



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113437301 A

(43) 申请公布日 2021.09.24

(21) 申请号 202110617272.6

H01M 10/052 (2010.01)

(22) 申请日 2021.06.03

H01M 10/0562 (2010.01)

(71) 申请人 浙江南都电源动力股份有限公司  
地址 311305 浙江省杭州市临安市青山湖  
街道景观大道72号

申请人 杭州南都动力科技有限公司

(72) 发明人 刘桃松 陈建 陈冬 张焱  
苑景春 张育红 党志敏 胡雨萌

(74) 专利代理机构 杭州创信知识产权代理有限  
公司 33383

代理人 苗小伟

(51) Int. Cl.

H01M 4/66 (2006.01)

H01M 4/80 (2006.01)

H01M 10/04 (2006.01)

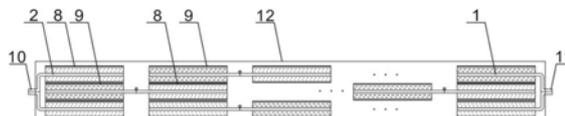
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种复合极片及固态锂离子电池组及电池  
生产工艺

(57) 摘要

本发明属于锂电池技术领域,涉及一种复合极片,以及基于由该复合极片制成的电池组和电池组生产工艺。其中复合极片包括直接串联的正极片和负极片,其中负极片包括负极集流体和涂布在负极集流体表面的负极活性物质,正极片包括正极集流体和涂布在正极集流体表面的正极活性物质,且在正极活性物质和负极活性物质的表面涂布固态电解质,且在正极片和负极片的串联区无活性物质和固态电解质覆盖。该复合极片将正极片和负极片的集流体直接串联,与现有独立形式的极片相比,该复合极片省去了较窄的传统极耳,电流直接从正极集流体传输到负极集流体,且保证复合极片具有足够的电流承载能力。



1. 一种复合极片,其特征在于:所述复合极片包括负极片和正极片,其中负极片包括负极集流体和涂布在负极集流体表面的负极活性物质,正极片的包括正极集流体和涂布在正极集流体表面的正极活性物质,且在正极活性物质和/或负极活性物质的表面涂布固态电解质;所述负极集流体和正极集流体的一侧均预留设置串联区,该串联区无活性物质和固态电解质覆盖,且负极集流体和正极集流体通过串联区之间串联。

2. 如权利要求1所述的一种复合极片,其特征在于:所述复合极片中的负极片和正极片呈平铺状态且左右对称设置。

3. 如权利要求2所述的一种复合极片,其特征在于:在复合极片的串联区电连接预设导线。

4. 如权利要求3所述的一种复合极片,其特征在于:在正极活性物质和负极活性物质的正面和背面均涂布固态电解质,该固态电解质具有粘性,且在固态电解质的表面覆盖保护膜。

5. 一种固态锂离子电池组,其特征在于:整个固态锂离子电池组分为正极端、串联部和负极端,其中串联部包括若干权利要求4所述的复合极片,这些复合极片沿长度方向以正极片和负极片交错叠加的方式延伸设置,且相接触的正极片和负极片通过固态电解质黏合;串联部的一端具有预留的正极片,另一端具有预留的负极片;所述正极端包括若干正极片,负极端包括若干负极片,且正极端正极片与串联部预留的负极片交错叠加,负极端的负极片与串联部预留的正极片交错叠加。

6. 在如权利要求5所述的一种固态锂离子电池组,其特征在于:正极端中所有正极片正集流体具有向外延伸的正极预留部,这些正极预留部叠加在一起并形成正极极耳,负极端中所有负极片的负集流体具有向外延伸的负极预留部,这些负极预留部叠加在一起并形成负极极耳。

7. 如权利要求6所述的一种固态锂离子电池组,其特征在于:该固态锂离子电池组的最外层包裹外包层,所述负极极耳和正极极耳和预设导线穿过该外包层。

8. 如权利要求6或7所述的一种固态锂离子电池组,其特征在于:该固态锂离子电池组呈带状,使用时通过按需截取长度和叠加层数来获得容量和电压合适的电池组。

9. 一种权利要求8所述的固态锂离子电池组的生产工艺,其特征在于,主要包括以下步骤:

