



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1989641 B

(45) 授权公告日 2012.06.20

(21) 申请号 200580019859.6

H01M 4/88(2006.01)

(22) 申请日 2005.06.15

H01M 8/10(2006.01)

H01M 4/96(2006.01)

(30) 优先权数据

0413324.5 2004.06.15 GB

(56) 对比文件

US 2003/0194557 A1, 2003.10.16, 说明书第 [0095] 段.

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006.12.15

(86) PCT申请的申请数据

PCT/GB2005/002371 2005.06.15

(87) PCT申请的公布数据

W02005/124902 EN 2005.12.29

(73) 专利权人 约翰逊马西有限公司

地址 英国伦敦

专利权人 技术纤维产品有限公司

审查员 蒲俊红

(72) 发明人 G·T·夸伊尔 J·M·罗维

J·D·B·夏马 J·A·西奥德拉克

N·J·沃尔克

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 刘锴 邹雪梅

(51) Int. Cl.

H01M 4/86(2006.01)

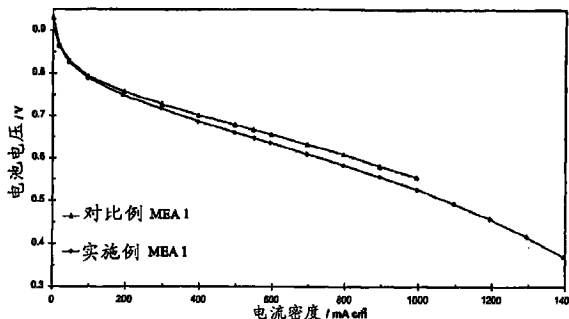
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 1 页

(54) 发明名称

气体扩散基材

(57) 摘要

本发明公开了一种气体扩散基材,该气体扩散基材包括非织造的碳纤维网络,其中碳纤维经石墨化但是非织造网络未经受石墨化工艺。石墨颗粒和疏水聚合物的混合物被设置在网络中。至少90%的石墨颗粒的最长尺寸低于100 μm。还公开了生产该气体扩散基材的方法。



1. 一种气体扩散基材,包括:  
碳纤维非织造网络,其中所述碳纤维是经石墨化的,但非织造网络没有经受石墨化工艺,和  
设置在所述网络中的石墨颗粒和疏水聚合物的混合物,其中至少 90% 石墨颗粒的最长尺寸低于  $100\ \mu\text{m}$ 。
2. 权利要求 1 的气体扩散基材,其中非织造网络具有  $10\text{--}50\text{g}/\text{m}^2$  的克重。
3. 权利要求 1 或 2 的气体扩散基材,其中至少 90% 的石墨颗粒的最长尺寸为  $20\text{--}0.1\ \mu\text{m}$ 。
4. 权利要求 1 或 2 的气体扩散基材,其中石墨颗粒小到足以保持在胶体悬浮液中。
5. 权利要求 1 或 2 的气体扩散基材,其中石墨颗粒对疏水聚合物的重量比为  $50 : 1$  至  $2 : 1$ 。
6. 权利要求 1 或 2 的气体扩散基材,其中石墨颗粒对碳纤维的重量比为  $1 : 2$  至  $10 : 1$ 。
7. 权利要求 1 或 2 的气体扩散基材,其中所述基材跨非织造网络的厚度上具有石墨颗粒和疏水聚合物的浓度梯度。
8. 权利要求 1 或 2 的气体扩散基材,其中所述石墨颗粒和疏水聚合物均匀分布在纤维网络中。
9. 权利要求 1 或 2 的气体扩散基材,包括经碳化的酚醛树脂粘合剂。
10. 权利要求 1 或 2 的气体扩散基材,其中炭黑和疏水聚合物基层层存在于基材的至少一面上。
11. 一种气体扩散电极,包括根据前述权利要求中任一项的气体扩散基材和电催化剂层。
12. 一种气体扩散电极,包括根据权利要求 7 的气体扩散基材和电催化剂层,其中电催化剂层与气体扩散基材中具有较高石墨颗粒和疏水聚合物浓度的面相邻接。
13. 一种膜电极组件,包括根据权利要求 1-10 中任一项的气体扩散基材。
14. 一种膜电极组件,包括权利要求 11 或 12 的气体扩散电极。
15. 一种制备根据权利要求 1-8 中任一项的气体扩散基材的方法,包括下列步骤:
  - a) 将石墨化碳纤维浆体沉积在多孔床上以形成湿纤维网络;
  - b) 制备石墨颗粒和疏水聚合物的悬浮液,其中至少 90% 的石墨颗粒的最长尺寸低于  $100\ \mu\text{m}$ ;
  - c) 将该悬浮液施加到湿纤维网络上;
  - d) 将悬浮液吸入到湿纤维网络上;和
  - e) 在不超过  $1000^\circ\text{C}$  温度下干燥和煅烧该湿纤维网络。
16. 权利要求 15 的方法,在步骤 (d) 中使用抽吸系统将悬浮液吸入湿纤维网络。
17. 权利要求 16 的方法,其中仅将该悬浮液施加到湿纤维网络的一面,而在湿纤维网络的另一面实施抽吸。
18. 一种制备根据权利要求 1-8 中任一项的气体扩散基材的方法,包括下列步骤:
  - a) 将石墨颗粒和疏水聚合物的悬浮液相混合以形成第一浆体,其中至少 90% 石墨颗粒的最长尺寸低于  $100\ \mu\text{m}$ ;

