



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104170136 B

(45)授权公告日 2016.11.16

(21)申请号 201380014145.0

(22)申请日 2013.03.07

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104170136 A

(43)申请公布日 2014.11.26

(30)优先权数据

2012-057407 2012.03.14 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.09.12

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2013/056300 2013.03.07

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/137102 JA 2013.09.19

(73)专利权人 日产自动车株式会社

地址 日本神奈川县

(72)发明人 长谷川卓也 寺崎久雄

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务
所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇 张会华

(51)Int.Cl.

H01M 8/0245(2016.01)

H01M 8/0247(2016.01)

H01M 8/026(2016.01)

(56)对比文件

JP 特开2011-29076 A, 2011.02.10,

JP 特开2011-29076 A, 2011.02.10,

JP 特开2010-33970 A, 2010.02.12,

审查员 焦延峰

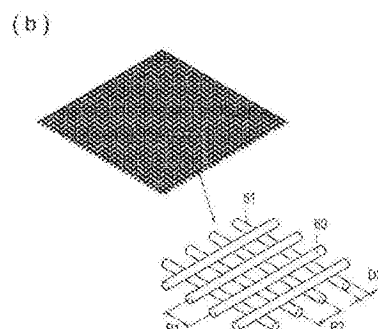
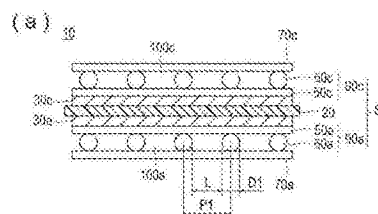
权利要求书1页 说明书16页 附图4页

(54)发明名称

带流路的气体扩散层及燃料电池

(57)摘要

本发明提供确保优异的气体扩散性且厚度薄的带流路的气体扩散层。带流路的气体扩散层是在导电性基材B上平行地设置用于形成流路的导电性线材A而成的,该带流路的气体扩散层的特征在于,由所述导电性线材A形成的流路的高度为300 μ m以下,由相邻的导电性线材A构成的流路的当量直径为300 μ m以下。



1. 一种带流路的气体扩散层,其是在导电性基材B上平行地设置用于形成流路的导电性线材A而成的,该带流路的气体扩散层的特征在于,

由所述导电性线材A形成的流路的高度为300 μ m以下,

由相邻的导电性线材A构成的流路的当量直径为300 μ m以下,

所述导电性基材B由与所述导电性线材A正交而不交叉的1层的导电性线材C形成。

2. 根据权利要求1所述的带流路的气体扩散层,其中,在未配置所述导电性线材A这一侧的导电性基材B上进一步配置催化剂层的情况下,相邻的导电性线材C间的间距满足下述式(1):

$$\rho \times r/t \leq 5 \quad (1)$$

其中, ρ 为催化剂层的电阻率,单位为 $\Omega \cdot \text{cm}$, r 为相邻的导电性线材C间的间距的半值,单位为cm, t 为催化剂层的厚度,单位为cm。

3. 根据权利要求1或2所述的带流路的气体扩散层,其中,所述导电性线材A由非导电性的芯材和覆盖所述非导电性的芯材的导电性的表层材料构成,或者由金属构成。

4. 根据权利要求1或2所述的带流路的气体扩散层,其中,在未配置所述导电性线材A这一侧的导电性基材B上形成导电性颗粒层。

5. 根据权利要求3所述的带流路的气体扩散层,其中,在未配置所述导电性线材A这一侧的导电性基材B上形成导电性颗粒层。

6. 根据权利要求1或2所述的带流路的气体扩散层,其中,该带流路的气体扩散层具有下述矩形:在将所述带流路的气体扩散层的与所述导电性线材A平行的方向的长度设为L、与所述导电性线材A垂直的方向的长度设为W时, L/W 为2以下。

7. 根据权利要求3所述的带流路的气体扩散层,其中,该带流路的气体扩散层具有下述矩形:在将所述带流路的气体扩散层的与所述导电性线材A平行的方向的长度设为L、与所述导电性线材A垂直的方向的长度设为W时, L/W 为2以下。

8. 根据权利要求4所述的带流路的气体扩散层,其中,该带流路的气体扩散层具有下述矩形:在将所述带流路的气体扩散层的与所述导电性线材A平行的方向的长度设为L、与所述导电性线材A垂直的方向的长度设为W时, L/W 为2以下。

9. 根据权利要求1所述的带流路的气体扩散层,其中,

所述导电性基材B与催化剂层直接接触。

10. 一种燃料电池,其具有将膜电极接合体和隔离膜层叠而成的层叠体,所述膜电极接合体在电解质膜的两面具备阳极的电极层和阴极的电极层,该燃料电池的特征在于,

权利要求1~9的任一项所述的带流路的气体扩散层配置于阳极和阴极中的至少一者那一侧的所述隔离膜与所述膜电极接合体的电极层之间,

所述导电性线材A与所述隔离膜电连接,且所述导电性基材B与所述膜电极接合体的电极层电连接。

带流路的气体扩散层及燃料电池

技术领域

[0001] 本发明涉及带流路的气体扩散层。本发明尤其涉及发电性能优异、具有高度较低的流路的带流路的气体扩散层及具有该带流路的气体扩散层的燃料电池。

背景技术

[0002] 近年来,与以能量/环境问题为背景的社会需求、趋势相呼应,在常温下也能工作并得到高功率密度的燃料电池作为电动汽车用电源、定置型电源而受到关注。燃料电池是一种清洁的发电系统,其电极反应的产物原则上为水而对地球环境几乎没有不良影响。尤其是固体高分子型燃料电池(PEFC),由于在较低温下工作,因此作为电动汽车用电源受到期待。固体高分子型燃料电池具有将发挥发电功能的多个单电池层叠而成的结构。该单电池具备膜-电极接合体(MEA),所述膜-电极接合体(MEA)具有高分子电解质膜、在该膜的两面上依次形成的一对催化剂层和一对气体扩散层(GDL)。然后,各个单电池所具有的MEA夹着隔离膜与相邻的单电池的MEA电连接。通过这样将单电池层叠,从而构成燃料电池堆。此外,该燃料电池堆作为可用于各种用途的发电装置而发挥功能。

[0003] 在这种燃料电池堆中,隔离膜如上所述地发挥将相邻的单电池彼此电连接的功能。此外,通常在与MEA相对的隔离膜的表面设置气体流路。该气体流路作为用于分别向阳极及阴极供给燃料气体及氧化剂气体的气体供给单元发挥功能。隔离膜通常通过对金属板进行冲压加工或者对石墨板进行切削加工而制作。

[0004] 此处,简单说明PEFC的发电机理,在PEFC的运行时,向单电池的阳极侧供给燃料气体(例如氢气),向阴极侧供给氧化剂气体(例如空气、氧气)。其结果,在阳极及阴极分别进行下述反应式所示的电化学反应,从而产生电。

[0005] [化学式1]

[0006] 阳极反应: $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \cdots (1)$

[0007] 阴极反应: $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- + (1/2)\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} \cdots (2)$

[0008] 为了使上述电化学反应进行,GDL需要具有使燃料气体、氧化剂气体高效地扩散而供给于催化剂层的气体供给功能,已经提出了各种方案。例如,专利文献1中公开了一种燃料电池,其在阳极催化剂层与燃料供给部之间或者阴极催化剂层与氧化剂供给部之间以与催化剂层及供给部接触的方式设置有形成特定的大空间的导电性构件(线材)。即,专利文献1中记载了如下内容:用导电性线材形成流路,将在阳极生成的气体及在阴极生成的水经由该大空间迅速地排出到外部,能够降低电阻性。

[0009] 现有技术文献

[0010] 专利文献

[0011] 专利文献1:日本特开2009-272101号公报

发明内容

[0012] 然而,专利文献1中记载的燃料电池不具有气体扩散层,而且为了降低电阻而将导

电性构件(线材)埋设在催化剂层中,因此无法向催化剂层供给充分的气体,发电性能不充分。

[0013] 因此,本发明是鉴于上述情况而做出的,目的在于提供发电性能优异的气体扩散层。

[0014] 本发明的发明人们为了解决上述问题而进行了深入研究,结果发现通过在配置于催化剂层侧的导电性基材上配置具有特定当量直径的导电性线材而形成流路,从而能够达到上述目的。

附图说明

[0015] 图1的(a)为示出第一实施方式的燃料电池的基本结构的剖面示意图,图1的(b)为示出图1的(a)的导电性基材B和导电性线材A的立体图以及用虚线包围的区域的放大立体图。

[0016] 图2为示出第二实施方式的燃料电池的基本结构的概略剖视图。

[0017] 图3为示出第三实施方式的燃料电池的基本结构的概略剖视图。

[0018] 图4为示出搭载有燃料电池堆的车辆示意图。

[0019] 图5为示出实施例1以及比较例1和2中制作的小尺寸(日文:サブスケール)燃料电池单电池的发电评价结果的图。

[0020] 图6为示出另一实施方式的导电性基材B的立体示意图。

[0021] 图7为用于说明导电性基材B的结构立体示意图。

具体实施方式

[0022] 本发明涉及一种带流路的气体扩散层,其是在导电性基材B上平行地设置用于形成流路的导电性线材A而成的,该带流路的气体扩散层特征在于,由所述导电性线材A形成的流路的高度为 $300\mu\text{m}$ 以下,由相邻的导电性线材A构成的流路的当量直径为 $300\mu\text{m}$ 以下。上述结构中,利用导电性线材形成气体流路,因此发电性能优异。