步骤1. 正极集流体和负极集流体的制作,并预留串联区;正极集流体材质为5-15 $\mu\text{m}$ 的铝箔;负极集流体材质为5-15 $\mu\text{m}$ 的铜箔;串联区宽度为1-5mm;或者使用相同材质箔材作为正负极集流体,中间预留串联区,左右两边分别为正极集流体和负极集流体;

步骤2. 在正极集流体双面涂布正极活性物质,负极集流体表面涂布负极活性物质,其中正极活性物质包含磷酸铁锂、锰酸锂、镍钴锰三元材料,负极活性物质包括石墨、硅碳、金属锂;确保正极集流体和负极集流体上的串联区无活性物质覆盖;

步骤3. 将固态电解质分别涂布到正极活性物质上和负极活性物质上,且固态电解质至少包括一层,从而得到正极极片和负极极片,且确保正极集流体和负极集流体上的串联区无固态电解质覆盖;所用固态电解质为包含导电高分子材料、电导氧化物材料、锂盐等具有传导锂离子的材料;导电锂离子的材料分散在NMP、电解液中,其中混合物固含量20%-50%、粘度100-1000mPa.s;

步骤4. 焊接串联区,采用激光焊或超声焊技术,将正负极极片预留区焊接在一起,制备成复合极片,并确保复合极片上的正负极极片之间的活性物质和固态电解质间隔1-3mm,防止接触短路;

步骤5. 采用激光焊或超声焊技术在焊接好的串联区焊接预设导线6,且保证预设导线6具有足够余长;

步骤6. 组装,使用步骤5制得的复合极片,按照正极片贴合负极片的方式沿着长度方向叠加,并形成串联部,且在串联部的两端分别设置预留正极片和预留负极片;使用独立的正极片贴合预留负极片,形成正极端,使用独立的负极片贴合预留正极片,形成负极端;

步骤7. 将正极端中正集流体的串联区7进行焊接并形成正极极耳,将负极端中负极集流体的串联区进行焊接并形成负极极耳;

步骤8. 修整,使用0.1MPa-2 MPa的压力对电池组压缩,保持30S-120S,使固态电解质混合物与复合极片的正负活性物质充分接触;

步骤9. 封装,将电池组放置于外包层内,梳理各复合极片的预设导线并形成数据采集线束,将采集线束、正极极耳和负极极耳穿过外包层并作密封处理。

## 一种复合极片及固态锂离子电池组及电池生产工艺

### 技术领域

[0001] 本发明属于锂电池技术领域,具体包括一种复合极片及固态锂离子电池组及电池组生产工艺。

### 背景技术

[0002] 固态锂离子电池中无电解液,与传统锂离子电池相比,其具有显著的高安全性能、高能量密度等优点。然而,现有固态锂离子电池与液态锂离子电池结构类似,都包含一组正极片和负极片,且正、负极片通过多层叠加或正负极卷绕实现不同容量的电池电芯。为避免短路,正极极耳和负极极耳的宽度不能超过极片宽度的一半,在实际生产中,极耳宽度远远小于极片宽度,这会导致正极片的电流集中于极耳处,过大的电流导致此处温度上升、甚至发生极耳熔断。由于极耳宽度处在设计上限,为保证有足够的极耳截面积来满足承载电流的设计,因此无法使用更薄的正负极集流体。

[0003] 极片叠加或卷绕形式的电芯存在电流汇流的极耳、极耳再和电芯外部正负极连接,电芯外部正负极之间需要导线连接实现电芯单体之间的串联或并联实现容量和电压之间的任意组合。

[0004] 现有极片的连接方式的电池组体积包括有效发挥能量的活性物质部分的体积和非发挥能量的体积如极耳、正负极、连接条的连接部分的体积。有效能量体积比低,并且需要增加连接部件和工艺来实现电芯串联和并联,工艺复杂效率低。

