



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109686887 A

(43)申请公布日 2019.04.26

(21)申请号 201811613033.8

H01M 10/625(2014.01)

(22)申请日 2018.12.27

H01M 10/643(2014.01)

(71)申请人 合肥工业大学

H01M 10/653(2014.01)

地址 230009 安徽省合肥市包河区屯溪路
193号

H01M 10/6551(2014.01)

H01M 10/6557(2014.01)

H01M 10/6568(2014.01)

H01M 10/658(2014.01)

(72)发明人 唐志国 宋安琪 黎昱杰 陈琪
关小魁 黄子灵 刘朋飞 胡献国

(74)专利代理机构 安徽省合肥新安专利代理有
限责任公司 34101

代理人 何梅生

(51)Int.Cl.

H01M 2/10(2006.01)

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/615(2014.01)

H01M 10/617(2014.01)

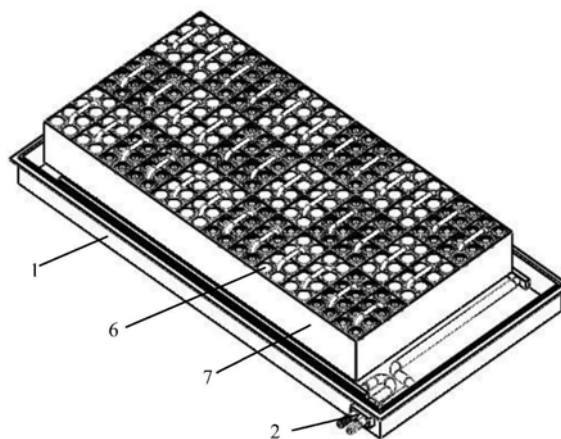
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种可阻止热失控扩展的圆柱动力电池液
冷热管理结构

(57)摘要

本发明公开了一种可阻止热失控扩展的圆
柱动力电池液冷热管理结构,在电池箱体内部两
侧分别布置进水母管和出水母管,并呈行列式布
置各电池模组,电池模组是由各电池组合体呈行
列式排布;在电池组合体中,电芯分布在四角位
置上,电芯间空隙填充导热材料形成导热星形
块,导热星形块的中心设置竖直细管,同一行中
电池组合体的竖直细管由水平细管相连成一路
液体换热管;液体换热管在两端与进水母管和出
水母管连通;将处在同一行中的导热星形块设置
为不同高度,并设置隔热防冲击薄板将各电池组
合体合围成四周侧壁封闭的单元体。本发明能够
实现圆柱体动力电池的高效、均一降温和升温,
且能有效阻止单一电芯热失控的扩展,显著提升
电池组安全性能。



1. 一种可阻止热失控扩展的圆柱动力电池液冷热管理结构,具有密封的电池箱体(1),其特征是:

在所述电池箱体(1)的侧壁上设置进出水模块(2),在所述进出水模块(2)中设置有进水总接头(22)和出水总接头(21);在所述电池箱体(1)的内部相对两侧,位于一侧布置进水母管(4),位于另一侧布置出水母管(3),所述进水母管(4)和出水母管(3)一一对应与进水总接头(22)和出水总接头(21)相连通;在所述进水母管(4)与出水母管(3)之间呈行列式布置各电池模组,每个电池模组是由各电池组合体呈行列式排布所构成;

所述电池组合体的结构形式是:四只竖向直立的电芯(6)分布在正方形的四个角的位置上,各电芯(6)之间保持有空隙,在所述四只电芯(6)之间的空隙中填充有导热材料形成导热星形块(8),使所述导热星形块(8)对电芯(6)形成局部包覆从而保证电芯(6)与所述导热星形块(8)之间充分接触,在所述导热星形块(8)的中心位置上设置有竖直细管(53)、所述竖直细管(53)竖向贯穿所述导热星形块(8)的顶部和底部;

在所述电池模组中,将处在同一行中的所有电池组合体中的竖直细管(53),利用分处在电池组合体的顶部和底部的各段水平细管(54)依次相连形成一路液体换热管(5);所述液体换热管(5)在两端分别与进水母管(4)和出水母管(3)相连通;

在所述电池模组中,将处在同一行中的所有电池组合体中的导热星形块(8)设置为不同高度,所述不同高度是指:导热星形块(8)的高度从进水母管(4)所在一侧到出水母管(3)所在一侧依次等幅度增高;

