(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116235330 A
(43)申请公布日 2023.06.06

(21)申请号 202180060776.0

(22)申请日 2021.07.13

(30)优先权数据
20305812.8 2020.07.15 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.01.16

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2021/069441 2021.07.13

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/013211 EN 2022.01.20

(71)申请人 马波斯公司
地址 法国谢勒

(72)发明人 埃利·科恩 朱塞佩·沃拉罗

(74)专利代理机构 北京维飞联创知识产权代理有限公司 11857
专利代理师 樊阳阳

(51)Int.Cl.
H01M 10/0525(2006.01)

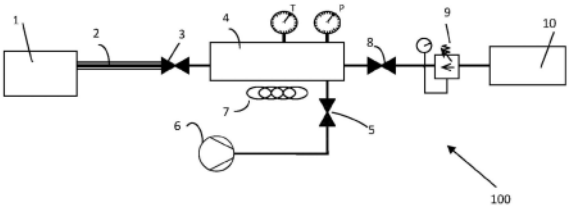
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

电池泄漏测试系统和方法

(57)摘要

一种用于成品电池进行泄漏测试的泄漏测试系统(100)和方法,包括:真空腔室(4);真空泵(6);检测和测量系统(1),其用于检测可以从所述电池逸出的气体和/或蒸气,所述气体和/或蒸气来源于该电池内的部件和/或物质;以及毛细管件(2),其将所述检测和测量系统连接至所述真空腔室,且从所述电池泄漏的气体和/或蒸汽流动通过所述毛细管件。所述泄漏测试系统还包括加热装置,其适于加热所述泄漏测试系统的所述部件中的至少一个,由此使得泄漏测试系统基本无记忆。



CN 116235330 A

1.一种用于对至少一个电池进行泄漏测试的泄漏测试系统(100),所述电池被密封且包括所述电池的运行所必需的部件和物质,其特征在于,所述系统包括以下部件:

-真空腔室(4);

-真空泵(6),其连接至所述真空腔室(4);

-检测和测量系统(1),其连接至所述真空腔室(4)以便检测可以从所述电池泄漏的气体和/或蒸气,所述气体和/或蒸气来源于该电池内的部件和/或物质;以及

-毛细管件(2),其将所述检测和测量系统(1)连接至所述真空腔室(4),且从所述电池泄漏的气体和/或蒸汽流动通过所述毛细管件,其特征在于,所述泄漏测试系统(100)还包括加热装置,所述加热装置适于加热所述泄漏测试系统(100)的所述部件中的至少一个,以防止从所述电池泄漏的气体和/或蒸汽的残留物沉积在所述部件的内壁上,由此使得泄漏测试系统(100)基本无记忆。

2.根据权利要求1所述的泄漏测试系统(100),其特征在于,其中,所述毛细管件(2)由所述加热装置加热。

3.根据权利要求2所述的泄漏测试系统(100),其特征在于,还包括:设置于所述毛细管件(2)的入口处的连接阀(3),其开启或断开所述毛细管件(2)和所述真空腔室(4)之间的连接,以防止所述毛细管件(2)和所述检测和测量系统(1)被污染。

4.根据权利要求3所述的泄漏测试系统(100),其特征在于,其中,所述加热装置用于加热所述连接阀(3)和/或所述真空腔室(4)。

5.根据权利要求2至4中任一项所述的泄漏测试系统(100),其特征在于,其中,所述加热装置包括所述检测和测量仪器(1),且所述毛细管件(2)由所述检测和测量仪器(1)加热。

6.根据前述权利要求中任一项所述的泄漏测试系统(100),其特征在于,其中,所述加热装置还包括热发生器(7)。

7.根据前述权利要求中任一项所述的泄漏测试系统(100),其特征在于,还包括:机械装置,所述机械装置的致动减小所述泄漏测试系统(100)的至少一个部件的内部体积,并引起所述气体和/或蒸汽的压缩,从而将所述气体和/或蒸汽推向所述检测和测量仪器(1)。

8.如权利要求7所述的泄漏测试系统(100),其特征在于,其中,所述机械装置包括活塞(11、12),其设置于真空腔室(4)内部或真空腔室(4)与检测和测量仪器(1)之间。

9.根据前述权利要求中任一项所述的泄漏测试系统(100),其特征在于,其中,由所述检测和测量仪器(1)检测的所述气体和/或蒸气由碳酸二甲酯组成。

10.根据前述权利要求中任一项所述的泄漏测试系统(100),其特征在于,还包括:辅助气体容器,其用于将所述气体和/或蒸气推向所述检测和测量仪器(1)。

11.一种通过泄漏测试系统(100)对电池进行泄漏测试的方法,所述电池被密封且包括操作所述电池所必需的部件和物质,所述泄漏测试系统(100)包括多个部件,所述多个部件包括真空腔室(4)和检测和测量仪器(1),其特征在于,所述方法包括以下步骤,不必按该顺序:

-设置所述电池,使得所述电池(2)的至少一部分处于所述真空腔室(4)中;

-密封所述真空腔室(4);-将所述真空腔室(4)内部的压力降低至比有待检查电池内部的压力水平更低的水平,所述更低的水平使得在泄漏的情况下,来自所述电池内部的部件和/或物质中的气体和/或蒸气从所述电池中泄漏;

-通过所述检测和测量仪器(1)检测所述气体和/或蒸气;以及

-通过将对应于所述检测到的气体和/或蒸气的值与预定阈值进行比较来识别泄漏的存在;其特征在于,所述方法还包括以下步骤:通过通过加热装置加热所述泄漏测试系统(100)的所述部件中的至少一个来使所述泄漏测试系统(100)基本上无记忆,以防止从所述电池逸出的气体和/或蒸气的残留物沉积在所述部件的内壁上。

12.根据权利要求11所述的方法,其特征在于,其中,所述泄漏测试系统(100)还包括毛细管件(2),且通过加热所述毛细管件(2)来执行使所述泄漏测试系统基本上无记忆的步骤。