- b) 将石墨化的碳纤维、液体和任选的粘合剂相混合以形成第二浆体；
- c) 将第一浆体和第二浆体相混合以形成第三浆体；
- d) 将第三浆体沉积到多孔床上以形成含纤维层；以及
- e) 在不超过 1000℃温度下干燥和煅烧该含纤维层。

19. 权利要求 15-18 中任一项的制备气体扩散基材的方法, 包括将含有炭黑和疏水聚合物的层施加到含纤维层的至少一面上的额外步骤。

20. 一种制备气体扩散电极的方法, 其中气体扩散基材通过权利要求 15-19 中任一项的方法制备, 而电催化剂层设置在气体扩散基材上。

## 气体扩散基材

[0001] 本发明涉及气体扩散基材,特别是涉及用于燃料电池(例如聚合物电解质膜燃料电池)的气体扩散基材。本发明还涉及制备气体扩散基材的方法。

[0002] 燃料电池是含有两个被电解液分开的电极的电化学电池。燃料、例如氢或甲醇,被供给到阳极而氧化剂,例如氧气或空气被供给到阴极。在电极间发生电化学反应,燃料和氧化剂的化学能转化为电能和热量。燃料电池是清洁和高效的能源,并可以取代传统电能,例如静态的或者汽车电用途中两者中的内燃发动机。在质子交换膜(PEM)燃料电池中,电解液是电子绝缘但是离子导通的固体聚合物膜。

[0003] 已知聚合物电解质燃料电池的基本组件是膜电极组件(MEA)并通常含有五层。中间层是聚合物膜。该膜两侧是电催化剂(electrocatalyst)层,通常含有基于铂的催化剂。电催化剂是提升电化学反应速率的催化剂。最后,与各电催化剂层相邻的是气体扩散基材。该气体扩散基材必须能够让反应物达到电催化剂层和必须传导由电化学反应产生的电流。因此,该基材必须是多孔的和导电的。

[0004] MEAs可以由多种方法构造。可以将电催化剂层施加到气体扩散基材上以形成气体扩散电极。两个气体扩散电极可以设置在膜的两侧并一起层压形成五层MEA。备选地,可以将电催化剂层施加到膜的两面以形成用催化剂涂覆的膜。随后,将气体扩散电极施加到催化剂涂覆膜的两面上。最后,通过在一侧用电催化剂层涂覆膜、气体扩散基材与电催化剂层邻接和气体扩散电极在膜的另一侧形成了MEA。