### 发明内容

[0005] 本发明的一个目的在于提供一种复合极片,该复合极片将正极片和负极片的集流体直接串联,与现有独立形式的极片相比,该复合极片省去了较窄的传统极耳,电流直接从正极集流体传输到负极集流体,且保证复合极片具有足够的电流承载能力。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案,一种复合极片,该复合极片包括负极片和正极片,其中负极片包括负极集流体和涂布在负极集流体表面的负极活性物质,正极片包括正极集流体和涂布在正极集流体表面的正极活性物质,且在正极活性物质和/或负极活性物质的表面涂布固态电解质;所述负极集流体和正极集流体的一侧均预留设置串联区,该串联区无活性物质和固态电解质覆盖,且负极集流体和正极集流体通过串联区之间串联。

[0007] 在上述技术方案中,正极集流体和负极集流体的边缘直接串联,此时正极集流体和负极集流体作为电流的传输介质,由于集流体具有较大的横截面积,因此电流不会过渡汇聚,且产生的热量也会均匀分散,这可以避免出现熔断现象;采用的固态电解质不挥发,不流动,因此该复合极片中无设置隔离结构,在满足杜绝电极短路的情况下还可以降低电池的重量,提高能量密度。另外,通过将正极集流体和负极集流体直接串联,极片不再需要预留向外延伸的极耳,因此该复合极片的占位空间更小,且根据需求选用一定数量的复合极片,以正极片贴合负极片的方式连接各复合极片即可实现对一定容量和电压的电池组的

制作。

[0008] 优选地,所述复合极片中的负极片和正极片呈平铺状态且左右对称设置,整个复合极片呈单层状态,串联区无弯折,不仅可以避免复合极片折断,同时,可以将复合极片在平面范围内叠加,使其形成可以容纳于缝隙之中或者能够贴合在其他部件表面或者具有一定形变性能的电池组。

[0009] 优选地,在复合极片的串联区连接预设导线,通过预设导线可以采集复合极片间的电压,同时可以采集单个复合极片间的电压,以便于检测该种复合极片的健康状态。

[0010] 优选地,在正极活性物质和负极活性物质的正面和背面均涂布固态电解质,该固态电解质具有粘性,且在固态电解质的表面覆盖保护膜,以保护固态电解质不会接触杂质,保障其活性,且在正极片贴合负极片时,去除保护膜,双面的固态电解质具有更大的粘性,确保相邻叠合的正极片和负极片之间具有较大的固定强度,不仅能够防止极片错位或分离,同时,通过固态电解质的直接贴合,可以确保正极片和负极片的紧密接触。

[0011] 本发明的另一个目的在于提供一种固态锂离子电池组,该固态锂离子电池组具有更高的电流承载能力,且重量和体积能量密度都有所提升。

[0012] 为实现上述目的,本发明提供一种固态锂离子电池组,整个固态锂离子电池组分为正极端、串联部和负极端,其中串联部包括若干上述复合极片,这些复合极片沿长度方向以正极片和负极片交错叠加的方式延伸设置,且相接触的正极片和负极片通过固态电解质黏合;串联部的一端具有预留的正极片,另一端具有预留的负极片;所述正极端包括若干正极片,负极端包括若干负极片,且正极端正极片与串联部预留的负极片交错叠加,负极端的负极片与串联部预留的正极片交错叠加。

[0013] 在上述技术方案中,电池组中采用了正极片和负极片直接内部串联的复合极,且各复合极片以正极片叠加负极片的方式连接,因此,内部极片的整个宽度作为单体之间的电流承载宽度,最大限度利用了集流体导电横切面。在同样倍率放电的情况下,集流体厚度可以比传统锂电池集流体厚度减小%以上,可以有效降低集流体的体积和重量,提升电池组的重量和体积能量密度。另外,该固态锂离子电池组中采用固态电解质,固态电解质没有挥发性和流动性,因此在所用的复合极片中无需设置起隔离正负极活性物质和电解质的结构,相邻极片之间也无需使用隔膜,这不仅会降低非活性物质的质量,同时可以简化电池组的生产工序。由于该结构的电池组内部无液态物质,且无注液工序,因此可以将该电池组生产成完成的一长段(卷),然后根据使用需求截取合适的长度。

