



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101728552 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 07

(21) 申请号 200910259296. 8

JP 2004241230 A, 2004. 08. 26,

(22) 申请日 2007. 06. 21

JP 2002164064 A, 2002. 06. 07,

(30) 优先权数据

JP 2006-49197 A, 2006. 02. 16,

171995/06 2006. 06. 21 JP

审查员 李华

(62) 分案原申请数据

200780000984. 1 2007. 06. 21

(73) 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 中川贵嗣 寺西正俊

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 刘晓迪

(51) Int. Cl.

H01M 8/02 (2006. 01)

H01M 8/10 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 平 8-45520 A, 1996. 02. 16,

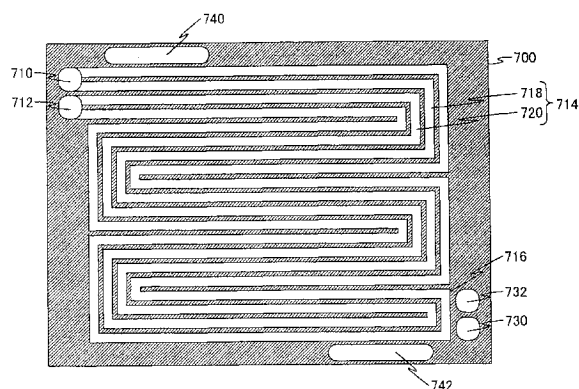
权利要求书 1 页 说明书 18 页 附图 14 页

(54) 发明名称

燃料电池

(57) 摘要

本发明提供能够使高分子电解质的面内方向的水分分布均匀且将反应气体高效率地提供给空气极催化层的燃料电池。本发明的燃料电池包括高分子电解质膜、一对催化电极以及一对金属分离器。空气极分离器(700)具有用于将氧化气体提供给催化电极的氧化气体流路(714)。氧化气体流路(714)按氧化气体供给歧管(710)附近的流路与氧化气体排出歧管(712)附近的流路在同一面内相邻的方式而形成,且形成为迂曲状或涡旋状。



1. 一种燃料电池,包括:

膜电极组件,由高分子电解质膜和夹持所述高分子电解质膜的一对催化电极构成;以及

分离器,具有用于将燃料气体或氧化气体提供给所述膜电极组件的气体流路、与气体供给歧管连通的所述气体流路的入口、以及与气体排出歧管连通的所述气体流路的出口,

所述气体流路形成为迂曲状或涡旋状,

所述气体流路的所述入口附近的上游流路与所述气体流路的所述出口附近的下游流路相邻,流经所述上游流路的所述气体的流向与流经所述下游流路的所述气体的流向相反,

所述气体流路的壁不具有使所述燃料气体或氧化气体透过的透过性,

所述上游流路的截面面积大于所述下游流路的截面面积。

2. 一种燃料电池,包括:

膜电极组件,由高分子电解质膜和夹持所述高分子电解质膜的一对催化电极构成;以及

分离器,具有用于将燃料气体或氧化气体提供给所述膜电极组件的气体流路、与气体供给歧管连通的所述气体流路的入口、以及与气体排出歧管连通的所述气体流路的出口,

所述气体流路形成为迂曲状或涡旋状,

所述气体流路的所述入口附近的上游流路与所述气体流路的所述出口附近的下游流路相邻,流经所述上游流路的所述气体的流向与流经所述下游流路的所述气体的流向相反,

所述气体流路的壁不具有使所述燃料气体或氧化气体透过的透过性,

所述气体流路中、所述上游流路的流路数多于所述下游流路的流路数。

3. 一种燃料电池,包括:

膜电极组件,由高分子电解质膜和夹持所述高分子电解质膜的一对催化电极构成;以及

分离器,具有用于将燃料气体或氧化气体提供给所述膜电极组件的气体流路、与气体供给歧管连通的所述气体流路的入口、以及与气体排出歧管连通的所述气体流路的出口,

所述气体流路是形成为迂曲状或涡旋状的往返流路,

所述气体流路的所述入口附近的上游流路与所述气体流路的所述出口附近的下游流路相邻,流经包含所述上游流路的正向流路的所述气体的流向与流经包含所述下游流路的反向流路的所述气体的流向相反,

所述气体流路的壁不具有使所述燃料气体或氧化气体透过的透过性,

所述气体流路的上游流路与相邻且流向相反的下流路之间的间隔大于正向流路与反向流路在往返流路折回部分的间隔。

燃料电池

[0001] 本申请是申请日为 2007 年 6 月 21 日,申请号为 200780000984.1,申请人为松下电器产业株式会社,发明名称为“燃料电池”的在先申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及燃料电池,特别涉及具有高分子电解质膜的固体高分子型燃料电池。

背景技术

[0003] 燃料电池基本上由选择性地输送氢离子的高分子电解质膜以及夹持高分子电解质膜的一对催化电极(燃料极和空气极)构成。具有上述结构的燃料电池能够使用提供给燃料极(阳极)的燃料气体(含有氢)以及提供给空气极(阴极)的氧化气体(含有氧),而持续地取得电能。

[0004] 催化电极由位于高分子电解质膜侧的、促进催化电极内的氧化还原反应的催化层和位于催化层外侧的、具有通气性以及导电性的气体扩散层构成。另外,气体扩散层由位于催化层侧的、用于提高与催化层的接触性的碳涂层和用于使从外部供给的气体扩散而提供给催化层的气体扩散基材层构成。将这些高分子电解质膜以及一对催化电极(催化层、碳涂层以及气体扩散基材层)一体化而成的接合体称为膜电极组件(membrane electrode assembly;以下称为“MEA”)。

[0005] 通过进行层叠,能够将 MEA 串联地电连接。此时,为了不使燃料气体和氧化气体混合以及为了串联地电连接各个 MEA,而在各个 MEA 之间配置具有导电性的分离器。以一对分离器夹持 MEA 而成的单元称为“燃料电池单元”或简称为“单元”,多个燃料电池单元的层叠体称为“燃料电池堆栈”或简称为“堆栈”。

[0006] 在燃料电池单元中,在分离器的与催化电极接触的面上形成用于向催化电极提供反应气体(燃料气体或氧化气体)以及用于排出剩余气体和剩余水分的气体流路。分离器内的气体流路通常为直线状的多个并行流路,并与被称为歧管的贯穿燃料电池堆栈的管道连通。歧管对燃料电池堆栈内的所有燃料电池单元,向气体流路供给反应气体以及排来自气体流路的剩余气体和剩余水分。

[0007] 通常,以集电板、绝缘板以及端板来夹持单元或堆栈,而构成通常使用的形状的燃料电池。

[0008] 在具有上述结构的燃料电池中,将含有氢的燃料气体提供给燃料极且将含有氧的氧化气体提供给空气极后,能够通过以下的反应获得电能。

[0009] 首先,提供给燃料极的氢在燃料极的气体扩散层扩散而到达催化层。在催化层中,氢被分为氢离子和电子。氢离子通过保水状态下的高分子电解质膜而移动到空气极。电子通过外部回路而移动到空气极。此时,能够将通过外部回路的电子利用为电能。在空气极的催化层中,通过高分子电解质膜而移动来的氢离子与通过外部回路而移动来的电子和提供给空气极的氧进行反应,生成水。

[0010] 燃料电池如上所述,伴随发电反应而生成水。燃料电池在单元内部过分湿润后,发

电效率下降,所以发电时所生成的水通过流经分离器的气体流路的气体而被排出到外部。

[0011] 氢离子移动的高分子电解质膜多采用全氟磺酸类材料。该高分子电解质膜,在充分保水时具有离子传导性,而在干燥后丧失离子传导性。因此,为了在燃料电池单元的整个面中高效率地产生发电反应,需要防止单元的干燥且使单元内部的面内方向的水分分布均匀。

[0012] 以往,为了防止单元内部的干燥,且使单元内部的面内方向的水分分布均匀,采用了从外部对单元内部进行加湿的外部加湿方式。在外部加湿方式中,外部加湿器对单元内部供给露点温度高于燃料电池单元内部的温度的反应气体,而使单元内部为过湿状态。但是,该方式存在以下问题:容易产生下述溢流(flooding)现象,即在气体扩散层内部产生水滴而阻碍向催化层供给反应气体。而且,还存在以下问题:由于需要外部加湿器,所以燃料电池系统的低成本化很困难。另外,还存在以下问题:由于燃料电池单元内部的温度必须低于由外部加湿器所能实现的反应气体的露点温度,从而不能在发电效率高的高温下运行。

[0013] 作为解决上述外部加湿方式的问题点的方式,存在通过将由发电反应所产生的水向单元内部扩散而对单元内部进行加湿的内部加湿方式。但是,在内部加湿方式中,由于从外部供给的反应气体干燥,所以反应气体的入口侧的高分子电解质膜容易干燥。另一方面,由于通过气体流路的反应气体含有由发电反应所生成的水分,所以反应气体的出口侧的高分子电解质膜往往过分湿润。这样,内部加湿方式存在以下问题:由于在单元内部的面内方向的水分分布上产生偏差,而发电反应主要产生在反应气体出口侧,所以整体的发电效率下降。

[0014] 作为解决上述内部加湿方式的问题点的方式,存在使反应气体供给歧管与反应气体排出歧管相邻的方式(例如,参照专利文献1)。

[0015] 图1是专利文献1的燃料电池单元的正面图(立体图)。燃料极侧的分离器的结构用实线表示,而空气极侧的分离器的结构用虚线表示。在图1中,燃料气体供给歧管10以及燃料气体排出歧管12彼此相邻地配置,并通过矩形的燃料气体流路14彼此连通。同样,氧化气体供给歧管20以及氧化气体排出歧管22彼此相邻地配置,并通过矩形的氧化气体流路24彼此连通。通过采用上述结构,反应气体的出口侧(排出歧管侧)的水分通过电解质膜转移到反应气体的入口侧(供给歧管侧)。由此,能够实现:抑制气体出口侧的过分湿润以及抑制气体入口侧的干燥。

[0016] 这样,通过使反应气体供给歧管和反应气体排出歧管相邻,能够使水分通过电解质膜而向面内方向转移,并能够使高分子电解质膜的面内方向的水分分布均匀。

[0017] 但是,专利文献1的燃料电池存在以下问题:为了增大单元的面积,必须使单元以及堆栈内的结构复杂。也就是说,专利文献1的燃料电池形成如下结构,即,对于各个矩形的气体流路,使反应气体供给歧管和反应气体排出歧管相邻,因此随着单元的一边的长度变长,必须增加歧管以及附随该歧管的结构件的数量(参照图1)。因此,增大单元的面积后,单元以及堆栈内的结构变得复杂,从而其制造成本变高。

[0018] 此外,专利文献1的燃料电池还存在面内方向的水分转移能力较低的问题。也就是说,反应气体的出口侧和入口侧具有的水分量的差越大,越能更高效率地进行反应气体的出口侧和入口侧之间的水分转移。为了增加出口侧的反应气体的水分量,增长反应气体

流路的长度即可。但是,由于专利文献 1 的燃料电池的气体流路为矩形,所以单元的边的长度以及歧管之间的距离限制了气体流路的长度(参照图 1)。因此,专利文献 1 的燃料电池在面内方向的水分转移能力较低。

[0019] 作为解决上述问题点的技术,例如有专利文献 2 所示出的技术。

[0020] 图 2 是专利文献 2 的燃料电池单元的空气极侧的分离器的正面图。在图 2 中,氧化气体供给歧管 1a 以及氧化气体排出歧管 1b 彼此相邻地配置。而且,流路 25 是迂曲状的往返流路且正向流路与反向流路相邻。通过采用该结构,能够减少歧管的数量。由此,即使增大燃料电池单元的面积,单元以及堆栈的结构也不会变得复杂。决定流路的轮廓的肋为多孔质,并具有连结正向流路和反向流路的毛细管。通过采用该结构,反应气体的出口侧(排出歧管侧)的水分向反应气体的入口侧(供给歧管侧)移动。由此,能够使高分子电解质膜的面内方向的水分分布均匀。

[0021] 为了使反应气体入口(反应气体供给歧管)侧的反应气体分压和反应气体出口(反应气体排出歧管)侧的气体分压均匀,有从上游侧朝向下流侧按规定的比例减少反应气体流路的截面面积的方式(例如,参照专利文献 3)。在专利文献 3,在多个并行连接的反应气体流路中,使下游部的并列数小于上游部的并列数,从而下游部的截面面积小于上游部的截面面积。而且,在专利文献 3 中,为了减少歧管的数量,使气体流路成迂曲状。

[0022] 专利文献 1:(日本)特开 2002-151105 号公报

[0023] 专利文献 2:(日本)特开 2003-109620 号公报

[0024] 专利文献 3:(日本)特开昭 56-134473 号公报

[0025] 专利文献 2 的燃料电池通过连结正向流路和反向流路的毛细管,不仅使水分从流路的上游侧向流路的下游侧移动,而且还使反应气体移动。因此,在专利文献 2 的燃料电池单元中,由于反应气体从流路的上游侧向流路的下游侧移动,且反应气体在流路的上游侧和流路与下游侧之间循环,所以存在充分量的反应气体不能送到整个单元的问题。