在各电池模组中,呈直立设置隔热防冲击薄板(7),利用所述隔热防冲击薄板(7)将各电池组合体合围成四周侧壁封闭的单元体。

2. 根据权利要求1所述的可阻止热失控扩展的圆柱动力电池液冷热管理结构,其特征是,设置所述导热星形块(8)的高度为:最靠近进水母管所在一侧的导热星形块高度为电芯高度的0.5-0.8倍,最靠近出水母管所在一侧导热星形块的高度为电芯高度的0.9-1倍。

3. 根据权利要求1所述的可阻止热失控扩展的圆柱动力电池液冷热管理结构,其特征是,所述导热星形块(8)对电芯(6)的包覆角度为90-135度。

4. 根据权利要求1所述的可阻止热失控扩展的圆柱动力电池液冷热管理结构,其特征是,所述的隔热防冲击薄板为夹层结构,其内外表层均为隔热层,中间层为防冲击层;所述隔热层是厚度为0.5mm-2mm的玻璃纤维、石棉或气凝胶,所述防冲击层是厚度为0.5mm-2mm的薄铝板。

一种可阻止热失控扩展的圆柱动力电池液冷热管理结构

技术领域

[0001] 本发明涉及电动汽车动力电池热管理技术领域,具体涉及纯电动汽车或混合动力汽车用动力电池液冷热管理系统。

背景技术

[0002] 电动汽车的技术关键是动力电池,动力电池性能的优劣直接决定了电动汽车的整车性能、安全与使用寿命等。在动力电池各项性能参数中,温度是影响电池的安全、性能和寿命的关键参数,温度过低会导致整车性能下降,温度过高则可能会引发热失控安全事故。

[0003] 一方面,为了控制和调节动力电池的温度水平,现有电动汽车电池组都设计有电池热管理系统。其目的是:在高温环境下,特别是在炎热的夏季,启动散热系统对动力电池进行冷却,释放动力电池在充放电过程中和高温环境下使用时产生的大量热,避免由于电池箱空间的热量累积而造成的电池包温度上升;在低温情况下,特别在寒冷的冬季,对电池进行加热升温,使之处于最佳的使用温度水平,避免因低温导致的动力电池工作性能差或无法正常启动等情况。

[0004] 在对电池热管理系统的设计目标上,要求对电池组的加热或冷却系统进行优化设计,使得电池系统内的任意一个电芯的温度维持在一定范围内,一般要求是5℃以内,避免由于电芯的温度差异过大降低电芯性能的一致性,从而整体提升动力电池组的使用寿命。

[0005] 从传热介质的角度,现有动力电池热管理系统分为:空气冷却式热管理(简称空冷)、液体冷却式热管理(简称液冷),以及相变蓄热式热管理。从三类热管理形式上看,空冷装置简单、成本较低,是前期已产业化电动汽车采用的主要方式,但需要在动力电池腔体内设置空气管道与外部相通,存在涉水安全性差的问题;相变蓄热式热管理技术目前还处于实验室研究阶段,鉴于相变材料在单相时导热系数较低,离实际应用还有一定的距离;液冷是目前产业化市场上应用最广泛的技术,其传热效率较高,电池温度均匀化性能较好,但其对于液体密封要求较高、换热结构复杂、成本较高。随着动力电池安全使用的要求的提升,液体热管理正成为下一代研发的主要方式。

[0006] 另一方面,锂离子电池为封闭结构,内部含有可燃性材料。在某些工况下,锂离子电池单体触发内部放热连锁反应引起电池自身的温度急剧升高,导致起火、爆炸等现象,称为热失控。当电池组中部分单体电池发生热失控,并引发相邻电池发生热失控的现象,称为电池组热失控扩展。单个电池热失控所释放的能量是有限的,但如果发生电池组热失控,整个电池组热失控所释放的能量将会造成极大的危害。例如,对于一个60kW·h的纯电动车的动力电池系统而言,所有单体由于热失控扩展所释放的能量相当于90kg TNT爆炸所释放出的能量。也就是说,热失控扩展一旦发生,所造成的危害是巨大的。导致单个电芯发生热失控的原因很多,很难予以阻止;所以,如何阻止热失控的扩展是电池热管理结构设计中的重要任务。

