



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111029681 A

(43)申请公布日 2020.04.17

(21)申请号 201911239787.6

H01M 10/6568(2014.01)

(22)申请日 2019.12.06

H01M 2/10(2006.01)

(71)申请人 合肥工业大学

地址 230000 安徽省合肥市包河区屯溪路  
193号

(72)发明人 唐志国 李杰 孔德垚 蒋意深  
赵军 朱晨 陈雪豹

(74)专利代理机构 合肥中谷知识产权代理事务  
所(普通合伙) 34146

代理人 洪玲

(51)Int.Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/63(2014.01)

H01M 10/6552(2014.01)

H01M 10/6554(2014.01)

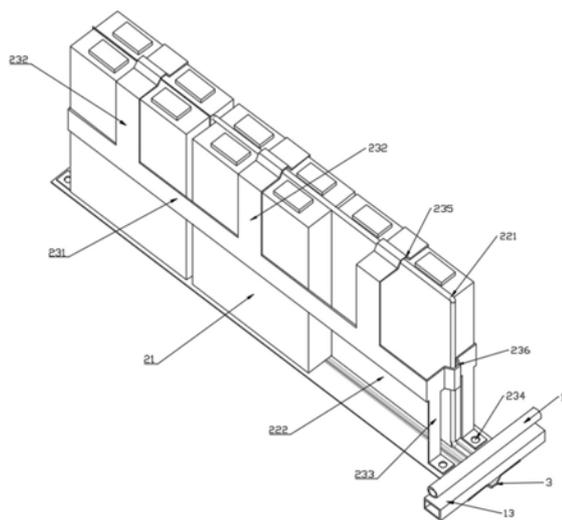
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

## (54)发明名称

一种管板式热管型动力电池热管理模组结构

## (57)摘要

本发明涉及一种管板式热管型动力电池热管理模组结构,包括箱体,箱体的内部设有若干组电池模组;电池模组由若干个呈矩形阵列分布的单体电池、夹设于单体电池之间的导热管板、紧固设于单体电池四周的固定装置组成,箱体的外侧壁上设有进液口和出液口;导热管板由热管和金属板组成,热管沿着金属板的端部转折延伸并固定连接;电池模组的一侧与箱体之间设有液冷管和出液管,出液管远离出液口的一端与液冷管连通,另一端与出液口连通;液冷管不与出液管连通的另一端与进液口连通;热管的一侧端部密封设于液冷管的内部;本发明能够实现动力电池热管理的高度温度均匀性和高效高速换热要求,且大幅度提升动力电池箱体的能量密度,结构简单安全。



1. 一种管板式热管型动力电池热管理模组结构,包括箱体(1),箱体(1)的内部设有若干组电池模组(2);所述电池模组(2)由若干个呈矩形阵列分布的单体电池(21)、夹设于单体电池(21)之间的导热管板(22)、紧固设于单体电池(21)四周的固定装置(23)组成,所述箱体(1)的外侧壁上设有进液口(11)和出液口(12);其特征在于:所述导热管板(22)由热管(221)和金属板(222)组成,所述热管(221)沿着金属板(222)的端部延伸并固定连接;所述电池模组(2)的一侧与箱体(1)之间设有液冷管(13)和出液管(14),所述出液管(14)一端与液冷管(13)连通,另一端与出液口(12)连通;所述液冷管(13)不与出液管(14)连通的另一端与进液口(12)连通;所述热管(221)的一侧端部密封设于液冷管(13)的内部。

2. 根据权利要求1所述的一种管板式热管型动力电池热管理模组结构,其特征在于:所述的电池模组(2)下方固定设有支撑底板(3),所述导热管板(22)正下方的支撑底板(3)上设有凹槽(31),所述热管(221)设于凹槽(31)内。

3. 根据权利要求2所述的一种管板式热管型动力电池热管理模组结构,其特征在于:所述固定装置(23)包括矩形框条(231),矩形框条(231)的长边上方一体设有若干个倒U形框条(232),矩形框条(231)的短边下方一体设有固定筋条(233),固定筋条(233)呈L形,固定筋条(233)的底部上设有固定孔(234);所述倒U形框条(232)紧密罩设于导热管板(22)两侧的单体电池(21)的上部,矩形框条(231)与电池模组(2)中的单体电池(21)的侧边均紧密接触,所述固定装置(23)通过固定筋条(233)将单体电池(21)紧固设于支撑底板(3)上。

4. 根据权利要求3所述的一种管板式热管型动力电池热管理模组结构,其特征在于:所述倒U型框条(232)沿着金属板(222)端部的方向上设有第一凸起部(235),所述热管(221)嵌设于第一凸起部(235)内。

5. 根据权利要求3所述的一种管板式热管型动力电池热管理模组结构,其特征在于:所述矩形框条(231)沿着金属板(222)端部的方向上设有第二凸起部(236),所述热管(221)嵌设于第二凸起部(236)内。