发明内容

[0026] 本发明的目的在于提供能够使高分子电解质膜的面内方向的水分分布均匀且将氧化气体高效率地提供给空气极催化层的燃料电池。

[0027] 本发明的燃料电池,包括:膜电极组件,由高分子电解质膜和夹持所述高分子电解质膜的一对催化电极构成;以及分离器,具有用于将燃料气体或氧化气体提供给所述膜电极组件的气体流路、与气体供给歧管连通的所述气体流路的入口、以及与气体排出歧管连通的所述气体流路的出口,所述气体流路形成为迂曲状或涡旋状,所述气体流路的所述入口附近的上游流路与所述气体流路的所述出口附近的下游流路相邻,流经所述上游流路的所述气体的流向与流经所述下游流路的所述气体的流向相反,所述气体流路的壁不具有使所述燃料气体或氧化气体透过的透过性,所述上游流路的截面面积大于所述下游流路的截面面积。

[0028] 另外,本发明第二方面,提供一种燃料电池,包括:膜电极组件,由高分子电解质膜和夹持所述高分子电解质膜的一对催化电极构成;以及分离器,具有用于将燃料气体或氧化气体提供给所述膜电极组件的气体流路、与气体供给歧管连通的所述气体流路的入口、以及与气体排出歧管连通的所述气体流路的出口,所述气体流路形成为迂曲状或涡旋状,

所述气体流路的所述入口附近的上游流路与所述气体流路的所述出口附近的下游流路相邻,流经所述上游流路的所述气体的流向与流经所述下游流路的所述气体的流向相反,所述气体流路的壁不具有使所述燃料气体或氧化气体透过的透过性,所述气体流路中、所述上游流路的流路数多于所述下游流路的流路数。

[0029] 本发明第三方面,提供一种燃料电池,包括:膜电极组件,由高分子电解质膜和夹持所述高分子电解质膜的一对催化电极构成;以及分离器,具有用于将燃料气体或氧化气体提供给所述膜电极组件的气体流路、与气体供给歧管连通的所述气体流路的入口、以及与气体排出歧管连通的所述气体流路的出口,所述气体流路是形成为迂曲状或涡旋状的往返流路,所述气体流路的所述入口附近的上游流路与所述气体流路的所述出口附近的下游流路相邻,流经包含所述上游流路的正向流路的所述气体的流向与流经包含所述下游流路的反向流路的所述气体的流向相反,所述气体流路的壁不具有使所述燃料气体或氧化气体透过的透过性,所述气体流路的上游流路与相邻且流向相反的下流路之间的间隔大于正向流路与反向流路在往返流路折回部分的间隔。

[0030] 根据本发明,能够使高分子电解质膜的面内方向的水分分布均匀。特别是,即使在高温低加湿或高温无加湿下运行,也能够使高分子电解质膜的面内方向的水分分布均匀,从而能够提供高温低加湿或高温无加湿运行的燃料电池。由于还能够抑制流路间的氧化气体的移动,所以能够将反应气体高效率地提供给空气极催化层。

附图说明

[0031] 图 1 是以往的燃料电池的分离器的正面图;

[0032] 图 2 是以往的其他燃料电池的分离器的正面图;

[0033] 图 3A、图 3B、图 3C 是用于表示本发明的反应气体流路的流路结构的例子的分离器的正面图;

[0034] 图 4 是本发明实施方式 1 ~ 8 的燃料电池单元的剖面图;

[0035] 图 5 是本发明实施方式 1 的燃料极分离器的正面图;

[0036] 图 6 是本发明实施方式 1 的空气极分离器的正面图;

[0037] 图 7 是本发明实施方式 2 的燃料电池单元的剖面图;

[0038] 图 8 是本发明实施方式 2 的燃料电池堆栈的剖面图;

[0039] 图 9 是本发明实施方式 3 的空气极分离器的正面图;

[0040] 图 10 是本发明实施方式 4 的空气极分离器的正面图;

[0041] 图 11 是本发明实施方式 5 的空气极分离器的正面图;

[0042] 图 12 是本发明实施方式 7 的燃料电池单元的剖面图;

[0043] 图 13 是本发明实施方式 8 的空气极分离器的正面图;

[0044] 图 14 是表示实验例 1 的结果的图;

[0045] 图 15 是表示实验例 2 的结果的图。

具体实施方式

[0046] 本发明的燃料电池至少具有一个燃料电池单元。也就是说,本发明的燃料电池既可以是燃料电池单元单体,也可以是具有多个单元的燃料电池堆栈。通常,燃料电池单元或

堆栈被集电板、绝缘板以及端板夹持,并通过连接杆固定。

[0047] 燃料电池单元包括:高分子电解质膜、夹持高分子电解质膜的一对催化电极(燃料极和空气极)以及夹持 MEA(高分子电解质膜和催化电极的集合体)的分离器。催化电极由位于高分子电解质膜侧的催化层和位于分离器侧的气体扩散层构成。

[0048] 高分子电解质膜是具有氢离子传导性的高分子膜。高分子电解质膜的材料只要是选择性地使氢离子移动的材料即可,并无特别限定。

[0049] 催化层是含有对于氢或氧的氧化还原反应的催化剂的层。催化层只要是具有导电性且具有对氢或氧的氧化反应的催化作用的层即可,并无特别限定。

[0050] 气体扩散层为具有导电性的多孔质层。气体扩散层的材料只要是具有导电性且反应气体能够扩散的材料即可,并无特别限定。气体扩散层也可以由使从分离器侧供给的气体向催化层扩散的气体扩散基材层和提高气体扩散基材层与催化层之间的接触性的碳涂层构成。

[0051] 分离器是在与燃料极接触的面上具有燃料气体流路、而在与空气极接触的面上具有氧化气体流路的导电性的板。作为分离器材料的一例,包含碳或金属等。分离器的具有气体流路的面上包括凹部和凸部,凹部形成气体流路。

[0052] 分离器也可以是,将混合了碳粉末和树脂粘结剂的原料粉供给模具、并对供给模具的原料粉施加压力和热而形成的器件(以下,称为“碳分离器”)。例如,在(日本)特开 2000-243409 公报中记述的碳分离器。

[0053] 而且,分离器也可以由金属板构成(以下,称为“金属分离器”)。例如,在(日本)特开 2003-203644 公报和(日本)特开 2005-276637 公报中记述的金属分离器。

[0054] 构成金属分离器的金属板具有表面以及背面。金属板可以是表面的凹部与该部分的背面的凸部对应且表面的凸部与该部分的背面的凹部对应的金属板。在金属板上形成反应气体流路的方法并无特别限定。例如,在金属板上形成反应气体流路的方法是冲压加工。

[0055] 金属板的材料只要是具有良好的导电性以及耐腐蚀性的材料即可,并无特别限定。作为金属板材料的一例,包含不锈钢。金属板的厚度只要具有形成分离器的强度即可,并无特别限定。例如,金属板的厚度为 0.01mm ~ 1mm。金属分离器的大小只要能夹持 MEA 即可,并无特别限定,适当地进行设定即可。

[0056] 通过使用金属分离器,即使分离器的厚度在 1mm 以下也能够获得足够的强度。由此,单元以及堆栈的小型化以及轻量化成为可能。而且,可通过冲压加工等容易地制造金属分离器,从而可以削减成本以及大量生产。

[0057] 分离器内的反应气体流路按下述方式形成:气体流路的入口附近的流路(以下,称为“上游流路”)和气体流路的出口附近的流路(以下,称为“下游流路”)在同一面内相邻,并且能够对催化电极的整个面供给反应气体。反应气体流路的壁形成不具有反应气体的透过性。这里,“反应气体流路的壁”是指位于相邻的两条反应气体流路之间的分离器的凸部。为了对催化电极的整个面供给反应气体,例如,形成迂曲状或涡旋状的反应气体流路即可。另外,不需要同一气体流路的上游流路和下游流路相邻,也可以使第一气体流路的上游流路和第二气体流路的下游流路相邻。在气体扩散层的厚度为 200 μ m ~ 300 μ m、并且流路的宽度为 1.1mm、流路的深度为 1.1mm 的情况下,上游流路与下游流路之间的间隔为 2.2mm ~ 3.3mm 时,燃料电池单元的发电效率最高。因此,优选在气体扩散层的厚度为

200 μm ~ 300 μm 、并且流路的宽度为 1.1mm、流路的深度为 1.1mm 的情况下,上游流路与下游流路之间的间隔为 2.2mm ~ 3.3mm。反应气体流路的流路结构的例子如图 3 所示。

[0058] 在图 3A 所示的例子中,在分离器 100 上形成的反应气体流路 102 为如下形成的往返流路,即,自往返流路折回部分 112 向流路入口 108 侧的反应气体正向流路 104 和自往返流路折回部分 112 向流路出口 110 侧的反应气体反向流路 106 在整个流路上相对地配置,并且反应气体流路 102 在保持正向流路 104 和反向流路 106 相邻的状态下形成迂曲状。这里,“相对配置”是指两条流路相邻且两条流路的反应气体的流向相反。这样,优选地,反应气体流路按下述方式形成,不仅反应气体流路出入口附近的流路(上游流路以及下游流路)相对配置,在整个流路都相对配置。此外,优选地,流路入口 108 以及流路出口 110 彼此相邻。

[0059] 在图 3B 所示的例子中,反应气体流路 102 是与图 3A 所示的例子相同的往返流路,并且在保持反应气体正向流路 104 和反应气体反向流路 106 相邻的状态下形成涡旋状。

[0060] 图 3C 所示的例子为在分离器 100 内形成有两条反应气体流路 102a 和 102b 的例子。反应气体流路 102a 和反应气体流路 102b 在整个流路相对配置,并且在保持反应气体流路 102a 和反应气体流路 102b 相邻的状态下形成迂曲状。

[0061] 在本发明的燃料电池中,将含有氢气体的燃料气体提供给分离器内的燃料气体流路并将含有氧气体的氧化气体提供给氧化气体流路后,通过以下的反应,能够获得电能。

[0062] 首先,提供给燃料极的氢分子在燃料极的气体扩散层中扩散而到达催化层。在催化层中,氢分子被分为氢离子和电子。氢离子通过被加湿的高分子电解质膜而移动到空气极。电子通过外部回路而移动到空气极。此时,能够将通过外部回路的电子利用为电能。在空气极的催化层中,通过高分子电解质膜而移动来的氢离子与通过外部回路而移动来的电子和提供给空气极的氧进行反应,生成水。

[0063] 在本发明的燃料电池中,通过使反应气体流路的上游流路与下游流路相邻地形成,而进行在燃料电池单元内部面内方向的水分转移。以下,说明在空气极侧中的面内方向的水分转移。

[0064] 由于发电时的燃料电池单元为高温,所以发电时在空气极的催化层所生成的水变成水蒸气。该水蒸气在空气极的气体扩散层内扩散移动,并对氧化气体流路内的氧化气体进行加湿。流经氧化气体流路的氧化气体随着从入口向出口前进,其水蒸气分压被提高。也就是说,流经氧化气体流路的下游流路的氧化气体的水蒸气分压高于流经相邻的上游流路的氧化气体的水蒸气分压。由于该水蒸气分压的差,流经下游流路的水蒸气的一部分通过气体扩散层向相邻的上游流路移动。结果,水分从下游流路向上游流路在面内方向转移。

[0065] 这样,本发明的燃料电池通过使上游流路与下游流路相邻,而能够减少流经上游流路的反应气体内的水分量与流经下游流路的反应气体的水分量之间的差。由此,能够实现:抑制接近下游流路的部位的高分子电解质膜的过分湿润,并且抑制接近上游流路的部位的高分子电解质膜的干燥。也就是说,即使不进行加湿(内部加湿方式)而使用本发明的燃料电池,也能够使单元内部的面内方向的水分分布均匀。

[0066] 而且,在本发明的燃料电池中,反应气体流路维持上游流路与下游流路相邻的状态,同时形成迂曲状或涡旋状。由此,能够减少歧管和附随该歧管的结构件的数量,从而能够使燃料电池单元以及燃料电池堆栈的结构简单。此外,由于使气体流路成迂曲状或涡

旋状而能够使气体流路变长,所以上游流路与下游流路之间的水蒸气分压的差变大,从而与以往技术相比能够更高效率地进行面内方向的水分转移。

[0067] 而且,在本发明的燃料电池中,使反应气体流路的壁不具有反应气体的透过性,所以能够抑制流路之间的反应气体的循环。由此,能够高效率地将反应气体提供给催化层。

[0068] 以下,参照附图详细地说明本发明的实施方式。

[0069] (实施方式 1)

[0070] 图 4 是本发明的实施方式 1 的燃料电池单元的剖面图。

[0071] 在图 4 中,燃料电池单元包括:高分子电解质膜 200、夹持高分子电解质膜 200 的一对催化电极(燃料极 300 和空气极 400)、以及夹持 MEA500(高分子电解质膜 200 以及催化电极 300 和 400 的集合体)的一对分离器(燃料极分离器 600 和空气极分离器 700)。分离器 600 和 700 的材料例如为碳。燃料极分离器 600 具有燃料气体流路 614。空气极分离器 700 具有氧化气体流路 714。燃料极 300 由位于高分子电解质膜侧的燃料极催化层 310 以及位于燃料极分离器侧的燃料极气体扩散层 320 构成。同样,空气极 400 由位于高分子电解质膜侧的空气极催化层 410 以及位于空气极分离器侧的空气极气体扩散层 420 构成。燃料极气体扩散层 320 还由位于燃料极催化层侧的燃料极碳涂层 330 以及位于燃料极分离器侧的燃料极气体扩散基材层 340 构成。同样,空气极气体扩散层 420 由位于空气极催化层侧的空气极碳涂层 430 以及位于空气极分离器侧的空气极气体扩散基材层 440 构成。

[0072] 高分子电解质膜 200、燃料极催化层 310、燃料极碳涂层 330、燃料极气体扩散基材层 340、空气极催化层 410、空气极碳涂层 430、以及空气极气体扩散基材层 440 使用上述的部件即可。

