(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 113484782 A
(43)申请公布日 2021.10.08

(21)申请号 202110828350.7

(22)申请日 2021.07.22

(71)申请人 北京理工大学
地址 100081 北京市海淀区中关村南大街5号

(72)发明人 朱艳丽 张兰 李伟 卜新雅 王聪杰 陈恒帅

(74)专利代理机构 北京知舟专利事务所(普通合伙) 11550
代理人 郭辗

(51)Int.Cl.
G01R 31/389(2019.01)
G01R 27/02(2006.01)
G01R 1/02(2006.01)

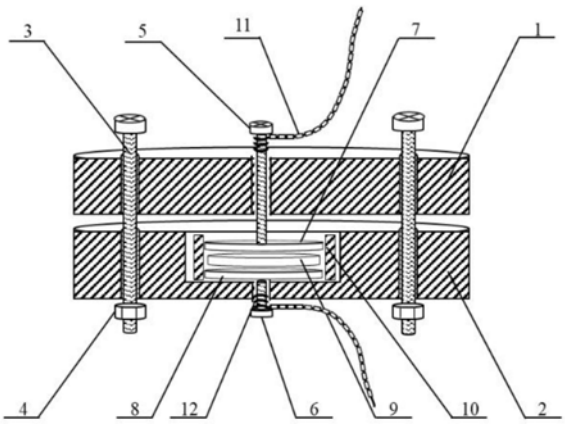
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

一种测试用夹具及测试系统和方法

(57)摘要

本发明提供了一种测试用夹具及测试系统和方法，属于电导率、电池电化学性能测试技术领域。所述测试用夹具包括夹持部件、集流部件；所述夹持部件包括上夹持盘、下夹持盘；在所述下夹持盘的中心设置有开口朝上的盲孔作为载物槽；所述集流部件包括上集流片和下集流片；上集流片、待测物体、下集流片从上至下依次放置在所述载物槽内；所述上夹持盘位于下夹持盘的上方。本发明通过设置防护筒，解决了高温下电解质熔融外流的问题；通过在待测物体上下设置上集流片和下集流片，解决了由于夹具之间与固体电解质接触不良导致测试结果存在误差的问题。并且操作方便，应用范围广，对于高温下测量固体电解质电导率/热电池单体电池电化学性能具有重要意义。



CN 113484782 A

1.一种测试用夹具,其特征在于:所述测试用夹具包括夹持部件、集流部件;

所述夹持部件包括上夹持盘、下夹持盘;

在所述下夹持盘的中心设置有开口朝上的盲孔作为载物槽;

所述集流部件包括上集流片和下集流片;

上集流片、待测物体、下集流片从上至下依次放置在所述载物槽内;

所述上夹持盘位于下夹持盘的上方。

2.根据权利要求1所述的一种测试用夹具,其特征在于:

所述上夹持盘、下夹持盘均为圆柱体结构;

在所述上夹持盘、下夹持盘上分别开有至少两个与其中心轴线平行且在圆周上均匀分布的连接通孔,在连接通孔的内壁上设置有螺纹;

当上夹持盘、下夹持盘的中心轴线位于同一条直线上时,上夹持盘上的连接通孔与下夹持盘上的连接通孔一一对应,且相互对应的两个连接通孔的中心轴线位于同一条直线上;

连接螺栓依次穿过上夹持盘、下夹持盘上的连接通孔后与螺母连接。

3.根据权利要求1所述的一种测试用夹具,其特征在于:

在所述上夹持盘、下夹持盘的中心分别开有紧固通孔,紧固通孔的中心轴线与上夹持盘、下夹持盘的中心轴线位于同一条直线上,且在两个紧固通孔的内壁上均设置有螺纹;

紧固螺栓包括上紧固螺栓和下紧固螺栓;

上紧固螺栓、下紧固螺栓分别通过穿过上夹持盘上的紧固通孔、下夹持盘上的紧固通孔;

上紧固螺栓的下端穿过上夹持盘的紧固通孔后与上集流片接触;

下紧固螺栓的上端穿过下夹持盘的紧固通孔后与下集流片接触。

4.根据权利要求2所述的一种测试用夹具,其特征在于:

在所述载物槽内设置有一个与其同轴线的防护筒;

所述防护筒的直径小于盲孔的直径,高度小于盲孔的高度;

所述下集流片、上集流片以及待测物体均放置在防护筒的内腔中;

所述上集流片和下集流片均采用圆形导电片,且与防护筒同轴线设置。

5.根据权利要求3所述的一种测试用夹具,其特征在于:

所述测试用夹具进一步包括导线;

所述导线包括铜丝以及套在铜丝上的多个首尾相连的陶瓷管;

一根铜丝的一端与上紧固螺栓的上端连接,另一根铜丝的一端与下紧固螺栓的下端连接,两根铜丝的另一端能够与测试装置连接。

6.根据权利要求4所述的一种测试用夹具,其特征在于:

所述上夹持盘、下夹持盘、防护筒均采用耐高温不导电陶瓷制成;

所述连接螺栓、螺母均采用低碳合金钢和中碳钢中的一种制成;