[0007] 公开号为CN105977426A、申请号201610544342.9的发明专利申请公开了“一种带有液冷箱的电动汽车动力电池及其液冷箱”,其针对圆柱电池采用液冷热管理技术,将蛇形

换热扁管与电芯直接接触进行换热,但是,当某一电芯发生热失控时,其高温热量沿着高导热性能的换热管道迅速传递给上下游的电芯,容易引起上下游电芯的连锁热失控效应,造成热失控扩展的严重安全事故。

[0008] 公开号为CN102117945A、申请号200910266095.的发明专利申请公开了一种“电池系统中的散热与热失控扩散防护结构”,其试图将电池热管理和阻止热失控扩展功能二者结合起来,其结构设计包括一电池组壳体以及至少一复合式导热板,该复合式导热板是由至少一导热层与至少一隔热层组成的一多层异向性导热结构,该导热层实现散热的功能,该隔热层实现阻止热失控扩展的功能。但是,在这一结构形式中没有加热功能,并不是完全意义上的热管理结构;同时,由于其导热层上直接接触固定了多个电芯,这样的结构设计将导致单个电芯的热失控会通过导热层进行扩展开来,导致安全事故。

发明内容

[0009] 本发明是为避免上述现有技术所存在的不足,提供一种可阻止热失控扩展的圆柱动力电池液冷热管理结构,针对圆柱动力电池实现散热降温和加热升温功能,并提升电芯温度的均匀性,同时在电池热管理结构中融入热失控扩展的阻止功能结构。

[0010] 本发明为解决技术问题采用如下技术方案:

[0011] 本发明可阻止热失控扩展的圆柱动力电池液冷热管理结构,具有密封的电池箱体,其特点是:

[0012] 在所述电池箱体的侧壁上设置进出水模块,在所述进出水模块中设置有进水总接头和出水总接头;在所述电池箱体的内部相对两侧,位于一侧布置进水母管,位于另一侧布置出水母管,所述进水母管和出水母管一一对应与进水总接头和出水总接头相连通;在所述进水母管与出水母管之间呈行列式布置各电池模组,每个电池模组是由各电池组合体呈行列式排布所构成;

[0013] 所述电池组合体的结构形式是:四只竖向直立的电芯分布在正方形的四个角的位置上,各电芯之间保持有空隙,在所述四只电芯之间的空隙中填充有导热材料形成导热星形块,使所述导热星形块对电芯形成局部包覆从而保证电芯与所述导热星形块之间充分接触,在所述导热星形块的中心位置上设置有竖直细管、所述竖直细管竖向贯穿所述导热星形块的顶部和底部;

[0014] 在所述电池模组中,将处在同一行中的所有电池组合体中的竖直细管,利用分处在电池组合体的顶部和底部的各段水平细管依次相连形成一路液体换热管;所述液体换热管在两端分别与进水母管和出水母管相连通;

[0015] 在所述电池模组中,将处在同一行中的所有电池组合体中的导热星形块设置为不同高度,所述不同高度是指:导热星形块的高度从进水母管所在一侧到出水母管所在一侧依次等幅度增高;

[0016] 在各电池模组中,呈直立设置隔热防冲击薄板,利用所述隔热防冲击薄板将各电池组合体合围成四周侧壁封闭的单元体。

[0017] 本发明可阻止热失控扩展的圆柱动力电池液冷热管理结构的特点也在于,设置所述导热星形块的高度为:最靠近进水母管所在一侧的导热星形块高度为电芯高度的0.5-0.8倍,最靠近出水母管所在一侧导热星形块的高度为电芯高度的0.9-1倍。

[0018] 本发明可阻止热失控扩展的圆柱动力电池液冷热管理结构的特点也在于,所述导热星形块对电芯的包覆角度为90-135度。

[0019] 本发明可阻止热失控扩展的圆柱动力电池液冷热管理结构的特点也在于,所述的隔热防冲击薄板为夹层结构,其内外表层均为隔热层,中间层为防冲击层;所述隔热层是厚度为0.5mm-2mm的玻璃纤维、石棉或气凝胶,所述防冲击层是厚度为0.5mm-2mm的薄铝板。

[0020] 与已有技术相比,本发明有益效果体现在:

[0021] 1、本发明采用液冷技术,设置导热星形块,导热星形块与电芯之间换热面积大,传热量大,使得电池的高温热量或低温冷量能够迅速被竖直细管内的换热流体带走,能够实现对电芯的迅速升温或降温控制。

[0022] 2、本发明中电芯温度更加均匀

[0023] 根据每个导热星形块传热量 Q_i 的计算公式: $Q_i = C \times A_i \times (T_1 - T_2)$,其中,C为与导热星形块导热系数相关一个恒定参数, A_i 为第*i*个导热星形块接触面积, T_1 为第*i*个电池组合体中的电池温度, T_2 为第*i*个电池组合体中竖直细管内换热流体的温度;以对电芯的冷却散热为例,在电池模组的每行电池组合体中,低温的换热流体依次实现对每个电池组合体中电芯的冷却,换热流体的温度 T_2 是沿着换热流体流动的方向逐渐升高的,使得流体沿程上每个电池组合体的换热温差($T_1 - T_2$)逐渐降低,为了使得每个电池组合体获得同等的传热量 Q_i , A_i 需要逐渐升高即可获得。在本发明的结构设计中,通过将每行导热星形块高度沿着换热流体的流向等幅度增高,使得导热星形块与每个电池组合体中的电芯换热面积等幅度增加,从而使得每个电池组合体中的每个电芯换热量相等,最终达到电芯温度一致的目的。本发明结构设计使得每个电芯的温度水平更加均匀。

[0024] 3、本发明显著增强了阻止电芯热失控扩展的能力

[0025] 本发明利用导热星形块将电芯和液冷换热管间隔开来,由于导热星形块的导热系数(如采用硅胶,导热系数为1.5~3.0W/(M·K))比液冷换热管(一般采用铝材,纯铝导热系数237W/(M·K))要小,导热星形块的导热热阻要比液冷换热管管壁的导热热阻大,这就意味着,当电池组合体中的某一个电芯发生热失控时,其在瞬间释放出来的巨大热量被导热星形块徐徐释放,同时,通过导热星形块传递出来的热量,也能够被液冷管及其内部的换热工质迅速传播带走。亦即,本发明电池组合体的设计延缓了电芯热失控的瞬间热量释放速率,使得某一电池组合体内的电芯热失控并不能引发相邻电池组合体内电芯的热失控。

[0026] 4、本发明中通过隔热防冲击薄板的设计,将某一电芯的热失控进一步限制在该电池组合体内。由于玻璃纤维、石棉和气凝胶的导热系数很小,均是很好的绝热材料,能够将某一电池组合体内的热量限制在其范围内,不传递到周边的电池组合体中;铝板能够经受住电芯发生热失控时的爆炸冲击,进一步避免热失控在电池组合体之间扩展。

附图说明

[0027] 图1为本发明中动力电池液冷热管理结构立体示意图;

[0028] 图2为图1的局部放大示意图;

[0029] 图3为本发明中电池模组整体立体示意图;

[0030] 图4为本发明中电池模组内换热管道和导热星形块的结构示意图;

[0031] 图5为本发明中一行换热管道和导热星形块的主视示意图;

[0032] 图6为本发明中电池组合体的结构示意图；

[0033] 图7为本发明中电池组合体平面分布示意图；

[0034] 图8为本发明中隔热防冲击薄板的截面示意图。

[0035] 图中标号:1电池箱体,2进出水模块,21出水总接头,22进水总接头,3出水母管,31母管出水接头,4进水母管,41母管进水接头,5液体换热管,51三通接头,52弯管,53竖直细管,54水平细管,6电芯,61阳极,62阴极,7隔热防冲击薄板,71隔热层,72防冲击层,8导热星形块。

具体实施方式

[0036] 参见图1、图2和图3,本实施例中可阻止热失控扩展的圆柱动力电池液冷热管理结构为:具有密封的电池箱体1,在电池箱体1的侧壁上设置进出水模块2,在进出水模块2中设置有进水总接头22和出水总接头21;在电池箱体1的内部相对两侧,位于一侧布置进水母管4,位于另一侧布置出水母管3,在进水母管4上设置母管进水接头41,在出水母管3上设置母管出水接头31,母管进水接头41和母管出水接头31通过软管一一对应与进水总接头22和出水总接头21相连通;在进水母管4与出水母管3之间呈行列式布置3-20块电池模组,本实施例中如图1所示设置6块电池模组,单个电池模组的结构形式如图3所示;每个电池模组是由各电池组合体呈行列式排布所构成,每个电池模组中可以有1-5行和4-20列的电池组合体。