[0073] 图 5 是图 4 所示的燃料极分离器 600 的燃料极侧的面的正面图。

[0074] 在图 5 中,燃料极分离器 600 包括:燃料气体供给歧管 610、燃料气体排出歧管 612、燃料气体流路 614、氧化气体供给歧管 630、氧化气体排出歧管 632、冷却水供给歧管 640 以及冷却水排出歧管 642。燃料气体流路 614 由从燃料气体供给歧管 610 至往返流路折回部分 616 为止的燃料气体正向流路 618 和从往返流路折回部分 616 至燃料气体排出歧管 612 为止的燃料气体反向流路 620 构成。

[0075] 燃料气体供给歧管 610 是用于将燃料气体提供给燃料电池堆栈内的各个燃料电池单元的孔,将燃料气体提供给燃料气体流路 614。

[0076] 燃料气体排出歧管 612 是用于从燃料电池堆栈内的各个燃料电池单元排出燃料气体的孔,将燃料气体从燃料气体流路 614 排出。

[0077] 燃料气体流路 614 是将从燃料气体供给歧管 610 供给的燃料气体提供给燃料极 300 的整个面的流路,形成为迂曲状。而且,燃料气体正向流路 618 以及燃料气体反向流路 620 按彼此相对配置的方式形成。燃料气体流路 614 的壁形成为不具有燃料气体的透过性。

[0078] 氧化气体供给歧管 630 是用于将氧化气体提供给燃料电池堆栈内的各个燃料电池单元的孔。而且,氧化气体排出歧管 632 是用于从燃料电池堆栈内的各个燃料电池单元排出氧化气体的孔。

[0079] 冷却水供给歧管 640 是用于将冷却水提供给燃料电池堆栈内的孔。而且,冷却水排出歧管 642 是用于从燃料电池堆栈内排出冷却水的孔。未图示的冷却水流路是连通冷却水供给歧管 640 和冷却水排出歧管 642 的流路,例如形成在燃料极分离器 600 或空气极分

分离器 700 上。例如,在燃料电池堆栈内,为了使冷却水流路位于燃料极分离器 600 和空气极分离器 700 之间,在没有形成燃料极分离器 600 或空气极分离器 700 的反应气体流路的面上形成冷却水流路即可。此时,可以对每个单元形成冷却水流路,也可以对每数个单元形成冷却水流路。而且,冷却水的流路结构并不特别限定,可以为直线状的多个并行流路,也可以为迂曲状或涡旋状。

[0080] 图 6 是图 4 所示的空气极分离器 700 的空气极侧的面的正面图。

[0081] 在图 6 中,空气极分离器 700 包括:氧化气体供给歧管 710、氧化气体排出歧管 712、氧化气体流路 714、燃料气体供给歧管 730、燃料气体排出歧管 732、冷却水供给歧管 740 以及冷却水排出歧管 742。氧化气体流路 714 由从氧化气体供给歧管 710 至往返流路折回部分 716 为止的氧化气体正向流路 718 和从往返流路折回部分 716 至氧化气体排出歧管 712 为止的氧化气体反向流路 720 构成。

[0082] 氧化气体供给歧管 710 是用于将氧化气体提供给燃料电池堆栈内的各个燃料电池单元的孔,将氧化气体提供给氧化气体流路 714。氧化气体供给歧管 710 与图 5 所示的氧化气体供给歧管 630 连通。

[0083] 氧化气体排出歧管 712 是用于从燃料电池堆栈内的各个燃料电池单元排出氧化气体的孔,将氧化气体从氧化气体流路 714 排出。氧化气体排出歧管 712 与图 5 所示的氧化气体排出歧管 632 连通。

[0084] 氧化气体流路 714 是将从氧化气体供给歧管 710 供给的氧化气体提供给空气极 400 的整个面的流路,并且形成迂曲状。而且,氧化气体正向流路 718 以及氧化气体反向流路 720 按彼此相对配置的方式形成。氧化气体流路 714 的壁形成为不具有氧化气体的透过性。而且,优选地,氧化气体流路的宽度为 1.1mm、深度为 1.1mm。进而,优选地,下游流路(氧化气体排出歧管 712 附近的氧化气体流路 714)与上游流路(氧化气体供给歧管 710 附近的氧化气体流路 714)之间的间隔为 2.2mm~3.3mm。也就是说,优选地,上游流路与下游流路之间的间隔为氧化气体流路 714 的宽度的 2 倍~3 倍。

[0085] 燃料气体供给歧管 730 是用于将燃料气体提供给燃料电池堆栈内的各个燃料电池单元的孔。燃料气体供给歧管 730 与图 5 所示的燃料气体供给歧管 610 连通。

[0086] 燃料气体排出歧管 732 是用于从燃料电池堆栈内的各个燃料电池单元排出燃料气体的孔。燃料气体排出歧管 732 与图 5 所示的燃料气体排出歧管 612 连通。

[0087] 冷却水供给歧管 740 是用于将冷却水提供给燃料电池堆栈内的孔。冷却水供给歧管 740 与图 5 所示的冷却水供给歧管 640 连通。而且,冷却水排出歧管 742 是用于从燃料电池堆栈内排出冷却水的孔。冷却水排出歧管 742 与图 5 所示的冷却水排出歧管 642 连通。

[0088] 以下,说明在如上述结构的燃料电池单元中的运转时的发电机理。

[0089] 提供给燃料电池单元的燃料气体供给歧管 610 和 730 的燃料气体被提供给燃料极分离器 600 内部的燃料气体流路 614。燃料气体流路 614 内的氧化气体通过燃料极气体扩散层 320 向燃料极催化层 310 扩散移动。

[0090] 另一方面,提供给燃料电池单元的氧化气体供给歧管 630 和 710 的氧化气体被提供给空气极分离器 700 内部的氧化气体流路 714。氧化气体流路 714 内的氧化气体通过空气极扩散层 420 向空气极催化层 410 扩散移动。

[0091] 在燃料极催化层 310 中,从燃料气体流路 614 移动来的燃料气体所包含的氢分子

被分为氢离子和电子。氢离子通过保水的高分子电解质膜 200 向空气极催化层 410 扩散移动。另一方面,电子通过未图示的外部回路向空气极催化层 410 移动。

[0092] 在空气极催化层 410 中,通过高分子电解质膜 200 而移动来的氢离子与通过外部回路而移动来的电子和从氧化气体流路 714 移动来的氧进行反应,生成水。

[0093] 由于发电时的燃料电池单元为高温,所以生成的水变为水蒸气,该水蒸气通过空气极气体扩散层 420 而向氧化气体流路 714 扩散移动,从而对氧化气体流路 714 内的氧化气体进行加湿。随着氧化气体在氧化气体流路 714 内前进,其加湿量增加。因此,流经氧化气体反向流路 720 的氧化气体内的水蒸气的分压高于流经相对配置的氧化气体正向流路 718 的氧化气体内的水蒸气的分压。该水蒸气的分压差特别是在下游流路和上游流路之间变得明显。由于该水蒸气的分压差,氧化气体反向流路 720 内的水蒸气通过空气极气体扩散层 420,在面内方向向相对配置的氧化气体正向流路 718 内移动。由此,氧化气体流路 714 内的水蒸气的分压分布变得均匀。

[0094] 在燃料极侧也通过相同的作用,燃料气体反向流路 620 内的水蒸气通过燃料极气体扩散层 320,在面内方向向燃料气体正向流路 618 内移动。

[0095] 如上所述,根据本实施方式,由于反应气体流路的正向流路和反向流路在整个流路相对配置地形成,所以能够使反应气体流路内的水蒸气的分压分布均匀。因此,根据本实施方式,能够高效率地利用燃料电池单元的整个面,从而能够获得较高的发电性能和发电稳定性。

[0096] 而且,通过不使反应气体流路的壁具有反应气体的透过性,能够抑制流路之间的反应气体的循环。由此,能够高效率地将反应气体提供给催化层。

[0097] 进而,根据本实施方式,由于反应气体流路形成迂曲状,所以即使反应气体流路以及各种歧管的数量较少,也能够对燃料电池单元整个面供给反应气体。因此,根据本实施方式,即使增大单元的面积,也能够不使单元以及堆栈的结构复杂而获得较高的发电性能和发电稳定性。

[0098] 另外,在本实施方式中,反应气体流路的正向流路和反向流路在同一面内相对配置地形成的分离器,适用于燃料极侧和空气极侧双方,但是也可以仅适用于生成水蒸气的空气极侧。

[0099] 此外,在本实施方式中,连通一对歧管之间的气体流路的数量设为两条,但是气体流路的数量可以是一条,也可以是三条以上。

[0100] (实施方式 2)

[0101] 在实施方式 2 中,示出使用金属作为分离器材料的例子。

[0102] 实施方式 2 的燃料电池单元是将图 4 所示的实施方式 1 的燃料电池单元中的空气极分离器 700 替换为空气极分离器 900,并将燃料极分离器 600 替换为燃料极分离器 800 后所得的单元。因此,对空气极分离器 900 以及燃料极分离器 800 以外的重复的构成要素,赋予相同的标号,并省略其说明。

[0103] 图 7 是本发明的实施方式 2 的燃料电池单元的剖面图。对与实施方式 1 的空气极分离器 700 以及燃料极分离器 600 相同的构成要素,赋予相同的标号,并省略重复之处的说明。

[0104] 在图 7 中金属分离器由金属板构成。燃料极分离器具有燃料气体流路 814。空气

极分离器 900 具有氧化气体流路 914。

[0105] 氧化气体流路 914 以及燃料气体流路 814 的形状可以与氧化气体流路 714 相同。也就是说,氧化气体流路 914 是将从氧化气体供给歧管供给的氧化气体提供给空气极 400 的整个面的流路,并且形成为迂曲状。氧化气体正向流路以及氧化气体反向流路按彼此相对配置的方式形成。而且,燃料气体流路 814 是将从燃料气体供给歧管供给的气体提供给燃料极 300 的整个面的流路,并且形成为迂曲状。燃料气体正向流路以及燃料气体反向流路按彼此相对配置的方式形成。

[0106] 图 8 是通过层叠图 7 的燃料电池单元而构成的燃料电池堆栈的剖面图。

[0107] 在图 8 中,燃料电池堆栈通过交替地层叠 MEA500 与由金属分离器 800 以及金属分离器 900 构成的复合金属分离器 1000 而构成。在复合金属分离器 1000 的燃料气体扩散层侧形成燃料气体流路 814,而在复合金属分离器 1000 的氧化气体扩散层侧形成氧化气体流路 914。在金属分离器 1000 内的空间形成冷却水流路。

[0108] 使如上述结构的燃料电池单元动作时,与实施方式 1 的燃料电池单元相同,氧化气体流路内的水蒸气的分压分布变得均匀。

[0109] 而且,由于金属板不具有反应气体的透过性,所以通过使用金属分离器能够更加抑制流路之间的反应气体的循环。由此,能够将反应气体高效率地提供给空气极催化层。

[0110] 进而,即使金属板的厚度在 1mm 以下,也表现出足够的强度。由此,单元以及堆栈的小型化以及轻量化成为可能。而且,可通过冲压加工等容易地制造金属分离器,从而可以削减成本以及大量生产。

[0111] (实施方式 3)

[0112] 在实施方式 1 中,示出了使一个流路的正向流路和反向流路相对配置的例子。实施方式 3 表示两个不同的流路彼此相对配置的例子。

[0113] 实施方式 3 的燃料电池单元是将图 4 所示的实施方式 1 的燃料电池单元中的空气极分离器 700 替换为空气极分离器 702 后所得的单元。因此,对空气极分离器 702 以外的重复的构成要素,赋予相同的标号,并省略其说明。

[0114] 图 9 是本发明实施方式 3 的燃料电池的空气极分离器的空气极侧的面的正面图。对与实施方式 1 的空气极分离器 700 相同的构成要素,赋予相同的标号,并省略重复之处的说明。

[0115] 在图 9 中,空气极分离器 702 包括:第一氧化气体供给歧管 710a、第二氧化气体供给歧管 710b、第一氧化气体排出歧管 712a、第二氧化气体排出歧管 712b、第一氧化气体流路 714a、第二氧化气体流路 714b、第一燃料气体供给歧管 730a、第二燃料气体供给歧管 730b、第一燃料气体排出歧管 732a、第二燃料气体排出歧管 732b、冷却水供给歧管 740 以及冷却水排出歧管 742。

[0116] 第一氧化气体供给歧管 710a 以及第二氧化气体供给歧管 710b 为用于将氧化气体提供给燃料电池堆栈内的各个燃料电池单元的孔。第一氧化气体供给歧管 710a 将氧化气体提供给第一氧化气体流路 714a。同样,第二氧化气体供给歧管 710b 将氧化气体提供给第二氧化气体流路 714b。

[0117] 第一氧化气体排出歧管 712a 以及第二氧化气体排出歧管 712b 为用于从燃料电池堆栈内的各个燃料电池单元排出氧化气体的孔。第一氧化气体排出歧管 712a 从第一氧