[0014] 优选地,正极端中所有正极片的正集流体具有向外延伸的正极预留部,这些正极预留部叠加在一起并形成正极极耳,负极端中所有负极片的负集流体具有向外延伸的负极预留部,这些负极预留部叠加在一起并形成负极极耳,由正集流体和负集流体形成的正极极耳和负极极耳具有与复合极片相同的宽度,且具有更大的导电横切面,其可以将正片极片的电流分散于极耳的整个宽度范围内,以此避免极耳温度急剧上升,从而防止极耳发生熔断。

[0015] 优选地,该固态锂离子电池组的最外层阻水外包层,所述负极极耳和正极极耳和预设导线穿过该阻水外包层,既保证电池内部处于良好的工作环境,同时,阻水外包层可以增加整个电池组的结构强度,并约束叠加的复合极片,使复合极片之间保持良好的接触。

[0016] 本发明的一个目的在于提供一种电池组生产工艺,通过改变极片的生产工艺来获

得复合极片,并以该复合极片为基础精简电池组的生产过程,提高电池组的安全性和提高极片的电流承载能力,同时去除不必要的连接结构以有效降低集流体的体积和重量,提升电池组的重量和体积能量密。

[0017] 为实现上述目的,本发明提供一种固态锂离子电池组的生产工艺,该工艺主要包括以下步骤:

[0018] 步骤1.正极集流体和负极集流体的制作,并预留串联区;正极集流体材质为5-15 $\mu$ m的铝箔;负极集流体材质为5-15 $\mu$ m的铜箔;串联区宽度为1-5mm;或者使用相同材质箔材作为正负极集流体,中间预留串联区,左右两边分别为正极集流体和负极集流体。

[0019] 步骤2.在正极集流体双面涂布正极活性物质,负极集流体表面涂布负极活性物质,其中正极活性物质包含磷酸铁锂、锰酸锂、镍钴锰三元材料,负极活性物质包括石墨、硅碳、金属锂;确保正极集流体和负极集流体上的串联区无活性物质覆盖;

[0020] 步骤3.将固态电解质分别涂布到正极活性物质上和负极活性物质上,且固态电解质至少包括一层,从而得到正极极片和负极极片,且确保正极集流体和负极集流体上的串联区无固态电解质覆盖;所用固态电解质为包含导电高分子材料、电导氧化物材料、锂盐等具有传导锂离子的材料;导电离子的材料分散在NMP、电解液中,其中混合物固含量20%-50%、粘度100-1000mPa.s;

[0021] 步骤4.焊接串联区,采用激光焊或超声焊技术,将正负极极片预留区焊接在一起,制备成复合极片,并确保复合极片上的正负极极片之间的活性物质和固态电解质间隔1-3mm,防止接触短路;

[0022] 步骤5.采用激光焊或超声焊技术在焊接好的串联区焊接预设导线6,且保证预设导线6具有足够余长;

[0023] 步骤6.组装,使用步骤5制得的复合极片,按照正极片贴合负极片的方式沿着长度方向叠加,并形成串联部,且在串联部的两端分别设置预留正极片和预留负极片;使用独立正极片贴合预留负极片,形成正极端,使用独立的负极片贴合预留正极片,形成负极端;

[0024] 步骤7.将正极端中正集流体的串联区7进行焊接并形成正极极耳,将负极端中负极集流体的串联区进行焊接并形成负极极耳;

[0025] 步骤8.修整,使用0.1MPa-2MPa的压力对电池组压缩,保持30S-120S,使固态电解质混合物质与复合极片的正负活性物质充分接触;

[0026] 步骤9.封装,将电池组放置于外包层内(铝塑膜或铝壳或塑料外壳内),梳理各复合极片的预设导线并形成数据采集线束,将采集线束、正极极耳和负极极耳穿过外包层并作密封处理。

