



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106785230 B

(45)授权公告日 2019.01.04

(21)申请号 201710235800.5

H01M 10/625(2014.01)

(22)申请日 2017.04.12

H01M 10/633(2014.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

H01M 10/651(2014.01)

申请公布号 CN 106785230 A

H01M 10/6555(2014.01)

(43)申请公布日 2017.05.31

(56)对比文件

(73)专利权人 厦门金龙联合汽车工业有限公司

CN 105552478 A,2016.05.04,

地址 361000 福建省厦门市集美区金龙路9号

CN 105609897 A,2016.05.25,

CN 204834796 U,2015.12.02,

(72)发明人 任永欢 张燕梅 余子群 宋光吉

S.C. Chen等.Thermal analysis of

lithium-ion batteries.《Journal of Power Sources》.2004,第140卷(第1期),第111-124页.

(74)专利代理机构 泉州市博一专利事务所

审查员 马珂

35213

代理人 方传榜 庄俊佳

(51)Int.Cl.

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/617(2014.01)

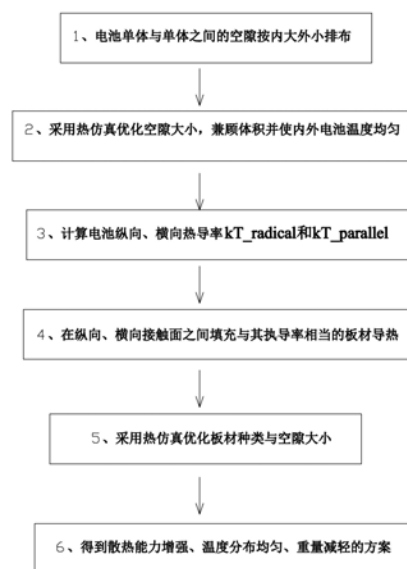
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种电池模组导热板排布优化方法

(57)摘要

本发明公开的是一种电池模组导热板排布优化方法,所述排布优化方法包括以下具体步骤:步骤一:电池模组由N个电池单体组成,电池单体与单体之间留一定的空隙,从电池模组外侧至模组中心的空隙逐渐增大;步骤二:以电池使用工况的电流大小和使用时间为依据,以步骤一中电池单体与单体之间的空隙以及电池单体与模组箱体之间的空隙为变化参数搭建热仿真模型;步骤三:分别计算电池单体纵向和横向的导热率。本发明不仅可以在不增加工艺复杂性的情况下合理布局板材,减轻动力电池模组的重量,而且可以增加电池模组的散热能力。



1. 一种电池模组导热板排布优化方法,其特征在于:所述排布优化方法包括以下具体步骤:

步骤一:电池模组由N个电池单体组成,电池单体与单体之间留一定的空隙,从电池模组外侧至模组中心的空隙逐渐增大;

步骤二:以电池使用工况的电流大小和使用时间为依据,以步骤一中电池单体与单体之间的空隙以及电池单体与模组箱体之间的空隙为变化参数搭建热仿真模型;空隙大小方案个数M不少于10个,根据热仿真计算结果,得到各个电池单体的平均温度为 $T_{avg}$ ,计算N个电池单体 $T_{avg}$ 的平均值和离散度,根据计算结果,进一步调节M个方案的空隙大小设置得到 $M'$ 个方案,使模组的外侧电池和中心电池 $T_{avg}$ 的差减小,最终绘制每组方案 $M+M'$ 个对应的平均温度关系图;并计算每组方案所对应箱体体积时模组的体积比能量,绘制每组方案与体积比能量关系图;根据绘图结果兼顾两项指标确定电池单体与单体之间从中心至外侧空隙大小递减方案,以及电池单体与模组箱体之间空隙大小的最佳方案;