[0037] 参见图4、图5和图6,本实施例中电池组合体的结构形式是:四只竖向直立的电芯6分布在正方形的四个角的位置上,各电芯6之间保持有空隙,在四只电芯6之间的空隙中填充有导热材料形成如同四角星形的导热星形块8,使导热星形块8对电芯6形成局部包覆从而保证电芯6与导热星形块8之间充分接触,在导热星形块8的中心位置上设置竖直细管53、竖直细管53竖向贯穿导热星形块8的顶部和底部。

[0038] 本实施例中,如图4和图5所示,在电池模组中,将处在同一行中的所有电池组合体中的竖直细管53,利用分处在电池组合体的顶部和底部的各段水平细管54和弯管52依次相连接形成一路液体换热管5;液体换热管5在两端分别与进水母管4和出水母管3相连通;各路液体换热管5在两端通过三通接头51并串设置在进水母管4和出水母管3之间。

[0039] 在电池模组中,将处在同一行中的所有电池组合体中的导热星形块8设置为不同高度,不同高度是指:导热星形块8的高度从进水母管4所在一侧到出水母管3所在一侧依次等幅度增高。

[0040] 如图1和图3所示,在各电池模组中,呈直立设置隔热防冲击薄板7,利用隔热防冲击薄板7将各电池组合体合围成四周侧壁封闭的单元体,阻止电池组合体内部的热失控扩展。

[0041] 具体实施中,相应的结构形式也包括:

[0042] 设置导热星形块8的高度为:最靠近进水母管所在一侧的导热星形块高度为电芯高度的0.5-0.8倍,最靠近出水母管所在一侧导热星形块的高度为电芯高度的0.9-1倍;图5所示,本实施例中入口侧和出口侧的导热星形块8的高度比例分别取0.6和1。

[0043] 导热星形块8对电芯6的包覆角度为90-135度。导热星形块8以导热硅胶为材质,其导热良好、导热系数在1.5-3.0W/(M·K),绝缘性能好,1mm厚度电气绝缘指数在4000伏以上,具有一定的柔韧性,能够很好地贴合电芯6外侧壁,保证接触传热,竖直细管53嵌装在导

热星形块8的中心位置上,同样保证接触传热。

[0044] 设置隔热防冲击薄板7为夹层结构,如图7所示,其内外表层均为隔热层71,中间层为防冲击层72;隔热层是厚度为0.5mm-2mm的玻璃纤维、石棉或气凝胶毡,防冲击层是厚度为0.5mm-2mm的薄铝板。玻璃纤维和石棉均为良好的隔热材料,导热系数常温下在0.035-0.04W/(K·m);气凝胶毡是新型的隔热材料,其为纳米级孔径的多孔材料,导热系数常温为0.018W/(K·m),低温下可达0.009W/(K·m);薄铝板一方面具有隔热保温、防水和防潮的功能,同时其可以抵抗电芯热失控时的爆炸冲击作用,阻止热失控事故的扩展,但其厚度不能过大,以满足动力电池箱体轻量化的要求。

[0045] 为了便于实现动力电池电极的并联连接,须将一部分电芯6倒置,具体设置方法根据电动汽车动力电池组所需电压值与单体电池的额定电压值确定。本实施例中将每行电池模组中的相邻两个电池组合体设置为一个并列模块,如图3和图6所示,在一个并列模块中,即在相邻的两个电池组合体中,电芯6的阳极61朝上、阴极62朝下,沿着换热流体流向的下一个并列模块中电芯6的阳极61朝下、阴极62朝上,如此往复设置。

[0046] 相应的结构配置也包括:在动力电池箱体1外,由液冷管道将加热器、散热器、微型泵,和控制阀与进出水模块2上的进水总接头22和出水总接头21相连通,形成液冷回路;在液冷回路中,进行热量传递的流体采用去离子水与醇类的混合液。