所述上集流片、下集流片采用银、铜、金、钢、铝或镍中的一种制成。

7.一种固态电解质电导率测试系统,其特征在于,所述系统包括:管式炉,电化学测试仪以及如权利要求1～6之一所述的测试用夹具;

所述测试用夹具能够放置在所述管式炉的内腔中;

所述测试用夹具中的两根铜丝的另一端能够分别与电化学测试仪连接。

8.一种固态电解质电导率测试方法,其特征在于,所述方法采用如权利要求7所述的固态电解质电导率测试系统实现,所述方法包括:

步骤S1:将固态电解质圆片夹持在测试用夹具中;

步骤S2:将上紧固螺栓和下紧固螺栓分别穿过上夹持盘上的紧固通孔和下夹持盘上的紧固通孔,实现对固态电解质圆片的夹紧,将两根铜丝的另一端分别与电化学测试仪连接;

步骤S3:将管式炉升温到设定温度,把测试用夹具水平放入管式炉中,通入惰性气体,对固态电解质圆片进行不同温度下的交流阻抗测试。

9.一种热电池单体电池放电测试系统,其特征在于,所述系统包括:管式炉,电池充放电测试仪以及如权利要求1～6之一所述的测试用夹具;

所述测试用夹具能够放置在所述管式炉的内腔中;

所述测试用夹具中的两根铜丝的另一端能够分别与电池充放电测试仪连接。

10.一种热电池单体电池放电测试方法,其特征在于,所述方法采用如权利要求9所述的热电池单体电池放电测试系统实现,所述方法包括:

步骤S1:将压好的热电池单体电池夹持在测试用夹具中;

步骤S2:将上紧固螺栓和下紧固螺栓分别穿过上夹持盘上的紧固通孔和下夹持盘上的紧固通孔,实现对热电池单体电池的夹紧,将两根铜丝的另一端与电池充放电测试仪连接;

步骤S3:将管式炉升温到设定温度,把测试用夹具水平放入管式炉中,通入惰性气体,对热电池单体电池进行单一温度下的放电测试;

步骤S4:在完成某一特定温度下热电池单体电池的放电测试后,将管式炉、测试用夹具均冷却到室温,再将压好的另一块热电池单体电池夹持在测试用夹具中,进行下一个温度下的热电池单体电池放电测试。

一种测试用夹具及测试系统和方法

技术领域

[0001] 本发明属于电导率、电池电化学性能测试技术领域，具体涉及一种测试用夹具及测试系统和方法，特别涉及一种高温下固体电解质离子电导率测试用夹具，还涉及一种固体电解质离子电导率测试系统，以及一种固体电解质离子电导率测试方法，以及一种热电池单体电池电化学性能测试方法。

背景技术

[0002] 热电池是一种使用电火头引燃内部加热剂，使电解质熔融成为离子导体而被激活的一次性热激活储备电池，在军用电源中占有十分重要的地位。热电池熔融盐电解质目前存在很严重的问题：高温下熔盐电解质流动性强，抗过载抗自旋能力差，受外力冲击，易短路。而固态电解质室温下电导率极低，随着升高至某一温度后，电导率可瞬间增高，符合热电池工作原理，可长时间储存且高温下可以维持固体状态不融化。由此，是否可以通过固态电解质来解决这一问题，提高热电池的抗过载，抗自旋能力。

[0003] 固态电解质是具有离子导电性的固态物质，因其晶体中的点缺陷或因其特殊结构而为离子提供快速迁移的通道，又被称为快离子导体或超离子导体，具有离子电导率较高，活化能低的特性。离子电导率是固态电解质的关键指标，热电池在高温下的放电性能与固态电解质的离子电导率密切相关。

[0004] 现有技术中，热电池单体电池放电性能测试以及固态电解质高温电导率测试用夹具结构复杂，操作困难，夹具对固态电解质的接触并不是均匀密切接触，从而导致测试结果不准确的问题，同时测试用夹具个体独立，体积较大，不能放置于管式炉、马弗炉等密闭容器内对其提供氮气保护，从而导致测试过程中不同程度与空气中水分二氧化碳发生反应，产生副产物，影响单体电池电导率以及热电池单体电池放电性能测试。并且一般测试用夹具材料不耐高温，不能满足固态电解质高温下电导率测试以及热电池单体电池高温下(550℃)的电化学性能测试。因此测试用夹具的接触性能、气体保护和耐高温性能是本领域技术人员急需解决的技术问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于解决上述现有技术中存在的难题，提供一种测试用夹具及测试系统和方法，夹具小巧，易于携带搬运及耐高温，不仅能够测试不同温度下固态电解质的电导率，又可以测试热电池单体电池在高温下的放电性能，是多功能测试用夹具。同时夹具组装方便，可调节压力，避免由夹具与固体电解质接触不良导致测量结果不准确的问题。同时避免现有技术中测试工作复杂，达不到高温测试要求的问题。

