



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114551919 B

(45) 授权公告日 2023.12.19

(21) 申请号 202210080453.4

(22) 申请日 2022.01.24

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 114551919 A

(43) 申请公布日 2022.05.27

(73) 专利权人 东风汽车集团股份有限公司  
地址 430000 湖北省武汉市武汉经济技术  
开发区东风大道特1号

(72) 发明人 王智捷 高佳武 唐雪君 赵航  
周江峰

(74) 专利代理机构 北京众达德权知识产权代理  
有限公司 11570  
专利代理师 韦汉

(51) Int. Cl.  
H01M 8/0239 (2016.01)  
H01M 8/0245 (2016.01)  
H01M 4/88 (2006.01)

(56) 对比文件  
EP 3754770 A1, 2020.12.23  
US 2005271921 A1, 2005.12.08

US 2008274393 A1, 2008.11.06

US 5783325 A, 1998.07.21

WO 2018113485 A1, 2018.06.28

US 2004001988 A1, 2004.01.01

CN 113745527 A, 2021.12.03

CN 111584887 A, 2020.08.25

CN 113644298 A, 2021.11.12

Zhenyuan Bai等. Anti-Biofouling and water stable balanced charged metal organic framework-based polyelectrolyte hydrogels for extracting uranium from seawater.《ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES》.2020,第12卷(第15期),第18012-18022页. (续)

审查员 郭怡欣

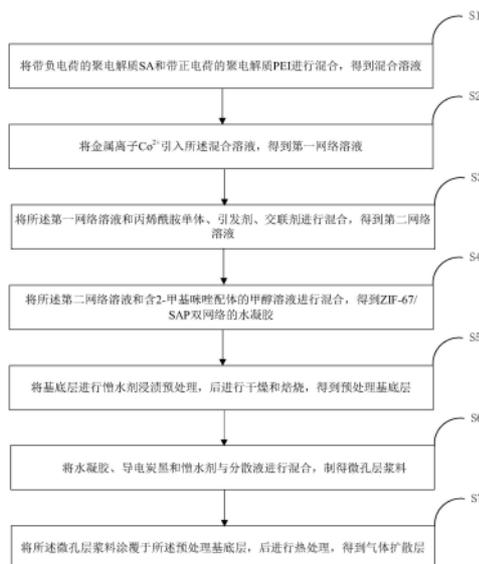
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种水凝胶、微孔层浆料和气体扩散层及其制备方法

(57) 摘要

本发明特别涉及一种水凝胶、微孔层浆料和气体扩散层及其制备方法,属于燃料电池技术领域,气体扩散层包括基层层和微孔层,所述微孔层涂覆于所述基层层,微孔层浆料的原料包括:水凝胶、导电炭黑、憎水剂和分散液;其中,所述水凝胶为ZIF-67/SAP双网络的水凝胶;由于其具有较好的回弹性、较高的导电率及一定的自修复能力,可以改善气体扩散层中强度较低的问题,同时由于水凝胶在其中呈现双网络结构,也提供了相应气体通道和水通道。可以改善因为气体扩散层微孔层破损或划痕等造成的电池性能不佳等问题。



CN 114551919 B

[接上页]

(56) 对比文件

Zhenyuan Bai等. Anti-Biofouling and water stable balanced charged metal organic framework-based polyelectrolyte

hydrogels for extracting uranium from seawater.《ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES》.2020,第12卷(第15期),第18012-18022页.

1. 一种微孔层浆料,其特征在于,所述微孔层浆料的原料包括:水凝胶、导电炭黑、憎水剂和分散液;其中,所述水凝胶为ZIF-67/SAP双网络的水凝胶,所述水凝胶、导电炭黑和分散液的质量比为:1:1-5:10-12,所述ZIF-67/SAP双网络的水凝胶的制备方法包括:

将带负电荷的聚电解质SA和带正电荷的聚电解质PEI进行混合,得到混合溶液,PEI和SA的摩尔比为1:0.3-1;

将金属离子 $\text{Co}^{2+}$ 引入所述混合溶液,得到第一网络溶液;

将所述第一网络溶液和丙烯酸胺单体、引发剂、交联剂进行混合,得到第二网络溶液,丙烯酸胺单体、引发剂、交联剂的重量比例满足45-55:3-7:0.5-1.5;

将所述第二网络溶液和含2-甲基咪唑配体的甲醇溶液进行混合,得到ZIF-67/SAP双网络的水凝胶。

2. 根据权利要求1所述的微孔层浆料,其特征在于,所述导电炭黑包括乙炔黑、Vulcan XC-72、Black pearls、碳纳米管和石墨烯粉末中的至少一种;

所述憎水剂包括聚四氟乙烯、聚偏氟乙烯和四氟乙烯与乙烯的共聚物中的至少一种;