化气体流路 714a 排出氧化气体。同样,第二氧化气体排出歧管 712b 从第二氧化气体流路 714b 排出氧化气体。

[0118] 第一氧化气体流路 714a 以及第二氧化气体流路 714b 为用于,将由第一氧化气体供给歧管 710a 或第二氧化气体供给歧管 710b 供给的氧化气体提供给空气极 400 整个面的流路。第一氧化气体流路 714a 与第一氧化气体供给歧管 710a 以及第一氧化气体排出歧管 712a 连通。同样,第二氧化气体流路 714b 与第二氧化气体供给歧管 710b 以及第二氧化气体排出歧管 712b 连通。第一氧化气体流路 714a 与第二氧化气体流路 714b 在整体上相对配置,并且在保持第一氧化气体流路 714a 和第二氧化气体流路 714b 相邻的状态下形成迂曲状。氧化气体流路(714a 和 714b)的壁形成为不具有氧化气体的透过性。优选地,第一氧化气体流路 714a 的上游流路与第二氧化气体流路 714b 的下游流路之间的间隔或第一氧化气体流路 714a 的下游流路与第二氧化气体流路 714b 的上游流路之间的间隔为 2.2mm ~ 3.3mm。

[0119] 第一燃料气体供给歧管 730a 以及第二燃料气体供给歧管 730b 为用于将燃料气体提供给燃料电池堆栈内的各个燃料电池单元的孔。而且,第一燃料气体排出歧管 732a 以及第二燃料气体供给歧管 732b 是用于从燃料电池堆栈内的各个燃料电池单元排出燃料气体的孔。

[0120] 使如上述结构的燃料电池单元动作时,与实施方式 1 的燃料电池单元相同,氧化气体流路内的水蒸气的分压分布变得均匀。也就是说,第一氧化气体流路 714a 的下游流路内的水蒸气在面内方向向相对配置的第二氧化气体流路 714b 的上游流路内移动。同样,第二氧化气体流路 714b 的下游流路内的水蒸气在面内方向向相对配置的第一氧化气体流路 714a 的上游流路内移动。

[0121] 如上所述,根据本实施方式,除了实施方式 1 的效果以外,还能够在燃料电池单元面内对称地形成氧化气体流路,从而能够使氧化气体流路内的水蒸气的分压分布更加均匀。因此,能够更高效地利用燃料电池单元的整个面,从而能够获得更高的发电性能和发电稳定性。

[0122] 而且,根据本实施方式,除了实施方式 1 的效果以外,还能够使氧化气体流路的长度变短,从而能够降低氧化气体供给歧管内的反应气体的压力。因此,能够降低供给氧化气体的鼓风机的负荷,从而能够更加提高发电系统整体的发电效率。

[0123] 而且,在本实施方式中,仅说明了空气极侧的流路结构,但是燃料极侧的流路结构也可以是与空气极侧的流路结构相同的结构。此时,在燃料极侧,也能够使面内方向的水分分布的分压分布更加均匀。

[0124] (实施方式 4)

[0125] 在实施方式 1 ~ 3 中,示出了反应气体流路的截面面积在上游流路和下游流路相同的例子。在实施方式 4 中,示出反应气体流路的截面面积在上游流路与下游流路不同的例子。

[0126] 实施方式 4 的燃料电池是将图 4 所示的实施方式 1 的燃料电池中的空气极分离器 700 替换为空气极分离器 704 后所得的燃料电池。因此,对空气极分离器 704 以外的重复的构成要素,赋予相同的标号,并省略其说明。

[0127] 图 10 是本发明实施方式 4 的燃料电池单元的空气极分离器的空气极侧的面的正

面图。对与实施方式 3 的空气极分离器 702 相同的构成要素,赋予相同的标号,并省略重复之处的说明。

[0128] 在图 10 中,空气极分离器 704 包括:第一氧化气体供给歧管 710a、第二氧化气体供给歧管 710b、第一氧化气体排出歧管 712a、第二氧化气体排出歧管 712b、第一氧化气体流路 714a、第二氧化气体流路 714b、第一燃料气体供给歧管 730a、第二燃料气体供给歧管 730b、第一燃料气体排出歧管 732a、第二燃料气体排出歧管 732b、冷却水供给歧管 740 以及冷却水排出歧管 742。

[0129] 第一氧化气体流路 714a 以及第二氧化气体流路 714b 与实施方式 3 相同在整体上相对配置,并且在保持第一氧化气体流路 714a 和第二氧化气体流路 714b 相邻的状态下形成迂曲状。进而,第一氧化气体流路 714a 以及第二氧化气体流路 714b 按下游流路的宽度窄于上游流路的宽度的方式形成。也可以使所述宽度从上游流路到下游流路台阶状地或逐渐变小。氧化气体流路(714a 和 714b)的壁还形成为不具有氧化气体的透过性。

[0130] 使如上述结构的燃料电池单元动作时,与实施方式 3 的燃料电池单元相同,氧化气体流路 714a 和 714b 内的水蒸气的分压分布变得均匀。此外,由于氧化气体流路 714a 和 714b 的下游流路的截面面积小于上游流路的截面面积,所以能够抑制随氧化气体的消耗所产生的氧化气体分压的减少。由此,氧化气体不在面内方向上移动,而氧化气体流路 714a 和 714b 内的氧化气体的分压分布变得均匀。

[0131] 如上所述,根据本实施方式,除了实施方式 1~3 的效果以外,还能够使氧化气体流路上游流路的氧化气体分压低于下游流路的氧化气体分压,从而能够防止上游流路的氧化气体通过空气极气体扩散层向下游流路移动。由此,能够将反应气体高效率地提供给空气极催化层,从而能够更加提高发电效率。

[0132] 另外,在本实施方式中,通过改变反应气体流路的宽度来调整反应气体流路的截面面积,但是也可以通过改变流路的深度来调整气体流路的截面面积。

[0133] 而且,在本实施方式中,仅说明了空气极侧的流路结构,但是燃料极侧的流路结构也可以是与空气极侧的流路结构相同的结构。此时,在燃料极侧也能够使面内方向的水分分布以及燃料气体的分压分布更加均匀。

[0134] (实施方式 5)

[0135] 在实施方式 1~4 中,示出了连通一对歧管的反应气体流路的条数在上游流路和下游流路相同的例子。在实施方式 5 中,示出连通一对歧管的反应气体流路的条数在上游流路与下游流路不同的例子。

[0136] 实施方式 5 的燃料电池单元是将图 4 所示的实施方式 1 的燃料电池中的空气极分离器 700 替换为空气极分离器 706 后所得的燃料电池单元。因此,对空气极分离器 706 以外的重复的构成要素,赋予相同的标号,并省略其说明。

[0137] 图 11 是本发明实施方式 5 的燃料电池的空气极分离器的空气极侧的面的正面图。对与实施方式 3 的空气极分离器 702 相同的构成要素,赋予相同的标号,并省略重复之处的说明。

[0138] 在图 11 中,空气极分离器 706 包括:第一氧化气体供给歧管 710a、第二氧化气体供给歧管 710b、第一氧化气体排出歧管 712a、第二氧化气体排出歧管 712b、第一氧化气体流路 714a、第二氧化气体流路 714b、第一燃料气体供给歧管 730a、第二燃料气体供给歧管

730b、第一燃料气体排出歧管 732a、第二燃料气体排出歧管 732b、冷却水供给歧管 740 以及冷却水排出歧管 742。

[0139] 第一氧化气体流路 714a 以及第二氧化气体流路 714b 与实施方式 3 相同在流路整体上相对配置,并且在保持第一氧化气体流路 714a 和第二氧化气体流路 714b 相邻的状态下形成迂曲状。进而,第一氧化气体流路 714a 以及第二氧化气体流路 714b 按下游流路的流路数少于上游流路的流路数的方式形成。氧化气体流路 (714a 和 714b) 的壁还形成为不具有氧化气体的透过性。

[0140] 使如上述结构的燃料电池单元动作时,与实施方式 4 的燃料电池单元相同,氧化气体流路 714a 和 714b 内的水蒸气以及氧化气体的分压分布变得均匀。而且,由于流路的宽度和深度在整个流路是一定的,所以与实施方式 4 的燃料电池单元相比,分离器与 MEA 之间的接触阻抗在整个流路均等。

[0141] 如上所述,根据本实施方式,除了实施方式 1 ~ 4 的效果以外,还能够使空气极分离器与 MEA 之间的接触性均等,同时使上游流路的氧化气体分压低于下游流路的氧化气体分压。由此,能够抑制由接触电阻 (抵抗) 产生的发热分布的偏差,从而能够使发电反应分布更加均匀,并能够更加提高发电效率。

[0142] 另外,在本实施方式中,在氧化气体流路的拐弯部减少氧化气体流路的条数,但是也可以在氧化气体流路的直线部减少氧化气体流路的条数。

[0143] 而且,在本实施方式中,仅说明了空气极侧的流路结构,但是燃料极侧的流路结构也可以是与空气极侧的流路结构相同的结构。此时,在燃料极侧,也能够使面内方向的水分分布以及燃料气体的分压分布更加均匀。

[0144] (实施方式 6)

[0145] 实施方式 6 示出使空气极气体扩散基材层的水蒸气透过性以及反应气体透过性 (以下,称为“水蒸气等透过性”) 低于空气极碳涂层的水蒸气等透过性的例子。

[0146] 实施方式 6 的燃料电池单元为,在图 4 所示的实施方式 1 的燃料电池单元中,使空气极气体扩散基材层 440 的水蒸气等透过性低于空气极碳涂层 430 的水蒸气等透过性后所得的燃料电池单元。因此,对空气极气体基材层 440 以及空气极碳涂层 430 以外的重复的构成要素,省略其说明。

[0147] 如上所述,空气极气体扩散基材层 440 按其水蒸气等透过性低于空气极碳涂层 430 的水蒸气等透过性的方式形成。为此目的,降低空气极气体扩散基材层 440 的水蒸气等透过性,或提高空气极碳涂层 430 的水蒸气等透过性即可。

[0148] 降低空气极气体扩散基材层 440 的水蒸气等透过性的方法并无特别限定,例如使由碳纤维形成的细孔的直径变小、使空气极气体扩散基材层 440 变厚、对空气极气体扩散基材层 440 进行防水处理等即可。另一方面,作为提高空气极碳涂层 430 的水蒸气等透过性的方法,使空气极碳涂层 430 变薄、对空气极碳涂层 430 进行亲水处理等即可。

[0149] 使如上述结构的燃料电池单元动作时,防止在空气极催化层 410 生成的水蒸气排出到氧化气体流路,而使其在碳涂层内部在面内方向移动。

[0150] 如上所述,根据本实施方式,除了实施方式 1 的效果以外,还能够防止在空气极催化层生成的水变成水蒸气后排出到氧化气体流路,从而能够使催化层以及高分子电解质膜保持适当的水分。而且,能够使滞留在碳涂层内部的水蒸气容易在面内方向移动。由此,能

够使燃料电池单元内的水分量更加均匀,从而能够使发电反应分布更加均匀,并进一步提高发电效率。本实施方式的燃料电池即使在高温无加湿下动作,也能够使催化层以及高分子电解质膜均匀地保持适当的水分,所以特别适合高温无加湿运行的燃料电池。

[0151] 另外,在本实施方式中,说明了对水蒸气以及气体双方的透过性进行调整的例子,但是也可以仅调整水蒸气透过性。

[0152] 而且,在本实施方式中,说明了在空气极侧中进行调整的例子,但是在燃料极侧中也可以进行相同的调整。此时,在燃料极侧中,能够使催化层以及高分子电解质膜保持适当的水分,并且使面内方向的水分分布更加均匀。

[0153] (实施方式 7)

[0154] 在实施方式 6 中,示出了气体扩散基材层由单一层构成的例子。在实施方式 7 中,示出气体扩散基材层由多个层构成,越是外侧的层,使其水蒸气透过性以及反应气体透过性(水蒸气等透过性)越低的例子。

[0155] 图 12 是本发明的实施方式 7 的燃料电池单元的剖面图。对与实施方式 1 的燃料电池单元相同的构成要素,赋予相同的标号,并省略重复之处的说明。

[0156] 在图 12 中,燃料电池单元包括:高分子电解质膜 200、一对催化电极(燃料极 300 和空气极 400)、以及一对分离器(燃料极分离器 600 和空气极分离器 700)。燃料极 300 由位于高分子电解质膜 200 侧的燃料极催化层 310 和位于燃料极分离器 600 侧的燃料极气体扩散层 320 构成。同样,空气极 400 由位于高分子电解质膜 200 侧的空气极催化层 410 和位于空气极分离器 700 侧的空气极气体扩散层 420 构成。进而,从燃料极催化层 310 侧开始,按燃料极碳涂层 330、第一燃料极气体扩散基材层 342、第二燃料极气体扩散基材层 344 以及第三燃料极气体扩散基材层 346 的顺序进行层叠而构成燃料极气体扩散层 320。同样,从空气极催化层 410 侧开始,按空气极碳涂层 430、第一空气极气体扩散基材层 442、第二空气极气体扩散基材层 444 以及第三空气极气体扩散基材层 446 的顺序进行层叠而构成空气极气体扩散层 420。

[0157] 构成燃料极气体扩散层 320 的燃料极碳涂层 330、第一燃料极气体扩散基材层 342、第二燃料极气体扩散基材层 344 以及第三燃料极气体扩散基材层 346 分别具有不同的水蒸气等透过性。最接近于燃料极催化层 310 的燃料极碳涂层 330 具有最高的水蒸气等透过性。此后,越靠近燃料极分离器 600,水蒸气等透过性越低。也就是说,最接近于燃料极分离器 600 的第三燃料极气体扩散基材层 346 具有最低的水蒸气透过性。

[0158] 同样,构成空气极气体扩散层 420 的空气极碳涂层 430、第一空气极气体扩散基材层 442、第二空气极气体扩散基材层 444 以及第三空气极气体扩散基材层 446 分别具有不同的水蒸气等透过性。最接近于空气极催化层 410 的空气极碳涂层 430 具有最高的水蒸气等透过性。此后,越接近于空气极分离器 700,水蒸气等透过性越低。也就是说,最接近于空气极分离器 700 的第三空气极气体扩散基材层 446 具有最低的水蒸气透过性。