6. 根据权利要求1至5任一所述的一种管板式热管型动力电池热管理模组结构,其特征在于:所述热管(221)嵌入液冷管(13)中的端部上嵌套设有肋片(4)。

7. 根据权利要求6所述的一种管板式热管型动力电池热管理模组结构,其特征在于:所述金属板(222)的两侧面均覆盖设有导热膜(5)。

8. 根据权利要求7所述的一种管板式热管型动力电池热管理模组结构,其特征在于:所述热管(221)的不与金属板(222)连接的面上覆盖设有绝热膜(6)。

## 一种管板式热管型动力电池热管理模组结构

### 技术领域

[0001] 本发明属于动力电池热管理结构领域,尤其涉及管板式热管型动力电池热管理模组结构领域。

### 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;随着新能源汽车对动力电池容量需求的增大,动力电池箱体内装载的单体电池数量在增多,但箱体空间有限,如何在一定空间内布置足够多的单体电池,并组织有效的加热与散热结构设计,就显得异常关键;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,过低则会导致整车性能下降,过高则可能会引发安全事故;在高温环境下,特别是在炎热的夏季,动力电池在充放电过程中和高温环境下使用时会释放出大量的热,受空间影响产生热量累积,如果该热量不能及时被排出,热量将会使得电池包的温度上升,此时须启动散热系统对动力电池冷却;在低温情况下,特别在寒冷的冬季,动力电池工作性能很差,甚至无法正常运行,此时必须对电池进行加热升温,使之处于最佳的使用温度水平;动力电池组的散热和加热结构不完善会引起电池包各个模块温度分布不均匀,使得每个电池单体的工作环境不一样,严重影响单体电池性能的一致性,影响整个动力电池组的使用寿命;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 $5^{\circ}\text{C}$ 以内,该值越小越好,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;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,但往往造成电池系统的温差大幅度超过 $5^{\circ}\text{C}$ 的情况,甚至达到 $10^{\circ}\text{C}$ 以上,所以现在的空冷方式基本已经被市场抛弃;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,电池的温度均匀化性优于风冷方式,其最大温差可以控制在 $5^{\circ}\text{C}$ 左右;但其防漏水密封性要求高,液体的流道布局复杂,且大都由于电池箱体内的单体电池布局不规整,使得与单体电池直接换热的单个液冷换热元件的结构不统一,导致每个液冷换热元件内部流过的液体阻力损失不一致,即液体流过所需的压头不一致,容易导致液体流量与所需换热量不成比例关系,结构设计稍微不合理都容易造成换热效果不均匀,使得单体电池的温差超出 $5^{\circ}\text{C}$ 的目标;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;在对电池热管理系统的另外一个设计目标上,是要求热管理系统具有较快的传热速度。一般要求在低温环境下将电池由零下 $10^{\circ}\text{C}$ 升高到 $0^{\circ}\text{C}$ 以上的时间控制在20分钟以内,这个时间越短越好,这对电池热管理系统的也提出了新要求;同时,在动力电池及其热管理系统的结构设计上,国务院颁布的《节能与新能源汽车产业发展规划(2012-2020年)》已明确了至2020年动力电池模块的能量密度达到 $300\text{Wh/kg}$ ,对应的单体电池能量密度至少达到 $330\text{Wh/kg}$ 以上的目标;该目标一方面对单体电池性能指标

提出要求,另一方面在电池模块设计上,对于电池箱体内存尽可能放置比较多的单体电池提出要求,是在保证固定安装的前提下减轻箱体的重量;据文献报道,现阶段单体电池比能量仅为120-200Wh/kg,组合成电池包后,电池系统能量密度还不到90-120Wh/kg,距离目标的实现还有一段距离。

## 发明内容

[0003] 为了解决上述问题,本发明通过以下技术方案来实现上述目的:

[0004] 一种管板式热管型动力电池热管理模组结构,包括箱体,箱体的内部设有若干组电池模组;所述电池模组由若干个呈矩形阵列分布的单体电池、夹设于单体电池之间的导热管板、紧固设于单体电池四周的固定装置组成,所述箱体的外侧壁上设有进液口和出液口;所述导热管板由热管和金属板组成,所述热管沿着金属板的端部转折延伸并固定连接;所述电池模组的一侧与箱体之间设有液冷管和出液管,所述出液管远离出液口的一端与液冷管连通,另一端与出液口连通;所述液冷管不与出液管连通的另一端与进液口连通;所述热管的一侧端部密封设于液冷管的内部。

[0005] 作为本发明的进一步优化方案,所述的电池模组下方固定设有支撑底板,所述导热管板的正下方的支撑底板上设有凹槽,所述细长热管设于凹槽内。

[0006] 作为本发明的进一步优化方案,所述固定装置包括矩形框条,矩形框条的长边上方一体设有若干个倒U形框条,矩形框条的短边下方一体设有固定筋条,固定筋条呈L形,固定筋条的底部上设有固定孔;所述倒U形框条紧密罩设于导热管板两侧的单体电池的上部,矩形框条与电池模组中的单体电池的侧边均紧密接触,所述固定装置通过固定筋条将单体电池紧固设于支撑底板上。