步骤三:分别计算电池单体纵向和横向的热导率,纵向,即垂直于电极片的方向的热导率 $kT_{radical}$ 计算公式为: $L_{batt}/(L_{pos}/kT_{pos}+L_{neg}/kT_{neg}+L_{pos\_cc}/kT_{pos\_cc}+L_{neg\_cc}/kT_{neg\_cc}+L_{sep}/kT_{sep})$ ,横向,即平行于电极片的方向的热导率 $kT_{parallel}$ 计算公式为: $(kT_{pos}*L_{pos}+kT_{neg}*L_{neg}+kT_{pos\_cc}*L_{pos\_cc}+kT_{neg\_cc}*L_{neg\_cc}+kT_{sep}*L_{sep})/L_{batt}$ 。式中,L代表长度,KT代表热导率,下标中的batt代表电池厚度、pos代表正极极片厚度、neg代表负极极片厚度、pos\_cc代表正极集流体厚度、neg\_cc代表负极集流体厚度、sep代表隔膜厚度;

步骤四:根据计算结果,选用热导率接近或大于该方向热导率的材料作为导热板填充在该方向的接触面之间;

步骤五:电池单体与电池模组箱体之间的空隙所使用导热板的板材遵从步骤四规律;

步骤六:对板材布局优化后的体系按照一定的产热功率和产热时间进行热仿真计算;

步骤七:对全部采用高热导率的未优化体系进行热仿真计算对比优化前后的动力电池模组重量数据和电池温升数据,并根据对比结果按照步骤二进一步地调整空隙大小,直至得到散热效果好、重量轻并且内外电池温度均匀的方案。

2. 根据权利要求1所述的一种电池模组导热板排布优化方法,其特征在于:所述步骤一中电池单体之间以及电池单体与模组箱体之间的空隙为不均匀分布,呈内大外小,以减弱温度分布不均匀性,各个空隙大小采用热仿真进行多次优化,参数变化间隔小于5mm,参数个数不少于5个,根据热仿真计算结果,绘制空隙大小与模组平均温度关系图,并计算空隙大小所对应箱体体积时模组的体积比能量,绘制空隙大小与体积比能量关系图,根据绘图结果兼顾两项指标确定最佳空隙大小,使综合结果达到最优并综合考虑模组箱体体积因素而得到。

3. 根据权利要求1所述的一种电池模组导热板排布优化方法,其特征在于:所述步骤二中平均温度 $T_{avg}$ 由各个单体根据温度分布进行体积积分,再平均后得到。

4. 根据权利要求1所述的一种电池模组导热板排布优化方法,其特征在于:所述步骤三中 $L_{batt}$ 为 $L_{pos}+L_{neg}+L_{pos\_cc}+L_{neg\_cc}+L_{sep}$ 之和。

5. 根据权利要求1所述的一种电池模组导热板排布优化方法,其特征在于所述步骤四中所述“选用热导率接近”是指选用热导率不小于该方向热导率计算值一个数量级,热导率最接近,且密度最小的物质,当有几种物质都基本符合时,采用热仿真搭建模型进行计算,

根据计算所得散热效果与重量,综合两项指标进行优选。

6. 根据权利要求1所述的一种电池模组导热板排布优化方法,其特征在于:所述步骤七中得到选材结果后可采用热仿真进一步重复步骤二以调整空隙大小,得到用该板材排布情况下的最佳空隙大小值。

## 一种电池模组导热板排布优化方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及的是新能源汽车动力电池技术应用领域,更具体地说是一种电池模组导热排布优化方法。

### 背景技术

[0002] 近年来汽车工业迅猛发展,给世界各国带来了巨大的环境污染问题,采用动力电池作为驱动能源的新能源汽车,成为了世界各国的研究和发展热点新能源汽车动力电池多采用锂离子电池,然而锂离子电池在充放电过程中常会伴随热量的释放,热量因散热慢而大量聚集导致锂离子电池温度显著升高,高温轻则容易破坏电池模组的一致性以及循环寿命,重则容易导致电池爆炸,给整车安全带来隐患。