[0023] 为了车载性、生产率及成本的改善,要求燃料电池的小型化,对于改善体积功率密度而言,使燃料电池单电池较薄是有效的。此时的燃料电池单电池通常包括电解质膜、在该膜的两面依次形成的一对催化剂层、气体扩散层以及气体流路。其中,考虑到发电功能,催化剂层及电解质膜的厚度为 $0.01\text{mm}\sim 0.1\text{mm}$ 左右。另外,需要气体流路的高度为 $0.5\text{mm}\sim 2\text{mm}$ 左右、气体扩散层的厚度为 $0.2\text{mm}\sim 0.5\text{mm}$ 左右。即,由于气体流路占据燃料电池单电池的厚度的大部分,因此减小气体流路的高度在达成燃料电池的小型化方面是重要的。但是,现有的结构中,为了高效地去除伴随发电生成的水并供给发电所需的燃料气体及氧化气体,如上所述的气体流路高度是必要的。因此,现有的燃料电池的小型化是有限度的。

[0024] 相对于此,上述带流路的气体扩散层中,通过将导电性线材A平行地配置在导电性基材B上而形成流路。即,导电性线材A及导电性基材B发挥现有燃料电池单电池的气体扩散层及隔离膜的气体流路部分的作用。此时,导电性线材A有助于气体流路的形成,因此与需要微细加工的现有的隔离膜相比,能够将气体流路的高度抑制得较低,其结果,能够使燃料电池单电池较薄,能够使燃料电池小型化。另外,导电性线材A的直径为气体流路的高度,因此能够自由地选择气体流路的高度。

[0025] 伴随发电生成的水的去除能力、发电所需的燃料气体及氧化气体的供给能力可以通过调整相邻的导电性线材A的间距来调整为适当的范围。因此,通过适当选择导电性线材A的间距,能够达成充分的伴随发电生成的水的去除能力、发电所需的燃料气体及氧化气体的供给能力。进而,上述带流路的气体扩散层中,将导电性线材A与导电性基材B独立地配置。因此,能够自由选择燃料气体、氧化气体流动的方向,能够自由地分别选择导电性线材A、导电性基材B的设计(线直径、间距等),这类选择的范围非常大。

[0026] 此外,尤其是使用上述带流路的气体扩散层制作燃料电池时,导电性线材A和导电性基材B两者都具有导电性,因此能够高效地使在催化剂层处产生的电流动至隔离膜侧。另外,如上所述,上述带流路的气体扩散层能够发挥充分的伴随发电生成的水的去除能力、发电所需的燃料气体及氧化气体的供给能力。因此,具有上述带流路的气体扩散层的燃料电池的发电性能优异。

[0027] 以下,关于本发明的燃料电池,使用附图进行详细说明。需要说明的是,在附图说明中对同一元件标注同一附图标记,省略重复的说明。另外,附图的尺寸比例为了便于说明而作了夸张,有时与实际的比例不同。

[0028] 作为燃料电池的种类,没有特别限定。具体而言,可列举出固体高分子型燃料电池(PEFC)、碱型燃料电池、直接甲醇型燃料电池、微型燃料电池、磷酸型燃料电池等。其中,由于小型且可实现高密度/高功率化,因此优选地列举出固体高分子型燃料电池。另外,所述燃料电池作为搭载空间受到限定的车辆等的移动物体用电源之外,作为定置用电源等是有用的,特别适用于频繁发生系统的启动/停止、输出变化的汽车用途。

[0029] 因此,以下以高分子电解质型燃料电池为例来说明优选的实施方式。

[0030] 本实施方式(第一实施方式)的燃料电池10如图1所示具备高分子电解质膜20。在该高分子电解质膜20的一个面上设有阴极催化剂层30c和阴极隔离膜70c,所述阴极隔离膜70c具备导电性,用于隔绝气体。另外,在阴极催化剂层30c与阴极隔离膜70c之间,以接近阴极催化剂层30c的状态配置阴极导电性基材B50c。在阴极隔离膜70c侧的阴极导电性基材B50c上平行地设置多个阴极导电性线材A60c,形成阴极带流路的气体扩散层90c。相邻的阴极导电性线材A60c间的空间成为用于将氧化剂气体供给至阴极催化剂层30c的气体流路空间100c。另外,在高分子电解质膜20的另一个面上设有阳极催化剂层30a和阳极隔离膜70a,所述阳极隔离膜70a与阴极隔离膜70c同样地具备导电性,用于隔绝气体。另外,在阳极催化剂层30a与阳极隔离膜70a之间,以接近阳极催化剂层30a的状态配置阳极导电性基材B50a。在阳极隔离膜70a侧的阳极导电性基材B50a上平行地配置由多个导电性线材构成的阳极导电性线材A60a,形成阳极带流路的气体扩散层90a。相邻的阳极导电性线材A60c间的空间成为用于将燃料气体供给至阳极催化剂层30a的气体流路空间100a。通过这种结构,能够确保充分的气体流路空间并降低气体流路的高度,其结果,能够使燃料电池单电池较薄,能够使燃料电池小型化。另外,通常隔离膜通过金属板的冲压加工而制造,但在该方法中,存在伴随加工而产生的隔离膜的挠曲、伴随微细加工而产生的隔离膜的破裂或应变硬化的问题。相对于此,本发明的带流路的气体扩散层由于可以使用平滑的隔离膜,因此不会产生上述问题。进而,本发明的带流路的气体扩散层在催化剂层与导电性线材A之间作为气体扩散层配置导电性基材B。因此,使用这种带流路的气体扩散层而成的燃料电池在厚度方向上也能够向催化剂层整体供给气体,发电性能优异。对于在将燃料电池单电池层叠时由施加的载

荷造成的面外方向的压缩力,导电性基材B还能够抑制/防止导电性线材A陷入催化剂层侧。因此,能够达成良好的气体扩散性和压损降低。

[0031] 此处,高分子电解质膜20、阳极催化剂层30a、阳极导电性基材B50a、阳极导电性线材A60a、阴极催化剂层30c、阴极导电性基材B50c及阴极导电性线材A60c以被层叠的状态构成膜电极接合体(MEA)80。此外,通过将多个MEA80隔着阳极隔离膜70a和阴极隔离膜70c依次层叠,从而构成燃料电池堆。需要说明的是,将高分子电解质膜20、阳极催化剂层30a及阴极催化剂层30c层叠的状态也称为“CCM”。另外,在燃料电池堆中,也可以在隔离膜70a、70c与高分子电解质膜20之间等配置气体密封部,图1中省略了图示。

[0032] 图1中,在阴极和阳极这两者侧均配置由导电性线材A和导电性基材B构成的带流路的气体扩散层。然而,这种方式应用于阳极和阴极中的至少任意一者即可。即,根据优选的实施方式,燃料电池具有膜电极接合体和隔离膜层叠而成的层叠体,所述膜电极接合体在电解质膜的两面具备阳极的电极层和阴极的电极层。然后,带流路的气体扩散层配置在阳极和阴极中的至少一者侧的所述隔离膜与所述膜电极接合体的电极层之间。进而,所述导电性线材A与所述隔离膜电接触,且所述导电性基材B与所述膜电极接合体的电极层电接触。由此,能够借助导电性基材B及导电性线材A充分确保催化剂层与隔离膜之间的导电性,能够使在阴极催化剂层中产生的电流容易地流通至阴极隔离膜侧。因此,能够确保充分的气体扩散性及导电性,并且能够实现燃料电池的薄层化。

[0033] 例如,还列举出如图2所示那样的实施方式。即,图2中示出的第二实施方式的燃料电池中,仅阴极侧与图1同样地以接近阴极催化剂层30c的状态配置阴极导电性基材B50c。然后,阴极导电性线材A60c配置在阴极导电性基材B50c与阴极隔离膜70c之间。在阳极侧,与通常的燃料电池同样地配置阳极气体扩散层110a以及具有燃料气体流动的流路121a的阳极隔离膜120a。另外,虽然没有图示,但本发明也包括如下的与图2相反的结构。即,仅阳极侧与图1同样地以接近阳极催化剂层30a的状态配置阳极导电性基材B50a,阳极导电性线材A60a配置在阳极导电性基材B50a与阳极隔离膜70a之间。阴极侧也可以与通常的燃料电池同样地配置阴极气体扩散层以及具备氧化剂气体流动的流路的阴极隔离膜。

[0034] 以下,对本实施方式的燃料电池10的各构件进行详细说明。需要说明的是,下述说明中,只要没有特别提到,则阳极侧和阴极侧的各构件的结构为同样的定义。因此,以下,在阳极侧和阴极侧的各构件的结构同样时,将附图标记统一地记载。例如,阴极侧的导电性基材B50c与阳极侧的导电性基材B50a为同样结构时,将它们统一称为“导电性基材B50”。需要说明的是,各构件在阳极侧和阴极侧可以相同也可以不同。

[0035] (导电性线材A)