13.根据权利要求12所述的方法,其特征在于,其中,所述加热装置包括检测和测量系统(1),且毛细管件(2)由所述检测和测量系统(1)加热。

14.根据权利要求12或13所述的方法,其特征在于,其中,所述泄漏测试系统(100)还包括设置于所述真空腔室(4)和所述毛细管件(2)之间的连接阀(3),且通过加热所述连接阀(3)和/或所述真空腔室(4)来执行使所述泄漏测试系统(100)基本上无记忆的步骤。

15.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,还包括:对所述检测和测量仪器(1)进行编程以检测可从所述待检查电池(2)泄漏的气体和/或蒸汽的步骤。

电池泄漏测试系统和方法

技术领域

[0001] 本公开涉及一种用于泄漏测试一个或多个成品电池的方法和系统。当电池运行所需的部件(例如阳极、阴极和隔板)和化学物质(例如电解质)已经加入电池中并且电池已经密封时,该方法能够检查整个电池的密封性,或者甚至仅检查其一部分的密封性

[0002] 泄漏测试通常对于所有不同类型的电池组都至关重要,其目的是确保电池组中所包含的电解质没有泄漏。这些电解质可能是腐蚀性的,并且其泄漏在任何情况下都可能随时间影响电池组的正常功能。

[0003] 这种类型的测试对于电池组(例如锂离子电池)甚至更基本。为此绝对需要确保来自外部的环境湿度或其它化学化合物不能进入电池组,更具体地,不能进入形成电池组的一个或多个电池。这是为了防止电池组内部或在其使用期间可能形成的化学物质与水或其它化学化合物接触并剧烈反应,或在任何情况下影响电池组的功能性。

背景技术

[0004] 目前,对于电池组泄露测试,可以使用多种不同的技术。其中一些技术要求电池组内的每个电池具有入口孔,即电池壳体中的开口,该开口使电池的内部可接近并使其与外部环境连通。

[0005] 因此,对未成品的电池,即尚未密封的电池,进行泄漏测试。

[0006] 其它技术能够对一个或多个成品电池,即其中加入电解质并且已经密封的电池进行泄漏测试。

[0007] 这些技术中的大部分要求将额外的气体(例如氦气)与电解质一起加入电池中,以用于泄漏测试这一唯一目的。这种附加气体用作示踪气体或指示气体。也就是说,附加气体是在泄漏的情况下将由质谱仪检测的气体。在将电池置于真空腔室内部后,可以通过质谱仪检测由于电池的泄漏而可能从电池泄漏到真空腔室中的示踪气体,从而检测电池的泄漏。

[0008] 在下文中描述现有技术的一些示例。a、使用空气测试电池

[0009] 通过在向池内部供应压缩空气,密封电池入口孔并测量可能由壳体的泄漏引起的压降或流速,可以仅测试电池的壳体。b、在将电解质加入电池之前,使用氦气作为示踪气体对电池进行测试

[0010] 可以在电解质尚未加入的阶段测试空的电池壳体或已经包含阳极、阴极和隔板的壳体,并且因此将电解质加入电池中所通过的入口孔仍然是开放的。

[0011] 将电池置入真空腔室或储存室中(取决于必须检测的泄漏水平)。然后将处于压力下的氦气充入电池内,且通过质谱仪测量从电池内部因可能的泄漏而流入腔室的氦气量。

[0012] 上述两种技术的主要缺点是泄漏测试是在非成品电池上进行的,电池是尚未密封的电池。因此,不可能对其中已经加入电解质且其入口孔已经永久密封的电池进行测试。c、在加入电解质并密封电池后,通过电解质加入步骤期间向电池中加入氦作为示踪气体来测试成品电池。

[0013] 由于氦气是惰性气体，理论上可以—为了随后进行的泄漏测试的目的—在加入电解质时和在密封电池的入口孔前向电池内加入一定量的氦气。在该电池已经被置于真空腔室内部后，可以通过质谱仪来检测可能因可能的泄漏而从电池流入真空腔室的氦。

[0014] 该技术的主要缺点在于，为了泄漏测试这一唯一目的，必须在电池生产的不同阶段将另外的气体(即探漏气体)加入到电池中，该阶段发生在泄漏测试阶段前且通常由第三方执行。此外，所描述的技术可以应用于具有刚性壳体的某些类型的电池。刚性壳体具有可以容纳探漏气体的内部自由空间，但是它可能无法应用于袋型电池。d、在已经加入电解质且已经密封电池的入口孔后，使用通过使用“轰炸”技术测试成品电池

[0015] 当电解质加入步骤中，不可能向电池内添加氦或另一种示踪气体时，可以使用“轰炸”技术来进行使用氦作为示踪气体的泄漏测试。

[0016] 首先将电池置于到轰炸室中，向轰炸室中注入处于压力下的氦气。如果电池存在泄漏，则一部分氦气将从电池内部的腔室流出。进入电池的氦气量不仅取决于电池内的自由空间，而且取决于室内的压力水平和轰炸时间。

[0017] 在轰炸步骤后，将电池置于真空腔室中。通过借助质谱仪跟踪从电池内因电池的泄漏而流入真空腔室的氦量来测量泄漏水平。

[0018] 该技术的主要缺点是总循环时间可能很长，且与工业过程不兼容。此外，轰炸室中可接受的过压水平必须不超过可能使电池壳体永久变形的水平。

[0019] 其它技术能够通过检测电池内已经存在的物质来识别一个或多个电池可能的泄漏，而不需要为了泄漏测试这一唯一目的，而在电池中加入额外的气体。

[0020] 这些技术都是为了防止气体和/蒸汽的残留物形成或残留于泄漏测试系统内。这些残留物可能影响检测和测量仪器执行的泄漏检测，并随着时间的推移污染检测和测量仪器，甚至污染整个泄漏测试系统。

