



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106374162 B

(45)授权公告日 2019.04.30

(21)申请号 201610944434.6

H01M 10/659(2014.01)

(22)申请日 2016.11.02

H01M 10/625(2014.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

H01M 10/6551(2014.01)

申请公布号 CN 106374162 A

(56)对比文件

(43)申请公布日 2017.02.01

CN 104795610 A, 2015.07.22, 说明书第0021段-0026段、图1-5.

(73)专利权人 上海工程技术大学

CN 202758989 U, 2013.02.27, 说明书第0024-0029段、图1-2.

地址 201620 上海市松江区龙腾路333号

CN 101202323 A, 2008.06.18, 说明书第2页第3段-第5页第2段、图1-4.

(72)发明人 张恒运 隋杨 龚元明 牛甜甜

(74)专利代理机构 上海唯智赢专利代理事务所

(普通合伙) 31293

代理人 李明洁

CN 206134883 U, 2017.04.26, 权利要求1-9、说明书第0007-0072段、图1-12.

CN 105655665 A, 2016.06.08, 全文.

(51) Int. Cl.

CN 105742542 A, 2016.07.06, 全文.

H01M 10/613(2014.01)

CN 103594755 A, 2014.02.19, 全文.

H01M 10/615(2014.01)

CN 105762438 A, 2016.07.13, 全文.

H01M 10/6572(2014.01)

H01M 10/6568(2014.01)

H01M 10/6557(2014.01)

审查员 赵慧

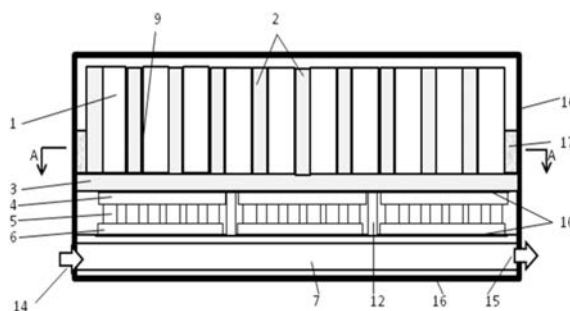
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

## (54)发明名称

一种基于热电效应的电池模组热管理方法及装置

## (57)摘要

一种基于热电效应的电池模组热管理方法及装置,电池包箱体内部,由电池模组-导热体-半导体热电组件-液体导热通道形成的导热通路内,所述电池模组热管理方法包括两种工作模式:在高温环境下执行制冷模式,半导体热电组件上部温度下降至环境温度以下,成为制冷面,半导体热电组件下部温度上升,成为散热面,产生的热量通过液体导热通道携带排出;在低温环境下执行加热模式,半导体热电组件上部温度上升,成为加热面,通过导热体热传导将电池模组温度加热以达到正常的工作温度范围,同时半导体热电组件下部温度下降,成为吸热面。本方法及装置集制冷、加热于一体,结构紧凑、换热高效,能够保证电池始终在最佳温度环境中工作,具有良好的应用前景。



1. 一种基于热电效应的电池模组热管理装置,其特征在于:

在电池包箱体(16)内部,由上至下顺次紧贴配置电池模组(1),导热支撑板(3),半导体热电组件和液体导热通道(7),并在电池模组(1)内匀布多个导热体,导热体下部紧贴导热支撑板(3),其中:

导热支撑板(3)横置,其四周边缘紧贴电池包箱体(16)内壁;

半导体热电组件包括横置的第一热交换板(4)和第二热交换板(6),以及立置紧贴在两者之间的若干个热电单元(5),每个热电单元(5)包括串联电连接的若干对P型热电臂和N型热电臂,热电单元(5)之间串/并联电连接;单个半导体热电组件的正负极直接与电池包箱体(16)外部的直流电源正负极电连接;或者,多个半导体热电组件串/并联电连接后,其正负极再与电池包箱体(16)外部的直流电源电正负极连接;并且,半导体热电组件的电流方向能够切换;

液体导热通道(7)位于电池包箱体(16)底部,液体导热通道(7)内盛装导热液体,对应液体导热通道(7)的两端端口,在电池包箱体(16)上开设进液口(14)和出液口(15),液体导热通道(7)通过电池包箱体外部配置的泵机与外部换热器连通;

电池包箱体(16)内部的电池模组(1)-导热体-半导体热电组件-液体导热通道(7)形成导热通路,电池包箱体(16)外部的泵机将液体导热通道(7)内的导热液体抽吸循环形成液体换热通路,所述电池模组热管理装置包括两种工作模式:

在高温环境下执行制冷模式,半导体热电组件上部温度下降至环境温度以下,成为制冷面,并通过导热体热传导将电池模组(1)温度降低至环境温度以下,同时半导体热电组件下部温度上升,成为散热面,此时泵机开启,散热面产生的热量通过液体换热通路内导热液体的循环携带排出;

在低温环境下执行加热模式,半导体热电组件上部温度上升,成为加热面,通过导热体热传导将电池模组(1)温度加热以达到正常的工作温度范围,同时半导体热电组件下部温度下降,成为吸热面,如果吸热面温度低于环境温度,则泵机开启,液体换热通路内导热液体的循环吸收环境热量换热,随着电池模组(1)开始工作发热,吸热面温度逐渐升高、直至等于或者高于环境温度,此时无需利用液体换热通路内导热液体的循环换热,泵机关闭,通过电池包箱体(16)直接换热。

2. 根据权利要求1所述的基于热电效应的电池模组热管理装置,其特征在于:所述导热体为平行于电池配置的矩形板状导热翅片(2),所述电池模组(1)的多个方砖形电池层叠横置或者成列立置:

如果电池层叠横置,所述导热支撑板(3)上方立式平行配置多排导热支撑立板(8),导热支撑立板(8)下端紧贴导热支撑板(3),层叠的电池两端紧贴相邻的两排导热支撑立板(8),相邻两层电池之间配置一片导热翅片(2),或者,两片导热翅片(2)之间配置一层电池,导热翅片(2)紧贴相邻的电池,左、右两端缘紧贴相邻的两排导热支撑立板(8);

如果电池成列立置,两列电池之间配置一片导热翅片(2),或者,两片导热翅片(2)之间配置一块电池,或者,每列电池的同侧对应配置一片导热翅片(2),导热翅片(2)紧贴相邻的电池,下端紧贴导热支撑板(3);

电池与导热翅片(2)的贴合面之间配置或者不配置导热垫片(9),如果配置导热垫片(9),导热垫片(9)的大小与电池与导热翅片(2)的贴合面的大小相匹配,导热垫片(9)为石

墨导热片,石墨烯导热片或者有机硅导热片,导热垫片(9)通过背胶分别与导热翅片(2)和电池相连。

3.根据权利要求1所述的基于热电效应的电池模组热管理装置,其特征在于:所述导热体包括呈柱状立式配置的导热柱(11)及横向配置的导热扩散板(13),所述电池模组(1)的多个柱形电池呈矩阵状立式配置,紧密套装在导热扩散板(13)的开孔内,导热柱(11)上端紧固在导热扩散板(13)底部,下端紧贴导热支撑板(3),电池位于四个导热柱(11)的围成的方形中心处,电池与导热柱不接触。

4.根据权利要求2或者3所述的基于热电效应的电池模组热管理装置,其特征在于:所述导热支撑板(3)上方的电池包箱体(16)内填充相变材料层(17),或者灌封材料层,或者绝缘导热油;或者,所述导热支撑板(3)和导热扩散板(13)之间的电池包箱体(16)内填充相变材料层(17),或者灌封材料层,或者绝缘导热油;