[0036] 多个导电性线材A60平行地配置在导电性基材B50上,构成带流路的气体扩散层90。此处,导电性线材A60与隔离膜70直接接触,确保了与隔离膜70之间的导电性。此处,导电性线材A60间的空间成为气体流路空间100。

[0037] 导电性线材A60可以如图1所示隔着MEA配置于实质上相互重叠那样的位置(实质上为相同位置),或者也可以配置在不同的位置。其中,考虑到针对由层叠载荷引起的面外方向的压缩力而抑制/防止塑性变形的效果,导电性线材A60优选在厚度方向上隔着MEA配置于实质上相互重叠那样的位置(实质上为相同位置)。

[0038] 由导电性线材A形成的流路的高度为300 μ m以下。因此,导电性线材A60的直径(图1

的(a)中的“D1”)为300 μm 以下。只要导电性线材A的直径为300 μm 以下,MEA的薄膜化、乃至燃料电池的小型化就能够达成。另外,由于能够在MEA内部使自气体流路空间供给的气体以充分量扩散至导电性线材A正下方的区域,因此燃料电池的发电性能优异。考虑到燃料电池的小型化、伴随发电生成的水的去除能力、发电所需的燃料气体及氧化气体的供给能力、高功率密度化等,导电性线材A60的直径(D1)优选为10 μm ~300 μm 、更优选为50 μm ~200 μm 、特别优选为100 μm ~150 μm 。需要说明的是,导电性线材A的截面为圆形时,导电性线材A60的直径(D1)为构成导电性线材A的导电性线材的直径。导电性线材A的截面形状不限于上述圆形,也可以是椭圆形、圆形、不规则形、矩形、三角形等。这种情况下的“导电性线材A的直径(D1)”如上所述为规定气体流路空间100的高度的长度。优选的是,导电性线材A的截面形状为圆形或矩形。

[0039] 另外,由相邻的导电性线材A构成的流路的当量直径(图1的(a)中的“L”)为300 μm 以下。因此,相邻的导电性线材A60的间距(图1的(a)中的“P1”)根据导电性线材A60的直径适当选择,为600 μm 以下。相邻的导电性线材A60的间距(P1)优选为20 μm ~600 μm 、更优选为100 μm ~400 μm 、特别优选为200 μm ~300 μm 。只要为这种范围,就能够将充分量的气体(燃料气体、氧化剂气体)供给至催化剂层30,另外,能够充分确保在发电区域中流路所占的比例,因此能够抑制气体输送阻力。因此,燃料电池能够发挥优异的发电性能。本说明书中,“相邻的导电性线材A60的间距”为相邻的导电性线材A的中心间的距离(图1的(a)中的“P1”的长度)。需要说明的是,“由相邻的导电性线材A构成的流路的当量直径”意味着实质上形成气体流路空间100的相邻的导电性线材A的距离,为图1的(a)中的“L”的长度。该“由相邻的导电性线材A构成的流路的当量直径(L)”被规定为相邻的导电性线材A60的间距(P1)减去导电性线材A的直径(D1)而得到的值(μm)($L(\mu\text{m})=P1(\mu\text{m})-D1(\mu\text{m})$)。

[0040] 如此,将具有如上所述的直径的导电性线材A以如上所述的间距实质上平行地配置,从而能够高效地将气体扩散到催化剂层中,确保充分的气体扩散速度和充分的气体供给功能。因此,使用本实施方式的燃料电池时,电化学反应的进行受到促进,其结果,能够达成高输出。另外,由于能够确保充分的气体扩散速度,因此,特别是设置在阴极侧的情况下,容易将在阴极侧生成的水排出至气体扩散方向的下游侧。其结果,能够充分抑制生成水滞留的液泛现象。从该观点出发,也能够促进电化学反应的进行,从而实现高输出。此外,反应气体的压力损失变少,因此流量分布变得均匀,还能够实现电压的稳定化。

[0041] 除上述之外,优选使具有导电性的导电性基材B50与催化剂层30直接接触,使具有导电性的导电性线材A60与隔离膜70直接接触。由此,能够借助导电性基材B50及导电性线材A60充分确保催化剂层30与隔离膜70之间的导电性,能够使在阴极催化剂层30c中产生的电流容易地流通至阴极隔离膜70c侧。因此,能够确保充分的气体扩散性及导电性,并实现燃料电池的薄层化。

[0042] 对导电性线材A60的配置没有特别限制,优选将导电性线材A60以与气体的流下方向平行的方式平行地配置。即,优选将导电性线材A以与燃料电池(单电池)内的气体的流动方向平行的方式配置。由此,能够使阳极侧及阴极侧的流路设计相同,能够降低压力损失。

[0043] 对于构成导电性线材A60的材质的导电性材料,没有特别限制。具体而言,导电性线材A60优选由非导电性的芯材和覆盖所述非导电性的芯材的导电性的表层材料构成,或者由导电性金属构成。

[0044] 作为在前一种情况下使用的芯材,没有特别限制,可列举出聚酯树脂(例如,聚对苯二甲酸乙二醇酯)、聚乙烯树脂、聚丙烯树脂等聚烯烃树脂、环氧树脂、聚氨酯树脂、聚碳酸酯树脂、丙烯酸类树脂、氯乙烯树脂、聚酰胺树脂等树脂材料。这些可以单独使用1种,也可以组合使用2种以上。

[0045] 另外,作为覆盖上述芯材的导电性的表层材料,只要是具有导电性的材料就没有特别限制。具体而言,可列举出:金、铂、钌、铱、铑、钯、银、铜、铁、钛和铝、以及它们的合金等金属;导电性的高分子材料、DLC(类金刚石碳)等导电性碳材料等。这些可以单独使用1种,也可以组合使用2种以上。

[0046] 另外,作为后一种情况下的金属,没有特别限制,同样地能够优选使用在覆盖上述芯材的导电性的表层材料中例示出的金属。

[0047] 此处,金、钯的腐蚀抑制/防止的效果优异。因此,在上述中的导电性线材A60为用金属(特别是金、钯)覆盖非导电性的芯材而成时,或者导电性线材A60由金、钯构成时,能够抑制/防止腐蚀,提高电池单元的耐久性,故而优选。其中,导电性线材A60更优选由非导电性的芯材以及覆盖所述非导电性的芯材的导电性的表层材料构成。导电性线材A的中心部由非导电性的芯材制作,因此能够减轻带流路的气体扩散层整体的重量,而且能够降低成本。

[0048] 或者,也可以对导电性线材A60的表面另行实施导电性的防腐蚀处理。通过导电性的防腐蚀处理,从而能够抑制/防止导电性线材A60的腐蚀,提高电池单元的耐久性。作为上述导电性防腐蚀处理,可以适宜地使用利用金、铂等贵金属的镀覆、包覆和溅镀、以及利用DLC(类金刚石碳)等导电性碳材料的涂布(溅镀、化学沉积(CVD)、物理沉积(PVD))等现有公知的方法。上述防腐蚀处理可以对导电性线材A进行、对导电性基材B进行、或者在导电性基材B上配置导电性线材A之后进行。考虑到电阻的降低,优选在导电性基材B上配置导电性线材A之后进行防腐蚀处理。

[0049] (导电性基材B)

[0050] 在导电性基材B50上平行地配置多个导电性线材A,构成带流路的气体扩散层90。本发明的带流路的气体扩散层具有垂直方向的导电性。因此,导电性线材A优选以与导电性基材B50接触的方式固定在导电性基材B50上。

[0051] 作为导电性基材B50,只要具有导电性,就没有特别限制。优选的是,导电性基材B由与导电性线材A正交而不交叉的至少1层的导电性线材C形成,或者为无纺布、发泡体或多孔发泡体。更优选的是,导电性基材B由与导电性线材A正交而不交叉的至少1层的导电性线材C形成。由此,能够实现燃料电池的小型化。

[0052] 此处,导电性基材B50由与导电性线材A正交而不交叉的至少1层的导电性线材C形成时,导电性基材B如图6所示,也可以还具有不与导电性线材A交叉而与所述导电性线材C交叉的导电性线材C'。通过采用这种结构,导电性基材B50的强度增加,因此能够针对由层叠载荷引起的面外方向的压缩力抑制/防止塑性变形。

[0053] 此处,上述“导电性基材B由与导电性线材A正交而不交叉的1层的导电性线材C形成”是指如图1的(b)所示的方式。即,导电性基材B50中,多个导电性线材C51以1层的方式平行地配置,此时,各导电性线材C51与导电性线材A60正交而没有交错地交叉(即,导电性线材A60只是载置在导电性线材C51上)。另一方面,“导电性线材C与导电性线材A正交且交叉”

是指如图7所示,导电性线材C(图中的“C”)与导电性线材A正交且交错地交叉。此外,导电性基材B50也可以由与导电性线材A正交而不交叉的导电性线材C所形成的1个层形成,或者也可以由该层为2层以上的层叠状态形成。考虑到MEA的厚度的减少(燃料电池的小型化),导电性基材B50优选由与导电性线材A正交而不交叉的导电性线材C所形成的1个层形成。