[0159] 使如上述结构的燃料电池单元动作时,防止了在空气极催化层 410 生成的水蒸气排出到反应气体流路,而使其在碳涂层内部在面内方向移动。

[0160] 如上所述,根据本实施方式,除了实施方式 1 的效果以外,还能够防止在空气极催化层生成的水变成水蒸气后排出到氧化气体流路,从而使催化层以及高分子电解质膜保持适当的水分。而且,能够使滞留在碳涂层内部的水蒸气在面内方向容易移动。由此,能够使

燃料电池单元内的水分量更加均匀,从而能够使发电反应分布更加均匀,并进一步提高发电效率。本实施方式的燃料电池即使在高温无加湿下动作,也能够使催化层以及高分子电解质膜均匀地保持适当的水分,所以特别适合高温无加湿运行的燃料电池。

[0161] 另外,在本实施方式中,说明了对水蒸气以及气体双方的透过性进行调整的例子,但是也可以仅调整水蒸气透过性。

[0162] 而且,在本实施方式中,对层叠了多个气体扩散基材层的结构进行了说明,也可以在单一的气体扩散基材层中,使水蒸气透过性以及气体透过性递增或递减。

[0163] (实施方式 8)

[0164] 在实施方式 1 ~ 7 中,示出了反应气体流路的正向流路与反向流路之间的间隔一定的例子。在实施方式 8 中,示出反应气体流路的正向流路与反向流路之间的间隔变化的例子。

[0165] 实施方式 8 的燃料电池单元是将图 4 所示的实施方式 1 的燃料电池中的空气极分离器 700 替换为空气极分离器 902 后所得的燃料电池单元。因此,对空气极分离器 902 以外的重复的构成要素,赋予相同的标号,并省略其说明。

[0166] 图 13 是本发明实施方式 8 的燃料电池单元的空气极分离器的空气极侧的面的正面图。对与实施方式 1 的空气极分离器 700 相同的构成要素,赋予相同的标号,并省略重复之处的说明。

[0167] 在图 13 中,空气极分离器 902 包括:氧化气体供给歧管 910、氧化气体排出歧管 912、氧化气体流路 914、燃料气体供给歧管 930、燃料气体排出歧管 932、冷却水供给歧管 740 以及冷却水排出歧管 742。

[0168] 氧化气体流路 914 是将从氧化气体供给歧管 910 供给的氧化气体提供给整个空气极 400 的流路,并且形成为迂曲状。而且,氧化气体正向流路 918 以及氧化气体反向流路 920 按彼此相对配置的方式形成。进而,使正向流路 918 与反向流路 920 之间的间隔,在 A 部分(氧化气体供给歧管 910 以及氧化气体排出歧管 912 附近)较大,在 B 部分(往返流路折回部分 916 附近)较小。也可以使所述间隔从 A 部分到 B 部分台阶状地或逐渐变小。而且,优选地,在 A 部分的所述间隔为 2.2mm ~ 3.3mm。氧化气体流路 914 的壁还形成为不具有氧化气体的透过性。

[0169] 使如上述结构的燃料电池单元动作时,与实施方式 1 的燃料电池单元相同,氧化气体流路 914 内的水蒸气的分压分布变得均匀。而且,由于上游流路与下游流路之间的间隔与往返流路折回部分 916 的正向流路 918 与反向流路 920 之间的间隔相比较,所以能够抑制上游流路的氧化气体通过空气极扩散层而向下游流路移动。

[0170] 如上所述,根据本实施方式,能够将反应气体高效率地提供给空气极催化层,从而能够进一步提高发电效率。

[0171] 而且,在本实施方式中,仅说明了空气极侧的流路结构,但是燃料极侧的流路结构也可以是与空气极侧的流路结构相同的结构。此时,在燃料极侧,也能够使面内方向的水分分布的分压分布更加均匀。

[0172] 以下,对导出了上游流路与下游流路之间的间隔的实验例进行说明。

[0173] (实验例 1)

[0174] 在本实验例中,对使用计算机仿真而导出了流路与流路之间的最合适的间隔的实

验进行说明。

[0175] 使用的程序

[0176] 在本实验例中使用的程序为, FLUENT 社的 FLUENT (固体高分子型燃料电池 (PEM) 模块) 的电化学子模式 (http://www.fluent.co.jp/contents/service/service_12.html)。该程序为用于,通过设定各个参数来预测使该燃料电池单元动作时所产生的电压的程序。

[0177] 解析条件

[0178] 在以下的参数条件下进行仿真实验。

[0179] 膜厚度 :30 μm

[0180] 催化剂厚度 :10 μm

[0181] GDL (气体扩散层) 厚度 :300 μm

[0182] 阴极流路深度 :1.1mm

[0183] 阴极流路宽度 :1.1mm

[0184] 阳极流路深度 :1mm

[0185] 阳极流路宽度 :1.1mm

[0186] 单元温度 :90℃

[0187] 阳极露点温度 :65℃

[0188] 阴极露点温度 :35℃

[0189] 电极面积 :6.1468 cm^2

[0190] 氢利用率 :10%

[0191] 氧利用率 :50 ~ 90%

[0192] GDL 孔隙率 :0.75

[0193] 电流密度 :0.16 cm^2

[0194] 表 1 表示在上述条件下,流路与流路之间的间隔 (以下称为“肋宽度”)以及氧利用率与电压 (mV) 之间的关系。

[0195] 表 1

[0196]

肋宽度 (mm)	氧利用率 (%)				
	50	60	70	80	90
1.1	723.1	720.5	706.7	663	420.5
2.2	719.9	720.7	718.4	708	636.2
3.3	719.6	720.8	720.1	716.6	691.5
4.4	719.5	720.1	719	715.2	698.4

[0197] 表 2 表示肋宽度与接触电阻以及电阻损耗 (电压降低量) 之间的关系。从表 2 可知,随着肋宽度变大,接触电阻以及电阻损耗也增加了。其理由如下所述。肋宽度变大后,分离器与 GDL 的接触面积增大。分离器与 GDL 的接触面积增加后,在对单元施加相同的紧固力的情况下,单位面积的负荷下降。而且,由于单位面积的负荷下降,接触电阻呈指数级增加。因此,由于肋宽度增大,接触电阻增加,阻抗损耗变大。

[0198] 表 2

[0199]

肋宽度 (mm)	1.1	2.2	3.3	4.4	5.5
接触电阻 ($m\Omega$)	0.00169	0.004917	0.00922	0.014138	0.019977
电阻损耗 (mV)	0.415615	2.418122	6.800967	13.9042	24.55905

[0200] 表 3 是从表 1 的结果中减去表 2 的电阻损耗后所得的结果。由于表 3 考虑到假设的电阻损耗,所以与表 1 相比,表示更接近实际值的数值。

[0201] 表 3

[0202]

肋宽度 (mm)	氧利用率 (%)				
	50	60	70	80	90
1.1	722.6844	720.0844	706.2844	662.5844	420.0844
2.2	717.4819	718.2819	715.9819	705.5819	633.7819
3.3	712.799	713.999	713.299	709.799	684.699
4.4	705.5958	706.1958	705.0958	701.2958	684.4958

[0203] 图 14 表示在表 3 中的氧利用率 80% 下的肋宽度与电压之间的关系的图。

[0204] 在图 14 的图中,竖轴表示电压,横轴表示肋宽度。在肋宽度从 1.1mm 至 3.3mm 为止的区域中,随着肋宽度的增大,电压也增加。电压在肋宽度为 3.3mm 时,具有峰值。肋宽度为 4.4mm 时的电压小于肋宽度为 3.3mm 时的电压以及肋宽度为 2.2mm 时的电压。

[0205] 根据以上结果,可知在上述解析条件下,为了维持较高的电压,最适合的肋宽度为 2.2mm ~ 3.3mm。

[0206] (实验例 2)

[0207] 在本实验例中使用与实验例 1 相同的程序,说明导出了流路与流路之间的最合适的间隔的实验。在本实验例中,与实验例 1 不同,将 GDL 厚度的参数设为 $200\mu m$ 。GDL 膜以外的解析条件与实验例 1 相同。

[0208] 表 4 表示在上述条件下,肋宽度以及氧利用率与电压 (mV) 之间的关系。

[0209] 表 4

[0210]

肋宽度 (mm)	氧利用率 (%)				
	50	60	70	80	90
1.1	724.2	722.5	708.9	669.3	426
2.2	718.6	720.1	720	716	682.1
3.3	718.6	719.6	719	715.9	703.5
4.4	717.1	716.3	713.2	705.8	681.7

[0211] 表 5 是从表 4 的结果中减去表 2 的电阻损耗后所得的结果。由于表 5 考虑到估计

的电阻损耗,所以与表 4 相比,表示更接近实际值的数值。

[0212] 表 5

[0213]

肋宽度 (mm)	氧利用率 (%)				
	50	60	70	80	90
1.1	723.7844	722.0844	708.4844	668.8844	425.5844
2.2	716.1819	717.6819	717.5819	713.5819	679.6819
3.3	711.799	712.799	712.199	709.099	696.699
4.4	703.1958	702.3958	699.2958	691.8958	667.7958

[0214] 图 15 表示在表 5 中的氧利用率 80% 下的肋宽度与电压之间的关系的图。

[0215] 在图 15 的图中,竖轴表示电压,横轴表示肋宽度。在肋宽度从 1.1mm 至 2.2mm 为止的区域中,随着肋宽度的增大,电压也增加。电压在肋宽度为 2.2mm 时,具有峰值。在肋宽度从 2.2mm 至 4.4mm 为止的区域中,随着肋宽度的增大,电压减少。肋宽度为 4.4mm 时的电压明显小于肋宽度为 2.2mm 时的电压以及肋宽度为 3.3mm 时的电压。

[0216] 根据以上结果,可知在上述解析条件下,为了维持较高的电压,最适合的肋宽度为 2.2mm ~ 3.3mm。

[0217] 根据实验例 1 以及实验例 2 的结果,可知,在 GDL 厚度为 200 μm ~ 300 μm 、流路宽度为 1.1mm、流路深度为 1.1mm 的情况下,在肋宽度为 2.2mm ~ 3.3mm 时,即肋宽度为流路宽度的 2 倍到 3 倍时,燃料电池单元能够进行最有效率的发电。