[0005] 典型的气体扩散基材包括基于复写纸的基材(例如由日本Toray Industries 可得的Toray®纸)、织造碳布(例如由USA, Zoltek Corporation 可获得的Zoltek® PWB-3)或者非织造碳纤维布(例如由UK, Technical Fibre Products 可获得的Optimat 203)。碳基材通常经嵌入在基材中或者涂覆到平面上或者两者的组合的颗粒材料改性。该颗粒材料通产是炭黑和聚合物(例如聚四氟乙烯,PTFE)的混合物。

[0006] US 6511768 公开了一种气体扩散基材,其包括石墨化的纤维网络结构。该网络通过如下方法制备:获取由聚丙烯腈(PAN)纤维制备的网络结构并氧化和石墨化该网络。该石墨化步骤在1500-2500°C温度下进行。这种高温处理要求相当大的能量输入,增加了生产工艺的费用。

[0007] EP 791974 公开了制备气体扩散基材的连续生产方法,该方法没有使用高温石墨化步骤。炭黑与PTFE混合,并用PTFE涂覆碳纤维。混合炭黑/PTFE混合物和经涂覆的碳纤维以形成浆体,将该浆体涂覆到以移动网床(mesh bed)上。沉积层经干燥形成气体扩散基材。

[0008] 本发明人在寻找一种与在EP 791974中所公开的基材相比具有改善的电导率的气体扩散基材材料,并已经寻找到实现该方法,该方法不要求高温石墨化纤维网络。基材必须具有对于燃料中使用合适的电导率,透气性和水处理性质。所述基材应当是坚固和柔性的,使得足以承受进一步加工成电极和/或膜电极组件。

[0009] 相应地,本发明提供了包括碳纤维非织造网络和设置在网络中的石墨颗粒和疏水聚合物的混合物的气体扩散基材,其中碳纤维经石墨化但是非织造网络没有经受石墨化步

骤 ;至少 90% 石墨颗粒的最长尺寸低于 100  $\mu\text{m}$ 。

[0010] 石墨化是其中碳被加热到至少 1500 $^{\circ}\text{C}$  和碳的结晶学结构变为更像纯石墨结构的“石墨”形态的步骤。其中碳纤维经石墨化但是非织造网络未经受石墨化步骤的非织造网络在物理上不同于经过石墨化的网络。石墨网络与由石墨化碳纤维制备的非石墨化网络相比可能具有更高的传导率和更高的劲度。

[0011] US 6511768 提出 :由石墨化纤维形成网络结构通过纤维的高劲度得以避免,但是本发明人已经发现石墨化纤维有利地在本发明的气体扩散基材中用于形成非织造纤维网络。优选使用单独的石墨化纤维而不是使纤维网络石墨化,这是因为前者更为容易并且单独的纤维处理起来更为经济。石墨化纤维网络还能由于石墨化步骤期间的各向异性尺寸变化导致不理想的不平坦结构。

[0012] US 6511768 公开了石墨化网络结构应当用于形成气体扩散基材,因为它们具有高的穿过平面传导率。本发明人已经发现可以不使用石墨化网络结构实现高传导率的气体扩散基材。在本发明中,高传导率通过将细石墨颗粒设置在石墨化碳纤维的非织造网络中而实现。细石墨颗粒(至少 90% 的石墨颗粒的最长尺寸低于 100  $\mu\text{m}$ ) 赋予纤维交替平行的传导路径,由此改善了纤维间传导率。