[0021] 此外，即使是非常轻微的泄露，这种技术也需要确保在可能的最短时间内可靠且可重复地测量小区的泄漏率。

发明内容

[0022] 本公开的目的是提供一种用于对至少一个电池进行泄漏测试的方法和系统，其克服了已知技术的缺点。

[0023] 更具体地，本公开能够通过根据合适的技术检测已经包含在电池中或在电池内部产生的物质(气体和/或蒸气)来测量完全密封的成品电池的泄漏率，而不需要为了测试目的而向电池中加入另外的化学化合物，例如示踪剂或测试气体。换言之，本公开的方法允许检测电池内的一种或多种特定物质，也就是说，测量在给定时间段内存在于一定体积中的所述物质的量，且通过比较来确定所检测的泄漏率相对于已知泄漏率或预设阈值是否是可接受的，以及是否需要丢弃电池。

[0024] 本公开的泄漏测试在成品电池上进行。成品电池是电解质已被加入电池的壳体中并且壳体中的入口孔已被密封的电池。通过检测来自电池内部的各种性质的气体成分(例如气体和/或蒸气)的泄漏，可以在任何时间进行测试，不管电池是否已经经历活化过程(称为“形成”的步骤)。

[0025] 本公开还允许具有基本上无记忆的泄漏测试系统。其一个或多个部件被加热，以

防止从电池泄漏的气体和/或蒸汽的残留物沉积在部件的内壁上。残留物可能影响当前的泄漏测试和随后的泄漏测试。

[0026] 通过在泄漏测试循环的特定阶段增加泄漏测试系统内的压力，并确保从电池泄漏的气体和/或蒸汽更快和更大量地到达检测和测量仪器，本公开还允许改进可能泄漏的检测。

附图说明

[0027] 现在参照附图中所示的实施例详细描述本公开，这些实施例应理解为示例性而非限制性的，其中：

[0028] 图1示意性地示出了根据本公开的泄漏测试系统的第一实施例；

[0029] 图2示意性地示出了根据本公开的泄漏测试系统的第二实施例；

[0030] 图3示意性地示出了根据本公开的泄漏测试系统的第三实施例；

[0031] 图4示出了关于无泄漏的电池的第一图；以及

[0032] 图5示出了关于具有泄漏的电池的第二图。

具体实施方式

[0033] 用于对电池(图中未示出)进行泄漏测试的系统在图1中以简化的方式示出，该系统整体上由附图标记100表示。待测试的电池通常包括由盖封闭的壳体，且在盖处设置有入口孔。电池运行所需的部件和化学物质可通过入口孔加入到壳体中。化学物质，例如电解质，即使在液态下，也可以加入到电池的壳体中。

[0034] 在所有当前设计的电池中，更具体地在单个电池的壳体内，加入由溶解在一种或多种溶剂中的特定盐组成的电解质。溶剂通常具有有机性质。

[0035] 在锂离子电池中，例如通常使用两种或更多种电解质的混合物，例如碳酸亚乙酯、碳酸亚丙酯、碳酸亚乙烯酯、碳酸二甲酯、碳酸甲乙酯、碳酸二乙酯。

[0036] 在电解质已经被加入到电池中后，盖中的入口孔被密封件密封。密封件防止电池中的物质与电池外部的环境接触。

[0037] 在下文中，“成品电池”是指已经经过电解质加入步骤和密封步骤的电池。本公开的泄漏测试应用于这样的成品电池，并且泄露测试通过检测在泄漏的情况下例如通过密封入口孔的密封件中，壳体中或盖中的缺陷(例如开口或不需要的空间)而流出电池的气体成分(例如气体和/或蒸气)进行。检测到的气体和/或蒸气可以具有不同的来源。下文将更详细的解释这些来源。

[0038] 泄漏测试系统100包括多个部件，包括真空腔室，用虚线框示意性地示出并在图1中用附图标记4表示。将待测试的电池全部或至少部分地(取决于待测试的区域)置于真空腔室4中，以在具有较高压力的电池的内部与外部环境之间产生压力差。在这种情况下，外部环境位于真空腔室4的内部。

[0039] 压力差导致电池内部的液体电解质中的一种或多种物质部分蒸发，和/或导致由诱导或自发产生的过程产生的部分溶解在电池内部的电解质的气体恢复为气态。换句话说，为了测试的目的，电池位于受真空水平影响的环境中。真空水平允许增加可能的泄漏并降低背景噪声，即由于电池外部的环境中的空气引起的噪声。

[0040] 通过连接到真空腔室的真空泵6,以已知的方式在真空腔室内部产生压差。连接阀5设置在真空泵6和真空腔室4之间,并开启或者断开真空泵和真空腔室之间的连接。根据替代实施例,连接阀5可以由已知的、不同的连接装置代替。

[0041] 电池内部和外部环境(即,真空腔室4的内部)之间的压力差便于气体或蒸气状态的物质从电池内部流向真空腔室4。

[0042] 压力差,更具体地,真空腔的内部和待检查电池的内部之间的压力差,作为必须检测的气体成分的函数变化,且当待检测气体成分被识别时或当系统被设计时可以,例如根据待检查电池的类型确定。

[0043] 然后将从电池中泄漏的这些气体和/或蒸气从真空腔室4排出,并输送到检测和测量仪器1,例如,四极质谱仪,其已被适当地编程以检测这些气体和/或蒸气。

[0044] 优选地,设置于真空腔室4和质谱仪1之间的连接阀3(非常示意性地示出)开启或断开真空腔室4和质谱仪1之间的连接。

[0045] 连接阀3可以是具有低剩余体积的加热阀。

[0046] 将质谱仪1连接到真空腔室4的加热的毛细管件或简单的毛细管2设置于质谱仪1和连接阀3之间。

[0047] 公知地,使用加热的毛细管来防止或减少冷凝的形成,即水蒸气的沉积,其通常形成于气体和/或蒸气通过的导管的管壁上。

[0048] 根据经验发现,除了实现防止/减少冷凝的功能外,质谱仪的加热的入口毛细管的使用可以避免穿过毛细管件的气体成分在毛细管件本身的本身的管壁上留下残余物。随着时间的推移,这些残留物可能污染质谱仪,从而对仪器和所进行的测试的可靠性产生不利影响。例如,质谱仪的污染可能增加背景噪声,并减小可用测量范围。

