



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114709454 B

(45) 授权公告日 2024.03.26

(21) 申请号 202210314366.0

WO 2017178016 A1, 2017.10.19

(22) 申请日 2022.03.28

CN 110530954 A, 2019.12.03

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 113422090 A, 2021.09.21

申请公布号 CN 114709454 A

CN 112886037 A, 2021.06.01

(43) 申请公布日 2022.07.05

US 2007259256 A1, 2007.11.08

(73) 专利权人 同济大学

US 2008238430 A1, 2008.10.02

地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号

Tahsin Bahar等. Assessment of Glucose Oxidase Based Enzymatic Fuel Cells Integrated With Newly Developed Chitosan Membranes by Electrochemical Impedance Spectroscopy. Electroanalysis. 2020, 第32卷(第6期), 1304-1314.

(72) 发明人 魏学哲 李司达 戴海峰 袁浩

袁浩. 质子交换膜燃料电池电化学阻抗谱弛豫时间分布研究. 机械工程学报. 2020, 第56卷(第22期), 120-130.

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

专利代理师 杨宏泰

(51) Int. Cl.

H01M 8/04537 (2016.01)

审查员 王晓晓

(56) 对比文件

CN 109726452 A, 2019.05.07

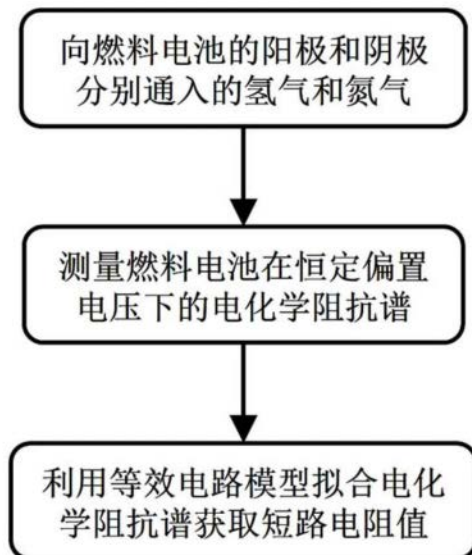
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于电化学阻抗谱的燃料电池短路电阻测量方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于电化学阻抗谱的燃料电池短路电阻测量方法,包括以下步骤:S1、向燃料电池的阳极通入氢气,阴极通入氮气;S2、测量燃料电池在恒定偏置电压下的电化学阻抗谱;S3、构建等效电路模型并据此拟合电化学阻抗谱获取短路电阻值。与现有技术相比,本发明采用电化学技术对质子交换膜燃料电池测试,能够得到定量准确的短路电阻检测结果,所使用的等效电路模型和相应的数据过程较为简单,且无需人为筛选数据,检测结果稳定性较强。



1. 一种基于电化学阻抗谱的燃料电池短路电阻测量方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、向燃料电池的阳极通入氢气,阴极通入氮气;

S2、测量燃料电池在恒定偏置电压下的电化学阻抗谱;

S3、构建等效电路模型并据此拟合电化学阻抗谱获取短路电阻值;

所述的步骤S2中,恒定偏置电压的取值范围为0.2~0.5V,并且燃料电池阴极为高电位点,阳极为低电位点;

所述的步骤S3中,等效电路模型由第一电阻元件 $R_E$ 、第二电阻元件 $R_p$ 以及常相位角元件CPE组成,所述的第二电阻元件 $R_p$ 和常相位角元件CPE在串联后与第一电阻元件 $R_E$ 并联。

2. 根据权利要求1所述的一种基于电化学阻抗谱的燃料电池短路电阻测量方法,其特征在于,所述的步骤S1中,向燃料电池通入气体的湿度以及燃料电池堆的温度保持在恒定水平。