[0054] 本实施方式中,对导电性线材C51的直径(图1的(b)中的“D2”)没有特别限制。考虑到针对由层叠载荷引起的面外方向的压缩力而抑制/防止塑性变形的能力、燃料电池的小型化、伴随发电生成的水的去除能力、发电所需的燃料气体及氧化气体的供给能力等,优选为300 μm 以下。只要导电性基材B的直径(D2)为300 μm 以下,就能够达成MEA的薄膜化、乃至燃料电池的小型化。另外,在MEA内部,能够使自气体流路空间供给的气体以充分量扩散至导电性基材B正下方的区域,因此燃料电池的发电性能优异。导电性线材C51的直径(D2)更优选为10 μm ~300 μm 、特别优选为30 μm ~150 μm 。只要为这种范围,就能够针对由层叠载荷引起的面外方向的压缩力抑制/防止塑性变形,能够达成燃料电池的小型化、伴随发电生成的水的去除能力、发电所需的燃料气体及氧化气体的供给能力、高功率密度化。需要说明的是,导电性线材C的截面为圆形时,导电性线材C的直径(D2)为构成导电性线材C的导电性线材的直径。导电性线材C的截面形状不限于上述圆形,也可以为椭圆形、圆形、不规则形、矩形、三角形等。这种情况下的“导电性线材C的直径(D2)”为规定了导电性线材C在MEA的厚度方向上的总高度的长度。优选的是,导电性基材B的截面形状为圆形或矩形。

[0055] 另外,相邻的导电性线材C51的间距(P2)优选小于相邻的导电性线材A的间距(P1)($P2 < P1$)。此时,导电性线材C51以较小的间距(密集地)平行地配置,因此能够高效地将在催化剂层30产生的电传送到隔离膜70侧。另一方面,导电性线材A以某种程度的间距(大于导电性线材C51的间距)平行地配置,因此能够确保自隔离膜侧的气体的良好流动。具体而言,相邻的导电性线材C51的间距(P2)与相邻的导电性线材A的间距(P1)的比值($P2/P1$)优选为0.1~0.8、更优选为0.2~0.6。

[0056] 或者,在未配置导电性线材A这一侧的导电性基材B上还配置催化剂层的情况下,相邻的导电性线材C间的间距的半值也可以满足下述式(1)。

[0057] [数学式1]

$$[0058] \quad \rho \times r / t \leq 5 \quad (1)$$

[0059] 优选在未配置导电性线材A这一侧的导电性基材B上还配置催化剂层的情况下,相邻的导电性线材C间的间距满足上述式(1)。

[0060] 上述式(1)中, r 为相邻的导电性线材C间的间距的半值(cm)。另外, ρ 为催化剂层的电阻率($\Omega \cdot \text{cm}$)。t为催化剂层的厚度(cm)。如此,通过根据催化剂层的电阻率 ρ 和厚度t适当选择相邻的导电性线材C间的间距,能够构成内阻低的燃料电池。此处,由上述式(1): $\rho \times r / t$ 求出的值优选为5以下、更优选为2以下、进一步更优选为1以下、特别优选为0.5以下。

[0061] 由此,将具有如上所述的直径的导电性线材C以如上所述的间距实质上平行地配置而形成导电性基材B,从而高效地将在催化剂层30中产生的电传送到隔离膜70侧。另外,能够高效地将自隔离膜侧供给的气体供给至催化剂层侧。因此,使用上述带流路的气体扩散层的燃料电池中,电化学反应的进行受到促进,其结果,能够达成高输出。另外,导电性基材B能够针对由层叠载荷引起的面外方向的压缩力充分地抑制/防止塑性变形。

[0062] 在导电性基材B50由与导电性线材A正交而不交叉的至少1层的导电性线材C形成

的情况下,对构成导电性线材C的材质的导电性材料没有特别限制。具体而言,导电性线材C由非导电性的芯材以及覆盖所述非导电性的芯材的导电性的表层材料构成,或者由金属构成。作为前一种情况下所使用的芯材,没有特别限制,可列举出聚酯树脂(例如,聚对苯二甲酸乙二醇酯)、聚乙烯树脂、聚丙烯树脂等聚烯烃树脂、环氧树脂、聚氨酯树脂、聚碳酸酯树脂、丙烯酸类树脂、氯乙烯树脂、聚酰胺树脂等树脂材料。这些树脂材料可以单独使用1种,也可以组合使用2种以上。另外,作为覆盖上述芯材的导电性的表层材料,只要是具有导电性的材料就没有特别限制。具体而言,可列举出金、铂、钨、钽、铌、钼、银、铜、铁、钛和铝、以及它们的合金等金属、导电性的高分子材料、导电性碳材料等。这些材料可以单独使用1种,也可以组合使用2种以上。另外,作为后一种情况下的金属,没有特别限制,同样地能够优选使用在包覆上述芯材的导电性的表层材料中例示出的金属。上述情况中的、特别是在导电性基材B50为用金属(特别是金、钼)覆盖非导电性的芯材而形成,或者由金、钼构成的情况下,能够抑制/防止腐蚀,提高电池单元的耐久性,故而优选。其中,导电性线材C更优选由非导电性的芯材以及覆盖所述非导电性的芯材的导电性的表层材料构成。由于导电性线材C的中心部由非导电性的芯材制作,因此能够减轻带流路的气体扩散层整体的重量,而且能够降低成本。

[0063] 或者,也可以对导电性基材B或导电性线材C的表面另行实施导电性的防腐蚀处理。通过导电性的防腐蚀处理而能够抑制/防止导电性基材B或导电性线材C的腐蚀,从而能够提高电池单元的耐久性。作为上述导电性防腐蚀处理,可以适宜地使用金、铂等贵金属的镀覆、包覆和溅镀、以及DLC(类金刚石碳)等导电性碳材料的涂布(溅镀、化学沉积(CVD)、物理沉积(PVD))等现有公知的方法。上述防腐蚀处理可以对导电性线材A进行、对导电性基材B进行、或者在导电性基材B上配置导电性线材A之后进行。考虑到电阻的降低,优选在导电性基材B上配置导电性线材A之后进行防腐蚀处理。

[0064] 另外,在导电性基材B为无纺布、发泡体或多孔发泡体的情况下,为了进一步提高拒水性而防止液泛现象等,也可以实施拒水化处理或亲水化处理。此处,作为拒水化处理中可以使用的拒水剂,没有特别限定,可列举出聚四氟乙烯(PTFE)、聚偏二氟乙烯(PVdF)、聚六氟丙烯、四氟乙烯-六氟丙烯共聚物(FEP)等氟系高分子材料、聚丙烯、聚乙烯等。此处,对拒水处理方法没有特别限制,使用通常的拒水处理方法来进行即可。例如,可列举出在将导电性基材B浸渍到拒水剂的分散液中后在烘箱等中进行加热干燥的方法等。尤其可以使用在聚四氟乙烯(PTFE)的多孔体中浸渗碳颗粒并烧结而成的薄片体。通过制成薄片体,从而制造工序变得简易,而且将燃料电池的各构件层叠时的处理及组装变得容易。

[0065] 对导电性基材B的厚度没有特别限制。考虑到针对由层叠载荷引起的面外方向的压缩力而抑制/防止塑性变形的能力、燃料电池的小型化等,导电性基材B的厚度优选为300 μm 以下、更优选为5 μm ~200 μm 、特别优选为10 μm ~100 μm 。

[0066] (带流路的气体扩散层的制造方法)

[0067] 带流路的气体扩散层的制造方法只要是在导电性基材B上平行地配置用于形成流路的导电性线材A的方法,就没有特别限制。需要说明的是,以下,说明导电性基材B由与导电性线材A正交而不交叉的1层的导电性线材C形成的情况下的优选实施方式,但不限于下述方法。另外,其它实施方式的导电性基材B也可以应用同样的方法或者适当修改后的方法。

[0068] 例如,也可以在将导电性线材C以适当的间距平行地配置而形成导电性基材B后,将导电性线材A60直接配置在该导电性基材B上,或者也可以固定在上述导电性基材B上,优选后一种方法。通过该结构,能够实现均匀的气体供给。另外,能够抑制/防止组装时的导电性线材A的偏移、以及运行中的面压变化和/或气压变化等所导致的导电性线材A的偏移。另外,通过将导电性线材A60固定到导电性基材B50上,能够提高导电性基材B的弯曲刚度。

[0069] 此处,向导电性基材B(导电性线材C)上固定导电性线材A的方法没有特别限制。例如,导电性线材A由树脂或金属形成时,可列举出热接合等。其中,作为热接合方法,并不限制于以下方法,有将导电性基材B与导电性线材A的接点通过焊接、烧结、熔接等而固定的方法等。采用热接合时,即使导电性基材B及导电性线材A上存在未施加面压的部位、未接触的部位,也能够确保导电性。另外,热接合从操作的容易性等角度出发是有利的。

[0070] 或者,导电性线材A和C为用导电性的表层材料覆盖非导电性的芯材而成时,优选使用如下所述的方法。即,首先将导电性线材C的非导电性的芯材部分以适当的间距排列整齐而形成基材B',然后将导电性线材A的非导电性的芯材部分(线材A')以与线材C正交而彼此不交叉的方式排列在上述基材B'上,形成带线材A'的基材B'[工序(a)]。然后,将该带线材A'的基材B'用导电性的表层材料覆盖[工序(b)],从而能够制作在导电性基材B上平行地配置用于形成流路的导电性线材A而成的带流路的气体扩散层。