[0006] 本发明是通过以下技术方案实现的：

[0007] 本发明的第一个方面，提供了一种测试用夹具，所述测试用夹具包括夹持部件、集流部件；

[0008] 所述夹持部件包括上夹持盘、下夹持盘；

[0009] 在所述下夹持盘的中心设置有开口朝上的盲孔作为载物槽；

[0010] 所述集流部件包括上集流片和下集流片；

[0011] 上集流片、待测物体、下集流片从上至下依次放置在所述载物槽内；

[0012] 所述上夹持盘位于下夹持盘的上方。

[0013] 本发明的进一步改进在于：

[0014] 所述上夹持盘、下夹持盘均为圆柱体结构；

[0015] 在所述上夹持盘、下夹持盘上分别开有至少两个与其中心轴线平行且在圆周上均匀分布的连接通孔，在连接通孔的内壁上设置有螺纹；

[0016] 当上夹持盘、下夹持盘的中心轴线位于同一条直线上时，上夹持盘上的连接通孔与下夹持盘上的连接通孔一一对应，且相互对应的两个连接通孔的中心轴线位于同一条直线上；

[0017] 连接螺栓依次穿过上夹持盘、下夹持盘上的连接通孔后与螺母连接。

[0018] 本发明的进一步改进在于：

[0019] 在所述上夹持盘、下夹持盘的中心分别开有紧固通孔，紧固通孔的中心轴线与上夹持盘、下夹持盘的中心轴线位于同一条直线上，且在两个紧固通孔的内壁上均设置有螺纹；

[0020] 紧固螺栓包括上紧固螺栓和下紧固螺栓；

[0021] 上紧固螺栓、下紧固螺栓分别通过穿过上夹持盘上的紧固通孔、下夹持盘上的紧固通孔；

[0022] 上紧固螺栓的下端穿过上夹持盘的紧固通孔后与上集流片接触；

[0023] 下紧固螺栓的上端穿过下夹持盘的紧固通孔后与下集流片接触。

[0024] 本发明的进一步改进在于：

[0025] 在所述载物槽内设置有一个与其同轴线的防护筒；

[0026] 所述防护筒的直径小于盲孔的直径，高度小于盲孔的高度；

[0027] 所述下集流片、上集流片以及待测物体均放置在防护筒的内腔中；

[0028] 所述上集流片和下集流片均采用圆形导电片，且与防护筒同轴线设置。

[0029] 本发明的进一步改进在于：

[0030] 所述测试用夹具进一步包括导线；

[0031] 所述导线包括铜丝以及套在铜丝上的多个首尾相连的陶瓷管；

[0032] 一根铜丝的一端与上紧固螺栓的上端连接，另一根铜丝的一端与下紧固螺栓的下端连接，两根铜丝的另一端能够与测试装置连接。

[0033] 本发明的进一步改进在于：

[0034] 所述上夹持盘、下夹持盘、防护筒均采用耐高温不导电陶瓷制成；

[0035] 所述连接螺栓、螺母均采用低碳合金钢和中碳钢中的一种制成；

[0036] 所述上集流片、下集流片采用银、铜、金、钢、铝或镍中的一种制成。

[0037] 本发明的第二个方面，提供了一种固态电解质电导率测试系统，所述系统包括：管式炉，电化学测试仪以及上述测试用夹具；

[0038] 所述测试用夹具能够放置在所述管式炉的内腔中；

[0039] 所述测试用夹具中的两根铜丝的另一端能够分别与电化学测试仪连接。

[0040] 本发明的第三个方面，提供了一种固态电解质电导率测试方法，所述方法采用上述固态电解质电导率测试系统实现，所述方法包括：

[0041] 步骤S1：将固态电解质圆片夹持在测试用夹具中；

[0042] 步骤S2：将上紧固螺栓和下紧固螺栓分别穿过上夹持盘上的紧固通孔和下夹持盘上的紧固通孔，实现对固态电解质圆片的夹紧，将两根铜丝的另一端分别与电化学测试仪连接；

[0043] 步骤S3：将管式炉升温到设定温度，把测试用夹具水平放入管式炉中，通入惰性气体，对固态电解质圆片进行不同温度下的交流阻抗测试。

[0044] 本发明的第四个方面，提供了一种热电池单体电池放电测试系统，所述系统包括：管式炉，电池充放电测试仪以及上述测试用夹具；

[0045] 所述测试用夹具能够放置在所述管式炉的内腔中；

[0046] 所述测试用夹具中的两根铜丝的另一端能够分别与电池充放电测试仪连接。

[0047] 本发明的第五个方面，提供了一种热电池单体电池放电测试方法，所述方法采用如上述热电池单体电池放电测试系统实现，所述方法包括：

[0048] 步骤S1：将压好的热电池单体电池夹持在测试用夹具中；

[0049] 步骤S2：将上紧固螺栓和下紧固螺栓分别穿过上夹持盘上的紧固通孔和下夹持盘上的紧固通孔，实现对热电池单体电池的夹紧，将两根铜丝的另一端与电池充放电测试仪连接；

[0050] 步骤S3：将管式炉升温到设定温度，把测试用夹具水平放入管式炉中，通入惰性气体，对热电池单体电池进行单一温度下的放电测试；

[0051] 步骤S4：在完成某一特定温度下热电池单体电池的放电测试后，将管式炉、测试用夹具均冷却到室温，再将压好的另一块热电池单体电池夹持在测试用夹具中，进行下一个温度下的热电池单体电池放电测试。