3. 根据权利要求2所述的一种基于电化学阻抗谱的燃料电池短路电阻测量方法,其特征在于,向燃料电池通入气体的湿度保持为50%,燃料电池堆的温度保持为60°C。

4. 根据权利要求1所述的一种基于电化学阻抗谱的燃料电池短路电阻测量方法,其特征在于,所述的步骤S2中,在测量过程中采用的激励信号为具有设定幅值的扰动电压,其频率取值范围为0.02~1000Hz或者为0.02~1000Hz区间内一个设定的频率范围。

5. 根据权利要求1所述的一种基于电化学阻抗谱的燃料电池短路电阻测量方法,其特征在于,所述的恒定偏置电压的取值为0.3V。

6. 根据权利要求1所述的一种基于电化学阻抗谱的燃料电池短路电阻测量方法,其特征在于,所述的步骤S3中,拟合基于完整频率范围的阻抗数据得到拟合结果。

7. 根据权利要求1所述的一种基于电化学阻抗谱的燃料电池短路电阻测量方法,其特征在于,所述的步骤S3中,短路电阻值即为拟合得到的第一电阻元件 $R_E$ 的阻值。

8. 根据权利要求1所述的一种基于电化学阻抗谱的燃料电池短路电阻测量方法,其特征在于,所述的燃料电池包括单片质子交换膜燃料电池。

## 一种基于电化学阻抗谱的燃料电池短路电阻测量方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及质子交换膜燃料电池技术领域,尤其是涉及一种基于电化学阻抗谱的燃料电池短路电阻测量方法。

### 背景技术

[0002] 质子交换膜燃料电池是以氢气为燃料,通过电化学反应将燃料中的化学能直接转变为电能的发电装置,具有工作温度低、启动速度快、模块式安装和操作方便等优点,被认为是电动车、潜艇、各种可移动电源、供电电网和固定电源等的最佳替代电源。质子交换膜作为燃料电池的核心组件,其主要功能是充当质子通道实现质子快速传导,同时还起阻隔阳极燃料和阴极氧化物的作用,防止两极反应气体相互窜漏,为了压缩燃料电池堆的体积以及降低燃料电池运行过程中的欧姆损失,薄膜化成为目前膜电极设计制造的主流趋势。

[0003] 然而质子交换膜厚度的降低可能造成其机械强度和耐久性降低。随着燃料电池使用时间的增长,质子交换膜的降解将导致膜厚度逐渐减小,使得电堆运行过程中出现短路甚至爆炸的风险进一步增加。燃料电池的短路电阻是膜电极内部短路的重要表征量,理论上说,电子无法直接穿过质子交换膜,但实际制造出的膜产品通常具备微小的电子传导能力,并且随着膜的老化,相应的短路电阻值逐渐降低,因此燃料电池短路电阻的定量检测对于燃料电池的质量控制、故障诊断和寿命评估具有积极意义,由于氢气渗透电流的存在,对燃料电池施加恒定直流电压很难直接获取其准确的短路电阻值,所以有必要针对质子交换膜燃料电池开发一种定量、准确的短路电阻检测方法,以克服现有技术的局限性。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种基于电化学阻抗谱的燃料电池短路电阻测量方法。

[0005] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0006] 一种基于电化学阻抗谱的燃料电池短路电阻测量方法,包括以下步骤:

[0007] S1、向燃料电池的阳极通入氢气,阴极通入氮气;

[0008] S2、测量燃料电池在恒定偏置电压下的电化学阻抗谱;

[0009] S3、构建等效电路模型并据此拟合电化学阻抗谱获取短路电阻值。

[0010] 所述的步骤S1中,向燃料电池通入气体的湿度以及燃料电池堆的温度保持在恒定水平。

[0011] 向燃料电池通入气体的湿度保持为50%,燃料电池堆的温度保持为60℃。

[0012] 所述的步骤S2中,在测量过程中采用的激励信号为具有设定幅值的扰动电压,其频率取值范围为0.02~1000Hz或者为0.02~1000Hz区间内一个设定的频率范围。