所述相变材料层为包含相变温度在20~80℃的石蜡、脂肪酸相变材料中的一种或多种的相变材料层;

所述灌封材料层为导热率大于0.2W/mK的有机硅、聚氨酯材料层;

所述绝缘导热油是导热率大于0.05W/mK的有机导热油。

5.根据权利要求1所述的基于热电效应的电池模组热管理装置,其特征在于:所述导热体为铜或铁导热体,或者,导热体为外表面覆盖一层经阳极氧化钝化处理后,具有中压电绝缘强度的氧化膜层的铝导热体或者铝合金导热体;所述导热支撑板(3)为铜板或铁板,或者,导热支撑板(3)为外表面覆盖一层经阳极氧化钝化处理后,具有中压电绝缘强度的氧化膜层的铝板或者铝合金板,其厚度为0.5~20mm。

6.根据权利要求1所述的基于热电效应的电池模组热管理装置,其特征在于:所述第一热交换板(4)和第二热交换板(6)之间设有支撑加强筋(12),将第一热交换板(4)和第二热交换板(6)固接为一体;电池包箱体(16)底部带有导热加强筋。

7.根据权利要求1所述的基于热电效应的电池模组热管理装置,其特征在于:所述第一热交换板(4)和导热支撑板(3)之间,第二热交换板(6)和液体导热通道(7)顶部之间通过界面导热材料层(10)紧贴在一起;所述界面导热材料层(10)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0.2W/mK的导热粘结胶层;或者,所述第一热交换板(4)和第二热交换板(6)外表面具有金属镀层,分别与导热支撑板(3)和液体导热通道(7)顶部通过焊接连接。

8.根据权利要求1所述的基于热电效应的电池模组热管理装置,其特征在于:所述第一热交换板(4)和第二热交换板(6)为陶瓷型电绝缘热交换板,所述P型热电臂和N型热电臂的优值系数 $ZT=0.5\sim 2.4$ 。

9.根据权利要求1所述的基于热电效应的电池模组热管理装置,其特征在于:所述液体导热通道(7)为蛇形嵌管通道或者凹槽加工通道,导热液体为水-乙二醇混合冷却液。

## 一种基于热电效应的电池模组热管理方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及车用储能电池散热领域,尤其涉及一种基于热电效应的电池模组热管理方法及装置。

### 背景技术

[0002] 储能电池如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需要控制在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,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] 利用半导体热电组件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碲化铋半导体材料制成,热电组件在通电情况下由于帕尔贴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。

[0005] 专利申请CN 03274312.2公开一种采用半导体制冷器的电池冷却方式,包括电池箱一侧侧壁外围的制冷器,制冷器热面和风冷翅片贴合,制冷器冷面贴合传冷板,并通过内置风扇对流以增强换热传冷板与电池换热。由于空气对流换热系数小,一般在几十W/m<sup>2</sup>K左右,从风扇到另一侧电池的沿程有多个热阻,换热热阻过大,制冷器制冷效率低。另外,制冷器散热面翅片贴近电池箱,反而会加热电池箱,达不到散热目的。

[0006] 专利申请CN 201210054888.8公开了一种半导体制冷循环水的电池冷却装置,动力电池组通过进水管和出水管与一用于储存冷却液的外部冷却水箱连通,冷却水箱与一半导体冷却装置连接,进水管上设有一推动冷却液循环的水泵,还包括一控制器,其输入端与温度传感器和动力电池组电路连接,输出端与半导体冷却装置和水泵电路连接。半导体制冷元件的制冷面与传冷铝紧贴连接,散热面与风冷散热装置紧贴连接;传冷铝设置于所述冷却水箱中,用于降低冷却水温度,冷却水再与电池组相连以降低电池温度。该技术方案不足之处在于,由于半导体制冷元件的加热面发热量大,既包括制冷面吸收的热量,也包括制冷电功率所转化的热量,采用风冷散热效率低,制冷效能受限。另外,半导体制冷元件距离电池远,需要通过制冷水箱以及管路所蓄水量再加热电池组,电能消耗大,水路沿程冷量损失大,热反应速度慢,制冷效率不足。

## 发明内容

[0007] 本发明所要解决的技术问题在于提供一种基于热电效应的电池模组热管理装置和方法,本发明在电池箱内、电池模组的下部紧凑设置半导体热电组件,通过高导热性的导热体与电池形成导热通路,在高温气候环境下和低温气候环境下执行不同的工作模式,具有热反应速度快、温度控制精确、无噪声,应用在储能锂离子电池上,在暑热天气能降低电池温度,在严寒天气能加热电池,可大大提高电池寿命和工作稳定性,并且,所述装置结构紧凑,体积较小,有利于在有限的空间内布置。

[0008] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0009] 一种基于热电效应的电池模组热管理方法,其特征在于:

[0010] 电池包箱体内部的电池模组-导热体-半导体热电组件-液体导热通道形成导热通路,电池包箱体外部的泵机将液体导热通道内的导热液体抽吸循环形成液体换热通路,所述电池模组热管理方法包括两种工作模式:

[0011] 在高温环境下执行制冷模式,半导体热电组件上部温度下降至环境温度以下,成为制冷面,并通过导热体热传导将电池模组温度降低至环境温度以下,同时半导体热电组件下部温度上升,成为散热面,此时泵机开启,散热面产生的热量通过液体换热通路内导热液体的循环携带排出;

[0012] 在低温环境下执行加热模式,半导体热电组件上部温度上升,成为加热面,通过导热体热传导将电池模组温度加热以达到正常的工作温度范围,同时半导体热电组件下部温度下降,成为吸热面,如果吸热面温度低于环境温度,则泵机开启,液体换热通路内导热液体的循环吸收环境热量换热,随着电池模组开始工作发热,吸热面温度逐渐升高、直至等于或者高于环境温度,此时无需利用液体换热通路内导热液体的循环换热,泵机关闭,通过电池包箱体直接换热。

[0013] 一种利用上述的基于热电效应的电池模组热管理方法的装置,其特征在于:

[0014] 在电池包箱体内部,由上至下顺次紧贴配置电池模组,导热支撑板,半导体热电组件和液体导热通道,并在电池模组内匀布多个导热体,导热体下部紧贴导热支撑板,其中:

[0015] 导热支撑板横置,其四周边缘紧贴电池包箱体内壁;

[0016] 半导体热电组件包括横置的第一热交换板和第二热交换板,以及立置紧贴在两者之间的若干个热电单元,每个热电单元包括串联电连接的若干对P型热电臂和N型热电臂,热电单元之间串/并联电连接;单个半导体热电组件的正负极直接与电池包箱体外部的直流电源正负极电连接;或者,多个半导体热电组件串/并联电连接后,其正负极再与电池包箱体外部的直流电源电正负极连接;并且,半导体热电组件的电流方向能够切换;

[0017] 液体导热通道位于电池包箱体底部,液体导热通道内盛装导热液体,对应液体导热通道的两端端口,在电池包箱体上开设进液口和出液口,液体导热通道通过电池包箱体外部配置的泵机与外部换热器连通。