[0218] 本申请主张基于 2006 年 6 月 21 日提交的(日本)特愿 2006-171995 的优先权。该申请说明书中所记载内容全部被本申请引用。

[0219] 工业上的可利用性

[0220] 本发明的燃料电池单元以及燃料电池单元堆栈,在高温低加湿或高温无加湿运行的固体高分子型燃料电池等中是有用的。

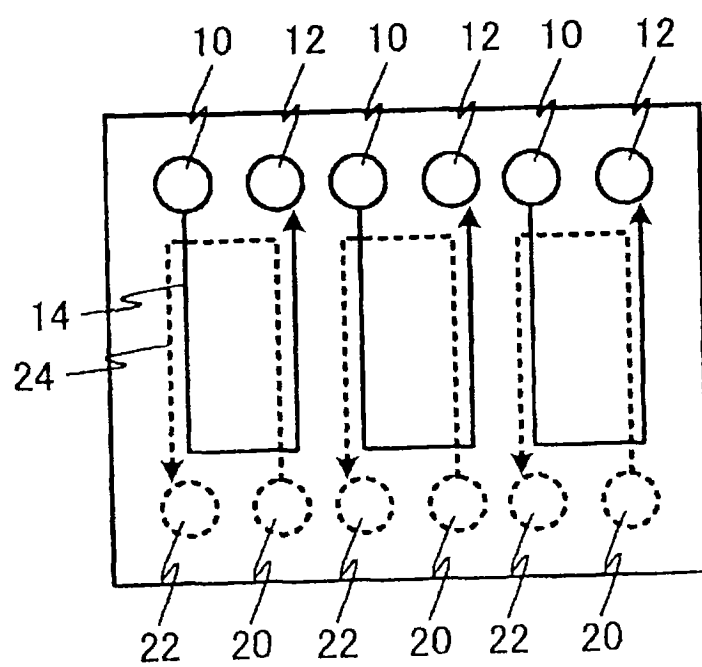


图 1

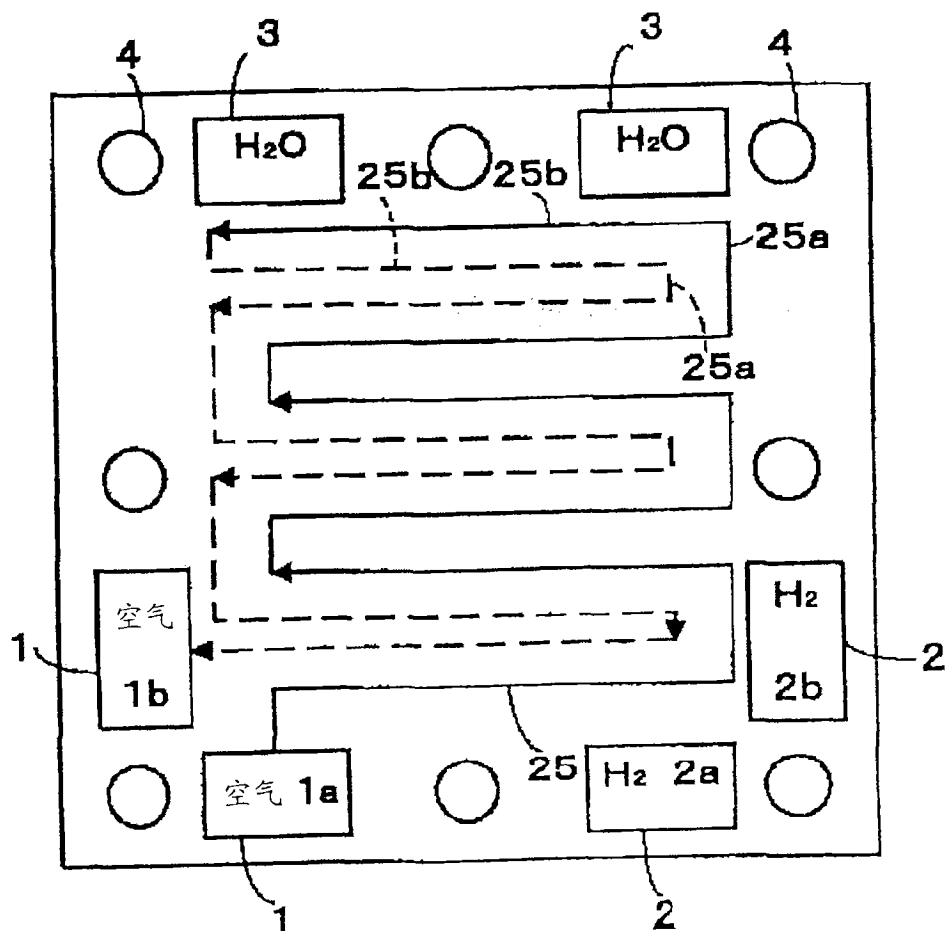


图 2

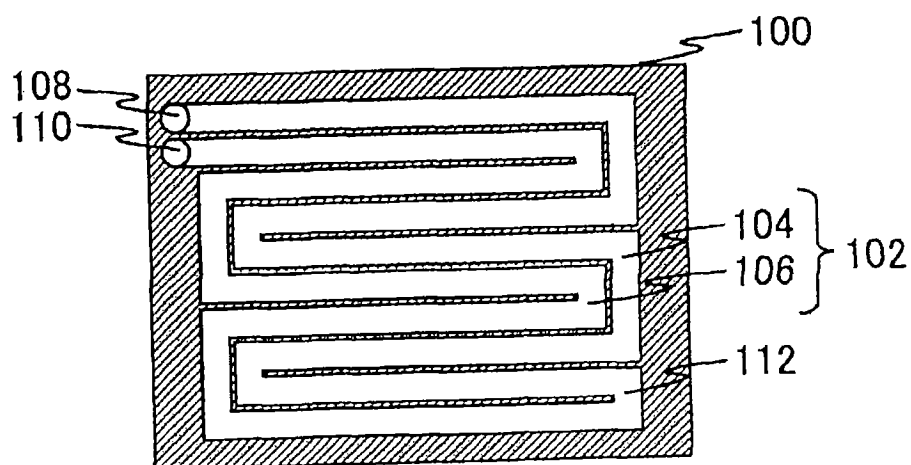


图 3A

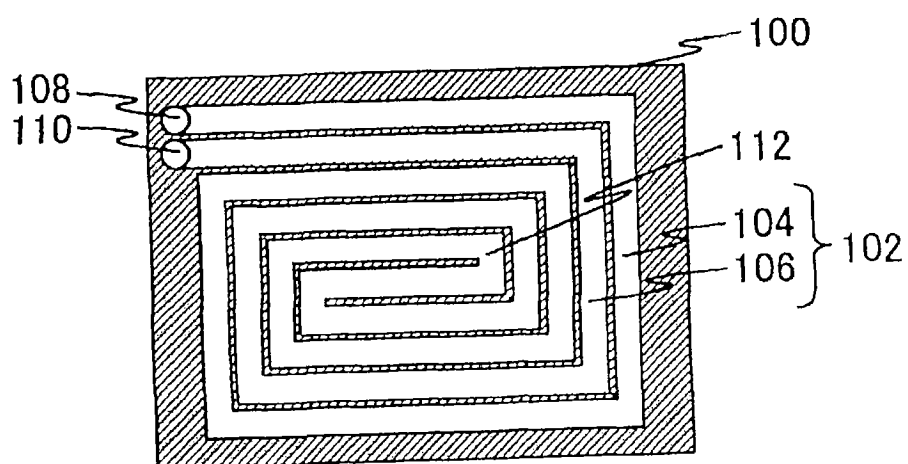