所述分散液包括乙醇、异丙醇和乙二醇中的至少一种。

3. 一种气体扩散层,其特征在于,所述气体扩散层包括基层层和微孔层,所述微孔层涂覆于所述基层层,所述微孔层由权利要求1至2中任意一项所述的微孔层浆料制得。

4. 根据权利要求3所述的气体扩散层,其特征在于,所述基层层包括碳纸和/或碳布。

5. 一种权利要求3或4所述的气体扩散层的制备方法,其特征在于,所述方法包括:

将基层层进行憎水剂浸渍预处理,后进行干燥和焙烧,得到预处理基层层;

将水凝胶、导电炭黑、憎水剂和分散液进行混合,制得微孔层浆料;

将所述微孔层浆料涂覆于所述预处理基层层,后进行热处理,得到气体扩散层。

6. 根据权利要求5所述的气体扩散层的制备方法,其特征在于,所述憎水剂浸渍预处理的浸渍时间为20min-30min,所述干燥的温度为 $60^{\circ}\text{C}$ - $80^{\circ}\text{C}$ ,所述焙烧的温度为 $300^{\circ}\text{C}$ - $400^{\circ}\text{C}$ ,所述预处理基层层中,所述憎水剂的重量含量为1%-15%。

7. 根据权利要求5所述的气体扩散层的制备方法,其特征在于,所述气体扩散层的微孔层中所述憎水剂的重量占比为10%-30%。

## 一种水凝胶、微孔层浆料和气体扩散层及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于燃料电池技术领域,特别涉及一种水凝胶、微孔层浆料和气体扩散层及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 质子交换膜燃料电池主要由膜电极(包括气体扩散层、催化层和质子交换膜)、双极板和密封材料组成。其中气体扩散层主要起到支撑催化层、收集电流、传导气体和排出水等重要作用。反应气体需通过气体扩散层到达三相交界处进行反应。因此气体扩散层的好坏,将直接影响气体的透过率等,从而影响燃料电池性能。

[0003] 气体扩散层(GDL)主要由碳纸和微孔层组成。碳纸作为基底层,提供了强度支撑和基础骨架等。微孔层刷在碳纸上,将为电池提供更加稳定可靠的气体通道和水通道。通常情况下,气体扩散层由于本质是由碳组成,所以是非常脆弱的,其机械强度并不高,容易出现破损及表面划痕等。这将会影响气体传导及水的通过,且无法起到良好的支撑作用,从而可能对催化层造成损坏,进一步影响电池性能。

### 发明内容

[0004] 本申请旨在至少能够在一定程度上解决目前气体扩散层机械强度不足的问题,为此,本申请提供了一种水凝胶、微孔层浆料和气体扩散层及其制备方法。

[0005] 本申请实施例的第一方面提供了一种水凝胶的制备方法,所述方法包括:

[0006] 将带负电荷的聚电解质SA和带正电荷的聚电解质PEI进行混合,得到混合溶液;

[0007] 将金属离子 $\text{Co}^{2+}$ 引入所述混合溶液,得到第一网络溶液;

[0008] 将所述第一网络溶液和丙烯酰胺单体、引发剂、交联剂进行混合,得到第二网络溶液;

[0009] 将所述第二网络溶液和含2-甲基咪唑配体的甲醇溶液进行混合,得到ZIF-67/SAP双网络的水凝胶。

[0010] 本申请实施例的第二方面提供了一种水凝胶,所述水凝胶采用第一方面所述的水凝胶的制备方法制得。

[0011] 该ZIF-67/SAP双网络水凝胶,由于其具有较好的回弹性、较高的导电率及一定的自修复能力,可以改善气体扩散层中强度较低的问题,同时由于水凝胶在其中呈现双网络结构,也提供了相应气体通道和水通道。可以改善因为气体扩散层微孔层破损或划痕等造成的电池性能不佳等问题。

[0012] 本申请实施例的第三方面提供了一种微孔层浆料,所述微孔层浆料的原料包括:水凝胶、导电炭黑、憎水剂和分散液;其中,所述水凝胶为第二方面所述的水凝胶。

[0013] 通过添加第二方面提供的水凝胶对微孔层进行修饰,能够有效的增强燃料电池气体扩散层的强度及导电能力,解决应在操作或电池组装过程中发生的气体扩散层表面破坏的问题。

