



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115112544 B

(45) 授权公告日 2023.06.16

(21) 申请号 202211037517.9

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2022.08.29

G01N 15/08 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 115112544 A

审查员 沈育德

(43) 申请公布日 2022.09.27

(73) 专利权人 江苏时代新能源科技有限公司  
地址 213300 江苏省常州市溧阳市昆仑街  
道城北大道1000号

专利权人 宁德时代新能源科技股份有限公司

(72) 发明人 李炳坤 范国凌 唐代春 杜鑫鑫  
曾炯 邱伟

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理  
有限责任公司 11258

专利代理师 徐启艳

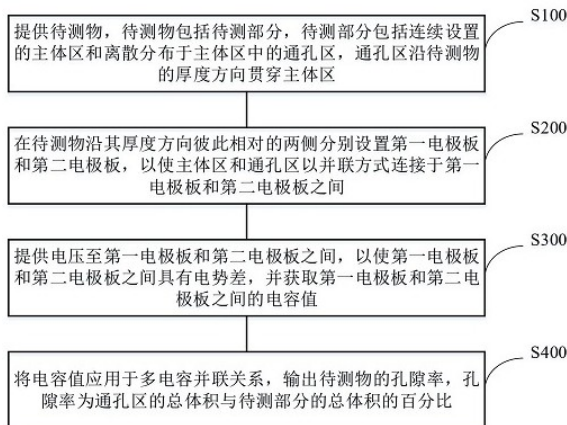
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54) 发明名称

检测待测物孔隙率的方法

(57) 摘要

本申请涉及一种检测待测物孔隙率的方法。所述方法包括提供待测物,待测物包括待测部分,待测部分包括连续设置的主体区和离散分布于主体区中的通孔区,通孔区沿待测物的厚度方向贯穿主体区;在待测物沿厚度方向彼此相对的两侧分别设置第一电极板和第二电极板,以使主体区和通孔区以并联方式连接于第一电极板和第二电极板之间;提供电压至第一电极板和第二电极板之间,以使第一电极板和第二电极板之间具有电势差,并获取第一电极板和第二电极板之间的电容值;将电容值应用于多电容并联关系,输出待测物的孔隙率,孔隙率为通孔区的总体积与待测部分的总体积的百分比。本申请的方法检测得到的电容值的精度较高,从而使得获得的孔隙率的数值较为准确。



1. 一种检测待测物孔隙率的方法,其特征在于,包括:

提供待测物,所述待测物包括待测部分,所述待测部分包括连续设置的主体区和离散分布于主体区中的通孔区,所述通孔区沿所述待测物的厚度方向贯穿所述主体区;所述通孔区包含多个通孔,所述通孔为直通孔;所述主体区具有孔隙,所述孔隙的至少部分沿与所述厚度方向相交的方向延伸,其中,所述孔隙的平均孔径小于所述通孔区的平均孔径;所述主体区包括多个颗粒,多个所述颗粒之间形成所述孔隙;

在所述待测物沿其厚度方向彼此相对的两侧分别设置第一电极板和第二电极板,以使所述主体区和所述通孔区以并联方式连接于所述第一电极板和所述第二电极板之间;

提供电压至所述第一电极板和所述第二电极板之间,以使所述第一电极板和所述第二电极板之间具有电势差,并获取所述第一电极板和所述第二电极板之间的电容值;

将所述电容值应用于多电容并联关系,输出所述待测物的孔隙率,所述孔隙率为所述通孔区的总体积与所述待测部分的总体积的百分比。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述在所述待测物沿其厚度方向彼此相对的两侧分别设置第一电极板和第二电极板的步骤之后,还包括:

于所述第一电极板和/或所述第二电极板上施加外部压力,以使所述待测物抵接于所述第一电极板与所述第二电极板之间。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述外部压力为 $1\text{N}/\text{dm}^2\sim 100\text{N}/\text{dm}^2$ 。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,

所述孔隙的平均孔径为 $3\mu\text{m}\sim 15\mu\text{m}$ ;和/或

所述通孔区的平均孔径为 $20\mu\text{m}\sim 1000\mu\text{m}$ 。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,

所述待测物为导电结构体;

所述在所述待测物沿其厚度方向彼此相对的两侧分别设置第一电极板和第二电极板的步骤,包括:

在所述待测物沿其厚度方向的一侧设置隔离件,在所述隔离件离开所述待测物的一侧设置有所述第一电极板;

在所述待测物沿其厚度方向的另一侧设置有所述第二电极板。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述隔离件沿所述厚度方向的尺寸为 $3\mu\text{m}\sim 23\mu\text{m}$ 。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述在所述待测物沿其厚度方向的另一侧设置有所述第二电极板的步骤,包括:

在所述待测物沿其厚度方向的另一侧设置有导电粘合物,在所述导电粘合物离开所述待测物的一侧设置有所述第二电极板。

8. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述待测物包括导电基底,所述导电基底设置于所述待测部分靠近所述第二电极板的一侧。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述导电基底沿所述厚度方向的尺寸为 $6\mu\text{m}\sim 15\mu\text{m}$ 。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的方法,其特征在于,所述待测物为正极极片或负极极片。

11. 根据权利要求1至9中任一项所述的方法,其特征在于,所述待测部分沿所述厚度方向的尺寸为 $30\mu\text{m}\sim 3000\mu\text{m}$ 。

12. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,  
所述待测部分为导电结构体;

所述待测物包括绝缘基底,所述绝缘基底设置于所述待测部分靠近所述第一电极板或所述第二电极板的一侧。

13. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述待测物为绝缘结构体。

## 检测待测物孔隙率的方法

### 技术领域

[0001] 本申请涉及分析检测技术领域,特别是涉及一种检测待测物孔隙率的方法。

### 背景技术

[0002] 多孔材料包括多孔金属材料、多孔有机材料、多孔无机材料、多孔复合材料等,其具有比重小、比表面积大、能量吸收性好、渗透性良好等优点,在航空航天、电化学、石油化工、建筑行业等得到了广泛应用。