[0018] 在高温天气执行制冷模式,由于帕尔贴效应,半导体热电组件上部的第一热交换板为致冷板,其温度迅速下降至环境温度以下,通过导热支撑板、导热体散热,可将电池温度降低至环境温度以下,而半导体热电组件下部的第二热交换板为散热板,其产生的热量通过液体导热通道以及外部换热器排放掉;在寒冷低温环境下切换到加热模式,半导体热电组件正负极反转,通电后使得半导体热电组件上部的第一热交换板变为加热板,通过导

热支撑板、导热体加热,使电池温度上升,达到正常的工作温度范围,而半导体热电组件下部的第二热交换板为吸热板,如果第二热交换板温度等于高于环境温度,泵机关闭,如果第二热交换板温度低于环境温度,泵机开启,第二热交换板通过液体导热通道内的导热液体吸收环境热量,并通过第一热交换板、导热支撑板加热电池。

[0019] 进一步的,所述导热体为平行于电池配置的矩形板状导热翅片,所述电池模组的多个方砖形电池层叠横置或者成列立置:

[0020] 如果电池层叠横置,所述导热支撑板上方立式平行配置多排导热支撑立板,导热支撑立板下端紧贴导热支撑板,层叠的电池两端紧贴相邻的两排导热支撑立板,相邻两层电池之间配置一片导热翅片,或者,两片导热翅片之间配置一层电池,导热翅片紧贴相邻的电池,左、右两端缘紧贴相邻的两排导热支撑立板;

[0021] 如果电池成列立置,两列电池之间配置一片导热翅片,或者,两片导热翅片之间配置一块电池,或者,每列电池的同侧对应配置一片导热翅片,导热翅片紧贴相邻的电池,下端紧贴导热支撑板;

[0022] 电池与导热翅片的贴合面之间配置或者不配置导热垫片;如果配置导热垫片,导热垫片的大小与电池与导热翅片的贴合面的大小相匹配,导热垫片为石墨导热片,石墨烯导热片或者有机硅导热片,导热垫片通过背胶分别与导热翅片和电池相连。

[0023] 电池-导热翅片-导热支撑板的导热通路,通过高导热性的导热翅片与单个电池和导热支撑板的直接接触进行热传导,换热系数大,热反应速度快,导热效率高,并且各个电池、单个电池的各个部位的温度均匀,保证了电池的工作效率,并且电池使用的可靠性好;相对电池和导热翅片,导热垫片的柔韧性好,能够降低界面导热热阻,提高导热性能,并缓冲机械应力。

[0024] 再进一步,所述导热体包括呈柱状立式配置的导热柱及横向配置的导热扩散板,所述电池模组的多个柱形电池呈矩阵状立式配置,紧密套装在导热扩散板的开孔内,导热柱上端紧固在导热扩散板底部,下端紧贴导热支撑板,电池位于四个导热柱的围成的方形中心处,电池与导热柱不接触。

[0025] 导热柱截面形状为方形、圆形、星形或其它类似的、具有较大的导热外缘的截面形状,形成由电池-导热扩散板-导热柱-导热支撑板的导热通路,通过高导热性的导热扩散板和导热柱与单个电池和导热支撑板的直接接触进行热传导,导热柱具有导热和支撑的双重功能。

[0026] 再进一步,所述导热支撑板上方的电池包箱体内填充相变材料层,或者灌封材料层,或者绝缘导热油;或者,所述导热支撑板和导热扩散板之间的电池包箱体内填充相变材料层,或者灌封材料层,或者绝缘导热油;所述相变材料层为包含相变温度在20~80℃的石蜡、脂肪酸相变材料中的一种或多种的相变材料层;所述弹性灌封材料层为导热率大于0.2W/mK的有机硅、聚氨酯材料层;所述绝缘导热油是导热率大于0.05W/mK的有机导热油。

[0027] 相变材料层或热塑性灌封材料层具有一定的导热效果:相变材料在溶化时的潜热可以吸收电池产生的部分热量,并保持温度不变,从而降低电池温度热冲击幅度,此外,通过导热扩散板、导热柱和电池包箱体或者导热翅片和电池包箱体,导出另外部分热量,从而进一步降低电池温度;热塑性灌封材料通常具有导热填料,也可以进一步加强导热,降低热冲击,此外,热塑性灌封材料具有较好的韧性和延展性能,可降低机械应力,减缓机械冲击。

[0028] 绝缘导热油为普通合成油或者精制矿物油的一种,例如:烷基苯型(苯环型)导热油,联苯和联苯醚低熔导热油,有机硅油,典型品牌如陶氏化学的DowTherm导热油,在车辆行驶过程中,导热油的液态震荡产生的导热、对流综合作用有利于电池向外散热。

[0029] 再进一步,所述导热体为铜或铁导热体,或者,导热体为外表面覆盖一层经阳极氧化钝化处理后,具有中压电绝缘强度的氧化膜层的铝导热体或者铝合金导热体;所述导热支撑板为铜板或铁板,或者,导热支撑板为外表面覆盖一层经阳极氧化钝化处理后,具有中压电绝缘强度的氧化膜层的铝板或者铝合金板,其厚度为0.5~20mm,具有导热与支撑的双重功能。导热体、导热支撑板的材料选择不仅导热效率高,并且易于加工;阳极氧化后的铝或其合金,提高了硬度和耐磨性,硬质阳极氧化膜熔点高达2320K,耐击穿电压高达2000V,具有优良的电绝缘性。

[0030] 再进一步,所述第一热交换板和第二热交换板之间设有支撑加强筋,将第一热交换板和第二热交换板固接为一体;电池包箱体底部带有导热加强筋。支撑加强筋由低导热材料制成,或者,支撑加强筋与第一热交换板和第二热交换板的接触面之间设有低导热材料垫片,支撑加强筋仅起到加强半导体热电组件机械强度的作用;导热加强筋不仅增大电池模组箱体的机械强度和耐冲击性,也增加了电池箱的表面积,加速电池模组箱体表面的传热作用。

[0031] 再进一步,所述第一热交换板和导热支撑板之间,第二热交换板和液体导热通道7顶部之间通过界面导热材料层紧贴在一起;所述界面导热材料层是以聚氨酯、有机硅、环氧树脂或丙烯酸为基体,导热率不小于0.2W/mK的导热粘结胶层;或者,所述第一热交换板和第二热交换板外表面具有金属镀层,分别与导热支撑板和液体导热通道顶部通过焊接连接。界面导热材料层具有两个作用:一是保证半导体热电组件和电池之间的导热接触面充分,避免局部区域因粗糙度、不平度、装配等原因形成的空气间隙造成的导热阻隔,二是界面导热材料层还可以起到机械固定和减轻机械应力作用。

[0032] 再进一步,第一热交换板4和第二热交换板6为陶瓷型电绝缘热交换板,所述P型热电臂和N型热电臂的优值系数 $ZT=0.5\sim 2.4$ 。

[0033] 根据帕尔贴效应,理想制冷工况下热电组件冷端吸热为 $Q_c=2NsIT_c$ ,热端放热为 $Q_h=2NsIT_h$ ,式中 $Q_c$ 为冷端吸热量, $N$ 为热电臂对数, $s$ 为赛贝克系数, $I$ 为电流, $T_c$ 、 $T_h$ 分别为冷端和热端温度(K)。实际当中由于焦耳热和导热效应综合作用,冷端吸热量 $Q_c$ 、电功率 $Q_{te}$ 、热端放热量 $Q_h$ 分别表示为(H.Y.Zhang,Y.C.Mui,M.Tarin,Analysis of thermoelectric cooler performance for high power electronic packages,Applied Thermal Engineering 30,2010,pp.561-568):

$$[0034] \quad Q_c = 2N \left( sIT_c - \frac{I^2 \rho}{2G} - kG\Delta T \right)$$

$$[0035] \quad Q_{te} = 2N \left( sI\Delta T + \frac{I^2 \rho}{G} \right)$$

$$[0036] \quad Q_h = Q_c + Q_{te} = 2N \left( sIT_h + \frac{I^2 \rho}{2G} - kG\Delta T \right)$$