- [0014] 另外,根据本发明上述实施例的微孔层浆料,还可以具有如下附加的技术特征:
- [0015] 在一些实施方式中,所述水凝胶、导电炭黑和分散液的质量比为:1:1-5:10-12。
- [0016] 控制水凝胶、导电炭黑和分散液的质量比为:1:1-5:10-12,能够得到导电性好和具有一定自修复能力的微孔层,水凝胶过多会导致导电性和疏水性降低,过小导致自修复能力减弱。
- [0017] 在一些实施方式中,所述导电炭黑包括乙炔黑、Vulcan XC-72、Black pearls、碳纳米管和石墨烯粉末中的至少一种。
- [0018] 在一些实施方式中,所述憎水剂包括聚四氟乙烯、聚偏氟乙烯和四氟乙烯与乙烯的共聚物中的至少一种。
- [0019] 在一些实施方式中,所述分散液包括乙醇、异丙醇和乙二醇中的至少一种。
- [0020] 本申请实施例的第四方面提供了一种气体扩散层,所述气体扩散层包括基底层和微孔层,所述微孔层涂覆于所述基底层,所述微孔层由第三方面所述的微孔层浆料制得。
- [0021] 另外,根据本发明上述实施例的气体扩散层,还可以具有如下附加的技术特征:
- [0022] 在一些实施方式中,所述基底层包括碳纸和/或碳布。
- [0023] 本申请实施例的第五方面提供了一种第四方面所述的气体扩散层的制备方法,所述方法包括:
- [0024] 将基底层进行憎水剂浸渍预处理,后进行干燥和焙烧,得到预处理基底层;
- [0025] 将水凝胶、导电炭黑、憎水剂和分散液进行混合,制得微孔层浆料;
- [0026] 将所述微孔层浆料涂覆于所述预处理基底层,后进行热处理,得到气体扩散层。
- [0027] 另外,根据本发明上述实施例的气体扩散层的制备方法,还可以具有如下附加的技术特征:
- [0028] 在一些实施方式中,所述憎水剂浸渍预处理的浸渍时间为20min-30min,所述干燥的温度为60℃-80℃,所述焙烧的温度为300℃-400℃,所述预处理基底层中,所述憎水剂的重量含量为1%-15%。
- [0029] 在一些实施方式中,所述气体扩散层的微孔层中所述憎水剂的重量占比为10%-30%。
- [0030] 上述说明仅是本发明技术方案的概述,为了能够更清楚了解本发明的技术手段,而可依照说明书的内容予以实施,并且为了让本发明的上述和其它目的、特征和优点能够更明显易懂,以下特举本发明的具体实施方式。

## 附图说明

- [0031] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本申请实施例的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其它的附图。
- [0032] 图1是本发明实施例提供的方法的流程图;
- [0033] 图2是本发明实施例提供的划痕破坏实验的形貌图一;
- [0034] 图3是本发明实施例提供的划痕破坏实验的形貌图二。

## 具体实施方式

[0035] 下文将结合具体实施方式和实施例,具体阐述本发明,本申请实施例的优点和各种效果将由此更加清楚地呈现。本领域技术人员应理解,这些具体实施方式和实施例是用于说明本发明,而非限制本发明。

[0036] 在整个说明书中,除非另有特别说明,本文使用的术语应理解为如本领域中通常所使用的含义。因此,除非另有定义,本文使用的所有技术和科学术语具有与本发明所属领域技术人员的一般理解相同的含义。若存在矛盾,本说明书优先。

[0037] 除非另有特别说明,本发明中用到的各种原材料、试剂、仪器和设备等,均可通过市场购买得到或者可通过现有方法制备得到。

[0038] 名词解释:PEMFC:质子交换膜燃料电池、MEA:膜电极组件、SA:海藻酸钠、PEI:聚乙亚胺、AM:丙烯酰胺、APS:过硫酸铵、MBA:亚甲基双丙烯酰胺、ZIF-67/SAP:金属有机框架材料掺杂在海藻酸钠和聚乙亚胺形成的水凝胶中。

[0039] 本申请实施例的技术方案为解决上述技术问题,总体思路如下:

[0040] 申请人在发明过程中发现对气体扩散层进行强度方面的加强,或者对其进行修饰,可以增加导电导气导水等能力,进而改善电池性能。

[0041] 为增强燃料电池气体扩散层的强度及导电能力,解决应在操作或电池组装过程中发生的气体扩散层表面破坏的问题,本申请提出了一种对气体扩散层进行修饰的物质及方法。由于水凝胶网络具有较好的回弹性、较高的导电率及一定的自修复能力,因此添加此物质,以修饰气体扩散层微孔层。本申请所述气体扩散层主要是在微孔层中增加ZIF-67/SAP双网络水凝胶,由于水凝胶的特性,可以改善气体扩散层中强度较低的问题,同时由于水凝胶在其中呈现双网络结构,也提供了相应气体通道和水通道。

[0042] 本实施例提供了一种水凝胶的制备方法,所述方法包括:

[0043] S1.将带负电荷的聚电解质SA和带正电荷的聚电解质PEI进行混合,得到混合溶液;

[0044] 具体而言,通过混合带负电荷的聚电解质SA和含有大量质子化氨基的带正电荷的聚电解质PEI,得到混合溶液,混合溶液中形成相互缠结的聚合物链。

[0045] 在一些实施例中,PEI和SA的摩尔比为1:0.3-1,包括但不限于1:0.3、1:0.4、1:0.5、1:0.6、1:0.7、1:0.8、1:0.9和1:1。

[0046] S2.将金属离子 $\text{Co}^{2+}$ 引入所述混合溶液,得到第一网络溶液;