[0013] 石墨化碳纤维是合适的通过氧化和石墨化聚丙烯腈(PAN) 纤维制备的碳纤维。合适地,碳纤维的平均尺寸为 0.1-20  $\mu\text{m}$ 、优选 1-10  $\mu\text{m}$ 。碳纤维的平均长度合适地为 1-20mm、优选 3-12mm。所述非织造网络合适的具有 10-50 $\text{g}/\text{m}^2$ 、优选 20-40 $\text{g}/\text{m}^2$  的克重(面重量)(这仅是碳纤维的重量而不包括石墨颗粒和疏水聚合物的重量)。如果纤维网络具有低于此的克重,则可能危及基材的传导率。

[0014] 在非织造网络中碳纤维合适地在 x 方向和 y 方向(面内) 随机取向,得到了二维各向异性结构。然而,取决于用于生产该纤维网络的方法,可以诱导某些在 x 方向和 y 方向的取向。如果该纤维网络使用常规造纸法铺设或者使用织造物技术湿铺设,则可能产生在 z 方向(穿过平面)的随机取向。

[0015] 在本发明方法中使用的石墨颗粒可以是经石墨化的炭黑,但是合适地是片状石墨或者球状石墨。至少 90% 石墨颗粒的最长尺寸低于 100  $\mu\text{m}$ 、合适地为 20-0.1  $\mu\text{m}$ 、优选为 5-0.1  $\mu\text{m}$ 。细的和非常细的石墨颗粒是优选的 ;较大的石墨颗粒难于保持在纤维网络中。优选地,石墨颗粒作为石墨颗粒的胶体悬浮液供给,其中石墨颗粒小到足以保持在胶体悬浮液中。由于小颗粒不发生附聚,石墨颗粒的胶体悬浮液是有利的。

[0016] 疏水聚合物合适地是含氟聚合物(例如聚四氟乙烯(PTFE) 或者氟化的乙烯-丙烯(FEP),并优选是 PTFE。石墨颗粒对疏水聚合物的重量比合适地为 50 : 1-2 : 1,优选为 10 : 1-4 : 1。石墨颗粒对碳纤维的重量比合适地为 1 : 2-10 : 1,优选为 3 : 5-5 : 1。石墨颗粒、疏水聚合物和碳纤维的相对量在确定基材比率时非常重要。增加疏水聚合物的比重增加了材料的疏水性和增加强度,反之增加碳纤维和石墨颗粒的比重增加了传导率。由于石墨颗粒具有非常低的电阻率,石墨颗粒的相对量对传导率具有最显著影响。

[0017] 在本发明的一个实施方案中,跨纤维网络厚度存在石墨颗粒和疏水聚合物的浓度梯度。术语“浓度梯度”是指从网络的第一面到第二面浓度以梯度(尽管不必是线性的)变化。合适地,在第一面上石墨颗粒和疏水聚合物的量至少是第二面上石墨颗粒和疏水聚合物的量的至少 2 倍、优选至少 4 倍。

[0018] 在本发明的一个备选实施方案中,石墨颗粒和疏水聚合物均匀分布在纤维网络中,即跨纤维网络厚度不存在浓度梯度。

[0019] 除了石墨颗粒和疏水聚合物,气体扩散基材可以另外含有通过快速低温碳化酚醛树脂制备的粘合剂。由于该粘合剂固定住网络结构的节点并更紧密地粘合石墨颗粒,这增加了 x-y 平面中的基材强度。此外,该粘合剂还降低了材料的可压缩性。碳化的酚醛树脂粘合剂的量合适地为 2 ~ 50wt% (以基材重量计)。与在高于 1500°C 进行的石墨化相反,碳化可以在约 800°C 温度下进行,尽管可以使用更低温度,但是伴有传导率的较低增加。

[0020] 在本发明的一个优选实施方案中,所述气体扩散基材合适地用于燃料电池,并因而具有低于 400  $\mu\text{m}$ 、优选 100-250  $\mu\text{m}$  的移位 (ex-situ) 厚度。基材的厚度可能随压制显著变化,例如在组装成燃料电池组。