[0049] 通过加热泄漏测试系统100的一个或多个部件,例如,毛细管件2,使得泄漏测试系统100基本上无记忆。换句话说,在测试期间,泄漏测试系统100检测到的气体和/或蒸汽通过后,不留残余物:这些气体和/或蒸汽的沉积物将污染质谱仪,防止执行随后的测试或使得测试在任何情况下都可靠。实际上,在随后的测试中,存在先前测试循环的气体和/或蒸气,其不仅改变检测值,而且随着时间的推移使得质谱仪饱和。发生这种情况时,必须中断测试,并使系统经历清洁循环。清洁循环通常要耗费一定的时间,且与电池生产过程时间不相容。

[0050] 如果在真空腔室4内检测到大的泄漏,连接阀3允许断开真空腔室4和加热的毛细管2之间的连接,并避免污染测量电路的最后部分,即包括毛细管2和质谱仪1的部分。测量电路指的是气体流过并形成泄漏测试系统100的一组部件和相关的连接导管。

[0051] 泄漏测试系统100还包括加热装置。加热装置向加热的毛细管2以及可能向泄漏测试系统1的其他部件,例如,真空腔室4和连接阀3,提供热量。在测试循环,可能需要加热泄漏测试系统1。加热装置用于避免由于泄漏而从电池泄漏的气体和/或蒸气的冷凝。

[0052] 加热装置可包括质谱仪1和/或热发生器,其示意性地由一系列圆圈表示并用附图标记7表示。

[0053] 根据优选实施例,加热的毛细管2由质谱仪1直接加热。

[0054] 除了加热的毛细管2之外的其它系统部件,例如,真空腔室4和连接阀3,加热可有助于使泄漏测试系统100基本上无记忆,甚至更有效地防止泄漏测试系统100的污染。

[0055] 如果使用热发生器7，则真空腔室4应配备压力传感器和温度传感器，在图中分别用附图标记P和T表示。压力传感器和温度传感器可以将真空腔室4内的条件保持在控制之下。

[0056] 压力传感器P可以独立于加热发生器7而提供，这是因为其通常可以用于检测在测试循环期间可能发生的异常。

[0057] 根据优选实施例，泄漏测试系统100还包括辅助气体容器或罐10，例如，压缩空气、氩气、氮气或氦气，其功能是使可能已经从电池泄漏到毛细管2然后到质谱仪1的气体成分的流动变得容易。换句话说，使用辅助气体，可以将从电池逸出的气体成分的分子推向质谱仪1。辅助气体容器10通过另一阀8连接到真空腔室4，辅助气体通过阀8进入真空腔室4，下文也称为入口阀。入口阀可以用不同的、已知的连接装置来代替，优选地是自动控制的。

[0058] 在优选实施例中，在辅助气体容器10和入口阀8之间设有压力调节器9，压力调节器9具有将辅助气体的推动压力保持在控制之下的功能，确保测试总是在相同的条件下进行，从而提高可重复性。

[0059] 泄漏测试系统100可包括处理单元(未示出)，其接收并处理来自质谱仪1的输出数据。为了改善对电池中泄漏的检测，真空腔室4可以具有细长的形状，其便于将待检测气体成分引导到毛细管2，从而引导到质谱仪1。此外，入口阀8可以相对于毛细管2的位置设置在泄漏测试系统的相对端。

[0060] 根据优选实施例，泄漏测试系统100可以配备有机械装置。机械装置，例如，沿着从真空腔室4到质谱仪1的通道，减小泄漏测试系统的部件内部(即真空腔室4内部或测量电路内部)的体积，从而压缩在测试期间从电池逸出的气体成分。下文将更详细地说明图2和3中所示的机械装置。

[0061] 本公开还提供了一种用于对电池进行泄漏测试的方法。参考上述泄漏测试系统100来描述该方法。然而，该方法也可以通过使用其它泄漏测试系统来实现。

[0062] 本公开的泄漏测试包括以下步骤。

[0063] 在测试循环开始时，质谱仪1处于备用状态，加热的毛细管2与真空腔室4连通，真空腔室4在该阶段是打开的(在大气压下)和空的(没有任何电池)。

[0064] 若有，连接阀3通常是打开的(只有在测试循环的初始阶段或其它阶段检测到严重泄漏时才关闭，以便在任何情况下防止或最小化毛细管2和质谱仪1的污染)。

[0065] 如果提供热发生器7且如果测试循环需要，则加热真空腔室4直到其达到期望的温度。在将待测试电池置于真空腔室4后，将真空腔室密封，并且打开连接真空泵6和真空腔室4的连接阀5，开始真空产生阶段。

[0066] 在达到期望的真空水平(即电池内部和外部环境之间的期望压差)后，真空泵6和真空腔室4之间的连接阀5关闭。通过允许经过预设的时间或通过通过压力传感器P(如果提供的话)监测压力水平，可以获得期望的真空水平。

[0067] 然后开始稳定或聚集阶段，在该阶段，电池内部的物质例如碳酸二甲酯蒸发，且存在缺陷的情况下，即电池中不需要的空间或开口导致泄漏，电池内部的物质以气体和/或蒸气的形式从电池中逸出。

[0068] 根据优选实施例，为了防止污染加热的毛细管2和质谱仪1，在稳定阶段的末端设置中间检查阶段。在稳定阶段的预定时间后，由质谱仪1以已知的方式检测从电池泄漏的气