## 附图说明

[0027] 此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解,构成本申请的一部分,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。在附图中:

[0028] 图1为本发明提供的固态锂离子电池组中复合极板的正面结构示意图;

[0029] 图2为本发明提供的固态锂离子电池组的结构示意图;

[0030] 图3为本发明提供的固态锂离子电池组的s形分布结构示意图。

[0031] 图中,正集流体1、负集流体2、正极活性物质3,负极活性物质4、固态电解质层5、预

设导线6、串联区7、负极片8、正极片9、负极极耳10、正极极耳11、外包层12、连接条13。

### 具体实施方式

[0032] 以下将配合附图及实施例来详细说明本申请的实施方式,借此对本申请如何应用技术手段来解决技术问题并达成技术功效的实现过程能充分理解并据以实施。

[0033] 图1为本发明提供的一个实施例,一种复合极片,该复合极片包括负极片8和正极片9,其中负极片8包括负极集流体2和涂布在负极集流体2表面的负极活性物质4,正极片9的包括正极集流体1和涂布在正极集流体1表面的正极活性物质3,且在正极活性物质3和负极活性物质4的表面涂覆固态电解质。另外,在负极集流体2的左侧和正极集流体1的右侧均预留设置串联区7,该串联区7采用激光焊接,且无活性物质和固态电解质覆盖,从而完成负极集流体2和正极集流体1的串联,最终得到负极片8和正极片9呈平铺状态且左右对称设置的复合极片。该复合极片中使用的是固态电解质,因此无需在串联区7设置隔离电解质的绝缘物质,因此可以缩减串联区的宽度,且可以在该串联区设置预设导线6(在使用由该类负极片制作的电池组时,可以通过预设导线6来测试单体极片的电压)。

[0034] 该复合极片与现有极片相比,其没有预留的极耳,通过将正极片和负极片贴合来实现复合极片之间的串联,而正极片与负极片之间通过具有粘性的固态电解质黏合,为了确保极片之间紧密贴合,在正极活性物质3和负极活性物质4的正面和背面均涂布固态电解质,且对生产出的复合极片进行覆膜,通过保护膜对固态电解质进行保护,以保护固态电解质不会接触杂质,保障其良好的活性及粘性。

[0035] 上述结构的复合极片中,正极集流体1和负极集流体2通过串联区7直接串联,此时正极集流体1和负极集流体2作为电流的传输介质,由于集流体具有较大的横截面积,因此电流会被均匀分散,且产生的热量也会均匀分散,这可以避免出现熔断现象;采用的固态电解质不挥发,不流动,因此该复合极片中无设置隔离结构,在满足杜绝电极短路的情况下还可以降低电池的重量,提高能量密度。另外,通过将正极集流体1和负极集流体2直接串联,极片不再需要预留向外延伸的极耳,因此该复合极片的占位空间更小,且根据需求选用一定数量的复合极片,以正极片贴合负极片的方式连接各复合极片即可实现对一定容量和电压的电池组的制作。

[0036] 如图2所示,本发明提供了一种使用上述复合极片制成的固态锂离子电池组的实施例,该固态锂离子电池组具有更高的电流承载能力,且重量和体积能量密度都有所提升。

[0037] 具体地,整个固态锂离子电池组分为右侧的正极端、串联部和左侧的负极端,其中串联部包括若干上述复合极片,这些复合极片具有三层,且从左到右以正极片和负极片交错叠加的方式延伸设置,且相互接触的正极片和负极片通过固态电解质黏合。如图2所示,在厚度方向,串联部的最上层和最下层各有一层正对的复合极片,这些复合极片分为若干极片组,每个极片组包括最上层的一个复合极片和最下层的一个复合极片,若干极片组沿着长度方向水平排列,相邻的极片组则通过一个完整的中间复合极片连接,按照正极片叠合负极片的连接方式,中间复合极片的负极片夹在右侧的极片组的两个正极片之间,正极片9夹在左侧的极片组的两个负极片之间;对于串联部两端的中间复合极片连接,右端预留一个正极片9,左端预留一个负极片8。