[0007] 作为本发明的进一步优化方案,所述倒U型框条沿着金属板端部的方向上设有第一凸起部,所述热管嵌设于第一凸起部内;便于倒U型框条与单体电池更紧密的贴合,实现更好的紧固效果,也减少对热管的挤压力。

[0008] 作为本发明的进一步优化方案,所述矩形框条沿着金属板端部的方向上设有第二凸起部,所述热管嵌设于第二凸起部内;便于矩形框条与单体电池的侧边更紧密的贴合,实现更好的紧固效果,也减少对热管的挤压力。

[0009] 作为本发明的进一步优化方案,所述热管嵌入液冷管中的端部上嵌套设有肋片;能进一步增加传热效果。

[0010] 作为本发明的进一步优化方案,所述金属板的两侧面均覆盖设有导热膜;以增加导热效果。

[0011] 作为本发明的进一步优化方案,所述热管的不与金属板连接的面上覆盖设有绝热膜;以减少热量或冷量损失。

[0012] 本发明的有益效果在于:

[0013] 1) 本发明采用热管加金属薄板的方式对电池模组中的单体电池进行传热,借助热管的高效传热效率和优良的温度均匀性等特性,尤其是沿着管子长度方向的传热系数在 $2500-4000\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ,这比金属中导热性能优异的铝材(6063铝合金 $25^{\circ}\text{C}$ 时的导热系数是 $237\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ )都高出一个数量级,使得外界输入的热量或冷量迅速扩展至每个动力电池模组中的每块单体电池,并通过金属薄板与长方体单体电池的最大的面进行接触传热,迅速

将该热量或冷量传递给单体电池,实现对动力电池热管理的温度均匀性和高效高速换热要求;

[0014] 2) 而且通过热管沿着金属板的端部上延伸设计,可以进一步降低每个电池模组中第一列单体电池和最后一列单体电池的温度差,极大地提高了电池组的温度均匀性;

[0015] 3) 热管本身为两端封闭的结构,且液体换热工质仅在电池模组一侧的液冷管和出液管中流动,这样在满足换热需求的条件下,液体的流道布局结构简单,便于对电池系统的防漏密封设计,安全性高,无泄漏风险。

## 附图说明

[0016] 图1是本发明的箱体的立体结构示意图;

[0017] 图2是本发明中箱体去除电池模组后的内部结构示意图;

[0018] 图3是本发明的电池模组的结构示意图;

[0019] 图4是本发明的电池模组的正视示意图;

[0020] 图5是本发明的图4中的局部放大图;

[0021] 图6是本发明的电池模组的剖面示意图;

[0022] 图7是本发明的实施例一的导热管板结构示意图;

[0023] 图8是本发明中电池模组截面的温度场仿真图;

[0024] 图9是本发明的实施例二的电池模组的正视示意图;

[0025] 图中:1、箱体;11、进液口;12、出液口;13、液冷管;14、出液管;2、电池模组;21、单体电池;22、导热管板;221、热管;222、金属板;23、固定装置;231、矩形框条;232、倒U型框条;233、固定筋条;234、固定孔;235、第一凸起部;236、第二凸起部;3、支撑底板;31、凹槽;4、肋片;5、导热膜;6、绝热膜。

## 具体实施方式

[0026] 下面结合附图对本申请作进一步详细描述,有必要在此指出的是,以下具体实施方式只用于对本申请进行进一步的说明,不能理解为对本申请保护范围的限制,该领域的技术人员可以根据上述申请内容对本申请作出一些非本质的改进和调整。

[0027] 实施例一:

[0028] 如图1所示一种管板式热管型动力电池热管理模组结构,包括箱体1,箱体1的内部设有若干组电池模组2;所述箱体1的外侧壁上设有进液口11和出液口12;

[0029] 所述电池模组2由若干个呈两行三列的矩形阵列分布的单体电池21、夹设于单体电池21之间的导热管板22、紧固设于单体电池21四周的固定装置23组成;且单体电池以最大的面与导热管板贴合,类似于三明治结构;其中,每个电池模组中可以布置2至5列的单体电池,箱体中可以并列摆放10至40个模组;比如本实施例中每个电池模组中布置了3列单体电池,即每个电池模组中有6块单体电池;整个箱体中并列且紧邻摆放有20个电池模组,即本实施例中箱体内共布置了120块单体电池;

[0030] 如图2所述电池模组2的一侧与箱体1之间设有液冷管13和出液管14,出液管设于液冷管的上方,且出液管14的一端与液冷管13连通,另一端与出液口12连通;液冷管13不与出液管14连通的另一端与进液口12连通;

[0031] 如图3所示,将右前方的一块单体电池5删去后的立体示意图,以便于显示内部结构,导热管板22由热管221和金属板222组成,所述热管221沿着金属板222的端部延伸并固定连接;而且为了增强传热效果,细长热管61和金属薄板62均可选用铜基或铝基合金材料;