[0021] 合适地,当所述基材在燃料电池中使用,炭黑和疏水聚合物衬底层存在于基材的至少一面上。炭黑颗粒材料是例如油料炉黑,例如 Vulcan® XC72R (来自 Cabot Chemicals, USA), 或者乙炔炭黑,例如 Shawinigan (来自美国 Chevron Chemicals) 或 Denka FX-35 (来自日本 Denka)。疏水聚合物合适地是聚四氟乙烯 (PTFE)。衬底层提供了其上待施加催化剂层的连续表面。如果气体扩散基材在跨基材厚度上具有石墨颗粒和疏水聚合物的浓度梯度,那么衬底层合适地存在于气体扩散基材具有较高石墨颗粒和疏水聚合物浓度的面上。

[0022] 本发明还提供了包括根据本发明的气体扩散基材和电催化剂层的气体扩散电极。

[0023] 电催化剂层含有可以是细碎的金属粉末 (金属黑) 的电催化剂,或者可以是其中金属小颗粒分散在导电的颗粒状碳载体的负载催化剂。电催化剂金属合适地选自:

[0024] (i) 铂族金属 (铂、钯、铑、钌、铱和锇),

[0025] (ii) 金或银,

[0026] (iii) 贱金属 (base metal),

[0027] 或者包括一种或者多种这些金属或者它们的氧化物的合金或混合物。优选的电催化剂金属是铂,其可以与其它贵金属 (例如钌) 或贱金属 (例如钨或钨) 合金化。如果该电催化剂是负载的催化剂,那么在碳载体材料上的金属颗粒负载量合适地为 10-90wt%, 优选为 15-75wt%。

[0028] 电催化剂层还合适地含有离子传导聚合物,其被引入以改善层内离子传导性。

[0029] 在其中气体扩散电极是燃料电池的阴极和跨纤维网络厚度存在石墨颗粒和疏水聚合物的浓度梯度的一个优选实施方案中,电催化剂层邻接于具有较高的石墨颗粒和疏水聚合物浓度的气体扩散基材的面。设置基材的最疏水表面以邻接于催化剂层,从而防止催化剂层在燃料电池运行期间被水堵塞。

[0030] 本发明还提供了包括根据本发明的气体扩散基材的膜电极组件。所述膜电极组件包括插在两个电催化剂层间的聚合物电解质膜。至少一个气体扩散基材是根据本发明的气体扩散基材,该气体扩散基材与电化学层相邻接。

[0031] 聚合物电解质膜可以是本领域技术人员已知的任何类型的离子传导性膜。合适地,该膜是质子传导性的。在现有技术的膜电极组件中,这些膜经常基于全氟化的磺酸材料,例如 Nafion® (Dupont)、Flemion® (Asahi Glass) 和 Aciplex® (Asahi Kasei)。该膜可以是含有质子传导材料和其它赋予诸如机械强度的性能的复合膜。例如,该膜可以

包括质子传导膜和硅石纤维基质,如 EP 875524 中所述。该膜合适地低于 200  $\mu\text{m}$  厚,优选低于 50  $\mu\text{m}$  厚。

[0032] 在跨纤维网络厚度存在石墨颗粒和疏水聚合物的浓度梯度的一个优选实施方案中,在膜电组件中电催化剂层与气体扩散基材的具有较高石墨颗粒和疏水聚合物浓度的面相邻接。

[0033] 本发明还提供了形成根据本发明的气体扩散基材的方法,该方法包括下列步骤:

[0034] a) 将石墨化碳纤维浆体沉积在多孔床上以形成湿纤维网络;

[0035] b) 制备石墨颗粒和疏水聚合物的悬浮液,其中至少 90% 的石墨颗粒的最长尺寸低于 100  $\mu\text{m}$ ;

[0036] c) 将该悬浮液施加到湿纤维网络上;

[0037] d) 将悬浮液吸入到湿纤维网络中;和

[0038] e) 在不超过 1000 $^{\circ}\text{C}$  温度下干燥和煅烧该湿纤维网络。

[0039] 该方法不要求预成型干燥纤维网络的独立步骤和不要求,也不要求高温石墨化步骤,即不要求在高于 1500 $^{\circ}\text{C}$  下加热。