[0003] 孔隙率是多孔材料的关键性指标,孔隙率反映了材料的密实程度,是影响多孔材料内离子或流体传输性能的重要参数,也可能会影响多孔材料的力学性能、导热性能和导电性能等。

[0004] 因此,对多孔材料的孔隙率的检测尤为重要,但是目前的检测精度相对较差,从而不能准确获知多孔材料的孔隙率。

### 发明内容

[0005] 本申请提供一种检测待测物孔隙率的方法,旨在使得获得的孔隙率的数值更为准确。

[0006] 为了实现上述目的,本申请提供了一种检测待测物孔隙率的方法,所述方法包括:提供待测物,待测物包括待测部分,待测部分包括连续设置的主体区和离散分布于主体区中的通孔区,通孔区沿待测物的厚度方向贯穿主体区;在待测物沿其厚度方向彼此相对的两侧分别设置第一电极板和第二电极板,以使主体区和通孔区以并联方式连接于第一电极板和第二电极板之间;提供电压至第一电极板和第二电极板之间,以使第一电极板和第二电极板之间具有电势差,并获取第一电极板和第二电极板之间的电容值;将电容值应用于多电容并联关系,输出待测物的孔隙率,孔隙率为通孔区的总体积与待测部分的总体积的百分比。

[0007] 由此,本申请实施例的方法,将待测物设置于第一电极板和第二电极板之间,待测物的主体区和通孔区以并联方式连接于第一电极板和第二电极板之间,通过检测第一电极板和第二电极板之间的电容值,即可以通过多电容并联关系计算得到待测物的孔隙率,该方法检测得到的电容值的精度较高,从而使得获得的孔隙率的数值较为准确;并且检测方法简便可行,有利于对待测物的快速检测。

[0008] 在一些实施方式中,在待测物沿其厚度方向彼此相对的两侧分别设置第一电极板和第二电极板的步骤之后,还包括:于第一电极板和/或第二电极板上施加外部压力,以使待测物抵接于第一电极板与第二电极板之间。

[0009] 由此,本申请由于外部压力的挤压作用,会使得待测物和电极板之间存在一定的作用力,从而形成抵接的状态,从而使得待测物更紧密地固定于第一电极板和第二电极板之间,在检测电容值的过程中,能够降低待测物和电极板之间发生偏移甚至脱落的风险,保证检测过程中,待测物和电极板始终处于接触状态,从而提高检测精度。

[0010] 在一些实施方式中,外部压力为 $1\text{N}/\text{dm}^2\sim 100\text{N}/\text{dm}^2$ 。

[0011] 由此,本申请的外部压力在上述范围时,能够保证对待测物和电极板之间紧密贴合的状态,降低二者发生脱落分离的风险;且基本不会对待测物的结构造成损坏,能够保证待测物的结构完整性,从而保证检测的准确性。

[0012] 在一些实施方式中,主体区具有孔隙,孔隙的至少部分沿与厚度方向相交的方向延伸,其中,孔隙的平均孔径小于通孔区的平均孔径。

[0013] 由此,本申请的孔隙的平均孔径相对较小,通孔的平均孔径相对较大,孔隙基本不会对孔隙率的检测造成干涉。

[0014] 在一些实施方式中,孔隙的平均孔径为 $3\mu\text{m}\sim 15\mu\text{m}$ ;和/或通孔区的平均孔径为 $20\mu\text{m}\sim 1000\mu\text{m}$ 。

[0015] 在一些实施方式中,主体区包括多个颗粒,多个颗粒之间形成孔隙。

[0016] 在一些实施方式中,待测物为导电结构体;在待测物沿其厚度方向彼此相对的两侧分别设置第一电极板和第二电极板的步骤,包括:在待测物沿其厚度方向的一侧设置隔离件,在隔离件离开待测物的一侧设置有第一电极板;在待测物沿其厚度方向的另一侧设置有第二电极板。

[0017] 由此,本申请的隔离件具有将电极板和待测物隔开绝缘的作用,降低电极板和待测物直接接触电导通的风险。

[0018] 在一些实施方式中,在待测物沿其厚度方向的另一侧设置有第二电极板的步骤,包括:在待测物沿其厚度方向的另一侧设置有导电粘合件,在导电粘合件离开待测物的一侧设置有第二电极板。

[0019] 由此,本申请的导电粘合件一方面具有粘合作用,能够将待测物和第二电极板粘合于一起,降低待测物掉落的风险;另一方面其具有导电作用,能够降低引入导电粘合件造成干涉电容值检测精度的风险,保证检测精度。

[0020] 在一些实施方式中,隔离件沿厚度方向的尺寸为 $3\mu\text{m}\sim 23\mu\text{m}$ 。

[0021] 由此,本申请的隔离件沿厚度方向的尺寸在上述范围时,一方面隔离件能够起到充分隔绝待测物和第一电极板的作用,另一方面隔离件能够起到第一电极板和第二电极板之间的绝缘介质的作用,以便于检测电容值。

[0022] 在一些实施方式中,待测物包括导电基底,导电基底设置于待测部分靠近第二电极板的一侧。

[0023] 由此,本申请的导电基底能够为待测部分提供支撑,便于形成待测部分。

[0024] 在一些实施方式中,导电基底沿厚度方向的尺寸为 $6\mu\text{m}\sim 15\mu\text{m}$ 。

[0025] 由此,本申请的导电基底沿厚度方向的尺寸在上述范围时,导电基底具有一定的强度,从而能够为待测部分提供良好的支撑。

[0026] 在一些实施方式中,待测物为正极极片或负极极片。

[0027] 在一些实施方式中,待测部分沿厚度方向的尺寸为 $30\mu\text{m}\sim 3000\mu\text{m}$ 。

[0028] 由此,本申请的待测部分沿厚度方向的尺寸在上述范围时,能够保证待测部分的性能和容量。

[0029] 在一些实施方式中,待测部分为导电结构体;待测物包括绝缘基底,绝缘基底设置于待测部分靠近第一电极板或第二电极板的一侧。

[0030] 由此,本申请的绝缘基底能够为待测部分提供支撑,便于形成待测部分。绝缘基底可以作为第一电极板和第二电极板之间的绝缘介质,可以不用额外设置隔离件。

[0031] 在一些实施方式中,待测物为绝缘结构体。

[0032] 由此,本申请的绝缘结构体自身具有绝缘性,其可以作为第一电极板和第二电极板之间的绝缘介质,可以不用额外设置隔离件。

### 附图说明

[0033] 下面将参考附图来描述本申请示例性实施例的特征、优点和技术效果。

[0034] 图1是本申请一些实施例提供的检测待测物孔隙率的方法流程示意图;