[0052] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：

[0053] 本发明能够对电解质及单体电池进行测量，避免了高温下电解质熔融外流，同时避免了由于夹具之间与固体电解质接触不良导致结果存在误差的问题，检测操作方便，重复性好，应用范围广，对于高温下测量固体电解质电导率/热电池单体电池电化学性能具有重要意义。

附图说明

[0054] 图1为本发明测试用夹具的结构示意图；

[0055] 图2为本发明测试系统的结构示意图；

[0056] 图3为113um厚固态电解质在不同温度下的交流阻抗图；

[0057] 图4为固态电解质热电池单体电池在550℃下50mA横流放电曲线；

[0058] 附图标记说明：

[0059] 1-上夹持盘；2-下夹持盘；3—连接螺栓；4-螺母；5-上紧固螺栓；6-下紧固螺栓；7-上集流片；8-下集流片；9-待测物体；10-防护筒；11-陶瓷管；12-铜丝；13-管式炉；14-测试装置。

具体实施方式

[0060] 下面结合附图对本发明作进一步详细描述：

[0061] 本发明提供了一种测试用夹具，能够简便地测试固态电解质电导率或者测试热电池单体电池的电化学性能。所述测试用夹具包括夹持部件、集流部件。

[0062] 如图1和图2所示，具体的，所述夹持部件包括上夹持盘1、下夹持盘2、连接螺栓3、螺母4、紧固螺栓，其可以在宽温范围内(0-700℃)进行电解质电导率的测试以及单体电池电化学性能测试。为了更好地显示该测试用夹具的结构，图1采用了立体剖面图的形式。

[0063] 所述上夹持盘1、下夹持盘2可以采用多种形状，优选的，所述上夹持盘1、下夹持盘2均采用厚度为10mm的圆柱体结构，且由连接螺栓3和螺母4进行固定。

[0064] 具体的，在所述上夹持盘1、下夹持盘2上分别开有至少两个与其中心轴线平行且在圆周上均匀分布的连接通孔，在连接通孔的内壁上设置有螺纹，且当上夹持盘1、下夹持盘2的中心轴线位于同一条直线上时，上夹持盘1上的连接通孔与下夹持盘2上的连接孔一一对应且对应的连接通孔的中心轴线位于同一条直线上。将连接螺栓3依次穿过上夹持盘1上的连接通孔、下夹持盘2上的连接孔后与位于下夹持盘2下方的螺母4连接，这样，通过多个连接螺栓3和螺母4即可将上夹持盘1、下夹持盘2连接在一起。

[0065] 同时，在所述上夹持盘1、下夹持盘2的中心分别开有紧固通孔，紧固通孔的中心轴线与上夹持盘1、下夹持盘2的中心轴线位于同一条直线上，且在两个紧固通孔的内壁上均设置有螺纹。

[0066] 在所述下夹持盘2的中心设置有开口朝上的盲孔作为载物槽，优选的，所述载物槽的高度为5mm，直径为20mm，待测物体9能够放置在该载物槽内。所述待测物体9为电解质片或者单体电池载片或者其它需要测试的物体。

[0067] 所述集流部件包括上集流片7和下集流片8，两者分别位于待测物体9的上方、下方。优选的，所述上集流片7和下集流片8均采用圆形导电片，且与上夹持盘1、下夹持盘2同轴线设置。

[0068] 为使待测物体9与集流部件接触紧密，所述紧固螺栓包括上紧固螺栓5和下紧固螺栓6。所述上紧固螺栓5的下端穿过上夹持盘1的紧固通孔后与上集流片7接触，所述下紧固螺栓6的上端穿过下夹持盘2的紧固通孔后与下集流片8接触，这样，通过上紧固螺栓5、下紧固螺栓6能够将待测物体9与集流部件夹住，使得它们紧密接触。

[0069] 优选的，所述上紧固螺栓5、下紧固螺栓6上的外螺纹均采用三角形螺纹，相应的，在紧固通孔内设置有与三角形外螺纹相匹配的内螺纹。

[0070] 进一步的，为避免在组装过程中出现短路现象，以及避免在组装过程中上集流片7、下集流片8与待测物体9之间发生错位，导致上集流片7、下集流片8与待测物体9之间的接触面积减少，从而影响电化学性能，本发明在载物槽内设置有一个防护筒10，所述防护筒10的直径略小于载物槽的直径，高度略小于载物槽的高度(例如，$d_{内径}$＝18mm，h＝4mm)，所述下集流片8、上集流片7以及待测物体9均放置在防护筒10的内腔中。

[0071] 图1所示的实施例中，所述夹持部件包括两个连接螺栓3和两个螺母，两个连接螺栓3分别通过螺纹垂直穿过上夹持盘1和下夹持盘2左侧、右侧的连接通孔，在两个连接螺栓3的下端分别拧入螺母2来固定上夹持盘1和下夹持盘2。上紧固螺栓5和下紧固螺栓6分别通过螺纹垂直穿过上夹持盘1上的紧固通孔和下夹持盘2上的紧固通孔，进而实现了对待测物