[0032] 此外,热管221的一侧端部密封设于液冷管13的内部,其余部分沿着金属板222的端部围合式固定连接,如图7中,即从靠近液冷管13的金属板222的端部开始,延伸至金属板222顶部的直角处,然后折弯后沿着金属板222的顶部继续延伸,直到第一列与第二列单体电池21的竖直贴合缝处,随后沿着竖直贴合缝向下延伸,直到金属板222的底部后转折延伸沿着金属板222的底部延伸并固定连接,热管在金属板222的端部上围合的方式不限,只要能增强传热并相对的实现温度均匀性效果即可;

[0033] 如图6所示的电池模组2下方固定设有支撑底板3,为了便于放置单体电池底部固定的热管,在导热管板22正下方的支撑底板3上设有凹槽31,将热管221设于凹槽31内,这样支撑底板3的下方为平整的面,上表面间隔设置凹槽31;

[0034] 如图3所示的固定装置23包括矩形框条231,矩形框条231的长边上方一体设有若干个倒U形框条232,矩形框条231的短边下方一体设有固定筋条233,固定筋条233呈L形,固定筋条233的底部上设有固定孔234;倒U形框条232紧密罩设于导热管板22两侧的单体电池21的上部,矩形框条231与电池模组2中的单体电池21的侧边均紧密接触,固定装置23通过固定筋条233将单体电池21紧固设于支撑底板3上;

[0035] 为了进一步实现更好的紧固效果,减少对热管的挤压力,使紧固装置与单体电池之间更紧密的贴合,如图6所示,在倒U型框条232沿着金属板222端部的方向上设有第一凸起部235,在矩形框条231沿着金属板222端部的方向上设有第二凸起部236,将热管221处于第一凸起部236和第二凸起部236内;

[0036] 为了进一步增加传热效果,如图5所示,在热管221嵌入液冷管13中的端部上嵌套设有肋片4;

[0037] 为了增加导热效果,在金属板222的两侧面均覆盖设有导热膜5;

[0038] 为了减少热量和冷量损失,在热管221的不与金属板222连接的面上覆盖设有绝热膜6;

[0039] 以上是箱体1及内部的结构设计,为了进一步更加清楚的描述该装置结构如何实现热管理功能,通常情况下需要在电池箱体的外部还要布置加热器、散热器、微型泵等部件,然后通过管道将这些部件与箱体外侧壁上的进液口和出液口连通起来,在管路中灌注液体工质,这样便形成了一个密封的液冷回路,但是该液冷回路不直接参与单体电池的热传递,而是与热管相配合,利用热管的热传导原理与相变介质的快速热传递性质将单体电池的热量迅速传递到液冷回路中,实现单体电池的冷却;或者将液冷回路中的热量迅速传递到单体电池上,实现单体电池的加热;

[0040] 该装置结构实现热管理的主要工作过程:

[0041] 在单体电池21温度过高时,仅启动散热器,关闭加热器,将单体电池21产生的热量通过导热传热方式迅速传递给导热管板22上的金属板222及连接在金属板22端部的热管221,热管221的内部通过热管内部的工质变化过程迅速将该热量传递至密封设于液冷管13中的热管61一侧端部和肋片,通过该肋片端与液冷管13内的液体工质进行换热,经升温后的液体工质经过与液冷管13连通的出液管14流出液冷管13,并通过出液口12流出电池箱

体,并在外部的散热器中进行散热,然后将经冷却后温度较低的液体工质再进入电池箱体中的液冷管13中,这样形成了一个完整的散热循环;在这种工况下,按照热管换热的原理,整个导热管板上的热管段为蒸发段,液冷管内的热管的肋片端为冷凝段;

[0042] 在电池温度过低时,则仅启动加热器、关闭散热器,加热器将流体加热,升温后的流体通过进液口11后进入电池箱体内部的液冷管13,将热量传递给液冷管内的热管端部;热管221再通过自身的传热过程,将热量迅速传递给金属板222上的热管段,再由金属板222传递给每一块单体电池21,达到加热升温的目的;在这种工况下,按照热管换热的原理,液冷管内的热管肋片端为蒸发段,整个导热管板上的热管段为冷凝段;

[0043] 图8中给出了本实例中散热工况下电池模组4截面的温度场仿真图,如图可见整个电池模组内的最高温度为305℃,最小温度为303.2℃,最大温差为1.8℃,明显优于现有动力电池热管理要求的温差5℃基准。

[0044] 实施例2:

[0045] 与实施例1不同的是,如图9所示在本实施例中电池模组2内的单体电池21列数为4,表现在结构上的不同主要是热管的转折延伸方法,即与如图7所示的热管转折方式的不同,其余结构部分与实施例1相同。