[0037] 上述公式中: $\rho$ 、 $k$ 、 $G$ 分别为热电臂电阻率,导热系数以及几何参数,定义为面积和

高度之比,  $\Delta T$ 为热端与冷端温差。

[0038] 由此可见,赛贝克系数 $s$ 的数值越大,热电臂导热系数 $k$ 和电阻率 $\rho$ 越小,则半导体热电组件工作效率越高,无量纲的优值系数 $ZT = s^2T/k$ 也越大(其中 $T$ 表示平均温度)。通过掺杂碲化铋合金基材制成P型和N型半导体,将一个P型热电臂和一个N型热电臂用金属导流板连接起来,构成半导体制冷器的一个基本热电单元。根据麻省理工学院已发表文献,(Zhiting Tian, Sangyeop Lee, Gang Chen, Heat Transfer in Thermoelectric Materials and Devices, ASME J Heat Transfer 135, 2013, pp. 061605-1),碲化铋 $ZT$ 值可达到0.5~1左右,而新型的碲化铋/碲化铋复合热电材料 $ZT$ 值可达2.4。实际设计中,可根据热电组件材料、冷热端的温度、电流范围、以及需要控制物体的发热量、温度和散热结构进行优化设计。

[0039] 再进一步,所述液体导热通道为蛇形嵌管通道或者凹槽加工通道,内部冷却液体为水-乙二醇混合冷却液。能够提供高效换热系数,换热系数可达几百至上万 $W/m^2K$ ,液体导热通道板体四周通过焊接、螺栓加固与电池包箱体紧密连接,顶部安装半导体热电组件的第二热交换板,可与半导体热电组件进行良好热交换,并在制冷模式下通过外部换热器将热量排放到大气中。

[0040] 本发明的有益效果在于:

[0041] 1、能够保证电池始终在最佳温度环境中工作。由于暑热天气再加上阳光曝晒,电池温度可达到50-60 $^{\circ}C$ ,直接启动电池有可能引发热失控,本发明采用热电组件制冷,可将过热的电池温度降至环境温度40 $^{\circ}C$ 以下再使用电池,大大提高电池可靠性和工作性能。

[0042] 2、直接接触式的换热结构,换热效率高。和传统的制冷循环水箱的装置相比,本发明直接将热电组件布置在电池底部进行制冷,减少了水箱制冷与管道冷量损失的中间环节,耗电少,热反应快,系统效率高,另一方面废热排放可通过换热系数很高的水冷循环以及外部换热器,系统效率可进一步提高,并避免换热器离电池模组太近导致电池预热效应。

[0043] 3、制冷、加热集成于一体,结构紧凑。本装置不仅能够利用热电组件制冷,在低温严寒天气,热电组件反向通电加热,通过延展翅片结构布置可以快速加热电池到0摄氏度以上,结构紧凑,适用于车用动力电池系统。

## 附图说明

[0044] 图1为本装置的散热翅片立置时的一种优选结构正视透视示意图

[0045] 图2为沿图1中A-A向剖视,散热翅片立置时另一种优选结构结构示意图

[0046] 图3为本装置的散热翅片横置时的一种优选结构正视透视示意图

[0047] 图4为本装置采用导热柱时的一种优选结构正视透视示意图

[0048] 图5为图4的B-B向剖视局部放大示意图

[0049] 图6为半导体热电组件制冷时的直流电正负向及温度高低变化示意

[0050] 图7为半导体热电组件加热时的直流电正负向及温度高低变化示意

[0051] 图8为液体导热通道的一种优选结构

[0052] 图9为电池运行发热(单个电池发热量以8W计),50 $^{\circ}C$ 的高温电池在冷却600s的温度演变计算机仿真结果

[0053] 图10为电池不运行情况下,50 $^{\circ}C$ 的高温电池在冷却600秒的温度演变计算机仿真

## 结果

[0054] 图11为高温电池(50℃)在冷却600s的温度分布计算机仿真结果(电池不发热)

[0055] 图12为低温电池(-30℃)在加热600s后,放置120s的温度分布计算机仿真结果(每个电池发热量为8W)

[0056] 图1~12中:1为电池模组,2为导热翅片,3为导热支撑板,4为第一热交换板,5为热电单元,6为第二热交换板,7为液体导热通道,701为凹槽,702为水冷翅板,8为导热支撑立板,9为导热垫片,10为界面导热材料层,11为导热柱,12为支撑加强筋,13为导热扩散板,14为进液口,15为出液口,16为电池包箱体,17为相变材料层。

## 具体实施方式

[0057] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0058] 如图1、图3和图4所示,在电池包箱体16内部,由上至下顺次紧贴配置电池模组1,导热支撑板3,半导体热电组件和液体导热通道7,并在电池模组1内匀布多个导热体,导热体下部紧贴导热支撑板3,形成电池模组-导热体-半导体热电组件-液体导热通道形成的导热通路,其中:

[0059] 导热支撑板3横置,其四周边缘紧贴电池包箱体16内壁;

[0060] 半导体热电组件包括横置的第一热交换板4和第二热交换板6,以及立置紧贴在两者之间的若干个热电单元5,每个热电单元5包括串联电连接的若干对P型热电臂和N型热电臂;热电单元5之间串/并联电连接;多个半导体热电组件串/并联电连接后,其正负极再与电池包箱体16外部的直流电源电正负极连接;并且,半导体热电组件的电流方向能够切换。

[0061] 第一热交换板4和第二热交换板6之间设有支撑加强筋12,将第一热交换板4和第二热交换板6固接为一体;电池包箱体16底部带有导热加强筋;

[0062] 导热体为外表面覆盖一层经阳极氧化钝化处理后,具有中压电绝缘强度的氧化膜层的铝导热体或者铝合金导热体;导热支撑板3为外表面覆盖一层经阳极氧化钝化处理后,具有中压电绝缘强度的氧化膜层的铝板或者铝合金板,其厚度为0.5~20mm。

[0063] 液体导热通道7位于电池包箱体16底部,液体导热通道7内盛装导热液体,对应液体导热通道7的两端端口,在电池包箱体16上开设进液口14和出液口15,液体导热通道7通过电池包箱体外部配置的泵机与外部换热器连通。

[0064] 在高温天气执行制冷模式,由于帕尔贴效应,半导体热电组件上部的第一热交换板4为制冷板,其温度迅速下降至环境温度以下,通过导热支撑板3、导热体散热,可将电池温度降低至环境温度以下,而半导体热电组件下部的第二热交换板6为散热板。

[0065] 在寒冷低温环境下切换到加热模式,半导体热电组件正负极反转,通电后使得半导体热电组件上部的第一热交换板变为加热板,通过导热支撑板、导热体加热,可将电池温度上升,使其达到正常的工作温度范围,而半导体热电组件下部的第二热交换板为吸热板,如果第二热交换板温度等于高于环境温度,泵机关闭;如果第二热交换板温度低于环境温度,液体导热通道开启,第二热交换板通过液体导热通道内的导热液体吸收环境热量,并通过第一热交换板、导热支撑板加热电池。