[0071] 上述工序(a)中,线材A'及基材B'可以直接供给于接下来的工序(b),优选在将线材A'固定于基材B'之后进行工序(b)。通过这种方法,能够实现均匀的气体供给,能够抑制/防止组装时的导电性线材A偏移、以及运行中的面压变化或气体压变化等所导致的导电性线材A偏移。另外,通过将导电性线材A60固定于导电性基材B50上,从而能够提高导电性基材B的弯曲刚度。此外,即使在导电性线材A60并非直线形状时,也能够通过将其与导电性基材B的接点固定而提高导电性基材B的面内纵横两个方向的弯曲刚度。此处,对线材A'向基材B'的固定方法没有特别限制。例如,线材A'和基材B'为如上所述的树脂材料时,可以使用如下方法:在上述工序(a)中,在将线材A'以正交而彼此不交叉的方式排列在基材B'上后,以树脂材料的熔点以上的温度进行加热熔融。需要说明的是,此时,由于基材B'与线材A'熔融,因此带流路的气体扩散层的厚度会稍小于基材B'和线材A'的尺寸的总和(线材A和C为圆形时为直径的总和)。同样地,线材A'和线材C'的尺寸(线材A'和C'为圆形时为直径)会稍小于导电性线材A和导电性线材C的尺寸(导电性线材A和C为圆形时为直径)。

[0072] 另外,对于上述工序(b)中带线材A'的基材B'的由导电性的表层材料进行的包覆也没有特别限制。具体而言,可列举出:粘贴导电性的表层材料的薄膜的方法;用导电性的表层材料进行镀覆(金属镀覆)的方法等。

[0073] 特别优选的是,将导电性线材C的非导电性的芯材部分排列整齐而形成基材B'后,将线材A'以正交而不交叉的方式排列在基材B'上,从而形成非导电性的带线材A'的基材B'。然后,将该带线材A'的基材B'用金属(特别是金、钯)进行镀覆。采用该方法时,导电性线材A和C的中心部由非导电性的芯材制作,因此能够减轻带流路的气体扩散层整体的重量,而且能够降低成本。

[0074] 本发明的带流路的气体扩散层的厚度方向的(燃料电池的厚度方向的)贯通电阻(电阻)为 $30\text{m}\Omega/\text{cm}^2$ 以下,导电性基材B的Gurley透气度(Gurley permeability)为300秒以下。该贯通电阻和Gurley透气度可以利用相邻的导电性线材C51的间距来规定。即,相邻的

导电性线材C51的间距(图1的(b)中的“P2”)为480 μm 以下、优选为5 μm ~480 μm 、更优选为20 μm ~300 μm 、特别优选为30 μm ~150 μm 。只要为这种范围,就能够达成MEA的薄膜化、乃至燃料电池的小型化。另外,能够将在催化剂层30产生的电效率良好地传送到隔离膜70侧。因此,燃料电池能够发挥优异的发电性能。另外,由于相邻的导电性线材C彼此密集地配置,因此还能够针对由层叠载荷造成的面外方向的压缩力充分地抑制/防止与塑性变形。本说明书中,“相邻的导电性线材C51的间距”为相邻的导电性线材C的中心间的距离(图1的(b)中的“P2”的长度)。需要说明的是,本说明书中,“Gurley透气度”表示根据JISP8117(1998年)在0.879g/mm²压力下100cc的空气透过膜的秒数。

[0075] 对带流路的气体扩散层的厚度没有特别限制。但是,考虑到针对由层叠载荷造成的面外方向的压缩力抑制/防止塑性变形的抑制/防止效果燃料电池的小型化、伴随发电生成的水的去除能力、发电所需的燃料气体及氧化气体的供给能力、高功率密度化等,优选为55 μm ~600 μm 。更优选为100 μm ~350 μm 。

[0076] 另外,对带流路的气体扩散层的尺寸也没有特别限制。优选的是,带流路的气体扩散层优选具有在将与导电性线材A平行的方向的长度设为L、与导电性线材A垂直的方向的长度设为W时的L/W的比例为2以下的矩形。通过这种结构,能够将气体(燃料气体、氧化剂气体)效率良好地分配到隔离膜。上述L/W的比例更优选为0.05~2、进一步更优选为0.1~1.5、特别优选为0.2~1.2。

[0077] 带流路的气体扩散层10必须包含导电性基材B50c和导电性线材A60c或者导电性基材B50a和导电性线材A60a。除了上述结构构件之外,也可以如图3(第三实施方式的燃料电池)所示、在未配置导电性线材A60的一侧的导电性基材B50上形成导电性颗粒层40。通过这种导电性颗粒层40的配置,催化剂层30与导电性基材B50的密合性提高,因此MEA80与导电性基材B50之间的接触电阻降低,能够提高MEA80内部的面内方向的导电性并提高集电性能。因此,导电性基材B50由与导电性线材A60正交而不交叉的至少1层的导电性线材C形成时,能够将导电性线材C的间距设定得较大。另外,能够更容易地将滞留于导电性基材B50的液态水排出。此外,导电性颗粒层40作为保护层发挥功能,避免导电性基材B50与MEA80直接接触,能够提高导电性基材B50的耐腐蚀性,另外,能够防止由导电性基材B50的压接导致的催化剂层30的破损。对导电性颗粒层40的形成方法没有特别限制,可以使用将导电性颗粒层40压接到催化剂层30上等的方法。

[0078] 需要说明的是,图3中虽然设有阴极导电性微颗粒层40c和阳极导电性微颗粒层40a两者,但也可以仅设置其中任一者。另外,图3的方式与图1的方式相对应,也适用于其它的方式。

[0079] 导电性颗粒层40根据需要由包含拒水剂的碳颗粒的聚集体形成。此处,作为碳颗粒,没有特别限定,只要为炭黑、石墨、膨胀石墨等现有的通常的碳颗粒即可。其中,从电子传导性优异、比表面积较大的角度出发,可优选地列举出油炉法炭黑、槽法炭黑、灯黑、热裂炭黑、乙炔黑等炭黑。所述碳颗粒的粒径可以设为10 μm ~100nm左右。由此,能够获得基于毛细管力的高排水性,并且还能够提高与催化剂层的接触性。作为碳颗粒层中使用的拒水剂,没有特别限定,可列举出聚四氟乙烯(PTFE)、聚偏二氟乙烯(PVDF)、聚六氟丙烯、四氟乙烯-六氟丙烯共聚物(FEP)等氟系高分子材料、聚丙烯、聚乙烯等。其中,从拒水性、电极反应时的耐腐蚀性等优异的角度出发,优选使用氟系高分子材料。关于碳颗粒层中的碳颗粒与拒

水剂的混合比,碳颗粒过多时,担心得不到期待程度的拒水性,而拒水剂过多时,担心得不到充分的电子传导性。考虑到这些,碳颗粒层中的碳颗粒与拒水剂的混合比以质量比设为90:10~40:60左右是较好的。所述碳颗粒层的厚度只要考虑所得到的气体扩散层的拒水性来适当确定即可。另外,碳颗粒层可以通过在聚四氟乙烯(PTFE)的多孔体中浸渗包含乙炔黑、PTFE微粒和增稠剂的水分散液并进行焙烧处理而制作。

[0080] (隔离膜)

[0081] 隔离膜70具有在将多个单电池串联连接而构成燃料电池堆时将各电池单元以串联方式电连接的功能。另外,隔离膜70还具有作为将燃料气体、氧化剂气体及冷却剂彼此隔绝的隔壁的功能。作为构成隔离膜70的材料,可以适宜地使用致密碳石墨、碳板等碳、不锈钢等金属等现有公知的材料。本实施方式中,阳极隔离膜70a及阴极隔离膜70c均为碳制。

[0082] 另外,关于图2中的隔离膜120a,没有特别限制,通常燃料电池中使用的隔离膜同样可以使用。隔离膜120a具备作为气体流动的流路的沟槽状的导电性线材A121a。需要说明的是,隔离膜70由于能够利用导电性线材A60或导电性基材B50得到充分的气体供给功能,因此不需要形成在现有的隔离膜上形成的那样的沟槽状的导电性线材A121a。因此,能够简单且低价地制造隔离膜70。具体而言,隔离膜120a中,在碳制隔离膜的情况下需要通过切削加工来形成导电性线材A,在金属制隔离膜的情况下需要通过冲压加工来形成导电性线材A。但是,在本实施方式的隔离膜70的情况下,不需要形成沟槽状的导电性线材A121a,因此能够实现成本降低。进而,由于不需要形成沟槽状的导电性线材A121a,因此能够减小隔离膜70的厚度方向的尺寸、进而减小燃料电池10的厚度方向的尺寸。

[0083] (高分子电解质膜)

[0084] 高分子电解质膜20具有在燃料电池10运行时使在阳极催化剂层30a生成的质子沿膜厚方向选择性地向阴极催化剂层30c透过的功能。另外,高分子电解质膜20还具有作为用于不使供给至阳极侧的燃料气体与供给至阴极侧的氧化剂气体发生混合的隔壁的功能。