[0003] 热管理,作为动力电池管理系统功能之一,采集并管控着电池温度,热管理通常需要电池系统拥有多种散热措施来降低电池模组的温度升高量,其中在电池单体之间增加导热迅速的板材是一种有效手段。在所有板材中,金属拥有高的导热系数,而其中铝的质量较轻,因此铝板成为了最常用的导热板,采用铝板散热的方法工艺简单、成本低廉、散热效果好,然而,铝板的使用会降低电池模组的质量比能量。在保障散热效果的同时寻找质量更轻的板材,也是电池系统性能提高的关键手段,然而,经仿真实验计算发现,在方块电池模组中,单体之间并非应全部采用高热导率的材料充当导热板,而是应该根据电池单体的导热各向异性的特点选采用不同种类的板材。相比于全部填充高热导率板材的情况,经优化布局板材后的电池模组散热能力可以进一步增强,整体使用材料的质量将得到降低,布局规律将在本方案中进行详细阐述。

### 发明内容

[0004] 本发明公开的是一种电池模组导热排布优化方法,其主要目的在于克服现有技术存在的上述不足和缺点,提供一种电池模组导热的排布方法,它不仅可以在不增加工艺复杂性的情况下合理布局板材,减轻动力电池模组的重量,而且可以增加电池模组的散热能力。

[0005] 本发明采用的技术方案如下:

[0006] 一种电池模组导热板排布优化方法,所述排布优化方法包括以下具体步骤:

[0007] 步骤一:电池模组由N个电池单体组成,电池单体与单体之间留一定的空隙,从电池模组外侧至模组中心的空隙逐渐增大;

[0008] 步骤二:以电池使用工况的电流大小和使用时间为依据,以步骤一中电池单体与单体之间的空隙以及电池单体与模组箱体之间的空隙为变化参数搭建热仿真模型;空隙大小方案个数M不少于10个,根据热仿真计算结果,得到各个电池单体的平均温度为 $T_{avg}$ ,计算N个电池单体 $T_{avg}$ 的平均值和离散度,根据计算结果,进一步调节M个方案的空隙大小设置(得到M'个方案),使模组的外侧电池和中心电池 $T_{avg}$ 的差减小,最终绘制每组方案(M+M'个)对应的平均温度关系图;并计算每组方案所对应箱体体积时模组的体积比能量,绘制

每组方案与体积比能量关系图;根据绘图结果兼顾两项指标确定电池单体与单体之间从中心至外侧缝隙大小递减方案,以及电池单体与模组箱体之间缝隙大小的最佳方案;

[0009] 步骤三:分别计算电池单体纵向和横向的热导率,纵向(垂直于电极片的方向)热导率 $kT_{\text{radical}}$ 计算公式为: $L_{\text{batt}}/(L_{\text{pos}}/kT_{\text{pos}}+L_{\text{neg}}/kT_{\text{neg}}+L_{\text{pos\_cc}}/kT_{\text{pos\_cc}}+L_{\text{neg\_cc}}/kT_{\text{neg\_cc}}+L_{\text{sep}}/kT_{\text{sep}})$ ,横向(平行于电极片的方向)热导率 $kT_{\text{parallel}}$ 计算公式为: $(kT_{\text{pos}}*L_{\text{pos}}+kT_{\text{neg}}*L_{\text{neg}}+kT_{\text{pos\_cc}}*L_{\text{pos\_cc}}+kT_{\text{neg\_cc}}*L_{\text{neg\_cc}}+kT_{\text{sep}}*L_{\text{sep}})/L_{\text{batt}}$ 。式中, $L$ 代表长度, $kT$ 代表热导率,下标中的batt代表电池厚度、pos代表正极极片厚度、neg代表负极极片厚度、pos\_cc代表正极集流体厚度、neg\_cc代表负极集流体厚度、sep代表隔膜厚度;

[0010] 步骤四:根据计算结果,选用热导率接近或大于该方向热导率的材料作为导热板填充在该方向的接触面之间;

[0011] 步骤五:电池单体与电池模组箱体之间的空隙所使用导热板的板材遵从步骤四所述规律;

[0012] 步骤六:对板材布局优化后的体系按照一定的产热功率和产热时间进行热仿真计算;