[0066] 如图1、图3所示,导热体为平行于电池配置的矩形板状导热翅片2,导热翅片2挤压成型,或者与导热支撑板3之间通过焊接、胶接固定,厚度为0.1~10mm,形成电池-导热翅

片-导热支撑板-热电组件-液冷系统的散热通路。图1中,电池模组1的多个方砖形电池成列立置,导热支撑板3上方的电池包箱体16内填充相变材料层17,图3中的电池层叠横置。

[0067] 图3中,导热支撑板3上方立式平行配置3排导热支撑立板8,导热支撑立板8下端紧贴导热支撑板3,3层层叠的电池两端紧贴相邻的两排导热支撑立板(8),相邻两层电池之间配置一片导热翅片2,导热翅片2紧贴相邻的电池,左、右两端缘紧贴相邻的两排导热支撑立板8。

[0068] 如图1所示,每列电池的同侧对应配置一片导热翅片2,如图2所示,两片导热翅片2之间配置一块电池,导热翅片2紧贴相邻的电池,下端紧贴导热支撑板3。

[0069] 如图1所示,电池与导热翅片2的贴合面之间配置导热垫片9,其大小与电池与导热翅片2的贴合面的大小相匹配,导热垫片9为石墨导热片,石墨烯导热片或者有机硅导热片,导热垫片9通过背胶分别与导热翅片2和电池相连。

[0070] 如图4~5所示,导热体包括呈柱状立式配置的导热柱11及横向配置的导热扩散板13,所述电池模组1的多个柱形电池呈矩阵状立式配置,紧密套装在导热扩散板13的开孔内,导热柱11上端紧固在导热扩散板13底部,下端紧贴导热支撑板3,电池位于四个导热柱11的围成的方形中心处,电池与导热柱不接触,导热支撑板3和导热扩散板13之间的电池包箱体16内填充相变材料层17。

[0071] 如图1所示,第一热交换板4和导热支撑板3之间,第二热交换板6和液体导热通道7顶部之间通过界面导热材料层10紧贴在一起;所述界面导热材料层10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 $0.2\text{W/mK}$ 的导热粘结胶层。

[0072] 如图8所示的液体导热通道7为凹槽加工通道,具有水冷翅片702和凹槽701,槽道宽度尺寸在 $10\text{mm}-0.3\text{mm}$ 之间,具有较大的换热面积和良好的换热能力。

[0073] 如图6~7所示,由若干对P型与N型热电臂串联成热电单元,若干个热电单元串/并联成半导体热电组件。如图6所示,在制冷工作模式下,外加电源正极和热电组件负极相连,电子向电流反方向迁移,形成制冷模式,第一热交换板4为冷端(温度为 $T_c$ ),第二热交换板6为热端(温度为 $T_h$ );如图7所示,半导体热电组件在加热工作模式下,外加电源正极和热电组件正极相连,形成加热模式。

[0074] 图10、图11为高温电池( $50^\circ\text{C}$ )在半导体热电组件冷却600秒时的温度演变的计算机仿真结果,电池不启动,发热量为零。采用 $2\times 3$ 阵列半导体热电组件,每个热电组件尺寸为 $50\text{mm}\times 50\text{mm}$ ,最大发热量 $Q_{\text{cmax}}=310\text{W}$ ,包括128对热电臂,电池模组包括12个软包电池立式放置,每个电池尺寸 $10\text{cm}\times 12\text{cm}\times 1\text{cm}$ ,并与翅片板紧密贴合。考虑气温 $40^\circ\text{C}$ ,电池因车身爆晒达到 $50^\circ\text{C}$ ,在8A电流制冷工作模式下,边缘电池和中间电池温度逐步下降,在600s下降到 $21.9^\circ\text{C}$ 和 $24.5^\circ\text{C}$ ,可以正常启动安全工作。图10显示了高温电池( $50^\circ\text{C}$ )在热电组件冷却600s的温度分布计算机仿真结果(电池不启动)。

[0075] 如图9所示,同样的电池模组结构,如果在热电组件制冷瞬间即开启电池,单个电池发热量为8W,12个电池发热96W,在热电组件8A制冷模式情形下温度仍然逐步下降,在制冷600秒时,边缘电池和中间电池温度逐步下降,在600s下降到 $34^\circ\text{C}$ 和 $29^\circ\text{C}$ ,不影响电池正常运行。

[0076] 如图12所示,低温环境下( $-30^\circ\text{C}$ ),开启热电组件加热模式,电池温度逐步上升,在在热电组件加热600s,之后静置120s,可以看到电池温度明显在 $0^\circ\text{C}$ 之上,可以正常启动。