[0046] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。

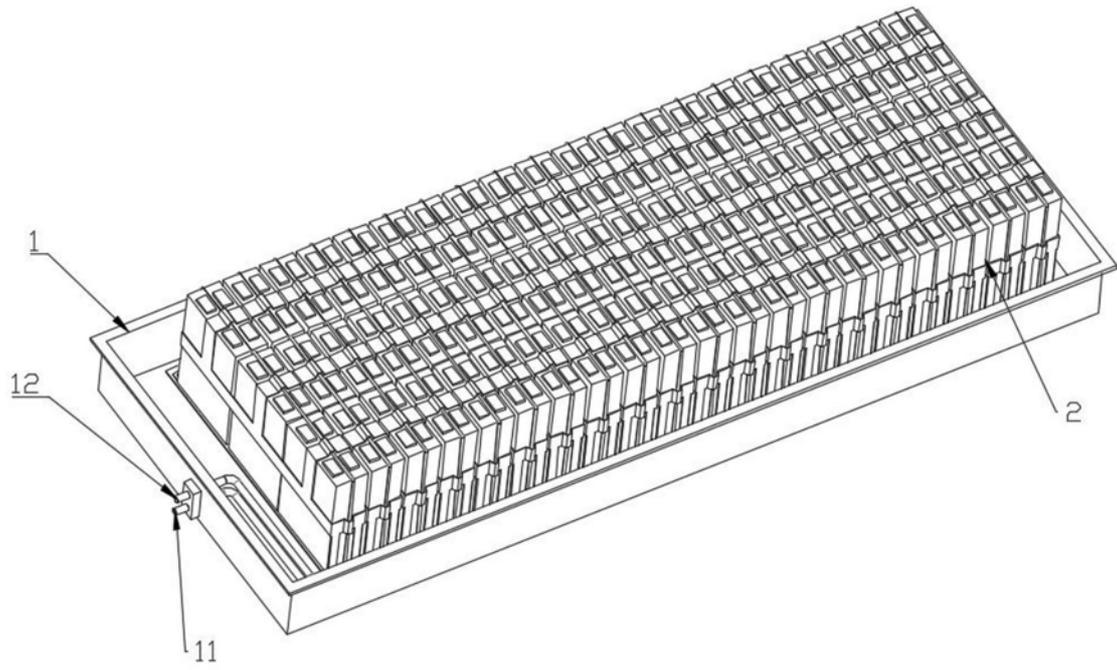


图1