[0035] 图2是本申请另一些实施例提供的检测待测物孔隙率的方法流程示意图;

[0036] 图3是本申请又一些实施例提供的检测待测物孔隙率的方法流程示意图;

[0037] 图4是本申请再一些实施例提供的检测待测物孔隙率的方法流程示意图;

[0038] 图5是本申请一些实施例提供的检测待测物孔隙率的装置结构示意图。

[0039] 附图未必按照实际的比例绘制。

[0040] 图中各附图标记:

[0041] 10、负极极片;11、集流体;12、活性物质层;121、主体区;122、通孔区;

[0042] 20、第一电极板;

[0043] 30、第二电极板;

[0044] 40、隔离件;

[0045] 50、导电胶;

[0046] 60、电源装置。

### 具体实施方式

[0047] 下面结合附图和实施例对本申请的实施方式作进一步详细描述。以下实施例的详细描述和附图用于示例性地说明本申请的原理,但不能用来限制本申请的范围,即本申请不限于所描述的实施例。

[0048] 在本申请的描述中,需要说明的是,除非另有说明,“多个”的含义是两个以上;术语“上”、“下”、“左”、“右”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系仅是为了便于描述本申请和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请的限制。此外,术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。“垂直”并不是严格意义上的垂直,而是在误差允许范围之内。“平行”并不是严格意义上的平行,而是在误差允许范围之内。

[0049] 下述描述中出现的方位词均为图中示出的方向,并不是对本申请的具体结构进行限定。在本申请的描述中,还需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的普通技术人员而言,可视具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[0050] 多孔材料包括多个孔,孔的结构形式可以为单一结构形式,也可以为多种不同类型的结构形式。现有技术中,通常采用气体吸附BET法测定孔隙率,但是,发明人发现,在孔

为贯穿多孔材料的通孔时,尤其是通孔的孔径相对较大时,测定得到的孔隙率和实际孔隙率偏差较大,准确率较低。

[0051] 鉴于此,发明人提供了一种检测待测物孔隙率的方法,待测物包括通孔区,所述方法将待测物置于两个电极板之间,通过测定两个电极板之间的电容值计算得到孔隙率。所述方法能够提高检测精度,准确获知待测物的孔隙率。接下来对本申请的技术方案进行详细说明。

[0052] 本申请提供了一种检测待测物孔隙率的方法。

[0053] 如图1所示,所述方法包括:

[0054] S100,提供待测物,待测物包括待测部分,待测部分包括连续设置的主体区和离散分布于主体区中的通孔区,通孔区沿待测物的厚度方向贯穿主体区;

[0055] S200,在待测物沿其厚度方向彼此相对的两侧分别设置第一电极板和第二电极板,以使主体区和通孔区以并联方式连接于第一电极板和第二电极板之间;

[0056] S300,提供电压至第一电极板和第二电极板之间,以使第一电极板和第二电极板之间具有电势差,并获取第一电极板和第二电极板之间的电容值;

[0057] S400,将电容值应用于多电容并联关系,输出待测物的孔隙率,孔隙率为通孔区的总体积与待测部分的总体积的百分比。

[0058] 在步骤S100中,待测物包括待测部分,待测部分为多孔材料,待测部分包括主体区和通孔区,通孔区可以认为是在主体区中开设的通孔,通孔区可以包含多个通孔,多个通孔沿待测物的厚度方向贯穿主体区,即可以认为通孔为直通孔,该通孔沿待测物的厚度方向延伸。多个通孔间隔设置于主体区中;主体区可以为实心结构,不包含孔隙;主体区也可以包含孔隙,该孔隙的孔结构类型可以与通孔的结构类型不同,例如孔隙的延伸方向与通孔的延伸方向交叉。示例性地,待测部分可以为多个颗粒压实形成的集合体,多个颗粒在压实过程中,不可避免地会在颗粒之间形成孔隙结构,该孔隙结构的孔径较小;在集合体上额外设置通孔,通孔贯穿集合体,该通孔的孔径相较于压实所形成的空隙的孔径较大。

[0059] 在一些实施方式中,待测物在包括待测部分的基础上,还可以包括基底部分,基底部分用于设置待测部分,基底部分为待测部分提供支撑基础。示例性地,待测物为电池极片,基底部分可以为集流体,待测部分可以为活性物质层,集流体一方面为活性物质层的形成提供基础,另一方面能够将电子在活性物质层和外部电源设备之间进行传递等。

[0060] 待测物可以导电或者绝缘,在待测物导电时,配合第一电极板和第二电极板的使用,还可以设置隔离件在待测物和第一电极板之间,或者,设置隔离件在待测物和第二电极板之间,隔离件构成绝缘介质,以满足电容测试要求。

[0061] 作为一些示例,待测物的至少部分为导电结构体,换言之,部分待测物为导电结构体,例如待测部分为导电结构体,在此情况下,待测物还可以包括基底部分,基底部分可以为绝缘结构体。或者,全部待测物为导电结构体,在此情况下,待测部分为导电结构体,若待测物还包括基底部分,则基底部分为导电结构体;在全部待测物为导电结构体时,可以配合隔离件一同使用,从而测得电容值。作为另一些示例,待测物也可以为绝缘结构体。