体9的夹紧。

[0072] 所述夹具进一步包括导线，所述上紧固螺栓5的上端、所述下紧固螺栓6的下端分别连接有导线。所述导线包括铜丝12以及套在铜丝12上的多个陶瓷管11，具有耐高温的特性。优选的，每个陶瓷管11的外径为4mm，内径为2.1mm，长度为16.4mm，多个陶瓷管11首尾相连，所述铜丝12位于首尾相连的多个陶瓷管11的内腔中，铜丝12的两端从首尾连接的陶瓷管11的两端穿出。本发明在铜丝12外套有多个陶瓷管11，一方面是为了保护铜丝12，防止铜丝12氧化；一方面是起到绝缘效果，防止导线短路；而且以此种方式组合的导线的性能高于一般高温电线，安全且耐高温。一般高温导线最高耐温500度，并且导线外层的绝缘层耐高温性能不好，存在安全隐患，使用寿命短；本发明的导线在700度下也能够保持完整、无损坏，且可以重复使用。

[0073] 使用时，两根铜丝12的一端分别与上紧固螺栓5、下紧固螺栓6连接，两根铜丝12的另一端分别与测试装置14连接。具体的，一根导线中的铜丝12的一端直接缠绕在上紧固螺栓5上高于上夹持盘1的部分上，另一根导线中的铜丝12的一端直接缠绕在下紧固螺栓6上低于下夹持盘2的部分上，两根导线中的铜丝12的另一端分别与测试装置14连接，这样，通过两根导线实现了测试装置14与上紧固螺栓5、下紧固螺栓6的电连接，进而实现了与上集流片7、下集流片8的电连接。测试装置14可以为电化学工作站、电池测试仪等现有的测试仪器。

[0074] 优选的，所述上夹持盘1、下夹持盘2、防护筒10均采用耐高温陶瓷制成，可最高可耐900℃。更优选的，所述上夹持盘1、下夹持盘2、防护筒10均为耐高温不导电的氧化铝陶瓷，包括但不限于不导电陶瓷，还可以为其他不导电耐高温材料，如氮化铝等，均在保护范围内。

[0075] 进一步的，所述连接螺栓3、螺母4均采用低碳合金钢和中碳钢中的一种制成；

[0076] 进一步的，所述上集流片7、下集流片8采用银、铜、金、钢、铝或镍中的一种制成。

[0077] 本发明实施例所提供的测试用夹具具有以下优点：

[0078] 1)小巧，易携带搬运；

[0079] 2)耐高温：可以在高温下进行测试，且数据可靠性高；

[0080] 3)多功能：不仅能够测试不同温度下(25-700℃)固态电解质的电导率，又可以测试热电池单体电池在高温下的放电性能，是多功能测试用夹具。

[0081] 利用上述测试用夹具夹持待测物体9的方法如下：

[0082] 将防护筒10放入下夹持盘2的载物槽内，将下集流片8放入到防护筒10的内腔中，在下集流片8上放置待测物体9，再在待测物体9上放置上集流片7，然后将上夹持盘1覆盖在下夹持盘2上，将所述上夹持盘1和下夹持盘2的中心轴对齐，再将连接螺栓3插入到连接通孔内，并利用螺母4将连接螺栓3固定住，从而将上夹持盘1和下夹持盘2固定在一起。

[0083] 本发明还提供了一种固态电解质电导率测试系统，所述系统包括：管式炉13，电化学测试仪以及上述的测试用夹具。用于获取固态电解质阻抗值和导电率，利用固态电解质电导率测试系统进行测试的方法包括：

[0084] 步骤S1：将固态电解质圆片夹持在上述测试用夹具中；

[0085] 步骤S2：将上紧固螺栓5和下紧固螺栓6分别穿过上夹持盘1上的紧固通孔和下夹持盘2上的紧固通孔，实现对固态电解质圆片的夹紧。将两根导线的另一端与电化学测试仪

连接。

[0086] 步骤S3:将管式炉13升温到设定温度,把测试用夹具水平放入管式炉13中,通入惰性气体,打开测试软件,对固态电解质圆片进行不同温度下的交流阻抗测试。

[0087] 具体测试方法可以采用现有的多种方法,例如:测试时可以选用降温测试法,先将管式炉的温度从室温升至500℃,然后将测试用夹具水平放入管式炉13内,再从500℃升至700℃,温度稳定30min后开始测试第一个点;之后降温至650℃,等待30min后测试第二个点;按此顺序依次测出600℃、550℃、500℃下的阻抗值。

[0088] 其中,测试频率范围为0.1～10^6HZ。通过测试软件获取所述固态电解质在不同温度下的阻抗,并根据所测得交流阻抗带入以下公式(1),得到不同温度下的电导率。

[0089] $$\sigma = \frac{d}{(\pi r^2)R} \qquad (1)$$

[0090] 其中:σ-电导率,单位是S/cm;L-样品厚度,单位是cm;r-样品半径,单位是cm;R-样品总阻抗。

[0091] 所述管式炉13可以采用天津中环电炉股份有限公司SK-G06123K型的开启式真空/气氛管式电炉对LLZO电解质的温度进行控制,所述电化学测试仪可以采用上海辰华仪器有限公司CHI660e型电化学工作站,实现对LLZO电解质的阻抗进行测试。

[0092] 其中,固态电解质的制作过程简介如下:将固态电解质放置于特制的压片模具中,对压片磨具施加压力并保压一段时间后,脱模得出。所述压片模具为现有技术,在此不做过多赘述。