[0047] 具体而言,向相互缠结的聚合物链中引入金属离子 $\text{Co}^{2+}$ 并发生配位作用,形成含第一网络溶液的混合溶液,金属离子 $\text{Co}^{2+}$ 的引入可以采用钴盐形式引入,例如 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 溶液等。

[0048] S3.将所述第一网络溶液和丙烯酰胺单体、引发剂、交联剂进行混合,得到第二网络溶液;

[0049] 具体而言,在含第一网络溶液的混合溶液中加入AM单体,引发剂,交联剂,并在室温下搅拌均匀。本实施例中,引发剂可以采用APS等,交联剂可以采用MBA等。

[0050] 在一些实施例中,丙烯酰胺单体、引发剂、交联剂的重量比例满足45-55:3-7:0.5-1.5,包括但不限于45:3:0.5、55:7:1.5、45:7:0.5、55:3:1.5和50:5:1。

[0051] S4.将所述第二网络溶液和含2-甲基咪唑配体的甲醇溶液进行混合,得到ZIF-67/

SAP双网络的水凝胶。

[0052] 具体而言,将上述混合溶液加入到具有2-甲基咪唑配体的甲醇溶液中,使结合的 $\text{Co}^{2+}$ 进一步模板化生长成ZIF-67晶体,形成ZIF-67/SAP双网络水凝胶。

[0053] 本实施例还提供了一种水凝胶,所述水凝胶采用如上所述的水凝胶的制备方法制得。

[0054] 本实施例还提供了一种微孔层浆料,所述微孔层浆料的原料包括:水凝胶、导电炭黑、憎水剂和分散液;其中,所述水凝胶为如上所述的水凝胶。

[0055] 在一些实施例中,水凝胶、导电炭黑和分散液的质量比为:1:1-5:10-12,水凝胶、导电炭黑和分散液的质量比包括但不限于1:1:10、1:3:10、1:5:10、1:1:11、1:3:11和1:3:12。

[0056] 在一些实施例中,导电炭黑可以选自乙炔黑、Vulcan XC-72、Black pearls、碳纳米管和石墨烯粉末中的至少一种;憎水剂可以选自聚四氟乙烯、聚偏氟乙烯和四氟乙烯与乙烯的共聚物中的至少一种;分散液可以选自乙醇、异丙醇和乙二醇中的至少一种。

[0057] 本实施例还提供了一种气体扩散层,所述气体扩散层包括基底层和微孔层,所述微孔层涂覆于所述基底层,所述微孔层由如上所述的微孔层浆料制得。

[0058] 在一些实施例中,基底层包括碳纸和/或碳布。

[0059] 本实施例还提供了一种如上所述的气体扩散层的制备方法,所述方法包括:

[0060] S5. 将基底层进行憎水剂浸渍预处理,后进行干燥和焙烧,得到预处理基底层;

[0061] 具体而言,将商业碳纸放置于憎水剂溶液中浸渍20-30min,浸渍时间包括但不限于20min、22min、24min、26min、28min和30min,并进行多次浸渍,在60-80℃下对其进行干燥,干燥温度包括但不限于60℃、65℃、70℃、75℃和80℃,然后置于300-400℃下进行焙烧;焙烧温度包括但不限于300℃、325℃、350℃、375℃和400℃,得到预处理基底层;

[0062] 在一些实施例中,预处理基底层中,所述憎水剂的重量含量为1%-15%,憎水剂的重量含量包括但不限于1%、3%、5%、7%、9%、11%、13%和15%。

[0063] S6. 将水凝胶、导电炭黑、憎水剂和分散液进行混合,制得微孔层浆料;

[0064] 具体而言,将水凝胶、导电炭黑和憎水剂与分散液溶剂混合均匀,制得微孔层浆料;

[0065] S7. 将所述微孔层浆料涂覆于所述预处理基底层,后进行热处理,得到气体扩散层。

[0066] 具体而言,将微孔层浆料均匀的刮涂在基底层一侧,干燥并称重,然后置于氮气氛围的炉中热处理,得到质子交换膜燃料电池用气体扩散层。

[0067] 在一些实施例中,气体扩散层的微孔层中所述憎水剂的重量占比为10%-30%,憎水剂的重量占比包括但不限于10%、12%、14%、16%、18%、20%、22%、24%、26%、28%和30%。

[0068] 下面将结合实施例、对照例及实验数据对本申请的水凝胶、微孔层浆料和气体扩散层及其制备方法进行详细说明。

[0069] 实施例1

[0070] 一种气体扩散层的制备方法,方法包括:

[0071] (1) 水凝胶网络制备:

[0072] 将一定量1%的PEI溶液加入到一定量1%的SA溶液中,PEI和SA的比例为1:0.45,得到混合溶液。随后,将AM、引发剂APS和交联剂MBA加入到混合溶液中,比例为50:5:1,并在室温下搅拌1h以获得均匀的混合溶液。然后,将混合溶液逐滴添加到温度为60℃的过量的25-30mg·mL<sup>-1</sup>的Co(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>溶液中。全部滴加完毕后,具有金属离子交联的双网络水凝胶继续在上述溶液中静置24h,以完成凝胶化过程。然后,将所得的双网络水凝胶依次用去离子水和甲醇溶液洗涤,洗涤后浸入含有150-160mmol·L<sup>-1</sup>的2-甲基咪唑的甲醇溶液中静置得到ZIF-67/SAP双网络水凝胶。

[0073] (2) 基底层预处理:

[0074] 将商业碳纸放置于聚四氟乙烯乳液中浸渍30min,在60℃下干燥,然后置于300℃下进行焙烧,得到预处理后的碳纸。

[0075] (3) 具有双网络水凝胶微孔层的制备:

[0076] 将异丙醇与水混合,然后加入步骤(1)的ZIF-67/SAP双网络水凝胶、Vulcan XC-72碳粉和60%聚四氟乙烯乳液,水凝胶与碳粉与聚四氟乙烯与异丙醇比例为1:5:1:10,对其进行磁力搅拌及超声分散,得到均匀的微孔层浆料。

[0077] (4) 气体扩散层制备:

[0078] 将步骤(3)所得的微孔层浆料刮涂在步骤(2)预处理后的碳纸上,并干燥焙烧4h,得到气体扩散层。

[0079] 实施例2

[0080] 一种气体扩散层的制备方法,方法包括:

[0081] (1) 水凝胶网络制备:

[0082] 将一定量1%的PEI溶液加入到一定量1%的SA溶液中,PEI和SA的比例为1:0.65,得到混合溶液。随后,将AM、引发剂APS和交联剂MBA加入到混合溶液中,比例为50:5:1,并在室温下搅拌1h以获得均匀的混合溶液。然后,将混合溶液逐滴添加到温度为60℃的过量的25-30mg·mL<sup>-1</sup>的Co(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>溶液中。全部滴加完毕后,具有金属离子交联的双网络水凝胶继续在上述溶液中静置24h,以完成凝胶化过程。然后,将所得的双网络水凝胶依次用去离子水和甲醇溶液洗涤,洗涤后浸入含有150-160mmol·L<sup>-1</sup>的2-甲基咪唑的甲醇溶液中静置得到ZIF-67/SAP双网络水凝胶。

[0083] (2) 基底层预处理:

[0084] 将商业碳纸放置于聚四氟乙烯乳液中浸渍30min,在60℃下干燥,然后置于300℃下进行焙烧,得到预处理后的碳纸。

[0085] (3) 具有双网络水凝胶微孔层的制备:

[0086] 将异丙醇与水混合,然后加入步骤(1)的ZIF-67/SAP双网络水凝胶、Vulcan XC-72碳粉和60%聚四氟乙烯乳液,水凝胶与碳粉与聚四氟乙烯与异丙醇比例为1:5:1:10,对其进行磁力搅拌及超声分散,得到均匀的微孔层浆料。

[0087] (4) 气体扩散层制备:

[0088] 将步骤(3)所得的微孔层浆料刮涂在步骤(2)预处理后的碳纸上,并干燥焙烧4h,得到气体扩散层。

[0089] 实施例3

[0090] 一种气体扩散层的制备方法,方法包括:

[0091] (1) 水凝胶网络制备:

[0092] 将一定量1%的PEI溶液加入到一定量1%的SA溶液中,PEI和SA的比例为1:0.85,得到混合溶液。随后,将AM、引发剂APS和交联剂MBA加入到混合溶液中,比例为50:5:1,并在室温下搅拌1h以获得均匀的混合溶液。然后,将混合溶液逐滴添加到温度为60℃的过量的25-30mg·mL<sup>-1</sup>的Co(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>溶液中。全部滴加完毕后,具有金属离子交联的双网络水凝胶继续在上述溶液中静置24h,以完成凝胶化过程。然后,将所得的双网络水凝胶依次用去离子水和甲醇溶液洗涤,洗涤后浸入含有150-160mmol·L<sup>-1</sup>的2-甲基咪唑的甲醇溶液中静置得到ZIF-67/SAP双网络水凝胶。

[0093] (2) 基底层预处理:

[0094] 将商业碳纸放置于聚四氟乙烯乳液中浸渍30min,在60℃下干燥,然后置于300℃下进行焙烧,得到预处理后的碳纸。

[0095] (3) 具有双网络水凝胶微孔层的制备:

[0096] 将异丙醇与水混合,然后加入步骤(1)的ZIF-67/SAP双网络水凝胶、Vulcan XC-72碳粉和60%聚四氟乙烯乳液,水凝胶与碳粉与聚四氟乙烯与异丙醇比例为1:5:1:10,对其进行磁力搅拌及超声分散,得到均匀的微孔层浆料。

[0097] (4) 气体扩散层制备:

[0098] 将步骤(3)所得的微孔层浆料刮涂在步骤(2)预处理后的碳纸上,并干燥焙烧4h,得到气体扩散层。

[0099] 对比例1

[0100] 一种气体扩散层的制备方法,方法包括:

[0101] (1) 基底层预处理:将商业碳纸放置于聚四氟乙烯乳液中浸渍30min,在60℃下干燥,然后置于300℃下进行焙烧,得到预处理后的碳纸。

[0102] (2) 微孔层的制备:将异丙醇与水混合,然后加入Vulcan XC-72碳粉和60%聚四氟乙烯乳液,碳粉与聚四氟乙烯与异丙醇比例为5:1:10,对其进行磁力搅拌及超声分散,得到均匀的微孔层浆料。

[0103] (3) 气体扩散层制备:将步骤(2)所得的微孔层浆料刮涂在步骤(1)预处理后的碳纸上,并干燥焙烧4h,得到气体扩散层。

[0104] 实验例

[0105] 将实施例1-3和对比例1提供的气体扩散层进行测试,结果如下表所示。

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	对比例 1
[0106] 拉伸强度 (MPa)	7.0	7.4	7.7	6.6
(MD)				
拉伸强度 (MPa)	4.8	5.1	5.3	4.6
(TD)				

	电阻率 (m $\Omega/\text{cm}^2$ )	11.5	10.3	9.5	12.6
[0107]	气体透过 率 ( $10^{-12}$ $\text{m}^2$ )	0.25	0.35	0.28	0.21

[0108] 由上表可得,在微孔层中增加了双网络水凝胶的气体扩散层,机械拉伸强度、导电率、气体透过率均要好于未添加的对比例。

[0109] 将实施例1提供的气体扩散层进行划痕破坏,破坏后的形貌如图2所示,静止一段时间后,形貌如图3所示,由图2和图3可知,由于凝胶的性质,在静置一段时间后,其划痕宽度有一定的降低,降低了30%,该气体扩散层具有一定的自修复能力。

[0110] 本发明实施例中的一个或多个技术方案,至少还具有如下技术效果或优点:

[0111] (1) 本发明实施例提供的气体扩散层具有水凝胶网络的微孔层,由于存在双网络水凝胶,相对于商业气体扩散层,其具有较好的回弹性和一定的自修复能力,因此提高了机械性能,降低了因组装或存放过程的不当,造成的气体扩散层微孔层破损问题;

[0112] (2) 本发明实施例提供的气体扩散层具有ZIF的双网络结构,提高了导电性,保证了气体和液体双通道的畅通,提高了电池的性能和抗损能力。

[0113] 最后,还需要说明的是,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过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,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过程、方法、物品或者设备所固有的要素。

[0114] 尽管已描述了本申请实施例的优选实施例,但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念,则可对这些实施例作出另外的变更和修改。所以,所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本发明范围的所有变更和修改。

[0115] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本申请实施例的精神和范围。这样,倘若本申请实施例的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