[0038] 承上,正极端包括位于最上层和最下层的两个正极片9,两个正极片9夹合串联部

右端预留的负极片8;负极端包括位于最上层和最下层的两个负极片8,两个负极片8夹合串联部左端预留的正极片9。且正极端中两个正极片9的正集流体1具有向外延伸的正极预留部,这些正极预留部叠加在一起并形成正极极耳11,负极端中的两个负极片的负集流体2具有向外延伸的负极预留部,这些负极预留部叠加在一起并形成负极极耳10,由正集流体1和负集流体形成的正极极耳和负极极耳具有与复合极片相同的宽度,且具有更大的导电横切面,其可以将正片极片的电流分散于极耳的整个宽度范围内,以此避免极耳温度急剧上升,从而防止极耳发生熔断。

[0039] 上述内容展示了该固态锂离子电池组种极片的连接结构,而在整个电池组最外层阻水外包层12(例如铝塑膜、铝壳或塑料外壳),上述负极极耳10和正极极耳11和预设导线6穿过该阻水外包层12,既保证电池内部处于良好的工作环境,同时,阻水外包层可以增加整个电池组的结构强度,并约束叠加的复合极片,使复合极片之间保持良好的接触。

[0040] 基于上述结构的固态锂离子电池组,该类型的电池组具有良好的可塑性,可以做成卷状,也可以将其制作成可以采用如图3所示的S型,该S型电池组具有三排,通过连接条13(铜箔或铝箔)对三排进行连接,而通过合理安排每排的极片数以及总排数,可以制作出各更加符合使用要求和使用场景的电池组。

[0041] 综上所述,基于复合极片的这种电池组的内部极片的整个宽度作为单体之间的电流承载宽度,最大限度了利用了集流体导电横切面。在同样倍率放电的情况下,集流体厚度可以比传统锂电池集流体厚度减小50%以上,可以有效降低集流体的体积和重量,提升电池组的重量和体积能量密度。另外,固态电解质没有挥发性和流动性,因此在所用的复合极片中无需设置起隔离电解质的结构,相邻极片之间也无需使用隔膜,这不仅会降低非活性物质的质量,同时可以简化电池组的生产工序,可以将该电池组生产成一长段(卷),然后根据使用需求截取合适的长度。

[0042] 传统的固态锂离子电池组是由带有极耳的正极片和负极片组成,而本申请中的固态锂离子电池组采用的是复合极片,该复合极片通过采用极片内部串联的方式实现极片的连接,其生产工艺与现有极片不同,结构的变化导致锂电池组的生产工艺也与现有工艺不同。具体来说,该固态锂离子电池组的生产工艺主要包括以下步骤:

[0043] 步骤1. 正极集流体和负极集流体的制作,并预留串联区;正极集流体材质为 $10\mu\text{m}$ 的铝箔;负极集流体材质为 $10\mu\text{m}$ 的铜箔;串联区宽度为3mm;或者使用相同材质箔材作为正负极集流体,中间预留串联区左右两边分别为正负极集流体。

[0044] 步骤2. 在正极集流体双面涂布正极活性物质,负极集流体表面涂布负极活性物质,其中正极活性物质包含磷酸铁锂、锰酸锂、镍钴锰三元材料,负极活性物质包括石墨、硅碳、金属锂;确保正极集流体和负极集流体上的串联区无活性物质覆盖;

[0045] 步骤3. 将固态电解质分别涂布到正极活性物质上和负极活性物质上,且固态电解质至少包括一层,从而得到正极极片和负极极片,且确保正极集流体和负极集流体上的串联区无固态电解质覆盖;所用固态电解质为包含导电高分子材料、电导氧化物材料、锂盐等具有传导锂离子的材料;导锂离子的材料分散在NMP、电解液中,其中混合物固含量20%-50%、粘度100-1000mPa.s;

[0046] 步骤4. 焊接串联区,采用激光焊或超声焊技术,将正负极极片预留区焊接在一起,制备成复合极片,并确保复合极片上的正负极极片之间的活性物质和固态电解质间隔1-