图 3B

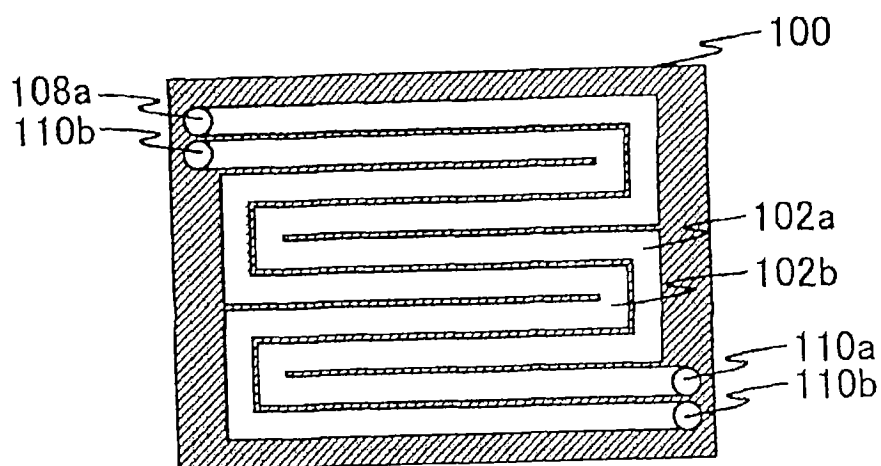


图 3C

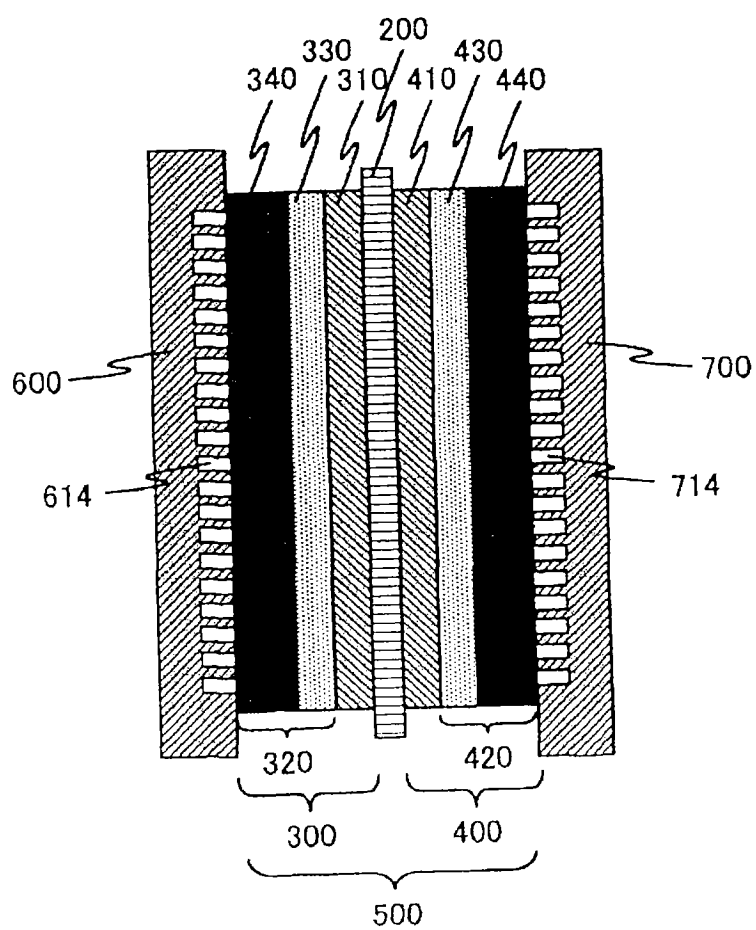


图 4

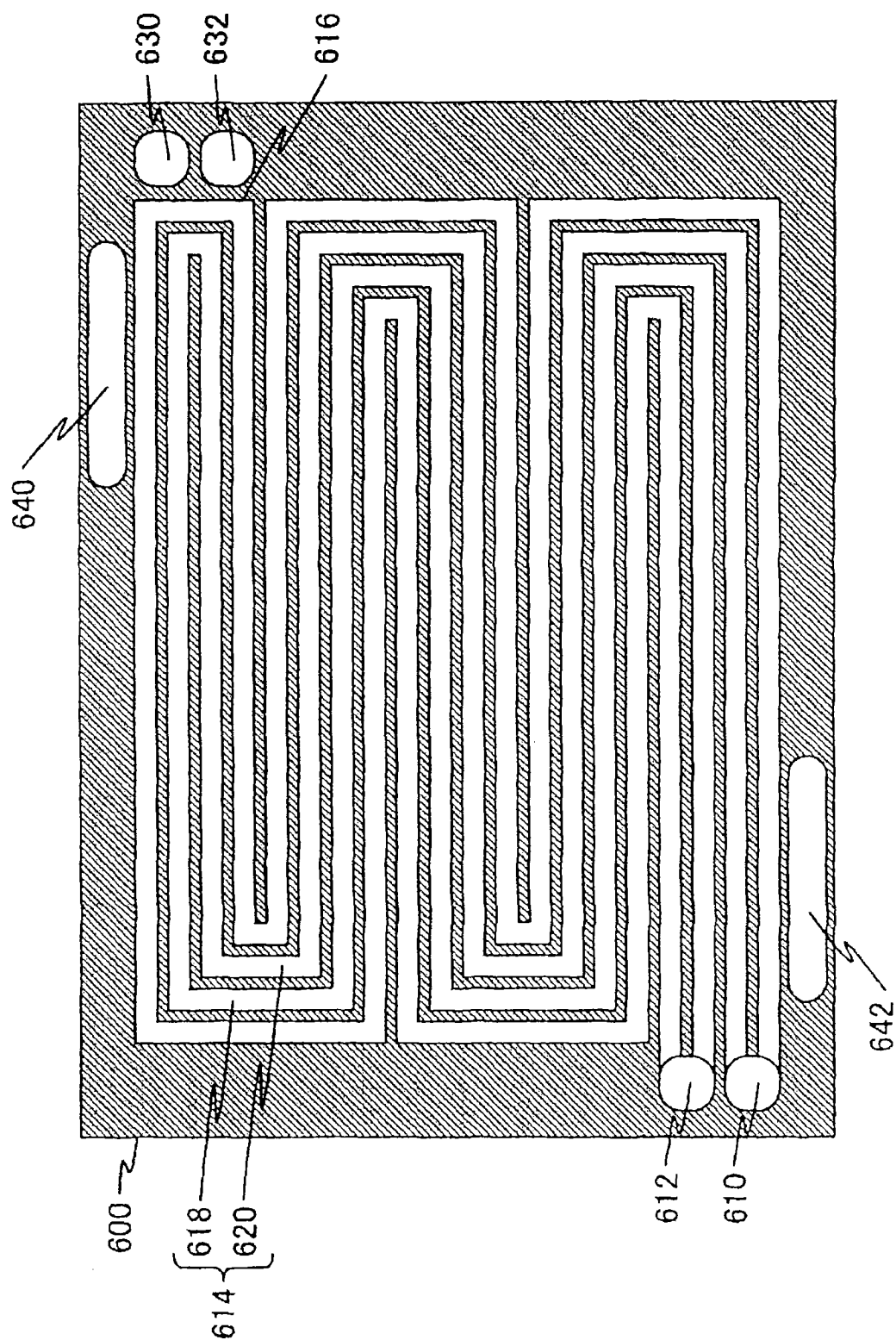


图 5

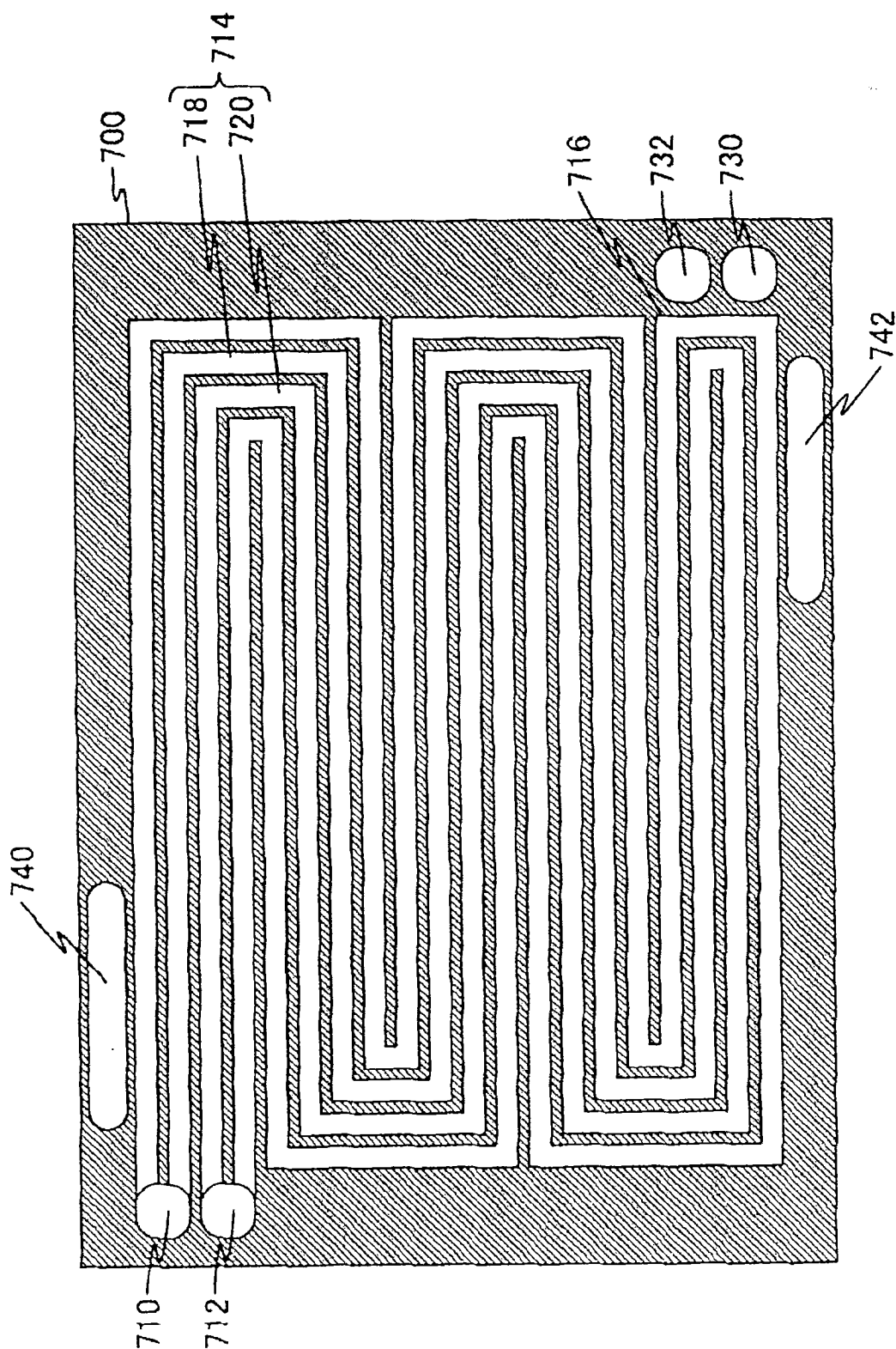


图 6

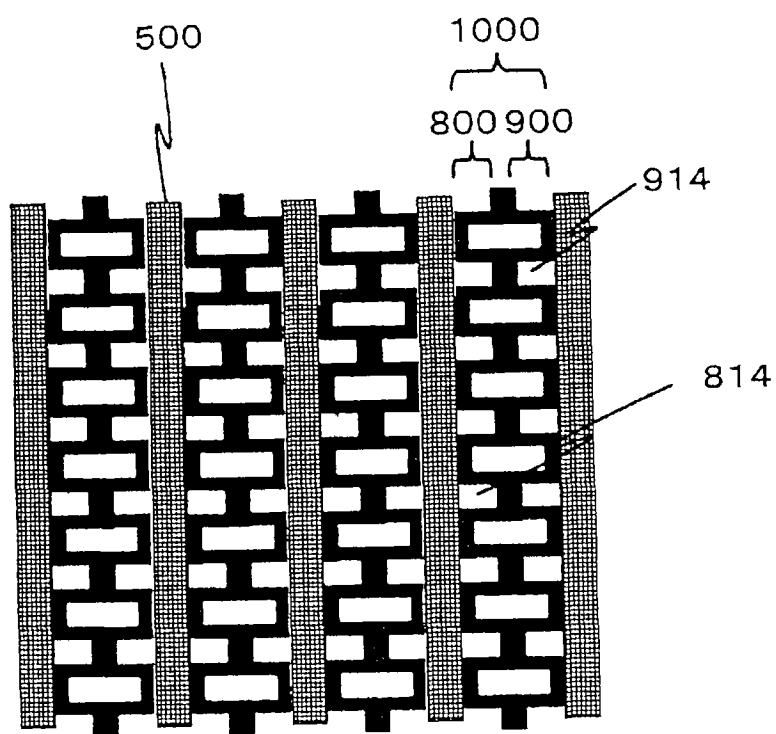


图 7

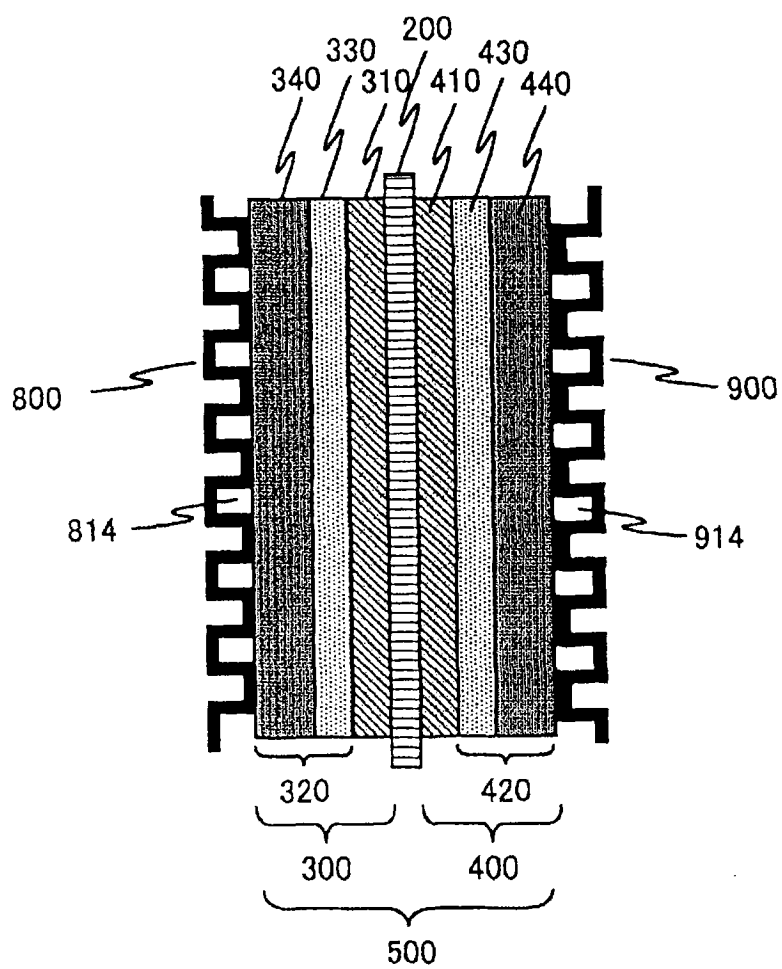


图 8