体和/或蒸汽。更具体地，从电池逸出的气体和/或蒸汽由质谱仪1检测，并且一旦对应于检测到的气体和/或蒸汽的量的值已经被处理，则将这些值与预定阈值进行比较。

[0069] 如果泄漏率大于预定阈值，则立即关闭连接阀3(如果提供)，以避免污染加热的毛细管2和质谱仪1。在任何情况下，测试循环被中断，且电池被丢弃。

[0070] 如果泄漏率小于预定阈值，则测试循环继续，并开始推动或加速阶段。

[0071] 作为替代方案，如果泄漏测试系统100包括压力传感器P，则可以通过检查稳定阶段的开始和结束之间的压力差低于预设阈值来执行中间检查阶段。

[0072] 然而，可以省略该中间检查阶段，并且在稳定阶段的预定时间后直接进入推动或加速阶段。

[0073] 在该阶段中，入口阀8打开，以允许以预定时间将辅助气体供给到真空腔室中。供给的辅助气体将从电池逸出的气体和/或蒸汽推向加热的毛细管2，使其易于流向质谱仪1。

[0074] 通常，使用具有与从电池中泄漏的气体成分的特性非常不同的特性的气体作为辅助气体。换句话说，辅助气体具有不同于待检测气体成分的化学成分，且不会以任何方式改变光谱仪的读数。

[0075] 例如，如果待检测气体成分由碳酸二甲酯(DMC)组成，则代表性能和成本之间最佳折衷的辅助气体是氩气。然而，也可以使用其它气体，例如氮气、氦气、压缩空气或环境空气。

[0076] 根据优选实施例，辅助气体不是以恒定流量而是以脉动方式(即脉冲式地)以喷烟的形式供给到真空腔室中。该喷烟具有高浓度的辅助气体。

[0077] 根据优选实施例，压力调节器允许保持对将辅助气体的喷吹供给到真空腔室4中的推动压力的控制。

[0078] 高浓度的辅助气体的喷吹，使得真空腔室4内的压力快速增加，且从电池逸出的气体成分不仅被更快地输送到毛细管2和质谱仪1，而且在有限的时间内甚至以更大的量进行输送。这样，通过减少其持续时间，可以优化检测和循环时间并获得更好的性能。这是因为到达质谱仪的气体成分的量大于通过辅助气体的连续流到达质谱仪的气体成分的量。

[0079] 图4和5分别示出了与没有泄漏的电池和有泄漏的电池相关的泄漏测试循环图，这些循环图都示出了上述三个阶段。T1和T2分别标记从真空产生阶段到稳定阶段和从稳定阶段到加速阶段的过渡。如图所示，在辅助气体喷吹发生时的加速阶段，泄漏情况下检测到的信号具有峰值。峰值的范围与检测到的泄漏率成比例。

[0080] 基于要执行的泄漏测试的类型，先验地限定脉冲注入真空腔室4内的辅助气体的量。这个量实际上须与真空腔室的体积成比例，使得从电池逸出的气体成分不会过度稀释。

[0081] 在加速阶段，辅助气体喷吹具有以下功能：在限定的有限时间内在泄漏测试系统中，更具体地在真空腔室内升高压力；在限定和有限的时间内增加从真空腔室中的电池逸出的气体成分朝向质谱仪的流动，并改善后者对这种气体成分的检测。

[0082] 也可以通过给泄漏测试系统100配备上述和下面描述的更好机械装置实现压力的增加。

[0083] 高度浓缩的喷烟形式的辅助气体和用于减小测量回路内的体积的机械装置可以组合使用，或者可替换地相对于其它装置使用。

[0084] 在从电池逸出的气体和/或蒸汽到达光谱仪后，光谱仪以已知的方式执行泄漏检

测,将检测值与适当的阈值进行比较。

[0085] 通过适当地处理信号确定电池的泄漏率。根据优选实施例,结合推动阶段检测到的最大泄漏峰值,确定泄漏率。然而,结合例如由质谱仪获得的读数的平均值,可以以不同的方式处理信号。

[0086] 如前所述,从电池泄漏的气体成分由气体和/或蒸汽组成。

[0087] 以在泄漏测试期间同时检测气体和蒸气的方式,可以对光谱仪进行编程。

[0088] 根据一个实施例,光谱仪可以以这样的方式编程:系统首先检测气体以识别非常小的泄漏,且检测蒸汽以识别可能的较大泄漏。实际上,在总体泄漏的情况下,电池内可能的气体从电池中更快速地逸出,且在泄漏测试期间检测到足以指示泄漏的气体量的可能性较低。根据不同的实施例,检测第一蒸汽和第二气体也是可能的。

[0089] 如上简要描述,在泄漏测试期间检测到的气体成分—气体和蒸气—来源于电池中的物质和/或部件,这些物质/或部件对于电池运行来讲是必需的。这些成分可以具有不同的来源。

[0090] 检测到的蒸气可以源自例如在正常生产过程中加入电池中的电解质所包含的物质,如溶剂。由于这些物质通常相当易挥发,因此可以通过利用这些物质的蒸发来进行泄漏测试。

[0091] 这种物质的至少部分蒸发是由真空腔室内部引起的压力变化造成的。在因包含电解质的电池壳体部分的缺陷导致泄漏的情况下,电解质可以不以蒸气形式而是以液体形式从电池中逸出。在这种情况下,真空腔室中引起的低压导致真空腔室内部的电解质蒸发。

[0092] 在不包含电解质的壳体部分的缺陷,例如在盖的入口孔或在盖本身导致泄漏的情况下,真空腔室的凹陷引起电解质中的物质的蒸发,从电池中逸出的物质已经是蒸气形式。因此可以通过检测包含在电解质中的蒸气形式的物质来识别电池的泄漏。

[0093] 本公开的泄漏测试期间,检测到的气体可以是已经存在于电池中的气体,且由电池内自发的化学反应产生。或者它们可以是在电池的激活过程(称为“形成过程”)中产生的气体,其包含在随后的充电/放电循环,密封电池通常经历充电/放电循环。

[0094] 通常,在形成过程中形成气体,其实际组成和量取决于电池内发生的电化学反应的类型,但通常包括诸如CH4、C2H6、C3H8、C4H10、CO2、CO、H2等物质。在袋式电池中,通常消除了过量的这些气体。但是在任何情况下,仍然有一部分溶解在电解质中。