[0085] 作为高分子电解质膜20,没有特别限定,可以适当采用由燃料电池的技术领域中现有公知的高分子电解质形成的膜。例如,可以使用Nafion(注册商标、杜邦公司制造)、ACIPLEX(注册商标、旭化成株式会社制造)、Flemion(注册商标、旭硝子株式会社制造)等由全氟磺酸系聚合物构成的氟系高分子电解质膜、陶氏化学公司制造的离子交换树脂、乙烯-四氟乙烯共聚物树脂膜、以三氟苯乙烯为基础聚合物的树脂膜等氟素系高分子电解质、具有磺酸基的烃系树脂系膜等、通常市售的固体高分子型电解质膜、在多孔体中填充高分子电解质而得到的膜等。所述高分子电解质膜中使用的高分子电解质与各催化剂层中使用的高分子电解质可以相同也可以不同,从提高各催化剂层与高分子电解质膜的密合性的观点出发,优选使用相同的物质。

[0086] 作为高分子电解质膜20的厚度,考虑得到的MEA的特性来适当确定即可,优选为5 μ m~300 μ m、更优选为10 μ m~200 μ m。从制膜时的强度、MEA工作时的耐久性的观点出发,优选为5 μ m以上,从MEA工作时的输出特性的观点出发,优选为300 μ m以下。

[0087] 另外,作为高分子电解质膜20,除了如上所述的由氟系高分子电解质、具有磺酸基的烃系树脂形成的膜之外,还可以使用在由聚四氟乙烯(PTFE)、聚偏二氟乙烯(PVDF)等形成的多孔状的薄膜中浸渗磷酸、离子性液体等电解质成分而得到的膜。

[0088] (催化剂层)

[0089] 催化剂层30为实际上进行电池反应的层。具体而言,阳极催化剂层30a中进行氢的氧化反应,阴极催化剂层30c中进行氧的还原反应。催化剂层包含催化剂成分、负载催化剂成分的导电性的催化剂载体及高分子电解质。

[0090] 阴极催化剂层30c中使用的催化剂成分只要对氧的还原反应具有催化作用就没有特别限制,公知的催化剂同样可以使用。另外,阳极催化剂层30a中使用的催化剂成分也是,只要具有对氢的氧化反应具有催化作用就没有特别限制,公知的催化剂同样可以使用。具体而言,从铂、钌、铑、铈、钯、钨、钼、铁、铬、钴、镍、锰、钒、钼、镓、铝等金属、及它们的合金等中选择。其中,为了提高催化活性、对一氧化碳等的抗中毒性、耐热性等,优选使用至少包含铂的催化剂。所述合金的组成也取决于合金化的金属的种类,铂为30~90原子%、合金化的金属为10~70原子%是较好的。作为阴极催化剂使用合金时的合金的组成根据合金化的金属的种类等而不同,本领域技术人员可以适当选择,优选的是,铂为30~90原子%、合金化的其它金属为10~70原子%。需要说明的是,合金通常是指,在金属元素中加入1种以上的金属元素或非金属元素而得到的、具有金属性质的物质的总称。关于合金的组织,有成分元素分别形成独立的晶体的所谓混合物即共晶合金、成分元素完全融合而形成固溶体的合金、成分元素形成金属间化合物或金属与非金属的化合物的合金等,可以是任意一种。此时,阴极催化剂层中使用的催化剂成分及阳极催化剂层中使用的催化剂成分可以从上述之中适当选择。以下的说明中,只要没有特别提到,对于阴极催化剂层及阳极催化剂层用的催化剂成分的说明,关于两者为同样定义,统一称为“催化剂成分”。然而,阴极催化剂层及阳极催化剂层用的催化剂成分不需要相同,适当选择以便发挥如上所述的期望作用。

[0091] 对催化剂成分的形状、尺寸没有特别限制,可以使用与公知的催化剂成分同样的形状及尺寸,催化剂成分优选为颗粒状。此时,催化剂颗粒的平均粒径越小,进行电化学反应的有效电极面积越多,因此氧还原活性也越高,从而催化剂颗粒的平均粒径越小越好,但实际上,如果平均粒径过小,反而观察到氧还原活性降低的现象。因此,催化剂墨中所含的催化剂颗粒的平均粒径为1nm~30nm、更优选为1.5nm~20nm、进一步更优选为2nm~10nm、特别优选为2nm~5nm的颗粒状。从负载的容易度的观点出发,优选为1nm以上,从催化剂利用率的观点出发,优选为30nm以下。需要说明的是,“催化剂颗粒的平均粒径”可以通过由X射线衍射中的催化剂成分的衍射峰值的半值宽度求出的微晶直径或者用透射电子显微镜图像检测的催化剂成分的粒径的平均值进行测定。

[0092] 催化剂颗粒被负载于导电性载体而形成电极催化剂。此处,作为导电性载体,只要具有将催化剂颗粒以期望的分散状态负载的比表面积并作为集电体具有充分的电子导电性即可,优选主要成分为碳。具体而言,可列举出由炭黑、活性炭、焦炭、天然石墨、人造石墨等构成的碳颗粒。需要说明的是,“主要成分为碳”是指,作为主要成分包含碳原子,为包含仅由碳原子构成、基本上由碳原子构成这两者的概念。根据情况,为了提高燃料电池的特性,也可以包含除碳原子以外的元素。需要说明的是,基本上由碳原子构成意味着允许混入2质量%~3质量%左右以下的杂质。

[0093] 导电性载体的BET比表面积只要为足够分散负载催化剂成分的比表面积即可,优选设为 $20\text{m}^2/\text{g}$ ~ $1600\text{m}^2/\text{g}$ 、更优选设为 $80\text{m}^2/\text{g}$ ~ $1200\text{m}^2/\text{g}$ 。只要为这种比表面积,就能够得到催化剂成分和高分子电解质向导电性载体中的分散性,得到充分的发电性能,另外还能够确保催化剂成分和高分子电解质的充分的有效利用率。另外,对导电性载体的尺寸没

有特别限定,从负载的容易度、催化剂利用率、将催化剂层的厚度控制在适当范围内等观点出发,平均粒径设为5nm~200nm、优选设为10nm~100nm左右是较好的。

[0094] 另外,相对于电极催化剂的总量,催化剂成分的负载量优选设为10质量%~80质量%、更优选设为30质量%~70质量%。只要为这种负载量,就能够使催化剂成分良好地分散在导电性载体上,确保每单位质量中的催化活性,提高发电性能,而且在经济上是有利的。需要说明的是,催化剂成分的负载量可以利用电感耦合等离子体发射光谱法(ICP)来检测。

[0095] 催化剂层30除电极催化剂之外还包含高分子电解质。此处,作为高分子电解质,没有特别限定,可以使用公知的物质,只要为至少具有较高的质子传导性的材料即可。此时可以使用的高分子电解质大致分类为:聚合物骨架的全部或部分含有氟原子的氟系电解质;聚合物骨架中不含氟原子的烃系电解质。作为氟系电解质,具体而言,作为优选的一个例子,可列举出Nafion(注册商标、杜邦公司制造)、ACIPLEX(注册商标、旭化成株式会社制造)、Flemion(注册商标、旭硝子株式会社制造)等全氟碳磺酸系聚合物、聚三氟苯乙烯磺酸系聚合物、全氟碳膦酸系聚合物、三氟苯乙烯磺酸系聚合物、乙烯四氟乙烯接枝苯乙烯磺酸系聚合物、乙烯-四氟乙烯共聚物、聚偏二氟乙烯-全氟碳磺酸系聚合物等。作为烃系电解质,具体而言,聚砒磺酸、聚芳醚酮磺酸、聚苯并咪唑烷基磺酸、聚苯并咪唑烷基膦酸、聚苯乙烯磺酸、聚醚醚酮磺酸、聚苯磺酸等。高分子电解质从耐热性、化学的稳定性等优异出发优选包含氟原子,其中,可优选地列举出Nafion(注册商标、杜邦公司制造)、ACIPLEX(注册商标、旭化成株式会社制造)、Flemion(注册商标、旭硝子株式会社制造)等氟系电解质。

[0096] 另外,催化剂成分向导电性载体上的负载可以通过公知的方法进行。例如,可以使用浸渗法、液相还原负载法、蒸发干固法、胶体吸附法、喷雾热解法、反胶束(微型乳胶法)等公知的方法。或者,电极催化剂也可以使用市售品。

[0097] 对燃料电池的制造方法没有特别限制,可以适当参见燃料电池领域中现有公知的技术常识。另外,对运行燃料电池时使用的燃料没有特别限定。例如可以使用氢气、甲醇、乙醇、1-丙醇、2-丙醇、伯丁醇、仲丁醇、叔丁醇、二甲醚、二乙醚、乙二醇、二乙二醇等。其中,从能够实现高输出化的观点出发,优选使用氢气、甲醇。

[0098] 进而,为了使燃料电池能够发挥期望的电压,可以形成隔着隔离膜70将多个膜电极接合体(MEA)80层叠并串联连接而成的结构的燃料电池堆。对燃料电池的形状等没有特别限定,适当确定以便获得期望的电压等电池特性即可。