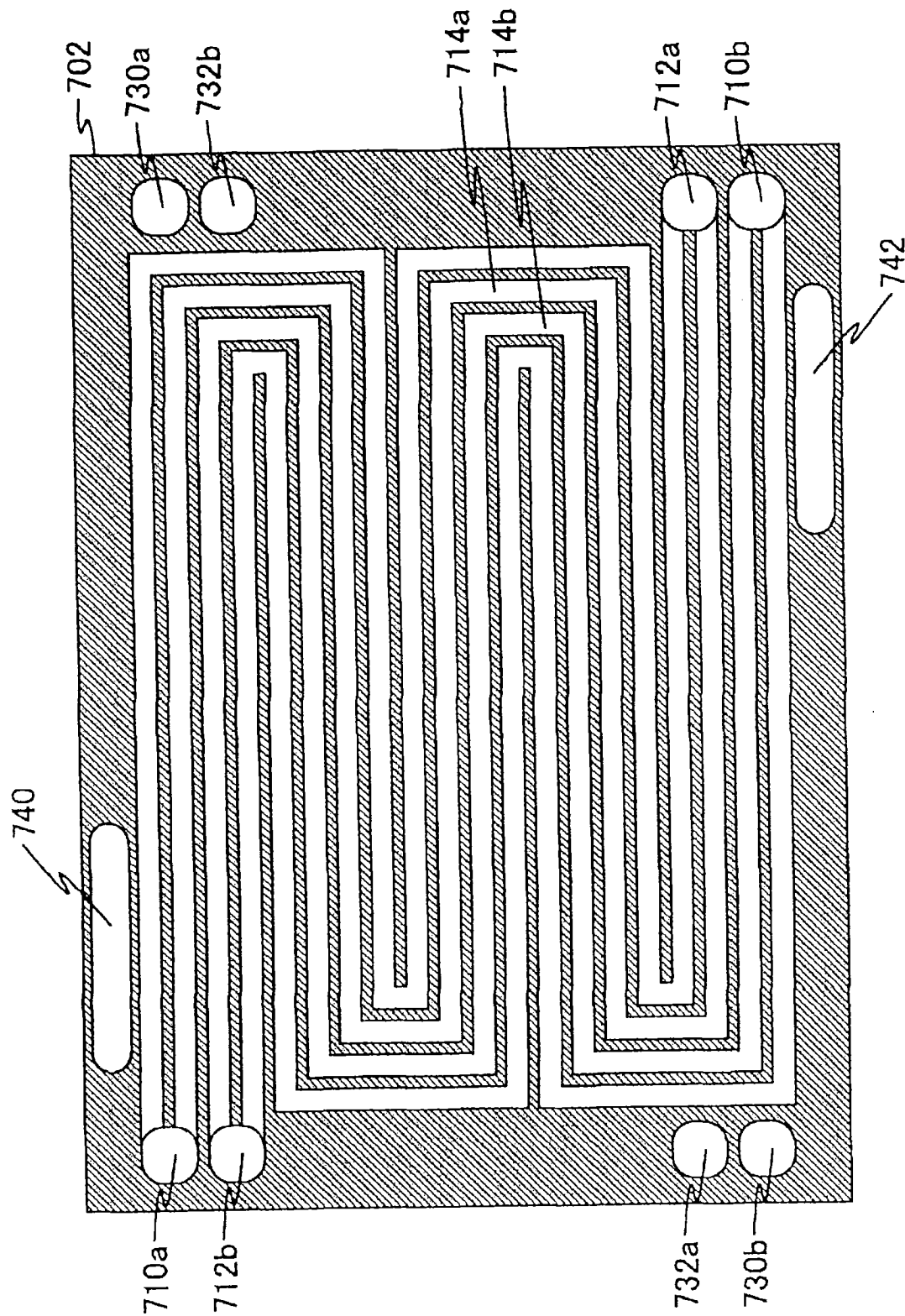


图 9

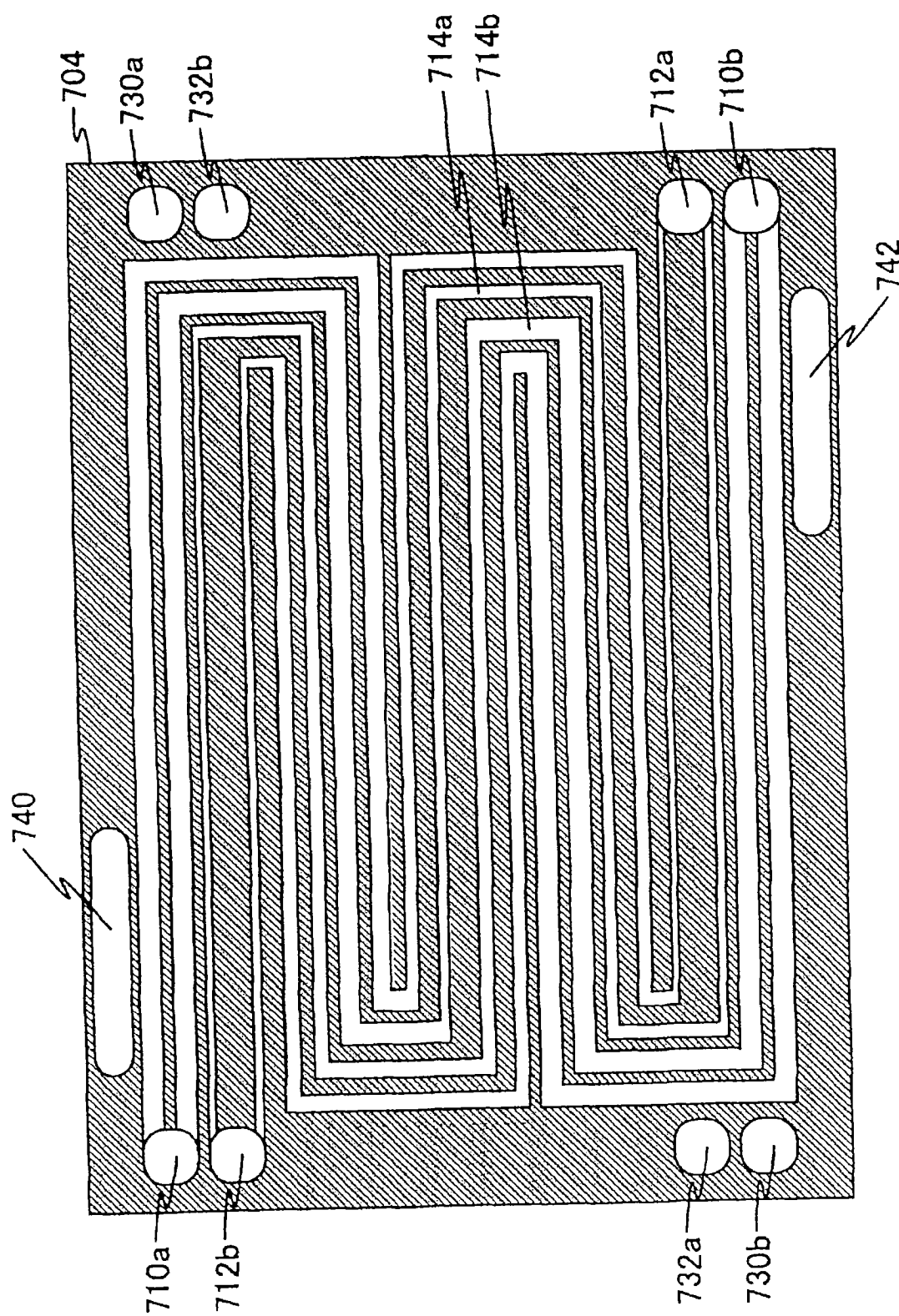


图 10

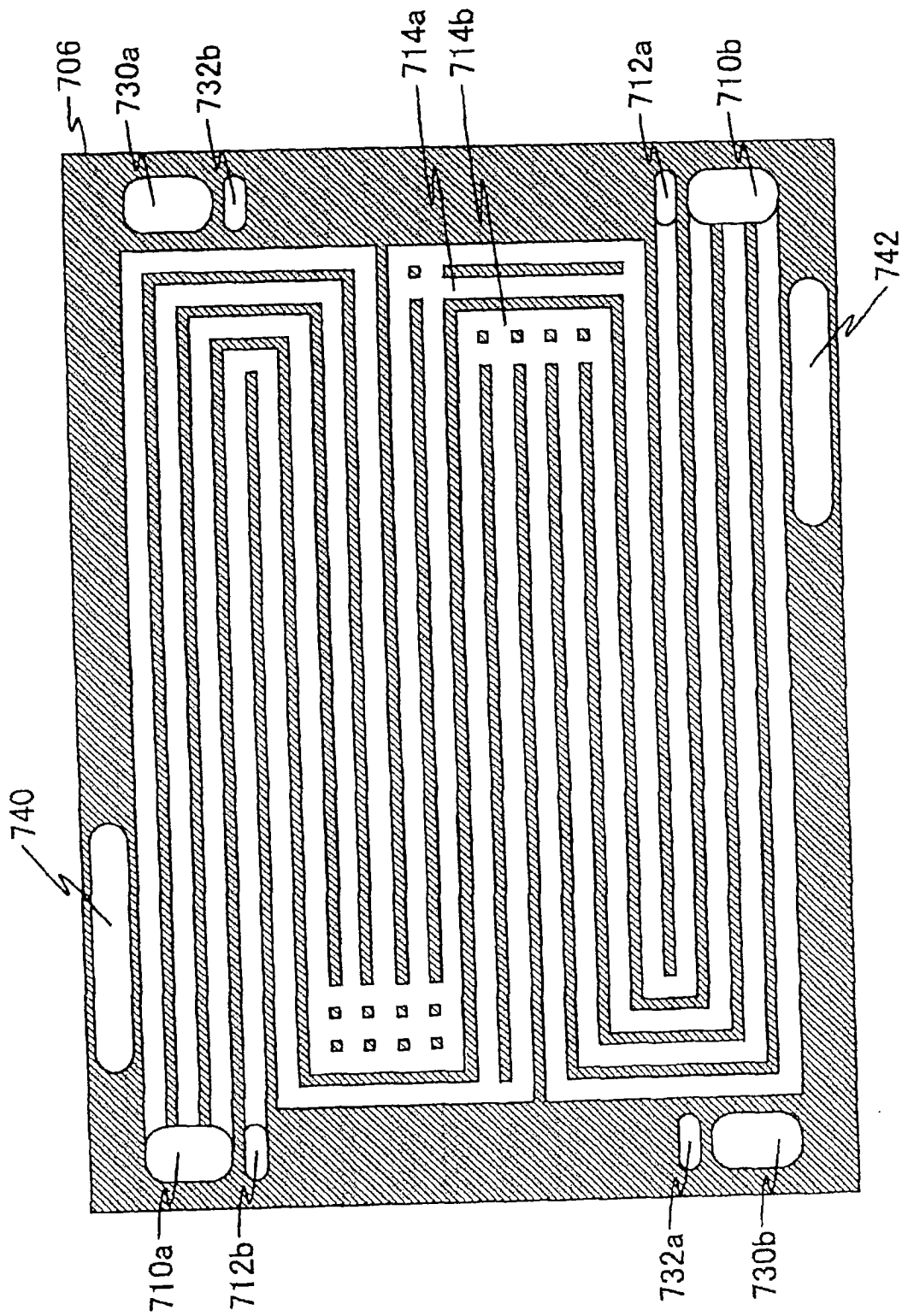


图 11

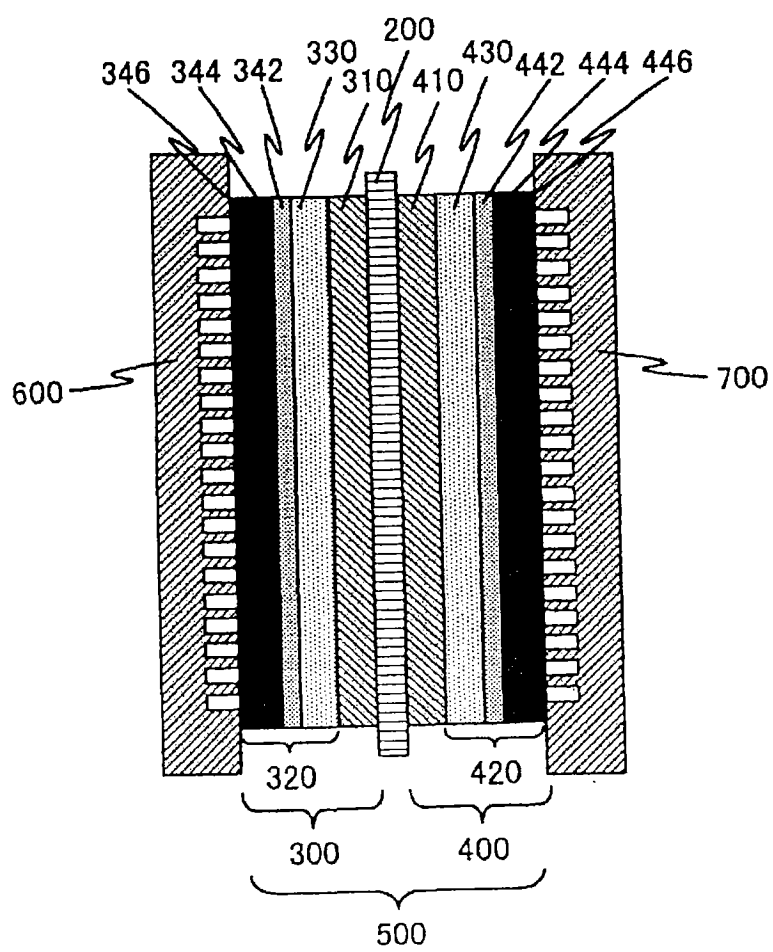


图 12

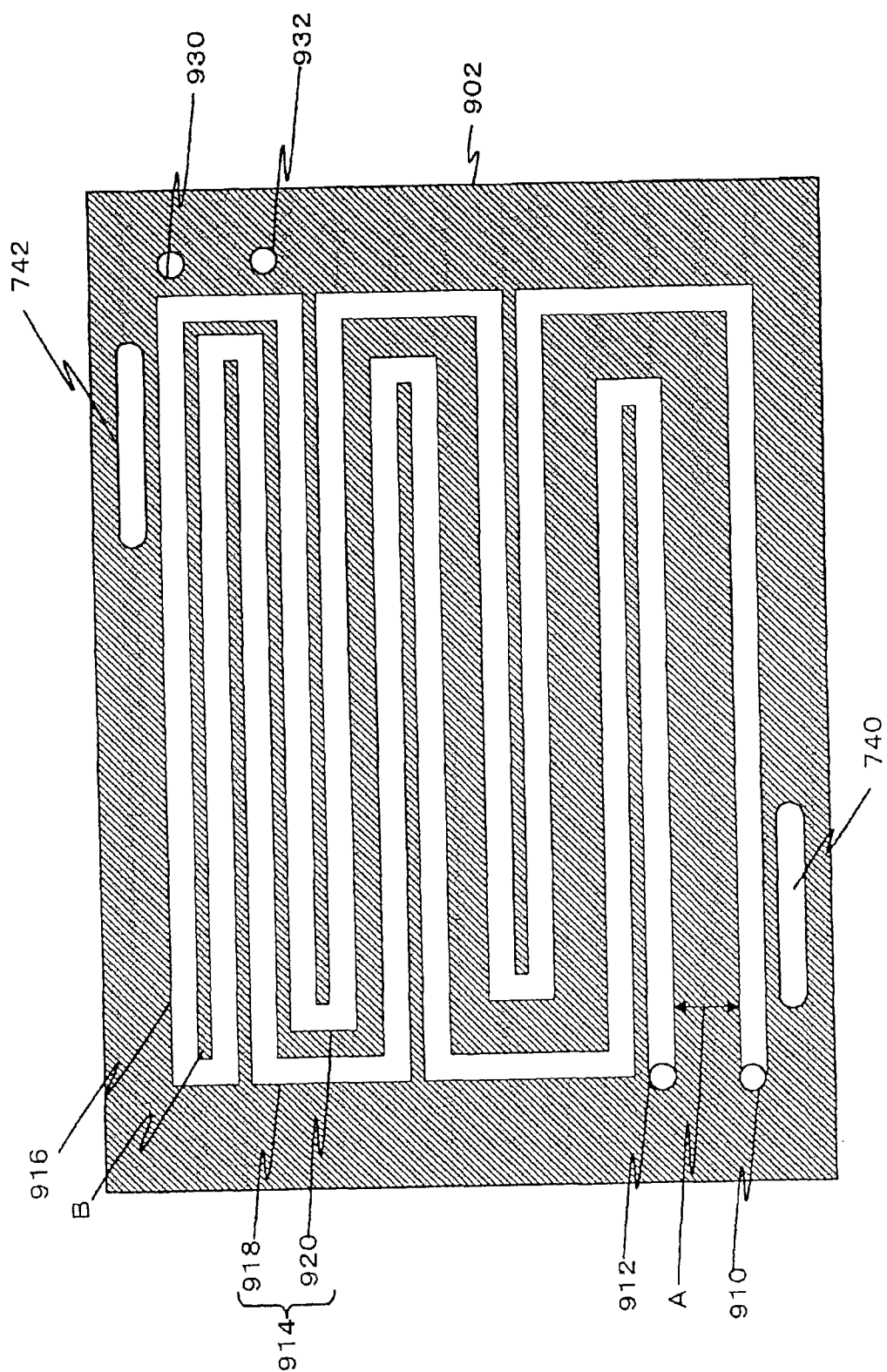


图 13

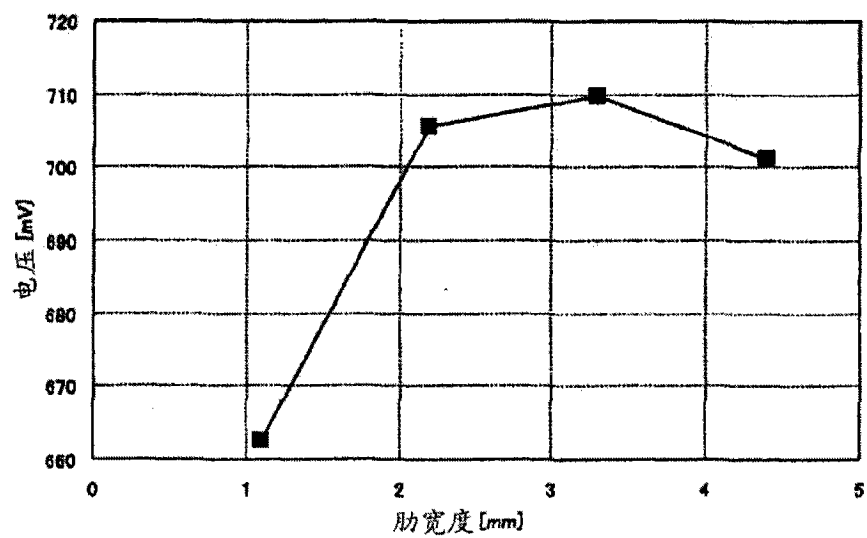


图 14

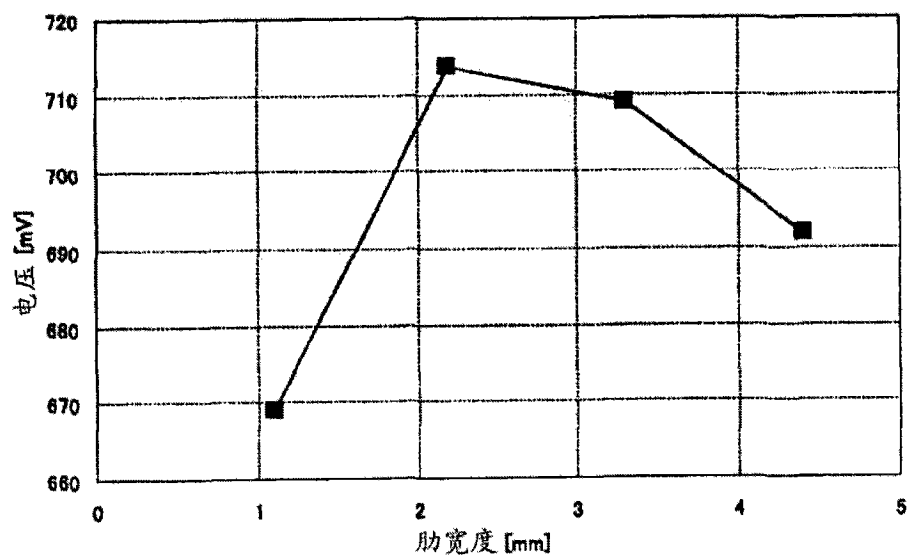


图 15