[0040] 所述纤维浆体合适地包括在液体(例如水)中的石墨化碳纤维。该浆体可以通过机械或者手动搅拌混合纤维和水来制备。将该浆体沉积到多孔床,例如纸制线(paper-making wire)或成型织物。该浆体可以使用多种适合于形成湿法铺设非织造网络的方法(例如使用帘式涂布机或者堤坝式涂布机(weir coater)进行沉积以提供平坦的浆体薄层。

[0041] 所述纤维浆体合适地含有粘合剂材料,例如聚乙烯醇(PVA),其量通常为浆体总干质量的 5-15%。该纤维浆体合适地含有通常为浆体总体积的 0.5-1% 的粘度改性剂,例如 **Texipol<sup>®</sup>**。在一个实施方案中,该纤维浆体还含有酚醛树脂。

[0042] 当浆体被沉积到多孔床上时,形成了湿纤维网络。该纤维网络由该床承载,而且在从床上取下时将会塌陷。

[0043] 至少 90% 的石墨颗粒的最长尺寸为低于 100  $\mu\text{m}$ , 优选至少 90% 的石墨颗粒的最长尺寸为 0.1-5  $\mu\text{m}$ 。细石墨颗粒(0.1-100  $\mu\text{m}$ ) 是优选的,这是因为可以通过过滤方法将它们添加到纤维网络中;较大颗粒不能渗入结构中。优选地,石墨颗粒作为石墨颗粒的胶体悬浮液(例如石墨颗粒的胶体溶液)提供。

[0044] 所述石墨颗粒和疏水聚合物的悬浮液合适地在水中含有 1-10wt% 固体。该悬浮液可以通过机械或手动搅拌混合石墨颗粒的悬浮液、疏水聚合物的悬浮液和水而制备。

[0045] 所述悬浮液合适地通过堤坝式涂布机或者帘式涂布机施加到湿纤维网络上。

[0046] 合适地使用抽吸系统将所述悬浮液吸入到湿纤维网络中。在本发明的一个优选实施方案中,仅将该悬浮液施加到湿纤维网络的一面,而在湿纤维网络的另一面实施抽吸。悬浮液被吸入到纤维网络中,但是通常保持在靠近施加悬浮液一面的悬浮液比到达实施抽吸的基材一面的悬浮液多。由此,这种方法可以用于制备跨基材厚度有多孔性梯度的气体扩散基材。

[0047] 所述湿纤维网络在不超过 1000 $^{\circ}\text{C}$  和合适地不超过 400 $^{\circ}\text{C}$  的温度下干燥和煅烧。这优于许多其中要求高温石墨化步骤的现有技术方法。优选地,煅烧温度足以烧结疏水聚合物和固定纤维网络中的所有粘合剂,并且至少为 270 $^{\circ}\text{C}$ 。如果已经将酚醛树脂添加到纤维浆

体中,那么如果想完全碳化纤维的化,煅烧必须在 750-950℃下进行。

[0048] 本发明还提供了制备根据本发明的气体扩散基材的备选方法,该方法包括下列步骤:

[0049] a) 将石墨颗粒和疏水聚合物的悬浮液相混合以形成第一浆体,其中至少 90% 石墨颗粒的最长尺寸低于 100 μm;

[0050] b) 将石墨化的碳纤维、液体和任选的粘合剂相混合以形成第二浆体;

[0051] c) 将第一浆体和第二浆体相混合以形成第三浆体;

[0052] d) 将第三浆体沉积到多孔床上以形成含纤维层;以及

[0053] e) 在不超过 1000℃ 温度下干燥和煅烧该含纤维层。

[0054] 在该方法中,成功地将石墨颗粒结合到碳纤维网络中,以简单的“单罐”提供了高传导性气体扩散基材,而无需高温石墨化处理。石墨颗粒和疏水聚合物悬浮液预混合确保石墨颗粒保持在气体扩散基材中。