[0062] 在步骤S200中,第一电极板和第二电极板构成电容的两个极板,第一电极板和第二电极板均具有导电性,以便于与外部的电源设备电连接。第一电极板与待测物沿其厚度方向的一侧连接,第二电极板与待测物沿其厚度方向的另一侧连接。

[0063] 在步骤S300中,外部的电源设备为第一电极板和第二电极板提供电压,相当于为第一电极板和第二电极板充电,两个电极板上的电荷进行积累,且两个电极板上的电荷类型相反,第一电极板和第二电极板中的其中一个处于高电位,另一个处于低电位,二者之间形成电势差,由此可以获得第一电极板和第二电极板之间的电容值。

[0064] 在步骤S400中,主体区和通孔区可以认为是并联连接于第一电极板和第二电极板之间,即主体区沿厚度方向的一侧与第一电极板连接,主体区沿厚度方向的另一侧与第二电极板连接;通孔区沿厚度方向的一侧与第一电极板连接,通孔区沿厚度方向的另一侧与第二电极板连接。主体区对应的电容值为 $C_1$ ,通孔区对应的电容值为 $C_2$ ,待测部分对应的电容值为 $C$ ,多电容并联计算公式为: $C=C_1+C_2$ 。若待测部分还包括其他区,其他区对应的电容值为 $C_3$ ,则 $C=C_1+C_2+C_3$ 。

[0065] 发明人考虑到,由于主体区和通孔区为待测部分的组成部分,其电容值的检测具有一定难度,但是待测部分作为一个整体结构,其对应的电容值 $C$ 可以通过测试直接检测获得,故,结合多电容并联关系,可以利用检测待测部分的电容值 $C$ 得到孔隙率 $P$ ,具体可以采用以下公式进行计算:

$$[0066] \quad C = \frac{1}{4\pi k} \left[ \frac{\epsilon_1}{d_1} S_T + \left( \frac{\epsilon_2}{d_2} - \frac{\epsilon_1}{d_1} \right) S_T P \right];$$

[0067] 式中, $C$ 为待测部分的电容值,其单位为F;

[0068]  $k$ 为静电力常量,其单位为 $8.987551 \times 10^9 \text{ N}$ ;

[0069]  $\epsilon_1$ 为主体区对应的相对介电常数;

[0070]  $d_1$ 为主体区面向第一电极板的表面与第一电极板面向主体区的表面之间的距离;

[0071]  $\epsilon_2$ 为通孔区对应的相对介电常数;

[0072]  $d_2$ 为主体区背离第一电极板的表面与第一电极板面向通孔区的表面之间的距离;在此需要说明的是,通孔区为空腔结构,其在待测物的厚度方向上并没有表面,故可以采用主体区背离第一电极板的表面和第一电极板面向通孔区的表面之间的距离来表征通孔区所对应的距离;

[0073]  $S_T$ 为待测部分面向第一电极板的表面的总面积;

[0074]  $P$ 为待测物的孔隙率,孔隙率可以理解为通孔区的总体积与待测部分的总体积的百分比。

[0075] 在本申请中,相对介电常数 $\epsilon$ 是本领域公知的含义,其是用于表征介质材料的介电性质或极化性质的物理参数;可以采用本领域公知的方法和仪器进行检测,具体地,可以将两个电极板之间为真空时测试电容值 $C_0$ ;然后将样品置于两个电极板之间测试电容值 $C_x$ ,计算相对介电常数 $\epsilon$ : $\epsilon=C_x/C_0$ 。具体地,测试主体区对应的相对介电常数时,可以将主体区对应的第一电极板和第二电极板之间的绝缘构件作为样品进行检测;测试通孔区对应的相对介电常数时,可以将通孔区对应的第一电极板和第二电极板之间的绝缘构件作为样品进行检测。

[0076] 根据本申请实施例的方法,将待测物设置于第一电极板和第二电极板之间,待测



物的主体区和通孔区以并联方式连接于第一电极板和第二电极板之间,通过检测第一电极板和第二电极板之间的电容值,即可以通过多电容并联关系计算得到待测物的孔隙率,该方法检测得到的电容值的精度较高,从而使得获得的孔隙率的数值较为准确;并且检测方法简便可行,有利于对待测物的快速检测。

[0077] 鉴于电路检测的灵敏度较高,为了进一步提高检测精度,如图2所示,在一些实施方式中,在步骤S200之后,所述方法还包括:

[0078] S500,于第一电极板和/或第二电极板上施加外部压力,以使待测物抵接于第一电极板与第二电极板之间。

[0079] 外部压力可以施加于第一电极板,也可以施加于第二电极板,或者同时施加于第一电极板和第二电极板之间。外部压力可以沿待测物的厚度方向施加,降低施加外力时造成电极板发生偏移的风险;当然也可以沿与待测物的厚度方向相交的方向施加。

[0080] 由于外部压力的挤压作用,会使得待测物和电极板之间存在一定的作用力,从而形成抵接的状态,从而使得待测物更紧密地固定于第一电极板和第二电极板之间,在检测电容值的过程中,能够降低待测物和电极板之间发生偏移甚至脱落的风险,保证检测过程中,待测物和电极板始终处于接触状态,从而提高检测精度。

[0081] 可选地,外部压力为 $1\text{N}/\text{dm}^2\sim 100\text{N}/\text{dm}^2$ 。外部压力在上述范围时,能够保证对待测物和电极板之间紧密贴合的状态,降低二者发生脱落分离的风险;且基本不会对待测物的结构造成损坏,能够保证待测物的结构完整性,从而保证检测的准确性。

[0082] 本申请的主体区具有多种结构形式,例如主体区为实心结构,或者主体区包括孔状结构,接下来对孔状结构进行说明。

[0083] 在一些实施方式中,主体区具有孔隙,孔隙的至少部分沿与厚度方向相交的方向延伸,其中孔隙的平均孔径小于通孔区的平均孔径。

[0084] 主体区的孔隙并非通孔区的直通孔的形式,通孔区的通孔沿待测物的厚度方向延伸,主体区中孔隙的至少部分的延伸方向可能与通孔的延伸方向相交。孔隙的平均孔径相对较小,通孔的平均孔径相对较大,孔隙基本不会对孔隙率的检测造成干涉。