[0093] 本发明还提供了一种热电池单体电池放电测试系统,所述系统包括:管式炉13,电池充放电测试仪以及上述的测试用夹具,利用所述热电池单体电池放电测试系统进行测试的方法包括:

[0094] 步骤S1:将压好的热电池单体电池夹持在测试用夹具中;

[0095] 步骤S2:将上紧固螺栓5和下紧固螺栓6分别穿过上夹持盘1上的紧固通孔和下夹持盘2上的紧固通孔,实现对热电池单体电池的夹紧,将导线的另一端与电池充放电测试仪连接。

[0096] 步骤S3:将管式炉13升温到设定温度,把测试用夹具水平放入管式炉13中,通入惰性气体,打开测试软件,对热电池单体电池进行单一温度下的放电测试。

[0097] 步骤S4:在完成某一特定温度下热电池单体电池的放电测试后,将管式炉13、测试用夹具冷却到室温,再将压好的另一块热电池单体电池夹持在测试用夹具中,进行下一个温度下的热电池单体电池放电测试。

[0098] 具体测试方法可以采用现有的多种方法,例如:先将温度从室温升至550℃,把装好的测试用夹具放在水平放入管式炉中,通入惰性气氛,静置5min,然后开始测试,打开测试软件,对热电池单体电池进行单一温度下的放电测试,获得放电曲线谱图。测试过程中电流密度为人为设定,优选为50mA。所述电池充放电测试仪可以采用蓝电电池充放电测试仪。

[0099] 本发明的实施例如下:

[0100] 【实施例一】

[0101] 步骤1:在无水无氧的环境中,称量不同质量(0.5g-1.0g)的固态电解质粉末,通过压片磨具压制成电解质圆片,固态电解质圆片的厚度范围为0.7mm-1.5mm。

[0102] 在手套箱中将1.0g电解质粉末放入压片模具中，在10Mp压强下保压30min，得到直径16mm、厚度为1.13mm的电解质圆片。

[0103] 将防护筒10放入下夹持盘2的载物槽内，在防护筒10内放入下集流片8，在下集流片8上放置压制好的固态电解质片，再在固态电解质片上放置上集流片7，然后将上夹持盘1覆盖在下夹持盘2上，并将中心轴对齐。

[0104] 先将连接螺栓3通过上夹持盘1和下夹持盘2两侧的带有螺纹的连接通孔，将上夹持盘1和下夹持盘2固定在一起；再将上紧固螺栓5和下紧固螺栓6，分别垂直穿过上夹持盘1上的紧固通孔和下夹持盘2上的紧固通孔，进而实现了对待测物体9的夹紧。

[0105] 在上紧固螺栓5和下紧固螺栓6突出部位连接带有陶瓷管11的铜丝12，铜丝12的另一端连接电化学测试仪器。

[0106] 测试时选用降温测试法，先将管式炉温度从室温升至500℃，将装好固态电解质圆片的测试用夹具放入管式炉13中，通入氮气，使得管式炉13内充满惰性气体。打开测试软件，将管式炉从500℃升至700℃稳定30min后开始测试700℃下的阻抗值，测试完后，开始降温，降温到650℃稳定30min后，开始测试650℃下的阻抗值；降温到600℃稳定30min后，开始测试600℃下的阻抗值；降温到550℃稳定30min后，开始测试550℃下的阻抗值；降温到500℃稳定30min后，开始测试500℃下的阻抗值，测试完毕。

[0107] 通过现有测试软件(例如Origin)处理数据得出图3，根据图3读取不同温度下电解质片的阻抗值R，根据公式(1)可计算出不同温度下电解质的离子电导率。

[0108] 【实施例二】

[0109] 在手套箱中称取0.35g正极材料，将正极粉末放入压片模具中，取出后在10Mp压强下保压1min；称取0.5g固态电解质，将固态电解质粉末均匀铺在压片模具正极材料上，取出后在12Mp压强下保压1min；称取0.2g负极材料，将负极粉末均匀铺在压片模具中固态电解质上，取出后在15Mp压强下保压30min，退模得出热电池单体电池。

[0110] 将防护筒10放入下夹持盘2载物槽内，在圆筒内放入下集流片8，在下集流片8上放置压制好的热电池单体电池，再在热电池单体电池上放置上集流片7，然后将上夹持盘1覆盖在下夹持盘2上，并将中心轴对齐，先将连接螺栓3通过上夹持盘1和下夹持盘2上带有螺纹的连接通孔，将上夹持盘1和下夹持盘2固定在一起，再通过上紧固螺栓5和下紧固螺栓6，分别垂直穿过上夹持盘1上的紧固通孔和下夹持盘2上的紧固通孔，进而实现了对待测物体9的夹紧。

[0111] 在上紧固螺栓5和下紧固螺栓6突出部位连接带有陶瓷管11的铜丝12，铜丝12的另一端连接电池放电测试仪器。

[0112] 测试时，先将管式炉13温度从室温升至550℃，将装好热电池单体电池的夹具放入管式炉13中，通入氮气，使得管式炉13内充满惰性气体。打开测试软件，恒流放电，电流密度为50mA，开始放电。