[0055] 疏水聚合物悬浮液合适地是含水的和可以含有其它组分(例如表面活性剂)。悬浮液的固体含量合适地为 0.01wt% -1wt%。石墨颗粒合适地使用混合器(例如高剪切力混合器)与疏水聚合物悬浮液混合。石墨颗粒对疏水聚合物的重量比合适地为 50 : 1 至 2 : 1,优选为 10 : 1 至 4 : 1。本发明人还发现石墨颗粒对疏水聚合物的比率影响石墨颗粒保留在气体扩散基材中的程度。

[0056] 对于第二浆体而言优选的粘合剂是聚乙烯醇(PVA)。所述液体优选是水。粘合剂对纤维的比率合适地为 1 : 1 至 1 : 20,第二浆体的固体含量合适地低于 1wt%。使用混合器(例如高剪切力混合器)混合纤维、任选的粘合剂和液体。在一个实施方案中,向第二浆体中添加酚醛树脂。

[0057] 合适地使用高剪切力混合器将第一浆体和第二浆体混合到一起。不可能在单一步骤中混合石墨颗粒、疏水聚合物和石墨化碳纤维;需要预先混合石墨颗粒和疏水聚合物,不然石墨颗粒不会保持在气体扩散基材中。

[0058] 第三浆体沉积在多孔床上,该多孔床优选是纸制线或者成型织物。第三浆体可以使用多种技术、但合适地使用堤坝式涂布机沉积。当将第三浆体沉积到床上时,形成了含纤维层。纤维在层中形成网络,而石墨颗粒和疏水聚合物嵌入到纤维网络中。石墨颗粒和疏水聚合物的浓度跨含纤维层厚度为基本均一。

[0059] 该含纤维网络在不超过 400℃ 和合适地不超过 350℃ 的温度下干燥和煅烧。这优于许多其中要求高温石墨化步骤的现有技术方法。优选地,煅烧温度足以烧结疏水聚合物并固定纤维网络中的所有粘合剂,并且至少为 270℃。如果已经将酚醛树脂添加到纤维浆体中,那么如果想完全碳化纤维的化,煅烧必须在 750-950℃ 下进行。

[0060] 本发明的方法还可以包括将含炭黑和疏水聚合物的层施加到含纤维层的至少一面上的额外步骤。

[0061] 本发明还提供了一种生产气体扩散电极的方法,在该方法中通过根据本发明方法齐备了气体扩散基材,并将电催化剂层沉积在气体扩散基材上。该电催化剂层使用本领域技术人员已知的涂覆方法(例如印刷、喷雾或者手术刀涂方法)进行沉积。

[0062] 现在参照实施例描述本发明,这些实施例用于阐述而不是限制本发明。

[0063] 实施例 1 : 气体扩散基材



[0064] 通过将纤维添加到水中并进行搅拌制备了含 75wt% (基于固体组分重量) SGL C30 6mm 碳纤维 (石墨化 PAN) 和 25wt% SGL C303mm 碳纤维 (石墨化 PAN) 的纤维浆体。向其中添加 PVA 粘合剂 (SolvronNL2003) (浆体干重量的 10%) 和 **Texipol®** 63-002 粘度调节剂 (浆体体积的 0.8%)。使用堤坝式涂布机在纸制线上沉积纤维浆体以形成湿非织造纤维网络。

[0065] 通过以 4 : 1 的比率混合石墨悬浮液 (AquaDag 18%, Acheson) 和 PTFE 悬浮液 (Fluon GP1 溶液, Asahi Glass) 制备石墨 /PTFE 浆体。使用帘式涂布机将该浆体施加到湿纤维网络上, 并使用抽吸系统将浆体吸入到纤维网络中。然后在 385°C 下干燥和煅烧该湿基材 15 分钟。