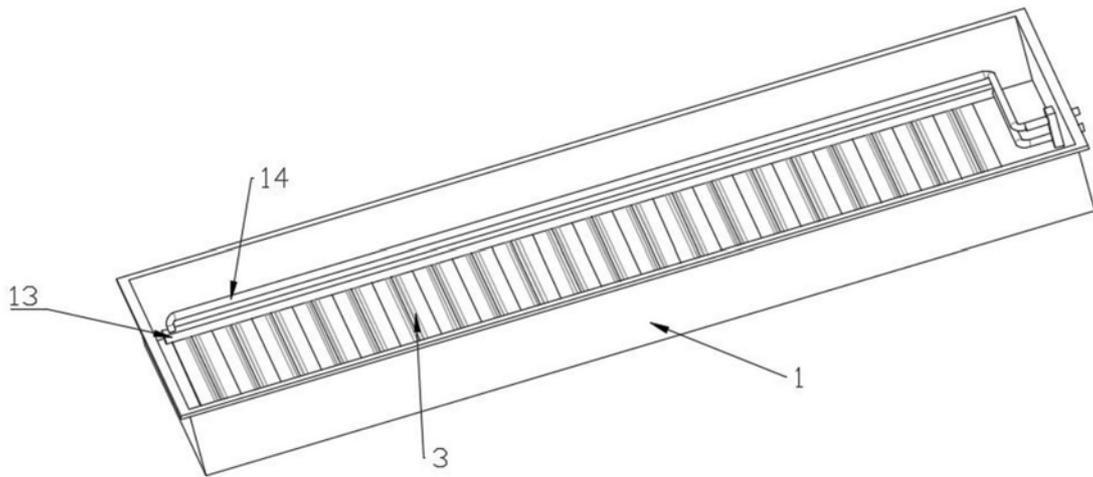


图2

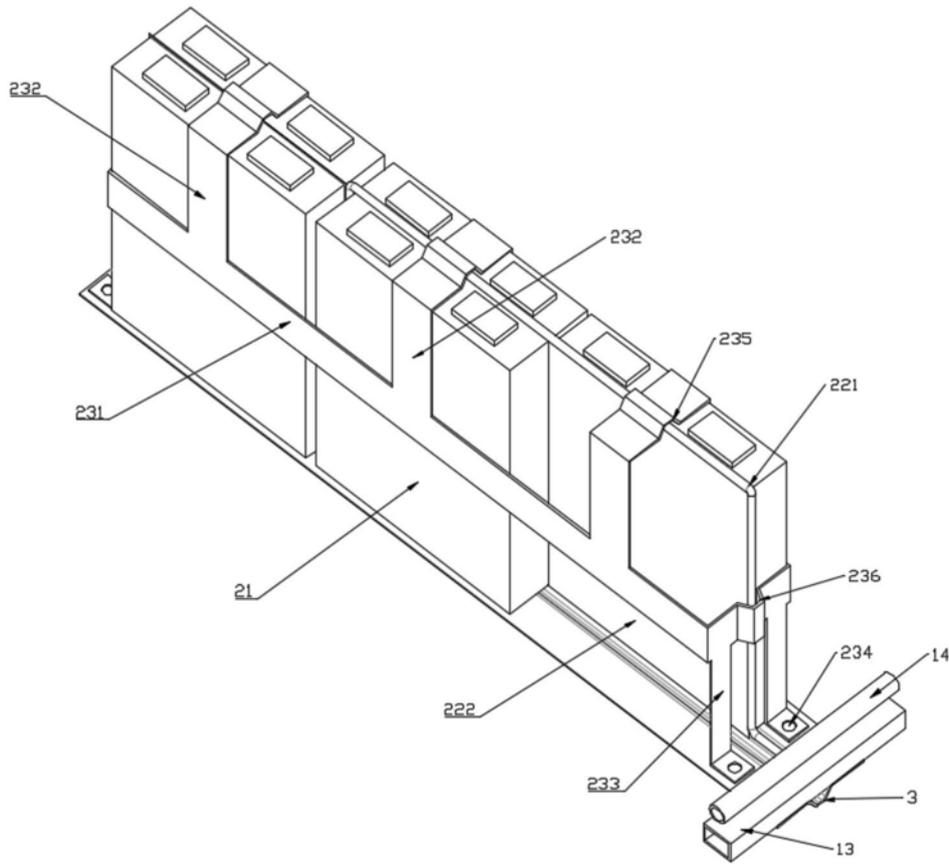


图3

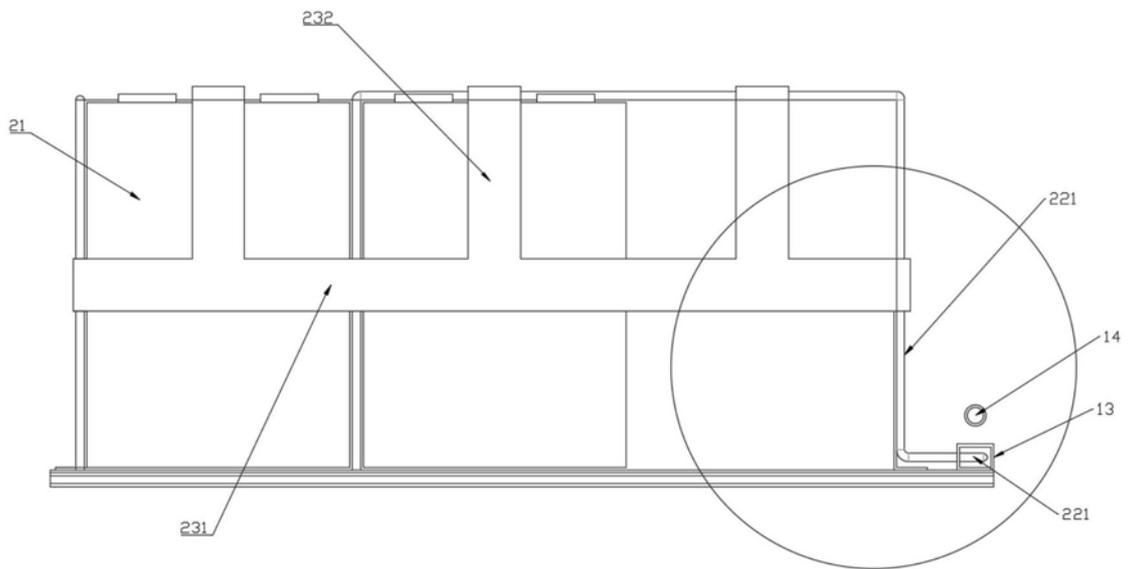