[0085] 具体地,孔隙的平均孔径为 $3\mu\text{m}\sim 15\mu\text{m}$ 。通孔区的平均孔径为 $20\mu\text{m}\sim 1000\mu\text{m}$ ;可选地,通孔区的平均孔径为 $20\mu\text{m}\sim 300\mu\text{m}$ 。

[0086] 示例性地,主体区包括多个颗粒,多个颗粒之间形成孔隙。多个颗粒压实形成主体区,孔隙在压实过程中形成,孔隙可能连通,也可能部分断开不连通。

[0087] 如图3所示,在一些实施方式中,待测物为导电结构体;步骤S200可以包括:

[0088] S210,在待测物沿其厚度方向的一侧设置隔离件,在隔离件离开待测物的一侧设置有第一电极板;

[0089] S220,在待测物沿其厚度方向的另一侧设置有第二电极板。

[0090] 鉴于待测物为导电结构体,为了检测第一电极板和第二电极板之间的电容值,可以在电极板和待测物之间设置隔离件,隔离件具有将电极板和待测物隔开绝缘的作用,降低电极板和待测物直接接触电导通的风险。

[0091] 可选地,隔离件沿待测物的厚度方向的尺寸为 $3\mu\text{m}\sim 23\mu\text{m}$ 。由于隔离件在设置于待测物和第一电极板之间时,隔离件的厚度方向和待测物的厚度方向平行,故隔离件沿待测物的厚度方向的尺寸即可以理解为是隔离件的厚度。隔离件的厚度在上述范围时,一方面

隔离件能够起到充分隔绝待测物和第一电极板的作用,另一方面隔离件能够起到第一电极板和第二电极板之间的绝缘介质的作用,以便于检测电容值。

[0092] 在待测物和第一电极板之间设置有隔离件的情况下, $d_1$ 为主体区面向第一电极板的表面与第一电极板面向主体区的表面之间的距离, $d_1$ 可以等同于隔离件沿厚度方向的尺寸。 $d_2$ 为主体区背离第一电极板的表面与第一电极板面向通孔区的表面之间的距离, $d_2$ 可以等同于通孔区沿厚度方向的尺寸和隔离件沿厚度方向的尺寸的加和,通孔区的位置为空气,空气也可以认为是绝缘介质,即, $d_2$ 为通孔区中空气沿厚度方向的尺寸和隔离件的尺寸的加和。

[0093] 在待测物和第一电极板之间设置有隔离件的情况下,隔离件为第一电极板和第二电极板之间的绝缘构件的组成部分,如第一电极板和第二电极板之间有空气,空气也可以认为是第一电极板和第二电极板之间的绝缘构件的组成部分。 $\epsilon_1$ 为主体区对应的相对介电常数; $\epsilon_1$ 可以等同于隔离件的相对介电常数,即隔离件为主体区对应的第一电极板和第二电极板之间的绝缘构件。 $\epsilon_2$ 为通孔区对应的相对介电常数, $\epsilon_2$ 可以等同于通孔区的空气和隔离件的相对介电常数。

[0094] 如图4所示,在一些实施方式中,步骤S220可以包括:

[0095] S221,在待测物沿其厚度方向的另一侧设置有导电粘合物,在导电粘合物离开待测物的一侧设置有第二电极板。

[0096] 导电粘合物一方面具有粘合作用,能够将待测物和第二电极板粘合于一起,降低待测物掉落的风险;另一方面其具有导电作用,能够降低引入导电粘合物造成干涉电容值检测精度的风险,保证检测精度。示例性地,导电粘合物可以为热塑性导电胶或热固性导电胶。

[0097] 在一些实施方式中,待测物包括导电基底,导电基底设置于所述待测部分靠近所述第二电极板的一侧。

[0098] 导电基底能够为待测部分提供支撑,便于形成待测部分。示例性地,待测物可以为电池极片,电池极片包括集流体和活性物质层,集流体为导电基底,活性物质层为待测部分,集流体能够为活性物质层提供形成基础,活性浆料设置于集流体上固化形成活性物质层。

[0099] 具体地,电极极片为负极极片时,集流体可以为铜箔等;在负极极片的活性物质层中设置通孔,可以为金属离子例如锂离子提供快速传输干路,有利于从正极极片脱出的锂离子快速嵌入至负极极片的活性物质层中,提高电化学动力学性能,提高充电能力。通孔的孔径一般设置为 $20\mu\text{m}\sim 300\mu\text{m}$ ,有利于锂离子的迁移,且能够保证活性物质层的强度,降低活性物质层坍塌的风险。本申请通过电容检测得到孔隙率,可以确认活性物质层中直通孔的构建是否适当,从而确认活性物质层的性能,更有利于调控电池单体的电化学性能。

[0100] 同样地,电极极片为正极极片时,集流体可以为铝箔等。在正极极片的活性物质层中设置通孔,也可以为金属离子例如锂离子提供快速传输干路,有利于锂离子在正极极片和负极极片之间的快速迁移,从而提高电化学动力学性能,提高充电能力。通孔的孔径一般设置为 $20\mu\text{m}\sim 300\mu\text{m}$ ,有利于锂离子的迁移,且能够保证活性物质层的强度,降低活性物质层

坍塌的风险。

[0101] 可选地,导电基底沿所述厚度方向的尺寸为 $6\mu\text{m}\sim 15\mu\text{m}$ 。导电基底的厚度方向和待测物的厚度方向平行,导电基底沿待测物的厚度方向的尺寸即可以认为是导电基底的厚度。