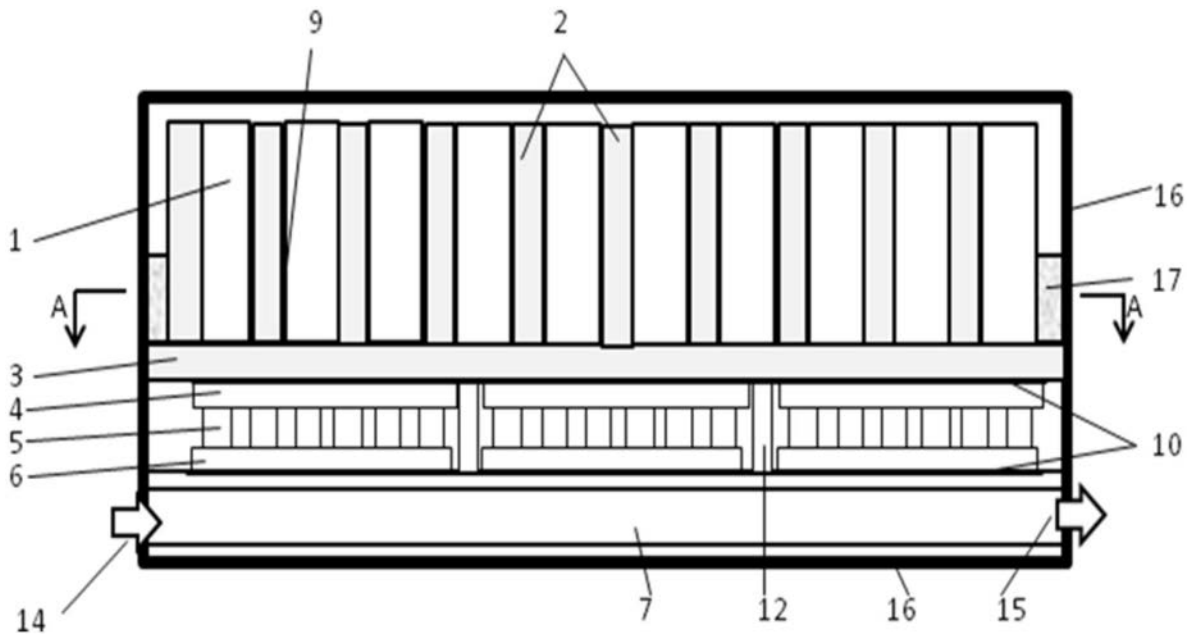


图1

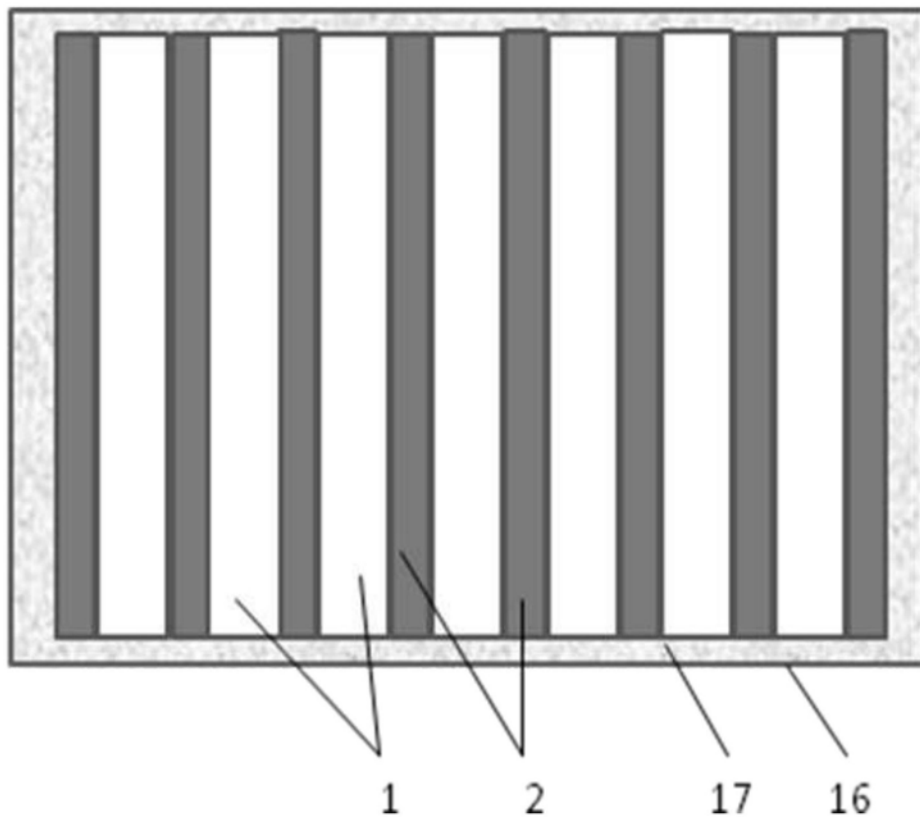


图2

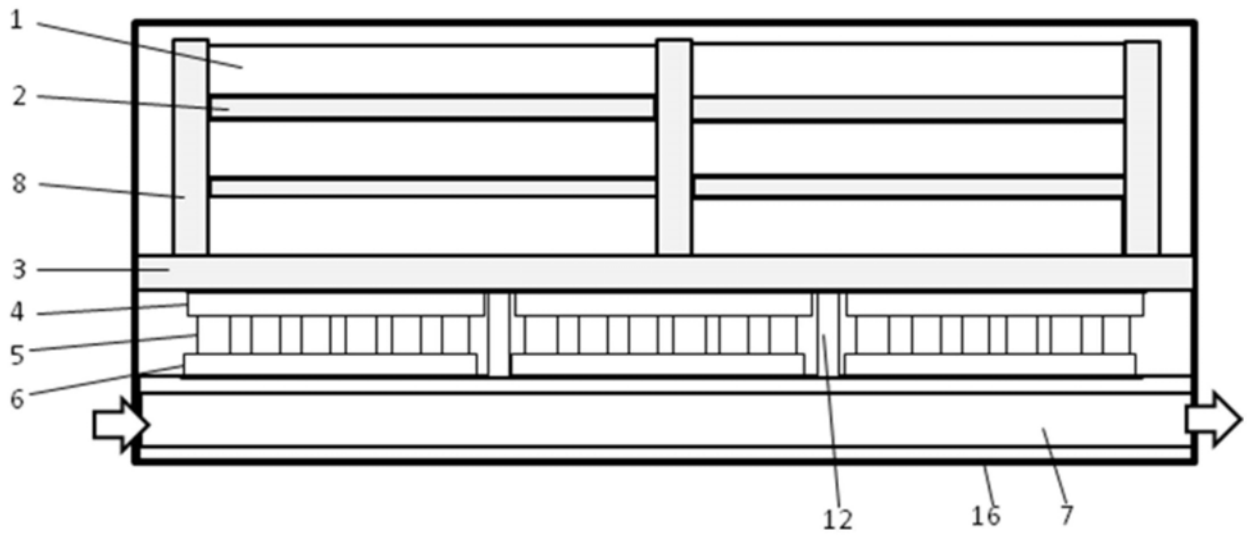


图3

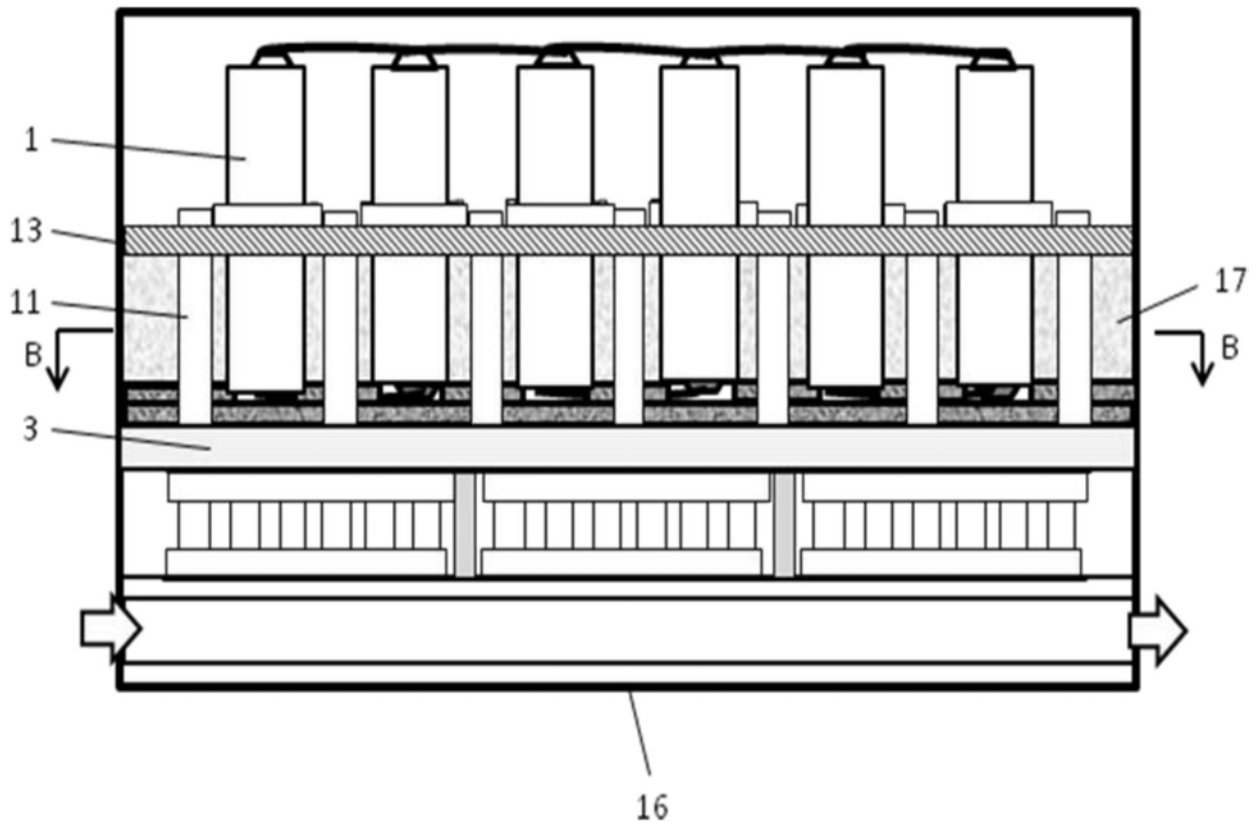


图4

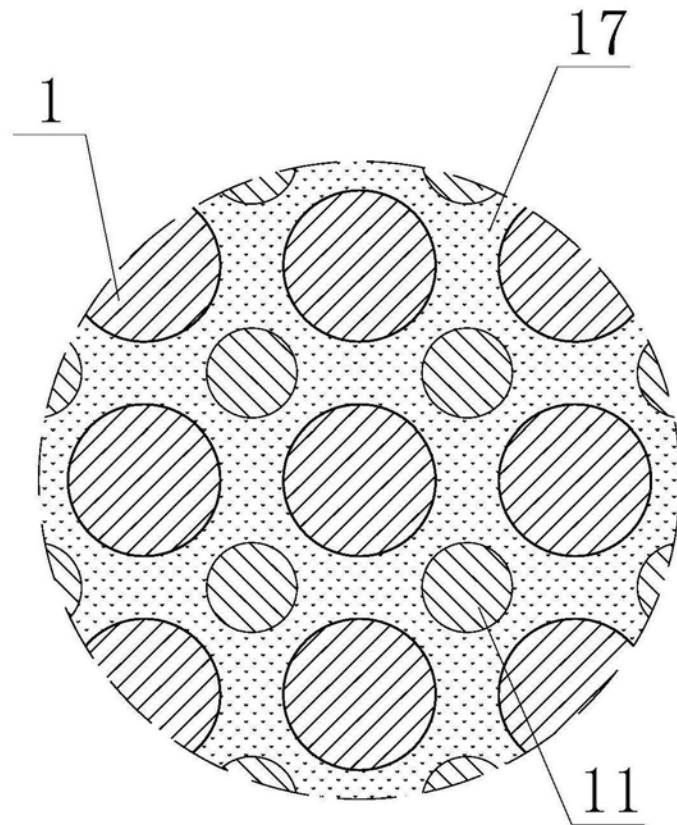