3mm,防止接触短路;

[0047] 步骤5.采用激光焊或超声焊技术在焊接好的串联区焊接预设导线6,且保证预设导线6具有足够余长;

[0048] 步骤6.组装,使用步骤5制得的复合极片,按照正极片贴合负极片的方式沿着长度方向叠加,并形成串联部,且在串联部的两端分别设置预留正极片和预留负极片;使用独立正极片贴合预留负极片,形成正极端,使用独立的负极片贴合预留正极片,形成负极端;

[0049] 步骤7.将正极端中正集流体的串联区7进行焊接并形成正极极耳,将负极端中负极集流体的串联区进行焊接并形成负极极耳。

[0050] 步骤8.修整,使用0.1MPa-2MPa的压力对电池组压缩,保持40S,使固态电解质混合物质与复合极片的正负活性物质充分接触。

[0051] 步骤9.封装,将电池组放置于外包层内(铝塑膜或铝壳或塑料外壳内),梳理各复合极片的预设导线并形成数据采集线束,将采集线束、正极极耳和负极极耳穿过外包层并作密封处理。

[0052] 如在说明书及权利要求当中使用了某些词汇来指称特定组件。本领域技术人员应可理解,硬件制造商可能会用不同名词来称呼同一个组件。本说明书及权利要求并不以名称的差异来作为区分组件的方式,而是以组件在功能上的差异来作为区分的准则。如在通篇说明书及权利要求当中所提及的“包含”为一开放式用语,故应解释成“包含但不限于”。“大致”是指在可接收的误差范围内,本领域技术人员能够在一定误差范围内解决所述技术问题,基本达到所述技术效果。

[0053] 需要说明的是,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的商品或者系统不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种商品或者系统所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的商品或者系统中还存在另外的相同要素。

[0054] 上述说明示出并描述了本发明的若干优选实施例,但如前所述,应当理解本发明并非局限于本文所披露的形式,不应看作是对其他实施例的排除,而可用于各种其他组合、修改和环境,并能够在本文所述发明构想范围内,通过上述教导或相关领域的技术或知识进行改动。而本领域人员所进行的改动和变化不脱离本发明的精神和范围,则都应在本发明所附权利要求的保护范围内。