[0102] 导电基底沿厚度方向的尺寸在上述范围时,导电基底具有一定的强度,从而能够为待测部分提供良好的支撑。

[0103] 在一些实施方式中,待测部分沿厚度方向的尺寸可以为 $30\mu\text{m}\sim 3000\mu\text{m}$ ;可选地,待测部分沿厚度方向的尺寸可以为 $30\mu\text{m}\sim 300\mu\text{m}$ 。待测部分的厚度方向和待测物的厚度方向平行,故待测部分沿厚度方向的尺寸为待测部分的厚度。

[0104] 待测部分沿厚度方向的尺寸在上述范围时,能够保证待测部分的性能和容量。例如,待测部分为活性物质层,可以保证二次电池的容量。

[0105] 在一些实施方式中,待测部分可以为导电结构体;待测物包括绝缘基底,所述绝缘基底设置于所述待测部分靠近所述第一电极板或所述第二电极板的一侧。在此情况下,绝缘基底能够为待测部分提供支撑,便于形成待测部分。绝缘基底可以作为第一电极板和第二电极板之间的绝缘介质,可以不用额外设置隔离件。

[0106] 在一些实施方式中,待测物可以为绝缘结构体,绝缘结构体自身具有绝缘性,其可以作为第一电极板和第二电极板之间的绝缘介质,可以不用额外设置隔离件。

[0107] 如图4和图5所示,以待测物为负极极片10为例,负极极片10包括集流体11和活性物质层12,活性物质层12包括主体区121和通孔区122,主体区121为连续结构,通孔区122为离散结构,其包括多个通孔,多个通孔间隔分布于主体区121中。检测负极极片的装置包括第一电极板20和第二电极板30,第一电极板20的面向第二电极板30的一侧设置有隔离件40,第二电极板30的面向第一电极板20的一侧设置有导电胶50,在导电胶50和隔离件40之间设置负极极片10,具体地,负极极片10的集流体11设置于导电胶50上,负极极片10的活性物质层12设置于隔离件40的背离第一电极板20的一侧。该装置还包括电源装置60,电源装置60为第一电极板20和第二电极板30提供电压。

[0108] 负极极片10的孔隙率的检测过程如下:

[0109] 提供负极极片10,将负极极片10裁切为与电极板相匹配的尺寸;

[0110] 在第二电极板30的面向第一电极板20表面粘贴导电胶50,将裁切后的负极极片10平整贴合于导电胶50的表面上;

[0111] 取隔离件40平整贴合于负极极片10的背离第二电极板30的表面上;

[0112] 采用压力装置,将第一电极板20压于隔离件40的背离负极极片10的表面上;

[0113] 通过外部的电源装置60为第一电极板20和第二电极板30提供电压,测量第一电极板20和第二电极板30之间的电容值C,根据以下公式计算负极极片10的孔隙率:

$$[0114] \quad C = \frac{1}{4\pi k} \left[ \frac{\varepsilon_1}{d_1} S_T + \left( \frac{\varepsilon_2}{d_2} - \frac{\varepsilon_1}{d_1} \right) S_T P \right] ;$$

[0115] 负极极片10的孔隙率是指负极极片10的通孔区的总体积与负极极片10的活性物质层12的总体积的百分比。

[0116] 虽然已经参考优选实施例对本申请进行了描述,但在不脱离本申请的范围的情况下,可以对其进行各种改进并且可以用等效物替换其中的部件,尤其是,只要不存在结构冲