[0013] 所述的步骤S2中,恒定偏置电压的取值范围为0.2~0.5V,并且燃料电池阴极为高电位点,阳极为低电位点。

[0014] 优选地,所述的恒定偏置电压的取值为0.3V。

[0015] 所述的步骤S3中,等效电路模型由第一电阻元件 $R_E$ 、第二电阻元件 $R_p$ 以及常相位角元件CPE组成,所述的第二电阻元件 $R_p$ 和常相位角元件CPE在串联后与第一电阻元件 $R_E$ 并联。

[0016] 所述的步骤S3中,拟合基于完整频率范围的阻抗数据得到拟合结果。

[0017] 所述的步骤S3中,短路电阻值即为拟合得到的第一电阻元件 $R_E$ 的阻值。

[0018] 所述的燃料电池包括单片质子交换膜燃料电池。

[0019] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0020] 本发明采用电化学技术对质子交换膜燃料电池测试,能够得到定量准确的短路电阻检测结果,所使用的等效电路模型和相应的数据过程较为简单,且无需人为筛选数据,检测结果稳定性较强。

## 附图说明

[0021] 图1为本发明的总体流程示意图。

[0022] 图2为实施例中用于阻抗谱拟合的等效电路模型示例图。

[0023] 图3为实施例中电化学阻抗谱的拟合结果示例图。

## 具体实施方式

[0024] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。注意,以下的实施方式的说明只是实质上的例示,本发明并不意在对其适用物或其用途进行限定,且本发明并不限于以下的实施方式。

[0025] 如图1所示,本发明提供一种基于电化学阻抗谱的燃料电池短路电阻测量方法,该方法包括以下步骤:

[0026] S1、向燃料电池的阳极通入氢气,阴极通入氮气,通入气体的湿度以及燃料电池的温度保持在恒定水平;

[0027] S2、测量燃料电池在恒定偏置电压下的电化学阻抗谱;

[0028] S3、利用等效电路模型拟合电化学阻抗谱获取短路电阻值。

[0029] 实施例

[0030] 本实施例的测试对象为的单片质子交换膜燃料电池,实际应用中并不限于此。

[0031] 以反应面积为 $25\text{cm}^2$ 单片燃料电池为例,向其阳极通入氢气,阴极通入氮气,进气压力为大气压,进气湿度为50%,燃料电池堆温度保持在 $60^\circ\text{C}$ 。

[0032] 电化学阻抗谱测量在偏置电压 $0.3\text{V}$ 下进行,燃料电池氮气侧连接外部激励电压的高电位点,氢气侧连接低电位点。扰动电压的频率范围设置为 $0.02 \sim 1000\text{Hz}$ 。

[0033] 本发明选择的等效电路模型是经过施加恒定的偏置电压后简化得到的电路模型,恒定的偏置电压(本例中为 $0.3\text{V}$ )使得由氢渗氧化引起的电化学阻抗达到可以忽略的水平(在原本非常复杂的等效电路模型中,电化学阻抗与第一电阻元件 $R_E$ 是并联关系,而施加的偏置电压使得氢渗氧化引起的电化学阻抗模值变得非常大,从而使得该并联支路从电路模型中省略),进而能够对原本非常复杂的等效电路模型进行简化,并能够对阻抗数据进行拟合,如图2所示,该简化后等效电路模型主要由第一电阻元件 $R_E$ 、第二电阻元件 $R_p$ 和常相位角元件CPE组成,第二电阻元件 $R_p$ 和常相位角元件CPE串联后与第一电阻元件 $R_E$ 并联。