图5

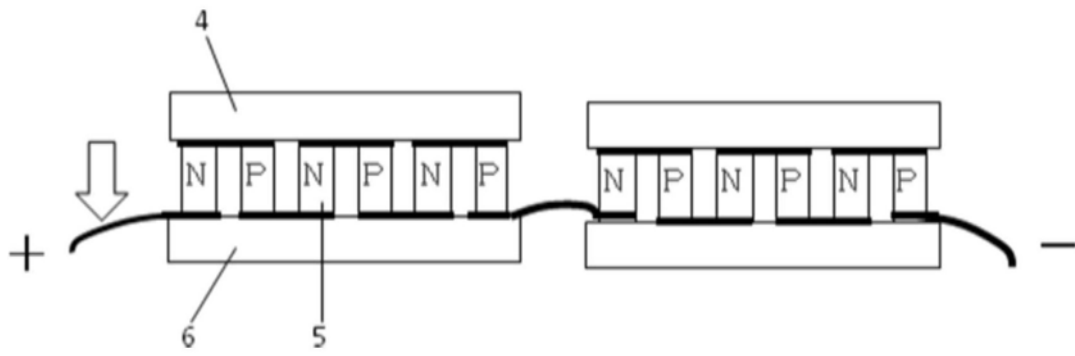


图6

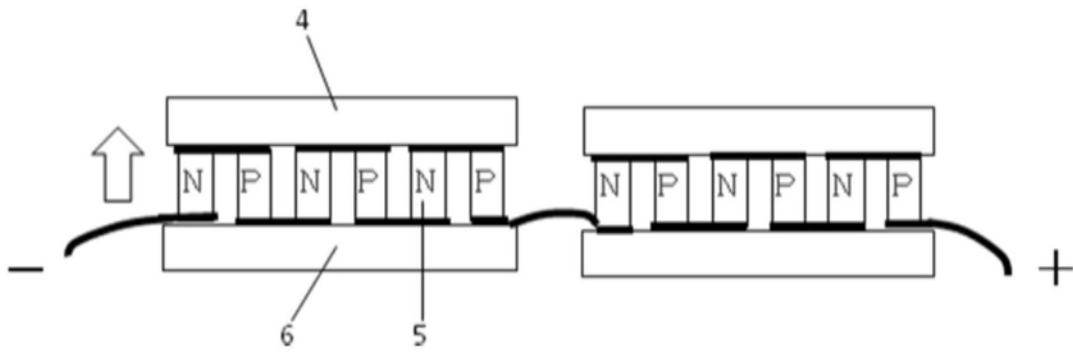


图7

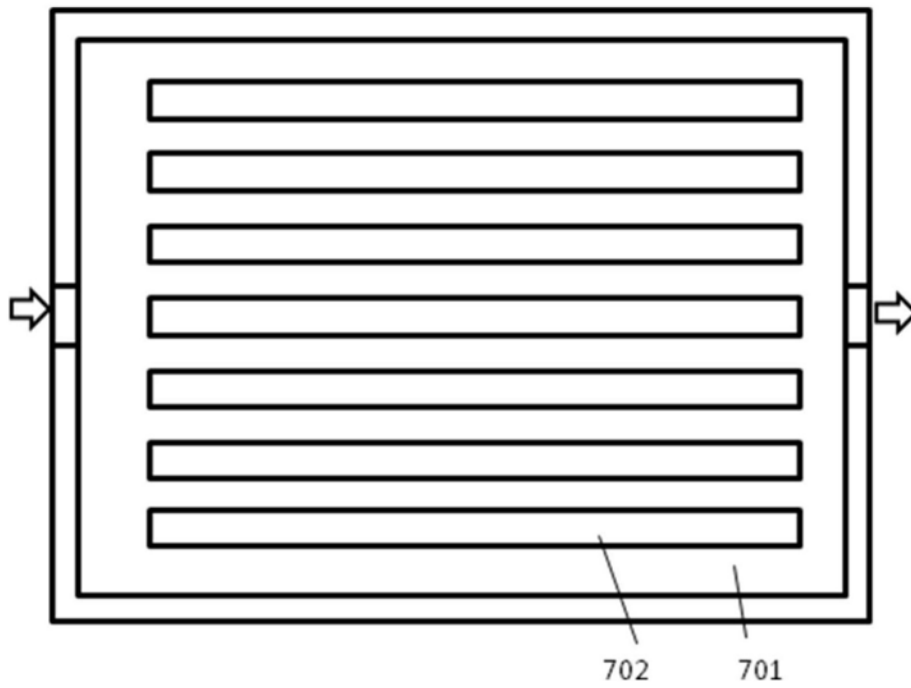


图8

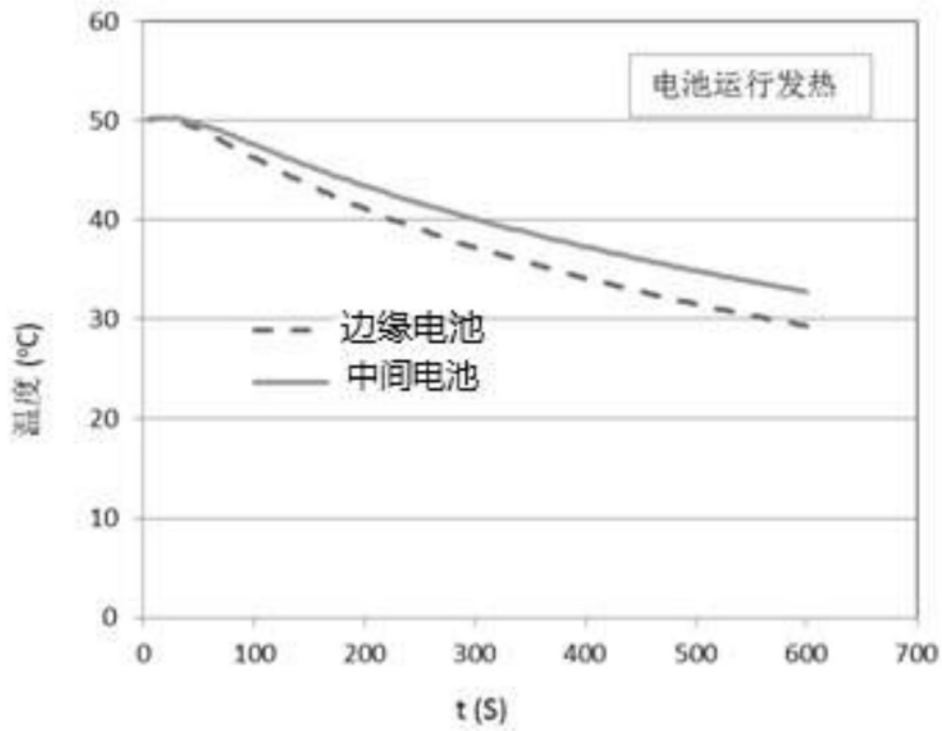


图9