突,各个实施例中所提到的各项技术特征均可以任意方式组合起来。本申请并不限于文中公开的特定实施例,而是包括落入权利要求的范围内的所有技术方案。

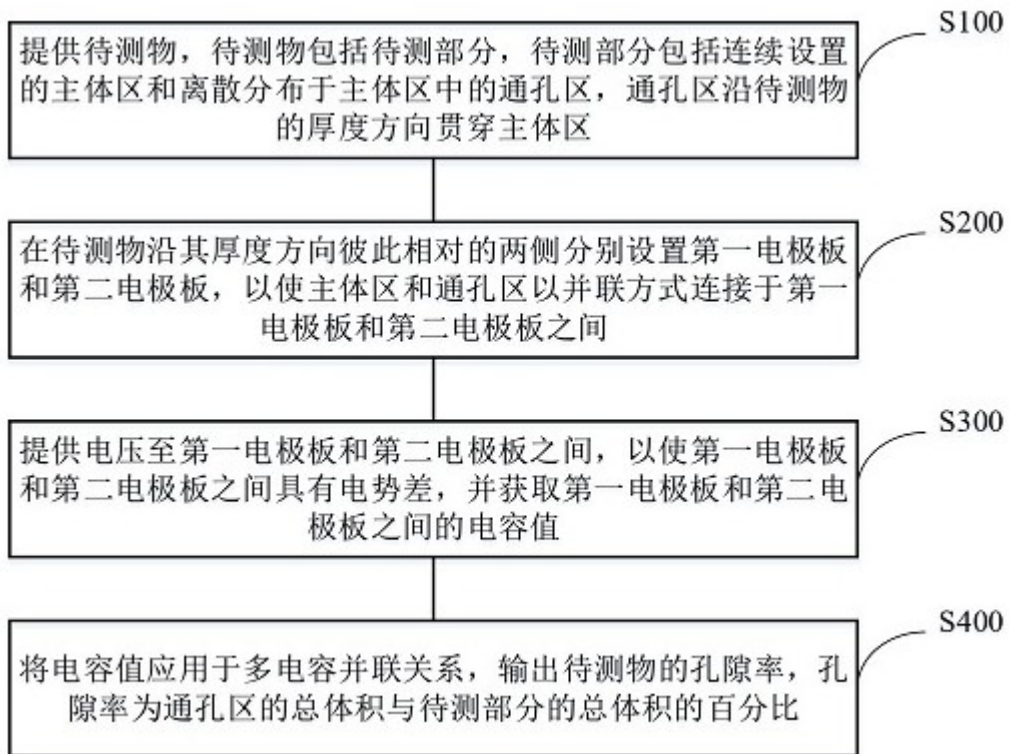


图1

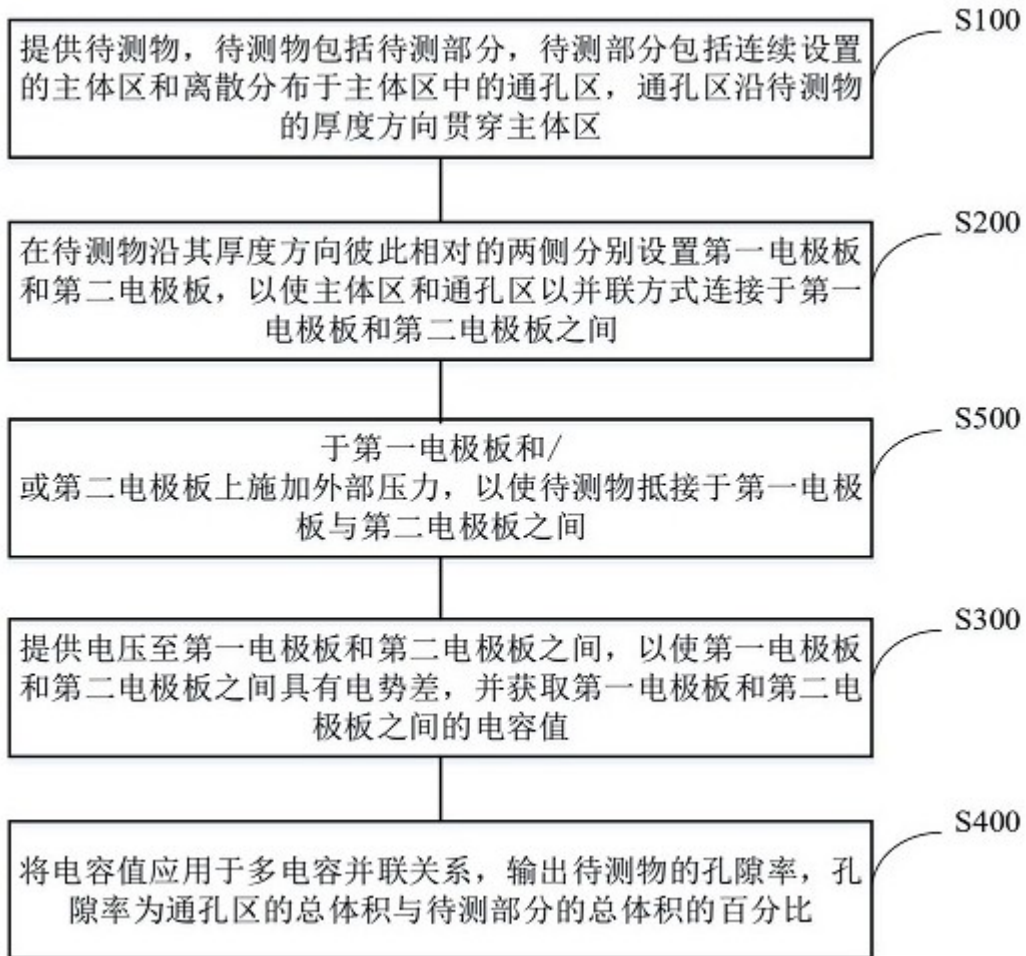