[0013] 步骤七:对全部采用高热导率的未优化体系进行热仿真计算对比优化前后的动力电池模组重量数据和电池温升数据,并根据对比结果按照步骤二进一步地调整空隙大小,直至得到散热效果好、重量轻并且内外电池温度均匀的方案。

[0014] 更进一步,所述步骤一中电池单体之间以及电池单体与模组箱体之间的空隙为不均匀分布,呈内大外小,以减弱温度分布不均匀性,各个空隙大小采用热仿真进行多次优化,参数变化间隔小于5mm,参数个数不少于5个,根据热仿真计算结果,绘制空隙大小与模组平均温度关系图,并计算空隙大小所对应箱体体积时模组的体积比能量,绘制空隙大小与体积比能量关系图,根据绘图结果兼顾两项指标确定最佳空隙大小,使综合结果达到最优并综合考虑模组箱体体积因素而得到。

[0015] 更进一步,所述步骤二中平均温度 $T_{\text{avg}}$ 由各个单体根据温度分布进行体积积分,再平均后得到。

[0016] 更进一步,所述步骤三中 $L_{\text{batt}}$ 为 $L_{\text{pos}}+L_{\text{neg}}+L_{\text{pos\_cc}}+L_{\text{neg\_cc}}+L_{\text{sep}}$ 之和。

[0017] 更进一步,所述步骤四中所述“选用热导率接近”是指选用热导率不小于该方向热导率计算值一个数量级,热导率最接近,且密度最小的物质,当有几种物质都基本符合时,采用热仿真搭建模型进行计算,根据计算所得散热效果与重量,综合两项指标进行优选。

[0018] 更进一步,所述步骤七中得到选材结果后可采用热仿真进一步重复步骤二以调整空隙大小,得到用该板材排布情况下的最佳空隙大小值。

[0019] 通过上述对本发明的描述可知,和现有技术相比,本发明的优点在于:

[0020] 本发明通过利用导热板种类优选规律,在不增加电池组装工艺复杂性的基础上,得到了质量更轻、更利于电池模组散热的导热板排布方式,得到优化的电池系统布局方案。该发明中的排布规律,优于以往热管理中常用规律(单体电池之间应统统采用热导率高的板材),该规律方法不仅仅局限应用于电池模组中,亦可以适用于其他领域热管理散热排布优化中。

## 附图说明

[0021] 图1是本发明的优化排布流程图。

[0022] 图2是电池模组及导热板编号图。

## 具体实施方式

[0023] 下面参照附图说明来进一步地说明本发明的具体实施方式。

[0024] 实施例一：

[0025] 如图1、图2所示，一种电池模组导热板排布优化方法，所述排布优化方法包括以下具体步骤：

[0026] 步骤一：电池模组由10个电池单体组成，为2\*5排布，电池单体与单体之间留一定的空隙，从模组外侧至模组中心空隙逐渐增大。

[0027] 步骤二：以电池使用工况的电流大小和使用时间为依据，以步骤一中电池单体与单体之间的空隙以及电池单体与模组箱体之间的空隙为变化参数搭建热仿真模型；空隙大小方案10个，根据热仿真计算结果，得到各个电池单体的平均温度为 $T_{avg}$ ，计算10个单体电池 $T_{avg}$ 的平均值和离散度，根据计算结果，进一步调节10个方案的空隙大小设置，将每个方案由中心至边界缝隙大小递减增大（得到另外10个方案），将这10个方案搭建模型进行热仿真计算。最终绘制20组方案对应的平均温度关系图；并计算20组方案所对应箱体体积时模组的体积比能量，绘制每组方案与体积比能量关系图，最终确定图2中导热板31、32、33为10mm，导热板41~48分别为5、10、10、5、5、10、10、5mm。