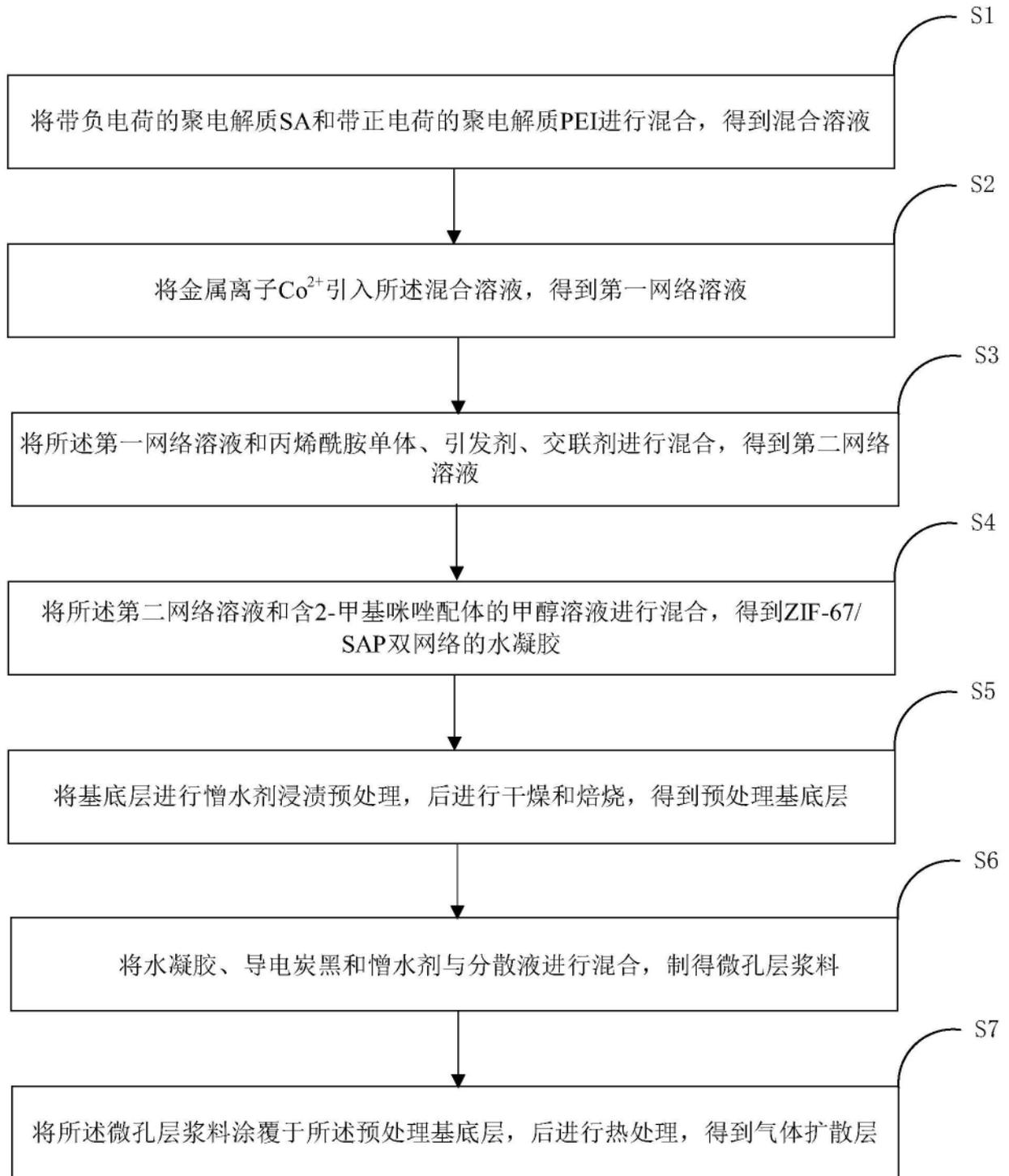


图1

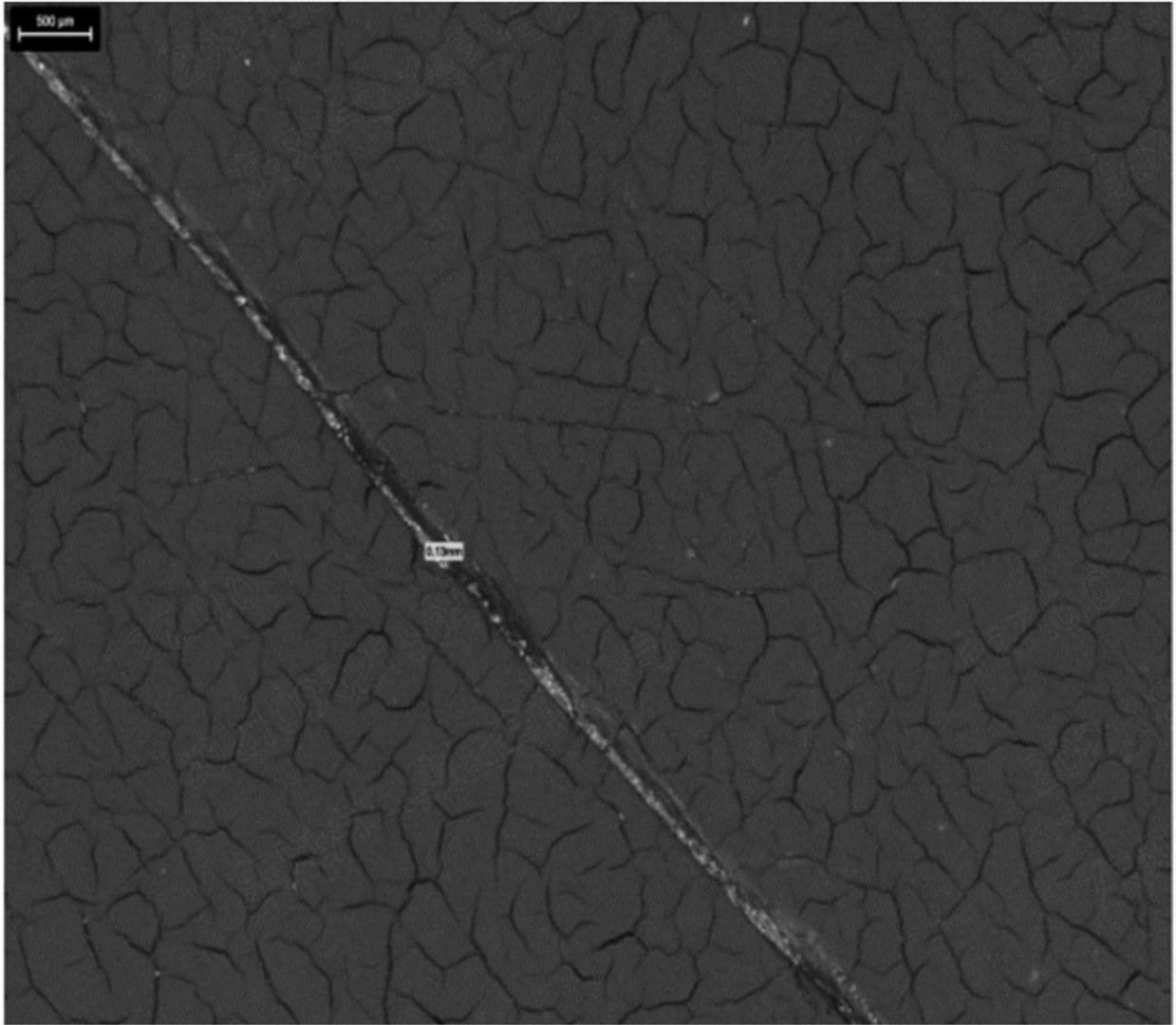