#### [0066] 实施例 2 : 气体扩散基材

[0067] 通过将纤维添加到水中并进行搅拌制备了含 SGL C30 6mm 碳纤维 (石墨化 PAN) 的纤维浆体。向其中添加 PVA 粘合剂 (Solvron NL2003) (浆体干重量的 15%) 和 **Texipol®** 63-002 粘度调节剂 (浆体体积的 0.6%)。

[0068] 通过在水中混合 Timcal 石墨薄片 (T44) 和 PTFE 悬浮液 (Fluon GP1 溶液, Asahi Glass) (干重量的 6%) 制备了含石墨颗粒和 PTFE 的第二浆体。

[0069] 然后在成型储罐中混合这两种浆体, 并使用堤坝式涂布机该纤维浆体沉积到纸制线上, 以形成插有石墨颗粒的湿非织造纤维网络。

[0070] 然后在 385°C 下干燥和煅烧该湿基材 15 分钟。

#### [0071] 实施例 3 : 膜电极组件

[0072] 使用根据实施例 1 制备的两个气体扩散基材制备了实施例 MEA1。将碳 /PEFE 基底层施加到各气体扩散基材的一个表面。将所述气体扩散基材设置到催化全氟磺酸膜的两侧, 并以基底层面面向该膜, 然后将组件层压到一起。以完全相同的方式制备了对比例 MEA1, 区别在于气体扩散基材是和实施例 1 的气体扩散基材厚度大致相同的 **Toray®** TGP-H-060 纸。

[0073] 在燃料电池中在 65°C 下以 14.9kPa 氢气压力和 14.9kPa 空气压力测定了两种 MEA。图 1 表明实施例 MEA1 的性能与对比例 MEA1 的性能是堪相比较的。

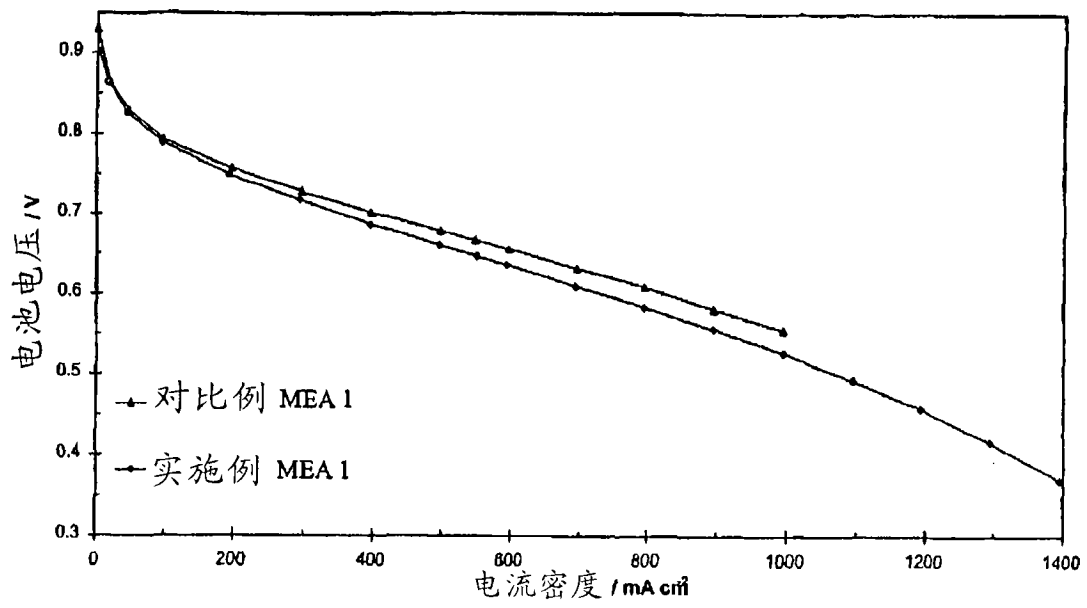


图 1