[0047] 工作过程:在电池温度过高时,启动散热器、不启动加热器,通过与电芯6紧密接触的导热星形块8、液体换热管5将电池的热量传递给液体换热管5中的流体,流体流出动力电池箱将热量通过散热器传递外界环境,达到电池散热的目的;在电池温度过低时,启动加热器、不启动散热器,加热器将流体加热,升温后的流体进入液体换热管5,同样通过液体换热管5、导热星形块8将热量传递给电芯6,达到加热升温的目的。在散热或加热过程中,由于导热星形块8的高度沿液体流向递增的设计,使得每行电池组合体中电芯6获得的冷量或热量均相差无几,从而获得均一的温度场。

[0048] 当电池箱体1内的某一块电芯6发生热失控情形下,该热失控被限制在电池组合体内部,热量不会通过液体换热管5被急剧传递给邻近电池组合体,同时爆破作用也不会蔓延至周边电池组合体,即单一电芯6的热失控不会扩展至四周邻近的电池组合体,达到了阻止热失控扩展的目的。

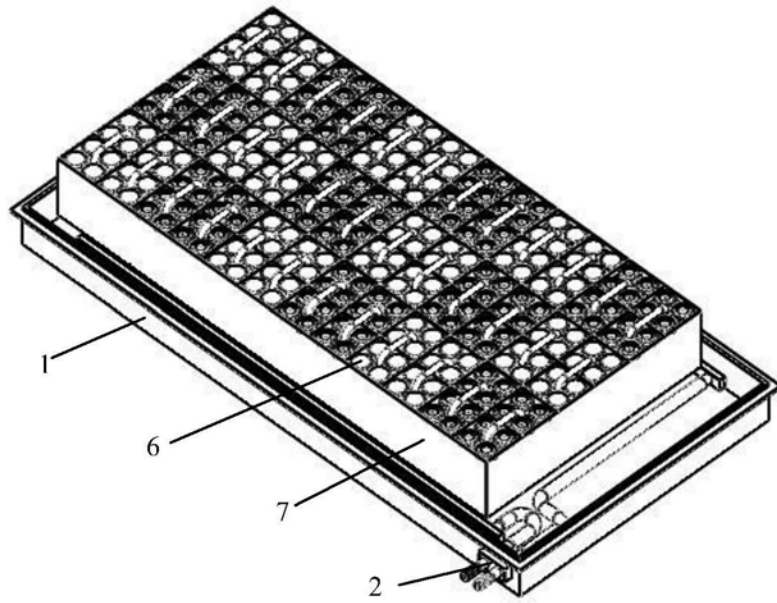


图1

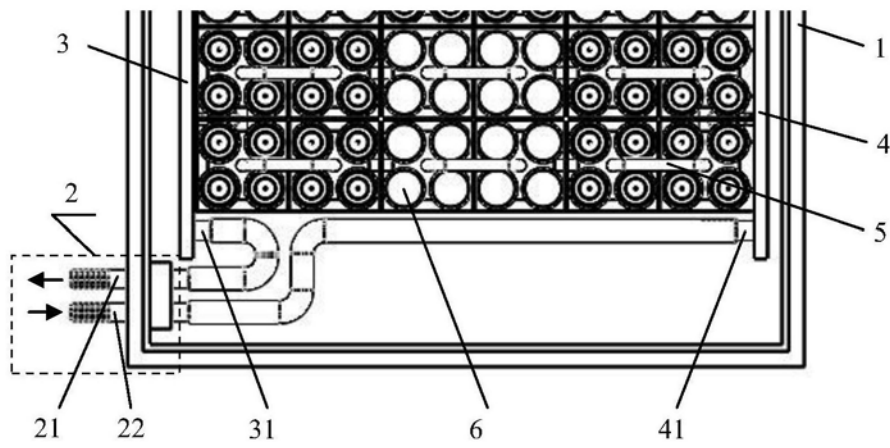


图2

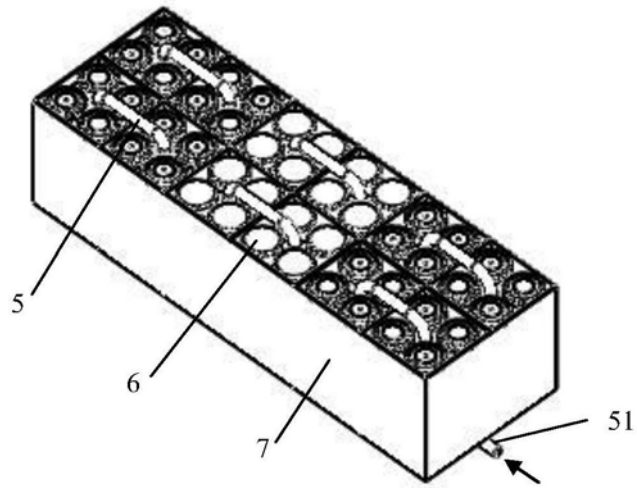


图3

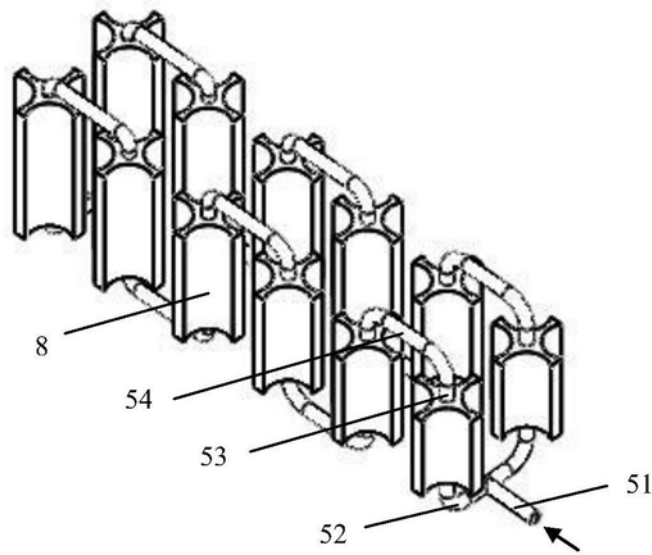


图4

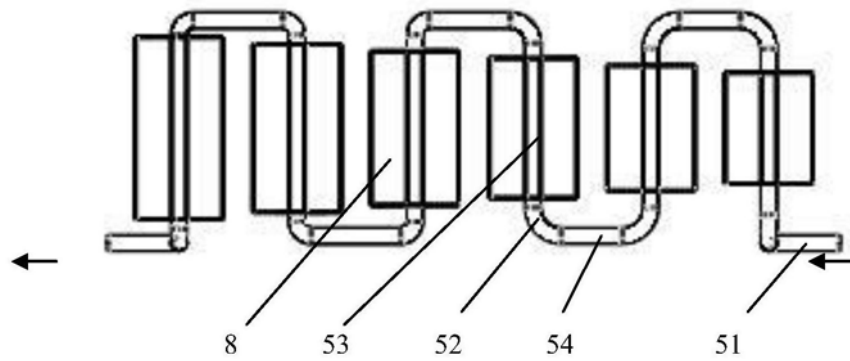


图5

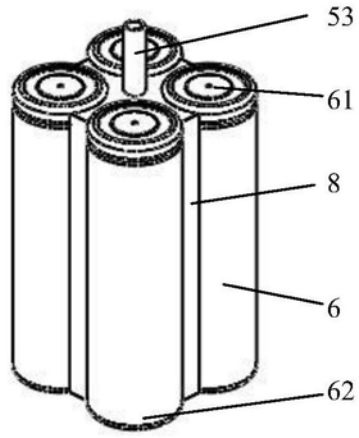


图6

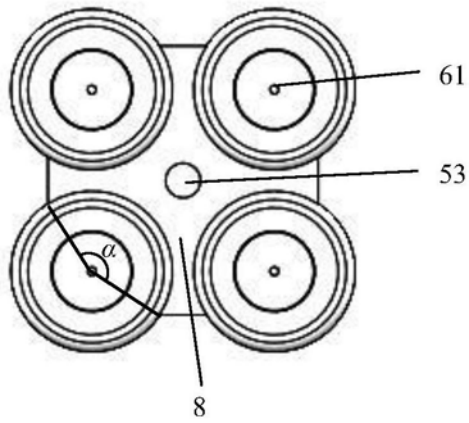


图7

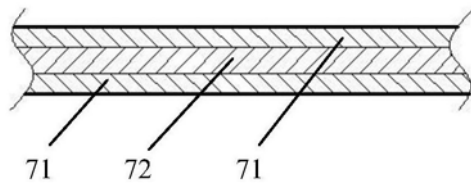


图8