[0095] 类似于检测到蒸气时所发生状况,如果在形成过程和泄漏测试之间的时间间隔内,这些气体已经恢复为液态并溶解在电解质中,则在真空腔室中引起的低压导致气体恢复为气态;且如果存在泄漏,则气体从电池中逸出。

[0096] 如上简要描述,可以使泄漏测试系统装备有机械装置。该机械装置在加速阶段致动,并导致测量回路内的体积逐渐减小,从而压缩气体成分和辅助气体,即增加测量回路内的压力。这使得气体成分朝向质谱仪的流动增加。因此,需要较少量的辅助气体,并且加速控制循环。

[0097] 换句话说,在加速阶段,机械装置的致动导致真空腔室中,或测量电路的另一部分中的压力增加,从而从电池逸出的辅助气体和气体成分朝向质谱仪1的流动变得容易且被加速。这些机械装置还具有可以加速泄漏测试循环而不稀释待检测气体和/或蒸气的浓度的优点,因为通过压缩气体和/或蒸气可以增加压力,而不需要注入有助于稀释待检测气体

和/或蒸气的浓度的大量辅助气体。

[0098] 图2示出了允许获得可变容积真空腔室的这些机械装置的第一实施例。在这种情况下，真空腔室4设置有活塞11，其在推动阶段制动，以减小真空腔室本身的内部容积。图2所示的泄漏测试系统还可包括连接阀3(图中未示出)。

[0099] 可替换地，可以通过修改系统的结构，以不同的方式制造机械装置，使得设置有其壳体的活塞12连接到质谱仪1，且更具体地设置于真空腔室4和加热的毛细管2之间。

[0100] 在图3所示的实施例中，真空泵6通过连接阀5连接到加热的毛细管2和活塞12之间的测量回路。附加阀13设置于真空腔室4和活塞12之间。

[0101] 在加速阶段，活塞12的操作如下。通过真空泵6，在真空腔室4内产生期望的真空度；连接阀5和附加阀13打开，活塞12处于后部位置，即，其不对测量回路施加任何作用。

[0102] 阀5和13关闭，可以从电池中逸出的气体和/或蒸汽积聚在真空腔室4内。入口阀8打开，以允许辅助气体注入到要成为真空的腔室4中；且阀13也打开，以使真空腔室4与质谱仪1连通。活塞12从后部位置移动到前进位置，对气体和/或蒸汽施加进一步的推力并改善气体和/或蒸汽朝向质谱仪1的流动。

[0103] 如前所述，质谱仪须被编程以，在泄漏测试期间检测特定气体和/或蒸汽。

[0104] 如果包含在电池中的物质，且因此待检测气体和/或蒸气不是先验已知的，则首先可以对存在泄漏的电池进行测试，以便识别须检测的气体和/或蒸气。

[0105] 在已经识别出须被检测以测量泄漏率的物质后，光谱仪被适当地编程以仅检测这些物质。如上所述，本公开的泄漏测试方法包括三个阶段：真空创建阶段、稳定或累积阶段以及推动或加速阶段。根据优选实施例，每个阶段的持续时间是预设的。在从电池逸出的气体成分由DMC组成的情况下，每个阶段可以具有例如约两秒的持续时间。

[0106] 在上述实施方案中，通过四级质谱仪对气体和/或蒸气进行检测。然而，也可以使用不同的技术和仪器，例如，气相色谱仪。

[0107] 根据另一实施例，清洗或清洁循环可以在泄漏测试循环和下一泄漏测试循环之间进行。冲洗循环的目的是从系统部件，例如从真空腔室、分光计和泵系统中，除去在先前的泄漏测试循环中可能逸出的气体成分。这些成分会污染系统，并影响随后的测试循环。

[0108] 在对存在泄漏的电池进行的先前泄漏测试期间，如果相当大量的气体和/或蒸气被释放到系统内部，则，即使在测试循环完成后，这些气体和/或蒸气可能仍然保留在系统的部件内部。且它们的存在也可能在随后的测试期间被检测到，从而影响测试结果的可靠性。

[0109] 冲洗循环用于在进行新的测试前去除系统的所有污染物。

[0110] 冲洗循环可以在待测试的电池置于真空腔室前进行，或者在其已经置于真空腔室后且在泄漏测试开始前进行。

[0111] 如果待测试的电池已经置于真空腔室，则在冲洗循环，真空腔室中的气体/蒸气通过真空泵抽空，连接到质谱仪的连接阀保持关闭。

[0112] 在真空腔室内部的压力已经降低到合适的值后，将惰性气体，如氦或氩，注入到真空腔室中。然后，真空腔室内部的压力增加，直到达到预设压力水平。

[0113] 然后，再次启动真空泵，并减小真空腔室内部的压力，直到达到用于执行泄漏测试的预设真空度。在该操作期间，存在于真空腔室中的所有污染物，即在前一测试循环可能从

被测电池逸出的气体/蒸气，被惰性气体稀释。因此，在达到预定真空度后，残留污染物的百分比降低到可接受的水平。在此阶段，可以打开将真空腔室连接到光谱仪的连接阀，并进行泄漏测试。

[0114] 当真空腔室为空时，即在将待检查电池置于真空腔室前，可以执行相同的操作，以便清洗真空腔室并获得与在泄漏测试期间检测到的特定气体成分(气体和蒸气)的存在关联的真空腔室的背景水平。“获得背景水平”是指适当水平的压力已引入真空腔室后，检测结构性存在于真空腔室中的化学成分，因为这些化学成分取决于腔室内部环境的物理和结构特征，并且可能影响仪器的读数。须与待检查电池关联的泄漏率实际上对应于由光谱仪检测到的泄漏率，真空腔室的背景水平关联的值从该泄漏率减去。

[0115] 已经参照整个测试系统的冲洗循环的性能描述了获取真空腔室的背景水平的步骤，该步骤须在待检查电池还未置于真空腔室前执行，也可以在执行每个泄漏测试前执行。