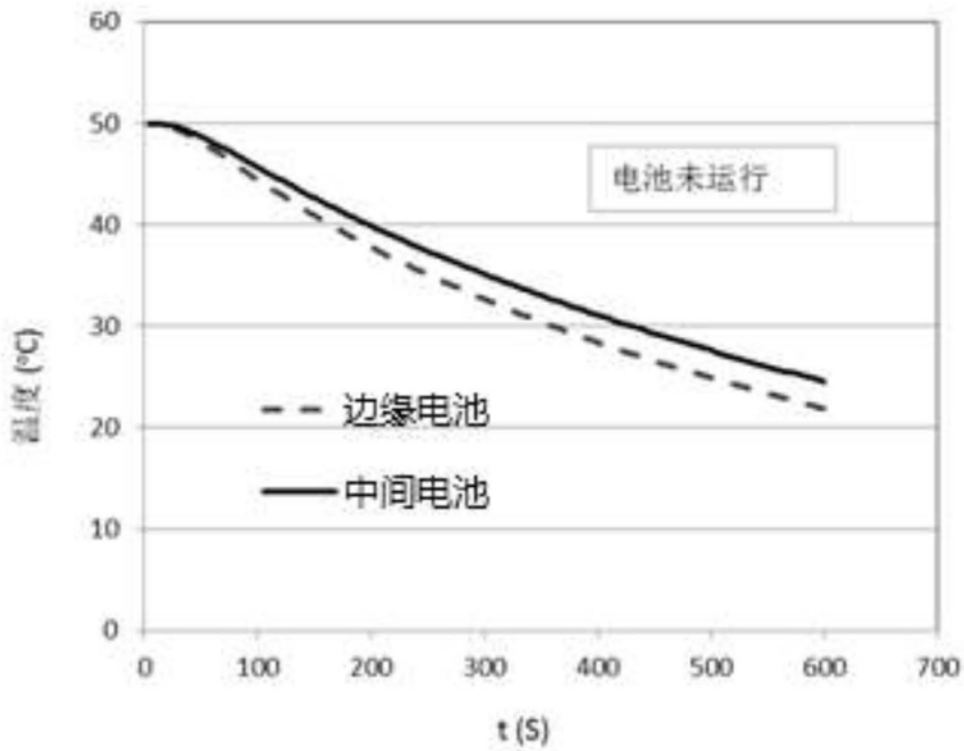


图10

边缘电池: 21.9 °C      中间电池: 24.5 °C

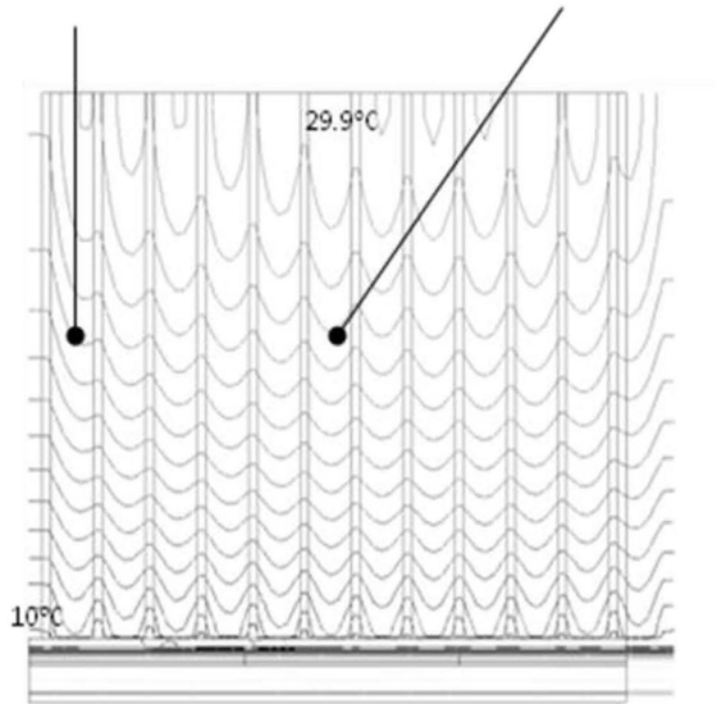


图11

边缘电池1: 11.9 °C      中间电池: 8.4 °C

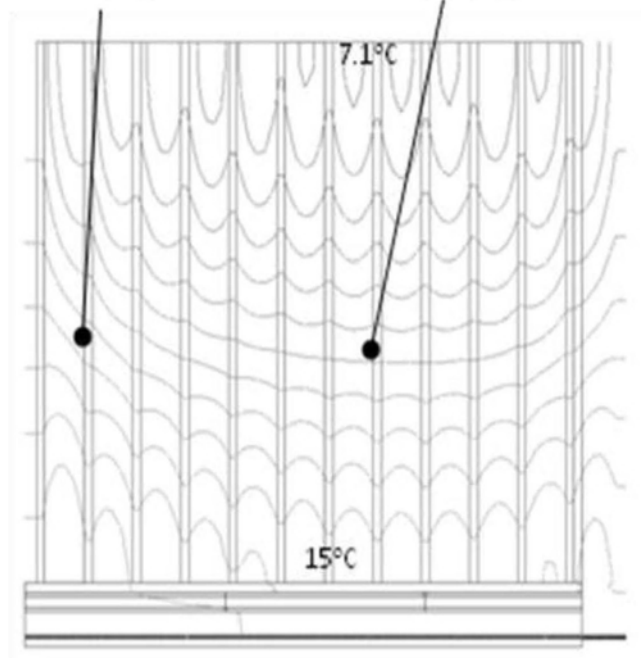


图12