图4

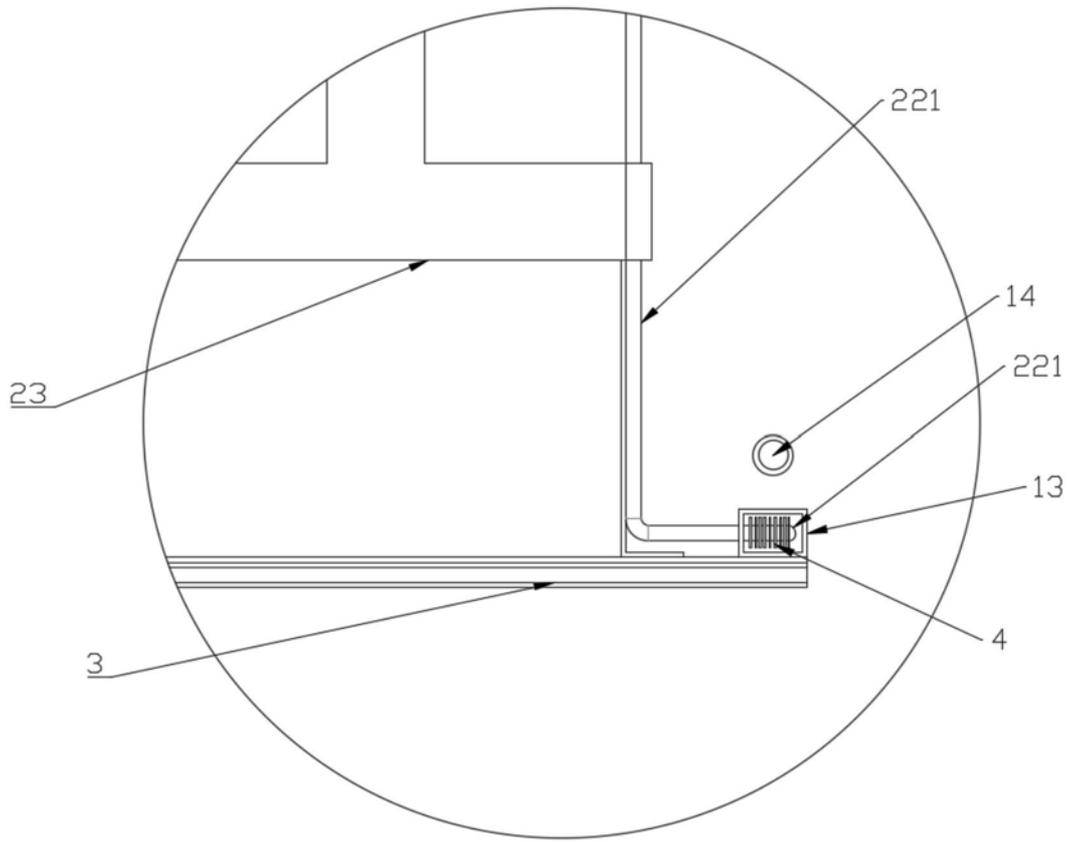


图5

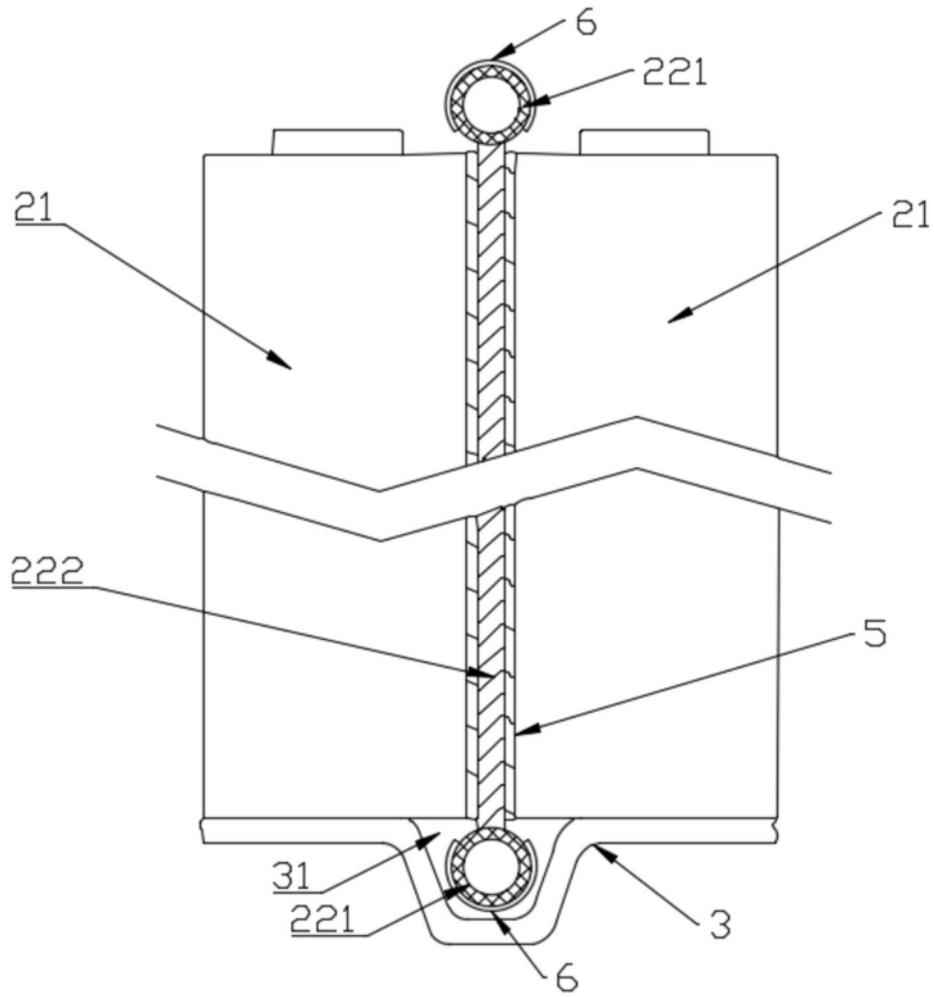


图6