[0099] 本实施方式的燃料电池10、使用该燃料电池的燃料电池堆例如可以作为驱动用电源而搭载在车辆中。如图4所示,为了将燃料电池堆210搭载于像燃料电池车200那样的车辆,例如只要搭载在燃料电池车200的车体中央部的座席下即可。只要搭载于座席下,就能够获得宽阔的车内空间及后备箱。根据情况,搭载燃料电池堆210的位置不限于座席下,既可以为后部后备箱的下部,也可以为车辆前方的发动机室。上述燃料电池10、燃料电池堆210由于输出特性及耐久性优异,因此提供长时间可靠性高的燃料电池搭载车辆。

[0100] 实施例

[0101] 使用以下的实施例和比较例详细说明上述带流路的气体扩散层的效果,但并不仅限于以下的实施例。

[0102] [实施例1]

[0103] 准备表面被熔融性树脂覆盖的线材A'(聚酯制、75旦尼尔(Denier)/24长丝、捻纱1000t/m:直径约150 μ m)以及线材C'(聚酯制、25旦尼尔单长丝:直径50 μ m)。将线材C'以间隔200目(线材C'间的间距约75 μ m)排列整齐,制作基材B'。在该基材B'上将线材A'以与线材C'正交而彼此不交叉的方式、以间隔65目(线材A'间的间距约200 μ m)排列整齐。然后,将其加热至100℃以上熔融,从而制备线材A'与线材C'正交而彼此不交叉的带线材A'的基材B'。接着,对该带线材A'的基材B'表面实施化学镀钯(单位面积重量约1g/m²)、进而电镀金(厚度约20nm),从而赋予电子传导性,制作带流路的气体扩散层(带流路的GDL)。该带流路的气体扩散层中,相邻的导电性线材A的间隙发挥燃料电池发电时的氧气流路或氢气流路的功能,排列整齐的导电性线材A具有所述流路的形状保持以及作为气体扩散层的功能。将该带流路的气体扩散层切出宽度50mm×长度50mm的矩形,观察与线材A垂直地切断而成的端面。其结果,带流路的气体扩散层的厚度为130 μ m~135 μ m,导电性线材A的高度约为100 μ m,相邻的导电性线材A60的间距(P1)约为200 μ m,形成了所期望的流路结构。

[0104] 接着,在电解质膜(杜邦公司制造、高分子电解质膜Nafion211)的两面上涂覆包含铂负载碳的催化剂层,制作了CCM。催化剂层的形状为宽度49mm×长度50mm的矩形。即,长宽比约为1。

[0105] 接着,准备1组不具有流路沟槽的平滑隔离膜(石墨制)、1组集电板(铜制)、1组端板(SUS制)。平滑隔离膜具备用于嵌入带流路的气体扩散层的宽度50mm×长度50mm×深度100 μ m的池状的阶梯。另外,与长度方向的相对的2个边相接触地、将宽度50mm×长度4mm×深度5mm的歧管分别设置于平滑隔离膜。然后,在该歧管的右端或左端、以相对于池上的阶梯的中心为点对称的方式分别设置1个气体供给用的孔(直径3mm)。进而,在包含池状的台阶和一对歧管的外周设有用于嵌入压缩橡胶密封件的密封沟槽。密封沟槽的宽度为2mm,自矩形的沟槽和一对歧管的外周起至密封沟槽的偏距(offset distance)为1mm。

[0106] 将以上的部件以端板(阴极)-集电板-隔离膜-带流路的气体扩散层-CCM-带流路的气体扩散层-隔离膜-集电板-端板(阳极)的顺序层叠,构成小尺寸燃料电池单电池。此处,各个带流路的气体扩散层以导电性基材B与CCM的催化剂层接触的方式配置。将橡胶加热器密合在上述端板的表面上,调温至80℃,然后在如下的条件下进行发电评价。即,将化学计量比设为1.5(阳极)、2.0(阴极),将气体的入口相对湿度设为阳极40%RH和阴极70%RH,在运行压力200kPa(绝对压力)、电流密度1.2A/cm²下运行。将结果示于图5。

[0107] 实施例1的小尺寸燃料电池单电池尽管像公知的燃料电池那样隔离膜不具备流路,但是能够以电压0.62V稳定地运行。此时的隔离膜间距离(燃料电池单电池厚度)为290 μ m。

[0108] 另外,将上述线材C'(聚酯制、25旦尼尔单长丝:直径50 μ m)以间隔200目(线材C'间的间距约75 μ m)排列整齐,制作基材B'。接着,对该基材B'表面实施化学镀钯(单位面积重量约1g/m²)、进而电镀金(厚度约20nm),得到导电性基材B。对于得到的导电性基材B测定贯通电阻和Gurley透气度,结果分别为30m Ω /cm²以下和300秒以下。

[0109] [比较例1]

[0110] 在实施例1中,作为不带流路的现有的气体扩散层,使用由线材C'构成的平纹网(厚度100 μ m)来代替带流路的气体扩散层,除此之外,通过与实施例1相同的制作方法制作小尺寸燃料电池单电池,尝试进行其发电评价。

[0111] 但是,比较例1的小尺寸燃料电池单电池由于隔离膜和气体扩散层都不具有在燃料电池发电时流通充分的氧气或氢气的流路功能,因此压力损失过大而无法实施发电评价。此时的隔离膜间距离(燃料电池单电池厚度)为230 μm 。

[0112] [比较例2]

[0113] 在实施例1中,作为不带流路的现有的气体扩散层,使用以宽度50mm、长度50mm切出的东丽株式会社制造的碳纸TGP-H-060(厚度200 μm)来代替带流路的气体扩散层。另外,使用具备流路高度1mm、肋宽1mm、沟道宽度1mm、肋间距2mm、流路方向50mm、宽度方向50mm的蛇形流路的带流路的隔离膜(石墨制)来代替不具有流路沟槽的平滑隔离膜。除此之外,通过与实施例1同样的方法制作小尺寸燃料电池单电池,进行其发电评价。将结果示于图5。

[0114] 比较例2的小尺寸燃料电池单电池由于隔离膜具备流路,因此能够进行发电评价,电压为0.60V。此时的隔离膜间距离(燃料电池单电池厚度)为2430 μm 。

[0115] [比较例3]

[0116] 在实施例1中,作为不带流路的现有的气体扩散层,使用以宽度50mm、长度50mm切出的东丽株式会社制造的碳纸TGP-H-060(厚度200 μm)来代替带流路的气体扩散层。另外,使用具备流路高度100 μm 、肋宽150 μm 、沟道宽度250 μm 、肋间距400 μm 、流路方向50mm、宽度方向50mm的直线流路的带流路的隔离膜(石墨制)来代替不具有流路沟槽的平滑隔离膜。除此之外,通过与实施例1同样的方法制作小尺寸燃料电池单电池,进行其发电评价。将结果示于图5。

[0117] 比较例3的小尺寸燃料电池单电池由于隔离膜具备流路,因此能够进行发电评价,电压为0.64V。此时的隔离膜间距离(燃料电池单电池厚度)为630 μm 。

[0118] 根据图5所示的结果可知,关于具有带流路的气体扩散层的实施例1的燃料电池的发电特性,获得了与使用带流路的隔离膜和不带流路的气体扩散层的通常的燃料电池的发电特性同等以上的电压。

[0119] 另一方面,将实施例1与比较例3进行比较,实施例1的输出为 $0.62\text{V} \times 1.2\text{A}/\text{cm}^2 = 0.744\text{W}/\text{cm}^2$,而比较例3的输出为 $0.64\text{V} \times 1.2\text{A}/\text{cm}^2 = 0.768\text{W}/\text{cm}^2$,大致为同等。但是,实施例1的隔离膜间距离(燃料电池单电池厚度)为290 μm ,而比较例3的隔离膜间距离(燃料电池单电池厚度)为630 μm 。结合这一点来考虑,考察出:通过使用带流路的气体扩散层,每隔离膜间距离取出相当于2.1倍的输出。即,带流路的气体扩散层例如能够适用于强烈要求小型高输出化的车载用燃料电池用途等。

[0120] 附图标记说明

[0121] 10…燃料电池,

[0122] 20…高分子电解质膜,

[0123] 30a…阳极催化剂层,

[0124] 30c…阴极催化剂层,

[0125] 40a…阳极侧的导电性颗粒层,

[0126] 40c…阴极侧的导电性颗粒层,

[0127] 50a…阳极导电性基材B,

[0128] 50c…阴极导电性基材B,

[0129] 60a…阳极导电性线材A,

- [0130] 60c...阴极导电性线材A,
- [0131] 70a...阳极隔离膜,
- [0132] 70c...阴极隔离膜,
- [0133] 80...膜电极接合体(MEA),
- [0134] 100a...阳极侧的气体流路空间,
- [0135] 100c...阴极侧的气体流路空间,
- [0136] 110a...阳极气体扩散层,
- [0137] 120a...隔离膜,
- [0138] 121a...沟槽状的导电性线材A,
- [0139] 200...燃料电池车,
- [0140] 210...燃料电池堆。