[0116] 本文所述的泄漏测试系统和方法旨在测试单个电池。然而，电池可以置于真空腔室内，且可以同时测试几个电池。在这种情况下，系统给出泄漏率的一般指示，而不指示哪个电池实际上发生了泄漏。为了获得关于单个电池的泄漏率的信息，有必要使后者经受类似于先前泄漏测试的后续专用泄漏测试。

[0117] 目前为止所描述的本公开的实施例涉及，例如包含在锂离子电池中的电池的泄漏测试。本公开的泄漏测试系统和方法还可应用于不同类型的电池，例如固态电池。

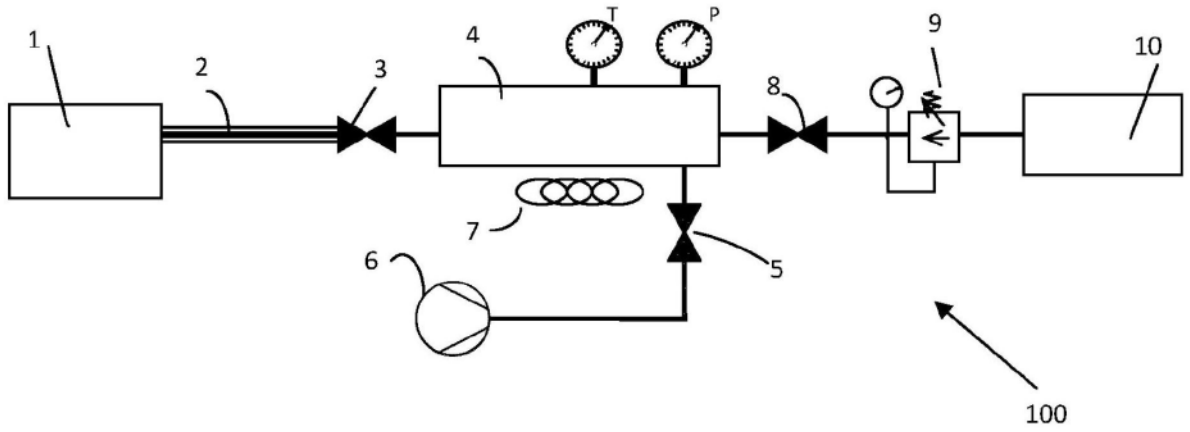


图1

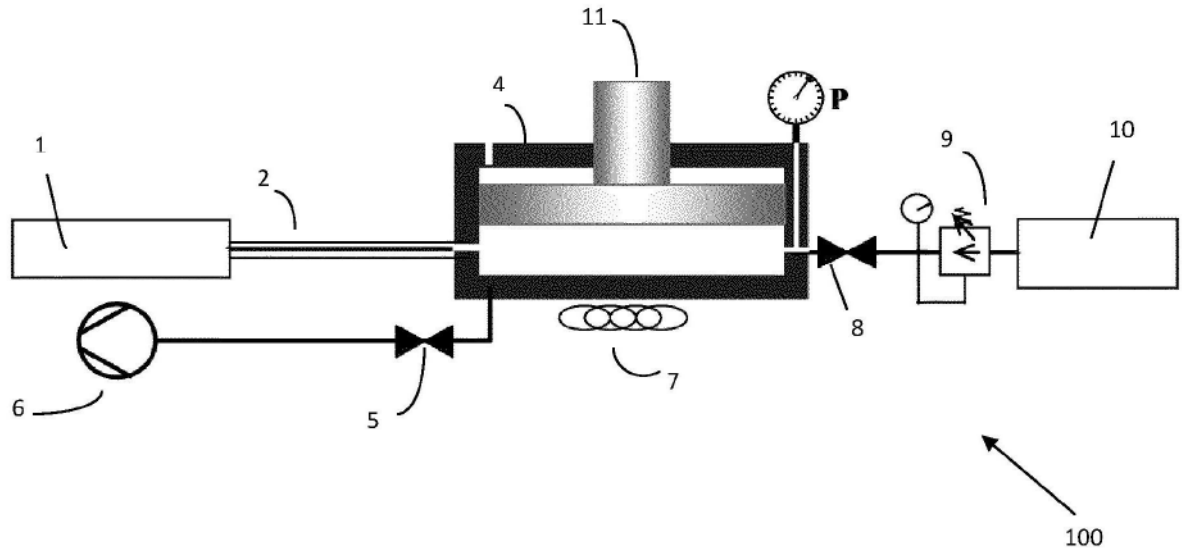


图2

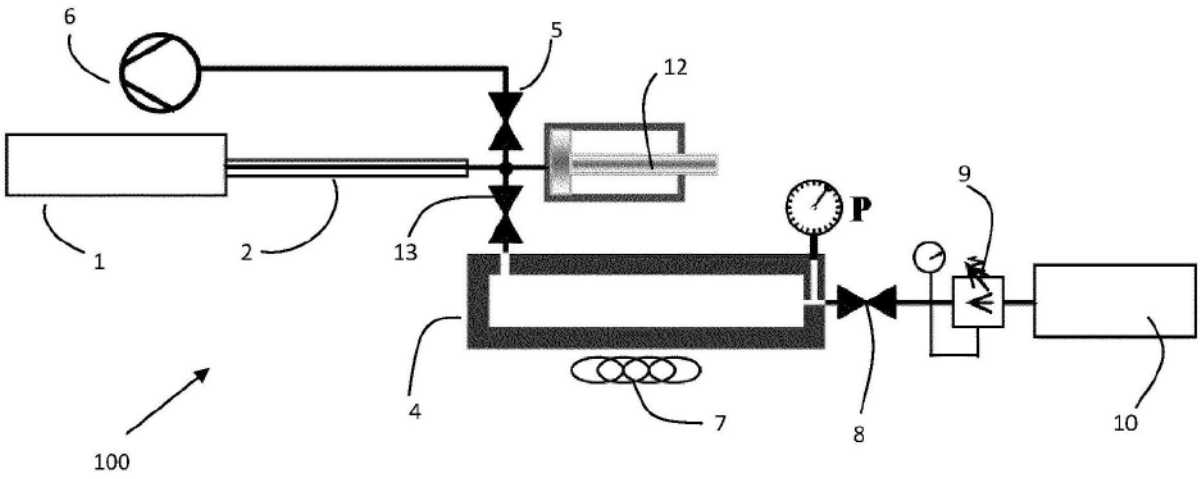


图3

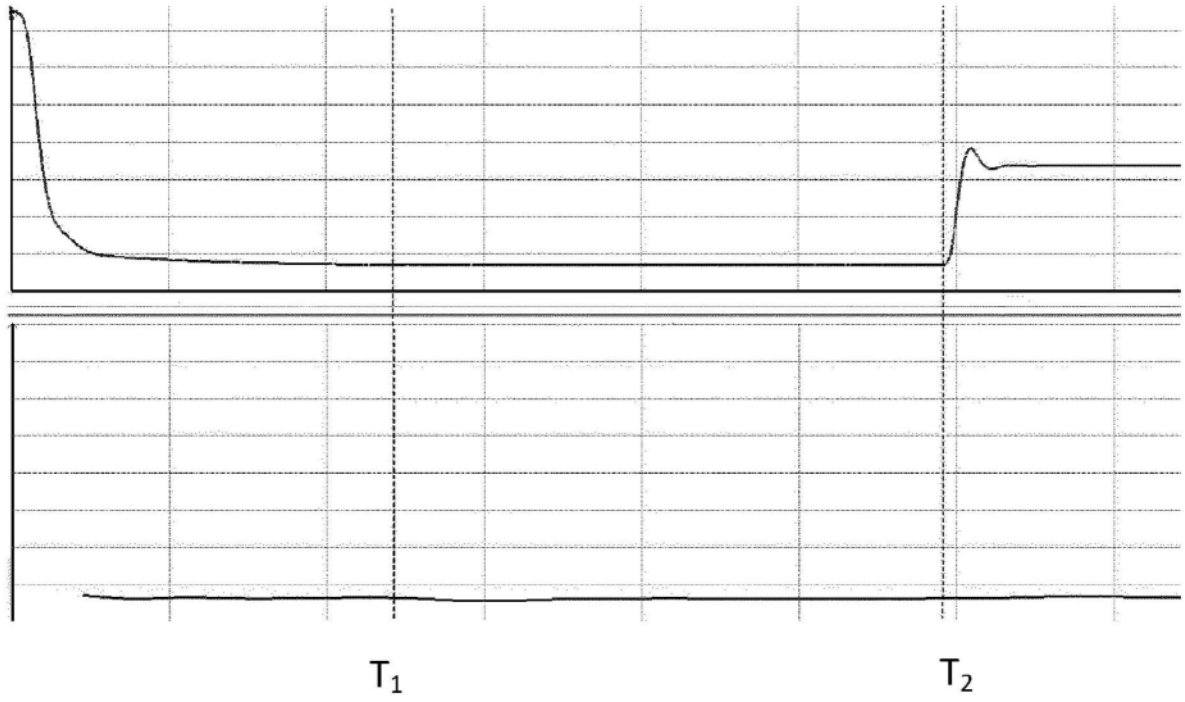


图4

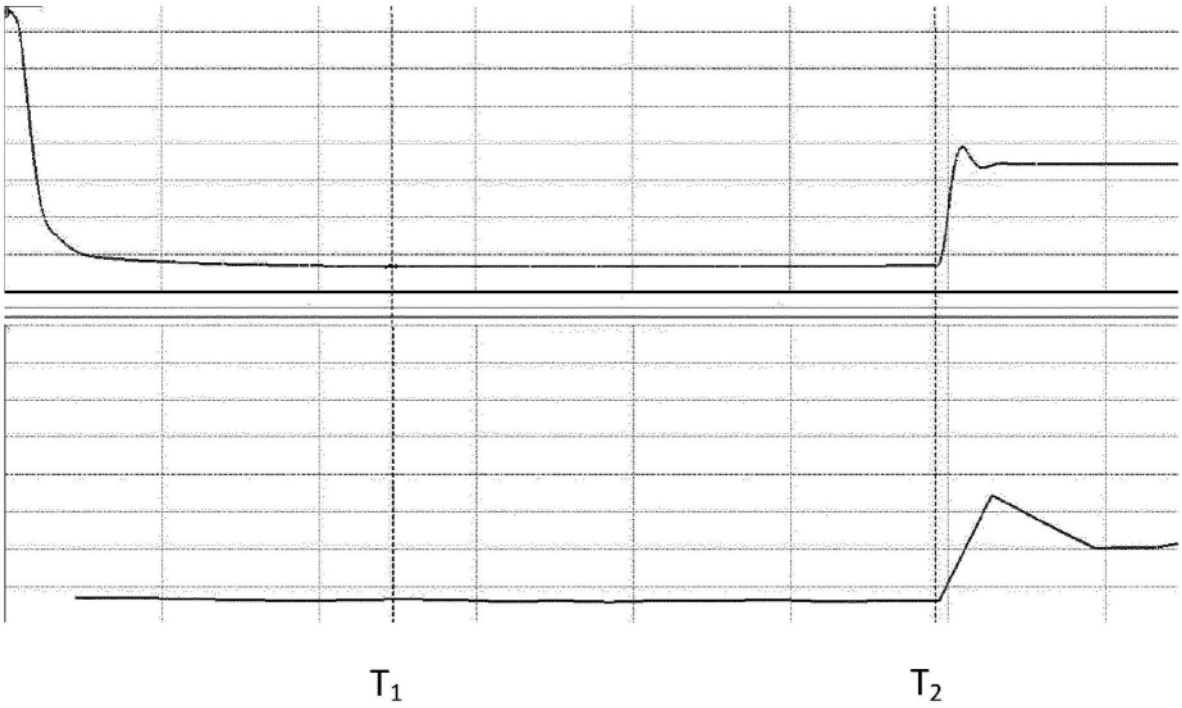


图5