图2

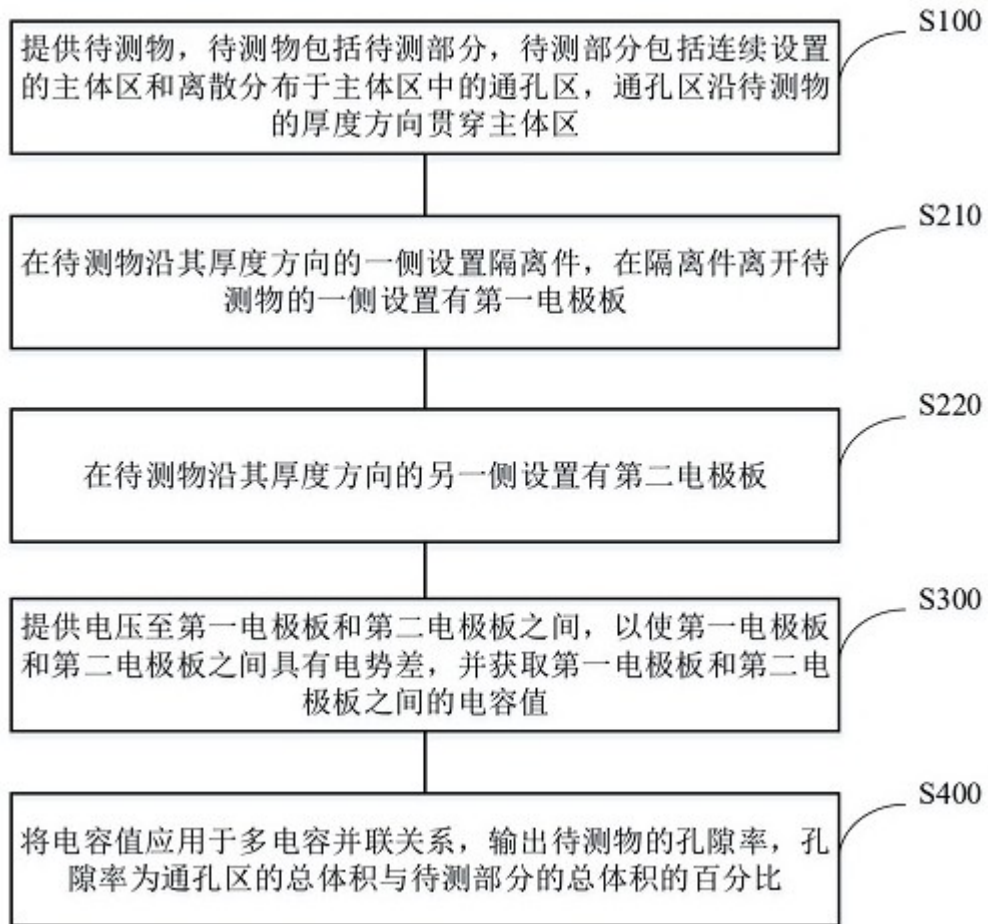


图3

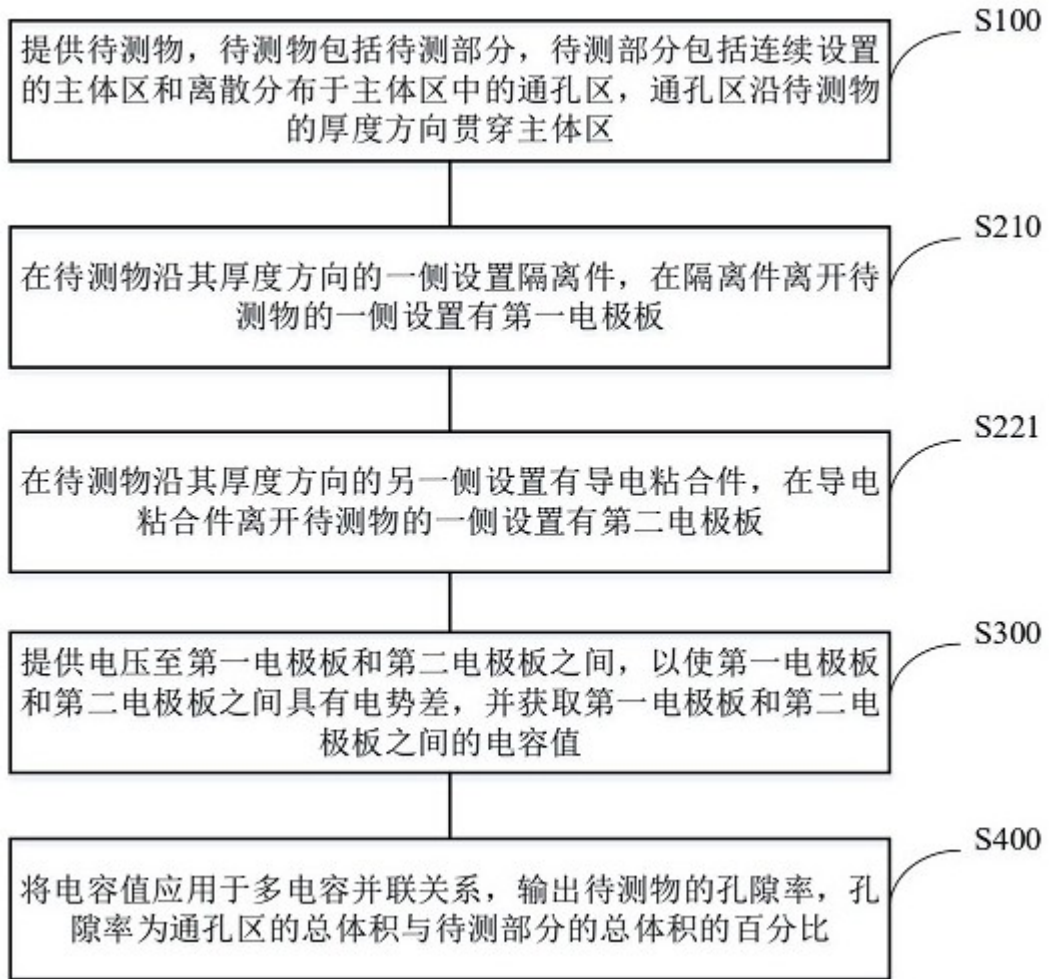


图4



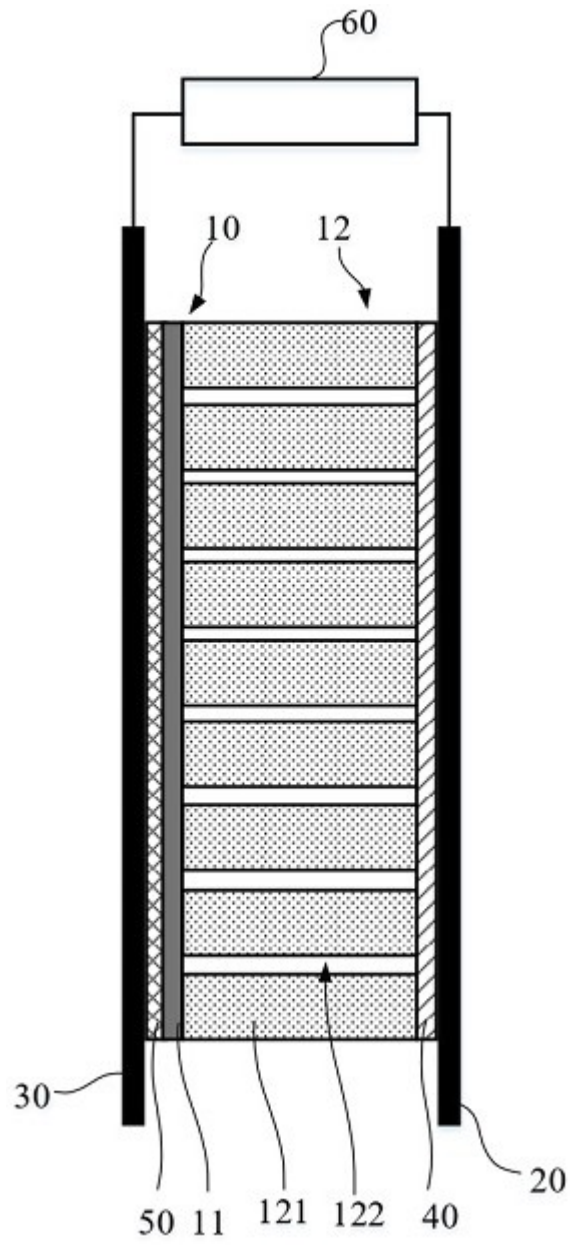


图5