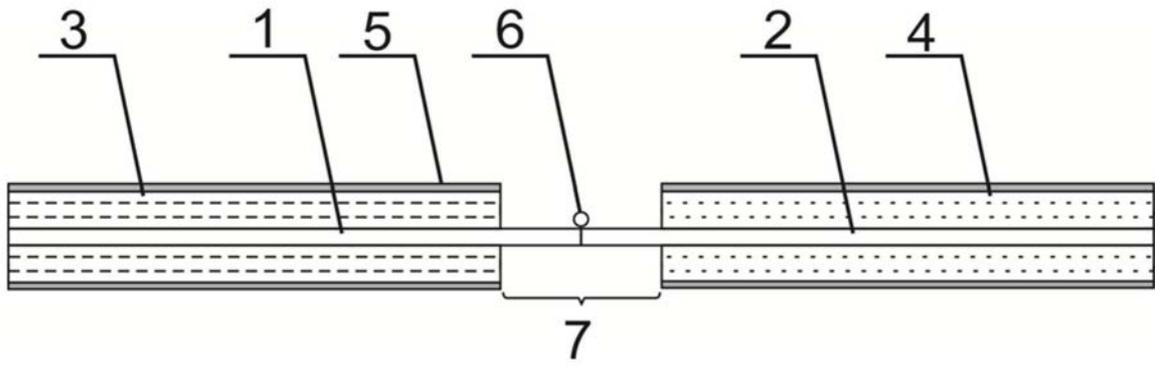


图1

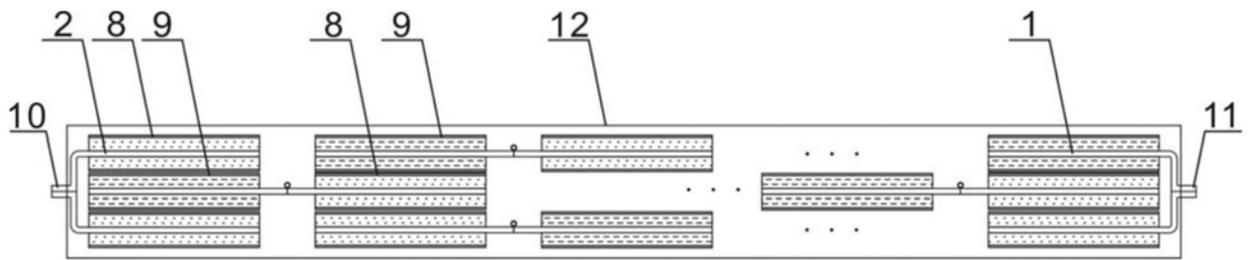


图2

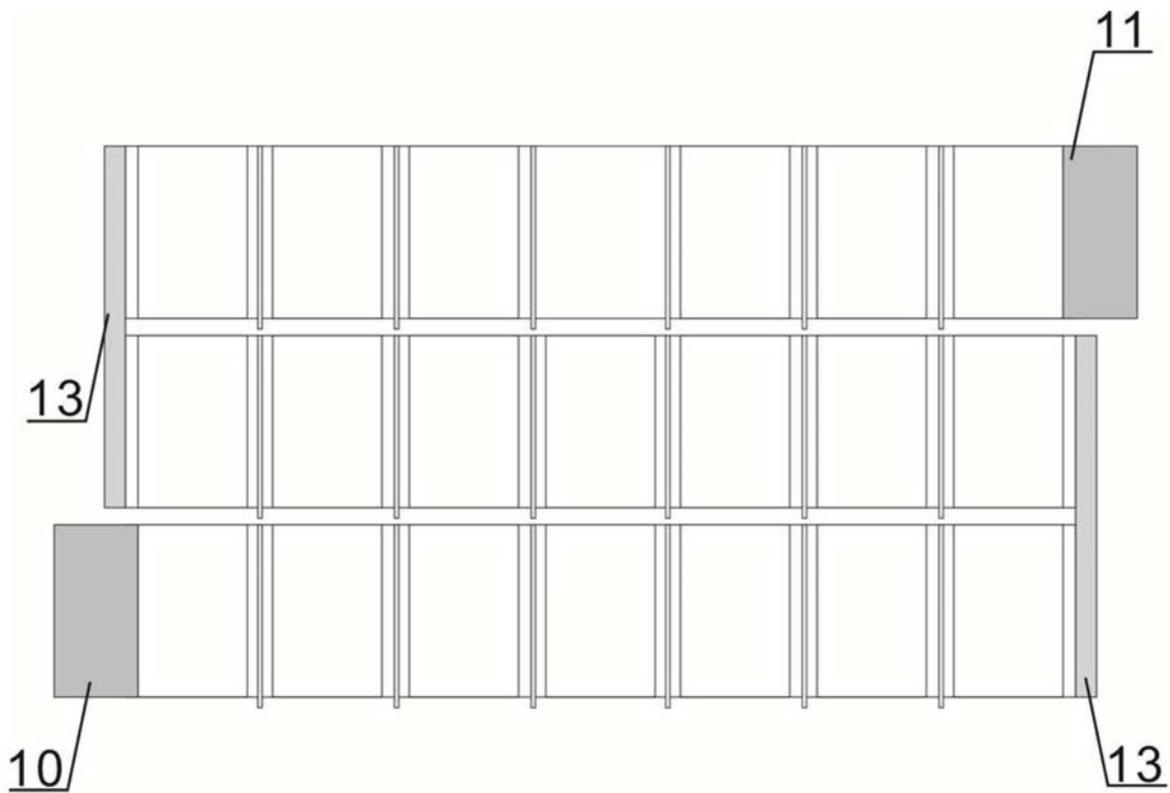


图3