[0028] 步骤三：无需计算电池横向纵向热导率，所有空隙统一采用铝板作为导热板。

[0029] 步骤四：电池单体与电池模组箱体之间的空隙也使用铝板作为导热板。

[0030] 步骤五：对板材全为铝板的体系以热源 $Q=50\text{kW}/\text{m}^3$ 模拟电池产热，产热时间为3600s进行热仿真计算。

[0031] 实施例二：

[0032] 如图1、图2所示，一种电池模组导热板排布优化方法，所述排布优化方法包括以下具体步骤：

[0033] 步骤一：电池模组由10个电池单体组成，为2\*5排布，电池单体与单体之间留一定的空隙，从模组外侧至模组中心空隙逐渐增大。

[0034] 步骤二：以电池使用工况的电流大小和使用时间为依据，以步骤一中电池单体与单体之间的空隙以及电池单体与模组箱体之间的空隙为变化参数搭建热仿真模型；空隙大小方案10个，根据热仿真计算结果，得到各个单体电池的平均温度为 $T_{avg}$ ，计算10个单体电池 $T_{avg}$ 的平均值和离散度，根据计算结果，进一步调节10个方案的空隙大小设置，将每个方案由中心至边界空隙大小递减增大（得到另外10个方案），将这10个方案搭建模型进行热仿真计算。最终绘制20组方案对应的平均温度关系图；并计算20组方案所对应箱体体积时模组的体积比能量，绘制每组方案与体积比能量关系图，最终确定导热板31、32、33为10mm，导热板41~48分别为5、10、10、5、5、10、10、5mm。

[0035] 步骤三：计算单体电池纵向和横向的热导率，纵向（垂直于电极片的方向）热导率 $kT_{radical}$ 计算公式为： $L_{batt}/(L_{pos}/kT_{pos}+L_{neg}/kT_{neg}+L_{pos\_cc}/kT_{pos\_cc}+L_{neg\_cc}/kT_{neg\_cc}+L_{sep}/kT_{sep})$ ，横向（平行于电极片的方向）热导率 $kT_{parallel}$ 计算公式为： $(kT_{pos}*L_{pos}+$

$kT_{neg} * L_{neg} + kT_{pos\_cc} * L_{pos\_cc} + kT_{neg\_cc} * L_{neg\_cc} + kT_{sep} * L_{sep}$ ) /  $L_{batt}$ 。式中,  $L$ 代表长度,  $KT$ 代表热导率, 下标中的  $batt$ 代表电池厚度、 $pos$ 代表正极极片厚度、 $neg$ 代表负极极片厚度、 $pos\_cc$ 代表正极集流体厚度、 $neg\_cc$ 代表负极集流体厚度、 $sep$ 代表隔膜厚度; 以锰酸锂为正极的材料为例, 计算电池单体纵向热导率  $kT_{radical}$  为  $0.87451W/(m * K)$ , 横向的热导率  $kT_{parallel}$  为  $34.958W/(m * K)$ 。

[0036] 步骤四: 选用热导率接近或大于该方向热导率的材料作为导热板填充在该方向的接触面之间; 因此在纵向接触面之间填充热导率约为  $0.54 \sim 0.68 W/(m * K)$  的水凝胶片; 在横向的接触面之间填充热导率为  $237 W/(m * K)$  的铝板。

[0037] 步骤五: 电池单体与电池模组箱体之间的空隙所使用导热板的板材遵从步骤四所述规律; 在横向的接触面之间填充热导率为  $237 W/(m * K)$  的铝板。

[0038] 步骤六: 对该体系以热源  $Q = 50kW/m^3$  模拟电池产热, 产热时间为  $3600s$  进行热仿真计算。

[0039] 步骤七: 对比优化前后的动力电池模组重量数据和电池温升数据, 根据对比结果按照步骤二进一步微调空隙大小, 散热效果如下所示:

[0040] 测试结果: 按寻常经验在电池单体之间全部布置铝板作为导热版的情况下, 电池经过  $3600s$  的产热后, 最高温度为  $336.19K$ , 平均温度为  $335.18K$ , 最低温度为  $333.21K$ 。经采用上述板材布置规律之后的电池模组体系, 电池的温度最高温度为  $334.81K$ , 平均温度为  $333.63K$ , 最低温度为  $331.51K$ 。相比于实施例一, 实施例二的板材布局使电池的最高温度降低  $1.38K$ , 平均温度降低  $1.55K$ , 最低温度降低  $1.70K$ , 使电池模组的散热能力得到增强, 并且优化布局后的电池模组重量减轻  $2.2kg$ , 对于需要采用约  $10$  个电池模组的新能源乘用车则可以减轻重量  $22kg$ , 对于需要采用约  $50$  个电池模组的新能源客车则可以减轻重量  $110kg$ 。

[0041] 本发明通过利用导热板种类优选规律, 在不增加电池组装工艺复杂性的基础上, 得到了质量更轻、更利于电池模组散热的导热板排布方式, 得到优化的电池系统布局方案。该发明中的排布规律, 优于以往热管理中常用规律 (单体电池之间应统统采用热导率高的板材), 该规律方法不仅仅局限应用于电池模组中, 亦可以适用于其他领域热管理散热排布优化中。