图2

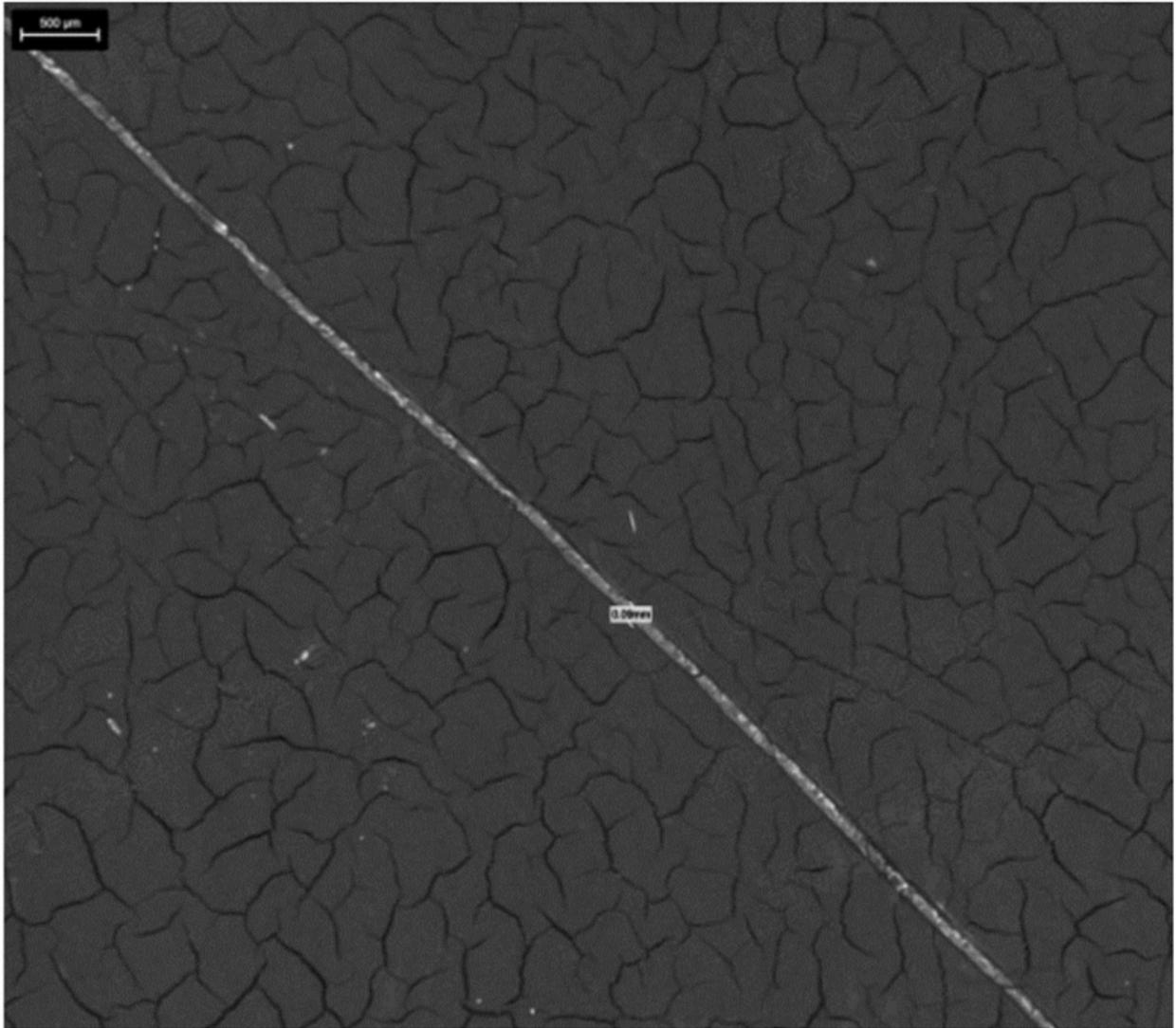


图3