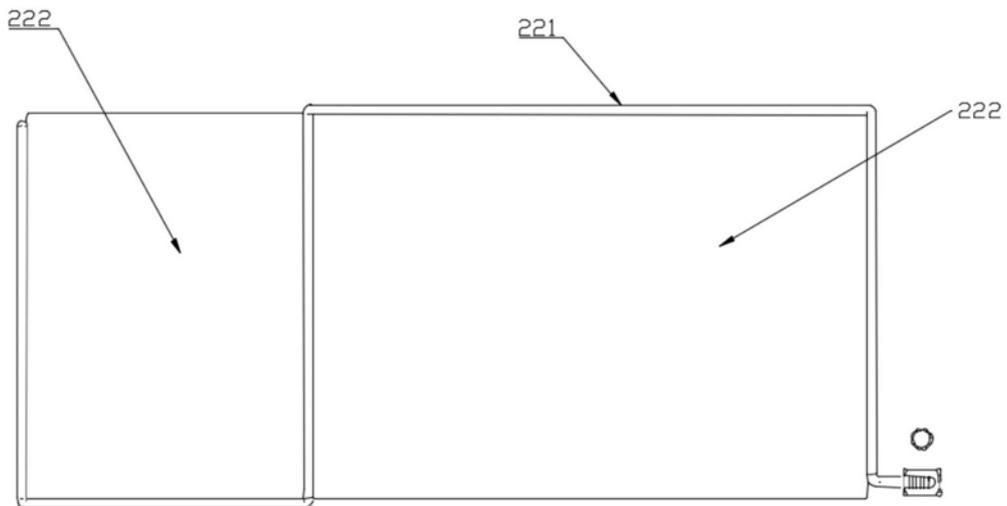


图7

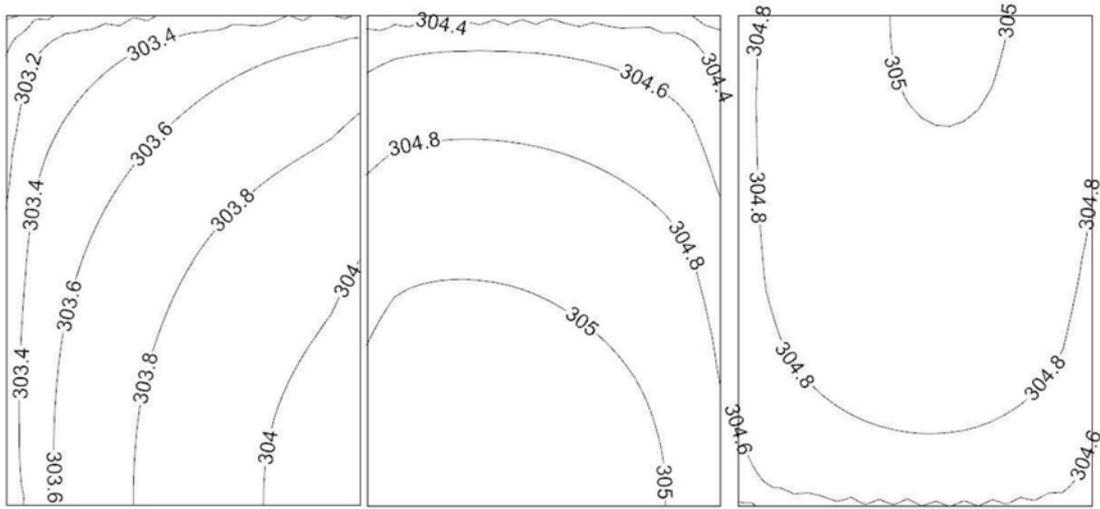


图8

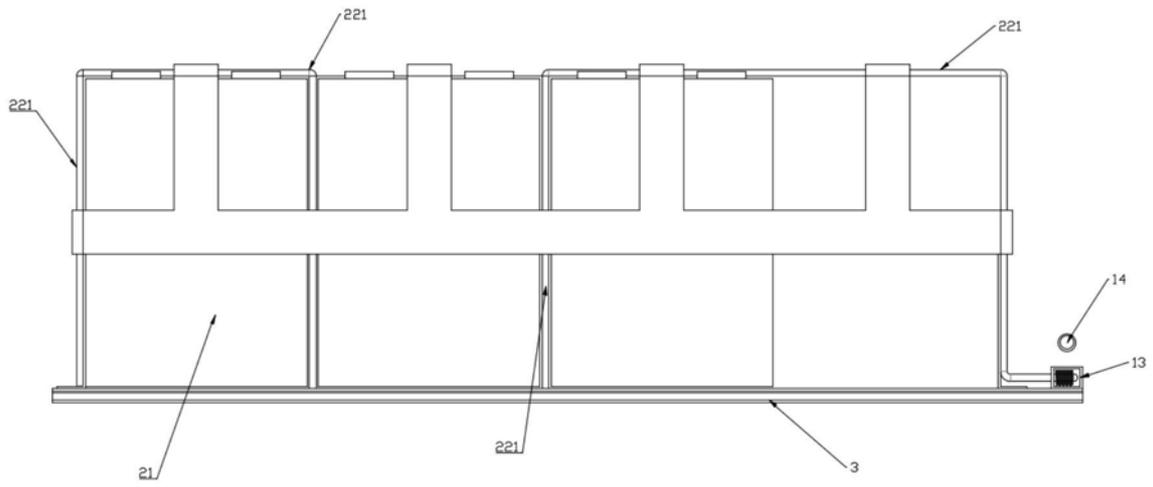


图9