[0042] 上述仅为本发明的具体实施方式, 但本发明的设计构思并不仅限于此, 凡是利用此构思对本发明进行非实质性地改进, 均应该属于侵犯本发明保护范围的行为。

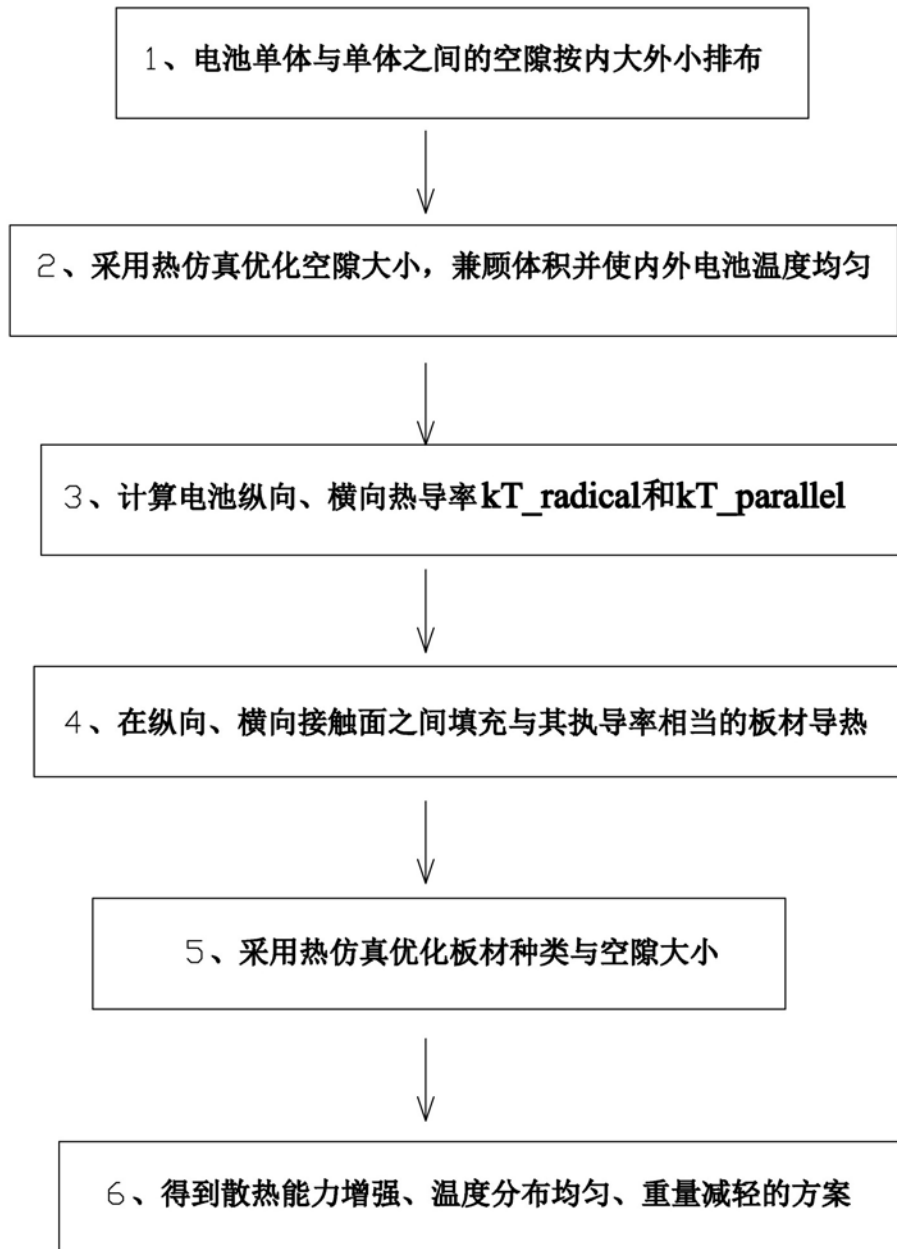


图1



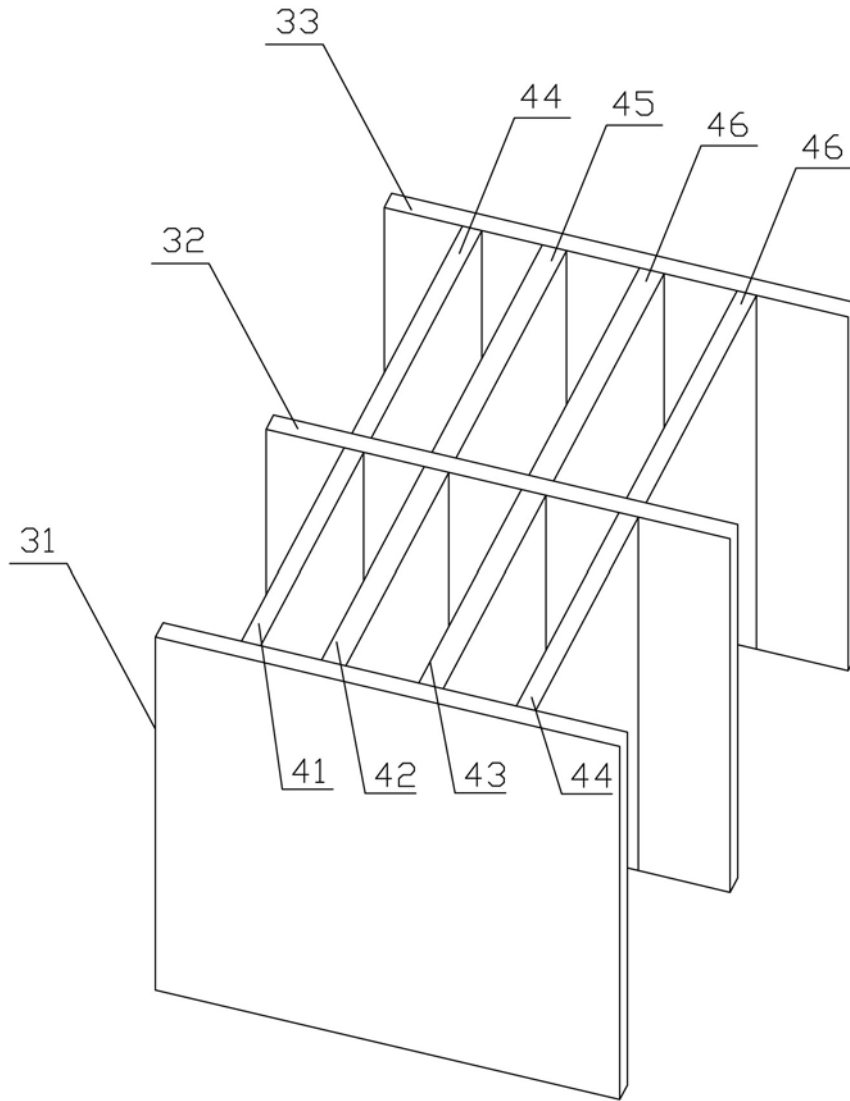


图2