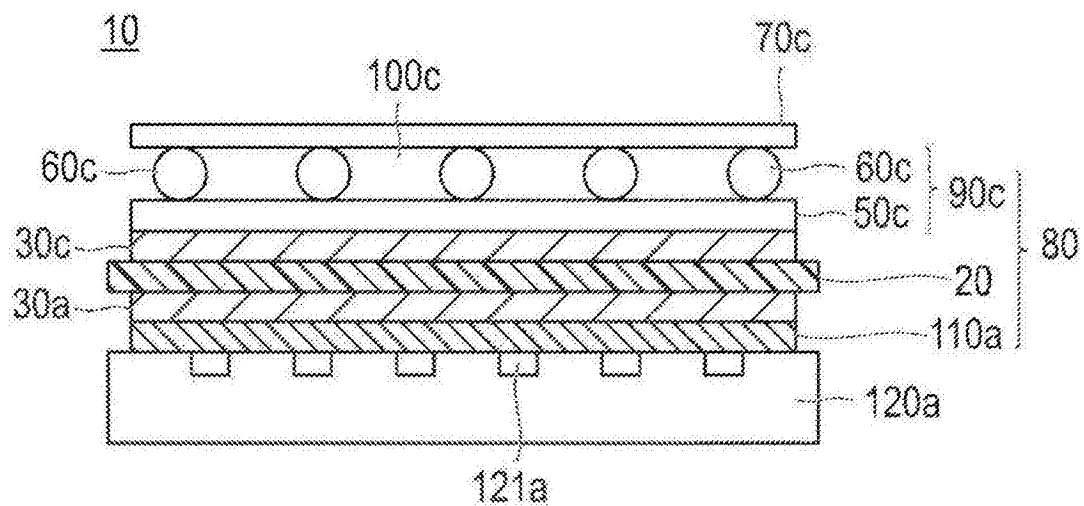


图2

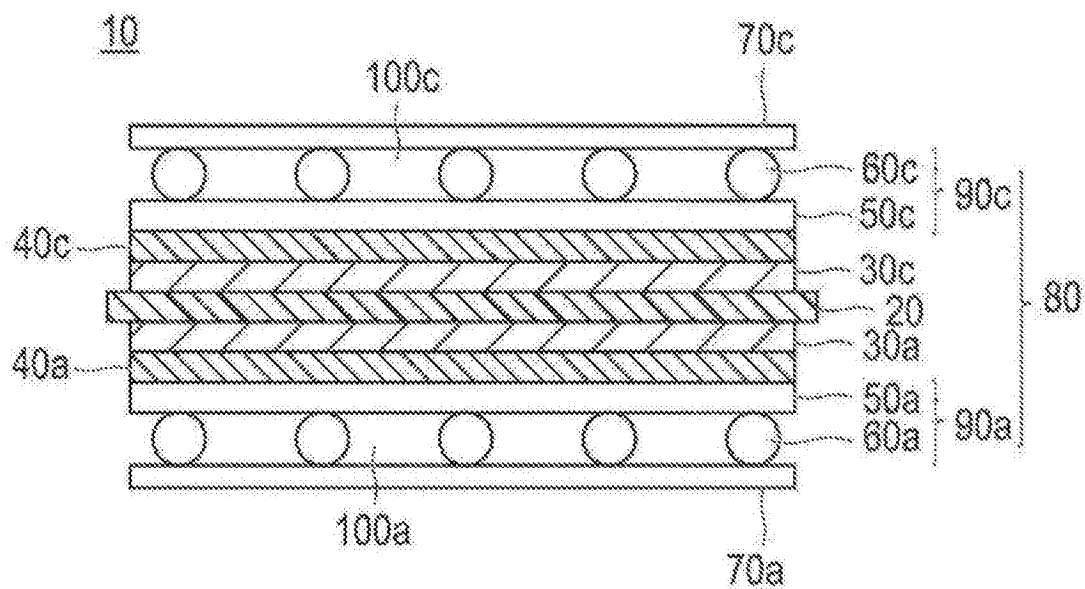


图3

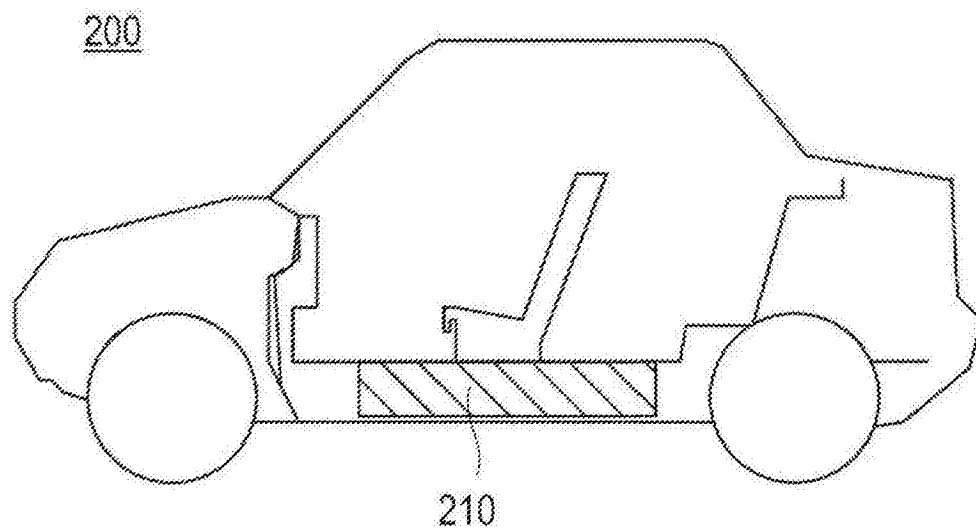


图4

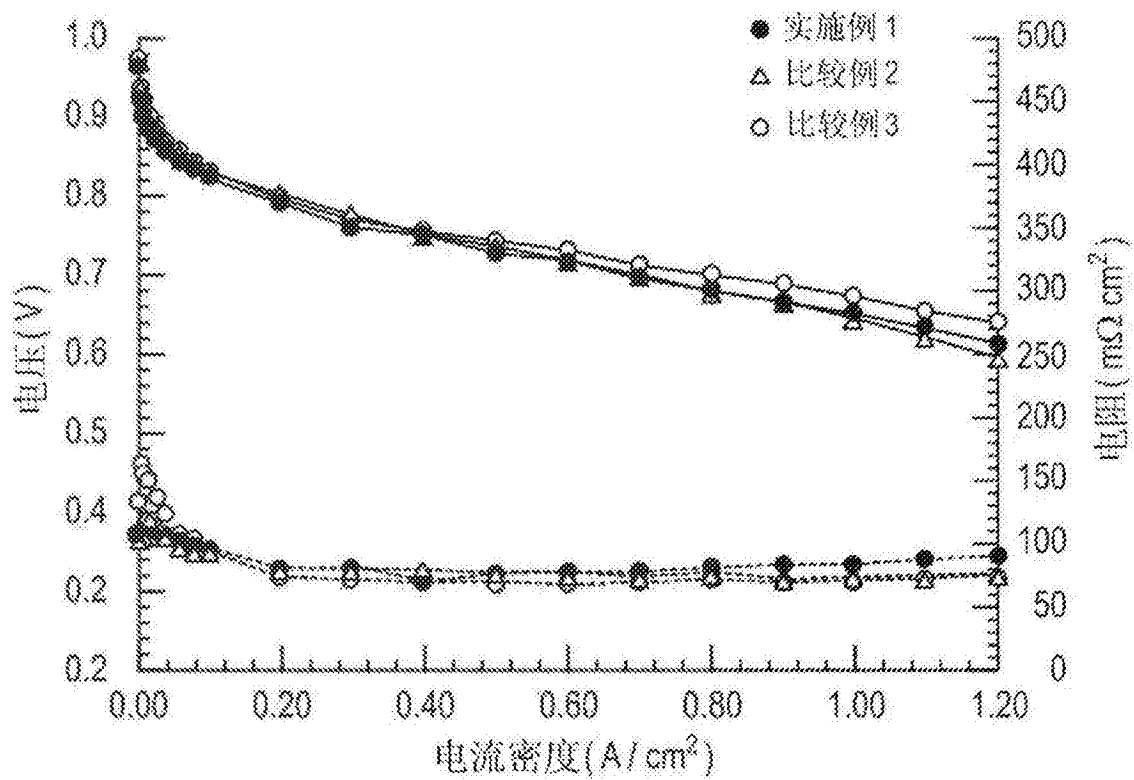


图5

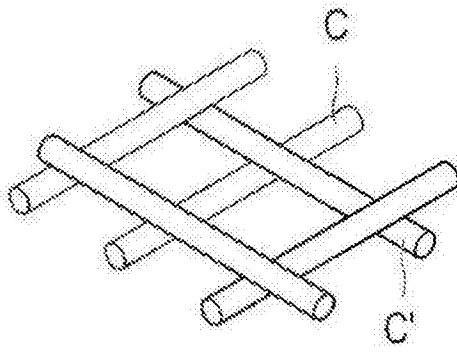
B

图6

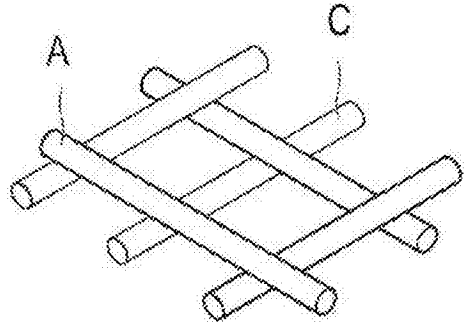


图7