[0034] 利用该等效电路模型拟合实测电化学阻抗谱,图3为拟合结果示例图,最终拟合获

取的电阻元件 $R_E$ 的阻值( $10.92\Omega$ )即为该燃料电池的短路电阻值。

[0035] 以上所述仅为本发明的实施例,并不能够对本发明产生限制,凡是在本发明的精神与原则之内,都应在本发明的保护范围内。

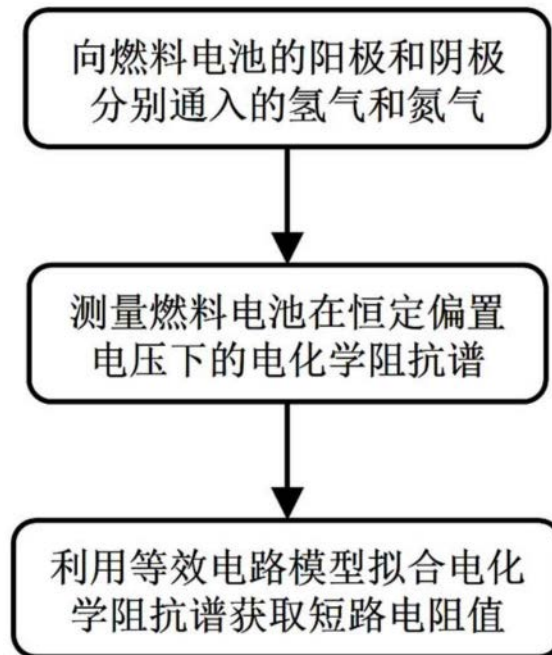


图1

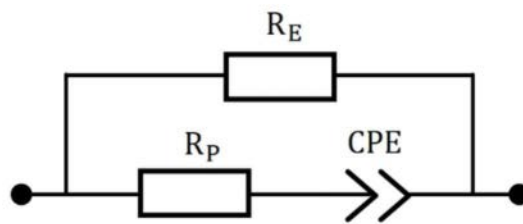


图2

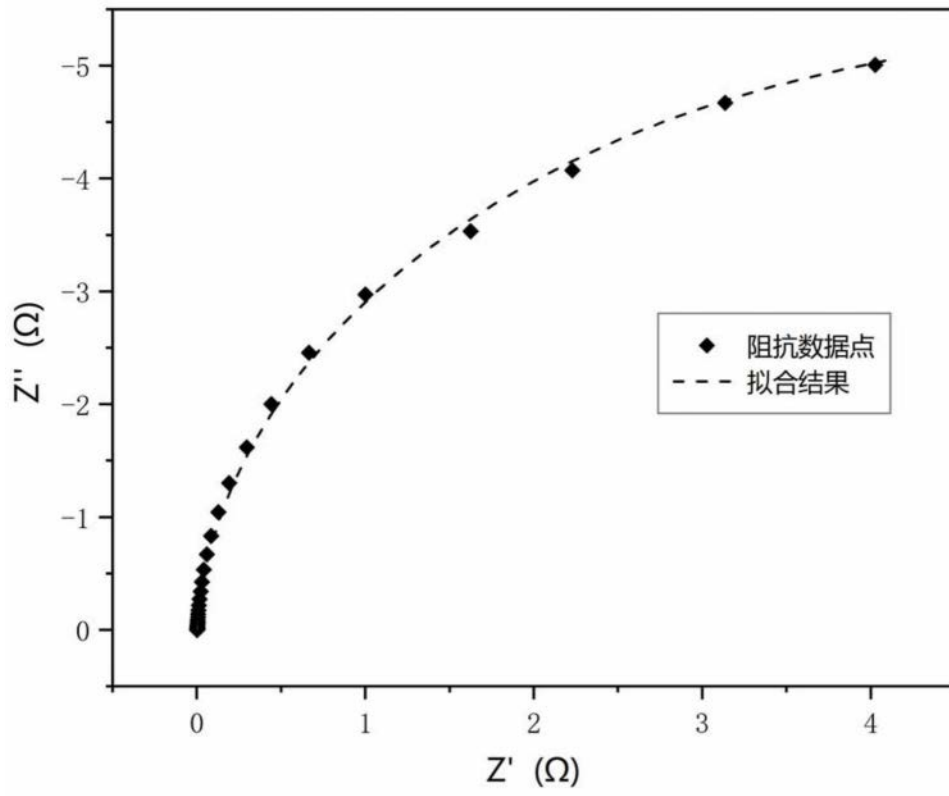


图3