[0113] 通过现有测试软件(例如Origin)处理数据得出图4，即550℃、50mA下热电池单体电池的放电曲线，根据图4读取热电池单体电池的放电时间和放电电压。

[0114] 本发明提供的一种简便测试固态电解质电导率/热电池单体电池电化学性能测试的夹具，通过对电解质及单体电池之间测量，避免了高温下电解质熔融外流，同时避免了由于夹具之间与固态电解质接触不良导致结果存在误差的问题，检测操作方便，重复性好，应

用范围广，对于高温下测量固态电解质电导率/热电池单体电池电化学性能具有重要意义。

[0115] 在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“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；可以是机械连接，也可以是电连接；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，可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0116] 在本发明的描述中，除非另有说明，术语“上”、“下”、“左”、“右”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，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发明的限制。

[0117] 最后应说明的是，上述技术方案只是本发明的一种实施方式，对于本领域内的技术人员而言，在本发明公开了应用方法和原理的基础上，很容易做出各种类型的改进或变形，而不仅限于本发明上述具体实施方式所描述的方法，因此前面描述的方式只是优选的，而并不具有限制性的意义。

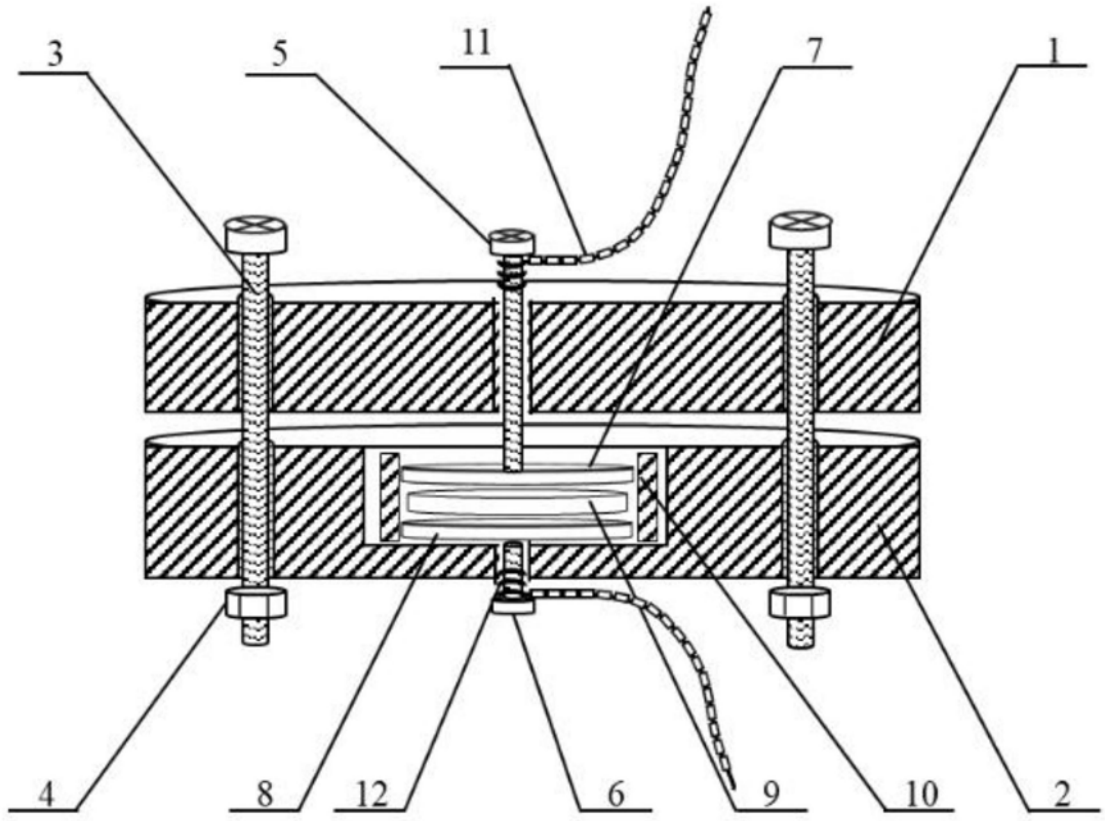


图1

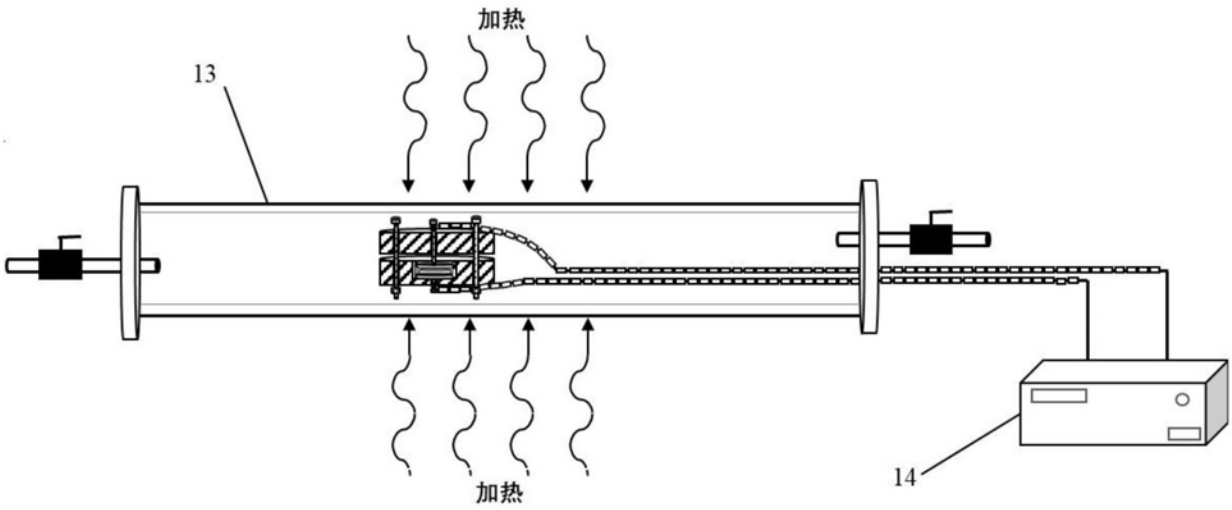


图2

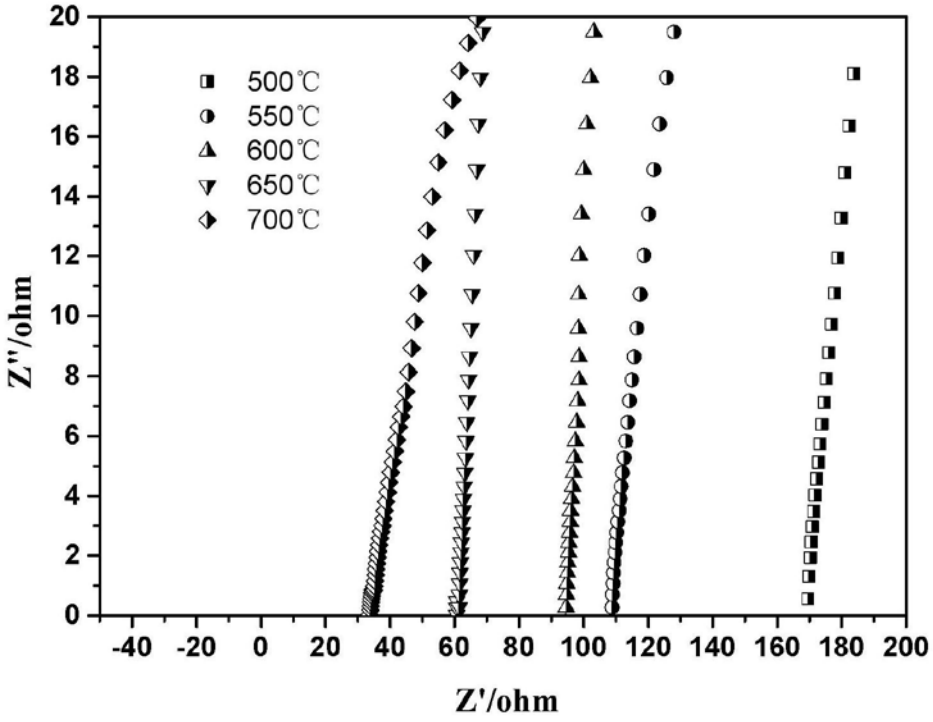

500℃
550℃
600℃
650℃
700℃
Z''/ohm
Z'/ohm
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
-40
-20
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200

图3

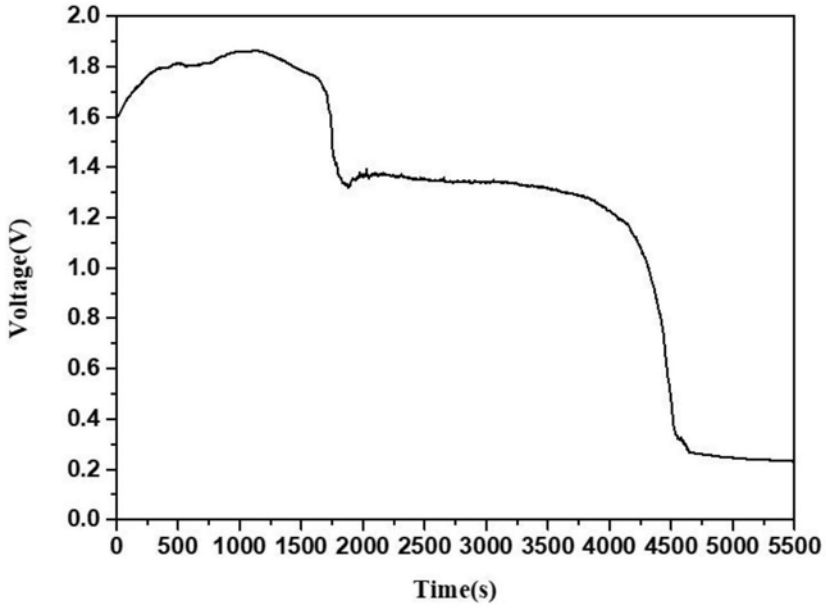

Voltage(V)
Time(s)
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000
4500
5000
5500

图4