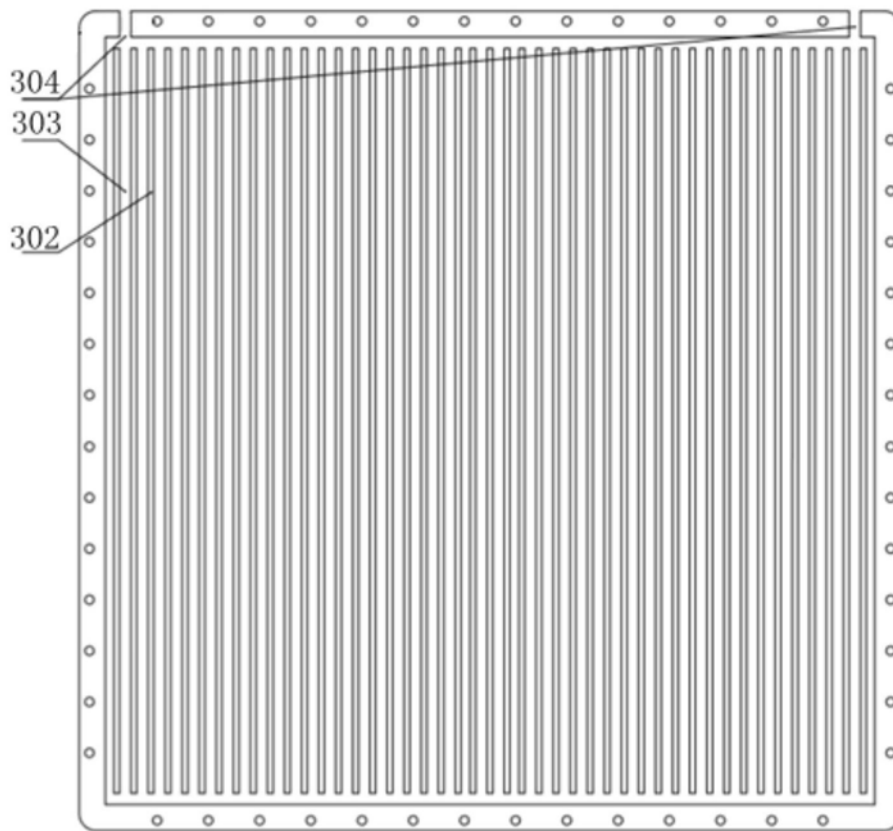


图7

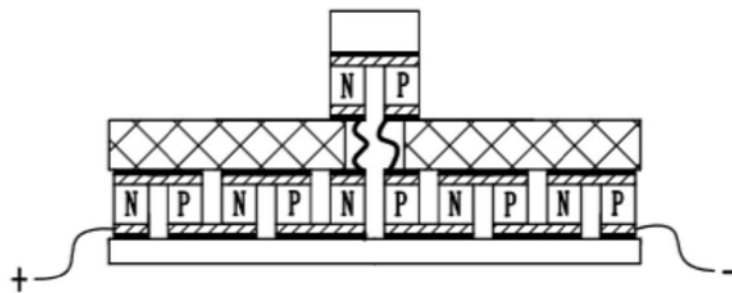


图8

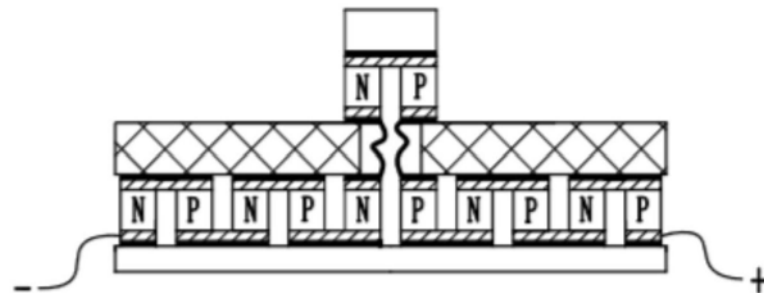


图9